



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월15일
 (11) 등록번호 10-2579249
 (24) 등록일자 2023년09월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G02B 27/01 (2006.01) F21V 8/00 (2016.01)
 G02B 27/00 (2020.01) G02B 27/14 (2006.01)
 G02B 30/00 (2020.01) G02B 5/30 (2022.01)
 G02F 1/137 (2019.01) G03B 21/00 (2015.01)
 G06F 3/01 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
 G09G 3/24 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 G02B 27/0172 (2013.01)
 G02B 27/0093 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7030638
- (22) 출원일자(국제) 2018년03월21일
 심사청구일자 2021년03월19일
- (85) 번역문제출일자 2019년10월17일
- (65) 공개번호 10-2019-0126411
- (43) 공개일자 2019년11월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/023647
- (87) 국제공개번호 WO 2018/175649
 국제공개일자 2018년09월27일
- (30) 우선권주장
 62/474,591 2017년03월21일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2002228971 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (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
린, 웨이 첸
 대만 가오슝 가오슝 엑스포트 프로세싱 존 넘버 1
 센트럴 6 로드
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 33 항

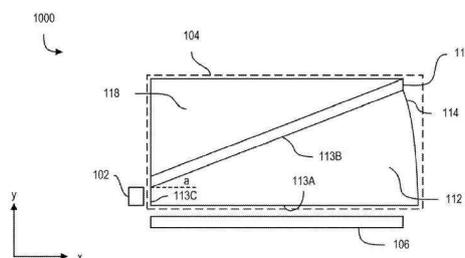
심사관 : 김창섭

(54) 발명의 명칭 공간 광 변조기들을 조명하기 위한 방법들, 디바이스들, 및 시스템들

(57) 요약

광학 디바이스는, 수평 축에 평행한 제1 표면 및 제1 표면 맞은편의 제2 표면을 갖는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함할 수 있으며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 웨지 각도만큼 수평 축에 대해 경사진다. 다수의 광 방출기들을 포함하는 광 모듈은 방출기들로부터의 광을 결합시키도록 구성될 수 있다. 광 입력 표면은 제1 표면과 제2 표면 사이에 있고, 방출기들로부터 방출되는 광을 수신한다. 엔드 반사기는 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된다. 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편 측의 높이 미만하도록 경사질 수 있다. 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은, 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고/또는 제2 표면으로부터 제1 표면을 향해 반사될 수 있다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

G02B 27/0103 (2013.01)
G02B 27/141 (2013.01)
G02B 30/26 (2020.01)
G02B 5/3016 (2013.01)
G02B 6/0076 (2013.01)
G02F 1/137 (2019.01)
G03B 21/00 (2020.05)
G06F 3/012 (2013.01)
G06T 19/00 (2013.01)

(72) 발명자

정, 현선

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

트리스나디, 자자 아이.

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

칼라일, 클린톤

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

커티스, 케빈 리차드

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

오, 철우

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
불러바드 7500

명세서

청구범위

청구항 1

증강 현실 이미지 콘텐츠를 사용자의 시계(vision field)에 디스플레이하기 위해 상기 사용자의 눈에 광을 투사하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,

상기 머리 장착 디스플레이 시스템은:

상기 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;

상기 프레임 상에 배치된 접안렌즈(eyepiece) - 상기 접안렌즈의 적어도 일부는 투명하며 그리고 상기 사용자가 상기 머리 장착 디스플레이를 착용할 때 상기 사용자의 눈 앞 위치에 배치되어, 상기 투명한 부분이 상기 사용자 앞의 환경의 뷰(view)를 제공하기 위해 상기 사용자 앞의 환경으로부터 상기 사용자의 눈으로 광을 투과시키며, 상기 접안렌즈는 상기 사용자의 눈으로 광을 지향시키도록 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함함 -;

광을 방출하도록 구성된 광 소스;

웨이-형상 광 터닝 엘리먼트(wedge-shaped light turning element) - 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는:

축에 평행한 제1 표면;

상기 제1 표면 맞은편에 있고 상기 축에 대해 웨지 각도(wedge angle)(α)만큼 경사진 제2 표면;

상기 광 소스로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 상기 제1 표면과 상기 제2 표면 사이의 광 입력 표면; 및

상기 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기(end reflector)를 포함하며,

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제2 표면은, 상기 광 입력 표면의 높이가 상기 광 입력 표면 맞은편의 상기 엔드 반사기의 높이 미만이도록 그리고 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 상기 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 제2 표면에 의해 상기 제1 표면을 향해 재지향되도록 경사져 있음 -; 및

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 대해, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트로부터 방출되는 광을 수신하고 그 광을 변조시키도록 배치된 공간 광 변조기(spatial light modulator)

를 포함하고,

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 접안렌즈에 대해, 변조된 광을 상기 접안렌즈의 상기 하나 이상의 도파관들로 지향시키도록 배치되어, 상기 변조된 광이 상기 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 상기 사용자의 눈으로 지향되며,

상기 공간 광 변조기는 반사성 공간 광 변조기이고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 상기 공간 광 변조기로부터 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 통해 반사되는 광을 투과시키도록 구성되고,

상기 엔드 반사기는 곡면형 반사기(curved reflector)를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 상기 제2 표면 상에 편광 선택 엘리먼트(polarization selective element)를 포함하고, 상기 편광 선택 엘리먼트는 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 상기 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 상기 제2 표면 상에 배치된 복수의 터닝 피처(turning feature)들을 포함하

고, 상기 복수의 터닝 피쳐들은 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 상기 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 4

제3 항에 있어서,
상기 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서,
상기 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 6

제3 항에 있어서,
상기 복수의 터닝 피쳐들은 상기 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 상기 광의 일부를 상기 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 7

제6 항에 있어서,
상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 상기 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 상기 광의 일부를 투과시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 8

제3 항에 있어서,
상기 복수의 터닝 피쳐들은 프리즘 터닝 피쳐(prismatic turning feature)들을 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 9

제3 항에 있어서,
상기 복수의 터닝 피쳐들 중 일 터닝 피쳐는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 상기 제1 부분은 상기 제1 부분에 반사 코팅을 가지며, 상기 제2 부분은 상기 반사 코팅을 갖지 않는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 10

제9 항에 있어서,
상기 제1 부분 및 상기 제2 부분은 제1 패싯(facet) 및 제2 패싯을 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 11

제9 항에 있어서,
상기 반사 코팅은 유전체 반사 코팅을 포함할 수 있는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 12

제9 항에 있어서,
상기 반사 코팅은 편광 코팅을 포함할 수 있는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 13

제3 항에 있어서,

상기 복수의 터닝 피쳐들은 곡면들(curved surfaces)을 갖는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 복수의 터닝 피쳐들은 포지티브 광 파워(positive optical power)를 갖도록 형성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 복수의 터닝 피쳐들은 네거티브 광 파워(negative optical power)를 갖도록 형성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 16

제3 항에 있어서,

상기 복수의 터닝 피쳐들은 20 내지 200 마이크로미터의 피치(pitch)를 갖는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 17

삭제

청구항 18

제1 항에 있어서,

상기 엔드 반사기는 구면(spherical) 또는 포물면(parabolic) 미러를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 19

제1 항에 있어서,

상기 엔드 반사기는 상기 광 소스로부터의 광을 시준하고 상기 시준된 광을 상기 제2 표면으로 지향시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 20

삭제

청구항 21

제1 항에 있어서,

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 의해 유발되는 굴절을 보상하도록 구성된, 상기 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 22

제21 항에 있어서,

상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제2 표면으로부터의 광의 휨(bending)을 감소시키도록 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 보완하는 형상을 갖는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 23

제21 항에 있어서,

상기 굴절 광학 엘리먼트는 웨지 형상을 갖는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 24

제3 항에 있어서,

상기 광 소스는, 상기 광 입력 표면에 대해, 상기 광 입력 표면을 통해 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 상기 광 소스로부터의 광이 상기 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 상기 제1 표면에 대한 법선(normal)에 대해 ± 10 도 범위 내의 각도에서 상기 제1 표면을 향해 재지향되도록 배치되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 25

제1 항에 있어서,

상기 엔드 반사기는 상기 엔드 반사기에 입사되는 상기 광 소스로부터의 광을 시준하도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 26

제1 항에 있어서,

상기 접안렌즈 내 하나 이상의 도파관들은 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트(incoupling optical element)들을 포함하고,

상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들에 대해, 상기 공간 광 변조기로부터의 광을 그 내부로 지향시키도록 배치되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 27

제1 항에 있어서,

상기 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그램들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조(reflective holographic structure)를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 28

제1 항에 있어서,

상기 광 소스는 광섬유를 통해 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면과 광 통신(optical communication)하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 29

제2 항에 있어서,

상기 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정(cholesteric liquid crystal)을 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 30

제29 항에 있어서,

상기 편광 선택 엘리먼트는 다수의 액정 층들을 포함하고, 상이한 액정 층들은 상이한 파장들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 파장들을 회절시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 31

제1 항에 있어서,

상기 광 소스는:

제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트(dichroic beam combiner element) 및 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하는 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트; 및

복수의 광 방출기들

을 포함하고,

상기 복수의 광 방출기들은:

적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 제1 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제1 광 방출기; 및

상기 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 제2 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제2 광 방출기

를 포함하며,

상기 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 상기 제1 컬러의 광 및 상기 제2 컬러의 광을 결합시키도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 32

제31 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 하나 이상의 프리즘들, 큐브 프리즘들, 직사각형 프리즘들, 마이크로-프리즘들 또는 빔 결합기 플레이트들 중 적어도 하나를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 33

제31 항에 있어서,

상기 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 또는 상기 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트 중 적어도 하나는, 하나 이상의 이색성 반사기들, 이색성 미러들, 이색성 필름들, 이색성 코팅들 또는 파장 선택 필터들 중 적어도 하나를 포함하는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 34

제1 항에 있어서,

상기 광 소스는:

적어도 하나의 발광 소스; 및

세장형 반사 구조(elongate reflective structure)

를 포함하고,

상기 세장형 반사 구조는,

제1 측벽 및 상기 제1 측벽 맞은편의 제2 측벽;

상기 적어도 하나의 발광 소스로부터 광을 수신하도록 구성된 입력 어퍼처(input aperture); 및

광을 방출하도록 구성된 출력 어퍼처(exit aperture)

를 포함하며,

상기 세장형 반사 구조는, 상기 입력 어퍼처를 통해 상기 세장형 반사 구조에 커플링된 상기 적어도 하나의 발광 소스로부터의 광이 상기 제1 측벽 및 상기 제2 측벽으로부터의 다수의 반사들에 의해 상기 출력 어퍼처를 향해 전파되도록 구성되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

청구항 35

제 34항에 있어서,

상기 입력 어퍼처는 상기 제1 측벽 상에 위치되고,

상기 출력 어퍼처는 상기 제2 측벽 상에 위치되는, 머리 장착 디스플레이 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] [0001] 본 출원은, 2017년 3월 21일자로 "METHODS, DEVICES, AND SYSTEMS FOR ILLUMINATING SPATIAL LIGHT MODULATORS"라는 명칭으로 출원된 미국 가출원 번호 제62/474,591호를 35 U.S.C. § 119(e)에 따라 우선권으로 주장하며, 이 미국 가출원은 이로써 인용에 의해 그 전체가 본원에 포함된다.
- [0002] [0002] 본 개시내용은, 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 가능하게 하였고, 여기서 디지털방식으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들은, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 지각될 수 있는 방식으로 사용자에게 제공된다. 가상 현실 또는 "VR" 시나리오는 전형적으로 다른 실제 세계 시각적 입력에 대한 투명도(transparency)가 없는 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션(presentation)을 수반하고; 증강 현실 또는 "AR" 시나리오는 전형적으로 사용자 주위의 실제 세계의 시각화에 대한 증강으로서 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반한다. 혼합 현실 또는 "MR" 시나리오는 AR 시나리오의 타입이고, 전형적으로 자연계에 통합되고 자연계에 응답하는 가상 오브젝트들을 수반한다. 예컨대, MR 시나리오는, 실제계의 오브젝트들에 의해 차단되는 것으로 나타나거나 그렇지 않으면 실제계의 오브젝트들과 상호작용하는 것으로 지각되는 AR 이미지 콘텐츠를 포함할 수 있다.
- [0004] [0004] 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(10)이 묘사된다. AR 기술의 사용자는 배경 내의 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(30)을 특징으로 하는 실제계 공원형 장소(20)를 본다. 사용자는 또한, 자신이 "가상 콘텐츠", 이를테면, 실제계 플랫폼(30)에 서 있는 로봇 동상(40), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보이는 날고 있는 만화형 아바타 캐릭터(50)를 "보는" 것을 지각한다. 이들 엘리먼트들(50, 40)은, 이들이 실제계에 존재하지 않는다는 점에서 "가상"이다. 인간 시각 지각 시스템이 복잡하기 때문에, 다른 가상 또는 실제계 이미지리(imagery) 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고 자연스런 느낌의 풍부한 프리젠테이션을 가능하게 하는 AR 기술을 생성하는 것은 난제시된다.
- [0005] [0005] 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 AR 및 VR 기술과 관련된 다양한 난제들을 처리한다.
- [0006] [0006] 편광 빔 분할기들은 디스플레이 시스템들에서, 편광된 광을 광 변조기들로 지향시키고, 그런 다음, 이 광을 뷰어에게 지향시키기 위해 사용될 수 있다. 디스플레이 시스템들의 사이즈들을 일반적으로 감소시키는 것이 계속해서 요구되며, 결과적으로 편광 빔 분할기들을 활용하는 구성성분 부분들을 포함한, 디스플레이 시스템들의 구성성분 부분들의 사이즈들을 감소시키는 것이 또한 요구된다.

발명의 내용

- [0007] [0007] 본원에서 설명된 다양한 구현들은 하나 이상의 공간 광 변조기들(예컨대, 액정 온 실리콘(LCOS; liquid crystal on silicon) 디바이스들)에 조명(예컨대, 프론트 라이트 또는 백 라이트)을 제공하도록 구성된 조명 시스템을 포함한다. 본원에서 고려되는 조명 시스템들은, 제1 편광 상태를 갖는 광을 공간 광 변조기를 향해 지향시키고, 제1 편광과 상이한 제2 편광 상태를 갖는, 공간 광 변조기로부터 반사된 광을 뷰어를 향해 지향시키도록 구성된다. 본원에서 고려되는 조명 시스템들은 감소된 사이즈를 갖는 편광 빔 분할 컴포넌트들로서 구성될 수 있다.
- [0008] [0008] 머리 장착 디스플레이 시스템은 증강 현실 이미지 콘텐츠를 사용자의 시계(vision field)에 디스플레이 하기 위해 사용자의 눈에 광을 투사하도록 구성될 수 있다. 머리-장착 디스플레이 시스템은 사용자의 머리 상에 지지되도록 구성된 프레임을 포함할 수 있다. 머리-장착 디스플레이 시스템은 또한, 프레임 상에 배치된 접안렌즈를 포함할 수 있다. 접안렌즈의 적어도 일부는, 사용자가 머리-장착 디스플레이를 착용할 때 사용자의 눈의 앞의 위치에 배치되고 그리고/또는 투명할 수 있어서, 투명한 부분은 사용자 앞 환경으로부터의 광을 사용자의 눈으로 투과시켜 사용자 앞 환경의 뷰를 제공한다. 접안렌즈는 광을 사용자의 눈으로 지향시키도록 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함할 수 있다.
- [0009] [0009] 머리 장착 디스플레이 시스템은 광을 방출하도록 구성된 광원 및/또는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트(wedge-shaped light turning element)를 더 포함할 수 있다. 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 축에 평행한 제1 표면을 포함할 수 있다. 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는, 제1 표면에 대향하여 배치되고 그리고/또는 웨지 각도(α)만큼 축에 대해 경사진 제2 표면을 더 포함할 수 있다. 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면은 광원

으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성될 수 있다. 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기(end reflector)를 포함할 수 있다. 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 엔드 반사기의 높이 미만이도록, 그리고/또는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면에 의해 제1 표면을 향해 재지향되도록, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면은 경사질 수 있다.

[0010] [0010] 머리 장착 디스플레이 시스템은, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트로부터 방출된 광을 수신하고 그 광을 변조하기 위해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 대해 배치된 공간 광 변조기를 더 포함할 수 있다. 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 공간 광 변조기는, 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 사용자의 눈에서 이미지들을 형성하도록, 변조된 광을 집안렌즈의 하나 이상의 도파관들로 지향시키기 위해, 집안렌즈에 대해 배치될 수 있다.

[0011] [0011] 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함할 수 있다. 광학 디바이스는 수평 축에 평행한 제1 표면, 및 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진, 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 포함할 수 있다. 광학 디바이스는 복수의 광 방출기들을 포함하는 광 모듈을 포함할 수 있다. 광 모듈은 복수의 광 방출기들에 대한 광을 조합하도록 구성될 수 있다. 광학 디바이스는, 제1 표면과 제2 표면 사이에 있고 그리고 복수의 방출기들로부터 방출되는 광을 수신하기 위해 광 모듈에 대해 배치된 광 입력 표면을 더 포함할 수 있다. 광학 디바이스는 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기를 포함할 수 있다. 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 측의 높이 미만이도록 경사질 수 있다. 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고/또는 제2 표면으로부터 제1 표면을 향해 반사될 수 있다.

[0012] [0012] 조명 시스템은 광을 방출하도록 구성된 광원, 및 편광 민감 광 터닝 엘리먼트(polarization sensitive light turning element)를 포함할 수 있다. 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 축에 평행하게 배치된 제1 표면, 및 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 포함할 수 있다. 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는, 제1 표면과 제2 표면 사이에 있고 그리고 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면을 포함할 수 있다. 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기를 더 포함할 수 있다. 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면은, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고/또는 제2 표면에 의해 제1 표면을 향해 재지향되도록 하는 것일 수 있다. 조명 시스템은, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트로부터 방출된 광을 수신하고 그 광을 변조하기 위해 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 대해 배치된 공간 광 변조기를 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] [0013] 도 1은 일부 실시예들에 따른, 증강 현실(AR; augmented reality) 디바이스를 통한 AR의 사용자의 뷰를 예시한다.

[0014] 도 2는 일부 실시예들에 따른 웨어러블 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.

[0015] 도 3은 일부 실시예들에 따른, 사용자에게 대한 3차원 이미저리를 시뮬레이션하기 위한 디스플레이 시스템을 예시한다.

[0016] 도 4는 일부 실시예들에 따른, 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이션하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.

[0017] 도 5a-도 5c는 일부 실시예들에 따른, 곡률의 반경과 초점 반경 간의 관계들을 예시한다.

[0018] 도 6은 일부 실시예들에 따른, 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다.

[0019] 도 7은 일부 실시예들에 따른, 도파관에 의해 출력된 출사 빔(exit beam)들의 예를 예시한다.

[0020] 도 8은, 일부 실시예들에 따른, 각각의 깊이 평면이 다수의 상이한 컴포넌트 컬러들을 사용하여 형성된 이미지들을 포함하는, 스택된 도파관 어셈블리의 예를 예시한다.

[0021] 도 9a는 일부 실시예들에 따른, 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 한 세트의 스택된 도파관들의 예의 측면도면을 예시한다.

[0022] 도 9b는 일부 실시예들에 따른, 도 9a의 한 세트의 스택된 도파관들의 예의 사시도를 예시한다.

[0023] 도 9c는 일부 실시예들에 따른, 도 9a 및 도 9b의 한 세트의 스택된 도파관들의 예의 하향식 평면도를

예시한다.

[0024] 도 10은 일부 실시예들에 따른 예시적인 웨지 조명 시스템(wedge illumination system)을 개략적으로 예시한다.

[0025] 도 11은 일부 실시예들에 따른, 도 10에 예시된 조명 시스템과 관련된 광선 추적을 예시한다.

[0026] 도 12a는 일부 실시예들에 따른, 도 10에 예시된 조명 시스템의 사시도를 예시한다.

[0027] 도 12b는 일부 실시예들에 따른, 도 12a에 예시된 조명 시스템의 분해 사시도를 예시한다.

[0028] 도 13a는 일부 실시예들에 따른, 편광 민감 반사기를 제조하는 방법을 예시한다.

[0029] 도 13b는 일부 실시예들에 따른 편광 민감 반사기를 예시한다.

[0030] 도 13c는 일부 실시예들에 따른, 도 13a에 도시된 바와 같이 제조된 편광 민감 반사기를 제조하는 방법을 예시한다.

[0031] 도 13d는 일부 실시예들에 따른, 도 13a-도 13c에 예시된 방법을 사용하여 제조된 편광 민감 반사기를 예시한다.

[0032] 도 14a는 일부 실시예들에 따른 콜레스테릭 액정 격자(cholesteric liquid crystal grating)들을 갖는 편광 코팅들을 예시한다.

[0033] 도 14b는 일부 실시예들에 따른 콜레스테릭 액정 격자들을 갖는 편광 코팅들을 예시한다.

[0034] 도 15는 일부 실시예들에 따른 편광 빔 분할기의 코팅 위치들을 예시한다.

[0035] 도 16은 일부 실시예들에 따른 편광 빔 분할기의 피쳐들을 예시한다.

[0036] 도 17a-도 17h는 일부 실시예들에 따른 편광 빔 분할기에 관한 조명 모듈의 다양한 예시적인 구성들을 예시한다.

[0037] 도 18a-도 18m은 일부 실시예들에 따른 조명 모듈들의 다양한 예시적인 구성들을 예시한다.

[0038] 도 18n-도 18p는 일부 실시예들에 따른 편광 빔 분할기들과 조합된 조명 모듈들의 다양한 예시적인 구성들을 예시한다.

[0039] 도 18q-도 18v는 일부 실시예들에 따른 조명 모듈들의 다양한 예시적인 구성들을 예시한다.

[0040] 도 19는 일부 실시예들에 따른 조명 모듈과 PBS 간의 전달 시스템을 포함할 수 있는 조명 시스템을 예시한다.

[0041] 도 20a는 일부 실시예들에 따른 컬러 소스 영역들을 포함하는 예시적인 광 파이프 적분기를 도시한다.

[0042] 도 20b는 일부 실시예들에 따른 컬러 소스 영역들을 포함하는 예시적인 광 파이프 적분기를 도시한다.

[0043] 도 20c-도 20d는 대안적인 조명 모듈의 예들을 도시한다.

[0044] 도 21a는 일부 실시예들에 따른, 통합형 이색성 결합기 및 광 적분기(light integrator)의 기본 구조를 도시한다.

[0045] 도 21b는 일부 실시예들에 따른 광 방출기들 및 결합 엘리먼트들을 갖는, 도 21a의 실시예의 예를 도시한다.

[0046] 도 21c는 일부 실시예들에 따른, 단지 하나의 결합 엘리먼트뿐만 아니라 광 적분기를 갖는, 도 21a의 예시적인 실시예를 도시한다.

[0047] 도 22a는 일부 실시예들에 따른 예시적인 반사 조명 모듈의 측면도를 도시한다.

[0048] 도 22b는 일부 실시예들에 따른, 도 22a의 예시적인 반사 조명 모듈의 등각도를 도시한다.

[0049] 도 22c는 일부 실시예들에 따른, 연장부를 포함하는 예시적인 반사 조명 모듈을 도시한다.

[0050] 도 23a는 일부 실시예들에 따른 광대역 광원의 예를 도시한다.

[0051] 도 23b는 일부 실시예들에 따른 제1 컬러 셀 오프-상태를 도시한다.

- [0052] 도 23c는 일부 실시예들에 따른 제2 컬러 셀 오프-상태를 도시한다.
- [0053] 도 23d는 일부 실시예들에 따른 제3 컬러 셀 오프-상태를 도시한다.
- [0054] 도 23e는 일부 실시예들에 따른 광의 각각의 컬러의 투과가 이루어지는 온-상태를 도시한다.
- [0055] 도 24는 일부 실시예들에 따른 조명 시스템의 사시도를 예시한다.
- [0056] 도 25는 일부 실시예들에 따른 다른 예시적인 조명 시스템의 사시도를 예시한다.
- [0057] 도 26은 일부 실시예들에 따른, 공간 광 변조기에 조명을 제공하도록 구성된 조명 시스템을 개략적으로 예시한다.
- [0058] 도 27은 일부 실시예들에 따른, 본원에서 고려되는 디스플레이 시스템들의 다양한 실시예들과 연관된 공간 광 변조기에 조명을 제공하도록 구성된 조명 시스템을 개략적으로 예시한다. 도 27의 삽도는 일부 실시예들에 따른, 마이크로구조 반사 시준된 광을 포함하는 터닝 피쳐들을 도시하는 조명 시스템의 섹션의 확대도를 제공한다.
- [0059] 도 28a는 일부 실시예들에 따른, 도 27에 예시된 조명 시스템에 포함된 터닝 피쳐들의 예시적인 구현을 예시한다.
- [0060] 도 28b는 일부 실시예들에 따른, 도 27에 예시된 조명 시스템에 포함된 터닝 피쳐들의 예시적인 구현을 예시한다.
- [0061] 도 28c는 일부 실시예들에 따른, 도 27에 예시된 조명 시스템에 포함된 터닝 피쳐들의 예시적인 구현을 예시한다.
- [0062] 도 28d는 일부 실시예들에 따른, 도 27에 예시된 조명 시스템에 포함된 터닝 피쳐들의 예시적인 구현을 예시한다.
- [0063] 도 29a는 일부 실시예들에 따른, 광 파워(optical power)를 갖는 터닝 피쳐들을 포함하는 조명 시스템의 예시적인 구현을 예시한다.
- [0064] 도 29b는 일부 실시예들에 따른, 광 파워를 갖는 터닝 피쳐들을 포함하는 조명 시스템의 예시적인 구현을 예시한다.
- [0065] 도 30은 일부 실시예들에 따른 반사 홀로그래픽 컴포넌트를 포함하는 조명 시스템의 실시예를 예시한다.
- [0066] 도 31은 일부 실시예들에 따른, 본원에서 고려되는 컴팩트한 편광 빔 분할기의 실시예를 제조하는 방법을 개략적으로 예시한다.
- [0067] 도 32는 일부 실시예들에 따른, 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 포함하는 디스플레이 디바이스의 예를 예시한다.
- [0068] 도 33은 일부 실시예들에 따른, 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 포함하는 디스플레이 디바이스의 예를 예시한다.
- [0069] 도 34는 일부 실시예들에 따른, 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 포함하는 디스플레이 디바이스의 예를 예시한다.
- [0070] 도 35는 일부 실시예들에 따른, 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 포함하는 디스플레이 디바이스의 예를 예시한다.
- [0071] 도 36은 일부 실시예들에 따른, 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 포함하는 디스플레이 디바이스의 예를 예시한다.
- [0072] 도 37은 일부 실시예들에 따른, 광 제지향 엘리먼트에 커플링하기 위해 광을 편향시키는 인커플링 엘리먼트를 갖는 조명 디바이스를 예시한다.
- [0073] 도 38은 일부 실시예들에 따른, 이미지들을 제공하기 위해 접안렌즈와 조합되어 사용되는 편광 빔 분할기 및 조명 모듈을 예시한다.

[0074] 도면들은 예시적인 실시예들을 예시하기 위해 제공되며, 본 개시내용의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다. 유사한 참조 번호들은 전반에 걸쳐 유사한 부분들을 지칭한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] [0075] 디스플레이 시스템들은 일부 경우들에서 광의 편광 상태들을 변조하는 공간 광 변조기를 이용할 수 있다. 이러한 공간 광 변조기들은, 예컨대, 액정 공간 광 변조기들, 이를테면, LCOS(liquid crystal on silicon)를 포함할 수 있다. 이러한 공간 광 변조기들은, 픽셀의 상태에 의존하여, 편광 상태, 이를테면, 선형 편광 상태를 회전시키거나 회전시키지 않을 수 있는 개별적으로 활성화된 픽셀들의 어레이를 포함할 수 있다. 예컨대, 이러한 공간 광 변조기는 제1 배향의 선형 편광을 갖는 광(예컨대, s-편광된 광)으로 조명될 수 있다. 픽셀의 상태(예컨대, 온 또는 오프)에 의존하여, 공간 광 변조기는 제1 배향의 선형 편광을 갖는 해당 픽셀에 입사하는 광(s-편광된 광)을 회전시킬 수 있거나 회전시키지 않을 수 있어서, 제2 배향을 갖는 선형으로 편광된 광(예컨대, p-편광된 광)을 생성한다. 편광기 또는 분석기는 편광 상태들 중 하나의 광을 필터링하는 데 사용될 수 있고, 이로써 편광 변조를 이미지를 형성하는 세기 변조로 변환한다.
- [0015] [0076] 이러한 공간 광 변조기들이 선형으로 편광된 광에 대해 동작하기 때문에, 특정 조명 디바이스들은 선형으로 편광된 광을 공간 광 변조기들로 지향시키도록 구성된다. 더 구체적으로, 일부 이러한 예들에서, 공간 광 변조기들은 특정 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0016] [0077] 광의 편광 상태를 변조하도록 구성된 공간 광 변조기들에 조명을 제공하도록 구성된 종래의 조명 시스템들은 두껍고 부피가 큰 편광 빔 분할기들을 포함할 수 있다. 조명을 공간 광 변조기에 제공하는 조명 시스템들에서 편광 빔 분할기들의 사이즈를 감소시키는 것이 유리할 수 있다. 이들 및 다른 개념들이 아래에서 논의된다.
- [0017] [0078] 이제 도면들에 대한 참조가 이루어질 것이고, 도면들에서 동일한 참조 번호들은 전반에 걸쳐 동일한 부분들을 나타낸다.
- [0018] [0079] 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 전자 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 선택적으로 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝되어 스테레오/성형가능 사운드 제어를 제공할 수 있음). 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 제공하게 허용하도록 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.
- [0019] [0080] 도 2를 계속 참조하면, 디스플레이(70)는 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(80)에 고정되게 부착되거나, 사용자에게 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정적으로 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, 자이로들 및/또는 본원에서 개시된 다른 센서들로부터 캡처되고; 그리고/또는 b) 원격 프로세싱 모듈(150) 및/또는 원격 데이터 저장소(160)를 사용하여 획득 및/또는 프로세싱되고, 이러한 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 동작가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)에 대한 자원들로서 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.

[0020] [0081] 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" 자원 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.

[0021] [0082] 이제 도 3을 참조하면, "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 시뮬레이팅하기 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 이미지들에 초점을 맞출 수 있다. 이러한 3D 디스플레이 시스템들은 조합된 이미지에 대한 깊이 및/또는 스케일(scale)의 지각을 제공하기 위해 이미지들(190, 200)을 조합하기 위한 인간 시각 시스템에 의존한다.

[0022] [0083] 그러나, 인간 시각 시스템이 더 복잡하고 깊이의 현실적인 지각을 제공하는 것이 더 난제시되는 것이 인지될 것이다. 예컨대, 종래의 "3D" 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 이러한 시스템들이 불편하다고 여기거나 깊이감을 전혀 지각하지 못할 수 있다. 이론에 제한되지 않고, 오브젝트의 뷰어들이 이접운동 및 원근 조절의 결합으로 인해 오브젝트를 "3차원"인 것으로 지각할 수 있다는 것으로 여겨진다. 서로에 대해 2개의 눈들의 이접운동 움직임들(즉, 오브젝트 상에 고정시키도록 눈들의 시선들을 수렴하기 위하여 서로를 향해 또는 서로 멀어지게 동공이 움직이도록 하는 눈들의 회전)은 눈들의 렌즈들 및 동공들의 초점을 맞추는 것(또는 "원근조절")과 근접하게 연관된다. 정상 조건들 하에서, 하나의 오브젝트로부터 상이한 거리에 있는 다른 오브젝트로 초점을 변화시키기 위하여, 눈들의 렌즈들의 초점을 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 원근감이 인간 시각 시스템에 의해 지각되도록 각각의 눈에 약간 상이한 프리젠테이션들(및, 따라서, 약간 상이한 이미지들)을 사용하여 장면을 디스플레이한다. 그러나, 이러한 시스템들은 많은 뷰어들에게 불편한데, 그 이유는 여러 가지 것들 중에서, 이러한 시스템들이 단순히 장면의 상이한 프리젠테이션들을 제공하지만, 눈들이 단일 원근조절된 상태에서 모든 이미지 정보를 보고, 그리고 "원근조절-이접운동 반사작용"에 대하여 작동하기 때문이다. 원근조절과 이접운동 사이의 더 양호한 매치를 제공하는 디스플레이 시스템들은 3차원 이미저리의 더 현실적이고 편안한 시뮬레이션들을 형성할 수 있다.

[0023] [0084] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다. 도 4를 참조하면, z-축 상에서 눈들(210 및 220)로부터 다양한 거리들에 있는 오브젝트들은, 이들 오브젝트들이 초점이 맞도록 눈들(210, 220)에 의해 원근조절된다. 눈들(210 및 220)은 z-축을 따라 상이한 거리들에 있는 오브젝트들의 초점을 맞추기 위해 특정 원근조절된 상태들을 취한다. 결과적으로, 특정 원근조절된 상

태는 연관된 초점 거리와 함께, 깊이 평면들(240) 중 특정 하나의 깊이 평면과 연관되는 것으로 말해질 수 있어서, 특정 깊이 평면의 오브젝트들 또는 오브젝트들의 부분들은, 눈이 그 깊이 평면에 대해 원근조절된 상태에 있을 때 초점을 맞춰진다. 일부 실시예들에서, 3차원 이미저리는 눈들(210, 220)의 각각에 대해 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써, 그리고 또한 깊이 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 시물레이팅될 수 있다. 예시의 명확성을 위해 별개인 것으로 도시되지만, 눈들(210, 220)의 시야들이 예컨대 z-축을 따른 거리가 증가함에 따라 오버랩할 수 있다는 것이 인지될 것이다. 게다가, 예시의 용이함을 위해 평탄한 것으로 도시되지만, 깊이 평면의 윤곽들이 물리적 공간에서 만곡될 수 있어서, 깊이 평면 내의 모든 피쳐들이 특정 원근조절된 상태에서 눈과 초점이 맞춰진다는 것이 인지될 것이다.

[0024] [0085] 오브젝트와 눈(210 또는 220) 간의 거리는 또한, 그 눈에 의해 보여지는 그 오브젝트로부터의 광의 발산량(amount of divergence)을 변화시킬 수 있다. 도 5a-5c는 거리와 광선들의 발산 사이의 관계들을 예시한다. 오브젝트와 눈(210) 간의 거리는 감소하는 거리의 순서로 R1, R2 및 R3으로 표현된다. 도 5a-5c에 도시된 바와 같이, 광선들은, 오브젝트에 대한 거리가 감소함에 따라 더 많이 발산하게 된다. 거리가 증가함에 따라, 광선들은 더 시준된다. 다른 말로 하면, 포인트(오브젝트 또는 오브젝트의 일부)에 의해 생성된 광 필드가 구면 파면 곡률을 갖는다고 말할 수 있으며, 구면 파면 곡률은, 그 포인트가 사용자의 눈으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지의 함수이다. 곡률은 오브젝트와 눈(210) 간의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 결과적으로, 상이한 깊이 평면들에서, 광선들의 발산 정도는 또한 상이하고, 발산 정도는, 깊이 평면들과 뷰어의 눈(210) 간의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 도 5a-5c 및 본원의 다른 도면들에서 예시의 명확성을 위해 단지 한쪽 눈(210)만이 예시되지만, 눈(210)에 관한 논의들이 뷰어의 양쪽 눈들(210 및 220)에 적용될 수 있다는 것이 인지될 것이다.

[0025] [0086] 이론에 제한되지 않고, 인간 눈이 전형적으로 깊이 지각을 제공하기 위해 유한한 수의 깊이 평면들을 해석할 수 있다는 것으로 여겨진다. 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 별개로 초점이 맞춰질 수 있고, 이로써 상이한 깊이 평면 상에 위치한 장면들에 대해 상이한 이미지 피쳐들의 초점을 맞추는데 요구되는 눈의 원근조절에 기반하여 그리고/또는 초점에서 벗어난 상이한 깊이 평면들 상의 상이한 이미지 피쳐들을 관찰하는 것에 기반하여 사용자에게 깊이 단서들을 제공하는 것을 돕는다.

[0026] [0087] 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 도시한다. 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 인지될 것이다. 또한, 도파관 어셈블리(260)는 또한 접안 렌즈로서 지칭될 수 있다.

[0027] [0088] 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 광원으로서는 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, 본원에서 설명된 바와 같이, 눈(210)을 향해 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 향해 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 주입

할 수 있다.

- [0028] [0089] 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(이를테면, 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)의 각각에 파이프(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, 본원에서 논의된 바와 같이, 상이한 컴포넌트 컬러들)의 광을 포함할 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0029] [0090] 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(540)을 포함한다. 광 모듈(540)로부터의 광은 빔 분할기(550)를 통해 광 변조기(530), 예컨대 공간 광 변조기로 지향되어 이에 의해 수정될 수 있다. 광 변조기(530)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. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)이 개략적으로 예시되고 그리고 일부 실시예들에서, 이들 이미지 주입 디바이스들이, 광을 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 연관된 도파관들로 출력하도록 구성된 공통 투사 시스템의 상이한 광 경로들 및 위치들을 표현할 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0030] [0091] 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 번들들(bundles)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(540)로부터의 광을 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 송신하도록 구성될 수 있다는 것이 인지될 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 재지향시킬 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0031] [0092] 제어기(560)는 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400), 광원(540) 및 광 변조기(530)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 본원에서 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 일체형 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.
- [0032] [0093] 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 재지향시킴으로써 도파관 밖으로 광을 추출하도록 구성된 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)을 포함할 수 있다. 추출된 광은 또한 아웃-커플링된 광이라 지칭될 수 있고 아웃-커플링 광학 엘리먼트들은 또한 광 추출 광학 엘리먼트들로서 지칭될 수 있다. 추출된 광 빔은, 도파관 내에서 전파되는 광이 광 추출 광학 엘리먼트에 부딪치는 위치들에서 도파관에 의해 출력될 수 있다. 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 예컨대, 본원에서 추가로 논의된 바와 같이 회절 광학 피쳐들을 포함하는 격자들일 수 있다. 아웃-커플링 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, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)을 형성하기 위해 투명 기관에 부착된 재료의 층으로 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 모놀리식 재료 피스(piece)일 수 있고 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 그 재료 피스의 표면 상에 및/또는 내부에 형성될 수 있다.

[0033] [0094] 도 6을 계속 참조하면, 본원에서 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, (이러한 도파관(270)에 주입된) 시준된 광을 눈(210)에 전달하도록 구성될 수 있다. 시준된 광은 광학 무한대 초점 평면을 나타낼 수 있다. 바로 위의 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; 이러한 제1 렌즈(350)는 약간 볼록한 파면 곡물을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 그 바로 위의 도파관(280)에서 나오는 광을, 광학적 무한대로부터 눈(210)을 향해 안쪽으로 더 가까운 제1 초점 평면에서 나오는 것으로 해석한다. 유사하게, 바로 위의 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 조합된 광학 파워는 다른 증분 양의 파면 곡물을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 제3 도파관(290)에서 나오는 광을, 바로 위의 도파관(280)으로부터의 광이보다 광학적 무한대로부터 사람을 향해 안쪽으로 훨씬 더 근접한 제2 초점 평면에서 나오는 것으로 해석한다.

[0034] [0095] 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 나타내는 어그리게이트(aggregate) 초점 파워에 대해 자신과 눈 사이의 렌즈들 모두를 통하여 전송한다. 스택된 도파관 어셈블리(260)의 다른 층부 상에서 세계(510)에서 나오는 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 어그리게이트 파워를 보상하기 위해 스택의 최상부에 배치될 수 있다. 이러한 구성은 이용가능한 도파관/렌즈 페어링들이 존재하는 만큼 많은 지각되는 초점 평면들을 제공한다. 도파관들의 아웃-커플링 광학 엘리먼트들과 렌즈들의 초점을 맞추는 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.

[0035] [0096] 일부 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 둘 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.

[0036] [0097] 도 6을 계속 참조하면, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 자신의 개개의 도파관들로부터 광을 재지향시키는 것 및 도파관과 연관된 특정 깊이 평면에 대해 적합한 양의 발산 또는 시준으로 이 광을 출력하는 것 둘 모두를 수행하도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 상이한 연관된 깊이 평면들을 가진 도파관들은 상이한 구성들의 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)을 가질 수 있고, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 연관된 깊이 평면에 의존하여 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 홀로그램들, 표면 홀로그램들, 및/또는 회절 격자들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(320, 330, 340, 350)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 에어 갭들을 형성하기 위한 구조들 및/또는 클래딩(cladding) 층들)일 수 있다.

[0037] [0098] 일부 실시예들에서, 아웃-커플링 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 향해 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 향해 상당히 균일한 출사 방출 패턴이다.

[0038] [0099] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 DOE들은, 이들이 활성적으로 회절시키는 "온" 상태들과 이들이 상당히

회절시키지 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 활성적으로 회절시킴).

[0039] [0100] 일부 실시예들에서, 카메라 어셈블리(630)(예컨대, 가시 광 및 적외선 광 카메라들을 포함하는 디지털 카메라)는, 예컨대 사용자 입력들을 검출하고 그리고/또는 사용자의 생리적 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 광원을 포함할 수 있고, 이후 광은 눈에 의해 반사되고 이미지 캡처 디바이스에 의해 검출될 수 있다. 일부 실시예들에서, 카메라 어셈블리(630)는 프레임(80)에 부착될 수 있고 (도 2) 그리고 카메라 어셈블리(630)로부터의 이미지 정보를 프로세싱할 수 있는 프로세싱 모듈들(140 및/또는 150)과 전기적으로 통신할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 카메라 어셈블리(630)는 각각의 눈을 별개로 모니터링하기 위해 각각의 눈에 활용될 수 있다.

[0040] [0101] 이제 도 7을 참조로, 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 인지될 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)에 부딪치는 포인트들에서, 광의 일부는 출사 빔들(650)로서 도파관을 출사한다. 출사 빔들(650)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에서 논의된 바와 같이, 이들 출사 빔들(650)은 또한 도파관(270)과 연관된 깊이 평면에 의존하여, (예컨대, 발산하는 출사 빔들을 형성하는) 각도로 눈(210)으로 전파되도록 재지향될 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 아웃-커플링하는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들을 갖는 도파관을 나타낼 수 있다는 것이 인지될 것이다. 다른 도파관들 또는 아웃-커플링 광학 엘리먼트들의 다른 세트들은 더 발산하는 출사 빔 패턴을 출력할 수 있고, 이는 눈(210)이 망막에 초점을 맞추도록 더 근접한 거리에 원근조절되는 것을 요구할 것이고 광학 무한대보다 눈(210)에 더 근접한 거리로부터의 광으로서 뇌에 의해 해석될 것이다.

[0041] [0102] 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 글자들 G, R 및 B 다음에 디오퍼터들(dpt)에 대한 상이한 숫자들로 도면에 표시된다. 단지 예들로서, 이들 글자들 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 초점의 차이들을 고려하기 위해, 상이한 컴포넌트 컬러들에 대해 깊이 평면들의 정확한 배치는 변할 수 있다. 예컨대, 주어진 깊이 평면에 대해 상이한 컴포넌트 컬러 이미지들이 사용자로부터 상이한 거리들에 대응하는 깊이 평면들 상에 배치될 수 있다. 이러한 어레이먼트는 시력 및 사용자 편안함을 증가시킬 수 있고 그리고/또는 색수차들을 감소시킬 수 있다.

[0042] [0103] 일부 실시예들에서, 각각의 컴포넌트 컬러의 광은 단일 전용 도파관에 의해 출력될 수 있고, 결과적으로 각각의 깊이 평면은 자신과 연관된 다수의 도파관들을 가질 수 있다. 이러한 실시예들에서, 도면들에서 글자들 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 레ibel당 하나의 도파관을 가진 스택으로 배열될 수 있다는 것이 인지될 것이다. 일부 다른 실시예들에서, 다수의 컴포넌트 컬러들은 동일한 도파관에 의해 출력될 수 있어서, 예컨대 깊이 평면당 단일 도파관만이 제공될 수 있다.

[0043] [0104] 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 부가하여 사용될 수 있거나 적색, 녹색 또는 청색 중 하나 이상을 대체할 수 있다.

- [0044] [0105] 본 개시내용 전반에 걸쳐 광의 정해진 컬러에 대한 참조들이 그 정해진 컬러의 것으로서 뷰어에 의해 지각되는 광의 파장들의 범위 내의 하나 이상의 파장들의 광을 포함하는 것으로 이해될 것이라는 인지될 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.
- [0045] [0106] 일부 실시예들에서, 광원(540)(도 6)은 뷰어의 시각 지각 범위를 벗어난 하나 이상의 파장들, 예컨대 적외선 및/또는 자외선 파장들의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 게다가, 디스플레이(250)의 도파관들의 인-커플링, 아웃-커플링 및 다른 광 재지향 구조들은, 예컨대 이미징 및/또는 사용자 시물레이션 애플리케이션들을 위해, 디스플레이로부터의 이러한 광을 사용자의 눈(210)을 향해 지향시키고 방출하도록 구성될 수 있다.
- [0046] [0107] 이제 도 9a를 참조로, 일부 실시예들에서, 도파관에 부딪치는 광은 도파관에 그 광을 인-커플링하기 위해 재지향될 필요가 있을 수 있다. 인-커플링 광학 엘리먼트는 자신의 대응하는 도파관으로 광을 재지향시키고 인-커플링하는 데 사용될 수 있다. 도 9a는 인-커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 복수의 스택된 도파관들 또는 스택된 도파관들의 세트(660)의 예의 측면면도를 예시한다. 도파관들은 하나 이상의 상이한 파장들, 또는 하나 이상의 상이한 범위들의 파장들의 광을 출력하도록 각각 구성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400) 중 하나 이상으로부터의 광이 인-커플링을 위해 광이 재지향되기를 요구하는 포지션으로부터 도파관들로 주입되는 것을 제외하고, 스택(660)이 스택(260)(도 6)에 대응할 수 있고 스택(660)의 예시된 도파관들이 복수의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 부분에 대응할 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0047] [0108] 예시된 스택된 도파관들의 세트(660)는 도파관들(670, 680 및 690)을 포함한다. 각각의 도파관은, 예컨대 도파관(670)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인-커플링 광학 엘리먼트(700), 도파관(680)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인-커플링 광학 엘리먼트(710), 및 도파관(690)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인-커플링 광학 엘리먼트(720)를 가진 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트(도파관 상의 광 입력 영역으로서 또한 지칭될 수 있음)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 중 하나 이상은 (특히 하나 이상의 인-커플링 광학 엘리먼트들이 반사성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우) 개개의 도파관(670, 680, 690)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 예시된 바와 같이, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은, 특히, 이들 인-커플링 광학 엘리먼트들이 투과성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우, 이들의 개개의 도파관(670, 680, 690)의 상부 주 표면(또는 그 다음의 하부 도파관의 최상부) 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 개개의 도파관(670, 680, 690)의 바디에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본원에서 논의된 바와 같이, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 파장 선택적이어서, 이들 인-커플링 광학 엘리먼트들은 다른 파장들의 광을 투과시키면서 하나 이상의 파장들의 광을 선택적으로 재지향시킨다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)이, 이들의 개개의 도파관(670, 680, 690)의 일 측부 또는 코너 상에 예시되지만, 일부 실시예들에서, 이들은, 이들의 개개의 도파관(670, 680, 690)의 다른 영역들에 배치될 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0048] [0109] 예시된 바와 같이, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 서로 측방으로 오프셋될 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 인-커플링 광학 엘리먼트는 오프셋될 수 있어서, 각각의 인-커플링 광학 엘리먼트는, 다른 인-커플링 광학 엘리먼트를 통과하지 않는 광을 수신한다. 예컨대, 각각의 인-커플링 광학 엘리먼트(700, 710, 720)는 도 6에 도시된 바와 같이 상이한 이미지 주입 디바이스(360, 370, 380, 390 및 400)로부터 광을 수신하도록 구성될 수 있고, 그리고 실질적으로 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 중 다른 인-커플링 광학 엘리먼트들로부터 광을 수신하지 않도록 다른 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)로부터 분리(예컨대, 측방으로 이격)될 수 있다.
- [0049] [0110] 각각의 도파관은 또한 예컨대, 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.

- [0050] [0111] 도파관들(670, 680, 690)은 이격되고, 예컨대, 가스, 액체 및/또는 고체 재료 층들에 의해 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, 도파관들(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 내부 전반사(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 않지만, 도파관들의 예시된 세트(660)의 최상부 및 최하부가 바로 이웃하는 클래딩 층들을 포함할 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0051] [0112] 바람직하게, 제조의 용이함 및 다른 고려사항들 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 언급된 다양한 굴절률 관계들을 여전히 유지할 수 있다.
- [0052] [0113] 도 9a를 계속 참조하면, 광선들(770, 780, 790)은 도파관들의 세트(660) 상에 입사한다. 광선들(770, 780, 790)이 하나 이상의 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)(도 6)에 의해 도파관들(670, 680, 690)로 주입될 수 있다는 것이 인지될 것이다.
- [0053] [0114] 일부 실시예들에서, 광선들(770, 780, 790)은 상이한 특성들, 예컨대 상이한 컬러들에 대응할 수 있는 상이한 파장들 또는 상이한 범위들의 파장들을 가진다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 각각은 입사 광을 편향시켜, 그 광은 TIR에 의해 도파관들(670, 680, 690) 중 개개의 도파관을 통해 전파된다. 일부 실시예들에서, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 각각은, 하나 이상의 특정 파장들의 광을 선택적으로 편향시키지만, 다른 파장들을 아래 놓인 도파관 및 연관된 인-커플링 광학 엘리먼트로 투과시킨다.
- [0054] [0115] 예컨대, 인-커플링 광학 엘리먼트(700)는, 제1 파장 또는 파장들의 범위를 가진 광선(770)을 편향시키지만, 각각 상이한 제2 및 제3 파장들 또는 파장들의 범위들을 가진 광선들(780 및 790)을 투과시키도록 구성될 수 있다. 투과된 광선(780)은 제2 파장 또는 파장들의 범위의 광을 편향시키도록 구성된 인-커플링 광학 엘리먼트(710)에 부딪쳐 이에 의해 편향된다. 광선(790)은 제3 파장 또는 파장들의 범위의 광을 선택적으로 편향시키도록 구성된 인-커플링 광학 엘리먼트(720)에 의해 편향된다.
- [0055] [0116] 도 9a를 계속 참조하면, 편향된 광선들(770, 780, 790)은, 그들이 대응하는 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되도록 편향되는데; 즉, 각각의 도파관의 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 광을 그 대응하는 도파관(670, 680, 690)에 인-커플링하기 위해 광을 그 대응하는 도파관으로 편향시킨다. 광선들(770, 780, 790)은 광이 TIR에 의해 개개의 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되게 하는 각도들로 편향된다. 광선들(770, 780, 790)은, 도파관의 대응하는 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)에 부딪칠 때까지 TIR에 의해 개개의 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파된다.
- [0056] [0117] 이제 도 9b를 참조로, 도 9a의 복수의 스택된 도파관들의 예의 사시도가 예시된다. 앞서 주목된 바와 같이, 인-커플링된 광선들(770, 780, 790)은 각각 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)에 의해 편향되고, 그런다음 각각 도파관들(670, 680, 690) 내에서 TIR에 의해 전파된다. 그런다음, 광선들(770, 780, 790)은 각각 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)에 부딪친다. 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 광선들(770, 780, 790)을 편향시켜, 이들 광선들(770, 780, 790)은 각각 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)을 향해 전파된다.
- [0057] [0118] 일부 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 OPE(orthogonal pupil expander)들이다. 일부 실시예들에서, OPE들은, 광을 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 편향 또는 분배하고, 그리고 일부 실시예들에서, 광이 아웃-커플링 광학 엘리먼트들로 전파될 때 이 광의 빔 또는 스폿(spot) 사이즈를 또한 증가시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 생략될 수 있고 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 광을 직접 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 편향시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 도 9a를 참조로, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 대체될 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)은 뷰어의 눈(210)(도 7)으로 광을 지향시키는 EP(exit pupil)들 또는 EPE(exit pupil expander)들이다. OPE들이 적어도 하나의 축에서 눈 박스의 디멘션들을 증가시키도록 구성될 수 있고 EPE들이 OPE들의 축을 교차하는, 예컨

대, 그 축에 직교하는 축에서 눈 박스를 증가시킬 수 있다는 것이 인지될 것이다. 예컨대, 각각의 OPE는, OPE를 가격하는 광의 일부를 동일한 도파관의 EPE로 재지향시키면서, 광의 나머지 부분이 도파관 아래로 계속 전파되는 것을 허용하도록 구성될 수 있다. 다시 OPE에 부딪칠 때, 나머지 광의 다른 부분은 EPE로 재지향되고, 그리고 그 부분의 나머지 부분은 도파관 아래로 추가로 계속 전파되는 식이다. 유사하게, EPE를 가격할 때, 부딪친 광의 일부는 도파관으로부터 사용자를 향해 지향되고, 그리고 그 광의 나머지 부분은, 다시 EP를 가격할 때까지 도파관을 통해 계속 전파되고, 이때 부딪친 광의 다른 부분은 도파관의 밖으로 지향되는 식이다. 결과적으로, 인-커플링된 광의 단일 빔은, 그 광의 일부가 OPE 또는 EPE에 의해 재지향될 때마다 "복제"될 수 있고, 이에 의해 도 6에 도시된 바와 같이, 복제된 광 빔들의 필드가 형성된다. 일부 실시예들에서, OPE 및/또는 EPE는 광 빔들의 사이즈를 수정하도록 구성될 수 있다.

