# O-band DBR-EAM 칩 제작 기술 기술이전

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



::: ETRI, The Future Wave :::



1. 개요



- \* 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 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

# 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)

## ETRI



# 赺 파장가변 광원 장단점

종 류	구 조	NRZ속도 (Gbps)	가변 범위 (nm)	크기(μm)	가 격	비고
SG-DBR	Receited and Anticipation Anticipation Prost many Uptic cut Aff costing Bull-cockeled MQW active region Sampled grating 버니어효과	MZ변조 25/50	~30	400x2500	× \$X,000	장거리전송 C-band용 개발 고가 솔루션
DFB+ TEC		<mark>직접변조</mark> 10/25	~3.2	250x300	© \$x0	프런트홀망 10Gbps 적용 파장가변범위 제한
ECL	Paymere Bragg reflector S.D. Aspherical liers Pigalace There SLD+폴리머	<mark>직접변조</mark> 2.5/10(??) 간접변조 25(?)	10~20	1500x700 0	O \$X00	하이브리드 집적 파장안정성 요구 광원칩 수입
Tunable DBR	ettri OBR-TLD-WISTB C7R28 한 한 한 마이크로히터	<mark>직접변조</mark> 10/25 간접변조 10/25/50	15~30 10~20	300x550 300x1250	© \$x0	저가 솔루션 DFB 대체가능 25/50G 확장가능

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

ETRI, The Future Wave :::



# 🔁 대상기술 수행현황

## • 협약사업

### 1) 5G-PON용 DBR-LD의 저전력 파장가변 동작 을 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 프런트홀 기술개발" 사업 "Oband 파장가변 LD 기술 개발

(과제번호: 20HH8120)

- 수행기간: 2020.4.1 ~ 2022.12.31.

## • 관련특허(3)/문서(8)

관리번호	출원번호 (등록번호)	출원일 (등록일)	발명명칭	
PR201607	10/00000	2019-09-	분포 반사형 파장가변	
94USa	16/585035	27	광원	
PR201908	2020-	2020-03-	레이저 스자	
03KR	0031380	13	데이지 도지	
00001011	2020	2020 04	파장선택 레이저	
201911	2020-	2020-04-	다이오드 및 그를	
JYKK	0041886	07	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 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



#### O-band 10/25Gbps Tunable LD 수행 현황 $\left( \rightarrow \right)$



ETRI, The Future Wave :::



# ● 기술이전 요구사항

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





# ● 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 발진 파장 측정: 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 100mA에서 광출력 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 파장 가변 범위 측정: 17nm	
소자의 변조부에 바이어스 전압 - 2.5V인가시 3 dB 대역폭은 18 GHz 이상이어야 한다.	변조기 바이어스 전압 인가 시 -3dB 대역폭: 18GHz 이상	만족 EO response 측정: 20GHz 이상	



# 赺 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)





- "O-band DBR-EAM 쳅 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 시 장 선점의 기회를 확보





# **"Future Creator for Human Technologies by Global Innovation"**







공개특허 10-2021-0125124



(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) 출위일자
   2020년04월07일
  - 심사청구일자 **2020년11월04일**

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

(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) 요 약

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

#### *대 표 도* - 도4



- (72) 발명자
   김기수
   서울특별시 서초구 신반포로33길 30 314동 1206호
   (잠원동,신반포한신아파트)
- 이 발명을 지원한 국가연구개발사업 과제고유번호 19VB1500 과제번호 19VB1500 부처명 한국전자통신연구원(ETRI) 과제관리(전문)기관명 한국전자통신연구원(ETRI) 연구사업명 기타사업 전계흡수 변조기 집적 분포 브라그 반사기 파장가변 레이저 개발 연구과제명 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 기술이전공급사업 연구사업명 연구과제명 DWDM망용 파장가변 TOSA 개발 기여율 20/100과제수행기관명 (주)옵티코어 연구기간 2019.05.15 ~ 2020.05.14

