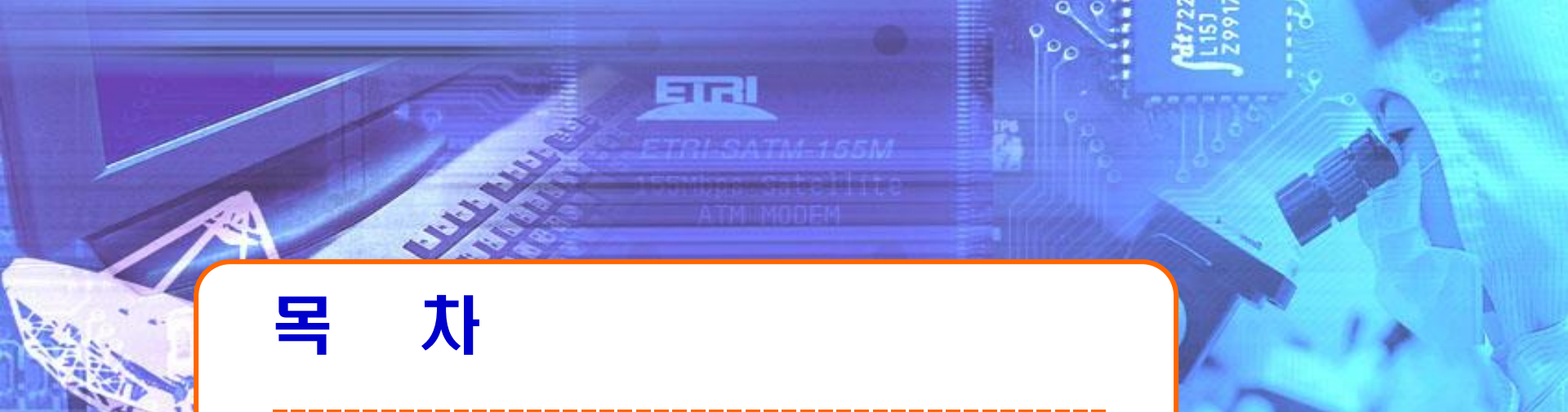


[별첨 5]

# NG-PON2 OLT용 L-Band DFB LD 칩 기술





## 목 차

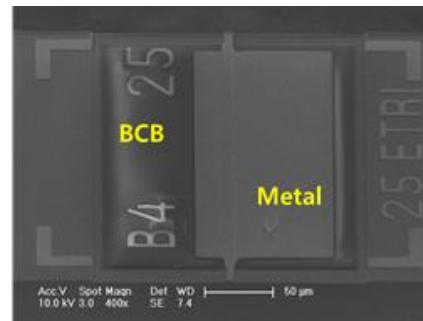
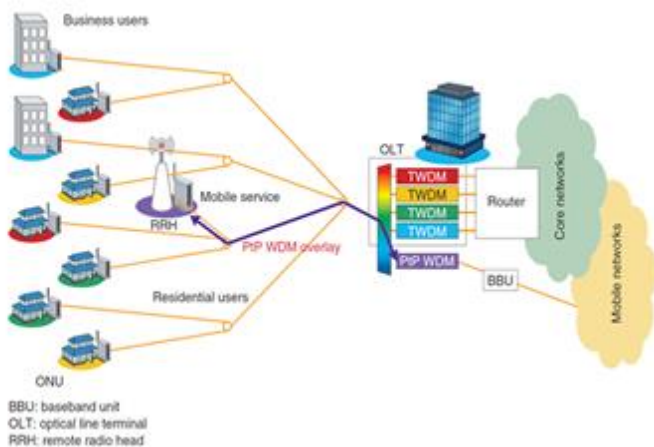
---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향

# 1. 기술의 개요 (1/2)

## ■ NG-PON2 OLT용 10Gbps L-Band DFB LD

- “NG-PON2용 high power OLT 광원 기술 개발” (협약과제번호: 20HB3600)사업의 결과물인 L-band (1596~1600nm) 대역 InAlGaAs기반의 “10Gbps용 DFB LD 칩 기술”을 기술이전 하고자 함.
- 기술이전내용은 10Gbps 구동이 가능한 L-Band 대역 동작 DFB LD 구현과 관련된 기술을 포함함.

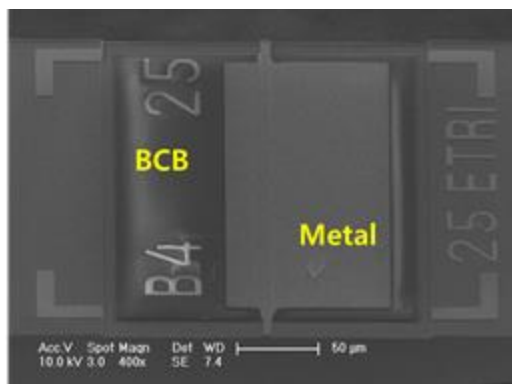


차세대 액세스 망으로써의 NG-PON2 (Next Generation Passive Optical Network 2)의 전개와 함께 ONU용 C-Band Burst mode 10Gbps DFB LD, OLT용 L-Band 10Gbps 광원의 필요성 대두

# 1. 기술의 개요 (2/2)

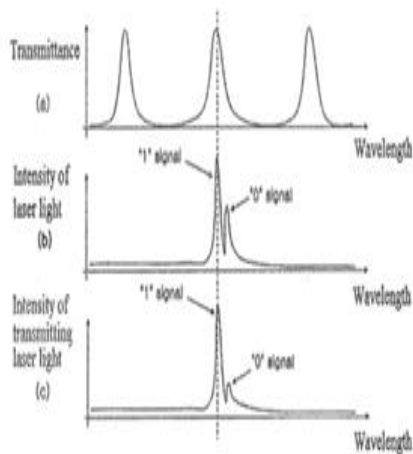
## ■ 고출력 DFB LD + CRL 기술

고출력 DFB LD 칩



- 변조 대역폭: >10GHz
- 동작파장: L-Band 대역  
(1596~1600nm)
- 문턱전류: < 20mA
- 칩출력: >20mW@120mA, 30°C
- SMSR: > 35dB
- 칩 특성온도 ( $T_0$ ): > 70K (25~55 °C)

CRL (Chirp reduced laser) 기술



Optical filter를  
이용한 DML의 chirp 특성  
개선 기술



동작파장: L-Band (1596~1600nm)  
 . Module power: > 8dBm  
 . 동작 속도: 10Gbps  
 . 전송 거리: 20km



## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술이전 내용 및 범위

#### 가. 기술이전의 내용

##### ○ 기술명: NG-PON2 OLT용 L-Band DFB LD 칩 기술

변조 대역폭: >10GHz c-band 대역, 동작파장: L-Band 대역 (1596~1600nm)

문턱전류: < 20mA, 칩출력: >20mW@120mA, 30°C, SMSR: > 35dB,

칩 특성온도 ( $T_0$ ): > 70K (25~55 °C)

#### 나. 기술이전의 범위

##### (1) 기술문서 제공

- “L-Band DFB LD Epi 설계”, TDP (4410-2020-01872)
- “L-Band DFB LD 공정/측정 결과”, TDP (4410-2021-00570)
- L-Band DFB LD 소자 공정 runsheet
- L-Band DFB LD용 Epi. 성장 MOCVD runsheet

##### (2) 10Gbps L-Band DFB LD기술 관련 교육

기술이전 관련 교육, 10Gbps L-Band DFB LD 기술 개발 연구원 파견 및 교육  
설계 기술, 공정기술, 성능규격 시험분석 기술 및 광모듈 적용 지원 등

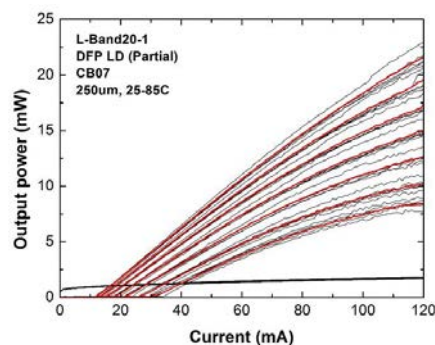
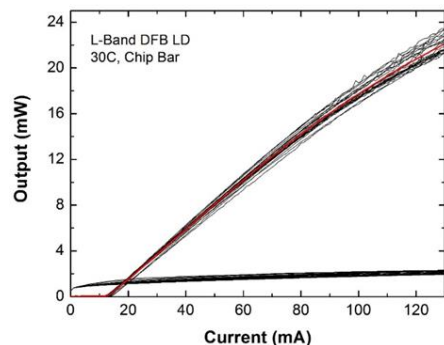
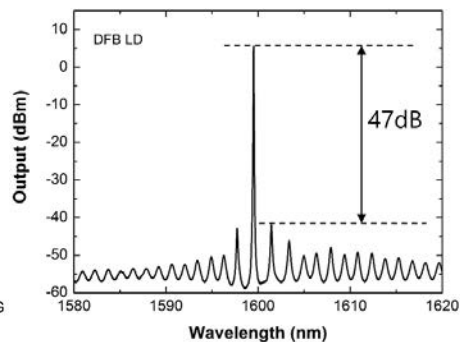
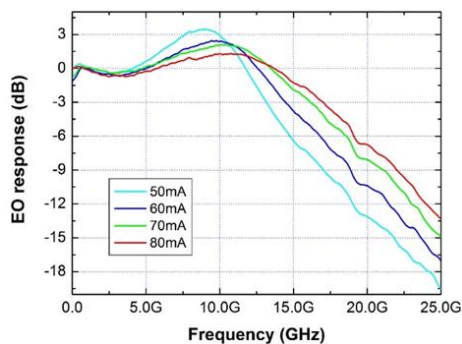
### ■ 기술 개발 현황

#### ❖ 기술 성숙도 (TRL: 5단계)

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### 기술 개발 현황

❖ 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level) 단계 : ( 5 )단계



### Q-mark 인증서

기술명 : L-Band 10Gbps DFB LD 칩 기술

수행부서 책임자 : 김남제

인증번호 : 기술 Q-mark 2021-4002

위 기술은 기술이전 대상 요구사항을 100% 충족하였기에 Q-mark를 부여합니다.

2021. 04. 29.

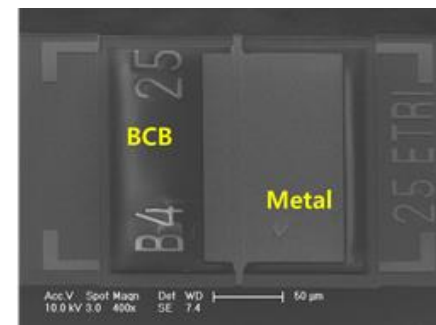
한국전자통신연구원장



### 3. 경쟁기술과 비교

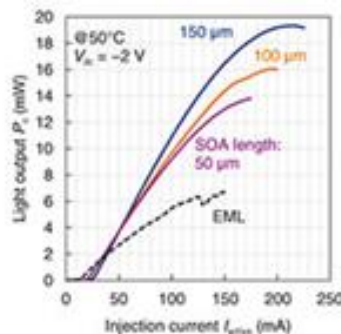
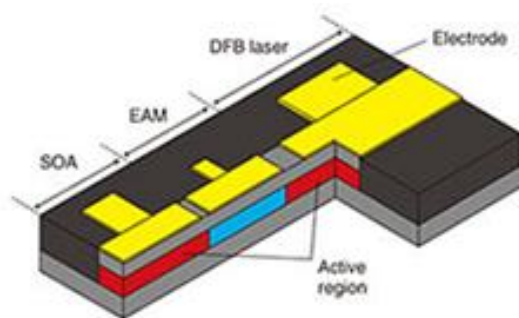
#### ■ DML 소자의 특징

- 전류 주입/직접 변조 방식으로 소자 구조가 단순하며, 고출력 특성에 장점
- 변조 신호의 파장 떨림 (chirp)이 크기 때문에 장거리 전송 시 광섬유 내 분산에 의한 신호왜곡이 큰 단점. CRL 기술과 결합하여 20km이상 장거리 전송이 가능.
- InAlGaAs 에피 최적화 기술
- cost-effective 광소자 기술
- DWDM 급의 정밀 파장 제어 기술 (e-Beam lithography)
- 2" stepper 공정을 이용한 파장 균일도 향상
- 고온 특성 향상 기술



#### ■ 경쟁 기술

일본 sumitomo사의 SOA 집적형 EML



## 4. 기술의 사업성

### ■ 상용화 가능성

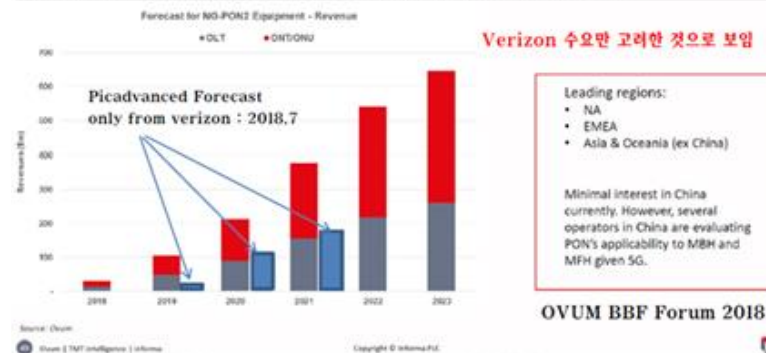
- 상용화를 위한 생산설비 등 추가 비용 없음. (국내 칩제조사 이용)
- 양산 및 신뢰성 기술 추가 개발 필요
- 예상 제품/서비스 및 수요자

| 예상 제품/서비스                            | 예상 수요자(층)                     |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 10Gbps L-Band DFB LD 및 이를 이용한 CRL 모듈 | Verizon, Calix, Picadvanced 등 |

### ■ 시장성

| 예상 제품/서비스                      | 예상단가 (천원) | 이전 기술의 비중(%)         | 잠재적/현재적 경쟁자와 가격, 시장 등에서 경쟁상 유리한 점                                        | 판매가능시기  |
|--------------------------------|-----------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| 10Gbps L-Band DFB LD 칩/ CRL 모듈 | 10<br>50  | 30%(chip)<br>30%(모듈) | a. 가격경쟁력면: 가격 및 성능의 안정적 기술확보<br>b. 시장 환경면: 북미, 중국 등 글로벌 영업망 구축<br>c. 기타: | 2021 이후 |

NG-PON2 Equipment Forecast – strong ramp following early deployments



Ovum Forecast

2020 NG-PON2 ONU 시장 : 1,200억원, OLT 시장 : 800억원  
 2021 NG-PON2 ONU 시장 : 2,300억원, OLT 시장 : 1,500억원  
 2022 NG-PON2 ONU 시장 : 3,200억원, OLT 시장 : 2,200억원  
 2023 NG-PON2 ONU 시장 : 3,700억원, OLT 시장 : 2,600억원

# 5. 국내외 시장 동향

NG-PON2는 미래를 보장하는 궁극의 기술이다.  
NG-PON2 is considered the 'ultimate'  
future proof technology

<https://broadbandtrends.wordpress.com/2018/11/08/network-convergence-opportunity-driving-10g-pon-deployments-confirms-global-survey/>



HOME ABOUT SERVICES

## Network Convergence Opportunity Driving 10G PON Deployments Confirms Global Survey

© NOVEMBER 8, 2018

Broadbandtrends recently conducted a global service provider survey of broadband operators regarding their plans to deploy 10G PON technology within their network. 10G PON offers operators the opportunity to offer both higher bandwidth and symmetrical services, while simultaneously addressing the bandwidth, latency and the densification requirements of the emerging 5G network.

standard – 10G PON – for their future network requirements. At present, there are a variety of 10G options available to operators – including 10G EPON, XGS-PON, XGS-PON and NG-PON2.

NG-PON2 is considered the 'ultimate' future proof technology – offering multiple wavelengths supporting up to 40Gbps (and even higher in the future) and capable of serving multiple/different segments on each individual wavelength. Additionally, the ability to bond wavelengths together to offer even higher bandwidth options, positions this technology well for future bandwidth growth.

Key characteristics that are attracting operators to these next-generation PON solutions include the ability to offer a converged network for both residential and business services, along with the ability to re-use many portion of their existing optical distribution network (ODN). However, the

### Recent Posts

Broadband in the Time of Coronavirus

Network Convergence Opportunity

### Archives

March 2020

November 2019

September 2019

January 2019

ber 2018

ber 2018

Key challenge to NG-PON2 deployments is cost, specifically optics cost

ONT optics

- Access is about low cost: 2.5G GPON BOSA under \$8
- XGS-PON under \$60 and declining with BoB designs this year

Interim

- Maximum of two wavelengths being deployed
- Intense R&D, cooperation between optics and equipment vendors
- Operator-led interoperability testing of equipment/components

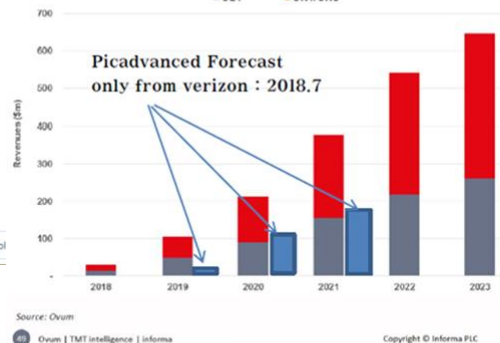
End game

- Cost of NG-PON2 ONT optics justifies advantages (transport, resiliency, regulatory unbundling, pay-as-you-grow)
- Within 2 to 2.5X of XGS-PON

NG-PON2가격이  
XGS-PON의 2.5배  
이내일 경우

## NG-PON2 Equipment Forecast – strong ramp following early deployments

Forecast for NG-PON2 Equipment - Revenue



Picadvanced Forecast  
only from verizon : 2018.7

Verizon 수요만 고려한 것으로 보임

Leading regions:

- NA
- EMEA
- Asia & Oceania (ex China)

Minimal interest in China currently. However, several operators in China are evaluating PON's applicability to MBH and MFH given 5G.

OVUM BBF Forum 2018

## Ovum Forecast

2020 NG-PON2 ONU 시장 : 1,200억원, OLT 시장 : 800억원  
2021 NG-PON2 ONU 시장 : 2,300억원, OLT 시장 : 1,500억원  
2022 NG-PON2 ONU 시장 : 3,200억원, OLT 시장 : 2,200억원  
2023 NG-PON2 ONU 시장 : 3,700억원, OLT 시장 : 2,600억원





감사합니다.



# 광기반 전력계통용 Pluggable 센서 플랫폼



# 목차

---

1. 기술의 개요
2. 국내외 시장 동향
3. 기술이전 내용 및 범위
4. 기술의 사업성

# 1. 기술의 개요

## ■ 기술 개발의 배경

- 전력회사는 케이블의 열적 한계때문에 계통 송전용량을 제한적으로 운용하고 있으며 설비 보호 목적으로 높은 안전 마진을 적용하고 있음. 최근에 분포온도측정센서(Distributed Temperature Sensor, DTS)를 이용한 최고온도 지점을 관리와 더불어 실시간 동적 용량 산정시스템(Dynamic Rating System, DRS), 전력구 환경 감시시스템, PD(Partial Discharge) 모니터링 기술을 포함한 온라인 감시시스템을 구축하여 송전설비 운영 효율을 극대화하는데 노력하고 있음
- DTS, DRS, PD 모니터링 기술은 고가의 설비로 배전급에 적용할 경우 경제성이 떨어지고 광복합 지중배전케이블의 경우 신설을 해야 하는 단점과 접속의 어려움으로 현장 적용에 제한적이며 경제성과 신뢰성이 확보된 지중배전설비 전용 On-line 감시·진단시스템 개발이 시급함





# 1. 기술의 개요

## ■ 기술 개발의 배경

### ● 개별 관리/설치비용의 경제적 손실

- CCTV, 낙뢰감지, 온도 등과 같은 각 감시대상별 시스템(TRS)설치에 따른 비용 및 개별 관리로 인한 인력 낭비



### ● 재난 및 사고에 의한 2차 피해 심각

- 전력 시설의 이상으로 수만 세대의 가정에 전력 공급과 중요 생산설비의 정지에 의한 2차 피해 발생. 시설물 안전 관리 신뢰성 저하

### ● 보수관리 업무의 어려움 및 안전사고

- 고장 또는 특이사항 발생시 점검을 위해 현장을 방문하여 맨홀을 확인해야 하며, 도심도로 등 시설물 접근 어려움으로 인한 안전 사고 발생



### ● 막대한 유지보수 비용 및 예산 소요

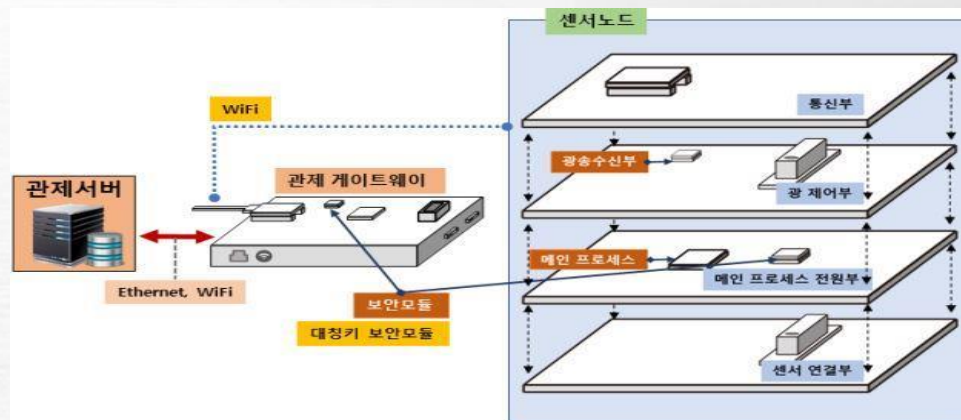
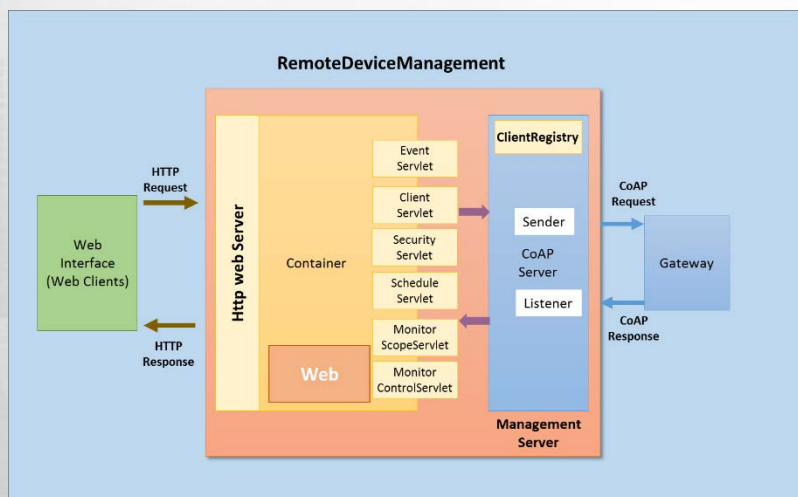
- '04년부터 2014년까지 10년 동안 전력시설물의 설치 및 유지·관리 비용으로 약 6조 7,329억 원의 예산 투입



# 1. 기술의 개요

## ■ 광기반 전력계통용 Pluggable 센서 플랫폼 기술

- 특수 환경(특고전압 대전류 환경)에서의 전력시스템의 안정적 운영과 사고 예방을 위한 고감도, 고정밀 광기반 통합 환경 센서 모듈 기술임
- 초고압 대전류 계통 구조물의 세밀한 센싱, 주변환경 모니터링 및 분석을 통해 자율 제어 또는 사용자의 관리 편의성을 높일 수 있는 광기반 센싱 기술임
- Pluggable형 센서 인터페이스 기술을 기반으로 전력계통에 적용이 가능하고 보안 체계를 만족하는 통합관제 플랫폼으로 스마트폰, PC 등 각종 기기를 이용하여 전력망 및 주변 환경에 대한 센서 데이터를 실시간으로 원격 모니터링하고 제어할 수 있는 기술



## 2. 국내외 시장 동향

### 기술 동향

- 미국의 Honeywell은 중소 기술업체와 기술협작을 통하여 NxtPhase로 분사하여 스마트 전력 계측 분야에서 현재 가장 선진 기술을 보유하고 있으며, 전세계 30여 현장에서 필드 테스트 중임
- Smartec은 분포센서분야의 선도기업이며 광센서 시스템의 전반적인 기술을 보유하여 시장 지배력 향상을 위한 기반 기술을 보유하고 있으며 세계적인 광산업 개발업체와 전략적 제휴관계를 구축하였음(Geomation, FISO, FRA, Applied geomechanics, Campbell Scientific, GeoSIG)
- 전력구 원격감시시스템은 배전센터에서 원격 감시제어 장치를 통해 전력구 내 출입자를 감시·통제 할 수 있으며, 온도, 화재, 배수펌프, 환풍기 조명에 대한 감시도 가능함

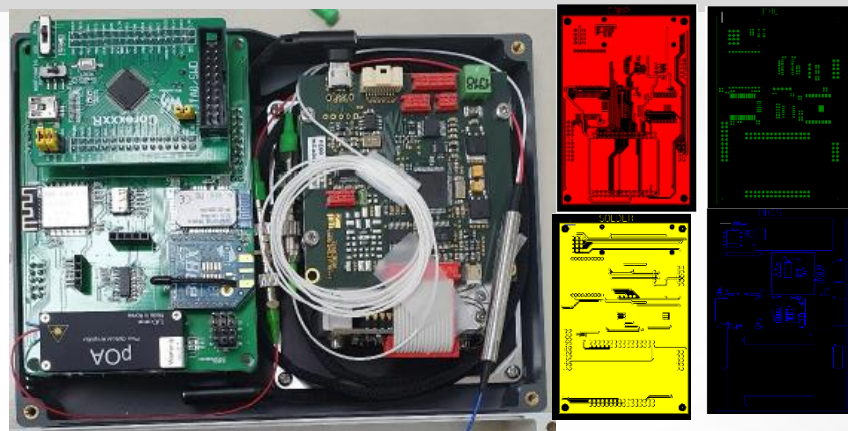
### 시장 동향

- 산업통상자원부의 스마트그리드 국가 로드맵에 따르면 민관 공동부담을 통해 2030년까지 총 27.5조 원 투자, 이 중 정부 부담액은 2.7조, 자발적 민간 투자는 24.8조가 될 것으로 전망
- 전력산업의 과부하 및 예기치 못한 사고 발생을 미연에 방지하고, 안전 관리에 만전을 기하기 위해 광 융·복합 기술을 이용한 온도센서의 활용이 높아지고 있음
- 기반구조물용 광섬유 센서의 시장규모는 2015년 3억 8100만 달러에서 2020년 61억 8600만 달러 규모로 연평균 약 10.18%의 성장률이 예상됨

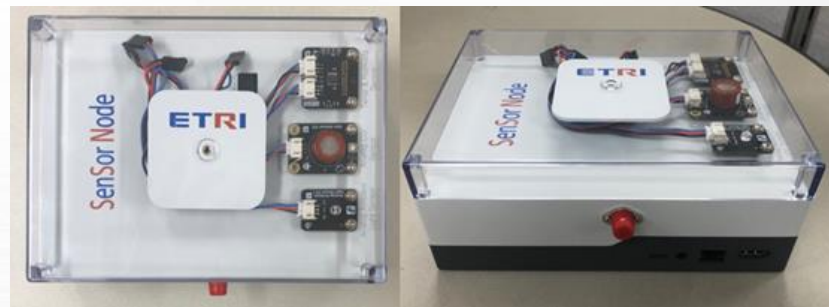
# 3. 기술이전 내용 및 범위

## □ 기술 개발 현황

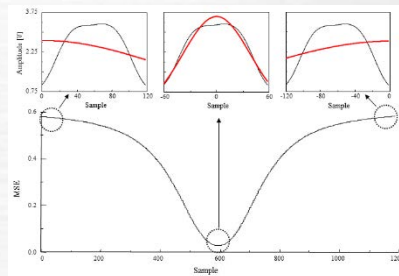
- 광기반 3채널 센서단말 회로설계 및 제작기술
- 광송신부 구동, 보안모듈 및 센서 모듈 실장 인터페이스 보드 설계 및 제작기술
- 전력설비 및 계통용 광섬유 센서어레이 패키징 설계 및 제작 기술
- 광센서 신호처리, UI/UX 설계/제작 및 게이트웨이 연동 기술



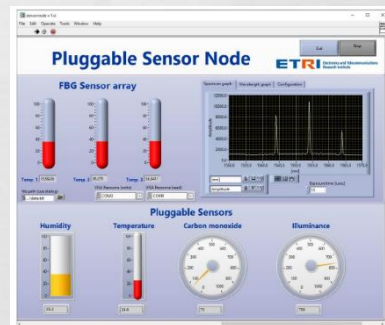
광센서 기반 센서 단말 인터페이스 회로 설계 및 제작



광기반 센서 노드 단말



가우시안 피팅 및 피크 위치 추정 알고리즘



UX/UI 구현

# 3. 기술이전 내용 및 범위

## ■ 기술 개발 현황

❖ 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level) 단계 : ( 5 )단계

| 구 분      | 단계 | 정 의                          | 세 부 설 명                                                                                                                                                                                                             |
|----------|----|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 기초 연구 단계 | 1  | 기초 이론/실험                     | •기초이론 정립 단계                                                                                                                                                                                                         |
|          | 2  | 실용 목적의 아이디어/특허 등 개념정립        | •기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계                                                                                                                                                                                     |
| 실험 단계    | 3  | 실험실 규모의 기본 성능 검증             | •실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증될 수 있는 단계<br>•개발하려는 부품/시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계                                                                                                                                   |
|          | 4  | 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심 성능 평가   | •시험생물을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계<br>•3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계<br>•컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계                                                                                                           |
| 시작품 단계   | 5  | 확정된 소재/부품/시스템 시작품 제작 및 성능 평가 | •확정된 소재/부품/시스템의 실험실 시작품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계<br>•개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계<br>•경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계                                                   |
|          | 6  | 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가        | •파일럿 규모(복수 개~양산규모의 1/10정도)의 시작품 제작 및 평가가 완료된 단계<br>•파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 불량률 등 제시<br>•파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계<br>•생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계<br>•성능 평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보 |
| 실용화 단계   | 7  | 신뢰성평가 및 수요기업 평가              | •실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계<br>•부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장 평가(성능 및 신뢰성 평가)<br>•가능하면 인증기관의 신뢰성 평가 결과 제출                                                                                                        |
|          | 8  | 시제품 인증 및 표준화                 | •표준화 및 인허가 취득 단계                                                                                                                                                                                                    |
| 사업화      | 9  | 사업화                          | •본격적인 양산 및 사업화 단계<br>•6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계                                                                                                                                                                          |



# 4. 기술의 사업성

## ■ 사업화시 제약조건

### ● 시장현황

- Micron Optics는 1990년부터 광센서 핵심기술 및 플랫폼 기술에 대한 지속적인 연구개발을 통해 센서 케이블, 부품, 신호분석기 등 주요 부품들에 대한 최고 기술력 보유하였고, 최근 미국 National Instrument사와 기술 제휴를 통해 시장 지배력 강화를 모색하고 있음

### ● 기술현황

- 광섬유격자형 광센서 시스템의 상용화는 (주)이제이텍, (주)바이텍에서 국내의 토목 및 구조물 계측 시장에서 일부 적용하고 있으나 핵심부분을 수입하여 패키징한 후 판매하고 있음
- Smartec은 분포센서분야의 선도기업이며 광센서 시스템의 전반적인 기술을 보유하여 시장 지배력 향상을 위한 기반 기술을 보유하고 있으며 세계적인 광산업 개발업체와 전략적 제휴관계를 구축하였음

### ● 제약사항

- 최종제품의 기능 안정화 및 가격조건에 따라서 상용화 시점이 길어질 수 있음

# 4. 기술의 사업성

## ▣사업화 방안

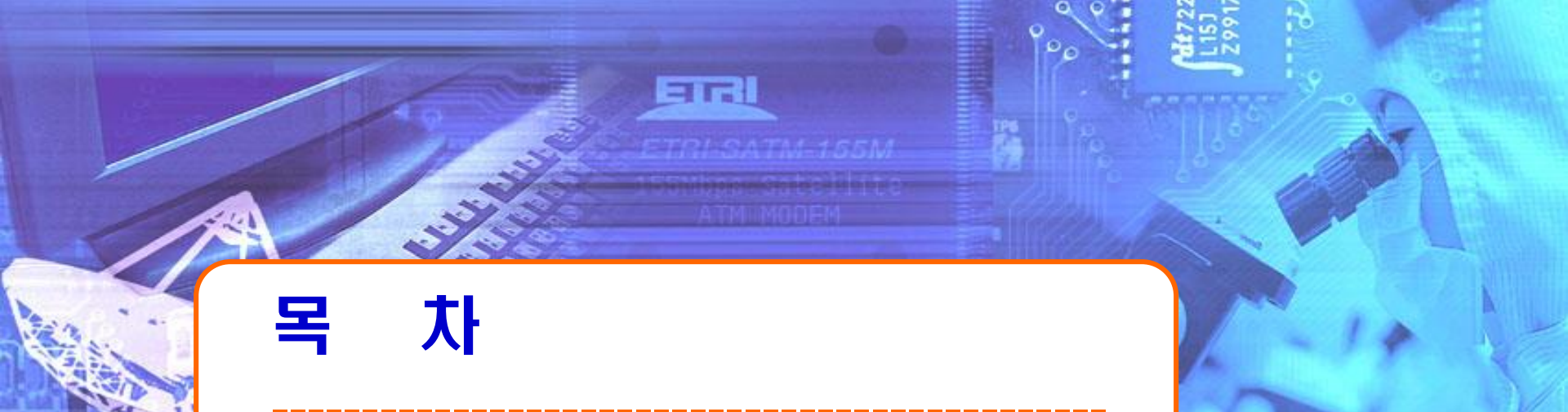
- 중소기업 현장인력 파견
- Bench test를 통해 확보된 성능으로 마케팅 활동 시작
- 사업화를 위한 양산 기술 개발

## ▣기술이전업체 조건

- 기술능력
  - IoT기반 솔루션업체로 설립 2년 이상 경과한 기업
  - 광학 엔진 패키지 생산 보유 및 상용화 경험이 있고 판매 제품이 있는 기업
  - 본 기술 이전 후 제품 상용화를 위한 투자와 기술개발이 가능한 기업
- 필요 장비
  - All-band tunable laser, 광학 패키지 공정장비, 온도챔버 등

# - 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 기술





## 목 차

---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향



# 1. 기술의 개요 (1/3)

## ■ 기술분야

- ❖ 5G 이동통신 광연결 기술, 메트로-액세스 광연결 기술, 데이터 센터 내 광연결 기술

## ■ 기술의 개발배경(1/2)

- ❖ 고품질 영상, 초실감 미디어 서비스 등 초광대역, 초실감 서비스 인프라를 제공하여 일반 인류의 풍요로운 라이프 스타일을 제공하려는 노력으로 인하여 데이터센터 스위치/라우터 장비, B5G 이동통신 프론트홀/백홀 광전송 장비, 메트로/코어 광전송 장비 등에서의 데이터 처리 속도와 양은 지속적으로 증가
- ❖ 데이터 트래픽의 급증으로 대용량 광트랜시버 관련 기술 요구
- ❖ PAM-4 변조방식이 차세대 대용량 광트랜시버의 PHY baseline으로 채택되어 관련 표준의 제정 (IEEE 802.3bs: 200Gb/s and 400Gb/s) 및 개발 진행 중 (IEEE 802.3cd: 50Gb/s, 100Gb/s, and 200Gb/s)

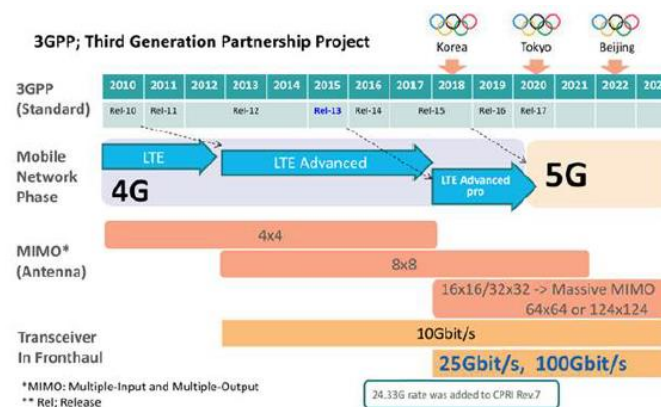
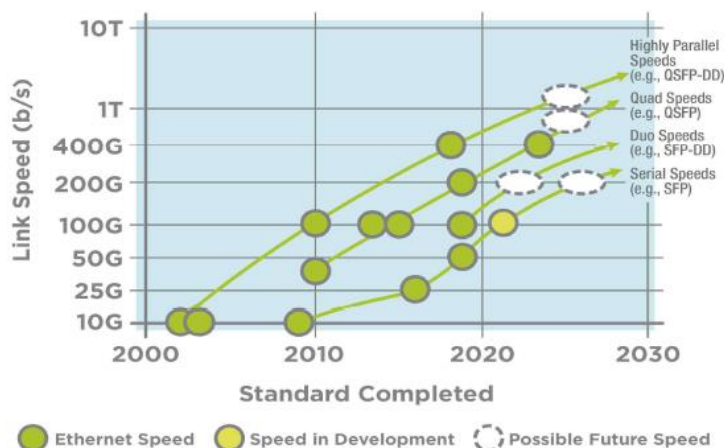


<Cisco Global Cloud Index, 2013-2018>

# 1. 기술의 개요 (2/3)

## ■ 기술의 개발배경(2/2)

- ❖ [Ethernet Alliance] PAM-4 변조방식이 차세대 대용량 광트랜시버의 PHY baseline으로 채택되어 관련 표준의 제정 (IEEE 802.3bs: 200Gb/s and 400Gb/s) 및 개발 진행 중 (IEEE 802.3cd: 50Gb/s, 100Gb/s, and 200Gb/s)
- ❖ [Ethernet Alliance] Serial Speed 100Gb/s 기술 기반의 병렬 어레이 기술 성장 예상
- ❖ [무선 광통신 네트워크 로드맵] 프론트홀 속도 100Gb/s로 성장 예상
- ❖ 광통신 제품 분야 중, ‘광트랜시버’ 분야 7년간 성장율 130%



21> 무선광통신 네트워크 로드맵

\* 자료: ultra high speed quantum well semiconductor lasers OFC 2019

\* 자료: 2020 광통신 품목별 기술시장 동향 보고서, 한국광산업진흥회

<Ethernet Alliance>

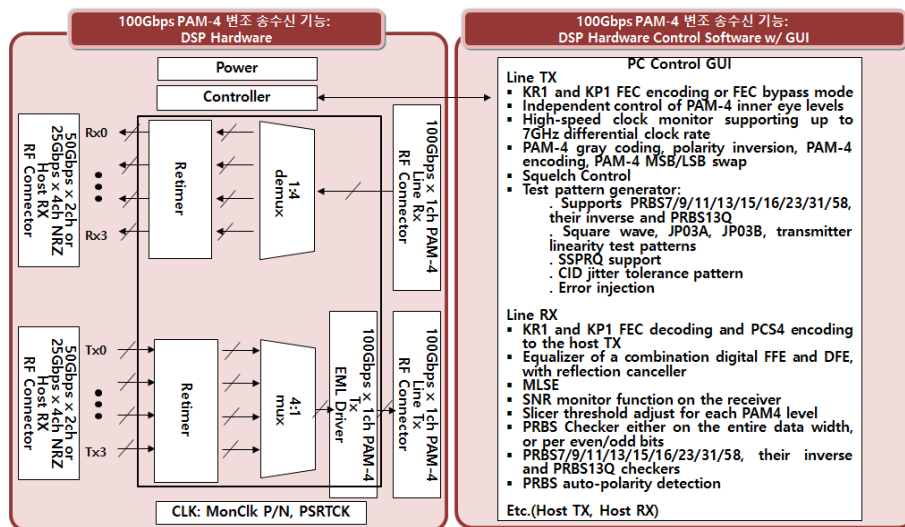
<무선 광통신 네트워크 로드맵>

# 1. 기술의 개요(3/3)

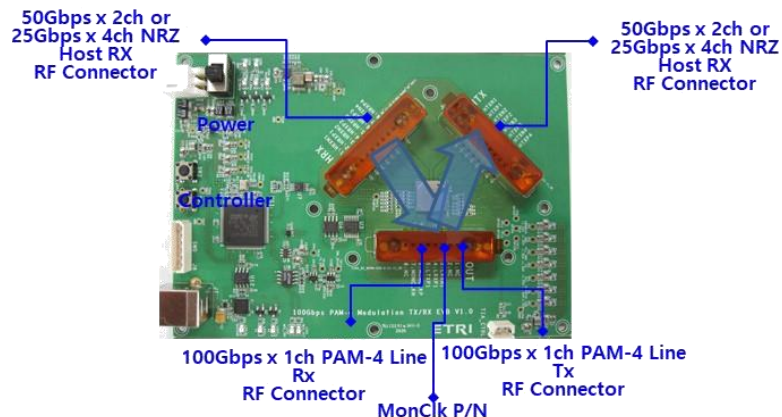
## 기술구성

### ❖ 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 기술

- 25Gb/s x 4ch NRZ 신호와 100Gb/s x 1ch PAM-4 신호를 상호 변환해 주는 기술



< 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 기술 구성 및 블록도 >



< 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 기술 시제품 >

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술이전 내용

- (1) 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 구성 기술
  - 25Gb/s x 4ch NRZ I/F, 100Gb/s x 1ch PAM-4 I/F 고속 PCB 설계 기술
  - 저 유전율 PCB 재질을 이용한 고속-고밀도 PCB 설계 기술
- (2) 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 제어 및 시험 기술
  - Program firmware uploading, Initialize, operation state 제어 기술
  - EQ, Data invert on/off, PLL lock 감시 기술
  - Diagnostics histogram check, PRBS Gen., BER checker 기능 활용 및 시험 기술

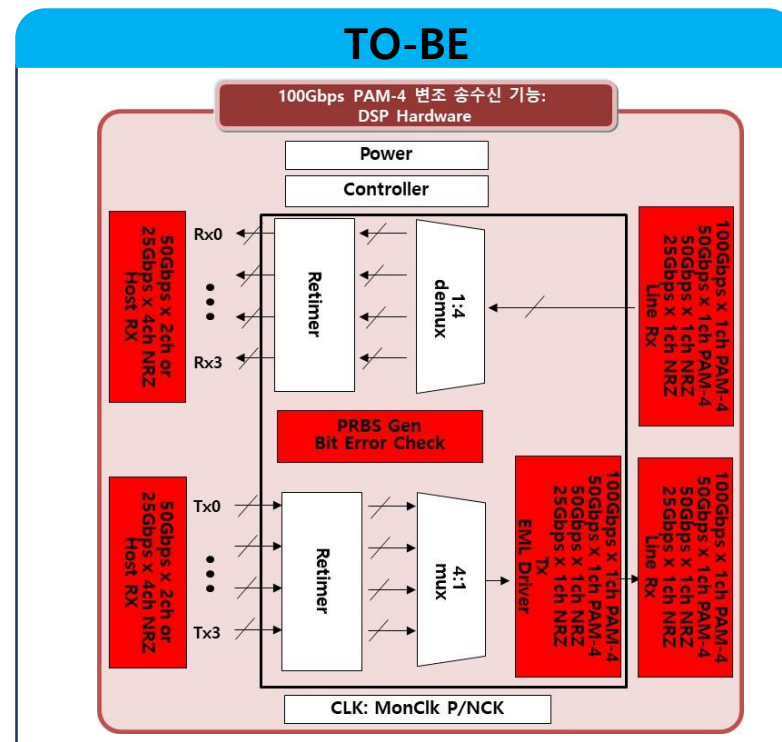
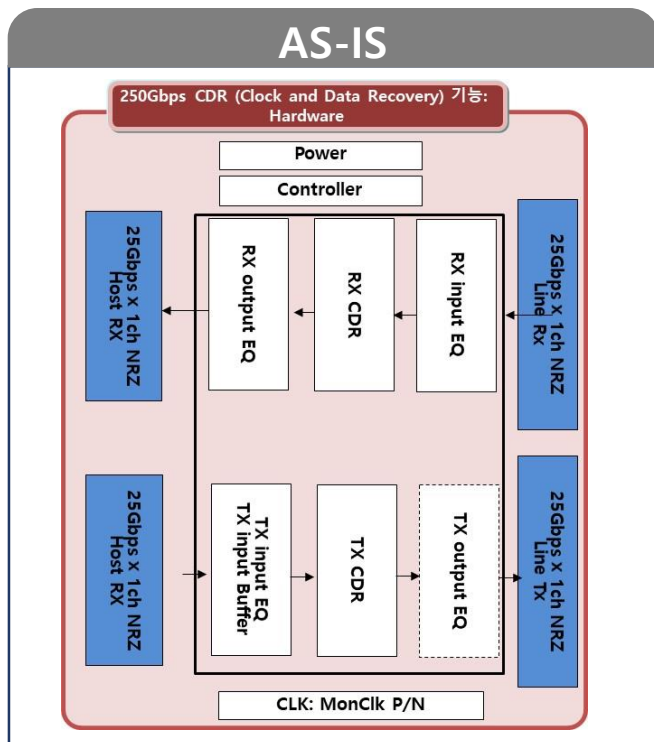
### ■ 기술이전 범위

- (1) 기술문서
  - 요구사항 정의서, 상세설계서, 시험절차/결과서: 제공
- (2) 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 구성 기술 설계 및 성능 검증 지원
  - 제어 및 구동 회로 설계 지원
  - PCB 보드 설계 및 제작 지원
  - 제어 프로그램 구현 지원
  - 시험 환경 구축 및 성능 검증 지원
  - 기타 설계 참고 자료 제공

### ■ 기술 개발 현황

❖ 기술 성숙도 (TRL: 5단계)

### 3. 경쟁기술과 비교



#### 기존 기술 대비 우수성

- [채널 확장성] 기존 기술 Host 1채널-Line 1채널, 제안 기술 Host 4채널-Line 1채널
- [고속화, 변복조 다양성] 기존 기술 25Gbps NRZ, 제안 기술 25Gbps NRZ, 50Gbps NRZ, 50Gbps PAM-4, 100Gbps PAM-4 제공
- [BER 시험 플랫폼 활용] 기존 기술 CDR 기능만 제공, 제안 기술 PRBS Gen. BER Check 양방향 기능 제공



## 4. 기술의 사업성

### ■ 활용분야 및 기대효과

#### ❖ 활용분야

- ✓ 5G 이동통신 광연결 기술, 메트로-엑세스 광연결 기술, 데이터 센터 내 광연결 기술
- ✓ 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 방식의 광트랜시버

#### ❖ 기대효과

- ✓ [직접시장] 이전 기술을 이용하여 5G 및 B5G 이동통신 광엑세스망, 데이터센터에 필요한 고속 광트랜시버를 사업화 기회를 제공
- ✓ [간접시장] 이전 기술과 동등한 신호 속도를 요구하는 고속·대용량 광연결 (Optical Inter-connectivity)의 Optical HDMI, Super Computer, 항공·선박 광통신망, 스마트 시티 등의 활용·간접 시장으로 확대되는 기회를 제공함.

## 5. 국내외 시장 동향

### ■ 해외 시장동향

- ❖ [표준] IEEE 802.3cp에서는 Bidirectional optical access를 위한 표준화를 진행 중이며 10Gb/s, 25Gb/s, 50Gb/s의 속도로 최대 40km까지 전송할 수 있는 규격을 개발 중
- ❖ [수요시장 증가] 400G 이더넷 표준(IEEE 802.3bs)이 2017년말 제정 완료되었으며, PAM-4 변조방식이 baseline 으로 선정됨. 이에 따라 글로벌 칩 선도업체에서는 최대 10km 전송이 가능한 데이터 센터 내부용 100Gb/s급 PHY IC를 공개하며, 40Gb/s, 50Gb/s, 100Gb/s, 200Gb/s, 400Gb/s, 800Gb/s 급의 PAM-4 IC를 개발하고 있음
- ❖ OFC 2018, OFC 2019 등의 광통신관련 세계 최대 규모의 전시회에서 확인한 바 Finisar, Sourcephotonics, Lumentum, Oclaro, Macom, Intel, Kaia, Centra, Sumitomo, Mitsubishi 등의 업체가 100Gb/s 및 400Gb/s PAM-4 변조방식 광트랜시버에 관심을 갖고 있었으며 form-factor는 QSFP-28 및 QSFP-DD에 큰 관심을 보이고 있었음.

### ■ 국내 시장동향

- ❖ [수요시장증가] '19년 4월 5G 상용 서비스 개시함에 따라 5G 'Nation wide deployment' 계획. 경쟁적인 요인으로 시작 될 것으로 예상.
- ❖ [무선 광통신 네트워크 로드맵] 프론트홀 속도 100Gb/s로 성장 예상

# 6. 기술료 조건

■ 기술 명: 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 기술

(단위 : 천원)

| 구분         | 실질기여 공동연구 참여기업 |      |     | 일반 기업         |         |         |
|------------|----------------|------|-----|---------------|---------|---------|
|            | 중소기업           | 중견기업 | 대기업 | 중소기업          | 중견기업    | 대기업     |
| 착수기본료(원)   |                |      |     | <b>60,000</b> | 120,000 | 120,000 |
| 매출정률사용료(%) |                |      |     | <b>1.25</b>   | 3.75    | 5       |

감사합니다.



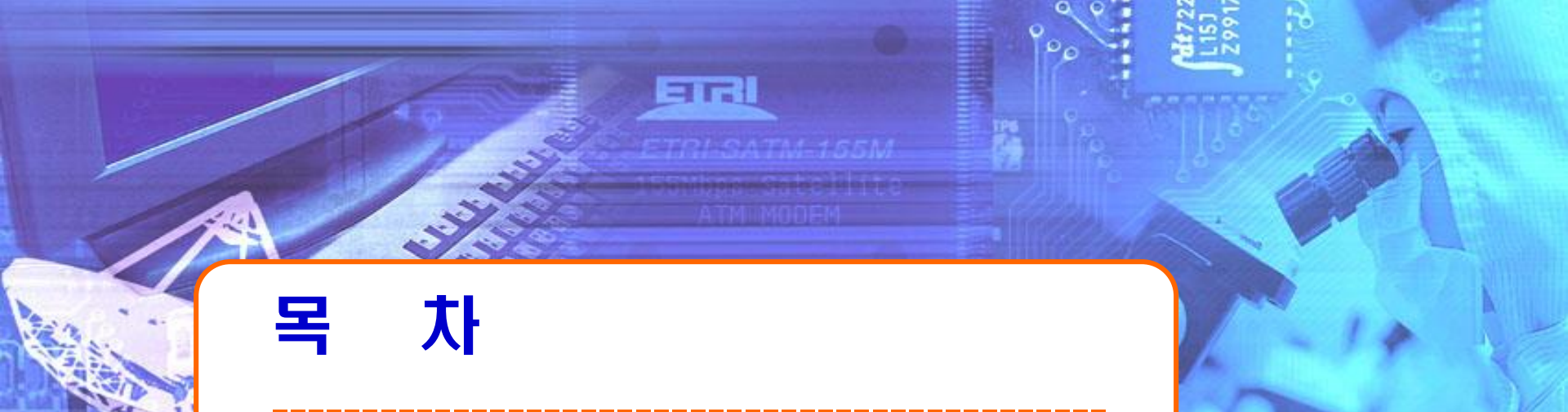
[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

통신미디어연구소/네트워크연구본부

## - 25G P2P 광트랜시버 기술 -







## 목 차

---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향

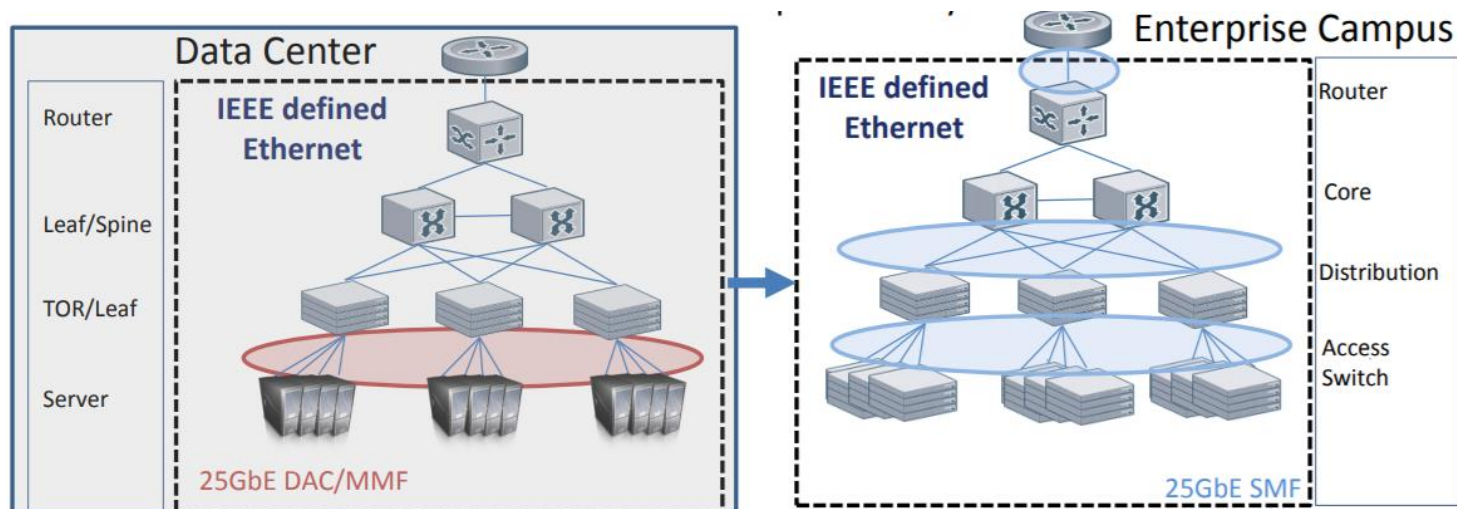
# 1. 기술의 개요 (1/4)

## ■ 기술분야

- ❖ 5G 이동통신 광연결 기술, 메트로-액세스 광연결 기술, 데이터 센터 내 광연결 기술

## ■ 기술의 개발배경(1/3)

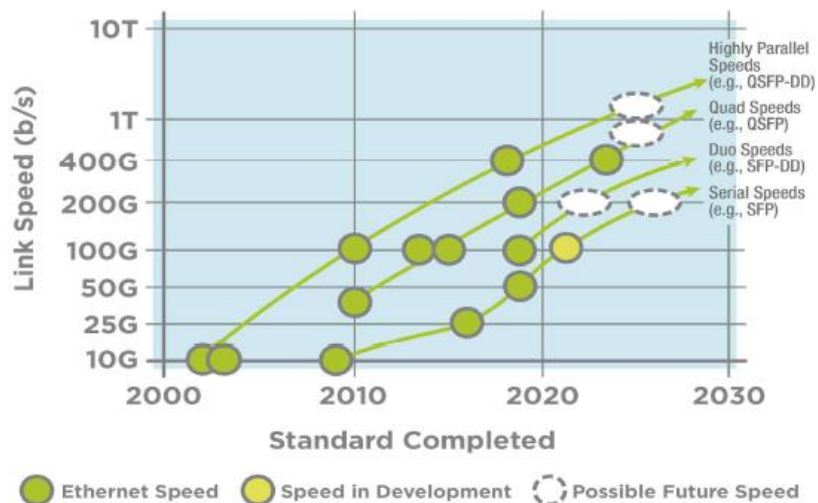
- ❖ 고품질 영상, 초실감 미디어 서비스 등 초광대역, 초실감 서비스 인프라를 제공하여 일반 인류의 풍요로운 라이프 스타일을 제공하려는 노력으로 인하여 데이터센터 스위치/라우터 장비, B5G 이동통신 프론트홀/백홀 광전송 장비, 메트로/코어 광전송 장비 등에서의 데이터 처리 속도와 양은 지속적으로 증가
- ❖ 25GbE의 적용분야 확대 (Data center → Enterprise network)



# 1. 기술의 개요 (2/4)

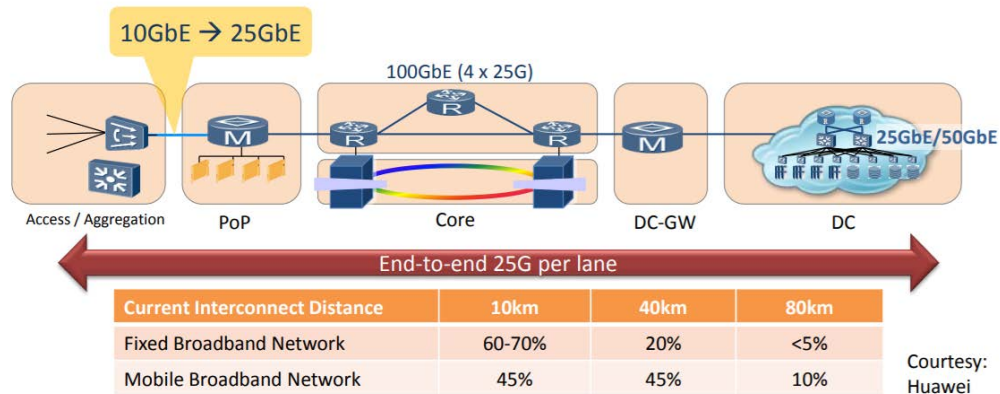
## 기술의 개발배경(2/3)

❖ Metro-access 구간의 속도 증가 (10GbE→ 25GbE)



## Metro-Access – Rate Evolution

- Core moving to 100GbE (4 x 25G)
- Simpler system, lower cost, lower power



Nov 2015

IEEE 802.3 25GbE SMF Call for Interest

Courtesy: Huawei

15

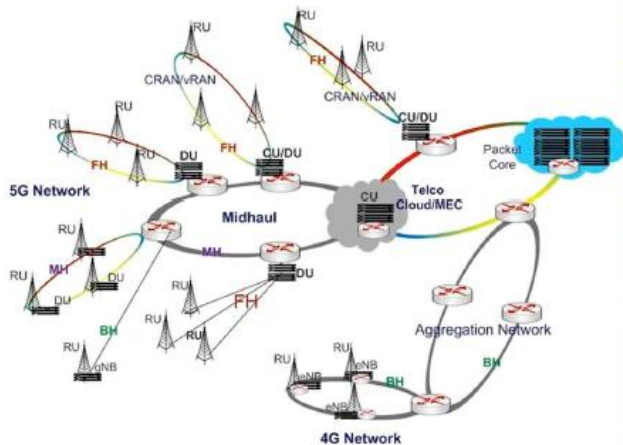
# 1. 기술의 개요 (3/4)

## ■ 기술의 개발배경(3/3)

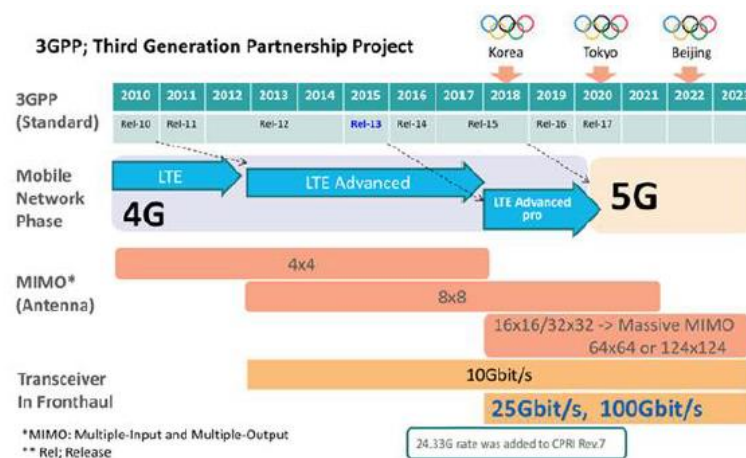
- ❖ 25G 트랜시버 시장 확대: 5G 무선 광 네트워크의 광트랜시버 속도는 10Gbps에서 25Gbps로 점진적으로 늘어날 것으로 예상
- ❖ 광통신 제품 분야 중, '광트랜시버' 분야 7년간 성장율 130%

\* 자료: Fuji chimera Research Institute, Inc. 2019 광통신 관련 시장 총조사

### The Evolving Transport Network



| Fronthaul (DU-RU)             |  |
|-------------------------------|--|
| ➢ Ethernet packets            |  |
| ➢ eCPRI Protocol              |  |
| ➢ Range - 1-10km              |  |
| ➢ Hops - ~8                   |  |
| ➢ latency constraints - 100us |  |
| Midhaul (CU-DU)               |  |
| ➢ Carrier Ethernet            |  |
| ➢ F1 Interface                |  |
| ➢ Range ~40-80kms             |  |
| ➢ Hops - ~15                  |  |
| ➢ Latency ~1ms                |  |
| Backhaul (CU-Core Network)    |  |
| ➢ Carrier Ethernet            |  |
| ➢ S1 Interface                |  |
| ➢ Range - upto 200kms         |  |
| ➢ Hops - ~5                   |  |
| ➢ Latency ~40ms               |  |



무선광통신 네트워크 로드맵

\* 자료: ultra high speed quantum well semiconductor lasers OFC 2019

\* 자료: Fronthaul challenges for the 5G optical network, Xilinx OFC 2019

\* 자료: 2020 광통신 품목별 기술시장 동향 보고서, 한국광산업진흥회



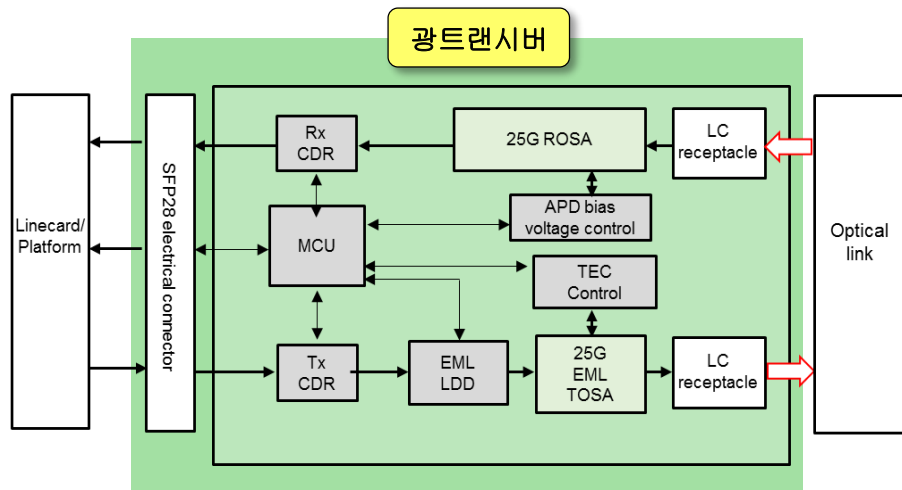
# 1-1. 기술의 개요

25G P2P 광트랜시버 기술 (세부 기술-1)

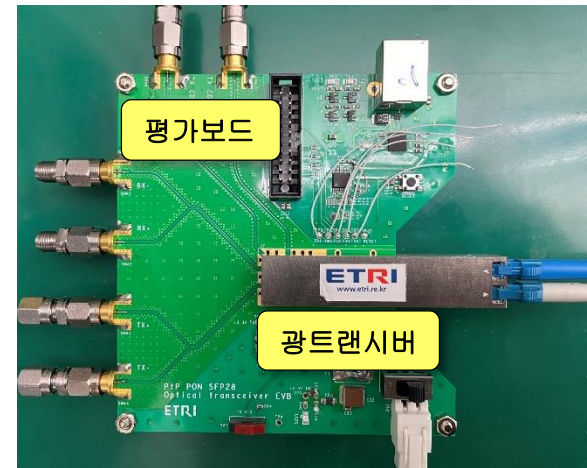
## 기술구성

### ❖ 25G P2P 광트랜시버 기술

- 단일채널 25G급 광신호를 양방향 전송하는 광트랜시버 기술



< 25G P2P 광트랜시버 기술 블록도 >



< 25G 광트랜시버 및 평가보드 시제품 >



# 1-1. 기술이전 내용 및 범위

## ■ 기술이전 내용

- (1) 25Gb/s 광송수신기 기술
  - EML TOSA 광송신기, APD ROSA 광수신기 동작 제어 기술 등
- (2) 25Gb/s NRZ 고속-고밀도 PCB 설계 기술
  - 저 유전율 PCB 재질을 이용한 고속-고밀도 PCB 설계 기술
- (3) 마이크로 컨트롤러 및 펌웨어 구현 기술
  - MCU를 이용한 광/전자부품 제어기술 등
- (4) SFP28 광트랜시버 평가 기술
  - 평가보드 설계, 광/전기신호 송수신 성능 검증 기술 등

## ■ 기술이전 범위

- (1) 기술문서
  - 요구사항 정의서, 구조설계서, 상세설계서, 시험절차/결과서 및 기타 동향 자료 제공
- (2) 광트랜시버 설계 및 성능 검증 지원
  - 광부품 및 전자부품 제어 및 구동 회로 설계 지원
  - 광트랜시버용 PCB 보드 설계 및 제작 지원
  - 광트랜시버 제어 프로그램 구현 지원
  - 광트랜시버 시험 환경 구축 및 성능 검증 지원

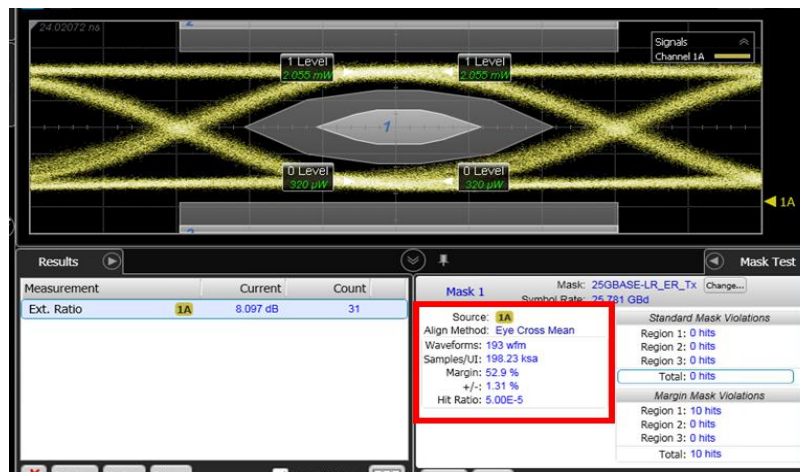
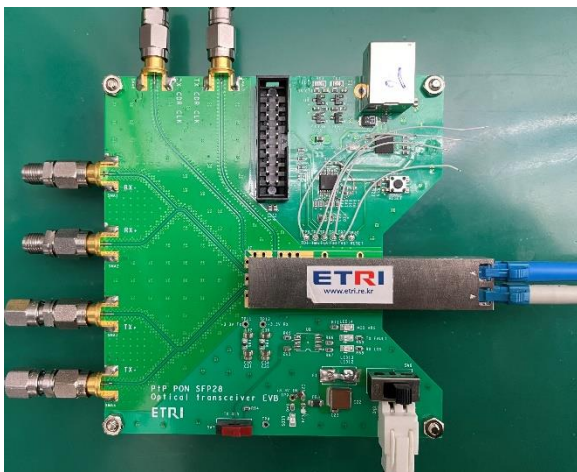
## ■ 기술 개발 현황

❖ 기술 성숙도 (TRL: 5단계)

### 3. 경쟁기술과 비교

#### 주요 스펙

- 25G EML, 25G APD 기반 SFP28 광트랜시버
  - 전송거리 : 40 km (O-band)
  - Power budget > 20 dB@BER=5E-5
  - Extinction Ratio > 7 dB
  - Peak-to-peak Jitter < 10ps
  - IEEE 25GBASE-ER Tx/Rx Eye mask 만족
- 25G EML TOSA, 25G APD ROSA 동작제어 기능
- SFF 8472 management Interface for cable environment 적용



## 4. 기술의 사업성

### ■ 활용분야 및 기대효과

#### ❖ 활용분야

- ✓ 5G 이동통신 광연결 기술, 메트로-엑세스 광연결 기술, 데이터 센터 내 광연결 기술

#### ❖ 기대효과

- ✓ [직접시장] 이전 기술을 이용하여 5G 및 B5G 이동통신 광엑세스망에 필요한 고속 광트랜시버를 사업화 기회를 제공
- ✓ [간접시장] 이전 기술과 동등한 신호 속도를 요구하는 고속·대용량 광연결 (Optical Inter-connectivity)의 Optical HDMI, Super Computer, 항공·선박 광통신망, 스마트 시티 등의 활용·간접 시장으로 확대되는 기회를 제공함.
- ✓ ‘공정 단순화’, ‘저가화’, ‘국산화’의 추가 경쟁 요인을 갖출 수 있는 핵심 기술 확보

## 5. 국내외 시장 동향

### ■ 해외 시장동향

- ❖ [표준] IEEE 802.3cp에서는 Bidirectional optical access를 위한 표준화를 진행중이며 10Gb/s, 25Gb/s, 50Gb/s의 속도로 최대 40km 까지 전송할 수 있는 규격을 개발 중
- ❖ [수요시장 증가] 5G용 광프런트를 백홀용으로 25G SFP28 광트랜시버의 수요가 증가하고 있음



<그림 23> 무선 광트랜시버 시장부문의 발전 방향

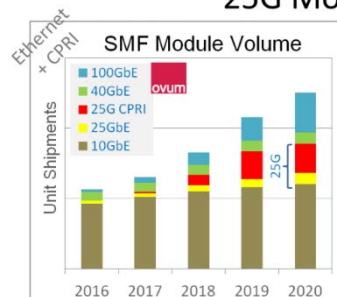
\* 자료 : 2019 April report, LightCounting

\* 자료: 2020 광통신 품목별 기술시장 동향 보고서, 한국광산업진흥회

### ■ 국내 시장동향

- ❖ [수요시장증가] '19년 4월 5G 상용 서비스 개시함에 따라 5G 'Nation wide deployment' 계획. 경쟁적인 요인으로 시작 될 것으로 예상.
- ❖ [기술요구] SKT, 25G 16WL SFP28, 4WL semi-tunable SFP28, 25G O-band LAN WDM SFP28 수요
- ❖ [기술요구] KT/LGU+, 25G LAN WDM 25G SFP28, 25G-C-band DWDM SFP28 수요

#### 25G Module Forecast



↑ SMF volume (Ethernet+CPRI combined)  
ast to be ~25% of total SMF volume

Ovum "Total OC Forecast Spreadsheet: 2014-2020" (August 2015)

Nov 2015

IEEE 802.3 25GbE SMF Call for Interest

11

# 6. 기술료 조건

## ■ 기술 명: 25G P2P 광트랜시버 기술

(단위 : 천원)

| 구분         | 실질기여 공동연구 참여기업 |      |     | 일반 기업         |         |         |
|------------|----------------|------|-----|---------------|---------|---------|
|            | 중소기업           | 중견기업 | 대기업 | 중소기업          | 중견기업    | 대기업     |
| 착수기본료(원)   |                |      |     | <b>60,000</b> | 120,000 | 120,000 |
| 매출정률사용료(%) |                |      |     | <b>1.25</b>   | 3.75    | 5       |



감사합니다.



[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

통신미디어연구소/네트워크연구본부



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0132771  
(43) 공개일자 2020년11월25일

- |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H04J 14/02 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H04J 14/0257 (2013.01)<br/>H04J 14/0265 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0058850<br/>(22) 출원일자 2020년05월18일<br/>심사청구일자 2020년10월07일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>1020190057498 2019년05월16일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인<br/>한국전자통신연구원<br/>대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)</p> <p>(72) 발명자<br/>이한협<br/>대전광역시 유성구 지족로 362, 302동 1702호(지족동, 반석마을아파트3단지)</p> <p>정환석<br/>대전광역시 유성구 배울2로 114, 1104동 902호(용산동, 대덕테크노밸리11단지아파트)</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인 무한</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

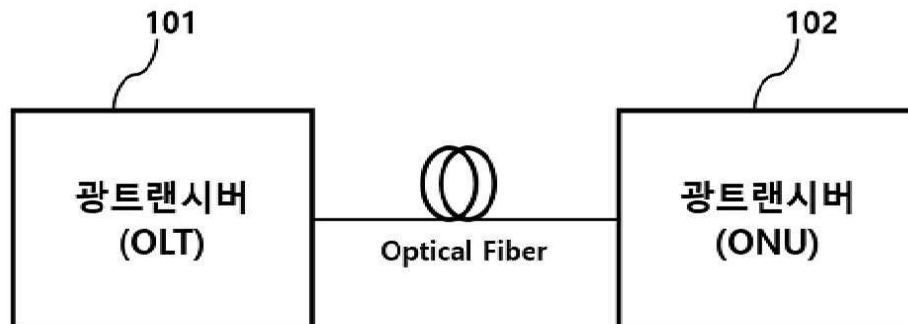
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 양방향 광액세스를 위한 파장 할당 방법 및 장치

(57) 요약

양방향 광액세스를 위한 파장 할당 방법 및 장치가 개시된다. 파장 할당 방법은, 광선로 단말이 광네트워크 유닛에 다운스트림 전송을 수행하기 위한 제1 중심 파장을 설정하고, 광네트워크 유닛이 광선로 단말로 업스트림 전송을 수행하기 위한 제2 중심 파장을 설정할 수 있다. 이 때, 제1 중심 파장과 제2 중심 파장은 미리 설정된 파장 간격만큼 이격되어 있고, 제1 중심 파장은 제2 중심 파장보다 크게 설정될 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1711094121              |
| 과제번호        | 2019-0-00452            |
| 부처명         | 과학기술정보통신부               |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기획평가원               |
| 연구사업명       | 방송통신산업기술개발사업            |
| 연구과제명       | B5G 광액세스 고속화 및 슬라이싱 기술  |
| 기 여 율       | 1/1                     |
| 과제수행기관명     | 한국전자통신연구원               |
| 연구기간        | 2019.04.01 ~ 2019.12.31 |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광 선로 단말(optical line terminal: OLT)를 위한 파장 할당 방법에 있어서,  
광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)로의 다운스트림 전송을 위해 제1 중심 파장을 설정하는 단계;  
상기 제1 중심 파장을 다운스트림 전송을 위한 제1 광신호에 할당하는 단계  
를 포함하고,  
상기 제1 중심 파장은,  
상기 광네트워크 유닛으로부터 업스트림 전송을 통해 전송되는 제2 광신호에 할당된 제2 중심 파장과 미리 설정된 간격만큼 이격되어 분리되는 파장 할당 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 광 선로 단말은,  
단일 모드 광섬유를 통해 제1 중심 파장이 할당된 제1 광신호를 다운스트림 전송으로 광 네트워크 유닛에 제공하고,  
상기 제1 중심 파장은, 제2 중심 파장보다 더 큰 파장 할당 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 광 선로 단말은,  
10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s 중 어느 하나의 전송률에 따라 다운스트림 전송으로 제1 광신호를 광 네트워크 유닛에 제공하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 광 선로 단말은, 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위에서 동작하고,  
상기 동작 범위에 기초하여 제1 중심 파장의 범위가 결정되는 파장 할당 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 광 선로 단말은,  
10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,  
상기 광네트워크 유닛은,  
10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위 내에서 설정하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1306nm-1322nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위로 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1281nm-1297nm의 범위로 설정하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1310nm로 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1270nm로 설정하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 8

광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)을 위한 파장 할당 방법에 있어서,

광 선로 단말(optical line terminal: OLT)이 다운스트림 전송을 위해 제1 광신호에 할당된 제1 중심 파장과 다른 제2 중심 파장을 설정하는 단계; 및

상기 광선로 단말로의 업스트림 전송을 위해 상기 제2 중심 파장을 제2 광신호에 할당하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 중심 파장은,

상기 광네트워크 유닛으로부터 업스트림 전송을 통해 전송되는 제2 광신호에 할당된 제2 중심 파장과 미리 설정된 간격만큼 이격되어 분리되는 파장 할당 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛은,

단일 모드 광섬유를 통해 제2 중심 파장이 할당된 제2 광신호를 업스트림 전송으로 광 선로 단말에 제공하고,

상기 제1 중심 파장은, 제2 중심 파장보다 더 큰 파장 할당 방법.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛은,

10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s 중 어느 하나의 전송률에 따라 업스트림 전송으로 제2 광신호를 광 선로 단말에



제공하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 11

제8항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛은, 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위에서 동작하고,

상기 동작 범위에 기초하여 제2 중심 파장의 범위가 설정되는 파장 할당 방법.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위 내에서 설정하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1306nm-1322nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위로 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1281nm-1297nm의 범위로 설정하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1310nm로 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1270nm로 설정하는 파장 할당 방법.

#### 청구항 15

광 선로 단말에 포함된 파장 할당 장치에 있어서,

상기 파장 할당 장치는,

광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)로의 다운스트림 전송을 위해 제1 중심 파장을 설정하고,

상기 제1 중심 파장을 다운스트림 전송을 위한 제1 광신호에 할당하며,

상기 제1 중심 파장은,

상기 광네트워크 유닛으로부터 업스트림 전송을 통해 전송되는 제2 광신호에 할당된 제2 중심 파장과 미리 설정된 간격만큼 이격되어 분리되는 파장 할당 장치.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위 내에서 설정하는 파장 할당 장치.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1306nm-1322nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위로 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1281nm-1297nm의 범위로 설정하는 파장 할당 장치.

#### 청구항 18

광 네트워크 유닛에 포함된 파장 할당 장치에 있어서,

상기 파장 할당 장치는,

광 선로 단말(optical line terminal: OLT)이 다운스트림 전송을 위해 제1 광신호에 할당된 제1 중심 파장과 다른 제2 중심 파장을 설정하고,

상기 광선로 단말로의 업스트림 전송을 위해 상기 제2 중심 파장을 제2 광신호에 할당하며,

상기 제1 중심 파장은,

상기 광네트워크 유닛으로부터 업스트림 전송을 통해 전송되는 제2 광신호에 할당된 제2 중심 파장과 미리 설정된 간격만큼 이격되어 분리되는 파장 할당 장치.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위 내에서 설정하는 파장 할당 장치.

## 청구항 20

제18항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1306nm-1322nm의 범위 내에서 설정하고,

상기 광네트워크 유닛은,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위로 설정하고,

25Gb/s 또는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1281nm-1297nm의 범위로 설정하는 파장 할당 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 양방향 광액세스를 위한 파장 할당 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 양방향 광액세스에 참여하는 광트랜시버를 위해 파장을 할당하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 이더넷(Ethernet) 기반의 양방향 광액세스망에서 광트랜시버는 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 모두 수행하는 것이 필요하다. 이 경우, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장과 업스트림 전송을 위한 중심 파장을 각각 설정하는 것이 요구된다.

[0003] 이 때, 광트랜시버 내부에는 광신호를 전송하기 위한 레이저 다이오드와 광신호를 수신하기 위한 포토다이오드를 모두 포함할 수 있다. 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 통해 전송되거나 또는 수신되는 광신호를 필터링하는 과정에 손실이 발생할 수 있다. 또한, 광신호가 광섬유를 통해 전송될 때의 패널티가 존재할 수 있다.

[0004] 따라서, 광트랜시버에서 다운스트림 전송과 업스트림 전송에서 패널티와 손실을 고려하여 광신호의 송신과 수신을 위한 중심 파장을 할당하는 것이 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 광트랜시버의 업스트림 전송과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장 할당을 위해, 광섬유에서 발생하는 패널티와 광트랜시버의 내부에서 존재하는 손실을 모두 고려함으로써 광트랜시버의 정확도를 높일 수 있는 파장 할당 방법 및 장치를 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 광 선로 단말 (Optical Line Terminal: OLT)은 광 네트워크 유닛 (Optical Network Unit: ONU)로의 다운스트림 전송을 위해 제1 중심 파장을 설정할 수 있다. 그리고, 광 선로 단말은, 제1 중심 파장을 다운스트림 전송을 위한 제1 광신호에 할당할 수 있다. 마찬가지로, 광 네트워크 유닛은, 광 선로 단말이 다운스트림 전송을 위해 제1 광신호에 할당된 제1 중심 파장과 다른 제2 중심 파장을 설정할 수 있다. 광 네트워크 유닛은, 광선

로 단말로의 업스트림 전송을 위해 제2 중심 파장을 제2 광신호에 할당할 수 있다.

- [0007] 이 때, 제1 중심 파장은, 광 네트워크 유닛으로부터 업스트림 전송을 통해 전송되는 제2 광신호에 할당된 제2 중심 파장과 미리 설정된 간격만큼 이격되어 분리될 수 있다. 광 선로 단말은, 단일 모드 광섬유를 통해 제1 중심 파장이 할당된 제1 광신호를 다운스트림 전송으로 광 네트워크 유닛에 제공할 수 있다. 이 때, 제1 중심 파장은, 제2 중심 파장보다 더 크게 할당될 수 있다.
- [0008] 광 선로 단말은, 10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s 중 어느 하나의 전송률에 따라 다운스트림 전송으로 제1 광신호를 광 네트워크 유닛에 제공할 수 있다. 그리고, 광 선로 단말은, 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위에서 동작하고, 동작 범위에 기초하여 제1 중심 파장의 범위가 결정될 수 있다.
- [0009] 그리고, 광 네트워크 유닛은, 10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s 중 어느 하나의 전송률에 따라 업스트림 전송으로 제2 광신호를 광 선로 단말에 제공할 수 있다. 그리고, 광 네트워크 유닛은, 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위에서 동작하고, 동작 범위에 기초하여 제2 중심 파장의 범위가 결정될 수 있다.
- [0010] 일례로, 광 선로 단말은, 10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정할 수 있다. 그리고, 광네트워크 유닛은, 10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위 내에서 설정할 수 있다.
- [0011] 그리고, 광 선로 단말은, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정할 수 있다. 그리고, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 광 선로 단말은, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1306nm-1322nm의 범위 내에서 설정할 수 있다.
- [0012] 그러면, 광네트워크 유닛은, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위로 설정할 수 있다. 그리고, 광 네트워크 유닛은, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1281nm-1297nm의 범위로 설정할 수 있다.
- [0013] 다른 일례로, 광 선로 단말은, 25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1310nm로 설정할 수 있다. 그리고, 광네트워크 유닛은, 25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1270nm로 설정할 수 있다.
- [0014] 광 선로 단말과 광 네트워크 유닛은 광트랜시버를 사용하여 상호간에 광신호를 송수신하므로 상기 기술한 광신호의 파장과 동작 범위는 광트랜시버의 광신호 파장과 동작범위와 동일하다.

### 발명의 효과

- [0015] 본 발명의 일실시예에 따르면, 광트랜시버의 업스트림 전송과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장 할당을 위해, 광섬유에서 발생하는 패널티와 광트랜시버의 내부에서 존재하는 손실을 모두 고려함으로써 광트랜시버의 정확도를 높일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광트랜시버의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 광트랜시버의 내부 구조를 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 LPF(Low Pass Filter)에 따라 업스트림 전송을 위한 중심 파장과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장을 분리하는 것을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 HPF(High Pass Filter)에 따라 업스트림 전송을 위한 중심 파장과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장을 분리하는 것을 설명하는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 위한 광트랜시버별 중심 파장의 예시를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 범위가 10km, 20km, 40km인 25GBASE 광트랜시버에 할당되는 업스트림 전송과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 예시를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0018] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 이해되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0020] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수 개의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0022] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0023] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광트랜시버의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0025] 도 1을 참고하면, 양방향(Bidirectional)의 광액세스를 위해 광섬유(Optical Fiber)를 통해 연결된 2개의 광트랜시버(101, 102)가 도시된다. 이 때, 광트랜시버(101)는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT)에 사용되고 이고, 광트랜시버(102)는 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)에 사용될 수 있다. 그리고, 광섬유는 단일 모드(single-mode) 광섬유로 구성될 수 있다.
- [0026] 광트랜시버(101, 102)는 양방향(bidirectional) 전송이 가능하며, 10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s의 전송률(data rate)로 동작할 수 있다. 그리고, 광트랜시버(101, 102)는 동작 범위(operating range)에 따라 10km, 20km, 40km 또는 40km 이상으로 구분될 수 있다.
- [0027] 이러한 분류에 따라 광트랜시버(101, 102)는 전송률 (data rate)이 10Gb/s일 때 동작 범위에 따라 물리 계층에서 10GBASE-BR10, 10GBASE-BR20, 10GBASE-BR40, 10GBASE-BR40+로 구분될 수 있다. 그리고, 전송률이 20Gb/s일 때, 광트랜시버(101, 102)는 동작 범위에 따라 물리 계층에서 25GBASE-BR10, 25GBASE-BR20, 25GBASE-BR40, 25GBASE-BR40+로 구분될 수 있다. 또한, 전송률(data rate)이 50Gb/s인 경우, 광트랜시버(101, 102)는 동작 범위에 따라 물리 계층(PHY)에서 50GBASE-BR10, 50GBASE-BR20, 50GBASE-BR40, 50GBASE-BR40+로 구분될 수 있다.
- [0028] 광트랜시버(101, 102)에서, BRx의 x는 동작 범위를 의미한다. BR10의 경우, 2m-10km이고, BR20의 경우, 2m-20km이고, BR40과 BR40+의 경우, 2m-40km가 될 수 있다. 그리고, 광트랜시버(101, 102)는 식별자 D 또는 U에 따라 각각 다운스트림(Downstream)과 업스트림(Upstream)으로 구분될 수 있다. 식별자 D는 OLT PHY를 위한 것이고, 식별자 U는 ONU PHU를 위한 것이다.
- [0029] 예를 들어, 25GBASE-BR10-D는 다운스트림 전송을 위해 단일 모드 광섬유를 통해 최소 10km의 동작 범위인 전송 거리를 지원하는 물리 계층의 OLT를 의미한다. 그리고, 25GBASE-BR25-U는 업스트림 전송을 위해 단일 모드 광



섬유를 통해 최소 25km의 동작 범위인 전송 거리를 지원하는 물리 계층의 ONU를 의미한다.

- [0030] 다운스트림 전송에 대해, 광트랜시버(101)는 송신 기능을 수행하고, 광트랜시버(102)는 수신 기능을 수행할 수 있다. 반대로, 업스트림 전송에 대해, 광트랜시버(101)는 수신 기능을 수행하고, 광트랜시버(102)는 전송 기능을 수행할 수 있다.
- [0031] 본 발명은 광트랜시버(101, 102)를 위한 파장 할당에 대해 설명한다. 광트랜시버(101)는 광트랜시버(102)로 다운스트림 전송을 위해 중심 파장을 설정할 수 있다. 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 광트랜시버(101)가 광트랜시버(102)로 출력하는 광신호에 할당될 수 있다. 그리고, 광트랜시버(102)는 광트랜시버(101)로 업스트림 전송을 위해 중심 파장을 설정할 수 있다. 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 광트랜시버(102)가 광트랜시버(101)로 출력하는 광신호에 할당될 수 있다.
- [0032] 이 때, 광트랜시버(101, 102)를 위한 중심 파장 할당은 광트랜시버(101, 102)에 대한 패널티(penalty)와 손실(loss)을 고려하여 결정될 수 있다. 이하에서는 광트랜시버(101, 102)를 위한 중심 파장 할당에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0033] 본 발명에서는 25G 전송률을 지원하는 광트랜시버를 중심으로 설명하지만, 이에 한정되지는 않는다. 본 발명은 광트랜시버(101, 102)에 사용되는 광원, 광섬유 등의 특성을 고려하여 다운스트림 전송 및 업스트림 전송을 위한 중심 파장 플랜을 제공한다. 일례로, 광원은 레이저 다이오드의 종류를 의미하며, Uncooled DFB LD 또는 Cooled EML를 포함할 수 있다. 그리고, 광트랜시버에 사용되는 광학 필터의 규격은 파장 분리 필터 또는 파장 선택 필터일 수 있다. 본 발명에 의하면, 광학 필터의 규격을 고려하여 다운스트림 전송 또는 업스트림 전송을 위한 중심 파장이 결정될 수 있다. 일례로, NRZ(Non Return to Zero) 변조를 사용하는 25Gb/s 광신호를 20km 전송하기 위해서는 광섬유의 색분산(Chromatic Dispersion)이 적은 1300nm 대역의 파장이 사용될 필요가 있다.
- [0034] 위의 설명을 광트랜시버(101)가 적용되는 광 선로 단말과 광트랜시버(102)가 적용되는 광 네트워크 유닛으로 설명할 수 있다.
- [0035] 광 선로 단말은 광 네트워크 유닛으로의 다운스트림 전송을 위해 제1 중심 파장을 설정할 수 있다. 그리고, 광 선로 단말은, 제1 중심 파장을 다운스트림 전송을 위한 제1 광신호에 할당할 수 있다. 마찬가지로, 광 네트워크 유닛은, 광 선로 단말이 다운스트림 전송을 위해 제1 광신호에 할당된 제1 중심 파장과 다른 제2 중심 파장을 설정할 수 있다. 광 네트워크 유닛은, 광선로 단말로의 업스트림 전송을 위해 제2 중심 파장을 제2 광신호에 할당할 수 있다.
- [0036] 이 때, 제1 중심 파장은, 광 네트워크 유닛으로부터 업스트림 전송을 통해 전송되는 제2 광신호에 할당된 제2 중심 파장과 미리 설정된 간격만큼 이격되어 분리될 수 있다. 광 선로 단말은, 단일 모드 광섬유를 통해 제1 중심 파장이 할당된 제1 광신호를 다운스트림 전송으로 광 네트워크 유닛에 제공할 수 있다. 이 때, 제1 중심 파장은, 제2 중심 파장보다 더 크게 할당될 수 있다.
- [0037] 광 선로 단말은, 10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s 중 어느 하나의 전송률에 따라 다운스트림 전송으로 제1 광신호를 광 네트워크 유닛에 제공할 수 있다. 그리고, 광 선로 단말은, 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위에서 동작하고, 동작 범위에 기초하여 제1 중심 파장의 범위가 결정될 수 있다.
- [0038] 그리고, 광 네트워크 유닛은, 10Gb/s, 25Gb/s, 또는 50Gb/s 중 어느 하나의 전송률에 따라 업스트림 전송으로 제2 광신호를 광 선로 단말에 제공할 수 있다. 그리고, 광 네트워크 유닛은, 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위에서 동작하고, 동작 범위에 기초하여 제2 중심 파장의 범위가 결정될 수 있다.
- [0039] 일례로, 광 선로 단말은, 10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정할 수 있다. 그리고, 광네트워크 유닛은, 10Gb/s의 전송률 및 10km, 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위 내에서 설정할 수 있다.
- [0040] 그리고, 광 선로 단말은, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1320nm-1340nm의 범위 내에서 설정할 수 있다. 그리고, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 광 선로 단말은, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1306nm-1322nm의 범위 내에서 설정할 수 있다.
- [0041] 그러면, 광네트워크 유닛은, 25Gb/s 또는 50Gb/s의 전송률 및 10km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1260nm-1280nm의 범위로 설정할 수 있다. 그리고, 광 네트워크 유닛은, 25Gb/s 또

는 50Gb/s 의 전송률 및 20km 또는 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1281nm-1297nm의 범위로 설정할 수 있다.

[0042] 다른 일례로, 광 선로 단말은, 25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 제1 중심 파장을 1310nm로 설정할 수 있다. 그리고, 광네트워크 유닛은, 25Gb/s 전송률 및 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 제2 중심 파장을 1270nm로 설정할 수 있다.

[0043] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 광트랜시버의 내부 구조를 도시한 도면이다.

[0044] 도 2를 참고하면, 이더넷 전송을 위한 광트랜시버(101, 102) 각각의 내부 구조의 예시를 나타낸다. 앞서 설명하였듯이, 광트랜시버(101)는 광 선로 단말에 대응하고, 광트랜시버(102)는 광네트워크 유닛에 대응할 수 있다.

[0045] 광트랜시버(101)는 레이저 다이오드(Laser Diode: LD)(201)와 렌즈(204, 205), 파장에 따라 광을 투과하거나 반사하는 필터인 다이플렉서(Diplexer)(203) 및 광을 탐지하는 포토다이오드(202)를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 광트랜시버(102)도 광트랜시버(101)와 유사하게 레이저 다이오드(206), 포토다이오드(207), 렌즈(209, 201), 다이플렉서(208)를 포함할 수 있다.

[0046] 광트랜시버(101, 102)는 광신호의 전송을 위한 레이저 다이오드에 대응하는 TOSA(Transmission Optical Sub-Assemblies)와 광신호의 수신을 위한 포토다이오드에 대응하는 ROSA(Receiving Optical Sub-Assemblies)를 모두 포함하는 BOSA(Bidirectional Optical Sub-Assemblies) 구조이다. 일례에 따르면, 광원인 레이저 다이오드(201, 206)는 전계 흡수 변조 레이저(Electro-Absorption Modulated Laser: EML) 또는 직접 변조 레이저(Directly Modulated Laser: DML)가 될 수 있다. 그리고, 포토다이오드(202, 207)는 핀 포토다이오드(Pin-PD) 또는 아발란치 포토다이오드(Avalanche PD)가 될 수 있다.

[0047] 도 2와 같이 광트랜시버(101)와 광트랜시버(102)가 단일 모드 광섬유를 통해 광신호를 송수신하는 경우, 광섬유에서의 색 분산(chromatic dispersion)에 의한 파워 페널티(power penalty)와 다이플렉서(203, 208)에서 빔을 포커싱할 때의 초과 손실(excess loss)이 발생할 수 있다. 그래서, 파워 페널티와 초과 손실을 고려하여 광트랜시버(101)와 광트랜시버(102)를 위한 중심 파장을 설정될 수 있다.

[0048] 파장  $\lambda_1$ 은 광트랜시버(101)가 광트랜시버(102)로 다운스트림 전송(downstream transmission)하기 위한 중심 파장을 의미한다. 그리고, 파장  $\lambda_2$ 는 광트랜시버(102)가 광트랜시버(101)로 업스트림 전송(Upstream transmission)하기 위한 중심 파장을 의미한다.

[0049] 이미 설명한 바와 같이, 본 발명은 (i) 광트랜시버(101, 102)에서 사용되는 광원의 종류를 고려하여 업스트림 전송이나 다운스트림 전송을 위한 중심 파장이 할당될 수 있다. 일례로, 본 발명은 광섬유의 색분산에 의해 발생할 수 있는 광신호의 전송 페널티를 최소화하기 위하여 직접변조 레이저(DML)과 외부변조 레이저(예를 들면, 전계 흡수 변조 레이저(EML))의 동작 파장을 각각 개별적으로 설정할 수 있다.

[0050] 일례로, 다운스트림 전송을 위해 EML/DML을 모두 사용하는 것으로 가정하면, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 광섬유의 색분산이 0(zero)인 파장 대역이 사용될 수 있다. 그리고, 업스트림 전송을 위해 DML을 사용하는 경우로 가정하면, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 색분산이 음(-)인 파장 대역이 사용될 수 있다. 이 때, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 업스트림 전송을 위한 중심 파장보다 크게 설정된다.

[0051] 그리고, 본 발명은 (ii) 다운스트림 전송이나 업스트림 전송을 위해 광트랜시버(101, 102)에 사용되는 다이플렉서(203, 208)의 규격을 완화하여 BOSA 구조의 광트랜시버(101, 102)를 저가로 제작할 수 있도록 한다. 이 때, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장과 업스트림 전송을 위한 중심 파장이 미리 설정된 파장 간격만큼 이격되도록 할당함으로써 다이플렉서(203, 208)에 적용되는 필터가 다운스트림 전송의 광신호와 업스트림 전송의 광신호를 보다 용이하게 분리할 수 있다. 그리고, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 업스트림 전송을 위한 중심 파장보다 더 크게 설정된다.

[0052] 이 때, 업스트림 전송을 위한 중심 파장과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장 간의 미리 설정된 파장 간격이 넓어질수록 다이플렉서(203, 208)에 적용되는 필터의 제작 비용은 낮아질 수 있어서 BOSA 구조의 광트랜시버(101, 102)의 가격이 감소할 수 있다. 다만, 광섬유에서 발생하는 색분산으로 인해 발생하는 광신호의 전송 페널티를 고려하여 업스트림 전송을 위한 중심 파장과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장 간의 미리 설정된 파장 간격이 결정될 필요가 있다.

[0053] 그리고, 본 발명은 다운스트림 전송에 사용되는 파장으로 인해서 초과 손실(Excess loss)이 높게 발생하는

25GBASE-BR40에 대해 다이플렉서는 focused beam optics가 아닌 collimated beam optics를 수행하는 다이플렉서를 제안한다. 여기서, 초과 손실은 다이플렉서에 입력되는 광신호와 다이플렉서로부터 출력되는 광신호 간의 비율을 의미한다.

- [0054] 이하에서 설명되는 도 3과 도 4는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장과 업스트림 전송을 위한 중심 파장을 다이플렉서에 적용되는 필터를 통해 분리하는 경우를 각각 설명한다. 일례로, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 광원으로 직접 변조 레이저를 사용하는 경우를 고려한다. 그리고, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 광원으로 직접 변조 레이저와 외부 변조 레이저(ex. 전계 흡수 변조 레이저)를 사용하는 경우를 고려한다.
- [0055] 도 3 및 도 4에 의하면, 업스트림 전송을 위해 광신호에 적용되는 중심 파장(center wavelength)(X)의 범위(range)(301, 401)와 다운스트림 전송을 위해 광신호에 적용되는 중심 파장(Y)의 범위(302, 402)가 도시된다. 그리고, 도 3 및 도 4를 참고하면, 업스트림 전송을 위해 광신호에 적용되는 중심 파장(X)과 다운스트림 전송을 위해 광신호에 적용되는 중심 파장(Y)는 다이플렉서에 적용되는 필터를 통해 각각 분리될 수 있다. 이 때, 도 3의 경우, 다이플렉서에 적용되는 필터는 LPF(Low Pass Filter)이고, 도 4의 경우 다이플렉서에 적용되는 필터는 HPF(High Pass Filter)이다.
- [0056] 이를 위해, 도 3과 도 4에 도시된 바와 같이, 업스트림 전송을 위해 광신호에 적용되는 중심 파장(X)과 다운스트림 전송을 위해 광신호에 적용되는 중심 파장(Y)은 미리 설정된 파장 간격( $\Delta W$ )만큼 이격되어 할당될 수 있다. 그러면, 도 3 및 도 4에서 설명되는 필터는 업스트림 전송을 위한 중심 파장(X)과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장(Y)을 분리하거나 선택하도록 동작할 수 있다.
- [0058] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위를 설명하기 위한 도면이다.
- [0059] 도 5를 참고하면, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장과 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 범위 W 내에서 할당된다. 이 때, (a)는 파장에 따라 변화하는 전송 분산 패널티(Transmitter and Dispersion Penalty: TDP)(b)와 초과 삽입 손실(Excess insertion Loss)(c)를 조합한 결과이다.
- [0060] 본 발명에서 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 모두 수행하는 광트랜시버는 TOSA와 ROSA를 포함하는 BOSA 구조를 가진다. 다운스트림 전송과 업스트림 전송이 진행될 때, 광섬유에서는 전송 분산 패널티가 발생할 수 있다. 그리고, 업스트림 전송 또는 다운스트림 전송에 따라 TOSA나 ROSA로 광신호를 포커싱하는 다이플렉서로 인해서 초과 삽입 손실이 발생할 수 있다.
- [0061] 전송 분산 패널티는 광신호의 파장이 증가함에 따라 증가하고, 초과 삽입 손실은 광신호의 파장이 증가함에 따라 감소한다. 그래서, 본 발명에 의하면, 전송 분산 패널티와 초과 삽입 손실이 조합된 결과에서 최소 손실 또는 패널티에 기초하여 다운스트림 전송을 위한 중심 파장과 업스트림 전송을 위한 중심 파장이 할당되는 파장 범위 W가 결정될 수 있다.
- [0062] 도 5에 도시된 중심 파장이 할당될 수 있는 파장 범위는 다운스트림 전송 또는 업스트림 전송에 대해 서로 다르게 결정될 수 있다. 그리고, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위와 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위는 미리 설정된 파장 간격만큼 이격되어 결정될 수 있다. 여기서, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위와 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위 간에 이격되는 파장 간격은 다이플렉서의 가드 밴드(guard-band)를 의미할 수 있다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 다운스트림 전송과 업스트림 전송을 위한 광트랜시버별 중심 파장의 예시를 도시한 도면이다.
- [0064] 도 6을 참고하면, 광트랜시버 1, 광트랜시버 2, 광트랜시버 3 각각에 대해 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위와 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위가 설명된다. 일례로, 광트랜시버 1, 광트랜시버 2, 광트랜시버 3은 서로 동일한 전송률이 지원되며, 전송률은 10Gb/s, 25Gb/s, 50Gb/s 중 어느 하나로 결정될 수 있다.
- [0065] 한편, 광트랜시버 1, 광트랜시버 2, 광트랜시버 3은 동일한 전송률이 지원되지만, 전송 거리를 나타내는 동작 범위는 서로 다르게 결정될 수 있다. 예를 들어, 광트랜시버 1은 10km, 광트랜시버 2는 20km, 광트랜시버 3은 40km 이상의 동작 범위를 나타낼 수 있다. 즉, 광트랜시버 1, 광트랜시버 2, 및 광트랜시버 3은 서로 동일한 전송률을 나타내며, 동작 범위에 따라 구분될 수 있다.

- [0066] 그러면, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 A에서 파장 B 사이의 파장 범위 내에서 결정되고, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 G에서 파장 H 사이의 파장 범위 내에서 결정될 수 있다. 또한, 광트랜시버 2에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 C에서 파장 D 사이의 파장 범위 내에서 결정되고, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 I에서 파장 J 사이의 파장 범위 내에서 결정될 수 있다. 그리고, 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 E에서 파장 F 사이의 파장 범위 내에서 결정되고, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 파장 K에서 파장 L 사이의 파장 범위 내에서 결정될 수 있다.
- [0067] 이 때, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 업스트림 전송을 위한 중심 파장보다 크도록 할당된다. 그리고, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 업스트림 전송을 위한 중심 파장과 미리 설정된 파장 간격만큼 이격되어 할당될 수 있다.
- [0068] 또한, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)와 동일하거나 또는 다르게 할당될 수 있다. 마찬가지로, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(G-H)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)보다 동일하거나 또는 다르게 할당될 수 있다.
- [0069] 일례로, 전송률이 10Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)와 동일하게 결정될 수 있다. 다만, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)보다 다르게 결정될 수 있다. 이 때, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)보다 큰 파장으로 구성될 수 있다.
- [0070] 마찬가지로, 전송률이 10Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(G-H)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)와 동일하게 결정될 수 있다. 다만, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(G-H)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)보다 다르게 결정될 수 있다. 이 때, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(G-H)는 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)보다 큰 파장으로 구성될 수 있다.
- [0071] 또한, 동일한 광트랜시버에 대해 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위에 대응하는 파장 간격(대역폭)은 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위에 대응하는 파장 간격과 동일하게 결정될 수 있다. 하지만, 서로 다른 동작 범위를 가지는 광트랜시버들에 대해, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위에 대응하는 파장 간격(대역폭)은 서로 동일하거나 또는 서로 다르게 결정될 수 있다. 마찬가지로, 서로 다른 동작 범위를 가지는 광트랜시버들에 대해, 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위에 대응하는 파장 간격(대역폭)은 서로 동일하거나 또는 서로 다르게 결정될 수 있다.
- [0072] 일례로, 전송률이 10Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)에 대응하는 파장 간격은 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)에 대응하는 파장 간격과 동일하게 결정될 수 있다. 다만, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)에 대응하는 파장 간격은 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)에 대응하는 파장 간격과 다르게 결정될 수 있다. 이 때, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)에 대응하는 파장 간격은 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(C-D 또는 E-F)에 대응하는 파장 간격보다 더 크게 결정될 수 있다.
- [0073] 일례로, 전송률이 10Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(G-H)에 대응하는 파장 간격은 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)에 대응하는 파장 간격과 동일하게 결정될 수 있다. 다만, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인



경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(G-H)에 대응하는 파장 간격은 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)에 대응하는 파장 간격과 다르게 결정될 수 있다. 이 때, 전송률이 25Gb/s 또는 50Gb/s인 경우, 광트랜시버 1에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(A-B)에 대응하는 파장 간격은 광트랜시버 2와 광트랜시버 3에 대해 할당되는 업스트림 전송을 위한 중심 파장의 범위(I-J 또는 K-L)에 대응하는 파장 간격보다 더 크게 결정될 수 있다.

[0074] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 동작 범위가 10km, 20km, 40km인 25GBASE 광트랜시버에 할당되는 업스트림 전송과 다운스트림 전송을 위한 중심 파장의 예시를 도시한 도면이다.

[0075] 도 7을 참고하면, 전송률이 25Gb/s로 동작하는 광트랜시버에서 동작 범위에 따라 다운스트림 전송을 위한 중심 파장과 업스트림 전송을 위한 중심 파장이 도시된다. 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 광트랜시버인 광 선로 단말에서 설정되고, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 광트랜시버인 광 네트워크 유닛에서 설정된다. 광 선로 단말과 광 네트워크 유닛 간에 광섬유를 통해 다운스트림 전송과 업스트림 전송이 수행되므로, 광선로 단말과 광네트워크 유닛은 양방향 광액세스를 수행할 수 있다.

[0076] 광 선로 단말이 25Gb/s 전송률로 10km 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 1320-1340nm의 파장 범위 내에서 설정된다. 그리고, 광 네트워크 유닛이 25Gb/s 전송률로 10km 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 1260nm-1280nm의 파장 범위 내에서 설정된다. 이 때, 25Gb/s 전송률로 10km 동작 범위로 동작하는 광선로 단말과 광네트워크 유닛에서, 광신호를 생성하는 레이저는 직접 변조 레이저이고, 광신호를 수신하는 포토다이오드는 Pin-PD일 수 있으며, 포커싱 빔 옵틱스로 구현된 BOSA 구조가 이용될 수 있다.

[0077] 그리고, 광 선로 단말이 25Gb/s 전송률로 20km 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 1306-1322nm의 파장 범위 내에서 설정된다. 그리고, 광 네트워크 유닛이 25Gb/s 전송률로 20km 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 1281nm-1297nm의 파장 범위 내에서 설정된다. 이 때, 25Gb/s 전송률로 20km 동작 범위로 동작하는 광선로 단말과 광네트워크 유닛에서, 광신호를 생성하는 레이저는 직접 변조 레이저이고, 광신호를 수신하는 포토다이오드는 Pin-PD일 수 있으며, 포커싱 빔 옵틱스로 구현된 BOSA 구조가 이용될 수 있다.

[0078] 그리고, 광 선로 단말이 25Gb/s 전송률로 40km 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 1306-1322nm의 파장 범위 내에서 설정된다. 그리고, 광 네트워크 유닛이 25Gb/s 전송률로 40km 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 1281nm-1297nm의 파장 범위 내에서 설정된다. 이 때, 25Gb/s 전송률로 40km 동작 범위로 동작하는 광선로 단말과 광네트워크 유닛에서, 광신호를 생성하는 레이저는 직접 변조 레이저이고, 광신호를 수신하는 포토다이오드는 APD일 수 있으며, 콜리메이트 빔 옵틱스로 구현된 BOSA 구조가 이용될 수 있다. 40km 동작 범위로 동작하는 경우, 포커싱 빔 옵틱스로 구현된 BOSA 구조는 사용하기 어려우며, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장으로 인해 발생하는 초과 손실을 줄이기 위해, 콜리메이트 빔 옵틱스로 구현된 BOSA 구조가 이용될 수 있다.

[0079] 다른 실시예에 의하면, 도 7에 도시되지 않았지만, 광 선로 단말이 25Gb/s 전송률로 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 다운스트림 전송을 위한 중심 파장은 1300nm-1320nm의 파장 범위 내에서 설정될 수 있다. 광 네트워크 유닛이 25Gb/s 전송률로 10km, 20km, 40km의 동작 범위로 동작하는 경우, 업스트림 전송을 위한 중심 파장은 1260nm-1280nm의 파장 범위 내에서 설정될 수 있다.

