



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월11일
(11) 등록번호 10-1956045
(24) 등록일자 2019년03월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/481 (2006.01) *G01S 17/89* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 7/4813 (2013.01)
G01S 17/89 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7017955(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2014년07월23일
심사청구일자 2018년06월25일
- (85) 번역문제출일자 2018년06월25일
- (65) 공개번호 10-2018-0077293
- (43) 공개일자 2018년07월06일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7006978
원출원일자(국제) 2014년07월23일
심사청구일자 2016년03월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/047864
- (87) 국제공개번호 WO 2015/026471
국제공개일자 2015년02월26일

(30) 우선권주장
13/971,606 2013년08월20일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP06214027 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 18 항

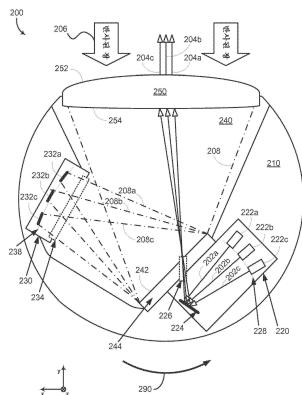
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 공유 송광/수광 경로를 갖는 회전하는 LIDAR 플랫폼에 대한 디바이스 및 방법

(57) 요약

LIDAR 디바이스는 하나 이상의 광원들로부터 나오는 광 펄스들을 송광할 수 있고, 반사된 광 펄스들을 수광할 수 있으며, 반사된 광 펄스들은 이어서 하나 이상의 검출기들에 의해 검출된다. LIDAR 디바이스는 (i) LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광하기 위한 시준된 광을 제공하기 위해 하나 이상의 광원들로부터의 광을 시준하기도 하고 (ii) 반사된 광을 하나 이상의 검출기들 상으로 접속시키기도 하는 렌즈를 포함할 수 있다. 렌즈는 하나 이상의 광원들로부터의 광의 송광 경로에서의 곡면 초점면 및 하나 이상의 검출기들의 수광 경로에서의 곡면 초점면을 규정할 수 있다. 하나 이상의 광원들은 송광 경로에서의 곡면 초점면을 따라 배열될 수 있다. 하나 이상의 검출기들은 수광 경로에서의 곡면 초점면을 따라 배열될 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01S 7/4815 (2013.01)

G01S 7/4816 (2013.01)

(72) 발명자

울리히, 드류 유진

미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시아터 파
크웨이 1600, 구글 인코포레이티드

그루버, 다니엘

미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시아터 파
크웨이 1600, 구글 인코포레이티드

모리스, 제커리

미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시아터 파
크웨이 1600, 구글 인코포레이티드

레반도우스키, 안토니

미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시아터 파
크웨이 1600, 구글 인코포레이티드

(56) 선행기술조사문현

JP08327738 A*

JP2008216238 A*

JP2012021949 A*

JP2012181144 A*

US20110216304 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

광 검출 및 거리 측정(light detection and ranging, LIDAR) 디바이스로서,

하우징에 장착된 렌즈 - 상기 하우징은 송광 블록(transmit block), 수광 블록(receive block), 송광 경로(transmit path), 및 수광 경로를 포함하는 내부 공간을 가지며, 상기 송광 블록은 출구 개구(exit aperture)를 갖고, 상기 수광 블록은 입구 개구(entrance aperture)를 갖고, 상기 송광 경로는 상기 출구 개구로부터 상기 렌즈까지 뻗어 있고, 상기 수광 경로는 상기 렌즈로부터 상기 입구 개구까지 뻗어 있고, 상기 송광 경로는 상기 수광 블록과 상기 송광 블록 사이의 상기 내부 공간에서 상기 수광 경로와 적어도 부분적으로 중첩됨 -;

상기 송광 블록에 있는 복수의 광원들 - 상기 복수의 광원들은, 상기 출구 개구를 통해 복수의 광빔들을 복수의 서로 다른 방향으로 방출하도록 구성되어 있고, 상기 광빔들은 파장 범위(a wavelength range) 내의 파장들을 가지는 광을 포함함 -; 및

상기 수광 블록에 있는 복수의 검출기들 - 상기 복수의 검출기들은 상기 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 검출하도록 구성되어 있음 - 을 포함하고,

상기 렌즈는 상기 송광 경로를 거쳐 상기 광빔들을 수광하고, 상기 LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광하기 위해 상기 광빔들을 시준(collimate)하며, 상기 LIDAR 디바이스의 상기 환경에 있는 하나 이상의 물체들에 의해 반사되는 상기 시준된 광빔들 중 하나 이상으로부터의 광을 포함하는 광을 집광하고, 상기 집광된 광을 상기 수광 경로를 거쳐 상기 검출기들 상으로 집속(focus)시키도록 구성되어 있는,

LIDAR 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 검출기들에서의 각각의 검출기는 상기 복수의 광원들에서의 대응하는 광원과 연관되어 있고, 상기 렌즈는 상기 검출기의 대응하는 광원으로부터의 광을 포함하는 상기 집광된 광의 각자의 부분을 각각의 검출기 상으로 집속시키도록 구성되어 있는, LIDAR 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 출구 개구는 반사 표면을 포함하는 벽에 있는, LIDAR 디바이스.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 수광 경로는 상기 반사 표면을 통하여 상기 렌즈로부터 상기 입구 개구로 뻗어 있는, LIDAR 디바이스.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 벽은 투명 물질을 포함하고, 상기 반사 표면은 상기 투명 물질의 일부분을 덮고 있으며, 상기 출구 개구는 상기 반사 표면에 의해 덮여 있지 않은 상기 투명 물질의 일부분에 대응하는, LIDAR 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 렌즈는 상기 송광 블록에서의 곡면 초점면(curved focal surface) 및 상기 수광 블록에서의 곡면 초점면을 규정하는, LIDAR 디바이스.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 복수의 광원들에서의 상기 광원들은 상기 송광 블록에서의 상기 곡면 초점면에 대응하는 패턴으로 배열되고, 상기 복수의 검출기들에서의 상기 검출기들은 상기 수광 블록에서의 상기 곡면 초점면에 대

응하는 패턴으로 배열되는, LIDAR 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 렌즈는 비구면(aspheric surface) 및 환상면(toroidal surface)을 가지는, LIDAR 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 환상면은 상기 하우징 내의 상기 내부 공간에 있고, 상기 비구면은 상기 하우징의 외부에 있는, LIDAR 디바이스.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 송광 블록에 있는 거울을 더 포함하고, 상기 거울은 상기 광빔들을 상기 출구 개구 쪽으로 반사시키도록 구성되어 있는, LIDAR 디바이스.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 수광 블록은 불활성 기체를 포함하는 밀봉된 환경을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 입구 개구는 상기 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 통과시키고 다른 파장들을 가지는 광을 감쇠시키는 물질을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 복수의 광원들에서의 각각의 광원은 각자의 레이저 다이오드를 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 복수의 검출기들에서의 각각의 검출기는 각자의 애벌랜치 포토다이오드(avalanche photodiode)를 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 15

하우징을 포함하는 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스를 동작시키는 단계 - 상기 하우징은 렌즈가 장착되어 있고, 송광 블록, 수광 블록, 송광 경로 및 수광 경로를 포함하는 내부 공간을 가지며, 상기 송광 블록은 출구 개구를 갖고, 상기 수광 블록은 입구 개구를 갖고, 상기 송광 경로는 상기 출구 개구로부터 상기 렌즈까지 뻗어 있고, 상기 수광 경로는 상기 렌즈로부터 상기 입구 개구까지 뻗어 있고, 상기 송광 경로는 상기 수광 블록과 상기 송광 블록 사이의 상기 내부 공간에서 상기 수광 경로와 적어도 부분적으로 중첩됨 - 를 포함하는 방법으로서, 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계는,

상기 송광 블록에 있는 복수의 광원들에 의해, 복수의 광빔들을 상기 출구 개구를 통해 복수의 서로 다른 방향으로 방출하는 단계 - 상기 광빔들은 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 포함함 -;

상기 렌즈에 의해, 상기 송광 경로를 통해 상기 광빔들을 수광하는 단계;

상기 렌즈에 의해, 상기 LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광하기 위해 상기 광빔들을 시준하는 단계;

상기 렌즈에 의해, 상기 LIDAR 디바이스의 상기 환경에 있는 하나 이상의 물체들에 의해 반사되는 상기 시준된 광빔들 중 하나 이상으로부터의 광을 집광하는 단계;

상기 렌즈에 의해, 상기 집광된 광을 상기 수광 경로를 거쳐 상기 수광 블록에 있는 복수의 검출기들 상으로 집속시키는 단계; 및

상기 수광 블록에 있는 상기 복수의 검출기들에 의해, 상기 집속된 광으로부터 상기 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 검출하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 복수의 검출기들에서의 각각의 검출기는 상기 복수의 광원들에서의 대응하는 광원과 연관되어 있고, 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계는,

상기 렌즈에 의해, 상기 검출기의 대응하는 광원으로부터의 광을 포함하는 상기 집광된 광의 각자의 부분을 각각의 검출기 상으로 집속시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 출구 개구는 반사 표면을 포함하는 벽에 있고, 상기 수광 경로는 상기 반사 표면을 통하여 상기 렌즈로부터 상기 입구 개구로 뻗어 있고, 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계는,

상기 렌즈에 의해 상기 수광 경로를 거쳐 상기 수광 블록 내에 있는 상기 복수의 검출기들 상으로 집광된 상기 집광된 광을 상기 반사 표면에 의해 반사시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계는, 상기 송광 블록에 있는 거울에 의해, 상기 방출된 광빔들을 상기 출구 개구 쪽으로 반사시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 명세서에서 달리 언급되지 않는 한, 이 섹션에 기술되는 내용들은 본 출원에서의 청구항들에 대한 종래 기술이 아니고 이 섹션에 포함하는 것에 의해 종래 기술이라고 인정되지 않는다.

[0002]

차량들은 차량이 운전자로부터의 입력이 거의 또는 전혀 없이 어떤 환경을 돌아다니는 자율 모드(autonomous mode)에서 동작하도록 구성될 수 있다. 이러한 차량들은 그 차량이 동작하는 환경에 관한 정보를 검출하도록 구성되어 있는 하나 이상의 센서들을 포함할 수 있다.

[0003]

하나의 이러한 센서는 광 검출 및 거리 측정(light detection and ranging, LIDAR) 디바이스이다. LIDAR은 환경에서의 반사 표면들을 나타내는 "포인트 클라우드(point cloud)"를 조립하기 위해 장면을 스캐닝하는 동안 환경 특징들까지의 거리를 추정할 수 있다. 포인트 클라우드에서의 개개의 포인트들은 레이저 펄스를 송광(transmit)하여 환경 내의 물체로부터 반사되는, 돌아오는 펄스(있는 경우)를 검출하는 것과, 송광된 펄스와 반사된 펄스의 수광(reception) 사이의 시간 지연에 따라 물체까지의 거리를 결정하는 것에 의해 결정될 수 있다. 장면에서의 반사 물체들까지의 거리에 관한 연속적인 실시간 정보를 제공하기 위해 레이저 또는 일단의 레이저들이 빠르게 그리고 반복하여 장면에 걸쳐 스캐닝될 수 있다. 각각의 거리를 측정하면서 측정된 거리와 레이저(들)의 배향을 결합하는 것은 3차원 위치를 각각의 돌아오는 펄스와 연관시키는 것을 가능하게 한다. 이러한 방식으로, 스캐닝 구역 전체에 대해 환경에서의 반사 특징들의 위치들을 나타내는 포인트들의 3차원 지도가 생성될 수 있다.

발명의 내용

[0004]

하나의 예에서, 축을 중심으로 회전하도록 구성된 하우징을 포함하는 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스가 제공된다. 하우징은 송광 블록(transmit block), 수광 블록(receive block), 및 공유 공간을 포함하는 내부 공간을 가진다. 송광 블록은 출구 개구(exit aperture)를 갖고, 수광 블록은 입구 개구(entrance aperture)를 갖는다. LIDAR 디바이스는 또한 송광 블록에 있는 복수의 광원들을 포함한다. 복수의 광원들은, 출구 개구를 통해 공유 공간에 들어가서 송광 경로를 거쳐 공유 공간을 횡단(traverse)하는 복수의 광빔들을 방출하도록 구성되어 있다. 광빔들은 어떤 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 수광 블록에 있는 복수의 검출기들을 포함한다. 복수의 검출기들은 그 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 검출하도록 구성되어 있다. LIDAR 디바이스는 또한 하우징에 장착된 렌즈를 포함한다. 렌즈는 (i) 송광 경로를 거쳐 광빔들을 수광하고, (ii) LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광하기 위해 광빔들을 시준(collimate)하며, (iii) LIDAR 디바이스의 환경에 있는 하나 이상의 물체들에 의해 반사되는 시준된 광빔들 중 하나 이상으로부터의 광을 포함하는 광을 집광하고, (iv) 집광된 광을 공유 공간 및 수광 블록의 입구 개구를 통해 뻗어 있는 수광 경로를 거쳐 검출기를 상으로 집속시키도록 구성되어 있다.

[0005]

다른 예에서, 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스의 하우징을 축을 중심으로 회전시키는 단계를 포함하는 방법이 제공된다. 하우징은 송광 블록, 수광 블록, 및 공유 공간을 포함하는 내부 공간을 가진다. 송광 블록은 출구 개구를 갖고, 수광 블록은 입구 개구를 갖는다. 본 방법은 송광 블록에 있는 복수의 광원들에 의해 복수의 광빔들을 방출하는 단계를 추가로 포함한다. 복수의 광빔들은 송광 경로를 거쳐 공유 공간에 들어간다. 광빔들은 어떤 과장 범위 내의 과장들을 가지는 광을 포함한다. 본 방법은 송광 경로를 따라 하우징에 장착된 렌즈에서 광빔들을 수광하는 단계를 추가로 포함한다. 본 방법은, 렌즈에 의해, LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광하기 위해 광빔들을 시준하는 단계를 추가로 포함한다. 본 방법은, 렌즈에 의해, LIDAR 디바이스의 환경에 있는 하나 이상의 물체들에 의해 반사되는 시준된 광빔들 중 하나 이상으로부터의 광을 집광하는 단계를 추가로 포함한다. 본 방법은, 렌즈에 의해, 집광된 광을 공유 공간 및 수광 블록의 입구 개구를 통해 뻗어 있는 수광 경로를 거쳐 수광 블록에 있는 복수의 검출기들 상으로 집속시키는 단계를 추가로 포함한다. 본 방법은, 수광 블록에 있는 복수의 검출기들에 의해, 집속된 광으로부터 그 과장 범위 내의 과장들을 가지는 광을 검출하는 단계를 추가로 포함한다.

[0006]

이들은 물론 다른 양태들, 장점들, 및 대안들이, 적절한 경우, 첨부 도면들을 참조하여 이하의 상세한 설명을 읽어봄으로써 통상의 기술자에게 명백하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007]

도 1은 LIDAR 디바이스의 일례의 블록도.

도 2는 예시적인 LIDAR 디바이스의 단면도.

도 3a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 다양한 구성요소들을 갖춘 예시적인 LIDAR 디바이스의 사시도.

도 3b는 하우징의 내부 공간을 보여주기 위해 다양한 구성요소들이 제거되어 있는, 도 3a에 도시된 예시적인 LIDAR 디바이스의 사시도.

