



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2022-0130809  
(43) 공개일자 2022년09월27일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G02B 27/01 (2006.01) G01B 11/26 (2006.01)<br/>G02B 5/30 (2022.01) G06F 3/01 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G02B 27/0172 (2013.01)<br/>G01B 11/26 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-7030559<br/>(22) 출원일자(국제) 2021년02월04일<br/>심사청구일자 없음<br/>(85) 번역문제출일자 2022년09월02일<br/>(86) 국제출원번호 PCT/US2021/016639<br/>(87) 국제공개번호 WO 2021/158804<br/>국제공개일자 2021년08월12일<br/>(30) 우선권주장<br/>62/971,181 2020년02월06일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/><b>벨브 코포레이션</b><br/>미국 워싱턴 (우편번호 98004) 벨뷰 엔이 포츠 스트리트 10400 스위트 1400</p> <p>(72) 발명자<br/><b>허드먼, 조슈아 마크</b><br/>미국 98004 워싱턴 벨뷰 엔이 포츠 스트리트 10400 스위트 1400 벨브 코포레이션 내<br/><b>라우쉬, 카메론 웨이드</b><br/>미국 98004 워싱턴 벨뷰 엔이 포츠 스트리트 10400 스위트 1400 벨브 코포레이션 내</p> <p>(74) 대리인<br/><b>특허법인에이아이피</b></p> |
|---|--|

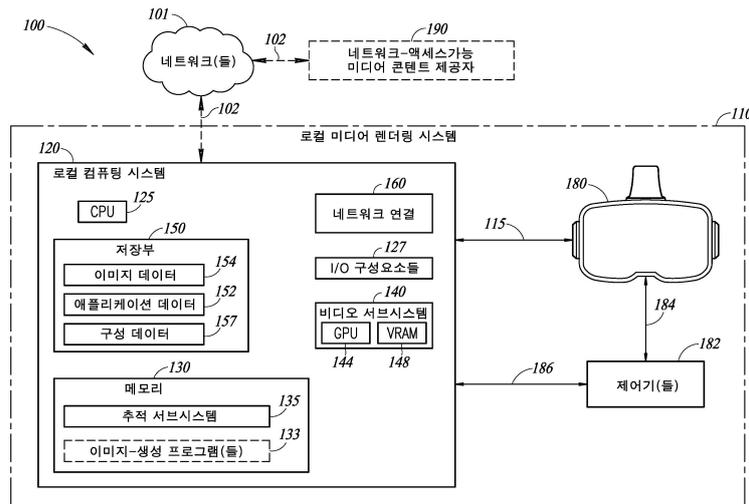
전체 청구항 수 : 총 37 항

(54) 발명의 명칭 **머리-착용 디스플레이 시스템들에 대한 위치 추적 시스템**

**(57) 요약**

머리-착용 디스플레이(head-mounted display; HMD) 시스템 구성요소의 위치를 추적하기 위한 시스템들 및 방법들. HMD 구성요소는, 광원으로부터 방출된 광의 도달 각도를 검출할 수 있는 복수의 각도 감지 검출기들을 포함할 수 있다. HMD 구성요소는, 광이 산란되었거나 또는 반사되었는지 여부 및 따라서 이러한 광이 무시될 수 있는지 여부를 검출하는 하나 이상의 산란 검출기들을 포함할 수 있다. 제어 회로부는 광원들이 지정된 패턴에 따라 광을 방출하게 하고, 복수의 각도 감지 검출기들로부터 센서 데이터를 수신한다. 프로세서는, HMD 구성요소의 위치를 추적하기 위해, 예를 들어, 기계 학습 또는 다른 기술들을 사용하여 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱할 수 있다. 각도 감지 검출기는, 충돌하는 광의 각도를 검출하도록 함께 동작하는 하나 이상의 편광기 층들 및 위치-변화하는 편광 패턴을 갖는 공간적으로-변화하는 편광기를 포함할 수 있다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*G02B 27/0179* (2013.01)

*G02B 5/30* (2022.01)

*G06F 3/011* (2022.02)

*G06F 3/017* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

각도 감지 검출기로서,

광원으로부터 광을 수신하고 필터링하도록 동작하는 제1 편광기;

상기 제1 편광기와 광학적으로 정렬되는 공간적으로-변화하는 편광기(spatially-varying polarizer)로서, 상기 공간적으로-변화하는 편광기는 상기 각도 감지 검출기에 대한 입사광의 입사각에 의해 입사광을 고유하게 구별하도록 구성된 편광 패턴을 포함하는, 상기 공간적으로-변화하는 편광기;

상기 공간적으로-변화하는 편광기로부터 수신되는 광을 수신하고 필터링하기 위해 상기 공간적으로-변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되는 제2 편광기; 및

상기 제2 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 광검출기(photodetector)로서, 상기 광검출기는 상기 각도 감지 검출기에 대한 상기 입사광의 상기 입사각을 나타내는 적어도 하나의 강도 신호를 출력하도록 동작하는, 상기 광검출기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 액정 재료를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 멀티-트위스트(multi-twist) 지연기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 스위치 오프되도록 동작하며, 상기 공간적으로-변화하는 편광기가 스위치 오프될 때, 상기 공간적으로-변화하는 편광기는 상기 입사광의 편광을 변화시키는 것을 중단하도록 동작하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 위상 지연기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 제1 단부에서 선형 편광을 제공하며, 상기 제1 단부에 대향되는 제2 단부를

향해 지연을 점진적으로 증가시키는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 상기 제2 단부에서 1/4 파장 지연을 제공하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1 편광기 및 상기 제2 편광기는 각각 선형 편광기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제1 편광기 및 상기 제2 편광기는 각각 동일한 편광 배향을 갖는 선형 편광기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 10

각도 감지 검출기로서,

제1 편광기로서,

광을 수신하고;

상기 광을 필터링하며; 그리고

필터링된 광의 제1 성분을 출력하도록 구성되는, 상기 제1 편광기;

각기 복수의 위치들과 연관된 복수의 편광 변환 속성들을 정의하는 위치-변화하는 편광 패턴(position-varying polarizing pattern)을 갖는 공간적으로-변화하는 편광기로서, 상기 복수의 편광 변환 속성들은 상기 제1 성분이 상기 공간적으로-변화하는 편광기에 충돌하는 위치에 의존하여 상기 제1 성분의 편광을 상이하게 변화시키도록 동작하며, 상기 공간적으로-변화하는 편광기는,

상기 복수의 위치들 중 제1 위치에서 상기 제1 성분을 수신하고;

상기 복수의 편광 변환 속성들 중, 상기 제1 위치와 연관된 제1 편광 변환 속성에 따라 상기 제1 성분의 편광을 변화시키고; 그리고

편광-변환된 제1 성분을 출력하도록 구성되는, 상기 공간적으로-변화하는 편광기;

제2 편광기로서,

상기 편광-변환된 제1 성분을 수신하고;

상기 편광-변환된 제1 성분을 필터링하며; 그리고

상기 편광-변환된 제1 성분의 제2 성분을 출력하도록 구성되는, 상기 제2 편광기; 및

광검출기로서,

상기 제2 성분을 수신하고;

상기 제2 성분의 강도를 검출하며; 그리고

상기 제2 성분의 강도를 나타내는 데이터를 출력하도록 구성되며, 상기 데이터는 상기 제1 위치를 결정하기 위

해 사용될 수 있는 상기 제2 성분의 강도를 나타내는, 상기 광검출기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 액정 재료를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 멀티-트위스트 지연기를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 위치-변화하는 편광 패턴은 제1 단부에서의 선형 편광기, 상기 제1 단부에 대향되는 제2 단부에서의 원형 편광기, 및 상기 제1 단부와 상기 제2 단부 사이에서 상기 선형 편광기와 상기 원형 편광기 사이의 점진적인 변화를 포함하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 14

청구항 10에 있어서,

상기 제1 편광기는 상기 광이 상기 제1 편광기에 충돌하는 위치와 무관하게 상기 광을 균일하게 필터링하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 15

청구항 10에 있어서,

상기 제2 편광기는 상기 편광-변환된 제1 성분이 상기 제2 편광기에 충돌하는 위치와 무관하게 상기 편광-변환된 제1 성분을 균일하게 필터링하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 16

청구항 10에 있어서,

상기 공간적으로-변화하는 편광기는 스위치 오프되도록 동작하며, 상기 공간적으로-변화하는 편광기가 스위치 오프될 때, 상기 공간적으로-변화하는 편광기는 상기 제1 성분의 편광을 변화시키는 것을 중단하도록 동작하는, 각도 감지 검출기.

#### 청구항 17

청구항 10에 있어서,

상기 광검출기는 단일-셀 포토다이오드인, 각도 감지 검출기.

**청구항 18**

청구항 10에 있어서,

상기 광검출기는, 복수의 셀들의 각각의 셀에서 상기 제2 성분의 개별적인 강도를 검출하도록 동작하는 상기 복수의 셀들을 갖는 멀티-셀 포토다이오드인, 각도 감지 검출기.

**청구항 19**

청구항 10에 있어서,

상기 광은 기지국 또는 모바일 물체에 의해 방출되는, 각도 감지 검출기.

**청구항 20**

청구항 10에 있어서,

상기 제1 편광기 및 상기 제2 편광기는 동일한 광 필터링 속성들을 갖는, 각도 감지 검출기.

**청구항 21**

머리-착용 디스플레이 시스템으로서,

사용자가 착용할 수 있는 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소;

상기 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소에 의해 지탱되는 복수의 각도 감지 검출기들로서, 동작 시에 상기 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 하나 이상의 광원들로부터 방출되는 광의 도달 각도를 나타내는 센서 데이터를 캡처하는, 상기 복수의 각도 감지 검출기들;

상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에서 수신된 광이 상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 상기 하나 이상에 도달하기 이전에 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 나타내는 산란 검출기 데이터를 캡처하는 산란 검출기;

복수의 광원들을 포함하는 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소; 및

제어 회로부를 포함하며, 상기 제어 회로부는,

상기 복수의 광원들 중 하나 이상이 광을 방출하게 하며;

상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상으로부터 센서 데이터를 수신하고;

상기 산란 검출기로부터 산란 검출 데이터를 수신하며;

수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱하고; 그리고

상기 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터의 프로세싱에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소의 위치를 추적하도록 동작하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 22**

청구항 21에 있어서,

상기 제어 회로부는, 상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 의해 수신된 광이 반사되었는지 또는 산란되었는지 여부를 결정하기 위해 상기 산란 검출기 데이터를 프로세싱하며, 상기 광이 반사되었거나 또는 산란되었다는 결정에 응답하여, 상기 하나 이상의 각도 감지 검출기들로부터의 센서 데이터를 무시하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 23**

청구항 21에 있어서,

상기 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 사용자의 머리에 착용할 수 있는 머리-착용 디스플레이 디바이스 또는 핸드-헬드 제어기를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 24**

청구항 21에 있어서,

상기 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 포토다이오드 검출기 또는 위치 감지 검출기 중 하나를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 25**

청구항 21에 있어서,

상기 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 적어도 4개의 셀들을 갖는 포토다이오드 검출기를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 26**

청구항 21에 있어서,

상기 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 머리-착용 디스플레이 디바이스, 제어기, 또는 기지국 중 하나를 포함하며, 상기 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 머리-착용 디스플레이 디바이스, 제어기, 또는 기지국 중 다른 것을 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 27**

청구항 21에 있어서,

상기 제2 머리-착용 디스플레이 구성요소는, 상기 머리-착용 디스플레이 시스템이 동작되는 환경에 근접한 로케이션에 고정된 구성요소를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 28**

청구항 21에 있어서,

상기 복수의 광원들의 각각은 광 방출기, 및 상기 광 방출기의 전방에 위치되는 원형 편광기를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 29**

청구항 28에 있어서,

상기 원형 편광기는 선형 편광기 및 1/4 파장 지연기를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 30

청구항 21에 있어서,

상기 산란 검출기는 광학적 검출기의 전방에 위치한 원형 편광기를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 31

청구항 30에 있어서,

상기 산란 검출기의 상기 원형 편광기는 선형 편광기 및 1/4 파장 지연기를 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 32

청구항 21에 있어서,

상기 복수의 광원들의 각각은 오른손잡이형(right-handed) 원형 편광기 및 왼손잡이형(left-handed) 원형 편광기 중 하나 및 광 방출기를 포함하며, 상기 산란 검출기는 오른손잡이형 원형 편광기 및 왼손잡이형 원형 편광기 중 다른 것을 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 33

청구항 21에 있어서,

상기 머리-착용 디스플레이 시스템은, 복수의 산란 검출기들로서, 상기 산란 검출기들의 각각은 상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에서 수신된 광이 상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 도달하기 이전에 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 나타내는 산란 검출기 데이터를 캡처하는, 상기 복수의 산란 검출기들을 더 포함하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 34

청구항 33에 있어서,

상기 복수의 산란 검출기들의 각각은 상기 복수의 각도 감지 검출기들의 서브세트에 대응하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 35

청구항 21에 있어서,

동작 시에, 상기 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 멀티플렉싱을 사용하여 상기 복수의 광원들을 조명(illuminate)하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

### 청구항 36

청구항 21에 있어서,

상기 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱하기 위해, 상기 제어 회로부는 트레이닝된 기계 학습 모델에 대한 입력으로서 상기 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터 중 적어도 하나를 제공하는, 머리-착용 디스플레이 시스템.

**청구항 37**

머리-착용 디스플레이 시스템을 동작시키는 방법으로서, 상기 머리-착용 디스플레이 시스템은 사용자가 착용할 수 있는 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소, 상기 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소에 의해 지탱되는 복수의 각도 감지 검출기들, 상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에서 수신된 광이 상기 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 도달하기 이전에 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 나타내는 산란 검출기 데이터를 캡처하는 산란 검출기, 및 복수의 광원들을 포함하는 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소를 포함하며, 상기 방법은,

상기 복수의 광원들 중 적어도 하나의 광원이 광을 방출하게 하는 단계;

상기 복수의 각도 감지 검출기들의 각각을 통해, 상기 적어도 하나의 광원으로부터 방출된 광의 도달 각도를 나타내는 센서 데이터를 캡처하는 단계;

적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 복수의 각도 감지 검출기들로부터 상기 센서 데이터를 수신하는 단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 산란 검출기로부터 상기 산란 검출기 데이터를 수신하는 단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터의 프로세싱에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소의 위치를 추적하는 단계를 포함하는, 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 전반적으로 머리-착용형 디스플레이 시스템들 및 머리-착용 디스플레이 시스템들과 연관된 제어기들과 같은 물체들에 대한 위치 추적에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 가상 현실(virtual reality; "VR") 또는 증강 현실(augmented reality; "AR") 경험들의 하나의 현재 생성은, 고정식 컴퓨터(예컨대, 개인용 컴퓨터("PC"), 랩탑, 또는 게임 콘솔)에 연결되거나, 스마트 폰 및/또는 그것의 연관된 디스플레이와 결합되거나 및/또는 통합될 수 있거나, 또는 자급식일 수 있는 머리-착용 디스플레이(head-mounted display; "HMD")들을 사용하여 생성된다. 일반적으로, HMD들은, 하나의(단안 HMD) 또는 각각의 눈(쌍안 HMD)의 전방에 소형 디스플레이 디바이스를 갖는, 사용자의 머리에 착용되는 디스플레이 디바이스들이다. 디스플레이 유닛들은 전형적으로 소형화되며, 예를 들어, CRT, LCD, 실리콘 위 액정(Liquid crystal on silicon; LCos), 또는 OLED 기술품들을 포함할 수 있다. 쌍안 HMD는 각각의 눈에 상이한 이미지를 디스플레이할 가능성을 갖는다. 이러한 성능은 입체 이미지들을 디스플레이하기 위하여 사용된다.

[0003] 스마트폰들 및 고-화질 텔레비전들뿐만 아니라 다른 전자 디바이스들의 성장과 함께 고성능을 갖는 디스플레이들에 대한 수요가 증가하였다. 가상 현실 및 증강 현실 시스템들, 특히 이러한 HMD들을 사용하는 가상 현실 및 증강 현실 시스템들의 성장하고 있는 인기가 이러한 수요를 추가로 증가시키고 있다. 가상 현실 시스템들은 전형적으로 착용자의 눈들을 완전히 감싸고 착용자의 전방에서 실제 또는 물리적 현실 뷰(view)를 "가상" 현실로 치환하며, 반면 증강 현실 시스템들은 전형적으로, 실제 뷰가 추가적인 정보로 증강되도록 착용자의 눈들의 전방에 하나 이상의 스크린들의 반-투명 또는 투명 오버레이(overlay)를 제공하고, 매개 현실 시스템(mediated reality system)들은 유사하게 실제 요소들을 가상 요소들과 결합하는 정보를 시청자(viewer)에게 나타낼 수 있다. 다수의 가상 현실 및 증강 현실 시스템들에 있어서, 보여지고 있는 이미지들이 사용자의 움직임들을 반영하는 것을 가능하게 하기 위하여 그리고 상호작용 환경을 가능하게 하기 위하여, 이러한 머리-착용 디스플레이의 착용자의 움직임은 다양한 방식들로, 예컨대 머리-착용 디스플레이, 제어기들 내의 센서들 및/또는 외부 센서들을 통해 추적될 수 있다.

[0004] 위치 추적은 HMD 시스템이 서로에 대한 그리고 주변 환경에 대한 하나 이상의 구성요소들의 위치를 추정하는 것을 가능하게 한다. 위치 추적은 HMD 시스템의 구성요소들의 절대 위치의 검출을 달성하기 위해 하드웨어 및 소프트웨어의 조합을 사용할 수 있다. 위치 추적은 AR 또는 VR 시스템들에 대하여 중요한 기술이며, 이는 6 자유

도(six degrees of freedom; 6DOF)를 가지고 HMD들(및/또는 제어기들 또는 다른 주변기기들)의 움직임을 추적하는 것을 가능하게 한다.

[0005] 위치 추적 기술은 점프 또는 웅크림과 같은 상이한 액션들을 반영하기 위하여 사용자의 시점을 변화시키기 위해 사용될 수 있으며, 사용자의 손들 및 가상 환경 내의 다른 물체들의 정확한 표현을 가능하게 할 수 있다. 위치 추적은 또한, 예를 들어, 터치에 의해 가상 물체들을 움직이기 위해 손 위치를 사용함으로써, 물리적 환경과 가상 환경 사이의 연결을 증가시킬 수 있다. 위치 추적은 시차(parallax) 때문에 사용자에게 대한 가상 현실의 3D 인식을 개선하며, 이는 거리의 인식을 돕는다. 또한, 위치 추적은, 눈으로 보여지는 것의 입력과 사용자의 귀의 전정계에 의해 느껴지고 있는 것의 입력 사이의 분리(disconnect)에 의해 초래되는 멀미를 최소화하거나 또는 감소시키는 것을 도울 수 있다.

[0006] 위치 추적의 상이한 방법들이 존재한다. 이러한 방법들은 음향 추적, 관성 추적, 자기 추적, 광학 추적, 이들의 조합들, 등을 포함할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

#### 과제의 해결 수단

[0007] 각도 감지 검출기는, 광원으로부터 광을 수신하고 필터링하도록 동작하는 제1 편광기; 제1 편광기와 광학적으로 정렬되는 공간적으로-변화하는 편광기(spatially-varying polarizer)로서, 공간적으로-변화하는 편광기는 각도 감지 검출기에 대한 입사광의 입사각에 의해 입사광을 고유하게 구별하도록 구성된 편광 패턴을 포함하는, 공간적으로-변화하는 편광기; 공간적으로-변화하는 편광기로부터 수신되는 광을 수신하고 필터링하기 위해 공간적으로-변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되는 제2 편광기; 및 제2 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 광검출기(photodetector)로서, 광검출기는 각도 감지 검출기에 대한 입사광의 입사각을 나타내는 적어도 하나의 강도 신호를 출력하도록 동작하는, 광검출기를 포함하는 것으로서 요약될 수 있다.

[0008] 공간적으로-변화하는 편광기는 액정 재료를 포함할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 멀티-트위스트(multi-twist) 지연기를 포함할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 스위치 오프되도록 동작할 수 있으며, 공간적으로-변화하는 편광기가 스위치 오프될 때, 공간적으로-변화하는 편광기는 입사광의 편광을 변화시키는 것을 중단하도록 동작할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 위상 지연기(phase retarder)를 포함할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 제1 단부에서 선형 편광을 제공할 수 있으며, 제1 단부에 대항되는 제2 단부를 향해 지연을 점진적으로 증가시킬 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 제2 단부에서 1/4 파장 지연을 제공할 수 있다. 제1 편광기 및 제2 편광기는 각각 선형 편광기들을 포함할 수 있다. 제1 편광기 및 제2 편광기는 각각 동일한 편광 배향을 갖는 선형 편광기들을 포함할 수 있다.

[0009] 각도 감지 검출기는, 제1 편광기로서, 광을 수신하고; 광을 필터링하며; 그리고 필터링된 광의 제1 성분을 출력하도록 구성되는, 제1 편광기; 각기 복수의 위치들과 연관된 복수의 편광 변환 속성들을 정의하는 위치-변화하는 편광 패턴(position-varying polarizing pattern)을 갖는 공간적으로-변화하는 편광기로서, 복수의 편광 변환 속성들은 제1 성분이 공간적으로-변화하는 편광기에 충돌하는 위치에 의존하여 제1 성분의 편광을 상이하게 변화시키도록 동작하며, 공간적으로-변화하는 편광기는, 복수의 위치들 중 제1 위치에서 제1 성분을 수신하고; 복수의 편광 변환 속성들 중, 제1 위치와 연관된 제1 편광 변환 속성에 따라 제1 성분의 편광을 변화시키고; 그리고 편광-변환된 제1 성분을 출력하도록 구성되는, 공간적으로-변화하는 편광기; 제2 편광기로서, 편광-변환된 제1 성분을 수신하고; 편광-변환된 제1 성분을 필터링하며; 그리고 편광-변환된 제1 성분의 제2 성분을 출력하도록 구성되는, 제2 편광기; 및 광검출기로서, 제2 성분을 수신하고; 제2 성분의 강도를 검출하며; 그리고 제2 성분의 강도를 나타내는 데이터를 출력하도록 구성되며, 데이터는 제1 위치를 결정하기 위해 사용될 수 있는 제2 성분의 강도를 나타내는, 광검출기를 포함하는 것으로서 요약될 수 있다.

