



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0042184
(43) 공개일자 2021년04월16일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 17/931 (2020.01) G01S 7/481 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G01S 17/931 (2020.01)
G01S 7/481 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-7010525(분할)</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2017년12월13일
심사청구일자 2021년04월08일</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2019-7021961
원출원일자(국제) 2017년12월13일
심사청구일자 2019년07월25일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2021년04월08일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2017/066133</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2018/125573
국제공개일자 2018년07월05일</p> <p>(30) 우선권주장
15/396,476 2016년12월31일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
웨이모 엘엘씨
미국 캘리포니아 (우편번호: 94043) 마운틴 뷰 앰피시어터 파크웨이 1600</p> <p>(72) 발명자
드로즈, 피에르-이브즈
미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시어터 파크웨이 1600 웨이모 엘엘씨</p> <p>베르기즈, 시몬
미국 94043 캘리포니아주 마운틴 뷰 앰피시어터 파크웨이 1600 웨이모 엘엘씨</p> <p>(74) 대리인
양영준, 이민호, 백만기</p> |
|---|---|

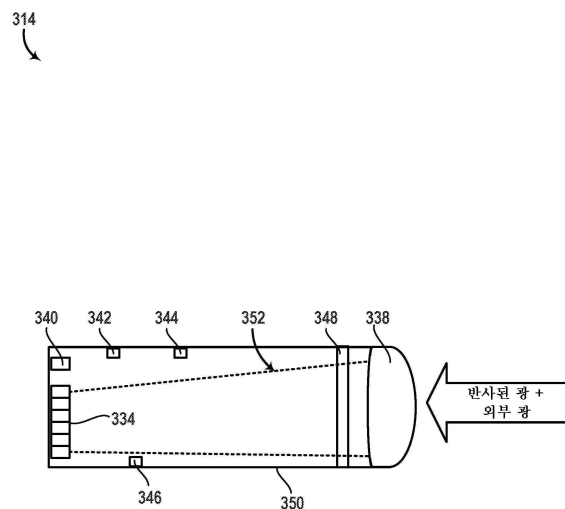
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **오프-축 수신기를 가진 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스**

(57) 요약

일 예에서, LIDAR 디바이스는 광을 방출하는 광원 및 투과 렌즈에 의해 정의되는 시야에서 환경의 영역을 조명하는 방출된 광을 지향시키는 투과 렌즈를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 사전 정의된 광학 경로를 따라 환경의 조명된 영역으로부터 전파되는 인입 광의 적어도 일부를 집속하는 수신 렌즈를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 사전 정의된 광학 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 광 검출기들의 어레이로부터의 수집된 센서 데이터가 오프셋 광 검출기로부터의 출력에 기초하여 디바이스의 광원과 상이한 다른 광원과 연관되는 데이터를 포함하는지를 결정하는 컨트롤러를 포함한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스로서,

광을 방출하는 송신기 - 상기 방출된 광은 상기 LIDAR 디바이스의 시야(field-of-view; FOV) 내의 환경의 영역을 조명함 -;

상기 환경으로부터 광을 수신하는 렌즈 - 상기 렌즈는 사전 정의된 광학 경로를 따라 상기 환경의 조명된 영역으로부터 상기 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 집속(focus)함-;

상기 사전 정의된 광학 경로를 따라 상기 렌즈에 의해 집속된 상기 환경의 조명된 영역으로부터 상기 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 상기 사전 정의된 광학 경로를 따라 위치되는 검출기; 및

제어기 - 상기 제어기는 (i) 상기 송신기 이외의 소스로부터 비롯되고 상기 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 데이터를 수신하고 (ii) 상기 송신기 이외의 소스로부터 비롯되고 상기 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 상기 데이터를 수신하는 것에 응답하여, 상기 외부 광에 대해 상기 LIDAR 디바이스의 동작을 보호하는 완화 절차에 관여하도록 구성됨 -

를 포함하는 LIDAR 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 완화 절차에 관여하는 것은,

상기 외부 광이 상기 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 3

제2항에 있어서,

셔터를 추가로 포함하고,

상기 외부 광이 상기 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 것은, 상기 외부 광이 상기 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 셔터를 활성화하는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 셔터는 기계 셔터(mechanical shutter)인, LIDAR 디바이스.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 외부 광의 파장을 차단하는 필터를 추가로 포함하고,

상기 외부 광이 광 검출기들의 어레이에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 것은 상기 외부 광의 파장이 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 필터를 활성화하는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 필터는 적응 필터이고,

상기 외부 광의 파장을 차단하도록 상기 필터를 활성화하는 것은:

상기 외부 광의 파장을 결정하는 것; 및

상기 파장을 필터링하여 차단(filter out)하도록 상기 적응 필터를 제어하는 것

을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 완화 절차에 관여하는 것은,

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 하나 이상의 특성을 조정하여 상기 방출되는 광을 상기 외부 광과 구별하도록 상기 송신기를 제어하는 것; 및

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 상기 조정된 하나 이상의 특성과 매칭되는 특성들을 갖는 광만을 검출하도록 상기 검출기를 제어하는 것

을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 하나 이상의 특성을 조정하여 상기 방출되는 광을 상기 외부 광과 구별하도록 상기 송신기를 제어하는 것은, 상기 송신기에 의해 방출되는 광의 파장을 조정하도록 상기 송신기를 제어하는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 외부 광이 제1 파장을 갖는다고 결정하는 것을 추가로 포함하고,

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 파장을 조정하도록 상기 송신기를 제어하는 것은 상기 송신기에 의해 방출되는 광의 파장을 상기 제1 파장에서 제2 파장으로 변경하도록 상기 송신기를 제어하는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 하나 이상의 특성을 조정하여 상기 방출되는 광을 상기 외부 광과 구별하도록 상기 송신기를 제어하는 것은, 상기 송신기에 의해 방출되는 광의 변조(modulation)를 조정하도록 상기 송신기를 제어하는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 하나 이상의 특성을 조정하여 상기 방출되는 광을 상기 외부 광과 구별하도록 상기 송신기를 제어하는 것은, 상기 송신기에 의해 방출되는 광의 타이밍을 조정하도록 상기 송신기를 제어하는 것을 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 외부 광을 검출하도록 구성된 하나 이상의 센서를 추가로 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 LIDAR 디바이스의 하우징에 결합되는 외부 센서를 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 조명된 영역 이외의 상기 환경의 영역으로부터 상기 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 검출하기 위해 상기 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기를 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 LIDAR 디바이스는 상이한 시간들에서 상기 환경의 상이한 영역들을 조명하도록 구성되고,

상기 하나 이상의 센서는 상기 환경의 영역들이 상기 LIDAR 디바이스에 의해 조명되기 전에 상기 환경의 영역들로부터의 상기 외부 광을 검출하도록 구성된 록어헤드 센서를 포함하는, LIDAR 디바이스.

청구항 16

광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스의 송신기에 의해, 상기 LIDAR 디바이스의 시야(field-of-view; FOV) 내의 환경의 영역을 조명하는 광을 방출하는 단계;

상기 LIDAR 디바이스의 렌즈에 의해, 사전 정의된 광학 경로를 따라 상기 환경의 조명된 영역으로부터 상기 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 집속하는 단계;

상기 LIDAR 디바이스의 검출기에 의해, 상기 환경의 조명된 영역으로부터 상기 LIDAR 디바이스를 향해 전파되고 상기 사전 정의된 광학 경로를 따라 상기 렌즈에 의해 집속되는 광을 검출하는 단계;

상기 송신기 이외의 소스로부터 비롯되고 상기 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 데이터를 수신하는 단계; 및

상기 송신기 이외의 소스로부터 비롯되고 상기 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 상기 데이터를 수신하는 것에 응답하여, 상기 외부 광에 대해 상기 LIDAR 디바이스의 동작을 보호하는 완화 절차에 관여하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 완화 절차에 관여하는 단계는,

상기 외부 광이 상기 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 LIDAR 디바이스는 셔터를 포함하고,

상기 외부 광이 상기 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계는 상기 외부 광이 상기 검출기에 의해 검출되는 것을 차단하도록 상기 셔터를 활성화하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 완화 절차에 관여하는 단계는:

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 하나 이상의 특성을 조정하여 상기 방출되는 광을 상기 외부 광과 구별하도록 상기 송신기를 제어하는 단계; 및

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 상기 조정된 하나 이상의 특성과 매칭되는 특성들을 갖는 광만을 검출하도록 상기 검출기를 제어하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 하나 이상의 특성을 조정하여 상기 방출되는 광을 상기 외부 광과 구별하도록 상기 송신기를 제어하는 단계는:

상기 송신기에 의해 방출되는 광의 파장, 변조, 또는 타이밍 중 적어도 하나를 조정하도록 상기 송신기를 제어하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2016년 12월 31일에 출원된 미국 특허 출원 제15/396,476호에 대한 우선권을 주장하며, 미국 특허 출원은 전체적으로 참조로 이로써 포함된다.

배경 기술

[0003] 차량은 차량이 동작하는 환경에 관한 정보를 검출하도록 구성되는 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다. 하나의 그러한 센서는 라이다(light detection and ranging: 광 검출 및 거리 측정)(LIDAR) 디바이스이다.

[0004] LIDAR 디바이스는 환경 내의 반사 표면들을 나타내는 "포인트 클라우드"를 어셈블리하기 위해 장면을 통해 스캐닝하는 동안 환경 특징들까지의 거리들을 결정할 수 있다. 포인트 클라우드 내의 개별 포인트들은 예를 들어, 레이저 펄스를 송신하고 필요하다면, 환경 내의 객체로부터 반사되는 복귀 펄스를 검출하고, 그 다음 펄스의 송신과 반사된 펄스의 수신 사이의 시간 지연에 따라 객체까지의 거리를 결정함으로써 결정될 수 있다. 그 결과, 예를 들어, 환경 내의 반사 특징들의 위치들을 나타내는 포인트들의 3차원 맵이 발생될 수 있다.

발명의 내용

[0005] 일 예에서, 광 검출 및 거리 측정(LIDAR) 디바이스는 파장 범위 내의 파장을 갖는 광을 방출하는 광원을 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 LIDAR 디바이스의 시야(field-of-view)(FOV)를 정의하기 위해 방출된 광을 지향시키는 투과 렌즈를 포함한다. 방출된 광은 투과 렌즈에 의해 정의되는 FOV 내의 환경의 영역을 조명한다. LIDAR 디바이스는 또한 환경으로부터 광을 수신하고, 사전 정의된 광학 경로를 따라 수신된 광의 적어도 일부를 집속하는 수신 렌즈를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 수신 렌즈로부터의 집속된 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 사전 정의된 광학 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기를 포함한다. LIDAR 디바이스는 또한 (i) 광 검출기들의 어레이를 사용하여 획득되는 센서 데이터를 수집하고, (ii) 수집된 센서 데이터가 적어도 오프셋 광 검출기로부터의 출력에 기초하여 LIDAR 디바이스의 광원과 상이한 다른 광원과 연관되는 센서 데이터를 포함하는지를 결정하는 컨트롤러를 포함한다.

[0006] 다른 예에서, 방법은 LIDAR 디바이스의 광원을 통해 파장 범위 내의 파장을 갖는 광을 방출하는 단계를 수반한다. 방법은 또한 LIDAR 디바이스의 시야(FOV)를 정의하기 위해 투과 렌즈를 통해 방출된 광을 지향시키는 단계를 수반한다. 방출된 광은 투과 렌즈에 의해 정의되는 FOV 내의 환경의 영역을 조명할 수 있다. 방법은 또한

수신 렌즈 상에 입사되는 환경으로부터의 광을 집속하는 단계를 수반한다. 집속된 광의 적어도 일부는 사전 정의된 광학 경로를 따라 집속될 수 있다. 방법은 또한 사전 정의된 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이에서 수신 렌즈로부터의 집속된 광을 검출하는 단계를 수반한다. 방법은 또한 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기에서 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 검출하는 단계를 수반한다. 방법은 또한 광 검출기들의 어레이를 사용하여 획득되는 센서 데이터를 수집하는 단계를 수반한다. 방법은 또한 수집된 센서 데이터가 오프셋 광 검출기에서 검출되는 광에 기초하여 LIDAR 디바이스의 광원과 상이한 다른 광원과 연관되는 센서 데이터를 포함하는지를 결정하는 단계를 수반한다.

[0007] 또 다른 예에서, 시스템은 LIDAR 송신기, LIDAR 수신기, 하나 이상의 프로세서, 및 데이터 스토리지를 포함한다. LIDAR 송신기는 파장 범위 내의 파장을 갖는 광을 방출하는 광원을 포함한다. LIDAR 송신기는 또한 LIDAR 송신기의 시야(FOV)를 정의하기 위해 방출된 광을 지향시키는 투과 렌즈를 포함한다. 방출된 광은 투과 렌즈에 의해 정의되는 FOV 내의 환경의 영역을 조명한다. LIDAR 수신기는 환경으로부터 광을 수신하는 수신 렌즈를 포함한다. 수신 렌즈는 사전 정의된 광학 경로를 따라 수신된 광의 적어도 일부를 집속한다. LIDAR 수신기는 또한 수신 렌즈로부터의 집속된 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 사전 정의된 광학 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이를 포함한다. LIDAR 수신기는 또한 수신된 렌즈로부터의 집속된 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기를 포함한다. 데이터 스토리지는 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때, 시스템으로 하여금 동작들을 수행하게 하는 명령어들을 저장한다. 동작들은 광 검출기들의 어레이를 사용하여 획득되는 센서 데이터를 수집하는 단계를 포함한다. 동작들은 수집된 센서 데이터가 적어도 오프셋 광 검출기로부터의 출력에 기초하여 LIDAR 송신기의 광원과 상이한 다른 광원과 연관되는 센서 데이터를 포함하는지를 결정하는 단계를 추가로 포함한다.

[0008] 또 다른 예에서, 시스템은 LIDAR 디바이스의 광원을 통해 파장 범위 내의 파장을 갖는 광을 방출하기 위한 수단을 포함한다. 시스템은 또한 LIDAR 디바이스의 시야(FOV)를 정의하기 위해 투과 렌즈를 통해 방출된 광을 지향시키기 위한 수단을 포함한다. 방출된 광은 투과 렌즈에 의해 정의되는 FOV 내의 환경의 영역을 조명할 수 있다. 시스템은 또한 수신 렌즈 상에 입사되는 환경으로부터의 광을 집속하기 위한 수단을 포함한다. 집속된 광의 적어도 일부는 사전 정의된 광학 경로를 따라 집속될 수 있다. 시스템은 또한 사전 정의된 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이에서 수신 렌즈로부터의 집속된 광을 검출하기 위한 수단을 포함한다. 시스템은 또한 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기에서 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 검출하기 위한 수단을 포함한다. 시스템은 또한 광 검출기들의 어레이를 사용하여 획득되는 센서 데이터를 수집하기 위한 수단을 포함한다. 시스템은 또한 수집된 센서 데이터가 오프셋 광 검출기에서 검출되는 광에 기초하여 LIDAR 디바이스의 광원과 상이한 다른 광원과 연관되는 센서 데이터를 포함하는지를 결정하기 위한 수단을 포함한다.

[0009] 이러한 뿐만 아니라 다른 양태들, 장점들, 및 대안들은 첨부 도면들에 적절한 곳을 참조하여 이하의 상세한 설명을 관독함으로써 본 기술분야의 통상의 기술자들에게 분명해질 것이다. 게다가, 이러한 개요 부분에 제공되고 이러한 문헌의 다른 곳의 설명은 청구된 발명 대상을 제한이 아닌 예로서 예시하도록 의도된다는 점이 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 예시적 실시예에 따른 LIDAR 디바이스의 간략화된 블록도이다.
 도 2a는 예시적 실시예에 따른 LIDAR 디바이스의 상면도의 단면 예시이다.
 도 2b는 도 2a의 LIDAR 디바이스의 측면도의 단면 예시이다.
 도 3은 예시적 실시예에 따른 LIDAR 수신기 내에 배치되는 오프셋 광 검출기들을 포함하는 LIDAR 수신기를 예시한다.
 도 4는 예시적 실시예에 따른 차량의 간략화된 블록도이다.
 도 5a는 예시적 실시예에 따른 LIDAR 디바이스를 구비하는 차량의 수개의 도면들을 예시한다.
 도 5b는 LIDAR 디바이스의 예시적 동작을 예시한다.
 도 5c는 LIDAR 디바이스의 예시적 스캐닝 범위들을 예시한다.
 도 6은 예시적 실시예에 따른 방법의 흐름도이다.

도 7은 예시적 실시예에 따른 완화 절차를 수행하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시키기 위한 방법을 예시하는 흐름도이다.

도 8a는 예시적 실시예에 따른 룩어헤드 센서를 사용하는 LIDAR 디바이스의 보호에서의 단계를 예시한다.

도 8b는 예시적 실시예에 따른 룩어헤드 센서를 사용하는 LIDAR 디바이스의 보호에서의 다른 단계를 예시한다.

도 8c는 예시적 실시예에 따른 룩어헤드 센서를 사용하는 LIDAR 디바이스의 보호에서의 또 다른 단계를 예시한다.

도 9a는 예시적 실시예에 따른 백업 파장의 방출 및 검출을 사용하는 LIDAR 디바이스의 보호에서의 단계를 예시한다.

도 9b는 예시적 실시예에 따른 백업 파장의 방출 및 검출을 사용하는 LIDAR 디바이스의 보호에서의 다른 단계를 예시한다.

도 9c는 예시적 실시예에 따른 백업 파장의 방출 및 검출을 사용하는 LIDAR 디바이스의 보호에서의 또 다른 단계를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 예시적 구현들은 본원에 설명된다. 단어 "예시적"은 "일 예, 사례, 또는 예시의 역할을 하는"을 의미하도록 본원에 사용된다는 점이 이해되어야 한다. "예시적" 또는 "예증적"과 같이 본원에 설명되는 임의의 구현 또는 특징은 다른 구현들 또는 특징들에 비해 바람직하거나 유리한 것으로 반드시 해석되어야 하는 것은 아니다. 도면들에서, 유사한 기호들은 전형적으로 맥락이 달리 지시하지 않는 한 유사한 구성요소들을 식별한다. 본원에 설명되는 예시적 구현들은 제한적이지도 의미되지 않는다. 본 개시의 양태들은 일반적으로 본원에 설명된 바와 같이, 그리고 예시된 도면들에서, 매우 다양한 상이한 구성들로 배열, 치환, 조합, 분리, 및 디자인될 수 있다는 점이 용이하게 이해될 것이다.