[0058] [0119] 그에 따라서, 도 9a 및 9b를 참조하면, 일부 실시예들에서, 도파관들의 세트(660)는 도파관들(670, 680, 690); 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720); 광 분배 엘리먼트들(예컨대, OPE들)(730, 740, 750); 및 각각의 컴포넌트 컬러에 대한 아웃-커플링 광학 엘리먼트들(예컨대, EP들)(800, 810, 820)을 포함한다. 도파관들(670, 680, 690)은 서로의 사이의 에어 갭/클래딩 층과 함께 스택될 수 있다. 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 입사 광을 (상이한 파장들의 광을 수신하는 상이한 인-커플링 광학 엘리먼트들을 사용하여) 자신의 도파관으로 재지향시키거나 편향시킨다. 그런다음, 광은 개개의 도파관(670, 680, 690) 내에서 TIR을 산출할 각도로 전파된다. 도시된 예에서, 광선(770)(예컨대, 청색 광)은 이전에 설명된 방식으로, 제 1 인-커플링 광학 엘리먼트(700)에 의해 편향되고, 그런다음 도파관 아래로 계속 바운스하여, 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(730) 및 그런다음 아웃-커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EP들)(800)와 상호작용한다. 광선들(780 및 790)(예컨대, 각각 녹색 및 적색 광)은 도파관(670)을 통과할 것이고, 광선(780)은 인-커플링 광학 엘리먼트(710)에 부딪쳐 이에 의해 편향된다. 그런다음, 광선(780)은 TIR을 통해 도파관(680) 아래로 바운스하고, 자신의 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(740) 및 그런다음 아웃-커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EP들)(810)로 진행된다. 마지막으로, 광선(790)(예컨대, 적색 광)은 도파관(690)을 통과하여 도파관(690)의 광 인-커플링 광학 엘리먼트들(720)에 부딪친다. 광 인-커플링 광학 엘리먼트들(720)은 광선(790)을 편향시켜, 광선은 TIR에 의해 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(750)로, 그런다음 TIR에 의해 아웃-커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EP들)(820)로 전파된다. 그런다음, 아웃-커플링 광학 엘리먼트(820)는 마지막으로 광선(790)을, 다른 도파관들(670, 680)로부터 아웃-커플링된 광을 또한 수신하는 뷰어에게 아웃-커플링한다.

[0059] [0120] 도 9c는 도 9a 및 9b의 복수의 스택된 도파관들의 예의 하향식 평면도를 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 수직으로 정렬될 수 있다. 그러나, 본원에서 논의된 바와 같이, 인-커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 수직으로 정렬되지 않고; 오히려, 인-커플링 광학 엘리먼트들은 바람직하게 비-오버랩된다(예컨대, 하향식 도면에서 도시된 바와 같이 측방으로 이격됨). 본원에서 추가로 논의된 바와 같이, 이런 비오버랩핑 공간 어레이지먼트는 일대일 방식으로 상이한 자원들로부터 상이한 도파관들로 광의 주입을 가능하게 하고, 이에 의해 특정한 광원이 특정한 도파관에 고유하게 커플링되는 것이 허용된다. 일부 실시예들에서, 비오버랩핑 공간-분리 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함하는 어레이지먼트들은 시프트된 동공 시스템으로서 지칭될 수 있고, 그리고 이들 어레이지먼트들 내의 인-커플링 광학 엘리먼트들은 서브 동공들에 대응할 수 있다.

[0060] 광 투사 시스템을 위한 조명 시스템들

[0061] [0121] 도 10은 일부 실시예에 따른 조명 시스템(1000)을 개략적으로 예시한다. 조명 시스템(1000)은 조명 모듈(102), 편광 빔 분할기(104)(이후 "PBS(104)"로 지칭됨) 및 공간 광 변조기(106)(이하 "SLM(106)"으로 지칭됨)를 포함한다.

[0062] [0122] 조명 모듈(102)은 PBS(104)에 광을 제공한다. 조명 모듈(102)은 아래의 "조명 모듈"이라는 제목의 섹션에서 더 상세히 설명된다.

[0063] [0123] PBS(104)는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 조명 모듈(102)로부터 SLM(106)을 향해 지향시키고, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 SLM(106)에 의해 변조된 광을 뷰어에게 전송하도록 구성된다. 뷰어를 향하여 광을 투과시키는 것은 예컨대 하나 이상의 도파관들(예컨대, 도파관 스택)을 향해 광을 투과시키는 것을 포함할 수 있다. 추가 세부 사항들은 예컨대 아래에서 도 38과 관련하여 본원에 개시되어있다. 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태는 직교 편광 상태일 수 있다. SLM(106)은 (종이쪽으로) 직교 z-축을 따르는 것은 물론, x-축에 평행한 수평 축을 따라 그리고 또한 y-축에 평행한 수직축을 따라 연장될 수

있다. 조명 모듈(102)의 광학 축은 x-축에 평행하게 정렬될 수 있고, 조명 모듈(102)로부터의 광은 조명 모듈(102)의 광학 축에 대하여 약 60도 미만의 반각을 갖는 원뿔 내에서 방출될 수 있다. 일부 실시예에서, 이 범위 밖의 각도도 가능하다.

[0064] [0124] PBS(104)는 소형(예컨대, 저 중량, 저 볼륨 및/또는 공간 범위)으로 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, PBS(104)는 약 5mm 이하인 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이, 반경 또는 이들의 임의의 조합)을 갖도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, PBS(104)는 약 10mm 미만인 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이, 반경 또는 이들의 임의의 조합)을 갖도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, PBS(104)는 약 2.0 mm 내지 약 6.0 mm, 약 3.0 mm 내지 약 5.0 mm, 약 3.5mm 내지 약 4.5 mm, 또는 이들 범위/하위-범위의 임의의 값 또는 이들 값들 중 임의의 값을 사용하여 형성된 임의의 범위의 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이, 반경 또는 이들의 임의의 조합)을 갖도록 구성될 수 있다.

[0065] [0125] PBS(104)는 광 터닝 광학 엘리먼트 또는 도파관(112), 편광 민감 반사기(116) 및 굴절 광학 엘리먼트(118)를 포함한다.

[0066] [0126] 도파관(112)은 광학적으로 투과성인 재료(예컨대, 플라스틱, 유리, 아크릴 등)를 포함할 수 있다. 도파관(112)은 SLM(106) 위에 배치된 제1 표면(113A) 및 제1 표면(113A) 맞은편의 제2 표면(113B)을 포함하고, 여기서 제2 표면(113B)은 편광 민감 반사기(116)와 접촉하고 있다. 조명 시스템(1000)이 전면-라이팅 조명 시스템으로서 구성되는 도 10에 예시된 구현에서, 도파관(112)은 제1 표면(113A)이 PBS(104)의 최하부를 형성하도록 PBS(104)의 최하부에 배치될 수 있다. 도파관(112)은 제1 표면(113A)과 제2 표면(113B) 사이에 광 입력 표면(113C)을 더 포함한다. 광 입력 표면(113C)은 조명 모듈(102)로부터 광을 수신하도록 구성된다.

[0067] [0127] 도파관(112)은 광 입력 표면(113C) 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기(114)를 더 포함한다. 엔드 반사기(114)는 광 입력 표면(113C)을 통해 도파관(112)에 커플링된 광을 반사하도록 구성된다. 광 입력 표면(113C)을 통해 도파관(112)에 커플링된 광의 일부는, 예컨대 제1 표면(113A) 또는 제2 표면(113B)과 같은 임의의 다른 표면으로부터 반사되지 않고, 엔드 반사기(114)로 직접 전파된다. 이 광은 엔드 반사기(114)에 의해 제2 표면(113B)을 향해 반사된다. 광 입력 표면(113C)을 통해 도파관(112)에 커플링된 광의 일부는 엔드 반사기(114)에 의해 제2 표면(113B)을 향해 반사되기 전에, TIR(total internal reflection)의 프로세스에 의해 제1 표면(113A)으로부터 반사된다.

[0068] [0128] 엔드 반사기(114)는 예컨대 조명 모듈(102)로부터 입사된 광을 반사하도록 구성되어, 반사된 광은 편광 민감 반사기(116)에 의해 SLM(106)의 최상부 표면에 대한 법선(예컨대, y-축에 평행한 방향)에 실질적으로 평행한 방향을 따라 재지향된다. 예컨대, 엔드 반사기(114) 및 편광 민감 반사기(116)는 조명 모듈(102)로부터 SLM(106)을 향해 광(예컨대, 대부분의 광)을 SLM(106)의 표면에 대한 법선에 대해 약 ± 10 도 사이의 원뿔 내에서 재지향시키도록 구성될 수 있다. 엔드 반사기(114)는 반사 재료(예컨대, 금속 또는 유전체)로 코팅된 도파관(112)의 일부를 형성하는 플라스틱 또는 유리 재료를 포함할 수 있다. 엔드 반사기(114)는 다층 간섭 코팅과 같은 하나 이상의 유전체 층을 포함할 수 있다. 엔드 반사기(114)는 광 입력 표면(113C) 맞은편의 도파관(112)의 측에 부착되거나 몰딩될 수 있다.

[0069] [0129] 엔드 반사기(114)는 곡면형 미러(curved mirror)(예컨대, 구면 또는 포물면 미러)일 수 있다. 그에 따라서, 엔드 반사기(114)는 광학 파워를 가질 수 있고 초점 포인트를 가질 수 있다. 예컨대, 반사된 광이 예컨대 광원(102)으로부터 멀어지게, 예컨대, 도 29a 및 29b에 도시된 바와 같이 영역(1344)에서 초점(초점 포인트) 또는 가상 초점을 향해 수렴하도록, 엔드 반사기(114)는 기울어질 수 있고 그리고/또는 엔드 반사기(114)의 곡률이 변할 수 있다. 광은 광원(102)보다 제1 표면(예컨대, 제1 표면(113A)) 및 공간 광 변조기(106)로부터 더 먼 위치를 향해 수렴한다. 이러한 실시예들에서, 터닝 피쳐들(예컨대, 터닝 피쳐들(1314))은 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광을 공간 광 변조기(106)를 향해 재지향시키기 위해 광 파워를 제공하도록 구성될 수 있다. 터닝 피쳐들은 도 29b에 도시된 바와 같이 포지티브 광 파워 또는 도 29a에 도시된 바와 같이 네거티브 광 파워를 갖도록 구성될 수 있다. 조명 모듈(102)은 엔드 반사기(114)의 초점 포인트에 배치될 수 있어서, 조명 모듈(102)로부터의 광은 SLM(106)의 표면에 평행(예컨대, x-축에 평행)한 방향을 따라 반사되거나 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광은 실질적으로 시준되고 그리고/또는 편광 민감 반사기(116)로부터 반사되고 SLM(106) 상으로 지향된 광은 실질적으로 시준된다. 이러한 실시예들에서, 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광(예컨대, 대부분의 광)은 SLM(106)의 표면에 대해 실질적으로 법선으로(예컨대, y-축에 평행하게) 재지향된다.

[0070] [0130] 제1 표면(113A)은 평면이고 x-축에 평행한 축을 따라 연장될 수 있는 SLM(106)의 표면에 실질적으로 평행할 수 있다. 제2 표면(113B)은 도파관(112)이 웨지-형상이 되도록, 제1 표면(113A), x축에 평행한 수평 축

및/또는 SLM(106)에 대해 경사지거나 기울어질 수 있다. 제2 표면(113B)은 광 입력 표면(113C)을 향해 경사지거나 기울어질 수 있다. 제1 표면(113A)에 평행한 수평 축에 대한 제2 표면(113B)의 경사 각도(또는 웨지 각도) "a"는 약 15도 내지 약 45도 범위의 값을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 표면(113A)에 대한 제2 표면(113B)의 경사 각도 "a"는 약 20도 내지 약 35도의 범위, 약 24도 내지 약 30도의 범위 또는 이들 범위/하위 범위 내의 임의의 값 또는 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성된 임의의 범위이다. 다른 값들도 가능하다.

[0071] [0131] 웨지-형상 도파관(112)의 구현들에서, 광 입력 표면(113C) 근처의 제1 표면(113A)과 제2 표면(113B) 간의 거리(또한 광 입력 표면(113C)의 높이라고도 지칭됨)는 광 입력 표면(113C)으로부터 더 멀리 떨어진 또는 엔드 반사기(114) 근처의 제2 표면(113B)과 제1 표면(113A) 간의 거리보다 작을 수 있다. 다양한 실시예들에서, 광 입력 표면(113C)의 영역은 엔드 반사기(114)의 영역보다 작을 수 있다. 일부 구현들에서, 경사 각도 "a" 및 광 입력 표면(113C)의 높이는 조명 모듈(102)로부터 출력된, 예컨대 광 원뿔 내에서 방출된 실질적으로 모든 광을 수용하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 조명 모듈(102)이 LED를 포함하면, LED로부터의 광은 LED의 광학 축(x-축에 평행하게 정렬될 수 있음)에 대하여 약 41도의 세미 각도(semi angle)를 갖는 광 원뿔 내에서 방출된다. 이러한 실시예들에서, 제2 표면(113B)의 경사 각도 "a"는 x-축에 평행한 수평 축에 대해 또는 제1 표면(113A) 또는 SLM(106) 또는 그 전면에 대해 약 20도 내지 약 30도일 수 있어서, LED를 포함하는 조명 모듈(102)로부터 출력된 실질적으로 모든 광이 도파관(112)에 커플링된다. 조명 모듈(102)이 덜 발산되면, 제2 표면(113B)의 경사 각도 "a" 및/또는 광 입력 표면(113C)의 높이가 감소될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)이 예컨대 도 19에 도시된 바와 같이 광섬유를 통해 광 입력 표면(113C)에 커플링되는 경우, 제2 표면(113B)의 경사 각도 "a"는 20도 미만일 수 있다.

[0072] [0132] 편광 민감 반사기(116)는 도파관(112)의 제2 표면(113B) 위에 배치된다. 편광 민감 반사기(116)는 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광을 SLM(106)을 향해 재지향시킨다. 예컨대, 편광 민감 반사기(116)는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 재지향시킬 수 있고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 통과시키거나 반사시킬 수 있다. 편광 민감 반사기(116)는 SLM(106)으로부터 반사된 광을 추가로 투과시킨다. 예컨대, 편광 민감 반사기(116)는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 투과시킬 수 있고, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 차단 또는 반사시킬 수 있다.

[0073] [0133] 다양한 실시예들에서, 편광 민감 반사기(116)는 예컨대, 편광 선택 코팅, 하나 이상의 박막 코팅, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드일 수 있다. 편광 민감 반사기(116)는 특정한 편광 상태를 갖는 광을 SLM(106)을 향해 재지향시키도록 구성된다. 예컨대, 엔드 반사기(114)로부터 반사된 조명 모듈(102)로부터의 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광은 편광 민감 반사기(116)에 의해 SLM(106) 쪽으로 재지향될 수 있다. 또한, 편광 민감 반사기(116)는 특정한 편광 상태를 갖는 광을 접안 렌즈(도 10에 도시되지 않음)를 향해 투과시키도록 구성된다. 예컨대, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광이 투과된다. SLM(106)으로부터의 변조된 광은 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 포함한다. SLM(106)으로부터의 변조된 광은 편광 민감 반사기(116)에 의해 투과된다. 굴절 광학 엘리먼트(118)는 도파관(112) 위에 배치된다. 굴절 광학 엘리먼트(118)는 유전체(이들테면, 유리 및/또는 플라스틱)와 같은 투명한 재료를 포함한다. 굴절 광학 엘리먼트(118)는 도파관(112)에 의해 도입된 굴절 광학 효과들을 보상할 수 있다. 예컨대, 도파관(112) 위에 배치된 임의의 재료 또는 엘리먼트가 없는 경우, 도파관(112)을 통해 SLM(106)으로부터 전파되는 광은 경사져 있는 편광 민감 반사기(116) 및/또는 도파관(112)의 제2 표면(113B)을 빠져 나갈 때 굴절될 수 있다. 굴절 광학 엘리먼트(118)는 이 굴절에 대응하는 인덱스 매칭을 제공할 수 있다. 굴절 광학 엘리먼트(118)의 상부 표면은 또한 도파관(112)의 제1 표면(113A)과 또한 평행할 수 있으며, 이는 도파관(112) 및 굴절 광학 엘리먼트(118)를 통과하는 SLM(106)으로부터 반사된 광의 굴절을 추가로 감소시킨다. 다양한 구현들에서, 도파관(112)의 제2 표면(113B)에서의 굴절을 감소시키기 위해, 투명한 재료를 포함하는 굴절 광학 엘리먼트(118)는 도파관(112)과 유사한 굴절률을 가질 수 있다. 하나 또는 둘 모두는 일부 예들에서 유리 및/또는 플라스틱을 포함할 수 있다.

[0074] [0134] 일부 실시예들에서, 굴절 광학 엘리먼트(118)는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 투과시키고, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 차단하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 굴절 광학 엘리먼트(118)는 도파관(112)을 통해 의도치 않게 투과되는 변조되지 않은 광을 제거할 수 있다.

[0075] [0135] 일부 실시예들에서, 조명 시스템(1000)은 조명 모듈(102)과 PBS(104) 사이에 예비-편광기를 포함한다. 조명 모듈(102)로부터 PBS(104)를 향해 가는 광의 경우, 예비-편광기는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 투과시키고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 차단 또는 반사시킨다. 일부 실시예들에서, PBS(104)는, PBS(104)로부터 조명 모듈(102)을 향해 가는 광에 대해, 예비-편광기는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 투과시키고 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 차단 또는 반사시

키도록 설계될 수 있다.

- [0076] [0136] 일부 실시예들에서, 조명 시스템(1000)은 PBS(104)와 접안렌즈(도 10에 도시되지 않음) 사이에 클린-업 편광기(clean-up polarizer)를 포함한다. 클린-업 편광기는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 투과시키고, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 차단한다. 이러한 방식으로, 클린-업 편광기는 접안렌즈(도 10에는 도시되지 않음)를 향하여 의도하지 않게 투과되는 변조되지 않은 광을 제거할 수 있다.
- [0077] [0137] PBS(104)는 도 6을 참조하여 아래에서 논의되는 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)과 그 위의 인커플링 엘리먼트들에 대해 배치될 수 있어서, 조명 시스템(1000), 구체적으로 PBS(104)로부터의 광은 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)에 인커플링될 수 있다. SLM(106)으로부터 반사된 후의 광은 접안렌즈의 하나 이상의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 인커플링 엘리먼트로 지향될 수 있다.
- [0078] [0138] SLM(106)은 신호에 대한 공간 변조를 임프레싱하여 이미지를 제공한다. 온 상태에서, SLM(106)은 밝은 상태(예컨대, 백색 픽셀)가 보이도록 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)로부터 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)로 입력 광을 변조시킨다. 제2 편광 상태는 90° 만큼 변조된(예컨대, 시프팅된 또는 회전된) 제1 편광 상태일 수 있다. 온 상태에서, 제2 편광 상태를 갖는 광은 편광 민감 반사기(116)에 의해 투과되어 접안렌즈(도 10에 도시되지 않음)까지 다운스트림으로 간다. 오프 상태에서, SLM(106)은 제1 편광 상태에서부터 입력 광을 회전시키지 않으므로, 어두운 상태(예컨대, 흑색 픽셀)가 보인다. 오프 상태에서, 제1 편광 상태를 갖는 광은 편광 민감 반사기(116)에 의해 반사되고, 도파관(112) 내에서 반사되고 그리고/또는 SLM(106)에 입력된 광이다. 중간 상태에서, SLM(106)은 입력 광을 제1 편광 상태에서부터 특정 타원 편광 상태로 변조시킨다. 중간 상태에서, 타원 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광의 일부는 편광 민감 반사기(116)에 의해 투과되고, 타원 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광의 일부는 편광 민감 반사기(116)에 의해 반사된다.
- [0079] [0139] 일부 실시예들에 따라, 도 11은 도 10에 예시된 조명 시스템과 관련된 광선 자취를 예시한다. 조명 모듈(102)은 방출된 광(124)을 광 입력 표면(113C)을 통해 PBS(104), 즉 도파관(112)으로 출력 및 지향시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출된 광(124)은 도파관(112)을 통해 전파되고 엔드 반사기(114)에 직접 입사될 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출된 광(124)은 TIR에 의해 제1 표면(113A) 및/또는 가능하게는 제2 표면(113B)에 의해 반사될 수 있고, 반사된 광(126)은 엔드 반사기(114)에 입사될 수 있다. 엔드 반사기(114)에 입사된 광은 반사 및/또는 시준될 수 있다. 반사된 시준된 광(128)은 제2 표면(113B)에 입사될 수 있다. 제2 표면(113B)은 광(예컨대, 제1 편광 상태의 광)을 선택적으로 반사시키고 광을 SLM(106)쪽으로 터닝하도록 구성될 수 있다. 터닝된 광(130)은, 터닝된 광(130)을 선택적으로 변조 및 반사하도록 구성될 수 있는 SLM(106)을 향해 전파될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대, 도시된 바와 같이, SLM(106)은 반사 LCD SLM 어레이와 같은 반사성 공간 광 변조기 어레이를 포함한다.
- [0080] [0140] SLM(106)으로부터 반사된 터닝된 광(130)은 PBS(104), 도파관(112) 및/또는 굴절 광학 엘리먼트(118)를 통해 전파되어 결국 PBS(104)를 통해 투과될 수 있다. 예컨대, 투과된 광(132)은 터닝된 광(130)과 상이한 편광 상태에 있을 수 있다. 예컨대, 투과된 광(132)은 제2 편광 상태(예컨대, p-편광됨)에 있을 수 있다. 제1 편광 상태에서 제2 편광 상태로의 편광 상태의 변환(예컨대, 회전)은 여러 방식으로 달성될 수 있다. 예컨대, SLM(106)은, SLM의 개개의 픽셀이 광을 변조하기 위한 상태(예컨대, "온" 상태)로 설정되어 있는지 여부에 의존하여, 그로부터 반사된 광의 편광 상태를 제1 편광(예컨대, s-편광)으로부터 제2 편광(p-편광)으로 선택적으로 변경(예컨대, 회전)할 수 있다. 다른 구성들도 또한 가능하다. 투과된 광(132)은 편광 민감 반사기(116) 및/또는 굴절 광학 엘리먼트(118)를 통해 광이 투과될 수 있게 허용할 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)일 수 있다.
- [0081] [0141] 도 12a는 일부 실시예들에 따라 도 10에 예시된 조명 시스템(1000)의 사시도를 예시하며, 도 12b는 일부 실시예들에 따라 도 12에 예시된 조명 시스템(1000)의 분해 사시도를 예시한다. 예시된 바와 같이, 조명 시스템(1000)은 하나의 조명 모듈(102)을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 조명 시스템(1000)은 2개 이상의 조명 모듈을 포함할 수 있다. 2개 이상의 조명 모듈을 포함하는 조명 시스템의 실시예들의 예가 도 24 및 도 25에 예시된다. 도 24 및 도 25는 이하에서 상세하게 설명된다.
- [0082] 코팅들
- [0083] [0142] 도 13a 내지 도 13c는 일부 실시예들에 따른 편광 민감 반사기(예컨대, 편광 민감 반사기(116))를 제조하는 방법을 예시한다. 본 방법의 추가적인 그리고/또는 대안적인 피쳐들이 도 31과 관련하여 이하에서 개시될 수 있다. 이 방법은 투과성 재료의 스택 층(702A-702L)을 포함한다. 투과성 재료는 예컨대 유리, 플라스틱 또는 다른 광학적으로 투과성인 재료일 수 있다. 상이한 층들 예컨대, 층들(702A-702L)의 스택에서 각각의 층(예

컨대, 층들(702A-702L) 중 임의의 하나)은 예컨대 다수의 박막들과 같은 편광 선택 코팅으로 코팅 및/또는 패터닝될 수 있다. 패터닝된 층은 편광 선택 코팅을 포함하는 섹션들 및 편광 선택 코팅이 없는 섹션들을 포함할 수 있다. 층들(702A-702L)의 상이한 층들, 예컨대, 각각의 층(702A-702L)은 인접 층들에 본딩 및/또는 부착될 수 있다. 예컨대, 스택의 하나 이상의 층들(702A-702L) 사이에 접착제 코팅이 제공될 수 있다.

[0084] [0143] 투과성 재료의 층들(702A-702L)의 스택은 도 13b에 예시된 편광 민감 반사기(716)를 획득하도록 슬라이스될 수 있다. 슬라이스는 층들(702A-702L)의 스택의 하나 이상의 층들을 횡단할 수 있다. 일부 실시예들에서, 층들(702A-702L)의 스택은 스택의 표면에 대해 횡단 각도(transverse angle)로 슬라이스될 수 있다. 횡단 각도는 층들(702A-702L)의 법선에 대해 예컨대 5° 내지 65° 의 예각일 수 있다. 편광 민감 반사기(716)는 도 10의 편광 민감 반사기(116) 일 수 있다. 도 13b에 예시된 실시예에서, 편광 민감 반사기(716)는 투과성 재료의 층들(예컨대, 층들(702A-702L))의 슬라이스된 스택으로 구성된다.

[0085] [0144] 도 13c에 예시된 바와 같이, 편광 민감 반사기(716)는 도파관(112) 위에 배치, 도파관(112)에 몰딩 및/또는 부착된다. 예컨대, 편광 민감 반사기(716)는 도파관(112)의 제2 표면(113B) 위에 배치, 도파관(112)의 제2 표면(113B)에 몰딩 및/또는 부착된다. 반사 광학 엘리먼트(118)는 편광 민감 반사기(716) 위에 배치, 편광 민감 반사기(716)에 몰딩 및/또는 부착된다.

[0086] [0145] 도 13d는, 일부 실시예들에 따른 도 13a - 13c에 예시된 방법을 사용하여 제조된 편광 민감 반사기(716)를 예시한다. 편광 민감 반사기(716)는 편광 선택적 엘리먼트를 갖지 않거나 그렇지 않으면 더 적은 광을 반사(예컨대, 적은 편광 선택 코팅을 가짐)하도록 구성된 제3 섹션(744)에 의해 편광 선택 엘리먼트를 갖는 제2 섹션(746)으로부터 이격된 편광 선택 엘리먼트를 갖는 제1 섹션(742)을 포함한다. 다수의 그러한 섹션들(742, 744, 746)은 편광 민감 반사기(716)의 하나 이상의 표면을 따라 배치될 수 있다. 편광 민감 엘리먼트를 갖지 않는 제3 섹션(744)에 입사되는, 엔드 반사기(예컨대, 엔드 반사기(114))로부터 반사된 광은, 예컨대 제1 섹션(742) 및 제2 섹션(746)과 유사한 섹션들과 같은 편광 선택 엘리먼트를 갖는 섹션에 입사할 때까지, 편광 감지 반사기(716)의 해당 부분을 통과할 것이다. 이러한 구현들은 공간 광 변조기(예컨대, SLM(106))에 걸친 조명의 균일성을 증가시키는 데 유리할 수 있다. 도시된 바와 같이, 광(754)은 편광 민감 엘리먼트를 포함하는 층들의 섹션들에 의해 반사되는 한편, 광(756)은 초기에 편광 민감 엘리먼트를 포함하지 않는(또는 다른 편광 민감 엘리먼트들보다 적은 광을 반사하는 편광 민감 엘리먼트를 갖는) 섹션들을 통과한다. 광(756)은 도시된 바와 같이, 편광된 광을 반사하는 편광 민감 엘리먼트를 포함하는 상이한 층의 섹션들에 입사하고 이들에 의해 반사될 수 있다.

[0087] [0146] 도 13d에 예시된 바와 같이, 각각의 계층은 편광 민감 반사기(716)의 표면에 대해 예각으로 배치될 수 있다. 예컨대, 각각의 계층의 표면(예컨대 2개의 층들 간의 인터페이스)은 편광 민감 반사기(716)의 표면과 횡방향 각도를 형성할 수 있다. 편광 민감 반사기(716)의 추가적인 그리고/또는 대안적인 피처들은, 예컨대, 도 28d와 관련하여 아래에서 개시된다. 조명 시스템(예컨대, 조명 시스템(1000))의 폼 팩터와 편광 민감 반사기(716)에 의해 반사된 광의 세기를 밸런싱하기 위해, 횡방향 각도는 5° 내지 65° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 횡방향 각도는 10° 내지 35° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 13d에 예시된 바와 같이, 횡방향 각도는 21° 이다.

[0088] [0147] 편광 민감 반사기(716)는 도파관(112)의 제1 표면(113A)과 같은 조명 시스템(예컨대 조명 시스템(1000)) 내의 다른 엘리먼트 또는 표면에 대해 경사 각도로 배치될 수 있다. 경사 각도는 예각일 수 있다. 일부 실시예들에서, 경사 각도는 5° 내지 80° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 각도는 10° 내지 45° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 13d에 예시된 바와 같이, 경사 각도는 24° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 경사 각도는 경사 각도(또는 웨지 각도) "a"와 동일할 수 있다.

[0089] [0148] 조명 시스템(예컨대, 조명 시스템(1000))으로부터의 효율적인 광 출력을 증가시키거나 최대화하기 위해 또는 다른 이유들로 공간 광 변조기(예컨대, SLM(106))를 향해 특정 각도로 광을 지향시키는 것이 유리할 수 있다. 이를 위해, 횡방향 각도와 경사 각도의 합은 25° 내지 65° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 13d에 예시된 바와 같이, 각도들의 합은, 제1 표면(113A)에 평행한 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광에 대해 45° 일 수 있다. 이러한 실시예들에서, 엔드 반사기(예컨대, 엔드 반사기(114))로부터 반사된 광(예컨대, 대부분의 광)은 공간 광 변조기(예컨대, 공간 광 변조기(106))에 대해 법선 각도로 편광 감지 반사기(716)에 의해 반사되도록 구성될 수 있다.

[0090] [0149] 도 14a-14b는 일부 실시예들에 따른, 콜레스테릭 액정과 같은 액정을 포함하는 편광 코팅들을 예시한다. 일부 실시예들에 따르면, 편광 코팅은 CLC(cholesteric liquid crystal) 엘리먼트들, 이를테면 CLC

격자들을 포함할 수 있다. 예컨대, 도 14a에 도시된 바와 같은 다양한 구현들에서, 액정 엘리먼트(816)는 액정을 포함하는 하나 이상의 액정의 반사 엘리먼트들을 포함한다. 예컨대, 다양한 구현들에서, 액정 엘리먼트(816)는 콜레스테릭 액정을 포함하는 하나 이상의 콜레스테릭 액정의 반사 엘리먼트들을 포함하는 콜레스테릭 액정 엘리먼트를 포함할 수 있다. 액정의 반사 엘리먼트들(816)은, 예컨대, 액정의 하나 이상의 층들, 이를테면 콜레스테릭 액정의 하나 이상의 층들을 포함할 수 있다. 액정 층들 및 액정의 반사 엘리먼트들(816)은 편광 선택적일 수 있으며, 그리고 하나의 편광 상태를 반사시키고 다른 편광 상태를 투과시킬 수 있다. 추가적으로, 액정 층들 및 액정의 반사 엘리먼트들(816)은 파장 선택적일 수 있으며, 그리고 특정 파장을 반사시키고 다른 파장들을 투과시킬 수 있다. 그에 따라서, 그러한 광학 엘리먼트들(816)은 특정 파장 또는 파장 범위 및 특정 편광 상태에서 동작할 수 있다. 마찬가지로, 엔드 반사기(예컨대, 엔드 반사기(114))로부터 반사된 특정 편광 및 컬러(예컨대, 적색, 녹색, 청색)를 갖는 광은 콜레스테릭 액정의 반사 엘리먼트(816)에 의해 작용될 수 있는데, 예컨대, 콜레스테릭 액정의 반사 엘리먼트(816)에 의해 반사될 수 있다. 하지만, 그 파장 범위에 있지 않고 편광 상태에 있지 않은 광은 콜레스테릭 액정의 반사 엘리먼트를 통과할 수 있다.

[0091] [0150] 도 14b는 콜레스테릭 액정 층들(824, 826, 828)의 스택을 포함하는 콜레스테릭 액정 엘리먼트(816)를 도시한다. 스택 내의 상이한 층들(824, 826, 828)은 특정 파장 또는 파장들의 범위에 대해 구성된 콜레스테릭 액정 격자들을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 콜레스테릭 액정 층(824)은 특정 편광 상태를 갖는 제1 광 컬러(834)(예컨대, 적색 광)를 반사시키도록 구성될 수 있다. 제2 콜레스테릭 액정 층(826)은 특정 편광 상태를 갖는 제2 광 컬러(836)(예컨대, 녹색)를 반사시키도록 구성될 수 있다. 유사하게, 제3 콜레스테릭 액정 층(828)은 특정 편광 상태를 갖는 제3 광 컬러(838)(예컨대, 청색)를 반사시키도록 구성될 수 있다. 대응하는 콜레스테릭 액정 층(824, 826, 828)이 반사시키도록 구성된 것과 상이한 컬러의 광은, 예컨대, 해당 컬러 광을 반사시키도록 구성된 층(824, 826, 828)에 도달할 때까지 대응하는 층을 통과할 수 있다. 상이한 컬러에서 작용하는 다수의 층들을 사용하게 되면, SLM(106)을 조명하기 위해 다수의 파장들을 터닝시킬 수 있다.

[0092] [0151] 도 15는 일부 실시예들에 따른, 편광 빔 분할기의 코팅 위치들을 예시한다. 편광 민감 반사기(116)는, 예컨대, 편광 코팅(602)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 코팅(602)은 도파관(112) 상에 코팅될 수 있다. 그에 따라서, 편광 코팅(602)은 도파관(112)과 굴절 광학 엘리먼트(118) 사이에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 코팅(602)은 도파관(112)에 인접할 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 코팅(602)은 또한, 굴절 광학 엘리먼트(118)에 인접하게 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 코팅(602)은 엔드 반사기(114)와 SLM(106) 사이의 광학 경로에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 민감 반사기(116)는, 예컨대, 편광 민감 반사기(116) 내의 층들 상의 편광 코팅(602)을 포함할 수 있다. 편광 코팅(602)은, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광)를 갖는 광을 반사시키고 그리고 직교 편광(예컨대, p-편광)일 수 있는 제2 편광 상태의 광을 투과시키도록 구성될 수 있다.

[0093] [0152] 엔드 반사기(114)는 반사 코팅(604)을 포함할 수 있다. 반사 코팅(604)은 도파관(112)의 표면, 이를테면, 조명 모듈(102) 맞은편의 그리고/또는 더 멀리 떨어진 표면(도 15에 미도시) 상에 코팅될 수 있다. 반사 코팅(604)이 형성된/코팅된 표면은 앞서 논의된 만곡된 엔드 반사기(114)를 제공하도록 만곡될 수 있다. 그에 따라서, 엔드 반사기(114)는 광 파워를 가질 수 있으며, 그리고 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)로부터의 반사 후 반사 코팅(604) 상에 입사하는 조명 모듈(102)로부터의 광(예컨대, 이 광의 대부분)이 시준되도록 조명 모듈(102)에 대하여 배치될 수 있다. 반사 코팅(604)은 높은 반사(예컨대, 미러) 코팅일 수 있고, 다양한 구현들에서, 금속 및/또는 유전체를 포함할 수 있으며, 그리고 일부 구현들에서 다층 코팅일 수 있다. 일부 구현들에서, 반사 코팅(604)은 그 위에 입사하는 광(예컨대, 가시광)의 90%, 95% 또는 99% 초과를 반사시키도록 구성될 수 있다.

[0094] [0153] PBS(104)의 하나 이상의 표면들은 입사광의 반사를 감소시키도록 구성된 반사-방지 코팅들, 이를테면 반사-방지 코팅들(606, 607, 608)을 포함할 수 있다. 반사-방지 코팅(606)은 도파관(112)의 제1 표면(113A) 상에 배치될 수 있다. 반사-방지 코팅(607)은 또한, 광 입력 표면(113C) 상에 배치될 수 있다. 그러한 반사-방지 코팅(607)은 도파관의 광 입력 표면(113C)에 의해 조명 모듈(102)에 의해 방출되는 광의 반사로 인한 입력 손실들을 감소시킬 수 있다.

[0095] [0154] 반사-방지 코팅(608)은 굴절 광학 엘리먼트(118), 예컨대, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 도파관(112)의 제1 표면(113A) 맞은편의 그리고/또는 반사-방지 코팅(606) 맞은편의 표면 상에 배치될 수 있다. 반사-방지 코팅(608)은 PBS(104)로부터의 변조된 광의 방출 효율성을 증가시키고 그리고 SLM(106) 상으로의 역반사(back reflection)를 감소시켜 PBS(104)의 동작 효율성을 증가시킬 수 있다.

[0096] [0155] 반사-방지 코팅들(606, 607, 608)은 코팅이 없는 반사에 비해 반사량을 적어도 50%, 70%, 90% 또는 그 초과보다 더 많이(또는 이들 값들 중 임의의 값 사이의 범위) 감소시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사-방지 코팅들(606, 607, 608)은, 예컨대, 특정 설계 파장에 대해, 코팅된 표면으로부터의 반사를 4%, 3%, 2%, 1%, 0.5%, 0.1%, 0.01% 또는 그 미만보다 더 적게(또는 이들 값들 중 임의의 값 사이의 범위) 감소시킬 수 있다. 일부 설계들에서, 반사-방지 코팅(606, 607, 608)은 다층 코팅을 포함할 수 있고, 적어도 2개의 코팅 층들을 포함할 수 있다. 반사-방지 코팅은 간섭 코팅을 포함할 수 있다. 반사-방지 코팅들(606, 607, 608) 중 하나 이상은 브로드밴드 반사-방지 코팅일 수 있다.

[0097] [0156] 엔드 반사기(114)로부터 반사되는 광은 초기에 편광 민감 반사기(116)를 향해 전파될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 일부 광은 (예컨대, 광의 편광에 의존하여) 편광 민감 반사기(116)를 통해 투과될 수 있다. 엔드 반사기(114)로부터 편광 민감성 반사기(116)를 통해 투과된 광은 흑화 코팅(blackening coating)(615)을 갖는 굴절 광학 엘리먼트(118)의 표면(614)에 입사될 수 있다. 굴절 광학 엘리먼트(118)는 그 위에 입사되는 광의 후방 반사를 감소시키기 위해 흑화 코팅(615)을 포함할 수 있다. 예컨대, 흑화 코팅(615)은 도파관(112)의 엔드 반사기(114) 맞은편의, 굴절 광학 엘리먼트(118)의 표면(614) 상에 코팅될 수 있다. 흑화 코팅(615)은 광 입력 표면(113C)과 동일 평면상에 있는 표면(614) 상에 배치될 수 있다. 흑화 코팅(615)이 배치되는 표면(614)은 제1 표면(113A) 및/또는 SLM(106)에 수직일 수 있다. 일부 구현들에서, 흑화 코팅(615)은 굴절 광학 엘리먼트(118)의 제2 표면(113B)에 수직인 표면(614) 상에 배치될 수 있다. 흑화 코팅(615)은 또한 광의 반사를 방지하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 흑화 코팅(615)은 흑색 염료 또는 안료를 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 흑화 코팅(615)은 엔드 반사기(114)로부터 광을 수신하도록 배치될 수 있다. 그에 따라서, 흑화 코팅(615)은 엔드 반사기(114)로부터 반사되는 광을 흡수하도록 구성될 수 있다.

[0098] [0157] 도 16은 일부 실시예들에 따른, 편광 빔 분할기(예컨대, PBS(104))의 피쳐들을 예시한다. 예시된 바와 같이, 도파관(112)은 제2 표면(113B)이 광 입력 표면(113C)에 대해 경사져있는 웨지 형상이다. 웨지 각도(502)는 제1 표면(113A)에 대한 제2 표면(113B)의 경사를 설명한다. 웨지가 종종 삼각형이기는 하지만, 웨지-형상 도파관(112)은 도파관(112) 내로 광을 입력하는 데 사용될 수 있는 광 입력 표면(113C)을 생성하도록 절단될 수 있다. 그에 따라서, 이 예에서, 2개의 표면들에 의해 정의된 평면들의 교차는, 예컨대, 도 16에 도시된 바와 같이, PBS(104) 외부에서 이루어질 수 있다. 다른 구성들도 가능하다. 일부 실시예들에서, 웨지 각도(502)는 예각이다. 예컨대, 웨지 각도(502)는 약 5° 내지 55° 일 수 있다. 일부 실시예들에서, 웨지 각도(502)는 약 8° 내지 35° 이다. 일부 실시예들에서, 웨지 각도(502)는 18° 일 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 광 입력 표면(113C)은 도파관(112) 내로 광을 안내하기 위한 입력 표면 또는 입력 면(504)을 제공할 수 있다. 입력 면(504)이 광 입력 표면(113C)을 따라 배치될 수 있지만, 다른 기하학적 구조들 및 구성들에서는 다른 곳에 배치된 입력 면이 활용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 입력 면은 PBS(104)의 베이스, 이를테면 도파관(112)의 제1 표면(113A)을 향해 배치된다. 그에 따라서, 입력 면(504)은 투명한 표면을 포함할 수 있지만, 앞서 논의된 바와 같이, 흑화 코팅(615)은 굴절 광학 엘리먼트(118)의 하나 이상의 근처 표면들에 포함될 수 있다. 일부 실시예들에서, 입력 면(504)의 높이는 대략 표면(113C)의 높이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 입력 면(504) 및/또는 광 입력 표면(113C)은 엔드 반사기(114)의 크기보다 더 작는데, 예컨대, 엔드 반사기(114)의 크기의 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/8, 1/10, 또는 1/20 미만(또는 이들 값들 중 임의의 값에 의해 정의되는 임의의 범위 내의 임의의 값)이다. 엔드 반사기(114)는, 예컨대, 엔드 반사기(114) 상에 입사하는 입력 면(504)을 통해 방출되는 광을 시준하기 위한 광학 파워(506)를 가질 수 있다.

[0099] 조명 모듈

[0100] [0158] 도 17a-17h는 일부 실시예들에 따른, PBS(104)와 관련하여 조명 모듈(102)의 예시적인 구성들을 예시한다. 예컨대, 도 17a-17h는 광 입력 표면(113C)과 관련하여 조명 모듈(102)의 다양한 구성들 및/또는 배향들뿐만 아니라 광 입력 표면(113C)의 구성들 및/또는 배향들에서의 변동들을 예시한다. 조명 모듈(102)은 광이 방출되는 조명 모듈(102)의 출력 표면에 수직일 수 있는 중심 광학 축을 가질 수 있다. 광 입력 표면(113C)은 또한 법선(normal)을 가질 수 있다. 도 17a에서, 조명 모듈(102)의 광학 축은 광 입력 표면(113C)의 표면 축에 평행하다. 조명 모듈(102)의 출력 면은 도시된 바와 같이 광 입력 표면(113C)에 버트 커플링될(butt coupled) 수 있다. 이를테면 도 17a에 도시된 바와 같은 일부 실시예들에서, 광 입력 표면(113C)의 표면 축(예컨대, 광학 축, 중심 축 등)은 도파관(112)의 표면(예컨대, 제1 표면(113A))에 평행하다. 일부 실시예들에서, 광 입력 표면(113C)의 표면 축(예컨대, 표면 법선)은 도파관(112)의 표면(예컨대, 굴절 광학 엘리먼트(118) 및/또는 출력 영역 및/또는 제1 표면(113A) 맞은편의 표면)에 수직이다. 일부 실시예들에서, 광 입력 표면(113C)의 표면 축은 도파관(112)의 임의의 표면에 평행하지 않다.

- [0101] [0159] 도 17b 및 17c는 조명 모듈(102)의 표면 축이 광 입력 표면(113C)의 표면 축에 평행하거나 수직이 아닌 예들을 예시한다. 조명 모듈(102)과 광 입력 표면(113C) 간에 형성되는 각도는 예각을 정의할 수 있다. 도 17b에 의해 도시된 바와 같이, 광 입력 표면(113C)은, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운 표면인, 도파관(112)의 표면과 둔각을 형성할 수 있다. 도 17c에 의해 도시된 바와 같이, 광 입력 표면(113C)은, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운 표면인, 도파관(112)의 표면과 예각을 형성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 입력 표면(113C)은, 예컨대, 도 17a에 예시된 바와 같이, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운 표면인, 도파관(112)의 표면과 직각을 형성한다. 또한, 도 17b 및 도 17c 둘 모두에서, 광 입력 표면(113C)은 조명 모듈들(102)에 대하여 기울어진다. 유사하게, 조명 모듈(102)의 표면 축은 광 입력 표면(113C)에 대한 법선과 평행하지 않을 수 있다. 기울기의 결과로서, 광 입력 표면(113C)과 조명 모듈들(102) 간에 에어 갭이 배치된다. 또한, 기울기의 결과로서, 이러한 에어 갭은 비대칭적이다.
- [0102] [0160] 도 17d는 편향 엘리먼트(954)를 포함하는 PBS(104)의 구성을 예시한다. 편향 엘리먼트(954)는 반사 및/또는 회절 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 예컨대, 편향 엘리먼트(954)는 미러 및/또는 격자를 포함할 수 있다. 예시된 바와 같이, 조명 모듈(102)은, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운 표면인, 도파관(112)의 표면 내에 광을 주입한다. 일부 실시예들에서, 광은, 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운, PBS(104)의 표면 내에 주입된다. 일부 실시예들에서, 광은, 굴절 광학 엘리먼트(118)에 아주 가까운, PBS(104)의 표면 내에 주입된다. 도 17d에 예시된 구현에서, 도파관(112)은 굴절 광학 엘리먼트(118)보다 길지만, 설계가 그렇게 제한될 필요는 없다. 편향 엘리먼트(954)는 도파관(112)의 일부, 이 예에서는, 웨지의 가장 좁은 부분 또는 웨지의 정점에서 제1 표면(113A) 맞은편의 기울어진 표면 상에 배치된다. 그에 따라서, 편향 엘리먼트(954)는 기울어지며, 그리고 편향 엘리먼트(954)가 배치되는 기울어진 표면과 함께, 도파관(112)의 제1 표면(113A)에 대하여 예각을 형성한다. 광은 편향 엘리먼트(954)를 사용하여 재지향될 수 있다. 편향 엘리먼트(954)는 엔드 반사기(114)를 향해 전파되도록 광을 지향시킬 수 있으며, 엔드 반사기(114)는 만족될 수 있고 그리고/또는 광 파워를 가질 수 있으며, 일부 구성들에서 광을 시준할 수 있다. 편향 엘리먼트(954)는 유전체 코팅, 이를테면 간섭 코팅 및/또는 금속화부를 포함할 수 있다. 그러한 코팅은, 예컨대, 반사를 제공할 수 있다.
- [0103] [0161] 도 17e 및 17f는 조명 모듈(102)의 표면 축이 광 입력 표면(113C)의 표면 축에 평행한(예컨대, 광 입력 표면(113C)의 표면의 법선에 평행한) 구성들의 예들을 예시한다. 도 17e는 광 입력 표면(113C)이, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운 표면인, 도파관(112)의 표면과 어떻게 둔각을 형성할 수 있는지를 예시한다. 도 17f는 광 입력 표면(113C)이, 편광 민감 반사기(116) 맞은편의 그리고/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편의 그리고/또는 SLM(106)에 가장 가까운 표면인, 도파관(112)의 표면과 어떻게 예각을 형성할 수 있는지를 예시한다. 도 17e 및 도 17f에 예시된 구현들에서, 조명 모듈(102)은 광 입력 표면(113C)에 맞닿아있다(butt up)(예컨대, 이들 사이에 갭이 없음). 결과적으로, 조명 모듈(102)은 조명 모듈(102)의 표면 축이 도파관(112)의 제1 표면(113A)에 대해 각지도록 기울어질 수 있다.
- [0104] [0162] 도 17g는 편향 엘리먼트(954)를 포함하는 PBS(104)의 구성을 예시한다. 편향 엘리먼트(954)는 반사 및/또는 회절 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 예컨대, 편향 엘리먼트(954)는 미러 및/또는 격자를 포함할 수 있다. 예시된 바와 같이, 조명 모듈(102)은 굴절 광학 엘리먼트(118)에 아주 가까운 도파관(112)의 표면 내에 광을 주입한다. 광은, 예컨대 엔드 반사기(114)를 향해, 편향 엘리먼트(954)를 사용하여 재지향될 수 있다. 도 17g에 예시된 구현에서, 도파관(112)은 굴절 광학 엘리먼트(118)보다 더 길지만, 설계가 그렇게 제한될 필요는 없다. 편향 엘리먼트(954)는 도파관(112)의 일부, 이 예에서는, 웨지의 가장 좁은 부분 또는 웨지의 정점에서 기울어진 표면 상에 배치된다. 그에 따라서, 편향 엘리먼트(954)는 기울어지며, 그리고 편향 엘리먼트가 배치되는 기울어진 표면과 함께, 도파관(112)의 제1 표면(113A)에 대하여 둔각을 형성한다. 편향 엘리먼트(954)는 엔드 반사기(114)를 향해 전파되도록 광을 지향시킬 수 있으며, 엔드 반사기(114)는 만족될 수 있고 그리고/또는 광 파워를 가질 수 있으며, 광을 시준할 수 있다. 편향 엘리먼트(954)는 유전체 코팅, 이를테면 간섭 코팅 및/또는 금속화부를 포함할 수 있다. 그러한 코팅은, 예컨대, 반사를 제공할 수 있다.
- [0105] [0163] 도 17h는 도파관(112) 내로 안내된 광을 재지향시키도록 구성된 입력 터닝 피쳐들(956)을 갖는 PBS(104)를 예시한다. 터닝 피쳐들(956)은 엔드 반사기(114) 맞은편의 표면 상에 배치된다. 터닝 피쳐들(956)은 광 입력 표면(113C) 상에 배치되는 것으로 도시된다. 조명 모듈(102)에 의해 도파관(112) 내로 주입되는

광은, 터닝 피쳐들(956)을 통해 엔드 반사기(114)를 향해 전파되어, 재지향, 가능하게는 굴절 및/또는 회절에 의해 반사될 수 있다. 터닝 피쳐(956)는 마이크로프리즘 구조 및/또는 나노-프리즘 구조(예컨대, 격자)를 잠재적으로 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 터닝 피쳐들(956)은, 예컨대, 기울어진 슬로핑(sloping) 표면들을 포함할 수 있으며, 이러한 기울어진 슬로핑 표면들은 그 위에 입사되는 광을 굴절시키고 그리고 그를 통해 투과되는 광을 반사시켜서, 그러한 기울어진 슬로핑 표면을 빠져나가는 광을 재지향시킨다. 일부 실시예들에서, 터닝 피쳐들(956)은, 예컨대, 격자 또는 회절 피쳐들을 포함할 수 있으며, 이러한 격자 또는 회절 피쳐들은 그 위에 입사되는 광을 회절시키고 그리고 그를 통해 투과되는 광을 반사시켜서, 그러한 격자 또는 회절 피쳐들을 빠져나가는 광을 재지향시킨다. 터닝 피쳐들(956)의 하나 이상의 표면들은 광 입력 표면(113C)과 교차할 수 있고, 투과 동작 및 가시 광에 대해 광학적으로 투과성일 수 있다.

[0106] [0164] 도 18a-18m은 일부 실시예들에 따른, 조명 모듈(예컨대, 조명 모듈(102))의 예시적인 구성들을 예시한다. 도 18a는 광을 컬러 혼합 엘리먼트(1004)에 주입하는 3개의 광 방출기들(1002a, 1002b, 및 1002c)을 도시한다. 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 이색성 결합기 또는 빔 결합기에 포함될 수 있다(아래 참조). 각각의 광 방출기(1002a, 1002b, 1002c)는 상이한 컬러들을 방출할 수 있다. 예컨대, 제1 광 방출기(1002a)는 제1 컬러의 광(예컨대, 적색)을 방출하도록 구성될 수 있고, 제2 광 방출기(1002b)는 제2 컬러의 광(예컨대, 녹색)을 방출하도록 구성될 수 있으면, 제3 광 방출기(1002c)는 제3 컬러의 광(예컨대, 청색)을 방출하도록 구성될 수 있다. 다른 구성들도 또한 가능하다. 다양한 광빔들이 빔 결합기 내에서 이동하고 오버랩할 수 있다. 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 중 하나 이상은 하나 이상의 LED들을 포함할 수 있다. 예컨대, 각각의 광 방출기는 정확히 하나의 LED일 수 있거나, 또는 하나 보다 많은 LED들일 수 있다. 그러나, 다른 구성들(예컨대, 레이저들을 사용함)이 사용될 수 있다. 일부 경우들에서는, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 중 하나 이상이 코히어런트 광을 방출하는 것이 유리할 수 있다. 예컨대, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 중 하나 이상은 레이저 엘리먼트들, 이ल테면 레이저 다이오드들을 포함할 수 있다.

[0107] [0165] 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 프리즘 구조를 포함할 수 있다. 예컨대, 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 x-큐브를 포함할 수 있다. x-큐브는 프리즘 구조 내에 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트(1006a) 및 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트(1006b)를 포함한다. 이색성 빔 결합기 엘리먼트들(1006a, 1006b) 중 하나 이상은, 특정 파장들을 갖는 광을 반사시키고 특정 파장들을 갖는 광을 투과시키도록 구성된 광학 필름 또는 다른 구조를 포함할 수 있다. 제1 방출기(1002a)로부터의 광은 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트(1006a)에 의해 반사되고, 제3 방출기(1002c)로부터의 광은 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트(1006b)에 의해 반사된다. 제2 방출기(1002b)로부터의 광은 제1 및 제2 이색성 빔 결합기 둘 모두에 의해 투과될 수 있다. 그에 따라서, 제1, 제2, 및 제3 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광이 조합된다. 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)은 도 18a에 도시된 바와 같은 컬러 혼합 엘리먼트(1004)에 맞댄 커플링될 수 있다(butt coupled). 다른 구성들도 또한 가능하다. 조명 모듈들(102)을 포함하는 앞서 논의된 다양한 도면들에 도시된 바와 같이, 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 출력 표면은 엔드 반사기(예컨대, 엔드 반사기(114)) 맞은편의 도파관의 광 입력 표면(예컨대, 도파관(112)의 광 입력 표면(113C))에 광학적으로 커플링된다. 따라서, 컬러 혼합 엘리먼트(1004)에 의해 조합되는 3개의 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광은 도파관(112)에 주입되고, 엔드 반사기(114)를 향해 전파된다.

[0108] [0166] 도 18b는 광을 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)에 주입하는 제1 광 방출기(1002a) 및 광을 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)에 주입하는 제2 및 제3 광 방출기들(1002b, 1002c)을 도시한다. 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a) 및/또는 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)는 프리즘들 또는 프리즘 구조들, 이ल테면 이색성 프리즘들을 포함할 수 있다. 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a) 및/또는 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)는 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함할 수 있다. 이색성 빔 결합기 엘리먼트는, 특정 파장들을 갖는 광을 반사시키고 특정 파장들을 갖는 광을 투과시키는 필름 또는 다른 광학 구조를 포함할 수 있다. (가능하게는 제1 컬러의) 제1 방출기(1002a)로부터의 광은 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트에 의해 반사되고, (가능하게는 제2 컬러의) 제2 방출기(1002b)로부터의 광은 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트에 의해 반사된다. (가능하게는 제3 컬러의) 제3 방출기(1002c)로부터의 광은 제1 및 제2 이색성 빔 결합기 둘 모두에 의해 투과될 수 있다. 그에 따라서, 제1, 제2, 및 제3 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광이 조합된다. 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 중 하나 이상은 도 18b에 도시된 바와 같이 하나 이상의 컬러 혼합 엘리먼트들에, 예컨대 컬러 혼합 엘리먼트들의 입력 표면에 맞대어 커플링될 수 있지만, 다른 구성들도 가능하다. 도시된 바와 같이, 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)의 출력 표면은 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)의 입력 표면에 광학적으로 커플링된다. 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)의 출력 표면은 엔드 반사기(예컨대, 엔드 반사기(114)) 맞은편의 도파관의 광 입력 표면(예컨대, 도파관(112)의 광 입력 표면(113C))에 광학적으로 커플링될 수 있다. 따라서, 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)에 의해 조합되는 3개의 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광은 도파관(112)에 주입되고, 엔드 반사기(114)

를 향해 전파된다. 일부 실시예들에서, 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a) 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)는 서로 인접한다. 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b) 각각은, 가능하게는 이색성 코팅을 포함하는 이색성 반사기 또는 미러를 포함하는 이색성 빔 결합기를 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 특정 파장의 광을 반사시키고(예컨대, 그 파장으로 터닝함) 그리고/또는 상이한 파장의 광을 투과시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)는 청색 광으로 터닝될 수 있고(예컨대, 청색 광을 반사시키도록 구성됨), 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)는 녹색 광으로 터닝될 수 있다(예컨대, 녹색 광을 반사시키도록 구성됨).

