



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0079557
(43) 공개일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04B 10/85 (2013.01) G02B 5/20 (2006.01) H04B 10/11 (2013.01) H04B 10/50 (2013.01)	(71) 출원인 세종대학교산학협력단 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(52) CPC특허분류 H04B 10/85 (2013.01) G02B 5/20 (2013.01)	(72) 발명자 김아정 서울특별시 용산구 장문로 27, 5동 805호(이태원동, 청화아파트)
(21) 출원번호 10-2015-0190260	(74) 대리인 양성보
(22) 출원일자 2015년12월30일 심사청구일자 2015년12월30일	

전체 청구항 수 : 총 16 항

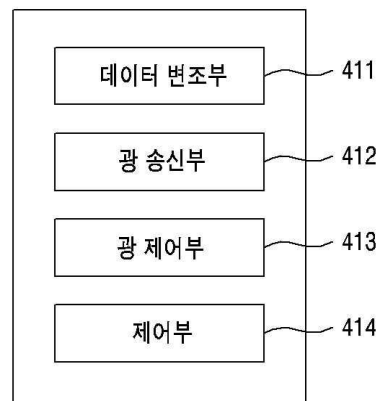
(54) 발명의 명칭 물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법

(57) 요약

물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법이 제시된다. 무선 광통신 시스템에 있어서, 전송 데이터 신호를 변조하는 데이터 변조부; 변조된 상기 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 광 송신부; 상기 광 송신부의 출력단에 구비되고 송출된 상기 광 신호를 광학 모듈을 통해 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 광 빔을 제어하는 광 제어부; 및 상기 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택하는 제어부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도4

410



(52) CPC특허분류

H04B 10/11 (2013.01)

H04B 10/501 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711026415(R0127-15-1048)

부처명 미래창조과학

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신방송표준개발지원

연구과제명 IoT 구축을 위한 초고신뢰성 패킷네트워크 개발의 사실 표준화

기 여 율 1/2

주관기관 액터스네트웍스(주)

연구기간 2015.03.01 ~ 2016.02.29이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711026432(R0992-15-1017)

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 무결점 보안을 위한 지상/위성 양자통신 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

무선 광통신 시스템에 있어서,
전송 데이터 신호를 변조하는 데이터 변조부;
변조된 상기 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 광 송신부;
상기 광 송신부의 출력단에 구비되고 송출된 상기 광 신호를 광학 모듈을 통해 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 광 빔을 제어하는 광 제어부; 및
상기 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택하는 제어부
를 포함하는 무선 광통신 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈을 더 포함하며,
상기 수신 모듈은,
상기 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신하는 광 수신부; 및
상기 광 수신부에서 수신한 상기 신호를 복조하여 상기 전송 데이터 신호를 복원하는 데이터 복조부
를 포함하는 무선 광통신 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 광학 모듈은,
집광렌즈, 2차 렌즈, 및 필터 모듈을 포함하는 것
을 특징으로 하는 무선 광통신 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 필터 모듈은,
후방산란 손실의 최소화시키도록 반사 격자(reflection grating)와 제어 필터로 구성되는 것
을 특징으로 하는 무선 광통신 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 상기 광 송신부에서의 광 신호의 배광 각도, 조광도, 신호 전달 범위 중 적어도 하나 이상을 제어하는 것
을 특징으로 하는 무선 광통신 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광 제어부는,

빔 형성 프로파일(beam profile forming)과 상기 목표 전송 지점 범위의 제어가 가능한 것

을 특징으로 하는 무선 광통신 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 광학 모듈을 제어하여 상기 배광 모드로 동작시켰을 경우, 광도(luminous intensity)는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수에 의한 감쇄만 발생하는 것

을 특징으로 하는 무선 광통신 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 광학 모듈을 제어하여 상기 보안 모드로 동작시켰을 경우, 소정 거리에 따른 광도(luminous intensity)가 일정한 값을 보이다가 소정 거리 이후 급격한 감쇄를 보이는 특징을 이용해 송출된 상기 광 신호의 수신 가능한 거리를 조절하여 송신차단 보안 구역을 설정하는 것

을 특징으로 하는 무선 광통신 시스템.

청구항 9

무선 광통신 시스템을 이용한 무선 광통신 방법에 있어서,

전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 단계; 및

송출된 상기 광 신호를 광학 모듈을 통해 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계

를 포함하고,

상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는,

상기 광학 모듈을 통하여 광 빔을 제어하는 광 제어 단계; 및

상기 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택하는 단계

를 포함하는 무선 광통신 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하기 이전에, 상기 전송 데이터 신호를 변조하는 단계

를 더 포함하는 무선 광통신 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 상기 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신하는 단계; 및

상기 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 수신한 상기 신호를 복조하여 상기 전송 데이터 신호를 복원하는 단계

를 더 포함하는 무선 광통신 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 광학 모듈은,

집광렌즈, 2차 렌즈, 반사 격자(reflection grating), 및 제어 필터로 구성되는 것

을 특징으로 하는 무선 광통신 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는,

상기 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 광 신호의 배광 각도, 조광도, 신호 전달 범위 중 적어도 하나 이상을 제어하는 단계

를 더 포함하는 무선 광통신 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는,

빔 형성 프로파일(beam profile forming)을 통해 상기 목표 전송 범위의 3차원 한정 가능한 것

을 특징으로 하는 무선 광통신 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는,

상기 광학 모듈을 제어하여 상기 배광 모드로 동작시켰을 경우, 광도(luminous intensity)는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수에 의한 감쇄만 발생하도록 하는 단계

를 더 포함하는 무선 광통신 방법.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는,

상기 광학 모듈을 제어하여 상기 보안 모드로 동작시켰을 경우, 소정 거리에 따른 광도(luminous intensity)가 일정한 값을 보이다가 소정 거리 이후 급격한 감쇄를 보이는 특징을 이용해 송출된 상기 광 신호의 수신 가능한 거리를 조절하여 송신차단 보안 구역을 설정하는 단계

를 더 포함하는 무선 광통신 방법.