[0010] 공간적으로-변화하는 편광기는 액정 재료를 포함할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 멀티-트위스트 지연기를 포함할 수 있다. 위치-변화하는 편광 패턴은 제1 단부에서의 선형 편광기, 제1 단부에 대항되는 제2 단부에서의 원형 편광기, 및 제1 단부와 제2 단부 사이에서 선형 편광기와 원형 편광기 사이의 점진적인 변화를 포함할 수 있다. 제1 편광기는 광이 제1 편광기에 충돌하는 위치와 무관하게 광을 균일하게 필터링할 수 있다. 제2 편광기는 편광-변환된 제1 성분이 제2 편광기에 충돌하는 위치와 무관하게 편광-변환된 제1 성분을 균일하게

필터링할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 스위치 오프되도록 동작할 수 있으며, 공간적으로-변화하는 편광기가 스위치 오프될 때, 공간적으로-변화하는 편광기는 제1 성분의 편광을 변화시키는 것을 중단하도록 동작할 수 있다.

- [0011] 광검출기는 단일-셀 포토다이오드일 수 있다. 광검출기는, 복수의 셀들의 각각의 셀에서 제2 성분의 개별적인 강도를 검출하도록 동작하는 복수의 셀들을 갖는 멀티-셀 포토다이오드일 수 있다. 광은 기지국 또는 모바일 물체에 의해 방출될 수 있다. 제1 편광기 및 제2 편광기는 동일한 광 필터링 속성들을 가질 수 있다.
- [0012] 머리-착용 디스플레이 시스템은, 사용자가 착용할 수 있는 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소; 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소에 의해 지탱되는 복수의 각도 감지 검출기들로서, 동작 시에 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 하나 이상의 광원들로부터 방출되는 광의 도달 각도를 나타내는 센서 데이터를 캡처하는, 복수의 각도 감지 검출기들; 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에서 수신된 광이 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 도달하기 이전에 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 나타내는 산란 검출기 데이터를 캡처하는 산란 검출기; 복수의 광원들을 포함하는 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소; 및 제어 회로부를 포함하며, 제어 회로부는, 복수의 광원들 중 하나 이상이 광을 방출하게 하며; 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상으로부터 센서 데이터를 수신하고; 산란 검출기로부터 산란 검출 데이터를 수신하며; 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱하고; 그리고 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터의 프로세싱에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소의 위치를 추적하도록 동작하는 것으로서 요약될 수 있다.
- [0013] 제어 회로부는, 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 의해 수신된 광이 반사되었는지 또는 산란되었는지 여부를 결정하기 위해 산란 검출기 데이터를 프로세싱할 수 있으며, 광이 반사되었거나 또는 산란되었다는 결정에 응답하여, 하나 이상의 각도 감지 검출기들로부터의 센서 데이터를 무시할 수 있다. 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 사용자의 머리에 착용할 수 있는 머리-착용 디스플레이 디바이스 또는 핸드-헬드 제어기를 포함할 수 있다. 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 포토다이오드 검출기 또는 위치 감지 검출기 중 하나를 포함할 수 있다. 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 적어도 4개의 셀들을 갖는 포토다이오드 검출기를 포함할 수 있다.
- [0014] 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 머리-착용 디스플레이 디바이스, 제어기, 또는 기지국 중 하나를 포함할 수 있으며, 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 머리-착용 디스플레이 디바이스, 제어기, 또는 기지국 중 다른 것을 포함할 수 있다. 제2 머리-착용 디스플레이 구성요소는, 머리-착용 디스플레이 시스템이 동작되는 환경에 근접한 로케이션에 고정된 구성요소를 포함할 수 있다. 복수의 광원들의 각각은 광 방출기, 및 광 방출기의 전방에 위치되는 원형 편광기를 포함할 수 있다. 원형 편광기는 선형 편광기 및 1/4 파장 지연기를 포함할 수 있다. 산란 검출기는 광학적 검출기의 전방에 위치된 원형 편광기를 포함할 수 있다. 산란 검출기의 원형 편광기는 선형 편광기 및 1/4 파장 지연기를 포함할 수 있다. 복수의 광원들의 각각은 오른손잡이형(right-handed) 원형 편광기 및 왼손잡이형(left-handed) 원형 편광기 중 하나 및 광 방출기를 포함할 수 있으며, 산란 검출기는 오른손잡이형 원형 편광기 및 왼손잡이형 원형 편광기 중 다른 것을 포함할 수 있다.
- [0015] 머리-착용 디스플레이 시스템은, 복수의 산란 검출기들로서, 산란 검출기들의 각각은 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에서 수신된 광이 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 도달하기 이전에 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 나타내는 산란 검출기 데이터를 캡처하는, 복수의 산란 검출기들을 더 포함할 수 있다. 복수의 산란 검출기들의 각각은 복수의 각도 감지 검출기들의 서브세트에 대응할 수 있다. 동작 시에, 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소는 멀티플렉싱을 사용하여 복수의 광원들을 조명할 수 있다. 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱하기 위해, 제어 회로부는 트레이닝된 기계 학습 모델에 대한 입력으로서 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터 중 적어도 하나를 제공할 수 있다.
- [0016] 머리-착용 디스플레이 시스템을 동작시키는 방법으로서, 머리-착용 디스플레이 시스템은 사용자가 착용할 수 있는 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소, 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소에 의해 지탱되는 복수의 각도 감지 검출기들, 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에서 수신된 광이 복수의 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 도달하기 이전에 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 나타내는 산란 검출기 데이터를 캡처하는 산란 검출기, 및 복수의 광원들을 포함하는 제2 머리-착용 디스플레이 시스템 구성요소를 포함하며, 방법은, 복수의 광원들 중 적어도 하나의 광원이 광을 방출하게 하는 단계; 복수의 각도 감지 검출기들의 각각을 통해, 적어도 하나의 광원으로부터 방출된 광의 도달 각도를 나타내는 센서 데이터를 캡처하는 단계; 적어도 하나의 프로세서에 의해, 복수의 각도 감지 검출기들로부터 센서 데이터를 수신하는 단계; 적어도 하나의 프로세

서에 의해, 산란 검출기로부터 산란 검출기 데이터를 수신하는 단계; 적어도 하나의 프로세서에 의해, 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터를 프로세싱하는 단계; 및 적어도 하나의 프로세서에 의해, 수신된 센서 데이터 및 산란 검출기 데이터의 프로세싱에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 머리-착용 디스플레이 시스템 구성 요소의 위치를 추적하는 단계를 포함하는 것으로서 요약될 수 있다.

[0017] 감쇠 필터를 제공하는 공간적으로-변화하는 편광기를 포함하는 각도-감지 포토다이오드 구조체가 제공된다. 공간적으로-변화하는 편광기는, 단일 박막에서 정밀하고 맞춤화된 레벨들의 광대역, 협대역 또는 다중 대역 지연을 제공하는 파장판-형(waveplate-like) 지연 필름인, 멀티-트위스트 지연기(multi-twist retarder; MTR)로 형성될 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기는 위치 변화하는 편광 지연 속성들 및/또는 위치 변화하는 편광 지연 패턴들을 갖도록 구성된다. 속성들 및/또는 패턴들로 인해, 각도-감지 포토다이오드 구조체는, 광이 각도-감지 포토다이오드 구조체에 충돌하는 위치에 의존하여 광(예를 들어, 광의 강도)을 고유하게 감쇠시킨다. 적어도 일부 구현예들에서, 공간적으로-변화하는 편광기는 위치에 의존하여 충돌하는 광의 편광을 변화시키도록 동작한다. 각도-감지 포토다이오드 구조체는 변화된 위치-의존 편광을 강도로 변환하도록 동작가능한 균일한 편광기를 포함할 수 있다. 따라서, 각도-감지 포토다이오드 구조체는 강도와 위치 사이의 관계를 수립한다. 각도-감지 포토다이오드 구조체는 필터링된 광의 강도를 검출하도록 구성된 포토다이오드를 포함할 수 있다. 위치는 검출된 강도에 기초하여 결정될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0018] 도면들에서, 동일한 참조 번호들은 유사한 요소들 또는 행동들을 식별한다. 도면들 내에서 요소들의 크기들 및 상대적인 위치들은 반드시 축적이 맞춰져야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 다양한 요소들의 형상들 및 각도들이 반드시 축적이 맞춰져야 할 필요는 없으며, 이러한 요소들 중 일부는 도면 가독성을 개선하기 위하여 임의적으로 확장되고 위치될 수 있다. 추가로, 도시되는 요소들의 특정 형상들은 반드시 특정 요소들의 정확한 형상에 관한 임의의 정보를 전달하도록 의도되는 것은 아니며, 단지 도면들 내에서의 인식의 용이성을 위하여 선택될 수 있다.

도 1은, 추적 서브시스템의 실시예들을 포함하는, 본 개시에서 설명되는 적어도 일부 기술들을 수행하기에 적절한 한 하나 이상의 시스템들을 포함하는 네트워크형 환경의 개략도이다.

도 2는, 설명되는 기술들 중 적어도 일부가 비디오 렌더링 시스템에 테더링(tether)되고 사용자에게 가상 현실 디스플레이를 제공하는 예시적인 머리-착용 디스플레이 디스플레이와 함께 사용되는 예시적인 환경을 예시하는 도면이다.

도 3은 복수의 각도 감지(sensitive) 검출기들 및 쌍안 디스플레이 서브시스템들을 갖는 HMD 디바이스의 도식적인 도면이다.

도 4는 HMD 디바이스와 함께 사용될 수 있는 제어기의 도식적인 도면이다.

도 5는 본 개시의 예시적인 실시예에 따른 HMD 디바이스의 개략적인 블록도이다.

도 6은, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, HMD 디바이스의 추적 서브시스템을 구현하기 위해 기계 학습 기술이 사용될 수 있는 환경의 개략적인 도면이다.

도 7은, 본 개시의 예시적인 실시예에 따른, 사용 동안 HMD 시스템의 위치, 배향 및/또는 움직임을 추적하기 위해 HMD 시스템의 위치 추적 시스템을 동작시키는 방법에 대한 순서도이다.

도 8은 본 개시의 구현예들 중 하나 이상에서 사용될 수 있는 예시적인 각도 감지 검출기의 사시도를 도시한다.

도 9는, 각도-감지 포토다이오드 구조체의 제1 선형 편광기, 공간적으로-변화하는 편광기 및 제2 선형 편광기, 및 포토다이오드들에 도달하기 위해 이를 통과하는 광 또는 광 스팟(spot)의 편광을 도시한다.

도 10은, 각도-감지 포토다이오드 구조체의 제1 선형 편광기, 공간적으로-변화하는 편광기 및 제2 선형 편광기, 및 포토다이오드들에 도달하기 위해 이를 통과하는 광 또는 광 스팟의 편광을 도시한다.

도 11a는 본 개시의 구현예들 중 하나 이상에서 사용될 수 있는 예시적인 각도 감지 검출기의 상면도이다.

도 11b는 도 11a에 도시된 각도 감지 검출기의 사시도이다.

도 12는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, HMD 시스템의 구성요소들의 위치를 결정하기 위한 광원들

및 각도 감지 검출기들의 사용을 예시하는 간략화된 도면이다.

도 13은, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 광원 및 각도 감지 검출기의 예시적인 광학 시스템들을 도시하는 도면이다.

도 14는 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른 추적 시스템의 예시적인 산란 검출 모듈 및 광원들의 동작을 도시하는 도면이다.

도 15는 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른 추적 시스템의 산란 검출 모듈 및 광원의 구성요소들을 도시하는 도면이다.

도 16은, HMD 디바이스 또는 이의 구성요소의 위치 추적 동안 이러한 산란된 광을 무시하기 위해 사용될 수 있는, 산란되었거나 또는 반사된 광을 검출하도록 동작가능한 복수의 산란 검출 모듈들, 복수의 각도 감지 검출기들, 및 쌍안 디스플레이 서브시스템들을 갖는 HMD 디바이스의 도식적인 도면이다.

도 17은 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른 추적 시스템의 산란 검출 모듈 및 광원의 구성요소들의 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 다음의 설명에 있어, 어떤 특정 세부사항들이 개시된 다양한 구현예들의 철저한 이해를 제공하기 위하여 기술되었다. 그러나, 당업자는 구현예들이 이러한 특정 세부사항들 중 하나 이상이 없는 상태로 또는 다른 방법들, 구성 요소들, 재료들 등과 함께 실시될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 다른 예들에 있어, 컴퓨터 시스템들, 서버 컴퓨터들, 및/또는 통신 네트워크들과 연관된 잘 알려진 구조들은 구현예들의 설명을 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위하여 상세하게 도시되지 않거나 또는 설명되지 않는다.
- [0020] 문맥이 달리 요구하지 않는 한, 다음의 명세서 및 청구항들 전체에 걸쳐, 단어 "구성되는"은 "포함하는"과 동의어이며, 포괄적이고 개방적이다(즉, 추가적인, 언급되지 않은 요소들 또는 방법 행동들을 배제하지 않는다).
- [0021] 본 명세서 전체에 걸쳐 "하나의 구현예" 또는 "일 구현예"에 대한 이러한 설명의 언급은 구현예와 함께 설명된 특정 특징, 구조, 또는 특성이 적어도 하나의 구현예에 포함된다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 다양한 위치들에서의 문구들 "하나의 구현예에서" 또는 "일 구현예에서"의 출현이 반드시 모두 동일한 구현예를 지칭하는 것이 아니다. 추가적으로, 특정 특징들, 구조들, 또는 특성들은 하나 이상의 구현예들에서 임의의 적절한 방식으로 결합될 수 있다.
- [0022] 본 명세서에서 그리고 첨부된 청구항들에서 사용될 때, 단수 형태들 "일", 및 "상기"는 문맥이 명백하게 달리 기재하지 않는 한 복수의 지시대상들을 포함한다. 용어 "또는"은 일반적으로, 문맥이 명백히 달리 기술하지 않는 한, "및/또는"을 포함하는 의미로 이용된다.
- [0023] 본원에서 제공되는 본 개시의 표제 및 요약은 오로지 편의를 위한 것이며, 구현예들의 의미 또는 범위를 해석하지 않는다.
- [0024] 본 개시의 하나 이상의 구현예들은, 머리-착용 디스플레이(head-mounted display; HMD) 시스템의 구성요소들(예를 들어, HMD, 제어기들, 주변기기들)의 위치를 정확히 추적하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 적어도 하나의 구현예들에서, HMD는 전향(forward facing) 카메라("전방 카메라" 또는 "정면 카메라") 및 복수의 각도 감지 검출기들 또는 광원들을 지탱(carry)하는 지지 구조체를 포함한다. 유사하게, 하나 이상의 제어기들은 복수의 각도 감지 검출기들 또는 광원들을 포함할 수 있다. 다른 구현예들에서, HMD는 전방 카메라를 포함하지 않는다. 전방 카메라는 제1 프레임 레이트(rate)(예를 들어, 30 Hz, 90 Hz)로 전방 카메라 시야(field of view) 내의 이미지 센서 데이터를 캡처할 수 있다.
- [0025] 동작 시에, 하나 이상의 고정된 또는 이동가능 광원들(예를 들어, IR LED들)은 이하에서 추가로 논의되는 바와 같이 광을 방출하게 될 수 있다. 광원들은 HMD, 제어기, 환경 내에 위치된 고정된 물체(예를 들어, 기지국(base station)), 등에 결합될 수 있다. 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은, (존재할 때) 전방 카메라의 제1 프레임 레이트보다 더 클 수 있는 제2 프레임 레이트(예를 들어, 1000 Hz, 2000 Hz)로 개별적인 복수의 각도 감지 검출기 시야들 내의 센서 데이터를 캡처한다. 적어도 일부 구현예들에서, 각도 감지 검출기 시야들은 전방 카메라 시야보다 더 좁을 수 있지만, 필수적인 것은 아니다. 예를 들어, 전방 카메라는 90°, 120°, 또는 150°의 상대적으로 넓은 전방 카메라 시야를 가질 수 있으며, 각도 감지 검출기들의 각각은 상대적으로 좁은 센서 ID 시야들(예를 들어, 25°, 45°, 75°)을 가질 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 각도 감지 검출기 시야들은 집

합적으로 적어도 전방 카메라 시야의 상당한 부분을 커버할 수 있거나, 또는 전방 카메라 시야보다 훨씬 더 클 수 있으며, 여기에서 각도 감지 검출기 시야들의 각각이 전방 카메라 시야의 상이한 부분들과 중첩한다.

[0026] 동작 시에, 복수의 각도 감지 검출기들에 동작가능하게 결합된 적어도 하나의 프로세서는, 복수의 광원들(예를 들어, LED들, 레이저들, 다른 광원들)로부터 광을 캡처하는 센서 데이터를 수신할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는 수신된 이미지 센서 데이터의 프로세싱에 적어도 부분적으로 기초하여 머리-착용 디스플레이의 구성요소의 위치를 추적하기 위해 수신된 이미지 센서 데이터를 프로세싱할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로세서는 환경 내에 존재하는 하나 이상의 특징들을 추적하기 위하여 각도 감지 검출기들로부터의 센서 데이터를 융합할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는 HMD 시스템의 하나 이상의 구성요소들의 위치(position)(예를 들어, 로케이션(location), 배향, 움직임)을 결정하기 위하여 센서 데이터를 프로세싱하기 위해 기계 학습 기술들, 솔버(solver)들, 또는 다른 방법들을 사용할 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 센서 데이터는 다른 센서들로부터의 센서 데이터, 예컨대 HMD 시스템 구성요소의 관성 측정 유닛(inertial measurement unit; IMU) 또는 전방 카메라로부터의 센서 데이터와 융합될 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 하나 이상의 산란 검출 모듈들 또는 "산란 검출기들"은 광이 하나 이상의 각도 감지 검출기들에 도달하기 전에 산란되었거나 또는 반사된 때를 검출하기 위해 사용될 수 있으며, 이러한 광은, 이러한 광의 각도가 광이 방출되었던 광원의 로케이션을 정확하게 나타내지 않기 때문에 추적 시스템에 의해 무시될 수 있다. 이러한 기술을 사용하면, 추적 시스템의 정확도가 크게 개선될 수 있다. 본 개시의 구현예들의 다양한 특징들이 이하에서 도면들을 참조하여 논의된다.

[0027] 도 1은, 본원에서 설명되는 적어도 일부 기술들을 수행하기에 적절한 로컬 컴퓨팅 시스템(120), 디스플레이 디바이스(180)(예를 들어, 각각의 눈에 대해 하나씩, 2개의 디스플레이 패널들을 갖는 HMD 디바이스) 및 하나 이상의 제어기들(182)을 포함하는, 로컬 미디어 렌더링(local media rendering; LMR) 시스템(110)(예를 들어, 게이밍 시스템)을 포함하는 네트워크형 환경(100)의 개략도이다. 도 1의 묘사된 실시예에서, 로컬 컴퓨팅 시스템(120)은 (예컨대, 도 2에 예시된 바와 같은 하나 이상의 케이블들(케이블(220))을 통해서 유선으로 연결되거나 또는 테더링될 수 있거나 또는 그 대신에 무선일 수 있는) 송신 링크(115)를 통해 디스플레이 디바이스(180)에 통신가능하게 연결된다. 제어기(182)는, 적절한 유선 또는 무선 링크들(186 및 184)을 통해 로컬 컴퓨팅 시스템(120) 또는 디스플레이 디바이스(180) 각각에 결합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 로컬 컴퓨팅 시스템(120)은, HMD 디바이스(180)에 더하여 또는 그 대신에, 유선 또는 무선 링크를 통해 패널 디스플레이 디바이스(예를 들어, TV, 콘솔 또는 모니터)에 디스플레이를 위한 인코딩된 이미지 데이터를 제공할 수 있으며, 디스플레이 디바이스들 각각은 하나 이상의 어드레스가능(addressable) 픽셀 어레이들을 포함한다. 다양한 실시예들에서, 로컬 컴퓨팅 시스템(120)은, 범용 컴퓨팅 시스템; 게이밍 콘솔; 비디오 스트림 프로세싱 디바이스; 모바일 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 무선 전화, PDA, 또는 다른 모바일 디바이스); VR 또는 AR 프로세싱 디바이스; 또는 다른 컴퓨팅 시스템을 포함할 수 있다.

[0028] 예시된 실시예에서, 로컬 컴퓨팅 시스템(120)은, 하나 이상의 하드웨어 프로세서들(예를 들어, 중앙 프로세싱 유닛들, 또는 "CPU들")(125), 메모리(130), 다양한 I/O("입력/출력") 하드웨어 구성요소들(127)(예를 들어, 키보드, 마우스, 하나 이상의 게이밍 제어기들, 스피커들, 마이크, IR 송신기 및/또는 수신기, 등), 하나 이상의 특수 하드웨어 프로세서들(예를 들어, 그래픽 프로세싱 유닛들, 또는 "GPU들")(144) 및 비디오 메모리 (VRAM)(148)를 포함하는 비디오 서브시스템(140), 컴퓨터-판독가능 저장부(150), 및 네트워크 연결(160)을 포함하는 구성요소들을 갖는다. 또한, 예시된 실시예에서, 추적 서브시스템(135)의 일 실시예는, 예컨대, 이러한 설명된 기술들을 구현하는 자동화된 동작들을 수행하기 위하여 CPU(들)(125) 및/또는 GPU(들)(144)에 의해, 설명된 기술들 중 적어도 일부를 수행하기 위하여 메모리(130) 내에서 실행되며, 메모리(130)는 선택적으로 (예를 들어, 게임 프로그램과 같은, 디스플레이될 비디오 또는 다른 이미지를 생성하기 위한) 하나 이상의 다른 프로그램들(133)을 추가로 실행할 수 있다. 본원에서 설명되는 적어도 일부 기술들을 구현하기 위한 자동화된 동작들의 부분으로서, 메모리(130) 내에서 실행 중인 추적 서브시스템(135) 및/또는 프로그램들(133)은, 저장부(150)의 예시적인 데이터베이스 데이터 구조체 내를 포함하여, 다양한 유형들의 데이터를 저장하거나 및/또는 검색할 수 있으며, 이러한 예에서, 사용되는 데이터는 데이터베이스(database; "DB")(154) 내의 다양한 유형들의 이미지 데이터 정보, DB(152) 내의 다양한 유형들의 애플리케이션, DB(157) 내의 다양한 유형들의 구성 데이터를 포함할 수 있으며, 시스템 데이터 또는 다른 정보와 같은 추가적인 정보를 포함할 수 있다.