[0012] I. 개요

[0013] 사고 회피 시스템들 및 원격 감지 능력들을 구비하는 차량들의 개발을 포함하는, 차량 안전 및/또는 자율 동작을 개선하기 위한 지속적 노력들이 있다. LIDAR 디바이스와 같은 다양한 센서들은 다른 옵션들 중에서, 차량의 환경 내의 장애물들 또는 객체들을 검출하고 그것에 의해 사고 회피 및/또는 자율 동작을 용이하게 하기 위해 차량에 포함될 수 있다.

[0014] 일부 상황들에서, 외부 광(예를 들어, LIDAR 디바이스의 것과 다른 광원에서 비롯됨)은 LIDAR 디바이스를 향해 의도적으로 또는 비의도적으로 방출될 수 있으며, 그것은 다양한 문제들을 야기할 수 있다. 외부 광은 예를 들어, 다른 가능성들 중에서, 다른 차량 상에 장착되는 다른 LIDAR 디바이스에서 비롯될 수 있거나, 임의의 다른 외부 광원(예를 들어, 레이저 포인터 등)에서 비롯될 수 있다. 게다가, 예를 들어, 외부 광은 그것이 LIDAR 디바이스의 광학 경로에 진입하면 LIDAR 디바이스를 손상시키기에 충분히 높은 세기일 수 있다. 다른 예에서, 외부 광이 광학 경로에 진입하면, 외부 광은 LIDAR 디바이스로 하여금 거짓 데이터 포인트들을 발생시키게 할 수 있다. 따라서, 이러한 예에서, LIDAR 디바이스로부터 데이터를 평가하는 제어 시스템(예를 들어, 차량의 제어 시스템)은 거짓 데이터 포인트들이 환경에 실제로 존재하지 않는 환경 내의 객체의 존재를 나타내는 것을 잘못 결정할 수 있다.

[0015] 그러한 문제들을 회피해보려는 노력으로, LIDAR 디바이스의 광원과 다른 광원에서 비롯되고 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있는 외부 광에 대해 LIDAR 디바이스를 보호하는 것을 도울 수 있는 방법들 및 시스템들이 본원에 개시된다. 그 때문에, 하나의 예시적 완화 절차는 제어 시스템이 외부 광에 대해 보호하기 위해 LIDAR 디바이스를 (예를 들어, 연속적으로 또는 때때로) 동작시키는 단계 및 그러한 외부 광이 LIDAR 디바이스를 향해 실제로 방출되고 있는지를 결정하는 단계를 수반할 수 있다. 이러한 방식으로, 제어 시스템은 외부 광에 대해 LIDAR 디바이스의 동작을 보호하는 조치들을 취할 수 있다.

[0016] 일부 예들에서, LIDAR 디바이스는 LIDAR 디바이스에 의해 조명되는 영역과 다른 주위 환경의 영역(들)으로부터 광을 검출하는 오프-축 수신기를 포함할 수 있다. LIDAR 디바이스는 LIDAR 디바이스에 의해 방출되는 광의 광학 특성들과 유사한 광학 특성들을 갖는 외부 광을 (오프-축 수신기를 통해) 검출하면, 이때 LIDAR 디바이스(또는 제어 시스템)는 다른 가능성들 중에서, (i) (예를 들어, 외부 광원 등과 연관될 수 있는 데이터를 배제하기 위해) LIDAR 디바이스에 의해 수집되는 센서 데이터를 수정하고, (ii) LIDAR 디바이스의 기계 동작을 수정하고

(예를 들어, LIDAR 디바이스가 외부 광원을 향해 지시하고 있을 때 광이 LIDAR 디바이스에 진입하는 것을 차단하는 셔터를 활성화하고), 그리고/또는 (iii) LIDAR 디바이스의 다른 동작들을 수정할(예를 들어, 방출된 광과 외부 광을 구별하기 위해 LIDAR 디바이스에 의해 방출되는 광의 변조 방식, 파장 등을 조정할) 수 있다.

[0017] 따라서, 예들 내에서, LIDAR 송신기, LIDAR 수신기, 오프셋 수신기, 및 컨트롤러를 포함하는 LIDAR 디바이스가 설명된다. LIDAR 송신기는 주위 환경을 향해 특정 광학 특성들(예를 들어, 변조, 파장(들) 등)을 갖는 광을 방출하는 광원을 포함할 수 있다. 일 구현에서, 광원은 높은 세기 레이저 펄스들을 방출하도록 구성되는 섬유 레이저를 포함한다. 게다가, 이러한 구현에서, 섬유 레이저는 방출된 레이저 펄스들을 콜리메이팅하는 콜리메이터에 결합될 수 있다. LIDAR 송신기는 또한 LIDAR 디바이스의 시야(FOV)를 정의하기 위해 방출된 광을 지향시키는 투과 렌즈를 포함할 수 있다. 일 구현에서, 투과 렌즈는 사전 정의된 수직 및 수평 범위들을 갖는 FOV를 따라 방출된 광을 지향시킬 수 있다.

[0018] LIDAR 수신기는 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 환경으로부터의 광을 수신하는 수신 렌즈를 포함할 수 있다. 게다가, 예를 들어, 투과 렌즈 및 수신 렌즈는 수신된 광이 방출된 광에 의해 조명되는 하나 이상의 객체로부터의 방출된 광의 반사(들)을 포함하도록 (예를 들어, LIDAR 디바이스 등의 FOV에서의 LIDAR 뷰잉 축에 따라) 정렬될 수 있다. 그와 같이, 수신 렌즈는 환경의 조명된 영역으로부터 전파되는 수신된 광의 집속된 적어도 일부에 기초하여 사전 정의된 광학 경로를 따라 수신된 광의 적어도 일부를 집속할 수 있다. 예를 들어, 수신 렌즈 및 투과 렌즈의 각각의 렌즈 특성들(예를 들어, 초점 수, 배향 등)은 수신 렌즈 상에 입사되는 방출된 광의 반사들이 수신 렌즈 뒤의 사전 정의된 광학 경로를 따라 수신 렌즈의 초점 평면(및/또는 이미지 평면) 내의 특정 영역을 향해 집속되도록 구성될 수 있다. 그러나, 환경의 상이한 영역(즉, 방출된 광에 의해 조명되지 않는 영역)으로부터 수신 렌즈 상에 입사되는 광은 상이한 광학 경로를 따라 초점 평면 내의 상이한 영역을 향해 집속될 수 있다.

[0019] LIDAR 수신기는 또한 수신 렌즈로부터의 집속된 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 사전 정의된 광학 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이를 포함할 수 있다. 예시적 광 검출기들은 다른 것들 중에서, 광다이오드들, 광검출기들, 애벌란시 광다이오드들, 단일 광자 애벌란시 광다이오드들(single photon avalanche photodiodes)(SPADs)을 포함한다. 일부 구현들에서, 수신 렌즈는 상이한 광학 특성들(예를 들어, 파장(들), 예타당, 편광, 시간적 파형 등)을 갖는 광이 광 검출기들의 어레이를 향해 전파되는 것을 방지하는 동안 방출된 광의 특정 광학 특성들을 갖는 광이 광 검출기들의 어레이를 향해 전파되는 것을 허용하는 하나 이상의 광학 요소(예를 들어, 광 필터들, 애퍼처들 등)에 결합될 수 있다. 일부 구현들에서, LIDAR 수신기는 또한 수신 렌즈에 결합되는 수신기 하우징을 포함할 수 있다. 수신기 하우징은 수신 렌즈에 의해 집속되는 광과 다른 외부 광(LIDAR 수신기 상에 입사됨)이 광 검출기들의 어레이를 향해 전파되는 것을 방지하는 불투명 재료를 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 구현들에서, 광 검출기들의 어레이는 수신기 하우징 내부에 배치될 수 있다.

[0020] 오프셋 광 검출기는 광 검출기들(예를 들어, 광다이오드, SPAD 등)의 어레이 내의 광 검출기들 중 어느 것과 유사한 물리적 구현을 가질 수 있다. 그러나, 오프셋 광 검출기는 LIDAR 디바이스의 뷰잉 축에 대해 오프-축 정렬에서 정렬(예를 들어, 위치, 배향 등)될 수 있다. 예를 들어, 오프셋 광 검출기는 LIDAR 송신기로부터의 방출된 광에 의해 조명되는 영역과 다른 환경의 영역으로부터 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 인터셉트하고 검출하기 위해 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치될 수 있다. 일부 구현들에서, 오프셋 광 검출기에서 검출되는 광은 사전 정의된 광학 경로와 상이한 광학 경로를 따라 수신 렌즈에 의해 집속되는 광을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광 검출기들의 어레이가 수신기 하우징 내부에 배치되는 경우, 오프셋 광 검출기는 또한 수신기 하우징 내부에 배치될 수 있다. 다른 구현들에서, 오프셋 광 검출기는 LIDAR 수신기 외부에(즉, 수신기 하우징 외부에) 배치되고 조명된 영역(예를 들어, 오프-축 정렬)과 상이한 영역에서 도달하는 광을 수신하도록 배열될 수 있다.

[0021] LIDAR 디바이스의 컨트롤러는 LIDAR 디바이스를 동작시키기 위해 하나 이상의 프로세서 및 하나 이상의 프로세서에 의해 실행가능한 프로그램 명령어들로서 구현될 수 있다. 대안적으로, 컨트롤러는 LIDAR 디바이스의 다양한 기능들을 수행하도록 와이어링되는 아날로그 및/또는 디지털 회로로서 구현될 수 있다.

[0022] 예시적 동작으로서, 컨트롤러는 LIDAR 수신기의 광 검출기들의 어레이를 사용하여 획득되는 센서 데이터를 수집하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광 검출기들의 어레이는 (예를 들어, 서로 등에 인접하여) 근위에 배열될 수 있어, 각각의 광 검출기는 조명된 장면으로부터 집속된 광의 각각의 부분을 검출하고 각각의 검출 신호를 컨트롤러에 응답적으로 제공한다. 그 다음, 검출 신호들은 환경의 스캐닝된 영역을 표현하는 포인트들의 데이터 클라우드 내의 복수의 포인트를 발생시키기 위해 컨트롤러에 의해 처리될 수 있다. 그 때문에, 예를 들어, 데

이터 클라우드 내의 각각의 포인트의 위치는 다른 가능성들 중에서, 방출된 광 펄스와 검출 신호 사이의 시간 지연, 및/또는 검출된 신호의 광 세기에 기초하여 결정될 수 있다. 따라서, 이러한 사례에서, 각각의 광 검출기는 환경의 조명된 영역의 각각의 부분에 매핑되는 수신기 채널에 대응할 수 있다.

[0023] 다른 예시적 동작으로서, 컨트롤러는 수집된 센서 데이터가 LIDAR 송신기의 광원과 상이한 다른 광원과 연관되는 센서 데이터를 포함하는지를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러는 오프셋 LIDAR 검출기로부터 출력들을 감시하고, 감시된 출력들이 (i) LIDAR 송신기에 의해 조명되지 않는 환경의 영역으로부터 도달하고 (ii) 방출된 광과 유사한 광학 특성들(예를 들어, 변조, 파장 등)을 갖는 광의 검출(오프셋 광 검출기에 의한)을 표시하는지를 결정할 수 있다.

[0024] 그 다음, 이러한 경우에, 컨트롤러는 상기 주목된 다양한 완화 절차들 중 하나 이상을 수행할 수 있다. 일 예에서, 컨트롤러는 외부 광원으로부터의 간섭으로 인해 에러들의 경향이 있을 수 있는 수집된 센서 데이터의 서브셋을 식별할 수 있다. 그 다음, 컨트롤러는 잠재적으로 에러나기 쉬운 센서 데이터를 배제하거나 그렇지 않으면 조정하기 위해 수집된 센서 데이터를 수정할 수 있다. 다른 예에서, 컨트롤러는 외부 광의 방향 및/또는 위치를 (예를 들어, 오프셋 광 검출기의 위치, 배향, 뷰잉 축 등에 기초하여) 식별하고, LIDAR 디바이스의 동작을 응답적으로 수정할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스는 LIDAR 디바이스의 상이한 FOV들을 스캐닝하기 위해 회전하는 회전 LIDAR 디바이스일 수 있다. 이러한 사례에서, LIDAR 디바이스는 FOV가 외부 광원으로부터의 외부 광을 오버래핑할 때 서터를 일시적으로 활성화할 수 있으며, 그것에 의해 광 검출기들의 어레이에서 외부 광의 검출을 방지한다. 또 다른 예에서, 컨트롤러는 방출된 광과 외부 광을 구별하기 위해 LIDAR 송신기에 의해 방출되는 광의 변조(예를 들어, 파형 형상, 파장 등)를 조정할 수 있다. 그 때문에, 컨트롤러는 또한 조정된 변조에 따라 사전 정의된 광학 경로를 따라 다양한 광학 요소들(예를 들어, 광 필터들, 공간 또는 시간 광 변조기들, 편광기들 등)을 조정할 수 있다.

[0025] 다른 LIDAR 디바이스 구성요소들, 특징들, 및 동작들이 또한 가능하고 본원에서의 예시적 구현들 내에서 더 상세히 설명된다.

[0026] II. 예시적 센서들

[0027] 본원에 설명되는 예시적 센서들이 LIDAR 센서들을 포함하지만, 다른 타입들의 센서들이 또한 가능하다. 본원에 이용될 수 있는 예시적 센서들의 총망라하지 않은 리스트는 다른 것들 중에서, 레이더(radio detection and ranging)(RADAR) 센서들, 소오나(sound navigation and ranging)(SONAR) 센서들을 포함한다. 그 때문에, 본원에서의 일부 예시적 센서들은 센서에 제공되는 변조된 전력에 기초하여 신호를 (예를 들어, 펄스들 등의 시퀀스의 형태로) 방출하고, 그 다음 주위 환경 내의 객체들로부터 방출된 신호의 반사들을 검출하는 능동 범위 센서를 포함할 수 있다.

[0028] 도 1은 예시적 실시예에 따른 LIDAR 디바이스(100)의 간략화된 블록도이다. 도시된 바와 같이, LIDAR 디바이스(100)는 전력 공급 배열(102), 컨트롤러(104), 송신기(106), 하나 이상의 광학 요소(108), 온도 센서(110), 히트 싱크(112), 수신기(114), 회전 플랫폼(116), 하나 이상의 액추에이터(118), 고정 플랫폼(120), 회전 링크(122), 및 하우징(124)을 포함한다. 다른 실시예들에서, LIDAR 디바이스(100)는 더 많은, 더 적은, 또는 상이한 구성요소들을 포함할 수 있다. 부가적으로, 도시되는 구성요소들은 임의의 수의 방식으로 조합되거나 분할될 수 있다.

[0029] 전력 공급 배열(102)은 전력을 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들에 공급, 수신, 및/또는 분배하도록 구성될 수 있다. 그 때문에, 전력 공급 배열(102)은 전력을 그러한 구성요소들에 공급하기 위해, 임의의 실현가능 방식으로 LIDAR 디바이스(100) 내에 배치되고 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들에 연결되는 전력원(예를 들어, 배터리 셀들 등)의 형태를 포함하거나 그렇지 않으면 취할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 전력 공급 배열(102)은 하나 이상의 외부 전력원으로부터(예를 들어, LIDAR 디바이스(100)가 장착되는 차량에 배열되는 전력원으로부터) 전력을 수신하고 수신된 전력을 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들에 송신하도록 구성되는 전력 어댑터의 형태를 포함하거나 그렇지 않으면 취할 수 있다.

[0030] 컨트롤러(104)는 LIDAR 디바이스(100)의 특정 동작들을 용이하게 하도록 배열되는 하나 이상의 전자 구성요소 및/또는 시스템들을 포함할 수 있다. 컨트롤러(104)는 임의의 실현가능 방식으로 LIDAR 디바이스(100) 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러(104)는 회전 링크(122)의 중앙 캐비티 영역 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있다.

[0031] 일부 예들에서, 컨트롤러(104)는 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들에의 제어 신호들의 전송을 위해 그

리고/또는 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들로부터 컨트롤러(104)로의 데이터의 전송을 위해 사용되는 와이어링을 포함하거나 그렇지 않으면 와이어링에 결합될 수 있다. 일반적으로, 컨트롤러(104)가 수신하는 데이터는 다른 가능성들 중에서, 수신기(114)에 의한 광의 검출들에 기초하여 센서 데이터를 포함할 수 있다. 더욱이, 컨트롤러(104)에 의해 송신되는 제어 신호들은 다른 가능성들 중에서, 예컨대 송신기(106)에 의한 광의 방출을 제어하고, 수신기(114)에 의한 광의 검출을 제어하고, 그리고/또는 액추에이터(들)(118)를 제어하여 회전 플랫폼(116)을 회전시킴으로써, LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들을 동작시킬 수 있다.

[0032] 그 때문에, 컨트롤러(104)는 LIDAR 디바이스(100)로 하여금 본원에 설명되는 다양한 동작들을 수행하게 하기 위해 하나 이상의 프로세서, 데이터 스토리지, 및 하나 이상의 프로세서에 의해 실행가능한 프로그램 명령어들(데이터 스토리지에 저장됨)을 포함할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 컨트롤러는 외부 컨트롤러와 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들 사이에 제어 신호들 및/또는 데이터의 전송을 용이하게 하는 것을 돕기 위해 외부 컨트롤러 등(예를 들어, LIDAR 디바이스(100)가 장착되는 차량에 배열되는 컴퓨팅 시스템)과 통신할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 컨트롤러(104)는 본원에 설명되는 다양한 기능들을 수행하기 위해 와이어링되는 회로를 포함할 수 있다.

[0033] 송신기(106)는 LIDAR 디바이스(100)의 환경을 향해 광(또는 일부 다른 신호)을 송신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 송신기(106)는 파장 범위 내의 파장들을 갖는 복수의 광 빔 및/또는 펄스를 각각 방출하기 위해 하나 이상의 광원을 포함할 수 있다. 파장 범위는 예를 들어, 전자기 스펙트럼의 자외, 가시, 및/또는 적외 부분들에 있을 수 있다. 일부 예들에서, 파장 범위는 예컨대 레이저들에 의해 제공되는 좁은 파장 범위일 수 있다. 일 예에서, 파장 범위는 거의 1525 nm와 1565 nm 사이인 파장들을 포함한다. 이러한 범위는 예시적 목적들만을 위해 설명되고 제한적이지도록 의미되지 않는다는 점이 주목된다.

[0034] 일부 구현들에서, 송신기(106) 내의 광원(들)은 광 증폭기에 결합되는 섬유 레이저를 포함할 수 있다. 특히, 섬유 레이저는 능동 이득 매체(즉, 레이저 내의 광학 이득의 소스)가 광섬유에 있는 레이저일 수 있다. 더욱이, 섬유 레이저는 다양한 방식으로 LIDAR 디바이스(100) 내에 배열될 수 있다. 예를 들어, 섬유 레이저는 회전 플랫폼(116)과 수신기(114) 사이에 배치될 수 있다.