[0080] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

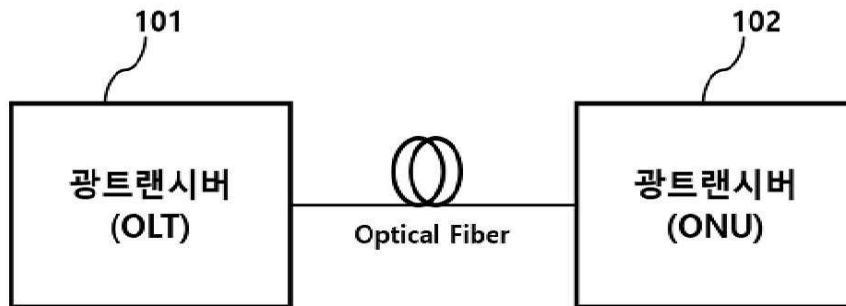
[0081] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상



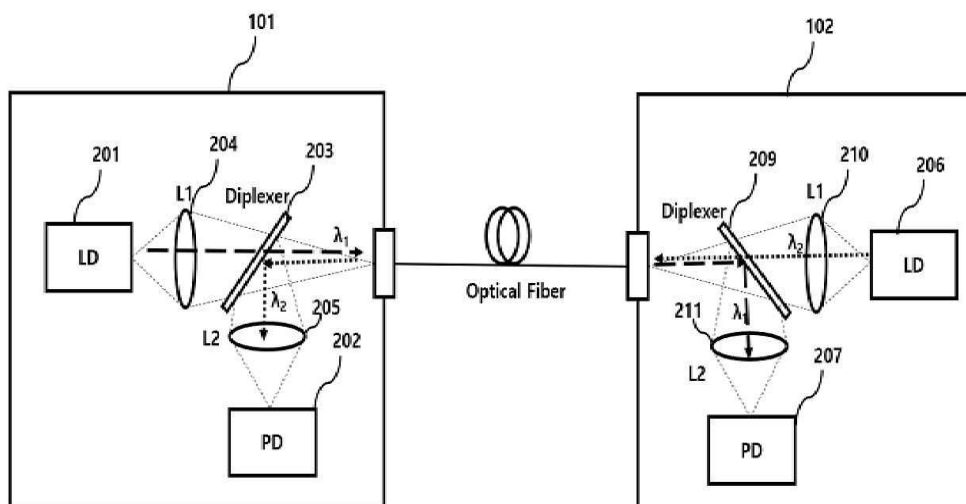
에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

## 도면

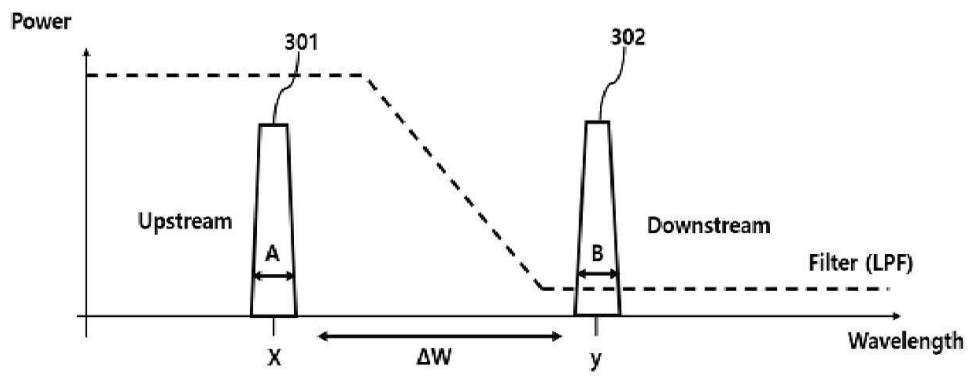
### 도면1



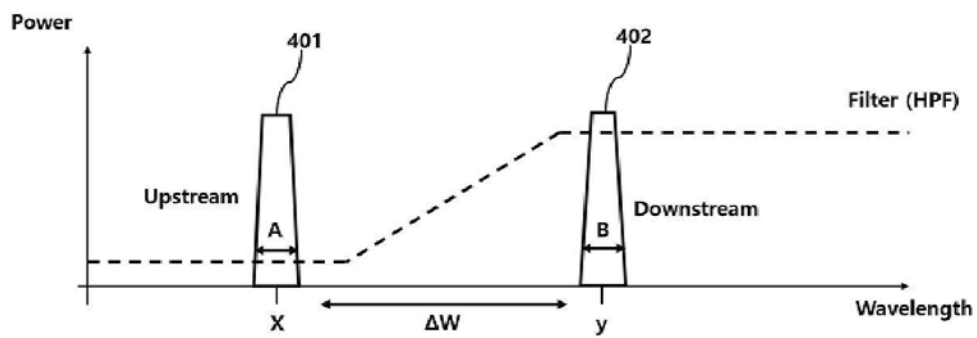
### 도면2



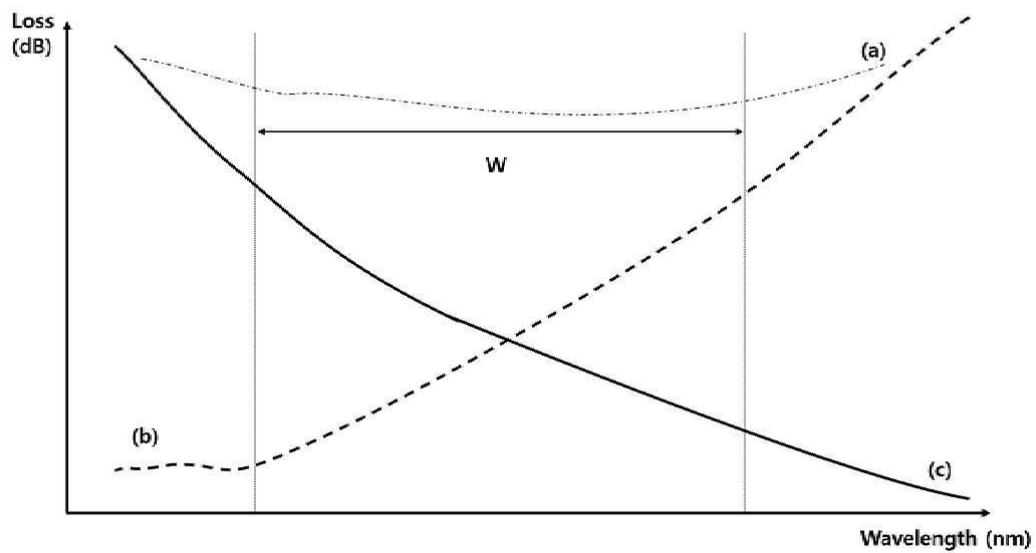
도면3



도면4



도면5



도면6

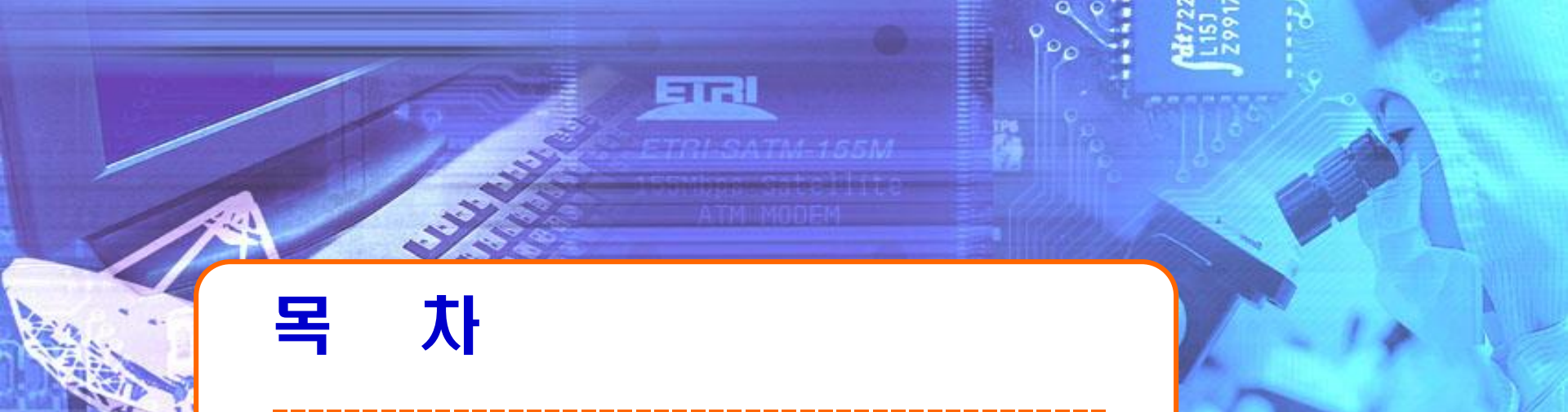
|                                   | 광트랜시버 1 | 광트랜시버 2 | 광트랜시버 3 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| (Downstream)<br>중심 파장의 범위<br>(nm) | A-B     | C-D     | E-F     |
| (Upstream)<br>중심 파장의 범위<br>(nm)   | G-H     | I-J     | K-L     |

도면7

|                                   | 25GBASE-BR10         | 25GBASE-BR20         | 25GBASE-BR40           |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| (Downstream)<br>중심 파장의 범위<br>(nm) | 1320-1340            | 1306-1322            | 1306-1322              |
| (Upstream)<br>중심 파장의 범위<br>(nm)   | 1260-1280            | 1281-1297            | 1281-1297              |
| Laser                             | DML                  |                      |                        |
| PD                                | Pin-PD               |                      | APD                    |
| BOSA                              | Focusing Beam Optics | Focusing Beam Optics | Collimated Beam Optics |

# 5G 이동통신용 25Gb/s 양방향 광송수신 모듈 기술





## 목 차

---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향



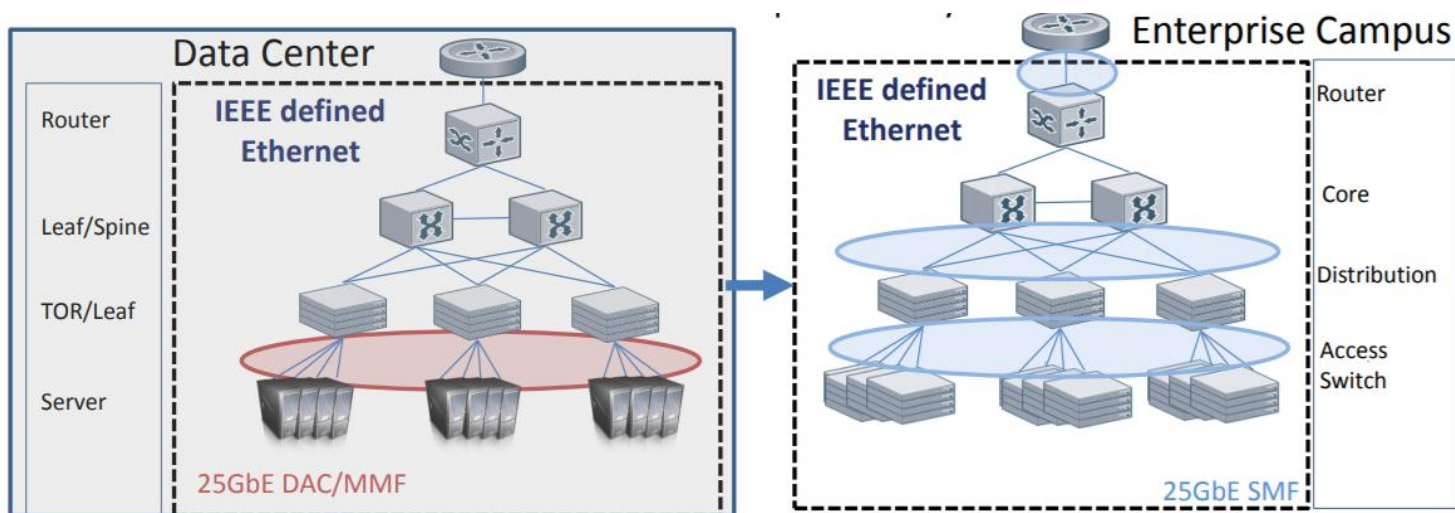
# 1. 기술의 개요 (1/3)

## ■ 기술분야

- ❖ 5G 이동통신, 광액세스, 데이터 센터 네트워크를 위한 광연결 기술
- ❖ 전기신호를 광신호로 변환하는 기능 (광송신)과 광신호를 전기신호로 변환하는 기능 (광수신)을 가지는 단일 모듈 형태의 양방향 광송수신 기술

## ■ 기술의 개발배경(1/3)

- ❖ 데이터센터 스위치/라우터 장비, B5G 이동통신 프론트홀/백홀 광전송 장비, 메트로/코어 광전송 장비 등에서의 데이터 처리 속도와 양은 지속적으로 증가
- ❖ 25GbE의 적용분야 확대 (Data center -> Enterprise network)
- ❖ 5G 이동통신 네트워크 시장 확대: 기존 10Gb/s에서 25Gb/s로 업그레이드 예정

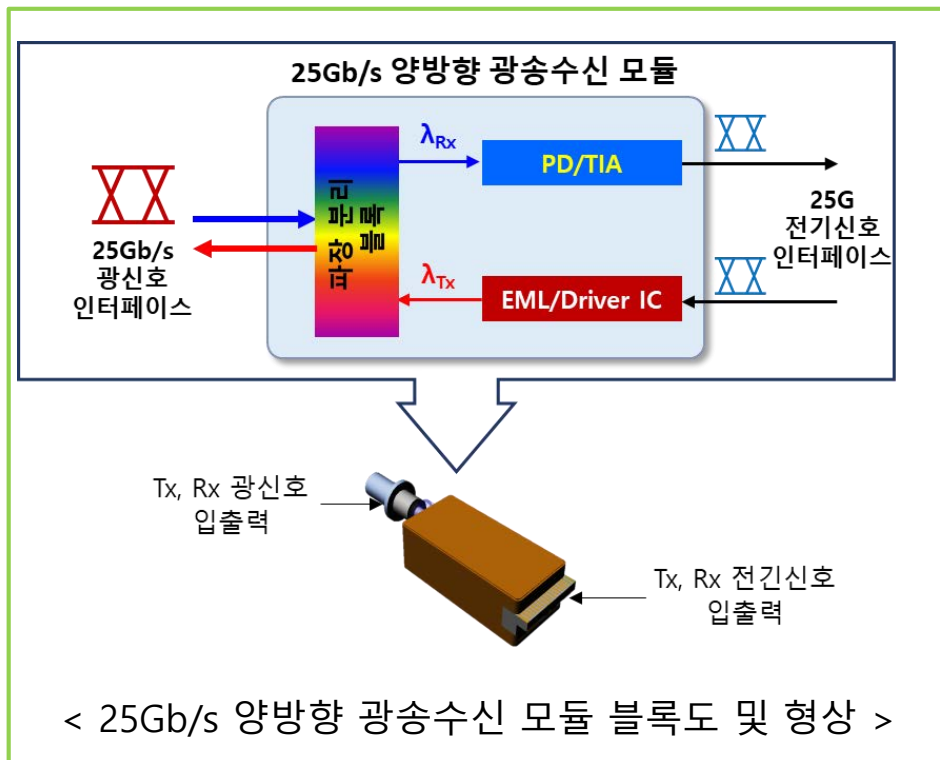


# 1. 기술의 개요 (2/3)

## 기술구성

### ❖ 25Gb/s 양방향 광송수신 모듈 기술

- 하나의 광섬유를 통해 25G급 신호를 광송신 및 광수신하는 기술
- 광송신부와 광수신부가 하나의 모듈 형태로 구현

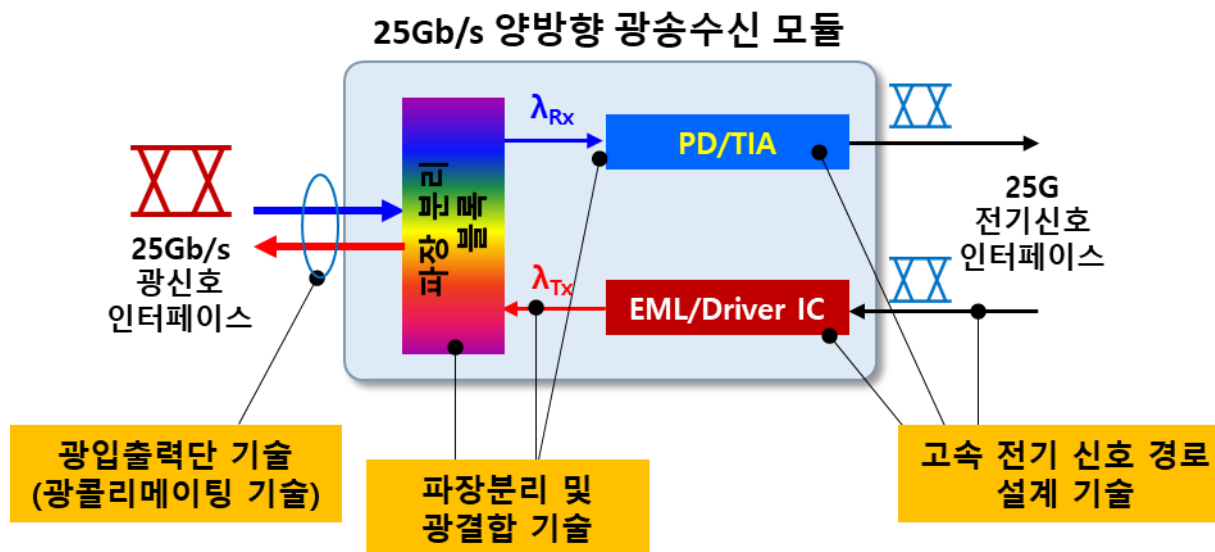


# 1. 기술의 개요 (3/3)

## 기술구성

### ❖ 25Gb/s 양방향 광송수신 모듈 핵심 기술

- **광입출력단 기술**: 광섬유 끝단에서 콜리메이팅 하는 기술 및 광결합하는 기술
- **파장분리 및 광결합 기술**: 광송신 파장과 광수신 파장을 분리하는 기술 및 광결합 하는 기술
- **고속 전기 신호 경로 설계 기술**: 광송신부 기판, 광송수신 집적화 구조, 패키지, 평가보드 상에서의 고속 전기 신호 경로 설계 기술



## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술이전 내용

- (1) 광입출력단 기술
  - 일체형 리셉터클-콜리메이터 설계 및 제작
- (2) 광파장 분리 및 광결합 기술
  - 박막 필터 기반 파장 분리 기술
  - 광입출력부↔파장분리 블록↔광원 및 수광소자 광결합 기술
- (3) 고속 전기 신호 경로 설계 및 성능 평가 기술
  - 패키지, 기판, FPCB 및 평가보드 설계
  - 모듈 성능 검증 기술

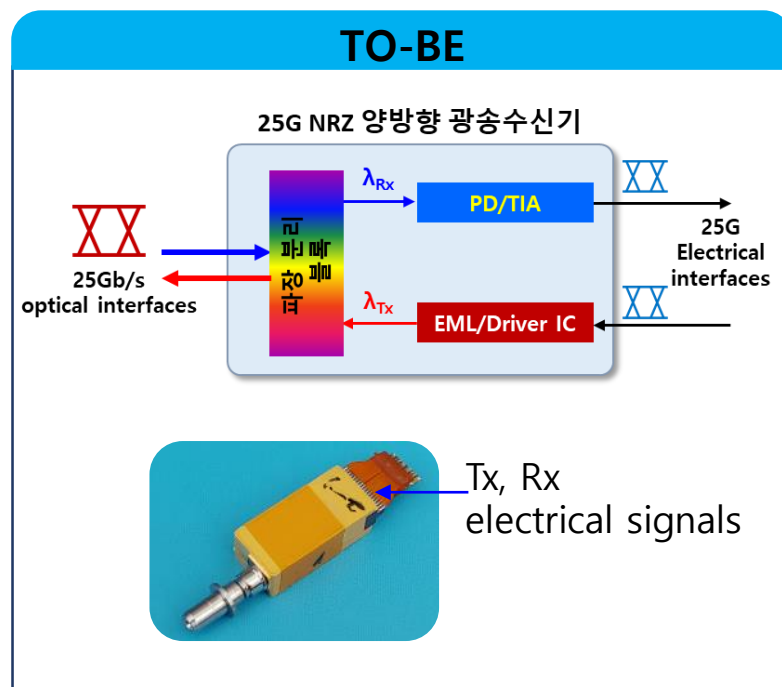
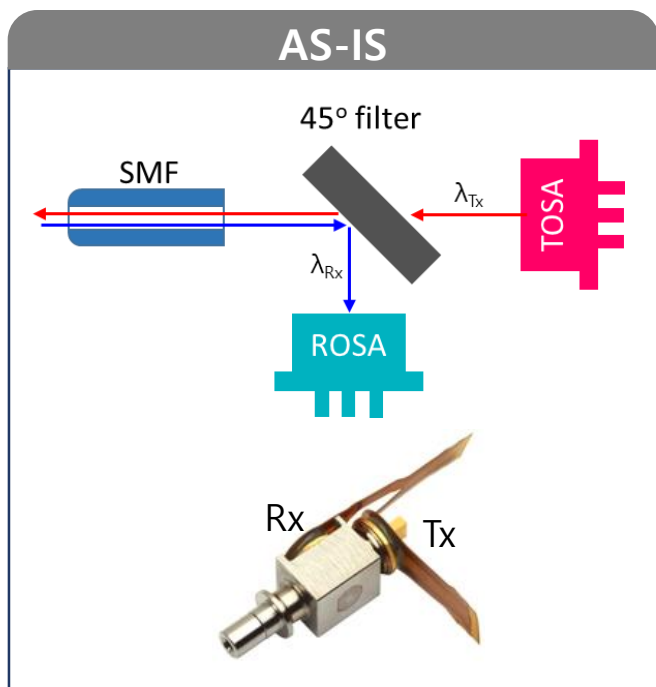
### ■ 기술이전 범위

- (1) 기술문서 제공
  - 요구사항 정의서, 상세설계서, 시험절차/결과서
- (2) 모듈 설계 및 성능 검증 방법 지원
  - 고속 신호 경로 (패키지, 기판, 평가보드) 설계 지원
  - 모듈 성능 시험 환경 구축 및 성능 검증 지원
  - 기타 설계 참고 자료 제공

### ■ 기술 개발 현황

❖ 기술 성숙도 (TRL: 5단계)

### 3. 경쟁기술과 비교



#### 기존 기술 대비 우수성

- 단일 광입출력단, 파장 분리 블록, 광송신부와 광수신부 등으로 구성되며 하나의 모듈 형태로 구현 → 양방향성 제공
- 광입출력과 전기신호 입출력이 일직선 배치 → 고속 전기 신호 품질 보장 및 광트랜시버 배치 설계 용이성 제공
- Driver IC 집적형 구조 적용시 신호 품질 보장 및 EMI 저감 효과 (crosstalk 저감)



## 4. 기술의 사업성

### ■ 활용분야 및 기대효과

#### ❖ 활용분야

- 5G 이동통신, 광액세스, 데이터 센터 네트워크를 위한 광연결 기술

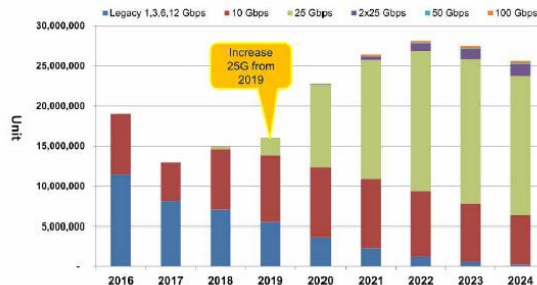
#### ❖ 기대효과

- [직접시장] 이전 기술을 이용하여 5G 및 B5G 이동통신 광액세스망에 필요한 고속 광트랜시버의 사업화
- [간접시장] 이전 기술과 동등한 신호 속도를 요구하는 고속·대용량 광연결 (Optical Inter-connectivity)의 Optical HDMI, Super Computer, 항공·선박 광통신망, 스마트 시티 등의 활용·간접 시장으로 확대되는 기회를 제공함.

## 5. 국내외 시장 동향

### ■ 해외 시장동향

- ❖ [표준] IEEE 802.3cp에서는 Bidirectional optical access를 위한 표준화를 진행중이며 10Gb/s, 25Gb/s, 50Gb/s의 속도로 최대 40km까지 전송할 수 있는 규격을 개발 중
- ❖ [적용 시장 증가] 5G용 광프런트홀 백홀용으로 25G SFP28 광트랜시버의 수요가 증가하고 있음



〈그림 23〉 무선 광트랜시버 시장분문의 발전 방향

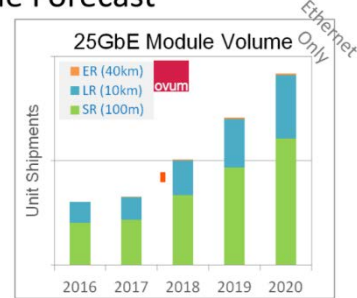
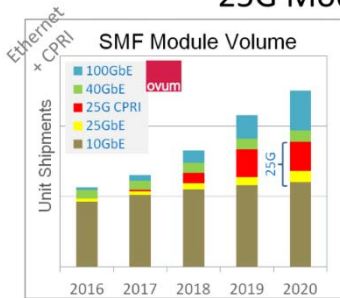
\* 자료 : 2019 April report, LightCounting

\* 자료: 2020 광통신 품목별 기술시장 동향 보고서, 한국광산업진흥회

### ■ 국내 시장동향

- ❖ [수요시장증가] '19년 4월 5G 상용 서비스 개시함에 따라 5G 'Nationwide deployment' 계획. 경쟁적인 요인으로 시작 될 것으로 예상.
- ❖ [기술수요] SKT, 25G 16WL SFP28, 4WL semi-tunable SFP28, 25G O-band LAN WDM SFP28 수요
- ❖ [기술수요] KT/LGU+, 25G LAN WDM 25G SFP28, 25G-C-band DWDM SFP28 수요

#### 25G Module Forecast



By 2020, 25G SMF volume (Ethernet+CPRI combined) is forecast to be ~25% of total SMF volume

Nov 2015

IEEE 802.3 25GbE SMF Call for Interest

Ovum "Total OC Forecast Spreadsheet: 2014-2020" (August 2015)

11

# 6. 기술료 조건

■ 기술명: 5G 이동통신용 25Gb/s 양방향 광송수신 모듈 기술

(단위 : 천원)

| 구분         | 실질기여 공동연구 참여기업 |      |     | 일반 기업  |         |         |
|------------|----------------|------|-----|--------|---------|---------|
|            | 중소기업           | 중견기업 | 대기업 | 중소기업   | 중견기업    | 대기업     |
| 착수기본료(원)   |                |      |     | 60,000 | 120,000 | 120,000 |
| 매출정률사용료(%) |                |      |     | 1.25   | 3.75    | 5       |

감사합니다.



[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

통신미디어연구소/네트워크연구본부



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0098665  
(43) 공개일자 2019년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 6/42 (2006.01) H04B 10/40 (2013.01)  
(52) CPC특허분류  
G02B 6/4215 (2013.01)  
G02B 6/4214 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0060984  
(22) 출원일자 2018년05월29일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
1020180018744 2018년02월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
강세경  
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 210동 1301호  
(전민동, 엑스포아파트)  
허준영  
대전광역시 유성구 송림로 13, 105동 1502호 (하  
기동, 송림마을아파트1단지)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 무한

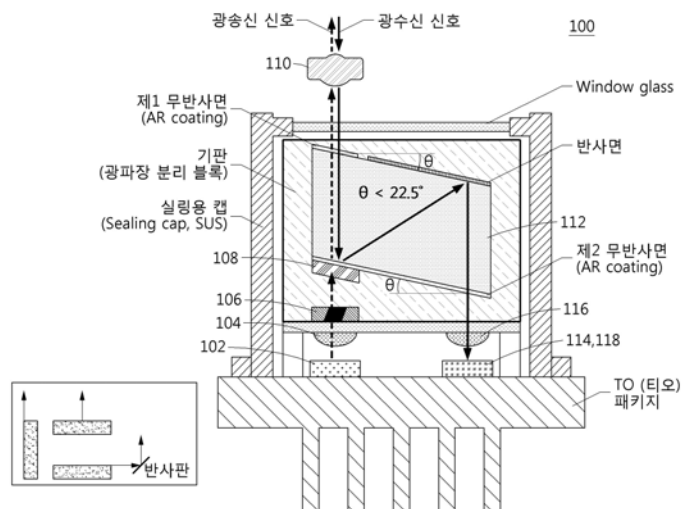
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 일체형 광 송수신 모듈

### (57) 요약

일체형 광 송수신 모듈이 개시된다. 본 발명의 일체형 광 송수신 모듈은 광학 필터의 입사각이 일정 각도 이하가 되도록 배치함으로써 광송신 신호와 광수신 신호의 파장 간격이 좁은 경우(분리되는 파장 간격 < 20nm)라도 파장 분리도가 -25dB 이하가 되도록 하는 광신호의 파장 분리 구조를 제공한다.

### 대표도





(52) CPC특허분류

**H04B 10/40** (2013.01)

(72) 발명자

**이준기**

세종특별자치시 새롬남로 18, 103동 504호 ( 새롬동, 새뜸마을1단지)

**이지현**

대전광역시 유성구 지족북로 33, 101동 3301호 (지족동, 한화꿈에그린 1블럭)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 B0717-17-0041

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신방송기술개발사업

연구과제명 PAM-4 변조방식 단거리 광트랜시버 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)에이알텍

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

일체형 광 송수신 모듈에 있어서,

광 송신 신호를 출력하는 광원;

광 수신 신호를 수신하는 광 검출 소자(Photodiode, PD);

상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 수직하게 배치된 기판 상에 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로에 수직한 평면을 기준으로 특정 각도만큼 기울어진 형태로 배치되는 광 파장 분리 블록;

상기 광 파장 분리 블록의 하부면 중 일정 영역에 배치되어 상기 광 송신 신호는 투과하고, 상기 광 수신 신호는 반사하는 광학 필터;

상기 광원 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제1 렌즈;

상기 광 검출 소자 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제2 렌즈 및

상기 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로 상에 배치되어 상기 광 파장 분리 블록을 통과한 광 송신 신호를 외부로 출력하고, 상기 외부로부터 수신된 광 수신 신호를 상기 광 파장 분리 블록으로 출력하는 제3 렌즈

를 포함하고,

상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호는,

상기 제1 렌즈를 통해 평행한 빔의 형태로 변환되어 상기 광학 필터를 투과 한 후 상기 제3 렌즈를 통해 외부로 출력되고,

상기 일체형 광 송수신 모듈로 수신된 광 수신 신호는,

상기 제3 렌즈를 통해 상기 광 파장 분리 블록으로 수신되고, 상기 광학 필터에 의해 반사된 후 상기 광 파장 분리 블록의 상부면 중 일정 영역에 배치된 반사면에 의해 재반사되어 상기 제2 렌즈를 통해 광 검출 소자로 수신되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 특정 각도는,

상기 광학 필터로 입사되는 광 수신 신호의 입사각과 상기 광원 및 광 검출 소자 사이의 이격 거리에 따라 결정되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광원 및 광 검출 소자는,

상기 광 파장 분리 블록의 폭(Width)을 증가시킴으로써 수용 가능한 채널의 수가 확장되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 광원 및 광 검출 소자는,  
그라운드(Ground)가 전기적으로 분리된 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호를 평행함 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈 및 상기 광 파장 분리 블록으로부터 출력된 광 수신 신호를 상기 광 검출 소자에 광 결합하기 위한 제2 렌즈는 각각 독립적으로 형성되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 형성되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 일체형 광 송수신 모듈은,  
TO 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 7

일체형 광 송수신 모듈에 있어서,  
광 송신 신호를 출력하는 광원;  
광 수신 신호를 수신하는 광 검출 소자(Photodiode, PD);  
상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 수평하게 배치된 기판 상에 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로에 수직한 평면을 기준으로 특정 각도만큼 기울어진 형태로 배치되는 광 파장 분리 블록;  
상기 광 파장 분리 블록의 제1 면 중 일정 영역에 배치되어 상기 광 송신 신호는 투과하고, 상기 광 수신 신호는 반사하는 광학 필터;  
상기 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로 상에 배치되어 상기 광 파장 분리 블록을 통과한 광 송신 신호를 외부로 출력하고, 상기 외부로부터 수신된 광 수신 신호를 상기 광 파장 분리 블록으로 출력하는 제3 렌즈  
를 포함하고,  
상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호는,  
상기 광원 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제1 렌즈를 통해 평행한 빔의 형태로 변환되어 상기 광학 필터를 투과 한 후 상기 제3 렌즈를 통해 외부로 출력되고,  
상기 일체형 광 송수신 모듈로 수신된 광 수신 신호는,  
상기 제3 렌즈를 통해 상기 광 파장 분리 블록으로 수신되고, 상기 광학 필터에 의해 반사된 후 상기 광 파장 분리 블록의 상부면 중 일정 영역에 배치된 반사면에 의해 재반사되어 상기 광 검출 소자 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제2 렌즈를 통해 광 검출 소자로 수신되며,  
상기 광 송신 신호와 광 수신 신호는,  
상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 배치된 기판이 형성하는 평면에 수평한 진행 경로를 가지는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 특정 각도는,

상기 광학 필터로 입사되는 광 수신 신호의 입사각과 상기 광원 및 광 검출 소자 사이의 이격 거리에 따라 결정되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 광원 및 광 검출 소자는,

상기 광 파장 분리 블록의 폭(Width)을 증가시킴으로써 수용 가능한 채널의 수가 확장되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 광원 및 광 검출 소자는,

그라운드(Ground)가 전기적으로 분리된 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 11

제7항에 있어서,

상기 광원으로부터 출력된 광 수신 신호를 평행함 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈 및 상기 광 파장 분리 블록으로부터 출력된 광 수신 신호를 상기 광 검출 소자에 광 결합하기 위한 제2 렌즈는 각각 독립적으로 형성되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 형성되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 12

제7항에 있어서,

상기 일체형 광 송수신 모듈은,

박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 13

박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈에 있어서,

광 수신 신호를 출력하는 광원;

광 수신 신호를 수신하는 광 검출 소자(Photodiode, PD);

상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 수평하게 배치된 기판 상에 일직선 형태를 가진 광 수신 신호의 진행 경로에 수직한 평면을 기준으로 특정 각도만큼 기울어진 형태로 배치되는 광 파장 분리 블록;

상기 광 파장 분리 블록을 일정 각도만큼 기울이기 위하여 상기 광 파장 분리 블록의 하부에 배치되는 지지대;

상기 광 파장 분리 블록의 제1 면 중 일정 영역에 배치되어 상기 광 수신 신호는 투과하고, 상기 광 송신 신호는 반사하는 광학 필터;

상기 일직선 형태를 가진 광 수신 신호의 진행 경로 상에 배치되어 상기 광 파장 분리 블록을 통과한 광 송신 신호를 외부로 출력하고, 상기 외부로부터 수신된 광 수신 신호를 상기 광 파장 분리 블록으로 출력하는 제3 렌즈

를 포함하고,

상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호는,

상기 광원 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제1 렌즈를 통해 평행한 빔의 형태로 변환되어 상기 광 파장 분리 블록으로 입사되고, 상기 광 파장 분리 블록의 제2 면 중 일정 영역에 배치된 반사판에 의해 반사된 후 상기 광학 필터에 의해 재반사 되어 상기 제3 렌즈를 통해 외부로 출력되고,

상기 일체형 광 송수신 모듈로 수신된 광 수신 신호는,

상기 제3 렌즈를 통해 상기 광 파장 분리 블록으로 수신되고, 상기 광학 필터를 투과하여 상기 광 검출 소자 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제2 렌즈를 통해 광 검출 소자로 수신되며,

상기 광 송신 신호와 광 수신 신호는,

상기 지지대로 인해 상기 광 파장 분리 블록으로 입출력되는 광 송신 신호 및 광 수신 신호의 위치가 일정 높이만큼의 편차를 가지는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 특정 각도는,

상기 광학 필터로 입사되는 광 수신 신호의 입사각과 상기 광원 및 광 검출 소자 사이의 이격 거리에 따라 결정되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 광원 및 광 검출 소자는,

상기 광 파장 분리 블록의 폭(Width)을 증가시킴으로써 수용 가능한 채널의 수가 확장되는 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 16

제13항에 있어서,

상기 광원 및 광 검출 소자는,

그라운드(Ground)가 전기적으로 분리된 일체형 광 송수신 모듈.

#### 청구항 17

제13항에 있어서,

상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호를 평행한 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈 및 상기 광 파장 분리 블록으로부터 출력된 광 수신 신호를 상기 광 검출 소자에 광 결합하기 위한 제2 렌즈는 각각 독립적으로 형성



되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 형성되는 일체형 광 송수신 모듈.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 광 통신 시스템에서 광 신호를 변조 생성하고, 광 신호를 검출하는 광 송신기 및 광 수신기가 일체형으로 형성된 광 송수신 모듈에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 광 송수신 모듈은 전기 신호를 수신하여 광신호를 변조 생성하고, 광신호를 수신하여 전기신호로 바꿔주는 모듈로서 광전송 시스템과 라우터 등의 종단에서 광 인터페이스를 담당한다. 광 송수신 모듈은 전송해야 할 데이터 용량이 늘어남에 따라 핵심 부품인 광송신 모듈 및 광수신 모듈의 고속화 및 소형화가 요구되고 있다. 광송신 모듈 및 광수신 모듈은 응용 분야에 따라 단일 파장 및 다파장 수용이 가능한 형태로 구현 될 수 있으며 또한 여러 가지 형상의 패키지로 구현 될 수 있다.

[0003] 종래의 광 송수신 모듈은 하나의 광입력에 대해 양방향의 광송신 신호와 광수신 신호를 분리하기 위하여 45도로 기울어진 광학 필터를 사용함으로써 하나의 패키지 몸체에 광송신부와 광수신부를 제작하는 구조를 가진다. 이와 같이 종래의 광 송수신 모듈은 광송신 모듈 및 광수신 모듈을 하나의 패키지 몸체에 함께 구현함으로써 소형화에 유리한 장점이 있다.

[0004] 종래의 광 송수신 모듈은 광송신 신호 및 광수신 신호에 사용되는 파장이 1.3um 파장과 1.5um 파장으로 상당히 큰 파장 분리 간격을 가짐으로써 이에 사용되는 광학 필터(박막형 필터)의 제작이 용이한 편이었다. 그러나 1.3um 파장 대역(또는, 1.5um 파장 대역) 내에서 파장 간격이 좁은(분리되는 파장 간격 < 20nm) 광송신 신호 및 광수신 신호를 분리하기 위하여 광신호의 입사각이 45° 인 광학 필터를 제작할 때 파장 분리 정도를 -25dB 이상으로 할 경우 설계 및 제작이 어려운 단점이 존재한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 일체형 광 송수신 모듈을 제작함에 있어 광학 필터의 입사각이 일정 각도 이하가 되도록 배치함으로써 광송신 신호와 광수신 신호의 파장 간격이 좁은 경우(분리되는 파장 간격 < 20nm)라도 파장 분리도가 -25dB 이하가 되도록 하는 광신호의 파장 분리 구조를 제공한다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈은 광 송신 신호를 출력하는 광원; 광 수신 신호를 수신하는 광 검출 소자(Photodiode, PD); 상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 수직하게 배치된 기판 상에 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로에 수직한 평면을 기준으로 특정 각도만큼 기울어진 형태로 배치되는 광 파장 분리 블록; 상기 광 파장 분리 블록의 하부면 중 일정 영역에 배치되어 상기 광 송신 신호는 투과하고, 상기 광 수신 신호는 반사하는 광학 필터; 상기 광원 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제1 렌즈; 상기 광 검출 소자 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제2 렌즈 및 상기 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로 상에 배치되어 상기 광 파장 분리 블록을 통과한 광 송신 신호를 외부로 출력하고, 상기 외부로부터 수신된 광 수신 신호를 상기 광 파장 분리 블록으로 출력하는 제3 렌즈를 포함하고, 상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호는 상기 제1 렌즈를 통해 평행한 빔의 형태로 변환되어 상기 광학 필터를 투과 한 후 상기 제3 렌즈를 통해 외부로 출력되고, 상기 일체형 광 송수신 모듈로 수신된 광 수신 신호는 상기 제3 렌즈를 통해 상기 광 파장 분리 블록으로 수신되고, 상기 광학 필터에 의해 반사된 후 상기 광 파장 분리 블록의 상부면 중 일정 영역에 배치된 반사면에 의해 재반사되어 상기 제2 렌즈를 통해 광 검출 소자로 수신될 수 있다.

[0007] 상기 특정 각도는 상기 광학 필터로 입사되는 광 수신 신호의 입사각과 상기 광원 및 광 검출 소자 사이의 이격 거리에 따라 결정될 수 있다.

[0008] 상기 광원 및 광 검출 소자는 상기 광 파장 분리 블록의 폭(Width)을 증가시킴으로써 수용 가능한 채널의 수가

확장될 수 있다.

- [0009] 상기 광원 및 광 검출 소자는 그라운드(Ground)가 전기적으로 분리될 수 있다.
- [0010] 상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호를 평행한 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈 및 상기 광 파장 분리 블록으로부터 출력된 광 수신 신호를 상기 광 검출 소자에 광 결합하기 위한 제2 렌즈는 각각 독립적으로 형성되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 형성될 수 있다.
- [0011] 상기 일체형 광 송수신 모듈은 TO 패키지가 적용될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈은 광 송신 신호를 출력하는 광원; 광 수신 신호를 수신하는 광 검출 소자(Photodiode, PD); 상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 수평하게 배치된 기판 상에 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로에 수직한 평면을 기준으로 특정 각도만큼 기울어진 형태로 배치되는 광 파장 분리 블록; 상기 광 파장 분리 블록의 제1 면 중 일정 영역에 배치되어 상기 광 송신 신호는 투과하고, 상기 광 수신 신호는 반사하는 광학 필터; 상기 일직선 형태를 가진 광 송신 신호의 진행 경로 상에 배치되어 상기 광 파장 분리 블록을 통과한 광 송신 신호를 외부로 출력하고, 상기 외부로부터 수신된 광 수신 신호를 상기 광 파장 분리 블록으로 출력하는 제3 렌즈를 포함하고, 상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호는 상기 광원 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제1 렌즈를 통해 평행한 빔의 형태로 변환되어 상기 광학 필터를 투과한 후 상기 제3 렌즈를 통해 외부로 출력되고, 상기 일체형 광 송수신 모듈로 수신된 광 수신 신호는 상기 제3 렌즈를 통해 상기 광 파장 분리 블록으로 수신되고, 상기 광학 필터에 의해 반사된 후 상기 광 파장 분리 블록의 상부면 중 일정 영역에 배치된 반사면에 의해 재반사되어 상기 광 검출 소자 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제2 렌즈를 통해 광 검출 소자로 수신되며, 상기 광 송신 신호와 광 수신 신호는 상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 배치된 기판이 형성하는 평면에 수평한 진행 경로를 가질 수 있다.
- [0013] 상기 특정 각도는 상기 광학 필터로 입사되는 광 수신 신호의 입사각과 상기 광원 및 광 검출 소자 사이의 이격 거리에 따라 결정될 수 있다.
- [0014] 상기 광원 및 광 검출 소자는 상기 광 파장 분리 블록의 폭(Width)을 증가시킴으로써 수용 가능한 채널의 수가 확장될 수 있다.
- [0015] 상기 광원 및 광 검출 소자는 그라운드(Ground)가 전기적으로 분리될 수 있다.
- [0016] 상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호를 평행한 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈 및 상기 광 파장 분리 블록으로부터 출력된 광 수신 신호를 상기 광 검출 소자에 광 결합하기 위한 제2 렌즈는 각각 독립적으로 형성되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 형성될 수 있다.
- [0017] 상기 일체형 광 송수신 모듈은 박스(Box) 형태의 패키지가 적용될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈은 광 송신 신호를 출력하는 광원; 광 수신 신호를 수신하는 광 검출 소자(Photodiode, PD); 상기 일체형 광 송수신 모듈의 패키지 내부에 수평하게 배치된 기판 상에 일직선 형태를 가진 광 수신 신호의 진행 경로에 수직한 평면을 기준으로 특정 각도만큼 기울어진 형태로 배치되는 광 파장 분리 블록; 상기 광 파장 분리 블록을 일정 각도만큼 기울이기 위하여 상기 광 파장 분리 블록의 하부에 배치되는 지지대; 상기 광 파장 분리 블록의 제1 면 중 일정 영역에 배치되어 상기 광 수신 신호는 투과하고, 상기 광 송신 신호는 반사하는 광학 필터; 상기 일직선 형태를 가진 광 수신 신호의 진행 경로 상에 배치되어 상기 광 파장 분리 블록을 통과한 광 송신 신호를 외부로 출력하고, 상기 외부로부터 수신된 광 수신 신호를 상기 광 파장 분리 블록으로 출력하는 제3 렌즈를 포함하고, 상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호는 상기 광원 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제1 렌즈를 통해 평행한 빔의 형태로 변환되어 상기 광 파장 분리 블록으로 입사되고, 상기 광 파장 분리 블록의 제2 면 중 일정 영역에 배치된 반사판에 의해 반사된 후 상기 광학 필터에 의해 재반사 되어 상기 제3 렌즈를 통해 외부로 출력되고, 상기 일체형 광 송수신 모듈로 수신된 광 수신 신호는 상기 제3 렌즈를 통해 상기 광 파장 분리 블록으로 수신되고, 상기 광학 필터를 투과하여 상기 광 검출 소자 및 광 파장 분리 블록 사이에 배치된 제2 렌즈를 통해 광 검출 소자로 수신되며, 상기 광 송신 신호와 광 수신 신호는 상기 지지대로 인해 상기 광 파장 분리 블록으로 입출력되는 광 송신 신호 및 광 수신 신호의 위치가 일정 높이만큼의 편차를 가질 수 있다.
- [0019] 상기 특정 각도는 상기 광학 필터로 입사되는 광 수신 신호의 입사각과 상기 광원 및 광 검출 소자 사이의 이격 거리에 따라 결정될 수 있다.
- [0020] 상기 광원 및 광 검출 소자는 상기 광 파장 분리 블록의 폭(Width)을 증가시킴으로써 수용 가능한 채널의 수가

확장될 수 있다.

[0021] 상기 광원 및 광 검출 소자는 그라운드(Ground)가 전기적으로 분리될 수 있다.

[0022] 상기 광원으로부터 출력된 광 송신 신호를 평행함 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈 및 상기 광 파장 분리 블록으로부터 출력된 광 수신 신호를 상기 광 검출 소자에 광 결합하기 위한 제2 렌즈는 각각 독립적으로 형성되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 형성될 수 있다.

### 발명의 효과

[0023] 본 발명의 일실시예에 의하면 일체형 광 송수신 모듈을 제작함에 있어 광학 필터의 입사각이 일정 각도 이하가 되도록 배치함으로써 광송신 신호와 광수신 신호의 파장 간격이 좁은 경우(분리되는 파장 간격 < 20nm)라도 파장 분리도가 -25dB 이하가 되도록 할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 의하면, 광신호 입출력 방향과 전기신호 입출력이 한 평면상에 배치되도록 함으로써 일체형 광 송수신 모듈의 부품 배치를 용이하게 하고, 고속 신호 경로에서의 신호 왜곡 현상을 저감할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 의하면, 본 발명의 일체형 광 송수신 모듈은 T0 패키지 및 박스(Box) 형태의 패키지에 적용 가능함으로써 소형화에 유리할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1A는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 실시예에 대응하는 T0 패키지가 적용된 광 송수신 모듈의 구조를 도시한 도면이다.

도 1B는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 실시예에 대응하는 T0 패키지 형태의 일체형 광 송수신 모듈 구조에서 광송신부와 광수신부의 위치가 서로 다른 구조를 도시한 도면이다.

도 2은 본 발명의 일실시예에 따른 제1 실시예에 대응하는 광파장 분리 블록의 채널 확장형을 도시한 도면이다.

도 3A은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈의 평면도를 도시한 도면이다.

도 3B은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈 평면도에서 광송신부와 광수신부의 위치가 서로 다른 구조를 도시한 도면이다.

도 4은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈의 측면도(평면형)를 도시한 도면이다.

도 5은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈의 측면도(경사형)를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

[0028] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0030] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부

여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0031] 도 1A는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 실시예에 대응하는 TO 패키지 형태의 일체형 광 송수신 모듈의 구조를 도시한 도면이다.
- [0032] 도 1A를 참고하면, 본 발명에서 제공하는 일체형 광 송수신 모듈(100)은 부품이 수직 배열되는 구조를 가질 수 있다. 광송신 신호 및 광수신 신호는 평행한 빔의 형태로 입출력될 수 있으며, 외부 광접속 방법은 광섬유 연결 형태이거나 리셉터클(receptacle) 형태로 구현 될 수 있다. 이러한 일체형 송수신 모듈(100)은 대부분의 부품이 수동 정렬 조립에 의해 제작이 가능하며 기존의 광정렬 조립 환경에서 용이하게 제작이 가능하여 저가화가 가능한 장점을 제공한다.
- [0033] 일례로, 본 발명의 일체형 광 송수신 모듈(100)은 TO 패키지가 적용될 수 있으며 TO 패키지의 형상은 원형 또는 사각형으로 구현될 수 있다. 광원(light source)(102)은 직접 변조 광원(Directly Modulated Laser, DML) 또는 전계흡수 변조형 광원(Electro-absorption Modulated Laser, EML) 등으로 구성될 수 있다. 상기 언급된 광원(102)의 종류에 따라 광출력 방향이 다르기 때문에 광원(102)의 광 출력 방향에 따라 90° 광신호 경로 변경을 위한 45° 반사판 등이 필요할 수 있다.
- [0034] (1) 먼저 광 송신부의 구성을 살펴보면, 광원(102)으로부터 출력되는 광송신 신호를 평행한 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈(104)가 필요하며, 이때의 제1 렌즈(104)는 콜리메이팅 렌즈(collimating lens)일 수 있다. 제1 렌즈(104)의 광신호가 출력되는 측면에는 광아이솔레이터(optical isolator)(106)가 배치될 수 있다. 광아이솔레이터(106)는 외부로부터 광원(102)으로 반사되는 광신호를 차단하는 역할을 수행할 수 있다. 일례로, 광아이솔레이터(106)는 광원(102)에서 출력된 광송신 신호가 광학 필터(108)에 의해 반사된 광신호를 차단할 수 있다. 이와 같은 광아이솔레이터(106)는 제1 렌즈(104)의 출력 측면에 실장되거나 광과장 분리 블록(112)과 동일 기판상에 실장될 수 있다.
- [0035] 광아이솔레이터(106)를 통과한 광송신 신호는 광과장 분리 블록(112)의 하부면 중 일정 영역에 배치된 광학 필터(108)를 통해 투과하여 일직선 상으로 진행할 수 있다. 이때, 광학 필터(108)는 박막형 필터에 대응할 수 있다. 이와 같은 광학 필터(108)는 광송신 신호에 대해 투과 파장 대역을 가져 광송신 신호는 투과되지만 광수신 신호는 반사될 수 있다. 이후 광학 필터(108)를 투과한 광송신 신호는 상기 광송신 신호의 일직선 진행 경로 상에 배치되어 있는 제3 렌즈(110)를 통해 외부와 광연결되어 출력될 수 있다.
- [0036] 한편, 광과장 분리 블록(112)은 광학 필터(108)의 광신호 입사각(Incident angle)과 광원(102)을 포함하는 광송신부 및 광 검출 소자(PhotoDiode, PD)(114)를 포함하는 광수신부의 이격 거리 등을 고려하여 특정한 각도( $\theta$ )만큼 기울어진 형태로 배치될 수 있다. 이때, 특정 각도( $\theta$ )는 22.5°도 보다 작은 각을 가질 수 있다. 광학 필터(108)는 일반적으로 분리되는 파장 간격이 좁을 수록 허용되는 광신호 입사 각이 작아지게 된다. 따라서, 광과장 분리 블록(112)으로 입사되는 광신호는 광학 필터(108)와 상기 광과장 분리 블록(112)의 상부면 중 일정 영역에 배치된 반사면에 의해 지그재그 형태로 진행하게 된다.
- [0037] (2) 다음으로 광 수신부의 구성을 살펴보면 외부로부터 인가된 광수신 신호는 제3 렌즈(110)를 통해 평행한 빔으로 변환되어 광과장 분리 블록(112)에 인가될 수 있다. 이때, 인가된 광수신 신호는 광과장 분리 블록(112)의 하부면에 배치된 광학 필터(108)에 의해 반사되고, 광과장 분리 블록(112)의 상부면에 배치된 반사면에 의해 다시 반사될 수 있다. 광학 필터(108)는 광원(102)에 의해 출력된 광송신 신호에 대응하는 파장만을 통과할 수 있는 파장 투과 대역폭을 가지며 해당 투과 대역폭 이외의 파장을 가지는 광신호(ex. 광 수신 신호)는 반사하게 된다.
- [0038] 광과장 분리 블록(112)으로부터 출력되는 광수신 신호는 제2 렌즈(116)에 의해 광정렬 되어 광검출소자(114)에 광결합될 수 있다. 이때, 제2 렌즈(116)는 포커싱 렌즈(focusing lens)일 수 있다. 그리고 제2 렌즈(focusing lens)(116)는 광송신부에서 사용되는 제1 렌즈(collimating lens)(104)와 독립적으로 구현되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 구현될 수 있다. 이후 광검출소자(114)에 의해 전기 신호로 변환되어 출력되는 광전류(photocurrent)는 광검출소자(114)의 후단에 배치되는 TIA(Trans-Impedance Amplifier)(118)를 통해 전압 신호로 변환 및 증폭되어 외부로 인가될 수 있다.
- [0039] 이와 같은 부품들(102~118)을 TO 패키지에 실장한 후 밀봉하기 위해 상부에 광투과성을 가진 유리 재질의 윈도우 글라스(window glass)를 포함하는 실링용 캡(sealing cap)이 사용될 수 있다. 통상적으로 실링용 캡은 밀봉 장비에서 저항 용접을 통해 TO 패키지와 접합되어 밀봉된다.



- [0040] 도 1B는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 실시예에 대응하는 T0 패키지 형태의 일체형 광 송수신 모듈 구조에서 광송신부와 광수신부의 위치가 서로 다른 구조를 도시한 도면이다.
- [0041] 도 1B를 참고하면, 도 1A의 제1 실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈 구성과 전체적으로 동일한 구성을 가지고, 단지 광송신부 및 광수신부의 위치가 서로 다른 구조를 가진다. 이때, 광송신부와 광수신부의 자세한 구성 및 동작은 도 1A의 광송신부 및 광수신부의 기술 내용과 동일하므로 생략하도록 한다.
- [0042] 다만, 광수신부에 사용되는 광검출소자(114)의 칩 자체에 렌즈가 형성되어 있을 경우 제2 렌즈(focusing lens)(116)를 생략하여 구현될 수 있으므로 제작 공정의 단순화 및 일체형 광 송수신 모듈(100)의 저가화를 달성할 수 있는 장점을 가질 수 있다.
- [0043] 도 2은 본 발명의 일실시예에 따른 제1 실시예에 대응하는 광 파장 분리 블록의 채널 확장형을 도시한 도면이다.
- [0044] 도 1A 및 도 1B와 같이 제1 실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈(100)의 광송신부와 광수신부는 전기적 그라운드 T0 패키지 및 관련 기관에서 반드시 전기적으로 분리되어야 한다. 또한, 광송신부 및 광수신부의 채널 수는 필요에 따라 확장될 수 있다.
- [0045] 일례로, 도 2는 광송신 채널 및 광수신 채널의 확장이 가능한 광파장 분리 블록(112)의 구성을 보여준다. 도 2의 (a)는 지그재그 광신호 경로 구조를 적용하여 광송신측과 광수신측을 각각 2채널로 구성한 예를 보여주고, 도 2의 (b)는 광송신 1채널 및 광수신 1채널로 구성된 광송수신 채널을 2채널로 구성한 예를 보여준다. 이와 같이 본발명의 일체형 광 송수신 모듈(100)은 광파장 분리 블록(112)의 폭(Width)를 증가시킴으로써 수용 가능한 채널 수를 확장할 수 있다.
- [0046] 도 3A는 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈의 구조를 도시한 도면이다.
- [0047] 도 3A를 참고하면 본 발명에서 제공하는 일체형 광 송수신 모듈(300)은 부품이 수평 배열되는 구조를 가질 수 있다. 광송신 신호 및 광수신 신호는 광인터페이스 (리셉터클)를 통해 입출력될 수 있는데 보다 구체적으로 광송신 신호는 제3 렌즈(310)에 의해 광인터페이스로 광결합되고, 광수신 신호는 광인터페이스로부터 출력되어 제3 렌즈(310)를 통해 평행한 빔으로 변환될 수 있다. 이러한 박스 형태의 패키지가 적용된 수평 배열 구조의 일체형 광 송수신 모듈(300)은 주요 부품을 능동 정렬에 의해 제작 가능하며, 이를 통해 광송수신 신호의 광결합 성능을 높일 수 있는 장점을 제공한다.
- [0048] 일례로, 본 발명의 일체형 광 송수신 모듈(300)은 박스 형태의 패키지가 적용될 수 있다. 광원(302)은 직접 변조 광원 또는 전계흡수 변조형 광원 등으로 구성될 수 있으며 앞에 언급한 바와 같이 광원(302)의 종류에 따라 광출력 방향이 다르기 때문에 광원(302)의 광출력 방향에 따라 90° 광신호 경로 변경을 위한 45° 반사판 등이 필요할 수 있다.
- [0049] (1) 먼저 광 송신부의 구성을 살펴보면, 광원(302)으로부터 출력되는 광송신 신호를 평행한 빔의 형태로 변환하기 위한 제1 렌즈(304)가 필요하며, 이때의 제1 렌즈(304)는 콜리메이팅 렌즈일 수 있다. 제1 렌즈(304)의 광신호가 출력되는 측면에는 광아이솔레이터(306)가 배치될 수 있다. 광아이솔레이터(306)는 외부로부터 광원(304)으로 반사되는 광신호를 차단하는 역할을 수행할 수 있다. 일례로, 광아이솔레이터(306)는 광원(302)에서 출력된 광송신 신호가 광학 필터(308)에 의해 반사된 광신호를 차단할 수 있다. 이와 같은 광아이솔레이터(306)는 제1 렌즈(304)의 출력 측면에 실장되거나 광파장 분리 블록(312)과 동일 기관상에 실장될 수 있다.
- [0050] 광아이솔레이터(306)를 통과한 광송신 신호는 광파장 분리 블록(312)의 제1 면 중 일정 영역에 배치된 광학 필터(308)를 통해 투과하여 일직선상으로 진행할 수 있다. 이때, 광학 필터(308)는 박막형 필터에 대응할 수 있다. 이와 같은 광학 필터(308)는 광송신 신호에 대해 투과 파장 대역을 가져 광송신 신호는 투과하지만 송수신 신호는 반사될 수 있다. 이후 광학 필터(308)를 투과한 광송신 신호는 상기 광송신 신호의 일직선 진행 경로 상에 배치되어 있는 제3 렌즈(310)를 통해 광인터페이스와 광결합되어 외부로 출력될 수 있다.
- [0051] 한편, 광파장 분리 블록(312)은 광학 필터(308)의 광신호 입사각(incident angle)과 광원(302)을 포함하는 광송신부 및 광 검출 소자(314)를 포함하는 광수신부의 이격 거리 등을 고려하여 특정한 각( $\theta$ )만큼 기울어진 형태로 배치될 수 있다. 이때, 특정 각( $\theta$ )는 22.5°도 보다 작은 각을 가질 수 있다. 광학 필터(308)는 일반적으로 분리되는 파장 간격이 좁을 수록 허용되는 광신호 입사각이 작아지게 된다. 따라서, 광파장 분리 블록(312)으로 입사되는 광신호는 광학 필터(308)와 반사면(반사면은 제1 면의 반대 면인 제2 면 중 일정 영역에 배치됨)에 의

해 지그재그 형태로 진행하게 된다.

- [0052] (2) 다음으로 광 수신부의 구성을 살펴보면, 외부로부터 광인터페이스 (리셉터클)에 인가된 광수신 신호는 제3 렌즈(310)를 통해 평행한 빔으로 변환되어 광파장 분리 블록(312)에 인가될 수 있다. 이때, 인가된 광수신 신호는 광파장 분리 블록(312)의 제1 면에 배치된 광학 필터(308)에 의해 반사되고, 광파장 분리 블록(312)의 제2 면에 배치된 반사면에 의해 다시 반사될 수 있다. 된다. 광학 필터(308)는 광송신부의 광원(302)에 의해 출력된 광송신 신호에 대응하는 파장만을 통과할 수 있는 파장 투과 대역폭을 가지며 해당 투과 대역폭 이외의 파장을 가지는 광신호(ex. 광 수신 신호)는 반사하게 된다.
- [0053] 광파장 분리 블록(312)으로부터 출력되는 광수신 신호는 제2 렌즈(316)에 의해 광정렬 되어 광검출소자(314)에 광결합될 수 있다. 이때, 제2 렌즈(316)는 포커싱 렌즈일 수 있다. 그리고 제2 렌즈(focusing lens)(316)는 광송신부에서 사용되는 제1 렌즈(collimating lens)(304)와 독립적으로 구현되거나 일체형 어레이 렌즈 형태로 구현될 수 있다. 이후 광검출소자(314)에 의해 전기 신호로 변환되어 출력되는 광전류(photocurrent)는 광검출소자(314) 후단에 배치되는 TIA(318)를 통해 전압 신호로 변환 및 증폭하여 외부로 인가될 수 있다.
- [0054] 도 3B는 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈 평면도에서 광송신부와 광수신부의 위치가 서로 다른 구조를 도시한 도면이다.
- [0055] 도 3B를 참고하면, 도 3A의 제2 실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈 구성과 전체적을 동일한 구성을 가지고, 단지 광송신부와 광수신부의 위치가 다른 구조를 가진다. 이때, 광송신부와 광수신부의 자세한 구성 및 동작은 도 3A의 광송신부 및 광수신부 기술 내용과 동일하므로 생략하도록 한다.
- [0056] 다만, 광수신부에 사용되는 광검출소자(314)의 칩 자체에 렌즈가 형성되어 있을 경우 제2 렌즈(focusing lens)(316)를 생략하여 구현될 수 있어 제작 공정 단순화 및 일체형 광 송수신 모듈(300)의 저가화를 달성할 수 있는 장점을 가질 수 있다.
- [0057] 이와 같은 제2 실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈(300)의 광송신부와 광수신부는 전기적 그라운드가 박스 형태 패키지 및 관련 기관에서 반드시 전기적으로 분리되어야 한다. 또한, 제1 실시예에 따른 일체형 광 송수신 모듈(100)과 마찬가지로 광송신부 및 광수신부의 채널 수는 필요에 따라 확장될 수 있다. 일례로, 도 2를 참고하면, 도 2의 (a)는 지그재그 광신호 경로 구조를 적용하여 광송신측과 광수신측을 각각 2채널로 구성한 예를 보여주고, 도 2의 (b)는 광송신 1채널 및 광수신 1채널로 구성된 광송수신 채널을 2채널로 구성한 예를 보여준다. 이와 같이 본발명의 일체형 광 송수신 모듈(300)은 광파장 분리 블록(312)의 폭(Width)를 증가시킴으로써 수용 가능한 채널 수를 확장할 수 있다.
- [0058] 도 4은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈의 측면도(평면형)를 도시한 도면이다.
- [0059] 도 4를 참고하면, 도 4는 본 발명의 일체형 광 송수신 모듈(300)의 측면을 보여준다. 박스 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈(300)이므로 광파장 분리 블록(312)은 패키지의 하부면에 수평이 되게 배치된 제1 기관 상에 실장될 수 있다. 이때, 광파장 분리 블록(3120)의 입출력 측면에서 바라보는 방향, 즉 A 측면도에서 보는 바와 같이 광신호의 입출력되는 위치와 반사되는 위치가 한 평면상에 놓이게 된다. 따라서, 제2 기관 상에 실장된 광송신측의 광원(302)과 광수신측의 광검출소자(314) 및 TIA(318) 등도 한 평면상에 배치될 수 있다.
- [0060] 이를 통해 본 발명의 일체형 광 송수신 모듈(300)은 광신호 입출력 방향과 전기신호 입출력이 한 평면상에 배치 되도록 함으로써 일체형 광 송수신 모듈(300)의 부품 배치를 용이하게 하고, 고속 신호 경로에서의 신호 왜곡 현상을 저감할 수 있다.
- [0061] 도 5은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 실시예에 대응하는 박스(Box) 형태의 패키지가 적용된 일체형 광 송수신 모듈의 측면도(경사형)를 도시한 도면이다.
- [0062] 도 5를 참고하면, 도 5는 경사진 광파장 분리 블록(312)을 적용한 일체형 광 송수신 모듈(300)의 측면도를 보여준다.
- [0063] 광파장 분리 블록(312)의 하부에 임의의 각( $\alpha$ )으로 경사진 지지대(320)를 배치하여 광파장 분리 블록(312)이 경사지게 실장될 수 있다. 이때, 지지대(320)의 임의의 각( $\alpha$ )은 광송신측과 광수신측의 원하는 높이에 따라 결정된다. 이와 같이 광파장 분리 블록(312)이 경사지게 실장되면, 광파장 분리 블록(312)의 입출력 측면에서 바라보는 방향, 즉 B 측면도에서 보는 바와 같이 광신호의 입출력되는 위치와 반사되는 위치가 높이(h)만큼 떨어



진 구조를 가지게 된다.

[0064] 이와 같이 구조는 광송신부와 광수신부가 일정 높이(h)만큼 차이가 나는 배치 구조에 적용 가능할 수 있다. 이때, 광수신 신호가 광검출소자(314)의 면방향으로 광신호가 입사되는 경우 일체형 광 송수신 모듈(300)의 제3 기관은 측면 패턴 구조를 가지는 기관이 사용될 수 있으며, 제3 기관의 측면 패턴과 TIA(318)는 와이어 본딩(미도시)에 의해 전기적으로 연결될 수 있다.

[0065] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0066] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0067] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0068] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

## 부호의 설명

[0069] 100, 300: 일체형 광 송수신 모듈

102, 302: 광원

104, 304: 제1 렌즈

106, 306: 광아이슬레이터

108, 308: 광학 필터

110, 310: 제3 렌즈

112, 312: 광과장 분리 블록

114, 314: 광검출소자

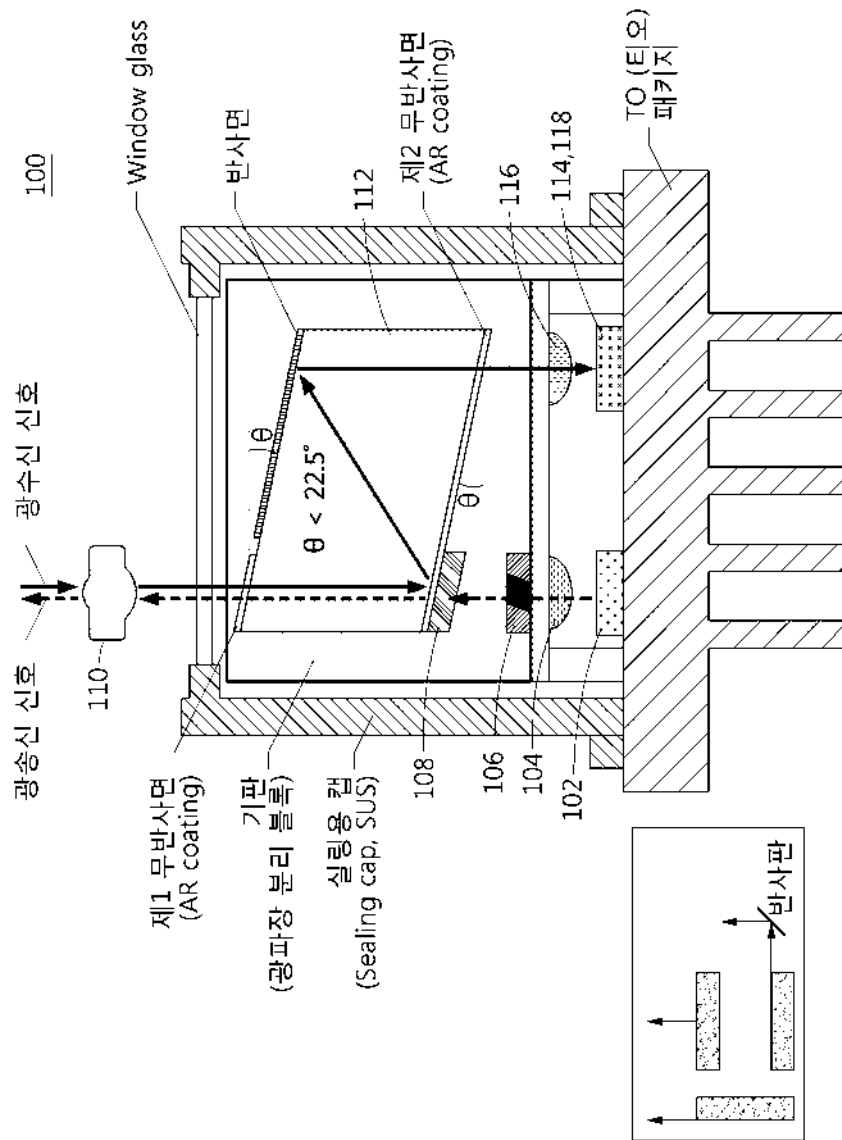
116, 316: 제2렌즈

118, 318: TIA

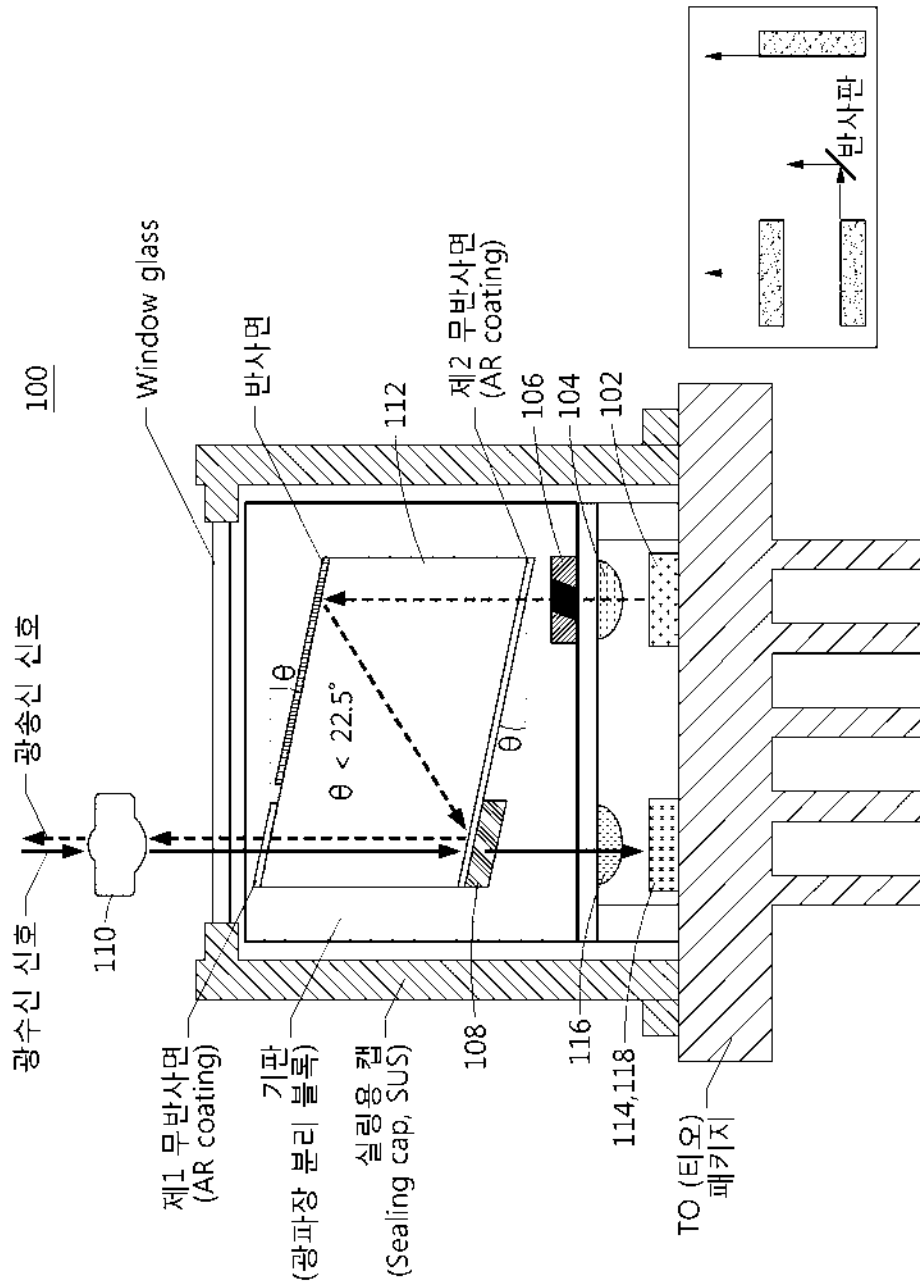
104, 304: 제1 렌즈

도면

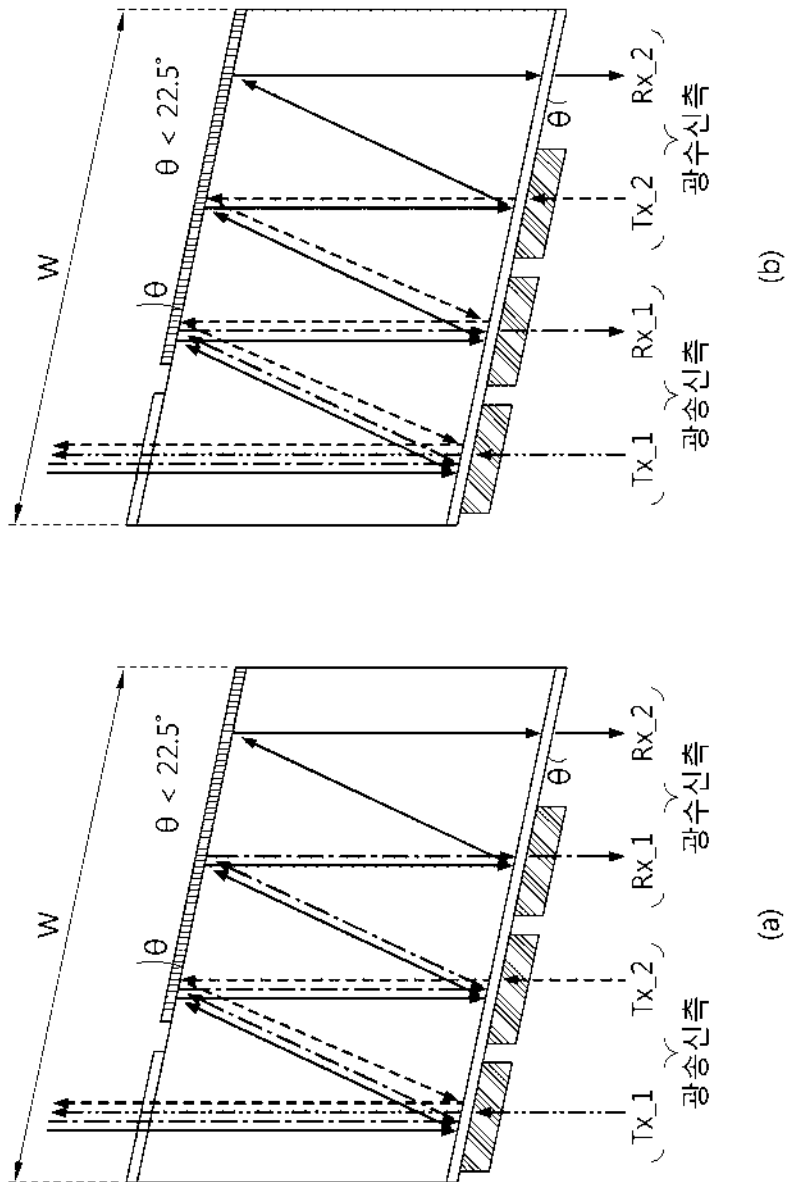
도면1a



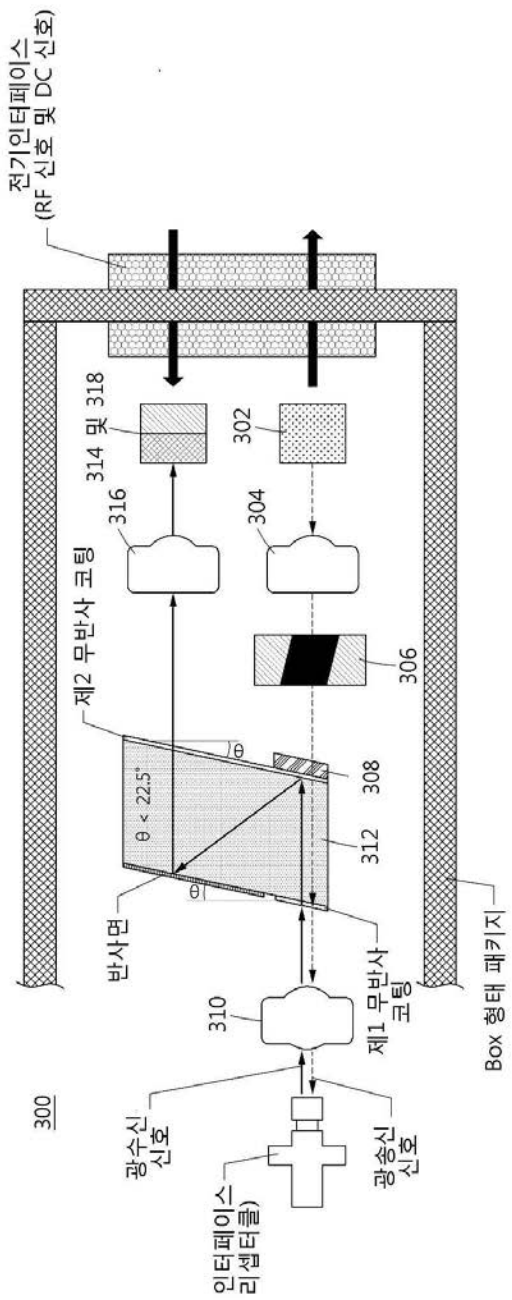
도면 1b



도면2

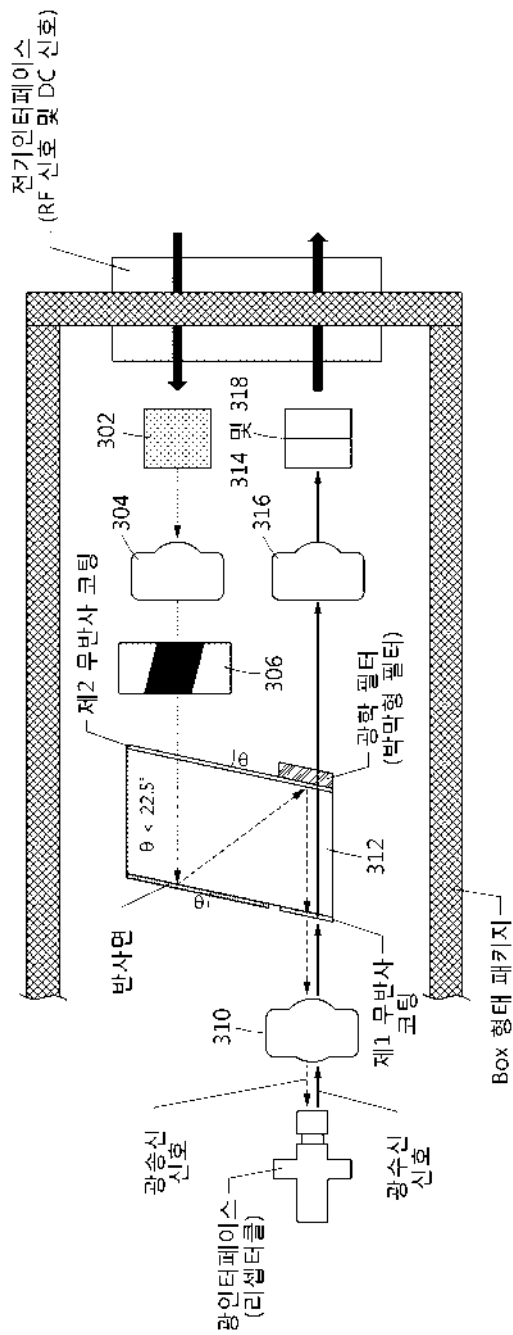


도면3a

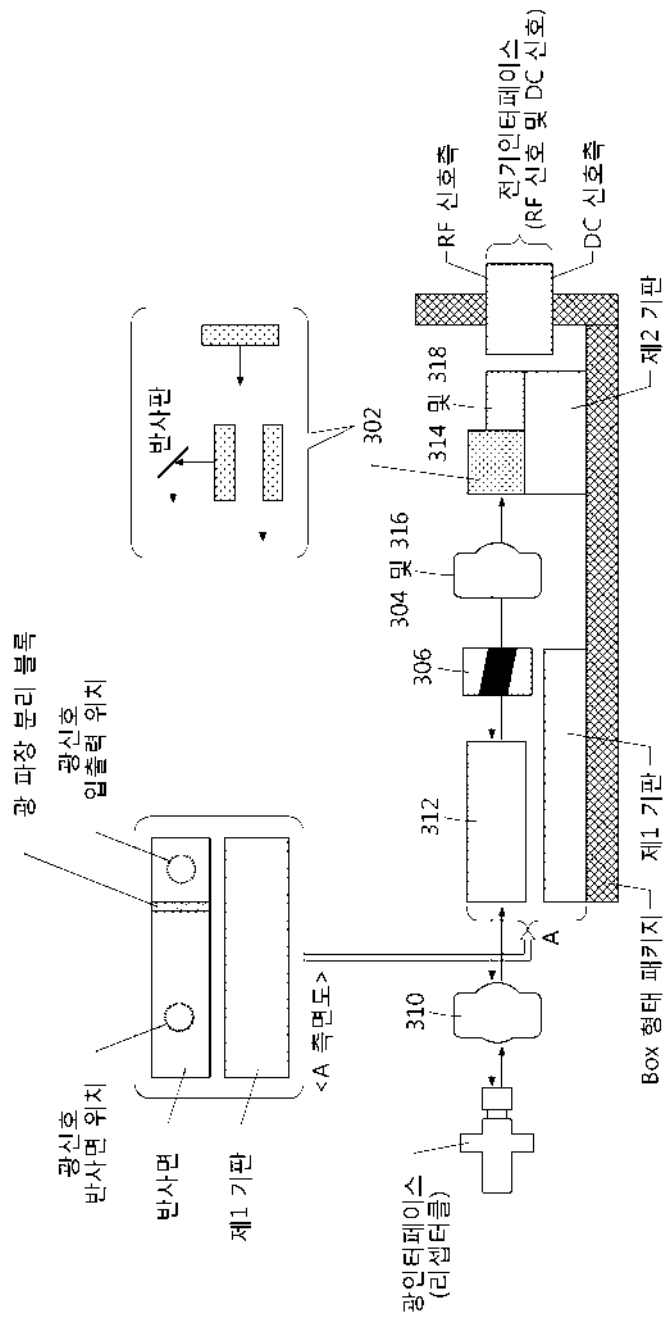




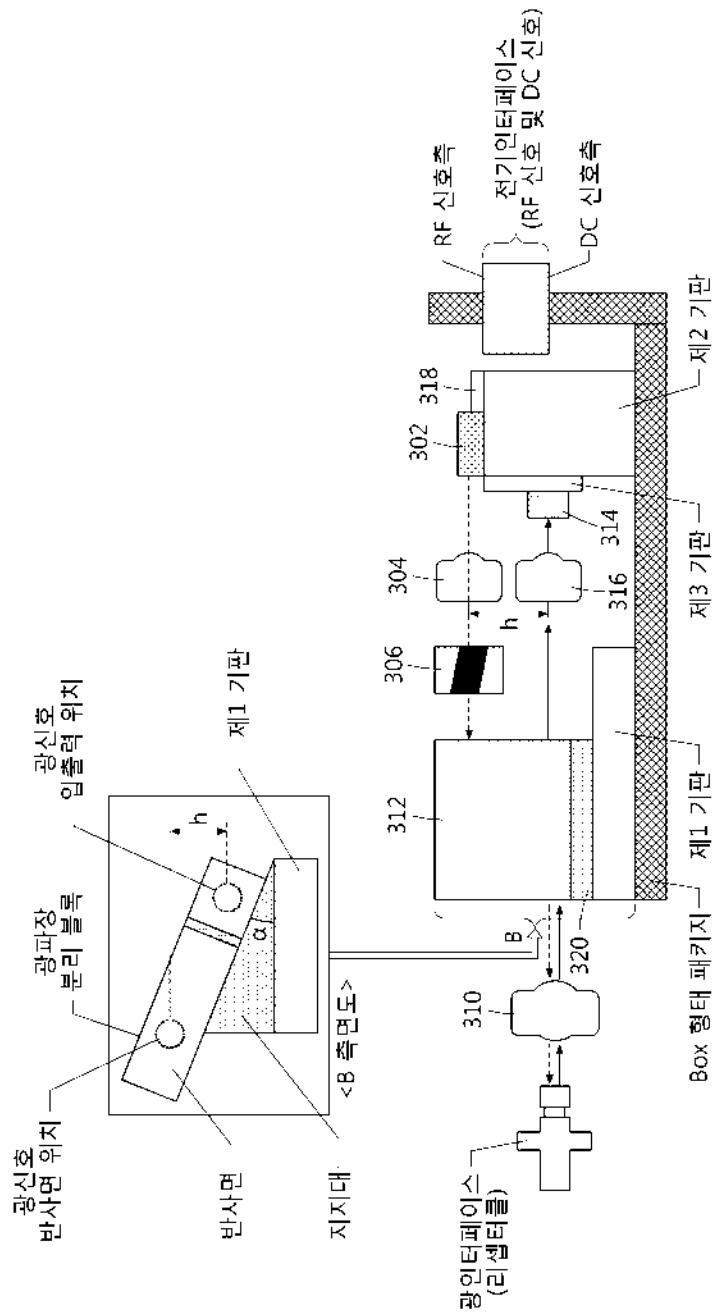
도면3b



도면4

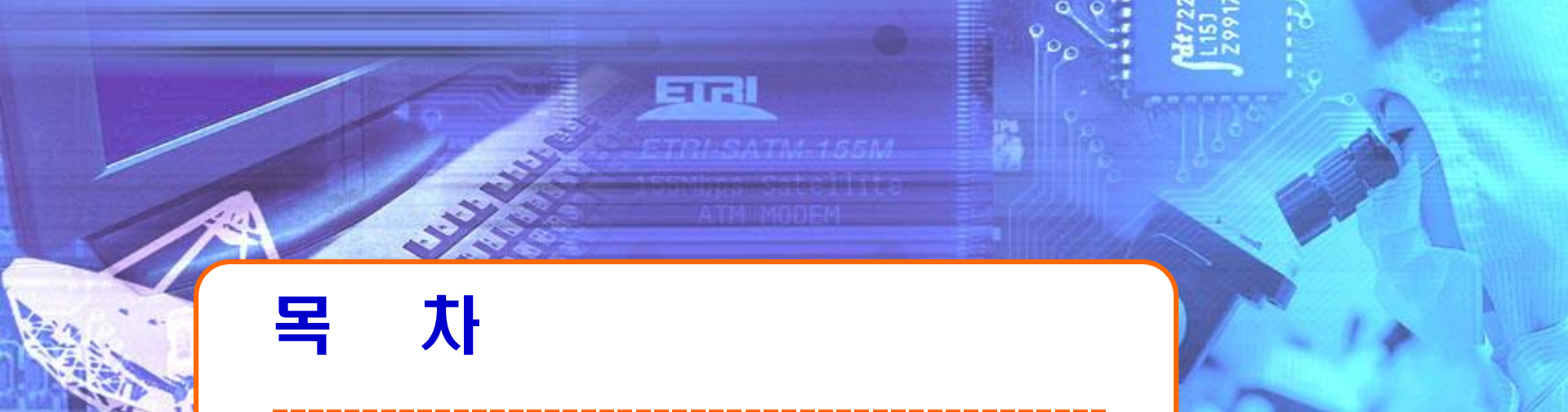


도면5



# 기가급 광무선(FSO) 전송 시스템 기술





## 목 차

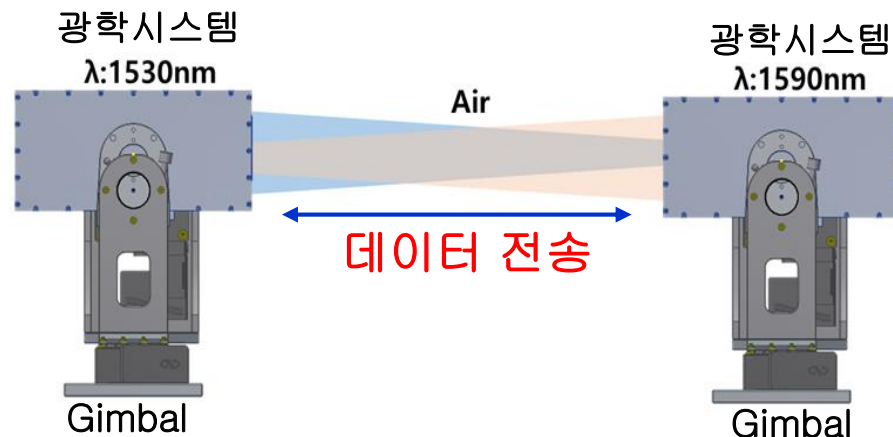
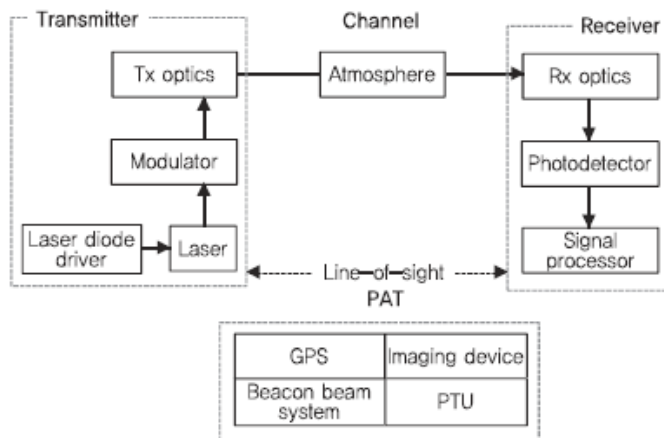
---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향

# 1. 기술의 개요

## ■ 광무선(FSO) 전송 시스템

### ❖ 광무선(FSO) 전송 기술



- 광무선(FSO: Free Space Optics) 전송 기술은 수십m에서 수 km 거리에  
서 자유공간(air)를 통해 데이터, 비디오 또는 음성 통신을 전송하는 기술임
- 광 송신부, 광 증폭기 및 광 수신부, 광학렌즈를 포함한 광학시스템과 이동  
체 추적 및 광 송·수신부 간 조준선 정렬을 위한 다중셀 위치 인식 광학센서  
(QPD: Quadrant Photodiode) 기반 정밀 추적 기술임



## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술이전 내용 및 범위

- ❖ 광무선(FSO) 전송 시스템 구조 설계 기술
- ❖ 광무선(FSO) 전송 시스템 광학계 설계 기술
- ❖ 광무선(FSO) 전송 시스템 간 광 정렬 기술 및 데이터 전송 기술
- ❖ 광무선(FSO) 전송 시스템 간 추적(PAT: Pointing, Acquisition, Tracking) 기술

### ■ 기술 개발 현황

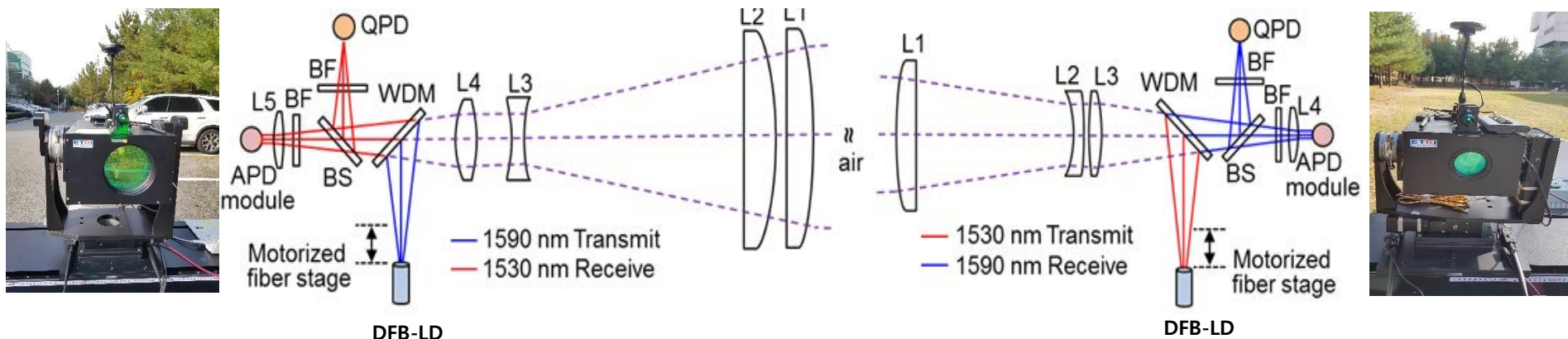
- ❖ 광무선(FSO) 전송 시스템



## 2. 기술이전 내용 및 범위

### 기술 개발 현황

#### 광무선(FSO) 전송 시스템 구성도

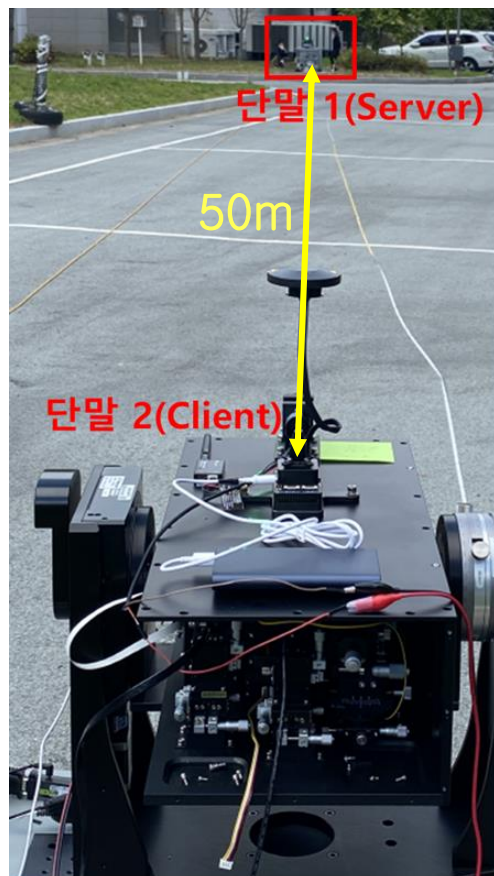


- 자유공간에서 데이터를 전송하기 위해 WDM 필터를 사용하여 단일 광 경로를 갖는 두 개의 광무선(FSO) 전송 시스템으로 구성
- 광송신부, 광수신부 구현을 위해 1530nm, 1590nm 파장을 갖는 DFB-LD 및 APD를 포함하는 광트랜시버 사용
- 이동체 추적 및 광 송·수신부 간 조준선 정렬을 위한 다중셀 위치 인식 광학센서(QPD: Quadrant Photodiode) 사용

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술 개발 현황

#### ❖ 50m, 2Gbps 광무선(FSO) 전송 시험



```

Windows PowerShell
PS C:\Users\wkes93\Desktop\2020_09_23_실험용_프로그램들\2020_09_23_네트워크_속도측정_iPerf3\iperf-3.1.3-win64> .\iperf3.exe -s

Server listening on 5201
Accepted connection from 10.10.10.11, port 51559
local 10.10.10.10 port 5201 connected to 10.10.10.11 port 51560
ID Interval Transfer Bandwidth
5 0.00-1.00 sec 268 MBytes 2.25 Gbits/sec
5 1.00-2.00 sec 274 MBytes 2.30 Gbits/sec
5 2.00-3.00 sec 281 MBytes 2.36 Gbits/sec
5 3.00-4.00 sec 275 MBytes 2.31 Gbits/sec
5 4.00-5.00 sec 276 MBytes 2.31 Gbits/sec
5 5.00-6.00 sec 280 MBytes 2.35 Gbits/sec
5 6.00-7.00 sec 276 MBytes 2.31 Gbits/sec
5 7.00-8.00 sec 269 MBytes 2.25 Gbits/sec
5 8.00-9.00 sec 273 MBytes 2.26 Gbits/sec
5 9.00-10.00 sec 273 MBytes 2.26 Gbits/sec
5 - - - - -

ID Interval Transfer Bandwidth
5 0.00-10.04 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec sender
5 0.00-10.04 sec 2.69 GBytes 2.30 Gbits/sec receiver
  
```

```

Windows PowerShell
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.
새로운 크로스 플랫폼 PowerShell 사용 https://aka.ms/pscore6

PS C:\Users\Admin> cd C:\Users\Admin\Desktop\2020_10_14_실험에_사용하는_프로그램들\2020_09_23_네트워크_속도측정_iPerf3\iperf-3.1.3-win64
PS C:\Users\Admin\Desktop\2020_10_14_실험에_사용하는_프로그램들\2020_09_23_네트워크_속도측정_iPerf3\iperf-3.1.3-win64> .\iperf3.exe -c 10.10.10.10

Connecting to host 10.10.10.10, port 5201
local 10.10.10.11 port 51560 connected to 10.10.10.10 port 5201
ID Interval Transfer Bandwidth
4 0.00-1.00 sec 278 MBytes 2.34 Gbits/sec
4 1.00-2.00 sec 275 MBytes 2.31 Gbits/sec
4 2.00-3.00 sec 282 MBytes 2.37 Gbits/sec
4 3.00-4.00 sec 275 MBytes 2.30 Gbits/sec
4 4.00-5.00 sec 275 MBytes 2.31 Gbits/sec
4 5.00-6.00 sec 280 MBytes 2.35 Gbits/sec
4 6.00-7.00 sec 274 MBytes 2.30 Gbits/sec
4 7.00-8.00 sec 270 MBytes 2.27 Gbits/sec
4 8.00-9.00 sec 270 MBytes 2.27 Gbits/sec
4 9.00-10.00 sec 273 MBytes 2.29 Gbits/sec
4 - - - - -

ID Interval Transfer Bandwidth
4 0.00-10.00 sec 2.69 GBytes 2.31 Gbits/sec sender
4 0.00-10.00 sec 2.69 GBytes 2.31 Gbits/sec receiver
  
```

iPerf 네트워크 속도 측정 프로그램



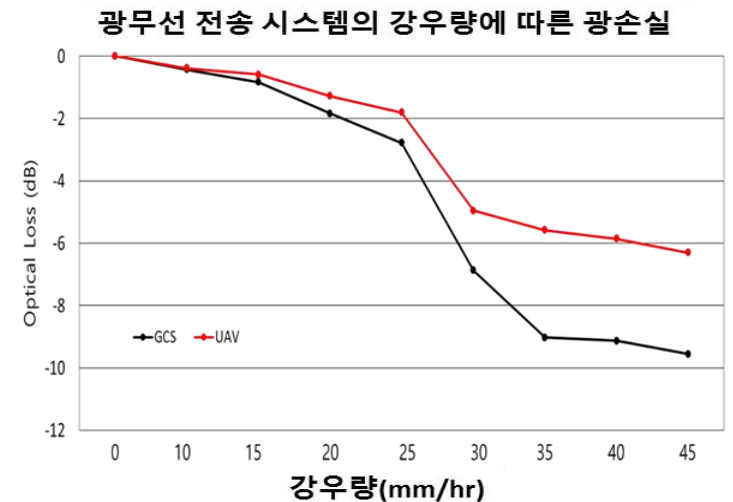
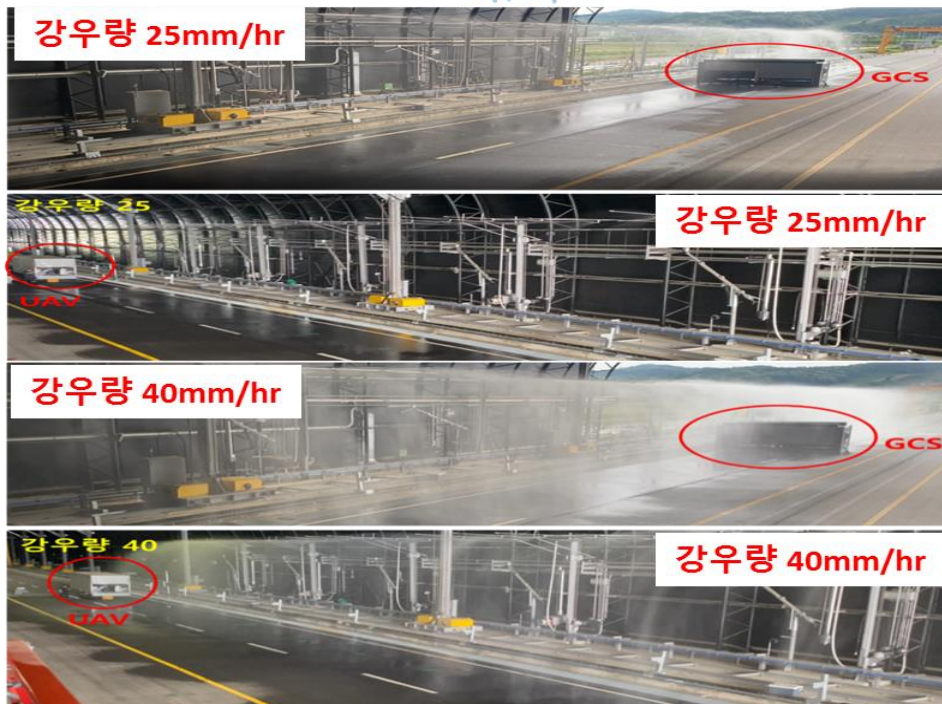
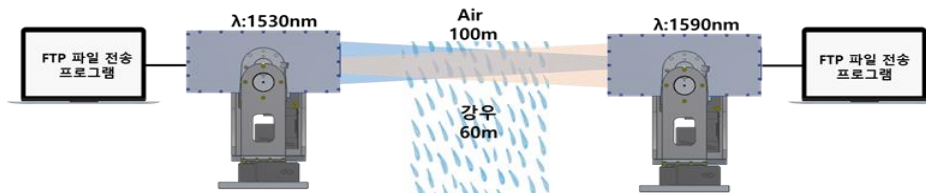
## 2. 기술이전 내용 및 범위



### 기술 개발 현황

시험장소: 연천 기상재현 도로실증센터

❖ 비 내리는 실외환경에서 광무선 전송 시험(100m)



| 시험항목           | 단위    | 측정값 |          |          |                         |
|----------------|-------|-----|----------|----------|-------------------------|
| 강우량            | mm/hr | 0   | 25       | 40       | 45                      |
| 광손실            | dB    | 0   | -2<br>-3 | -6<br>-9 | -6.2<br>-9.8            |
| 데이터 전송<br>소요시간 | Sec   | 6   | 6        | 7        | 광손실에 의해<br>데이터 전송<br>불가 |
| 데이터<br>전송속도    | Gbps  | 1.0 | 1.0      | 0.8<br>9 |                         |

※ 기상청 강우량 기준

5mm/hr: 약한 비, 10 mm/hr: 보통 비, 30 mm/hr: 폭우

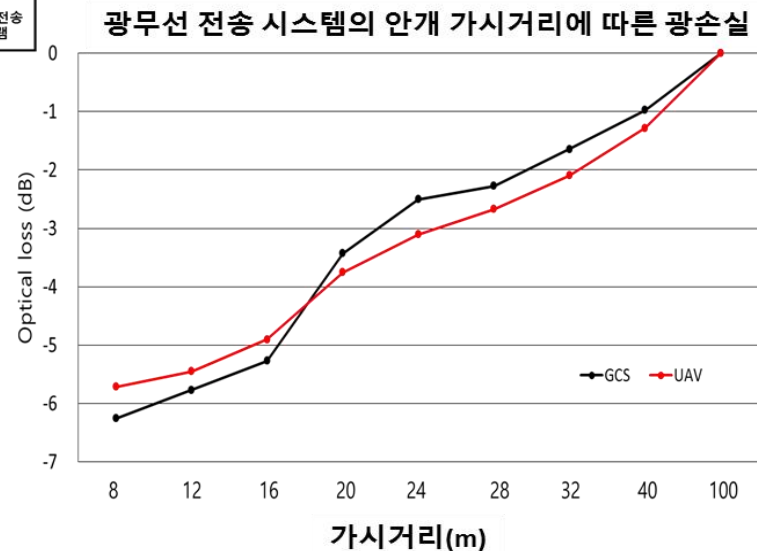
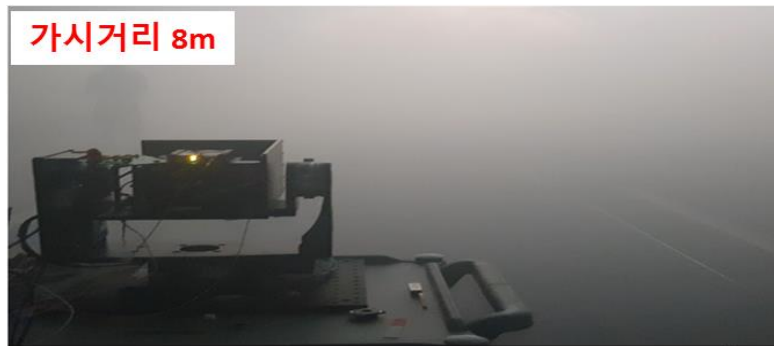
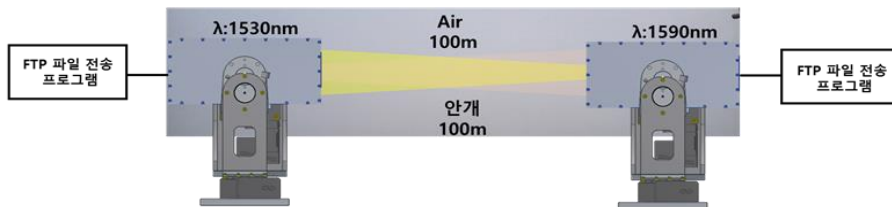
## 2. 기술이전 내용 및 범위



### 기술 개발 현황

시험장소: 연천 기상재현 도로실증센터

❖ 안개 낀 실외환경에서 광무선 전송 시험(100m)

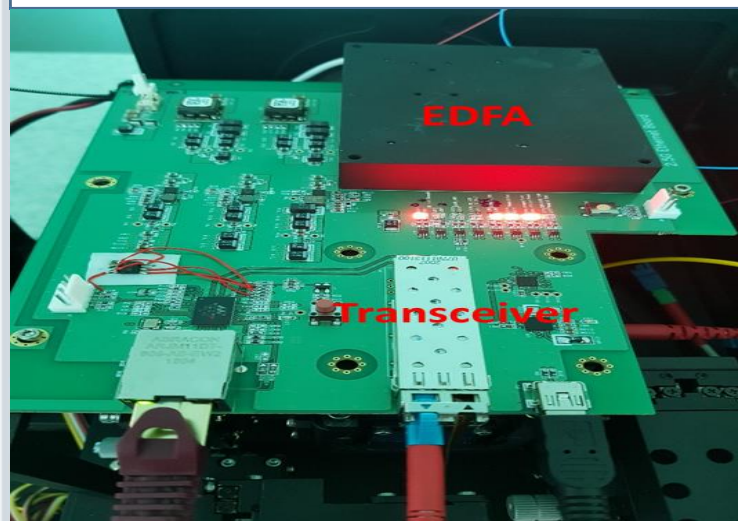
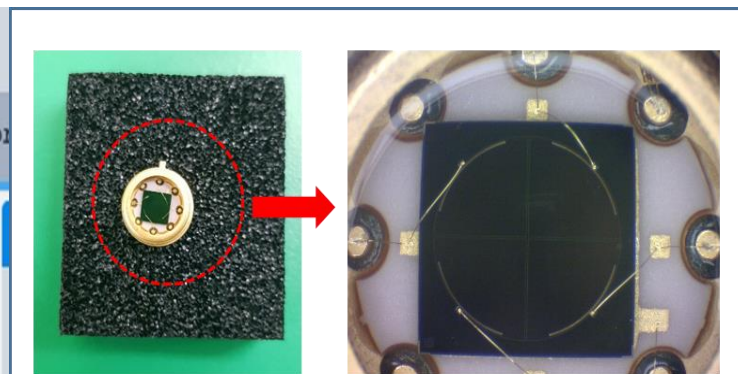


| 시험항목           | 단위   | 측정값          |     |
|----------------|------|--------------|-----|
| 가시거리           | m    | 8            | 100 |
| 광손실            | dB   | -5.8<br>-6.2 | 0   |
| 데이터 전송<br>소요시간 | Sec  | 6            | 6   |
| 데이터 전송속도       | Gbps | 1.0          | 1.0 |

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술 개발 현황

❖ 다중셀 위치 인식 광학센서(QPD: Quadrant Photodiode)기반 광정렬





## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술 개발 현황

❖ 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level) 단계 : ( 5 )단계

| 구 분            | 단계 | 정 의                                 | 세 부 설 명                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 기초<br>연구<br>단계 | 1  | 기초 이론/실험                            | 기초이론 정립 단계                                                                                                                                                                                                     |
|                | 2  | 실용 목적의 아이디어<br>특허 등 개념정립            | 기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계                                                                                                                                                                                 |
| 실험<br>단계       | 3  | 실험실 규모의<br>기본성능 검증                  | 실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증될 수 있는 단계<br>개발하려는 부품/시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계                                                                                                                                |
|                | 4  | 실험실 규모의<br>소재/부품/시스템<br>핵심성능 평가     | 시험생품을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계<br>3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계<br>컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계                                                                                                         |
| 시작품<br>단계      | 5  | 확정된 소재/부품/<br>시스템 시작품 제작<br>및 성능 평가 | 확정된 소재/부품/시스템의 실험실 시작품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계<br>개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계<br>경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계                                                 |
|                | 6  | 파일럿 규모<br>시작품 제작 및<br>성능 평가         | 파일럿 규모(복수 개~양산규모의 1/10정도)의 시작품 제작 및 평가가 완료된 단계<br>파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 불량률 등 제시<br>파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계<br>생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계<br>성능 평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보 |
| 실용화<br>단계      | 7  | 신뢰성평가 및<br>수요기업 평가                  | 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계<br>부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장 평가(성능 및 신뢰성 평가)<br>가능하면 인증기관의 신뢰성 평가 결과 제출                                                                                                      |
|                | 8  | 시제품 인증<br>및 표준화                     | 표준화 및 인허가 취득 단계                                                                                                                                                                                                |
| 사업화            | 9  | 사업화                                 | 본격적인 양산 및 사업화 단계<br>6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계                                                                                                                                                                       |

### 3. 경쟁기술과 비교

#### FSO 시스템 경쟁기술 비교

|                     | EC SYSTEM<br>(체코)                                                                  | LaserOptronics<br>(미국)                                                             | CableFree<br>(영국)                                                                   | 에어스트링<br>(한국)                                                                        | ETRI                                                                                 |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Distance(km)        | 1.5                                                                                | <2                                                                                 | 0.5                                                                                 | 0.25                                                                                 | >0.1                                                                                 |
| Data rate<br>(Gbps) | 10                                                                                 | 1.25                                                                               | 1.5                                                                                 | 1.25                                                                                 | 2.5                                                                                  |
| Wavelength<br>(nm)  | 1550                                                                               | 1260 to 1360                                                                       | 780                                                                                 | 1550                                                                                 | 1550                                                                                 |
| Type                | 고정형(Fixed)                                                                         | 고정형(Fixed)                                                                         | 고정형(Fixed)                                                                          | 고정형(Fixed)                                                                           | 이동형(Mobile)                                                                          |
| TX/RX               | 분리형                                                                                | 분리형                                                                                | 분리형                                                                                 | 분리형                                                                                  | 일체형                                                                                  |
| Image               |  |  |  |  |  |

## 4. 기술의 사업성

- ❖ 지하 공동구 대용량 센서데이터 전송을 위한 광무선 통신 네트워크 구축 및 서비스



- ❖ FSO 초고속 보안통신 기반 국방 무인기 기술 적용

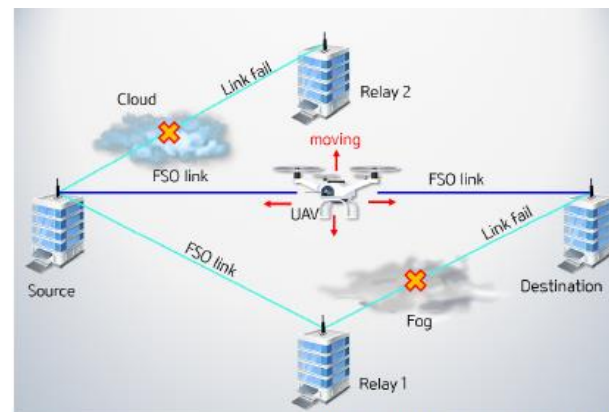


무인정찰기용 FSO 통신장비

이미지 출처 : <https://www.lignex1.com/mobile/product>

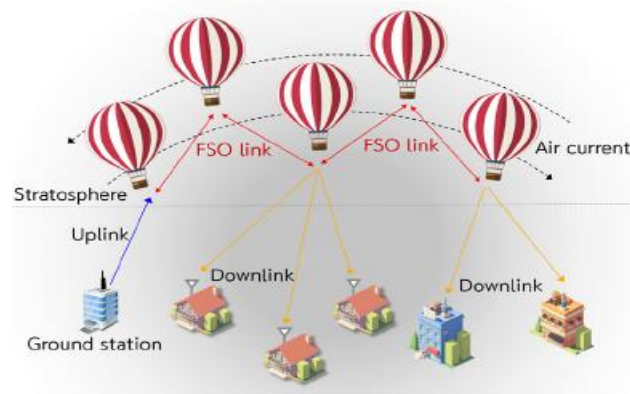
이미지 출처 : <https://www.photonicspectra-digital.com/photonicspectra>

- ❖ UAV기반 고정점 간 중계형 FSO 네트워크 구축



\*게티이미지뱅크의 이미지 사용, 무단 전재 및 재배포 금지

- ❖ 성층권 열기구 기반 FSO 무선 통신 네트워크 구축



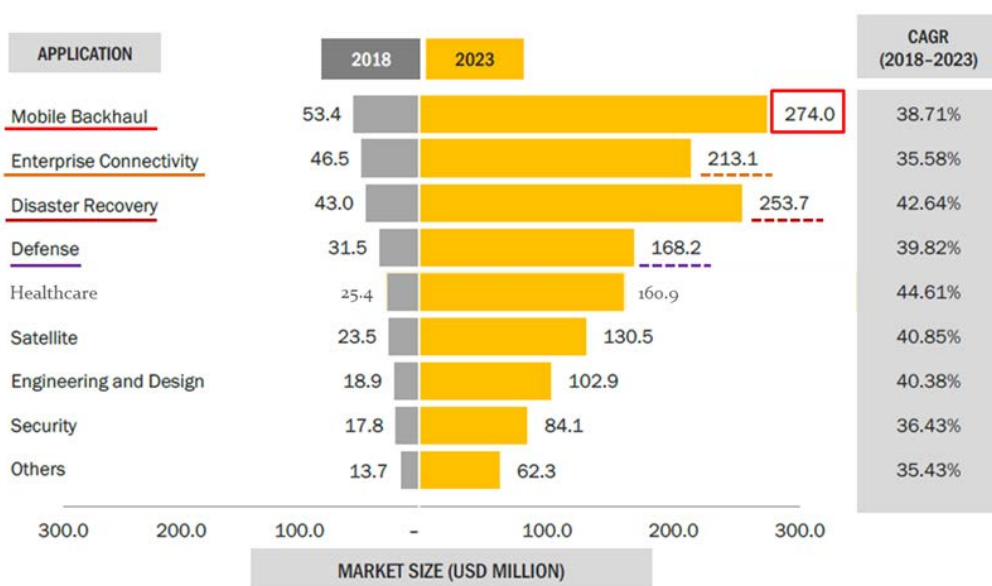
\*게티이미지뱅크의 이미지 사용, 무단 전재 및 재배포 금지

## 5. 국내외 시장 동향

### FSO 국내외 시장

#### FSO 시장 전망

- 2023년 광 무선 전송 기술의 해외 시장 규모는 모바일 백홀 분야는 2.74억 달러, 재난 복구 분야는 2.537억달러, 국방 분야는 1.68억달러의 규모로 추정됨
- 국내 FSO 시장은 2022년 600억원 규모로 예측되고 있음



국내 FSO 관련 시장 현황 및 전망

(출처 : ICT R&D 중장기 기술로드맵 2022(2권))



감사합니다.