이철욱

대전광역시 유성구 배울2로 61

#### 명세서

#### 청구범위

청구항 1

게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영 역을 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 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 파장 선택 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 다 른 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 피 치 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 길 이, 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 도파로들 더 포함하는 파장선택 레이저 다이오드.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기판은 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 배 치된 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 기판의 하부에 배치된 하부 전극 층; 및 상기 게인 영역에 인접하는 상기 기판의 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 영 역을 포함하는 기판; 상기 기판 상의 도파로 충; 상기 도파로 충 상의 클래드 충; 및 상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기판 또는 상기 클래드 충 상에 배치된 격자들을 포힘하되, 상기 격자들은: 상기 튜닝 영역 내에 배치되고, 상기 제 1 격자 길이와 다른 제 2 격자 길이를 갖는 제 2 격자를 포함하는 광통 신 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

기 술 분 야

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

#### 배경기술

[0002] 최근 이동통신 프런트홀, 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 장착 하는 구조를 가질 수 있다. 또한, 일반적인 파장분할 다중 시스템용 광원은 채널 개수의 증가에 따라 장비의 부 피가 커지고, 에너지 소모도 높아지고, 시스템이 복잡해지는 단점을 가질 수 있다. 향후 하나의 모듈에서 다수 의 채널파장들을 제공할 수 있는 파장분할 다중 시스템용 광원의 도입을 통해 시스템 장비의 소형화, 에너지 저 소모 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 있 는 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 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 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 격자들 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 다 른 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 길 이, 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 영역 에 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 도파로들 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 배 치된 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 층 을 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 포힘할 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 길 이들을 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 보여 주는 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 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 업자에 게 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 게인, 튜닝, 도파 로 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 결 합기(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 도파로 들(110)이 파장선택 레이저 다이오드들(100)을 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 다이 오드를 포함할 수 있다. 일 예로, 파장선택 레이저 다이오드(100)는 기판(10), 도파로 층(20), 클래드 층(30), 격자들(40), 오믹 콘택 층(50), 및 전극 층(60)을 포함할 수 있다.
- [0033] 기판(10)은 III-V족 반도체 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기판(10)은 n형을 갖는 InP를 포함할 수 있다. 기 판(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 기판 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(12 0)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 변 조하는 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 세 기를 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 기판 (10)의 하부에 배치될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 변환 영역(19)의 기판(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 기판(10) 상에 배치될 수 있다. 도파로 층(20)은 기판(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. 기판(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 증 가시킬 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 도파 로 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, 다중양 자우물(MQW, multiple quantum well) 구조, 또는 선택영역 성장된(selective area grown, SAG) MQW 구조를 가 질 수 있다.
- [0044] 클래드 층(30)은 도파로 층(20) 및 상기 도파로 층(20) 외곽의 기판(10) 상에 배치될 수 있다. 클래드 층(30)은 도파로 층(20)의 굴절률보다 낮고, 기판(10)의 굴절률과 동일하거나 유사한 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 클래드 층(30)은 p+형의 InP를 포함할 수 있다. 기판(10)이 하부 클래드 층이면, 클래드 층(30)은 상부 클래드 층일 수 있다. 일 예로, 클래드 층(30)은 트렌치들(116)을 가질 수 있다. 트렌치들(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 전 기적으로 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 포 함할 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 결함들일 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.
   다.
- [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 들 어, 제 1 격자(42)는 약 1mm의 제 1 격자 길이(L<sub>sq1</sub>)를 가질 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 일 예 로, 제 1 격자(42)은 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(Λ<sub>1</sub>)를 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 피치(Λ<sub>1</sub>)는 약 100nm일 수 있다. 제 1 단위 격자들(43)은 제 1 파열 길이(L<sub>g1</sub>) 마다 군집하여 제 1 군 격자들(41)을 형성할 수 있다. 제 1 파열 길이(L<sub>g1</sub>)는 약 400nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는 다. 제 1 군 격자들(41)은 제 1 샘플링 길이(L<sub>g1</sub>)를 가질 수 있다. 제 1 샘플링 길이(L<sub>g1</sub>)는 약 1µm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0051] 제 2 격자(44)는 제 1 군 격자(41)과 다른 길이 또는 거리를 수 있다. 예를 들어, 제 2 격자(44)는 제 1 격자 길이(L<sub>sg1</sub>)과 다른 제 2 격자 길이(L<sub>sg2</sub>)를 가질 수 있다. 제 2 격자 길이(L<sub>sg2</sub>)는 약 1.1mm일 수 있으며, 본 발명 은 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(Λ<sub>2</sub>)를 가질 수 있다. 제 2 피치(Λ<sub>2</sub>)는 제 1 피치(Λ<sub>1</sub>)와 다를 수 있다. 예를 들어, 제 2 피치(Λ<sub>2</sub>)는 약 110nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 2 단위 격자들(46)은 제 2 파열 길이(L<sub>g2</sub>)마다 군집 (group)하여 제 2 군 격자들(45)을 형성할 수 있다. 제 2 파열 길이(L<sub>g2</sub>)는 제 1 파열 길이(L<sub>g1</sub>)와 다를 수 있다. 예를 들어, 제 2 파열 길이(L<sub>g2</sub>)는 약 500nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 2 군 격자 들(45)은 제 2 샘플링 길이(L<sub>g2</sub>)는 약 0.9µm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 2 군 격자 들(45)은 제 2 샘플링 길이(L<sub>g2</sub>)는 약 0.9µm일 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(△λ<sub>s1</sub>, 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(△λ<sub>s2</sub>)을 갖는 제 2 파장 들(124)의 제 2 반사모드 스펙트럼(123)을 반사할 수 있다.
- [0054] 제 1 파장 간격(△λ<sub>S1</sub>)은 제 1 피치(Λ<sub>1</sub>), 제 1 파열 길이(L<sub>g1</sub>), 및 제 1 샘플링 길이(L<sub>S1</sub>)에 의해 결정될 수 있
   다. 도 5의 (a)와 같이, 제 1 반사모드 스펙트럼(121)은 제 1 파장 간격(△λ<sub>S1</sub>)을 갖는 제 1 파장들(122)을 포 함할 수 있다.
- [0055] 제 2 파장 간격(△λ<sub>s2</sub>)은 제 2 피치(Λ<sub>2</sub>), 제 2 파열 길이(L<sub>s</sub>2), 및 제 2 샘플링 길이(L<sub>s2</sub>)에 의해 결정될 수 있

