



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0014831
(43) 공개일자 2025년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 11/12 (2006.01) G01J 1/42 (2006.01)
G01J 1/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 11/12 (2013.01)
G01J 1/4228 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0095475
(22) 출원일자 2023년07월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)
(72) 발명자
허철준
경기도 수원시 영통구 삼성로 11, 206동 602호 (신동, 래미안영통마크원아파트)
전현채
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

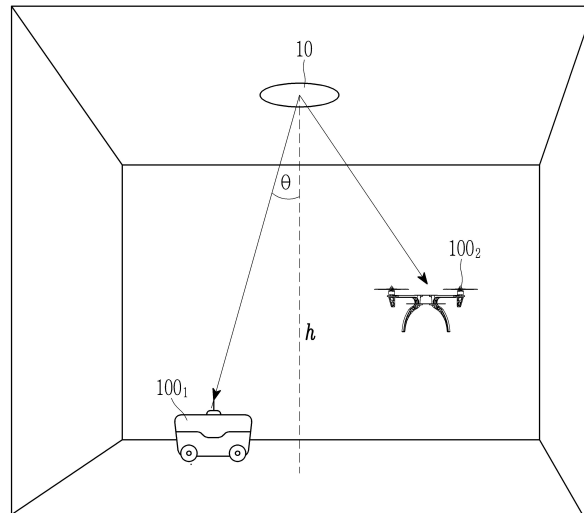
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 광 신호를 사용한 위치 추정 방법 및 장치

(57) 요약

스마트 장치에 포함된 복수의 광전 소자를 사용하여 선편광된 광 신호를 복수의 전기 신호로 변환하는 단계, 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 위치로부터의 스마트 장치의 이동 거리를 추정하는 단계, 그리고 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 방향에 대한 스마트 장치의 지향 각도를 추정하는 단계를 통해 광 신호를 사용하여 스마트 장치의 위치를 추정하는 방법 및 장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01J 2001/444 (2013.01)

(72) 발명자

유민석

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

박경배

경기도 화성시 동탄중앙로 200, C동 2403호 (반송
동, 메타폴리스)

임윤희

경기도 수원시 영통구 에듀타운로 35, 5104동 190
2호 (이의동, 자연&자이아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

스마트 장치의 위치를 추정하는 장치로서,
 적어도 하나의 광원에서 방출되는 편광된 빛을 포커싱하는 렌즈부,
 상기 편광된 빛을 감지하여 전기 신호로 변환하는 복수의 광전 소자,
 상기 복수의 광전 소자로부터 수신되는 전기 신호를 바탕으로 상기 스마트 장치의 기준 위치로부터의 이동 거리를 추정하는 제어부를 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에서,
 상기 복수의 광전 소자는 2차원 평면 상에 배열되어 있고,
 상기 제어부는, 상기 복수의 광전 소자 각각에 의해 변환되는 상기 전기 신호의 세기가 상기 광원의 상의 위치 변화에 따라 달라지는 것으로부터 상기 이동 거리를 추정하는, 장치.

청구항 3

제2항에서,
 상기 복수의 광전 소자 중 제1 광전 소자의 제1 편광 필터의 편광 방향은 상기 복수의 광전 소자 중 제2 광전 소자의 제2 편광 필터의 편광 방향과 서로 다른, 장치.

청구항 4

제3항에서,
 상기 제어부는 상기 이동 거리를 추정할 때, 상기 복수의 광전 소자에 각각 대응하는 편광 필터의 편광 방향에 관한 정보를 바탕으로 상기 복수의 광전 소자로부터 수신되는 상기 전기 신호의 세기를 보상하는, 장치.

청구항 5

제3항에서,
 상기 제어부는, 상기 빛의 진동 방향과 상기 복수의 광전 소자에 각각 대응하는 편광 필터의 편광 방향 간의 각도에 따라 상기 전기 신호의 세기가 달라지는 것으로부터 상기 스마트 장치의 지향 각도를 추정하는, 장치.

청구항 6

제5항에서,
 상기 제어부는 상기 지향 각도를 추정할 때, 상기 복수의 광전 소자 각각으로부터 수신되는 전기 신호의 평균값을 바탕으로 상기 전기 신호의 세기를 스케일링하는, 장치.

청구항 7

제3항에서,
 상기 선편광된 빛의 편광 방향이 미리 결정된 주기에 따라 변경될 때, 상기 복수의 광전 소자는 각각 각 편광 필터 간의 편광 방향 차이에 대응하는 지연을 갖는 전기 신호를 생성하는, 장치.

청구항 8

제7항에서,

상기 미리 결정된 주기는, 상기 적어도 하나의 광원에 의해 송신되는 데이터의 비트 전송률에 따라 미리 결정되는, 장치.

청구항 9

제8항에서,

상기 데이터는 광원의 위치, 광원의 식별자, 실내 공간에 관한 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 장치.

청구항 10

제3항에서,

상기 복수의 광전 소자는 n 개의 광전 소자를 포함하고, 상기 n 개의 광전 소자에 대응하는 각 편광 필터의 편광 방향은 서로 π/n° 만큼 서로 다른, 장치.

청구항 11

광 신호를 사용하여 스마트 장치의 위치를 추정하는 방법으로서,

상기 스마트 장치에 포함된 복수의 광전 소자를 사용하여 선편광된 광 신호를 복수의 전기 신호로 변환하는 단계,

상기 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 위치로부터의 상기 스마트 장치의 이동 거리를 추정하는 단계, 그리고

상기 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 방향에 대한 상기 스마트 장치의 지향 각도를 추정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

제11항에서,

상기 광 신호를 복조하여 데이터를 복구하는 단계

를 더 포함하고, 상기 데이터는 광원의 위치, 광원의 식별자, 실내 공간에 관한 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 13

제11항에서,

상기 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 위치로부터의 상기 스마트 장치의 이동 거리를 추정하는 단계는,

상기 복수의 전기 신호를 사용하여 상기 광 신호가 전송되는 광원의 상이 렌즈부에 의해 상기 복수의 광전 소자 상에 형성될 때, 상기 상의 이동 거리를 계산하는 단계, 그리고

상기 광원의 높이, 상기 렌즈부와 상기 복수의 광전 소자 간의 거리, 및 상기 상의 이동 거리를 바탕으로 상기 스마트 장치의 이동 거리를 추정하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 14

제13항에서,

상기 광원의 높이에 관한 정보는 상기 광 신호를 복조하여 복구되는 데이터에 포함된, 방법.

청구항 15

제13항에서,

상기 복수의 전기 신호를 사용하여 상기 광 신호가 전송되는 광원의 상이 렌즈부에 의해 상기 복수의 광전 소자

상에 형성될 때, 상기 상의 이동 거리를 계산하는 단계는,

상기 복수의 광전 소자에 연결된 각 채널의 전기 신호의 최대값 또는 평균값을 사용하여 상기 상의 직교 좌표를 계산하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 16

제15항에서,

상기 복수의 광전 소자에 연결된 각 채널의 전기 신호의 최대값 또는 평균값을 사용하여 상기 상의 직교 좌표를 계산하는 단계는,

상기 각 채널의 전기 신호의 최소값이 실질적으로 동일하지 않을 때, 상기 각 채널의 전기 신호의 최대값을 사용하여 상기 상의 상기 직교 좌표를 계산하는 단계, 또는

상기 각 채널의 전기 신호의 최소값이 실질적으로 동일할 때, 상기 각 채널의 전기 신호의 평균값을 사용하여 상기 상의 상기 직교 좌표를 계산하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 17

제11항에서,

상기 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 방향에 대한 상기 스마트 장치의 지향 각도를 추정하는 단계는,

상기 복수의 전기 신호의 크기 및 상기 복수의 광전 소자에 각각 위치하는 편광 필터의 편광 방향에 관한 정보를 바탕으로 상기 지향 각도를 추정하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 18

제11항에서,

상기 복수의 광전 소자는 n 개의 광전 소자를 포함하고, 상기 n 개의 광전 소자에 대응하는 각 편광 필터의 편광 방향은 서로 π/n° 만큼 서로 다른, 방법.

청구항 19

제18항에서,

상기 이동 거리를 추정하는 단계 전에,

상기 복수의 광전 소자에 상기 편광 필터의 상기 편광 방향에 관한 정보를 바탕으로 상기 복수의 전기 신호의 세기를 보상하는 단계

를 더 포함하고,

상기 이동 거리를 추정하는 단계는,

세기가 보상된 전기 신호를 사용하여 상기 기준 위치로부터의 상기 스마트 장치의 상기 이동 거리를 추정하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 20

제5항에서,

상기 지향 각도를 추정하는 단계 전에,

상기 복수의 광전 소자 각각으로부터 수신되는 전기 신호의 평균값을 바탕으로 상기 복수의 전기 신호의 세기를

스케일링하는 단계

를 더 포함하고,

상기 지향 각도를 추정하는 단계는,

세기가 스케일링된 전기 신호를 사용하여 상기 기준 방향에 대한 상기 스마트 장치의 상기 지향 각도를 추정하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 21

스마트 장치의 위치를 추정하는 광통신 시스템으로서,

데이터를 변조하여 광 신호를 생성하고 상기 광 신호의 편광 상태를 변조하여 선편광된 광 신호를 송신하는 송신 장치, 그리고

상기 선편광된 광 신호를 수신하고, 복수의 광전 소자를 사용하여 수신된 광 신호를 전기 신호로 변환하고, 상기 복수의 광전 소자에 연결된 각 채널을 통해 전달되는 상기 전기 신호를 사용하여 상기 스마트 장치의 위치를 추정하는 수신 장치

를 포함하는 광통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기재는 광 신호를 사용하여 위치를 추정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실내 위치 센싱 기술은 가정, 산업, 및 상업 분야에서 이용될 수 있다. 가정에서 일상을 편리하게 해 주는 로봇 및 실내 모빌리티를 위한 장치들은 스마트 홈 내부의 다양한 기기들을 연결하고 제어하기 위해, 이동 중 정확한 위치 정보가 필요하기 때문에 위치 센싱 기술을 이용할 수 있다.

[0003] 또한, 실내 위치 센싱은 상업 분야에서 고객 추적 및 광고 효과 측정을 위해 사용될 수 있다. 사용자의 이동 경로 및 행동 패턴이 추적됨으로써 광고 및 마케팅 전략을 수립하고 개선하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0004] 또한, 건물 내부에서 사람의 이동 경로를 추적하고 비인가자의 출입 감시 등의 건물 보안을 위해 사용될 수 있다. 실내 위치 센싱을 통한 건물 보안은, 대형 이벤트나 공공 장소에서 사람들을 안전을 유지하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0005] 또한, 실내 위치 센싱은 실내 스포츠에서 선수의 위치 및 이동 경로를 추적하여 경기 결과 및 선수의 플레이 스타일을 분석하는 데 이용될 수 있다. 뿐만 아니라, 실내 위치 센싱을 통해 박물관 및 기타 문화 명소에서 방문자에게 전시회에 대한 정보를 제공하고 공간을 안내하기 위해 사용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 한 실시예는, 스마트 장치의 위치를 추정하는 장치를 제공한다.

[0007] 다른 실시예는, 광 신호를 사용하여 스마트 장치의 위치를 추정하는 방법을 제공한다.

