



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년12월30일
(11) 등록번호 10-2748808
(24) 등록일자 2024년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) G02B 27/42 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)
G06F 1/16 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 27/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7040860(분할)
(22) 출원일자(국제) 2016년10월06일
심사청구일자 2023년11월27일
(85) 번역문제출일자 2023년11월27일
(65) 공개번호 10-2023-0164249
(43) 공개일자 2023년12월01일
(62) 원출원 특허 10-2022-7045850
원출원일자(국제) 2016년10월06일
심사청구일자 2023년01월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/055823
(87) 국제공개번호 WO 2017/062667
국제공개일자 2017년04월13일
(30) 우선권주장
62/238,052 2015년10월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP03198022 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
매직 립, 인코포레이티드
미국 플로리다 플랜타타운 웨스트 선라이즈 블러
마드 7500 (우: 33322)
(72) 발명자
예오, 이반 엘.
미국 33304 플로리다 포트 로더데일 노스 빅토리
아 파크 로드 845 #3
첵, 휘-추안
미국 33328 플로리다 쿠퍼 시티 사우스웨스트 58
스트리트 10234
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

심사관 : 김수현

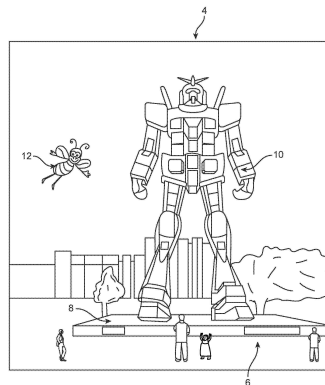
(54) 발명의 명칭 **역각 회절 격자를 가진 가상/증강 현실 시스템**

(57) 요약

가상 이미지 생성 시스템에 대한 디스플레이 서브시스템은 평면 도파관 장치, 광섬유, 광섬유의 말단 단부로부터 광을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 광원, 및 광섬유가 고정단-자유단의 유연한 캔틸레버로서 장착되는 기계적 드라이브 어셈블리를 포함한다. 드라이브 어셈블리는 스캔 패턴에 따라 지주를 중심으로 광섬유의 말단 단

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



부를 변위시키도록 구성되어, 방출된 광은 지주와 일치하는 길이방향 축으로부터 벗어난다. 디스플레이 서브시스템은 광섬유로부터의 광을 길이방향 축을 향해 수렴시키도록 구성된 광학 변조 장치, 및 광학 변조 장치로부터의 광을 평면 도파관 장치를 따라 지향시키도록 구성된 광학 도파관 입력 장치를 더 포함하여, 평면 도파관 장치는 하나 이상의 이미지 프레임들을 최종 사용자에게 디스플레이한다.

(52) CPC특허분류

- G02B 5/18* (2013.01)
- G02B 6/0005* (2013.01)
- G06F 1/163* (2013.01)
- G06T 19/003* (2013.01)
- G06T 19/006* (2013.01)
- G02B 2027/0178* (2013.01)
- G02B 2027/0187* (2013.01)
- G02B 2027/0198* (2013.01)

(72) 발명자

에드윈, 리오넬 어니스트

미국 33021 플로리다 할리우드 사우스 파크 로드
1051 아파트먼트 207

틴츠, 데이비드

미국 33312 플로리다 포트 로더데일 사우스웨스트
50 스트리트 3756

웰치, 윌리엄 허드슨

미국 33301 플로리다 포트 로더데일 노스이스트 3
코트 1617

(56) 선행기술조사문헌

- JP06229825 A*
 - US20130300999 A1*
 - US20150016777 A1*
 - US20150247976 A1
 - US20150235418 A1
 - US20060029295 A1
 - JP2001500629 A
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

가상 이미지 생성 시스템에 대한 디스플레이 서브시스템으로서,

광섬유,

상기 광섬유가 장착되는 드라이브 어셈블리 - 상기 드라이브 어셈블리는, 상기 광섬유의 말단 단부(distal end)가 스캔 패턴에 따라 지주(fulcrum) 중심으로 변위되도록 그리고 상기 스캔 패턴 동안 상기 광섬유의 말단 단부로부터 방출된 광이 하나 이상의 이미지 프레임들을 생성하기 위해 상기 지주와 일치하는 길이방향 축으로부터 복수의 축외(off-axis) 스캐닝 위치들을 향하여 발산하도록, 상기 광섬유를 조작하도록 구성됨 -,

상기 복수의 축외 스캐닝 위치들 각각에서 상기 광섬유의 말단 단부로부터 방출된 광을 상기 길이방향 축을 향해 수렴시키도록 구성된 광학 변조 장치, 및

상기 가상 이미지 생성 시스템이 상기 하나 이상의 이미지 프레임들을 디스플레이하도록, 상기 광학 변조 장치에 의해 수렴된 광을 적어도 하나의 도파관 내로 지향시키도록 구성된 광학 도파관 입력 장치 - 상기 광학 도파관 입력 장치는 상기 길이방향 축에 수직인 측방향으로 상기 적어도 하나의 도파관의 측면에 위치함 -

를 포함하고,

상기 광학 변조 장치는 직렬로 배열된 2개의 직교하는 회절 격자들을 포함하고, 상기 회절 격자들 중 하나가 제 1 축을 따라 광을 회절시키고, 그리고 상기 회절 격자들 중 다른 하나가 상기 제 1 축에 직교하는 제 2 축을 따라 광을 회절시키는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광학 변조 장치는 상기 광섬유로부터의 광을 상기 길이방향 축 상의 초점 상에 수렴시키도록 구성되는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 초점은 상기 광학 도파관 입력 장치 내에 위치되는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광섬유로부터의 광을 시준하도록 구성된 시준 엘리먼트를 더 포함하는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 2개의 직교하는 회절 격자들 각각은 상기 스캔 패턴의 기하구조와 매칭하는 회절 패턴을 가지는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 스캔 패턴은 나선형 스캔 패턴이고, 상기 회절 패턴은 나선형 회절 패턴인,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 드라이브 어셈블리는 상기 광섬유가 장착되는 압전 엘리먼트 및 전기 신호들을 상기 압전 엘리먼트에 전달하도록 구성된 드라이브 전자장치를 포함하고, 이에 의해 상기 광섬유가 상기 스캔 패턴에 따라 진동하게 되는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,
 적어도 하나의 도파관을 더 포함하고,
 상기 적어도 하나의 도파관은 상기 하나 이상의 이미지 프레임들을 상이한 초점들에서 최종 사용자에게 각각 디스플레이하도록 구성된 복수의 평면 도파관들을 포함하고, 상기 광학 도파관 입력 장치는 상기 광학 변조 장치로부터의 광을 상기 복수의 평면 도파관들을 따라 지향시키도록 구성되는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 광학 도파관 입력 장치는 상기 평면 도파관들을 따라 각각 평행하게 연장되는 복수의 회절 광학 엘리먼트들을 포함하고, 상기 복수의 회절 광학 엘리먼트들은 상기 광학 변조 장치로부터의 광을 상기 평면 도파관들을 따라 각각 지향시키는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,
 상기 광학 도파관 입력 장치는 상기 평면 도파관들에 대해 수직으로 연장되는 분배 도파관을 포함하고, 상기 분배 도파관은 상기 광학 변조 장치로부터의 광을 상기 평면 도파관들을 따라 각각 지향시키는 복수의 회절 광학 엘리먼트들을 포함하는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 11

제8항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 도파관은 상기 최종 사용자의 눈들의 전방에 위치되도록 구성되는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 12

제8항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 도파관은 상기 최종 사용자의 눈들과 주변 환경 사이의 시야에 위치되도록 구성된 부분적으로 투명한 디스플레이 표면을 가지는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 13

제8항에 있어서,
 상기 최종 사용자에 의해 착용되도록 구성된 프레임 구조를 더 포함하고, 상기 프레임 구조는 상기 적어도 하나의 도파관을 지지하는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,
 상기 복수의 축외 스캐닝 위치들 중 하나는 상기 광섬유의 맨 끝의 스캐닝 위치인,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,
 상기 광학 변조 장치는 상기 광섬유의 축외 스캐닝 위치들 모두로부터의 광을 상기 길이방향 축을 향하여 수렴시키도록 구성되는,
 디스플레이 서브시스템.

청구항 16

최종 사용자에 의해 사용되기 위한 가상 이미지 생성 시스템으로서,
 3차원 장면을 저장하는 메모리,
 상기 3차원 장면의 복수의 합성 이미지 프레임들을 렌더링하도록 구성된 제어 서브시스템, 및
 제1항의 디스플레이 서브시스템
 을 포함하고,
 상기 디스플레이 서브시스템은 상기 복수의 이미지 프레임들을 상기 최종 사용자에게 순차적으로 디스플레이하도록 구성되는,
 가상 이미지 생성 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,
 상기 제어 서브시스템은 GPU(graphics processing unit)를 포함하는,
 가상 이미지 생성 시스템.

청구항 18

최종 사용자에 의해 사용되기 위한 가상 이미지 생성 시스템에 대한 디스플레이 서브시스템으로서,
 광섬유,
 상기 광섬유가 장착되는 드라이브 어셈블리 - 상기 드라이브 어셈블리는, 상기 광섬유의 말단 단부가 스캔 패턴에 따라 지주 중심으로 변위되도록 그리고 상기 스캔 패턴 동안 상기 광섬유의 말단 단부로부터 방출된 광이 상기 지주와 일치하는 길이방향 축으로부터 발산하도록, 상기 광섬유를 조작하도록 구성됨 -,
 상기 광섬유의 말단 단부로부터 방출된 광을 상기 길이방향 축을 향해 수렴시키도록 구성된 광학 변조 장치, 및
 상기 가상 이미지 생성 시스템이 하나 이상의 이미지 프레임들을 디스플레이하도록, 상기 광학 변조 장치에 의해 수렴된 광을 적어도 하나의 도파관 내로 지향시키도록 구성된 광학 도파관 입력 장치 - 상기 광학 도파관

입력 장치는 상기 길이방향 축에 수직인 축방향으로 상기 적어도 하나의 도파관의 측면에 위치함 -
 를 포함하고,

상기 광학 변조 장치는 직렬로 배열된 2개의 직교하는 회절 격자들을 포함하고, 상기 회절 격자들 중 하나가 제 1 축을 따라 광을 회절시키고, 그리고 상기 회절 격자들 중 다른 하나가 상기 제1 축에 직교하는 제2 축을 따라 광을 회절시키는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 광학 변조 장치는 상기 광섬유로부터의 광을 상기 길이방향 축 상의 초점 상에 수렴시키도록 구성되고,
 상기 초점은 상기 광학 도파관 입력 장치 내에 위치되는,

디스플레이 서브시스템.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 광학 변조 장치는 상기 광섬유의 축외 스캐닝 위치들 모두로부터의 광을 상기 길이방향 축을 향하여 수렴
 시키도록 구성되는,

디스플레이 서브시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 하나 이상의 사용자들을 위한 상호작용 가상 또는 증강 현실 환경들을 가능하게 하도록 구성된 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 소위 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 위한 시스템들의 개발을 가능하게 하였고, 여기서 디지털적으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들은, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 인식될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다. 가상 현실(VR) 시나리오는 통상적으로 다른 실제 세계 시각적 입력에 대한 투명화(transparency) 없이 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션(presentation)을 수반하는 반면, 증강 현실(AR) 시나리오는 통상적으로 최종 사용자 주위 실제 세계의 시각화에 대한 증강으로서 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반한다.

[0003] 예컨대, 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(4)이 도시되고, AR 기술의 사용자는 배경 내의 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(8)을 특징으로 하는 실세계 공원형 세팅(6)을 본다. 이들 아이템들에 외에, AR 기술의 최종 사용자는 또한, 그가 실세계 플랫폼(8) 상에 서있는 로봇 동상(10), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보여지는 날고 있는 만화형 아바타 캐릭터(12)를 보는 것을 인식하는데, 이들 엘리먼트들(10, 12)은 실세계에 존재하지 않는다. 밝혀진 바와 같이, 인간 시각 인식 시스템은 매우 복잡하고, 다른 가상 또는 실세계 이미지 엘리먼트들 사이에서 가상 이미저리(imagery) 엘리먼트들의 편안하고, 자연스럽고, 풍부한 프리젠테이션을 가능하게 하는 VR 또는 AR 기술을 생성하는 것은 난제이다.

[0004] VR 및 AR 시스템들은 통상적으로 사용자의 머리에 적어도 느슨하게 커플링되고, 따라서 최종 사용자의 머리가 이동할 때 이동하는 머리-착용 디스플레이들(또는 헬멧-장착 디스플레이들, 또는 스마트 안경)을 이용한다. 최종 사용자의 머리 모션(motion)들이 디스플레이 시스템에 의해 검출되면, 디스플레이되는 데이터는 머리 포즈(즉, 사용자의 머리의 배향 및/또는 위치)의 변화를 고려하기 위하여 업데이트될 수 있다.

[0005] 예로서, 머리-착용 디스플레이를 착용한 사용자가 디스플레이 상의 3-차원(3D) 객체의 가상 표현을 보면서 3D 객체가 나타나는 영역을 둘러보면, 해당 3D 객체는 각각의 뷰포인트(viewpoint)에 대해 재-렌더링될 수 있고, 이는 그 또는 그녀가 실제 공간을 차지하는 객체를 둘러본다는 인식을 최종 사용자에게 제공한다. 머리-

착용 디스플레이가 가상 공간(예컨대, 풍부한 가상 세계) 내의 다수의 객체들을 제시하기 위하여 사용되면, 머리 포즈의 측정들은 최종 사용자의 동적으로 변화하는 머리 위치 및 배향을 매칭시키기 위하여 장면을 재-렌더링하고 그리고 가상 공간에서의 증가된 몰입감을 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0006] [0006] AR을 인에이블하는(즉, 실제 및 가상 엘리먼트들의 동시 보기) 머리-착용 디스플레이들은 몇몇 상이한 타입들의 구성들을 가질 수 있다. 종종 "비디오 시-스루(see-through)" 디스플레이라 지칭되는 하나의 그런 구성에서, 카메라는 실제 장면의 엘리먼트들을 캡처하고, 컴퓨팅 시스템은 가상 엘리먼트들을 캡처된 실제 장면 상에 슈퍼임포즈(superimpose)하고, 그리고 불-투명 디스플레이는 합성 이미지를 눈들에 제시한다. 다른 구성은 종종 "광학 시-스루" 디스플레이로서 지칭되고, 여기서 최종 사용자는 디스플레이 시스템 내의 투명(또는 반-투명) 엘리먼트들을 시 스루하여 환경 내의 실제 객체들로부터의 광을 직접 뷰잉(view)할 수 있다. 종종 "컴바이너(combiner)"로서 지칭되는 투명 엘리먼트는 디스플레이로부터의 광을 실 세계의 최종 사용자의 뷰 위에 슈퍼임포즈한다.

[0007] [0007] VR 및 AR 시스템들은 통상적으로 투사 서브시스템 및 최종 사용자의 시야의 전방에 포지셔닝된 디스플레이 표면을 가진 디스플레이 시스템을 이용하고 투사 서브시스템은 디스플레이 표면상에 순차적으로 이미지 프레임들을 투사한다. 진정한 3-차원 시스템들에서, 디스플레이 표면의 심도는 프레임 레이트들 또는 서브-프레임 레이트들로 제어될 수 있다. 투사 서브시스템은 하나 이상의 광섬유들 - 하나 이상의 광섬유들에 하나 이상의 광원들로부터의 광이 정의된 패턴들로 상이한 길더들의 광을 방출함 -, 및 최종 사용자에게 순차적으로 디스플레이되는 이미지 프레임들을 생성하기 위해 미리결정된 패턴으로 광섬유(들)를 스캐닝하는 스캐닝 디바이스를 포함할 수 있다.

[0008] [0008] 일 실시예에서, 디스플레이 시스템은 일반적으로 사용자의 시야에 평행한 하나 이상의 평면 도파관들을 포함하고, 하나 이상의 평면 도파관들로 광섬유(들)로부터의 광이 주입된다. 하나 이상의 선형 회절 격자들은 도파관(들)을 따라 전파되는 입사 광의 각도를 변화시키기 위해 도파관(들) 내에 임베딩된다. TIR(total internal reflection)의 임계치를 넘어 광의 각도를 변화시킴으로써, 광은 도파관(들)의 하나 이상의 측면들로부터 탈출한다. 선형 회절 격자(들)는 낮은 회절 효율성을 가져서, 광이 선형 회절 격자(들)를 만날때마다, 광 에너지의 일부만이 도파관(들) 밖으로 지향된다. 격자(들)를 따라 다수의 위치들에서 광을 아웃커플링(outcoupling)함으로써, 디스플레이 시스템의 출사동(exit pupil)은 효과적으로 증가된다. 디스플레이 시스템은 광섬유(들)로부터 오는 광을 시준하는 하나 이상의 시준 엘리먼트들, 및 도파관(들)의 에지로 또는 도파관(들)의 에지로부터, 시준된 광을 광학적으로 커플링하는 하나 이상의 광학 커플링 엘리먼트들을 더 포함할 수 있다.

[0009] [0009] 통상적인 광섬유 스캐닝 디스플레이 시스템에서, 각각의 광섬유는 설계된 스캔 패턴에 따라 광을 스캐닝하기 위하여 지주(fulcrum)로부터 비교적 큰 편향들을 통해 스위핑(sweep)하는 진동 캔틸레버(cantilever)로서 작용한다. 그러나, 시준된 광의 큰 편향들로 인해, 광학 커플링 엘리먼트(들)의 사이즈는 비교적 커야하고, 이에 의해 디스플레이 시스템의 사이즈가 증가된다. 광학 커플링 엘리먼트(들)의 이런 사이즈는, 스캐닝 광섬유(들)로부터 더 먼 거리에 있는 도파관들과 연관된 광학 엘리먼트(들)가 스캐닝된 시준된 광의 더 큰 스캔(span)을 수용하기 위해 더 클 것을 요구하는 적층된 도파관 아키텍처의 경우에 더 문제가 된다.

[0010] [0010] 예컨대, 도 2를 참조하면, 디스플레이 시스템(20)의 일 실시예는 공간적으로 및/또는 시간적으로 변화하는 광의 형태로 인코딩되는 이미지 데이터를 생성하는 하나 이상의 광원들(22), 광원(들)(22)에 광학적으로 커플링된 광섬유(24), 및 광섬유(24)의 말단 단부를 떠나는 광을 시준하는 시준 엘리먼트(26)를 포함한다. 디스플레이 시스템(20)은, 광섬유(24)가 고정단-자유단의(fixed-free) 유연한 캔틸레버로서 장착되는 압전 엘리먼트(28), 및 압전 엘리먼트(28)를 전기적으로 자극하여 활성화시키기 위해 압전 엘리먼트(22)에 전기적으로 커플링된 드라이브 전자장치(30)를 더 포함하여, 광섬유(24)의 말단 단부는 지주(34)를 중심으로 편향들(32)을 생성하는 미리결정된 스캔 패턴으로 진동하게 된다.