다. 제 2 샘플링 길이(LS2)가 제 1 샘플링 길이(L<sub>S1</sub>)와 다르기 때문에 제 2 파장 간격(△λ<sub>S2</sub>)은 제 1 파장 간격 (△λ<sub>S1</sub>)와 다를 수 있다. 제 2 반사모드 스펙트럼(123)은 제 2 파장 간격(△λ<sub>S2</sub>)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 파 워, 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<sub>T</sub>)에 의해 결정될 수 있다. 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)의 총 거리(L<sub>T</sub>)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 기판(10), 도파로 층(20) 및 클 래드 층(30)의 굴절율이 변화될 경우, 제 2 반사모드 스펙트럼(123)은 파장 축을 따라 이동될 수 있다. 제 2 반 사모드 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(152)에 매칭되는 제 2 중첩 파장(129)의 레이저 광(120)의 발진 파장을 생 성할 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 파장 들(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(△ \ \ 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(A2)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 파 장선택 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<sub>sgl</sub>) 내에 배치될 수 있다. 일 예로, 제 1 격자(42)는 제 1 단위 격 자들(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 단 위 격자들(43)은 제 11 내지 제 13 서브 군 격자들(411, 412, 413) 내에서 제 11 피치(Λ<sub>11</sub>), 제 12 피치(Λ<sub>12</sub>),

