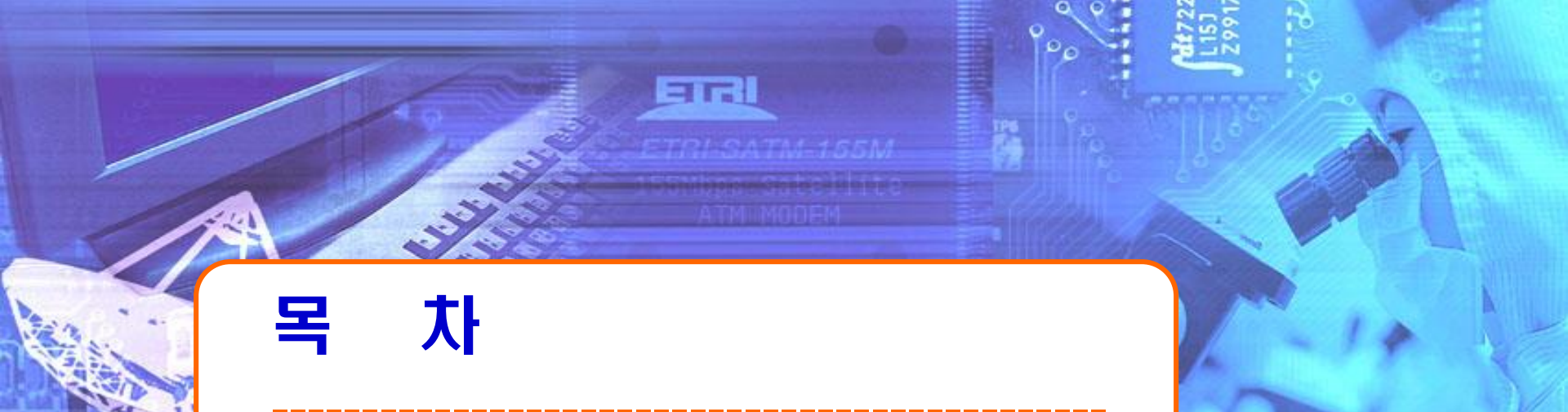


기가급 광무선(FSO) 전송 시스템 기술





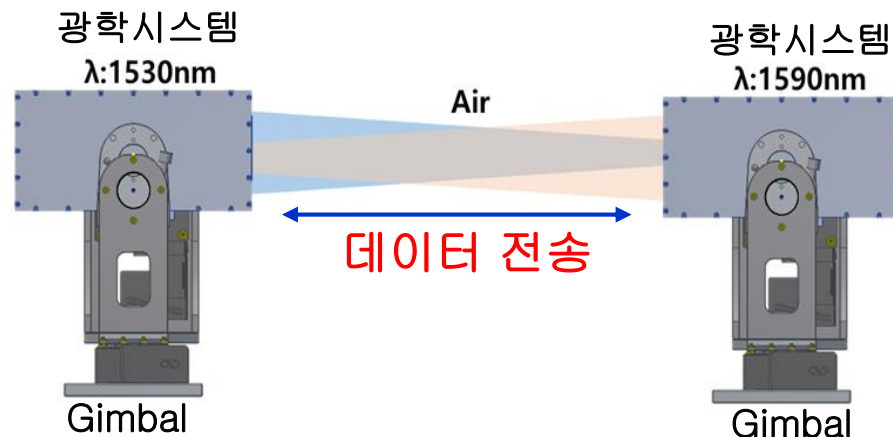
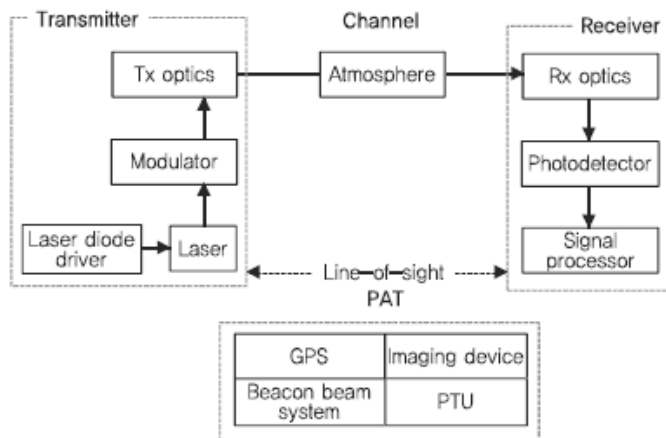
목 차

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 거리에서 **자유공간(air)**를 통해 **데이터, 비디오 또는 음성 통신**을 전송하는 기술임
- 광 송신부, 광 증폭기 및 광 수신부, 광학렌즈를 포함한 **광학시스템**과 이동체 추적 및 광 송·수신부 간 조준선 정렬을 위한 **다중셀 위치 인식 광학센서** (QPD: Quadrant Photodiode) 기반 **정밀 추적 기술**임

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

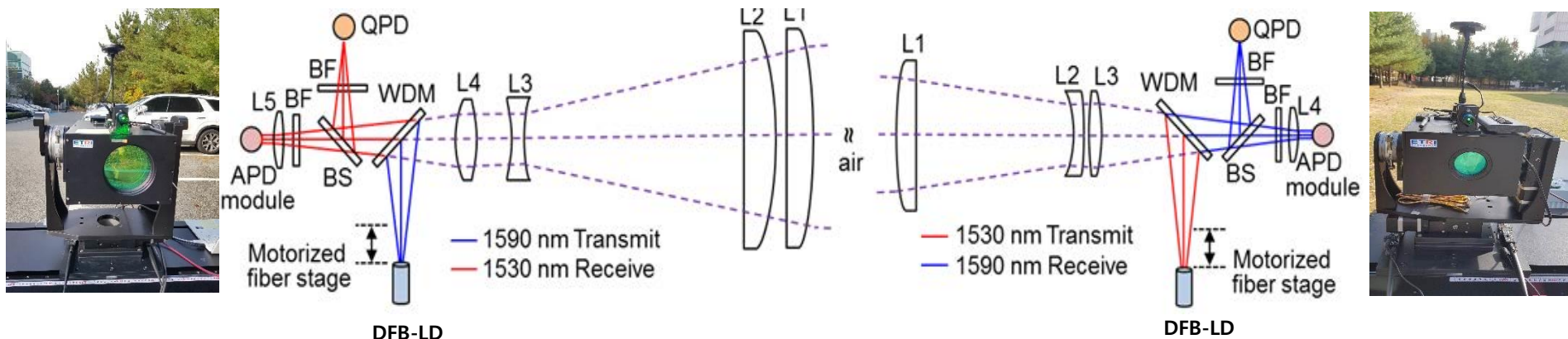
- ❖ 광무선(FSO) 전송 시스템



2. 기술이전 내용 및 범위

기술 개발 현황

광무선(FSO) 전송 시스템 구성도

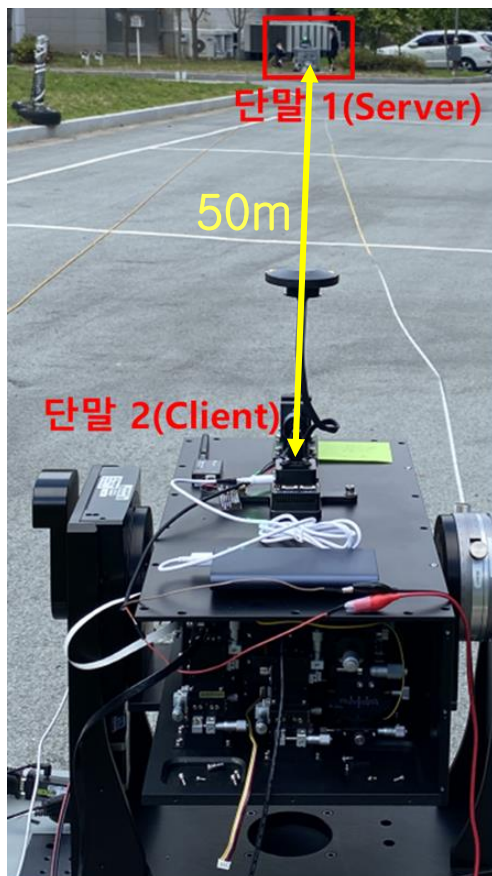


- 자유공간에서 데이터를 전송하기 위해 WDM 필터를 사용하여 단일 광 경로를 갖는 두 개의 광무선(FSO) 전송 시스템으로 구성
- 광송신부, 광수신부 구현을 위해 1530nm, 1590nm 파장을 갖는 DFB-LD 및 APD를 포함하는 광트랜시버 사용
- 이동체 추적 및 광 송·수신부 간 조준선 정렬을 위한 다중셀 위치 인식 광학센서(QPD: Quadrant Photodiode) 사용

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	0.00-10.04 sec	2.69 GBytes	2.30 Gbits/sec

단말 1(Server)

