



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월30일
(11) 등록번호 10-2701690
(24) 등록일자 2024년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/09 (2006.01) G02B 27/01 (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/0944 (2013.01)
G02B 27/0172 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7029650
(22) 출원일자(국제) 2018년03월21일
심사청구일자 2021년03월18일
(85) 번역문제출일자 2019년10월08일
(65) 공개번호 10-2019-0126124
(43) 공개일자 2019년11월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/023652
(87) 국제공개번호 WO 2018/175653
국제공개일자 2018년09월27일
(30) 우선권주장
62/474,568 2017년03월21일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2014132328 A
KR1020160091402 A
WO2013080488 A1

(73) 특허권자
매직 립, 인코포레이티드
미국 플로리다 플랜타타운 웨스트 선라이즈 블러
마드 7500 (우: 33322)
(72) 발명자
청, 후이-추안
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
블러마드 7500
오, 철우
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
블러마드 7500
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 25 항

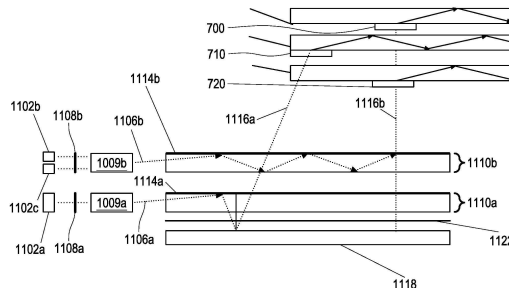
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 **분할된 동공들을 위한 공간 광 변조기 조명을 갖는 디스플레이 시스템**

(57) 요약

상이한 컬러들을 측방향으로 변위된 빔들로 분리하는 조명 시스템들은, 눈에 이미지들을 디스플레이하기 위해, 상이한 컬러 이미지 콘텐츠를 집안렌즈로 지향시키는 데 사용될 수 있다. 이러한 집안렌즈는, 예컨대, 증강 현실 머리 장착 디스플레이에 사용될 수 있다. 광원으로부터의 광을 공간 광 변조기를 향해 지향시키기 위한 하나 이상의 도파관들을 활용하는 조명 시스템들이 제공될 수 있다. 공간 광 변조기로부터의 광은 집안렌즈를 향해 지향될 수 있다. 상이한 컬러들의 광이 하나 이상의 도파관들로부터 상이한 각도들로 아웃커플링되고 상이한 빔 경로들을 따라 지향되도록 하는 본 발명의 일부 양상들이 제공된다.

대표도 - 도11d



(52) CPC특허분류

G02B 27/1026 (2013.01)

G02B 27/1046 (2013.01)

G06T 19/006 (2013.01)

G02B 2027/0174 (2013.01)

(72) 발명자

칼라일, 클린턴

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

클릭, 마이클, 앤서니

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

몰데니, 윌리엄

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

명세서

청구범위

청구항 1

디스플레이 디바이스로서,

제1 스펙트럼 분포(spectral distribution)를 갖는 제1 광 방출기;

상기 제1 광 방출기로부터 광을 수신하도록 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 제1 경로를 따라 상기 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성됨 - ;

상기 제1 광 방출기의 상기 제1 스펙트럼 분포와 상이한 제2 스펙트럼 분포를 갖는 제2 광 방출기;

상기 제2 광 방출기로부터 광을 수신하도록 배치된 제2 도파관 - 상기 제2 도파관은 제2 경로를 따라 상기 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성됨 - ; 및

상기 제1 도파관 및 제2 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고, 상기 광을 변조하기 위해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,

상기 디스플레이 디바이스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관 및 상기 제2 도파관으로부터의 상기 광이 상이한 각도들로 상기 제1 경로 및 상기 제2 경로를 따라 지향되어, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 광 및 상기 제2 도파관으로부터의 상기 광이 상기 도파관들 및 상기 공간 광 변조기로부터 떨어진 개개의 제1 공간 위치 및 제2 공간 위치 상에 입사되도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 광 방출기 및 상기 제2 광 방출기는 LED(light emitting diode)들을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 광 방출기 및 상기 제2 광 방출기는 제1 컬러 LED(light emitting diode) 및 제2 LED를 포함하고, 상기 제1 컬러 LED는 상기 제2 LED와 상이한 컬러를 갖는,

디스플레이 디바이스.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제1 스펙트럼 분포 및 상기 제2 스펙트럼 분포와 상이한 제3 스펙트럼 분포를 갖는 제3 광 방출기, 및
상기 제3 광 방출기로부터 광을 수신하도록 배치된 제3 도파관을 더 포함하고,

상기 제3 도파관은 제3 경로를 따라 상기 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성되고, 상기 공간 광 변조기는 상기 제3 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 배치되고,

상기 디스플레이 디바이스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제3 도파관으로부터의 상기 광이 상기 제1 경로 및 상기 제2 경로로부터 상이한 각도로 상기 제3 경로를 따라 지향되어, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관, 상기 제2 도파관 및 상기 제3 도파관으로부터의 상기 광이 상기 도파관들 및 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 공간 위치들, 제2 공간 위치 및 제3 공간 위치에 입사되도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제1 광 방출기, 상기 제2 광 방출기 및 상기 제3 광 방출기는 LED(light emitting diode)들을 포함하는,
디스플레이 디바이스.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 제1 광 방출기, 상기 제2 광 방출기 및 상기 제3 광 방출기는 제1 컬러 LED(light emitting diode), 제2 컬러 LED 및 제3 컬러 LED를 포함하고, 상기 제1 컬러 LED는 상기 제2 컬러 LED 및 제3 컬러 LED와 상이한 컬러를 갖고, 상기 제2 컬러 LED는 상기 제3 컬러 LED와 상이한 컬러를 갖는,

디스플레이 디바이스.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제1 광 방출기, 상기 제2 광 방출기 및 상기 제3 광 방출기는 적색 LED(light emitting diode), 녹색 LED 및 청색 LED를 각각 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

제1 항 내지 제3 항, 및 제9항 내지 제12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제4 도파관; 및

상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제2 도파관으로부터 광을 수신하도록 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제5 도파관을 더 포함하고,

상기 제4 도파관 및 상기 제5 도파관과 각각 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 제1 광 방출기 및 상기 제2 광 방출기로부터 광을 각각 수신하도록 상기 제1 경로 및 상기 제2 경로를 따라 상기 제1 공간 위치 및 상기 제2 공간 위치에 각각 위치되는,

디스플레이 디바이스.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 제4 도파관 및 상기 제5 도파관과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제4 도파관 및 상기 제5 도파관으로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관들 내에서 안내되는,

디스플레이 디바이스.

청구항 20

제18 항에 있어서,

상기 제4 도파관 및 상기 제5 도파관에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 내부 전반사에 의해 상기 제4 도파관 및 상기 제5 도파관 내에서 각각 안내되도록 광을 상기 제4 도파관 및 상기 제5 도파관으로 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 21

제20 항에 있어서,

상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 22

제18 항에 있어서,

상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 파장 선택 광학 엘리먼트들을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

제1 항에 있어서,
상기 제1 광 방출기는 포인트 광원을 포함하는,
디스플레이 디바이스.

청구항 34

제1 항에 있어서,
상기 제1 광 방출기는 라인 광원을 포함하는,
디스플레이 디바이스.

청구항 35

제34 항에 있어서,
상기 제1 광 방출기는 실질적으로 선형 LED들의 어레이먼트를 포함하는,
디스플레이 디바이스.

청구항 36

삭제

청구항 37

제1 항에 있어서,
광을 상기 제1 도파관으로 지향시키는 광 가이드를 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 38

제37 항에 있어서,

상기 광 가이드는 상기 제1 도파관의 경계 상에 배치되고, 반사 엘리먼트는 상기 광 가이드의 하나의 경계를 따라 배치되는,

디스플레이 디바이스.

청구항 39

제1 항에 있어서,

광은 제1 아웃커플링 엘리먼트를 통해 상기 제1 도파관으로부터 아웃커플링되는,

디스플레이 디바이스.

청구항 40

제39 항에 있어서,

상기 제1 아웃커플링 엘리먼트는 볼륨 위상 격자(volume phase grating)를 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 41

제39 항에 있어서,

상기 제1 아웃커플링 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 격자를 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 42

제39 항 또는 제40 항에 있어서,

상기 제1 아웃커플링 엘리먼트의 회절 효율은 상기 제1 광 방출기까지의 상기 제1 아웃커플링 엘리먼트의 거리를 따라 변하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

제39 항 또는 제40 항에 있어서,

상기 제1 아웃커플링 엘리먼트는 다수의 층들의 스택을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

제39 항에 있어서,

제1 쿼터-웨이브 리타더(quarter-wave retarder)는 상기 공간 광 변조기와 상기 제1 도파관 사이에 배치되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 50

삭제

청구항 51

제1 항에 있어서,

상기 제1 광 방출기로부터의 광은 제1 도파관의 축에서 실질적으로 벗어나지 향되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 52

삭제

청구항 53

제1 항에 있어서,

상기 제1 도파관은 실질적으로 웨지(wedge)-형상인, 디스플레이 디바이스.

청구항 54

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] [0001] 본 출원은, 2017년 3월 21일에 출원된 미국 가출원 제62/474,568호(대리인 도켓 번호 MLEAP.084PR)를 35 U.S.C. § 119(e) 하에서 우선권으로 주장하며, 이로써, 이 출원의 전체 내용은 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0002] [0002] 본 개시내용은 가상 현실 및 증강 현실 이미징 및 시각화 시스템들을 포함하는 광학 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] [0003] 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 소위 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 위한 시스템들의 개발을 용이하게 했으며, 여기서 디지털적으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들은, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 지각될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다. 가상 현실, 또는 "VR" 시나리오는 통상적으로 다른 실제 세계 시각적 입력에 대한 투명성(transparency) 없는 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션(presentation)을 수반하고; 증강 현실, 또는 "AR" 시나리오는 통상적으로 사용자 주위 실제 세계의 시각화에 대한 증강으로서 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반한다. 혼합 현실 또는 "MR" 시나리오의 유형이며, 통상적으로 자연 세계에 통합되고 그에 응답하는 가상 객체들을 포함한다. 예컨대, MR 시나리오에서, AR 이미지 콘텐츠는 실제 세계의 객체들에 의해 차단되거나, 그렇지 않으면, 실제 세계의

객체들과 상호작용하는 것으로나 지각될 수 있다.

[0004] 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(scene)(10)이 도시되며, 여기서 AR 기술의 사용자는 배경에 있는 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(30)을 특징으로 하는 실세계 공원-형 세팅(20)을 본다. 이들 아이탬들에 더하여, AR 기술의 사용자는 또한, 자신이 "가상 콘텐츠", 이를테면, 실세계 플랫폼(30) 상에 서 있는 로봇 동상(40), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보여지는 날고 있는 만화-형 아바타 캐릭터(50)를 "보는 것"을 지각하지만, 이들 엘리먼트들(40, 50)은 실세계에 존재하지 않는다. 인간 시각 지각 시스템은 복잡하기 때문에, 다른 가상 또는 실세계 이미저리 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고, 자연스럽고, 풍부한 프리젠테이션을 용이하게 하는 AR 기술을 생성하는 것은 난제이다.

[0005] 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 AR 및 VR 기술에 관련된 다양한 난제들을 해결한다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 증강 현실(AR; augmented reality) 디바이스를 통한 AR의 사용자의 뷰를 예시한다.

[0007] 도 2는 웨어러블 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.

[0008] 도 3은 사용자에 대한 3-차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다.

[0009] 도 4는 다중 깊이 평면들을 사용하여 3-차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.

[0010] 도 5a-5c는 곡률의 반경과 초점 반경 간의 관계들을 예시한다.

[0011] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택의 예를 예시한다.

[0012] 도 7은 도파관에 의해 출력된 출사 빔들의 예를 예시한다.

[0013] 도 8은 각각의 깊이 평면이 다수의 상이한 컴포넌트 컬러들을 사용하여 형성된 이미지들을 포함하는 스택된 도파관 어셈블리의 예를 예시한다.

[0014] 도 9a는 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 스택된 도파관들의 세트의 예의 측면도를 예시한다.

[0015] 도 9b는 도 9a의 복수의 스택된 도파관들의 예의 사시도를 예시한다.

[0016] 도 9c는 도 9a 및 9b의 복수의 스택된 도파관들의 예의 하향식 평면도를 예시한다.

[0017] 도 9d는, 집안렌즈의 부분을 형성하는 도파관들의 스택과 통합된 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들에 다수의 입력 빔들을 제공하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0018] 도 10a 및 10b는, 백색 광을 수신할 수 있고, 분산을 갖고 상이한 컬러 광(예컨대, 적색, 녹색, 청색)을 상이한 방향으로 지향시키는 아웃커플링 광학 엘리먼트를 포함하는 단일 도파관을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0019] 도 11a-11c는, 개개의 도파관들의 광을 상이한 방향으로 지향시키는 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 갖는, 상이한 컬러 LED(예컨대, 적색, 녹색, 청색)에 광학적으로 각각 커플링된 복수의 도파관들을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0020] 도 11d는 3개의 컬러 광 방출기들 및 2개의 도파관들을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 도시하고, 여기서 2개의 방출기들로부터의 컬러들 중 2개의 컬러들은 단일 도파관으로 결합된다.

[0021] 도 12a는, 백색 LED에 커플링될 수 있고, 상이한 시간들에서 상이한 컬러들의 광을 선택적으로 통과시키기 위한 대응하는 컬러 필터들을 갖는 복수의 서터들에 광을 아웃커플링하는 단일 도파관을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0022] 도 12b는, 서터 및 공간 광 변조기를 포함하는, 도 12a에 도시된 도파관-기반 이미지 소스에 대한 예시적인 리프레시 프로세스를 예시하는 흐름도이다.

[0023] 도 13은, 백색 LED에 커플링될 수 있고, 상이한 컬러를 분할하고 상이한 측면 포지션들에 있는 상이한 컬러 빔들을 생성하는 복수의 이색성 빔 스플리터들에 광을 아웃커플링하는 단일 도파관을 포함하는 도파관-기

반 이미지 소스를 예시한다.

[0024] 도 14a 및 14b는, 포인트 광원 및 라인 광원에 의해 각각 조명된 도파관을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0025] 도 14c-14e는 광을 도파관에 커플링하기 위한 추가적인 어레이먼트들을 예시한다.

[0026] 도 15a는 볼륨 위상 회절 엘리먼트를 포함하는 아웃커플링 광학 엘리먼트 및 도파관을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0027] 도 15b는 상이한 컬러들에 대한 VPG(volume phase grating) 회절 엘리먼트들을 포함하는 도파관-기반 광 분배 디바이스를 예시한다.

[0028] 도 15c는 상이한 각도들에 대한 VPG(volume phase grating) 회절 엘리먼트들을 포함하는 도파관-기반 광 분배 디바이스를 예시한다.

[0029] 도 16은 CLCG(cholesteric liquid crystal grating)를 포함하는 아웃커플링 광학 엘리먼트 및 도파관을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

[0030] 도 17a 및 17b는 축외 조명(off-axis illumination)을 활용하도록 구성될 수 있는 도파관-기반 광 분배 디바이스를 예시한다.

[0031] 도 18은 웨지-형상의 도파관을 포함하는 도파관-기반 이미지 소스를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 발명의 요약
- [0008] [0032] 일부 양상들에 따라, 디스플레이 디바이스가 제공될 수 있고, 디스플레이 디바이스는,
- [0009] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0010] 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 (i) 제1 경로를 따라 제1 컬러를 갖는, 상기 도파관으로부터 광을 방출하고; (ii) 제2 경로를 따라 제2 컬러를 갖는, 상기 제1 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성된 - ; 및
- [0011] 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0012] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 제1 및 제2 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성되고,
- [0013] 상기 디스플레이 디바이스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 컬러 및 상기 제2 컬러의 상기 제1 도파관으로부터의 상기 광이 상이한 각도들로 상기 개개의 제1 및 제2 경로들을 따라 지향되고 상기 제1 도파관 및 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 및 제2 공간 위치들 상에 입사되도록 구성된다.
- [0014] [0033] 다른 양상들에 따라, 디스플레이 디바이스가 제공될 수 있고, 디스플레이 디바이스는,
- [0015] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0016] 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터의 광이 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 상기 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 상기 제1 도파관 내에서 안내된 광을 상기 도파관으로부터 방출하도록 구성된 - ;
- [0017] 제1 셔터 및 제2 셔터 및 제1 및 제2 컬러 광을 선택적으로 각각 투과시키도록 구성된 대응하는 제1 및 제2 컬러 필터를 포함하는 셔터 시스템 - 상기 셔터 시스템은, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 제1 및 제2 컬러들의 광이 상기 개개의 제1 및 제2 컬러 필터들을 각각 통해, 뿐만 아니라 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 상기 개개의 제1 셔터 및 제2 셔터들을 통해 상기 제1 도파관으로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 및 제2 공간 위치들에 전달되도록, 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치됨 - ;
- [0018] 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기 - 상기 셔터 시스템은, 상기 변조된 광이 상기 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 개개의 제1 및 제2 공간 위치로 지향되도록, 상기 공간 광 변조기에 대해 배치됨

- ; 및

- [0019] (i) 상기 공간 광 변조기가 상기 제1 컬러에 대응하는 이미지를 제시하도록 구성될 때, 제1 시간에서 상기 제1 컬러와 연관된 상기 셔터를 개방하고 상기 제2 컬러와 연관된 상기 셔터를 폐쇄하고, (ii) 상기 공간 광 변조기가 상기 제2 컬러에 대응하는 이미지를 제시하도록 구성될 때, 제2 시간에서 상기 제2 컬러와 연관된 상기 셔터를 개방하고 상기 제1 컬러와 연관된 상기 셔터를 폐쇄하도록 상기 셔터 시스템 및 상기 공간 광 변조기와 통신하는 전자기기를 포함하고,
- [0020] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 제1 및 제2 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성된다.
- [0021] 다른 실시예들에 따라, 디스플레이 디바이스가 제공될 수 있고, 디스플레이 디바이스는,
- [0022] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0023] 상기 광이 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 상기 제1 도파관 내에서 안내된 광을 상기 도파관으로부터 방출하도록 구성됨 - ;
- [0024] 제1 스펙트럼 분포 및 제1 컬러의 광을 제1 방향을 따라 그리고 제2 스펙트럼 분포의 광을 제2 방향을 따라 선택적으로 지향시키도록 구성된 제1 빔 스플리터 - 상기 제1 빔 스플리터는, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 제1 및 제2 스펙트럼 분포들의 광이 상기 제1 빔 스플리터 상에 입사되고 상기 제1 및 제2 스펙트럼 분포들을 갖는 상기 광이 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 지향되도록, 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치되고, 상기 제1 스펙트럼 분포 및 제1 컬러의 상기 광은 상기 제1 도파관으로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 공간 위치로 지향됨 - ; 및
- [0025] 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0026] 상기 제1 빔 스플리터는, 상기 변조된 광이 상기 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 지향되고 상기 제1 컬러의 상기 광이 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 제1 공간 위치로 지향되도록, 상기 공간 광 변조기에 대해 배치되고,
- [0027] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 지향된 상기 제1 및 제2 스펙트럼 분포에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성된다.
- [0028] [0034] 추가의 양상들에 따라, 머리 장착 디스플레이를 위한 디스플레이 디바이스가 제공되고, 머리 장착 디스플레이를 위한 디스플레이 디바이스는,
- [0029] 도파관 기반 이미지 소스, 및
- [0030] 도파관 기반 광 분배 시스템을 포함하는 접안렌즈 엘리먼트를 포함하고,
- [0031] 상기 도파관 기반 이미지 소스는:
- [0032] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0033] 광이 내부 전반사를 통해 하나 이상의 광 가이드들 내에서 안내되도록 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 상기 하나 이상의 도파관들 - 상기 하나 이상의 도파관들은 상기 도파관들로부터 광을 방출하도록 구성됨 - ; 및
- [0034] 상기 하나 이상의 도파관들로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 하나 이상의 도파관들에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0035] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 제1 및 제2 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성되고,
- [0036] 상기 도파관 기반 이미지 소스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 및 제2 컬러들의 상기 광이 상기 개개의 제1 및 제2 경로들을 따라 지향되고 상기 하나 이상의 도파관들 및 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 및 제2 공간 위치들 상에 입사되도록 구성되고,
- [0037] 상기 도파관 기반 광 분배 시스템은:

- [0038] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 하나 이상의 도파관들로부터 광을 수신하도록 하나 이상의 제1 도파관들 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신광 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제1 도파관; 및
- [0039] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 하나 이상의 도파관들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 도파관들 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관을 포함하고,
- [0040] 상기 제1 및 제2 도파관들과 각각 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 상기 제1 및 제2 컬러들의 상기 광을 각각 수신하도록 상기 제1 및 제2 경로들을 따라 상기 제1 및 제2 공간 위치들에 각각 위치된다.
- [0041] [0035] 이제 유사한 참조 번호들이 전반에 걸쳐 유사한 부분들을 지칭하는 도면들에 대한 참조가 이루어질 것이다. 본원에 개시된 실시예들이 일반적으로 디스플레이 시스템들을 포함하여 광학 시스템들을 포함한다는 것이 인지될 것이다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템들은 착용 가능하고, 이는 유리하게는, 보다 몰입형 VR 또는 AR 경험을 제공할 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 도파관들(예컨대, 도파관들의 스택)을 포함하는 디스플레이들은 사용자 또는 뷰어의 눈들의 전면에 포지셔닝되어 착용되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관들의 2개의 스택들(뷰어의 각각의 눈마다 하나씩)은 각각의 눈에 상이한 이미지들을 제공하기 위해 활용될 수 있다.
- [0042] 예시적인 디스플레이 시스템들
- [0043] [0036] 도 2는 웨어러블 디스플레이 시스템(60)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(60)은 디스플레이(70), 및 그 디스플레이(70)의 기능을 지원하기 위한 다양한 기계적 및 전자적 모듈들 및 시스템들을 포함한다. 디스플레이(70)는, 디스플레이 시스템 사용자 또는 뷰어(90)에 의해 착용가능하고 그리고 사용자(90)의 눈들의 전면에서 디스플레이(70)를 포지셔닝하도록 구성된 프레임(80)에 커플링될 수 있다. 디스플레이(70)는 일부 실시예들에서 안경류로 고려될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스피커(100)는 프레임(80)에 커플링되고, 사용자(90)의 외이도에 인접하게 포지셔닝되도록 구성된다(일부 실시예들에서, 도시되지 않은 다른 스피커가 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝되어 스테레오/성형가능 사운드 제어를 제공함). 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템은 또한 하나 이상의 마이크로폰들(110) 또는 사운드를 검출하기 위한 다른 디바이스들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 마이크로폰은 사용자가 입력들 또는 커맨드들(예컨대, 음성 메뉴 커맨드들, 자연어 질문들 등의 선택)을 시스템(60)에 제공할 수 있도록 구성되고 그리고/또는 다른 사람들(예컨대, 유사한 디스플레이 시스템들의 다른 사용자들)과 오디오 통신을 허용할 수 있다. 마이크로폰은 추가로 오디오 데이터(예컨대, 사용자 및/또는 환경으로부터의 사운드들)를 수집하기 위한 주변 센서로서 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템은 또한 주변 센서(120a)를 포함할 수 있고, 주변 센서(120a)는 프레임(80)으로부터 분리되고 사용자(90)의 몸체에(예컨대, 사용자(90)의 머리, 몸통, 손발 등 상에) 부착될 수 있다. 주변 센서(120a)는 일부 실시예들에서 사용자(90)의 생리학적 상태를 특징화하는 데이터를 획득하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 센서(120a)는 전극일 수 있다.
- [0044] [0037] 도 2를 계속 참조하면, 디스플레이(70)는 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(80)에 고정되게 부착되거나, 사용자에게 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정되게 부착되거나, 헤드폰들에 임베딩되거나, 그렇지 않으면 사용자(90)에게 제거가능하게 부착되는(예컨대, 백팩(backpack)-스타일 구성으로, 벨트-커플링 스타일 구성으로) 로컬 데이터 프로세싱 모듈(140)에, 통신 링크(130), 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결성에 의해 동작가능하게 커플링된다. 유사하게, 센서(120a)는 통신 링크(120b), 예컨대 유선 리드 또는 무선 연결성에 의해 로컬 프로세서 및 데이터 모듈(140)에 동작가능하게 커플링될 수 있다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 하드웨어 프로세서뿐 아니라, 디지털 메모리 이를테면 비-휘발성 메모리(예컨대, 플래시 메모리 또는 하드 디스크 드라이브들)를 포함할 수 있고, 이 둘 모두는 데이터의 프로세싱, 캐싱(caching) 및 저장을 돕는데 활용될 수 있다. 데이터는 a) (예컨대 프레임(80)에 동작가능하게 커플링되거나 그렇지 않으면 사용자(90)에게 부착될 수 있는) 센서들, 이를테면 이미지 캡처 디바이스들(이를테면 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴퍼스(compass)들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 자이로(gyro)들 및/또는 본원에 개시된 다른 센서들로부터 캡처되고; 그리고/또는 b) 원격 프로세싱 모듈(150) 및/또는 원격 데이터 저장소(160)를 사용하여 획득 및/또는 프로세싱되고, 그런 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 후 가능하게 디스플레이(70)에 전달되는 데이터(가상 콘텐츠에 관련된 데이터를 포함함)를 포함한다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 통신 링크들(170, 180)에 의해, 이를테면 유선 또는 무선 통신 링크들을 통하여, 원격 프로세싱 모듈(150) 및 원격 데이터 저장소(160)에 동작가능하게 커플링될 수 있어서, 이들 원격 모듈들(150, 160)은 서로 동작가능하

게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)에 대한 리소스들로서 이용가능하다. 일부 실시예들에서, 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 이미지 캡처 디바이스들, 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴퍼스들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들 및/또는 자이로들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 이들 센서들 중 하나 이상은 프레임(80)에 부착될 수 있거나, 또는 유선 또는 무선 통신 경로들에 의해 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)과 통신하는 독립형 구조들일 수 있다.

[0045] [0038] 도 2를 계속 참조하면, 일부 실시예들에서, 원격 프로세싱 모듈(150)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 저장소(160)는 "클라우드" 리소스 구성에서 인터넷 또는 다른 네트워킹 구성을 통하여 이용가능할 수 있는 디지털 데이터 저장 설비를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 저장소(160)는 하나 이상의 원격 서버들을 포함할 수 있고, 상기 원격 서버들은 정보, 예컨대 증강 현실 콘텐츠를 생성하기 위한 정보를 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140) 및/또는 원격 프로세싱 모듈(150)에 제공한다. 일부 실시예들에서, 모든 데이터가 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에 저장되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에서 모든 컴퓨테이션(computation)들이 수행되어, 원격 모듈로부터의 완전히 자율적인 사용이 허용된다.

[0046] [0039] "3차원" 또는 "3D"인 것으로서 이미지의 지각은 뷰어의 각각의 눈에 이미지의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 도 3은 사용자에게 대한 3차원 이미저리(imagery)를 시뮬레이션하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다. 2개의 별개의 이미지들(190, 200)(각각의 눈(210, 220)에 대해 하나씩)은 사용자에게 출력된다. 이미지들(190 및 200)은 뷰어의 시선과 평행한 광학 또는 z-축을 따라 거리(230)만큼 눈들(210 및 220)로부터 이격된다. 이미지들(190 및 200)은 평탄하고 눈들(210 및 220)은 단일 원근조절된 상태를 취함으로써 이미지들 상에 포커싱할 수 있다. 이러한 3D 디스플레이 시스템들은 결합된 이미지에 대한 깊이 및/또는 스케일(scale)의 지각을 제공하기 위해 이미지들(190, 200)을 결합하기 위한 인간 시각 시스템에 의존한다.