및 제 13피치(Λ<sub>13</sub>)를 각각 가질 수 있다. 제 11 피치(Λ<sub>11</sub>), 제 12 피치(Λ<sub>12</sub>), 및 제 13피치(Λ<sub>13</sub>)은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 11 피치(Λ<sub>11</sub>)는 약 100nm이고, 제 12 피치(Λ<sub>12</sub>) 약 110nm이고, 및 제 13피치(Λ<sub>13</sub>)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<sub>g11</sub>, L<sub>g12</sub>, L<sub>g13</sub>)을 각 각 갖고, 연속적으로 배열될 수 있다. 제 11 내지 제 13 중첩 격자 길이들(L<sub>g11</sub>, L<sub>g12</sub>, L<sub>g13</sub>)의 각각은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 11 중첩 격자 길이(L<sub>g11</sub>)는 약 400nm이고, 제 12 중첩 격자 길이(L<sub>g12</sub>)는 약 440nm이고, 제 13 중첩 격자 길이(L<sub>g13</sub>)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<sub>sg1</sub>) 내에 반복적으로 배치될 수 있다. 제 1 군 격자들(41)의 각각은 제 1 샘플링 길이(L<sub>s1</sub>) 내에 배치될 수 있다. 제 1 샘플링 길이(L<sub>s1</sub>)는 약 1260nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한 정되지 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<sub>sg2</sub>) 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, 542, 453), 및 제 2 군 격자들(45)을 포함할 수 있다.
- [0070] 제 2 단위 격자들(46)은 제 1 단위 격자들(43)와 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 격자 들(451, 452, 453) 내에서 제 21 피치(Λ<sub>21</sub>), 제 22 피치(Λ<sub>22</sub>), 및 제 23 피치(Λ<sub>23</sub>)를 각각 가질 수 있다. 예를 들어, 제 21 피치(Λ<sub>21</sub>)는 약 110nm이고, 제 22 피치(Λ<sub>22</sub>)는 약 105nm이고, 제 23 피치(Λ<sub>23</sub>)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<sub>g21</sub>, L<sub>g22</sub>, L<sub>g23</sub>)을 각각 갖고, 연속적으로 배열될 수 있다. 제 21 내지 제 23 중첩 격자 길이들(L<sub>g21</sub>, L<sub>g22</sub>, L<sub>g23</sub>)의 각 각은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제 21 중첩 격자 길이(L<sub>g21</sub>)는 약 440nm이고, 제 22 중첩 격자 결이(L<sub>g22</sub>)는 약 420nm이고, 제 23 중첩 격자 길이(L<sub>g23</sub>)는 약 460nm일 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 제 21 내 지 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<sub>sg2</sub>) 내에 반 복적으로 배열될 수 있다. 제 2 군 격자들(45)의 각각은 제 2 샘플링 길이(L<sub>s2</sub>) 내에 배치될 수 있다. 제 2 샘플 링 길이(L<sub>s2</sub>)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 보 여준다.
- [0074] 도 8 및 도 9를 참조하면, 파장선택 레이저 다이오드(100)의 제 1 격자(42)와 제 2 격자(44)는 기판(10) 내에 배치될 수 있다. 제 1 격자(42)는 게인 영역(12)의 기판(10) 내에 배치되고, 제 2 격자(44)는 튜닝 영역(16)의 기판(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 기판(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 조 절 영역(14), 튜닝 영역(16), 변조 영역(17), 증폭 영역(18), 및 변환 영역(19)을 정의하는 트렌치(116)을 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] 충간 절연막(52)이 위상 조절 영역(14) 및 튜닝 영역(16)의 클래드 충(30) 상에 제공될 수 있다. 충간 절연막 (52)은 클래드 충(30)과 전극 충(60)을 전기적으로 분리할 수 있다. 충간 절연막(52)은 실리콘 산화물(Si02), 또는 실리콘 질화물(SiNx)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(6 2)과 패드들(64)을 포함할 수 있다. 평면적 관점에서, 전극들(62)은 도파로 층(20)을 따라 배열될 수 있다. 패 드들(64)은 도파로 층(20) 외곽에 배치되고, 전극들(62)에 연결될 수 있다. 일 예로, 전극들(62)은 플레이트 전 극(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(6 3)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 패 드들(64)에 연결될 수 있다. 히터 전극(63)은 패들에 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 I 는 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 절취하 여 보여준다.
- [0084] 도 10 및 도 11을 참조하면, 파장선택 레이저 다이오드(100)의 전국 층(60)은 변조 영역(17)에 배치된 링 캐버 티(66)를 더 포함할 수 있다. 평면적 관점에서, 링 캐버티(66)는 변조 영역(17) 상의 패드(64)에 연결되고, 패 드(64)의 외곽을 둘러쌀 수 있다. 링 캐버티(66)의 일부는 도파로 층(30)과 평행할 수 있다. 링 캐버티(66)의 일부의 길이는도파로 층(30)과 평행한 은 변조 영역(17) 내의 패드(64)에 외부 전력이 제공되면, 링 캐버티(6 6)는 전기장을 유도하여 도파로 층(30) 내의 레이저 광(120)을 변조할 수 있다. 레이저 광(120)은 전기장의 세 기에 따라 변조될 수 있다. 기판(10), 도파로 층(20), 클래드 층(30), 격자들(40), 오믹 콘택 층(50), 층간 절 연막(52), 및 전국 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 영 역(17) 상에 배치되지 않을 수 있다.
- [0086] 위에서 설명한 내용은 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 예들이다. 본 발명에는 위에서 설명한 실시 예들뿐만 아니라, 단순하게 설계 변경하거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들도 포함될 것이다. 또한, 본 발명에는 위 에서 설명한 실시 예들을 이용하여 앞으로 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다.



