[0008] 또 다른 실시예는, 스마트 장치의 위치를 추정하는 광통신 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 한 실시예에 따르면, 스마트 장치의 위치를 추정하는 장치가 제공된다. 상기 장치는, 적어도 하나의 광원에서 방출되는 편광된 빛을 포커싱하는 렌즈부, 상기 편광된 빛을 감지하여 전기 신호로 변환하는 복수의 광전 소자,

상기 복수의 광전 소자로부터 수신되는 전기 신호를 바탕으로 상기 스마트 장치의 기준 위치로부터의 이동 거리를 추정하는 제어부를 포함한다.

[0010] 다른 실시예에 따르면, 광 신호를 사용하여 스마트 장치의 위치를 추정하는 방법이 제공된다. 상기 방법은, 상기 스마트 장치에 포함된 복수의 광전 소자를 사용하여 선편광된 광 신호를 복수의 전기 신호로 변환하는 단계, 상기 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 위치로부터의 상기 스마트 장치의 이동 거리를 추정하는 단계, 그리고 상기 복수의 전기 신호를 사용하여 기준 방향에 대한 상기 스마트 장치의 지향 각도를 추정하는 단계를 포함한다.

[0011] 또 다른 실시예에 따르면, 스마트 장치의 위치를 추정하는 광통신 시스템이 제공된다. 상기 광통신 시스템은, 데이터를 변조하여 광 신호를 생성하고 상기 광 신호의 편광 상태를 변조하여 선편광된 광 신호를 송신하는 송신 장치, 그리고 상기 선편광된 광 신호를 수신하고, 복수의 광전 소자를 사용하여 수신된 광 신호를 전기 신호로 변환하고, 상기 복수의 광전 소자에 연결된 각 채널을 통해 전달되는 상기 전기 신호를 사용하여 상기 스마트 장치의 위치를 추정하는 수신 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 회전하는 선편광된 광 신호를 사용하여, RF 민감 지역 및 주변광 간섭 지역에서도 위치 및 지향 각도의 추정의 정밀도가 향상될 수 있고, 위치 및 지향 각도 추정의 비용 및 복잡성이 감소될 수 있다. 또한, 광원의 위치, 식별자 등의 광원에 관한 정보가 광원에 연결된 송신 장치로부터 수신됨으로써, 위치 추정에 필요한 정보가 동적으로 획득되고 위치 추정에 필요한 정보의 저장에 필요한 메모리가 절약될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 한 실시예에 따른 실내에서 이동하는 스마트 장치를 나타낸 도면이다.
 도 2는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치의 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
 도 3a는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치의 평면도이다.
 도 3b는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치의 측면도이다.
 도 4a는 한 실시예에 따른 스마트 장치의 이동 거리를 나타낸 도면이다.
 도 4b 및 도 4c는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치에 의해 감지된 광원(10)의 상의 이동을 나타낸 도면이다.
 도 5a는 다른 실시예에 따른 광원의 빛을 감지하는 스마트 장치를 나타낸 도면이다.
 도 5b는 다른 실시예에 따른 스마트 장치의 위치 추정 장치를 나타낸 도면이다.
 도 6a는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광판을 갖는 광원 아래에서 이동하는 스마트 장치를 나타낸 도면이다.
 도 6b는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광판의 편광 방향의 변화를 나타낸 도면이다.
 도 6c는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광판에서 출력되는 빛에 대한 광전 소자의 응답을 나타낸 도면이다.
 도 7a는 한 실시예에 따른 광원으로부터 전송되는 광 신호를 나타낸 도면이다.
 도 7b 및 도 7c는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광판에서 출력되는 광 신호에 대한 광전 소자의 응답을 나타낸 도면이다.
 도 8은 다른 실시예에 따른 위치 추정 장치의 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
 도 9은 한 실시예에 따른 광전 소자를 도시한 단면도이다.
 도 10는 다른 실시예에 따른 광전 소자를 도시한 단면도이다.
 도 11은 한 실시예에 따른 유기 광전 소자의 픽셀 구조를 나타낸 도면이다.
 도 12은 한 실시예에 따른 유기 광전 소자의 적층 구조를 나타낸 도면이다.
 도 13는 한 실시예에 따른 광통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 기재의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 기재는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 기재를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0015] 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.
- [0016] 본 명세서에서 단수로 기재된 표현은 "하나" 또는 "단일" 등의 명시적인 표현을 사용하지 않은 이상, 단수 또는 복수로 해석될 수 있다.
- [0017] 본 명세서에서 "및/또는"은 언급된 구성 요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0018] 본 명세서에서, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어들은 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0019] 본 명세서에서 도면을 참고하여 설명한 흐름도에서, 동작 순서는 변경될 수 있고, 여러 동작들이 병합되거나, 어느 동작이 분할될 수 있고, 특정 동작은 수행되지 않을 수 있다.
- [0020] 도 1은 한 실시예에 따른 실내에서 이동하는 스마트 장치를 나타낸 도면이고, 도 2는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치의 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0021] 실시예에서, 실내에서 이동하는 스마트 장치는 자동 로봇(autonomous robot), 실내 모빌리티 장치, 자동 비행 장치 등을 포함할 수 있다. 한 실시예에 따른 스마트 장치에는 위치 추정 장치가 장착될 수 있다. 따라서, 자동 로봇, 실내 모빌리티 장치, 자동 비행 장치 등의 스마트 장치는 이동하는 중 위치 추정 장치에 의해 결정된 정확한 위치 정보를 획득할 수 있다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 실내에서 이동하는 자동 로봇(100₁) 및 자동 비행 장치(100₂)에 장착된 위치 추정 장치는 광원(10)에서 출력되는 빛을 수신하여 위치 추정을 수행할 수 있다.
- [0023] 광원(10)에서 출력되는 빛은 가시광선, 적외선, 마이크로파, 전파 등의 인체에 무해한 대역의 전자기파일 수 있다. 위치 추정 장치는 적어도 하나의 광원(10)에서 출력되는 적어도 하나의 파장의 빛을 전기 신호로 변환하고, 변환된 전기 신호를 사용하여 스마트 장치의 실내 위치를 정확히 추정할 수 있다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 한 실시예에 따른 위치 추정 장치는 위치 추정 장치가 장착된 스마트 장치의 위치 추정을 시작하기 위해 기준 위치를 설정할 수 있다(S100). 기준 위치의 설정은 위치 추정 장치의 동작이 시작되면서 수행될 수 있다. 예를 들어, 위치 추정 장치에 전원이 들어오면, 위치 추정 장치는 전원이 들어온 때의 광원(10)의 상(像, image)의 위치 및/또는 모양을 저장함으로써 기준 위치를 설정할 수 있다.
- [0025] 이후 위치 추정이 트리거되면(S200), 위치 추정 장치는 광원(10)으로부터의 빛을 감지하여 생성되는 전기 신호를 사용하여 위치를 추정할 수 있다(S300). 예를 들어, 위치 추정 장치는 광원(10)으로부터의 빛에 의해 생성되는 전기 신호를 바탕으로 광원(10)의 상의 위치 및/또는 모양의 변화를 결정하고, 광원(10)의 상의 위치 및/또는 모양의 변화를 바탕으로 스마트 장치의 현재 위치를 추정할 수 있다. 현재는 위치 추정이 트리거된 시점으로부터 미리 결정된 시간 간격 내의 시점일 수 있다. 아래에서는 위치 추정 장치가 광원(10)으로부터 수신되는 빛을 바탕으로 생성되는 전기 신호를 사용하여 위치를 추정하는 방법이 설명된다.
- [0026] 도 3a는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치의 평면도이고, 도 3b는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치의 측면도이다.
- [0027] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 한 실시예에 따른 위치 추정 장치(100)는 복수의 광전 소자(110), 렌즈부(120), 기관(130), 및 제어부(140)를 포함할 수 있다. 도 3b는 도 3a의 아래쪽의 화살표 방향에서 바라본 위치 추정 장치(100)의 측면도이다.
- [0028] 복수의 광전 소자(110)는 기관(130) 상에 형성되는 수광면(평면 또는 곡면)에 배열될 수 있다. 복수의 광전 소자(110) 각각은 광원(10)에서 방출되는 빛을 감지하여 전기 신호로 변환할 수 있다. 실시예에서, 복수의 광전

소자(110)는 2차원 평면 상에 배열될 수 있다. 예를 들어, 3개의 광전 소자(110)가 삼각형으로 배열되거나 또는 4개의 광전 소자(110)가 사각형(2×2 배열)으로 배열될 수 있다.

[0029] 복수의 광전 소자(110)는 각각 활동 영역(active zone 또는 active area)(111)을 포함하고, 각 활동 영역은 빛을 감지하여 감지된 빛의 세기에 따라 개별적으로 전기 신호를 생성할 수 있다. 각 활동 영역에서 생성된 전기 신호는 채널을 통해 제어부(140)로 전달될 수 있다. 기관(130) 상에서, 복수의 광전 소자(110)는 서로 대칭적으로 배치되거나 또는 각 광전 소자(110) 내의 활동 영역(111)이 서로 대칭적으로 배치될 수 있다.

[0030] 실시예에서, 복수의 광전 소자(110)는 하나의 사분면 탐지기(quadrant detector, QD)를 구성할 수 있다. 각 광전 소자는 광 다이오드(photo diode, PD) 또는 유기 광다이오드(organic photo diode, OPD)일 수 있다. 광전 소자의 세부 사항은 아래에서 상세히 설명된다.

[0031] 렌즈부(120)는 광원(10)에서 방출되는 빛을 복수의 광전 소자(110) 상에 포커싱할 수 있다. 이때, 렌즈부(120)의 초점 거리는 L이거나 또는 L과 실질적으로 동일할 수 있다. L은 렌즈부(120) 및 복수의 광전 소자(110) 사이의 거리 또는 렌즈부(120) 및 기관(130)의 상부 사이의 거리를 나타낼 수 있다. 렌즈부(120)의 초점 거리가 L이거나 또는 L과 실질적으로 동일할 때, 복수의 광전 소자(110) 상에 형성되는 광원(10)의 상의 크기는 매우 작아서 복수의 광전 소자(110)에 의해 광원(10)은 점 광원(10)인 것으로 탐지될 수 있다.

[0032] 또는 렌즈부(120)는 광원(10)에서 방출되는 빛을 포커싱하여 복수의 광전 소자(110) 상에 광원(10)의 상을 형성시킬 수 있다. 이때, 렌즈부(120)의 초점 거리는 0보다 크고 L보다 작을 수 있다. 렌즈부(120)의 초점이 렌즈부(120)와 복수의 광전 소자(110)의 사이에 형성될 때, 복수의 광전 소자(110) 상에는 광원(10)의 모양과 동일한 모양의 상이 형성될 수 있다. 예를 들어, 광원(10)이 원형일 때, 복수의 광전 소자(110) 상에는 광원(10)보다 더 작은 크기의 원형 상이 형성될 수 있다. 광원(10)이 사각형일 때, 복수의 광전 소자(110) 상에는 광원(10)보다 더 작은 크기의 사각형 상이 형성될 수 있다. 광원(10)이 막대형일 때, 복수의 광전 소자(110) 상에는 광원(10)보다 더 작은 크기의 막대 상이 형성될 수 있다.

[0033] 제어부(140)는 복수의 광전 소자(110)와 연결된 채널을 통해 전기 신호를 수신하고, 수신된 전기 신호를 사용하여 광원(10)의 상의 이동 거리 및 방향을 계산함으로써 위치 추정 장치(100) 및/또는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 위치를 추정할 수 있다. 한 실시예에서 4개의 광전 소자가 기관(130) 상에 배열되어 있을 때, 위치 추정 장치(100)의 제어부(140)는 각 광전 소자 내에 포함된 4개의 활동 영역(111)으로부터 4개의 채널을 통해 전기 신호를 수신하고, 수신된 전기 신호를 사용하여 광원(10)의 상의 이동 거리 및 방향을 계산할 수 있다.

