



등록특허 10-2694898



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월12일
(11) 등록번호 10-2694898
(24) 등록일자 2024년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/10 (2022.01) *G01D 5/26* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/10 (2022.01)
G01D 5/268 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7036453
(22) 출원일자(국제) 2016년05월19일
심사청구일자 2021년05월14일
(85) 번역문제출일자 2017년12월18일
(65) 공개번호 10-2018-0009768
(43) 공개일자 2018년01월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/033343
(87) 국제공개번호 WO 2016/187462
국제공개일자 2016년11월24일
(30) 우선권주장
62/163,733 2015년05월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011085769 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 4 항

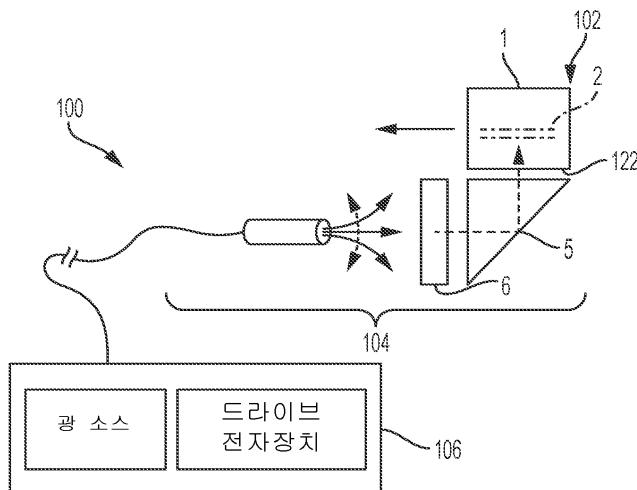
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 이중 컴포지트 광 필드 디바이스

(57) 요약

이미지 정보를 캡처하기 위한 장치가 개시된다. 장치는 대향하는 평면 입력 면 및 출력 면을 가진 도파관을 포함한다. DOE(diffractive optical element)는 도파관을 가로질러 형성된다. DOE는 도파관을 통과하는 광의 일부를 도파관에 커플링하도록 구성된다. 도파관에 커플링된 광은 내부 전반사를 통하여 도파관 상의 출구 위치로 지향된다. 장치는 도파관의 출구 위치로부터 떠나는 광을 캡처하기 위해 도파관의 출구 위치에 인접하게 포지셔닝된 입력을 갖고 이에 대응하는 출력 신호들을 생성하는 광 센서를 더 포함한다. 프로세서는 출력 신호들에 기반하여 도파관의 입력 면에 대해 커플링된 광의 각도 및 포지션을 결정한다.

대 표 도 - 도1



(56) 선행기술조사문현

US20150016777 A1*

WO2009050504 A1*

JP2007304227 A

KR1020130000401 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

장치로서,

대향하는 평면 입력 면 및 출력 면을 가지는 제1 도파관;

상기 제1 도파관을 가로질러 형성된 DOE(diffractive optical element) — 상기 DOE는 도파관을 통하여 통과하는 광의 일부를 상기 도파관에 커플링하기 위한 것이고 상기 도파관에 커플링된 광은 내부 전반사를 통하여 상기 도파관 상의 출구 위치로 지향됨 —; 및

상기 제1 도파관의 출구 위치로부터 떠나는 광을 캡처하기 위해 상기 제1 도파관의 상기 출구 위치에 인접하게 포지셔닝된 입력을 갖고 상기 입력에 대응하는 출력 신호들을 생성하는 광 센서

를 포함하고,

상기 제1 도파관의 상기 출구 위치에 대해 상기 광 센서의 각도 및 포지션은 이동 가능하고 프로세서의 제어하에 있는,

장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파관과 정렬된 협대역 파장 필터를 더 포함하는,

장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

대향하는 평면 입력 면 및 출력 면을 가진 제2 도파관 — 상기 제2 도파관은 상기 제1 도파관과 정렬되고 평행함 —;

상기 제2 도파관을 가로질러 형성된 DOE — 상기 DOE는 상기 제2 도파관의 면들을 가로지르는 위치들에서 레벨 반사도를 제어하기 위한 것임 —; 및

광을 상기 제2 도파관에 주입하도록 상기 제2 도파관에 인접하여 포지셔닝된 출력을 가진 광 생성기

를 더 포함하고,

프로세서는 상기 제2 도파관의 상기 출력 면을 가로질러 특정 위치들에서 상기 제2 도파관을 떠나게 상기 제2 도파관에 진입하는 광을 내부 전반사를 통하여 안내하도록 상기 제2 도파관에 주입되는 광을 제어하는,

장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파관의 에지를 따라 연장되는 제3 도파관을 더 포함하고, 상기 제3 도파관은 상기 제1 도파관의 출구 위치를 떠나는 광을 캡처하고 상기 광을 센서에 전달하기 위한 것인,

장치.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2015년 5월 19일 출원되고 발명의 명칭이 "DUAL COMPOSITE LIGHT FIELD DEVICE"인 미국 가 특허 출원 번호 62/163,733호에 대해 우선권을 주장하고, 이로써 위의 가 특허 출원은 그 전체가 인용에 의해 통합된다.

[0002] 본 발명은 증강 현실 시스템에 사용되는 광학 디바이스에 관한 것이다. 증강 현실 시스템은 세계의 뷰를 전달하면서 또한 컴퓨터 생성 이미지들을 생성하여 사용자에게 송신하기 위한 평면 도파관을 포함하는 타입이다. 본 발명에서, 하나 또는 그 초과의 부가적인 도파관들은 세계로부터 이미지들을 캡처하기 위하여 제공된다.

배경 기술

[0003] 사용자를 위해 증강 현실을 생성하는 시스템들을 개발하는데 상당한 관심이 존재한다. 그런 시스템의 일 예에서, 사용자에게는 외부 세계를 보기 위한 윈도우를 포함하는 머리 장착 디바이스가 제공될 것이다. 윈도우는 이미지 정보를 생성하고 그 이미지 정보를 사용자의 눈들로 투사하기 위한 능력을 가질 것이다. 그런 시스템에서, 가장 객체의 이미지들이 생성되어 실세계 장면에 부가될 수 있다.

[0004] 증강 현실을 생성하기 위한 디바이스의 설명은 2015년 1월 15일에 공개된 미국 특허 공개 번호 2015/0016777호에서 발견될 수 있고, 이의 개시내용은 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0005] 2015/0016777호에서 설명되고 본원의 도 1에 예시된 바와 같이, 광학 시스템(100)은 평면 도파관(1)을 포함하는 주 도파관 장치(102)를 포함할 수 있다. 평면 도파관에는 평면 도파관 내의 광의 내부 전반사를 제어하여 하나 또는 그 초과의 DOE(diffractive optical element: 회절 광학 엘리먼트)들(2)이 제공된다. 광학 시스템은 광학 커플러 시스템(104) 및 제어 시스템(106)을 더 포함한다.