발명의 설명

기술 분야

아래의 실시예들은 물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 보안성을 증대시킬 수 있는 물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법에 관한 것이다

[0001]

다.

배경 기술

- [0002] 무선 통신이 광범위하게 이용되면서 RF 대역 주파수 고갈, 여러 무선 통신 기술 간의 혼선 가능성, 보안성 취약, 초고속 유비쿼터스 통신 환경 요구 등의 문제가 부각되고 있다. 즉, 한정된 RF 자원 규제로 인하여 다수의 유사 대역의 RF 무선 통신 간의 혼선이 발생하면서 정밀도와 보안성 취약의 가능성이 매우 높아지고 있다. 따라서 비밀 보장이 요구되는 환경에서는 무선 통신의 제한적 접근이 요구된다.
- [0003] 이러한 단점을 보완하기 위한 대안으로 LED(Light Emitting Diode) 등과 같은 가시광 신호를 이용하여 정보를 송수신하는 가시광 통신(Visible Light Communication, VLC) 기술이 연구되고 있다. 가시광 통신은 눈에 보이는 가시광을 이용하여 통신하는 것으로, 빛의 직진성을 이용하여 물리적으로 보안성을 강화할 수 있으며 상호 간에 혼선이 없고 고속의 정보 전송 및 저전력의 구동이 가능한 이점이 있다.
- [0004] 하지만 기존의 가시광 통신 시스템은 어느 정도의 빛의 퍼짐성으로 인하여 조사가각이 존재하므로 넓은 부위에 신호가 퍼질 수 있어 보안성이 완벽하지 못하다. 또한, 직진성을 이용한 신호의 전달은 공기 중 감쇄로 인하여 일정 거리 이상에서 신호의 세기가 줄어들긴 하지만 실질적으로 광 직진 범위 이내에 있는 사용자라면 누구나 신호에 접근할 수 있기 때문에 보안성에 한계가 있다.
- [0005] 한국공개특허 10-2008-0105277호는 이러한 무선 가시광 통신 시스템에 관한 것으로, 가시 파장 대역의 광을 이용하여, 일정하게 자연 광 상태를 유지시킬 수 있는 무선 가시광 통신 시스템에 관한 기술을 기재하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 실시예들은 물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법에 관하여 기술하며, 보다 구체적으로 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적인 광선 빔 성형과 신호 전달 가능 거리를 제어하는 기술을 제공한다.
- [0007] 실시예들은 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적으로 빔의 프로파일을 제어하여 다른 광원의 간섭도를 공간적으로 분리시킬 수 있고, 신호 전달 거리를 제어하여 광 직진 범위에 위치하는 전파 방향선 상의 사용자에도 선별적으로 신호를 보냄으로써 보안성을 증대시키는 물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템에 있어서, 전송 데이터 신호를 변조하는 데이터 변조부; 변조된 상기 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 광 송신부; 상기 광 송신부의 출력단에 구비되고 송출된 상기 광 신호를 광학 모듈을 통해 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 광 빔을 제어하는 광 제어부; 및 상기 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택하는 제어부를 포함한다.
- [0009] 상기 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈을 더 포함하며, 상기 수신 모듈은, 상기 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신하는 광 수신부; 및 상기 광 수신부에서 수신한 상기 신호를 복조하여 상기 전송 데이터 신호를 복원하는 데이터 복조부를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 광 제어부의 상기 광학 모듈은 집광렌즈, 2차 렌즈, 및 필터 모듈을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 광학 모듈의 상기 필터 모듈은 후방산란 손실의 최소화시키도록 반사 격자(reflection grating)와 제어 필터로 구성될 수 있다.
- [0012] 상기 제어부는 상기 광 제어부의 상기 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 상기 광 송신부에서의 광 신호의 배광 각도와 조광도, 신호 전달 범위를 제어할 수 있다.
- [0013] 상기 제어부는 상기 광학 모듈을 제어하여 상기 배광 모드로 동작시켰을 경우, 광도(luminous intensity)는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수에 의한 감쇄만 발생한다.

- [0014] 상기 제어부는 상기 광학 모듈을 제어하여 상기 보안 모드로 동작시켰을 경우, 소정 거리에 따른 광도(luminous intensity) 변화가 적은 안정된 값을 보이다가 소정 거리 이후 급격한 감쇄를 보이는 특징을 이용해 송출된 상기 광 신호의 수신 가능한 거리를 조절하여 송신차단 보안 구역을 설정할 수 있다.
- [0015] 다른 실시예에 따른 무선 광통신 시스템을 이용한 무선 광통신 방법에 있어서, 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 단계; 및 송출된 상기 광 신호를 광학 모듈을 통해 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계를 포함하고, 상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는, 상기 광학 모듈을 제어하여 광 빔을 제어하는 광 제어 단계; 및 상기 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하기 이전에, 상기 전송 데이터 신호를 변조하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 상기 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신하는 단계; 및 상기 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 수신한 상기 신호를 복조하여 상기 전송 데이터 신호를 복원하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 광학 모듈은 집광렌즈, 2차 렌즈, 반사 격자(reflection grating), 및 제어 필터로 구성될 수 있다.
- [0019] 상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는, 상기 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 상기 광 송신부에서의 광 신호의 배광 각도와 조광도, 신호 전달 범위를 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는, 빔 형성 프로파일(beam profile forming)을 통해 상기 목표 전송 범위의 3차원적 한정이 가능하다.
- [0021] 상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는, 상기 광학 모듈을 제어하여 상기 배광 모드로 동작시켰을 경우, 광도(luminous intensity)는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수에 의한 감쇄만 발생하도록 하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계는, 상기 광학 모듈을 제어하여 상기 보안 모드로 동작시켰을 경우, 소정 거리에 따른 광도(luminous intensity) 변화가 적은 안정된 값을 보이다가 소정 거리 이후 급격한 감쇄를 보이는 특징을 이용해 송출된 상기 광 신호의 수신 가능한 거리를 조절하여 송신 차단 보안 구역을 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 실시예들에 따르면 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적인 광선 빔 성형과 신호 전달 가능 거리를 제어하는 기술을 제공할 수 있다.
- [0024] 실시예들에 따르면 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적으로 빔의 프로파일을 제어하여 다른 광원의 간섭도를 공간적으로 분리시킬 수 있고, 신호 전달 거리를 제어하여 광 직진 범위에 위치하는 전파 방향 선 상의 사용자에도 선별적으로 신호를 보냄으로써 보안성을 증대시키는 물리적 보안 모드가 제공되는 무선 광통신 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일 실시예에 따른 가시광 통신 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 송신 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 수신 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 송신 모듈을 나타내는 블록도이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 수신 모듈을 나타내는 블록도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 무선 광통신 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 광 송신부와 광 제어부를 거친 신호의 배광 패턴을 나타내는 도면이다.