[0034] 복수의 광전 소자(110)에 광원(10)의 상이 형성될 때, 제어부(140)는 광원(10)의 상의 무게 중심을 계산하고, 제어부(140)는, 광원(10)의 상의 무게 중심과 기준 위치 간의 위치 차이를 계산함으로써 위치 추정 장치(100) 및/또는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 위치를 추정할 수 있다.

[0035] 한 실시예에서 광원(10)에 편광판이 적용되고, 서로 다른 방향의 편광 방향을 갖는 편광 필터가 각 복수의 광전 소자(110) 상에 부가될 수 있다. 서로 다른 방향의 편광 필터가 복수의 광전 소자(110)와 각각 결합됨으로써, 한 방향으로 선편광된 광원(10)의 빛의 세기가 복수의 광전 소자(110)에서 서로 다른 크기로 감지될 수 있고, 이를 바탕으로 위치 추정 장치(100)의 지향 각도(orientation angle) 및/또는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 지향 각도가 계산될 수 있다. 도 4a는 한 실시예에 따른 스마트 장치의 이동 거리를 나타낸 도면이고, 도 4b 및 도 4c는 한 실시예에 따른 위치 추정 장치에 의해 감지된 광원(10)의 상의 이동을 나타낸 도면이다.

[0036] 도 4a를 참조하면, 복수의 광전 소자(110) 중 제1 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호는 CH1을 통해 제어부(140)로 전달되고, 복수의 광전 소자(110) 중 제2 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호는 CH2를 통해 제어부(140)로 전달되고, 복수의 광전 소자(110) 중 제3 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호는 CH3을 통해 제어부(140)로 전달되며, 복수의 광전 소자(110) 중 제4 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호는 CH4를 통해 제어부(140)로 전달될 수 있다.

[0037] 도 4a를 참조하면, 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치가 실내에서 이동할 때, 복수의 광전 소자(110) 상에 형성되는 광원(10)의 상은 기준 위치에서 I'로 이동할 수 있다. I'의 좌표가 (X_{image}, Y_{image})일 때, 광원(10)의 상의 이동 거리 d_{image}는 아래 수학적 식 1과 같다.

수학식 1

$$d_{image} = k \sqrt{x_{image}^2 + y_{image}^2}$$

그리고 광원(10)의 상의 직교 좌표 x_{image} 및 y_{image} 는 아래 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$x_{image} = \frac{(P_{ch2} + P_{ch3}) - (P_{ch1} + P_{ch4})}{P_{ch1} + P_{ch2} + P_{ch3} + P_{ch4}}$$

$$y_{image} = \frac{(P_{ch1} + P_{ch2}) - (P_{ch3} + P_{ch4})}{P_{ch1} + P_{ch2} + P_{ch3} + P_{ch4}}$$

수학식 2에서, P_{chn} (n =자연수)는 n 번째 채널을 통해 전달되는 광 신호의 전력 또는 세기를 나타낼 수 있다. 실시예에서, P_{ch1} , P_{ch2} , P_{ch3} , P_{ch4} 는 4개의 광전 소자와 각각 연결된 4개의 채널을 통해 각각 전달되는 광 신호에 의한 전력을 나타낼 수 있다. 다른 실시예에서, 수학식 2는 각 채널을 통해 전달되는 전기 신호의 크기 또는 광변환 전류의 세기로 계산될 수 있다.

수학식 2를 참조하면, 광원(10)의 상의 x 좌표는 $+x$ 방향에 위치한 두 개의 광전 소자에 대응하는 채널 Ch2 및 Ch3의 광 전력과 $-x$ 방향에 위치한 두 개의 광전 소자에 대응하는 채널 Ch1 및 Ch4의 광 전력의 차이를 바탕으로 결정될 수 있다. 또한, 광원(10)의 상의 y 좌표는 $+y$ 방향에 위치한 두 개의 광전 소자에 대응하는 채널 Ch1 및 Ch2의 광 전력과 $-y$ 방향에 위치한 두 개의 광전 소자에 대응하는 채널 Ch3 및 Ch4의 광 전력의 차이를 바탕으로 결정될 수 있다.

도 1 및 도 4b에 도시된 두 개의 직각 삼각형의 닮음 관계를 통해, 광원(10)의 상의 이동 거리 d_{image} 와 위치 추정 장치(100) 및/또는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 이동 거리 d_{device} 사이에는 아래 수학식 3과 같은 관계가 성립될 수 있다.

수학식 3

$$h:L \cong d_{device}:d_{image}$$

즉, 위치 추정 장치(100)는 실내의 바닥에서부터 광원까지의 거리(광원의 높이 h), 렌즈와 광전 소자 간의 거리 L , 및 광원의 상의 이동 거리 d_{image} 를 사용하여 스마트 장치의 실제 이동 거리 d_{device} 를 추정할 수 있다.

실시예에서, 스마트 장치의 실내 2차원 위치는 d_{device} 및 ϕ 에 의해 결정될 수 있다. 즉, 스마트 장치의 극좌표 (r, θ) 는 (d_{device}, ϕ) 일 수 있다. ϕ 는 아래 수학식 4와 같이 결정될 수 있다.

수학식 4

$$\phi = \arctan\left(\frac{y_{image}}{x_{image}}\right)$$

또는, 위치 추정 장치(100)는 스마트 장치의 직교좌표계의 좌표 (x_{device}, y_{device}) 를 아래 수학식 5와 같이 계산할

수 있다.

수학식 5

$$x_{device} = x_0 + d_{device} \cos(\phi)$$

$$[0049] \quad y_{device} = y_0 + d_{device} \sin(\phi)$$

[0050] 수학식 5에서 x_0 및 y_0 는 기준 위치의 좌표이고, 원점으로 사용될 수 있다.

[0051] 다른 실시예에서, 위치 추정 장치(100)는 광원의 상의 크기 변화 또는 모양 변화를 바탕으로 드론과 같은 자동 비행 장치(100₂)의 3차원 위치를 추정할 수 있다. 또는, 위치 추정 장치(100)는 두 개 이상의 광원(10)으로부터의 광 신호를 사용하여 스마트 장치의 높이 또는 3차원 위치를 추정할 수 있다.

[0052] 다른 실시예에서, 위치 추정 장치(100)는, 위의 수학식 1 내지 5를 통해 자동 비행 장치(100₂)의 2차원 위치를 계산하고, 기준 위치의 광원의 상의 크기와 이동된 위치의 광원의 상의 크기 또는 모양을 비교하여 자동 비행 장치(100₂)의 높이를 추정할 수 있다.

[0053] 예를 들어, 광원(10)이 원형일 때, 이동된 위치에서 형성되는 광원(10)의 상은 타원형일 수 있다. 따라서, 위치 추정 장치(100)는 기준 위치의 광원(10)의 상의 지름, 광원(10)의 높이, 및 이동된 위치에서의 광원(10)의 상의 지름(또는 단축의 길이)를 바탕으로 자동 비행 장치(100₂)의 높이를 추정할 수 있다. 여기서 자동 비행 장치(100₂)의 2차원 위치는 광원(10)의 상의 지름 또는 단축의 길이를 정확히 식별하기 위해 사용될 수 있다.

[0054] 위에서 설명한 대로, 광원의 높이와 위치 추정 장치 내부의 모듈 간 간격(렌즈부 및 광전 소자 사이의 간격)을 바탕으로 광원의 상의 이동 거리를 계산함으로써 위치 추정 장치를 포함하는 스마트 장치의 실내 위치를 정확히 추정할 수 있다.

[0055] 도 5a는 다른 실시예에 따른 광원의 빛을 감지하는 스마트 장치를 나타낸 도면이고, 도 5b는 다른 실시예에 따른 스마트 장치의 위치 추정 장치를 나타낸 도면이다.

[0056] 도 5a를 참조하면, 광원에서 출발한 빛은, 편광 필터 또는 편광판(200)에 의해 편광 처리된 후 스마트 장치에 도달할 수 있다. 도 5a에서 편광판(200)은 광원(10)에서 나오는 무작위 편광 상태를 갖는 빛을 미리 결정된 한 가지 편광 상태를 갖도록 변환시킬 수 있다. 예를 들어, 편광판(200)이 선형 편광판일 때, 편광판(200)을 통과한 빛은 편광판(200)에 의해 결정되는 한 가지 방향으로만 진동하는 편광 상태를 가질 수 있다.

[0057] 실시예에서, 선편광된 빛은, 서로 다른 방향의 편광 필터가 각각 적용된 복수의 광전 소자(110)에 도달할 수 있다. 선편광된 빛은, 서로 다른 편광 방향을 갖는 편광 필터에 의해 복수의 광전 소자(110)에서 서로 다른 크기로 감지될 수 있다. 즉, 각 광전 소자는 빛의 진동 방향과 편광 필터의 편광 방향 간의 각도에 따라 서로 다른 세기의 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0058] 실시예에서, 제어부(140)는 각 채널로부터 수신되는 서로 다른 세기의 전기 신호를 바탕으로 위치 추정 장치(100)의 지향 각도 또는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 지향 각도를 계산할 수 있다.

[0059] 실시예에서, 선편광된 빛이 진동하는 방향과 각 광전 소자의 편광 필터의 편광 방향 간의 각도에 따라 각 광전 소자는 빛의 세기를 각각 서로 다른 크기로 감지할 수 있다. 예를 들어, 빛이 어느 편광 필터와 실질적으로 동일한 방향으로 진동할 때, 해당 편광 필터에 대응하는 광전 소자의 채널에서는 최대 크기의 전기 신호가 생성될 수 있지만, 다른 광전 소자의 채널에서는 그보다 더 작은 크기의 전기 신호가 생성될 수 있다. 또한, 선편광된 빛의 진동 방향과 실질적으로 직교하는 방향의 편광 필터에 대응하는 광전 소자의 채널에서는 전기 신호가 실질적으로 거의 생성되지 않을 수 있다.

[0060] 또한, 제어부(140)는 각 편광 필터의 편광 방향에 관한 정보를 바탕으로 각 채널에서 수신되는 전기 신호의 세기 감소를 보상하고, 보상된 전기 신호의 세기를 사용하여 스마트 장치의 위치를 더욱 정확히 추정할 수 있다. 즉, 제어부(140)는 스마트 장치의 이동에 따른 신호의 세기 감소 및 스마트 장치의 지향 각도 변경에 따른 신호의 세기 감소를 구분하여 스마트 장치의 위치 및 지향 각도를 추정할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 제어부(140)는 복수의 광전 소자(110)로부터의 전기 신호의 세기와 각 광전 소자의 편광 필터의 편광 방향에 관한 정보를 바탕으로 광원의 선편광된 빛의 진동 방향을 추정하고, 선편광된 빛의 추정된 진동 방향을 바탕으로 복수의 광전 소자(110)로부터의 전기 신호의 세기를 보상할 수 있다. 즉, 제어부(140)는 선편광된 빛과 편광 필터의 편광 방향 간의 차이에 의해 발생하는 전기 신호의 세기 감소를 보상하고, 세기 보상된 전기 신호를 바탕으로 스마트 장치의 위치를 정확히 추정할 수 있다. 도 5b를 참조하면, 편광 필터(150)는 각각 수평(horizontal) 방향, 수직(vertical) 방향, 대각(diagonal) 방향, 및 반대각(antidiagonal) 방향일 수 있다. 또는 편광 필터(150)는 각각 0°, 45°, 90°, 및 135°일 수 있다. 실시예에서, 수평, 수직, 대각, 및 반대각은 각각 상대적 방향을 나타내고, 0°, 45°, 90°, 및 135°는 각각 상대적 각도를 나타낼 수 있다.