[0029] 도시된 실시예에서, LMR 시스템(110)은 또한, 이미지-생성 프로그램들(133)에 더하여 또는 그 대신에, 디스플레이를 위하여 LMR 시스템(110)에 콘텐츠를 추가로 제공할 수 있는 예시적인 네트워크-액세스가능 미디어 콘텐츠 제공자(190)에 하나 이상의 컴퓨터 네트워크들(101) 및 네트워크 링크들(102)을 통해 통신가능하게 연결된다. 미디어 콘텐츠 제공자(190)는, 각기 하나 이상의 하드웨어 프로세서들, I/O 구성요소들, 로컬 저장 디바이스들

및 메모리를 포함하여, 로컬 컴퓨팅 시스템(120)의 구성요소들과 유사한 구성요소들을 가질 수 있는 하나 이상의 컴퓨팅 시스템들(미도시)을 포함할 수 있지만, 일부 세부사항들은 간결함을 위하여 네트워크-액세스가능 미디어 콘텐츠 제공자에 대해 예시되지 않는다.

[0030] 디스플레이 디바이스(180)가 도 1의 예시된 실시예에서 로컬 컴퓨팅 시스템(120)과는 별개의 그리고 구별되는 것으로서 도시되지만, 특정 실시예들에서, 로컬 미디어 렌더링 시스템(110)의 일부 또는 모든 구성요소들은 모바일 게이밍 디바이스, 휴대용 VR 엔터테인먼트 시스템, HMD 디바이스, 등과 같은 단일 디바이스 내에 통합되거나 또는 하우스링될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 이러한 실시예들에서, 송신 링크(115)는, 예를 들어, 하나 이상의 시스템 버스들 및/또는 비디오 버스 아키텍처들을 포함할 수 있다.

[0031] 로컬 미디어 렌더링 시스템(120)에 의해 로컬적으로 수행되는 동작들을 수반하는 일 예로서, 로컬 컴퓨팅 시스템은 게이밍 컴퓨팅 시스템이며 그 결과 애플리케이션 데이터(152)는 메모리(130)를 사용하여 CPU(125)를 통해 실행되는 하나 이상의 게이밍 애플리케이션들을 포함하는 것, 및 다양한 비디오 프레임 디스플레이 데이터가 예컨대, 비디오 서브시스템(140)의 GPU(144)와 함께 이미지-생성 프로그램들(133)에 의해 생성되거나 및/또는 프로세싱된다는 것을 가정한다. 양질의 게이밍 경험을 제공하기 위하여 (초 당 이러한 비디오 프레임들의 약 60-180의 높은 "프레임 레이트"뿐만 아니라 각각의 비디오 프레임에 대한 높은 이미지 해상도에 대응하는) 높은 볼륨의 비디오 프레임 데이터가 로컬 컴퓨팅 시스템(120)에 의해 생성되고, 유선 또는 무선 송신 링크(115)를 통해 디스플레이 디바이스(180)에 제공된다.

[0032] 컴퓨팅 시스템(120) 및 디스플레이 디바이스(180)가 단지 예시적이며 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다는 것이 또한 이해될 것이다. 컴퓨팅 시스템(120)은 그 대신에 다수의 상호작용 컴퓨팅 시스템들 또는 디바이스들을 포함할 수 있으며, 인터넷과 같은 하나 이상의 네트워크들을 통해, 웹을 통해, 또는 사설 네트워크들 (예를 들어, 모바일 통신 네트워크들, 등)을 통하는 것을 포함하여, 예시되지 않은 다른 디바이스들에 연결될 수 있다. 보다 더 일반적으로, 컴퓨팅 시스템 또는 다른 컴퓨팅 노드는, 비제한적으로, 데스크탑 또는 다른 컴퓨터들, 게임 시스템들, 데이터베이스 서버들, 네트워크 저장 디바이스들 및 다른 네트워크 디바이스들, PDA들, 휴대용 전화기들, 무선 전화기들, 호출기들, 전자 수첩들, 인터넷 전기기기들, (예를 들어, 셋탑 박스들 및/또는 개인용/디지털 비디오 레코더들을 사용하는) 텔레비전-기반 시스템들, 및 적절한 통신 성능들을 포함하는 다양한 다른 소비자 제품들을 포함하는, 설명되는 유형들의 기능을 수행하고 상호작용할 수 있는 하드웨어 또는 소프트웨어의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 디스플레이 디바이스(180)는 유사하게 다양한 유형들 및 형태들의 하나 이상의 디스플레이 패널들을 갖는 하나 이상의 디바이스들을 포함할 수 있으며, 선택적으로 다양한 다른 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0033] 이에 더하여, 추적 서브시스템(135)에 의해 제공되는 기능은, 일부 실시예들에서, 하나 이상의 구성요소들(예를 들어, 로컬 및 원격 컴퓨팅 시스템들, HMD, 제어기(들), 기지국(들))에 분산될 수 있으며, 일부 실시예들에서, 추적 서브시스템(135)의 기능 중 일부가 제공되지 않을 수 있거나 및/또는 다른 추가적인 기능이 이용가능할 수 있다. 다양한 아이템들이 사용되고 있는 동안 메모리 내에 또는 저장부 상에 저장되는 것으로서 예시되지만, 이러한 아이템들 또는 이들의 부분들은 메모리 관리 또는 데이터 무결성의 목적들을 위하여 메모리와 저장 디바이스들 사이에서 전송될 수 있다는 것이 또한 이해될 것이다. 따라서, 일부 실시예들에서, 설명되는 기술들 중 일부 또는 전부는, 예컨대, (예를 들어, 추적 서브시스템(135) 또는 그것의 구성요소들에 의해) 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들에 의해 및/또는 데이터 구조들에 의해(예를 들어, 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들의 소프트웨어 명령어들의 실행에 의해 및/또는 이러한 소프트웨어 명령어들 및/또는 데이터 구조들의 저장에 의해) 구성될 때, 하나 이상의 프로세서들 또는 다른 구성된 하드웨어 회로부 또는 메모리 또는 저장부를 포함하는 하드웨어에 의해 수행될 수 있다. 구성요소들, 시스템들 또는 데이터 구조들의 일부 또는 전부는 또한, 적절한 드라이브에 의해 또는 적절한 연결을 통해 판독될 하드 디스크 또는 플래시 드라이브 또는 다른 비-휘발성 저장 디바이스, 휘발성 또는 비-휘발성 메모리(예를 들어, RAM), 네트워크 저장 디바이스, 또는 휴대용 매체 물품(예를 들어, DVD 디스크, CD 디스크, 광 디스크, 등)과 같은, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에 (예를 들어, 소프트웨어 명령어들 또는 구조화된 데이터로서) 저장될 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템들, 구성요소들 및 데이터 구조들은 또한, 무선-기반 및 유선/케이블-기반 매체들을 포함하는 다양한 컴퓨터-판독가능 송신 매체들 상의 생성된 데이터 신호들로서(예를 들어, 반송파 또는 다른 아날로그 또는 디지털 전파형 신호의 부분으로서) 송신될 수 있으며, (예를 들어, 단일 또는 멀티플렉싱된 아날로그 신호의 부분으로서, 또는 다수의 이산 디지털 패킷들 또는 프레임들로서) 다양한 형태들을 취할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램 제품들이 또한 다른 실시예들에서 다른 형태들을 취할 수 있다. 따라서, 본 발명은 다른 컴퓨터 시스템 구성들을 가지고 실시될 수 있다.

- [0034] 도 2는, 설명되는 기술들 중 적어도 일부가, 인간 사용자(206)에게 가상 현실 디스플레이를 제공하기 위해 테더링된 연결(220)(또는 다른 실시예들에서는 무선 연결)을 통해 비디오 렌더링 컴퓨팅 시스템(204)에 결합된 예시적인 HMD 디바이스(202)와 함께 사용되는 예시적인 환경(200)을 예시한다. 사용자는 HMD 디바이스(202)를 착용하고, 실제 물리적 환경과는 상이한 시뮬레이션된 환경의 컴퓨팅 시스템(204)으로부터 HMD 디바이스를 통해 디스플레이되는 정보를 수신하며, 여기에서 컴퓨팅 시스템은, 컴퓨팅 시스템 상에서 실행 중인 게임 프로그램 및/또는 다른 소프트웨어 프로그램에 의해 생성되는 이미지들과 같은, 시뮬레이션된 환경의 이미지들을 사용자에게 대한 디스플레이를 위하여 HMD 디바이스로 공급하는 이미지 렌더링 시스템으로서 역할한다. 이러한 예에서, 사용자는 추가로 실제 물리적 환경(200)의 추적되는 체적(201) 내에서 돌아다닐 수 있으며, 사용자가 시뮬레이션된 환경과 추가로 상호작용하는 것을 가능하게 하기 위한 하나 이상의 I/O("입력/출력") 디바이스들을 가질 수 있고, 이러한 예에 있어서 이는 핸드-헬드 제어기들(208 및 210)을 포함한다.
- [0035] 예시된 예에서, 환경(200)은, HMD 디바이스(202) 또는 제어기들(208 및 210)의 추적을 용이하게 할 수 있는 하나 이상의 기지국(base station)들(214)(2개의 도시되고 라벨링된 기지국들(214a 및 214b))을 포함할 수 있다. 사용자가 HMD 디바이스(202)의 로케이션을 움직이거나 또는 이의 배향을 변화시킴에 따라, 예컨대, 시뮬레이션된 환경의 대응하는 부분이 HMD 디바이스 상에서 사용자에게 디스플레이되는 것을 가능하게 하기 위하여 HMD 디바이스의 위치가 추적되며, 제어기들(208 및 210)은, 제어기들의 위치를 추적하는데 사용하기 위하여 (그리고 선택적으로 HMD 디바이스의 위치를 결정하거나 또는 검증하는 것을 보조하기 위하여 해당 정보를 사용하기 위하여) 유사한 기술들을 추가로 이용할 수 있다. HMD 디바이스(202)의 추적된 위치가 알려진 이후에, 대응하는 정보가 테더(220)를 통해 또는 무선으로 컴퓨팅 시스템(204)으로 송신되며, 이는 사용자에게 디스플레이할 시뮬레이션된 환경의 하나 이상의 다음 이미지들을 생성하기 위해 추적된 위치 정보를 사용한다.
- [0036] 본원에서 설명되는 광학적 추적은, 비제한적으로, 다른 것들 중에서, 음향 추적, 관성 추적, 또는 자기 추적을 포함하는 다양한 위치 추적 방법들과 함께 사용될 수 있다.
- [0037] 적어도 일부 구현예들에서, HMD 디바이스(202) 및 제어기들(208 및 210) 중 적어도 하나는, 본 개시의 추적 기능 또는 다른 측면들을 구현하기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 광학적 수신기들 또는 센서들을 포함할 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, HMD 디바이스(202), 제어기들(208 및 210), 또는 다른 구성요소 중 적어도 하나는, 광학적 수신기들 중 하나 이상에 의해 검출되는 광을 방출할 수 있는 하나 이상의 광원들(예를 들어, LED)들을 포함할 수 있다. 광원들은 고정된 위치에 있을 수 있거나, 또는, HMD 디바이스 또는 제어기와 같은 이동가능한 구성요소 상에 있을 수 있다.
- [0038] 적어도 일부 구현예들에서, 고정된 포인트 광원들을 생성하는 것에 더하여 또는 그 대신에, 기지국들(214)은 각기 추적되는 체적(201)에 걸쳐 광학적 신호를 스위프(sweep)할 수 있다. 각각의 특정 구현예의 요건들에 의존하여, 각각의 기지국(214)은 2개 이상의 광학적 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 단일 기지국(214)이 전형적으로 6-자유도 추적에 대하여 충분하지만, 한편 다수의 기지국들(예를 들어, 기지국들(214a, 214b))이 HMD 디바이스들 및 주변기기들에 대한 강건한 룸-스케일(room-scale) 추적을 제공하기 위해 일부 실시예들에서 필요하거나 또는 희망될 수 있다. 이러한 예에서, 각도 감지 검출기들 또는 산란 검출기들과 같은 광학적 수신기들은 HMD 디바이스(202) 및/또는 다른 추적되는 물체들, 예컨대 제어기들(208 및 210) 내에 통합된다. 적어도 일부 구현예들에서, 광학적 수신기들은 저-레이턴시 센서 융합을 지원하기 위해 각각의 추적되는 디바이스 상의 가속도계 및 자이로스코프 관성 측정 유닛(Inertial Measurement Unit; "IMU")과 페어링될 수 있다.
- [0039] 적어도 일부 구현예들에서, 각각의 기지국(214)은, 직교 축들 상의 추적되는 체적(201)에 걸쳐 선형 빔을 스위핑하는 2개의 회전자(rotor)들을 포함한다. 각각의 스위프 사이클의 시작에서, 기지국(214)은, 추적되는 물체들 상의 모든 센서들에게 보일 수 있는 ("동기(sync) 신호"로 지칭되는) 전-방향성 광 펄스를 방출할 수 있다. 따라서, 각각의 센서는 동기 신호와 빔 신호 사이의 지속기간을 타이밍(time)함으로써 스위핑되는 체적 내의 고유 각 위치를 계산한다. 센서 거리 및 배향은 단일 강성 물체에 부착된 다수의 센서들을 사용하여 해결될 수 있다.
- [0040] 추적되는 물체들(예를 들어, HMD 디바이스(202), 제어기들(208 및 210)) 상에 위치한 하나 이상의 센서들은 회전자로부터의 변조된 광을 검출할 수 있는 광전자 디바이스를 포함할 수 있다. 가시광 또는 근-적외선(near-infrared; NIR) 광에 대하여, 실리콘 포토다이오드들 및 적절한 증폭기/검출기 회로가 사용될 수 있다. 환경(200)이 기지국(214) 신호들의 신호들과 유사한 파장들을 갖는 정적 및 시변 신호들(광학적 잡음)을 포함할 수 있기 때문에, 적어도 일부 구현예들에서, 기지국 광은, 이것을 임의의 간섭 신호들로부터 구분하는 것을 용이하게 만들기 위한 방식으로 및/또는 기지국 신호들과는 다른 방식의 임의의 파장으로부터 센서를 필터링하는 방식으로 변조될 수 있다. 아래에서 추가로 논의되는 바와 같이, 적어도 일부 구현예들에서, 각도 감지 검출기들

은 HMD 시스템의 하나 이상의 구성요소들을 추적하기 위해 사용되며, 하나 이상의 산란 검출기들은 광학적 검출기들에 의해 검출되기 이전에 산란되었거나 또는 반사되었을 수 있는 광을 무시하기 위해 사용될 수 있다.

[0041] 인사이드-아웃(inside-out) 추적이 또한, HMD 디바이스(202) 및/또는 다른 물체들(예를 들어, 제어기들(208 및 210), 태블릿 컴퓨터들, 스마트폰들)의 위치를 추적하기 위해 사용될 수 있는 유형의 위치 추적이다. 인사이드-아웃 추적은, HMD 구성요소의 위치를 결정하기 위해 사용되는 카메라들 또는 다른 센서들의 로케이션에 의해 아웃사이드-인(outside-in) 추적과는 상이하다. 인사이드-아웃 추적에 대하여, 카메라 또는 센서들은 HMD 구성요소 또는 추적되는 물체 상에 위치되며, 반면 아웃사이드-아웃 추적에서 카메라 또는 센서들은 환경 내의 고정 위치에 위치된다.

[0042] 인사이드-아웃 추적을 사용하는 HMD는, 환경에 대하여 그것의 위치가 변화하는 방식을 결정하기 위하여 "룩 아웃(look out)"하기 위해 하나 이상의 센서들을 사용한다. HMD가 움직일 때, 센서들은 공간(room) 내에서 그들의 위치를 재조정하며, 가상 환경은 그에 따라서 실시간으로 응답한다. 이러한 유형의 위치 추적은, 환경 내에 위치된 마커들을 가지고 또는 마커들 없이 달성될 수 있다. HMD 상에 위치된 카메라들은 주변 환경의 특징부들을 관찰한다. 마커들을 사용할 때, 마커들은 추적 시스템에 의해 용이하게 검출되고 특정 영역 내에 위치되도록 디자인된다. "무마커(markerless)" 인사이드-아웃 추적을 이용하면, HMD 시스템은, 위치 및 배향을 결정하기 위하여 환경 내에 원래 존재하는 특유한 특성들(예를 들어, 자연적 특징부들)을 사용한다. HMD 시스템의 알고리즘은 특정 이미지들 또는 형상들을 식별하고, 이들을 사용하여 공간 내의 디바이스의 위치를 계산한다. 가속도계들 및 자이로스코프들로부터의 데이터가 또한 위치 추적의 정밀도를 증가시키기 위해 사용될 수 있다.

[0043] 도 3은, 사용자(342)의 머리에 착용될 때 예시적인 HMD 디바이스(344)의 정면도를 예시하는 정보(300)를 도시한다. HMD 디바이스(344)는, 전향(front-facing) 또는 전방 카메라(346) 및 하나 이상의 유형들의 복수의 각도 감지 검출기들(348a-348f)(집합적으로 348)을 지지하는 전향 구조체(343)를 포함한다. 일 예로서, 각도 감지 검출기들(348) 중 일부 또는 전부는, 하나 이상의 외부 디바이스들(도시되지 않음, 예를 들어, 도 2의 기지국들(214), 제어기들)로부터 방출되는 광 정보를 검출하고 사용하기 위한 광 센서들과 같은, 공간 내의 디바이스(344)의 로케이션 및 배향을 결정하는 것을 도울 수 있다. 각도 감지 검출기들(348)은 광원으로부터 방출되는 광의 도달 각도를 검출하도록 동작할 수 있는 임의의 유형의 검출기일 수 있다. 각도 감지 검출기들의 비-제한적인 예들은, 포토다이오드 검출기들(예를 들어, 바이-셀(bi-cell) 검출기들, 사분면(quadrant) 셀 검출기들), 저항성 시트들을 사용하는 위치 감지 검출기들, 등을 포함한다.

[0044] 도시된 바와 같이, 전방 카메라(346) 및 각도 감지 검출기들(348)은, 사용자(342)가 HMD 디바이스(344)를 동작시키는 실제 신(scene) 또는 환경(미도시)을 향해 전방으로 지향된다. 보다 일반적으로, 각도 감지 검출기들(348)은 다양한 로케이션들(예를 들어, 벽, 천장)에 장착된 물체들 또는 제어기들(예를 들어, 사용자(342)에 의해 홀딩됨)과 같은 다양한 소스들로부터의 광을 검출하기 위해 다른 영역들을 향해(예를 들어, 위로, 아래로, 좌측으로, 우측으로, 후방으로) 지향될 수 있다. 실제 물리적 환경은, 예를 들어, 하나 이상의 물체들(예를 들어, 벽들, 천장들, 가구, 계단들, 자동차들, 나무들, 추적 마커들, 광원들, 또는 임의의 다른 유형의 물체들)을 포함할 수 있다. 센서들(348)의 특정 수는 도시된 센서들의 수보다 더 작거나(예를 들어, 2개, 4개) 또는 더 많을(예를 들어, 10개, 20개, 30개, 40개) 수 있다. HMD 디바이스(344)는, (예를 들어, 가속도계 및 자이로스코프들의 조합, 및 선택적으로, 자력계들을 사용하여) HMD 디바이스(344)의 특정 힘, 각도 레이트(angular rate), 및/또는 HMD 디바이스를 둘러싸는 자기장을 측정하고 보고하는 IMU(관성 측정 유닛)(347) 전자 디바이스와 같은, 전향 구조체에 부착되지 않은(예를 들어, HMD 디바이스 내부에 있는) 하나 이상의 추가적인 구성요소들을 더 포함할 수 있다. HMD 디바이스(344)는, HMD 디바이스 내의 광학적 렌즈 시스템들 및/또는 디스플레이 패널들 중 하나 이상의 정렬 또는 다른 위치설정(positioning)을 변화시키기 위한 하나 이상의 부착된 내부 모터들을 선택적으로 가지는 사용자의 눈들(미도시)을 향해 배향된 하나 이상의 디스플레이 패널들 및 광학적 렌즈 시스템들을 포함하여, 도시되지 않은 추가적인 구성요소들을 더 포함할 수 있다.

[0045] HMD 디바이스(344)의 예시된 예는, 사용자의 머리 주위로 전체적으로 또는 부분적으로 연장되는 HMD 디바이스(344)의 하우징에 부착된 하나 이상의 스트랩들(345)에 적어도 부분적으로 기초하여 사용자(342)의 머리 상에 지지된다. 여기에 예시되지는 않았지만, HMD 디바이스(344)는, 예컨대, 스트랩들(345) 중 하나 이상에 부착된 하나 이상의 외부 모터들을 더 가질 수 있으며, 자동화된 교정(corrective) 액션들은 사용자의 머리 상에서의 HMD 디바이스의 정렬 또는 다른 위치설정을 수정하기 위해 이러한 스트랩들을 조정하기 위해 이러한 모터들을 사용하는 것을 포함할 수 있다. HMD 디바이스가, 예시된 스트랩들에 더하여 또는 그 대신에, 여기에 예시되지 않은 다른 지지 구조체들(예를 들어, 노우즈 피스(nose piece), 턱 스트랩(chin strap), 등)을 포함할 수 있는 것, 및 일부 실시예들은 사용자의 머리 상에서 HMD 디바이스의 정렬 또는 다른 위치설정을 수정하기 위해 그

들의 형상 및/또는 로케이션들을 유사하게 조정하기 위해 하나 이상의 이러한 다른 지지 구조체들에 부착된 모터들을 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 사용자의 머리에 부착되지 않은 다른 디스플레이 디바이스들은 디스플레이 디바이스의 위치설정에 영향을 주는 하나 이상의 구조체들에 유사하게 부착될 수 있거나 또는 이들의 부분일 수 있으며, 적어도 일부 실시예들에서, 디스플레이 디바이스의 1명 이상의 사용자들의 하나 이상의 동공들에 대해 디스플레이 디바이스의 정렬 또는 다른 위치설정을 수정하기 위해 그들의 형상 및/또는 로케이션들을 유사하게 수정하기 위한 모터들 또는 다른 기계적 작동기들을 포함할 수 있다.