[0047] [0040] 그러나, 인간 시각 시스템이 더 복잡하고 깊이의 현실적인 지각을 제공하는 것이 더 난제라는 것이 인식될 것이다. 예컨대, 종래의 "3D" 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 그런 시스템들이 불편하다고 여기거나 깊이감을 전혀 지각하지 못할 수 있다. 이론에 의해 제한되지 않고, 객체의 뷰어들이 이접운동 및 원근조절의 결합으로 인해 객체를 "3차원"인 것으로 지각할 수 있다는 것이 믿어진다. 서로에 대해 2개의 눈들의 이접운동 움직임들(즉, 객체 상에 고정시키도록 눈들의 시선들을 수렴하기 위하여 서로를 향해 또는 서로 멀어지게 동공이 움직이도록 하는 눈들의 회전)은 눈들의 렌즈들 및 동공들의 포커싱(또는 "원근조절")과 밀접하게 연관된다. 정상 조건들 하에서, 하나의 객체로부터 상이한 거리에 있는 다른 객체로 포커스를 변화시키기 위하여, 눈들의 렌즈들의 포커스를 변화시키거나, 또는 눈들의 원근을 조절하는 것은 "원근조절-이접운동 반사(accommodation-vergence reflex)"로서 알려진 관계 하에서, 동일한 거리로의 이접운동의 매칭 변화뿐 아니라 동공 팽창 또는 수축을 자동으로 유발할 것이다. 마찬가지로, 이접운동의 변화는 정상 조건들 하에서, 렌즈 형상 및 동공 사이즈의 원근조절의 매칭 변화를 트리거할 것이다. 본원에서 주목된 바와 같이, 많은 입체적 또는 "3D" 디스플레이 시스템들은, 3차원 조망이 인간 시각 시스템에 의해 지각되도록 각각의 눈에 약간 상이한 프리젠테이션들(및, 따라서, 약간 상이한 이미지들)을 사용하여 장면을 디스플레이한다. 그러나, 그런 시스템들은 많은 뷰어들에게 불편한데, 그 이유는 여러 가지 것들 중에서, 그런 시스템들이 단순히 장면의 상이한 프리젠테이션을 제공하지만, 눈들이 단일 원근조절된 상태에서 모든 이미지 정보를 보고, 그리고 "원근조절-이접운동 반사"에 대하여 작동하기 때문이다. 원근조절과 이접운동 사이의 더 양호한 매치를 제공하는 디스플레이 시스템들은 3차원 이미저리의 더 현실적이고 편안한 시뮬레이션들을 형성하여, 착용 지속기간의 증가 및 차례로 진단 및 치료 프로토콜들의 준수에 기여할 수 있다.

[0048] [0041] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이션하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다. 도 4를 참조하면, z-축 상에서 눈들(210 및 220)로부터 다양한 거리들에 있는 객체들은, 이들 객체들이 인 포커스(in focus)되도록 눈들(210, 220)에 의해 원근조절된다. 눈들(210 및 220)은 z-축을 따라 상이한 거리들에 있는 객체들을 포커싱하기 위해 특정 원근조절된 상태들을 취한다. 결과적으로, 특정 원근조절된 상태는 연관된 초점 거리와 함께, 깊이 평면들(240) 중 특정 하나의 깊이 평면과 연관되는 것으로 말해질 수 있어서, 특정 깊이 평면의 객체들 또는 객체들의 부분들은, 눈이 그 깊이 평면에 대해 원근조절된 상태에 있을 때 인 포커스된다. 일부 실시예들에서, 3차원 이미저리는 눈들(210, 220)의 각각에 대해 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써, 그리고 또한 깊이 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 시뮬레이션될 수 있다. 예시의 명확성을 위해 별개인 것으로 도시되지만, 눈들(210, 220)의 시야들이 예컨대 z-축을 따른 거리가 증가함에 따라 오버랩할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 게다가, 예시의 용이함을

위해 편평한 것으로 도시되지만, 깊이 평면의 윤곽들이 물리적 공간에서 휘어질 수 있어서, 깊이 평면 내의 모든 피쳐들이 특정 원근조절된 상태에서 눈과 인 포커싱되는 것이 인식될 것이다.

[0049] [0042] 객체와 눈(210 또는 220) 사이의 거리는 또한, 그 눈에 의해 보여지는 그 객체로부터의 광의 발산량을 변화시킬 수 있다. 도 5a-5c는 거리와 광선들의 발산 사이의 관계들을 예시한다. 객체와 눈(210) 사이의 거리는 감소하는 거리의 순서로 R1, R2 및 R3으로 표현된다. 도 5a-5c에 도시된 바와 같이, 광선들은, 객체에 대한 거리가 감소함에 따라 더 많이 발산하게 된다. 거리가 증가함에 따라, 광선들은 더 시준된다. 다른 말로 하면, 포인트(객체 또는 객체의 일부)에 의해 생성된 광 필드가 구체 파면 곡률을 갖는다고 말할 수 있으며, 구체 파면 곡률은, 그 포인트가 사용자의 눈으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지의 함수이다. 곡률은 객체와 눈(210) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 결과적으로, 상이한 깊이 평면들에서, 광선들의 발산 정도는 또한 상이하고, 발산 정도는, 깊이 평면들과 뷰어의 눈(210) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 도 5a-5c 및 본원의 다른 도면들에서 예시의 명확성을 위해 단지 한쪽 눈(210)만이 예시되지만, 눈(210)에 대한 논의들이 뷰어의 양쪽 눈들(210 및 220)에 적용될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0050] [0043] 이론에 의해 제한되지 않고, 인간 눈이 통상적으로 깊이 지각을 제공하기 위해 유한한 수의 깊이 평면들을 해석할 수 있다는 것이 믿어진다. 결과적으로, 지각된 깊이의 매우 그럴듯한 시물레이션은, 눈에, 이들 제한된 수의 깊이 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 상이한 프리젠테이션들은 뷰어의 눈들에 의해 별도로 포커싱될 수 있고, 이로써 상이한 깊이 평면 상에 위치한 장면에 대해 상이한 이미지 피쳐들을 포커싱하게 하는데 요구되는 눈의 원근조절에 기반하여 그리고/또는 포커싱에서 벗어난 상이한 깊이 평면들 상의 상이한 이미지 피쳐들을 관찰하는 것에 기반하여 사용자에게 깊이 단서들을 제공하는 것을 돕는다.

[0051] [0044] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(250)은 복수의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)을 사용하여 3차원 지각을 눈/뇌에 제공하기 위해 활용될 수 있는 도파관들의 스택, 또는 스택된 도파관 어셈블리(260)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(250)은 도 2의 시스템(60)이고, 도 6은 그 시스템(60)의 일부 부분들을 더 상세히 개략적으로 보여준다. 예컨대, 도파관 어셈블리(260)는 도 2의 디스플레이(70)의 부분일 수 있다. 디스플레이 시스템(250)이 일부 실시예들에서 광 필드 디스플레이로 고려될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0052] [0045] 도 6을 계속 참조하면, 도파관 어셈블리(260)는 또한 도파관들 사이에 복수의 피쳐들(320, 330, 340, 350)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(320, 330, 340, 350)은 하나 이상의 렌즈들일 수 있다. 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 및/또는 복수의 렌즈들(320, 330, 340, 350)은 다양한 레벨들의 파면 곡률 또는 광선 발산으로 이미지 정보를 눈에 전송하도록 구성될 수 있다. 각각의 도파관 레벨은 특정 깊이 평면과 연관될 수 있고 그 깊이 평면에 대응하는 이미지 정보를 출력하도록 구성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 도파관들에 대한 광원으로서 기능할 수 있고 이미지 정보를 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)에 주입하는 데 활용될 수 있고, 이 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 각각은, 본원에 설명된 바와 같이, 눈(210)을 향하여 출력하도록, 각각의 개별 도파관에 걸쳐 인입 광을 분배하도록 구성될 수 있다. 광은 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)의 출력 표면(410, 420, 430, 440, 450)에서 출사하고 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 대응하는 입력 표면(460, 470, 480, 490, 500)으로 주입된다. 일부 실시예들에서, 입력 표면들(460, 470, 480, 490, 500)의 각각은 대응하는 도파관의 에지일 수 있거나, 대응하는 도파관의 주 표면(즉, 세계(510) 또는 뷰어의 눈(210)을 직접 향하는 도파관 표면들 중 하나)의 부분일 수 있다. 일부 실시예들에서, 광의 단일 빔(예컨대, 시준된 빔)은 특정 도파관과 연관된 깊이 평면에 대응하는 특정 각도들(및 발산량들)로 눈(210)을 향하여 지향되는 복제되고 시준된 빔들의 전체 필드를 출력하기 위해 각각의 도파관으로 주입될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400) 중 하나의 이미지 주입 디바이스는 복수(예컨대, 3개)의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)과 연관되어 이들에 광을 주입할 수 있다.

[0053] [0046] 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은, 각각, 대응하는 도파관(270, 280, 290, 300, 310)으로의 주입을 위한 이미지 정보를 각각 생성하는 이산 디스플레이들이다. 일부 다른 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 예컨대 이미지 정보를 하나 이상의 광학 도관들(이들테면, 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)의 각각에 파이핑(pipe)할 수 있는 단일 멀티플렉싱된 디스플레이의 출력단들이다. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)에 의해 제공된 이미지 정보가 상이한 파장들, 또는 컬러들(예컨대, 본원에 논의된 바와 같이, 상이한

컴포넌트 컬러들)의 광을 포함할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

- [0054] [0047] 일부 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 주입된 광은 광 투사기 시스템(520)에 의해 제공되고, 광 투사기 시스템(520)은 광 방출기, 이를테면 LED(light emitting diode)를 포함할 수 있는 광 모듈(530)을 포함한다. 광 모듈(530)로부터의 광은 빔 스플리터(550)를 통해 광 변조기(540), 예컨대 공간 광 변조기로 지향되어 이에 의해 수정될 수 있다. 광 변조기(540)는 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 주입된 광의 지각된 세기를 변화시키도록 구성될 수 있다. 공간 광 변조기들의 예들은 LCOS(liquid crystal on silicon) 디스플레이들을 포함하는 LCD(liquid crystal displays)를 포함한다.
- [0055] [0048] 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(250)은 다양한 패턴들(예컨대, 래스터(raster) 스캔, 나선형 스캔, 리사주(Lissajous) 패턴들 등)의 광을 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 및 궁극적으로 뷰어의 눈(210)으로 투사하도록 구성된 하나 이상의 스캐닝 섬유들을 포함하는 스캐닝 섬유 디스플레이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 예시된 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 광을 하나 또는 복수의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 주입하도록 구성된 단일 스캐닝 섬유 또는 스캐닝 섬유들의 번들(bundle)을 개략적으로 나타낼 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 예시된 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 복수의 스캐닝 섬유들 또는 복수의 스캐닝 섬유들의 번들들을 개략적으로 나타낼 수 있고, 상기 스캐닝 섬유들 각각은 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 연관된 도파관으로 광을 주입하도록 구성된다. 하나 이상의 광섬유들이 광 모듈(530)로부터의 광을 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 전송하도록 구성될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 하나 이상의 개재 광학 구조들이 스캐닝 섬유, 또는 섬유들과 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 사이에 제공되어, 예컨대 스캐닝 섬유를 출사하는 광을 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 방향전환시킬 수 있다는 것이 인식될 것이다.
- [0056] [0049] 제어기(560)는 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400), 광 방출기(530) 및 광 변조기(540)의 동작을 포함하여, 스택된 도파관 어셈블리(260) 중 하나 이상의 동작을 제어한다. 일부 실시예들에서, 제어기(560)는 로컬 데이터 프로세싱 모듈(140)의 부분이다. 제어기(560)는, 예컨대 본원에 개시된 다양한 방식들 중 임의의 방식에 따라, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로의 이미지 정보의 타이밍 및 제공을 조절하는 프로그래밍(예컨대, 비-일시적 매체 내의 명령들)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제어기는 단일 통합 디바이스, 또는 유선 또는 무선 통신 채널들에 의해 연결되는 분산형 시스템일 수 있다. 제어기(560)는 일부 실시예들에서 프로세싱 모듈들(140 또는 150)(도 2)의 부분일 수 있다.
- [0057] [0050] 도 6을 계속 참조하면, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 TIR(total internal reflection: 내부 전반사)에 의해 각각의 개별 도파관 내에서 광을 전파시키도록 구성될 수 있다. 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 각각 주 최상부 표면 및 주 최하부 표면, 그리고 이들 주 최상부 표면과 주 최하부 표면 사이에서 연장되는 예지들을 가진 평면형일 수 있거나 다른 형상(예컨대, 곡선형)일 수 있다. 예시된 구성에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 각각, 이미지 정보를 눈(210)으로 출력하기 위해 각각의 개별 도파관 내에서 전파되는 광을 도파관 밖으로 방향전환시킴으로써 도파관 밖으로 광을 추출하도록 구성된 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)을 포함할 수 있다. 추출된 광은 또한 아웃커플링된 광이라 지칭될 수 있고 아웃커플링 광학 엘리먼트들은 또한 광 추출 광학 엘리먼트들이라 지칭될 수 있다. 추출된 광 빔은, 도파관 내에서 전파되는 광이 광 추출 광학 엘리먼트에 부딪히는 위치들에서 도파관에 의해 출력될 수 있다. 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 예컨대, 본원에서 추가로 논의된 바와 같이 회절 광학 피쳐들을 포함하는 격자들일 수 있다. 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은, 설명의 용이함 및 도면 명확성을 위해 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 최하부 주 표면들에 배치된 것으로 예시되지만, 본원에서 추가로 논의된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 최상부 및/또는 최하부 주 표면들에 배치될 수 있고, 그리고/또는 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 볼륨 내에 직접 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)을 형성하기 위해 투명 기판에 부착된 재료의 층으로 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 모놀리식 재료 피스(piece)일 수 있고 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 그 재료 피스의 표면 상에 및/또는 내부에 형성될 수 있다.
- [0058] [0051] 도 6을 계속 참조하면, 본원에 논의된 바와 같이, 각각의 도파관(270, 280, 290, 300, 310)은 특정 깊이 평면에 대응하는 이미지를 형성하기 위해 광을 출력하도록 구성된다. 예컨대, 눈에 가장 가까운 도파관(270)은, (그런 도파관(270)에 주입된) 시준된 광을 눈(210)에 전달하도록 구성될 수 있다. 시준된 광은 광학 무한대 초점 평면을 나타낼 수 있다. 위쪽(up) 다음 도파관(280)은, 시준된 광이 눈(210)에 도달할 수 있기 전에 제1 렌즈(350)(예컨대, 네거티브 렌즈)를 통과하는 시준된 광을 전송하도록 구성될 수 있고; 그런 제1 렌즈

(350)는 약간 볼록한 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 그 위쪽 다음 도파관(280)으로부터 오는 광을, 광학적 무한대로부터 눈(210)을 향하여 안쪽으로 더 가까운 제1 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다. 유사하게, 위쪽 제3 도파관(290)은 눈(210)에 도달하기 전에 제1 렌즈(350) 및 제2 렌즈(340) 둘 모두를 통하여 자신의 출력 광을 통과시키고; 제1 렌즈(350) 및 제2 렌즈(340)의 결합된 광학 파워는 다른 증분 양의 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 제3 도파관(290)으로부터 오는 광을, 위쪽 다음 도파관(280)으로부터의 광이기보다 광학적 무한대로부터 사람을 향하여 안쪽으로 훨씬 더 가까운 제2 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다.

[0059] [0052] 다른 도파관 층들(300, 310) 및 렌즈들(330, 320)은 유사하게 구성되고, 스택 내 가장 높은 도파관(310)은, 자신의 출력을, 사람과 가장 가까운 초점 평면을 대표하는 총(aggregate) 초점 파워에 대해 자신과 눈 사이의 렌즈들 모두를 통하여 전송한다. 스택된 도파관 어셈블리(260)의 다른 층부 상에서 세계(510)로부터 오는 광을 보고/해석할 때 렌즈들(320, 330, 340, 350)의 스택을 보상하기 위하여, 보상 렌즈 층(620)이 아래쪽 렌즈 스택(320, 330, 340, 350)의 총 파워를 보상하기 위해 스택의 최상부에 배치될 수 있다. 그런 구성은 이용가능한 도파관/렌즈 페어링들이 존재하는 만큼 많은 지각되는 초점 평면들을 제공한다. 도파관들의 아웃커플링 광학 엘리먼트들과 렌즈들의 포커싱 양상들 둘 모두는 정적(즉, 동적이거나 전자-활성이 아님)일 수 있다. 일부 대안적인 실시예들에서, 어느 하나 또는 둘 모두는 전자-활성 피쳐들을 사용하여 동적일 수 있다.

[0060] [0053] 일부 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 2개 이상은 동일한 연관된 깊이 평면을 가질 수 있다. 예컨대, 다수의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 이미지들 세트를 동일한 깊이 평면에 출력하도록 구성될 수 있거나, 또는 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 다수의 서브세트들은 이미지들 세트를, 각각의 깊이 평면에 대해 하나의 세트로, 동일한 복수의 깊이 평면들에 출력하도록 구성될 수 있다. 이것은 이들 깊이 평면들에 확장된 시야를 제공하기 위해 타일화된(tiled) 이미지를 형성하는 장점들을 제공할 수 있다.

[0061] [0054] 도 6을 계속 참조하면, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 자신의 개별 도파관들로부터 광을 방향전환시키는 것 및 도파관과 연관된 특정 깊이 평면에 대해 적절한 양의 발산 또는 시준으로 이 광을 출력하는 것 둘 모두를 수행하도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 상이한 연관된 깊이 평면들을 가진 도파관들은 상이한 구성들의 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)을 가질 수 있고, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 연관된 깊이 평면에 따라 상이한 발산 양으로 광을 출력한다. 일부 실시예들에서, 광 추출 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 특정 각도들에서 광을 출력하도록 구성될 수 있는 볼류메트릭(volumetric) 또는 표면 피쳐들일 수 있다. 예컨대, 광 추출 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 볼륨 홀로그래프들, 표면 홀로그래프들, 및/또는 회절 격자들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(320, 330, 340, 350)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 공기 갭들을 형성하기 위한 구조들 및/또는 클래딩(cladding) 층들)일 수 있다.

[0062] [0055] 일부 실시예들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 "회절 광학 엘리먼트"(또한 본원에서 "DOE"로서 지칭됨) 또는 회절 패턴을 형성하는 회절 피쳐들이다. 바람직하게, DOE들은 충분히 낮은 회절 효율성을 가져서, 빔의 광의 일부만이 DOE의 각각의 교차에 의해 눈(210)을 향하여 편향되지만, 나머지는 TIR을 통하여 도파관을 통해 계속 이동한다. 따라서, 이미지 정보를 운반하는 광은 다수의 위치들에서 도파관을 출사하는 다수의 관련된 출사 빔들로 분할되고, 그 결과는 도파관 내에서 이리저리 바운싱(bouncing)되는 이런 특정 시준된 빔에 대해 눈(210)을 향하여 상당히 균일한 출사 방출 패턴이다.

[0063] [0056] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 DOE들은, 이들이 활발하게 회절하는 "온" 상태들과 이들이 현저하게 회절하지 않는 "오프" 상태들 사이에서 스위칭가능할 수 있다. 예컨대, 스위칭가능 DOE는, 마이크로액적(microdroplet)들이 호스트 매질에 회절 패턴을 포함하는 폴리머 확산형 액정 층을 포함할 수 있고, 마이크로액적들의 굴절률은 호스트 재료의 굴절률에 실질적으로 매칭하도록 스위칭될 수 있거나(이 경우에 패턴은 입사 광을 뚜렷하게 회절시키지 않음) 또는 마이크로액적은 호스트 매질의 인덱스(index)와 매칭하지 않는 인덱스로 스위칭될 수 있다(이 경우 패턴은 입사 광을 활발하게 회절시킴).

[0064] [0057] 일부 실시예들에서, 카메라 어셈블리(630)(예컨대, 가시 광 및 적외선 광 카메라들을 포함하는 디지털 카메라)는, 예컨대 사용자 입력들을 검출하고 그리고/또는 사용자의 생리학적 상태를 모니터링하도록 눈(210)의 이미지들 및/또는 눈(210) 주위의 조직을 캡처하기 위해 제공될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, 카메라는 이미지 캡처 디바이스일 수 있다. 일부 실시예들에서, 카메라 어셈블리(630)는 이미지 캡처 디바이스 및 눈에 광(예컨대, 적외선 광)을 투사하기 위한 광 방출기를 포함할 수 있고, 이후 광은 눈에 의해 반사되고 이미지 캡처 디바이스에 의해 검출될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본원에서 논의되는 바와 같이, 카메라 어셈블리

(630)는 프레임(80)(도 2)에 부착될 수 있고, 예컨대, 사용자의 생리학적 상태에 관한 다양한 결정들을 하기 위해 카메라 어셈블리(630)로부터의 이미지 정보를 프로세싱할 수 있는 프로세싱 모듈들(140 및/또는 150)과 전기 통신할 수 있다. 사용자의 생리학적 상태에 관한 정보가 사용자의 거동 또는 감정 상태를 결정하는 데 사용될 수 있다는 것이 인지될 것이다. 이러한 정보의 예들은 사용자의 움직임들 및/또는 사용자의 얼굴 표정들을 포함한다. 이어서, 사용자의 거동 또는 감정 상태는 거동 또는 감정 상태, 생리학적 상태 및 환경 또는 가상 콘텐츠 데이터 간의 관계들을 결정하기 위해 수집된 환경 및/또는 가상 콘텐츠 데이터로 삼각 측량될 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 카메라 어셈블리(630)가 각각의 눈을 별개로 모니터링하기 위해 각각의 눈에 대해 활용될 수 있다.

[0065] [0058] 이제 도 7을 참조하면, 도파관에 의해 출력된 출사 빔들의 예가 도시된다. 하나의 도파관이 예시되지만, 도파관 어셈블리(260)(도 6)의 다른 도파관들이 유사하게 기능할 수 있고, 여기서 도파관 어셈블리(260)가 다수의 도파관들을 포함한다는 것이 인식될 것이다. 광(640)은 도파관(270)의 입력 표면(460)에서 도파관(270)으로 주입되고 TIR에 의해 도파관(270) 내에서 전파된다. 광(640)이 DOE(570) 상에 충돌하는 포인트들에서, 광의 일부는 출사 빔들(650)로서 도파관을 출사한다. 출사 빔들(650)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에 논의된 바와 같이, 이들 출사 빔들(650)은 또한 도파관(270)과 연관된 깊이 평면에 따라, (예컨대, 발산하는 출사 빔들을 형성하는) 각도로 눈(210)으로 전파되도록 방향전환될 수 있다. 실질적으로 평행한 출사 빔들이 눈(210)으로부터 원거리(예컨대, 광학 무한대)에 있는 깊이 평면 상에 세팅되는 것으로 보이는 이미지들을 형성하기 위해 광을 아웃커플링하는 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 갖는 도파관을 나타낼 수 있다는 것이 인식될 것이다. 다른 도파관들 또는 아웃커플링 광학 엘리먼트들의 다른 세트들은 더 발산하는 출사 빔 패턴을 출력할 수 있고, 이는 눈(210)이 망막에 포커싱하도록 더 근거리에 원근조절되는 것을 요구할 것이고 광학 무한대보다 눈(210)에 더 근거리로부터의 광으로서 뇌에 의해 해석될 것이다.

[0066] [0059] 일부 실시예들에서, 풀 컬러 이미지는 컴포넌트 컬러들, 예컨대 3개 이상의 컴포넌트 컬러들 각각에 이미지들을 오버레이함으로써 각각의 깊이 평면에 형성될 수 있다. 도 8은, 각각의 깊이 평면이 다수의 상이한 컴포넌트 컬러들을 사용하여 형성된 이미지들을 포함하는 스택된 도파관 어셈블리의 예를 예시한다. 비록 더 많거나 더 적은 깊이들이 또한 고려되지만, 예시된 실시예는 깊이 평면들(240a-240f)을 도시한다. 각각의 깊이 평면은, 제1 컬러(G)의 제1 이미지; 제2 컬러(R)의 제2 이미지; 및 제3 컬러(B)의 제3 이미지를 포함하여, 자신과 연관된 3개 이상의 컴포넌트 컬러 이미지들을 가질 수 있다. 상이한 깊이 평면들은 문자들 G, R 및 B 다음에 디오퍼터들(dpt)에 대한 상이한 숫자들로 도면에 표시된다. 단지 예들로서, 이들 문자들 각각 다음의 숫자들은 디오퍼터들(1/m), 또는 뷰어로부터 깊이 평면의 역거리(inverse distance)를 표시하고, 도면들에서 각각의 박스는 개별 컴포넌트 컬러 이미지를 나타낸다. 일부 실시예들에서, 상이한 파장들의 광의 눈의 포커싱의 차이들을 고려하기 위해, 상이한 컴포넌트 컬러들에 대해 깊이 평면들의 정확한 배치는 가변할 수 있다. 예컨대, 주어진 깊이 평면에 대해 상이한 컴포넌트 컬러 이미지들이 사용자로부터 상이한 거리들에 대응하는 깊이 평면들 상에 배치될 수 있다. 그런 어레이먼트는 시력 및 사용자 편안함을 증가시킬 수 있고 그리고/또는 색수차들을 감소시킬 수 있다.

[0067] [0060] 일부 실시예들에서, 각각의 컴포넌트 컬러의 광은 단일 전용 도파관에 의해 출력될 수 있고, 결과적으로 각각의 깊이 평면은 자신과 연관된 다수의 도파관들을 가질 수 있다. 그런 실시예들에서, 도면들에서 문자들 G, R 또는 B를 포함하는 각각의 박스는 개별 도파관을 나타내는 것으로 이해될 수 있고, 그리고 깊이 평면당 3개의 도파관들이 제공될 수 있고, 여기서 깊이 평면당 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들이 제공된다. 각각의 깊이 평면과 연관된 도파관들이 설명의 용이함을 위해 이 도면에서 서로 인접하게 도시되지만, 물리적 디바이스에서, 도파관들 모두가 레벨당 하나의 도파관을 가진 스택으로 배열될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 다른 실시예들에서, 다수의 컴포넌트 컬러들은 동일한 도파관에 의해 출력될 수 있어서, 예컨대 깊이 평면당 단일 도파관만이 제공될 수 있다.

[0068] [0061] 도 8을 계속 참조하면, 일부 실시예들에서, G는 녹색이고, R은 적색이고, 그리고 B는 청색이다. 일부 다른 실시예들에서, 자홍색 및 청록색을 포함하는, 광의 다른 파장들과 연관된 다른 컬러들은 적색, 녹색 또는 청색 중 하나 이상에 더하여 사용될 수 있거나 적색, 녹색 또는 청색 중 하나 이상을 대체할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피처들(320, 330, 340, 및 350)은 주변 환경으로부터 뷰어의 눈들로의 광을 선택적으로 차단하도록 구성된 능동 또는 수동 광학 필터들일 수 있다.

[0069] [0062] 본 개시내용 전반에 걸쳐 광의 주어진 컬러에 대한 참조들이 그 주어진 컬러의 것으로서 뷰어에 의해 지각되는 광의 파장들의 범위 내의 하나 이상의 파장들의 광을 포함하는 것으로 이해될 것이라는 인식될 것이다. 예컨대, 적색 광은 약 620-780nm의 범위의 하나 이상의 파장들의 광을 포함할 수 있고, 녹색 광은 약

492-577nm의 범위의 하나 이상의 파장들의 광을 포함할 수 있고, 그리고 청색 광은 약 435-493nm의 범위의 하나 이상의 파장들의 광을 포함할 수 있다.

[0070] [0063] 일부 실시예들에서, 광 방출기(530)(도 6)는 뷰어의 시각 지각 범위를 벗어난 하나 이상의 파장들, 예컨대 적외선 및/또는 자외선 파장들의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 게다가, 디스플레이(250)의 도파관들의 인커플링, 아웃커플링 및 다른 광 방향전환 구조들은, 예컨대 이미징 및/또는 사용자 시뮬레이션 애플리케이션들을 위해, 디스플레이로부터의 이런 광을 사용자의 눈(210)을 향해 지향시키고 방출하도록 구성될 수 있다.

