(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월22일
(11) 등록번호 10-2799675
(24) 등록일자 2025년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F21V 8/00 (2016.01) *G02B 19/00* (2006.01)
G02B 27/00 (2020.01) *G02B 27/01* (2006.01)
G02B 27/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/0028 (2013.01)
G02B 19/0028 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7027263
(22) 출원일자(국제) 2017년02월24일
심사청구일자 2022년02월22일
(85) 번역문제출일자 2018년09월19일
(65) 공개번호 10-2018-0116350
(43) 공개일자 2018년10월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/019526
(87) 국제공개번호 WO 2017/147534
국제공개일자 2017년08월31일
(30) 우선권주장
62/300,749 2016년02월26일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007065080 A*
US20060126178 A1*
US20080232133 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
매직 립, 인코포레이티드
미국 플로리다 플랜타티온 웨스트 선라이즈 블러바드 7500 (우: 33322)
(72) 발명자
커티스, 케빈
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 블러바드 7500
홀, 헤이디, 리징
미국 14580 뉴욕 웹스터 버네트 로드 400
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

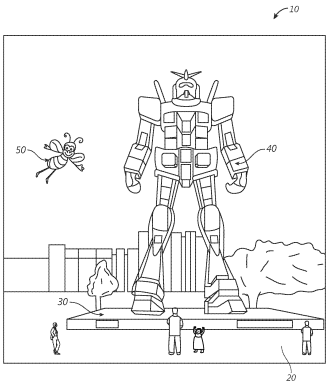
전체 청구항 수 : 총 28 항 심사관 : 이현홍

(54) 발명의 명칭 **복수의 발광기들에 대한 복수의 광 파이프들을 가진 디스플레이 시스템**

(57) 요 약

일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템이 제공된다. 디스플레이 시스템은 복수의 광 파이프들 및 광을 광 파이프들로 방출하도록 구성된 복수의 광 소스들을 포함한다. 디스플레이 시스템은 또한 이미지들을 형성하기 위해 광 파이프들로부터 수신된 광을 변조하도록 구성된 공간 광 변조기를 포함한다. 디스플레이 시스템은 또한, 공간 광 변조기로부터 변조된 광을 수신하고 그 광을 뷰어에게 중계하도록 구성된 하나 또는 그 초과의 도파관들을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G02B 27/0081 (2013.01)
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 27/141 (2013.01)
G02B 6/0006 (2013.01)
G02B 6/001 (2013.01)
G02B 6/0025 (2013.01)
G02B 6/0036 (2013.01)
G02B 6/005 (2013.01)
G02B 6/0076 (2013.01)
(72) 발명자
세인트 힐레르, 피에르
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 블러바드 7500
틴치, 데이비드
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 블러바드 7500

명 세 서

청구범위

청구항 1

디스플레이 시스템으로서,

복수의 광 파이프들 – 각각의 광 파이프는 상기 광 파이프의 대향 단부들에서 광 입력 표면 및 광 출력 표면을 가짐 –;

상기 광 파이프들의 광 입력 표면으로 광을 방출하도록 구성된 복수의 광 소스들 – 하나 이상의 광 소스들은 다른 광 소스들과 상이한 파장들의 광을 방출하도록 구성됨 –; 및

이미지들을 형성하기 위해 상기 광 파이프들의 광 출력 표면으로부터 수신된 광을 변조하도록 구성된 공간 광 변조기

를 포함하고,

각각의 광 파이프는 출력되는 광을 상기 공간 광 변조기 상에 다른 광 파이프들과는 상이한 위치 상에 로컬화하도록 배향되는,

디스플레이 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 광 출력 표면은 상기 광 입력 표면보다 더 큰 영역을 가지는,

디스플레이 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 광 파이프들 중 적어도 하나의 광 파이프는 상기 광 소스들 중 대응하는 2개 또는 그 초과의 광 소스들에 근접하고, 상기 대응하는 2개 또는 그 초과의 광 소스들로부터의 광을 상기 광 파이프들 중 적어도 하나의 광 파이프의 광 입력 표면을 통해 수신하고 상기 광 파이프들 중 적어도 하나의 광 파이프의 광 출력 표면으로부터 광을 출력하도록 구성되는,

디스플레이 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 복수의 광 파이프들 중 제1 광 파이프는 상기 제1 광 파이프의 광 입력 표면과 광 출력 표면 사이에 제1 높이를 가지고, 상기 복수의 광 파이프들 중 제2 광 파이프는 상기 제2 광 파이프의 광 입력 표면과 광 출력 표면 사이에 제2 높이를 가지며, 상기 제1 높이는 상기 제2 높이와 상이한,

디스플레이 시스템.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 광 입력 표면은 제1 기하구조를 가지며, 광 출력 소스는 상기 제1 기하구조와 상이한 제2 기하구조를 가지는,

디스플레이 시스템.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 복수의 광 파이프들은 각각 연관된 내부 폭을 가지는,

디스플레이 시스템.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 내부 폭은 광 파이프의 길이에 걸쳐 가변하는,

디스플레이 시스템.