2.69GBytes data 전송 시 Bandwidth 2.3Gbit/s

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

```
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	0.00-10.00 sec	2.69 GBytes	2.31 Gbits/sec
4	0.00-10.00 sec	2.69 GBytes	2.31 Gbits/sec

단말 2(Client)

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

iPerf 네트워크 속도 측정 프로그램

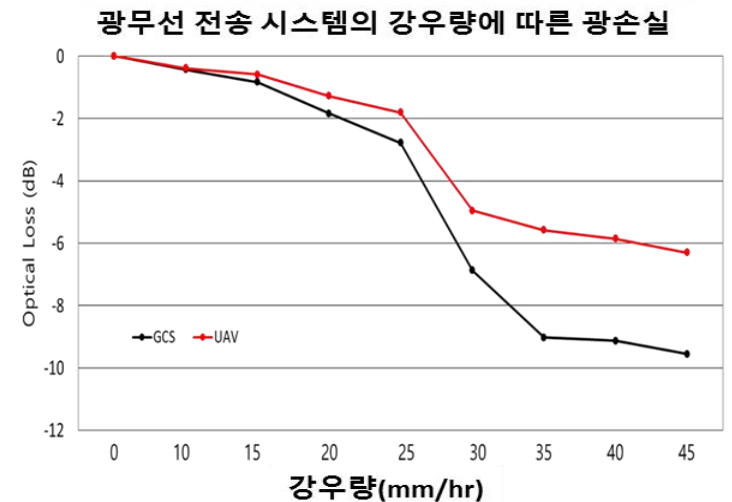
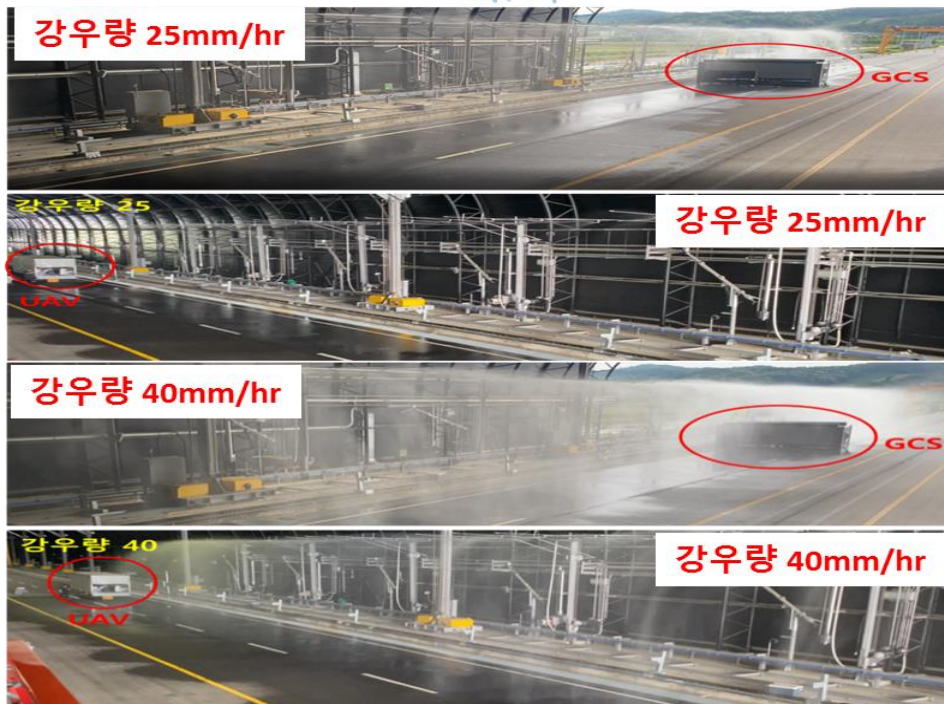
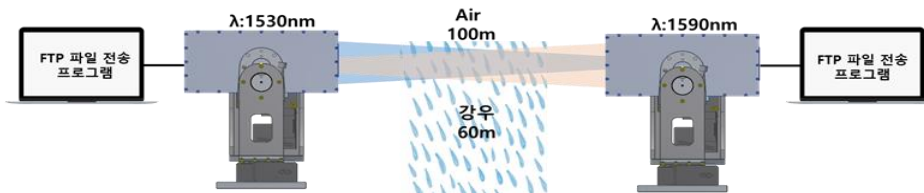
2. 기술이전 내용 및 범위



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 -3	-6 -9	-6.2 -9.8
데이터 전송 소요시간	Sec	6	6	7	광손실에 의해 데이터 전송 불가
데이터 전송속도	Gbps	1.0	1.0	0.8 9	

※ 기상청 강우량 기준

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

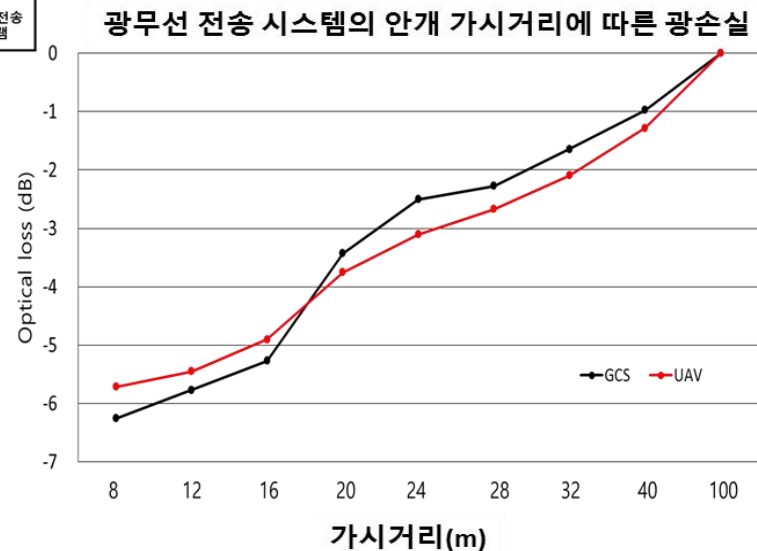
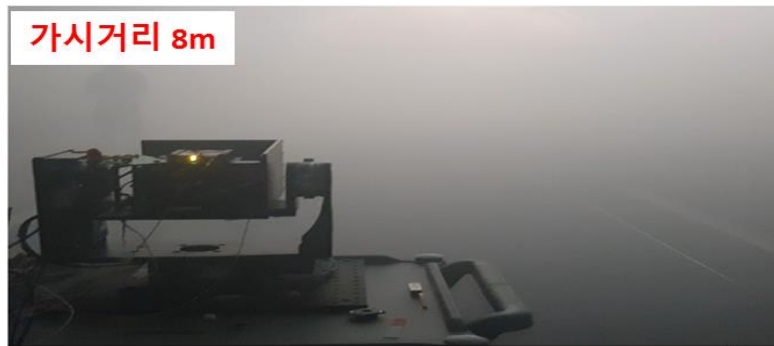
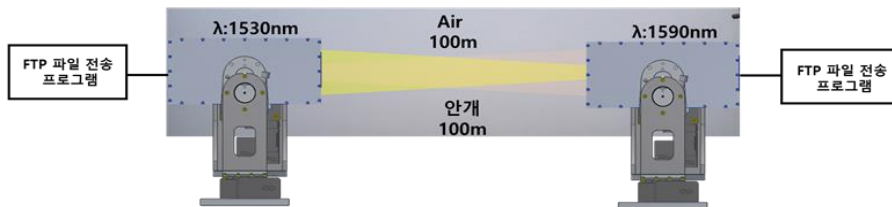
2. 기술이전 내용 및 범위



기술 개발 현황

시험장소: 연천 기상재현 도로실증센터

❖ 안개 낀 실외환경에서 광무선 전송 시험(100m)

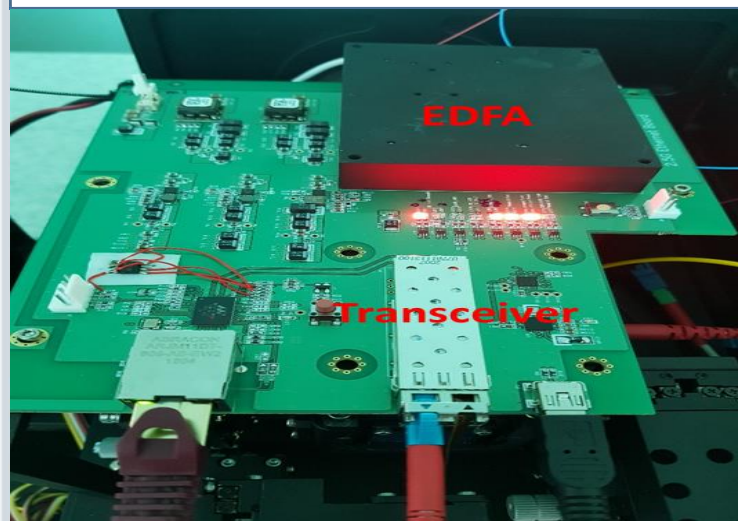
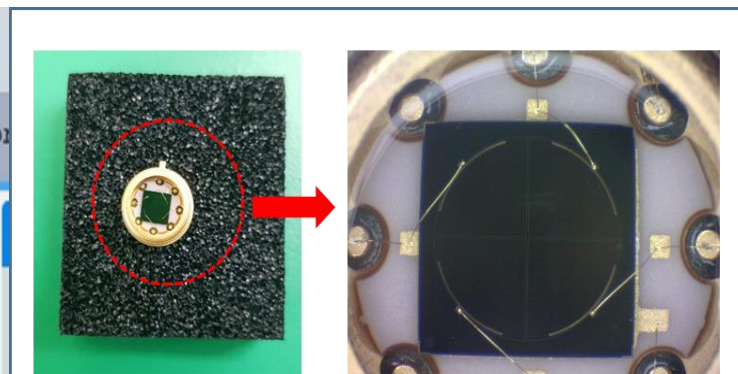