도 4는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 예시적인 송광 블록을 나타낸 도면.

도 5a는 예시적인 실시예에 따른, 예시적인 광원을 나타낸 도면.

도 5b는 예시적인 실시예에 따른, 원통형 렌즈(cylindrical lens)와 결합된 도 5a의 광원을 나타낸 도면.

도 5c는 예시적인 실시예에 따른, 도 5b의 광원과 원통형 렌즈의 결합을 나타낸 다른 도면.

도 6a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 예시적인 수광 블록을 나타낸 도면.

도 6b는 도 6a의 수광 블록에 포함되는 3 개의 검출기들의 측면도.

도 7a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 비구면(aspheric surface)과 환상면(toroidal surface)을 갖는 예시적인 렌즈를 나타낸 도면.

도 7b는 도 7a에 도시된 예시적인 렌즈(750)의 단면도.

도 8a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 차량 상에 장착된 예시적인 LIDAR 디바이스를 나타낸 도면.

도 8b는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 도 8a에 도시된 LIDAR 디바이스가 하나 이상의 물체들을 포함하는 환경을 스캐닝하고 있는 시나리오를 나타낸 도면.

도 9는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 방법의 플로우차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008]

이하의 상세한 설명은 개시된 시스템들, 디바이스들 및 방법들의 다양한 특징들 및 기능들을 첨부 도면들을 참조하여 기술한다. 도면들에서, 유사한 심볼들은, 문맥상 그렇지 않다는 명확한 지시가 없는 한, 유사한 구성요소들을 나타낸다. 본 명세서에 기술되는 예시적인 시스템, 디바이스 및 방법 실시예들은 제한하기 위한 것이 아니다. 통상의 기술자라면 개시된 시스템들, 디바이스들 및 방법들의 몇몇 양태들이 아주 다양한 상이한 구성들 - 이들 모두가 본 명세서에서 생각되고 있음 - 로 배열되고 결합될 수 있다는 것을 잘 이해할 수 있다.

- [0009] 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스는 복수의 광원들로부터 나오는 광 펄스들을 송광할 수 있고, 반사된 광 펄스들을 수광할 수 있으며, 반사된 광 펄스들은 이어서 복수의 검출기들에 의해 검출된다. 본 명세서에 기술되는 예들 내에서, 복수의 광원들로부터의 광을 시준하기도 하고 반사된 광을 복수의 검출기들 상으로 집속시키기도 하는 송광/수광 렌즈(transmit/receive lens)를 포함하는 LIDAR 디바이스가 제공된다. 시준을 위한 송광 렌즈 및 집속을 위한 수광 렌즈 대신에, 이 기능들 둘 다를 수행하는 송광/수광 렌즈를 사용하는 것에 의해, 크기, 비용, 및/또는 복잡성과 관련한 장점들이 제공될 수 있다.
- [0010] LIDAR 디바이스는 축을 중심으로 회전하도록 구성되는 하우징을 포함한다. 일부 예들에서, 축은 실질적으로 수직이다. 하우징은 복수의 광원들을 포함하는 송광 블록, 복수의 검출기들을 포함하는 수광 블록, 방출된 광이 송광 블록으로부터 송광/수광 렌즈로 횡단하고 반사된 광이 송광/수광 렌즈로부터 수광 블록으로 횡단하는 공유 공간, 및 방출된 광을 시준하고 반사된 광을 집속시키는 송광/수광 렌즈와 같은 다양한 구성요소들을 포함하는 내부 공간을 가질 수 있다. 다양한 구성요소들을 포함하는 하우징을 회전시킴으로써, 일부 예들에서, 다양한 구성요소들의 배열의 빈번한 재교정(recalibration) 없이 LIDAR 디바이스의 환경의 360도 시야의 3차원 지도가 결정될 수 있다.
- [0011] 일부 예들에서, 하우징은 송광 블록과 수광 블록 사이에 무선 주파수(RF) 및 광 차폐를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하우징은 RF 차폐를 제공하기 위해 금속, 금속 잉크, 또는 금속 발포체로 형성되고 그리고/또는 그에 의해 코팅될 수 있다. 차폐를 위해 사용되는 금속들은, 예를 들어, 구리 또는 니켈을 포함할 수 있다.
- [0012] 송광 블록에 포함되는 복수의 광원들은, 예를 들어, 레이저 다이오드들을 포함한다. 하나의 예에서, 광원들은 약 905 nm의 파장들을 갖는 광을 방출한다. 일부 예들에서, 송광/수광 렌즈가 광원들에 의해 방출된 광을 수광하는 송광 경로는, 거울 또는 프리즘과 같은, 반사 요소를 포함할 수 있다. 반사 요소를 포함시키는 것에 의해, 송광 경로가 굴곡(fold)되어, 보다 작은 크기의 송광 블록, 그리고 따라서 LIDAR 디바이스의 보다 작은 하우징을 제공할 수 있다. 그에 부가하여, 송광 경로는 송광 블록의 출구 개구를 포함하고, 방출된 광이 이를 통해 공유 공간에 들어가서 송광/수광 렌즈 쪽으로 횡단한다.
- [0013] 일부 예들에서, 복수의 광원들의 각각의 광원은, 원통형 또는 비원통형(acylindrical) 렌즈와 같은, 각자의 렌즈를 포함한다. 광원은 제2 방향에서보다 제1 방향에서 더 많이 발산하는 시준되지 않은 광빔을 방출할 수 있다. 이 예들에서, 광원의 각자의 렌즈는 제1 방향에서 시준되지 않은 광빔을 사전 시준(pre-collimate)하여 부분적으로 시준된 광빔을 제공함으로써, 제1 방향에서의 발산(divergence)을 감소시킬 수 있다. 일부 예들에서, 부분적으로 시준된 광빔은 제2 방향에서보다 제1 방향에서 덜 발산한다. 송광/수광 렌즈는 하나 이상의 광원들로부터 송광 블록의 출구 개구를 거쳐 부분적으로 시준된 광빔들을 수광하고, 송광/수광 렌즈는 부분적으로 시준된 광빔들을 시준하여, LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광되는 시준된 광빔들을 제공한다. 이 예에서, 광원들에 의해 방출된 광은 제1 방향에서보다 제2 방향에서 더 큰 발산을 가질 수 있고, 출구 개구는 광원들로부터의 광빔들의 수직 및 수평 범위들을 수용할 수 있다.
- [0014] 하우징은 송광/수광 렌즈를 장착하고 있으며, 이를 통해 복수의 광원들로부터의 광은 하우징을 빠져나갈 수 있고, 반사된 광은 하우징에 들어가 수광 블록에 도달할 수 있다. 송광/수광 렌즈는 복수의 광원들에 의해 방출된 광을 시준하고 반사된 광을 수광 블록에 있는 복수의 검출기들 상으로 집속시키기에 충분한 광 굴절력(optical power)을 가질 수 있다. 하나의 예에서, 송광/수광 렌즈는 하우징의 외부에 있는 비구면 형상을 갖는 표면, 하우징의 내부에 있는 환상 형상을 갖는 표면, 및 약 120 mm의 초점 거리(focal length)를 가진다.
- [0015] 수광 블록에 포함된 복수의 검출기들은, 예를 들어, 질소와 같은 불활성 기체로 채워진 밀봉된 환경에 있는 애벌랜치 포토다이오드(avalanche photodiode)들을 포함할 수 있다. 수광 블록은 입구 개구를 포함할 수 있고, 이를 통해 송광/수광 렌즈로부터의 집속된 광이 검출기들 쪽으로 횡단한다. 일부 예들에서, 입구 개구는 복수의 광원들에 의해 방출된 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 통과시키고 다른 파장들을 가지는 광을 감쇄시키는 필터링 창(filtering window)을 포함할 수 있다.
- [0016] LIDAR 디바이스로부터 환경 내로 송광되는 시준된 광은 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사되어, 물체 반사 광(object-reflected light)을 제공할 수 있다. 송광/수광 렌즈는 물체 반사 광을 집광하고 물체 반사 광을 집속 경로("수광 경로")를 통해 복수의 검출기들 상으로 집속시킬 수 있다. 일부 예들에서, 수광 경로는 집속된 광을 복수의 검출기들 쪽으로 지향시키는 반사 표면을 포함할 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 반사 표면은 집속된 광을 수광 블록 쪽으로 굴곡시키고 따라서 LIDAR 디바이스의 하우징 및 공유 공간에 대한 공간 절감을 제공할 수 있다.

- [0017] 일부 예들에서, 반사 표면은 송광 블록과 공유 공간 사이의 출구 개구를 포함하는 벽을 규정할 수 있다. 이 경우에, 송광 블록의 출구 개구는 반사 표면의 투명 및/또는 비반사 부분에 대응한다. 투명 부분은 반사 표면의 구멍 또는 절취 부분일 수 있다. 대안적으로, 반사 표면은 투명 기판(예컨대, 유리) 상에 반사 물질의 층을 형성하는 것에 의해 형성될 수 있고, 투명 부분은 반사 물질로 코팅되지 않은 기판의 일부분일 수 있다. 이와 같이, 공유 공간이 송광 경로 및 수광 경로 둘 다를 위해 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 송광 경로는 공유 공간에서 수광 경로와 적어도 부분적으로 겹친다.
- [0018] 출구 개구의 수직 및 수평 범위들은 광원들로부터의 방출된 광빔들의 빔 폭들을 수용하기에 충분하다. 그렇지만, 출구 개구의 비반사 특성은 수광 경로에서 수광되고 집속된 광의 일부분이 반사 표면에서 수광 블록에 있는 검출기들로 반사되는 것을 방지한다. 이와 같이, 출구 개구의 크기를 최소화하고 집광된 광의 손실된 부분을 감소시키기 위해 송광 블록들로부터의 방출된 광빔들의 빔 폭들을 감소시키는 것이 바람직하다. 앞서 살펴본 일부 예들에서, 출구 개구를 통해 횡단하는 빔 폭들의 감소는 원통형 또는 비원통형 렌즈와 같은 각자의 렌즈를 각각의 광원에 인접하여 포함시키는 것에 의해 방출된 광빔들을 부분적으로 시준함으로써 달성될 수 있다.
- [0019] 그에 부가하여 또는 대안적으로, 방출된 광빔들의 빔 폭들을 감소시키기 위해, 일부 예들에서, 송광/수광 렌즈는 수직 평면 및/또는 수평 평면에서 상당한 곡률을 가지는 초점면(focal surface)을 규정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 송광/수광 렌즈는 수직 평면 및/또는 수평 평면을 따라 곡면 초점면(curved focal surface)을 제공하는 앞서 기술된 비구면 및 환상면을 갖도록 구성될 수 있다. 이 구성에서, 송광 블록에 있는 광원들은 송광 블록에서 송광/수광 렌즈의 곡면 초점면을 따라 배열될 수 있고, 수광 블록에 있는 검출기들은 수광 블록에서 송광/수광 렌즈의 곡면 초점면 상에 배열될 수 있다. 이와 같이, 곡면 초점면을 따라 배열된 광원들로부터의 방출된 광빔들은 실질적으로 평행한 그리고/또는 발산하는 광빔들에 대한 개구보다 더 작은 크기를 가지는 출구 개구 내로 수렴할 수 있다.
- [0020] 광원들의 이러한 곡면 배열을 용이하게 하기 위해, 일부 예들에서, 광원들이 하나 이상의 수직으로 배향된 인쇄회로 기판(PCB)들의 곡면 가장자리 상에 장착될 수 있음으로써, PCB의 곡면 가장자리가 PCB의 수직 평면에서의 초점면의 곡률과 실질적으로 일치하도록 되어 있다. 이 예에서, 하나 이상의 PCB들이 하나 이상의 PCB들의 수평 평면에서의 초점면의 곡률과 실질적으로 일치하는 수평 곡률을 따라 송광 블록에 장착될 수 있다. 예를 들어, 송광 블록은 4 개의 PCB들을 포함할 수 있고, 각각의 PCB는 16 개의 광원들을 장착하여, 송광 블록에서의 송광/수광 렌즈의 곡면 초점면을 따라 64 개의 광원들을 제공한다. 이 예에서, 64 개의 광원들은, 방출된 광빔들이 송광 블록의 출구 개구 쪽으로 수렴하도록, 송광/수광 렌즈에 의해 규정되는 곡면 초점면에 실질적으로 대응하는 패턴으로 배열된다.
- [0021] 수광 블록에 있어서, 일부 예들에서, 복수의 검출기들이 송광/수광 렌즈의 초점면의 형상과 부합하도록 수광 블록에 장착되는 연성 PCB 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 연성 PCB가 초점면의 형상에 대응하는 표면들을 가지는 2 개의 클램핑 피스(clamping piece)들 사이에 보유될 수 있다. 그에 부가하여, 이 예에서, 복수의 검출기를 각각이 복수의 광원들의 각자의 광원에 대응하는 송광/수광 렌즈로부터의 집속된 광을 수광하기 위해 연성 PCB 상에 배열될 수 있다. 이 예에서, 검출기들은 수광 블록에서 송광/수광 렌즈의 곡면 초점면에 실질적으로 대응하는 패턴으로 배열될 수 있다. 이와 같이, 이 예에서, 송광/수광 렌즈는 검출기의 대응하는 광원으로부터의 광을 포함하는 집광된 광의 각자의 부분을 복수의 검출기들의 각각의 검출기 상으로 집속시키도록 구성될 수 있다.
- [0022] 본 개시 내용의 일부 실시예들은, 따라서, 공유 송광/수광 렌즈를 사용하는 LIDAR 디바이스에 대한 시스템들 및 방법들을 제공한다. 일부 예들에서, 이러한 LIDAR 디바이스는, 광원들로부터의 광이 집광된 광을 검출기들 쪽으로 반사시키는 반사 표면에 포함된 작은 출구 개구를 통과하도록, 송광측 광원들 및 수광측 검출기들에 대한 곡면 초점면을 제공하도록 구성된 공유 렌즈를 포함할 수 있다.
- [0023] 도 1은 예시적인 LIDAR 디바이스(100)의 블록도이다. LIDAR 디바이스(100)는, 송광 블록(120), 수광 블록(130), 공유 공간(140), 및 렌즈(150)와 같은, LIDAR 디바이스(100)에 포함된 다양한 구성요소들의 배열을 수용(house)하고 있는 하우징(110)을 포함한다. LIDAR 디바이스(100)는, 렌즈(150)에 의해 시준되어 시준된 광빔들(104)로서 LIDAR 디바이스(100)의 환경으로 송광되는 송광 블록(120)으로부터의 방출된 광빔들(102)을 제공하고, 집속된 광(108)으로서 수광 블록(130) 쪽으로 집속시키기 위해 렌즈(150)에 의해 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터의 반사된 광(106)을 집광하는 다양한 구성요소들의 배열을 포함한다. 반사된 광(106)은 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들에 의해 반사된, 시준된 광빔들(104)로부터의 광을 포함한다. 방출된 광빔들(102) 및 집속된 광(108)은 하우징(110)에 역시 포함된 공유 공

간(140)에서 횡단한다. 일부 예들에서, 방출된 광빔들(102)은 송광 경로에서 공유 공간(140)을 통해 전파할 것이고, 접속된 광(108)은 수광 경로에서 공유 공간(140)을 통해 전파할 것이다. 일부 예들에서, 송광 경로는 공유 공간(140)에서 수광 경로와 적어도 부분적으로 겹친다. LIDAR 디바이스(100)는 수광 블록(130)에 의해 수광되는 접속된 광(108)을 처리함으로써 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들의 양태(예컨대, 위치, 형상 등)를 결정할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(100)는 방출된 광빔들(102)에 포함된 펄스들이 송광 블록(120)에 의해 방출된 시각을 접속된 광(108)에 포함된 대응하는 펄스들이 수광 블록(130)에 의해 수광된 시각과 비교하고, 비교에 기초하여 하나 이상의 물체들과 LIDAR 디바이스(100) 사이의 거리를 결정할 수 있다.