청구항 8

제3 항에 있어서,

상기 광 소스들 중 대응하는 2개 또는 그 초과의 광 소스들 각각은 상이한 범위들의 파장들의 광을 방출하도록 구성되는,

디스플레이 시스템.

청구항 9

제3 항에 있어서,

상기 광 파이프들 중 적어도 하나의 광 파이프는 상기 광 입력 표면에 광 재지향 피처(feature)를 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 광 재지향 피처는 확산기, 격자 및 프리즘 중 하나 또는 그 초과를 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 11

제3 항에 있어서,

도파관들의 스택(stack)을 더 포함하고,

각각의 도파관은 상기 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된 광 인커플링(incoupling) 광학 엘리먼트를 포함하고,

하나 또는 그 초과의 제1 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트는, 상기 스택으로의 광의 전파 축을 따르는 방향으로부터 본 평면도에서 볼 때, 2개 또는 그 초과의 다른 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트로부터 공간적으로 오프셋되고, 그리고

상기 2개 또는 그 초과의 다른 도파관들 중 적어도 2개의 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트들은 상기 평면도에서 볼 때, 적어도 부분적으로 오버랩(overlap)하는,

디스플레이 시스템.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 2개 또는 그 초과의 다른 도파관들 중 적어도 2개의 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트들은 상기 광 소스들 중 대응하는 2개 또는 그 초과의 광 소스들 중 상이한 광 소스들로부터의 광을 인커플링하도록 구성

되고,

상기 2개 또는 그 초과의 다른 도파관들 중 적어도 2개의 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 2개 또는 그 초과의 다른 도파관들 중 적어도 2개의 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트들 중 어느 것도 상기 2개 또는 그 초과의 다른 도파관들로 인커플링되도록 광을 전송하는 광 파이프 상에 중심을 두지 않도록 서로에 관해 측방향으로 시프트되는,

디스플레이 시스템.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 도파관들의 스택의 각각의 도파관은 상기 도파관들의 스택의 하나 또는 그 초과의 다른 도파관들과 비교하여 상이한 발산 양들을 갖는 인커플링된 광을 출력하도록 구성되는 광 아웃커플링(outcoupling) 광학 엘리먼트를 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 14

제1 항에 있어서,

상기 광 파이프들 중 2개 또는 그 초과는 광학적 투과성 재료의 단일 피스(piece)의 부분인,

디스플레이 시스템.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 복수의 광 파이프들 모두는 광학적 투과성 재료의 단일 피스의 부분인,

디스플레이 시스템.

청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 광 소스들은 광 소스들의 그룹들을 형성하고, 각각의 그룹은 상이한 범위의 파장들의 광을 방출하는,

디스플레이 시스템.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 광 소스들은 광 소스들의 3개의 그룹들을 형성하고, 상기 그룹들 중 제1 그룹은 적색 광을 방출하고, 상기 그룹들 중 제2 그룹은 녹색 광을 방출하고, 그리고 상기 그룹들 중 제3 그룹은 청색 광을 방출하는,

디스플레이 시스템.

청구항 18

제1 항에 있어서,

하나 또는 그 초과의 광 파이프들은 다른 광 파이프들과 상이한 높이들을 가지는,

디스플레이 시스템.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 광 파이프들의 높이들은 상기 광 파이프에 대응하는 상기 광 소스에 의해 방출된 광의 파장들에 의존하여

가변하는,

디스플레이 시스템.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 광 파이프들의 높이들은 대응하는 광 소스에 의해 방출된 광의 평균 파장이 증가함에 따라 증가하는,

디스플레이 시스템.

청구항 21

제1 항에 있어서,

상기 광 파이프의 광 출력단에 확산기를 더 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 22

제1 항에 있어서,

상기 광 파이프들의 각각 사이에서 광 누설을 차단하도록 구성된 배플링(baffling)을 더 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 23

제1 항에 있어서,

상기 광 파이프들 중 하나 또는 그 초과의 광 파이프는 다른 광 파이프들과 상이한 최대 폭을 가지는,

디스플레이 시스템.

청구항 24

제1 항에 있어서,

도파관들의 스택을 더 포함하고,

각각의 도파관은 상기 공간 광 변조기로부터 광을 수신하도록 구성된 광 인커플링 광학 엘리먼트를 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 25

제24 항에 있어서,

각각의 도파관의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트는, 상기 스택으로의 광의 전파 축을 따르는 방향으로부터 본 평면도에서 볼 때, 다른 도파관들의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트로부터 공간적으로 오프셋되는,

디스플레이 시스템.

