



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0129666
(43) 공개일자 2022년09월23일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/30 (2022.01) G02B 27/01 (2006.01)
G02B 27/28 (2020.01) G02F 1/13363 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G02B 5/3016 (2013.01)
G02B 27/0172 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-7030968
(22) 출원일자(국제) 2021년02월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년09월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/017089
(87) 국제공개번호 WO 2021/162990
국제공개일자 2021년08월19일
(30) 우선권주장
62/975,064 2020년02월11일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
벨브 코포레이션
미국 워싱턴 (우편번호 98004) 벨뷰 엔이 포스 스트리트 10400 스위트 1400</p> <p>(72) 발명자
허드만, 조슈아 마크
미국 98004 워싱턴 벨뷰 엔이 포스 스트리트 10400 스위트 1400 벨브 코포레이션 내
라우쉬, 카메론 웨이드
미국 98004 워싱턴 벨뷰 엔이 포스 스트리트 10400 스위트 1400 벨브 코포레이션 내</p> <p>(74) 대리인
특허법인에이아이피</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 23 항

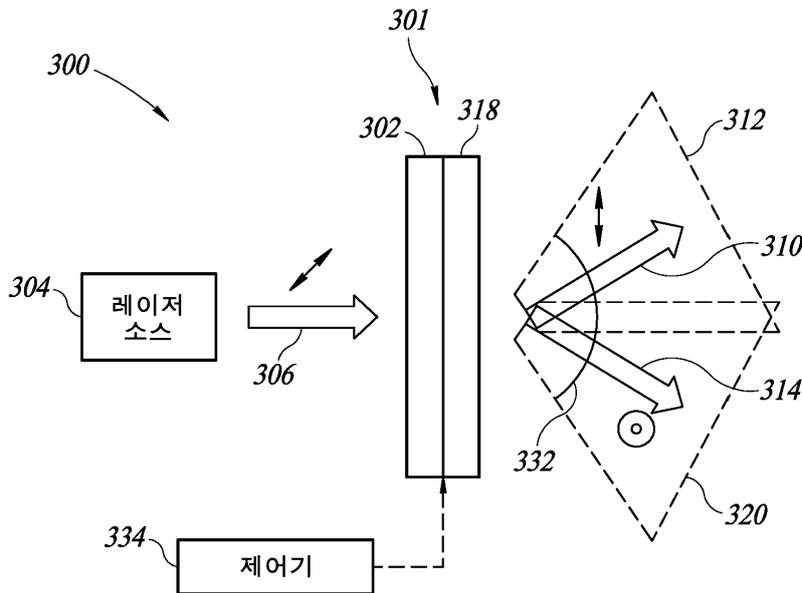
(54) 발명의 명칭 조명 광학부에 대한 회절 요소들의 편광-기반 멀티플렉싱

(57) 요약

시스템들 및 방법들은 다양한 애플리케이션들에 대한 개선된 조명 광학부를 제공한다. 조명 광학부는, 통상적인 회절 광학적 요소들에 비해 입사 콜리메이팅된 빔에 대해 큰 확산 각도를 제공하거나 또는 더 미세한 디테일 또는 해상도를 제공하는 광학적 빔 확산 구조체를 포함할 수 있다. 광학적 빔 확산 구조체는, 서로 광학적으로 정

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



렬된 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들은 멀티-트위스트 지연기(multi-twist retarder; MTR)와 같은 액정 재료로 형성될 수 있다. 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들은 직교 편광 상태들의 광을 회절시킬 수 있으며, 이는 상이한 회절 패턴들이 단일 광학적 구조체에서 사용되는 것을 가능하게 한다. 2개의 패턴들은 제1 및 제2 시야들 중 하나보다 더 큰 결합된 시야를 제공할 수 있거나, 또는 제1 또는 제2 시야들이 단독으로 제공할 수 있는 것보다 더 미세한 디테일 또는 해상도를 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G02B 27/0176 (2013.01)

G02B 27/283 (2013.01)

G02B 5/3083 (2013.01)

G02F 1/133636 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광학적 빔 확산 구조체로서,

광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성된 제1 공간적으로 변화하는 편광기(spatially varying polarizer)로서, 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 상기 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 상기 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기; 및

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되며 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 제2 공간적으로 변화하는 편광기로서, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 시야에 걸쳐 상기 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 상기 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 상기 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 각각은 멀티-트위스트 지연기를 포함하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 각각은 액정 재료를 포함하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1 시야 및 상기 제2 시야는 함께 상기 제1 시야 및 상기 제2 시야의 각각보다 더 큰 결합된 시야를 형성하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 광학적 빔 확산 구조체는 머리-착용 디스플레이, 헤드-업 디스플레이, 비행-시간 센서, 또는 스테레오 깊이 센서 내의 구성요소인, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제1 편광 상태의 광을 제1 회절 차수로 회절시키며, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제2 편광 상태의 광을 상기 제1 회절 차수와는 상이한 제2 회절 차수로 회절시키는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제1 회절 차수 및 상기 제2 회절 차수 중 하나는 +1 회절 차수를 포함하며, 상기 제1 회절 차수 및 상기 제2 회절 차수 중 다른 하나는 -1 회절 차수를 포함하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 광학적 빔 확산 구조체는,

상기 입사 광 빔을 생성하도록 동작하는 레이저 광원을 더 포함하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 입사 광 빔은 상기 제1 및 제2 편광 상태들에 대해 45 도인 각도로 편광되는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제1 시야 및 상기 제2 시야는 서로 적어도 부분적으로 중첩되는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제2 시야는 상기 제1 시야와는 상이한, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제1 편광 상태 및 상기 제2 편광 상태 중 하나는 p 편광을 포함하며, 상기 제1 편광 상태 및 상기 제2 편광 상태 중 다른 하나는 s 편광을 포함하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향으로 틸트(tilt)를 갖는 네거티브 렌즈를 구현하며, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제1 방향과는 상이한 제2 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현하며, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제1 방향과 반대되는 제2 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현하는, 광학적 빔 확산 구조체.

청구항 15

조명 소스로서,

레이저 광원; 및

광학적 빔 확산 구조체를 포함하며, 상기 광학적 빔 확산 구조체는,

상기 레이저 광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성된 제1 공간적으로 변화하는 편광기로서, 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 상기 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 상기 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기; 및

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되며 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 제2 공간적으로 변화하는 편광기로서, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제1 시야와는 상이한 제2 시야에 걸쳐 상기 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 상기 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 상기 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는, 조명 소스.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 각각은 멀티-트위스트 지연기를 포함하는, 조명 소스.

청구항 17

청구항 15에 있어서,

상기 제1 시야 및 상기 제2 시야는 함께 상기 제1 시야 및 상기 제2 시야의 각각보다 더 큰 결합된 시야를 형성하는, 조명 소스.

청구항 18

청구항 15에 있어서,

상기 조명 소스는 머리-착용 디스플레이, 헤드-업 디스플레이, 비행-시간 센서, 또는 스테레오 깊이 센서 내의 구성요소인, 조명 소스.

