



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0055655
(43) 공개일자 2020년05월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/491 (2020.01) G01S 7/481 (2006.01)
G01S 7/486 (2020.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 7/4911 (2013.01)
G01S 7/4814 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0139314
- (22) 출원일자 2019년11월04일
심사청구일자 2019년11월07일
- (30) 우선권주장
10 2018 128 164.1 2018년11월12일 독일(DE)

- (71) 출원인
인피니온 테크놀로지스 아게
독일연방공화국 85579 노이비베르크 암 캠페운 1-15
- (72) 발명자
투르너, 토마스
오스트리아 그라츠 8044 크루제게르베크 7비
브루너, 다비드
오스트리아 도베르스베르크 3843 메르켈게르슈 9
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 백만기

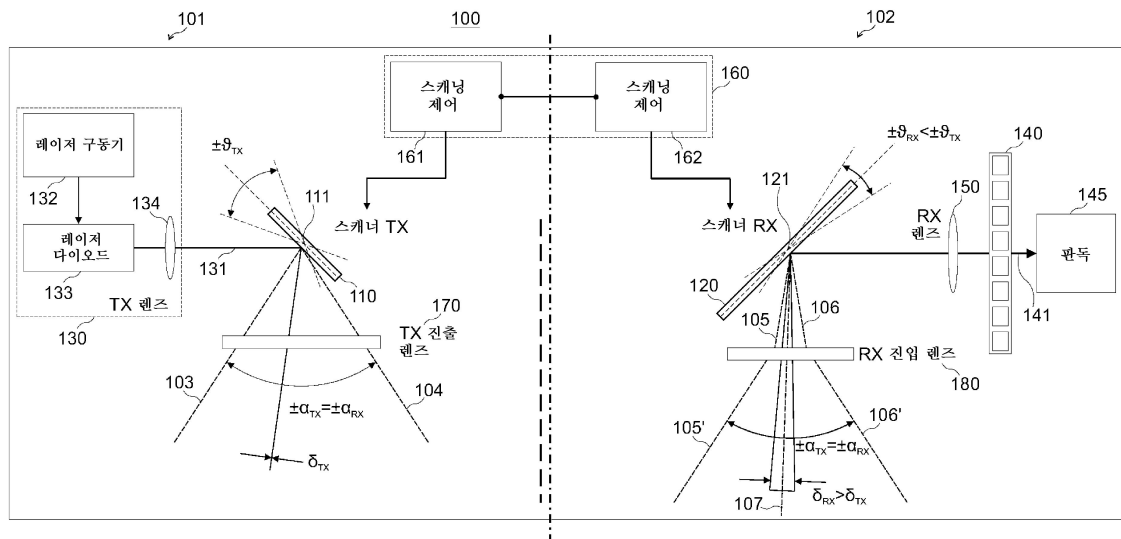
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 LIDAR 센서들 및 LIDAR 센서들을 위한 방법들

(57) 요약

LIDAR 센서가 제안된다. LIDAR 센서는, 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면을 포함한다. LIDAR 센서는 또한, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 LIDAR 센서의 광검출기 상으로 안내하기 위하여 제2 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면을 포함한다. 제1 회전 축 및 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장된다. LIDAR 센서는, 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도로 발진하도록 제1 반사 표면을 구동하고, 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 제2 반사 표면을 구동하도록 적응되는 제어 회로를 추가로 포함한다. 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 더 크고, 제1 반사 표면의 면적은 제2 반사 표면의 면적보다 더 작다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01S 7/4816 (2013.01)

G01S 7/4861 (2013.01)

(72) 발명자

헤네케, 마르쿠스 에드워드

오스트리아 그라츠 8045 네포북가세 26비/7

슈이터, 게오르크

오스트리아 비엔나 1230 안톤-크리거-가세 1-23

유, 한웅

오스트리아 빈 1130 프렘라이너가세 35/4/10

명세서

청구범위

청구항 1

LIDAR 센서(100)로서,

광 빔(131)을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축(111) 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면(110);

상기 LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 상기 LIDAR 센서의 광검출기(140) 상으로 안내하기 위하여 제2 회전 축(121) 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면(120) - 상기 제1 회전 축(111) 및 상기 제2 회전 축(121)은 서로에 대해 평행하게 연장됨 -; 및

제1 최대 편위 각도(excursion angle)로 상기 제1 회전 축(111) 주위에서 발진하도록 상기 제1 반사 표면(110)을 구동하고, 제2 최대 편위 각도로 상기 제2 회전 축(121) 주위에서 발진하도록 상기 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적응되는 제어 회로(160)

를 포함하고,

상기 제1 최대 편위 각도는 상기 제2 최대 편위 각도보다 더 크고,

상기 제1 반사 표면(110)의 면적은 상기 제2 반사 표면(120)의 면적보다 더 작은, LIDAR 센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어 회로(160)는 상기 제1 회전 축(111) 및 상기 제2 회전 축(121) 주위에서 동기적으로 각각 발진하도록 상기 제1 반사 표면(110) 및 상기 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적응되는, LIDAR 센서.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제어 회로(160)는 상기 제1 회전 축(111) 및 상기 제2 회전 축(121) 주위에서 서로에 대한 동일한 주파수 및 미리 결정된 위상 관계로 각각 발진하도록 상기 제1 반사 표면(110) 및 상기 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적응되는, LIDAR 센서.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 입체각(solid angle)으로부터의 광을 상기 제2 반사 표면(120) 상으로 이미징하도록 구성되는 수신 광학계(180)를 더 포함하고, 상기 제2 입체각은 상기 제1 반사 표면(110)이 상기 광 빔을 편향시키는 제1 입체각과 동일하거나 이보다 더 큰, LIDAR 센서.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 수신 광학계(180)는 제1 렌즈계이고, 상기 LIDAR 센서는, 상기 제1 렌즈계와 상이하고 상기 제1 반사 표면(110)에 의해 편향된 광 빔들을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 투과하도록 적응되는 제2 렌즈계를 포함하는, LIDAR 센서.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 최대 편위 각도는 상기 제2 최대 편위 각도보다 적어도 3배 큰, LIDAR 센서.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광검출기(140)는 감광성 센서 요소(light-sensitive sensor element)들의 1차원 또는 2차원 배열인, LIDAR 센서.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 반사 표면(110) 및 상기 제2 반사 표면(120)은 기계적으로 결합되는, LIDAR 센서.

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 반사 표면(110) 및 상기 제2 반사 표면(120)은 기계적으로 결합해제되는, LIDAR 센서.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 반사 표면(110)은 MEMS 미러인, LIDAR 센서.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 추가의 광 빔을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제 3 회전 축 주위에서 상기 제1 반사 표면(110)과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제3 반사 표면을 더 포함하는, LIDAR 센서.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 상기 광검출기 상으로 안내하기 위하여 제4 회전 축 주위에서 상기 제2 반사 표면(120)과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제4 반사 표면을 더 포함하는, LIDAR 센서.

청구항 13

LIDAR 센서(300, 400)로서,

제1 광 빔(331)을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축(311) 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면(310); 및

제2 광 빔(332)을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제2 회전 축(321) 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면(320)

을 포함하는, LIDAR 센서.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1 회전 축(311) 및 상기 제2 회전 축(321) 주위에서 동기적으로 각각 발진하도록 상기 제1 반사 표면(310) 및 상기 제2 반사 표면(320)을 구동하도록 적용되는 제어 회로(360)를 더 포함하는, LIDAR 센서.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 제어 회로는 상기 제1 회전 축(311) 및 상기 제2 회전 축(321) 주위에서 서로에 대한 동일한 주파수 및 미리 결정된 위상 관계로 각각 발진하도록 상기 제1 반사 표면(310) 및 상기 제2 반사 표면(320)을 구동하도록 적용되는, LIDAR 센서.

청구항 16

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 반사 표면(310) 및 상기 제2 반사 표면(320)은 상기 제1 광 빔(331) 및 상기 제2 광 빔(332)을 상기 LIDAR 센서의 동일한 시야(field-of-view) 영역으로 편향시키도록 구성되는, LIDAR 센서.

청구항 17

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 반사 표면(310) 및 상기 제2 반사 표면(320)은 상기 제1 광 빔(331) 및 상기 제2 광 빔(332)을 상기 LIDAR 센서의 상이한 시야 영역들로 편향시키도록 구성되는, LIDAR 센서.

청구항 18

제13항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 수신하도록 구성되는 광검출기(340)를 더 포함하는, LIDAR 센서.

청구항 19

LIDAR 센서를 위한 방법(500)으로서,

제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 광 빔을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계(502);

제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, 상기 LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 상기 LIDAR 센서의 광검출기 상으로 안내하는 단계(504) - 상기 제1 회전 축 및 상기 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장되고, 상기 제1 반사 표면의 면적은 상기 제2 반사 표면의 면적보다 더 작음 -;

상기 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도로 발진하도록 상기 제1 반사 표면을 구동하는 단계(506); 및

상기 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 상기 제2 반사 표면을 구동하는 단계(508) - 상기 제1 최대 편위 각도는 상기 제2 최대 편위 각도보다 더 큼 -

를 포함하는, 방법.

청구항 20

LIDAR 센서를 위한 방법(600)으로서,

제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 제1 광 빔을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계(602); 및

제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, 제2 광 빔을 상기 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계(604)

를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 예시적인 실시예들은 LIDAR(Light Detection And Ranging)(광 검출 및 거리측정) 센서들 및 LIDAR 센서들을 위한 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] MEMS(MicroElectroMechanical System)(미세전기기계 시스템) 미러(mirror)들에 기초한 LIDAR 스캐닝 시스템(LIDAR scanning system)들은 1차원(one dimension)(1D) 또는 2차원(two dimensions)(2D)에서의 환경의 측방향 스캐닝(lateral scanning)을 허용하고, 요구된 레이저 조명 전력을 감소시키고, 스캔 해상도(scan resolution)를 증가시키고, 및/또는 1D 검출기 배열들 또는 포인트 검출기들이 LIDAR 애플리케이션들을 위하여 이용가능하게 하기 위하여, MEMS 미러들에 기초한 스캐닝 시스템을 이용한다. MEMS 미러들에 기초한 이러한 스캐닝 시스템들은 미러 발진의 제한된 최대 각도 진폭 때문에 감소된 시야(field of view)(FOV)만을 가진다. FOV는 광학기에 의해 확대될 수 있지만, 이것은 측방향 스캐닝을 위한 열등한 각도 해상도를 초래한다.