[0109] [0167] 도 18c는 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b) 및 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)을 포함해서 도 18b에 도시된 것과 유사한 조명 모듈(102)을 도시한다. 도 18c는 광을 제1 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)에 주입하는 제1 광 방출기(1002a) 및 광을 제2 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)에 주입하는 제2 및 제3 광 방출기들(1002b, 1002c)을 도시한다. 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)은 본원에서 설명된 임의의 타입의 광 방출기(예컨대, LED들, 레이저들, OLED들 등)를 포함할 수 있다. 그러나, 도시된 바와 같이, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 중 하나 이상은 대응하는 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)로부터 이격될 수 있다. 따라서, 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)에 의해 조합되는 3개의 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광은 도파관(112)에 주입되고, 엔드 반사기(114)를 향해 전파된다. 도 18c에 도시된 조명 모듈(102)은 확산기(1008)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)은 확산기(1008) 상에서 오버랩하는 가능하게는 발산 광(예컨대, R, G, B)의 콤포지트를 생성하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 예시된 바와 같이, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c), 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b), 및 확산기(1008)가 동일한 광학 경로를 따라 배치될 수 있어서, 확산기(1008)는 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광을 수신한다. 확산기(1008)는 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광을 확산시킬 수 있고, 공간 영역에 걸쳐 광의 더욱 균일한 세기를 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대, 확산기(1008)는 관측가능한 세기 피크들을 포함하는 "핫 스팟"의 가능성을 감소시킬 수 있다. 확산기(1008)는 또한, 예컨대, 조명 모듈(102)로부터의 광을 수신하는 도파관(112)에서 상이한 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)의 광을 함께 혼합하는 것을 보조할 수 있다. 일부 실시예에서, 확산기(1008)는 또한 그 확산기(1008)에 입사하는 광을 발산시킬 수 있다. 따라서, 확산기(1008)는 그 확산기(1008)와 광학 통신할 수 있는 머리 장착 디스플레이 시스템에 유용한 방출 원뿔을 제공할 수 있다.

[0110] [0168] 도 18d는 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)에 들어가는 광빔을 형상화하기 위해 포함될 수 있는 빔-성형 광학기(예컨대, 시준 광학기)와 같은 광학기를 포함하는 도 18c와 유사한 설계를 도시한다. 빔-성형 광학기는, 예컨대, 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)을 포함할 수 있다. 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c) 중 하나 이상은 광의 초점을 맞추도록(예컨대, 포지티브 파워를 갖도록) 구성될 수 있다. 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)이 개개의 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광의 발산을 감소시키도록 구성될 수 있어서, 광은 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)에 더욱 효율적으로 커플링된다. 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)은, 예컨대, 대응하는 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광을 시준하도록 구성되는 시준 렌즈들일 수 있다. 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)은, 예컨대, 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b) 및/또는 이색성 빔 결합기 내에서 및/또는 확산기에서 오버랩할 수 있는 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)에 의해서 각각 방출되는 광으로부터 시준된 빔들을 형성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)은 네거티브 파워를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)의 파워 및 포지션은 예컨대 도파관(112)에 들어가는 발산 광 원뿔을 생성하도록 구성될 수 있다. 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)은 발산량을 제어하는 것을 보조하고, 적절한 발산 광 원뿔을 제공할 수 있다. 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c) 각각은 대응하는 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)과 컬러 혼합 엘리먼트들(예컨대, 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)) 중 하나 이상 사이에 배치될 수 있다. 일부 설계들에서는, 도 18c-18d에 도시된 바와 같이, 확산기(1008)는 조명 모듈(102)에 포함된다. 예시된 바와 같이, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c), 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c), 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b), 및 확산기(1008)가 동일한 광학 경로를 따라 배치될 수 있어서, 확산기(1008)는 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광을 수신한다.

[0111] [0169] 도 18a-18d는 정렬된 프리즘 큐브들과 같은 정렬된 프리즘들을 포함하는 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)을 포함하는 조명 모듈들을 도시한다. 프리즘들은, 예컨대, 직사각형 프리즘들일 수 있다. 각각의 프리즘은 2개의 입력들을 수신할 수 있고, 하나의 출력을 갖는다. 이런 프리즘들은 가시광에 대해 실질적으로 투명한 재료를 포함할 수 있고, 플라스틱 또는 유리를 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 이런 프리즘들은 특정 파장들은 반사시키고 다른 파장들은 투과시키는 이색성 필터들과 같은 파장 선택 필터들을 포함한다.

[0112] [0170] 도 18e-18g는 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b) 외에도 터닝 미러(1004c)를 포함하는 조명 모듈들

(102)의 예시적인 실시예들을 예시한다. 도시된 예들에서, 터닝 미러(1004c)는 프리즘 또는 프리즘의 부분을 포함한다. 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 앞서 설명된 바와 같은 이색성 빔 결합기 프리즘들과 같은 프리즘들을 포함할 수 있다. 터닝 미러(1004c)는 광빔을 재지향시키기 위한 경사진 반사 표면을 갖는다. 경사진 반사 표면은 예컨대 프리즘의 다른 측들 중 하나에 대하여 약 30° 내지 60° 로 경사질 수 있고, 일부 실시예들에서는, 약 45° 로 경사질 수 있다. 그에 따라서, 터닝 미러(1004c)는, 예컨대, 45° 프리즘을 포함할 수 있다. 터닝 미러(1004c)는 내부 전반사에 의해 광을 터닝시키는 프리즘을 포함할 수 있다. 터닝 미러(1004c)는, 예컨대, 내부 전반사를 제공하는 광학적으로 투과성인 재료, 이를테면 유리 또는 플라스틱을 포함할 수 있다. 도 18e-18g에 도시된 바와 같이, 터닝 미러(1004c) 및 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 광학 경로를 따라(예컨대, 동일한 광학 축을 따라) 정렬될 수 있다. 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 각각은 대응하는 컬러 혼합 엘리먼트들에 인접하게 배치될 수 있다. 그에 따라서, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광은 개개의 터닝 미러(1004c) 및 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)에 커플링될 수 있다. 그로 인해 광은 조합되고, 공통 광학 경로를 따라 지향된다. 도 18f에 도시된 바와 같은 일부 실시예들에서, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)은 대응하는 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)로부터 이격될 수 있다. 도 18g에 도시된 바와 같이, 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)이 포함될 수 있다. 또한, 도 18f 및 18g에 예시된 바와 같이, 조명 모듈(102)은 확산기(1008)를 포함할 수 있다. 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b) 뿐만 아니라 렌즈들 및 확산기들의 다양한 피쳐들 및 특징들이 본원에서 논의된다. 그에 따라서, 본원에서 논의되는 임의의 그러한 특징들 또는 피쳐들이 이들 구조들에 적용될 수 있다.

[0113] [0171] 도 18h-18m은 도 18b-18g에 설명된 것들과 유사한 조명 모듈들(102)의 예시적인 실시예들을 각각 예시하고, 여기서 조명 모듈(102)은 테이퍼진다. 도 18h-18j는, 예컨대, 이색성 프리즘들과 같은 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)를 포함하는 조명 모듈(102)을 도시하고, 여기서 하나의 프리즘은 다른 프리즘보다 크다. 유사하게, 각각의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 한 단부는 동일한 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 다른 단부보다 크다. 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)는, 하나의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)의 작은 단부가 다른 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)의 큰 단부에 인접하거나 또는 그것에 가장 가깝도록 배열된다. 도 18h-18j에 도시된 것들과 같은 일부 구현들에서, 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)는 하나의 단부가 다른 단부보다 큰 결과로서 하나 이상의 경사진 입력 표면들을 갖는다. 각각의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 하나 이상의 경사진 입력 표면들은 조명 모듈(102)의 동일한 축 상에 배치될 수 있고, 일부 구현들에서는 원활할 수 있는 더 큰 슬로핑 표면을 함께 생성할 수 있다. 도 18h-18j에 도시된 바와 같이, 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)은 서로 동일 평면상에 있을 수 있다. 이런 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)은 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 입력 표면들에 대응할 수 있다. 입력 표면(1018c)은 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)의 입력 표면에 대응할 수 있다. 이런 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b, 1018c)을 통해 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)에 광을 주입하기 위해서, 광 방출기들(1002a, 1002b)이 이런 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)에 대하여 배치될 수 있고 광 방출기(1002c)이 입력 표면(1018c)에 대하여 배치될 수 있다. 따라서, 조명 모듈(102)은 한 단부가 다른 단부보다 큰 결과로서 테이퍼질 수 있다. 슬로핑 표면 맞은편의 측은 슬로핑될 필요가 없다. 도 18h-18j에 예시된 바와 같이, 슬로핑 표면들(1018a, 1018b)은 조명 모듈(102)의 대향 측 상의 하나 이상의 표면들에 비-평행할 수 있다.

[0114] [0172] 다양한 구현들에서, 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광을 공통 광학 경로를 따라 지향시키는 이색성 빔 결합기를 가능하게는 포함하는 기울어진 표면들을 포함한다. 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 이런 광학 경로를 따라 배열된다. 다양한 구현들에서, 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)은 이런 광학 경로에 대하여 경사진다.

[0115] [0173] 도 18k-18m은 도 18e-18g에 도시된 것과 유사한 구성들로 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b) 외에도 터닝 미러(1004c)를 포함하는 조명 모듈들(102)의 예시적인 실시예들을 예시한다. 그러나, 도 18k-18m에 도시된 조명 모듈들(102)은 도 18h-18j의 것들과 동일하게 테이퍼진다. 그에 따라서, 도 18h-18j에 대한 위의 논의는 도 18k-18m에 도시된 테이퍼진 조명 모듈들(102)에 적용될 수 있다.

[0116] [0174] 도 18k-18m은, 예컨대, 이색성 프리즘들과 같은 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)를 포함하는 조명 모듈(102)을 도시하고, 여기서 하나의 프리즘은 다른 프리즘보다 크다. 유사하게, 각각의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 한 단부는 동일한 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 다른 단부보다 크다. 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)는, 하나의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a)의 작은 단부가 다른 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)의 큰 단부에 인접하거나 또는 그것에 가장 가깝도록 배열된다. 터닝 미러(1004c)는 또한, 광빔을 재지향시키기 위한 경사진 반사 표면을 갖고 그리고 다른 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)의 더 작은 단부에 인접하게 배치되거나

그것에 더 근접하는 프리즘을 포함할 수 있다.

- [0117] [0175] 도 18k-18m에 도시된 것들과 같은 일부 실시예들에서, 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 한 단부가 다른 단부보다 큰 결과로서 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)을 갖는다. 각각의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)은 조명 모듈(102)의 동일한 측 상에 배치될 수 있고, 일부 실시예들에서는 원활할 수 있는 더 큰 슬로핑 표면을 함께 생성할 수 있다. 이런 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)을 통해 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)에 광을 주입하기 위해서, 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)이 이런 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)에 대해 배치될 수 있다. 따라서, 조명 모듈(102)은 한 단부가 다른 단부보다 큰 결과로서 테이퍼질 수 있다. 슬로핑 표면 맞은편의 측은 슬로핑될 필요가 없다. 도 18k-18m에 예시된 바와 같이, 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)은 조명 모듈의 대향 측 상의 하나 이상의 표면들에 비-평행할 수 있다.
- [0118] [0176] 터닝 미러(1004c)는, 개개의 광 방출기(1002c)로부터의 광을 수신하고 그 광을 이웃 혼합 엘리먼트(1004b)에 반사시키도록 경사지는 표면(1016)을 가질 수 있다. 터닝 미러(1004c)는 또한 개개의 광 방출기(1002c)로부터의 광을 수신하도록 개개의 광 방출기(1002c)에 대하여 배치되는 경사진 입력 표면(1018c)을 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 이런 광은 표면(1016)에 의해 반사된다. 경사진 입력 표면(1018c)은, 각각의 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)의 다른 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b)과 함께, 조명 모듈(102)의 동일한 측 상에 배치될 수 있고, 일부 구현들에서는 원활할 수 있는 더 큰 슬로핑 표면을 함께 생성할 수 있다. 마찬가지로, 도 18k-18m에 도시된 바와 같이, 입력 표면들(1018a, 1018b, 1018c) 각각은 서로 동일 평면상에 배치될 수 있다.
- [0119] [0177] 도 18k-18m에 예시된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 방출기들(1002a, 1002b)로부터의 광을 공통 광학 경로를 따라 지향시키는 이색성 빔 결합기를 가능하게는 포함하는 기울어진 표면들을 포함할 수 있다. 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)은 이런 광학 경로를 따라 배열된다. 다양한 구현들에서, 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b, 1018c)은 이런 광학 경로에 대하여 경사진다.
- [0120] [0178] 조명 모듈(102)의 테이퍼는, 일부 실시예들에서, 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광의 발산을 따를 수 있다. 예컨대, 경사진 입력 표면들(1018a, 1018b, 1018c)은, 적어도 컬러 혼합 엘리먼트들(1004a, 1004b)을 통해 전파하는 광빔의 발산 각도만큼 큰 경사 각도를 가질 수 있다. 그러나, 다른 양들의 테이퍼 및 다른 구성들이 가능하다.
- [0121] [0179] 조명 모듈(102), 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c), 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b), 및 이들의 어레인지먼트의 다른 특징들은 도 18b-18m에 대하여 위에서 설명된 것과 유사할 수 있다. 예컨대, 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)는, 특정 파장들을 광을 반사시키고 다른 파장들의 광을 투과시키는 이색성 빔 결합기들을 갖는 이색성 프리즘들과 같은 프리즘들을 포함할 수 있다. 광 방출기들 중 적어도 하나의 광 방출기(1003c)는 개개의 컬러 혼합 엘리먼트(1004b)에 맞대어 커플링될 수 있다. 일부 구현들에서, 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)은 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)로부터 갭만큼 이격될 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 렌즈들은 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)로부터 이격될 수 있는 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 사이에 배치될 수 있다. 추가적으로, 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)은 확산기(1008)를 포함한다. 조명 모듈(102), 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b), 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c), 확산기(1008)의 피쳐들 및 특징들이 앞서 논의되었다. 그에 따라서, 본원에서 논의되는 임의의 그러한 특징들 또는 피쳐들이 이들 구조들에 적용될 수 있다. 유리하게, 상이한 컬러 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광은 컬러 혼합 엘리먼트(1004a, 1004b)에서 서로 조합되어 혼합된다.
- [0122] [0180] 하나 이상의 이색성 빔 결합기 엘리먼트들을 포함하는 다른 구성이 도 18n에 도시되어 있다. 도 18n 내지 18p는 상이한 컬러 광원들로부터의 상이한 컬러 광을 조합 및/또는 혼합하도록 구성되는 어레인지먼트들을 예시한다. 예시된 바와 같이, 조명 디바이스(1400)는 하나 이상의 파장 의존 광-재지향(wavelength dependent light-redirecting) 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 하나 이상의 파장 의존 광-재지향 엘리먼트들은 이색성 코팅 층을 포함할 수 있다. 일부 설계들에서, 파장 의존 광-재지향 엘리먼트는 컬러 조합 또는 컬러 혼합 엘리먼트(1666)(예컨대, x-큐브)를 포함한다.
- [0123] [0181] 도 18n은 3개의 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)을 도시한다. 각각의 광 방출기(1002a, 1002b, 1002c)는 상이한 컬러(예컨대, 적색, 청색, 녹색)에 대응할 수 있다. 광 방출기(1002a)는 조명 모듈(102) 내에 배치되는 파장 의존 결합 엘리먼트들(1006a, 1664b)을 포함하는 컬러 혼합 엘리먼트(1004)에 광을 주입할 수 있어서, 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 광 방출기들(1002a, 1002b, 및 1002c)로부터의 상이한 컬러들의 광을 조합하

고 광을 엔드 반사기(114)를 향해 재지향시킨다. 일부 구현들에서, 결합 엘리먼트들(1006a, 1664b)을 포함하는 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 도파관(112)으로부터 분리되어 그것에 대해 배치될 수 있다. 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 이색성 코팅들을 포함할 수 있다. 광은 엔드 반사기(114) 맞은편의 도파관(112)의 표면에 주입될 수 있다. 광 방출기(1002a)는 엔드 반사기(114) 맞은편의(예컨대, 엔드 반사기(114)로부터 가장 먼) 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 표면에 광을 주입하도록 배치된다. 광 방출기들(1002b, 1002c)은 SLM(최하부 표면)(미도시)에 가장 가까운 도파관(112)의 표면에 평행한 그리고/또는 도파관(112)의 표면에 인접한 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 표면에 광을 주입할 수 있다. 도시된 바와 같이, 광 방출기들(1002b, 1002c)은 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은 편(예컨대, 굴절 광학 엘리먼트(118)로부터 가장 먼) 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 표면에 광을 주입할 수 있다. 제1 방출기(1002a)로부터의 광이 이색성 결합 엘리먼트(1006a)를 통해 투과되는데 반해 제2 방출기(1002b)로부터의 광은 제1 이색성 결합 엘리먼트(1006a)로부터 반사됨으로써, 제1 및 제2 방출기들(1002a, 1002b)로부터의 광은 조합되고, 제2 결합 엘리먼트(1006b)로의 동일 경로를 따라 전파된다. 제2 결합 엘리먼트(1006b)에서는, 제3 방출기(1002c)로부터의 광이 제1 및 제2 방출기들(1002a, 1002b)로부터의 조합된 광과 조합된다.

[0124] [0182] 예시된 바와 같이 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 예컨대, 굴절 광학 엘리먼트(114) 맞은편 도파관(112)의 최하부 표면에 대하여 기울어진다. 광 방출기(1002a) 뿐만 아니라 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 광학 경로를 따라 배치되고 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 또한 예컨대 그 광학 경로에 대하여 기울어진다. 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 최하부 표면(예컨대, SLM(미도시)에 가장 가까움)에 대하여 소정 각도로 기울어진다. 기울어진 각도는 도 18n에 도시된 구현에서 예각이다.

[0125] [0183] 도 18o는 도 18n과는 상이한 구성으로 3개의 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)을 도시한다. 각각의 광 방출기(1002a, 1002b, 1002c)는 상이한 컬러(예컨대, 적색, 청색, 녹색)에 대응할 수 있다. 제 1 광 방출기(1002a)는 광 방출기들(1002a, 1002b 및 1002c)로부터의 광을 엔드 반사기(114)를 향해 재지향시키기 위해 도파관(112) 내에 배치된 파장 의존적 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)을 포함하는 컬러 혼합 엘리먼트(1004)에 광을 주입할 수 있다. 일부 구현들에서, 결합 엘리먼트들(1006a, 1664b)을 포함하는 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 도파관(112)과 별개일 수 있고 그에 대하여 배치될 수 있다. 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 이색성 코팅들을 포함할 수 있다. 제 1 방출기(1002a)로부터의 광은 엔드 반사기(114) 맞은편(예컨대, 그로부터 가장 먼) 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 표면에 주입될 수 있다. 광 방출기들(1002b, 1002c)은 SLM으로서 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 대향 측(예컨대, 그로부터 가장 먼) 상의 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 표면에 광을 주입할 수 있다.

[0126] [0184] 제 1 방출기(1002a)로부터의 광은 제 1 결합 엘리먼트(1006a) 상에 입사하고 이를 통해 투과되고, 제 1 결합 엘리먼트(1006a)로부터 반사되고 제 2 결합 엘리먼트(1006b)에 전파되는 제 2 광 방출기(1002b)로부터의 광과 조합될 수 있다. 제 1 및 제 2 광 방출기들(1002a, 1002b)로부터의 광은 제 2 광 결합 엘리먼트(1006b)를 통해 투과된다. 제 3 광 방출기(1002c)로부터의 광은 제 2 광 결합 엘리먼트(1006b)로부터 반사되고 제 1 및 제2 광 방출기들(1002a, 1002b)로부터의 광과 조합된다. 3개의 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 조합된 광은 엔드 반사기(114) 맞은편 도파관(112)의 표면 상에 주입될 수 있다.

[0127] [0185] 예시된 바와 같이 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 예컨대, 엔드 반사기(114) 맞은편 도파관(112)의 최하부 표면에 대하여 기울어진다. 광 방출기(1002a) 뿐만 아니라 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 광학 경로를 따라 배치되고 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 또한 예컨대 그 광학 경로에 대하여 기울어진다. 제 1 및 제 2 이색성 결합 엘리먼트들(1006a, 1006b)은 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 최하부 표면(예컨대, SLM에 가장 가까움)에 대하여 소정 각도로 기울어진다. 기울어진 각도는 도 18o에 도시된 구현에서 둔각이다.

[0128] [0186] 도 18p는 다른 컬러 혼합 엘리먼트(1004)에 광을 주입하는 3개의 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)을 도시한다. 컬러 혼합 엘리먼트(1004)는 x-큐브를 포함할 수 있다. x-큐브는 제 1 및 제 2 이색성 빔 결합기 엘리먼트들(1006a, 1006b)을 포함한다. 제1 방출기(1002a)로부터의 광은 제 1 이색성 빔 결합기 엘리먼트(1006a)에 의해 반사되고 제2 방출기(1002b)로부터의 광은 제 2 이색성 빔 결합기 엘리먼트(1006b)에 의해 반사된다. 제 3 방출기(1002c)로부터의 광은 제 1 및 제 2 이색성 빔 결합기 엘리먼트들(1006a, 1006b) 둘 모두에 의해 투과될 수 있다. 그에 따라서, 제 1, 제 2 및 제 3 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광이 조합된다. 도시된 바와 같이, 컬러 혼합 엘리먼트(1004)의 출력 표면은 엔드 반사기(114) 맞은편(예컨대, 그로부터 가장 먼) 도파관(112)의 입력 표면에 광학적으로 커플링된다. 따라서, x-큐브(1004)에 의해 조합된 3개의 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광은 도파관(112)에 주입되고 엔드 반사기(114)를 향해 전파된다. 다양한

상이한 구성들을 갖는 조명 모듈들(102)이 앞서 개시되었다. 이들 구성들은 다수의 이색성 빔 결합기 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 다양한 구성들에서, 이들 이색성 빔 결합기 엘리먼트들은 프리즘들, 이를테면 이색성 프리즘(예컨대, 이색성 큐브 프리즘들 또는 직사각형 프리즘)에 포함되었다. 이색성 빔 결합기 엘리먼트들은 상이하게 이용될 수 있다. 프리즘들, 이를테면 큐브 프리즘들 대신에, 빔분할기 또는 빔 결합기 플레이트들이 사용될 수 있다. 이러한 플레이트들은, 예컨대, 이색성 빔 결합기 엘리먼트가 형성되는 투명한 재료의 기판(예컨대, 플레이트, 시트, 층)을 포함할 수 있다. 이러한 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 예컨대 이색성 코팅을 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 특정 파장들의 광을 반사하고 다른 파장들의 광을 투과시킬 수 있다. 도 18q-18v는 이색성(예컨대, 큐브 또는 직사각형 프리즘) 프리즘들을 활용하는 도 18b-18m에 묘사된 조명 모듈들과 유사한 빔 결합기 플레이트들을 활용하는 조명 모듈들을 도시한다. 일부 구현들에 예시된 바와 같이, 렌즈들(1012a, 1012b, 1012c)(예컨대, 시준 렌즈들)이 포함된다. 일부 구현들은 확산기(1008)를 포함한다. 광 방출기(1002a, 1002b, 1002c), 이를테면 레이저들(예컨대, 레이저 다이오드들)이 포함될 수 있다. 그에 따라서, 이색성(큐브 또는 직사각형 프리즘) 프리즘들을 포함하는 조명 모듈들(102)에 대하여 앞서 그리고 본원의 다른 곳에서 논의된 특성들, 구조들 및/또는 특징들은 빔 결합기 플레이트들을 포함하는 조명 모듈들에 적용될 수 있다. 본원의 다른 곳에서 설명된 바와 같은 또 다른 변형들이 가능하다.

[0129] [0187] 도 19에 예시된 바와 같이, 조명 시스템(1800)은 일부 실시예들에 따르면 조명 모듈(102)과 PBS(104) 사이에 전달 시스템(1802)을 포함할 수 있다. 전달 시스템(1802)은 예컨대, 광섬유 전달 시스템일 수 있다. 조명 모듈(102)은 코히어런트 광 방출기, 이를테면, 레이저 모듈을 포함할 수 있다. 레이저 모듈은 하나 이상의 레이저들을 포함할 수 있고, 상이한 컬러 레이저들을 포함할 수 있다. 상이한 레이저들은 예컨대, 하나 이상의 컬러 레이저, 이를테면, 적색, 녹색 및 청색을 포함할 수 있다. 레이저 모듈은 하나 초과의 레이저로부터의 빔들을 조합하기 위해 하나 이상의 커플러들을 더 포함할 수 있다. 이러한 커플러들은 상이한 컬러 소스(예컨대, 상이한 컬러 레이저들)와 같은 상이한 소스들로부터의 광을 조합하기 위해 하나 이상의 빔 분할기들 또는 결합기들, 이색성 빔 분할기들 또는 결합기들 및/또는 광섬유 커플러들을 포함할 수 있다. 광섬유 전달 시스템(1802)은 멀티모드 광섬유를 포함할 수 있다. 일부 설계들에서 광섬유는 상이한 레이저들로부터의 광의 혼합을 조장하기 위해 충분히 큰 코어를 갖는다. 광섬유는 또한 편광 유지 섬유를 포함할 수 있다.

[0130] [0188] 전달 시스템(1802)은 둘 이상의 섬유들을 포함할 수 있다. 예컨대, 상이한 섬유들이 가시적인 광(예컨대, 적색, 녹색, 청색)의 상이한 컬러들을 주입하기 위해 상이한 광원들, 이를테면 상이한 컬러 광원들에 광학적으로 커플링될 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서, 다수의 광 방출기들, 이를테면 다수의 컬러 광원들이 단일 섬유로 조합된다. 조명 모듈(102)은 다수의 레이저들, 이를테면 상이한 컬러 레이저들을 포함할 수 있다. 조명 모듈(102)(예컨대, 상이한 컬러 레이저들)의 출력들은 멀티-모드 광섬유에 광학적으로 커플링될 수 있다. 조명 모듈(102)로부터의 상이한 컬러 광은 섬유에서 혼합될 수 있다. 컬러 혼합은 이를테면 멀티모드 레이저를 포함하는 실시예들에서 조명 모듈(102) 내부 및/또는 전달 시스템(1802) 내에서 발생할 수 있다.

[0131] [0189] 레이저 광 방출기들을 포함하는 조명 모듈(102)은 편광된 광, 이를테면, SLM(106)에 의해 변조될 수 있는 제 1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)의 광을 출력할 수 있다. 그에 따라서, 전달 시스템(1802)은 PMF(polarization maintaining fiber)를 포함할 수 있다. 편광 유지 섬유는 광의 편광 상태를 유지할 수 있어서, 조명 모듈(102)은 적합하게 편광된 광을 PBS(104)에 효율적으로 전달할 수 있다.

[0132] [0190] 전달 시스템(1802)은 도파관(112)에 광을 주입하도록 배치된다. 전달 시스템(180)은 광 입력 표면(113C)에 버트(butt) 커플링된다. 일부 실시예들에서, 전달 시스템(1802)은 출력 영역(1804) 맞은편 및/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편 도파관(112)에 광을 주입한다.

[0133] [0191] 광섬유들을 포함하는 전달 시스템(1802)의 플렉서빌리티(flexibility) 및 거리들에 걸쳐 커플링하는 능력은, 편광 빔 분할기(104)로부터 원격 거리에서 하나 이상의 레이저 모듈들을 포함하는 조명 모듈(102)의 사용을 가능하게 할 수 있다. 예컨대, 조명 모듈(102)(예컨대, 레이저 모듈)은 PBS(104)가 위치될 수 있는 사용자의 머리 상에 또는 그 근처에 장착되지 않은 유닛 상에 설치될 수 있다. 조명 모듈(102)은 머리 이외의 위치 상에서 사용자에게 의해 착용가능한 플랫폼 상에 장착될 수 있다. 플랫폼은, 예컨대, 벨트 상에 또는 착용가능한 팩에 장착가능할 수 있다. 머리 장착 장치와 상이한 별개의 웨어러블에서 하나 이상의 레이저 모듈들을 제공하는 것은 사용자의 머리 근처에서 열 방출을 감소시키고, 머리에 의해 착용될 연관된 머리 장착 시스템의 중량을 감소시키고 그리고/또는 연관된 머리 장착 시스템의 형태에서 더 큰 플렉서빌리티를 제공할 수 있다.

[0134] [0192] 앞서 논의된 바와 같이, 조명 모듈(102)은 하나 이상의 코히어런트 광 방출기들, 이를테면 레이저들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)은 하나 이상의 섬유 레이저들을 포함한다. 레이저들은

다른 광 방출기들에 비해 비교적 높은 광 출력을 제공할 수 있다. 코히어런트 광 방출기들은 또한 좁은 스펙트럼 대역을 갖는다. 좁은 대역 코히어런트 광 방출기들은, 예컨대, 약 2 nm 내지 45 nm의 파장들의 좁은 범위에 걸쳐 출력할 수 있다. 일부 실시예들에서, 협대역 코히어런트 광 방출기들의 파장들의 범위는 약 10 nm 내지 40 nm이다. 일부 실시예들에서, 협대역 코히어런트 광 방출기들의 파장들의 범위는 약 20 nm 내지 30 nm이다. 코히어런트 광 방출기는 다수의 이러한 레이저 소스들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 광을 위한 레이저 소스)을 포함할 수 있다. 좁은 대역 코히어런트 광 방출기들은 컬러 디스플레이들에 유용할 수 있는 증가된 컬러 포화도를 가질 수 있다. 코히어런트 광 방출기들의 증가된 포화도는 잠재적으로, 상이한 높은 포화도 컬러 광 방출기들을 사용하여 생성될 수 있는 이용가능한 컬러 영역의 크기를 확장시킬 수 있다.

[0135] [0193] 일부 실시예들에서, 섬유를 사용하는 것은 더 작은 광학기를 허용할 수 있다. 큰 LED에 비해 작은 출력 영역을 갖는 광섬유는 감소된 커플링 손실들을 갖는 도파관(112)의 더 작은 입력 면에의 커플링을 가능하게 할 수 있다. 따라서 도파관(112)은 잠재적으로 더 작게 제조될 수 있다. 추가적으로, 일부 설계들에서, 섬유의 NA(numerical aperture)는 PBS(104)의 인-커플링 효율을 증가시키도록 구성된다. 예컨대, 섬유의 NA는 LED보다 좁은 원뿔 각도를 제공한다. 따라서, 섬유는 잠재적으로 광을 더 작은 도파관(112)에 효율적으로 인-커플링하기 위해 사용될 수 있다. 섬유 레이저는 LED에 대해 더 좁은 원뿔 각도를 제공할 수 있다. 추가적으로, 더 좁은 원뿔 각도는 광이 엔드 반사기(114)에 의해 시준된 후 광의 더 작은 빔 직경을 허용할 수 있다. 이는, 도파관(112)이 광학적으로 커플링될 수 있는 하나 이상의 다른 광학 엘리먼트들, 이를테면 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)(예컨대, 도 9a 참조)과의 상호운용성을 개선할 수 있다. 일부 설계들에서, 광은 예비-편광기의 필요성 없이 도파관(112)에 인-커플링되기 전에 편광될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)은 편광된 광을 출력하고 전달 시스템(1802)은 PMF(polarization-maintaining fiber)를 포함한다. 이들 실시예들에서, 예비-편광기는 도파관(112)에 인-커플링되기 전에 섬유에 의해 출력된 광을 편광시킬 필요가 없을 수 있다.

[0136] [0194] 그러나, 조명 모듈(102)은 레이저들로 제한될 필요가 없다. LED들도 또한 이용될 수 있다. 하나 이상의 SLED(super luminescent light-emitting diodes)가 특정 설계들에서 사용될 수 있다. 레이저 소스 컬러들에서와 같이, LED들 또는 다른 광 방출기들로부터의 상이한 컬러 광이 혼합될 수 있다. 멀티모드 광섬유가 이용될 수 있다.

[0137] [0195] 조명 시스템(1800)은 코히어런트 광을 사용하는 투과 모드에서 구성될 수 있다. 투과 모드에서, 조명 모듈(102)은 전달 시스템(1802)을 통해 도파관(112)에 광을 주입한다. 전달 시스템(1802)은 하나 이상의 섬유들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)은 출력 영역(1806)에 아주 가까운 도파관(112)의 표면에 광을 주입한다. 광이 엔드 반사기(114) 및 편광 민감 반사기(116)로부터 반사된 후, 적어도 일부의 광은 SLM(106)을 향해 반사된다. 광은 SLM(106)을 통해 출력 영역(1806)으로 투과될 수 있다. SLM(106)은 출력 영역(1806)에 아주 가까운 조명 시스템(1800) 측에 배치될 수 있다. 일부 구현들에서, 조명 모듈(102)은 하나 이상의 코히어런트 광원들, 이를테면 레이저들을 포함하고 코히어런트 광을 출력할 수 있다. 다른 구현들에서 조명 모듈(102)은 하나 이상의 인코히어런트 광원들, 이를테면 LED들(예컨대, 초발광 다이오드(superluminescent diode)들, OLED(organic light emitting diode)들)를 포함할 수 있고 인코히어런트 광을 출력한다.

[0138] [0196] 조명 시스템(1800)은 인코히어런트 광을 사용하는 반사 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. 반사 모드에서, 조명 모듈(102)은 엔드 반사기(114) 맞은편 도파관(112)의 표면에 광을 주입한다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈(102)은 출력 영역(1806) 및/또는 굴절 광학 엘리먼트(118) 맞은편 도파관(112)의 표면에 광을 주입한다. 따라서 조명 모듈(102)로부터의 광은 엔드 반사기(114)로부터 그리고 그런다음 편광 민감 반사기(116)로부터 반사된다. SLM(106)은 도파관(112)의 베이스 또는 최하부에서 제 1 표면(113A)에 아주 가까운 조명 시스템(1800) 측에 배치될 수 있다. 결과적으로, 적어도 일부의 광은 SLM(106) 상에 입사된다. SLM(106)은 반사된 광을 변조하는 반사 SLM일 수 있다. 이러한 반사된 광은 PBS(104), 예컨대 도파관(112) 및 굴절 광학 엘리먼트(118)를 통해 전파되고 출력 영역(1804)에 도달할 수 있다. 조명 모듈(102)은 하나 이상의 인코히어런트 광 방출기들, 이를테면, 예컨대, LED(light emitting diode)(예컨대, 초발광 다이오드, OLED(organic light emitting diode))를 포함할 수 있다. 다른 구현들에서, 조명 모듈(102)은 하나 이상의 코히어런트 광원들, 이를테면 레이저를 포함하고 코히어런트 광을 출력한다.

[0139] [0197] 도 20a 및 20b에 예시된 바와 같이, 조명 모듈들(102)은 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하고 하나 이상의 광 방출기들에 의해 수신된 광을 혼합하도록 구성된 광 파이프 적분기(1030)를 포함할 수 있다. 광 방출기들은 하나 이상의 상이한 컬러 광 방출기들을 포함할 수 있다. 광 방출기들의 사이즈 및/또는 수는

상이한 컬러들에 대해 상이할 수 있다.

- [0140] [0198] 광 방출기들의 사이즈 및/또는 수는 예컨대, 광 방출기들의 광학 효율 및/또는 백색 컬러 밸런스 또는 가능한 다른 팩터들에 의존할 수 있다. 비교적 작은 효율을 갖는 컬러 방출기들에 대한 감소된 효율에 대항하기 위해, 그 특정 컬러의 방출기들의 수 및/또는 사이즈는 증가될 수 있다. 마찬가지로, 비교적 큰 효율을 갖는 컬러 방출기들에 대한 감소된 효율을 보상하기 위해, 그 특정 컬러의 방출기들의 수 및/또는 사이즈는 감소될 수 있다. 유사하게, 특정 컬러의 방출기들의 수 및/또는 사이즈는 예컨대, 원하는 백색 밸런스를 획득하기 위해 그 컬러의 기여를 전체 출력까지 증가(또는 감소)시키기 위해 증가(또는 감소)될 수 있다.
- [0141] [0199] 다양한 구현들에서, 상이한 컬러들에 대한 상이한 수 및/또는 사이즈의 방출기들을 갖는 것은 상이한 사이즈를 갖는 상이한 컬러 방출기들에 대한 구역들 또는 영역들을 야기할 수 있다. 도 20a-20b는 예컨대, 상이한 사이즈 및/또는 수의 상이한 컬러 광원들에 의해 생성된 하나 이상의 상이한 컬러 구역들을 갖는 광 파이프를 도시한다.
- [0142] [0200] 도 20a는 3개의 상이한 컬러들에 대한 방출기들의 방출 구역들 또는 활성 영역들에 대응하는 3개의 이러한 구역들, 즉, 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032), 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034) 및 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036)을 갖는 예시적인 광 파이프 적분기(1030)를 도시한다. 이러한 예에서, 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032)은 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034) 및 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036)보다 작고, 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036)보다 작다. 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032), 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034) 및 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 광의 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들에 각각 대응할 수 있다. 영역에서의 차이는 특정 컬러에 대한 방출기(들)의 감소된 효율에 대항하기 위해 사용될 수 있고 그리고/또는 예컨대 원하는 백색 밸런스를 생성하기 위해 컬러 컴포넌트들의 원하는 분배를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032) 및 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034)보다 클 수 있는데, 이는 제 1 컬러 또는 제 2 컬러보다 제 3 컬러의 더 많은 수의 방출기들이 사용될 수 있기 때문이다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제 3 컬러의 광을 출력하는 방출기 또는 방출기들은 제 1 또는 제 2 컬러들의 광을 출력하는 방출기 또는 방출기들보다 클 수 있다. 유사하게, 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032)보다 클 수 있는데, 이는 제 1 컬러보다 제 2 컬러의 더 많은 수의 방출기들이 사용될 수 있기 때문이다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제 2 컬러의 광을 출력하는 방출기 또는 방출기들은 제 1 컬러의 광을 출력하는 방출기 또는 방출기들보다 클 수 있다.
- [0143] [0201] 다른 구성들이 가능하다. 예컨대, 하나의 컬러의 방출기들의 사이즈가 다른 컬러의 방출기들의 사이즈보다 큰 경우에도, 방출기들의 수는 다른 컬러와 대조적으로 하나의 컬러에 대한 더 큰 방출 영역을 생성하기에 충분히 더 클 수 있다. 유사하게, 하나의 컬러의 방출기들의 수가 다른 컬러의 방출기들의 수보다 작은 경우에도, 방출기들의 사이즈는 다른 컬러와 대조적으로 하나의 컬러에 대한 더 큰 방출 영역을 생성하기에 충분히 더 클 수 있다. 일부 실시예들에서, 다수의 방출기들이 특정 컬러 소스 방출 영역(1032, 1034, 1036)에 대해 사용된다. 대안적으로, 단일 방출기가 특정 컬러 소스 방출 영역(1032, 1034, 1036)에 대해 사용될 수 있다. 컬러 소스 방출 영역(1032, 1034, 1036)의 형상 및 어레인지먼트는 또한 상이한 실시예들에 대해 변할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036)은 광 방출을 생성 또는 투과하지 않는 다른 비-컬러 섹션들(1042, 1044)만큼 의해 이격될 수 있다. 비-컬러 섹션들(1042, 1044)의 형상 및 어레인지먼트는 또한 상이한 실시예들에 대해 변할 수 있다. 또한, 이러한 예에서 3개의 컬러들에 대응하는 3개의 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036)이 도시되지만, 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036)의 수 및/또는 컬러들은 변할 수 있다. 유사하게, 이러한 예에서 2개의 비-컬러 섹션들(1042, 1044)이 도시되지만, 비-컬러 섹션들(1042, 1044)의 수는 변할 수 있다. 컬러들은 또한 변할 수 있다. 일례에서, 3개의 컬러들, 이를테면 적색, 녹색 및 청색이 사용된다. 컬러들은 상이할 수 있다. 추가적으로, 어느 소스 방출 영역들((1032, 1034, 1036)이 어느 컬러에 대응하는지는 또한 변할 수 있다. 또 다른 변동들이 가능하다.
- [0144] [0202] 일부 구현들에서, 3개의 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036) 각각은 광 파이프 적분기(1030)의 동일한 표면 상에 배치될 수 있다. 다른 구성들도 또한 가능하다. 광 파이프(1040)는 광학 축을 따라 광을 수신할 수 있다. 광학 축은 광 파이프(1040)의 길이와 정렬될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 파이프(1040)는 직사각형 프리즘 형상을 포함한다. 다른 형상들도 또한 가능하다.
- [0145] [0203] 광 파이프 적분기(1030)의 사이즈 및 형상 및 그에 따른 치수들은 상이한 설계들에 대해 상이할 수 있다. 광 파이프 적분기(1030)의 높이는 예컨대 0.20 mm 내지 2.5 cm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 높이는 예컨대 0.30 mm 내지 5.0 mm이다. 일부 실시예들에서, 높이는 0.50 mm 내지 2.0 mm일 수 있다. 일부 실시예들에

서, 높이는 0.70 mm이다. 광 파이프 적분기(1030)의 폭은 예컨대 0.30 mm 내지 3.0 cm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.50 mm 내지 7.0 mm이다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.85 mm 내지 3.0 mm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 폭은 1.20 mm이다. 광 파이프 적분기(1030)의 길이는 예컨대 1.0 mm 내지 5.0 cm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 길이는 2.0 mm 내지 1.5 cm이다. 일부 실시예들에서, 길이는 3.0 mm 내지 9.0 mm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 길이는 4.50 mm이다. 이 값들 중 임의의 값에 의해 형성된 다른 범위들도 또한 가능하다. 이 범위들을 벗어난 값들도 또한 가능하다.

[0146] [0204] 다양한 컬러 방출 영역들(1032, 1034, 1036) 각각은 평행한(예컨대, 수직) 비-컬러 섹션들(1042, 1044)에 의해 분리될 수 있다. 예컨대, 도 20a에 도시된 바와 같이, 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032) 및 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 제 1 비-컬러 섹션(1042)에 의해 분리될 수 있고, 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034) 및 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 제 2 비-컬러 섹션(1044)에 의해 분리될 수 있다. 제1 컬러 소스 방출 영역(1032)과 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034) 사이의 거리는 예컨대 0.01 mm 내지 0.50 mm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 거리는 0.11 mm이다. 제 2 컬러 소스 방출 영역(1034)과 제 3 컬러 소스 방출 영역(1036) 사이의 거리는 0.01 mm 내지 0.50 mm일 수 있다. 일부 실시예들에서, 거리는 0.11 mm이다. 이 값들 중 임의의 값에 의해 형성된 다른 범위들도 또한 가능하다. 이 범위들을 벗어난 값들도 또한 가능하다.

[0147] [0205] 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032)은 광 파이프 적분기(1030)의 제 1 표면의 에지에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 컬러 소스 방출 영역(1032)은 도 20a에 도시된 바와 같이 광 파이프 적분기(1030)의 제 1 표면의 전체 치수(예컨대, 높이)에 걸쳐 있다. 제1 컬러 소스 방출 영역(1032)은 예컨대 0.2 mm 내지 1.2 mm의 길이를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 길이는 0.70 mm이다. 일부 실시예들에서, 길이는 0.59 mm이다. 제1 컬러 소스 방출 영역(1032)은 예컨대 0.01 mm 내지 0.50 mm의 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.12 mm이다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.14 mm이다. 이 값들 중 임의의 값에 의해 형성된 다른 범위들도 또한 가능하다. 이 범위들을 벗어난 값들도 또한 가능하다.

[0148] [0206] 일부 설계들에서, 제2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 제1 컬러 소스 방출 영역(1032)과 제3 컬러 소스 방출 영역(1036) 사이에 배치될 수 있다. 제2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 도 20a에 도시된 바와 같이, 광 파이프 적분기(1030)의 제1 표면의 풀 디멘션(full dimension)(예컨대, 높이)에 걸쳐 있을 수 있다. 제2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 0.2mm 내지 1.2mm의 길이를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 길이는 0.70mm이다. 일부 실시예들에서, 길이는 0.59mm이다. 제2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 0.01mm 내지 0.90mm의 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.37mm이다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.45mm이다. 이 값들 중 임의의 값에 의해 형성된 다른 범위들도 또한 가능하다. 이 범위들을 벗어난 값들도 또한 가능하다.

[0149] [0207] 제3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 광 파이프 적분기(1030)의 제1 표면의 에지에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 도 20a에 도시된 바와 같이, 광 파이프 적분기(1030)의 제1 표면의 풀 디멘션(예컨대, 높이)에 걸쳐 있다. 제3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 0.2mm 내지 1.2mm의 길이를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 길이는 0.70mm이다. 제3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 0.01mm 내지 1.50mm의 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.49mm이다. 일부 실시예들에서, 폭은 0.50mm이다. 이 값들 중 임의의 값에 의해 형성된 다른 범위들도 또한 가능하다. 이 범위들을 벗어난 값들도 또한 가능하다.

[0150] [0208] 앞서 언급한 바와 같이, 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036)의 수, 사이즈, 형상, 배향, 분리 거리 및 다른 속성들은 상이한 설계들에 대해 상이할 수 있고 하나 이상의 팩터들에 기반하여 결정될 수 있다. 예컨대, 이러한 속성들은 광 파이프 적분기(1030)의 백색 컬러 밸런스 및/또는 광원들(예컨대, LED들)의 효율성에 기반할 수 있다. 광원들의 레이아웃은 상이할 수 있다. 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036) 중 하나 이상의 컬러 소스 방출 영역들의 형상들은 다른 형상들이 가능하지만 직사각형일 수 있다.

[0151] [0209] 광 파이프 적분기(1030)는 다수의 형태들 중 하나의 형태를 띌 수 있다. 예컨대, 광 파이프(1040)는 일부 실시예들에서 중공일 수 있다. 이러한 실시예들에서, 광 파이프(1040)의 내부 벽들은 (예컨대, 미러 코팅을 포함하여) 반사성일 수 있다. 일부 실시예들에서, 이러한 반사 코팅은 광 파이프 적분기(1030)의 광학 축을 따라 광이 전파될 때 광의 개선된 혼합을 조장할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 파이프(1040)는 고체 재료, 이를테면 광학적으로 투과성인 재료(예컨대, 플라스틱, 유리, 수지)를 포함할 수 있다. 광은 광 파이프 적분기(1030)를 통해 전파하여 TIR(total internal reflection)에 의해 측벽들로부터 반사되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 파이프 적분기(1030) 내에서 광이 전파되게 하는 광학적으로 투과성인 재료는 확산성이다. 확산 재료는 광 파이프 적분기(1030) 내에서 전파되는 광을 산란(예컨대, 광 파이프 적분기(1030)의 길이를 따라 광을 전방향으로 산란)시킴으로써 상이한 컬러들의 광을 혼합하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에

서, 광 파이프(1040)는 광의 확산을 조장하기 위한 산란 피쳐들, 이를테면 작은 입자들을 포함할 수 있다. 예컨대, 광 파이프(1040)는 확산 입자들이 도핑된 볼륨 광 적분기(volume light integrator)일 수 있다.

[0152] [0210] 도 20b는 일부 실시예들에 따라, 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034)의 대안적인 어레인지먼트를 사용하는 예시적인 광 파이프 적분기(1030)를 도시한다. 도 20b에 도시된 바와 같이, 2개 이상의 컬러 소스 방출 영역들(1032, 1034, 1036)이 광 파이프 적분기(1030)의 제1 표면의 에지를 따라 배치될 수 있다. 제1 컬러 소스 방출 영역(1032)과 제2 컬러 소스 방출 영역(1034)은 통합형 비-컬러 섹션(1046) 중 일부에 의해 서로 분리될 수 있다. 제1 컬러 소스 방출 영역(1032) 및/또는 제2 컬러 소스 방출 영역(1034) 중 하나 또는 둘 다는 통합형 비-컬러 섹션(1046)에 의해 제3 컬러 소스 영역(1036)으로부터 분리될 수 있다. 일부 실시예들에서, 통합형 비-컬러 섹션(1046)은 다른 형상들이 가능하지만 대문자 T와 같은 형상이다. 제2 컬러 소스 방출 영역(1034)과 제1 컬러 소스 방출 영역(1032)은 제1 축을 따라 서로에 대해 배치될 수 있다. 제3 컬러 소스 방출 영역(1036)은 제1 축과는 상이한 제2 축을 따라 제2 컬러 소스 방출 영역(1034) 및/또는 제1 컬러 소스 방출 영역(1032) 중 하나 또는 둘 다에 대해 배치될 수 있다. 일부 설계들에서, 제1 축은 도 20b에 도시된 바와 같이, 제2 축에 수직일 수 있다. 그러나 앞서 논의한 바와 같이, 넓은 범위의 상이한 형상들, 사이즈들, 어레인지먼트들 및 구성들이 가능하다.

[0153] [0211] 도 20c - 도 20d는 조명 모듈들(102)에 사용될 수 있는 컬러 방출기들의 실시예들의 추가적인 양상들을 도시한다. 조명 모듈(102)은 컬러 광을 생성하기 위해 하나 이상의 컬러 방출기들(예컨대, 레이저 다이오드들 또는 발광 다이오드들)을 사용할 수 있으며, 특정 구현들에서는, 백색 광원(1110) 및 컬러 변조기가 이용될 수 있다. 백색 광원(1110)은 예컨대, 하나 이상의 백색 LED(light emitting diode)들을 포함할 수 있다. 컬러 변조기는 연관된 컬러 필터들과 상이한 픽셀들을 갖는 SLM(spatial light modulator)(1122)을 포함할 수 있다. SLM(1122)은 예컨대, 상태들 간에 전환될 수 있는 하나 이상의 픽셀들을 포함하는 액정 셀을 포함할 수 있다. 픽셀들은 컬러 필터들을 포함할 수 있거나, 예컨대 컬러 픽셀을 통과하는 광이 컬러 필터를 통과하도록 컬러 필터들에 대하여 배치될 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 픽셀들은 제1 컬러(예컨대, 적색)의 하나 이상의 컬러 필터들과 연관될 수 있고, 하나 이상의 픽셀들은 제2 컬러(예컨대, 녹색)의 하나 이상의 컬러 필터들과 연관될 수 있고, 하나 이상의 픽셀들은 제3 컬러(예컨대, 청색)의 하나 이상의 컬러 필터들과 연관될 수 있다. 픽셀의 상태들은 예컨대, 전기 신호들을 인가함으로써 변경될 수 있다. 예컨대, SLM(1122)을 통과하는 광의 편광 상태는 픽셀의 상태에 의존하여 회전되거나 회전되지 않을 수 있다. 제1 편광기(1116) 및 제2 편광기(1118)는 SLM(1122)의 어느 한쪽에 포함될 수 있다. 편광기들(1116, 1118)은 교차될 수 있다. 그에 따라서, 제1 편광기(1116)는 예컨대, 광을 제1 선형 편광으로 편광시킬 수 있고, 제2 편광기(1118)는 제1 편광의 광을 차단할 수 있다. SLM(1122)의 액정 셀은 광의 편광을 회전시키도록 스위칭될 수 있는 픽셀의 상태에 의존하여 픽셀을 통과하는 광의 편광을 회전시킬 수 있다. 픽셀들과 연관된 컬러 필터들은 특정 컬러의 광을 통과시키도록 구성될 수 있다. 그에 따라서, 어떤 픽셀들이 광으로 하여금 투과되게 하도록 세팅되는지 그리고 어떤 픽셀들이 광으로 하여금 차단되게 하도록 세팅되는지에 의존하여, 조명 모듈(102)에 의해 출력되는 상이한 컬러 광의 양이 제어될 수 있다.

[0154] [0212] 픽셀들 및 컬러 필터들의 사이즈, 형상 및 어레인지먼트는 상이한 컬러들에 대응하는 상이한 구역들을 생성하도록 변할 수 있다. 도 20d는 상이한 컬러들에 대응하는 상이한 구역들(1112)의 2개의 예시적인 어레인지먼트들을 도시한다. 도 20d의 예는 세 가지 컬러들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색) 중 하나를 갖는 구역들을 도시한다. 그러나 컬러들의 수는 상이할 수 있다. 마찬가지로, 구역들의 수, 사이즈 및 형상은 상이한 설계들에 대해 상이할 수 있다.

[0155] [0213] 그에 따라서, 컬러 변조기는 원하는 컬러 및/또는 컬러 조합을 생성하기 위해 상이한 구역들을 활성화하거나 활성화하지 않도록 제어될 수 있다. 추가적으로, 컬러 변조기는 픽셀에 대해 단지 2개 초과 레벨들의 밝기를 제공하기 위해 상기 픽셀에 의해 출력되는 광의 양을 변화시키도록 제어될 수 있다. 예컨대, 단순히 픽셀이 온인지 또는 오프인지를 제어하는 대신에, 픽셀에 대한 추가적인 중간 레벨들이 (예컨대, 상이한 양들만큼 편광을 회전시킴으로써) 선택될 수 있고, 이로써 해당 픽셀로부터 출력될 수 있는 2개 초과 상이한 양들의 광 출력을 가능하게 할 수 있다. 일부 구현들에서, 컬러 픽셀들은 시간 순차적으로 어드레싱될 수 있다. 예컨대, 제1 컬러에 대응하는 픽셀들은 제1 시간 기간에 어드레싱될 수 있고, 제2 컬러에 대응하는 픽셀들은 제2 시간 기간에 어드레싱될 수 있는 식이다. 조정될 수 있는 시간 시퀀스 성분, 예컨대 상이한 시간들에 상이한 컬러 이미지들을 생성하기 위해 조명 모듈(102)로부터의 광으로 조명되는 다른 SLM(106)으로 컬러 출력을 변화시키기 위해 상이한 시간에 상이한 컬러들이 생성될 수 있다.