청구항 19

청구항 15에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제1 편광 상태의 광을 제1 회절 차수로 회절시키며, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제2 편광 상태의 광을 상기 제1 회절 차수와는 상이한 제2 회절 차수로 회절시키는, 조명 소스.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 제1 회절 차수 및 상기 제2 회절 차수 중 하나는 +1 회절 차수를 포함하며, 상기 제1 회절 차수 및 상기 제2 회절 차수 중 다른 하나는 -1 회절 차수를 포함하는, 조명 소스.

청구항 21

청구항 15에 있어서,

상기 입사 광 빔은 상기 제1 및 제2 편광 상태들에 대해 45 도인 각도로 편광되는, 조명 소스.

청구항 22

청구항 15에 있어서,

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현하며, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 상기 제1 방향과는 상이한 제2 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현하는, 조명 소스.

청구항 23

깊이 카메라 시스템으로서,

적어도 하나의 카메라; 및

조명 소스를 포함하며, 상기 조명 소스는,

레이저 광원; 및

광학적 빔 확산 구조체를 포함하며, 상기 광학적 빔 확산 구조체는,

상기 레이저 광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성된 제1 공간적으로 변화하는 편광기로서, 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 상기 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 상기 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기; 및

상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되며 상기 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 제2 공간적으로 변화하는 편광기로서, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 시야에 걸쳐 상기 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 상기 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 상기 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 상기 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는, 깊이 카메라 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 전반적으로 조명 광학부에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 다양한 애플리케이션들은 콜리메이팅(collimate)된 빔(예를 들어, 레이저 빔)을 사용하여 조명 패턴을 제공하는 조명 광학부 및 콜리메이팅된 빔을 확산시키는 광학 시스템(예를 들어, 네거티브 렌즈, 빔 스플리터)을 사용한다. 이러한 애플리케이션들은 헤드-업 디스플레이들, 머리-착용 디스플레이(head-mounted display; HMD) 시스템들, 비행-시간(time-of-flight) 센서들, 스테레오 깊이 센서들, 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 능동 스테레오 카메라 센싱은 IR을 검출할 수 있는 하나 이상의 카메라들과 함께 적외선(infrared; IR) 투영 패턴을 사용할 수 있다. 특정 애플리케이션들에 대해, 더 높은 해상도를 가지고 더 큰 시야 및 거리들에서 동작하는 센서들 및 조명 광학부를 제공하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0003] 그들의 감소된 크기, 중량, 및 그들의 기능 때문에, 하나 이상의 회절 광학적 요소(diffractive optical element; DOE)들과 함께 IR 레이저들은 이러한 패턴들을 생성하기 위한 조명 소스들 또는 프로젝터들로서 사용되었다. 그러나, DOE의 시야 또는 "확산 각도"는 격자들 사이의 이것의 거리 또는 피치에 의해 본질적으로 제한되며, 이는 확산 각도와 해상도 또는 디테일(detail) 사이의 트레이드오프를 요구한다. 따라서, 현재 이용가능한 것보다 더 큰 시야를 제공하거나 및/또는 더 미세한 디테일 또는 해상도를 제공하는 다양한 애플리케이션들에 대한 조명 광학부를 제공할 필요성이 있다.
- [0004] 이상에서 언급된 바와 같이, 이러한 조명 광학부에 대한 예시적인 애플리케이션들은, 고정식 컴퓨터(예컨대, 개인용 컴퓨터("PC"), 랩탑, 또는 게임 콘솔)에 테더링되거나, 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 생성되는 가상 현실(virtual reality; "VR") 경험들을 포함한다. 일반적으로, HMD들은, 하나의(단안 HMD) 또는 각각의 눈(쌍안 HMD)의 전망에 소형 디스플레이 디바이스를 갖는, 사용자의 머리에 착용되는 디스플레이 디바이스들이다. 디스플레이 유닛들은 전형적으로 소형화되며, 예를 들어, CRT, LCD, 실리콘 위액정(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.
- [0005] 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 전망에서 실제 또는 물리적 현실 뷰(view)를 "가상" 현실로 치환하며, 반면 증강 현실 시스템들은 전형적으로, 실제 뷰가 추가적인 정보로 증강되도록 착용자의 눈들의 전망에 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, 이러한 머리-착용 디스플레이의 착용자의 움직임은 다양한 방식들로, 예컨대 머리-착용 디스플레이 내의 및/또는 그 외부의 센서들을 통해 추적될 수 있다.
- [0006] 위치 추적은, HMD가 절대 위치를 검출하기 위한 소프트웨어 및 하드웨어의 조합을 사용하여 그 주위의 환경에 대하여 그것의 위치를 추정하는 것을 가능하게 한다. 위치 추적은 가상 현실에서 중요한 특징이며, 이는 6 자유도(six degrees of freedom; 6DOF)로 움직임을 추적하는 것을 가능하게 만든다. 위치 추적은 가상 현실 경험에 대해 다양한 이점들을 가능하게 한다. 예를 들어, 위치 추적은 더킹(ducking), 전방으로 기울이는 것 또는 점핑과 같은 상이한 액션들을 반영하기 위하여 사용자의 시점을 변화시킬 수 있으며, 가상 환경 내에서 사용자의 손들 또는 다른 물체들의 표현을 가능하게 할 수 있다. 위치 추적은 또한, 시차(parallax)(즉, 눈에 더 가까운 물체들이 더 멀리 있는 물체들보다 더 빠르게 움직이는 방식) 때문에 가상 환경의 3D 인식을 개선한다.
- [0007] 음향 추적, 관성 추적, 자기 추적, 광학 추적, 등 및/또는 이들의 조합들을 포함하여 위치 추적의 상이한 방법들이 존재한다. 인사이드-아웃(inside-out) 추적은, HMD들 및/또는 관련된 물체들(예를 들어, 제어기들)의 위치를 추적하기 위해 사용될 수 있는 유형의 위치 추적이다. 인사이드-아웃 추적은, HMD의 위치를 결정하기 위해 사용되는 카메라들 또는 다른 센서들의 위치에 의해 아웃사이드-인(outside-in) 추적과는 상이하다. 인사이드-아웃 추적에 대하여, 카메라 또는 센서들은 HMD 또는 추적되는 물체 상에 위치되며, 반면 아웃사이드-아웃 추적에서 카메라 또는 센서들은 환경 내의 고정 로케이션에 위치된다.
- [0008] 인사이드-아웃 추적을 사용하는 HMD는, 환경에 대하여 그것의 위치가 변화하는 방식을 결정하기 위하여 "룩 아웃(look out)"하기 위해 하나 이상의 카메라들을 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.