[0006] 도 2에 가장 잘 예시된 바와 같이, 주 평면 도파관(1)은 제1 단부(108a) 및 제2 단부(108b)를 가지며, 제2 단부(108b)는 주 평면 도파관(1)의 길이(110)를 따라 제1 단부(108a)에 대향한다. 주 평면 도파관(1)은 제1 면(112a) 및 제2 면(112b)을 가지며, 적어도 제1 면(112a) 및 제2 면(112b)(총괄적으로, 112)은 주 평면 도파관(1)의 길이(110)의 적어도 일부를 따라 내부적으로 부분 반사 광학 경로(화살표(114a) 및 파선 화살표(114b)에 의해 예시되고, 총괄적으로 114)를 형성한다. 주 평면 도파관(1)은 정의된 임계 각도 미만에서 면들(112)을 때리는 광에 대해 실질적으로 내부 전반사(TIR)를 제공하는 다양한 형태들을 취할 수 있다. 평면 도파관(1)은 예컨대 판유리 또는 평면 유리, 용융 실리카, 아크릴 또는 폴리카보네이트 형태를 취할 수 있다.

[0007] DOE(2)(도 1 및 도 2에서 쇄선 이중 라인에 의해 예시됨)는 TIR 광학 경로(114)를 차단하는 다수의 다양한 형태들을 취할 수 있고, 이는 평면 도파관(1)의 길이(110)의 적어도 일부를 따라 연장되는 평면 도파관(1)의 내부(118)와 외부(120) 간에 복수의 광학 경로들(화살표들(116a) 및 파선 화살표들(116b)에 의해 예시되고, 총괄적으로 116)을 제공한다. DOE(2)는 선형 회절 격자의 상 기능(phase function)들을 원형 또는 방사상 대칭 준 플레이트의 상 기능들과 유리하게 결합할 수 있고, 이는 뚜렷한 객체들 및 뚜렷한 객체들에 대한 포커스 평면의 포지셔닝을 허용한다. DOE는 도파관의 표면상에 또는 도파관의 내부에 형성될 수 있다.

[0008] 도 1을 참조하면, 광학 커플러 서브시스템(104)은 광을 도파관 장치(102)에 광학적으로 커플링한다. 도 1에 예시된 바와 같이, 광학 커플러 서브시스템은 광을 주 평면 도파관(1)의 에지(122)에 광학적으로 커플링하여 위하여 광학 엘리먼트(5), 예컨대 반사 표면, 미러, 색선별(dichroic) 미러 또는 프리즘을 포함할 수 있다. 광은 또한 전면 또는 후면들(112)을 통하여 도파관 장치로 커플링될 수 있다. 광학 커플러 서브시스템(104)은 부가적으로 또는 대안적으로 광을 시준하는 시준 엘리먼트(6)를 포함할 수 있다.

[0009] 제어 서브시스템(106)은 공간적으로 및/또는 시간적으로 가변하는 광의 형태로 인코딩되는 이미지 데이터를 생성하는 하나 또는 그 초과의 광 소스들 및 드라이브 전자장치를 포함한다. 위에서 주목된 바와 같이, 시준 엘리먼트(6)는 광을 시준할 수 있고, 시준된 광은 하나 또는 그 초과의 주 평면 도파관들(1)(단지 하나의 주 도파관이 도 1 및 도 2에 예시됨)로 광학적으로 커플링된다.

[0010] 도 2에 예시된 바와 같이, 광은 주 평면 도파관을 따라 전파되고, 이때 적어도 일부 반사들 또는 "바운

스(bounce)들"이 TIR 전파로부터 발생한다. 일부 구현들이 내부 광학 경로에 하나 또는 그 초파의 반사기들, 예컨대 반사를 가능하게 할 수 있는 박막들, 유전체 코팅들, 금속화된 코팅들 등을 이용할 수 있다는 것이 주목된다. 도파관(1)의 길이(110)를 따라 전파되는 광은 길이(110)를 따라 다양한 포지션들에서 DOE(2)와 교차한다. DOE(2)는 주 평면 도파관(1) 내에 또는 주 평면 도파관(1)의 면들(112) 중 하나 또는 그 초파의 면들에 가깝거나 인접하게 통합될 수 있다. DOE(2)는 적어도 2개의 기능들을 달성한다. DOE(2)는 광의 각도를 시프트하고, 이는 광의 일부가 TIR을 벗어나게 하고, 그리고 주 평면 도파관(1)의 하나 또는 그 초파의 면들(112)을 통하여 내부(118)로부터 외부(120)로 나오게 한다. DOE(2)는 또한 객체의 가상 위치를 원하는 뚜렷한 뷰잉 거리(apparent viewing distance)로 제어하기 위해 아웃-커플링된(out-coupled) 광선들을 지향하도록 구성될 수 있다. 따라서, 주 평면 도파관(1)의 면(112a)을 통하여 보고 있는 누군가는 하나 또는 그 초파의 뷰잉 거리들에 있는 디지털 이미지를 볼 수 있다.

[0011] 일부 구현들에서, 스캐닝 광 디스플레이는 광을 하나 또는 그 초파의 주 평면 도파관들에 커플링하기 위하여 사용된다. 스캐닝 광 디스플레이는 이미지를 형성하기 위하여 시간에 걸쳐 스캐닝되는 단일 빔을 형성하는 단일 광 소스를 포함할 수 있다. 이런 스캐닝된 광 빔은 상이한 휘도 레벨들의 픽셀들을 형성하기 위하여 강도-변조될 수 있다. 대안적으로, 다수의 광 소스들은 다수의 광 빔들을 생성하기 위하여 사용될 수 있고, 다수의 광 빔들은 이미지를 형성하기 위하여 공유된 스캐닝 엘리먼트로 또는 별개의 스캐닝 엘리먼트들로 스캐닝된다. 이들 광 소스들은 가시적 및/또는 비-가시적인 상이한 파장들을 포함할 수 있고, 이들 파장들은 상이한 기하학적 오리진의 포인트들(X, Y 또는 Z)을 포함할 수 있고, 이들 파장들은 상이한 입사 각도들로 스캐너(들)에 진입할 수 있고, 그리고 하나 또는 그 초파의 이미지들의 상이한 부분들(편평하거나 체적적, 동적 또는 정적)에 대응하는 광을 생성할 수 있다.

[0012] 광은 예컨대 미국 특허 출원 일련 번호 13/915,530호, 국제 특허 출원 일련 번호 PCT/US2013/045267, 및 미국 가 특허 출원 일련 번호 61/658,355에 논의된 바와 같이, 예컨대 진동 광섬유로 이미지를 형성하기 위하여 스캐닝될 수 있다. 광섬유는 압전기 액추에이터에 의해 2축 방향으로 스캐닝될 수 있다. 대안적으로, 광섬유는 단축 방향으로 또는 3축 방향으로 스캐닝될 수 있다. 추가 대안으로서, 하나 또는 그 초파의 광학 컴포넌트들(예컨대, 회전하는 다각형 반사기 또는 미러, 진동하는 반사기 또는 미러)은 광섬유의 출력을 스캐닝하기 위하여 이용될 수 있다.

[0013] 다른 실시예들에서, 이미지는 어레이로 형성된 LCOS(liquid crystal on silicon) 미러들을 사용하여 생성될 수 있다.