[0156] [0214] 정해진 컬러와 연관된 픽셀들의 사이즈 및/또는 수는 원하는 컬러 밸런스(예컨대, 백색 밸런스)를 제공

하고 그리고/또는 도 20a 및 도 20b와 관련하여 앞서 설명된 바와 같이 상이한 컬러들과 연관된 상이한 효율성들을 처리하도록 선택될 수 있다. 그에 따라서, 활성화된 상이한 컬러 픽셀들과 연관된 영역(및 연관된 밝기 레벨)이 조명 모듈(102)로부터 출력되는 특정 컬러의 광의 양을 제어하는 데 사용될 수 있다. 마찬가지로, 도 20a 및 도 20b에 관한 논의들은 도 21a - 도 21c와 관련하여 논의된 조명 모듈(102)의 다양한 구성들에도 또한 적용된다. 예컨대, 백색 광원(1110) 및 이를테면, 도 20a 및/또는 도 20b와 관련하여 도시된 컬러 변조기를 포함하는 조명 모듈(102)이 광 파이프 적분기(1030)와 함께 사용될 수 있다.

[0157] [0215] 도 21a - 도 21c는 일부 실시예들에 따라, 조명 모듈(102)의 광 파이프 적분기(1030)의 광 적분기(1054) 구성과 적절로 이색성 결합기(1052)를 예시한다. 이색성 결합기(1052)는 대안적으로 이색성 광 결합기(1052)로서 지칭될 수 있다. 도 21a는 이색성 결합기(1052)를 위한 제1 구역 및 광 적분기(1054)를 위한 제2 구역을 갖는 통합형 구조를 도시한다. 일부 실시예들에서, 이색성 결합기(1052)는 광 적분기(1054)에 인접하게 배치될 수 있다. 도시된 예에서, 광 파이프 적분기(1030)는 선형이며, 제1 단부에서 이색성 결합기(1052)를 위한 제1 구역 및 제2 단부에서 광 적분기(1054)를 위한 제2 구역으로 세장형화된다(elongate). 이러한 세장형의 통합형 구조는 로드를 포함할 수 있다. 이러한 세장형의 통합형 구조는 평면형 외부 표면을 가질 수 있고 특정 구현에서 직사각형 프리즘의 형상을 가질 수 있다. 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)은 광을 광 파이프 적분기(1030)에 커플링하기 위해 이러한 외부 표면들 중 하나 이상에 대해 버트 커플링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이색성 결합기(1052)는 광 적분기(1054)와 매끄럽게 형성되거나 통합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대 제1 및 제2 구역 중 어느 하나 또는 둘 다는 광이 전파될 수 있게 하는 내부 반사 측벽들에 의해 정의된 중공 부분들을 포함한다. 앞서 설명된 바와 같이, 내부 반사 측벽들은 반사 코팅으로 코팅될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 및 제2 구역 중 어느 하나 또는 둘 다는 광이 측벽들로부터의 내부 전반사를 통해 전파될 수 있게 하는 중실형의 광학적으로 투과성인 재료(solid optically transmissive material)(예컨대, 플라스틱 또는 유리)를 포함한다. 일부 설계들에서, 이러한 중실형 및 중공 부분들의 조합이 포함될 수 있다. 이색성 결합기(1052)는 광 적분기(1054)에 부착될 수 있지만, 일부 실시예들에서 이들은 단일(예컨대, 모놀리식) 엘리먼트로서 제조된다. 일부 실시예들에서, 제1 구역 및/또는 제2 구역은 상이한 부분들을 조합 또는 부착함으로써 제조된다.

[0158] [0216] 도 21b는 이색성 결합기(1052)의 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c) 및 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024)을 갖는 도 21a의 실시예의 예를 도시한다. 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024)은 반사 광학 엘리먼트들일 수 있다. 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024)은 광학적으로 투과성 그리고/또는 광학적으로 반사성일 수 있다. 예컨대, 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024) 각각은 특정 파장 또는 특정 범위의 파장들로 튜닝될 수 있어서, 이러한 엘리먼트들은 그 파장 또는 범위의 파장들의 광을 반사하도록 그리고 다른 파장들의 광을 투과시키도록 구성된다. 예컨대, 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024)은 이색성 코팅들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024)은 공통 광학 경로를 따라 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)로부터의 광을 지향시키는 기울어진 표면들을 포함한다. 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024)을 포함하는 컬러 혼합 엘리먼트들은 이 광학 경로를 따라 배열된다. 일부 실시예들에서, 경사진 입력 표면들은 이 광학 경로에 대하여 경사져 있다. 그에 따라서, 이색성 결합 엘리먼트들(1022, 1024) 중 하나 이상은 이 광학 경로에 대한 그리고/또는 광 파이프 적분기(1030)의 표면에 대한 각도(θ)로 배치될 수 있다. 각도(θ)는 예컨대 20° 내지 45° 일 수 있다. 일부 설계들에서는, 각도가 30° 이다. 선택된 각도(θ)는 광 혼합 및/또는 세기의 효율성을 증가시키거나 최적화할 수 있다.

[0159] [0217] 도 21c는 이색성 결합기(1052)의 이색성 결합 엘리먼트(1022) 및 광 적분기(1054)를 갖는 도 21a의 통합형 구조의 예시적인 실시예를 도시한다. 이색성 결합 엘리먼트(1022)는 제1 방출기(1002a) 및 제2 광 방출기(1002b)로부터 각각 상이한 컬러 광을 수신 및 반사하도록 제1 방출기(1002a) 및 제2 광 방출기(1002b)에 대하여 배치된다. 이색성 결합 엘리먼트(1022)는 특정 파장들의 광(예컨대, 적색 광)만을 투과시키고 다른 파장들의 광(예컨대, 청색 및 녹색)을 반사시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 이색성 결합 엘리먼트(1022)는 제3 광 방출기(1002c)에 의해 방출된 광을 투과시키고 제1 방출기(1002a) 및 제2 광 방출기(1002b)로부터의 광을 반사시키도록 구성될 수 있다. 이색성 결합 엘리먼트(1022)는, 이색성 결합 엘리먼트(1022)가 단일 컬러 방출기로부터의 광을 반사시키는 설계와 비교하여 2개의 방출기들(1002a, 1002b)로부터의 반사를 수용하도록 더(감소로 도시된 각도(θ)) 기울어질 수 있다. 그럼에도 불구하고, 그러한 구성은 포함되는 이색성 결합 엘리먼트들(1022) 그리고 가능하게는 조립될 컴포넌트들의 수가 감소됨에 따라 제조가 더 간단할 수 있다.

[0160] [0218] 다수의 상이한 컬러 방출기들로부터 수신, 반사 및/또는 투과시키기 위해 하나의 이색성 결합 엘리먼트(1022)를 사용함으로써 이용되는 이색성 결합 엘리먼트들(1022)의 수를 감소시키는 이러한 기법이 본원에서 논

의되는 다른 설계 개념들 중 임의의 개념에 적용될 수 있다. 그에 따라서, 2개의 이색성 빔 결합기들을 사용하는 대신, 단일 이색성 빔 결합기가 다수의 상이한 컬러 방출기들로부터 광을 수신, 반사 및/또는 투과시키는 데 사용될 수 있다. 이 단일 이색성 빔 결합기는 이색성 빔 결합기를 통해 투과되는 상이한 제3 컬러를 갖는 광을 제3 컬러 방출기로부터 수신할 수 있다. 2개의 이색성 빔 결합 엘리먼트들 또는 이색성 빔 결합기들을 단일 이색성 빔 결합 엘리먼트 또는 이색성 빔 결합기로 통합하는 것은 본원에서 설명된 상이한 설계 접근법들에 활용될 수 있고 제조의 단순화를 제공할 수 있다. 마찬가지로, 여기서 논의된 임의의 특징들 또는 피쳐들은 본원의 다른 곳에서 논의된 구조들 및 개념들에 다른 곳에서 적용될 수 있다. 유사하게, 본원의 다른 곳에서 논의된 임의의 특징들, 피쳐들 또는 개념들은 여기서 설명된 다른 구조들, 피쳐들 또는 개념들에 적용될 수 있다.

[0161] [0219] 도 21c에 도시된 광 적분기(1054)는 광의 컬러들을 보다 효과적으로 혼합하기 위해 확산 피쳐들, 이를테면 입자들 또는 다른 산란 피쳐들을 포함하는 중실형의 광학적으로 투과성인 재료(예컨대, 플라스틱 또는 유리)를 포함할 수 있다. 그에 따라서, 광 적분기(1054)는 광 파이프 적분기(1030)의 광학 축을 따라 광이 전파될 때 광을 확산적으로 산란시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 광 파이프 적분기(1030)는 확산 재료, 이를테면 반투명 재료 및/또는 광을 산란시키도록 구성된 마이크로입자들을 포함하는 재료를 포함할 수 있다. 광을 확산 및/또는 산란시키는 다른 접근법들도 또한 이용될 수 있다. 예컨대, 광 적분기(1054)의 벽들은 광을 산란시키도록 텍스처링될 수 있다(textured). 또한, 광 파이프 적분기(1030)가 중공인 설계들에서, 광이 반사되는 내부 측면들은 확산 반사를 증가시키도록 텍스처링 또는 코팅될 수 있다. 내부 측면들은 예컨대, 백색으로 컬러링될 수 있다. 이로써 광 파이프 적분기(1030) 내에서 광의 혼합(예컨대, 컬러 혼합)이 증가될 수 있다.

[0162] [0220] 광 파이프 적분기(1030)를 통합형 구조에 추가하는지 여부 그리고/또는 가능하게는 혼합을 증가시킬 수 있는 광학적으로 투과성인 재료에 예컨대, 확산 피쳐들을 추가하는 것은 본원에서 설명된 상이한 설계 접근법들에 활용될 수 있다. 마찬가지로, 여기서 논의된 임의의 특징들 또는 피쳐들은 본원의 다른 곳에서 논의된 구조들 및 개념들에 다른 곳에서 적용될 수 있다. 유사하게, 본원의 다른 곳에서 논의된 임의의 특징들, 피쳐들 또는 개념들은 여기서 설명된 다른 구조들, 피쳐들 또는 개념들에 적용될 수 있다.

[0163] [0221] 진입과 진출 간에 대향하는 제1 측 및 제2 측으로부터 광이 반사하도록 배치되는 위치들에서 제1 측에서의 진입 그리고 제2(예컨대, 대향) 측에서의 진출을 위해 구성된 반사 조명 모듈을 포함하는 것이 유리할 수 있다. 이러한 구성은 컬러 혼합을 증가시킬 수 있다. 도 22a - 도 22c는 일부 실시예들에 따른 반사 조명 모듈(1060)을 예시한다. 도 22a는 반사 조명 모듈(1060)의 측면도를 도시한다. 도 22b는 도 22a의 반사 조명 모듈(1060)의 등각도를 도시한다. 반사 조명 모듈(1060)은 하나 이상의 광원들(1064) 및 하나 이상의 광원들(1064)로부터의 광을 수용하기 위한 하나 이상의 개구들, 단부들 및 두 단부들 사이의 측면들을 갖는 세장형 조명 모듈 바디(1062), 및 출력 어퍼처(exit aperture)(1066)를 포함할 수 있다. 광원(들)(1064)은 조명 모듈 바디(1062)의 측면 상의 위치에 배치될 수 있다. 출력 어퍼처(1066)는 조명 모듈 바디(1062)의 측면 상의 다른 위치에 배치될 수 있다. 광원(들)(1064) 및 출력 어퍼처(1066)가 포지셔닝되는 측면들 상의 위치들은 도 22a 및 도 22b에 예시된 바와 같이 조명 모듈 바디(1062)의 대향 측면들 상에 있을 수 있다. 그러나 광원(들)(1064) 및 출력 어퍼처(1066)가 포지셔닝되는 측면들 상의 위치들은 일부 구현에서 또는 측면 상의 다른 곳에서 조명 모듈 바디(1062)의 동일한 측에 있을 수 있다. 이를테면, 도 22a 및 도 22b에 도시된 일부 실시예들에서, 광원(들)(1064) 및 출력 어퍼처(1066)는 조명 모듈 바디(1062)의 대향 단부들에 위치된다. 조명 모듈 바디(1062)의 형상은 다른 형상들이 가능하지만 직사각형(예컨대, 직사각형 프리즘)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈 바디(1062)는 세장형화되고, 단부에서부터 단부까지의 거리는 대향 측면들 사이의 폭보다 크다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈 바디(1062)의 종횡비(예컨대, 단부 간의 거리 대 대향 측면들 간의 거리의 비율)는 적어도 2 또는 3 또는 4 또는 5보다 크거나, 이러한 값들 중 임의의 값 간의 임의의 범위 내의 임의의 값이다. 다른 종횡비들도 또한 가능하다.

[0164] [0222] 조명 모듈 바디(1062)는 중공일 수 있고, 하나 이상의 광원들(1064)로부터 출력 어퍼처(1066)로 광이 전파되어 측면들의 내부 부분들로부터 1회 이상 또는 2회 이상 반사되는 내부 구역 또는 공동을 포함할 수 있다. 반사율을 증가시키기 위해 측면들의 내부 부분들이 코팅될 수 있다. 반사율을 증가시키기 위해 측면들의 내부 부분들은 백색일 수 있다. 반사율을 증가시키는 것은 어퍼처(1066)를 통해 출력되는 광의 효율성을 잠재적으로 개선할 수 있다. 다수의 반사들은 또한 혼합(예컨대, 컬러 혼합)을 증가시킬 수 있다. 일부 구현들에서, 반사들은 혼합을 추가로 증가시키기 위해 확산 반사일 수 있다. 그에 따라서, 측면들의 내부 부분들은 확산 반사 및 가능하게는 산란을 제공하도록 코팅 및/또는 텍스처링될 수 있다.

[0165] [0223] 조명 모듈 바디(1062)는 (중공과는 대조적으로) 중실형인 내부 구역을 가질 수 있고, 일부 설계들에서는 실질적으로 투명한 재료(예컨대, 유리 또는 플라스틱)를 포함할 수 있다. 예컨대, 조명 모듈 바디(1062)는

투과성 매체(예컨대, 플라스틱, 유리, 아크릴 등)를 포함할 수 있다. 이러한 조명 모듈 바디(1062)는 볼륨 광 적분기로서 지칭될 수 있다. 광은 내부 구역 내에서 하나 이상의 광원들(1064)로부터 출력 어퍼처(1066)로 전파되어, 측벽들의 내부 부분들로부터 1회 이상 또는 2회 이상 반사될 수 있다. 이러한 반사는 내부 전반사의 결과일 수 있다. 그러나 대안적으로 또는 게다가, 조명 모듈 바디(1062)의 하나 이상의 표면들은 반사 또는 미러 코팅으로 코팅될 수 있다. 예컨대, 조명 모듈 바디(1062)의 표면들은 반사를 조장하기 위해 백색 및/또는 반사 또는 미러 코팅으로 코팅될 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 반사율을 증가시키는 것은 출력 어퍼처(1066)를 통해 출력되는 광의 효율성을 개선할 수 있다.

[0166] [0224] 조명 모듈 바디(1062)는 확산 재료(이들테면, 도 22c의 광 파이프 적분기(1030)에 관해 설명된 것)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 확산 재료는 확산 입자들로 도핑되거나 일부 다른 확산 피쳐들 및/또는 산란 피쳐들을 포함할 수 있다. 증가된 확산 또는 산란은 혼합, 이들테면 컬러 혼합을 증가시킬 수 있다.

[0167] [0225] 광원(들)(1064)은 일부 구현들에서 하나 이상의 LED들을 포함할 수 있지만, 다른 타입들의 광원(예컨대, 레이저들)이 사용되는 것이 가능할 수 있다. 예컨대, 광원(들)(1064) 각각은 별개의 컬러(예컨대, 적색, 녹색, 청색)의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 출구 어퍼처(1066)는 광이 조명 모듈 바디(1062) 내부로부터 전파될 수 있게 하는 개구를 포함한다. 편광-민감 엘리먼트는 예컨대, 출구 어퍼처(1066) 가까이에 포함될 수 있다. 이 편광-민감 엘리먼트는 편광 선택적일 수 있다. 예컨대, 편광 선택 엘리먼트는 하나의 편광 상태의 광을 반사하고 다른 편광 상태의 광을 투과시킬 수 있다. 편광-민감 엘리먼트 또는 편광 선택 엘리먼트는 예컨대, 와이어 그리드 편광기와 같은 편광기를 포함할 수 있다. 편광-민감 엘리먼트는 시스템의 효율을 추가로 개선하기 위해 조명 모듈 바디(1062) 내에서 광을 리사이클링하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 특정 편광 상태의 광 출력이 요구되는 경우, 편광-민감 엘리먼트는 이러한 편광을 갖는 광을 투과시킬 수 있지만 상이한 편광을 갖는 광을 반사할 수 있다. 이 반사된 광은 조명 모듈 바디(1062) 내로 리턴되거나 그 내에서 유지될 것이고, 가능하게는, 그 내부에서 반사되어 편광을 변경하고 (광이 적절한 편광을 가질 때) 편광-민감 엘리먼트를 통해 빠져나간다.

[0168] [0226] 반사 조명 모듈(1060)은 편광 빔 분할기(예컨대, PBS104)에 인접하게 배치되도록 구성될 수 있다. 이러한 편광 빔 분할기는 특정 편광을 위해 구성될 수 있다(예컨대, PBS(104)는 특정 편광의 광을 SLM(106)으로 터닝할 수 있음). 조명 모듈 바디(1062)는 그 편광의 광을 출력하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 편광-민감 엘리먼트는 PBS(104)가 SLM(104)으로 터닝하도록 구성된 그 특정 편광의 광을 투과시키고 다른 편광들을 반사할 수 있다.

[0169] [0227] 도 22c는 연장부(1072)를 추가적으로 포함하는 예시적인 반사 조명 모듈(1060)을 도시한다. 연장부(1072)는 광의 출력을 지향시키고 그리고/또는 혼합(예컨대, 컬러 혼합)을 증가시키는 데 유리할 수 있다. 연장부(1072)는 (예컨대, 어퍼처(1066)를 따라) 반사 조명 모듈(1060)과 PBS(104)(미도시) 사이에 배치될 수 있다. 연장부(1072)는 (예컨대, 출구 어퍼처(1066)를 따라) 반사 조명 모듈(1060)에 인접하게 배치될 수 있다. 연장부(1072)는 본원의 다른 곳에 설명된 광 적분기와 유사한 특성들, 피쳐들 및/또는 특징들을 가질 수 있다. 그에 따라서, 연장부(1072)는 중공 또는 중실형(예컨대, 플라스틱, 유리, 아크릴 등)일 수 있다. 연장부(1072)의 내부 또는 외부는 가능하게는 효율성을 증가시키는 반사(예컨대, 백색, 미러) 코팅으로 코팅될 수 있다. 연장부(1072)는 직사각형 프리즘일 수 있다. 연장부는 일부 구현들에서 폭 또는 높이보다 긴 길이를 갖도록 세장형화될 수 있다. 다른 형상들이 가능하다. 연장부(1072)는 편광 빔 분할기(예컨대, 위에서 설명된 편광 빔 분할기(104))에 인접하게 배치되도록 구성될 수 있다.

[0170] [0228] 위에서 설명된 다양한 구현들은 하나 이상의 별개의 컬러 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)을 포함했다. 상이한 컬러 광 방출기들(1002a, 1002b, 1002c)이 특정 설계들에 대해 유용할 수 있지만, 백색 LED와 같은 백색 광 방출기는 상이한 컬러 조명을 제공하도록 구성될 수 있다. 도 23a 내지 도 23e에 예시된 바와 같이, 백색 광원은 예컨대, 컬러 광원을 제공하기 위해 스위칭가능 컬러 필터에 커플링될 수 있다. 이러한 광원은 그의 광 출력이 변하고 그리고/또는 선택될 수 있는 가변 컬러 광원을 포함할 수 있다. 특히, 스위칭가능 컬러 필터는 컬러 광 출력을 제어하도록 변동될 수 있는 전기 입력을 갖는다. 이러한 광원은 본원에서 논의된 조명 모듈들(102)에 포함될 수 있다.

[0171] [0229] 도 23a 내지 도 23e는 일부 실시예들에 따르면, 스위칭가능 컬러 필터들로서 CLC(cholesteric liquid crystal)를 예시한다. 도 23a는 LED(예컨대, 백색 광 LED)와 같은 광대역 광원(1082)을 도시한다. 일부 실시예들에서, 사용된 광대역 광원(1082)은 광대역 가시광을 출력한다. 이러한 광은 예컨대, 청색 및 적색을 포함하도록 스펙트럼에 걸쳐 충분히 스펙될 수 있고 다양한 설계들에서 더 넓은 스펙트럼 출력을 가질 수 있다. 일

부 실시예들에서, 가시적인 백색 광을 방출하는 백색 광원이 사용될 수 있다. 광대역 광원(1082)은 범위에 걸쳐 계속해서 연장되는 파장들을 출력할 수 있거나, 감소된 심지어 아마도 무시할 수 있는 세기의 스펙트럼 구역들에 의해 서로 분리될 수 있는 파장에서 다수의 피크들을 포함할 수 있다. 광대역 광원(1082)은 스위칭가능 컬러 필터(1088)에 대해 배치되어서, 스위칭가능 컬러 필터(1088)가 광대역 광원(1082)에 의해 출력된 광의 경로에 있어 그로부터 광을 수신한다. 컬러 필터(1088)는 하나 이상의 파장 선택 필터들(1088a, 1088b, 1088c)을 포함할 수 있다. 스위칭가능 컬러 필터(1088)가 광대역 광원(1082) 앞에 있지만, 예컨대 미러들, 프리즘들, 광 파이프들 또는 다른 컴포넌트와 같은 광학기가 광대역 광원(1082)으로부터 스위칭가능 컬러 필터(1088)로 광을 지향시키는 다른 구성들이 가능하다. 앞서 논의된 바와 같이, 스위칭가능 컬러 필터(1088)는 거기에 입사되는 광을 필터링할 수 있으며, 스펙트럼 출력은 스위칭가능 컬러 필터(1088)에 대한 제어 신호에 의해 제어된다. 예로서, 스위칭가능 컬러 필터(1088)는 CLC 셀을 포함할 수 있다. CLC 셀은 전압 소스(1086)와 전기 통신할 수 있으며, 이 전압 소스(1086)는 CLC 셀의 스펙트럼 전달 함수를 변경하기 위해 제어 신호를 CLC 셀에 제공할 수 있다. CLC 셀은 예컨대, 제1 컬러 CLC 셀(예컨대, 청색)(1088a), 제2 컬러 CLC 셀(예컨대, 녹색)(1088b) 및/또는 제3 컬러 CLC 셀(예컨대, 적색)(1088c)을 포함할 수 있는 별개의 컬러 CLC 셀들을 포함할 수 있다. 별개의 컬러 CLC 셀들은 별개로 활성화될 수 있다. 활성화될 때, 컬러 CLC 셀들은 특정 스펙트럼 구역의 투과를 차단할 수 있다. 예컨대, 제1 컬러 CLC 셀(1088a)은 도 23b에 예시된 바와 같이 제1 컬러(예컨대, 청색)에 대응하는 파장들을 차단하도록 제어될 수 있다. 예컨대, 오프 상태에 있을 때, 제1 CLC 셀(1088a)은 청색 광에 대응하는 파장들을 차단할 수 있다. 제2 컬러 CLC 셀(1088b)은 도 23c에 예시된 바와 같이 제2 컬러(예컨대, 녹색)에 대응하는 파장들을 차단하도록 제어될 수 있다. 예컨대, 오프 상태에 있을 때, 제2 CLC 셀(1088b)은 녹색 광에 대응하는 파장들을 차단할 수 있다. 제3 컬러 CLC 셀(1088c)은 도 23d에 예시된 바와 같이 제3 컬러(예컨대, 적색)에 대응하는 파장들을 차단하도록 제어될 수 있다. 예컨대, 오프 상태에 있을 때, 제3 CLC 셀(1088c)은 적색 광에 대응하는 파장들을 차단할 수 있다. 제1, 제2 및 제3 컬러 CLC 셀들(1088a, 1088b, 1088c) 각각이 온 상태에 있을 때, 제1, 제2 및 제3 CLC 셀들(1088a, 1088b, 1088c)은 이전에 차단되었던 파장들(각각, 청색, 녹색 및 적색)을 더 이상 차단하지 않을 수 있다. 그에 따라서, 제어 신호가 인가될 때 광대역 조명이 투과되는 것처럼 나타난다. 다른 구성들도 가능하다. 그에 따라서, 제1 CLC 셀(1088a)은 턴 온될 수 있고, 제2 CLC 셀(1088b) 및 제3 CLC 셀(1088c)은 턴 오프되어 광대역 광원으로부터 제1 컬러(예컨대, 청색)를 생성(예컨대, 투과)할 수 있다. 그에 따라서, 제2 CLC 셀(1088b)은 턴 온될 수 있고, 제1 CLC 셀(1088a) 및 제3 CLC 셀(1088c)은 턴 오프되어 광대역 광원으로부터 제2 컬러(예컨대, 녹색)를 생성(예컨대, 투과)할 수 있다. 그에 따라서, 제3 CLC 셀(1088c)은 턴 온될 수 있고, 제1 CLC 셀(1088a) 및 제2 CLC 셀(1088b)은 턴 오프되어 광대역 광원으로부터 제3 컬러(예컨대, 적색)를 생성(예컨대, 투과)할 수 있다. 따라서, 제1, 제2 및 제3 CLC 셀들(1088a, 1088b, 1088c)은 시간 순차적으로 턴 온될 수 있다. 특정 컬러의 각각의 프레임에 대해, 프레임이 제공되는 기간 동안, 컬러 CLC 셀들 중 하나만을 턴 온하여 컬러들 중 하나만을 통과시킨다. 다른 구성들도 가능하다. 예컨대, 상이한 컬러들, 더 적은 컬러 또는 더 많은 컬러가 사용될 수 있다. 컬러 CLC 셀들의 상태들을 변경하는데 사용되는 전기 신호들은 변할 수 있다.

[0172] [0230] 다른 구성들도 가능하다. 앞서 설명된 바와 같이, 예컨대, 3개의 상이한 컬러 광 방출기(1002a, 1002b, 1002c)가 사용될 수 있다. 예컨대, 도 24는 일부 실시예들에 따르면, 다른 조명 시스템의 사시도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 조명 시스템(1000)은 3개의 조명 모듈들(102)을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 조명 모듈들(102) 각각은 도파관(112)에 접하도록 구성될 수 있다. 조명 모듈들(102) 각각은 도파관(112)의 공통 표면을 따라 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈들(102)은 각각 상이한 컬러들의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명 모듈들(102) 각각은 상이한 컬러(예컨대, 각각 적색, 청색, 녹색)를 방출하도록 구성된다. 조명 모듈(102)은 서로에 그리고/또는 도파관(112)의 표면에 평행한 광을 방출하도록 배향될 수 있다. 조명 모듈들(102)은 시간 멀티플렉싱되도록 구성될 수 있다. 예컨대, 조명 모듈들(102) 각각은 광을 순차적으로 방출하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 도 25는 일부 실시예들에 따르면, 다른 예시적인 조명 시스템(1000)의 사시도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 조명 시스템(1000)은 2개의 조명 모듈들(102)을 포함할 수 있다.

[0173] [0231] 본 개시내용을 읽을 시에, 당업자들은, 본원의 개시된 원리들을 통한 모션-기반 콘텐츠 탐색(motion-based content navigation)을 위한 시스템 및 프로세스를 위한 추가적인 대안적인 구조적 및 기능적 설계들을 여전히 인지할 것이다. 따라서, 특정 실시예들 및 애플리케이션들이 예시되고 설명되었지만, 개시된 실시예들은 본원에서 개시된 바로 그 구조 및 컴포넌트들로 제한되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 당업자들에게 자명할 다양한 수정들, 변경들 및 변동들이 첨부된 청구항들에서 정의된 사상 및 범위를 벗어나지 않고 본원에서 개시된 방법 및 장치의 어레인지먼트, 동작 및 세부사항들에서 이루어질 수 있다.

[0174] 변조 편광

[0175] [0232] 도 6을 참조하여 위에서 논의된 바와 같이, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)에 주입된 광은 광 모듈(540)에 의해 제공될 수 있고 빔 분할기(550)를 통해 공간 광 변조기(530)로 지향될 수 있다. 다양한 구현들에서, 공간 광 변조기(530)는 광의 편광 상태를 변조하도록 구성될 수 있다. 이러한 실시예들에서, 공간 광 변조기(530)는 도 26에 도시된 바와 같이 광 모듈(540)로부터의 광이 편광 빔 분할기(1306)를 통해 광 변조기(530)를 향해 지향되는 조명 시스템에 의해 조명될 수 있다.

[0176] [0233] 도 26에 묘사된 조명 시스템은 광의 편광 상태를 변조하도록 구성된 공간 광 변조기(106)의 실시예에 조명을 제공하도록 구성된다. 예시된 구현에서, 광원(102)으로부터의 광은 인-커플링 광학기(1304)를 통해 PBS(polarizing beam splitter)(1306)로 인-커플링될 수 있다. PBS(1306)는 광원(102)으로부터 공간 광 변조기(106)를 향해 제1 편광 상태(예컨대, s- 편광 상태)를 갖는 광을 지향시키고 공간 광 변조기(106)에 의해 변조된 광(이는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 가질 수 있음)을 뷰어를 향해 투과시키도록 구성된다. 다양한 실시예들에서, 변조된 광은 PBS(1306)와 뷰어 사이에 배치된 투사 광학기(1302)에 의해 컨디셔닝될 수 있다. PBS(1306)의 사이즈는 공간 광 변조기(106)의 공간 범위에 제한되지 않는 것을 포함하여 다양한 팩터들에 의해 결정된다. 예컨대, 광원(102)으로부터의 광이 일반적으로 x-축에 평행한 수평 축을 따라 방출되는 도 26에 예시된 구현을 고려한다. 이러한 구현에서, 공간 광 변조기(106)의 표면에 법선인 방향을 따라 (예를 들어, y-축에 평행한 수직 축을 따라) 공간 광 변조기(106)의 실시예를 향해 광을 지향시키기 위해, 반사 표면은 수평 축에 대해 45 도의 각도로 경사져야 한다. 공간 광 변조기(106)의 길이를 따라 공간 광 변조기를 균일하게 조명하기 위해, PBS(1306)의 길이는 공간 광 변조기(106)의 길이와 적어도 동일하다. PBS(1306)의 반사 표면이 45 도의 각도로 경사지기 때문에, PBS(1306)의 높이는 또한, 공간 광 변조기(106)의 길이와 적어도 동일하다. 예컨대, 공간 광 변조기(1306)의 실시예의 길이가 약 10 mm인 경우, PBS(1306)는 적어도 10mm와 동일한 길이 및 높이를 갖는 큐브이다. 조명 시스템의 다른 실시예들에서, PBS(1306)는 약 10 mm 이상의 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이 또는 반경)을 가질 수 있다. 또한, 몇몇의 실시예들에서, 광원(102)은 PBS(1306)로부터 특정 거리에 이격될 필요가 있을 수 있다. 이들 및 다른 팩터들은 조명 시스템의 사이즈의 증가로 이어질 수 있다. 공간 광 변조기(106)에 조명을 제공하는 조명 시스템의 중량, 볼륨 및/또는 공간 범위를 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 공간 광 변조기(106)가 본원에서 논의된 웨어러블 디스플레이 시스템들의 실시예들과 연관될 때, 조명 시스템의 사이즈를 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 종래의 PBS(1306)의 높이를 감소시키고 동시에 공간 광 변조기의 표면에 법선인 방향을 따라 공간 광 변조기(106)의 전체 길이에 걸쳐 균일하게 광을 재지향시키는 것은 실현 가능하지 않을 수 있다. 본원에서 설명된 다양한 실시예들은, PBS의 높이를 감소시키기 위해 약 45도 미만의 각도만큼 수평 축에 대해 경사지고 수직 방향을 따라 공간 광 변조기를 균일하게 조명하는데 필요한 추가적인 터닝 기능성을 제공하기 위해 복수의 터닝 피쳐들을 이용하는 표면을 갖는 PBS를 포함한다.

[0177] [0234] 도 27은 입사광의 편광을 변조하는 공간 광 변조기(106)를 조명하도록 구성된 조명 시스템(1000)의 실시예를 개략적으로 예시한다. 조명 시스템(1000)은 PBS(1306)는 광원(102)으로부터 공간 광 변조기(106)를 향해 제1 편광 상태(예컨대, s- 편광 상태)를 갖는 광을 지향시키고 공간 광 변조기(106)에 의해 변조된 광(이는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 가질 수 있음)을 뷰어를 향해 투과시키도록 구성되는 PBS(polarizing beam splitter)를 포함한다. 앞서 논의된 바와 같이, 공간 광 변조기(106)는 x-축에 평행한 수평 축을 따라 연장될 수 있다. 광원(102)의 광학 축은 x-축에 평행하게 정렬될 수 있고 소스(102)로부터의 광은 광원(102)의 광학 축에 대해 약 60도 미만의 세미 각도를 갖는 원뿔에서 방출될 수 있다. PBS(1306)는 도 26에 묘사된 PBS(1306)와 비교하여 콤팩트하고 감소된 중량, 볼륨 및/또는 공간 범위를 갖도록 구성될 수 있다. 예컨대, PBS(1306)는 약 5mm 이하의 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이 또는 반경)을 갖도록 구성될 수 있다. 다른 예로서, PBS(1306)는 약 10 mm 미만의 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이 또는 반경)을 갖도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, PBS(1306)는 약 2.0mm 내지 약 6.0mm, 약 3.0mm 내지 약 5.0mm, 약 3.5mm 내지 약 4.5 mm, 또는 이들 범위들/하위-범위들의 임의의 값 또는 이들 값들 중 임의의 것에 의해 형성된 임의의 범위의 디멘션(예컨대, 길이, 폭, 높이 또는 반경)을 갖도록 구성될 수 있다.

[0178] [0235] PBS(1306)의 다양한 실시예들은 공간 광 변조기(106) 위에 배치된 제1 표면(113A) 및 제1 표면(113A) 맞은편 제2 표면(113B)을 포함하는 광 터닝 광학 엘리먼트 또는 도파관(112)을 포함한다. 조명 시스템(1000)이 프론트 라이트로서 구성되는 도 27에 묘사된 구현에서, 광 터닝 광학 엘리먼트(112)는 제1 표면(113A)이 PBS(1306)의 최하부 표면을 형성하도록 PBS(1306)의 최하부에 배치될 수 있다. 도파관(112)은 제1 및 제2 표면들(113A 및 113B) 사이에 광 입력 표면(113C)을 더 포함한다. 광 입력 표면(113C)은 광원(102)으로부터 광을

수신하도록 구성된다. 도파관(112)은 광 입력 표면(113C) 맞은편 측 상에 배치된 엔드 반사기(114)를 더 포함한다. 엔드 반사기(114)는 광 입력 표면(113C)을 통해 도파관(112) 내로 커플링된 광을 반사하도록 구성된다. 광 입력 표면(113C)을 통해 도파관(112) 내로 커플링된 광 중 일부는, 예컨대 제1 표면(113A) 또는 제2 표면(113B)과 같은 임의의 다른 표면으로부터 반사되지 않고 엔드 반사기(114)로 직접 전파된다. 이 광은 아래에서 논의되는 바와 같이 엔드 반사기(114)에 의해 제2 표면(113B) 상으로 반사된다. 도파관(112) 내로 커플링된 광 중 일부는 엔드 반사기(114)에 의해 반사되기 전에 TIR(total internal reflection)의 프로세스에 의해 제1 표면(113A)으로부터 반사될 수 있다.

[0179] [0236] 다양한 설계들에서, 하나 이상의 터닝 피쳐들(1314)이 제2 표면(113B) 위에 배치된다. 터닝 피쳐들(1314)은 공간 광 변조기(106)를 향해 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광을 재지향시키도록 구성될 수 있다. 터닝 피쳐들(1314)은 또한 도파관(112)을 통해 공간 광 변조기(106)로부터 반사된 광을 투과시키도록 구성될 수 있다. PBS(1306)는 도파관(112)에 의해 도입된 임의의 굴절 광학 효과들을 보상하도록 구성된 굴절 광학 엘리먼트(118)를 더 포함한다. PBS(1306)는 클린-업 편광기(1310)를 더 포함할 수 있다. 클린-업 편광기(1310)는 제2 편광 상태(예컨대 p-편광 상태)를 갖는 광을 투과시키고 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 차단하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 클린-업 편광기(1310)는 도파관(112)을 통해 의도치 않게 투과된 변조되지 않은 광을 제거할 수 있다.

[0180] [0237] 도파관(112)은 투과성 재료(예컨대, 플라스틱, 유리, 아크릴 등)를 포함할 수 있다. 굴절 광학 엘리먼트(118)는 또한 투과성 재료(예컨대, 플라스틱, 유리, 아크릴 등)를 포함할 수 있다. 터닝 피쳐들(1314)은 예컨대, 몰딩과 같은 프로세스에 의해 도파관(112)의 제2 표면(113B) 상에 형성될 수 있다. 복수의 터닝 피쳐들(109)은 마이크로구조들 또는 나노구조들을 포함할 수 있다.

[0181] [0238] 다양한 실시예들에서, 터닝 피쳐들(1314)은 한 쌍의 패킷들(예컨대, 각각, 제1 및 제2 패킷들(1326 및 1328))에 의해 형성된 홈을 포함할 수 있다. 홈은 직선 또는 만곡될 수 있다(예컨대, 직선 또는 커브를 따라 연장됨). 패킷들은 일부 실시예들에서 평면일 수 있다. 예컨대, 도 29a 및 도 29b를 참조하여 아래에서 논의되는 실시예들과 같은 다른 실시예들에서, 패킷들은 광 파위를 제공하도록 만곡될 수 있다. 일부 실시예들에서, 패킷들은 일부 실시예들에서 동일한 폭들을 가질 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 패킷들은 비균등 폭들을 가질 수 있다. 패킷들은 그들 사이에 각도(β)를 포함할 수 있다. 패킷들 사이의 각도 분리(β)는 약 15도 내지 약 120도 사이에서 변할 수 있다. 터닝 피쳐들(1314)의 상이한 패킷들은 상이한 양만큼(예컨대, x-축에 평행한 수평 축에 대해) 경사질 수 있다. 피치(예컨대, 2개의 연속적인 터닝 피쳐들(1314) 상의 한 쌍의 연속적인 제1 패킷들(1326) 또는 2개의 연속적인 터닝 피쳐들 상의 한 쌍의 연속적인 제2 패킷들(1328)의 거리)는 약 20 μm 내지 약 200 μm 일 수 있다. 예컨대, 피치는, 약 20 μm 이상 및 약 200 μm 이하, 약 30 μm 이상 및 약 175 μm 이하, 약 40 μm 이상 및 약 150 μm 이하, 약 50 μm 이상 및 약 125 μm 이하, 약 60 μm 이상 및 약 100 μm 이하, 약 70 μm 이상 및 약 90 μm 이하, 약 75 μm 이상 및 약 85 μm 이하, 또는 이들 범위들/하위-범위들의 값들 또는 이들 값들 중 임의의 것에 의해 형성된 임의의 범위일 수 있다. (예컨대, x-축을 따라) 공간 광 변조기(106)의 범위를 넘어 연장되는 제2 표면(113B)의 부분은 복수의 터닝 피쳐들(1314)이 없을 수 있다. 어떠한 특정 이론에도 의존하지 않고, 복수의 터닝 피쳐들(1314)의 피치는 공간 광 변조기(106)에서 데드 픽셀들을 회피하고 그리고/또는 전체 공간 광 변조기(106)의 비-균일한 조명으로부터 발생할 수 있는 광학 효과들을 회피하도록 구성될 수 있다.

[0182] [0239] 다양한 실시예들에서, 도파관(112)의 제1 표면(113A)은 평면형이며, x-축에 평행한 축을 따라 연장될 수 있는 공간 광 변조기(106)의 표면에 실질적으로 평행한 반면, 도파관(112)의 제2 표면(113B)은 x-축 및/또는 공간 광 변조기 또는 변조기의 전면에 평행한 수평 축에서 제1 표면(113A)에 대해 경사지거나 또는 기울어져 있을 수 있어서, 도파관(112)은 웨지-형상이 된다. 제2 표면(113B)은 광 입력 표면(113C)을 향해 경사지거나 또는 기울어져 있을 수 있다. 제1 표면(113A)에 평행한 수평 축에 대한 제2 표면(113B)의 경사 각도 α 는 약 15도 내지 약 45도의 범위 내의 값을 가질 수 있다. 예컨대, 제1 표면(113A)에 대한 제2 표면(113B)의 경사 각도 α 는 약 20도 내지 약 35도, 약 24도 내지 약 30도의 범위에 있거나 또는 이들 값들 중 임의의 값에 의해 형성된 임의의 범위 내의 이들 범위들/서브범위들의 임의의 값일 수 있다.

[0183] [0240] 웨지-형상 도파관(112)의 구현들에서, 광 입력 표면(113C) 인근의 제1 표면(113A)과 제2 표면(113B) 간의 거리(또한, 광 입력 표면(113C)의 높이로 지칭됨)는, 광 입력 표면(113C)으로부터 더 멀리 있거나 또는 엔드 반사기(114) 인근의 제1 표면(113A)과 제2 표면(113B) 사이의 거리보다 작을 수 있다. 다양한 실시예들에서, 광 입력 표면(113C)의 영역은 광 입력 표면(113C) 맞은편의 웨지 형상 도파관의 측의 영역보다 작을 수 있다. 일부 구현들에서, 광 입력 표면(113C)의 경사 각도 및 높이는 광원(102)으로부터 출력된 광 원뿔에서 방출되는

실질적으로 모든 광을 수용하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 만약 광원(102)이 LED를 포함하면, LED로부터의 광은 (x-축에 평행하게 정렬될 수 있는) LED의 광학 축에 대해 약 41도의 세미 각도를 갖는 광 원뿔에서 방출된다. 이러한 실시예들에서, 제2 표면(113B)의 경사 각도는 x-축에 평행한 수평 축에 대해 또는 제1 표면(113A) 또는 공간 광 변조기(106) 또는 그의 전면에 대해 약 20도 내지 약 30도에 있을 수 있어서, LED를 포함하는 광원(102)으로부터 출력되는 실질적으로 모든 광이 도파관(112) 내로 커플링된다. 제2 표면(113B)의 경사 각도 및/또는 광 입력 표면(113C)의 높이는, 만약 광원(102)이 덜 발산하면 감소될 수 있다. 예컨대, 만약 광원(102)이 광섬유를 통해 입력 표면(113C)에 커플링되면, 제2 표면(113B)의 경사 각도는 20도 미만일 수 있다.

[0184] [0241] 엔드 반사기(114)는, 광원(102)으로부터 입사된 광을 반사하여, 반사된 광이 공간 광 변조기(106)의 표면에 대한 법선(예컨대, y-축에 평행함)에 실질적으로 평행한 방향을 따라 터닝 피쳐들(1314)에 의해 재지향되도록 구성된다. 예컨대, 엔드 반사기(114) 및 터닝 피쳐들(1314)은 공간 광 변조기(106)의 표면에 대한 법선에 대해 약 ± 10 도 간의 원뿔에서 소스(102)로부터 공간 광 변조기(106)를 향해 광을 재지향시키도록 구성될 수 있다. 엔드 반사기(114)는 반사 재료(예컨대, 금속 또는 유전체)로 코팅된 플라스틱 또는 유리 재료를 포함할 수 있다. 엔드 반사기(114)는 하나 이상의 유전체 층들, 이를테면 다층 간섭 코팅을 포함할 수 있다. 엔드 반사기(114)는 아래에서 논의되는 바와 같이 광 입력 표면(113C) 맞은편의 도파관(112)의 축에 부착 또는 몰딩될 수 있다.

[0185] [0242] 도 27에 묘사된 실시예에서, 엔드 반사기(114)는 곡면형 미러(예컨대, 구면 또는 포물면 미러)일 수 있다. 그에 따라서, 엔드 반사기(114)는 광 파워를 가질 수 있고, 초점 포인트를 가질 수 있다. 소스(102)로부터의 광이 공간 광 변조기(106)의 표면에 평행한(예컨대, x-축에 평행한) 방향을 따라 반사되거나 또는 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광이 실질적으로 시준되고 그리고/또는 터닝 피쳐들로부터 반사되고 공간 광 변조기 상으로 지향되는 광이 실질적으로 시준되도록 소스(102)가 엔드 반사기(114)의 초점 포인트에 배치될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 터닝 피쳐들(1314)은, 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광이 도 27의 삽도에 묘사된 바와 같이 공간 광 변조기(106)의 표면에 대해 실질적으로 법선으로(예컨대, y-축에 평행하게) 재지향되도록 제1 및 제2 평면형 패킷들(1326, 1328) 간에 약 45도의 각도 분리를 갖는 제1 및 제2 평면형 패킷들(1326, 1328)의 쌍들을 포함할 수 있다.

[0186] [0243] 다양한 실시예들에서, 터닝 피쳐들(1314)은, 특정한 편광 상태를 갖는 광을 공간 광 변조기(106)를 향해 재지향시키도록 구성된 편광 선택 엘리먼트(1318)(예컨대, 편광 선택 코팅, 하나 이상의 박막 코팅들, 유전체 코팅들, 또는 와이어 그리드)를 포함할 수 있다. 예컨대, 도 27의 삽도에 도시된 바와 같이, 광원(102)으로부터의 제1 편광 상태(예컨대, s-편광된 상태)는, 엔드 반사기(114)로부터 반사된 것이 공간 광 변조기(106)를 향해 재지향될 수 있는 것일 수 있다. 그러나, 제2 직교 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)의 광은 투과된다. 공간 광 변조기(106)로부터의 변조된 광은 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 포함한다. 공간 광 변조기(106)로부터의 광은 편광 선택 엘리먼트(1318)에 의해 투과된다. 클린-업 편광기(1310)가 포함되며, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 투과시키면서 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 차단시키도록 구성될 수 있다. PBS(1306)는, PBS(1306)로부터의 광이 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)에 인커플링될 수 있도록 도 6을 참조하여 앞서 논의된 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 및 그들 상의 인커플링 엘리먼트들에 대해 배치될 수 있다.

[0187] [0244] 도 28a, 도 28b, 도 28c 및 도 28d는 편광 선택 엘리먼트들을 포함하는 터닝 피쳐들의 다양한 실시예들을 묘사한다. 앞서 논의된 바와 같이, 편광 선택 엘리먼트들은 코팅들 또는 와이어 그리드들을 포함할 수 있다. 도 28a에 예시된 실시예에서, 각각의 터닝 피쳐의 한 쌍의 패킷들은, 예컨대 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 반사시키고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 투과시키도록 구성된 편광 선택 코팅으로 적어도 부분적으로 코팅된다. 이러한 편광 코팅은, 예컨대 하나 이상의 층들(예컨대, 다수의 박막 코팅들), 이를테면 하나 이상의 유전체 층들을 포함할 수 있다. 편광 선택 코팅은, 코팅이 가시 스펙트럼 범위 내의 넓은 범위의 파장들에서 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 스펙트럼 범위들에서 s-편광된 광)를 반사시키도록 광대역이도록 구성될 수 있다. 선택적으로 제1 편광 상태를 반사시키고 제2 편광 상태를 투과시키는 PBS 코팅은, 공간 광 변조기(106)의 선택적인 픽셀들이 이미지를 제공하도록 편광을 변조하므로(예컨대, s-편광된 상태와 p-편광된 상태 간을 구별함으로써) 높은 콘트라스트를 유리하게 제공할 수 있다. 추가적으로, 선택적으로 제1 편광 상태를 반사시키고 제2 편광 상태를 투과시킬 수 있는 다수의 박막 코팅들은 더 값싸고 제조하기에 더 용이할 수 있다.

[0188] [0245] 그러나, 선택적으로 제1 편광 상태를 반사시키고 제2 편광 상태를 투과시킬 수 있는 다수의 박막 코팅들의 다양한 실시예들은 작은 각도 수용 범위를 가질 수 있다. 예컨대, 선택적으로 제1 편광 상태를 반사시키

고 제2 편광 상태를 투과시킬 수 있는 다수의 박막 코팅들의 일부 실시예들은, 만약 광의 입사각이 설계 입사각으로부터 약 ± 10 도보다 큰 양만큼 변한다면 효율적으로 기능하지 않을 수 있다. 예컨대, 만약 다수의 박막 코팅들을 포함하는 패킷이 패킷에 대한 법선에 대해 약 45도의 각도로 입사하는 s-편광된 광을 반사시키도록 구성되면, 패킷은, 만약 광이 패킷에 대한 법선에 대해 약 55도보다 큰 각도로 또는 패킷에 대한 법선에 대해 약 35도보다 작은 각도로 입사하면 광을 효율적으로 반사시킬 수 없다. 다른 예로서, 만약 다수의 박막 코팅들을 포함하는 패킷이 패킷에 대한 법선에 대해 약 45도의 각도로 입사하는 p-편광된 광을 투사시키도록 구성되면, 패킷은, 만약 광이 패킷에 대한 법선에 대해 약 55도보다 큰 각도로 또는 패킷에 대한 법선에 대해 약 35도보다 작은 각도로 입사하면 광을 효율적으로 투사시킬 수 없다.

[0189] [0246] 그에 따라서, 더 넓은 각도 수용 범위가 바람직한 그 실시예들에서, 와이어 그리드들은 효율적으로 제1 편광 상태를 반사시키고 제2 편광 상태를 투과시키는 데 사용될 수 있다. 따라서, 와이어 그리드들은, 예컨대 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광이 설계 입사각으로부터 약 ± 10 도보다 큰 각도 범위로 패킷들 상에 입사하는 실시예들의 경우, 터닝 피처의 한 쌍의 패킷들 중 하나 위에 적어도 부분적으로 배치될 수 있다.

[0190] [0247] 도 28b에 도시된 바와 같이, 편광 선택 엘리먼트는 엔드 반사기(114)로부터 광을 수용하는 패킷의 일부 위에 배치될 수 있다. 다른 패킷은 편광 선택 엘리먼트 또는 코팅을 포함할 필요가 없다. 도 28c에 묘사된 실시예에서, 터닝 피처(1314)의 하나의 패킷은 y-축에 평행한 수직 축에 대해 약 45도의 각도로 경사져 있는 반면, 다른 패킷은 x-축에 평행한 수평 축에 평행하다. 그러한 실시예들에서, y-축에 평행한 수직 축에 대해 약 45도의 각도로 경사져 있는 패킷은 편광 선택 엘리먼트를 포함할 수 있고 그리고/또는 다른 패킷에는 편광 선택 엘리먼트가 없거나 또는 적어도 경사진 패킷은 다른 패킷보다 편광 빔분할 코팅을 더 많이 포함할 수 있다.

[0191] [0248] 다양한 실시예들에서, 터닝 피처(1314)는 도 28d에 도시된 바와 같이, 편광 선택 엘리먼트를 갖지 않는 섹션(1336)에 의해 편광 선택 엘리먼트를 갖는 제2 섹션(1340)으로부터 이격된, 편광 선택 엘리먼트를 갖는 제1 섹션(1332)을 포함할 수 있다. 편광 선택 엘리먼트를 갖지 않는 섹션(예컨대, 섹션(1336)) 상에 입사하지 않는, 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광은, 그 광이 편광 선택 엘리먼트를 갖는 섹션을 타격할 때까지 터닝 피처를 관통할 것이다. 그러한 구현들은 공간 광 변조기(106)의 표면에 걸친 조명의 균일도를 증가시킬 시에 유리할 수 있다.

[0192] [0249] 앞서 논의된 PBS(1306)는 종래의 PBS와 비교하여, 감소된 사이즈를 포함(그러나 이에 제한되지 않음)하는 몇몇의 장점들을 가질 수 있다. 다양한 설계들에서, 예컨대 마이크로구조 또는 터닝 피처들(1314)의 경사진 표면은, 제2 표면(113B)의 큰 경사 각도를 필요로 하지 않으면서 광이 법선 또는 실질적으로 법선 각도로 공간 광 변조기(106) 상에 입사하도록 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광을 반사시킬 수 있다. 제2 표면(113B)이 45도보다 작게 각지게 하는 것은 PBS(1306)가 감소된 두께를 가질 수 있게 한다.

[0193] [0250] 유리하게, 광원(102)과 통합될 때, 앞서 논의된 PBS(1306)는 공간 광 변조기, 이를테면 예컨대, LCOS를 프론트 라이트(또는 백 라이트)하는 데 사용될 수 있는 시준된 조명을 제공할 수 있다. 추가적으로, 공간 광 변조기(106)의 콘트라스트 비율은, 엔드 반사기(114) 및 터닝 피처들(1314)이 제1 표면(113A) 또는 공간 광 변조기(106) 또는 공간 광 변조기(106)의 전면에 대해 법선 또는 실질적으로 법선인 방향을 따라 공간 광 변조기(106)를 향해 광을 지향시키도록 구성될 수 있으므로 증가될 수 있다. 또한, 굴절 광학 엘리먼트(118)는 공간 광 변조기(106)를 향해 터닝되지 않는 임의의 미광(stray light)을 흡수하도록 구성될 수 있으며, 이는 또한 공간 광 변조기(106)의 콘트라스트 비율을 개선시킬 수 있다. 추가적으로, 조명 시스템(1000)은 컬러 순차적이고 컬러 필터-기반 동작이 가능할 수 있다.

[0194] [0251] 앞서 논의된 바와 같이, 터닝 피처들(1314)은 공간 광 변조기(106)의 범위를 넘어 연장되는 제2 표면(113B)의 구역들에 배치될 필요가 없다. 예컨대, 도 27을 참조하면, 제1 표면(113A)으로부터 내부 전반사된 이후 박스(1322) 외부에서 엔드 반사기(114)의 일부 상에 입사하는 광선(124A)은 터닝 피처들(1314)을 포함하지 않는 제2 표면(113B)의 일부 상에 입사할 것이고, 따라서 공간 광 변조기(106)를 향해 지향되지 않을 것이다. 또한, 광원(102)의 광학 축을 따라 방출되고 박스(1322) 외부에서 엔드 반사기(114)의 일부 상에 입사하는 광은 광 입력 표면(113C)을 향해 다시 반사될 것이고 공간 광 변조기(106)를 향해 지향되지 않을 것이다. 따라서, 광원(102)으로부터 방출된 일부 광은 낭비될 수 있고 조명 효율성이 감소될 수 있다.