[0062] 예를 들어, 복수의 광전 소자 중 제1 광전 소자는 수평 방향 또는 0°의 편광 필터를 가질 수 있고, 복수의 광전 소자 중 제2 광전 소자는 대각 방향 또는 45°의 편광 필터를 가질 수 있고, 복수의 광전 소자 중 제3 광전 소자는 수직 방향 또는 90°의 편광 필터를 가질 수 있고, 복수의 광전 소자 중 제4 광전 소자는 반대각 방향 또는 135°의 편광 필터를 가질 수 있다.

[0063] 이러한 광전 소자에 특정 방향으로 진동하는 빛이 입사되면, 위치 추정 장치(100)는 각 광전 소자에 대응하는 채널로부터 수신되는 전기 신호를 사용하여 위치 추정 장치(100)(또는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치)의 지향 각도를 계산할 수 있다. 위치 추정 장치(100)의 지향 각도는 기준 방향 또는 실내에 가상으로 설정된 x축에 대한 각도일 수 있다. 여기서 기준 방향은 위치 추정 장치(100)의 기준 위치가 설정될 때 함께 설정될 수 있다.

[0064] 각 광전 소자의 채널에서 발생하는 전류의 세기는 각 광전 소자에 적용된 필터와 입사되는 편광된 빛 사이의 관계에 기반하여 광전 소자의 파라미터 값을 사용하여 계산될 수 있다. 아래 수학적 식 6은 선편광된 빛이 복수의 광전 소자에 도달했을 때 n번째 광전 소자와 연결된 n번째 채널에서 발생하는 전류의 크기 I_n 을 나타낸다.

수학적 식 6

[0065]
$$I_n = 0.5 RP + 0.5 RPD \cdot \cos(2\alpha - 2\varphi_n)$$

[0066] 수학적 식 6에서, R은 빛에 대한 광전 소자의 반응성($0 \leq R \leq 1$)을 나타내고, P는 복수의 광전 소자로 입사된 빛의 세기(전력)를 나타내며, D는 편광 정도(Diattenuation)($0 \leq D \leq 1$)를 나타낼 수 있다. 그리고 α 는 복수의 광전 소자(110)가 배열되어 있는 기관의 지향 각도를 나타낼 수 있다. 광전 소자(110)가 배열된 기관의 지향 각도는 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 자전 각도에 대응할 수 있다.

[0067] 수학적 식 6에서, φ_n 는 n번째 채널에 대응하는 광전 소자에 적용된 편광 필터의 편광 각도를 나타낼 수 있다. 편광 필터의 편광 각도는 편광 소자의 개수 n에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, 편광 소자가 n개일 때, 각 편광 필터의 편광 각도는 π/n° 만큼 다를 수 있다. 도 5b를 참조하면, 4개의 편광 소자에 대응하는 편광 필터의 편광 각도는 각각 0°, 45°, 90°, 및 135°일 수 있다. 수학적 식 6은 아래 수학적 식 7과 같이 전개될 수 있다.

수학적 식 7

[0068]
$$I_n = 0.5 RP + 0.5 RPD \cdot \cos(2\alpha) \cos(-2\varphi_n) - 0.5 RPD \cdot \sin(2\alpha) \sin(-2\varphi_n)$$

[0069] 실시예에서, 위치 추정 장치(100)가 4개의 채널을 포함할 때, 각 채널에 흐르는 전류의 크기는 아래 수학적 식 8과 같을 수 있다.

수학식 8

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \cos(2\varphi_1) & \sin(2\varphi_1) \\ 1 & \cos(2\varphi_2) & \sin(2\varphi_2) \\ 1 & \cos(2\varphi_3) & \sin(2\varphi_3) \\ 1 & \cos(2\varphi_4) & \sin(2\varphi_4) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.5RP \\ 0.5RPD \cdot \cos(2\alpha) \\ 0.5RPD \cdot \sin(2\alpha) \end{bmatrix}$$

[0070]

수학식 8에서 우변의 왼쪽 항을 좌변으로 넘기고 우변의 오른쪽 항을 중심으로 정리하면 아래 수학식 9와 같다.

수학식 9

$$\begin{bmatrix} 0.5RP \\ 0.5RPD \cdot \cos(2\alpha) \\ 0.5RPD \cdot \sin(2\alpha) \end{bmatrix} =$$

[0072]

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \cos(2\varphi_1) & \cos(2\varphi_2) & \cos(2\varphi_3) & \cos(2\varphi_4) \\ \sin(2\varphi_1) & \sin(2\varphi_2) & \sin(2\varphi_3) & \sin(2\varphi_4) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \cos(2\varphi_1) & \sin(2\varphi_1) \\ 1 & \cos(2\varphi_2) & \sin(2\varphi_2) \\ 1 & \cos(2\varphi_3) & \sin(2\varphi_3) \\ 1 & \cos(2\varphi_4) & \sin(2\varphi_4) \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \cos(2\varphi_1) & \cos(2\varphi_2) & \cos(2\varphi_3) & \cos(2\varphi_4) \\ \sin(2\varphi_1) & \sin(2\varphi_2) & \sin(2\varphi_3) & \sin(2\varphi_4) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix}$$

[0073]

수학식 9에서 우변의 항은 각 광전 소자에 대응하는 편광 필터의 편광 방향에 관한 행렬과 채널에서 측정된 전류의 세기 행렬의 행렬 곱셈을 포함한다. 편광 필터의 편광 방향에 관한 행렬과 측정된 전류의 세기 행렬 간의 연산 결과(수학식 10의 A 행렬)로부터, 위치 추정 장치(100)는 복수의 광전 소자가 배열되어 있는 기관의 지향 각도 α 를 결정할 수 있다(수학식 11).

수학식 10

$$\begin{bmatrix} 0.5RP \\ 0.5RPD \cdot \cos(2\theta) \\ 0.5RPD \cdot \sin(2\theta) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{bmatrix}$$

[0075]

수학식 11

$$\frac{0.5RPD \cdot \sin(2\theta)}{0.5RPD \cdot \cos(2\theta)} = \tan 2\theta = \frac{A_3}{A_2}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \cdot \tan^{-1}\left(\frac{A_3}{A_2}\right)$$

[0076]

위에서 설명한 대로, 위치 추정 장치(100)는 광원의 선편광된 빛이 서로 다른 편광성을 갖는 각 광전 소자에 다 다를 때 발생하는 전류의 크기와 각 광전 소자에 위치하는 편광 필터의 편광 방향에 관한 정보를 바탕으로 위치 추정 장치(100)가 기준 방향에 대해 회전한 지향 각도를 결정할 수 있다.

[0077]

도 6a는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광관을 갖는 광원 아래에서 이동하는 스마트 장치를 나타낸 도면이고, 도 6b는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광관의 편광 방향의 변화를 나타낸 도면이고, 도 6c는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광관에서 출력되는 빛에 대한 광전 소자의 응답을 나타낸 도면이다.

[0078]

도 6a를 참조하면, 광원(10)에서 출발한 빛(연속파(continuous wave, CW))은 회전 선형 편광관(300)을 통과하여 스마트 장치에 도달할 수 있다. 실시예에서, 회전 선형 편광관(300)은 광원(10)과 스마트 장치 사이에서 회전하며 매순간 서로 다른 편광 방향을 갖는 선편광된 빛을 방출할 수 있다. 회전 선형 편광관(300)의 회전 속도 또는 회전 주기는 미리 결정될 수 있다.

[0079]

- [0080] 실시예에서, 회전 선형 편광판(300)의 회전 주기는 광원(10)에 의해 변조되는 데이터의 비트 전송률에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, 광원(10)에서 전송되는 데이터의 비트 전송률이 1kbps일 때, 회전 선형 편광판(300)의 회전 주기 T 는 $1\text{ms}(T=1/1000)$ 보다 짧을 수 있다(0.5ms, 0.2ms 등).
- [0081] 도 6b를 참조하면, 회전 선형 편광판(300)의 회전에 따라 선편광된 빛의 편광 방향은 주기적으로 그리고 연속적으로 변할 수 있다. 도 6b에서, 회전 선형 편광판(300)의 편광 방향이 수직에서 수평으로 변경되고, 도 6b에는 편광 방향의 각 변경 순간이 도시되어 있다. 예를 들어, 수직 방향은 $T/2$ 순간의 편광판(300)을 나타내고, 수평 방향은 T 순간의 편광판(300)을 나타낼 수 있다. 도 6c를 참조하면, 회전 선형 편광판(300)에 편광 변조된 빛을 수신한 4개 광전 소자의 응답이 도시되어 있다. 예를 들어, 제1 광전 소자에 의해 생성되는 CH1의 전기 신호에 비해 제2 광전 소자에 의해 생성되는 CH2의 전기 신호는 $T/4$ 만큼 지연되어 있고, 따라서, 각 전기 신호 간의 지연은 각 편광 필터 간의 편광 방향 차이에 대응할 수 있다.
- [0082] 실시예에서, 실내에 복수의 광원(10)이 있고, 각 광원(10)에 서로 다른 회전 주기를 갖는 회전 선형 편광판(300)이 적용될 때, 서로 다른 스마트 장치의 위치 추정 장치(100)는 광 신호의 응답 파형을 바탕으로 서로 다른 광원(10)을 식별할 수 있다. 즉, 상대적으로 넓은 실내에 복수의 광원(10)이 존재할 때, 위치 추정 장치(100)는 서로 광원(10)으로부터 수신되는 광 신호를 바탕으로 주파수 분할 다중화를 구현할 수 있다.
- [0083] 도 7a는 한 실시예에 따른 광원으로부터 전송되는 광 신호를 나타낸 도면이고, 도 7b 및 도 7c는 한 실시예에 따른 회전 선형 편광판에서 출력되는 광 신호에 대한 광전 소자의 응답을 나타낸 도면이다.
- [0084] 한 실시예에서, 송신 장치(미도시)는 미리 결정된 데이터를 광 신호로 변조하여 광원(10)을 통해 변조된 광 신호를 송신할 수 있다. 송신 장치는 광원(10)의 위치(실내의 바닥에서 광원까지의 높이, 광원의 2차원 위치 등), 광원의 식별자, 실내 공간에 관한 정보(면적 등) 중 적어도 하나를 데이터로서 광 신호를 통해 송신할 수 있다. 즉, 위치 추정 장치(100)는, 광원에 관한 정보(광원의 위치, 광원의 식별자 등)를 광원에 연결된 송신 장치로부터 수신함으로써, 위치 추정에 필요한 정보를 동적으로 획득할 수 있고 위치 추정에 필요한 정보의 저장에 필요한 메모리를 절약할 수 있다.
- [0085] 도 7a를 참조하면, 광원(10)에서 전송되는 광 신호는 T_b 의 비트 지속시간(bit duration)을 가질 수 있다. 이후 CW의 펄스로 광원(10)에서 전송되는 광 신호의 편광 상태는 회전 선형 편광판(300)에 의해 변조되고, 편광 변조된 광 신호는 복수의 광전 소자(110)에 의해 전기 신호로 변환될 수 있다(도 7b 참조).
- [0086] 앞에서 설명한 대로, 광 신호의 T_b 는 회전 선형 편광판(300)의 회전 주기의 정수 배일 수 있다. 도 7b 및 도 7c에서 광 신호의 T_b 는 회전 선형 편광판(300)의 회전 주기와 동일하다. 도 7b는 렌즈부(120)가 없을 때의 광전 소자의 응답을 나타내고, 도 7c는 렌즈부(120)가 있을 때의 광전 소자의 응답을 나타낼 수 있다. 즉 렌즈부(120)에 의한 광원(10)의 상이 각 광전 소자의 일부에 형성되어 각 광전 소자에 연결된 채널로부터의 응답(전기 신호)의 최대값이 서로 다를 수 있다.
- [0087] 실시예에서, 스마트 장치가 이동하면, 렌즈부(120)를 통과한 광 신호에 의해 생성되는 전기 신호의 평균값 또는 최대값(첨두치)는 각 광전 소자에서 서로 다를 수 있다. 도 7c를 참조하면, CH1을 통해 전달되는 전기 신호의 세기가 가장 크고 CH3을 통해 전달되는 전기 신호의 세기가 가장 작다. 이는 광원의 상이 CH1의 제1 광전 소자 쪽으로 이동한 것이므로, 위치 추정 장치(100)는 수학적 1 내지 5를 바탕으로 스마트 장치의 현재 위치를 추정할 수 있다.
- [0088] 위치 추정 장치(100)는 도 7c와 같은 전기 신호를 사용하여 송신 장치의 데이터를 복조하고, 스마트 장치(즉, 수신 장치)의 이동 거리를 추정하며, 스마트 장치의 지향 각도를 추정할 수 있다.
- [0089] 위치 추정 장치(100)는 각 채널로부터 전달되는 전기 신호를 합산하여 데이터의 복조에 사용할 수 있다. 또한, 위치 추정 장치(100)는 각 채널로부터 전달되는 전기 신호를 평균하거나 또는 전기 신호의 최대값을 사용하여 스마트 장치의 이동 거리를 추정할 수 있다. 또한, 위치 추정 장치(100)는 각 채널로부터 전달되는 전기 신호를 스케일링하여 스마트 장치의 지향 각도를 추정할 수 있다.
- [0090] 도 8은 다른 실시예에 따른 위치 추정 장치의 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0091] 실시예에서, 위치 추정 장치(100)는 회전 선형 편광판(300)을 통과한 광 신호로부터 변환된 전기 신호를 사용하여 위치를 추정하고, 스마트 장치의 지향 각도를 추정하며, 광 신호에 대응하는 데이터를 복원할 수 있다. 송신 장치가 광원(10)에 의해 전송되는 광 신호를 통해 송신하는 데이터는 광원(10)의 위치(실내의 바닥에서 광원까