[0009] 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.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0010] 광학적 빔 확산 구조체는, 광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성된 제1 공간적으로 변화하는 편광기 (spatially varying polarizer)로서, 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 제1 공간적으로 변화하는 편광기; 및 제1 공간적으로 변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되며 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 제2 공간적으로 변화하는 편광기로서, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 시야에 걸쳐 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는 것으로서 요약될 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 각각은 멀티-트위스트 지연기를 포함할 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 각각은 액정 재료를 포함할 수 있다. 제1 시야 및 제2 시야는 함께 제1 시야 및 제2 시야의 각각보다 더 큰 결합된 시야를 형성할 수 있다. 광학적 빔 확산 구조체는 머리-착용 디스플레이, 헤드-업 디스플레이, 비행-시간 센서, 또는 스테레오 깊이 센서 내의 구성요소일 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 편광 상태의 광을 제1 회절 차수(diffractive order)로 회절시킬 수 있으며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 편광 상태의 광을 제1 회절 차수와는 상이한 제2 회절 차수로 회절시킬 수 있다. 제1 회절 차수 및 제2 회절 차수 중 하나는 +1 회절 차수를 포함할 수 있으며, 제1 회절 차수 및 제2 회절 차수 중 다른 하나는 -1 회절 차수를 포함할 수 있다.

[0011] 광학적 빔 확산 구조체는 입사 광 빔을 생성하도록 동작가능한 레이저 광원을 더 포함할 수 있다. 입사 광 빔은 제1 및 제2 편광 상태들에 대해 45 도인 각도로 편광될 수 있다. 제1 시야 및 제2 시야는 서로 적어도 부분적으로 중첩될 수 있다. 제2 시야는 제1 시야와는 상이할 수 있다. 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태 중 하나는 p 편광을 포함할 수 있으며, 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태 중 다른 하나는 s 편광을 포함할 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있으며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향과는 상이한 제2 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있으며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향과 반대되는 제2 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있다.

[0012] 조명 소스는, 레이저 광원; 및 광학적 빔 확산 구조체를 포함하며, 광학적 빔 확산 구조체는, 레이저 광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성된 제1 공간적으로 변화하는 편광기로서, 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 제1 공간적으로 변화하는 편광기; 및 제1 공간적으로 변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되며 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 제2 공간적으로 변화하는 편광기로서, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야와는 상이한 제2 시야에 걸쳐 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는 것으로서 요약될 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 각각은 멀티-트위스트 지연기를 포함할 수 있다. 제1 시야 및 제2 시야는 함께 제1 시야 및 제2 시야의 각각보다 더 큰 결합된 시야를 형성할 수 있다. 조명 소스는 머리-착용 디스플레이, 헤드-업 디스플레이, 비행-시간 센서, 또는 스테레오 깊이 센서 내의 구성요소일 수 있다. 제1

공간적으로 변화하는 편광기는 제1 편광 상태의 광을 제1 회절 차수(diffractive order)로 회절시킬 수 있으며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 편광 상태의 광을 제1 회절 차수와는 상이한 제2 회절 차수로 회절시킬 수 있다. 제1 회절 차수 및 제2 회절 차수 중 하나는 +1 회절 차수를 포함할 수 있으며, 제1 회절 차수 및 제2 회절 차수 중 다른 하나는 -1 회절 차수를 포함할 수 있다. 입사 광 빔은 제1 및 제2 편광 상태들에 대해 45도 인 각도로 편광될 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있으며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 방향과는 상이한 제2 방향으로 틸트를 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있다.

[0013]

깊이 카메라 시스템은, 적어도 하나의 카메라; 및 조명 소스를 포함하며, 조명 소스는, 레이저 광원; 및 광학적 빔 확산 구조체를 포함하며, 광학적 빔 확산 구조체는, 레이저 광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성된 제1 공간적으로 변화하는 편광기로서, 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 제1 공간적으로 변화하는 편광기; 및 제1 공간적으로 변화하는 편광기와 광학적으로 정렬되며 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치되는 제2 공간적으로 변화하는 편광기로서, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 시야에 걸쳐 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작하며, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는, 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는 것으로서 요약될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014]

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 본 개시의 설명되는 기술에 따른 특정 실시예들에서 특정 방식들의, 쌍안 디스플레이 패널들을 포함하는 머리-착용 디스플레이 시스템의 상단 평면도를 예시한다.

도 2는 본 개시의 설명되는 기술에 따른 특정 실시예들에서 특정 방식들의, 스테레오 깊이 카메라의 구성요소들인 전방 카메라들 및 프로젝터, 및 쌍안 디스플레이 서브시스템들을 포함하는 머리-착용 디스플레이 시스템의 도식적인 정면도이다.

도 3a는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 이것의 기능을 예시하는, 광학적 빔 확산 구조체의 제1 공간적으로 변화하는 편광기의 측면 단면도이다.

도 3b는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 이것의 기능을 예시하는, 광학적 빔 확산 구조체의 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 측면 단면도이다.

도 4a는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 이것의 예시적인 위상 프로파일을 보여주는, 제1 공간적으로 변화하는 편광기의 평면도이다.

도 4b는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 이것의 예시적인 위상 프로파일을 보여주는, 제2 공간적으로 변화하는 편광기의 평면도이다.

도 5는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함하는 광학적 빔 확산 구조체를 포함하는 조명 소스의 측면 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

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 예들에서, 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.