[0011] [0011] 디스플레이 시스템(20)은 최종 사용자의 시야에 일반적으로 평행한 복수의 평면 도파관들(40a-40e)을 포함하는 도파관 장치(38), 및 평면 도파관들(40)의 각각과 연관된 하나 이상의 DOE(diffractive optical element: 회절 광학 엘리먼트)들(42a-42e)을 포함한다. 광섬유(24)로부터 비롯되는 광은 평면 도파관들 중 선택된 도파관들(40)을 따라 전파되고 대응하는 DOE들(42)과 교차하고, 이는 광의 일부가 선택된 평면 도파관(들)(40)에 따라 하나 이상의 뷰잉 거리들에 포커싱되는 최종 사용자의 눈들을 향하여 도파관 장치(38)의 면을 떠나게 한다.

[0012] [0012] 디스플레이 시스템(20)은, 각각의 평면 도파관들(40a-40e)의 단부들 내에 통합되고 평면 도파관들 중

선택된 도파관들(40)로 시준된 광을 반사시키는 DOE(diffractive optical element)들(44a-44e)의 형태의 광학 커플링 엘리먼트들을 더 포함한다. 알 수 있는 바와 같이, 각각의 DOE(44)와 광섬유(24)의 단부 사이의 거리가 증가함에 따라, 각각의 DOE(44)의 길이는 광섬유(24)의 편향 각도의 증가하는 선형 스펠을 수용하기 위해 증가하여야 한다. 이것은 필수적으로 가장 큰 DOE(44), 및 이 경우에, DOE(44e)로 인해 도파관 장치(38)에 사이즈 및 복잡성을 부가한다.

[0013] 다른 예로서, 도 3을 참조하면, 디스플레이 시스템(50)의 다른 실시예는, 디스플레이 시스템(50)이 평면 도파관들 중 선택된 도파관들(40)로 시준된 광을 반사시키는 DOE들(54a-54e)을 가진 광학 분배 도파관(52) 형태의 광학 커플링 엘리먼트를 포함하는 것을 제외하고, 도 2의 디스플레이 시스템(10)과 유사하다. 분배 도파관(52)의 폭은 광섬유(24)의 편향 각도의 최대 선형 스펠을 수용하기에 충분히 커야하고, 이에 의해 필수적으로 도파관 장치(38)에 사이즈 및 복잡성이 부가된다.

[0014] 따라서, 가상 현실 또는 증강 현실 환경에서 하나 이상의 광섬유들로부터의 광을 하나 이상의 평면 도파관들에 커플링하기 위해 사용되는 광학 커플링 엘리먼트(들)의 사이즈를 감소시키는 것이 필요하다.

발명의 내용

[0015] 본 발명의 실시예들은 하나 이상의 사용자들을 위한 가상 현실 및/또는 증강 현실 상호작용을 가능하게 하기 위한 디바이스들, 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

[0016] 본 발명에 따라, 최종 사용자가 사용하기 위한 가상 이미지 생성 시스템에 대한 디스플레이 서브시스템이 제공된다. 가상 이미지 생성 시스템은 예컨대 3-차원 장면을 저장하는 메모리, 및 3-차원 장면의 복수의 합성 이미지 프레임들을 렌더링하도록 구성된 제어 서브시스템을 포함할 수 있고, 이 경우, 디스플레이 서브시스템은 복수의 이미지 프레임들을 최종 사용자에게 순차적으로 디스플레이하도록 구성될 수 있다.

[0017] 디스플레이 서브시스템은 평면 도파관 장치, 광섬유, 및 광섬유의 말단 단부로부터 광을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 광원을 포함한다. 일 실시예에서, 평면 도파관 장치는 최종 사용자의 눈들의 전방에 포지셔닝되도록 구성된다. 평면 도파관 장치는 최종 사용자의 눈들과 주변 환경 사이의 시야에 포지셔닝되도록 구성된 부분적으로 투명한 디스플레이 표면을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 디스플레이 서브시스템은 최종 사용자에게 의해 착용되도록 구성된 프레임 구조를 더 포함할 수 있고, 이 경우, 프레임 구조는 평면 도파관 장치를 지지할 수 있다.

[0018] 디스플레이 서브시스템은, 광섬유가 고정단-자유단의 유연한 캔틸레버로서 장착되는 기계적 드라이브 어셈블리를 더 포함한다. 드라이브 어셈블리는 스캔 패턴에 따라 지주를 중심으로 광섬유의 말단 단부를 변위시키도록 구성되어, 출력된/방출된 광은 지주와 일치하는 길이방향 축으로부터 발산한다. 일 실시예에서, 기계적 드라이브 어셈블리는, 광섬유가 장착되는 압전 엘리먼트 및 전기 신호들을 압전 엘리먼트에 전달하도록 구성된 드라이브 전자장치를 포함하고, 이에 의해 광섬유가 스캔 패턴에 따라 진동하게 된다. 디스플레이 서브시스템은 선택적으로 광섬유로부터의 광을 시준하도록 구성된 시준 엘리먼트를 더 포함할 수 있다.

[0019] 디스플레이 서브시스템은 광섬유로부터의 광을 길이방향 축을 향해 수렴시키도록 구성된 광학 변조 장치를 더 포함한다. 일 실시예에서, 광학 변조 장치는 광을 길이방향 축 상의 초점 상에 수렴시키도록 구성된다. 초점은 예컨대 광학 도파관 입력 장치 내에, 이를테면 길이방향 축을 따라 광학 도파관 입력 장치의 중심에 위치될 수 있다. 광학 변조 장치는 예컨대 적어도 하나의 회절 격자를 포함할 수 있다. 회절 격자(들)의 각각은 스캔 패턴의 기하구조와 매칭하는 회절 패턴을 가질 수 있다. 예컨대, 스캔 패턴이 나선형 스캔 패턴이면, 회절 패턴은 나선형 회절 패턴일 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 변조 장치는, 회절 격자들 중 하나가 제1 축을 따라 광을 회절시키고, 그리고 회절 격자들 중 다른 하나가 제1 축에 직교하는 제2 축을 따라 광을 회절시키도록, 2개의 직교 회절 격자들을 직렬로 포함한다.

[0020] 디스플레이 서브시스템은, 평면 도파관 장치가 하나 이상의 이미지 프레임들을 최종 사용자에게 디스플레이하도록, 광학 변조 장치로부터의 광을 평면 도파관 장치를 따라 지향시키도록 구성된 광학 도파관 입력 장치를 더 포함한다. 일 실시예에서, 평면 도파관 장치는 이미지 프레임(들)을 상이한 초점들에서 최종 사용자에게 각각 디스플레이하도록 구성된 복수의 평면 도파관들을 포함하고, 상기 경우에, 광학 도파관 입력 장치는 광을 복수의 평면 도파관들 중 하나의 도파관을 따라 지향시키도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 도파관 입력 장치는 평면 도파관들을 따라 각각 평행하게 연장되는 복수의 회절 광학 엘리먼트들을 포함하고, 복수의 회절 광학 엘리먼트들은 광학 변조 장치로부터의 광을 평면 도파관들로 각각 지향시킨다. 또 다른 실시예에서, 광학 도파관 입력 장치는 평면 도파관들에 수직으로 연장되는 분배 도파관을 포함하고, 그리고 분배 도파관

은 광학 변조 장치로부터의 광을 평면 도파관들을 따라 각각 지향시키는 복수의 회절 광학 엘리먼트들을 포함한다.

[0021] 본 발명의 추가적인 및 다른 목적들, 특징들, 및 장점들은 상세한 설명, 도면들, 및 청구항들에 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도면들은 본 발명의 실시예의 설계 및 유용성을 예시하고, 여기서 유사한 엘리먼트들은 공통 참조 번호들에 의해 지칭된다. 본 발명의 위의 나열된 것 및 다른 장점들 및 목적들을 획득하기 위한 방법을 더 잘 인지하기 위하여, 위에서 간략하게 설명된 본 발명의 더 특정한 설명은 첨부 도면들에 예시된 본 발명의 특정 실시예들을 참조하여 제공될 것이다. 이들 도면들이 단지 본 발명의 통상적인 실시예들을 도시하고 그러므로 그 범위를 제한하는 것으로 고려되지 않는다는 것이 이해되기 때문에, 본 발명은 첨부 도면들의 사용을 통해 추가적인 특이성 및 세부사항들로 서술되고 설명될 것이다.

[0023] 도 1은 종래 기술 증강 현실 생성 디바이스에 의해 최종 사용자에게 디스플레이될 수 있는 3-차원 증강 현실 장면의 화면이다.

[0024] 도 2는 증강 현실 생성 디바이스에 사용될 수 있는 종래 기술 디스플레이 시스템의 일 실시예의 평면도이다.

[0025] 도 3은 증강 현실 생성 디바이스에 사용될 수 있는 종래 기술 디스플레이 시스템의 다른 실시예의 평면도이다.

[0026] 도 4는 일 실시예에 따라 구성된 가상 이미지 생성 시스템의 블록 다이어그램이다.

[0027] 도 5는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템에 의해 생성된 예시적인 프레임의 평면도이다.

[0028] 도 6은 프레임을 생성하기 위해 사용될 수 있는 하나의 스캐닝 패턴의 평면도다.

[0029] 도 7은 프레임을 생성하기 위해 사용될 수 있는 다른 스캐닝 패턴의 평면도다.

[0030] 도 8은 프레임을 생성하기 위해 사용될 수 있는 또 다른 스캐닝 패턴의 평면도다.

[0031] 도 9는 프레임을 생성하기 위해 사용될 수 있는 또 다른 스캐닝 패턴의 평면도다.

[0032] 도 10a는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템을 착용하기 위하여 사용될 수 있는 하나의 기법의 평면도이다.

[0033] 도 10b는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템을 착용하기 위하여 사용될 수 있는 다른 기법의 평면도이다.

[0034] 도 10c는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템을 착용하기 위하여 사용될 수 있는 또 다른 기법의 평면도이다.

[0035] 도 10d는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템을 착용하기 위하여 사용될 수 있는 또 다른 기법의 평면도이다.

[0036] 도 11은 도 4의 가상 이미지 생성 시스템에 사용하기 위한 디스플레이 서브시스템의 일 실시예의 평면도이다.

[0037] 도 12는 도 11의 디스플레이 서브시스템에 사용하기 위한 주 평면 도파관의 일 실시예이다.

[0038] 도 13a는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템에 사용하기 위한 디스플레이 서브시스템의 일 실시예의 사시도이다.

[0039] 도 13b는 특히 하나의 초점으로부터 연장되는 광선들을 도시하는, 도 13a의 디스플레이 서브시스템의 사시도이다.

[0040] 도 13c는 특히 다른 초점으로부터 연장되는 광선들을 도시하는, 도 13a의 디스플레이 서브시스템의 사시도이다.

[0041] 도 14는 도 4의 가상 이미지 생성 시스템에 사용하기 위한 디스플레이 서브시스템의 다른 실시예의 평면도이다.

- [0042] 도 15는 도 13의 디스플레이 서브시스템에 사용하기 위한 평면 도파관 장치의 일 실시예의 평면도이다.
- [0043] 도 16은 도 13의 디스플레이 서브시스템에 사용하기 위한 평면 도파관 장치의 다른 실시예의 평면도이다.
- [0044] 도 17은 도 16의 평면 도파관 장치의 프로파일 뷰이다.
- [0045] 도 18a는 특히 광학 도파관 입력 장치의 중심의 초점 상에 광 빔들의 수렴을 도시하는, 도 13의 디스플레이 서브시스템에 사용될 수 있는 광학 커플링 서브시스템 및 스캐닝 디바이스의 일 실시예의 평면도이다.
- [0046] 도 18b는 특히 광학 도파관 입력 장치의 에지에서의 초점 상에 광 빔들의 수렴을 도시하는, 도 18a의 광학 커플링 서브시스템 및 스캐닝 디바이스의 평면도이다.
- [0047] 도 19는 도 13a의 광학 커플링 서브시스템에 사용하기 위한 광학 도파관 입력 장치의 일 실시예의 평면도이다.
- [0048] 도 20은 도 13a의 광학 커플링 서브시스템에 사용하기 위한 광학 도파관 입력 장치의 다른 실시예의 평면도이다.
- [0049] 도 21은 도 18a의 광학 커플링 서브시스템의 광학 변조 장치에 사용될 수 있는 나선형 회절 패턴의 평면도이다.
- [0050] 도 22a는 도 18a의 광학 커플링 서브시스템에 사용될 수 있는 광학 변조 장치의 일 실시예이다.
- [0051] 도 22b는 도 18a의 광학 커플링 서브시스템에 사용될 수 있는 광학 변조 장치의 다른 실시예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] [0052] 뒤따르는 설명은 가상 현실 및/또는 증강 현실 시스템들에 사용될 디스플레이 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 그러나, 본 발명이 가상 또는 증강 현실 시스템들의 애플리케이션들에 매우 적합하지만, 본 발명이 그렇게 제한되지 않을 수 있다는 것이 이해되어야 될 것이다.
- [0024] [0053] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따라 구성된 가상 이미지 생성 시스템(100)의 일 실시예가 이제 설명될 것이다. 가상 이미지 생성 시스템(100)은 최종 사용자(50)의 시야 내 물리적 객체들과 인터믹싱(intermix)되는 가상 객체들의 이미지들을 제공하는 증강 현실 서브시스템으로서 동작될 수 있다. 가상 이미지 생성 시스템(100)을 동작시킬 때 2개의 근본적인 접근법들이 있다. 제1 접근법은 주변 환경의 이미지들을 캡처하기 위하여 하나 이상의 이미저(imager)들(예컨대, 카메라들)을 이용한다. 가상 이미지 생성 시스템(100)은 가상 이미지들을 주변 환경의 이미지들을 표현하는 데이터에 인터믹싱한다. 제2 접근법은, 주변 환경이 보여질 수 있고 그리고 가상 이미지 생성 시스템(100)이 가상 객체들의 이미지들을 생성하는 하나 이상의 적어도 부분적으로 투명한 표면들을 이용한다.
- [0025] [0054] 본원에 교시된 가상 이미지 생성 시스템(100), 및 다양한 교시들은 증강 현실 및 가상 현실 서브시스템들 이외의 애플리케이션들에 이용될 수 있다. 예컨대, 다양한 기법들은, 임의의 투사 또는 디스플레이 서브시스템에 적용될 수 있거나, 또는 움직임이 머리보다 오히려 최종 사용자의 손에 의해 이루어질 수 있는 피코(pico) 투사기들에 적용될 수 있다. 따라서, 교시들은 종종 증강 현실 서브시스템 또는 가상 현실 서브시스템의 측면에서 본원에 설명되지만, 그런 용도들의 그런 서브시스템들로 제한되지 않아야 한다.
- [0026] [0055] 적어도 증강 현실 애플리케이션들에 대해, 최종 사용자(50)의 시야에 있는 각각의 물리적 객체들에 관하여 다양한 가상 객체들을 공간적으로 포지셔닝하는 것이 바람직할 수 있다. 본원에서 또한 가상 태그(tag)들 또는 태그 또는 말풍선(call out)들로 지칭되는 가상 객체들은 매우 다양한 형태들, 기본적으로 임의의 다양한 데이터, 정보, 개념, 또는 이미지로서 표현될 수 있는 로지컬 구성 중 임의의 형태를 취할 수 있다. 가상 객체들의 비제한적 예들은: 가상 텍스트 객체, 가상 수치 객체, 가상 알파뉴메릭(alphanumeric) 객체, 가상 태그 객체, 가상 필드 객체, 가상 차트 객체, 가상 맵 객체, 가상 기기장치 객체, 또는 물리적 객체의 가상 시각 표현을 포함할 수 있다.
- [0027] [0056] 이 목적을 위하여, 가상 이미지 생성 시스템(100)은 최종 사용자(50)에 의해 착용된 프레임 구조(102), 디스플레이 서브시스템(104)이 최종 사용자(50)의 눈들(52)의 전방에 포지셔닝되도록 프레임 구조(102)에 의해 지지되는 디스플레이 서브시스템(104), 및 스피커(106)가 최종 사용자(50)의 외이도(ear canal)에 인접하게 포지셔닝되도록 프레임 구조(102)에 의해 지지되는 스피커(106)(선택적으로, 다른 스피커(도시되지 않음)는 스테

레오/성형가능 사운드 제어를 제공하도록 최종 사용자(50)의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝됨)를 포함한다. 디스플레이 서브시스템(104)은 높은-레벨들의 이미지 품질 및 3-차원 인식과 함께, 물리적 현실성에 대한 증강들로서뿐 아니라, 2-차원 콘텐츠를 제시할 수 있는 것으로 편안하게 인식될 수 있는 포토(photo)-기반 방사 패턴들을 최종 사용자(50)의 눈들(52)에 제시하도록 설계된다. 디스플레이 서브시스템(104)은 단일 코히어런트(coherent) 장면의 인식을 제공하는 합성 이미지 프레임들의 시퀀스를 고주파수로 제시한다.

[0028] [0057] 디스플레이 서브시스템(104)은 투사 서브시스템(108) 및 투사 서브시스템(108)이 이미지들을 투사하는 부분적으로 투명한 디스플레이 스크린(110)을 포함한다. 디스플레이 스크린(110)은 최종 사용자(50)의 눈들(52)과 주변 환경 사이의 최종 사용자(50)의 시야에 포지셔닝된다.

[0029] [0058] 예시된 실시예에서, 투사 서브시스템(108)은 광섬유 스캔-기반 투사 디바이스의 형태를 취하고, 디스플레이 스크린(110)은 예컨대, 무한대보다 더 가까운 단일 광학 뷰잉 거리(예컨대, 팔의 길이)의 이미지들, 다수의, 이산 광학 뷰잉 거리들 또는 초점 평면들의 이미지들, 및/또는 볼류메트릭(volumetric) 3D 객체들을 표현하기 위해 다수의 뷰잉 거리들 또는 초점 평면들에 적층된 이미지 층들을 생성하기 위해, 투사 서브시스템(108)으로부터의 스캐닝된 광이 주입되는 도파관-기반 디스플레이의 형태를 취한다. 광 필드에서 이들 층들은 인간 시각 서브시스템에 연속적으로 보이도록 함께 충분히 가깝게 적층될 수 있다(즉, 하나의 층은 인접한 층의 컨퓨전 콘(cone of confusion) 내에 있음). 부가적으로 또는 대안적으로, 이들 층들이 성기게 적층되더라도(즉, 하나의 층이 인접한 층의 컨퓨전의 콘 외측에 있다하더라도), 화소 엘리먼트(picture element)들은 광 필드의 층들 사이의 전이의 인식된 연속성을 증가시키기 위해 2 이상의 층들에 걸쳐 블렌딩(blend)될 수 있다. 디스플레이 서브시스템(104)은 단안용 또는 쌍안용일 수 있다.