[0195] [0252] 소스(102)로부터 방출되는 광의 활용도를 증가시키기 위해, 엔드 반사기(114)는 기울어질 수 있고 그리고/또는 엔드 반사기(114)의 곡률은, 반사된 광이, 예컨대 광원(102)으로부터 멀어지는, 도 29a 및 도 29b에 묘사된 바와 같은 구역(1344) 내의 초점(초점 포인트) 또는 가상 초점을 향해 수렴하도록 변화될 수 있다. 광은

광원(102)보다 제1 표면(예컨대, 제1 표면(113A)) 및 공간 광 변조기(106)로부터 더 멀리있는 위치를 향해 수렴된다. 이러한 실시예들에서, 터닝 피쳐들(예컨대, 터닝 피쳐들(1314))은, 엔드 반사기(114)로부터 반사된 광을 공간 광 변조기(106)를 향해 재지향시키기 위해 광 파워를 제공하도록 구성될 수 있다. 터닝 피쳐들은, 도 29b에 묘사된 바와 같이 포지티브 광 파워 또는 도 29a에 묘사된 바와 같이 네거티브 광 파워를 갖도록 구성될 수 있다.

[0196] [0253] 다양한 실시예들에서, 엔드 반사기(114)는 도 30에 도시된 바와 같이 반사형 홀로그래픽 구조(1348)를 포함할 수 있다. 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는 입사 광을 경사진 표면으로 재지향시키도록 구성된 회절 피쳐들을 포함할 수 있다. 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는 앞서 논의된 엔드 반사기(114)의 피쳐들 중 하나 이상을 제공하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는 광을 시준하거나 또는 광원(102) 상에 또는 그 인근에 수렴하는 광을 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 경우들에서, 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는 반사된 광으로 하여금, 광원(102)으로부터 멀어지고 공간 광 변조기(106)로부터 더 멀어지는 위치에 수렴하게 하도록 구성될 수 있다. 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는, 넓은 범위의 파장들(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 파장들) 및 (예컨대, x-축에 평행한 방향을 따라 x-축에 평행한 수평 축을 따르는 광원(102)의 광학 축에 대해 약 $\pm 41^\circ$ 간의) 넓은 범위의 입사각들로 입사 광을 재지향시키도록 구성되는 회절 피쳐들을 포함할 수 있다. 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는 다수의 광원들로부터의 광을 시준하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는 제1 원하는 방향을 따라 제1 광원으로부터의 광을 반사시키고 제2 원하는 방향을 따라 제2 광원으로부터의 광을 반사시키도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 반사형 홀로그래픽 구조(1348)는, 반사형 홀로그래픽 구조(1348)의 설계에 의해 세팅된 상이한 독립적으로-제어된 전파 방향들을 따라 상이한 소스들(예컨대, 상이한 색의 광 소스들)로부터의 광을 반사시킬 수 있다. 반사형 홀로그래픽 구조는 하나 이상의 홀로그램들 또는 회절 광학 엘리먼트들을 포함할 수 있다.

[0197] [0254] 도 31은 PBS(1306)의 실시예를 제조하는 방법(1350)의 실시예를 예시한다. 방법은 블록(1354)에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 터닝 피쳐들(예컨대, 터닝 피쳐들(1314)) 및 엔드 반사기(예컨대, 엔드 반사기(114))를 포함하는 도파관(예컨대, 도파관(112))을 제공하는 단계를 포함한다. 앞서 논의된 바와 같이, 하나 이상의 터닝 피쳐들은, 예컨대 몰딩에 의해 도파관(예컨대, 도파관(112))의 표면(예컨대, 제2 표면(113B)) 상에 형성될 수 있다. 엔드 반사기는 또한, 도파관의 에지 상으로 몰딩되거나 또는 접착제들을 사용하여 도파관의 에지에 부착될 수 있다.

[0198] [0255] 방법은 블록(1362)에 묘사된 바와 같이, 터닝 피쳐들 상에 적어도 부분적으로 (예컨대, 다수의 박막들, 하나 이상의 유전체 코팅, 또는 와이어 그리드를 포함하는) 편광 선택 코팅을 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 블록(1366)에 묘사된 바와 같이, 도파관 위에 굴절 광학 엘리먼트(예컨대, 굴절 광학 엘리먼트(118))를 배치하는 단계를 더 포함한다. 굴절 광학 엘리먼트는 접착제들을 사용하여 도파관에 부착될 수 있다. 인덱스 매칭 층은 굴절 광학 엘리먼트와 도파관 사이에 배치될 수 있다. 엔드 반사기를 포함하는 측 맞은편의 굴절 광학 엘리먼트의 측은 블록(1366)에 도시된 바와 같이, 표면을 흑화시킴으로써 터닝 피쳐들에 의해 터닝되지 않는 임의의 미광을 흡수하도록 구성될 수 있다. 교대로, 광 흡수 컴포넌트는 터닝 피쳐들에 의해 터닝되지 않는 미광을 흡수하기 위해, 엔드 반사기를 포함하는 측 맞은편의 굴절 광학 엘리먼트의 측 상에 배치될 수 있다.

[0199] [0256] 본원에서 논의되는 도 33에 도시된 바와 같이 광 리사이클링을 이용하는 조명 시스템들의 실시예들에서, 엔드 반사기 및/또는 광원과 공간 광 변조기(예컨대, 공간 광 변조기(106)) 사이에 있는 도파관의 입력 표면의 일부를 포함하는 측 맞은편의 굴절 광학 엘리먼트의 측은 반사형이도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 도 33에 예시된 방식으로 광 리사이클링을 가능하게 하기 위해, 4분의1 파장 리타더(quarter-wave retarder) 또는 플레이트는 광원과 공간 광 변조기 사이에 있는 광 터닝 엘리먼트의 입력 표면의 반사 부분에 인접하게 배치될 수 있다.

[0200] [0257] 본원에서 논의되는 도 34에 도시된 바와 같이 광 리사이클링을 이용하는 조명 시스템들의 실시예들에서, 2분의1 파장 플레이트는 엔드 반사기를 포함하는 측 맞은편의 굴절 광학 엘리먼트의 측 상에 배치될 수 있다. 하나 이상의 터닝 피쳐들을 포함하는 제2 도파관 및 제2 공간 광 변조기는 도 34에 예시된 방식으로 광 리사이클링을 가능하게 하기 위해 2분의1 파장 리타더 또는 플레이트의 다른 측 상에 배치될 수 있다.

[0201] 편광 기반 광 리사이클링

[0202] [0258] 조명 디바이스가 편광되지 않은 광을 출력하는 광원 또는 광 방출기를 포함하는 경우에서, 광(예컨대, 원하는 편광을 갖지 않는 광)의 일부가 미사용되게 된다. 예컨대, 편광되지 않은 광 방출기, 이를테면

LED(light emitting diode)가 원하는 배향의 선형으로 편광된 광을 생성하도록 선형 편광기와 조합될 때, 광의 50%가 특정 경우들에서 폐기될 수 있다.

[0203] [0259] 그러나, 본원에서 설명된 다양한 예시적인 조명 디바이스들은, 2개 이상의 편광 상태를 갖는 광(예컨대, 편광되지 않은 광 또는 부분적으로 편광된 광)을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들을 활용할 수 있지만, 디바이스의 광 사용의 효율성을 유리하게 증가시킬 수 있다. 그럼에도, 이들 조명 디바이스들은 특정 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)의 광을 공간 광 변조기 상으로 방출할 수 있으며, 여기서 광은 변조될 수 있다. 광 사용의 효율성을 개선하기 위해, 공간 광 변조기로 방출되지 않거나 그리고/또는 공간 광 변조기에 의해 수용되지 않는 광은 리사이클링될 수 있다. 예컨대, 광 리사이클링 시스템은, 공간 광 변조기에 유용하지 않은 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 공간 광 변조기에 의해 수용되어 적절히 변조될 수 있는 다른 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)의 광으로 변환하여 이미지를 형성하도록 구성될 수 있다.

[0204] [0260] 도 32는 일 실시예에 따른, 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 통합하는 디스플레이 디바이스의 예를 예시한다. 디스플레이 디바이스(5000)는 2개 이상의 편광 상태(예컨대, s-편광 상태 및 p-편광 상태로서 예시됨)를 갖는 광(5012)을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 광 방출기(5010)를 포함할 수 있다. 디스플레이 디바이스(5000)는, 광(5012)을 수신하고 적어도 하나의 공간 광 변조기(5025)를 향해 광을 터닝하도록 광 방출기(5010)에 대하여 배치된 도파관 광학 엘리먼트, 이를테면 도파관(5015)을 더 포함할 수 있다. 도파관(5015)은, 세기 이미지를 형성하도록 공간 광 변조기(5025)에 의해 변조될 수 있는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5020)을 방출할 수 있다. 그에 따라서, 공간 광 변조기(5025)는 도파관(5015)으로부터 방출된 광(5020)을 수신하도록 도파관(5015)에 대하여 배치된다. 본원에서 설명된 바와 같이, 디스플레이 디바이스(5000)는, 도파관(5015)으로부터 공간 광 변조기(5025)로 방출되지 않은 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템(예컨대, 컴포넌트들(5030a 및 5030b)을 포함함)을 포함할 수 있다. 예컨대, 도 32에 도시된 바와 같이, 광 리사이클링 시스템(예컨대, 5030a 및 5030b)은 공간 광 변조기(5025)에 의해 사용되지 않는 제2 편광 상태를 갖는 광(예컨대, 이 예에서, p-편광된 광)을, 공간 광 변조기(5025)에 의해 사용가능한 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5035)으로 변환하도록 구성될 수 있다. 그에 따라서, 일부 광이 미사용되는 대신에, 제2 편광 상태를 갖는 광을 제1 편광 상태를 갖는 광으로 변환함으로써, 추가적인 광이 도파관(5015)으로부터 공간 광 변조기(5025)로 방출될 수 있고, 공간 광 변조기(5025)에 의해 형성되는 이미지에 기여할 수 있다. 이제, 도 32의 다양한 특징들이 설명될 것이다.

[0205] [0261] 도 32를 참조하면, 디스플레이 디바이스(5000)는 적어도 하나의 광 방출기(5010)를 포함할 수 있다. 광 방출기(5010)는 단일 광 방출기 또는 2개 이상의 광 방출기(이후로 "광 방출기(5010)"로서 지칭됨)를 포함할 수 있다. 광 방출기(5010)는 2개 이상의 편광 상태를 갖는 광(5012)을 방출하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 광(5012)은 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태) 및 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 포함할 수 있다. 광 방출기(5010)는 본원에서 개시된 광 방출기들 중 임의의 광 방출기를 포함하거나 또는 다른 타입들의 방출기들도 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 방출기(5010)는 하나 이상의 LED(light emitting diode), 이를테면, 적색 LED, 녹색 LED, 청색 LED 및/또는 WLED(white LED)를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 광 방출기(5010)는 하나 이상의 SLED(superluminescent diode)들 또는 하나 이상의 레이저들을 포함할 수 있다.

[0206] [0262] 디스플레이 디바이스(5000)는 또한, 광 방출기(5010)로부터 광(5012)을 수신하도록 광 방출기(5010)에 대하여 배치된 도파관(5015)을 포함할 수 있는 적어도 하나의 광 터닝 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 다양한 설계들에서, 광(5012)의 적어도 일부는 TIR(total internal reflection)에 의해 도파관(5015) 내에서 안내될 수 있다. 도파관(5015)은 본원에서 설명된 광 터닝 광학 엘리먼트들 중 임의의 광 터닝 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 예컨대, 도파관(5015)은 플라스틱, 유리(예컨대, 일부 실시예들에서, 고 굴절률 유리) 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 본원에서 설명된 바와 같이, 도파관(5015)은 특정 편광 상태(예컨대, 이 예에서, s-편광 상태)를 갖는 광(5020)을 공간 광 변조기(5025)에 반사시키기 위해 편광 빔 분할기로서 기능할 수 있다. 일부 예들에서, 도파관(5015)은, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5020)을 반사시키도록 그리고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(미도시)을 투과시키도록 구성된 각진 표면(5015a)을 가질 수 있다. 도파관(5015)은, 도파관(5015) 내에서 안내된 광(예컨대, 특정 편광 상태를 갖는 광)을 도파관(5015)으로부터 그리고 공간 광 변조기(5025)로 터닝하도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들(예컨대, 각진 표면(5015a) 상에 있음)을 포함할 수 있다. 각진 표면은 상이한 편광 상태들에 대해 다르게 동작할 수 있는 편광 선택 엘리먼트 또는 구조를 포함할 수 있다. 예컨대, 터닝 엘리먼트들은, 도파관(5015) 내에서 안내된 광을 도파관(5015)으로부터 재지향시키도록 구성된 터닝 피처들(예컨대, 특정 편광 상태를 갖는 광을 도파관(5015)으로부터 지향시키도록 구성된 와이어 그리드 또는 하나 이상의 마이크로프리즘들 상의 유전체 코팅과 같은 마이크

로구조들)을 포함할 수 있다. 결과적으로, 각진 표면(5015a) 상에 입사하는 원하는 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는, 도파관(5015)에서 전파되는 광은 도파관(5015)으로부터, 예컨대 도파관(5015)의 주 표면, 예컨대 도파관(5015)의 최하부로부터 방출되어 공간 광 변조기(5025) 상에 지향되도록 반사될 수 있다. 각진 표면(5015a) 및 그 상의 터닝 피쳐들 위에, 보상 층(5016)이 배치될 수 있다. 일부 설계들의 경우, 보상 층(5016)은 도파관(5015)을 위한 재료(예컨대, 플라스틱, 유리 또는 이들의 조합)와 동일한 또는 유사한 재료를 포함할 수 있다. 보상 층(5016)은 도파관(5015)을 통과하는 광에 대한 각진 표면(5015a)의 굴절 효과를 감소시킬 수 있다. 보상 층(5016)은, 공간 광 변조기(5025)로부터의 반사에 따라 도파관(5015)을 통과하는, 공간 광 변조기(5025)로부터 반사된 광을 재지향시킬 수 있고, 이 광은 그렇지 않으면 각진 표면(5015a)에 의해 휘 될 것이다.

[0207] [0263] 도 32를 계속해서 참조하면, 디스플레이 디바이스(5000)는, 이미지를 형성하도록 독립적으로 변조될 수 있는 픽셀들의 어레이를 포함하는 액정 공간 광 변조기와 같은 적어도 하나의 공간 광 변조기(5025)를 포함할 수 있다. 공간 광 변조기(5025)는 도파관(5015)으로부터 방출된 특정 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5020)을 수신하도록 도파관(5015)에 대하여 배치될 수 있다. 예컨대, 각진 표면(5015a) 상에 입사하는 원하는 (제1) 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광은, 광이 도파관(5015)에서 안내되기도, 그렇지 않으면 도파관(5015)의 주 표면, 이를테면 도파관(5015)의 최하부 표면으로부터 공간 광 변조기(5025) 상으로 지향되기도 않도록 하는 각도로 터닝 및 지향될 수 있다. 공간 광 변조기(5025)는, 공간 광 변조기(5025)를 구동하여서 광(5020)을 변조하도록 구성된 전자장치에 전기적으로 커플링될 수 있다. 예컨대, 편광을 변조하는 특정 공간 광 변조기들의 경우, 공간 광 변조기(5025)는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5020)을 수신하고, 픽셀의 상태에 따라, 제1 또는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 출력할 수 있다.

[0208] [0264] 도파관(5015)으로부터 공간 광 변조기(5025)로 지향되지 않은 광, 예컨대, 원하는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖지 않은 광은 계속해서 도파관(5015)을 통해 전파될 수 있다. 이 광은 도파관(5015)으로부터 각진 표면(5015a)에 의해 반사되지 않을 수 있다.

[0209] [0265] 그러나, 본원에서 설명된 바와 같이, 디스플레이 디바이스(5000)는, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5012)을 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5035)으로 변환하도록 구성된 엘리먼트들(5030a 및 5030b)을 포함하는 광 리사이클링 시스템을 포함할 수 있다. 도 32에서, 광 리사이클링 시스템은 반사 엘리먼트(5030a) 및 편광 변환기 엘리먼트(5030b)를 포함한다. 반사 엘리먼트(5030a)는, 도 32에 예시된 바와 같이, 도파관(5015)의 주 표면, 이를테면 도파관(5015)의 최하부를 통해 공간 광 변조기(5025)로 방출되지 않은 광(5012)을 반사시키도록 도파관(5015)의 에지에 대하여 배치될 수 있다. 도파관(5015)의 에지는 광 방출기(5010) 맞은편 에지를 포함할 수 있다. 반사 엘리먼트(5030a)는 도파관(5015)의 표면 에지와 통합될 수 있거나, 또는 도파관(5015)의 에지에 부착될 수 있다. 반사 엘리먼트(5030a)는, 그렇지 않으면 도파관(5015)에서 다시 도파관(5015)의 에지로부터 빠져나올 수 있는 광을 반사시키도록 구성될 수 있다. 반사 엘리먼트(5030a)는 본원에서 다른 곳에 설명된 다양한 반사 엘리먼트들을 포함하는 다양한 반사 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 반사 엘리먼트는 금속화 또는 반사 유전체 코팅, 이를테면 하나 이상의 유전체 층들을 포함하는 코팅, 이를테면 다층 간섭 코팅을 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 반사 엘리먼트(5030a)는, 예컨대 구면 표면의 적어도 부분, 포물면 표면의 적어도 부분 등일 수 있는, 곡률을 포함하는 표면, 이를테면 오목 표면을 가질 수 있다. 일부 예들에서, 반사 엘리먼트(5030a)는 평면인 표면을 가질 수 있다. 반사 엘리먼트(5030a)는 미러, 이를테면 시준 미러를 포함할 수 있다. 예컨대, 반사 엘리먼트(5030a)는 구면 미러(예컨대, 구면 형상의 적어도 부분을 갖는 미러) 또는 포물면 미러(예컨대, 포물면 형상의 적어도 부분을 갖는 미러)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사 엘리먼트(5030a)는 회절 광학 엘리먼트, 이를테면 격자, 홀로그래픽 광학 엘리먼트 또는 다른 타입의 반사 표면을 포함할 수 있다. 일부 예시들에서, 회절 광학 엘리먼트, 격자, 홀로그래픽 광학 엘리먼트 또는 다른 구조는 평면형 표면 상에 있을 수 있다.

[0210] [0266] 도 32에 도시된 바와 같이, 광 리사이클링 시스템은 또한, 반사 엘리먼트(5030a)에 의해 반사 및/또는 시준된 광을 수신하고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광으로 변환하도록 반사 엘리먼트(5030a)에 대하여 배치된 편광 변환기 엘리먼트(5030b)를 포함할 수 있다. 편광 변환기 엘리먼트(5030b)는, 선형으로 편광된 광의 배향을 회전시키는 편광 회전자를 포함할 수 있다. 편광 회전자는 수직으로 편광된 광을 수평으로 편광된 광으로 또는 그 반대로, 또는 p-편광된 광을 s-편광된 광으로 또는 그 반대로 회전시킬 수 있다. 편광 회전자는 예컨대 리타더, 이를테면 4분의1 파장 리타더를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 4분의1 파장 리타더를 통한 2번의 통과들은 직교 편광 간의 180°의 지체(retardation)를 도입하고, 선형으로 편광된 광을 회전시키는 효과를 가질 수 있다. 그에 따라서, 리사이클링된 광은 제1 편광 상태(s-편광 상태)를 갖는 광(5035)으로서 도파관(5015) 내에서 다시 전파되고, 도파관(501

5)으로부터 (예컨대, 터닝 엘리먼트들을 통해) 공간 광 변조기(5025)로 방출되어서, 디스플레이 디바이스(500)의 효율성이 개선될 수 있다.

[0211] [0267] 액정 기반 공간 광 변조기(5025)가 위에서 참조되지만, 공간 광 변조기(5025)는 이미지를 형성하도록 변조될 수 있는 하나 이상의 픽셀들을 또한 포함할 수 있는 다른 타입들의 공간 광 변조기들, 이를테면 DLP(digital light processing) 디바이스 또는 e-페이퍼 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 공간 광 변조기(5025)는, 이 공간 광 변조기(5025) 상에 입사하는 광을 반사 및 변조하도록 구성된 반사성 공간 광 변조기를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 공간 광 변조기(5025)는, 공간 광 변조기를 통해 투과되는 광을 변조하도록 구성된 투과성 공간 광 변조기를 포함할 수 있다.

[0212] [0268] 도 33은 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 통합하는 디스플레이 디바이스의 다른 예를 예시한다. 도 32와 유사하게, 디스플레이 디바이스(5100)는, 2개 이상의 편광 상태를 갖는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들(5110)(이후로 "광 방출기(5110)"로서 지칭됨), 및 광을 수신하고 도파관(5115)의 주 표면, 이를테면 도파관(5115)의 최하부 또는 후방 표면의 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 공간 광 변조기(5125)로 방출하도록 구성된 광 터닝 엘리먼트 또는 도파관(5115)을 포함할 수 있다. 광 리사이클링 시스템은, 공간 광 변조기(5125)로 방출되지 않은 광을 반사시키도록 도파관(5115)의 예지에 대하여 배치된 반사 엘리먼트(5130a)를 포함할 수 있다.

[0213] [0269] 일부 그러한 예들에서, 광 방출기(5110)는 도파관(5115)의 예지로, 가능하게는 중심에서 떨어지게, 예컨대 도파관(5115)의 코너에 가까이에 광을 주입하도록 반사 엘리먼트(5130a)에 대하여 위치될 수 있다. 도파관(5115)의 예지는 반사 엘리먼트(5130a) 맞은편 예지를 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 반사 엘리먼트(5130a)는 곡면(curved surface)을 포함할 수 있다. 예컨대, 반사 엘리먼트(5130a)는 구면 미러를 포함할 수 있다. 광 방출기(들)(5110)는 구면 미러(예컨대, 반사 엘리먼트(5130a))의 초점 포인트에 또는 이 초점 포인트 가까이에 위치될 수 있다. 도 33에 도시된 바와 같이, 반사 엘리먼트(5130a)는 반사 및/또는 반사된 광을 시준하도록 구성될 수 있다. 반사된 광은 광 방출기(5110)의 위치로부터 먼 위치로 지향될 수 있고, 예시된 바와 같이, 광 방출기(5110) 아래의 위치 상에 궁극적으로 입사될 수 있다. 광 리사이클링 시스템은 또한, 편광 회전자, 이를테면 4분의1 파장 리타더(5130b), 및 4분의1 파장 리타더(5130b)로부터 반사 엘리먼트(5130c) 상에 입사하는 광을 다시 4분의1 파장 리타더(5130b)를 통해 반사시키도록 4분의1 파장 리타더(5130b)에 대하여 배치된 제2 반사 엘리먼트(5130c)를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 4분의1 파장 리타더(5130b)를 통한 통과들의 쌍이 직교 편광 컴포넌트들 간에 180°의 위상을 도입하여서, 선형으로 편광된 광이 회전될 수 있다. 4분의1 파장 리타더(5130b) 및 제2 반사 엘리먼트(5130c)는, 제1 반사 엘리먼트(5130a) 맞은편 도파관(5115)의 예지에, 그리고/또는 제1 반사 엘리먼트(5130a)로부터 반사된 광이 궁극적으로 도달하는 위치에(예컨대, 광 방출기(5110) 아래의 위치에) 배치될 수 있다. 4분의1 파장 리타더(5130b)는 투과성일 수 있으며, 이에 따라 제1 반사 엘리먼트(5130a)에 의해 반사된 광이 제2 반사 엘리먼트(5130c)로 통과하게 허용하도록 구성될 수 있다. 제2 반사 엘리먼트(5130c)는 4분의1 파장 리타더(5130b)로 광을 다시 반사시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 반사 엘리먼트(5130c)는 반사 코팅, 이를테면 미러 코팅을 포함할 수 있다. 4분의1 파장 리타더(5130b)를 2번 통과할 시에, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5113)은 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 리사이클링된 광(5135)으로 변환될 수 있다.

[0214] [0270] 4분의1 파장 리타더(5130b)는, 직교 선형 편광들 간의 4분의1 파장 위상 지연을 제공하거나 또는 하나의 컴포넌트를 다른 컴포넌트에 대하여 4분의1 파장만큼 지체시키도록 치수화 및 배향되는 복굴절 재료(예컨대, 석영)일 수 있다. 4분의1 파장 리타더(5130b)를 통과한 후에, 선형으로 편광된 광은 반사 엘리먼트(5130c)를 향해 전파되는 원형 편광 상태로 터닝될 수 있다.

[0215] [0271] 반사 엘리먼트(5130c)는, 광의 편광의 좌우상을 변화시키면서 4분의1 파장 리타더(5130b)를 향해 다시 광을 반사시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사 엘리먼트(5130c)는 몇몇의 층들의 유전체 재료로 만들어질 수 있다. 유사하게, 반사 엘리먼트(5130c)는 광 방출기(5110)로부터의 광의 파장에 튜닝될 수 있고, 이에 따라 증가된 반사율을 가능하게 할 수 있다.

[0216] [0272] 제2 시간 동안 4분의1 파장 리타더(5130b)를 통과할 시에, 광은 원형 편광으로부터 선형 편광으로 다시 변경될 수 있지만, 이제, 회전된 선형 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 선형 편광으로 다시 변경될 수 있다. 리사이클링된 광은 원하는 제1 편광 상태를 갖는 리사이클링된 광(5135)으로서 도파관(5115) 내에서 다시 전파되고, 도파관(5115)으로부터 (예컨대, 터닝 피쳐들을 통해) 공간 광 변조기(5125)로 방출되어서, 디스플레이 디바이스(5100)의 효율성이 개선될 수 있다.

- [0217] [0273] 본원에서 설명된 바와 같이, 도파관(5115)은 특정 편광 상태를 갖는 광을 공간 광 변조기(5125)에 반사시키기 위해 편광 빔 분할기로서 기능할 수 있다. 일부 예들에서, 도파관(5115)은, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광을 반사시키고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5140)을 투과시키기 위한 각진 표면(5115a)(예컨대, 이 각진 표면(5115a)은 터닝 피치들을 포함할 수 있음)을 가질 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 보상 층(5116)이 각진 표면(5115a) 위에 배치될 수 있다. 예시된 바와 같이, 광 리사이클링 시스템은 제1 반사 엘리먼트(5130a)로부터 반사된 시준된 광을 수신하도록 배치된 제3 반사 엘리먼트(5130d)를 포함한다. 반사 엘리먼트(5130d)는 도파관(5115)의 에지(예컨대, 반사 엘리먼트(5130a) 맞은편 보상 층(5116)의 에지)에 대하여 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사 엘리먼트(5130d)는 반사 엘리먼트(5130c)와 동일한 또는 유사한 재료를 포함할 수 있다. 예컨대, 반사 엘리먼트(5130d)는 미러 코팅을 포함할 수 있다. 반사 엘리먼트(5130d)는, 각진 표면(5115a)에 의해 투과된 광(5140), 이를테면 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광을 광(5145)으로서 다시 도파관(5115)으로 반사하도록 구성될 수 있다. 반사 엘리먼트(5130d)로부터 반사된 이러한 광(5145)은 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 가질 수 있고, 제1 반사 엘리먼트(5130a)에 의해 4분의1 파장 리타더(5130b)로 다시 반사될 수 있다. 이러한 광은 4분의1 파장 리타더(5130b)를 통해 그와 연관된 제2 반사 엘리먼트(5130c)로 계속될 수 있으며, 4분의1 파장 리타더(5130b)를 통해 다시 반사되어서 편광 상태가 회전되게 할 수 있다. 그에 따라서, 4분의1 파장 리타더(5130b)로 지향된 광은, 예컨대, 각진 표면(5115a)으로부터 반사할 시에 도파관(5115)으로부터 방출될 수 있는 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)로 회전될 수 있다. 예컨대, 광 리사이클링 시스템의 다른 컴포넌트들, 이를테면, 반사 엘리먼트(5130a), 반사 엘리먼트(5130d), 4분의1 파장 리타더(5130b) 및 반사 엘리먼트(5130c)에 의해, 예컨대, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 선형으로 편광된 광이 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 리사이클링된 광(5135)으로 변환된다. 이 광은 제1 반사 엘리먼트(5130a)로부터, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 선택적으로 반사시키는 각도 표면(5115a)으로 다시 반사된다. 그런다음, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 리사이클링된 광(5135)은 도파관(5115)으로부터 (예컨대, 각진 표면 상의 터닝 엘리먼트들을 통해) 공간 광 변조기(5125)로 방출되어서, 디스플레이 디바이스(5100)의 효율성이 개선될 수 있다.
- [0218] [0274] 도 34는 광을 리사이클링하기 위한 광 리사이클링 시스템을 통합하는 디스플레이 디바이스의 다른 예를 예시한다. 도 32 및 33과 유사하게, 디스플레이 디바이스(5200)는, 2개 이상의 편광 상태를 갖는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들(5210)(이후로 "광 방출기(5210)"로서 지칭됨), 및 광(5212)을 수신하고 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5220)을 공간 광 변조기(5225)로 방출하도록 구성된 도파관(5215)을 포함할 수 있다. 광 리사이클링 시스템은, 광 방출기(5210)로부터 수신된 광을 반사시키도록 도파관(5215)의 에지에 대하여 배치된 반사 엘리먼트(5230a)를 포함할 수 있다.
- [0219] [0275] 본원에서 설명된 바와 같이, 도파관(5215)은 특정 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5220)을 공간 광 변조기(5225)에 반사시키기 위해 편광 빔 분할기로서 기능할 수 있다. 일부 예들에서, 도파관(5215)은, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5220)을 반사시키고 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5240)을 투과시키기 위한 각진 표면(5215a)(예컨대, 이 각진 표면(5215a)은 터닝 엘리먼트들을 포함할 수 있음)을 가질 수 있다. 그에 따라서, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는, 광 방출기(5210)로부터 제1 반사 엘리먼트(5230a)에 의해 각진 표면(5215a)으로 반사되는 광이 공간 광 변조기(5225)를 향해 반사된다. 이 광은 공간 광 변조기(5225)로부터 반사되고, 도파관(5215) 및 각진 표면(5215a)을 통해 전달될 수 있다. 특히, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광, 예컨대, 공간 광 변조기(5225)의 선택적 픽셀들에 의해 회전된 편광을 갖는 광은 도파관(5215) 및 각진 표면(5215a)을 통과할 수 있다. 각진 표면(5215a)에 의해 유발되는 굴절에 맞대응하기 위해, 앞서 설명된 바와 같이, 보상 층(5216)이 각진 표면(5215a) 위에 배치될 수 있다.
- [0220] [0276] 광 사용의 효율성을 개선하기 위해, 광 리사이클링 시스템은 또한, 편광 회전자, 이를테면 2분의1 파장 리타더(5230b)를 포함할 수 있다. 2분의1 파장 리타더(5230b)는 도파관(5215)의 에지에 대하여, 예컨대 반사 엘리먼트(5230a) 맞은편 보상 층(5216)의 에지 상에 또는 이 에지 가까이 배치될 수 있다. 일부 설계들에서, 2분의1 파장 리타더(5230b)는 투과성일 수 있으며, 이로써 각진 표면(5215a)에 의해 투과된 광(5240)이 제2 광 터닝 엘리먼트 또는 도파관(5245)으로 전달되게 허용하도록 구성될 수 있다. 2분의1 파장 리타더(5230b)는 또한, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5240)을 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5250)으로 변환하도록 구성될 수 있다. 그런다음, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 리사이클링된 광(5250)은 제2 도파관(5245)으로부터 (예컨대, 터닝 엘리먼트들을 통해) 제2 공간 광 변조기(5260)로 방출되어서, 디바이스의 효율성이 추가로 개선될 수 있다. 예컨대, 제2 도파관(5245)은 본원에서 설명된 편광 빔 분할

기로서 기능할 수 있다. 제2 도파관(5245)은, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5255)을 제2 공간 광 변조기(5260)로 반사시키기 위한 각진 표면(5245a)(예컨대, 이 각진 표면(5245a)은 터닝 엘리먼트들을 포함할 수 있음)을 포함할 수 있다. 유사하게, 제2 도파관(5245)은 각진 표면(5245a)에 의해 유발되는 굴절에 맞 대응하기 위해 제2 광학 보상 층(5246)을 포함할 수 있다.

[0221] [0277] 예시된 바와 같이, 도 34에 도시된 설계에서, 광 방출기(5210) 및 2분의1 파장 리타더(5230b)는 2개의 도파관들(5215 및 5245) 사이에 배치된다. 다른 구성들도 가능하다.

[0222] [0278] 도파관들(5015, 5115, 5215)이 각진 표면들(5015a, 5115a, 5215a)을 갖는 것으로 도 32 내지 도 34가 예시되지만, 광 리사이클링 시스템을 포함하는 다양한 실시예들은 실질적으로 평면형 표면들을 갖는 도파관들에 통합될 수 있다. 예컨대, 도 35 및 도 36은 2개의 그러한 예들을 예시한다. 일부 그러한 실시예들에서, 디스플레이 디바이스(5300, 5400)는 2개 이상의 편광 상태를 갖는 광(5312, 5412)을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 광 방출기(5310, 5410), 및 광(5312, 5412)을 수신하도록 구성된 도파관(5315, 5415)을 포함할 수 있다. 도파관(5315, 5415)은 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5320, 5420)을 공간 광 변조기(5325, 5425)로 방출할 수 있다.

[0223] [0279] 다양한 실시예들에서, 디바이스(5300, 5400)는 도파관(5315, 5415) 내에서 안내되는 광을 도파관(5315, 5415) 밖으로 그리고 공간 광 변조기(5325, 5425)로 터닝하기 위해, 도파관(5315, 5415)에 대하여 (예컨대, 도파관 표면(5315a, 5415a)에 인접하게 또는 도파관 표면(5315a, 5415a) 상에) 배치된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들(5327, 5427a)을 포함할 수 있다. 터닝 엘리먼트(5327, 5427a)는 도파관(5315, 5415) 내에서 안내되는 광(5320, 5420)을 도파관(5315, 5415) 밖으로 재지향시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 피쳐들을 포함할 수 있다. 터닝 엘리먼트들(5327, 5427a)은 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5320, 5420)을 도파관(5315, 5415) 밖으로 방출하도록 구성된 하나 이상의 나노구조들 또는 마이크로구조들을 포함할 수 있다. 터닝 엘리먼트는, 예컨대, 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들, 이를테면, 격자들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들, 또는 다른 구조들을 포함할 수 있다.

[0224] [0280] 일부 실시예들에서, 터닝 엘리먼트는 편광 민감성 터닝 엘리먼트를 포함할 수 있다. 편광 민감성 터닝 엘리먼트는 편광 민감성 마이크로구조들 또는 나노구조들을 포함할 수 있다. 편광 민감성 터닝 엘리먼트는 격자들(예컨대, 고도의 민감성), 회절 광학 엘리먼트들, 홀로그래픽 광학 엘리먼트들 등을 포함할 수 있다. 도 35에 예시된 바와 같이, 일부 그러한 나노구조들 또는 격자들은 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5320)을 공간 광 변조기(5325)로 지향시킬 수 있는 한편, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5322)은 도파관(5315)을 통해 계속해서 전파할 수 있다. 예컨대, 나노구조들 또는 격자들에 의해 터닝된 편광(예컨대, 제1 편광 상태)을 갖는 광은 공간 광 변조기(5325)를 향해 반사될 수 있고 그리고/또는 아웃-커플링될 수 있는 한편, 나노구조들 또는 격자들에 의해 터닝되지 않은 편광(예컨대, 제2 편광 상태)을 갖는 광은 도파관(5315)을 통해 계속해서 전파할 수 있다.

[0225] [0281] 일부 실시예들에서, 나노구조들 또는 격자들은 편광 민감성 나노구조들 또는 격자들을 포함하지 않을 수 있으며, 이는 도 36에 의해 예시된다. 일부 그러한 실시예들에서, 디바이스(5400)는 또한, 하나 이상의 나노구조들 또는 격자들(예컨대, 5427a)과 도파관(5415) 사이에 (예컨대, 도파관 표면(5415a)에 인접하게 또는 도파관 표면(5415a) 상에) 배치된 와이어 그리드(5427b)를 포함할 수 있다.

[0226] [0282] 와이어 그리드(5427b)는, 특정한 편광 상태의 광을 반사시키고 다른 편광 상태의 광을 투과시키도록, 광 방출기(5410)에 의해 생성되는 광의 파장에 대해 튜닝될 수 있다. 예컨대, 도 36에 예시된 바와 같이, 와이어 그리드(5427b)는, 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5420)을 하나 이상의 나노구조들 또는 격자들(예컨대, 5427a)로 투과시키고, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5422)을 반사시키도록 구성될 수 있다. 그런다음, 나노구조들 또는 격자들(예컨대, 5427a)은 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5420)을 공간 광 변조기(5425)로 지향시킬 수 있는 한편, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5422)은 도파관(5415)을 통해 계속해서 전파할 수 있다.

[0227] [0283] 도 35 및 도 36에서, 다양한 실시예들은, 도파관(5315, 5415)을 통해 전파하는 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광(5322, 5422)을 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5335, 5435)으로 변환하기 위해, 광 리사이클링 시스템을 통합할 수 있다. 광 리사이클링 시스템은 반사 엘리먼트(5330a, 5430a) 및 4분의1 파장 리타더(5330b, 5430b)를 포함할 수 있다.

[0228] [0284] 4분의1 파장 리타더(5330b, 5430b)는, 도파관(5315, 5415)의 에지에 도달하는, 공간 광 변조기(5325,

5425)로 방출되지 않은 광이 직교 편광 상태들 사이에서 90° 위상 시프트를 거친 후에 반사 엘리먼트(5330a, 5430a)로 통과할 수 있게 하기 위해, 투과성일 수 있고, 반사 엘리먼트(5330a, 5430a)의 에지에 대하여 배치될 수 있다. 반사 엘리먼트(5330a, 5430a)는 4분의1 파장 리타더(5330b, 5430b)로 광을 다시 반사시키도록 구성될 수 있다. 도 33과 관련하여 설명된 바와 같이, 4분의1 파장 리타더(5330b, 5430b)를 2회 통과할 시에, 광(5322, 5422)은 직교 편광 상태들 사이에서 180° 위상 시프트를 거친다. 결과적으로, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)는 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광(5335, 5435)으로 변환될 수 있다. 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 일부 그러한 리사이클링된 광(5335, 5435)은 도파관(5315, 5415) 내에서 다시 전파할 수 있고, 그리고 (예컨대, 터닝 엘리먼트들을 통해) 도파관(5315, 5415)으로부터 방출될 수 있다. 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)의 광이 미사용되는 대신에, 제2 편광 상태(예컨대, p-편광 상태)를 갖는 광이 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광으로 변환될 수 있으며, 그 제1 편광 상태(예컨대, s-편광 상태)를 갖는 광은 공간 광 변조기(5325, 5425)로 지향되어 공간 광 변조기(5325, 5425)에 의해 사용되어, 이미지를 생성하는 데 기여될 수 있고, 그에 의해, 디바이스의 효율이 개선될 수 있다.

[0229] [0285] 도 35 및 도 36에 도시된 바와 같이, 일부 실시예들은 또한, 도파관(5315, 5415)과 공간 광 변조기(5325, 5425) 사이에 편광기(5350, 5450)를 포함할 수 있다. 이러한 편광기(5350, 5450)는, 편광된 광에 대해 동작하여 편광 상태를 선택적으로 변조하는 공간 광 변조기(5325, 5425)로부터 세기 이미지를 생성하기 위해 사용될 수 있다. 편광기(5350, 5450)는 하나의 선형 편광 상태를 투과시키고, 다른 편광 상태를 감쇠시키며, 그에 따라, 공간 광 변조기(5325, 5425)는, 픽셀 단위 기반으로 편광 상태를 선택적으로 제어함으로써, 픽셀 단위 기반으로 세기를 제어하는 효과를 갖는다.

[0230] [0286] 도 32 내지 도 36과 관련하여 본원에서 설명된 바와 같이, 다양한 설계들은 디바이스의 광 사용의 효율성을 개선하기 위해 광 리사이클링 시스템을 포함할 수 있다. 본원에서 설명된 다른 디바이스들에 대하여 설명된 다양한 피쳐들은 광 리사이클링 시스템을 포함하는 디바이스들의 임의의 피쳐들 또는 피쳐들의 조합과 통합될 수 있다. 게다가, 본원에서 설명된 예시적 광 리사이클링 시스템들 또는 임의의 피쳐들 또는 이들의 조합은 본원에서 설명된 다른 설계들 중 임의의 설계에 통합될 수 있거나, 또는 본원에서 설명된 임의의 다른 설계의 임의의 피쳐들 또는 피쳐들의 조합과 조합될 수 있다.

[0231] [0287] 도 37은 도파관(1412) 내로 커플링하도록 광을 편향시키는 인-커플링 엘리먼트(1654)를 갖는 조명 디바이스(1400)를 예시하며, 여기서, 인-커플링 엘리먼트(1654)는 인-커플링 표면(1652) 및 공간 광 변조기(1408)에 가장 가까운 표면에 평행하다. 인-커플링 엘리먼트(1654)는 회절 격자 또는 다른 회절 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 일부 설계들에서, 인-커플링 엘리먼트(1654)는 반사성이고, 그리고 예컨대 유전체 코팅(예컨대, 간섭 코팅)을 포함할 수 있다. 인-커플링 엘리먼트(1654)는 또한, 마이크로- 및/또는 나노-프리즘 구조를 포함할 수 있다. 도 37에 예시된 바와 같이, 광 방출기(1650)는 인-커플링 표면(1652)에서 도파관(1412) 내로 광을 주입한다. 광 중 적어도 일부(예컨대, 특정 편광의 광)는 편향(예컨대, 회절, 반사 등)된다. 광은 TIR을 통해 도파관(1412)을 통하여 전파할 수 있다. 이 도파관(1412)은 평면형 도파관을 포함할 수 있다. 도파관(1412)은 광 터닝 피쳐들(1416)을 더 포함하며, 그 광 터닝 피쳐들(1416)은 TIR에 의해 도파관에서 전파하는 광을 수신하고, 광 터닝 피쳐들(1416) 상에 입사하는 광 중 적어도 일부를 방출하도록 배치된다. 광 터닝 피쳐들(1416)은 공간 광 변조기(1408)를 향해 광(1663)을 방출하도록 구성된다. 공간 광 변조기(1408)는 광 터닝 피쳐들(1416)에 의해 방출된 광을 수신하기 위해 광 터닝 피쳐들(1416) 맞은편에 배치될 수 있다. 도시된 바와 같이, 출사 광(1663)은 (예컨대, 반사 모드들에서) 공간 광 변조기(1408)에 의해 반사될 수 있다. 일부 실시예들(예컨대, 투과 모드들)에서, 출사 광(1663)은 공간 광 변조기(1408)를 통해 적어도 부분적으로 투과될 수 있다. 도 37에 도시된 바와 같이, 변조된 광(1665)은 도파관(1412)을 통해 출력 영역(1436)을 향해 전파할 수 있다.

[0232] [0288] 본원에서 개시된 바와 같은, 편광 빔 분할기들 및 조명 시스템들은 다양한 애플리케이션들을 가질 수 있다. 예컨대, 그러한 빔 분할기들 및 조명 시스템들은 증강 현실 디스플레이 디바이스에서 함께 동작할 수 있다. 조명 시스템은 접안렌즈와 광 통신하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 접안렌즈는 사용자의 뷰에 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함할 수 있다. 본원에서 설명된 바와 같이, 이미지들은, 눈이 접안렌즈를 보고 있을 때, 사용자의 눈에 제공될 수 있다. 특정 구현에서, 접안렌즈는 도파관 스택을 포함하지만, 본원에서 설명된 바와 같은 편광 빔 분할기들 및 조명 시스템들의 사용이 이에 제한되지 않아야 한다. 도 38은 접안렌즈에 커플링된, 그리고 특히, 접안렌즈에서의 도파관 스택(166)에 커플링된 예시적 조명 시스템(1000)을 도시한다. 조명 시스템(1000)은 본원에서 설명된 조명 시스템들의 임의의 하나 이상의 피쳐들을 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도파관 스택(166)은 도파관들, 도파관 스택들(예컨대, 도 9a 내지 도 9c에 대한 것), 또는 접안렌즈들에 대하여 설명된 하나 이상의 피쳐들을 포함할 수 있다. 투과된 광(132)은 하나 이

상의 인커플링 광학 엘리먼트들(144, 146, 148)에 의해 수신될 수 있다. 조명 시스템(1000)은 도파관 스택(166)과 광 통신할 수 있다(예컨대, 도파관 스택(166)의 광학 축을 따라 배치될 수 있음). 일부 구현들에서, 조명 시스템(1000)은 도파관 스택(166)의 하나 이상의 엘리먼트들에 인접하도록 구성될 수 있거나, 또는 이들로 부터 분리될 수 있다. 예컨대, 굴절 광학 엘리먼트(118)는 도파관의 표면(158) 및/또는 인커플링 광학 엘리먼트(148)에 인접할 수 있다. 그러나, 인접이 요구되는 것은 아니다. 조명 시스템(1000)은 도파관 스택(166) 내로 광(예컨대, 투과된 광(132))을 지향시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 투과된 광(132)은 도파관(예컨대, 광섬유)를 통해 조명 시스템(1000)과 도파관 스택(166) 사이에서 전파할 수 있다. 투과된 광(132)은 편광 빔 분할기(104)와 도파관 스택(166) 사이에서 투과성 매체(예컨대, 플라스틱, 유리, 공기 등)를 통해 전파할 수 있다. 다른 변형들이 가능하다.

[0233] [0289] 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들(144, 146, 148)은 대응하는 도파관들(154, 156, 158) 내로 광을 커플링하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들(144, 146, 148)은 특정 파장의 광(예컨대, 적색, 청색, 녹색 등)을 커플링하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 특정 구현들에서, 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들(144, 146, 148)은 대응하는 깊이 평면들의 광을 커플링하도록 구성될 수 있다(예컨대, 도 6 참조). 조명 모듈(102)은 본원에서 설명된 다른 엘리먼트들, 이를테면 광 모듈(540)(도 6)에 대응할 수 있다. 편광 빔 분할기(104)는 본원에서 설명된 다른 엘리먼트들, 이를테면 빔 분할기(550)(도 6)에 대응할 수 있다.

[0234] [0290] 그에 따라서, 본원에서 설명된 광원들 및 조명 모듈들은, 접안렌즈로 지향되어 뷰어에 디스플레이되는 이미지들을 생성하도록 공간 광 변조기들을 조명하기 위해, 편광 빔분할기들 및/또는 웨지 도파관들과 함께 또는 이들 없이 사용될 수 있다. 그러한 시스템들(뿐만 아니라 서브시스템들 및 컴포넌트들)의 넓은 범위의 변동들이 가능하다.

[0235] [0291] 마찬가지로, 본원에서의 조명 모듈들, 편광 빔분할기들, 웨지 도파관, 광 적분기들, 이들의 조합, 및/또는 이들의 컴포넌트들에 관하여 논의된 임의의 특징들 또는 피쳐들은, 이를테면, 접안렌즈들 또는 디스플레이들, 이를테면 증강 또는 가상 현실 디스플레이들에 관하여 본원의 다른 곳에서 논의된 구조들 및 개념들에 적용될 수 있다. 유사하게, 본원에서 논의된, 접안렌즈들 또는 디스플레이들, 이를테면 증강 또는 가상 현실 디스플레이들, 머리 장착 디스플레이들, 이들의 컴포넌트들, 또는 임의의 조합에 관한 임의의 특징들, 피쳐들, 또는 개념들은, 본원에서 설명된 다른 구조들, 피쳐, 또는 개념들, 이를테면 조명 모듈들, 편광 빔분할기, 웨지 도파관, 광 적분기들, 이들의 조합, 및/또는 이들의 컴포넌트들에 적용될 수 있다. 그에 따라서, 본 출원에서 논의된 임의의 특징들 또는 피쳐들은 본원의 다른 곳에서 논의된 다른 구조들 및 개념들에 적용될 수 있다.

[0236] 예시적 양상들

[0237] 예들

[0238] 예시적 섹션 I

[0239] 1. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계(vision field)에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,

[0240] 상기 머리-장착 디스플레이 시스템은,

[0241] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임; 및

[0242] 프레임 상에 배치된 접안렌즈(eyepiece) -상기 접안렌즈의 적어도 일부는, 투명하며, 사용자가 상기 머리-장착 디스플레이를 착용할 때 사용자의 눈 앞 위치에 배치되어, 상기 투명한 부분이 사용자 앞 환경으로부터 사용자의 눈으로 광을 투과시켜 사용자 앞 환경의 뷰(view)를 제공하며, 상기 접안렌즈는 사용자의 눈으로 광을 지향시키도록 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함함 -;

[0243] 광을 방출하도록 구성된 광원;

[0244] 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 -상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,

[0245] 축에 평행한 제1 표면,

[0246] 제1 표면 맞은편에 있고 축에 대해 웨지 각도(wedge angle)(α)만큼 경사진 제2 표면,

[0247] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면,

및

- [0248] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기(end reflector)를 포함하고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 엔드 반사기의 높이 미만 이도록 그리고 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면에 의해 제1 표면을 향해 재지향되도록 경사짐-;
- [0249] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 대해, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트로부터 방출되는 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조시키도록 배치된 공간 광 변조기
- [0250] 를 포함하고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 접안렌즈에 대해, 변조된 광이 상기 접안렌즈의 상기 하나 이상의 도파관들로 지향되어, 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 상기 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0251] 2. 예 1의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 편광 선택 엘리먼트를 포함하고, 상기 편광 선택 엘리먼트는 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0252] 3. 예 1 또는 예 2의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정을 포함한다.
- [0253] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 (cholesteric liquid crystal)을 포함한다.
- [0254] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정 격자를 포함한다.
- [0255] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 격자를 포함하는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0256] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 액정 층들을 포함하고, 상이한 액정 층들은 상이한 파장들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 파장들을 회절시키도록 구성된다.
- [0257] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 콜레스테릭 액정 층들을 포함하고, 상이한 콜레스테릭 액정 층들은 상이한 컬러들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 컬러들을 회절시키도록 구성된다.
- [0258] 9. 예 1의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 배치된 복수의 터닝 피쳐들을 포함하고, 상기 복수의 터닝 피쳐들은 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0259] 10. 예 9의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [0260] 11. 예 10의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0261] 12. 예 9 또는 예 10의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은, 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0262] 13. 예 12의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0263] 14. 예 10 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 프리즘 터닝 피쳐들 (prismatic turning features)을 포함한다.
- [0264] 15. 예 10 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 터닝 피쳐는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 상기 제1 부분은 그 상부에 반사 코팅을 가지며 상기 제2 부분은 상기 반사 코팅을 갖지 않는다.
- [0265] 16. 예 15의 시스템에 있어서, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 패싯(facet) 및 제2 패싯을 포함한다.
- [0266] 17. 예 15 또는 예 16의 시스템에 있어서, 반사 코팅은 유전체 반사 코팅을 포함할 수 있다.
- [0267] 18. 예 15 또는 예 16의 시스템에 있어서, 반사 코팅은 편광 코팅을 포함할 수 있다.
- [0268] 19. 예 10 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 터닝 피쳐들은 곡면들(curved surface

s)을 갖는다.

- [0269] 20. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 포지티브 광 파워(positive optical power)를 갖도록 형성된다.
- [0270] 21. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 네거티브 광 파워(negative optical power)를 갖도록 형성된다.
- [0271] 22. 예 10 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 20 내지 200 마이크로미터의 피치(pitch)를 갖는다.
- [0272] 23. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 곡면형 반사기(curved reflector)를 포함한다.
- [0273] 24. 예 23의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 구면(spherical) 또는 포물면(parabolic) 미러를 포함한다.
- [0274] 25. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그래프들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조(reflective holographic structure)를 포함한다.
- [0275] 26. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 상기 광원으로부터의 광을 시준하고 상기 시준된 광을 상기 제2 표면으로 지향시키도록 구성된다.
- [0276] 27. 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 공간 광 변조기는 반사성 공간 광 변조기이고, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 통해, 공간 광 변조기로부터 반사되는 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0277] 28. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 의해 유발되는 굴절을 보상하도록 구성된, 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0278] 29. 예 28의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제2 표면으로부터의 광의 휨(bending)을 감소시키도록 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 보완하는 형상을 갖는다.
- [0279] 30. 예 28 또는 예 29의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 웨지 형상을 갖는다.
- [0280] 31. 예 28 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은, 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0281] 32. 예 28 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편의 상기 표면은 그 위에 반사-방지 코팅(anti-reflective coating)을 갖는다.
- [0282] 33. 예 1 내지 예 32 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광 입력 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 포함한다.
- [0283] 34. 예 28 내지 예 33 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 엔드 반사기 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 엔드 반사기 맞은편의 표면은 그 위에 흡수 코팅(absorbing coating)을 갖는다.
- [0284] 35. 예 1 내지 예 34 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0285] 36. 예 1 내지 예 35 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은, 상기 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선(normal)에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향되도록 배치된다.
- [0286] 37. 예 1 내지 예 36 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 도파관을 포함하고, 상기 광원으로부터의 광은 적어도 상기 제1 표면으로부터 내부 전반사된다.
- [0287] 38. 예 1 내지 예 37 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0288] 39. 예 1 내지 예 38 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 그 위에, 광원으로부터의 광을 재지향시키는 터닝 피쳐들을 포함한다.