(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0026873  
(43) 공개일자 2021년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 26/02 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)  
H04B 10/112 (2013.01) H04B 10/50 (2013.01)  
(52) CPC특허분류  
G02B 26/02 (2013.01)  
G02B 6/4201 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0108267  
(22) 출원일자 2019년09월02일  
심사청구일자 2020년11월24일

(71) 출원인  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
허영순  
광주광역시 광산구 산월로 64, 1203동 404호 (산월동, 첨단6차부영사랑으로아파트)  
김성창  
광주광역시 광산구 월계로 117-21 첨단두산1차아파트 116동 503호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인지명

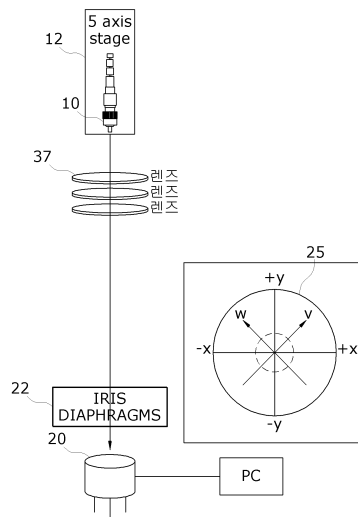
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 자유공간 무선 광통신을 위한 광축 조정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 자유공간상에서 무선 광을 이용하여 통신시 광송신부와 광수신부간 송수신 효율을 극대화할 수 있는 광축 정렬 기능이 포함된 무선 광통신 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 장치에서 아이리스 다이어프램(22)과 쿼드런트 포토다이오드(QPD)(20)를 사용하여 무선 광통신 장치의 광학계의 광축을 정렬하여 광송신부와 광수신부간의 광 전송 효율을 높일 수 있다. 또한, 아이리스 다이어프램(22)은 포토다이오드의 수광부보다 큰 빔을 수광영역 내에 포함되도록 작게 조절할 수 있어 광축 정렬을 쉽게 할 수 있다. 무선 광통신 장치에 QPD(20) 및 아이리스 다이어프램(22)을 적용하면 데이터 전송, 트래킹 및 광축 정렬을 동시에 수행할 수 있는 장점이 있다. 광섬유 종단면과, 병렬로 나열된 렌즈들의 광축 정렬을 광 무선 통신 장치 내부에 구현함으로써 두 터미널간 정렬이 용이하고 수신 효율을 높이는 장점이 있다.

대표도 - 도4b



(52) CPC특허분류

**H04B 10/1123** (2013.01)

**H04B 10/501** (2013.01)

(72) 발명자

**강현서**

광주광역시 광산구 첨단강변로 100 힐스테이트리버  
파크 108동 2601호

**여찬일**

광주광역시 광산구 첨단중앙로68번길 131, 302동  
905호(산월동, 부영아파트)

**류지형**

전라북도 전주시 완산구 백제대로 133, 5층(  
효자동1가)

**박시웅**

광주광역시 광산구 첨단중앙로181번길 88-21 첨단  
대우아파트 108동 604호

**김계은**

전라남도 나주시 빗가람로 800, 304동 802호(빗가  
람동, 빗가람 사랑으로 부영3단지 아파트)

**김거식**

광주광역시 북구 임방울대로 1020, 205동 1603호(  
신용동, 첨단자이 2차)

**김정은**

광주광역시 광산구 수완로105번길 20-9, 116호(수  
완동, AM빌리지 2차)

**민기현**

광주광역시 광산구 월계로 223-17, 302동 910호(쌍  
암동, 한양에드가 302동)

**박형준**

광주광역시 북구 임방울대로 1020, 203동 1501호(  
신용동, 첨단자이 2차)

**손동훈**

광주광역시 광산구 첨단중앙로106번길 65-16 첨단  
제이지파크 406호

**이문섭**

대전광역시 유성구 지족로 343, 203동 1204호 (지  
족동, 반석마을2단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 19ZK1120

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국전자통신연구원

연구사업명 정부출연금사업(기관고유사업)

연구과제명 호남권 지역산업 기반 ICT융합기술 고도화 지원사업

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국전자통신연구원

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

자유공간에서의 무선 광통신을 위한 광축을 조정하는 장치로서,

송신기로부터 광을 전달받아 출력하는 광출력기;

상기 광출력기에서 출력된 광이 수광되는 QPD;

상기 광출력기와 상기 QPD 사이에 위치하여 상기 QPD에 수광되는 광의 빔 크기를 조절하는 아이리스 다이어프램을 포함하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 광출력기는 광섬유 커넥터인 것을 특징으로 하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 광출력기에서 출력되는 광이 진행하는 Z 방향 및 그 반대 방향으로 상기 광출력기의 위치를 변경하는 스테이지를 추가로 포함하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 스테이지는

상기 광출력기로부터 출력된 광이 상기 QPD에 수광되는 위치에 근거하여 광출력기의 위치를 상기 Z 방향 이외에 X, Y, PAN, 및 TILT 중 적어도 하나의 방향으로 변경시키는 다축 스테이지인 것을 특징으로 하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 QPD에 수광되는 광의 위치를 검출하여 이 위치의 좌표를 시각화하는 수단을 추가로 포함하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 광출력기와 상기 QPD 사이에, 렌즈를 추가로 포함하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 광출력기와 상기 QPD 사이에, 상기 광출력기에서 출력되는 광의 경로를 변경하는 광경로 변경 수단을 추가로 포함하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 광출력기와 상기 QPD 사이에, 상기 광출력기에서 출력되는 광을 분할하는 광분할 수단을 추가로 포함하는 광축 조정 장치.

#### 청구항 9

송신기로부터 광을 전달받아 출력하는 광출력기와, 상기 광출력기에서 출력된 광이 수광되는 QPD 간의 광축을 조정하는 방법으로서,

상기 광출력기를 통해 광원을 출력하는 단계;

상기 QPD의 중심에 상기 광이 수광되도록 상기 광출력기와 QPD 간의 광축을 정렬하는 단계; 및

상기 광출력기와 QPD 사이에 렌즈를 추가하여 이 렌즈를 투과한 광이 상기 QPD의 중심에 수광되도록 렌즈의 광

축을 정렬하는 단계를 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 QPD의 중심에 상기 광이 수광되도록 상기 광출력기와 QPD 간의 광축을 정렬하는 단계 이전에 수행되는

상기 출력되는 광의 빔 크기가 상기 QPD의 수광영역보다 작도록 조절하는 단계를 추가로 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 11

제9항에 있어서, 상기 광출력기와 QPD 사이에 렌즈를 추가하여 이 렌즈를 투과한 광이 상기 QPD의 중심에 수광되도록 렌즈의 광축을 정렬하는 단계 이후에 수행되는

상기 렌즈를 투과한 광의 빔 크기가 상기 QPD의 수광영역과 동일한 크기가 되도록 조절하는 단계를 추가로 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 12

제9항에 있어서, 상기 QPD의 중심에 상기 광이 수광되도록 상기 광출력기와 QPD 간의 광축을 정렬하는 단계는, 상기 QPD에 수광되는 광의 위치를 검출하여 이 위치의 좌표를 시각화하는 단계를 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 13

자유공간에서의 무선 광통신을 위한 광축을 조정하는 방법으로서,

송신기로부터 광을 전달받아 광섬유 종단면으로 광을 출력하는 단계;

상기 광섬유 종단면에서 출력된 광을 QPD로 수광하는 단계;

상기 QPD에 수광되는 광의 빔 크기를 아이리스 다이어프램으로 조절하는 단계를 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 광섬유 종단면에서 출력되는 광이 진행하는 Z 방향 및 그 반대 방향으로 광섬유 종단면의 위치를 변경하는 단계를 추가로 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 광섬유 종단면의 위치를 변경하는 단계는

상기 Z 방향 및 그 반대 방향 이외에 X, Y, PAN, 및 TILT 중 적어도 하나의 방향으로 광섬유 종단면의 위치를 변경하는 것을 특징으로 하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 16

제13항에 있어서, 상기 QPD에 수광되는 광의 위치를 검출하여 이 위치의 좌표를 시각화하는 단계를 추가로 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 17

제13항에 있어서, 상기 광섬유 종단면과 상기 QPD 사이에 렌즈가 추가로 포함되어, 이 렌즈의 PAN 및 TILT 중 적어도 하나를 조절하는 단계를 추가로 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 18

제13항에 있어서, 상기 광섬유 종단면에서 출력된 광이 상기 QPD에 수광되기 전에 상기 광의 경로를 변경하는 단계를 추가로 포함하는 광축 조정 방법.

#### 청구항 19

제13항에 있어서, 상기 광섬유 종단면에서 출력된 광이 상기 QPD에 수광되기 전에 상기 광을 분할하는 단계를

추가로 포함하는 광축 조정 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 자유공간상에서 무선 광을 이용하여 통신시 광송신부와 광수신부간 송수신 효율을 극대화할 수 있는 광축 정렬 기능이 포함된 무선 광통신 장치 및 방법에 관한 기술이다.

### 배경 기술

[0002] 자유공간상에서 광을 사용한 기존의 무선 광통신 시스템은 광케이블 포설이 어려운 빌딩 간의 광통신, 무인이동체와 지상 간 광통신, 수중 광통신 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0003] 이처럼, 다양한 분야에서 활용되는 광 무선 통신은 광송신부, 광수신부, 그리고 여러 개의 병렬로 구성된 렌즈 등과 같은 다수의 광학 부품으로 구성된다. 통신시 광송신부에서 출력된 광은 광수신부로 입사되는 'Line of Sight'(LoS) 방식으로 구현된다. 이 때 LoS가 구현되려면, 광송신부와 광수신부 간의 광 정렬이 매우 중요하다. 또한 광수신부가 많은 양의 빔을 받는 것 역시도 중요하다. 빔의 양은 광수신부로 입사하는 빔의 크기에 따라 결정된다.

[0004] 만일 광축이 정렬되지 않음으로 인해 전송 거리에 따라 수신되는 출력빔(최종지점에서의 출력빔)의 위치가 달라지게 될 경우 LoS가 구현되지 않는다. 따라서, 송신부의 입력, 광섬유의 위치, 또는 수신부의 위치를 조절하여 수신 효율을 높여야 한다. 수신 효율을 높이기 위하여는 광원이 지나가는 모든 부품의 광축(예를 들어, 병렬로 이루어진 여러 개의 렌즈, 광을 입력시키는 광섬유와 같은 부품)이 정렬되어야 한다. 이렇게 하면, 광원이 평행하게 진행되므로 전송 거리에 상관없이 수신 효율을 높일 수 있다.

[0005] 장거리 무선 광 전송을 위해, 기존의 무선 광통신 시스템은 여러 개로 구성된 렌즈의 광축을 정렬시킨다. 이를 위해, 현재 별도의 평행광원 및 장비를 사용하여 여러 개의 렌즈를 정렬하고 있다. 또한, 광 무선 전송 시스템에 광축이 정렬된 렌즈를 설치하고, 광섬유를 통해 송신부에서 출력되는 광을 렌즈에 입사되게 한다. 이 때, 광섬유에서 출력되는 광원의 광축과 렌즈의 광축이 정렬되어야 한다. 그렇지 않으면, 특히 단일 광학계를 사용한 양방향 광 무선 통신은 렌즈를 통해 출력되는 빔이 광축과 평행하게 진행되지 않아 무선 광통신 효율이 낮고, 광송신부와 광수신부간의 정렬이 잘 이루어지지 않는다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 자유공간상에서 고정형 광 무선 통신과, 움직이는 이동체를 활용한 광 무선 통신 장치를 구현하기 위해 다양한 광학 부품들의 광축을 조정하는 장치 및 방법을 제안하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0007] 장거리 광 무선 통신을 원활히 수행하기 위해서는 광학 부품들의 광축이 일치되어야 한다. 본 발명은 별도의 광축 정렬 장비 없이, 광 무선 통신 장치에 쿼드런트 포토다이오드(Quadrant Photodiode)(QPD)와 아이리스 다이어프램(Iris Diaphragm)을 활용하여 광송신부의 종단 광섬유와 여러 개의 병렬로 구성된 렌즈의 광축 정렬을 구현한다. 아이리스 다이어프램은 QPD의 수광영역보다 큰 빔을 수광영역에 들어가도록 작게 만들 수 있어서 광축 정렬을 더욱 쉽게 할 수 있다.

[0008] 구체적으로, 상기 과제해결을 위한 본 발명의 한 측면에 따르면, 송신기로부터 광을 전달받아 출력하는 광출력기; 상기 광출력기에서 출력된 광이 수광되는 QPD; 상기 광출력기와 상기 QPD 사이에 위치하여 상기 QPD에 수광되는 광의 빔 크기를 조절하는 아이리스 다이어프램을 포함하는, 자유공간에서의 무선 광통신을 위한 광축을 조정하는 장치가 제공된다. 여기서 상기 광출력기는 광섬유 종단면 역할을 하는 광섬유 커넥터인 것이 바람직하다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기와 같이 구성되는 광축 조정 장치를 이용하여 상기 광출력기를 통해 광원을 출력하는 단계; 상기 출력되는 광의 빔 크기가 상기 QPD의 수광영역보다 작도록 상기 아이리스 다이어프



램을 조절하는 단계; 상기 QPD의 중심에 상기 광이 수광되도록 상기 광출력기와 QPD 간의 광축을 정렬하는 단계; 상기 광출력기와 QPD 사이에 렌즈를 추가하여 이 렌즈를 투과한 광이 상기 QPD의 중심에 수광되도록 렌즈의 광축을 정렬하는 단계; 및 상기 렌즈를 투과한 광의 빔 크기가 상기 QPD의 수광영역과 동일한 크기가 되도록 상기 아이리스 다이어프램을 조절하는 단계를 포함하는 광축 조정 방법이 제공된다.

[0010] 여기서, 상기 QPD의 중심에 상기 광이 수광되도록 상기 광출력기와 QPD 간의 광축을 정렬하는 단계는, 상기 광출력기에서 출력되는 광이 진행하는 Z 방향 및 그 반대 방향으로 광출력기의 위치를 변경하여 QPD에 수광되는 광의 위치가 변경되는지 판단하는 단계를 포함할 수 있다. 이 단계는 또한, 상기 광출력기의 위치를 변경하여 QPD에 수광되는 광의 위치를 일치시키는 단계는, 상기 Z 방향 및 그 반대 방향 이외에 X, Y, PAN, 및 TILT 중 적어도 하나 이상의 방향으로 광출력기의 위치를 추가로 변경하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 이상에서 소개한 본 발명의 구성 및 작용은 이후에 도면과 함께 설명하는 구체적인 실시예를 통하여 더욱 명확해질 것이다.

### 발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, QPD 및 아이리스 다이어프램을 사용하여 단일 광학계를 사용한 장거리 광 무선 통신시 광송신부와 광수신부간의 정렬이 용이해지고 양방향 송수신 효율을 극대화할 수 있다. 또한, 광원이 장거리를 지나면서 광축이 변하지 않는 것을 광섬유 종단면의 위치를 조절함으로써 확인할 수 있으며 광축 정렬을 쉽게 수행할 수 있다. 또한 여러 개의 병렬로 구성된 렌즈의 광축 정렬을 구현할 수 있어 별도의 렌즈 광축 정렬 장비가 필요 없게 된다.

[0013] 더 나아가, 무선 광통신 장치에 QPD 및 아이리스 다이어프램을 적용하여 데이터 전송, 트래킹 및 광축 정렬을 동시에 수행할 수 있는 장점이 있다. 광섬유 종단면과, 병렬로 나열된 렌즈들의 광축 정렬을 광 무선 통신 장치 내부에 구현함으로써 두 터미널(terminal)간 정렬이 용이하고 수신 효율을 높이는 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1a, 1b는 본 발명의 실시예에 따른 무선 광통신 장치에서 광축 일치 여부에 따른 빔의 진행 경로를 나타내는 예시도.

도 2는 광축 정렬을 위해 사용되는 쿼드런트 포토다이오드(QPD)의 개략도.

도 3a, 3b는 QPD를 이용해 빔의 위치를 확인하기 위하여 시각화한 예시도.

도 4a, 4b는 QPD와 아이리스 다이어프램을 사용한 광축 정렬 방법의 개념도.

도 5는 광축 정렬을 위해 사용되는 아이리스 다이어프램의 개략도.

도 6은 본 발명의 광축 정렬 방법이 적용된 광 무선 전송 장치의 구성도.

도 7은 본 발명의 광축 정렬 수행 방법의 프로세스 흐름도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 이들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 기술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 기재에 의해 정의된다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 이외의 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0016] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가급적 동일한 부호를 부여하고 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0017] 도 1a, 1b는 본 발명의 실시예에 따른 무선 광통신 장치에서 광축 일치 여부에 따른 빔의 진행 경로를 나타내는

예시도이다.

[0018] 도 1a는 자유공간상에서 Terminal 1과 Terminal 2간의 광 무선 통신시 Terminal 1과 Terminal 2에 포함된 광학 계들의 광축이 일치된 경우 광원의 경로가 직선으로 진행하게 되어 광 정렬이 용이하게 이루어지는 것을 나타낸다. 하지만, 도 1b와 같이 광축이 일치되지 않을 경우에는, 광원이 특정 각을 이뤄 진행된다. 광원이 특정 각을 이뤄 진행하게 되면, 장거리 진행 후 빔의 경로가 많이 벗어나는 현상이 발생한다. 비록 Terminal 1에서 Terminal 2로 특정 각을 이뤄 진행한 광(실선)이 Terminal 2에 입사되었지만, Terminal 2에서 Terminal 1로 진행하는 광(점선)은 Terminal 1의 수신부보다 벗어난 위치에 입사하게 된다.

[0019] 단일 광학계를 사용하는 양방향 전송의 경우, 광축이 일치되어 있지 않으면 아무리 Terminal 1과 Terminal 2를 정렬하더라도 수신 효율이 현저히 낮아진다. 또한, 양방향의 광 정렬은 매우 어려운 면이 있다.

[0020] 도 2는 본 발명에서 광축 정렬을 위해 사용할 쿼드런트 포토다이오드(QPD)의 개략도이다. 도 3a, 3b는 QPD를 이용한 빔의 위치를 확인하기 위하여 시각화한 예시도이다.

[0021] QPD(20)는 4개의 포토다이오드 A, B, C, D로 구성되어 있으며 각각의 셀에서 입사된 광량을 전류로 측정할 수 있다. 이 때, 광원은 가시광선 또는 적외선을 사용할 수 있다. QPD(20)의 경우도 여타의 PD(포토다이오드)와 마찬가지로 광원의 파장에 따라 가시광선 및 적외선 파장 대역을 선택하여 사용할 수 있다. QPD(20)는 4개의 셀에서 측정된 전류를 이용하여 빔이 입사되는 위치 및 전체 전류를 계산할 수 있다.

[0022] 이러한 특성을 이용하여 무선 광통신 시스템의 광축을 정렬할 수 있다. 빔의 위치 좌표(X, Y)는 각각의 4개의 셀(A, B, C, D)에서 측정된 전류값과, 4개의 셀에서 측정된 전류의 전체(Sum)값을 이용하여 아래 수식과 같이 계산한다.

$$X = \frac{A+B-C-D}{Sum}, Y = \frac{A+C-B-D}{Sum}$$

[0023]

[0024] 위 수식식을 사용하여 좌표값에 해당하는 X, Y 값을 계산하면 QPD(20)로 입사하는 빔의 위치 좌표를 얻을 수 있다. 이 빔의 위치 좌표를 사용하여 프로그래밍하면 도 3a, 3b와 같이 시각화할 수 있다. 이를 통해, 빔의 위치가 변화되는 것을 직관적으로 관찰할 수 있다.

[0025] 도 4a, 4b는 QPD 및 아이리스 다이어프램을 사용한 광학계 광축 정렬 방법의 개념 설명도이다. 도 5는 본 발명에서 광축 정렬을 위해 사용되는 아이리스 다이어프램의 개략도이다.

[0026] 일반적인 장거리 무선 광통신의 경우 통신을 원활히 수행하기 위해 수 ~ 수십 cm 크기의 빔을 사용하는데, 이는 QPD(20)의 수광영역(25)보다 빔의 크기(24)가 훨씬 크다(예를 들어, 도 4a). QPD(20)의 수광영역은 수 mm 정도 이므로 도 4a와 같이 빔의 크기(24)가 QPD(20)의 수광영역(25)보다 클 경우 광축이 틀어졌어도 빔의 위치가 변화하는 과정을 QPD(20)에서 확인이 불가능하다.

[0027] 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 도 5의 아이리스 다이어프램(22)을 사용한다. 도 4b와 같이 아이리스 다이어프램(22)을 사용하여 빔의 크기(24)가 QPD(20)의 수광영역(25) 내에 들어오도록 줄임으로써 빔의 이동 경로를 용이하게 확인할 수 있다. 아이리스 다이어프램(22)은 홀 사이즈 조절이 가능하므로, 대구경 광학계에서 사용하여도 QPD(20) 수광영역 크기에 맞게 빔의 크기를 조절할 수 있는 장점이 있다.

[0028] 도 4b와 같이 렌즈(37)의 광축을 정렬하기 위해서 송신기에서 송출된 광을 광섬유로 전달받아 출력하는 광출력기(광섬유 종단면)의 역할을 하는 것으로 광섬유 커넥터(10)가 사용되었다.

[0029] 본 발명에 따른 광축 정렬을 위해 먼저 렌즈(37) 없이 아이리스 다이어프램(22)을 통해 QPD(20)로 빔을 조사한다. 이때 아이리스 다이어프램(22)의 홀을 좁게 조절하여 QPD(20)의 수광영역 내에 빔이 들어오도록 한다.

[0030] 광섬유 커넥터(10)는 5축(X, Y, Z, Pan, tilt) 스테이지(12)에 고정되어 있으며 광이 진행되는 방향, 즉 Z축 및 -Z축으로 움직여 광섬유 커넥터(10)를 앞 뒤로 제어한다. 빔을 장거리로 전송한 후, 광축과의 일치 여부를 판정하기 위해 광섬유 커넥터에서 QPD(20)의 위치를 Z 방향으로 증가시키면서 빔의 위치를 확인해야 한다. 그러나 이와 같은 작업은 일반적인 실험실 환경에서는 구현하는 데 한계가 있다. 따라서 QPD(20) 대신에, 광섬유 커넥터(10)의 위치를 Z, -Z 방향으로 움직이는 것이다. 이렇게 작업하면 광축이 일정하게 유지되는지 여부를 빔의 위치 이동 여부를 확인하여 검증할 수 있어 효과적이다.

[0031] 만일 QPD(20)에 가까워지는 방향(예를 들어, Z 방향)으로 광섬유 커넥터(10)를 움직일 때 빔의 위치가 도 3a와

같고, QPD(20)로부터 멀어지는 방향(예를 들어, -Z 방향)으로 움직였을 때 빔의 위치가 도 3b와 같다면, 광섬유 커넥터(10)의 광축이 일치하지 않은 것이다. 광섬유 커넥터(10)의 광축을 일정하게 맞추기 위해, 5축 스테이지(12)의 Pan과 Tilt를 조절하여 광섬유 커넥터(10)를 앞뒤로 움직이더라도 QPD(20)에 입사되는 빔의 위치가 움직이지 않게 조절한다.

[0032] 이와 같이 광섬유 커넥터(10)의 광축을 맞춘 후에, 렌즈(37)를 광섬유 커넥터(10) 앞에 위치시킨다. 이 때, 렌즈(37)가 없을 경우와 렌즈를 하나 실장했을 경우에 QPD(20)에 입사되는 빔의 위치가 일정해야 한다. 만일 빔의 위치가 다를 경우 렌즈(37)를 조정할 수 있는 조정부(도시하지 않음)의 pan과 tilt를 조절하여 렌즈(37)가 없었을 때의 빔의 위치와 같아지도록 한다. 그리고 광섬유 커넥터(10)를 Z 방향으로 움직이면서 QPD(20)에 입사되는 빔의 위치 변화를 관찰하여 광축이 일치되는 지점에서 렌즈(37)를 고정한다. 이와 같은 방법으로 다수의 렌즈를 하나씩 순차적으로 실장하면서 광축을 정렬할 수 있다.

[0033] 이상과 같이 본 발명은 광원을 장거리 전송시켜 광축이 일치하는지 확인하지 않고, 가까운 거리에서 광섬유 커넥터(10)의 위치를 앞 뒤로 이동하면서 광축의 일치 여부를 확인할 수 있다. 광축이 일치하지 않을 경우에 광축 정렬을 수행하면 된다.

[0034] 도 6은 자유공간에서 하나의 광 경로를 통해 양방향 통신이 가능한 광 무선 전송 장치에 본 발명의 광축 정렬 방법이 적용된 구성도이다.

[0035] Terminal 1과 Terminal 2에서 사용되는 광원은 서로 다른 파장을 사용한다. 두 파장을 분리하기 위해 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 필터를 사용한다. 먼저, Terminal 1의 SFP 트랜시버(33)의 송신부(30)에서 광이 출력되어 광섬유(15)를 통해 전달된다. 광섬유(15)를 통해 전달된 광은 5축 스테이지(12)에 장착된 광섬유 커넥터(10)를 통해 송출된다. 광섬유 커넥터(10)를 통해 송출된 광은 WDM 필터(36)에 의해 반사되어 다수의 렌즈(37)를 통해 자유공간으로 출력된다. 자유공간으로 진행한 광은 Terminal 2의 렌즈(37')를 통해 SFP 트랜시버(44)의 수신부(42)로 입사된다.

[0036] 이렇게 구성되는 Terminal 1과 Terminal 2 간의 광무선 양방향 통신을 수행하기 위해서 두 Terminal 간에 정렬이 필요하다. 또한, 두 Terminal이 LoS를 유지하기 위해 트래킹이 요구되는데, 이 트래킹을 위해 QPD(20)를 사용하였다(트래킹에 대한 설명은 이후 자세하게 설명할 것이다).

[0037] 즉, Terminal 1의 WDM 필터(36)에서 반사되어 렌즈(37)를 거쳐 자유공간으로 진행하는 제1 송신광(16)이 Terminal 2의 렌즈(37')를 통해 들어가 SFP 트랜시버(44)의 수신부(42)로 입사되기 전에 광분할기(Beam splitter)(39')를 사용하여 일정한 비율로 제1 송신광(16)을 나누어 제1 분할광(17)을 얻는다. 이 때, 이 제1 분할광(17)에 대해서 아이리스 다이어프램(22')과 QPD(20')를 이용해서 광축을 정렬한다.

[0038] 마찬가지로, Terminal 2에서 Terminal 1로 광을 송출할 시에, Terminal 2의 WDM 필터(36')에서 반사되어 렌즈(37')를 거쳐 자유공간으로 진행하는 제2송신광(18)이 Terminal 1의 렌즈(37)를 통해 들어가 SFP 트랜시버(33)의 수신부(31)로 입사되기 전에 광분할기(39)를 사용하여 일정한 비율의 광원을 경로 변경시켜서 제2분할광(19)을 얻는다. 제1분할광(17)과 같은 방법으로, 제2분할광(19)에 대해서 아이리스 다이어프램(22)과 QPD(20)를 이용해서 광축을 정렬한다.

[0039] 이상과 같이 도 6의 광 무선 통신 시스템에서 QPD(20, 20')를 사용하여 두 Terminal 간의 트래킹뿐만 아니라 광축 정렬을 수행할 수 있다. 또한 광 무선 전송 시스템에 아이리스 다이어프램(22)을 QPD(20) 앞에 위치시켜 광축 정렬할 때는 홀 사이즈를 줄여 QPD(20) 수광영역(25) 안에 빔이 들어올 수 있게 하고 트래킹용으로 사용할 때는 아이리스 다이어프램(22) 홀을 크게 열어 사용할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0040] 두 Terminal 간 데이터 전송을 위해 광 이더넷카드(optical Ethernet card)를 사용하여 영상이나 사진 등의 고화질 데이터를 광을 통해 무선으로 전송할 수 있다. 따라서 도 6에서는 SFP 트랜시버(33, 44)를 광 이더넷카드에 적용하여 광송신부와 광수신부를 구현할 수 있다.

[0041] 또한 송신부(30, 43)는 SFP 트랜시버(33, 44)에 포함된 TOSA 모듈에 광섬유 케이블을 꽂아 사용하였으며 수신부(31, 42)는 FPCB에 연결된 APD를 SFP 보드에 납땜 후 마지막 렌즈에서 출력되는 빔을 받을 수 있도록 APD를 마지막 렌즈 앞에 위치할 수 있도록 하였다.

[0042] 도 6에서 광분할기(39, 39')는 데이터전송을 위한 광원과 트래킹을 위한 광원을 분리하기 위해 사용되며, Block 필터는 통신 파장 외의 다른 파장의 빛을 차단하기 위해 사용된다.

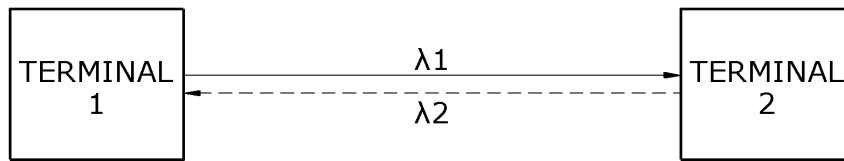
[0043] 다음에서, SFP 트랜시버(33)의 송신부(30)에서 출력되는 광에 대해 자세히 설명한다. 여기서, Terminal 1에서

Terminal 2로 입사하는 광에 대해서만 설명하였으며, Terminal 2에서 Terminal 1로 입사하는 광에 대한 설명도 이와 동일한 방식이다.

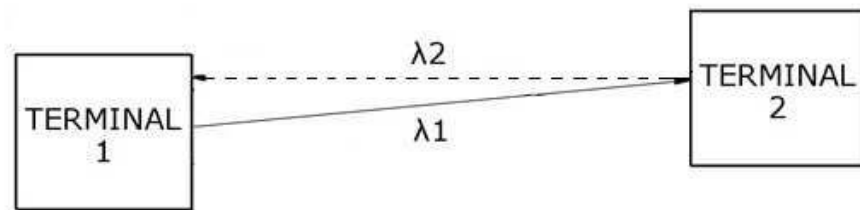
- [0044] 광무선 통신 시스템에서 사용되는 광원은 데이터 통신을 위한 광원과, 트래킹을 위한 광원으로 나누어진다. 기존에는 두 개의 광원을 사용하여 데이터 통신 및 트래킹을 수행하였다. 하지만 본 발명을 통해 하나의 광원을 사용하여 데이터 통신 및 트래킹을 수행할 수 있다. 이를 위해, 본 발명의 실시예에 따르면, 광분할기(beam splitter)(39')를 사용한다.
- [0045] 먼저 이해를 돕기 위해, SFP 트랜시버(33)의 송신부(30)에서 출력되는 광원의 70~80%(출력된 광원은 광분할기(39')를 통과하여 APD로 입사됨)는 데이터 통신을 위해 사용된다. 나머지 20~30%(광분할기(39')에서 반사되어 QPD(20')로 입사)는 트래킹을 위한 광원으로 사용된다.
- [0046] 앞에서 설명한 것처럼, 두 터미널 간 정렬을 위해 QPD(20')를 사용한다. 그리고, QPD(20')에 광원(여기서, 광원은 20~30%의 비율로 트래킹에 사용되는 광원에 해당)이 입사되면, 4개의 사분면에 입사되는 전류량(구동보드를 사용하여 데이터는 전압값으로 변환됨)을 알 수 있다. 이를 통해, 앞에 설명한 수식을 이용하여 좌표를 도출해 낸다. 두 터미널 간 정렬이 잘 된 경우는 X, Y 좌표가 0,0일 경우에 해당한다. 두 터미널 간 정렬이 안 된 경우 X, Y 값은 포화(saturation) 상태가 된다(saturation 값은 구동보드의 설정에 따라 값이 달라짐).
- [0047] 여기서, 트래킹 기술이란, 실시간으로 QPD(20') 좌표의 모니터링을 통해 두 터미널 간 정렬이 잘 수행(좌표가 0,0 되도록)되고 있는지 파악하고, 두 터미널을 실시간으로 움직여 정렬하는 기술을 의미한다. 트래킹을 하기 위해서는 고정밀 짐벌(gimbal)이 필요하다. 트래킹을 통해 QPD(20')의 좌표가 (0,0)이 되었는지 확인되면(즉, 터미널 간 정렬이 잘 됨을 의미), 데이터 통신을 위한 광원이 APD(즉, 트랜시버의 수신부)(42)에 잘 입사되었음을 판단할 수 있다. 즉, 사용되는 하나의 광원 중, 20~30% 비율(트래킹시 사용)의 광원이 잘 정렬되었는지 판단된 것만으로도 나머지 70~80% 비율의 광원이 APD(42)에 잘 입사되었음을 확인할 수 있다.
- [0048] 도 7은 본 발명에 따른 광통신 장치에서의 광축 정렬 수행 방법의 프로세스 흐름도이다.
- [0049] 광섬유 종단면(예를 들어 앞에서 설명한 광출력기 또는 광섬유 커넥터)을 통해 광원을 출력한다(S10). 이 때는 렌즈를 실장하지 않은 상태이다.
- [0050] 아이리스 다이어프램(22)의 홀을 조절하여 QPD의 수광영역(25)보다 빔의 크기(24)가 작게 되도록 조절한다(S20). 광축 조절을 용이하게 할 수 있도록 빔의 크기가 QPD 수광영역에 들어오도록 하기 위한 것이다.
- [0051] 광섬유 종단면과 QPD(20)의 중심축을 정렬시켜서(S30) 광원과 QPD(20)간의 광축을 정렬한다(S40). 앞에서 설명한 것과 같이 광섬유 종단면을 Z 방향으로 위치 변경하고 그에 따라 QPD에 수광되는 광의 위치를 판단하여 광축 일치 여부를 판단하고, 광축을 정렬하기 위하여 5축 스테이지를 사용한다.
- [0052] 제1, 2, 3, ..., n의 렌즈를 순차적으로 실장하여 광축을 정렬한다(S50). 앞에서 설명한 것과 같이 렌즈 조정부의 pan과 tilt를 조절하여 렌즈가 없었을 때의 빔의 위치와 같아지도록 한다.
- [0053] 다시 아이리스 다이어프램(22) 홀을 조절하여 빔 크기(24)가 QPD 수광영역(25)과 동일한 사이즈가 되도록 조절한다(S60). 이는 광축을 조정한 후에 QPD와 광원을 사용하여 트래킹을 수행하기 위한 것이다.
- [0054] 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 통하여 본 발명의 구성을 상세히 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 본 명세서에 개시된 내용과는 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호범위는 상기 상세한 설명보다는 후술한 특허청구범위에 의하여 정해지며, 특허청구의 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태는 본 발명의 기술적 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

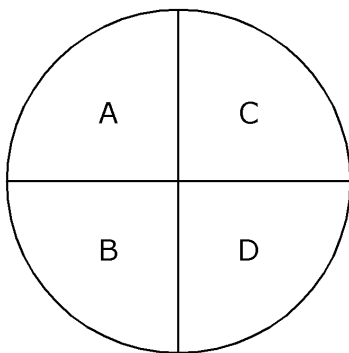
도면1a



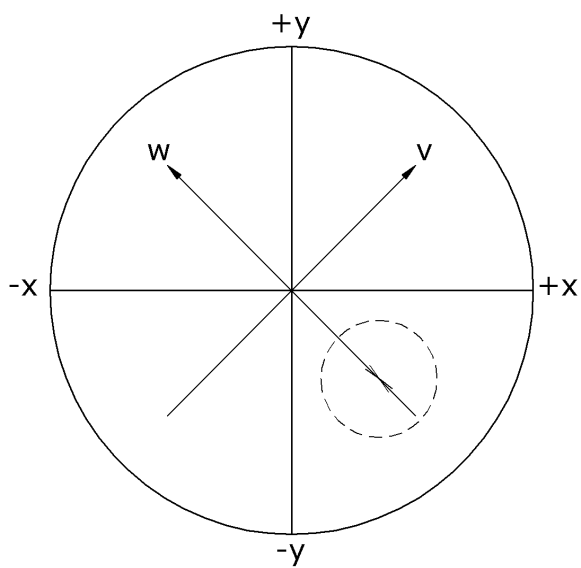
도면1b



도면2

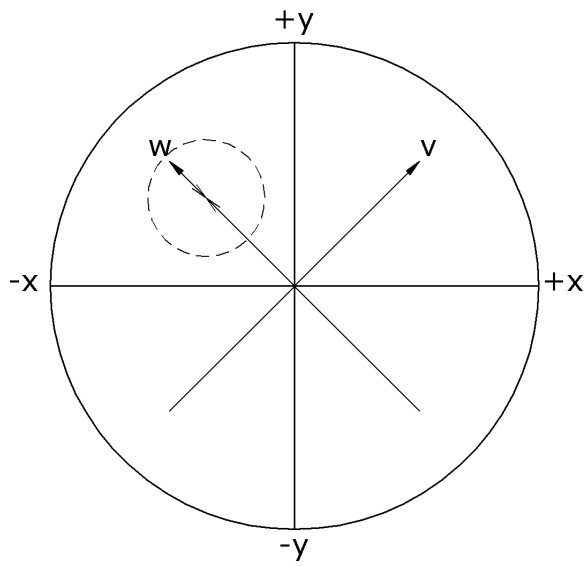


도면3a

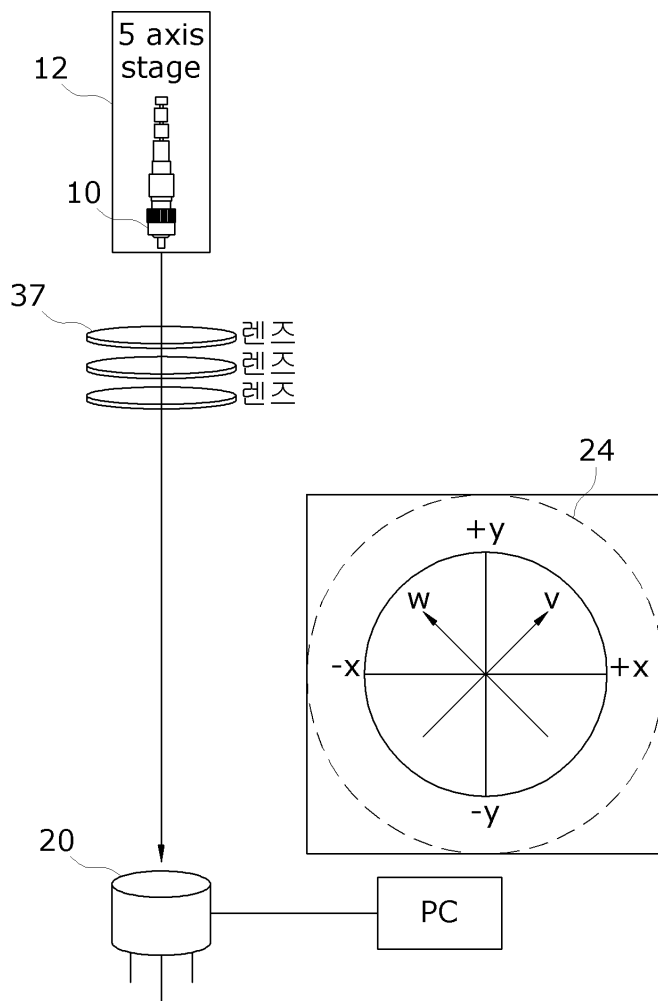




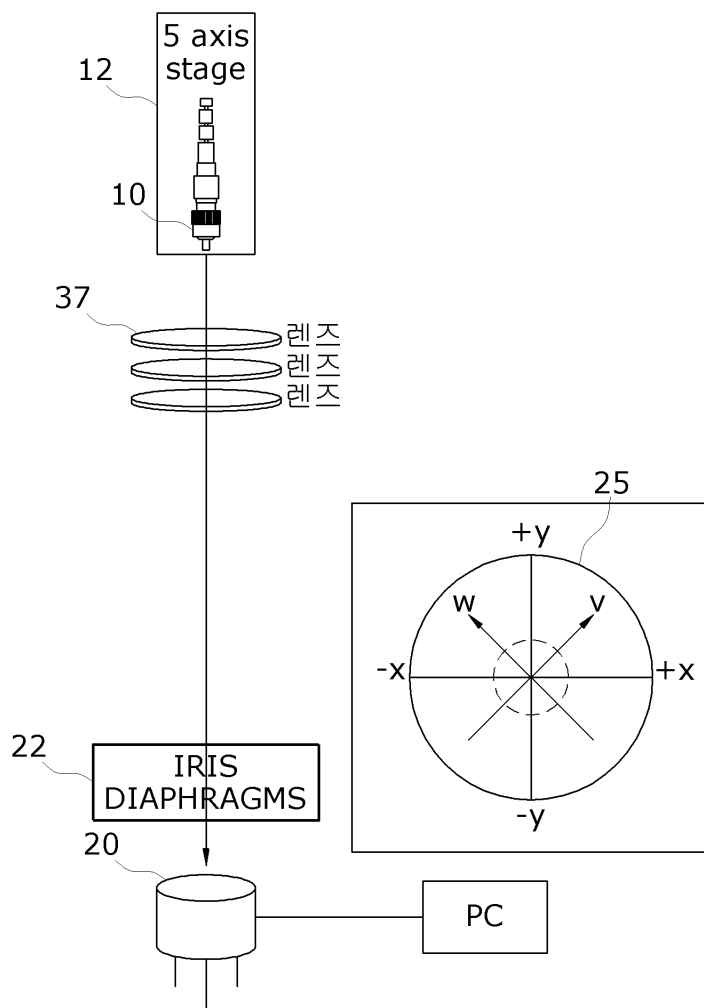
도면3b



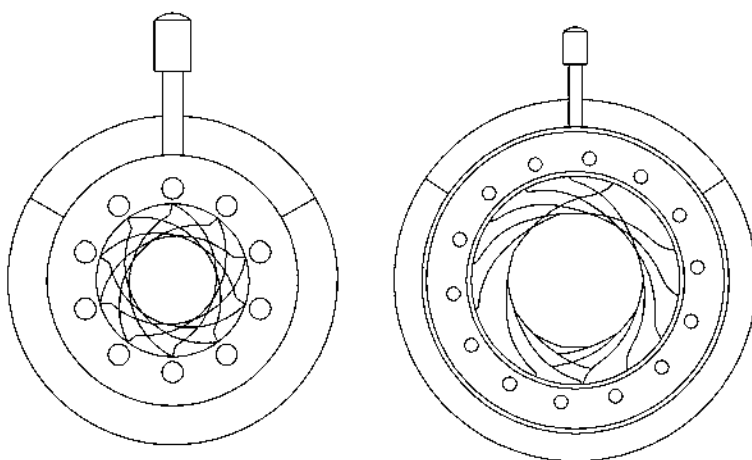
도면4a



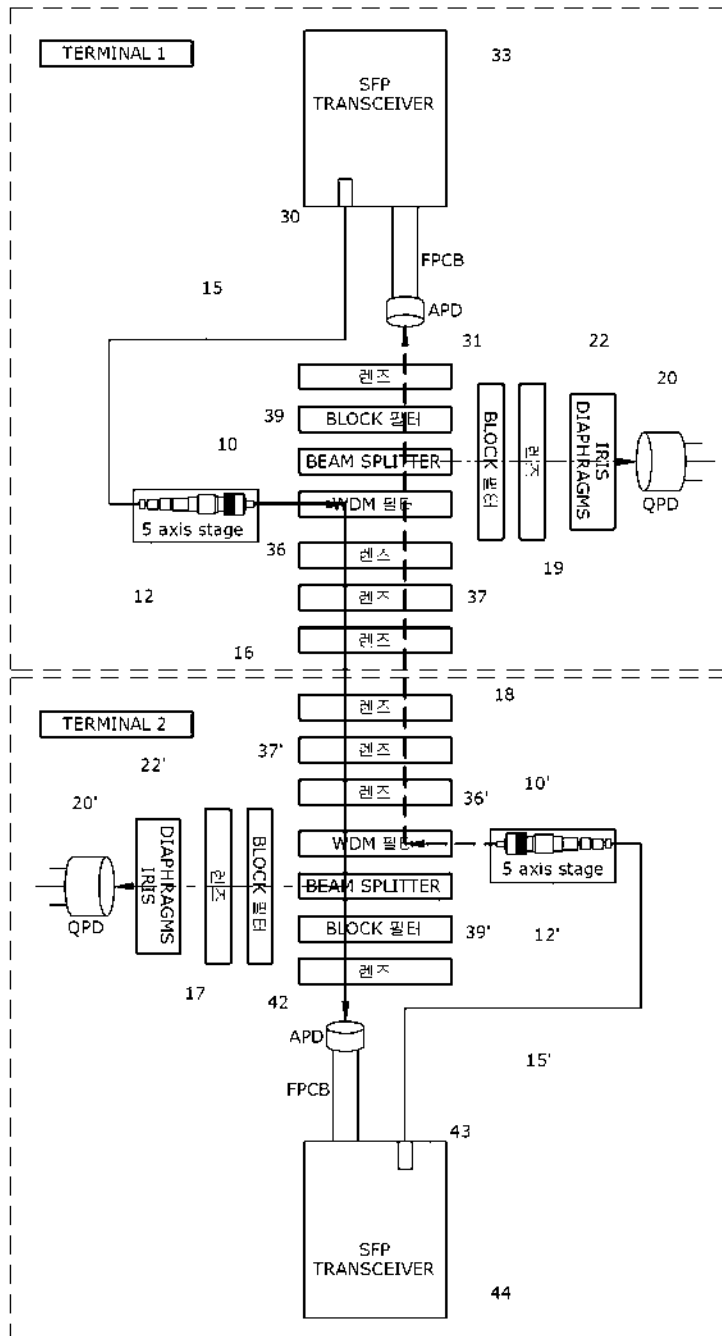
도면4b



도면5



도면6



도면7



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0071447  
(43) 공개일자 2020년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 10/112 (2013.01) G02B 26/08 (2006.01)

H04B 10/114 (2013.01) H04J 14/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04B 10/1123 (2013.01)

G02B 26/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0159188

(22) 출원일자 2018년12월11일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

강현서

광주광역시 광산구 수등로123번길 75, 102동 200  
2호(신가동, 수완 한양 수자인)

여찬일

광주광역시 광산구 첨단중앙로68번길 131, 302동  
905호(산월동, 부영아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지명

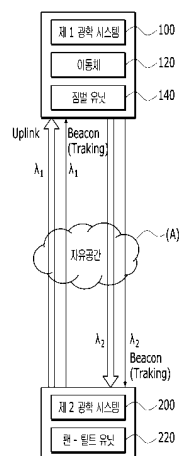
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 무선 광통신 장치 및 이의 양방향 무선 광통신 방법

## (57) 요약

본 발명에 따른 자유공간에서의 양방향 광전송이 가능한 무선 광통신 장치는 다운링크 방식을 통해 데이터를 전송하는 제 1 광학 시스템 및 상기 제 1 광학 시스템으로부터 데이터를 수신하고, 업링크 방식을 통해 제어신호를 상기 제 1 광학 시스템으로 전송하는 제 2 광학 시스템을 포함하되, 상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 하나의 포트를 통해 상기 데이터 및 제어신호를 송수신한다.

대표도 - 도1





(52) CPC특허분류

**H04B 10/1143** (2013.01)

**H04J 14/0202** (2013.01)

(72) 발명자

**허영순**

광주광역시 광산구 산월로 64, 1203동 404호 (산월동, 첨단6차부영사랑으로아파트)

**김계은**

전라남도 나주시 빗가람로 800, 304동 802호(빗가람동, 빗가람 사랑으로 부영3단지 아파트)

**김성창**

광주광역시 광산구 월계로 117-32, 118동 110호(월계동, 첨단산업기지 라인1차아파트)

**류지형**

전라북도 전주시 완산구 백제대로 133, 5층(효자동1가)

**박시웅**

광주광역시 광산구 첨단중앙로182번길 50, 1512호(쌍암동, 에이엠시티센트럴파크)

**김거식**

광주광역시 북구 임방울대로 1020, 205동 1603호(신용동, 첨단자이 2차)

**민기현**

광주광역시 광산구 월계로 223-17, 302동 910호(쌍암동, 한양에드가 302동)

**박형준**

광주광역시 북구 임방울대로 1020, 203동 1501호(신용동, 첨단자이 2차)

**손동훈**

전라남도 담양군 담양읍 미리산길 2, 102동 1406호(담양청전APT)

**이문섭**

대전광역시 유성구 지족로 343, 203동 1204호(지족동, 반석마을2단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18ZK1120

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국전자통신연구원

연구사업명 정부출연금사업(기관고유사업)

연구과제명 호남권 지역산업 기반 ICT융합기술 고도화 지원사업

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

자유공간에서의 양방향 광전송이 가능한 무선 광통신 장치에 있어서,

다운링크 방식을 통해 데이터를 전송하는 제 1 광학 시스템 및

상기 제 1 광학 시스템으로부터 데이터를 수신하고, 업링크 방식을 통해 제어신호를 상기 제 1 광학 시스템으로 전송하는 제 2 광학 시스템을 포함하되,

상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 하나의 포트를 통해 상기 데이터 및 제어신호를 송수신하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 상기 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 상기 데이터와 함께 전송하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 상기 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 포함하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 다운링크측 광송신부 및 WDM 필터를 통해 상기 데이터와 상기 트래킹용 광신호를 하나의 광신호로 변환하여 자유공간 상으로 출력하고,

상기 제 2 광학 시스템은 WDM 필터 및 빔 스플리터를 통해 상기 데이터와 트래킹용 광신호를 분리한 후, 상기 데이터는 다운링크측 광수신부를 통해 수신하고, 상기 트래킹용 광신호는 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 통해 수신하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 상기 다운링크측 광송신부를 통해 출력된 광신호를 전달하는 광섬유와 접속된 광커넥터를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 광신호의 진행거리를 조절하는 제 1 다운링크측 스테이지를 포함하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 상기 다운링크측 광수신부를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 상기 광신호의 수신 위치를 조절하는 제 2 다운링크측 스테이지를 포함하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 상기 업링크 방식을 통해 상기 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 상기 제어신호와 함

께 전송하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 상기 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 포함하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 업링크측 광송신부 및 WDM 필터를 통해 상기 제어신호와 상기 트래킹용 광신호를 하나의 광신호로 변환하여 자유공간 상으로 출력하고,

상기 제 1 광학 시스템은 WDM 필터 및 빔 스플리터를 통해 상기 제어신호와 트래킹용 광신호를 분리한 후, 상기 제어신호는 업링크측 광수신부를 통해 수신하고, 상기 트래킹용 광신호는 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 통해 수신하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 상기 업링크측 광송신부를 통해 출력된 광신호를 전달하는 광섬유와 접속된 광커넥터를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 광신호의 진행거리를 조절하는 제 1 업링크측 스테이지를 포함하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 상기 업링크측 광수신부를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 상기 광신호의 수신 위치를 조절하는 제 2 업링크측 스테이지를 포함하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 각각 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 송수신하되, 상기 트래킹용 광신호는 상기 하나의 포트를 통해 송수신되는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 이동체에 부착되어 자유공간 상에서 이동 중에 상기 데이터 및 제어신호를 송수신하고, 상기 제 2 광학 시스템은 지상에 배치되어 상기 데이터 및 제어신호를 송수신하는 것을 특징으로 하는 무선 광통신 장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 팬-틸트 유닛에 부착되어, 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 통해 상기 자유공간 상에서 상기 제 1 광학 시스템과의 광 정렬이 지속적으로 유지되는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 업링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되,

상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 1 광학 시스템은 상기 제 2 광학 시스템으로 알림 메시지를 전송함에 따라 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상이 수행되는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되,

상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 2 광학 시스템은 상기 팬-틸트 유닛을 통해 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행하여 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 정렬하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 상기 이동체의 짐벌 유닛에 부착되어, 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 통해 상기 자유공간 상에서 상기 제 2 광학 시스템과의 광 정렬이 지속적으로 유지되는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 광학 시스템은 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되,

상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 2 광학 시스템은 상기 제 1 광학 시스템으로 알림 메시지를 전송함에 따라 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상이 수행되는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 광학 시스템은 업링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되,

상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 1 광학 시스템은 상기 짐벌 유닛을 통해 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행하여 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 정렬하는 것인 무선 광통신 장치.

#### 청구항 20

자유공간 상에서의 무선 광통신 장치를 이용한 양방향 무선 광통신 방법에 있어서,

제 1 광학 시스템이 다운링크 방식을 통해 데이터 및 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 포함하는 제 1 광신호를 전송하거나, 제 2 광학 시스템이 업링크 방식을 통해 제어신호 및 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 포함하는 제 2 광신호를 전송하는 단계 및

상기 제 1 광학 시스템이 업링크 방식을 통해 상기 제 2 광신호를 수신하거나, 상기 제 2 광학 시스템이 다운링크 방식을 통해 상기 제 1 광신호를 수신하는 단계를 포함하되,

상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 하나의 포트를 통해 상기 제 1 및 제 2 광신호를 송수신하고,

상기 제 1 광학 시스템은 이동체에 부착되어 자유공간 상에서 상기 데이터 및 제어신호를 송수신하고, 상기 제

2 광학 시스템은 지상에 배치되는 것을 특징으로 하는 양방향 무선 광통신 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 자유공간 상에서의 양방향 광전송이 가능한 무선 광통신 방법 및 이의 양방향 무선 광통신 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 광을 이용하여 자유공간 상에서 무선으로 광송신 및 광수신을 하기 위해 다양한 구조와 많은 광부품이 사용되고 있다.

[0003] 종래에는 광을 자유공간 상으로 송신하기 위해, 송신을 위한 포트와 수신을 위한 포트가 달리 사용되어 무선 광통신 시스템이 구성되었다. 이러한 종래 기술의 경우, 자유공간 상에서 광송신 및 광수신을 각각 별도의 포트를 통해 무선 전송함에 따라, 송신용 광학계와 수신용 광학계를 각각 구성해야 하고, 또한 이들에 대하여 각각 광정렬 해야하는 번거로움이 있었다.

[0004] 자유공간 상에서 움직이는 대상체, 예를 들어 드론과 같이 실시간으로 움직이는 이동체와 무선 광통신을 하기 위해서는 광정렬 유지가 필요한데, 이를 위해서는 별도의 트래킹 기능이 필요하다. 그리고 이러한 트래킹 기능을 수행하기 위해서는 트래킹용 광학계가 별도로 구비되어야 한다.

[0005] 이렇듯 종래 기술의 경우, 자유공간 상에서 무선 광통신을 위해 사용되는 광학계는 데이터 전송용 및 트래킹용 광송신부와 광수신부가 별도로 구비되어야 하는바, 비용 증가 및 광송신과 광수신을 위한 각각의 광정렬이 필요하다는 번거로움이 있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예는 자유공간 상에서 움직이는 이동체와의 통신시 무선 광을 이용하여 광송신 및 광수신을 동일한 하나의 포트로 양방향 데이터 전송을 제공하며, 이와 동시에 이동체와의 광 정렬시 필요한 트래킹 기능까지 하나의 동일한 광 경로로 가능하게끔 하는 무선 광통신 장치 및 이의 양방향 무선 광통신 방법을 제공한다.

[0007] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 자유공간에서의 양방향 광전송이 가능한 무선 광통신 장치는 다운링크 방식을 통해 데이터를 전송하는 제 1 광학 시스템 및 상기 제 1 광학 시스템으로부터 데이터를 수신하고, 업링크 방식을 통해 제어신호를 상기 제 1 광학 시스템으로 전송하는 제 2 광학 시스템을 포함한다. 이때, 상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 하나의 포트를 통해 상기 데이터 및 제어신호를 송수신한다.

[0009] 상기 제 1 광학 시스템은 상기 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 상기 데이터와 함께 전송할 수 있다.

[0010] 상기 제 2 광학 시스템은 상기 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 제 1 광학 시스템은 다운링크측 광송신부 및 WDM 필터를 통해 상기 데이터와 상기 트래킹용 광신호를 하나의 광신호로 변환하여 자유공간 상으로 출력하고, 상기 제 2 광학 시스템은 WDM 필터 및 빔 스플리터를 통해 상기 데이터와 트래킹용 광신호를 분리한 후, 상기 데이터는 다운링크측 광수신부를 통해 수신하고, 상기 트래킹용 광신호는 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 통해 수신할 수 있다.

[0012] 상기 제 1 광학 시스템은 상기 다운링크측 광송신부를 통해 출력된 광신호를 전달하는 광섬유와 접속된 광커넥터를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 광신호의 진행거리를 조절하는 제 1 다운링크측

스테이지를 포함할 수 있다.

- [0013] 상기 제 2 광학 시스템은 상기 다운링크측 광수신부를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 상기 광신호의 수신 위치를 조절하는 제 2 다운링크측 스테이지를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제 2 광학 시스템은 상기 업링크 방식을 통해 상기 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 상기 제어신호와 함께 전송할 수 있다.
- [0015] 상기 제 1 광학 시스템은 상기 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 제 2 광학 시스템은 업링크측 광송신부 및 WDM 필터를 통해 상기 제어신호와 상기 트래킹용 광신호를 하나의 광신호로 변환하여 자유공간 상으로 출력하고, 상기 제 1 광학 시스템은 WDM 필터 및 빔 스플리터를 통해 상기 제어신호와 트래킹용 광신호를 분리한 후, 상기 제어신호는 업링크측 광수신부를 통해 수신하고, 상기 트래킹용 광신호는 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 통해 수신할 수 있다.
- [0017] 상기 제 2 광학 시스템은 상기 업링크측 광송신부를 통해 출력된 광신호를 전달하는 광섬유와 접속된 광커넥터를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 광신호의 진행거리를 조절하는 제 1 업링크측 스테이지를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 제 1 광학 시스템은 상기 업링크측 광수신부를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 상기 광신호의 수신 위치를 조절하는 제 2 업링크측 스테이지를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 각각 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 송수신하되, 상기 트래킹용 광신호는 상기 하나의 포트를 통해 송수신될 수 있다.
- [0020] 상기 제 1 광학 시스템은 이동체에 부착되어 자유공간 상에서 이동 중에 상기 데이터 및 제어신호를 송수신하고, 상기 제 2 광학 시스템은 지상에 배치되어 상기 데이터 및 제어신호를 송수신할 수 있다.
- [0021] 상기 제 2 광학 시스템은 팬-틸트 유닛에 부착되어, 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 통해 상기 자유공간 상에서 상기 제 1 광학 시스템과의 광 정렬이 지속적으로 유지될 수 있다.
- [0022] 상기 제 1 광학 시스템은 업링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되, 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 1 광학 시스템은 상기 제 2 광학 시스템으로 알림 메시지를 전송함에 따라 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상이 수행될 수 있다.
- [0023] 상기 제 2 광학 시스템은 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되, 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 2 광학 시스템은 상기 팬-틸트 유닛을 통해 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행하여 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 정렬할 수 있다.
- [0024] 상기 제 1 광학 시스템은 상기 이동체의 짐벌 유닛에 부착되어, 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 통해 상기 자유공간 상에서 상기 제 2 광학 시스템과의 광 정렬이 지속적으로 유지될 수 있다.
- [0025] 상기 제 2 광학 시스템은 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 2 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되, 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 2 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 2 광학 시스템은 상기 제 1 광학 시스템으로 알림 메시지를 전송함에 따라 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상이 수행될 수 있다.
- [0026] 상기 제 1 광학 시스템은 업링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 수신하기 위한 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 포함하되, 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부가 상기 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 상기 트래킹용 광신호가 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부의 중앙에 위치하지 않는 경우, 상기 제 1 광학 시스템은 상기 짐벌 유닛을 통해 상기 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행하여 상기 제 1 트래킹용 광신호 수신부를 정렬할 수 있다.



[0027] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 따른 자유공간 상에서의 무선 광통신 장치를 이용한 양방향 무선 광통신 방법은 제 1 광학 시스템이 다운링크 방식을 통해 데이터 및 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 포함하는 제 1 광신호를 전송하거나, 제 2 광학 시스템이 업링크 방식을 통해 제어신호 및 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 포함하는 제 2 광신호를 전송하는 단계 및 상기 제 1 광학 시스템이 업링크 방식을 통해 상기 제 2 광신호를 수신하거나, 상기 제 2 광학 시스템이 다운링크 방식을 통해 상기 제 1 광신호를 수신하는 단계를 포함한다. 이때, 상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 하나의 포트를 통해 상기 제 1 및 제 2 광신호를 송수신하고, 상기 제 1 광학 시스템은 이동체에 부착되어 자유공간 상에서 상기 데이터 및 제어신호를 송수신하고, 상기 제 2 광학 시스템은 지상에 배치된다.

### 발명의 효과

[0028] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 자유공간 상에서 움직이는 이동체와 통신시 무선 광을 이용하여 하나의 동일한 광 경로를 통해 양방향으로 데이터와 트래킹용 광신호를 동시에 전송할 수 있다.

[0029] 따라서, 자유공간 상에서 동일한 하나의 포트를 이용하여 양방향 무선 광 전송이 가능하여 시스템의 부품 수를 감소시킬 수 있다.

[0030] 또한, 움직이는 이동체와의 광 정렬시 필요한 트래킹용 광신호도 데이터 전송을 위한 포트를 공유함으로써, 별도의 트래킹용 광학계를 추가적으로 구비하지 않고도 구현이 가능하다는 장점이 있다.

[0031] 또한 광송수신부에는 광경로를 최적화하여 색수차 보정 및 정렬문제를 해결할 수 있도록 XYZ Stage를 부착하여 광전송 효율이 증대될 수 있다.

[0032] 또한, 트래킹용 광신호도 양방향으로 전송 가능하도록 하여 빠른 트래킹이 가능하며, 자유공간 상에서 무선 광을 이용하므로 Gbps 이상의 초고속 무선 광 통신이 가능하다는 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 제 1 광학 시스템 및 제 2 광학 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 제 1 광학 시스템에 부착된 짐벌 유닛의 예시도이다.

도 4은 제 2 광학 시스템에 부착된 펜-틸트 유닛의 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 방법의 순서도이다.

도 6은 제 1 광학 시스템의 송수신 렌즈의 일 예시를 도시한 도면이다.

도 7은 제 2 광학 시스템의 송수신 렌즈의 일 예시를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다.

[0035] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0036] 본 발명은 무선 광통신 장치(1) 및 이의 양방향 무선 광통신 방법에 관한 것이다.

[0037] 최근에는 자유공간에서 움직이는 이동체를 활용하여 다양한 서비스를 할 수 있다. 이에 따라 데이터량도 꾸준히 증가하고 있어 Gbps급 이상의 전송속도를 제공할 수 있는 광을 이용한 무선 광통신이 필요한 실정이다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자유공간(A) 상에서 드론과 같이 움직이는 이동체(120)와 실시간으로 무선 광통신을 할 수 있도록 하기 위하여, 광송신 및 광수신을 동일한 하나의 포트를 통해 양방향으로 데이터를 전송하고, 이와 동시에 트래킹용 광신호 역시 동일한 하나의 포트를 통해 전송할 수 있다.

[0039] 이하에서는 도 1 내지 도 4를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 자유공간(A) 상에서의 양방향 광전송이 가

능한 무선 광통신 장치(1)에 대하여 설명하도록 한다.

- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 장치(1)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 장치(1)는 제 1 광학 시스템(100) 및 제 2 광학 시스템(200)을 포함한다.
- [0042] 제 1 광학 시스템(100)은 이동체(120)에 부착되어 자유공간(A) 상에서 이동 중에 데이터를 광을 이용하여 송신하고 제어신호를 수신한다. 제 1 광학 시스템(100)은 다운링크 방식을 통해 데이터를 제 2 광학 시스템(200)으로 전송하고, 업링크 방식을 통해 제 2 광학 시스템(200)으로부터의 제어신호를 수신한다.
- [0043] 이러한 제 1 광학 시스템(100)이 부착되는 이동체(120)는 드론, 애드벌룬 등이 이에 해당할 수 있다.
- [0044] 제 2 광학 시스템(200)은 지상(Ground station)에 부착되어 상기 제 1 광학 시스템(100)으로부터 광을 이용하여 데이터를 수신하고 제어신호를 송신한다. 제 2 광학 시스템(200)은 다운링크 방식을 통해 제 1 광학 시스템(100)으로부터 데이터를 수신하고, 업링크 방식을 통해 제어신호를 제 1 광학 시스템(100)으로 전송한다.
- [0045] 이때, 본 발명의 일 실시예는 제 1 광학 시스템(100)과 제 2 광학 시스템(200)이 하나의 동일한 포트를 통해 데이터와 제어신호를 송수신하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 또한, 본 발명의 일 실시예는 자유공간(A) 상에서 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)과 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200) 간의 광송신 및 광수신을 지속적으로 유지시키기 위하여, 광 정렬시 필요한 트래킹용 광신호를 데이터 및 제어신호를 전송시 함께 광신호에 포함하여 상호간에 공유되도록 할 수 있다.
- [0047] 이러한 트래킹은 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)과 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)간의 무선 광통신시 에러 없이(Error Free) 전송이 유지되도록 동일한 광 경로를 지속적으로 사용할 수 있도록 하기 위한 것이다.
- [0048] 이때, 제 1 광학 시스템(100)과 제 2 광학 시스템(200)은 데이터와 제어신호의 송수신시 사용된 동일한 하나의 포트를 통해 트래킹용 광신호를 송수신할 수 있다. 즉, 제 1 광학 시스템(100)은 다운링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 상기 데이터와 함께 광신호로 전송하고, 제 2 광학 시스템(200)은 업링크 방식을 통해 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 제어신호와 함께 전송할 수 있다.
- [0049] 이러한 구조에 따라 본 발명의 일 실시예는 추가적인 트래킹용 광학계를 구비하지 않아도 되는 장점이 있다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에서 제 1 광학 시스템(100)과 제 2 광학 시스템(200)은 트래킹용 광신호로 Beacon 빔을 이용하여, 상호 간의 양방향 트래킹 기능이 구현 가능하다.
- [0051] 도 2는 제 1 광학 시스템(100) 및 제 2 광학 시스템(200)을 설명하기 위한 도면이다.
- [0052] 먼저, 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)에서 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)으로의 업링크 광전송 과정에 대해 설명하도록 한다.
- [0053] 이때, 제 1 광학 시스템(100)에서 다운링크 방식을 통해 광신호를 전송하는 구성을 다운링크 광송신부(101)라 하고, 제 2 광학 시스템(200) 다운링크 방식을 통해 광신호를 수신하는 구성을 다운링크 광수신부(208)이라 한다.
- [0054] 마찬가지로, 제 2 광학 시스템(200)에서 업링크 방식을 통해 광신호를 전송하는 구성을 업링크 광송신부(201)라 하고, 제 1 광학 시스템(100) 업링크 방식을 통해 광신호를 수신하는 구성을 업링크 광수신부(108)이라 한다.
- [0055] 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)은 업링크측 광송신부(201)에서 제어신호와 트래킹용 광신호를 광신호  $\lambda 1$ 으로 변환하여 광섬유에 입력시키면, 광증폭부(202)를 통해 광파워가 증폭되어 다음 광섬유로 출력된다.
- [0056] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 제 2 광학 시스템(200)은 업링크측 광송신부(201)를 통해 출력된 광신호  $\lambda 1$ 을 전달하는 광섬유와 접속된 광커넥터(203)를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상, 즉 x축, y축 및 z, xy축, yz축, zx축으로 이동시켜 렌즈(2-1)와 빔의 진행거리를 조절하는 제 1 업링크측 스테이지(204)를 포함할 수 있다.
- [0057] 렌즈(2-1)를 통과한 광신호  $\lambda 1$ 은 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 필터(205) 및 제 2 광학 시스템(200)의 송수신 렌즈(206)를 통해 자유공간(A) 상으로 출력된다.
- [0058] 제 2 광학 시스템(200)은 자유공간(A) 상으로 출력된 광신호  $\lambda 1$ 이 발산 혹은 콜리메이션(collimation)되어 움

직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)과의 무선 광통신이 지속적으로 유지될 수 있도록, 빔의 형태를 제 1 업링크측 스테이지(206)를 이용하여 렌즈(2-1)와 광신호의 진행 거리를 조절한다.

- [0059] 자유공간(A) 상으로 출력된 광신호  $\lambda 1$ 은 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)의 송수신 렌즈(106)에 집속되며, WDM 필터(105)를 통과하여 빔 스플리터(107)를 거쳐 광 파워가 분기되어 두 개의 광신호로 분리된다.
- [0060] 하나의 광신호는 제어신호를 포함한 광신호로 렌즈(1-2)를 통해 포커싱되어 업링크측 광수신부(108)로 입력되어 제어신호로 광전변환된다.
- [0061] 이때, 제 1 광학 시스템(100)은 업링크측 광수신부(108)를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 상기 광신호의 수신 위치를 조절하는 제 2 업링크측 스테이지(109)를 포함할 수 있다. 업링크측 광수신부(108)가 제 2 업링크측 스테이지(109)에 부착됨에 따라, 광신호가 최적의 광파워로 입력될 수 있도록 광신호의 수신 위치가 조절될 수 있다.
- [0062] 본 발명의 일 실시예는 이러한 XYZ Stage를 부착함으로써 광경로를 최적화하여 색수차 보정 및 정렬문제를 해결함으로써 광전송 효율을 증대시킬 수 있다.
- [0063] 빔 스플리터(107)를 거친 또 다른 광신호는 트래킹용 광신호로 렌즈(1-3)를 통해 포커싱되어 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)에 입력되며, 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)를 통해 광전변환되어 트래킹 처리를 한다.
- [0064] 다음으로, 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)에서 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)으로의 다운링크 광전송 과정에 대해 설명하도록 한다.
- [0065] 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)은 다운링크측 광송신부(101)에서 데이터와 트래킹용 광신호를 광신호  $\lambda 2$ 로 변환하여 광섬유에 입력시키면, 광증폭부(102)를 통해 광파워가 증폭되어 다음 광섬유로 출력된다.
- [0066] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 광학 시스템(100)은 다운링크측 광송신부(101)를 통해 출력된 광신호  $\lambda 2$ 를 전달하는 광섬유의 출력단과 접속된 광커넥터(103)를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 렌즈(1-1)와 빔의 진행거리를 조절하는 제 1 다운링크측 스테이지(104)를 포함할 수 있다.
- [0067] 렌즈(1-1)를 통과한 광신호  $\lambda 2$ 는 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 필터(105) 및 제 1 광학 시스템(100)의 송수신 렌즈(106)를 통해 자유공간(A) 상으로 출력된다.
- [0068] 제 1 광학 시스템(100)은 자유공간(A) 상으로 출력된 광신호  $\lambda 2$ 가 발산 혹은 콜리메이션(collimation)되어 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)과의 무선 광통신이 지속적으로 유지될 수 있도록, 빔의 형태를 제 1 다운링크측 스테이지(104)를 이용하여 렌즈(1-1)와 광신호의 진행 거리를 조절한다.
- [0069] 자유공간(A) 상으로 출력된 광신호  $\lambda 2$ 는 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)의 송수신 렌즈(206)에 집속되며, 제 2 광학 시스템(200)의 WDM 필터(205)를 통과하여 빔 스플리터(207)를 거쳐 광 파워가 분기되어 두 개의 광신호로 분리된다.
- [0070] 하나의 광신호는 데이터를 포함한 광신호로 렌즈(2-2)를 통해 포커싱되어 다운링크측 광수신부(208)로 입력되어 데이터로 광전변환된다.
- [0071] 이때, 제 2 광학 시스템(200)은 다운링크측 광수신부(208)를 부착시키고, x축, y축 및 z축 중 하나 이상으로 이동시켜 상기 광신호의 수신 위치를 조절하는 제 2 다운링크측 스테이지(209)를 포함할 수 있다. 다운링크측 광수신부(208)가 제 2 다운링크측 스테이지(209)에 부착됨에 따라, 광신호가 최적의 광파워로 입력될 수 있도록 광신호의 수신 위치가 조절될 수 있다.
- [0072] 빔 스플리터(207)를 거친 또 다른 광신호는 트래킹용 광신호로 렌즈(2-3)를 통해 포커싱되어 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)에 입력되며, 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)를 통해 광전변환되어 트래킹 처리를 한다.
- [0073] 한편, 본 발명의 일 실시예는 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)의 WDM 필터(105)와 송수신 렌즈(106) 사이의 광학빔의 크기를 조절하기 위하여 필요시 송수신 렌즈(106)를 추가하거나 줄일 수 있다. 또한, 렌즈(1-1), 렌즈(1-2), 렌즈(1-3)도 필요에 따라 구성에서 제외하거나 필요시 추가될 수 있다.
- [0074] 제 1 광학 시스템(100)과 마찬가지로 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)의 WDM 필터(205)와 송수신 렌즈(206) 사이의 광학빔의 크기를 조절하기 위하여 필요시 송수신 렌즈(206)를 추가하거나 줄일 수 있다. 또한, 렌즈(2-1), 렌즈(2-2), 렌즈(2-3)도 필요에 따라 구성에서 제외하거나 필요시 추가될 수 있다.

- [0075] 이때, 제 1 및 제 2 광학 시스템(100, 200)에 사용되는 모든 렌즈는 오목 렌즈, 볼록 렌즈, 실린드릭 렌즈 등 다양한 형태의 렌즈가 적용될 수 있다.
- [0076] 본 발명의 일 실시예는 제 1 및 제 2 광학 시스템(100, 200)의 송수신 렌즈(106, 206)의 앞단에 빔의 진행방향을 변경하기 위하여 미러(미도시)가 추가될 수 있으며, 이를 통해 빔의 경로를 다양하게 변경하여 사용할 수 있다.
- [0077] 본 발명의 일 실시예는 제 1 및 제 2 광학 시스템(100, 200)에 구비된 제 1 및 제 2 트래킹용 광신호 수신부(110, 210)를 구성하는 광소자는 QPD(Quadrant Photodiode), Position Photodiode 등이 적용될 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 트래킹용 광신호 수신부(110, 210)는 필요시 하나를 제외하고 단독으로 사용하여도 광정렬이 가능하다.
- [0078] 이하에서는 도 3 및 도 4를 참조하여 제 1 및 제 2 광학 시스템(100, 200)의 광 정렬을 위해 구비되는 추가적인 구성에 대하여 설명하도록 한다.
- [0079] 도 3은 제 1 광학 시스템(100)에 부착된 짐벌 유닛(140)의 예시도이다.
- [0080] 제 1 광학 시스템(100)은 이동체(120)의 짐벌 유닛(140)에 부착되어, 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 통해 자유공간(A) 상에서 제 2 광학 시스템(200)과의 광 정렬을 지속적으로 유지되도록 할 수 있다.
- [0081] 구체적으로 짐벌 유닛(140)을 이용하여 광 정렬이 수행되는 경우는 다음과 같다.
- [0082] 첫째로, 지상에 배치된 제 2 광학 시스템(200)의 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)가 제 1 광학 시스템(100)에 의해 전송된 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 빔 경로가 조금이라도 틀어져 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)의 중앙에 위치하지 않는 경우, 제 2 광학 시스템(200)은 제 1 광학 시스템(100)으로 알림 메시지를 전송함에 따라, 제 1 광학 시스템(100)은 짐벌 유닛(140)을 통해 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행할 수 있다.
- [0083] 두 번째로, 제 1 광학 시스템(100)의 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)가 제 2 광학 시스템(200)에 의해 전송된 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 빔 경로가 조금이라도 틀어져 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)의 중앙에 위치하지 않는 경우, 제 1 광학 시스템(100)은 짐벌 유닛(140)을 통해 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행하여 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)를 정렬할 수 있다.
- [0084] 이와 같은 정렬이 유지되면 다운링크측 광수신부(208) 및 업링크측 광수신부(108)에서도 에러 없이 무선 광전송이 유지될 수 있다.
- [0085] 도 4은 제 2 광학 시스템(200)에 부착된 팬-틸트 유닛(220)의 예시도이다.
- [0086] 제 2 광학 시스템(200)은 팬-틸트 유닛(220)에 부착되어, 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 통해 자유공간(A) 상에서 제 1 광학 시스템(100)과의 광 정렬을 지속적으로 유지되도록 할 수 있다.
- [0087] 구체적으로 팬-틸트 유닛(220)을 이용하여 광 정렬이 수행되는 경우는 다음과 같다.
- [0088] 첫째로, 움직이는 이동체(120)에 부착된 제 1 광학 시스템(100)의 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)가 제 2 광학 시스템(200)에 의해 전송된 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 빔 경로가 조금이라도 틀어져 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)의 중앙에 위치하지 않는 경우, 제 1 광학 시스템(100)은 제 2 광학 시스템(200)으로 알림 메시지를 전송함에 따라, 제 2 광학 시스템(200)은 팬-틸트 유닛(220)을 통해 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행할 수 있다.
- [0089] 두 번째로, 제 2 광학 시스템(200)의 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)가 제 1 광학 시스템(100)에 의해 전송된 트래킹용 광신호를 검출하지 못하거나, 빔 경로가 조금이라도 틀어져 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)의 중앙에 위치하지 않는 경우, 제 2 광학 시스템(200)은 팬-틸트 유닛(220)을 통해 패닝 및 틸트 동작 중 하나 이상을 수행하여 제 2 트래킹용 광신호 수신부(210)를 정렬할 수 있다.
- [0090] 이와 같은 정렬이 유지되면 다운링크측 광수신부(208) 및 업링크측 광수신부(108)에서도 에러 없이 무선 광전송이 유지될 수 있다.
- [0091] 한편, 제 1 및 제 2 광학 시스템(100, 200)과 짐벌유닛(120) 및 팬-틸트 유닛(220)의 내부에는 각 구성요소의 제어 및 데이터 처리를 위한 프로그램이 저장된 메모리 및 프로세서를 포함할 수 있다.



- [0092] 이때, 메모리는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다. 예를 들어, 메모리(140)는 콤팩트 플래시(compact flash; CF) 카드, SD(secure digital) 카드, 메모리 스틱(memory stick), 솔리드 스테이트 드라이브(solid-state drive; SSD) 및 마이크로(micro) SD 카드 등과 같은 낸드 플래시 메모리(NAND flash memory), 하드 디스크 드라이브(hard disk drive; HDD) 등과 같은 마그네틱 컴퓨터 기억 장치 및 CD-ROM, DVD-ROM 등과 같은 광학 디스크 드라이브(optical disc drive) 등을 포함할 수 있다.
- [0093] 이하에서는 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 자유공간(A) 상에서의 무선 광통신 장치(1)를 이용한 양방향 무선 광통신 방법을 설명하도록 한다.
- [0094] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 광통신 방법의 순서도이다.
- [0095] 먼저, 제 1 광학 시스템(100)은 다운로드 방식을 통해 데이터 및 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 포함하는 제 1 광신호를 전송하거나(S101), 제 2 광학 시스템(200)은 업링크 방식을 통해 제어신호 및 광 정렬을 위한 트래킹용 광신호를 포함하는 제 2 광신호를 전송한다(S111).
- [0096] 이에 따라, 제 1 광학 시스템(100)은 업링크 방식을 통해 제 2 광신호를 수신하고(S113), 제 2 광학 시스템(200)은 다운로드 방식을 통해 제 1 광신호를 수신한다(S103).
- [0097] 이때, 제 1 및 제 2 광학 시스템(100, 200)은 하나의 동일한 포트를 통해 제 1 및 제 2 광신호를 수신하는 것을 특징으로 한다.
- [0098] 이후 제 1 광학 시스템(100)은 수신한 제 2 광신호를 제어신호가 포함된 광신호와 트래킹용 광신호로 분리하여(S115) 각각 업링크측 광수신부(108) 및 제 1 트래킹용 광신호 수신부(110)를 통해 수신하고(S117), 제 2 광학 시스템(200)은 수신한 제 1 광신호를 데이터가 포함된 광신호와 트래킹용 광신호로 분리하여(S105) 각각 다운로드측 광수신부(208) 및 제 2 트래킹용 광신호 수신부(120)를 통해 수신한다(S107).
- [0099] 한편, 상술한 설명에서, 단계 S101 내지 S117은 본 발명의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 변경될 수도 있다. 아울러, 기타 생략된 내용이라 하더라도 도 1 내지 도 4에서 이미 기술된 내용은 도 5의 양방향 무선 광통신 방법에도 적용될 수 있다.
- [0100] 도 6은 제 1 광학 시스템(100)의 송수신 렌즈(106)의 일 예시를 도시한 도면이다. 도 7은 제 2 광학 시스템(200)의 송수신 렌즈(206)의 일 예시를 도시한 도면이다.
- [0101] 제 1 광학 시스템(100)과 제 2 광학 시스템(200)의 송수신 렌즈(106, 206)를 통해 출력되는 빔은 콜리메이션이 되도록 설계하였으며, Beacon 광신호를 검출할 수 있도록 QPD(Quad Photodiode)를 적용하여 설계하였다.
- [0102] 이때, 제 1 광학 시스템(100)의 송수신 렌즈(106)는 제 2 광학 시스템(200)의 송수신 렌즈(206)보다 1개가 더 적도록 설계하였다.
- [0103] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0104] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

## 부호의 설명

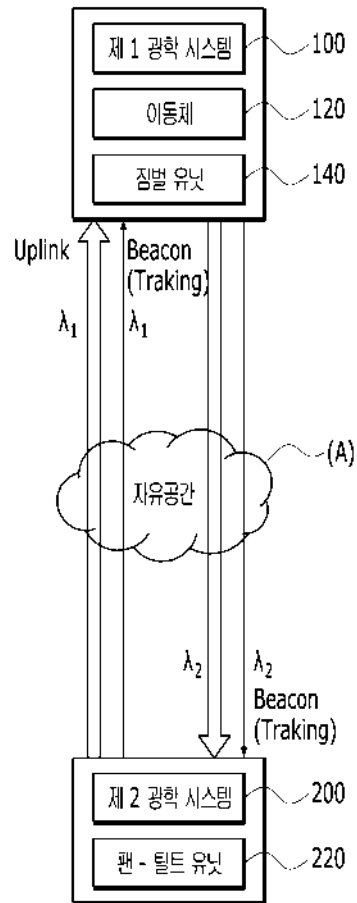
- [0105] 1: 무선 광통신 장치  
100: 제 1 광학 시스템  
120: 이동체  
140: 집벌 유닛

200: 제 2 광학 시스템

220: 팬-틸트 유닛

도면

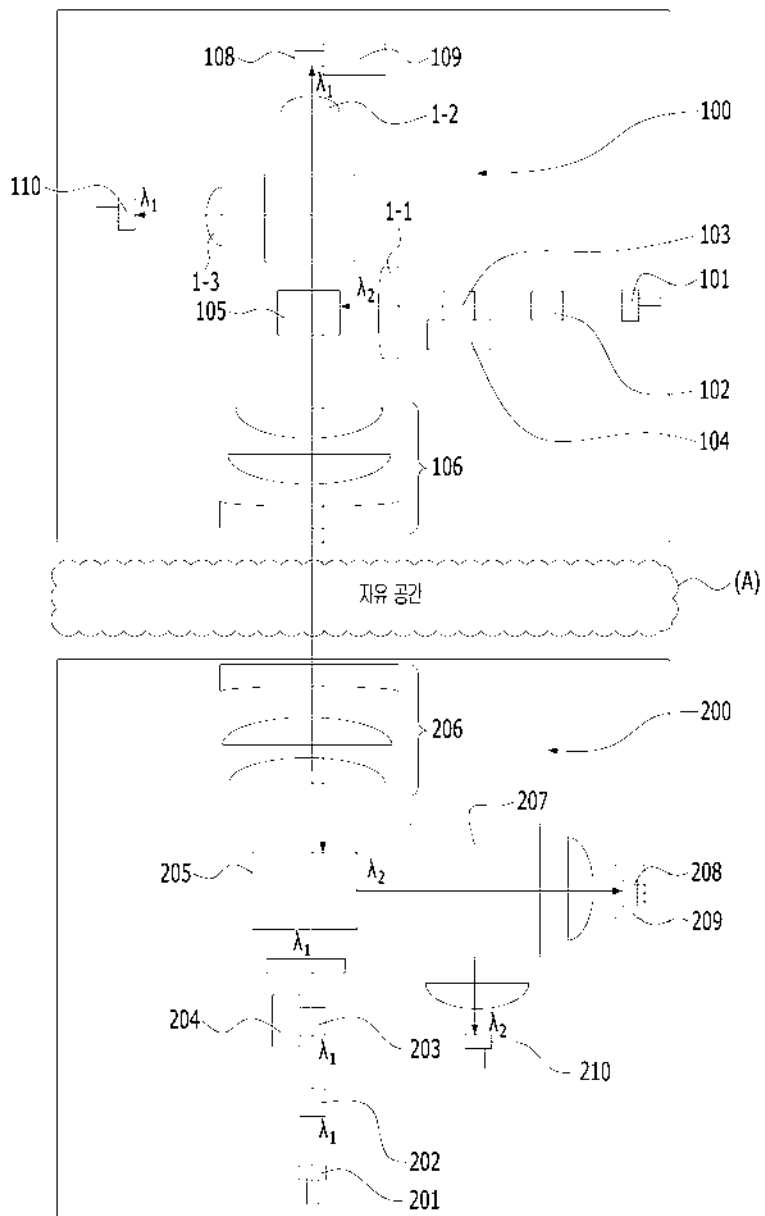
도면1



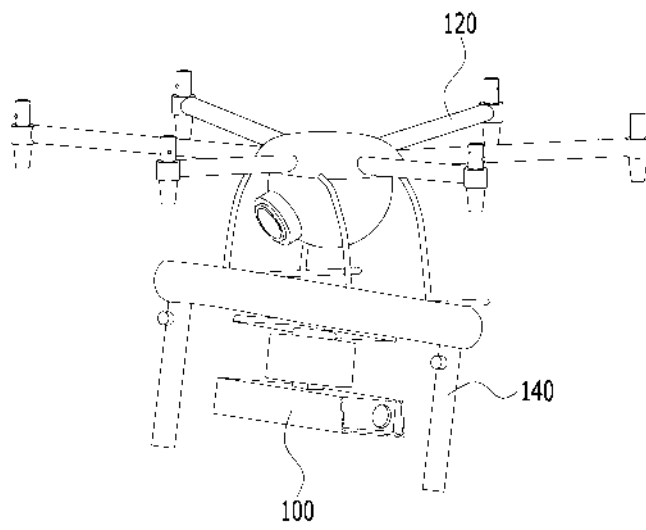
1



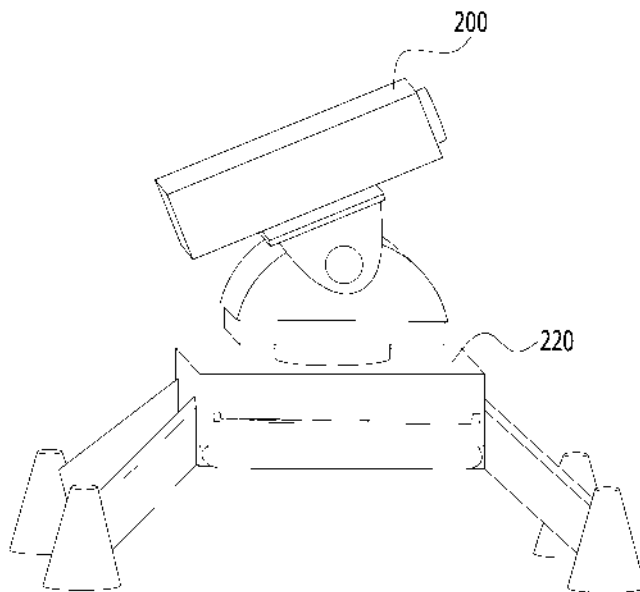
도면2



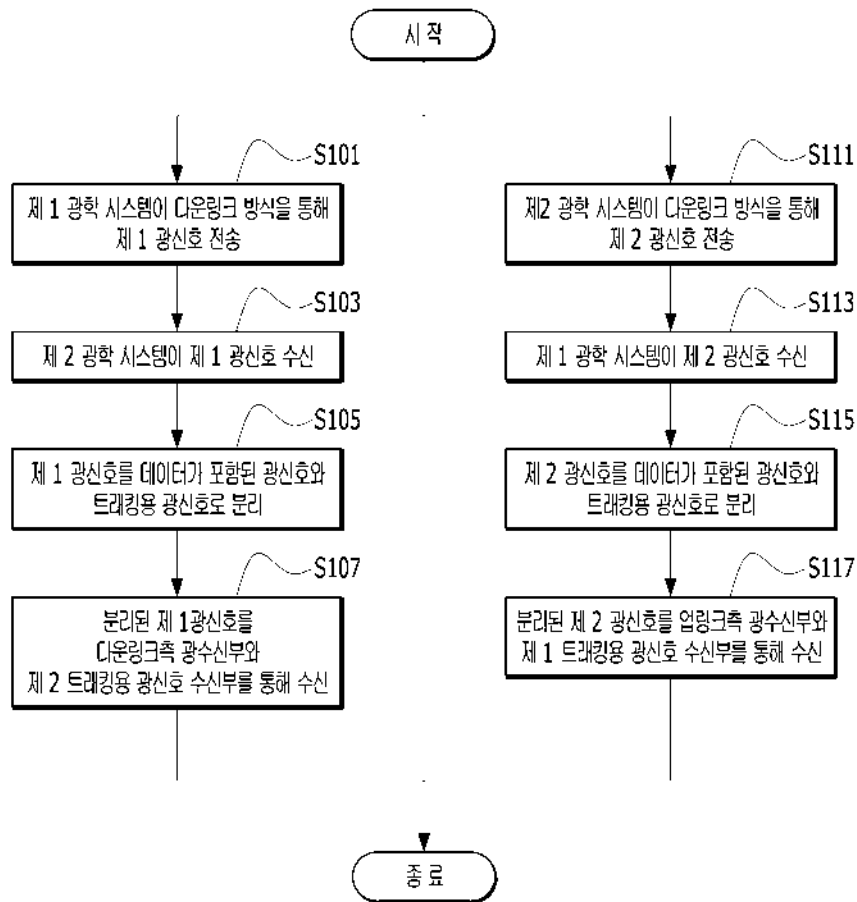
도면3



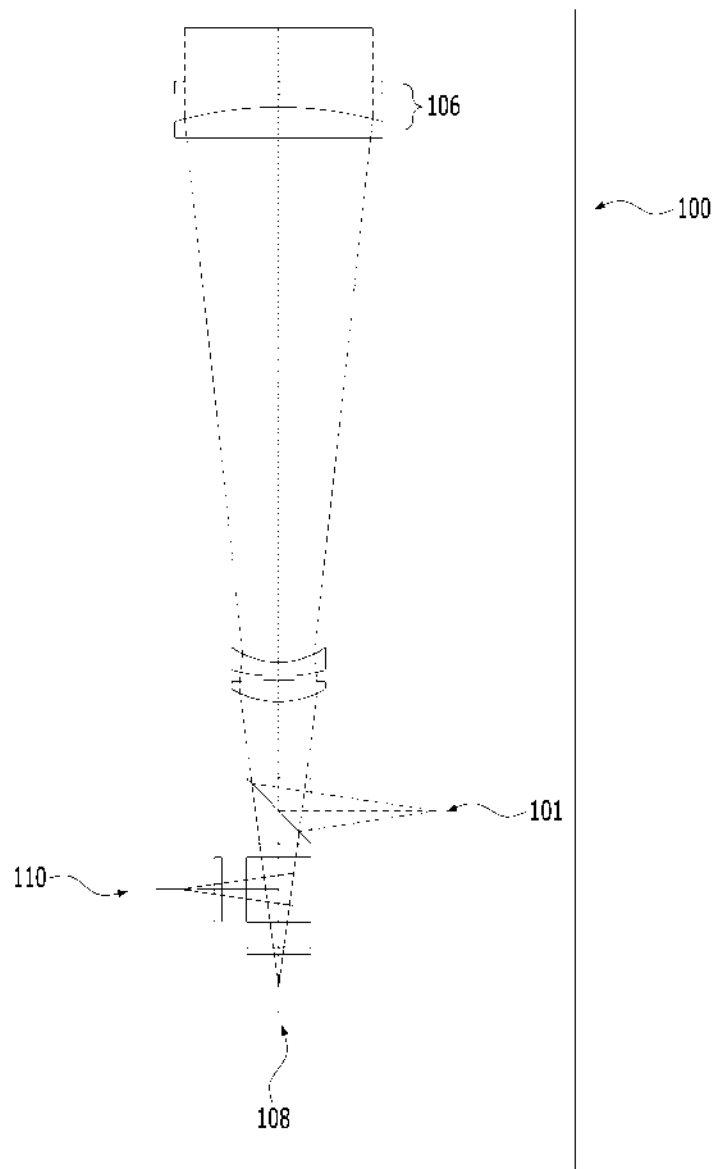
도면4



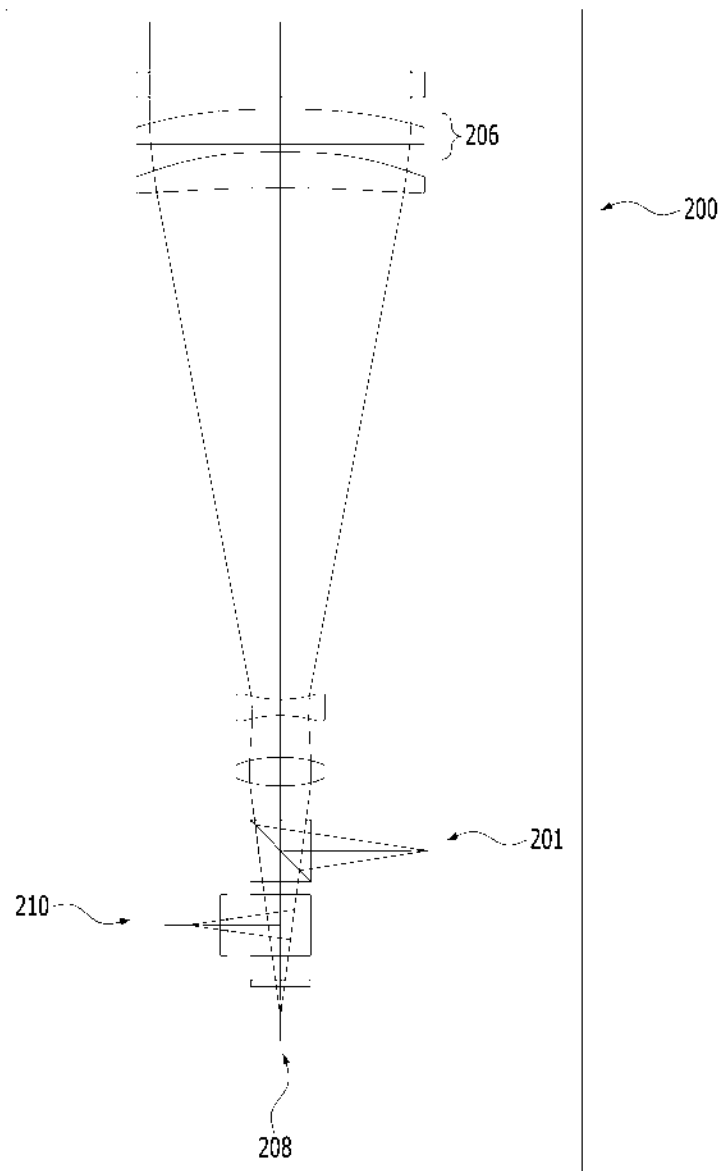
도면5



도면6



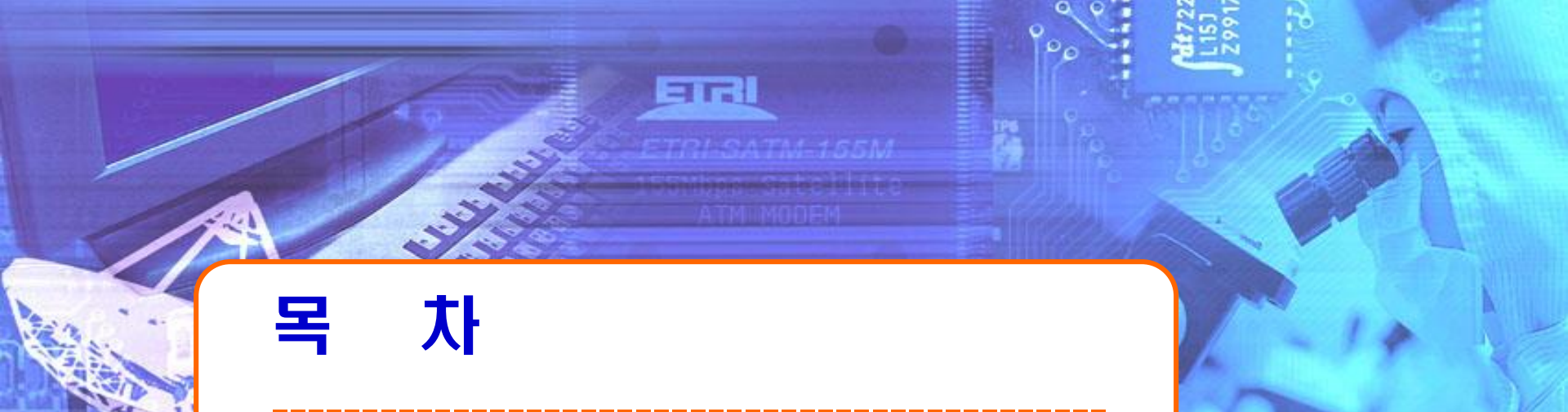
도면7



# 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진







## 목 차

---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장동향

# 1. 기술의 개요

## 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진

- 단위채널당 56Gbps로 구성되는 데이터센터 네트워크용 4채널 광송신 광학엔진 제작 기술
- CWDM4 파장(1271, 1291, 1311, 1331nm) 규격의 광원 적용
- 수직 광경로 변환을 위한 광학렌즈, 반사판 등의 광학기구 실장
- 고속 RF 신호의 전송을 위해 HTCC 세라믹 패키지 적용
- 관통비아(Via)가 구비된 유리재질의 커버 클라스를 사용함으로써 내부소자를 보호하고 내부의 고속 전기신호를 외부 전극과 연결 구조



[4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 시제품]

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술이전 내용 및 범위

1

4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 구조 설계

2

4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 부품 제작 및 패키징 기술

3

4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 평가 기술

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술 개발 현황

#### ● 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 구조 설계

- > HTCC 세라믹 패키지, 유리 인터포저 적용 RF 전송선로 설계 (고속 신호 전송 가능)
- > 3차원 광경로 변환을 통한 적층형 구조 설계 (Small Foot Print로 소형화 가능)
- > 인터포저가 구비된 커버 글라스를 적용한 고주파 전극 설계

#### ● 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 부품 제작 및 패키징 기술

- > SiOB 기반 Lens Self-Align 기술 및 광원소자 Flip-chip bonding 기술
- > 고속 신호 연결 및 광신호 연결을 위한 관통 비아(Via) 기반 글라스 인터포저 제작
- > 국부가열 저온 Laser Soldering 공정을 활용한 본딩 및 실링 기술(공정단순화)

#### ● 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 평가 기술

- > E/O Bandwidth, S-Parameter 등 고주파 특성 분석 기술
- > PAM4 x 56Gbps 변조 특성평가 셋업 및 분석 기술

## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술 개발 결과

#### ● 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 특성 요약

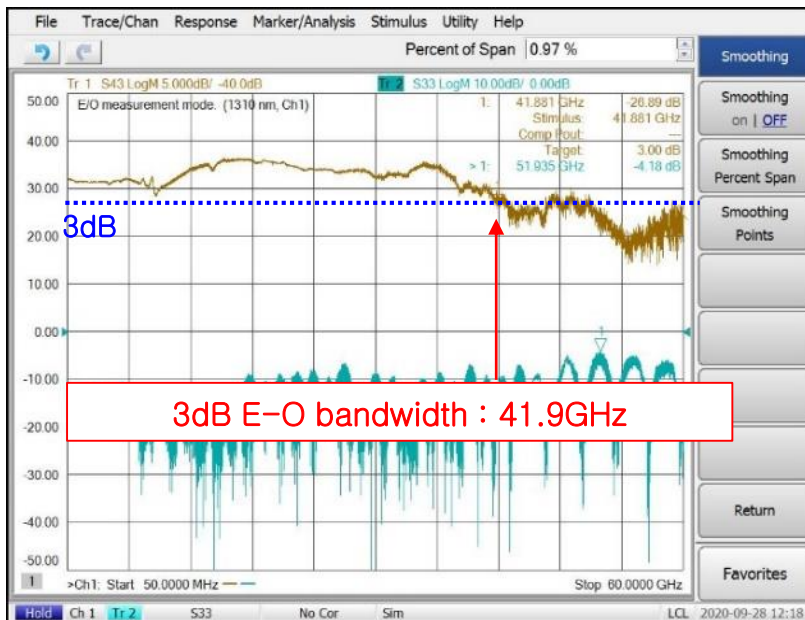
| 성능지표                        | 기준성능                               | 달성성능                     | 비고                 |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Bit rate                    | PAM4 56Gbps                        | PAM4 56Gbps              |                    |
| 3dB O-E BW                  | > 30GHz                            | > 38.5GHz                |                    |
| Wavelength                  | 1271, 1291, 1311, 1331 $\pm$ 6.5nm | 1271, 1291, 1309, 1329nm |                    |
| Optical Power               | > 0dBm                             | > 7.08dBm                |                    |
| SMSR                        | > 30dB                             | > 50.73dB                |                    |
| Die shear test              | > 68.2gf                           | > 264gf                  | Telcordia<br>GR468 |
| Wire pull test              | > 3gf                              | > 4.65gf                 |                    |
| Mechanical test 후<br>광출력 변화 | < 10%                              | < 2.82%                  |                    |

## 2. 기술이전 내용 및 범위

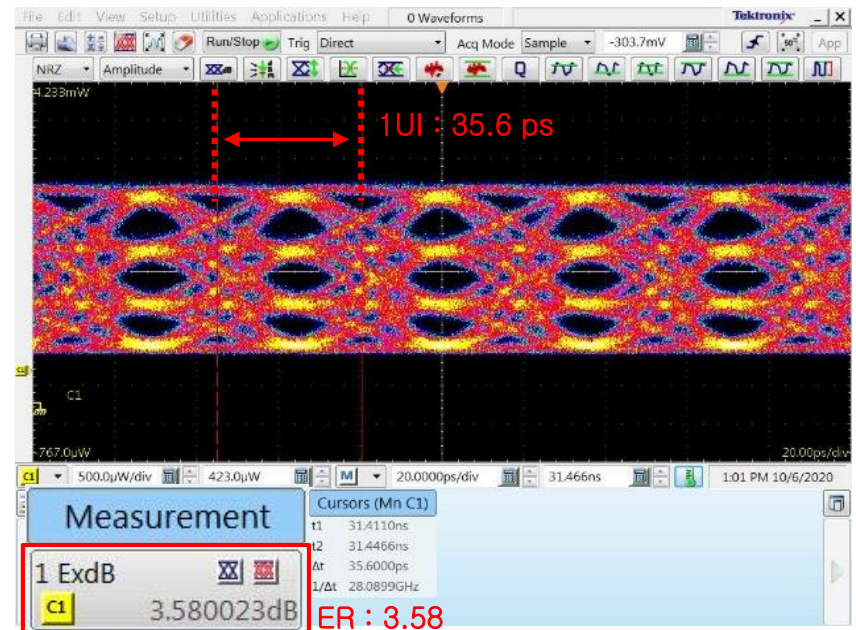
### ■ 기술 개발 결과

#### ● 4채널 x 56Gbps급 광송신 광학엔진 특성 평가 기술

##### ❖ E-O bandwidth



##### ❖ PAM4 56Gbps Eye Diagram





## 2. 기술이전 내용 및 범위

### ■ 기술 성숙도

❖ 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level) 단계 : ( 5 )단계

| 구 분            | 단계 | 정 의                                 | 세 부 설 명                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|----|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 기초<br>연구<br>단계 | 1  | 기초 이론/실험                            | •기초이론 정립 단계                                                                                                                                                                                                         |
|                | 2  | 실용 목적의 아이디어<br>특허 등 개념정립            | •기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계                                                                                                                                                                                     |
| 실험<br>단계       | 3  | 실험실 규모의<br>기본 성능 검증                 | •실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증될 수 있는 단계<br>•개발하려는 부품/시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계                                                                                                                                   |
|                | 4  | 실험실 규모의<br>소재/부품/시스템<br>핵심 성능 평가    | •시험생품을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계<br>•3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계<br>•컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계                                                                                                           |
| 시작품<br>단계      | 5  | 확정된 소재/부품/<br>시스템 시작품 제작<br>및 성능 평가 | •확정된 소재/부품/시스템의 실험실 시작품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계<br>•개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계<br>•경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계                                                   |
|                | 6  | 파일럿 규모<br>시작품 제작 및<br>성능 평가         | •파일럿 규모(복수 개~양산규모의 1/10정도)의 시작품 제작 및 평가가 완료된 단계<br>•파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 불량률 등 제시<br>•파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계<br>•생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계<br>•성능 평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보 |
| 실용화<br>단계      | 7  | 신뢰성평가 및<br>수요기업 평가                  | •실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계<br>•부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장 평가(성능 및 신뢰성 평가)<br>•가능하면 인증기관의 신뢰성 평가 결과 제출                                                                                                        |
|                | 8  | 시제품 인증<br>및 표준화                     | •표준화 및 인허가 취득 단계                                                                                                                                                                                                    |
| 사업화            | 9  | 사업화                                 | •본격적인 양산 및 사업화 단계<br>•6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계                                                                                                                                                                          |

### 3. 경쟁기술과의 비교

#### ■ 기술의 특징

- **고속 신호 연결을 위한 글라스 비아(Via) 기반 인터포저**
  - 저손실 글라스 비아(Via) 기반 유리 인터포저의 적용을 통해 **고속 RF신호 손실 최소화**
  - 기존 박스 타입 광모듈 패키지는 7층 이상의 적층형 세라믹, 메탈 하우징, 사파이어 윈도우 부착 등 이원화된 공정으로 생산되는 반면, 본 광학엔진 패키지는 3층 세라믹 공정으로 생산, **구조 단순화로 저가격화** 가능.
  - 수직방향 광신호의 송수신이 가능하여 **광학엔진 적층**으로 전송용량 2배 확장, 양방향 송수신 모듈 등 구현 가능
- **제작 방식 : Wafer level packaging 적용가능**
  - HTCC 세라믹 패키지, 유리 인터포저간 웨이퍼 레벨 패키징 공정 적용으로 광학엔진의 **대량 생산 가능**



[박스 타입 광모듈]



[적층형 광학엔진]

## 4. 기술의 사업성

### ■ 활용 분야

- 5G 및 데이터센터용 100기가급 이상 On-board optics 또는 기존 Pluggable optics 광모듈에 적용
- 기존 메탈 타입 패키지를 대체하고 공정 단순화를 통한 광모듈 저가격화 구현

### ■ 사업성

- 광통신 부품 시장 규모는 꾸준히 증가 추세이며 광모듈의 소형화 저가격화를 위해 Wafer level packing의 요구가 커지고 있으므로 시장은 더욱 확대 될 것으로 예상

### ■ 사업화시 제약조건

- 국내 글라스 비아(Via) 홀 제작기술이 부족한 상황으로 국내기술의 고도화 필요

## 5. 국내외 시장동향

### □ 국내외 시장 동향

- 향후 데이터 트래픽 대응, 5G 서비스 전개 등으로 시장 성장 가속화 예상
- 광통신 부품은 데이터 센터 네트워크 시장 확대로 '17년 135억 달러에서 '25년 315억 달러 규모로 급성장 전망
- 전세계 On-board optics 시장 규모는 '19년 15억 달러에서 '22년 55억 달러 규모로 성장 전망

감사합니다.