[0024] LIDAR 디바이스(100)에 포함된 하우징(110)은 LIDAR 디바이스(100)에 포함된 다양한 구성요소들을 장착하기 위한 플랫폼을 제공할 수 있다. 하우징(110)은 하우징(110)의 내부 공간에 포함된 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들을 지지할 수 있는 임의의 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 하우징(110)은 플라스틱 또는 금속과 같은 구조재(structural material)로 형성될 수 있다.

[0025] 일부 예들에서, 하우징(110)은 광 차폐가 주변 광 및/또는 방출된 광빔들(102)의 송광 블록(120)으로부터 수광 블록(130)으로의 의도하지 않은 송광을 감소시키도록 구성될 수 있다. LIDAR 디바이스(100)의 환경의 주변 광에 대한 광 차폐는 환경으로부터의 주변 광을 차단하는 물질로 하우징(110)의 외측 표면을 형성 및/또는 코팅하는 것에 의해 달성될 수 있다. 그에 부가하여, 하우징(110)의 내측 표면들은, 방출된 광빔들(102)이 렌즈(150)에 도달하기 전에 수광 블록(130)이 방출된 광빔들(102)을 수광하는 것을 방지하기 위해, 송광 블록(120)을 수광 블록(130)으로부터 광학적으로 격리시키는 앞서 기술된 물질을 포함하고 그리고/또는 그 물질로 코팅될 수 있다.

[0026] 일부 예들에서, 하우징(110)은 전자기 차폐가 LIDAR 디바이스(100)의 주변 환경으로부터의 전자기 잡음(예컨대, 무선 주파수(RF) 잡음 등) 및/또는 송광 블록(120)과 수광 블록(130) 사이의 전자기 잡음을 감소시키도록 구성될 수 있다. 전자기 차폐는 송광 블록(120)에 의해 방출되는 방출된 광빔들(102)의 품질을 향상시키고 수광 블록(130)에 의해 수광되고 그리고/또는 제공되는 신호들에서의 잡음을 감소시킬 수 있다. 전자기 차폐는 전자기 방사를 흡수하도록 구성된, 금속, 금속 잉크, 금속 발포체, 탄소 발포체, 또는 임의의 다른 물질과 같은 전자기 방사를 흡수하는 물질로 하우징(110)을 형성 및/또는 코팅하는 것에 의해 달성될 수 있다. 전자기 차폐를 위해 사용될 수 있는 금속들은, 예를 들어, 구리 또는 니켈을 포함할 수 있다.

[0027] 일부 예들에서, 하우징(110)은 실질적으로 원통형인 형상을 갖도록 그리고 LIDAR 디바이스(100)의 축을 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하우징(110)은 약 10 센티미터의 직경을 갖는 실질적으로 원통형인 형상을 가질 수 있다. 일부 예들에서, 축은 실질적으로 수직이다. 다양한 구성요소들을 포함하는 하우징(110)을 회전시킴으로써, 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들의 배열의 빈번한 재교정 없이 LIDAR 디바이스(100)의 환경의 360도 시야의 3차원 지도가 결정될 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, LIDAR 디바이스(100)는 LIDAR 디바이스(100)의 시야를 제어하기 위해 하우징(110)의 회전축을 경사지게 하도록 구성될 수 있다.

[0028] 비록 도 1에 예시되어 있지는 않지만, LIDAR 디바이스(100)는, 선택적으로, 하우징(110)용 장착 구조물을 포함할 수 있다. 장착 구조물은 하우징(110)을 LIDAR 디바이스(100)의 축을 중심으로 회전시키기 위한 모터 또는 다른 수단을 포함할 수 있다. 대안적으로, 장착 구조물이 LIDAR 디바이스(100) 이외의 디바이스 및/또는 시스템에 포함될 수 있다.

[0029] 일부 예들에서, 송광 블록(120), 수광 블록(130), 및 렌즈(150)와 같은 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들은, 각각의 구성요소 및/또는 각각의 구성요소에 포함된 하위 구성요소들의 배열을 교정하는 부담을 감소시키기 위해, 미리 결정된 위치들에서 하우징(110)에 분리 가능하게 장착될 수 있다. 이와 같이, 하우징(110)은 LIDAR 디바이스(100)의 조립, 유지 보수, 교정, 및 제조의 편의를 위해 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들에 대한 플랫폼을 제공한다.

[0030] 송광 블록(120)은 복수의 방출된 광빔들(102)을 출구 개구(124)를 거쳐 방출하도록 구성될 수 있는 복수의 광원들(122)을 포함한다. 일부 예들에서, 복수의 방출된 광빔들(102) 각각은 복수의 광원들(122) 중 하나에 대응한다. 송광 블록(120)은, 선택적으로, 방출된 광빔들(102)의 송광 경로를 따라 광원들(122)과 출구 개구(124) 사이에 거울(126)을 포함할 수 있다.

[0031] 광원들(122)은 복수의 방출된 광빔들(102)을 제공하기 위해 광을 선택적으로 송광, 반사, 및/또는 방출하도록

구성된, 레이저 다이오드, LED(light emitting diode), VCSEL(vertical cavity surface emitting laser), OLED(organic light emitting diode), PLED(polymer light emitting diode), LEP(light emitting polymer), LCD(liquid crystal display), MEMS(microelectromechanical system), 또는 임의의 다른 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 광원들(122)은 수광 블록(130)에 포함된 검출기들(132)에 의해 검출될 수 있는 파장 범위 내의 방출된 광빔들(102)을 방출하도록 구성될 수 있다. 파장 범위는, 예를 들어, 전자기 스펙트럼의 자외선, 가시, 및/또는 적외선 부분들일 수 있다. 일부 예들에서, 파장 범위는, 레이저들에 의해 제공되는 것과 같은, 좁은 파장 범위일 수 있다. 하나의 예에서, 파장 범위는 약 905 nm인 파장들을 포함한다. 그에 부가하여, 광원들(122)은 방출된 광빔들(102)을 필스들의 형태로 방출하도록 구성될 수 있다. 일부 예들에서, 복수의 광원들(122)은 하나 이상의 기판들(예컨대, 인쇄 회로 기판(PCB)들, 연성 PCB들 등) 상에 배치되고 복수의 광빔들(102)을 출구 개구(124) 쪽으로 방출하도록 배열될 수 있다.

[0032] 일부 예들에서, 복수의 광원들(122)은 방출된 광빔들(102)에 포함되는 시준되지 않은 광빔들을 방출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 방출된 광빔들(102)은 복수의 광원들(122)에 의해 방출되는 시준되지 않은 광빔들로 인해 송광 경로를 따라 하나 이상의 방향들로 발산할 수 있다. 일부 예들에서, 송광 경로를 따라 임의의 위치에서의 방출된 광빔들(102)의 수직 및 수평 범위들은 복수의 광원들(122)에 의해 방출되는 시준되지 않은 광빔들의 발산의 범위에 기초할 수 있다.

[0033] 방출된 광빔들(102)의 송광 경로를 따라 배열된 출구 개구(124)는 출구 개구(124)에서 복수의 광원들(122)에 의해 방출되는 복수의 광빔들(102)의 수직 및 수평 범위들을 수용하도록 구성될 수 있다. 유의할 점은, 도 1에 도시된 블록도가 설명의 편의상 기능 모듈들과 관련하여 기술되어 있다는 것이다. 그렇지만, 도 1의 블록도에서의 기능 모듈들이 다른 위치들에 물리적으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 출구 개구(124)가 송광 블록(120)에 포함되어 있는 것으로 예시되어 있지만, 출구 개구(124)가 송광 블록(120) 및 공유 공간(140) 둘 다에 물리적으로 포함될 수 있다. 예를 들어, 송광 블록(120) 및 공유 공간(140)이 출구 개구(124)를 포함하는 벽에 의해 분리될 수 있다. 이 경우에, 출구 개구(124)는 벽의 투명 부분에 대응할 수 있다. 하나의 예에서, 투명 부분은 벽의 구멍 또는 절취 부분일 수 있다. 다른 예에서, 벽이 비투명 물질로 코팅된 투명 기판(예컨대, 유리)으로 형성될 수 있고, 출구 개구(124)는 비투명 물질로 코팅되지 않은 기판의 일부분일 수 있다.

[0034] LIDAR 디바이스(100)의 일부 예들에서, 복수의 광빔들(102)의 수직 및 수평 범위들을 수용하면서 출구 개구(124)의 크기를 최소화하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 출구 개구(124)의 크기를 최소화하는 것은 하우징(110)의 기능들에서 앞서 기술된 광원들(122)의 광 차폐를 향상시킬 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 송광 블록(120)과 공유 공간(140)을 분리시키는 벽은 접속된 광(108)의 수광 경로를 따라 배열될 수 있고, 따라서 접속된 광(108)의 대부분이 벽에 도달할 수 있게 하기 위해 출구 개구(124)가 최소화될 수 있다. 예를 들어, 벽이 반사 물질로 코팅될 수 있고(예컨대, 공유 공간(140)에 있는 반사 표면(142)), 수광 경로가 접속된 광(108)을 반사 물질에 의해 수광 블록(130) 쪽으로 반사시키는 것을 포함할 수 있다. 이 경우에, 출구 개구(124)의 크기를 최소화하는 것은 접속된 광(108)의 대부분이 벽에 코팅되어 있는 반사 물질로부터 반사될 수 있게 한다.

[0035] 출구 개구(124)의 크기를 최소화하기 위해, 일부 예들에서, 방출된 광빔들(102)의 발산이, 방출된 광빔들(102)의 수직 및 수평 범위들을 최소화하고 따라서 출구 개구(124)의 크기를 최소화하기 위해 광원들(122)에 의해 방출되는 시준되지 않은 광빔들을 부분적으로 시준하는 것에 의해, 감소될 수 있다. 예를 들어, 복수의 광원들(122)의 각각의 광원은 광원에 인접하여 배열된 원통형 렌즈를 포함할 수 있다. 광원은 제2 방향에서보다 제1 방향에서 더 발산하는 대응하는 시준되지 않은 광빔을 방출할 수 있다. 원통형 렌즈는 제1 방향에서 시준되지 않은 광빔을 사전 시준하여 부분적으로 시준된 광빔을 제공함으로써, 제1 방향에서의 발산을 감소시킬 수 있다. 일부 예들에서, 부분적으로 시준된 광빔은 제2 방향에서보다 제1 방향에서 덜 발산한다. 이와 유사하게, 복수의 광원들(122)의 다른 광원들로부터의 시준되지 않은 광빔들은 제1 방향에서 감소된 빔 폭을 가질 수 있고, 따라서 방출된 광빔들(102)은 부분적으로 시준된 광빔들로 인해 더욱 작은 발산을 가질 수 있다. 이 예에서, 출구 개구(124)의 수직 및 수평 범위들 중 적어도 하나가 광빔들(102)을 부분적으로 시준하는 것으로 인해 감소될 수 있다.

[0036] 그에 부가하여 또는 대안적으로, 출구 개구(124)의 크기를 최소화하기 위해, 일부 예들에서, 광원들(122)이 송광 블록(120)에 의해 규정되는 실질적으로 곡면인 표면을 따라 배열될 수 있다. 곡면 표면은 방출된 광빔들(102)이 출구 개구(124) 쪽으로 수렴하도록 구성될 수 있고, 따라서 출구 개구(124)에서의 방출된 광빔들(102)의 수직 및 수평 범위들이 송광 블록(120)의 곡면 표면을 따라 광원들(122)을 배열하는 것으로 인해 감소될 수 있다. 일부 예들에서, 송광 블록(120)의 곡면 표면은 방출된 광빔들(102)의 제1 발산 방향(direction of

divergence)을 따른 곡률과 방출된 광빔들(102)의 제2 발산 방향을 따른 곡률을 포함할 수 있고, 따라서 복수의 광빔들(102)이 송광 경로를 따라 복수의 광원들(122)의 전방에 있는 중앙 영역 쪽으로 수렴한다.

[0037] 광원들(122)의 이러한 곡면 배열을 용이하게 하기 위해, 일부 예들에서, 광원들(122)이 하나 이상의 방향들을 따라 곡률을 가지는 연성 기판(예컨대, 연성 PCB) 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 곡면 연성 기판이 방출된 광빔들(102)의 제1 발산 방향 및 방출된 광빔들(102)의 제2 발산 방향을 따라 곡면일 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 광원들(122)의 이러한 곡면 배열을 용이하게 하기 위해, 일부 예들에서, 광원들(122)이 하나 이상의 수직으로 배향된 인쇄 회로 기판(PCB)들의 곡면 가장자리 상에 배치될 수 있음으로써, PCB의 곡면 가장자리가 제1 방향(예컨대, PCB의 수직 평면)의 곡률과 실질적으로 일치하도록 되어 있다. 이 예에서, 하나 이상의 PCB들이 제2 방향(예컨대, 하나 이상의 PCB들의 수평 평면)의 곡률과 실질적으로 일치하는 수평 곡률을 따라 송광 블록(120)에 장착될 수 있다. 예를 들어, 송광 블록(120)은 4 개의 PCB들을 포함할 수 있고, 각각의 PCB는 16 개의 광원들을 장착하여, 송광 블록(120)의 곡면 표면을 따라 64 개의 광원들을 제공한다. 이 예에서, 64 개의 광원들은 방출된 광빔들(102)이 송광 블록(120)의 출구 개구(124) 쪽으로 수렴하도록 하는 패턴으로 배열된다.

[0038] 송광 블록(120)은, 선택적으로, 방출된 광빔들(102)의 송광 경로를 따라 광원들(122)과 출구 개구(124) 사이에 거울(126)을 포함할 수 있다. 송광 블록(120)에 거울(126)을 포함시키는 것에 의해, 방출된 광빔들(102)의 송광 경로가 굴곡되어, 송광 경로가 굴곡되지 않은 다른 송광 블록의 크기보다 더 작은 LIDAR 디바이스(100)의 송광 블록(120) 및 하우징(110)의 크기를 제공할 수 있다.

[0039] 수광 블록(130)은 접속된 광(108)을 입구 개구(134)를 거쳐 수광하도록 구성될 수 있는 복수의 검출기들(132)을 포함한다. 일부 예들에서, 복수의 검출기들(132) 각각은 복수의 광원들(122)의 대응하는 광원에 의해 방출되고 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사된 광빔에 대응하는 접속된 광(108)의 일부분을 수광하도록 구성되고 배열된다. 수광 블록(130)은, 선택적으로, 불활성 기체(136)를 가지는 밀봉된 환경에 검출기들(132)을 포함할 수 있다.