[0003] 수신 경로에서의 1D 검출기 어레이와 조합한 방출 경로(emission path)에서의 1D 스캐닝 미러는 또한, 150 미터 이상의 영역에서 장거리 LIDAR를 허용하지 않는다. 예를 들어, 자동차 섹터에서와 같은 애플리케이션의 일부 분야에서, 150 미터 이상의 범위들을 갖는 장거리 LIDAR의 이용은 도움이 될 것이다.

발명의 내용

[0004] 그러므로, 개선된 LIDAR 센서를 제공하기 위한 필요성이 있다.

[0005] 그 필요성은 특히 청구항들의 발명 요지에 의해 충족될 수 있다.

[0006] 하나의 예시적인 실시예는 LIDAR 센서에 관한 것이다. LIDAR 센서는, 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면을 포함한다. LIDAR 센서는 또한, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 LIDAR 센서의 광검출기(photodetector) 상으로 안내하기 위하여 제2 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면을 포함한다. 제1 회전 축 및 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장된다. LIDAR 센서는 또한, 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도(excursion angle)로 발진하도록 제1 반사 표면을 구동하고, 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 제2 반사 표면을 구동하도록 적응되는 제어 회로를 포함한다. 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 더 크고, 제1 반사 표면의 면적은 제2 반사 표면의 면적보다 더 작다.

[0007] 추가의 예시적인 실시예는 LIDAR 센서를 위한 방법에 관한 것이다. 방법은 제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한, 제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 LIDAR 센서의 광검출기 상으로 안내하는 단계를 포함한다. 제1 회전 축 및 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장되고, 제1 반사 표면의 면적은 제2 반사 표면의 면적보다 더 작다. 방법은 또한, 제1 반사 표면이 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도로 발진하도록 제1 반사 표면을 구동하는 단계를 포함한다. 방법은 또한, 제2 반사 표면이 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 제2 반사 표면을 구동하는 단계를 포함한다. 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 더 크다.

[0008] 하나의 예시적인 실시예는 또한, 추가의 LIDAR 센서에 관한 것이다. LIDAR 센서는, 제1 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면을 포함한다. LIDAR 센서는 또한, 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제2 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면을 포함한다.

[0009] 하나의 예시적인 실시예는 추가로, LIDAR 센서를 위한 추가의 방법에 관한 것이다. 방법은 제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 제1 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계를 포함한다. 방법은 추가로, 제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0010] 디바이스들 및/또는 방법들의 일부 예들은 첨부된 도면들을 참조하여 이하에서 단지 예로서 더 상세하게 설명될 것이고:

- 도 1은 LIDAR 센서의 제1 예시적인 실시예를 도시하고;
- 도 2는 기계적으로 결합된 MEMS 미러들의 예시적인 실시예를 도시하고;
- 도 3은 LIDAR 센서의 제2 예시적인 실시예를 도시하고;
- 도 4는 LIDAR 센서의 제3 예시적인 실시예를 도시하고;
- 도 5는 LIDAR 센서를 위한 하나의 방법의 예시적인 실시예의 플로우차트를 도시하고;
- 도 6은 LIDAR 센서를 위한 추가의 방법의 예시적인 실시예의 플로우차트를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 다양한 예들은 일부 예들이 표현되는 첨부된 도면들을 명시적으로 참조하면서 지금부터 설명될 것이다. 도면들에서, 라인들, 층들, 및/또는 영역들의 두께들은 예시를 위하여 과장될 수 있다.

[0012] 다양한 변형들 및 대안적인 형태들의 추가의 예들이 적당하지만, 그 일부 특정한 예들이 이에 따라 도면들에서 도시되고 이하에서 명시적으로 설명될 것이다. 그러나, 이 상세한 설명은 추가의 예들을 설명된 특정한 형태들로 한정하지 않는다. 추가의 예들은 개시내용의 범위 내에 귀속하는 모든 변형들, 대응관계들, 및 대안들을 포괄할 수 있다. 동일하거나 유사한 참조들은 도면들의 설명 전반에 걸쳐, 동일하거나 유사하고 서로에 관하여 동일하거나 변형된 형태로 구현될 수 있는 요소들을 지칭하는 반면, 그 참조들은 동일하거나 유사한 기능을 제공한다.

[0013] 요소가 또 다른 요소에 "접속" 또는 "결합"된 것으로서 지칭될 때, 요소들은 직접적으로 또는 하나 이상의 중간 요소들을 통해 접속될 수 있거나 결합될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 2개의 요소들 A 및 B가 "또는"을 이

용함으로써 조합될 때, 이것은 명시적으로 또는 묵시적으로 이와 다르게 정의되지 않으면, 모든 가능한 조합들, 즉, 오직 A, 오직 B 뿐만 아니라, A 및 B가 개시된다는 것을 의미하는 것으로서 이해되어야 한다. 동일한 조합들에 대한 대안적인 공식화는 "A 및 B 중의 적어도 하나" 또는 "A 및/또는 B"이다. 동일 사항은 2개를 초과하는 요소들의 조합들에 대하여 필요한 변경을 가하여 적용한다.

[0014] 특정한 예들을 설명하기 위하여 여기에서 이용되는 용어는 추가의 예들에 대하여 제한하도록 의도되지 않는다. 단수 예컨대, "a, an, one" 및 "the"가 이용되고, 오직 단일 요소의 이용이 의무적인 것으로서 명시적으로 또는 묵시적으로 정의되지 않을 때, 추가의 예들은 또한, 동일한 기능을 구현하기 위하여 복수의 요소들을 이용할 수 있다. 기능이 복수의 요소들을 이용함으로써 구현되는 것으로서 이하에서 설명될 때, 추가의 예들은 단일 요소 또는 단일 프로세싱 엔티티(processing entity)를 이용함으로써 동일한 기능을 구현할 수 있다. 또한, 이용 중인 용어들 "포함한다(comprises)", "포함하는(comprising)", "가진다(has)", 및/또는 "가지는(having)"은 표시된 특징들, 정수들, 단계들, 동작들, 프로세스들, 요소들, 컴포넌트들, 및/또는 그 그룹의 존재를 특정하지만, 하나 이상의 다른 특징들, 정수들, 단계들, 동작들, 프로세스들, 요소들, 컴포넌트들, 및/또는 그 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

[0015] 이와 다르게 정의되지 않으면, (기술적 및 과학적 용어들을 포함하는) 모든 용어들은 예들이 속하는 분야에서의 그 보통의 의미로 이 여기에서 이용된다.

[0016] 도 1은 환경 스캐닝을 위한 LIDAR 센서(100)를 도시한다. LIDAR 센서(100)는 광을 LIDAR 센서(100)의 환경으로 방출하기 위한 방출 경로(emission path)(101), 및 LIDAR 센서(100)의 환경으로부터 수신된 광을 수신하고 임의적으로 평가하기 위한 수신 경로(reception path)(102)를 포함한다.

[0017] 방출 경로(101)에서, LIDAR 센서(100)는, 광 빔(131)을 LIDAR 센서(100)의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축(111) 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면(110)을 포함한다. 이것은 제1 반사 표면(110)이 제1 종료 위치로부터 제2 종료 위치까지 제1 회전 방향을 따라 제1 회전 축 주위에서 회전하고, 그 반대도 마찬가지인 것을 의미한다. 제1 회전 축(111)에 관한 제1 반사 표면(110)의 회전 위치에 따라, 광 빔(131)은 상이한 공간적 방향을 따라 LIDAR 센서(100)의 환경으로 편향된다.

[0018] 광 빔(131)은 적어도 하나의 광원(130)에 의해 생성된다. 도 1에서 도시된 예에서, 광 빔(131)은 레이저 광 빔이다. 예를 들어, 광 빔(131)은 펄스화된 레이저 광 빔(pulsed laser light beam)일 수 있다. 펄스화된 레이저 광 빔은 예를 들어, 10 내지 200 kHz 사이의 펄스 반복 주파수를 가질 수 있다. 광원(130)은 일시적으로 제어된 방식으로 광 빔(131)을 생성하기 위하여 구동기(132)에 의해 제어되는 레이저 광 다이오드(133)를 포함한다. 광원(130)은 또한, 빔의 광학적 성질들(예를 들어, 빔 폭)을 조절하고 및/또는 광 빔(131)을 제1 반사 표면(110) 상으로 안내하거나 포커싱하기 위하여, 하나 이상의 렌즈들을 포함하는 렌즈 배열(134)을 포함한다. 도 1에서 표현된 광원(130)은 이 경우에 예로서 선택된다. 예시적인 실시예들에 따르면, 광원(130)은 도 1에서 표현된 것과는 다른 더 많거나(예를 들어, 빔 분리기(beam splitter) 또는 적은 요소들(예를 들어, 무렌즈 배열(no lens arrangement)(134))을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 광 빔(131)은 레이저 광 빔을 필요로 하지 않지만, 또한, 임의의 다른 적당한 광 빔일 수 있다. 오직 하나의 광원이 예시적인 실시예들에서 각각 도시되지만, 복수의 광원들(130)은 시야의 상이한 영역들을 조명하기 위하여 예시적인 실시예들에서 각각 제공될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 실시예들에서는, 제1 수직 영역에서 시야를 조명하기 위한 제1 광원, 제2 수직 영역에서 시야를 조명하기 위한 제2 광원(130), 및 제3 수직 영역에서 시야를 조명하기 위한 제3 광원(130)이 제공될 수 있고, 제1, 제2, 및 제3 수직 영역들은 각각 상이할 수 있다.