[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0050415  
(43) 공개일자 2021년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 6/42 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G02B 6/4269 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0029886

(22) 출원일자 2020년03월10일

심사청구일자 2020년11월12일

(30) 우선권주장

1020190134402 2019년10월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

강은규

광주광역시 광산구 비아로 177-11 해성행복애가  
103동 304호

이종진

광주광역시 북구 양산택지소로 20, 108동 1705호  
(본촌동, 현진에버빌아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지명

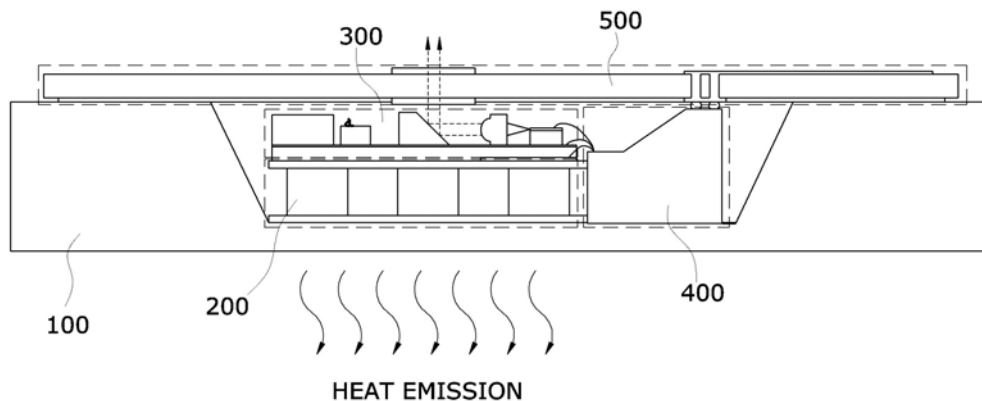
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 냉각형 광송신 모듈 장치 및 그 장치의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 냉각형 광송신 모듈 장치에 관한 것으로, 광 송신 플랫폼이 실장되기 위한 공간이 복수개 구비된 실리콘 웨이퍼; 플랫폼 실장홈에 본딩되어 열을 외부로 방열시키는 열전 냉각기; 열전 냉각기 상부에 구비되고, 광신호를 출력한 후 반사시켜 출력하는 광 송신 플랫폼; 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 본딩되고, 실장된 광 송신 플랫폼을 전기적으로 연결하는 유전체 서브 마운트; 및 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈을 덮은 후 밀폐시키는 동시에 전기적 경로를 제공하는 커버를 포함한다.

대표도





(72) 발명자

**권상진**

광주광역시 광산구 풍영로 63, 906동 1104호(월곡동, 영천마을 주공아파트)

**권원배**

광주광역시 광산구 월계로 223-20, 421호 (쌍암동, 첨단도회예드가 2차)

**김대선**

광주광역시 광산구 첨단강변로 100 힐스테이트리버파크 103동 2401호

**정수용**

광주광역시 광산구 첨단강변로 100 힐스테이트리버파크 103동 2202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 19ZK1150

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국전자통신연구원

연구사업명 정부출연금사업(기관고유사업)

연구과제명 호남권 지역산업 기반 ICT융합기술 고도화 지원사업

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국전자통신연구원

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광 송신 플랫폼이 실장되기 위한 공간이 복수개 구비된 실리콘 웨이퍼;

상기 플랫폼 실장홈에 본딩되어 열을 외부로 방열시키는 열전 냉각기;

상기 열전 냉각기 상부에 구비되고, 광신호를 출력한 후 반사시켜 출력하는 상기 광 송신 플랫폼;

상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 본딩되고, 실장된 상기 광 송신 플랫폼을 전기적으로 연결하는 유전체 서브 마운트; 및

상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈을 덮은 후 밀폐시키는 동시에 전기적 경로를 제공하는 커버를 포함하는 냉각형 광송신 모듈 장치.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 실리콘 웨이퍼는,

습식 식각(Wet etching) 공정을 통해 플랫폼 실장홈이 형성되는 것인 냉각형 광송신 모듈 장치.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 실리콘 웨이퍼는,

열전도율이 149 W/(mk)인 실리콘 재질인 냉각형 광송신 모듈 장치.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 실리콘 웨이퍼는,

상기 플랫폼 실장홈의 내부 기밀성 유지를 위한 Sealing 공정을 위해서 플랫폼 실장홈의 상부 주위면에 상기 커버 접착을 위한 Solder 물질 또는 Epoxy 물질이 도포된 것인 냉각형 광송신 모듈 장치.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 광 송신 플랫폼은

광신호를 상기 렌즈에 출력하는 광전소자;

상기 광전소자를 통해 출력되는 광신호의 수평 정렬하는 렌즈;

상기 렌즈에 의해 정렬된 광신호를 임의의 각도로 반사시키는 광학소자;

상기 광학소자에 의해 반사되지 못하고 투과된 광을 검출하는 모니터링 포토 다이오드; 및

상기 광전소자 동작 온도를 검출하는 온도 검출기를 포함하는 냉각형 광송신 모듈 장치.

## 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 커버는,

상기 광학소자를 통해 반사되는 광신호가 위치한 부분에 상면과 하면에 광과장에 대응되도록, 빛 투과 코팅 필름이 형성된 것인 냉각형 광송신 모듈 장치.

## 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 유전체 서브 마운트는,

상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 실장 시, 메탈 패턴이 형성되고, 상기 플랫폼 실장홈에 실장된 광 송신 플랫폼과 같은 높이에 형성되는 제1 플랫폼;

메탈 패턴이 형성되어 상기 플랫폼 실장홈을 밀폐하기 위한 커버를 지지하면서 전기적으로 접촉되는 제2플랫폼; 및

메탈 패턴이 형성되고, 상기 제1 플랫폼과 상기 제2 플랫폼을 전기적으로 연결하는 경사부를 포함하는 냉각형 광송신 모듈 장치.

## 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 유전체 서브 마운트의 복수의 메탈 패턴은,

고속 신호 연결을 위한 RF 선로, 상기 열전 냉각기 전원공급선, 상기 mPD 및 온도 검출기를 센싱할 수 있도록 연결된 저주파 신호선을 포함하는 냉각형 광송신 모듈 장치.

## 청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 유전체 서브 마운트는

유리 재질인 냉각형 광송신 모듈 장치.

## 청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 커버는,

하부면 둘레에 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈과 접촉한 후 실링하는 실링 패드;

상기 커버의 상부면 일측에 형성되는 RDL;

상기 RDL과 연결된 상태로 관통하여 형성되는 메탈 관통 패스; 및

상기 메탈 관통 패스와 연결되어 상기 실리콘 웨이퍼 밀폐 시 유전체 서브 마운트의 메탈 패턴에 접촉되는 메탈

패드를 포함하는 냉각형 광송신 모듈 장치.

#### 청구항 11

실리콘 웨이퍼에 광 송신 플랫폼이 실장될 공간인 플랫폼 실장홈이 확보된 실리콘 웨이퍼를 생성하는 단계;

생성된 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 열전 냉각기를 본딩하는 단계;

상기 플랫폼 실장홈에 본딩된 열전 냉각기 상에 광 송신 플랫폼을 본딩하는 단계;

상기 플랫폼 실장홈내 열전 냉각기가 본딩되지 않은 위치에 Solder bump가 형성된 유전체 기반 서브 마운트를 본딩시키는 단계;

상기 광 송신 플랫폼과 유전체 서브 마운트간 전기적으로 연결하는 단계;

상기 커버를 상기 실리콘 웨이퍼에 본딩하여 밀폐시키고, 광 송신 플랫폼을 전기적으로 접속시키는 단계를 포함하는 냉각형 광송신 모듈 제조 방법.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서,

Dicing 공정전에 Wafer level에서 광 송신 모듈의 동작 특성을 확인한 후 Dicing 공정을 진행하는 단계를 더 포함하는 냉각형 광송신 모듈 제조 방법.

#### 청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 Dicing 공정 단계는,

Laser dicing, Saw dicing 및 Scribing and Breaking 중 하나가 이용되는 것인 냉각형 광송신 모듈 제조 방법.

#### 청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 실리콘 웨이퍼를 생성하는 단계는,

습식 식각(Wet etching) 공정을 통해 플랫폼 실장홈을 형성하는 것인 냉각형 광송신 모듈 제조 방법.

#### 청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 실리콘 웨이퍼를 생성하는 단계는,

상기 플랫폼 실장홈의 내부 기밀성 유지를 위한 Sealing 공정을 위해서 플랫폼 실장홈의 상부 주위면에 상기 커버 접착을 위한 물질을 도포하는 단계를 더 포함하는 냉각형 광송신 모듈 제조 방법.

#### 청구항 16

제 11항에 있어서,

상기 커버를 상기 실리콘 웨이퍼에 본딩하여 밀폐시키고, 광 송신 플랫폼을 전기적으로 접속시키는 단계는,

상기 광학소자를 통해 반사되는 광신호가 위치한 부분에 상면과 하면에 광과장에 대응되도록 빛 투과 코팅 필름이 형성된 것인 냉각형 광송신 모듈 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 냉각형 광송신 모듈 장치 및 그 장치의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 온도 제어가 필요한 광 송신 모듈에 있어 광소자/광학소자 등의 어셈블리가 완료된 후 최종적으로 Dicing에 의해 냉각 광 송신 모듈 및 제작 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 데이터 트래픽이 급격히 증가함에 따라 대용량의 데이터를 고속으로 신호의 왜곡 없이 전송할 수 있는 광 송수신 모듈이 각광을 받고 있으며 대량 생산을 통한 가격 경쟁력 확보가 중요한 이슈이다.

[0003] 기존의 광네트워크에서 광과장 안정화가 중요한 냉각형 광 송신 모듈(Cooled TOSA Module)에서는 패키지와 광 송신 플랫폼을 각각의 제작 공정을 거친 후 개별로 패키징을 진행하여 제작되어서 대량 생산에 유리하지 못한 문제점이 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 종래 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 현재 5G 및 6G LWDW(Local network Wavelength Division Multiplexing), DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing) 100GHz, 50GHz 등의 광과장 밴드를 가지는 광네트워크에서 광 과장 안정화가 중요한 냉각형 광 송신 모듈을 Wafer level 패키징 공정을 접목하여 대량 생산에 유리한 냉각형 광송신 모듈 장치를 제공하고자 한다.

[0005] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치는 광 송신 플랫폼이 실장되기 위한 공간이 복수개 구비된 실리콘 웨이퍼; 상기 플랫폼 실장홈에 본딩되어 열을 외부로 방열시키는 열전 냉각기; 상기 열전 냉각기 상부에 구비되고, 광신호를 출력한 후 반사시켜 출력하는 상기 광 송신 플랫폼; 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 본딩되고, 실장된 상기 광 송신 플랫폼을 전기적으로 연결하는 유전체 서브 마운트; 및 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈을 덮은 후 밀폐시키는 동시에 전기적 경로를 제공하는 커버를 포함한다.

[0007] 상기 실리콘 웨이퍼는, 습식 식각(Wet etching) 공정을 통해 플랫폼 실장홈이 형성되고, 열전도율이 149 W/(m k)인 실리콘 재질이다.

[0008] 상기 실리콘 웨이퍼(100)는, 상기 플랫폼 실장홈(110)의 내부 기밀성 유지를 위한 Sealing 공정을 위해서 플랫폼 실장홈(110)의 상부 주위면에 상기 커버 접착을 위한 Solder 물질 또는 Epoxy 물질이 도포된다.

[0009] 상기 광 송신 플랫폼은 광신호를 상기 렌즈에 출력하는 광전소자; 상기 광전소자를 통해 출력되는 광신호의 수평 정렬하는 렌즈; 상기 렌즈에 의해 정렬된 광신호를 임의의 각도로 반사시키는 광학소자; 상기 광학소자에 의해 반사되지 못하고 투과된 광을 검출하는 모니터링 포토 다이오드; 및 상기 광전소자 동작 온도를 검출하는 온도 검출기를 포함한다.

[0010] 상기 커버는, 상기 광학소자를 통해 반사되는 광신호가 위치한 부분에 상면과 하면에 광과장에 대응되도록, 빛 투과 코팅 필름이 형성된다.

[0011] 상기 유전체 서브 마운트는, 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 실장 시, 메탈 패턴이 형성되고, 상기 플랫폼 실장홈에 실장된 광 송신 플랫폼과 같은 높이에 형성되는 제1 플랫폼; 메탈 패턴이 형성되어 상기 플랫폼 실장홈을 밀폐하기 위한 커버를 지지하면서 전기적으로 접촉되는 제2플랫폼; 및 메탈 패턴이 형성되고, 상기 제1

플랫부와 상기 제2 플랫부를 전기적으로 연결하는 경사부를 포함한다.

- [0012] 상기 유전체 서브 마운트의 복수의 메탈 패턴은, 고속 신호 연결을 위한 RF 선로, 상기 열전 냉각기 전원공급선, 상기 mPD 및 온도 검출기를 센싱할 수 있도록 연결된 저주파 신호선을 포함한다.
- [0013] 그리고 상기 유전체 서브 마운트는 유리 재질이다.
- [0014] 상기 커버는, 하부면 둘레에 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈과 접촉한 후 실링하는 실링 패드; 상기 커버의 상부면 일측에 형성되는 RDL; 상기 RDL과 연결된 상태로 관통하여 형성되는 메탈 관통 패스; 및 상기 메탈 관통 패스와 연결되어 상기 실리콘 웨이퍼 밀폐 시 유전체 서브 마운트의 메탈 패턴에 접촉되는 메탈 패드를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 제조 방법은 실리콘 웨이퍼에 광 송신 플랫폼이 실장될 공간인 플랫폼 실장홈이 확보된 실리콘 웨이퍼를 생성하는 단계; 생성된 상기 실리콘 웨이퍼의 플랫폼 실장홈에 열전 냉각기를 본딩하는 단계; 상기 플랫폼 실장홈에 본딩된 열전 냉각기 상에 광 송신 플랫폼을 본딩하는 단계; 상기 플랫폼 실장홈내 열전 냉각기가 본딩되지 않은 위치에 Solder bump가 형성된 유전체 기반 서브 마운트를 본딩시키는 단계; 상기 광 송신 플랫폼과 유전체 서브 마운트간 전기적으로 연결하는 단계; 및 상기 커버를 상기 실리콘 웨이퍼에 본딩하여 밀폐시키고, 광 송신 플랫폼을 전기적으로 접속시키는 단계를 포함한다.
- [0016] 그리고 Dicing 공정전에 Wafer level에서 광 송신 모듈의 동작 특성을 확인한후 Dicing 공정을 진행하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 상기 Dicing 공정 단계는, Laser dicing, Saw dicing 및 Scribing and Breaking 중 하나가 이용된다.
- [0018] 상기 실리콘 웨이퍼를 생성하는 단계는, 습식 식각(Wet etching) 공정을 통해 플랫폼 실장홈을 형성한다.
- [0019] 또한, 상기 실리콘 웨이퍼를 생성하는 단계는, 상기 플랫폼 실장홈의 내부 기밀성 유지를 위한 Sealing 공정을 위해서 플랫폼 실장홈의 상부 주위면에 상기 커버 접착을 위한 물질을 도포하는 단계를 더 포함한다.
- [0020] 그리고, 상기 커버를 상기 실리콘 웨이퍼에 본딩하여 밀폐시키고, 광 송신 플랫폼을 전기적으로 접속시키는 단계는, 상기 광학소자를 통해 반사되는 광신호가 위치한 부분에 상면과 하면에 광과장에 대응되도록 빛 투과 코팅 필름이 형성된다.

### 발명의 효과

- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 광 송신 플랫폼이 실장될 수 있도록 공간이 형성된 실리콘 웨이퍼(SiOB) 상에 광전소자(LD, mPD)/광학소자(Mirror, Lens)/열전소자(열전 냉각기)/유리 인터포저(커버), 열센서(온도 검출기)의 조립 공정이 진행되므로 제조 공정이 단순하며, 생산성을 획기적으로 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치를 설명하기 위한 단면도.
- 도 2는 도 1의 세부 구성을 설명하기 위한 참고도.
- 도 3은 도 1의 실리콘 웨이퍼를 설명하기 위한 모식도.
- 도 4는 도 1의 커버를 설명하기 위한 사시도.
- 도 5는 도 1의 커버를 설명하기 위한 측면도.
- 도 6a 내지 도 6e는 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치의 제조 과정을 설명하기 위한 패키징 공정도.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은



청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치는 실리콘 웨이퍼(100), 열전 냉각기(200), 광 송신 플랫폼(300), 유전체 서브 마운트(400), 커버(500)를 포함한다.
- [0026] 실리콘 웨이퍼(100)는 SI 웨이퍼(Wafer)로, 광 송신 플랫폼이 실장되기 위한 공간이 복수개 구비된다. 이러한 실리콘 웨이퍼는 도 3에 도시된 바와 같이, 간단한 습식 식각(Wet etching) 공정을 통해 열전 냉각기(200), 광 송신 플랫폼(300) 및 유전체 서브 마운트(400)를 실장할 수 있는 플랫폼 실장홈(110)을 제공한다. 실리콘 웨이퍼(100)는 열전도율이 149 W/(mk)인 실리콘 재질인 것이 바람직하다. 이로 통해, 열전 냉각기(200) 방열에 유리하다.
- [0027] 그리고, 실리콘 웨이퍼(100)는 플랫폼 실장홈(110)의 내부 기밀성 유지를 위한 Sealing 공정을 위해서 플랫폼 실장홈(110)의 상부 주위면에 Interposer가 형성된 커버(500) 접착을 위한 접착 물질(120)인 Solder 물질 또는 Epoxy 물질이 도포될 수 있다.
- [0028] 열전 냉각기(200)는 상기 플랫폼 실장홈(110)에 삽입되어 상기 광 송신 플랫폼(300)에서 발생하는 열에 따라 동작하여 상기 광 송신 플랫폼(300)의 열을 외부로 방열시킨다. 이러한, 열전 냉각기(200)는 2개의 이중 금속 접합부를 통해서 전류를 흘렸을 때 열이 흡수된다는 펌프티에 효과가 적용된 열전 냉각 소자가 이용될 수 있으나 이를 한정하지 않고 다양한 열전 소자가 이용될 수 있다.
- [0029] 광 송신 플랫폼(300)은 상기 열전 냉각기(200) 상부에 구비되고, 광신호를 출력하는 광전소자(310), 상기 광전소자(310)를 통해 출력된 광신호의 조사 위치를 결정하는 Collimation 렌즈(320), 상기 광전소자(310)로부터 렌즈(32)를 통해 조사되는 광신호를 반사시키는 광학소자(Mirror, 330), 상기 광전소자(310)로부터 출력된 광신호 중 상기 광학소자(330)에 의해 반사되지 않고 통과되는 광신호를 검출하는 모니터링 포토 다이오드(340) 및 상기 광전소자(310)의 온도를 측정하기 위한 온도 측정기(350)가 구비된다.
- [0030] 광전소자(310)는 광신호를 상기 렌즈(320)에 출력한다.
- [0031] 렌즈(320)는 상기 광전소자(310)를 통해 출력되는 광신호의 수평을 정렬 (Collimation)한다.
- [0032] 광학소자(330)는 상기 렌즈(320)에 의해 정렬된 광신호를 임의의 각도로 반사시킨다. 본 실시예에서의 광학소자(330)는 45° Mirror로써, 90° 경로가 변경되어 빛 투과 코팅 필름이 형성된 커버(500)을 통과하여 외부로 전달되도록 한다.
- [0033] 모니터링 포토 다이오드(Monitoring Photo diode, 이하 “mPD”, 340)는 광전소자(310)의 광 출력량이 측정될 수 있도록, 광학소자(330)에 의해 45°로 반사되지 못하고 투과된 광을 검출한다.
- [0034] 온도 검출기(350)는 광전소자(310) 동작 온도를 검출한다. 이렇게 검출된 광전소자(310)의 온도를 기준으로 열전 냉각기(200)가 동작되어 광전소자(310)에서 발생된 열을 외부로 방출시킨다. 이를 통해, 광전소자(310)의 동작 온도를 일정하게 유지될 수 있도록 하여 광전소자(310)의 출력 광파장을 안정화할 수 있는 효과가 있다.
- [0035] 유전체 서브 마운트(400)는 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)에 실장 시, 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)에 실장된 광 송신 플랫폼(300)과 같은 높이에 형성되는 제1 플랫폼부(401), 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)에 열전 냉각기(Thermo-electric Cooler, 200), 광 송신 플랫폼(300)(TOSA Platform), 금속 패턴이 형성된 유전체 서브 마운트(400)가 실장된 후 밀폐하기 위한 커버(500)의 하부가 접촉되는 제2플랫폼부(402) 및 상기 제1 플랫폼부(401)와 상기 제2 플랫폼부(402)를 연결하는 경사부(403)로 이루어진다.
- [0036] 이러한 유전체 서브 마운트(400)에는 복수의 메탈 패턴(410)이 구비된다. 복수의 메탈 패턴(410)은 고속 신호 연결을 위한 RF 선로(411)와 열전 냉각기 전원공급선(412), mPD(340) 및 온도 검출기(350)를 센싱할 수 있도록 연결된 저주파 신호선(413, 414)을 포함한다. 여기서, 신호선(413, 414)은 도 2에 도시된 바와 같이, Solder bump(420)를 통해 커버(500)의 전극과 연결되는 것이 바람직하다.

- [0037] 여기서, 유전체 서브 마운트(400)의 재질은 Bonding wire(550)에 의해 광전소자(310)로 열이 전달되는 것을 최소화하기 위해, 열전달이 잘 안되는 재질(예. Glass)인 것이 바람직하다.
- [0038] 커버(500)는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 글래스 재질의 판 형상으로, 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)을 덮은 후 밀폐시키는 동시에 전기적 경로를 제공한다.
- [0039] 이를 위해, 커버(500)는 몸체(510), 실링 패드(520), RDL(530)(Redistribution Layer), 메탈 관통 패스(540) 및 메탈 패드(550)를 포함한다.
- [0040] 몸체(510)는 유리 재질로 이루어지며, 상기 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)을 밀폐시킨다.
- [0041] 실링 패드(520)는 하부면 둘레에 상기 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)의 상부면에 접촉한 후 실링하는 역할을 한다.
- [0042] RDL(530), 메탈 관통 패스(540) 및 메탈 패드(550)는 Hermetic sealing을 하면서도, 유전체 서브 마운트(400)와 전기적으로 연결할 수 있도록 메탈로 이루어진다.
- [0043] RDL(530)는 커버(500)의 상부면 일측에 형성되고, 메탈 관통 패스(540)는 상기 RDL(530)과 연결된 상태로 관통하여 형성되며, 상기 메탈 관통 패스(540)와 연결되어 커버(500)를 이용하여 실리콘 웨이퍼(100) 밀폐 시, 상기 메탈 패드(550)는 유전체 서브 마운트(400)의 메탈 패턴(410)과 접촉된다.
- [0044] 여기서, 광 송신 모듈에서 광전소자로의 전기적 연결은 RDL(530)(Redistribution Layer)-Metal Via(530) - 메탈 패드(550) - Solder bump(420) - 유전체 서브 마운트(400)의 금속 패드(540) - Au wire(550) - 광 송신 플랫폼(300) 및 열전 냉각기(200)로 연결된다.
- [0046] 그리고 커버(500)은 광학소자(330)를 통해 반사되는 광신호의 출력 영역의 Bottom/Top에 해당 광 파장에 맞는 AR(Anti-reflection) coating부(550)이 구비된다.
- [0047] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 육안으로 광 송신 모듈 내부가 투영 가능한 Glass 재질로 제작되어 실리콘 웨이퍼와 커버(500)간 Alignment 및 웨이퍼 접합(본딩)을 간단히 가시광 대역의 Vision 장치를 이용하여 할 수 있는 장점이 있다.
- [0049] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치의 제조 과정을 설명하기 위한 패키징 공정도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 장치의 공정 순서를 설명하기 위한 순서도이다.
- [0050] 이하, 하기에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광송신 모듈 제조 방법의 Wafer level 패키징 공정을 활용한 냉각형 광 송신 모듈 제작의 전체 공정에 대하여 도 3, 도 6a 내지 도 6e, 도 7을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0051] 먼저, 도 3에 도시된 바와 같이, 실리콘 웨이퍼에 습식 식각 방법을 통해 광 송신 플랫폼(300)이 실장될 공간인 플랫폼 실장홈(110)이 확보된 실리콘 웨이퍼인 실리콘 웨이퍼(100)을 생성한다(S100).
- [0052] 이후, 도 6a에 도시된 바와 같이, 생성된 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)에 Die bonder 또는 Flip chip bonder를 활용하여 열전 냉각기(200)를 본딩한다(S200). 이때 본딩 재질은 열전 냉각기(200) 하부에서 실리콘으로 열 전달을 용이하면서 열 경화가 가능한 제품이 될 수 있다.
- [0053] 이어서, 도 6b에 도시된 바와 같이, 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)에 본딩된 열전 냉각기(200) 상에 광 송신 플랫폼(300)을 본딩한다(S300). 이때는 2가지 방법으로 진행될 수 있는데, 첫번째는 광 송신 플랫폼(300) 전체를 열전 냉각기(200) 위에 본딩될 수 있으며 또는 광전소자(310)가 soldering된 AlN 기판을 열전 냉각기(200)위에 본딩하고 난 후 요소부품(mPD(340), 온도 검출기(350), 45o Mirror(330), 렌즈)들을 실장시킬 수 있다.
- [0054] 이후, 도 6c에 도시된 바와 같이, 실리콘 웨이퍼(100)의 플랫폼 실장홈(110)내 열전 냉각기(200)가 본딩되지 않은 위치에 Solder bump(420)가 형성된 유전체 기반 서브 마운트(400)를 본딩시킨다(S400).
- [0055] 이어서, 도 6d에 도시된 바와 같이, 광 송신 플랫폼(300)과 유전체 서브 마운트(400)간의 Au wire(550) bonding을 통해서 Solder bump(420)와 광 송신 플랫폼(300)을 전기적으로 연결(S500)한 후 커버(500)를 실리콘

웨이퍼(100)에 본딩한다(S600). 여기서, Hermetic sealing는 방법에는 2가지 방법이 사용될 수 있는데, 첫번째로 커버(500)의 하부 금속 pattern과 실리콘 웨이퍼(100)의 Solder를 접친 후 커버(500)를 투과되는 파장의 레이저 광원으로 solder를 용융하여 Hermetic sealing을 하는 방법과 플립칩 본더의 칩틀에 열을 가해 커버(500)에 열을 전달하여 실리콘 웨이퍼(100)의 solder 물질을 용융시켜 본딩하는 방법이 사용될 수 있다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기존 냉각형 광 송신 모듈의 대량 생산에 불리한 점을 극복하고자 Wafer level 패키징 공정을 가능하도록 냉각형 광모듈 구조 및 제작 방법을 제안하여 대량 생산 공정을 통해 생산성을 획기적으로 증가시키며 이로 인한 제품을 저가격화를 할 수 있는 장점이 있다.

[0058] 한편, Dicing 공정전에 Wafer level에서 광 송신 모듈의 동작 특성을 확인한 후 Dicing 공정을 진행할 수 있다. 여기서, Dicing 공정에는 아래와 같은 여러가지 방법이 사용될 수 있다. Laser dicing, Saw dicing 및 Scribing and Breaking 중 하나가 이용될 수 있다.

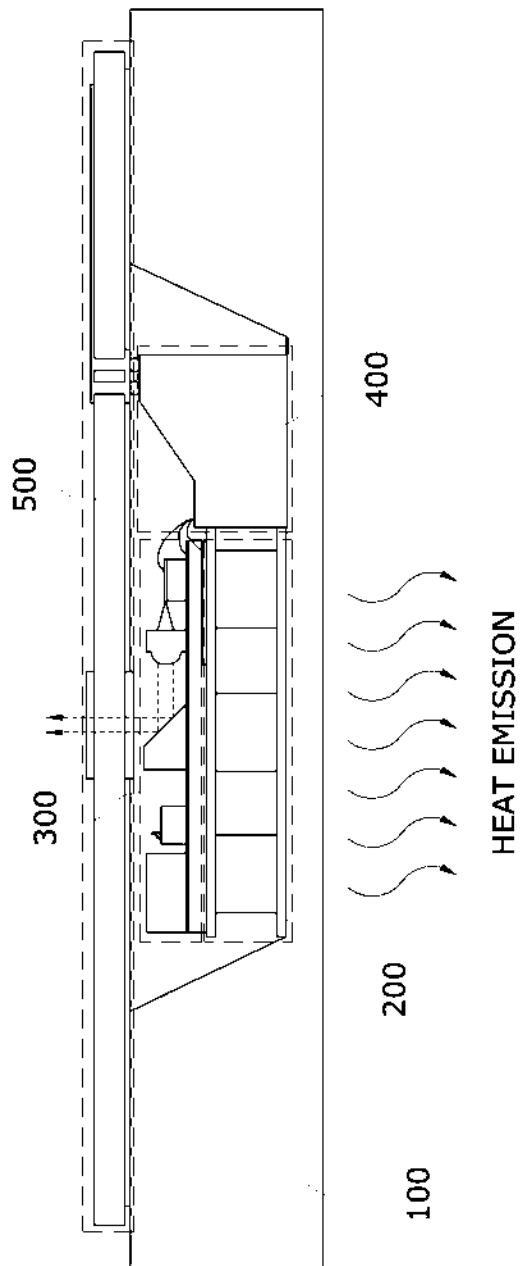
[0059] 이러한, Dicing 완료 후 도 6e에 도시된 바와 같이, 최종적으로 동작 특성 테스트를 통해 광 송신 모듈을 완성할 수 있다.

[0060] 위에서 설명된 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각형 광 송신 모듈은 Single-channel을 갖는 모듈이지만 이에 국한되지 않고 광전소자(310)의 채널수를 확장하여 냉각형 Multi-channel 광 송신 모듈 제작이 가능하다.

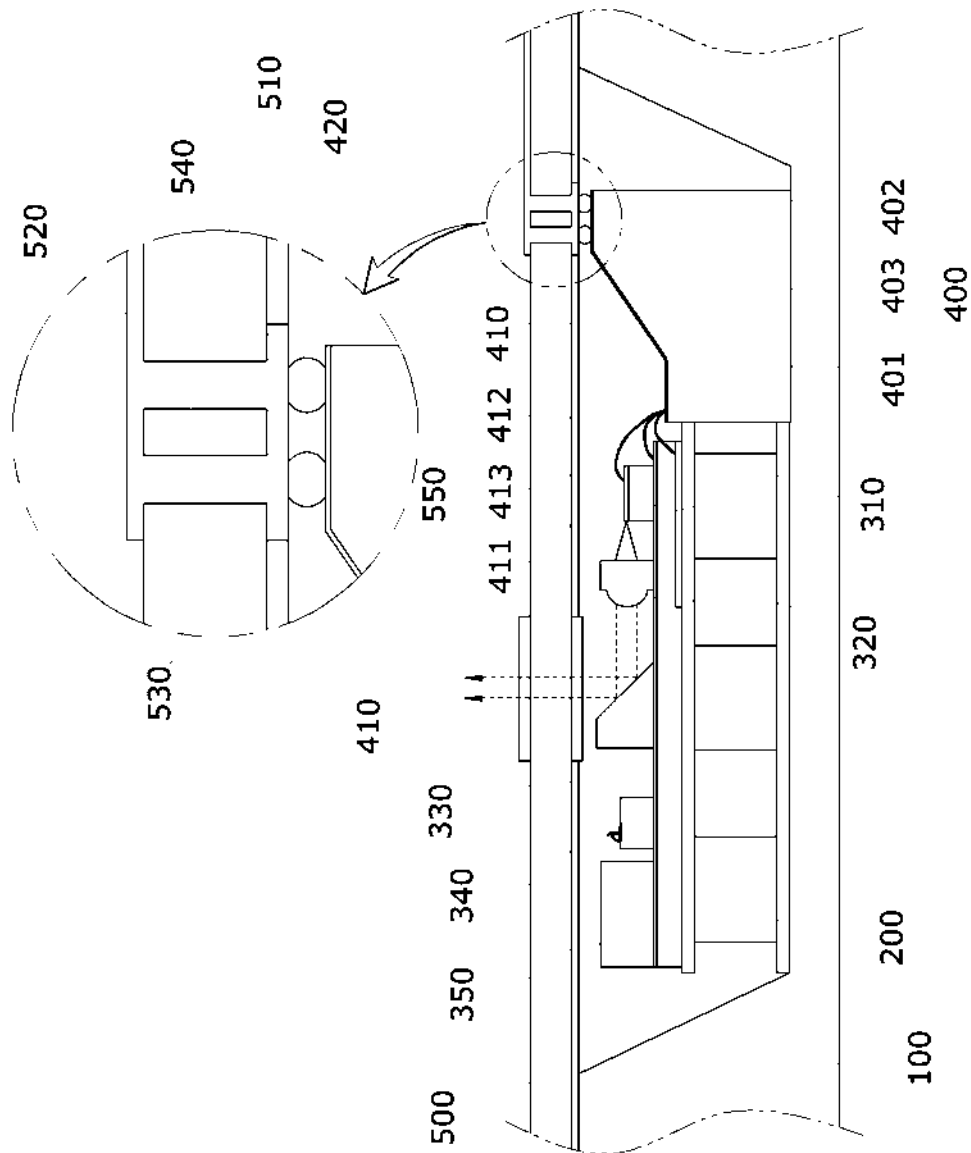
[0061] 이상, 본 발명의 구성에 대하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술분야에 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 변형과 변경이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 보호 범위는 전술한 실시예에 국한되어서는 아니되며 이하의 특허청구 범위의 기재에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

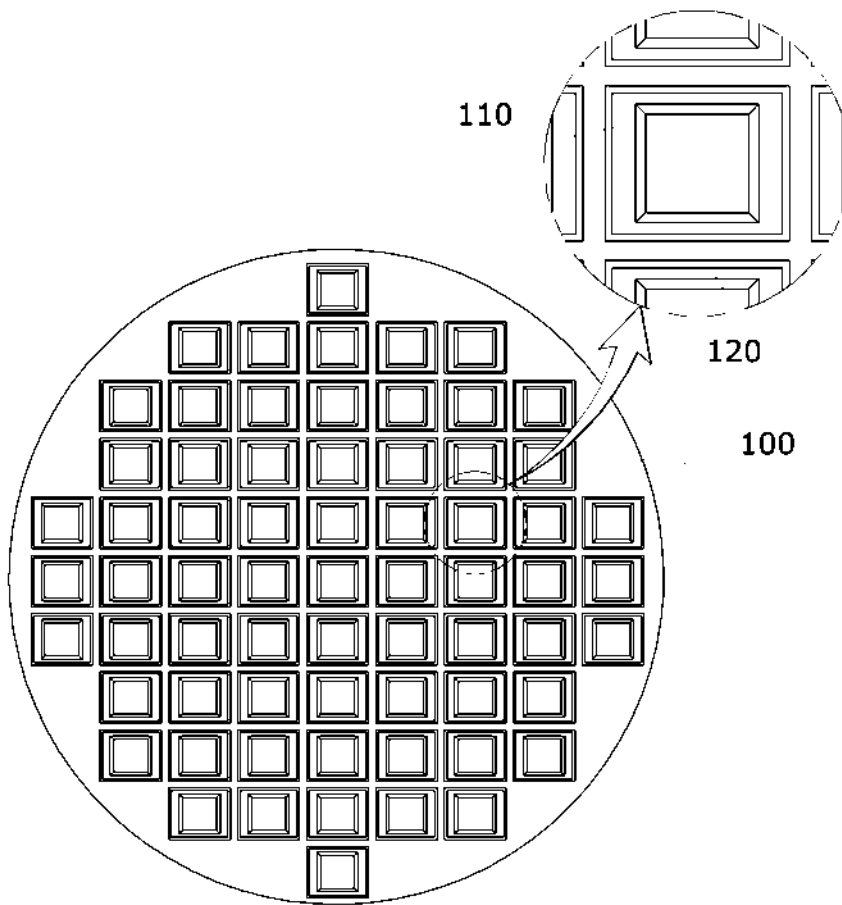
도면1



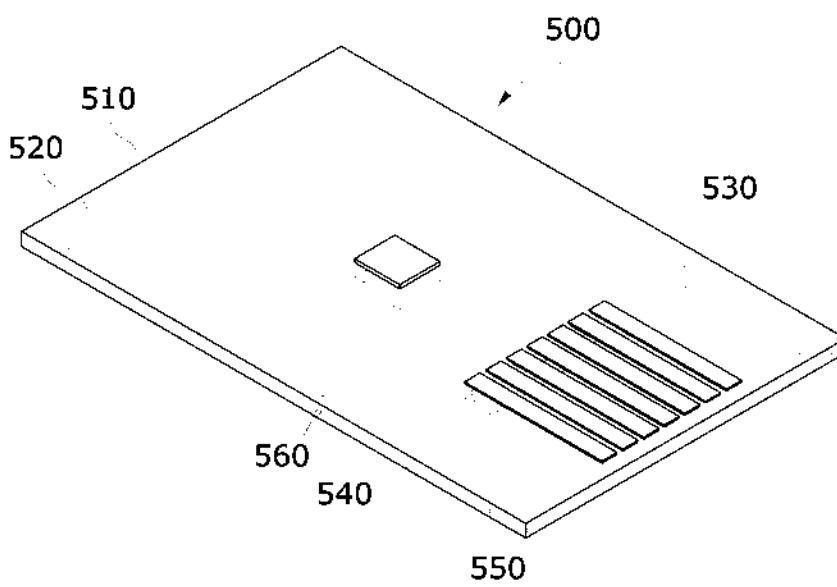
도면2



도면3

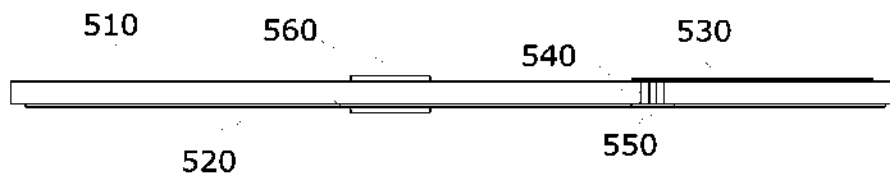


도면4

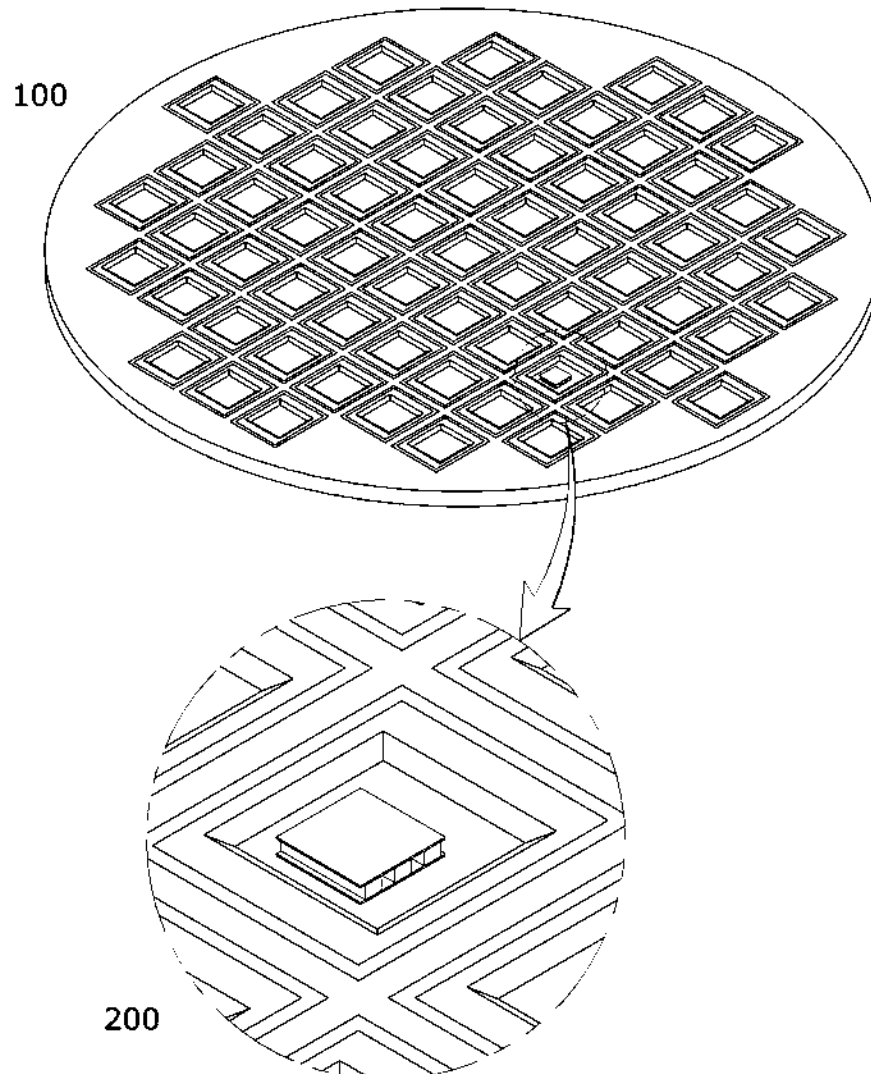




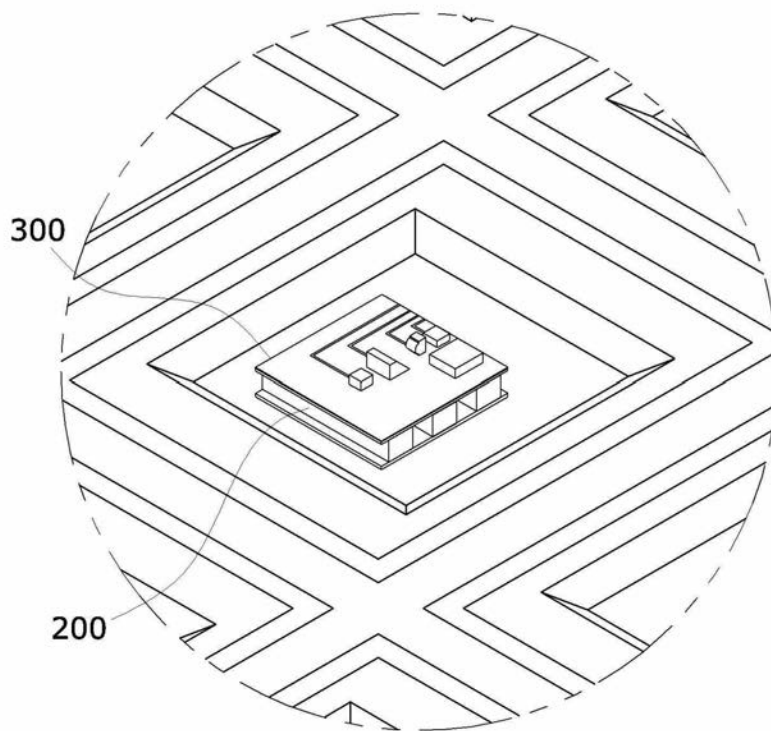
도면5



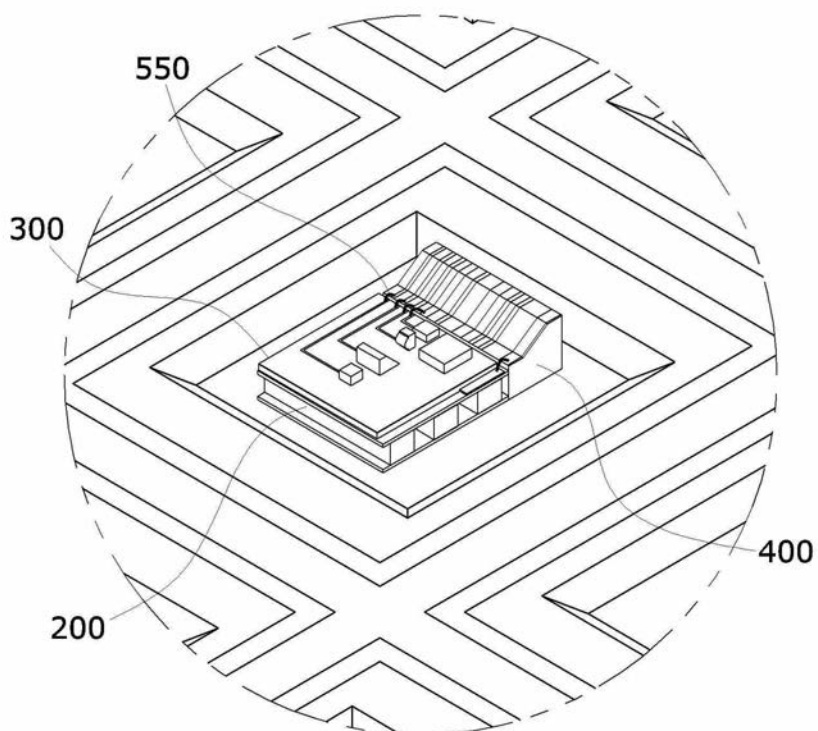
도면6a



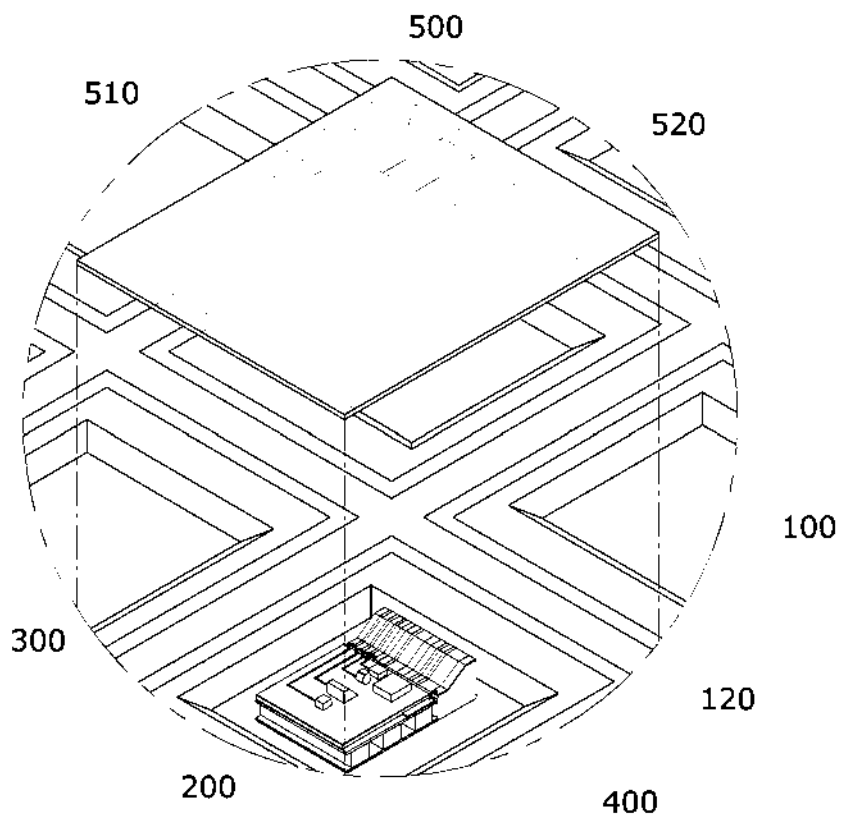
도면6b



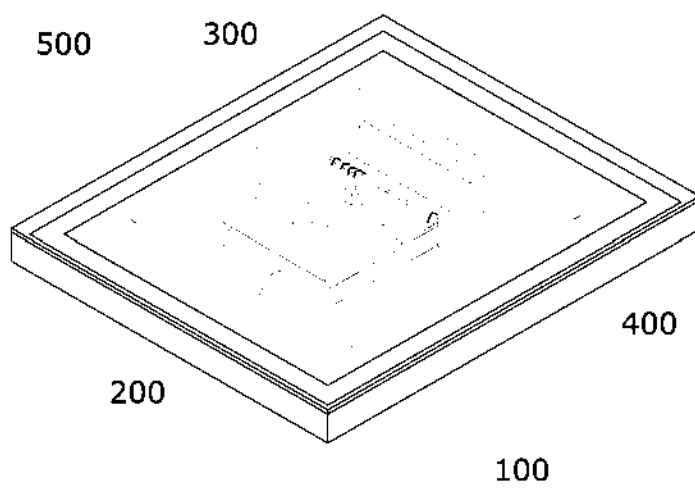
도면6c



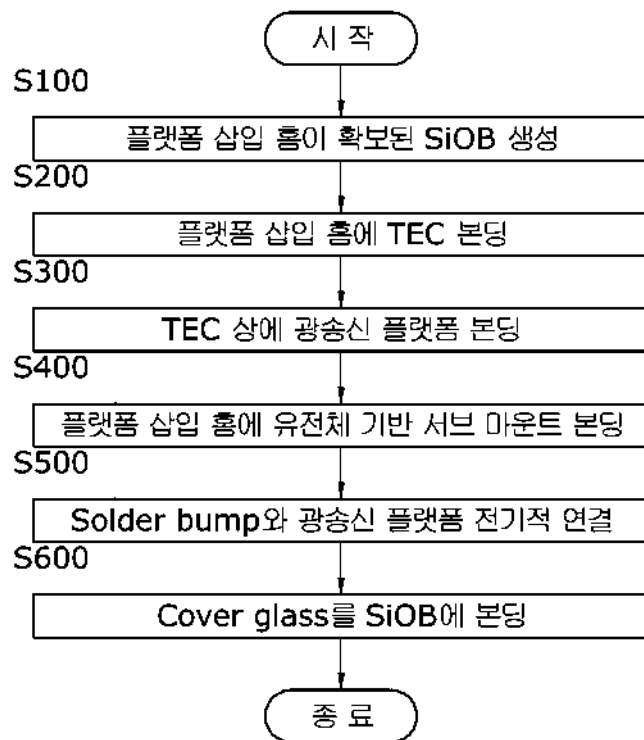
도면6d



도면6e



도면7





(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0058264  
(43) 공개일자 2020년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 5/20 (2006.01) H04J 14/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G02B 5/20 (2013.01)  
H04J 14/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0025374  
(22) 출원일자 2019년03월05일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
1020180142231 2018년11월19일 대한민국(KR)

(71) 출원인  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
김대선  
광주광역시 광산구 월계로 223-17, 302동 409호(쌍암동, 한양에드가)  
이종진  
광주광역시 북구 양산택지소로 20, 108동 1705호(본촌동, 현진에버빌아파트)  
(74) 대리인  
특허법인지명

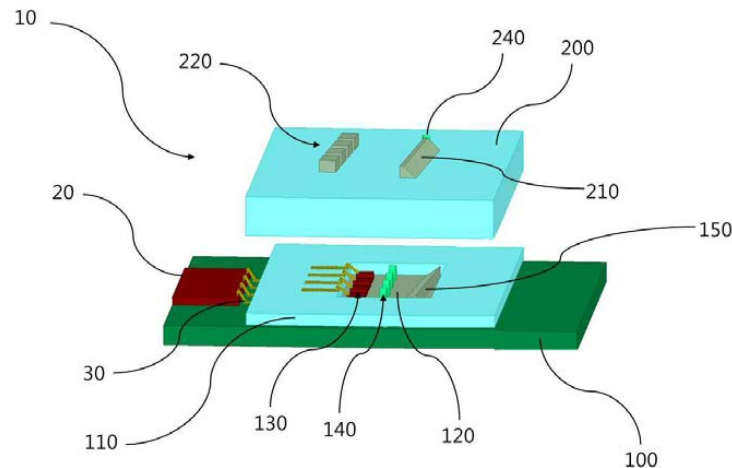
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈

(57) 요약

본 발명은 서로 다른 파장의 광을 조사하는 복수의 광학소자와, 광학소자로부터 조사되는 광을 평행광으로 변환하는 평행광 렌즈와, 평행광 렌즈로부터 변환된 평행광을 수직 방향으로 반사시키는 제1직각반사판과, 제1직각반사판과 간격을 두고 상부에 배치되어 제1직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광은 수직 방향으로 반사시키는 제2직각반사판과, 제2직각반사판과 동일 선상에 간격을 두고 배치되어 제2직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키는 수평반사판과, 제1직각반사판과 상기 제2직각반사판 사이에 배치되어, 제1직각반사판에서 제2직각반사판으로 향하는 평행광은 투과시키고, 제2직각반사판에서 제1직각반사판으로 향하는 평행광은 다시 제2직각반사판으로 반사시키는 광학필터와, 광학소자로부터 조사되는 복수의 광을 수평반사판으로부터 수신하는 집광렌즈를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**강은규**

광주광역시 광산구 비아로 177-11, 103동 304호(비아동, 해성행복애가)

**권상진**

광주광역시 광산구 풍영로 63, 906동 1104호(월곡동, 영천마을 주공아파트)

**김정은**

광주광역시 광산구 수완로105번길 20-9, 116호(수완동, AM빌리지 2차)

**임권섭**

대전광역시 유성구 가정로 218(가정동)

**전은경**

광주광역시 북구 첨단연신로 184, 114동 2304호(신용동, 한양수자인리버뷰)

**정수용**

광주광역시 광산구 월계로 117-32, 118동 301호(월계동, 첨단산업기지 라인1차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18ZK1150

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국전자통신연구원

연구사업명 정부출연금사업(기관고유사업)

연구과제명 호남권 지역산업 기반 ICT융합기술 고도화 지원사업

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

서로 다른 파장의 광을 조사하는 복수의 광학소자;

상기 광학소자로부터 조사되는 광을 평행광으로 변환하는 평행광 렌즈;

상기 평행광 렌즈로부터 변환된 평행광을 수직 방향으로 반사시키는 제1직각반사판;

상기 제1직각반사판과 간격을 두고 상부에 배치되어 상기 제1직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광은 수직 방향으로 반사시키는 제2직각반사판;

상기 제2직각반사판과 동일 선상에 간격을 두고 배치되어 상기 제2직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키는 수평반사판;

상기 제1직각반사판과 상기 제2직각반사판 사이에 배치되어, 상기 제1직각반사판에서 상기 제2직각반사판으로 향하는 평행광은 투과시키고, 상기 제2직각반사판에서 상기 제1직각반사판으로 향하는 평행광은 다시 제2직각반사판으로 반사시키는 광학필터; 및

상기 광학소자로부터 조사되는 복수의 광을 상기 수평반사판으로부터 수신하는 집광렌즈;를 포함하는 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1직각반사판은

상부 방향으로 갈수록 45도 기울어진 형태인 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2직각반사판은

하부로부터 수신된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광이 하부를 향해 수직 반사되도록, 하부 방향으로 45도 기울어진 형태인 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수평반사판은

상기 복수의 광학소자와 대향하게 배치되되, 상기 광학소자와 동일한 개수로 구비되는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수평반사판은

상기 복수의 광학소자와 대향하게 평면상에 고정되는 것인 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 평행광 렌즈는

상기 광학소자와 상기 제1직각반사판 사이에서 일정 간격을 두고 동일 선상에 배치되며, 상기 광학소자와 동일한 개수로 구비되는 것인 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

관통된 장착공을 갖는 중공 형상의 베이스보드;

상기 베이스보드의 상부에 배치되는 유리기관;

상기 베이스보드의 장착공에 안착되고, 상기 광학소자, 상기 평행광 렌즈 및 상기 제1직각반사판의 하부에 배치되는 방열판; 및

상기 유리기관을 덮는 형태로 이루어지며, 상기 제2직각반사판, 상기 수평반사판 및 상기 집광렌즈를 상부에 배치하는 유리커버;를 더 포함하는 것인 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 베이스보드는

상기 광학소자와 연결되는 광학소자 드라이버를 구비하는 것인 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 베이스보드는

상기 광학소자와 연결되는 광학소자 드라이버를 구비하고,

상기 광학소자와 상기 광학소자 드라이버는

리드선으로 연결되는 것인 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 유리기관은

외부와 전기적 연결이 가능하도록, 내부에 관통 유리 비아(Through Glass Via, TGV)를 구비하는 것인 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 관통 유리 비아에는

와이어본딩된 리드선이 구비되며, 상기 리드선은 상기 광학소자와 전기적으로 연결되는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 12

제7항에 있어서,

상기 유리커버는

상기 유리기관과의 접촉면이 솔더(solder)로 밀봉되는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 13

관통된 장착공을 갖는 중공 형상의 베이스보드;

상기 베이스보드의 상부에 배치되는 유리기관;

상기 베이스보드의 장착공에 안착되는 방열판;

상기 방열판의 상부에 배치되어, 서로 다른 파장의 광을 조사하는 복수의 광학소자;

상기 방열판의 상부에 배치되어, 상기 광학소자로부터 조사되는 광을 평행광으로 변환하는 평행광 렌즈;

상기 방열판의 상부에 배치되어, 상기 평행광 렌즈로부터 변환된 평행광을 수직 방향으로 반사시키는 제1직각반사판;

상기 유리기관을 덮어 밀봉된 구조를 갖는 유리커버; 및

상기 유리커버의 상부에 배치되며, 상기 제1직각반사판과 간격을 두고 상부에 배치되어 상기 제1직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광은 수직 방향으로 반사시키는 제2직각반사판;

상기 유리커버의 상부에 고정되며, 상기 제2직각반사판과 동일 선상에 간격을 두고 배치되어 상기 제2직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키는 수평반사판;

상기 제1직각반사판과 상기 제2직각반사판 사이에 배치되어, 상기 제1직각반사판에서 상기 제2직각반사판으로 향하는 평행광은 투과시키고, 상기 제2직각반사판에서 상기 제1직각반사판으로 향하는 평행광은 다시 제2직각반사판으로 반사시키는 광학필터; 및

상기 유리커버의 상부에 배치되어, 상기 광학소자로부터 조사되는 복수의 광을 상기 수평반사판으로부터 수신하는 집광렌즈;를 포함하는 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1직각반사판은

상부 방향으로 갈수록 45도 기울어진 형태인 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제2직각반사판은

하부로부터 수신된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광이 하부를 향해 수직 반사되도록, 하부 방향으로 45도 기울어진 형태인 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 16

제13항에 있어서,

상기 수평반사판은

상기 복수의 광학소자와 대향하게 배치되며, 상기 광학소자와 동일한 개수로 구비되는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 17

제13항에 있어서,

상기 평행광 렌즈는

상기 광학소자와 상기 제1직각반사판 사이에서 일정 간격을 두고 동일 선상에 배치되며, 상기 광학소자와 동일한 개수로 구비되는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 18

제13항에 있어서,

상기 베이스보드는

상기 광학소자와 연결되는 광학소자 드라이버를 구비하는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 19

제13항에 있어서,

상기 유리기관은

외부와 전기적 연결이 가능하도록, 내부에 관통 유리 비아(Through Glass Via, TGV)를 구비하는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 청구항 20

제13항에 있어서,

상기 유리커버는

상기 유리기관과의 접촉면이 솔더(solder)로 밀봉되는 것인 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈.

#### 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 다채널 광통신 모듈에 관한 것으로, 광학필터를 이용하여 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] WDM 광통신 모듈의 경우 서로 다른 파장을 가진 다수의 광원을 사용하기 때문에 채널 간 광파장을 분배하기 위한 소자 또는 방법이 필요하다. 일반적으로 AWG(Arrayed Waveguide Grating) 또는 광학필터를 사용하여 광파장을 분배하고 있다.

[0004] 광학필터를 이용하는 방법의 경우 특정 파장의 광원을 투과시키거나 반사시키는 광학필터의 광학적 특성을 이용한다.

[0005] 광학필터를 이용한 다채널 광모듈의 경우, 소자 및 부품들이 채널 간 일정 거리를 유지하며 배치되어 있다. 하나의 경로에 집중되었던 다파장 광원이 광학필터에 의해 파장별로 분배되어 수신부에 도달하거나 송신부에서 다채널 광원이 발생될 때 채널 간 일정 간격을 유지하여야 한다.

[0006] 수신부 또는 송신부에서 채널 간의 거리는 광학필터와 광의 입사각도, 광의 이동거리와 관계가 있다.

[0007] 본 발명과 관련된 선행 문헌으로는 대한민국 공개특허공보 10-2011-0125426호(공개일자 2011년 11월 21일)가 있으며, 상기 선행 문헌에는 양방향 통신용 광모듈 패키지 구조에 관한 기술이 개시되어 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 실정을 감안하여 제안된 것으로서, 광학필터를 이용하여 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 여기서 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 광파장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈은, 서로 다른 파장의 광을 조사하는 복수의 광학소자; 상기 광학소자로부터 조사되는 광을 평행광으로 변환하는 평행광 렌즈; 상기 평행광 렌즈로부터 변환된 평행광을 수직 방향으로 반사시키는 제1직각반사판; 상기 제1직각반사판과 간격을 두고 상부에 배치되어 상기 제1직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광은 수직 방향으로 반사시키는 제2직각반사판; 상기 제2직각반사판과 동일 선상에 간격을 두고 배치되어 상기 제2직각반사판으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키는 수평반사판; 상기 제1직각반사판과 상기 제2직각반사판 사이에 배치되어, 상기 제1직각반사판에서 상기 제2직각반사판으로 향하는 평행광은 투과시키고, 상기 제2직각반사판에서 상기 제1직각반사판으로 향하는 평행광은 다시 제2직각반사판으로 반사시키는 광학필터; 및 상기 광학소자로부터 조사되는 복수의 광을 상기 수평반사판으로부터 수신하는 집광렌즈;를 포함한다.

[0013] 상기 제1직각반사판은 상부 방향으로 갈수록 45도 기울어진 형태로 이루어진 것이 바람직하다.

[0014] 상기 제2직각반사판은 하부로부터 수신된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광이 하부를 향해 수직 반사되도록, 하부 방향으로 45도 기울어진 형태인 것이 바람직하다.

[0015] 상기 수평반사판은 상기 복수의 광학소자와 대향하게 배치되되, 상기 광학소자와 동일한 개수로 구비된다.

[0016] 상기 수평반사판은 상기 복수의 광학소자와 대향하게 평면상에 고정되는 것이 바람직하다.

- [0017] 상기 평행광 렌즈는 상기 광학소자와 상기 제1직각반사판 사이에서 일정 간격을 두고 동일 선상에 배치되며, 상기 광학소자와 동일한 개수로 구비된다.
- [0019] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 광과장 분배방식이 적용된 초소형 다채널 광모듈은, 관통된 장착공을 갖는 중공 형상의 베이스보드; 상기 베이스보드의 상부에 배치되는 유리기관; 상기 베이스보드의 장착공에 안착되고, 상기 광학소자, 상기 평행광 렌즈 및 상기 제1직각반사판의 하부에 배치되는 방열판; 및 상기 유리기관을 덮는 형태로 이루어지며, 상기 제2직각반사판, 상기 수평반사판 및 상기 집광렌즈를 상부에 배치하는 유리커버;를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 여기서 상기 베이스보드는 상기 광학소자와 연결되는 광학소자 드라이버를 구비한다.
- [0021] 상기 베이스보드는 상기 광학소자와 연결되는 광학소자 드라이버를 구비하고, 상기 광학소자와 상기 광학소자 드라이버는 리드선으로 연결된다.
- [0022] 상기 유리기관은 외부와 전기적 연결이 가능하도록, 내부에 관통 유리 비아(Through Glass Via, TGV)를 구비한다.
- [0023] 상기 관통 유리 비아에는 와이어본딩된 리드선이 구비되며, 상기 리드선은 상기 광학소자와 전기적으로 연결되는 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 유리커버는 상기 유리기관과의 접촉면이 솔더(solder)로 밀봉되는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

- [0026] 본 발명은 광의 이동경로를 수평 방향과 수직 방향으로 확장함으로써 광과장분배소자 또는 광과장분배에 필요한 공간을 줄여 광모듈을 소형화시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈을 나타낸 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈의 작동 관계를 나타낸 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈의 단면을 나타낸 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈에 있어서, 광의 이동 경로를 설명하기 위해 나타낸 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈에 있어서, 광의 이동 경로를 설명하기 위해 간단히 나타낸 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 기재에 의해 정의된다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 이외의 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.



- [0030] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈을 나타낸 도면이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 초소형 다채널 광모듈(10)은 베이스보드(100), 유리기관(110), 방열판(120), 광학소자(130), 평행광 렌즈(140), 제1직각반사판(150), 유리커버(200), 제2직각반사판(210), 수평반사판(220), 집광렌즈(240)를 포함한다.
- [0034] 베이스보드(100)는 관통된 장착공을 갖는 중공 형상으로 이루어진다. 이러한 베이스보드(100)는 하단부에서 기본 패널을 구축한다.
- [0035] 상기 베이스보드(100)는 광학소자(130)와 연결되는 광학소자 드라이버(20)를 구비할 수 있다. 이때, 광학소자(130)와 광학소자 드라이버(20) 사이에는 리드선(30)이 와이어본딩되어 설치된다.
- [0036] 유리기관(110)은 상기 베이스보드(100)의 상부에 배치된다. 이러한 유리기관(110)은 외부와 전기적 연결이 가능하도록, 내부에 관통 유리 비아(Through Glass Via, TGV)를 구비한다. 상기 관통 유리 비아에는 외부와 전기적으로 연결이 가능한 리드선(30)이 설치된다.
- [0037] 방열판(120)은 상기 베이스보드(100)의 장착공에 안착된다. 이러한 방열판(120)은 주위의 열을 낮추는 기능을 한다. 일반적으로 광 관련 소자 및 부품들에는 발열이 심하므로, 성능 유지를 위해 방열판(120)은 반드시 필요하다.
- [0038] 광학소자(130)는 상기 방열판(120)의 상부에 배치된다. 이러한 광학소자(130)는 서로 다른 파장의 광을 조사하도록 상기 방열판(120)의 상부에 복수 개로 배치된다.
- [0039] 평행광 렌즈(140)는 상기 방열판(120)의 상부에 배치되어, 상기 광학소자(130)로부터 조사되는 광을 평행광으로 변환시킨다.
- [0040] 제1직각반사판(150)은 상기 방열판(120)의 상부에 배치되어, 상기 평행광 렌즈(140)로부터 변환된 평행광을 수직 방향으로 반사시킨다.
- [0041] 유리커버(200)는 상기 유리기관(110)을 덮어 밀봉된 구조를 갖는다.
- [0042] 제2직각반사판(150)은 상기 유리커버(200)의 상부에 배치된다. 이때, 상기 제2직각반사판(150)은, 상기 제1직각반사판(150)과 간격을 두고 상부에 배치된다.
- [0043] 수평반사판(220)은 상기 유리커버(200)의 상부에 고정된다. 이러한 수평반사판(220)은 상기 유리커버(200)의 평면 상에 고정되어 있어, 광 정렬에 필요한 자유도를 줄일 수 있다.
- [0044] 집광렌즈(240)는 상기 유리커버(200)의 상부에 배치되어, 상기 광학소자(130)로부터 조사되는 복수의 광을 상기 수평반사판(220)으로부터 수신한다. 이때, 집광렌즈(240)는 상기 수신한 광을 외부로 방출한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈의 작동 관계를 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈의 단면을 나타낸 도면이다.
- [0047] 도 2 및 도 3을 병행 참조하면, 초소형 다채널 광모듈(10)은 광학기구의 구조적 차별성으로 인해 광(1)의 이동 경로를 수평 방향과 수직 방향을 적용하여, 광파장 분배에 필요한 공간을 줄일 수 있다. 이에 따라, 광모듈의 소형화가 가능하다.
- [0048] 이하, 본 발명인 초소형 다채널 광모듈(10)의 구성 간 작동 관계에 대해 상세하게 살펴보도록 한다.
- [0049] 광학소자(130)는 서로 다른 파장의 광(1)을 조사한다.
- [0050] 평행광 렌즈(140)는 상기 광학소자(130)로부터 조사되는 광을 평행광으로 변환시킨다. 상기 평행광 렌즈(140)는 상기 광학소자(130)와 제1직각반사판(150) 사이에서 일정 간격을 두고 동일 선상에 배치된다.
- [0051] 여기서, 상기 평행광 렌즈(140)는 상기 광학소자(130)와 동일한 개수로 구비되는 것이 바람직하다.

- [0053] 제1직각반사판(150)은 상기 평행광 렌즈(140)로부터 변환된 평행광을 수직 방향으로 반사시킨다. 이때, 상기 제1직각반사판(150)은 상부 방향으로 갈수록 45도 기울어진 형태를 갖는다.
- [0054] 제2직각반사판(210)은 상기 제1직각반사판(150)과 간격을 두고, 상기 제1직각반사판(150)의 상부에 배치된다.
- [0055] 이때, 상기 제2직각반사판(210)은 상기 제1직각반사판(150)으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광은 수직 방향으로 반사시킨다.
- [0056] 상기 제2직각반사판(210)은 하부로부터 수신된 평행광을 수평 방향으로 반사시키고, 동일 선상에서 수신하는 평행광이 하부를 향해 수직 반사되도록, 하부 방향으로 45도 기울어진 형태인 것이 바람직하다.
- [0057] 수평반사판(220)은 상기 제2직각반사판(210)과 동일 선상에 간격을 두고 배치된다. 이러한 수평반사판(220)은 상기 제2직각반사판(210)으로부터 반사된 평행광을 수평 방향으로 반사시킨다.
- [0058] 상기 수평반사판(220)은 상기 복수의 광학소자(130)와 대향하게 배치되되, 상기 광학소자(130)와 동일한 개수로 구비된다. 상기 수평반사판(220)은 상기 복수의 광학소자(130)와 대향하게 평면상에 고정되는 것이 바람직하다.
- [0059] 광학필터(230)는 상기 제1직각반사판(150)과 상기 제2직각반사판(210) 사이에 배치된다. 이러한 광학필터(230)는 상기 제1직각반사판(150)에서 상기 제2직각반사판(210)으로 향하는 평행광은 투과시킨다.
- [0060] 그리고 상기 광학필터(230)는 상기 제2직각반사판(210)에서 상기 제1직각반사판(150)으로 향하는 평행광은 다시 제2직각반사판(210)으로 반사시킨다.
- [0061] 집광렌즈(240)는 상기 광학소자(130)로부터 조사되는 복수의 광을 상기 수평반사판(220)으로부터 수신한다. 이러한 집광렌즈(240)는 광을 한 곳으로 모으기 위한 렌즈로서, 목적과 용도에 따라 단순히 광을 모으는 기능만 하지 않고, 상의 해상도를 높이거나 광을 굴절시키는 일에도 사용된다.
- [0062] 한편, 도 3의 단면도를 살펴보면 베이스보드(100)는 관통된 장착공을 갖는 중공 형상으로 이루어진다. 상기 베이스보드(100)는 광학소자(130)와 연결되는 광학소자 드라이버(20)를 구비한다.
- [0063] 광학소자(130)와 광학소자 드라이버(20)는 와이어본딩된 리드선(30)을 통해 연결된다.
- [0064] 상기 방열판(120)은 상기 베이스보드(100)의 장착공 내에 안착되어 고정된다. 유리커버(200)는 유리기관(110)을 덮어 밀봉하는 형태를 갖는다.
- [0065] 즉, 상기 유리커버(200)는 상기 유리기관(110)과의 접촉면이 솔더(solder, 201)로 밀봉된다.
- [0066] 유리기관(110)은 외부와 전기적 연결이 가능하도록, 내부에 관통 유리 비아(Through Glass Via, TGV)를 구비한다. 상기 관통 유리 비아(미도시)에는 와이어본딩된 리드선(30)이 구비된다. 상기 리드선(30)은 광학소자(130)와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0068] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈에 있어서, 광의 이동 경로를 설명하기 위해 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 다채널 광모듈에 있어서, 광의 이동 경로를 설명하기 위해 간단히 나타낸 도면이다.
- [0069] 도 4 및 도 5를 병행 참조하면, 광이 이동하는 경로를 상세히 알 수 있다.
- [0070] 먼저, 광학소자(130)는 서로 다른 파장( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ )의 광(1)을 조사한다. 이때, 상기 광학소자(130)는 제1광학소자(131,  $\lambda_1$ ), 제2광학소자(132,  $\lambda_2$ ), 제3광학소자(133,  $\lambda_3$ ) 및 제4광학소자(134,  $\lambda_4$ )를 구비한다.
- [0071] 상기 제1,2,3,4광학소자(131, 132, 133, 134)에서 광을 조사하면, 각 조사된 광은 평행광 렌즈(140)를 통과한다. 이때, 상기 평행광 렌즈(140)는 제1평행광 렌즈(141), 제2평행광 렌즈(142), 제3평행광 렌즈(143) 및 제4평행광 렌즈(144)를 구비한다.
- [0072] 상기 제1,2,3,4광학소자(131, 132, 133, 134)에서 조사된 광은 각각 제1,2,3,4평행광 렌즈(141, 142, 143, 144)를 통과한다. 이때, 상기 제1,2,3,4평행광 렌즈(141, 142, 143, 144)는 수신받은 광을 평행광으로 변환시켜 제1직각반사판(150)으로 송신한다.
- [0073] 제1평행광 렌즈(141)를 통과한 평행광은 제1직각반사판(150)에 의해 수직 방향으로 반사된다. 이렇게 반사된 평행광은 제2직각반사판(210)을 통해 수평 방향으로 반사된다. 상기 제2직각반사판(210)으로부터 반사된  $\lambda_1$ 광은

제1수평반사판(221)을 통해, 수평 방향으로 반사되어 다시 제2직각반사판(210)으로 향한다.

[0074] 이때, 상기 제2직각반사판(210)으로 향한  $\lambda 1$ 광은 하부 수직 방향으로 반사된다. 이때, 상기 제2직각반사판(210)과 제1직각반사판(150) 사이에는 광학필터(230)가 배치된다.

[0075] 상기 광학필터(230)는 제2광학소자(132)와 대응하는 위치에 형성된 제1광학필터(231)와, 상기 제3광학소자(133)와 대응하는 위치에 형성된 제2광학필터(232)와, 상기 제4광학소자(134)와 대응하는 위치에 형성된 제3광학필터(233)를 구비한다.

[0076] 상기 제2직각반사판(210)에서 아래로 반사된  $\lambda 1$ 광은 상기 제1광학필터(230)를 만나 다시 위로 반사된다. 이때 반사된  $\lambda 1$ 광은 다시 상기 제2직각반사판(210)을 통해 제2수평반사판(222)으로 반사된다.

[0077] 이때, 상기 제2광학소자(132)로부터 조사된  $\lambda 2$ 광은 상기 제1광학필터(231)를 통과하여, 상기  $\lambda 1$ 광과 만나서 같은 경로로 이동하게 된다.

[0078] 결국, 광학필터(230)는 상기 제1직각반사판(150)과 상기 제2직각반사판(210) 사이에 배치되어, 상기 제1직각반사판(150)에서 상기 제2직각반사판(210)으로 향하는 평행광을 투과시킨다.

[0079] 그리고, 상기 광학필터(230)는 상기 제2직각반사판(210)에서 상기 제1직각반사판(150)으로 향하는 평행광은 다시 제2직각반사판(210)으로 반사시킨다.

[0080] 이러한 과정은 아래 표1과 같은 형태로 서로 다른 파장을 갖는 광( $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ )은 반사와 투과를 거쳐 집광렌즈(240)에 도달한다.

|             | 광학필터2 | 광학필터3 | 광학필터4 |
|-------------|-------|-------|-------|
| $\lambda 1$ | 반사    | 반사    | 반사    |
| $\lambda 2$ | 투과    | 반사    | 반사    |
| $\lambda 3$ | -     | 투과    | 반사    |
| $\lambda 4$ | -     | -     | 투과    |

[0081]

[0082] <표1, 각 파장에 따른 광학필터의 광학특성>

[0084] 전술한 바와 같이, 본 발명은 광의 이동경로를 수평 방향과 수직 방향으로 확장함으로써 광과장분배소자 또는 광과장분배에 필요한 공간을 줄여 광모듈을 소형화시킬 수 있다.

[0085] 본 발명은 전술한 실시예에 국한하지 않고, 본 발명의 기술사상이 허용되는 범위내에서 다양하게 변형하여 실시할 수 있다.

## 부호의 설명

[0087]

1 : 광

10 : 초소형 다채널 광모듈 20 : 광학소자 드라이버

30 : 리드선 100 : 베이스보드

110 : 유리기관 120 : 방열판

130 : 광학소자 131 : 제1광학소자

132 : 제2광학소자 133 : 제3광학소자

134 : 제4광학소자 140 : 평행광 렌즈

141 : 제1평행광 렌즈 142 : 제2평행광 렌즈

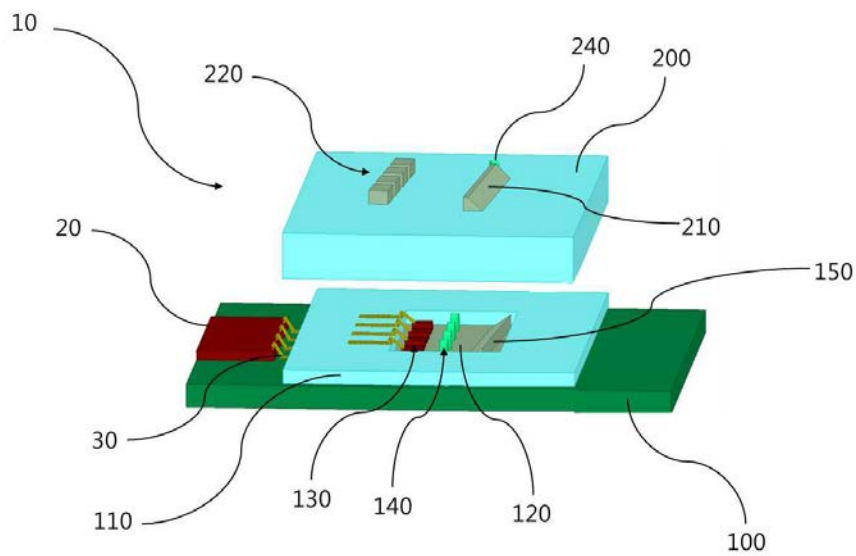
143 : 제3평행광 렌즈 144 : 제4평행광 렌즈

150 : 제1직각반사판 200 : 유리커버

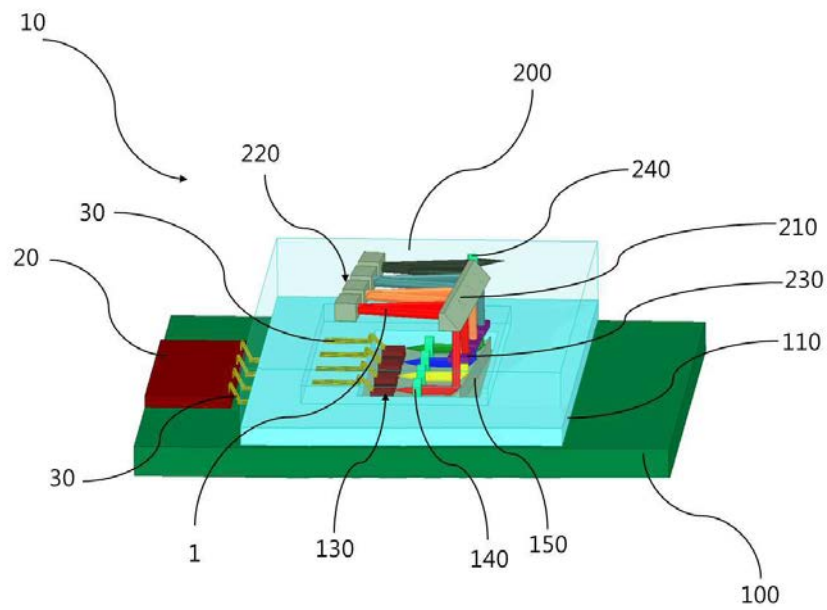
201 : 솔더      210 : 제2직각반사판  
 220 : 수평반사판    221 : 제1수평반사판  
 222 : 제2수평반사판    223 : 제3수평반사판  
 224 : 제4수평반사판    230 : 광학필터  
 231 : 제1광학필터    232 : 제2광학필터  
 233 : 제3광학필터    240 : 집광렌즈

## 도면

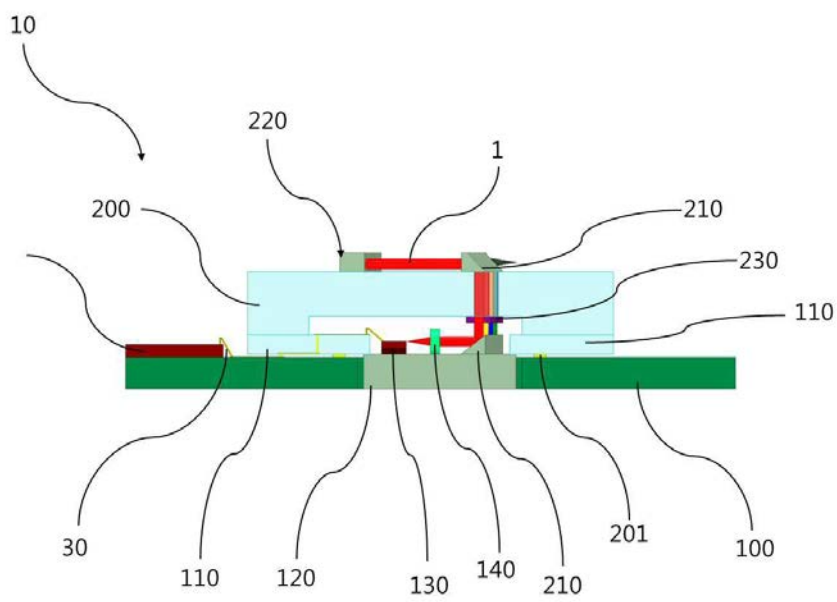
### 도면1



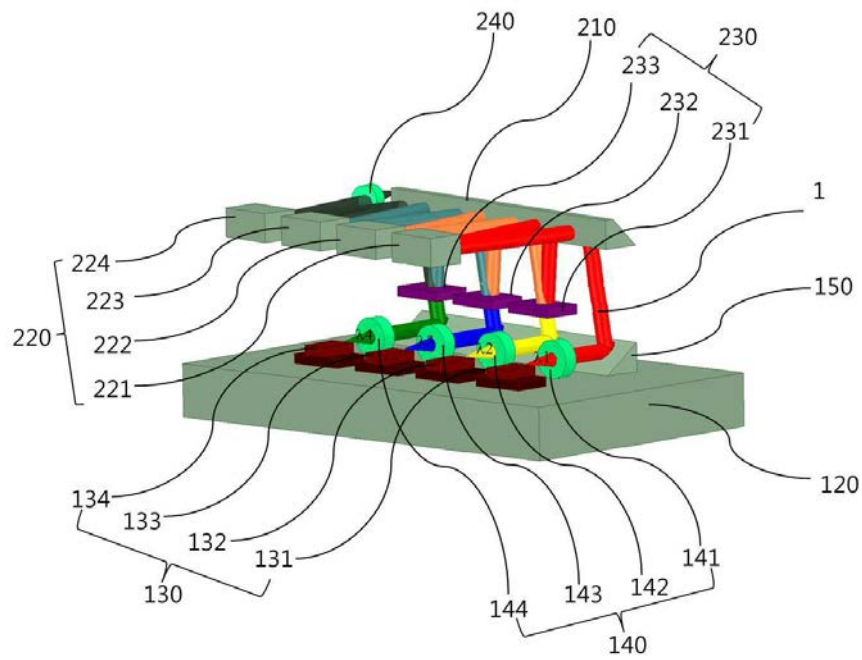
도면2



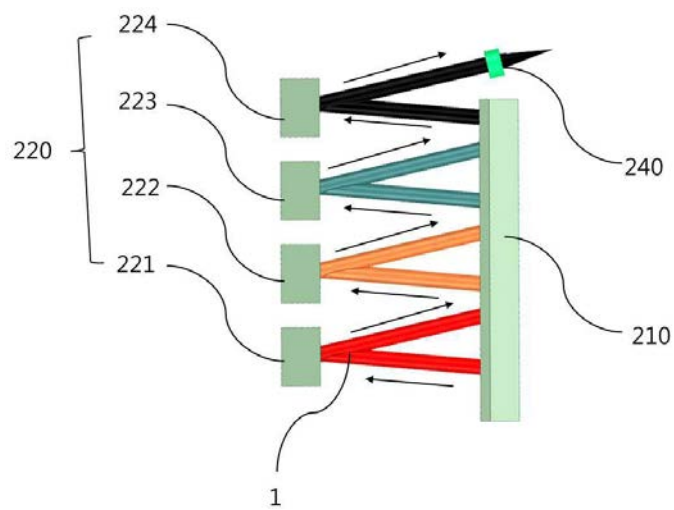
도면3



도면4



도면5





# 0-band DBR-EAM 칩 제작 기술 기술이전

(Technology transfer for fabrication technologies  
of 0-band DBR-EAM chip)

# 목차

1

개요

2

기술내용

3

큐마크인증

4

기술이전 범위

5

종합 및 의견



# 1. 개요

1/2

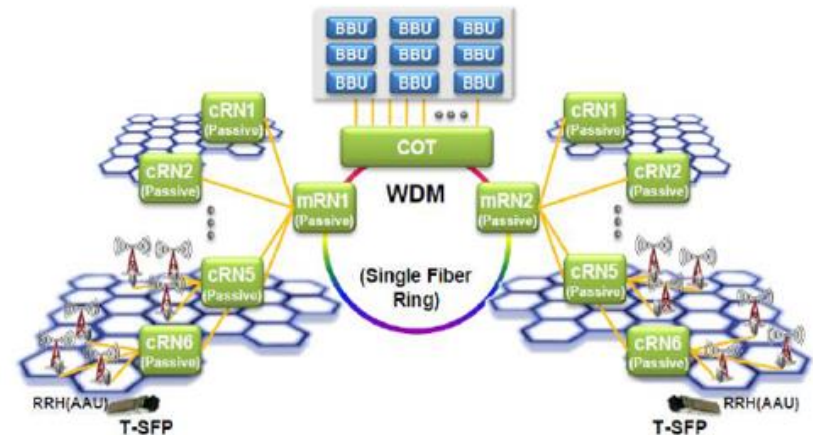
## ➡ 4G Front-haul [Ring-Mux]

- \* 3/6 Gbps (CPRI opt. 3/6)
- \* 6-subchannel in CWDM (grid: ~2.4nm)
- \* **Wavelength-fixed lasers**
- \* Transparent transmission (w/o amp.)



## ➡ 5G Front-haul [5G-PON]

- \* 10/25Gbps (CPRI opt. 7/10)
- \* DWDM in all windows (grid: ~0.8nm)
- \* **Wavelength-tunable lasers**
- \* Flexible and scalable system (multi-stage)



## [5G-PON 적용효과]

- 5G 성능 요구사항수용: 4G LTE 처리량(대역폭)의 20배, 10배 빠른 지연
- TCO 26% 저감 (적용비율 50%): CAPEX avoidance 87.5%, OPEX 67% 저감 효과

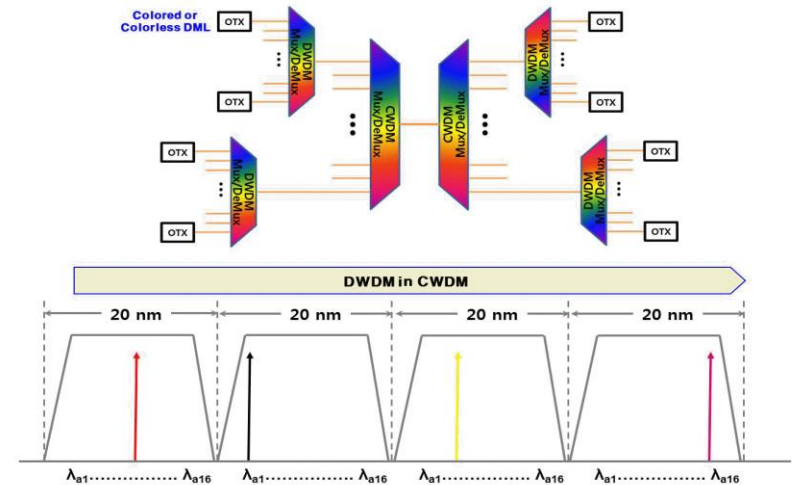
# 1. 개요

2/2

## T-SFP in 5G PON



## DWDM in CWDM



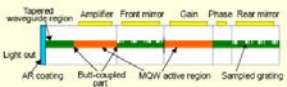
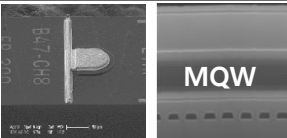
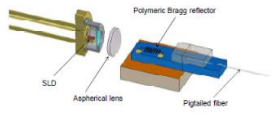
### [T-SFP 도입효과]

- **재고관리 비용 감소**: 운영파장 범위내에 동종의 모듈사용 (inventory cost reduction)
- **망 운영관리 효율화**: 파장가변 기능을 통해 망 운영관리 (remote OAM)
- **다양한 망 구현 및 성능/기능 향상**: 파장별 인터페이스 성능 다양화 (Pay as you grow)

# 2. 기술내용

1/3

## ➡ 파장가변 광원 장단점

| 종 류            | 구 조                                                                                          | NRZ속도<br>(Gbps)                     | 가변 범위<br>(nm)  | 크기(μm)              | 가 격          | 비 고                               |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------|--------------|-----------------------------------|
| SG-DBR         | <br>버니어효과   | MZ변조<br>25/50                       | ~30            | 400x2500            | X<br>\$X,000 | 장거리전송<br>C-band용 개발<br>고가 솔루션     |
| DFB+<br>TEC    | <br>MQW     | 직접변조<br>10/25                       | ~3.2           | 250x300             | ◎<br>\$X0    | 프런트홀망<br>10Gbps 적용<br>파장가변범위 제한   |
| ECL            | <br>SLD+폴리머 | 직접변조<br>2.5/10(??)<br>간접변조<br>25(?) | 10~20          | 1500x700<br>0       | ○<br>\$X00   | 하이브리드 집적<br>파장안정성 요구<br>광원칩 수입    |
| Tunable<br>DBR | <br>마이크로히터 | 직접변조<br>10/25<br>간접변조<br>10/25/50   | 15~30<br>10~20 | 300x550<br>300x1250 | ◎<br>\$X0    | 저가 솔루션<br>DFB 대체가능<br>25/50G 확장가능 |

경쟁 기술 대비 가격 경쟁력 및 확장성 우수  
➔ 5G 이동통신망용 10G/25G 시스템의 최적화 광원

## 대상기술 수행현황

### • 협약사업

**1) 5G-PON용 DBR-LD의 저전력 파장가변 동작을 위한 고효율 마이크로 히터 구현 기술 개발**

(과제번호: 20EB1210/20YB1110)

- 수행기간: 2020.1.1 ~ 2020.12.31.

**2) 5G-PON망 상용 적용을 위한 마이크로 히터 장착 DBR-LD 칩의 파장가변 효율 향상 기술 개발**

(과제번호: 20HB4110)

**3) 5G+ 기지국 프론트홀 기술개발” 사업 “O-band 파장가변 LD 기술 개발**

(과제번호: 20HH8120)

- 수행기간: 2020.4.1 ~ 2022.12.31.

### • 관련특허(3)/문서(8)

| 관리번호              | 출원번호<br>(등록번호)   | 출원일<br>(등록일)   | 발명명칭                                 |
|-------------------|------------------|----------------|--------------------------------------|
| PR201607<br>94USa | 16/585035        | 2019-09-<br>27 | 분포 반사형 파장가변<br>광원                    |
| PR201908<br>03KR  | 2020-<br>0031380 | 2020-03-<br>13 | 레이저 소자                               |
| PR201911<br>39KR  | 2020-<br>0041886 | 2020-04-<br>07 | 파장선택 레이저<br>다이오드 및 그를<br>포함하는 광통신 장치 |

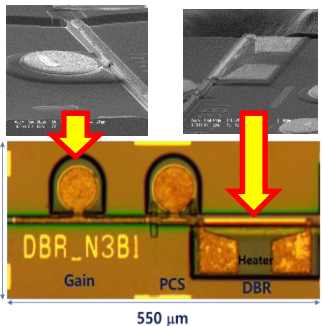
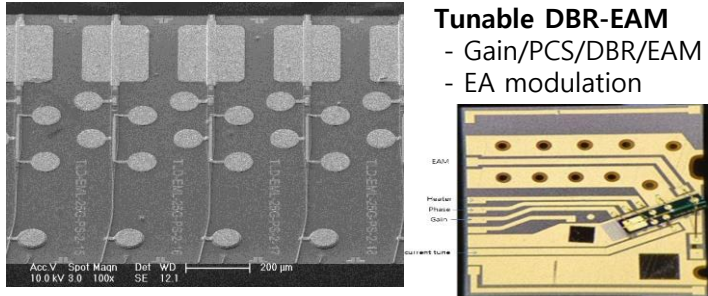
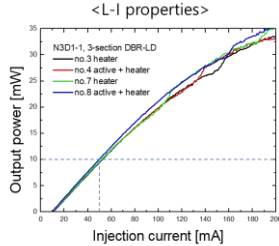
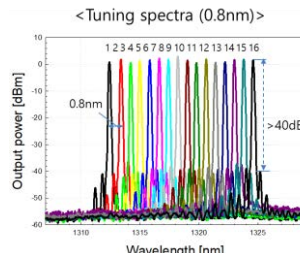
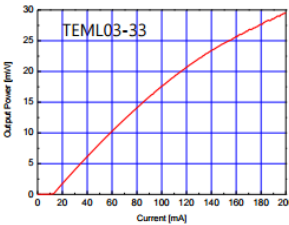
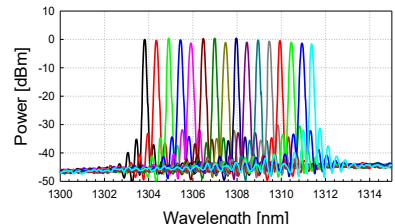
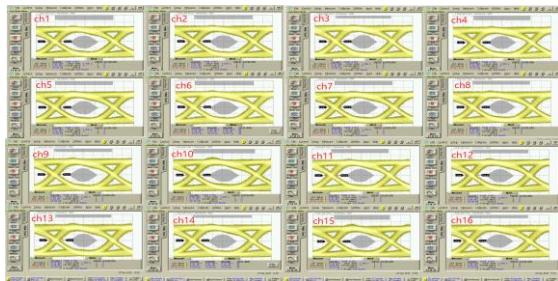
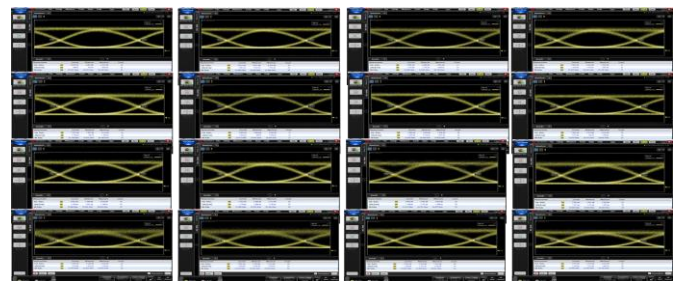
| 기술자료 명칭                                     |
|---------------------------------------------|
| (기술이전) O-band DBR-EAM 칩 제작기술 요구사항 정의서       |
| (기술이전) O-band DBR-EAM_칩 제작기술 소자설계서          |
| (기술이전) O-band DBR-EAM 칩 제작기술 시험절차서 및<br>결과서 |
| O-band DBR-EAM_소자제작서1_V1.0                  |
| O-band DBR-EAM_소자제작서2_V1.0                  |
| O-band DBR-EAM_소자제작서3_V1.0                  |
| C-band 10Gbps 전계흡수 변조기가 집적된 파장가변 DBR-LD     |
| 25Gbps 전계흡수 변조기가 집적된 1.3um 파장가변 DBR-LD      |



# 2. 기술내용

3/3

## ➔ O-band 10/25Gbps Tunable LD 수행 현황

|                    | O-band DBR LD (10Gbps)                                                                                                                                                                                                                    | O-band DBR-EAM (25Gbps)                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 구조                 |  <p><b>Tunable DBR-LD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gain/PCS/DBR</li> <li>- Direct modulation</li> </ul>                              |  <p><b>Tunable DBR-EAM</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gain/PCS/DBR/EAM</li> <li>- EA modulation</li> </ul> |
| 발진특성<br>및<br>파장가변  | <p>&lt;L-I properties&gt;</p>  <p>&lt;Tuning spectra (0.8nm)&gt;</p>  |                                         |
| 변조<br>특성<br>(16채널) |                                                                                                                                                        |                                                                                                                            |

# 3. 큐마크 인증

1/2

## ● 기술이전 요구사항

| Req. ID          | 상세 내용                                                     | 중요도<br>(상,중,하) | 관련 CRQ  | 구현<br>년도 |
|------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|---------|----------|
| DNR. TLD.<br>001 | 소자의 동작 파장 범위는 1260~1360 nm의 O-band내에서 동작해야 한다.            | 중              | CRQ.001 | 2019     |
| DNR. TLD.<br>002 | 소자의 동작 전류는 이득영역에 100 mA 이하의 전류 주입 시 10 mW 이상의 출력을 보여야 한다. | 상              | CRQ.002 | 2019     |
| DNR. TLD.<br>003 | 소자의 파장가변부에 3.3 V 이하의 전압 인가 시 파장가변 범위는 15 nm 이상이어야 한다.     | 상              | CRQ.003 | 2019     |
| DNR. TLD.<br>004 | 소자의 변조부에 바이어스 전압 -2.5V이하의 인가 시 3 dB 대역폭은 18 GHz 이상이어야 한다  | 상              | CRQ.004 | 2019     |

# 3. 큐마크 인증

2/2

## ● 시험결과

| 요구사항                                                  | 판정 기준                                  | 시험 결과                             |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| 소자의 동작 파장 범위는 1260~1360 nm의 O-band내에서 동작해야 한다.        | 소자 동작 시 발진 파장 범위: O-band (1260~1360nm) | 만족<br>발진 파장 측정:<br>1304.4nm       |
| 소자의 동작 전류는 이득영역에 100 mA 전류 주입 시 10 mW 이상의 출력을 보여야 한다. | Gain 영역에 100mA 전류 주입 시 출력광 세기: 10mW 이상 | 만족<br>100mA에서 광출력<br>측정: 19mW     |
| 소자의 파장가변부에 3 V 전압 인가시 파장가변 범위는 15 nm 이상이어야 한다.        | 히터 전압 동작 시 파장 가변 범위: 15 nm 이상          | 만족<br>파장 가변 범위 측정:<br>17nm        |
| 소자의 변조부에 바이어스 전압 - 2.5V인가시 3 dB 대역폭은 18 GHz 이상이어야 한다. | 변조기 바이어스 전압 인가 시 -3dB 대역폭: 18GHz 이상    | 만족<br>EO response 측정:<br>20GHz 이상 |

# 4. 기술이전 범위

## 기술이전 범위

### 1) ETRI 파장가변 광원 칩 제공

- O-band 내에 파장가변 반도체 광원 칩 (ETRI 자체개발 구조)
- 칩 개수: 조정가능 (100개 이내)
- 제공칩에 대해 업체 사용 허가 및 인증

### 2) 요구사항 만족 및 반영 파장가변 칩 및 공정 기술 제공

- 추가 요구사항 반영구조에 대해 제작 (1회)
- 칩 공정요원(업체 1명)에 대해 제작 기술교육 (부대비용은 관련과제에서 제공)

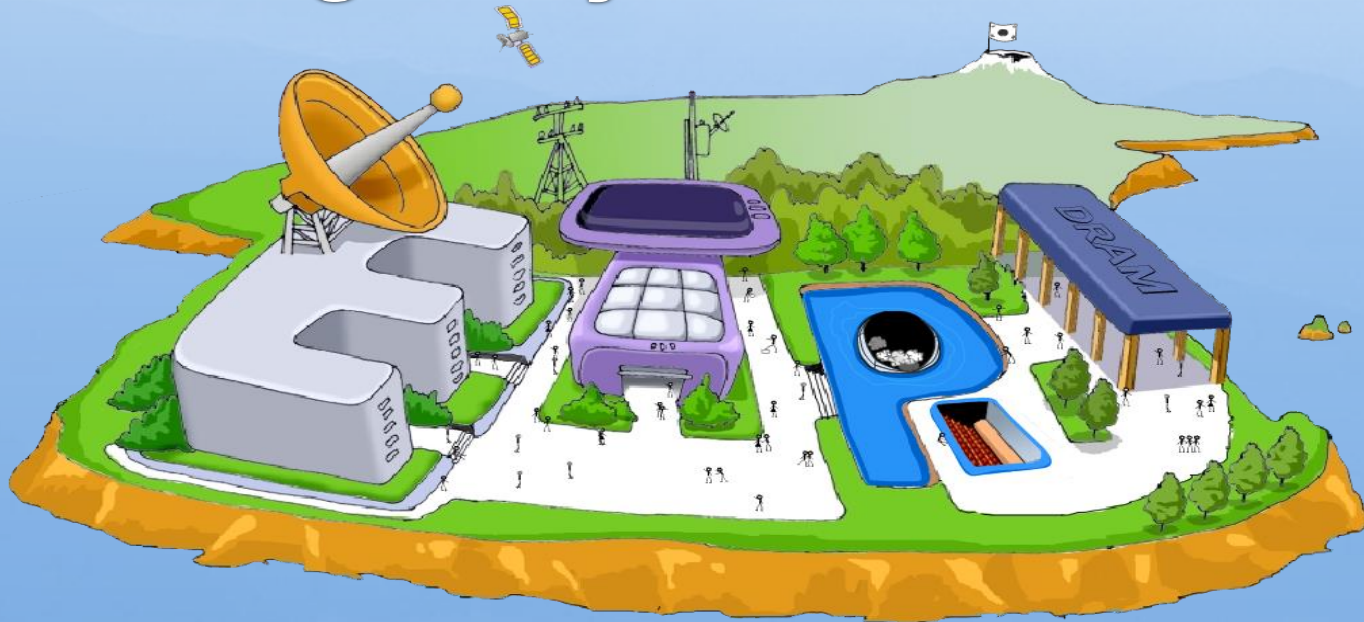
### 3) 기술이전 일정 계획/기술료

- 기간: 2020. 8. 3 ~ 2020. 10.30
- 기술료: 정액 (50,000 천원, 중소기업)

# 5. 종합 및 의견

- “O-band DBR-EAM 칩 제작기술”의 “사용자 요구사항”
  - DBR-EAM 칩 제공 및 소자제작에 필요한 공정 기술 요청
  - 해당 요구사항 별 칩 성능은 상세내용에 대해 만족시킨 것으로 확인
- 소자 제작특성은 ETRI의 종합실험실을 통해 수행된 결과를 반영하고, 제작된 소자의 결과는 이동통신 프론트홀망용 요구사항을 만족
  - 이를 통해 저가형으로 제작되어 관련 시스템에 효과적으로 적용할 수 있을 것으로 판단
- 기술이전을 통해 업체의 소자개발 시간과 비용을 절감하여, 국산화 달성 및 시장 선점의 기회를 확보

# “Future Creator for Human Technologies by Global Innovation”



## 감사합니다





(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0125124  
(43) 공개일자 2021년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01S 5/02 (2006.01) H01S 5/026 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01S 5/0206 (2013.01)  
H01S 5/0265 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0041886  
(22) 출원일자 2020년04월07일  
심사청구일자 2020년11월04일

(71) 출원인  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
권오기  
세종특별자치시 새롬중앙1로 13 메이저시티  
604-1301호  
오수환  
대전광역시 서구 청사로 70 누리아파트 107-1102  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 고려

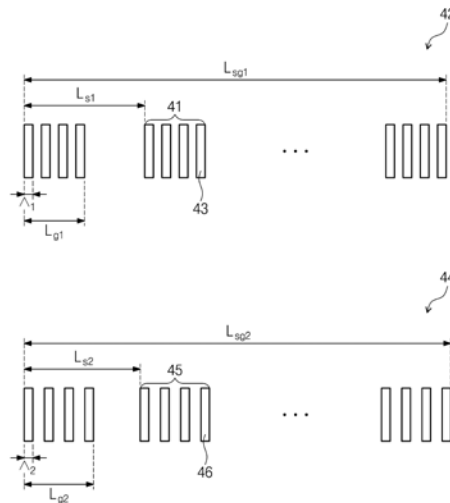
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 파장선택 레이저 다이오드 및 그를 포함하는 광통신 장치

(57) 요약

본 발명은 파장선택 레이저 다이오드 및 그를 포함하는 광통신 장치를 개시한다. 그의 다이오드는 게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기관과, 상기 기관 상의 도파로 층과, 상기 도파로 층 상의 클래드 층과, 상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기관 또는 상기 클래드 층 상에 배치된 격자들을 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

**김기수**

서울특별시 서초구 신반포로33길 30 314동 1206호  
(잠원동, 신반포한신아파트)

**이철욱**

대전광역시 유성구 배울2로 61

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 과제고유번호      | 19VB1500                           |
| 과제번호        | 19VB1500                           |
| 부처명         | 한국전자통신연구원(ETRI)                    |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국전자통신연구원(ETRI)                    |
| 연구사업명       | 기타사업                               |
| 연구과제명       | 전계흡수 변조기 집적 분포 브래그 반사기 파장가변 레이저 개발 |
| 기 여 율       | 80/100                             |
| 과제수행기관명     | 한국전자통신연구원(ETRI)                    |
| 연구기간        | 2019.01.01 ~ 2019.12.31            |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 19AB1300                |
| 과제번호        | 19AB1300                |
| 부처명         | 과학기술정보통신부               |
| 과제관리(전문)기관명 | 연구개발진흥재단                |
| 연구사업명       | 기술이전공급사업                |
| 연구과제명       | DWDM망용 파장가변 TOSA 개발     |
| 기 여 율       | 20/100                  |
| 과제수행기관명     | (주)옵티코어                 |
| 연구기간        | 2019.05.15 ~ 2020.05.14 |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

개인 영역, 상기 개인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 개인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기관;

상기 기관 상의 도파로 층;

상기 도파로 층 상의 클래드 층; 및

상기 개인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기관 또는 상기 클래드 층 상에 배치된 격자들을 포함하되,

상기 격자들은:

상기 개인 영역에 배치되고, 제 1 격자 길이를 갖는 제 1 격자; 및

상기 튜닝 영역 내에 배치되고, 상기 제 1 격자 길이와 다른 제 2 격자 길이를 갖는 제 2 격자를 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 격자는 제 1 단위 격자들을 포함하고,

상기 제 2 격자는 상기 제 1 단위 격자들과 동일한 제 2 단위 격자들을 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 단위 격자들은 제 1 피치를 갖고,

상기 제 2 단위 격자들 상기 제 1 피치와 다른 제 2 피치를 갖는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 격자는 상기 제 1 단위 격자들의 군집에 의해 상기 제 1 피치보다 큰 제 1 샘플링 길이를 갖는 제 1 군 격자들을 더 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 2 격자는 상기 제 2 단위 격자들의 군집에 의해 상기 제 2 피치보다 크고 상기 제 1 샘플링 길이와 다른 제 2 샘플링 길이를 갖는 제 2 군 격자들을 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 단위 격자들은 제 11 피치, 제 12 피치 및 제 13 피치를 갖고,

상기 제 2 단위 격자들은 상기 제 11 피치, 상기 제 12 피치, 및 상기 제 13 피치와 다른 제 21 피치, 제 22 피치 및 제 23 피치를 갖는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 격자는 상기 제 1 단위 격자들의 군집에 의해 제 11 피치, 상기 제 12 피치, 및 상기 제 13 피치보다 큰 제 11 중첩 격자 길이, 제 12 중첩 격자 길이, 및 제 13 중첩 격자 길이를 각각 갖는 제 11 서브 군 격자, 제 12 서브 군 격자, 및 제 13 서브 군 격자를 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 격자는 상기 제 2 단위 격자들의 군집에 의해 상기 제 11 중첩 격자 길이, 상기 제 12 중첩 격자 길이, 및 상기 제 13 중첩 격자 길이와 다른 제 21 중첩 격자 길이, 제 22 중첩 격자 길이, 및 제 23 중첩 격자 길이를 갖는 제 21 서브 군 격자, 제 22 서브 군 격자, 및 제 13 군 격자를 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 격자와 상기 제 2 격자는 샘플 격자를 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 격자와 상기 제 2 격자는 중첩 격자를 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 도파로 층은:

상기 게인 영역 내에 배치된 제 1 활성 도파로; 및

상기 위상 조절 영역 및 상기 튜닝 영역에 배치된 수동 도파로를 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 기판은 상기 튜닝 영역 인접하는 변조 영역을 더 포함하되,

상기 도파로 층은 상기 변조 영역에 배치된 제 2 활성 도파로를 더 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기관은 상기 변조 영역에 인접하여 배치된 증폭 영역을 더 포함하되,

상기 제 1 활성 도파로는 상기 증폭 영역 내에 배치된 파장선택 레이저 다이오드.