[0030] [0059] 따라서, 디스플레이 서브시스템(104)은 하나 이상의 가상 객체들의 이미지를 사용자에게 제시하는 픽셀 정보의 일련의 합성 이미지 프레임들을 생성한다. 예컨대, 도 5를 참조하면, 합성 이미지 프레임(118)은 셀들(120a-120m)이 수평 행들 또는 라인들(122a-122n)로 분할된 것이 개략적으로 예시된다. 프레임(118)의 각각의 셀(120)은, 셀(120)이 대응하는 각각의 픽셀에 대한 복수의 컬러들 각각에 대한 값들 및/또는 세기들을 특정할 수 있다. 예컨대, 프레임(118)은 각각의 픽셀에 대해 적색(124a)에 대한 하나 이상의 값들, 녹색(124b)에 대한 하나 이상의 값들, 및 청색(124c)에 대한 하나 이상의 값들을 특정할 수 있다. 값들(124)은 컬러들 각각에 대해 이전 표현들로서, 예컨대 각각의 컬러에 대해 각각 4-비트 수로서 특정될 수 있다. 프레임(118)의 각각의 셀(120)은 진폭을 특정하는 값(124d)을 부가적으로 포함할 수 있다.

[0031] [0060] 프레임(118)은 하나 이상의 필드들, 총체적으로 126을 포함할 수 있다. 프레임(118)은 단일 필드로 이루어질 수 있다. 대안적으로, 프레임(118)은 2개 또는 심지어 그보다 많은 필드들(126a-126b)을 포함할 수 있다. 프레임(118)의 완전한 제1 필드(126a)에 대한 픽셀 정보는 완전한 제2 필드(126b)에 대한 픽셀 정보 이전에 특정될 수 있는데, 예컨대 어레이 내 제2 필드(126b)에 대한 픽셀 정보, 순서화된 리스트 또는 다른 데이터 구조(예컨대, 레코드, 링크된 리스트) 이전에 발생된다. 프리젠테이션 서브시스템이 2보다 많은 필드들(126a-126b)을 핸들링하도록 구성되는 것을 가정하면, 제3 또는 심지어 제4 필드는 제2 필드(126b)를 뒤따를 수 있다.

[0032] [0061] 이제 도 6을 참조하면, 프레임(118)은 래스터(raster) 스캔 패턴(128)을 사용하여 생성된다. 래스터 스캔 패턴(128)에서, 픽셀들(130)(단지 하나만 표시됨)이 순차적으로 제시된다. 래스터 스캔 패턴(128)은 통상적으로 좌측으로부터 우측으로(화살표들(132a, 132b)에 의해 표시됨), 이어서 최상부로부터 최하부(화살표(134)에 의해 표시됨) 픽셀들을 제시한다. 따라서, 프리젠테이션은 상부 우측 모서리에서 시작되고 라인의 끝에 도달될때까지 제1 라인(136a)을 가로질러 좌측으로 횡단할 수 있다. 이어서, 래스터 스캔 패턴(128)은 통상적으로 아래의 다음 라인의 좌측으로부터 시작된다. 프리젠테이션은, 하나의 라인의 끝으로부터 다음 라인의 시작으로 리턴할 때, 일시적으로 블랙 아웃(black out)되거나 블랭킹(blank)될 수 있다. 이 프로세스는, 최하부 라인(136n)이 완료될때까지, 예컨대 최하부 최우측 픽셀까지 라인 단위로 반복된다. 프레임(118)이 완료되면, 새로운 프레임이 시작되고, 다시 다음 프레임의 최상부 라인의 우측으로 리턴한다. 다시, 프리젠테이션은, 다음 프레임을 제시하기 위해 최하부 좌측으로부터 최상부 우측으로 리턴하는 동안 블랭킹될 수 있다.

[0033] [0062] 래스터 스캐닝의 많은 구현들은 인터레이싱된(interlaced) 스캔 패턴으로 칭해지는 것을 이용한다. 인터레이싱된 래스터 스캔 패턴들에서, 제1 및 제2 필드들(126a, 126b)로부터의 라인들이 인터레이싱된다. 예컨대, 제1 필드(126a)의 라인들을 제시할 때, 제1 필드(126a)에 대한 픽셀 정보는 단지 홀수 라인들에 대해서만 사용될 수 있는 반면, 제2 필드(126b)에 대한 픽셀 정보는 단지 짝수 라인들에 대해서만 사용될 수 있다. 따라서, 프레임(118)의 제1 필드(126a)의 라인들 모두(도 5)는 통상적으로, 제2 필드(126b)의 라인들 이전에 제시된다. 제1 필드(126a)는 라인(1), 라인(3), 라인(5) 등을 순차적으로 제시하기 위하여 제1 필드(126a)의 픽셀 정

보를 사용하여 제시될 수 있다. 그 다음으로, 프레임(118)의 제2 필드(126b)(도 5)는 라인(2), 라인(4), 라인(6) 등을 순차적으로 제시하기 위해 제2 필드(126b)의 픽셀 정보를 사용함으로써, 제1 필드(126a) 다음에 제시될 수 있다.

[0034] [0063] 도 7을 참조하면, 나선형 스캔 패턴(140)은 프레임(118)을 생성하기 위해 래스터 스캔 패턴(128) 대신 사용될 수 있다. 나선형 스캔 패턴(140)은 단일 나선형 스캔 라인(142)으로 이루어질 수 있고, 단일 나선형 스캔 라인(142)은 코일들 또는 루프들로서 명명될 수 있는 하나 이상의 완전한 각도 사이클들(예컨대, 360 도)을 포함할 수 있다. 도 6에 예시된 래스터 스캔 패턴(128)에서와 같이, 나선형 스캔 패턴(140)의 픽셀 정보는, 각도가 증가함에 따라, 각각의 순차적 픽셀의 컬러 및/또는 세기를 특정하기 위해 사용된다. 진폭 또는 반경 값(146)은 나선형 스캔 라인(142)의 시작점(148)으로부터의 반경 치수를 특정한다.

[0035] [0064] 도 8을 참조하면, 리사주(Lissajous) 스캔 패턴(150)은 프레임(118)을 생성하기 위해 대안적으로 사용될 수 있다. 리사주 스캔 패턴(150)은 단일 리사주 스캔 라인(152)으로 이루어질 수 있고, 단일 리사주 스캔 라인(152)은 코일들 또는 루프들로서 명명될 수 있는 하나 이상의 완전한 각도 사이클들(예컨대, 360 도)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 리사주 스캔 패턴(150)은 리사주 스캔 라인들(152)을 네스팅(nest)하기 위해 서로에 대해 각각 위상 시프트되는 2 이상의 리사주 스캔 라인들(152)을 포함할 수 있다. 픽셀 정보는, 각도가 증가함에 따라, 각각의 순차적 픽셀의 컬러 및/또는 세기를 특정하기 위해 사용된다. 진폭 또는 반경 값은 리사주 스캔 라인(152)의 시작점(156)으로부터의 반경 치수(154)를 특정한다.

[0036] [0065] 도 9를 참조하면, 다중-필드 나선형 스캔 패턴(158)은 프레임(118)을 생성하기 위해 대안적으로 사용될 수 있다. 다중-필드 나선형 스캔 패턴(158)은 2 이상의 별개의 나선형 라인들, 총체적으로 160, 및 구체적으로 4개의 나선형 스캔 라인들(160a-160d)을 포함한다. 각각의 나선형 스캔 라인(160)에 대한 픽셀 정보는 프레임의 각각의 필드에 의해 특정될 수 있다. 유리하게, 다수의 나선형 스캔 라인들(160)은 나선형 스캔 라인들(160) 중 각각 연속적인 라인들 사이의 위상을 시프팅함으로써 간단히 네스팅될 수 있다. 나선형 스캔 라인들(160) 사이의 위상 차이는 이용될 나선형 스캔 라인들(160)의 총 수의 함수이어야 한다. 예컨대, 4개의 나선형 스캔 라인들(160a-160d)은 90도 위상 시프트만큼 분리될 수 있다. 예시적인 실시예는 10개의 별개의 나선형 스캔 라인들(즉, 서브나선들)을 가지고 100 Hz 리프레시(refresh) 레이트로 동작할 수 있다. 도 7의 실시예와 유사하게, 하나 이상의 진폭 또는 반경 값들은 나선형 스캔 라인들(160)의 시작점(164)으로부터의 반경 치수(162)를 특정한다.

[0037] [0066] 다시 도 4를 참조하면, 가상 이미지 생성 시스템(100)은 최종 사용자(50)의 머리(54)의 포지션 및 움직임 및/또는 최종 사용자(50)의 눈 포지션 및 눈-사이 거리를 검출하기 위하여 프레임 구조(102)에 장착된 하나 이상의 센서들(도시되지 않음)을 더 포함한다. 그런 센서(들)는 이미지 캡처 디바이스들(이를테면 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴파스들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 및/또는 자이로(gyro)들을 포함할 수 있다.

[0038] [0067] 예컨대, 일 실시예에서, 가상 이미지 생성 시스템(100)은 최종 사용자(50)의 머리(54)의 움직임을 나타내는 관성 측정치들을 캡처하기 위한 하나 이상의 관성 트랜듀서들을 포함하는 머리 착용 트랜듀서 서브시스템(126)을 포함한다. 머리 착용 트랜듀서 시스템(120)은 최종 사용자(50)의 머리 움직임들에 관한 정보를 감지하거나, 측정하거나 수집하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 머리 착용 트랜듀서 서브시스템(120)은 최종 사용자(50)의 머리(54)의 측정 움직임들, 속도들, 가속도, 및/또는 포지션들을 검출하기 위해 사용될 수 있다.

[0039] [0068] 가상 이미지 생성 시스템(100)은 하나 이상의 전방 지향 카메라들(128)을 더 포함하고, 전방 지향 카메라들(128)은, 최종 사용자(50)가 위치한 환경에 관한 정보를 캡처하기 위해 사용될 수 있다. 전방 지향 카메라(들)(128)는 그 환경에 대해 최종 사용자(50)의 거리 및 배향 및 그 환경 내의 특정 객체들을 나타내는 정보를 캡처하기 위해 사용될 수 있다. 머리에 착용될 때, 전방 지향 카메라(들)(128)는, 최종 사용자(50)가 위치한 환경 및 그 환경 내의 특정 객체들에 대해 최종 사용자(50)의 머리(54)의 거리 및 배향을 나타내는 정보를 캡처하기 위해 특히 적합하다. 전방 지향 카메라(들)(128)는 예컨대 머리 움직임, 속도, 및/또는 머리 움직임들의 가속도를 검출하기 위해 이용될 수 있다. 전방 지향 카메라(들)(128)는 예컨대 적어도 부분적으로 최종 사용자(50)의 머리(54)의 배향에 기반하여, 최종 사용자(50)의 관심의 중심을 검출하거나 추론하기 위해 이용될 수 있다. 배향은 임의의 방향(예컨대, 최종 사용자(50)의 레퍼런스 프레임에 대해 상/하, 좌, 우)에서 검출될 수 있다.

[0040] [0069] 가상 이미지 생성 시스템(100)은 최종 사용자(50)의 눈들(52)의 움직임, 깜박임, 및 포커스 심도를 추적하기 위하여 한 쌍의 후방 지향 카메라들(129)을 더 포함한다. 그런 눈 추적 정보는 예컨대, 광을 최종 사용

자의 눈들에 투사하고, 그리고 해당 투사된 광 중 적어도 일부의 리턴 또는 반사를 검출함으로써 파악될 수 있다.

[0041] [0070] 가상 이미지 생성 시스템(100)은 사용자 배향 검출 모듈(130)을 더 포함한다. 피동자 배향 모듈(130)은 최종 사용자(50)의 머리(54)의 순시 포지션을 검출하고 센서(들)로부터 수신된 포지션 데이터에 기반하여 최종 사용자(50)의 머리(54)의 포지션을 예측할 수 있다. 중요하게, 최종 사용자(50)의 머리(54)의 순시 포지션을 검출하는 것은, 최종 사용자(50)가 보고 있는 특정 실제 객체의 결정을 가능하게 하고, 이에 의해 그 실제 객체에 대해 생성될 특정 텍스트 메시지의 표시가 제공되고 그리고 추가로 텍스트 메시지가 스트리밍될 텍스트 지역의 표시가 제공된다. 피동자 배향 모듈(130)은 또한 센서(들)로부터 수신된 추적 데이터에 기반하여 최종 사용자(50)의 눈들(52)을 추적한다.

[0042] [0071] 가상 이미지 생성 시스템(100)은 매우 다양한 형태들 중 임의의 형태를 취할 수 있는 제어 서브시스템을 더 포함한다. 제어 서브시스템은 다수의 제어기들, 예컨대 하나 이상의 마이크로제어기들, 마이크로프로세서들 또는 CPU(central processing unit)들, 디지털 신호 프로세서들, GPU(graphics processing unit)들, 다른 집적 회로 제어기들, 이를테면 ASIC(application specific integrated circuit)들, PGA(programmable gate array)들, 예컨대 FPGA(field PGA)들, 및/또는 PLU(programmable logic controller)들을 포함한다.

[0043] [0072] 예시된 실시예에서, 가상 이미지 생성 시스템(100)은 CPU(central processing unit)(132), GPU(graphics processing unit)(134), 및 하나 이상의 프레임 버퍼들(136)을 포함한다. CPU(132)는 전체 동작을 제어하는 반면, GPU(134)는 원격 데이터 저장소(150)에 저장된 3-차원 데이터로부터 프레임들을 렌더링(즉, 3-차원 장면을 2-차원 이미지로 변환)하고 이들 프레임들을 프레임 버퍼(들)(136)에 저장한다. 예시되지 않았지만, 하나 이상의 부가적인 집적 회로들은 프레임 버퍼(들)(136)에 프레임들을 입력하고 그리고/또는 프레임 버퍼(들)(136)로부터 프레임들을 판독하는 것 및 디스플레이 서브시스템(104)의 스캐닝 디바이스의 동작을 제어할 수 있다. 프레임 버퍼(들)(136)에 입력 및/또는 프레임 버퍼(들)(136)로부터 판독은, 예컨대 프레임들이 오버-렌더링되는 동적 어드레싱을 이용할 수 있다. 가상 이미지 생성 시스템(100)은 ROM(read only memory)(138) 및 RAM(random access memory)(140)을 더 포함한다. 가상 이미지 생성 시스템(100)은, GPU(134)가 프레임들을 렌더링하기 위해 하나 이상의 장면들의 3-차원 데이터에 액세스할 수 있는 3-차원 데이터베이스(142)를 더 포함한다.

[0044] [0073] 가상 이미지 생성 시스템(100)의 다양한 프로세싱 컴포넌트들은 물리적으로 분산 서브시스템에 포함될 수 있다. 예컨대, 도 10a-도 10d에 예시된 바와 같이, 가상 이미지 생성 시스템(100)은 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결성(146)에 의해 디스플레이 서브시스템(104) 및 센서들에 동작가능하게 커플링되는 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)을 포함한다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)은 다양한 구성들에 장착될 수 있는데, 이를테면 프레임 구조(102에 고정되게 부착되거나)(도 10a), 헬멧 또는 모자(56)에 고정되게 부착되거나(도 10b), 헤드폰들 내에 임베딩되거나, 최종 사용자(50)의 몸통(58)에 제거가능하게 부착되거나(도 10c), 또는 벨트-커플링 스타일 구성으로 최종 사용자(50)의 엉덩이(60)에 제거가능하게 부착(도 10d)될 수 있다. 가상 이미지 생성 시스템(100)은 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결성(150, 152)에 의해 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)에 동작가능하게 커플링된 원격 프로세싱 모듈(148) 및 원격 데이터 저장소(150)를 더 포함하여, 이들 원격 모듈들(148, 150)은 서로 동작가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)에 대한 리소스들로서 이용가능하다.

[0045] [0074] 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)은 전력-효율적 프로세서 또는 제어기뿐 아니라, 디지털 메모리, 이를테면 플래시 메모리를 포함할 수 있고, 이 둘 모두는 센서들로부터 캡처되고 그리고/또는 원격 프로세싱 모듈(148) 및/또는 원격 데이터 저장소(150)를 사용하여 획득되고 그리고/또는 프로세싱되는 데이터의 프로세싱, 캐싱 및 저장을 돕기 위해 활용될 수 있으며, 데이터는 가능한 경우 그런 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 이후 디스플레이 서브시스템(104)에 전달될 수 있다. 원격 프로세싱 모듈(148)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 이상의 비교적 강력한 프로세서들 또는 제어기들을 포함할 수 있다. 원격 데이터 저장소(150)는 "클라우드" 리소스 구성에서 인터넷 또는 다른 네트워킹 구성을 통하여 이용가능할 수 있는 비교적 큰 규모의 디지털 데이터 저장 설비를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 모든 데이터는 저장되고 모든 컴퓨테이션은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)에서 수행되고, 이는 임의의 원격 모듈들로부터 완전히 자율적인 사용을 허용한다.

[0046] [0075] 위에서 설명된 다양한 컴포넌트들 사이의 커플링들(146, 152, 154)은 유선들 또는 광학 통신들을 제공하기 위한 하나 이상의 유선 인터페이스들 또는 포트들, 또는 이를테면 무선 통신들을 제공하기 위한 RF, 마이

크로파, 및 IR을 통한 하나 이상의 무선 인터페이스들 또는 포트들을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 모든 통신들은 유선일 수 있지만, 다른 구현들에서 모든 통신들은 무선일 수 있다. 또 다른 구현들에서, 유선 및 무선 통신들의 선정은 도 10a-도 10d에 예시된 것과 상이할 수 있다. 따라서, 유선 또는 무선 통신들의 특정 선정은 제한인 것으로 고려되지 않아야 한다.

[0047] [0076] 예시된 실시예에서, 피동자 배향 모듈(130)은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)에 포함되는 반면, CPU(132) 및 GPU(134)는 원격 프로세싱 모듈(148)에 포함되는데, 대안적인 실시예들에서, CPU(132), GPU(124) 또는 이들의 부분들은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(144)에 포함될 수 있다. 3D 데이터베이스(142)는 원격 데이터 저장소(150)와 연관될 수 있다.

[0048] [0077] 이제 도 11 및 도 12를 참조하면, 디스플레이 스크린(110)은 주 도파관 장치(200)를 포함한다. 주 도파관 장치(200)는 하나 이상의 주 평면 도파관들(202)(도 11 및 도 12에는 단지 하나만 도시됨), 및 주 도파관들(202) 중 적어도 일부의 각각과 연관된 하나 이상의 DOE(diffractive optical element)들(204)(도 11 및 도 12에 단지 하나만 도시됨)을 포함한다. 도 12에 가장 잘 예시된 바와 같이, 각각의 주 도파관(202)은 제1 단부(206a) 및 제2 단부(206b)를 가지며, 제2 단부(206b)는 주 도파관(들)(202)의 길이(208)를 따라 제1 단부(206a)에 대향한다. 주 도파관(들)(202) 각각은 제1 면(210a) 및 제2 면(210b)을 가지며, 적어도 제1 면(210a) 및 제2 면(210b)(총체적으로, 210)은 주 도파관(들)(202)의 길이(208)의 적어도 일부를 따라 적어도 부분적으로 내부 반사 광학 경로(화살표(212a) 및 파선 화살표(212b)에 의해 예시되고, 총체적으로 212)를 형성한다. 주 도파관(들)(202)은 정의된 임계 각도 미만에서 면들(210)을 때리는 광에 대해 실질적으로 내부 전반사(TIR)를 제공하는 다양한 형태들을 취할 수 있다. 주 도파관(들)(202) 각각은 예컨대 판유리 또는 평면 유리, 용융 실리카, 아크릴 또는 폴리카보네이트 형태를 취할 수 있다.