- [0289] 40. 예 1 내지 예 39 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교한다.
- [0290] 41. 예 1 내지 예 40 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교하게 기울어진 다.
- [0291] 42. 예 1 내지 예 41 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면(output face)을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부와 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면 사이에 에어 갭이 배치된다.
- [0292] 43. 예 1 내지 예 42 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면과 접촉한다.
- [0293] 44. 예 1 내지 예 43 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은, 상기 광원으로부터 상기 입력 광 표면을 통해 입력되는 광을 편향시키도록 구성된 편향기(deflector)를 더 포함한다.
- [0294] 45. 예 1 내지 예 44 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은 광섬유를 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 입력 광 표면과 광 통신(optical communication)한다.
- [0295] 46. 예 1 내지 예 45 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은 레이저 또는 LED 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0296] 47. 예 1 내지 예 46 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은 광 입력 표면을 통해, 적어도 적색, 녹색 및 청색 광을 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 내로 전달하도록 구성된다.
- [0297] 48. 예 1 내지 예 47 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들을 포함한다.
- [0298] 49. 예 1 내지 예 48 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들은 각각 상이한 컬러의 광을 방출한다.
- [0299] 50. 예 1 내지 예 49 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상이한 컬러 광은 적색 광, 녹색 광 및 청색 광을 포함한다.
- [0300] 51. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 2개의 방출기들 또는 2개의 조명 모듈들을 포함한다.
- [0301] 52. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 3개의 방출기들을 포함한다.
- [0302] 53. 예 1 내지 예 52 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 하나 이상의 도파관들은 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이들을 가지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 길이는 상기 하나 이상의 도파관들의 길이의 1/3 미만이다.
- [0303] 54. 예 1 내지 예 53 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이를 가지며, 상기 길이는 10 mm 미만이다.
- [0304] 55. 예 1 내지 예 54 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 접안렌즈 내 하나 이상의 도파관들은 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트(incoupling optical element)들을 포함하고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 공간 광 변조기는, 상기 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들에 대해, 상기 공간 광 변조기로부터의 광을 그 내부로 지향시키도록 배치된다.
- [0305] 예시적 섹션 II
- [0306] 1. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,
- [0307] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0308] 수평 축에 평행한 제1 표면;
- [0309] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;
- [0310] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면;

- [0311] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기; 및
- [0312] 상기 제2 표면 상에 배치된 복수의 광 터닝 피쳐들
- [0313] 을 포함하고, 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 측의 높이 미만이도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은, 엔드 반사기에 의해 반사되고 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해 재지향된다.
- [0314] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [0315] 3. 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0316] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 광 입력 표면을 통해 수신되는 광을 수평 축에 평행한 방향을 따라 재지향시키도록 구성된 구면 또는 포물면 미러를 포함한다.
- [0317] 5. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그래프를 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조를 포함한다.
- [0318] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 공간 광 변조기를 더 포함하고, 상기 공간 광 변조기는, 상기 제1 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해 그리고 상기 공간 광 변조기로 재지향되도록 배치된다.
- [0319] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은, 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0320] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0321] 9. 예 1 내지 예 8 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0322] 10. 예 9의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0323] 11. 예 1 내지 예 10 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0324] 12. 예 1 내지 예 11 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 광원을 더 포함하고, 광원은, 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향되도록 배치된다.
- [0325] 13. 예 1 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0326] 예시적 섹션 III
- [0327] 1. 디스플레이 디바이스는,
- [0328] 2개 이상의 편광 상태를 갖는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 광 방출기들;
- [0329] 상기 하나 이상의 광 방출기들에 대해 배치된 도파관 -상기 도파관은 상기 하나 이상의 광 방출기들로부터 광을 수신하여 상기 광의 적어도 일부가 내부 전반사에 의해 도파관내로 안내되도록 하며, 상기 도파관은 상기 도파관으로부터 제1 편광 상태를 갖는 광을 방출하도록 구성됨-;
- [0330] 상기 도파관에 대해, 상기 도파관으로부터 방출되는 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조하도록 배치된 공간 광 변조기; 및
- [0331] 제2 편광 상태를 갖는 광을 제1 편광 상태를 갖는 광으로 변환시키도록 구성된 광 리사이클링 시스템(light recycling system)을 포함한다.

- [0332] 2. 예 1의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 광 리사이클링 시스템은, 상기 공간 광 변조기로 방출되지 않는 광을 반사시키는, 상기 도파관의 예지에 대해 배치된 반사 엘리먼트를 포함한다.
- [0333] 3. 예 2의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 광 리사이클링 시스템은, 상기 공간 광 변조기로 방출되지 않는 광이 상기 반사 엘리먼트를 통과하게 허용하도록 상기 반사 엘리먼트에 대해 배치된 4분의1 파장 리타더(quarter wave retarder)를 포함하고, 상기 반사 엘리먼트는 광을 상기 4분의1 파장 리타더로 다시 반사시켜, 제2 편광 상태를 갖는 광을 제1 편광 상태를 갖는 광으로 변환시키도록 구성된다.
- [0334] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 디스플레이 디바이스는 상기 도파관 내에 안내된 광을 상기 도파관 밖으로 그리고 상기 광 변조기로 터닝시키도록 상기 도파관에 대해 배치된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 더 포함한다.
- [0335] 5. 예 4의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 상기 도파관 내에 안내된 광을 상기 도파관 밖으로 재지향시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0336] 6. 예 4 또는 예 5의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 제1 편광 상태를 갖는 광을 상기 도파관 밖으로 방출시키도록 구성된 하나 이상의 마이크로구조들 또는 나노구조들을 포함한다.
- [0337] 7. 예 6의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 디스플레이 디바이스는 상기 하나 이상의 마이크로구조들 또는 나노구조들과 상기 도파관 사이에 배치된 와이어 그리드를 더 포함하고, 상기 와이어 그리드는 제1 편광 상태를 갖는 광은 상기 하나 이상의 마이크로구조들 또는 나노구조들로 투과시키고 제2 편광 상태를 갖는 광은 반사시키도록 구성된다.
- [0338] 8. 예 6 또는 예 7의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 마이크로구조들 또는 나노 구조들은 하나 이상의 회절 광학 엘리먼트들 또는 홀로그래픽 광학 엘리먼트들을 포함한다.
- [0339] 9. 예 2의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 도파관은, 제1 편광 상태를 갖는 광은 상기 공간 광 변조기로 반사시키고 제2 편광 상태를 갖는 광은 투과시키는 각진(angled) 표면을 포함한다.
- [0340] 10. 예 9의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 광 리사이클링 시스템은, 상기 반사 엘리먼트에 의해 반사되는 광은 수신하고 상기 제2 편광 상태를 갖는 광은 제1 편광 상태를 갖는 광으로 변환시키도록 상기 반사 엘리먼트에 대해 배치된 편광 변환기 엘리먼트를 포함한다.
- [0341] 11. 예 9의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 광 리사이클링 시스템은, 상기 반사 엘리먼트에 의해 반사되는 광이 상기 4분의1 파장 리타더로 광을 다시 반사시키도록 구성된 제2 반사 엘리먼트를 통과하게 허용하여 제2 편광 상태를 갖는 광을 제1 편광 상태를 갖는 광으로 변환시키도록 상기 반사 엘리먼트에 대해 배치된 4분의1 파장 리타더를 포함한다.
- [0342] 12. 예 11의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 상기 도파관에 대한 위치에 배치되고, 상기 반사 엘리먼트는 상기 하나 이상의 광 방출기들의 위치로부터 멀어지게 광을 반사시키도록 구성된다.
- [0343] 13. 예 11 또는 예 12의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 반사 엘리먼트는 반사 코팅을 포함한다.
- [0344] 14. 예 11 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 광 리사이클링 시스템은 각진 표면에 의해 투과되는 광을 반사시키도록 상기 도파관의 다른 예지에 대해 배치된 다른 반사 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0345] 15. 예 14의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 다른 반사 엘리먼트는 반사 코팅을 포함한다.
- [0346] 16. 예 9의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 디스플레이 디바이스는 제2 도파관을 더 포함하고, 상기 광 리사이클링 시스템은 각진 표면에 의해 투과된 광이 상기 제2 도파관을 통과하게 허용하도록 구성된 2분의1 파장 리타더를 더 포함하고, 상기 2분의1 파장 리타더는 제2 편광 상태를 갖는 광을 제1 편광 상태를 갖는 광으로 변환시키도록 구성된다.
- [0347] 17. 예 16의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 디스플레이 디바이스는 제2 공간 광 변조기를 더 포함하고, 상기 제2 도파관은 제1 편광 상태를 갖는 광을 상기 제2 공간 광 변조기로 방출하도록 구성된다.
- [0348] 18. 예 17의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 제2 도파관은 제1 편광 상태를 갖는 광을 상기 제2 공간

광 변조기로 반사시키는 제2 각진 표면을 포함한다.

- [0349] 19. 예 16 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 2분의1 파장 리타더는 상기 제1 도파관과 제2 도파관 사이에 배치된다.
- [0350] 20. 예 9 내지 예 19 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 반사 엘리먼트는 곡률 (curvature)을 포함한다.
- [0351] 21. 예 20의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 다른 반사 엘리먼트는 구면 미러를 포함한다.
- [0352] 22. 예 9 내지 예 19 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 반사 엘리먼트는 홀로그래픽 광학 엘리먼트를 포함한다.
- [0353] 23. 예 9 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 도파관은 상기 도파관 내에 안내된 광을 상기 도파관 밖으로 그리고 상기 광 변조기로 터닝시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 포함한다.
- [0354] 24. 예 23의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 상기 도파관 내에 안내된 광을 상기 도파관 밖으로 재지향시키도록 구성된 하나 이상의 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0355] 25. 예 23 또는 예 24의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 하나 이상의 마이크로구조들을 포함한다.
- [0356] 26. 예 25의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 마이크로구조들은 하나 이상의 마이크로프리즘(microprism)들 상에 유전체 코팅을 포함한다.
- [0357] 27. 예 25의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 마이크로구조들은 와이어 그리드를 포함한다.
- [0358] 28. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0359] 29. 예 1 내지 예 27의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 광 방출기들은 하나 이상의 레이저들을 포함한다.
- [0360] 30. 예 1 내지 예 29 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 공간 광 변조기는, 그 위에 입사되는 광을 반사시키고 변조시키도록 구성된 반사성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0361] 31. 예 1 내지 예 29 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 공간 광 변조기는 상기 공간 광 변조기를 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성된 투과성 공간 광 변조기를 포함한다.

[0362] 예시적 섹션 IV

- [0363] 1. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,
- [0364] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0365] 수평 축에 평행한 제1 표면;
- [0366] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;
- [0367] 광을 발생시키도록 구성된 광 모듈;
- [0368] 광 모듈과 광 통신하여 광 모듈로부터의 광을 수신하는 광섬유를 포함하는 광 전달 시스템;
- [0369] 광 모듈로부터 방출되는 광을 광섬유를 통해 수신하도록 상기 광 전달 시스템에 대해 배치된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면; 및
- [0370] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기
- [0371] 를 포함하고, 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 축의 높이 미만이도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면으로부터 제1 표면을 향해 반사된다.

- [0372] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 광섬유는 멀티모드 섬유를 포함한다.
- [0373] 3. 예 1 또는 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 광섬유는 편광-유지 섬유(polarization-maintaining fiber)를 포함한다.
- [0374] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광 모듈은 복수의 광 방출기들을 포함한다.
- [0375] 5. 예 4의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 상이한 컬러 광 방출기들을 포함한다.
- [0376] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광 모듈은 적어도 하나의 레이저를 포함한다.
- [0377] 7. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광 모듈은 발광 다이오드를 포함한다.
- [0378] 8. 예 7의 광학 디바이스에 있어서, 발광 다이오드는 복수의 상이한 컬러 발광 다이오드들을 포함한다.
- [0379] 9. 예 7의 광학 디바이스에 있어서, 발광 다이오드는 초발광 다이오드(superluminescent diode)를 포함한다.

[0380] 예시적 섹션 V

- [0381] 1. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,
- [0382] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0383] 수평 축에 평행한 제1 표면;
- [0384] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;
- [0385] 광을 발생시키도록 구성된 레이저를 포함하는 광 모듈;
- [0386] 레이저부터 방출되는 광을 수신하도록 상기 광 모듈과 광 통신하는, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면; 및
- [0387] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기
- [0388] 를 포함하고, 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 축의 높이 미만이도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면으로부터 제1 표면을 향해 반사된다.

- [0389] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 레이저는 섬유 레이저를 포함한다.
- [0390] 3. 예 1 또는 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 레이저는 복수의 상이한 컬러 레이저들을 포함한다.

[0391] 예시적 섹션 VI

- [0392] 4. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,
- [0393] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0394] 수평 축에 평행한 제1 표면;
- [0395] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;
- [0396] 복수의 광 방출기들을 포함하는 광 모듈 -상기 광 모듈은 상기 복수의 방출기들에 대한 광을 결합시킴 -;
- [0397] 복수의 방출기들로부터 방출되는 광을 수신하도록 상기 광 모듈에 대해 배치된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면; 및
- [0398] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기
- [0399] 를 포함하고, 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 축의 높이 미만이도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면으로부터 제1 표면을 향해

반사된다.

[0400] 5. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 광 모듈은 2개의 광 방출기들로부터의 광을 수신하도록 구성된 적어도 하나의 파장 의존 광-재지향(wavelength dependent light-redirecting) 엘리먼트를 포함한다.

[0401] 6. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 광 모듈은 3개의 광 방출기들로부터의 광을 수신하도록 구성된 적어도 2개의 파장 의존 광-재지향 엘리먼트를 포함한다.

[0402] 7. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 복수의 광 방출기들은 적어도 3개의 방출기들을 포함한다.

[0403] 8. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 적어도 3개의 방출기들은 적색, 녹색 및 청색 방출기들을 포함한다.

[0404] 9. 예 4 또는 예 5의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광 모듈은 상기 3개의 방출기들과 광 통신하는 3개의 포트를 갖는 x-큐브를 포함한다.

[0405] 예시적 섹션 VII

[0406] 1. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,

[0407] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,

[0408] 수평 축에 평행한 제1 표면;

[0409] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;

[0410] 광을 발생시키도록 구성된 광 모듈;

[0411] 상기 광 모듈로부터의 광을 수신하도록 상기 광 모듈에 대해 배치된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면 -상기 광 입력 표면은 마이크로구조 또는 나노구조를 포함함-; 및

[0412] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기

[0413] 를 포함하고, 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 축의 높이 미만하도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면으로부터 제1 표면을 향해 반사된다.

[0414] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 나노구조 또는 마이크로구조는 상기 입력 표면을 통해 입력되는 광을 재지향시키도록 구성된다.

[0415] 3. 예 1 또는 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 광 입력 표면은 회절 광학 엘리먼트 또는 회절 격자를 포함한다.

[0416] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광 모듈은 원뿔 광(cone of light)을 방출하도록 구성되며, 원뿔 광은 원뿔의 축으로부터 약 10도 내지 35도의 각도를 갖는다.

[0417] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 제2 표면으로부터 반사되는 광을 수신하도록 제1 표면에 대해 배치된 공간 광 변조기를 더 포함한다.

[0418] 예시적 섹션 VIII

[0419] 1. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,

[0420] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,

[0421] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;

[0422] 프레임 상에 배치된 접안렌즈 -상기 접안렌즈의 적어도 일부는, 투명하며, 사용자가 상기 머리-장착 디스플레이를 착용할 때 사용자의 눈 앞 위치에 배치되어, 상기 투명한 부분이 사용자 앞 환경으로부터의 광을 사용자의 눈으로 투과시켜 사용자 앞 환경의 뷰를 제공하며, 상기 접안렌즈는 사용자의 눈으로 광을 지향시키도록 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함함-

- [0423] 광을 방출하도록 구성된 광원;
- [0424] 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 -상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는,
- [0425] 측에 평행한 제1 표면,
- [0426] 제1 표면 맞은편의 제2 표면;
- [0427] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면;
- 및
- [0428] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기
- [0429] 를 포함하고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면은 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면에 의해 제1 표면을 향해 재지향되도록 구성됨 -;
- [0430] 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트로부터 방출되는 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조시키도록 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 대해 배치된 공간 광 변조기
- [0431] 를 포함하고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 및 상기 공간 광 변조기는, 변조된 광이 상기 집안렌즈의 상기 하나 이상의 도파관들로 지향되어 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 상기 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 상기 집안렌즈에 대해 배치된다.
- [0432] 2. 예 1의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 편광 선택 엘리먼트를 포함하고, 상기 편광 선택 엘리먼트는 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0433] 3. 예 1 또는 예 2의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정을 포함한다.
- [0434] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0435] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정 격자를 포함한다.
- [0436] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 격자를 포함하는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0437] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 액정 층들을 포함하고, 상이한 액정 층들은 상이한 파장들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 파장들을 회절시키도록 구성된다.
- [0438] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 콜레스테릭 액정 층들을 포함하고, 상이한 콜레스테릭 액정 층들은 상이한 컬러들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 컬러들을 회절시키도록 구성된다.
- [0439] 9. 예 1의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 배치된 복수의 터닝 피쳐들을 포함하고, 상기 복수의 터닝 피쳐들은 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0440] 10. 예 9의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [0441] 11. 예 10의 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0442] 12. 예 9 또는 예 10의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은, 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0443] 13. 예 12의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0444] 14. 예 10 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 프리즘 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0445] 15. 예 10 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 터닝 피쳐는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하

고, 상기 제1 부분은 그 상부에 반사 코팅을 가지며 상기 제2 부분은 상기 반사 코팅을 갖지 않는다.

- [0446] 16. 예 15의 시스템에 있어서, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 패킷 및 제2 패킷을 포함한다.
- [0447] 17. 예 15 또는 예 16의 시스템에 있어서, 반사 코팅은 유전체 반사 코팅을 포함할 수 있다.
- [0448] 18. 예 15 또는 예 16의 시스템에 있어서, 반사 코팅은 편광 코팅을 포함할 수 있다.
- [0449] 19. 예 10 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 터닝 피쳐들은 곡면들을 갖는다.
- [0450] 20. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 포지티브 광 파워를 갖도록 형상화된다.
- [0451] 21. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 네거티브 광 파워를 갖도록 형상화된다.
- [0452] 22. 예 10 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 20 내지 200 마이크로미터의 피치를 갖는다.
- [0453] 23. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 곡면형 반사기를 포함한다.
- [0454] 24. 예 23의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 구면 또는 포물면 미러를 포함한다.
- [0455] 25. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그래프들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조를 포함한다.
- [0456] 26. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 상기 광원으로부터의 광을 시준하고 상기 시준된 광을 상기 제2 표면으로 지향시키도록 구성된다.
- [0457] 27. 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 공간 광 변조기는 반사성 공간 광 변조기이고, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트를 통해, 공간 광 변조기로부터 반사되는 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0458] 28. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 의해 유발되는 굴절을 보상하도록 구성된, 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0459] 29. 예 28의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 제2 표면으로부터의 광의 힘을 감소시키도록 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트를 보완하는 형상을 갖는다.
- [0460] 30. 예 28 또는 예 29의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 직사각형 프리즘 형상을 갖는다.
- [0461] 31. 예 28 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은, 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0462] 32. 예 28 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편의 상기 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 갖는다.
- [0463] 33. 예 1 내지 예 32 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광 입력 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 포함한다.
- [0464] 34. 예 28 내지 예 33 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 엔드 반사기 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 엔드 반사기 맞은편의 표면은 그 위에 흡수 코팅을 갖는다.
- [0465] 35. 예 1 내지 예 34 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 제1 표면은 제2 표면과 평행하다.
- [0466] 36. 예 9 내지 예 35 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은, 상기 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향되도록 배치된다.
- [0467] 37. 예 1 내지 예 36 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 도파관을 포함하고, 상기 광원으로부터의 광은 적어도 상기 제1 표면으로부터 내부 전반사된다.

- [0468] 38. 예 1 내지 예 37 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0469] 39. 예 1 내지 예 38 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 그 위에, 광원으로부터의 광을 재지향시키는 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0470] 40. 예 1 내지 예 39 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교한다.
- [0471] 41. 예 1 내지 예 40 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교하게 기울어진다.
- [0472] 42. 예 1 내지 예 41 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부와 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면 사이에 에어 갭이 배치된다.
- [0473] 43. 예 1 내지 예 42 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부는 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면과 접촉한다.
- [0474] 44. 예 1 내지 예 43 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 광원으로부터 상기 입력 광 표면을 통해 입력되는 광을 편향시키도록 구성된 편향기를 더 포함한다.
- [0475] 45. 예 1 내지 예 44 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은 광섬유를 통해 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 입력 광 표면과 광 통신한다.
- [0476] 46. 예 1 내지 예 45 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은 레이저 또는 LED 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0477] 47. 예 1 내지 예 46 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 광원은 광 입력 표면을 통해, 적어도 적색, 녹색 및 청색 광을 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 내로 전달하도록 구성된다.
- [0478] 48. 예 1 내지 예 47 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들을 포함한다.
- [0479] 49. 예 1 내지 예 48 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들은 각각 상이한 컬러의 광을 방출한다.
- [0480] 50. 예 1 내지 예 49 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상이한 컬러 광은 적색 광, 녹색 광 및 청색 광을 포함한다.
- [0481] 51. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 2개의 방출기들 또는 2개의 조명 모듈들을 포함한다.
- [0482] 52. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 3개의 방출기들을 포함한다.
- [0483] 53. 예 1 내지 예 52 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 및 하나 이상의 도파관들은 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이들을 가지며, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 길이는 상기 하나 이상의 도파관들의 길이의 1/3 미만이다.
- [0484] 54. 예 1 내지 예 53 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이를 가지며, 상기 길이는 10 mm 미만이다.
- [0485] 55. 예 1 내지 예 54 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 접안렌즈 내 하나 이상의 도파관들은 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들을 포함하고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 및 공간 광 변조기는, 상기 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들에 대해, 상기 공간 광 변조기로부터의 광을 그 내부로 지향시키도록 배치된다.
- [0486] 56. 예 1 내지 예 55 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 엔드 반사기의 높이 미만하도록 경사진다.
- [0487] 57. 예 1 내지 예 56 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 제2 표면은 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사

진다.

- [0488] 58. 예 57의 시스템에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0489] 59. 예 1 내지 예 58 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 웨지 형상을 갖는다.
- [0490] 예시적 섹션 IX
- [0491] 1. 조명 시스템은,
- [0492] 광을 방출하도록 구성된 광원;
- [0493] 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 -상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0494] 축에 평행한 제1 표면,
- [0495] 제1 표면 맞은편에 있고 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면,
- [0496] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면; 및
- [0497] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기
- [0498] 를 포함하고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면은, 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 엔드 반사기의 높이 미만이도록 그리고 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면에 의해 제1 표면을 향해 재지향되도록 경사짐-;
- [0499] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 대해, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트로부터 방출되는 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조시키도록 배치된 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0500] 2. 예 1의 조명 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 편광 선택 엘리먼트를 포함하고, 상기 편광 선택 엘리먼트는 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0501] 3. 예 1 또는 예 2의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정을 포함한다.
- [0502] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0503] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정 격자를 포함한다.
- [0504] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 격자를 포함하는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0505] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 액정 층들을 포함하고, 상이한 액정 층들은 상이한 파장들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 파장들을 회절시키도록 구성된다.
- [0506] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 콜레스테릭 액정 층들을 포함하고, 상이한 콜레스테릭 액정 층들은 상이한 컬러들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 컬러들을 회절시키도록 구성된다.
- [0507] 9. 예 1의 조명 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 배치된 복수의 터닝 피쳐들을 포함하고, 상기 복수의 터닝 피쳐들은 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0508] 10. 예 9의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [0509] 11. 예 10의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0510] 12. 예 9 또는 예 10의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.

- [0511] 13. 예 12의 조명 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0512] 14. 예 10 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 프리즘 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0513] 15. 예 10 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 터닝 피쳐는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 상기 제1 부분은 그 상부에 반사 코팅을 가지며 상기 제2 부분은 상기 반사 코팅을 갖지 않는다.
- [0514] 16. 예 15의 조명 시스템에 있어서, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 패킷 및 제2 패킷을 포함한다.
- [0515] 17. 예 15 또는 예 16의 조명 시스템에 있어서, 반사 코팅은 유전체 반사 코팅을 포함할 수 있다.
- [0516] 18. 예 15 또는 예 16의 조명 시스템에 있어서, 반사 코팅은 편광 코팅을 포함할 수 있다.
- [0517] 19. 예 10 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 터닝 피쳐들은 곡면들을 갖는다.
- [0518] 20. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 포지티브 광 파위를 갖도록 형상화된다.
- [0519] 21. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 네거티브 광 파위를 갖도록 형상화된다.
- [0520] 22. 예 10 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 20 내지 200 마이크로미터의 피치를 갖는다.
- [0521] 23. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 곡면형 반사기를 포함한다.
- [0522] 24. 예 23의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 구면 또는 포물면 미러를 포함한다.
- [0523] 25. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그램들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조를 포함한다.
- [0524] 26. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 상기 광원으로부터의 광을 시준하고 상기 시준된 광을 상기 제2 표면으로 지향시키도록 구성된다.
- [0525] 27. 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 공간 광 변조기는 반사성 공간 광 변조기이고, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 통해, 공간 광 변조기로부터 반사되는 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0526] 28. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 의해 유발되는 굴절을 보상하도록 구성된, 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0527] 29. 예 28의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제2 표면으로부터의 광의 휨을 감소시키도록 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 보완하는 형상을 갖는다.
- [0528] 30. 예 28 또는 예 29의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 웨지 형상을 갖는다.
- [0529] 31. 예 28 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0530] 32. 예 28 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편의 상기 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 갖는다.
- [0531] 33. 예 1 내지 예 32 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광 입력 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 포함한다.
- [0532] 34. 예 28 내지 예 33 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 엔드 반사기 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 엔드 반사기 맞은편의 표면은 그 위에 흡수 코팅을 갖는다.

- [0533] 35. 예 1 내지 예 34 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0534] 36. 예 1 내지 예 35 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은, 상기 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향되도록 배치된다.
- [0535] 37. 예 1 내지 예 36 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 도파관을 포함하고, 상기 광원으로부터의 광은 적어도 상기 제1 표면으로부터 내부 전반사된다.
- [0536] 38. 예 1 내지 예 37 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0537] 39. 예 1 내지 예 38 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 그 위에, 광원으로부터의 광을 재지향시키는 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0538] 40. 예 1 내지 예 39 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교한다.
- [0539] 41. 예 1 내지 예 40 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교하게 기울어진다.
- [0540] 42. 예 1 내지 예 41 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부와 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면 사이에 에어 갭이 배치된다.
- [0541] 43. 예 1 내지 예 42 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부는 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면과 접촉한다.
- [0542] 44. 예 1 내지 예 43 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 광원으로부터 상기 입력 광 표면을 통해 입력되는 광을 편향시키도록 구성된 편향기를 더 포함한다.
- [0543] 45. 예 1 내지 예 44 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은 광섬유를 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 입력 광 표면과 광 통신한다.
- [0544] 46. 예 1 내지 예 45 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은 레이저 또는 LED 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0545] 47. 예 1 내지 예 46 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은 광 입력 표면을 통해, 적어도 적색, 녹색 및 청색 광을 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 내로 전달하도록 구성된다.
- [0546] 48. 예 1 내지 예 47 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들을 포함한다.
- [0547] 49. 예 1 내지 예 48 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들은 각각 상이한 컬러의 광을 방출한다.
- [0548] 50. 예 1 내지 예 49 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상이한 컬러 광은 적색 광, 녹색 광 및 청색 광을 포함한다.
- [0549] 51. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 2개의 방출기들 또는 2개의 조명 모듈들을 포함한다.
- [0550] 52. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 3개의 방출기들을 포함한다.
- [0551] 53. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,
- [0552] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,
- [0553] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;

- [0554] 프레임 상에 배치된 접안렌즈 -상기 접안렌즈의 적어도 일부는, 투명하며, 사용자가 상기 머리-장착 디스플레이를 착용할 때 사용자의 눈 앞 위치에 배치되어, 상기 투명한 부분이 사용자 앞 환경으로부터의 광을 사용자의 눈으로 투과시켜 사용자 앞 환경의 뷰를 제공하며, 상기 접안렌즈는 사용자의 눈으로 광을 지향시키도록 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함함-; 및
- [0555] 예 1 내지 예 52 중 어느 하나의 예의 조명 시스템을 포함한다.
- [0556] 54. 예 53의 시스템에 있어서, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 접안렌즈에 대해, 변조된 광이 상기 접안렌즈의 상기 하나 이상의 도파관들로 지향되어, 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 상기 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0557] 55. 예 53 또는 예 54의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 하나 이상의 도파관들은 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이들을 가지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트의 길이는 상기 하나 이상의 도파관들의 길이의 1/3 미만이다.
- [0558] 56. 예 53 내지 예 55 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이를 가지며, 상기 길이는 10 mm 미만이다.
- [0559] 57. 예 53 내지 예 56 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 접안렌즈 내 하나 이상의 도파관들은 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들을 포함하고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트 및 공간 광 변조기는, 상기 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들에 대해, 상기 공간 광 변조기로부터의 광을 그 내부로 지향시키도록 배치된다.
- [0560] 예시적 섹션 X
- [0561] 1. 조명 시스템은,
- [0562] 광을 방출하도록 구성된 광원;
- [0563] 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 -상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는,
- [0564] 축에 평행한 제1 표면,
- [0565] 제1 표면 맞은편의 제2 표면;
- [0566] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면;
- [0567] 및
- [0568] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기
- [0569] 를 포함하고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면은, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 제2 표면에 의해 제1 표면을 향해 재지향되도록 구성됨-;
- [0570] 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 대해, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트로부터 방출되는 상기 광을 수신하고 상기 광을 변조시키도록 배치된 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0571] 2. 예 1의 조명 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 편광 선택 엘리먼트를 포함하고, 상기 편광 선택 엘리먼트는 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0572] 3. 예 1 또는 예 2의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정을 포함한다.
- [0573] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0574] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 액정 격자를 포함한다.
- [0575] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 콜레스테릭 액정 격자를 포함하는 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0576] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 액정 층들을 포함하고, 상이한 액정 층들은 상이한 파장들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 파장들을 회절시

키도록 구성된다.

- [0576] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 다수의 콜레스테릭 액정 층들을 포함하고, 상이한 콜레스테릭 액정 층들은 상이한 컬러들의 광이 상기 제1 표면을 향해 지향되도록 상이한 컬러들을 회절시키도록 구성된다.
- [0577] 9. 예 1의 조명 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 제2 표면 상에 배치된 복수의 터닝 피쳐들을 포함하고, 상기 복수의 터닝 피쳐들은 상기 엔드 반사기에 의해 반사되는 광을 제1 표면을 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0578] 10. 예 9의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [0579] 11. 예 10의 조명 시스템에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0580] 12. 예 9 또는 예 10의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0581] 13. 예 12의 조명 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0582] 14. 예 10 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 프리즘 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0583] 15. 예 10 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 터닝 피쳐는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 상기 제1 부분은 그 상부에 반사 코팅을 가지며 상기 제2 부분은 상기 반사 코팅을 갖지 않는다.
- [0584] 16. 예 15의 조명 시스템에 있어서, 제1 부분 및 제2 부분은 제1 패킷 및 제2 패킷을 포함한다.
- [0585] 17. 예 15 또는 예 16의 조명 시스템에 있어서, 반사 코팅은 유전체 반사 코팅을 포함할 수 있다.
- [0586] 18. 예 15 또는 예 16의 조명 시스템에 있어서, 반사 코팅은 편광 코팅을 포함할 수 있다.
- [0587] 19. 예 10 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 터닝 피쳐들은 곡면들을 갖는다.
- [0588] 20. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 포지티브 광 파위를 갖도록 형상화된다.
- [0589] 21. 예 10 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 네거티브 광 파위를 갖도록 형상화된다.
- [0590] 22. 예 10 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 20 내지 200 마이크로미터의 피치를 갖는다.
- [0591] 23. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 곡면형 반사기를 포함한다.
- [0592] 24. 예 23의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 구면 또는 포물면 미러를 포함한다.
- [0593] 25. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그램들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조를 포함한다.
- [0594] 26. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 상기 광원으로부터의 광을 시준하고 상기 시준된 광을 상기 제2 표면으로 지향시키도록 구성된다.
- [0595] 27. 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 공간 광 변조기는 반사성 공간 광 변조기이고, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트를 통해, 공간 광 변조기로부터 반사되는 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0596] 28. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 의해 유발되는 굴절을 보상하도록 구성된, 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0597] 29. 예 28의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기

제2 표면으로부터의 광의 휨을 감소시키도록 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트를 보완하는 형상을 갖는다.

- [0598] 30. 예 28 또는 예 29의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 직사각형 프리즘 형상을 갖는다.
- [0599] 31. 예 28 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0600] 32. 예 28 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 제1 표면 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 제 1 표면 맞은편의 상기 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 갖는다.
- [0601] 33. 예 1 내지 예 32 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광 입력 표면은 그 위에 반사-방지 코팅을 포함한다.
- [0602] 34. 예 28 내지 예 33 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 상기 엔드 반사기 맞은편에 일 표면을 갖고, 상기 엔드 반사기 맞은편의 표면은 그 위에 흡수 코팅을 갖는다.
- [0603] 35. 예 1 내지 예 34 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 제1 표면은 제2 표면과 평행하다.
- [0604] 36. 예 1 내지 예 35 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은, 상기 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 편광 민감 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향 되도록 배치된다.
- [0605] 37. 예 1 내지 예 36 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 도파관을 포함하고, 상기 광원으로부터의 광은 적어도 상기 제1 표면으로부터 내부 전반사된다.
- [0606] 38. 예 1 내지 예 37 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0607] 39. 예 1 내지 예 38 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 그 위에, 광원으로부터의 광을 재지향시키는 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [0608] 40. 예 1 내지 예 39 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교한다.
- [0609] 41. 예 1 내지 예 40 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 입력 광 표면은 상기 축에 직교하게 기울어진다.
- [0610] 42. 예 1 내지 예 41 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부와 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면 사이에 에어 갭이 배치된다.
- [0611] 43. 예 1 내지 예 42 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 출력 면(output face)을 가지며, 상기 광원의 상기 출력 면의 적어도 일부는 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 상기 입력 광 표면과 접촉한다.
- [0612] 44. 예 1 내지 예 43 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은, 상기 광원으로부터 상기 입력 광 표면을 통해 입력되는 광을 편향시키도록 구성된 편향기를 더 포함한다.
- [0613] 45. 예 1 내지 예 44 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은 광섬유를 통해 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 입력 광 표면과 광 통신한다.
- [0614] 46. 예 1 내지 예 45 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은 레이저 또는 LED 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0615] 47. 예 1 내지 예 46 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 광원은 광 입력 표면을 통해, 적어도 적색, 녹색 및 청색 광을 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 내로 전달하도록 구성된다.
- [0616] 48. 예 1 내지 예 47 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들을 포함한다.

- [0617] 49. 예 1 내지 예 48 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 복수의 방출기들 또는 조명 모듈들은 각각 상이한 컬러의 광을 방출한다.
- [0618] 50. 예 1 내지 예 49 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상이한 컬러 광은 적색 광, 녹색 광 및 청색 광을 포함한다.
- [0619] 51. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 2개의 방출기들 또는 2개의 조명 모듈들을 포함한다.
- [0620] 52. 예 1 내지 예 50 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 광원은 광을 출력하도록 구성된 3개의 방출기들을 포함한다.
- [0621] 53. 예 1 내지 예 52 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 제2 표면은 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 엔드 반사기의 높이 미만하도록 경사진다.
- [0622] 54. 예 1 내지 예 53 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 제2 표면은 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진다.
- [0623] 55. 예 54의 조명 시스템에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0624] 56. 예 1 내지 예 55 중 어느 하나의 예의 조명 시스템에 있어서, 상기 굴절 광학 엘리먼트는 웨지 형상을 갖는다.
- [0625] 57. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,
- [0626] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,
- [0627] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;
- [0628] 프레임 상에 배치된 접안렌즈 -상기 접안렌즈의 적어도 일부는, 투명하며, 사용자가 상기 머리-장착 디스플레이를 착용할 때 사용자의 눈 앞 위치에 배치되어, 상기 투명한 부분이 사용자 앞 환경으로부터의 광을 사용자의 눈으로 투과시켜 사용자 앞 환경의 뷰를 제공하며, 상기 접안렌즈는 사용자의 눈으로 광을 지향시키도록 배치된 하나 이상의 도파관들을 포함함-; 및
- [0629] 예 1 내지 예 56 중 어느 하나의 예의 조명 시스템을 포함한다.
- [0630] 58. 예 57의 시스템에 있어서, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 접안렌즈에 대해, 변조된 광이 상기 접안렌즈의 상기 하나 이상의 도파관들로 지향되어, 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 상기 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0631] 59. 예 57 또는 예 58의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 및 하나 이상의 도파관들은 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이들을 가지며, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트의 길이는 상기 하나 이상의 도파관들의 길이의 1/3 미만이다.
- [0632] 60. 예 57 내지 예 59 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 편광 민감 광 터닝 엘리먼트는 상기 축에 평행한 방향을 따르는 길이를 가지며, 상기 길이는 10 mm 미만이다.
- [0633] 61. 예 57 내지 예 60 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 접안렌즈 내 하나 이상의 도파관들은 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들을 포함하고, 상기 편광 민감 광 터닝 엘리먼트 및 공간 광 변조기는, 상기 하나 이상의 인커플링 광학 엘리먼트들에 대해, 상기 공간 광 변조기로부터의 광을 그 내부로 지향시키도록 배치된다.
- [0634] 예시적 섹션 XI
- [0635] 1. 조명 시스템은,
- [0636] 제1 컬러 및 제2 컬러의 광을 출력하도록 구성된 적어도 하나의 광원;
- [0637] 내부에서 광을 전파시키도록 구성된 내부(interior) 및 복수의 측벽들을 포함하는 광 적분기(light integrator) -상기 광 적분기는 제1 단부 및 제2 단부를 가지며, 상기 광 적분기는, 상기 광원에 대해, 상기 적어도 하나의 광원으로부터의 광이 상기 제1 단부에 들어가고 상기 제2 단부를 빠져나오도록 배치되고, 상기 광 적분기는 제1

단부에 적어도 2개의 컬러 구역들을 포함하고, 상기 적어도 2개의 컬러 구역들은 상기 컬러 구역들을 통해 각각 제1 컬러 및 제2 컬러의 광을 투과시키도록 구성되고, 상기 제1 컬러 및 제2 컬러의 광은 상기 광 적분기를 통해 전파와 혼합됨-; 및

- [0638] 공간 광 변조기
- [0639] 를 포함하고, 상기 광 적분기는, 상기 광 적분기로부터 출력되는 상기 광원으로부터의 광이 상기 공간 광 변조기를 조명하도록 상기 적어도 하나의 광원과 그 사이의 광학 경로에 있고, 제2 공간 광 변조기는 복수의 픽셀들을 포함하고, 복수의 픽셀들은 복수의 픽셀들 상에 입사되는 광을 이용하여 이미지들을 형성하도록 구성되고, 상기 광 적분기는 상기 제1 컬러의 제1 컬러 구역 및 상기 제2 컬러의 제2 컬러 구역을 포함하고, 상기 제1 컬러 구역 및 제2 컬러 구역은 상이한 사이즈, 형상 또는 상이한 사이즈와 형상 둘 다를 갖는다.
- [0640] 2. 청구항 1의 조명 시스템에 있어서, 상기 광 적분기는 광 전파를 위한 중실형 매체(solid medium)를 포함하고, 상기 중실형 매체는 광학적으로 투과성인 재료를 포함한다.
- [0641] 3. 청구항 2의 조명 시스템에 있어서, 상기 적분기는, 상기 중실형 매체의 상기 내부 내에서 광이 내부 전 반사에 의해 전파되도록 구성된다.
- [0642] 4. 청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 광학적으로 투과성인 재료는 유리 또는 플라스틱을 포함한다.
- [0643] 5. 청구항 1의 조명 시스템에 있어서, 광 적분기는 중공형(hollow)이다.
- [0644] 6. 청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 적어도 하나의 광원은 복수의 상이한 컬러 방출기들을 포함한다.
- [0645] 7. 청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 광원들은 제3 컬러를 출력하고, 상기 광 적분기는 상기 제3 컬러의 제3 컬러 구역을 더 포함한다.
- [0646] 8. 청구항 7의 조명 시스템에 있어서, 상기 제1 컬러 구역 및 제3 컬러 구역은 상이한 사이즈, 형상 또는 상이한 사이즈와 형상 둘 다를 갖는다.
- [0647] 9. 청구항 7 또는 청구항 8의 조명 시스템에 있어서, 상기 제2 컬러 구역 및 제3 컬러 구역은 상이한 사이즈, 형상 또는 상이한 사이즈와 형상 둘 다를 갖는다.
- [0648] 10. 청구항 1 내지 청구항 9 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 적어도 하나의 광원은 상기 컬러들이 적색, 녹색 및 청색을 포함하도록, 적색, 녹색 및 청색 방출기들을 포함한다.
- [0649] 11. 청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 제1 컬러 구역 및 제2 컬러 구역을 분리하는 하나 이상의 비-컬러 구역들을 더 포함한다.
- [0650] 12. 청구항 11의 조명 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 비-컬러 구역들은 제1 비-컬러 구역 및 제2 비-컬러 구역을 포함하고, 제1 비-컬러 구역은 제1 컬러 구역과 제2 컬러 구역 사이에 배치되고, 제2 비-컬러 구역은 제2 컬러 구역과 제3 컬러 구역 사이에 배치된다.
- [0651] 13. 청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 적어도 3개의 컬러 구역들 각각은 대응하는 컬러의 광을 투과시키도록 구성된 개개의 컬러 필터들을 포함한다.
- [0652] 14. 청구항 1 내지 청구항 13 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 제1 컬러 구역은 제1 영역을 가지며, 제2 컬러 구역은 제2 영역을 가지며, 제1 영역은 상기 제2 영역과 상이하다.
- [0653] 15. 청구항 14의 조명 시스템에 있어서, 상기 하나 이상의 광원들은 제3 컬러를 출력하고, 상기 광 적분기는 상기 제3 컬러의 제3 컬러 구역을 더 포함하고, 제3 컬러 구역은 제3 영역을 가지며, 제1 영역은 상기 제3 영역과 상이하다.
- [0654] 16. 청구항 7 내지 청구항 15 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 제1 컬러 구역 및 제2 컬러 구역 및 제3 컬러 구역의 사이즈는 컬러 밸런스를 제공한다.
- [0655] 17. 청구항 1 내지 청구항 16 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 제1 컬러 구역 및 제2 컬러 구역의 사이즈는 대응하는 컬러 광원들의 효율성들과 상관된다.
- [0656] 18. 청구항 1 내지 청구항 17 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 광 적분기는 직사각형 프리즘을

포함한다.

- [0657] 19. 청구항 1 내지 청구항 18 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 광 적분기는 광을 확산시키도록 구성된 확산 매체를 포함한다.
- [0658] 20. 청구항 19의 조명 시스템에 있어서, 확산 매체는 광 적분기의 볼륨 내에 배치된다.
- [0659] 21. 청구항 1 내지 청구항 20 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 광 적분기의 길이는 광 적분기의 높이의 적어도 2 배이다.
- [0660] 22. 청구항 1 내지 청구항 21 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 광 적분기의 길이는 1.0 mm 내지 5.0 cm이다.
- [0661] 23. 청구항 1 내지 청구항 22 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 광 적분기의 높이는 0.20 mm 내지 2.5 cm이다.
- [0662] 24. 청구항 1 내지 청구항 23 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 도파관을 더 포함하고, 상기 도파관은 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 광 적분기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0663] 25. 청구항 1 내지 청구항 24 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 웨지-형상 터닝 엘리먼트를 더 포함하고, 상기 웨지-형상 터닝 엘리먼트는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 광 적분기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0664] 26. 청구항 1 내지 청구항 25 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 빔분할기를 더 포함하고, 상기 빔분할기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 광 적분기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0665] 27. 청구항 1 내지 청구항 26 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 민감 반사기를 더 포함하고, 상기 편광 민감 반사기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 광 적분기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0666] 28. 청구항 1 내지 청구항 27 중 어느 하나의 항의 조명 시스템에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 빔분할기를 더 포함하고, 상기 편광 빔분할기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 광 적분기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0667] 예시적 섹션 XII
- [0668] 1. 시스템은,
- [0669] 광대역 광을 방출하도록 구성된 광원;
- [0670] 광원으로부터 광을 수신하도록 배치된 제1 공간 광 변조기 -상기 제1 공간 광 변조기는 제1 공간 광 변조기를 통해 선택적으로 광을 투과시키도록 구성되며, 제1 공간 광 변조기는 복수의 픽셀들 및 복수의 픽셀들과 연관된 컬러 필터들을 포함하고, 상기 제1 공간 광 변조기는 제1 컬러의 광을 출력하도록 구성된 하나 이상의 제1 구역들, 및 제2 컬러의 광을 출력하도록 구성된 하나 이상의 제2 구역들을 포함함-; 및
- [0671] 제2 공간 광 변조기
- [0672] 를 포함하고, 상기 제1 공간 광 변조기는, 상기 제1 공간 광 변조기로부터 출력되는 상기 광원으로부터의 광이 상기 제2 공간 광 변조기를 조명하도록, 상기 광원과 상기 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 있고, 제2 공간 광 변조기는 복수의 픽셀들을 포함하고, 복수의 픽셀들은 복수의 픽셀들 상에 입사되는 광을 이용하여 이미지들을 형성하도록 구성된다.
- [0673] 2. 청구항 1의 시스템에 있어서, 상기 제1 공간 광 변조기는 제3 컬러의 광을 출력하도록 구성된 하나 이상의 제3 구역들을 더 포함한다.
- [0674] 3. 청구항 2 또는 청구항 3의 시스템에 있어서, 상기 제1 컬러, 제2 컬러 및 제3 컬러는 적색, 녹색 및 청색을 포함한다.
- [0675] 4. 청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 제1 공간 광 변조기는 액정 변조

기를 포함한다.

- [0676] 5. 청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 제1 공간 광 변조기는 제1 편광기, 제2 편광기, 및 상기 제1 편광기와 제2 편광기 사이에 배치된, 광의 편광을 변경시키도록 구성된 변조기 어레이를 더 포함한다.
- [0677] 6. 청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 제1 공간 광 변조기는 제1 공간 광 변조기를 통해 투과되는 광의 편광을 변경시키도록 구성된다.
- [0678] 7. 청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 제1 공간 광 변조기와 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 컬러 혼합 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0679] 8. 청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 광원은 백색 광원을 포함한다.
- [0680] 9. 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 광원은 백색 LED를 포함한다.
- [0681] 10. 청구항 1 내지 청구항 9 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 제2 공간 광 변조기는 그 위에 입사되는 광의 편광을 변경시키도록 구성된다.
- [0682] 11. 청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 제1 공간 광 변조기와 상기 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 도파관을 더 포함하고, 상기 도파관은 상기 제2 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 제1 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0683] 12. 청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 제1 공간 광 변조기와 상기 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 웨지-형상 터닝 엘리먼트를 더 포함하고, 상기 웨지-형상 터닝 엘리먼트는 상기 제2 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 제1 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0684] 13. 청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 제1 공간 광 변조기와 상기 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 빔분할기를 더 포함하고, 상기 빔분할기는 상기 제2 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 제1 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0685] 14. 청구항 1 내지 청구항 13 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 제1 공간 광 변조기와 상기 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 민감 반사기를 더 포함하고, 상기 편광 민감 반사기는 상기 제2 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 제1 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0686] 15. 청구항 1 내지 청구항 14 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 제1 공간 광 변조기와 상기 제2 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 빔분할기를 더 포함하고, 상기 편광 빔분할기는 상기 제2 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 제1 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0687] 예시적 섹션 XIII
- [0688] 1. 조명기는,
- [0689] 적어도 하나의 광원; 및
- [0690] 세장형 반사 구조(elongate reflective structure)
- [0691] 를 포함하고,
- [0692] 상기 세장형 반사 구조는,
- [0693] 제1 측벽 및 제1 측벽 맞은편의 제2 측벽;
- [0694] 적어도 하나의 광원으로부터 광을 수신하도록 구성된 입력 어퍼처(input aperture); 및
- [0695] 광을 방출하도록 구성된 출력 어퍼처(exit aperture)
- [0696] 를 포함하고, 세장형 반사 구조는, 입력 어퍼처를 통해 세장형 반사 구조에 커플링되는 적어도 하나의 광원으로부터의 광이 제1 측벽 및 제2 측벽으로부터의 다수의 반사들에 의해 출력 어퍼처를 향해 전파되도록 구성된다.
- [0697] 2. 예 1의 조명기에 있어서, 입력 어퍼처는 제1 측벽 상에 위치되고 출력 어퍼처는 제2 측벽 상에 위치된

다.

- [0698] 3. 예 1의 조명기에 있어서, 입력 어퍼처 및 출력 어퍼처는 세장형 반사 구조의 동일 측 상에 위치된다.
- [0699] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 적어도 하나의 광원은 광대역 광원을 포함한다.
- [0700] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 적어도 하나의 광원은 적색, 녹색 또는 청색 광 중 적어도 하나를 방출하도록 구성된다.
- [0701] 6. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 적어도 하나의 광원은 적색 광을 방출하도록 구성된 제1 광원, 녹색 광을 방출하도록 구성된 제2 광원 및 청색 광을 방출하도록 구성된 제3 광원을 포함한다.
- [0702] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 적어도 하나의 광원은 LED(light emitting diode) 또는 레이저를 포함한다.
- [0703] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 세장형 반사 구조는 광학적으로 투과성인 매체를 포함한다.
- [0704] 9. 예 1 내지 예 8 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 세장형 반사 구조는 유리, 플라스틱 또는 아크릴을 포함한다.
- [0705] 10. 예 1 내지 예 9 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 제1 측벽의 내부 표면의 일부들은 반사되도록 구성된다.
- [0706] 11. 예 1 내지 예 10 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 제2 측벽의 내부 표면의 일부들은 반사되도록 구성된다.
- [0707] 12. 예 10 또는 예 11의 조명기에 있어서, 제1 측벽의 내부 표면의 일부들 또는 제2 측벽의 내부 표면의 일부들은 반사 코팅을 포함한다.
- [0708] 13. 예 10 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 제1 측벽의 내부 표면의 일부들 또는 제2 측벽의 내부 표면의 일부들은 미러 코팅을 포함한다.
- [0709] 14. 예 10 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 제1 측벽의 내부 표면의 일부들 또는 제2 측벽의 내부 표면의 일부들은 백색이다.
- [0710] 15. 예 10 또는 예 11의 조명기에 있어서, 제1 측벽의 내부 표면의 일부들 또는 제2 측벽의 내부 표면의 일부들은 확산 반사를 제공하도록 텍스처링된다(textured).
- [0711] 16. 예 1 내지 예 9 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 세장형 반사 구조는 확산 재료를 포함한다.
- [0712] 17. 예 16의 조명기에 있어서, 확산 재료는 확산 입자들로 도핑된다.
- [0713] 18. 예 16의 조명기에 있어서, 확산 재료는 확산 피쳐들 또는 산란 피쳐들을 포함한다.
- [0714] 19. 예 1 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 길게 늘어진 구조의 내부는 중공형이다.
- [0715] 20. 예 1 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 길게 늘어진 구조의 내부는 중실형(solid)이다.
- [0716] 21. 예 1 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 길게 늘어진 구조는 직사각형 프리즘이다.
- [0717] 22. 예 1 내지 예 21 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 제1 측벽 또는 제2 측벽의 길이 대 제1 측벽과 제2 측벽 사이의 거리의 비는 적어도 2보다 크다.
- [0718] 23. 예 1 내지 예 22 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 상기 조명기는 제1 편광 상태를 갖는 광을 투과시키고 제2 편광 상태를 갖는 광은 반사시키도록 구성된 편광 선택 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0719] 24. 예 23의 조명기에 있어서, 제2 편광 상태를 갖는 반사되는 광은 길게 늘어진 구조에서 리사이클링된다.
- [0720] 25. 예 23 또는 예 24의 조명기에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 출력 어퍼처에 근접하다.
- [0721] 26. 예 1 내지 예 25 중 어느 하나의 예의 조명기에 있어서, 상기 조명기는 출력 어퍼처로부터 광을 수신하도록 구성된 광 적분기를 더 포함하고, 광 적분기는 출력 어퍼처로부터의 광을 지향시키도록 그리고/또는 혼합

을 증가 시키도록 구성된다.

- [0722] 27. 시스템은,
- [0723] 복수의 픽셀들을 포함하는 공간 광 변조기 -상기 복수의 픽셀들은 복수의 픽셀들 상에 입사되는 광을 이용하여 이미지들을 형성하도록 구성됨-; 및
- [0724] 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기를 포함한다.
- [0725] 28. 예 27의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 도파관을 더 포함하고, 상기 도파관은 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0726] 29. 예 27 또는 예 28의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 웨지-형상 터닝 엘리먼트를 더 포함하고, 상기 웨지-형상 터닝 엘리먼트는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0727] 30. 예 27 내지 예 29 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 빔분할기를 더 포함하고, 상기 빔분할기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0728] 31. 예 27 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 민감 반사기를 더 포함하고, 상기 편광 민감 반사기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0729] 32. 예 27 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 빔분할기를 더 포함하고, 상기 편광 빔분할기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 조명기로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0730] 예시적 섹션 XIV
- [0731] 1. 시스템은,
- [0732] 광대역 광을 방출하도록 구성된 광원;
- [0733] 상기 광원으로부터 광을 수신하도록 배치된 스위칭가능 컬러 필터 -상기 스위칭가능 컬러 필터는,
- [0734] 제1 컬러의 광의 투과를 감소시키도록 구성되며, 전기 신호에 의해 제어되는 제1 파장 선택 필터; 및
- [0735] 제2 컬러의 광의 투과를 감소시키도록 구성되며, 전기 신호에 의해 제어되는 제2 파장 선택 필터를 포함-; 및
- [0736] 공간 광 변조기
- [0737] 를 포함하고, 상기 스위칭가능 컬러 필터는, 상기 스위칭가능 필터를 통과하는 상기 광원으로부터의 광이 상기 공간 광 변조기를 조명하도록, 상기 광원과 상기 공간 광 필터의 광학 경로에 배치되고, 공간 광 변조기는 복수의 픽셀들을 포함하고, 상기 복수의 픽셀들은 복수의 픽셀들 상에 입사되는 광을 이용하여 이미지들을 형성하도록 구성된다.
- [0738] 2. 청구항 1의 시스템에 있어서, 상기 제1 파장 선택 필터는 전기 신호에 대한 응답으로 상기 제1 컬러의 광의 투과를 차단하도록 구성되고, 상기 제2 파장 선택 필터는 전기 신호에 대한 응답으로 상기 제2 컬러의 광의 투과를 차단하도록 구성된다.
- [0739] 3. 청구항 2 또는 청구항 3의 시스템에 있어서, 상기 스위칭가능 컬러 필터는, 전기 신호에 대한 응답으로 제3 컬러의 광의 투과를 감소시키도록 구성된 제3 파장 선택 필터를 더 포함하고, 상기 제3 파장 선택 필터는 전기 신호에 의해 제어된다.
- [0740] 4. 청구항 3의 시스템에 있어서, 상기 제3 파장 선택 필터는 전기 신호에 대한 응답으로 상기 제2 컬러의

광의 투과를 차단하도록 구성된다.