[0014] 도 3은 하나의 예시된 실시예에 따라, 도파관 장치, 도파관 장치로 또는 도파관 장치로부터 광을 광학적으로 커플링하기 위한 광학 커플러 서브시스템, 및 제어 서브시스템을 포함하는 광학 시스템(300)을 도시한다.

[0015] 도 3의 광학 시스템(300)의 많은 구조들은 도 1의 광학 시스템(100)의 구조들과 유사하거나 심지어 동일하다. 간결성을 위해, 많은 경우들에서, 단지 중요한 차이들만이 아래에 논의된다.

[0016] 광학 시스템(300)은 제1 축(도 3의 도면에서 수직 또는 Y-축)을 따라 광을 중계하고, 그리고 제1 축(예컨대, Y-축)을 따라 광의 유효 사출 동공을 확장하기 위해 분배 도파관 장치를 이용할 수 있다. 분배 도파관 장치는 예컨대 분배 평면 도파관(3) 및 분배 평면 도파관(3)과 연관된 적어도 하나의 DOE(4)(이중 쇄선에 의해 표시됨)를 포함할 수 있다. 분배 평면 도파관(3)은 주 평면 도파관(1)에 대해 적어도 일부 측면들에서 유사하거나 동일할 수 있고, 주 평면 도파관(1)으로부터 상이한 배향을 가진다. 마찬가지로, DOE(4)는 DOE(2)에 대해 적어도 일부 측면들이 유사하거나 동일할 수 있다. 예컨대, 분배 평면 도파관(3) 및/또는 DOE(4)는 각각 주 평면 도파관(1) 및/또는 DOE(2)와 동일한 재료들로 구성될 수 있다.

[0017] 중계 및 사출 동공 확장 광은 분배 도파관 장치로부터 하나 또는 그 초파의 주 평면 도파관(1)으로 광학적으로 커플링된다. 주 평면 도파관(1)은 바람직하게 제1 축에 직교하는 제2 축(예컨대, 도 3의 도면에서 수평 또는 X-축)을 따라 광을 중계한다. 특히, 제2 축은 제1 축에 비-직교 축일 수 있다. 주 평면 도파관(1)은 그 제2 축(예컨대, X-축)을 따라 광의 유효 사출 동공을 확장시킨다. 예컨대, 분배 평면 도파관(3)은 광을 수직 또는 Y-축을 따라 중계 및 확장시키고 그 광을 주 평면 도파관(1)으로 통과시킬 수 있고, 주 평면 도파관(1)은 수평 또는 X-축을 따라 광을 중계 및 확장시킨다. 도 3에 도시된 시스템(300)의 엘리먼트들의 나머지는 도 4에 대해 아래에 논의될 것이다.

[0018] 도 4는 이에 의해 광학 무한대보다 더 가까이 포지셔닝될 수 있는 단일 포커스 평면의 생성을 예시하는

광학 시스템(300)을 도시한다.

[0019] 광학 시스템(300)은 단일 모드 광섬유(9)의 근위 단부에 광학적으로 커플링될 수 있는 적색, 녹색, 및 청색 광의 하나 또는 그 초파의 소스들(11)을 포함할 수 있다. 광섬유(9)의 말단 단부는 압전기 재료의 중공튜브(8)를 통하여 스레드(thread)되거나 수용될 수 있다. 말단 단부는 고정되지 않은 가요적 캔틸레버(cantilever)(7)로서 튜브(8)로부터 돌출한다. 압전기 튜브(8)는 4개의 사분면 전극들(예시되지 않음)과 연관된다. 전극들은 예컨대, 튜브(8)의 외측, 외부 표면 또는 외부 주변 또는 직경 상에 도금될 수 있다. 코어 전극(예시되지 않음)은 또한 튜브(8)의 코어, 중앙, 내부 주변 또는 내부 직경에 위치된다.

[0020] 예컨대, 와이어들(10)을 통하여 전기적으로 커플링된 드라이브 전자장치(12)는 독립적으로 2개의 축방향들로 압전기 튜브(8)를 구부리도록 전극들의 대향 쌍들을 구동시킨다. 광 섬유의 돌출하는 말단 팁(tip)(7)은 기계적 공진 모드들을 가진다. 공진 주파수들은 광 섬유(7)의 직경, 길이 및 재료 특성들에 따른다. 섬유 캔틸레버(7)의 제1 기계적 공진 모드 근처에서 압전기 튜브(8)를 진동시킴으로써, 섬유 캔틸레버(7)는 진동하도록 유발되고, 큰 편향들을 통하여 스윕(sweep)될 수 있다. 2개의 축들에서 공진 진동을 자극함으로써, 섬유 캔틸레버(7)의 팁은 2D 스캔을 채우는 영역에서 2축 방향으로 스캐닝된다. 섬유 캔틸레버(7)의 스캔과 동기하여 광 소스(들)(11)의 강도를 변조함으로써, 섬유 캔틸레버(7)로부터 나오는 광은 이미지를 형성한다.

[0021] 시준기(6)는 스캐닝 섬유 캔틸레버(7)로부터 나오는 광을 시준한다. 시준된 광은 미러 표면(5)에 의해, 적어도 하나의 DOE(diffractive optical element)(4)를 포함하는 좁은 분배 평면 도파관(3)으로 반사될 수 있다. 시준된 광은 내부 전반사에 의해 분배 평면 도파관(3)을 따라 (즉, 도 4의 도면에 관하여) 수직으로 전파되고, 그렇게 하여 DOE(4)와 반복적으로 교차한다. DOE(4)는 바람직하게 낮은 회절 효율성을 가진다. 이것은 광의 일부(예컨대, 10%)가 DOE(4)와의 각각의 교차 포인트에서 더 큰 주 평면 도파관(1)의 에지를 향하여 회절되게 하고, 광의 일부가 TIR을 통하여 분배 평면 도파관(3)의 길이 아래로 원래의 궤도상에서 계속되게 한다. DOE(4)와의 각각의 교차 포인트에서, 부가적인 광은 주 도파관(1)의 입구를 향하여 회절된다. 인입 광을 다수의 아웃커플링된(outcoupled) 세트들로 분할함으로써, 광의 사출 통공은 분배 평면 도파관(3) 내의 DOE(4)에 의해 수직으로 확장된다. 분배 평면 도파관(3)으로부터 커플링 아웃된 이런 수직으로 확장된 광은 주 평면 도파관(1)의 에지에 진입한다.

[0022] 주 도파관(1)에 진입하는 광은 TIR을 통하여 주 도파관(1)을 따라 (즉, 도 4의 도면에 관하여) 수평으로 전파된다. 광이 TIR을 통해 주 도파관(1)의 길이의 적어도 일부분을 따라 수평으로 전파됨에 따라, 광은 다수의 포인트들에서 DOE(2)와 교차한다. DOE(2)는 유리하게 선형 회절 격자와 방사상 대칭 회절 렌즈들의 합인 위상 프로파일을 가지도록 설계되거나 구성될 수 있다. DOE(2)는 유리하게 낮은 회절 효율성을 가질 수 있다. 전파되는 광과 DOE(2) 간의 각각의 교차 포인트에서, 광의 일부는 주 도파관(1)의 인접한 면을 향하여 회절되어 광이 TIR을 벗어나고, 그리고 주 도파관(1)의 면으로부터 나오는 것을 허용한다. DOE(2)의 방사상 대칭 렌즈 양상은 부가적으로, 설계된 포커스 레벨과 매칭하는 각도로 빔을 조종한다. 도 4는 포커스 포인트(13)로 기하학적으로 연장되는 4개의 빔들(18, 19, 20, 21)을 예시하고, 각각의 빔에는 유리하게, 주어진 초점 평면에 이미지 또는 가상 객체를 생성하기 위하여 초점 포인트(13)에 반경의 중심을 가지는 볼록 파면 프로파일이 부여된다.