[0019] LIDAR 센서(100)는 또한, 수신 경로(102)에서, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광(103)을 LIDAR 센서의 광검출기(140) 상으로 안내하기 위하여 제2 회전 축(121)에 대하여 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면(120)을 포함한다.

[0020] 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)은 본질적으로 동일한 외부 윤곽 또는 형상, 또는 상이한 외부 윤곽들 또는 형상들(그러나 상이한 차원들)을 가질 수 있다. 예를 들어, 2개의 반사 표면들(110 및 120)은 원형 외부 윤곽, 난형(oval) 외부 윤곽, 또는 각진 외부 윤곽을 가질 수 있다. 제1 반사 표면(110)의 면적은 일부 예시적인 실시예들에서, 예를 들어, 광 빔(131)의 단면적(즉, 반사 표면의 평면에서의 광 빔(131)의 면적)만큼 대략 크거나 그보다 약간 더 클 수 있다.

[0021] 제1 반사 표면(110)의 면적은 도 1에 따른 예시적인 실시예에서, 제2 반사 표면(120)의 면적보다 더 작다. 더 큰 제2 반사 표면(120)은 제1 반사 표면(110)과 비교하여, LIDAR 센서의 환경으로부터의 더 많은 광을 광검출기

(140) 상으로 안내하는 것을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 동일한 외부 윤곽으로, 제2 회전 축(121)으로부터의 제2 반사 표면(120)의 외부 윤곽의 최대 수직 거리는 제1 회전 축(111)으로부터의 제1 반사 표면(110)의 외부 윤곽의 최대 수직 거리보다 1.5로부터 10까지의 배수만큼 더 클 수 있다. 예를 들어, 제2 회전 축(121)으로부터의 제2 반사 표면(120)의 외부 윤곽의 최대 수직 거리는 제1 회전 축(111)으로부터의 제1 반사 표면(110)의 외부 윤곽의 최대 수직 거리보다 3배, 4배, 또는 5배 더 클 수 있다. 더 큰 크기 때문에, 제2 반사 표면(120)은 동일한 두께에 대하여, 제1 반사 표면(110)보다 더 큰 관성 모멘트(moment of inertia)를 가진다. 더 큰 관성 모멘트를 감소시키기 위한 두께에서의 감소는 전형적으로, 반사 표면의 스티프니스(stiffness)에 대한 요건 때문에 실제적인 애플리케이션들에서 가능하지 않다.

[0022] 임의적으로, 렌즈 배열(150)은 LIDAR 센서(100)의 환경으로부터 수신된 광을 광검출기(140) 상으로 이미징하기 위하여, 제2 반사 표면(120)과 광검출기(140) 사이에서 수신된 광의 빔 루트(beam route)를 따라 배열될 수 있다.

[0023] 광검출기(140)는 입사 광의 함수로서 출력 신호(141)를 제공하는 감광성 요소(light-sensitive element)이다. 예를 들어, 광검출기(140)는 단일 감광성 센서 요소(light-sensitive sensor element)(즉, 단일-포인트 센서) 또는 감광성 센서 요소들의 1차원 또는 2차원 배열일 수 있다. 1차원 배열의 경우에, 감광성 센서 요소들은 하나의 공간적 방향을 따라서만 배열되는 반면, 2차원 배열의 경우에, 감광성 센서 요소들은 2개의 상이한(예를 들어, 직교적인) 공간적 방향들을 따라 배열된다. 감광성 센서 요소는 예를 들어, 광다이오드(photodiode), 아발란치 광다이오드(avalanche photodiode)(APD), 단일-광자 아발란치 다이오드(single-photon avalanche diode)(SPAD), 또는 실리콘 광전자 증배기(silicon photoelectron multiplier)들(실리콘 광증배기(silicon photomultiplier)들, SiPM)로서의 SPAD들의 어레이일 수 있다. 도달 시간(time of arrival), 펄스 형상, 및/또는 입사 광의 세기에 관련되는 정보 외에도, 출력 신호(141)는 또한, 광검출기(140) 상에서의 광의 도달 위치에 관련되는 정보를 포함할 수 있다. 출력 신호(141)는 판독 회로(145)에 의하여 판독될 수 있고, 평가 회로(도시되지 않음)에 제공될 수 있다. 예를 들어, 평가 회로는 알려진 평가 방법들을 이용함으로써 출력 신호(141)로부터 광 빔(131)의 펄스의 비행 시간(time of flight)을 결정할 수 있고, 이에 따라, 광 빔(131)이 LIDAR 센서(100)로 다시 반사되었던 객체의 거리를 결정할 수 있다. 유사한 방법으로, 평가 회로는 또한, 추가의 파라미터들, 예를 들어, 반사하는 객체의 표면 성질들(예를 들어, 반사율) 또는 경사를 결정할 수 있다.

[0024] 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121)은 서로에 대해 평행하게 연장된다. 평행하게 연장되는 회전 축들은 예를 들어, 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121)이 단일 라인 상에서(동축으로) 놓이도록, 즉, 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121)이 공통 공간적 방향을 따라 오프셋 없이 배향될 수 있도록 하는 그러한 방법으로 배향될 수 있다. 마찬가지로, 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121)은 평행하게 배향될 수 있지만, 서로에 대하여 오프셋되게 놓일 수 있고, 즉, 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121)은 평행한 공간적 방향들을 따라 서로에 대하여 오프셋되게 배향될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 양자의 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)은 하나의 축 주위에서만 각각 회전가능한 미세기계적 미러(micromechanical mirror)들로서 구성되고, 즉, 이들은 하나의 회전 자유도(degree of freedom)만을 가진다. 이러한 미러들은 또한, 1차원 미러들(1D 미러들)로서 지칭된다. 이 예시적인 실시예들에서, 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121)은 그러므로, 방출 경로(101) 또는 수신 경로(102)의 추가의 컴포넌트들에 대하여 각각 강성(rigid)이다.

[0025] LIDAR 센서(100)는 추가로, 제1 최대 편위 각도 θ_{TX} 로 제1 회전 축(111) 주위에서 발진하도록 제1 반사 표면(110)을 구동하고, 제2 최대 편위 각도 θ_{RX} 로 제2 회전 축(121) 주위에서 발진하도록 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적응되는 제어 회로(160)를 포함한다. 이것은 반사 표면(110)의 제1 종료 위치 및 제2 종료 위치(발진의 전환 포인트(turning point)들)가 반사 표면(110)의 휴식 위치(resting position) 또는 중심 위치로부터의 제1 최대 편위 각도 θ_{TX} 를 통한 반사 표면(110)의 편위에 대응한다. 제1 종료 위치로부터 제2 종료 위치까지의 발진 동안에, 반사 표면(110)은 그러므로, 그 배향을 각도 $2\theta_{TX}$ 만큼 변경한다. 이에 대응하여, 제2 반사 표면(120)의 발진 이동(oscillation movement)의 종료 위치들은 제2 최대 편위 각도 θ_{RX} 에 의해 결정된다.

[0026] 제1 최대 편위 각도 θ_{TX} 는 제2 최대 편위 각도 θ_{RX} 보다 더 크다. 예를 들어, 제1 최대 편위 각도 θ_{TX} 는 제2 최대 편위 각도 θ_{RX} 의 적어도 2배 또는 3배만큼 클 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 제1 최대 편위 각

도 ϑ_{TX} 는 예를 들어, 3으로부터 10까지의 배수만큼 제2 최대 편위 각도 ϑ_{RX} 보다 더 클 수 있다. 예를 들어, 제1 최대 편위 각도는 $\vartheta_{TX} = \pm 15^\circ$ 일 수 있고, 제2 최대 편위 각도는 $\vartheta_{RX} = \pm 3^\circ$ 일 수 있다. 다시 말해서: 제1 반사 표면(110)은 제2 반사 표면(120)보다 더 큰 편위를 가진다. 제1 최대 편위 각도가 제2 최대 편위 각도와 동일하거나 훨씬 더 작은 발진과 비교하면, 설명된 실시예는 상당히 증가된 시야를 달성하는 것을 가능하게 한다.

[0027] 제2 반사 표면(120)은 편향된 광 빔(131)에 의해 방금 스캐닝되거나 조사되지 않은 LIDAR 센서(100)의 환경의 영역들로부터의 광을 억압하기 위하여, 광을 선택적으로 광검출기(140) 상으로 안내하는 것을 가능하게 한다. 이에 대응하여, 광검출기(140)를 타격하는 배경 광의 비율은 감소될 수 있다. 다시 말해서: 제2 반사 표면(120)은 입사 배경 광과 비교하여, 광검출기(140)를 타격하는 편향된 광 빔(131)의 반사된 광의 비율을 증가시키는 것을 가능하게 할 수 있다. 제2 반사 표면(120)의 더 큰 면적은 추가로, 더 큰 광의 양을 광검출기(140) 상으로 안내하는 것을 가능하게 한다. 제2 반사 표면(120)의 더 작은 각도 진폭(예를 들어, 제1 반사 표면(110)과 비교하여 5배)은 작은 각도 범위에서 방향-감지 수신(direction-sensitive reception)을 허용한다. 양자의 방출 경로(101) 및 수신 경로(102)에서의 발진하는 반사 표면들의 이용은 그러므로, 광검출기(140)에서 신호-대-잡음-비율(signal-to-noise-ratio)(SNR)에서의 (상당한) 증가를 허용할 수 있다. 개선된 SNR 때문에, LIDAR 센서(100)는 또한, 100미터 이상의 범위에서의 LIDAR 측정들을 허용할 수 있다. LIDAR 센서(100)는 예를 들어, 150미터 이상의 범위들을 갖는 장거리 LIDAR를 허용할 수 있다.

[0028] LIDAR 센서(100)는 예를 들어, 심지어 주간 또는 햇빛에서 150미터 이상의 거리에서 차량의 환경을 검출하기 위하여 차량(도시되지 않음)에서 이용될 수 있다.