[0071] [0064] 이제 도 9a를 참조하면, 일부 실시예들에서, 도파관 상에 충돌하는 광은 도파관에 그 광을 인커플링하기 위해 방향전환될 필요가 있을 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트는 자신의 대응하는 도파관으로 광을 방향전환시키고 인커플링하는 데 사용될 수 있다. 도 9a는 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 하나 이상의 스택된 도파관들 또는 스택된 도파관들의 세트(660)의 예의 측면 단도를 예시한다. 도파관들은 하나 이상의 상이한 파장들, 또는 하나 이상의 상이한 범위의 파장들의 광을 출력하도록 각각 구성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400) 중 하나 이상으로부터의 광이 인커플링을 위해 광이 방향전환되기를 요구하는 포지션으로부터 도파관들로 주입되는 것을 제외하고, 스택된 도파관들의 세트(660)가 스택(260)(도 6)에 대응할 수 있고 스택된 도파관들의 세트(660)의 예시된 도파관들이 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 부분에 대응할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0072] [0065] 스택된 도파관들의 세트(660)는 도파관들(670, 680 및 690)을 포함한다. 각각의 도파관은 도파관(670)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(700), 도파관(680)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(710), 및 도파관(690)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(720)를 가진 연관된 인커플링 광학 엘리먼트(도파관 상의 광 입력 영역으로 또한 지칭될 수 있음)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 중 하나 이상은 (특히 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들이 반사 광학 엘리먼트들인 경우) 개별 도파관(670, 680, 690)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 예시된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은, 특히, 이들 인커플링 광학 엘리먼트들이 투과성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우, 이들의 개별 도파관(670, 680, 690)의 상부 주 표면(또는 그 다음의 하부 도파관의 최상부) 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 개별 도파관(670, 680, 690)의 몸체에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본원에 논의된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 파장 선택적이어서, 이들 인커플링 광학 엘리먼트들은 다른 파장들의 광을 투과시키면서 하나 이상의 파장들의 광을 선택적으로 방향전환시킨다. 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)이, 이들의 개별 도파관(670, 680, 690)의 일 측부 또는 모서리 상에 예시되지만, 이들은, 이들의 개별 도파관(670, 680, 690)의 다른 영역들에 배치될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0073] [0066] 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 서로 측방향으로 오프셋될 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트는 오프셋될 수 있어서, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트는, 다른 인커플링 광학 엘리먼트를 통과하지 않는 광을 수신한다. 예컨대, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트(700, 710, 720)는 상이한 이미지 주입 디바이스(예컨대, 도 6에 도시된 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390 및 400))로부터 광을 수신하도록 구성될 수 있고, 그리고 실질적으로 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 중 다른 인커플링 광학 엘리먼트들로부터 광을 수신하지 않도록 다른 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)로부터 분리(예컨대, 측방향으로 이격)될 수 있다.

[0074] [0067] 각각의 도파관은 또한 도파관(670)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(730), 도파관(680)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(740), 및 도파관(690)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(750)을 가진 연관된 광 분배 엘리먼트들을 포함한다. 일부 다른 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 연관된 도파관들(670, 680, 690)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 연관된 도파관들(670, 680, 690)의 최상부 및 최하부 주 표면 둘 모두 상에 배치될 수 있거나; 또는 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 상이한 연관된 도파관들(670, 680, 690)의 최상부 및 최하부 주 표면들 중 상이한 주 표면들 상에 배치될 수 있다.

[0075] [0068] 도파관들(670, 680, 690)은 예컨대, 가스, 액체 및/또는 고체 재료 층들에 의해 이격되고 분리될 수 있다. 예컨대, 예시된 바와 같이, 층(760a)은 도파관들(670 및 680)을 분리할 수 있고; 그리고 층(760b)은 도파관들(680 및 690)을 분리할 수 있다. 일부 실시예들에서, 층들(760a 및 760b)은 낮은 굴절률 재료들(즉, 도파

관들(670, 680, 690) 중 바로 인접한 도파관을 형성하는 재료보다 더 낮은 굴절률을 가진 재료들)로 형성된다. 바람직하게, 층들(760a, 760b)을 형성하는 재료의 굴절률은 도파관들(670, 680, 690)을 형성하는 재료의 굴절률보다 0.05 이상, 또는 0.10 이하이다. 유리하게, 더 낮은 굴절률 층들(760a, 760b)은 도파관들(670, 680, 690)을 통해 광의 TIR(예컨대, 각각의 도파관의 최상부 주 표면과 최하부 주 표면 사이의 TIR)를 가능하게 하는 클래딩 층들로서 기능할 수 있다. 일부 실시예들에서, 층들(760a, 760b)은 공기로 형성된다. 예시되지 않았지만, 스택된 도파관들의 세트(660)의 최상부 및 최하부가 바로 이웃하는 클래딩 층들을 포함할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

- [0076] [0069] 바람직하게, 제조의 용이함 및 다른 고려 사항들 때문에, 도파관들(670, 680, 690)을 형성하는 재료는 유사하거나 동일하고, 층들(760a, 760b)을 형성하는 재료는 유사하거나 동일하다. 일부 실시예들에서, 도파관들(670, 680, 690)을 형성하는 재료는 하나 이상의 도파관들 사이에서 상이할 수 있고, 그리고/또는 층들(760a, 760b)을 형성하는 재료는 상이하지만, 위에서 주목된 다양한 굴절률 관계들을 여전히 유지할 수 있다.
- [0077] [0070] 도 9a를 계속 참조하면, 광선들(770, 780, 790)은 스택된 도파관들의 세트(660) 상에 입사된다. 광선들(770, 780, 790)은 하나 이상의 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)에 의해 도파관들(670, 680, 690)에 주입될 수 있다.
- [0078] [0071] 일부 실시예들에서, 광선들(770, 780, 790)은 상이한 특성들, 예컨대, 상이한 파장들 또는 상이한 파장들의 범위들을 가지며, 이는 상이한 컬러들에 대응할 수 있다. 광선들(770, 780, 790)은 또한 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)의 측방향 위치들에 대응하는 상이한 위치들로 측방향으로 변위된다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 각각, 입사 광이 TIR에 의해 도파관들(670, 680, 690) 중 각각의 하나를 통해 전파되도록 광을 편향시킨다.
- [0079] [0072] 예컨대, 인-커플링 광학 엘리먼트(700)는, 제1 파장 또는 다양한 파장들을 갖는 광선(770)을 편향시키도록 구성될 수 있다. 유사하게, 인-커플링 광학 엘리먼트(710)는, 제2 파장 또는 다양한 파장들을 갖는 광선(780)을 편향시키도록 구성될 수 있다. 마찬가지로, 인-커플링 광학 엘리먼트(720)는, 제3 파장 또는 다양한 파장들을 갖는 광선(790)을 편향시키도록 구성될 수 있다.
- [0080] [0073] 편향된 광선들(770, 780, 790)은, 이들이 대응하는 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되도록 편향되는 데; 즉, 각각의 도파관의 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 해당 대응하는 도파관(670, 680, 690)에 광을 인-커플링하도록 해당 대응하는 도파관(670, 680, 690)으로 광을 편향시킨다. 광선들(770, 780, 790)은, 광이 TIR에 의해 개개의 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되게 하고 따라서 내부에서 전파되게 하는 각도들로 편향된다. 예컨대, 광선들(770, 780, 790)의 편향은 하나 이상의 반사, 회절 및/또는 홀로그래픽 광학 엘리먼트들, 이를테면, 홀로그래픽, 회절 및/또는 반사 터닝 피쳐, 반사기 또는 미러에 의해 발생될 수 있다. 일부 경우들에서, 편향은, 예컨대, 도파관 내에서 안내되도록 광을 터닝 또는 방향전환시키도록 구성된 마이크로구조, 이를테면, 하나 이상의 격자들 내의 회절 피쳐들 및/또는 홀로그래픽 및/또는 회절 광학 엘리먼트들에 의해 발생될 수 있다. 광선들(770, 780, 790)은, 도파관의 대응하는 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)에 충돌할 때까지, TIR에 의해 각각의 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되어, 내부에서 안내된다.
- [0081] [0074] 이제 도 9b를 참조하면, 도 9a의 스택된 도파관들의 세트(660)의 예의 사시도를 예시한다. 위에서 언급된 바와 같이, 인-커플링된 광선들(770, 780, 790)은 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)에 의해 각각 편향되고, 이어서 TIR에 의해 전파되고, 도파관들(670, 680, 690) 내에서 각각 안내된다. 이어서, 광선들(770, 780, 790)은 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)에 각각 충돌한다. 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 하나 이상의 반사, 회절 및/또는 홀로그래픽 광학 엘리먼트들, 이를테면, 홀로그래픽, 회절 및/또는 반사 터닝 피쳐, 반사기 또는 미러를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 편향은, 예컨대, 도파관 내에서 안내되도록 광을 터닝 또는 방향전환시키도록 구성된 마이크로구조들, 이를테면, 하나 이상의 격자들 내의 회절 피쳐들 및/또는 홀로그래픽 및/또는 회절 광학 엘리먼트들에 의해 발생될 수 있다. 광선들(770, 780, 790)은, 도파관의 대응하는 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)에 충돌할 때까지, TIR에 의해 개개의 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되어, 내부에서 안내되고, 그러나 여기서 광선들(770, 780, 790)은 여전히 도파관 내에서 안내되는 방식으로 편향된다. 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은, 광선들(770, 780, 790)이 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)을 향해 각각 전파되도록 이들을 편향시킨다.
- [0082] [0075] 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 개개의 도파관들(670, 680, 690) 내에서 안내된 광선들(770, 780, 790)을 개개의 도파관들(670, 680, 690)로부터 그리고 뷰어의 눈을 향해 지향시키도록 구성된다. 따라서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은, 광선들(770, 780, 790)이 개개의 도파관들(670, 680,

690) 내에서 안내되지 않지만 대신에 그로부터 나가도록 TIR의 영향들을 감소시키기 위해, 개개의 도파관들(670, 680, 690) 내에서 안내된 광선들(770, 780, 790)을 도파관들(670, 680, 690)의 표면들에 대해 더 수직인 각도로 편향 및 방향전환시키도록 구성될 수 있다. 게다가, 이들 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 광선들(770, 780, 790)을 뷰어의 눈을 향해 편향 및 방향전환시키도록 구성될 수 있다. 따라서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 하나 이상의 반사, 회절 및/또는 홀로그래픽 광학 엘리먼트들, 이를테면, 홀로그래픽, 회절 및/또는 반사 터닝 피쳐, 반사기 또는 미러를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 편향은, 개개의 도파관(670, 680, 690) 내에서 안내되도록 광선들(770, 780, 790)을 터닝 또는 방향전환시키도록 구성된 마이크로구조, 이를테면, 하나 이상의 격자 내의 회절 피쳐들 및/또는 홀로그래픽 및/또는 회절 광학 엘리먼트들에 의해 발생할 수 있다. 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은, 광선들(770, 780, 790)이 개개의 도파관들(670, 680, 690)로부터 사용자의 눈을 향해 전파되도록 그들을 반사, 편향 및/또는 회절시키도록 구성될 수 있다.

[0083] [0076] 일부 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 OPE(orthogonal pupil expander)들이다. OPE들 둘 모두는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 광을 편향시키거나 분배하고, 또한 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 전파되는 더 많은 수의 빔들을 형성하기 위해 빔 또는 빔들을 복제할 수 있다. 빔이 OPE들을 따라 이동할 때, 빔의 일부는 빔으로부터 분할되고, 빔에 직교하는 방향으로, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)의 방향으로 이동할 수 있다. OPE들에서의 빔의 직교 분할은 OPE들을 통한 빔의 경로를 따라 반복적으로 발생할 수 있다. 예컨대, OPE들은, 일련의 실질적으로 균일한 빔렛들이 단일 빔으로부터 생성되도록, 빔 경로를 따라 증가하는 반사율을 갖는 격자를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 뷰어의 눈(210)(도 7)에 광을 지향시키는 EP(exit pupil)들 또는 EPE(exit pupil expander)들이다. OPE들은, 예컨대, x 방향을 따라 아이 박스(eye box)의 치수들을 증가시키도록 구성될 수 있고, EPE들은, 예컨대, y 방향을 따라 OPE들의 축에 교차하는, 예컨대, 직교하는 축에서 아이 박스를 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0084] [0077] 따라서, 도 9a 및 9b를 참조하면, 일부 실시예들에서, 스택된 도파관들의 세트(660)는 각각의 컴포넌트 컬러에 대해 도파관들(670, 680, 690); 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720); 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(730, 740, 750); 및 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(예컨대, EP들)(800, 810, 820)을 포함한다. 도파관들(670, 680, 690)은 각각의 도파관 사이에 에어 갭 및/또는 클래딩 층을 갖도록 스택될 수 있다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 (상이한 인-커플링 광학 엘리먼트들이 상이한 파장들의 광을 수신함에 따라) 입사 광을 자신의 개개의 도파관(670, 680, 690)으로 방향전환 또는 편향시킨다. 이어서, 광은, 개개의 도파관(670, 680, 690) 내에서 TIR을 초래할 각도로 전파되고, 광은 내부에서 안내된다. 도시된 예에서, 광선(770)(예컨대, 청색 광)은 제1 인-커플링 광학 엘리먼트(700)에 의해 편향되고, 이어서 도파관(670) 내에서 계속해서 전파되어, 앞서 설명된 방식으로 내부에서 안내되고, 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(730)와 상호작용하고, 여기서 광선은 아웃-커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EPE들)(800)로 전파하는 하나 이상의 광선들로 복제된다. 광선(780)(예컨대 녹색 광)은 도파관(670)을 통과할 것이고, 광선(780)은 인-커플링 광학 엘리먼트(710)에 충돌하고 그에 의해 편향된다. 이어서, 광선(780)은 TIR을 통해 도파관(680)을 따라 바운딩되어, 자신의 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(740)로 진행되고, 여기서 광선은 아웃-커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EPE들)(810)로 전파되는 하나 이상의 광선들로 복제된다. 마지막으로, 광선(790)(예컨대, 적색 광)은 도파관들(670 및 680)을 통과하여, 도파관(690)의 광 인-커플링 광학 엘리먼트들(720)에 충돌한다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(720)은, 광선(790)이 TIR에 의해 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(750)로 전파되도록 그 광선을 편향시키고, 여기서 광선은 TIR에 의해 아웃-커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EPE들)(820)로 전파되는 하나 이상의 광선들로 복제된다. 이어서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(820)는 마지막으로 광선들(790)을 추가로 복제하여 뷰어에 아웃-커플링하며, 이 뷰어는 또한 다른 도파관들(670, 680)로부터 아웃-커플링된 광을 수신한다.

[0085] [0078] 도 9c는 도 9a 및 9b의 스택된 도파관들의 세트(660)의 예의 하향식 평면도(또는 정면도)를 예시한다. 예시된 바와 같이, 각각의 도파관의 연관된 광 분배 엘리먼트(730, 740, 750) 및 연관된 아웃-커플링 광학 엘리먼트(800, 810, 820)와 함께, 도파관들(670, 680, 690)은 (예컨대, x 및 y 방향을 따라) 수직으로 정렬될 수 있다. 그러나, 본원에서 논의된 바와 같이, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 수직으로 정렬되지 않고; 오히려, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 바람직하게는, 중첩되지 않는다(예컨대, 이러한 예에서 하향식 뷰 또는 정면 뷰에서 보여지는 바와 같이 x-방향을 따라 측방향으로 이격됨). 다른 방향들, 이를테면, y 방향의 시프팅이 또한 이용될 수 있다. 이러한 중첩되지 않는 공간적 어레이지먼트는 일대일 기반으로 상이한 자원들, 이를테면 상이한 광 방출기들 및/또는 디스플레이들로부터 상이한 도파관들로의 광의 주입을 가능하게 하고, 이로써 특정 광 방출기가 특정 도파관에 고유하게 커플링되도록 허용한다. 일부 실시예들에서,

중첩되지 않는 측방향으로-분리된 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)을 포함하는 어레이지먼트들은 시프트된 동공 시스템으로 지칭될 수 있고, 이러한 어레이지먼트들 내의 인-커플링 광학 엘리먼트들은 서브-동공들에 대응할 수 있다.

[0086] [0079] 도파관들로부터 광을 커플링하는 것 외에, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은, 마치 광이 원거리 또는 근거리, 깊이 또는 깊이 평면에서의 객체로부터 발생하는 것처럼, 광이 시준 또는 발산하게 할 수 있다. 예컨대, 시준된 광은 뷰에서 멀리 떨어진 객체로부터의 광과 일치한다. 증가하는 발산 광은 뷰어의 전방에서 더 가까운, 예컨대, 5-10 피트 또는 1-3 피트에 있는 객체로부터의 광과 일치한다. 눈의 자연 수정체(natural lens)는 눈에 더 가까이 있는 객체를 볼 때 원근조절할 수 있고, 뇌는 이러한 원근조절을 감지할 수 있으며, 이어서 이는 또한 깊이 큐로서 역할을 한다. 마찬가지로, 광이 특정 양만큼 발산되게 함으로써, 눈은 원근조절하고 객체가 더 가까운 거리에 있는 것으로 지각할 것이다. 따라서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은, 광이 원거리 또는 근거리, 깊이 또는 깊이 평면으로부터 나오는 것처럼, 광이 시준되거나 발산되게 하도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 광학 파워를 포함할 수 있다. 예컨대, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은, 도파관들로부터 광을 편향 또는 방향 전환시키는 것 외에, 홀로그래픽, 회절 및/또는 반사 광학 엘리먼트들을 포함할 수 있고, 이들 홀로그래픽, 회절 및/또는 반사 광학 엘리먼트들은 광이 시준되거나 발산되게 하기 위한 광학 파워를 더 포함할 수 있다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 대안적으로 또는 게다가, 광이 시준되거나 발산되게 하는 광학 파워를 포함하는 굴절 표면들을 포함할 수 있다. 따라서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은, 예컨대, 회절 또는 홀로그래픽 터닝 피쳐들 이외에, 광학 파워를 제공하는 굴절 표면을 포함할 수 있다. 이러한 굴절 표면은 또한, 예컨대, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)뿐만 아니라, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820) 외에도 포함될 수 있다. 특정 실시예들에서, 예컨대, 광학 엘리먼트들, 이를테면, 회절 광학 엘리먼트들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들, 굴절 렌즈 표면들, 또는 다른 구조들은, 광의 시준 또는 발산을 발생시키는 광학 파워를 제공하기 위해 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)에 대해 배치될 수 있다. 광학 파워를 갖는 층, 이를테면, 굴절 표면을 갖는 층 또는 회절 및/또는 홀로그래픽 피쳐들을 갖는 층은, 예컨대, 광학 파워를 추가적으로 제공하기 위해 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)에 대해 배치될 수 있다. 광학 파워를 갖는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820) 및 광학 파워를 갖는 추가의 층, 이를테면, 굴절 표면을 갖는 층 또는 회절 및/또는 홀로그래픽 피쳐들을 갖는 층 둘 모두로부터의 기여들의 조합이 또한 가능하다.

[0087] [0080] 도 9d에 예시된 바와 같이, 특수 조명 시스템(900)은 하나 이상의 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710 및 720)에 다수의 입력 광선들(770, 780, 790)을 제공할 수 있다. 이 조명 시스템(900)은 공간 광 변조기(902)를 조명하고, 광선들(770, 780, 790)을 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)의 위치에 대응하는 별개의 공간 위치들로 지향시킨다.

[0088] [0081] 조명 시스템(900)은 도파관 기반일 수 있고, 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들(904) 및 하나 이상의 광 방출기들(904)에 대해 배치되어 하나 이상의 광 방출기들(904)로부터 광을 수신하는 도파관들(906)을 포함하는 하나 이상의 광 터닝 광학 엘리먼트들을 포함한다. 수신된 광은 광 터닝 광학 엘리먼트들 내에서 전파되고, 예컨대, 예컨대, 자신의 측면으로부터 TIR에 의해 하나 이상의 도파관들(906) 내에서 안내된다.

[0089] [0082] 하나 이상의 도파관들(906)은 또한 도파관들(906)을 포함하는 하나 이상의 광 터닝 광학 엘리먼트들로부터 광을 방출하도록 구성된다. 예컨대, 도파관들(906)을 포함하는 하나 이상의 광 터닝 광학 엘리먼트들은, 도파관(906)으로부터 광을 공간 광 변조기(902)로 지향시키도록 구성된 회절 광학 엘리먼트, 회절 격자, 홀로그래픽 광학 엘리먼트 및/또는 메타-표면을 포함할 수 있다. 공간 광 변조기(902)는, 하나 이상의 도파관들(906)로부터 방출된 광을 수신하고 수신된 광을 변조하도록 하나 이상의 도파관들(906)에 대해 (예컨대, 하나 이상의 도파관들(906)의 전방 또는 후방에) 배치된다. 도 9d에 도시된 예에서, 도파관(906)은, 도파관(906)의 후방에 있는 공간 광 변조기(902)를 향해 후방으로 광을 터닝시키도록 구성된 전방 광 설계이다. 도파관(906)으로부터 방출된 이 광은 공간 광 변조기(902) 상에 입사되고, 공간 광 변조기(902)가 반사 공간 광 변조기이면, 그로부터 반사된다. 공간 광 변조기(902)는, 예컨대, 반사 액정 변조기(예컨대, LCOS(liquid crystal on silicon)), DLP(digital light processing) 마이크로 미러 시스템, 또는 다른 타입의 공간 광 변조기를 포함할 수 있다. 공간 광 변조기(902)는, 예컨대, 세기 패턴(intensity pattern)을 생성하도록 독립적으로 변조될 수 있는 하나 이상의 픽셀들을 포함한다. 특정 타입들의 공간 광 변조기(902)에 대해, 공간 광 변조기(902)는 광의 편광 상태를 변조하고, 일부 실시예들에서, 편광기 또는 다른 편광 선택 광학 엘리먼트는 편광 변조를 세기

변조로 변환한다. 공간 광 변조기(902)는, 공간 광 변조기(902)를 구동시키고 이미지들을 형성하도록 공간 광 변조기(902)를 제어하는 전자기기와 전기 통신할 수 있다. 전자기기는 또한, 정해진 컬러의 광이 (도파관(906)을 통해) 공간 광 변조기(906)를 조명할 때, 공간 광 변조기(902)가 그 컬러에 적절한 패턴을 제공하도록 구동되도록, 하나 이상의 광 방출기(904)를 제어하고, 하나 이상의 광 방출기(904)에 의해 제공되는 방출들의 타이밍을 조정할 수 있다. 이미징 광학기(908)는 공간 광 변조기(902)로부터 광을 수신하고 공간 광 변조기(902)에 의해 형성된 세기 패턴(또는 이미지)을 이미징하도록 공간 광 변조기(902)에 대해 배치될 수 있다. 단일 포지티브 파워 이중 볼록 렌즈(positive power biconvex lens)가 이미징 광학기(908)를 나타내는 것으로 도시되지만, 이미징 광학기(908)는 하나 초과 렌즈를 포함할 수 있고, 이중 볼록 렌즈로 제한될 필요는 없지만, 다른 형상들, 파워들, 구성들 및 광학 특징들을 가질 수 있다.

[0090] [0083] 도 9d는 공간 광 변조기(902), 하나 이상의 광 방출기들(904) 및 하나 이상의 도파관들(906) 및 조명을 제공하도록 구성된 이미징 광학기(908)를 포함하는 도파관 기반 이미지 소스(910)를 도시한다. 공간 광 변조기(902)는 세기 이미지를 산출하기 위해 조명 시스템(900)으로부터의 광을 변조하도록 구성되고, 이미징 광학기(908)는 공간 광 변조기(902)에 의해 형성된 이미지들을 투사하도록 구성된다. 이 도파관 기반 이미지 소스(910)가 공간 광 변조기(902)를 조명하기 위해 하나 이상의 도파관들(906)을 활용하기 때문에, 도파관 기반 이미지 소스(910)는 더 얇고 따라서 더 가볍고 더 콤팩트하다. 추가적으로, 도파관(906)이 얇은 결과로서, 이미징 광학기(908)는 공간 광 변조기(902)에 더 가깝게 배치될 수 있다. 이는 이미징 광학기(908)를 또한 더 작게 할 수 있다.

[0091] [0084] 하나 이상의 광 방출기들(904)은 적색, 녹색 및 청색과 같은 상이한 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 광 방출기들(904)은 적색, 녹색 및 청색 LED(light emitting diode)들과 같은 컬러 LED들과 같은 LED들을 포함할 수 있다. 도파관 기반 이미지 소스(910)는, 공간 광 변조기(902)에 의해 변조된 후에, 상이한 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)의 광이 개개의 경로들(예컨대, 광선들(770, 780 및 790)에 대응하는 경로들)을 따라 지향되고, 하나 이상의 도파관들(906) 및 공간 광 변조기(902)로부터 일정 거리에 있는 개개의 공간 위치들(예컨대, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710 및 720)에 대응하는 위치들) 상에 입사되도록 구성될 수 있다.

[0092] [0085] 이미징 광학기(908)는, 예컨대, 공간 광 변조기(902)에 의해 변조된 광을 시준하거나 이미징하는 렌즈 또는 렌즈 시스템(예컨대 볼록 렌즈)일 수 있다.

[0093] [0086] 도 9d에 예시된 바와 같이, 스택된 도파관들의 세트(660)는 도파관 기반 이미지 소스(910)로부터 광선들(770, 780, 790)을 수신하도록 배치된다. 특히, 도 9d는 (예컨대, 이미지 소스(910)로부터 적색 광을 수신하기 위한) 제1 도파관(670) 및 커플링 광학 엘리먼트(700), (예컨대, 이미지 소스(910)로부터 녹색 광을 수신하기 위한) 제2 도파관(680) 및 인-커플링 광학 엘리먼트(710), 및 (예컨대, 이미지 소스(910)로부터 청색 광을 수신하기 위한) 제3 도파관(690) 및 인-커플링 광학 엘리먼트(720)를 도시한다. 이들 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 각각은, 개개의 적색, 녹색 및 청색 이미지들을 형성하는 공간 광 변조기(902)에 의해 변조된 광을 수신하도록 광선들(770, 710, 720)(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 광선들)에 대한 개개의 경로들에 대해 그리고 적절한 공간 위치들에 배치된다.

[0094] [0087] 적색, 녹색 및 청색 컬러 광들이 예들로서 사용되지만, 다른 컬러 광이 이용될 수 있다. 따라서, 하나 이상의 광 방출기들(904)은 상이한 컬러 광을 방출할 수 있고, 하나 이상의 도파관들(906)은 상이한 컬러 광을 전파할 수 있다. 추가적으로, 3개의 컬러들, 적색, 녹색 및 청색이 예들로서 위에 설명되었지만, 더 많거나 더 적은 컬러들이 사용될 수 있다. 예컨대, 단지 2개의 컬러들만이 사용되면, 가능하게는 더 적은 광 방출기들(904) 및 더 적은 도파관들(906)이 사용될 수 있다.

[0095] [0088] 다양한 설계들에서, 이들 시스템들 및 컴포넌트들은 머리 장착 디스플레이를 위한 디스플레이 디바이스에 배치되도록 비교적 콤팩트하다. 스택된 도파관들의 세트(660)는 위에 설명된 바와 같은 동공 확장기를 포함할 수 있다. 추가적으로, 도파관들(670, 680, 690)은 광학적으로 투명하여, 뷰어가, 예컨대, 머리 장착 디스플레이에서 도파관들(670, 680, 690)을 통해 볼 수 있다.

[0096] [0089] 도파관 기반 이미지 소스(910)의 다양한 설계들은 상이한 컬러 광(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)을, 개개의 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)이 위치한 별개의 공간 위치들로 전달하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 단일 도파관, 예컨대, 도파관(906)은 백색 광을 수신할 수 있고, 분산을 갖고 상이한 컬러 광(적색, 녹색, 청색)을 상이한 방향으로 지향시키는 아웃-커플링 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 이것은 상이한 컬러들의 투과를 위해 별개의 도파관들을 제공할 필요성을 감소시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 상이한 컬러 LED

(적색, 녹색, 청색)에 각각 광학적으로 커플링된 하나 이상의 도파관들은 개개의 도파관들의 광을 상이한 방향으로 지향시키는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 단일 도파관은 백색 LED에 커플링되고, 상이한 시간들에서 상이한 컬러들의 광을 선택적으로 통과시키기 위한 대응하는 컬러 필터들을 갖는 하나 이상의 서터들에 광을 아웃-커플링할 수 있다. 서터들 및 필터들은 상이한 측방향 포지션들에 있는 컬러 빔들을 생성하기 위해 상이한 측방향 포지션들에 있다. 대안적으로, 단일 도파관은 백색 LED에 커플링되고, 상이한 컬러들을 분할하고 상이한 측방향 포지션들에 있는 상이한 컬러 빔들을 생성하는 하나 이상의 이색성 분광 필터들에 광을 아웃-커플링할 수 있다. 다른 설계들이 또한 가능하다.