- [0741] 5. 청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 광원은 백색 광을 방출하도록 구성된다.
- [0742] 6. 청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 광원은 백색 LED를 포함한다.
- [0743] 7. 청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 공간 광 변조기는 액정 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0744] 8. 청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 스위칭가능 컬러 필터와 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 컬러 혼합 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0745] 9. 청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 파장 선택 필터들 중 하나 이상은 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0746] 10. 청구항 3 내지 청구항 9 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 상기 제1 컬러, 제2 컬러 및 제3 컬러는 적색, 녹색 및 청색을 포함한다.
- [0747] 11. 청구항 10의 시스템에 있어서, 전기 신호의 부재(absence)에 대한 응답으로, 제1, 제2 및 제3 파장 선택 필터들 각각은 적색 광, 녹색 광 및 청색 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0748] 12. 청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 전기 신호의 부재(absence)에 대한 응답으로, 제1, 제2 및 제3 파장 선택 필터들 각각은 파장 선택 필터들을 통해 가시 스펙트럼을 투과시키도록 구성된다.
- [0749] 13. 청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 제1 파장 선택 필터는 제2 컬러의 광을 투과시키도록 구성되고, 제2 파장 선택 필터는 제1 컬러의 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0750] 14. 청구항 3 내지 청구항 12 중 어느 하나의 항의 시스템에 있어서, 제1 파장 선택 필터는 제2 컬러 및 제3 컬러 둘 다의 광을 투과시키도록 구성되고, 제2 파장 선택 필터는 제1 컬러 및 제3 컬러 둘 다의 광을 투과시키도록 구성되고, 그리고 제3 파장 선택 필터는 제1 컬러 및 제2 컬러 둘 다의 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0751] 15. 청구항 1 내지 청구항 14 중 어느 한 항의 시스템에 있어서, 제1, 제2 및 제3 파장 선택 필터들은 순차적으로 활성화해제되도록 구성된다.
- [0752] 16. 청구항 1 내지 청구항 15 중 어느 한 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 도파관을 더 포함하고, 상기 도파관은 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 스위칭가능 컬러 필터로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0753] 17. 청구항 1 내지 청구항 16 중 어느 한 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 웨지-형상 터닝 엘리먼트를 더 포함하고, 상기 웨지-형상 터닝 엘리먼트는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 스위칭가능 컬러 필터로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0754] 18. 청구항 1 내지 청구항 17 중 어느 한 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 빔분할기를 더 포함하고, 상기 빔분할기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 스위칭가능 컬러 필터로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0755] 19. 청구항 1 내지 청구항 18 중 어느 한 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 민감 반사기를 더 포함하고, 상기 편광 민감 반사기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 스위칭가능 컬러 필터로부터 광을 수신하도록 구성된다.
- [0756] 20. 청구항 1 내지 청구항 19 중 어느 한 항의 시스템에 있어서, 상기 시스템은 상기 광 적분기와 상기 공간 광 변조기 사이의 광학 경로에 배치되는 편광 빔분할기를 더 포함하고, 상기 편광 빔분할기는 상기 공간 광 변조기에 조명을 제공하기 위해 상기 스위칭가능 컬러 필터로부터 광을 수신하도록 구성된다.

[0757] 예시적 섹션 XV

- [0758] 1. 디스플레이 디바이스는,
- [0759] 조명 모듈 - 상기 조명 모듈은,

- [0760] 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하는 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트;
- [0761] 복수의 광 방출기들
- [0762] 을 포함하고, 복수의 광 방출기들은 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 제1 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제1 광 방출기, 및 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 제2 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제2 광 방출기를 포함하고,
- [0763] 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광 및 제2 컬러의 광을 결합시키도록 구성됨 -;
- [0764] 조명 모듈에 대해 배치된 도파관 - 상기 도파관은, 수신된 광의 적어도 일부가 내부 전반사에 의해 그 내부로 안내되도록 조명 모듈로부터의 결합된 광의 적어도 일부를 수신하도록 구성됨 -;
- [0765] 도파관에 대해 배치되며, 도파관으로부터의 광을 재지향시키고 방출하도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들; 및
- [0766] 도파관에 대해 배치되며, 도파관으로부터 방출되는 광을 수신하고 변조시키도록 구성된 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0767] 2. 예 1의 디스플레이 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하는 x-큐브를 포함한다.
- [0768] 3. 예 1 또는 예 2의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 제3 컬러의 광을 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광 및 제2 컬러의 광, 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0769] 4. 예 3의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 제1 광 방출기로부터의 광을 반사시키도록 구성되고, 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 제2 광 방출기로부터의 광을 반사시키도록 구성되고, 제1 이색성 빔 결합기 및 제2 이색성 빔 결합기는 제3 광 방출기로부터의 광을 투과시키도록 구성된다.
- [0770] 5. 예 1의 디스플레이 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하는 제1 컬러 혼합 엘리먼트, 및 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하는 제2 컬러 혼합 엘리먼트를 포함한다.
- [0771] 6. 예 5의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 제1 컬러 혼합 엘리먼트에 제1 컬러의 광을 방출하도록 구성되며, 제2 광 방출기는 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 제2 컬러의 광을 방출하도록 구성된다.
- [0772] 7. 예 5 또는 예 6의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 제3 컬러의 광을 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광 및 제2 컬러의 광, 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0773] 8. 예 5 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트는 서로 인접해 있다.
- [0774] 9. 예 5의 디스플레이 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 제3 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하는 제3 컬러 혼합 엘리먼트를 포함하고, 복수의 광 방출기들은 제3 컬러의 광을 제3 이색성 빔 결합기 엘리먼트에 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 제1 컬러 혼합 엘리먼트, 제2 컬러 혼합 엘리먼트 및 제3 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광, 제2 컬러의 광, 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0775] 10. 예 1의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 제3 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 조명 모듈은, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 제3 방출기로부터의 광을 재지향시키도록 구성된 터닝 미러를 더 포함하고, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광 및 제2 컬러의 광, 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0776] 11. 예 10의 디스플레이 디바이스에 있어서, 터닝 미러는 경사진 반사 표면을 포함한다.
- [0777] 12. 예 10 또는 예 11의 디스플레이 디바이스에 있어서, 터닝 미러는 프리즘을 포함한다.
- [0778] 13. 예 1 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트는 하나 이상의 프리즘들, 큐브 프리즘들, 직사각형 프리즘들, 마이크로-프리즘들 및/또는 빔 결합기 플레이

트들을 포함한다.

- [0779] 14. 예 1 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및/또는 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 하나 이상의 이색성 반사기들, 이색성 미러들, 이색성 필름들, 이색성 코팅들 및/또는 파장 선택 필터들을 포함한다.
- [0780] 15. 예 1 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0781] 16. 예 1 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 하나 이상의 레이저들을 포함한다.
- [0782] 17. 예 1 내지 예 16 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트에 맞댐 커플링된다(butt coupled).
- [0783] 18. 예 1 내지 예 16 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트로부터 이격된다.
- [0784] 19. 예 1 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 조명 모듈은 적어도 하나의 확산기를 포함한다.
- [0785] 20. 예 19의 디스플레이 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트 및 적어도 하나의 확산기는, 확산기가 복수의 광 방출기들로부터 광을 수신하게 구성되도록, 공통 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0786] 21. 예 1 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 조명 모듈은 복수의 광 방출기들과 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트 사이에 배치된 하나 이상의 빔-성형 광학기(beam-shaping optics)를 포함하고, 하나 이상의 빔-성형 광학기는 적어도 하나의 컬러 혼합 엘리먼트로 들어가는 광의 빔을 성형하도록 구성된다.
- [0787] 22. 예 21의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 빔-성형 광학기는 하나 이상의 시준 렌즈들을 포함한다.
- [0788] 23. 예 22의 디스플레이 디바이스에 있어서, 하나 이상의 렌즈들은 네거티브 파워를 갖는다.
- [0789] 24. 예 1 내지 예 23 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 도파관은 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 수평 축에 평행한 제1 표면, 및 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면을 포함한다.
- [0790] 25. 예 24의 디스플레이 디바이스에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0791] 26. 예 1 내지 예 25 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 도파관은 조명 모듈로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면을 포함하고, 도파관은 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 반사기를 포함한다.
- [0792] 27. 예 1 내지 예 26 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 상기 디스플레이 디바이스는 도파관 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0793] 28. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 공간 광 변조기는, 그 위에 입사되는 광을 반사시키고 변조시키도록 구성된 반사성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0794] 29. 예 1 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 공간 광 변조기는 공간 광 변조기를 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성된 투과성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0795] 30. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,
- [0796] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,
- [0797] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;
- [0798] 프레임 상에 배치된 집안렌즈; 및
- [0799] 예 1 내지 예 29 중 어느 하나의 예의 디스플레이 디바이스를 포함한다.

- [0800] 31. 예 30의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 접안렌즈에 대해, 상기 변조된 광을 상기 도파관으로 지향시켜 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0801] 예시적 섹션 XVI
- [0802] 1. 광학 디바이스는 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트를 포함하고,
- [0803] 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트 각각은, 제1 단부 및 제2 단부를 포함하고, 제2 단부는, 제1 단부와 제2 단부 사이의 표면이 경사지도록 제1 단부보다 크고, 제1 컬러 혼합 엘리먼트의 제1 단부는, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면들이 보다 큰 경사진 표면을 형성하도록, 제2 컬러 혼합 엘리먼트의 제2 단부에 인접하고, 제1 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함하고, 제2 컬러 혼합 엘리먼트는 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트를 포함한다.
- [0804] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 복수의 광 방출기들을 더 포함하고, 복수의 광 방출기들은 제1 컬러 혼합 엘리먼트에 제1 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제1 광 방출기, 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 제2 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제2 광 방출기를 포함한다.
- [0805] 3. 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 제3 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광, 제2 컬러의 광 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0806] 4. 예 2 또는 예 3의 광학 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 제1 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면에 광을 주입하도록 구성된다.
- [0807] 5. 예 2 또는 예 3의 광학 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 제1 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면 맞은편의 표면에 광을 주입하도록 구성된다.
- [0808] 6. 예 2 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제2 광 방출기는 제2 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면에 광을 주입하도록 구성된다.
- [0809] 7. 예 2 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제2 광 방출기는 제2 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면 맞은편의 표면에 광을 주입하도록 구성된다.
- [0810] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 공통 광학 경로를 따라 복수의 광 방출기들로부터의 광을 지향시키도록 구성된다.
- [0811] 9. 예 8의 광학 디바이스에 있어서, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면들은 공통 광학 경로에 대해 경사진다.
- [0812] 10. 예 1 내지 예 9 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트의 경사진 표면들은 서로 동일 평면상에 있다.
- [0813] 11. 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 제3 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 광학 디바이스는, 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 제3 방출기로부터의 광을 재지향시키도록 구성된 터닝 미러를 더 포함하고, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트는 제1 컬러의 광, 제2 컬러의 광 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0814] 12. 예 11의 광학 디바이스에 있어서, 터닝 미러는 경사진 반사 표면을 포함한다.
- [0815] 13. 예 11 또는 예 12의 광학 디바이스에 있어서, 터닝 미러는 프리즘을 포함한다.
- [0816] 14. 예 1 내지 예 13 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및/또는 제2 컬러 혼합 엘리먼트는 하나 이상의 프리즘들, 큐브 프리즘들, 직사각형 프리즘들, 마이크로-프리즘들 및/또는 빔 결합기 플레이트들을 포함한다.
- [0817] 15. 예 1 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및/또는 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 하나 이상의 이색성 반사기들, 이색성 미러들, 이색성 필름들, 이색성 코팅들 및/또는 파장 선택 필터들을 포함한다.

- [0818] 16. 예 2 내지 예 15 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0819] 17. 예 2 내지 예 15 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 하나 이상의 레이저들을 포함한다.
- [0820] 18. 예 2 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 제1 컬러 혼합 엘리먼트에 맞담 커플링되고 그리고/또는 제2 광 방출기는 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 맞담 커플링된다.
- [0821] 19. 예 2 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 제1 컬러 혼합 엘리먼트로부터 이격되고 그리고/또는 제2 광 방출기는 제2 컬러 혼합 엘리먼트로부터 이격된다.
- [0822] 20. 예 2 내지 예 19 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 적어도 하나의 확산기를 더 포함한다.
- [0823] 21. 예 20의 광학 디바이스에 있어서, 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트 및 적어도 하나의 확산기는, 확산기가 복수의 광 방출기들로부터 광을 수신하게 구성되도록, 공통 광학 경로를 따라 배치된다.
- [0824] 22. 예 2 내지 예 21 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 복수의 광 방출기들과 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및/또는 제2 컬러 혼합 엘리먼트 사이에 배치된 하나 이상의 빔-성형 광학기 (beam-shaping optics)를 더 포함하고, 하나 이상의 빔-성형 광학기는 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및/또는 제2 컬러 혼합 엘리먼트로 들어가는 광의 빔을 성형하도록 구성된다.
- [0825] 23. 예 22의 광학 디바이스에 있어서, 하나 이상의 빔-성형 광학기는 하나 이상의 시준 렌즈들을 포함한다.
- [0826] 24. 예 23의 광학 디바이스에 있어서, 하나 이상의 렌즈들은 네거티브 파워를 갖는다.
- [0827] 25. 예 2 내지 예 24의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트에 대해 배치된 도파관을 더 포함하고, 상기 도파관은 수신된 광의 적어도 일부가 내부 전반사에 의해 그 내부로 안내되도록 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트로부터의 적어도 일부 광을 수신하도록 구성된다.
- [0828] 26. 예 25의 광학 디바이스에 있어서, 도파관은 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고, 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는 수평 축에 평행한 제1 표면, 및 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면을 포함한다.
- [0829] 27. 예 26의 광학 디바이스에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0830] 28. 예 25 내지 예 27 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 도파관은 제1 컬러 혼합 엘리먼트 및 제2 컬러 혼합 엘리먼트로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면을 포함하고, 도파관은 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 반사기를 포함한다.
- [0831] 29. 예 25 내지 예 28 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는, 도파관에 대해 배치되며, 도파관으로부터의 광을 제지향시키고 방출하도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 더 포함한다.
- [0832] 30. 예 29의 광학 디바이스에 있어서, 하나 이상의 터닝 엘리먼트는 하나 이상의 터닝 층들, 편광 선택 엘리먼트들, 회절 광학 엘리먼트들 및/또는 홀로그래픽 광학 엘리먼트들을 포함한다.
- [0833] 31. 예 25 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 도파관 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0834] 32. 예 25 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는, 도파관에 대해 배치되며, 도파관으로부터 방출되는 광을 수신하고 변조시키도록 구성된 공간 광 변조기를 더 포함한다.
- [0835] 33. 예 32의 광학 디바이스에 있어서, 공간 광 변조기는, 그 위에 입사되는 광을 반사시키고 변조시키도록 구성된 반사성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0836] 34. 예 32의 광학 디바이스에 있어서, 공간 광 변조기는 공간 광 변조기를 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성된 투과성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0837] 35. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성

된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,

- [0838] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,
- [0839] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;
- [0840] 프레임 상에 배치된 집안렌즈; 및
- [0841] 예 32 내지 예 34 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스를 포함한다.
- [0842] 36. 예 35의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 집안렌즈에 대해, 변조된 광이 상기 도파관으로 지향되어, 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0843] 예시적 섹션 XVII
- [0844] 1. 광학 디바이스는 도파관을 포함하고,
- [0845] 상기 도파관은,
- [0846] 수평 축에 평행한 제1 표면;
- [0847] 제1 표면 맞은편의 제2 표면;
- [0848] 제1 표면과 제2 표면 사이의 제3 표면 -제3 표면은 반사 엘리먼트를 포함함-;
- [0849] 제3 표면 맞은편의 제4 표면; 및
- [0850] 도파관 내에 배치된 제1 이색성 빔 결합 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합 엘리먼트
- [0851] 를 포함하고, 제1 이색성 빔 결합 엘리먼트는 제1 광 방출기로부터의 제1 컬러의 광을 반사 엘리먼트를 향해 반사시키도록 구성되고, 제2 이색성 빔 결합 엘리먼트는 제2 광 방출기로부터의 제2 컬러의 광을 반사 엘리먼트를 향해 반사시키도록 구성되고, 제1 이색성 빔 결합 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합 엘리먼트는 제1 컬러의 광 및 제2 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0852] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합 엘리먼트는 제3 광 방출기로부터의 제3 컬러의 광을 투과시키도록 구성되고, 제1 이색성 빔 결합 엘리먼트 및 제2 이색성 빔 결합 엘리먼트는 제1 컬러의 광, 제2 컬러의 광 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0853] 3. 예 1 또는 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및/또는 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 도파관의 제1 표면에 대해 기울어진다.
- [0854] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제1 이색성 빔 결합기 엘리먼트 및/또는 제2 이색성 빔 결합기 엘리먼트는 하나 이상의 이색성 코팅들 또는 층들을 포함한다.
- [0855] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 도파관은 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고, 제2 표면은 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진다.
- [0856] 6. 예 5의 광학 디바이스에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0857] 7. 예 2 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 제1, 제2 및 제3 광 방출기들을 포함하는 복수의 광 방출기들을 더 포함한다.
- [0858] 8. 예 7의 광학 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 도파관의 제1 표면으로 광을 주입하도록 구성된다.
- [0859] 9. 예 7의 광학 디바이스에 있어서, 제1 광 방출기는 도파관의 제2 표면으로 광을 주입하도록 구성된다.
- [0860] 10. 예 7 내지 예 9 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제2 광 방출기는, 도파관의 제1 표면으로 광을 주입하도록 구성된다.
- [0861] 11. 예 7 내지 예 9 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제2 광 방출기는 도파관의 제2 표면으로 광을 주입하도록 구성된다.
- [0862] 12. 예 7 내지 예 11 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 제3 광 방출기는 도파관의 제4 표면으로 광을 주입하도록 구성된다.

- [0863] 13. 예 7 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 하나 이상의 LED(light emitting diode)들을 포함한다.
- [0864] 14. 예 7 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 하나 이상의 레이저들을 포함한다.
- [0865] 15. 예 1 내지 예 14 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는, 도파관에 대해 배치되며, 도파관으로부터의 광을 재지향시키고 방출하도록 구성된 하나 이상의 터닝 엘리먼트들을 더 포함한다.
- [0866] 16. 예 15의 광학 디바이스에 있어서, 하나 이상의 터닝 엘리먼트들은 하나 이상의 터닝 층들, 편광 선택 엘리먼트들, 회절 광학 엘리먼트들 및/또는 홀로그래픽 광학 엘리먼트들을 포함한다.
- [0867] 17. 예 1 내지 예 16 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 도파관 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0868] 18. 예 1 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는, 도파관에 대해 배치되며, 도파관으로부터 방출되는 광을 수신하고 변조시키도록 구성된 공간 광 변조기를 더 포함한다.
- [0869] 19. 예 18의 광학 디바이스에 있어서, 공간 광 변조기는, 그 위에 입사되는 광을 반사시키고 변조시키도록 구성된 반사성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0870] 20. 예 18의 광학 디바이스에 있어서, 공간 광 변조기는 공간 광 변조기를 통해 투과되는 광을 변조시키도록 구성된 투과성 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0871] 21. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,
- [0872] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,
- [0873] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;
- [0874] 프레임 상에 배치된 집안렌즈; 및
- [0875] 예 18 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스를 포함한다.
- [0876] 22. 예 21의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 집안렌즈에 대해, 변조된 광이 상기 도파관으로 지향되어, 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0877] 예시적 섹션 XVIII
- [0878] 1. 통합형 광학 디바이스로서,
- [0879] 적어도 하나의 이색성 결합기;
- [0880] 복수의 광 방출기 -복수의 광 방출기는,
- [0881] 적어도 하나의 이색성 결합기에 제1 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제1 광 방출기, 및
- [0882] 적어도 하나의 이색성 결합기에 제2 컬러의 광을 방출하도록 구성된 제2 광 방출기를 포함함-; 및
- [0883] 적어도 하나의 이색성 결합기에 인접하게 배치된 광 적분기
- [0884] 를 포함하고, 적어도 하나의 이색성 결합기는 제1 컬러의 광 및 제2 컬러의 광을 결합시키도록 구성되며, 광 적분기는 적어도 하나의 이색성 결합기로부터 조합된 광의 적어도 일부를 수신하도록 구성된다.
- [0885] 2. 예 1의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 복수의 광 방출기들은 제3 컬러의 광을 적어도 하나의 이색성 결합기에 방출하도록 구성된 제3 광 방출기를 포함하고, 적어도 하나의 이색성 결합기는 제1 컬러의 광, 제2 컬러의 광 및 제3 컬러의 광을 결합시키도록 구성된다.
- [0886] 3. 예 2의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 이색성 결합기는 제1 이색성 결합 엘리먼트 및 제2 이색성 결합 엘리먼트를 포함하고, 제1 이색성 결합 엘리먼트는 제1 광 방출기로부터의 광을 반사시키도록 구성되고, 제2 이색성 결합 엘리먼트는 제2 광 방출기로부터의 광을 반사시키도록 구성되고, 제1 이색성 결합

엘리먼트 및 제2 이색성 결합 엘리먼트는 제3 광 방출기로부터의 광을 투과시키도록 구성된다.

- [0887] 4. 예 2의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 이색성 빔 결합기는 단일 이색성 빔 결합 엘리먼트를 포함하고, 단일 이색성 빔 결합 엘리먼트는 제1 광 방출기 및 제2 광 방출기로부터의 광은 반사시키고 제3 광 방출기로부터의 광은 투과시키도록 구성된다.
- [0888] 5. 예 1 내지 예 4 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 이색성 빔 결합기는 공통 광학 경로를 따라 복수의 광 방출기들로부터의 광을 지향시키도록 구성된 하나 이상의 기울어진 표면들을 포함한다.
- [0889] 6. 예 5의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 상기 하나 이상의 기울어진 표면들은 공통 광학 경로에 대하여 경사진다.
- [0890] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 적어도 하나의 이색성 빔 결합기는 하나 이상의 이색성 코팅들을 포함한다.
- [0891] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 광 적분기는 확산 피쳐들을 포함한다.
- [0892] 9. 예 1 내지 예 8 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 광 적분기는 광이 전파될 수 있게 하는 내부 반사 측벽들에 의해 정의된 중공 부분들을 포함한다.
- [0893] 10. 예 1 내지 예 8 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 광 적분기는 광이 내부 전반사를 통해 전파될 수 있게 하는 중실형의 광학적으로 투과성인 재료를 포함한다.
- [0894] 11. 예 1 내지 예 10 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 상기 통합형 광학 디바이스는 평면형 외부 표면들을 더 포함한다.
- [0895] 12. 예 11의 통합형 광학 디바이스에 있어서, 평면형 외부 표면들은 직사각형 프리즘 형상을 갖는다.
- [0896] 13. 사용자의 눈에 광에 투사하여 증강 현실 이미지 콘텐츠를 상기 사용자의 시계에 디스플레이하도록 구성된 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,
 [0897] 상기 머리 장착 디스플레이 시스템은,
 [0898] 사용자의 머리 상에서 지지되도록 구성된 프레임;
 [0899] 프레임 상에 배치된 접안렌즈;
 [0900] 예 1 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 통합형 광학 디바이스로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된 도파관; 및
 [0901] 상기 도파관에 대해, 도파관으로부터 방출되는 광을 수신하고 변조시키도록 배치된 공간 광 변조기를 포함한다.
- [0902] 14. 예 13의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 도파관 및 상기 공간 광 변조기는, 상기 접안렌즈에 대해, 변조된 광이 상기 도파관으로 지향되어, 상기 변조된 광이 사용자의 눈으로 지향되어 사용자의 눈에 이미지들을 형성하도록 배치된다.
- [0903] 예시적 섹션 XIX
- [0904] 1. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,
 [0905] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
 [0906] 수평 축에 평행한 제1 표면;
 [0907] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;
 [0908] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면;
 [0909] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기; 및
 [0910] 상기 제2 표면 상에 배치된 복수의 광 터닝 피쳐들

- [0911] 을 포함하고, 제2 표면은 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 측의 높이 미만하도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 복수의 터닝 피처들에 의해 제1 표면을 향해 재지향된다.
- [0912] 2. 예 1의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피처들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [0913] 3. 예 2의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0914] 4. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 광 입력 표면을 통해 수신되는 광을 수평 축에 평행한 방향을 따라 재지향시키도록 구성된 구면 또는 포물면 미러를 포함한다.
- [0915] 5. 예 1 내지 예 3 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그램들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조를 포함한다.
- [0916] 6. 예 1 내지 예 5 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 공간 광 변조기를 더 포함하고, 상기 공간 광 변조기는, 상기 제1 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고 복수의 터닝 피처들에 의해 제1 표면을 향해 그리고 상기 광 변조기로 재지향되도록 배치된다.
- [0917] 7. 예 1 내지 예 6 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피처들은 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0918] 8. 예 1 내지 예 7 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피처들은 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0919] 9. 예 1 내지 예 8 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0920] 10. 예 9의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0921] 11. 예 1 내지 예 10 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0922] 12. 예 1 내지 예 11 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 광원을 더 포함하고, 광원은, 상기 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피처들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향되도록 배치된다.
- [0923] 13. 예 1 내지 예 12 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0924] 14. 광학 디바이스는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 포함하고,
- [0925] 상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0926] 제1 표면;
- [0927] 제1 표면 맞은편에 있고 수평 축에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면;
- [0928] 광원으로부터 방출되는 광을 수신하도록 구성된, 제1 표면과 제2 표면 사이의 광 입력 표면;
- [0929] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치된 엔드 반사기; 및
- [0930] 상기 제2 표면 상에 배치된 복수의 광 터닝 피처들
- [0931] 을 포함하고, 제2 표면은 광 입력 표면의 높이가 광 입력 표면 맞은편의 반사 측의 높이 미만하도록 경사지며, 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광은 엔드 반사기에 의해 반사되고 복수의 터닝 피처들에 의해 제1 표면을 향해 재지향된다.
- [0932] 15. 예 14의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피처들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.

- [0933] 16. 예 15의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 박막, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [0934] 17. 예 14 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 광 입력 표면을 통해 수신되는 광을 제1 표면에 평행한 방향을 따라 재지향시키도록 구성된 구면 또는 포물면 미러를 포함한다.
- [0935] 18. 예 14 내지 예 17 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 하나 이상의 홀로그래프들을 포함하는 반사형 홀로그래픽 구조를 포함한다.
- [0936] 19. 예 14 내지 예 18 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 공간 광 변조기를 더 포함하고, 상기 공간 광 변조기는, 상기 제1 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링된 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 그리고 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해 그리고 상기 광 변조기로 재지향되도록 배치된다.
- [0937] 20. 예 14 내지 예 19 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 광 입력 표면을 통해 수신되는 제1 편광 상태를 갖는 광의 일부를 공간 광 변조기를 향해 재지향시키도록 구성된다.
- [0938] 21. 예 14 내지 예 20 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 공간 광 변조기로부터 반사되는 제2 편광 상태를 갖는 광의 일부를 투과시키도록 구성된다.
- [0939] 22. 예 14 내지 예 21 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 광 터닝 엘리먼트 위에 배치된 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0940] 23. 예 22의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트 위에 배치된 편광 선택 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0941] 24. 예 14 내지 예 23 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 웨지 각도(α)는 약 15도 내지 약 45도이다.
- [0942] 25. 예 14 내지 예 24 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 광원을 더 포함하고, 광원은, 상기 입력 표면에 대해, 상기 입력 표면을 통해 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트에 커플링되는, 광원으로부터의 광이 엔드 반사기에 의해 반사되고 상기 복수의 터닝 피쳐들에 의해 제1 표면을 향해, 제1 표면에 대한 법선에 대해 약 10도의 각도 범위로 재지향되도록 배치된다.
- [0943] 26. 예 14 내지 예 25 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 엔드 반사기는 그 위에 입사되는, 방출기로부터의 광을 시준하도록 구성된다.
- [0944] 27. 광학 디바이스를 제조하는 방법으로서, 이 방법은,
- [0945] 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트를 제공하는 단계 -상기 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트는,
- [0946] 제1 표면 및 제1 표면에 대해 웨지 각도(α)만큼 경사진 제2 표면; 및
- [0947] 제1 표면 및 제2 표면을 교차하는 광 입력 표면
- [0948] 을 포함하고, 광 입력 표면은 광원으로부터 광을 수신하도록 구성됨-;
- [0949] 웨지 형상 광 터닝 엘리먼트의 제2 표면 위에 배치되도록 구성된 편광 선택 엘리먼트를 제공하는 단계; 및
- [0950] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 배치되도록 구성된 반사기를 제공하는 단계
- [0951] 를 포함하고, 반사기는 광원으로부터 광 입력 표면을 통해 웨지 형상 광 터닝 엘리먼트로 입력되는 광을 반사시키도록 구성된다.
- [0952] 28. 예 27의 방법에 있어서, 편광 선택 엘리먼트를 제공하는 단계는,
- [0953] 투과성 재료의 복수의 층들을 제공하는 단계;
- [0954] 편광 선택 코팅으로 복수의 층들을 패터닝하는 단계 -복수의 패터닝된 층들은 편광 선택 코팅이 없는 하나 이상의 구역들 및 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상의 구역들을 포함함-; 및
- [0955] 편광 선택 엘리먼트를 획득하기 위해, 복수의 패터닝된 층들을 슬라이싱하는 단계를 포함한다.
- [0956] 29. 예 28의 방법에 있어서, 투과성 재료는 유리를 포함한다.

- [0957] 30. 예 27 또는 예 28의 방법에 있어서, 편광 선택 코팅은 하나 이상의 박막들을 포함한다.
- [0958] 31. 예 27 내지 예 30 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 복수의 패터닝된 층들을 슬라이싱하는 단계는, 복수의 패터닝된 층들의 스택에 대한 법선에 대해 약 5° 내지 65° 의 각도로 복수의 패터닝된 층들의 스택을 슬라이싱하는 단계를 포함한다.
- [0959] 32. 예 27 내지 예 31 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 제2 표면에 몰딩되거나 접착되도록 구성된다.
- [0960] 33. 예 27 내지 예 32 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 상기 방법은 웨지 형상 광 터닝 엘리먼트 위에 배치되도록 구성된 굴절 광학 엘리먼트를 제공하는 단계를 더 포함하고,
- [0961] 굴절 광학 엘리먼트는,
- [0962] 평면형 표면;
- [0963] 웨지 각도(α)와 실질적으로 동일한 각도만큼 평면형 표면에 대해 경사지는 경사진 표면; 및
- [0964] 경사진 표면 및 평면형 표면을 교차하는 표면
- [0965] 을 포함하고, 굴절 광학 엘리먼트는, 굴절 광학 엘리먼트의 경사진 표면이 제2 표면을 향하고 그리고 경사진 표면 및 평면형 표면을 교차하는 표면이 반사기를 향하게, 웨지 형상의 광 터닝 엘리먼트 위에 배치되도록 구성된다.
- [0966] 34. 예 33의 방법에 있어서, 상기 방법은 경사진 표면 및 평면형 표면과 교차하는 표면의 일 측 상에 광 흡수 엘리먼트를 제공하는 단계를 더 포함한다.
- [0967] 35. 광학 디바이스는,
- [0968] 제1 주 표면(major surface);
- [0969] 각도(α)만큼 제1 표면에 대해 경사진 제2 주 표면;
- [0970] 제1 주 표면 및 제2 주 표면을 교차하며, 광원으로부터의 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면 ;
- [0971] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 있고, 광 입력 표면을 통해 수신되는 광원으로부터의 광을 반사시키도록 구성된 반사기; 및
- [0972] 제2 주 표면 위의 편광 선택 엘리먼트
- [0973] 를 포함하고,
- [0974] 편광 선택 엘리먼트는,
- [0975] 제1 투과성 표면;
- [0976] 제2 투과성 표면;
- [0977] 제1 투과성 표면과 제2 투과성 표면 사이에 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상의 구역들; 및
- [0978] 제1 투과성 표면과 제2 투과성 표면 사이에 편광 선택 코팅이 없는 하나 이상의 구역들
- [0979] 을 포함하고, 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상의 구역들은 반사기로부터 반사되는 광을 제1 표면을 향해 터닝시키도록 구성되고, 편광 선택 코팅이 없는 하나 이상의 구역들은 반사기로부터 반사되는 광을 통과시키도록 구성된다.
- [0980] 36. 예 35의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 80° 이다.
- [0981] 37. 예 35 또는 예 36의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 45° 미만이다.
- [0982] 38. 예 35 내지 예 37 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 8° 내지 약 35° 이다.
- [0983] 39. 예 35 또는 예 36의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 55° 이다.
- [0984] 40. 예 35 내지 예 39 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상

의 구역들은 제1 투과성 표면 또는 제2 투과성 표면 중 적어도 하나에 대해 횡단 각도(transverse angle)로 경사진다.

- [0985] 41. 예 40의 광학 디바이스에 있어서, 횡단 각도는 약 5° 내지 약 65° 이다.
- [0986] 42. 예 40 또는 예 41의 광학 디바이스에 있어서, 횡단 각도는 약 10° 내지 약 35° 이다.
- [0987] 43. 예 40 내지 예 42의 광학 디바이스에 있어서, 횡단 각도는 약 21° 이다.
- [0988] 44. 예 35 내지 예 43의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함하고,
- [0989] 굴절 광학 엘리먼트는,
- [0990] 평면형 표면;
- [0991] 웨지 각도(α)와 실질적으로 동일한 각도만큼 평면형 표면에 대해 경사지는 경사진 표면; 및
- [0992] 경사진 표면 및 평면형 표면을 교차하는 표면
- [0993] 을 포함하고, 굴절 광학 엘리먼트는, 굴절 광학 엘리먼트의 경사진 표면이 제2 주 표면을 향하고 그리고 경사진 표면 및 평면형 표면과 교차하는 표면이 반사기를 향하도록, 제2 주 표면 위에 배치되게 구성된다.
- [0994] 45. 예 44의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트의 경사진 표면 및 평면형 표면을 교차하는 표면의 일 측 상에 배치된 광 흡수 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0995] 46. 예 45의 광학 디바이스에 있어서, 굴절 광학 엘리먼트의 평면형 표면 및 경사진 표면을 교차하는 표면은 광 흡수 컴포넌트를 포함한다.
- [0996] 47. 예 35 내지 예 46의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 하나 이상의 박막들을 포함한다.
- [0997] 48. 예 35 내지 예 46의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 액정을 포함한다.
- [0998] 49. 예 48의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [0999] 50. 예 35 내지 예 46의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 유전체 코팅을 포함한다.
- [1000] 51. 예 35 내지 예 50의 광학 디바이스에 있어서, 반사기의 곡률 또는 기울기(tilt) 중 적어도 하나는 제1 주 표면에 평행한 방향을 따라 광을 반사시키도록 구성된다.
- [1001] 52. 예 35 내지 예 51의 광학 디바이스에 있어서, 반사기는 곡면형 미러 또는 반사형 홀로그래픽 구조 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1002] 53. 광학 디바이스는,
- [1003] 제1 주 표면;
- [1004] 각도(α)만큼 제1 표면에 대해 경사진 제2 주 표면;
- [1005] 제1 주 표면 및 제2 주 표면을 교차하며, 광원으로부터 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면;
- [1006] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 있고, 광 입력 표면을 통해 수신되는 광원으로부터의 광을 반사시키도록 구성된 반사기; 및
- [1007] 제2 주 표면 위의 편광 선택 엘리먼트
- [1008] 를 포함하고, 편광 선택 엘리먼트는 반사기로부터 반사되는 광의 적어도 일부를 제1 표면을 향해 터닝시키도록 구성된다.
- [1009] 54. 예 53의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 80° 이다.
- [1010] 55. 예 53 또는 예 54의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 45° 미만이다.
- [1011] 56. 예 53 내지 예 56의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 8° 내지 약 35° 이다.
- [1012] 57. 예 53 내지 예 55의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 55° 이다.

- [1013] 58. 예 53 내지 예 57의 광학 디바이스에 있어서, 광 터닝 엘리먼트는 복수의 광 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [1014] 59. 예 58의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 편광 선택 코팅, 액정 엘리먼트, 유전체 코팅 또는 와이어 그리드 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1015] 60. 예 53 내지 예 59의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함하고,
- [1016] 굴절 광학 엘리먼트는,
- [1017] 평면형 표면;
- [1018] 웨지 각도(α)와 실질적으로 동일한 각도 만큼 평면형 표면에 대해 경사지는 경사진 표면; 및
- [1019] 경사진 표면 및 평면형 표면을 교차하는 표면
- [1020] 을 포함하고, 굴절 광학 엘리먼트는, 굴절 광학 엘리먼트의 경사진 표면이 제2 주 표면을 향하고 그리고 경사진 표면 및 평면형 표면을 교차하는 표면이 반사기를 향하도록, 제2 주 표면 위에 배치되게 구성된다.
- [1021] 61. 예 60의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트의 평면형 표면 및 경사진 표면과 교차하는 표면의 일 측 상에 배치된 광 흡수 컴포넌트를 더 포함한다.
- [1022] 62. 예 61의 광학 디바이스에 있어서, 굴절 광학 엘리먼트의 평면형 표면 및 경사진 표면을 교차하는 표면은 광 흡수 컴포넌트를 포함한다.
- [1023] 63. 예 53 내지 예 62의 광학 디바이스에 있어서, 반사기의 곡률 또는 기울기 중 적어도 하나는 제1 주 표면에 평행한 방향을 따라 광을 반사시키도록 구성된다.
- [1024] 64. 예 53 내지 예 62의 광학 디바이스에 있어서, 반사기의 곡률 또는 기울기 중 적어도 하나는, 반사기로부터 반사되는 광이 제1 주 표면으로부터 멀어지게, 제2 주 표면의 일 측 상의 초점 영역을 향해 수렴하도록 구성된다.
- [1025] 65. 예 64의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 광학 파워를 제공하도록 구성된 복수의 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [1026] 66. 예 53 내지 예 65의 광학 디바이스에 있어서, 반사기는 곡면형 미러 또는 반사형 홀로그래픽 구조 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1027] 67. 광학 디바이스를 제조하는 방법은,
- [1028] 투과성 재료의 복수의 층들을 제공하는 단계;
- [1029] 복수의 층들 상에 편광 선택 코팅을 배치하는 단계;
- [1030] 편광 선택 코팅을 포함하는 복수의 층들을 적층하는 단계; 및
- [1031] 편광 선택 엘리먼트를 획득하기 위해, 복수의 적층된 층들을 슬라이싱하는 단계를 포함한다.
- [1032] 68. 예 67의 방법에 있어서, 투과성 재료는 유리를 포함한다.
- [1033] 69. 예 67 또는 예 68의 방법에 있어서, 편광 선택 코팅은 하나 이상의 박막들을 포함한다.
- [1034] 70. 예 67 내지 예 69 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 복수의 적층된 층들을 슬라이싱하는 단계는, 복수의 적층된 층들에 대한 법선에 대해 약 5° 내지 65° 의 각도로 복수의 적층된 층들을 슬라이싱하는 단계를 포함한다.
- [1035] 71. 예 67 내지 예 70 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 상기 방법은 복수의 적층된 층들의 개별 층들을 접착제로 함께 접착시키는 단계를 더 포함한다.
- [1036] 72. 예 67 내지 예 70 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 광학 컴포넌트에 몰딩되거나 접착되도록 구성된다.
- [1037] 73. 예 67 내지 예 72 중 어느 하나의 예의 방법에 있어서, 복수의 층들 상에 편광 선택 코팅을 배치하는 단계는, 복수의 층들의 하나 이상의 구역들 상에, 복수의 층들의 하나 이상의 다른 구역들에는 편광 선택 코팅

이 없도록, 편광 선택 코팅을 배치하는 단계를 포함한다.

- [1038] 74. 광학 디바이스는,
- [1039] 제1 주 표면 및 제2 주 표면;
- [1040] 제1 주 표면 및 제2 주 표면을 교차하며, 광원으로부터 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면;
- [1041] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 있고, 광 입력 표면을 통해 수신되는 광원으로부터의 광을 반사시키도록 구성된 반사기; 및
- [1042] 제2 주 표면 위의 편광 선택 엘리먼트
- [1043] 를 포함하고,
- [1044] 편광 선택 엘리먼트는,
- [1045] 제1 투과성 표면;
- [1046] 제2 투과성 표면;
- [1047] 제1 투과성 표면과 제2 투과성 표면 사이에 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상의 구역들; 및
- [1048] 제1 투과성 표면과 제2 투과성 표면 사이에 편광 선택 코팅이 없는 하나 이상의 구역들
- [1049] 을 포함하고, 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상의 구역들은 반사기로부터 반사되는 광을 제1 표면을 향해 터닝시키도록 구성되고, 편광 선택 코팅이 없는 하나 이상의 구역들은 반사기로부터 반사되는 광을 통과시키도록 구성된다.
- [1050] 75. 예 74의 광학 디바이스에 있어서, 제2 주 표면은 각도(α)만큼 제1 주 표면에 대해 경사진다.
- [1051] 76. 예 75의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 80° 이다.
- [1052] 77. 예 75 또는 예 76의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 45° 미만이다.
- [1053] 78. 예 75 내지 예 77 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 8° 내지 약 35° 이다.
- [1054] 79. 예 75 내지 예 78 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 55° 이다.
- [1055] 80. 예 74 내지 예 79 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅을 포함하는 하나 이상의 구역들은 제1 투과성 표면 또는 제2 투과성 표면 중 적어도 하나에 대해 횡단 각도로 경사진다.
- [1056] 81. 예 80의 광학 디바이스에 있어서, 횡단 각도는 약 5° 내지 약 65° 이다.
- [1057] 82. 예 80 또는 예 81의 광학 디바이스에 있어서, 횡단 각도는 약 10° 내지 약 35° 이다.
- [1058] 83. 예 80 내지 예 82 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 횡단 각도는 약 21° 이다.
- [1059] 84. 예 74 내지 예 83 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 제2 주표면 위에 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [1060] 85. 예 84의 광학 디바이스에 있어서, 굴절 광학 엘리먼트는 제1 표면, 제2 표면, 그리고 제1 표면 및 제2 표면을 교차하는 제3 표면을 포함하고, 굴절 광학 엘리먼트는 제3 표면이 반사기를 향하도록 제2 주 표면 위에 배치되도록 구성된다.
- [1061] 86. 예 85의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 굴절 광학 엘리먼트의 제3 표면의 일 측 상에 배치된 광 흡수 컴포넌트를 더 포함한다.
- [1062] 87. 예 86의 광학 디바이스에 있어서, 굴절 광학 엘리먼트의 제3 표면은 광 흡수 컴포넌트를 포함한다.
- [1063] 88. 예 74 내지 예 87 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 하나 이상의 박막들을 포함한다.
- [1064] 89. 예 74 내지 예 87 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 액정을 포함한다.
- [1065] 90. 예 88의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 콜레스테릭 액정을 포함한다.
- [1066] 91. 예 74 내지 예 87 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 코팅은 유전체 코팅을 포함

한다.

- [1067] 92. 예 74 내지 예 87 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 반사기의 곡률 또는 기울기 중 적어도 하나는 제1 주 표면에 평행한 방향을 따라 광을 반사시키도록 구성된다.
- [1068] 93. 예 74 내지 예 87 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 반사기는 곡면형 미러 또는 반사형 홀로그래픽 구조 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1069] 94. 광학 디바이스는,
- [1070] 제1 주 표면;
- [1071] 제2 주 표면;
- [1072] 제1 주 표면 및 제2 주 표면을 교차하며, 광원으로부터의 광을 수신하도록 구성된 광 입력 표면 ;
- [1073] 광 입력 표면 맞은편의 일 측 상에 있고, 광 입력 표면을 통해 수신되는 광원으로부터의 광을 반사시키도록 구성된 반사기; 및
- [1074] 제2 주 표면 위의 광 터닝 엘리먼트
- [1075] 를 포함하고, 광 터닝 엘리먼트는 반사기로부터 반사되는 광의 적어도 일부를 제1 표면을 향해 터닝시키도록 구성된다.
- [1076] 95. 예 94의 광학 디바이스에 있어서, 제2 주 표면은 약 5° 내지 약 80° 의 각도(α)로 제1 주 표면에 대해 경사진다.
- [1077] 96. 예 95의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 45° 미만이다.
- [1078] 97. 예 95 또는 예 96의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 8° 내지 약 35° 이다.
- [1079] 98. 예 95 내지 예 97 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 각도(α)는 약 5° 내지 약 55° 이다.
- [1080] 99. 예 94 내지 예 98 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광 터닝 엘리먼트는 복수의 광 터닝 피쳐들을 포함한다.
- [1081] 100. 예 99의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들은 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [1082] 101. 예 100의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트들은 편광 선택 코팅, 액정 또는 와이어 그리드를 포함한다.
- [1083] 102. 예 99 내지 예 101 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 복수의 터닝 피쳐들 각각은 한 쌍의 패킷들을 포함한다.
- [1084] 103. 예 102의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 적어도 하나는 만곡된다.
- [1085] 104. 예 102 또는 예 103의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 적어도 하나는 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [1086] 105. 예 100 내지 예 104 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 제1 편광 상태를 갖는 광은 반사시키고 제2 편광 상태를 갖는 광은 투과시키도록 구성된다.
- [1087] 106. 예 100 내지 예 105 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 복수의 박막들을 포함한다.
- [1088] 107. 예 100 내지 예 105 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 하나 이상의 유전체 층들을 포함한다.
- [1089] 108. 예 100 내지 예 105 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 와이어 그리드를 포함한다.
- [1090] 109. 예 100 내지 예 105 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 편광 선택 엘리먼트는 광대역 코팅(broadband coating)이며, 상기 광대역 코팅은, 가시 스펙트럼 범위의 복수의 파장들에서, 제1 편광 상태를 갖는 광은 반사시키고 그리고 가시 스펙트럼 범위의 복수의 파장들에서, 제2 편광 상태를 갖는 광은 투과시키도록

구성된다.

- [1091] 110. 예 100 내지 예 109 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 반사기로부터 반사되는 광을 수신하는 패킷은, 편광 선택 엘리먼트를 적어도 부분적으로 포함하고, 한 쌍의 패킷들 중 다른 패킷은 편광 선택 엘리먼트를 포함하지 않는다.
- [1092] 111. 예 100 내지 예 110 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 반사기로부터 반사되는 광을 수신하는 패킷은, 제1 주 표면에 대한 법선에 대해 약 45도의 각도로 경사지고, 적어도 부분적으로 편광 선택 엘리먼트를 포함한다.
- [1093] 112. 예 111의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 다른 패킷은, 제1 주 표면에 대한 법선에 대해 약 45도 보다 큰 각도로 경사지고, 편광 선택 엘리먼트를 포함하지 않는다.
- [1094] 113. 예 112의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 다른 패킷은 제1 주 표면에 평행하다.
- [1095] 114. 예 112 또는 예 113의 광학 디바이스에 있어서, 한 쌍의 패킷들 중 다른 패킷은 반사기로부터 반사되는 광을 수신하지 않는다.
- [1096] 115. 예 94 내지 예 114 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 제2 주표면 위에 굴절 광학 엘리먼트를 더 포함한다.
- [1097] 116. 예 115의 광학 디바이스에 있어서, 굴절 광학 엘리먼트는 제2 주 표면 위의 제1 표면, 제1 표면 맞은편의 제2 표면, 그리고 제1 표면 및 제2 표면을 교차하며 반사기를 향하는 제3 표면을 포함한다.
- [1098] 117. 예 116의 광학 디바이스에 있어서, 상기 광학 디바이스는 제3 표면의 일 측 상에 배치된 광 흡수 컴포넌트를 더 포함한다.
- [1099] 118. 예 117의 광학 디바이스에 있어서, 제3 표면은 광 흡수 컴포넌트를 포함한다.
- [1100] 119. 예 94 내지 예 118 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 반사기의 곡률 또는 기울기 중 적어도 하나는 제1 주 표면에 평행한 방향을 따라 광을 반사시키도록 구성된다.
- [1101] 120. 예 94 내지 예 119 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 반사기의 곡률 또는 기울기 중 적어도 하나는, 반사기로부터 반사되는 광이 제1 주 표면으로부터 멀어지게, 제2 주 표면의 일 측 상의 초점 영역을 향해 수렴하도록 구성된다.
- [1102] 121. 예 94 내지 예 120 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 반사기는 곡면형 미러 또는 반사형 홀로그래픽 구조 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1103] 122. 예 27 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광학 디바이스는 도파관을 포함한다.
- [1104] 123. 예 67 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광학 디바이스는 웨지-형상 터닝 엘리먼트를 포함한다.
- [1105] 124. 예 27 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광학 디바이스는 빔분할기를 포함한다.
- [1106] 125. 예 27 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광학 디바이스는 편광 민감 반사기를 포함한다.
- [1107] 126. 예 27 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스에 있어서, 광학 디바이스는 편광 빔분할기를 포함한다.
- [1108] 127. 시스템은,
- [1109] 공간 광 변조기;
- [1110] 적어도 하나의 광원; 및
- [1111] 적어도 하나의 광원과 공간 광 조명기 사이의 광학 경로에 배치된, 예 27 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스
- [1112] 를 포함하고, 예 27 내지 예 121 중 어느 하나의 예의 광학 디바이스는, 적어도 하나의 광원으로부터 광을 수신

하고 공간 광 변조기에 조명을 제공하도록 구성된다.

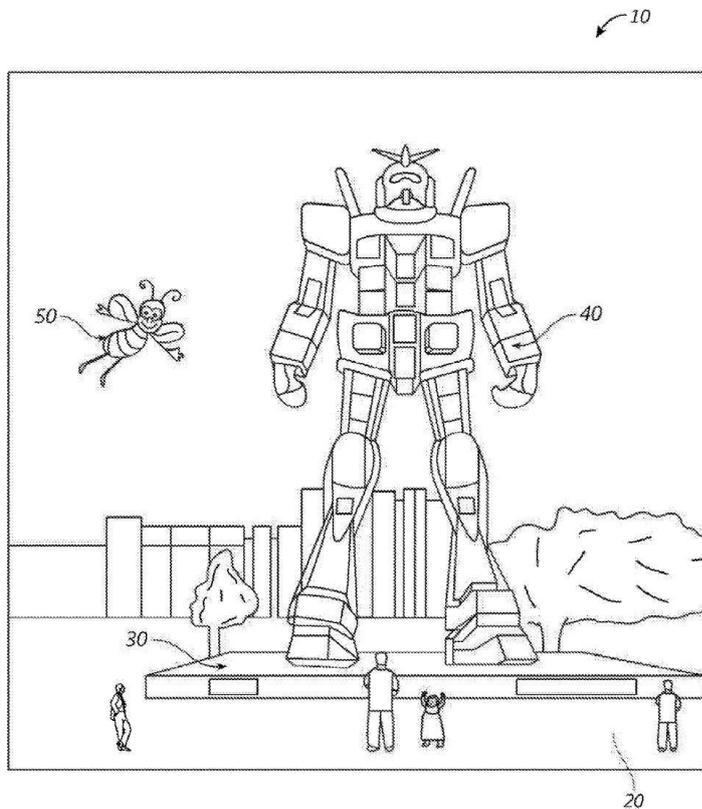
- [1113] [0292] 디바이스들(예컨대, 광학 디바이스들, 디스플레이 디바이스들, 조명기들, 통합형 광학 디바이스들 등) 및 시스템들(예컨대, 조명 시스템들)의 다양한 예들이 제공되었다. 이들 디바이스들 및/또는 시스템들 중 임의의 것이 이미지들을 형성하기 위해 도파관 및/또는 접안렌즈 내로 광을 (예컨대, 하나 이상의 인-커플링 광학 엘리먼트들을 이용하여) 커플링하기 위해 머리 장착 디스플레이 시스템에 포함될 수 있다. 게다가, 디바이스들 및/또는 시스템들은 디바이스들 및/또는 시스템들 중 하나 이상이 머리 장착 디스플레이 시스템에 포함될 수 있도록 비교적 작을 수 있다(예컨대, 1 cm 미만). 예컨대, 디바이스들 및/또는 시스템들은 접안렌즈에 대하여 작을 수 있다(예컨대, 접안렌즈의 길이 및/또는 폭의 3분의1 미만).
- [1114] [0293] 다양한 피쳐들이 또한, 예시적 디바이스들 및 시스템들에 대하여 설명되었다. 예시적 디바이스 또는 시스템에서 설명된 피쳐들 중 임의의 하나 이상은 다른 예시적 디바이스 또는 시스템에서의 하나 이상의 피쳐들에 부가하여 또는 대신에 사용될 수 있다. 예컨대, 본원에서 설명된 피쳐들 중 임의의 피쳐는 웨지-형상 광 터닝 엘리먼트, 도파관, 편광 빔 분할기, 또는 빔 분할기에서 구현될 수 있다.
- [1115] [0294] 조명 시스템들이 도파관 기반으로 그리고 하나 이상의 도파관들을 포함하는 것으로 위에서 설명될 수 있지만, 다른 타입들의 광 터닝 광학 엘리먼트들이 도파관 대신에 이용될 수 있다. 그러한 광 터닝 광학 엘리먼트들은 광 터닝 광학 엘리먼트로부터 예컨대 공간 광 변조기 상으로 광을 방출하기 위한 터닝 피쳐들을 포함할 수 있다. 그에 따라서, 본원에서 설명된 예들 중 임의의 예 뿐만 아니라 아래의 예들 중 임의의 예에서, 도파관에 대한 임의의 참조는 도파관 대신에 광 터닝 광학 엘리먼트로 대체될 수 있다. 그러한 광 터닝 광학 엘리먼트는, 예컨대, 편광 빔 분할기, 이를테면 편광 빔 분할 프리즘을 포함할 수 있다.
- [1116] [0295] 전술한 명세서에서, 본 발명은 본 발명의 특정 실시예들을 참조하여 설명되었다. 그러나, 본 발명에 대한 다양한 수정들 및 변경들이 본 발명의 더 넓은 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 것이 명백할 것이다. 그에 따라서, 명세서 및 도면들은 제한적 의미보다 오히려 예시로 고려된다.
- [1117] [0296] 실제로, 본 개시내용의 시스템들 및 방법들 각각이 몇몇 혁신적인 양상들을 가지며, 이 양상들 중 어떤 단일의 양상도 본원에서 개시된 바람직한 속성들을 전적으로 담당하거나 이를 위해 요구되지 않는다는 것이 인식될 것이다. 위에서 설명된 다양한 특징들 및 프로세스들은 서로 독립적으로 사용될 수 있거나, 또는 다양한 방식으로 조합될 수 있다. 모든 가능한 조합들 및 서브조합들은 본 개시내용의 범위 내에 속하도록 의도된다.
- [1118] [0297] 별개의 실시예들의 맥락에서 이 명세서에 설명된 특정 특징들은 또한 단일 실시예로 결합하여 구현될 수 있다. 대조적으로, 단일 실시예의 맥락에서 설명된 다양한 특징들은 또한 별도로 다수의 실시예들로 또는 임의의 적절한 서브조합으로 구현될 수 있다. 게다가, 비록 특징들이 특정 조합들로 동작하는 것으로서 위에서 설명될 수 있고 심지어 그와 같이 처음에 예시될 수 있지만, 예시적 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우들에서 조합으로부터 제거될 수 있고, 그리고 예시된 조합은 서브조합 또는 서브조합의 변형에 관련될 수 있다. 단일 특징 또는 특징들의 그룹이 각각의 모든 실시예에 필요하거나 필수적인 것은 아니다.
- [1119] [0298] 특정하게 다르게 언급되지 않거나, 사용된 맥락 내에서 다르게 이해되지 않으면, 본원에서 사용된 조건어, 이를테면 특히, "할 수 있다(can, could, might, may)", "예컨대" 등은, 일반적으로 특정 실시예들이 특정 특징들, 엘리먼트들 및/또는 단계들을 포함하지만, 다른 실시예들이 이들을 포함하지 않는 것을 전달하기 위해 의도된다는 것이 인식될 것이다. 따라서, 그러한 조건어는 일반적으로, 특징들, 엘리먼트들, 및/또는 단계들이 하나 이상의 실시예들을 위해 어떤 식으로든 요구된다는 것을, 또는 하나 이상의 실시예들이, 저자 입력 또는 프롬프팅(prompting)을 이용하거나 또는 그러한 것을 이용함이 없이, 이들 특징들, 엘리먼트들, 및/또는 단계들이 임의의 특정 실시예에 포함되는지 또는 임의의 특정 실시예들에서 수행되어야 하는지를 판단하기 위한 로직을 반드시 포함한다는 것을 암시하도록 의도된 것은 아니다. "포함하는(comprising, including)", "갖는(having)" 등의 용어들은 동의어이며, 오픈-엔디드(open-ended) 방식으로 포괄적으로 사용되며, 추가적인 엘리먼트들, 특징들, 행동들, 동작들 등을 배제하지 않는다. 또한, "또는"이라는 용어는 (그의 배타적인 의미가 아니라) 그의 포괄적인 의미로 사용되어서, 예컨대, 리스트의 엘리먼트들을 연결하기 위해 사용될 때, "또는"이라는 용어는 리스트 내의 엘리먼트들 중 하나, 일부, 또는 전부를 의미한다. 게다가, 본 출원 및 첨부된 예들에서 사용된 바와 같은 단수 표현은 달리 특정되지 않는 한 "하나 이상" 또는 "적어도 하나"를 의미하는 것으로 해석될 것이다. 유사하게, 동작들이 특정한 순서로 도면들에 도시될 수 있지만, 바람직한 결과들을 달성하기 위해, 그러한 동작들이 도시된 특정한 순서 또는 순차적인 순서로 수행될 필요가 없거나, 모든 예시된 동작들이 수행될 필요가 없다는 것이 인지될 것이다. 추가로, 도면들은 흐름도의 형태로 하나 이상의 예시적인 프로세스들을 개략적으로 묘사할 수 있다. 그러나, 묘사되지 않은 다른 동작들이, 개략적으로 예시된 예시적인 방법들

및 프로세스들에 통합될 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 추가적인 동작들은, 예시된 동작들 중 임의의 동작 이전, 이후, 그와 동시에, 또는 그 사이에서 수행될 수 있다. 추가적으로, 동작들은 다른 실시예들에서 재배열되거나 재순서화될 수 있다. 특정 상황들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 게다가, 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. 추가적으로, 다른 실시예들은 다음의 예들의 범위 내에 있다. 일부 경우들에서, 예들에서 열거된 액션들은, 상이한 순서로 수행될 수 있으며, 그럼에도 불구하고 바람직한 결과들을 달성할 수 있다.