### 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 도파로 층 상에 배치된 전극들과, 상기 전극들에 연결되어 상기 도파로 층 외곽의 상기 클래드 층 상에 배치된 패드들을 구비하는 전극 층을 더 포함하되,

상기 전극들은:

상기 게인 영역 상의 플레이트 전극; 및

상기 위상 조절 영역 및 상기 튜닝 영역 상의 히터 전극을 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 전극들은 변조 영역 상의 상기 패드들 중의 어느 하나를 둘러싸는 캐버티 링을 더 포함하되,

상기 캐버티 링은 상기 도파로 층에 인접하여 배치되는 파장선택 레이저 다이오드.

### 청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 기관의 하부에 배치된 하부 전극 층; 및

상기 게인 영역에 인접하는 상기 기관의 측벽에 배치된 전반사 층을 더 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

### 청구항 17

복수개의 파장선택 레이저 다이오드들; 및

상기 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들에 연결된 광 결합기를 포함하되,

상기 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들의 각각은:

게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기관;

상기 기관 상의 도파로 층;

상기 도파로 층 상의 클래드 층; 및

상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기관 또는 상기 클래드 층 상에 배치된 격자들을 포함하되,

상기 격자들은:

상기 게인 영역에 배치되고, 제 1 격자 길이를 갖는 제 1 격자; 및

상기 튜닝 영역 내에 배치되고, 상기 제 1 격자 길이와 다른 제 2 격자 길이를 갖는 제 2 격자를 포함하는 광통신 장치.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 광 결합기에 연결된 광 증폭기를 더 포함하는 광통신 장치.

#### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 도파로 층에 연결되고, 상기 복수개의 파장선택 레이저들을 상기 광 결합기에 연결하는 광 도파로들을 더 포함하는 광통신 장치.

#### 청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들 중의 어느 하나는 여분(residual)인 광통신 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 광통신 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 다채널 광원을 구현할 수 있는 파장선택 레이저 다이오드 및 그를 포함하는 광통신 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근 이동통신 프론트홀, 백홀망, 차세대 광가입자망, 데이터 센터망의 대용량화로 인해 파장분할 다중(wavelength division multiplexed: WDM) 시스템의 수요가 급증하고 있다. 일반적인 파장분할 다중 시스템용 광원은 파장채널 슬롯 내에서 동작하는 단일 파장의 레이저 다이오드 모듈을 시스템 장비의 입력단에 각각 장착하는 구조를 가질 수 있다. 또한, 일반적인 파장분할 다중 시스템용 광원은 채널 개수의 증가에 따라 장비의 부피가 커지고, 에너지 소모도 높아지고, 시스템이 복잡해지는 단점을 가질 수 있다. 향후 하나의 모듈에서 다수의 채널파장들을 제공할 수 있는 파장분할 다중 시스템용 광원의 도입을 통해 시스템 장비의 소형화, 에너지 저소모 등에 대한 개선이 요구된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 이루고자 하는 과제는 파장분할 다중 파장 그리드에 매칭되는 레이저 광의 발진 파장을 생성할 수 있는 파장선택 레이저 다이오드 및 그를 포함하는 광통신 장치를 제공하는 데 있다.

[0004] 또한 본 발명의 다른 과제는 소자의 신뢰성 및 수명을 증가시킬 수 있는 광통신 장치를 제공하는 데 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 파장선택 레이저 다이오드를 개시한다. 그의 다이오드는 게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기관; 상기 기관 상의 도파로 층; 상기 도파로 층 상의 클래드 층; 및 상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기관 또는 상기 클래드 층



상에 배치된 격자들을 포함한다. 여기서, 상기 격자들은: 상기 게인 영역에 배치되고, 제 1 격자 길이를 갖는 제 1 격자; 및 상기 튜닝 영역 내에 배치되고, 상기 제 1 격자 길이와 다른 제 2 격자 길이를 갖는 제 2 격자를 포함할 수 있다.

- [0006] 상기 제 1 격자는 제 1 단위 격자들을 포함하고, 상기 제 2 격자는 상기 제 1 단위 격자들과 동일한 제 2 단위 격자들을 포함할 수 있다.
- [0007] 상기 제 1 단위 격자들은 제 1 피치를 갖고, 상기 제 2 단위 격자들은 상기 제 1 피치와 다른 제 2 피치를 가질 수 있다.
- [0008] 상기 제 1 격자는 상기 제 1 단위 격자들의 군집에 의해 상기 제 1 피치보다 큰 제 1 샘플링 길이를 갖는 제 1 군 격자들을 더 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 제 2 격자는 상기 제 2 단위 격자들의 군집에 의해 상기 제 2 피치보다 크고 상기 제 1 샘플링 길이와 다른 제 2 샘플링 길이를 갖는 제 2 군 격자들을 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 제 1 단위 격자들은 제 11 피치, 제 12 피치 및 제 13 피치를 갖고, 상기 제 2 단위 격자들은 상기 제 11 피치, 상기 제 12 피치, 및 상기 제 13 피치와 다른 제 21 피치, 제 22 피치 및 제 23 피치를 가질 수 있다.
- [0011] 상기 제 1 격자는 상기 제 1 단위 격자들의 군집에 의해 제 11 피치, 상기 제 12 피치, 및 상기 제 13 피치보다 큰 제 11 중첩 격자 길이, 제 12 중첩 격자 길이, 및 제 13 중첩 격자 길이를 각각 갖는 제 11 서브 군 격자, 제 12 서브 군 격자, 및 제 13 서브 군 격자를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 제 2 격자는 상기 제 2 단위 격자들의 군집에 의해 상기 제 11 중첩 격자 길이, 상기 제 12 중첩 격자 길이, 및 상기 제 13 중첩 격자 길이와 다른 제 21 중첩 격자 길이, 제 22 중첩 격자 길이, 및 제 23 중첩 격자 길이를 갖는 제 21 서브 군 격자, 제 22 서브 군 격자, 및 제 13 군 격자를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제 1 격자와 상기 제 2 격자는 샘플 격자를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제 1 격자와 상기 제 2 격자는 중첩 격자를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 도파로 층은: 상기 게인 영역 내에 배치된 제 1 활성 도파로; 및 상기 위상 조절 영역 및 상기 튜닝 영역에 배치된 수동 도파로를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 기판은 상기 튜닝 영역 인접하는 변조 영역을 더 포함하고, 상기 도파로 층은 상기 변조 영역에 배치된 제 2 활성 도파로를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 기판은 상기 변조 영역에 인접하여 배치된 증폭 영역을 더 포함하고, 상기 제 1 활성 도파로는 상기 증폭 영역 내에 배치될 수 있다.
- [0018] 상기 도파로 층 상에 배치된 전극들과, 상기 전극들에 연결되어 상기 도파로 층 외곽의 상기 클래드 층 상에 배치된 패드들을 포함하는 전극 층을 더 포함하고, 상기 전극들은: 상기 게인 영역 상의 플레이트 전극; 및 상기 위상 조절 영역 및 상기 튜닝 영역 상의 히터 전극을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 전극들은 변조 영역 상의 상기 패드들 중의 어느 하나를 둘러싸는 캐버티 링을 더 포함하고, 상기 캐버티 링은 상기 도파로 층에 인접하여 배치될 수 있다.
- [0020] 상기 기판의 하부에 배치된 하부 전극 층; 및 상기 게인 영역에 인접하는 상기 기판의 측벽에 배치된 전반사 층을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 예에 따른 광통신 장치는, 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들; 및 상기 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들에 연결된 광 결합기를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들의 각각은: 게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기판; 상기 기판 상의 도파로 층; 상기 도파로 층 상의 클래드 층; 및 상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기판 또는 상기 클래드 층 상에 배치된 격자들을 포함할 수 있다. 상기 격자들은: 상기 게인 영역에 배치되고, 제 1 격자 길이를 갖는 제 1 격자; 및 상기 튜닝 영역 내에 배치되고, 상기 제 1 격자 길이와 다른 제 2 격자 길이를 갖는 제 2 격자를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 광 결합기에 연결된 광 증폭기를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 도파로 층에 연결되고, 상기 복수개의 파장선택 레이저들을 상기 광 결합기에 연결하는 광 도파로들을 더

포함할 수 있다.

[0024] 상기 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들 중의 어느 하나는 여분(residual)일 수 있다.

### 발명의 효과

[0025] 상술한 바와 같이, 본 발명의 개념에 따른 파장선택 레이저 다이오드는 서로 다른 거리의 제 1 및 제 2 격자 길이들을 갖는 제 1 및 제 2 격자들을 이용하여 파장분할 다중 파장 그리드에 매칭되는 레이저 광의 발진 파장을 생성할 수 있다. 또한 본 발명의 광통신 장치는 여분(residual)의 파장선택 레이저 다이오드를 이용하여 소자의 신뢰성 및 수명을 증가시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 개념에 따른 광통신 장치를 보여주는 평면도이다.

도 2는 도 1의 파장선택 레이저 다이오드들 각각의 일 예를 보여주는 평면도이다.

도 3은 도 2의 I-I' 선상을 절취하여 보여주는 단면도이다.

도 4는 도 3의 제 1 격자 및 제 2 격자의 일 예를 보여주는 도면이다.

도 5는 도 4의 제 1 격자 및 제 2 격자에 의해 선택되는 레이저 광의 파장을 보여주는 그래프들이다.

도 6은 도 1의 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들의 레이저 광의 제 1, 제 2 내지 제 n 선택 파장들을 보여주는 그래프들이다.

도 7은 도 3의 제 1 격자 및 제 2 격자의 일 예를 보여주는 도면이다.

도 8은 도 1의 파장선택 레이저 다이오드의 일 예를 보여주는 평면도이다.

도 9는 도 8의 II-II' 선상을 절취하여 보여주는 단면도이다.

도 10은 도 1의 파장선택 레이저 다이오드의 일 예를 보여주는 평면도이다.

도 11은 도 10의 III-III' 선상을 절취하여 보여주는 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면들과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당 업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전문에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0028] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 포함한다(comprises) 및/또는 포함하는(comprising)은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 장치는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 또한, 명세서에서 개인, 튜닝, 도파로 및 클래드는 광학 분야에서 주로 사용되는 의미로 이해될 수 있을 것이다. 바람직한 실시 예에 따른 것이기 때문에, 설명의 순서에 따라 제시되는 참조 부호는 그 순서에 반드시 한정되지는 않는다.

[0029] 도 1은 본 발명의 개념에 따른 광통신 장치(400)를 보여준다.

[0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 광통신 장치(400)는 파장분할 다중 시스템(Wavelength Division Multiplexing system)을 포함할 수 있다. 일 예로, 본 발명의 광통신 장치(400)는 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들(100), 광 결합기(combiner, 200), 및 광 증폭기(300)를 포함할 수 있다. 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들(100)은 어레이 형태로 배열될 수 있다. 파장선택 레이저 다이오드들(100)은 레이저 광(120)을 생성하여 광 결합기(200) 및 광 증폭기(300)에 제공할 수 있다. 레이저 광(120)은 다채널(multichannel)의 파장들을 가질 수 있다. 광 결합기(200)는 파장선택 레이저 다이오드들(100)과 광 증폭기(300) 사이에 배치될 수 있다. 광 도파로들(110)이 파장선택 레이저 다이오드들(100)을 광 결합기(200)에 연결하고, 상기 광 결합기(200)를 광 증폭기

(300)에 연결할 수 있다. 광 증폭기(300)는 레이저 광(120)을 증폭하여 외부로 출력할 수 있다.

- [0031] 도 2는 도 1의 파장선택 레이저 다이오드들(100) 각각의 일 예를 보여준다. 도 3은 도 2의 I-I' 선상을 절취하여 보여준다.
- [0032] 도 2 및 도 3을 참조하면, 파장선택 레이저 다이오드(100)는 적외선 레이저 다이오드, 또는 가시광 레이저 다이오드를 포함할 수 있다. 일 예로, 파장선택 레이저 다이오드(100)는 기관(10), 도파로 층(20), 클래드 층(30), 격자들(40), 오픈 콘택 층(50), 및 전극 층(60)을 포함할 수 있다.
- [0033] 기관(10)은 III-V족 반도체 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기관(10)은 n형을 갖는 InP를 포함할 수 있다. 기관(10)은 게인 영역(12), 위상 조절 영역(14), 튜닝 영역(16), 변조 영역(17), 증폭 영역(18) 및 변환 영역(19)을 가질 수 있다.
- [0034] 게인 영역(12)은 레이저 광(120)의 이득(gain)을 얻어(get) 상기 레이저 광(120)을 생성시키는 영역일 수 있다. 전반사 층(112)이 게인 영역(12)의 기관 일측 상에 제공될 수 있다. 전반사 층(112)은 레이저 광(120)을 게인 영역(12)에서 위상 조절 영역(14)으로 반사할 수 있다. 전반사 층(112)은 레이저 광(120)을 공진시킬 수 있다. 예를 들어, 전반사 층(112)은 알루미늄(Al), 또는 은(Ag)의 금속을 포함할 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0035] 위상 조절 영역(14)은 게인 영역(12)과 튜닝 영역(16) 사이에 배치될 수 있다. 위상 조절 영역(14)은 레이저 광(120)의 위상을 조절하는 영역일 수 있다.
- [0036] 튜닝 영역(16)은 위상 조절 영역(14)과 변조 영역(17) 사이에 배치될 수 있다. 튜닝 영역(16)은 레이저 광(120)의 파장을 튜닝하는 영역일 수 있다.
- [0037] 변조 영역(17)은 튜닝 영역(16)과 증폭 영역(18) 사이에 배치될 수 있다. 변조 영역(17)은 레이저 광(120)을 변조하는 영역일 수 있다.
- [0038] 증폭 영역(18)은 변조 영역(17)과 변환 영역(19) 사이에 배치될 수 있다. 증폭 영역(18)은 레이저 광(120)의 세기를 증폭하는 영역일 수 있다.
- [0039] 변환 영역(19)은 레이저 광(120)의 크기 및/또는 직경을 변환하는 영역일 수 있다. 하부 전극 층(11)이 기관(10)의 하부에 배치될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 변환 영역(19)의 기관(10)의 타측 상에 비반사 층(114)이 배치될 수 있다. 비반사 층(114)은 레이저 광(120)을 투과할 수 있다. 예를 들어, 비반사 층(114)은 인듐티타늄 산화물(ITO)의 금속 산화물을 포함할 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0040] 도파로 층(20)은 기관(10) 상에 배치될 수 있다. 도파로 층(20)은 기관(10)의 굴절률보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 도파로 층(20)은 게인 영역(12)에서 변환 영역(19)까지 연장할 수 있다. 도파로 층(20)은 광 도파로들(110)에 연결될 수 있다. 레이저 광(120)은 도파로 층(20)을 따라 전달될 수 있다. 예를 들어, 도파로 층(20)은 InGaAs를 포함할 수 있다. 일 예로, 도파로 층(20)은 제 1 활성 도파로 층(22), 수동 도파로 층(24), 및 제 2 활성 도파로 층(26)을 포함할 수 있다.
- [0041] 제 1 활성 도파로 층(22)은 게인 영역(12) 및 증폭 영역(18) 내에 배치될 수 있다. 기관(10)과 클래드 층(30) 사이에 전기장이 제공되면, 게인 영역(12) 내의 제 1 활성 도파로 층(22)은 레이저 광(120)의 이득을 얻거나 증가시킬 수 있다. 증폭 영역(18) 내의 제 1 활성 도파로 층(22)은 레이저 광(120)의 세기를 증폭시킬 수 있다. 예를 들어, 제 1 활성 도파로 층(22)은 p+형을 갖는 InGaAs를 포함할 수 있다. 이와 달리, 제 1 활성 도파로 층(22)은 어븀(Er)과 같은 희토류의 불순물을 포함할 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0042] 수동 도파로 층(24)은 위상 조절 영역(14), 튜닝 영역(16) 및 변환 영역(19) 내에 배치될 수 있다. 수동 도파로 층(24)은 n+형을 갖는 InGaAs를 포함할 수 있다.
- [0043] 제 2 활성 도파로 층(26)은 변조 영역(17) 내에 배치될 수 있다. 제 2 활성 도파로 층(26)은 벌크 물질, 다중양자우물(MQW, multiple quantum well) 구조, 또는 선택영역 성장된(selective area grown, SAG) MQW 구조를 가질 수 있다.
- [0044] 클래드 층(30)은 도파로 층(20) 및 상기 도파로 층(20) 외곽의 기관(10) 상에 배치될 수 있다. 클래드 층(30)은 도파로 층(20)의 굴절률보다 낮고, 기관(10)의 굴절률과 동일하거나 유사한 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 클래드 층(30)은 p+형의 InP를 포함할 수 있다. 기관(10)이 하부 클래드 층이면, 클래드 층(30)은 상부 클래드 층일 수 있다. 일 예로, 클래드 층(30)은 트랜치들(116)을 가질 수 있다. 트랜치들(116)은 게인 영역(12), 위상

조절 영역(14), 튜닝 영역(16), 변조 영역(17), 증폭 영역(18), 및 변환 영역(19)을 서로 분리시킬 수 있다.

- [0045] 오믹 콘택 층(50)은 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 오믹 콘택 층(50)은 클래드 층(30)과 전극층(60)을 전기적으로 연결시킬 수 있다. 오믹 콘택 층(50)은 텅스텐(W), 탄탈륨(Ta), 티타늄(Ti), 코발트(Co), 및 망간(Mn) 중 적어도 하나의 금속을 포함할 수 있다.
- [0046] 전극 층(60)은 오믹 콘택 층(50) 상에 배치될 수 있다. 일 예로, 전극 층(60)은 전극들(62)과 패드들(64)을 포함할 수 있다. 전극들(62)은 도파로 층(20) 상에 배치될 수 있다.
- [0047] 패드들(64)은 도파로 층(20) 외곽의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 패드들(64)에는 외부의 배선들이 연결될 수 있으며, 상기 배선들을 통해 외부의 파워가 제공될 수 있다. 전극들(62)은 파워를 이용하여 클래드 층(30)과 기판(10) 사이에 전류를 제공하여 상기 클래드 층(30)의 굴절률을 변화시킬 수 있다. 레이저 광(120)의 파장 및/또는 세기는 전류 및 굴절률에 따라 제어될 수 있다. 도 2의 패드들(64) 내에 표시된 I는 전류이고, V는 전압일 수 있다.
- [0048] 격자들(40)은 게인 영역(12) 및 튜닝 영역(16)의 클래드 층(30) 내에 배치될 수 있다. 격자들(40)은 클래드 층(30) 내의 캐버티 또는 결합들일 수 있다. 일 예로, 격자들(40)은 제 1 격자(42) 및 제 2 격자(44)를 포함할 수 있다. 제 1 격자(42)는 게인 영역(12) 내에 배치될 수 있다. 제 2 격자(44)는 튜닝 영역(16) 내에 배치될 수 있다.
- [0049] 도 4는 도 3의 제 1 격자(42) 및 제 2 격자(44)의 일 예를 보여준다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 제 1 격자(42) 및 제 2 격자(44)의 각각은 샘플 격자(sampled grating)일 수 있다. 예를 들어, 제 1 격자(42)는 약 1mm의 제 1 격자 길이( $L_{sg1}$ )를 가질 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 일 예로, 제 1 격자(42)는 제 1 단위 격자들(43), 및 제 1 군 격자들(41)을 포함할 수 있다. 상기 제 1 단위 격자들(43)의 각각은 직사각형 모양을 가질 수 있다. 제 1 단위 격자들(43)은 제 1 피치( $\Lambda_1$ )를 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 피치( $\Lambda_1$ )는 약 100nm일 수 있다. 제 1 단위 격자들(43)은 제 1 파열 길이( $L_{g1}$ )마다 군집하여 제 1 군 격자들(41)을 형성할 수 있다. 제 1 파열 길이( $L_{g1}$ )는 약 400nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 1 군 격자들(41)은 제 1 샘플링 길이( $L_{s1}$ )를 가질 수 있다. 제 1 샘플링 길이( $L_{s1}$ )는 약 1 $\mu$ m일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0051] 제 2 격자(44)는 제 1 군 격자(41)과 다른 길이 또는 거리를 가질 수 있다. 예를 들어, 제 2 격자(44)는 제 1 격자 길이( $L_{sg1}$ )와 다른 제 2 격자 길이( $L_{sg2}$ )를 가질 수 있다. 제 2 격자 길이( $L_{sg2}$ )는 약 1.1mm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 일 예로, 제 2 격자(44)는 제 2 단위 격자들(46) 및 제 2 군 격자들(45)을 포함할 수 있다. 제 2 단위 격자들(46)은 제 1 단위 격자들(43)과 동일하거나 유사할 수 있다. 제 2 단위 격자들(46)은 제 2 피치( $\Lambda_2$ )를 가질 수 있다. 제 2 피치( $\Lambda_2$ )는 제 1 피치( $\Lambda_1$ )와 다를 수 있다. 예를 들어, 제 2 피치( $\Lambda_2$ )는 약 110nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 2 단위 격자들(46)은 제 2 파열 길이( $L_{g2}$ )마다 군집(group)하여 제 2 군 격자들(45)을 형성할 수 있다. 제 2 파열 길이( $L_{g2}$ )는 제 1 파열 길이( $L_{g1}$ )와 다를 수 있다. 예를 들어, 제 2 파열 길이( $L_{g2}$ )는 약 500nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 2 군 격자들(45)은 제 2 샘플링 길이( $L_{s2}$ )를 가질 수 있다. 제 2 샘플링 길이( $L_{s2}$ )는 제 1 샘플링 길이( $L_{s1}$ )와 다를 수 있다. 예를 들어, 제 2 샘플링 길이( $L_{s2}$ )는 약 0.9 $\mu$ m일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0052] 도 5는 도 4의 제 1 격자(42) 및 제 2 격자(44)에 의해 선택되는 레이저 광(120)의 파장을 보여준다.
- [0053] 도 4 및 도 5를 참조하면, 제 1 격자(42)는 제 1 파장 간격( $\Delta\lambda_{s1}$ , wavelength distance)을 갖는 제 1 파장들(122)의 제 1 반사모드 스펙트럼(121)을 반사하고, 제 2 격자(44)는 제 2 파장 간격( $\Delta\lambda_{s2}$ )을 갖는 제 2 파장들(124)의 제 2 반사모드 스펙트럼(123)을 반사할 수 있다.
- [0054] 제 1 파장 간격( $\Delta\lambda_{s1}$ )은 제 1 피치( $\Lambda_1$ ), 제 1 파열 길이( $L_{g1}$ ), 및 제 1 샘플링 길이( $L_{s1}$ )에 의해 결정될 수 있다. 도 5의 (a)와 같이, 제 1 반사모드 스펙트럼(121)은 제 1 파장 간격( $\Delta\lambda_{s1}$ )을 갖는 제 1 파장들(122)을 포함할 수 있다.
- [0055] 제 2 파장 간격( $\Delta\lambda_{s2}$ )은 제 2 피치( $\Lambda_2$ ), 제 2 파열 길이( $L_{g2}$ ), 및 제 2 샘플링 길이( $L_{s2}$ )에 의해 결정될 수 있다.

다. 제 2 샘플링 길이( $LS_2$ )가 제 1 샘플링 길이( $LS_1$ )와 다르기 때문에 제 2 파장 간격( $\Delta\lambda_{s2}$ )은 제 1 파장 간격( $\Delta\lambda_{s1}$ )과 다를 수 있다. 제 2 반사모드 스펙트럼(123)은 제 2 파장 간격( $\Delta\lambda_{s2}$ )을 갖는 제 2 파장들(124)을 포함할 수 있다. 제 1 파장들(122) 중의 어느 하나와 제 2 파장들(124) 중의 어느 하나는 중첩되어 제 1 중첩 파장(overlapped wavelength, 126), 또는 제 2 중첩 파장(129)을 선택 및/또는 획득시킬 수 있다. 제 1 중첩 파장(126) 및 제 2 중첩 파장(129)은 제 1 파장들(122)의 파워와 제 2 파장(124)의 파워의 곱으로 계산되는 파워, 또는 세기를 가질 수 있다.

[0056] 도 5의 (a), (b1) 및 (c)를 참조하여 제 1 파장들(122)의 최대 파장과 제 2 파장들(124)의 최대 파장이 일치되면 (case 1), 제 1 중첩 파장(126)이 선택될 수 있다. 제 1 중첩 파장(126)은 캐버티 모드(125)의 제 3 파장들(127) 중의 어느 하나와 일치할 수 있다. 캐버티 모드(125)는 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)의 총 거리( $L_T$ )에 의해 결정될 수 있다. 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)의 총 거리( $L_T$ )가 증가하면, 제 3 파장들(127)의 개수는 증가할 수 있다. 캐버티 모드(125)는 파장분할 다중 파장 그리드(WDM wavelength grid)일 수 있다. 제 1 중첩 파장(126)은 레이저 광(120)의 발진 파장으로 선택될 수 있다. 따라서, 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)는 캐버티 모드(125)의 파장분할 다중 파장 그리드에 매칭되는 제 1 중첩 파장(126)의 레이저 광(120)의 발진 파장을 생성할 수 있다.

[0057] 도 5의 (a), (b2) 및 (c)를 참조하여 위상 조절 영역(14) 및 튜닝 영역(16)의 기관(10), 도파로 층(20) 및 클래드 층(30)의 굴절율이 변화될 경우, 제 2 반사모드 스펙트럼(123)은 파장 축을 따라 이동될 수 있다. 제 2 반사모드 스펙트럼(123)이 파장 축을 따라 이동될 경우(Case 2), 제 1 파장들(122)의 어느 하나와 제 2 파장들(124)의 어느 하나가 일치되어 제 2 중첩 파장(129)이 선택될 수 있다. 제 2 중첩 파장(129)은 제 1 중첩 파장(126)과 다르고, 캐버티 모드(125)의 제 3 파장들(127) 중의 어느 하나와 일치될 수 있다. 따라서, 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)는 캐버티 모드(125)에 매칭되는 제 2 중첩 파장(129)의 레이저 광(120)의 발진 파장을 생성할 수 있다.

[0058] 도 6은 도 1의 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들(100)의 레이저 광(120)의 제 1, 제 2 내지 제 n 선택 파장들(128, 130, 132)을 보여준다.

[0059] 도 1 및 도 6을 참조하면, 복수개의 파장선택 레이저 다이오드들(100)은 제 1, 제 2 내지 제 n 선택 파장들(selected wavelengths, 128)을 갖는 레이저 광(120)을 출력할 수 있다. 제 1, 제 2 내지 제 n 선택된 파장들(128, 130, 132)은 제 1 파장 간격( $\Delta\lambda_{s1}$ )마다 배열될 수 있다.

[0060] 제 1 어레이( $A_1$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)는 제 1 선택 파장(128)의 레이저 광(120)을 출력할 수 있다. 제 1 선택 파장(128)은 제 1 중첩 파장(126)에 대응될 수 있다.

[0061] 제 2 어레이( $A_2$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)는 제 2 선택 파장(130)의 레이저 광(120)을 출력할 수 있다. 제 2 선택 파장(130)은 제 2 중첩 파장(129)에 대응될 수 있다.

[0062] 제 n 어레이( $A_N$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)는 제 n 선택 파장(132)의 레이저 광(120)을 출력할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 제 n 선택 파장(132)은 제 n 중첩 파장에 대응될 수 있다. 제 n 어레이( $A_N$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)는 여분(residual)일 수 있다.

[0063] 제 1 어레이( $A_1$ ), 또는 제 2 어레이( $A_2$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)가 고장(failed)날 경우, 제어부는 제 n 어레이( $A_N$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)의 튜닝 영역(16)의 굴절률을 제어하여 제 1 중첩 파장(126), 또는 제 2 중첩 파장(129)의 레이저 광(120)을 출력시킬 수 있다. 따라서, 제 n 어레이( $A_N$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)는 고장난 제 1 어레이( $A_1$ ) 또는 제 2 어레이( $A_2$ )의 파장선택 레이저 다이오드(100)를 대체하여 광통신 장치(400)의 신뢰성 및 수명을 증가시킬 수 있다.

[0064] 도 7은 도 3의 제 1 격자(42) 및 제 2 격자(44)의 일 예를 보여준다.

[0065] 도 7을 참조하면, 제 1 격자(42) 및 제 2 격자(44)의 각각은 중첩 격자(super structure grating)일 수 있다. 제 1 격자(42)는 약 1mm의 제 1 격자 길이( $L_{sg1}$ ) 내에 배치될 수 있다. 일 예로, 제 1 격자(42)는 제 1 단위 격자들(43), 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413), 및 제 1 군 격자들(41)을 포함할 수 있다.

[0066] 제 1 단위 격자들(43)은 군집하여 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413)을 형성할 수 있다. 제 1 단위 격자들(43)은 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413) 내에서 제 11 피치( $\Lambda_{11}$ ), 제 12 피치( $\Lambda_{12}$ ),



및 제 13피치( $\Lambda_{13}$ )를 각각 가질 수 있다. 제 11 피치( $\Lambda_{11}$ ), 제 12 피치( $\Lambda_{12}$ ), 및 제 13피치( $\Lambda_{13}$ )은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 11 피치( $\Lambda_{11}$ )는 약 100nm이고, 제 12 피치( $\Lambda_{12}$ ) 약 110nm이고, 및 제 13피치( $\Lambda_{13}$ )는 약 105nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0067] 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413)은 제 11 내지 제 13 중첩 격자 길이들( $L_{g11}$ ,  $L_{g12}$ ,  $L_{g13}$ )을 각각 갖고, 연속적으로 배열될 수 있다. 제 11 내지 제 13 중첩 격자 길이들( $L_{g11}$ ,  $L_{g12}$ ,  $L_{g13}$ )의 각각은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 11 중첩 격자 길이( $L_{g11}$ )는 약 400nm이고, 제 12 중첩 격자 길이( $L_{g12}$ )는 약 440nm이고, 제 13 중첩 격자 길이( $L_{g13}$ )는 약 420nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413)은 군집하여 제 1 군 격자들(41)을 형성할 수 있다.

[0068] 제 1 군 격자들(41)은 제 1 격자 길이( $L_{sg1}$ ) 내에 반복적으로 배치될 수 있다. 제 1 군 격자들(41)의 각각은 제 1 샘플링 길이( $L_{s1}$ ) 내에 배치될 수 있다. 제 1 샘플링 길이( $L_{s1}$ )는 약 1260nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0069] 제 2 격자(44)는 제 1 격자(42)와 다를 수 있다. 제 2 격자(44)는 약 1.1mm의 제 2 격자 길이( $L_{sg2}$ ) 내에 배치될 수 있다. 일 예로, 제 2 격자(44)는 제 2 단위 격자들(46), 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453), 및 제 2 군 격자들(45)을 포함할 수 있다.

[0070] 제 2 단위 격자들(46)은 제 1 단위 격자들(43)과 동일하거나 유사할 수 있다. 제 2 단위 격자들(46)은 군집하여 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453)을 형성할 수 있다. 제 2 단위 격자들(46)은 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453)을 형성할 수 있다. 제 2 단위 격자들(46)은 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453) 내에서 제 21 피치( $\Lambda_{21}$ ), 제 22 피치( $\Lambda_{22}$ ), 및 제 23 피치( $\Lambda_{23}$ )를 각각 가질 수 있다. 예를 들어, 제 21 피치( $\Lambda_{21}$ )는 약 110nm이고, 제 22 피치( $\Lambda_{22}$ )는 약 105nm이고, 제 23 피치( $\Lambda_{23}$ )는 약 115nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0071] 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453)은 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413)과 서로 다를 수 있다. 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453)은 제 21 내지 제 23 중첩 격자 길이들( $L_{g21}$ ,  $L_{g22}$ ,  $L_{g23}$ )을 각각 갖고, 연속적으로 배열될 수 있다. 제 21 내지 제 23 중첩 격자 길이들( $L_{g21}$ ,  $L_{g22}$ ,  $L_{g23}$ )의 각각은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 21 중첩 격자 길이( $L_{g21}$ )는 약 440nm이고, 제 22 중첩 격자 길이( $L_{g22}$ )는 약 420nm이고, 제 23 중첩 격자 길이( $L_{g23}$ )는 약 460nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 21 내지 제 23 서브 군 격자들(451, 452, 453)은 군집하여 제 2 군 격자들(45)을 형성할 수 있다.

[0072] 제 2 군 격자들(45)은 제 1 군 격자들(41)과 다를 수 있다. 제 2 군 격자들(45)은 제 2 격자 길이( $L_{sg2}$ ) 내에 반복적으로 배열될 수 있다. 제 2 군 격자들(45)의 각각은 제 2 샘플링 길이( $L_{s2}$ ) 내에 배치될 수 있다. 제 2 샘플링 길이( $L_{s2}$ )는 약 1420nm일 수 있다.

[0073] 도 8은 도 1의 파장선택 레이저 다이오드(100)의 일 예를 보여준다. 도 9는 도 8의 II-II' 선상을 절취하여 보여준다.

[0074] 도 8 및 도 9를 참조하면, 파장선택 레이저 다이오드(100)의 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)는 기관(10) 내에 배치될 수 있다. 제 1 격자(42)는 게인 영역(12)의 기관(10) 내에 배치되고, 제 2 격자(44)는 튜닝 영역(16)의 기관(10) 내에 배치될 수 있다.

[0075] 도파로 층(20)은 수동 도파로 층일 수 있다. 도파로 층(20)은 게인 영역(12)에서부터 변환 영역(19)까지 연장할 수 있다. 도파로 층(20)은 n+형을 갖는 InGaAs를 포함할 수 있다.

[0076] 게인 영역(12), 변조 영역(17) 및 증폭 영역(18)의 도파로 층(20) 상에 활성 층(28)이 제공될 수 있다. 전극 층(60)과 기관(10) 사이에 전기장이 제공되면, 활성 층(28)은 레이저 광(120)의 이득을 생성하고, 상기 레이저 광(120)을 변조 및/또는 증폭시킬 수 있다. 활성 층(28)은 p+형을 갖는 InGaAs를 포함할 수 있다.

[0077] 클래드 층(30)은 활성 층(28) 및 도파로 층(20) 상에 배치될 수 있다. 클래드 층(30)은 게인 영역(12), 위상 조절 영역(14), 튜닝 영역(16), 변조 영역(17), 증폭 영역(18), 및 변환 영역(19)을 정의하는 트렌치(116)를 가질

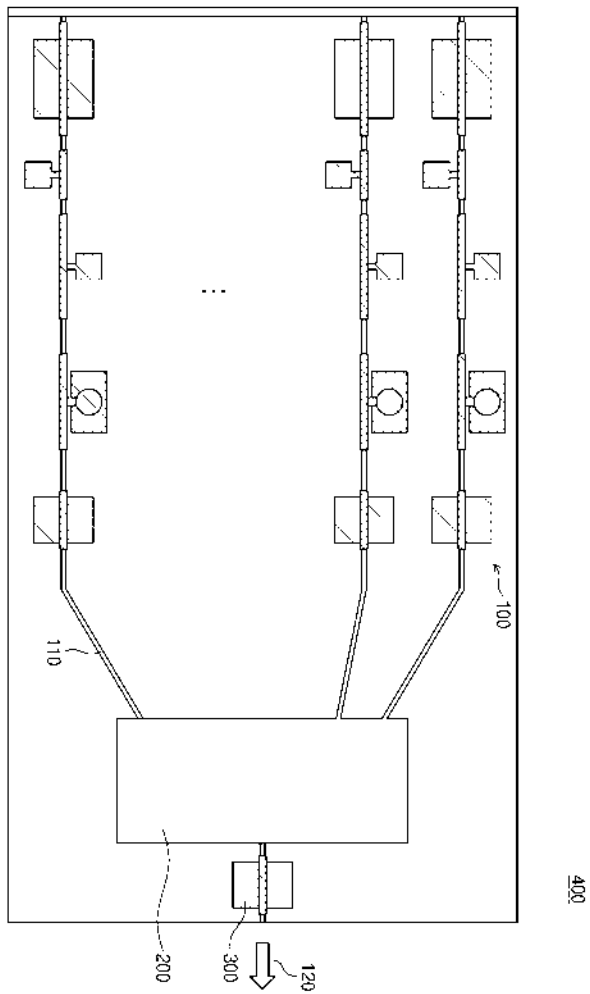


수 있다.

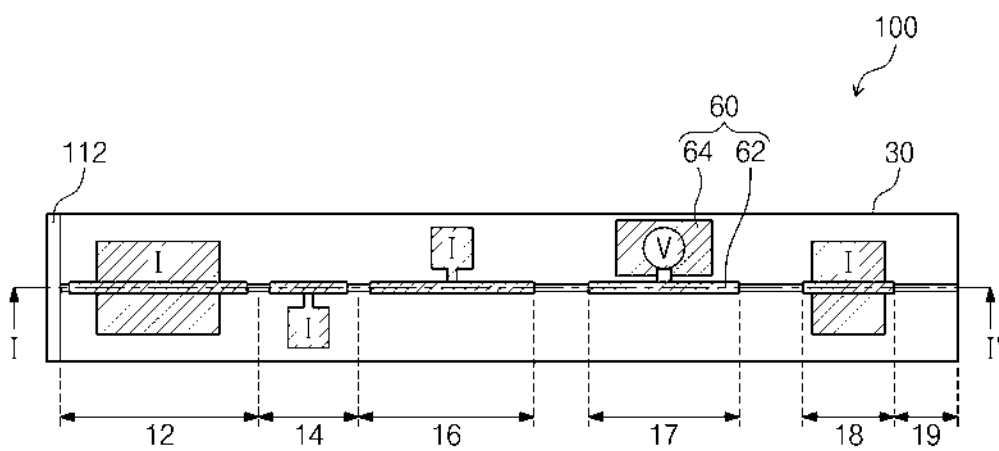
- [0078] 오믹 콘택 층(50)은 게인 영역(12), 변조 영역(17) 및 증폭 영역(18)의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다.
- [0079] 층간 절연막(52)이 위상 조절 영역(14) 및 튜닝 영역(16)의 클래드 층(30) 상에 제공될 수 있다. 층간 절연막(52)은 클래드 층(30)과 전극 층(60)을 전기적으로 분리할 수 있다. 층간 절연막(52)은 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ ), 또는 실리콘 질화물( $\text{SiN}_x$ )를 포함할 수 있다.
- [0080] 전극 층(60)은 오믹 콘택 층(50) 및 층간 절연막(52) 상에 배치될 수 있다. 일 예로, 전극 층(60)은 전극들(62)과 패드들(64)을 포함할 수 있다. 평면적 관점에서, 전극들(62)은 도파로 층(20)을 따라 배열될 수 있다. 패드들(64)은 도파로 층(20) 외곽에 배치되고, 전극들(62)에 연결될 수 있다. 일 예로, 전극들(62)은 플레이트 전극(61)과 히터 전극(63)을 포함할 수 있다.
- [0081] 플레이트 전극(61)은 게인 영역(12), 변조 영역(17) 및 증폭 영역(18)의 오믹 콘택 층(50) 상에 배치될 수 있다. 플레이트 전극(61)은 오믹 콘택 층(50)에 의해 클래드 층(30)에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0082] 히터 전극(63)은 위상 조절 영역(14) 및 튜닝 영역(16)의 층간 절연막(52) 상에 배치될 수 있다. 히터 전극(63)은 층간 절연막(52)에 의해 클래드 층(30)에 전기적으로 절연될 수 있다. 히터 전극(63)은 위상 조절 영역(14)의 양측 말단들의 패드들(64)에 연결될 수 있다. 또한, 히터 전극(63)은 튜닝 영역(16)의 양측 말단들의 패드들(64)에 연결될 수 있다. 히터 전극(63)은 패드에 제공되는 전압에 따라 가열될 수 있다. 히터 전극(63)이 가열되면, 클래드 층(30)의 굴절율은 변화될 수 있다. 클래드 층(30)의 굴절율이 변화되면, 레이저 광(120)의 위상은 조절되고 상기 레이저 광(120)의 제 2 파장들(212)은 튜닝될 수 있다. 도 8의 패드들(64) 내에 표시된 I는 전류이고, V는 전압이고, GND는 접지일 수 있다.
- [0083] 도 10은 도 1의 파장선택 레이저 다이오드(100)의 일 예를 보여준다. 도 11은 도 10의 III-III' 선상을 절취하여 보여준다.
- [0084] 도 10 및 도 11을 참조하면, 파장선택 레이저 다이오드(100)의 전극 층(60)은 변조 영역(17)에 배치된 링 캐버티(66)를 더 포함할 수 있다. 평면적 관점에서, 링 캐버티(66)는 변조 영역(17) 상의 패드(64)에 연결되고, 패드(64)의 외곽을 둘러쌀 수 있다. 링 캐버티(66)의 일부는 도파로 층(30)과 평행할 수 있다. 링 캐버티(66)의 일부의 길이는 도파로 층(30)과 평행한 변조 영역(17) 내의 패드(64)에 외부 전력이 제공되면, 링 캐버티(66)는 전기장을 유도하여 도파로 층(30) 내의 레이저 광(120)을 변조할 수 있다. 레이저 광(120)은 전기장의 세기에 따라 변조될 수 있다. 기관(10), 도파로 층(20), 클래드 층(30), 격자들(40), 오믹 콘택 층(50), 층간 절연막(52), 및 전극 층(60)은 도 8 및 도 9와 동일하게 구성될 수 있다.
- [0085] 활성 층(28)은 게인 영역(12) 및 증폭 영역(18)의 도파로 층(20) 상에 배치될 수 있다. 활성 층(28)은 변조 영역(17) 상에 배치되지 않을 수 있다.
- [0086] 위에서 설명한 내용은 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 예들이다. 본 발명에는 위에서 설명한 실시 예들뿐만 아니라, 단순히 설계 변경하거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들도 포함될 것이다. 또한, 본 발명에는 위에서 설명한 실시 예들을 이용하여 앞으로 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다.

도면

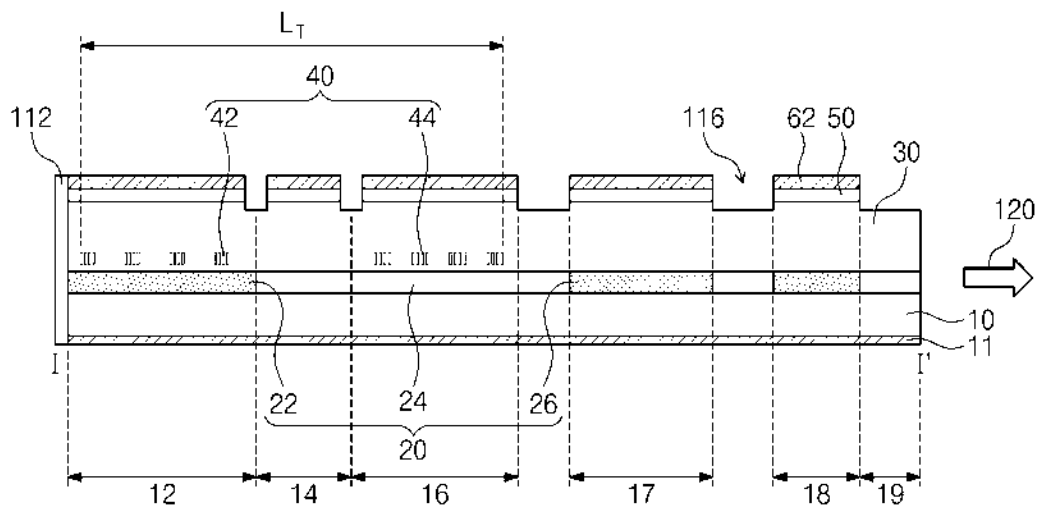
도면1



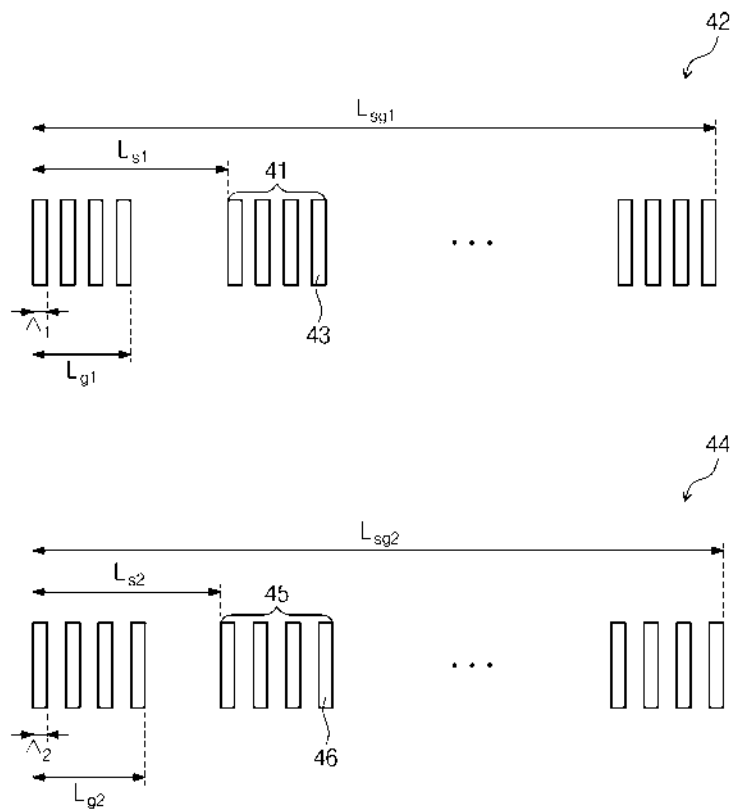
도면2



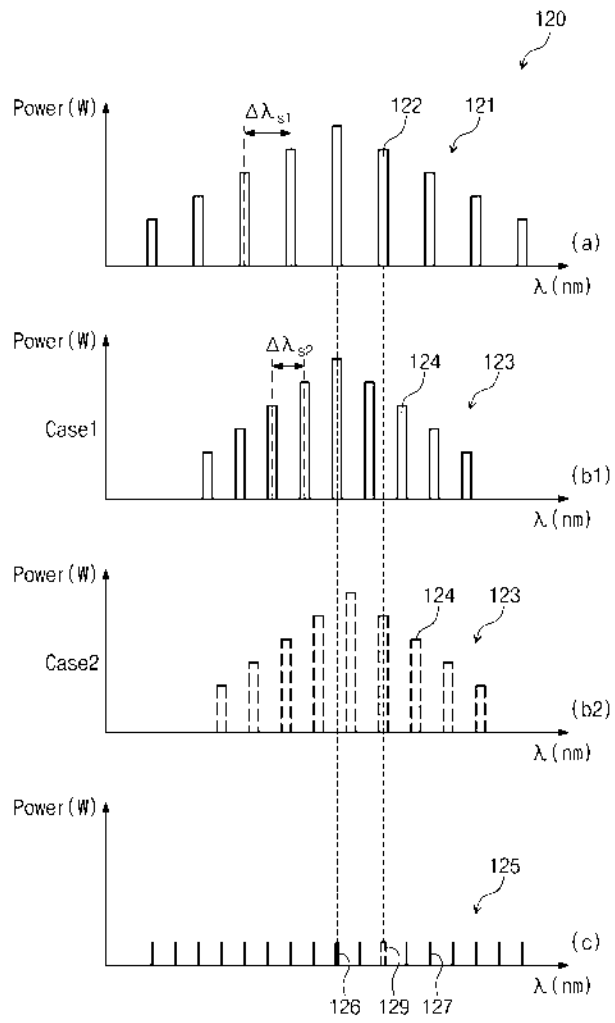
도면3



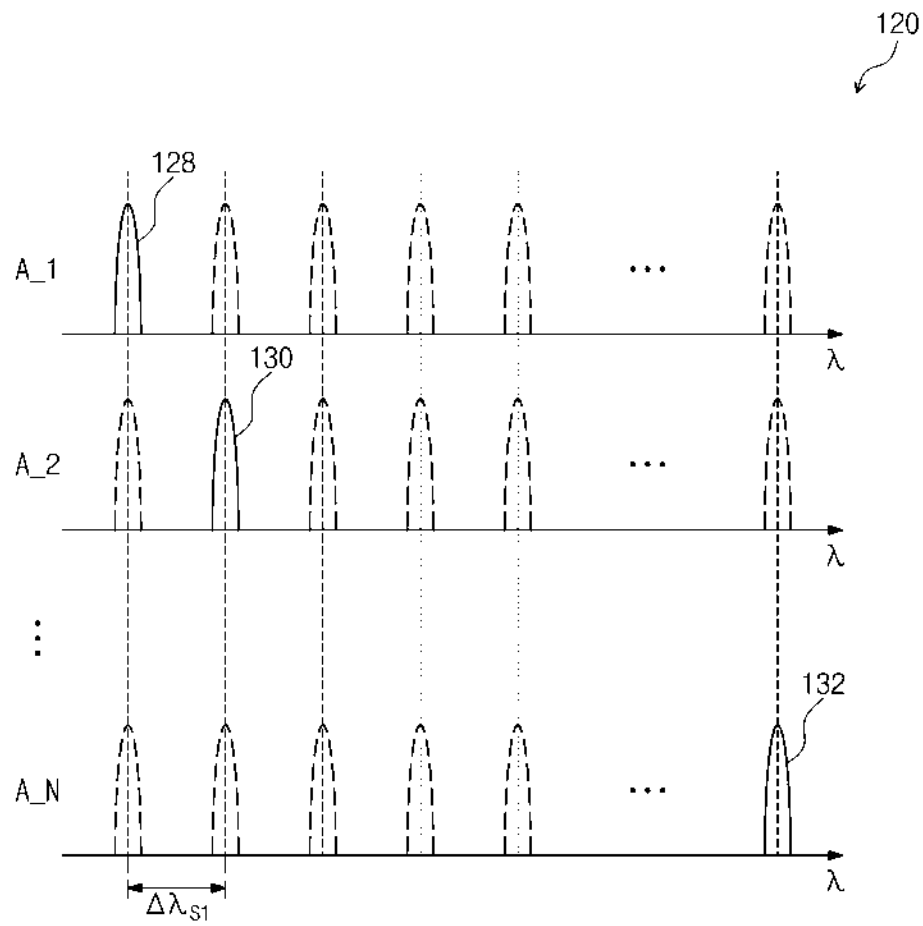
도면4



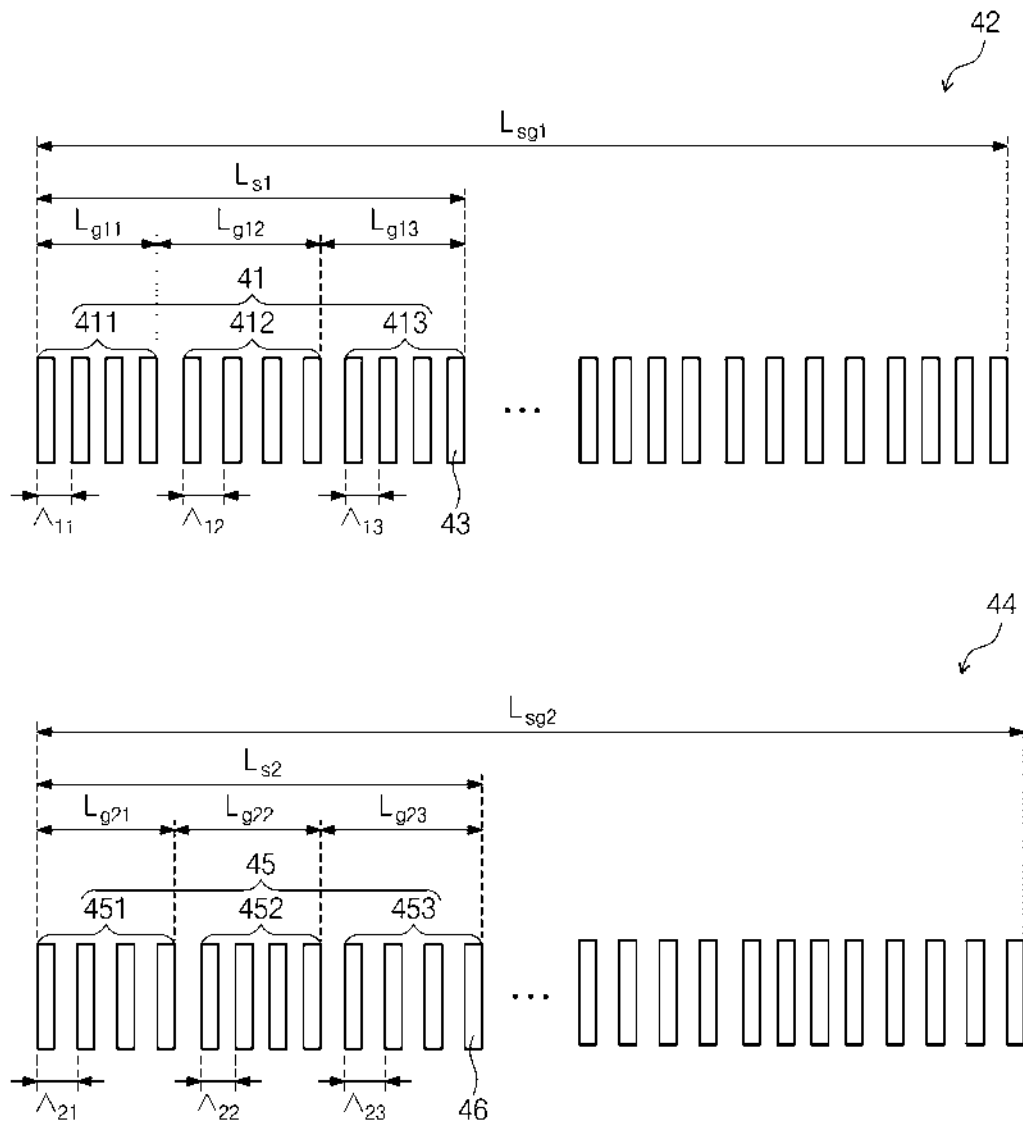
도면5



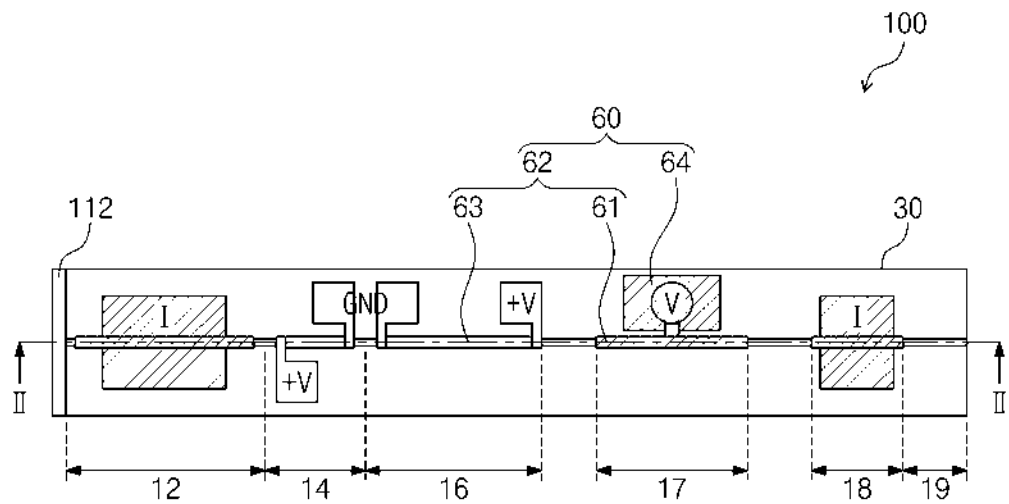
도면6



도면7

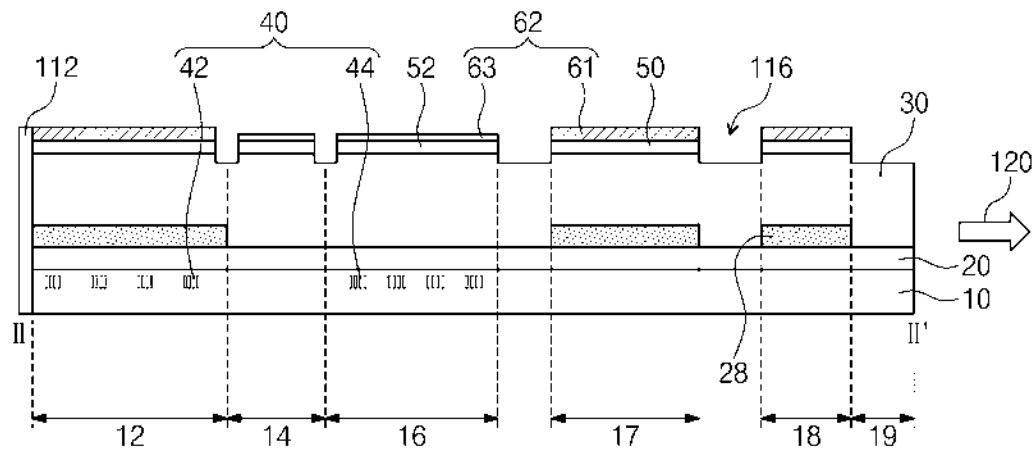


도면8

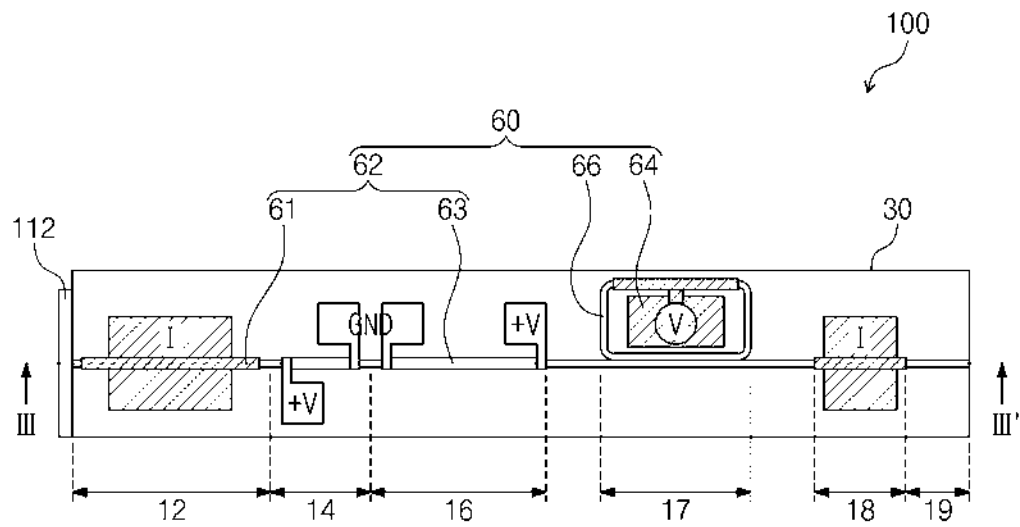




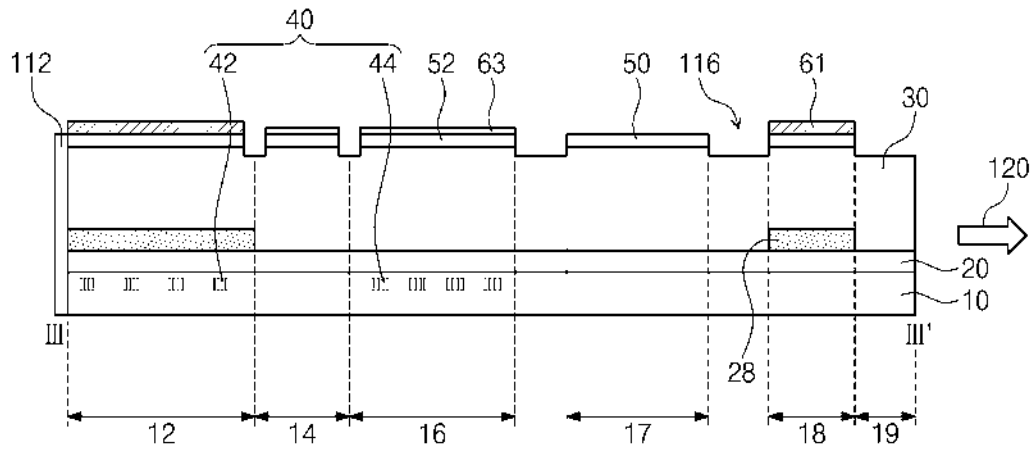
도면9



도면10



도면11





(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0116768  
(43) 공개일자 2021년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01S 5/183 (2021.01) H01S 5/062 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01S 5/18363 (2013.01)  
H01S 5/06246 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0031380  
(22) 출원일자 2020년03월13일  
심사청구일자 2020년11월04일

(71) 출원인  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
권오기  
세종특별자치시 새롬중앙1로 13 메이저시티  
604-1301호  
김기수  
서울특별시 서초구 신반포로33길 30 314동 1206  
호 (잠원동, 신반포한신아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 고려

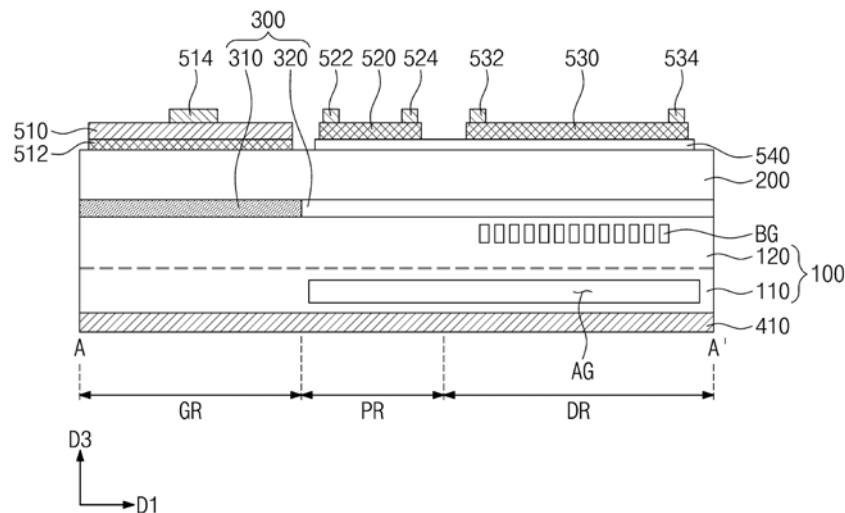
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 레이저 소자

(57) 요약

본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자는 제1 방향을 따라 배열된 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역을 포함하는 기관으로서, 상기 기관은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것; 상기 기관 상의 상부 클래드 층; 상기 상부 클래드 층과 상기 기관 사이에서, 상기 제1 방향으로 연장된 도파로 구조체; 상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층의 상면 상에 배치된 제1 상부 전극; 및 상기 기관의 하면 상에 배치되며, 상기 이득 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 하부 전극을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 상기 도파로에 비해 큰 폭을 가질 수 있다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

**오수환**

대전광역시 서구 청사로 70 누리아파트 107-1102

**이철욱**

대전광역시 유성구 배울2로 61

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2019-0-01747

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 ICT혁신기업기술개발지원사업

연구과제명 5G 이동통신 프론트홀망용 CWDM 1291nm 10Gbps 튜너블 트랜시버 개발 및 사업화

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)옵티코어

연구기간 2019.07.01 ~ 2019.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 방향을 따라 배열된 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역을 포함하는 기관으로서, 상기 기관은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것;

상기 기관 상의 상부 클래드 층;

상기 상부 클래드 층과 상기 기관 사이에서, 상기 제1 방향으로 연장된 도파로 구조체;

상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층의 상면 상에 배치된 제1 상부 전극; 및

상기 기관의 하면 상에 배치되며, 상기 이득 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 하부 전극을 포함하되,

상기 에어갭은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 상기 도파로에 비해 큰 폭을 갖는 레이저 소자.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 튜닝 영역의 상기 기관 내에서, 상기 에어갭과 상기 기관의 상면 사이에 배치된 격자 패턴들을 더 포함하는 레이저 소자.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 기관은 지지층 및 상기 지지층 상에 배치되어 상기 지지층에 비해 작은 상기 제2 방향의 폭을 갖는 하부 클래드 층을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 하부 클래드 층에 비해 낮은 레벨에 위치하는 레이저 소자.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제2 방향으로 상기 에어갭의 폭은 상기 하부 클래드 층의 상기 제2 방향의 폭에 비해 큰 레이저 소자.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 에어갭은 상기 제2 방향으로 상기 기관의 최대 폭에 비해 작은 폭을 갖는 레이저 소자.

#### 청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 위상 제어 영역의 상기 상부 클래드 층 상의 제2 상부 전극;

상기 튜닝 영역의 상기 상부 클래드 층 상의 제3 상부 전극; 및

상기 제2 및 제3 상부 전극들과 상기 상부 클래드 층 사이의 상부 절연층을 더 포함하는 레이저 소자.

#### 청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 위상 제어 영역의 상기 상부 클래드 층 상의 제2 상부 전극 및 제2 상부 전극과 연결된 복수의 단자들을 더 포함하는 레이저 소자.

#### 청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 도파로 구조체는 상기 이득 영역 상의 능동 도파로 및 상기 능동 도파로와 연결되고 상기 위상 제어 영역 및 상기 튜닝 영역 상의 수동 도파로를 더 포함하는 레이저 소자.

#### 청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 도파로 구조체의 측면 상에 배치된 측면 반도체 패턴들을 더 포함하는 레이저 소자.

#### 청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 상부 클래드 층은 상기 기판과 다른 도전형을 갖는 레이저 소자.

#### 청구항 11

이득 영역, 튜닝 영역 및 상기 이득 영역과 튜닝 영역 사이의 위상 제어 영역을 포함하는 기판으로서, 상기 기판은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것;

상기 기판의 하면 상에 배치되며 상기 이득 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 하부 전극;

상기 기판의 상면 상의 상부 클래드 층;

상기 기판과 상기 상부 클래드 층 사이의 도파로 구조체;

상기 이득 영역의 상부 클래드 층 상에 배치되며, 상기 상부 클래드 층과 전기적으로 연결된 제1 상부 전극;

상기 위상 제어 영역의 상부 클래드 층 상에 배치되며, 상부 클래드 층과 전기적으로 절연된 제2 상부 전극; 및

상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층 상에 배치되며, 상부 클래드 층과 전기적으로 절연된 제3 상부 전극을 포함하는 레이저 소자.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 하부 전극은 상기 기판의 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역 과 전기적으로 연결되는 레이저 소자.

#### 청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 상부 클래드 층은 상기 기판과 다른 도전형을 갖는 레이저 소자.

#### 청구항 14

제11 항에 있어서,

상기 제1 상부 전극 상의 제1 패드 및 상기 제1 패드와 상기 기판 사이의 절연 기둥을 더 포함하되,

상기 절연 기둥은 상기 기판에 비해 낮은 유전율을 갖는 레이저 소자.

#### 청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 기판은 지지층 및 상기 지지층에 비해 작은 폭을 갖는 하부 클래드 층을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 하부 클래드 층에 비해 낮은 레벨에 위치하는 레이저 소자.

#### 청구항 16

제11 항에 있어서,

상기 제2 상부 전극 상의 제2 패드들 및 상기 제3 상부 전극 상의 제3 패드들을 더 포함하는 레이저 소자.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저 소자에 관한 것으로 보다 상세하게는, 차동모드(differential mode)로 변조가 가능한 레이저 소자에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 파장가변 변조광원은 파장가변과 변조기능을 동시에 수행할 수 있는 광원으로서, 통상 파장분할 다중화(WDM, wavelength division multiplexing) 시스템에 사용된다. 파장가변 변조광원은 최근 이동통신 프론트홀망(mobile front-haul network)의 파장고정 광원 대신 사용되고 있으며, 차세대 수동 광네트워크2(NG-PON2, next generation-passive optical network2)의 채널 스위치로 활용되고 있다.

[0003] 파장가변 변조광원은 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 그 중에서 분포반사형 레이저 다이오드(DBR-LD, distributed Bragg reflector-laser diode)는 소자의 크기, 제작비용, 동작안정성 측면에서 높은 경쟁력을 가진다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본원 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 차동 모드로 변조가 가능하며, 신호대 잡음비가 우수한 레이저 소자를 제공하는데 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0005] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자는 제1 방향을 따라 배열된 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역을 포함하는 기관으로서, 상기 기관은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것; 상기 기관 상의 상부 클래드 층; 상기 상부 클래드 층과 상기 기관 사이에서, 상기 제1 방향으로 연장된 도파로 구조체; 상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층의 상면 상에 배치된 제1 상부 전극; 및 상기 기관의 하면 상에 배치되며, 상기 이득 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 하부 전극을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 상기 도파로에 비해 큰 폭을 가질 수 있다.

[0006] 실시예들에 따르면, 상기 튜닝 영역의 상기 기관 내에서, 상기 에어갭과 상기 기관의 상면 사이에 배치된 격자 패턴들을 더 포함할 수 있다.

[0007] 실시예들에 따르면, 상기 기관은 지지층 및 상기 지지층 상에 배치되어 상기 지지층에 비해 작은 상기 제2 방향의 폭을 갖는 하부 클래드 층을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 하부 클래드 층에 비해 낮은 레벨에 위치할 수 있다.

[0008] 실시예들에 따르면, 상기 제2 방향으로 상기 에어갭의 폭은 상기 하부 클래드 층의 상기 제2 방향의 폭에 비해 클 수 있다.

[0009] 실시예들에 따르면, 상기 에어갭은 상기 제2 방향으로 상기 기관의 최대 폭에 비해 작은 폭을 가질 수 있다.

[0010] 실시예들에 따르면, 상기 위상 제어 영역의 상기 상부 클래드 층 상의 제2 상부 전극; 상기 튜닝 영역의 상기 상부 클래드 층 상의 제3 상부 전극; 및 상기 제2 및 제3 상부 전극들과 상기 상부 클래드 층 사이의 상부 절연 층을 더 포함할 수 있다.

[0011] 실시예들에 따르면, 상기 위상 제어 영역의 상기 상부 클래드 층 상의 제2 상부 전극 및 제2 상부 전극과 연결된 복수의 단자들을 더 포함할 수 있다.

[0012] 실시예들에 따르면, 상기 도파로 구조체는 상기 이득 영역 상의 능동 도파로 및 상기 능동 도파로와 연결되고 상기 위상 제어 영역 및 상기 튜닝 영역 상의 수동 도파로를 더 포함할 수 있다.



- [0013] 실시예들에 따르면, 상기 도파로 구조체의 측면 상에 배치된 측면 반도체 패턴들을 더 포함할 수 있다.
- [0014] 실시예들에 따르면, 상기 상부 클래드 층은 상기 기관과 다른 도전형을 가질 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자는 이득 영역, 튜닝 영역 및 상기 이득 영역과 튜닝 영역 사이의 위상 제어 영역을 포함하는 기관으로서, 상기 기관은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어 갭을 포함하는 것; 상기 기관의 하면 상에 배치되며 상기 이득 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 하부 전극; 상기 기관의 상면 상의 상부 클래드 층; 상기 기관과 상기 상부 클래드 층 사이의 도파로 구조체; 상기 이득 영역의 상부 클래드 층 상에 배치되며, 상기 상부 클래드 층과 전기적으로 연결된 제1 상부 전극; 상기 위상 제어 영역의 상부 클래드 층 상에 배치되며, 상부 클래드 층과 전기적으로 절연된 제2 상부 전극; 상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층 상에 배치되며, 상부 클래드 층과 전기적으로 절연된 제3 상부 전극을 포함할 수 있다.
- [0016] 실시예들에 따르면, 상기 하부 전극은 상기 기관의 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역 과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0017] 실시예들에 따르면, 상기 상부 클래드 층은 상기 기관과 다른 도전형을 가질 수 있다.
- [0018] 실시예들에 따르면, 상기 제1 상부 전극 상의 제1 패드 및 상기 제1 패드와 상기 기관 사이의 절연 기둥을 더 포함하되, 상기 절연 기둥은 상기 기관에 비해 낮은 유전율을 가질 수 있다.
- [0019] 실시예들에 따르면, 상기 기관은 지지층 및 상기 지지층에 비해 작은 상기 제2 방향의 폭을 갖는 하부 클래드 층을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 하부 클래드 층에 비해 낮은 레벨에 위치할 수 있다.
- [0020] 실시예들에 따르면, 상기 제2 상부 전극 상의 제2 패드들 및 상기 제3 상부 전극 상의 제3 패드들을 더 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0021] 본 발명의 실시예들에 따르면, 이득 영역의 차동 모드(differential mode) 구동 가능하며, 위상변조부와 파장가변부가 독립적으로 제어될 수 있고, 신호대 잡음비가 우수한 레이저 소자가 제공될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 회로도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자의 평면도이다.
- 도 3a, 도 3b 및 도 3c는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자의 단면도들로서, 도 2의 A-A', B-B' 및 C-C' 선을 따라 절취한 단면도들이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 설명하기 위한 도면들로, 도 2의 C-C' 부분에 대응되는 단면도들이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 평면도이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 도면으로, 도 5의 D-D'부분을 따라 절취한 단면도이다.
- 도 7는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 평면도이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 도면으로, 도 7의 E-E'부분을 따라 절취한 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 구성 및 효과를 충분히 이해하기 위하여, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 설명한다. 그러나 본 발명은, 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 여러 가지 형태로 구현될 수 있고 다양한 변경을 가할 수 있다. 단지, 본 실시예들의 설명을 통해 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다. 당해 기술분야에서 통상의 기술을 가진 자는 본 발명의 개념이 어떤 적합한 환경에서 수행될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

- [0024] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 ‘포함한다(comprises)’ 및/또는 ‘포함하는(comprising)’은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0025] 본 명세서에서 어떤 막(또는 층)이 다른 막(또는 층) 또는 기판 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 막(또는 층) 또는 기판 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 막(또는 층)이 개재될 수도 있다.
- [0026] 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 영역, 막들(또는 층들) 등을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 영역, 막들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 소정 영역 또는 막(또는 층)을 다른 영역 또는 막(또는 층)과 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시예도 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0027] 본 발명의 실시예들에서 사용되는 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 통상적으로 알려진 의미로 해석될 수 있다.
- [0028] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자에 대해 상세히 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 회로도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자는 레이저 다이오드(LD) 및 레이저 다이오드(LD)에 구동 신호를 제공하는 레이저 다이오드 드라이버(LLD)를 포함할 수 있다.
- [0031] 레이저 다이오드(LD)는 레이저 다이오드 드라이버(LLD)의 변조 포트들(MOD+, MOD-)과 연결될 수 있고, 레이저 다이오드 드라이버(LLD)와 함께 폐회로(closed circuit)를 형성할 수 있다. 레이저 다이오드(LD)는 레이저 다이오드 드라이버(LLD)로부터 구동 신호를 제공 받아 레이저(L)를 출력할 수 있다.
- [0032] 레이저 다이오드 드라이버(LLD)는 레이저 다이오드(LD)의 캐소드 전극 및 애노드 전극에 연결될 수 있다. 레이저 다이오드 드라이버(LLD)의 출력단들은 광 변조를 위한 보조 드라이버와 연결되지 않고, 레이저 다이오드(LD)의 캐소드 전극 및 애노드 전극과 직접 연결될 수 있다. 레이저 다이오드 드라이버(LLD)는 전압원을 포함할 수 있다. 전압원은 교류 전압원일 수 있고, 차동증폭기(differential amplifier)로 구현될 수 있다. 레이저 다이오드 드라이버(LDD)는 BIAS 포트(BIAS)를 통해 레이저 다이오드(LD)에 교류 전류를 제공할 수 있다. 그리고, 레이저 다이오드 드라이버(LDD)는 변조 포트들(MOD+, MOD-)을 통해 레이저 다이오드(LD)에 변조 전류를 제공할 수 있다.
- [0033] 레이저 다이오드(LD)와 레이저 다이오드 드라이버(LDD)의 사이에는 교류와 직류 결합을 위한 RL 회로(RL)가 연결될 수 있다. RL 회로(RL)는, 예컨대, 풀업 인덕터(pull-up inductor) 및 저항을 포함할 수 있다. 풀업 인덕터(pull-up inductor)는 예컨대, 페라이트 비드(ferrite bead)를 포함할 수 있다.
- [0034] 댐프(20, damp) 및 캐패시터가 레이저 다이오드(LD) 및 레이저 다이오드 드라이버(LDD)가 위치한 폐회로 내에 배치될 수 있다. 댐프(20)는, 예컨대, 댐핑 레지스터(damping resistor)를 포함할 수 있고, 임피던스 매칭, 반사파 댐핑, 및 부하 안정성(load stability)을 향상시킬 수 있다. 캐패시터는 변조 포트(MOD+)와 레이저 다이오드(LD)의 캐소드 간의 AC 커플링을 수행할 수 있다.
- [0035] RC 션트 회로(30, RC shunt circuit)가 레이저 다이오드(LD) 및 레이저 다이오드 드라이버(LDD)와 연결될 수 있다. RC 션트 회로(30)는 부하 임피던스(load impedance)를 일정하게 유지시키도록 구성될 수 있다. RC 션트 회로(30)는 레이저 다이오드(LD)의 패키지 공정에서, 본딩 와이어 또는 리드선에 의한 기생 효과를 상쇄시킬 수 있다. 실시예들에 따르면, RC 션트 회로(30)는 생략될 수 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자의 평면도이다. 도 3a, 도 3b 및 도 3c는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자의 단면도들로서, 도 2의 A-A', B-B' 및 C-C' 선을 따라 절취한 단면도들이다.
- [0037] 도 2, 도 3a, 도 3b 및 도 3c를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자는, 기판(100), 상부 클래드층(200), 도파로 구조체(300), 하부 전극(410) 및 상부 전극들(510, 520, 530)을 포함할 수 있다.
- [0038] 기판(100)은 이득 영역(GR), 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR)을 포함할 수 있다. 기판(100)은 제1 방향(D1)으로 연장되며, 이득 영역(GR), 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR)은 제1 방향(D1)을 따라 순차적으로 배열될 수 있다. 이득 영역(GR)과 튜닝 영역(DR)은 제1 방향(D1)으로 서로 이격될 수 있고, 위상 제어 영역(P

R)은 이득 영역(GR)과 튜닝 영역(DR)의 사이에 배치될 수 있다. 기관(100)은 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 기관(100)은, 예컨대, 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다. 기관(100)은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있다. 기관(100)은, 예컨대, 인듐 인 기관과 인듐 인 기관 상에 형성 인듐 인 에피택시얼 층을 포함할 수 있다. 기관(100)은 제1 도전형의 도펀트로 도핑될 수 있다. 제1 도전형은, 예컨대, n형일 수 있다.

[0039] 도파로 구조체(300)가 기관(100) 상에 배치될 수 있다. 도파로 구조체(300)는 기관(100)과 상부 클래드 층(200)의 사이에서 제1 방향(D1)으로 연장될 수 있다. 일 예에 따르면, 도파로 구조체(300)는 기관(100)과 동일한 제1 방향(D1)의 길이를 가질 수 있다. 즉, 도파로 구조체(300)는 기관(100)의 일단으로부터 타단으로 연장될 수 있다. 도파로 구조체(300)는 이득 영역(GR), 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR)상에 연속적으로 제공될 수 있다. 도파로 구조체(300)는 레이저 소자 내의 광의 진행 경로를 제공할 수 있다. 이를 위하여, 도파로 구조체(300)는 기관(100)과 상부 클래드 층(200)에 비해 높은 굴절률을 가질 수 있다. 기관(100)은 도파로 구조체(300)에 비해 낮은 굴절률을 가짐으로써 하부 클래드 층으로 기능할 수 있다.

[0040] 상부 클래드 층(200)이 도파로 구조체(300) 상에 배치될 수 있다. 상부 클래드 층(200)은 도파로 구조체(300)의 상면을 덮을 수 있다. 상부 클래드 층(200)은 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 상부 클래드 층(200)은, 예컨대, 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다. 상부 클래드 층(200)은 제1 도전형과 다른 제2 도전형의 도펀트로 도핑될 수 있다. 제2 도전형은, 예컨대, p형일 수 있다.

[0041] 하부 전극(410)이 기관(100)의 하면 상에 배치될 수 있고, 상부 전극들(510, 520, 530)이 상부 클래드 층(200)의 상면 상에 배치될 수 있다. 기관(100), 상부 클래드 층(200) 및 도파로 구조체(300)는 도 1을 참조하여 설명된 레이저 다이오드(LD)를 구성할 수 있다. 하부 전극(410)과 상부 전극들(510, 520, 530) 중 제1 상부 전극(510)은 레이저 다이오드(LD)의 캐소드 전극 또는 애노드 전극으로 기능할 수 있다.

[0042] 구체적으로, 기관(100)은 지지층(110) 및 지지층(110) 상의 하부 클래드 층(120)을 포함할 수 있다. 지지층(110) 및 하부 클래드 층(120)은 제1 도전형 도펀트로 도핑된 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다. 예컨대, 하부 클래드 층(120)은 기관(100)에 대한 식각 공정에서 식각되지 않은 기관(100)의 상부 부분일 수 있다. 실시예들에 따르면, 하부 클래드 층(120)은 지지층(110)의 상면 상에 부분적으로 형성된 에피택시얼층일 수도 있다. 지지층(110)과 하부 클래드 층(120)은 제1 방향(D1)을 따라 나란히 연장될 수 있다. 지지층(110)과 하부 클래드 층(120)은 제1 방향(D1)과 교차하는 제2 방향(D2)으로 일정한 폭을 가질 수 있다. 도 3c에 도시된 바와 같이, 하부 클래드 층(120)의 폭(w3)은 지지층(110)의 폭(w4)에 비해 작을 수 있다.

[0043] 기관(100)은 그 내부에 에어갭(AG)을 포함할 수 있다. 에어갭(AG)의 기관(100) 내부에 형성된 공간일 수 있으며, 상기 공간은 기체로 채워질 수 있다. 에어갭(AG)은 기관(100)의 내측벽들에 의해 정의될 수 있다. 이하, 에어갭(AG)의 폭 및 길이 라는 용어가 사용되며, 이는 실질적으로, 에어갭(AG)을 정의하는 기관의 내측벽들 사이의 거리를 의미할 수 있다. 에어갭(AG)은 도파로 구조체(300)에 비해 짧은 제1 방향(D1)의 길이를 가질 수 있다. 그리고, 에어갭(AG)은 도파로 구조체(300)의 폭(w2)에 비해 큰 폭(w1)을 가질 수 있다.

[0044] 에어갭(AG)은 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR) 내에 위치할 수 있다. 에어갭(AG)은, 제1 방향(D1)을 따라, 위상 제어 영역(PR)으로부터 튜닝 영역(DR)으로 연장될 수 있다. 에어갭(AG)은 이득 영역(GR)의 기관(100) 내에는 위치하지 않을 수 있다. 에어갭(AG)은 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR)에서 하부 전극(410)과 상부 전극들(510, 520, 530) 사이의 전류 경로의 길이를 증가시킬 수 있다. 달리 말해서, 에어갭(AG)은 이득 영역(GR)의 구동시 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR) 내의 전류 이동을 감소시킬 수 있다. 실시예들에 따르면, 에어갭(AG)은 기관(100)의 상면에 비해 기관(100)의 하면과 가까이에 형성될 수 있다. 예컨대, 에어갭(AG)은 기관(100)의 지지층(110) 내에 위치할 수 있다. 이로써, 에어갭(AG)은 하부 클래드 층(120)의 폭(w3)에 비해 큰 폭(w1)을 가질 수 있다. 에어갭(AG)은 제1 방향(D1)을 따라 일정한 폭(w1)을 가질 수 있다. 그리고, 에어갭(AG)은 제1 방향(D1)을 따라 일정한 제3 방향(D3)의 높이를 가질 수 있다.

[0045] 튜닝 영역(DR)의 기관(100) 내에 격자 패턴들(BG)이 형성될 수 있다. 격자 패턴들(BG)은 기관(100) 내에서 에어갭(AG)과 기관(100)의 상면 사이에 형성될 수 있다. 격자 패턴들(BG)은, 예컨대, 브라그 격자(Bragg grating)일 수 있다. 격자 패턴들(BG)은 하부 클래드 층(120)과 다른 물질을 포함할 수 있다. 격자 패턴들(BG)은, 예컨대, n타입의 InGaAsP를 포함할 수 있다. 격자 패턴들(BG)은 기관(100)의 하부 클래드 층(120) 내에 형성될 수 있으며, 도파로 구조체(300)와 인접하게 위치할 수 있다. 격자 패턴들(BG)은 브라그 조건( $m\lambda = 2neq\Lambda$ , m: 회절차수( $=1$ ),  $\lambda$ : 광의 파장, neq: 도파층 유효굴절율,  $\Lambda$ : 회절격자 주기)을 만족할 수 있다. 광의 파장( $\lambda$ )은 도파로 구조체(300) 및 도파로 구조체(300)를 둘러싸는 클래드 층들의 유효 굴절률(neq)에 의해 결정될 수 있다.

- [0046] 도파로 구조체(300)가 하부 클래드 층(120)과 상부 클래드 층(200) 사이에 위치할 수 있다. 도파로 구조체(300)는 하부 클래드 층(120) 및 상부 클래드 층(200)과 전기적으로 연결될 수 있다. 도파로 구조체(300)의 상면은 상부 클래드 층(200)과 직접 접촉할 수 있고, 도파로 구조체(300)의 하면은 하부 클래드 층(120)과 직접 접촉할 수 있다. 도파로 구조체(300)는 능동 도파로(310) 및 수동 도파로(320)를 포함할 수 있다. 능동 도파로(310)는 이득 영역(GR) 상에 제공될 수 있고, 수동 도파로(320)는 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR) 상에 제공될 수 있다. 능동 도파로(310) 및 수동 도파로(320) 서로 맞대기 결합(butt-coupling) 방식으로 결합될 수 있다. 능동 도파로(310)는 MQW(Multiple Quantum Well) 구조를 가질 수 있다. 능동 도파로(310)는 게인 물질(gain medium)을 포함할 수 있으며, 하부 전극(410) 및 상부 전극들(510, 520, 530)로부터 전류를 제공 받아 광을 발진시킬 수 있다. 게인 물질은 도핑된 반도체 물질을 포함할 수 있다. 예컨대, 게인 물질은 InGaAs 또는 InGaAsP를 포함할 수 있다. 능동 도파로(310)에서 발진된 광은 패시브 도파로(320)를 따라 진행할 수 있다. 패시브 도파로(330)는 도핑되지 않은 반도체 물질을 포함할 수 있다. 예컨대, 패시브 도파로(330)는 InGaAsP 또는 InGaAs를 포함할 수 있다.
- [0047] 도파로 구조체(300)의 측면들 상에 측면 반도체 패턴들(160)이 형성될 수 있다. 측면 반도체 패턴들(160)은 도파로 구조체(300)의 측면들을 따라 제1 방향(D1)으로 연장될 수 있다. 그리고, 측면 반도체 패턴들(160)은 상부 클래드 층(200) 및 하부 클래드 층(120)의 사이에 위치할 수 있다. 일 예에 따르면, 측면 반도체 패턴들(160)은 인듐인(InP)을 포함할 수 있다. 측면 반도체 패턴들(160)은 전류 블로킹 층으로 기능할 수 있다. 구체적으로, 측면 반도체 패턴들(160)은 상부 클래드 층(200) 및 하부 클래드 층(120) 사이의 전류가 도파로 구조체(300)에 집중될 수 있도록, 전류의 경로를 유도할 수 있다. 측면 반도체 패턴들(160)은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 측면 반도체 패턴들(160)은 기관(100)과 다른 도전형을 갖는 제1 층 및 제1 층 상에 배치되며 상부 클래드 층(200)과 다른 도전형을 갖는 제2 층을 포함할 수 있다. 측면 반도체 패턴들(160)은 기관(100) 및 상부 클래드 층(200)과 함께 도파로 구조체(300)를 둘러쌀 수 있다. 측면 반도체 패턴들(160)은 도파로 구조체(300)에 비해 낮은 굴절률을 가짐으로써, 기관(100) 및 상부 클래드 층(200)과 함께 클래드 층으로 기능할 수 있다.
- [0049] 기관(100)의 하면 상에 하부 전극(410)이 배치될 수 있다. 하부 전극(410)은 기관(100)의 지지층(110)과 전기적으로 연결될 수 있다. 하부 전극(410)은 이득 영역(GR)으로부터 위상 제어 영역(PR)을 경유하여 튜닝 영역(DR)으로 연장될 수 있다. 달리 말해서, 하부 전극(410)은 이득 영역(GR)의 기관(100), 위상 제어 영역(PR)의 기관(100) 및 튜닝 영역(DR)의 기관과 전기적으로 연결된 공통 전극일 수 있다. 하부 전극(410)은 지지층(110)과 직접 접촉할 수 있으며, 지지층(110)의 하면을 완전히 덮을 수 있다. 즉, 하부 전극(410)은 기관(100)과 동일한 제1 방향(D1)의 길이를 가질 수 있고, 기관(100)과 동일한 제2 방향(D2)의 폭을 가질 수 있다.
- [0050] 상부 클래드 층(200)의 상면 상에 상부 전극들(510, 520, 530)이 배치될 수 있다. 상부 전극들(510, 520, 530)은 이득 영역(GR) 상의 제1 상부 전극(510), 위상 제어 영역(PR) 상의 제2 상부 전극(520) 및 튜닝 영역(DR) 상의 제3 상부 전극(530)을 포함할 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 제1 상부 전극(510)은 이득 영역(GR)의 상부 클래드 층(200)과 전기적으로 연결될 수 있다. 예컨대, 제1 상부 전극(510)과 상부 클래드 층(200)은 오믹 접촉될 수 있다. 제1 상부 전극(510)과 상부 클래드 층(200)의 상면 사이에는 계면 층(512)이 개재될 수 있다. 계면 층(512)은 금속을 포함할 수 있다. 계면 층(512)은 제1 상부 전극(510)과 상부 클래드 층(200)이 오믹 접촉 특성을 갖도록 구성될 수 있으며, 예컨대, 금속 실리사이드를 포함할 수 있다.
- [0052] 제1 상부 전극(510) 상에 제1 패드(514)가 배치될 수 있다. 제1 패드(514)는 제1 상부 전극(510)과 전기적으로 연결되어 제1 방향(D1) 및 제2 방향(D2)으로 확장될 수 있다. 제1 상부 전극(510)은 제1 패드(513)를 통하여 도 1을 참조하여 설명된 레이저 다이오드 드라이버(LDD)의 포트들(MOD+, MOD-) 중 하나와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0053] 제1 패드(514)와 기관(100)의 지지층(110)의 사이에 절연 기둥(150)이 배치될 수 있다. 절연 기둥(150)은 제1 패드(514)와 기관(100)을 전기적으로 절연시킬 수 있다. 절연 기둥(150)은 유전율(dielectric constant)이 작은 물질을 포함할 수 있다. 예컨대, 절연 기둥의 유전율은 클래드 층들에 비해 작을 수 있다. 이로써, 제1 패드(514)와 하부 전극(410) 사이의 정전 용량이 감소될 수 있고, 레이저 소자의 고속 변조 특성이 향상될 수 있다. 절연 기둥(150)은, 예컨대, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene) 및/또는 폴리 이미드를 포함할 수 있다.



- [0054] 제2 상부 전극(520)과 제3 상부 전극(530)이 상부 클래드 층(200)과 전기적으로 절연될 수 있다. 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)은 금속을 포함할 수 있다. 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)은, 예컨대, 매쉬 형태 또는 스트라이프 형태를 가질 수 있다. 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)은, 예컨대, 마이크로 히터를 포함할 수 있다.
- [0055] 실시예들에 따르면, 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)은 2단자 구조를 가질 수 있다. 즉, 제2 상부 전극(520) 상에 두 개의 제2 패드들(522, 524)이 배치될 수 있고, 제3 상부 전극(530) 상에 두 개의 제3 패드들(532, 534)이 배치될 수 있다. 제2 패드들(522, 524)은 제1 방향(D1)으로 서로 이격될 수 있다. 제3 패드들(532, 534)은 제1 방향(D1)으로 서로 이격될 수 있다.
- [0056] 제2 상부 전극(520)과 상부 클래드 층(200)의 사이 및 제3 상부 전극(530)과 상부 클래드 층(200)의 사이에 상부 절연층(540)이 배치될 수 있다. 상부 절연층(540)은 위상 제어 영역(PR)의 상부 절연층(540)의 상면으로부터 튜닝 영역(DR)의 상부 절연층(540)의 상면으로 연장될 수 있다. 상부 절연층(540)의 상부 클래드 층(200)의 상면을 부분적으로 덮을 수 있다. 상부 절연층(540)은, 예컨대, 실리콘 산화물(SiO<sub>2</sub>) 또는 실리콘 질화물(SiN<sub>x</sub>)을 포함할 수 있다. 상부 절연층(540)은, 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)을 상부 클래드 층(200)과 전기적으로 절연시킴으로써, 이득 영역(GR)의 차동모드 동작시 레이저 소자의 노이즈를 감소시킬 수 있다.
- [0058] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 설명하기 위한 도면들로, 도 2의 C-C' 부분에 대응되는 단면도들이다. 간결한 설명을 위하여 앞서 설명된 구성들과 중복된 구성들에 관한 상세한 설명은 생략될 수 있다.
- [0059] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 도 1 내지 도 3c를 참조하여 설명한 것과 달리, 에어갭(AG)은 기관(100)의 하부 클래드 층(120) 내에 형성될 수 있다. 에어갭(AG)은 기관(100)의 하면에 비해 기관(100)의 상면과 가깝게 형성될 수 있다.
- [0060] 도 4a를 참조하면, 에어갭(AG)은 하부 클래드 층(120)의 내부에 정의될 수 있다. 에어갭(AG)은 하부 클래드 층(120)의 내측벽들에 의해 완전히 둘러싸일 수 있다.
- [0061] 도 4b를 참조하면, 에어갭(AG)은 하부 클래드 층(120)을 제2 방향(D2)으로 관통할 수 있다. 도시되지 않았으나, 에어갭(AG)의 위에 위치한 하부 클래드 층(120)의 상부는 제1 방향(D1)으로 마주하는 하부 클래드 층(120)의 측벽들(도 2 참조)에 의해 지지될 수 있다.
- [0062] 도 5는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 평면도이다. 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 도면으로, 도 5의 D-D'부분을 따라 절취한 단면도이다. 간결한 설명을 위하여 앞서 설명된 구성들과 중복된 구성들에 관한 상세한 설명은 생략될 수 있다.
- [0063] 도 5 및 도 6을 참조하면, 레이저 소자는 복수 개의 출력단을 가질 수 있다. 기관(100)은 이득 영역(GR)과 위상 제어 영역(PR) 사이의 분기 영역(CR)을 포함할 수 있다. 분기 영역(CR)의 기관(100) 상에서, 도파로 구조체(300)의 수동 도파로(320a, 320b)는 제1 수동 도파로(320a) 및 제2 수동 도파로(320b)로 분기될 수 있다. 제1 수동 도파로(320a) 및 제2 수동 도파로(320b)의 각각은 분기 영역(CR)으로부터, 위상 제어 영역(PR)을 경유하여 튜닝 영역(DR)으로 연장될 수 있다. 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR) 상에서 제1 수동 도파로(320a) 및 제2 수동 도파로(320b)는 제2 방향(D1)으로 서로 이격될 수 있다.
- [0064] 제1 수동 도파로(320a) 및 제2 수동 도파로(320b)의 상에, 제2 상부 전극들(520a, 520b) 및 제3 상부 전극들(530a, 530b)이 각각 배치될 수 있다. 제2 상부 전극들(520a, 520b)은 위상 제어 영역(PR)의 상부 클래드 층(200) 상에 배치될 수 있고, 제3 상부 전극들(530a, 530b)은 튜닝 영역(DR)의 상부 클래드 층(200) 상에 배치될 수 있다. 제2 상부 전극들(520a, 520b)은 위상 제어 영역(PR) 상에서 제2 방향(D2)으로 서로 이격될 수 있다. 제3 상부 전극들(530a, 530b)은 튜닝 영역(DR) 상에서 제2 방향(D2)으로 서로 이격될 수 있다. 제2 상부 전극들(520a, 520b) 상에 제1 방향(D1)으로 서로 이격된 제2 패드들(522a, 524a, 522b, 524b)이 배치될 수 있다. 제3 상부 전극들(520a, 520b) 상에 제1 방향(D1)으로 서로 이격된 제3 패드들(532a, 534a, 532b, 534b)이 배치될 수 있다.
- [0065] 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR)의 상부 클래드 층(200) 상에 상부 절연층(540)이 배치될 수 있다. 상부 절연층(540)은 제2 상부 전극들(520a, 520b)과 상부 클래드 층(200)의 사이 및 제3 상부 전극들(530a, 530b)과 상부 클래드 층(200)의 사이에 배치될 수 있다. 상부 절연층(540)은 제2 상부 전극들(520a, 520b) 및 제3 상부

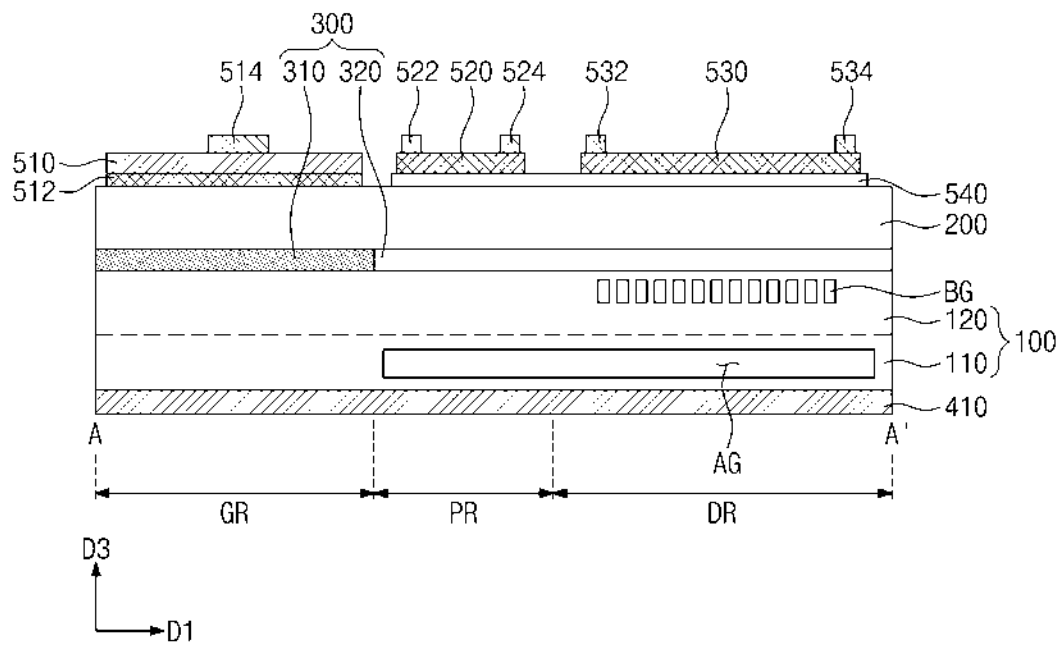
전극들(530a, 530b)을 상부 클래드 층(200)과 전기적으로 절연시켜, 이득 영역(GR)의 차동모드 동작시 레이저 소자의 노이즈를 감소시킬 수 있다.

- [0067] 도 7는 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 평면도이다. 도 8은 본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자를 나타내는 도면으로, 도 7의 E-E'부분을 따라 절취한 단면도이다. 간결한 설명을 위하여 앞서 설명된 구성들과 중복된 구성들에 관한 상세한 설명은 생략될 수 있다.
- [0068] 도 7을 참조하면, 기관(100)은 이득 영역(GR)의 일측에 제2 튜닝 영역(DR2)을 더 포함할 수 있다. 제2 튜닝 영역(DR2)은 이득 영역(GR)을 사이에 두고 위상 제어 영역(PR)과 제1 방향(D1)으로 이격될 수 있다.
- [0069] 제2 튜닝 영역(DR2)의 상부 클래드 층(200) 상에 제4 전극(550)이 배치될 수 있다. 제4 전극(550)은 상부 클래드 층(200)과 전기적으로 절연될 수 있다. 제4 전극(550)은 제3 전극(530)과 동일한 물질을 포함할 수 있다. 제4 전극(550) 상에 제4 단자들(552, 554)이 배치될 수 있다. 제4 단자들(552, 554)은 제1 방향(D1)으로 서로 이격될 수 있다. 제2 상부 전극(520)과 상부 클래드 층(200)의 사이 및 제3 상부 전극(530)과 상부 클래드 층(200)의 사이에 제1 상부 절연층(542)이 배치될 수 있다. 제4 전극(550)과 상부 클래드 층(200) 사이에 제2 상부 절연막(544)이 배치될 수 있다.
- [0070] 하부 전극(410)은 제2 튜닝 영역(DR2)으로부터 이득 영역(GR) 및 위상 제어 영역(PR)을 경유하여 제1 튜닝 영역(DR1)으로 연장될 수 있다. 하부 전극(410)은 기관(100)의 제2 튜닝 영역(DR2), 이득 영역(GR), 위상 제어 영역(PR) 및 제1 튜닝 영역(DR1)과 전기적으로 연결되는 공통 전극일 수 있다.
- [0071] 도파로 구조체(300)는 제1 수동 도파로(321), 능동 도파로(310) 및 제2 수동 도파로(322)를 포함할 수 있다. 제1 수동 도파로(321)는 능동 도파로(310)의 일단에 연결될 수 있고, 제2 수동 도파로(322)는 능동 도파로(310)의 타단에 연결될 수 있다. 능동 도파로(310)는 제1 수동 도파로(321) 및 제2 수동 도파로(322)와 맞대기 결합될 수 있다.
- [0072] 위상 제어 영역(PR) 및 제1 튜닝 영역(DR1)의 기관(100) 내에 제1 에어갭(AG1)이 형성될 수 있다. 제1 에어갭(AG1)은 위상 제어 영역(PR)으로부터 튜닝 영역(DR)으로 연장될 수 있다. 제2 튜닝 영역(DR2)의 기관(100) 내에 제2 에어갭(AG2)이 형성될 수 있다. 제2 에어갭(AG2)은 제1 에어갭(AG1)과 동일한 수직적 레벨에 위치할 수 있고, 제1 에어갭(AG1)에 비해 짧은 제1 방향(D1)의 길이를 가질 수 있다. 제1 에어갭(AG1) 및 제2 에어갭(AG2)은 이득 영역(GR)의 차동모드 동작시 레이저 소자의 노이즈를 감소시킬 수 있다.
- [0073] 제1 에어갭(AG1)과 기관(100)의 상면 사이에 제1 격자 패턴(BG1)이 형성될 수 있고, 제2 에어갭(AG2)과 기관(100)의 상면 사이에 제2 격자 패턴(BG2)이 형성될 수 있다. 제1 격자 패턴(BG1)은 제1 튜닝 영역(DR1)의 기관(100) 내에 형성될 수 있고, 제2 격자 패턴(BG2)은 제2 튜닝 영역(DR2)의 기관(100) 내에 형성될 수 있다. 실시예들에 따르면, 제1 격자 패턴(BG1)과 제2 격자 패턴(BG2)은 서로 다른 격자 주기를 가질 수 있다.
- [0074] 이상, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명은 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수도 있다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야 한다.