[0040] 검출기들(132)은 방출된 광빔들(102)의 과장 범위 내의 과장들을 가지는 접속된 광(108)을 수광하도록 구성된, 포토다이오드, 애벌랜치 포토다이오드, 포토트랜지스터, 카메라, APS(active pixel sensor), 전하 결합 디바이스(charge coupled device, CCD), 극저온 검출기(cryogenic detector), 또는 임의의 다른 광 센서를 포함할 수 있다.

[0041] 검출기들(132) 각각에 의해, 복수의 광원들(122)의 대응하는 광원으로부터 접속된 광(108)의 일부분을 수광하는 것을 용이하게 하기 위해, 검출기들(132)이 하나 이상의 기판들 상에 배치되고 그에 따라 배열될 수 있다. 예를 들어, 광원들(122)이 송광 블록(120)의 곡면 표면을 따라 배열될 수 있고, 검출기들(132)이 또한 수광 블록(130)의 곡면 표면을 따라 배열될 수 있다. 수광 블록(130)의 곡면 표면이 이와 유사하게 수광 블록(130)의 곡면 표면의 하나 이상의 축들을 따라 곡면일 수 있다. 이와 같이, 검출기들(132) 각각은 복수의 광원들(122)의 대응하는 광원에 의해 처음에 방출된 광을 수광하도록 구성되어 있다.

[0042] 수광 블록(130)의 곡면 표면을 제공하기 위해, 검출기들(132)이 송광 블록(120)에 배치된 광원들(122)과 유사하게 하나 이상의 기판들 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 검출기들(132)은, 각각이 광원들(122)의 대응하는 광원으로부터 오는 접속된 광을 수광하도록, 연성 기판(예컨대, 연성 PCB) 상에 배치되고 연성 기판의 곡면 표면을 따라 배열될 수 있다. 이 예에서, 연성 기판이 수광 블록(130)의 곡면 표면의 형상에 대응하는 표면들을 가지는 2 개의 클램핑 피스들 사이에 보유될 수 있다. 이와 같이, 이 예에서, 연성 기판을 수광 블록(130) 상으로 슬라이딩시키고 2 개의 클램핑 피스들을 사용하여 연성 기판을 정확한 곡률로 유지시킴으로써 수광 블록(130)의 조립이 단순화될 수 있다.

[0043] 수광 경로를 따라 획단하는 접속된 광(108)이 입구 개구(134)를 거쳐 검출기들(132)에 의해 수광될 수 있다. 일부 예들에서, 입구 개구(134)는 복수의 광원들(122)에 의해 방출된 과장 범위 내의 과장들을 가지는 광을 통과시키고 다른 과장들을 가지는 광을 감쇠시키는 필터링 창을 포함할 수 있다. 이 예에서, 검출기들(132)은 과장 범위 내의 과장들을 가지는 광을 실질적으로 포함하는 접속된 광(108)을 수광한다.

[0044] 일부 예들에서, 수광 블록(130)에 포함된 복수의 검출기들(132)은, 예를 들어, 불활성 기체(136)로 채워진 밀봉된 환경에 있는 애벌랜치 포토다이오드들을 포함할 수 있다. 불활성 기체(136)는, 예를 들어, 질소를 포함할 수 있다.

[0045] 공유 공간(140)은 송광 블록(120)으로부터 렌즈(150)까지의 방출된 광빔들(102)에 대한 송광 경로를 포함하고,

렌즈(150)로부터 수광 블록(130)까지의 집속된 광(108)에 대한 수광 경로를 포함한다. 일부 예들에서, 송광 경로는 공유 공간(140)에서 수광 경로와 적어도 부분적으로 겹친다. 공유 공간(140)에 송광 경로 및 수광 경로를 포함시키는 것에 의해, LIDAR 디바이스(100)의 조립, 제조, 및/또는 유지 보수의 크기, 비용, 및/또는 복잡성과 관련한 장점들이 제공될 수 있다.

[0046] 일부 예들에서, 공유 공간(140)은 반사 표면(142)을 포함할 수 있다. 반사 표면(142)은 수광 경로를 따라 배열되고 집속된 광(108)을 입구 개구(134) 쪽으로 그리고 검출기들(132) 상으로 반사시키도록 구성될 수 있다. 반사 표면(142)은 집속된 광(108)을 수광 블록(130)에 있는 입구 개구(134) 쪽으로 반사시키도록 구성된, 프리즘, 거울 또는 임의의 다른 광학 요소를 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 벽이 공유 공간(140)을 송광 블록(120)으로부터 분리시킨다. 이 예들에서, 벽은 투명 기판(예컨대, 유리)을 포함할 수 있고, 반사 표면(142)은 출구 개구(124)를 위한 코팅되지 않은 부분을 갖는 벽 상의 반사 코팅을 포함할 수 있다.

[0047] 반사 표면(142)을 포함하는 실시예들에서, 반사 표면(142)은 송광 블록(120)에서의 거울(126)과 유사하게 수광 경로를 굴곡시킴으로써 공유 공간(140)의 크기를 감소시킬 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 일부 예들에서, 반사 표면(142)은 집속된 광(108)을 수광 블록(130) 쪽으로 지향시켜, 하우징(110)에서의 수광 블록(130)의 배치에 유연성을 추가로 제공할 수 있다. 예를 들어, 반사 표면(142)의 기울기를 변화시키는 것으로 인해, 집속된 광(108)이 하우징(110)의 내부 공간의 다양한 부분들로 반사될 수 있고, 따라서 수광 블록(130)이 하우징(110) 내의 대응하는 위치에 배치될 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 이 예에서, LIDAR 디바이스(100)가 반사 표면(142)의 기울기를 변화시키는 것에 의해 교정될 수 있다.

[0048] 하우징(110)에 장착된 렌즈(150)는 송광 블록(120)에 있는 광원들(122)로부터의 방출된 광빔들(102)을 시준하기도 하고 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터의 반사된 광(106)을 수광 블록(130)에 있는 검출기들(132) 상으로 집속시키기도 하기 위해 광 굴절력을 가질 수 있다. 하나의 예에서, 렌즈(150)는 약 120 mm의 초점 거리를 가진다. 시준을 위한 송광 렌즈 및 집속을 위한 수광 렌즈 대신에, 이 기능들 둘 다를 수행하기 위해 동일한 렌즈(150)를 사용하는 것에 의해, 크기, 비용, 및/또는 복잡성과 관련한 장점들이 제공될 수 있다. 일부 예들에서, 방출된 광빔들(102)을 시준하여 시준된 광빔들(104)을 제공하는 것은 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들까지 시준된 광빔들(104)이 진행한 거리를 결정하는 것을 가능하게 한다.

[0049] 예시적인 시나리오에서, 송광 경로를 따라 횡단하는 광원들(122)로부터의 방출된 광빔들(102)이 시준된 광빔들(104)을 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 제공하기 위해 렌즈(150)에 의해 시준될 수 있다. 시준된 광빔들(104)은 이어서 LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사되고, 반사된 광(106)으로서 렌즈(150)로 되돌아올 수 있다. 렌즈(150)는 이어서 반사된 광(106)을 집광하고 집속된 광(108)으로서 수광 블록(130)에 포함된 검출기들(132) 상으로 집속시킨다. 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(100)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들의 양태들이 방출된 광빔들(102)과 집속된 광빔들(108)을 비교하는 것에 의해 결정될 수 있다. 양태들은, 예를 들어, 하나 이상의 물체들의 거리, 형상, 색깔, 및/또는 물질을 포함할 수 있다. 그에 부가하여, 일부 예들에서, 하우징(110)을 회전시켜, LIDAR 디바이스(100)의 주변의 3차원 지도가 결정될 수 있다.

[0050] 복수의 광원들(122)이 송광 블록(120)의 곡면 표면을 따라 배열되는 일부 예들에서, 렌즈(150)는 송광 블록(120)의 곡면 표면에 대응하는 초점면을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 렌즈(150)는 하우징(110)의 외부에 있는 비구면 및, 공유 공간(140)과 마주하는, 하우징(110)의 내부에 있는 환상면을 포함할 수 있다. 이 예에서, 렌즈(150)의 형상은 렌즈(150)가 방출된 광빔들(102)을 시준하기도 하고 반사된 광(106)을 집속시키기도 할 수 있게 한다. 그에 부가하여, 이 예에서, 렌즈(150)의 형상은 렌즈(150)가 송광 블록(120)의 곡면 표면에 대응하는 초점면을 가질 수 있게 한다. 일부 예들에서, 렌즈(150)에 의해 제공되는 초점면은 송광 블록(120)의 곡면 형상과 실질적으로 일치한다. 그에 부가하여, 일부 예들에서, 검출기들(132)이 집속된 광(108)을 수광하기 위해 렌즈(150)에 의해 제공되는 곡면 초점면을 따라 이와 유사하게 수광 블록(130)의 곡면 형상으로 배열될 수 있다. 이와 같이, 일부 예들에서, 수광 블록(130)의 곡면 표면이 또한 렌즈(150)에 의해 제공되는 곡면 초점면과 실질적으로 일치할 수 있다.

[0051] 도 2는 예시적인 LIDAR 디바이스(200)의 단면도이다. 이 예에서, LIDAR 디바이스(200)는 송광 블록(220), 수광 블록(230), 공유 공간(240), 및 렌즈(250)를 수용하는 하우징(210) 포함한다. 예시를 위해, 도 2는 x-y-z 축을 나타내고 있으며, 여기서 z-축은 실질적으로 수직인 방향이고, x-축 및 y-축은 실질적으로 수평인 평면을 규정한다.

[0052] LIDAR 디바이스(200)에 포함된 다양한 구성요소들의 구조, 기능, 및 동작은 도 1에 기술된 LIDAR 디바이스(100)

0)에 포함된 대응하는 구성요소들과 유사하다. 예를 들어, 하우징(210), 송광 블록(220), 수광 블록(230), 공유 공간(240), 및 렌즈(250)는, 각각, 도 1에 기술된 하우징(110), 송광 블록(120), 수광 블록(130), 및 공유 공간(140)과 유사하다.

[0053] 송광 블록(220)은 렌즈(250)에 의해 규정된 곡면 초점면(228)을 따라 배열된 복수의 광원들(222a 내지 222c)을 포함한다. 복수의 광원들(222a 내지 222c)은, 각각, 괴장 범위 내의 괴장들을 가지는 복수의 광빔들(202a 내지 202c)을 방출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 복수의 광원들(222a 내지 222c)은 괴장 범위 내의 괴장들을 가지는 복수의 광빔들(202a 내지 202c)을 방출하는 레이저 다이오드들을 포함할 수 있다. 복수의 광빔들(202a 내지 202c)은 거울(224)에 의해 출구 개구(226)를 통해 공유 공간(240) 내로 그리고 렌즈(250) 쪽으로 반사된다. 복수의 광원들(222a 내지 222c), 거울(224), 및 출구 개구(226)의 구조, 기능, 및 동작은, 각각, 도 1의 LIDAR 디바이스(100)의 설명에서 논의된 복수의 광원들(122), 거울(126), 및 출구 개구(124)와 유사할 수 있다.

[0054] 도 2가 곡면 초점면(228)이 x-y 평면(수평 평면)에서 곡면인 것으로 도시하고 있지만, 그에 부가하여 또는 대안적으로, 복수의 광원들(222a 내지 222c)이 수직 평면에서 곡면인 초점면을 따라 배열될 수 있다. 예를 들어, 곡면 초점면(228)은 수직 평면에서 곡률을 가질 수 있고, 복수의 광원들(222a 내지 222c)은 곡면 초점면(228)을 따라 수직으로 배열된 그리고 거울(224)로 지향되고 출구 개구(226)를 통해 반사되는 광빔들을 방출하도록 구성된 부가의 광원들을 포함할 수 있다.

[0055] 복수의 광원들(222a 내지 222c)을 곡면 초점면(228)을 따라 배열하는 것으로 인해, 복수의 광빔들(202a 내지 202c)이, 일부 예들에서, 출구 개구(226) 쪽으로 수렴할 수 있다. 이와 같이, 이 예들에서, 출구 개구(226)는 복수의 광빔들(202a 내지 202c)의 수직 및 수평 범위들을 수용할 수 있으면서 최소 크기로 될 수 있다. 그에 부가하여, 일부 예들에서, 곡면 초점면(228)이 렌즈(250)에 의해 규정될 수 있다. 예를 들어, 렌즈(250)의 형상 및 조성으로 인해, 곡면 초점면(228)이 렌즈(250)의 초점면에 대응할 수 있다. 이 예에서, 복수의 광원들(222a 내지 222c)이 송광 블록에서 렌즈(250)에 의해 규정된 초점면을 따라 배열될 수 있다.

[0056] 복수의 광빔들(202a 내지 202c)은 송광 블록(220), 출구 개구(226), 및 공유 공간(240)을 통해 뻗어 있는 송광 경로에서 렌즈(250) 쪽으로 전파한다. 렌즈(250)는 시준된 광빔들(204a 내지 204c)을 LIDAR 디바이스(200)의 환경 내로 제공하기 위해 복수의 광빔들(202a 내지 202c)을 시준한다. 시준된 광빔들(204a 내지 204c)은, 각각, 복수의 광빔들(202a 내지 202c)에 대응한다. 일부 예들에서, 시준된 광빔들(204a 내지 204c)은 LIDAR 디바이스(200)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사된 광(206)으로서 반사된다. 반사된 광(206)은 렌즈(250)에 의해 공유 공간(240)을 통해 뻗어 있는 수광 경로를 따라 수광 블록(230) 상으로 진행하는 접속된 광(208)으로서 공유 공간(240) 내로 접속될 수 있다. 예를 들어, 접속된 광(208)은 반사 표면(242)에 의해 수광 블록(230) 쪽으로 전파하는 접속된 광(208a 내지 208c)으로서 반사될 수 있다.

[0057] 렌즈(250)는, 렌즈(250)의 형상 및 조성으로 인해, 복수의 광빔들(202a 내지 202c)을 시준하는 것 및 반사된 광(206)을 수광 경로(208)를 따라 수광 블록(230) 쪽으로 접속시키는 것 둘 다를 할 수 있다. 예를 들어, 렌즈(250)는 하우징(210)의 외부 쪽으로 향해 있는 비구면(252) 및 공유 공간(240)과 마주하는 환상면(254)을 포함할 수 있다. 시준을 위한 송광 렌즈 및 접속을 위한 수광 렌즈 대신에, 이 기능들 둘 다를 수행하기 위해 동일한 렌즈(250)를 사용하는 것에 의해, 크기, 비용, 및/또는 복잡성과 관련한 장점들이 제공될 수 있다.

[0058] 출구 개구(226)가 송광 블록(220)을 공유 공간(240)으로부터 분리시키는 벽(244)에 포함되어 있다. 일부 예들에서, 벽(244)이 반사 물질(242)로 코팅되어 있는 투명 기판(예컨대, 유리)으로 형성될 수 있다. 이 예에서, 출구 개구(226)는 반사 물질(242)로 코팅되지 않은 벽(244)의 부분에 대응할 수 있다. 그에 부가하여 또는 대안적으로, 출구 개구(226)는 벽(244)에 있는 구멍 또는 절취부(cut-away)를 포함할 수 있다.