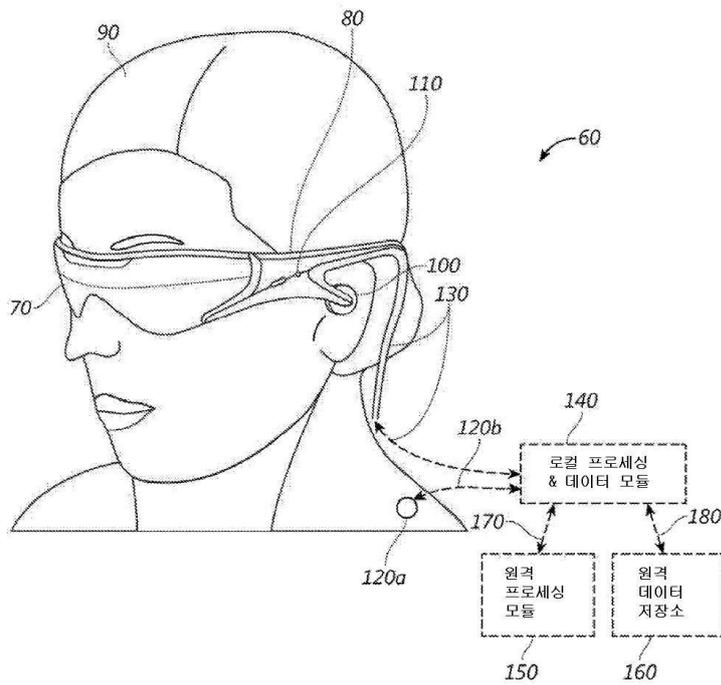
[1120] [0299] 그에 따라서, 본 개시내용은 본원에서 도시된 실시예들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 본원에서 개시된 본 개시내용, 원리들 및 신규한 특성들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다.

도면

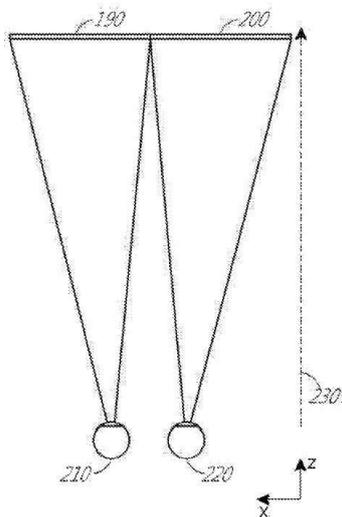
도면1



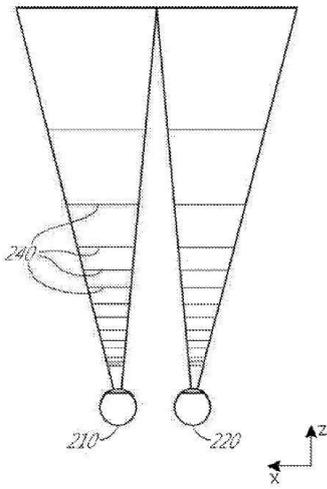
도면2



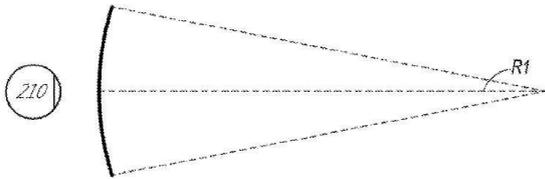
도면3



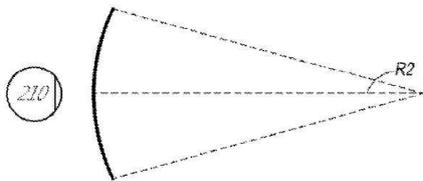
도면4



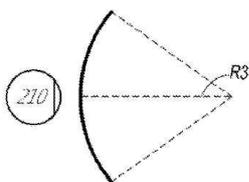
도면5a



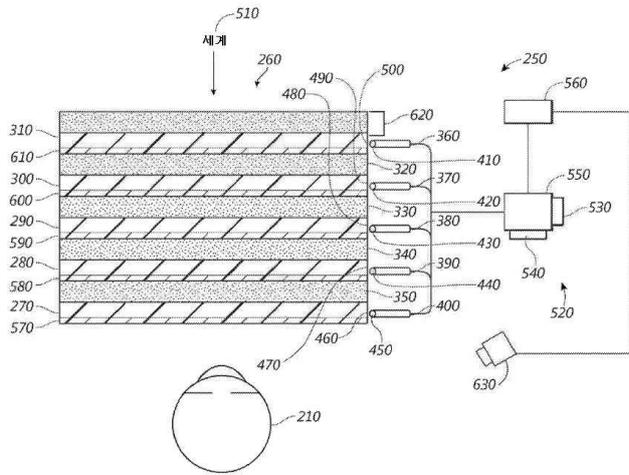
도면5b



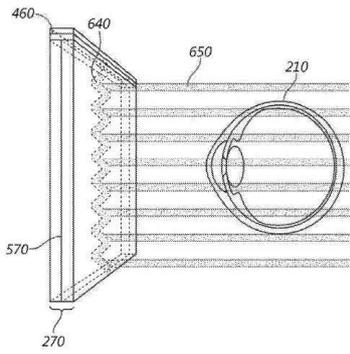
도면5c



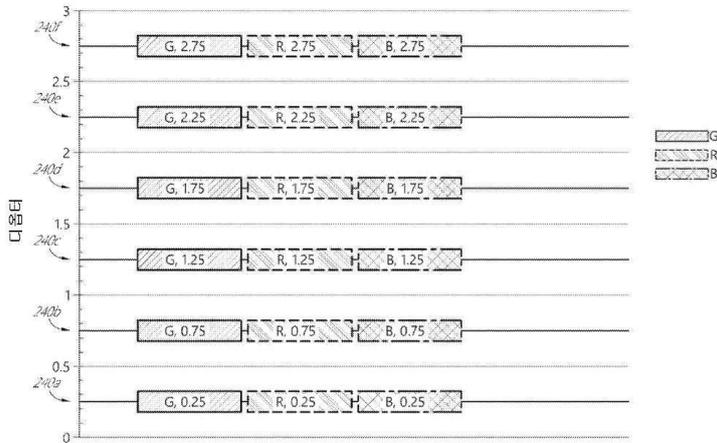
도면6



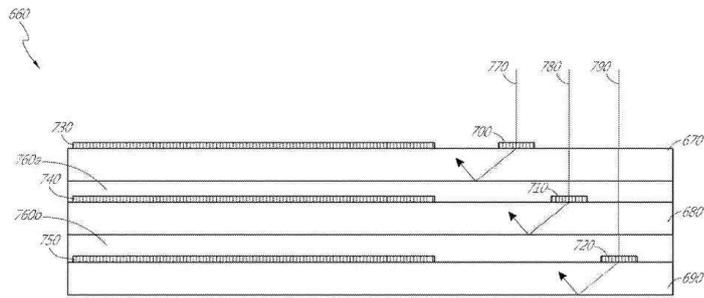
도면7



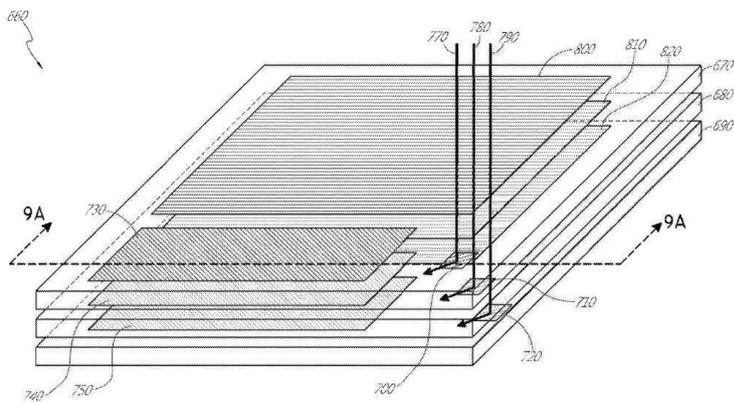
도면8



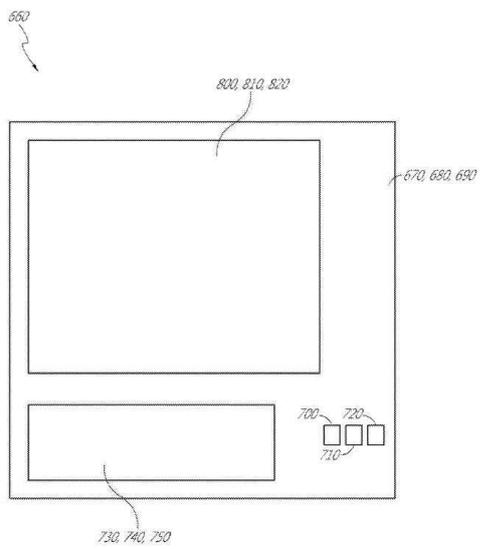
도면9a



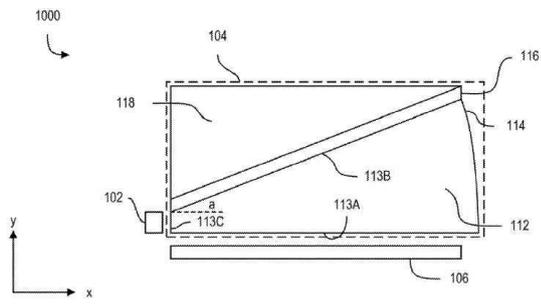
도면9b



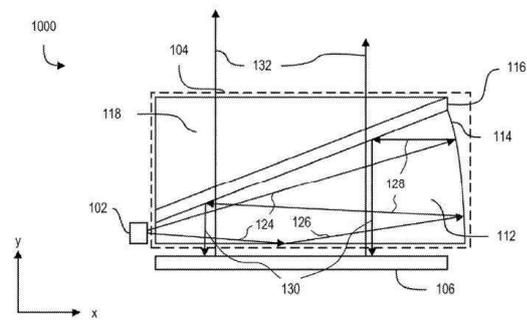
도면9c



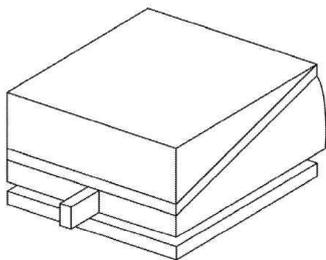
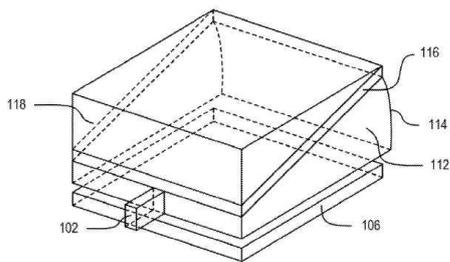
도면10



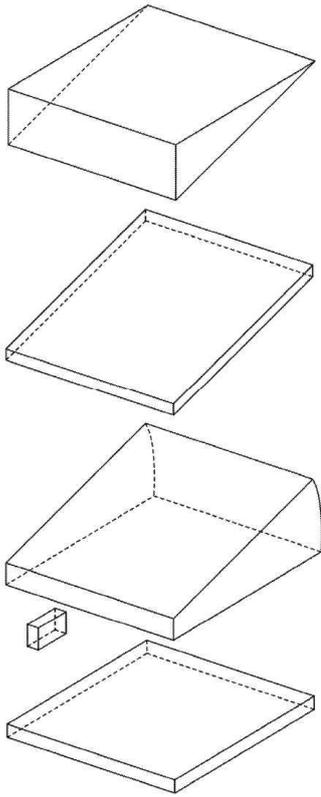
도면11



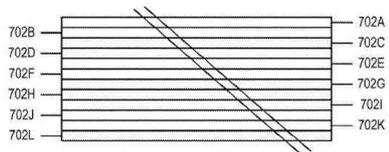
도면12a



도면12b



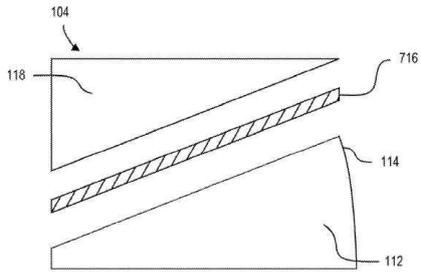
도면13a



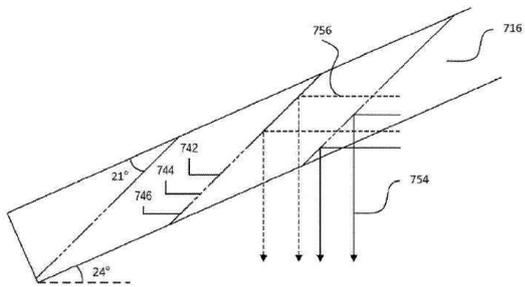
도면13b



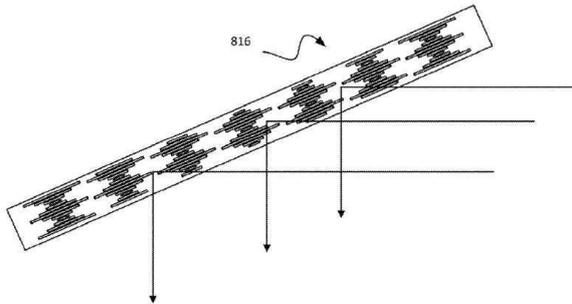
도면13c



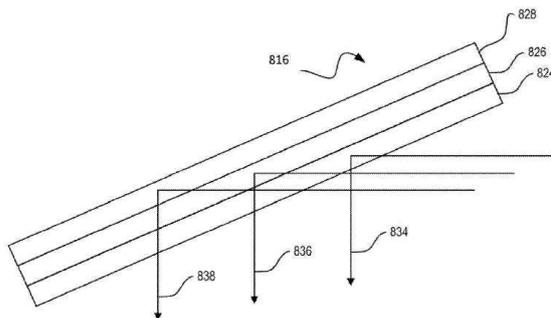
도면13d



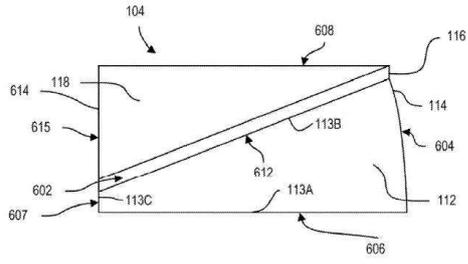
도면14a



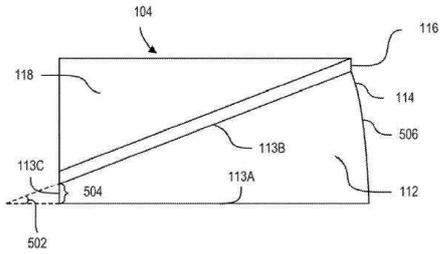
도면14b



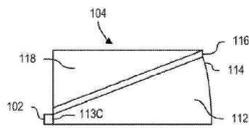
도면15



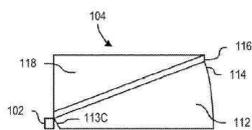
도면16



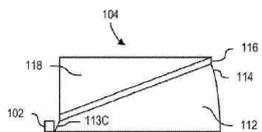
도면17a



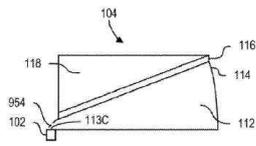
도면17b



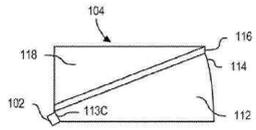
도면17c



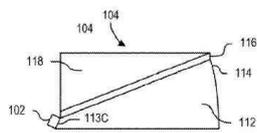
도면17d



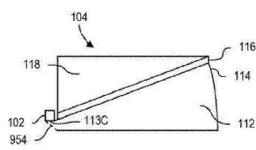
도면17e



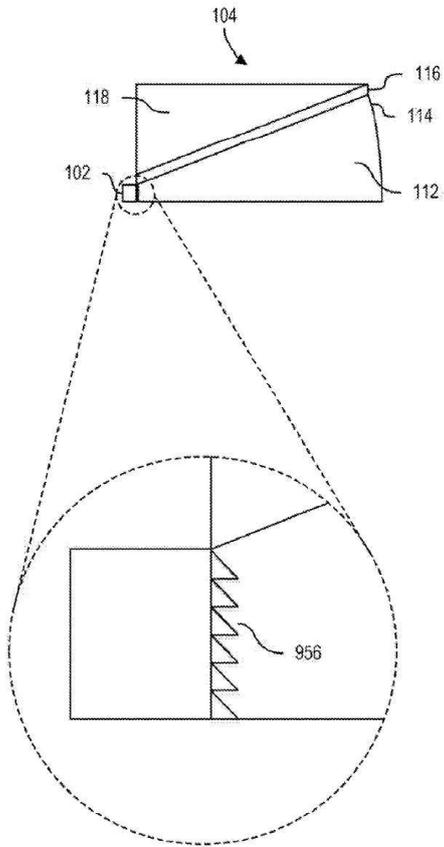
도면17f



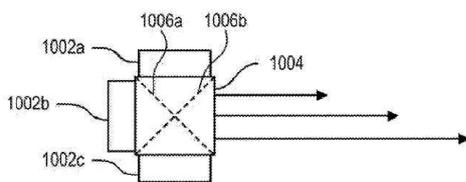
도면17g



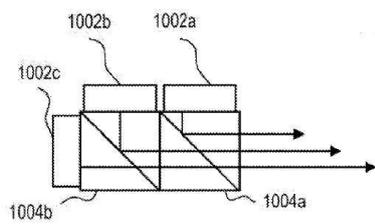
도면17h



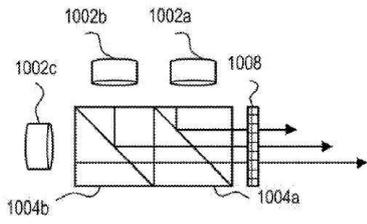
도면18a



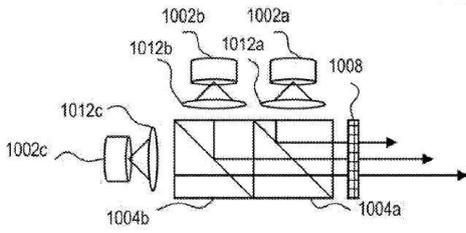
도면18b



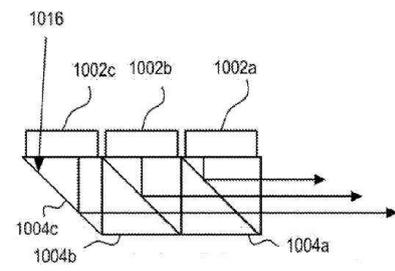
도면18c



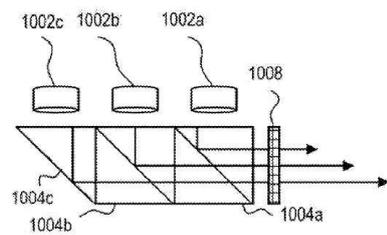
도면18d



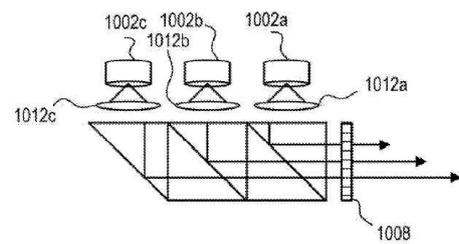
도면18e



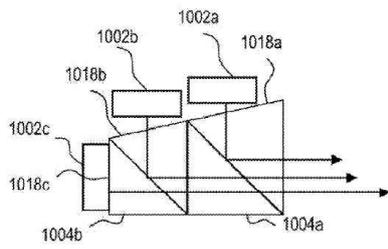
도면18f



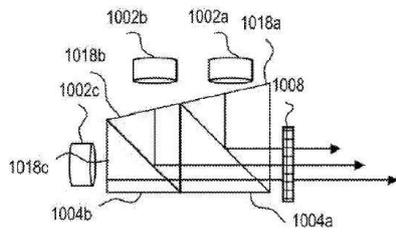
도면18g



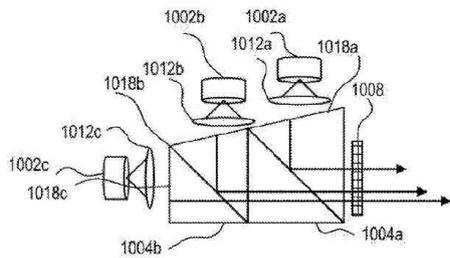
도면18h



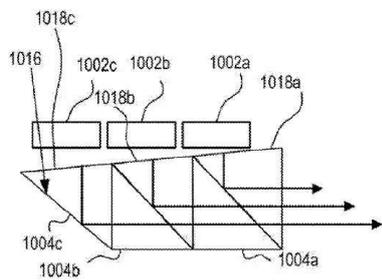
도면18i



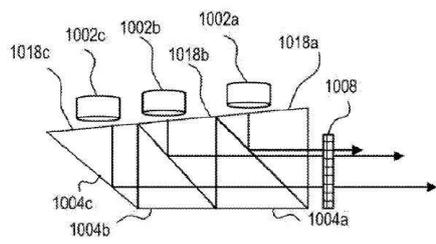
도면18j



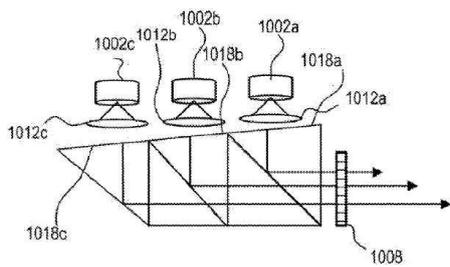
도면18k



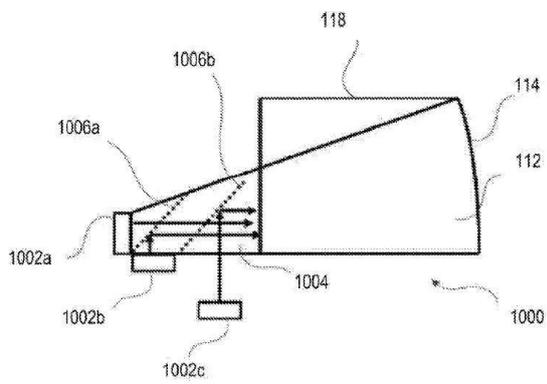
도면18l



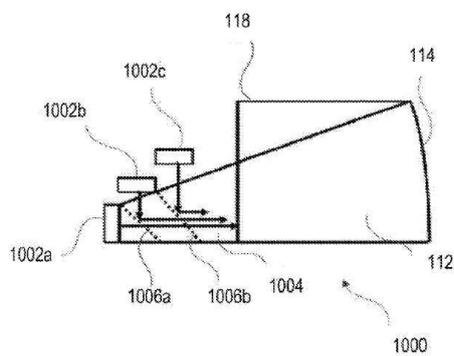
도면18m



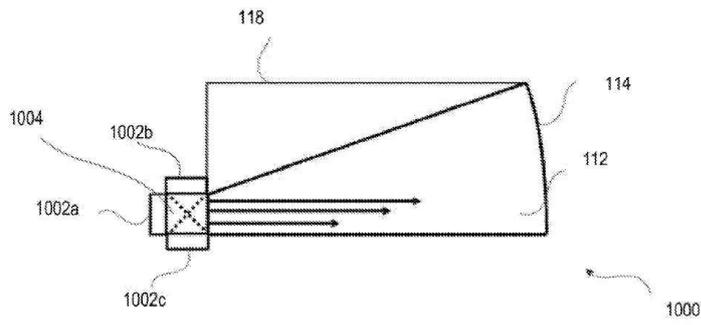
도면18n



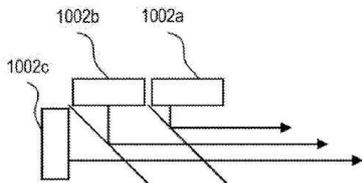
도면18o



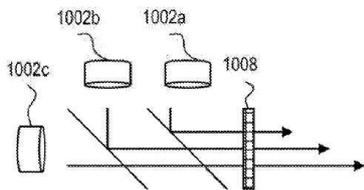
도면18p



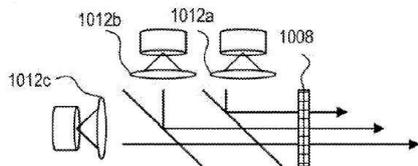
도면18q



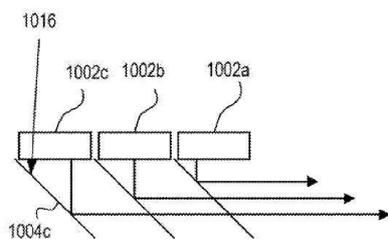
도면18r



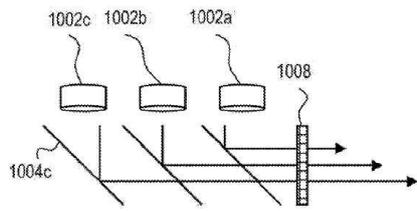
도면18s



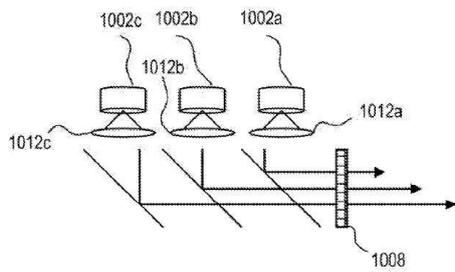
도면18t



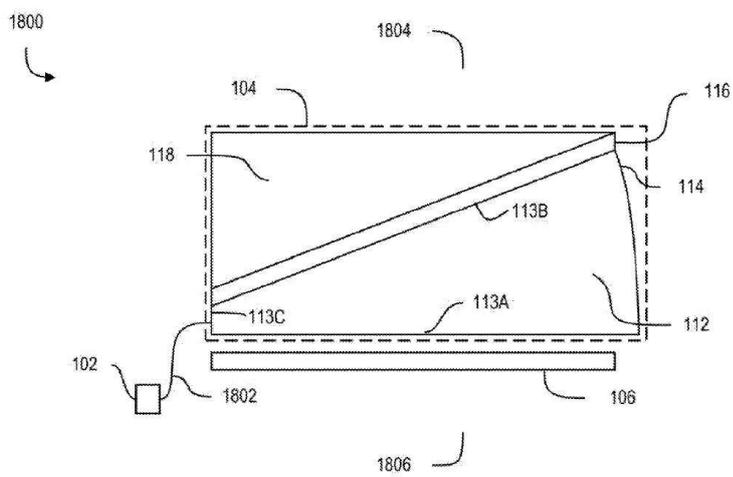
도면18u



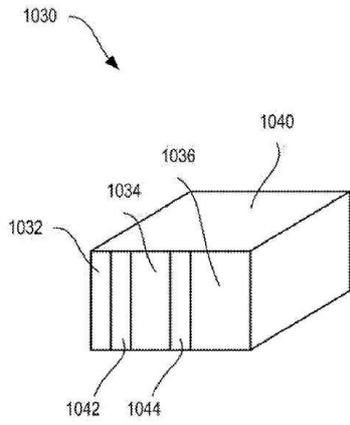
도면18v



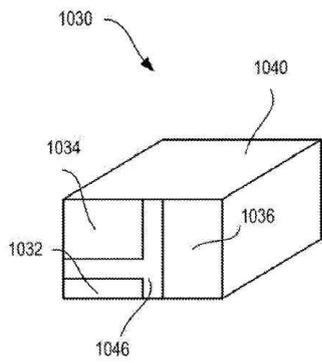
도면19



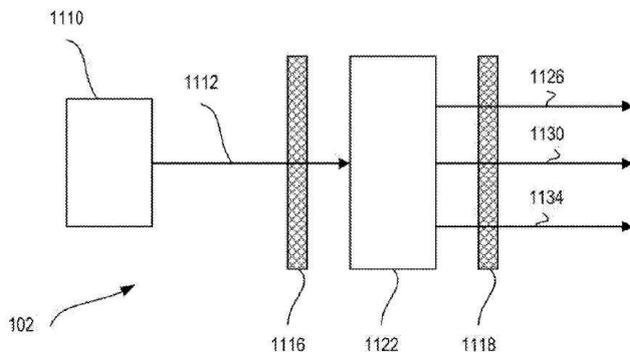
도면20a



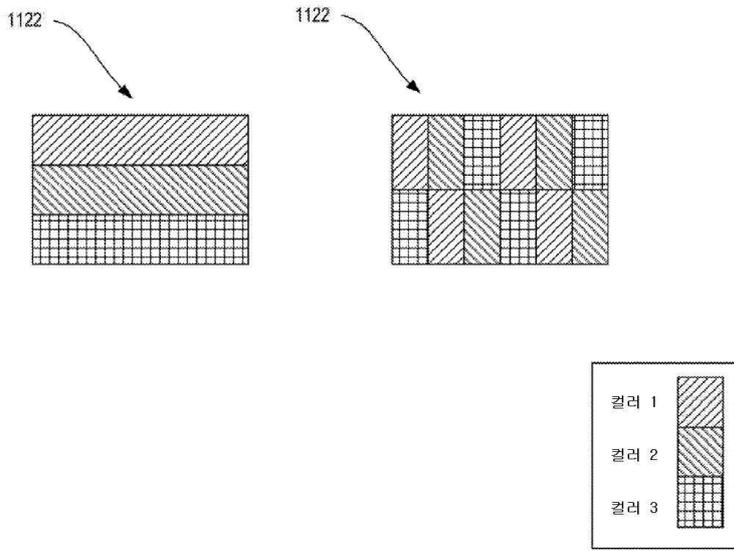
도면20b



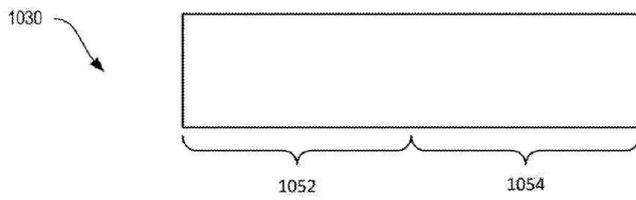
도면20c



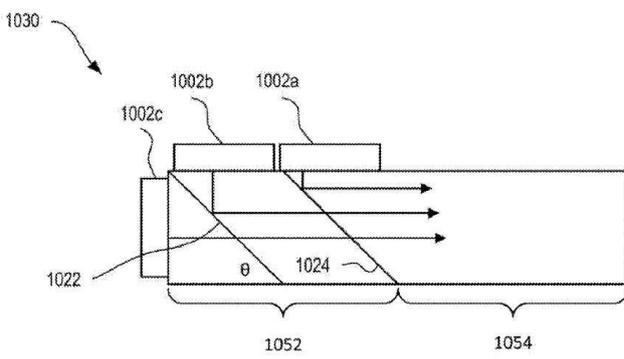
도면20d



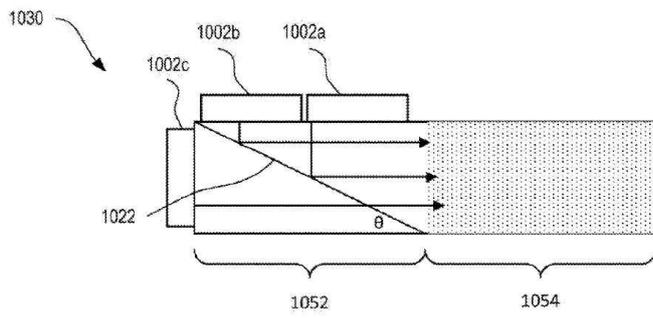
도면21a



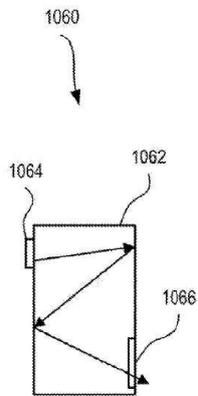
도면21b



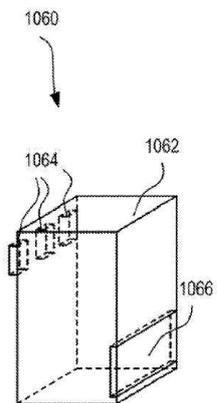
도면21c



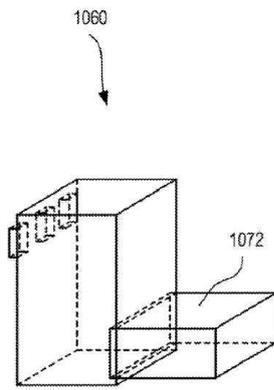
도면22a



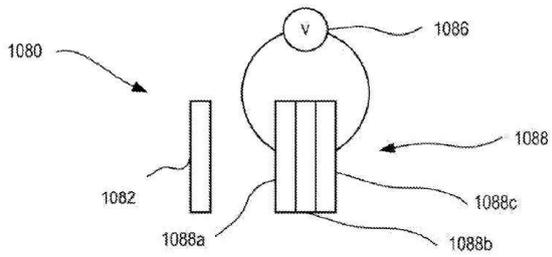
도면22b



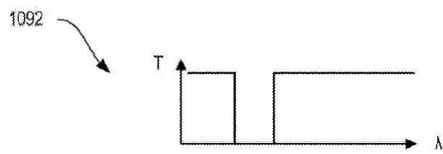
도면22c



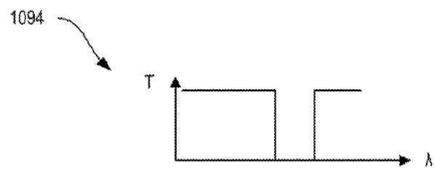
도면23a



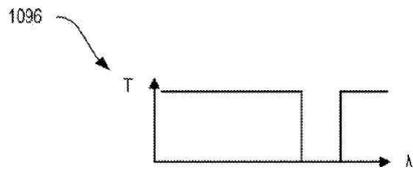
도면23b



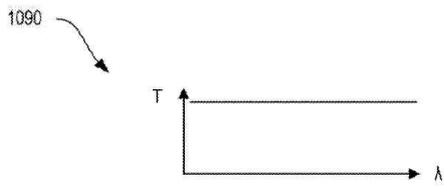
도면23c



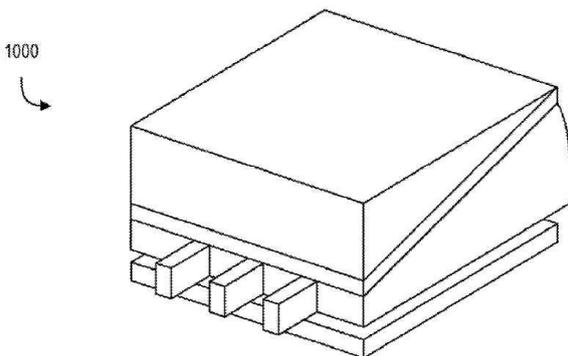
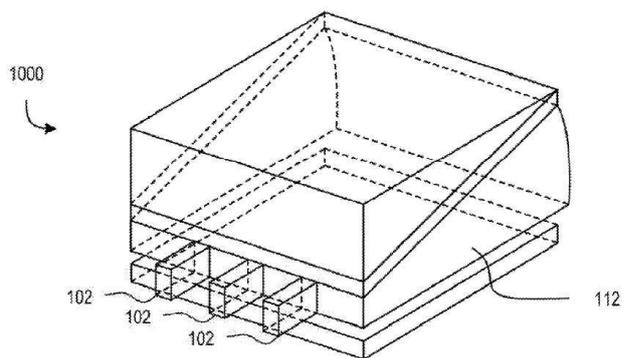
도면23d



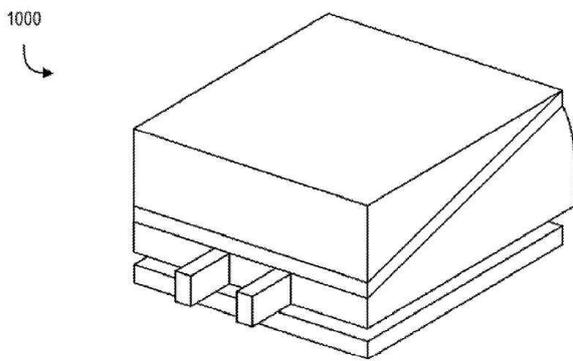
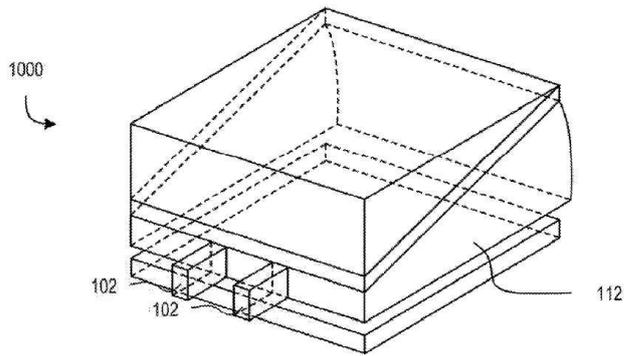
도면23e



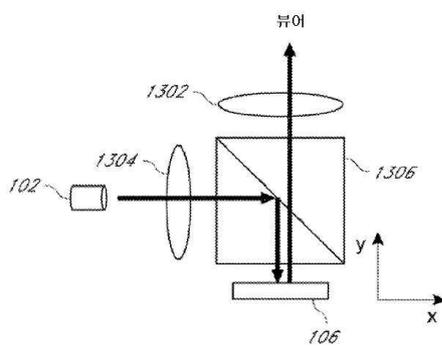
도면24



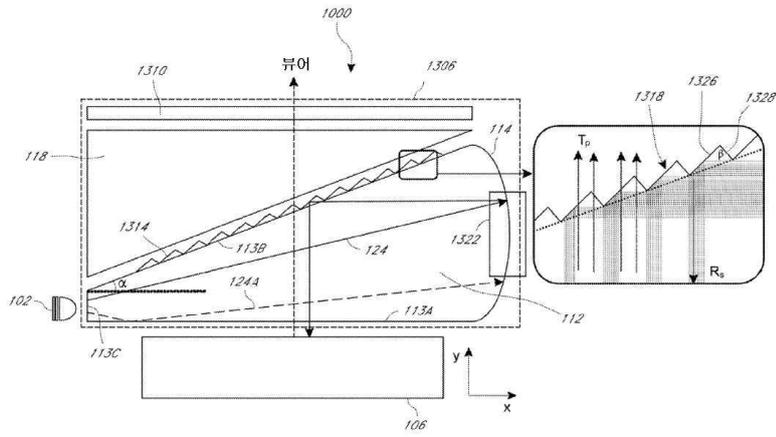
도면25



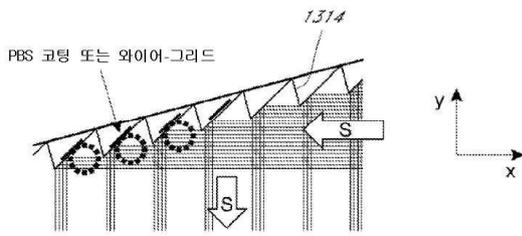
도면26



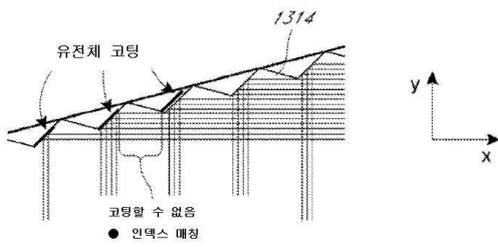
도면27



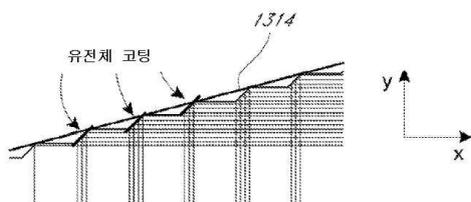
도면28a



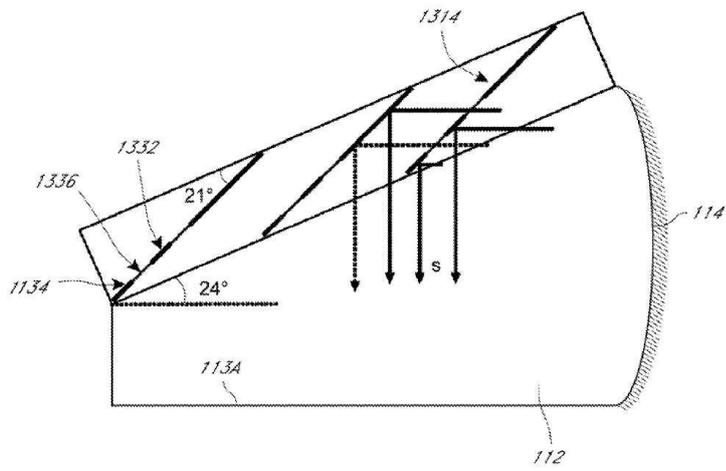
도면28b



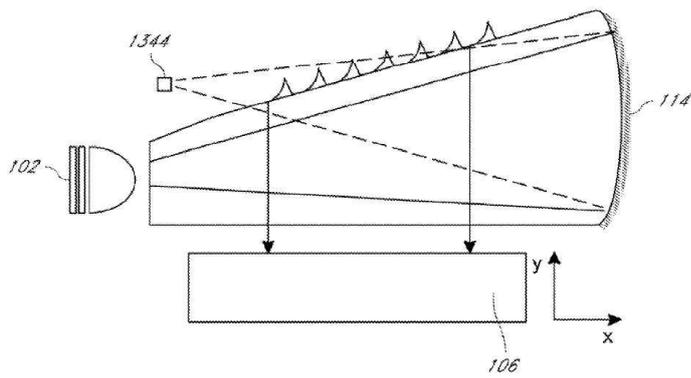
도면28c



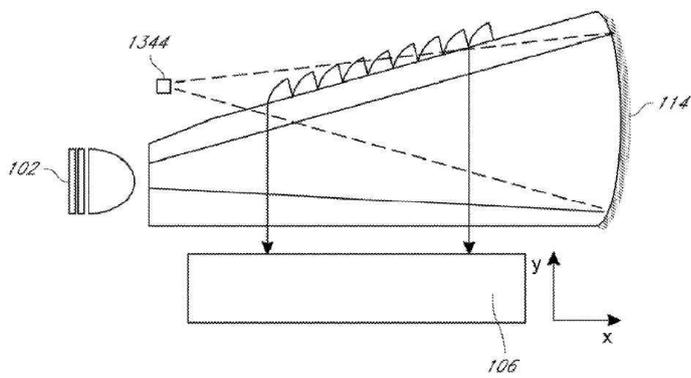
도면28d



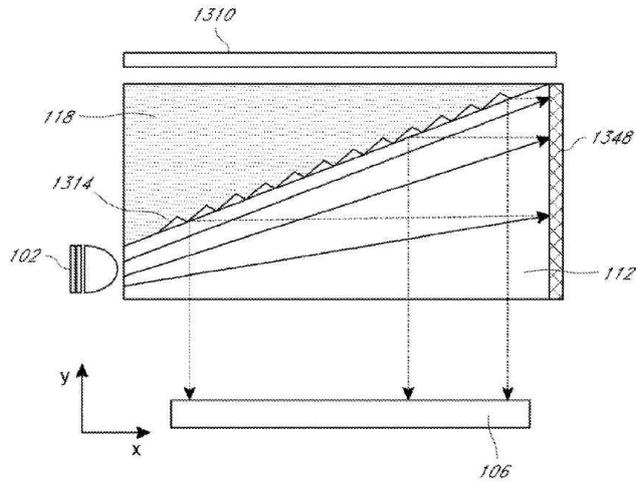
도면29a



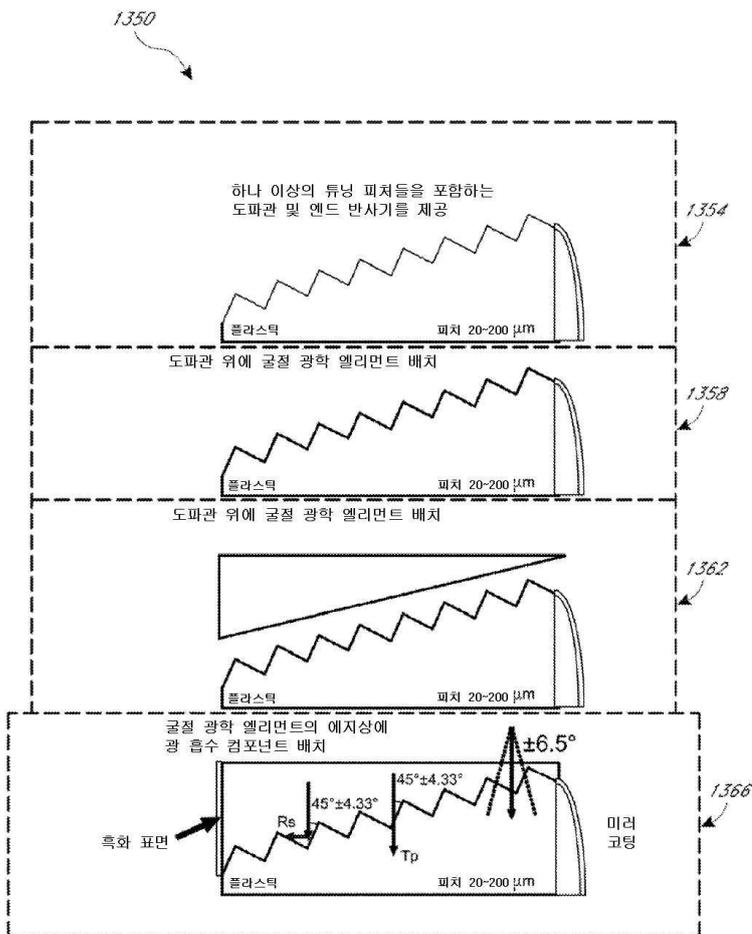
도면29b



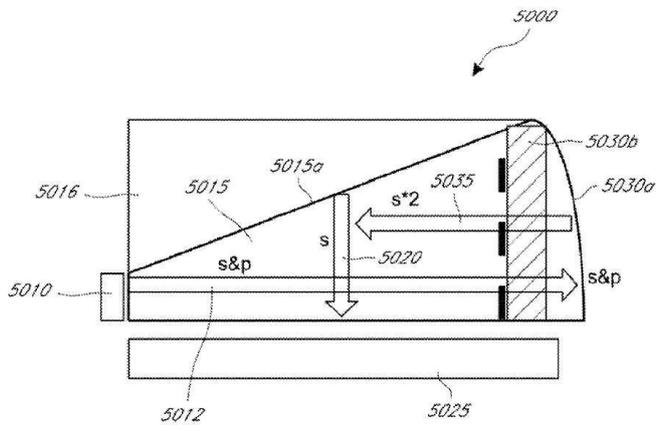
도면30



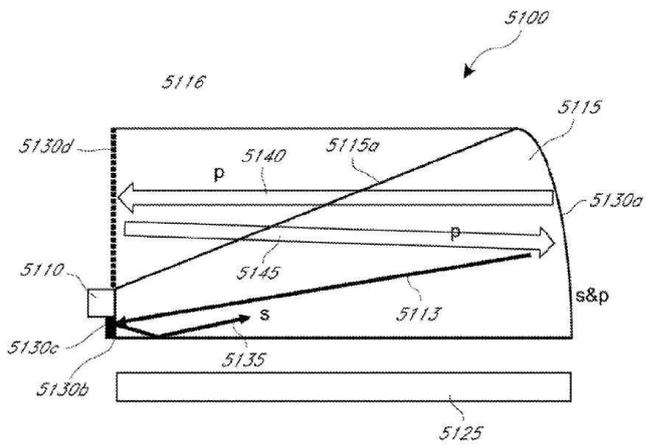
도면31



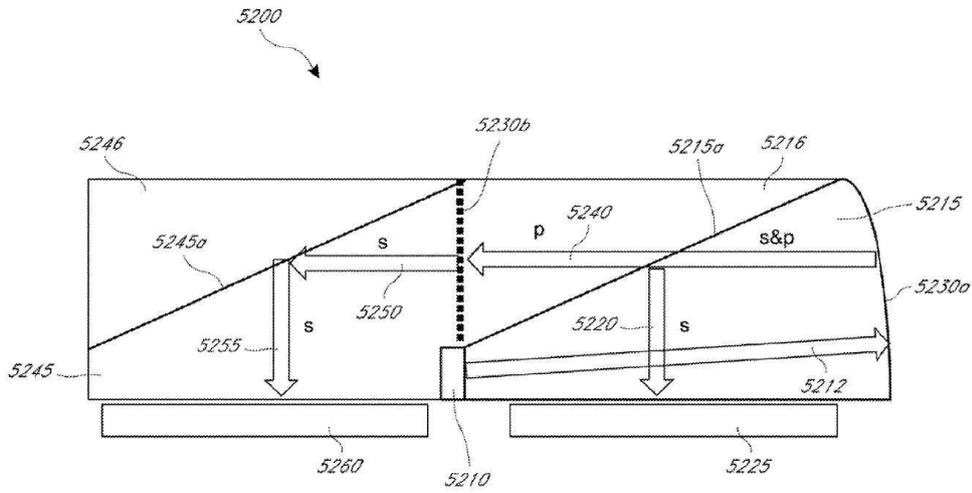
도면32



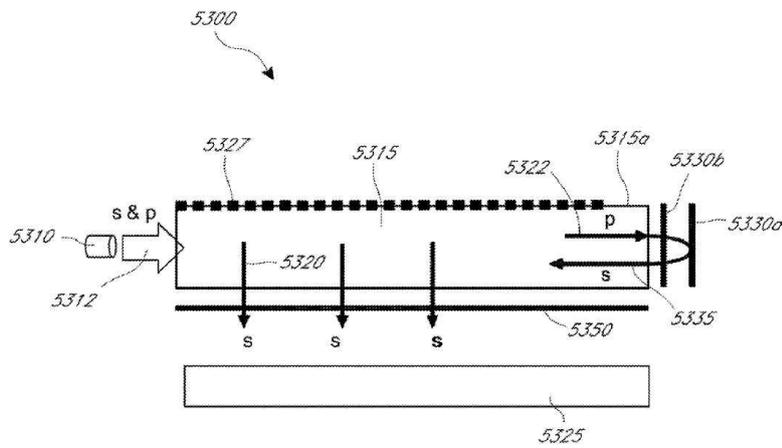
도면33



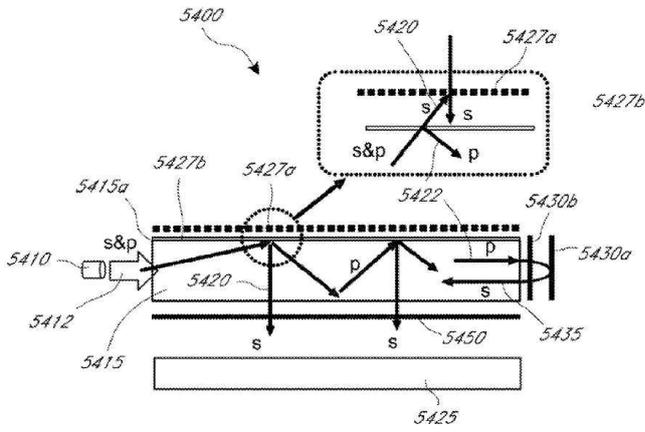
도면34



도면35



도면36



도면37