- [0016] 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).
- [0017] 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.
- [0018] 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.
- [0019] 본원에서 제공되는 본 개시의 표제 및 요약은 오로지 편의를 위한 것이며, 구현예들의 의미 또는 범위를 해석하지 않는다.
- [0020] 본 개시의 시스템들 및 방법들은, 헤드-업 디스플레이들, 머리-착용 디스플레이(head-mounted display; HMD) 시스템들, 비행-시간 센서들, 스테레오 깊이 센서들, 등과 같은, 다양한 애플리케이션들에 대한 개선된 조명 광학부를 제공하는 것에 관한 것이다. 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따르면, 격자들 사이의 그들의 거리 또는 피치에 의해 제한되는 통상적인 회절 광학적 요소들에 비해 입사 콜리메이팅된 빔에 대해 상대적으로 큰 확산 각도를 제공할 수 있거나 및/또는 더 미세한 디테일 또는 해상도를 제공할 수 있는 광학적 빔 확산 구조체가 제공된다.
- [0021] 이하에서 추가로 논의되는 바와 같이, 광학적 빔 확산 구조체는, 서로 광학적으로 정렬된 제1 공간적으로 변화하는 편광기 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들은 멀티-트위스트 지연기(multi-twist retarder; MTR)와 같은 액정 재료로 형성될 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기는, 레이저 소스와 같은 광원으로부터 입사 광 빔을 수신하도록 구성될 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 입사 광 빔은 특정 각도로 편광될 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기는, 제1 시야에 걸쳐 제1 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작가능할 수 있으며, 제2 편광 상태를 갖는 입사 광은 제1 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는다. 예를 들어, 제1 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 편광 상태의 광에 대해 제1 방향으로 틸트(tilt) 패턴을 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있다. 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제1 공간적으로 변화하는 편광기로부터 광을 수신하도록 위치될 수 있으며, 제2 시야에 걸쳐 제2 편광 상태의 광을 회절시키고, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광을 통과시키도록 동작가능할 수 있으며, 제1 편광 상태를 갖는 입사 광은 제2 공간적으로 변화하는 편광기에 의해 회절되지 않는다. 예를 들어, 제2 공간적으로 변화하는 편광기는 제2 편광 상태의 광에 대해 제2 방향(예를 들어, 제1 방향에 반대됨)으로 틸트 패턴을 갖는 네거티브 렌즈를 구현할 수 있다. 따라서, 제1 시야 및 제2 시야는 함께 제1 및 제2 시야들 중 하나보다 더 큰 결합된 시야를 제공하거나 및/또는 제1 시야 또는 제2 시야가 단독으로 제공하는 것보다 더 미세한 디테일을 제공한다.
- [0022] 처음에, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 개시의 조명 광학부에 대한 비-제한적인 예시적인 HMD 시스템이 논의된다. 이상에서 언급된 바와 같이, 본 개시의 특징들은, 통상적인 DOE들에 비해 상대적으로 큰 확산 각도들 및/또는 더 미세한 디테일을 제공하는 광학부를 사용하는 것이 바람직한 다수의 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 그런 다음, 본 개시의 광학적 빔 확산 구조체를 포함하는 조명 소스의 일 실시예가 도 3 내지 도 5를 참조하여 논의된다.
- [0023] 예시적인 애플리케이션: HMD에 대한 스테레오 깊이 카메라
- [0024] 도 1은, 눈-근접(near-to-eye) 디스플레이 시스템들(102 및 104)의 쌍을 포함하는 HMD 시스템(100)의 간략화된 상단 평면도이다. 눈-근접 디스플레이 시스템들(102 및 104)은 각각 디스플레이들(106 및 108)(예를 들어, OLED 마이크로-디스플레이들) 및 각기 하나 이상의 광학적 렌즈들을 갖는 개별적인 광학 시스템들(110 및 112)을 포함한다. 디스플레이 시스템들(102 및 104)은, 전방 부분(116), 좌측 안경다리(temple)(118) 및 우측 안경다리(120)를 포함하는 지지 구조체 또는 프레임(114) 또는 다른 장착 구조체에 장착될 수 있다. 2개의 디스플레이 시스템들(102 및 104)은, 사용자(124)의 머리(122) 상에 착용될 수 있는 안경 장치 내의 프레임(114)에 고정될 수 있다. 좌측 안경다리(118) 및 우측 안경다리(120)는 각기 사용자의 귀들(126 및 128) 위에 놓일 수 있으며, 반면 코 어셈블리(미도시)가 사용자의 코(130) 위에 놓일 수 있다. 프레임(114)은 2개의 광학 시스템들(110 및

112)의 각각을 각기 사용자의 눈들(132 및 134) 중 하나의 전방에 위치시키도록 성형되고 크기가 결정될 수 있다. 프레임(114)이 설명의 목적들을 위하여 안경과 유사하게 간략화된 방식으로 도시되지만, 실제로는 더 정교한 구조체들(예를 들어, 고글, 통합 머리밴드, 헬멧, 스트랩들, 등)이 사용자(124)의 머리(122) 상에 디스플레이 시스템들(102 및 104)을 위치시키고 지지하기 위하여 사용될 수 있다.

[0025] 도 1의 HMD 시스템(100)은, 예컨대 초 당 30 프레임(또는 이미지) 또는 초 당 90 프레임과 같은 디스플레이 레이트(rate)로 표현되는 대응하는 비디오를 통해 사용자(124)에게 가상 현실 디스플레이를 나타낼 수 있으며, 반면 유사한 시스템의 다른 실시예들은 사용자(124)에게 증강 현실 디스플레이를 나타낼 수 있다. 디스플레이들(106 및 108)의 각각은, 각기 사용자(124)의 눈들(132 및 134) 상으로 개별적인 광학 시스템들(110 및 112)을 통해 전달되며 이에 의해 포커싱되는 광을 생성할 수 있다. 본원에 예시되지는 않았지만, 눈들의 각각은 이를 통해 광이 눈 내로 전달되는 동공 개구(pupil aperture)를 포함하며, 여기에서 동공 크기는 매우 밝은 조건들에서 2 mm(밀리미터)로부터 어두운 조건들에서 무려 8mm까지의 범위를 가지며, 반면 동공이 포함되는 더 큰 홍채는 대략 12 mm의 크기를 가질 수 있다 - 동공(및 둘러싸는 홍채)은 전형적으로 수평 및/또는 수직 방향으로 수 밀리미터만큼 눈꺼풀들이 개방된 상태에서 눈의 가시적인 부분 내에서 움직일 수 있으며, 이는 또한 안구가 그것의 중심 주위에서 회전할 때 상이한 수평 및 수직 포지션들에 대하여 디스플레이의 광학적 렌즈 또는 다른 물리적 요소로부터 상이한 깊이들까지 동공을 움직일 것이다(이는 동공이 움직일 수 있는 3차원 체적을 야기한다). 사용자의 동공에 진입하는 광은 이미지들 및/또는 비디오로서 사용자(124)에게 보인다. 일부 구현예들에 있어서, 사용자의 눈들(132 및 134)과 광학적 시스템들(110 및 112)의 각각 사이의 거리는 비교적 짧을 수 있으며(예를 들어, 30 mm 미만, 20 mm 미만), 광학 시스템들 및 디스플레이 시스템들의 중량이 사용자의 얼굴에 상대적으로 가볍기 때문에 이는 유익하게는 HMD 시스템(100)이 사용자에게 더 가볍게 느껴지게 하고, 또한 사용자에게 더 큰 시야를 제공할 수 있다.

[0026] HMD 시스템(100)은 또한, 스테레오 깊이 카메라(136)의 카메라들일 수 있는 전방 카메라들(136a 및 136b)을 포함할 수 있다. 스테레오 깊이 카메라(136)는, 예를 들어, 증강 현실 애플리케이션들에서 또는 가상 현실 애플리케이션들과 관련하여 사용자(124)에게 선택적으로 제공될 수 있는 이미지 데이터를 캡처하도록 동작가능할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 스테레오 깊이 카메라(136)는, 본원의 다른 곳에서 논의되는 바와 같이, 사용 동안 HMD 시스템(100)의 위치를 추적하기 위하여 HMD 시스템(100)의 위치 추적 시스템에 의해 사용될 수 있다. 일 예로서, 카메라들(136a 및 136b)의 각각은, 상대적으로 넓은 각도(예를 들어, 60°, 90°, 120°, 150°)를 갖는 전방 카메라 시야 내에서 소정의 프레임 레이트(예를 들어, 30 Hz, 60 Hz, 90 Hz)로 이미지들을 캡처하는 비디오 카메라 및 연관된 렌즈 시스템을 포함할 수 있다. 일반적으로, 카메라들(136)은 목표 영역의 적어도 일 부분의 이미지를 캡처할 수 있는 임의의 디바이스일 수 있다. 이미지는 컬러 이미지일 수 있거나 또는 그레이스케일 이미지일 수 있다. 일 예로서, 카메라들(136)은, 개구를 통해 카메라들에 진입하는 광을 수정하거나, 리다이렉트(redirect)하거나, 및/또는 포커싱하는 다수의 렌즈들을 포함할 수 있다. 광 센서(예를 들어, CCD)는, 렌즈를 통과하는 광을 수신하고 이미지의 복수의 픽셀들을 나타내는 데이터를 출력할 수 있다. 예를 들어, 데이터는 각각의 픽셀에 대한 강도 값을 제공한다.