[0029] 광 빔(131)이 편향될 수 있는 LIDAR 센서(100)의 제1 시야 영역은 제1 최대 편위 각도 ϑ_{TX} 에 종속적이다. 도 1에서, 제1 시야 영역은 편향된 광 빔(131)을 위한 (제1 반사 표면(110)의 발진 때문에) 최대 가능한 빔 루트들(103 및 104)에 의해 각각 표시된다. 제1 반사 표면(110)의 발진에 의하여, 광 빔(131)은 그러므로, $-\alpha_{TX}$ 으로부터 $+\alpha_{TX}$ 까지의 각도 범위에서 편향될 수 있다. 다시 말해서: 제1 시야 영역의 애퍼처 각도는 $2 \cdot \alpha_{TX}$ 이다. 도 1에서 도시된 예시적인 실시예에서, α_{TX} 은 최대 편위 각도 ϑ_{TX} 의 2배에 대응한다. 임의적으로, 방출 경로(101)는 또한, 제1 반사 표면(110)에 의해 편향된 광 빔(131)을 LIDAR 센서(100)의 환경으로 투과하도록 적용되는 렌즈계(lens system)(170)를 포함할 수 있다. 렌즈계(170)는 하나 이상의 렌즈들을 포함할 수 있고, 예를 들어, 제1 시야 영역을 증가시키기 위하여 이용될 수 있다. 제1 시야 영역의 확대 때문에, 편향된 광 빔(131)은 또한 확대되고, 즉, 광 빔(131)의 다이버전스 δ_{TX} 가 증가된다. 이에 대응하여, LIDAR 스캐닝의 해상도(resolution)는 제1 시야 영역이 렌즈계(170)에 의하여 확대될 경우에 열화된다.

[0030] 발진 동안에 미러(120)를 타격하는 광이 제2 시야 영역으로부터 광검출기(140) 상으로 안내될 수 있는 제2 시야 영역은 제2 최대 편위 각도 ϑ_{RX} 에 의해 결정된다. 도 1에서, 제2 시야 영역은 LIDAR 센서(100)의 환경으로부터 입사하는 광을 위한 (제2 반사 표면(120)의 발진 때문에) 최대 가능한 빔 루트들(105 및 106)에 의해 각각 표시된다. 더 작은 제2 최대 편위 각도 ϑ_{RX} 때문에, 제2 시야 영역은 제1 시야 영역보다 더 작고, 즉, 제2 시야 영역의 애퍼처 각도는 제1 시야 영역의 애퍼처 각도보다 더 작다.

[0031] 제2 시야 영역을, 제1 시야 영역에 대응하는 수신 시야 영역으로 확대하기 위하여, LIDAR 센서(100)는 수신 광학계(optical reception system)(180)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 수신 광학계(180)는 (예를 들어, 초점 길이의 측면에서) 렌즈계(170)와 상이한 것일지라도, 유사한 렌즈계일 수 있다. 도 1에서, 수신 시야 영역은 LIDAR 센서(100)의 환경으로부터 입사하는 광을 위한 최대 가능한 빔 루트들(105' 및 106')에 의해 각각 표시된다. 제2 반사 표면(120)의 발진과 조합한 수신 광학계(180)에 의하여, $-\alpha_{RX}$ 으로부터 $+\alpha_{RX}$ 까지의 각도 범위로부터의 광은 그러므로, 광검출기 상으로 안내될 수 있다. 수신 시야 영역의 애퍼처 각도는 그러므로, $2 \cdot \alpha_{RX}$ 이고, 여기서, $\alpha_{RX} = \alpha_{TX}$ 이다. 다시 말해서: 수신 광학계(180)(및 임의적으로 렌즈계(170))는 LIDAR 센서(100)의 방출 경로(101) 뿐만 아니라 수신 경로(102)를 위한 동일하거나 대략 동일한 시야 영역을 조절하는 것을 가능하게 할 수 있다.

- [0032] 수신 광학계(180)는 수신 광학계(180)에 의해 수신되는 광을 위한 증가된 다이버전스 δ_{RX} 를 초래한다. 예를 들어, 수신 광학계(180)에 의해 증가된 다이버전스 δ_{RX} 때문에, 수신 경로에서의 해상도는 1° 일 수 있는 반면, 환경으로 방출된 광 빔의 해상도는 0.1° 이다. 이것은 수신 광 빔(107)을 위하여 예로서 도 1에서 표시된다. 좁은 수신 광 빔(107) 대신에, 수신 경로에서의 수신 광학계(180)에 의해 증가된 다이버전스 δ_{RX} 때문에, 더 큰 입체각(solid angle) 또는 각도 범위로부터의 광은 광검출기(140)의, 스캐닝 순간에 활성화된 감광성 영역 상으로 안내된다. 그러나, 수신 경로에서의 증가된 다이버전스 δ_{RX} 는 수신 경로가 그것을 용인할 수 있으므로 수용가능하다. 다시 말해서: 수신 광학계(180)는 제2 입체각으로부터의 광을 제2 반사 표면(120) 상으로 이미징하도록 구성되고, 제2 입체각은 제1 반사 표면(110)이 광 빔(131)을 편향시키는 제1 입체각보다 (동일하거나) 더 크다. 상대적으로 간단한 수신 광학기에 의하여, 높은 감도가 그러므로 가능하게 될 수 있다.
- [0033] LIDAR 센서(100)는 그러므로, 큰 애퍼처를 갖는 간단하고 경제적인 광학적 설계를 허용할 수 있다. 주간에서의 동작 동안에, 광검출기(140)의 SNR은 이에 따라, (상당히) 개선될 수 있다.
- [0034] 제1 반사 표면(110)은 예를 들어, 2.5 mm의 직경을 가질 수 있고, 제2 반사 표면(120)은 5 mm 이상(예를 들어, 8 mm)의 직경을 가질 수 있다. 0.1° 의 스캐닝 해상도로, 제2 시야 영역은 그 다음으로, 예를 들어, 2° 의 애퍼처 각도를 가질 수 있다. 이러한 방법으로, 높은 SNR은 예를 들어, 광검출기(140)의 감광성 센서 요소들의 1차원 배열을 위하여 달성될 수 있어서, 예를 들어, 차량들을 위한 장거리 LIDAR 애플리케이션들을 위하여 요구되는 바와 같이, 150 내지 250 미터 사이의 LIDAR 측정들이 가능하게 될 수 있다.
- [0035] 제어 회로(160)는 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)이 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121) 주위에서 동기적으로 각각 발진하도록 하는 그러한 방법으로 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적용된다. 예를 들어, 제어 회로(160)는 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)이 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121) 주위에서 서로에 대한 동일한 주파수 및 미리 결정된 위상 관계로 각각 발진하도록 하는 그러한 방법으로 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적용될 수 있다. 다시 말해서: 제1 반사 표면(110)의 발진 주파수 f_{Tx} 는 제2 반사 표면(120)의 발진 주파수 f_{Rx} 와 (실질적으로) 동일할 수 있다. 제어 회로(160)는 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)이 제1 회전 축(111) 및 제2 회전 축(121) 주위에서 동위상(in-phase) 또는 미리 결정된 위상 시프트로 각각 발진하도록, 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)을 구동하도록 적용될 수 있다. 제2 반사 표면(120)을 위한 더 작은 최대 편위 각도는 제2 반사 표면(120) 상에서 작용하는 기계적 응력(mechanical stress)을 감소시키는 것을 가능하게 할 수 있어서, 제2 반사 표면(120)은 더 작은 제1 반사 표면(110)과 동일한 주파수로 발진할 수 있다. 다시 말해서: 더 작은 최대 편위 각도에 의하여, 제1 반사 표면(110)과 동일한 주파수를 갖는 제2 반사 표면(120)의 발진을 허용하기 위하여, 제2 반사 표면(120)의 더 높은 관성 모멘트가 (적어도 부분적으로) 보상될 수 있고 (반사 표면(120)의 변형들 및 그러므로 이미징 에러들을 초래하는) 반사 표면(120)의 외부 에지에서의 높은 가속도들이 회피될 수 있다.
- [0036] 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)은 예를 들어, MEMS 미러들일 수 있다.
- [0037] 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)은 기계적으로 결합될 수 있거나, 또는 기계적으로 결합해제될 수 있다. 예를 들어, 제1 반사 표면(110) 및 제2 반사 표면(120)은 (공통) 반도체 칩 상에서 형성될 수 있고, 기계적으로 결합될 수 있다. 이것은 도 2에서의 반도체 칩(200)을 위한 예로서 도시된다. 2개의 반사 표면들(110 및 120)은 프레임(240) 상의 스트러트 구조체(strut structure)(250)에 의하여 유지된다. 제어 회로(160)에 의해 대응하게 구동되는 액츄에이터들(250-1, 250-2, 250-3)에 의하여, 반사 표면들(110 및 120)은 예를 들어, 정전기적 또는 자기적 효과들에 의하여 발진들에서 여기된다. 여기(excitation)는 공진 방식으로(resonantly), 또는 대안적으로, 준-정적으로(quasi-statically) 수행될 수 있다. 준-정적 여기는 비공진 방식으로(nonresonantly) 동작할 수 있는 시스템을 의미하도록 의도되지만(즉, 그것은 미리 결정된 각도를 정적으로 유지할 수 있음), 정적으로 동작되는 것이 아니라, 발진 제어된 방식으로 동작된다. 도 2에서 도시된 반도체 칩(200)에서, 반사 표면들(110 및 120)은 예컨대, MEMS 미러들로서 표현된다.
- [0038] 반사 표면들(110 및 120)이 기계적으로 결합되지 않고, 예를 들어, 2개의 상이한 반도체 칩들 상에서 형성될 경우에, 제어 회로(160)는 도 1에서 표시된 바와 같이, 반사 표면들(110 및 120)을 별도로 각각 구동하기 위하여, 예를 들어, 2개의 서브회로들(161 및 162)을 포함할 수 있다.
- [0039] 도 1에서 도시된 LIDAR 센서(100)는 일부 예시적인 실시예들에서, 또한, 양자의 방출 경로(101) 및 수신 경로

(102)에서 하나 이상의 추가의 반사 표면들을 포함할 수 있다.