[0097] [0090] 예컨대, 도 10a는, 백색 광을 수신하도록 백색 광원(또는 방출기)(1002)에 대해 배치되고 분산을 갖는 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)를 포함하는 단일 도파관(1010)을 포함하는 디스플레이 디바이스(1000)를 예시한다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 분산을 갖는 격자 또는 회절 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 분산은 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)가 상이한 파장 광에 대해 상이하게 작용하게 할 수 있다. 분산은 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)가 상이한 각도들로 상이한 컬러들의 광을 방향전환하게 할 수 있다. 따라서, 분산은, 상이한 컬러 광이 상이한 공간 위치들에 입사되도록, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)가 상이한 컬러 광(적색, 녹색, 청색)을 상이한 방향으로 그리고 상이한 광학 경로들을 따라 지향시키게 할 수 있다.

[0098] [0091] 이 예에서, 도파관(1010)은 공간 광 변조기(1018)를 전방-조명하도록 구성된다. 광원(1002)은 도파관(1010)의 에지를 통해 도파관(1010)에 광을 커플링하도록 에지에 대해 배치된다. 광원(1002)으로부터 도파관(1010)으로의 광의 커플링을 보조하기 위해, 광원(1002)과 도파관(1010)의 에지 사이에 커플링 렌즈(1009)가 포함된다. 일부 실시예들에서, 커플링 렌즈(1009)는 제외될 수 있고, 광원(1002)은 내부에 광을 커플링하기 위해 도파관(1010)의 에지에 더 가깝게 포지셔닝될 수 있다.

[0099] [0092] 이 광원(1002)은 하나 이상의 상이한 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 가질 수 있다. 스펙트럼 분포는, 예컨대, 적색, 녹색 또는 청색 광과 같은 컬러 광에 개별적으로 대응하는 다수의 스펙트럼 피크들을 포함할 수 있거나, 그렇지 않다면 상이한 컬러들에 개별적으로 대응하는 다수의 스펙트럼 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 따라서, 광원(1002)으로부터 방출된 광은 백색 광의 경우와 같이 다색성(polychromatic)이고 가능하게는 광대역일 수 있다. 아웃-커플링 엘리먼트(1014)에서의 분산은 이들 상이한 컬러 스펙트럼 컴포넌트들을 분리하는 데 사용될 수 있다. 도 10a에 예시된 실시예에서, 백색 광원(1002)은 백색 LED일 수 있다.

[0100] [0093] 도파관(1010)은, 가시광일 수 있는 광원(1002)에 의해 출력된 광의 파장에 대해 광학적으로 투과성 재료의 시트 또는 막을 포함할 수 있다. 다양한 설계들에서, 도파관(1010)은 가시광에 대해 투명하다. 따라서, 도파관(1010)은, 뷰어가 세상을 보는 증강 현실 머리 장착 디스플레이의 접안렌즈에 이용될 수 있다. 광원(1002)에 의해 도파관(1010)의 에지에 주입된 광은 TIR에 의해 도파관에서 안내될 수 있다.

[0101] [0094] 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 도파관(1010) 내에 또는 상에, 예컨대, 도파관(1010)의 하나 이상의 주 표면들 상에 포함될 수 있다. 도 10a에 예시된 바와 같이, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)가 공간 광 변조기(1018)에 가장 가까운 측에 위치될 수 있지만, 공간 광 변조기(1018)로부터 더 먼 도파관(1010)의 측 상에 배치된다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 회절 또는 홀로그래픽 피쳐들을 포함하는 하나 이상의 회절 및/또는 홀로그래피 광학 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 하나 이상의 격자들 또는 홀로그램들을 포함할 수 있다. 따라서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는, 도파관(1010) 내에서 안내된 광을 도파관(1010)으로부터 터닝시키도록 구성된 회절 피쳐들과 같은 터닝 피쳐들 또는 마이크로구조를 포함할 수 있다. (터닝 피쳐들 및/또는 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)가 투과 모드에서 동작하여, 특정 경우들에서 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)를 통해 투과되는 광을 터닝시킬 수 있지만) 터닝 피쳐들, 마이크로구조 및/또는 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 반사성일 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 광원(1002)에 의해 도파관(1010)으로 입력되는 파장 광과 유사한 크기 또는 그보다 더 작은 표면 피쳐들을 포함할 수 있다. 위에 논의된 한 바와 같이, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 상이한 컬러 광에 대해 상이하게 작용하는 분산을 가질 수 있다. 일부 경우들에서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 파장 선택 광학 엘리먼트일 수 있고, 유리하게는, 특정 파장 또는 컬러의 광의 우선적인 아웃-커플링을 허용하고, 따라서 파장 또는 컬러에 기반한 아웃-커플링된 광의 포지션 및/또는 각도의 제어를 허용한다. 하나 이상의 이러한 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1014)이 도파관(1010)에 포함될 수 있다.

[0102] [0095] 편향은, 도파관(1010) 내에서 안내된 광을 터닝시키거나 방향전환시키도록 구성된 아웃-커플링 광학 엘

리먼트(1014)의 터닝 피처들에 의해 야기될 수 있다. 광선(1006)으로 예시된 바와 같이, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는, 도파관(1010) 내에서 안내되는 광원(1002)으로부터 광선(1006)이 도파관(1010)으로부터 공간 광 변조기(1018)를 향해 전파되도록, 그 광선을 반사, 편향 및/또는 회절시키도록 구성될 수 있다.

[0103] [0096] 공간 광 변조기(1018)는 다양한 타입들의 공간 광 변조기, 이를테면, LCOS(liquid crystal on silicon), DLP(digital light processing) 디바이스(예컨대 마이크로미러 어레이), 또는 e-페이퍼 디바이스를 포함할 수 있다. 다른 타입들의 공간 광 변조기들이 또한 사용될 수 있다. 적절할 때, 공간 광 변조기(1018)는 반사 모드 또는 투과 모드에서 동작될 수 있고, 적절할 때 도파관(1010)으로부터 방출된 광의 경로에 위치될 수 있다. 특정 디스플레이 디바이스들에서, LCOS를 포함하는 공간 광 변조기(1018)는 반사 모드에서 동작된다. LCOS 및 다양한 다른 공간 광 변조기들, 이를테면, 특정 액정 기반 공간 변조기들은 광의 편광 상태를 변조한다. 예컨대, 공간 광 변조기(1018)의 픽셀은, 픽셀의 상태에 의존하여, 선형 편광 상태와 같은 편광 상태를 회전시키거나 회전시키지 않을 수 있다. 따라서, 하나의 상태(예컨대, s 상태)를 갖는 선형 편광된 광은 픽셀의 상태(예컨대, 온 또는 오프 또는 그 역도 가능함)에 의존하여 선택적으로 (예컨대, p 상태로 또는 그 역으로) 회전될 수 있다. 분석기 또는 편광기(1022)는 편광 변조를 이미지를 형성하는 세기 변조로 변환하는 하나의 편광 상태들 중 하나의 편광 상태의 광을 필터링하는 데 사용될 수 있다.

[0104] [0097] 따라서, 디스플레이 디바이스(1000)는, 도파관(1010)으로 주입된 광원(1002)으로부터의 광이 (예컨대, s 상태에서) 편광되게 하는 편광기(1008)를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 예컨대, 광원(1002)이 편광된 광을 출력하는 경우에, 편광기(1008)는 배제될 수 있다.

[0105] [0098] 위에서 논의된 바와 같이, 분석기(1022)는 공간 광 변조기(1018)와 이미지 소스의 출력(예컨대, 광선(1006)) 사이의 광학 경로에 포함될 수 있다. 공간 광 변조기(1018)가 그 위에 입사되는 광의 편광 상태를 변조하는 경우, 분석기(1022)가 특히 유용할 수 있다. 분석기(1022)는 다른 편광 상태와 비교하여 하나의 편광 상태의 광을 감쇠시키도록 구성될 수 있다. 따라서, 분석기(1022)는, 공간 광 변조기(1018)에 의해 생성된 편광 변조에 의존할 수 있는 광의 편광 상태에 기반하여, 광의 세기를 변경할 수 있다. 도 10a에서, 아웃-커플링된 광(1016a, 1016b, 1016c)이 분석기(1022)를 통해 공간 광 변조기(1018) - 도 10a에 도시된 구성에서 반사 모드로 동작함 - 로 통과하고, 공간 광 변조기(1018)로부터의 반사 후에 다시 분석기(1022)를 통과하도록, 공간 광 변조기(1018) 및 도파관(1010) 및 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014) 사이에 배치된 분석기(1022)가 도시된다. 이어서, 아웃-커플링된 세기 변조된 광(1016a, 1016b, 1016c)은, 도 9b를 참조하여 본원에서 논의된 바와 같이, 인-커플링 엘리먼트(700, 710, 720)와 같은, 접안렌즈(도시되지 않음)를 위한 인-커플링 엘리먼트를 향해 전파될 수 있다.

[0106] [0099] 도 10a는 예로서, s 편광(또는 수평 편광)과 같은 선형 편광 상태와 같은 정의된 편광 상태를 제공하기 위해 편광기(1008)를 통과하는, 광원(1002)에 의해 출력된 광선(1006)을 도시한다. 이어서, 광선(1006)은 인-커플링 광학 엘리먼트(1009)를 통해 도파관(1010)에 인-커플링될 수 있다. 이어서, 광선(1006)은 도파관(1010)의 주 표면들(예컨대, 최상부 및 최하부 또는 전방 및 후방 표면들)로부터 TIR에 의해 도파관(1010) 내에서 전파되고, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014) 상에 1번 이상 입사된다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는, 광이 도파관(1010) 내에서 안내되지 않지만 대신에 그로부터 나가도록, TIR의 영향들을 감소시키기 위해, 도파관(1010)의 주 표면들에 대해 더 수직인 각도로 도파관(1010) 내에서 안내되는 광선(1006)을 편향 및 방향전환시키도록 구성될 수 있다. 또한, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 이 광을 공간 광 변조기(1018)를 향해 편향시키고 방향전환시키도록 구성될 수 있다.

[0107] [0100] 광선(1006)은 도파관(1010) 내에서 안내되는 광원(1002)으로부터의 광선(1006)의 대표적인 예이다. 예컨대, 이러한 광선들의 원뿔은 광원(1002)에 의해 방출되고, 도파관(1010) 내에서 전파될 수 있다. 유사하게, 각각의 아웃-커플링된 광선들(1016a, 1016b 1016c)은, 도파관(1010) 및 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014) 상에 입사되는 광선의 각도에 의존하여, 도파관(1010) 및 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014) 상의 다양한 위치들에서 그리고 다양한 각도들로 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)의 길이에 걸쳐 아웃-커플링될 수 있는 매우 많은 수의 광선들 중 하나의 광선의 대표적인 예이다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 도파관(1010)의 길이에 걸쳐 다수의 위치들에서 광선(1006)을 아웃-커플링하고, 따라서 아웃-커플링된 광선들(1016a, 1016b 1016c)과 같은 많은 아웃-커플링된 광선들을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0108] [0101] 도파관(1010)으로부터 아웃-커플링된 광선의 각도는 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)의 설계에 부분적으로 의존할 수 있다. 도 10a에서, 아웃-커플링된 광선(1016)과 도파관(1010)의 표면 법선 사이의 각도는 각도(β)로 지정된다. 다양한 경우들에서, 이 각도(β)는 또한 광선이 공간 광 변조기(1018)로부터 반사되어 도파

관(1010)을 통해 다시 전파되어 이미지 소스(910)로부터 멀어지는 각도에 대응한다. 디스플레이 디바이스(1000), 예컨대, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)의 설계에 기반하여, 이러한 각도(β)는 광선(1016)의 파장(뿐만 아니라 회절 격자에 대한 회절 격자 간격과 같은, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)의 특징들)에 의해 영향을 받을 수 있다. 예컨대, 회절 피쳐들을 포함하는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들에 대해, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)는 분산을 나타낼 수 있고, 각도(β)는 파장에 따라 변할 수 있다. 도 10a에서, 이 효과는 적색, 녹색 및 청색 또는 청색, 녹색 및 적색과 같은 상이한 컬러들에 대응하도록 의도되고 상이한 각도들(β)로 회절되는 광선들(1016a, 1016b, 1016c)에 의해 도시된다.

[0109] [0102] 따라서, 상이한 파장들에 대한 각도(β)를 적절히 제어함으로써, 상이한 파장들의 아웃-커플링된 광이 공간적으로 분리될 수 있다. 따라서, 다수의 파장들 또는 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)의 광은 도파관(1010)으로 도입되고, 상이한 경로들을 따라(예컨대, 상이한 각도들로) 도파관(1010) 및 공간 광 변조기(1018)로부터 일정 거리에 있는 상이한 공간 위치들로 지향될 수 있다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은, 상이한 컬러들이 접안렌즈 내의 스택된 도파관들의 세트(660) 내의 상이한 인-커플링 광학 엘리먼트들 및 상이한 도파관들(670, 680, 690)에 커플링되도록, 상이한 파장들 또는 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 광)이 위치되는 이들 개개의 공간 위치들에 위치될 수 있다.

[0110] [0103] 위에 논의된 바와 같이, 아웃-커플링된 광(1016)은 광원(1002)으로부터 방출된 단 하나의 광선에 대응하지만, 유사한 광선들의 원뿔이 방출기에 의해 출력될 수 있다. 유사하게, 각각의 컬러에 대한 광선들의 원뿔은 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)를 사용하여 도파관(1010)으로부터 아웃-커플링되고, 공간 광 변조기(1018)로 지향될 수 있다. 이들 광선들은 공간 광 변조기(1018)에 의해 변조될 수 있고, 이미징 소스(910)로부터 멀리 전파될 수 있다.

[0111] [0104] 도 10b는 이미징 소스(910)로부터 멀리 전파되는 상이한 컬러의 광의 하나 이상의 원뿔들을 도시한다. 다양한 구현들에서, 광원(1002)에 의해 방출된 광은 발산되고, 발산 각도를 가질 것이다. 이 광은 도파관(1010) 내에서 전파되고, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)에 의해 터닝되고, 공간 광 변조기(1018)와 상호작용하고, 그로부터 도파관(1010) 및 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)를 통해 전파되며, 여전히 발산될 것이다. 결과적으로, 도 10b는 발산 광, 예컨대, 광선들(1016a, 1016b 및 1016c)의 원뿔들을 도시한다. 광원(1002)은 상이한 컬러들과 연관된 다수의 스펙트럼 컴포넌트들(예컨대, 스펙트럼 피크들)을 포함하는 광을 출력할 수 있다. 광원(1002)은, 예컨대, 적색, 녹색 및 청색 스펙트럼 피크들을 포함하는 백색 LED(WLED)와 같은 광대역 광 원일 수 있다. 조명 시스템(900), 예컨대, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)에서의 분산의 결과로서, 광원(1002)에 의해 방출된 상이한 컬러 광은, 상이한 방향으로 도파관(1010)으로부터 멀리 지향되는 광(1016a, 1016b 및 1016c)의 아웃-커플링된 원뿔들로서 시스템에서 나간다. 예컨대, 아웃-커플링된 광(1016a)(예컨대, 적색)은 (예컨대, 법선에 대해 포지티브 각도를 중심으로) 제1 각도로 지향된 제1 경로를 따라 도파관(1010)으로부터 멀리 전파될 수 있는 반면에, 아웃-커플링된 광(1016b)(예컨대, 녹색)은 (예컨대, 도파관에 수직인 각도를 중심으로) 제2 각도로 지향되는 제2 경로를 따라 도파관(1010)으로부터 멀리 전파될 수 있고, 아웃-커플링된 광(1016c)은 (예컨대, 법선에 대해 네거티브 각도를 중심으로) 제3 각도로 지향된 제3 경로를 따라 도파관(1010)으로부터 멀리 전파될 수 있다. 예컨대, 적절히 설계된 아웃-커플링 엘리먼트(1014)를 사용함으로써 도입된 조명 시스템(900)의 이러한 분산 효과는 아웃-커플링된 광(1016a, 1016b, 1016c)의 다양한 컬러들 또는 파장들의 공간적 분리를 가능하게 할 수 있다. 컬러들 및 출력 각도들의 이러한 특정 어레이지먼트는 단지 예일 뿐이며, 컬러, 순서 및 상대적인 또는 특정 각도들은 상이할 수 있다.

[0112] [0105] 다른 접근법은, 각각 상이한 컬러 방출기(예컨대, 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED)에 광학적으로 커플링되고 개개의 도파관들에서 안내된 광을 상이한 방향으로 지향시키는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1014)을 포함하는 하나 이상의 도파관들(1010)을 이용하는 것이다. 도 11a-11c는, 예컨대, 개개의 제1, 제2 및 제3 인-커플링 엘리먼트들(1109a, 1109b, 1109c)을 통해 개개의 제1, 제2 및 제3 도파관들(1110a, 1110b, 1110c)에 광학적으로 커플링된 제1, 제2 및 제3 광원들(1102a, 1102b, 1102c)을 예시한다. 편광기들(1108a, 1108b, 1108c)은, s-편광 상태와 같은 특정 편광을 제공하기 위해 개개의 광원들(1102a, 1102b, 1102c)과 개개의 도파관(1110a, 1110b, 1110c) 사이의 빔 경로에 배치될 수 있고, 분석기(1122)는 제1, 제2 및 제3 도파관들(1110a, 1110b, 1110c)과 공간 광 변조기(1118) 사이에 배치될 수 있다. 다수의 광원들(1102a, 1102b, 1102c)은 상이한 스펙트럼 프로파일들을 갖고, 적색, 녹색 및 청색 광과 같은 상이한 컬러 광을 출력할 수 있다. 예컨대, 제1 광 방출기(1102a)는 청색 광을 제1 도파관(1110a)에 커플링할 수 있고, 제2 광 방출기(1102b)는 녹색 광을 제2 도파관(1110b)에 커플링할 수 있고, 제3 광 방출기(1102c)는 적색 광을 제3 도파관(1110c)에 커플링할 수 있다. 제1, 제2 및 제3 도파관들(1110a, 1110b, 1110c)은 개개의 제1, 제2 및 제3 광학 경로들을 따라 광을 개

개의 제1, 제2 및 제3 공간 위치들로 지향시키도록 구성된 개개의 제1, 제2 및 제3 아웃-커플링 엘리먼트들(1114a, 1114b, 1114c)을 포함한다. 제1, 제2 및 제3 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1114a, 1114b, 1114c)은, 광을 상이한 방향으로 지향시키기 위해, 상이한 도파관들(1110a, 1110b, 1110c)에서 상이한 각도들로 전파되는 광에 대해 동작하는 상이한 회절 격자들, 홀로그램들, 회절 광학 엘리먼트들, 마이크로구조들, 또는 다른 구조들 또는 피처들을 포함할 수 있다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1114a, 1114b, 1114c)은, 광선들의 편광 상태에 기반하여, 개개의 도파관들(1110a, 1110b, 1110c) 내에서 안내되는, 개개의 광원들(1102a, 1102b, 1102c)로부터의 광선들을 반사, 편향 및/또는 회절시키도록 구성될 수 있어서, 광선들이 도파관들(1110a, 1110b, 1110c)로부터 공간 광 변조기(1118)를 향해 전파된다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1114a, 1114b, 1114c)은 추가로, 이미지 소스(910)로부터의 광선들의 편광 상태에 기반하여, 공간 광 변조기(1118)로부터 광선들을 통과 또는 달리 투과시키도록 구성될 수 있다. 도 11a는 제1 방향/광학 경로를 따라 지향된 제1 도파관(1110a)으로부터의 제1 컬러(1106a)(예컨대, 청색)에 대응하는 아웃-커플링된 광(1116a)을 도시한다. 도 11b는 제2 방향/광학 경로를 따라 지향된 제2 도파관(1110b)으로부터의 제2 컬러(1106b)(예컨대 녹색)에 대응하는 아웃-커플링된 광(1116b)을 도시하고, 도 11c는 제3 방향/광학 경로를 따라 지향된 제3 도파관(1110c)으로부터의 제3 컬러(1106c)(예컨대, 적색)에 대응하는 아웃-커플링된 광(1116c)을 도시한다. 이 구성은 다수의 도파관들(1110a, 1110b 및 1110c)이 스택되고 아웃-커플링된 광의 상이한 파장들을 공간적으로 분리할 수 있게 한다. 아웃-커플링된 광(1116a, 1116b 및 1116c)의 원뿔들의 개개의 각도들은 네거티브, 제로 또는 포지티브일 수 있지만, 각도들, 순서 및 컬러들이 상이할 수 있다.

[0113] [0106] 도 11d는 도 11a-11c에 도시된 디스플레이 디바이스와 유사한, 다른 구성을 도시하지만, 2개의 컬러들이 단일 도파관으로 결합된다. 도 11d에서, 예컨대, 제1, 제2 및 제3 광원들(1102a, 1102b, 1102c)은 제1 및 제2 도파관들(1110a, 1110b)에 광학적으로 커플링된 것으로 도시된다. 특히, 제1 컬러의 광을 출력하는 제1 광원(1102a)은 제1 도파관(1110a)에 커플링되고, 제2 및 제3 컬러 광을 각각 출력하는 제2 및 제3 광원들(1102b, 1102c)은 제2 도파관(1110b)에 커플링된다. 제1 및 제2 도파관들(1110a, 1110b)은 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 광을 개개의 제1 및 제2 공간 위치들로 각각 지향시키도록 구성된 제1 및 제2 아웃-커플링 엘리먼트들(1114a, 1114b)을 포함한다. 제1 및 제2 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1114a, 1114b)은, 광을 상이한 방향으로 지향시키기 위해, 상이한 도파관들에서 상이한 각도들로 전파되는 광에 대해 동작하는 상이한 회절 격자들, 홀로그램들, 회절 광학 엘리먼트들, 마이크로구조들, 또는 다른 구조들을 포함할 수 있다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1114a, 1114b)은, 광선들의 편광 상태들에 기반하여, 개개의 도파관들(1110a, 1110b) 내에서 안내되는, 광원들(1102a, 1102b, 1102c)로부터의 광선들을 반사, 편향 및/또는 회절시키도록 구성될 수 있어서, 광선들이 공간 광 변조기(1118)를 향해 도파관들(1110a, 1110b)로부터 전파된다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(1114a, 1114b)은, 이미지 소스(910)로부터의 광선들의 편광 상태에 기반하여, 공간 광 변조기(1118)로부터 광선들을 통과 또는 달리 투과시키도록 추가로 구성될 수 있다.

[0114] [0107] 도 11d는, 예컨대, 제2 방향/광학 경로를 따라 지향되는 제2 도파관으로부터 방출된 제2 및 제3 광원들(1102b, 1102c)로부터의 광의 조합(예컨대, 적색 및 청색 방출기들로부터의 적색 및 청색 광의 조합)으로부터 발생하는 상이한 스펙트럼 분포를 갖는 광에 대응하는 아웃-커플링된 광(1116b)을 도시한다. 제1 도파관(1110a)으로부터의 제1 컬러(예컨대, 녹색)에 대응하는 아웃-커플링된 광(1116a)은 제1 공간 위치에 위치한 인-커플링 광학 엘리먼트들(710)로 지향될 수 있다. 제2 도파관(1110b)으로부터 방출된 제2 및 제3 광원들(1102b, 1102c)로부터의 상이한 컬러 광의 조합(예컨대, 적색 및 청색 광원들로부터의 적색 및 청색 광의 조합)으로부터 발생한 상이한 스펙트럼 분포를 갖는 광에 대응하는 아웃-커플링된 광(1116b)은, 제1 위치 및 인-커플링 광학 엘리먼트(710)에 대해 측방향으로 변위된 제2 공간 위치들에 위치한 개개의 인-커플링 광학 엘리먼트들(700 및 720)로 지향될 수 있다. 제2 및 제3 광원들(1102b, 1102c)로부터의 광의 조합(예컨대, 적색 및 청색 광원들로부터의 적색 및 청색 광의 조합)으로부터 발생한 상이한 스펙트럼 분포를 갖는 광을 수신하는 인-커플링 광학 엘리먼트(720)는, 하나의 스펙트럼 프로파일을 갖는 광을 한 방향으로 지향시키고 다른 스펙트럼 프로파일을 갖는 광을 다른 방향으로 지향시키는 이색성 엘리먼트를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 제2 광원(1102b)으로부터의 광은 제3 광원(1102c)으로부터의 광으로부터 분리될 수 있다. 이색성 엘리먼트는 제2 및 제3 컬러들의 광(예컨대, 적색 및 청색 방출기들로부터의 적색 및 청색 광)을 상이한 도파관들로 지향시킬 수 있다. 다른 구성에서, 인-커플링 광학 엘리먼트(700 및 720)는, 파장에 기반하여, 광을 하나의 도파관(예컨대, 도파관들(670)) 또는 다른 도파관(예컨대, 도파관들(670, 690) 중 하나))에 커플링하는 신호 이색성 인-커플링 광학 엘리먼트에 결합될 수 있다.

[0115] [0108] 공간 광 변조기(1018)를 조명하기 위한 다른 접근법들이 가능하다. 도 12a는, 단일 도파관(1010)이 하나 이상의 컬러 컴포넌트들을 방출하는 광원(예컨대, 백색 LED)(1002)에 커플링된, 도 10a 및 10b의 디스플레이

디바이스와 같은 다른 디스플레이 디바이스를 예시한다. 광원(1002)으로부터의 광은 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)에 의해 도파관(1010)으로부터 공간 광 변조기(1018)로 아웃-커플링된다. 변조 후에, 광은 상이한 시간들에서 상이한 컬러들의 광을 선택적으로 통과시키기 위한 대응하는 컬러 필터들을 갖는 하나 이상의 서터들로 지향된다.

[0116] [0109] 도 12a는 하나 이상의 전자 제어식 서터들(1216a, 1216b 및 1216c) 및 연관된 컬러 필터들(1215a, 1215b, 1215c)을 포함하는 서터 유닛(1212)을 도시한다. 도 12a는, 예컨대, 제1, 제2 및 제3 컬러들을 선택적으로 각각 투과시킬 수 있는, 개개의 제1, 제2 및 제3 채널들을 형성하는, 대응하는 제1, 제2 및 제3 컬러 필터들(1215a, 1215b, 1215c)과 정렬된 제1, 제2 및 제3 서터들(1216a, 1216b 및 1216c)을 도시한다. 서터 유닛(1212)은, 예컨대, 컬러 선택 액정(LC) 서터 유닛을 포함할 수 있다. 필터들은 흡수 필터들 및/또는 간섭 필터들을 포함하는 다양한 필터들을 포함할 수 있다. 3개의 채널들이 도 12a에 도시되지만, 디스플레이 디바이스(1000)는 더 많은 채널들 또는 더 적은 채널들을 포함할 수 있다.

[0117] [0110] 서터들(1216a, 1216b 및 1216c) 및 필터들(1215a, 1215b, 1215c)은, 도파관으로부터 출력되고 공간 광 변조기(1018)에 의해 변조된 광(1016)을 수신하도록 도파관(1010) 및 공간 광 변조기(1018)에 대해 배치된다. 도 12a는 또한 공간 광 변조기(1018)로부터 서터 유닛(1212) 상으로 광을 투사하는 이미징 광학기(1244)를 도시한다.

[0118] [0111] 서터 유닛(1212) 및 공간 광 변조기(1018)는, 서터들(1216a, 1216b 및 1216c)의 개방 및 폐쇄를 제어할 수 있는 제어 전자기기(1240)와 전기 통신할 수 있다. 제어 전자기기(1240)는, 서터들(1216a, 1216b 및 1216c)의 개방 및 폐쇄를 공간 광 변조기(1018)의 동작(예컨대, 리프레시)에 동기화할 수 있는 클록 회로를 포함할 수 있다.