[0035] 그와 같이, 본 개시는 일반적으로 송신기(106) 내의 광원으로서 사용되는 섬유 레이저의 맥락에서 본원에 설명될 것이다. 그러나, 일부 배열들에서, 송신기(106) 내의 하나 이상의 광원은 복수의 방출된 광 빔 및/또는 펄스를 제공하기 위해 광을 선택적으로 투과, 반사, 및/또는 방출하도록 구성되는 레이저 다이오드들, 발광 다이오드들(light emitting diodes)(LED), 수직 캐비티 표면 방출 레이저들(vertical cavity surface emitting lasers)(VCSEL), 유기 발광 다이오드들(organic light emitting diodes)(OLED), 폴리머 발광 다이오드들(polymer light emitting diodes)(PLED), 발광 폴리머들(light emitting polymers)(LEP), 액정 디스플레이들(liquid crystal displays)(LCD), 미세 전자 기계 시스템들(microelectromechanical systems)(MEMS), 및/또는 임의의 다른 디바이스를 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다.

[0036] 광학 요소(들)(108)는 송신기(106) 및/또는 수신기(114)에 포함되거나 그렇지 않으면 이들에 결합될 수 있다. 예를 들어, 광학 요소(들)(108)는 광을 송신기(106) 내의 광원으로부터 환경을 향해 지향시키도록 배열되는 투과 렌즈를 포함할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 광학 요소(들)(108)는 물리적 공간을 통해 광의 전파를 가이드하고 그리고/또는 방출된 광의 특정 특성들을 조정할 수 있는 미러들, 렌즈들 등의 임의의 실현가능 조합을 포함할 수 있다.

[0037] 일부 구현들에서, 광학 요소(들)(108)는 또한 방출된 광을 수직 축을 따라 확산하도록 배열되는 확산기를 포함할 수 있다. 실제로, 확산기는 유리 또는 다른 재료로 형성될 수 있고, 광을 특정 방식으로 확산하거나 그렇지 않으면 산란하도록 형상화(예를 들어, 비구면 형상)될 수 있다. 일 실시예에서, 수직 스프레드는 수평 축에서 떨어진 +7° 내지 수평 축에서 떨어진 -18°의 스프레드일 수 있다(예를 들어, 수평 축은 환경 내의 지표면과 이상적으로 평행함). 더욱이, 확산기는 예를 들어 섬유 레이저의 출력 단부에 융합됨으로써와 같이, 임의의 직접 또는 간접 방식으로 송신기(106) 내의 광원에 결합될 수 있다.

[0038] 따라서, 이러한 구현은 레이저 빔들의 수직 빔 폭보다 상당히 더 좁은 수평 빔 폭(예를 들어, 0.06°)을 갖는 레이저 빔들 등을 야기할 수 있다. 그러한 수평으로 좁은 레이저 빔들은 예를 들어, 반사 객체에 반사되는 빔들과 반사 객체에 수평으로 인접한 적은 반사 객체에 반사되는 빔들 사이의 간섭을 회피하는 것을 도울 수 있으며, 그것은 LIDAR 디바이스(100)가 그러한 객체들을 구별하는 것을 도울 수 있다. 다른 장점들이 또한 가능하다.

- [0039] 온도 센서(110)는 송신기(106)로부터의 방출된 광 펄스들과 연관되는 온도를 측정하도록 배열되는 하나 이상의 온도 센서(예를 들어, 서미스터, 서모파일 등)를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 광학 요소(들)(108)는 또한 온도 센서(110)를 향해 확산된 광의 적어도 일부를 반사하도록 배열되는 색 선별 미러를 포함할 수 있다. 이러한 구현의 경우, 온도 센서(110)는 환경을 향해 방출되는 광의 에너지를 측정하도록 배열될 수 있다. 그러한 온도 측정에 관련되는 데이터는 컨트롤러(104)에 의해 수신되고, 그 다음 예를 들어 방출된 광의 세기에 대한 조정들과 같은, 추가 동작들을 용이하게 하기 위한 기초로서 컨트롤러(104)에 의해 사용될 수 있다. 다른 구현에서, 온도 센서(110)는 예를 들어 히트 싱크(112)의 온도와 같은, LIDAR 디바이스(100)의 다른 구성요소의 온도를 측정하도록 배열될 수 있다. 다른 구현들이 또한 가능하다.
- [0040] 히트 싱크(112)는 송신기(106)에서 떨어져서 열을 전도하도록 배열되는 임의의 열 도체(예를 들어, 알루미늄, 구리, 다른 금속 또는 금속 화합물)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 송신기(106)가 섬유 레이저 광원을 포함하는 경우, 섬유 레이저는 광 증폭기를 통해 광의 세기를 증폭하는 결과로서 열을 발생시킬 수 있다. 발생한 열은 LIDAR 디바이스(100) 내의 다양한 구성요소들(예를 들어, 회로, 송신기(106) 등)의 동작에 영향을 미칠 수 있다. 그와 같이, 히트 싱크(112)는 LIDAR 디바이스(100)의 다양한 구성요소들 상의 발생한 열의 효과를 완화하기 위해 발생한 열을 흡수하고 그리고/또는 분배할 수 있다.
- [0041] 수신기(114)는 송신기(106)에 의해 방출되고 LIDAR 디바이스(100)의 주위 환경 내의 하나 이상의 객체로부터 반사되는 광 펄스들의 반사들을 인터셉트하고 검출하도록 배열되는 하나 이상의 광검출기(예를 들어, 광다이오드들, 애벌란시 광다이오드들 등)를 포함할 수 있다. 그 때문에, 수신기(114)는 송신기(106)에 의해 방출되는 광과 동일한 파장 범위(예를 들어, 1525 nm 내지 1565 nm) 내의 파장들을 갖는 광을 검출하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, LIDAR 디바이스(100)는 LIDAR 디바이스(100)에 의해 비롯되는 반사된 광 펄스들과 환경 내의 다른 광을 구별할 수 있다.
- [0042] 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(100)는 수직 각도 범위 내의 인입 광을 특정 수신기 상에 집속함으로써 그것의 수직 스캐닝 분해능을 선택하거나 조정할 수 있다. 수직 FOV가 증가함에 따라, 예를 들어, 수직 스캐닝 분해능은 감소할 수 있다. 특정 예로서, 수신기(114)는 LIDAR 디바이스(100)의 수평 축에서 떨어진 $+7^\circ$ 내지 수평 축에서 떨어진 -7° 의 수직 FOV 내에서의 인입 광을 집속하도록 배열될 수 있다. 이러한 배열의 경우, 예를 들어, LIDAR 디바이스(100)의 수직 스캐닝 분해능은 0.067° 에 대응할 수 있다. 수직 각도 스캐닝 분해능은(예를 들어, 광학 요소(들)(108)의 렌즈 등을 작동하는 것을 통해) 인입 광의 상이한 수직 FOV를 수신기(114) 상에 집속함으로써 조정될 수 있다. 예를 들어, 수신기(114)가 ($+7^\circ$ 내지 -7° 의 범위와 대조적으로) 수평 축에 대해 $+7^\circ$ 내지 0° 의 수직 FOV로부터 집속되는 광을 수신하면, 이때 수신기(114)의 수직 분해능은 0.067° 에서 0.034° 로 개선될 수 있다.
- [0043] 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(100)는 LIDAR 디바이스(100)의 회전의 속도를 변경함으로써 및/또는 송신기(106)에 의해 방출되는 광 펄스들의 펄스 속도를 조정함으로써 수평 스캐닝 분해능을 선택하거나 조정할 수 있다. 특정 예로서, 송신기(106)는 초당 150,000 광 펄스의 펄스 속도로 광 펄스들을 방출하도록 구성될 수 있다. 이러한 예에서, LIDAR 디바이스(100)는 15 Hz(즉, 초당 15 완전한 360° 회전)로 회전하도록 구성될 수 있다. 그와 같이, 수신기(114)는 0.036° 수평 각도 분해능에서 광을 검출할 수 있다. 0.036° 의 수평 각도 분해능은 LIDAR 디바이스(100)의 회전의 속도를 변경함으로써 또는 펄스 속도를 조정함으로써 조정될 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(100)가 대신에 30 Hz로 회전되면, 수평 각도 분해능은 0.072° 가 될 수 있다. 대안적으로, 송신기(106)가 15 Hz의 회전의 속도를 유지하는 동안 초당 300,000 광 펄스의 속도로 광 펄스들을 방출하면, 이때 수평 각도 분해능은 0.018° 가 될 수 있다.
- [0044] 일부 예들에서, 수신기(114)는 상이한 분해능들에서 광을 동시에 검출하도록 구성되는 다수의 수신기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 수신기는 제1 분해능에서 광을 검출하도록 구성될 수 있고 제2 수신기는 제1 분해능보다 더 낮은 제2 분해능에서 광을 검출하도록 구성될 수 있다. 특정 예로서, 제1 수신기는 LIDAR 디바이스(100)의 수평 축에서 떨어진 $+7^\circ$ 내지 수평 축에서 떨어진 -7° 의 수직 FOV 내에서의 인입 광을 수신하도록 배열될 수 있고, 제2 수신기는 -7° 내지 -18° 의 수직 FOV 내에서의 인입 광을 수신하도록 배열될 수 있다. 이러한 방식으로, 제1 및 제2 수신기들은 $+7^\circ$ 내지 -18° 의 FOV를 따르지만, 상이한 각각의 수직 분해능들에서 광의 검출을 집합적으로 허용한다. 상기 예를 계속하면, 제1 수신기는 0.036° (수평) x 0.29° (수직) 각도 분해능에서 광을 검출하도록 구성될 수 있고, 제2 수신기(112)는 0.036° (수평) x 0.067° (수직) 각도 분해능에서 광을 검출하도록 구성될 수 있다. 따라서, 일부 예들에서, 제1 및 제2 수신기들은 각각의 수신기들이 상기 설명된 바와 같이 각각의 분해능을 제공하고 각각의 FOV를 수신하는 것을 허용하는 각각의 광학 배열(예를 들어, 광학 요소(들)(108))을 각각 가질 수 있다. 이러한 분해능들 및 FOV들은 예시적 목적들만을 위한 것이고 제한적이지도

록 의미되지 않는다는 점이 주목된다.

- [0045] 일부 예들에서, 수신기(114) 중 적어도 하나의 수신기는 LIDAR 디바이스(100)의 뷰잉 방향에 대해 오프-축 정렬을 갖는 오프셋 수신기로서 구성될 수 있다. 예를 들어, 오프셋 수신기는 송신기(106)에 의해 조명되는 조명된 영역과 다른 LIDAR 디바이스(100)의 환경의 영역으로부터 전파되는 광을 수신하는 광 검출기로서 구현될 수 있다. 그 때문에, 오프셋 수신기는 송신기(106)로부터의 방출된 광과 유사한 광학 성질들을 갖는 광을 검출하고 있고, 그 다음 LIDAR 디바이스(100)는 그러한 검출들을 감시할 수 있어 검출된 외부 광에 의한 간섭을 완화한다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(100)가 회전 플랫폼(116)을 통해 회전되는 경우, 오프셋 수신기는 수신기(104)의 다른 수신기들(예를 들어, 온-축 수신기들)의 FOV가 외부 광과 오버래핑되는 배향으로의 LIDAR 디바이스(100)의 회전 전에 외부 광을 검출하는 록어헤드 센서로서 구성될 수 있다.
- [0046] 일부 구현들에서, 수신기(114)는 LIDAR 디바이스(100)의 환경 내의 하나 이상의 객체로부터 반사되는 광을 수신기(114)의 검출기들 상에 집속하도록 배열되는 광학 요소들(108)의 광학 렌즈(예를 들어, "수신 렌즈")에 결합될 수 있다. 이러한 실시예에서, 광학 렌즈는 거의 35 cm의 초점 길이 뿐만 아니라 거의 10cm x 5cm의 치수들을 가질 수 있다. 더욱이, 일부 사례들에서, 광학 렌즈는 상기 설명된 바와 같이 특정 수직 FOV(예를 들어, +7° 내지 -7°)를 따라 인입 광을 집속하기 위해 형상화될 수 있다. 그와 같이, 광학 렌즈(예를 들어, 광학 요소(들)(108)에 포함됨)는 본 개시의 범위로부터 벗어나는 것없이 다양한 형태들 중 하나(예를 들어, 구면 형상화)를 띌 수 있다.
- [0047] 일부 구현들에서, 광학 요소들(108)은 또한 적어도 하나의 광학 렌즈와 수신기(114) 내의 광검출기 어레이 사이에 광학 경로를 절첩하도록 배열되는 적어도 하나의 미러를 포함할 수 있다. 각각의 그러한 미러는 임의의 실현가능 방식으로 수신기(114) 내에 고정될 수 있다. 또한, 임의의 실현가능 수의 미러들은 광학 경로를 절첩하는 목적들을 위해 배열될 수 있다. 예를 들어, 수신기(114)는 또한 광학 렌즈와 광검출기 어레이 사이에 광학 경로를 2회 이상 절첩하도록 배열되는 2개 이상의 미러를 포함할 수 있다. 실제로, 광학 경로의 그러한 절첩은 다른 결과들 중에서, 제1 수신기의 크기를 감소시키는 것을 도울 수 있다.
- [0048] 더욱이, 주목된 바와 같이, 수신기(114)는 광검출기 어레이를 포함할 수 있으며, 이 어레이는 검출된 광(예를 들어, 상기 언급된 파장 범위 내의)을 검출된 광을 나타내는 전기 신호로 변환하도록 각각 구성되는 2개 이상의 검출기를 포함할 수 있다. 실제로, 그러한 광검출기 어레이는 다양한 방식들 중 하나로 배열될 수 있다. 예를 들어, 검출기들은 하나 이상의 기판(예를 들어, 인쇄 회로 보드들(printed circuit boards)(PCBs), 가요성 PCB들 등) 상에 배치되고 광학 렌즈로부터 광학 경로를 따라 진행하고 있는 인입 광을 검출하도록 배열될 수 있다. 또한, 그러한 광검출기 어레이는 임의의 실현가능 방식으로 정렬되는 임의의 실현가능 수의 검출기들을 포함할 수 있다. 일 구현에서, 광검출기 어레이는 -7° 내지 -18°의 수직 FOV 내에서 광을 검출하기 위한 208 검출기의 어레이 및 +7° 내지 -7°의 수직 FOV 내에서 광을 검출하기 위한 48 검출기의 광검출기 어레이를 포함할 수 있다. 이러한 광검출기 어레이는 예시적 목적들만을 위해 설명되고 제한적이지도록 의미되지 않는다는 점이 주목된다.
- [0049] 부가적으로, 어레이 내의 검출기들은 다양한 형태들을 취할 수 있다. 예를 들어, 검출기들은 방출된 광의 파장 범위 내의 파장들을 갖는 집속된 광을 검출하도록 구성되는 광다이오드들, 애벌란시 광다이오드들(예를 들어, 가이거 모드 및/또는 선형 모드 애벌란시 광다이오드들), 단일 광자 애벌란시 광다이오드들(SPADs), 광트랜지스터들, 카메라들, 능동 픽셀 센서들(APS), 전하 결합 디바이스들(CCD), 극저온 검출기들, 및/또는 광의 임의의 다른 센서의 형태를 취할 수 있다.
- [0050] 회전 플랫폼(116)은 축 주위로 회전하도록 구성될 수 있다. 그 때문에, 회전 플랫폼(116)은 그 위에 장착되는 하나 이상의 구성요소를 지지하는데 적절한 임의의 고체 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 송신기(106) 및 수신기(114)는 이러한 구성요소들 각각이 회전 플랫폼(116)의 회전에 기초하여 환경에 대해 이동하도록 회전 플랫폼(116) 상에 배열될 수 있다. 특히, 이러한 구성요소들 각각은 LIDAR 디바이스(100)가 다양한 방향들로부터 정보를 획득할 수 있도록 축에 대해 회전될 수 있다. 이러한 방식으로, LIDAR 디바이스(100)의 지시 방향은 회전 플랫폼(114)을 상이한 방향들로 작동함으로써 수평으로 조정될 수 있다.
- [0051] 플랫폼(116)을 이러한 방식으로 회전시키기 위해, 하나 이상의 액추에이터(118)는 회전 플랫폼(114)을 작동할 수 있다. 그 때문에, 액추에이터들(118)은 다른 가능성들 중에서, 모터들, 공압 액추에이터들, 유압 피스톤들, 및/또는 압전 액추에이터들을 포함할 수 있다.
- [0052] 이러한 배열의 경우, 컨트롤러(104)는 환경에 관한 정보를 획득하기 위해 회전 플랫폼(116)을 다양한 방식들로

회전시키기 위해 액추에이터(118)를 동작시킬 수 있다. 일 예에서, 회전 플랫폼(116)은 어느 하나의 방향에서 회전될 수 있다. 다른 예에서, 회전 플랫폼(116)은 LIDAR 디바이스(100)가 환경의 360° 수평 FOV를 제공하도록 전체 선회들을 수행할 수 있다. 더욱이, 회전 플랫폼(116)은 LIDAR 디바이스(100)로 하여금 다양한 리프레이스 속도들로 환경을 스캐닝하게 하기 위해 다양한 속도들로 회전할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(100)는 15 Hz의 리프레이스 속도(예를 들어, 초당 LIDAR 디바이스(100)의 15 완전한 회전)를 갖도록 구성될 수 있다.

[0053] 고정 플랫폼(120)은 임의의 형상 또는 형태를 띌 수 있고 예를 들어 차량의 위와 같은, 다양한 구조들에의 결합을 위해 구성될 수 있다. 또한, 고정 플랫폼의 결합은 임의의 실현가능 커넥터 배열(예를 들어, 볼트들 및/또는 나사들)을 통해 수행될 수 있다. 이러한 방식으로, LIDAR 디바이스(100)는 본원에 설명되는 것들과 같은, 다양한 목적들을 위해 사용되기 위해 구조에 결합될 수 있다.

[0054] 회전 링크(122)는 고정 플랫폼(120)을 회전 플랫폼(116)에 직접 또는 간접적으로 결합한다. 그 때문에, 회전 링크(122)는 고정 플랫폼(120)에 대해 축 주위로 회전 플랫폼(116)의 회전을 제공하는 임의의 형상, 형태 및 재료를 띌 수 있다. 예를 들어, 회전 링크(122)는 액추에이터(118)로부터의 작동에 기초하여 회전하는 샤프트 등의 형태를 취할 수 있으며, 그것에 의해 기계력들을 액추에이터(118)로부터 회전 플랫폼(116)으로 전달한다. 일 구현에서, 회전 링크(122)는 LIDAR 디바이스(100)의 하나 이상의 구성요소가 배치될 수 있는 중앙 캐비티를 가질 수 있다.