공개특허 10-2021-0116768

0		(19) (12)	대한민국특허청(KR) 공개특허공보(A)	(11) (43)	공개번호 공개일자	10-2021-0116768 2021년09월28일
(51) (52)	국제특 <i>H01S 5/</i> CPC특허 <i>H01S 5/</i> <i>H01S 5/</i>	]분류( [ <b>183</b> (2 분류 [ <b>18363</b> [ <b>06246</b> ]	Int. Cl.) D21.01) <i>H01S 5/062</i> (2006.0 (2013.01) (2013.01)	(71) 1) (72)	출원인 <b>한국전자통신</b> 대전광역시 · 발명자	<b>!연구원</b> 유성구 가정로 218 (가정동)
(21) (22)	출원번호 출원일지 심사청구	드 나 신일자	10-2020-0031380 2020년03월13일 2020년11월04일		변도기 세종특별자치 604-1301호 김기수 서울특별시 호 (잠원동, (뒷면에 계속	시 새롬중앙1로 13 메이저시티 서초구 신반포로33길 30 314동 1206 신반포한신아파트) ⊱)
전체	청구항 :	수 : 총	· 16 항	(74)	대리인 <b>특허법인 고</b> :	đ
(54)	발명의	명칭 러	이저 소자			

#### (57) 요 약

본 발명의 실시예들에 따른 레이저 소자는 제1 방향을 따라 배열된 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역을 포함하는 기판으로서, 상기 기판은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것; 상기 기판 상의 상부 클래드 층; 상기 상부 클래드 층과 상기 기판 사이에서, 상기 제1 방향으로 연장된 도 파로 구조체; 상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층의 상면 상에 배치된 제1 상부 전극; 및 상기 기판의 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.