도 8은 일 실시예에 따른 배광 모드와 보안 모드에서의 신호의 전력 측정을 토모그래픽 그래프로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명한다. 그러나, 기술되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 여러 실시예들은 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0027] 아래의 실시예에서는 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적인 광선 빔 성형과 신호 전달 가능 거리를 제어할 수 있다. 실시예들은 물리적으로 빔의 프로파일을 제어할 수 있기 때문에 다른 광원의 간섭도를 공간적으로 분리시킬 수 있고, 신호전달 거리를 제어하여 광 직진 범위에 위치하는 전파 방향선 상의 사용자에 도 선별적으로 신호를 보냄으로써 보안성을 증대시킬 수 있다.
- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 가시광 통신 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0029] 도 1a를 참조하면, 무선 통신 시스템의 하나인 가시광 통신(Visible Light Communication, VLC) 시스템에서 광 송신부(110)에서는 색상과 조도의 제어가 가능한 LED(Light Emitting Diode) 또는 LD(Laser Diode) 등을 광원으로 사용하여 광을 송신하고, 광 수신부(120)에서는 광을 광 검출기(PD: Photo Detector) 등을 이용하여 수신하고 수신된 광을 처리함으로써 광을 이용한 통신이 이루어지게 된다.
- [0030] 이에 따라, 광 송신부(110)로부터 목표 전송 지점에 위치한 광 수신부(120)에서만 신호의 접근이 가능하도록 하여 광 송신 데이터의 보완성을 증대시킬 수 있다. 또한, 목표 전송 범위 내에 광을 집중시킬 수도 있어 전송 신호의 신뢰성을 높일 수 있으며 전송 오류를 줄이고 전송 신호의 복호를 용이하게 할 수 있다.
- [0031] 더욱이 이러한 점을 이용하면, 도 1a에 도시된 바와 같이, 조명기능을 제외하고 LED 모듈의 광도를 낮출 수도 있으므로 저전력 구동으로 보안성을 강화시킨 가시광 통신도 가능하다.
- [0032] 도 2는 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 송신 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 그리고 도 3은 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 수신 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [0033] 가시선(Line of Sight, LOS) 통신의 경우 전자기파의 퍼짐성으로 인해 어느 정도의 조사각이 존재하고 가시선(Line of Sight, LOS) 상의 빛의 진행 방향에서의 신호 송신 지점은 제어가 불가능하다.
- [0034] 이에, 무선 광통신 시스템의 송신부 광원에 일반적인 집광렌즈 외에 2차 렌즈와 제어 필터 모듈을 장착하고, 이를 기계적 제어하여 일반적 배광 모드와 신호 전달 지점 제어 가능한 보안 모드와 선택이 가능하도록 할 수 있다. 이러한 무선 광통신 시스템의 구조를 아래에서 더 구체적으로 설명한다.
- [0035] 도 4는 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 송신 모듈을 나타내는 블록도이다.
- [0036] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템은 송신 모듈(410) 및 수신 모듈(510, 도 5에 참조)을 포함할 수 있다.
- [0037] 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템에서 송신 모듈(410)은 데이터 변조부(411), 광 송신부(412), 광 제어부(413)를 포함하여 이루어질 수 있다. 실시예에 따라서 송신 모듈(410)은 제어부(414)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0038] 데이터 변조부(411)는 전송 데이터 신호에 대응하는 아날로그 또는 디지털 신호를 채널 특성에 맞게 변조하는 부분이다. 데이터 변조 방식은 기 공지된 방식을 사용할 수 있다.
- [0039] 여기서 전송 데이터 신호는 본 실시예에 따른 송신 모듈(410)이 장착되는 대상과 용도에 따라 결정될 수 있다. 예컨대 그 대상은 LED와 같은 조명 장치를 사용하는 디바이스(예를 들어 TV, 차량, 모니터, 신호등, 전등 등)에 해당될 수 있다.