[0055] 하우징(124)은 임의의 형상, 형태, 및 재료를 띌 수 있고 LIDAR 디바이스(100)의 하나 이상의 구성요소를 수용하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하우징(124)은 돔 형상 하우징일 수 있다. 게다가, 예를 들어, 하우징(124)은 적어도 부분적으로 불투명인 재료로 구성될 수 있고, 재료는 하우징(124)의 내부 공간에 진입하는 것으로부터 적어도 일부 광의 차단을 허용하고 따라서 LIDAR 디바이스(100)의 하나 이상의 구성요소 상에서 주변 광의 열 및 잡음 효과들을 완화하는 것을 도울 수 있다. 이러한 하우징은 예시적 목적들만을 위한 것이고 제한적 이도록 의미되지 않는다는 점이 주목된다.

[0056] 일부 예들에서, 하우징(124)은 하우징(122)이 회전 플랫폼(116)의 회전에 기초하여 상기 언급된 축 주위로 회전하기 위해 구성되도록 회전 플랫폼(116)에 결합될 수 있다. 이러한 구현의 경우, LIDAR 디바이스(100)의 송신기(106), 수신기(114), 및 가능하게는 다른 구성요소들은 하우징(124) 내에 각각 배치될 수 있다. 이러한 방식으로, 송신기(106) 및 수신기(114)는 하우징(124) 내에 배치되는 동안 하우징(124)과 함께 회전할 수 있다.

[0057] 일부 예들에서, LIDAR 디바이스(100)의 하나 이상의 구성요소는 개별 물리 하우징을 가질 수 있다. 예를 들어, 수신기(114)는 각각의 수신기의 광 검출기들의 어레이를 각각 수용하는 하나 이상의 개별 하우징 구조들을 포함할 수 있다. LIDAR 디바이스(100)의 이러한 배열은 예시적 목적들만을 위해 설명되고 제한적 이도록 의미되지 않는다는 점이 주목된다.

[0058] 다음에, 도 2a 및 도 2b는 본원에 개시되는 특징들을 갖는 LIDAR 디바이스(200)의 예시들의 예시적 세트를 도시한다. 특히, 도 2a는 LIDAR 디바이스(200)의 상단 단면도를 도시하고, 및 도 2b는 LIDAR 디바이스(200)의 측면 단면도를 도시한다. 이러한 예시들은 예시적 목적들만을 위해 도시되고 제한적 이도록 의미되지 않는다는 점이 주목된다.

[0059] 더 구체적으로, 도 2a 및 도 2b는 LIDAR 디바이스(200)가 하우징(124) 및 플랫폼(116)과 각각 유사할 수 있는 회전 플랫폼(216)에 결합되는 하우징(224)을 포함하는 것을 집합적으로 예시한다. 그 다음, 회전 플랫폼(216)은 회전 링크(222)를 통해 고정 플랫폼(220)에 결합되는 것으로서 도시되며, 그들은 고정 플랫폼(120) 및 회전 링크(122)와 각각 유사할 수 있다. 이러한 배열의 경우, 회전 플랫폼(216)은 축(232) 주위로 회전할 수 있으며, 그것에 의해 또한 송신기(206) 및 수신기(214)의 회전을 야기하며, 그들은 송신기(106) 및 수신기(114)와 각각 유사할 수 있다.

[0060] 도시된 바와 같이, 하우징(224)은 또한 광이 환경으로 방출될 수 있고 반사된 광이 환경으로부터 수신될 수 있는 애퍼처(230)를 포함한다. 게다가, 도 2a 및 도 2b는 송신기(206) 및 수신기(214)가 하우징(224) 내에 배치되는 것을 집합적으로 예시한다.

[0061] 도시된 바와 같이, 송신기(206)는 예를 들어, 광 증폭기로서의 역할을 하는 섬유 레이저(예를 들어, "광원")와 융합되는, 광학 요소들(108) 중 적어도 하나와 유사할 수 있는, 투과 렌즈(208)(예를 들어, 확산기)를 포함하며, 섬유 레이저는 회전 플랫폼(216)과 수신기(214) 사이에 적어도 부분적으로 위치된다. 일 예에서, 투과 렌즈(208)는 +7° 내지 -18° 의 수직 FOV를 따라 방출된 광을 수직으로 확산하도록 배열될 수 있다.

[0062] 게다가, 도시된 바와 같이, 수신기(214)는 수신 렌즈(238)와 광검출기 어레이(234)(예를 들어, 광 검출기들의

어레이) 사이에 광학 경로를 제공하는 광학 배열(예를 들어, 광학 요소들(108) 중 하나 이상)을 포함한다. 구체적으로, 광학 배열은 수신 렌즈(238)와 광검출기 어레이(234) 사이에 광학 경로를 2회 절첩하도록 배열되는 2개의 미러(236)를 포함하는 것으로 도시되며, 그것에 의해 수신기(214)의 크기를 감소시키는 것을 돕는다.

[0063] 도시되지 않지만, 송신기(206)는 또한 송신기(206)의 섬유 레이저 또는 다른 광원에 의해 발생하는 방출된 광의 전파 경로(도 2b에 점선들로 도시됨)를 따라 하나 이상의 미러를 포함할 수 있다. 예를 들어, 선별 미러는 광의 일부가 예를 들어 온도 센서(110)와 같은, 온도 센서(도시되지 않음)를 향해 전파되는 것을 허용하기 위해 송신기(106) 내부에 배치될 수 있다. 그 때문에, 온도 센서는 렌즈(208)를 향해 및 환경을 향해 방출된 광을 통해 송신되는 에너지의 양을 나타내는 온도 측정을 제공할 수 있다.

[0064] 게다가, 도시된 바와 같이, 수신기(214)는 수신 렌즈(238)에 결합되는 수신기 하우징(250)을 포함한다. 하우징(250)은 외부 광(수신 렌즈(238)에 의해 집속되는 광과 다른)이 어레이(234)를 향해 전파되는 것을 방지하도록 구성된다. 그 때문에, 하우징(250)은 수신 렌즈(238)에 의해 집속되는 광과 다른, 수신기(214) 상에 입사되는 외부 광을 흡수하거나 반사하는 불투명 재료들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 하우징(250)은 어레이(234)에 의해 검출되는 신호들과 외부 광의 간섭을 완화할 수 있다.

[0065] 상기 주목된 바와 같이, 본원에 설명되는 일부 예시적 LIDAR 디바이스들은 LIDAR 디바이스의 광원과 다른 광원에서 비롯되는 광을 검출하기 위한 하나 이상의 오프셋 광 검출기를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 오프셋 광 검출기는 렌즈(238)에 의해 집속되지만 어레이(234) 상에 집속되는 반사된 광의 광학 경로와 상이한 광학 경로를 따라 전파되는 광을 검출하기 위해 하우징(250) 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 오프셋 광 검출기는 어레이(234)에 근접하여 또는 하우징(250) 내의 임의의 다른 위치에 배치될 수 있다.

[0066] 도 3은 예시적 실시예에 따른 LIDAR 수신기(314) 내에 배치되는 하나 이상의 오프셋 광 검출기(340, 342, 344, 346)를 포함하는 LIDAR 수신기(314)를 예시한다. LIDAR 수신기(314)는 수신기(114 및/또는 214)와 유사할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 수신기(314)는 광검출기 어레이(234), 수신 렌즈(238), 및 하우징(250)과 각각 유사한 광 검출기들(334)의 어레이, 수신 렌즈(338), 및 수신기 하우징(350)을 포함한다. 따라서, 일부 예들에서, 수신기(314)는 수신기(214) 대신에 또는 수신기에 더하여 LIDAR 디바이스(예를 들어, 디바이스들(100, 200) 등)에 이용될 수 있다.

[0067] 예로서, 렌즈(238)와 유사하게, 수신 렌즈(338)는 환경으로부터 광을 수신할 수 있다. 수신된 광은 상이한 광원(도시되지 않음)에서 비롯되는 외부 광 뿐만 아니라 LIDAR 송신기(예를 들어, 송신기(206))에서 비롯되는 반사된 광을 포함할 수 있다. 게다가, 도시된 바와 같이, 수신 렌즈(338)는 사전 정의된 광학 경로(352)(도 3에 도시된 점선들 사이에 연장됨)를 따라 수신된 광(예를 들어, LIDAR 송신기에서 비롯되는 반사된 광)의 적어도 일부를 집속할 수 있다. 수신된 광의 집속된 적어도 일부는 수신 렌즈(338)의 렌즈 특성들, LIDAR 송신기(예를 들어, 송신기(206))와 수신기(314)의 정렬, 및 LIDAR 송신기에 의한 방출된 광의 광학 특성들에 기초하여 광학 경로(352) 내에 집속될 수 있다. 예를 들어, 방출된 광은 방출된 광의 반사들이 광학 경로(352)를 따라 그리고 어레이(334) 상에 수신 렌즈(338)에 의해 집속되도록 특정 방향들에서 (예를 들어, 투과 렌즈(208) 등을 통해) 콜리메이팅되고 발산되고 있을 수 있다. 반면, 예를 들어, 환경의 상이한(조명되지 않은) 영역으로부터 수신 렌즈(338) 상에 입사되는 외부 광의 적어도 일부는 사전 정의된 광학 경로(352)와 상이한 광학 경로(도시되지 않음)를 따라 집속될 수 있다.

[0068] 도시된 바와 같이, 수신기(314)는 또한 사전 정의된 광학 경로(352) 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346)을 포함한다. 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346)은 어레이(334) 내의 광 검출기들(예를 들어, 광검출기들, 광다이오드들, 포토레지스터들, 애벌란시 광다이오드들, SPAD들 등)과 유사하게 물리적으로 구현될 수 있다. 그러나, 도시된 바와 같이, 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346)은 사전 정의된 광학 경로(352) 외부의 하우징(350) 내의 다양한 위치들에 위치된다. 그러한 배열의 경우, 수신기(314)는 어레이(334)에 의해 검출되는 신호들을 방해할 수 있는 외부 광을 (오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 및/또는 346)을 통해) 검출할 수 있다. 그와 같이, 어레이(334)로부터의 센서 데이터를 처리하는 LIDAR 디바이스(예를 들어, 디바이스들(100, 200) 등) 및/또는 컴퓨팅 시스템은 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 352)의 출력들에 기초하여 센서 데이터를 입증/수정하고, 그리고/또는 LIDAR 디바이스의 동작을 수정하여 외부 광을 처리할 수 있다.

[0069] 도시된 바와 같이, 수신기(314)는 또한 광 필터(348)를 포함한다. 광 필터(348)는 광 필터(348)를 통해 특정 광학 특성들을 갖는 광의 송신을 선택적으로 허용하도록 구성되는 임의의 광학 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광 필터(348)는 상이한 파장들을 갖는 광(예를 들어, 배경 광 등)이 어레이(334)를 향해 전파되는 것을 방지하는 동안, LIDAR 송신기(예를 들어, 송신기(206))에 의해 방출되는 광의 파장들을 갖는 광을 허용하도록

구성될 수 있다. 그렇게 행함으로써, 예를 들어, 필터(348)는 LIDAR 송신기(예를 들어, 송신기(206))로부터의 방출된 광과 환경의 조명된 영역 내의 광원들의 간섭을 완화할 뿐만 아니라 환경 내의 다양한 광원들로부터의 높은 세기 광에 어레이(334) 내의 광 검출기들의 노출을 방지할 수 있다.

[0070] 일부 예들에서, 광 필터(348)는 조정가능 광 필터를 포함할 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스(100 및/또는 200)는 방출된 광의 광학 특성들(예를 들어, 파장 등)을 조정하기 위해 그 안의 각각의 LIDAR 송신기(예를 들어, 송신기들(106, 206) 등)에 의한 방출된 광을 변조하도록 구성될 수 있다. 그 다음, 이러한 예에서, LIDAR 디바이스는 변조된 방출 광에 따라 조정된 광학 특성들을 갖는 광을 선택적으로 허용하기 위해 광 필터(348)를 조정할 수 있다. 일 구현에서, 광 필터(348)는 상이한 파장 범위들을 선택하기 위한 다수의 광 필터를 포함할 수 있고, LIDAR 디바이스는 사전 정의된 광학 경로(352)를 교차하거나 LIDAR 디바이스에 의한 방출된 광의 변조에 따라 광학 경로(352)에서 떨어져서 이동하기 위해 광 필터들 중 하나 이상을 작동할 수 있다. 다른 구현들이 또한 가능하다.

[0071] 수신기(314)의 다양한 구성요소들의 예시들은 제한적일도록 의미되는 것이 아니라 설명의 편의를 위해 도시되는 것으로서 예시된다는 점이 주목된다. 일 예에서, 수신기(314)는 도시되는 것보다 더 많은 또는 더 적은 구성요소들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 수신기(314)는 도시되는 것들보다 더 적은 또는 더 많은 오프셋 광 검출기들에 의해 대안적으로 구현될 수 있다. 다른 예에서, 수신기(314)의 다양한 구성요소들의 위치들은 도시되는 위치들과 상이할 수 있다. 예를 들어, 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346)은 사전 정의된 광학 경로(352) 외부의 하우징(350) 내의 다른 위치들 또는 배향들에 대안적으로 위치될 수 있다. 다른 사례에서, 필터(348)는 수신기(314) 외부에(예를 들어, 렌즈(338)의 반대 측면 상에) 대안적으로 구현될 수 있거나, 단일 구조로서 렌즈(338)와 함께 구현될 수 있다(예를 들어, 렌즈(338)는 필터링 성질들을 갖는 재료로부터 구현되고, 필터(348)는 렌즈(338)의 표면을 따라 배치되는 필름으로서 구현될 수 있는 등임). 다른 변화들이 또한 가능하다.

[0072] 일부 구현들에서, 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 및/또는 346)은 수신기(214)와는 별도로 대안적으로 물리적으로 구현될 수 있다. 예로서 도 2a 및 도 2b를 다시 참조하면, LIDAR 디바이스(200)는 송신기(206)에 의해 조명되지 않는 환경의 영역으로부터 전파되는 광을 검출하기 위해 송신기(206)에 대해 오정렬되는, 수신기(214)와 유사한, 부가 수신기(도시되지 않음)를 임의로 포함할 수 있다. 그 때문에, 그러한 부가 수신기는 또한 수신 렌즈(238) 및 어레이(234)와 각각 유사한 수신 렌즈(도시되지 않음) 및 광 검출기들의 어레이(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0073] III. 예시적 차량들

[0074] 본원에서의 일부 예시적 구현들은 예를 들어, 차량에 장착되는 LIDAR 디바이스들(100 및/또는 200)과 같은, 센서를 수반한다. 그러나, 본원에 개시되는 예시적 센서는 또한 다양한 다른 목적들을 위해 사용될 수 있고 임의의 실현가능 시스템 또는 배열 상에 통합되거나 그렇지 않으면 이 시스템 또는 배열에 연결될 수 있다. 예를 들어, 예시적 LIDAR 디바이스는 조립 라인에서 제조되는 객체들(예를 들어, 제품들)을 감시하기 위해 조립 라인 설정에 사용될 수 있다. 다른 예들이 또한 가능하다. 부가적으로, 본원에서의 예시적 실시예들이 승용차 상에 장착되는 LIDAR 디바이스를 포함하지만, 예시적 LIDAR 디바이스는 자율 또는 반자율 동작 모드를 갖는 자동차들 뿐만 아니라 종래의 자동차들을 포함하는, 임의의 타입의 차량 상에 부가적으로 또는 대안적으로 사용될 수 있다. 게다가, 용어 "차량"은 예를 들어, 플러코스터, 트롤리, 트램, 또는 트레인 카 등과 같은 트랙을 타는 캐리어 뿐만 아니라, 트럭, 밴, 세미 트레일러 트럭, 모터사이클, 골프 카트, 오프 로드 차량, 창고 수송 차량, 또는 농장 차량을 포함하는, 임의의 가동 객체를 커버하는 것으로 광범위하게 해석되어야 한다.

[0075] 도 4는 예시적 실시예에 따른 차량(400)의 간략화된 블록도이다. 도시된 바와 같이, 차량(400)은 추진 시스템(402), 센서 시스템(404), 제어 시스템(406), 주변 장치들(408), 및 컴퓨터 시스템(410)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 차량(400)은 더 많은, 더 적은, 또는 상이한 시스템들을 포함할 수 있고, 각각의 시스템은 더 많은, 더 적은, 또는 상이한 구성요소들을 포함할 수 있다. 부가적으로, 도시되는 시스템들 및 구성요소들은 임의의 수의 방식으로 조합되거나 분할될 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(406) 및 컴퓨터 시스템(410)은 단일 시스템으로 조합될 수 있다.

[0076] 추진 시스템(402)은 차량(400)을 위한 파워 모션(powered motion)을 제공하도록 구성될 수 있다. 그 때문에, 도시된 바와 같이, 추진 시스템(402)은 엔진/모터(418), 에너지원(420), 변속기(422), 및 휠들/타이어들(424)을 포함한다.

[0077] 엔진/모터(418)는 내연 엔진, 전기 모터, 스팀 엔진, 및 스텔링 엔진의 임의의 조합이거나 임의의 조합을 포함

할 수 있다. 다른 모터들 및 엔진들이 또한 가능하다. 일부 실시예들에서, 추진 시스템(402)은 다수의 타입의 엔진들 및/또는 모터들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스-전기 하이브리드 승용차는 가솔린 엔진 및 전기 모터를 포함할 수 있다. 다른 예들이 가능하다.

[0078] 에너지원(420)은 엔진/모터(418)에 전체적으로 또는 부분적으로 전력 공급하는 에너지원일 수 있다. 즉, 엔진/모터(418)는 에너지원(420)을 기계 에너지로 변환하도록 구성될 수 있다. 에너지원들(420)의 예들은 가솔린, 디젤, 프로판, 다른 압축된 가스계 연료들, 에탄올, 태양 전지판들, 배터리들, 및 다른 전기 전력원들을 포함한다. 에너지원(들)(420)은 연료 탱크들, 배터리들, 커패시터들, 및/또는 플라이 휠들의 임의의 조합을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 에너지원(420)은 또한 차량(400)의 다른 시스템들을 위한 에너지를 제공할 수 있다. 그 때문에, 에너지원(420)은 예를 들어, 재충전가능 리튬 이온 또는 납산 배터리를 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 에너지원(420)은 전기 전력을 차량(400)의 다양한 구성요소들에 제공하도록 구성되는 배터리들의 하나 이상의 बैं크를 포함할 수 있다.