청구항 26

제25 항에 있어서,

평면도에서 볼 때, 상기 광 파이프들의 광 출력단들의 공간 어레인지먼트는 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트들의 공간 어레인지먼트와 일대일 대응하는,

디스플레이 시스템.

청구항 27

제24 항에 있어서,

상기 도파관들의 스택의 각각의 도파관은 상기 도파관들의 스택의 다른 도파관들 중 하나 또는 그 초과의 다른 도파관과 비교하여 상이한 발산 양들을 갖는 광을 출력하도록 구성되는 광 아웃커플링 광학 엘리먼트를 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 28

제1 항에 있어서,

광 소스와 광 파이프 사이에 개재된 프리즘을 더 포함하는,

디스플레이 시스템.

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] [0001] 본 출원은 2016년 2월 26일에 출원되고, 발명의 명칭이 "DISPLAY SYSTEM HAVING A PLURALITY OF LIGHT PIPES FOR A PLURALITY OF LIGHT EMITTERS"인 미국 가출원 번호 제 62/300749호를 35 U.S.C. § 119(e) 하에서 우선권으로 주장하고, 상기 가출원의 개시내용은 이로써 그 전체가 인용에 의해 포함된다.

[0002] [0002] 본 출원은 또한 다음 특허 출원들 및 공개물들 각각의 전체를 인용에 의해 포함한다: 2014년 11월 27일에 출원된 미국 출원 번호 제 14/555,585호; 2015년 4월 18일에 출원된 미국 출원 번호 제 14/690,401호; 2014년 3월 14일에 출원된 미국 출원 번호 제 14/212,961호; 및 2014년 7월 14일에 출원된 미국 출원 번호 제 14/331,218호.

[0003] [0003] 본 개시내용은 디스플레이 디바이스들 및, 보다 구체적으로, 발광기(light emitter)들로부터의 광을 전달하기 위해 광 파이프(pipe)들을 활용하는 디스플레이 디바이스들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] [0004] 디스플레이 디바이스들은 발광기로부터의 광을 변조하고 변조된 광을 뷰어(viewer)에게 지향시킴으로써 이미지들을 형성할 수 있다. 결과적으로, 이미지들의 품질 및 밝기는 발광기로부터 광 변조기에 의해 수신된 광의 품질에 의존할 수 있다. 적절한 품질의 광 출력을 제공하는 것은, 이미지의 다수의 뷰(view)들을 생성하는 증강 현실 및 가상 현실 시스템들의 맥락에서 특히 문제일 수 있다.

[0005] [0005] 따라서, 증강 현실 및 가상 현실 시스템들에 대한 광 변조기들을 포함하여, 고품질 광을 광 변조기에 제공하는 시스템들 및 방법들이 계속 필요하다.

발명의 내용

[0006] [0006] 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템이 제공된다. 디스플레이 시스템은 복수의 광 파이프들 및 광을 광 파이프들로 방출하도록 구성된 복수의 광 소스들을 포함한다. 디스플레이 시스템은 또한 이미지들을 형성하기 위해 광 파이프들로부터 수신된 광을 변조하도록 구성된 공간 광 변조기를 포함한다. 디스플레이 시스템은 또한 공간 광 변조기로부터 변조된 광을 수신하고 그 광을 뷰어에게 중계하도록 구성된 하나 또는 그 초과의 도파관들을 포함할 수 있다.

[0007] [0007] 일부 다른 실시예들에서, 디스플레이 시스템이 제공된다. 디스플레이 시스템은 부분적 투과성 반사기; 제1 광 소스; 및 제1 광 소스에 근접하여 제1 광 소스로부터의 광을 수신하고, 그리고 제1 광 소스로부터의 광을 제1 방향으로 반사기로 지향시키도록 구성된 제1 광 파이프를 포함한다. 디스플레이 시스템은 또한 제2 광 소스; 및 제2 광 소스에 근접하여 제2 광 소스로부터의 광을 수신하고, 그리고 제2 광 소스로부터의 광을 제2 방향으로 반사기로 지향시키도록 구성된 제2 광 파이프를 포함한다. 부분적 투과성 반사기는 제1 광 소스로부터의 광을 투과시키고; 그리고 제2 광 소스로부터의 광을 반사시키도록 구성된다.

[0008] [0008] 또 다른 실시예들에서, 광학 디바이스를 형성하기 위한 방법이 제공된다. 방법은 거칠어진 측벽 표면을 가진 광 파이프를 형성하는 단계; 광 파이프를 발광기에 커플링하는 단계; 및 광 파이프 및 발광기를 포함하는 어셈블리를 공간 광 변조기에 커플링하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] [0009] 도 1은 AR(augmented reality) 디바이스를 통한 AR의 사용자의 뷰를 예시한다.