[0049] [0078] DOE(들)(204)(도 11 및 도 12에서 이중 쇄선 라인들에 의해 예시됨)는 TIR 광학 경로(212)를 차단하는 매우 다양한 형태들을 취할 수 있고, 이는 주 도파관(202)의 길이(206)의 적어도 일부를 따라 연장되는 주 도파관(202)의 내부(216)와 외부(218) 사이에 복수의 광학 경로들(화살표들(214a) 및 파선 화살표들(214b)에 의해 예시되고, 총체적으로 214)을 제공한다. DOE들(204)은 명백한 객체들의 포지셔닝 및 명백한 객체들의 포커스 평면을 허용할 수 있다. 그것은 프레임 단위, 서브프레임 단위, 또는 심지어 픽셀 단위에 기반하여 달성될 수 있다.

[0050] [0079] 도 12에 예시된 바와 같이, 광은 주 도파관(들)(202)을 따라 전파되고, 적어도 일부 반사들 또는 "바운스(bounce)들"이 TIR 전파로부터 발생한다. 일부 구현들이 내부 광학 경로에 하나 이상의 반사기들, 예컨대 반사를 가능하게 할 수 있는 박막들, 유전체 코팅들, 금속화된 코팅들 등을 이용할 수 있다는 것이 주목된다. 광은 주 도파관(들)(202)의 길이(208)를 따라 전파되고, 길이(208)를 따라 다양한 포지션들에서 하나 이상의 DOE들(204)과 교차한다. DOE(들)(204)은 주 도파관들(202) 내에 통합되거나 주 도파관(들)(202)의 면들(210) 중 하나 이상에 근접하거나 인접할 수 있다. DOE(들)(204)는 적어도 2개의 기능들을 달성한다. DOE(들)(204)는 광의 각도를 시프트하고, 이는 광의 일부가 TIR을 벗어나게 하고, 그리고 주 도파관(들)(202)의 하나 이상의 면들(210)을 통하여 내부(216)로부터 외부(218)로 나오게 한다. DOE(들)(204)는 아웃-커플링된 광을 하나 이상의 뷰잉 거리들에 포커싱한다. 따라서, 주 도파관들(202)의 면(210a)을 통하여 보고 있는 누군가는 하나 이상의 뷰잉 거리들에 있는 디지털 이미저리를 볼 수 있다.

[0051] [0080] 도 13a-도 13c를 참조하면, 디스플레이 스크린(110)은 제1 축(도 11a의 도면에서 수직 또는 Y-축)을 따라 광을 증계하고, 그리고 제1 축(예컨대, Y-축)을 따라 광의 유효 출사동을 확장시키기 위한 분배 도파관 장치(222)를 포함한다. 분배 도파관 장치(222)는 예컨대 하나 이상의 분배 평면 도파관들(224)(단지 하나만 도시됨) 및 분배 평면 도파관들(224)의 각각과 연관된 DOE(226)(이중 쇄선에 의해 예시됨)를 포함할 수 있다. 분배 평면 도파관(224)은 주 도파관(202)에 대해 적어도 일부가 유사하거나 동일할 수 있고, 주 도파관(202)은 분배 평면 도파관(224)과 상이한 배향을 가진다. 마찬가지로, DOE(226)는 DOE(204)에 대해 적어도 일부가 유사하거나 동일할 수 있다. 예컨대, 분배 평면 도파관(220) 및/또는 DOE(226)는 각각 주 도파관(202) 및/또는 DOE(204)와 동일한 재료들로 구성될 수 있다.

[0052] [0081] 증계되고 출사동 확장된 광은 분배 도파관 장치(222)로부터 주 도파관(202)으로 광학적으로 커플링된다. 주 도파관(202)은 바람직하게 제1 축에 수직인 제2 축(예컨대, 도 13a의 수평 또는 X-축)을 따라 광을 증계한다. 특히, 제2 축은 제1 축에 비-직교 축일 수 있다. 주 평면 도파관(202)은 제2 축(예컨대, X-축)을 따라 광의 유효 출사동을 확장시킨다. 특히, 분배 평면 도파관(224)은 광을 수직 또는 Y-축을 따라 증계 및 확장시키고 그 광을 주 도파관(202)으로 통과시킬 수 있고, 주 도파관(202)은 수평 또는 X-축을 따라 광

을 증계 및 확장시킨다.

- [0053] [0082] 디스플레이 스크린(110)은 광학 무한대보다 더 근접하게 포지셔닝될 수 있는 단일 포커스 평면에 이미지를 생성할 수 있다. 시준된 광은 도 13b에 도시된 바와 같이, 내부 전반사에 의해 분배 평면 도파관(224)을 따라 수직으로 전파되고, 그렇게 하여 반복적으로 DOE(226)와 교차한다. DOE(226)는 바람직하게 낮은 회절 효율성(예컨대, 50% 미만)을 가진다. 이것은 광의 일부(예컨대, 10%)가 DOE(226)와의 각각의 교차 포인트에서 더 큰 주 평면 도파관(202)의 에지를 향하여 회절되게 하고, 광의 일부가 TIR을 통하여 분배 평면 도파관(224)의 길이를 따라 자신의 원래의 궤도 상에서 계속되게 한다. DOE(226)와의 각각의 교차 포인트에서, 부가적인 광은 주 도파관(202)의 입구를 향하여 회절된다. 인입 광을 다수의 아웃커플링된 세트들로 분할함으로써, 광의 출사동은 분배 평면 도파관(224) 내의 DOE(226)에 의해 수직으로 확장된다. 분배 평면 도파관(224)으로부터 커플링 아웃된 이런 수직으로 확장된 광은 주 도파관(202)의 에지에 진입한다.
- [0054] [0083] 주 도파관(202)에 진입하는 광은 TIR을 통해 주 도파관(202)을 따라 수평으로(도 13b에 도시된 바와 같이) 전파된다. 광은, TIR을 통해 주 도파관(202)의 길이의 적어도 일부분을 따라 수평으로 전파됨에 따라 다수의 포인트들에서 DOE(204)와 교차한다. DOE(204)는 유리하게 선형 회절 격자와 방사상 대칭 회절 렌즈들의 합인 위상 프로파일을 가지도록 설계되거나 구성될 수 있다. DOE(204)는 유리하게 낮은 회절 효율성을 가질 수 있다. 전파되는 광과 DOE(204) 간의 각각의 교차 포인트에서, 광의 일부는 주 도파관(202)의 인접한 면을 향하여 회절되어 광이 TIR을 벗어나는 것을 허용하고, 그리고 주 도파관(202)의 면으로부터 나온다. DOE(204)의 방사상 대칭 렌즈 양상은 부가적으로 포커스 레벨을 회절된 광에 부가하고, 이는 개별 빔의 광 파면을 성형하고(예컨대, 곡률을 부여하는 것) 그리고 설계된 포커스 레벨과 매칭하는 각도로 빔을 스티어링한다. 도 13b에 예시된 바와 같이, 4개의 빔들(228a-228d)은 기하학적으로 초점(228)까지 연장되고, 그리고 각각의 빔에는 유리하게 주어진 초점 평면에 이미지 또는 가상 객체(230a)를 생성하기 위해 초점(228)에 반경 중심을 가진 볼록 파면 프로파일이 부여된다.
- [0055] [0084] 도 13c를 참조하면, 디스플레이 스크린(110)은 다중-초점 볼류메트릭 디스플레이, 이미지 또는 광 필드를 생성할 수 있다. 4개의 빔들(228a-228d)의 제1 세트는 기하학적으로 초점(230a)까지 연장되고, 그리고 각각의 빔(228a-228d)에는 유리하게 각각의 초점 평면에 이미지 또는 가상 객체(232a)의 다른 부분을 생성하기 위해 초점(230a)에 반경 중심을 가진 볼록 파면 프로파일이 부여된다. 4개의 빔들(228e-228h)의 제2 세트는 기하학적으로 초점(230b)까지 연장되고, 그리고 각각의 빔(228e-228h)에는 유리하게 각각의 초점 평면에 이미지 또는 가상 객체(232b)의 다른 부분을 생성하기 위해 초점(230b)에 반경의 중심을 가진 볼록 파면 프로파일이 부여된다.
- [0056] [0085] 도 11-도 13에 예시된 디스플레이 서브시스템(104)의 실시예들에서, 단일 투사 서브시스템(108)은 이미지 데이터를 디스플레이 스크린(110)에 제공하기 위해 사용된다. 도 11-도 13에 예시된 디스플레이 시스템에 대조적으로, 도 14에 예시된 바와 같이, 디스플레이 서브시스템(104)은 각각의 이미지 데이터를 디스플레이 스크린(110)에 제공하기 위해 복수의 투사 서브시스템들(108a-108e)(단지 5개만 도시되고, 총체적으로 108임)을 포함할 수 있다. 투사 서브시스템들(108)은 일반적으로 디스플레이 스크린(110)의 에지(234)를 따라 어레이되거나 배열되고 또는 배치된다. 예컨대, 평면 도파관들(202)의 수와 투사 서브시스템들(108)의 수 간에 1 대 1(1:1) 비율 또는 상관이 있을 수 있다.
- [0057] [0086] 디스플레이 서브시스템(104)은 단일 주 평면 도파관(202)의 사용을 가능하게 할 수 있다. 다수의 투사 서브시스템들(108)은 최종 사용자의 머리의 관자놀이에 가장 가까운 주 평면 도파관(202)의 에지(234)를 따라 예컨대 선형 어레이로 배치될 수 있다. 각각의 투사 서브시스템(108)은 변조된 광 인코딩 서브-이미지 데이터를 상이한 각각의 포지션으로부터 주 평면 도파관(202)으로 주입하고, 따라서 상이한 광의 경로들이 생성된다. 이들 상이한 경로들은 광이 상이한 각도들, 포커스 레벨들에서 다수의 DOE들에 의해 주 평면 도파관(202)으로부터 커플링 아웃되게 할 수 있고, 그리고/또는 출사동에서 상이한 충전(fill) 패턴들을 생성할 수 있다. 출사동에서 상이한 충전 패턴들은 유리하게 광 필드 디스플레이를 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 적층 또는 적층의 층들의 세트(예컨대, 3개의 층들)에서의 각각의 층은 개별 컬러(예컨대, 적색, 청색, 녹색)를 생성하기 위하여 이용될 수 있다. 따라서, 예컨대, 3개의 인접한 층들의 제1 세트는 제1 초점 심도에 적색, 청색 및 녹색 광을 개별적으로 생성하기 위하여 이용될 수 있다. 3개의 인접한 층들의 제2 세트는 제2 초점 심도에 적색, 청색 및 녹색 광을 개별적으로 생성하기 위하여 이용될 수 있다. 다수의 세트들은 다양한 초점 심도들을 가진 풀(full) 3D 또는 4D 컬러 이미지 필드를 생성하기 위해 이용될 수 있다.
- [0058] [0087] 이제 도 15를 참조하면, 각각의 평면 도파관(202)은 복수의 DOE들(204a-204d)(4개가 예시되고, 각각은

이중 선택으로서 예시되고, 총체적으로 204임)을 포함할 수 있다. DOE들(204)은 디스플레이 스크린(110)의 시야에 일반적으로 평행한 축(236)을 따라 적층되거나, 어레이되거나, 배열된다. 모두가 내부에 있는 것으로 예시되지만, 일부 구현들에서, DOE들(204) 중 하나 이상 또는 심지어 모두는 주 도파관(202)의 외부에 있을 수 있다.

[0059] [0088] 일부 구현들에서, 각각의 DOE(204)는 독립적으로 스위치 온 및 스위치 오프될 수 있을 수 있다. 즉, 각각의 DOE(204)는 활성으로 만들어질 수 있어서, 각각의 DOE(204)는 각각의 DOE(204)와 교차하는 광의 상당한 부분을 회절시키거나, 또는 비활성으로 렌더링될 수 있어서 각각의 DOE(204)는 각각의 DOE(204)와 교차하는 광을 전혀 회절시키지 않거나, 또는 광의 작은 부분만을 회절시킨다. 이런 맥락에서 "상당한"은 광이 주 도파관(202)으로부터 커플링 아웃될 때 인간 시각 시스템에 의해 충분히 인지되는 것을 의미하고, 그리고 "작은"은 광이 인간 시각 시스템에 의해 충분히 인지되지 않거나, 뷰어에 의해 무시되도록 충분히 낮은 레벨을 의미한다.

[0060] [0089] 스위치가 가능 DOE들(204)은 한 번에 하나씩 스위치 온될 수 있어서, 주 평면 도파관(202)의 단지 하나의 DOE(204)만이 주 평면 도파관(202)의 광을 활성적으로 회절시켜, 인지가 가능한 양으로 주 평면 도파관(202)의 하나 이상의 면들(210)로부터 나온다. 대안적으로, 2 이상의 DOE들(204)은 동시에 스위칭 온될 수 있어서, 이들의 회절 효과들은 결합된다.

[0061] [0090] DOE들의 세트에서 각각의 DOE(204)는 상이한 위상 맵을 가질 수 있다. 예컨대, 각각의 DOE(204)는 각각의 위상 맵을 가질 수 있어서, 스위치 온될 때, 각각의 DOE(204)는 광을 X, Y, 또는 Z의 상이한 포지션으로 지향시킨다. DOE들(204)은 예컨대 이들의 선형 격자 양상 및/또는 이들의 방사상 대칭 회절 렌즈 양상에서 서로 달라질 수 있다. DOE들(204)이 이들의 회절 렌즈 양상에서 서로 다르면, 상이한 DOE들(204)(또는 DOE들(204)의 결합들)은 상이한 광학 뷰잉 거리들 - 즉, 상이한 포커스 거리들에 서브-이미지들을 생성할 것이다. DOE들(204)이 이들의 선형 격자 양상에서 서로 다르면, 상이한 DOE들(204)은 서로에 대해 측방향으로 시프트된 서브-이미지들을 생성할 것이다. 그런 측방향 시프트들은 포비티드(foveated) 디스플레이를 생성하기 위해, 비-균질한 해상도 또는 다른 비-균질한 디스플레이 파라미터들(예컨대, 휘도, 피크 파장, 편광, 등)을 가진 디스플레이 이미지를 상이한 측방향 포지션들로 스티어링하고, 스캔된 이미지의 사이즈를 증가시키고, 출사동의 특징들의 변동을 생성하고, 그리고/또는 광 필드 디스플레이를 생성하기 위해 유리하게 사용될 수 있다. 측방향 시프트들은 생성된 이미지들에 타일링(tiling)을 수행하거나 타일링 효과를 구현하기 위해 유리하게 이용될 수 있다.

[0062] [0091] 예컨대, 세트의 제1 DOE(204)는, 스위치 온될 때, 주 도파관(202)의 주 또는 방출 면(210a)을 보고 있는 뷰어에 대해 1 미터의 광학 뷰잉 거리(예컨대, 도 13c의 초점(230b))에 이미지를 생성할 수 있다. 세트의 제2 DOE(204)는, 스위치 온될 때, 주 도파관(202)의 주 또는 방출 면(210a)을 보고 있는 뷰어에 대해 1.25 미터의 광학 뷰잉 거리(예컨대, 도 13b의 초점(230a))에 이미지를 생성할 수 있다. 신속한 시간 시퀀스로(예컨대, 프레임 단위, 서브-프레임, 라인 단위, 서브-라인, 픽셀 단위, 또는 서브-픽셀 단위 기반) 예시적인 DOE들(204)을 스위칭 온 및 스위칭 오프하고 투사 서브시스템(108)에 의해 주 도파관(202)으로 주입되는 이미지 데이터를 동시에 변조시킴으로써, 뷰어에게 단일 장면으로 인지되는 합성 다중-초점 볼류메트릭 이미지가 형성된다. 상이한 객체들 또는 객체들의 부분들을 상이한 DOE들(204)에 의해 뷰어의 눈(도 13c의 위치(232b))으로 중계되는 서브-이미지들로 렌더링함으로써, 가상 객체들 또는 이미지들은 상이한 광학 뷰잉 거리들에 배치되거나, 또는 가상 객체 또는 이미지는 다수의 초점 평면들을 통해 연장되는 3D 볼륨으로서 표현될 수 있다.

[0063] [0092] 이제 도 16을 참조하면, 디스플레이 스크린(110)은 복수의 평면 도파관들(202a-202d)(4개가 도시되고, 총체적으로 202임)을 포함할 수 있다. 주 도파관들(202a-202d)은 디스플레이 스크린(110)의 시야에 일반적으로 평행한 축(236)을 따라 적층되거나, 어레이되거나, 배열된다. 주 도파관들(202)의 각각은 적어도 하나의 DOE(204)(이중 선택에 의해 예시되고, 단지 하나만이 도 16에서 표시됨)를 포함한다. 모두가 내부에 있는 것으로 예시되지만, 일부 구현들에서, DOE들(204) 중 하나 이상 또는 심지어 모두는 주 도파관들(202)의 외부에 있을 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 평면 도파관(202)마다 DOE들(204)의 단일 선형 어레이가 예시되지만, 주 도파관들(202) 중 하나 이상은 도 15에 대해 설명된 구현과 유사하게, 2 이상의 적층되거나, 어레이되거나 배열된 DOE들(204)을 포함할 수 있다.

[0064] [0093] 주 도파관들(202) 각각은 도 15의 실시예의 DOE들(204)의 동작과 유사하게 기능할 수 있다. 즉, 각각의 평면 도파관들(202)의 DOE들(204)은 각각 개별 위상 맵을 가질 수 있고, 다양한 DOE들(204)의 위상 맵들은 서로 상이하다. DOE들(204)의 동적 스위칭(예컨대, 온/오프)이 도 15의 실시예에서 이용되었지만, 그것은 도 16의 실시예에서 회피될 수 있다. 동적 스위칭 대신, 또는 동적 스위칭 외에, 디스플레이 시스템(110)은 각각

의 위상 맵들에 기반하여 광을 주 도파관들(202)로 선택적으로 라우팅할 수 있다. 따라서, 원하는 위상 맵을 가진 특정 DOE(204)를 턴 온하기보다 오히려, 디스플레이 시스템(110)은 원하는 위상 맵핑을 가진 DOE(204)를 가지거나 이에 연관된 특정 평면 도파관(202)으로 광을 라우팅할 수 있다. 다시, 이것은 DOE들(204)의 동적 스위칭 대신이거나, 추가될 수 있다.