#### *대 표 도* - 도3a



(72)	) 발명자		이철욱	
	오수환		대전광역시 유성구 배울2로 61	
	대전광역시 서구 청사	로 70 누리아파트 107-1102		
ر [ہ	발명을 지원한 국가연구:	개발사업		
	과제고유번호	2019-0-01747		
	부처명	과학기술정보통신부		
	과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터(IITP)		
	연구사업명	ICT혁신기업기술개발지원사업		
	연구과제명	5G 이동통신 프런트홀망용 CWDM 1	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 기판으로서, 상기 기판은 상기 위 상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것;

상기 기판 상의 상부 클래드 층;

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

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

상기 기판의 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 기판 내에서, 상기 에어갭과 상기 기판의 상면 사이에 배치된 격자 패턴들을 더 포함하 는 레이저 소자.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 기판은 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 기판의 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 기 판은 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 포함하 는 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 기관 사이의 절연 기둥을 더 포함하되,

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

#### 청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 기판은 지지층 및 상기 지지층에 비해 작은 폭을 갖는 하부 클래드 층을 포함하되, 상기 에어갭은 상기 하 부 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

기술분야

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

#### 배경기술

- [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 가 진다.

#### 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 기판으로서, 상기 기판은 상기 위상 제어 영역으로부터 상기 튜닝 영역으로 연장된 에어갭을 포함하는 것; 상기 기판 상의 상부 클래드 층; 상기 상부 클래드 층과 상기 기판 사이에서, 상기 제1 방향으로 연장된 도파로 구조체; 상기 튜닝 영역의 상부 클래드 층의 상면 상에 배치된 제1 상부 전극; 및 상기 기판의 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 기판 내에서, 상기 에어갭과 상기 기판의 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 방향 의 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 연결 된 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 기판과 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 위 상 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 기판의 이득 영역, 위상 제어 영역 및 튜닝 영역 과 전기적으로 연 결될 수 있다.
- [0017] 실시예들에 따르면, 상기 상부 클래드 층은 상기 기판과 다른 도전형을 가질 수 있다.
- [0018] 실시예들에 따르면, 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 가질 수 있다.
- [0019] 실시예들에 따르면, 상기 기판은 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 파장가 변부가 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 단면도이 다.

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 단면도이 다.

#### 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 것이 다. 당해 기술분야에서 통상의 기술을 가진 자는 본 발명의 개념이 어떤 적합한 환경에서 수행될 수 있다는 것 을 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 소 정 영역 또는 막(또는 층)을 다른 영역 또는 막(또는 층)과 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명 되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시예도 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표 시된 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 구 동 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 다이 오드 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(L D)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 다 이오드 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 번조 전류를 제공할 수 있다.
- [0033] 레이저 다이오드(LD)와 레이저 다이오드 드라이버(LDD)의 사이에는 교류와 직류 결합을 위한 RL 회로(RL)가 연 결될 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, 반 사파 댐핑, 및 부하 안전성(load stability)을 향상시킬 수 있다. 캐패시터는 변조 포트(MOD+)와 레이저 다이오 드(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 클래드 층(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. 기판(100)은 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 기판(100)은, 예컨대, 인듐 인(InP)을 포함할 수 있다. 기판(100)은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있다. 기판 (100)은, 예컨대, 인듐 인 기판과 인듐 인 기판 상에 형성 인듐 인 에피택시얼 층을 포함할 수 있다. 기판(10 0)은 제1 도전형의 도펀트로 도핑될 수 있다. 제1 도전형은, 예컨대, n형일 수 있다.