[0023] 도 5는 이에 의해 다중-초점 체적 디스플레이, 이미지 또는 광 필드의 생성을 예시하는 광학 시스템(300)을 도시한다. 도 4에서와 같이, 4개의 빔들(18, 19, 20, 21)의 제1 세트는 기하학적으로 포커스 포인트(13)로 연장되고, 각각의 빔(18, 19, 20, 21)은 유리하게, 눈(22)에 의해 보여질 개별 초점 평면에서의 이미지 또는 가상 객체의 다른 부분을 생성하기 위하여 포커스 포인트(13)에 반경의 중심을 가진 볼록 파면 프로파일이 부여된다. 도 5는 포커스 포인트(23)로 기하학적으로 연장되는 4개의 빔들(24, 25, 26, 27)의 제2 세트를 추가로 예시하고, 각각의 빔(24, 25, 26, 27)은 유리하게, 개별 초점 평면에 이미지 또는 가상 객체(22)의 다른 부분을 생성하기 위하여 초점 포인트(23)에 반경의 중심을 가지는 볼록 파면 프로파일이 부여된다.

[0024] 도 6은 하나의 예시된 실시예에 따른 광학 시스템(600)을 도시한다. 광학 시스템(600)은 광학 시스템들(100 및 300)에 대해 일부가 유사하다. 간결성을 위해, 단지 차이들의 일부만이 논의된다.

[0025] 광학 시스템(600)은 도파관 장치(102)를 포함하고, 도파관 장치(102)는 위에서 논의된 바와 같이 하나 또는 그 초파의 주 평면 도파관들(1) 및 연관된 DOE(들)(2)(도 6에 예시되지 않음)을 포함할 수 있다. 도 3 내지 도 5의 광학 시스템(300)과 대조하여, 광학 시스템(600)은 개별 이미지 데이터를 주 평면 도파관(들)(1)에 제공하기 위하여 복수의 마이크로디스플레이들 또는 투사기들(602a-602e)(단지 5개만이 도시되고, 총괄적으로 602)을 이용한다. 마이크로디스플레이들 또는 투사기들(602)은 주 평면 도파관(1)의 면을 따라 또는 에지(12

2)를 따라 어레이되거나 배열될 수 있다. 예컨대, 평면 도파관들(1)의 수와 마이크로디스플레이들 또는 투사기들(602)의 수 간에 1 대 1(1:1) 비율 또는 상관이 있을 수 있다. 마이크로디스플레이들 또는 투사기들(602)은 이미지들을 주 평면 도파관(1)에 제공할 수 있는 다양한 형태들 중 임의의 형태를 취할 수 있다. 예컨대, 마이크로디스플레이들 또는 투사기들(602)은 광 스캐너들 또는 다른 디스플레이 엘리먼트들, 예컨대 이전에 설명된 캔틸레버 섬유(7) 또는 LCOS 미러 세트의 형태를 취할 수 있다. 광학 시스템(600)은 주 평면 도파관(1)에 진입하기 전에 마이크로디스플레이 또는 투사기들(602)로부터 제공된 광을 시준하는 시준 엘리먼트(6)를 부가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다.

[0026] 광학 시스템(600)은 (예컨대, 도 6의 Z-축을 따라 적층된 구성으로 배열된) 2 또는 그 초과의 주 평면 도파관들(1)을 사용하기보다, 단일 주 평면 도파관(1)의 사용을 가능하게 할 수 있다. 예컨대, 다수의 마이크로디스플레이들 또는 투사기들(602)은 뷰어의 머리의 관자놀이에 가장 가까운 주 평면 도파관의 에지(122)를 따라 선형 어레이로 배치될 수 있다. 각각의 마이크로디스플레이 또는 투사기(602)는 변조된 광 인코딩 서브-이미지 데이터를 상이한 개별 포지션으로부터 주 평면 도파관(1)으로 주입하고, 따라서 상이한 광의 경로들이 생성된다. 이를 상이한 경로들은 광이 상이한 각도들, 초점 레벨들에서 다수의 DOE들(2)에 의해 주 평면 도파관(1)으로부터 커플링 아웃되게 할 수 있고, 그리고/또는 사출 동공에서 상이한 충진(fill) 패턴들을 산출하게 할 수 있다. 사출 동공에서 상이한 충진 패턴들은 유리하게, 광 필드 디스플레이를 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 적층 또는 적층의 층들(예컨대, 3개의 층들)의 세트에서의 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.

발명의 내용

[0027] 위에 논의된 실시예들 각각에서, 광 소스는 이미지 정보를 도파관으로 주입하고 광을 착용자에게 분배하도록 DOE를 사용하기 위해 제공된다. 아래에 논의되는 바와 같이, 본 발명에서, 평면 도파관 및 회절 광학 엘리먼트를 포함하는 유사한 조합은 도파관의 평면 면들 중 하나에 진입하는 광을 캡처하고 그 다음으로 캡처된 광을 센서로 측정하기 위하여 사용된다. 수집(collection) 도파관은 단독으로 또는 출력 도파관과 조합하여 사용될 수 있다.

[0028] 바람직한 실시예에서, 장치는 대향하는 평면 입력 및 출력 면들을 가진 도파관을 포함한다. DOE(diffractive optical element)는 도파관을 가로질러 형성된다. DOE는 도파관을 도파관으로 통과하는 광의 일부를 도파관에 커플링하도록 구성된다. 도파관에 커플링된 광은 내부 전반사를 통하여 도파관 상의 출구 위치로 지향된다. 장치는 도파관의 출구 위치로부터 떠나는 광을 캡처하기 위해 도파관의 출구 위치에 인접하게 포지셔닝된 입력을 갖고 입력에 대응하는 출력을 생성하는 광 센서를 더 포함한다. 프로세서는 출력 신호들에 기반하여 도파관의 입력 면에 대해 커플링된 광의 각도 및 포지션을 결정한다. 장치는 도파관과 정렬된 협대역 광장 필터를 포함할 수 있다.

[0029] 장치는 대향하는 평면 입력 및 출력 면들을 가진 제2 도파관을 더 포함할 수 있고, 제2 도파관은 제1 도파관과 정렬되고 평행할 수 있다. DOE는 제2 도파관을 가로질러 형성될 수 있다. DOE는 제2 도파관의 면들을 가로지르는 위치들에서의 반사도 레벨을 제어하도록 구성될 수 있다. 장치는 광을 제2 도파관으로 주입하도록, 제2 도파관에 인접하게 포지셔닝된 출력을 가진 광 생성기를 더 포함할 수 있다. 프로세서는 제2 도파관의 출력 면을 가로지르는 특정 위치들에서 도파관을 빠져나가게 제2 도파관에 진입하는 광을 내부 전반사를 통하여 안내하도록 제2 도파관에 주입되는 광을 제어할 수 있다.