[0065] [0094] 일 예에서, 투사 서브시스템들은 각각의 위상 맵들에 기반하여 광을 주 도파관들(202)로 선택적으로 라우팅하도록 선택적으로 동작될 수 있다. 다른 예에서, 각각의 DOE(204)는, 도 15의 실시예의 DOE들(204)을 스위칭 온 및 스위칭 오프하는 것을 참조하여 설명된 것과 유사하게, 독립적으로 스위칭 온 및 스위칭 오프될 수 있을 수 있다. DOE들(204)은 각각의 위상 맵들에 기반하여 광을 주 도파관들(202)로 선택적으로 라우팅하도록 스위칭 온 및 스위칭 오프될 수 있다.

[0066] [0095] 도 16에 예시된 바와 같이, 광선들은 주 도파관들 중 2개(202a, 202d)로부터 바깥으로 나온다. 예시를 위해, 제1 평면 도파관(202a)은 무한대 초점 거리에 평면 또는 편평한 파면(광선들(240)에 관해 편평한 라인들(238)에 의해 예시되고, 각각 중 단지 하나의 경우가 도시 명확성을 위해 표시됨)을 생성한다. 대조적으로, 주 도파관들 중 다른 도파관(202d)은 무한대 미만의 정의된 초점 거리(예컨대, 1 미터)에 볼록 파면(광선들(244)에 대해 아크(242)에 의해 예시되고, 각각 중 단지 하나의 경우가 도시 명확성을 위해 표시됨)을 생성한다. 도 17에 예시된 바와 같이, 주 도파관들(202)은 외관 및/또는 광학 뷰잉 거리들 - 즉, 출사동(248)에 대해 가상 객체의 상이한 초점 거리들(246a-246c)을 측방향으로 시프트할 수 있다.

[0067] [0096] 도 11-도 13을 다시 참조하면, 투사 서브시스템(108)은 광을 생성하는(예컨대, 정의된 패턴들로 상이한 컬러들의 광을 방출하는) 하나 이상의 광원들(250), 제어 신호들에 대한 응답으로 미리결정된 스캔 패턴(예컨대, 이를테면 도 5-도 9에 대해 위에서 설명된 것들)으로 광을 스캐닝하는 스캐닝 디바이스(252), 및 스캐닝 디바이스(252)로부터의 광을 디스플레이 스크린(110)에 커플링하는 광학 커플링 서브시스템(254)을 포함한다.

[0068] [0097] 광원(들)(250)은 매우 다양한 형태들 중 임의의 형태, 예컨대 픽셀 정보 또는 데이터의 각각의 프레임들에서 특정된 정의된 픽셀 패턴들에 따라 각각 적색, 녹색, 및 청색 코히어런트 시준 광을 생성하도록 동작가능한 RGB 레이저들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 광을 출력할 수 있는 레이저 다이오드들)의 세트를 취할 수 있다. 레이저 광은 높은 컬러 포화도를 제공하고 매우 에너지 효율적이다.

[0069] [0098] 스캐닝 디바이스(252)는 하나 이상의 광섬유들(256)(예컨대, 단일 모드 광섬유)을 포함하고, 광섬유들(256) 각각은, 광이 광원(들)(250)로부터 수신되는 근위 단부(256a) 및 광이 부분적으로 투명한 디스플레이 스크린(110)에 제공되는 말단 단부(256b)를 가진다. 스캐닝 디바이스(252)는, 광섬유(256)가 장착된 기계적 드라이브 어셈블리(258)를 더 포함한다. 드라이브 어셈블리(258)는 스캔 패턴에 따라 지주(260)를 중심으로 광섬유(256)의 말단 단부(256b)를 변위시키도록 구성되어, 출력된 광은 지주(260)와 일치하는 길이방향 축(262)으로부터 발산한다. 디스플레이 서브시스템(104)이 스캐닝 광섬유 기술로 구현되는 것으로 설명되었지만, 디스플레이 서브시스템(104)이 임의의 디스플레이 기술, 예컨대 LCD(liquid crystal displays), DLP(digital light processing) 디스플레이들 등에 기반할 수 있다는 것이 인지되어야 하는 것이 인지되어야 한다.

[0070] [0099] 드라이브 어셈블리(208)는, 광섬유(256)가 장착되는 압전 엘리먼트(264) 및 전기 신호들을 압전 엘리먼트(264)에 전달하도록 구성된 드라이브 전자장치(266)를 포함하고, 이에 의해 광섬유(256)의 말단 단부(256b)가 스캔 패턴에 따라 진동하게 된다. 따라서, 광원(들)(250) 및 드라이브 전자장치(266)의 동작은 공간적으로 그리고/또는 시간적으로 변화하는 광의 형태로 인코딩되는 이미지 데이터를 생성하는 방식으로 조정된다.

[0071] [0100] 예시된 실시예에서, 압전 엘리먼트(264)는 중공 튜브의 형태를 취하고, 이 경우, 광섬유(256)의 말단 단부(256b)는 압전 튜브(264)를 통해 스레드(thread)되거나 수용된다. 광섬유(256)의 말단 단부(256b)는 압전 튜브(264)로부터 고정단-자유단의 유연한 캔틸레버(268)(도 18a 및 도 18b에 도시됨)로서 돌출한다. 압전 튜브(264)는 4개의 사분면 전극들(예시되지 않음)과 연관된다. 전극들은 예컨대 압전 튜브(264)의 외측, 외부 표면 또는 외부 주변 또는 직경 상에 도금될 수 있다. 코어 전극(예시되지 않음)은 또한 튜브(264)의 코어, 중심, 내부 주변 또는 내부 직경에 위치된다.

[0072] [0101] 드라이브 전자장치(266)는 압전 튜브(264)를 독립적으로 2개의 축들로 구부리기 위해 대향하는 전극들의 쌍들(도시되지 않음)을 드라이브하도록 와이어들(270)을 통해 전기적으로 커플링된다. 광 섬유(256)의 돌출하는 말단 팁(tip)은 기계적 공진 모드들을 가진다. 공진 주파수들은 광 섬유(256)의 직경, 길이 및 재료 특성들에 좌우된다. 섬유 캔틸레버(268)의 제1 기계적 공진 모드 근처에서 압전기 튜브(264)를 진동시킴으로써, 섬

유 캔틸레버(268)는 진동하도록 유발되고, 그리고 지주(260)를 중심으로 큰 편향을 통하여 스위핑(sweep)할 수 있다. 2개의 축들로 공진 진동을 자극함으로써, 섬유 캔틸레버(268)의 팁은 2D 스캔을 충전하는 영역에서 2개의 축으로 스캐닝된다. 섬유 캔틸레버(268)의 스캔과 동기하여 광원(들)(250)의 세기를 변조함으로써, 섬유 캔틸레버(268)로부터 나오는 광은 이미지를 형성한다.

[0073] [00102] 위에서 간략히 논의된 바와 같이, 광학 커플링 서브시스템(254)은 스캐닝 디바이스(252)로부터의 광을 도파관 장치(102)에 광학적으로 커플링한다. 광학 커플링 서브시스템(254)은 광을 도파관 장치(102)의 단부에 광학적으로 커플링하기 위해 광학 도파관 입력 장치(272), 예컨대 하나 이상의 반사 표면들, 회절 격자들, 미러들, 이색성 미러들, 또는 프리즘들을 포함한다. 광학 커플링 서브시스템(254)은 부가적으로 또는 대안적으로 광섬유(256)로부터의 광을 시준하는 시준 엘리먼트(274)를 포함한다.

[0074] [00103] 위에서 간략히 논의된 바와 같이, 스캐닝 디바이스(252)로부터 방출된 광은 처음에, 광섬유(256)의 말단 단부(256b)가 지주(260)를 중심으로 진동됨에 따라 길이방향 축(262)으로부터 발산한다. 광섬유(256)의 각각의 포지션에서, 광은 처음에 말단 단부(256b)로부터 퍼지고, 그리고 시준 엘리먼트(274)에 의해 좁은 광선으로 시준된다. 변형 없이, 비교적 큰 광학 도파관 입력 장치(272)는 광섬유(256)의 말단 단부(256b)에서의 비교적 큰 편향들을 수용할 필요가 있을 것이다.

[0075] [00104] 이 목적을 위해, 광학 커플링 서브시스템(254)은 도 18a에 도시된 바와 같이, 시준 엘리먼트(274)로부터의 광을 길이방향 축(262)을 향해 수렴하고, 그리고 예시된 실시예에서, 광을 광학 도파관 입력 장치(272)의 중심에 있는 초점(278) 상으로 수렴하도록 구성된 광학 변조 장치(276)를 포함한다. 특히, 광을 광학 도파관 입력 장치(272)의 중심에 포커싱하는 것은 광학 도파관 입력 장치(272)의 사이즈가 최소화되도록 허용한다. 즉, 광을 광학 도파관 입력 장치(272)의 중심에 포커싱하는 것은 광학 도파관 입력 장치(272)의 에지들에서 스위핑된 광 경로의 최악의 경우의 발산 스패를 최소화한다. 예컨대, 도 18b에 예시된 바와 같이, 광이 광학 도파관 입력 장치(272)의 전방 에지 상에 포커싱되면, 광학 도파관 입력 장치(272)는 광학 도파관 입력 장치(272)의 후방 에지에서 스위핑된 광 경로의 더 큰 발산 스패를 수용하도록 더 크게 만들어져야 한다.

[0076] [00105] 이제 도 19를 참조하면, 입력 광학 변조 장치(276)와 광학 도파관 입력 장치(272)의 일 실시예 사이의 상호작용이 설명될 것이다. 이 경우에, 광학 도파관 입력 장치(272)는 도 13a-도 13c에 대해 설명된 연관된 분배 도파관(224) 및 DOE들(226a-226e)을 가진 분배 도파관 장치(222)의 형태를 취한다. 도 19에 도시된 바와 같이, 광학 변조 장치(276)는 시준 엘리먼트(274)로부터의 광을 DOE(226c)에 위치한 초점(278) 상에 수렴시키고, 이에 의해 DOE들(226)의 사이즈가 최소화된다. 결과로서, 분배 도파관(224)의 전체 폭은 최소화된다. 이어서, 광은 주 도파관들(202a-202e) 중 하나 이상을 따라 선택적으로 전달된다.

[0077] [00106] 이제 도 20을 참조하면, DOE들(226)은 대안적으로 주 도파관 장치(200)에 직접 통합될 수 있다. 이 경우에, DOE들(226)은 도파관 장치(200)의 주 평면 도파관들(202a-202e)을 따라 각각 평행하게 연장되어, DOE들(226)은 광학 변조 장치(276)로부터 주 도파관들(202)을 따라 광을 각각 지향시킨다. 도 20에 도시된 바와 같이, 광학 변조 장치(276)는 시준 엘리먼트(274)로부터의 광을 DOE(226c)에 위치한 초점(278) 상에 수렴시키고, 이에 의해 DOE들(226)의 사이즈가 최소화된다. 초점(278)이 입력 광학 변조 장치(276)의 중심에 있기 때문에, DOE들(226a 및 226e)의 길이들은 최악의 경우의 DOE(226)를 최소화하기 위해 동일하게 만들어질 수 있다. 결과로서, 도파관 장치(200)의 전체 사이즈는 최소화된다.

[0078] [00107] 일 실시예에서, 광학 변조 장치(276)는 하나 이상의 회절 격자들을 포함하고, 회절 격자들 각각은 광을 분할하고 상이한 방향으로 이동하는 몇 개의 빔들로 회절시키는 광 파장의 순서로 주기적 구조를 가진 광학 컴포넌트로 특징화될 수 있다. 회절 격자들은 투과성이거나 반사성일 수 있고, 그리고 예컨대 기판 상에 포토리소그래픽적으로 프린팅될 수 있는 표면 나노-리지(ridge)들, 나노-패턴들, 슬릿들 등으로 구성될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 광학 변조 장치(276)는 하나 이상의 렌즈들을 포함할 수 있다.

[0079] [00108] 예시된 실시예에서, 광학 변조 장치(276)는 스캔 패턴의 기하구조와 매칭하는 회절 패턴을 가져서, 광의 시준은 타겟 해상도로 보존된다. 예컨대, 나선형 스캔 패턴이 사용되면, 회절 패턴은 도 21에 예시된 바와 같이, 회절 엘리먼트들(280)의 패턴을 가질 수 있다. 단일 회절 격자가 사용되면, 각각의 회절 엘리먼트는 광선들(282a 및 282b)을 2 차원들에서 안쪽으로(예컨대, 도 22a의 경우에, 각각의 회절 엘리먼트(278a 및 278b)(2개만 도시됨)가 광을 x-y 좌표계의 원점의 단일 초점(280)을 향해 회절시키도록 x- 및 y-방향들로) 회절시킬 수 있다. 대안적으로, 하나의 회절 격자(276a)의 회절 엘리먼트들(278a 및 278b)은 x-y 좌표계의 일 축(예컨대, 도 22b의 경우에, x-방향)을 따라 각각의 광선들(282a 및 282b)을 회절시키고, 그리고 다른 회절 격자(276b)의 회절 엘리먼트들은 x-y 좌표계의 다른 축(예컨대, 도 20b의 경우에, y-방향)을 따라 광선들(282a 및 282b)을 회

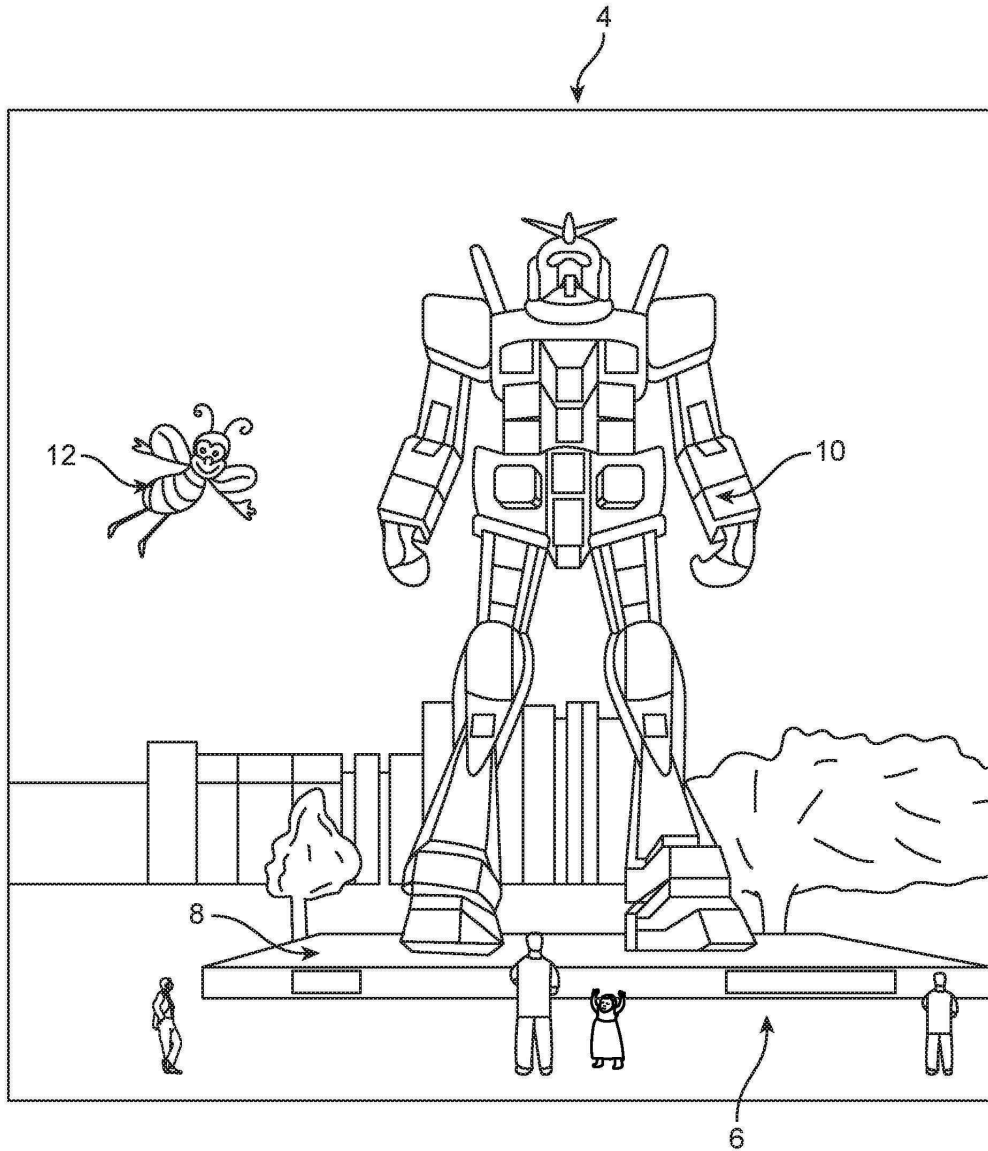
절시키도록, 직렬로 2개의 직교 회절 격자들(276a 및 276b)이 사용될 수 있다.

[0080]

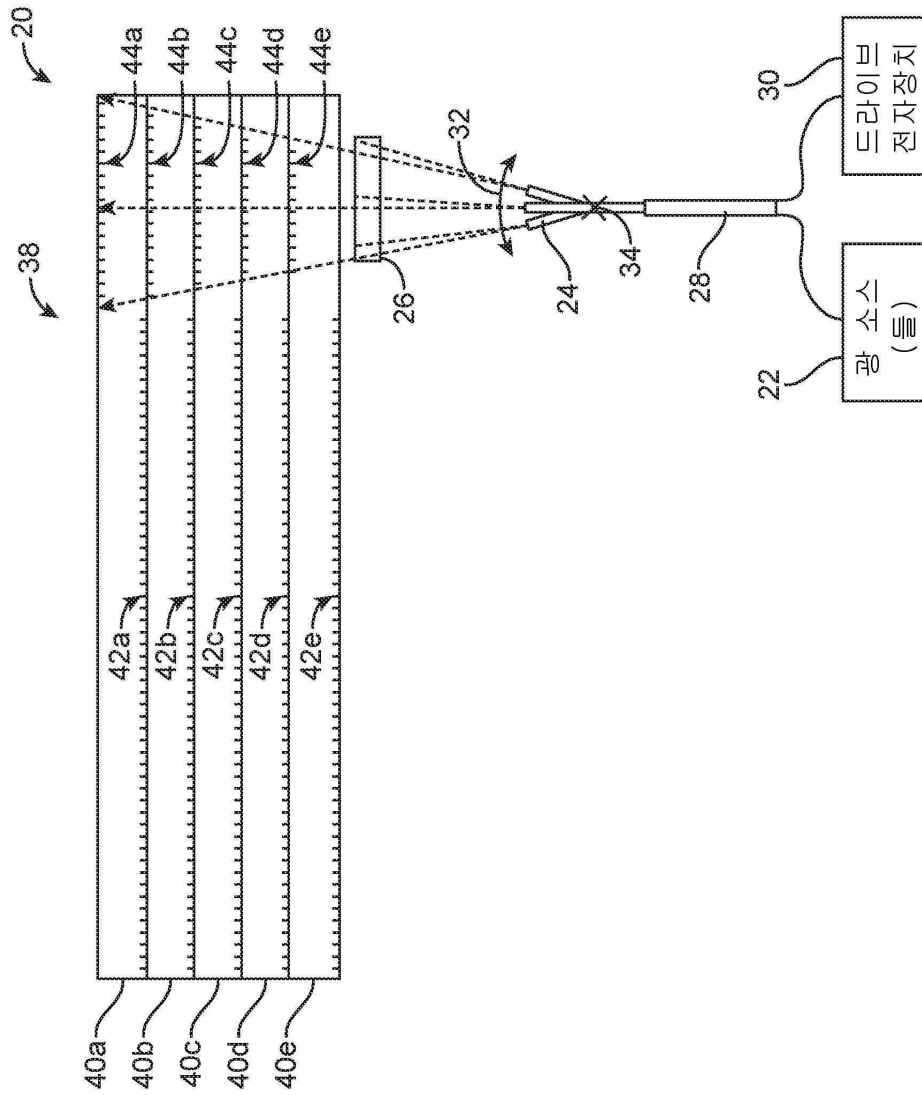
[00109] 비록 본 발명의 특정 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 이것이 본 발명을 실시예들로 제한하도록 의도되지 않는 것이 이해될 것이고, 그리고 다양한 변화들 및 수정들이 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 당업자들에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 바와 같은 본 발명의 사상 및 범위 내에 포함될 수 있는 대안들, 수정들, 및 등가물들을 커버하도록 의도된다.