지의 높이, 광원의 2차원 위치 등), 광원의 식별자, 실내 공간에 관한 정보(면적 등) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0092] 도 8을 참조하면, 한 실시예에 따른 위치 추정 장치(100)는 광원(10)으로부터 전달되는 광 신호를 수신할 수 있다(S810). 광 신호는 광원(10)을 통해 전달되는 데이터를 담고 있고, 위치 추정 장치(100) 또는 스마트 장치에 다다르기 전에 회전 선형 편광판(300)에 의해 편광 변조될 수 있다.
- [0093] 다음 위치 추정 장치(100)는, 복수의 광전 소자와 연결된 채널로부터 전달되는 전기 신호의 총합을 바탕으로 광원(10)의 광 신호를 복조하고 복조된 광 신호로부터 송신 장치의 데이터를 복구할 수 있다(S820).
- [0094] 또한, 한 실시예에 따른 위치 추정 장치(100)는 복수의 광전 소자와 연결된 각 채널로부터 전달되는 전기 신호의 평균값 또는 최대값을 바탕으로 위치 추정 장치(100)가 장착된 스마트 장치의 이동 거리를 추정할 수 있다(S830). 전 단계에서 복구된 데이터는 스마트 장치의 이동 거리 추정을 위해 사용될 수 있다.
- [0095] 한 실시예에서, 각 채널로부터 수신되는 전기 신호의 최소값(또는 0 레벨, DC 레벨)이 실질적으로 동일하지 않으면, 실내에 존재하는 다른 광원에 의한 영향이 있는 것으로 판단될 수 있다. 따라서, 위치 추정 장치(100)는 각 채널의 전기 신호의 최소값 간의 차이가 상대적으로 클 때(미리 결정된 임계치보다 큰 경우), 각 채널의 전기 신호의 최대값을 바탕으로 스마트 장치의 이동 거리를 추정할 수 있다. 하지만, 위치 추정 장치(100)는 각 채널의 전기 신호의 최소값 간의 차이가 상대적으로 작을 때(미리 결정된 임계치보다 작은 경우), 각 채널의 전기 신호의 평균값을 바탕으로 스마트 장치의 이동 거리를 추정(수학식 2 참조)할 수 있다.
- [0096] 또한, 위치 추정 장치(100)는 복수의 광전 소자와 연결된 각 채널로부터 전달되는 전기 신호의 평균값을 바탕으로 각 채널의 전기 신호의 세기를 스케일링하고, 스케일링된 전기 신호를 바탕으로 스마트 장치의 지향 각도를 추정할 수 있다(S840). 전 단계에서 복구된 데이터는 스마트 장치의 지향 각도 추정을 위해 사용될 수 있다.
- [0097] 위에서 설명한 대로, 실시예에 따른 위치 추정 장치는 회전하는 선편광된 광 신호를 사용하여, RF 민감 지역에서 또는 주변광 간섭이 있더라도 위치 및 지향 각도의 추정의 정밀도를 높일 수 있고, 위치 및 지향 각도 추정의 비용 및 복잡성을 감소시킬 수 있다.
- [0098] 또한, 최대값(첨두치), 첨두치의 평균, 표준편차, 또는 주파수 필터링 등을 이용하여 미리 결정된 주기로 회전하는 선형 편광판에 대한 광전 소자의 반응이 획득될 수 있고, 이를 통해 간섭광에 내성이 높은 광통신 시스템이 구현될 수 있다.
- [0099] 또한, 광원을 회전하는 선편광 필터와 동기화된 데이터로 광 신호를 변조하고, 복수의 광전 소자를 통해 상대적으로 빠른 반응속도로 광 신호를 전기 신호로 변환함으로써, 추가적인 데이터 수신기 없이 광원으로부터의 데이터를 수신할 수 있다. 복수의 광전 소자가 유기 광다이오드(OPD)로 구현될 때, OPD의 프린터빌리티 및 유연성을 통해 웨어러블 디바이스 등에 적용되어 데이터 통신 및 위치 추정이 동시에 제공될 수 있다.
- [0100] 도 9은 한 실시예에 따른 광전 소자를 도시한 단면도이고, 도 10는 다른 실시예에 따른 광전 소자를 도시한 단면도이다.
- [0101] 도 9 및 도 10에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 각 층 및 영역의 두께가 확대 도시되었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0102] 한 실시예에 따른 광전 소자(110)는 유기 광전 소자일 수 있다. 도 9을 참조하면, 유기 광전 소자는 서로 마주하는 제1 전극(111)과 제2 전극(112), 그리고 제1 전극(111)과 제2 전극(112)의 사이에 위치하는 활성층(113)을 포함할 수 있다.
- [0103] 제1 전극(111)과 제2 전극(112) 중 어느 하나는 애노드(anode)이고 다른 하나는 캐소드(cathode)이다. 제1 전극(111)과 제2 전극(112) 중 적어도 하나는 투광 전극일 수 있다. 투광 전극은 예를 들어, 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide, ITO) 또는 인듐 아연 옥사이드(indium zinc oxide, IZO)와 같은 투명 도전체, 또는 얇은 두께의 단일층 또는 복수층의 금속 박막으로 만들어질 수 있다. 제1 전극(111)과 제2 전극(112) 중 하나가 불투광 전극일 때, 불투광 전극은 알루미늄(Al)과 같은 불투명 도전체로 만들어질 수 있다.
- [0104] 예를 들어, 제1 전극(111)과 제2 전극(112)은 모두 투광 전극일 수 있다.

- [0105] 활성층(113)은 p형 반도체와 n형 반도체를 포함하고, 활성층(113)에는 pn 접합(pn junction)이 형성되어 있다. PN 접합은 P형 물질(P형 반도체) 및 N형 물질(N형 반도체)의 혼합물을 포함하는 벌크 이종접합(bulk heterojunction)이거나 또는 P 물질 및 N 물질이 각각 적층된 평면 이종접합(planar heterojunction)일 수 있다. 활성층(113)에서, 유기 광전 소자의 외부에서 전달된 빛은 활성층(113) 내에 엑시톤(exciton)을 생성시킬 수 있고, 생성된 엑시톤은 활성층(113)에서 정공과 전자로 분리될 수 있다.
- [0106] 활성층(113)은 p형 반도체 또는 n형 반도체로서 제1 화합물을 포함할 수 있다.
- [0107] 제1 화합물은 가시광선 영역 중 미리 결정된 파장 대역의 빛을 선택적으로 흡수할 수 있는 흡광체일 수 있다. 예를 들어, 제1 화합물은 녹색 파장 대역의 광을 선택적으로 흡수할 수 있다. 예를 들어, 제1 화합물의 최대 흡수 파장(λ_{max})은 약 500nm 내지 600nm 사이에 있을 수 있고, 약 2.0 내지 2.5eV의 에너지 밴드갭을 가질 수 있다.
- [0108] 도 10를 참고하면, 다른 실시예에 따른 유기 광전 소자는 서로 마주하는 제1 전극(114)과 제2 전극(118), 그리고 제1 전극(114)과 제2 전극(118) 사이에 위치하는 활성층(116)을 포함할 수 있다.
- [0109] 또한 다른 실시예에 따른 유기 광전 소자는 제1 전극(114)과 활성층(116) 사이 및 제2 전극(118)과 활성층(116) 사이에 각각 전하 보조층(115, 117)을 더 포함할 수 있다. 전하 보조층(115, 117)은 활성층(116)에서 분리된 정공과 전자의 이동을 용이하게 하여 효율을 높일 수 있다.
- [0110] 전하 보조층(115, 117)은 정공의 주입을 용이하게 하는 정공 주입층(hole injecting layer, HIL), 정공의 수송을 용이하게 하는 정공 수송층(hole transporting layer, HTL), 전자의 이동을 저지하는 전자 차단층(electron blocking layer, EBL), 전자의 주입을 용이하게 하는 전자 주입층(electron injecting layer, EIL), 전자의 수송을 용이하게 하는 전자 수송층(electron transporting layer, ETL) 및 정공의 이동을 저지하는 정공 차단층(hole blocking layer, HBL)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0111] 전하 보조층(115, 117)은 예를 들어, 유기물, 무기물 또는 유무기물을 포함할 수 있다. 상기 유기물은 정공 또는 전자 특성을 가지는 유기 화합물일 수 있고, 상기 무기물은 예를 들어, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 니켈 산화물과 같은 금속 산화물일 수 있다.
- [0112] 정공 수송층(HTL)은 예를 들어, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜):폴리(스티렌술포네이트)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate), PEDOT:PSS), 폴리아릴아민, 폴리(N-비닐카바졸)(poly(N-vinylcarbazole), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리피롤(polypyrrole), N,N,N',N'-테트라키스(4-메톡시페닐)-벤지딘(N,N,N',N'-tetrakis(4-methoxyphenyl)-benzidine, TPD), 4-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]비페닐(4-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]biphenyl, α -NPD), m-MTDATA, 4,4',4"-트리스(N-카바졸릴)-트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)-triphenylamine, TCTA) 및 이들의 조합에서 선택되는 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0113] 전자 차단층(EBL)은 예를 들어, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜):폴리(스티렌술포네이트)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate), PEDOT:PSS), 폴리아릴아민, 폴리(N-비닐카바졸)(poly(N-vinylcarbazole), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리피롤(polypyrrole), N,N,N',N'-테트라키스(4-메톡시페닐)-벤지딘(N,N,N',N'-tetrakis(4-methoxyphenyl)-benzidine, TPD), 4-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]비페닐(4-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]biphenyl, α -NPD), m-MTDATA, 4,4',4"-트리스(N-카바졸릴)-트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)-triphenylamine, TCTA) 및 이들의 조합에서 선택되는 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0114] 전자 수송층(ETL)은 예를 들어, 1,4,5,8-나프탈렌-테트라카르복실릭 디안하이드라이드(1,4,5,8-naphthalene-tetracarboxylic dianhydride, NTCDA), 바소쿠프로인(bathocuproine, BCP), LiF, Alq3, Gaq3, Inq3, Znq2, Zn(BTZ)2, BeBq2 및 이들의 조합에서 선택되는 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0115] 정공 차단층(HBL)은 예를 들어, 1,4,5,8-나프탈렌-테트라카르복실릭 디안하이드라이드(1,4,5,8-naphthalene-tetracarboxylic dianhydride, NTCDA), 바소쿠프로인(BCP), LiF, Alq3, Gaq3, Inq3, Znq2, Zn(BTZ)2, BeBq2 및 이들의 조합에서 선택되는 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0116] 전하 보조층(115, 117) 중 어느 하나는 생략될 수 있다.
- [0117] 유기 광전 소자는 태양 전지, 이미지 센서, 광 검출기, 광 센서, 및 유기 광다이오드(organic photo diode,