시험항목	단위	측정값	
가시거리	m	8	100
광손실	dB	-5.8 -6.2	0
데이터 전송 소요시간	Sec	6	6
데이터 전송속도	Gbps	1.0	1.0

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 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 개발하려는 부품/시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심 성능 평가	시험생품을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계 3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계 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 개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계 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 파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 불량률 등 제시 파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계 성능 평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보
실용화 단계	7	신뢰성평가 및 수요기업 평가	실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장 평가(성능 및 신뢰성 평가) 가능하면 인증기관의 신뢰성 평가 결과 제출
	8	시제품 인증 및 표준화	표준화 및 인허가 취득 단계
사업화	9	사업화	본격적인 양산 및 사업화 단계 6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계

3. 경쟁기술과 비교

FSO 시스템 경쟁기술 비교

	EC SYSTEM (체코)	LaserOptronics (미국)	CableFree (영국)	에어스트링 (한국)	ETRI
Distance(km)	1.5	<2	0.5	0.25	>0.1
Data rate (Gbps)	10	1.25	1.5	1.25	2.5
Wavelength (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

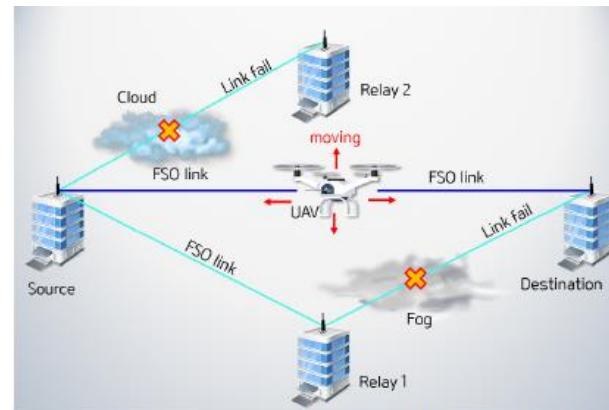


무인정찰기용 FSO 통신장비

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

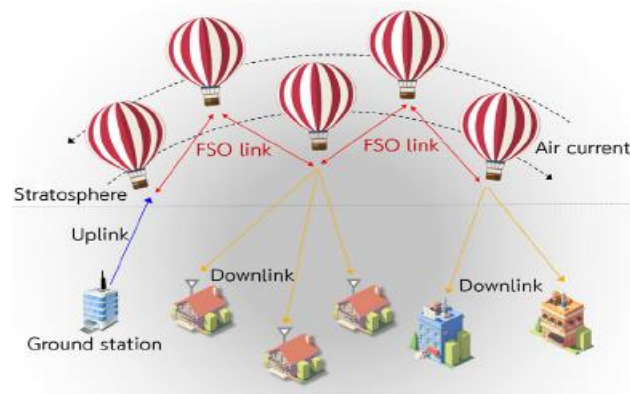
이미지 출처 : <https://www.photonicspectra-digital.com/photonicspectra>

- ❖ UAV기반 고정점 간 중계형 FSO 네트워크 구축



*게티이미지뱅크의 이미지 사용, 무단 전재 및 재배포 금지

- ❖ 성층권 열기구 기반 FSO 무선 통신 네트워크 구축



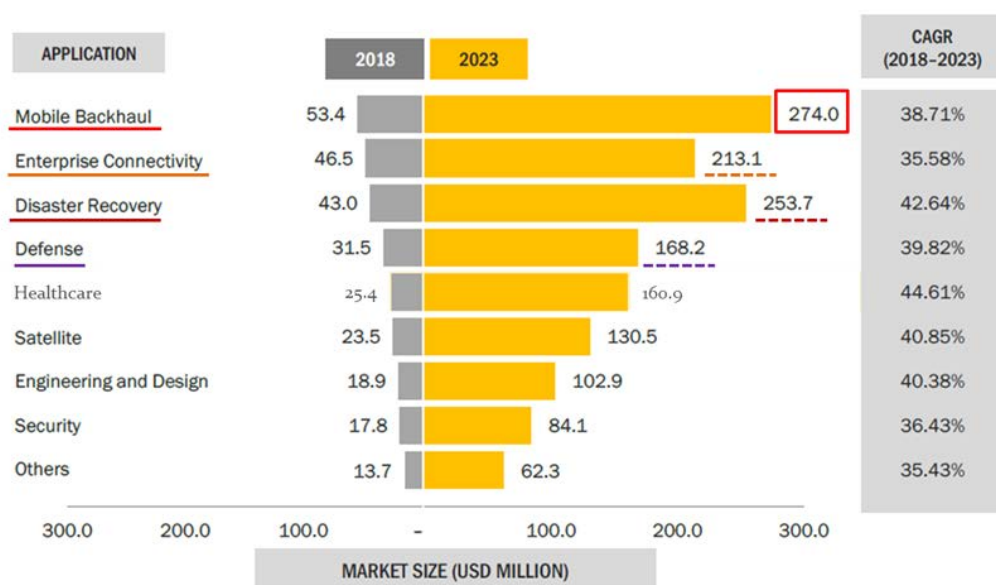
*게티이미지뱅크의 이미지 사용, 무단 전재 및 재배포 금지

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.



www.etri.re.kr



(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

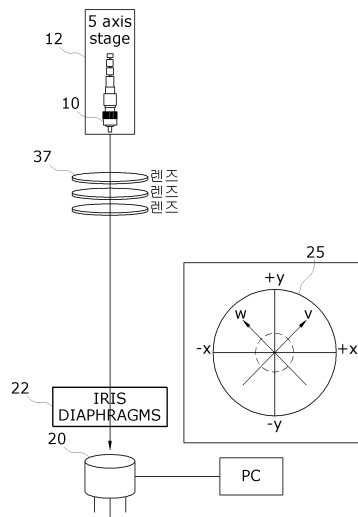
전체 청구항 수 : 총 19 항

(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
제이치파크 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.