도면

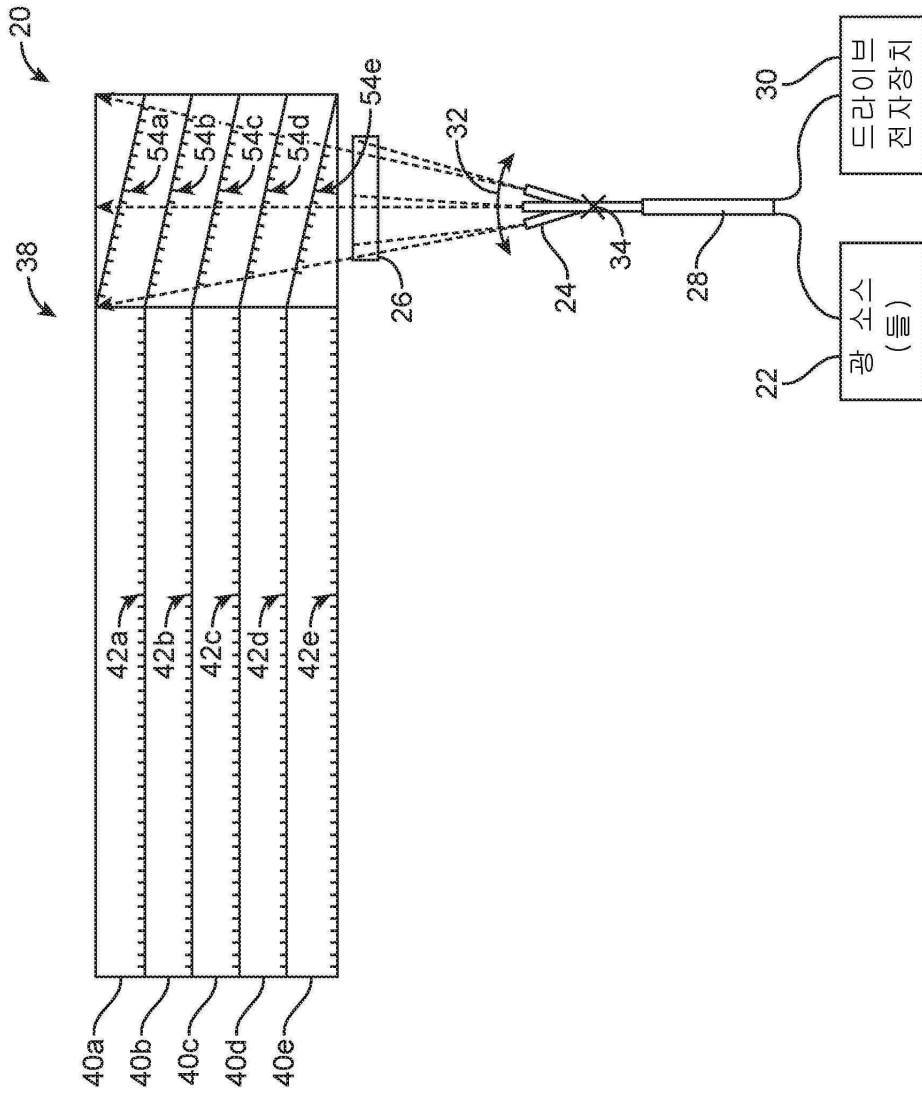
도면1



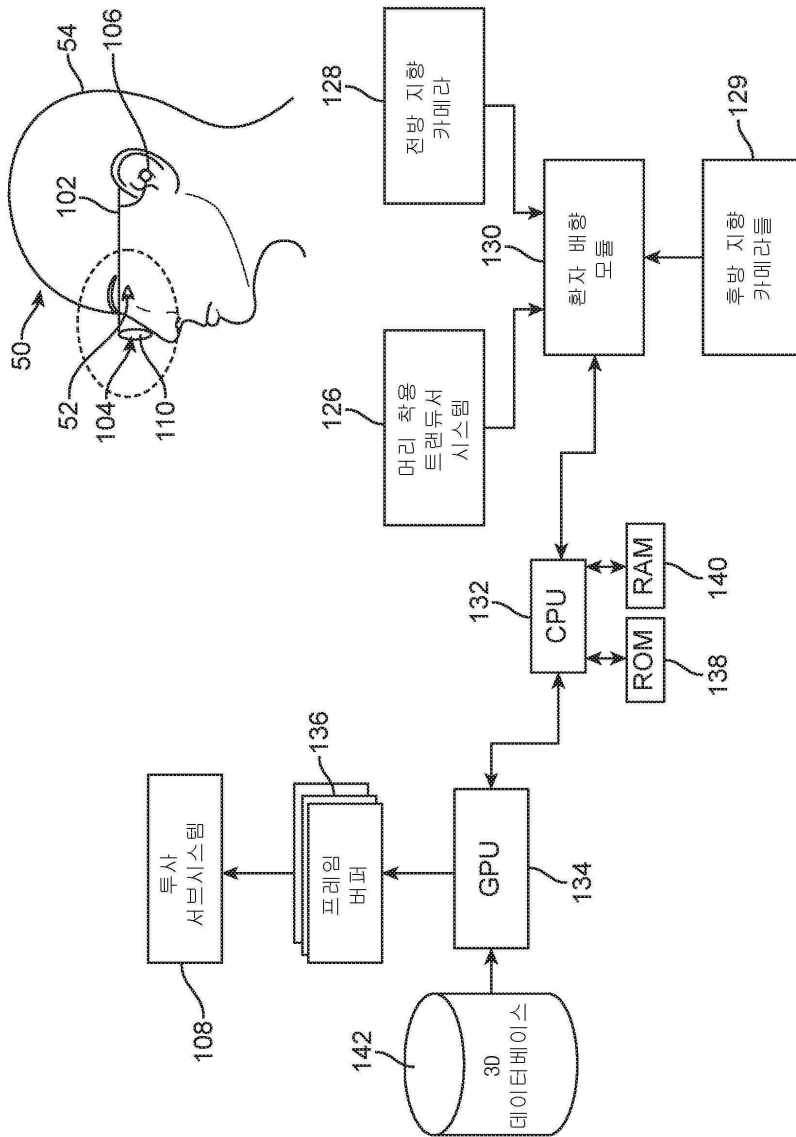
도면2



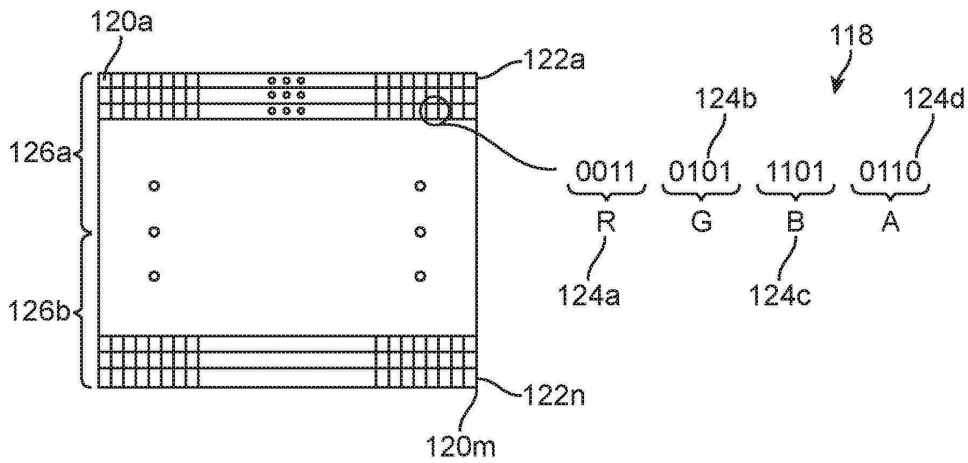
도면3



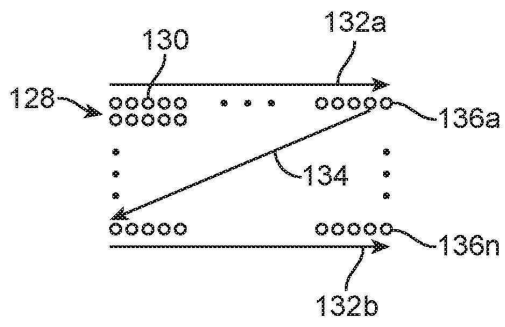
도면4



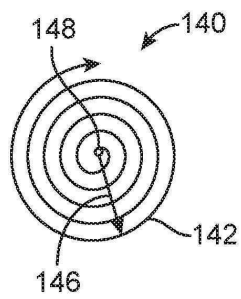
도면5



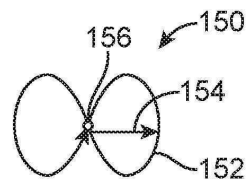
도면6



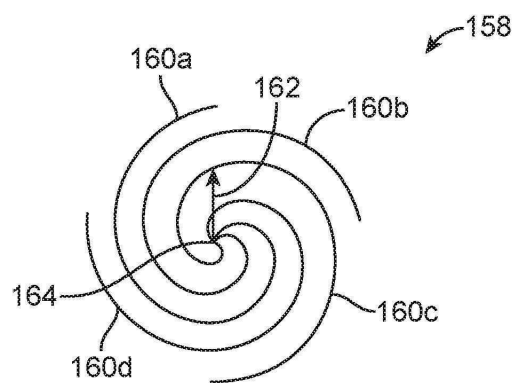
도면7



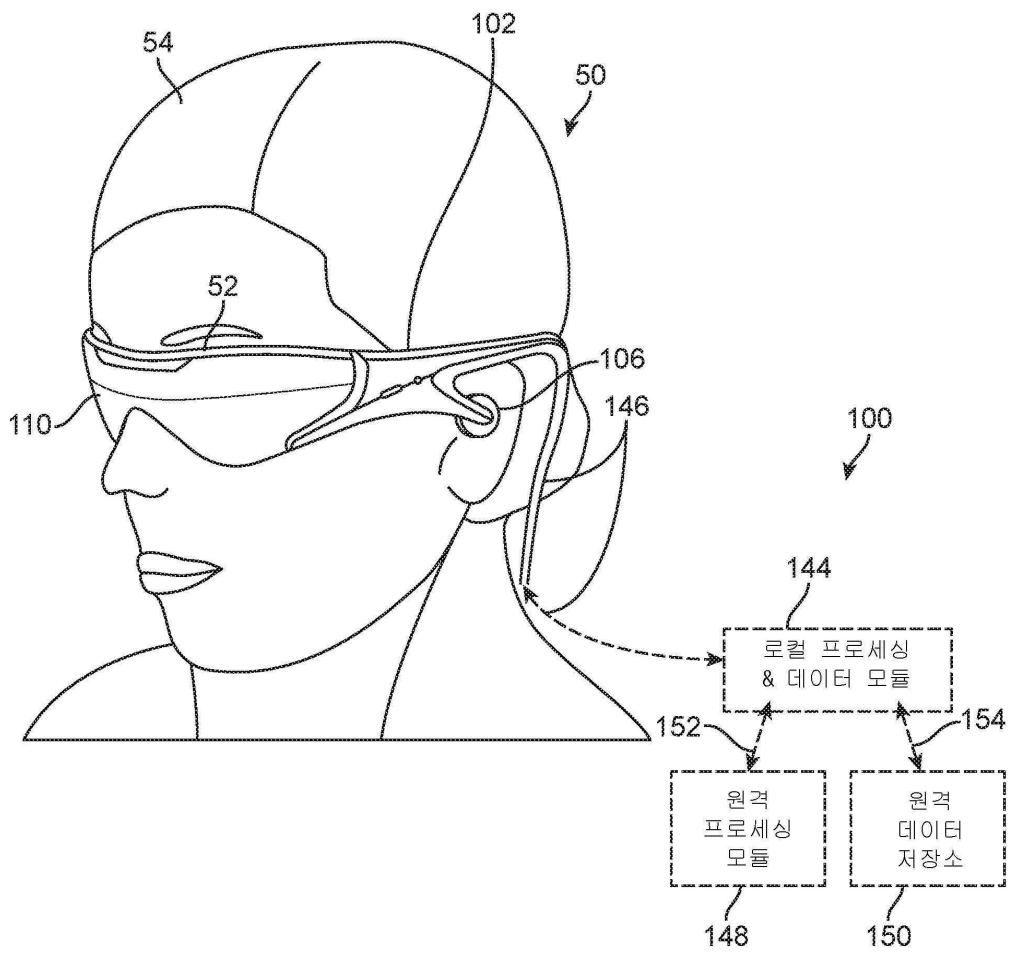
도면8



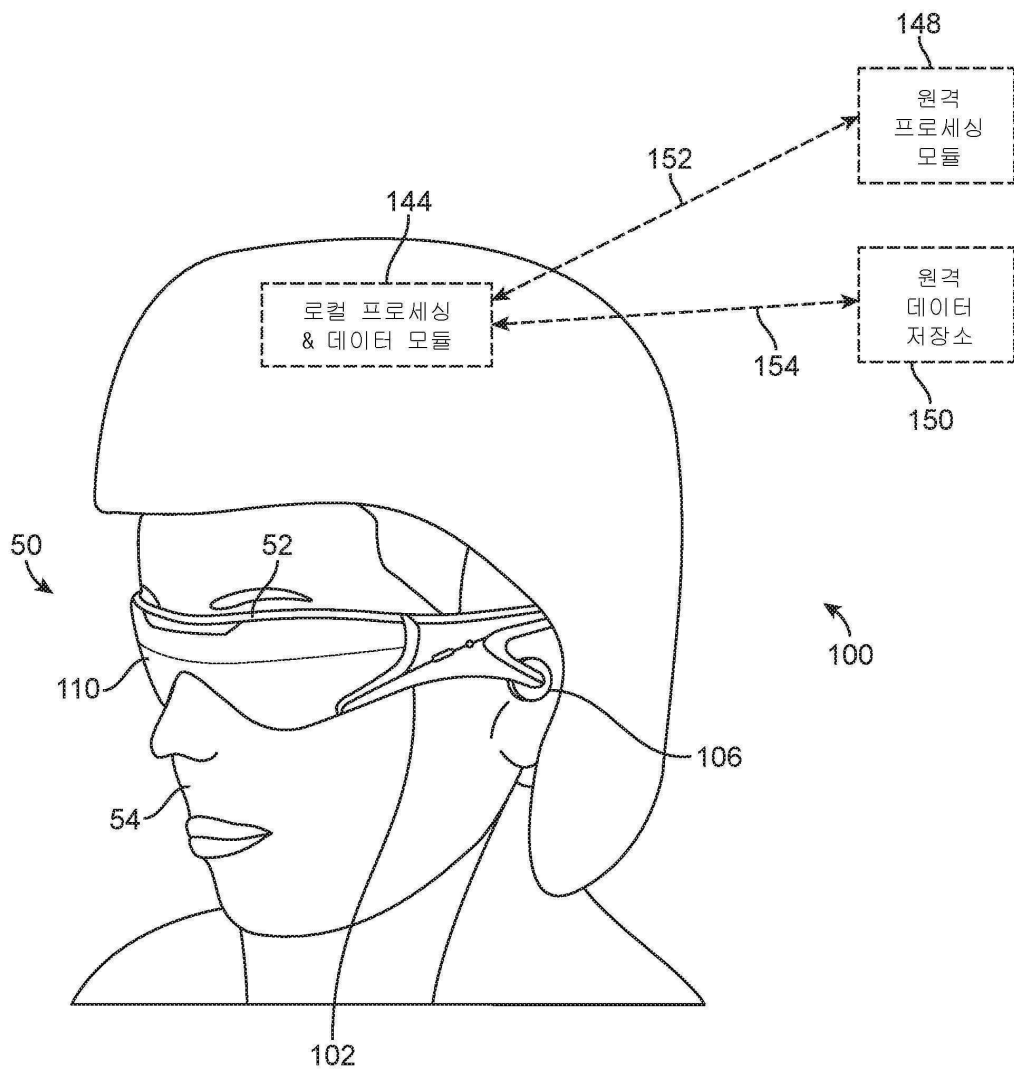
도면9