[0030] 장치는 제1 도파관의 에지를 따라 연장되는 제3 도파관을 더 포함할 수 있다. 제3 도파관은 제1 도파관의 출구 위치를 빠져나가는 광을 캡처하여 광을 센서로 전달할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 일 예시된 실시예에 따라, 도파관 장치, 도파관 장치로 또는 도파관 장치로부터 광을 커플링하기 위한 서브시스템, 및 제어 서브시스템을 포함하는 광학 시스템을 도시하는 개략 다이어그램이다.

[0032] 도 2는 일 예시된 실시예에 따라, 내부적으로 전반사 광학 경로들 및 평면 도파관의 외부와 내부 간의 광학 경로들을 포함하는 다수의 광학 경로들을 예시하는, 평면 도파관 및 평면 도파관 내에 포지셔닝된 적어도 하나의 회절 광학 엘리먼트를 포함하는 도파관 장치를 도시하는 정면도이다.

[0033] 도 3은 일 예시된 실시예에 따라, 도파관 장치, 도파관 장치로 또는 도파관 장치로부터 광을 광학적으로 커플링하기 위한 광학 커플러 서브시스템, 및 제어 서브시스템을 포함하는 광학 시스템을 도시하는 개략 다이어그램이다.

[0034] 도 4는 일 예시된 실시예에 따라, 광학 무한대보다 더 가깝게 포지셔닝될 수 있는 단일 포커스 평면의 생성을 예시하는 도 3의 광학 시스템의 개략 다이어그램이다.

[0035] 도 5는 일 예시된 실시예에 따라, 다중-초점 체적 디스플레이, 이미지 또는 광 필드의 생성을 예시하는 도 3의 광학 시스템의 개략 다이어그램이다.

[0036] 도 6은 일 예시된 실시예에 따라, 광을 주 평면 도파관에 광학적으로 커플링하기 위한 복수의 투사기들을 포함하는 광학 커플러 서브시스템인 도파관 장치를 포함하는 광학 시스템을 도시하는 개략 다이어그램이다.

[0037] 도 7은 본 발명의 기본 실시예에 따른 평면 도파관 및 센서를 가진 광학 시스템을 도시하는 개략 다이어그램이다.

[0038] 도 8은 3개의 평면 도파관들 및 연관된 컬러 필터들을 포함하는 본 발명의 시스템의 개략 다이어그램이다.

[0039] 도 9는 2개의 평면 도파관들을 포함하는 본 발명의 바람직한 실시예의 개략 다이어그램이고, 도파관들 중 하나는 종래 기술에서처럼 이미지들을 눈에 전달하기 위하여 사용되고 다른 도파관은 실세계로부터의 이미지들을 캡처하기 위하여 사용된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032]

[0040] 도 7은 본 발명의 시스템(700)의 제1 실시예의 개략 다이어그램이다. 시스템(700)은 적어도 하나의 회절 광학 엘리먼트(704)가 내부에 형성되어 있는 평면 도파관(702)을 포함한다. 도파관(702)이 위에 논의된 출력 타입 도파관들 중 임의의 도파관과 유사한 방식으로 구성될 수 있는 것이 구상된다. 사용 시, 실세계로부터의 광선들은 도파관을 통하여 사용자의 눈(706)으로 부분적으로 투과될 것이다.

[0033]

[0041] 본 발명에 따라, 도파관(702)에 진입하는 광선들의 일부는 도파관에 의해 트랩(trap)되고 도파관의 길이를 따라 내부 전반사를 통하여 710으로 도시된 출구 위치로 지향된다. 광 출구 위치(710)는 도파관의 전면 또는 후면 또는 도파관의 측 에지일 수 있다. 도파관을 빠져나가는 광은 센서(712)에 의해 캡처될 수 있다. 센서에 의해 생성된 신호들은 분석을 위해 프로세서(714)에 커플링된다.

[0034]

[0042] 다양한 타입들의 센서들이 사용될 수 있다. 예컨대, 센서는 출력 디바이스를 가진 위에서 논의된 바와 같은 이동가능 섬유 광학기구를 포함할 수 있다. 유사하게, 센서들의 어레이가 제공될 수 있다. 게다가, 센서는 광을 부가적인 고정된 포지션 센서들, 이를테면 CMOS 또는 CCD 이미저(imager)들에 선택적으로 지향시키는 LCOS 시스템을 포함할 수 있다.

[0035]

[0043] 프로세서(714)는 도파관에 의해 캡처되고 출구 위치(710)로 채널링된 광선들의 입력 포지션과 각도를 결정하기 위하여 입력 신호들을 분석할 것이다. 실제로, 이 분석은, 단지 단일 도파관만이 사용되면 복잡해질 수 있다. 예컨대, 단일 도파관 실시예는 도파관에 도달하는 하나보다 많은 광을 결합하는 신호들을 생성할 것이다.

[0036]

[0044] 따라서, 하나의 바람직한 실시예에서, 3개의 유사한 도파관들이 사용될 것이고, 각각의 도파관은 적색, 청색 또는 녹색 광을 캡처하기 위하여 배열된다. 도 8은 그런 어레인지먼트의 일 예를 예시한다. 도 8에서, 3개의 정렬된 도파관들(702a, 702b 및 702c)이 제공된다. 회절 필터들(716)은 도파관들에 진입하는 광을 제어하기 위하여 각각의 도파관 전면에 제공된다. 필터들의 순서는 도파관들로의 광의 분배를 최적화하도록 선택될 수 있다. 예컨대, 필터(716a)는 적색 광의 일부를 도파관(702a)으로 회절시키지만 청색 및 녹색 광이 도파관(702a)을 통해 통과하도록 허용할 수 있다. 필터(716b)는 녹색 광의 일부를 도파관(702b)으로 회절시킬 수 있다. 필터(716c)는 청색 광의 일부를 도파관(702c)으로 회절시킬 수 있다. 별개의 센서들(712a, 712b 및 712c)은, 각각, 도파관들(702a, 702b 및 702c)로부터 광을 수집할 것이다. 센서들에 의해 생성된 신호들은 프로세서에 의해 분석될 것이다.

[0037]

[0045] 도파관 상의 임의의 특정 포인트로부터 진입하는 광선들이, 소정의 다른 포인트들에서 진입하지만 동일한 TIR 경로 상에 있는 동일 컬러의 광과 효과적으로 합쳐져 센서로 되돌아가는 것이 주목되어야 한다. 실제로, 많은 소스들로부터의 광의 중첩이 얻어질 것이다. 프로세서는 디지털 분석을 통하여 정보의 이런 중첩

을 풀도록 배열될 필요가 있을 것이다. 실제로, 알고리즘들은 학습 시스템과 함께 다양한 통계적 분석들을 포함할 수 있다. 특정 데이터 분석 접근법은 본 출원의 주제가 아니다.