[0010] 도 2는 웨어러블 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.

[0011] 도 3은 사용자에 대한 3차원 이미저리(imagery)를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다.

[0012] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.

[0013] 도 5a-도 5c는 곡률의 반경과 초점 반경 사이의 관계들을 예시한다.

[0014] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다.

[0015] 도 7은 도파관에 의해 출력된 출사(exit) 빔들의 예를 예시한다.

[0016] 도 8은, 각각의 깊이 평면이 다수의 상이한 컴포넌트 컬러들을 사용하여 형성된 이미지들을 포함하는 스택된 도파관 어셈블리의 예를 예시한다.

[0017] 도 9a는 인커플링(incoupling) 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 스택된 도파관들의 세트의 예의 측단면도를 예시한다.

[0018] 도 9b는 도 9a의 복수의 스택된 도파관들의 예의 사시도를 예시한다.

[0019] 도 9c는 도 9a 및 도 9b의 복수의 스택된 도파관들의 예의 탑-다운(top-down) 평면도를 예시한다.

[0020] 도 10은 광을 뷰어에게 지향시키기 위한 도파관 및 광 투사기 시스템의 단면도를 예시한다.

[0021] 도 11은 복수의 발광기들 및 복수의 광 파이프들을 가진 광 모듈의 사시도를 예시한다.

[0022] 도 12a 및 도 12b는 도 11의 광 모듈의 측단면도 및 탑 다운 평면도를 각각 예시한다.

[0023] 도 13a 및 도 13b는 광 파이프들의 사시도들을 예시한다.

[0024] 도 14는 도 13a 및 도 13b의 광 파이프를 통해 전파되는 광선들을 예시한다.

[0025] 도 15는 상이한 단면 영역들을 가진 복수의 광 파이프들의 탑-다운 단면도를 예시한다.

[0026] 도 16a 및 도 16b는 일체형 유닛으로서 형성된 복수의 광 파이프들의 측단면도들을 예시한다.

[0027] 도 17은 발광기들과 광 파이프 사이에 개재된 광학 구조와 함께, 복수의 발광기들로부터의 광을 전송하기 위한 단일 광 파이프를 예시한다.

[0028] 도 18은 2개의 상이한 발광기들로부터의 광을 단일 영역 상으로 출력하는 광 모듈을 예시한다.

[0029] 도 19a는 광 파이프들 둘레에 배플(baffle)을 가진 광 모듈의 단면 사시도를 예시한다.

[0030] 도 19b는 배플을 가진 광 모듈의 사시도를 예시한다.

[0031] 도 20은 광 파이프들 둘레에 배플을 가진 광 모듈의 측단면도를 예시한다.

[0032] 도면들은 예시적인 실시예들을 예시하기 위해 제공되고 본 개시내용의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] [0033] 일부 실시예들에 따라, 광을 광 변조기, 이를테면 공간 광 변조기에 제공하기 위한 광 모듈은 복수의 발광기들 및 광 파이프들을 포함한다. 발광기들의 각각은 발광기로부터의 광을 광 변조기로 전송하는 연관된 광 파이프를 가질 수 있다. 광 변조기는 광 파이프들로부터 수신된 광을 변조하도록 구성될 수 있고 이 변조된 광은 궁극적으로 뷰어에게 출력되거나 투사되고, 뷰어는, 자신의 눈이 변조된 광을 수신할 때 이미지를 인식한다. 따라서, 광 모듈 및 광 변조기를 포함하는 어셈블리는 투사기로 지칭될 수 있다.

[0011] [0034] 일부 실시예들에서, 각각의 광 파이프는 광 변조기 상의 고유한 대응하는 광-변조 영역으로 광을 지향시키도록 구성되고, 이로부터 광은 뷰어에게 광을 지향시키는 접안 렌즈 상의 고유한 대응하는 광 입력 영역으로 전파된다. 결과적으로, 디스플레이 시스템은 광 변조기 상의 복수의 광 변조 영역들과 각각 연관된 복수의 광 파이프들을 가질 수 있고, 차례로 상기 복수의 광 변조 영역들은 접안 렌즈 상의 복수의 광 입력 영역들과 연관된다. 예컨대, 광 파이프들의 각각은 정해진 광 파이프와 연관된 광 입력 영역과 고유하게(가능하게 다른

광학 구조들을 통해) 정렬되도록 공간적으로 배열될 수 있다. 결과적으로, 광 파이프, 광 변조기 상의 영역, 및 접안 렌즈 상의 광 입력 영역 사이에 일대일 대응이 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 접안 렌즈는 도파관들의 스택일 수 있고, 각각의 도파관은 광 입력 영역들 중 적어도 하나의 영역을 포함한다.