OPD) 등에 적용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0118] 도 11은 한 실시예에 따른 유기 광전 소자의 픽셀 구조를 나타낸 도면이고, 도 12은 한 실시예에 따른 유기 광전 소자의 적층 구조를 나타낸 도면이다.
- [0119] 도 11 및 도 12에 도시된 유기 광전 소자는 서로 다른 파장 대역을 갖는 광신호를 순서대로 또는 동시에 전기 신호로 변환할 수 있다. 제1 파장 대역의 광신호와 제2 파장 대역의 광신호가 순차적으로 에 의해 수신될 때, 유기 광전 소자는 각 파장 대역에 대응하는 셀 또는 활성층을 통해 각각의 광신호에 따른 전기 신호를 생성할 수 있다. 또는 제1 파장 대역의 광신호와 제2 파장 대역의 광신호가 동시에 수신 장치(200)에 도달할 때, 유기 광전 소자는 각 파장 대역에 대응하는 셀 또는 활성층을 통해 각각의 광신호에 따른 전기 신호를 생성할 수 있다. 즉, 유기 광전 소자의 광전 변환 능력은, 유기 광전 소자 내에 포함되는 셀 또는 활성층에 대응하는 파장 대역에 따라 결정될 수 있다.
- [0120] 도 11을 참조하면, 한 실시예에 따른 유기 광전 소자는 기판 상에 픽셀화된 복수의 셀을 포함할 수 있다. 유기 광전 소자 내의 각 셀은 2차원 배열 구조의 복수의 활성층(113₁ 내지 113_n)을 포함하고, 복수의 활성층(113₁ 내지 113_n)은 서로 다른 파장 대역에 대응할 수 있다.
- [0121] 유기 광전 소자 내에 포함되는 복수의 셀은 평면 상에서 픽셀화되어 있고 각 셀의 복수의 활성층(113₁ 내지 113_n)은 복수의 파장 대역에 각각 대응할 수 있다. 예를 들어, 셀 내의 활성층 중 제1 활성층(113₁)은 적외선 대역에 대응하고, 제2 활성층(113₂)은 적색광 대역에 대응하고, 제3 활성층(113₃)은 녹색광 대역에 대응하고, 제4 활성층(113₄)은 청색광 대역에 대응하고, 제5 활성층(113₅)은 근자외선 대역에 대응할 수 있다. 각 셀은 제1 활성층 내지 제5 활성층을 모두 포함할 수도 있고, 필요에 따라 제1 활성층 내지 제5 활성층 중 일부 활성층만을 포함할 수도 있다.
- [0122] 예를 들어, 유기 광전 소자의 각 셀이 제2 활성층(113₂), 제3 활성층(113₃), 및 제4 활성층(113₄)을 포함할 때, 유기 광전 소자는 가시광선 대역의 모든 광신호를 전기 신호로 변환할 수 있다. 또는 유기 광전 소자의 각 셀이 제1 활성층(113₁) 및 제3 활성층(113₃)만을 포함할 때, 유기 광전 소자는 적외선 대역의 광신호 및 녹색광 대역의 광신호를 전기 신호로 변환할 수 있다.
- [0123] 도 12은 한 실시예에 따른 유기 광전 소자의 하나의 셀의 적층 구조를 나타낸 도면이다.
- [0124] 한 실시예에 따른 적층된 유기 광전 소자내의 각 셀은 3차원 적층 구조의 복수의 활성층(113₁ 내지 113_n)을 포함하고, 복수의 활성층(113₁ 내지 113_n)은 서로 다른 파장 대역에 대응할 수 있다.
- [0125] 도 12을 참조하면, 기판 상에 적층된 제1 활성층(113₁)은 적색광 대역의 광신호를 전기 신호로 변환할 수 있고, 제1 활성층(113₁)의 위에 적층된 제2 활성층(113₂)은 녹색광 대역의 광신호를 전기 신호로 변환할 수 있으며, 제2 활성층(113₂)의 위에 적층된 제3 활성층은 청색광 대역의 광신호를 전기 신호로 변환할 수 있다(113₃). 여기서 적층된 활성층들은 이들 사이의 투명 분리층에 의해 서로 분리될 수 있다.
- [0126] 위에서 설명한 대로, 한 실시예에 따른 무선 광통신 시스템은 송신단의 전치 등화기 및 수신단의 ML 복조기의 조합을 통해 비선형 왜곡, 잡음, 및 심볼간 간섭에 의한 영향을 최소화할 수 있고, 고속 무선 광통신의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0127] 도 13은 한 실시예에 따른 광통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0128] 한 실시예에 따른 광통신 시스템의 송신 장치 및 수신 장치의 일부는 컴퓨터 시스템, 예를 들어 컴퓨터 판독 가능 매체로 구현될 수 있다. 도 13을 참조하면, 송신 장치 또는 수신 장치의 컴퓨터 시스템(1300)은, 버스(1370)를 통해 통신하는 프로세서(1310), 메모리(1330), 입력 인터페이스 장치(1350), 출력 인터페이스 장치(1360), 및 저장 장치(1340) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 컴퓨터 시스템(1300)은 또한 네트워크에 결합된 통신 장치(1320)를 포함할 수 있다. 프로세서(1310)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU)이거나, 또는 메모리(1330) 또는 저장 장치(1340)에 저장된 명령을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(1330) 및 저장 장치(1340)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리는 ROM(read only memory) 및 RAM(random access memory)를 포함할 수 있다. 본 기재의 실시예에서 메모리는 프로세서의 내부 또는 외부에 위치할 수 있고, 메모리는 이미 알려진 다양한 수단을 통해 프로세서와 연결될 수 있다. 메모리는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체이며, 예를 들어, 메모리는 읽기 전용 메모리(read-only

memory, ROM) 또는 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM)를 포함할 수 있다.

[0129] 따라서, 실시예는 컴퓨터에 구현된 방법으로서 구현되거나, 컴퓨터 실행 가능 명령이 저장된 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체로서 구현될 수 있다. 실시예에서, 프로세서에 의해 실행될 때, 컴퓨터 판독 가능 명령은 본 기재의 적어도 하나의 양상에 따른 방법을 수행할 수 있다.

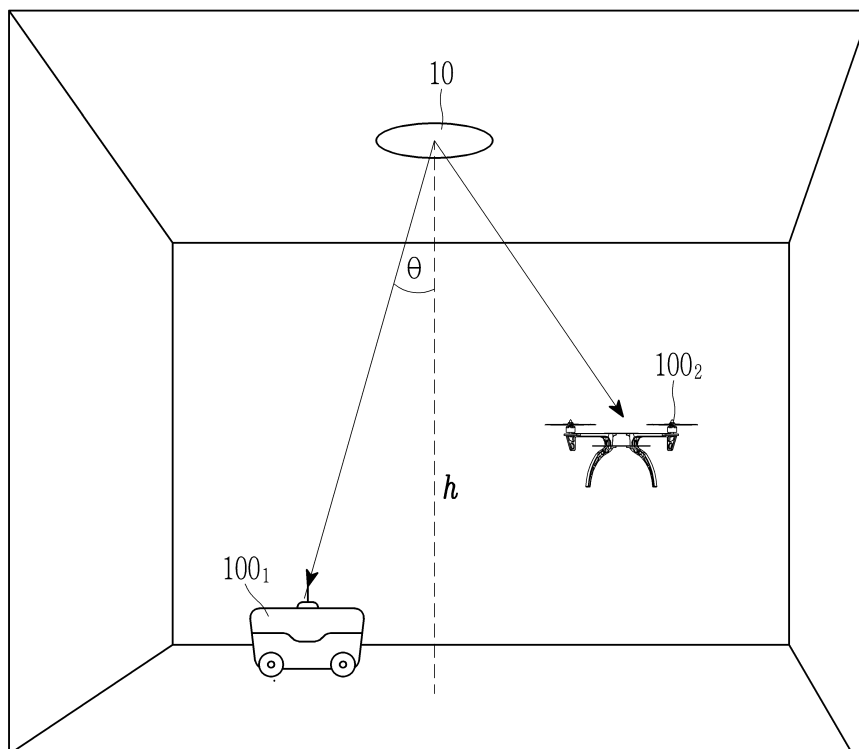
[0130] 통신 장치(1320)는 유선 신호 또는 무선 신호를 송신 또는 수신할 수 있다.

[0131] 한편, 실시예는 지금까지 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현되는 것은 아니며, 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 상술한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다. 구체적으로, 실시예에 따른 방법(예, 네트워크 관리 방법, 데이터 전송 방법, 전송 스케줄 생성 방법 등)은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어, 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은, 실시예를 위해 특별히 설계되어 구성된 것이거나, 컴퓨터 소프트웨어 분야의 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체는 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 판독 가능 기록 매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등일 수 있다. 프로그램 명령은 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라, 인터프리터 등을 통해 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

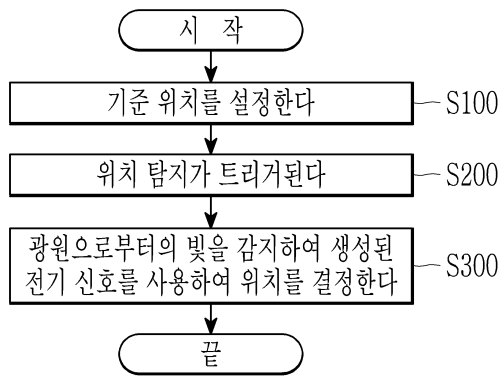
[0132] 이상에서 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 권리범위에 속하는 것이다.