[0038] [0046] 디바이스가 편평한 객체의 이미지(예컨대, 포토그래프)를 캡처하면, 디콘볼루션(deconvolution) 문제가 훨씬 더 단순화되는 것이 주목되어야 한다. 편평한 객체에 대해, 디콘볼루션은 N개의 변위된 이미지들을 가질 것이고, N은 에지 엘리먼트 상의 진입(entry) 동공들의 수이다.

[0039] [0047] 3차원 장면을 이미징할 때 디콘볼루션 문제를 처리하는 하나의 방식은 능동적으로 스위칭가능한 도파관을 가로지르는 복수의 DOE들을 활용하는 것일 것이다. DOE들의 회절력을 가변시키기 위하여 전자 제어들을 사용하여, 개별적인 진입 동공들이 선택적으로 턴 온되거나 셧 오프(shut off)되는 것이 선택적으로 허용될 수 있다. 이런 시스템하에서, 프로세서는, 도파관에 의해 채널링되고 센서에 의해 측정된 광의 진입 위치를 미리 알 것이다.

[0040] [0048] 활성 DOE 시스템이 편평한 이미지를 이미지화하기 위하여 사용되면, 각각의 동공은 객체의 전체 왜곡되지 않은 이미지를 캡처할 것이라는 것이 주목되어야 한다.

[0041] [0049] 도 9는 하나의 출력 도파관(910) 및 하나의 수집 도파관(920)을 포함하는 실시예(900)의 다이어그램이다. 출력 도파관(910)은 위의 명세서의 배경에서 논의된 타입을 가지며 그리고 광 이미지 소스(924) 및 이미지 정보를 도파관(910)에 전달하기 위한 광섬유(929)를 포함할 것이다. 수집 도파관(920)은 도 7의 실시예와 유사할 것이고, 도파관(920)에 의해 캡처된 광은 내부 전반사에 의해 출력 위치(930)로 채널링되고 센서(932)에 의해 측정될 것이다. 센서(932)로부터의 출력은 프로세서(934)에 공급된다. 위에서 논의된 바와 같이, 바람직한 실시예에서, 3개의 출력 도파관들 및 3개의 입력 도파관들이 있을 것이고, 각각의 도파관은 특정 컬러 스펙트럼(적색, 녹색, 및 청색)과 연관된다. 각각의 타입의 도파관 중 하나만이 예시의 편리성을 위하여 도 9에 도시된다.

[0042] [0050] 시스템(900)의 기본 동작에서, 실세계로부터의 광선들 중 일부는 도파관들(910 및 920) 둘 모두를 통하여 사용자의 눈으로 통과할 것이다. 도파관(910)은 중강 현실을 달성하기 위하여 부가적인 시각 이미지들을 눈에 전달하기 위하여 사용될 수 있다. 도파관(920)은 실세계로부터의 광선들을 캡처 및 측정하기 위하여 사용될 수 있다. 이 정보는 다양한 방식들로 사용될 수 있다.

[0043] [0051] 예컨대, 실세계로부터 캡처된 정보는 출력 도파관(910)에 대해 생성된 이미지들을 수정하기 위하여 사용될 수 있다. 특히, 도파관(910)으로부터 출력된 광은 도파관(920) 표면상의 동일한 좌표에서 측정된 입력의 일부 특정 함수일 수 있다. 이 함수는 선형 스케일링(scaling), 비선형 스케일링, 및 클립핑된(clipped) 스케일링뿐 아니라, 픽셀 단위로 계산되거나 픽셀 위치에 대해 로컬적으로 계산되는 바와 같은 강도의 임의의 다른 특정 함수를 포함할 수 있다.

[0044] [0052] 도파관(920)에 의해 캡처된 이미지 정보는 또한 도파관(910)에 의해 생성된 가상 이미지들을 등록하는 것을 돋기 위하여 사용될 수 있다. 많은 현재 구상된 중강 현실 구현들에서, 가상 객체들은 3차원들에 위치되고 복합 투사들은 도파관(910)에 대한 그들의 위치를 계산하기 위하여 이루어진다. 도파관(920)에 의해 수집된 정보는 객체들이 2차원 이미지에 대해 구체적으로 등록되도록 허용하고, 따라서 이미지 내 다른 랜드 마크들에 관하여 이들의 올바른 위치를 보장한다(즉, "지터" 없음).

[0045] [0053] 다른 예에서, 도파관(920)에 의해 수집된 이미지 정보는 실세계의 특정 이미지 엘리먼트를 인식하고 그 다음으로 도파관(910)을 통하여 사용자에게 제시하기 위한 대체 엘리먼트를 계산하기 위하여 사용될 수 있다. 예컨대, 시스템은 사람의 얼굴을 인식하고 그 다음으로 수정된 이미지(예컨대, 수염을 가진 얼굴)를 사용자에게 렌더링할 수 있다. 다른 예에서, 빌딩의 컬러가 변경될 수 있다. 또 다른 예에서, 하나의 언어로 쓰여진 실세계의 신호들은 상이한 언어로 렌더링될 수 있다. 이 개념은 이미지 인식 또는 모델링을 사용하는 "필터들"뿐 아니라, 더 간단한 필터들 이를테면 블러(blur), 또는 위의 조합들로 확장된다.

[0046] [0054] 대안적인 실시예에서, 제어가능 암화(darkening) 층(예컨대, LCD, 도시되지 않음)은 실세계로부터의 광이 사용자의 눈에 도달하는 것을 차단하기 위하여 도파관들(910 및 920) 사이에 제공될 수 있다. 대신, 이런 인입 광은 도파관(910)에 의해 생성된 광으로 "대체"될 수 있다.

[0047] [0055] 도파관(920)에 의해 캡처되고 시간 순차적 신호로 변환되는 광을 디코딩하기 위한 알고리즘은 콘텍스트 종속적이다.

[0048] [0056] 예컨대, 센서가 스캐닝 섬유인 시스템에서, 신호들은 많은 이미지 프로세싱 알고리즘에 의해 예상되는

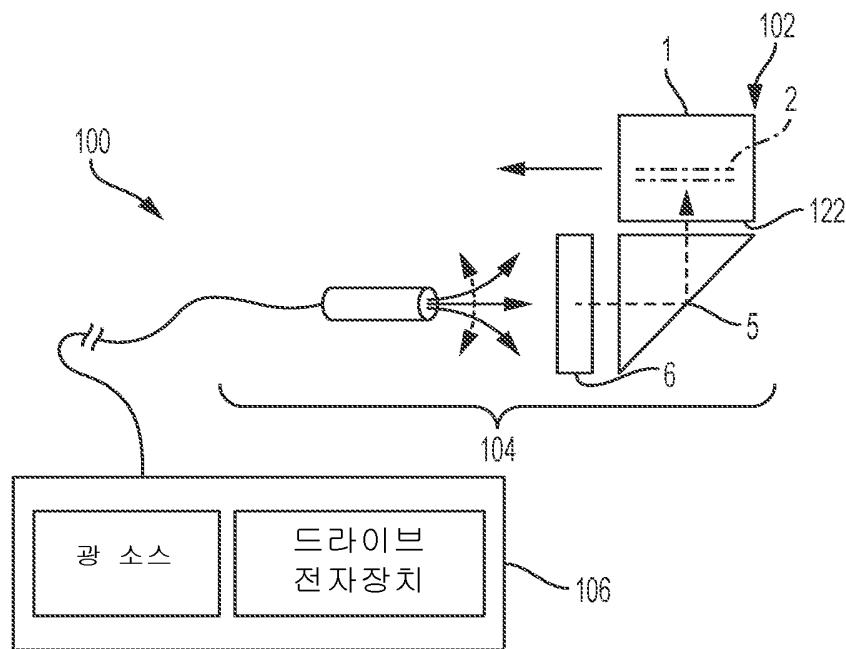
종류의 2차원 직선 어레이로 변환될 수 있다. 일부 경우들에서, 픽셀들을 이들의 자연 극 형태로 프로세싱하고 이들을 동일한 극 형태로 출력하는 것은 더 쉬울 수 있다.