[0079] 변속기(422)는 기계력을 엔진/모터(418)로부터 휠들/타이어들(424)로 전달하도록 구성될 수 있다. 그 때문에, 변속기(422)는 기어박스, 클러치, 차동 장치, 구동 샤프트들, 및/또는 다른 요소들을 포함할 수 있다. 변속기(422)가 구동 샤프트들을 포함하는 실시예들에서, 구동 샤프트들은 휠들/타이어들(424)에 결합되도록 구성되는 하나 이상의 축을 포함할 수 있다.

[0080] 차량(400)의 휠들/타이어들(424)은 일륜, 이륜/모터사이클, 삼륜, 또는 승용차/트럭 사륜 포맷을 포함하는, 다양한 포맷들로 구성될 수 있다. 6개 이상의 휠들을 포함하는 것들과 같은, 다른 휠/타이어 포맷들이 또한 가능하다. 임의의 경우에, 휠들/타이어들(424)은 다른 휠들/타이어들(424)에 대해 별도로 회전하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 휠들/타이어들(424)은 변속기(422)에 고정 부착되는 적어도 하나의 휠 및 구동 표면과 접촉할 수 있는 휠의 림에 결합되는 적어도 하나의 타이어를 포함할 수 있다. 휠들/타이어들(424)은 금속 및 고무의 임의의 조합, 또는 다른 재료들의 조합을 포함할 수 있다. 추진 시스템(402)은 도시되는 것들과 다른 구성요소들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다.

[0081] 센서 시스템(404)은 센서들의 위치 및/또는 배향을 수정하도록 구성되는 하나 이상의 액추에이터(436) 뿐만 아니라, 차량(400)이 위치되는 환경에 관한 정보를 감지하도록 구성되는 다수의 센서를 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 센서 시스템(404)은 위성 위치 확인 시스템(Global Positioning System)(GPS)(426), 관성 측정 유닛(inertial measurement unit)(IMU)(428), 레이더(RADAR) 유닛(430), 레이저 거리계 및/또는 LIDAR 유닛(432), 및 카메라(434)를 포함한다. 센서 시스템(404)은 예를 들어, 차량(400)의 내부 시스템들(예를 들어, O₂ 모니터, 연료 게이지, 엔진 오일 온도 등)을 감시하는 센서들을 포함하는, 부가 센서들을 또한 포함할 수 있다. 다른 센서들이 또한 가능하다.

[0082] GPS(426)는 차량(400)의 지리적 위치를 추정하도록 구성되는 임의의 센서(예를 들어, 위치 센서)일 수 있다. 이 때문에, GPS(426)는 지구에 대해 차량(400)의 위치를 추정하도록 구성되는 송수신기를 포함할 수 있다. IMU(428)는 관성 가속도에 기초하여 차량(400)의 위치 및 배향 변경들을 감지하도록 구성되는 센서들의 임의의 조합일 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서들의 조합은 예를 들어, 가속도계들, 자이로스코프들 등을 포함할 수 있다. RADAR 유닛(430)은 라디오 신호들을 사용하여 차량(400)이 위치되는 환경 내의 객체들을 감지하도록 구성되는 임의의 센서일 수 있다. 일부 실시예들에서, 객체들을 감지하는 것에 더하여, RADAR 유닛(430)은 객체들의 속도 및/또는 진로를 감지하도록 부가적으로 구성될 수 있다. 유사하게, 레이저 거리계 또는 LIDAR 유닛(432)은 레이저들을 사용하여 차량(400)이 위치되는 환경 내의 객체들을 감지하도록 구성되는 임의의 센서일 수 있다. 예를 들어, LIDAR 유닛(432)은 하나 이상의 LIDAR 디바이스를 포함할 수 있으며, 그것의 적어도 일부는 예를 들어 LIDAR 디바이스들(100 및/또는 200)의 형태를 취할 수 있다. 카메라(434)는 차량(400)이 위치되는 환경의 이미지들을 캡처하도록 구성되는 임의의 카메라(예를 들어, 스틸 카메라, 비디오 카메라 등)일 수 있다. 그 때문에, 카메라(434)는 상기 설명된 형태들 중 어느 것을 취할 수 있다.

[0083] 제어 시스템(406)은 차량(400) 및/또는 그것의 구성요소들의 하나 이상의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 그 때문에, 제어 시스템(406)은 스티어링 유닛(438), 스로틀(440), 브레이크 유닛(442), 센서 융합 알고리즘(444), 컴퓨터 비전 시스템(446), 내비게이션 또는 경로지정 시스템(448), 및 장애물 회피 시스템(450)을 포함할 수 있다.

[0084] 스티어링 유닛(438)은 차량(400)의 진로를 조정하도록 구성되는 메커니즘들의 임의의 조합일 수 있다. 스로틀(440)은 엔진/모터(418) 및, 차례로, 차량(400)의 속도를 제어하도록 구성되는 메커니즘들의 임의의 조합일 수 있다. 브레이크 유닛(442)은 차량(400)을 감속하도록 구성되는 메커니즘들의 임의의 조합일 수 있다. 예를 들

어, 브레이크 유닛(442)은 휠들/타이어들(424)을 느리게 하기 위해 마찰을 사용할 수 있다. 다른 예로서, 브레이크 유닛(442)은 휠들/타이어들(424)의 운동 에너지를 전기 전류로 변환할 수 있다.

[0085] 센서 융합 알고리즘(444)은 센서 시스템(404)으로부터의 데이터를 입력으로서 수락하도록 구성되는 알고리즘(또는 알고리즘을 저장하는 컴퓨터 프로그램 제품)일 수 있다. 데이터는 예를 들어, 센서 시스템(404)에 의해 감지되는 정보를 표현하는 데이터를 포함할 수 있다. 센서 융합 알고리즘(444)은 예를 들어, 칼만 필터, 베이저안 네트워크, 본원에서의 방법들의 기능들의 일부를 위한 알고리즘, 또는 임의의 다른 알고리즘을 포함할 수 있다. 센서 융합 알고리즘(444)은 예를 들어, 차량(400)이 위치되는 환경 내의 개별 객체들 및/또는 특징들의 평가들, 특정 상황들의 평가들, 및/또는 특정 상황들에 기초한 가능한 영향들의 평가들을 포함하는, 다양한 평가들을 센서 시스템(404)으로부터의 데이터에 기초하여 추가로 구성될 수 있다. 다른 평가들이 또한 가능하다.

[0086] 컴퓨터 비전 시스템(446)은 예를 들어, 교통 신호들 및 장애물들을 포함하는, 차량(400)이 위치되는 환경 내의 객체들 및/또는 특징들을 식별하기 위해 카메라(434)에 의해 캡처되는 이미지들을 처리하고 분석하도록 구성되는 임의의 시스템일 수 있다. 그 때문에, 컴퓨터 비전 시스템(446)은 객체 인식 알고리즘, 모션으로부터의 구조(Structure from Motion)(SFM) 알고리즘, 비디오 추적, 또는 다른 컴퓨터 비전 기술들을 사용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴퓨터 비전 시스템(446)은 환경을 매핑하고, 객체를 추적하고, 객체들의 속도를 추정하는 등하도록 부가적으로 구성될 수 있다.

[0087] 내비게이션 및 경로지정 시스템(448)은 차량(400)에 대한 주행 경로를 결정하도록 구성되는 임의의 시스템일 수 있다. 내비게이션 및 경로지정 시스템(448)은 차량(400)이 동작중인 동안 차량(400)의 주행 경로를 동적으로 갱신하도록 부가적으로 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 내비게이션 및 경로지정 시스템(448)은 차량(400)에 대한 주행 경로를 결정하기 위해 센서 융합 알고리즘(444), GPS(426), LIDAR 유닛(432), 및/또는 하나 이상의 미리 결정된 맵으로부터 데이터를 통합하도록 구성될 수 있다. 장애물 회피 시스템(450)은 차량(400)이 위치되는 환경에서 장애물들을 식별하고, 평가하고, 회피하거나 그렇지 않으면 협상하도록 구성되는 임의의 시스템일 수 있다. 제어 시스템(406)은 도시되는 것들과 다른 구성요소들을 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다.

[0088] 주변 장치들(408)은 차량(400)이 외부 센서들, 다른 차량들, 외부 컴퓨팅 디바이스들, 및/또는 사용자와 상호작용하는 것을 허용하도록 구성될 수 있다. 그 때문에, 주변 장치들(408)은 예를 들어, 무선 통신 시스템(452), 터치스크린(454), 마이크로폰(456), 및/또는 스피커(458)를 포함할 수 있다.

[0089] 무선 통신 시스템(452)은 하나 이상의 다른 차량, 센서, 또는 다른 엔티티에, 직접 또는 통신 네트워크를 통해 무선으로 결합되도록 구성되는 임의의 시스템일 수 있다. 그 때문에, 무선 통신 시스템(452)은 다른 차량들, 센서들, 서버들, 또는 다른 엔티티들과 통신 네트워크를 통해 통신하기 위한 안테나 및 칩셋을 포함할 수 있다. 칩셋 또는 무선 통신 시스템(452)은 일반적으로 다른 가능성들 중에서, 하나 이상의 타입의 무선 통신(예를 들어, 프로토콜들) 예컨대 블루투스, IEEE 802.11(임의의 IEEE 802.11 수정들을 포함함)에 설명되는 통신 프로토콜들, 셀룰러 기술(예컨대 GSM, CDMA, UMTS, EV-DO, WiMAX, 또는 LTE), 지그비, 단거리 전용 통신들(dedicated short range communications)(DSRC), 및 라디오 주파수 식별(radio frequency identification)(RFID) 통신들에 따라 통신하도록 배열될 수 있다.

[0090] 터치스크린(454)은 사용자가 커맨드들을 차량(400)에 입력하기 위해 사용될 수 있다. 그 때문에, 터치스크린(454)은 다른 가능성들 중에서, 용량 감지, 저항 감지, 또는 표면 음향파 프로세스를 통해 사용자의 손가락의 위치 및 이동 중 적어도 하나를 감지하도록 구성될 수 있다. 터치스크린(454)은 터치스크린 표면과 평행하거나 평면인 방향으로, 터치스크린 표면에 수직인 방향으로, 또는 둘 다로 손가락 움직임을 감지가능할 수 있고, 또한 터치스크린 표면에 인가되는 압력의 레벨을 감지가능할 수 있다. 터치스크린(454)은 하나 이상의 반투명 또는 투명 절연 층 및 하나 이상의 반투명 또는 투명 전도 층으로 형성될 수 있다. 터치스크린(454)은 또한 다른 형태들을 취할 수 있다. 마이크로폰(456)은 차량(400)의 사용자로부터 오디오(예를 들어, 보이스 커맨드 또는 다른 오디오 입력)를 수신하도록 구성될 수 있다. 유사하게, 스피커들(458)은 오디오를 사용자에게 출력하도록 구성될 수 있다.

[0091] 컴퓨터 시스템(410)은 추진 시스템(402), 센서 시스템(404), 제어 시스템(406), 및 주변 장치들(408) 중 하나 이상에 데이터를 송신하고, 하나 이상으로부터 데이터를 수신하고, 하나 이상과 상호작용하고, 그리고/또는 하나 이상을 제어하도록 구성될 수 있다. 이 때문에, 컴퓨터 시스템(410)은 시스템 버스, 네트워크, 및/또는 다른 연결 메커니즘(도시되지 않음)에 의해 추진 시스템(402), 센서 시스템(404), 제어 시스템(406), 및 주변 장치들(408) 중 하나 이상에 통신 링크될 수 있다.

- [0092] 일 예에서, 컴퓨터 시스템(410)은 연료 효율을 개선하기 위해 변속기(422)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 다른 예로서, 컴퓨터 시스템(410)은 카메라(434)로 하여금 환경의 이미지들을 캡처하게 하도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 컴퓨터 시스템(410)은 센서 융합 알고리즘(444)에 대응하는 명령어들을 저장하고 실행하도록 구성될 수 있다. 더 다른 예로서, 컴퓨터 시스템(410)은 LIDAR 유닛(432)을 사용하여 차량(400) 주위의 환경의 3D 표현을 결정하기 위한 명령어들을 저장하고 실행하도록 구성될 수 있다. 다른 예들이 또한 가능하다. 따라서, 예를 들어, 컴퓨터 시스템(410)은 LIDAR 유닛(432)에 대한 컨트롤러로서의 기능을 할 수 있다.
- [0093] 도시된 바와 같이, 컴퓨터 시스템(410)은 프로세서(412) 및 데이터 스토리지(414)를 포함한다. 프로세서(412)는 하나 이상의 일반 목적 프로세서들 및/또는 하나 이상의 특수 목적 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(412)가 하나보다 많은 프로세서를 포함하는 범위까지, 그러한 프로세서들은 개별적으로 또는 조합하여 작동할 수 있다. 데이터 스토리지(414)는 차례로, 하나 이상의 휘발성 및/또는 하나 이상의 비휘발성 저장 구성요소, 예컨대 광, 자기, 및/또는 유기 스토리지를 포함할 수 있고, 데이터 스토리지(414)는 프로세서(412)와 전체적으로 또는 부분적으로 통합될 수 있다.
- [0094] 일부 실시예들에서, 데이터 스토리지(414)는 차량(400) 및/또는 그것의 구성요소들(예를 들어, LIDAR 유닛(432) 등)로 하여금 본원에 설명되는 다양한 동작들을 수행하게 하기 위해 프로세서(412)에 의해 실행가능한 명령어들을(416)(예를 들어, 프로그램 로직)을 포함할 수 있다. 데이터 스토리지(414)는 또한 추진 시스템(402), 센서 시스템(404), 제어 시스템(406), 및/또는 주변 장치들(408) 중 하나 이상에 데이터를 송신하고, 하나 이상으로부터 데이터를 수신하고, 하나 이상과 상호작용하고, 그리고/또는 하나 이상을 제어하는 명령어들을 포함하는, 부가 명령어들을 포함할 수 있다.
- [0095] 일부 실시예들에서, 차량(400)은 도시된 것들에 더하여 또는 도시된 것들 대신에 하나 이상의 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 차량(400)은 하나 이상의 부가 인터페이스 및/또는 전원을 포함할 수 있다. 다른 부가 구성요소들이 또한 가능하다. 그러한 실시예들에서, 데이터 스토리지(414)는 또한 부가 구성요소들을 제어하고 그리고/또는 이 구성요소들과 통신하기 위해 프로세서(412)에 의해 실행가능한 명령어들을 포함할 수 있다. 여전히 더, 구성요소들 및 시스템들 각각이 차량(400)에 통합되는 것으로 도시되지만, 일부 실시예들에서, 하나 이상의 구성요소 또는 시스템은 유선 또는 무선 연결들을 사용하여 차량(400) 상에 제거가능하게 장착되거나 그렇지 않으면 차량(400)에 (기계적으로 또는 전기적으로) 연결될 수 있다. 차량(400)은 또한 다른 형태들을 취할 수 있다.
- [0096] 도 5a 및 도 5b는 예시적 실시예들에 따른 LIDAR 디바이스(510)를 구비하는 차량(500)을 집합적으로 예시한다. 차량(500)은 예를 들어 차량(400)과 유사할 수 있다. 차량(500)이 승용차로서 예시되지만, 상기 주목된 바와 같이, 다른 타입들의 차량들이 가능하다. 더욱이, 차량(500)은 자율 모드에서 동작하도록 구성될 수 있는 차량으로서 도시되지만, 본원에 설명되는 실시예들은 또한 자율적으로 동작하도록 구성되지 않는 차량들에 적용가능하다.
- [0097] 도 5a는 차량(500)의 우측면도, 정면도, 후면도, 및 상면도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 차량(500)은 휠(502)에 의해 예시되는, 차량(500)의 휠들이 위치되는 하단 측면과 반대인 차량(500)의 상단 측면 상에 장착되는 LIDAR 디바이스(510)를 포함한다. LIDAR 디바이스(510)는 예를 들어 LIDAR 디바이스들(100 및/또는 200)과 유사할 수 있다. LIDAR 디바이스(510)가 차량(500)의 상단 측면 상에 위치되는 것으로서 도시되고 설명되지만, LIDAR 디바이스(510)는 예를 들어 차량(500)의 임의의 다른 측면 및/또는 차량(500) 내부를 포함하는, 차량(500)의 임의의 다른 파트 상에 대안적으로 위치될 수 있다.
- [0098] 다음에, 도 5b는 LIDAR 디바이스(510)가 예를 들어 하나 이상의 광 펄스를 방출하고 차량(500)의 환경 내의 객체들에서 반사된 광 펄스들을 검출하는 동안 예를 들어 축(232)과 유사한 수직 축(532) 주위에 회전함으로써 차량(500) 주위의 환경을 스캐닝하도록 구성될 수 있는 것을 도시한다.
- [0099] 따라서, 도시된 바와 같이, LIDAR 디바이스(510)는 LIDAR(510)의 지시 방향에서 광을 방출할 수 있으며, 지시 방향은 예를 들어 페이지의 우측 측면을 향하는 지시 방향으로서 도 5b에 도시된다. 이러한 배열의 경우, LIDAR 디바이스(510)는 차량에서 더 멀리 떨어진 환경의 영역들(예를 들어, 차량 앞의 도로 표지)을 향할 뿐만 아니라 차량에 상대적으로 가까운 환경의 영역들(예를 들어, 차선 마커)을 향해 광을 방출할 수 있다. 게다가, 차량(500)은 LIDAR 디바이스(510)의 지시 방향을 변경하기 위해 축(532) 주위에서 LIDAR 디바이스(510)(또는 그것의 하나 이상의 구성요소)을 회전시킬 수 있다. 따라서, LIDAR 디바이스(510)(또는 그것의 하나 이상의 구성요소)의 각각의 완전한 회전에 대해, LIDAR 디바이스(510)는 차량(500) 주위의 360° 수평 FOV를 스캐닝할 수 있

다.

IV. 예시적 방법들

도 6은 예시적 실시예들에 따른 방법(600)의 흐름도이다. 방법(600)은 예를 들어, LIDAR 디바이스들(100, 200), LIDAR 수신기(314), 및/또는 차량들(400, 500) 중 어느 것에서 사용될 수 있는 방법의 일 실시예를 제시한다. 방법(600)은 블록들(602 내지 610) 중 하나 이상에 의해 예시되는 바와 같이 하나 이상의 동작, 기능, 또는 액션을 포함할 수 있다. 블록들이 순차적 순서로 예시되지만, 이러한 블록들은 일부 사례들에서 병렬로, 및/또는 본원에 설명되는 것들과 상이한 순서로 수행될 수 있다. 또한, 다양한 블록들은 더 적은 블록들로 조합되고, 부가 블록들로 분할되고, 그리고/또는 원하는 구현에 기초하여 제거될 수 있다.