[0012] [0035] 일부 실시예들에서, 도파관들 중 적어도 일부는 상이한 컬러들의 광을 방출하도록 구성될 수 있고 그리고/또는 다른 도파관들과 상이한 광학 파워(power)를 가질 수 있다. 예컨대, 광을 광 파이프들로 지향시키는 발광기들의 각각은 상이한 컬러들에 대응할 수 있는 특정 범위의 파장들의 광을 방출할 수 있다. 예컨대, 상이한 발광기들은 3개 또는 그 초과의 컬러들, 예컨대 적색, 녹색 및 청색에 대응하는 상이한 파장들의 광을 방출할 수 있다. 이들 상이한 컬러들은 동일한 뷰어가 인식할 때 풀(full) 컬러 이미지를 형성하는 컴포넌트 컬러들일 수 있다. 게다가 또는 대안적으로, 접안 렌즈의 도파관들 중 일부는 상이한 광학 파워를 가질 수 있고 상이한 발산 양들로 뷰어에게 광을 출력할 수 있고, 이 광은, 디스플레이 디바이스가 이미지의 3차원 렌더링을 제공하는 실시예들에서 상이한 깊이 평면들에 대응하는 것으로 뷰어에 의해 인식될 수 있다.

[0013] [0036] 일부 실시예들에서, 광 소스는 이산 발광기, 이를테면 LED(light emitting diode)일 수 있다. 각각의 광 파이프는 연관된 발광기를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 또는 그 초과의 광 파이프들은 다수의 연관된 발광기들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 다수의 광 파이프들은 일체형 유닛으로 형성될 수 있다.

[0014] [0037] 유리하게, 광 파이프들은 높은 공간 균일성 및 높은 각도 균일성을 가진 광을 출력할 수 있다. 이론에 의해 제한되지 않고, 광이 광 파이프 내에서 전파될 때 광 파이프의 벽으로부터 광의 반사는 광을 균질화하는 데 도움을 줄 수 있고, 이에 의해 발광기에 의해 생성되고 원래 방출된 광보다 더 공간적으로 그리고 각도적으로 균일한 광을 제공한다. 일부 실시예들에서, 광학 구조들, 이를테면 확산 구조들은 광 출력의 균일성을 추가로 개선하기 위해 광 파이프의 광 입력 및/또는 광 출력 표면들에 제공될 수 있다. 게다가, 일부 실시예들에서, 광 파이프는 자신의 광 입력 및 광 출력 표면들 또는 단부들에서 상이한 치수들 및/또는 단면 형상들을 가질 수 있고, 이에 의해 상이한 단면 형상들을 가진 발광기들 및 광 변조기들이 효과적으로 함께 커플링되는 것이 허용된다. 또한, 일부 실시예들에서, 광 파이프들의 일부의 단면 영역들은 광 파이프들의 다른 일부의 단면 영역들과 상이할 수 있고, 그리고/또는 광 파이프들의 높이들은 가변할 수 있고, 이는 광 변조기로의 상이한 파장들의 광의 전송 및 적합한 포커싱을 가능하게 할 수 있고; 예컨대, 광 파이프의 높이는 광 파이프로 주입되는 광의 파장들에 기반하여 선택될 수 있다. 더 작은 파장들의 광이 더 긴 파장들의 광보다 더 짧은 광 파이프에 의해 효과적으로 전송되어, 광 파이프를 출사하는 광이 지향될 예컨대, 도파관의 영역과 발광기 사이의 원하는 분리를 유지할 수 있음이 인식될 것이다. 게다가, 광 파이프들의 광 입력 표면들의 단면 영역들은, 광 파이프들이 커플링되는 발광기들의 사이즈들에 의존하여 가변될 수 있고, 그리고 광 파이프들의 광 출력 표면들의 단면 영역들은 또한 광 파이프들로부터 광을 수신하도록 구성된 광학 피처(feature)들(예컨대, 인커플링 광학 엘리먼트들)의 사이즈들에 의존하여 가변할 수 있다.

[0015] [0038] 이제 도면들에 대해 참조가 이루어질 것이고, 여기서 유사한 참조 번호들은 전체에 걸쳐 유사한 부분들을 지칭한다.