[0059] 접속된 광(208)은 반사 표면(242)에 의해 반사되어 수광 블록(230)의 입구 개구(234) 쪽으로 지향된다. 일부 예들에서, 입구 개구(234)는 복수의 광원들(222a 내지 222c)에 의해 방출된 복수의 광빔들(202a 내지 202c)의 괴장 범위 내의 괴장들은 허용하고 다른 괴장들은 감쇠시키도록 구성된 필터링 창을 포함할 수 있다. 접속된 광(208)으로부터의 반사 표면(242)에 의해 반사된 접속된 광(208a 내지 208c)은, 각각, 복수의 검출기들(232a 내지 232c) 상으로 전파한다. 입구 개구(234) 및 복수의 검출기들(232a 내지 232c)의 구조, 기능, 및 동작은, 각각, 도 1에 기술된 LIDAR 디바이스(100)에 포함된 입구 개구(134) 및 복수의 검출기들(132)과 유사하다.

[0060] 복수의 검출기들(232a 내지 232c)은 수광 블록(230)의 곡면 초점면(238)을 따라 배열될 수 있다. 도 2가 곡면 초점면(238)이 x-y 평면(수평 평면)을 따라 곡면인 것으로 도시하고 있지만, 그에 부가하여 또는 대안적으로,

곡면 초점면(238)이 수직 평면에서 곡면일 수 있다. 초점면(238)의 곡률도 렌즈(250)에 의해 규정된다. 예를 들어, 곡면 초점면(238)이 렌즈(250)에 의해 수광 경로를 따라 수광 블록(230)에 투사되는 광의 초점면에 대응할 수 있다.

[0061] 집속된 광(208a 내지 208c) 각각은, 각각, 방출된 광빔들(202a 내지 202c)에 대응하고, 각각, 복수의 검출기들(232a 내지 232c) 상으로 지향된다. 예를 들어, 검출기(232a)는 LIDAR 디바이스(200)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사되는 시준된 광빔(204a)에 대응하는 집속된 광(208a)을 수광하도록 구성되고 배열되어 있다. 이 예에서, 시준된 광빔(204a)은 광원(222a)에 의해 방출된 광빔(202a)에 대응한다. 이와 같이, 검출기(232a)는 광원(222a)에 의해 방출된 광을 수광하고, 검출기(232b)는 광원(222b)에 의해 방출된 광을 수광하며, 검출기(232c)는 광원(222c)에 의해 방출된 광을 수광한다.

[0062] 수광된 광(208a 내지 208c)과 방출된 광빔들(202a 내지 202c)을 비교하는 것에 의해, LIDAR 디바이스(200)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들의 적어도 하나의 양태가 결정될 수 있다. 예를 들어, 복수의 광빔들(202a 내지 202c)이 복수의 광원들(222a 내지 222c)에 의해 방출된 시각과 복수의 검출기들(232a 내지 232c)이 집속된 광(208a 내지 208c)을 수광한 시각을 비교하는 것에 의해, LIDAR 디바이스(200)와 LIDAR 디바이스(200)의 환경에 있는 하나 이상의 물체들 사이의 거리가 결정될 수 있다. 일부 예들에서, 형상, 색깔, 물질 등과 같은 다른 양태들이 또한 결정될 수 있다.

[0063] 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(200)의 주변의 3차원 지도를 결정하기 위해 LIDAR 디바이스(200)가 축을 중심으로 회전될 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(200)가 화살표(290)로 예시된 바와 같이 실질적으로 수직인 축을 중심으로 회전될 수 있다. LIDAR 디바이스(200)가 화살표(290)로 예시된 바와 같이 축을 중심으로 반시계 방향으로 회전되는 것으로 예시되어 있지만, 그에 부가하여 또는 대안적으로, LIDAR 디바이스(200)가 시계 방향으로 회전될 수 있다. 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(200)가 축을 중심으로 360도 회전될 수 있다. 다른 예들에서, LIDAR 디바이스(200)가 LIDAR 디바이스(200)의 360도 시야의 일부분을 따라 앞뒤로 회전될 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(200)가 완전히 회전하는 일 없이 축을 중심으로 앞뒤로 흔들리는 플랫폼 상에 장착될 수 있다.

[0064] 도 3a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 다양한 구성요소들을 갖춘 예시적인 LIDAR 디바이스(300)의 사시도이다. 도 3b는 하우징(310)의 내부 공간을 보여주기 위해 다양한 구성요소들이 제거되어 있는, 도 3a에 도시된 예시적인 LIDAR 디바이스(300)의 사시도이다. LIDAR 디바이스(300)의 구조, 기능, 및 동작은 도 1 및 도 2에, 각각 기술된 LIDAR 디바이스들(100 및 200)과 유사하다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(300)는 도 1에 기술된 하우징(110), 송광 블록(120), 수광 블록(130), 및 렌즈(150)와, 각각, 유사한 송광 블록(320), 수광 블록(330), 및 렌즈(350)를 수용하는 하우징(310)을 포함한다. 그에 부가하여, 도 1에 기술된 시준된 광빔들(104) 및 반사된 광(106)과 유사하게, 시준된 광빔들(304)은 렌즈(350)로부터 LIDAR 디바이스(300)의 환경 쪽으로 전파하고 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사된 광(306)으로서 반사된다.

[0065] LIDAR 디바이스(300)는 장착 구조물(360) 상에 장착되고, LIDAR 디바이스(300) 주변의 환경의 360도 시야를 제공하기 위해 축을 중심으로 회전될 수 있다. 일부 예들에서, 장착 구조물(360)은 LIDAR 디바이스(300)의 회전 축을 변경하기 위해 하나 이상의 방향들로 경사질 수 있는 이동식 플랫폼을 포함할 수 있다.

[0066] 도 3b에 예시된 바와 같이, LIDAR 디바이스(300)의 다양한 구성요소들이 하우징(310)에 분리 가능하게 장착될 수 있다. 예를 들어, 송광 블록(320)은 송광 블록(320)이 장착될 수 있는 하우징(310)의 부분에 설치되는 하나 이상의 인쇄 회로 기판(PCB)들을 포함할 수 있다. 그에 부가하여, 수광 블록(330)은 연성 기판에 장착되는 복수의 검출기들(332)을 포함할 수 있고, 복수의 검출기들을 포함하는 블록으로서 하우징(310)에 분리 가능하게 장착될 수 있다. 이와 유사하게, 렌즈(350)가 하우징(310)의 다른 측면에 장착될 수 있다.

[0067] 복수의 광빔들(302)이 송광 블록(320)에 의해 공유 공간(340) 내로 그리고 렌즈(350) 쪽으로 송광되어, 시준된 광빔들(304)로 시준될 수 있다. 이와 유사하게, 수광된 광(306)은 렌즈(350)에 집속되어 공유 공간(340)을 통해 수광 블록(330) 상으로 지향될 수 있다.

[0068] 도 4는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 예시적인 송광 블록(420)을 나타낸 것이다. 송광 블록(420)은 도 1 내지 도 3에 기술된 송광 블록들(120, 220, 및 320)에 대응할 수 있다. 예를 들어, 송광 블록(420)은 도 2의 송광 블록(220)에 포함된 복수의 광원들(222a 내지 222c)과 유사한 복수의 광원들(422a 내지 422c)을 포함한다. 그에 부가하여, 광원들(422a 내지 422c)은 수직 평면에서 곡면인 초점면(428)을 따라 배열된다. 광원들(422a 내지 422c)은 수렴하여 벽(444)에 있는 출구 개구(426)를 통해 전파하는 복수의 광빔들

(402a 내지 402c)을 방출하도록 구성되어 있다.

[0069] 복수의 광원들(422a 내지 422c)이 수직 평면에서 곡면인 초점면(428)을 따라 배열될 수 있지만, 그에 부가하여 또는 대안적으로, 복수의 광원들(422a 내지 422c)이 수평 평면에서 곡면인 초점면 또는 수직으로도 수평으로도 곡면인 초점면을 따라 배열될 수 있다. 예를 들어, 복수의 광원들(422a 내지 422c)이 곡면 3차원 격자 패턴으로 배열될 수 있다. 예를 들어, 송광 블록(420)은 복수의 광원들(422a 내지 422c)과 같은 광원들의 열(column)이 각각의 PCB의 수직축을 따라 있도록 수직으로 장착된 복수의 인쇄 회로 기판(PCB)들을 포함할 수 있고, 복수의 PCB들 각각은, 3차원 격자 패턴을 제공하기 위해, 수평으로 곡면인 평면을 따라 다른 수직으로 장착된 PCB들에 인접하여 배열될 수 있다.

[0070] 도 4에 도시된 바와 같이, 광빔들(402a 내지 402c)은 출구 개구(426) 쪽으로 수렴하고, 이는 도 2에 기술된 출구 개구(226)와 유사하게 광빔들(402a 내지 402c)의 수직 및 수평 범위들을 수용하면서 출구 개구(426)의 크기가 최소화될 수 있게 한다.

[0071] 도 1의 설명에서 앞서 살펴본 바와 같이, 광원들(122)로부터의 광은 출구 개구(124)를 통해 들어가도록 부분적으로 시준될 수 있다. 도 5a, 도 5b, 및 도 5c는 이러한 부분적 시준이 어떻게 달성될 수 있는지의 일례를 나타낸 것이다. 이 예에서, 광원(500)은 레이저 다이오드(502) 및 원통형 렌즈(504)로 이루어져 있다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 레이저 다이오드(502)는 빠른 축(fast axis)(508)에 대응하는 보다 짧은 차원 및 느린 축(slow axis)(510)에 대응하는 보다 긴 차원을 갖는 개구(506)를 가진다. 도 5b 및 도 5c는 시준되지 않은 레이저 빔(512)이 레이저 다이오드(502)로부터 방출되는 것을 나타내고 있다. 레이저 빔(512)은 2 개의 방향들로 발산하고, 하나의 방향은 빠른 축(508)에 의해 규정되고, 다른 일반적으로 직교인 방향은 느린 축(510)에 의해 규정된다. 도 5b는 빠른 축(508)을 따른 레이저 빔(512)의 발산을 나타내고 있는 반면, 도 5c는 느린 축(510)을 따른 레이저 빔(512)의 발산을 나타내고 있다. 레이저 빔(512)은 느린 축(510)을 따라서보다 빠른 축(508)을 따라서 더 빨리 발산한다.

[0072] 하나의 구체적인 예에서, 레이저 다이오드(502)는 약 896 nm부터 약 910 nm까지의 범위의 파장들(905 nm의 공칭파장)을 갖는 광의 펄스들을 방출하는 Osram SPL DL90_3 나노스택 펄스 레이저 다이오드(nanostack pulsed laser diode)이다. 이 구체적인 예에서, 개구는, 그의 빠른 축에 대응하는, 약 10 마이크로미터의 보다 짧은 차원과, 그의 느린 축에 대응하는, 약 200 마이크로미터의 보다 긴 차원을 갖는다. 이 구체적인 예에서의 레이저 빔의 발산은 빠른 축을 따라서는 약 25도이고, 느린 축을 따라서는 약 11도이다. 이 구체적인 예가 예시적인 것에 불과하다는 것을 잘 알 것이다. 레이저 다이오드(502)는 상이한 구성, 상이한 개구 크기들, 상이한 빔 발산들을 가질 수 있고 그리고/또는 상이한 파장들을 방출할 수 있을 것이다.

[0073] 도 5b 및 도 5c에 도시된 바와 같이, 원통형 렌즈(504)는 개구(506) 전방에 배치될 수 있고, 그의 원통축(cylinder axis)(514)은 일반적으로 느린 축(510)에 평행하고 빠른 축(508)에 직교이다. 이 배열에서, 원통형 렌즈(504)는 레이저 빔(512)을 빠른 축(508)을 따라 사전 시준할 수 있고, 그 결과 부분적으로 시준된 레이저 빔(516)이 얻어진다. 일부 예들에서, 이 사전 시준은 빠른 축(508)을 따른 발산을 약 1도 이하로 감소시킬 수 있다. 그럼에도 불구하고, 레이저 빔(516)이 부분적으로 시준될 뿐인데, 그 이유는 느린 축(510)를 따른 발산이 원통형 렌즈(504)에 의해 그다지 달라지지 않을 수 있기 때문이다. 이와 같이, 레이저 다이오드에 의해 방출된 시준되지 않은 레이저 빔(512)은 느린 축(510)을 따라서보다 빠른 축(508)을 따라서 더 높은 발산을 갖는 반면, 원통형 렌즈(504)에 의해 제공된 부분적으로 시준된 레이저 빔(516)은 빠른 축(508)을 따라서보다 느린 축(510)을 따라서 더 높은 발산을 가질 수 있다. 게다가, 시준되지 않은 레이저 빔(512)에서 그리고 부분적으로 시준된 레이저 빔(516)에서 느린 축(510)을 따른 발산들이 실질적으로 같을 수 있다.

[0074] 하나의 예에서, 원통형 렌즈(504)는 개구(506)로부터 약 250 마이크로미터 전방에 위치되는, 약 600 마이크로미터의 직경을 갖는 마이크로 막대 렌즈(microrod lens)이다. 마이크로 막대 렌즈의 물질은, 예를 들어, 용융 실리카 또는 봉규산염 크라운 유리(Schott BK7 등)일 수 있을 것이다. 대안적으로, 마이크로 막대 렌즈는 성형 플라스틱 원통(cylinder) 또는 비원통(acylinder)일 수 있다. 원통형 렌즈(504)는 또한 빠른 축(508)을 따라 확대(magnification)를 제공하기 위해 사용될 수 있을 것이다. 예를 들어, 개구(506)의 차원들이, 이전에 기술된 바와 같이, 10 마이크로미터×200 마이크로미터이고 원통형 렌즈(504)가 앞서 기술된 바와 같은 마이크로 막대 렌즈인 경우, 원통형 렌즈(504)는 (빠른 축(508)에 대응하는) 더 짧은 쪽 차원을 약 20배 확대할 수 있다. 이 확대는 사실상 개구(506)의 짧은 쪽 차원을 긴 쪽 차원과 거의 동일하게 늘린다. 그 결과, 레이저 빔(516)으로부터의 광이 집속될 때(예컨대, 검출기 상으로 집속될 때), 집속된 스포트은, 개구(506)의 직사각형 슬릿 형상 대신에, 실질적으로 정사각형인 형상을 가질 수 있을 것이다.