- [0040] 광 송신부(412)는 변조된 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 부분이다.
- [0041] 이러한 광 송신부(412)는 일반적인 LED 램프로 구현 가능한데, 그 실시예로서 디지털 변조된 이진화 비트들(1과 0의 조합 신호)에 대응하여 LED 광원의 세기를 변조하여 구동을 제어할 수 있다.
- [0042] 광 제어부(413)는 광 송신부(412)의 출력단에 구비되며, 송출된 광 신호를 광학 모듈을 통해 빔 성형 및 광 신호 처리를 하여 신호가 미치는 구간과 거리의 범위를 제어할 수 있다. 즉, 광 제어부(413)는 송출된 광 신호를 광학 모듈을 통해 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어할 수 있다.
- [0043] 광 제어부(413)의 광학 모듈은 집광렌즈, 2차 렌즈, 및 필터 모듈을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0044] 더욱이 광학 모듈의 필터 모듈은 후방산란 손실의 최소화시키도록 반사 격자(reflection grating)와 제어 필터로 구성될 수 있다.
- [0045] 일반적으로 LED에는 1차 렌즈나 1차 광학 모듈을 사용하여 조사각 조절이 가능하나 불규칙한 광도(luminous intensity)의 분포로 배광 분포의 균일도와 빛의 품질이 좋지 않게 된다. 이에 2차 렌즈를 사용하여 반사 격자(reflection grating)를 이용하고 제어 필터를 이용하여 제어함으로써 후방산란 손실의 최소화가 가능하며, LED 광원에서의 각도별 발산광선이 각도에 대하여 모두 조절된 배광 각도로 광도 효율을 향상시킬 수 있다. 제작한 2차 제어 필터 모듈을 이용한 LED 배광 패턴(radiation pattern)은 도 7에서 더 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0046] 기존의 경우 가시광 신호가 단순히 램프를 통해 발광되는 형태이지만, 본 실시예의 경우 가시광 신호를 목표 신호 전달 범위 내에서만 신호의 세기가 적절하도록 전송할 수 있다.
- [0047] 여기서, 광 제어부(413)는 광학 모듈을 통해 배광 각도 조절과 빔 성형, 신호 처리를 이용하여 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 광 빔을 제어할 수 있다.
- [0048] 실시예에 따라서 송신 모듈(410)은 제어부(414)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0049] 제어부(414)는 광 제어부(413)의 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택할 수 있다.
- [0050] 제어부(414)는 광학 모듈을 제어하여 배광 모드로 동작시켰을 경우, 광도(luminous intensity)는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수에 의한 감쇄만 발생한다.
- [0051] 제어부(414)는 광학 모듈을 제어하여 보안 모드로 동작시켰을 경우, 소정 거리에 따른 광도(luminous intensity) 변화가 적은 안정된 일정한 값을 보이다가 소정 거리 이후 급격한 감쇄를 보이는 특징을 이용해 송출된 광 신호의 수신 가능한 거리를 조절하여 송신차단 보안 구역을 설정할 수 있다.
- [0052] 제어부(414)는 광 제어부(413)의 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 광 송신부에서의 광 신호의 배광 각도, 조광도, 및 신호 전달 범위 중 적어도 하나 이상을 제어할 수 있다.
- [0053] 이러한 본 발명의 실시예는 2차 광학 모듈을 기계적으로 제어하여 물리적 광선 빔을 성형하며 이와 동시에 신호 전달 가능 거리와 범위를 제어할 수 있다.
- [0054] 이에 따라, 송신 모듈(410)로부터 목표 전송 지점까지의 거리(d) 내에 위치한 수신 모듈에서 신호의 접근이 가능하도록 하여 광 송신 데이터의 보완성을 증대시킬 수 있다. 또한, 목표 전송 가능 범위 내에 광을 집중시킬 수도 있어 전송 신호의 신뢰성을 높일 수 있으며 전송 오류를 줄이고 전송 신호의 복호를 용이하게 할 수 있다. 더욱이 이러한 점을 이용하면 조명기능을 제외하고 LED 모듈의 저전력 구동으로 보안성을 강화시킨 가시광 통신도 가능하다.
- [0055] 도 5는 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 수신 모듈을 나타내는 블록도이다.
- [0056] 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템의 수신 모듈(510)은 광 수신부(511) 및 데이터 복조부(512)를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 한편, 무선 광통신 시스템은 도 4에서 설명한 바와 같이 송신 모듈(410)과 수신 모듈(510)을 포함할 수 있다.
- [0057] 이때 수신 모듈(510)은 송신 모듈(410)로부터 목표 전송 지점에 위치할 수 있다. 더 구체적으로 송신 모듈

(410)에 대응하는 수신 모듈(510)의 경우 송신 데이터의 접근이 가능하기 위해서는 앞에서 설명한 바와 같이 목표 전송 지점에 대응하는 지점에 위치하도록 한다. 따라서, 이를 위한 공간 정보와 거리 정보 등의 레인징(ranging) 처리 등이 포함될 수 있다.

[0058] 광 수신부(511)는 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신할 수 있다. 예컨대, 광 수신부(511)는 광 검출기나 광학 모듈(카메라) 등으로 구현될 수 있다.

[0059] 데이터 복조부(512)는 광 수신부(511)에서 수신한 신호를 복조하여 전송 데이터 신호를 복원할 수 있다.

[0060] 도 6은 일 실시예에 따른 무선 광통신 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0061] 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템을 이용한 무선 광통신 방법은 전송 데이터 신호를 변조하는 단계(610), 변조된 전송 데이터 신호에 대응하는 광 신호를 송출하는 단계(620), 및 송출된 광 신호를 광학 모듈을 통해 광 제어하여 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계(630)를 포함할 수 있다. 이때 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 제어하는 단계(630)는, 상기 광학 모듈을 통하여 광 빔을 제어하는 광 제어 단계, 및 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0062] 그리고 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템을 이용한 무선 광통신 방법은 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신하는 단계(640) 및 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 수신한 신호를 복조하여 전송 데이터 신호를 복원하는 단계(650)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[0063] 실시예들에 따르면 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적인 광선 빔 성형과 신호 전달의 심도(depth) 조절을 통한 신호 전달 거리를 제어하는 기술을 제공할 수 있다.

[0064] 실시예들에 따르면 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적으로 빔의 프로파일을 제어하여 다른 광원의 간섭도를 공간적으로 분리시킬 수 있고, 신호 전달 거리를 제어하여 광 직진 범위에 위치하는 전파 방향 선 상의 사용자에도 선별적으로 신호를 보냄으로써 보안성을 증대시킬 수 있다.

[0065] 아래에서 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템을 이용한 무선 광통신 방법의 각 단계에 대해 더 구체적으로 설명한다.