[0046] 도 4는 핸드 제어기(400)의 일 예를 더 상세하게 도시된다. 실제로, HMD 시스템은, 이상에서 논의된 제어기들(182, 208, 및 210)과 유사하거나 또는 동일할 수 있는, 도 4의 핸드 제어기(400)와 유사하거나 또는 동일한 2개의 핸드 제어기들을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 제어기(400)는, 각도 감지 검출기들(402)이 위치되는 다양한 표면들을 갖는다. 각도 감지 검출기들(402)은 다양한 상이한 방향들로부터 광학적 신호들을 수신하도록 배열된다. 제어기(400)는, 다양한 방식들로 사용자에게 의한 상호작용을 가능하게 하는 버튼들, 센서들, 조명들, 제어부들, 손잡이들, 표시기들, 디스플레이들, 등을 가질 수 있다. 추가로, 이상에서 논의된 바와 같이, 적어도 일부 구현예들에서, 제어기(400) 및 HMD 디바이스(344) 중 하나는 복수의 광원들을 포함할 수 있으며, 제어기 및 HMD 디바이스 중 다른 것은 복수의 각도 감지 검출기들 또는 다른 유형의 검출기들 또는 센서들을 포함할 수 있다. 본원에서 설명되는 기술들은 다양한 유형들의 위치 추적에 대해 사용될 수 있지만, HMD들, 제어기들, 등에 한정되지 않는다.

[0047] 도 5는 본 개시의 하나 이상의 구현예들에 따른 HMD 디바이스(500)의 개략적인 블록도를 도시한다. HMD 디바이스(500)는 본원의 다른 곳에서 논의된 HMD 디바이스들과 유사하거나 또는 동일할 수 있다. 따라서, HMD 디바이스들에 관한 이상의 논의가 또한 HMD 디바이스(500)에 적용될 수 있다. 추가로, HMD 디바이스(500)의 구성요소들 중 적어도 일부는 제어기들, 기지국들, 등과 같은 HMD 시스템의 다른 구성요소들 내에 존재할 수 있다. 따라서, 아래의 설명 중 적어도 일부가 이러한 다른 구성요소들에 적용가능할 수 있다.

[0048] HMD 디바이스(500)는, 프로세서(502), 전향 또는 전방 카메라(504), 복수의 각도 감지 검출기들(506)(즉, 쿼드-셀(quad-cell) 포토다이오드들, 위치 감지 검출기들)을 포함하며, IMU(507) 또는 복수의 광원들(509)을 선택적으로 포함한다. 일부 구현예에서, HMD 디바이스(500)는 각도 감지 검출기들 또는 광원들 중 하나를 포함할 수 있으며, 다른 구성요소들(예를 들어, 제어기들, 기지국들)이 각도 감지 검출기들 또는 광원들 중 다른 것을 포함할 수 있다. 이하에서 논의되는 바와 같이, 적어도 일부 구현예들에서, HMD 디바이스(500)는, 각도 감지 검출기들 중 하나 이상에 의해 수신된 광이 산란되었는지 또는 반사되었는지 여부 및 따라서 무시되어야 하는지 여부를 검출하기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 산란 검출 모듈들 또는 산란 검출기들을 포함할 수 있다. HMD 디바이스(500)는 디스플레이 서브시스템(508)(예를 들어, 2개의 디스플레이들 및 대응하는 광학 시스템들)을 포함할 수 있다. HMD 디바이스(500)는 또한, 위치 추적을 위한 명령어들 또는 데이터(512), 디스플레이 기능성을 위한 명령어들 또는 데이터(514)(예를 들어, 게임들), 및/또는 다른 프로그램들(516)을 저장할 수 있는 비일시적인 데이터 저장부(510)를 포함할 수 있다. HMD 시스템(500)은, 이상에서 논의되고 도 1에 도시된 로컬 컴퓨팅 시스템(120) 또는 미디어 콘텐츠 제공자(190)의 기능을 일부 포함하거나 또는 허용할 수 있다.

[0049] HMD 디바이스(500)는 또한 다양한 I/O 구성요소들(518)을 포함할 수 있으며, 이들은 하나 이상의 사용자 인터페이스들(예를 들어, 버튼들, 터치 패드들, 스피커들), 하나 이상의 유선 또는 무선 통신 인터페이스들, 등을 포함할 수 있다. 일 예로서, I/O 구성요소들(518)은, HMD 디바이스(500)이 유선 또는 무선 통신 링크(522)를 통해 외부 디바이스(520)와 통신하는 것을 가능하게 하는 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 비-제한적인 예들로서, 외부 디바이스(520)는 호스트 컴퓨터, 서버, 모바일 디바이스(예를 들어, 스마트폰, 착용형 컴퓨터), 제어기들, 등을 포함할 수 있다. HMD 디바이스(500)의 다양한 구성요소들은 단일 하우징 내에 하우징될 수 있거나, 별개의 하우징(예를 들어, 호스트 컴퓨터) 내에 하우징될 수 있거나, 또는 이들의 임의의 조합들일 수 있다.

[0050] 예시된 컴퓨팅 시스템들 및 디바이스들이 단지 예시적이며 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, HMD(500) 및/또는 외부 디바이스들(520)은, 인터넷과 같은 하나 이상의 네트워크들을 통해서 또는 웹을 통하는 것을 포함하여, 예시되지 않은 다른 디바이스들에 연결될 수 있다. 더 일반적으로, 이러한 컴퓨팅 시스템 또는 디바이스는, 비제한적으로, 데스크탑 컴퓨터들, 랩탑 컴퓨터들, 슬레이트(slate) 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들 또는 다른 컴퓨터들, 스마트 폰 컴퓨팅 디바이스들 및 다른 휴대폰들, 인터넷 기기들, PDA들 및 다른 전자 오거나이저(organizer)들, 데이터베이스 서버들, 네트워크 저장 디바이스 및 다른 네트워크 디바이스들, 무선 전화들, 호출기들, (예를 들어, 셋-탑 박스들 및/또는 개인용/디지털 비디오 레코더들 및/또는 게임 콘솔들 및/또는 미디어 서버들을 사용하는) 텔레비전-기반 시스템들, 및 적절한 상호-통신 성능들을 포함하는 다양한 다른 소비자 제품들을 포함하여, 예컨대 적절한 소프트웨어를 가지고 프로그래밍되기

나 또는 달리 구성될 때 설명된 유형들의 기능을 수행하고 상호작용할 수 있는 하드웨어의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 예시된 시스템들(500 및 520)은, 적어도 일부 실시예들에 있어서, 예컨대 이러한 시스템들 또는 디바이스들의 프로세서들을 구성하기 위하여, 특정 컴퓨팅 시스템들 또는 디바이스들에 의해 로딩되거나 및/또는 실행될 때 이러한 시스템들 또는 디바이스들을 프로그래밍하거나 또는 달리 구성하기 위하여 사용될 수 있는 실행가능 소프트웨어 명령어들과 및/또는 데이터 구조들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 다른 실시예들에 있어서, 소프트웨어 시스템들 중 일부 또는 전부는 다른 디바이스 상의 메모리에서 실행될 수 있으며, 컴퓨터-간 통신을 통해 예시된 컴퓨팅 시스템/디바이스와 통신할 수 있다. 이에 더하여, 다양한 아이템들이 다양한 시간들에(예를 들어, 사용되는 동안에) 메모리 내에 또는 저장부 상에 저장되는 것으로서 예시되지만, 이러한 아이템들 또는 이들의 부분들은 메모리 관리 및/또는 데이터 무결성의 목적들을 위하여 메모리와 저장부 사이에서 및/또는 (예를 들어, 상이한 로케이션들에 있는) 저장 디바이스들 사이에서 전송될 수 있다.

[0051] 따라서, 적어도 일부 실시예들에 있어서, 예시된 시스템들은, 프로세서(들) 및/또는 다른 프로세서 수단에 의해 실행될 때 해당 시스템에 대해 설명된 동작들을 자동으로 수행하게 프로세서(들)를 프로그래밍하는 소프트웨어 명령어들을 포함하는 소프트웨어-기반 시스템들이다. 추가로, 일부 실시예들에 있어서, 시스템들 중 일부 또는 전부는 예컨대, 비제한적으로, 하나 이상의 응용-특정 집적 회로(application-specific integrated circuit; ASIC)들, 표준 집적 회로들, (예를 들어, 적절한 명령어들을 수행함으로써, 그리고 마이크로제어기들 및/또는 내장형 제어기들을 포함하는) 제어기들, 필드-프로그램가능 게이트 어레이(field-programmable gate array; FPGA)들, 복합 프로그램가능 로직 디바이스(complex programmable logic device; CPLD)들, 등을 포함하여, 적어도 부분적으로 펌웨어 및/또는 하드웨어 수단으로 구현되거나 또는 제공될 수 있다. 시스템들 또는 데이터 구조들의 일부 또는 전부가 또한, 적절한 드라이브에 의해 또는 적절한 연결에 의해 판독될 하드 디스크 또는 플래시 드라이브 또는 다른 비-휘발성 저장 디바이스, 휘발성 또는 비-휘발성 메모리(예를 들어, RAM), 네트워크 저장 디바이스, 또는 휴대용 매체 물품(예를 들어, DVD 디스크, CD 디스크, 광 디스크, 플래시 메모리 디바이스, 등)와 같은, 비-일시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에 (예를 들어, 소프트웨어 명령어들 콘텐츠 또는 구조화된 데이터 콘텐츠로서) 저장될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 시스템들, 모듈들 및 데이터 구조들은 또한, 무선-기반 및 유선/케이블-기반 매체들을 포함하는 다양한 컴퓨터-판독가능 송신 매체들 상의 생성된 데이터 신호들로서(예를 들어, 반송파 또는 다른 아날로그 또는 디지털 전파형 신호의 부분으로서) 송신될 수 있으며, (예를 들어, 단일 또는 멀티플렉싱된 아날로그 신호의 부분으로서, 또는 다수의 이산 디지털 패킷들 또는 프레임들로서) 다양한 형태들을 취할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램 제품들이 또한 다른 실시예들에서 다른 형태들을 취할 수 있다. 따라서, 본 개시는 다른 컴퓨터 시스템 구성들을 가지고 실시될 수 있다.

[0052] 도 6은, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 본원에서 논의되는 추적 서브시스템들과 같은, HMD 디바이스, 하나 이상의 제어기들, 또는 다른 구성요소들을 추적하기 위한 추적 서브시스템을 구현하기 위해 기계 학습 기술들이 사용될 수 있는 환경(600)의 개략적인 도면이다. 환경(600)은 모델 트레이닝 부분(601) 및 추론 부분(603)을 포함한다. 트레이닝 부분(601)에서, 트레이닝 데이터(602)는 트레이닝된 기계 학습 모델(606)을 생성하기 위해 기계 학습 알고리즘(604)으로 공급된다. 트레이닝 데이터는, 예를 들어, 하나 이상의 광원들(예를 들어, LED들)에 대한 특정 물체의 위치 및/또는 배향을 지정하는 각도 감지 검출기들로부터의 라벨링된 데이터, 라벨링되거나 또는 라벨링되지 않은 산란 검출기 데이터(이하에서 논의됨), 또는 다른 유형들의 데이터를 포함할 수 있다. 비-제한적인 예로서, 30개의 각도 감지 검출기들을 갖는 구성요소(예를 들어, HMD, 제어기)를 포함하는 일 실시예에서, 각각의 트레이닝 샘플은, 각도 감지 검출기들의 각각 또는 서브세트로부터의 출력, 구성요소의 알려진 또는 추론된 위치 또는 배향, 및 하나 이상의 광원들의 위치 또는 방향에 관한 정보를 포함할 수 있다. 이하에서 논의되는 바와 같이, 각각의 각도 감지 검출기는 단일 데이터 포인트(예를 들어, 각도)를 출력할 수 있거나, 또는, 각도 감지 검출기의 특정 활성 요소(예를 들어, 서브-검출기 또는 셀, 저항성 시트, 등)에서 수신된 광의 파워 또는 강도를 각각 나타내는 2개 또는 4개의 신호들과 같은 다수의 데이터 포인트들을 출력할 수 있다. 데이터는 또한, 이하에서 논의되는 산란 검출기들과 같은 하나 이상의 산란 검출기들로부터의 데이터를 포함할 수 있다. 이러한 데이터는 편광 정보(예를 들어, 편광의 유형 또는 정도), 검출된 광이 산란되었는지 여부에 관한 정보, 또는 다른 유형들의 데이터를 포함할 수 있다.

[0053] 트레이닝 데이터(602)는 HMD 시스템의 복수의 사용자들로부터 및/또는 단일 사용자로부터 획득될 수 있다. 트레이닝 데이터(602)는 제어된 환경에서 및/또는 사용자들에 의한 실제 사용("필드 트레이닝") 동안 획득될 수 있다. 추가로, 적어도 일부 구현예들에서, 모델(606)은 정확한 위치 추적 예측들을 제공하기 위해 때때로(time-to-time)(예를 들어, 주기적으로, 연속적으로, 특정 이벤트들 이후에) 업데이트되거나 또는 보정(calibrate)될 수 있다.

- [0054] 추론 부분(603)에서, 런-타임(run-time) 데이터(608)는, 위치 추적 예측들(610)을 생성하는 트레이닝된 기계 학습 모델(606)에 대한 입력으로서 제공된다. 이상의 예를 계속하면, 각도 감지 검출기들의 출력 데이터(예를 들어, 강도 데이터, 각도 데이터), 선택적으로 하나 이상의 광원들에 대한 정보, 및 선택적으로 하나 이상의 산란 검출기들로부터의 정보는, 구성요소의 위치를 예측하기 위해 데이터를 프로세싱할 수 있는 트레이닝된 기계 학습 모델(606)에 대한 입력으로서 제공될 수 있다. 그런 다음, 추적 예측들(610)은, 예를 들어, 하나 이상의 VR 또는 AR 애플리케이션들, 하나 이상의 디스플레이 또는 렌더링 모듈들, 하나 이상의 기계적 제어부들, 하나 이상의 추가적인 위치 추적 서브시스템들, 등과 같은 HMD 디바이스와 연관된 하나 이상의 구성요소들에 제공될 수 있다.
- [0055] 본원에서 논의되는 특징들을 구현하기 위해 이용되는 기계 학습 기술들은 임의의 유형의 적절한 구조체들 또는 기술들을 포함할 수 있다. 비-제한적인 예들로서, 기계 학습 모델(606)은, 결정 트리들, 통계적 계층 모델들, 지원 벡터 머신들, 인공 신경망(artificial neural network; ANN)들 예컨대 컨볼루션 신경망(convolutional neural network; CNN)들 또는 순환 신경망(recurrent neural network; RNN)들(예를 들어, 장단기 기억(long short-term memory; LSTM) 네트워크들), 혼합 밀도 네트워크(mixture density network; MDN)들, 은닉 마르코프 모델(hidden Markov model)들 중 하나 이상을 포함할 수 있거나, 또는 다른 것들이 사용될 수 있다. RNN을 사용하는 구현예들과 같은 적어도 일부 구현예들에서, 기계 학습 모델(606)은 하나 이상의 HMD 구성요소들의 위치를 예측하기 위해 과거 입력(메모리, 피드백)을 사용할 수 있다. 이러한 구현예들은 유익하게는 이전의 위치 예측들 또는 모션 정보를 결정하기 위해 순차적 데이터를 사용할 수 있으며, 이는 더 정확한 실시간 위치 예측들을 제공할 수 있다.
- [0056] 도 7은 사용 동안 HMD 구성요소의 위치를 추적하기 위하여 HMD 시스템을 동작시키는 예시적인 방법(700)에 대한 순서도이다. 방법(700)은, 예를 들어, 도 5에 도시된 HMD 시스템(500)의 위치 추적 시스템 또는 모듈(512)에 의해 수행될 수 있다. 이상에서 논의된 바와 같이, 방법(700)은, HMD 디바이스, 하나 이상의 제어기들, 등과 같은 임의의 구성요소의 위치를 추적하기 위해 사용될 수 있다.
- [0057] 방법(700)의 예시된 구현예는 액트(702)에서 시작하며, 여기서 복수의 각도 감지 검출기들을 갖는 제1 HMD 시스템 구성요소가 제공된다. 복수의 각도 감지 검출기들은, 고정적으로 위치되거나(예를 들어, 벽 또는 천장에 장착됨) 또는 이동가능(예를 들어, HMD 또는 제어기에 결합됨)할 수 있는 하나 이상의 광원들로부터 방출되는 광을 검출하도록 동작가능할 수 있다. 동작 시에, 복수의 각도 감지 검출기들의 각각은 소정의 프레임 레이트로 개별적인 복수의 각도 감지 검출기 시야 내의 센서 데이터를 캡처한다. 센서 데이터는, 각도 감지 검출기에 대한 광원의 존재 및 방향을 검출하기 위해 프로세서에서 사용가능한 임의의 유형의 데이터를 포함할 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 각도 감지 검출기들의 각각은 그 위에 이미지 센싱 회로부 및 이미지 프로세싱 회로부를 갖는 하나 이상의 센서들(예를 들어, 포토다이오드들)을 포함할 수 있다. 이미지 감지 검출기들은 상대적으로 원시(raw) 데이터(예를 들어, 광 강도 또는 파워 데이터) 또는 프로세싱된 데이터(예를 들어, 입사각 데이터)를 출력할 수 있다.
- [0058] 704에서, 복수의 광원들(예를 들어, 근-적외선(near-IR) LED들)을 포함하는 제2 HMD 시스템 구성요소가 제공될 수 있다. 제2 HMD 시스템 구성요소는, 예를 들어, 고정된 로케이션(예를 들어, 천장, 벽)에 위치되는 광원, 제어기, 또는 HMD 디바이스를 포함할 수 있다.
- [0059] 706에서, HMD 시스템의 적어도 하나의 프로세서는 광원들이 광을 방출하게 할 수 있다. 광원들은, 각도 감지 검출들이 각각 한 번에 단일 광원으로부터 광을 검출할 수 있는 방식으로, 또는, 더 일반적으로, 시스템이 각도 감지 검출기에 의해 검출된 광이 어떤 광원으로부터 수신되었는지를 결정하는 것이 가능할 수 있는 방식으로 조명(illuminate)될 수 있다. 이는, 시스템이 사용 동안 각도 감지 검출기들의 각각으로부터 수신된 광의 소스를 아는 것을 가능하게 하는, 시간 멀티플렉싱, 파장 멀티플렉싱, 주파수 멀티플렉싱, 편광(polarization) 멀티플렉싱, 또는 다른 기술들과 같은 임의의 적절한 유형의 멀티플렉싱을 사용하여 광원들의 조명을 멀티플렉싱함으로써 달성될 수 있다.
- [0060] 시간 멀티플렉싱의 일 예로서, 적어도 하나의 프로세서는 한 번에 광원들의 서브세트(예를 들어, 1개, 2개, 4개)만을 조명할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로세서는 한 번에 하나의 서브세트씩 광원들을 순차적으로 조명할 수 있으며, 광원들의 각각에 응답하는 센서 데이터를 수집할 수 있다.
- [0061] 파장 멀티플렉싱의 일 예로서, 광원들의 상이한 서브세트들은 광의 상이한 파장들을 방출할 수 있으며, 각도 감지 검출기들의 상이한 서브세트들이 광의 상이한 파장들을 센싱하도록 동작가능할 수 있다. 따라서, 상이한 파

장들을 갖는 광원들은 동시에 조명되고 대응하는 파장-감지 검출기들에 의해 검출될 수 있다.