도면

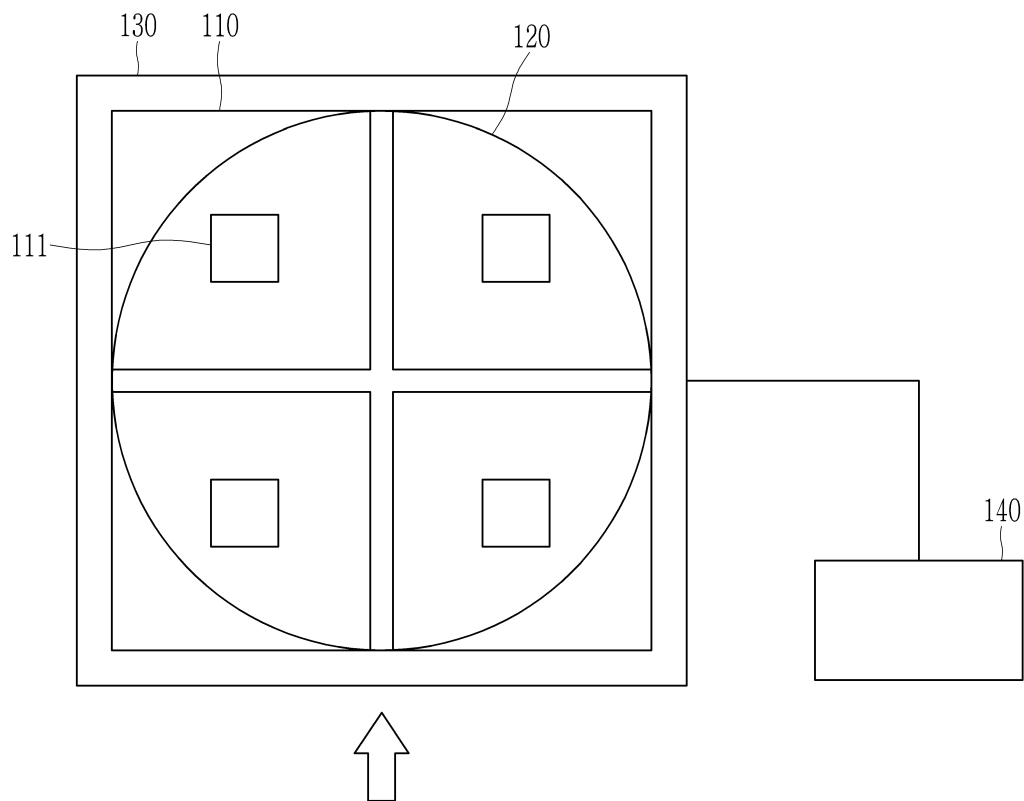
도면1



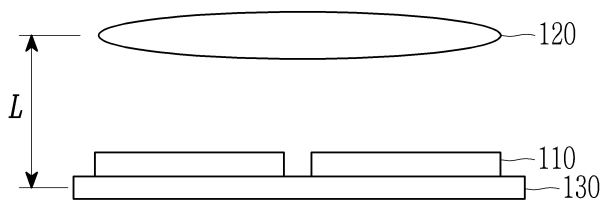
도면2



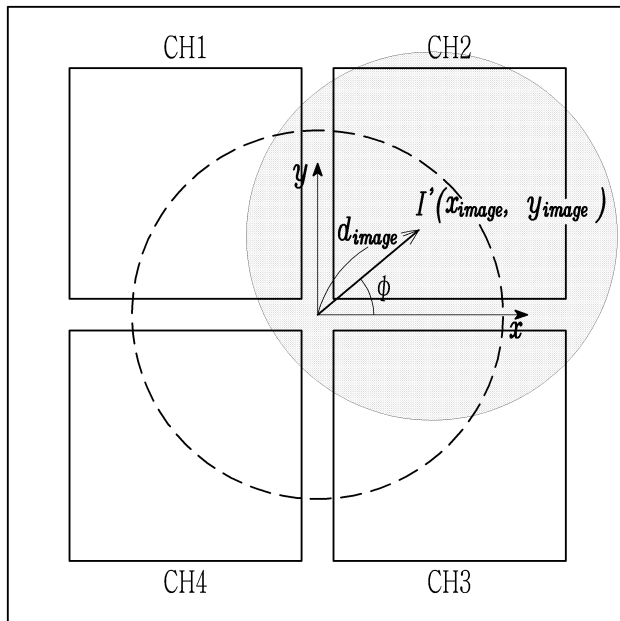
도면3a



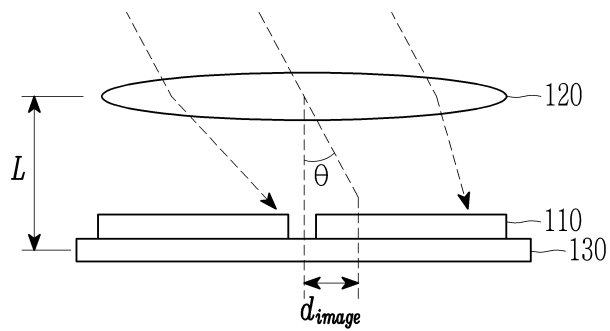
도면3b



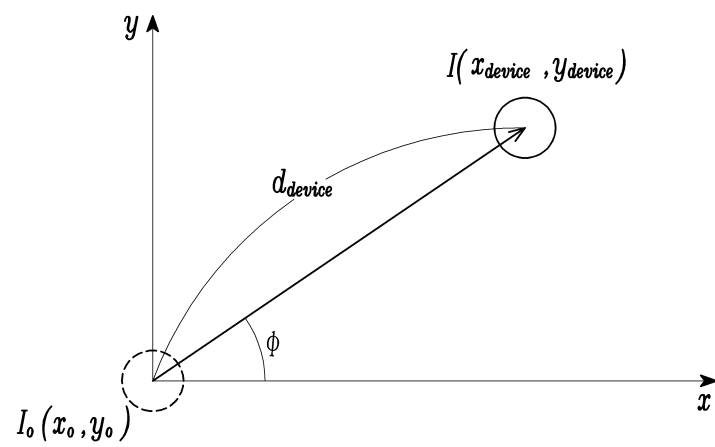
도면4a



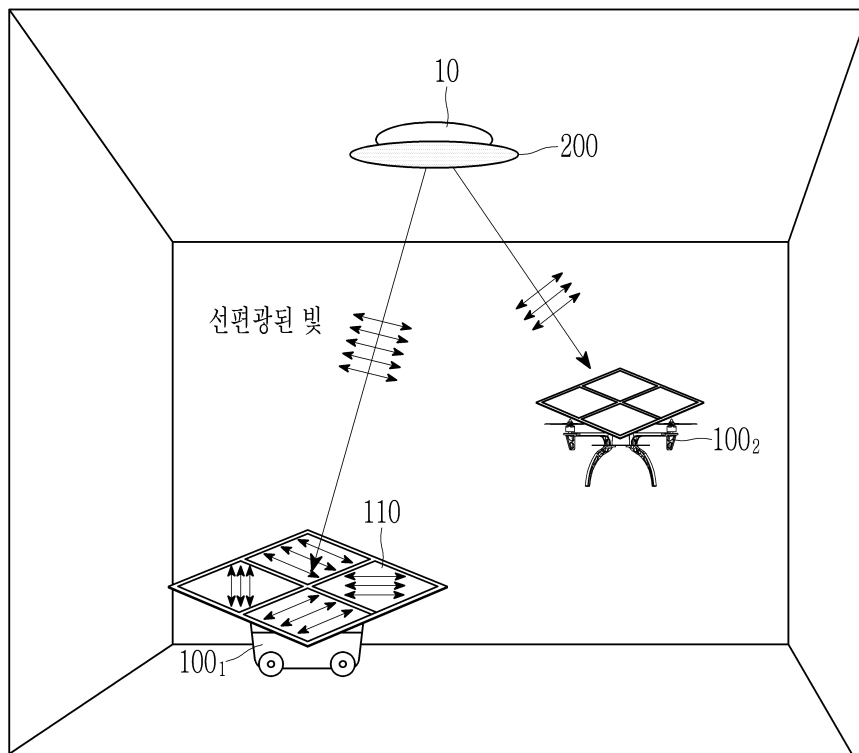
도면4b



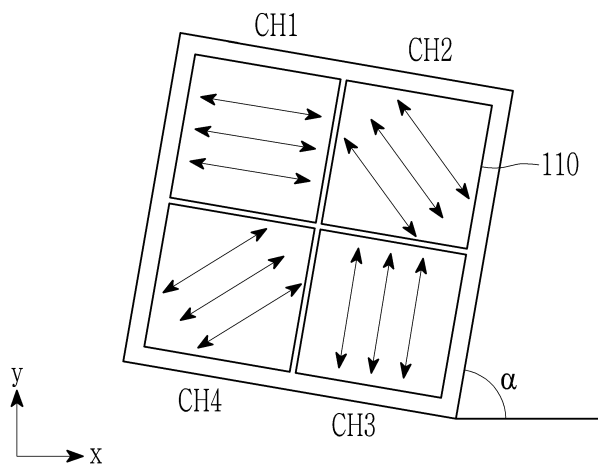
도면4c



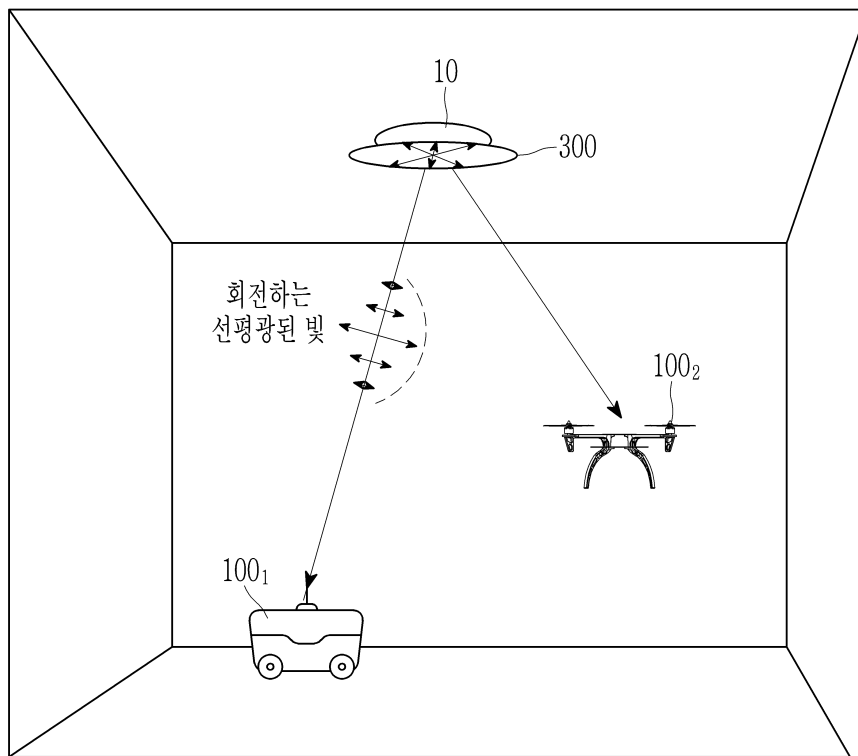
도면5a



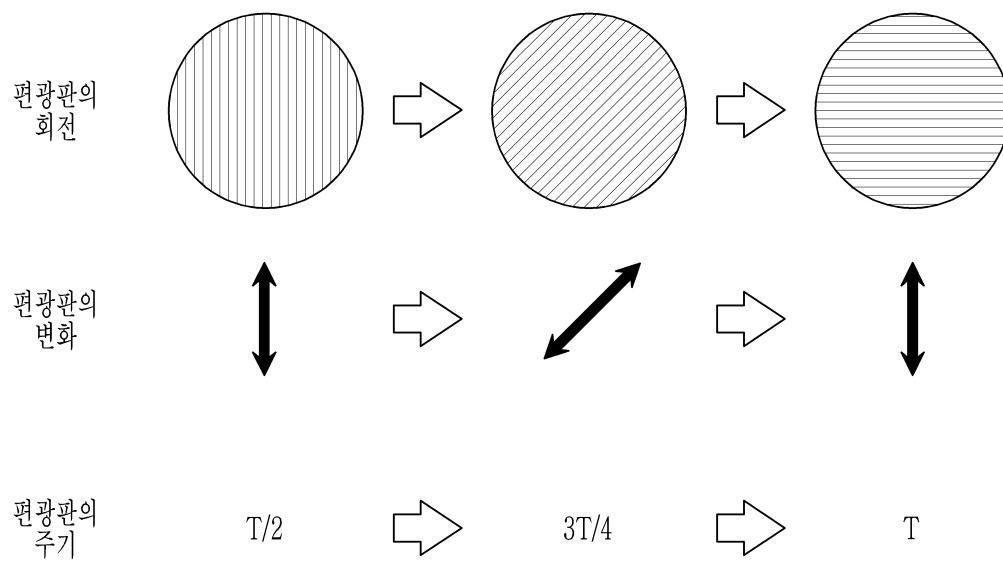
도면5b



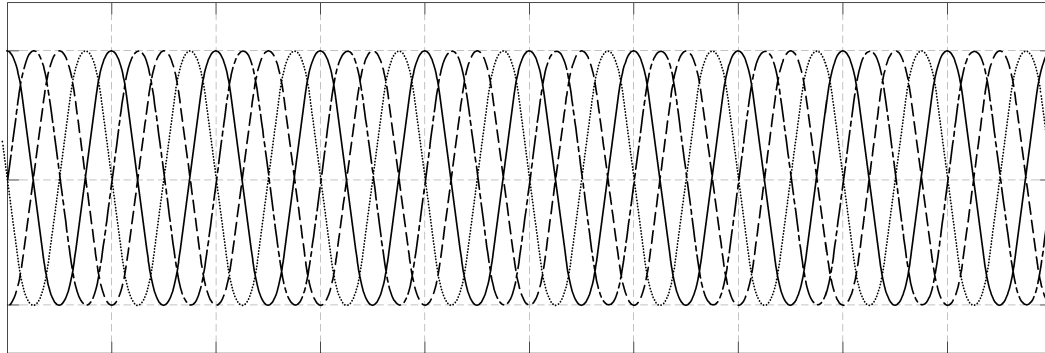
도면6a



도면6b

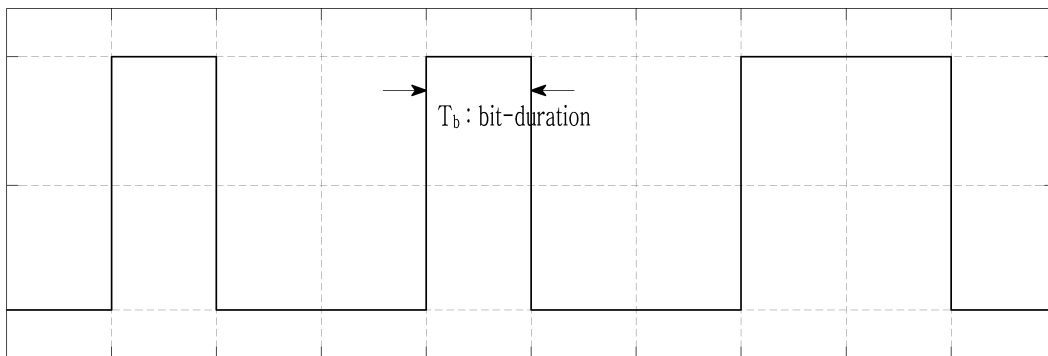


도면6c

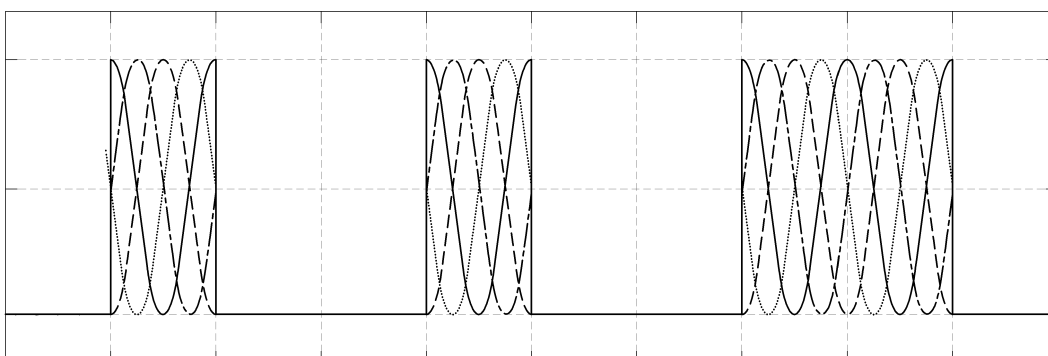


- 제1 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH1)
- 제2 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH2)