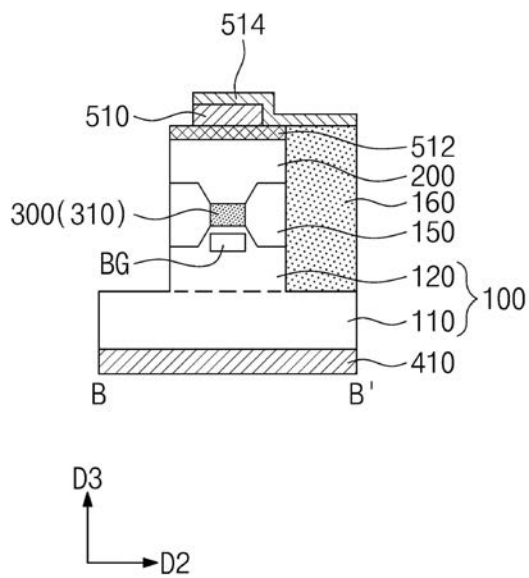




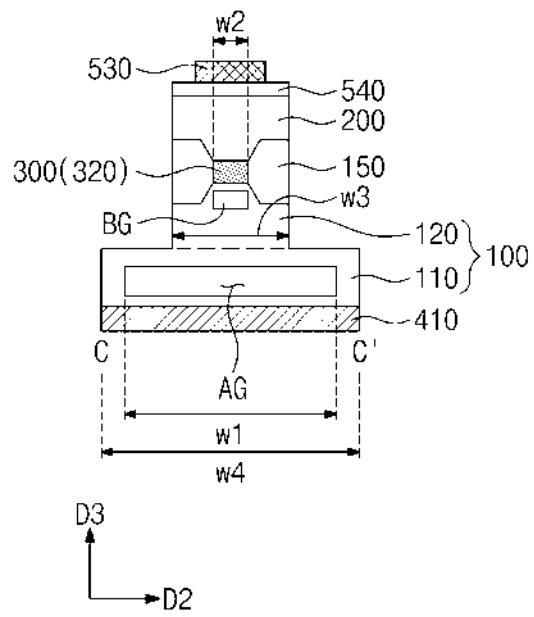
도면3a



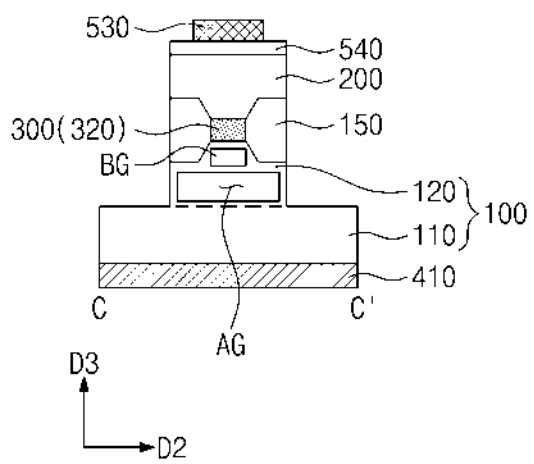
도면3b



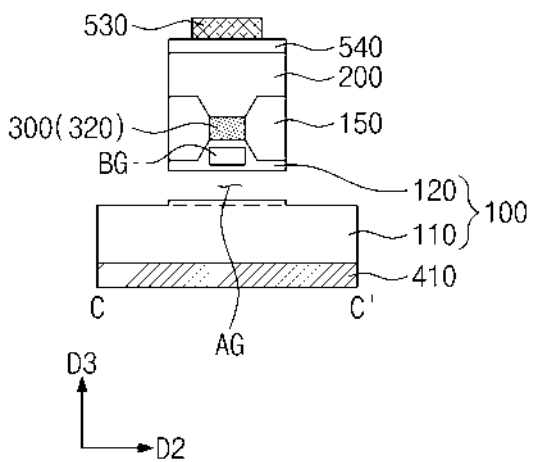
도면3c



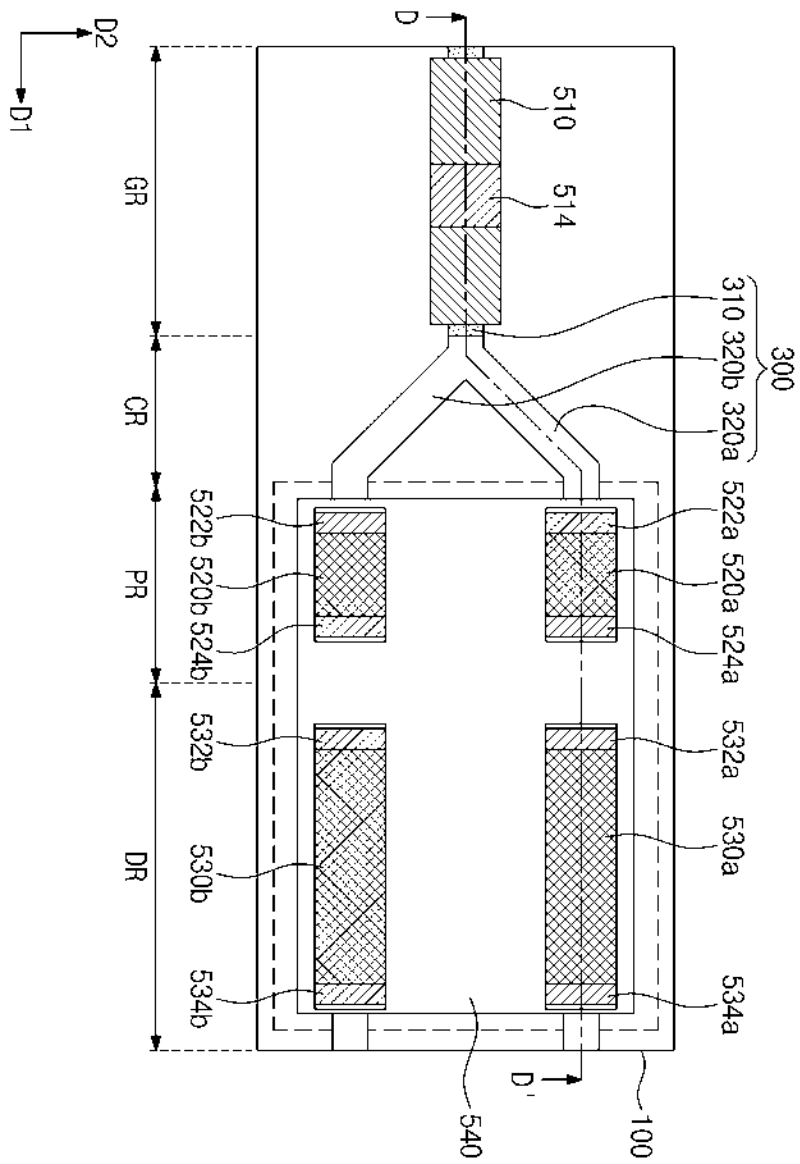
도면4a



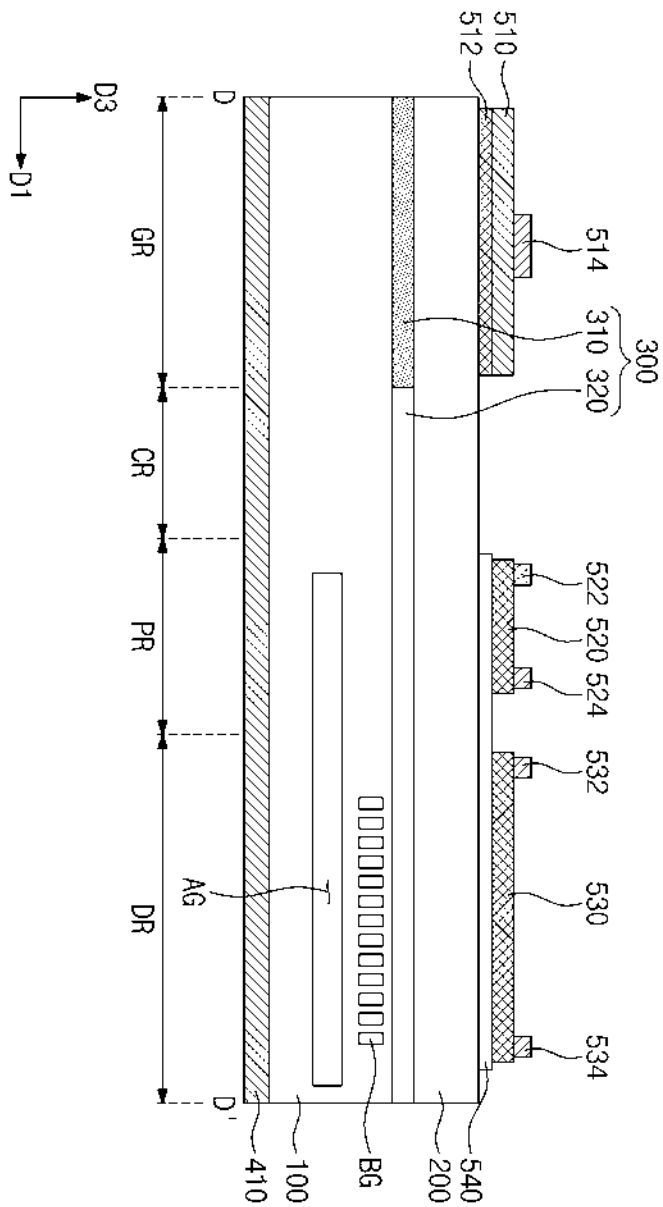
도면4b



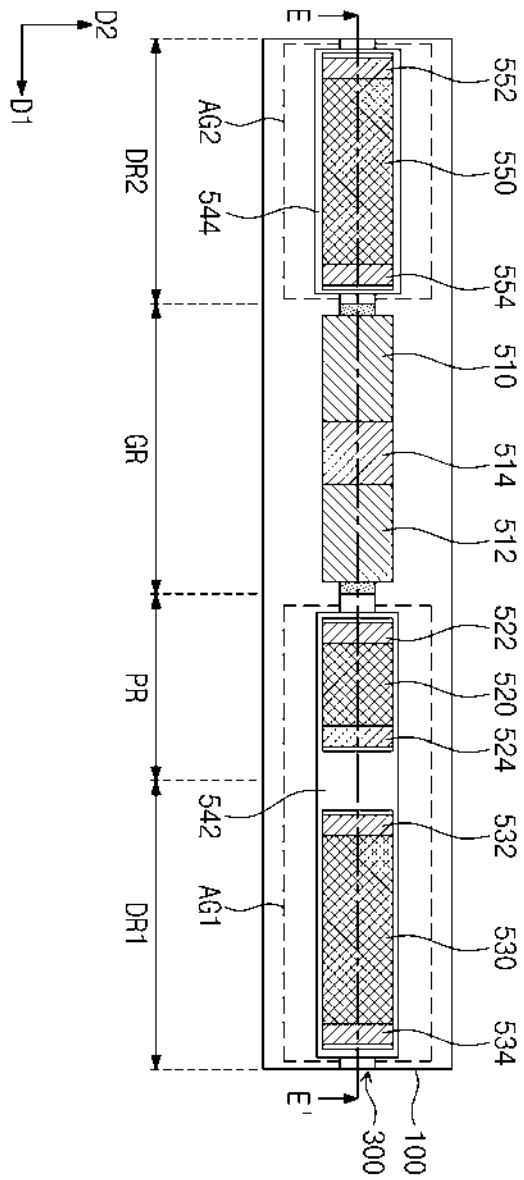
도면5



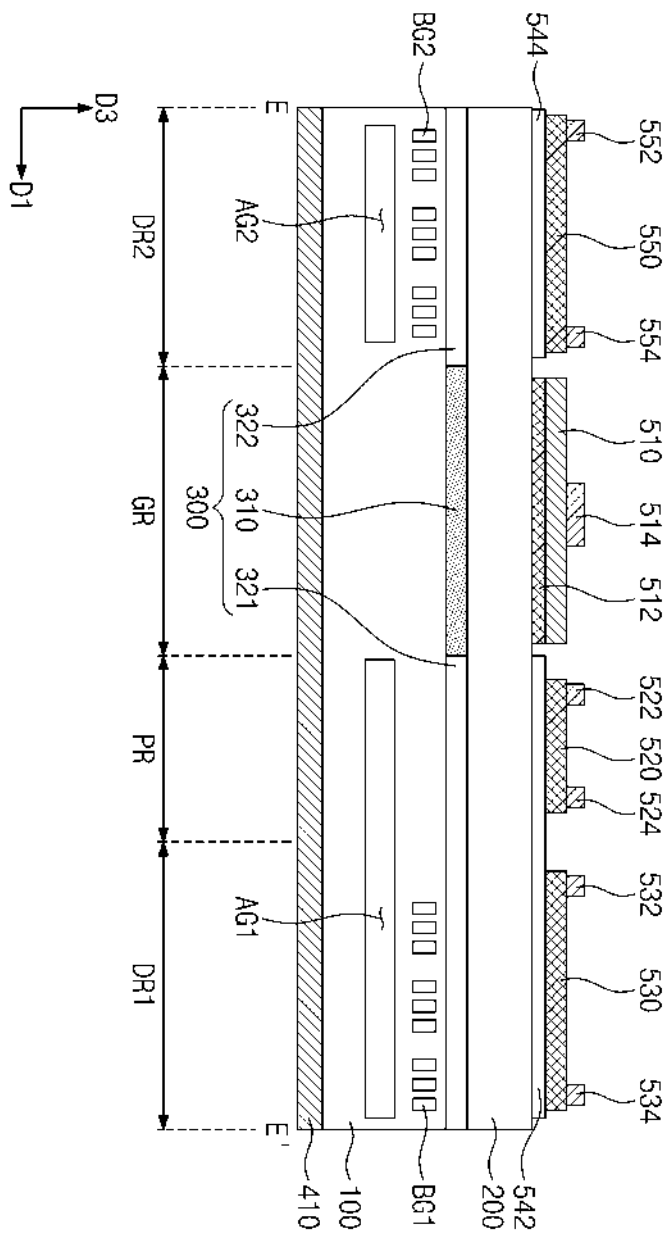
도면6



도면7



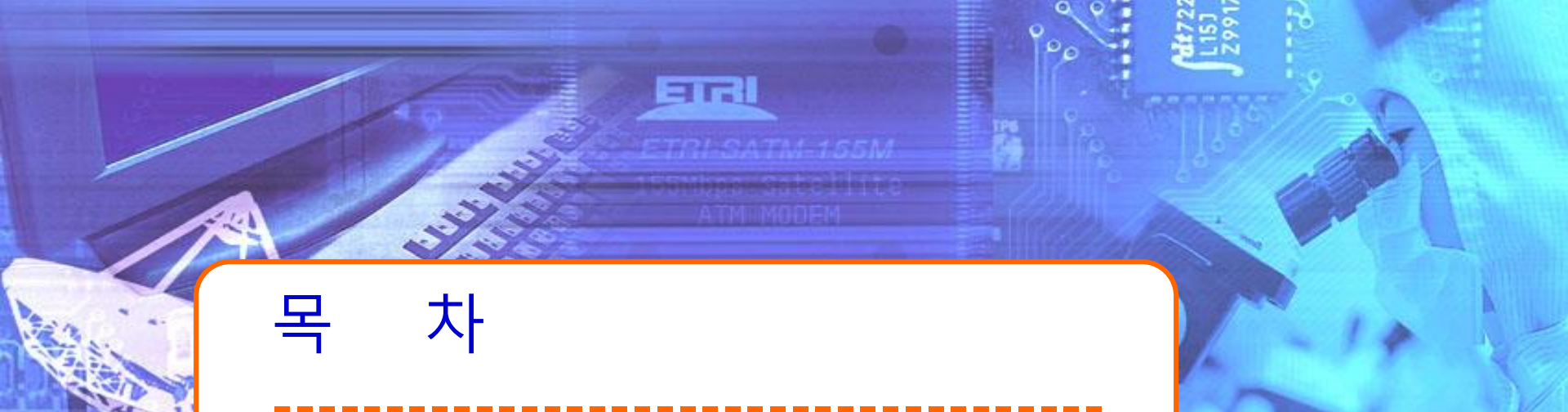
도면8





# 25Gbps InAlGaAs o-band DFB 레이저 칩기술





## 목 차

---

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
  - 활용분야 및 기대효과
5. 국내외 시장 동향

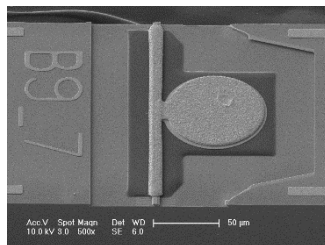
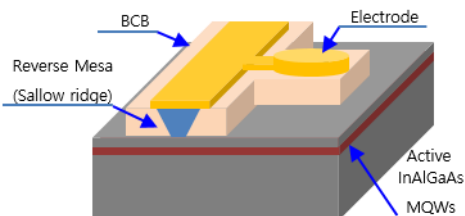
# 1. 기술의 개요 (1/2)

## 기술의 정의

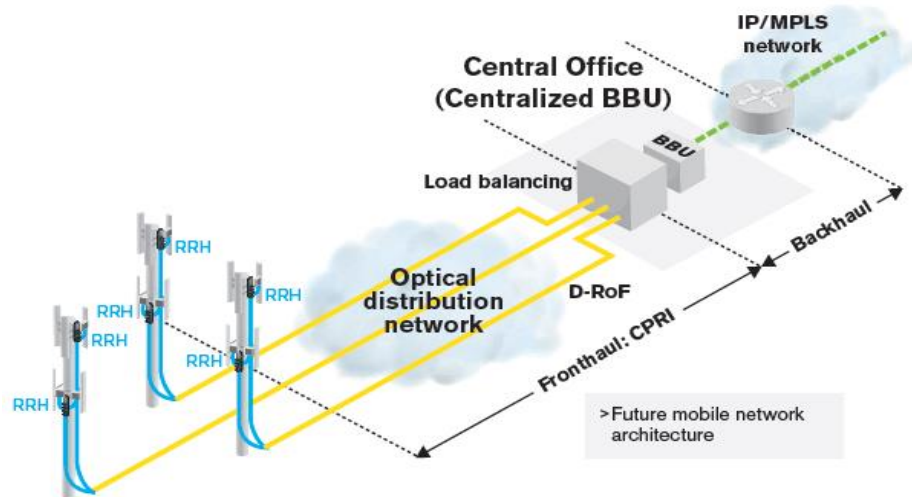
5G 모바일 시스템 지원을 위한 프론트홀용 25Gbps DFB 광소자 칩 기술

## 기술 및 기능의 특성

- NRZ 25Gbps 동작속도 지원
- DML 동작
  - ; 동작파장 : 1265~1330 nm
  - ; SMSR > 45dB
  - ; ER > 5dB
  - ; 광출력 > 3dBm
  - ; To > 70K



\* InAlGaAs DFB 광소자 칩



\* 모바일 기지국 프론트홀

# 1. 기술의 개요 (2/2)

## 기존(선행)기술과 비교하여 유리한 점

- 기존 4G-LTE 기반의 4G 무선통신 시스템은 CPRI 기반의 10Gbps 광원 기술에 의존하였으나, 5G 서비스의 요구는 프론트홀 광링크망에 큰 부하를 일으킴. 이를 해소하기 위한 표준규격은 25Gbps 기반의 eCPRI 규격임
- 프론트홀 광링크를 위한 25Gbps 급 광소자는 5G 도입 초기에는 EML 소자 기반이었지만, 차츰 national-wide 및 world-wide 전개에 따라서 칩 성능 뿐만 아니라 가격 경쟁력 요구에 따라 DFB 칩의 장점이 부가됨
- 프론트홀 기지국의 outdoor 동작 특성상 에너지 저감 및 DML 방식의 고속 동작을 위하여 InAlGaAs 기반의 광소자가 유리함.
- 또한 양산 수율 관점에서 위상천이 구조를 채택함으로써 단일모드 수율을 극대화

## 기존(선행)기술과 비교하여 불리한 점

- EML칩 대비 DFB 신호의 품질 개선 및 상응하는 저가화 전략 필요

## 2. 기술이전 내용 및 범위(1/3)

### ■ 기술이전 내용 및 범위

❖ “5G 이동통신 기지국을 위한 디지털기반 프론트홀 광링크기술 개발”과제 등의 산출물인 “25G DFB 광소자 기술”

○ 기술명: 25Gbps InAlGaAs O-band DFB 레이저 칩 기술

- 변조속도: 25Gbps @ NRZ
- 동작파장: O-band 내 CWDM/DWDM 적용 가능 파장
- 소광비: 5 dB 이상
- 광출력: + 3dBm 이상 @ 50 oC, 60 mA
- 동작온도: -40 ~ +85 oC
- 칩 구조: 칩 단일모드 수율을 고려하여, 양면 AR/AR coating 구조를 채택함

### ■ 기술 개발 현황

❖ 기술 성숙도 (TRL: 5단계)



## 2. 기술이전 내용 및 범위(2/3)

### ■ ETRI 지재권 제공

#### ○ 특허 통상 실시권 제공

- OPTICAL SIGNAL GENERATING APPARATUS AND OPERATING METHOD THEREOF, 10,291,327(등록)
- TUNABLE SEMICONDUCTOR LASER AND OPERATION METHOD THEREOF, 16/539,665 (출원)
- HIGH-OUTPUT POWER QUARTER-WAVELENGTH SHIFTED DISTRIBUTED FEEDBACK LASER DIODE, 16/561,420 (출원)
- 고출력 위상 천이 분포 궤환 레이저 다이오드, 2019-0080136(출원)
- 파장가변 반도체 레이저 및 그것의 동작 방법, 2018-0173892(출원)
- 파장 가변 레이저 소자, 2017-0175558(출원)
- 단일모드 분포궤환 레이저 다이오드, 2017-0162241(출원)
- 광 신호 생성 장치 및 그것의 동작 방법, 2017-0178771(출원)

#### ○ 기술문서 제공

- 5GDFH-25GInAlGaAs\_DFB(기술이전)-요구사항 정의서\_v1.2
- 5GDFH-25GInAlGaAs\_DFB(기술이전)-시험절차 및 시험결과서\_v1.2
- 5G DFH-DEV-13um\_InAlGaAs Strained QW\_V.3.0, [3210-2018-02315]
- 5G DFH-DEV-13um DML\_LDM\_V.3.0, [3210-2018-02316]
- 5G DFH-DEV-직접변조소자 Epi 설계서\_v1.0, [3220-2018-03688]
- 5GDFH-DEV-서브마운트설계서\_v4.0, [4410-2019-01215]
- 5G DFH-DEV-레이저 DC 특성 측정 셋업\_V.1.0, [3204-2016-01645]
- 5G DFH-DEV-직접변조소자 공정 설계서\_v2.0, [3220-2017-03881]
- 5G DFH-DEV\_O-band직접변조소자 개발 기술문서-V.3.0, [3220-2018-03741]
- 5G DFH-DEV\_O-band직접변조소자 개발\_V.1.0, [4410-2019-01210]
- 5G DFH-DEV-시험인증절차서-v4.0, [4410-2019-01216]
- 5G DFH-DEV\_O-band직접변조소자 측정 기술문서-V.3.0, [3220-2018-03742]
- 5G DFH-DEV-DML 시험 결과서-v4.0, [4410-2019-01224]
- 5G DFH-DEV-C-Band 직접변조소자특성분석\_v1.0, [4410-2019-01213]
- 5G DFH-DEV-DML 시험분석서-v2.0, [3220-2017-03929]

## 2. 기술이전 내용 및 범위(3/3)

### ■ 이전 기술 관련 교육 제공

- ❖ 월 2회 이상 기술이전 관련 교육
- ❖ 광소자 기술 개발 연구원 파견 및 교육
- ❖ 설계 기술, 공정기술, 성능규격 시험분석 기술 및 광모듈 적용 지원 등





### 3. 경쟁기술과 비교(1/2)

#### 유사기술의 특허 및 연구결과에 대한 조사내용

- DFB칩과 EML칩은 유사한 시장에서 경쟁 관계이며, 소자의 특성상 EML이 우위에 있지만 적용 분야에서 요구하는 성능을 만족할 경우, DFB가 가격 경쟁력이 높아 유리함. 따라서 본 제안 기술 개발에서 개발 목표를 달성 할 경우 EML시장에서 경쟁우위로 시장 확대가 더 커짐

### 3. 경쟁기술과 비교(2/2)

#### ■ 기술의 특징 및 장점

##### ○ DML (directly modulated lasers) 소자의 특징

- : 전류 주입 변조 방식으로 소자 구조가 단순하며, 고출력 특성에 장점
- : O-band 대역에서 동작하여 변조 신호의 파장 떨림 (chirp) 때문에 장거리 전송 시 광섬유 내 분산에 의한 신호왜곡이 큰 통상적인 DFB칩의 단점이 매우 적음

##### ○ 25G 직접변조에 의한 고속 소자 기술

- : 25G 고속 동작 칩 및 sub-mount 설계 기술
- : 고출력 동작 설계 기술
- : 파장 수율 향상을 위한 파장제어 기술
- : 높은 신호 소광비 설계 기술
- : InAlGaAs 기반의 고온 동작 설계 기술

##### ○ 25G 동작 칩 기술

- : 재성장 없는 25G 고속 동작 칩 기술
- : 열 방출 공정 기술
- : 파장제어 공정 기술

##### ○ 광소자 칩 정특성 및 동특성 분석기술

- : 소자 동특성 시험 평가 및 분석기술

ETRI 정특성 시험 평가 및 분석기술

## 4. 기술의 사업성

### ▣ 적용분야 및 기대효과

#### (1) 기술적 측면

- 25Gbps InAlGaAs O-band DFB 레이저 광소자 개발 및 생산 능력 보유
- InGaAlAs를 이용한 laser 제품 Product의 다양화
- 1310nm O-band 대역외에 c-band 대역등으로 파장 확장 가능
- 다양한 유.무선 액세스 망 적용을 위한 광 링크 기반 기술 초석

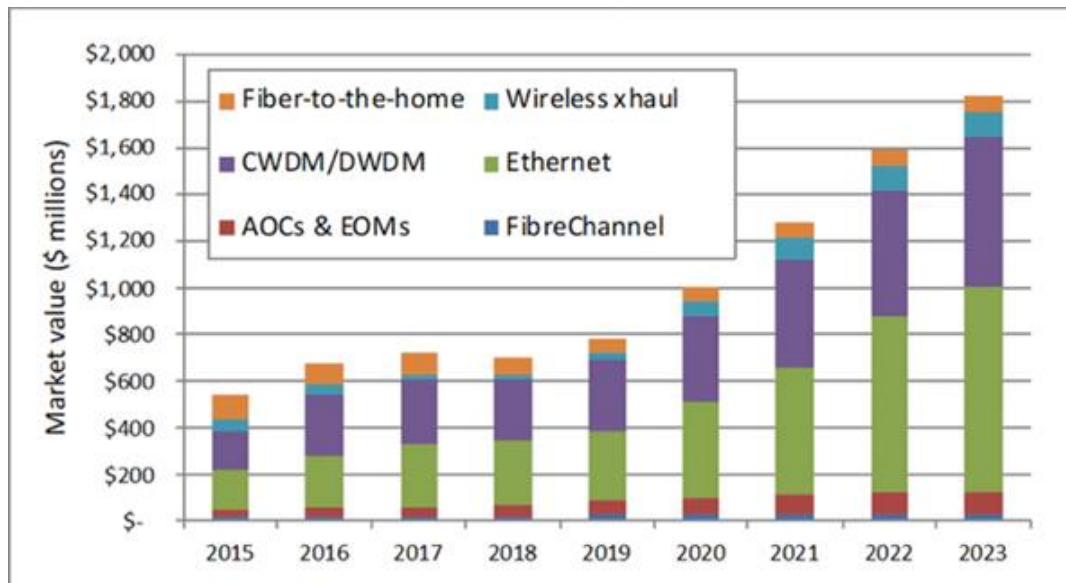
#### (2) 경제적, 산업적 측면

- 5G, 5G+ 무선 통신용 핵심 광원 확보: 국내 산업 경쟁력 확보
- InAlGaAs 기반의 소자/부품 국산화에 따른 해외 수입 의존 탈피

#### (3) 사회적 측면

- 5세대 무선 통신망에 도입에 따른 4차 산업 활성화
- 유비쿼터스 통신망 구현으로 정보 통신 사업의 활성화
- 국가적 정보 인프라 업그레이드

## 5. 국내외 시장 동향



2019.3 It's a good time to be making optical transceiver semiconductors: LightCounting

- 2019년 3월에 발표된 시장조사기관인 Lightcounting의 발표에 의하면 2023년의 CWDM/DWDM 광랜시버의 시장을 7,200 억원 정도로 예상하고 있음.

## 6. 기술료 조건



### ■ 기술 명: 25G DFB 광소자 기술

| 구분         | 실질기여 공동연구 참여기업 |      |     | 일반 기업       |             |             |
|------------|----------------|------|-----|-------------|-------------|-------------|
|            | 중소기업           | 중견기업 | 대기업 | 중소기업        | 중견기업        | 대기업         |
| 착수기본료(원)   |                |      |     | 100,000,000 | 200,000,000 | 200,000,000 |
| 매출정률사용료(%) |                |      |     | 1.25%       | 3.75%       | 5%          |

# 감사합니다.



[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월25일  
(11) 등록번호 10-2254954  
(24) 등록일자 2021년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01S 5/062 (2006.01) H01S 5/024 (2021.01)  
H01S 5/065 (2006.01) H01S 5/125 (2015.01)  
H01S 5/34 (2015.01)

(52) CPC특허분류

H01S 5/06216 (2013.01)  
H01S 5/02453 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0173892

(22) 출원일자 2018년12월31일

심사청구일자 2020년01월30일

(65) 공개번호 10-2020-0083862

(43) 공개일자 2020년07월09일

(56) 선행기술조사문헌

JP2015103620 A\*

KR1020030073412 A\*

KR1020040094190 A\*

KR1020100072534 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

권오균

대전광역시 유성구 지족로 92영무 예다움 아파트  
171-401

김남제

대전광역시 유성구 왕가봉로 16-18 304호 (노은  
동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 13 항

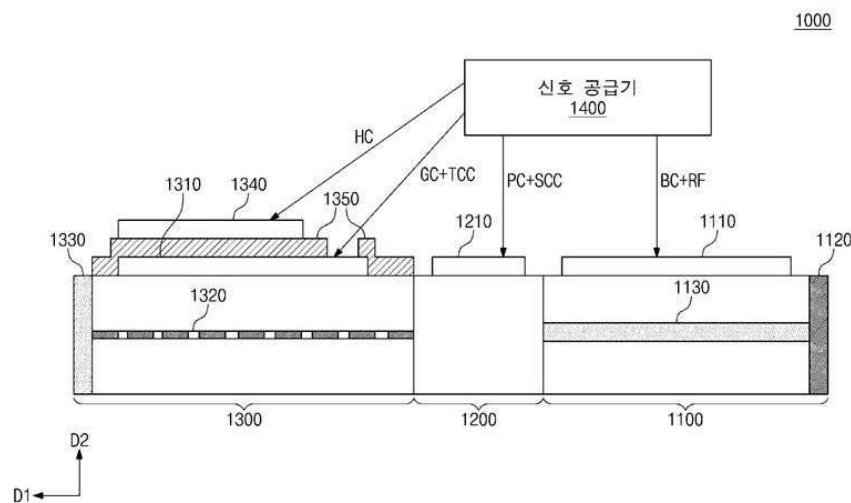
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 파장가변 반도체 레이저 및 그것의 동작 방법

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저는, 변조 신호에 따라 광신호를 생성하는 활성 이득 영역, 모드 조절 신호에 따라 공진 모드를 조절하고 그리고 변조 신호에 기초하여 결정된 제 1 보상 신호에 따라 신호 처프를 보상하는 모드 조절 영역, 및 파장 선택 전류, 변조 신호에 기초하여 결정되고 그리고 열적 처프를 보상하는 제 2 보상 신호, 히터 전극에 공급되고 히터 신호에 기초하여 발진 파장을 결정하는 DBR(Distributed Bragg Reflector) 영역을 포함할 수 있다.

대표도





(52) CPC특허분류

*H01S 5/0651* (2013.01)

*H01S 5/125* (2013.01)

*H01S 5/34* (2013.01)

(72) 발명자

**박미란**

대전시 유성구 도안동로 523 호반2블럭 아파트 21  
6동1101호

**김태수**

대전광역시 유성구 신성로61번길 93-16해피하우스  
401호

**안신모**

대전광역시 유성구 신성로61번안길 47304호

**한원석**

대전광역시 유성구 가정로 43삼성한울아파트 107동  
1001호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18MB1110

부처명 미래창조과학부

과제관리(전문)기관명 (재)기가코리아사업단

연구사업명 범부처 Giga KOREA사업

연구과제명 5G 이동통신 기지국용 디지털기반 프론트홀 광링크기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)에치에프알

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

변조 신호에 따라 광신호를 생성하는 활성 이득 영역;

모드 조절 신호에 따라 공진 모드를 조절하고, 그리고 상기 변조 신호의 코드에 기초하여 결정된 제 1 보상 신호에 따라 상기 광신호의 신호 처프(signal chirp)를 보상하는 모드 조절 영역;

상기 변조 신호의 상기 코드에 기초하여 결정된 제 2 보상 신호에 따라 상기 광신호의 열적 처프(thermal chirp)를 보상하고, 그리고 상기 광신호에 대한 파장 선택 신호, 상기 제 2 보상 신호, 및 히터 전극에 공급되는 히터 신호에 기초하여, 상기 광신호의 발진 파장을 결정하는 DBR(Distributed Bragg Reflector) 영역; 및

상기 변조 신호, 상기 모드 조절 신호, 상기 제 1 보상 신호, 상기 파장 선택 전류, 및 상기 제 2 보상 신호, 상기 히터 신호를 제공하는 신호 공급기를 더 포함하고,

상기 신호 공급기는 상기 모드 조절 영역에 상기 변조 신호의 코드 패턴을 역전함으로써 상기 제 1 보상 신호의 코드 패턴을 결정하고, 결정된 상기 제 1 보상 신호를 상기 모드 조절 영역에 제공하는 파장가변 반도체 레이저.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 DBR 영역 상의 DBR 전극, 및 상기 히터 전극 사이에 위치하는 절연체를 더 포함하는 파장가변 반도체 레이저.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 활성 이득 영역은 다중 양자 우물 층을 포함하는 파장가변 반도체 레이저.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 활성 이득 영역은 반사 코팅 면(reflection coating surface)을 포함하는 파장가변 반도체 레이저.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 DBR 영역은 무반사 코팅 면(anti-reflection coating surface)을 포함하는 파장가변 반도체 레이저.

#### 청구항 7

활성 이득 영역, 모드 조절 영역, 및 DBR(Distributed Bragg Reflector) 영역을 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법에 있어서,

신호 공급기에 의하여, 상기 활성 이득 영역에 변조 신호를 제공하는 단계;

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 모드 조절 영역에 모드 조절 신호를 제공하는 단계;

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 DBR 영역에 파장 선택 신호를 제공하는 단계;

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 변조 신호, 상기 모드 조절 신호, 및 상기 파장 선택 신호에 기초하여 상기 파장가변 반도체 레이저의 온도를 일정하게 유지하기 위한 히터 신호를 결정하는 단계; 및

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 모드 조절 영역에 상기 변조 신호에 기초하여 결정되고 그리고 신호 처프를 보상하는 제 1 보상 신호를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 신호 처프를 보상하는 상기 제 1 보상 신호를 제공하는 단계는, 상기 모드 조절 영역에 상기 변조 신호의 코드 패턴을 역전함으로써 상기 제 1 보상 신호의 코드 패턴을 결정하는 단계를 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 파장가변 반도체 레이저가 턴-오프(turn-off) 인 동안, 상기 파장가변 반도체 레이저의 상기 DBR 영역 상의 히터 전극에 상기 히터 신호를 제공하는 단계를 더 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 파장가변 반도체 레이저의 상기 활성 이득 영역에 상기 변조 신호를 제공하는 단계는:

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 활성 이득 영역에 바이어스 신호를 제공하는 단계; 및

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 활성 이득 영역에 입력 신호를 제공하는 단계를 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 입력 신호를 제공하는 타이밍과 상기 제 1 보상 신호를 제공하는 타이밍을 동기화하는 단계를 더 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

#### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 DBR 영역에 열적 처프를 보상하는 제 2 보상 신호를 제공하는 단계를 더 포함하되,

상기 제 1 보상 신호는 상기 변조 신호에 기초하여 결정되는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 DBR 영역에 상기 변조 신호에 기초하여 결정된 상기 제 2 보상 신호를 제공하는 단계는, 상기 변조 신호의 코드 패턴과 동일하게 상기 제 1 보상 신호의 코드 패턴을 결정하는 단계를 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

#### 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 입력 신호를 제공하는 타이밍과 상기 제 2 보상 신호를 제공하는 타이밍을 동기화하는 단계를 더 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

## 청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 신호 공급기에 의하여, 상기 히터 신호의 크기를 보정하는 단계를 더 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 파장가변 반도체 레이저 및 그것의 동작 방법에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 버스트 모드(burst mode)에서 동작하고 그리고 신호 처프(chirp)를 보상하는 파장가변 반도체 레이저 및 그것의 동작 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 대용량, 고효율의 통신수단으로써 광통신 네트워크 기술이 광범위하게 이용되고 있다. 광통신 기술에는 개별 채널속도를 높이는 TDM(time division multiplexing) 기술과 다수의 광주파수 자원을 조밀하게 활용하는 WDM(wavelength division multiplexing) 기술이 포함된다.

[0003] 최근, 국제 표준화 기구는 유선 액세스 가입자 망 기술의 표준 방식(G.989.2)으로 NG-PON2(Next-Generation Passive Optical Network 2)를 채택하여 급증하는 차세대 멀티미디어 서비스에 대응하고 있다. NG-PON2는 복수의 가입자가 하나의 파장을 이용하는 기존의 TDM 방식의 기술에 WDM 기술을 접목하는, 복수의 가입자가 복수의 파장 채널을 이용 가능한 TWDM(time wavelength division multiplexing) 방식을 이용한다. TWDM 방식을 구현하는 장치는 고속으로 데이터를 전송하면서도 빠르게 파장 채널을 설정할 수 있어야 한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 것으로, 본 발명은 버스트 모드에서 동작하고 그리고 신호 처프를 보상하는 파장가변 반도체 레이저 및 그것의 동작 방법을 제공할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저는, 변조 신호에 따라 광신호를 생성하는 활성 이득 영역, 모드 조절 신호에 따라 공진 모드를 조절하고 그리고 변조 신호에 기초하여 결정된 제 1 보상 신호에 따라 광신호의 신호 처프(signal chirp)를 보상하는 모드 조절 영역, 및 광신호에 대한 파장 선택 신호, 변조 신호에 기초하여 광신호의 열적 처프(thermal chirp)를 보상하는 제 2 보상 신호, 그리고 히터 전극에 공급되는 히터 신호에 기초하여, 광신호의 발진 파장을 결정하는 DBR(Distributed Bragg Reflector) 영역을 포함할 수 있다.

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 활성 이득 영역, 모드 조절 영역, 및 DBR 영역을 포함하는 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법은, 신호 공급기에 의하여, 활성 이득 영역에 변조 신호를 제공하는 단계, 신호 공급기에 의하여, 모드 조절 영역에 모드 조절 신호를 제공하는 단계, 신호 공급기에 의하여, DBR 영역에 파장 선택 신호를 제공하는 단계, 신호 공급기에 의하여, 변조 신호, 모드 조절 신호, 및 파장 선택 신호에 기초하여 파장가변 반도체 레이저의 온도를 일정하게 유지하기 위한 히터 신호를 결정하는 단계, 및 신호 공급기에 의하여, 모드 조절 영역에 변조 신호에 기초하여 결정되고 그리고 신호 처프를 보상하는 제 1 보상 신호를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0007] 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저는 빠르게 파장 채널을 설정함과 동시에 버스트 모드에서 동작할 수 있다.

[0008] 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법은 신호 처프를 저감화 함으로써 전달 신호 품질을 향상시킬 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저를 나타내는 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 3은 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 변조 신호의 크기에 따른 광신호의 출력 파워를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 발진 파장의 편이를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 히터 신호(HC)의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 턴-온 상태의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 턴-온 상태의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 모드 조절 신호와 신호 처프 보상 신호의 합의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 도 9의 변조 신호에 의한 시간에 따른 활성 이득 영역 내의 굴절률 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 파장 선택 신호와 열적 처프 보상 신호의 합의 크기를 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 도 11의 파장 선택 신호와 열적 처프 보상 신호의 합에 의한 시간에 따른 DBR 영역 내의 굴절률 변화를 나타내는 그래프이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 아래에서는, 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 쉽게 실시할 수 있을 정도로, 본 발명의 실시 예들이 명확하고 상세하게 기재될 것이다. 본 발명에서, 층(layer), 영역(section) 및 부(unit)는 서로 대응하는 용어들일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 실시 예에 있어서, 처프(chirp)는 광신호의 편이를 지칭할 수 있다. 처프는 신호 처프 및 열적 처프를 포함할 수 있다. 신호 처프는 레이저 내의 전류 주입 및 레이저 내의 굴절률 변화에 의하여 발생할 수 있고 그리고 과도(transient) 처프 및 단열(adiabatic) 처프를 포함할 수 있다. 열적(thermal) 처프는 레이저 내의 온도 상승에 따라 발생할 수 있다. 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저는 신호 처프 및 열적 처프를 포함하는 처프를 조절할 수 있다. 신호 처프는 도 3 및 도 4에서 좀 더 상세하게 설명될 것이다.
- [0012] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저(1000)를 나타내는 구성도이다. 도 1은 D1-D2 평면 상의 파장가변 반도체 레이저(1000)의 단면일 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)는 버스트 모드(burst mode)에서 동작하고 그리고 처프(chirp) 조절이 가능한 파장 가변 광원 장치 또는 레이저 공진기일 수 있다. 여기서, 버스트 모드는 파장가변 반도체 레이저(1000)의 온도가 일정하게 유지되는 모드를 지칭할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)는 DBR(distributed bragg reflector) 레이저일 수 있다.
- [0013] 파장가변 반도체 레이저(1000)는 활성 이득 영역(1100), 모드 조절 영역(1200), DBR 영역(1300), 및 신호 공급기(1400)를 포함할 수 있다. 그러나, 신호 공급기(1400)는 반드시 파장가변 반도체 레이저(1000)에 포함되는 것으로 한정되지 않는다. 예를 들어, 신호 공급기(1400)는 파장가변 반도체 레이저(1000)와 별개의 장치로서 파장가변 반도체 레이저(1000)의 외부에 별도로 배치될 수도 있다. 상술한 구성들(1100,1200,1300,1400)은 개별 소자 또는 부품들로 구성될 수 있고, 혹은 하나의 집적 칩 또는 각각의 칩들의 형태(들)로도 구성될 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)는, 패시베이션 BCB(passivation Benzocyclobutene)로 구성된 절연체를 포함하는 InP(Indium Phosphide) 기판 상에 InGaAsP(Indium gallium arsenide phosphide) 화합물 반도체에 기초하여, 활성 이득 영역(1100), 모드 조절 영역(1200), DBR 영역(1300)을 포함할 수 있다. 각 신호들(BC,RF,PC,SCC,GC,TCC)은 이하 활성 이득 영역(1100), 모드 조절 영역(1200), DBR 영역(1300)과 함께 상세하게 설명될 것이다.

- [0014] 활성 이득 영역(1100)은 파장가변 반도체 레이저(1000)가 버스트 모드에서 동작하고 그리고 처프 조절이 가능하도록 전류 주입에 의하여 광신호를 직접 변조할 수 있다. 활성 이득 영역(1100)은 변조 신호에 따라 광신호를 생성할 수 있다. 활성 이득 영역(1100)은 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)를 포함하는 변조 신호를 제공받을 수 있다. 변조 신호는 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)의 합일 수 있다. 예를 들어, 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 및 변조 신호는 전류일 수 있다. 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 및 변조 신호가 전류인 경우, 활성 이득 영역(1100)은 전류 주입 방식에 의하여 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 및 변조 신호를 제공할 수 있다. 활성 이득 영역(1100)은 활성 이득 전극(1110), 반사 코팅 면(reflection coating surface; 1120), 및 다중 양자 우물 층(multi quantum well layer; MQW; 1130)을 포함할 수 있다. 활성 이득 영역(1100)은 p형 및 n형 반도체로 구성되는 반도체 층을 더 포함할 수 있다. 다중 양자 우물 층(1130)은 통상의 화합물 반도체로 구현될 수 있고 그리고 p형 및 n형 반도체 사이에 삽입될 수 있다.
- [0015] 활성 이득 전극(1110)은 전기적으로 고속 동작을 위하여 유전 물질(예를 들어, 패시베이션 BCB)에 의하여 절연될 수 있다. 활성 이득 전극(1110)은 전류 주입 방식으로 광신호를 직접적으로 변조하기 위하여 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)를 포함하는 변조 신호를 제공받을 수 있다. 활성 이득 전극(1110)은 광신호의 변조를 위하여 활성 이득 영역(1100)의 반도체 전극 층 내에 오믹으로 접촉된(ohmically contact) 금속 전극일 수 있다. 즉, 활성 이득 전극(1110)과 활성 이득 영역(1100)의 반도체 전극 층 간의 접촉은 오믹 접촉(ohmic contact)일 수 있다. 반사 코팅 면(1120)은 파장가변 반도체 레이저(1000)로부터 D1 방향으로 방출되는 광신호의 크기를 증폭시킬 수 있다.
- [0016] 모드 조절 영역(1200)은 파장가변 반도체 레이저(1000)의 모드 및 공동(cavity)을 동적으로 제어할 수 있다. 모드 조절 영역(1200)은, 파장가변 반도체 레이저(1000)의 모드와 발진 파장이 상이한 경우, 파장가변 반도체 레이저(1000)의 모드와 발진 파장을 일치시킬 수 있다. 여기서, 발진 파장은 파장가변 레이저(1000)로부터 방출되는 광신호의 파장일 수 있다. 모드 조절 영역(1200)은 모드 조절 전극(1210)을 포함할 수 있다. 모드 조절 영역(1200) 및 모드 조절 전극(1210)은 각각 위상 조절 영역 및 위상 조절 전극으로도 지칭될 수 있다.
- [0017] 파장가변 레이저(1000)의 모드는 레이저의 각 영역들(1100, 1200, 1300)의 동작 환경에 따라서 변화할 수 있다. 모드 조절 전극(1210)은 ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) 그리드(grid)에 의해 규정된 파장에서 발진하기 위해 레이저 공진기 내의 모드를 표준 파장과 정합시킬 수 있다. 모드 조절 영역(1200)은 모드 조절 전극(1210)을 통하여 모드 조절 신호(PC)뿐만 아니라, 활성 이득 전극(1110)에 공급되는 입력 신호(RF)에 따라 결정되는 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공받을 수 있다. 모드 조절 영역(1200)은, 공진기의 모드와 발진 파장이 상이한 경우, 모드 조절 전극(1210)을 통하여 제공되는 모드 조절 신호(PC)에 의하여 공진기의 모드와 발진 파장을 일치시킬 수 있다.
- [0018] 모드 조절 영역(1200)은 모드 조절 전극(1210)을 통하여 제공되는 신호 처프 보상 신호(SCC)에 의하여 파장가변 레이저(1000) 내부의 모드 동요 및 발진 파장을 안정화할 수 있고 그리고 활성 이득 영역(1100)에 제공되는 변조 신호에 의하여 발생하는 신호 처프를 조절하거나 보상할 수 있다. 모드 조절 영역(1200)은 모드 조절 신호에 따라 공진 모드를 조절하고 그리고 변조 신호에 기초하여 결정된 신호 처프 보상 신호에 따라 신호 처프를 조절할 수 있다. 즉, 모드 조절 영역(1200)은 파장가변 레이저(1000) 내의 불안정을 보상하기 위하여 모드 조절 전극(1210)을 통하여 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공받을 수 있다. 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합은 동적 모드 조절 신호(PC)로 지칭될 수 있다. 예를 들어, 모드 조절 신호(PC) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)는 각각 전류일 수 있다. 모드 조절 신호(PC) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)가 전류인 경우, 모드 조절 영역(1200)은 전류 주입 방식으로 모드 조절 신호(PC) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공받을 수 있다. 모드 조절 신호(PC) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)는 도 7 및 도 8에서 좀 더 상세하게 설명될 것이다.
- [0019] DBR 영역(1300)은 광신호의 파장을 제어하고 그리고 버스트 모드 및 열적 처프를 제어할 수 있다. DBR 영역은 파장 조절 영역, 파장 선택 영역, 그레이팅(grating) 파장 조절 부로도 지칭될 수 있다. DBR 영역(1300)은 히터 신호(HC), 파장 선택 신호(GC), 및 열적 처프 보상 신호(TCC)를 제공받을 수 있다. 히터 신호(HC), 파장 선택 신호(GC), 및 열적 처프 보상 신호(TCC)는 전류일 수 있다. 히터 신호(HC), 파장 선택 신호(GC), 및 열적 처프 보상 신호(TCC)가 전류인 경우, DBR 영역(1300)은 전류 주입 방식으로 히터 신호(HC), 파장 선택 신호(GC), 및 열적 처프 보상 신호(TCC)를 제공받을 수 있다. DBR 영역은 파장 선택 전류, 변조 신호에 기초하여 결정되고 그리고 열적 처프를 보상하는 열적 처프 보상 신호, 히터 전극에 공급되고 히터 신호에 기초하여 발진 파장을 결정할 수 있다.
- [0020] DBR 영역(1300)은 파장가변 레이저(1000)의 발진 파장을 결정할 수 있다. 발진 파장은 출사 파장, 그레이팅 출



력 파장, 동작 파장, 및 공진 파장으로도 지칭될 수 있다. DBR 영역(1300)은 D1 방향으로 발진 파장을 가지는 광신호를 방출할 수 있다. DBR 영역(1300)은 파장 선택 신호(GC)에 의하여 파장가변 반도체 레이저(1000)의 빠른 파장 변환 속도(예를 들어, NG-PON2의 클래스 1에 있어서 10 마이크로초(usec) 이하)를 유지할 수 있다. DBR 영역(1300)은 발진 파장에서 파장가변 반도체 레이저(1000)의 유효 굴절률의 의해서 공진모드를 결정할 수 있고 그리고 발진 파장과 일치하는 공진 모드에서 빛은 발진할 수 있다. 여기서, 유효 굴절률은 파장가변 반도체 레이저(1000) 내의 굴절률의 총 합계 일 수 있다.

[0021] DBR 영역(1300)은 DBR 전극(1310), DBR 그레이팅(DBR grating; 1320), 무반사 코팅 면(anti-reflection coating surface; 1330), 히터 전극(1340), 절연체(1350)를 포함할 수 있다. 무반사 코팅 면(1330)은 DBR 영역(1300)으로부터 D1 방향으로 방출되는 광신호의 크기를 증폭시킬 수 있다. DBR 그레이팅(1320)은 발진 파장에서 파장가변 반도체 레이저(1000)의 유효 굴절률의 의해서 공진모드를 결정할 수 있고 그리고 발진 파장과 일치하는 공진 모드에서 빛은 발진할 수 있다. 절연체(1350)는 DBR 영역(1300) 상의 DBR 전극(1310), 및 히터 전극(1340) 사이에 위치할 수 있다. 절연체(1350)는 전기적으로 DBR 전극(1310)과 히터 전극(1340)을 차단할 수 있다. 절연체(1350)는 DBR 전극(1310) 위에 배치될 수 있고, 그리고 히터 전극(1340)은 절연체(1350) 위에 배치될 수 있다.

[0022] DBR 전극(1310)은 파장 조절 전극, 파장 선택 전극, DBR 선택 전극, 및 DBR 조절 전극으로도 지칭될 수 있다. DBR 영역(1300)은 DBR 전극(1310)을 통하여 파장 선택 신호(GC) 및 열적 처프 보상 신호(TCC)를 제공받을 수 있다. 히터 전극(1340)은 히터 신호(HC)를 제공받을 수 있다. 히터 전극(1340)은 히터 및 마이크로히터로 지칭될 수 있다. 히터 전극(1340)은 버스트 모드 동작을 위하여 파장가변 반도체 레이저(1000)의 턴-온(turn-on) 및 턴-오프(turn-off) 동작 동안 파장가변 반도체 레이저(1000)의 온도 변화를 보상할 수 있다. 히터 신호(HC)는 도 5 및 도 6에서 좀 더 상세하게 설명될 것이고, 그리고 열적 처프 보상 신호(TCC)는 도 9 내지 도 12에서 좀 더 상세하게 설명될 것이다.

[0023] 신호 공급기(1400)는 활성 이득 영역(1100), 모드 조절 영역(1200), 및 DBR 영역(1300)으로 각각 신호들을 제공할 수 있다. 즉, 신호 공급기(1400)는 활성 이득 영역(1100)으로 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)를 포함하는 변조 신호를 제공할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 모드 조절 신호(PC), 신호 처프 보상 신호(SCC), 파장 선택 신호(GC), 열적 처프 보상 신호(TCC), 및 히터 신호(HC)를 동시에 또는 이시에 제공할 수 있다. 신호 공급기(1400)가 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 모드 조절 신호(PC), 신호 처프 보상 신호(SCC), 파장 선택 신호(GC), 열적 처프 보상 신호(TCC), 및 히터 신호(HC)를 결정하는 방법은 도 2에서 좀 더 상세하게 설명될 것이다.

[0024] 실시 예에서, 신호 공급기(1400)는 전용 회로(예컨대, FPGA(Field Programmable Gate Arrays), ASICs(Application Specific Integrated Circuits) 등)를 포함하여 구현되거나, 또는 SoC(System on Chip)로 구현될 수 있다. 예로서, 신호 공급기(1400)는 범용 프로세서, 전용 프로세서, 또는 어플리케이션 프로세서(Application Processor)를 포함할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 프로세서 그 자체이거나, 프로세서를 포함하는 전자 장치 또는 시스템일 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시 예에서, 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 모드 조절 신호(PC), 신호 처프 보상 신호(SCC), 파장 선택 신호(GC), 열적 처프 보상 신호(TCC), 및 히터 신호(HC)는 하나의 장치인 신호 공급기(1400)로부터 제공되나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 파장가변 반도체 레이저(1000)는 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 모드 조절 신호(PC), 신호 처프 보상 신호(SCC), 파장 선택 신호(GC), 열적 처프 보상 신호(TCC), 및 히터 신호(HC)를 제공하는 장치는 복수 개로도 구현될 수 있다. 예를 들어, 바이어스 신호(BC), 입력 신호(RF), 모드 조절 신호(PC), 신호 처프 보상 신호(SCC), 파장 선택 신호(GC), 열적 처프 보상 신호(TCC), 및 히터 신호(HC) 각각은 개별적이고 독립적인 장치에 의하여 제공될 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시 예에서, 신호 처프 보상 신호(SCC) 및 열적 처프 보상 신호(TCC)는 처프의 종류에 따라 분류될 수 있다. 다만, 신호 처프 보상 신호(SCC) 및 열적 처프 보상 신호(TCC)는 모두 보상 신호로도 지칭될 수 있다. 이 경우, 처프의 종류에 따라 제 1 보상 신호 및 제 2 보상 신호로 지칭될 수 있다.

[0027] 도 2는 도 1의 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법을 나타내는 순서도이다. 본 발명의 실시 예에 따른 파장가변 반도체 레이저의 동작 방법은 버스트 모드에서 동작하고 그리고 처프 조절이 가능한 파장 가변 광원 장치의 동작 방법일 수 있다.

[0028] S110 단계에서, 신호 공급기(1400)는 바이어스 신호(BC), 모드 조절 신호(PC), 및 파장 선택 신호(GC)의 크기를



결정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 파장가변 반도체 레이저(1000)가 동작하는 환경 및 조건에서 ITU-T 그리드에 해당하는 특정 파장을 설정하도록 바이어스 신호(BC), 모드 조절 신호(PC), 및 파장 선택 신호(GC)의 크기를 결정할 수 있다.

[0029] S120 단계에서, 신호 공급기(1400)는 히터 신호(HC)의 크기를 결정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)를 포함하는 변조 신호, 모드 조절 신호(PC), 및 파장 선택 신호(GC)에 기초하여 파장가변 반도체 레이저(1000)의 온도를 일정하게 유지하기 위한 히터 신호(HC)를 결정할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)에 주입되는 바이어스 신호(BC) 및 모드 조절 신호(PC)는 주울 발열(joule heating) 및 옴릭 발열(ohmic heating)로 파장가변 반도체 레이저(1000)의 DBR 그레이팅(1320)의 온도를 변화시킬 수 있고 그리고 발진 파장을 변화시킬 수 있다. 따라서, 신호 공급기(1400)는 바이어스 신호(BC), 모드 조절 신호(PC), 파장 선택 신호(GC)에 의한 DBR 그레이팅(1320)의 파장 편차를 측정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 DBR 영역(1300)에 제공된 신호들(GC, TCC)에 대응하는 DBR 영역(1300)의 응답에 기초하여 DBR 그레이팅(1320)의 파장 편차를 측정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 DBR 그레이팅(1320)의 파장 편차에 기초하여 바이어스 신호(BC) 및 모드 조절 신호(PC)에 의해 유도되는 열 용량에 따라 히터 신호(HC)의 크기를 결정할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-오프 인 동안, DBR 영역(1300) 상의 히터 전극(1340)에 히터 신호(HC)를 제공하고 그리고 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-온 인 동안 히터 신호(HC)를 제공하지 않음으로써, 신호 공급기(1400)는 파장가변 반도체 레이저(1000)의 온도를 일정하게 유지할 수 있다.

[0030] S130 단계에서, 파장가변 반도체 레이저(1000)는 활성 이득 영역(1100) 및 모드 조절 영역(1200) 내의 굴절률 변화를 측정할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)는 DBR 그레이팅(1320)의 파장 편차에 기초한 연산으로부터 측정될 수 있다. 활성 이득 영역(1100) 및 모드 조절 영역(1200) 내의 굴절률 변화는 활성 이득 영역(1100)에 주입되는 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)에 의한 파장가변 반도체 레이저(1000) 내의 모드 불안정을 해결할 수 있다.

[0031] 실시 예에서, 활성 이득 영역(1100) 내의 굴절률 변화는 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)를 포함하는 변조 신호가 바이어스 신호(BC)를 초과하는 크기 및 값에 의하여 유도될 수 있다. 또한, 모드 조절 영역(1200) 내의 굴절률 변화는 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합이 모드 조절 신호(PC)를 초과하는 크기 및 값에 의하여 유도될 수 있다. 여기서, 변조 신호가 바이어스 신호(BC)를 초과하는 크기, 및 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합이 모드 조절 신호(PC)를 초과하는 크기는 변조 신호와 바이어스 신호(BC) 간의 차이, 및 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합과 모드 조절 신호(PC) 간의 차이를 나타내는 예시일 뿐, 본 발명의 실시 예가 한정되는 것은 아니다.

[0032] S140 단계에서, 신호 공급기(1400)는 신호 처프 보상 신호(SCC)의 크기를 결정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 활성 이득 영역(1100) 및 모드 조절 영역(1200) 내의 굴절률 변화에 기초하여 신호 처프 보상 신호(SCC)의 크기를 결정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 활성 이득 영역(1100) 및 모드 조절 영역(1200) 내의 굴절률 변화를 상쇄하기 위한 바이어스 전류를 초과하는 전류의 크기와 모드 조절 전류를 초과하는 전류의 크기의 비를 결정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 바이어스 전류 및 모드 조절 전류를 초과하는 전류의 크기 및 값의 비에 기초하여 신호 처프 보상 신호(SCC)의 크기를 결정할 수 있다. 활성 이득 영역(1100)의 도파로의 길이와 모드 조절 영역(1200)의 도파로의 길이는 서로 상이하므로, 바이어스 전류를 초과하는 크기 및 모드 조절 전류를 초과하는 전류의 크기는 서로 상이할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 모드 조절 영역(1200)에 바이어스 신호(BC) 및 입력 신호(RF)에 기초하여 결정된 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공할 수 있고 그리고 변조 신호의 코드 패턴을 역전(invert)함으로써 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드 패턴을 결정할 수 있다. 따라서, 활성 이득 영역(1100)에 주입되는 입력 신호(RF)의 신호열(bit stream)을 역전하고 그리고 초과 전류 크기의 비만큼 크기에 따라 크기 변환을 한 후에, 신호 공급기(1400)는 입력 신호(RF)를 제공하는 타이밍과 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공하는 타이밍을 동기화할 수 있다. 결국, 신호 처프 보상 신호(SCC)는 입력 신호(RF)와 동일한 타이밍에 모드 조절 영역(1200)에 주입될 수 있다.

[0033] S150 단계에서, 신호 공급기(1400)는 히터 신호(HC)의 크기를 보정할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)에 공급되는 신호들(BC, RF, PC, SCC, GC, TCC)은 신호 처프 보상 신호(SCC)에 의하여 변화하지 않으나, 파장가변 반도체 레이저(1000)의 국부적인 전류 분배 차이는 발생할 수 있다. 국부적인 전류 분배 차이로 인하여 파장가변 반도체 레이저(1000)에서는 미세한 발열 효과의 차이가 발생할 수 있다. 따라서, 신호 공급기(1400)는 바이어스 신호(BC), 모드 조절 신호(PC), 파장 선택 신호(GC), 및 신호 처프 보상 신호(SCC)에 기초하여 히터 신호(HC)의 크기를 보정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 히터 신호(HC)의 크기 보정 과정을 반복할 수 있다.

- [0034] 도 3은 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 변조 신호의 크기에 따른 광신호의 출력 파워를 나타내는 그래프이다. 도 4는 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 발진 파장의 편이를 나타내는 그래프이다. 도 3 및 도 4는 DFB(Distributed feedback) 레이저의 변조 동작을 설명할 수도 있다. 도 3 및 도 4는 파장가변 반도체 레이저(1000)에 있어서 발진 파장의 편이 및 편차를 위해 함께 설명될 것이다. 도 3 및 도 4는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.
- [0035] 도 3의 변조 신호인 전류의 크기에 따른 광신호의 출력 파워를 나타내는 그래프(110)에서, 변조 신호인 전류의 크기가 MT 이상인 경우, 파장가변 반도체 레이저(1000)로부터 방출되는 광신호의 출력 파워는 PT 이상일 수 있다. 광신호의 출력 파워가 PT 이상인 경우, 파장가변 반도체 레이저(1000)는 턴-온 될 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)에 변조 신호인 전류가 주입되는 경우, 파장가변 반도체 레이저(1000)에서 주울 발열이 발생할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-오프 인 경우, 파장가변 반도체 레이저(1000)에 변조 신호인 전류가 주입되지 않을 수 있다.
- [0036] 도 3의 변조 신호인 전류의 크기는 MB를 중심으로 ML과 MH 사이에서 변화할 수 있다. 이 경우, MB는 바이어스 신호(BC)의 크기일 수 있고 그리고 (ML-MB) 및 (MH-MB)는 각각 입력신호의 최소 크기 및 최대 크기일 수 있다. 비트 신호인 입력 신호(RF)의 비트가 1 인 경우, 입력 신호(RF)의 크기는 (MH-MB)일 수 있고 그리고 입력 신호(RF)의 비트가 0 인 경우, 입력 신호(RF)의 크기는 (ML-MB)일 수 있다. 입력 신호(RF)의 비트가 1 및 0인 경우, 입력 신호(RF)는 각각 하이(high) 및 로우(low) 상태일 수 있다. 입력 신호(RF)의 비트를 포함하는 코드 패턴에 따라 변조 신호인 전류의 크기가 ML, MB, 및 MH 인 경우, 광신호의 출력 파워는 각각 PL, PB, PH일 수 있다.
- [0037] 도 4의 파장가변 반도체 레이저(1000)에 있어서 발진 파장의 편이를 나타내는 그래프(120)는 파장가변 반도체 레이저(1000)의 주울 발열 및 전류 주입에 따른 발진 파장의 편이 및 편차를 나타낼 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)의 이진 신호 동작을 위하여 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-온 상태에서 턴-오프 상태로 전환되는 경우, 바이어스 신호(BC)에 의하여 DBR 그레이팅(1320)에 의하여 결정된 발진 파장(121)은 청색 편이(blue-shift)에 의한 발진 파장(122) 및 적색 편이(red-shift)에 의한 발진 파장(123)으로 편이(shift)될 수 있다. 발진 파장의 시프트는 적색 편이 및 청색 편이를 포함할 수 있다. 발진 파장의 적색 편이는 주울 발열에 의하여 발생할 수 있고 그리고 발진 파장의 청색 편이는 파장가변 반도체 레이저(1000)에 주입되는 전류의 양에 비례하는 DBR 영역 내의 유효 굴절률 변이에 의하여 발생할 수 있다.
- [0038] 파장가변 반도체 레이저(1000)가 DBR 그레이팅(1320)을 통하여 발진 파장을 가지는 광신호를 방출하는 경우, 파장가변 반도체 레이저(1000)의 턴-온 및 턴-오프 동작에 의하여 파장 편이가 발생할 수 있고, 그리고 파장 편이는 버스트 모드의 동작에 있어서 문제를 일으킬 수 있다. 또한, 비트를 포함하는 이진 신호인 입력 신호(RF)의 주입은 상대적인 전류의 차이에 의하여 파장가변 반도체 레이저(1000) 내의 유효 굴절률 변화 및 공진 모드의 요동을 유도할 수 있다. 유효 굴절률 변화 및 공진 모드의 요동은 신호 처프의 원인이 될 수 있다.
- [0039] 도 5는 도1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프이다. 도 6은 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 히터 신호(HC)의 크기를 나타내는 그래프이다. 도 5 및 도 6은 도 1을 참조하여 설명될 것이다. 도 5 및 도 6은 도 1의 히터 전극(1340)에 히터 신호(HC)를 제공하는 방법을 위해 함께 설명될 것이다.
- [0040] 도 5에서, 파장가변 반도체 레이저(1000)는 t1에서 t2까지의 구간 동안은 턴-오프 될 수 있고 그리고 t2에서 t3까지의 구간 동안은 턴-온 될 수 있다. t1에서 t3까지의 구간은 반복될 수 있다. 턴- 온 동안, 신호 공급기(1400)는 활성 이득 전극(1110)을 통하여 활성 이득 영역(1100)에 바이어스 신호(BC)와 입력 신호(RF)를 제공할 수 있다. 바이어스 신호(BC)의 크기는 B일 수 있고 그리고 입력 신호(RF)의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 (H-B) 및 (L-B)일 수 있다. 따라서, 바이어스 신호(BC)와 입력 신호(RF)의 합인 변조 신호의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 H 및 L일 수 있다. B는 H 및 L의 평균 크기일 수 있다.
- [0041] 파장가변 반도체 레이저(1000)는, 직접적인 전류 주입 방식 아래에서, 바이어스 신호(BC), 레이저 공진기 모드를 일치시키기 위한 모드 조절 신호(PC), 및 바이어스 신호(BC) 및 모드 조절 신호(PC)에 따라 발생하는 주울 발열에 의한 파장 편이, ITU-T 표준 파장 중 하나의 발진 파장을 선택하기 위한 파장 선택 신호(GC)에 기초하여 동작 조건을 결정할 수 있다. 하지만, 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-오프 상태에서 턴-온 상태로 전환되는 경우, 활성 이득 전극(1110)에 제공되는 제어 신호의 크기가 0에서 설정 크기로 설정됨에 따라 파장가변 반도체 레이저(1000)의 온도 변화에 의하여 발진 파장의 연속적 변화가 발생할 수 있다. 여기서, 제어 신호는 바이어스 신호(BC)일 수 있고 그리고 설정 크기는 도 5의 B일 수 있다. 제어 신호는 제어 전류로 지칭될 수 있다.

발진 파장의 연속적 변화는 파장가변 반도체 레이저(1000) 내에 잡음 신호를 유도할 수 있다.

- [0042] 도 6에서, 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-오프 인 t4에서 t5까지의 구간 동안, 히터 전극(1340)은 턴-온 될 수 있다. t4에서 t5까지의 구간은 반복될 수 있다. 또한, 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-오프 상태에서 턴-온 상태로 전환되는 경우, 히터 전극(1340)은 턴-온 상태에서 턴-오프 상태로 전환될 수 있다. 즉, 파장가변 반도체 레이저(1000)가 턴-온 인 t2에서 t3까지의 구간 동안, 히터 전극(1340)은 턴-오프 될 수 있다. 히터 전극(1340)이 턴-온 인 경우, 히터 전극(1340)은 신호 공급기(1400)로부터 히터 신호(HC)를 제공받을 수 있다. 이 경우, 예를 들면, 히터 신호(HC)의 크기는 U일 수 있다. 히터 전극(1340)이 턴-오프 인 경우, 히터 전극(1340)은 신호 공급기(1400)로부터 히터 신호(HC)를 제공받지 않을 수 있다. 히터 신호(HC)에 의해, 히터 전극(1340)은 DBR 영역(1300)에 바이어스 신호(BC) 및 모드 조절 신호(PC)에 의해 발생하는 주울 발열만큼의 열 용량 및 열량을 제공할 수 있다. DBR 영역(1300)에 제공되는 열 용량에 의하여, 파장가변 반도체 레이저(1000)의 온도는 턴-온 및 턴-오프 모두에서 일정하게 유지될 수 있다.
- [0043] 실시 예에서, 파장가변 반도체 레이저(1000)는 복수의 파장 채널들을 포함할 수 있다. 복수의 파장 채널들은 파장 선택 신호(GC)에 의해 선택되는 복수의 파장들을 출력하는 모드들을 지칭할 수 있다. 예를 들면, 파장가변 반도체 레이저(1000)가 네 개의 파장 채널들을 포함할 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)가 네 개의 파장 채널들을 포함하는 경우, DBR 영역(1300)에 공급되는 파장 선택 신호(GC)에 따라 발진 파장이 선택될 수 있다. 이 경우, 턴-온 및 턴-오프 동작에 따라 인접 파장 채널들 간의 잡음 신호가 발생할 수 있다. 히터 전극(1340)에 제공되는 히터 신호(HC)에 의하여 인접 파장 채널들 간의 잡음 신호는 감소될 수 있다.
- [0044] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 턴-온 상태의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프이다. 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 턴-온 상태의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합의 크기를 나타내는 그래프이다. 도 7 및 도 8은 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공하는 방법을 설명하기 위하여 함께 설명될 것이다. 도 7 및 도 8은 도 1을 참조하여 설명될 것이다. 도 7 및 도 8에서, 파장가변 반도체 레이저(1000)는 턴-온 인 것으로 가정한다.
- [0045] 도 7의 본 발명의 실시 예에 따른 턴-온 상태의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프(310)에서, 신호 공급기(1400)는 활성 이득 전극(1110)을 통하여 활성 이득 영역(1100)에 바이어스 신호(BC)와 입력 신호(RF)를 제공할 수 있다. 바이어스 신호(BC)의 크기는 B일 수 있고 그리고 입력 신호(RF)의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 (H1-B) 및 (L1-B)일 수 있다. 따라서, 바이어스 신호(BC)와 입력 신호(RF)의 합의 변조 신호의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 H1 및 L1일 수 있다. B는 H1 및 L1의 평균 크기일 수 있다. 입력 신호(RF)의 코드는 이진 비트 신호열일 수 있다. 신호 공급기(1400)는 입력 신호(RF)의 코드의 패턴 및 길이를 결정할 수 있다. 입력 신호(RF)의 코드의 길이는 하나의 비트 이상일 수 있다. 입력 신호(RF)의 코드의 패턴은 광신호를 통해 전송하기 위한 데이터 및 정보를 포함할 수 있다.
- [0046] 전류 주입에 따른 열적 효과를 배제한 상태에서, 바이어스 신호(BC)보다 더 큰 변조 신호가 주입되는 경우, 활성 이득 영역(1100) 내의 굴절률은 상대적으로 감소할 수 있고 그리고 바이어스 신호(BC)보다 더 작은 변조 신호가 주입되는 경우, 활성 이득 영역(1100) 내의 굴절률은 상대적으로 증가할 수 있다. 즉, 바이어스 신호(BC), 모드 조절 신호(PC), 및 파장 선택 신호(GC)에 의하여 일정하게 유지되던 레이저 공진기의 모드는 입력 신호(RF)(주입되는 전류신호) 및 공진기 내의 굴절률 요동에 의하여 입력 신호(RF)의 반복 패턴에 따라 발진 파장을 기준으로 반복적으로 움직일 수 있다. 공진모드의 요동은 입력 신호(RF)로부터 광전 변환(photoelectric transformation)된 출력 레이저 신호 파장에 신호 처프를 유발함으로써 신호의 전송 특성을 저하시키는 원인이 될 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 파장가변 반도체 레이저(1000)가 네 개의 파장 채널들을 포함하는 경우, 각 파장 채널들에 대하여 DBR 영역(1300)의 발진 파장과 모드 조절 영역(1200)의 공진모드 파장은 활성 이득 신호, 모드 조절 신호(PC), 및 파장 선택 신호(GC)에 의하여 서로 일치될 수 있다. 여기서, 일치된 파장은 정적 출력 파장으로 지칭될 수 있다. 파장가변 반도체 레이저(1000)의 동적 동작을 위하여 활성 이득 영역(1100)에 입력 신호(RF)가 더 제공되는 경우, 각 파장 채널들에 대한 전체 신호들의 크기는 변할 수 있다. 여기서, 거시적인 주입 전류 신호열에 의한 주입 전류는 정상 상태(steady stage)일 수 있다. 그러나, 입력 신호(RF)의 국부적인 신호 패턴들(비트가 1인 경우, 높은 전류 상태, 비트가 0인 경우 낮은 전류 상태)에 따라 활성 이득 영역(1100)의 도파로 내의 굴절률 변화가 유도될 수 있다. 활성 이득 영역(1100)의 도파로 내의 굴절률 변화는 DBR 영역(1300)의 발진 파장과 모드 조절 영역(1200)의 공진모드 파장 사이에 미세하고 반복적인 불일치를 발생시킬 수 있다. 즉, 입력 신호(RF)의 비트 변이(bit transition) 동안, 파장가변 반도체 레이저(1000) 내로 미세한 주파수 요동이 유입될 수



있고 그리고 신호 처프 성분이 유입될 수 있다. 따라서, 신호 처프를 보상하기 위한 신호 처프 보상 신호가 모드 조절 영역(1200)에 제공될 필요가 있다.

[0048] 도 8의 본 발명의 실시 예에 따른 턴-온 상태의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합의 크기를 나타내는 그래프(320)에서, 신호 공급기(1400)는 모드 조절 전극(1210)을 통하여 모드 조절 영역(1200)에 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공할 수 있다. 모드 조절 신호(PC)의 크기는 P일 수 있고 그리고 신호 처프 보상 신호(SCC)의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 (H2-P) 및 (L2-P)일 수 있다. 따라서, 모드 조절 신호(PC)와 신호 처프 보상 신호(SCC)의 합의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 H2 및 L2일 수 있다. P는 H2 및 L2의 평균 크기일 수 있다.

[0049] 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드는 이진 비트 신호열 일 수 있다. 신호 공급기(1400)는 변조 신호의 코드에 기초하여 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드를 결정할 수 있다. 즉, 신호 공급기(1400)는 변조 신호의 코드의 패턴 및 길이에 기초하여 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드의 패턴 및 길이를 결정할 수 있다. 예를 들어, 신호 공급기(1400)는 변조 신호의 코드의 길이와 동일하도록 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드의 길이를 결정할 수 있고 그리고 변조 신호의 코드 패턴을 역전함으로써 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드 패턴을 결정할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 입력 신호(RF)를 제공하는 타이밍과 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공하는 타이밍을 동기화할 수 있다.

[0050] 실시 예에서, 도 7을 참조하면, t4에서 t5까지의 구간 동안, 신호 공급기(1400)에 의하여 활성 이득 영역(1100)으로 제공되는 입력 신호(RF)의 예시적인 코드의 길이 및 패턴은 각각 6비트 및 101010일 수 있다. t4에서 t5까지의 구간은 반복될 수 있다. 이진 신호인 입력 신호(RF)가 인가되는 경우, 레이저 공진기 내에는 굴절을 변화가 유도될 수 있다. 공진기 내의 굴절을 요동의 안정화를 위해, 신호 공급기(1400)는 모드 조절 영역(1200)에, 도 8과 같이, 도 7의 입력 신호(RF)의 코드와 길이가 동일하고 입력 신호(RF)의 코드 패턴을 역전함으로써 결정된 코드 패턴을 가지는 신호 처프 보상 신호(SCC)를 제공할 수 있다. 따라서, 도 8의 신호 처프 보상 신호(SCC)의 코드의 길이 및 패턴은 각각 6비트 및 010101일 수 있다. 신호 공급기(1400)에 의하여 입력 신호(RF) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)가 제공되는 타이밍은 서로 동기화될 수 있다.

[0051] 입력 신호(RF) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)에 의하여 파장가변 반도체 레이저(1000) 내에서 발생하는 굴절을 변화는 서로 상쇄될 수 있고 굴절률 상태는 안정될 수 있다. 즉, 활성 이득 영역(1100)과 모드 조절 영역(1200)간의 상반된 굴절을 변화에 의하여 신호 처프 성분은 보상될 수 있다. 따라서, 전류 주입에 의한 직접적 변조 동안, 파장가변 반도체 레이저(1000) 내의 모드 불안정은 사라질 수 있다.

[0052] 도 9는 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 변조 신호의 크기를 나타내는 그래프이다. 도 10은 도 9의 변조 신호에 의한 시간에 따른 활성 이득 영역 내의 굴절을 변화를 나타내는 그래프(420)이다. 도 11은 도 1의 파장가변 반도체 레이저에 있어서 시간에 따른 파장 선택 신호(GC)와 열적 처프 보상 신호(TCC)의 합의 크기를 나타내는 그래프(430)이다. 도 12는 도 11의 파장 선택 신호(GC)와 열적 처프 보상 신호(TCC)의 합에 의한 시간에 따른 DBR 영역 내의 굴절을 변화를 나타내는 그래프(440)이다. 도 9 내지 도 12는 열적 처프 보상 신호(TCC)를 제공하는 방법을 설명하기 위하여 함께 설명될 것이다. 도 9 내지 도 12는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.

[0053] 신호 공급기(1400)는 활성 이득 영역(1100)에 도 9의 변조 신호를 제공할 수 있다. 바이어스 신호(BC)의 크기는 B일 수 있고 그리고 입력 신호(RF)의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 (H1-B) 및 (L1-B)일 수 있다. 따라서, 바이어스 신호(BC)와 입력 신호(RF)의 합인 변조 신호의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 H1 및 L1일 수 있다. B는 H1 및 L1의 평균 크기일 수 있다. 도 9에서, t9에서 t10까지의 구간은 다른 구간들에 비해서 더 길 수 있다. 즉, 입력 신호(RF)의 코드에서 1 비트가 장주기(long period) 동안 반복될 수 있다(장주기 신호열). 장주기 신호열인 도 11의 입력 신호(RF)는 t9에서 t10까지의 구간 동안 파장가변 반도체 레이저(1000) 내에서 다른 구간들에 비해 더 큰 굴절을 변화 및 열적 변화를 유발할 수 있다. 이와 같은 굴절을 변화 및 열적 변화는 열적 처프를 유발할 수 있다.

[0054] 도 10에서, t9에서 t10까지의 구간 동안, 다른 구간들에 비해서 더 큰 굴절을 변화가 나타난다. t9에서 t10까지의 구간 동안, 최대 굴절률은 기준 굴절률 (R)보다 N1만큼 더 클 수 있다. 열적 처프는 예측되기 어렵고 그리고 단순히 히터 신호(HC) 및 신호 처프 보상 신호(SCC)에 의해서 보상하기 어렵다. 따라서, DBR 영역(1300)에 파장 선택 신호(GC)와 함께 열적 처프를 보상하기 위한 열적 처프 보상 신호(TCC)가 제공될 필요가 있다.

[0055] 도 11에서, 파장 선택 신호(GC)의 크기는 G일 수 있고 그리고 열적 처프 신호의 최대 크기 및 최소 크기는 각각

(H2-G) 및 (L2-G)일 수 있다. 따라서, 파장 선택 신호(GC)와 열적 처프 보상 신호(TCC)의 합의 최대 크기 및 최소 크기는 각각 H2 및 L2일 수 있다. G는 H2 및 L2의 평균 크기일 수 있다. 신호 공급기(1400)는 DBR 영역(1300)에 도 9의 변조 신호에 기초하여 결정된 열적 처프 보상 신호(TCC)를 제공할 수 있다. 신호 공급기(1400)는 도 9의 변조 신호의 코드 패턴 및 코드 길이와 동일하게 열적 처프 보상 신호(TCC)의 코드 패턴 및 코드 길이를 결정할 수 있다. 또한, 신호 공급기(1400)는 도 9의 입력 신호(RF)를 제공하는 타이밍과 열적 처프 보상 신호(TCC)를 제공하는 타이밍을 동기화할 수 있다.

[0056] 도 10에서, t9에서 t10까지의 구간 동안, 열적 처프 보상 신호(TCC)는 파장가변 반도체 레이저(1000) 내에서 다른 구간들에 비해 더 큰 굴절률 변화를 유발할 수 있다. 열적 처프 보상 신호(TCC)에 의한 굴절률 변화는 도 10의 입력 신호(RF)에 의한 굴절률 변화를 상쇄할 수 있다. 즉, DBR 영역(1300)의 도파로 내에서의 열에 의한 적색 편이와 전류 주입에 의한 청색 편이를 상쇄함으로써 파장가변 반도체 레이저(1000)내의 굴절률을 일정하게 유지할 수 있다. 결국, 장주기 신호열의 패턴 형태, 주기 길이에 관계 없이 열적 처프의 원인되는 미세 요동을 없앨 수 있고 그리고 발진 광신호의 전송 특성을 안정시킬 수 있다.

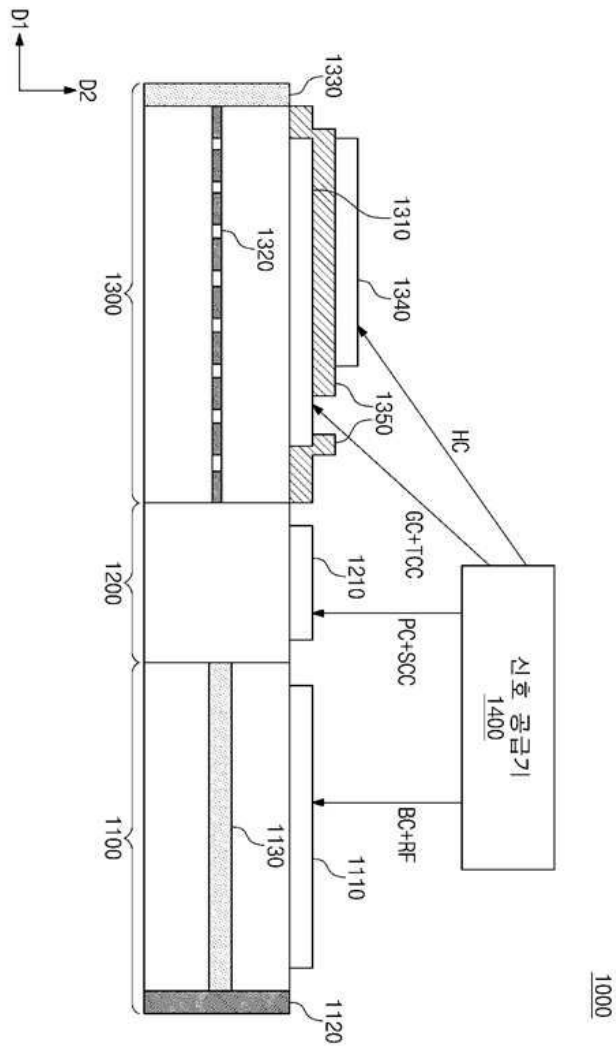
[0057] 위에서 설명한 내용은 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 예들이다. 본 발명에는 위에서 설명한 실시 예들뿐만 아니라, 단순히 설계 변경하거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들도 포함될 것이다. 또한, 본 발명에는 상술한 실시 예들을 이용하여 앞으로 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다.

### 부호의 설명

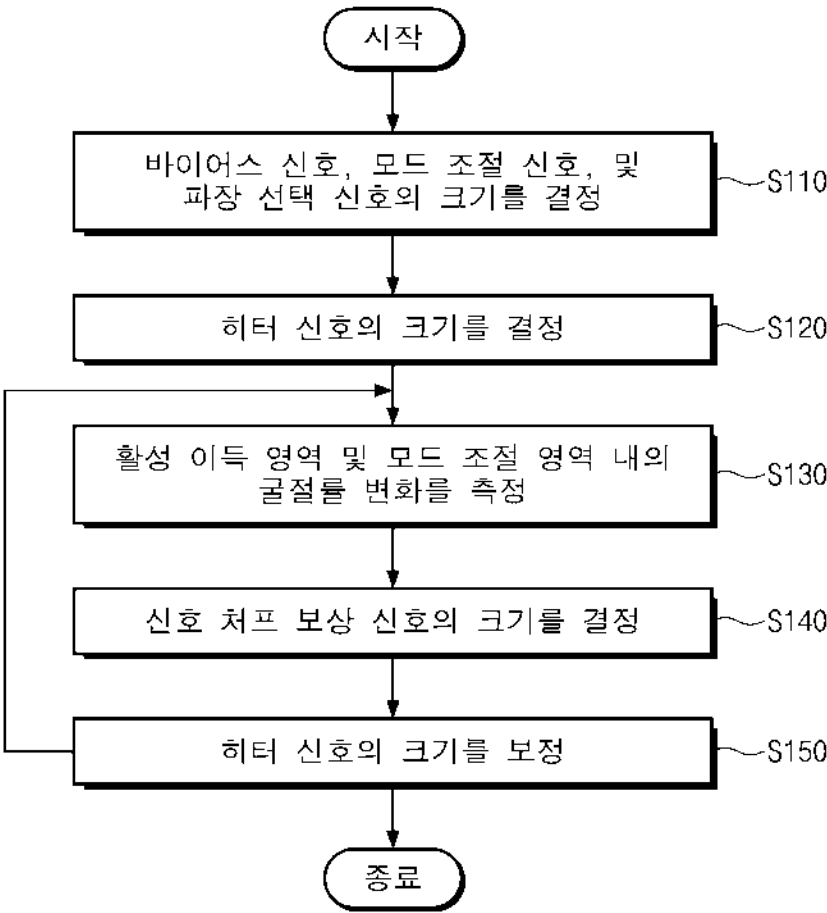
[0058] 1000: 파장가변 레이저  
1100: 활성 이득 영역  
1200: 모드 조절 영역  
1300: DBR 영역  
1400: 신호 공급기

도면

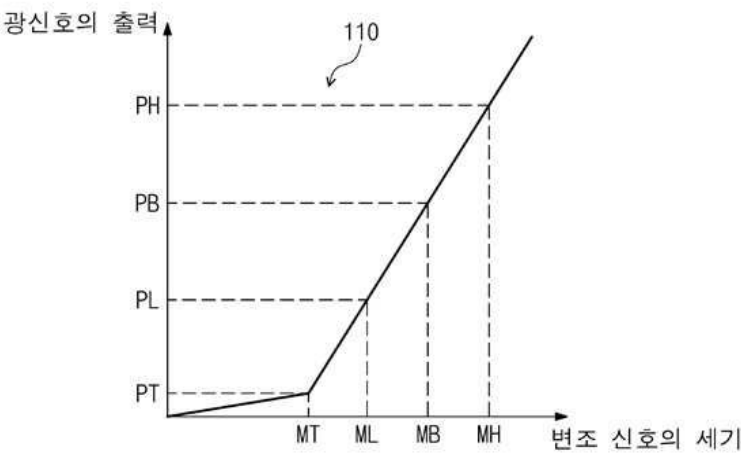
도면1



도면2

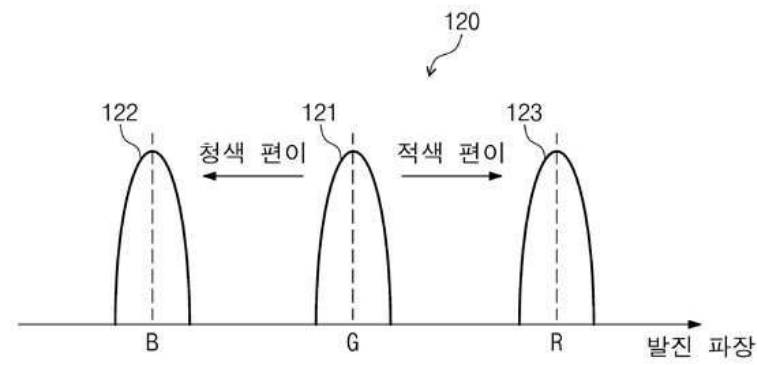


도면3

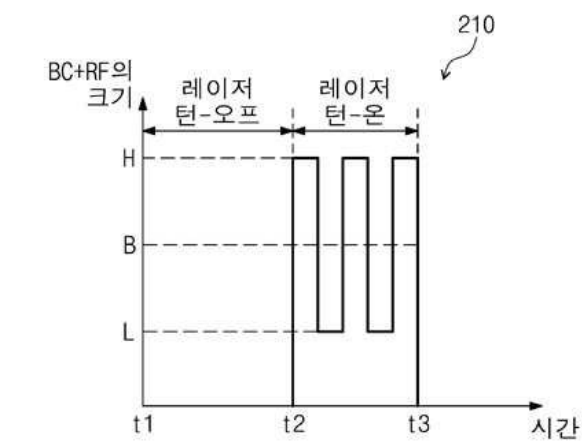




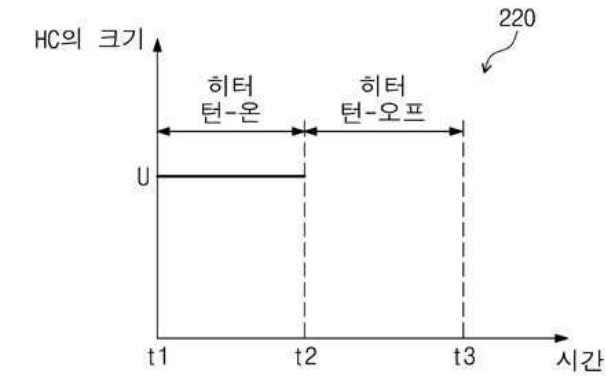
도면4



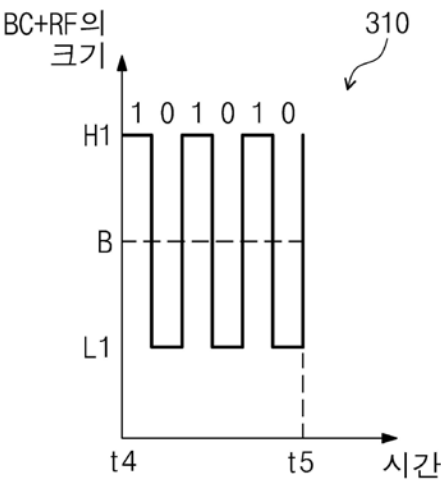
도면5



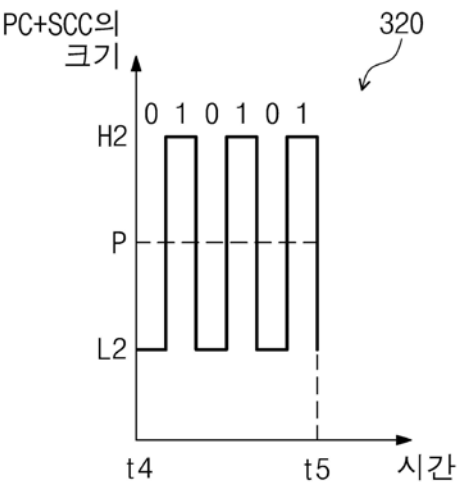
도면6



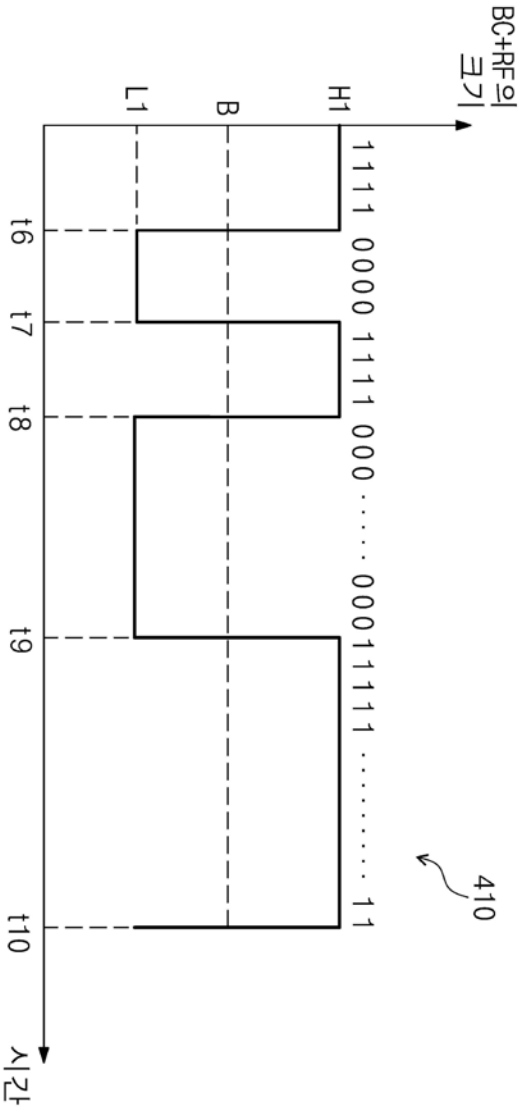
도면7



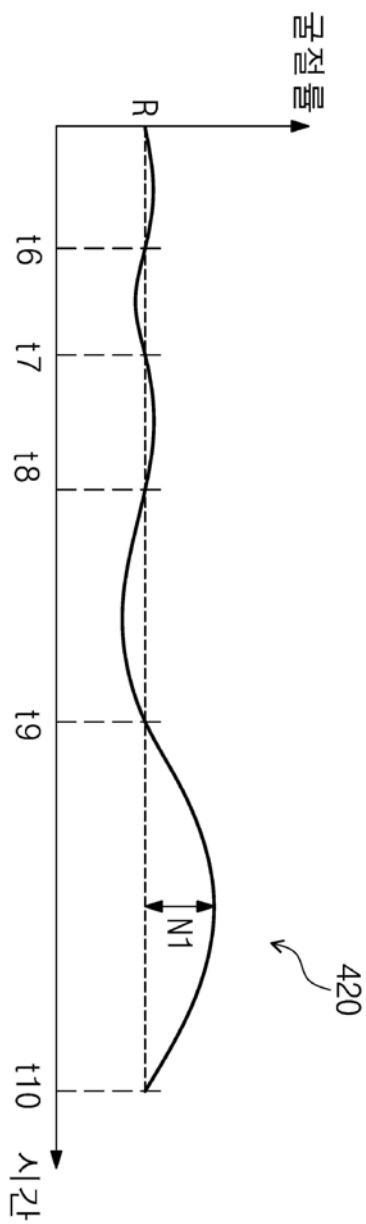
도면8



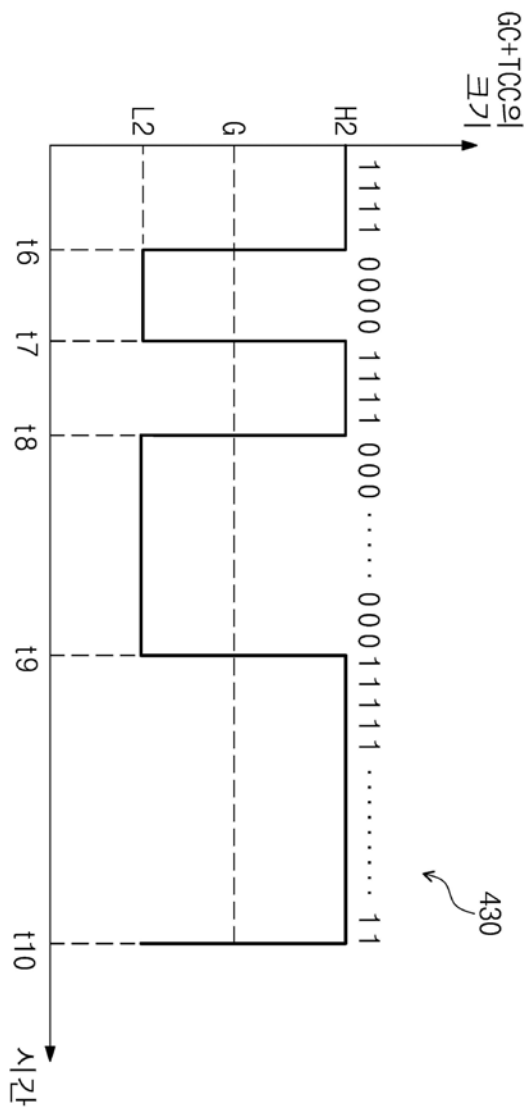
도면9



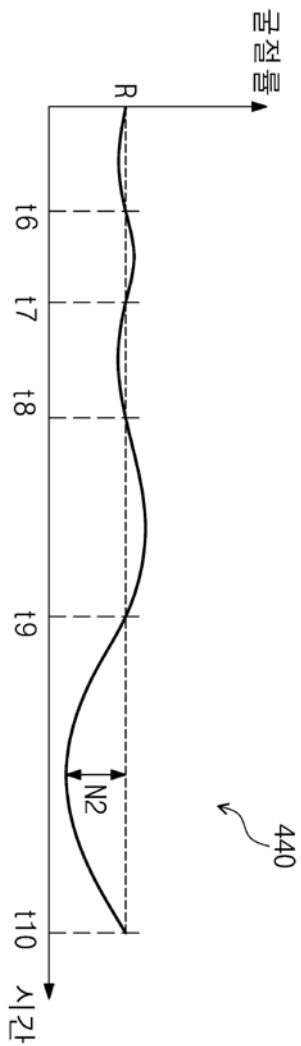
도면10

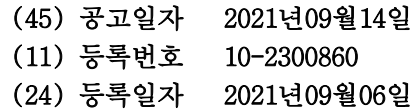


도면11



도면12





- 심사관 : 조성찬



(72) 발명자

**박미란**

대전시 유성구 도안동로 523 호반2블럭 아파트 21  
6동1101호

**김태수**

대전광역시 유성구 신성로61번길 93-16해피하우스  
401호

**안신모**

대전광역시 유성구 신성로61번안길 47 304호

**한원석**

대전광역시 유성구 가정로 43 삼성한울아파트 107  
동 1001호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 18MB1110

부처명 미래창조과학부

과제관리(전문)기관명 (재)기가코리아사업단

연구사업명 범부처 Giga KOREA사업

연구과제명 5G 이동통신 기지국용 디지털기반 프론트홀 광링크기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)에치에프알

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

레이저 다이오드 영역과 위상 조절 영역을 갖는 기관;

상기 기관 상의 도파로 층;

상기 도파로 층 상의 클래드 층;

상기 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내의 그레이팅;

상기 레이저 다이오드 영역에 인접하는 상기 기관, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 일측 측벽에 배치되는 무반사막; 및

상기 위상 조절 영역에 인접하는 상기 기관, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 타측 측벽에 배치되는 고반사막을 포함하되,

상기 기관의 상기 레이저 다이오드 영역은:

제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들; 및

상기 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들 사이의 위상 천이 영역을 포함하되,

상기 그레이팅은:

상기 제 1 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치된 제 1 그레이팅; 및

상기 제 2 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치되고, 상기 제 1 그레이팅의 주기와 다른 주기를 갖는 제 2 그레이팅을 포함하되,

상기 제 2 그레이팅의 주기는 상기 제 1 그레이팅의 주기의 3배로 큰 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅의 주기는 240nm이고,

상기 제 2 그레이팅의 주기는 720nm인 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 레이저 다이오드 영역 및 상기 위상 조절 영역의 상기 클래드 층 상에 각각 배치된 제 1 및 제 2 전극들을 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 전극 상의 제 1 절연 층; 그리고

상기 제 1 절연 층 상의 제 1 히터를 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 위상 조절 영역의 상기 클래드 층 상의 제 2 절연 층; 그리고

상기 제 2 절연 층 상의 제 2 히터를 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 상기 무반사막과 상기 레이저 다이오드 영역 사이의 증폭 영역을 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 증폭 영역의 상기 클래드 층 상의 제 3 전극을 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 상기 무반사막과 상기 레이저 다이오드 영역의 타측에 배치되는 변조 영역을 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 변조 영역의 상기 클래드 층 상의 제 4 전극을 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 레이저 다이오드 영역의 상기 도파로 층 내의 양자 우물 층을 더 포함하는 분포 궤환 레이저 다이오드.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저에 관한 것으로, 보다 구체적으로 위상 천이 분포 궤환 레이저 다이오드에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 반도체 레이저는 광통신 및 센서 등의 응용 분야로 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 통신용 반도체 레이저는 저전력, 고속동작, 및 단일모드 발진 등의 요구 특성 외에도, 안정적인 튜닝 특성 및 고출력 특성이 요구되고

있다. 안정적인 튜닝 특성의 반도체 레이저는 브랙 반사형(DBR: distributed Bragg reflection) 레이저와, 분포 궤환(DFB: distributed feedback) 레이저 다이오드를 포함할 수 있다. 그 중에 분포 궤환 레이저 다이오드는 높은 단일모드 수율을 장점으로 갖는  $\lambda/4$  위상천이 분포 궤환 레이저 다이오드를 포함할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 모드 호핑 없이 연속적인 파장가변이 가능하고, 우수한 측모드 억제율(SMSR)을 획득할 수 있는 분포 궤환 레이저 다이오드를 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0004] 본 발명은 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드는, 레이저 다이오드 영역과 위상 조절 영역을 갖는 기판; 상기 기판 상의 도파로 층; 상기 도파로 층 상의 클래드 층; 상기 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내의 그레이팅; 상기 레이저 다이오드 영역에 인접하는 상기 기판, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 일측 측벽에 배치되는 무반사막; 및 상기 위상 조절 영역에 인접하는 상기 기판, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 타측 측벽에 배치되는 고반사막을 포함한다. 여기서, 상기 기판의 상기 레이저 다이오드 영역은: 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들; 및 상기 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들 사이의 위상 천이 영역을 포함할 수 있다. 상기 그레이팅은: 상기 제 1 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치된 제 1 그레이팅; 및 상기 제 2 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치되고, 상기 제 1 그레이팅의 주기와 다른 주기를 갖는 제 2 그레이팅을 포함할 수 있다.

[0005] 상기 제 2 그레이팅의 주기는 상기 제 1 그레이팅의 주기의 3배로 클 수 있다.

[0006] 상기 제 1 그레이팅의 주기는 240nm이고, 상기 제 2 그레이팅의 주기는 720nm일 수 있다.

[0007] 상기 레이저 다이오드 영역 및 상기 위상 조절 영역의 상기 클래드 층 상에 각각 배치된 제 1 및 제 2 전극들을 더 포함할 수 있다.

[0008] 상기 제 1 전극 상의 제 1 절연 층; 그리고 상기 제 1 절연 층 상의 제 1 히터를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 위상 조절 영역의 상기 클래드 층 상의 제 2 절연 층; 그리고 상기 제 2 절연 층 상의 제 2 히터를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 기판은 상기 무반사막과 상기 레이저 다이오드 영역 사이의 증폭 영역을 더

[0011] 상기 증폭 영역의 상기 클래드 층 상의 제 3 전극을 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 기판은 상기 무반사막과 상기 레이저 다이오드 영역의 타측에 배치되는 변조 영역을 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 변조 영역의 상기 클래드 층 상의 제 4 전극을 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 레이저 다이오드 영역의 상기 도파로 층 내의 양자 우물 층을 더 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[0015] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드는 위상 조절 영역과, 위상 조절 영역의 측벽 상의 고반사막을 이용하여 모드 호핑 없이 레이저 광의 파장을 연속적으로 가변(tune)시키고, 우수한 측모드 억제율(SMSR)을 획득할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드의 일 예를 보여주는 단면도이다..

도 2는 도 1의 제 1 전극에 소스 파워가 제공될 때, 레이저 광의 모드 세기의 분포를 보여주는 그래프이다.

도 3은 도 1의 레이저 광의 발진 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 4는 일반적인 분포 궤환 레이저 다이오드의 불연속적으로 튜닝된 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드의 연속적으로 튜닝된 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 6은 도 1의 레이저 다이오드 영역의 결합상수 의존 특성을 계산한 결과를 보여주는 그래프이다.

도 7은 도 1의 레이저 광의 직접변조특성을 보여주는 아이 다이어그램(eye diagram)이다.

도 8은 도 1의 제 2 그레이팅의 위상에 따른 측모드 억제율을 보여주는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드의 다른 예를 보여주는 단면도이다.

도 10은 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드의 또 다른 예를 보여주는 단면도이다.

도 11은 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드의 또 다른 예를 보여주는 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면들과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전문에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0018] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예를 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 또한, 바람직한 실시 예에 따른 것이기 때문에, 설명의 순서에 따라 제시되는 참조 부호는 그 순서에 반드시 한정되지는 않는다.
- [0019] 또한, 본 명세서에서 기술하는 실시 예는 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서, 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예는 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드(100)의 일 예를 보여준다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는  $\lambda/4$  위상 천이 분포 궤환 레이저 다이오드일 수 있다. 일 예로, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 기판(10), 도파로 층(20), 클래드 층(30), 그레이팅(32), 무반사막(antireflection coating, 42), 고반사막(high reflection coating, 44), 제 1 전극(52), 제 2 전극(54), 제 1 절연 층(62), 및 제 1 히터(72)를 포함할 수 있다.
- [0022] 기판(10)은 하부 클래드 층일 수 있다. 예를 들어, 기판(10)은 n-InP를 포함할 수 있다. 기판(10)은 접지될 수 있다. 일 예로, 기판(10)은 레이저 다이오드 영역(laser diode section, 12), 및 위상 조절 영역(phase adjustment section, 14)을 가질 수 있다. 레이저 다이오드 영역(12)은 도파로 층(20)의 이득(gain)이 있는 영역이고, 위상 조절 영역(14)은 도파로 층(20)의 이득이 없는 영역일 수 있다. 일 예로, 레이저 다이오드 영역(12)은 제 1 레이저 다이오드 영역(11), 제 2 레이저 다이오드 영역(13) 및 위상 천이 영역(15)을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들(11, 13)은 이격하여 배치될 수 있다. 위상 천이 영역(15)은 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들(11, 13) 사이에 배치될 수 있다.
- [0023] 도파로 층(20)은 기판(10) 상에 배치될 수 있다. 도파로 층(20)은 InGaAsP, InGaAlAs, 또는 InGaNaNs를 포함할 수 있다. 도파로 층(20)은 양자 우물 층(22)을 가질 수 있다. 양자 우물 층(22)은 레이저 다이오드 영역(12) 내에 선택적으로 배치될 수 있다. 양자 우물 층(22)은 레이저 광(90)의 이득을 얻기 위한 이득물질(gain medium)일 수 있다. 예를 들어, 도파로 층(20)은 활성 도파로 층과, 수동 도파로 층을 포함할 수 있다. 활성 도파로 층은 레이저 다이오드 영역(12) 상에 배치되고, 양자 우물 층(22)을 가질 수 있다. 수동 도파로 층은 위상 조절 영역(14) 상에 배치될 수 있다. 위상 조절 영역(14) 상의 수동 도파로 층은 레이저 광(90)의 파장보다 짧은 파장의 에너지 밴드갭을 가질 수 있다. 레이저 광(90)의 파장이 약 1530nm일 경우, 위상 조절 영역(14)의 도파로 층(20)은 약 1.3  $\mu\text{m}$  내지 약 1.35  $\mu\text{m}$ 의 발진 파장에 대응되는 에너지 밴드갭을 갖는 물질을 포함할 수 있다.
- [0024] 클래드 층(30)은 도파로 층(20) 상에 배치될 수 있다. 클래드 층(30)은 p-InP를 포함할 수 있다. 클래드 층(30)은 홈(38)을 가질 수 있다. 홈(38)은 레이저 다이오드 영역(12)과 위상 조절 영역(14)의 경계에 배치될 수 있

다. 즉, 홈(38)은 레이저 다이오드 영역(12)과 위상 조절 영역(14)을 정의할 수 있다.

- [0025] 그레이팅(32)은 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들(11, 13)의 클래드 층(30) 내에 배치될 수 있다. 이와 달리, 그레이팅(32)은 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들(11, 13)의 기판(10) 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 그레이팅(32)은 구리(Cu), 또는 InGaAs를 포함할 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않을 수 있다.
- [0026] 일 예로, 그레이팅(32)은 제 1 그레이팅(34) 및 제 2 그레이팅(36)을 포함할 수 있다. 제 1 그레이팅(34) 및 제 2 그레이팅(36)은 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들(11, 13) 상에 각각 배치될 수 있다. 제 1 그레이팅(34) 및 제 2 그레이팅(36)은 위상 천이 영역(15) 상에서 분리될 수 있다. 예를 들어, 제 1 그레이팅(34) 및 제 2 그레이팅(36)은 위상 천이 영역(15) 상에서 레이저 광(90)의 파장( $\lambda$ )에 대해 1/4의 거리만큼 이격하여 배치될 수 있다. 즉, 위상 천이 영역(15)은 레이저 광(90)의 위상을  $\lambda/4$ 만큼 천이시킬 수 있다.
- [0027] 제 1 그레이팅(34)은 제 1 레이저 다이오드 영역(11)의 클래드 층(30) 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 제 1 그레이팅(34)은 약 240nm의 제 1 주기( $C_1$ )를 가질 수 있다. 약 240nm의 제 1 주기( $C_1$ )의 제 1 그레이팅(34)은 약 1530nm 파장의 레이저 광(90)을 발진시킬 수 있다.
- [0028] 제 2 그레이팅(36)은 제 2 레이저 다이오드 영역(13)의 클래드 층(30) 내에 배치될 수 있다. 제 2 그레이팅(36)은 제 1 그레이팅(34)의 제 1 주기( $C_1$ )보다 큰 제 2 주기( $C_2$ )를 가질 수 있다. 제 2 주기( $C_2$ )는 제 1 주기( $C_1$ )의 홀수배일 수 있다. 제 2 주기( $C_2$ )가 제 1 주기( $C_1$ )의 짝수배일 경우, 레이저 광(90)의 출력 효율은 감소할 수 있다. 제 1 그레이팅(34)이 1차(first order) 그레이팅일 경우, 제 2 그레이팅(36)은 3차(third order) 그레이팅일 수 있다. 예를 들어, 제 2 그레이팅(36)의 제 2 주기( $C_2$ )는 제 1 그레이팅(34)의 제 1 주기( $C_1$ )보다 3배 클 수 있다. 제 1 그레이팅(34)이 약 240nm의 제 1 주기( $C_1$ )를 가질 경우, 제 2 그레이팅(36)은 약 720nm의 제 2 주기( $C_2$ )를 가질 수 있다. 약 720nm의 제 2 주기( $C_2$ )의 제 2 그레이팅(36)은 약 1530nm 파장의 레이저 광(90)을 발진시킬 수 있다.
- [0029] 무반사막(42)은 기판(10), 도파로 층(20), 및 클래드 층(30)의 일측 측벽 상에 배치될 수 있다. 무반사막(42)은 기판(10)의 레이저 다이오드 영역(12)에 인접하여 배치될 수 있다. 무반사막(42)은 레이저 광(90)을 반사 없이 도파로 층(20)의 외부로 투과시킬 수 있다. 예를 들어, 무반사막(42)은 실리콘 산화물을 포함할 수 있다.
- [0030] 고반사막(44)은 기판(10), 도파로 층(20), 및 클래드 층(30)의 타측 측벽 상에 배치될 수 있다. 고반사막(44)은 기판(10)의 위상 조절 영역(14)에 인접하여 배치될 수 있다. 고반사막(44)은 레이저 광(90)을 반사시킬 수 있다. 예를 들어, 고반사막(44)은 알루미늄의 금속을 포함할 수 있다.
- [0031] 제 1 전극(52)은 레이저 다이오드 영역(12)의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(52)은 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 또는 텅스텐(W)의 금속을 포함할 수 있다. 소스 파워(source power)가 제 1 전극(52)에 제공되면, 제 1 전극(52)은 소스 파워를 이용하여 레이저 광(90)을 생성시킬 수 있다. 레이저 광(90)의 에너지는 소스 파워에 비례하여 증가할 수 있다.
- [0032] 도 2는 도 1의 제 1 전극(52)에 소스 파워가 제공될 때, 레이저 광(90)의 모드 세기의 분포를 보여준다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 고반사막(44)은 위상 조절 영역(14)에서의 레이저 광(90)의 모드 세기를 증가시킬 수 있다. 레이저 다이오드 영역(12)은 약 300 $\mu$ m의 길이를 갖고, 위상 조절 영역(14)은 약 50 $\mu$ m 길이를 가질 수 있다. 위상 조절 영역(14) 내에서의 레이저 광(90)의 모드 세기는 레이저 다이오드 영역(12) 내에서의 레이저 광(90)의 모드 세기보다 높을 수 있다. 예를 들어, 레이저 다이오드 영역(12) 내에서의 레이저 광(90)의 모드 세기는 최저 약 30mW이고, 위상 조절 영역(14) 내에서의 레이저 광(90)의 모드 세기는 최대 약 90mW일 수 있다. 소스 파워의 전류는 약 100mA이고, 무반사막(42)의 반사율은 0.00이고, 고반사막(44)의 반사율은 약 0.8이고, 그레이팅(32)의 결합 상수는 약 0.005/ $\mu$ m이다.
- [0034] 도 3은 도 1의 레이저 광(90)의 발진 스펙트럼을 보여준다.
- [0035] 도 3을 참조하면, 고반사막(44)은 FP 모드(Fabry-Perot mode)의 발진 스펙트럼(2)을 생성시킬 수 있고, 이로 인해 측모드 억제율을 저하시킬 수 있다. 도 3의 grating에 의한 발진 스펙트럼(2)은 약 1499nm의 피크 파장을 가질 수 있다. 발진 모드의 측모드 억제율(SMSR)은 일반적인 40dB보다 높은 약 45dB로 획득될 수 있다. 따라서, 본 발명의 분포 제한 레이저 다이오드(100)는 위상 조절 영역(14)과 고반사막(44)을 이용하여 측모드 억제율(SMSR)과 출력 파워를 동시에 증가시킬 수 있다.