- [0062] 주파수 멀티플렉싱의 일 예로서, 광원들의 서브세트들은, 광의 특정 광원을 식별하기 위해 각도 감지 검출기들에 의해 검출될 수 있는 결정된 패턴들로 또는 주파수들로 조명될 수 있다.
- [0063] 편광 멀티플렉싱의 일 예로서, 광원들의 서브세트들은 상이하게(예를 들어, 선형으로, 원형으로) 편광될 수 있으며, 각도 감지 검출기들의 대응하는 서브세트들은(예를 들어, 대응하는 편광을 갖는 광을 통과시키는 편광기들을 사용하여) 특정 편광된 광을 검출하도록 구성될 수 있으며, 이는 다수의 광원들이 동시에 조명되는 것을 허용한다.
- [0064] 708에서, HMD 시스템과 연관된 적어도 하나의 프로세서는 복수의 각도 감지 검출기들로부터 센서 데이터를 수신할 수 있다. 이상에서 언급된 바와 같이, 각각의 각도 감지 검출기에 대해, 센서 데이터는 알려진 광원으로부터 방출된 광의 도달 각도를 나타낼 수 있다. 710에서, HMD 시스템과 연관된 적어도 하나의 프로세서는 선택적으로, 관성 추적 성능을 제공하도록 동작할 수 있는 관성 측정 유닛(inertial measurement unit; IMU)으로부터의 센서 데이터 또는 하나 이상의 추가적인 센서들로부터의 센서 데이터를 수신할 수 있다.
- [0065] 712에서, HMD 시스템과 연관된 적어도 하나의 프로세서는 수신된 센서 데이터를 프로세싱할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로세서는, HMD 시스템이 동작되는 환경 내에 존재하는 하나 이상의 특징들을 추적하기 위하여 센서 데이터의 일부 또는 전부를 함께 융합할 수 있다. 센서 데이터는 복수의 각도 감지 검출기들로부터의 센서 데이터, 및 선택적으로 IMU로부터의 또는 카메라로부터의 센서 데이터를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서는, 예를 들어, 기계 학습 모델(예를 들어, 모델(606)) 또는 다른 솔버를 사용하여 센서 데이터를 프로세싱할 수 있다. 이하에서 추가로 논의되는 바와 같이, 적어도 일부 구현예들에서, 적어도 하나의 프로세서는 산란되었거나 또는 반사된 광을 수신했을 가능성이 있다고 결정된 하나 이상의 센서들로부터의 데이터를 무시할 수 있다.
- [0066] 714에서, HMD 시스템과 연관된 적어도 하나의 프로세서는, 환경 내에서 사용자에게 의한 HMD 시스템의 사용 동안 HMD 시스템의 구성요소의 위치(예를 들어, 로케이션, 배향, 또는 움직임)를 실시간으로 추적할 수 있다. 방법(700)은, 이상에서 논의된, HMD 시스템의 구성요소의 위치를 계속하여 추적하기 위해 HMD의 동작 동안 계속될 수 있다.
- [0067] 도 8은 본 개시의 구현예들 중 하나 이상에서 사용될 수 있는 예시적인 각도 감지 검출기(800)의 사시도를 도시한다. 이러한 예에서, 각도 감지 검출기(800)는 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)를 포함한다. 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)는 포토다이오드(806), 제2 선형 편광기(808), 공간적으로-변화하는 편광기(810) 및 제1 선형 편광기(812)를 포함한다. 포토다이오드(806)는, 광을 수신하고, 광과 연관된 강도를 결정하며, 강도를 나타내는 신호(또는 데이터)를 출력하는 임의의 디바이스일 수 있다. 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808)은 각각 광이 충돌하는 임의의 유형의 광 필터일 수 있다. 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808)은, 충돌하는 광의 선형적으로 편광된 성분(예를 들어, 수직으로 편광되거나 또는 수평으로 편광됨)을 출력하고 충돌하는 광의 다른 성분들을 필터링하여 제거(예를 들어, 반사 또는 거부, 흡수)할 수 있다.
- [0068] 적어도 일부 구현예들에서, 공간적으로 변화하는 편광기(810)는, 단일 박막에서 정밀하고 맞춤형된 레벨들의 광 대역, 협대역 또는 다중 대역 지연을 제공하는 파장판-형(waveplate-like) 지연 필름인, 멀티-트위스트 지연기(multi-twist retarder; MTR)로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, MTR은 단일 정렬 층을 가지며 단일 기판 상에 2개 이상의 트위스트된 액정(liquid crystal; LC) 층들을 포함한다. 후속 LC 층들은 이전 층들에 의해 직접적으로 정렬되며, 이는 단순한 제조를 허용하고, 자동 층 정합을 달성하며, 연속적으로 변화하는 광학 축을 갖는 모놀리식(monolithic) 필름을 야기한다.
- [0069] 공간적으로 변화하는 편광기(810)는 복굴절 재료로 형성된 파장 지연기(wave retarder)를 포함할 수 있다. 복굴절은, 광의 편광 및 전파 방향에 의존하는 굴절률을 갖는 재료의 속성이다. 파장 지연기는 파장 지연기를 통해 이동하는 광의 편광 상태 또는 위상을 변경한다. 파장 지연기는 느린 축(또는 비정상 축(extraordinary axis)) 및 빠른 축(보통 축(ordinary axis))을 가질 수 있다. 편광된 광이 파장 지연기를 통해 이동함에 따라, 빠른 축을 따른 광은 느린 축을 따른 것보다 더 빠르게 이동한다.
- [0070] 제2 선형 편광기(808), 공간적으로-변화하는 편광기(810) 및 제1 선형 편광기(812)는 도 8에 도시된 바와 같이 포토다이오드(806) 상에 적층될 수 있으며, 포토다이오드(806) 상에 연속적으로 계층화(layer)될 수 있다. 편광기들(812, 808)이 본원에서 선형 편광기들로 설명되지만, 다양한 실시예들에서, 편광기들(812, 808)은 비-선형 편광기들일 수 있으며, 예를 들어, 타원형 또는 원형 편광기들일 수 있음을 유의해야 한다. 편광기들(812, 80

8)은 동일한 광 필터링 속성들을 가질 수 있으며, 유사하게 또는 동일하게 특정 편광들을 갖는 광을 거부하거나 또는 통과시킬 수 있다. 이러한 간략화된 예에서, 각도 감지 검출기(800)는, 광원(820)으로부터의 광(818)이 이를 통과하는 것을 허용하는 개구(816)를 내부에 갖는 커버(814)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 광 스팟(822)을 형성하는 개구(816)를 통과하는 광(818)은, 광(818)의 각도, 및 그에 따라 각도 감지 검출기(800)에 대한 광원(820)의 각도를 결정하도록 전기적으로 특징지어질 수 있다. 이하에서 논의되는 바와 같이, 본 개시의 시스템들 및 방법들은 HMD 시스템의 구성요소들의 위치를 결정하기 위해 복수의 광원들 및 각도 감지 검출기들을 사용할 수 있다.

[0071] 도 9는, 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)의 제1 선형 편광기(812), 공간적으로-변화하는 편광기(810) 및 제2 선형 편광기(808), 및 포토다이오드(806)에 도달하기 위해 이를 통과하는 광(818) 또는 광 스팟(822)의 편광을 도시한다. 처음에, 광(818)은 제1 선형 편광기(812)에 충돌한다. 광(818)은 임의의 편광을 가질 수 있으며, 따라서 적어도 일부 구현예들에서 편광되지 않은 것으로 말할 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 광은 선형적으로 편광되거나, 원형으로 편광되거나 또는 전반적으로 타원형으로 편광될 수 있다.

[0072] 제1 선형 편광기(812)는 광(818)의 선형 편광 성분(824)을 통과시키고, 광(818)의 나머지 편광 성분들을 거부(흡수 또는 반사)한다. 제1 선형 편광기(812)가 수직 편광 필터로서 도시되지만, 다양한 실시예들에서, 제1 선형 편광기(812)는, 다른 것들 중에서도, 수평 편광 필터 또는 원형 편광 필터일 수 있다.

[0073] 그런 다음, 선형 편광 성분(824)은 제1 선형 편광기(812) 아래에 위치한 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 충돌한다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)는, 선형 편광 성분(824)(또는 임의의 충돌하는 광)이 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 충돌하는, 공간적으로-변화하는 편광기(810) 상의 위치에 따라 변화하는 광 편광 속성들을 갖도록 튜닝된다. 도 9에 도시된 예에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 충돌하는 선형 편광 성분(824)을 변경한다.

[0074] 공간적으로-변화하는 편광기(810)가 충돌하는 선형 편광 성분(824)을 변경하는 방식은, 충돌하는 선형 편광 성분(824)이 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 충돌하는 위치에 따라 변화한다. 위치는, 광(818)이 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)에 충돌하는 위치와 실질적으로 동일한 위치일 수 있다.

[0075] 이러한 예시적인 예에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 제1 단부(826)(상단 우측에 도시됨)에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 충돌하는 선형 편광 성분(824)을 수직으로 편광된 광 신호로 유지한다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 수직으로 편광된 광을 통과시키고, 다른 편광 성분들을 차단한다. 제1 단부(826)에 충돌하는 선형 편광 성분(824)은 있는 그대로 통과한다.

[0076] 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 편광 필터링 속성들은, 비-제한적인 예로서, 제1 단부까지의 거리의 함수로서 점진적으로 변화할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 제2 단부(828)(하단 좌측에 도시됨)에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는, 수직으로 편광된 충돌하는 선형 편광 성분(824)을 수평으로 편광된 광 신호로 거의 변환한다. 특히, 제2 단부(828)에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 175°의 선형 편광 배향을 갖는다. 따라서, 제2 단부(828)에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 수직으로 편광된 성분보다 더 큰 수평으로 편광된 성분을 갖는 광을 출력한다. 반대로, 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 중심 근처에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 약 135°의 선형 편광 배향을 가지며, 따라서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 충돌하는 선형 편광 성분(824)(수직 편광을 가짐)의 편광을 수평 편광을 향해 약 45°의 각도만큼 회전시킨다. 이것의 중심 근처에서 공간적으로-변화하는 편광기(810)를 빠져나오는 광은, 이것의 수평 편광 성분과 동일한 크기를 갖는 수직 편광 성분을 갖는다.

[0077] 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 공간적으로-변화하는 속성들은, 선형 편광 성분(824)이 충돌한 위치 또는 가능한 위치들을 식별하는 것을 가능하게 한다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 도 9에 예시된 바와 같이 필터링된 광(830)을 통과시킨다. 수평 또는 수직 편광 중 하나에서의 필터링된 광(830)의 강도는, 선형 편광 성분(824)이 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 충돌한 위치 또는 가능한 위치들을 나타낸다. 필터링된 광(830)은, 선형 편광 성분(824)이 제1 단부(826)에 충돌할 때 최고 수직 편광 크기를 갖는다. 수직 편광 크기는 제1 단부(826)로부터의 거리에 반비례할 수 있다.

[0078] 그런 다음, 필터링된 광(830)은, 필터링된 광(830)의 임의의 수평 성분을 제거하고 수직 광 성분들을 통과시킴으로써 동작하는 제2 선형 편광기(808)에 충돌한다. 제2 선형 편광기(808)는 필터링된 선형 편광 성분(832)을 통과시킨다. 제2 선형 편광기(808)는, 포토다이오드(806)를 통과한 광이 수직으로 편광된 광만을 배타적으로 포함하고 수평으로 편광된 광을 배제한다는 것을 보장한다.

- [0079] 포토다이오드(806)는 필터링된 선형 편광 성분(832)을 수신하며, 필터링된 선형 편광 성분(832)의 강도를 검출한다. 필터링된 선형 편광 성분(832)의 강도는, 광(818)이 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 그리고 결과적으로 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)에 충돌한 위치 또는 위치들의 세트를 나타낸다.
- [0080] 도 9를 참조하여 설명된 특정 편광들은 단지 설명을 용이하게 하기 위한 예시로서 만들어졌다는 것을 유의해야 한다. 대안적인 실시예들에서, 상이한 편광기들, 편광들 또는 편광 패턴들이 이용될 수 있다. 예를 들어, 선형 편광 대신에, 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808) 및 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 원형 편광, 타원형 편광, 또는 임의의 다른 유형의 편광을 사용할 수 있다.
- [0081] 다시 도 8을 참조하면, 개구(816)의 크기 및 위치는 각도-감지 포토다이오드 구조체(804) 상에 형성된 광 스팟(822)의 크기를 지시한다. 포토다이오드(806)에 의해 검출된 강도는 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808) 및 공간적으로-변화하는 편광기(810)를 통과한(또는 이에 의해 필터링된) 광 스팟(822)의 강도를 나타낸다. 광 스팟(822)의 강도는 광 스팟(822)을 구성하는 광의 광선들의 강도들의 합일 수 있다. 광 스팟(822)의 선형 편광 성분들(824)이 하나의 포인트가 아니라 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 영역에 충돌한다는 사실은 개선된 위치 검출을 가능하게 하기 위한 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 디자인에서 추가적인 자유도를 제공한다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)는, 광 스팟(822)의 개선된 위치 검출을 가능하게 하기 위해 영역에 따라 변화하는 속성들을 가질 수 있다.
- [0082] 일부 실시예들에서, 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808) 중 하나가 생략될 수 있음을 유의해야 한다. 일 실시예에서, 제1 선형 편광기(812)가 생략될 수 있으며, 수평으로 편광된 광만이 위치 또는 각도 결정을 위해 방출될 수 있다.
- [0083] 일 실시예에서, 개선된 위치 검출은 다수의 영역 셀들을 갖는 포토다이오드(806)를 사용함으로써 달성될 수 있다.
- [0084] 도 10은, 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)의 제1 선형 편광기(812), 공간적으로-변화하는 편광기(810) 및 제2 선형 편광기(808), 및 포토다이오드(806)에 도달하기 위해 이를 통과하는 광(818) 또는 광 스팟(822)의 편광을 도시한다. 도 10에서, 포토다이오드(806)는, 작은 갭(gap)에 의해 분리된 4개의 별개의 포토다이오드 활성 영역들 또는 요소들(802a-802d)을 포함하는 4분면 셀("쿼드-셀") 포토다이오드이다. 더 적은 또는 더 많은 셀들을 갖는 포토다이오드 검출기들, 위치 감지 검출기(position sensitive detector; PSD)들, 등과 같은 다른 유형들의 각도 감지 검출기들이 또한 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0085] 각각의 요소(802a-802d)의 활성 영역(예를 들어, 애노드(anode))는 또한, 단일 사분면을 조명하는 광 스팟이 해당 사분면에서만 존재하는 것으로 전기적으로 특징지어질 수 있도록 개별적으로 이용가능하다. 광 스팟의 에너지는 인접한 요소들(802a-802d) 사이에 분산되며, 각 요소에 대한 전기적 기여(contribution)의 차이는 각도 감지 검출기의 중심에 대한 광 스팟의 상대적 위치를 정의한다. 요소들(802a-802d)에 걸친 상대적 강도 프로파일은, 공간적으로-변화하는 편광기(810)의 상대적인 강도 프로파일과 함께 광 스팟의 위치를 결정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0086] 일 실시예에서, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 기준 강도를 식별하기 위해 스위치 오프될 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 제어기에 결합될 수 있다. 본원에서 설명된, 다른 것들 중에서도, 마이크로제어기 또는 마이크로프로세서, 또는 하나 이상의 제어기들(182) 또는 프로세서(502)일 수 있는 제어기는 공간적으로-변화하는 편광기(810)를 스위치 온 또는 오프할 수 있다. 공간적으로-변화하는 편광기(810)가 스위치 온될 때, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 본원에서 설명된 바와 같이 광을 필터링한다. 반대로, 공간적으로-변화하는 편광기(810)가 스위치 오프될 때, 공간적으로-변화하는 편광기(810)는 편광 필터링을 중단하고, 그 대신에 선형 편광 성분(824)을 있는 그대로 통과시킨다.
- [0087] 공간적으로-변화하는 편광기(810)가 스위치 오프될 때, 포토다이오드(806)는, 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808)과 함께 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 의해 수행되는 감쇠 없이 광(818)(또는 광 스팟(822))의 강도를 검출한다. 검출된 강도는 기준 강도 또는 최대 검출된 강도로서 역할할 수 있다. 기준 강도 또는 최대 검출된 강도는 제1 단부(826)에 충돌하는 광(818)의 강도에 대응할 수 있다.
- [0088] 공간적으로-변화하는 편광기(810)가 스위치 온될 때, 포토다이오드(806)는, 제 위치의 위치 의존 편광 필터링을 가지고 광(818)(또는 광 스팟(822))의 강도를 검출할 수 있다. 위치-의존 편광 필터링이 제 위치에 있을 때 광(818)(또는 광 스팟(822))의 검출된 강도와 기준 강도 사이의 관계는, 광(818)이 각도-감지 포토다이오드 구조체(804)에 충돌한 위치 또는 위치의 세트를 나타낸다.

- [0089] 본원에서 설명되는 바와 같이, 제1 및 제2 선형 편광기들(812, 808)의 필터링과 함께 공간적으로-변화하는 편광기(810)에 의해 수행되는 편광 변환은 광(818)의 공간적으로-변화하는 진폭(또는 강도) 감쇠를 야기한다. 진폭(또는 강도)은, 결과적으로, 포토다이오드(806)에 의해 검출되고 위치 결정을 위해 사용된다.
- [0090] 도 11a 및 도 11b는 각각, 본 개시의 구현예들 중 하나 이상에서 사용될 수 있는 예시적인 각도 감지 검출기(1100)의 상면도 및 사시도를 도시한다. 이러한 예에서, 각도 감지 검출기(1100)는, 공통 기관(1104) 상에서 작은 갭에 의해 분리된 4개의 별개의 포토다이오드 활성 영역들 또는 요소들(1102A-1102D)을 포함하는 사분면 셀("쿼드-셀") 포토다이오드를 포함한다. 더 적은 또는 더 많은 셀들을 갖는 포토다이오드 검출기들, 위치 감지 검출기들, 등과 같은 다른 유형들의 각도 감지 검출기들이 또한 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0091] 비-제한적인 예시된 예에서, 각각의 요소(1102A-1102D)의 활성 영역(예를 들어, 애노드)는 또한, 단일 사분면을 조명하는 광 스팟이 해당 사분면에서만 존재하는 것으로 전기적으로 특징지어질 수 있도록 개별적으로 이용가능하다. 광 스팟이 각도 감지 검출기(1100)에 걸쳐 병진 이동(translate)됨에 따라, 광 스팟의 에너지는 인접한 요소들(1102A-1102D) 사이에 분산되며, 각 요소에 대한 전기적 기여의 차이는 각도 감지 검출기의 중심에 대한 광 스팟의 상대적 위치를 정의한다. 요소들(1102A-1102D)에 걸친 상대적 강도 프로파일이 광 스팟의 위치를 결정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0092] 이러한 간략화된 예에서, 각도 감지 검출기(1100)는, 광원(1112)으로부터의 광(1114)이 이를 통과하는 것을 허용하는 개구(1108)를 내부에 갖는 커버(1110)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 광 스팟(1106)을 형성하는 개구(1108)를 통과하는 광(1114)은, 광(1114)의 각도, 및 그에 따라 각도 감지 검출기(1100)에 대한 광원(1112)의 각도를 결정하도록 전기적으로 특징지어질 수 있다. 이하에서 논의되는 바와 같이, 본 개시의 시스템들 및 방법들은 HMD 시스템의 구성요소들의 위치를 결정하기 위해 복수의 광원들 및 각도 감지 검출기들을 사용할 수 있다.
- [0093] 본 개시의 각도 감지 검출기들은, 쿼드-셀 포토다이오드 검출기들, 저항성 시트들을 사용하는 위치-감지 검출기(position-sensitive detector; PSD)들, 더 적은(예를 들어, 2개의) 또는 더 많은(예를 들어, 16개의) 독립적인 감지 요소들을 갖는 포토다이오드 검출기들, 또는 광원으로부터 방출된 광의 도달 각도를 검출할 수 있는 임의의 다른 검출기를 포함하여, 임의의 적절한 유형의 검출기들 중 하나 이상을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 추가로, 이하에서 논의되는 바와 같이, 적어도 일부 구현예들에서, 본 개시의 각도 감지 검출기들 또는 광원들은, 본원에서 논의되는 시스템들 및 방법들의 기능을 개선하기 위한 필터들, 렌즈들, 편광기들, 등과 같은 다양한 광학적 구성요소들을 사용할 수 있다.
- [0094] 도 12는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, HMD 시스템의 구성요소들의 위치를 결정하기 위해 광원들 및 각도 감지 검출기들을 사용하는 HMD 시스템의 환경(1200)의 간략화된 도면이다. 이러한 예에서, HMD와 같은 제1 구성요소(1202)는 복수의 광원들(1206)(2개가 도시됨, 1206a 및 1206b)을 포함하며, HMD 시스템의 제어기와 같은 제2 구성요소(1204)는 복수의 각도 감지 검출기들(1208)(2개가 도시됨, 1208a 및 1208b)을 포함한다. 각도 감지 검출기들(1208a 및 1208b)은 제2 구성요소(1204) 상에서 알려진 거리(d1)만큼 서로 분리되며, 광원들(1206a 및 1206b)은 제1 구성요소(1202) 상에서 알려진 거리(d2)만큼 서로 분리된다. 제1 및 제2 구성요소들은, HMD, 제어기, 기지국, 고정 또는 모바일 광원들, 고정 또는 모바일 각도 감지 검출기들, 등과 같은 HMD 시스템의 임의의 구성요소들일 수 있다.
- [0095] 이러한 예에서, 각도 감지 검출기(1208a)는, 광이 광원(1206a)으로부터 각도(1210)로 도달하고 광이 광원(1206b)으로부터 각도(1212)로 도달한다는 것을 결정하도록 동작가능하다. 유사하게, 각도 감지 검출기(1208b)는, 광이 광원(1206b)으로부터 각도(1214)로 도달하고 광이 광원(1206a)으로부터 각도(1216)로 도달한다는 것을 결정하도록 동작가능하다. 도달 각도들(1210, 1212, 1214, 및 1216), 및 광원들(1206)과 검출기들(1208) 사이의 알려진 기하구조 관계들(예를 들어, d1과 d2 사이의 거리들)이 주어지면, 방법들(예를 들어, 삼각측량들)이 제1 구성요소(1202)와 제2 구성요소(1204) 사이의 상대적인 위치, 배향, 또는 움직임을 결정하고 추적하기 위해 사용될 수 있다. 이상에서 논의된 바와 같이, 하나 이상의 슬버들 또는 기계 학습 방법들은, 각도 감지 검출기들로부터의 센서 데이터 및/또는 HMD 시스템의 광원들에 관한 정보를 나타내는 광원 데이터를 사용하여 구성요소들의 위치를 결정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0096] 도 13은, 본 개시의 예시적인 광원(1302) 및 각도 감지 검출기(1304)의 예시(1300)이다. 광원(1302) 및 각도 감지 검출기(1304)는 본원에서 논의된 광원들 및 각도 감지 검출기들 중 임의의 것과 유사하거나 또는 동일할 수 있으며, 본 개시의 구현예들 중 임의의 구현예에서 사용될 수 있다. 예시된 예에서, 광원(1302)은 광학적 서브시스템(1306)을 포함할 수 있으며, 각도 감지 검출기(1304)는 광학적 서브시스템(1308)을 포함할 수 있다. 광학

적 서브시스템들(1306 및 1308)은 서로 동일하거나 또는 상이할 수 있으며, 각기 하나 이상의 광학적 구성요소들을 포함할 수 있다. 광학적 서브시스템들(1306 및 1308)은 광원(1302) 및 각도 감지 검출기(1304)와 함께 통합될 수 있거나, 또는 별개의 구성요소들일 수 있다. 광학적 구성요소들의 비-제한적인 예들은 하나 이상의 렌즈들, 하나 이상의 편광기들, 하나 이상의 필터들, 하나 이상의 개구들, 등을 포함한다. 적어도 일부 구현예들에서, 광원들의 서브세트는 하나의 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있으며, 광원들의 하나 이상의 다른 서브세트들은 다른 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있다. 유사하게, 각도 감지 검출기들의 서브세트는 하나의 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있으며, 각도 감지 검출기들의 하나 이상의 다른 서브세트들은 다른 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있다. 일 예로서, 광학적 서브시스템들은, 가시광 또는 다른 유형들의 광을 필터링하여 제거하는 필터들을 포함할 수 있다. 추가로 이상에서 논의된 바와 같이, 광학적 서브시스템들은, 방출되는 광의 소스에 관한 혼동 없이 다수의 광원들이 동시에 조명되는 것을 가능하게 하는, 이상에서 논의된 다양한 유형들의 멀티플렉싱 중 하나 이상을 용이하게 하는 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0097] 도 14는, 하나 이상의 광학적 검출기들(예를 들어, 각도 감지 또는 다른 유형들의 검출기들)에 의해 수신된 광이 하나 이상의 광학적 검출기들에 의해 수신되기 이전에 반사되었는지 또는 산란되었는지 여부를 결정하기 위해 사용될 수 있는, 본 개시의 산란 검출 모듈 또는 산란 검출기(1402)의 예시(1400)이다. 이러한 정보를 사용하여, 적어도 하나의 프로세서는, 이러한 신호들이 이로부터 신호들이 방출되었던 광원의 위치를 직접 나타내지 않기 때문에, 산란되거나 또는 반사된 광 신호들로서 결정된 광 데이터를 무시하도록 동작가능할 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 산란 검출기(1402)는 위치 추적을 위해 사용되는 하나 이상의 광학적 검출기들과 함께 사용되는 별개의 구성요소일 수 있다. 다른 구현예들에서, 산란 검출기(1402)는 위치 추적을 위해 사용되는 하나 이상의 광학적 검출기들(예를 들어, 각도 감지 검출기들) 내에 통합될 수 있다. 하나 이상의 산란 검출기들(1402)은 본 개시의 실시예들 중 임의의 실시예에서 사용될 수 있다. 추가로, 다양한 기계-학습 또는 인공 지능-기반 방법들이 본 개시의 추적 시스템들의 위치 추적 성능들을 개선하기 위해 산란 검출기 데이터를 프로세싱하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 기계-학습 또는 다른 AI 방법들은 추적 정확도(fidelity)를 개선하는 것을 돕기 위해 편광 정보를 사용하도록 추적 시스템을 트레이닝시키기 위해 사용될 수 있다.