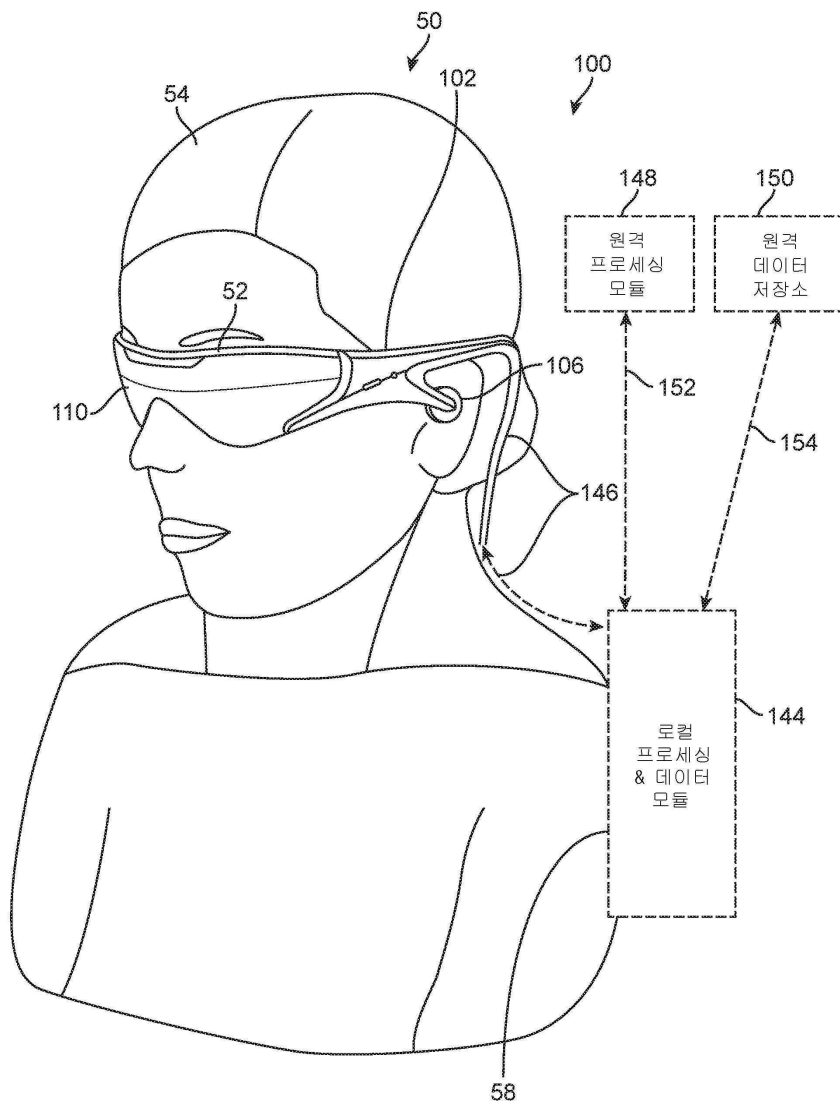
도면10a



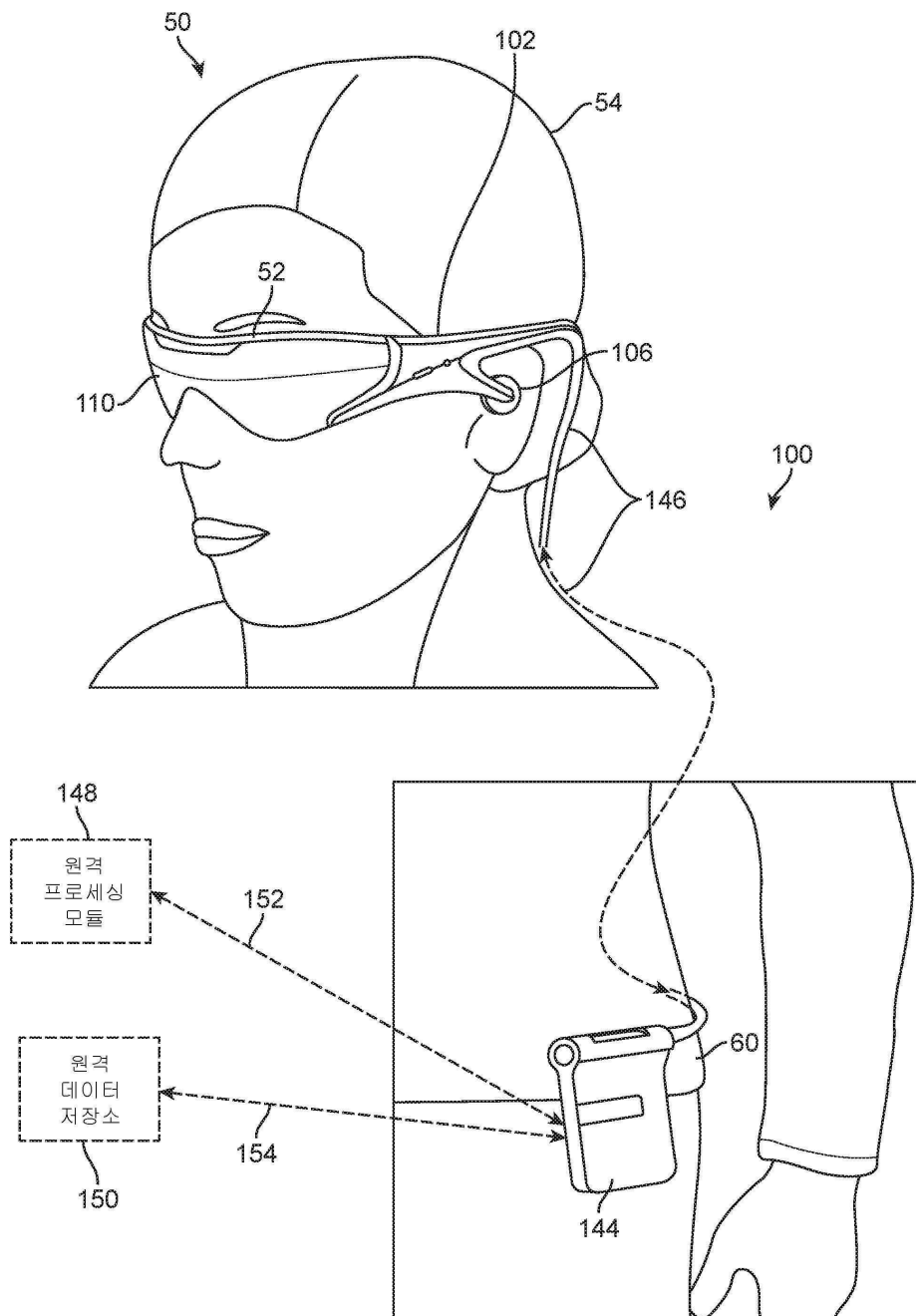
도면10b



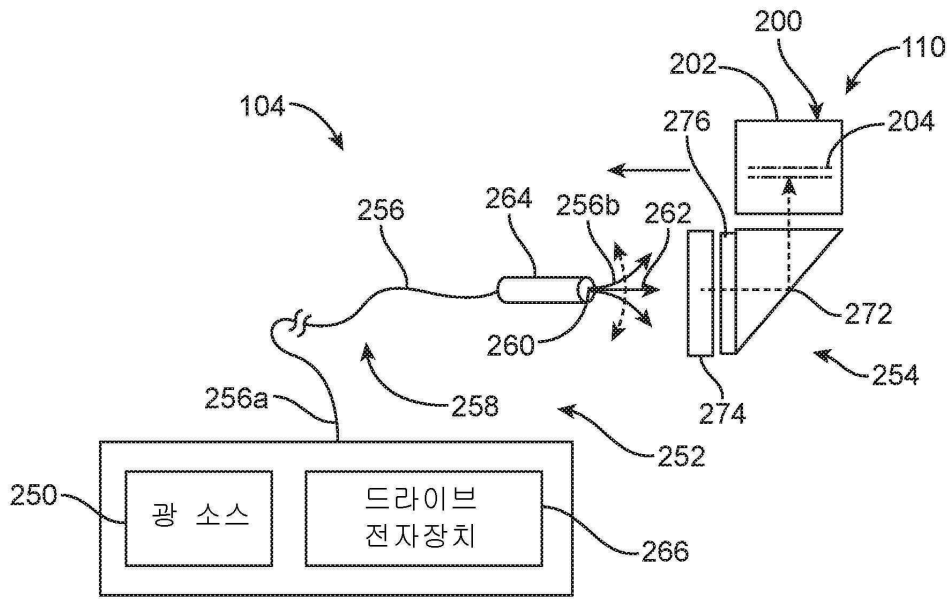
도면10c



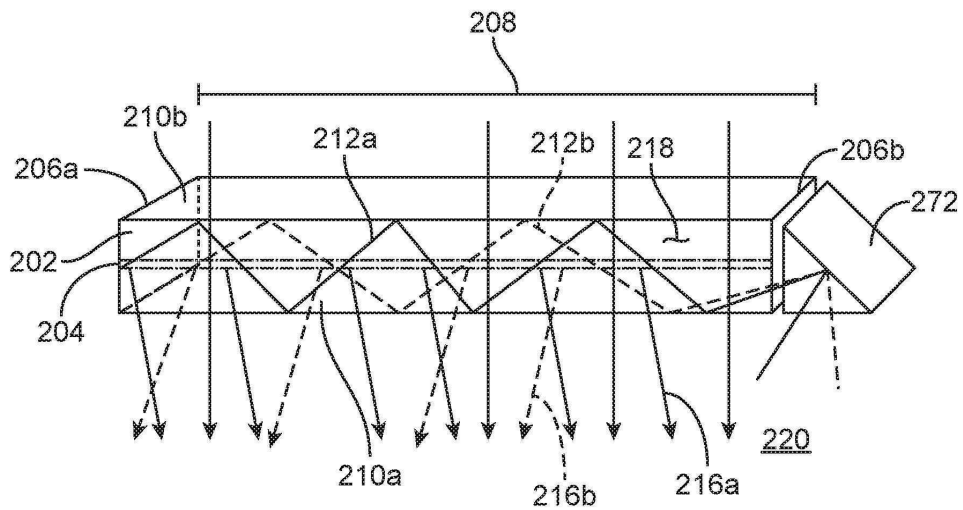
도면10d



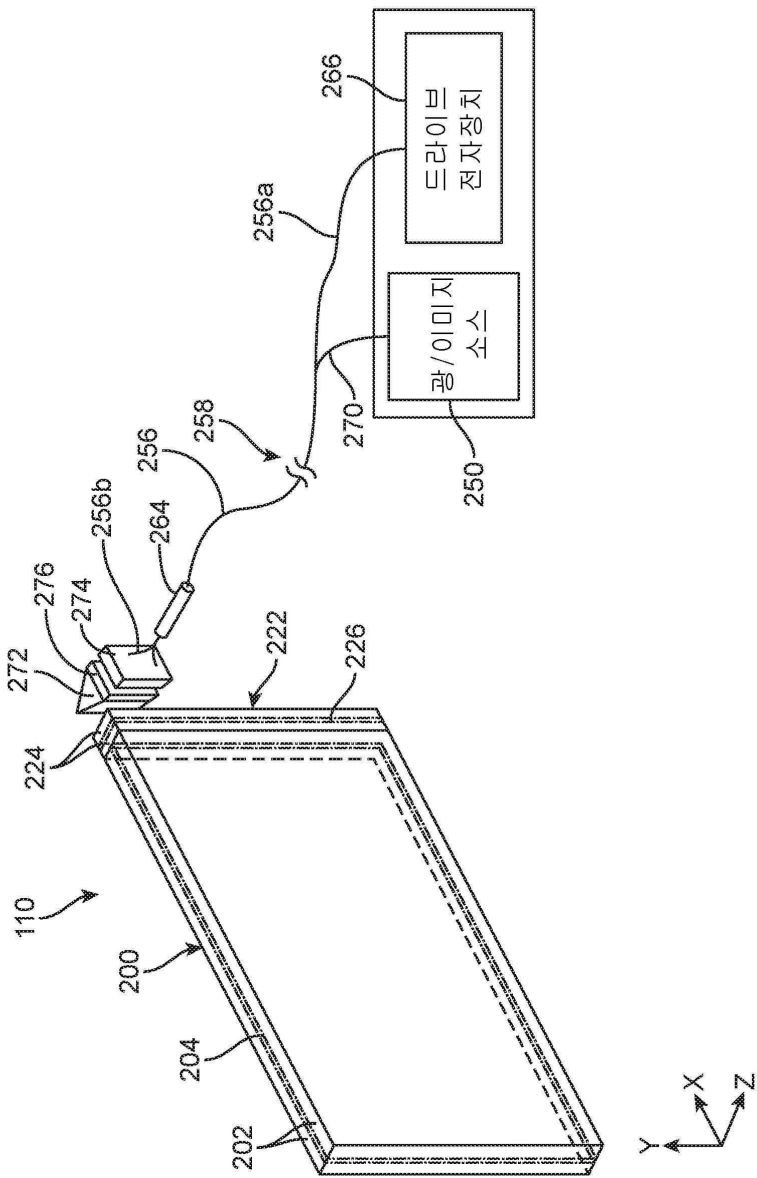
도면11



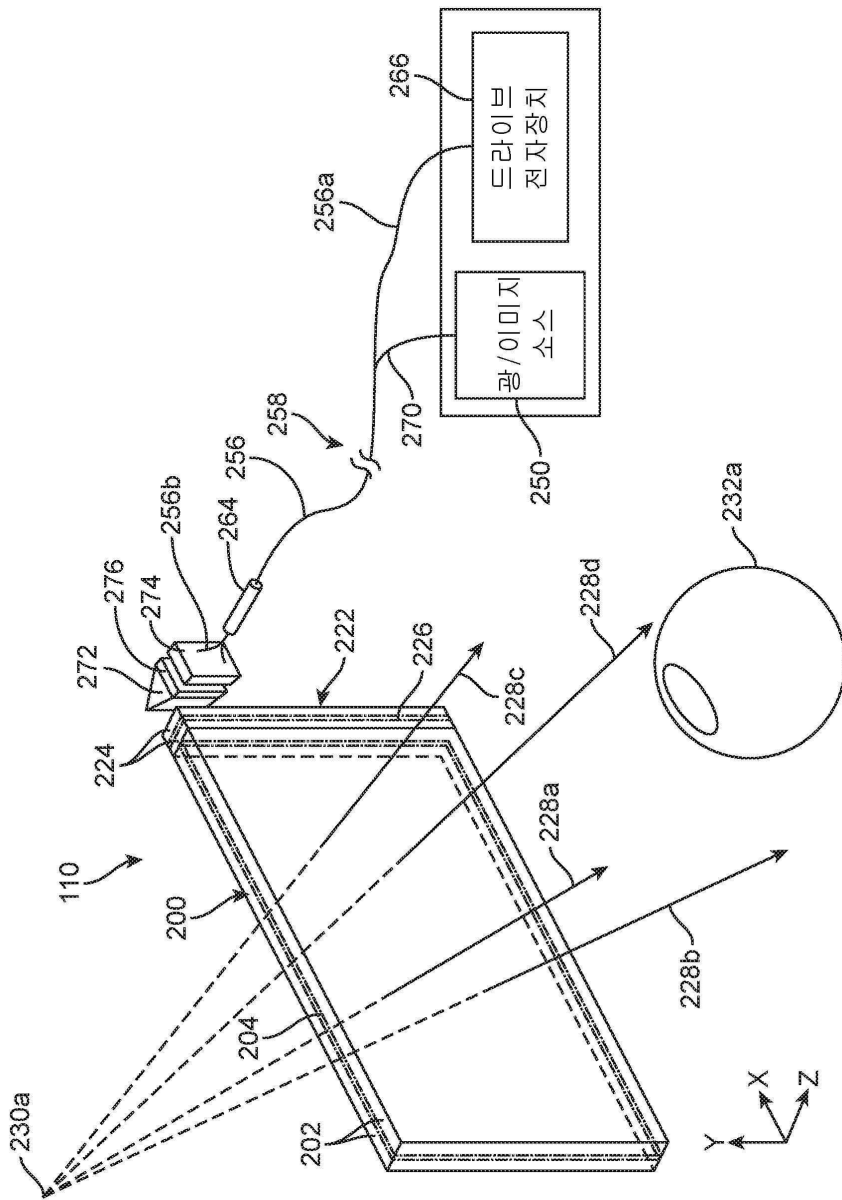
도면12



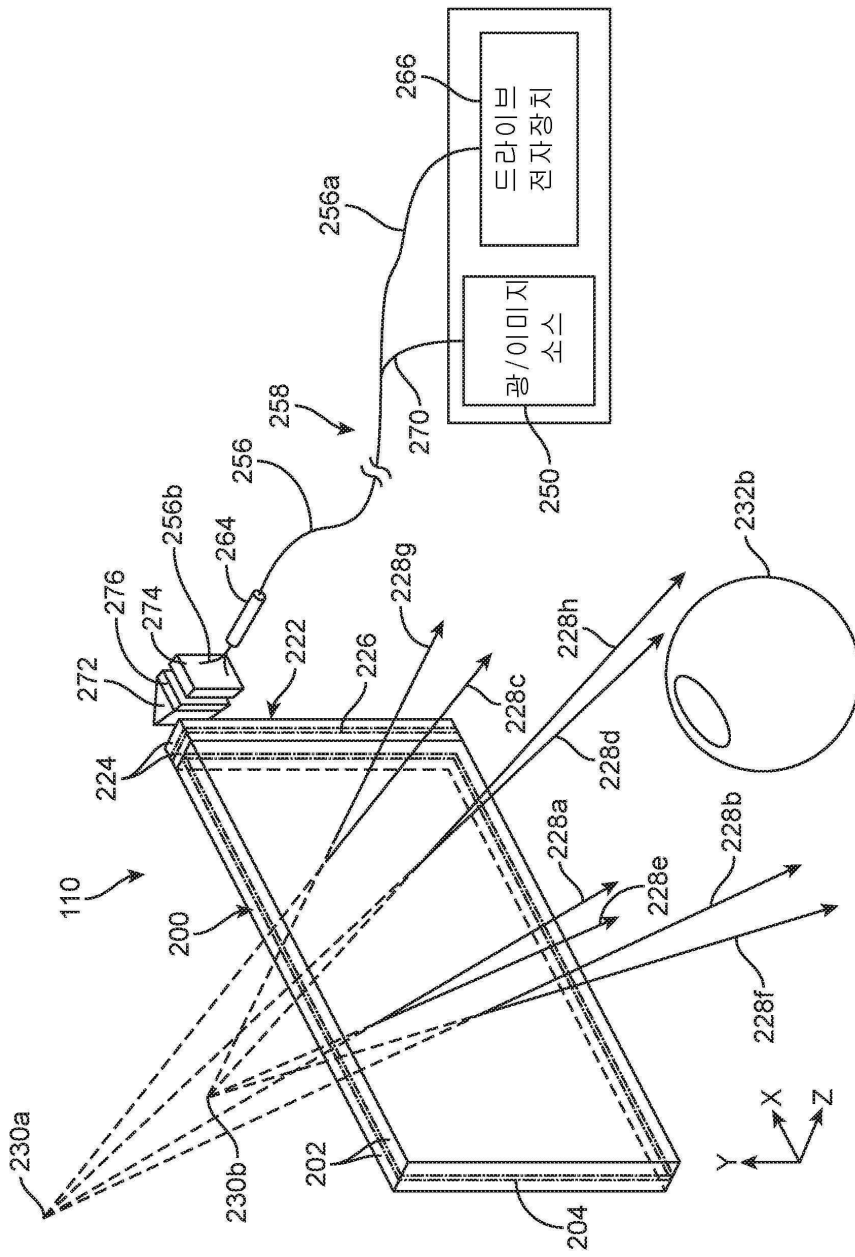
도면13a



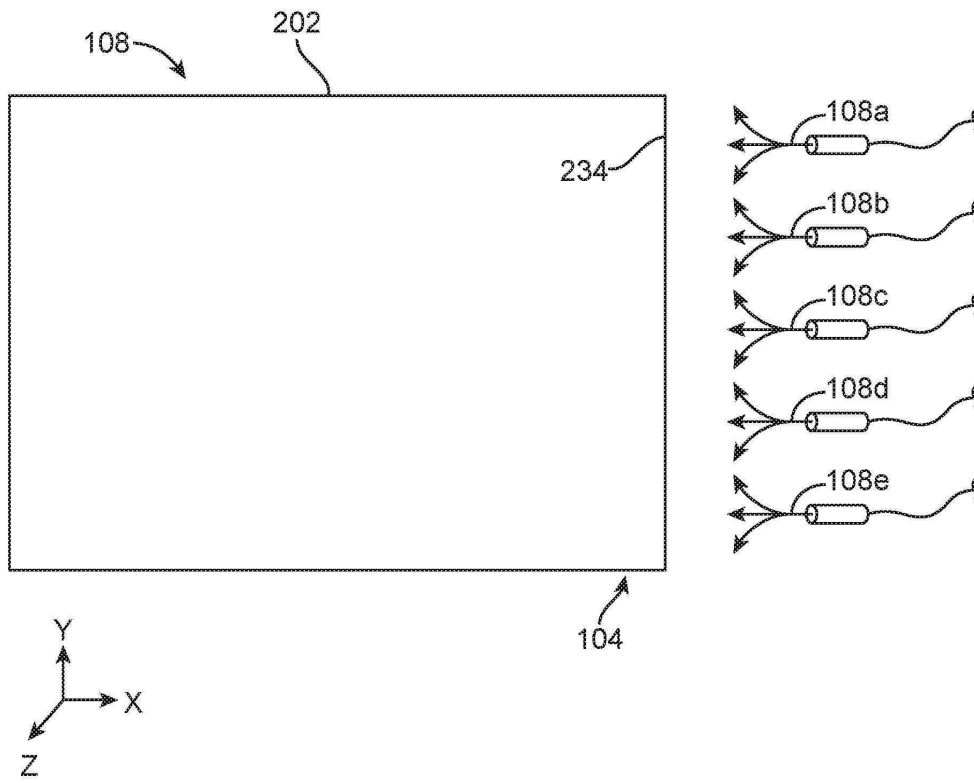
도면13b



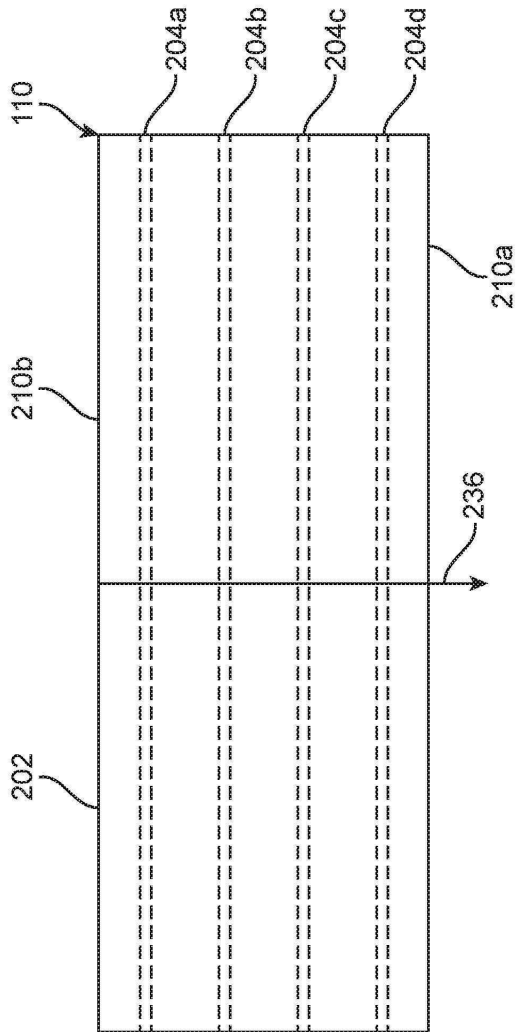