[0049] [0057] 일 구현에서, 직접 계산에 의해 발견된 RCP(rectangular coordinate pixels)에 IPCP(incoming polar coordinate pixel) 값들의 직접 할당이 있을 수 있다. 다른 구현에서, 모든 직각 좌표 픽셀들을, 대응하는 인입 극 좌표 픽셀이 발견될 수 있는 가장 가까운 직각 좌표 픽셀에 할당할 수 있다. 다른 접근법에서, 대응하는 인입 극 좌표 픽셀이 발견될 수 있는 가장 가까운 직각 좌표 픽셀들의 값에 직각 좌표 픽셀들의 할당을 보간할 수 있다. 후자의 접근법은 선형, 이차 또는 임의의 다른 그런 보간을 포함한다. 마지막으로, 직각 좌표 픽셀들과 연관된 인입 극 좌표 픽셀 투사들 간의 관계를 미리-계산하고 저장하는 것은 가능하다.

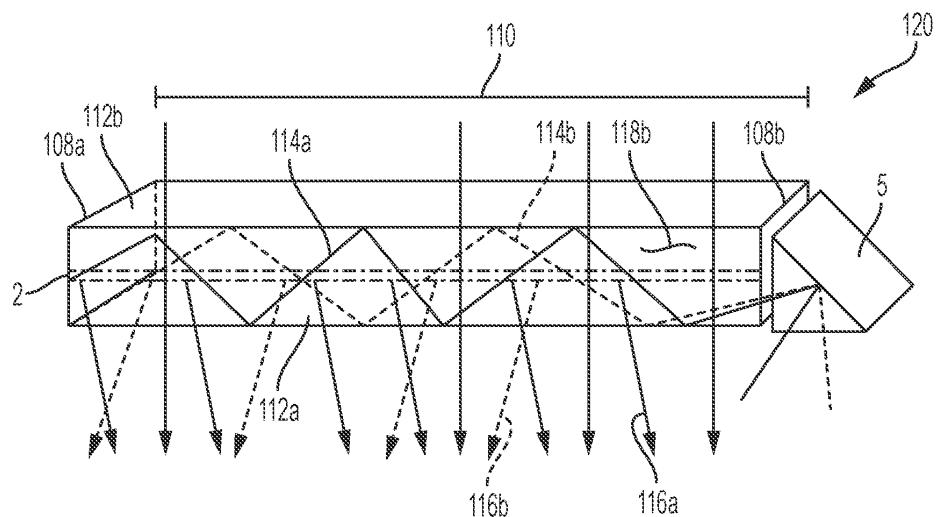
[0050] [0058] 본 발명이 일부 바람직한 실시예들을 참조하여 설명되었지만, 다양한 변화들 및 수정들이 첨부된 청구 항들에 의해 정의된 바와 같은 본 발명의 범위 및 사상으로부터 벗어남이 없이, 당업자에 의해 본 발명 내에서 이루어질 수 있다.