[0016] 예시적인 디스플레이 시스템들

[0017] [0039] 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(1)이 묘사된다. 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들이 소위 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 위한 시스템들의 개발을 가능하게 하였고, 여기서 디지털적으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들이, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 인식될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다는 것이 인식될 것이다. 가상 현실, 또는 "VR" 시나리오는 통상적으로 다른 실제 실세계 시각적 입력에 대한 투명성(transparency) 없이 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션(presentation)을 수반하고; 증강 현실, 또는 "AR" 시나리오는 통상적으로 사용자 주위 실제 세계의 시각화에 대한 증강으로서 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반한다. 혼합 현실, 또는 "MR" 시나리오는 AR 시나리오의 타입이고 통상적으로 자연 세계에 통합되고 이에 응답하는 가상 객체들을 수반한다. 예컨대, MR 시나리오는 실세계의 객체들에 의해 차단되는 것으로 보이거나 그렇지 않으면 이 객체들과 상호작용하는 것으로 인식되는 AR 이미지 콘텐츠를 포함할 수 있다.

[0018] [0040] 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(1)이 묘사된다. AR 기술의 사용자는 배경 내의 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(30)을 특징으로 하는 실세계 공원형 세팅(20)을 본다. 사용자는 또한, 그가 "가상 콘텐츠", 이를테면 실세계 플랫폼(1120)에 서 있는 로봇 동상(40), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보이는 날고 있는 만화형 아바타 캐릭터(50)를 보는 것을 인식한다. 이들 엘리먼트들(50, 40)은, 이들이 실세계에 존재하지 않는다는 점에서 "가상"이다. 인간 시각 인식 시스템이 복잡하기 때문에, 다른 가상 또는 실세계 이미저리

(imagery) 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고, 자연스럽고, 풍부한 프리젠테이션을 가능하게 하는 AR 기술을 생성하는 것은 문제이다.

[0019] [0041] 도 2는 웨어러블 디스플레이 시스템(60)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(60)은 디스플레이(70), 및 그 디스플레이(70)의 기능을 지원하기 위한 다양한 기계적 및 전자적 모듈들 및 시스템들을 포함한다. 디스플레이(70)는 디스플레이 시스템 사용자 또는 뷰어(90)에 의해 웨어러블 가능하고 그리고 사용자(90)의 눈들의 전면에 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 외이도(ear canal)에 인접하게 포지셔닝되도록 구성된다(일부 실시예들에서, 도시되지 않은 다른 스피커가 선택적으로 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝되어 스테레오/형상화가능 사운드 제어를 제공할 수 있음). 디스플레이 시스템은 또한 하나 또는 그 초과의 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 하도록 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 수집하도록 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 특징으로 하는 데이터를 획득하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 센서(120a)는 전극일 수 있다.

[0020] [0042] 도 2를 계속 참조하면, 디스플레이(70)는 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(80)에 고정되게 부착되거나, 사용자에 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정되게 부착되거나, 헤드폰들에 임베딩되거나, 그렇지 않으면 사용자(90)에게 제거가능하게 부착되는(예컨대, 백팩(backpack)-스타일 구성으로, 벨트-커플링 스타일 구성으로) 로컬 데이터 프로세싱 모듈(140)에, 통신 링크(130), 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결성에 의해 동작가능하게 커플링된다. 유사하게, 센서(120a)는 통신 링크(120b), 예컨대 유선 리드 또는 무선 연결성에 의해 로컬 프로세서 및 데이터 모듈(140)에 동작가능하게 커플링될 수 있다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 하드웨어 프로세서뿐 아니라, 디지털 메모리 이를테면 비-휘발성 메모리(예컨대, 플래시 메모리 또는 하드 디스크 드라이브들)를 포함할 수 있고, 이 둘 모두는 데이터의 프로세싱, 캐싱(caching) 및 저장을 돕는 데 활용될 수 있다. 데이터는 a) 센서들(예컨대 프레임(80)에 동작가능하게 커플링되거나 그렇지 않으면 사용자(90)에게 부착될 수 있음), 이를테면 이미지 캡처 디바이스들(이를테면 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴파스(compass)들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 자이로(gyro)들 및/또는 본원에 개시된 다른 센서들로부터 캡처되고; 그리고/또는 b) 원격 프로세싱 모듈(150) 및/또는 원격 데이터 저장소(160)를 사용하여 획득 및/또는 프로세싱되고, 그런 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 후 가능하게 디스플레이(70)에 전달되는 데이터(가상 콘텐츠에 관련된 데이터를 포함함)를 포함한다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 통신 링크들(170, 180)에 의해, 이를테면 유선 또는 무선 통신 링크들을 통하여, 원격 프로세싱 모듈(150) 및 원격 데이터 저장소(160)에 동작가능하게 커플링될 수 있어서, 이들 원격 모듈들(150, 160)은 서로 동작가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)에 대한 리소스들로서 이용가능하다. 일부 실시예들에서, 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 이미지 캡처 디바이스들, 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴파스들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들 및/또는 자이로들 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 이들 센서들 중 하나 또는 그 초과는 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.