- [0040] 예를 들어, LIDAR 센서(100)는 또한, 추가의 광 빔을 LIDAR 센서(100)의 환경으로 편향시키기 위하여 제3 회전 축 주위에서 제1 반사 표면과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제3 반사 표면(표현되지 않음)을 포함할 수 있다. 제3 회전 축은 제1 회전 축(111)에 대하여 평행하다(예를 들어, 이와 동축임). 제3 반사 표면은 일부 예시적인 실시예들에서, 제1 반사 표면(110)과 동일하게 구성될 수 있다. 이에 대응하여, 제어 회로(160)는 제1 최대 편위 각도로 제3 회전 축 주위에서 발진하도록 제3 반사 표면을 구동하도록 구성될 수 있다. 대안으로서, 제3 반사 표면은 또한, 제1 반사 표면(110)과는 상이한 차원들을 가질 수 있고, 이에 대응하여, 제1 최대 편위 각도와는 상이한 편위 각도로 제3 회전 축 주위에서 발진하도록 제어 회로(160)에 의해 구동될 수 있다. 제어 회로(160)는 예를 들어, 동위상 또는 제1 반사 표면(110)에 대한 미리 결정된 위상 시프트로 발진하도록 제3 반사 표면을 구동할 수 있다.
- [0041] 대안으로서, 또는 추가적으로, LIDAR 센서(100)는 또한, LIDAR 센서(100)의 환경으로부터 수신된 광을 광검출기(140) 상으로 안내하기 위하여 제4 회전 축 주위에서 제2 반사 표면(120)과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제4 반사 표면을 포함할 수 있다. 제4 회전 축은 제2 회전 축(121)에 대하여 평행하다(예를 들어, 이와 동축임). 제4 반사 표면은 일부 예시적인 실시예들에서, 제2 반사 표면(120)과 동일하게 구성될 수 있다. 이에 대응하여, 제어 회로(160)는 제2 최대 편위 각도로 제4 회전 축 주위에서 발진하도록 제4 반사 표면을 구동하도록 구성될 수 있다. 대안으로서, 제4 반사 표면은 또한, 제2 반사 표면(120)과는 상이한 차원들을 가질 수 있고, 이에 대응하여, 제2 최대 편위 각도와는 상이한 편위 각도로 제4 회전 축 주위에서 발진하도록 제어 회로(160)에 의해 구동될 수 있다. 제어 회로(160)는 예를 들어, 동위상 또는 제2 반사 표면(120)에 대한 미리 결정된 위상 시프트로 발진하도록 제4 반사 표면을 구동할 수 있다.
- [0042] LIDAR 센서(100)는 양자의 방출 및 수신 경로에서 발진 표면들을 이용한다. 이러한 방법으로, 스캔 속력은 기존의 LIDAR 시스템들과 비교하여 증가될 수 있고, 즉, 프레임 레이트(frame rate)는 개선될 수 있고, 더 빠른 객체들이 레코딩될 수 있다. 각각의 위치에 대한 레코딩된 LIDAR 데이터의 더 큰 평균화가 또한 가능하게 될 수 있어서, SNR은 추가로 증가될 수 있다.
- [0043] 도 3은 LIDAR 센서(300)의 추가의 예시적인 실시예를 도시한다. LIDAR 센서(300)는 광을 LIDAR 센서(300)의 환경으로 방출하기 위한 방출 경로(301), 및 LIDAR 센서(300)의 환경으로부터 수신된 광을 수신하고 평가하기 위한 수신 경로(302)를 다시 포함한다.
- [0044] 방출 경로(301)는 제1 광 빔(331)을 LIDAR 센서(300)의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축(311) 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면(310)을 포함한다. 방출 경로(301)는 또한, 제2 광 빔(332)을 LIDAR 센서(300)의 환경으로 편향시키기 위하여 제2 회전 축(321) 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면(320)을 포함한다. 2개의 반사 표면들(310 및 320)은 LIDAR 센서(300) 내부의 광 빔들(331 및 332)을 각각, 광 빔들(331 및 332)을 LIDAR 센서(300)의 환경으로 투과시키는 요소 상으로 편향시킨다. 예를 들어, 2개의 반사 표면들(310 및 320)은 광 빔들(331 및 332)을, 광 빔들(331 및 332)이 LIDAR 센서(300)의 환경으로 이를 통해 투과하였던 (예를 들어, 하나 이상의 렌즈들을 포함하는) 방출 광학기기(370) 상으로 편향시킬 수 있다. 반사 표면들(310 및 320)은 그러므로 각각, 광 빔(331 또는 332)을 단일 반사에 의하여 LIDAR 센서(300)의 환경으로 편향시키는 것을 가능하게 한다.
- [0045] 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)은 예를 들어, MEMS 미러들일 수 있다.
- [0046] 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321)은 서로에 대해 평행하게 연장된다. 예를 들어, 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321)은 단일 라인 상에서 놓일 수 있고, 즉, 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321)은 공통 공간적 방향을 따라 오프셋 없이 배향될 수 있다. 대안으로서, 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321)은 서로에 대하여 오프셋되게 놓일 수 있고, 즉, 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321)은 평행한 공간적 방향들을 따라 서로에 대하여 오프셋되게 배향될 수 있다.
- [0047] 광 빔들(331 및 332)은 광원(330)으로부터 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320) 상으로 각각 방사되거나 지향된다. 도 1에서 도시된 예에서, 광 빔들(331 및 332)은 레이저 광 빔들이다. 광원(330)은 위에서 설명된 광원(130)과 실질적으로 유사하게 구성된다. 광원(330)은 구동기(332) 및 광학기기(334)에 의해 제어된 적어도 하나의 레이저 광 다이오드(333)를 포함한다. 일부 예시적인 실시예들에서, 광원은 다수의 제어된 레이저 광 다이오드들을 포함한다. 복수의 레이저 광 다이오드들은 회전 축들(311 및 321)에 대해 평행한 방향을 따라 배열될 수 있다. 그러므로, 그 광 스폿 영역(light spot region)이 회전 축들(311 및 321)에 대해 평행한 방향으

로 종방향으로(longitudinally) 확대되는 광 빔을 생성하는 것이 가능하다. 일부 예시적인 실시예들에서, 하나 이상의 레이저 광 다이오드들(333)은 양자의 광 빔들(331 및 332)을 생성할 수 있고, 광학기기(334)는 광 빔들을 제1 반사 표면(310) 또는 제2 반사 표면(320) 상으로 각각 순차적으로 안내할 수 있다. 대안적인 예시적인 실시예들에서, 레이저 광 다이오드(333)는 광학기기(334)의 빔 분리기(예를 들어, 프리즘(prism))에 의해 광 빔들(331 및 332)로 분리되는 단일 광 빔을 생성한다. 도 3에서 표현된 광원(330)은 이 경우에 예로서 선택된다. 예시적인 실시예들에 따르면, 광원(330)은 도 3에서 표현된 것과는 다른 더 많거나 더 적은 요소들을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 광 빔(331)은 레이저 광 빔을 필요로 하지 않지만, 또한, 임의의 다른 적당한 광 빔일 수 있다.

[0048] 수신 경로(302)는 LIDAR 센서(300)의 환경으로부터 수신된 광을 수신하도록 구성되는 광검출기(340)를 포함한다. 광검출기(340)는 위에서 설명된 광검출기(140)와 실질적으로 동일하다. 광검출기(340)의 출력 신호(341)는 판독 회로(345)에 의하여 판독될 수 있고, 위에서 설명된 원리들에 따라 평가 회로(도시되지 않음)에 의해 평가될 수 있다.

[0049] LIDAR 센서(300)는 또한, 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)이 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321) 주위에서 동기적으로 각각 발진하도록 하는 그러한 방법으로 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)을 구동하도록 적응되는 제어 회로(360)를 포함한다. 예를 들어, 제어 회로(360)는 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321) 주위에서 서로에 대한 동일한 주파수 및 미리 결정된 위상 관계로 각각 발진하도록 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)을 구동하도록 적응될 수 있다. 제1 반사 표면(310)의 발진 주파수 f_{Tx} 는 이에 따라, 제2 반사 표면(320)의 발진 주파수 f_{Rx} 와 (실질적으로) 동일할 수 있다. 제어 회로(360)는 제1 회전 축(311) 및 제2 회전 축(321) 주위에서 동위상 또는 미리 결정된 위상 시프트로 각각 발진하도록 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)을 구동하도록 적응될 수 있다.

[0050] 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)은 제1 광 빔(331) 및 제2 광 빔(332)을 LIDAR 센서(300)의 상이한 시야 영역들로 편향시키도록 구성된다.

[0051] 제1 광 빔(331)이 편향될 수 있는, LIDAR 센서(300)의 제1 시야 영역은 제1 반사 표면(310)의 발진 이동에 의해 결정된다. 도 3에서, 제1 시야 영역은 제1 광 빔(331)을 위한 (제1 반사 표면(310)의 발진 때문에) 최대 가능한 빔 루트들(303 및 304)에 의해 각각 표시된다. 제2 광 빔(332)이 편향될 수 있는, LIDAR 센서(300)의 제2 시야 영역은 제2 반사 표면(320)의 발진 이동에 의해 결정된다. 도 3에서, 제2 시야 영역은 제2 광 빔(332)을 위한 (제2 반사 표면(320)의 발진 때문에) 최대 가능한 빔 루트들(304 및 305)에 의해 각각 표시된다.

[0052] 제1 광 빔(331) 및 제2 광 빔(332)이 편향될 수 있는 상이한 시야 영역들은 예를 들어, 반사 표면들(310 및 320)이 발진할 수 있는 상이한 회전 각도 범위들에 의해 조절될 수 있다. 예를 들어, 제2 반사 표면(320)의 휴식 위치 또는 중심 위치는 (예를 들어, 회전된) 제1 반사 표면(310)의 휴식 위치 또는 중심 위치와 상이할 수 있어서, 이와 다르게 동일한 발진 이동으로, 반사 표면들(310 및 320)은 광 빔들(331 및 332)을 LIDAR 센서(300)의 상이한 시야 영역들로 편향시킨다.