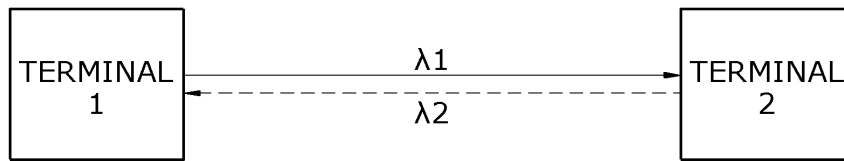
[0043] 다음에서, SFP 트랜시버(33)의 송신부(30)에서 출력되는 광에 대해 자세히 설명한다. 여기서, Terminal 1에서

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

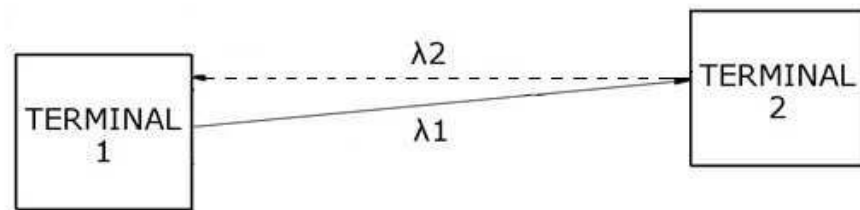
- [0044] 광무선 통신 시스템에서 사용되는 광원은 데이터 통신을 위한 광원과, 트래킹을 위한 광원으로 나누어진다. 기존에는 두 개의 광원을 사용하여 데이터 통신 및 트래킹을 수행하였다. 하지만 본 발명을 통해 하나의 광원을 사용하여 데이터 통신 및 트래킹을 수행할 수 있다. 이를 위해, 본 발명의 실시예에 따르면, 광분할기(beam splitter)(39')를 사용한다.