[0066] 일 실시예에 따른 무선 광통신 방법은 도 4 및 도 5에서 설명한 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템을 이용하여 더 구체적으로 설명할 수 있다. 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템에서 송신 모듈(410)은 데이터 변조부(411), 광 송신부(412), 광 제어부(413), 및 제어부(414)를 포함할 수 있다. 그리고 수신 모듈(510)은 광 수신부(511) 및 데이터 복조부(512)를 더 포함할 수 있다.

[0067] 단계(610)에서, 데이터 변조부(411)는 전송 데이터 신호에 대응하는 아날로그 또는 디지털 신호를 채널 특성에 맞게 변조할 수 있다. 실시예에 따라 상기의 단계는 생략될 수 있으며, 전송 데이터 신호는 전송 디지털 신호로 나타낼 수도 있다.

[0068] 단계(620)에서, 광 송신부(412)는 LED를 이용하여 변조된 전송 데이터 신호에 대응하는 가시광 신호를 송출할 수 있다.

[0069] 단계(630)에서, 광 제어부(413)는 광학 모듈을 통해 광 빔을 제어하여 전방의 임의 거리 및 방향에 위치한 목표 전송 지점이나 전송 범위 내에 신호가 전송되도록 할 수 있다.

[0070] 한편, 광학 모듈은 집광렌즈, 2차 렌즈, 반사 격자(reflection grating), 및 제어 필터로 구성되어 제어부(440)에 의해 제어될 수 있다.

[0071] 예컨대, 제어부(440)는 광학 모듈을 제어하여 배광 모드(radiation mode)와 신호 전달 지점을 제어 가능한 보안 모드(security mode) 중 하나의 모드를 선택 제어할 수 있다.

[0072] 더 구체적으로 제어부(440)는 광학 모듈을 제어하여 배광 모드로 동작시켰을 경우, 광도(luminous intensity)는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수에 의한 감쇄만 발생하도록 할 수 있다.

- [0073] 또한 제어부(440)는 광학 모듈을 제어하여 보안 모드로 동작시켰을 경우, 소정 거리에 따른 광도(luminous intensity) 변화가 적은 안정된 값을 보이다가 소정 거리 이후 급격한 감쇄를 보이는 특징을 이용해 송출된 광 신호의 수신 가능한 거리를 조절하여 송신차단 보안 구역을 설정할 수 있다.
- [0074] 단계(630)에서, 광 송신부에서의 광 신호의 배광 각도와 조광도, 신호 전달 범위를 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0075] 여기서, 광 제어부(413)는 제어부(440)와 연동하여 신호가 최적으로 전송되는 전송 범위를 제어하거나, 목표 전송 지점에서의 전송 데이터 신호의 강도를 제어하거나 전송되는 신호의 단면 사이즈를 성형할 수 있다.
- [0076] 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 방법을 이용하면 광 제어부(413)를 통해 광 전파 방향의 특정 거리 떨어진 지점 내에 신호 측정 가능하도록 전송이 되게 조절할 수 있거나 그 지점의 광의 세기를 조절할 수도 있다.
- [0077] 그리고 일 실시예에 따른 무선 광통신 시스템을 이용한 무선 광통신 방법은 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 목표 전송 지점 상에 전송된 신호를 수신하는 단계(640) 및 목표 전송 지점에 위치하는 수신 모듈에서 수신한 신호를 복조하여 상기 전송 데이터 신호를 복원하는 단계(650)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0078] 이러한 방법으로 실제 공간 상에 신호의 세기가 최적인 수신 위치를 달리 조절할 수 있으며, 해당 위치가 아닌 지점에서는 신호가 측정 불가하거나 오류가 증가하도록 하여 데이터의 보안성 및 정확도를 극대화한다.
- [0079] 도 7은 일 실시예에 따른 광 송신부와 광 제어부를 거친 신호의 배광 패턴을 나타내는 도면이다.
- [0080] 도 7을 참조하면, 2차 렌즈와 제어 필터 모듈(710)(a)을 이용한 광 송신부에서의 배광 패턴(b)을 나타내는 것이다.
- [0081] 일반적으로 1차 광학 모듈을 사용하여 조사각 조절이 가능하나 불규칙한 광도(luminous intensity)의 분포로 배광 분포의 균일도와 빛의 품질이 좋지 않게 된다. 이에 반사 격자(reflection grating)를 이용하고 2차 제어 필터를 이용하여 제어함으로써 후방산란 손실의 최소화가 가능하며, LED 광원에서의 각도별 발산광선이 각도에 대하여 모두 조절된 배광 각도로 광도 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0082] 여기에서 기계적 제어를 연동시켜 광(LED) 송신부를 배광 모드와 보안 모드로 선택 제어 가능하게 할 수 있다.
- [0083] 도 8은 일 실시예에 따른 배광 모드와 보안 모드에서의 신호의 전력 측정을 토모그래픽 그래프로 나타낸 도면이다.
- [0084] 도 8을 참조하면, 배경 잡음(Background noise) 환경에서 배광 모드와 보안 모드로의 제어를 통한 빛의 광도(luminous intensity) 측정치를 토모그래픽 그래프(tomographic graph)로 나타낸 것이다. LED 구동 드라이버(driver)는 3.3V 기판에서 최대 4W의 광 출력(optical power)을 송신하도록 제작하고, 빛의 한정된 영역(light confined area) $8 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ 의 수신부에 의해 수신 값 $-5 \sim -23 \text{ dBm}$ 범위에서 측정되게 전광효율을 조절하였다.
- [0085] 도 8a는 배광 모드의 빛의 광도 측정을 나타낼 수 있으며, 도 8b는 보안 모드의 빛의 광도 측정을 나타낼 수 있다. PD(Photo Detector)의 2차원 평면의 위치는 송신부와 수직인 원점(0, 0)에 위치해 있고 수직 거리만을 변화시켜 각 지점에서의 측정한 결과를 나타낼 수 있다. 위에서부터 차례로 PD와 LED와의 거리 0.1m, 0.4m, 0.7m인 지점에서 각각 측정한 결과를 보여준다.
- [0086] 도 8a에 도시된 바와 같이 배광 모드로 동작시켰을 경우에는 거리에 따른 비선형적인 감쇄 계수만이 광도에 영향을 주는 요소로 작용한다.
- [0087] 그러나 도 8b에 도시된 바와 같이 보안 모드로 동작하였을 경우, 0.7m 까지는 거리에 따른 광도 변화가 거의 없는 일정한 값을 보이다가 0.7m 이후 급격한 감쇄를 보인다.
- [0088] 이는, 전송 범위 거리 이상의 구간에서는 시스템 성능저하(system degradation)를 초래하여 허용 비트 오류율(tolerable BER)치 이상의 작동 허용 범위 이탈을 야기시키는 결과를 보여준다. 2차 렌즈 설계, 필터 모듈과 빛의 광도 조절, 제어 모듈 조절로 이 구간의 축소 또는 확장이 가능할 것이다.
- [0089] 따라서 빔 형성 프로파일(beam profile forming)을 통한 신뢰성 향상뿐만 아니라 목표(target) 전송 거리와 범