[0119] [0112] 서터 유닛(1212)은, 임의의 정해진 시간에, 서터 유닛(1212) 상의 하나 초과와 채널들도 개방되지 않도록 공간 광 변조기(1018)와 동기화하여 동작될 수 있다. 서터(1212) 상의 채널이 개방 상태를 유지하는 시간을 드웰 시간(dwell time)으로 지칭할 수 있다. 다양한 예들에서, 서터 유닛(1212)은 삼색 자극에 대응하는 3개의 채널(예컨대, 적색 필터(1215a), 녹색 필터(1215b) 및 청색 필터(1215c))를 포함할 수 있다. 예컨대, 공간 광 변조기(1018)는 이미지의 적색 컴포넌트에 대응하는 출력 패턴으로 설정될 수 있는 반면, 서터 유닛(1212)은 적색 채널을 개방하고 녹색 채널 및 청색 채널을 폐쇄 상태로 유지하고, 따라서 적색 광만이 통과하게 한다. 공간 광 변조기(1018)는 이미지의 녹색 컴포넌트에 대응하는 출력 패턴으로 대응하여 설정될 수 있고, 동시에 서터 유닛(1212)은 적색 채널 및 청색 채널을 폐쇄된 상태로 유지하고 녹색 채널을 개방하고, 따라서 녹색 광만이 통과하게 한다. 이어서, 공간 광 변조기(1018)는 이미지의 청색 컴포넌트에 대응하는 출력 패턴으로 설정될 수 있는 반면, 서터(1212)는 녹색 채널 및 적색 채널을 폐쇄된 상태로 유지하고 청색 채널을 개방하고, 따라서 청색 광만이 통과하게 한다.

[0120] [0113] 도 12b는 서터 유닛을 포함하는 디스플레이 디바이스의 시스템의 예시적인 리프레시 사이클을 예시하는 블록도이다. 블록(1250)에서, 시스템은 모든 서터 채널들을 폐쇄함으로써 리프레시를 시작한다. 모든 서터 채널들이 폐쇄된 후, 공간 광 변조기(1018)는, 블록(1254)에서, 제1 컬러 컴포넌트, 예컨대, 적색에 대한 변조 패턴을 디스플레이하는 것으로 전환한다. 공간 광 변조기(1018)는 스위칭 프로세스를 완료하고 따라서 제1 컬러 컴포넌트에 대한 적절한 변조 패턴을 설정할 때, 적색 서터 채널은 블록(1258)에서 개방되고, 따라서 적색 광이 집안렌즈를 향해 통과하게 하지만 녹색 및 청색 광을 차단하게 한다. 블록(1262)에서, 시스템은 적색 컴포넌트에 대응하는 드웰 시간 동안 이 상태를 유지한다. 드웰 시간이 경과한 후, 시스템은 블록(1266)으로 진행하여, 적색 서터 채널을 폐쇄한다. 적색 서터 채널이 폐쇄되었을 때, 공간 광 변조기(1018)는, 블록(1270)에서, 제2 컬러 컴포넌트, 예컨대, 녹색에 대응하는 패턴을 출력하도록 전환한다. 공간 광 변조기(1018)가 자신의 스위칭 프로세스를 완료하였을 때, 녹색 서터 채널은 블록(1274)에서 개방되고, 따라서 녹색 광이 집안렌즈를 향해 통과하게 하지만, 적색 및 청색 광을 차단하게 한다. 이어서, 시스템은 이 상태를 유지하고, 녹색 컴포넌트에 대한 드웰 시간이 경과할 때까지 블록(1278)에서 대기한다. 이어서, 시스템은 블록(1282)에서 녹색 서터 채널을 폐쇄하도록 진행한다. 녹색 서터 채널이 폐쇄되었을 때, 공간 광 변조기(1018)는, 블록(1286)에서, 제3 컬러 컴포넌트, 예컨대, 청색에 대응하는 변조 패턴으로 전환한다. 공간 광 변조기(1018)는 자신의 스위칭 프로세스를 완료한 후에, 청색 서터 채널(1290)은 블록(1290)에서 개방된다. 청색 광은, 적색 및 녹색 광이 차단되는 동안, 통과된다. 블록(1294)에서, 이어서 시스템은, 청색 드웰 시간이 경과할 때까지 이 상태를 유지한다. 이어서, 시스템은 다음 리프레시 사이클을 시작하여 블록(1250)으로 복귀할 수 있다. 다른 시스템 구성들뿐만 아니라 프로세스 흐름들이 가능하다.

- [0121] [0114] 도 13은, 도 12a에 도시된 디스플레이 디바이스(1000)와 같이, 다수의 컬러들에 대응하는 하나 이상의 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 광을 출력하는 광원(1002)에 커플링될 수 있는 단일 도파관(1010)을 포함하는 디스플레이 디바이스(1000)의 다른 설계를 도시한다. 도파관(1010)으로부터 공간 광 변조기(1018)로 그리고 이어서 셔터 유닛(1212)으로 광을 아웃-커플링하는 대신에, 하나 이상의 이색성 빔 스플리터들은 상이한 컬러들을 분할하고, 상이한 축방향 포지션들에서 상이한 컬러 빔들을 생성하는 데 사용된다.
- [0122] [0115] 광원(1002)은, 예컨대, 백색 LED를 포함할 수 있다. 광원(1002)은 내부에 광을 커플링하기 위해 도파관(1010)에 대해 배치된다. 도파관(1010)은, 광을 추출하고 추출된 광이 공간 광 변조기(1018) 상에 입사하게 하는 아웃-커플링 엘리먼트(1414)를 포함한다.
- [0123] [0116] 디스플레이 디바이스(1000)는 도파관(1010) 및 공간 광 변조기(1018)에 대해 배치되어 그로부터 광을 수신하는 빔 스플리터 어셈블리를 더 포함한다. 빔 스플리터 어셈블리는 제1 이색성 빔 스플리터(1412), 제2 이색성 빔 스플리터(1408) 및 제3 반사 표면(1404)을 포함한다. 빔 스플리터 어셈블리(1402)는 개별 컬러 컴포넌트들을 분리하도록 구성된다. 예컨대, 입사 빔이 제1, 제2 및 제3 컬러들, 예컨대, 적색, 녹색 및 청색을 포함하는 경우, 제1 빔 스플리터(1412)는, 제1 컬러를 투과시키고 제2 및 제3 컬러들을 반사하는 이색성 반사기를 포함할 수 있다. 제2 빔 스플리터(1408)는 또한 제2 컬러를 반사하고 제3 컬러를 투과시키는 이색성 반사기를 포함할 수 있다. 반사 표면(1404)은, 제1, 제2 및 제3 컬러 빔들(770, 780, 790)이 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710 및 720)을 향해 각각 지향되도록 제3 남아있는 컬러를 방향전환시킬 수 있다.
- [0124] [0117] 예컨대, 도 13에 도시된 바와 같이, 백색 LED를 포함할 수 있는 광대역 광원(1002)으로부터의 광선(1006)은 도파관(1010)에 커플링되고, 공간 광 변조기(1018)를 향해 아웃-커플링 엘리먼트(1414)에 의해 아웃-커플링될 수 있다. 아웃-커플링 엘리먼트(1414)는 아웃-커플링된 빔(1402)에서의 분산을 감소시키도록 구성될 수 있다. 공간 광 변조기(1018)로부터 반사된 후에, 변조된 빔은, 다른 광학 경로를 따라 특정 컬러가 아닌 광(예컨대, 아웃-커플링된 빔(1402)의 남아있는 적색 및 녹색 컴포넌트들)을 반사 또는 지향시키면서, 특정 컬러의 광(예컨대, 청색 광)을 특정 광학 경로를 향해 선택적으로 통과 또는 지향시키는 제1 빔 스플리터(1412)를 향해 지향된다. 제1 빔 스플리터(1412)를 통해 투과된 빔은 광선들(770)을 형성할 수 있고, 도 7을 참조하여 논의된 바와 같이, 접안렌즈 엘리먼트의 다른 도파관들(670)에 대한, 인-커플링 엘리먼트(700)와 같은 인-커플링 광학 엘리먼트를 향해 지향될 수 있다. 반사된 빔(1410)은, 특정 파장이 아닌 광(예컨대, 남아있는 청색 컴포넌트)을 투과 또는 지향시키면서, 특정 광학 경로를 따라 다른 특정 파장 또는 컬러의 광(예컨대, 녹색 광)을 선택적으로 지향 또는 반사시키는 제2 빔 스플리터(1408)를 향해 이동한다. 제2 빔 스플리터(1408)로부터 반사된 빔은 광선(780)을 형성할 수 있고, 도 7을 참조하여 논의된 바와 같이, 접안렌즈 엘리먼트 내의 다른 도파관들(680)에 대한, 인-커플링 엘리먼트(710)와 같은 인-커플링 광학 엘리먼트를 향해 지향될 수 있다. 빔 스플리터(1408)를 통해 투과된 빔(1406)은, 빔(1406)이 반사될 수 있는 반사 표면(1404)을 향해 전파된다. 이어서, 반사된 빔(790)은, 도 7을 참조하여 논의된 바와 같이, 인-커플링 광학 엘리먼트(720)와 같은 접안렌즈 엘리먼트 내의 다른 도파관(690)에 대한 인-커플링 광학 엘리먼트(720)를 향해 이동할 수 있다. 다른 구성들이 가능하다. 예컨대, 더 많거나 적은 빔 스플리터들이 빔 스플리터 어셈블리에 포함될 수 있고, 그 어레이먼트는 상이할 수 있다.
- [0125] [0118] 조명 시스템들이 도파관 기반이고 하나 이상의 도파관들을 포함하는 것으로 위에서 설명될 수 있지만, 도파관 대신에 다른 타입들의 광 터닝 광학 엘리먼트들이 이용될 수 있다. 이러한 광 터닝 광학 엘리먼트들은 광 터닝 광학 엘리먼트로부터, 예컨대, 공간 광 변조기로 광을 방출하기 위한 터닝 피쳐들을 포함할 수 있다. 따라서, 이하의 임의의 청구항들뿐만 아니라 본원에 설명된 임의의 예들에서, 도파관에 대한 임의의 참조는 도파관 대신에 광 터닝 광학 엘리먼트로 대체될 수 있다. 이러한 광 터닝 광학 엘리먼트는, 예컨대, 편광 빔 스플리팅 프리즘과 같은 편광 빔 스플리터를 포함할 수 있다.
- [0126] 추가적인 변형들
- [0127] [0119] 위의 다양한 디바이스들, 시스템, 구성들, 방법들 및 접근법들은 매우 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 예컨대, 상이한 타입들의 아웃커플링 광학 엘리먼트들이 이용될 수 있다. 다양한 구현들에서, 예컨대, 아웃커플링 광학 엘리먼트는 볼륨 위상 격자 또는 홀로그램을 포함할 수 있다. 예컨대, 반사 볼륨 격자는 강한 방향성 회절뿐만 아니라 높은 커플링 효율(예컨대, 최대 약 100 % 효율)을 나타낸다. 또한, 도파관에 광을 도입하기 위한 상이한 방식들이 가능하다.
- [0128] [0120] 도 14a 및 14b는, 공간 광 변조기를 전면 조명하기 위해 광원(1002)으로부터의 광을 도파관(1010)에 제공하기 위한 상이한 구성들을 예시한다. 도 14a에서, 광원(1002)은 대략 "포인트" 광원(예컨대, LED)이며, 그

애플리케이션에 대한 적어도 합리적인 근사화에 대해, 모든 광선들이 실질적으로 단일 포인트로부터 분기된다. 도 14b에서, 광원(1002)은 적어도 하나의 공간 차원을 따라, 예컨대, 예시된 바와 같이, 도파관(1010)의 측면의 길이를 따라 실질적으로 확장되는 "확장된" 광원이다. 광원(1002)은 라인 광원 또는 영역 광원 또는 그의 부분일 수 있다. 예컨대, 광원(1002)은 빔 성형을 위한 마이크로 렌즈 어레이들을 가질 수 있는 선형 LED들, 예컨대, 마이크로-LED들의 어레이지먼트를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광원(1002)은 도파관(1010)과 주변 매질 사이의 계면의 전체 단면에 걸쳐 연장될 수 있거나, 광원(1002)은, 광원(1002)으로부터의 광이 주입되는 도파관(1010) 측면의 단면적 중 90 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %, 40 %, 30 % 이상 또는 30 % 미만에서 연장될 수 있다.

[0129] [0121] 일부 실시예들에서, 광-커플링 광학기(1011)는 광원(1002)과 도파관(1010) 사이에 배치될 수 있고 광원(1002)으로부터 도파관(1010)으로의 광의 커플링을 가능하게 하는 데 사용될 수 있다. 도파관(1010)은, 예컨대, 0.1 mm 내지 5 mm 범위의 두께를 갖는 얇은 광학 투명 슬래브(slab)(예컨대, 유리 또는 플라스틱)를 포함할 수 있다.

[0130] [0122] 도 14c-14e는 일부 실시예들에 따라 광원(1022)으로부터 도파관(1010)으로 광을 커플링하기 위한 어레이지먼트들을 예시한다. 특히, 도 14c-14e는 광원(1002)으로부터 도파관(1010)으로 광을 커플링하기 위한 측면 광 분배기를 갖는 SLM(spatial light modulator)(1018)를 전면-조명하기 위한 도파관들(1010)을 도시한다. 도 14c는, 광 가이드(1099a)를 포함하는 별개의 측면 광 분배기가 광을 도파관(1010)으로 지향시키는 어레이지먼트를 예시한다. 격자와 같은 아웃커플링 광학 엘리먼트는 광 가이드(1099a) 내에 또는 상에 배치되고, 광이 광 가이드(1099a)에서 나가도록 광 가이드(1099a) 내에서 전파되는 광을 방향전환시키도록 구성된다. 선택적인 반사 엘리먼트(1099b)는 광을 도파관(1010)을 향해 반사시키도록 광 가이드(1099a) 및 격자에 대해 배치될 수 있다. 따라서, 광원(1002)으로부터 방출된 광은 광 가이드(1099a)에 주입되고, SLM(1018)을 전면 조명하기 위해 광 가이드로부터 도파관(1010)으로 지향된다.

[0131] [0123] 도 14d는 측면 광 분배기를 갖는 도파관(1010)을 예시한다. 도파관(1010)의 일 단부에서, 터닝 엘리먼트를 포함하는 측면 광 분배기가 제공된다. 이 터닝 엘리먼트는 도파관(1010)의 에지에 커플링된 광원(1002)으로부터의 광 빔의 전파를 회전시킨다. 예시된 바와 같이, 광원(1002)으로부터의 광은 자신의 에지 또는 측면을 따라 도파관(1010) 내에서 전파된다. 터닝 엘리먼트는 일부 구현들에서 도파관(1010)의 측면으로부터 90° 떨어져 추가로 또한 도파관(1010)으로 이 빔을 회전시킨다. 터닝 엘리먼트는, 예컨대, 회절 격자를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 회절 격자는 도파관(1010)의 측면을 따라 빔 전파 방향에 대해 45° 인 격자 벡터를 가질 수 있다. 도 14e는 측면 광 분배기의 측면면도를 도시한다. 광원(1002)으로부터의 광은, 예컨대, 도파관(1010)의 최상부 및 최하부 표면들로부터의 내부 전반사를 통해 도파관(1010) 내로 전파된다. 예컨대, 회절 격자를 포함하는 터닝 엘리먼트 상에 입사되는 광은 가능하게는 빔 전파 방향으로부터 약 90° 터닝된다. 이러한 광의 방향전환은 페이퍼에서 나오는 광으로서 도 14e에 예시된다. 다른 구성들이 가능하다.

[0132] [0124] 도파관(1010)으로부터 도파관(1010) 내로 전파되는 광을 SLM(1018)을 향해 커플링하기 위해 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)가 사용될 수 있다. 광은 내부 전반사를 통해 도파관(1010) 내에서 전파될 수 있다. 광이, 예컨대, 도파관(1010)의 표면 상의 회절 격자를 포함할 수 있는 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)와 상호 작용할 때, 광은 도파관(1010)으로부터 SLM(1018)을 향해 커플링된다. 이 격자는 볼륨 위상 격자를 포함할 수 있다. 유사하게, 볼륨 위상 홀로그램들 또는 다른 볼륨 회절 광학 엘리먼트들이 다양한 구현들에 사용될 수 있다.

[0133] [0125] 도 15a는 일부 실시예들에 따른, 그 위에 볼륨 위상 격자를 포함하는 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)를 갖는 도파관(1010)의 단면도를 도시한다. 이 볼륨 위상 격자는 반사 볼륨 위상 격자를 포함한다. 따라서, 반사 볼륨 위상 격자에 의해 회절된 광은 SLM(1018)에 조명을 제공하기 위해 회절되어 SLM(1018)을 향해 반사된다.

[0134] [0126] 다양한 구현들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)는 광원(1002)으로부터 거리가 멀어질수록 증가하는 커플링 효율(예컨대, 격자 효율 또는 회절 효율)의 그래디언트를 가질 수 있다. 이 그래디언트는 도 15a에서 화살표(1075)로 표현된다. 광이 도파관(1010)으로부터 커플링될 때, 도파관(1010) 내의 광은 격감된다. 광원으로부터 더 먼 위치들에서 커플링 효율을 증가시키으로써, 도파관(1010) 내의 이러한 광의 격감이 오프셋될 수 있다. 따라서, 상대적으로 더 낮은 커플링 효율이 광원(1002)에 더 가까이 제공되는 반면, 더 높은 커플링 효율이 광원(1002)으로부터 더 멀리 제공된다. 따라서, 더 균일한 광의 분포가 SLM(1018)에 걸쳐 제공될 수 있다. 따라서, 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)에 걸쳐 상이한 위치들에서의 커플링 효율은 SLM(1018)에 걸친 광

분포의 균일성을 증가시키도록 최적화 또는 수정될 수 있다.

- [0135] [0127] 일부 구현들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)는 격자를 포함하고, 여기서 격자는 피치의 변동, 예컨대, 그래디언트를 갖는다. 예컨대, 격자 피치는 광원(1002)으로부터 거리가 멀어질수록 증가할 수 있다. 이러한 피치의 변동은, 광이 커플링되는 격자 및 도파관(1010) 상의 위치에 기반하여, 광이 커플링되는 각도들을 변경할 것이다. 광원(1002)에 더 가까운 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)의 격자의 영역들은 더 낮은 각도들로 광을 커플링할 수 있는 반면에, 광원(1002)으로부터 더 먼(예컨대, 도파관(1010)의 다른 단부에 있는) 영역들은 높은 각도들로 광을 커플링하고, 따라서, 피치는 화살표(1075)로 표시된 방향을 따라 감소할 수 있다. 높은 커플링 효율을 갖는 그러한 그래디언트 피치를 사용하여, 조명 빔은 도파관(1010)에서 전파되는 동안 성형될 수 있다.
- [0136] [0128] 볼륨 위상 격자는 좁은 스펙트럼 및 각도 특성들을 나타낼 수 있기 때문에, 하나 이상의 볼륨 위상 격자들 또는 볼륨 위상 격자들의 스택이 다양한 실시예들에서 사용될 수 있다. 도 15b는 도파관(1010)으로부터 광을 커플링하기 위한 VPG(volume phase grating) 회절 엘리먼트들의 스택(1087) 및 도파관(1010)을 갖는 도파관-기반 광 분배 디바이스를 예시한다. 스택(1087)은 상이한 파장들을 갖는 광을 회절시키도록 구성된 다양한 볼륨 위상 격자 회절 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 또한, 스택(1087)은 상이한 컬러들을 갖는 광을 회절시키도록 구성된 다양한 VPG 회절 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 예컨대, 스택(1087)은 다수의(예컨대, 3개의) 볼륨 위상 격자들, 상이한 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)에 각각 대응하는 파장들과 연관된 상이한 격자들을 포함할 수 있다. 스택(1087)의 상이한 위치들로부터 발생하는 제1 아웃커플링된 원뿔(1088a) 및 제2 아웃커플링된 원뿔(1088b)로 도면에 예시된 바와 같이, 광은 스택(1087)에서의 상이한 위치들에서 아웃커플링될 수 있다.
- [0137] [0129] 대안적으로 또는 추가적으로, 도 15c에 예시된 바와 같이, 스택(1087)은, 동일한 컬러에 대한 것이지만 광을 상이한 각도들로 회절시키는 다수의 볼륨 위상 격자들을 포함할 수 있다. 예컨대, 스택(1087)은 적색에 대응하는 파장과 연관된 제1 볼륨 위상 격자, 및 녹색에 대응하는 동일하거나 다른 파장과 연관된 제2 볼륨 위상 격자, 및 청색에 대응하는 동일하거나 또 다른 파장과 연관된 제3 볼륨 위상 격자를 포함할 수 있다. 그러나, 스택(1087) 내의 상이한 격자는 광이 상이한 각도에서 아웃-커플링되도록 광을 회절시킬 수 있다. 볼륨 위상 격자는 좁은 각도 특성들을 나타낼 수 있기 때문에, 스택의 상이한 격자들은 상이한 각도들에서 사용될 수 있다. 스택(1087)의 상이한 위치들로부터 발생하는 제1 아웃커플링된 원뿔(1088a) 및 제2 아웃커플링된 원뿔(1088b)로 도면에 예시된 바와 같이, 광은 스택(1087)에서의 상이한 위치들에서 아웃커플링될 수 있다.
- [0138] [0131] 도 16은 도파관(1010)의 측면도를 예시하며, 여기서 CLCG(cholesteric liquid crystal grating)(1070)는 도파관(1010)으로부터의 광을 아웃-커플링하기 위해 사용된다. CLCG(1070)는 편광된 광을 회절시키는 콜레스테릭 액정을 사용하여 형성될 수 있다.
- [0139] [0132] 일부 구현들에서, CLCG(1070)는 원형 편광된 광을 회절시키고, SLM(1018)(예컨대, 액정 공간 광 변조기 어레이)은 선형 편광된 광에 대해 동작한다. 이러한 구현들에서, 리타더들은 원형 편광된 광을 선형 편광된 광으로 그리고 그 역으로 변환하기 위해 사용될 수 있다. 제1 쿼터 웨이브 리타더(1072)는, 예컨대, 도파관(1010)과 SLM(1018) 사이에 배치될 수 있고, 제2 쿼터 웨이브 리타더(1074)는 도파관(1010)의 대향 측 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광은 원형(예컨대, 우측 원형(right-hand circular)) 편광으로 SLM(1018)의 방향으로 도파관(1010)으로부터의 CLCG(1070)에 의해 아웃커플링될 수 있다. 제1 쿼터 웨이브 리타더(1072)는 편광을 선형(예컨대, 선형 수직) 편광으로 회전시킬 수 있다. 따라서, SLM(1018)이 (액정 공간 광 변조기와 같이) 선형 편광된 광에 대해 동작하는 일부 실시예들에서, CLCG(1070) 및 제1 쿼터 웨이브 리타더(1072)의 사용은 선형 편광기에 대한 필요성을 감소시킬 수 있는데, 왜냐하면 제1 쿼터 웨이브 리타더(1072)로부터 선형 편광된 광이 출력되기 때문이다. SLM(1018)에 의해 반사되고 변조가 부여될 때, 선형 편광된 광은, 다시 원형(예컨대, 좌측 원형) 편광을 취하여, 제1 쿼터-웨이브 리타더(1072)를 다시 통과한다. 제2 쿼터-웨이브 리타더(1074)를 통과할 때, 원형 편광된 광은 선형(예컨대, 선형 수평) 편광으로 다시 변환될 수 있다. 다른 구성들이 가능하다.
- [0140] [0133] 도 15a 및 볼륨 위상 격자들을 포함하는 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)에 대해 위에서 논의된 바와 같이, CLCG(1070)는 커플링 효율 및/또는 피치의 그래디언트를 가질 수 있다. CLCG(1070)는, 예컨대, 광원(1002)으로부터 더 멀어질수록 높은 회절 효율을 갖고, 광원(1002)에 더 가까울수록 더 낮은 회절 효율을 갖도록 구성될 수 있다. 논의된 바와 같이, 도파관(1010) 내의 광의 양은 광원(1002)으로부터의 거리가 증가함에 따라 감소할 수 있다. 자신의 길이를 따라 CLCG(1070)의 커플링 효율 프로파일을 적절하게 선택함으로써, 도파

관(1010) 내의 감소하는 광의 영향은 CLCG(1070)의 아웃커플링 효율의 증가에 의해 적어도 부분적으로 보상될 수 있다. 이것은 도파관(1010)의 길이에 걸쳐 아웃커플링된 광의 더 균질한 세기를 허용할 수 있다. 유사하게, 피치는 도 15a에 관련하여 논의된 바와 같이 변할 수 있다. 피치는, 예컨대, 광원(1002)에 더 가까울수록 더 작게 그리고 광원(1002)으로부터 더 멀어질수록 더 크게 될 수 있다. 다른 구성들이 가능하다.

[0141] [0134] 추가적으로, CLCG(1070)가 좁은 스펙트럼 및 각도 특성들을 나타낼 수 있기 때문에, 하나 이상의 볼륨 위상 격자들 또는 볼륨 위상 격자들의 스택이 다양한 실시예들에서 사용될 수 있다. 예컨대, 도 15b에 예시된 바와 같이, 도파관-기반 광 분배 디바이스는 도파관(1010)으로부터 광을 커플링하기 위한 콜레스테릭 액정 회절 엘리먼트들의 스택(1087)을 포함할 수 있다. 스택(1087)은 상이한 파장과 연관된 다양한 콜레스테릭 액정 회절 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 또한, 스택(1087)은 상이한 컬러들을 갖는 광을 회절시키도록 구성된 다양한 콜레스테릭 액정 회절 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 예컨대, 스택(1087)은 다수의(예컨대, 3개의) 볼륨 위상 격자들, 상이한 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)에 각각 대응하는 파장들과 연관된 상이한 격자들을 포함할 수 있다. 좁거나 그다지 크지 않은 대역폭은, 각각의 컬러에 대해 개별 컬러 층들이 설계될 수 있기 때문에, 상이한 컬러들에 대해 광이 동일한 각도로 아웃커플링되는 것을 가능하게 한다.

[0142] [0135] 위에서 설명한 상이한 변형들은 위에서 논의된 다른 디바이스들, 시스템들, 구성들, 방법 및 접근법들 중 임의의 것에서 사용될 수 있다. 또 다른 변형들이 가능하다.

[0143] [0136] 예컨대, 좁은 각도의 방출 원뿔을 갖는 LED와 같은 소스의 효율적인 커플링은 빔 성형을 위한 광학기에 맞는 약간의 볼륨을 수반할 수 있다. 도 17a는, 커플링 광학기가 좁은 각도 원뿔보다는 SLM 어레이 영역을 덮도록 빔을 성형할 필요가 있기 때문에, 커플링 광학기가 더 효율적이고 콤팩트하도록, SLM 어레이에 걸쳐 분포된 소스 조명을 갖는 설계를 예시한다. 일부 실시예들에서, 도 17b에 예시된 바와 같이, 광은, 도파관(1010)에서 내부 전반사를 통해 전파되기 보다는 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)와 상호작용할 때, 도파관(1010)으로부터 커플링된다. 볼륨 위상 격자 또는 콜레스테릭 액정 격자들 중 어느 하나가 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 볼륨 위상 격자 및 콜레스테릭 액정 격자들 둘 모두는 100 % 효율을 나타낼 수 있다.

[0144] [0137] 일부 실시예들에서, 도 18에 예시된 바와 같이, 웨지-형상의 도파관(1010)이 사용될 수 있다. 도파관(1010)은 도파관(1010)의 테이퍼를 생성하는 경사진 또는 만곡된 표면을 갖는다. 결과적으로, 도파관(1010)의 한 단부는 다른 단부보다 더 두껍다. 도 18에 도시된 구현에서, 광원(1002)은 더 두꺼운 단부에 있고, 이러한 더 두꺼운 단부에 광을 커플링한다. 도파관(1010)이 웨지 형상(또는 만곡된 형상)을 가질 때, 광이 도파관에서 전파될 때, 빔 전파 각도는 변할 수 있다. 이러한 전파 각도의 변화는 경사진 표면으로부터의 반사에 의해 발생된다. 따라서, 전파 각도가 조정될 수 있다.