[0053] 동기적으로 발진하는, 방출 경로(301)에서의 복수의 반사 표면들의 이용은 LIDAR 센서(300)에 의해 스캐닝될 수 있는 영역을 확대하는 것을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 센서(300)는 오직 단일 발진 MEMS 미러를 가지는 기존의 센서들과 비교하여 더 큰 횡방향 영역(lateral region)을 스캐닝할 수 있다.

[0054] 단일 발진 MEMS 미러만을 가지는 기존의 센서들과 비교하여, 복수의 반사 표면들의 이용 때문에, 전체 시야 영역은 그러므로, 반사 표면들 중의 하나에 의하여 각각 스캐닝되는 복수의 서브영역들로 분할될 수 있다. 동일한 프레임 또는 스캔 레이트로, LIDAR 센서(300)의 해상도는 그러므로, 기존의 센서들과 비교하여 증가될 수 있다. 대안으로서, 동일한 해상도로, LIDAR 센서(300)의 프레임 또는 스캔 레이트는 또한, 기존의 센서들과 비교하여 증가될 수 있다.

[0055] 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)은 다시, 기계적으로 결합될 수 있거나, 또는 기계적으로 결합해제될 수 있다. 예를 들어, 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)은 (공통) 반도체 칩 상에서 형성될 수 있고, 기계적으로 결합될 수 있거나, 2개의 별도의 반도체 칩들 상에서 형성될 수 있고, 기계적으로 결합해제될 수 있다.

[0056] 도 3에서 도시된 LIDAR 센서(300)는 2개의 광 빔들(331 및 332)을 센서의 환경으로 각각 편향시키기 위하여 2개의 반사 표면들(310 및 320)을 포함한다. 예시적인 실시예들에 따르면, LIDAR 센서(300)는 임의적으로 또한,

추가 광 빔들을 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 추가 반사 표면들(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 센서(300)는 광 빔들을 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 3개, 4개, 5개 이상의 반사 표면들을 포함할 수 있다. LIDAR 센서(300)는 그러므로, 전체 스캐닝된 시야 영역을 n 개의 서브영역들로 분할하는 것을 가능하게 할 수 있고, 여기서, n은 스캐닝을 위하여 이용되는, 방출 경로(301)에서의 반사 표면들의 수를 표시한다.

- [0057] 임의적으로, LIDAR 센서(300)는 또한, LIDAR 센서(300)의 환경으로부터 수신된 광을 광검출기(340) 상으로 안내하기 위하여, 수신 경로(302)에서 하나 이상의 반사 표면들을 포함할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 센서(300)는 LIDAR 센서(300)의 환경으로부터 수신된 광을 광검출기(340) 상으로 안내하기 위하여 제3 회전 축 주위에서 제1 반사 표면(310)과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제3 반사 표면(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 제3 회전 축은 제1 회전 축(311)에 대하여 평행하다(예를 들어, 이와 동축임). 제3 반사 표면은 제1 반사 표면과 동일하게 구성될 수 있거나, 도 1과 관련하여 위에서 예시된 바와 같이, 그것은 제1 반사 표면보다 더 클 수 있다. 제어 회로(360)에 의한 제3 반사 표면의 구동은 예를 들어, 도 1과 관련하여 위에서 설명된 원리들에 따라 수행될 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(360)는 반사 표면들(310 및 320) 중의 하나와 동기적으로 발진하도록 제3 반사 표면을 구동하도록 구성될 수 있다.
- [0058] 추가로, LIDAR 센서(300)는 임의적으로 또한, 환경으로부터 입사하는 광을 광검출기(380) 또는 제3 반사 표면 상으로 이미징하기 위하여 수신 광학기기(380)(예를 들어, 렌즈계)를 포함할 수 있다.
- [0059] 도 4는 추가의 LIDAR 센서(400)를 표현한다. LIDAR 센서(400)는 LIDAR 센서(300)와 실질적으로 동일하지만, 제1 반사 표면(310) 및 제2 반사 표면(320)은 제1 광 빔(331) 및 제2 광 빔(332)을 LIDAR 센서의 동일한 시야 영역으로 편향시키도록 구성된다.
- [0060] 예를 들어, 이것은 반사 표면들(310 및 320)이 발진할 수 있는 동일한 회전 각도 범위들에 의해 달성될 수 있다. 제2 반사 표면(320)의 휴식 위치 또는 중심 위치는 예를 들어, 제1 반사 표면(310)의 휴식 위치 또는 중심 위치와 동일할 수 있어서, 이와 다르게 동일한 발진 이동으로, 반사 표면들(310 및 320)은 광 빔들(331 및 332)을 LIDAR 센서(400)의 동일한 시야 영역으로 편향시킨다.
- [0061] LIDAR 센서(400)의 동일한 시야 영역으로의 복수의 광 빔들의 편향에 의해, 측정 포인트들의 수는 단일 발진 MEMS 미러만을 가지는 기존의 센서들과 비교하여 증가될 수 있다. 이에 대응하여, LIDAR 센서(400)의 스캔 해상도가 개선될 수 있다. 복수의 반사 표면들에 의한 동일한 시야 영역의 스캐닝 때문에, LIDAR 센서(400)의 프레임 또는 스캔 레이트는 또한, 기존의 센서들과 비교하여 증가될 수 있다.
- [0062] LIDAR 센서들의 동작에 관련되는 위에서 설명된 양태들을 한번 더 요약하기 위하여, 도 5 및 도 6은 또한, LIDAR 센서들을 위한 방법들의 2개의 플로우차트들을 도시한다.
- [0063] 도 5는 LIDAR 센서를 위한 제1 방법(500)의 플로우차트를 도시한다. 방법(500)은 제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계(502)를 포함한다. 방법(500)은 또한, 제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 LIDAR 센서의 광검출기 상으로 안내하는 단계(504)를 포함한다. 제1 회전 축 및 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장되고, 제1 반사 표면의 면적은 제2 반사 표면의 면적보다 더 작다. 방법(500)은 또한, 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도로 발진하도록 제1 반사 표면을 구동하는 단계(506)를 포함한다. 방법(500)은 추가로, 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 제2 반사 표면을 구동하는 단계(508)를 포함한다. 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 더 크다.
- [0064] 방법(500)의 추가의 세부사항들 및 양태들은 추가의 예시적인 실시예들(예를 들어, 도 1 및 도 2)과 관련하여 위에서 설명된다. 방법(500)은 추가의 예시적인 실시예들에 따른 하나 이상의 임의적인 특징들을 포함할 수 있다.
- [0065] LIDAR 센서를 위한 제2 방법(600)의 플로우차트가 도 6에서 도시된다. 방법(600)은 제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 제1 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계(602)를 포함한다. 방법(600)은 추가로, 제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계(604)를 포함한다.
- [0066] 방법(600)의 추가의 세부사항들 및 양태들은 추가의 예시적인 실시예들(예를 들어, 도 3 및 도 4)과 관련하여 위에서 설명된다. 방법(600)은 추가의 예시적인 실시예들에 따른 하나 이상의 임의적인 특징들을 포함할 수 있다.

다.