[0021] [0043] 도 2를 계속 참조하면, 일부 실시예들에서, 원격 프로세싱 모듈(150)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 또는 그 초과의 프로세서들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 저장소(160)는 "클라우드" 리소스 구성에서 인터넷 또는 다른 네트워킹 구성을 통하여 이용가능할 수 있는 디지털 데이터 저장 설비를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 저장소(160)는 하나 또는 그 초과의 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 데이터는 저장되고 모든 컴퓨테이션(computation)들은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에서 수행되고, 이는 원격 모듈들로부터 완전히 자율적인 사용을 허용한다.

[0022] [0044] 이제 도 3을 참조하면, "3차원" 또는 "3D" 인 것로서 이미지의 인식은 뷰어의 각각의 눈에 이미지의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 도 3은 사용자에 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 편평하고 눈들(210 및 220)은 단일 원근조절된 상태를 가정함으로써 이미지들 상에 포커싱할 수 있다. 그런 3D 디스플레이 시스템들은 결합된 이미지에 대한 깊이 및/또는 스케일(scale)의 인식을 제공하기 위해 이미지들(190, 200)을 결합하기 위한 인간 시각 시스템에 의존한다.

[0023] [0045] 그러나, 인간 시각 시스템이 더 복잡하고 깊이의 현실적인 인식을 제공하는 것이 더 어렵다는 것이 인식될 것이다. 예컨대, 종래의 "3D" 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 그런 시스템들이 불편하다고 여기거나 깊이 감을 전혀 인식하지 못할 수 있다. 이론에 의해 제한되지 않고, 객체의 뷰어들이 이접 운동(vergence) 및 원근조절의 결합으로 인해 객체를 "3차원"인 것으로 인식할 수 있다는 것이 믿어진다. 서로에 대해 2개의 눈들의 이접 운동 움직임들(즉, 객체 상에 고정시키도록 눈들의 시선들을 수렴하기 위하여 서로를 향해 또는 서로 멀어지게 동공이 움직이도록 하는 눈들의 회전)은 눈들의 렌즈들 및 동공들의 포커싱(또는 "원근조절")과 밀접하게 연관된다. 정상 조건들 하에서, 상이한 거리에 있는 하나의 객체로부터 다른 객체로 포커스를 변화시키기 위하여, 눈들의 렌즈들의 포커스를 변화시키거나, 또는 눈들의 원근을 조절하는 것은 "원근조절-이접 운동 반사(accommodation-vergence reflex)"로서 알려진 관계 하에서, 동일한 거리로의 이접 운동의 매칭 변화뿐 아니라 동공 팽창 또는 수축을 자동으로 유발할 것이다. 마찬가지로, 이접 운동의 변화는 정상 조건들 하에서, 렌즈 형상 및 동공 사이즈의 원근 조절의 매칭 변화를 트리거할 것이다. 본원에서 주목된 바와 같이, 많은 입체적 또는 "3D" 디스플레이 시스템들은, 3차원 조망이 인간 시각 시스템에 의해 인식되도록 각각의 눈에 약간 상이한 프리젠테이션들(및, 따라서, 약간 상이한 이미지들)을 사용하여 장면을 디스플레이한다. 그러나, 그런 시스템들은 많은 뷰어들에게 불편한데, 그 이유는 여러 가지 것들 중에서, 그런 시스템들이 단순히 장면의 상이한 프리젠테이션들을 제공하지만, 눈들이 단일 원근조절된 상태에서 모든 이미지 정보를 보고, 그리고 "원근조절-이접 운동 반사"에 대하여 작동하기 때문이다. 원근조절과 이접 운동 사이의 더 나은 매치를 제공하는 디스플레이 시스템들은 3차원 이미저리의 더 현실적이고 편안한 시뮬레이션들을 형성할 수 있다.

[0024] [0046] 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 객체들은, 이들 객체들이 인 포커스(in focus)되도록 눈들(210, 220)에 의해 원근조절된다. 눈들(210 및 220)은 z-축을 따라 상이한 거리들에 있는 객체들을 포커싱하기 위해 특정 원근조절된 상태들을 취한다. 결과적으로, 특정 원근조절된 상태는 연관된 초점 거리와 함께, 깊이 평면들(240) 중 특정 하나의 깊이 평면과 연관되는 것으로 말해질 수 있어서, 특정 깊이 평면의 객체들 또는 객체들의 부분들은, 눈이 그 깊이 평면에 대해 원근조절된 상태에 있을 때 인 포커스된다. 일부 실시예들에서, 3차원 이미저리는 눈들(210, 220)의 각각에 대해 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써, 그리고 또한 깊이 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 시뮬레이팅될 수 있다. 예시의 명확성을 위해 별개인 것으로 도시되지만, 눈들(210, 220)의 시야들이 예컨대 z-축을 따른 거리가 증가함에 따라 오버랩할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 게다가, 예시의 용이함을 위해 편평한 것으로 도시되지만, 깊이 평면의 윤곽들이 물리적 공간에서 곡선질 수 있어서, 깊이 평면 내의 모든 피처들이 특정 원근 조절된 상태에서 눈과 인 포커싱되는 것이 인식될 것이다.