[0098] 비-제한적인 예시된 예에서, 산란 검출기(1402)가 도시되며, 제1 및 제2 광원들(1408 및 1410)이 또한 도시된다. 실제로는, 다수의 산란 검출기들 및 다수의 광원들이 존재할 수 있다. 비-제한적인 예로서, 산란 검출기(1402)는 HMD 및 제어기 중 하나에 위치될 수 있으며, 광원들(1408 및 1410)은 HMD 및 제어기 중 다른 것에 위치될 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 산란 검출기(1402) 및 광원들(1408 및 1410) 중 하나 이상은 고정된 물체(예를 들어, 벽, 천장, 스탠드) 또는 이동가능 물체(예를 들어, HMD, 제어기)에 위치되거나 또는 이에 결합될 수 있다. 산란 검출기(1402) 및 광원들(1408 및 1410)은 본원에서 논의된 광원들 및 산란 검출기들 중 임의의 것과 유사하거나 또는 동일할 수 있으며, 본 개시의 구현예들 중 임의의 구현예에서 사용될 수 있다.

[0099] 예시된 예에서, 산란 검출기(1402)는, 선택적으로 각도 감지 검출기일 수 있는 광학적 검출기(1404), 및 광학적 서브시스템(1406)을 포함할 수 있다. 광원(1408)은 광(1420)을 방출하는 광 방출기(1412)(예를 들어, LED) 및 광학적 서브시스템(1414)을 포함할 수 있으며, 광원(1410)은 광(1422)을 방출하는 광 방출기(1416) 및 광학적 서브시스템(1414)을 포함할 수 있다. 광학적 서브시스템들(1406, 1414, 및 1418) 중 일부 또는 전부는 서로 동일하거나 또는 상이할 수 있으며, 각기 하나 이상의 광학적 구성요소들을 포함할 수 있다. 광학적 서브시스템들(1406, 1414, 및 1418)은 각각 검출기(1404) 및 광원들(1408 및 1410)과 통합될 수 있거나, 또는 별개의 구성요소들일 수 있다. 광학적 구성요소들의 비-제한적인 예들은 하나 이상의 렌즈들, 하나 이상의 편광기들, 하나 이상의 파장 지연기들, 하나 이상의 필터들, 하나 이상의 개구들, 등을 포함한다. 적어도 일부 구현예들에서, 광원들의 서브세트는 하나의 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있으며, 광원들의 하나 이상의 다른 서브세트들은 다른 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있다. 유사하게, 산란 검출기들(1402)의 서브세트는 하나의 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있으며, 산란 검출기들의 하나 이상의 다른 서브세트들은 다른 유형의 광학적 서브시스템을 포함할 수 있다. 일 예로서, 광학적 서브시스템들은, 가시광 또는 다른 유형들의 광을 필터링하여 제거하는 필터들을 포함할 수 있다. 추가로 이상에서 논의된 바와 같이, 광학적 서브시스템들은, 방출되는 광의 소스에 관한 혼동 없이 다수의 광원들이 동시에 조명되는 것을 가능하게 하는, 이상에서 논의된 다양한 유형들의 멀티플렉싱 중 하나 이상을 용이하게 하는 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0100] 광학적 서브시스템들(1406, 1414, 및 1418)의 디자인은, 산란 검출기(1402)가 광원들(1408 및 1410)로부터의 광이 산란되었거나 또는 반사되었는지 여부, 또는 광이 산란 또는 반사 없이 직접적으로 산란 검출기에 도달했는지 여부를 검출하도록 동작가능하다. 예를 들어, 산란 검출기(1402)는 산란 또는 반사로 인한 광원들에 의해 방출된 광의 편광의 유형 또는 정도에서의 변화를 검출하도록 동작가능할 수 있다. 예시된 예에서, 광원(1408)으

로부터의 광(1420)은 산란 검출기(1402)에 의해 직접적으로 수신되며, 반면 광원(1410)으로부터의 광(1422)은, 산란 검출기(1402)에 의해 수신되는 광(1424)으로서 표면(1423)에서 반사된다. 이러한 예에서, 광(1420)은 산란 검출기(1402)에 대한 광원(1408)의 상대적 위치를 나타내며, 반면 표면(1423)으로부터 반사된 광(1424)은 산란 검출기(1402)에 대한 광원(1410)의 상대적인 위치를 나타내지 않는다. 따라서, 광(1424)이 산란되었거나 또는 반사되었다는 것을 검출함으로써, 추적 시스템은, 위치 추적을 수행할 때, 산란 검출기와 유사하게 위치되거나 또는 배향된 센서들과 같은 하나 이상의 센서들로부터의 광 신호들을 무시하거나 또는 거부할 수 있으며, 그럼으로써 시스템의 위치 추적 성능을 개선할 수 있다.

[0101] 산란 검출기(1402)가 광원으로부터의 광이 산란되었거나 또는 반사되었는지 여부 및 따라서 하나 이상의 검출기들에 의해 무시되어야 하는지 여부를 검출할 수 있게 할 수 있는 다수의 구성들이 존재한다. 일반적으로, 적어도 일부 구현예들에서, 광원들(1408 및 1410)에 의해 방출된 광은 광학적 시스템들(1414 및 1418) 각각에 의해 결정된 방식으로 편광될 수 있으며, 산란 검출기(1402)는 광원들(1408 및 1410)로부터 직접적으로 수신된 광과 산란 검출기에 의해 수신되기 이전에 산란되거나 또는 반사된 광원들로부터의 광을 구별하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광원들로부터의 광의 편광의 유형 또는 정도는 산란 또는 정반사의 결과로서 변경될 수 있으며, 산란 검출기(1402)는 이러한 변화들을 검출하도록 구성될 수 있다. 하나의 비-제한적인 예로서, 광원들(1408 및 1410)의 광학적 서브시스템들(1414 및 1418) 각각은 오른손잡이형(right-handed) 또는 왼손잡이형(left-handed) 원형 편광기들 중 하나를 포함할 수 있고, 산란 검출기(1402)의 광학적 서브시스템(1406)은 오른손잡이형 또는 왼손잡이형 편광기 중 다른 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원들(1408 및 1410)의 광학적 서브시스템들(1414 및 1418) 각각은 오른손잡이형 원형 편광기들을 포함할 수 있으며, 산란 검출기(1402)의 광학적 서브시스템(1406)은 왼손잡이형 원형 편광기를 포함할 수 있다. 이러한 구성에서, 산란 검출기(1402)의 광학적 서브시스템(1406)은 탈편광(depolarizing) 표면에 반사된 광(예를 들어, 랜덤한 편광을 가짐), 또는 비-탈편광(non-depolarizing) 표면(예를 들어, 유리, 금속, 아크릴, 등)에서 반사되고 반사 이후에 좌측-원형 편광된 광을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 광이 결정된 임계치보다 높은 경우, 추적 시스템은, 반사되거나 또는 산란된 광을 또한 수신했을 가능성이 있다고 결정된 하나 이상의 검출기들로부터의 신호들을 무시할 수 있다.

[0102] 이러한 구성의 일 예가, 산란 검출기(1502) 및 광원(1504)을 도시하는 도 15의 예시(1500)에 도시된다. 광원(1504)은 광 방출기(1506)(예를 들어, LED) 및 오른손잡이형 원형 편광기(1508)를 포함하는 광학적 서브시스템을 포함한다. 이러한 구현예에서 원형 편광기(1508)는 선형 편광기(1510) 및 1/4 파장 지연기 또는 파장판(1512)를 포함하며, 오른손잡이형 원형 편광을 갖는 광(1522)을 제공한다.

[0103] 산란 검출기(1502)는 광학적 검출기(1514)(예를 들어, 쿼드-셀 검출기, 단일 셀 검출기) 및 왼손잡이형 원형 편광기(1516)를 포함하는 광학적 서브시스템을 포함한다. 왼손잡이형 원형 편광기(1516)는 1/4파장 지연기 또는 파장판(1518) 및 선형 편광기(1520)를 포함한다. 산란 검출기(1502)가 광원들의 원형 편광기(1508)와 반대되는 손잡이형(handed)의 원형 편광기를 포함하기 때문에, 산란 검출기는 반대 손잡이성(handedness)으로(즉, 이러한 예에서 오른손잡이형으로부터 왼손잡이형으로) 스위칭되는 반사된 원형으로 편향된 광의 손잡이성으로 인해 정반사를 통해 반사된 광을 검출할 것이다.

[0104] 동작 시에, 산란 검출기(1502)가 (예를 들어, 미리 결정된 임계치보다 높은) 산란되었거나 또는 반사된 광을 검출할 때, 추적 시스템은 동일한 광을 수신했을 가능성이 있을 수 있는 하나 이상의 광학적 센서들(예를 들어, 산란 검출기와 유사하게 위치되거나 또는 배향된 센서들)로부터의 광을 거부하거나 또는 무시할 수 있다.

[0105] 도 16은, 사용자(1642)의 머리에 착용될 때 예시적인 HMD 디바이스(1644)의 정면도를 예시하는 정보(1600)를 도시한다. HMD 디바이스(1644)는, 전향 또는 전방 카메라(1646) 및 하나 이상의 유형들의 복수의 각도 감지 검출기들(1648a-1648f)(집합적으로 1648)을 지지하는 전향 구조체(1643)를 포함한다. 일 예로서, 각도 감지 검출기들(1648) 중 일부 또는 전부는, 하나 이상의 외부 디바이스들(도시되지 않음, 예를 들어, 도 2의 지지국들(214), 제어기들)로부터 방출되는 광 정보를 검출하고 사용하기 위한 광 센서들과 같은, 공간 내의 디바이스(1644)의 로케이션 및 배향을 결정하는 것을 도울 수 있다. 각도 감지 검출기들(1648)은 광원으로부터 방출되는 광의 도달 각도를 검출하도록 동작할 수 있는 임의의 유형의 검출기일 수 있다. 각도 감지 검출기들의 비-제한적인 예들은, 포토다이오드 검출기들(예를 들어, 바이-셀(bi-cell) 검출기들, 사분면(quadrant) 셀 검출기들), 저항성 시트들을 사용하는 위치 감지 검출기들, 등을 포함한다.

[0106] 도시된 바와 같이, 전방 카메라(1646) 및 각도 감지 검출기들(1648)은, 사용자(1642)가 HMD 디바이스(1644)를 동작시키는 실제 신(scene) 또는 환경(미도시)을 향해 전방으로 지향된다. 보다 일반적으로, 각도 감지 검출기들(1648)은 다양한 로케이션들(예를 들어, 벽, 천장)에 장착된 물체들 또는 제어기들(예를 들어, 사용자(1642))

에 의해 홀딩됨)과 같은 다양한 소스들로부터의 광을 검출하기 위해 다른 영역들을 향해(예를 들어, 위로, 아래로, 좌측으로, 우측으로, 후방으로) 지향될 수 있다. 실제 물리적 환경은, 예를 들어, 하나 이상의 물체들(예를 들어, 벽들, 천장들, 가구, 계단들, 자동차들, 나무들, 추적 마커들, 광원들, 또는 임의의 다른 유형의 물체들)을 포함할 수 있다. 센서들(1648)의 특정 수는 도시된 센서들의 수보다 더 작거나(예를 들어, 2개, 4개) 또는 더 많을(예를 들어, 10개, 20개, 30개, 40개) 수 있다. HMD 디바이스(1644)는, (예를 들어, 가속도계 및 자이로스코프들의 조합, 및 선택적으로, 자력계들을 사용하여) HMD 디바이스(1644)의 특정 힘, 각도 레이트(angular rate), 및/또는 HMD 디바이스를 둘러싸는 자기장을 측정하고 보고하는 IMU(관성 측정 유닛)(1647) 전자 디바이스와 같은, 전향 구조체에 부착되지 않은(예를 들어, HMD 디바이스 내부에 있는) 하나 이상의 추가적인 구성요소들을 더 포함할 수 있다. HMD 디바이스(1644)는, HMD 디바이스 내의 광학적 렌즈 시스템들 및/또는 디스플레이 패널들 중 하나 이상의 정렬 또는 다른 위치설정(positioning)을 변화시키기 위한 하나 이상의 부착된 내부 모터들을 선택적으로 가지는 사용자의 눈들(미도시)을 향해 배향된 하나 이상의 디스플레이 패널들 및 광학적 렌즈 시스템들을 포함하여, 도시되지 않은 추가적인 구성요소들을 더 포함할 수 있다.

[0107] HMD 디바이스(1644)의 예시된 예는, 사용자의 머리 주위로 전체적으로 또는 부분적으로 연장되는 HMD 디바이스(1644)의 하우징에 부착된 하나 이상의 스트랩들(1645)에 적어도 부분적으로 기초하여 사용자(1642)의 머리 상에 지지된다. 여기에 예시되지는 않았지만, HMD 디바이스(1644)는, 예컨대, 스트랩들(1645) 중 하나 이상에 부착된 하나 이상의 외부 모터들을 더 가질 수 있으며, 자동화된 교정 액션들은 사용자의 머리 상에서의 HMD 디바이스의 정렬 또는 다른 위치설정을 수정하기 위해 이러한 스트랩들을 조정하기 위해 이러한 모터들을 사용하는 것을 포함할 수 있다. HMD 디바이스가, 예시된 스트랩들에 더하여 또는 그 대신에, 여기에 예시되지 않은 다른 지지 구조체들(예를 들어, 노우즈 피스(nose piece), 턱 스트랩(chin strap), 등)을 포함할 수 있다는 것, 및 일부 실시예들은 사용자의 머리 상에서 HMD 디바이스의 정렬 또는 다른 위치설정을 수정하기 위해 그들의 형상 및/또는 로케이션들을 유사하게 조정하기 위해 하나 이상의 이러한 다른 지지 구조체들에 부착된 모터들을 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 사용자의 머리에 부착되지 않은 다른 디스플레이 디바이스들은 디스플레이 디바이스의 위치설정에 영향을 주는 하나 이상의 구조체들에 유사하게 부착될 수 있거나 또는 이들의 부분일 수 있으며, 적어도 일부 실시예들에서, 디스플레이 디바이스의 1명 이상의 사용자들의 하나 이상의 동공들에 대해 디스플레이 디바이스의 정렬 또는 다른 위치설정을 수정하기 위해 그들의 형상 및/또는 로케이션들을 유사하게 수정하기 위한 모터들 또는 다른 기계적 작동기들을 포함할 수 있다.

[0108] HMD 디바이스(1644)는 또한 복수의 산란 검출기들(1650, 1652 및 1666)을 포함할 수 있다. 산란 검출기들(1650, 1652 및 1666)은 본원에서 논의된 산란 검출기들 중 임의의 산란 검출기와 유사하거나 또는 동일할 수 있으며, HMD 디바이스(1644)와 연관된 광원들(1658, 1662 및 1670)로부터의 광(1660, 1664, 및 1672) 각각이 HMD 디바이스에 도달하기 이전에 표면에서 반사되었거나 또는 산란되었는지 여부를 검출하도록 동작가능할 수 있다. 이 상에서 논의된 바와 같이, 산란된 광의 검출 시에, 동일한 광을 수신했을 가능성이 있는 것으로 결정된 하나 이상의 센서들로부터의 센서 데이터가 무시될 수 있다.

[0109] 적어도 일부 구현예들에서, 단일 산란 검출기가 검출기들(1648) 모두에 대해 제공될 수 있다. 다른 구현예들에서, 별개의 산란 검출기가 검출기들(1648)의 각각에 대해 제공될 수 있거나, 또는 산란 검출기는 검출기들(1648) 중 하나 이상 검출기의 부분으로서 포함될 수 있다. 예시된 간략화된 예에서, 전향 구조체(1643)의 우측 측면 상에 위치한 산란 검출기(1650)는, 사용자(1642)의 우측 측면의 영역(1654)에서 광원들(예를 들어, 광원(1658))로부터의 광을 검출하기 위해 사용되는 검출기들(1648a, 1648b, 및 1648e)에 대응한다. 즉, 산란 검출기(1650)가 반사되었거나 또는 산란된 광을 검출하는 경우, 추적 시스템은 산란 검출기(1650)와 유사한 그들의 배향으로 인해 동일한 광을 수신했을 가능성이 있는 것으로 결정된 검출기들(1648a, 1648b, 및 1648e) 중 하나 이상으로부터의 신호들을 무시할 수 있다. 유사하게, 전향 구조체(1643)의 좌측 측면 상에 위치한 산란 검출기(1652)는, 사용자(1642)의 좌측 측면의 영역(1656)에서 광원들(예를 들어, 광원(1662))로부터의 광을 검출하기 위해 사용되는 검출기들(1648c, 1648d, 및 1648g)에 대응한다. 전향 구조체(1643)의 상부 영역 상의 산란 검출기(1666)는, 사용자(1642) 위에 있는 영역(1668)에서 광원들(예를 들어, 광원(1670))로부터의 광을 검출하기 위해 사용되는 검출기(1648f)에 대응한다. 위에서 논의된 바와 같이, 멀티플렉싱(예를 들어, 시간, 파장, 패턴)은, 시스템이, 검출기들(1648, 1650, 1652 및 1666)에 의해 이로부터의 광이 수신되는 광원 또는 광원들을 알 수 있게 하기 위해 사용될 수 있다.

[0110] 도 17은 본 개시의 구현예들 중 하나 이상에서 사용될 수 있는 산란 검출기(1700)의 사시도를 도시한다. 이러한 비-제한적인 예에서, 산란 검출기(1700)는, 공통 기관(1704) 상에서 작은 껍에 의해 분리된 4개의 별개의 포토다이오드 활성 영역들 또는 요소들(1702A-1702D)을 포함하는 사분면 셀("쿼드-셀") 포토다이오드를 포함한다.

더 적은 또는 더 많은 셀들을 갖는 포토다이오드 검출기들, 위치 감지 검출기들, 등과 같은 다른 유형들의 검출기들이 또한 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0111] 비-제한적인 예시된 예에서, 각각의 요소(1702A-1702D)의 활성 영역(예를 들어, 애노드)는 또한, 단일 사분면을 조명하는 광 스팟이 해당 사분면에서만 존재하는 것으로 전기적으로 특징지어질 수 있도록 개별적으로 이용가능하다. 광 스팟이 검출기(1700)에 걸쳐 병진 이동됨에 따라, 광 스팟의 에너지는 인접한 요소들(1702A-1702D) 사이에 분산되며, 각 요소에 대한 전기적 기여의 차이는 검출기의 중심에 대한 광 스팟의 상대적 위치를 정의한다. 요소들(1702A-1702D)에 걸친 상대적 강도 프로파일이 광 스팟의 위치를 결정하기 위해 사용될 수 있다.

[0112] 이러한 간략화된 예에서, 검출기(1700)는, 광원(1712)으로부터의 광(1714)이 이를 통과하는 것을 허용하는 개구(1708)를 내부에 갖는 커버(1710)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 광 스팟(1706)을 형성하는 개구(1708)를 통과하는 광(1714)은, 광(1714)의 각도, 및 그에 따라 검출기(1700)에 대한 광원(1712)의 각도를 결정하도록 전기적으로 특징지어질 수 있다. 이하에서 논의되는 바와 같이, 본 개시의 시스템들 및 방법들은 HMD 시스템의 구성요소들의 위치를 결정하기 위해 복수의 광원들 및 검출기들을 사용할 수 있다.

[0113] 예시된 예에서, 제1 원형 편광기(1716)은 광원(1712)에 근접하여(예를 들어, 인접하여) 위치되며, 제2 편광기(1718)는 검출기(1700)에 근접하여 위치된다. 적어도 일부 구현예들에서, 광원(1712)에 의해 방출된 광은 제1 원형 편광기(1716)에 의해 결정된 방식으로 편광될 수 있으며, 산란 검출기(1700)의 제2 원형 편광기(1718)는 광원(1712)으로부터 직접적으로 수신된 광과 산란 검출기(1700)에 의해 수신되기 이전에 산란되거나 또는 반사된 광원들로부터의 광을 구별하도록 구성될 수 있다. 하나의 비-제한적인 예로서, 제1 및 제2 원형 편광기들(1716 및 1718) 중 하나는 각기 오른손잡이형 또는 왼손잡이형 원형 편광기들 중 하나를 포함할 수 있고, 제1 및 제2 원형 편광기들(1716 및 1718) 중 다른 것은 오른손잡이형 또는 왼손잡이형 회전 편광기 중 다른 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원(1712)의 제1 원형 편광기(1716)는 오른손잡이형 원형 편광기를 포함할 수 있으며, 산란 검출기(1700)의 제2 원형 편광기(1718)는 왼손잡이형 원형 편광기를 포함할 수 있다. 이러한 구성에서, 산란 검출기(1700)의 제2 원형 편광기(1718)는 탈편광 표면에 반사된 광(예를 들어, 랜덤한 편광을 가짐), 또는 비-탈편광 표면(예를 들어, 유리, 금속, 아크릴, 등)에서 반사되고 반사 이후에 좌측-원형 편광된 광을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 광이 결정된 임계치보다 높은 경우, 추적 시스템은, 반사되거나 또는 산란된 광을 또한 수신했을 가능성이 있다고 결정된 하나 이상의 검출기들로부터의 신호들을 무시할 수 있다.