- [0075] 도 6a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 예시적인 수광 블록(630)을 나타낸 것이다. 도 6b는 도 6a의 수광 블록(630)에 포함되는 3 개의 검출기들(632a 내지 632c)의 측면도를 나타낸 것이다. 수광 블록(630)은 도 1 내지 도 3에 기술된 수광 블록들(130, 230, 및 330)에 대응할 수 있다. 예를 들어, 수광 블록(630)은, 도 2에 기술된 수광 블록(230), 검출기들(232) 및 곡면 평면(238)과 유사하게, 렌즈(650)에 의해 규정된 곡면 표면(638)을 따라 배열된 복수의 검출기들(632a 내지 632c)을 포함한다. 렌즈(650)로부터의 접속된 광(608a 내지 608c)은, 도 2에 기술된 접속된 광(208a 내지 208c), 렌즈(250), 반사 표면(242), 및 검출기들(232a 내지 232c)과, 각각, 유사하게 반사 표면(642)을 포함하는 수광 경로를 따라 검출기들(632a 내지 632c) 상으로 전파한다.
- [0076] 수광 블록(630)은 복수의 검출기들(632a 내지 632c)이 곡면 표면(638)을 따라 배열되어 있는 연성 기판(680)을 포함한다. 연성 기판(680)은 곡면 표면(638)을 가지는 수광 블록 하우징(690)에 장착됨으로써 곡면 표면(638)과 부합한다. 도 6에 예시된 바와 같이, 곡면 표면(638)은 수광 블록(630)의 수직 및 수평 축을 따라 곡면인 검출기들(632a 내지 632c)의 배열을 포함한다.
- [0077] 도 7a 및 도 7b는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 비구면(752)과 환상면(754)을 갖는 예시적인 렌즈(750)를 나타낸 것이다. 도 7b는 도 7a에 도시된 예시적인 렌즈(750)의 단면도를 나타낸 것이다. 렌즈(750)는 도 1 내지 도 3에 포함된 렌즈(150, 250, 및 350)에 대응할 수 있다. 예를 들어, 렌즈(750)는 광원으로부터 환상면(754)에 입사하는 광을 비구면(752)으로부터 밖으로 전파하는 시준된 광으로 시준하기도 하고 비구면(752)으로부터 들어오는 반사된 광을 검출기 상으로 접속시키기도 하도록 구성될 수 있다. 비구면(752) 및 환상면(754)을 포함하는 렌즈(750)의 구조는 렌즈(750)가 상기 예에 기술된 시준과 접속의 양 기능을 수행할 수 있게 한다.
- [0078] 일부 예들에서, 렌즈(750)는, 비구면(752) 및 환상면(754)으로 인해, 렌즈(750)를 통해 전파하는 광의 초점면을 규정한다. 이 예들에서, 환상면(754)에 들어가는 광을 제공하는 광원들은 규정된 초점면을 따라 배열될 수 있고, 비구면(752)에 들어가는 광으로부터 접속된 광을 수광하는 검출기들도 규정된 초점면을 따라 배열될 수 있다.
- [0079] 시준을 위한 송광 렌즈 및 접속을 위한 수광 렌즈 대신에, 이 기능들(송광된 광을 시준하는 것 및 수광된 광을 접속시키는 것) 둘 다를 수행하는 렌즈(750)를 사용하는 것에 의해, 크기, 비용, 및/또는 복잡성과 관련한 장점들이 제공될 수 있다.
- [0080] 도 8a는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 차량(800) 상에 장착된 예시적인 LIDAR 디바이스(810)를 나타낸 것이다. 도 8a는 차량(800)의 우측면도, 정면도, 배면도, 및 상면도를 나타낸 것이다. 차량(800)이 도 8에서 승용차로서 예시되어 있지만, 다른 예들이 가능하다. 예를 들면, 차량(800)은, 예들 중에서도 특히, 트럭, 밴, 세미 트레일러 트럭(semi-trailer truck), 오토바이, 골프 카트, 오프로드 차량, 또는 농장용 차량을 나타낼 수 있다.
- [0081] 도 8a에 도시된 LIDAR 디바이스(810)의 구조, 기능, 및 동작은 도 1 내지 도 3에 도시된 예시적인 LIDAR 디바이스들(100, 200, 및 300)과 유사하다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(810)는 축을 중심으로 회전하여 LIDAR 디바이스(810)의 주변 환경의 3차원 지도를 결정하도록 구성될 수 있다. 회전을 용이하게 하기 위해, LIDAR 디바이스(810)가 플랫폼(802) 상에 장착될 수 있다. 일부 예들에서, 플랫폼(802)은 차량(800)이 LIDAR 디바이스(810)의 회전축을 제어할 수 있게 하는 이동식 마운트(movable mount)를 포함할 수 있다.
- [0082] LIDAR 디바이스(810)가 차량(800) 상의 특정의 위치에 장착되는 것으로 도시되어 있지만, 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(810)가 차량(800) 상의 다른 곳에 장착될 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(810)가 차량(800) 상부 상의, 차량(800)의 측면 상의, 차량(800) 아래쪽의, 차량(800)의 후드(hood) 상의, 그리고/또는 차량(800)의 트렁크 상의 아무 곳에나 장착될 수 있다.
- [0083] LIDAR 디바이스(810)는 렌즈(812)를 포함하고, 도 1 내지 도 3에 기술된 렌즈(150, 250, 및 350)와 유사하게, 시준된 광이 렌즈(812)를 통해 LIDAR 디바이스(810)로부터 LIDAR 디바이스(810)의 주변 환경으로 송광된다. 이와 유사하게, 렌즈(812)는 또한 주변 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사된, LIDAR 디바이스(810)의 주변 환경으로부터의 반사된 광을 수광하도록 구성될 수 있다.
- [0084] 도 8b는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, 도 8a에 도시된 LIDAR 디바이스(810)가 하나 이상의 물체들을 포함하는 환경(830)을 스캐닝하고 있는 시나리오를 나타낸 것이다. 이 예시적인 시나리오에서, 차량(800)은 환경(830)에서 도로(822) 상을 주행하고 있을 수 있다. 플랫폼(802)에 의해 규정된 축을 중심으로

LIDAR 디바이스(810)를 회전시키는 것에 의해, LIDAR 디바이스(810)는, 차선들(824a 내지 824b), 다른 차량들(826a 내지 826c), 및/또는 도로명 표지판(828)과 같은, 주변 환경(830)에 있는 물체들의 양태들을 결정할 수 있을 것이다. 이와 같이, LIDAR 디바이스(810)는, 물체들의 거리, 형상, 색깔, 및/또는 물질 유형을 비롯한, 주변 환경(830)에 있는 물체들에 관한 정보를 차량(800)에 제공할 수 있다.

[0085] 도 9는 본 명세서에 기술되는 적어도 일부 실시예들에 따른, LIDAR 디바이스를 동작시키는 방법(900)의 플로우 차트이다. 도 9에 도시된 방법(900)은, 예를 들어, LIDAR 디바이스들(100, 200, 및 300)에서 사용될 수 있을 방법의 일 실시예를 제시한다. 방법(900)은 블록들(902 내지 912) 중 하나 이상에 의해 예시되어 있는 하나 이상의 동작들, 기능들 또는 행동들을 포함할 수 있다. 블록들이 순차적 순서로 예시되어 있지만, 이 블록들이, 어떤 경우들에서, 병렬로, 및/또는 본 명세서에 기술되는 것들과 상이한 순서로 수행될 수 있다. 또한, 다양한 블록들이, 원하는 구현에 기초하여, 보다 적은 수의 블록들로 결합되고, 부가의 블록들로 나누어지며, 그리고/또는 제거될 수 있다.

[0086] 그에 부가하여, 본 명세서에 개시된 방법(900) 및 다른 프로세스들 및 방법들에 있어서, 플로우차트는 본 실시 예들의 하나의 가능한 구현의 기능 및 동작을 나타낸다. 이와 관련하여, 각각의 블록은 제조 또는 동작 프로세스의 모듈, 세그먼트, 또는 일부분을 나타낼 수 있다.

[0087] 블록(902)에서, 방법(900)은 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스의 하우징을 축을 중심으로 회전시키는 단계를 포함하고, 여기서 하우징은 송광 블록, 수광 블록, 및 공유 공간을 포함하는 내부 공간을 가지며, 여기서 송광 블록은 출구 개구를 갖고, 여기서 수광 블록은 입구 개구를 갖는다.

[0088] 블록(904)에서, 방법(900)은 송광 블록에 있는 복수의 광원들에 의해, 송광 경로를 거쳐 공유 공간에 들어가는 복수의 광빔들을 방출하는 단계 - 광빔들은 어떤 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 포함함 - 를 포함한다.

[0089] 블록(906)에서, 방법(900)은 송광 경로를 따라 하우징에 장착된 렌즈에서 광빔들을 수광하는 단계를 포함한다.

[0090] 블록(908)에서, 방법(900)은, 렌즈에 의해, LIDAR 디바이스의 환경 내로 송광하기 위해 광빔들을 시준하는 단계를 포함한다.

[0091] 블록(910)에서, 방법(900)은, 렌즈에 의해, 집광된 광을 공유 공간 및 수광 블록의 입구 개구를 통해 뻗어 있는 수광 경로를 거쳐 수광 블록에 있는 복수의 검출기들 상으로 집속시키는 단계를 포함한다.

[0092] 블록(912)에서, 방법(900)은, 수광 블록에 있는 복수의 검출기들에 의해, 집속된 광으로부터 그 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 검출하는 단계를 포함한다.

[0093] 예를 들어, LIDAR 디바이스(200)와 같은 LIDAR 디바이스가 축을 중심으로 회전될 수 있다(블록(902)). 송광 블록(220)과 같은 송광 블록은 어떤 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광빔들을 출구 개구 및 공유 공간을 통해 렌즈로 방출하는 복수의 광원들을 포함할 수 있다(블록(904)). 광빔들은 렌즈에 의해 수광되고(블록(906)), LIDAR 디바이스의 환경으로 송광하기 위해 시준될 수 있다(블록(908)). 시준된 광은 이어서 LIDAR 디바이스의 환경에 있는 하나 이상의 물체들로부터 반사되고, 렌즈에 의해 집광되는 반사된 광으로서 되돌아올 수 있다. 렌즈는 이어서 집광된 광을 공유 공간 및 수광 블록의 입구 개구를 통해 뻗어 있는 수광 경로를 거쳐 수광 블록에 있는 복수의 검출기들 상으로 집속시킬 수 있다(블록(910)). 수광 블록에 있는 복수의 검출기들은 이어서 광원들로부터의 방출된 광빔들의 파장 범위 내의 파장들을 가지는 광을 집속된 광으로부터 검출할 수 있다(블록(912)).

[0094] 예들 내에서, 기술된 디바이스들 및 동작 방법들은 축을 중심으로 회전되며 시준된 광을 송광하고 반사된 광을 집광시키도록 구성되는 LIDAR 디바이스를 포함한다. 시준 및 집속은 공유 렌즈에 의해 수행될 수 있다. 시준을 위한 송광 렌즈 및 집속을 위한 수광 렌즈 대신에, 이 기능들 둘 다를 수행하는 공유 렌즈를 사용하는 것에 의해, 크기, 비용, 및/또는 복잡성과 관련한 장점들이 제공될 수 있다. 그에 부가하여, 일부 예들에서, 공유 렌즈는 곡면 초점면을 규정할 수 있다. 이 예들에서, 공유 렌즈를 통해 광을 방출하는 광원들 및 공유 렌즈에 의해 집속된 광을 수광하는 검출기들은 공유 렌즈에 의해 규정된 곡면 초점면을 따라 배열될 수 있다.

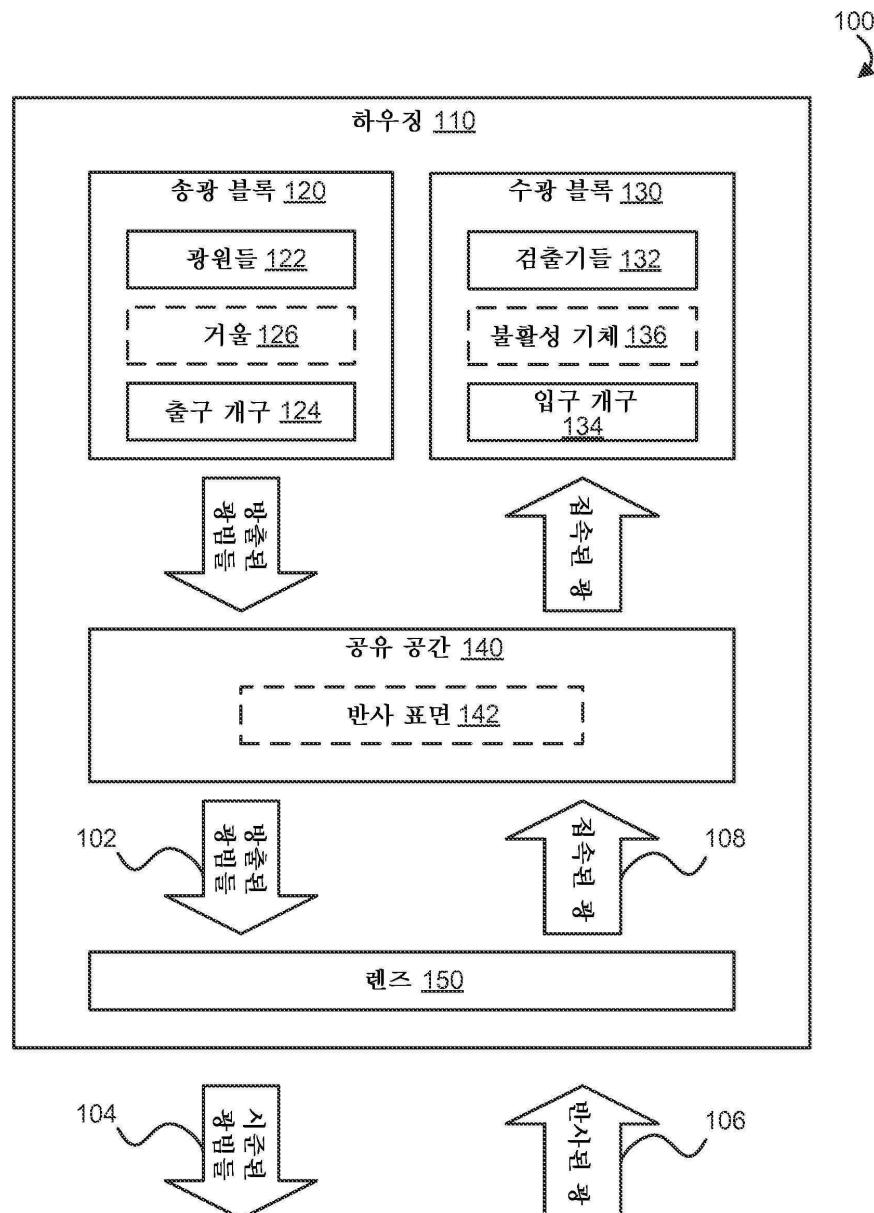
[0095] 본 명세서에 기술된 배열들이 예시를 위한 것에 불과하다는 것을 잘 알 것이다. 그에 따라, 통상의 기술자라면 다른 배열들 및 다른 요소들(예컨대, 기계들, 인터페이스들, 기능들, 순서들, 및 기능들의 그룹들 등)이 그 대신에 사용될 수 있고, 어떤 요소들이 원하는 결과들에 따라 완전히 생략될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 게다가, 기술되어 있는 요소들 중 다수는 개별 또는 분산 구성요소들로서 또는 다른 구성요소들과 함께, 임의의 적당한 조합으로 그리고 임의의 적당한 위치에 구현될 수 있는 기능 엔터티들이거나, 독립적인 구조들로서 기술된 다른 구조적 요소들이 결합될 수 있다.