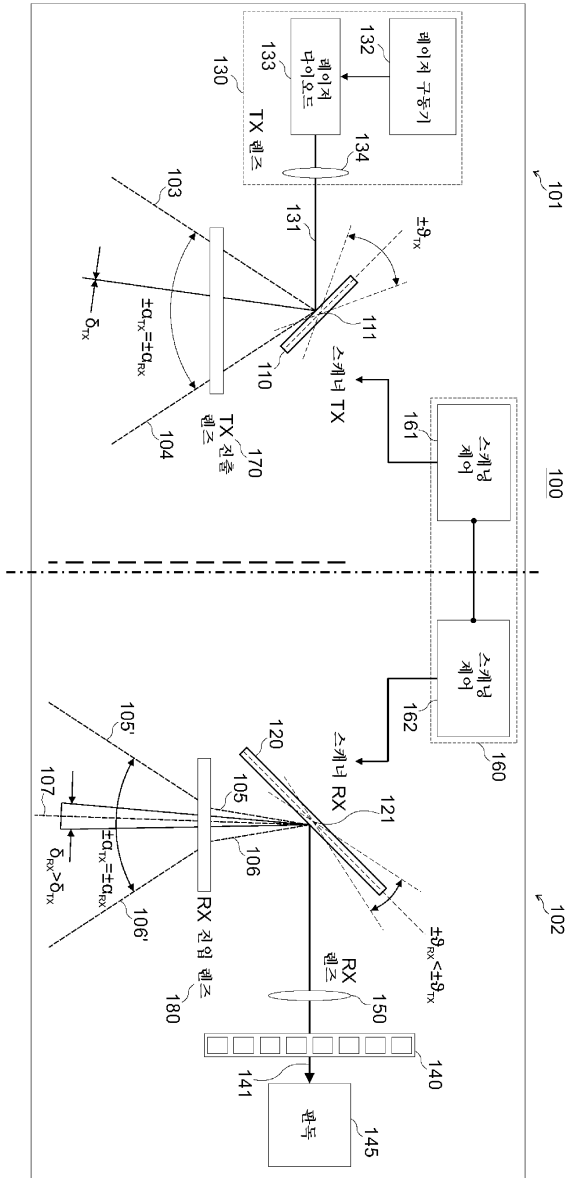
- [0067] 본원에서 설명된 예시적인 실시예들은 다음과 같이 요약될 수 있다:
- [0068] 일부 예시적인 실시예들은 LIDAR 센서에 관한 것이다. LIDAR 센서는, 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면을 포함한다. LIDAR 센서는 또한, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 LIDAR 센서의 광검출기 상으로 안내하기 위하여 제2 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면을 포함한다. 제1 회전 축 및 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장된다. LIDAR 센서는 또한, 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도로 발진하도록 제1 반사 표면을 구동하고, 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 제2 반사 표면을 구동하도록 적응되는 제어 회로를 포함한다. 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 더 크고, 제1 반사 표면의 면적은 제2 반사 표면의 면적보다 더 작다.
- [0069] 일부 예시적인 실시예들에서, 제어 회로는 제1 회전 축 및 제2 회전 축 주위에서 동기적으로 각각 발진하도록 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면을 구동하도록 적응된다.
- [0070] 예를 들어, 제어 회로는 제1 회전 축 및 제2 회전 축 주위에서 서로에 대한 동일한 주파수 및 미리 결정된 위상 관계로 각각 발진하도록 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면을 구동하도록 적응될 수 있다.
- [0071] 일부 예시적인 실시예들에 따르면, LIDAR 센서는 또한, 제2 입체각으로부터의 광을 제2 반사 표면 상으로 이미징하도록 구성되는 수신 광학계를 포함하고, 제2 입체각은 제1 반사 표면이 광 빔을 편향시키는 제1 입체각과 동일하거나 이보다 더 크다.
- [0072] 예를 들어, 수신 광학계는 제1 렌즈계일 수 있고, LIDAR 센서는 추가로, 제1 렌즈계와 상이하고 제1 반사 표면에 의해 편향된 광 빔들을 LIDAR 센서의 환경으로 투과하도록 적응되는 제2 렌즈계를 포함할 수 있다.
- [0073] 일부 예시적인 실시예들에서, 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 적어도 3배 크다.
- [0074] 일부 예시적인 실시예들에 따르면, 광검출기는 감광성 센서 요소들의 1차원 또는 2차원 배열이다.
- [0075] 일부 예시적인 실시예들에서, 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면은 기계적으로 결합된다.
- [0076] 대안으로서, 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면은 또한, 기계적으로 결합해제될 수 있다.
- [0077] 일부 예시적인 실시예들에 따르면, 제1 반사 표면은 MEMS 미러이다.
- [0078] 일부 예시적인 실시예들에서, LIDAR 센서는 또한, 추가의 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제 3 회전 축 주위에서 제1 반사 표면과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제3 반사 표면을 포함한다.
- [0079] 일부 예시적인 실시예들에 따르면, LIDAR 센서는 또한, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 광검출기 상으로 안내하기 위하여 제4 회전 축 주위에서 제2 반사 표면과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제4 반사 표면을 포함한다.
- [0080] 일부 예시적인 실시예들에서, LIDAR 센서는 또한, 광 빔 및 임의적으로, 추가의 광 빔을 생성하도록 적응되는 광원을 포함한다.
- [0081] 예시적인 실시예들은 또한, 추가의 LIDAR 센서에 관한 것이다. LIDAR 센서는, 제1 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제1 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제1 반사 표면을 포함한다. LIDAR 센서는 추가로, 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키기 위하여 제2 회전 축 주위에서 발진하도록 구성되는 제2 반사 표면을 포함한다.
- [0082] 일부 예시적인 실시예들에서, LIDAR 센서는 추가로, 제1 회전 축 및 제2 회전 축 주위에서 동기적으로 각각 발진하도록 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면을 구동하도록 적응되는 제어 회로를 포함한다.
- [0083] 예를 들어, 제어 회로는 제1 회전 축 및 제2 회전 축 주위에서 서로에 대한 동일한 주파수 및 미리 결정된 위상 관계로 각각 발진하도록 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면을 구동하도록 적응될 수 있다.
- [0084] 일부 예시적인 실시예들에 따르면, 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면은 제1 광 빔 및 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 동일한 시야 영역으로 편향시키도록 구성된다.
- [0085] 일부 예시적인 실시예들에서, 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면은 제1 광 빔 및 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 상이한 시야 영역들로 편향시키도록 구성된다.

- [0086] 일부 예시적인 실시예들에 따르면, LIDAR 센서는 추가로, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 수신하도록 구성되는 광검출기를 포함한다.
- [0087] 일부 예시적인 실시예들에서, LIDAR 센서는, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 광검출기 상으로 안내하기 위하여 제3 회전 축 주위에서 제1 반사 표면과 동기적으로 발진하도록 구성되는 제3 반사 표면을 포함한다.
- [0088] 일부 예시적인 실시예들에서, LIDAR 센서는 추가로, 제1 광 빔 및 제2 광 빔을 제1 반사 표면 및 제2 반사 표면 상으로 각각 방사하도록 적응되는 광원을 포함한다.
- [0089] 추가의 예시적인 실시예들은 LIDAR 센서를 위한 방법에 관한 것이다. 방법은 제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한, 제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, LIDAR 센서의 환경으로부터 수신된 광을 LIDAR 센서의 광검출기 상으로 안내하는 단계를 포함한다. 제1 회전 축 및 제2 회전 축은 서로에 대해 평행하게 연장되고, 제1 반사 표면의 면적은 제2 반사 표면의 면적보다 더 작다. 방법은 또한, 제1 회전 축 주위에서 제1 최대 편위 각도로 발진하도록 제1 반사 표면을 구동하는 단계를 포함한다. 방법은 추가로, 제2 회전 축 주위에서 제2 최대 편위 각도로 발진하도록 제2 반사 표면을 구동하는 단계를 포함한다. 제1 최대 편위 각도는 제2 최대 편위 각도보다 더 크다.
- [0090] 예시적인 실시예들은 추가로, LIDAR 센서를 위한 추가의 방법에 관한 것이다. 방법은 제1 회전 축 주위에서 발진하는 제1 반사 표면에 의하여, 제1 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계를 포함한다. 방법은 추가로, 제2 회전 축 주위에서 발진하는 제2 반사 표면에 의하여, 제2 광 빔을 LIDAR 센서의 환경으로 편향시키는 단계를 포함한다.
- [0091] 발진 주파수 및 발진 위상에 관하여 동기화되는, 방출 경로에서의 복수의 미러들의 이용은 횡방향 FOV를 증가시킬 수 있다. 방출 경로 또는 방출 및 수신 경로에서의 복수의 미러들의 이용은 그 애퍼처 각도를 조절함으로써 (예를 들어, 주변 광을 감소시킴으로써) 스캔 수신기의 SNR을 개선시킬 수 있고, 이 전력 증가에 의해, 장거리 LIDAR를 허용할 수 있다.
- [0092] 위에서 상세하게 설명된 예들 및 도면들 중의 하나 이상과 관련하여 설명되는 양태들 및 특징들은 또한, 다른 예의 등가적인 특징을 대체하기 위하여, 또는 추가적으로, 특징을 다른 예로 도입하기 위하여, 다른 예들 중의 하나 이상과 조합될 수 있다.
- [0093] 개시내용의 원리들만이 설명 및 도면들에 의해 제시된다. 또한, 여기에서 언급된 모든 예들은 기술의 추가의 개발을 위하여 발명자(들)에 의해 기여된 개시내용의 원리들 및 개념들을 이해할 시에 독자를 보조하기 위하여, 원칙적으로 예시적인 목적들만을 위해 명백히 이용되어야 한다. 개시내용의 원리들, 양태들, 및 예들, 및 그 특정 예들에 관련되는 본원에서의 모든 논평들은 그 등가물들을 포함한다.
- [0094] 블록도는 예를 들어, 개시내용의 원리들을 구현하는 대략적 회로도들을 표현할 수 있다. 유사하게, 플로우차트, 절차도, 상태도, 의사코드(pseudocode) 등은 이러한 컴퓨터 또는 프로세서가 명시적으로 도시되는지 여부에 관계 없이, 예를 들어, 컴퓨터-판독가능 매체에서 필수적으로 표현되고 이에 따라, 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 수행되는 다양한 프로세스들, 동작들, 또는 단계들을 표현할 수 있다. 설명 또는 특허 청구항들에서 개시된 방법들은 이 방법들의 개개의 단계들의 각각을 수행하기 위한 수단을 포함하는 컴포넌트에 의해 구현될 수 있다.
- [0095] 설명 또는 청구항들에서 개시된 복수의 단계들, 프로세스들, 동작들, 또는 기능들의 개시내용은 예를 들어, 기술적 이유들로 이와 다르게 명시적으로 또는 묵시적으로 표시되지 않으면, 특정된 순서로 발견된 것으로서 기재되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 복수의 단계들 또는 기능들의 개시내용에 의해, 복수의 단계들 또는 기능들은 그러므로, 이 단계들 또는 기능들이 기술적 이유들로 상호 변경가능하지 않다면, 특정한 순서로 한정되지 않는다. 일부 예들에서, 또한, 개별적인 단계, 기능, 프로세스, 또는 동작은 복수의 서브단계들, 서브기능들, 서브프로세스들, 또는 서브동작들을 포함할 수 있고 및/또는 이것들로 분할될 수 있다. 이러한 서브단계들이 포함될 수 있고, 이 개별적인 단계가 명시적으로 배제되지 않는다면, 이 개별적인 단계의 개시내용의 일부일 수 있다.
- [0096] 추가로, 다음의 청구항들은 이로써, 상세한 설명 내에 포함되고, 각각의 청구항은 그 자체로 별도의 예로서 자립할 수 있다. 각각의 청구항은 그 자체로 별도의 예로서 자립할 수 있지만, 종속항이 청구항들에서 하나 이상의 다른 청구항들과의 특정한 조합에 관한 것일 수 있더라도, 다른 예들은 또한, 임의의 다른 종속항 또는 독립항의 발명 요지와 종속항의 조합을 포함할 수 있는 것이 주목되어야 한다. 이러한 조합들은 특정한 조합이 의