- [0039] 도파로 구조체(300)가 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 도파로 구조체(300)는 기판(100)과 상부 클래드 층(20 0)의 사이에서 제1 방향(D1)으로 연장될 수 있다. 일 예에 따르면, 도파로 구조체(300)는 기판(100)과 동일한 제1 방향(D1)의 길이를 가질 수 있다. 즉, 도파로 구조체(300)는 기판(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 기판(100)과 상부 클래드 층(200)에 비해 높은 굴절률을 가질 수 있다. 기판(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 도 핑될 수 있다. 제2 도전형은, 예컨대, p형일 수 있다.
- [0041] 하부 전극(410)이 기판(100)의 하면 상에 배치될 수 있고, 상부 전극들(510, 520, 530)이 상부 클래드 층(200)
   의 상면 상에 배치될 수 있다. 기판(100), 상부 클래드 층(200) 및 도파로 구조체(300)는 도 1을 참조하여 설명
   된 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, 기판(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 클 래드 층(120)은 기판(100)에 대한 식각 공정에서 식각되지 않은 기판(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, 하 부 클래드 층(120)의 폭(w3)은 지지층(110)의 폭(w4)에 비해 작을 수 있다.
- [0043] 기판(100)은 그 내부에 에어갭(AG)을 포함할 수 있다. 에어갭(AG)의 기판(100) 내부에 형성된 공간일 수 있으며, 상기 공간은 기체로 채워질 수 있다. 에어갭(AG)은 기판(100)의 내측벽들에 의해 정의될 수 있다. 이하, 에어갭(AG)의 폭 및 길이 라는 용어가 사용되며, 이는 실질적으로, 에어갭(AG)을 정의하는 기판의 내측벽 들 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] 에어캡(AG)은 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR) 내에 위치할 수 있다. 에어캡(AG)은, 제1 방향(D1)을 따라, 위상 제어 영역(PR)으로부터 튜닝 영역(DR)으로 연장될 수 있다. 에어캡(AG)은 이득 영역(GR)의 기판(100) 내에 는 위치하지 않을 수 있다. 에어캡(AG)은 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR)에서 하부 전극(410)과 상부 전 극들(510, 520, 530) 사이의 전류 경로의 길이를 증가시킬 수 있다. 달리 말해서, 에어캡(AG)은 이득 영역(GR) 의 구동시 위상 제어 영역(PR) 및 튜닝 영역(DR) 내의 전류 이동을 감소시킬 수 있다. 실시예들에 따르면, 에어 캡(AG)은 기판(100)의 상면에 비해 기판(100)의 하면과 가까이에 형성될 수 있다. 예컨대, 에어캡(AG)은 기판 (100)의 지지층(110) 내에 위치할 수 있다. 이로써, 에어캡(AG)은 하부 클래드 층(120)의 폭(w3)에 비해 큰 폭 (w1)을 가질 수 있다. 에어캡(AG)은 제1 방향(D1)을 따라 일정한 폭(w1)을 가질 수 있다. 그리고, 에어캡(AG)은 제1 방향(D1)을 따라 일정한 제3 방향(D3)의 높이를 가질 수 있다.
- [0045] 튜닝 영역(DR)의 기판(100) 내에 격자 패턴들(BG)이 형성될 수 있다. 격자 패턴들(BG)은 기판(100) 내에서 에어 갭(AG)과 기판(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 기판(100)의 하부 클래드 층(120) 내에 형성될 수 있으 며, 도파로 구조체(300)와 인접하게 위치할 수 있다. 격자 패턴들(BG)은 브라그 조건(mλ=2neqΛ, m: 회절차수 (=1), λ: 광의 파장, neq: 도파층 유효굴절율, Λ: 회절격자 주기)을 만족할 수 있다. 광의 파장(λ)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 클래 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)는 NQW(Multiple Quantum Well) 구조를 가질 수 있다. 능동 도파로(310)는 게인 물질(gain mediu m)을 포함할 수 있으며, 하부 전극(410) 및 상부 전극들(510, 520, 530)로부터 전류를 제공 받아 광을 발진시킬 수 있다. 'HQU 물질은 도핑된 반도체 물질을 포함할 수 있다. 예컨대, 게인 물질은 InGaAs 또는 InGaAsP을 포함 할 수 있다. '등동 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 패턴들150)은 도파 로 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 기판(100)과 다른 도전형을 갖는 제1 층 및 제1 층 상에 배치되며 상 기 클래드 층(200)과 다른 도전형을 갖는 제2 층을 포함할 수 있다. 측면 반도체 패턴들(160)은 기판(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, 기판(100) 및 상부 클래드 층(200)과 함께 클래드 층으로 기능할 수 있다.