위의 한정이 가능함을 보여주는 결과로, 수신 가능한 거리를 조절하여 LOS도 송신차단 보안 구역을 설정할 수 있다. 이에 조사각뿐 아니라 전달 거리 위치에 맞게 제어를 하여 신호를 전달함으로써 보안성 및 정확도가 크게 향상될 수 있다.

[0090] 이상과 같이 실시예들에 따르면 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적인 광선 빔 성형과 신호 전달 가능 거리를 제어할 수 있다.

[0091] 실시예들에 따르면 2차 광학 모듈을 장착하고 기계적 제어를 통해 물리적으로 빔의 프로파일을 제어하여 다른 광원의 간섭도를 공간적으로 분리시킬 수 있고, 신호 전달 거리를 제어하여 광 직진 범위에 위치하는 전파 방향 선 상의 사용자에도 선별적으로 신호를 보냄으로써 보안성을 증대시킬 수 있다.

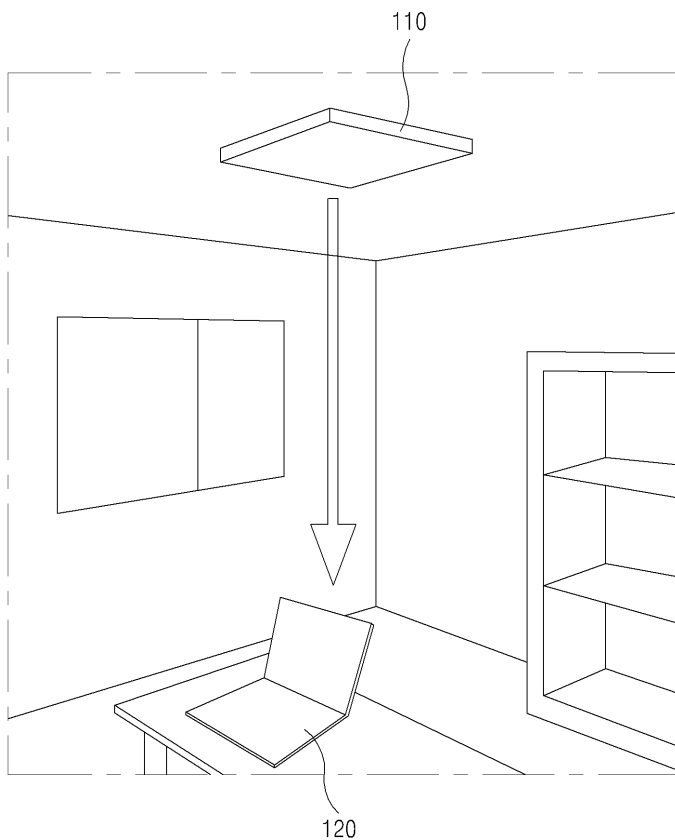
[0092] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0093] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

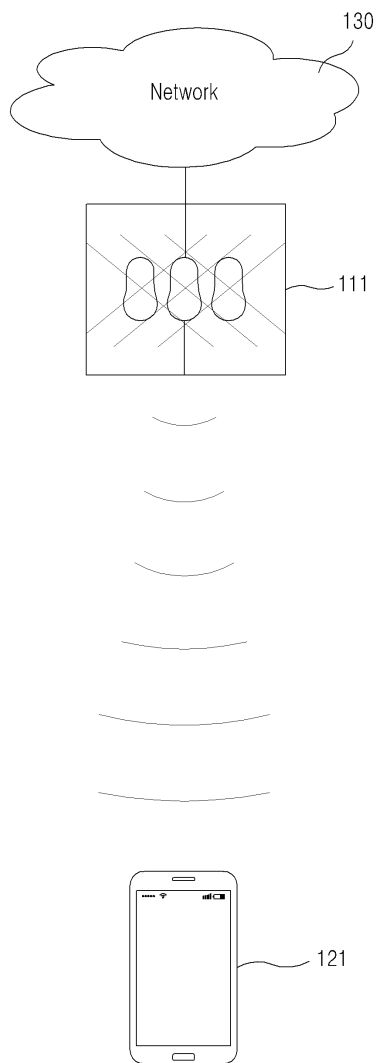
[0094]