[0114] 이상의 상세한 설명은 블록도들, 개략도들 및 예들의 사용을 통해 디바이스 및/또는 프로세스들의 다양한 구현예를 기술하였다. 이러한 블록도들, 개략도들, 및 예들이 하나 이상의 기능들 및/또는 동작들을 포함하는 한, 이러한 블록도들, 순서도들, 또는 예들 내의 각각의 기능 및/또는 동작이, 광범위한 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 사실상 이들의 임의의 조합에 의해 개별적으로 및/또는 집합적으로 구현될 수 있음이 당업자들에 의해 이해될 것이다. 일 구현예에서, 본 주제는 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit; ASIC)를 통해 구현될 수 있다. 그러나, 당업자들은, 본원에서 개시되는 구현예들이, 전체적으로 또는 부분적으로, 하나 이상의 컴퓨터들 상에서 실행되는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들로서(예를 들어, 하나 이상의 컴퓨터 시스템들 상에서 실행되는 하나 이상의 프로그램들로서), 하나 이상의 제어기들(예를 들어, 마이크로 제어기들) 상에서 실행되는 하나 이상의 프로그램들로서, 하나 이상의 프로세서들(예를 들어, 마이크로프로세서들) 상에서 실행되는 하나 이상의 프로그램들로서, 펌웨어로서, 또는 사실상 이들의 임의의 조합으로서, 표준 집적 회로들 내에서 동등하게 구현될 수 있다는 것, 및 회로부를 설계하는 것 및/또는 소프트웨어 및/또는 펌웨어에 대한 코드를 작성하는 것이 본 개시의 내용을 고려하여 당업자의 기술 범위 내에 있다는 것을 인식할 것이다.

[0115] 당업자들은, 본원에서 기술되는 방법들 및 알고리즘들 중 다수가 추가적인 액트들을 이용할 수 있거나, 일부 액트들을 생략할 수 있거나, 및/또는 명시된 것과는 상이한 순서로 실행될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0116] 이에 더하여, 당업자들은, 본원에서 교시되는 메커니즘들이 다양한 형태들의 프로그램 제품들로서 배포될 수 있다는 것, 및 예시적인 구현예가 실제로 배포를 수행하기 위하여 사용되는 신호 함유 매체들의 특정 유형과 무관하게 동일하게 적용된다는 것을 이해할 것이다. 신호 함유 매체들의 예들은, 비제한적으로, 다음을 포함한다: 기록가능 유형 매체 예컨대 플로피 디스크들, 하드 디스크 드라이브들, CD ROM들, 디지털 테이프, 및 컴퓨터 메모리.

[0117] 이상에서 설명된 다양한 구현예들이 추가적인 구현예들을 제공하기 위하여 결합될 수 있다. 이들이 본원의 특정

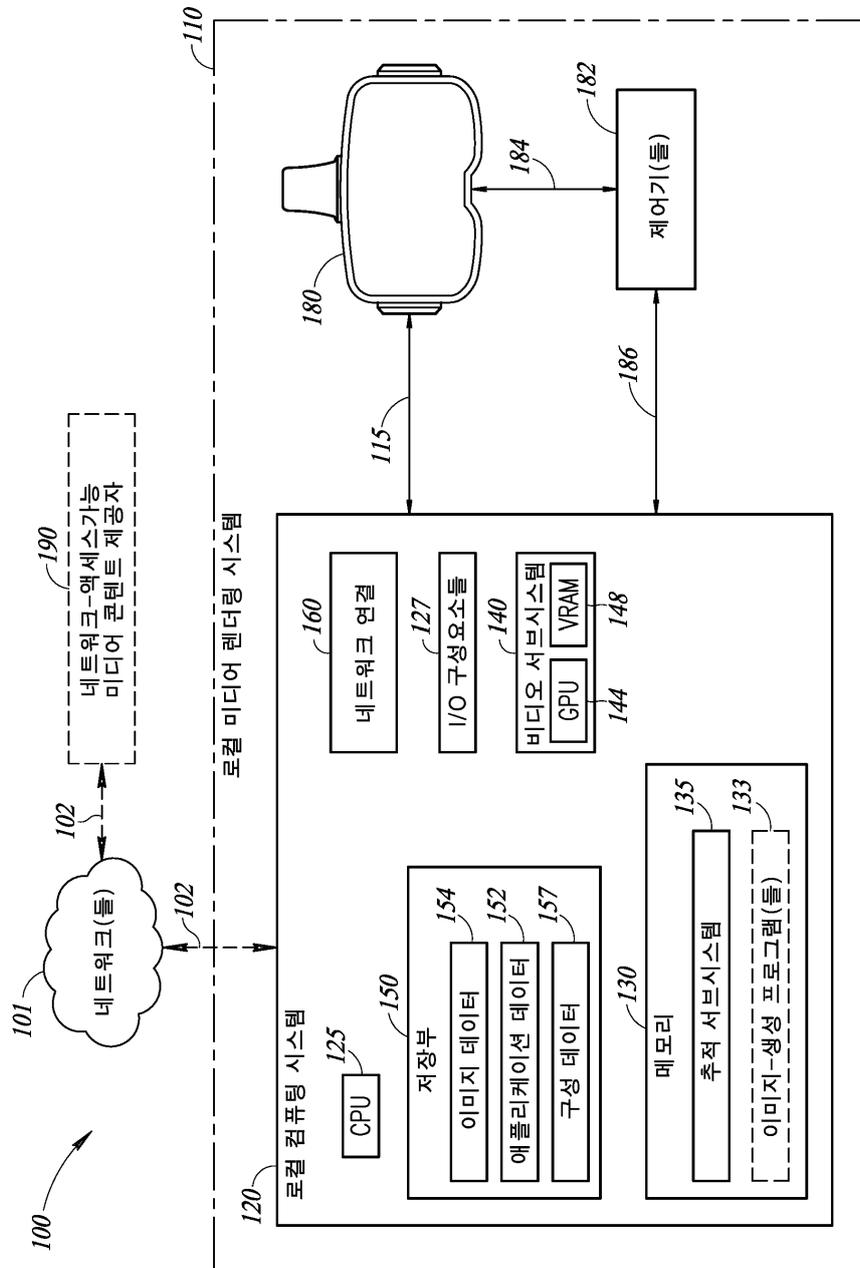
교시들 및 정의들과 부합되지 않는 정도까지, 2020년 02월 06일자로 출원된 미국 가특허 출원 일련 번호 제 62/971,181호를 포함하여, 본 명세서에서 언급된 미국 특허들, 미국 특허 출원 공보들, 미국 특허 출원들, 외국 특허들, 외국 특허 출원들 및 비-특허 공개문헌들의 전부는 그 전체가 본원에 참조로서 포함된다. 추가적인 구현예들을 제공하기 위하여 다양한 특허들, 출원들 및 공개문헌들의 시스템들, 회로들 및 개념들을 이용하는 것이 필요한 경우, 구현예들의 측면들이 수정될 수 있다.

[0118]

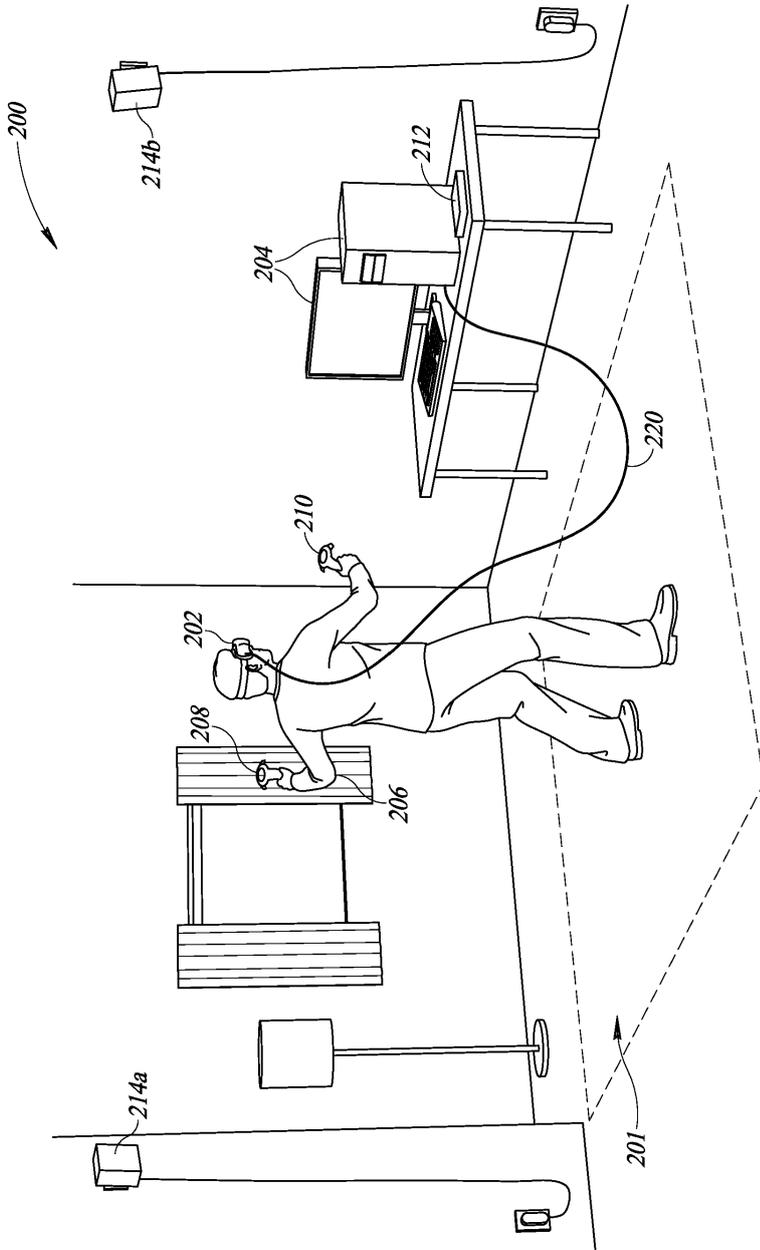
이상의 상세한 설명을 고려하여 구현예들에 대하여 이러한 그리고 다른 변화들이 이루어질 수 있다. 일반적으로, 다음의 청구항들에 있어, 사용되는 용어들은 청구항들을 명세서 및 청구항들에 개시된 특정 구현예들로 한정하도록 해석되지 않아야만 하며, 오히려 이러한 청구항들에 대한 등가물들의 완전한 범위와 함께 가능한 모든 구현예들을 포함하는 것으로 해석되어야만 한다. 따라서, 청구항들은 본 개시에 의해 한정되지 않는다.