[0096]

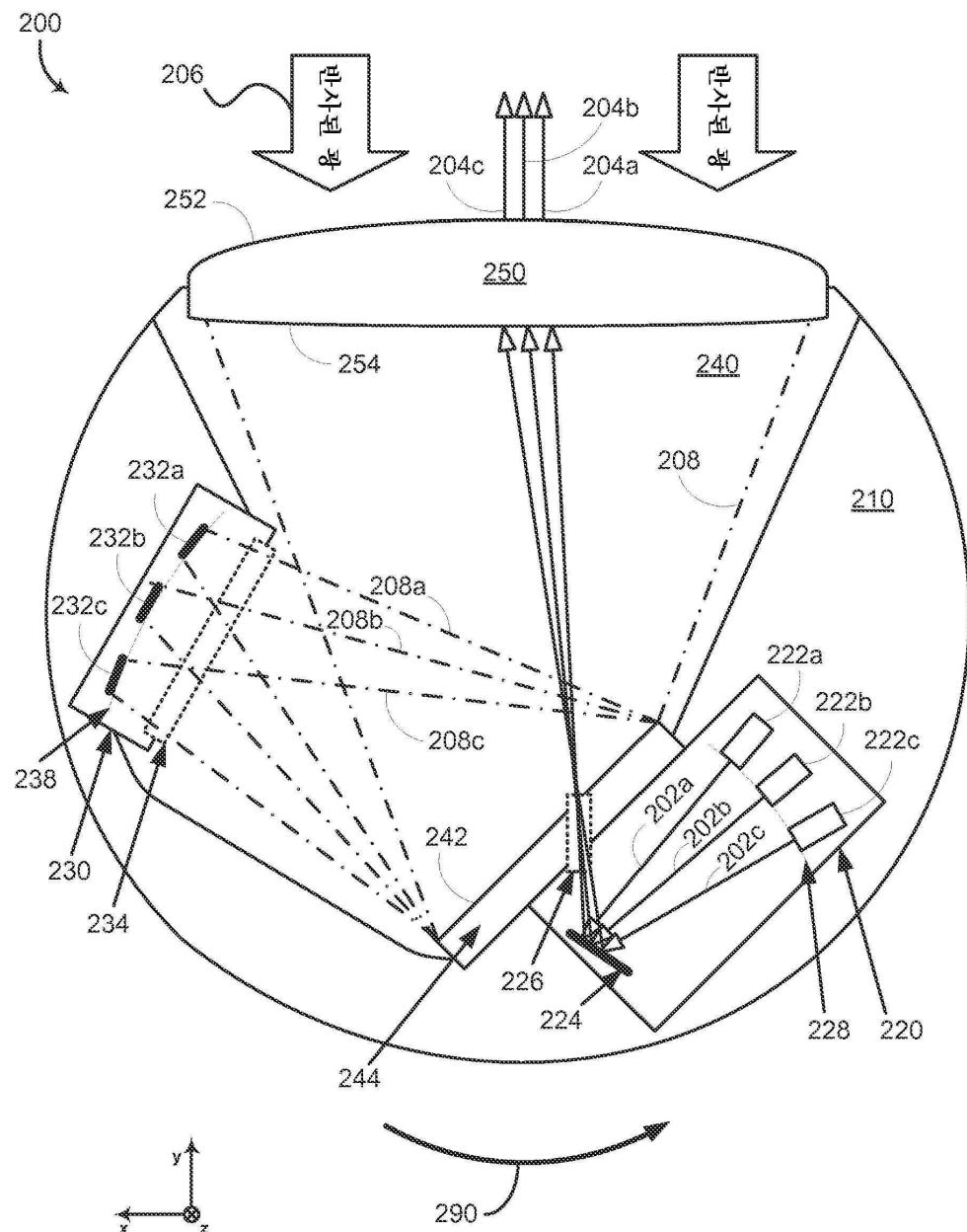
다양한 양태들 및 실시예들이 본 명세서에 개시되어 있지만, 다른 양태들 및 실시예들이 통상의 기술자에게는 명백할 것이다. 본 명세서에 개시되어 있는 다양한 양태들 및 실시예들은 예시를 위한 것이고 제한하기 위한 것이 아니며, 진정한 범주는, 첨부된 청구항들의 자격을 가지는 등가물들의 전체 범주와 함께, 첨부된 청구항들에 의해 나타내어진다. 또한 본 명세서에서 사용된 용어가 특정의 실시예들을 설명하기 위한 것에 불과하고 제한하기 위한 것이 아님을 잘 알 것이다.