도면

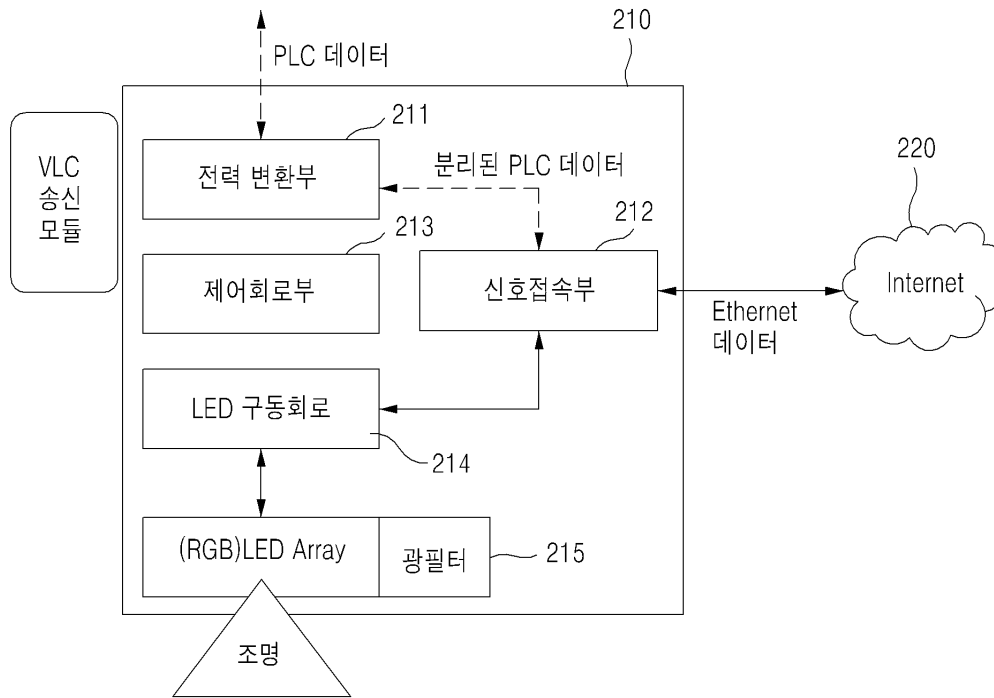
도면1a



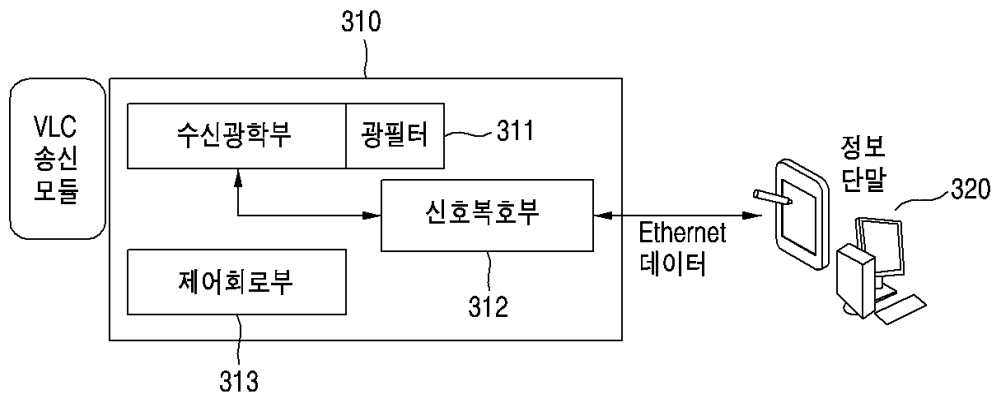
도면1b



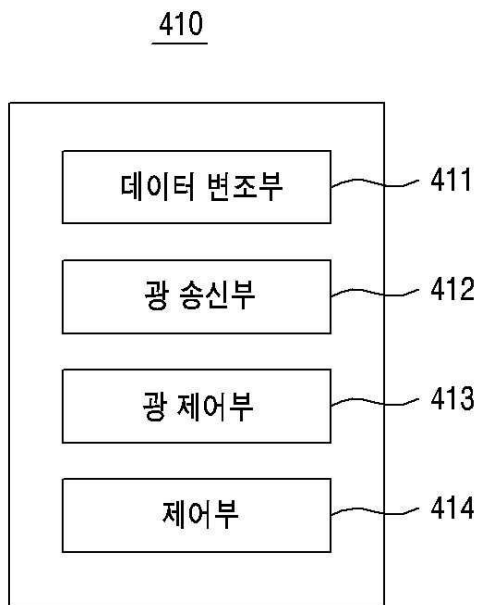
도면2



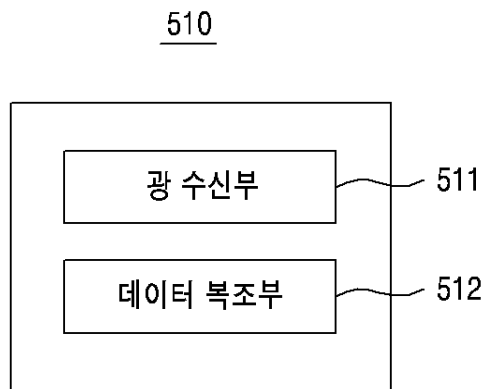
도면3



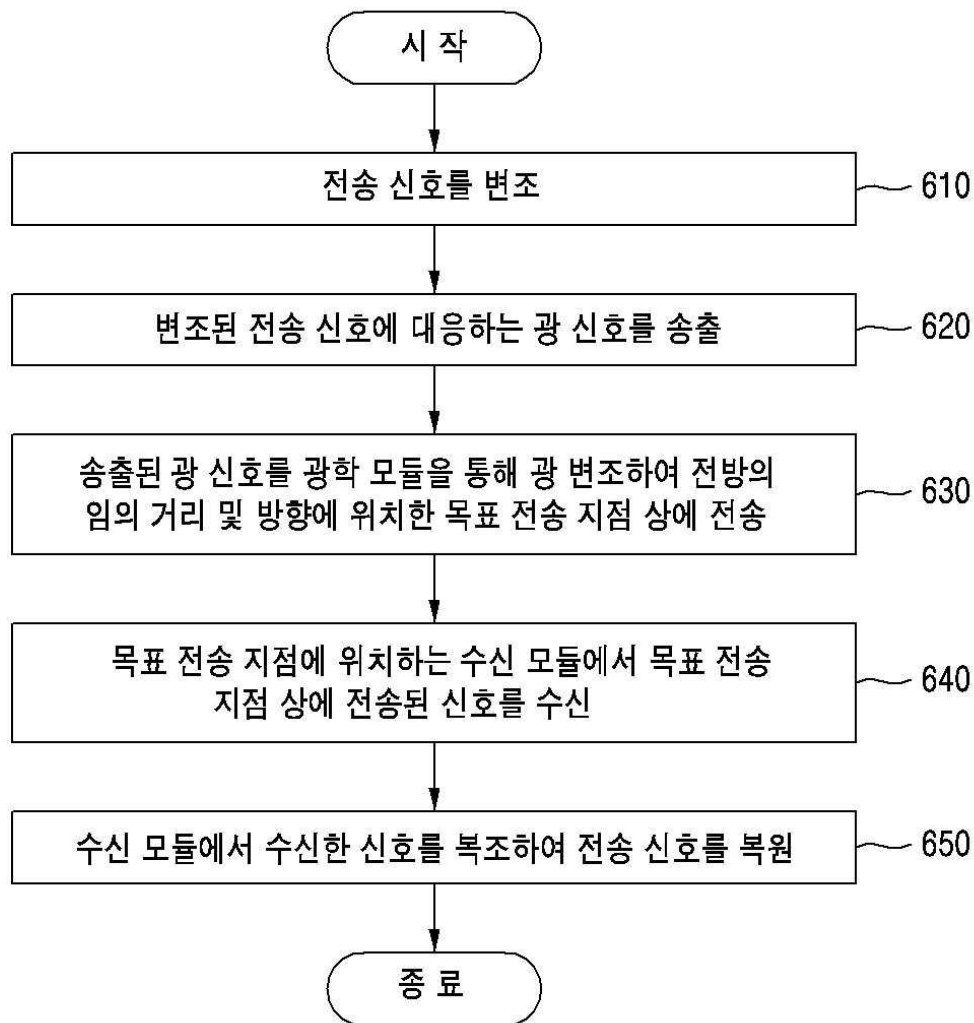