[0145] [0138] 위에 논의된 바와 같이, 볼륨 위상 격자들 및 콜레스테릭 액정 격자 들 모두가 좁은(또는 그다지 크지 않은) 각도 응답들(예컨대, 각각 $\pm 2^\circ$ 또는 $\pm 10^\circ$ 내의 고효율)을 가질 수 있기 때문에, 이들 범위들 내의 광은 아웃커플링 광학 엘리먼트(1014)에 의해 추출된다. 평면 도파관 내에서 이 각도 범위 내에서 전파되는 광은 평면 도파관으로부터 아웃-커플링된 광으로서 격감될 수 있다. 그러나, 웨지 형상 또는 테이퍼된(예컨대, 만곡된) 도파관을 통해 광이 전파될 때, 광 빔의 전파 각도가 점진적으로 변한다. 결과적으로, 광의 각도가 아웃-커플링 광학 엘리먼트(1014)에 의한 아웃-커플링에 적합한 각도에 도달할 때까지, 광이 전파될 때, 광의 각도가 변할 수 있다. 웨지 형상의 또는 테이퍼된 도파관(1010)으로부터 아웃커플링된 광은 더 균일하게 분포될 수 있다. 이 접근법은, 출력을 위해 큰 각도 원뿔을 갖는 광원들에 대해 작동한다.

[0146] [0139] 예들

[0147] 1. 디스플레이 디바이스로서,

[0148] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;

[0149] 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 (i) 제1 경로를 따라 제1 컬러를 갖는, 상기 도파관으로부터 광을 방출하고; (ii) 제2 경로를 따라 제2 컬러를 갖는, 상기 제1 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성됨 - ; 및

[0150] 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,

[0151] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 제1 및 제2 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성되고,

- [0152] 상기 디스플레이 디바이스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 컬러 및 상기 제2 컬러의 상기 제1 도파관으로부터의 상기 광이 상이한 각도들로 상기 개개의 제1 및 제2 경로들을 따라 지향되고 상기 제1 도파관 및 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 및 제2 공간 위치들 상에 입사되도록 구성된다.
- [0153] 2. 제1 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0154] 3. 제2 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 WLED(white light emitting diode)들을 포함한다.
- [0155] 4. 제1 예 내지 제3 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제1 도파관은 (iii) 제3 경로를 따라 제3 컬러를 갖는 상기 제1 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성된다.
- [0156] 5. 제4 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 공간 광 변조기는, 상기 제1 도파관으로부터 방출된 상기 제3 컬러의 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치되고, 상기 제1 도파관은, 상기 제1 도파관 및 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 제1 및 제2 공간 위치들과 상이한 제3 공간 위치 상에 입사되도록, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제3 경로를 따라 상기 광을 지향시키도록 구성된다.
- [0157] 6. 제1 예 내지 제5 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0158] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관, 및
- [0159] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제3 도파관을 더 포함하고,
- [0160] 상기 제2 및 제3 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 제1 및 제2 컬러들의 상기 광을 각각 수신하기 위해 상기 제1 및 제2 경로들을 각각 따라 상기 제1 및 제2 공간 위치들에 각각 위치된다.
- [0161] 7. 제6 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 및 제3 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제2 및 제3 광 도파관들로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관들 내에서 안내된다.
- [0162] 8. 제6 예 또는 제7 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2와 제3 도파관들에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은, 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 상기 제2 및 제3 도파관들로 광을 각각 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0163] 9. 제6 예 내지 제8 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0164] 10. 제6 예 내지 제9 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 파장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0165] 11. 제6 예 내지 제10 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0166] 상기 제1 도파관에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제4 도파관을 더 포함하고,
- [0167] 상기 제1 도파관은 (iii) 제3 경로를 따라 제3 컬러를 갖는, 상기 제1 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성되고,
- [0168] 상기 공간 광 변조기는 상기 제1 도파관으로부터 방출된 상기 제3 컬러의 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치되고, 상기 제1 도파관은, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관 및 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 제1 및 제2 공간 위치들과 상이한 제3 공간 위치 상에 입사되도록, 제3 경로를 따라 상기 제3 컬러의 상기 광을 지향시키도록 구성되고,
- [0169] 상기 제4 도파관과 각각 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 상기 제3 컬러의 상기 광을 수신하도록 상기 제3 경로를 따라 상기 제3 공간 위치들에 위치된다.
- [0170] 12. 제11 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제4 도파관과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트는 광을 상기 제4 도파관으로 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된다.

- [0171] 13. 제11 예 또는 제12 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제4 도파관에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트는 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제4 도파관으로 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0172] 14. 제11 예 내지 제13 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트는 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0173] 15. 제11 예 내지 제14 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제4 도파관과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트는 파장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0174] 16. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 도파관은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 터닝시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 포함한다.
- [0175] 17. 제16 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0176] 18. 제16 예 또는 제17 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0177] 19. 제16 예 내지 제18 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 파장 분산을 갖는다.
- [0178] 20. 제16 예 내지 제19 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 파장 선택적 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0179] 21. 디스플레이 디바이스로서,
- [0180] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0181] 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터의 광이 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 상기 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 상기 제1 도파관 내에서 안내된 광을 상기 도파관으로부터 방출하도록 구성됨 - ;
- [0182] 제1 셔터 및 제2 셔터 및 제1 및 제2 컬러 광을 선택적으로 각각 투과시키도록 구성된 대응하는 제1 및 제2 컬러 필터를 포함하는 셔터 시스템 - 상기 셔터 시스템은, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 제1 및 제2 컬러들의 광이 상기 개개의 제1 및 제2 컬러 필터들을 각각 통해, 뿐만 아니라 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 상기 개개의 제1 셔터 및 제2 셔터들을 통해 상기 제1 도파관으로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 및 제2 공간 위치에 전달되도록, 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치됨 - ;
- [0183] 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기 - 상기 셔터 시스템은, 상기 변조된 광이 상기 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 개개의 제1 및 제2 공간 위치로 지향되도록, 상기 공간 광 변조기에 대해 배치됨 - ; 및
- [0184] (i) 상기 공간 광 변조기가 상기 제1 컬러에 대응하는 이미지를 제시하도록 구성될 때, 제1 시간에서 상기 제1 컬러와 연관된 상기 셔터를 개방하고 상기 제2 컬러와 연관된 상기 셔터를 폐쇄하고, (ii) 상기 공간 광 변조기가 상기 제2 컬러에 대응하는 이미지를 제시하도록 구성될 때, 제2 시간에서 상기 제2 컬러와 연관된 상기 셔터를 개방하고 상기 제1 컬러와 연관된 상기 셔터를 폐쇄하도록 상기 셔터 시스템 및 상기 공간 광 변조기와 통신하는 전자기기를 포함하고,
- [0185] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 제1 및 제2 컬러들에 대응하는 스펙트럼 성분들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성된다.
- [0186] 22. 제21 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0187] 23. 제22 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 WLED(white light emitting diode)들을 포함한다.
- [0188] 24. 제21 예 내지 제23 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 셔터 시스템은 제3 컬러 광을

선택적으로 투과시키도록 구성된 제3 셔터 및 대응하는 제3 컬러 필터를 포함하고, 상기 셔터 시스템은, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 제3 컬러의 광이 상기 제3 컬러 필터를 통해, 뿐만 아니라 개개의 제3 광학 경로를 따라 상기 제3 셔터를 통해 상기 제1 도파관으로부터 일정 거리에 있는 상기 제1 및 제2 공간 위치들과 상이한 별개의 제3 공간 위치로 선택적으로 투과되도록, 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된다.

- [0189] 25. 제24 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0190] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 제3 컬러에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성되고,
- [0191] 상기 셔터 시스템은, 상기 공간 광 변조기로부터의 상기 변조된 광이 상기 제3 광학 경로를 따라 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 제3 공간 위치로 지향되도록, 상기 공간 광 변조기에 대해 배치되고,
- [0192] 상기 전자 기기는 (iii) 상기 공간 광 변조기가 상기 제3 컬러에 대응하는 이미지를 제시하도록 구성될 때, 제3 시간에서 상기 제3 컬러와 연관된 상기 셔터를 개방하고 상기 제1 및 제2 컬러들과 연관된 상기 셔터들을 폐쇄하도록 구성된다.
- [0193] 26. 제21 예 내지 제25 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 셔터들은 상기 컬러 필터들과 상기 공간 위치들 사이의 상기 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0194] 27. 제21 예 내지 제26 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 컬러 필터들은 상기 셔터들과 상기 공간 위치들 사이의 상기 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0195] 28. 제21 예 내지 제25 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0196] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관, 및
- [0197] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제3 도파관을 더 포함하고,
- [0198] 상기 제2 및 제3 도파관들과 각각 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 제1 및 제2 컬러들을 각각 수신하도록 상기 제1 및 제2 경로들을 따라 상기 제1 및 제2 공간 위치들에 각각 위치된다.
- [0199] 29. 제26 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 및 제3 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제2 및 제3 도파관들로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관들 내에서 안내된다.
- [0200] 30. 제26 예 또는 제27 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 및 제3 도파관들에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제2 및 제3 도파관들로 각각 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0201] 31. 제26 예 내지 제28 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0202] 32. 제26 예 내지 제29 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 파장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0203] 33. 제25 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0204] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관;
- [0205] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제3 도파관; 및
- [0206] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제3 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제4 도파관을 더 포함한다.
- [0207] 34. 제33 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의

해 상기 도파관들 내에서 안내된다.

- [0208] 35. 제34 예 또는 제35 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은, 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들로 각각 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0209] 36. 제33 예 내지 제35 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0210] 37. 제33 예 내지 제36 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 과장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0211] 38. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 도파관은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 터닝시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 포함한다.
- [0212] 39. 제38 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0213] 40. 제38 예 또는 제39 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0214] 41. 제38 예 내지 제40 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 과장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0215] 42. 디스플레이 디바이스로서,
- [0216] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0217] 상기 광이 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 제1 도파관 - 상기 제1 도파관은 상기 제1 도파관 내에서 안내된 광을 상기 도파관으로부터 방출하도록 구성됨 - ;
- [0218] 제1 스펙트럼 분포 및 제1 컬러의 광을 제1 방향을 따라 그리고 제2 스펙트럼 분포의 광을 제2 방향을 따라 선택적으로 지향시키도록 구성된 제1 빔 스플리터 - 상기 제1 빔 스플리터는, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 제1 및 제2 스펙트럼 분포들의 광이 상기 제1 빔 스플리터 상에 입사되고 상기 제1 및 제2 스펙트럼 분포들을 갖는 상기 광이 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 지향되도록, 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치되고, 상기 제1 스펙트럼 분포 및 제1 컬러의 상기 광은 상기 제1 도파관으로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 공간 위치로 지향됨 - ; 및
- [0219] 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0220] 상기 제1 빔 스플리터는, 상기 변조된 광이 상기 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 지향되고 상기 제1 컬러의 상기 광이 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 제1 공간 위치로 지향되도록, 상기 공간 광 변조기에 대해 배치되고,
- [0221] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 개개의 제1 및 제2 광학 경로들을 따라 지향된 상기 제1 및 제2 스펙트럼 분포에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성된다.
- [0222] 43. 제42 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0223] 44. 제43 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기 하나 이상의 WLED(white light emitting diode)들을 포함한다.
- [0224] 45. 제42 예 내지 제44 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제1 빔 스플리터에 의해 출력된 상기 제2 스펙트럼 분포의 상기 광을 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 제2 공간 위치로 지향시키기 위한 반사기를 더 포함한다.
- [0225] 46. 제42 예 내지 제45 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제1 빔 스플리터에 의해 출력된 상기 제2 스펙트럼 분포의 상기 광을 수신하고 제2 방향을 따라 제2 컬러의 광 및 제3 방향을 따라 제3 컬러

의 광을 선택적으로 지향시키도록 구성된 제2 빔 스플리터를 더 포함하고, 상기 빔 스플리터는, 상기 제1 도파관으로부터의 상기 제2 및 제3 컬러들의 광이 상기 제2 빔 스플리터 상에 입사되고 상기 개개의 제2 및 제3 컬러 광이 개개의 제2 및 제3 광학 경로들을 따라 상기 제1 도파관으로부터 일정 거리에 있는 개개의 제2 및 제3 공간 위치들에 지향되도록, 상기 도파관으로부터 방출된 상기 광을 수신하도록 상기 제1 도파관에 대해 배치된다.

- [0226] 47. 제46 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0227] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 제2 및 제3 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성되고,
- [0228] 상기 제2 빔 스플리터는, 상기 제2 및 제3 컬러들을 갖는 상기 공간 광 변조기로부터의 상기 변조된 광이 상기 개개의 제2 및 제3 광학 경로들을 따라 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 상기 개개의 제2 및 제3 공간 위치들로 지향되도록 상기 공간 광 변조기에 대해 배치된다.
- [0229] 48. 제42 예 내지 제47 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제1 빔 스플리터는 상기 공간 광 변조기와 상기 제1 공간 위치들 사이의 상기 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0230] 49. 제46 예 또는 제47 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제1 및 제2 빔 스플리터들은 상기 공간 광 변조기와 상기 제1, 제2 및 제3 공간 위치들 사이의 상기 광학 경로들을 따라 배치된다.
- [0231] 50. 제46 예, 제47 예 또는 제49 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제1 빔 스플리터는 상기 제2 빔 스플리터와 상기 공간 광 변조기 사이의 상기 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0232] 51. 제46 예, 제47 예, 제49 예 또는 제50 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 빔 스플리터는 상기 제1 빔 스플리터와 제2 및 제3 공간 위치들 사이의 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0233] 52. 제42 예 내지 제51 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0234] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관, 및
- [0235] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제3 도파관을 더 포함하고,
- [0236] 상기 제2 및 제3 도파관들과 각각 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 제1 및 제2 컬러들의 광을 각각 수신하도록 상기 제1 및 제2 경로들을 따라 상기 제1 및 제2 공간 위치들에 각각 위치된다.
- [0237] 53. 제52 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 및 제3 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제2 및 제3 도파관들로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관들 내에서 안내된다.
- [0238] 54. 제52 예 또는 제53 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 및 제3 도파관들에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제2 및 제3 도파관들로 각각 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0239] 55. 제52 예 또는 제53 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0240] 56. 제52 예 내지 제55 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 파장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0241] 57. 제46 예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0242] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관,
- [0243] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제3 도파관, 및
- [0244] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 도파관으로부터 광을 수신하도록 상기 제1 도파관 및 상기 제3 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제4 도파관을 더 포함한다.

- [0245] 58. 제57 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관들 내에서 안내된다.
- [0246] 59. 제57 예 또는 제58 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제2, 제3 및 제4 도파관들로 각각 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0247] 60. 제57 예 내지 제59 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0248] 61. 제57 예 내지 제60 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 과장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0249] 62. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 도파관은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 터닝시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 포함한다.
- [0250] 63. 제62 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0251] 64. 제62 예 또는 제63 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0252] 65. 제62 예 내지 제64 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 과장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0253] [0140] **추가예들**
- [0254] 1. 머리 장착 디스플레이를 위한 디스플레이 시스템으로서,
- [0255] 도파관 기반 이미지 소스, 및
- [0256] 도파관 기반 광 분배 시스템을 포함하는 접안렌즈 엘리먼트를 포함하고,
- [0257] 상기 도파관 기반 이미지 소스는:
- [0258] 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0259] 광이 내부 전반사를 통해 하나 이상의 광 가이드들 내에서 안내되도록 상기 하나 이상의 광 방출기로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 상기 하나 이상의 도파관들 - 상기 하나 이상의 도파관들은 상기 도파관들로부터 광을 방출하도록 구성됨 - ; 및
- [0260] 상기 하나 이상의 도파관들로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 하나 이상의 도파관들에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0261] 상기 하나 이상의 광 방출기들은 제1 및 제2 컬러들에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성되고,
- [0262] 상기 도파관 기반 이미지 소스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제1 및 제2 컬러들의 상기 광이 상기 개개의 제1 및 제2 경로들을 따라 지향되고 상기 하나 이상의 도파관들 및 상기 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 및 제2 공간 위치들 상에 입사되도록 구성되고,
- [0263] 상기 도파관 기반 광 분배 시스템은:
- [0264] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 하나 이상의 도파관들로부터 광을 수신하도록 하나 이상의 제1 도파관들 및 상기 제1 경로에 대해 배치된, 자신광 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제1 도파관; 및
- [0265] 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 하나 이상의 도파관들로부터 광을 수신하도록 상기 하나 이상의 도파관들 및 상기 제2 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트를 갖는 제2 도파관을 포함하고,
- [0266] 상기 제1 및 제2 도파관들과 각각 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 상기 제1 및 제2 컬러들의

상기 광을 각각 수신하도록 상기 제1 및 제2 경로들을 따라 상기 제1 및 제2 공간 위치들에 각각 위치된다.

- [0267] 2. 제1 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0268] 3. 제2 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 WLED(white light emitting diode)들을 포함한다.
- [0269] 4. 제1 예 내지 제3 예 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 기반 이미지 소스는 제3 경로를 따라 제3 컬러의 광을 출력하도록 구성된다.
- [0270] 5. 제1 예 내지 제3 예 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 제3 컬러에 대응하는 스펙트럼 컴포넌트들을 포함하는 스펙트럼 분포를 갖는 광을 방출하도록 구성된다.
- [0271] 6. 제5 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 기반 이미지 소스는, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 제3 컬러의 상기 광이 상기 제1 경로 및 제2 경로들과 상이한 개개의 제3 경로를 따라 지향되어, 상기 제1, 제2 및 제3 컬러 광이 상기 하나 이상의 도파관들 및 공간 광 변조기로부터 일정 거리에 있는 개개의 제1 제2 및 제3 공간 위치들 상에 입사된다.
- [0272] 7. 제6 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 기반 광 분배 시스템은, 상기 공간 광 변조기에 의해 변조된 후에, 상기 도파관 기반 이미지 소스의 상기 하나 이상의 도파관들로부터 광을 수신하기 위해 상기 하나 이상의 도파관들 및 상기 제3 경로에 대해 배치된, 자신과 연관된 하나 이상의 인-커플링 광학 엘리먼트들을 갖는 제3 도파관을 포함하고, 상기 제3 도파관과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트는 상기 제3 컬러의 상기 광을 수신하기 위해 상기 제3 경로를 따라 상기 제3 공간 위치들에 위치된다.
- [0273] 8. 제7 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 제3 도파관과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 상기 제3 도파관으로 광을 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 제3 도파관 내에서 안내된다.
- [0274] 9. 제7 예 또는 제8 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 제3 도파관에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제3 도파관으로 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0275] 10. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 제1 및 제2 도파관들과 연관된 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 광을 상기 제1 및 제2 도파관들로 각각 터닝시키도록 구성되어, 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 제1 및 제2 도파관들 내에서 안내된다.
- [0276] 11. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 제1 및 제2 도파관들에 대한 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 내부 전반사에 의해 내부에서 안내되도록 광을 상기 제1 및 제2 도파관들로 각각 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0277] 12. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0278] 13. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 인-커플링 광학 엘리먼트들 중 하나 이상은 파장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0279] 14. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 도파관들은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 터닝시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 포함한다.
- [0280] 15. 제14 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 상기 도파관으로부터의 내부 전반사에 의해 상기 도파관 내에서 안내된 광을 방향전환시키도록 구성된 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0281] 16. 제14 예 또는 제15 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 회절 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 또는 메타표면들을 포함한다.
- [0282] 17. 제14 예 내지 제16 예 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 파장 선택 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0283] 18. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 기반 광 분배 시스템은 출사 동공

확장기를 포함한다.

- [0284] 19. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 머리 장착 디스플레이는 증강 현실 머리 장착 디스플레이 시스템을 포함하고, 상기 접안렌즈 엘리먼트의 상기 제1 및 제2 도파관들은 투명하다.
- [0285] [0141] **부가적인 예들**
- [0286] 1. 디스플레이 디바이스로서,
- [0287] 광원;
- [0288] 상기 광원으로부터 광을 수신하도록 상기 광에 대해 배치된 도파관 - 상기 도파관은 상기 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성된 아웃커플링 광학 엘리먼트를 포함함 - ; 및
- [0289] 상기 도파관들로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0290] 상기 아웃커플링 광학 엘리먼트는 볼륨 위상 격자를 포함한다.
- [0291] 2. 디스플레이 디바이스로서,
- [0292] 제1 스펙트럼 분포를 가지는 광원;
- [0293] 상기 광원으로부터 광을 수신하도록 상기 광에 대해 배치된 도파관 - 상기 도파관은 상기 도파관으로부터 광을 방출하도록 구성된 아웃커플링 광학 엘리먼트를 포함함 - ; 및
- [0294] 상기 도파관들로부터 방출된 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 상기 도파관에 대해 배치된 공간 광 변조기를 포함하고,
- [0295] 상기 아웃커플링 광학 엘리먼트는 액정을 포함한다.
- [0296] 3. 제2 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 아웃커플링 광학 엘리먼트는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0297] 4. 제2 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 아웃커플링 광학 엘리먼트는 액정 격자를 포함한다.
- [0298] 5. 제2 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 아웃커플링 광학 엘리먼트 것은 콜레스테릭 액정 격자를 포함한다.
- [0299] 6. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 디스플레이 디바이스는 이미지 콘텐츠를 제공하기 위해 증강 현실 머리 장착 디스플레이에 포함된다.
- [0300] 7. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 변조기로부터의 상기 광은 증강 현실 머리 장착 디스플레이의 접안렌즈로 지향된다.
- [0301] [0142] **예들에 대한 추가의 부가적인 변형들**
- [0302] 다음의 예들은 섹션들(예컨대, 섹션 1, 섹션 2, 섹션 3) 각각의 상기 예들 중 어느 한 예에 의존할 수 있다.
- [0303] 1. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 포인트 광원을 포함한다.
- [0304] 2. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 라인 광원을 포함한다.
- [0305] 3. 제2 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들은 실질적으로 선형 LED들의 어레이먼트를 포함한다.
- [0306] 4. 제3 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 실질적으로 선형 LED들의 어레이먼트는 마이크로렌즈 어레이와 연관된다.
- [0307] 5. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 광을 제1 도파관으로 지향시키는 광 가이드를 포함한다.
- [0308] 6. 제5 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 광 가이드는 제1 도파관의 경계 상에 배치되고, 반사 엘리먼트는 광 가이드의 하나의 경계를 따라 배치된다.

- [0309] 7. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 광은 제1 아웃커플링 엘리먼트를 통해 제1 도파관으로부터 아웃커플링된다.
- [0310] 8. 제7 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 아웃커플링 엘리먼트는 볼륨 위상 격자를 포함한다.
- [0311] 9. 제7 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 아웃커플링 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 격자를 포함한다.
- [0312] 10. 제7 예 내지 제9 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 아웃커플링 엘리먼트의 회절 효율은 하나 이상의 광 방출기들까지의 제1 아웃커플링 엘리먼트의 거리를 따라 변한다.
- [0313] 11. 제10 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 회절 효율은 하나 이상의 광 방출기들로부터의 거리가 증가함에 따라 단조적으로 감소한다.
- [0314] 12. 제7 예 내지 제11 예 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 아웃커플링 엘리먼트의 피치는 하나 이상의 광 방출기들까지의 제1 아웃커플링 엘리먼트의 거리를 따라 변한다.
- [0315] 13. 제8 예 내지 제12 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 아웃커플링 엘리먼트는 다수의 층들의 스택을 포함한다.
- [0316] 14. 제13 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 스택 내의 제1 층은 제1 도파관으로부터 제1 컬러의 광을 아웃커플링하도록 구성되고, 스택 내의 제2 층은 제1 도파관으로부터 제2 컬러의 광을 아웃커플링하도록 구성된다.
- [0317] 15. 제13 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 스택 내의 제1 층은 제1 컬러를 아웃커플링하도록 구성되고, 스택 내의 제2 층은 제1 컬러를 아웃커플링하도록 구성된다.
- [0318] 16. 제13 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 스택 내의 제1 층은 제1 각도로 제1 도파관의 경계에 부딪치는 광을 아웃커플링하도록 구성되고, 스택 내의 제2 층은 제2 각도로 제1 도파관의 경계에 부딪치는 광을 아웃커플링하도록 구성된다.
- [0319] 17. 제9 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 쿼터-웨이브 리타더는 공간 광 변조기와 제1 도파관 사이에 배치된다.
- [0320] 18. 제17 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 제2 쿼터-웨이브 리타더는 공간 광 변조기에 대향하는 도파관의 경계에 배치된다.
- [0321] 19. 상기 예들 중 어느 한 예에 따른 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 광 방출기들로부터의 광은 실질적으로 제1 도파관의 축으로부터 지향된다.
- [0322] 20. 제19 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 디스플레이 디바이스는 하나 이상의 광 방출기들과 제1 도파관 사이의 포커싱 광학기를 포함하지 않는다.
- [0323] 21. 상기 예들 중 어느 한 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 도파관은 실질적으로 웨지-형상이다.
- [0324] 22. 제21 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 웨지-형상의 제1 도파관은 제1 도파관의 경계로부터 반사되는 광의 각도를 변경하도록 구성된다.
- [0325] [0143] 혁신적인 양상들이 다양한 애플리케이션들에서 구현되거나 이들과 연관될 수 있고 따라서 광범위한 변형을 포함한다는 것이 고려된다. 예컨대, EPE들의 형상, 수, 및/또는 광학 파워에서의 변형들이 고려된다. 본원에 설명된 구조들, 디바이스들 및 방법들은 디스플레이들, 이를테면, 증강 및/또는 가상 현실에 사용될 수 있는 웨어러블 디스플레이들(예컨대, 머리 장착 디스플레이들)에서 특히 용도를 발견할 수 있다. 더 일반적으로, 설명된 실시예들은, 동적(이를테면, 비디오)이든 정적(이를테면, 스틸 이미지들)이든, 그리고 텍스처이든, 그래픽이든 또는 그림이든 이미지를 디스플레이하도록 구성될 수 있는 임의의 디바이스, 장치, 또는 시스템으로 구현될 수 있다. 그러나, 설명된 실시예들이 다양한 전자 디바이스들, 이를테면: 모바일 전화들, 멀티미디어 인터넷 인에이블드 셀룰러 전화들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 블루투스® 디바이스들, PDA(personal data assistant)들, 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS(global positioning system) 수신기들/내비게이터들, 카메라들, 디지털 미디어 플레이어들(이를테면, MP3 플레이어들), 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목 시계들, 클록(clock)들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평판 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들(예컨대, e-판독기들), 컴퓨터 모니터들, 자동차 디스플레이들(주행기록계 및 속도계 디스플레이들)

이들, 등을 포함함), 조종석 제어부들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(이를테면, 차량의 후방 뷰 카메라의 디스플레이), 전자 사진들, 전자 빌보드(billboard)들 또는 신호들, 프로젝터들, 건축 구조들, 마이크로파들, 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 레코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 와셔(washer)들, 드라이어들, 와셔/드라이어들, 파킹 미터들, 머리 장착 디스플레이들 및 다양한 이미징 시스템들(그러나 이에 제한되지 않음)에 포함되거나 이들과 연관될 수 있다는 것이 고려된다. 따라서, 교시들은 도면들에만 묘사된 실시예들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 대신 당업자에게 쉽게 자명할 넓은 응용성을 가진다.

[0326] [0144] 본 개시내용에서 설명된 실시예들에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 자명할 수 있으며, 본원에서 정의된 일반적인 원리들은 본 개시내용의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 청구항들은 본원에 도시된 실시예들로 제한되도록 의도되지 것이 아니라, 본원에 개시된 본 개시내용, 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다. "예시적인"이란 단어는, "예, 경우 또는 예시로서 기능하는" 것을 의미하도록 본원에서 배타적으로 사용된다. "예시적인" 것으로서 본원에서 설명되는 어떠한 실시예도 다른 실시예들에 비해 바람직하거나 또는 유리한 것으로 해석될 필요는 없다. 부가적으로, 당업자는, "상부" 및 "하부", "위" 및 "아래" 등의 용어들이 때때로 도면들을 설명하는 것을 용이하게 하기 위해 사용되고 그리고 적당하게 배향된 페이지 상에서 도면의 배향에 대응하는 상대적 포지션들을 표시하고, 그리고 이들 구조들이 구현될 때 본원에 설명된 구조들의 적절한 배향을 반영하지 않을 수 있다는 것을 인지할 것이다.