[0027] HMD 시스템(100)은 또한, 목표 영역 또는 환경을 향해 광 패턴(예를 들어, 구조화된 광 패턴)을 투영하는 조명 소스 또는 프로젝터(138)를 포함할 수 있다. 목표 영역 또는 환경은, 특정 애플리케이션에 의존하여, 대략 미터, 센티미터, 밀리미터, 등의 범위들을 포함하여, HMD 시스템(100)으로부터의 거리들의 임의의 수의 상이한 범위들일 수 있다. 비-제한적인 예로서, 프로젝터(138)는, 카메라들(136)에 의해 검출가능한 복수의 점들, 라인들, 그리드들, 코딩된 또는 비-코딩된 패턴들, 또는 다른 패턴들을 포함할 수 있는 구조화된 광을 생성할 수 있다.

[0028] 도 3 내지 도 5를 참조하여 이하에서 추가로 논의되는 바와 같이, 프로젝터(138)는 하나 이상의 광원들 및 콜리메이팅된 빔을 확산시키도록 동작가능한 광학적 빔 확산 구조체를 포함할 수 있다. 프로젝터(138)는 또한 하나 이상의 광원들 또는 광학적 빔 확산 구조체의 동작을 제어하기 위한 제어 회로부(예를 들어, 도 5의 제어기(334))를 포함할 수 있다. 하나 이상의 광원들은 하나 이상의 레이저들(예를 들어, IR 레이저들), 발광 다이오드(LED)들, 램프들, 다른 광원들, 또는 이들의 일부 조합을 포함할 수 있다.

[0029] 광학적 빔 확산 구조체는 광원(들)에 의해 방출되는 광을 회망되는 광 패턴으로 변환하거나 또는 달리 변경한다. 일부 구현예들에서, 광학적 빔 확산 구조체는 정적이다. 예를 들어, 광학적 빔 확산 구조체는 빠져나오는 광(exiting light)을 단일 초점 심도(depth of focus)로 포커싱하거나 또는 디포커싱(defocus)할 수 있다. 다른 예로서, 광학적 빔 확산 구조체는, 이하에서 추가로 논의되는 바와 같이, 회망되는 구조화된 광 패

턴을 형성하기 위해 빠져나오는 광의 회절을 야기하는 특정 회절 패턴들을 가질 수 있다.

- [0030] 다른 구현예들에서, 광학적 빔 확산 구조체는 동적 포커스 변조를 가능하게 한다(즉, 상이한 회절 패턴들이 빠져나오는 광에 대해 다양한 상이한 포커스들을 부여하기 위해 선택적으로 적용될 수 있다). 일 예로서, 광학적 빔 확산 구조체는, 고-주파수 스위칭가능 회절 패턴들을 가능하게 하는, 멀티-트위스트 지연기들과 같은 액정 재료들을 포함할 수 있다.
- [0031] 도 1에 예시되지는 않았지만, 이러한 HMD 시스템(100)의 일부 실시예들은, 예컨대 각각의 눈(132 및 134)에 대하여 개별적으로 동공 추적을 수행하기 위한, (예를 들어, 머리 추적의 부분으로서) 머리 위치 및 배향을 추적하기 위한, 사용자의 신체의 다른 다양한 유형들의 움직임들 및 위치를 추적하기 위한 다양한 추가적인 내부 및/또는 외부 센서들, 외부 이미지들(예를 들어, 환경의 이미지들)을 기록하기 위한 다른 카메라들, 등을 포함할 수 있다.
- [0032] 추가로, 일부 실시예들에 있어서 설명되는 기술들이 도 1에 예시된 것과 유사한 디스플레이 시스템과 함께 사용될 수 있지만, 다른 실시예들에 있어서, 단일 광학적 렌즈 및 디스플레이 디바이스를 이용하거나 또는 다수의 이러한 광학적 렌즈들 및 디스플레이 디바이스들을 이용하는 것을 포함하여 다른 유형들의 디스플레이 시스템들이 사용될 수 있다. 다른 이러한 디바이스들의 비-배타적인 예들은 카메라들, 텔레스코프들, 마이크로스코프들, 쌍안경들, 스폿팅 스킵(spotting scope)들, 서베이 스킵(surveying scope)들, 등을 포함한다. 이에 더하여, 설명되는 기술들은, 1명 이상의 사용자들이 하나 이상의 광학적 렌즈를 통해 보는 이미지들을 형성하기 위하여 광을 방출하는 매우 다양한 디스플레이 패널들 또는 다른 디스플레이 디바이스들과 함께 사용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 사용자는, 예컨대 부분적으로 또는 전체적으로 다른 광원으로부터의 광을 반사하는 표면 상에서, 디스플레이 패널을 통하는 것과는 다른 방식으로 생성되는 하나 이상의 이미지들을 하나 이상의 광학적 렌즈를 통해 볼 수 있다.
- [0033] HMD 시스템(100)은, HMD 시스템으로부터 물리적으로 로컬에 또는 원격에 있을 수 있는 메모리 및 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는 함께 동작가능하게 결합된 복수의 프로세서들 또는 하나의 프로세서일 수 있다. 프로세서는, 마이크로프로세서, 마이크로제어기, 집적 회로, 컴퓨터 로직을 구현하는 회로부, 또는 이들의 일부 조합과 같은 임의의 프로세싱 디바이스일 수 있다. 메모리는, 비제한적으로, RAM, ROM, 하드 드라이브들, 플래시 드라이브들, 광학 매체, 다른 메모리 디바이스들, 또는 이들의 일부 조합을 포함하는 임의의 비-일시적인 정보 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 메모리는, 프로세서에 의해 실행될 수 있는 명령어들을 포함하며, 프로세서에 의해 액세스가능한 정보를 저장할 수 있다. 명령어들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 프로세서가 희망되는 기능을 제공하게 하는 명령어들의 임의의 세트일 수 있다. 메모리는 또한 데이터를 저장할 수 있다.
- [0034] HMD 시스템(100)은, 카메라들(136)에 의해 캡처된 하나 이상의 이미지들에 대한 복수의 깊이 값들을 결정하도록 동작가능한 깊이 결정기 모듈 또는 회로부를 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 깊이 결정기는 메모리에 저장되거나 또는 로딩되며 프로세서에 의해 실행되는 프로세서-실행가능 명령어들을 포함한다. 다른 구현예들에서, 깊이 결정기는 컴퓨터 로직을 구현하거나 또는 다른 기능을 수행하도록 배열된 하나 이상의 회로들(예를 들어, 집적 회로들), 로직 구성요소들, 또는 컴퓨터 하드웨어의 다른 아이템들을 포함한다. 다른 구현예들에서, 깊이 결정기는 프로세서-실행가능 명령어들 또는 데이터 및 회로부의 일부 조합을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0035] HMD 시스템(100)은, 근거리 네트워크(예를 들어, 인트라넷), 광역 네트워크(예를 들어, 인터넷), 내부 디바이스 버스, 또는 이들의 일부 조합과 같은 임의의 유형의 통신 네트워크일 수 있으며 임의의 수의 유선 또는 무선 링크들을 포함할 수 있는 네트워크에 결합될 수 있다. 일반적으로, 네트워크를 통한 HMD 시스템(100)의 구성요소들 사이의 통신은, 매우 다양한 통신 프로토콜들(예를 들어, TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP), 인코딩들 또는 포맷들(예를 들어, HTML, XML), 및/또는 보호 기법들(예를 들어, VPN, 보안 HTTP, SSL)을 사용하여, 임의의 유형의 유선 및/또는 무선 연결을 통해 전달될 수 있다.
- [0036] 제공되는 예가 설명적인 목적을 위해 HMD 시스템이지만, 제공되는 기능은 다양한 다른 디바이스들 또는 애플리케이션들에 대해 사용될 수 있다. 예를 들어, 기능은, 차량, 테스트 장비, 인공 지능 디바이스, 자동화 시스템, 또는 깊이 값들의 결정이 유익한 임의의 다른 시스템 또는 디바이스 내에 내장된 깊이 카메라 시스템에 제공될 수 있다. 다른 구현예들에서, 본 개시의 특징들은 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 스마트폰, 게이밍 콘솔, 하나 이상의 서버 컴퓨팅 디바이스들, 또는 이들의 일부 조합에 제공될 수 있으며, 다른 기능을 제공하기 위해 사용될 수 있다.
- [0037] 도 2는 사용자(202)의 머리 상에 착용된 예시적인 HMD 시스템(200)의 정면도를 도시한다. HMD 시스템(200)은,