게다가, 방법(600) 및 본원에 개시되는 다른 프로세스들 및 방법들에 대해, 흐름도는 본 실시예들의 하나의 가능한 구현의 기능성 및 동작을 도시한다. 이와 관련하여, 각각의 블록은 모듈, 세그먼트, 제조 또는 동작 프로세스의 일부, 또는 프로그램 코드의 일부를 표현할 수 있으며, 그것은 프로세스에서 특정 논리 기능들 또는 단계들을 구현하기 위한 프로세서에 의해 실행가능한 하나 이상의 명령어를 포함한다. 프로그램 코드는 예를 들어, 디스크 또는 하드 드라이브를 포함하는 저장 디바이스와 같은, 임의의 타입의 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 예를 들어, 레지스터 메모리, 프로세서 캐시 및 랜덤 액세스 메모리(Random Access Memory)(RAM)와 같이 짧은 시간 기간들 동안 데이터를 저장하는 컴퓨터 판독가능 매체들과 같은, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 또한 예를 들어, 판독 전용 메모리(read only memory)(ROM), 광 또는 자기 디스크들, 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리(compact-disc read only memory)(CD-ROM)과 같이, 이차 또는 지속적 장기 스토리지와 같은, 비일시적 매체들을 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은 또한 임의의 다른 휘발성 또는 비휘발성 저장 시스템들일 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 판독가능 저장 매체, 예를 들어, 또는 유형의 저장 디바이스로 간주될 수 있다. 게다가, 방법(600) 및 본원에 개시되는 다른 프로세스들 및 방법들에 대해, 도 6에서의 각각의 블록은 프로세서에서 특정 논리 기능들을 수행하도록 배선되는 회로를 표현할 수 있다.

따라서, 다양한 예들에서, 방법(600)의 기능들은 컨트롤러(104), 컴퓨터 시스템(410), 및/또는 제어 시스템(406)을 사용하여 구현될 수 있다. 게다가, 일부 예들에서, 방법(600)의 다양한 기능들은 이러한 구성요소들 중 하나 이상의 조합에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 방법(700)의 다양한 기능들은 다른 가능성들 중에서, 컨트롤러(104)와 컴퓨터 시스템(410) 사이에 분배될 수 있다.

블록(602)에서, 방법(600)은 LIDAR 디바이스의 시야(FOV) 내의 환경의 영역을 조명하기 위해 광을 방출하고 지향시키는 단계를 수반한다. 예를 들어, LIDAR 송신기(206)의 광원(예를 들어, 섬유 레이저 등)은 광 펄스들 및/또는 빔들을 LIDAR 디바이스(200)의 주위 환경을 향해 방출할 수 있다. 게다가, 투과 렌즈(208)는 LIDAR 디바이스의 FOV를 (예를 들어, 0.06° 또는 1 mrad 수평으로, 및 +7° 내지 -18° 수직으로 등) 정의하기 위해 방출된 광을 콜리메이팅하고 발산할 수 있다. 다른 FOV들이 또한 가능하다. 그와 같이, 환경의 조명된 영역은 FOV의 범위들 내에 수평으로 및 수직으로 연장되는 LIDAR 디바이스의 지시 방향을 따르는 영역에 대응할 수 있다.

블록(604)에서, 방법(600)은 LIDAR 디바이스의 수신 렌즈 상에 입사되는 환경으로부터의 광을 집속하는 단계를 수반한다. 집속된 광의 적어도 일부는 사전 정의된 광학 경로를 따라 집속된다. 블록(606)에서, 방법(600)은 사전 정의된 광학 경로를 따라 위치되는 광 검출기들의 어레이에서 수신 렌즈로부터의 집속된 광을 검출하는 단계를 수반한다. 예를 들어, LIDAR 수신기(314)의 수신 렌즈(338)는 사전 정의된 광학 경로(352)를 따라 광 검출기들(334)의 어레이를 향해 그 위에 입사되는 광의 적어도 일부를 집속할 수 있다. 광학 경로(352) 내의 집속된 광의 적어도 일부는 (예를 들어, 투과 렌즈(208)와 수신 렌즈(338)의 정렬 등에 기초하여) 주위 환경의 조명된 영역에서 비롯되는 광에 대응할 수 있다.

블록(608)에서, 방법(600)은 사전 정의된 광학 경로 외부에 위치되는 오프셋 광 검출기에서 LIDAR 디바이스를 향해 전파되는 광을 검출하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 오프셋 광 검출기는 광 검출기들(예를 들어, 광 검출기(340, 342, 344, 또는 346))의 어레이를 포함하는 LIDAR 수신기 내의 광 검출기일 수 있다. 다른 예에서, 오프셋 광 검출기는 LIDAR 수신기로부터 분리되는 광 검출기(예를 들어, 하우징(224)의 외부 표면을 따라 배치되고, 하우징(224) 내의 개별 오프-축 수신기(도 2a 및 도 2b에 도시되지 않음)에 배치되는 등임)일 수 있다.

블록(610)에서, 방법(600)은 광 검출기들의 어레이로부터의 수집된 센서 데이터가 방출된 광과 다른 광과 연관되는 센서 데이터를 포함하는지를 결정하는 단계를 수반한다. 블록(610)에서의 결정은 오프셋 광 검출기에서 (즉, 블록(608)에서) 검출되는 광에 기초할 수 있다.

- [0108] 하나의 예시적 시나리오에서, LIDAR 디바이스 상에 입사되는 외부 광은 블록(602)에서 방출된 광과 유사한 광학 특성들(예를 들어, 파형 형상, 광 펄스 지속, 파장 등)을 가질 수 있다. 그 때문에, 예를 들어, 외부 광은 다른 LIDAR 디바이스에 의해 (예를 들어, 다른 차량 등 상에) 방출될 수 있다. 다른 사례에서, 외부 광은 LIDAR 디바이스에 의해 스푸핑 디바이스를 향해 방출되는 광을 감시하고 스푸핑 디바이스를 향해 다시 회전하는 LIDAR 디바이스를 향해 유사한 광 패턴을 시뮬레이션하는 스푸핑 디바이스에 의해 방출될 수 있다. 어느 하나의 경우에, 오프셋 광 검출기는 외부 광을 검출하기 위해 이용될 수 있다.
- [0109] 예를 들어 도 3을 다시 참조하면, 오프셋 광 검출기(340)는 어레이(334)에 근접하여 및/또는 사전 정의된 광학 경로(352)에 근접하여 위치될 수 있다. 이러한 배열의 경우, 외부 광이 방출된 광의 것과 상이한 수평 빔 폭 (예를 들어, 0.06° 초과 등)을 가지면, 이때 오프셋 광 검출기(340)는 어레이(334)의 하나 이상의 광 검출기들에 의한 검출과 동시에 외부 광의 일부를 검출할 수 있다. 그 다음, 방법(300)의 시스템(예를 들어, 컨트롤러(104), 컴퓨팅 시스템(410) 등)은 오프셋 광 검출기(340)에서의 검출과 일치하는 수집된 센서 데이터(어레이(334)에서)가 LIDAR 디바이스에서 비롯되는 반사된 광으로서 외부 광의 검출을 잠재적으로 표시할 수 있는 것을 결정할 수 있다. 따라서, 이러한 경우에, 시스템은 잠재적으로 잘못된(즉, 외부 광과 연관될) 수 있는 데이터를 제거하거나 감소시키기 위해 (적어도 오프셋 광 검출기(340)가 트리거된 시간 프레임 동안) 수집된 센서 데이터를 수정할 수 있다.
- [0110] 상기 예의 변화로서, 오프셋 광 검출기들(342, 344, 및/또는 346)은 렌즈(338)에 의해 집중되는 광의 특정 방향들과 연관되는 미리 결정된 위치들에 위치될 수 있다. 예를 들어, 검출기(344)는 LIDAR 디바이스의 지시 방향에서 떨어진 $+5^\circ$ 로(수평으로) 외부 광원에서 비롯되는 광을 검출할 수 있다. 따라서, 이러한 예에서, 오프셋 광 검출기(344)는 외부 광원의 위치에 대응하는 지시 방향에서 LIDAR 디바이스의 회전 전에 그러한 외부 광을 검출하는 록어헤드 센서로서 구성될 수 있다. 그와 같이, 예시적 시스템은 LIDAR 디바이스가 이전에 검출된 외부 광원과 정렬될 때 (어레이(334)에서) 수집되는 센서 데이터를 배제하거나 제거할 수 있다. 대안적으로, 시스템은 방출된 광과 오프셋 광 검출기에서의 검출된 광을 구별하기 위해 블록(602)에서 방출된 광의 변조를 조정할 수 있다.
- [0111] 다른 예시적 시나리오에서, 오프셋 광 검출기에서 검출되는 외부 광은 광 검출기들의 어레이에서 수집되는 센서 데이터에서 식별될 수 있는 충분히 상이한 광학 특성들을 가질 수 있다. 예를 들어, 외부 광은 상대적으로 낮은 광 세기, 상이한 파형 형상, 상이한 광 펄스 지속, 상이한 광 빔 크기 등을 가질 수 있다. 따라서, 시스템은 오프셋 검출기를 통해 검출되는 광학 특성들을 갖는 광을 표시하는 데이터를 제거하기 위해 수집된 센서 데이터를 수정할 수 있다.
- [0112] 따라서, 일부 구현들에서, 블록(610)에서의 결정은 (예를 들어, 블록(602)에서) 오프셋 광 검출기에 의해 검출되는 광의 광학 특성들을 LIDAR 디바이스의 광원에 의해 방출되는 광의 광학 특성들과 비교하는 단계를 수반할 수 있다. 부가적으로, 일부 구현들에서, 방법(600)은 또한 오프셋 광 검출기에 의해 검출되는 광의 광학 특성들과 LIDAR 디바이스의 광원에 의해 방출되는 광의 광학 특성들 사이의 매치를 표시하는 비교에 응답하여 (블록(608)에서) 수집된 센서 데이터를 수정하는 단계를 수반할 수 있다.
- [0113] 다른 완화 절차들이 가능하다. 일부 구현들에서, 방법(600)은 또한 광 검출기들의 어레이로부터의 수집된 센서 데이터가 방출된 광과 다른 광과 연관되는 센서 데이터를 포함한다는 결정에 응답하여 조명된 영역을 스캐닝하기 위한 LIDAR 디바이스와 상이한 센서를 선택하는 단계를 수반할 수 있다. 예를 들어, 차량(400)은 간섭이 예상되는 환경의 영역을 스캐닝하기 위해 LIDAR 디바이스 대신에 센서 시스템(404)의 카메라(434), 레이더 유닛(430), 및/또는 다른 센서로부터의 데이터를 사용할 수 있다.
- [0114] 대안적으로 또는 부가적으로, 일부 구현들에서, 방법(600)은 또한 광 검출기들의 어레이로부터의 수집된 센서 데이터가 방출된 광과 다른 광과 연관되는 센서 데이터를 포함한다는 결정에 응답하여 센서(예를 들어, LIDAR 디바이스)를 포함하는 차량의 내비게이션 동작을 수정하는 단계를 수반할 수 있다. 예를 들어, 차량(400)은 차량으로 하여금 도로의 측면 상에 주차하거나 그렇지 않으면 그것의 내비게이션 경로를 변경하여 LIDAR 디바이스와의 간섭을 감소시키거나 완화하게 하는 안전 내비게이션 모드에(결정에 응답하여) 진입할 수 있다.
- [0115] 일부 구현들에서, 방법(600)은 또한 적어도 수집된 센서 데이터(블록(610)에서) 및 오프셋 광 검출기로부터의 출력(예를 들어, 블록(608)에서 검출됨)에 기초하여 환경의 3차원(three-dimensional)(3D) 표현을 결정하는 단계를 수반한다. 예를 들어, LIDAR 디바이스는 LIDAR 디바이스의 FOV를 조정하기 위해 회전하는 회전 플랫폼 상에 장착될 수 있으며, 그것에 의해 LIDAR 디바이스가 주위 환경의 360° 뷰를 스캐닝하는 것을 허용한다. 그 때문에, 블록(610)에서 센서 데이터를 수집하는 단계는 LIDAR 디바이스의 복수의 FOV에 대한 센서 데이터를 수집

하는 단계를 수반할 수 있다. 그 다음, 컴퓨팅 시스템(410)(및/또는 컨트롤러(104))은 다양한 FOV들과 연관되는 수집된 센서 데이터를 조합할 수 있다. 다음에, 컴퓨팅 시스템(410)은 오프셋 광 검출기들의 검출들에 기초하여 외부 광원들과 연관되는 수집된 데이터의 서브세트를 제거하기 위해 조합된 센서 데이터를 수정할 수 있다. 다음에, 컴퓨팅 시스템(410)(예를 들어, 센서 융합 알고리즘(444) 등을 포함)은 주위 환경의 데이터 클라우드 또는 다른 3D 모델을 구축하기 위해 조합된 및 수정된 센서 데이터를 사용할 수 있다.

[0116] 본 개시에 따라, 제어 시스템(예를 들어, 컨트롤러(104), 컴퓨팅 시스템(410), 제어 시스템(406) 등)은 외부 광원들로부터 LIDAR 디바이스를 보호하기 위해 완화 절차에 관여하도록 구성될 수 있다. 특히, 완화 절차는 제어 시스템이 외부 광에 대해 LIDAR 디바이스를 보호하기 위해 하나 이상의 동작을 수행하는 단계 및 외부 광(오프셋 광 검출기를 포함)이 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있는 것을 검출하는 것에 응답하여 그렇게 구체적으로 행하는 단계를 수반할 수 있다. 이러한 방식으로, 제어 시스템은 완화 특징들이 외부 광원들에 대해 LIDAR 디바이스의 동작을 보호하는 것을 보장할 수 있다.

[0117] 도 7은 예시적 구현에 따른 방법(700)을 예시하는 흐름도이다. 특히, 방법(700)은 외부 광의 검출에 응답하여 (오프셋 광 검출기를 통해) 완화 절차를 수행하도록 구현될 수 있다. 따라서, 방법(700)은 예를 들어, LIDAR 디바이스들(100, 200), LIDAR 수신기(314), 차량들(400, 500), 및/또는 방법(600) 중 어느 것에서 사용될 수 있는 방법의 일 실시예를 제시한다. 방법(700)은 블록들(702 내지 704) 중 하나 이상에 의해 예시되는 바와 같이 하나 이상의 동작, 기능, 또는 액션을 포함할 수 있다. 블록들이 순차적 순서로 예시되지만, 이러한 블록들은 일부 사례들에 병렬로, 및/또는 본원에 설명되는 것들과 상이한 순서로 수행될 수 있다. 또한, 다양한 블록들은 더 적은 블록들로 조합되고, 부가 블록들로 분할되고, 그리고/또는 원하는 구현에 기초하여 제거될 수 있다.

[0118] 블록(702)에서, 방법(700)은 하나 이상의 센서로부터, LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 수신하는 단계를 수반하며, 외부 광은 LIDAR 디바이스의 광원과 다른 광원에서 비롯된다. 예시적 구현에 따라, 방출되는 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 발생시키도록 구성되는 센서는 다양한 형태들 중 하나 이상을 띌 수 있다.

[0119] 일 예에서, 외부 센서는 LIDAR 디바이스에(예를 들어, 하우징(224) 등에) 결합될 수 있고 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 발생시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 외부 센서는 LIDAR 디바이스가 현재 방출하는 광의 것들과 유사한 광학 특성들을 갖는 광을 수신하도록 구성되는 광 센서 등일 수 있다. 외부 센서가 광을 검출하면, 쟁점중인 외부 센서는 신호를 제어 시스템에 응답적으로 송신할 수 있다. 신호를 수신하는 것에 응답하여, 제어 시스템은 외부 광이 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있는 것을 결정할 수 있다.

[0120] 다른 예에서, 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 발생시키도록 구성되는 센서는 LIDAR 디바이스 자체 내에 있을 수 있다. 예를 들어, LIDAR 디바이스는 LIDAR 디바이스가 방출하는 광의 것들과 유사한 광학 특성들을 갖는 광을 수신하도록 구성되는 광검출기(예를 들어, 검출기 어레이 내의 또는 어레이에 인접한)를 포함할 수 있다. 광검출기가 광을 검출하면, 쟁점중인 광검출기는 이때 어느 데이터가 발생되는지에 기초하여 신호를 응답적으로 발생시킬 수 있다. 그리고 그러한 데이터가 쟁점중인 광검출기로 인해 발생하는 것에 적어도 기초하여, 제어 시스템은 외부 광이 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있는 것을 결정할 수 있다.

[0121] 또 다른 예에서, 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 발생시키도록 구성되는 센서는 LIDAR 디바이스와 다른 차량의 센서일 수 있다. 예를 들어, 센서 시스템(404) 내의 센서들 중 어느 것은 이러한 목적을 위해 사용될 수 있다. 그러나, 다양한 다른 센서들은 또한 그러한 목적을 위해 부가적으로 또는 대안적으로 사용될 수 있다. 특정 예에서, 제어 시스템은 카메라(예를 들어, 카메라(434))로부터 이미지 데이터를 수신할 수 있고 제어 시스템은 이미지 데이터가 환경 내의 외부 광원을 (예를 들어, 현재 공지된 또는 장래에 개발될 객체 인식 기술들을 사용하여) 표시하는 것을 결정할 수 있다. 따라서, 이러한 예에서, 제어 시스템은 외부 광이 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있거나 적어도 방출될 수 있는 것을 이미지 데이터에 기초하여 결정할 수 있다.

[0122] 블록(704)에서, 방법(700)은 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 수신하는 것에 응답하여, 외부 광에 대해 LIDAR 디바이스의 동작을 보호하는 완화 절차에 관여하는 단계를 수반하며, 완화 절차는 이하 중 적어도 하나를 포함한다: (i) 외부 광이 LIDAR 디바이스에 의해 검출되는 것을 차단하기 위해 서터를 활성화하도록 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계, 또는 (ii) 광이 방출되고 있는 특성들을 시간에 따라 변화시키고 광이 방출되고 있는 특성들과 매칭하는 특성들을 갖는 광만을 검출하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시키는 단계.

[0123] **V. LIDAR 디바이스를 보호하는 예시적 완화 절차들**

[0124] i. 서터 활성화

[0125] 본 개시에 따라, 제어 시스템(예를 들어, 컨트롤러(104), 컴퓨터 시스템(410), 제어 시스템(406) 등)은 외부 광이 LIDAR 디바이스에 의해 검출되는 것을 차단하기 위해 서터를 활성화하도록 LIDAR 디바이스를 동작시킴으로써 외부 광의 검출에 응답할 수 있다. 실제로, 제어 시스템은 서터를 일시적으로 활성화할 수 있다. 이러한 방식으로, 제어 시스템은 LIDAR 디바이스가 시간에 따라 환경에 관한 정보를 계속 제공하는 것을 허용하는 동안 LIDAR 디바이스에 의한 외부 광의 검출을 차단하는 것을 도울 수 있다. 일반적으로, 켜점중인 서터는 다양한 형태들 중 하나를 띌 수 있다.