- 제3 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH3)
- 제4 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH4)

도면7a

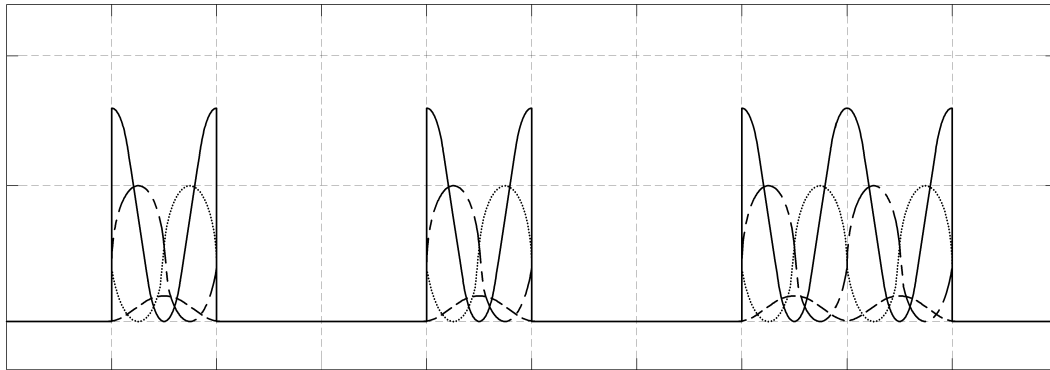


도면7b

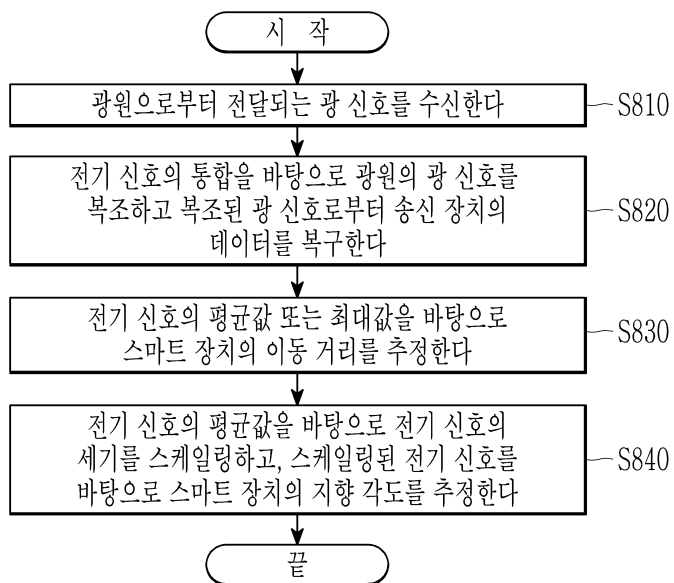


- 제1 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH1)
- 제2 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH2)
- 제3 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH3)
- 제4 광전 소자에 의해 생성된 전기 신호(CH4)

도면7c

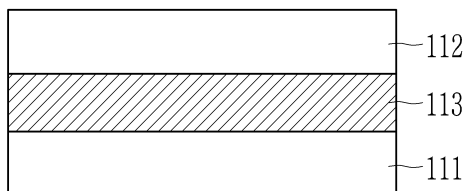


도면8

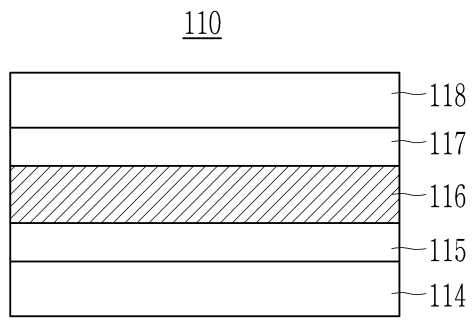


도면9

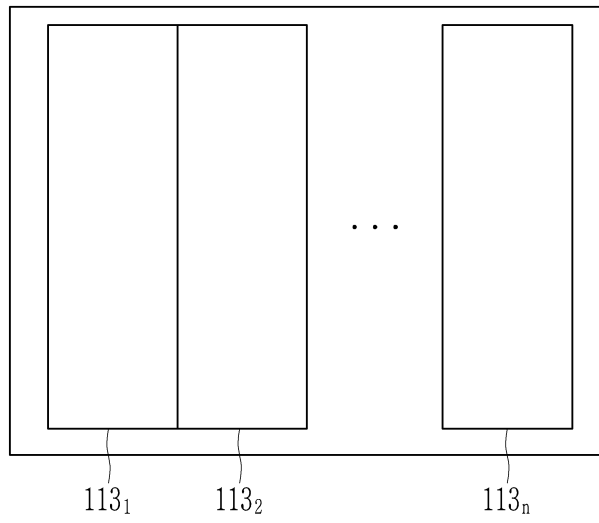
110



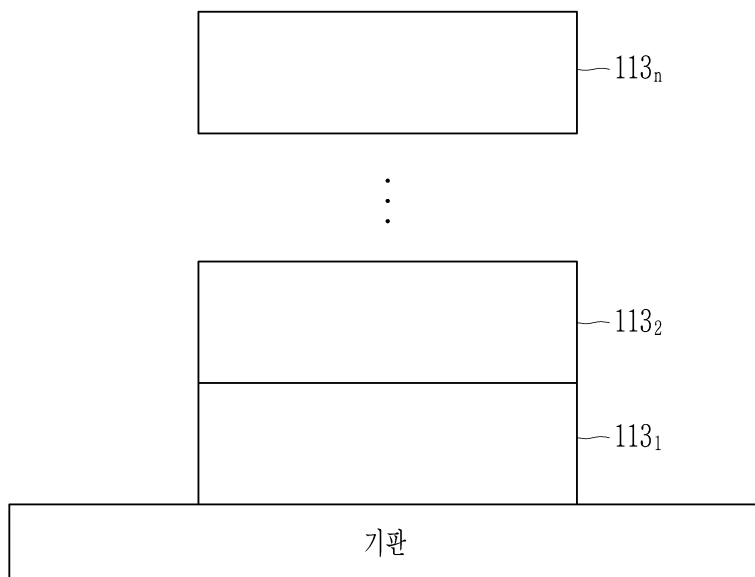
도면10



도면11



도면12



도면13