- [0045] 먼저 이해를 돕기 위해, SFP 트랜시버(33)의 송신부(30)에서 출력되는 광원의 70~80%(출력된 광원은 광분할기(39')를 통과하여 APD로 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

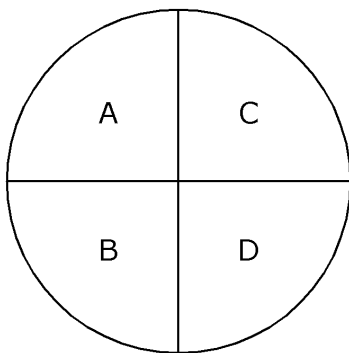
도면1a



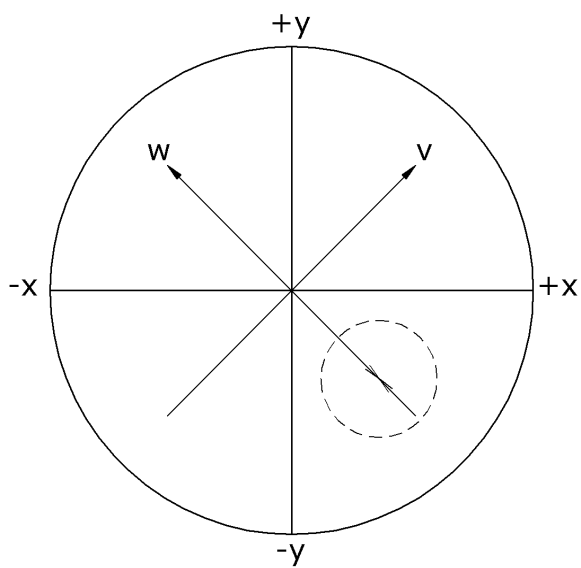
도면1b



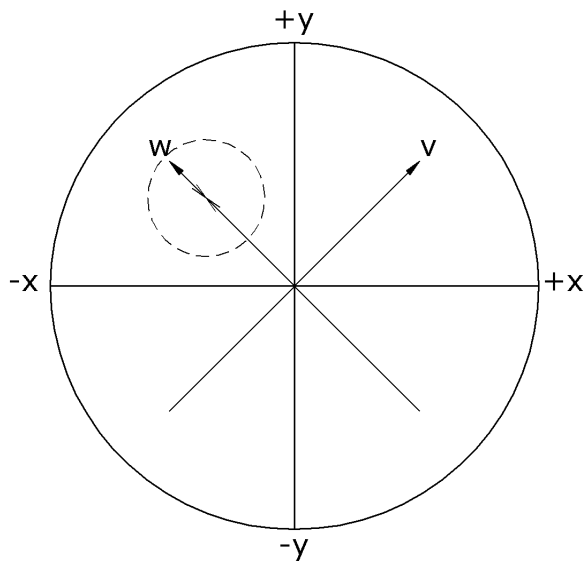
도면2



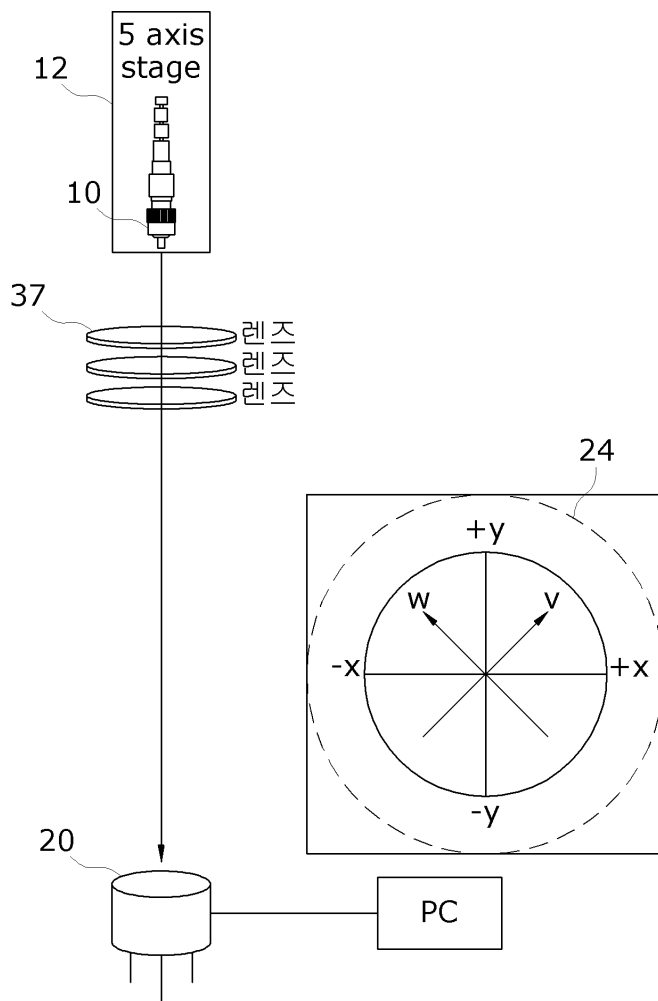
도면3a



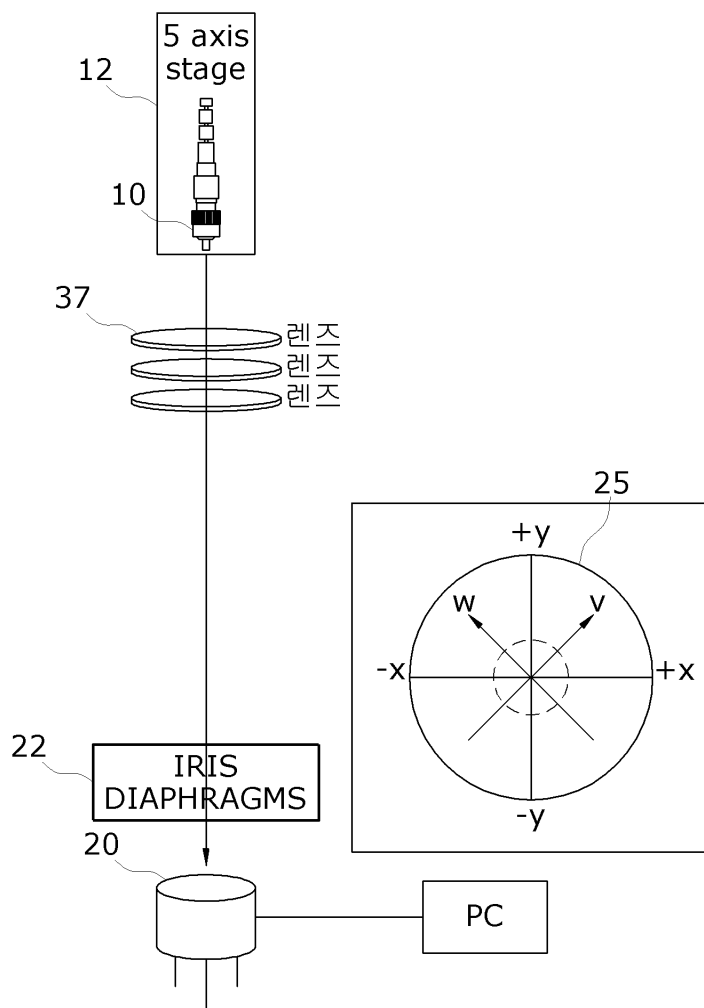
도면3b



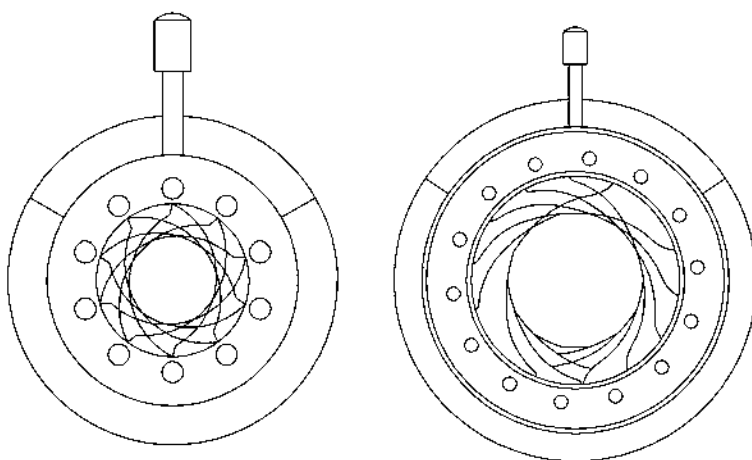
도면4a



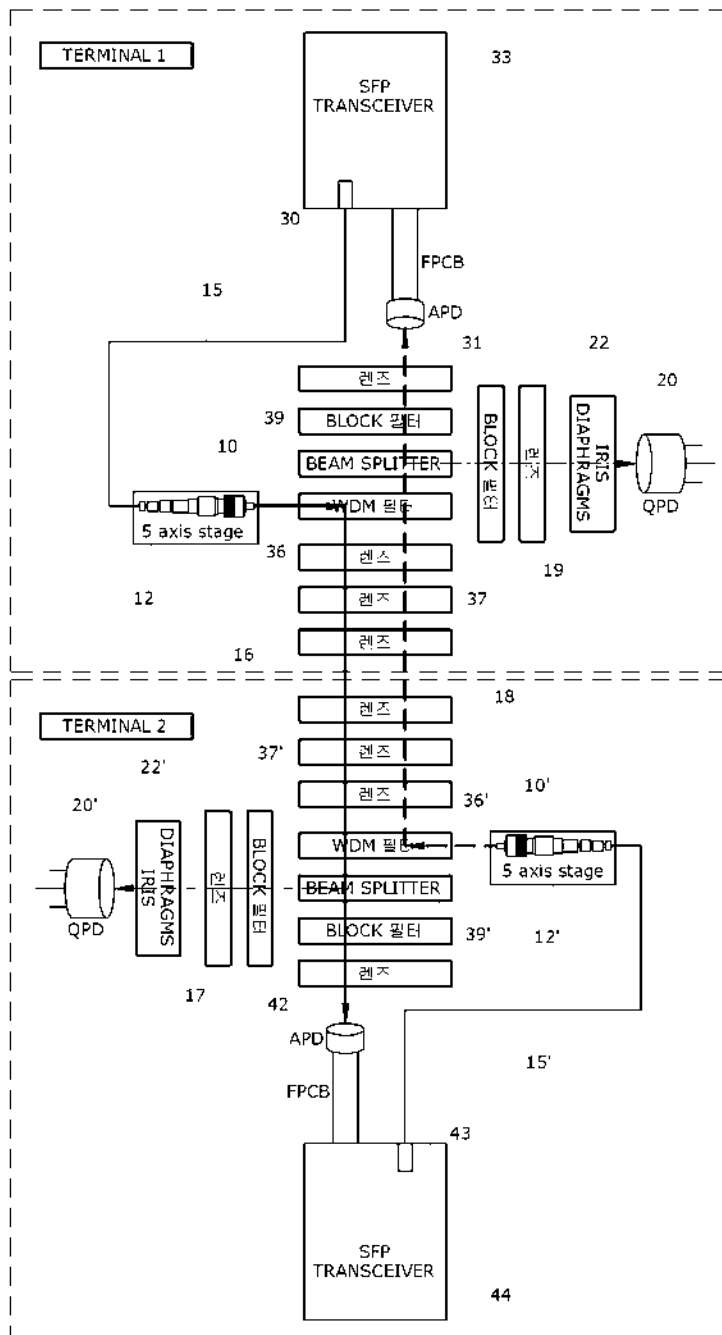
도면4b



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