전향(front facing) 또는 전방 스테레오 깊이 카메라들(206a 및 206b) 및 프로젝터(208)를 지지하는 지지 구조체(204)를 포함한다. 카메라(206a)는 본원에서 좌측 카메라(206a)로서 지칭될 수 있으며, 카메라(206b)는 본원에서 우측 카메라(206b)로서 지칭될 수 있다. 스테레오 깊이 카메라들(206a 및 206b)은 도 1을 참조하여 이상에서 논의된 카메라들(136a 및 136b)과 유사하거나 또는 동일할 수 있다. 마찬가지로, 프로젝터(208)는 도 1의 프로젝터(138)와 유사하거나 또는 동일할 수 있다.

[0038] 이상의 논의는 본 개시의 조명 광학부의 예시적인 애플리케이션들을 나타내기 위해 제공된다. 이상에서 언급된 바와 같이, 본 개시의 특징들은, 헤드-업 디스플레이들, 비행-시간 센서들, 조명 광학부를 사용하는 다른 디바이스들, 등을 포함하여, 다수의 다른 애플리케이션들에서 사용될 수 있다.

[0039] 예시적인 조명 소스

[0040] 도 3 내지 도 5는, 이상에서 논의된 스테레오 깊이 카메라 애플리케이션 또는 다른 애플리케이션들과 같은 다양한 애플리케이션들에서 사용될 수 있는 예시적인 조명 소스(300)(도 5)를 예시한다. 이하에서 추가로 논의된 바와 같이, 예시된 예에서, 조명 소스(300)는, 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)을 포함하는 광학적 빔 확산 구조체(301)(도 5)를 포함한다. 도 3a는 이것의 기능을 예시하는 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)의 측면 단면도이며, 도 3b는 이것의 기능을 예시하는 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)의 측면 단면도이다. 도 4a 및 도 4b는 각각, 이것의 예시적인 위상 프로파일들을 보여주는, 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)의 평면도들이다. 도 5는, 하나의 비-제한적인 예시된 구현예에 따른, 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)을 포함하는 조립된 광학적 빔 확산 구조체(301)를 포함하는 조명 소스(300)의 측면 단면도이다.

[0041] 광학적 빔 확산 구조체(301)의 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318) 중 하나 또는 둘 모두는 복굴절 재료들로 형성된 파장 지연기를 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.

[0042] 적어도 일부 구현예들에서, 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)들은, 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. 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.

[0043] 도 3a는, 설명적인 목적들을 위해 도 3b에 도시된 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)와는 별개로 도시된 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)의 동작의 도면(303)을 도시한다. 광원(304)은, 소정의 각도(예를 들어, 45도)로 선형적으로 편광된 콜리메이팅된 빔(306)을 생성한다. 도시되지는 않았지만, 빔(306)을 적절한 패턴 및 편광된 상태로 성형(shape)하기 위해 광학적 구조체들(예를 들어, 편광기들)이 제공될 수 있다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)는, 확산 각도(313)로 제1 시야(312)에 걸쳐 제1 편광 상태의 광(310)을 회절시키고, 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 갖는 입사 광(314)을 통과시키되, 이러한 광(314)은 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)에 의해 회절되지 않도록 설계된 회절 패턴(322)(도 4a)을 포함한다. 예시된 예에서, 광원(304)은, 제1 편광 상태(예를 들어, p 편광) 및 제2 편광 상태(예를 들어, s 편광) 둘 모두에 대해 45도 각도로 편광된 콜리메이팅된 광 빔(306)을 제공한다. 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)는, 확산 각도(313)를 갖는 시야(312)에 걸쳐 (도시된 바와 같이) 상향 틸트로 제1 편광 상태의 광(310)을 회절시키도록 구성된다. 일 예로서, 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)의 회절 패턴(322)은 특정 회절 차수(예를 들어, +1, -1, 등)에 대해 설계된 틸트 패턴과 네거티브 렌즈의 조합을 구현하도록 설계될 수 있다.