[0126] 하나의 경우에, 서터는 기계 서터일 수 있다. 예를 들어, 기계 서터는 다른 옵션들 중에서, 초점 평면 서터, 심플 리트 서터, 다이어프램 서터, 및/또는 중앙 서터의 형태를 취할 수 있다. 이러한 경우에, 제어 시스템은 외부 광이 LIDAR 디바이스에 의해 검출되는 것을 차단하기 위해 서터를 작동("폐쇄")하도록 신호 등을 송신함으로써 기계 서터를 활성화할 수 있다.

[0127] 다른 경우에, 서터는 광학 서터일 수 있다. 특히, 활성화될 때, 광학 서터는 하나 이상의 타겟 파장을 갖는 광을 필터링할 수 있고 하나 이상의 타겟 파장과 다른 파장들을 갖는 광을 통과시킬 수 있다. 예를 들어, 광학 서터는 상기 설명된 적응 필터(예를 들어, 광 필터(348) 등)일 수 있다. 그와 같이, 제어 시스템은 적응 필터를 활성화하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시킬 수 있다. 더욱이, 제어 시스템은 외부 광의 파장을 (예를 들어, 수신된 센서 데이터에 기초하여) 결정할 수 있고 그 다음 적응 필터를 응답적으로 재구성할 수 있어 결정된 파장을 적응 필터가 필터링하는 타겟 파장들 중 적어도 하나로서 선택한다. 이러한 방식으로, 제어 시스템은 LIDAR 디바이스가 LIDAR 디바이스로부터 송신되었고 환경 내의 하나 이상의 객체로부터 반사되었던 광을 검출할 수 있게 하지만 다른(예를 들어, 잠재적으로 유해한) 광을 검출할 수 없게 한다. 다른 경우들 및 예들이 또한 가능하다.

[0128] 추가 양태에서, LIDAR 디바이스는 환경의 특정 부분으로부터 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 발생시키도록 배열되는 룩어헤드 센서(예를 들어, 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346) 등)을 포함할 수 있다. 일부 사례들에서, 룩어헤드 센서는 LIDAR 디바이스가 환경의 일부를 스캐닝하는 위치로 LIDAR 디바이스가 회전하기 전에 외부 광에 대한 환경의 일부를 효과적으로 체크하기 위해 위치될 수 있다. 제어 시스템은 LIDAR 디바이스가 환경의 그러한 일부를 스캐닝하고 있거나 막 스캐닝하려는 위치로 LIDAR 디바이스가 회전했던 것을 결정하면, 제어 시스템은 외부 광이 검출되는 것을 차단하기 위해 서터를 응답적으로 활성화할 수 있다.

[0129] 이러한 배열을 고려하면, 룩어헤드 센서는 외부 광이 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있는 것을 결정하는 경우, 제어 시스템은 룩어헤드 센서로부터의 데이터에 기초하여, 외부 광이 방출되고 있는 환경의 특정 부분, 및 따라서 서터를 활성화할 때를 결정하기 위해 다양한 접근법들 중 하나 이상을 사용할 수 있다.

[0130] 예시적 접근법에서, 제어 시스템은 룩어헤드 센서로부터, 외부 광을 나타내는 센서 데이터를 수신할 수 있다. 이러한 접근법에서, 제어 시스템은 룩어헤드 센서가 외부 광을 검출할 때 룩어헤드 센서의 특정 각도 위치를 (예를 들어, 회전 인코더를 사용하여) 결정할 수 있다. 그 다음, LIDAR 디바이스 상의 룩어헤드 센서의 위치와 광이 수신되는 LIDAR 디바이스의 애퍼처의 위치 사이의 각도 오프셋에 기초하여, 제어 시스템은 각도 오프셋과 실질적으로 매칭하는 범위만큼 LIDAR 디바이스가 회전한 후에 애퍼처가 특정 각도 위치에 있는 것을 결정할 수 있다. 그와 같이, 제어 시스템은 애퍼처가 특정 각도 위치에 있다는 결정에 응답하여 서터를 활성화할 수 있다. 실제로, 제어 시스템은 켜점중인 각도 오프셋과 실질적으로 매칭하는 범위만큼 LIDAR 디바이스가 회전했던 것을 결정하기 위해 회전 인코더를 사용함으로써 그러한 결정을 할 수 있거나, 다른 방식으로 그렇게 행할 수 있다.

[0131] 더욱이, 일부 경우들에서, 제어 시스템은 또한 애퍼처가 특정 각도 위치에 있는 것으로 예상될 때 시간을 결정하거나 추정하기 위해 각도 오프셋과 조합하여 LIDAR 디바이스의 리프레시 속도를 사용할 수 있다. 그러한 경우들에서, 제어 시스템은 애퍼처가 특정 각도 위치에 있는 것으로 예상될 때 서터를 그때에 활성화할 수 있다. 다른 경우들 및 접근법들이 또한 가능하다.

[0132] 더욱이, 주목된 바와 같이, 제어 시스템은 서터를 단지 일시적으로 활성화할 수 있다. 룩어헤드 센서 배열의 맥락에서, 제어 시스템은 외부 광이 LIDAR 디바이스를 향해 방출되고 있는 환경의 특정 부분을 LIDAR 디바이스가 스캐닝하고 있거나 막 스캐닝하려고 하는 동안만 서터를 활성화할 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템은

LIDAR 디바이스가 환경의 특정 부분을 더 이상 스캐닝하고 있지 않은 것을 (예를 들어, 회전 인코더를 사용하여) 결정할 수 있다. 응답적으로, 제어 시스템은 광을 더 이상 차단하지 않기 위해 셔터를 비활성화하도록 LIDAR 디바이스를 동작시킬 수 있다. 일반적으로, 제어 센서는 외부 광이 환경의 후속 부분으로부터 방출되고 있는 것을 표시하는 센서 데이터를 록어헤드 센서가 발생시키지 않는 한 그렇게 행할 수 있다. 록어헤드 센서가 그러한 데이터를 발생시킬 때의 상황에서, 제어 시스템은 상기 논의 등에 따라 외부 광을 차단하기 위해 셔터의 활성화를 유지하도록 LIDAR 디바이스를 동작시킬 것이다.

[0133] 도 8a 내지 도 8c는 록어헤드 센서 배열의 맥락에서 셔터의 활성화를 예시한다. 도 8a 내지 도 8c에서, LIDAR 디바이스(800)의 상면도는 LIDAR 디바이스(800)가 축(832) 주위에서 회전하는 것으로서 예시된다. LIDAR 디바이스(800)는 예를 들어, LIDAR 디바이스들(100 및 200)과 유사할 수 있다. 그 때문에, 하우스징(824) 및 축(832)은 하우스징(224) 및 축(232)과 각각 유사할 수 있다.

[0134] 도 8a는 LIDAR 디바이스(800)가 광을 방출하고 반사된 광을 검출할 때, 록어헤드 센서(840)가 환경의 특정 부분으로부터 LIDAR 디바이스를 향해 방출되는 외부 광을 검출하는 것을 예시한다. 록어헤드 센서(840)는 예를 들어, 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346) 중 어느 것과 유사한 오프셋 광 검출일 수 있다. 그러나, 오프셋 광 검출기들(340, 342, 344, 346)과 달리, 록어헤드 센서(840)는 LIDAR 디바이스(800)의 하우스징(824) 상에 배치되는 개별 센서(예를 들어, LIDAR 수신기(314) 외부에 배치됨)로서 도시된다.

[0135] 그 다음, 도 8b는 LIDAR 디바이스(800)가 환경의 특정 부분을 스캐닝하기 위해 배열되는 위치로 LIDAR 디바이스(800)가 회전했으면 기계 셔터(860)가 활성화되었던 것을 예시한다. 그와 같이, 기계 셔터(860)는 도 8b에 의해 도시된 바와 같이, 외부 광을 차단한다. 최종적으로, LIDAR 디바이스(800)가 추가로 회전했고 환경의 특정 부분을 더 이상 스캐닝하고 있지 않은 후에, 기계 셔터(860)는 도 8c에 의해 도시된 바와 같이, 광을 더 이상 차단하지 않기 위해 비활성화된다.

[0136] ii. 광학 특성들의 변화

[0137] 본 개시에 따라, 제어 시스템(예를 들어, 컨트롤러(104), 컴퓨터 시스템(410), 제어 시스템(406) 등)은 광이 방출되고 있는 특성들을 시간에 따라 변화시키고 광이 방출되고 있는 특성들과 동일한 특성들을 갖는 광만을 검출하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시킴으로써 외부 광의 검출에 부가적으로 또는 대안적으로 응답할 수 있다. 그와 같이, 제어 시스템은 LIDAR 디바이스에 의해 방출되는 광의 타이밍, 파장들, 세기, 및/또는 변조를 변화시키기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시킴으로써 외부 광의 검출에 응답할 수 있다.

[0138] 추가 양태에서, 광학 특성들을 변화시킴으로써 외부 광의 검출에 응답하는 것은 외부 광에 대해 LIDAR 디바이스를 보호하는 것을 돕기 위해 백업 파장의 사용을 수반할 수 있다. 특히, 제어 시스템은 제1 파장을 방출하고 제1 파장을 갖는 외부 광을 적어도 검출하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시킬 수 있다. 그 다음, 제어 시스템은 제1 파장을 갖는 계속 방출하고 제1 파장과 상이한 제2 파장을 갖는 광을 부가적으로 방출하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시킬 수 있다. 게다가, 제어 시스템은 또한 심지어 LIDAR 디바이스가 제1 파장을 갖는 광을 계속 방출하고 있음에 따라, 제1 파장을 갖는 광을 더 이상 검출하지 않고 제2 파장을 갖는 광을 대신에 검출하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시킬 수 있다.

[0139] 실제로, 백업 파장의 사용은 파장이 LIDAR 디바이스에 의한 검출을 위해 실제 사용되고 있는지를 확인하는 어려움을 증가시키는 것을 도울 수 있다. 예를 들어, 외부 광의 광학 특성들은 LIDAR 디바이스에 의해 방출되고 검출되는 광의 광학 특성들의 세트와 매칭하도록 수동으로 또는 자동으로 변경될 수 있다. 이러한 이유로, 외부 광의 파장은 초기에 방출된 제1 파장과 매칭하기 위해 수동으로 또는 자동으로 변경될 수 있고 외부 광의 파장은 제1 파장을 갖는 광의 계속된 방출로 인해 제1 파장과 계속 매칭할 수 있다. 그러나, 그러한 매칭은 제어 시스템이 백업 제2 파장을 갖는 광을 대신에 검출하기 위해 LIDAR 디바이스를 동작시키는 것을 시작했기 때문에 켈점을 더 이상 제시하지 않을 수 있다. 더욱이, 일부 경우들에서, 제어 시스템은 외부 광이 매칭 제1 파장을 갖는 것을 결정하는 것에 응답하여 백업 제2 파장들의 개시된 사용을 구체적으로 수행할 수 있다.

[0140] 도 9a 내지 도 9c는 외부 광에 대해 LIDAR 디바이스를 보호하는 것을 돕는 백업 파장의 사용을 예시한다. 도 9a 내지 도 9c에 도시된 바와 같이, LIDAR 디바이스(910)를 갖는 차량(900)은 환경에서 동작하고 있다. 예를 들어, 차량(900) 및 LIDAR 디바이스(910)는 차량(500) 및 LIDAR 디바이스(510)와 각각 유사할 수 있다.

[0141] 상기 논의에 따라, LIDAR 디바이스(910)는 도 9a에 도시된 바와 같이, 1550 nm의 파장을 갖는 광을 (예를 들어, 송신기(206)를 통해) 방출하도록 초기에 구성될 수 있고, 1550 nm의 파장을 갖는 광을 (예를 들어, 수신기(214)를 통해) 검출할 수 있다. 도 9b에 도시된 바와 같이, LIDAR 디바이스를 향하는 외부 광(1550nm의 동일판 파

장을 가짐)의 방출이 검출될 수 있다. 그 다음, 응답적으로, 도 9c에 도시된 바와 같이, LIDAR 디바이스(910)는 1552 nm의 백업 파장을 갖는 광 뿐만 아니라 1550 nm의 파장을 갖는 광을 방출한다. 그러나, 상기 논의에 따라, LIDAR 디바이스(910)는 1550 nm의 파장을 갖는 광을 더 이상 검출하지 않고 1552 nm의 파장을 갖는 광을 대신에 검출하기 위해 동작될 수 있다. 이러한 방식으로, 어느 파장이 LIDAR 디바이스(910)에 의한 검출을 위해 실제로 사용되는지를 확인하는 어려움의 증가가 있을 수 있다.

VI. 결론

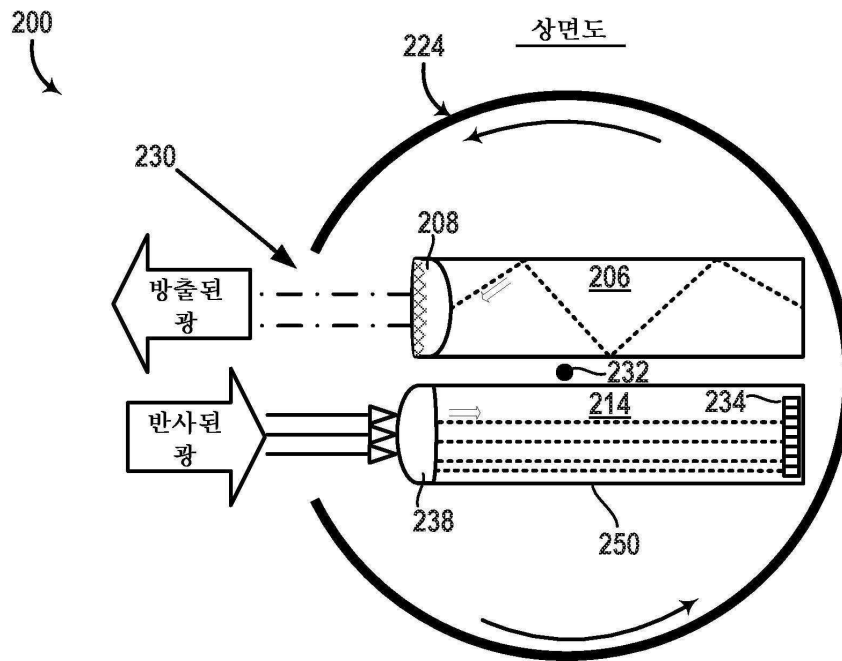
도면들에 도시된 특정 배열들은 제한적인 것으로 간주되지 않아야 한다. 다른 구현들은 주어진 도면에 도시된 각각의 요소를 더 많거나 더 적게 포함할 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 게다가, 예시된 요소들의 일부는 조합되거나 생략될 수 있다. 게다가, 예시적 구현은 도면들에 예시되지 않은 요소들을 포함할 수 있다. 부가적으로, 다양한 양태들 및 구현들이 본원에 개시되었지만, 다른 양태들 및 구현들은 본 기술분야의 통상의 기술자들에게 분명할 것이다. 본원에 개시되는 다양한 양태들 및 구현들은 예시의 목적들을 위한 것이고 제한적이도록 의도되지 않으며, 진정한 범위 및 사상은 이하의 청구항들에 의해 표시된다. 본원에 제시되는 발명 대상의 사상 또는 범위로부터 벗어나는 것 없이, 다른 구현들이 이용될 수 있고, 다른 변경들이 이루어질 수 있다. 본 개시의 양태들은 일반적으로 본원에 설명되는 바와 같이, 그리고 예시된 도면들에서, 매우 다양한 상이한 구성들로 배열, 치환, 조합, 분리, 및 디자인될 수 있으며, 그것의 모두는 본원에서 생각된다는 점이 용이하게 이해될 것이다.