[0327] [0145] 별개의 실시예들의 맥락에서 본 명세서에 설명된 소정의 특징들은 또한, 단일 실시예의 결합으로 구현될 수 있다. 대조적으로, 단일 실시예의 맥락에서 설명된 다양한 특징들은 또한, 별개로 다수의 실시예들로 또는 임의의 적절한 서브조합으로 구현될 수 있다. 또한, 특징들이 소정의 결합들에서 동작하는 것으로 위에서 설명되고 심지어 초기에는 그와 같이 청구될 수도 있지만, 청구된 결합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우들에서, 그 결합으로부터 삭제될 수 있으며, 청구된 결합은 서브결합 또는 서브결합의 변동으로 안내될 수 있다.

[0328] [0146] 유사하게, 동작들이 특정한 순서로 도면들에 도시될 수 있지만, 원하는 결과들을 달성하기 위해, 그러한 동작들이 도시된 특정한 순서 또는 순차적인 순서로 수행될 필요가 없거나, 모든 예시된 동작들이 수행될 필요가 없다는 것이 이해되어야 한다. 추가로, 도면들은 흐름도의 형태로 하나 이상의 예시적인 프로세스들을 개략적으로 도시할 수 있다. 그러나, 도시되지 않은 다른 동작들이, 개략적으로 예시된 예시적인 프로세스들에 통합될 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 부가적인 동작들은, 예시된 동작들 중 임의의 동작 이전, 이후, 그와 동시에, 또는 그 사이에서 수행될 수 있다. 소정의 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 실시예들에서의 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 실시예들에서 그러한 분리를 요구하는 것으로서 이해되지는 않아야 하며, 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로, 단일 소프트웨어 제품에 함께 통합되거나 다수의 소프트웨어 제품들에 패키징될 수 있음이 이해되어야 한다. 부가적으로, 다른 실시예들은 다음의 청구항들의 범위 내에 있다. 일부 경우들에서, 청구항들에서 열거된 액션들은, 상이한 순서로 수행될 수 있으며, 그럼에도 불구하고 원하는 결과들을 달성할 수 있다.

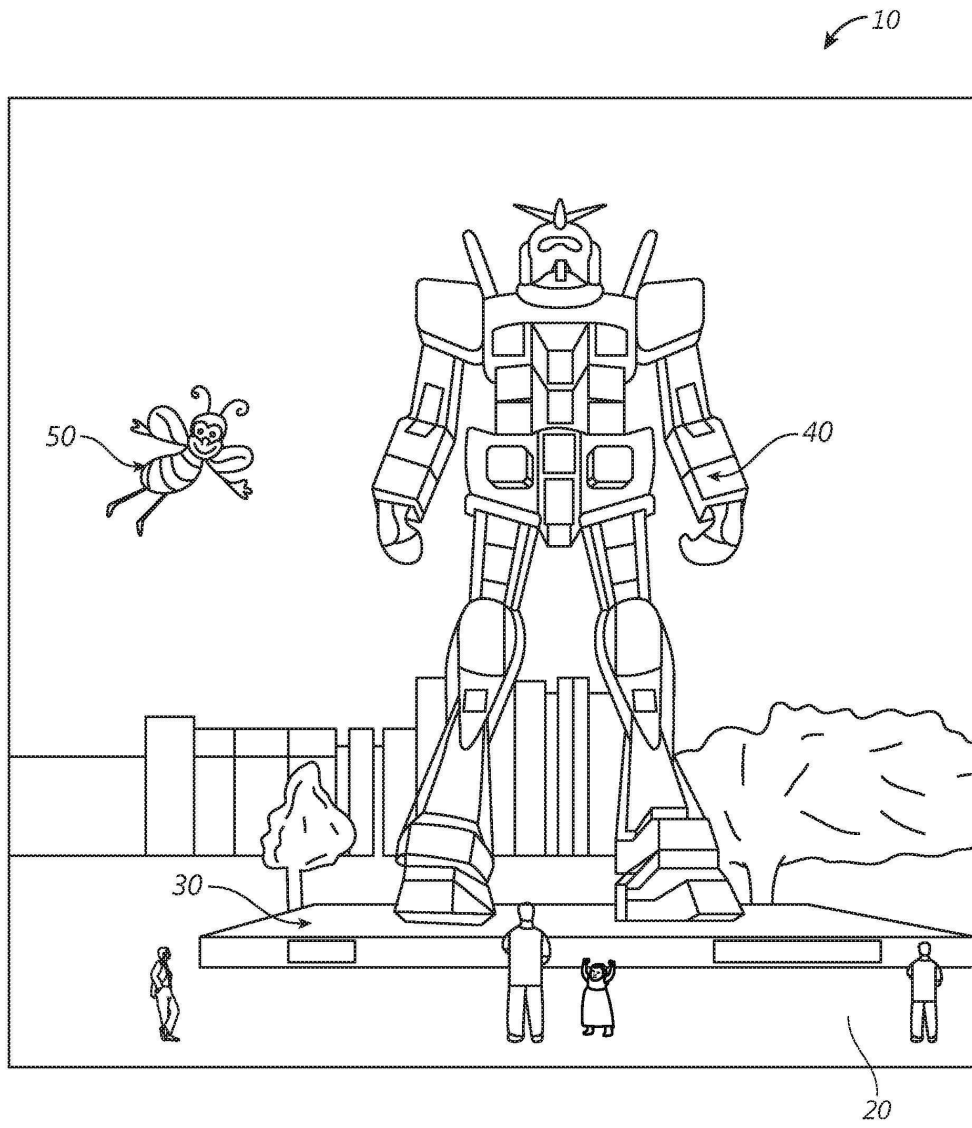
[0329] [0147] 본 발명의 다양한 예시적인 실시예들이 본원에서 설명된다. 비-제한적인 의미로 이들 예들에 대한 참조가 이루어진다. 그 예들은, 본 발명의 더 넓게 적용 가능한 양상들을 예시하기 위해 제공된다. 다양한 변화들이 설명된 발명에 대해 행해질 수 있으며, 등가물들이 본 발명의 실제 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 대체될 수 있다. 부가적으로, 다수의 수정들은, 특정 상황, 재료, 재료의 조성, 프로세스, 프로세스 동작(들) 또는 단계(들)를 본 발명의 목적(들), 사상 또는 범위에 적용시키도록 행해질 수 있다. 추가로, 본원에서 설명되고 예시된 개별 변동들 각각은, 본 발명들의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 여러 개의 실시예들 중 임의의 실시예의 특징들로부터 쉽게 분리될 수 있거나 이들과 결합될 수 있는 이산 컴포넌트들 및 특징들을 갖는다는 것이 당업자들에 의해 인지될 것이다. 그러한 모든 수정들은, 본 개시내용과 연관된 청구항들의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

[0330] [0148] 본 발명은, 본 발명의 디바이스들을 사용하여 수행될 수 있는 방법들을 포함한다. 방법들은, 그러한 적절한 디바이스를 제공하는 동작을 포함할 수 있다. 그러한 제공은 최종 사용자에게 의해 수행될 수 있다. 다시 말해서, "제공하는" 동작은 단지, 최종 사용자가 본 발명의 방법에서 필수적인 디바이스를 제공하도록 획득, 액세스, 접근, 포지셔닝, 셋-업, 활성화, 파워-업 또는 달리 동작하는 것을 요구한다. 본원에서 인용된 방법들은, 논리적으로 가능한 임의의 순서의 인용된 이벤트들뿐만 아니라 인용된 순서의 이벤트들로 수행될 수 있다.

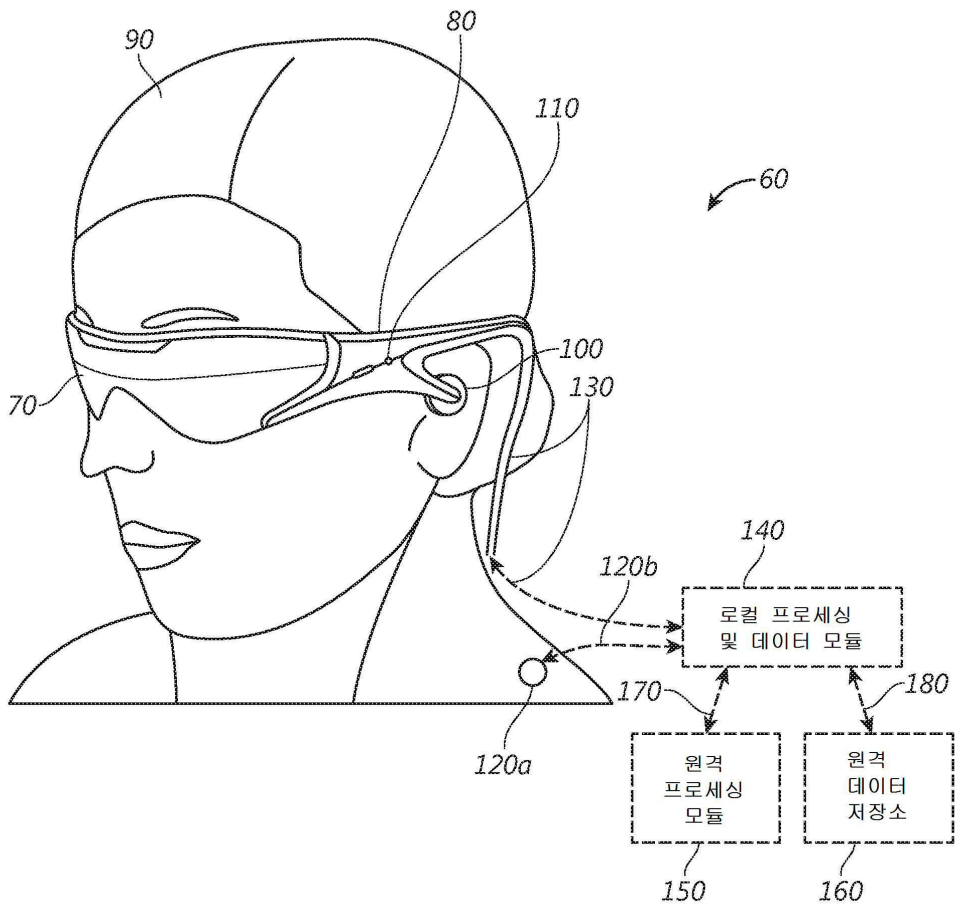
- [0331] [0149] 본 발명의 예시적인 양상들은, 재료 선택 및 제조에 대한 세부사항들과 함께 위에서 기술되었다. 본 발명의 다른 세부사항들에 대해, 이들은, 위에서-참조된 특허들 및 공개공보들과 관련하여 인지될 뿐만 아니라 당업자들에 의해 일반적으로 알려지거나 인지될 수 있다. 이들은 공통적으로 또는 논리적으로 이용되는 바와 같은 부가적인 동작들의 관점에서 본 발명의 방법-기반 양상들에 적용될 수 있다.
- [0332] [0150] 부가적으로, 본 발명이 다양한 피처들을 선택적으로 포함하는 여러 개의 예들을 참조하여 설명되었지만, 본 발명은, 본 발명의 각각의 변동에 대해 고려된 바와 같이 설명되거나 표시된 것으로 제한되지 않을 것이다. 다양한 변화들이 설명된 발명에 대해 행해질 수 있으며, (본원에서 인용되었는지 또는 일부 간략화를 위해 포함되지 않았는지 여부에 관계없이) 등가물들이 본 발명의 실제 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 대체될 수 있다. 부가적으로, 다양한 값들이 제공되는 경우, 그 범위의 상한과 하한 사이의 모든 각각의 개재 값 및 그 언급된 범위 내의 임의의 다른 언급된 또는 개재 값이 본 발명 내에 포함되는 것으로 해석된다.
- [0333] [0151] 또한, 설명된 본 발명의 변동들의 임의의 선택적인 피처가 본원에 설명된 피처들 중 임의의 하나 이상에 독립적으로 또는 그에 결합하여 기술되고 청구될 수 있다는 것이 고려된다. 단수 아이템에 대한 참조는, 복수의 동일한 아이템들이 존재하는 가능성을 포함한다. 보다 구체적으로, 본원 및 본원에 연관된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 형태들은, 명확하게 달리 언급되지 않으면 복수의 지시 대상들을 포함한다. 다시 말해서, 단수들의 사용은 본 개시내용과 연관된 청구항들뿐 아니라 위의 설명의 청구대상 아이템 중 "적어도 하나"를 허용한다. 이 청구항들이 임의의 선택적인 엘리먼트를 배제하도록 작성될 수 있다는 것에 추가로 주의한다. 따라서, 이런 서술은 청구항 엘리먼트들의 나열과 관련하여 "오로지", "오직" 등 같은 그런 배타적인 용어의 사용, 또는 "부정적" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다.
- [0334] [0152] 그런 배타적 용어의 사용 없이, 본 개시내용과 연관된 청구항들에서 "포함하는"이라는 용어는, 주어진 수의 엘리먼트들이 그런 청구항들에 열거되는지, 또는 특징의 부가가 그 청구항들에 기술된 엘리먼트의 성질을 변환하는 것으로 간주될 수 있는지 여부에 무관하게 임의의 부가적인 엘리먼트의 포함을 허용할 수 있다. 본원에 구체적으로 정의된 바를 제외하고, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 청구항 유효성을 유지하면서 가능한 한 일반적으로 이해되는 의미로 넓게 제공되어야 한다.
- [0335] [0153] 본 발명의 범위는 제공된 예들 및/또는 본원 명세서로 제한되는 것이 아니라, 오히려 본 개시내용과 연관된 청구항 문언의 범위에 의해서만 제한된다.