도면

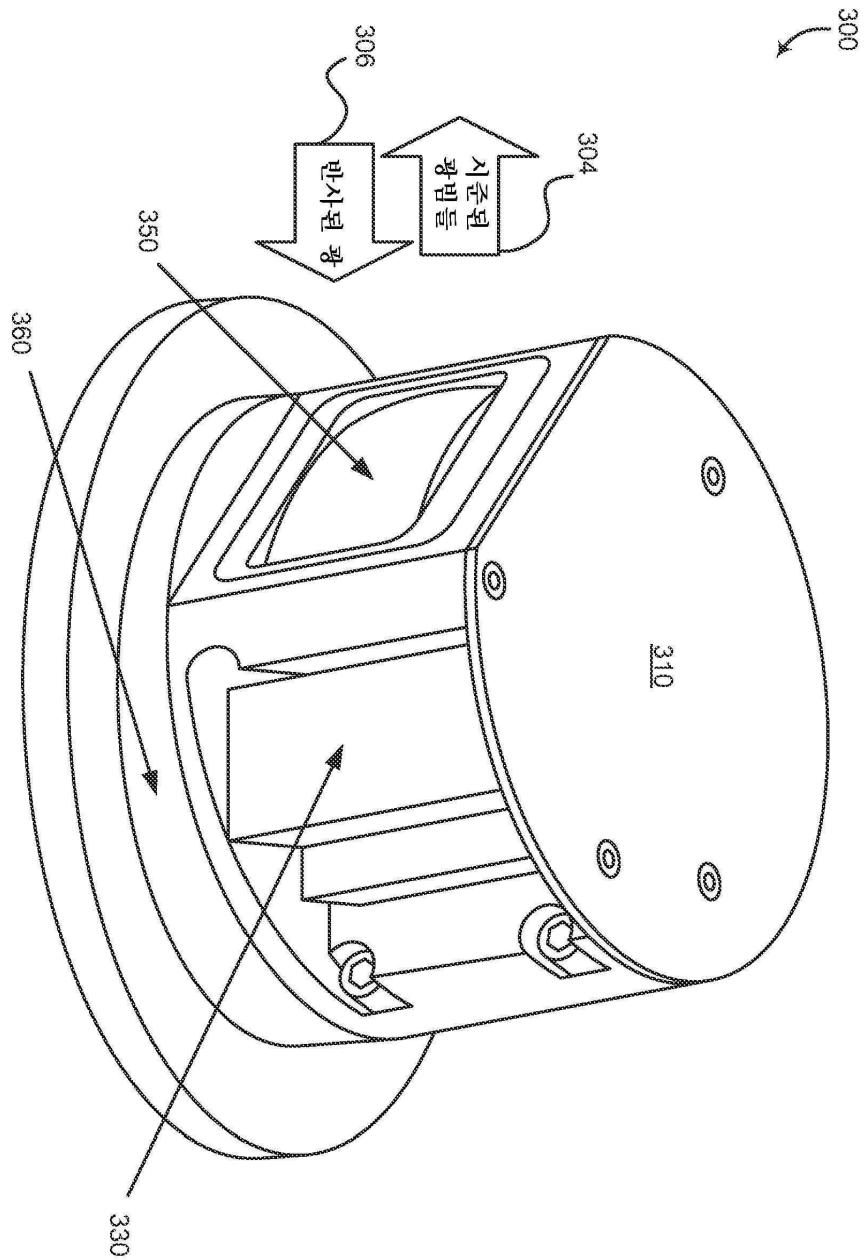
도면1



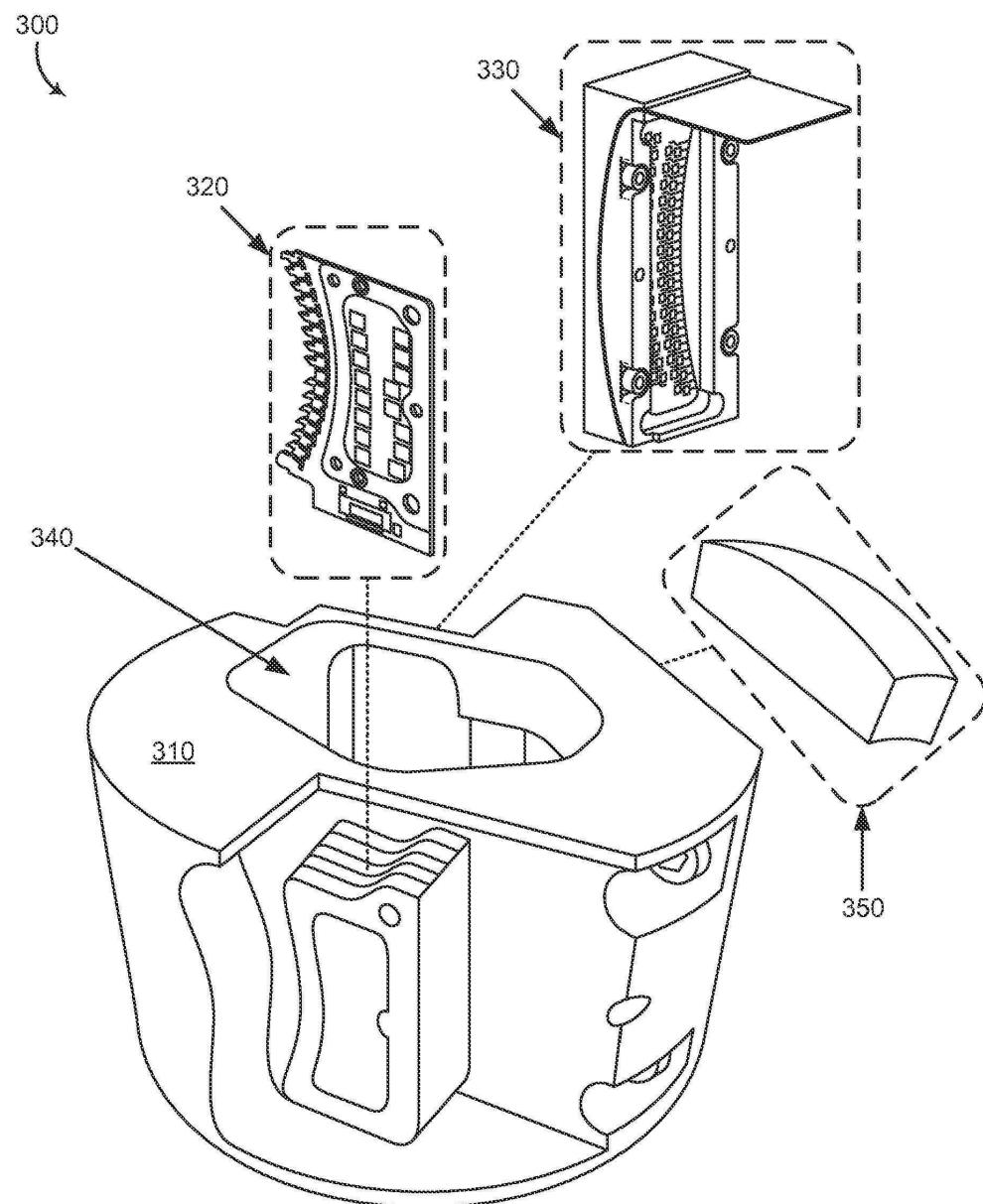
도면2



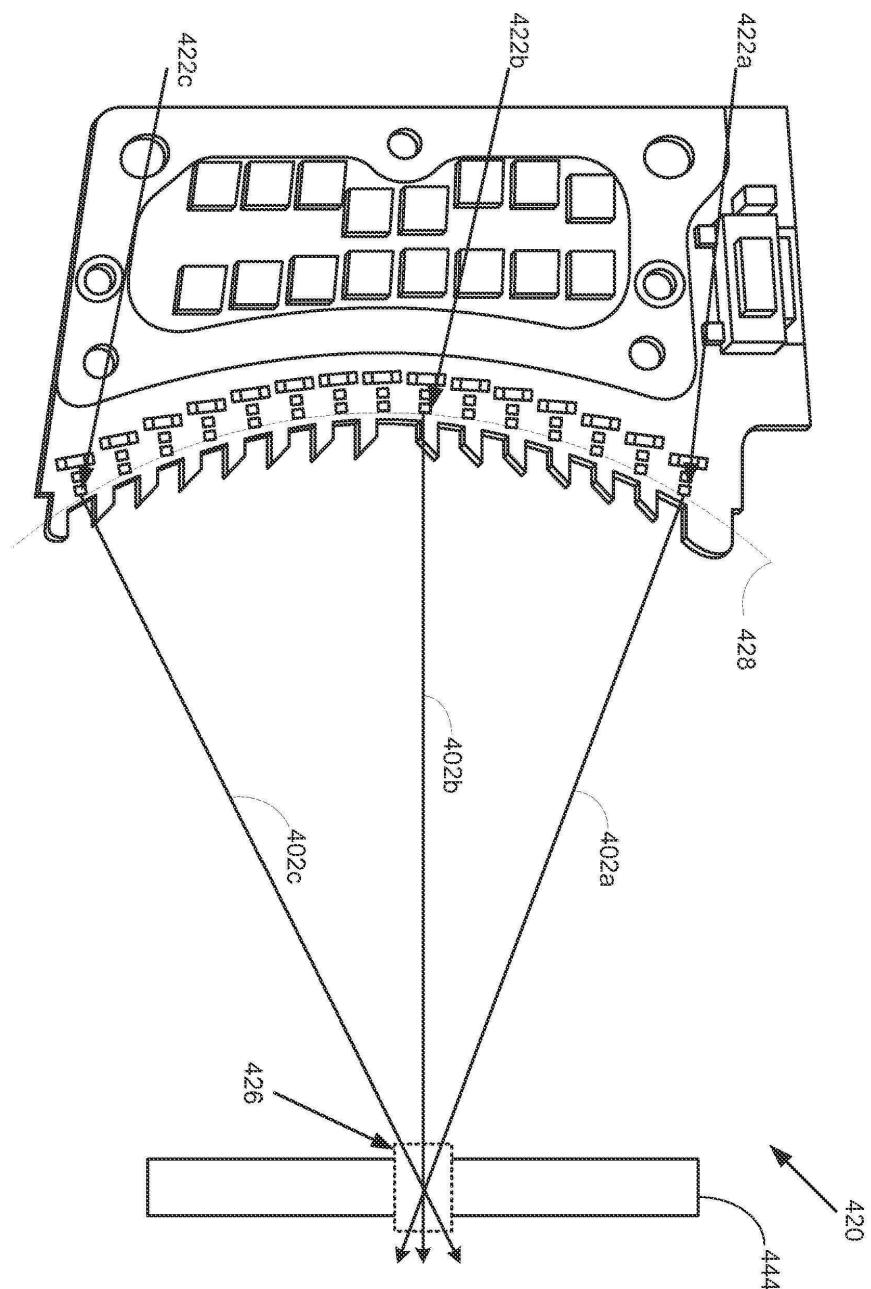
도면3a



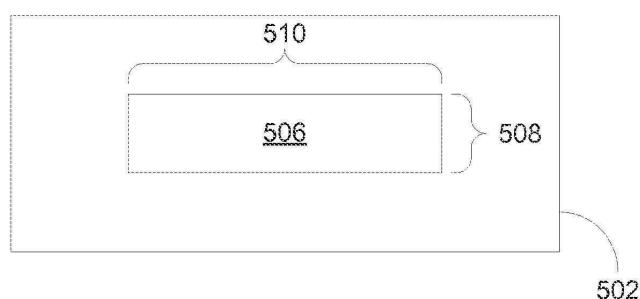
도면3b



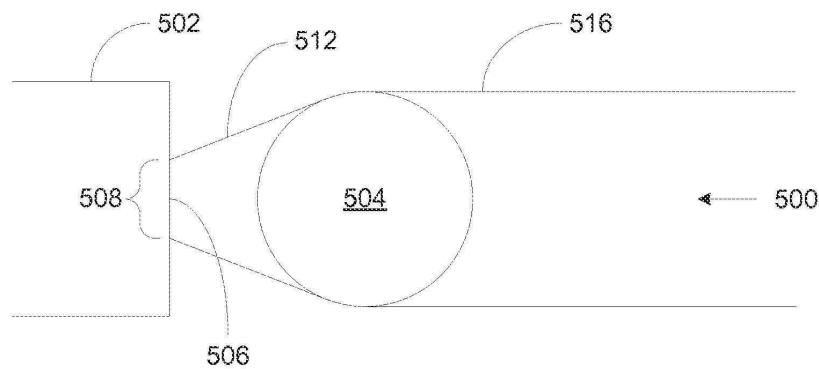
도면4



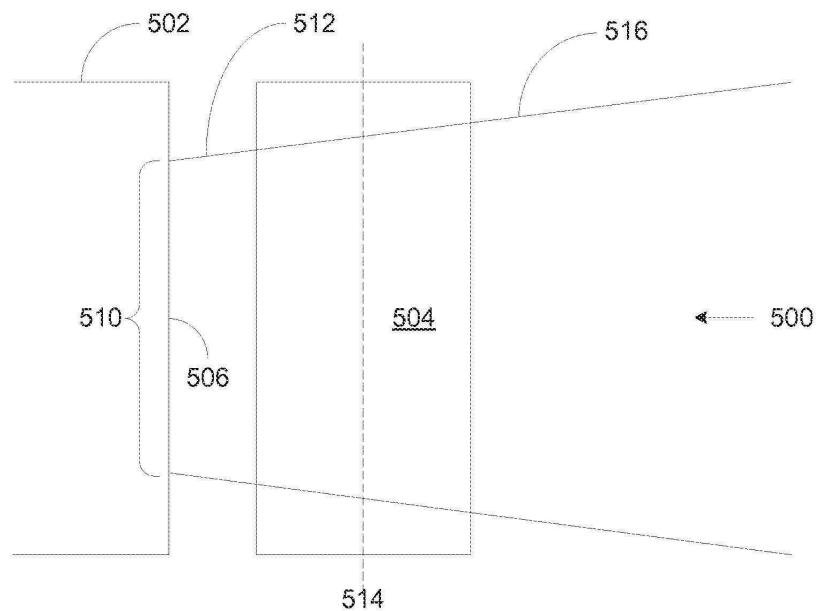
도면5a



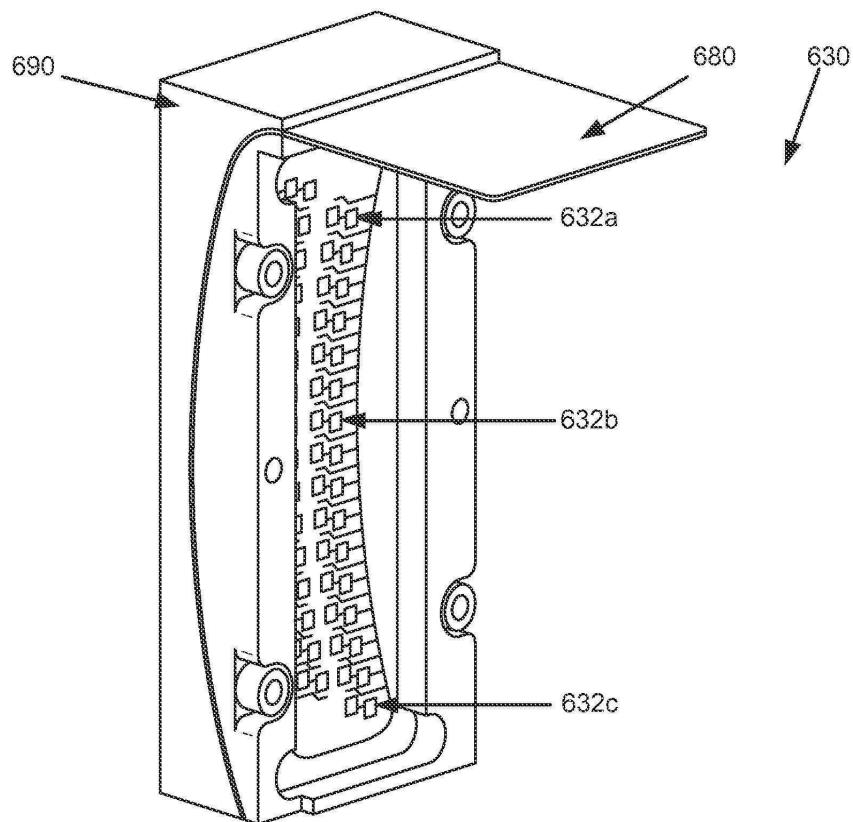
도면5b



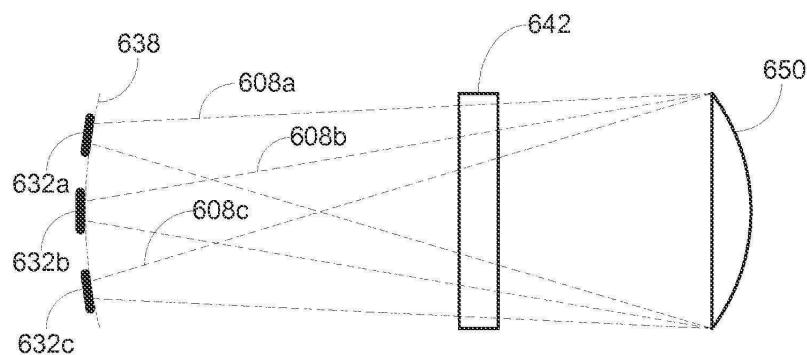
도면5c



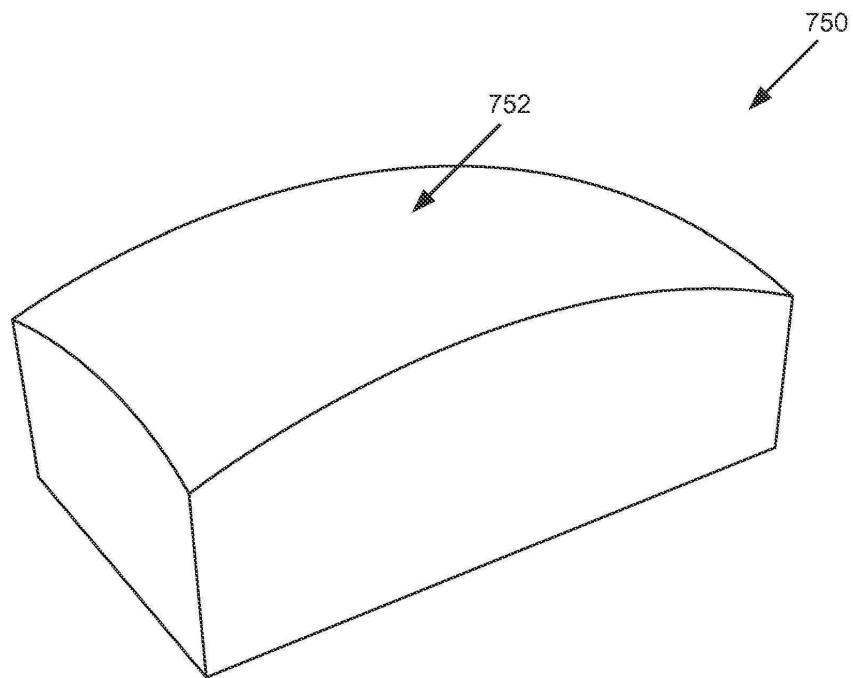
도면6a



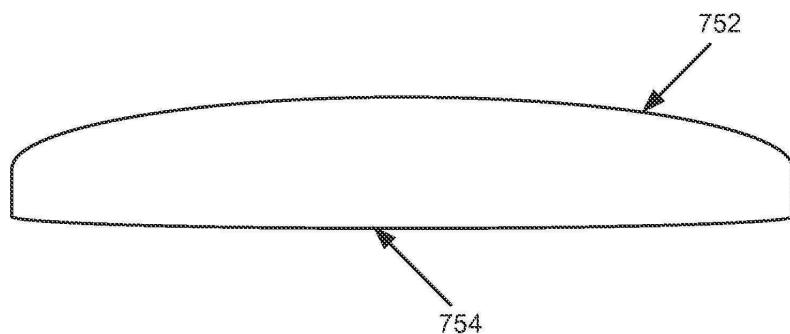
도면6b



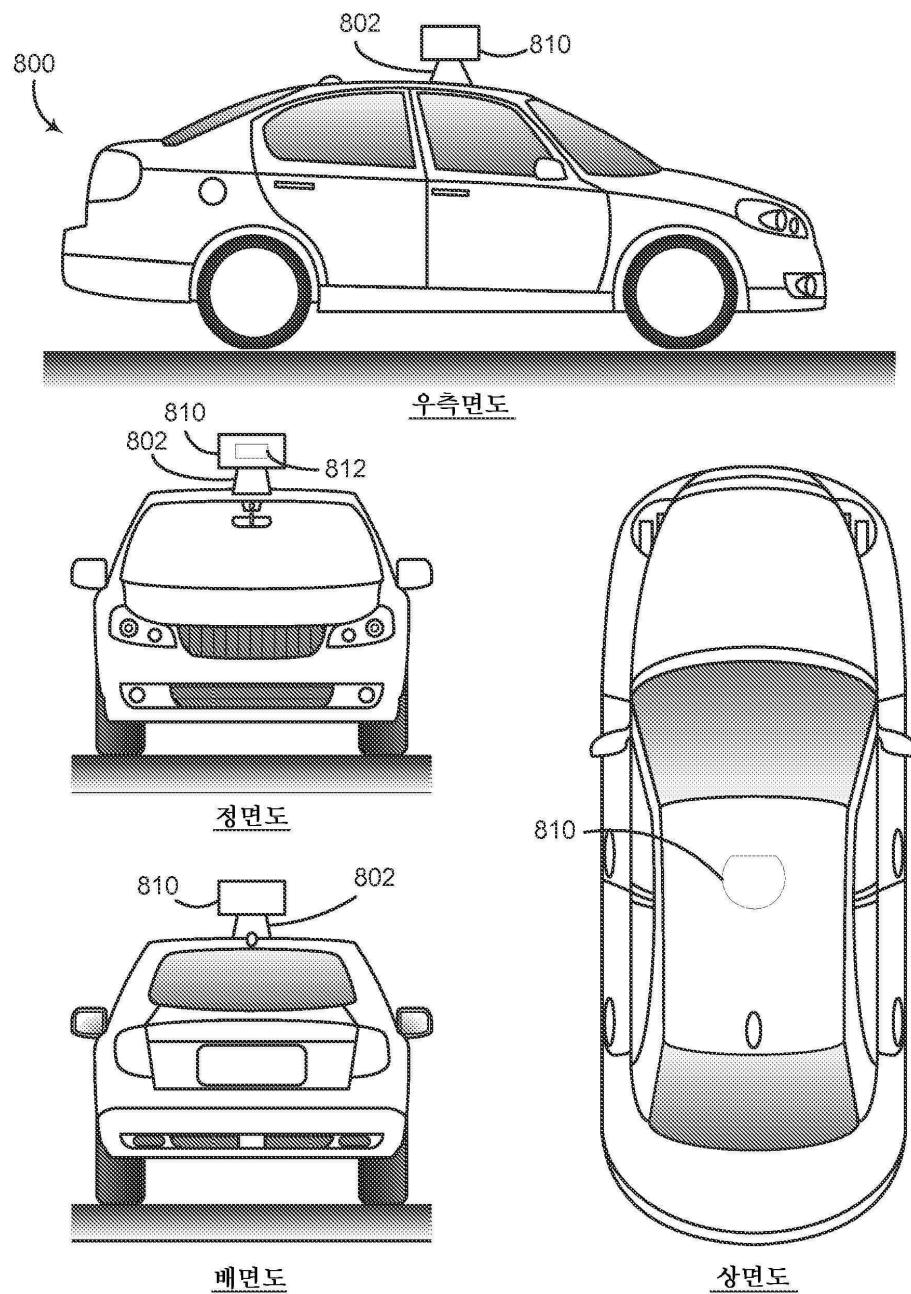
도면7a



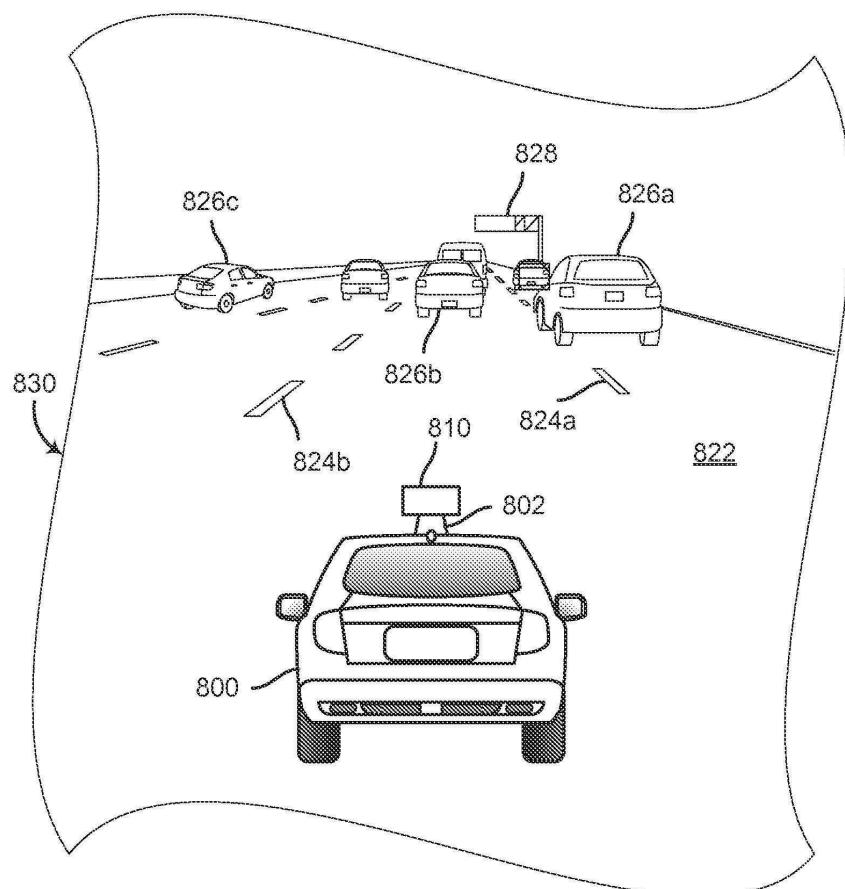
도면7b



도면8a



도면8b



도면9