- [0049] 기판(100)의 하면 상에 하부 전극(410)이 배치될 수 있다. 하부 전극(410)은 기판(100)의 지지층(110)과 전기적 으로 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 기판(100), 위상 제어 영역(PR)의 기판 (100) 및 튜닝 영역(DR)의 기판과 전기적으로 연결된 공통 전극일 수 있다. 하부 전극(410)은 지지층(110)과 직 접 접촉할 수 있으며, 지지층(110)의 하면을 완전히 덮을 수 있다. 즉, 하부 전극(410)은 기판(100)과 동일한 제1 방향(D1)의 길이를 가질 수 있고, 기판(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, 53 0)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, 금 속 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 있 다.
- [0053] 제1 패드(514)와 기판(100)의 지지층(110)의 사이에 절연 기둥(150)이 배치될 수 있다. 절연 기둥(150)은 제1 패드(514)와 기판(100)을 전기적으로 절연시킬 수 있다. 절연 기둥(150)은 유전율(dielectric constant)이 작 은 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 전 극(520) 및 제3 상부 전극(530)은 금속을 포함할 수 있다. 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)은, 예컨 대, 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 전 극(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 상 부 절연층(540)이 배치될 수 있다. 사부 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 상 면을 부분적으로 덮을 수 있다. 상부 절연층(540)은, 예컨대, 실리콘 산화물(SiO2) 또는 실리콘 질화물(SiNx)을 포함할 수 있다. 상부 절연층(540)은, 제2 상부 전극(520) 및 제3 상부 전극(530)을 상부 클래드 층(200)과 전 기적으로 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 대응 되는 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 기판(100)의 하부 클 래드 층(120) 내에 형성될 수 있다. 에어갭(AG)은 기판(100)의 하면에 비해 기판(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 측 벽들(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 설명 된 구성들과 중복된 구성들에 관한 상세한 설명은 생략될 수 있다.
- [0063] 도 5 및 도 6을 참조하면, 레이저 소자는 복수 개의 출력단을 가질 수 있다. 기판(100)은 이득 영역(GR)과 위 상 제어 영역(PR) 사이의 분기 영역(CR)을 포함할 수 있다. 분기 영역(CR)의 기판(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 제 2 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.
- [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 충(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, 기판(100)은 이득 영역(GR)의 일측에 제2 튜닝 영역(DR2)을 더 포함할 수 있다. 제2 튜닝 영 역(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 클래 드 층(200)과 전기적으로 절연될 수 있다. 제4 전극(550)은 제3 전극(530)과 동일한 물질을 포함할 수 있다. 제 4 전극(550) 상에 제4 단자들(552, 554)이 배치될 수 있다. 제4 단자들(552, 544)은 제1 방향(D1)으로 서로 이 격될 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 상 부 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 기판(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. 제 1 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 결합 될 수 있다.
- [0072] 위상 제어 영역(PR) 및 제1 튜닝 영역(DR1)의 기판(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 기판(100) 내에 제2 에어갭(AG2)이 형성될 수 있다. 제2 에어갭(AG2)은 제1 에어갭(AG1)과 동일한 수직적 레벨에 위치할 수 있 고, 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 기판(100)의 상면 사이에 제1 격자 패턴(BG1)이 형성될 수 있고, 제2 에어갭(AG2)과 기판 (100)의 상면 사이에 제2 격자 패턴(BG2)이 형성될 수 있다. 제1 격자 패턴(BG1)은 제1 튜닝 영역(DR1)의 기판 (100) 내에 형성될 수 있고, 제2 격자 패턴(BG2)은 제2 튜닝 영역(DR2)의 기판(100) 내에 형성될 수 있다. 실시 예들에 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 모 든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야 한다.







*도면3a* 







*도면3c* 







*도면4b* 