도면

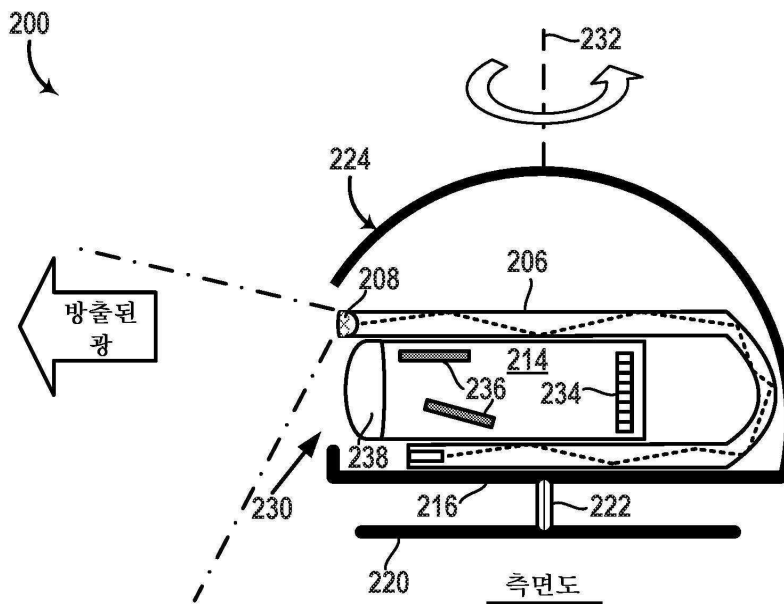
도면1



도면2a

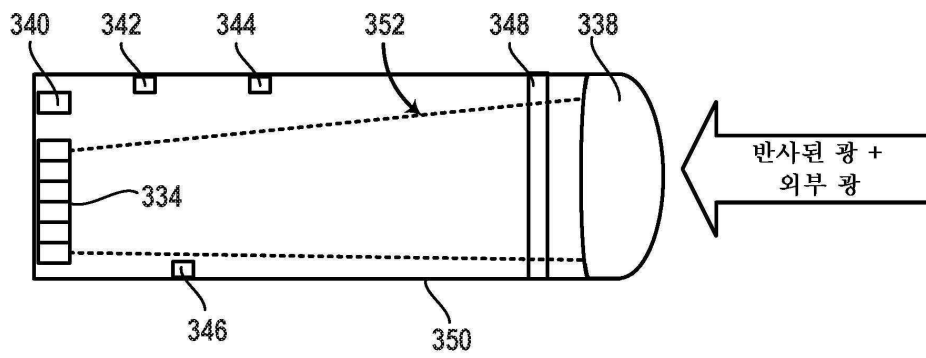


도면2b

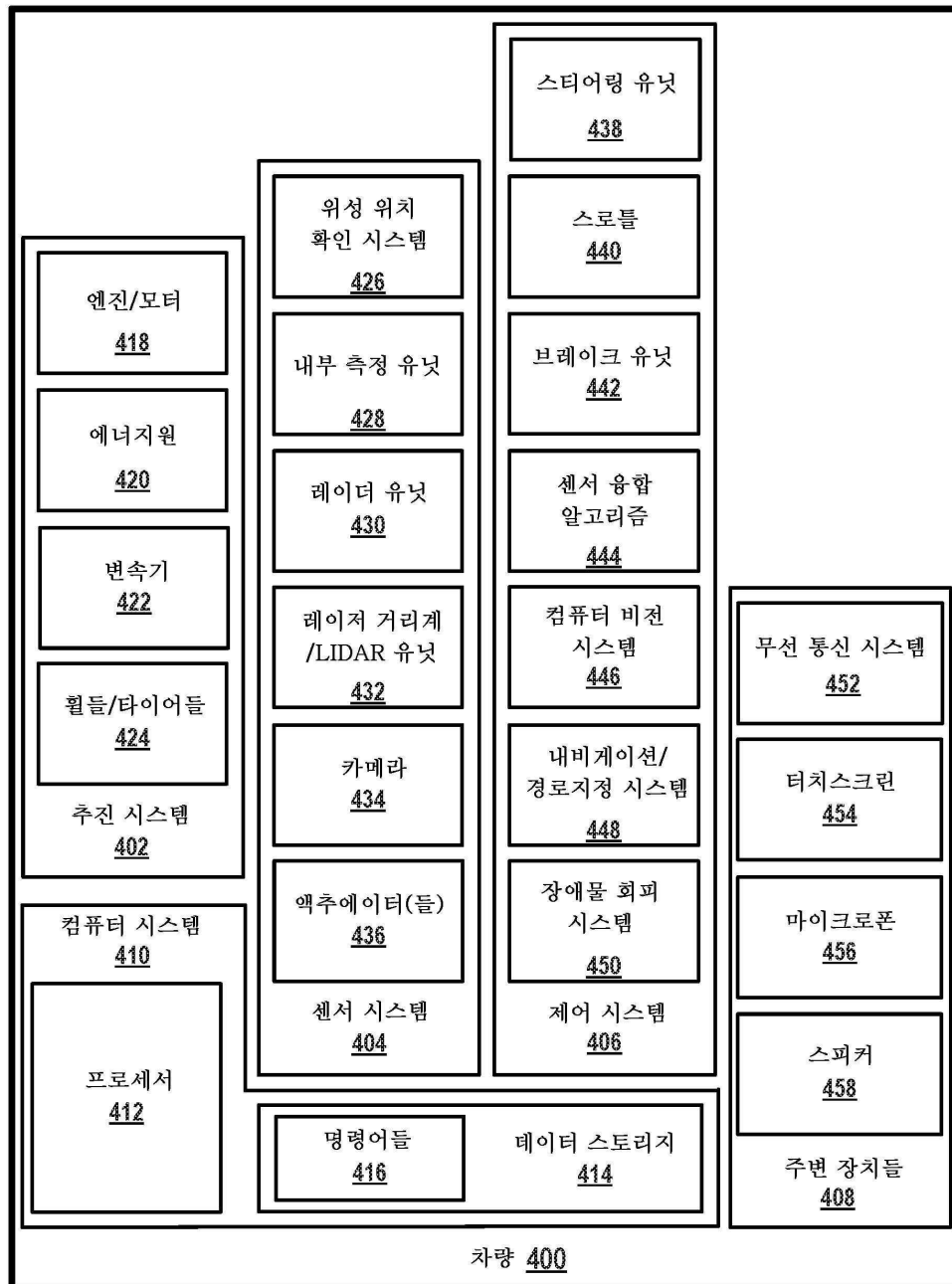


도면3

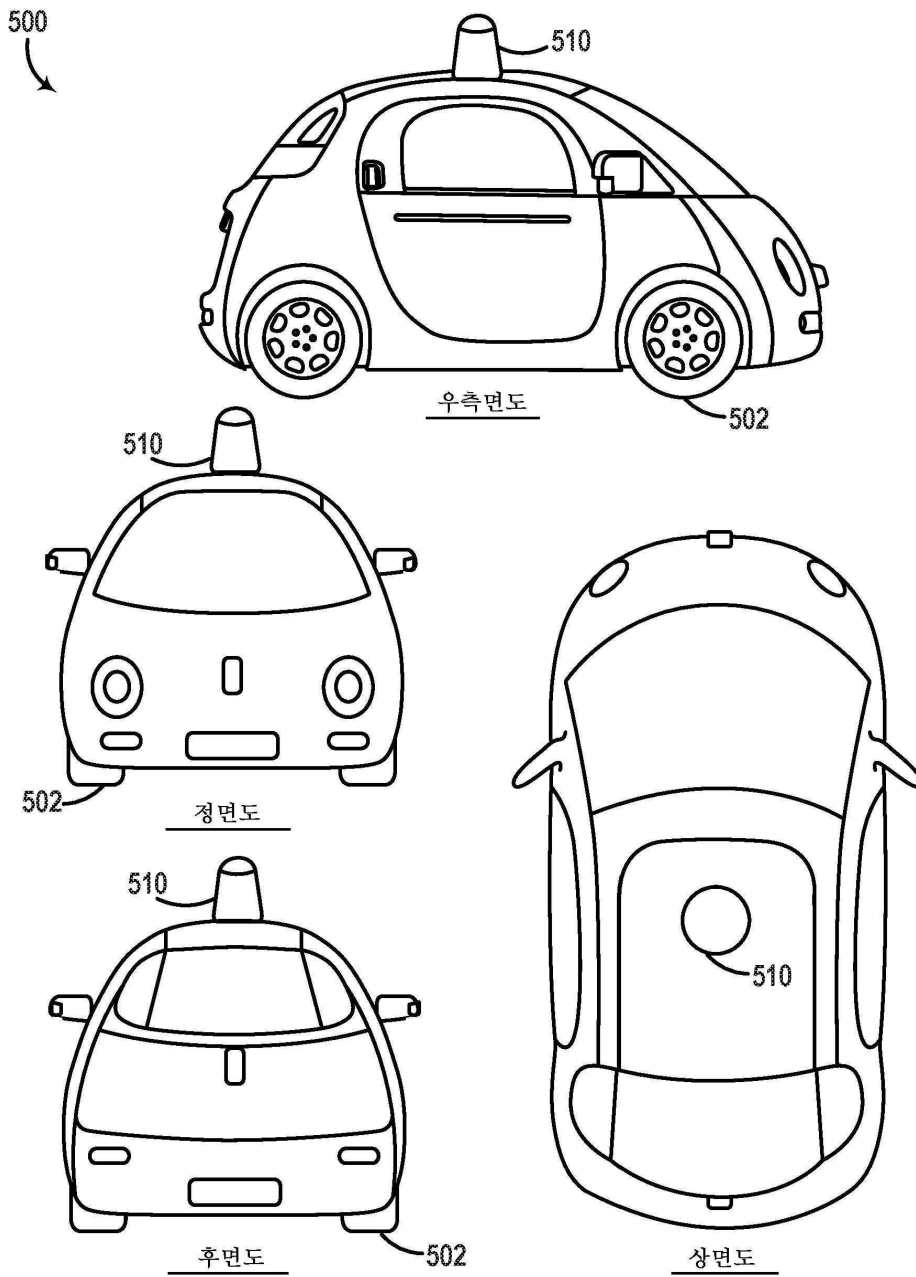
314
↙



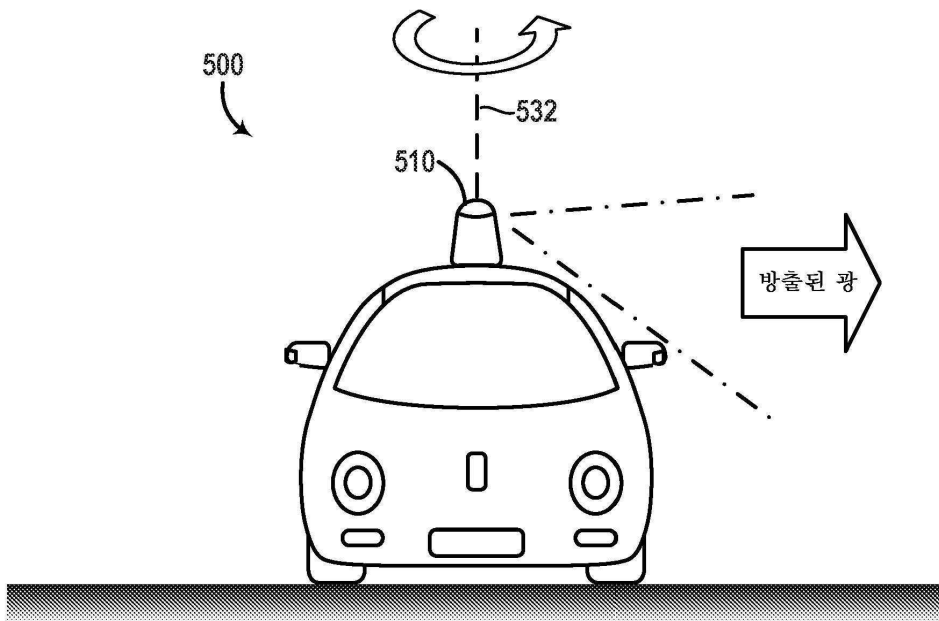
도면4



도면5a

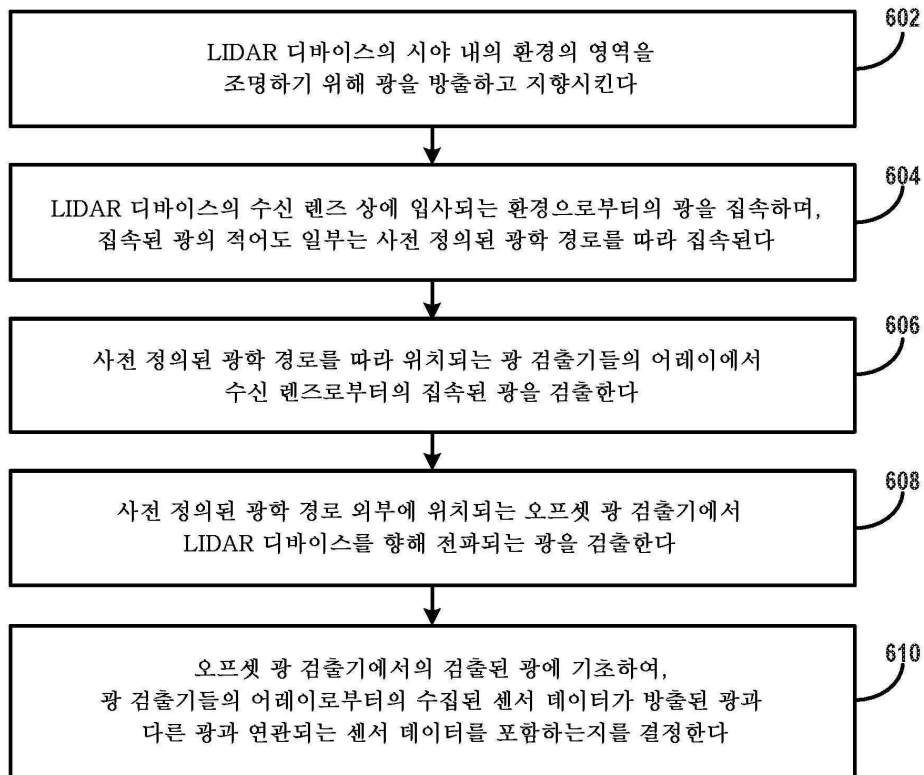


도면5b



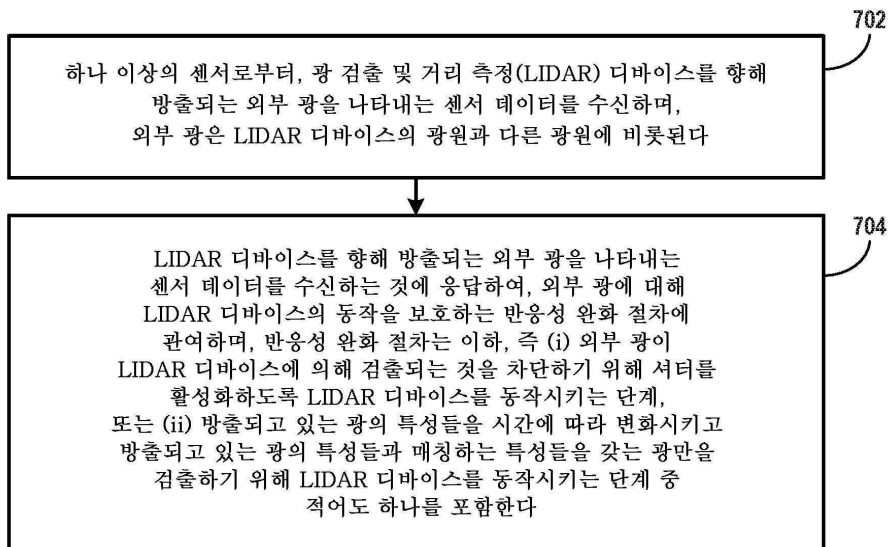
도면6

600
↓

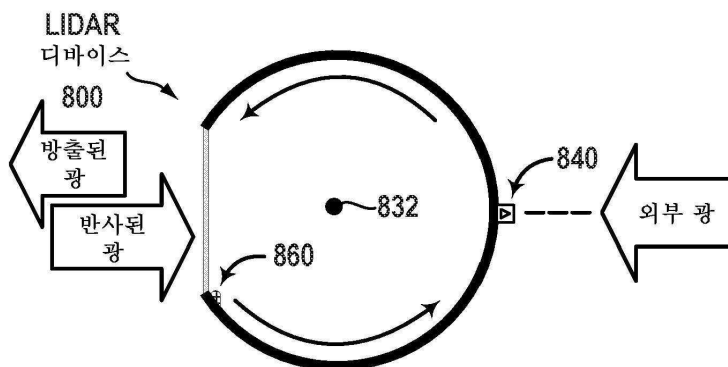


도면7

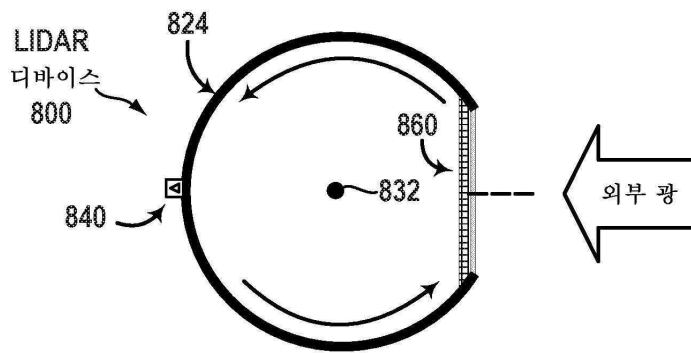
700
↙



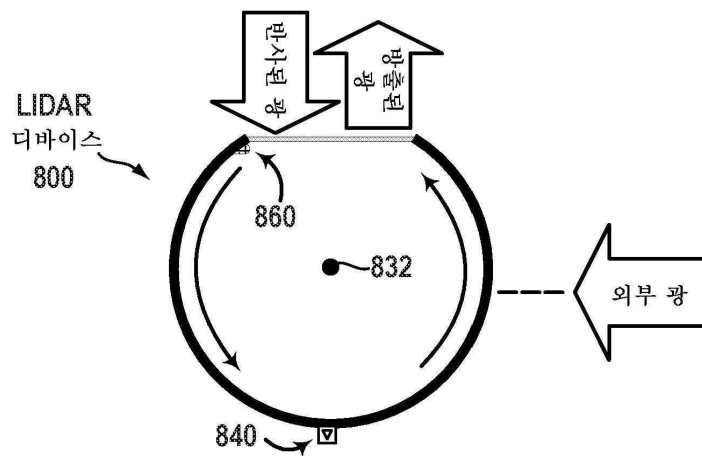
도면8a



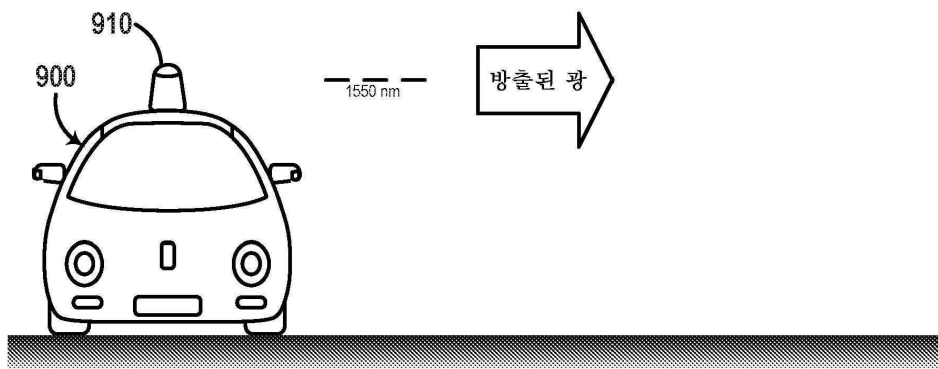
도면8b



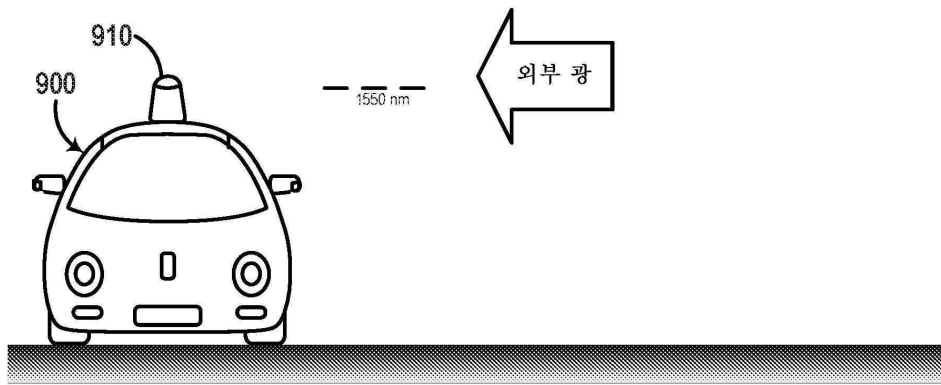
도면8c



도면9a



도면9b



도면9c