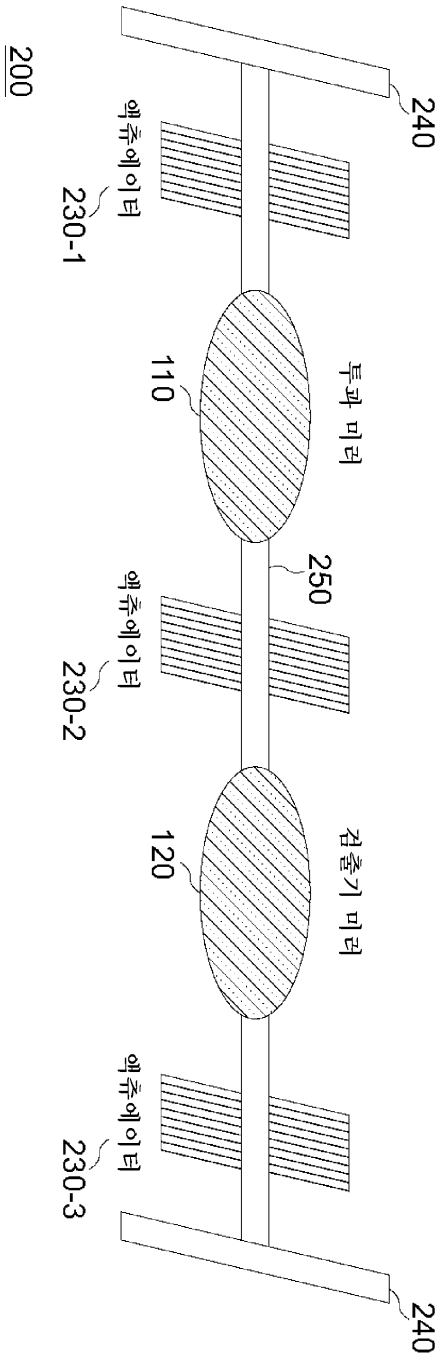
도되지 않는다는 것이 표시되지 않으면, 여기에서 명시적으로 제안된다. 또한, 하나의 청구항의 특징들은 이 청구항이 독립항에 직접적으로 종속적으로 되지 않더라도, 임의의 다른 독립항을 위하여 또한 포함되어야 한다.

도면

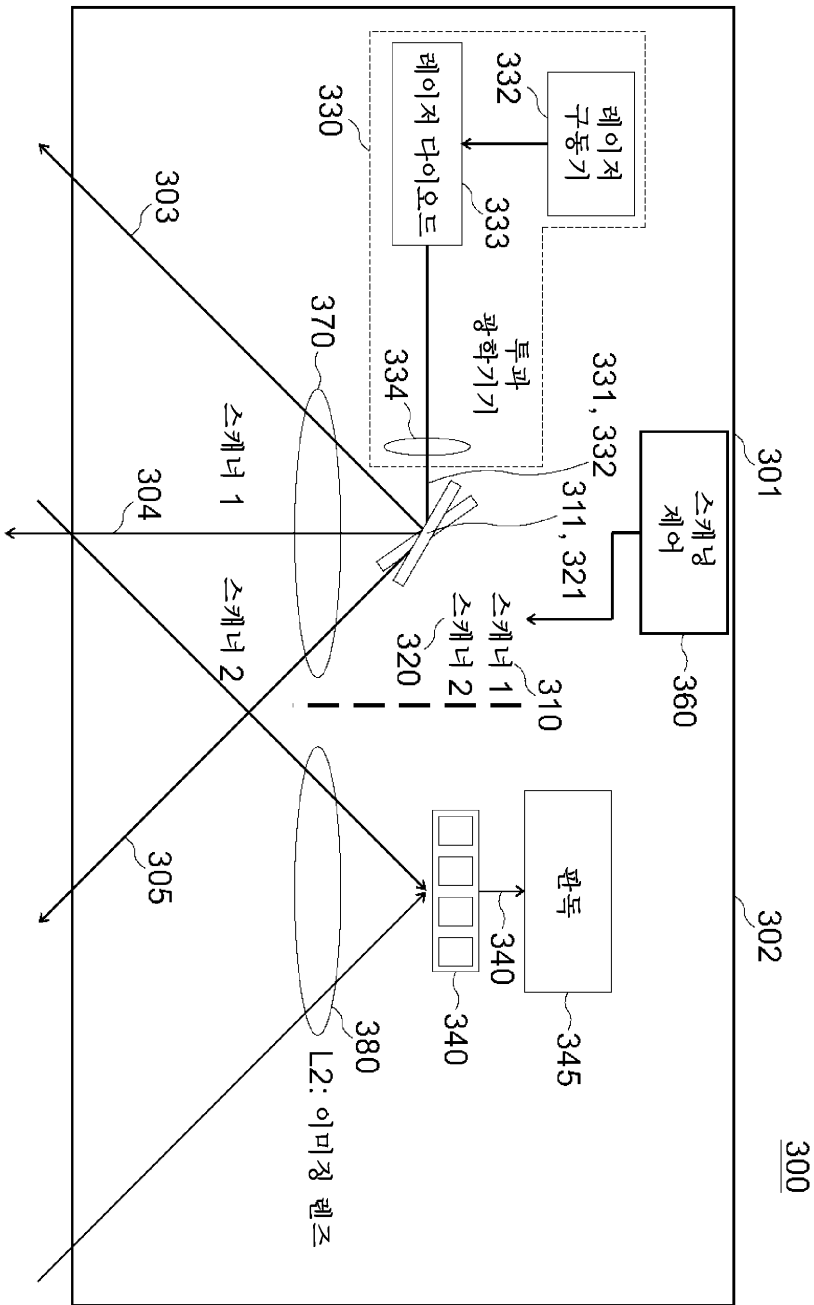
도면1



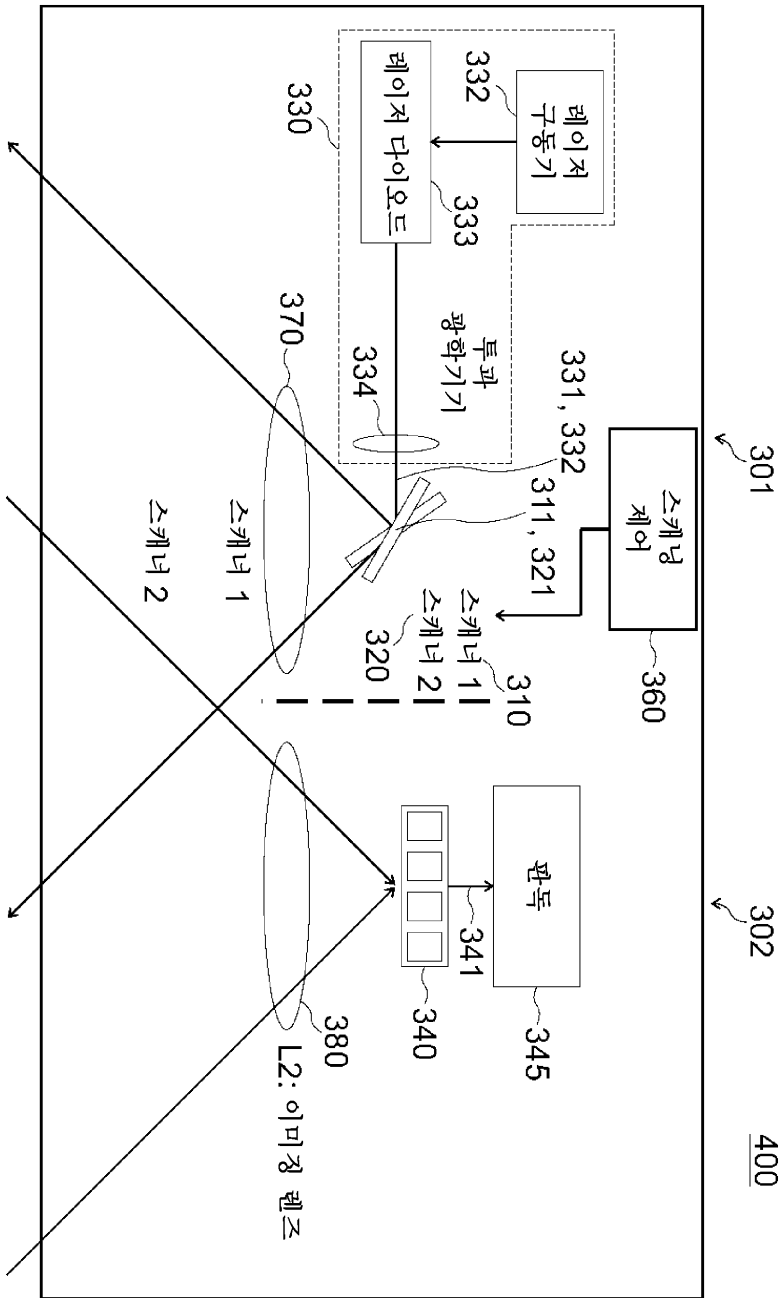
도면2



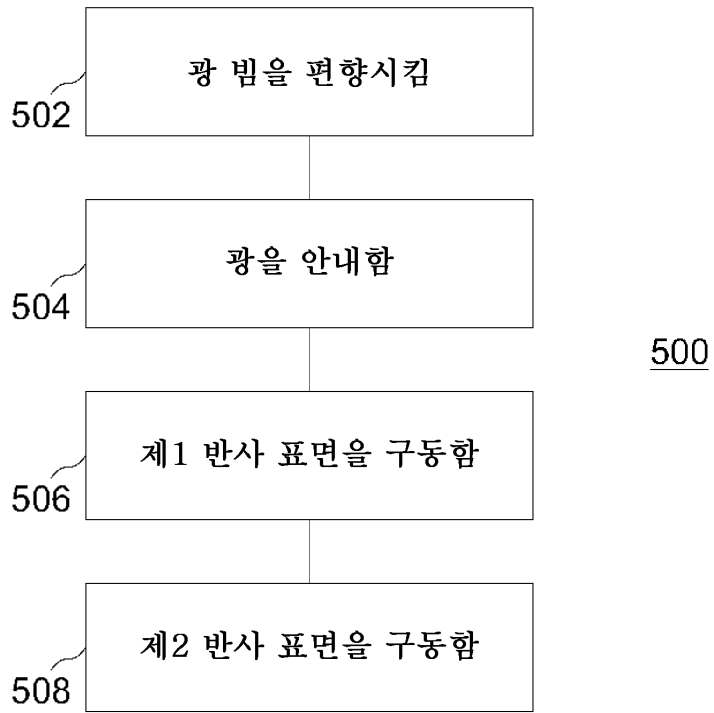
도면3



도면4



도면5



도면6