도면

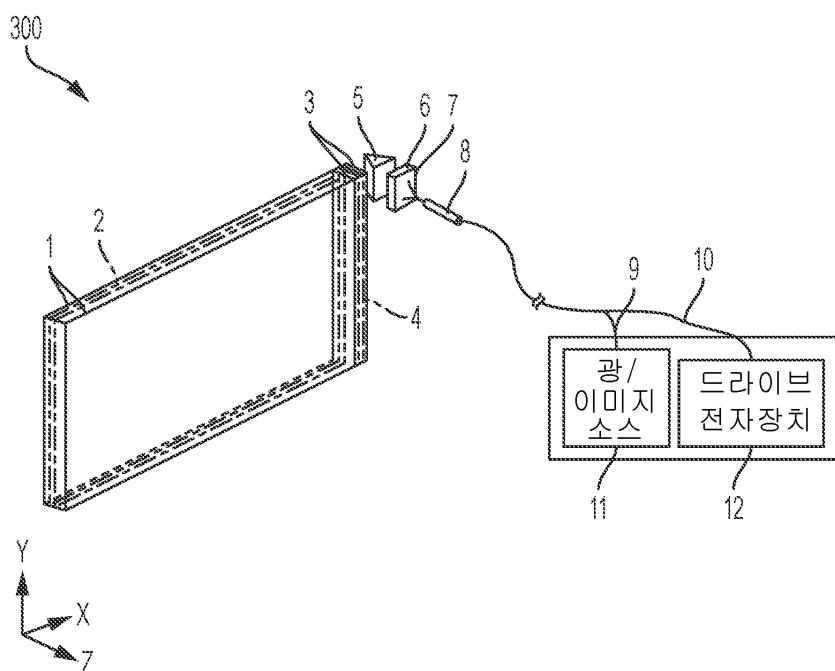
도면1



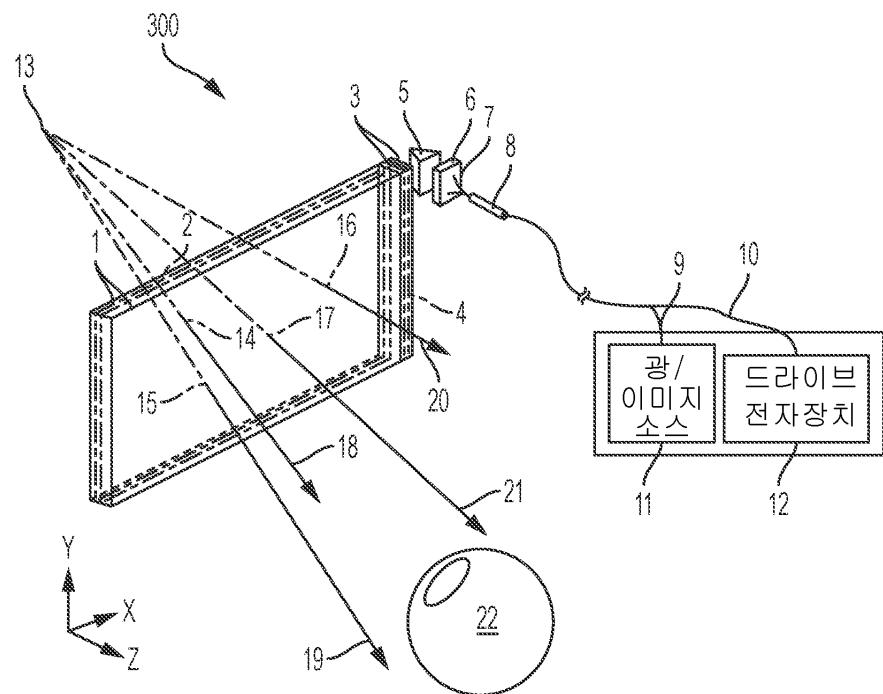
도면2



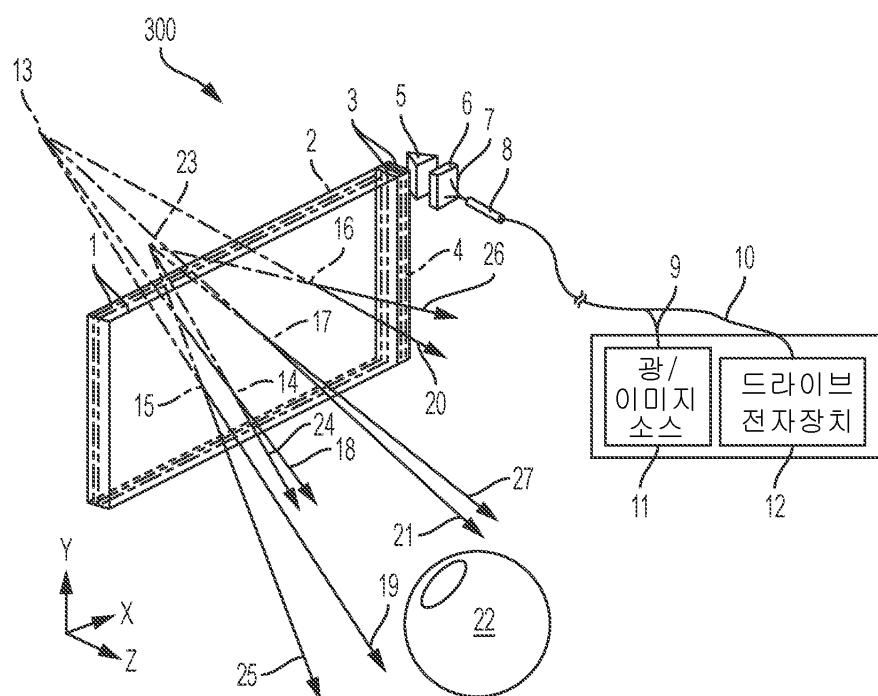
도면3



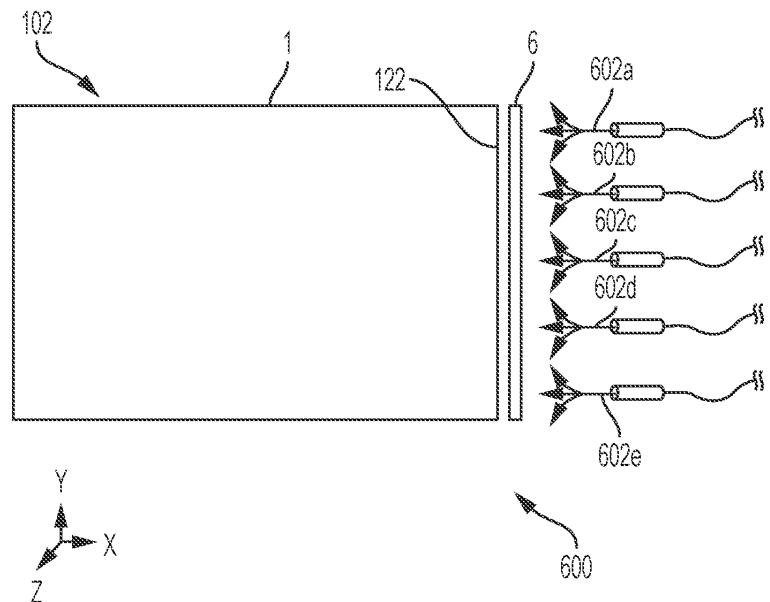
도면4



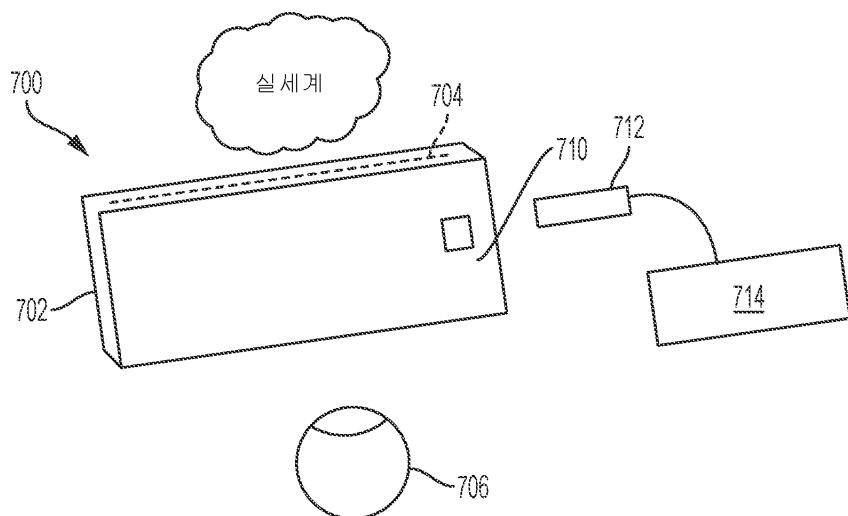
도면5



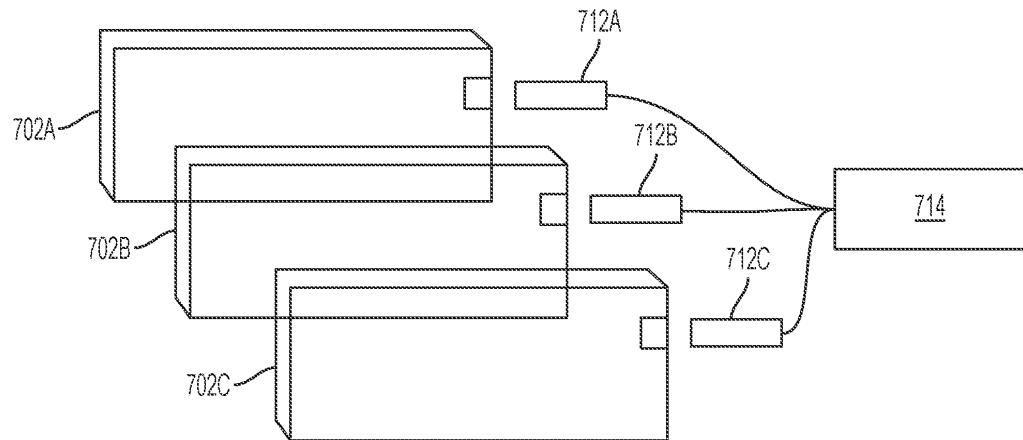
도면6



도면7



도면8



도면9