[0044] 도 3b에 도시된 바와 같이, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)는, 확산 각도(321)로 제2 시야(320)에 걸쳐 제2 편광 상태의 광(314)을 회절시키고, 제2 편광 상태에 직교하는 제1 편광 상태를 갖는 입사 광(310)을 통과시키되, 이러한 광(310)이 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)에 의해 회절되지 않도록 설계된 회절 패턴(324)(도 4b)을 포함한다. 예시된 예에서, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)는, 확산 각도(321)를 갖는 제2 시야(320)에 걸쳐 (도시된 바와 같이) 하향 틸트로 제2 편광 상태의 광(314)을 회절시키도록 구성된다. 일 예로서, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)의 회절 패턴(324)은 특정 회절 차수(예를 들어, +1, -1, 등)에 대해

설계된 틸트 패턴과 네거티브 렌즈의 조합을 구현하도록 설계될 수 있다. 적어도 일부 구현예들에서, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)의 틸트 패턴은 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)의 틸트 패턴과는 상이한 방향(예를 들어, 반대 방향)일 수 있다. 예를 들어, 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)는 +1 회절 차수를 향해 설계될 수 있으며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)는 -1 회절 차수를 향해 설계될 수 있다.

[0045] 도 5는, 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)이 서로 광학적으로 정렬될 때의 광학적 빔 확산 구조체(301)를 포함하는 조명 소스(300)를 도시한다. 도시된 바와 같이, 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)는 확산 각도(313)로 시야(312)에 걸쳐 (도시된 바와 같이) 상향 틸트로 제1 편광 상태의 광(310)을 회절시키며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)는 확산 각도(321)로 제2 시야(320)에 걸쳐 (도시된 바와 같이) 하향 틸트로 제2 편광 상태의 광(314)을 회절시킨다. 따라서, 제1 및 제2 시야들(312 및 320)은 함께 제1 및 제2 시야보다 더 큰 확산 각도(332)를 갖는 결합된 시야를 제공한다. 비-제한적인 예로서, 제1 및 제2 시야들 각각이 30 도의 확산 각도를 가지며 서로 10 도만큼 중첩되는 경우, 결합된 시야는 50 도(즉, $30^\circ + 30^\circ - 10^\circ = 50^\circ$)의 확산 각도를 가질 수 있다.

[0046] 적어도 일부 구현예들에서, 제1 공간적으로 변화하는 편광기(302)는 제1 편광 상태의 광을 제1 회절 차수로 회절시키며, 제2 공간적으로 변화하는 편광기(318)는 제2 편광 상태의 광을 제1 회절 차수와는 상이한 제2 회절 차수로 회절시킨다. 비-제한적인 예로서, 제1 회절 차수 및 제2 회절 차수 중 하나는 +1 회절 차수를 포함할 수 있으며, 제1 회절 차수 및 제2 회절 차수 중 다른 하나는 -1 회절 차수를 포함할 수 있다.

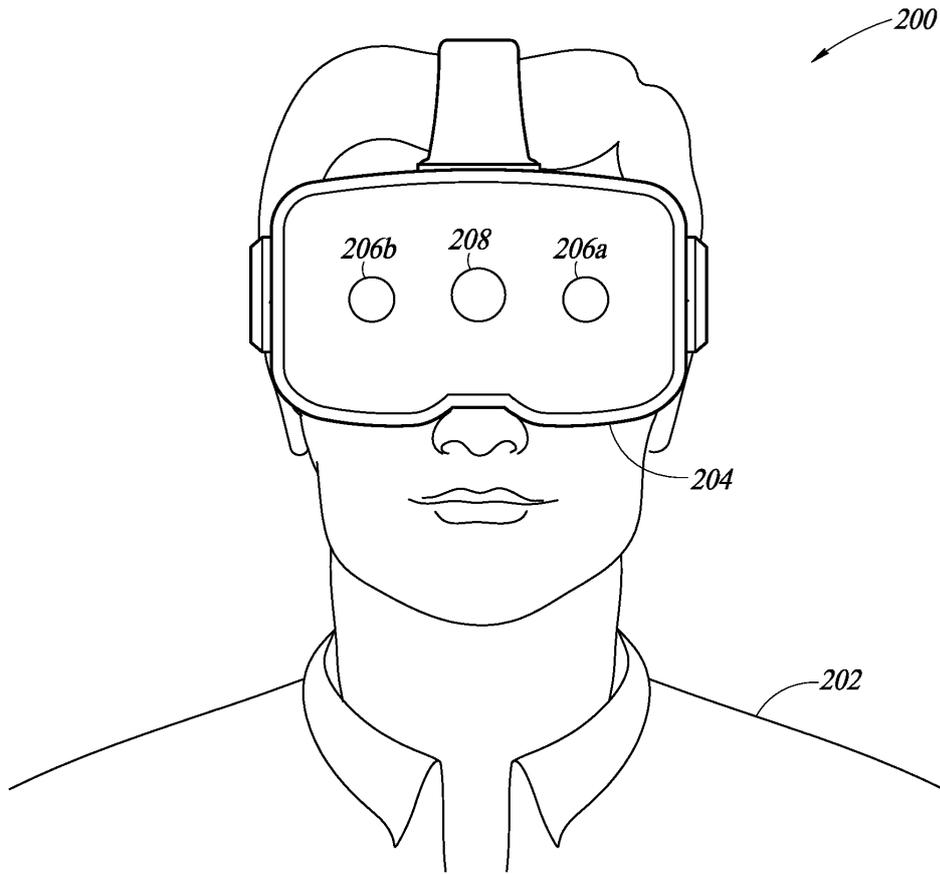
[0047] 도 5에 도시된 바와 같이, 적어도 일부 구현예들에서, 제1 시야(312) 및 제2 시야(320)는 서로 적어도 부분적으로 중첩될 수 있지만, 이러한 특징이 요구되지는 않는다. 적어도 일부 구현예들에서, 제2 시야(320)는 제1 시야(312)와는 상이하다. 다른 구현예들에서, 제1 및 제2 시야들(312 및 320)은 실질적으로 동일하지만, 함께 단일 회절 광학적 요소를 사용하여 제공될 수 있는 것보다 더 큰 해상도를 제공한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 2개의 시야들 사이의 중첩이 최소인 경우, 결합된 시야는 해상도의 손실 없이 개별적인 시야들의 거의 2배가 될 수 있다.

[0048] 적어도 일부 구현예들에서, 광학적 빔 확산 구조체(301)는, 제1 또는 제2 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)의 공간적으로-의존적인 위상 지연을 임의의 희망되는 구성으로 선택적으로 변화시켜서 가변적인 결합된 시야를 제공하기 위해 제어기(334)에 동작가능하게 결합될 수 있다. 이러한 구현예들에서, 제1 및 제2 공간적으로 변화하는 편광기(302 및 318)의 공간적으로-의존적인 위상 지연이 제어기(334)에 의해 선택적으로 제어되는 것을 가능하게 하는 하나 이상의 전극 층들(예를 들어, 박막 트랜지스터(thin film transistor; TFT) 층들)이 제공될 수 있다. 제어기(334)는, 1회만, 주기적으로, 또는 대략 밀리초들 또는 마이크로초들의 레이트와 같은 임의의 희망되는 레이트로 위상 지연을 제어할 수 있다. 다른 예로서, 공간적으로 변화하는 편광기들(302 및 318)의 각각은, 희망되는 편광 특성들을 제공하기 위해 활성 상태와 비활성 상태 사이에서 제어기(334)에 의해 각각 선택적으로 스위칭될 수 있는 2개 이상의 층들의 스택을 포함할 수 있다.