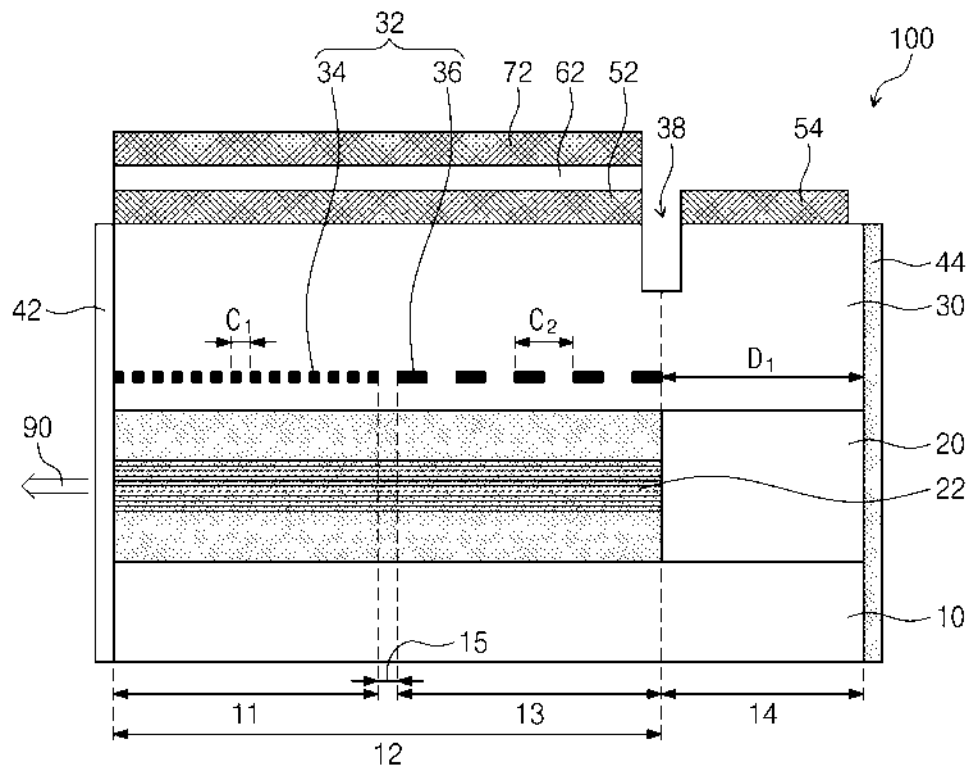
- [0036] 다시, 도 1을 참조하면, 제 2 전극(54)은 위상 조절 영역(14)의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전극(54)은 금속을 포함할 수 있다. 제 2 전극(54)에 제어 신호가 인가되면, 제 2 전극(54)은 위상 조절 영역(14) 내에 전류를 제공하여 클래드 층(30), 도파로 층(20) 및 기관(10)의 유효 굴절률을 변화시키고, 그레이팅(32)과 고반사막(44) 사이의 광학적 거리를 조절할 수 있다. 또한, 제 2 전극(54)은 위상 조절 영역(14) 내의 운반자 밀도(carrier density)를 조절할 수 있다.
- [0037] 제 1 절연 층(62)은 제 1 전극(52) 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(52)은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물의 유전 층을 포함할 수 있다.
- [0038] 제 1 히터(72)는 제 1 절연 층(62) 상에 배치될 수 있다. 제 1 절연 층(62)은 제 1 히터(72)와 클래드 층(30)을 절연시킬 수 있다. 제 1 히터(72)는 니켈, 크롬, 또는 그들의 합금의 금속 층을 포함할 수 있다. 제 1 히터(72)에 히팅 파워가 제공되면, 제 1 히터(72)는 레이저 다이오드 영역(12)의 도파로 층(20) 및 클래드 층(30)을 가열시킬 수 있다. 레이저 다이오드 영역(12)의 도파로 층(20) 및 클래드 층(30)이 가열되면, 상기 도파로 층(20) 및 상기 클래드 층(30)의 유효 굴절률을 증가할 수 있다. 도파로 층(20) 및 클래드 층(30)의 유효 굴절률이 증가되면, 레이저 광(90)의 파장은 증가할 수 있다. 레이저 광(90)의 파장은 약 3nm 내지 약 5nm 정도 증가될 수 있다. 즉, 레이저 광(90)의 파장은 약 3nm 내지 약 5nm 정도 가변(tune) 가능할 수 있다. 따라서, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 높은 출력 파워 및 측모드 억제율(SMSR)이 요구되는 NG-PON2와 같은 통신 시스템에 채용 및/또는 적용될 수 있다.
- [0039] 도 4는 일반적인 분포 궤환 레이저 다이오드의 불연속적으로 튜닝된 스펙트럼(4)을 보여준다.
- [0040] 도 4를 참조하면, 위상 조절 영역(14)이 없는 일반적인 분포 궤환 레이저 다이오드는 모드 호핑(mode hopping)을 갖는 불연속적으로 튜닝된 스펙트럼(4)의 레이저 광(90)을 생성시킬 수 있다. 모드 호핑은 FB 모드와 DFB(distributed feedback) 모드 사이의 경쟁(complete)에 의해 발생할 수 있다. 일반적인 분포 궤환 레이저 다이오드는 레이저 광(90)의 파장을 모드 호핑의 발생 파장대에 가변(tune)시키는 것이 가능할 수 있다. 하지만, 레이저 광(90)의 특성은 발진 모드의 선폭(linewidth) 및 노이즈의 증가에 의해 감소할 수 있다. 또한, 일반적인 분포 궤환 레이저 다이오드는 모드 깨짐(mode breaking) 현상에 따라 약 35dB 이하의 측모드 억제율(SMSR)의 레이저 광(90)을 생성할 수 있다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)의 연속적으로 튜닝된 스펙트럼(6)을 보여준다.
- [0042] 도 5를 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 모드 호핑 없이 연속적으로 튜닝된 스펙트럼(6)의 레이저 광(90)을 발진시킬 수 있다. 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 레이저 다이오드 영역(12)과 고반사막(44) 사이의 위상 조절 영역(14)을 이용하여 약 45dB 이상의 측모드 억제율(SMSR)의 레이저 광(90)을 생성할 수 있다. 또한, 위상 조절 영역(14)은 종래의 레이저 다이오드 영역(12)과 고반사막(44)의 접촉에 따른 단일 모드 특성 저하를 제거하여 생산 수율을 증가시킬 수 있다.
- [0043] 도 6은 도 1의 레이저 다이오드 영역(12)의 결합상수(coupling coefficient) 의존 특성을 계산한 결과를 보여준다.
- [0044] 도 6을 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)의  $0.005/\mu\text{m}$ 의 결합 상수의 제 1 피크 파장(8)과,  $0.008/\mu\text{m}$ 의 결합 상수의 제 2 피크 파장(9)을 갖는 레이저 광(90)을 생성시킬 수 있다. 레이저 다이오드 영역(12)의 길이는 약  $300\mu\text{m}$ 이고, 위상 조절 영역(14)의 길이는 약  $50\mu\text{m}$ 일 수 있다. H. Soda의 결합 모드(coupled mode) 방정식에 의하면, 결합 상수(k)와 레이저 다이오드 영역(12)의 거리(L)의 곱(kL)은 약 1.5 및 약 2.4로 계산될 수 있다. 결합 상수(k)와 레이저 다이오드 영역(12)의 거리(L)의 곱(kL)이 약 1 내지 3의 범주 내에 있을 경우, 레이저 광(90)은 안정적인 단일 모드로서 생성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100) 안정적인 단일 모드의 레이저 광(90)을 생성할 수 있다.
- [0045] 도 7은 도 1의 레이저 광(90)의 직접변조특성을 보여준다.
- [0046] 도 7을 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 직접변조상황에서 약 15mW의 평균 출력 파워의 레이저 광(90)을 출력할 수 있다. 레이저 광(90)의 탑 레벨 출력 파워(1)는 약 25mW이고, 상기 레이저 광(90)의 바텀 레벨 출력 파워(0)는 약 5mW이다. 따라서, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 고속 직접 변조 가능한 고효율 출력의 레이저 광(90)을 출력시킬 수 있다.
- [0047] 도 8은 도 1의 제 2 그레이팅(36)과 고반사막(44) 사이의 거리에 대응되는 제 2 그레이팅(36)의 위상에 따른 측모드 억제율(SMSR)을 보여준다.



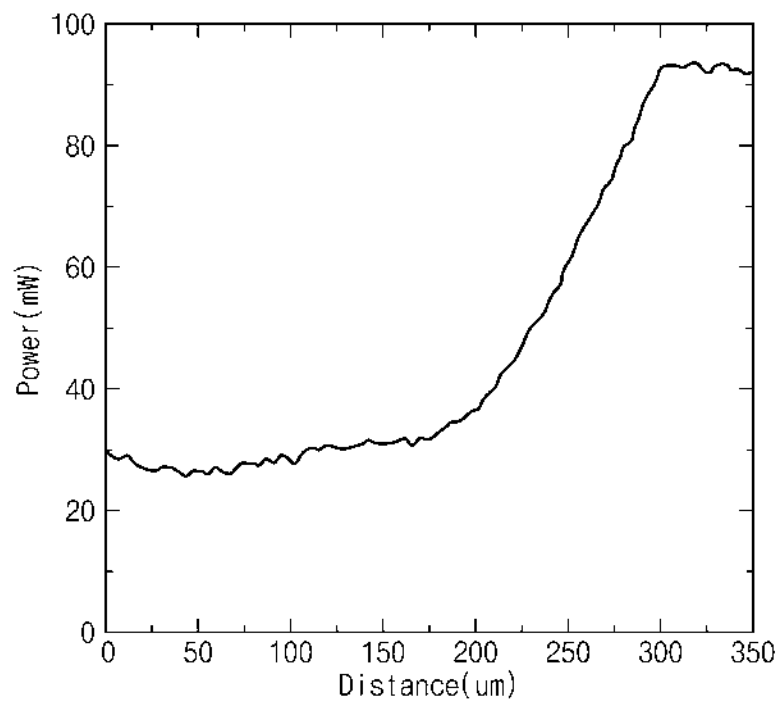
- [0048] 도 8을 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 일반적인 측모드 억제율(SMSR) 이상의 35dB 내지 50dB의 측모드 억제율(SMSR)의 레이저 광(90)을 생성할 수 있다. 가로 축은 제 2 그레이팅(36)의 위상을 나타내고, 세로 축은 측모드 억제율(SMSR)을 나타낸다. 제 2 그레이팅(36)의 위상은 제 2 그레이팅(36)과 고반사막(44) 사이 거리(D1)에 대한 레이저 광(90)의 위상 차에 대응될 수 있다. 예를 들어, 제 2 그레이팅(26)의 위상은  $0^\circ$  내지  $360^\circ$  또는 0 내지  $2\pi$  라디안으로 표시될 수 있다.
- [0049] 도 9는 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드(100)의 또 다른 예를 보여준다.
- [0050] 도 9를 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 반도체 광 증폭기(semiconductor optical amplifier)를 포함할 수 있다. 일 예로, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 증폭 영역(16)을 더 가질 수 있다. 증폭 영역(16)은 무반사막(42)과 레이저 다이오드 영역(12) 사이에 배치될 수 있다.
- [0051] 양자 우물 층(22)은 증폭 영역(16)의 도파로 층(20) 내에 배치될 수 있다. 양자 우물 층(22)은 증폭 영역(16)의 도파로 층(20) 내의 이득 물질로 사용될 수 있다.
- [0052] 제 3 전극(56)이 증폭 영역(16)의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 제 3 전극(56)에 증폭 신호가 인가되면, 레이저 광(90)은 증폭 신호에 따라 증폭될 수 있다. 레이저 광(90)은 최대 60mW의 출력 파워를 갖도록 증폭될 수 있다.
- [0053] 그레이팅(32), 고반사막(44), 제 1 전극(52), 제 2 전극(54), 제 1 절연 층(62), 및 제 1 히터(72)은 도 1과 동일하게 구성될 수 있다.
- [0054] 도 10은 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드(100)의 또 다른 예를 보여준다.
- [0055] 도 10을 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 전기 흡수 변조기(electro-absorption modulator)를 포함할 수 있다. 일 예로, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 변조 영역(18)을 가질 수 있다. 변조 영역(18)은 무반사막(42)과 레이저 다이오드 영역(12) 사이에 배치될 수 있다.
- [0056] 양자 우물 층(22)은 변조 영역(18)의 도파로 층(20) 내에 배치될 수 있다. 양자 우물 층(22)은 변조 영역(18)의 도파로 층(20) 내의 이득 물질로 사용될 수 있다.
- [0057] 제 4 전극(58)이 변조 영역(18)의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 제 4 전극(58)에 변조 신호가 인가되면, 제 4 전극(58)은 변조 신호에 따른 흡수 손실을 이용하여 레이저 광(90)을 변조시킬 수 있다.
- [0058] 그레이팅(32), 고반사막(44), 제 1 전극(52), 제 2 전극(54), 제 1 절연 층(62), 및 제 1 히터(72)은 도 1과 동일하게 구성될 수 있다.
- [0059] 도 11은 본 발명의 개념에 따른 분포 궤환 레이저 다이오드(100)의 또 다른 예를 보여준다.
- [0060] 도 11을 참조하면, 본 발명의 분포 궤환 레이저 다이오드(100)는 위상 조절 영역(14)의 제 2 절연 층(64)과 제 2 히터(74)를 가질 수 있다. 기판(10), 도파로 층(20), 클래드 층(30), 그레이팅(32), 고반사막(44), 무반사막(42), 제 1 전극(52), 제 1 절연 층(62) 및 제 1 히터(72)는 도 1과 동일하게 구성될 수 있다.
- [0061] 제 2 절연 층(64)은 위상 조절 영역(14)의 클래드 층(30) 상에 배치될 수 있다. 제 2 절연 층(64)은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물의 유전 층을 포함할 수 있다.
- [0062] 제 2 히터(74)는 제 2 절연 층(64) 상에 배치될 수 있다. 제 2 절연 층(64)은 제 2 히터(74)과 클래드 층(30)을 절연시킬 수 있다. 제 1 히팅 파워가 제 2 히터(74)에 제공되면, 제 2 히터(74)는 위상 조절 영역(14)의 도파로 층(20) 및 클래드 층(30)을 가열하여 레이저 광(90)의 파장을 미세가변(fine-tune)시킬 수 있다.
- [0063] 이상, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

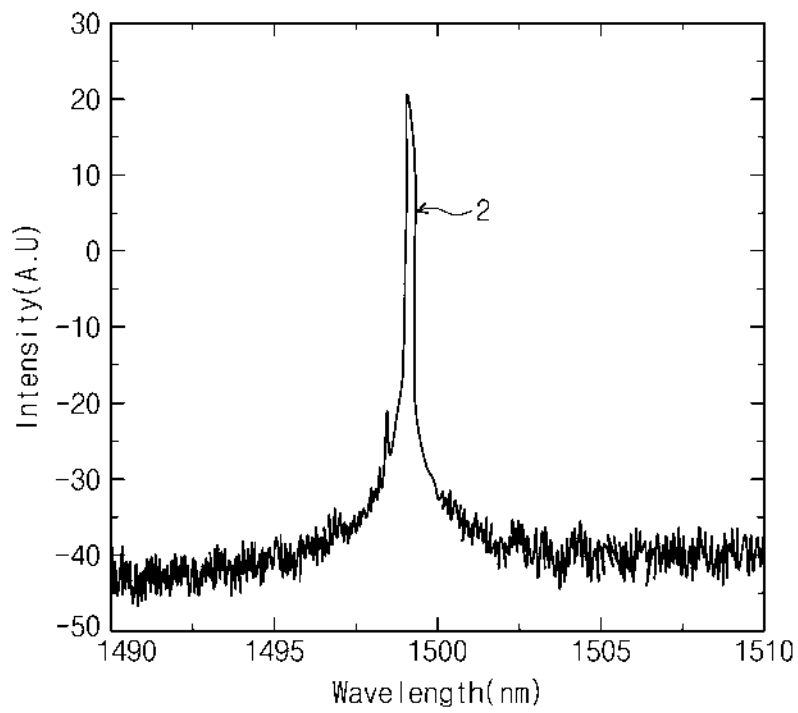
도면1



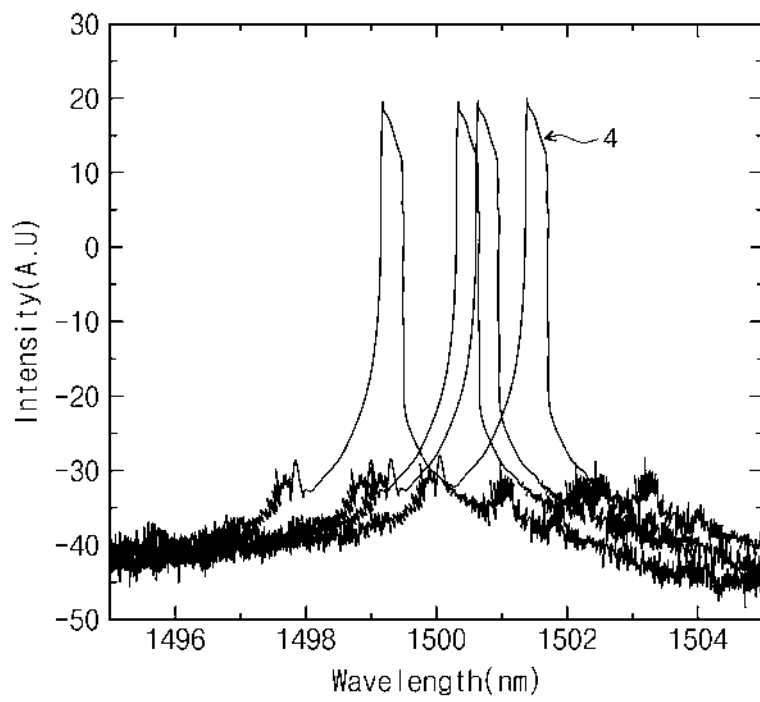
도면2



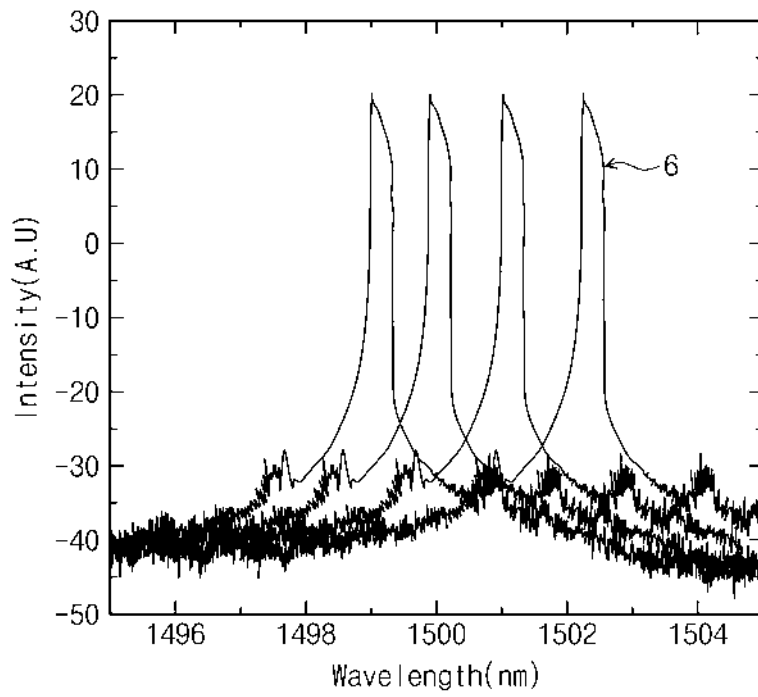
도면3



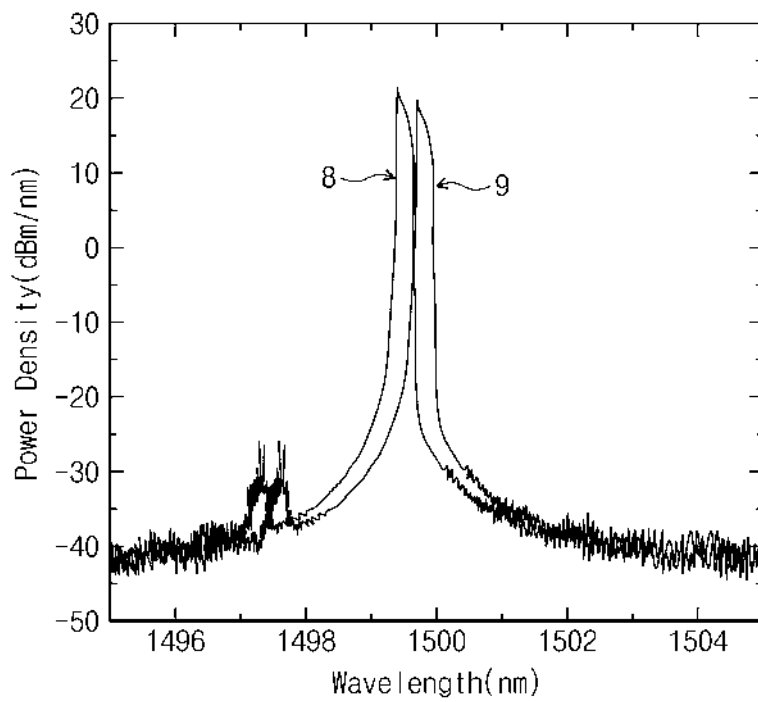
도면4



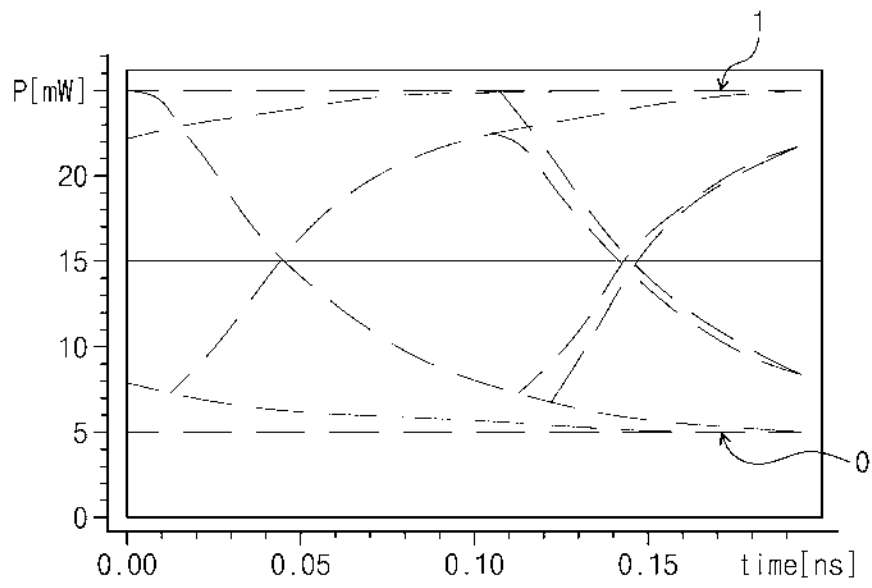
도면5



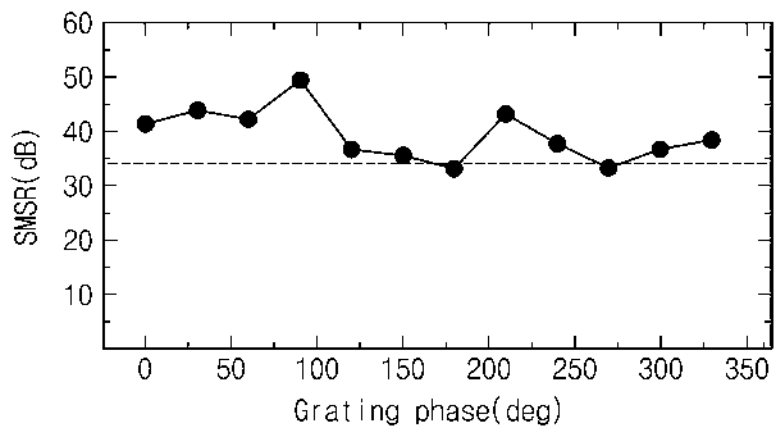
도면6



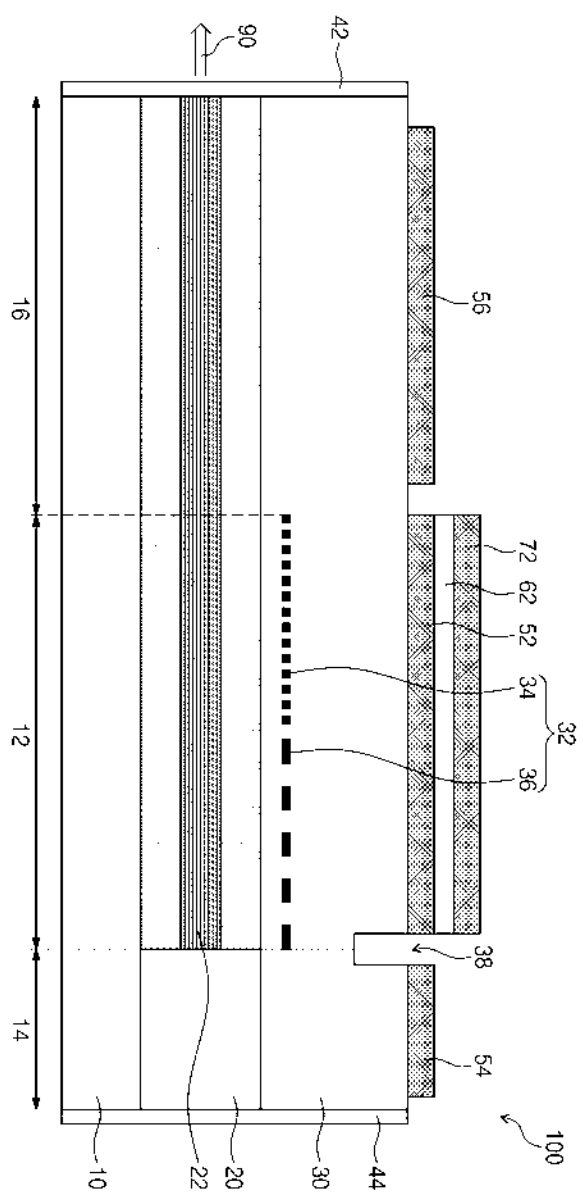
도면7



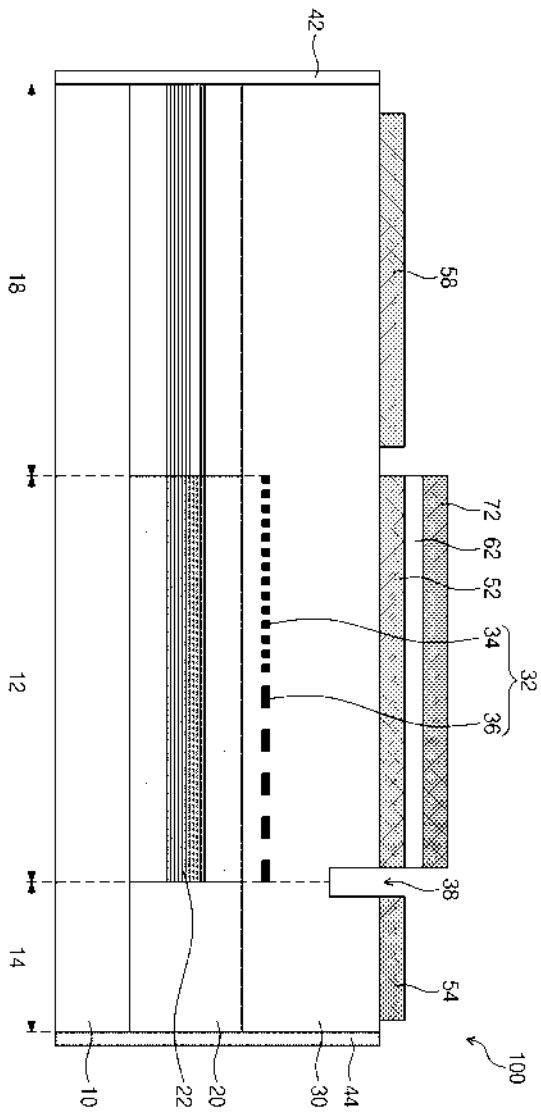
도면8



도면9

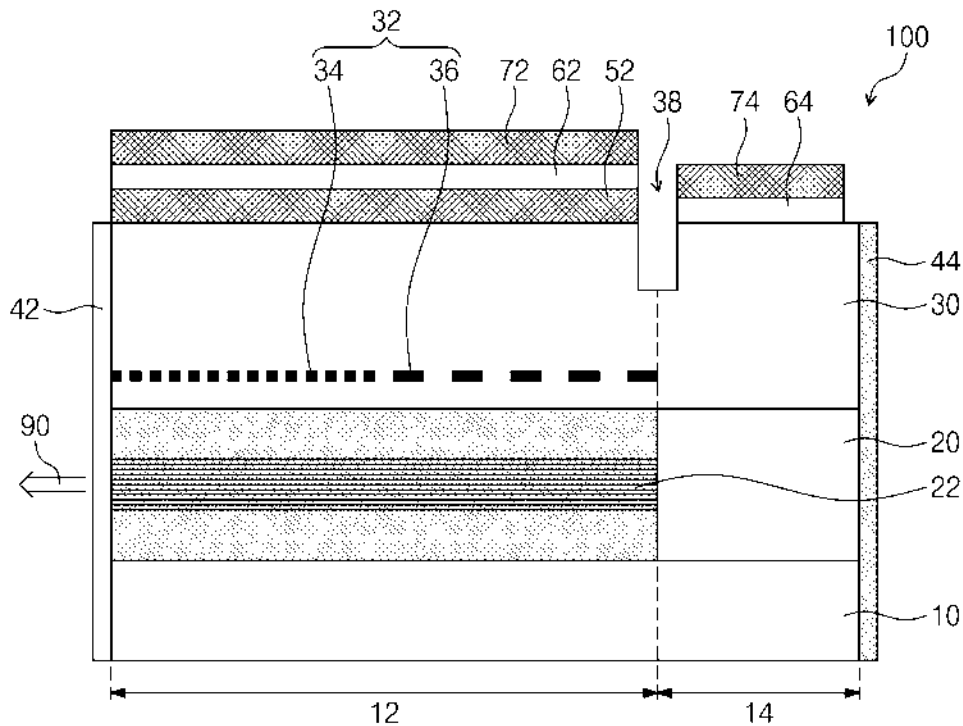


도면10





도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

레이저 다이오드 영역과 위상 조절 영역을 갖는 기판;

상기 기판 상의 도파로 층;

상기 도파로 층 상의 클래드 층;

상기 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내의 그레이팅;

상기 레이저 다이오드 영역에 인접하는 상기 기판, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 일측 측벽에 배치되는 무반사막; 및

상기 위상 조절 영역에 인접하는 상기 기판, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 타측 측벽에 배치되는 고반사막을 포함하되,

상기 기판의 상기 레이저 다이오드 영역은:

제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들; 및

상기 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들 사이의 위상 천이 영역을 포함하되,

상기 그레이팅은:

상기 제 1 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치된 제 1 그레이팅; 및

상기 제 2 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치되고, 상기 제 1 그레이팅의 주기와 다른 주기를 갖는 제 2 그레이팅을 포함하되,

상기 제 2 그레이팅의 주기는 상기 제 1 그레이팅의 주기의 3배로 큰 분포 궤환 레이저 다이오드.

【변경후】

레이저 다이오드 영역과 위상 조절 영역을 갖는 기관;

상기 기관 상의 도파로 층;

상기 도파로 층 상의 클래드 층;

상기 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내의 그레이팅;

상기 레이저 다이오드 영역에 인접하는 상기 기관, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 일측 측벽에 배치되는 무반사막; 및

상기 위상 조절 영역에 인접하는 상기 기관, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 타측 측벽에 배치되는 고반사막을 포함하되,

상기 기관의 상기 레이저 다이오드 영역은:

제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들; 및

상기 제 1 및 제 2 레이저 다이오드 영역들 사이의 위상 천이 영역을 포함하되,

상기 그레이팅은:

상기 제 1 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치된 제 1 그레이팅; 및

상기 제 2 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내에 배치되고, 상기 제 1 그레이팅의 주기와 다른 주기를 갖는 제 2 그레이팅을 포함하되,

상기 제 2 그레이팅의 주기는 상기 제 1 그레이팅의 주기의 3배로 큰 분포 궤환 레이저 다이오드.



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월21일

(11) 등록번호 10-2157629

(24) 등록일자 2020년09월14일

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H04B 10/54 (2013.01) H04B 10/508 (2013.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H04B 10/541 (2013.01)<br/>H04B 10/508 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0178771</p> <p>(22) 출원일자 2017년12월22일<br/>심사청구일자 2019년02월08일</p> <p>(65) 공개번호 10-2019-0063343</p> <p>(43) 공개일자 2019년06월07일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>1020170162246 2017년11월29일 대한민국(KR)</p> <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>KR1020140122355 A<br/>KR100532305B1<br/>KR1020140061129 A</p> | <p>(73) 특허권자<br/>한국전자통신연구원<br/>대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)</p> <p>(72) 발명자<br/>권오균<br/>대전광역시 유성구 지족로 92영무 예다음 아파트 171-401<br/>김남제<br/>대전광역시 유성구 왕가봉로 16-18 304호 (노은동)<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인 고려</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

전체 청구항 수 : 총 18 항

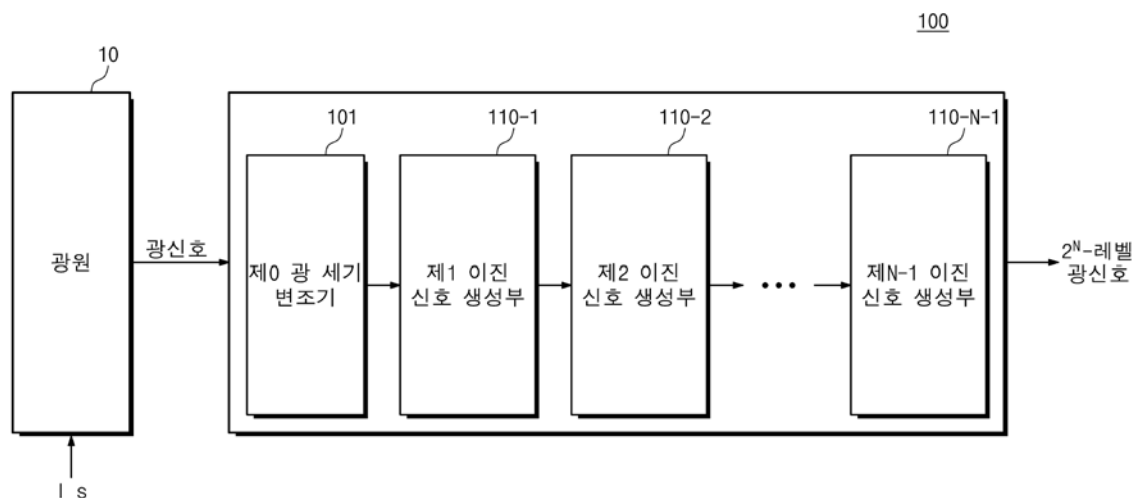
심사관 : 장진환

(54) 발명의 명칭 광 신호 생성 장치 및 그것의 동작 방법

### (57) 요약

본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 세기 변조기, 상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 증폭기 및 상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 세기 변조기를 포함한다. 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 광 소자를 사용하여 멀티레벨 광 신호를 생성함으로써 저비용, 고품질의 광 신호를 생성할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 광 변조 및 광 증폭 동작을 순차적으로 수행함으로써 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.

### 대표도



(72) 발명자

**박미란**

대전시 유성구 도안동로 523 호반2블럭 아파트 21  
6동1101호

**안신모**

대전광역시 유성구 신성로61번안길 47 30호 (신성  
동)

**한원석**

대전광역시 유성구 가정로 43삼성한울아파트 107동  
1001호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GK17N0400

부처명 미래창조과학부

과제관리(전문)기관명 (재)기가코리아사업단

연구사업명 범부처 Giga KOREA사업

연구과제명 5G 이동통신 기지국용 디지털기반 프론트홀 광링크기술개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)에치에프알

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 세기 변조기;

상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 증폭기; 및

상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 세기 변조기를 포함하되,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압에 기초하여 제1 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압에 기초하여 상기 제1 광의 세기의 변조 폭을 조절하고, 상기 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압에 기초하여 상기 제2 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압에 기초하여 상기 제2 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제4 광 신호의 광 세기 변조 폭은 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭과 동일한 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1 광 증폭기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭의 반이 되도록 상기 제2 광 신호를 정형하도록 구성되는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 광 증폭기는 입력 전류를 기반으로 동작하고,

상기 입력 전류의 크기는 상기 제1 광 증폭기가 비선형 특성 영역에서 동작하도록 하는 전류의 크기인 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고,

상기 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 다른 제2 바이어스 전압 및 상기 제1 RF 전압과 다른 진폭을 갖는 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제2 RF 전압의 상기 진폭은 상기 제1 RF 전압의 상기 진폭의 반인 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제1 광 증폭기는 입력 전류를 기반으로 동작하고,

상기 입력 전류의 크기는 상기 제1 광 증폭기가 선형 특성 영역에서 동작하도록 하는 전류의 크기인 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제3 광 신호의 가장 높은 레벨의 광 세기는 상기 제1 광 신호의 광 세기와 동일한 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제4 광 신호를 증폭하여 제5 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 증폭기; 및

상기 제5 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+2}$ -레벨 제6 광 신호를 생성하도록 구성되는 제3 광 세기 변조기를 더 포함하되,

상기 제3 광 세기 변조기는 제3 바이어스 전압에 기초하여 상기 제3 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 제3 RF 전압에 기초하여 상기 제3 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고,

상기 제2 광 세기 변조기는 제2 바이어스 전압 및 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고,

상기 제1 바이어스 전압, 상기 제2 바이어스 전압 및 상기 제3 바이어스 전압은 동일하고, 상기 제1 RF 전압, 상기 제2 RF 전압 및 상기 제3 RF 전압은 동일한 진폭을 갖는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제1 광 증폭기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭의 반이 되도록 상기 제2 광 신호를 정형하도록 구성되고,

상기 제2 광 증폭기는 상기 제5 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제4 광 신호의 광 세기 변조 폭의 1/4이 되도록 상기 제4 광 신호를 정형하도록 구성되는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고,

상기 제2 광 세기 변조기는 제2 바이어스 전압 및 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고,

상기 제3 광 세기 변조기는 제3 바이어스 전압 및 제3 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고,

상기 제1 바이어스 전압, 상기 제2 바이어스 전압 및 상기 제3 바이어스 전압은 서로 다르고, 상기 제1 RF 전압, 상기 제2 RF 전압 및 상기 제3 RF 전압은 서로 다른 진폭을 갖는 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제2 RF 전압의 진폭은 상기 제1 RF 전압의 진폭의 반이고,

상기 제3 RF 전압의 진폭은 상기 제2 RF 전압의 진폭의 반인 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제1 광 세기 변조기 및 상기 제2 광 세기 변조기는 마하젠더 광 세기 변조기 또는 전계 흡수 변조기인 광 신호 생성 장치.

#### 청구항 16

광 신호 생성 장치의 동작 방법에 있어서,

제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하는 단계;

상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압에 기초하여 상기 제1 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 제1 RF 전압에 기초하여 상기 제1 광의 세기의 변조 폭을 조절하고, 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압에 기초하여 상기 제2 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압에 기초하여 상기 제2 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 동작 방법.

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

제 16 항에 있어서,

제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 상기 제1 광 신호를 변조하고,

상기 제1 바이어스 전압과 다른 제2 바이어스 전압 및 상기 제1 RF 전압과 다른 진폭을 갖는 제2 RF 전압을 기반으로 상기 제3 광 신호를 변조하는 동작 방법.

#### 청구항 19

제 16 항에 있어서,

입력 전류를 기반으로 상기 제2 광 신호를 증폭하고,

상기 입력 전류의 크기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭과 달라지도록 하는 전류의 크기인 동작 방법.

#### 청구항 20

제 16 항에 있어서,

입력 전류를 기반으로 상기 제2 광 신호를 증폭하고,

상기 입력 전류의 크기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭과 동일하도록 하는 전류의 크기인 동작 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 광 신호 생성 장치에 관한 것으로서, 좀 더 상세하게는 광 네트워크에서 사용되는 광 송수신 모듈에서 전기 신호를 광 신호로 변환하는 광 신호 생성 장치 및 그것의 동작 방법에 관한 것이다.

[0001]



## 배경 기술

- [0002] 광 통신 기술은 유선 및 무선 융합 서비스의 확대에 따라 대용량, 고효율의 통신 수단을 요구한다. 이러한 광 네트워크의 고속화, 대용량화를 위해 개별 채널의 속도를 높이는 시분할 다중화(TDM; time division multiplexing) 방식과 광 주파수 자원을 폭 넓게 활용하는 파장 분할 다중화(WDM; wavelength division multiplexing) 방식의 광 기술이 활용된다.
- [0003] 또한, 데이터 센터를 연결하기 위해 이더넷(Ethernet)을 기반으로 하는 멀티레벨 광 신호 변조기술이 연구되고 있다. 멀티레벨 광 신호 변조기술 중 하나로 펄스 진폭 변조(PAM; pulse amplitude modulation) 기술이 사용된다. PAM 광 신호 변조 장치는 디지털 신호인 이진 전기 신호를 아날로그 신호로 변환하기 위한 디지털/아날로그 변환기(DAC; digital to analog converter)를 수반한다.
- [0004] 대용량화를 기반으로 하는 차세대 통신 기술에서 요구되는 디지털/아날로그 전기신호 부품들은 비용을 크게 발생시킬 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상술된 기술적 과제를 해결하기 위한 것으로써, 본 발명의 목적은 디지털/아날로그 전기신호 부품들 대신 광 소자를 사용하여 멀티레벨 광 신호를 생성하는 광 신호 생성 장치 및 그것의 동작 방법을 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 세기 변조기, 상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 증폭기 및 상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 세기 변조기를 포함한다.
- [0007] 상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압 및 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성될 수 있다.
- [0008] 상기 제4 광 신호의 광 세기 변조 폭은 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭과 동일할 수 있다.
- [0009] 상기 제1 광 증폭기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭의 반이 되도록 상기 제2 광 신호를 정형하도록 구성될 수 있다.
- [0010] 상기 제1 광 증폭기는 입력 전류를 기반으로 동작하고, 상기 입력 전류의 크기는 상기 제1 광 증폭기가 비선형 특성 영역에서 동작하도록 하는 전류의 크기일 수 있다.
- [0011] 상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 다른 제2 바이어스 전압 및 상기 제1 RF 전압과 다른 진폭을 갖는 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성될 수 있다.
- [0012] 상기 제2 RF 전압의 상기 진폭은 상기 제1 RF 전압의 상기 진폭의 반일 수 있다.
- [0013] 상기 제1 광 증폭기는 입력 전류를 기반으로 동작하고, 상기 입력 전류의 크기는 상기 제1 광 증폭기가 선형 특성 영역에서 동작하도록 하는 전류의 크기일 수 있다.
- [0014] 상기 제3 광 신호의 가장 높은 레벨의 광 세기는 상기 제1 광 신호의 광 세기와 동일할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 상기 제4 광 신호를 증폭하여 제5 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 증폭기 및 상기 제5 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+2}$ -레벨 제6 광 신호를 생성하도록 구성되는 제3 광 세기 변조기를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제2 광 세기 변조기는 제2 바이어스 전압 및 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제3 광 세기 변조기는

제3 바이어스 전압 및 제3 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제1 바이어스 전압, 상기 제2 바이어스 전압 및 상기 제3 바이어스 전압은 동일하고, 상기 제1 RF 전압, 상기 제2 RF 전압 및 상기 제3 RF 전압은 동일한 진폭을 가질 수 있다.

[0017] 상기 제1 광 증폭기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭의 반이 되도록 상기 제2 광 신호를 정형하도록 구성되고, 상기 제2 광 증폭기는 상기 제5 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제4 광 신호의 광 세기 변조 폭의 1/4이 되도록 상기 제4 광 신호를 정형하도록 구성될 수 있다.

[0018] 상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제2 광 세기 변조기는 제2 바이어스 전압 및 제2 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제3 광 세기 변조기는 제3 바이어스 전압 및 제3 RF 전압을 기반으로 동작하도록 구성되고, 상기 제1 바이어스 전압, 상기 제2 바이어스 전압 및 상기 제3 바이어스 전압은 서로 다르고, 상기 제1 RF 전압, 상기 제2 RF 전압 및 상기 제3 RF 전압은 서로 다른 진폭을 가질 수 있다.

[0019] 상기 제2 RF 전압의 진폭은 상기 제1 RF 전압의 진폭의 반이고, 상기 제3 RF 전압의 진폭은 상기 제2 RF 전압의 진폭의 반일 수 있다.

[0020] 상기 제1 광 세기 변조기 및 상기 제2 광 세기 변조기는 마하젠더 광 세기 변조기 또는 전계 흡수 변조기일 수 있다.

[0021] 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치의 동작 방법은 제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하는 단계, 상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하는 단계 및 상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 상기 제1 광 신호를 변조하고, 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압 및 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압을 기반으로 상기 제3 광 신호를 변조할 수 있다.

[0023] 제1 바이어스 전압 및 제1 RF 전압을 기반으로 상기 제1 광 신호를 변조하고, 상기 제1 바이어스 전압과 다른 제2 바이어스 전압 및 상기 제1 RF 전압과 다른 진폭을 갖는 제2 RF 전압을 기반으로 상기 제3 광 신호를 변조할 수 있다.

[0024] 입력 전류를 기반으로 상기 제2 광 신호를 증폭하고, 상기 입력 전류의 크기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭과 달라지도록 하는 전류의 크기일 수 있다.

[0025] 입력 전류를 기반으로 상기 제2 광 신호를 증폭하고, 상기 입력 전류의 크기는 상기 제3 광 신호의 광 세기 변조 폭이 상기 제2 광 신호의 광 세기 변조 폭과 동일하도록 하는 전류의 크기일 수 있다.

### 발명의 효과

[0026] 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 광 소자를 사용하여 멀티레벨 광 신호를 생성함으로써 저비용, 고품질의 광 신호를 생성할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 광 변조 및 광 증폭 동작을 순차적으로 수행함으로써 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 도 1의 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시 예에 따른 광 세기 변조기의 변조 동작을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시 예에 따른 광 증폭기의 동작을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 5는 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다.

도 6은 도 5의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 7은 도 5의 광 신호 생성 장치의 동작 방법을 나타내는 순서도이다.

도 8은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다.

도 9는 도 8의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 10은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다.

도 11은 도 10의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 12는 도 10의 광 신호 생성 장치의 동작 방법을 나타내는 순서도이다.

도 13은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다.

도 14는 도 13의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들이 상세하게 설명된다. 이하의 설명에서, 상세한 구성들 및 구조들과 같은 세부적인 사항들은 단순히 본 발명의 실시 예들의 전반적인 이해를 돕기 위하여 제공된다. 그러므로 본 발명의 기술적 사상 및 범위로부터의 벗어남 없이 본문에 기재된 실시 예들의 변형들은 통상의 기술자 의해 수행될 수 있다. 더욱이, 명확성 및 간결성을 위하여 잘 알려진 기능들 및 구조들에 대한 설명들은 생략된다. 본 명세서에서 사용된 용어들은 본 발명의 기능들을 고려하여 정의된 용어들이며, 특정 기능에 한정되지 않는다. 용어들의 정의는 상세한 설명에 기재된 사항을 기반으로 결정될 수 있다.
- [0030] 이하의 도면들 또는 상세한 설명에서의 모듈들은 도면에 도시되거나 또는 상세한 설명에 기재된 구성 요소 이외에 다른 것들과 연결될 수 있다. 모듈들 또는 구성 요소들 사이의 연결은 각각 직접적 또는 비직접적일 수 있다. 모듈들 또는 구성 요소들 사이의 연결은 각각 통신에 의한 연결이거나 또는 물리적인 접속일 수 있다.
- [0031] 상세한 설명에서 사용되는 부 또는 유닛(unit), 모듈(module), 계층(layer) 등의 용어를 참조하여 설명되는 구성 요소들은 소프트웨어, 또는 하드웨어, 또는 그것들의 조합의 형태로 구현될 수 있다. 예시적으로, 소프트웨어는 기계 코드, 펌웨어, 임베디드 코드, 및 애플리케이션 소프트웨어일 수 있다. 예를 들어, 하드웨어는 전기 회로, 전자 회로, 프로세서, 컴퓨터, 집적 회로, 집적 회로 코어들, 압력 센서, 관성 센서, 맵스(Micro Electro Mechanical System; MEMS), 수동 소자, 또는 그것들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0032] 다르게 정의되지 않는 한, 본문에서 사용되는 기술적 또는 과학적인 의미를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자에 의해 이해될 수 있는 의미를 갖는다. 일반적으로 사전에서 정의된 용어들은 관련된 기술 분야에서의 맥락적 의미와 동등한 의미를 갖도록 해석되며, 본문에서 명확하게 정의되지 않는 한, 이상적 또는 과도하게 형식적인 의미를 갖도록 해석되지 않는다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 개략적으로 보여주는 도면이다. 도 1을 참조하면, 광원(10)은 전류( $I_s$ )로부터 광 신호를 생성할 수 있다. 광원(10)은 일정한 세기의 광 신호를 출력하여 광 신호 생성 장치(100)로 전송할 수 있다.
- [0034] 광 신호 생성 장치(100)는 광원(10)으로부터 광 신호를 수신하고, 수신된 광 신호를 변조하여  $2^N$ -레벨( $N>1$ )(또는 멀티레벨) 광 신호를 생성할 수 있다. 즉, 광 신호 생성 장치(100)로부터 생성되는 광 신호는  $2^N$ -레벨 중 하나의 레벨을 나타낼 수 있다. 따라서, 광 신호 생성 장치(100)는  $2^N$ 개의 값을 나타낼 수 있는 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0035] 광 신호 생성 장치(100)는 제0 광 세기 변조기(101) 및 하나 이상의 이진 신호 생성부(110)를 포함할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(101)는 광원(10)으로부터 일정한 세기의 광 신호를 수신하여 광 세기를 변조할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(101)는 광 세기를 변조함으로써 이진(binary) 신호 형태의 광 신호(이하, 이진 광 신호)를 생성할 수 있다. 즉, 제0 광 세기 변조기(101)는 하나의 레벨의 광 신호로부터 하이 레벨(예를 들어, "1") 및 로우 레벨(예를 들어, "0") 값을 갖는 2-레벨의 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0036] 이진 신호 생성부(110)는 광 신호를 수신하여 증폭하고, 증폭된 광 신호를 변조하여 이진 광 신호를 생성할 수 있다. 예시적으로, 이진 신호 생성부(110)는 광 신호를 정형(reshaping)할 수 있다. 광 신호가 정형이 되는 경우, 이진 광 신호의 광 세기 변조 폭이 달라질 수 있다.

- [0037] 제1 이진 신호 생성부(110-1)는 제0 광 세기 변조기(101)로부터 2-레벨 광 신호를 수신할 수 있다. 제1 이진 신호 생성부(110-1)는 2-레벨을 나타내는 광 신호로부터 4-레벨을 나타내는 이진 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0038] 제2 이진 신호 생성부(110-2)는 제1 이진 신호 생성부(110)로부터 4-레벨 광 신호를 수신할 수 있다. 제2 이진 신호 생성부(110-2)는 4-레벨을 나타내는 광 신호로부터 8-레벨을 나타내는 이진 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0039] 제N-1 이진 신호 생성부(110-N-1)는 제N-2 이진 신호 생성부(미도시)로부터  $2^{N-1}$ -레벨 광 신호를 수신할 수 있다. 제N-1 이진 신호 생성부(110-N-1)는  $2^{N-1}$ -레벨을 나타내는 광 신호로부터  $2^N$ -레벨을 나타내는 이진 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0040] 도 1에 도시된 바와 같이, 제0 광 세기 변조기(101) 및 하나 이상의 이진 신호 생성부(110)는 직렬로 연결되어 순차적으로 광 신호를 변조하여 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 따라서, 광 신호 생성 장치(100)는 N-1개의 이진 신호 생성부를 통해  $2^N$ -레벨 광 신호를 생성할 수 있고, 하나의 광 세기 변조기 및 하나 이상의 이진 신호 생성부를 통해 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는, 도 1에 도시된 바와 같이, 별도의 광원(10)으로부터 생성된 광 신호를 수신할 수도 있지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 광원을 포함하고, 광 신호 생성 장치 내부에서 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0042] 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 광 신호 생성 장치가 별도의 광원으로부터 광 신호를 수신하는 것으로 가정한다.
- [0043] 도 2는 도 1의 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 광 신호 생성 장치(100)는 제0 광 세기 변조기(101) 및 하나 이상의 이진 신호 생성부(110)를 포함할 수 있다. 이진 신호 생성부(110)는 광 증폭기(111) 및 광 세기 변조기(112)를 포함할 수 있다.
- [0044] 광 세기 변조기(101, 112)는 전계 흡수 변조기(EAM; Electro-Absorption Modulator) 또는 마하젠더(Mach-Zehnder) 광 세기 변조기 등을 이용하여 구현될 수 있다.
- [0045] 광 세기 변조기(101, 112)는 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 변조할 수 있다. 바이어스 전압( $V_{bias}$ )은 직류 전압으로 광 세기 변조기의 기준 동작점과 연관될 수 있다. RF 전압( $V_{RF}$ )은 광 신호가 변조되어 생성되는 이진 광 신호의 광 세기 변조 폭과 연관될 수 있다. 예시적으로, RF 전압( $V_{RF}$ )은 교류 전압 또는 전기적 이진 신호일 수 있다. 예를 들어, 생성되는 이진 광 신호의 광 세기 기준 값이 바이어스 전압( $V_{bias}$ )에 따라 결정되고, 이진 광 신호의 광 세기 변조 폭이 RF 전압( $V_{RF}$ )에 따라 달라질 수 있다.
- [0046] 광 증폭기(111)는 전류(I)에 기초하여 수신된 광 신호의 세기를 증폭할 수 있다. 광 증폭기(111)는 전류(I)에 기초하여 이진 광 신호의 광 세기 폭을 조절함으로써 광 신호를 정형할 수 있다.
- [0047] 제0 광 세기 변조기(101)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ), 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ ) 및 광 신호를 수신할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(101)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 변조하여 이진 광 신호를 생성할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(101)에 의해 생성된 이진 광 신호는 2-레벨 광 신호일 수 있다.
- [0048] 제1 광 증폭기(111-1)는 제1 전류( $I_1$ ) 및 제0 광 세기 변조기(101)로부터 생성된 광 신호를 수신할 수 있다. 제1 광 증폭기(111-1)는 제1 전류( $I_1$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 증폭할 수 있다. 제1 광 증폭기(111-1)는 제1 전류( $I_1$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 정형할 수 있다.
- [0049] 제1 광 세기 변조기(112-1)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ), 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ ) 및 제1 광 증폭기(111-1)로부터 증폭된 광 신호를 수신할 수 있다. 제1 광 세기 변조기(112-1)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 변조하여 이진 광 신호를 생성할 수 있다. 제1 광 세기 변조기(112-1)에 의해 생성된 이진 광 신호는 4-레벨 광 신호일 수 있다.
- [0050] 제1 광 증폭기(111-1)에서와 마찬가지로, 제2 광 증폭기(111-2)는 제2 전류( $I_2$ )에 기초하여 광 신호의 세기를 증폭할 수 있고, 수신된 광 신호를 정형할 수 있다. 또한, 제N-1 광 증폭기(111-N-1)는 제N-1 전류( $I_{N-1}$ )에 기초하여 수신된 광 신호의 세기를 증폭할 수 있고, 수신된 광 신호를 정형할 수 있다.

- [0051] 제1 광 세기 변조기(112-1)에서와 마찬가지로, 제2 광 세기 변조기(112-2)는 제2 바이어스 전압( $V_{bias2}$ ) 및 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 변조하여 8-레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 또한, 제N-1 광 세기 변조기(112-N-1)는 제N-1 바이어스 전압( $V_{biasN-1}$ ) 및 제N-1 RF 전압( $V_{RFN-1}$ )에 기초하여 수신된 광 신호를 변조하여  $2^N$ -레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0052] 예시적으로, 제0 바이어스 전압 내지 제N-1 바이어스 전압( $V_{bias0} \sim V_{biasN-1}$ )의 크기는 동일할 수 있고, 제0 RF 전압 내지 제N-1 RF 전압( $V_{RF0} \sim V_{RFN-1}$ )의 진폭의 크기는 동일할 수 있다. 이 경우, 제0 광 세기 변조기 내지 제N-1 광 세기 변조기(101~112-N-1)에서 생성되는 이진 광 신호의 광 세기 변조 폭은 동일할 수 있다.
- [0053] 예시적으로, 제0 바이어스 전압 내지 제N-1 바이어스 전압( $V_{bias0} \sim V_{biasN-1}$ )의 크기는 다를 수 있고, 제0 RF 전압 내지 제N-1 RF 전압( $V_{RF0} \sim V_{RFN-1}$ )의 크기는 다를 수 있다. 이 경우, 제0 광 세기 변조기 내지 제N-1 광 세기 변조기(101~112-N-1)에서 생성되는 이진 광 신호의 광 세기 변조 폭은 다를 수 있다.
- [0054] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 광 신호 생성 장치(100)는 N-1개의 이진 신호 생성부를 포함할 수 있다. 그러나, 광 신호 생성 장치(100)는 이진 신호 생성부의 개수에 한정되지 않으며, 예를 들어, 하나의 이진 신호 생성부를 통해 멀티레벨 광 신호(예를 들어, 4-레벨 광 신호)를 생성할 수 있다.
- [0055] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시 예에 따른 광 세기 변조기의 변조 동작을 예시적으로 보여주는 도면이다. 구체적으로, 도 3a는 제0 광 세기 변조기(101)가 수신된 광 신호를 이진 광 신호로 변조하는 예시를 나타내고, 도 3b는 제0 광 세기 변조기(101)가 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )에 따라 수신된 광 신호를 이진 광 신호로 변조하는 예시를 나타낸다. 설명의 편의를 위해, 제0 광 세기 변조기(101)를 기준으로 본 발명의 실시 예에 따른 광 세기 변조기를 설명하지만, 다른 광 세기 변조기들(112-1~112-N-1)도 유사하게 동작할 수 있다.
- [0056] 도 3a를 참조하면, 도 3a의 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 광 세기를 나타낸다. 세로축의 광 세기는 입력 광 신호의 광 세기에 대한 출력 광 신호의 광 세기의 상대적인 크기를 나타내며, 절대적인 광 세기를 의미하는 것은 아닐 수 있다. 이와 마찬가지로, 이하의 도면들에 도시된 광 세기는 상대적인 광 세기의 크기를 나타내는 것일 수 있다.
- [0057] 제0 광 세기 변조기(101)는 수신된 제1 광 신호(OS1)를 변조하여 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다. 예시적으로, 생성되는 제2 광 신호(OS2)는 이진 신호 형태일 수 있다. 예를 들어, 제2 광 신호(OS2) 중 광 세기(p2)가 큰 제2 광 신호(OS2)는 "1" 값을 가리키며, 광 세기(p3)가 작은 제2 광 신호(OS2)는 "0" 값을 가리킬 수 있다.
- [0058] 도 3a에 도시된 바와 같이, 제0 광 세기 변조기(101)를 통해 변조된 광 신호는 삽입 손실(insertion loss)로 인하여 광 세기가 작아질 수 있다. 예를 들어, 변조된 제2 광 신호(OS2)의 제2 광 세기(p2)는 제1 광 신호(OS1)의 제1 광 세기(p1)보다 삽입 손실만큼 작아질 수 있다.
- [0059] 도 3b를 참조하면, 도 3b의 가로축은 인가 전압을 나타내고 세로축은 광 세기를 나타낸다. 도 3b는 제0 광 세기 변조기(101)에 인가되는 전압에 따른 광 세기 응답 특성을 보여준다. 제0 광 세기 변조기(101)는 광 세기 변조기 특성 곡선에 기초하여 동작할 수 있다. 예시적으로, 제0 광 세기 변조기(101)의 응답 특성(즉, 광 세기 변조기 특성 곡선)은 제0 광 세기 변조기(101)의 구조 및 설계에 따라 달라질 수 있으며, 제0 광 세기 변조기(101)의 응답 특성은 미리 정해질 수 있다.
- [0060] 도 3b의 인가 전압은 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )일 수 있다. 제0 광 세기 변조기(101)에 제1 전압( $V_1$ )을 갖는 바이어스 전압( $V_{bias}$ )과 제1 진폭(a1)을 갖는 RF 전압( $V_{RF}$ )이 인가될 수 있다. 이 경우, 제0 광 세기 변조기(101)는 제1 광 세기(p1)를 갖는 제1 광 신호(OS1)로부터 제2 광 세기(p2) 및 제3 광 세기(p3)를 갖는 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다.
- [0061] 생성되는 제2 광 신호(OS2)는 광 세기 변조기 특성 곡선에 기초하여 결정될 수 있다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 바이어스 전압( $V_{bias}$ )에 따라 변조되는 광 세기의 기준점이 달라질 수 있다. 예를 들어, 바이어스 전압( $V_{bias}$ )이 작아지는 경우, 변조되는 광 세기가 커질 수 있고, 바이어스 전압( $V_{bias}$ )이 커지는 경우, 변조되는 광 세기가 작아질 수 있다.
- [0062] 또한, RF 전압( $V_{RF}$ )의 진폭에 따라, 생성되는 광 신호의 광 세기 변조 폭이 달라질 수 있다. 예를 들어, RF 전압



( $V_{RF}$ )의 진폭이 커지는 경우, 광 세기 변조 폭이 커질 수 있고, RF 전압( $V_{RF}$ )의 진폭이 작아지는 경우, 광 세기 변조 폭이 작아질 수 있다.

- [0063] 예시적으로, 제0 광 세기 변조기(101)가 광 세기 변조기 특성 곡선의 선형 특성 영역에서 동작할 수 있도록 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )이 인가될 수 있다. 제0 광 세기 변조기(101)가 선형 특성 영역에서 동작하는 경우, 인가되는 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )을 조절하여 광 세기 변조 폭을 용이하게 제어할 수 있다.
- [0064] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시 예에 따른 광 증폭기의 동작을 예시적으로 보여주는 도면이다. 구체적으로, 도 4a는 제1 광 증폭기(111-1)가 수신된 광 신호를 증폭하는 예시를 나타내고, 도 4b는 제1 광 증폭기(111-1)로부터 출력되는 광 증폭 세기를 결정하는 방법을 설명하기 위한 예시를 나타낸다. 설명의 편의를 위해, 제1 광 증폭기(111-1)를 기준으로 본 발명의 실시 예에 따른 광 증폭기를 설명하지만, 다른 광 증폭기들(111-2~111-N-1)도 유사하게 동작할 수 있다.
- [0065] 도 4a를 참조하면, 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 광 세기를 나타낸다. 제0 광 세기 변조기(101)로부터 제1 광 신호(OS1)가 제2 광 신호(OS2)로 변조되고, 제1 광 증폭기(111-1)로부터 제2 광 신호(OS2)의 광 세기가 증폭되어 제3 광 신호(OS3)가 생성될 수 있다.
- [0066] 제1 광 증폭기(111-1)에 의해 제2 광 신호(OS2)의 제2 광 세기(p2)는 제3 광 신호(OS3)의 제4 광 세기(p4)로 증폭될 수 있고, 제2 광 신호(OS2)의 제3 광 세기(p3)는 제3 광 신호(OS3)의 제5 광 세기(p5)로 증폭될 수 있다.
- [0067] 제1 광 증폭기(111-1)는 광 세기의 증폭을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 생성되는 광 신호의 광 세기 변조 폭을 변화시킬 수 있다(즉, 광 신호를 정형). 이에 따라, 증폭 전 광 세기 변조 폭과 증폭 후 광 세기 변조 폭은 달라질 수 있다. 예를 들어, 제1 광 증폭기(111-1)는 증폭 전 광 세기 변조 폭과 증폭 후 광 세기 변조 폭이 동일하도록 광 신호를 증폭할 수 있다. 또는, 제1 광 증폭기(111-1)는 증폭 전 광 세기 변조 폭보다 증폭 후 광 세기 변조 폭이 작아지도록 광 신호를 증폭할 수 있다.
- [0068] 도 4b를 참조하면, 가로축은 입력 광 세기를 나타내고, 세로축은 출력 광 세기를 나타낸다. 제1 광 증폭기(111-1)는 광 증폭기 특성 곡선에 기초하여 입력된 광 신호의 광 세기를 증폭시킬 수 있다. 광 증폭기 특성 곡선에 따라 제2 광 세기(p2)는 제4 광 세기(p4)로 증폭될 수 있고, 제3 광 세기(p3)는 제5 광 세기(p5)로 증폭될 수 있다.
- [0069] 광 증폭기 특성 곡선은 선형 특성 영역과 비선형 특성 영역(또는 포화 영역)이 존재할 수 있다. 선형 특성 영역에 따라 광 세기가 증폭되는 경우, 입력되는 광 세기에 비례하여 출력되는 광 세기가 결정될 수 있다. 증폭 전 광 세기 변조 폭은 증폭 후 광 세기 변조 폭과 동일할 수 있다. 따라서, 광 신호를 증폭만 하는 경우, 광 증폭기는 선형 특성 영역에 따라 동작할 수 있다.
- [0070] 비선형 특성 영역에 따라 광 세기가 증폭되는 경우, 입력되는 광 세기와 출력되는 광 세기는 비례하지 않을 수 있다. 증폭 후 광 세기 변조 폭은 증폭 전 광 세기 변조 폭보다 작아질 수 있다. 따라서, 광 신호를 정형하는 경우, 광 증폭기는 비선형 특성 영역에 따라 동작할 수 있다.
- [0071] 제1 광 증폭기(111-1)는 입력 전류에 기초하여 증폭 동작을 수행할 수 있다. 입력 전류가 달라지는 경우, 제1 광 증폭기(111-1)의 동작 특성이 변화될 수 있다. 즉, 도 4b에 도시된 광 증폭기 특성 곡선이 달라질 수 있다. 예를 들어, 입력 전류에 따라 선형 특성 영역 및 비선형 특성 영역이 달라질 수 있다. 따라서, 입력 전류에 따라 제1 광 증폭기(111-1)는 선형 특성 영역에 따라 광 신호를 증폭하거나 비선형 특성 영역에 따라 광 신호를 증폭할 수 있다.
- [0072] 도 5는 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다. 도 5를 참조하면, 광 신호 생성 장치(200)는 광 신호를 수신하여 4-레벨 광 신호를 출력할 수 있다. 광 신호 생성 장치(200)는 제0 광 세기 변조기(201) 및 이진 신호 생성부(210)를 포함할 수 있다. 이진 신호 생성부(210)는 제1 광 증폭기(211) 및 제1 광 세기 변조기(212)를 포함할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(201), 제1 광 증폭기(211) 및 제1 광 세기 변조기(212)는 도 1 내지 도 4b에서 설명한 광 세기 변조기 및 광 증폭기와 유사한 동작을 수행하므로 상세한 설명은 생략된다.
- [0073] 제0 광 세기 변조기(201)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )에 기초하여 동작하고, 제1 광 세기 변조기(212)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )에 기초하여 동작할 수 있다. 제0 바이어스 전압

( $V_{bias0}$ )과 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ )은 동일하고, 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭과 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭은 동일할 수 있다. 즉, 제0 광 세기 변조기(201) 및 제1 광 세기 변조기(212)는 동일한 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 동일한 진폭을 갖는 RF 전압( $V_{RF}$ )에 의해 동작할 수 있다.

[0074] 도 3b에 도시된 바와 같이, 제0 및 제1 광 세기 변조기들(201, 212)로 인가되는 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )의 진폭이 동일한 경우, 동일한 광 세기 변조 폭을 갖는 광 신호가 생성될 수 있다. 이에 따라, 제0 광 세기 변조기(201)에 의해 생성되는 광 신호의 광 세기 변조 폭은 및 제1 광 세기 변조기(212)에 의해 생성되는 광 신호의 광 세기 변조 폭과 동일할 수 있다.

[0075] 제1 광 증폭기(211)는 제1 전류( $I_1$ )를 입력 받아 제0 광 세기 변조기(201)로부터 수신된 광 신호를 증폭하고 정형할 수 있다. 제1 광 증폭기(211)는 광 신호 생성 장치(200)로부터 출력되는 4-레벨 광 신호의 각 신호 레벨 간 간격이 동일하게 되도록 수신된 광 신호를 증폭 및 정형할 수 있다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 제1 광 증폭기(211)는 비선형 특성 영역에서 동작함으로써 수신된 광 신호를 증폭 및 정형할 수 있다. 따라서, 제1 전류( $I_1$ )는 제1 광 증폭기(211)가 비선형 특성 영역에서 동작하게 하는 전류일 수 있다.

[0076] 예시적으로, 제1 광 증폭기(211)에 의해 입력되는 광 신호가 정형이 되는 경우, 출력 광 세기 변조 폭은 입력 광 세기 변조 폭의 반이 될 수 있다.

[0077] 제1 광 세기 변조기(212)는 증폭 및 정형된 2-레벨 광 신호를 변조하여 4-레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 따라서, 광 신호 생성 장치(200)는 4-레벨 광 신호(즉, 멀티레벨 광 신호)를 출력할 수 있다.

[0078] 도 6은 도 5의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다. 도 6의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 광 세기를 나타낸다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 제0 광 세기 변조기(201)는 제1 광 신호(OS1)를 변조하여 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다. 제1 광 세기( $p_1$ )를 갖는 제1 광 신호(OS1)로부터 제2 광 세기( $p_2$ ) 및 제3 광 세기( $p_3$ )를 갖는 2-레벨 제2 광 신호(OS2)가 생성될 수 있다. 제0 광 세기 변조기(201)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )을 기반으로 제1 광 세기 변조 폭( $w_1$ )을 갖는 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다.

[0079] 제1 광 증폭기(211)는 제2 광 신호(OS2)를 증폭하여 제3 광 신호(OS3)를 생성할 수 있다. 제1 광 증폭기(211)는 제1 전류( $I_1$ )를 기반으로 제3 광 신호(OS3)를 생성할 수 있다. 제3 광 신호(OS3)는 제4 광 세기( $p_4$ ) 및 제5 광 세기( $p_5$ )를 갖는 2-레벨 광 신호일 수 있다.

[0080] 제3 광 신호(OS3)는 제2 광 신호(OS2)와 비교하여 광 세기는 커지고, 광 세기 변조 폭은 작아질 수 있다. 예시적으로, 도 6에는 다르게 도시되어 있지만, 제1 광 증폭기(211)는 제3 광 신호(OS3)의 제4 광 세기( $p_4$ )가 제1 광 신호(OS1)의 제1 광 세기( $p_1$ )와 동일하게 되도록 제2 광 신호(OS2)를 증폭할 수 있다. 제1 광 증폭기(211)는 제3 광 신호(OS3)의 제2 광 세기 변조 폭( $w_2$ )이 제1 광 세기 변조 폭( $w_1$ )의 반이 되도록 제2 광 신호(OS2)를 정형할 수 있다.

[0081] 제1 광 세기 변조기(212)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )을 기반으로 제3 광 신호(OS3)를 변조하여 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ )은 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ )과 동일하고, 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭은 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭과 동일할 수 있다.

[0082] 제4 광 신호(OS4)는 제6 광 세기( $p_6$ ), 제7 광 세기( $p_7$ ), 제8 광 세기( $p_8$ ) 및 제9 광 세기( $p_9$ )를 갖는 4-레벨 광 신호일 수 있다. 제1 광 세기 변조기(212)는 제4 광 세기( $p_4$ )를 갖는 제3 광 신호(OS3)로부터 제6 광 세기( $p_6$ ) 및 제8 광 세기( $p_8$ )를 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제1 광 세기 변조기(212)는 제5 광 세기( $p_5$ )를 갖는 제3 광 신호(OS3)로부터 제7 광 세기( $p_7$ ) 및 제9 광 세기( $p_9$ )를 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 즉, 제1 광 세기 변조기(212)는 2-레벨의 제3 광 신호(OS3)로부터 4-레벨의 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다.

[0083] 제1 광 세기 변조기(212)는 제4 광 세기( $p_4$ )를 갖는 제3 광 신호(OS3)로부터 제3 광 세기 변조 폭( $w_3$ )을 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성될 수 있다. 제1 광 세기 변조기(212)는 제5 광 세기( $p_5$ )를 갖는 제3 광 신호(OS3)로부터 제4 광 세기 변조 폭( $w_4$ )을 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제3 광 세기 변조 폭( $w_3$ )과 제4 광 세기 변조 폭( $w_4$ )은 동일할 수 있고, 제3 광 세기 변조 폭( $w_3$ ) 및 제4 광 세기 변조 폭( $w_4$ )은 제1 광 세기 변조 폭( $w_1$ )과 동일할 수 있다. 또한, 제4 광 신호(OS4)의 광 세기들( $p_6$ ,  $p_7$ ,  $p_8$ ,  $p_9$ )의 간격은 동일할 수 있다.



- [0084] 본 명세서에서 광 세기 변조 폭이라 함은 광 세기 변조기를 통해 일정 레벨의 광 신호로부터 생성되는 이진 광 신호의 광 세기 폭을 의미할 수 있다. 즉, 제4 광 신호(OS4)의 제3 광 세기 변조 폭(w3) 또는 제4 광 세기 변조 폭(w4)은 제4 광 신호(OS4)의 광 세기들(p6, p7, p8, p9)의 간격과 다른 의미를 나타낼 수 있다.
- [0085] 도 7은 도 5의 광 신호 생성 장치의 동작 방법을 나타내는 순서도이다. 도 5 및 도 7를 참조하면, S101 단계에서, 광 신호 생성 장치(200)는 광 신호를 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )에 따라 변조하여 이진 광 신호를 생성할 수 있다. S102 단계에서, 광 신호 생성 장치(200)는 생성된 이진 광 신호를 증폭 및 정형할 수 있다. S103 단계에서, 광 신호 생성 장치(200)는 정형된 이진 광 신호를 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )에 따라 변조하여 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ )은 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ )과 동일하고, 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭은 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭과 동일할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치는 도 7에 도시된 바에 한정되지 않으며, S102 및 S103 단계를 반복하여 수행함으로써 더 많은 레벨을 갖는 광 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, S102 및 S103 단계를 N-1번 수행하는 경우, 광 신호 생성 장치는  $2^N$ -레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0087] 도 8은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다. 광 신호 생성 장치(300)는 제0 광 세기 변조기(301) 및 제1 이진 신호 생성부(310) 및 제2 이진 신호 생성부(320)를 포함할 수 있다. 제1 이진 신호 생성부(310)는 제1 광 증폭기(311) 및 제1 광 세기 변조기(312)를 포함하고, 제2 이진 신호 생성부(320)는 제2 광 증폭기(321) 및 제2 광 세기 변조기(322)를 포함할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(301) 및 제1 이진 신호 생성부(310)에 관한 동작은 도 5의 제0 광 세기 변조기(201) 및 이진 신호 생성부(210)에 관한 동작과 유사하므로, 상세한 설명은 생략된다.
- [0088] 광 신호 생성 장치(300)는 제0 광 세기 변조기(301) 및 제1 및 제2 이진 신호 생성부들(310, 320)을 통해 8-레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(301), 제1 광 세기 변조기(312) 및 제2 광 세기 변조기(322)에는 동일한 바이어스 전압( $V_{bias0}=V_{bias1}=V_{bias2}$ ) 및 동일한 진폭을 갖는 RF 전압( $V_{RF0}=V_{RF1}=V_{RF2}$ )이 인가될 수 있다. 제1 광 증폭기(311) 및 제2 광 증폭기(321)는 각각 제1 전류( $I_1$ ) 및 제2 전류( $I_2$ )가 입력될 수 있다.
- [0089] 도 9는 도 8의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다. 도 9의 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 광 세기를 나타낸다. 도 8 및 도 9를 참조하면, 제0 광 세기 변조기(301)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )을 기반으로 제1 광 신호(OS1)를 변조하여 제1 광 세기 변조 폭(w1)을 갖는 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다.
- [0090] 제1 광 증폭기(311)는 제1 전류( $I_1$ )를 기반으로 제2 광 신호(OS2)를 증폭 및 정형하여 제3 광 신호(OS3)를 생성할 수 있다. 정형된 제3 광 신호(OS3)의 제2 광 세기 변조 폭(w2)은 제1 광 세기 변조 폭(w1)과 다를 수 있다. 예시적으로, 제2 광 세기 변조 폭(w2)은 제1 광 세기 변조 폭(w1)의 반일 수 있다. 제3 광 신호(OS3)의 가장 높은 레벨의 광 세기는 제1 광 신호(OS1)의 광 세기와 동일할 수 있다.
- [0091] 제1 광 세기 변조기(312)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )을 기반으로 제3 광 신호(OS3)를 변조하여 제3 광 세기 변조 폭(w3)을 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ )은 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ )과 동일하고, 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭은 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭과 동일할 수 있다. 예시적으로, 제3 광 세기 변조 폭(w3)은 제1 광 세기 변조 폭(w1)과 동일하고, 제4 광 신호(OS4)의 각 신호 레벨 간의 간격은 동일할 수 있다.
- [0092] 제2 광 증폭기(321)는 제2 전류( $I_2$ )를 기반으로 제4 광 신호(OS4)를 증폭 및 정형하여 제5 광 신호(OS5)를 생성할 수 있다. 제5 광 신호(OS5)는 제3 광 세기 변조 폭(w3)과 다른 제4 광 세기 변조 폭(w4)을 가질 수 있다. 예시적으로, 제4 광 세기 변조 폭(w4)은 제3 광 세기 변조 폭(w3)의 1/4 일 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치(100)는 광 신호 증폭 단계가 증가될수록, 광 세기 변조 폭을 더 감소될 수 있도록 광 신호를 정형할 수 있다. 예를 들어, 광 신호 생성 장치(100)는 제1 광 증폭기에서 광 신호 변조 폭을 1/2로 정형하고, 제2 광 증폭기에서 광 신호 변조 폭을 1/4로 정형하고, 제3 광 증폭기에서 광 신호 변조 폭을 1/8로 정형할 수 있다. 제5 광 신호(OS5)의 가장 높은 레벨의 광 세기는 제3 광 신호(OS3)의 가장 높은 레벨의 광 세기와 동일할 수 있다.
- [0093] 제2 광 세기 변조기(322)는 제2 바이어스 전압( $V_{bias2}$ ) 및 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )을 기반으로 제5 광 신호(OS5)를 변

조하여 제5 광 세기 변조 폭(w5)을 갖는 제6 광 신호(OS6)를 생성할 수 있다. 제2 바이어스 전압( $V_{bias2}$ )은 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ )과 동일하고, 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )의 진폭은 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭과 동일할 수 있다. 예시적으로, 제5 광 세기 변조 폭(w5)은 제1 및 제3 광 세기 변조 폭(w1 및 w3)과 동일할 수 있고, 제6 광 신호(OS6)의 각 신호 레벨 간의 간격은 동일할 수 있다.

[0094] 광 신호 생성 장치(300)는 제2 광 세기 변조기(322)로부터 생성된 제6 광 신호(OS6)를 출력할 수 있다. 이로부터, 광 신호 생성 장치(300)는 8-레벨 광 신호를 출력할 수 있다. 광 신호 생성 장치(300)로부터 출력되는 8-레벨 광 신호는 도 9 및 아래의 표 1과 같이 할당된 비트들(bits)에 대응하는 값을 가리킬 수 있다.

표 1

| 8-레벨 광 신호 | 제0 광 세기 변조기의 제0 RF 전압의 크기 | 제1 광 세기 변조기의 제1 RF 전압의 크기 | 제2 광 세기 변조기의 제2 RF 전압의 크기 |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 000       | 0                         | 0                         | 0                         |
| 001       | 1                         | 0                         | 0                         |
| 010       | 0                         | 1                         | 0                         |
| 011       | 1                         | 1                         | 0                         |
| 100       | 0                         | 0                         | 1                         |
| 101       | 1                         | 0                         | 1                         |
| 110       | 0                         | 1                         | 1                         |
| 111       | 1                         | 1                         | 1                         |

[0096] 표 1과 같이, 광 신호 생성 장치(300)로부터 8-레벨 광 신호를 수신하는 경우, 수신단은 광 신호 레벨에 따라 광 신호가 가리키는 값을 "000"~"111" 중 하나로 인식할 수 있다. 예를 들어, 제0 광 세기 변조기(301)에 "1"에 대응되는 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )이 입력되고, 제1 광 세기 변조기(312)에 "0"에 대응되는 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )이 입력되고, 제2 광 세기 변조기(322)에 "0"에 대응되는 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )이 입력되는 경우, 수신단은 "001"을 가리키는 광 신호를 수신할 수 있다.

[0097] 제0 광 세기 변조기(301)에 "0"에 대응되는 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )이 입력되고, 제1 광 세기 변조기(312)에 "1"에 대응되는 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )이 입력되고, 제2 광 세기 변조기(322)에 "1"에 대응되는 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )이 입력되는 경우, 수신단은 "110"을 가리키는 광 신호를 수신할 수 있다.

[0098] 8-레벨 광 신호에 대해서 표 1과 같이 비트 값이 할당될 수 있지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 각 레벨에 대응하는 비트 값은 달라질 수 있다.

[0099] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 동일한 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 동일한 진폭의 RF 전압( $V_{RF}$ )을 기반으로 동작하는 복수의 광 세기 변조기들을 통해 광 신호를 순차적으로 변조함으로써 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.

[0100] 도 10은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다. 도 10을 참조하면, 광 신호 생성 장치(400)는 광 신호를 수신하여 4-레벨 광 신호를 출력할 수 있다. 광 신호 생성 장치(400)는 제0 광 세기 변조기(401) 및 이진 신호 생성부(410)를 포함할 수 있다. 이진 신호 생성부(410)는 제1 광 증폭기(411) 및 제1 광 세기 변조기(412)를 포함할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(401), 제1 광 증폭기(411) 및 제1 광 세기 변조기(412)는 도 1 내지 도 4b에서 설명한 광 세기 변조기 및 광 증폭기와 유사한 동작을 수행하므로 상세한 설명은 생략된다.

[0101] 제0 광 세기 변조기(401)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )을 입력으로 하여 광 신호를 변조할 수 있고, 제1 광 세기 변조기(412)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )을 입력으로 하여 광 신호를 변조할 수 있다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 제0 및 제1 광 세기 변조기들(401, 412)로 인가되는 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 RF 전압( $V_{RF}$ )의 진폭이 다른 경우, 광 세기 변조 폭이 다른 광 신호가 생성될 수 있다.

[0102] 제1 광 증폭기(411)는 제1 전류( $I_{11}$ )를 입력 받아 제0 광 세기 변조기(401)로부터 수신된 광 신호를 증폭할 수 있다. 제1 광 증폭기(411)는 광 세기 변조 폭을 동일하게 유지하면서 광 신호를 증폭할 수 있다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 제1 광 증폭기(411)는 선형 특성 영역에서 동작함으로써 광 신호를 증폭할 수 있다. 따라서, 제1

전류(I<sub>1</sub>)는 제1 광 증폭기(411)가 선형 특성 영역에서 동작하게 하는 전류일 수 있다.

- [0103] 제1 광 세기 변조기(412)는 증폭된 2-레벨 광 신호를 변조하여 4-레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 따라서, 광 신호 생성 장치(400)는 4-레벨 광 신호(즉, 멀티레벨 광 신호)를 출력할 수 있다.
- [0104] 도 11은 도 10의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다. 도 11의 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 광 세기를 나타낸다. 도 10 및 도 11을 참조하면, 제0 광 세기 변조기(401)는 제1 광 신호(OS1)를 변조하여 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(401)에 의해 제1 광 세기(p1)를 갖는 제1 광 신호(OS1)로부터 제2 광 세기(p2) 및 제3 광 세기(p3)를 갖는 2-레벨 제2 광 신호(OS2)가 생성될 수 있다. 제0 광 세기 변조기(401)는 제0 바이어스 전압(V<sub>bias0</sub>) 및 제0 RF 전압(V<sub>RF0</sub>)을 기반으로 제1 광 세기 변조 폭(w1)을 갖는 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다.
- [0105] 제1 광 증폭기(411)는 제1 전류(I<sub>1</sub>)를 기반으로 제2 광 신호(OS2)를 증폭하여 제3 광 신호(OS3)를 생성할 수 있다. 제3 광 신호(OS3)는 제4 광 세기(p4) 및 제5 광 세기(p5)를 갖는 2-레벨 광 신호일 수 있다. 제1 광 증폭기(411)는 제3 광 신호(OS3)의 제4 광 세기(p4)를 제1 광 신호(OS1)의 제1 광 세기(p1)와 동일하게 되도록 제2 광 신호(OS2)를 증폭할 수 있다. 제3 광 신호(OS3)의 제2 광 세기 변조 폭(w2)은 제1 광 세기 변조 폭(w1)과 동일할 수 있다.
- [0106] 제1 광 세기 변조기(412)는 제1 바이어스 전압(V<sub>bias1</sub>) 및 제1 RF 전압(V<sub>RF1</sub>)을 기반으로 제3 광 신호(OS3)를 변조하여 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제4 광 신호(OS4)는 제6 광 세기(p6), 제7 광 세기(p7), 제8 광 세기(p8) 및 제9 광 세기(p9)를 갖는 4-레벨 광 신호일 수 있다. 제1 광 세기 변조기(412)는 제4 광 세기(p4)를 갖는 제3 광 신호(OS3)로부터 제6 광 세기(p6) 및 제7 광 세기(p7)를 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제1 광 세기 변조기(412)는 제5 광 세기(p5)를 갖는 제3 광 신호(OS3)로부터 제8 광 세기(p8) 및 제9 광 세기(p9)를 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 따라서, 제1 광 세기 변조기(412)는 2-레벨의 제3 광 신호(OS3)로부터 4-레벨의 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다.
- [0107] 제1 광 세기 변조기(412)는 제3 광 신호(OS3)로부터 제3 광 세기 변조 폭(w3) 및 제4 광 세기 변조 폭(w4)을 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제1 광 세기 변조기(412)는 제4 광 신호(OS4)의 각 신호 레벨 간의 간격이 동일하게 되도록(즉, 제3 광 세기 변조 폭(w3), 제4 광 세기 변조 폭(w4), 제5 광 세기 변조 폭(w5)이 동일) 제3 광 신호(OS3)를 변조할 수 있다. 예를 들어, 제0 RF 전압(V<sub>RF0</sub>)의 진폭의 반인 제1 RF 전압(V<sub>RF1</sub>)이 인가됨으로써 제4 광 신호(OS4)의 각 신호 레벨 간의 간격이 동일하게 될 수 있다.
- [0108] 도 11에 도시된 바와 같이, 광 신호 생성 장치(400)는 도 5의 광 신호 생성 장치(200)와 마찬가지로 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있지만, 다른 형태의 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0109] 도 12는 도 10의 광 신호 생성 장치의 동작 방법을 나타내는 순서도이다. 도 10 및 도 12를 참조하면, S201 단계에서, 광 신호 생성 장치(400)는 광 신호를 제0 바이어스 전압(V<sub>bias0</sub>) 및 제0 RF 전압(V<sub>RF0</sub>)에 따라 변조하여 이진 광 신호를 생성할 수 있다. S202 단계에서, 광 신호 생성 장치(400)는 생성된 이진 광 신호를 증폭할 수 있다. S203 단계에서, 광 신호 생성 장치(400)는 증폭된 이진 광 신호를 제1 바이어스 전압(V<sub>bias1</sub>) 및 제1 RF 전압(V<sub>RF1</sub>)에 따라 변조하여 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 제1 바이어스 전압(V<sub>bias1</sub>)은 제0 바이어스 전압(V<sub>bias0</sub>)과 다르고, 제1 RF 전압(V<sub>RF1</sub>)의 진폭은 제0 RF 전압(V<sub>RF0</sub>)의 진폭과 다를 수 있다.
- [0110] 본 발명의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치의 동작 방법도 도 12에 도시된 바에 한정되지 않으며, S202 및 S203 단계를 반복하여 수행함으로써 더 많은 레벨을 갖는 광 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, S202 및 S203 단계를 N-1번 수행하는 경우, 광 신호 생성 장치는 2<sup>N</sup>-레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0111] 도 13은 본 발명의 하나의 실시 예에 따른 광 신호 생성 장치를 보여주는 블록도이다. 광 신호 생성 장치(500)는 제0 광 세기 변조기(501), 제1 이진 신호 생성부(510) 및 제2 이진 신호 생성부(520)를 포함할 수 있다. 제1 이진 신호 생성부(510)는 제1 광 증폭기(511) 및 제1 광 세기 변조기(512)를 포함하고, 제2 이진 신호 생성부(520)는 제2 광 증폭기(521) 및 제2 광 세기 변조기(522)를 포함할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(501) 및 제1 이진 신호 생성부(510)에 관한 동작은 도 10의 제0 광 세기 변조기(401) 및 이진 신호 생성부(410)에 관한 동작과 유사하므로, 상세한 설명은 생략된다.
- [0112] 광 신호 생성 장치(500)는 제0 광 세기 변조기(501) 및 제1 및 제2 이진 신호 생성부들(510, 520)을 통해 8-레

벨 광 신호를 생성할 수 있다. 제0 광 세기 변조기(501), 제1 광 세기 변조기(512) 및 제2 광 세기 변조기(522)에는 각각 다른 바이어스 전압들( $V_{bias0}$ ,  $V_{bias1}$ ,  $V_{bias2}$ ) 및 RF 전압들( $V_{RF0}$ ,  $V_{RF1}$ ,  $V_{RF2}$ )이 인가될 수 있다. 예를 들어, 제1 광 세기 변조기(512)에 입력되는 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭은 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭의 반일 수 있고, 제2 광 세기 변조기(522)에 입력되는 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )의 진폭은 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭의 반일 수 있다. 즉, 광 세기 변조기에 입력되는 RF 전압( $V_{RF}$ )의 진폭의 크기는 이전 단계의 광 세기 변조기에 입력되는 RF 전압( $V_{RF}$ )과 비교하여 일정한 비율로 감소될 수 있다.

[0113] 제1 광 증폭기(511)에는 제1 전류( $I_1$ )가 입력될 수 있고, 제2 광 증폭기(521)에는 제2 전류( $I_2$ )가 입력될 수 있다. 제1 광 증폭기(511) 및 제2 광 증폭기(521)는 각각 제1 전류( $I_1$ ) 및 제2 전류( $I_2$ )를 입력 받아 광 신호를 증폭할 수 있다.

[0114] 도 14는 도 13의 광 신호 생성 장치의 광 신호 출력을 예시적으로 보여주는 도면이다. 도 14의 가로축은 시간을 나타내고 세로축은 광 세기를 나타낸다. 도 13 및 도 14를 참조하면, 제0 광 세기 변조기(501)는 제0 바이어스 전압( $V_{bias0}$ ) 및 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )을 기반으로 제1 광 신호(OS1)를 변조하여 제1 광 세기 변조 폭( $w1$ )을 갖는 제2 광 신호(OS2)를 생성할 수 있다.

[0115] 제1 광 증폭기(511)는 제1 전류( $I_1$ )를 기반으로 제2 광 신호(OS2)를 증폭하여 제3 광 신호(OS3)를 생성할 수 있다. 제3 광 신호(OS3)는 제1 광 세기 변조 폭( $w1$ )과 동일한 제2 광 세기 변조 폭( $w2$ )을 가질 수 있다. 예시적으로, 제3 광 신호(OS3)의 가장 높은 레벨의 광 세기는 제1 광 신호(OS1)의 광 세기와 동일할 수 있다.

[0116] 제1 광 세기 변조기(512)는 제1 바이어스 전압( $V_{bias1}$ ) 및 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )을 기반으로 제3 광 신호(OS3)를 변조하여 제3 광 세기 변조 폭( $w3$ )을 갖는 제4 광 신호(OS4)를 생성할 수 있다. 제4 광 신호(OS4)의 각 신호 레벨 간의 간격은 제3 광 세기 변조 폭( $w3$ )으로 동일할 수 있다. 예를 들어, 제4 광 신호(OS4)의 각 신호 레벨 간의 간격이 동일하게 되도록, 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )의 진폭의 반인 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )이 제1 광 세기 변조기(512)로 인가될 수 있다.

[0117] 제2 광 증폭기(521)는 제2 전류( $I_2$ )를 기반으로 제4 광 신호(OS4)를 증폭하여 제5 광 신호(OS5)를 생성할 수 있다. 증폭된 제4 광 신호(OS4)는 제3 광 세기 변조 폭( $w3$ )과 동일한 제4 광 세기 변조 폭( $w4$ )을 가질 수 있다. 예시적으로, 제5 광 신호(OS5)의 가장 높은 레벨의 광 세기는 제3 광 신호(OS3)의 가장 높은 레벨의 광 세기와 동일할 수 있다.

[0118] 제2 광 세기 변조기(522)는 제2 바이어스 전압( $V_{bias2}$ ) 및 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )을 기반으로 제5 광 신호(OS5)를 변조하여 제5 광 세기 변조 폭( $w5$ )을 갖는 제6 광 신호(OS6)를 생성할 수 있다. 제6 광 신호(OS6)의 각 신호 레벨 간의 간격은 제5 광 세기 변조 폭( $w5$ )으로 동일할 수 있다. 예를 들어, 제6 광 신호(OS6)의 각 신호 레벨 간의 간격이 동일하게 되도록, 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )의 진폭의 반인 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )이 제2 광 세기 변조기(522)로 인가될 수 있다.

[0119] 광 신호 생성 장치(500)는 제2 광 세기 변조기(522)로부터 생성된 제6 광 신호(OS6)를 출력할 수 있다. 이로부터, 광 신호 생성 장치(500)는 8-레벨 광 신호를 출력할 수 있다. 광 신호 생성 장치(500)로부터 출력되는 8-레벨의 광 신호는, 도 14 및 아래의 표 2와 같이, 할당된 비트들(bits)에 대응하는 값을 가리킬 수 있다.

표 2

| 8-레벨 광 신호 | 제0 광 세기 변조기의 제0 RF 전압의 크기 | 제1 광 세기 변조기의 제1 RF 전압의 크기 | 제2 광 세기 변조기의 제2 RF 전압의 크기 |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 000       | 0                         | 0                         | 0                         |
| 001       | 0                         | 0                         | 1                         |
| 010       | 0                         | 1                         | 0                         |
| 011       | 0                         | 1                         | 1                         |
| 100       | 1                         | 0                         | 0                         |
| 101       | 1                         | 0                         | 1                         |
| 110       | 1                         | 1                         | 0                         |
| 111       | 1                         | 1                         | 1                         |

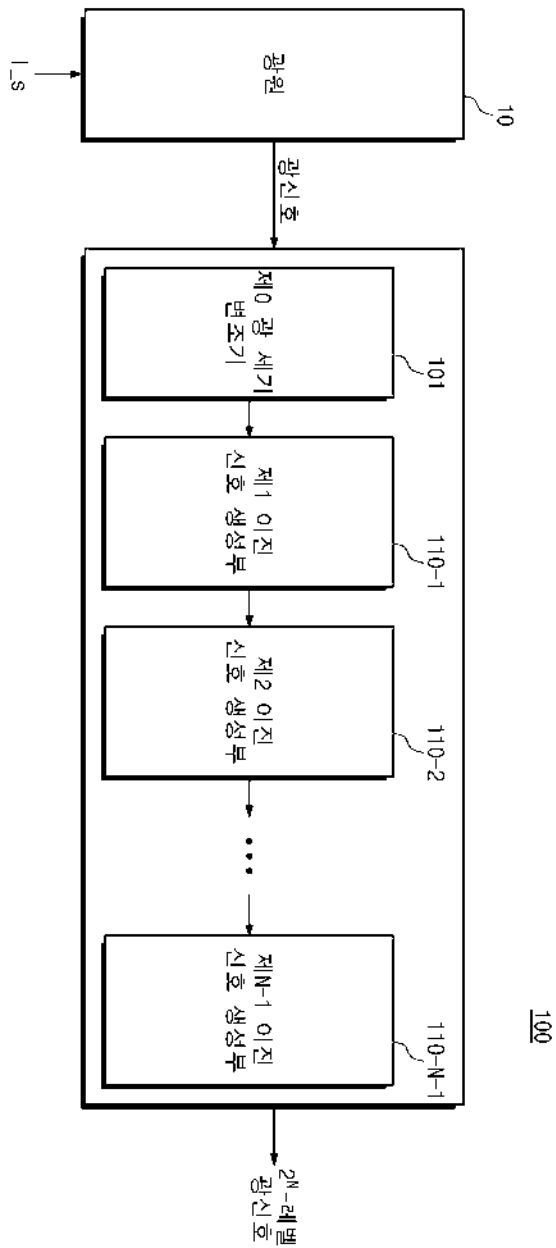
- [0121] 표 2와 같이, 광 신호 생성 장치(500)로부터 8-레벨 광 신호를 수신하는 경우, 수신단은 광 신호 레벨에 따라 광 신호가 가리키는 값을 "000"~"111" 중 하나로 인식할 수 있다. 예를 들어, 제0 광 세기 변조기(501)에 "0"에 대응되는 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )이 입력되고, 제1 광 세기 변조기(512)에 "0"에 대응되는 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )이 입력되고, 제2 광 세기 변조기(522)에 "1"에 대응되는 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )이 입력되는 경우, 수신단은 "001"을 가리키는 광 신호를 수신할 수 있다.
- [0122] 제0 광 세기 변조기(501)에 "1"에 대응되는 제0 RF 전압( $V_{RF0}$ )이 입력되고, 제1 광 세기 변조기(512)에 "1"에 대응되는 제1 RF 전압( $V_{RF1}$ )이 입력되고, 제2 광 세기 변조기(522)에 "0"에 대응되는 제2 RF 전압( $V_{RF2}$ )이 입력되는 경우, 수신단은 "110"을 가리키는 광 신호를 수신할 수 있다.
- [0123] 8-레벨 광 신호에 대해서 표 2와 같이 비트 값이 할당될 수 있지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 각 레벨에 대응하는 비트 값은 달라질 수 있다.
- [0124] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 서로 다른 바이어스 전압( $V_{bias}$ ) 및 서로 다른 진폭의 RF 전압( $V_{RF}$ )을 기반으로 동작하는 복수의 광 세기 변조기들을 통해 광 신호를 순차적으로 변조함으로써 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0125] 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 광 변조 동작 및 광 증폭 동작을 순차적으로 수행함으로써 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 복수의 광 세기 변조기들을 직렬로 배치하여 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 복수의 광 세기 변조기들을 병렬로 배치하여 멀티레벨 광 신호를 생성하는 경우, 각각의 광 세기 변조기들로부터 출력된 광 신호들을 결합하기 위한 별도의 장치가 필요할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 광 신호 결합을 위한 별도의 장치 없이 광 세기 변조기 및 광 증폭기만으로 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0126] 또한, 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 멀티레벨 광 신호를 생성하는 데 있어서, 멀티레벨 전기신호를 이용하지 않고 광 소자를 사용하여 멀티레벨 광 신호를 생성할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예들에 따른 광 신호 생성 장치는 저비용, 고품질의 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0127] 상술된 내용은 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 실시 예들이다. 본 발명은 상술된 실시 예들뿐만 아니라, 단순히 설계 변경되거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들 또한 포함할 것이다. 또한, 본 발명은 실시 예들을 이용하여 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 상술된 실시 예들에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 할 것이다.