도면

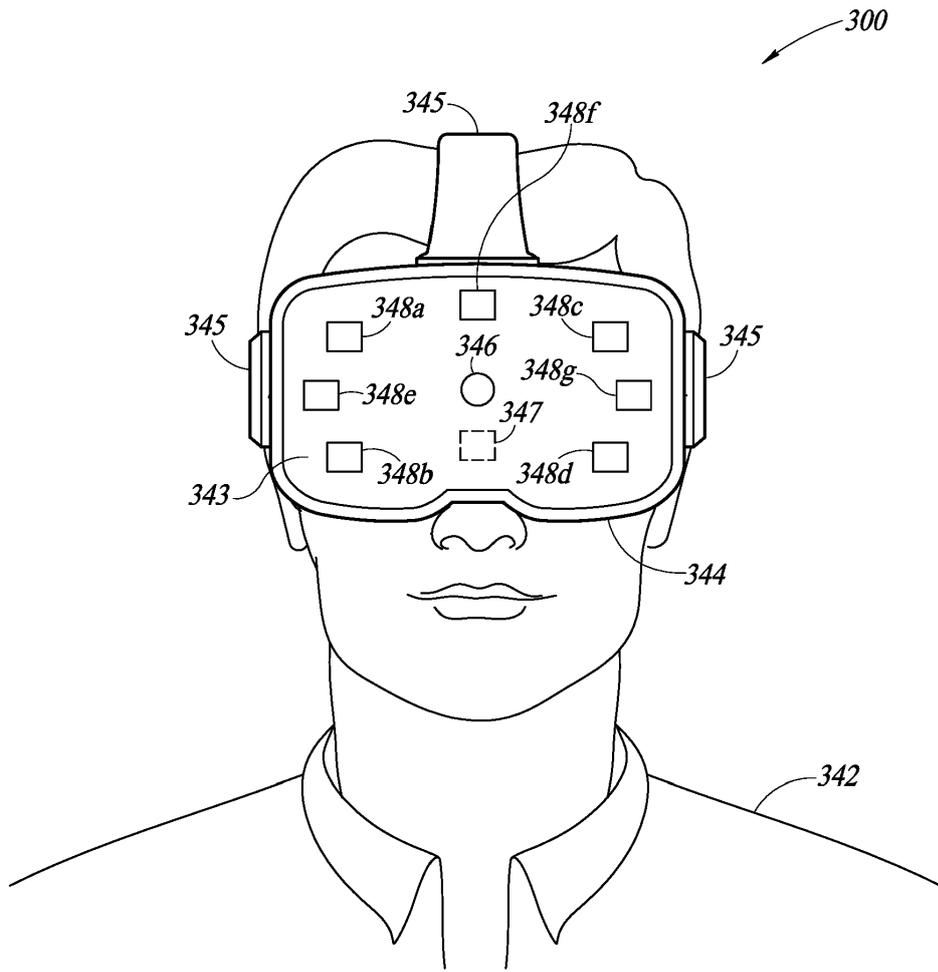
도면1



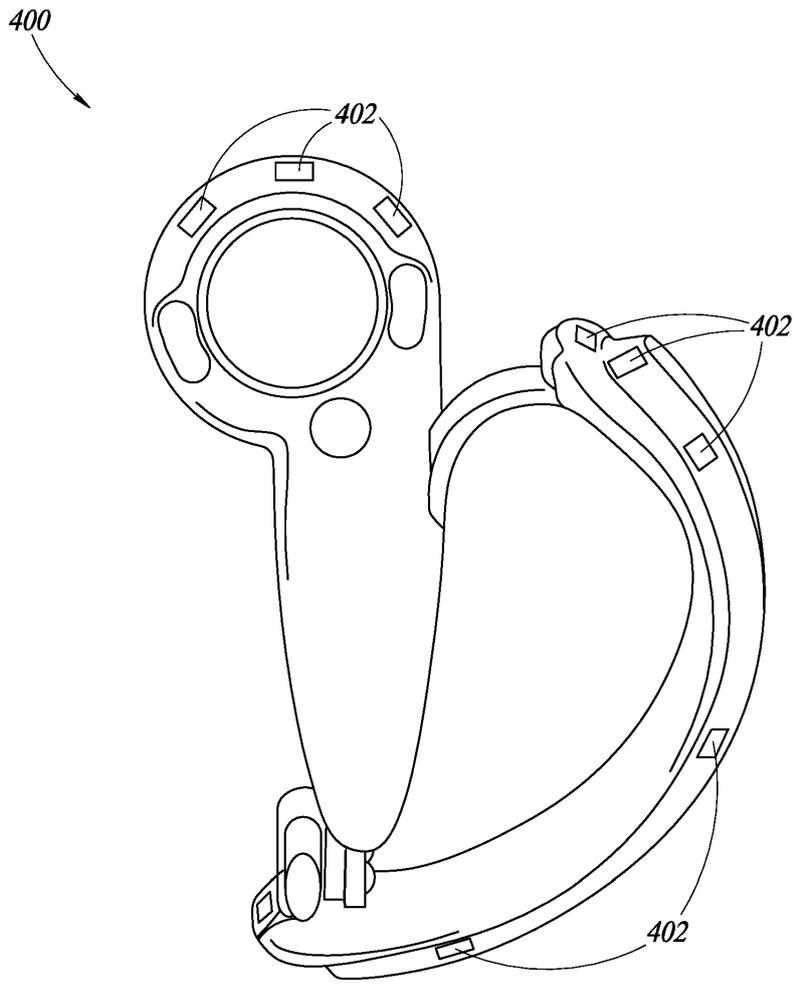
도면2



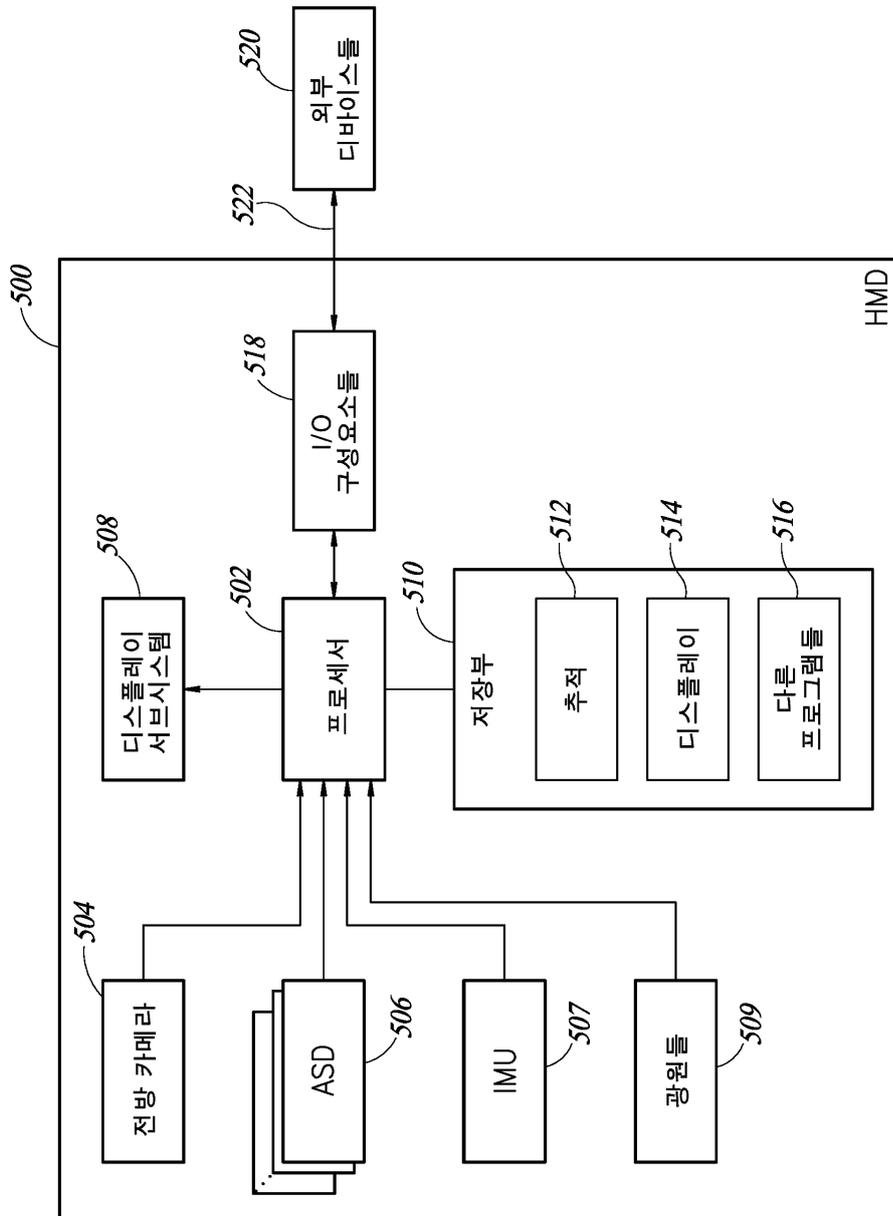
도면3



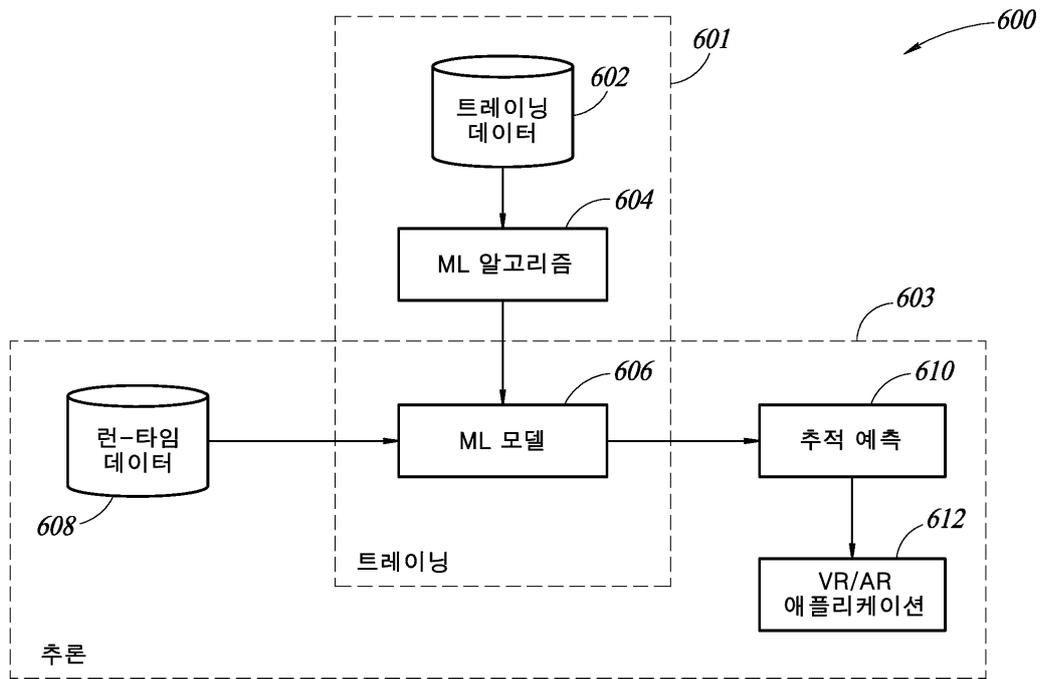
도면4



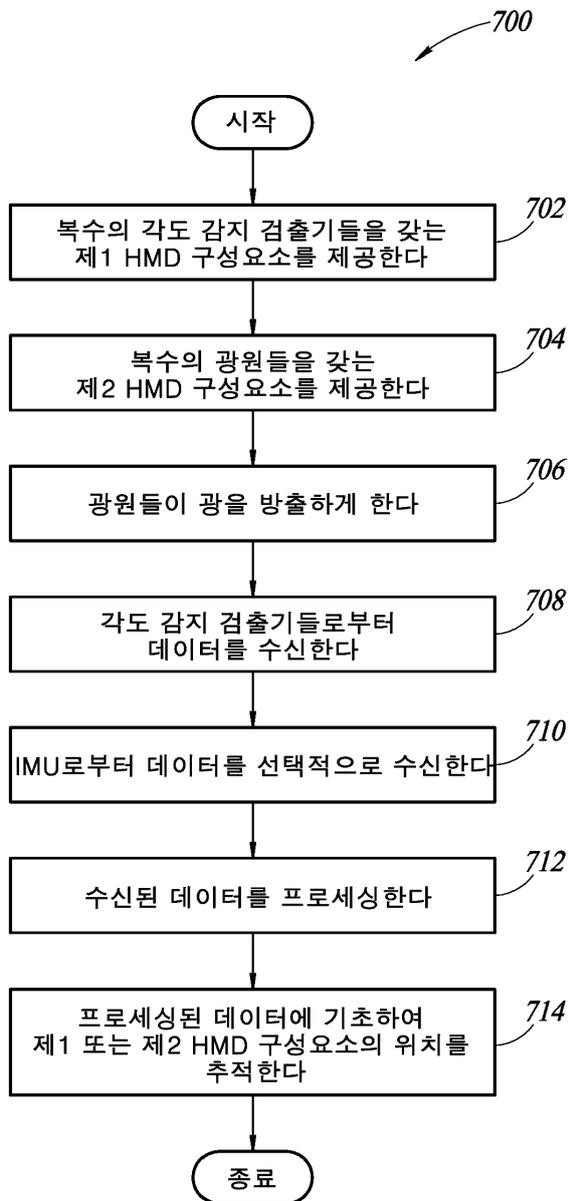
도면5



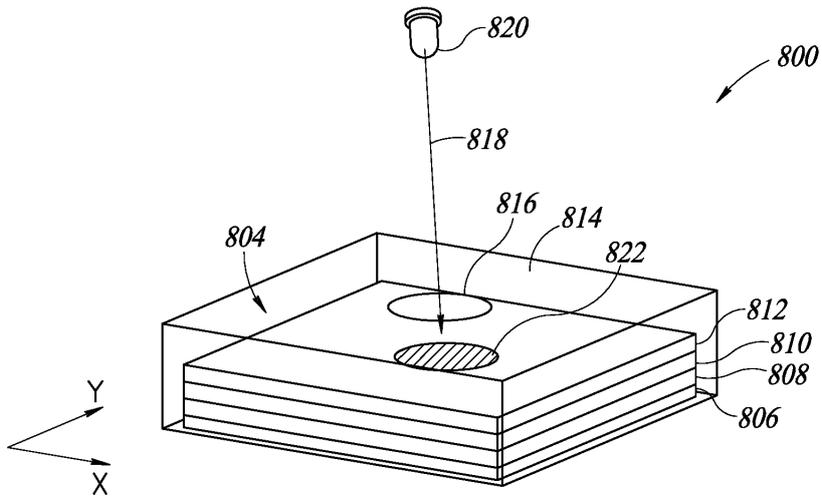
도면6



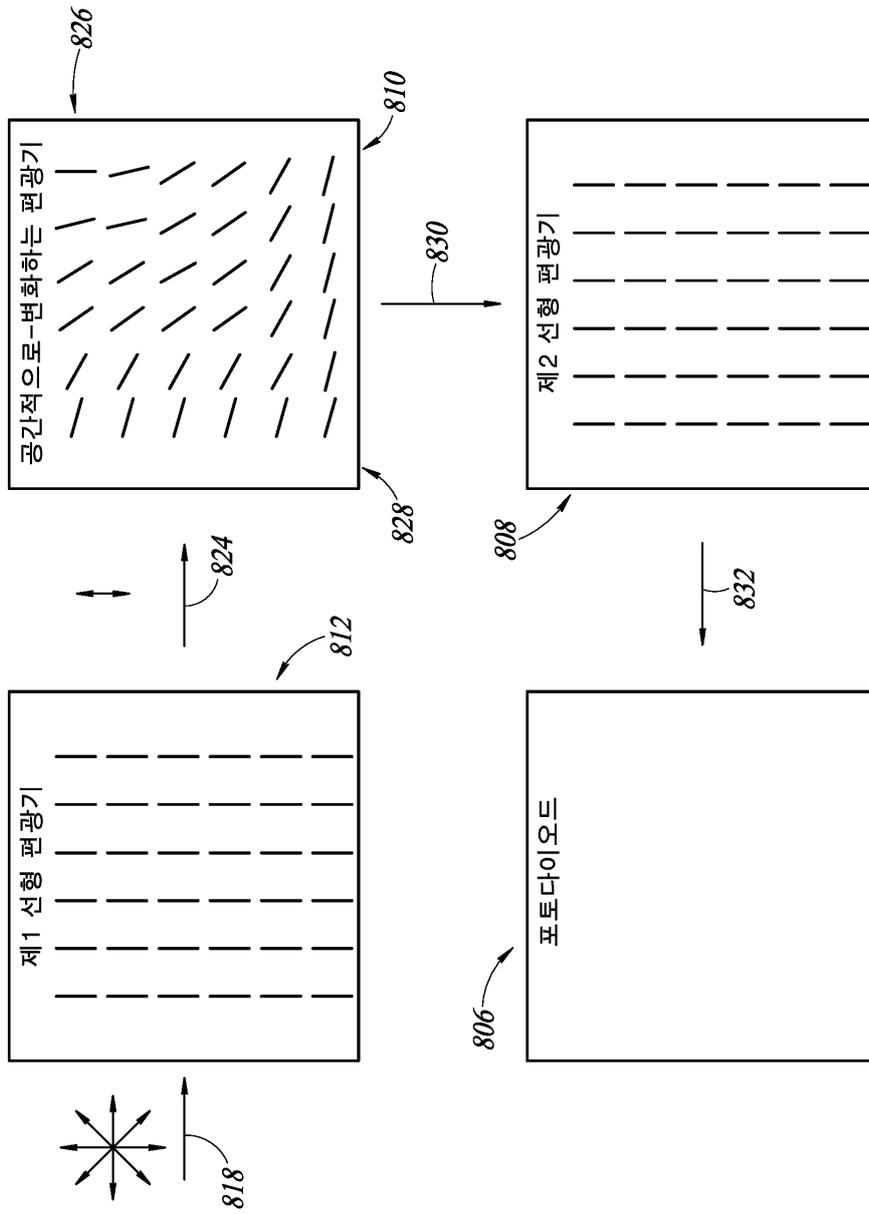
도면7



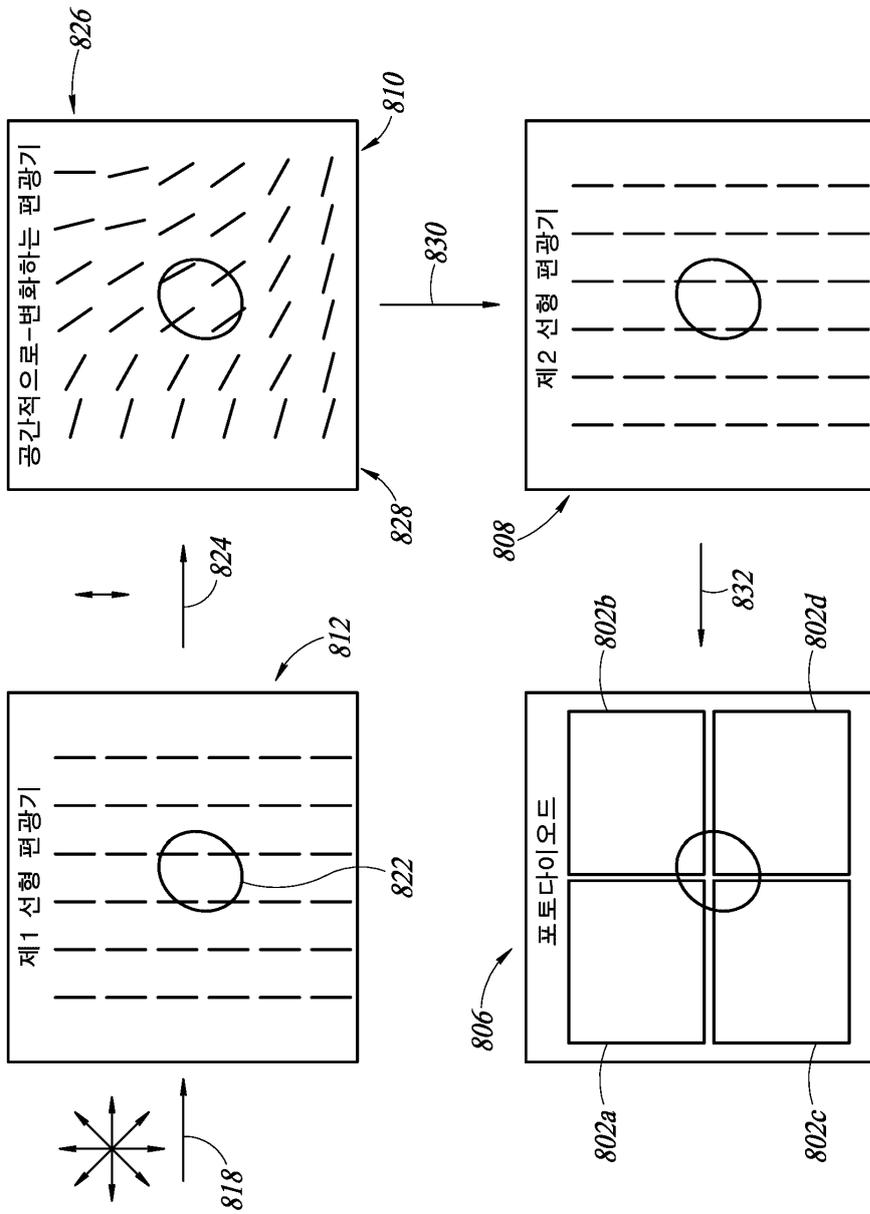
도면8



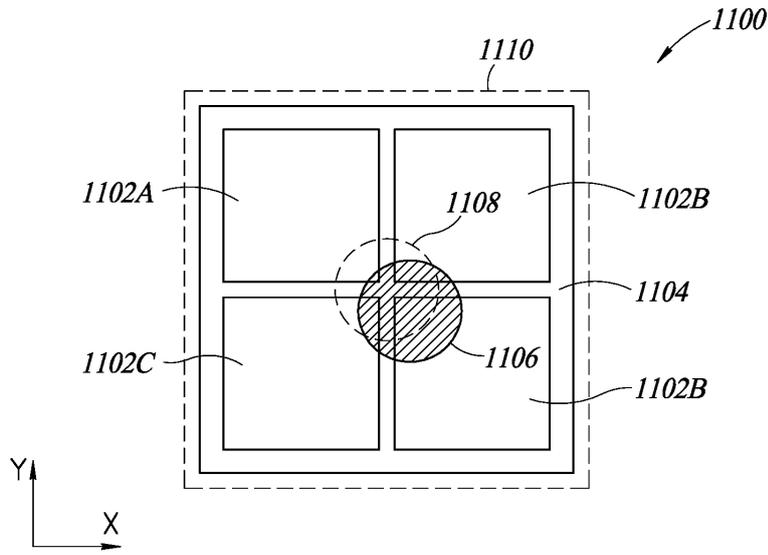
도면9



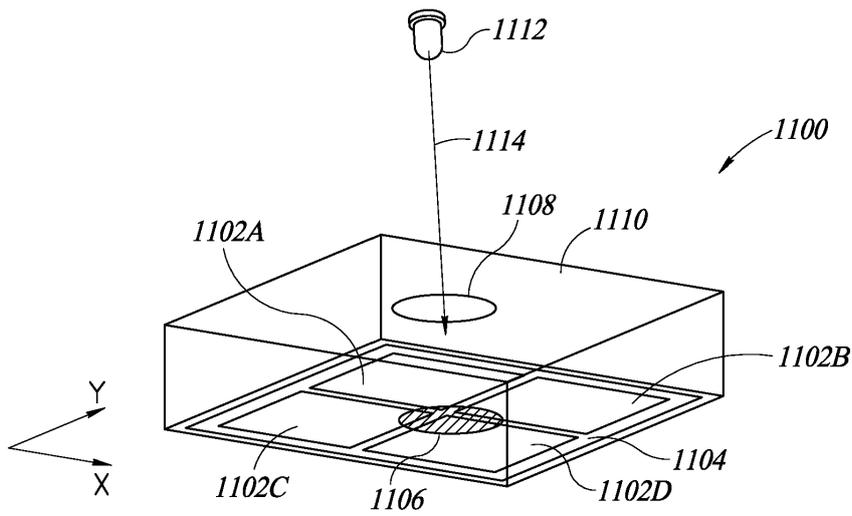
도면10



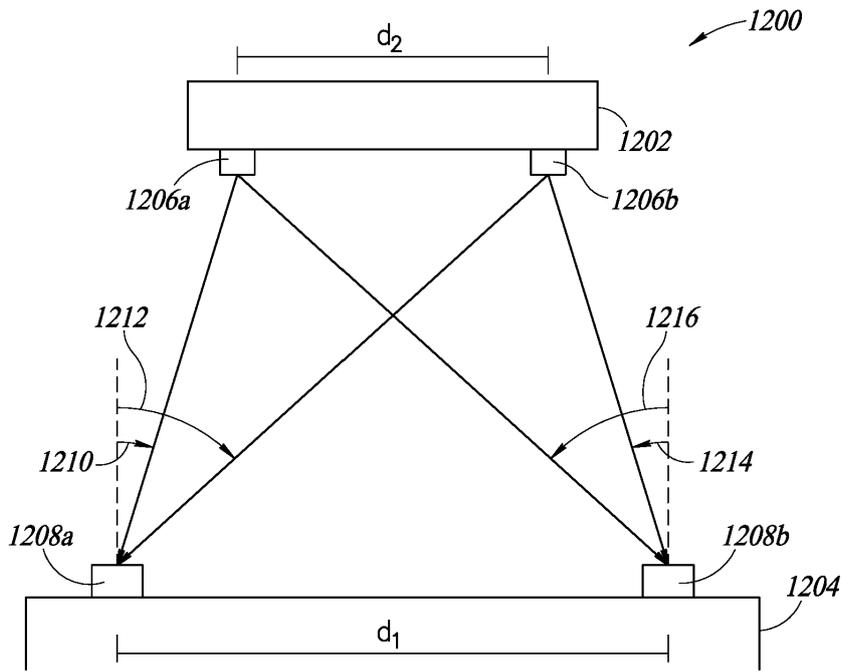
도면11a



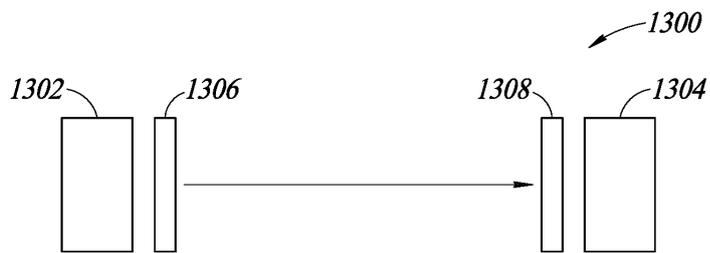
도면11b



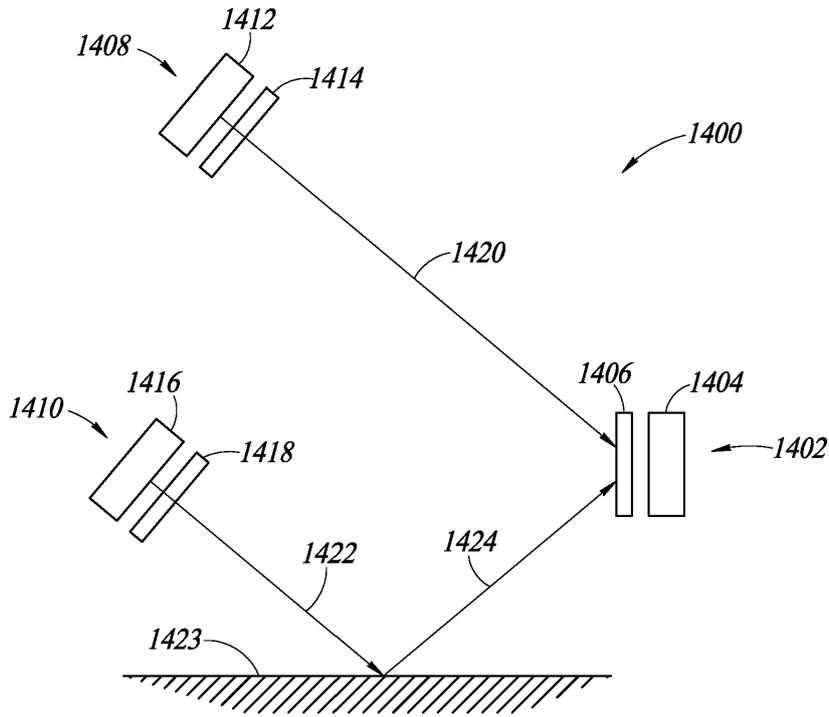
도면12



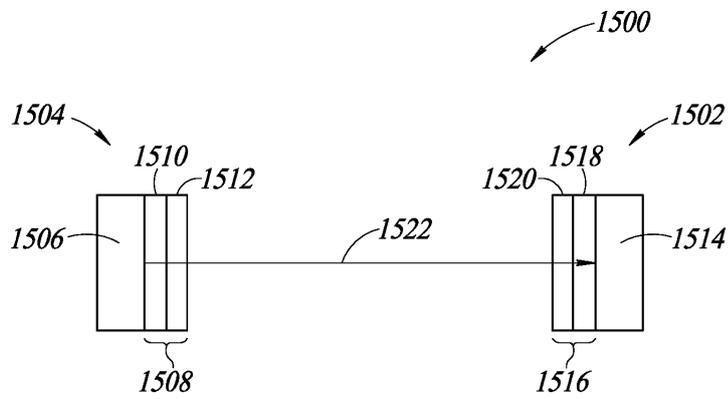
도면13



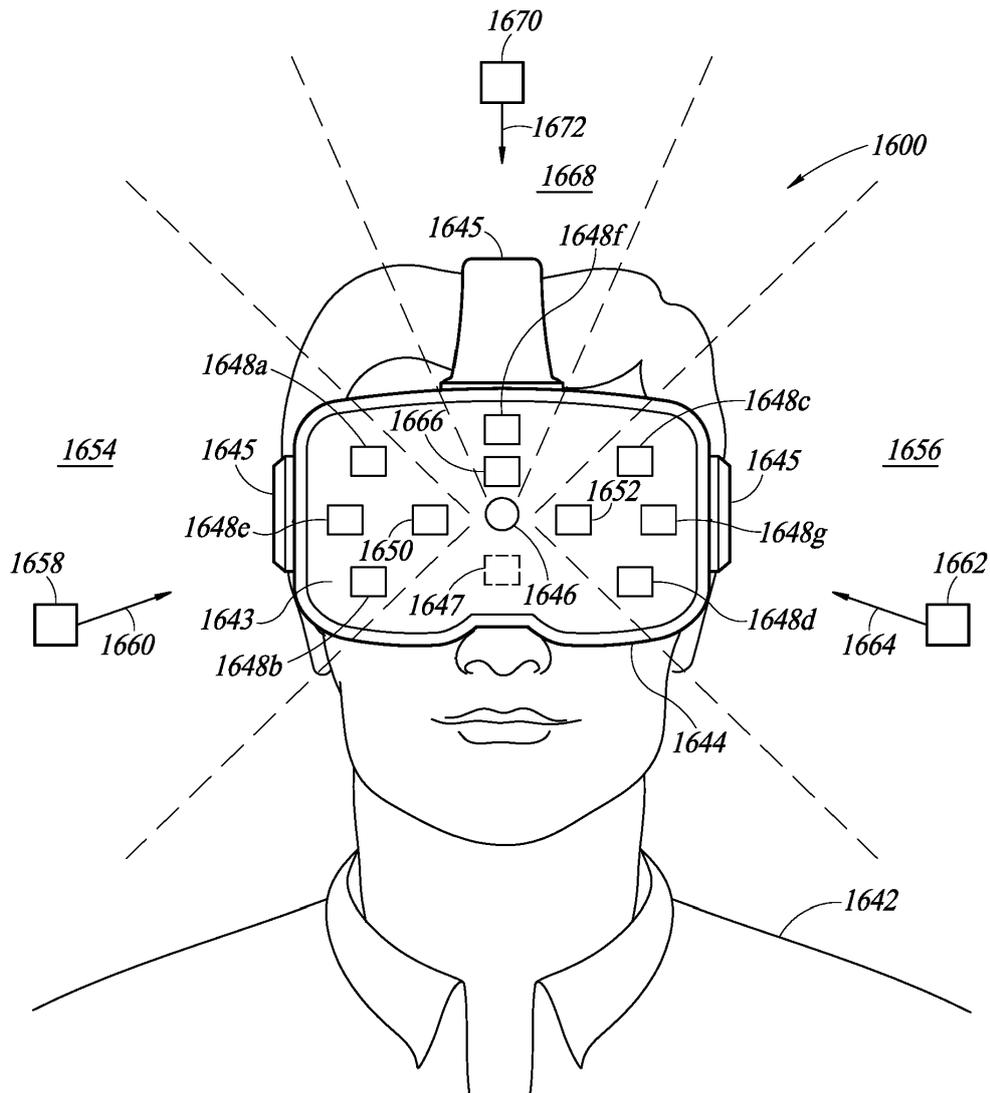
도면14



도면15



도면16



도면17