도면4



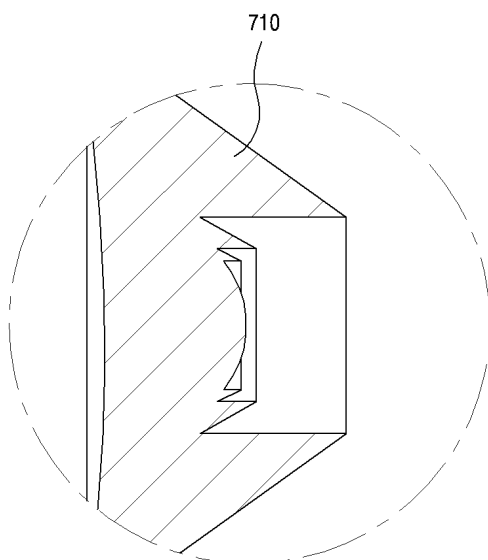
도면5



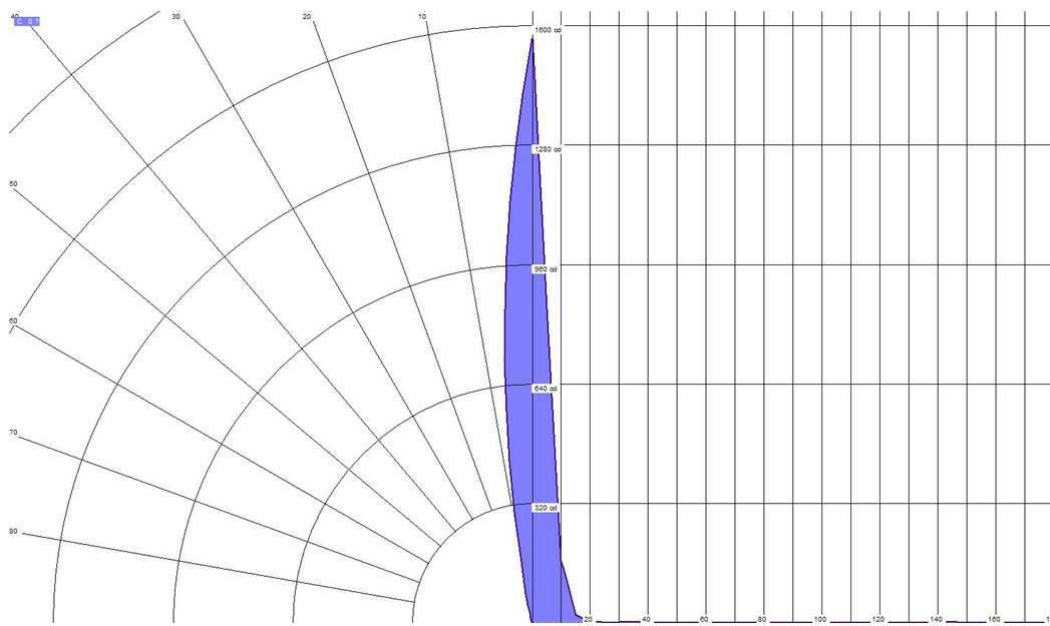
도면6



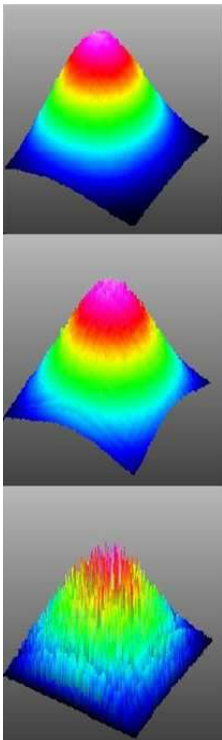
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