도면

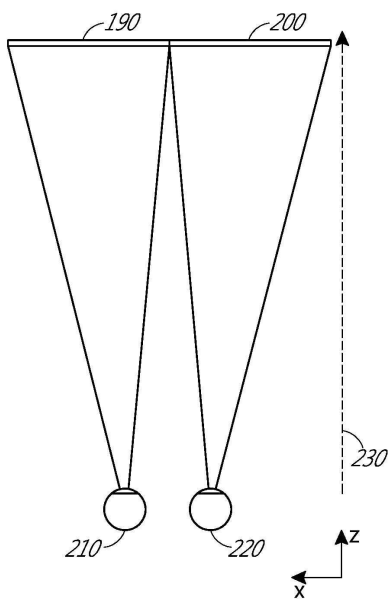
도면1



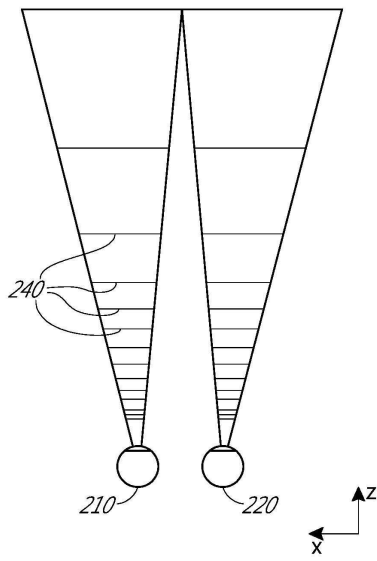
도면2



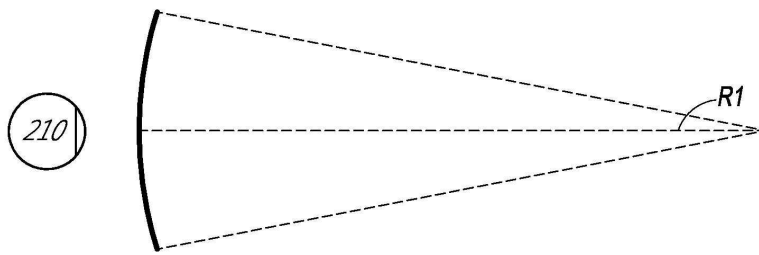
도면3



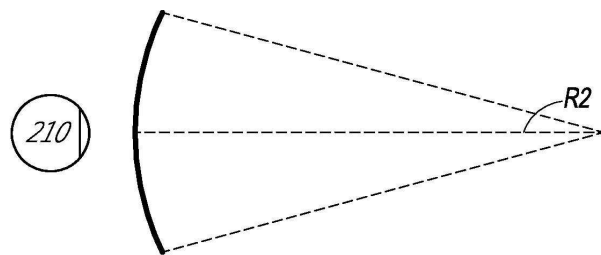
도면4



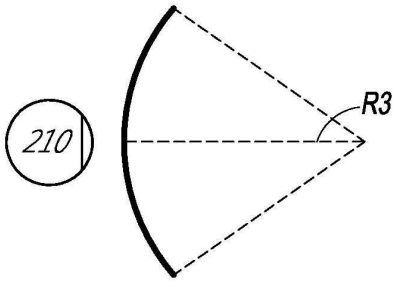
도면5a



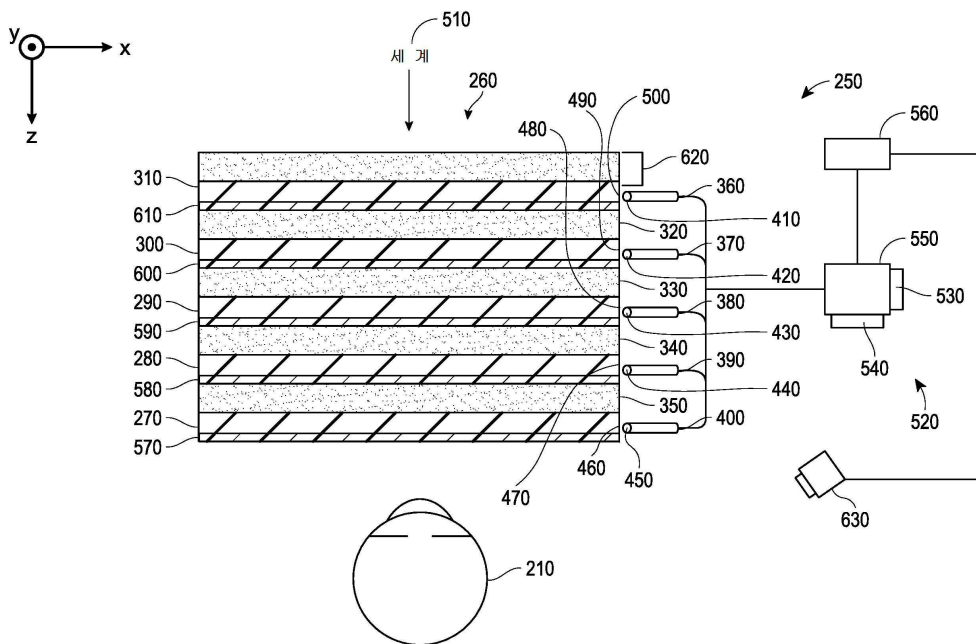
도면5b



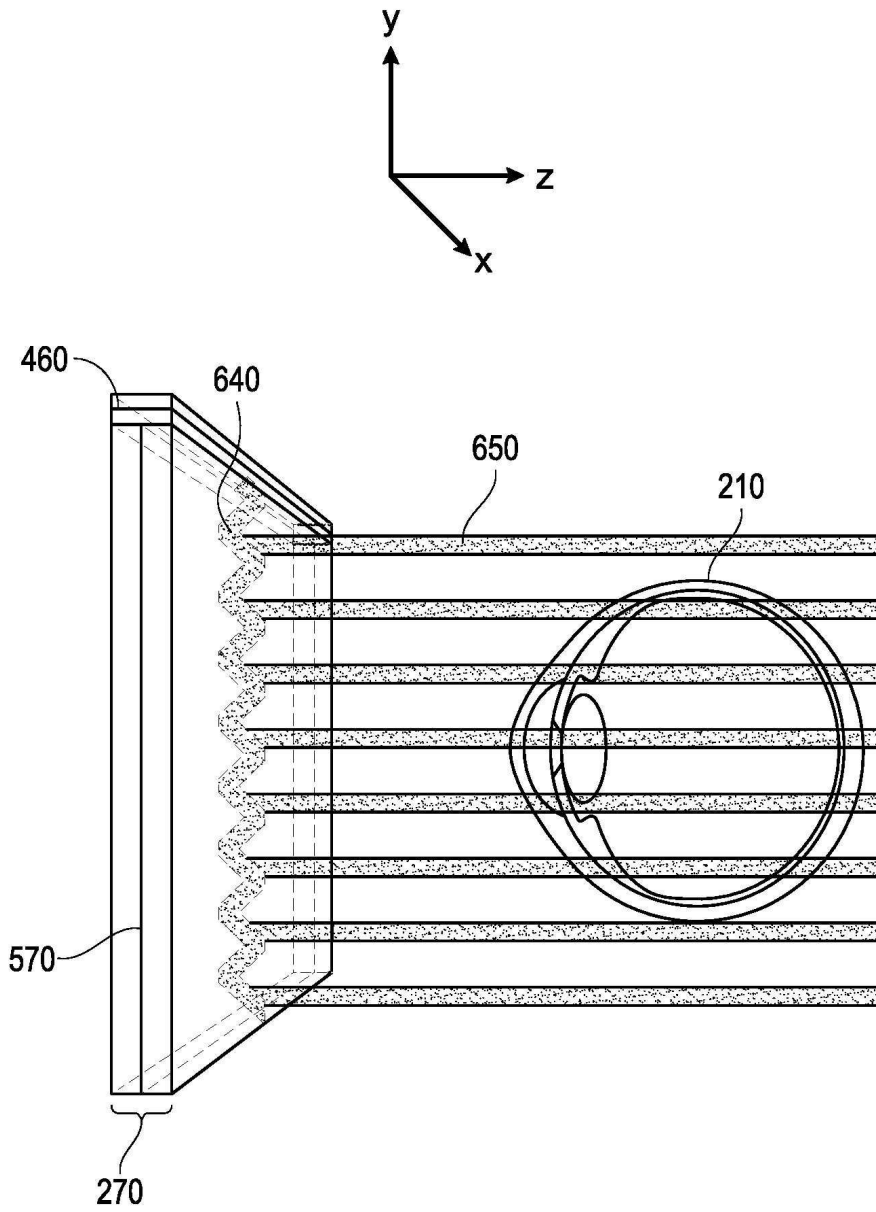
도면5c



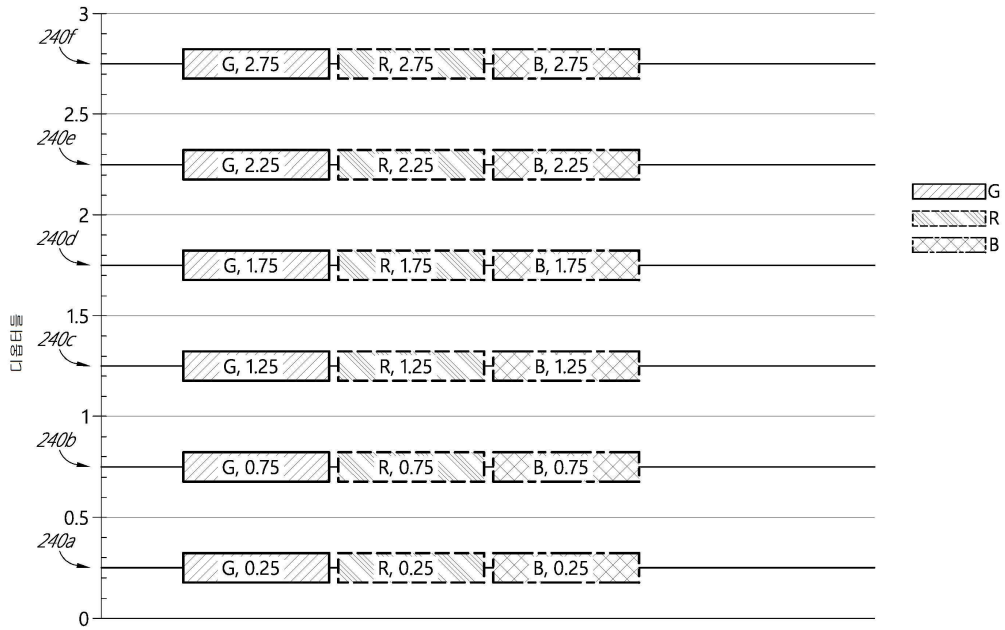
도면6



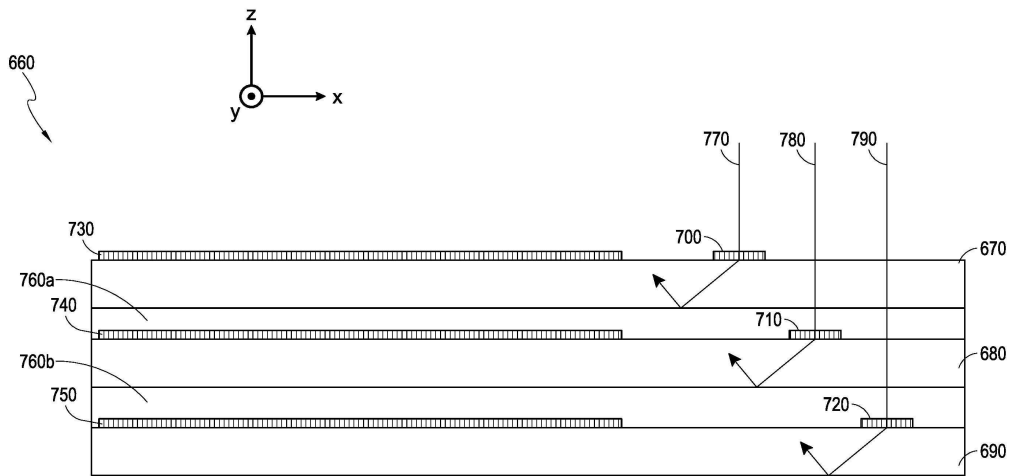
도면7



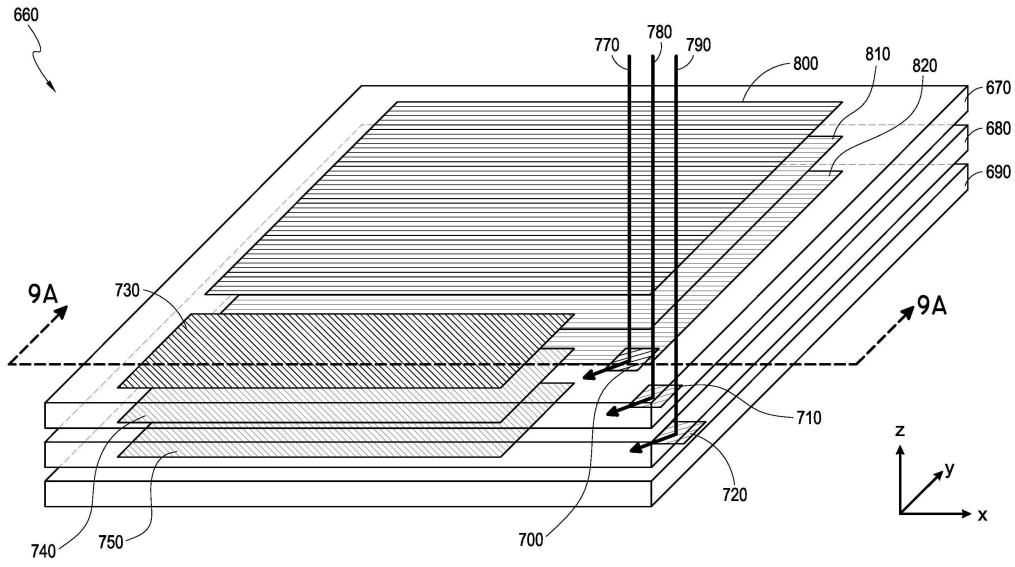
도면8



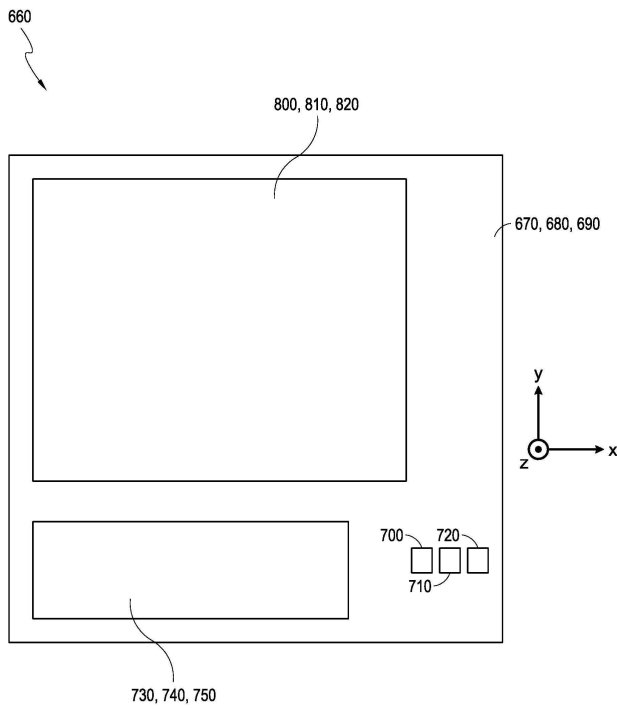
도면9a



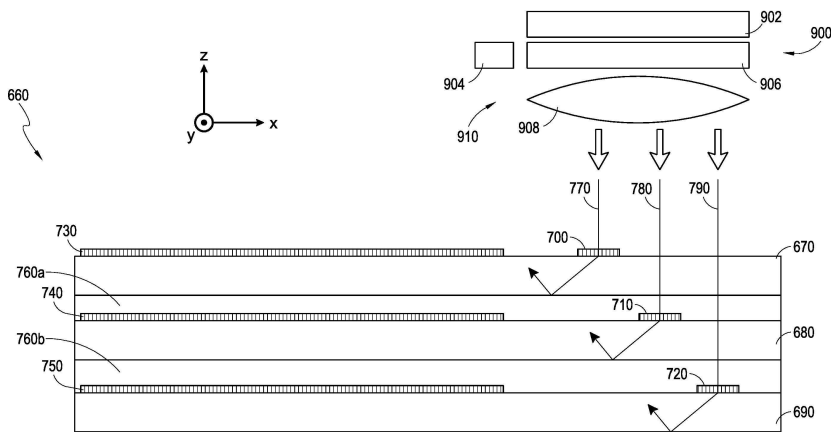
도면9b



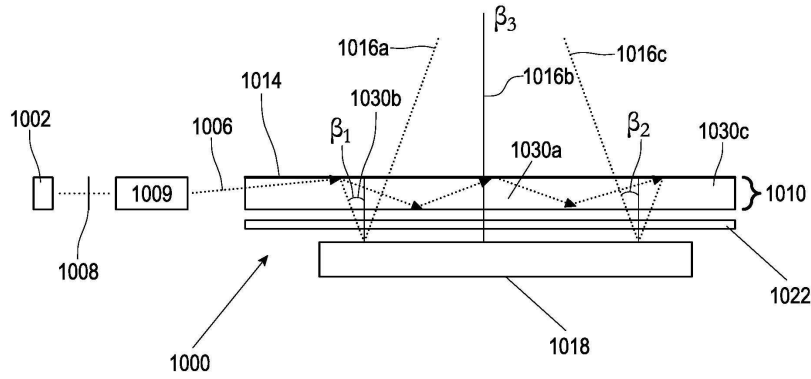
도면9c



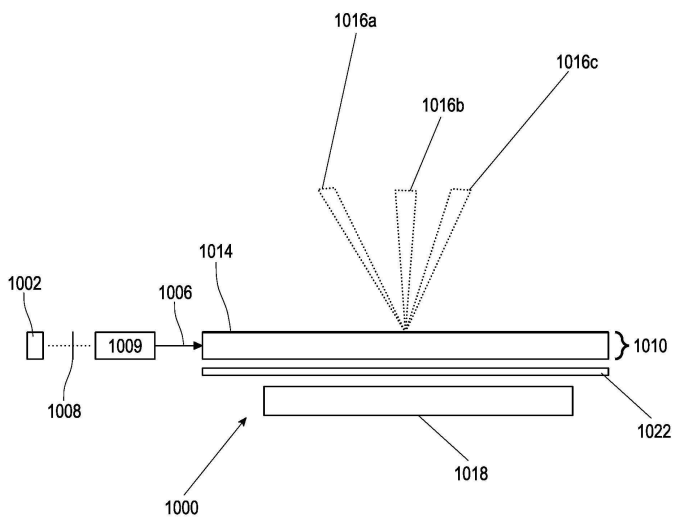
도면9d



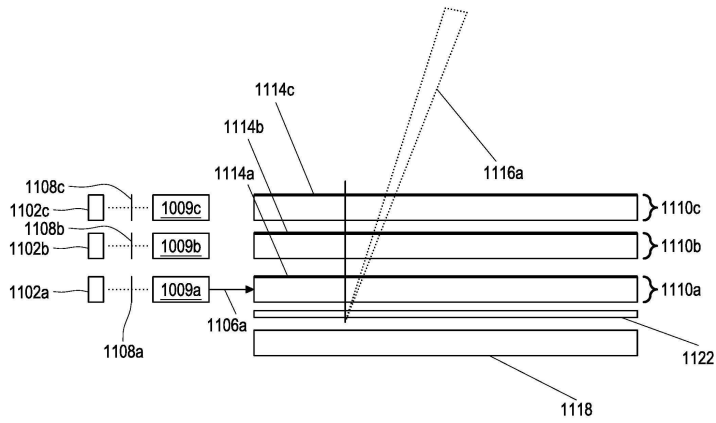
도면10a



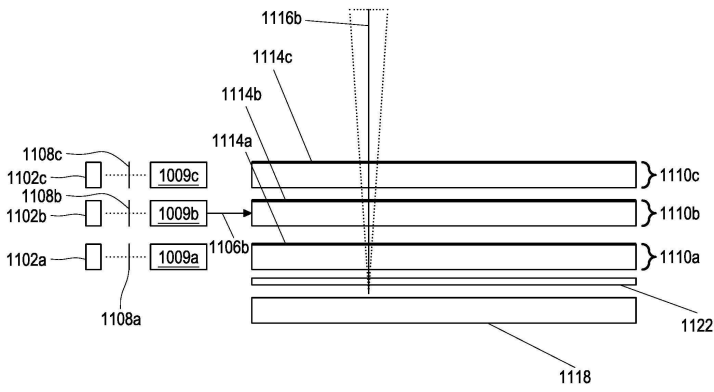
도면10b



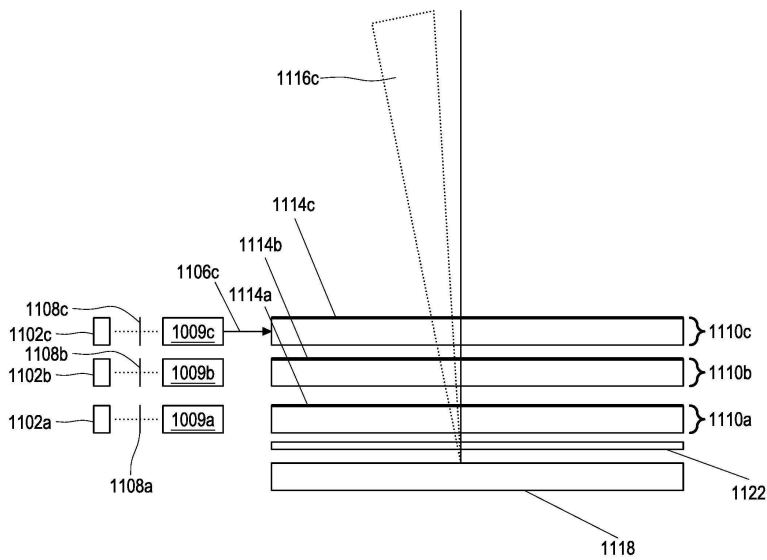
도면11a



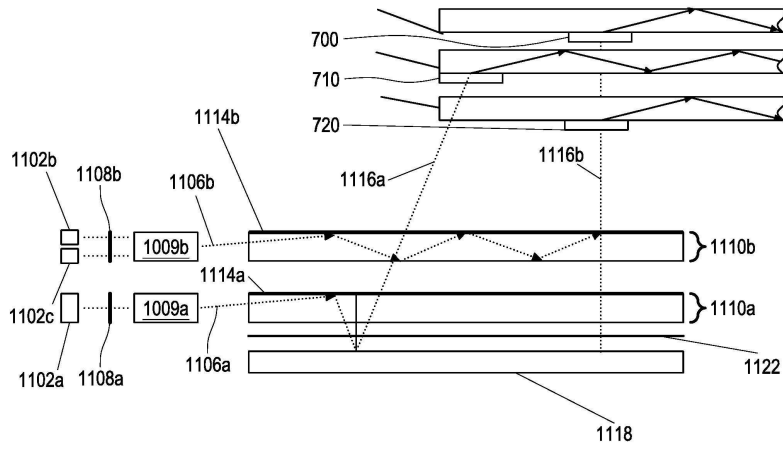
도면11b



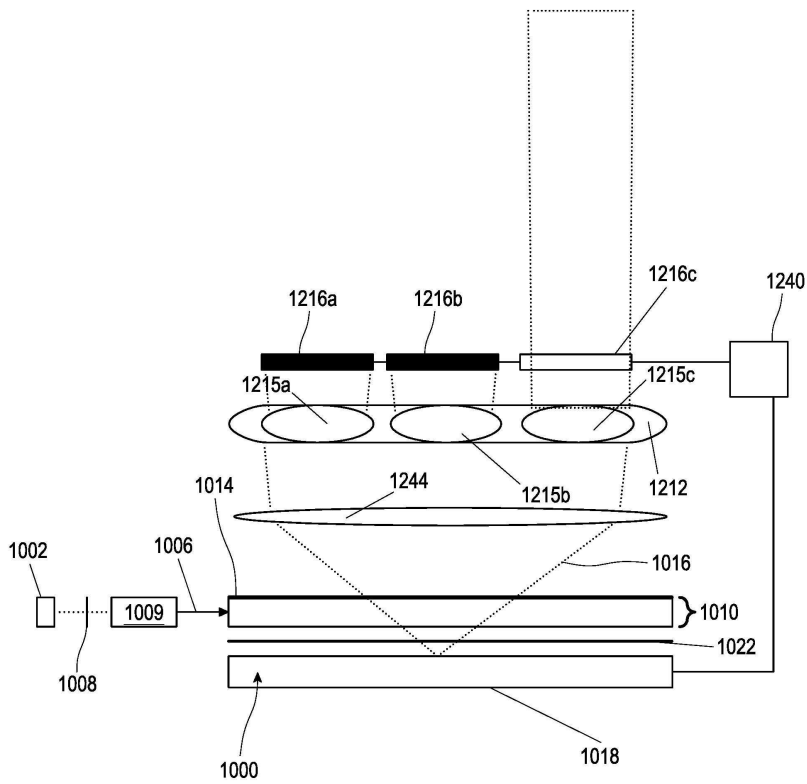
도면11c



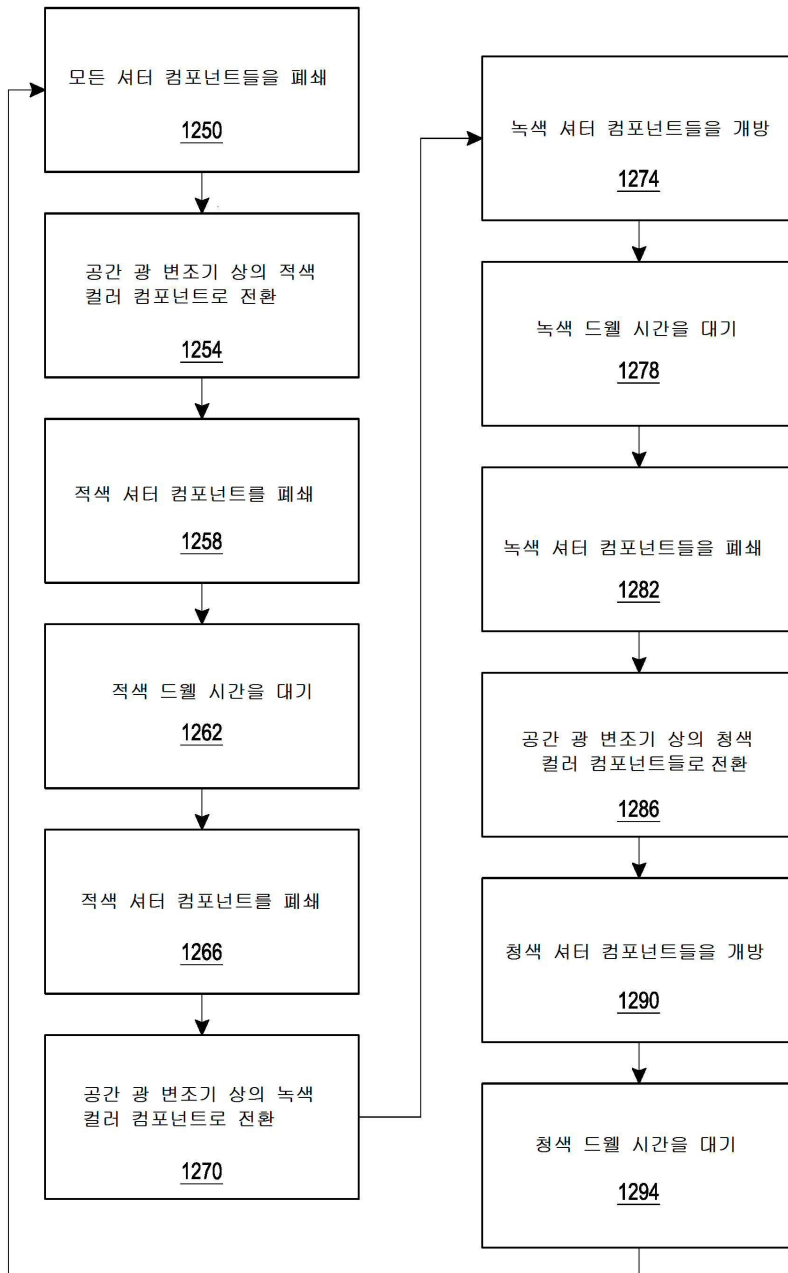
도면11d



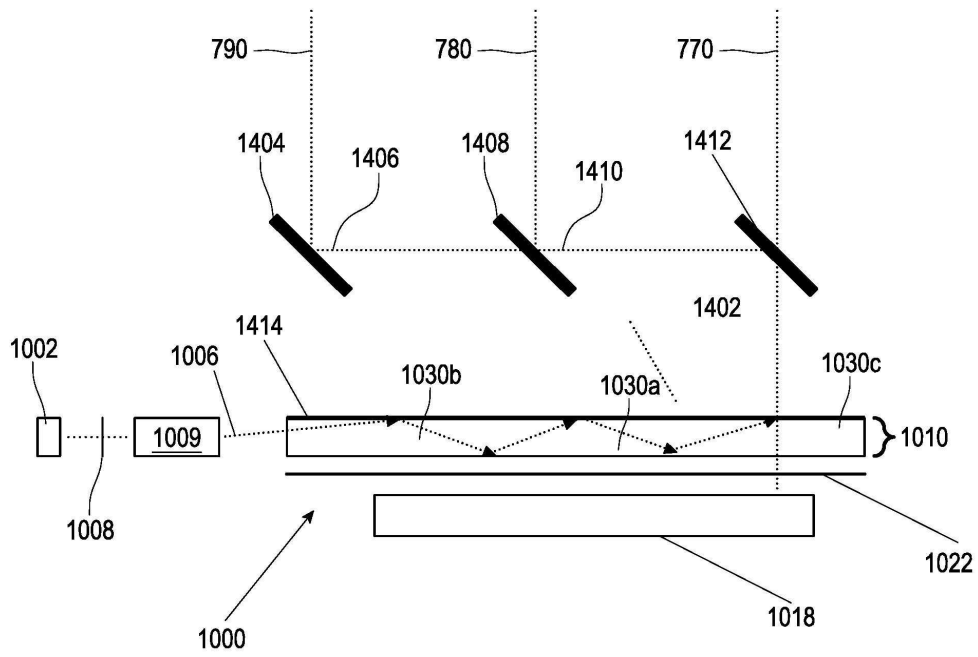
도면12a



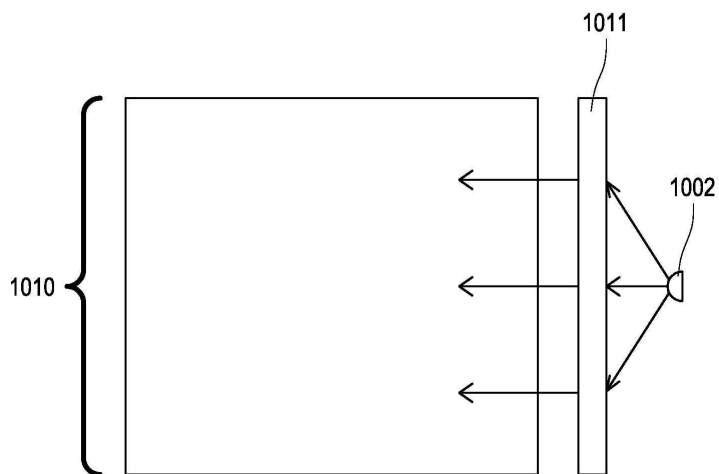
도면12b



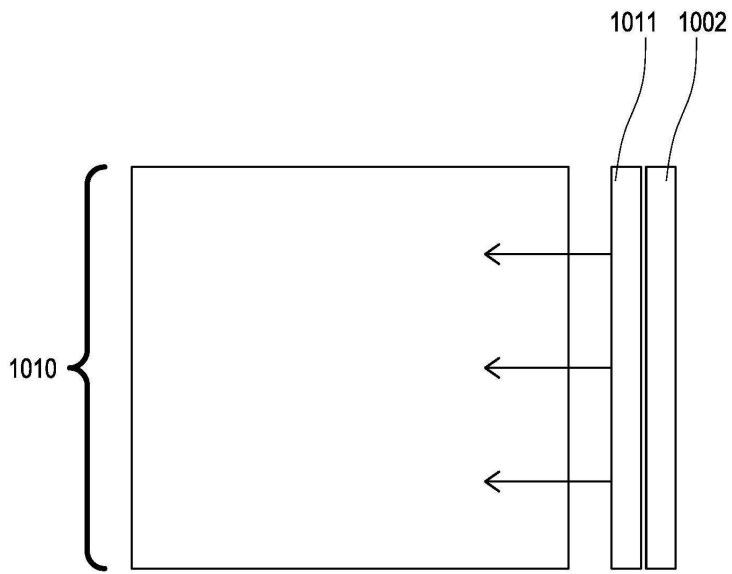
도면13



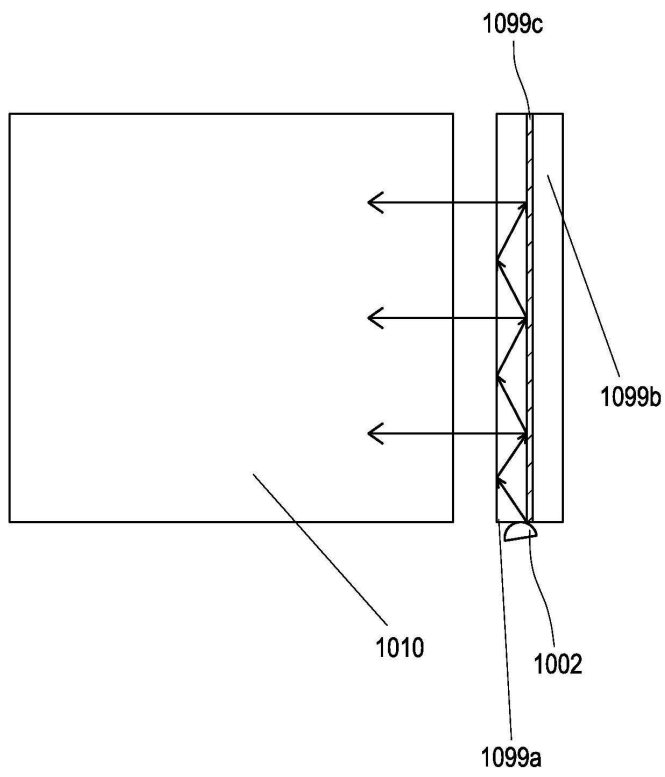
도면14a



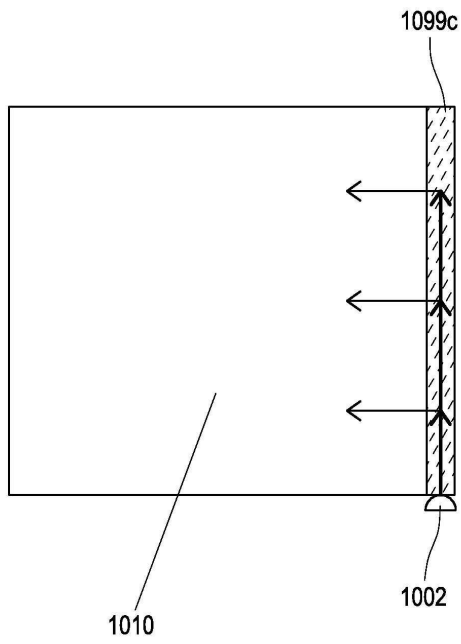
도면14b



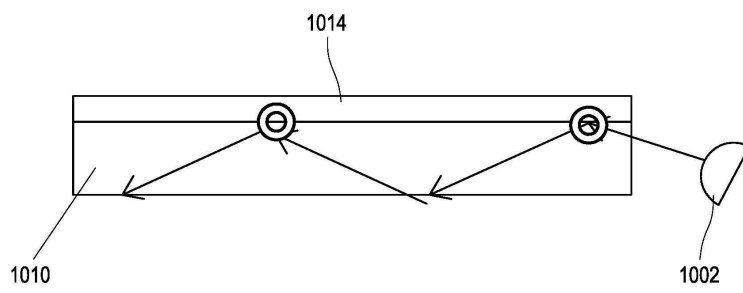
도면14c



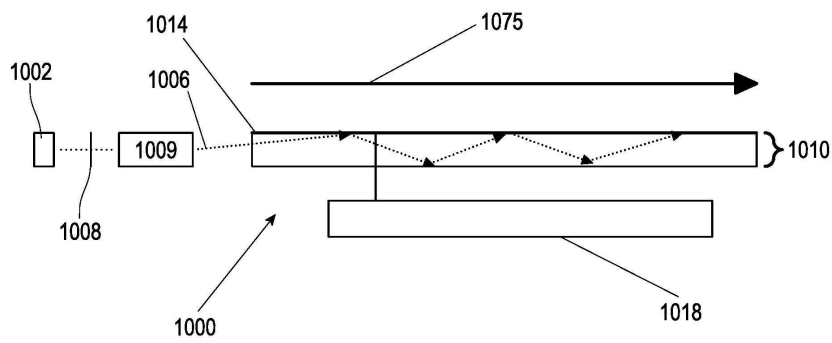
도면14d



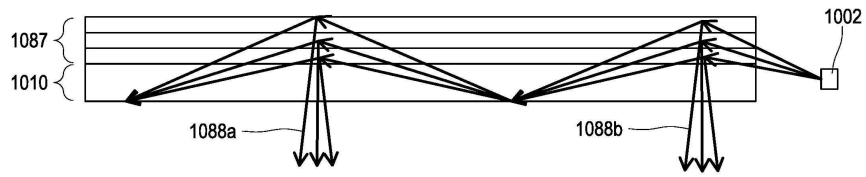
도면14e



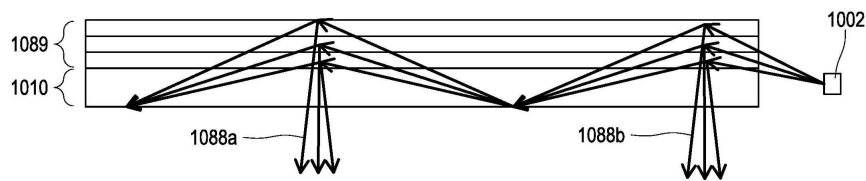
도면15a



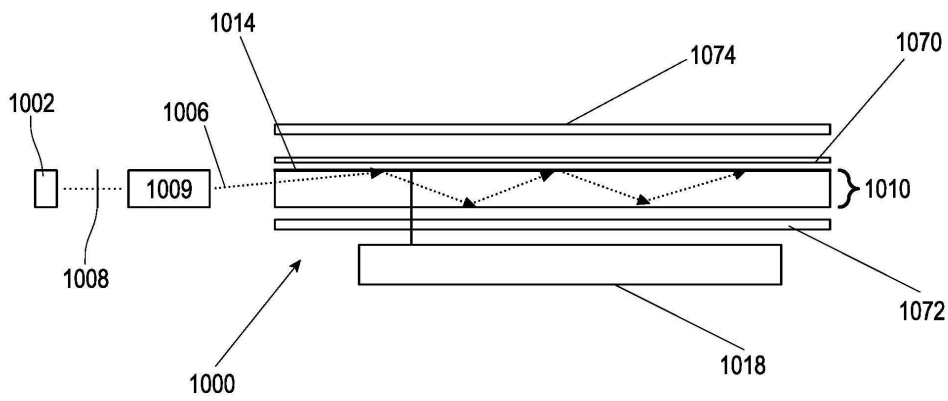
도면15b



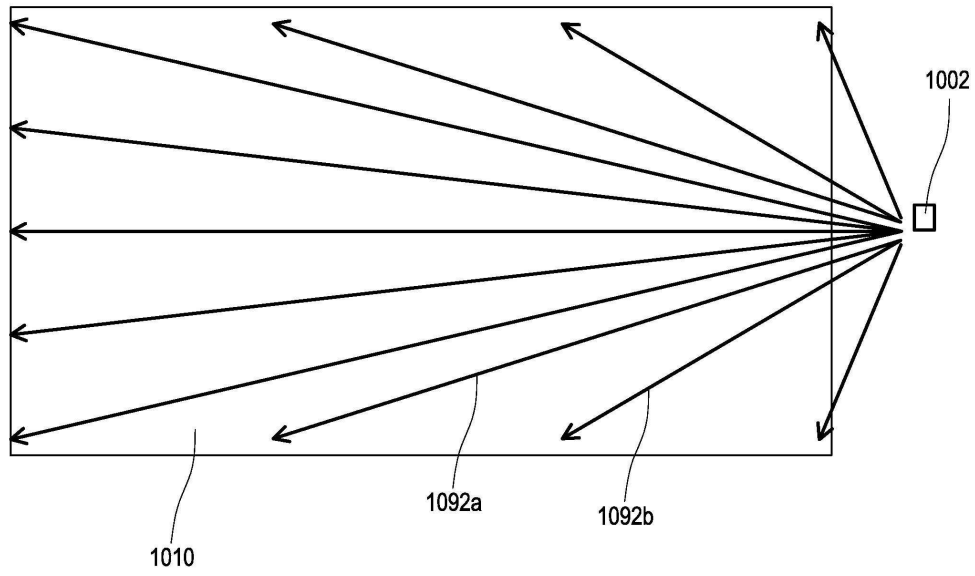
도면15c



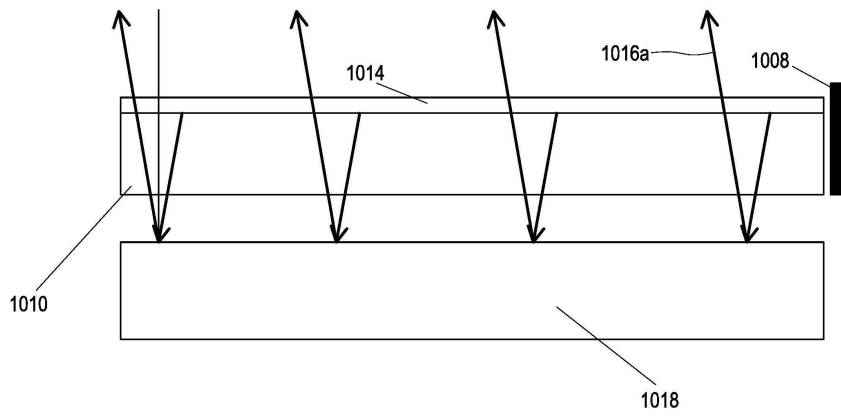
도면16



도면17a



도면17b



도면18