## 부호의 설명

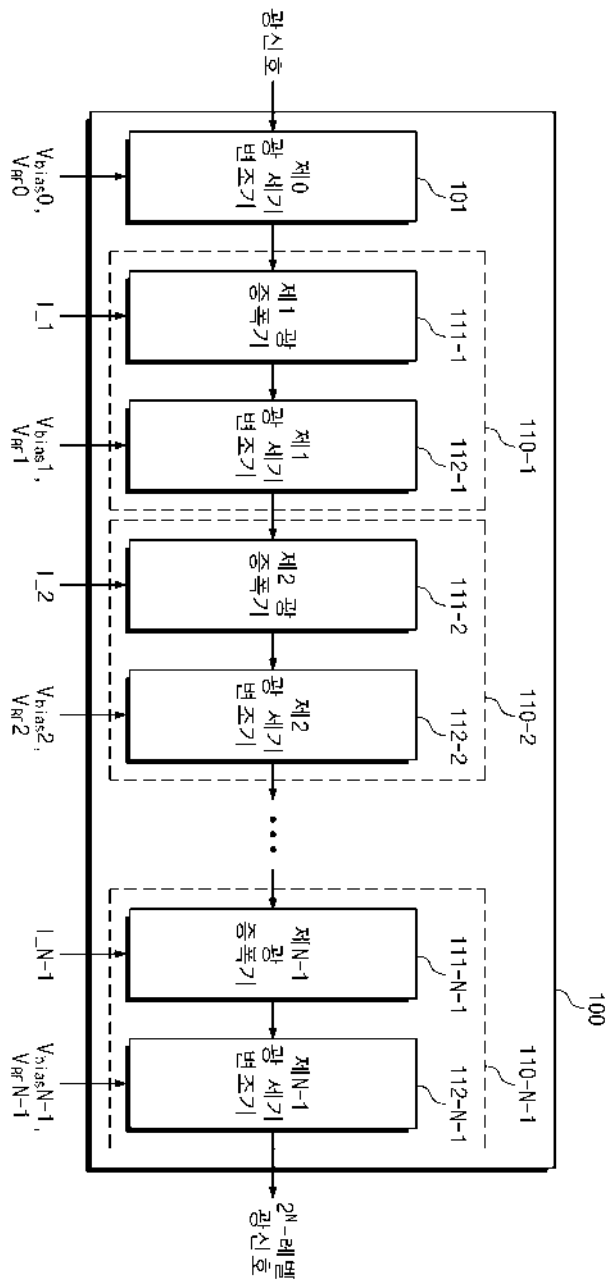
- [0128] 10: 광원  
100, 200, 300, 400, 500: 광 신호 생성 장치  
101, 201, 301, 401, 501: 제0 광 세기 변조기  
110, 210, 310, 410, 510: 이진 신호 생성부

도면

도면1

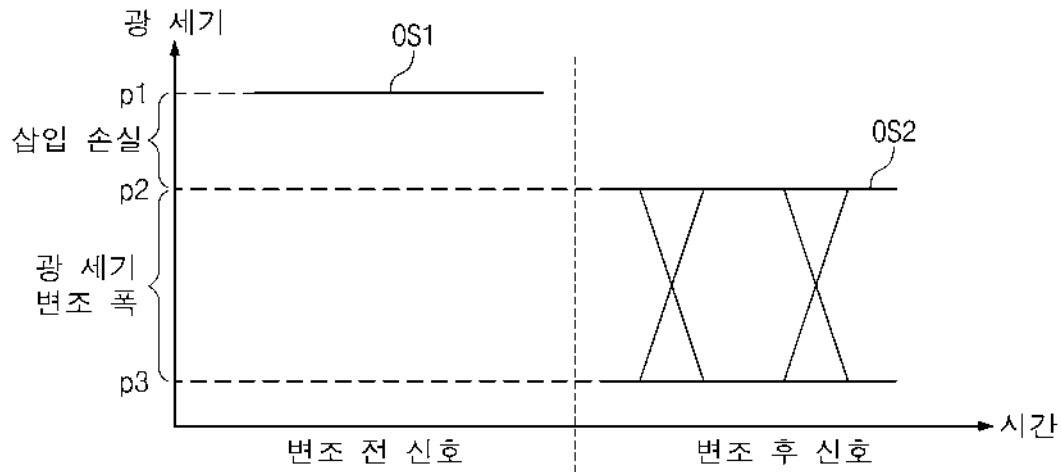


도면2

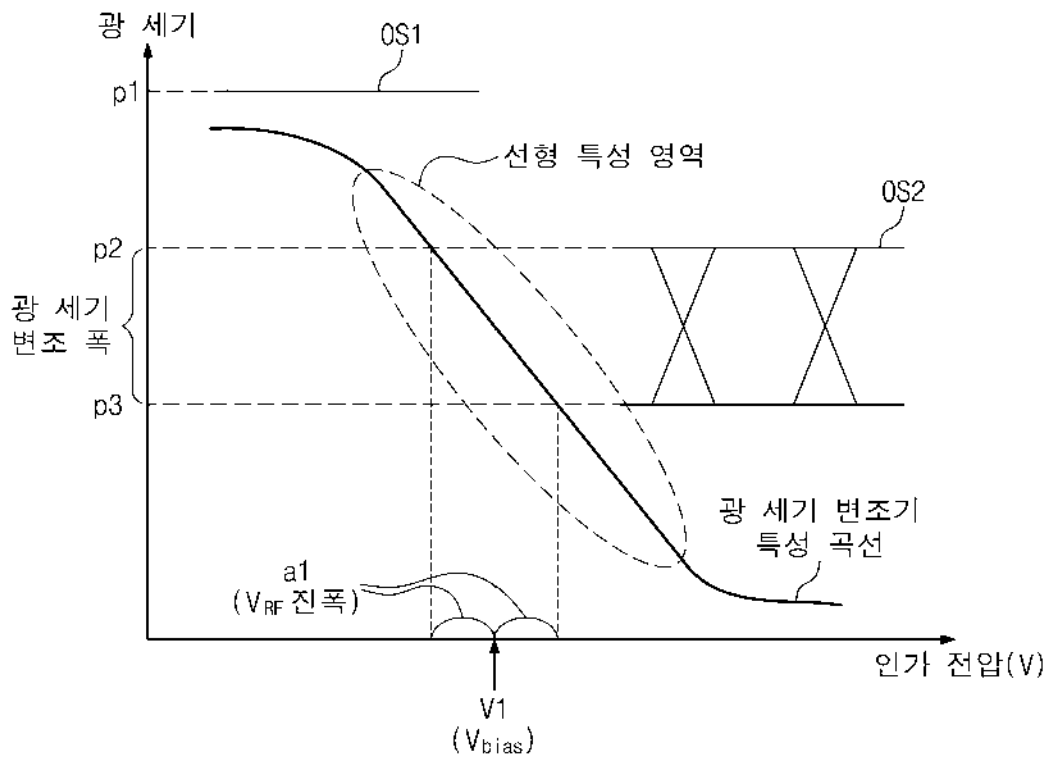




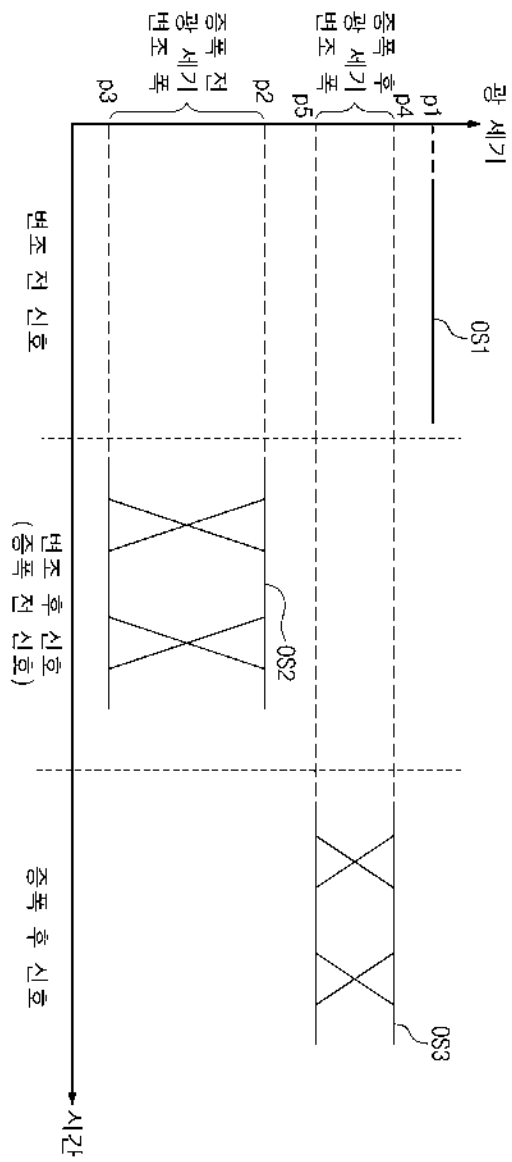
도면3a



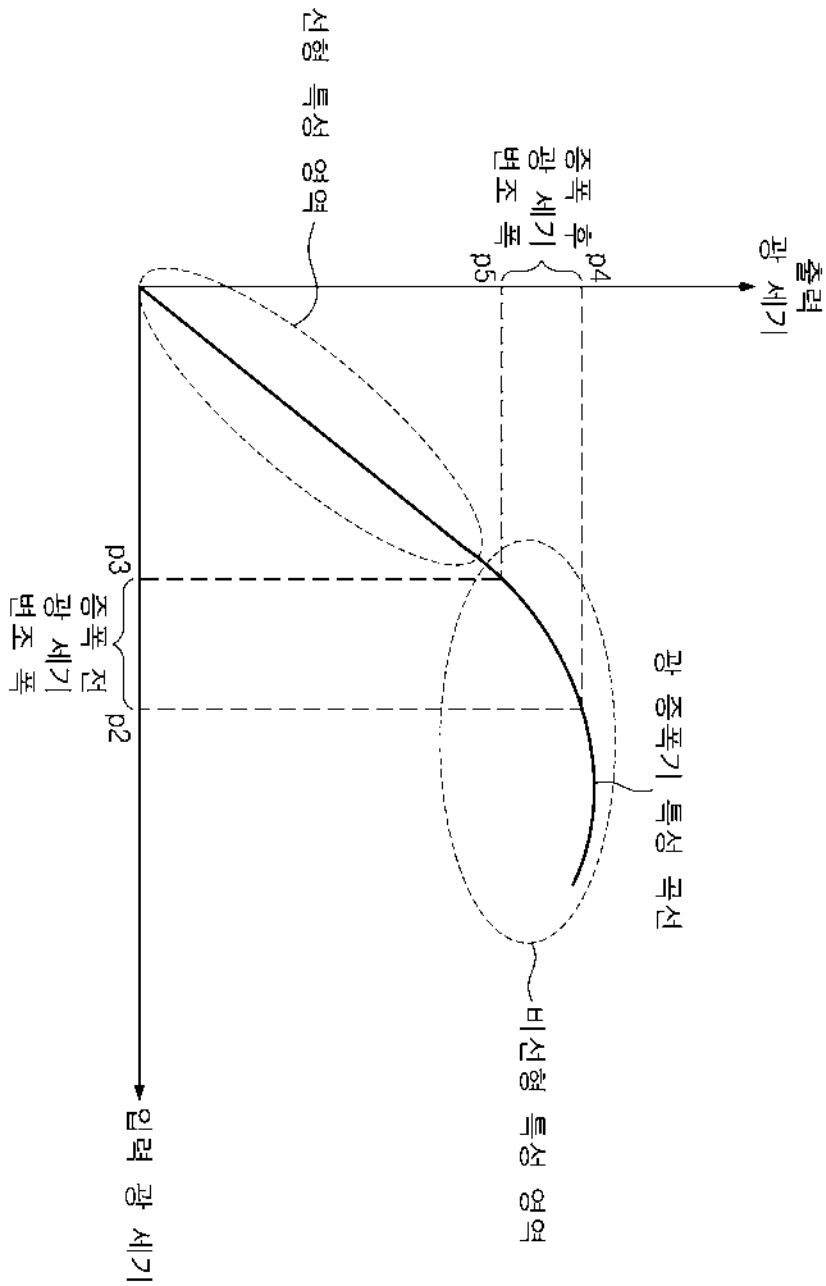
도면3b



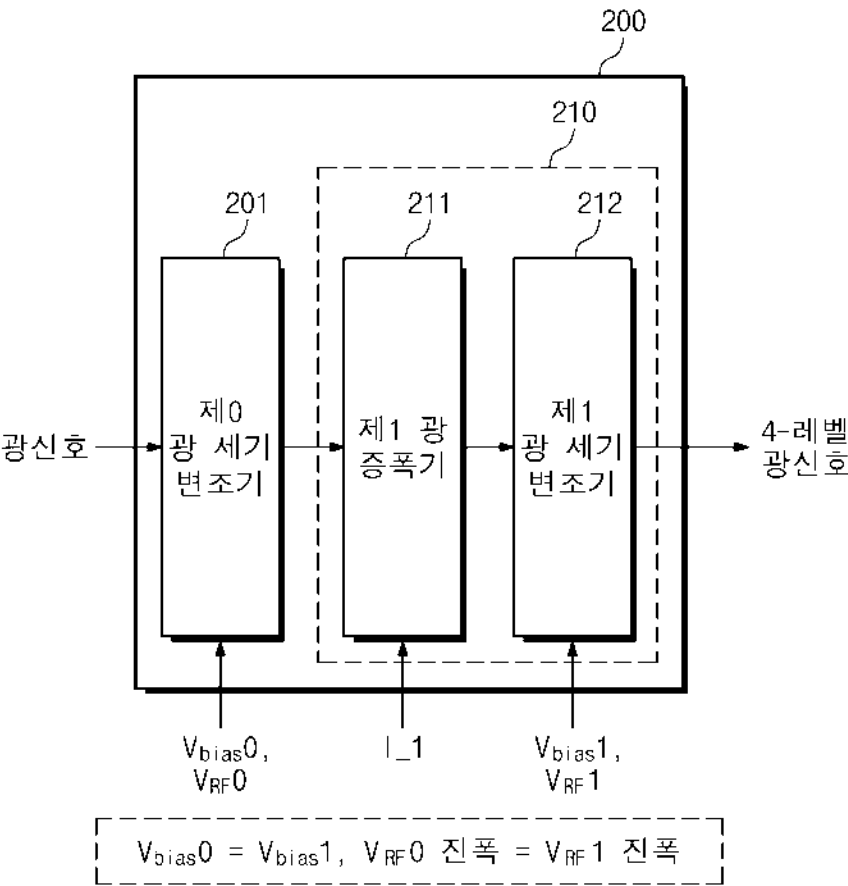
도면4a



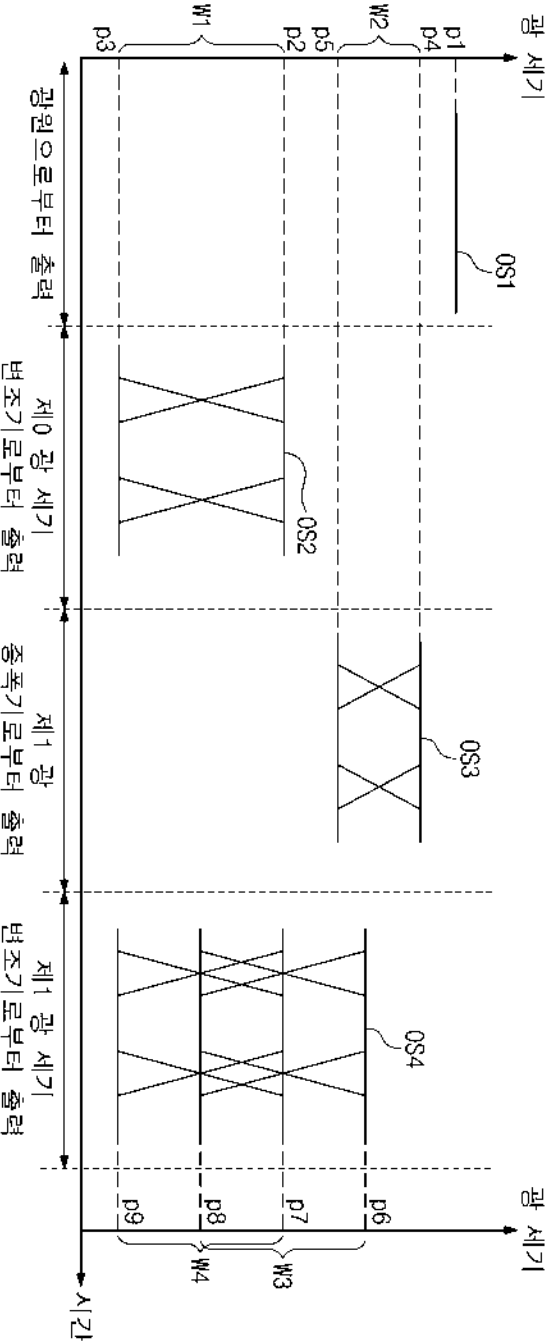
도면4b



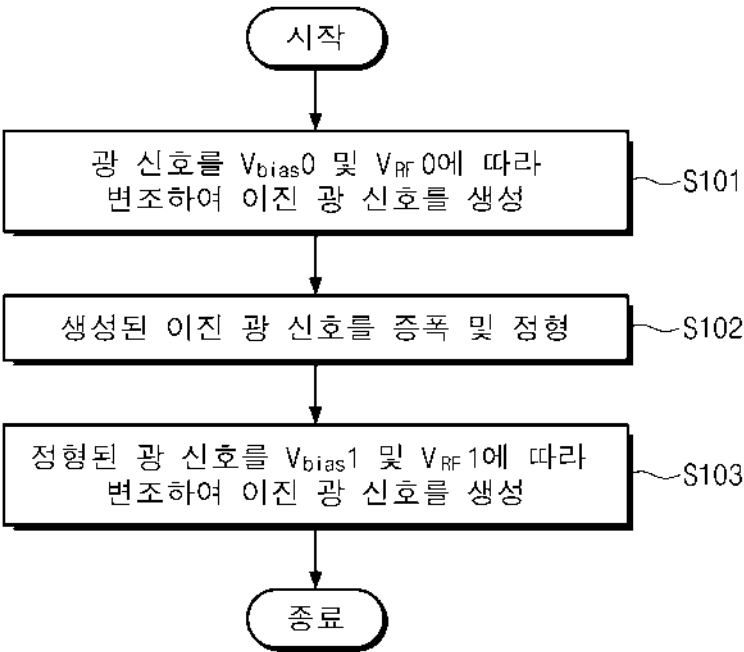
도면5



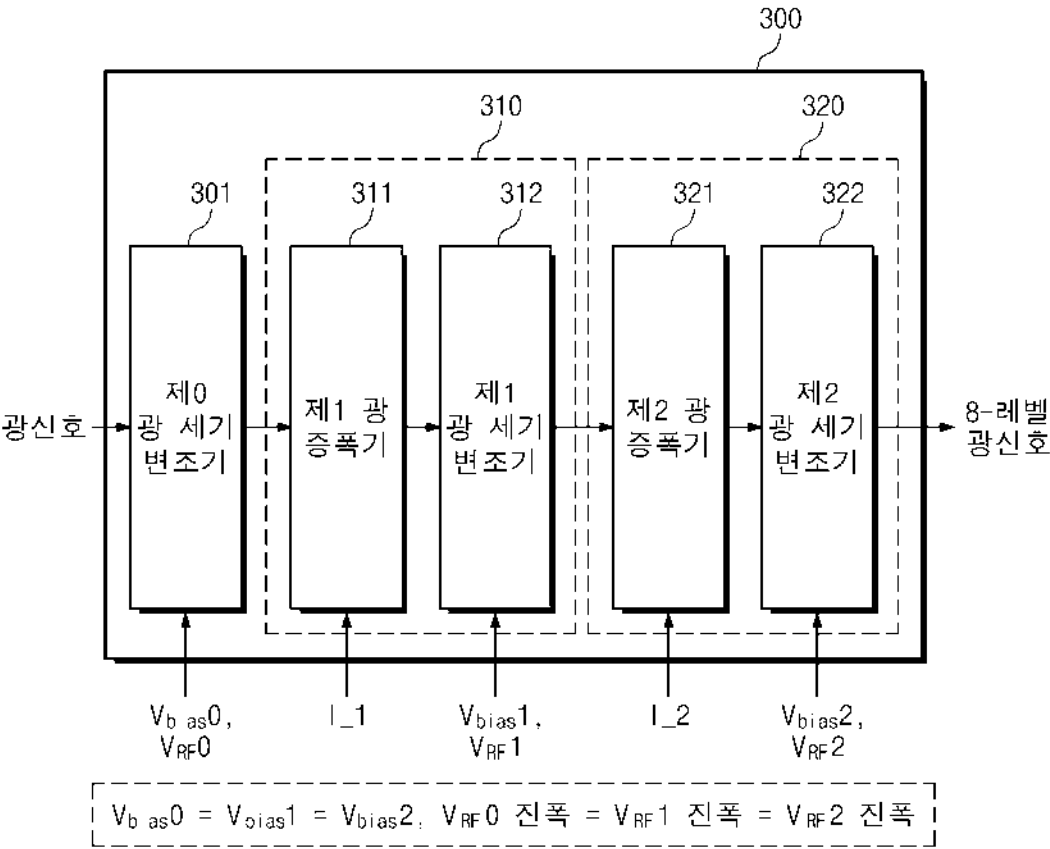
도면6



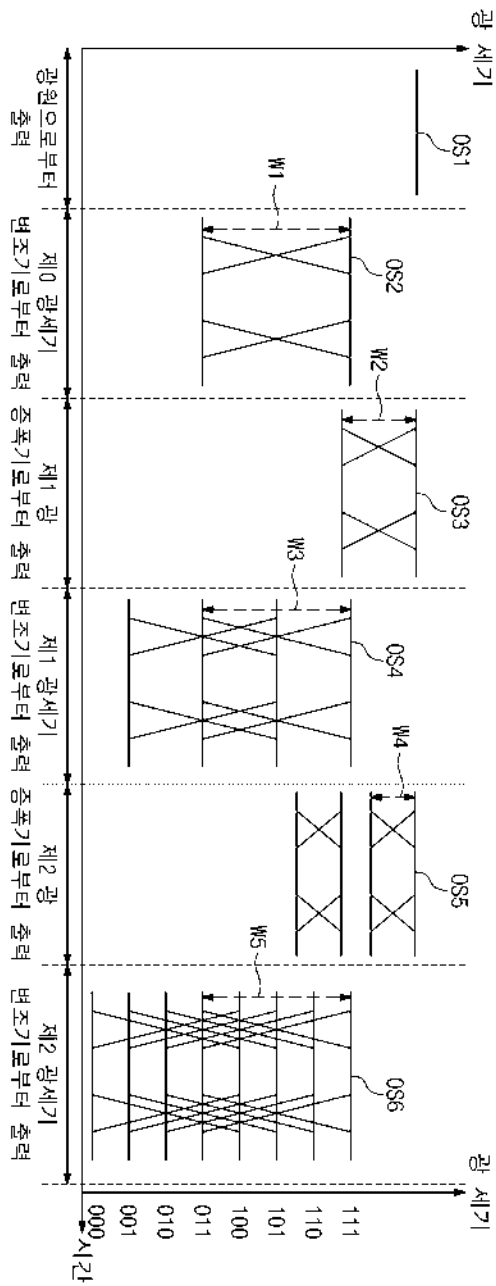
도면7



도면8

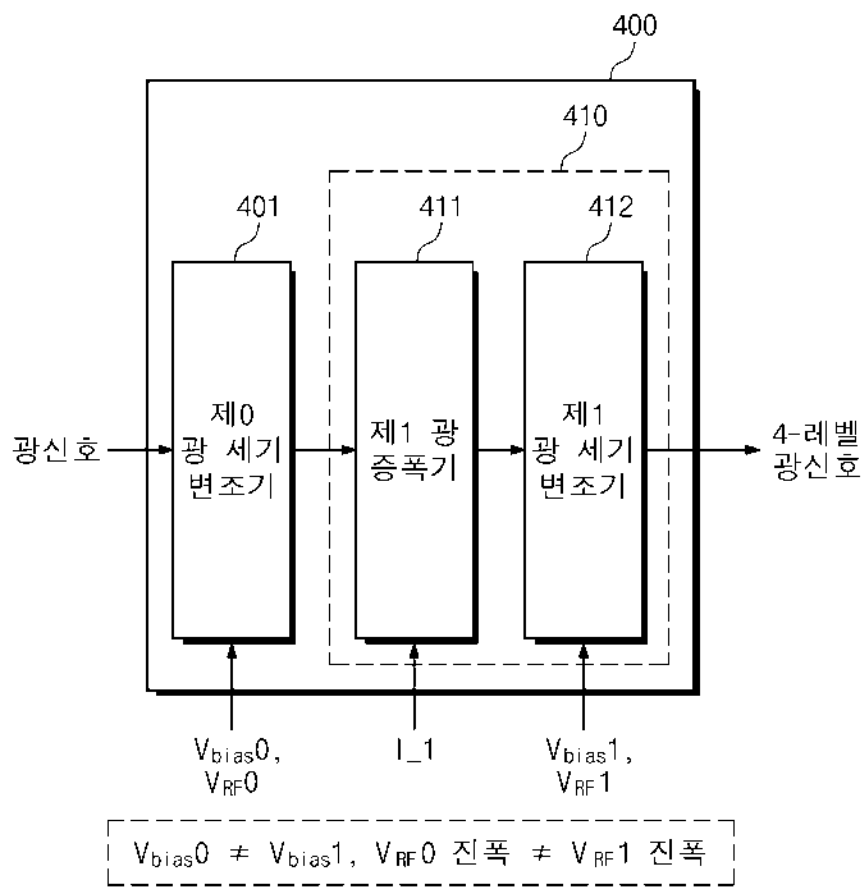


도면9

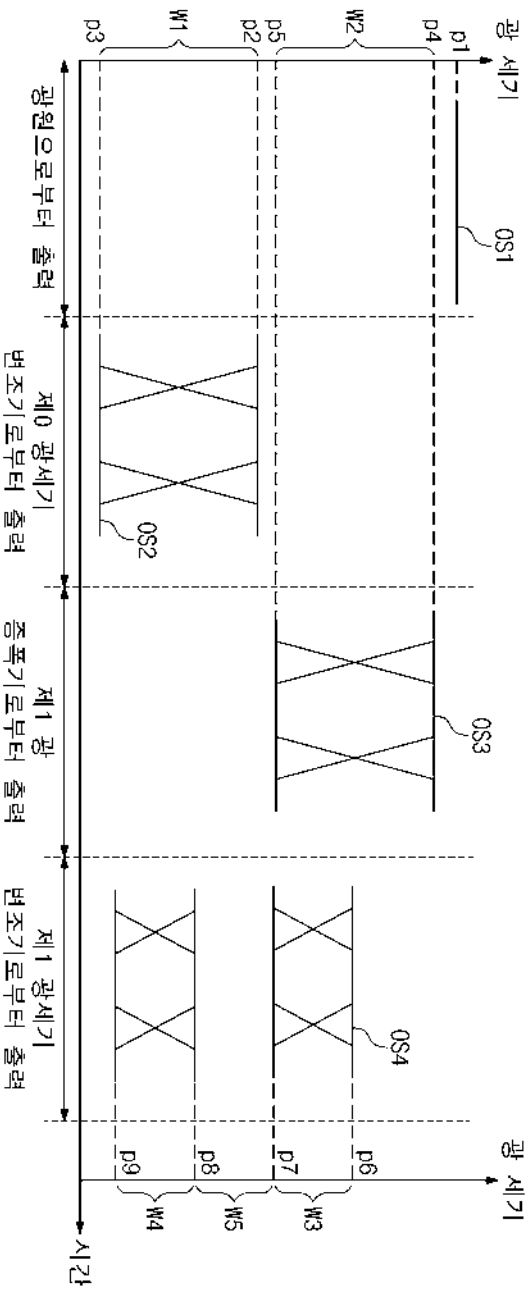




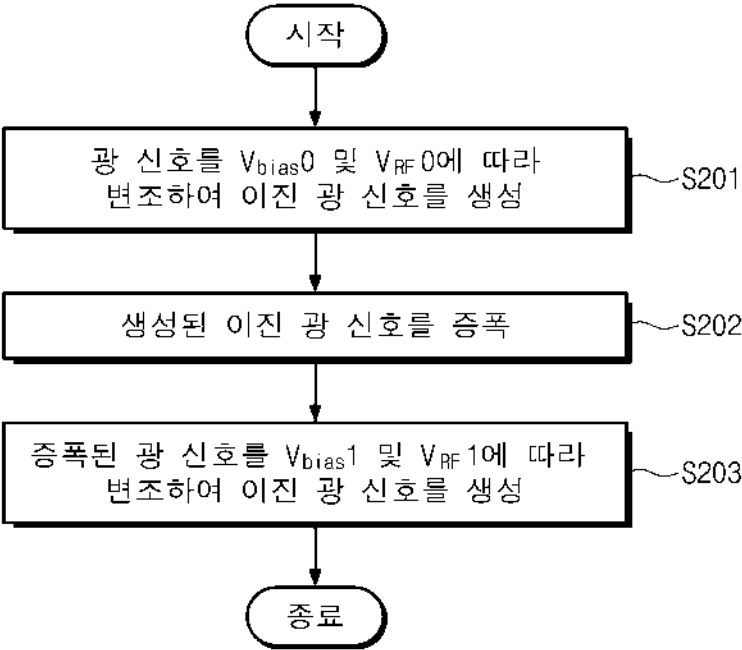
도면10



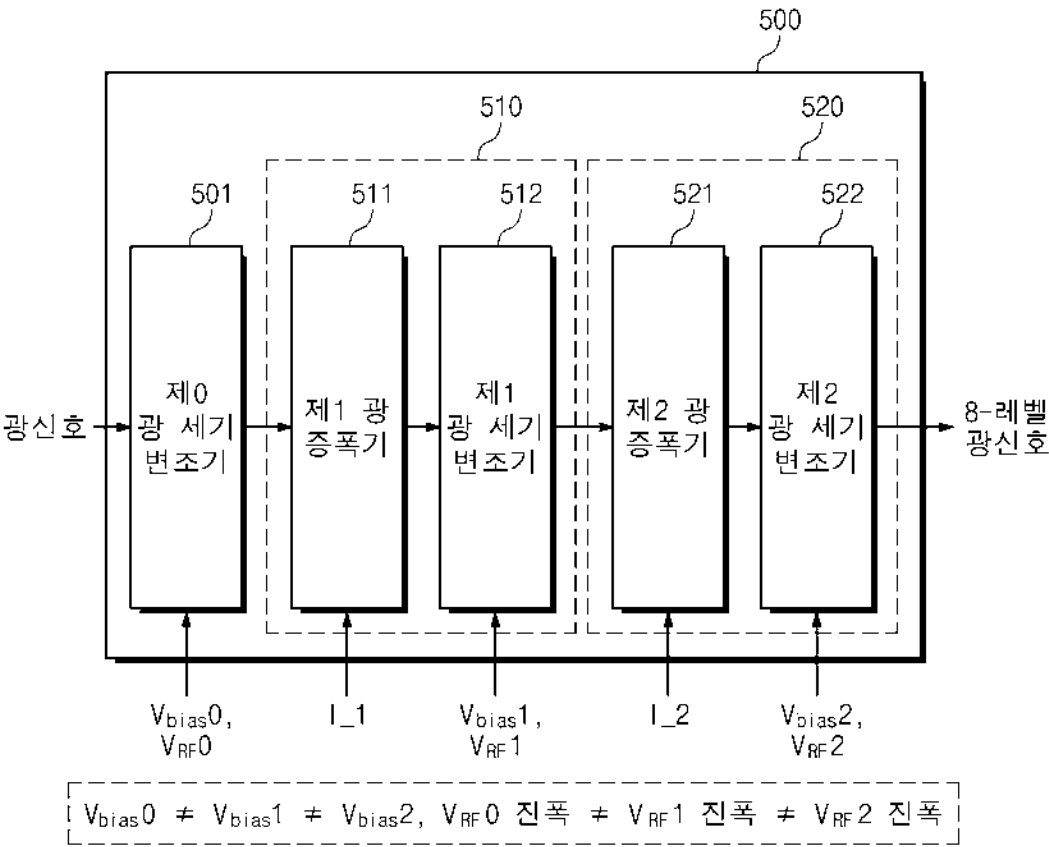
도면11



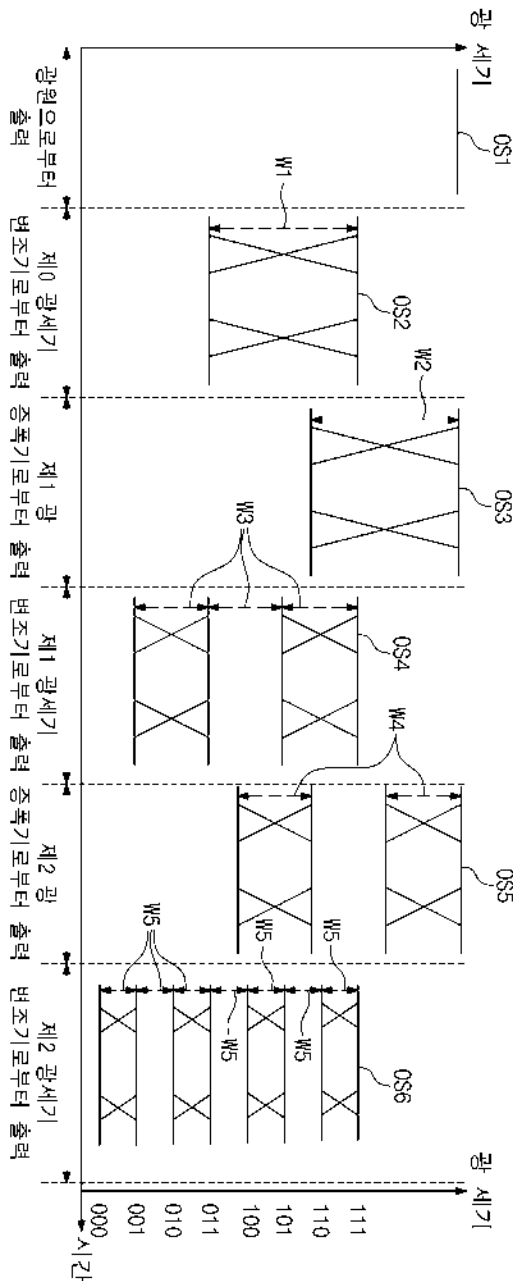
도면12



도면13



도면14



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 세기 변조기;

상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 증폭기; 및

상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 세기 변조기를 포함하되,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압에 기초하여 상기 제1 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압에 기초하여 상기 제1 광의 세기의 변조 폭을 조절하고, 상기 제2 광 세기 변조기는

상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압에 기초하여 상기 제2 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압에 기초하여 상기 제2 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 광 신호 생성 장치.

【변경후】

제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 세기 변조기;

상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하도록 구성되는 제1 광 증폭기; 및

상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 세기 변조기를 포함하되,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압에 기초하여 제1 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압에 기초하여 상기 제1 광의 세기의 변조 폭을 조절하고, 상기 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압에 기초하여 상기 제2 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압에 기초하여 상기 제2 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 광 신호 생성 장치.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 16

【변경전】

광 신호 생성 장치의 동작 방법에 있어서,

제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하는 단계;

상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압에 기초하여 상기 제1 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압에 기초하여 상기 제1 광의 세기의 변조 폭을 조절하고, 상기 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압에 기초하여 상기 제2 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압에 기초하여 상기 제2 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 동작 방법.

【변경후】

광 신호 생성 장치의 동작 방법에 있어서,

제1 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^N$ -레벨(단, N은 양의 정수) 제2 광 신호를 생성하는 단계;

상기 제2 광 신호를 증폭하여 제3 광 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제3 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+1}$ -레벨 제4 광 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

제1 광 세기 변조기는 제1 바이어스 전압에 기초하여 상기 제1 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 제1 RF 전압에 기초하여 상기 제1 광의 세기의 변조 폭을 조절하고, 제2 광 세기 변조기는 상기 제1 바이어스 전압과 동일한 제2 바이어스 전압에 기초하여 상기 제2 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제1 RF 전압과 동일한 진폭을 갖는 제2 RF 전압에 기초하여 상기 제2 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 동작 방법.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

제 1 항에 있어서,

상기 제4 광 신호를 증폭하여 제5 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 증폭기; 및

상기 제5 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+2}$ -레벨 제6 광 신호를 생성하도록 구성되는 제3 광 세기 변조기를 더 포함하되,

상기 제3 광 세기 변조기는 제3 바이어스 전압에 기초하여 상기 제3 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 상기 제3 RF 전압에 기초하여 상기 제3 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 광 신호 생성 장치.

【변경후】

제 1 항에 있어서,

상기 제4 광 신호를 증폭하여 제5 광 신호를 생성하도록 구성되는 제2 광 증폭기; 및

상기 제5 광 신호를 변조하여 이진 신호 형태의  $2^{N+2}$ -레벨 제6 광 신호를 생성하도록 구성되는 제3 광 세기 변조기를 더 포함하되,

상기 제3 광 세기 변조기는 제3 바이어스 전압에 기초하여 상기 제3 광 신호의 변조 기준 동작점을 설정하고, 제3 RF 전압에 기초하여 상기 제3 광의 세기의 변조 폭을 조절하는 광 신호 생성 장치.



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월19일  
(11) 등록번호 10-2216864  
(24) 등록일자 2021년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01S 5/12 (2021.01)

(52) CPC특허분류

H01S 5/1228 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0162241

(22) 출원일자 2017년11월29일

심사청구일자 2019년09월30일

(65) 공개번호 10-2019-0063280

(43) 공개일자 2019년06월07일

(56) 선행기술조사문헌

KR100765470 B1\*

KR1020040051905 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

김남제

대전광역시 유성구 왕가봉로 16-18 304호 (노은동)

권오균

대전광역시 유성구 지족로 92영무 예다음 아파트 171-401

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 10 항

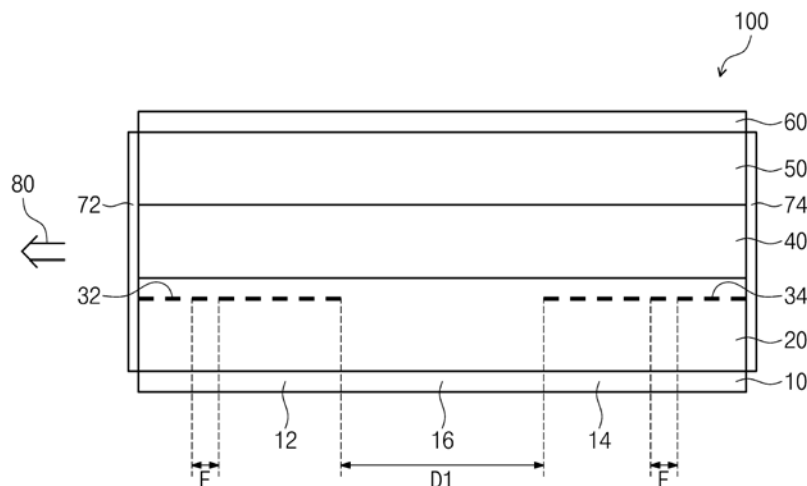
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 단일모드 분포궤환 레이저 다이오드

(57) 요약

본 발명은 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드를 개시한다. 그의 다이오드는 제 1 및 제 2 분포 영역들과, 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들 사이의 위상천이 영역을 갖는 기관과, 상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층과, 상기 제 1 분포 영역 및 상기 제 2 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 각각 배치된 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들과, 상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 제 1 분포 영역에서 상기 제 2 분포 영역까지 연장하는 도파로와, 상기 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층과, 상기 상부 클래드 층 상에 배치된 적어도 하나의 전극을 포함한다.

대표도 - 도4





(72) 발명자

**박미란**

대전시 유성구 도안동로 523 호반2블럭 아파트 21  
6동 1101호

**안신모**

대전광역시 유성구 신성로61번안길 47 30호 (신성  
동)

**한원석**

대전광역시 유성구 가정로 43삼성한울아파트 107동  
1001호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GK17N0400

부처명 미래창조과학부

과제관리(전문)기관명 (재)기가코리아사업단

연구사업명 범부처 Giga KOREA사업

연구과제명 5G 이동통신 기지국용 디지털기반 프론트홀 광링크기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)에치에프알

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제 1 및 제 2 분포 영역들과, 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들 사이의 위상천이 영역을 갖는 기관;

상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층;

상기 제 1 분포 영역 및 상기 제 2 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 각각 배치된 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들;

상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 제 1 분포 영역에서 상기 제 2 분포 영역까지 연장하는 도파로;

상기 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층; 및

상기 상부 클래드 층 상에 배치된 전극 층을 포함하되,

상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들은 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들 내에서 서로 동일한 각각의 주기를 갖고, 상기 위상천이 영역 내에서 상기 주기의 3/4의 배수를 제외한 상기 주기의  $1/2n$ 의 정수( $m$ ) 배( $(1/2n) \times m$ )에 대응되는 거리로 이격하되,

상기  $n$ 은 자연수를 포함하는 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극 층은:

상기 제 1 분포 영역과 상기 위상 천이 영역 상의 제 1 전극; 및

상기 제 1 전극과 분리되어 상기 제 2 분포 영역 상에 배치되는 제 2 전극을 포함하는 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들에 연결되는 단일 전류원; 및

상기 단일 전류원으로부터 분기되어 상기 제 1 및 제 2 전극들에 각각 연결되는 제 1 및 제 2 저항들을 더 포함하는 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 전극에 연결되는 제 1 전류 원; 및

상기 제 2 전극에 연결되는 제 2 전류 원을 더 포함하는 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들은 상부 클래드 층 내에 배치된 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 브래그 회절 격자의 결합 상수는 상기 제 2 브래그 회절 격자의 결합 상수와 다른 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들의 상기 주기는 240nm인 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 위상 천이 영역의 상기 거리는  $11.7\mu\text{m}$ ,  $23.4\mu\text{m}$ ,  $45.8\mu\text{m}$ , 또는  $58.5\mu\text{m}$ 인 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들의 상기 주기의 3/4 배수의 거리는  $35.1\mu\text{m}$ 인 단일 모드 분포궤환 레이저 다이오드.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 하부 클래드 층, 상기 도파로, 및 상기 상부 클래드의 가장자리 양측벽들 상에 배치된 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들을 더 포함하는 단일 모드 분포 궤환 레이저 다이오드.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저 다이오드에 관한 것으로, 상세하게는 확장형 위상천이 영역을 포함하는 단일모드 분포궤환 레이저 다이오드에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 반도체 기반의 광 소자들 중에서, 분포궤환(Distributed FeedBack) 레이저 다이오드 및/또는 분포 브래그 반사 형 (Distributed Bragg Reflector) 레이저 다이오드 등의 특정 파장을 선택하는 기능성 레이저 소자들이 개발되고 있다. 이러한 기능성 레이저 소자들은 회절 격자를 이용하여 파장 필터링을 수행할 수 있다. 예컨대, 주기적인 굴절률 변화에 의한 브래그 파장에 해당하는 특정 파장을 갖는 광파만이 반사될 수 있다. 예를 들어, DFB 레이저 다이오드는 브래그 회절 격자들의 주기에 의해 결정될 수 있다.

### 발명의 내용

## 해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 이루고자 하는 과제는 spatial hole burning을 제거할 수 있는 단일모드 분포궤환 레이저 다이오드를 제공하는 데 있다.

## 과제의 해결 수단

[0004] 본 발명은 단일모드 분포궤환 레이저 다이오드를 개시한다. 그의 장치는, 제 1 및 제 2 분포 영역들과, 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들 사이의 위상천이 영역을 갖는 기관; 상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층; 상기 제 1 분포 영역 및 상기 제 2 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 각각 배치된 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들; 상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 제 1 분포 영역에서 상기 제 2 분포 영역까지 연장하는 도파로; 상기 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층; 및 상기 상부 클래드 층 상에 배치된 적어도 하나의 전극을 포함한다. 여기서, 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들은 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들 내에서 주기를 갖고, 상기 위상천이 영역 내에서 상기 주기의 3/4의 배수를 제외한 상기 주기의  $1/2n$ 의 정수( $m$ ) 배( $(1/2n)Xm$ )에 대응되는 거리로 이격할 수 있다. 상기  $n$ 은 자연수를 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[0005] 상술한 바와 같이, 본 발명의 개념에 따른 분포궤환 레이저 다이오드는 기관의 제 1 및 제 2 분포 영역들 상에서 동일한 주기를 갖고 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들 사이의 위상천이 영역 내에서 상기 주기의 3/4의 배수를 제외한 상기 주기의  $1/2$ ,  $1/4$  또는  $1/8$ 의 정수 배에 대응되는 거리로 이격하는 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들을 포함할 수 있다. 상기 주기의  $1/2$ ,  $1/4$  또는  $1/8$ 의 정수 배에 대응되는 거리의 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들 위상천이 영역 내에서의 레이저 광의 모드세기 분포를 조절하여 유효 굴절률의 변화를 방지하고 spatial hole burning을 제거할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB(Distributed Feedback) 레이저 다이오드의 발진스펙트럼의 출력 파워의 세기를 보여주는 그래프이다.

도 2는 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드의 레이저 내부 모드세기 분포를 보여주는 그래프이다.

도 3은 spatial hole burning이 발생한 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 DFB 레이저 다이오드에서 두 개의 모드가 발진한 상태를 보여주는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 개념에 따른 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드를 보여주는 단면도이다.

도 5는 도 4의 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들의 결합 계수에 따른 레이저 광(80)의 모드 파워를 보여주는 그래프들이다.

도 6은 도 4의 위상천이 영역의 거리에 따른 내부 발진 모드의 파워를 보여주는 그래프이다.

도 7은 도 4의 위상천이 영역의 거리에 따른 발진 스펙트럼의 파워 밀도를 보여주는 그래프들이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른  $\lambda/4$  위상 천이 DFB 레이저 다이오드를 보여주는 단면도들이다.

도 10은 도 8 및 도 9의 제 1 및 제 2 전극들에 제공되는 전류 비율에 따른 레이저 광(80)의 출력 파워의 비율을 보여주는 그래프이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면들과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당 업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전문에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

- [0008] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 포함한다(comprises) 및/또는 포함하는(comprising)은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 장치는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 또한, 명세서에서 단일 모드 또는 다중 모드는 레이저 분야에서 주로 사용되는 의미로 이해될 수 있을 것이다. 바람직한 실시 예에 따른 것이기 때문에, 설명의 순서에 따라 제시되는 참조 부호는 그 순서에 반드시 한정되지는 않는다.
- [0009] 도 1은 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB((Distributed Feedback) 레이저 다이오드의 발진스펙트럼의 출력 파워의 세기를 보여준다.
- [0010] 도 1을 참조하면, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드의 결합 계수(KL)가 2.0이하로 작을 때, 레이저 광(도 4의 80)은 단일 모드(1)로 출력될 수 있다. 상기 결합 계수(KL)는 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(도 4의 32, 34)과 하부 클래드 층(20)의 굴절률의 차이(ex, 레이저 광(80)이 바라보는 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)의 굴절률의 차이)에 대응될 수 있다. 상기 레이저 광(80)은 약 400nm 파장(ex, 굴절률이 1인 공기 중의 파장)에서 약 -20dBm의 최대 피크 세기를 가질 수 있다. 상기 dBm은 dBmW 또는 데시벨-밀리와트로 표시될 수 있다. 하지만, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드의 길이가 수 mm 내지 수십  $\mu\text{m}$ 로 짧아질 경우, 상기 결합 계수(KL)는 2.0보다 증가되어야 한다(보통 400  $\mu\text{m}$  이고, 짧은 경우 150  $\mu\text{m}$  정도임, 이 경우에도 길이가 1/2 이하로 감소하므로,  $\kappa$ 는 2배 이상 증가하여야 함. 거의 동일한  $\kappa$  값을 갖기 위해서  $\kappa$  값 증가시키는 것임.).
- [0011] 도 2는 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드의 레이저 내부 모드세기 분포를 보여준다.
- [0012] 도 2를 참조하면, 결합 계수(KL)가 약 2.0보다 증가하면, 상기 레이저 광(80)의 모드 세기 최대값 및/또는 피크는 급격하게 증가할 수 있다. 또한, 상기 결합 계수(KL)가 증가하면, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드의 출력은 감소할 수 있다. 즉, 레이저 광의 세기 최대값( $P_{\text{max}}$ )과 출력 값( $P_{\text{out}}$ )의 비율( $P_{\text{max}}/P_{\text{out}}$ )이 급격하게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 반면, 내부의 모드세기가 강하기 때문에 외부 반사에 의한 external feedback에 대해서는 둔감해지는 특성이 있다. 따라서, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드는 주로 상기 결합 계수( $\kappa$ )를 조절하여 내부 모드 세기를 제어하도록 설계되고 있다. 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드는 그의 내부에서 유도방출에 의해 소멸되는 운반자의 수가 균일하지 않고, 위상천이 영역의 유효 굴절률이 증가하는 spatial hole burning에 의해 단일 모드(1)의 특성이 저하된다.
- [0013] 도 3은 spatial hole burning이 발생한 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 DFB 레이저 다이오드에서 두 개의 모드가 발진한 상태를 보여주는 그래프이다.
- [0014] 도 3을 참조하면, spatial hole burning이 발생되면, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 DFB 레이저 다이오드는 두 개의 모드들(2)의 레이저 광을 생성할 수 있다. 예를 들어, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 DFB 레이저 다이오드는 약 1547nm와 약 1549nm 파장의 레이저 광(80)을 출력할 수 있다.
- [0015] 도 4는 본 발명의 개념에 따른 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)를 보여준다.
- [0016] 도 4를 참조하면, 본 발명의 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)는 기판(10), 하부 클래드 층(20), 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34), 도파로(40), 상부 클래드 층(50), 전극 층(60), 그리고 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(72, 74)을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 기판(10)은 InP를 포함할 수 있다. 일 예에 따르면, 상기 기판(10)은 제 1 분포 영역(12), 위상천이 영역(16), 및 제 2 분포 영역(14)을 가질 수 있다. 상기 기판(10)은 접지될 수 있다. 상기 위상천이 영역(16)은 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들(12, 14) 사이에 배치될 수 있다.
- [0018] 상기 하부 클래드 층(20)은 상기 기판(10) 상에 배치될 수 있다. 상기 하부 클래드 층(20)은 상기 기판(10)의 굴절률보다 높고 상기 도파로(40)의 굴절률보다 낮은 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 하부 클래드 층(20)은 n 타입의 InP를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)은 상기 제 1 및 제 2 분포 영역들(12, 14)의 상기 하부 클래드 층(20) 내에 각각 배치될 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)은 상기 하부 클래드 층(20)과 다른 물질을 포함할 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)은 의 각각은 InGaAs를 포함할 수 있다. 상기 제 1 브래그 회절 격자(32)는 상기 제 1 분포 영역(12)을 정의할 수 있고, 상기 제 2 브래그 회

절 격자(34)는 상기 제 2 분포 영역(14)을 정의할 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)의 각각의 전체 길이는 서로 동일할 수 있다. 일 예에 따르면, 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)의 각각은 서로 동일한 주기(F)를 가질 수 있다. 상기 레이저 광(80)은 상기 하부 클래드 층(20), 상기 도파로(40) 및 상기 상부 클래드 층(50) 내에서 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)의 상기 주기(F)와 동일한 파장을 가질 수 있다. 상기 레이저 광(80)은 상기 하부 클래드 층(20), 상기 도파로(40) 및 상기 상부 클래드 층(50) 내에서 약 240nm의 파장을 갖고, 상기 공기 중에 약 1.55 $\mu$ m의 파장을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)은 약 240nm의 주기(F)를 가질 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)은 전자빔(e-Beam lithography)에 의해 형성될 수 있다.

[0020] 상기 도파로(40)는 상기 하부 클래드 층(20) 상에 배치될 수 있다. 상기 도파로(40)는 상기 기판(10)에 대해 수직 방향으로 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)과 이격할 수 있다. 상기 도파로(40)는 상기 기판(10)과 평행한 방향으로 연장할 수 있다. 상기 도파로(40)는 개인 미디엄을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 상부 클래드 층(50)은 상기 도파로(40) 상에 배치될 수 있다. 상기 상부 클래드 층(50)은 n 타입의 InP를 포함할 수 있다. 상기 상부 클래드 층(50)은 상기 도파로(40)의 굴절률보다 낮은 굴절률을 가질 수 있다.

[0022] 상기 전극 층(60)은 상기 상부 클래드 층(50) 상에 배치될 수 있다. 상기 전극 층(60)은 도전성 금속을 포함할 수 있다. 상기 전극 층(60)은 상기 기판(10)으로 전류를 제공할 수 있다.

[0023] 상기 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(72, 74)은 상기 하부 클래드 층(20), 상기 도파로(40) 및 상기 상부 클래드 층(50)의 가장자리 양 측벽들 상에 배치될 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(72, 74)은 알루미늄의 금속 또는 폴리머를 포함할 수 있다. 상기 전극 층(60)에 전류가 제공되면, 상기 도파로(40)를 따라 상기 레이저 광(80)이 생성될 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(72, 74)은 상기 레이저 광(80)을 공진시킬 수 있다. 상기 레이저 광(80)은 상기 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(72, 74) 중 어느 하나를 투과하여 외부로 출력될 수 있다.

[0024] 상기 레이저 광(80)의 파장( $\lambda$ )은 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)의 주기(F)와 동일할 수 있다. 일 예에 따르면, 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34) 사이의 거리(D1)는 상기 주기(F) 및/또는 파장( $\lambda$ )의  $(1/2n)$ 의 정수(m) 배( $(\lambda/2n)Xm$ )로 설정될 수 있다. n은 자연수일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34) 사이의 거리(D1)는 파장( $\lambda$ )의 1/2, 1/4, 1/8 또는 1/16의 정수(m=100, 200, 400, 500) 배로 설정될 수 있다. 다만, 정수(m)가 1일때는 제외될 수 있다.

[0025] 도 5는 도 4의 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34)의 결합 계수(KL)에 따른 레이저 광(80)의 모드 파워를 보여준다.

[0026] 도 5를 참조하면, 결합 계수(KL)가 2보다 크게 증가하더라도, 레이저 광(80)의 모드 세기의 최대값(Pmax) 및/또는 피크는 상기 결합 계수(KL)에 일정하게 비례하여 증가할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 레이저 광(80)의 파워의 최대값(Pmax)에 대한 출력 값(Pout)의 비율(Pmax/Pout)은 감소할 수 있다. 반면, 본 발명의 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)의 출력 값은 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 DFB 레이저 다이오드의 출력 값에 비하여 증가할 수 있다. 따라서, 본 발명의 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)는 우수한 단일 모드 발진 특성을 갖고, 고출력/높은 결합 계수(KL)에서의 spatial hole burning에 의한 단일 모드 발진 특성을 제어하는 것이 가능하다. 여기서 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)의 위상천이 영역(16)의 거리(D1) 및/또는 길이는 58.5  $\mu$ m(F/2 X m, m=500, F/2=0.117 $\mu$ m)로 설정되었다.

[0027] 도 6은 도 4의 위상천이 영역(16)의 거리(D1)에 따른 내부 발진 모드의 파워를 보여준다. 도 7은 도 4의 위상천이 영역(16)의 거리(D1)에 따른 발진 스펙트럼의 파워 밀도를 보여준다.

[0028] 도 6 및 도 7을 참조하면, 상기 위상 천이 영역(P)의 거리(D1)가 약 11.7  $\mu$ m (F/2 X m, m=100, F/2=0.117 $\mu$ m), 23.4  $\mu$ m (F/2 X m, m=200, F/2=0.117 $\mu$ m), 45.8  $\mu$ m (F/2 X m, m=400, F/2=0.117 $\mu$ m), 또는 58.5  $\mu$ m (F/2 X m, m=500, F/2=0.117 $\mu$ m) 일 때, 상기 레이저 광(80)은 단일 모드(1)로 출력될 수 있다.

[0029] 반면, 상기 위상 천이 영역(P)의 거리(D1)가 35.1  $\mu$ m(F/2 X m, m=300, F/2=0.117 $\mu$ m)일 때, 상기 레이저 광(80)은 두 개의 모드(2)로 출력될 수 있다. 즉, 상기 위상 천이 영역(P)의 거리(D1)가 주기(F) 또는 파장( $\lambda$ )의 3/4의 배수에 대응될 경우 단일 모드 발진 특성이 크게 저하되어 2개의 모드(2)로 출력될 수 있다.. 따라서, 위상천이 영역(16)의 거리(D1)가 길어지면, 상기 위상천이 영역(16)의 모드세기의 파워가 증가할 수 있다. (이득 영역의 길이가 증가하는 것과 동일 현상으로 설명할 수 있다.)

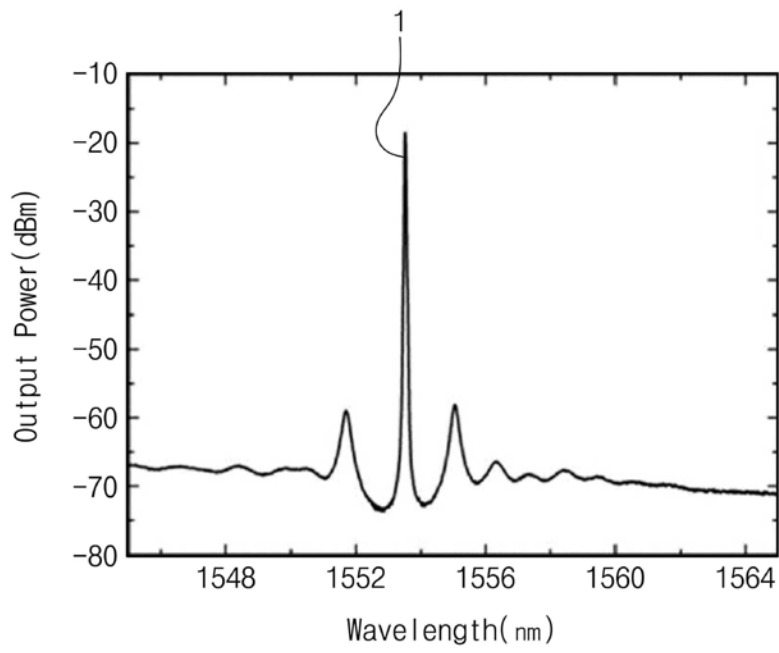


- [0030] 전체 공진기 내의 균일한 전류 주입 상황에서도 위상천이 영역의 폭에 따라서 최대치를 갖는 영역의 폭과 모드 세기 최대값이 결정되는 것을 확인할 수 있다. 그러므로, 위상천이 영역의 폭과 양단에 위치한 회절격자 영역의 결합 계수에 따라 내부 발진 모드의 세기 분포와 최대 값( $P_{max}$ ), 출력 값 ( $P_{out}$ ) 및 이들의 비율( $P_{max}/P_{out}$ )을 결정하는 것이 가능하다. 또한 낮아진 spatial hole burning 발생 확률에 의해서 높은 전류 밀도까지 단일 모드 발진 특성을 유지할 수 있으므로, 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)의 최대 출력이 향상되는 특성을 갖는다.
- [0031] 상술한 바와 같이, 일반적인  $\lambda/4$  위상천이 DFB 레이저 다이오드는 출력의 비대칭성을 갖기 위해 HR/AR 코팅을 적용하는 경우 낮은 단일모드(1)의 발진 수율을 가질 수 있다. 때문에, 레이저 광(80)의 출력 비대칭성을 확보하기 위해 다양한 연구가 진행되었다.
- [0032] 반면, 본 발명에서는 상대적으로 길이가 길어진 위상천이 영역을 사용하므로 양단 회절격자 영역에 서로 다른 크기의 전류 주입이 상대적으로 용이하다. 위상천이 영역의 폭을 제어할 수 있는 것은 회절격자 사이의 거리를 정밀 제어하는 것과 같다. 그러므로 공정 또는 패키지 과정에서 양단 회절격자 영역의 동작 전류 밀도를 조절하는 것이 용이해 진다.
- [0033] 도 8 및 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일 모드 DFB 레이저 다이오드(100)를 보여준다.
- [0034] 도 8 및 도 9를 참조하면, 본 발명의 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)의 전극 층(60)은 제 1 전극(62)과 제 2 전극(64)을 포함할 수 있다. 기판(10), 하부 클래드 층(20), 제 1 및 제 2 브래그 회절 격자들(32, 34), 도파로(40) 및 상부 클래드 층(50)은 도 1과 동일하게 구성될 수 있다. 상기 제 1 전극(62)은 상기 기판(10)의 상기 제 1 분포 영역(12)과 상기 위상천이 영역(16) 상에 배치될 수 있다. 상기 제 2 전극(64)은 상기 제 2 분포 영역(14) 상에 배치될 수 있다. 상기 제 1 전극(62)과 상기 제 2 전극(64) 내에 서로 다른 크기의 전류가 인가되면, 단일 모드(1)의 상기 레이저 광(80)은 상기 제 1 전극(62)과 상기 제 2 전극(64)의 전류 비율에 대응되는 비율의 출력 파워를 가질 수 있다. 상기 제 1 분포 영역(12) 및 상기 위상천이 영역(16)의 전류 밀도와 상기 제 2 분포 영역(14)의 전류 밀도는 서로 다를 수 있다.
- [0035] 도 8을 참조하면, 상기 제 1 및 제 2 전극들은 단일 전류 원(I, single current source)로부터 분기된 (branched) 제 1 및 제 2 저항들(R1, R2)에 연결될 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 저항들(R1, R2)은 상기 제 1 및 제 2 전극들(62, 64)로 제공되는 전류 밀도 차이를 생성 및/또는 제공할 수 있다.
- [0036] 도 9를 참조하면, 본 발명의 확장형  $\lambda/4$  위상천이 단일모드 DFB 레이저 다이오드(100)의 상기 제 1 및 제 2 전극들(62, 64)은 제 1 및 제 2 전류 원들(I1, I2)에 연결될 수 있다. 제 1 및 제 2 전류 원들(I1, I2)은 상기 제 1 및 제 2 전극들(62, 64)에 서로 다른 전류 밀도의 전류들을 제공할 수 있다.
- [0037] 도 10은 도 8 및 도 9의 제 1 및 제 2 전극들(62, 64)에 제공되는 전류 비율에 따른 레이저 광(80)의 출력 파워의 비율을 보여준다.
- [0038] 도 10을 참조하면, 전류 밀도 비율(current ratio)이 증가하면, 레이저 광(80)의 출력 비율은 상기 전류 밀도 비율에 비례하여 증가할 수 있다. 상기 전류 밀도 비율은 상기 제 1 전극(62)의 전류에 대한 상기 제 2 전극(64)의 전류의 비율일 수 있다. 상기 레이저 광(80)의 출력 비율은 상기 제 1 분할 영역(12) 내의 상기 레이저 광(80)의 파워에 대한 상기 제 2 분할 영역(14) 내의 상기 레이저 광(80)의 파워의 비율일 수 있다. 예를 들어, 전류 밀도 비율이 2까지 증가하면, 상기 제 1 분할 영역(12) 대비 상기 제 2 분할 영역(14)에서의 레이저 광(80)의 출력 비율은 2.5배로 증가할 수 있다.
- [0039] 위에서 설명한 내용은 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 예들이다. 본 발명에는 위에서 설명한 실시 예들뿐만 아니라, 단순히 설계 변경하거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들도 포함될 것이다. 또한, 본 발명에는 위에서 설명한 실시 예들을 이용하여 앞으로 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다.
- [0040]

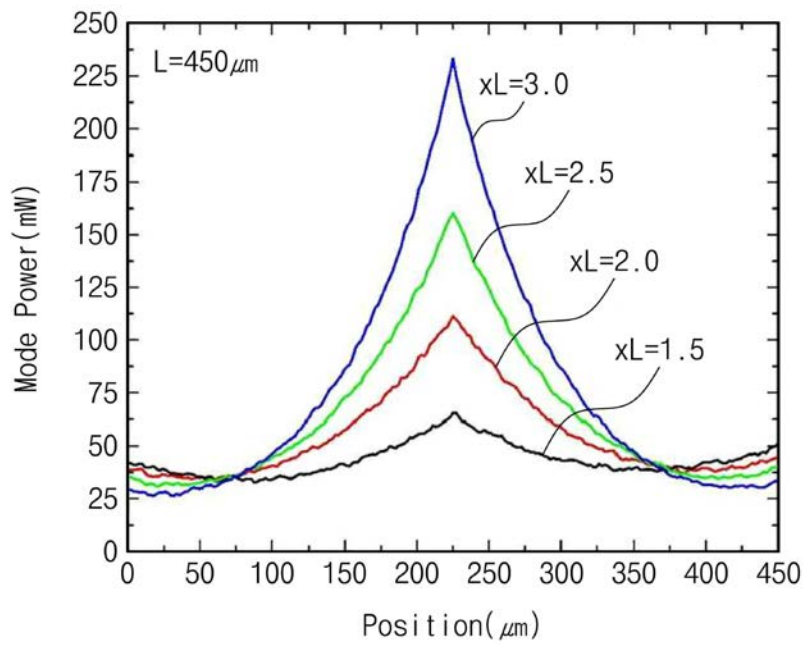


도면

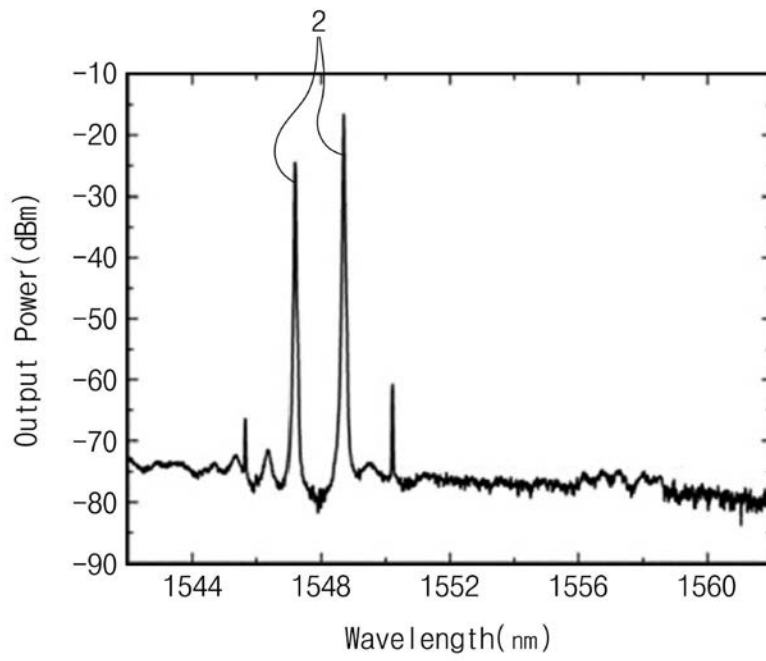
도면1



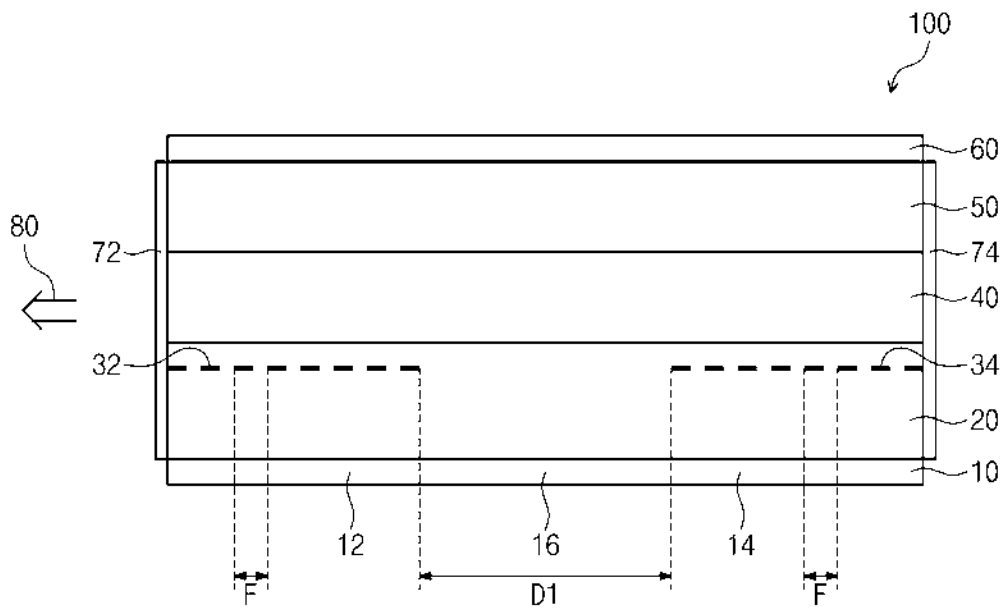
도면2



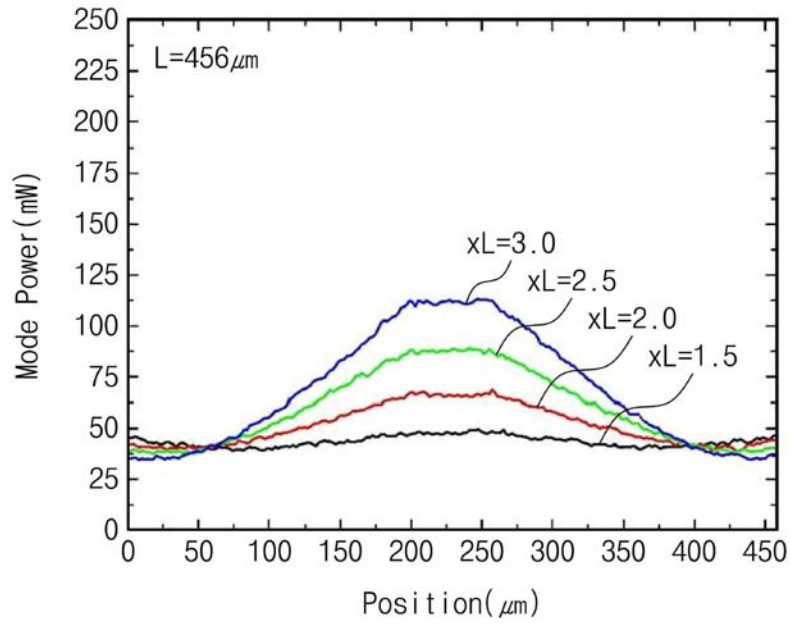
도면3



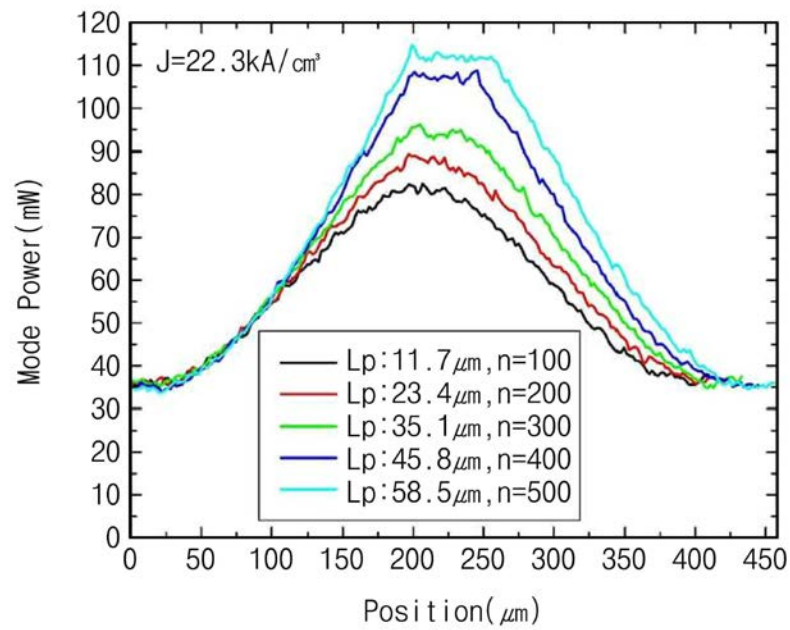
도면4



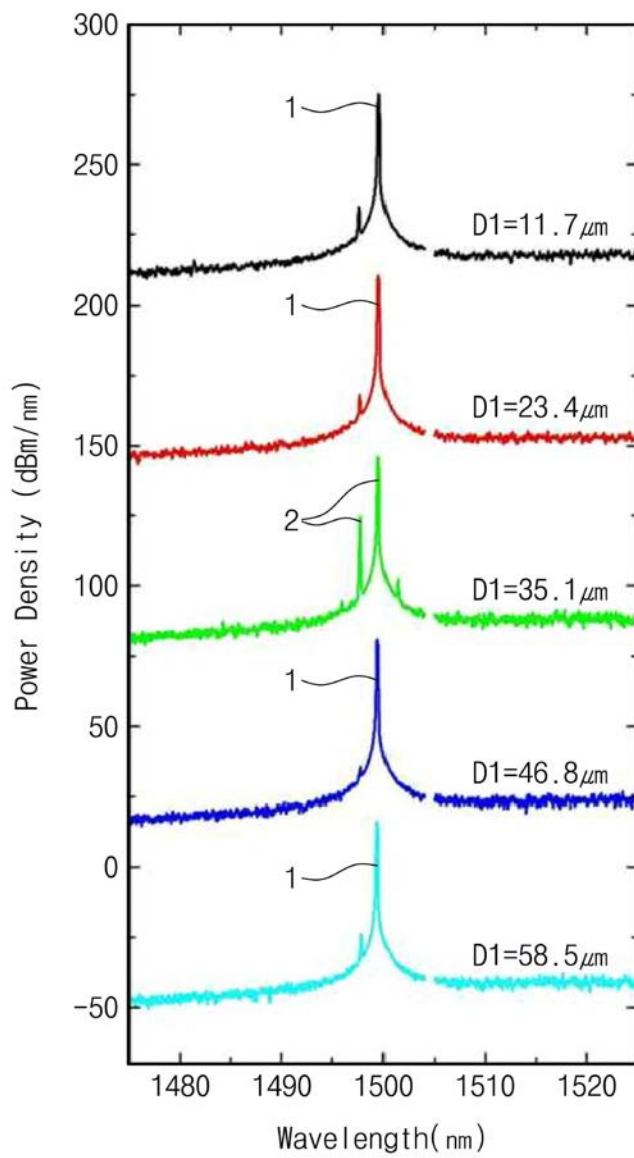
도면5



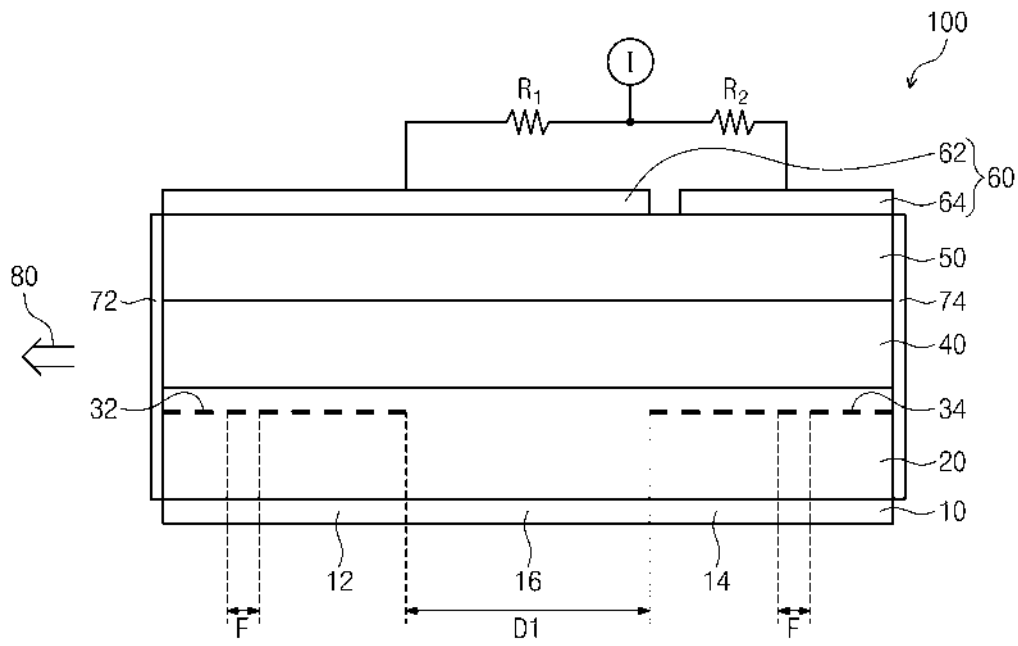
도면6



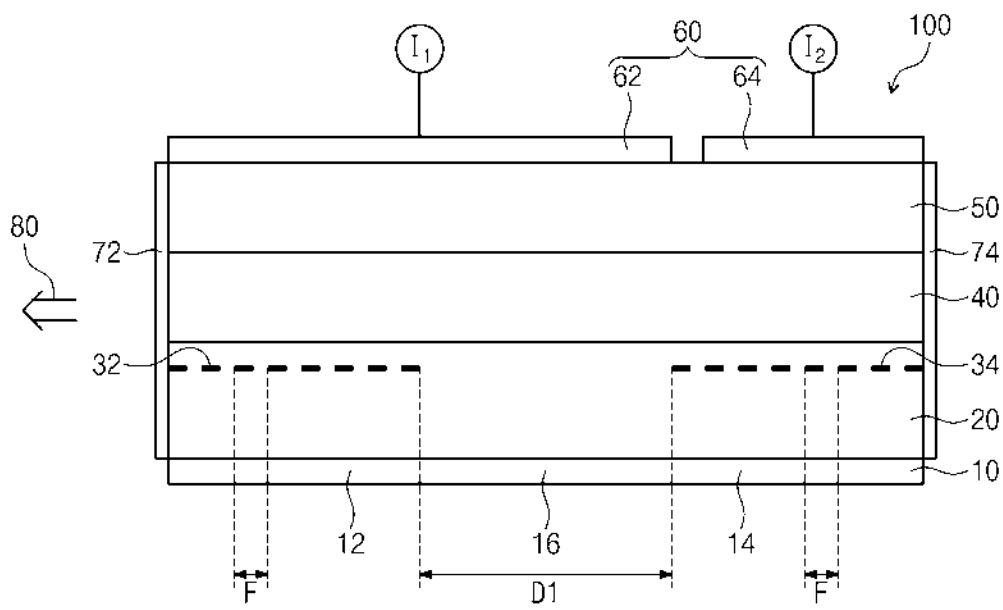
도면7



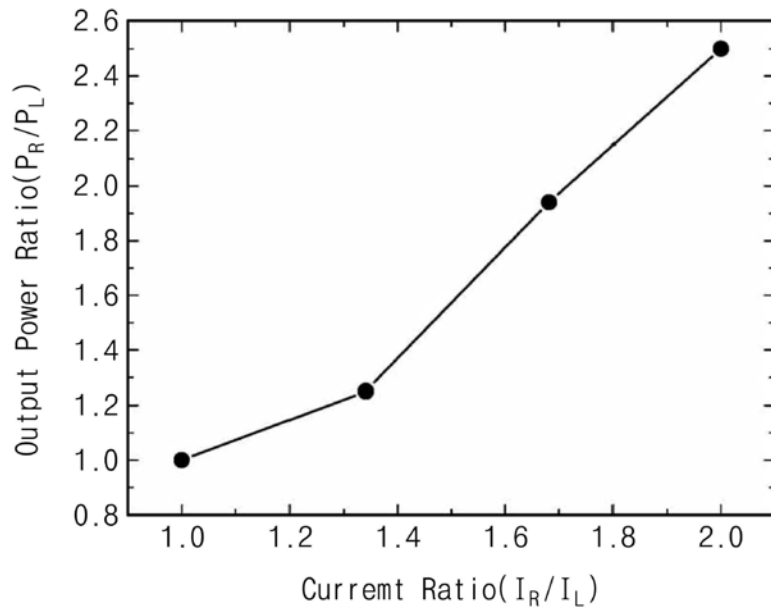
도면8



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

제 1 항에 있어서,

상기 하부 클래드 층, 상기 도파로, 및 상기 상부 클래드의 가장자리 양측벽들 상에 배치된 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들을 더 포함하는 단일 분포 궤환 레이저 다이오드.

【변경후】

제 1 항에 있어서,

상기 하부 클래드 층, 상기 도파로, 및 상기 상부 클래드의 가장자리 양측벽들 상에 배치된 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들을 더 포함하는 단일 모드 분포 궤환 레이저 다이오드.



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0074148  
(43) 공개일자 2019년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01S 5/10 (2006.01) H01S 5/026 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01S 5/1092 (2013.01)  
H01S 5/0268 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0175558  
(22) 출원일자 2017년12월19일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
김남제  
대전광역시 유성구 노은동559-12 304  
권오균  
대전광역시 유성구 지족로 92영무 예다음 아파트  
171-401  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 고려

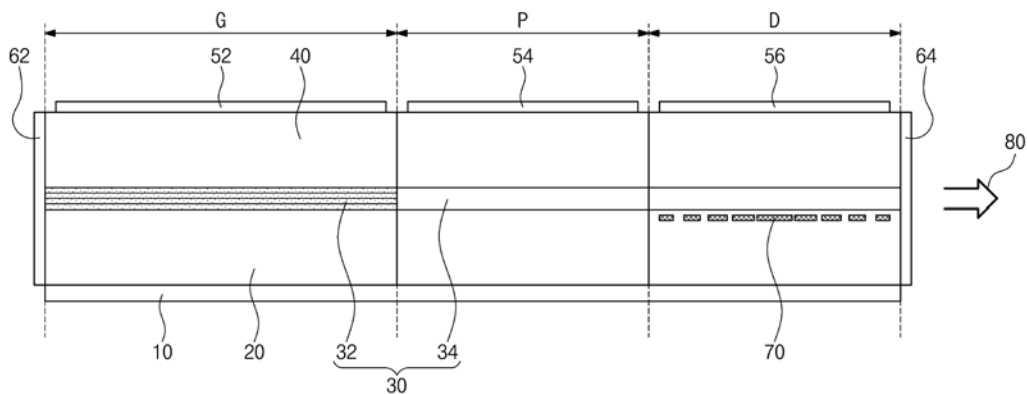
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 파장 가변 레이저 소자

### (57) 요약

이득 영역, 위상 조절 영역, 분포 영역을 갖는 기관, 상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층, 상기 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 배치된 회절 격자들, 상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 분포 영역에서 상기 이득 영역까지 연장하는 광 도파로, 상기 광 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층, 및 상기 분포 영역, 상기 위상 조절 영역 및 상기 이득 영역의 상기 상부 클래드 층 상에 각각 배치된 제 1 내지 제 3 전극들을 포함하는 파장 가변 레이저 소자를 제공하되, 상기 회절 격자들은 상기 기관 및 상기 광 도파로와 평행한 방향으로 분포하고, 상기 회절 격자들의 배열 패턴은 상기 제 1 방향으로 제 1 길이 및 제 1 간격을 갖는 제 1 격자 패턴과 상기 제 1 방향으로 제 2 길이 및 제 2 간격을 갖는 제 2 격자 패턴을 중첩시킨 것과 동일할 수 있다.

### 대표도





(72) 발명자

**박미란**

대전시 유성구 도안동로 523 호반2블럭 아파트 21  
6동1101호

**안신모**

대전광역시 유성구 신성동121-2 30호

**한원석**

대전광역시 유성구 가정로 43삼성한울아파트 107동  
1001호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GK17N0400

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 (재)기가코리아사업단

연구사업명 범부처 Giga KOREA사업

연구과제명 5G 이동통신 기지국용 디지털기반 프론트홀 광링크기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)한위드정보기술

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이득 영역, 위상 조절 영역, 분포 영역을 갖는 기관;

상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층;

상기 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 배치된 회절 격자들;

상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 분포 영역에서 상기 이득 영역까지 연장하는 광 도파로;

상기 광 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층; 및

상기 분포 영역, 상기 위상 조절 영역 및 상기 이득 영역의 상기 상부 클래드 층 상에 각각 배치된 제 1 내지 제 3 전극들을 포함하되,

상기 회절 격자들은 상기 기관 및 상기 광 도파로와 평행한 제 1 방향으로 배열하고,

상기 회절 격자들의 배열 패턴은 상기 제 1 방향으로 제 1 길이 및 제 1 간격을 갖는 제 1 격자 패턴과 상기 제 1 방향으로 제 2 길이 및 제 2 간격을 갖는 제 2 격자 패턴을 중첩시킨 것과 동일한 파장 가변 레이저 소자.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 파장 가변 레이저 소자에 관한 것으로, 상세하게는 분포귀환 레이저 다이오드에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근 반도체 기반의 광 소자들 중에서, 분포귀환(Distributed FeedBack) 레이저 다이오드 및/또는 분포 브래그 반사형(Distributed Bragg Reflector) 레이저 다이오드 등의 특정 파장을 선택하는 기능성 레이저 소자들이 개발되고 있다. 이러한 기능성 레이저 소자들은 회절 격자를 이용하여 파장 필터링을 수행할 수 있다. 예컨대, 광 파가 주기적인 굴절률 변화에 의한 브래그 파장에 해당하는 특정 파장을 갖는 광파만이 반사될 수 있다. 이로써, 파장 필터링이 이루어질 수 있다. 반사된 특정 파장의 광파는 계인 영역으로 피드백(feedback)되어 발진될 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 짧은 길이의 파장 가변 레이저 소자를 제공하는데 있다.

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 낮은 문턱전류의 파장 가변 레이저 소자를 제공하는데 있다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 상술한 기술적 과제들을 해결하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자는 이득 영역, 위상 조절 영역, 분포 영역을 갖는 기관, 상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층, 상기 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 배치된 회절 격자들, 상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 분포 영역에서 상기 이득 영역까지 연장하는 광 도파로, 상기 광 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층, 및 상기 분포 영역, 상기 위상 조절 영역 및 상기 이득 영역의 상기 상부 클래드 층 상에 각각 배치된 제 1 내지 제 3 전극들을 포함할 수 있다. 상기 회절 격자들은 상기 기관 및 상기 광 도파로와 평행한 방향으로 분포할 수 있다. 상기 회절 격자들의 배열 패턴은 상기 제 1 방향으로 제 1 길이 및 제 1 간격을 갖는 제 1 격자 패턴과 상기 제 1 방향으로 제 2 길이 및 제 2

간격을 갖는 제 2 격자 패턴을 중첩시킨 것과 동일할 수 있다.

[0007] 상술한 기술적 과제들을 해결하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자는 이득 영역, 위상 조절 영역, 분포 영역을 갖는 기관, 상기 기관 상에 배치된 하부 클래드 층, 상기 분포 영역 상의 상기 하부 클래드 층 내에 배치된 제 1 회절 격자들, 상기 하부 클래드 층 상에 배치되고, 상기 분포 영역에서 상기 이득 영역까지 연장하는 광 도파로, 상기 광 도파로 상에 배치된 상부 클래드 층, 기 분포 영역 상의 상기 상부 클래드 층 내에 배치된 제 2 회절 격자들, 및 상기 분포 영역, 상기 위상 조절 영역 및 상기 이득 영역의 상기 상부 클래드 층 상에 각각 배치된 제 1 내지 제 3 전극들을 포함할 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 회절 격자들은 상기 기관 및 상기 광 도파로와 평행한 방향으로 분포할 수 있다. 상기 제 1 회절 격자들의 주기 및 상기 제 2 회절 격자들의 주기는 서로 다를 수 있다.

### 발명의 효과

[0008] 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자는 회절 격자들이 반사율이 높고, 좁은 대역폭(bandwidth)을 가질 수 있다. 또한, 레이저 광에 따라 회절 격자들이 최적화된 반사율을 갖도록 설정될 수 있다. 더하여, 파장 가변 레이저 소자는 높은 부모드 억제율을 나타내며, 단일 모드 발진 특성이 안정적으로 나타낼 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자를 설명하기 위한 단면도들이다.

도 3은 회절 격자를 설명하기 위한 도면이다.

도 4 및 5는 회절 격자들의 반사 스펙트럼을 설명하기 위한 도면들이다.

도 6은 파장 가변 레이저 소자의 발진 스펙트럼을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 파장 가변 레이저 소자의 튜닝 스펙트럼을 설명하기 위한 도면이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자를 설명하기 위한 단면도들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 구성 및 효과를 충분히 이해하기 위하여, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 설명한다. 그러나 본 발명은, 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 여러 가지 형태로 구현될 수 있고 다양한 변경을 가할 수 있다. 단지, 본 실시예들의 설명을 통해 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다. 당해 기술분야에서 통상의 기술을 가진 자는 본 발명의 개념이 어떤 적합한 환경에서 수행될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0011] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 ‘포함한다(comprises)’ 및/또는 ‘포함하는(comprising)’은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0012] 본 명세서에서 어떤 막(또는 층)이 다른 막(또는 층) 또는 기관상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 막(또는 층) 또는 기관상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 막(또는 층)이 개재될 수도 있다.

[0013] 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제 1, 제 2, 제 3 등의 용어가 다양한 영역, 막들(또는 층들) 등을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 영역, 막들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 소정 영역 또는 막(또는 층)을 다른 영역 또는 막(또는 층)과 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에의 제 1 막질로 언급된 막질이 다른 실시 예에서는 제 2 막질로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시예도 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0014] 본 발명의 실시예들에서 사용되는 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 통상적으로 알려진 의미로 해석될 수 있다.

- [0016] 이하, 도면들 참조하여 본 발명의 개념에 따른 파장 가변 레이저 소자를 설명한다.
- [0017] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자를 설명하기 위한 단면도들이다. 도 3은 회절 격자를 설명하기 위한 도면이다.
- [0018] 도 1을 참조하여, 본 발명의 개념에 따른 파장 가변 레이저 소자가 제공될 수 있다. 파장 가변 레이저 소자는 DBR(Distributed Bragg Reflector) 레이저 다이오드일 수 있다. 파장 가변 레이저 소자는 기판(10), 하부 클래드 층(20), 광 도파로(30), 상부 클래드층(40), 회절 격자들(70) 및 전극들(52, 54, 56)을 포함할 수 있다.
- [0019] 기판(10)은 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다. 기판(10)은 이득 영역(G), 위상 조절 영역(P), 및 분포 영역(D)을 가질 수 있다. 기판(10)은 접지될 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 기판(10)은 위상 조절 영역(P)을 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 기판(10)은 서로 인접한 이득 영역(G) 및 분포 영역(D)을 포함할 수 있다.
- [0020] 기판(10) 상에 하부 클래드 층(20)이 배치될 수 있다. 하부 클래드 층(20)의 굴절률은 기판(10)의 굴절률보다 높고, 후술되는 광 도파로(30)의 굴절률보다 낮을 수 있다. 하부 클래드 층(20)은 n 타입의 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다.
- [0021] 하부 클래드 층(20) 상에 광 도파로(30)가 배치될 수 있다. 광 도파로(30)는 기판(10)과 평행한 방향으로 연장될 수 있다. 광 도파로(30)는 진성 인듐 인(intrinsic InP)을 포함할 수 있다. 광 도파로(30)는 활성 광 도파로(32)와 수동 광 도파로(34)를 포함할 수 있다. 활성 광 도파로(32)는 이득 영역(G) 상에 배치될 수 있다. 수동 광 도파로(34)는 활성 광 도파로(32)와 연결될 수 있다. 수동 광 도파로(34)는 위상 조절 영역(P) 및 분포 영역(D) 상에 배치될 수 있다. 이와는 다르게, 기판(10)이 위상 조절 영역(P)을 갖지 않는 도 2의 실시예의 경우, 광 도파로(30)는 이득 영역(G) 상의 활성 광 도파로(32) 및 분포 영역(D) 상의 수동 광 도파로(34)를 포함할 수 있다.
- [0022] 광 도파로(30) 상에 상부 클래드 층(40)이 배치될 수 있다. 상부 클래드 층(40)은 n 타입의 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다. 상부 클래드 층(40)은 광 도파로(30)의 굴절률보다 낮은 굴절률을 가질 수 있다.
- [0023] 상부 클래드 층(40) 상에 제 1 내지 제 3 전극들(52, 54, 56)이 배치될 수 있다. 제 1 내지 제 3 전극들(52, 54, 56)은 각각 이득 영역(G), 위상 조절 영역(P), 및 분포 영역(D) 상에 배치될 수 있다. 제 1 내지 제 3 전극들(52, 54, 56)은 기판(10)으로 전류를 제공할 수 있다. 상기 전류는 하부 클래드 층(20), 광 도파로(30), 및 상부 클래드 층(40)의 굴절률을 전기적으로 변화시킬 수 있다. 이와는 다르게, 기판(10)이 위상 조절 영역(P)을 갖지 않는 도 2의 실시예의 경우, 제 2 전극(54)은 제공되지 않을 수 있다.
- [0024] 제 1 내지 제 3 전극들(52, 54, 56) 중 적어도 하나에 전류가 제공되면, 광 도파로(30)를 따라 레이저 광(80)이 생성될 수 있다.
- [0025] 제 1 전극(52)에 전류가 인가되면, 이득 영역(G) 내의 활성 광 도파로(32)는 레이저 광(80)의 게인(Gain)을 얻을 수 있다. 레이저 광(80)의 세기는 상기 제 1 전극(52)에 인가되는 전류에 비례할 수 있다.
- [0026] 제 2 전극(54)에 전류가 인가되면, 레이저 광(80)의 위상이 변조될 수 있다. 상기 제 2 전극(54)에 인가되는 전류는 위상 조절 영역(P) 내의 수동 광 도파로(34)의 굴절률을 전기적으로 변화시켜, 레이저 광(80)의 파장을 가변(tune)할 수 있다.
- [0027] 광 도파로(30)의 양측에 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(62, 64)이 배치될 수 있다. 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(62, 64)은 하부 클래드 층(20), 광 도파로(30), 및 상부 클래드 층(40)의 가장자리 양 측벽들 상에 배치될 수 있다. 제 1 및 제 2 무반사 코팅 층들(62, 64)은 광 도파로(30)를 진행하는 레이저 광(80)을 공진시킬 수 있다. 레이저 광(80)은 제 2 무반사 코팅 층(64)을 투과하여 외부로 출력될 수 있다.
- [0028] 하부 클래드 층(20) 내에 회절 격자들(70)이 배치될 수 있다. 회절 격자들(70)은 분포 영역(D)의 하부 클래드 층(20) 내에 배치될 수 있다. 회절 격자들(70)은 기판(10)에 대해 수직 방향으로 광 도파로(30)와 이격될 수 있다. 회절 격자들(70)은 P 타입 인듐 인(InP), 인듐 갈륨 비소(InGaAs), 또는 캐비티를 포함할 수 있다. 회절 격자들(70)의 패턴들은 광 도파로(30)가 연장되는 방향과 동일한 방향으로 배열될 수 있다. 회절 격자들(70)의 패턴들은 0.1  $\mu\text{m}$ 의 폭 또는 길이를 가질 수 있다. 회절 격자들(70)의 패턴들은 0.1  $\mu\text{m}$ 의 간격을 가질 수 있다. 이하, 도 3을 참조하여, 회절 격자들(70)의 패턴들을 상세히 설명한다.
- [0029] 도 3을 참조하여, 회절 격자들(70)의 패턴들 각각은 서로 다른 길이(L) 및 간격(S)을 갖고 배치될 수 있다. 회

절 격자들(70)의 배열 패턴은 서로 다른 주기를 갖는 두 가지의 패턴이 중첩된 것과 동일할 수 있다. 상세하게는, 회절 격자들(70)의 배열 패턴은 가상의 제 1 격자 패턴들(72) 및 제 2 격자 패턴들(74)을 중첩시킨 것과 동일할 수 있다. 제 1 격자 패턴들(72)의 주기( $\Delta 1$ )와 제 2 격자 패턴들(74)의 주기( $\Delta 2$ )는 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 1 격자 패턴들(72)은 제 1 길이( $L1$ )를 갖고, 제 1 간격( $S1$ )으로 배열될 수 있다. 제 2 격자 패턴들(74)은 제 2 길이( $L2$ )를 갖고, 제 2 간격( $S2$ )으로 배열될 수 있다. 이때, 제 2 길이( $L2$ )는 제 1 길이( $L1$ )보다 길 수 있고, 제 2 간격( $S2$ )은 제 1 간격( $S1$ )보다 길 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 격자 패턴들(72) 및 제 2 격자 패턴들(74)을 중첩시킬 경우, 회절 격자들(70)의 배열 패턴의 길이( $L$ )는 제 2 길이( $L2$ )보다 길고, 제 1 길이( $L1$ )의 두 배와 제 2 길이( $L2$ )의 합( $2 \times L1 + L2$ )보다 짧은 범위 내에서 주기적으로 변화할 수 있다. 회절 격자들(70)의 간격( $S$ )은 제 2 간격( $S2$ )과 제 1 간격( $S1$ )의 차이( $S2 - S1$ )보다 길고, 제 2 간격( $S2$ )보다 짧은 범위 내에서 주기적으로 변화할 수 있다.

[0030] 상기와 같은 배열 패턴에 따라 회절 격자들(70)의 반사 스펙트럼이 조절될 수 있다. 예를 들어, 회절 격자들(70)의 반사 스펙트럼은 제 1 격자 패턴들(72)의 반사 스펙트럼 및 제 2 격자 패턴들(74)의 반사 스펙트럼의 교집합 영역에 해당할 수 있다. 레이저 광(80)의 대역폭은 회절 격자들(70)의 배열 패턴에 따라 변화될 수 있다.

[0031] 도 4 및 5는 회절 격자들의 반사 스펙트럼을 설명하기 위한 도면들이다.

[0032] 도 4를 참조하여, 일정한 주기(길이 및 간격)를 갖는 비교예와 본원 발명의 회절 격자들(70)을 갖는 실시예의 반사 스펙트럼을 비교하여 보았다. 도 4에 도시된 바와 같이, 비교예의 반사 스펙트럼에 비하여, 아래의 실시예의 반사 스펙트럼은 레이저의 동작을 위한 적정 반사율을 제공하면서 대역폭(bandwidth)이 동시에 감소한 것을 확인할 수 있다.

[0033] 한편, 회절 격자들(70)의 반사 스펙트럼은 제 1 격자 패턴들(72)의 주기( $\Delta 1$ )와 제 2 격자 패턴들(74)의 주기( $\Delta 2$ )에 따라 변화될 수 있다. 도 5를 참조하여, 제 1 격자 패턴들(72)의 주기( $\Delta 1$ )와 제 2 격자 패턴들(74)의 주기( $\Delta 2$ )의 차이( $\Delta$ )를 변화시켜 가며, 회절 격자들(70)의 반사 스펙트럼을 계산하였다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제 1 격자 패턴들(72)의 주기( $\Delta 1$ )와 제 2 격자 패턴들(74)의 주기( $\Delta 2$ )의 차이( $\Delta$ )에 따라, 회절 격자들(70)의 반사 스펙트럼 피크의 최대치 및 폭이 달라질 수 있다. 이에 따라, 레이저 광(80)에 따라 회절 격자들(70)이 최적화된 반사율을 갖도록, 제 1 격자 패턴들(72)의 주기( $\Delta 1$ )와 제 2 격자 패턴들(74)의 주기( $\Delta 2$ )가 설정될 수 있다.

[0034] 도 6은 파장 가변 레이저 소자의 발진 스펙트럼을 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 6을 참조하여, 일정한 주기(길이 및 간격)를 갖는 비교예의 레이저 발진 특성과 본원 발명의 회절 격자들(70)을 갖는 실시예의 레이저 발진 특성을 비교하여 보았다. 비교예의 경우, 주 피크의 주변에 다른 피크들이 함께 발견되며, 실시예는 비교예에 비하여 부모드 억제율(side-mode suppression ratio)이 높은 것을 확인할 수 있다. 또한, 실시예의 경우, 문턱 전류( $I_{th}$ )가 약 12.4 mA로 직접변조에 적합한 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0036] 도 7은 파장 가변 레이저 소자의 튜닝 스펙트럼을 설명하기 위한 도면이다. 파장 가변 레이저 소자의 파장 가변은 분포 영역(D)에 전류 주입을 하여, 광 도파로의 유효 굴절률을 변화시켜 얻어진다. 도 7은 전류 주입에 따른 발진 모드의 파장 이동성을 측정한 그래프로, 분포 영역(D)에 서로 다른 전류를 주입하여 파장 가변 레이저 소자에서 발진 모드가 나타나는 파장을 측정하였다. 도 7에 도시된 바와 같이, 파장 가변 레이저 소자는 인가된 전류가 인가되었을 때 높은 부모드 억제율을 나타내며, 단일 모드 발진 특성이 안정적으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0037] 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자는 회절 격자들이 적정 반사율을 유지하며 좁은 대역폭(bandwidth)을 가질 수 있다. 또한, 레이저 광에 따라 회절 격자들이 최적화된 반사율을 갖도록 설정될 수 있다. 더하여, 파장 가변 레이저 소자는 높은 부모드 억제율을 나타내며, 단일 모드 발진 특성이 안정적으로 나타낼 수 있다.

[0039] 도 8 및 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 파장 가변 레이저 소자를 설명하기 위한 단면도들이다. 여기서, 설명의 편의를 위해, 상술한 내용과 다르거나, 설명되지 않은 점을 위주로 설명하며, 생략된 부분은 본 발명의 상술한 내용의 실시예에 따른다.

[0040] 도 8을 참조하여, 파장 가변 레이저 소자가 제공될 수 있다. 파장 가변 레이저 소자는 DBR(Distributed Bragg

Reflector) 레이저 다이오드일 수 있다. 파장 가변 레이저 소자는 기관(10), 하부 클래드 층(20), 광 도파로(30), 상부 클래드 층(40), 회절 격자들(76, 78) 및 전극들(52, 54, 56)을 포함할 수 있다.

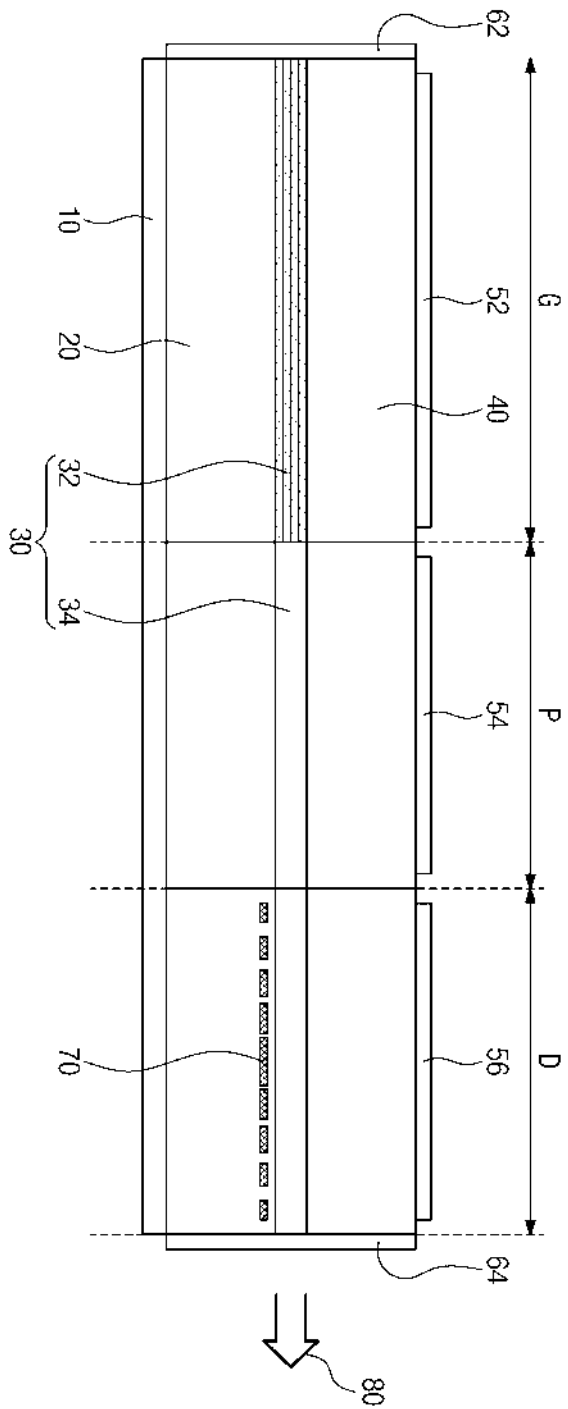
- [0041] 파장 가변 레이저 소자의 기관(10), 하부 클래드 층(20), 광 도파로(30), 상부 클래드 층(40) 및 전극들(52, 54, 56)은 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 바와 동일/유사할 수 있다.
- [0042] 회절 격자들(76, 78)은 제 1 회절 격자(76) 및 제 2 회절 격자(78)를 포함할 수 있다.
- [0043] 제 1 회절 격자들(76)은 상부 클래드 층(40) 내에 배치될 수 있다. 제 1 회절 격자들(76)은 분포 영역(D)의 상부 클래드 층(40) 내에 배치될 수 있다. 제 1 회절 격자들(76)은 기관(10)에 대해 수직 방향으로 광 도파로(30)와 이격될 수 있다. 제 1 회절 격자들(76)은 P 타입 인듐 인(InP), 인듐 갈륨 비소(InGaAs), 또는 캐비티를 포함할 수 있다. 제 1 회절 격자들(76)의 패턴들은 광 도파로(30)가 연장되는 방향과 동일한 방향으로 배열될 수 있다.
- [0044] 제 2 회절 격자들(78)은 하부 클래드 층(20) 내에 배치될 수 있다. 제 2 회절 격자들(78)은 분포 영역(D)의 하부 클래드 층(20) 내에 배치될 수 있다. 제 2 회절 격자들(78)은 기관(10)에 대해 수직 방향으로 광 도파로(30)와 이격될 수 있다. 제 2 회절 격자들(78)은 P 타입 인듐 인(InP), 인듐 갈륨 비소(InGaAs), 또는 캐비티를 포함할 수 있다. 제 2 회절 격자들(78)의 패턴들은 광 도파로(30)가 연장되는 방향과 동일한 방향으로 배열될 수 있다.
- [0045] 제 1 회절 격자들(76)의 주기와 제 2 회절 격자들(78)의 주기는 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 도 3을 이용하여 설명한 제 1 격자 패턴들(72) 및 제 2 격자 패턴들(74)과 동일하게, 제 1 회절 격자들(76)은 제 1 길이(L1)를 갖고, 제 1 간격(S1)으로 배열될 수 있다. 제 2 회절 격자들(78)은 제 2 길이(L2)를 갖고, 제 2 간격(S2)으로 배열될 수 있다. 이때, 제 2 길이(L2)는 제 1 길이(L1)보다 길 수 있고, 제 2 간격(S2)은 제 1 간격(S1)보다 길 수 있다.
- [0046] 제 1 및 제 2 회절 격자들(76, 78)의 주기에 따라, 광 도파로(30)에 반영되는 총 반사 스펙트럼이 조절될 수 있다. 광 도파로(30)의 상하에 서로 다른 주기를 갖는 제 1 및 제 2 회절 격자들(76, 78)이 배치됨에 따라, 광 도파로(30)에 반영되는 총 반사 스펙트럼은 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 회절 격자들(70)과 동일/유사할 수 있다.
- [0048] 이상, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

### 부호의 설명

- [0049] 10: 기관    20: 하부 클래드 층  
30: 광 도파로    40: 상부 클래드 층  
52, 54, 56: 전극    62, 64: 무반사 코팅 층  
70, 76, 78: 회절 격자

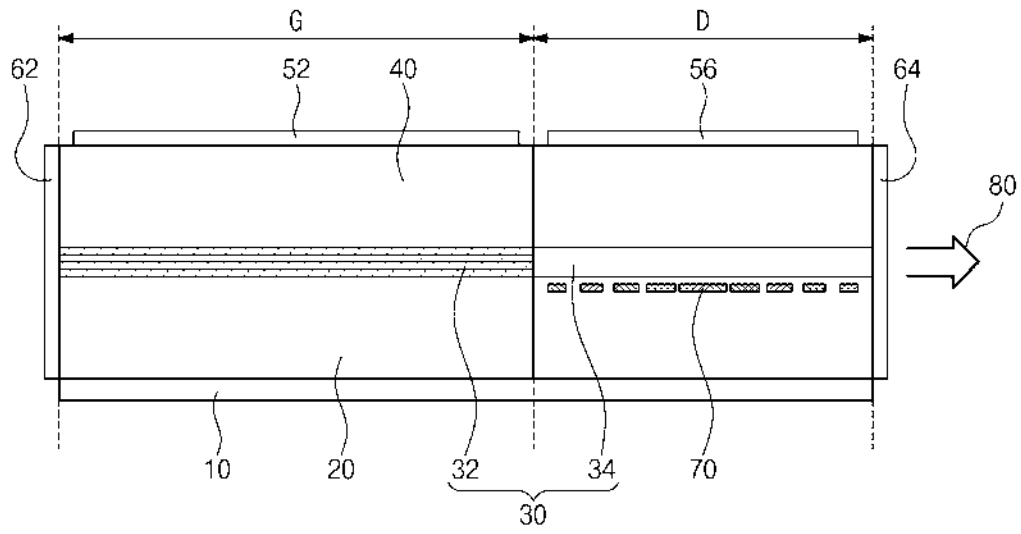
도면

도면1

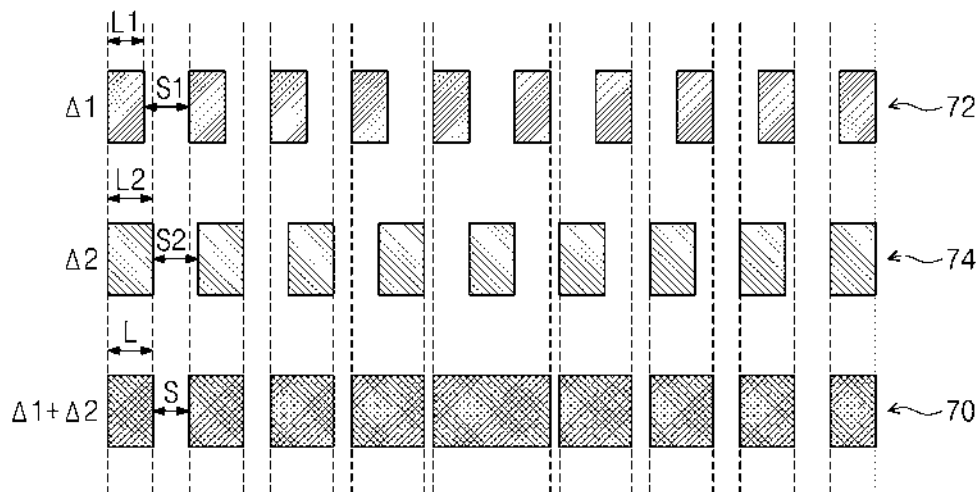




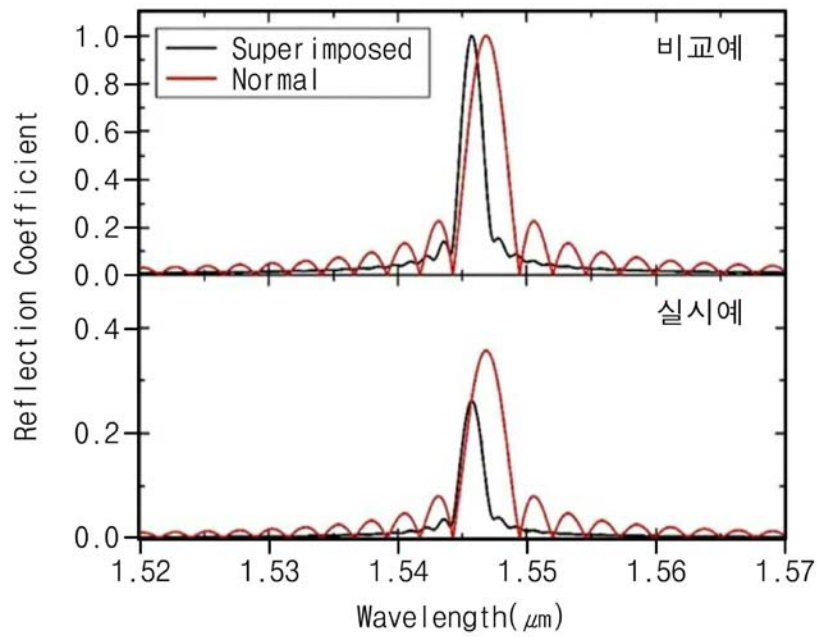
도면2



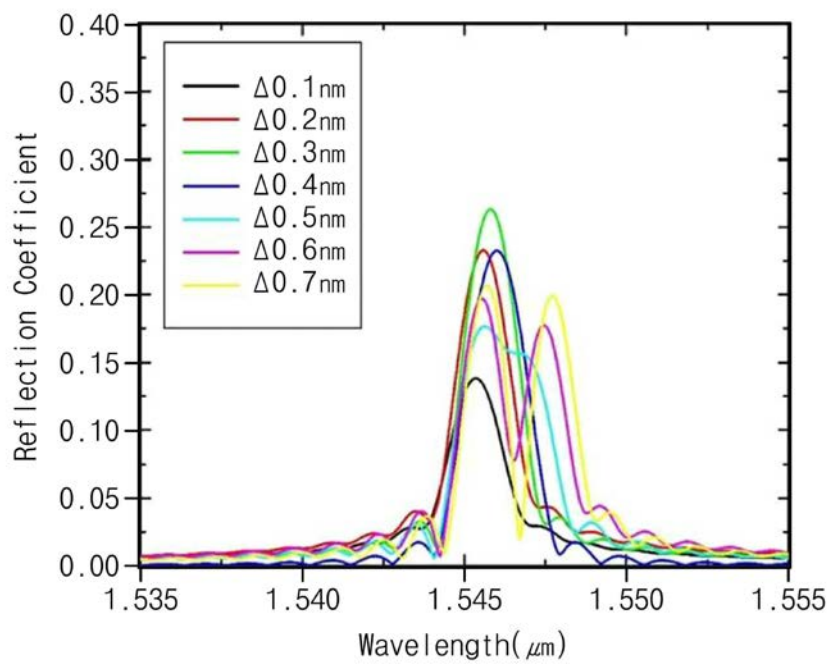
도면3



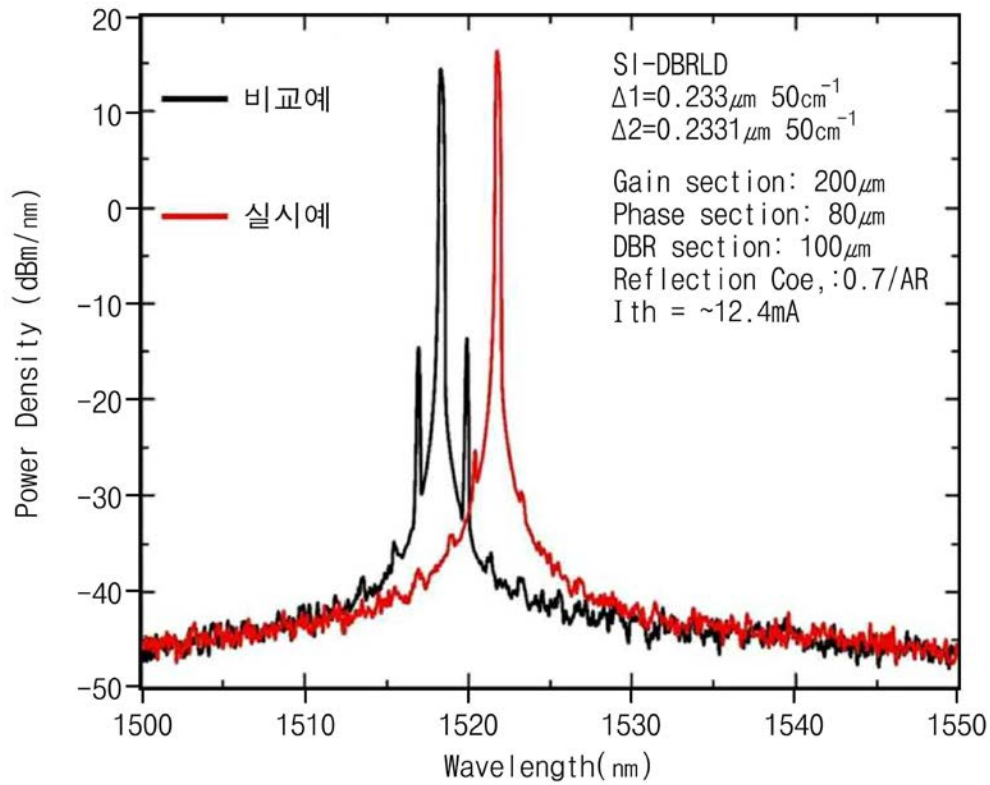
도면4



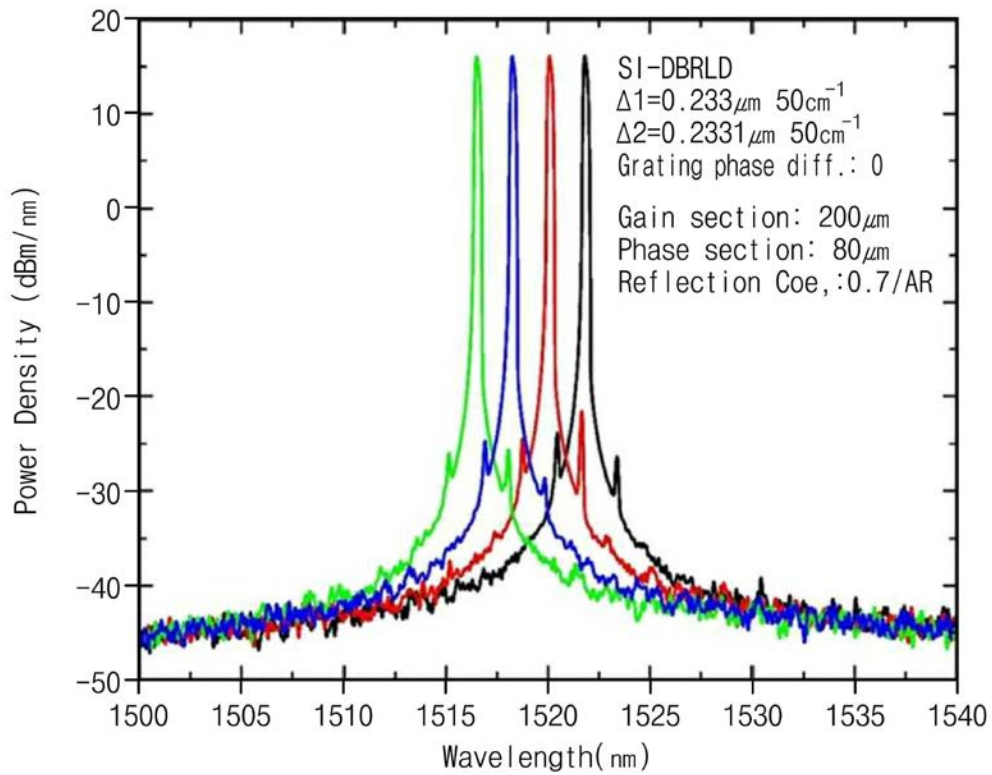
도면5



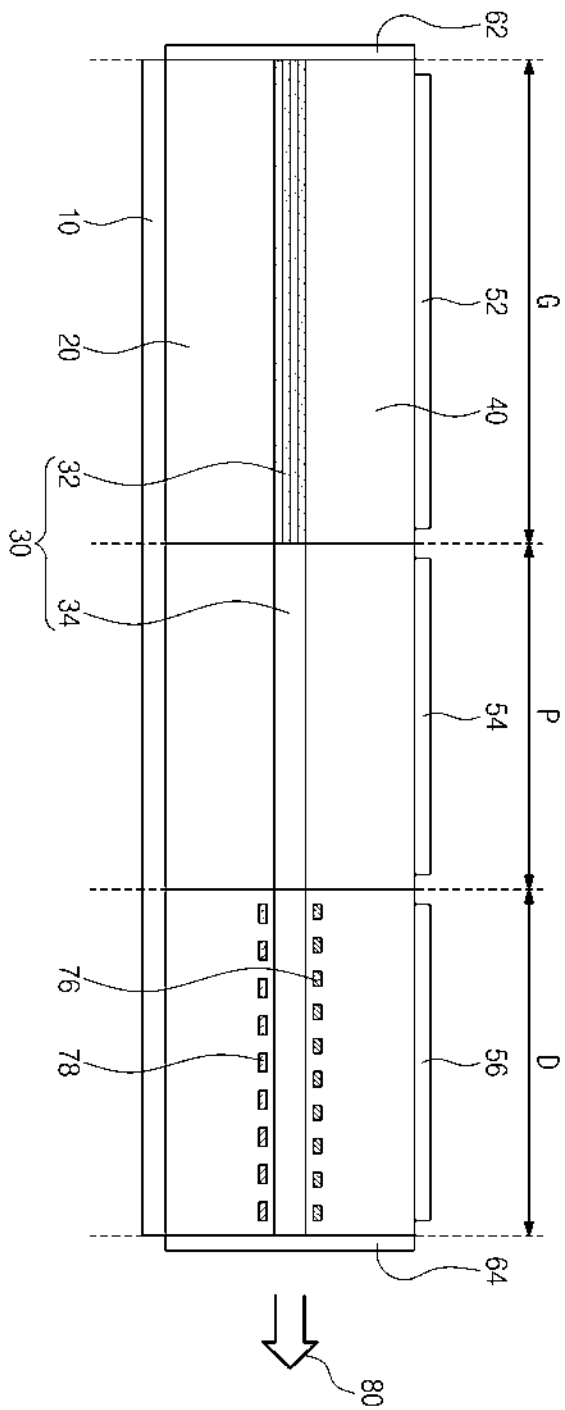
도면6



도면7



도면8



도면9