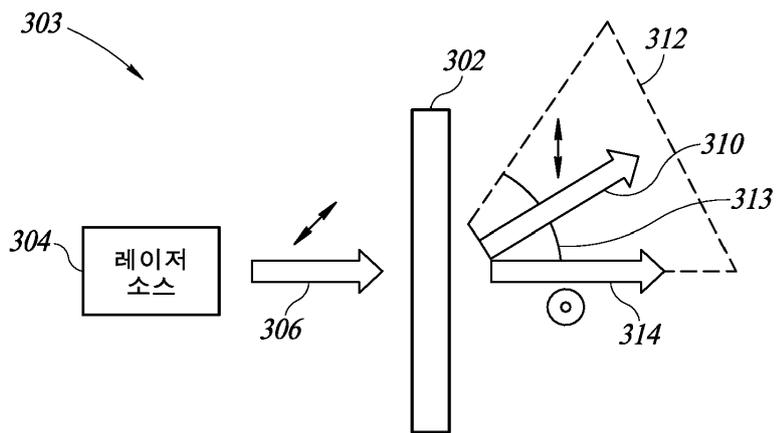
[0049] 예시된 시스템들 및 디바이스들이 단지 예시적이며 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 이러한 컴퓨팅 시스템들 또는 디바이스들은, 비제한적으로, 데스크탑 컴퓨터들, 랩탑 컴퓨터들, 슬레이트(slate) 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들 또는 다른 컴퓨터들, 스마트 폰 컴퓨팅 디바이스들 및 다른 휴대폰들, 인터넷 기기들, PDA들 및 다른 전자 오거나이저(organizer)들, 데이터베이스 서버들, 네트워크 저장 디바이스 및 다른 네트워크 디바이스들, 무선 전화들, 호출기들, (예를 들어, 셋-탑 박스들 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 프로그래밍되거나 또는 달리 구성될 때 설명된 유형들의 기능을 수행하고 상호작용할 수 있는 하드웨어의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 예시된 시스템들은, 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.

- [0050] 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)과 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.
- [0051] 당업자들은, 본원에서 기술되는 방법들 및 알고리즘들 중 다수가 추가적인 행동들을 이용할 수 있거나, 일부 행동들을 생략할 수 있거나, 및/또는 명시된 것과는 상이한 순서로 실행될 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0052] 이상에서 설명된 다양한 구현예들이 추가적인 구현예들을 제공하기 위하여 결합될 수 있다. 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.

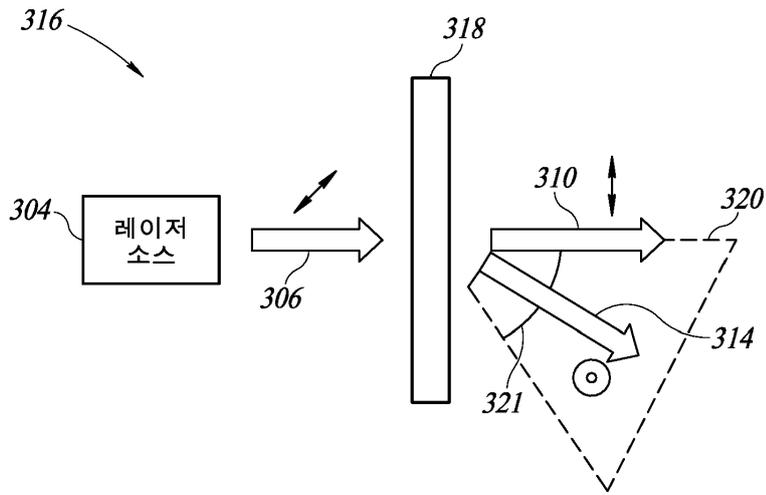
도면2



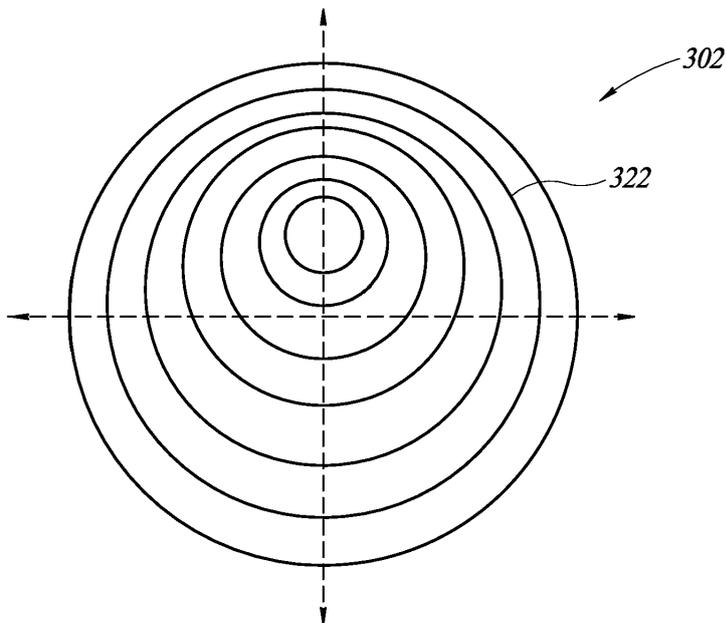
도면3a



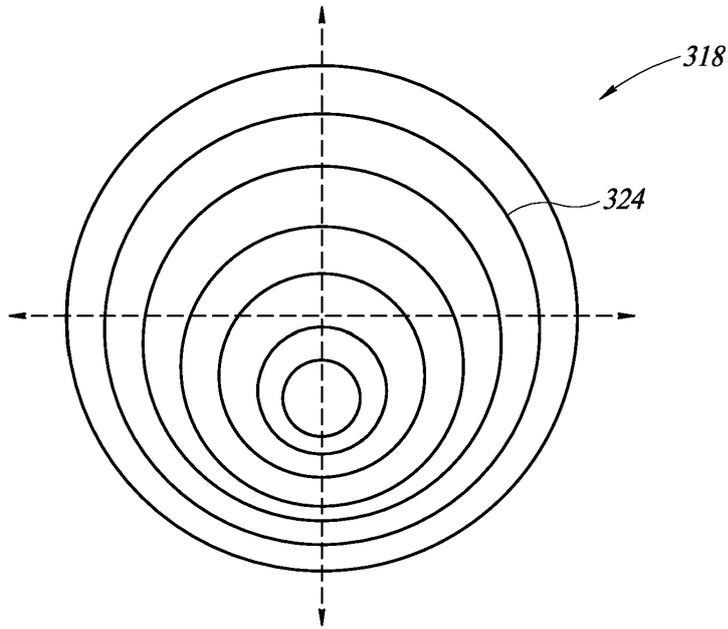
도면3b



도면4a



도면4b



도면5