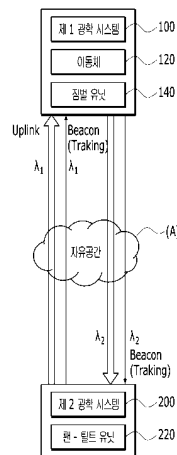
전체 청구항 수 : 총 20 항

(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 빚가람로 800, 304동 802호(빚가람동, 빚가람 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 λ_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 λ_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 λ_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 λ_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 λ_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 λ_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

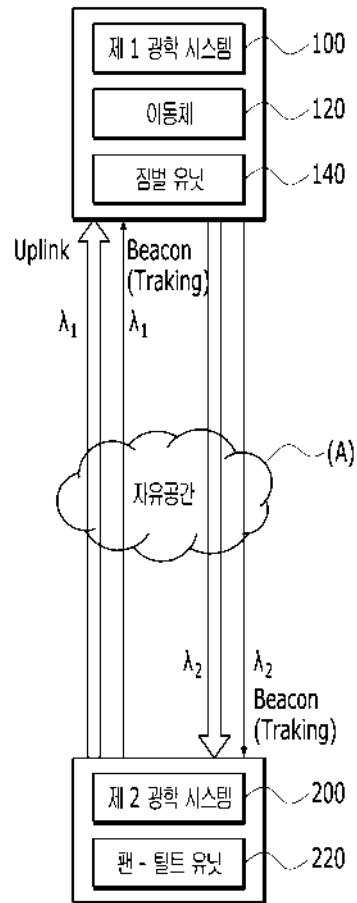
- [0105] 1: 무선 광통신 장치
100: 제 1 광학 시스템
120: 이동체
140: 집벌 유닛

200: 제 2 광학 시스템

220: 팬-틸트 유닛

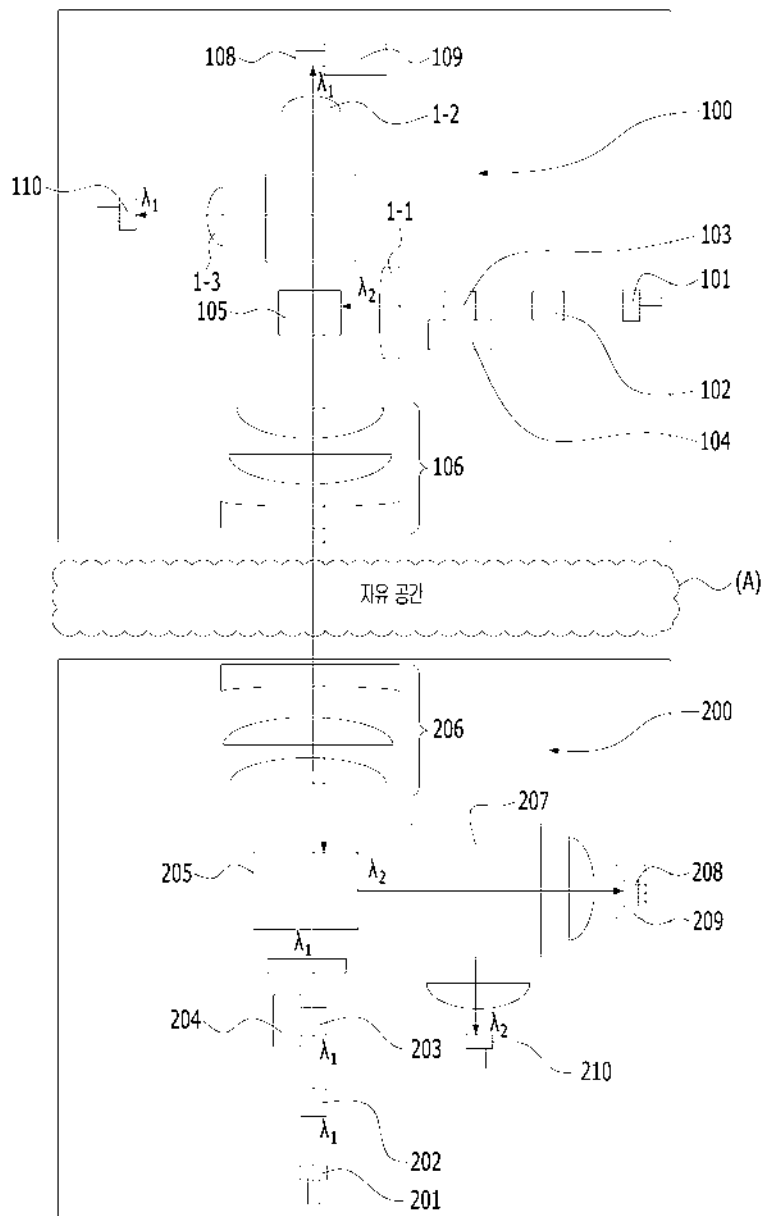
도면

도면1

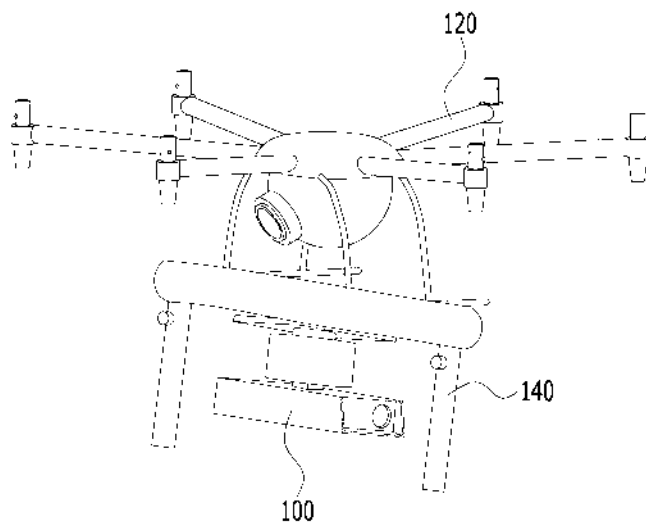


1

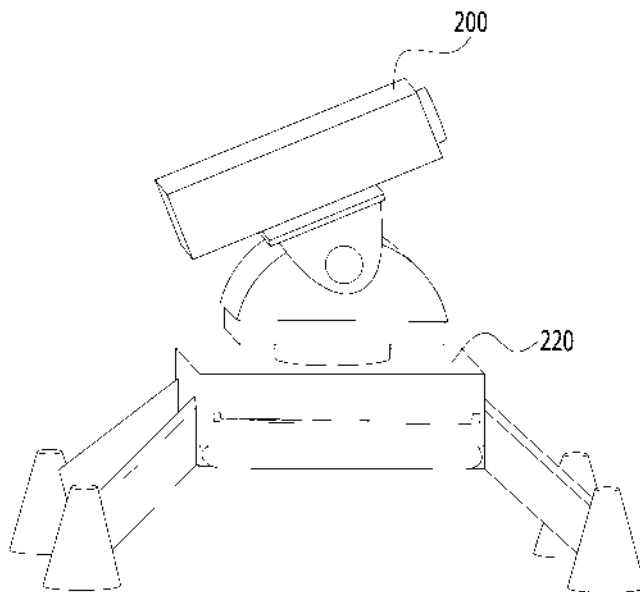
도면2



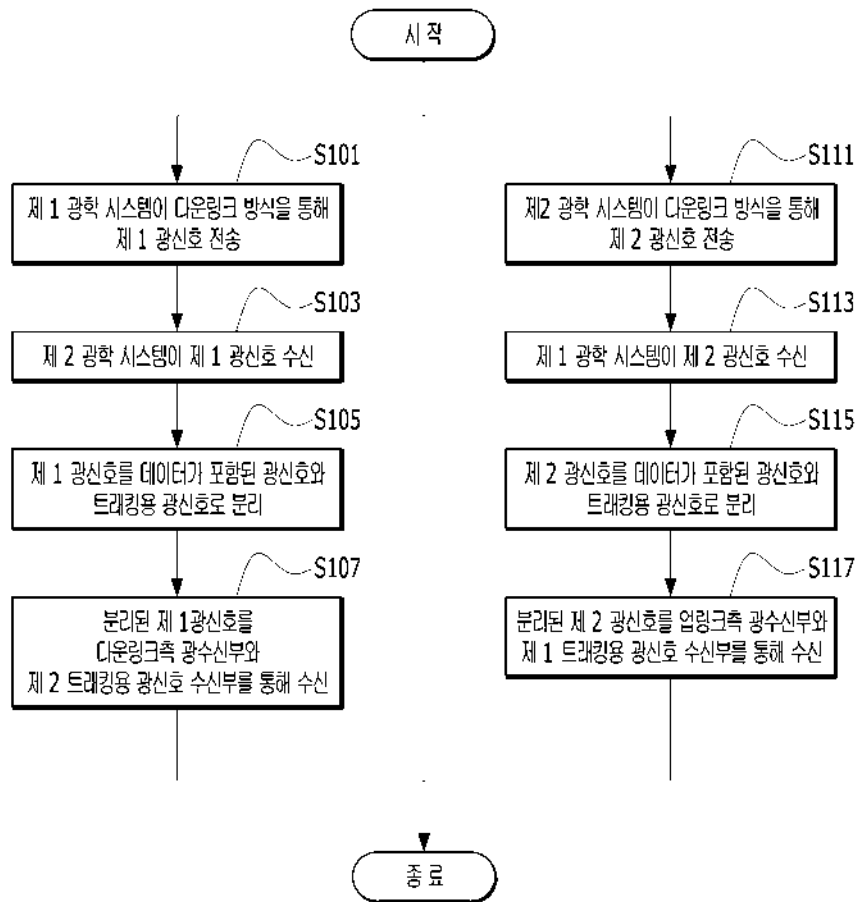
도면3



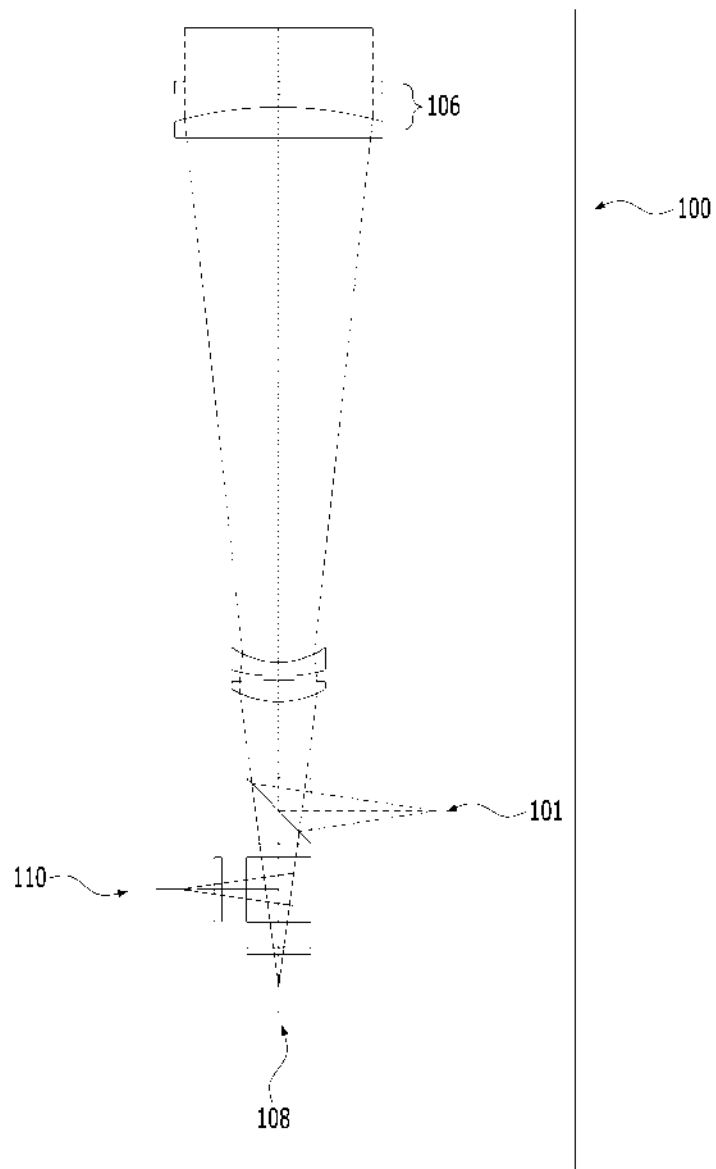
도면4



도면5



도면6



도면7