도면13c



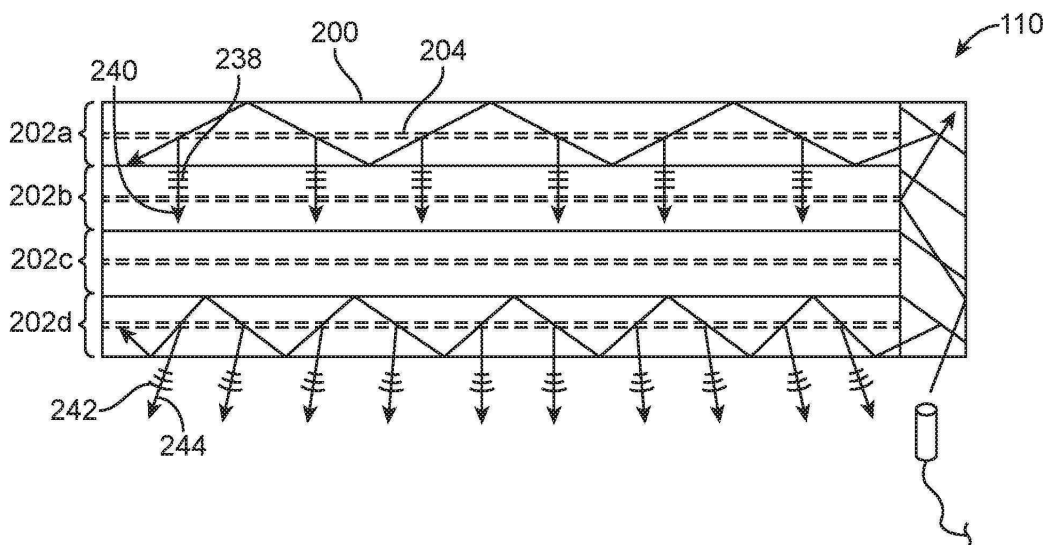
도면14



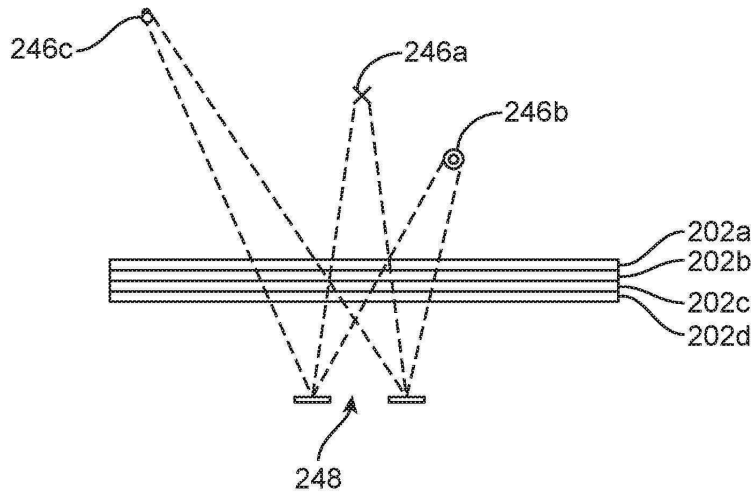
도면15



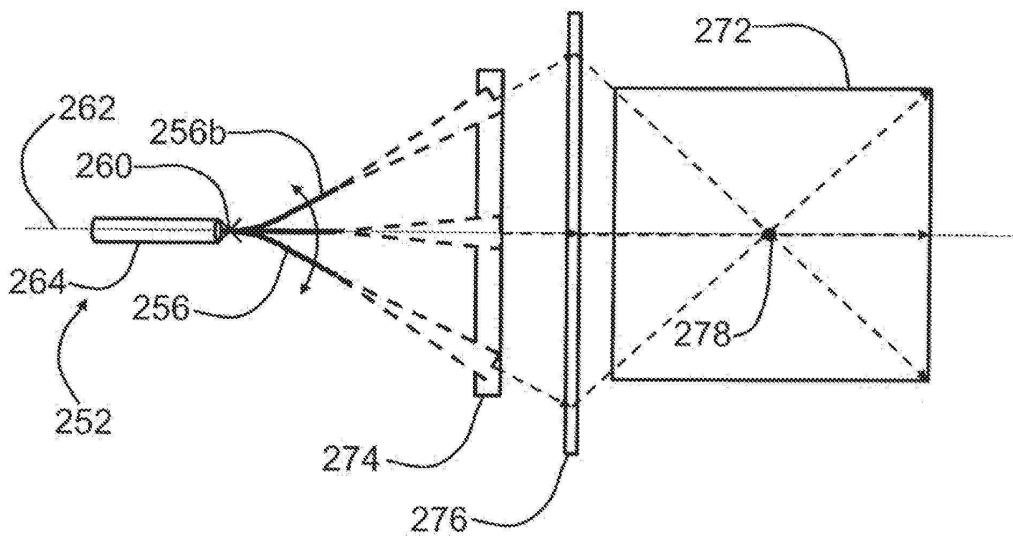
도면16



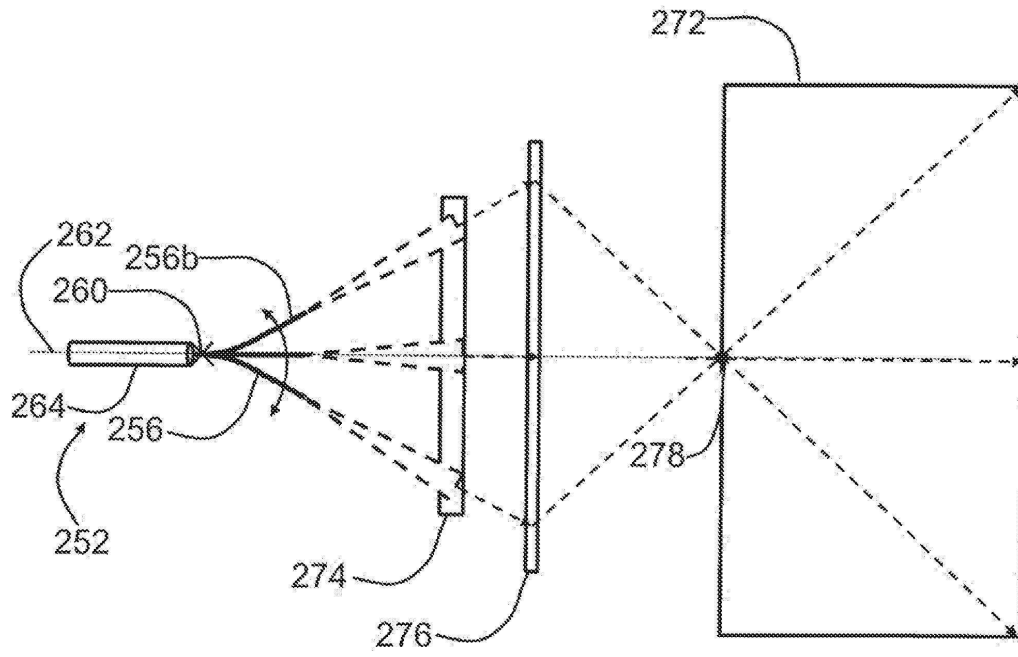
도면17



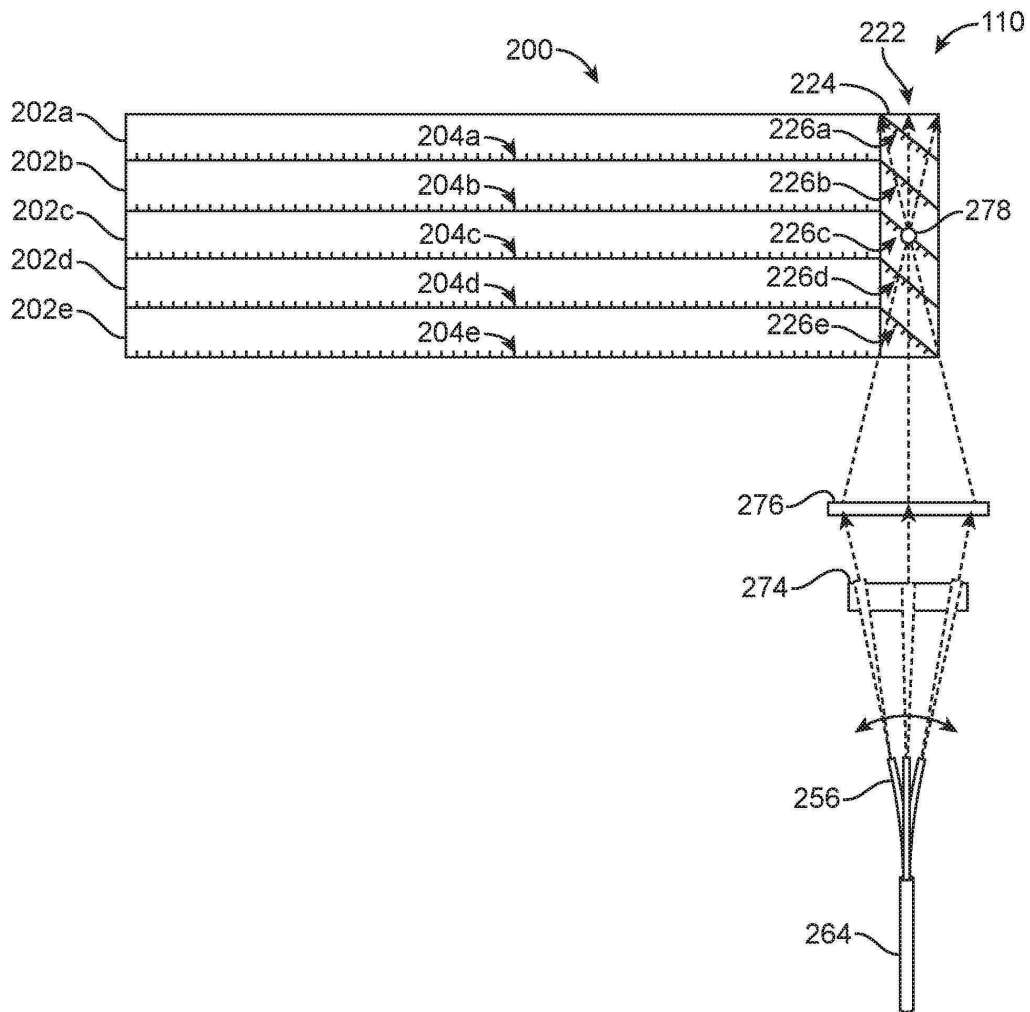
도면18a



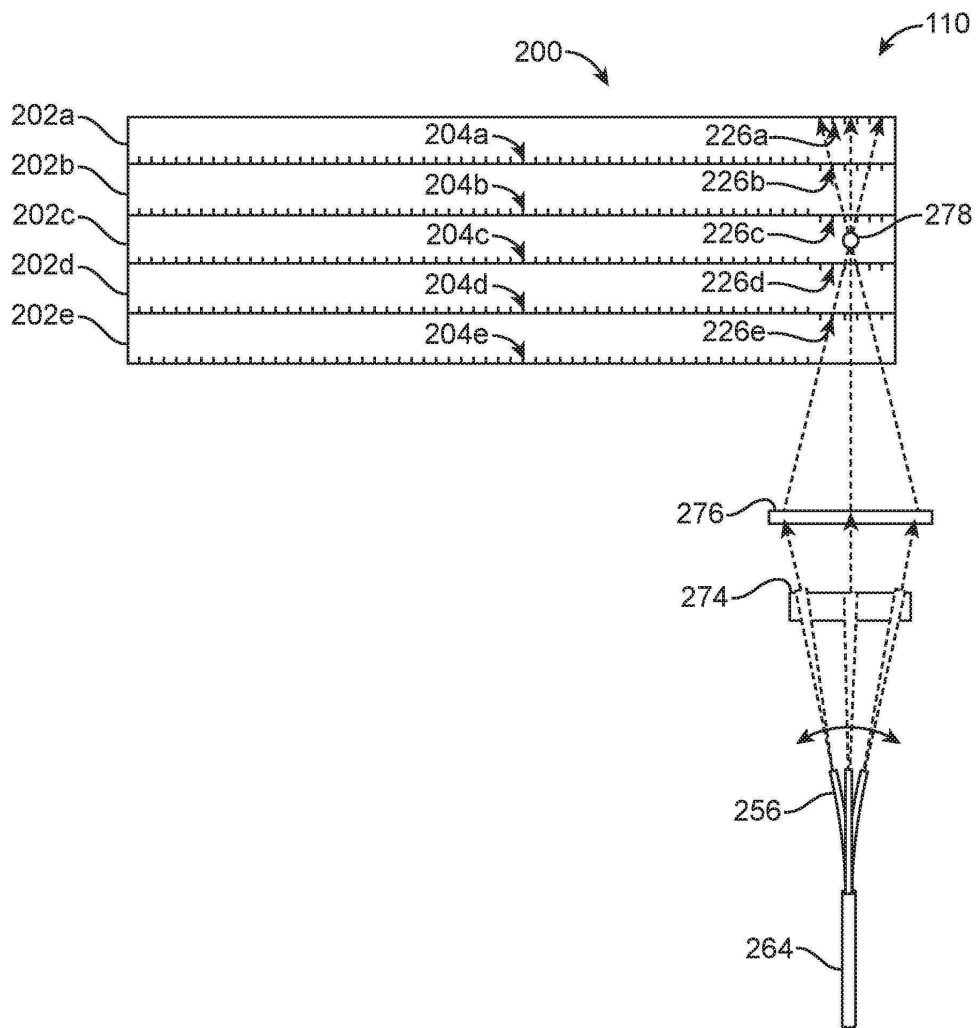
도면18b



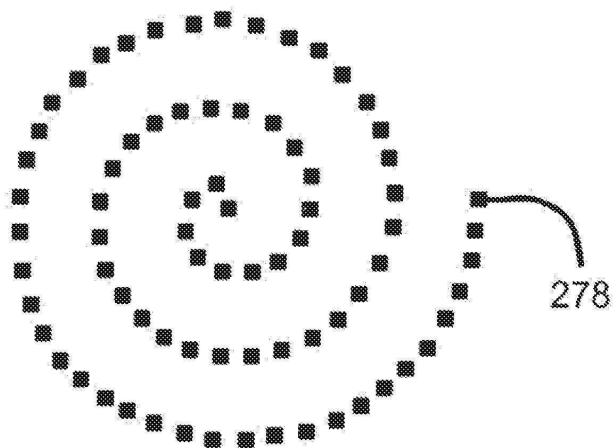
도면19



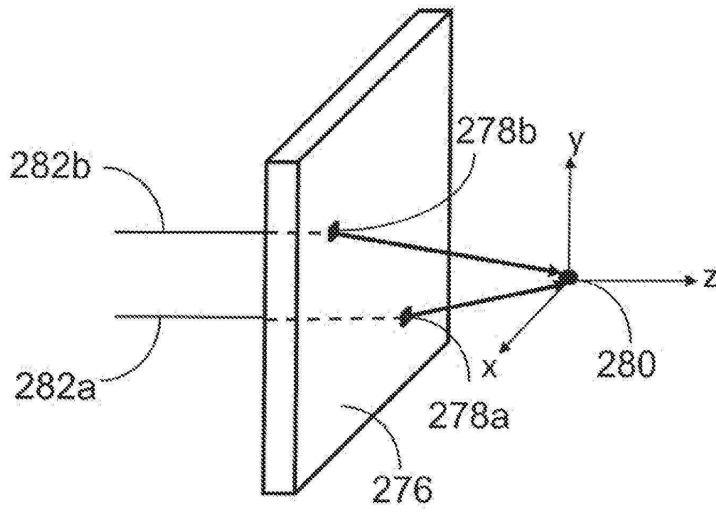
도면20



도면21



도면22a



도면22b