[0025] [0047] 객체와 눈(210 또는 220) 사이의 거리는 또한, 그 눈에 의해 보여지는 그 객체로부터의 광의 발산량을 변화시킬 수 있다. 도 5a-도 5c는 광선들의 거리와 발산 사이의 관계들을 예시한다. 객체와 눈(210) 사이의 거리는 감소하는 거리의 순서로 R1, R2 및 R3에 의해 나타내진다. 도 5a-도 5c에 도시된 바와 같이, 광선들은, 객체에 대한 거리가 감소함에 따라 더 많이 발산하게 된다. 거리가 증가함에 따라, 광선들은 더 시준된다. 다른 말로 하면, 포인트(객체 또는 객체의 일부)에 의해 생성된 광 필드가 구체 파면 곡률을 갖는다고 말할 수 있으며, 구체 파면 곡률은, 그 포인트가 사용자의 눈으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지의 함수이다. 곡률은 객체와 눈(210) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 결과적으로, 상이한 깊이 평면들에서, 광선들의 발산 정도는 또한 상이하고, 발산 정도는, 깊이 평면들과 뷰어의 눈(210) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 도 5a-도 5c 및 본원의 다른 도면들에서 예시의 명확성을 위해 단지 한쪽 눈(210)만이 예시되지만, 눈(210)에 대한 논의들이 뷰어의 양쪽 눈들(210 및 220)에 적용될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0026] [0048] 이론에 의해 제한되지 않고, 인간 눈이 통상적으로 깊이 인식을 제공하기 위해 유한한 수의 깊이 평면들을 해석할 수 있다는 것이 믿어진다. 결과적으로, 인식된 깊이의 매우 믿을만한 시뮬레이션은, 눈에, 이들 제한된 수의 깊이 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 상이한 프리젠테이션들은 뷰어의 눈들에 의해 별도로 포커싱될 수 있어서, 상이한 깊이 평면 상에 위치된 장면

에 대해 상이한 이미지 피처들을 포커싱하게 하는데 요구되는 눈의 원근 조절에 기반하여 그리고/또는 포커싱에서 벗어난 상이한 깊이 평면들 상의 상이한 이미지 피처들을 관찰하는 것에 기반하여 사용자에게 깊이 단서들을 제공하는 것을 돕는다.

[0027] [0049] 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 인식을 눈/뇌에 제공하기 위해 활용될 수 있는 도파관들의 스택, 또는 스택된 도파관 어셈블리(260)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(250)은 도 2의 시스템(60)이고, 도 6은 그 시스템(60)의 일부 부분들을 더 상세히 개략적으로 보여준다. 예컨대, 도파관 어셈블리(260)는 도 2의 디스플레이(70)의 부분일 수 있다. 디스플레이 시스템(250)이 일부 실시예들에서 광 필드 디스플레이로 고려될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 게다가, 본원에서 주목된 바와 같이, 도파관 어셈블리(260)는 또한 접안 렌즈로 지칭될 수 있다.

[0028] [0050] 도 6을 계속 참조하면, 도파관 어셈블리(260)는 또한 도파관들 사이에 복수의 피처들(320, 330, 340, 350)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피처들(320, 330, 340, 350)은 하나 또는 그 초과의 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 광의 소스로서 기능할 수 있고 이미지 정보를 도파관들에 주입하는 데 활용될 수 있고, 이 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 각각은, 본원에 설명된 바와 같이, 눈(210)을 향하여 출력하도록, 각각의 개별 도파관에 걸쳐 인입 광을 분배하도록 구성될 수 있다. 광은 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)의 출력 표면(410, 420, 430, 440, 450)에서 출사하고 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 대응하는 입력 표면(460, 470, 480, 490, 500)으로 주입된다. 일부 실시예들에서, 입력 표면들(460, 470, 480, 490, 500)의 각각은 대응하는 도파관의 에지일 수 있거나, 대응하는 도파관의 주 표면(즉, 세계(510) 또는 뷰어의 눈(210)을 직접 향하는 도파관 표면들 중 하나)의 부분일 수 있다. 일부 실시예들에서, 광의 단일 빔(예컨대, 시준된 빔)은 특정 도파관과 연관된 깊이 평면에 대응하는 특정 각도들(및 발산량들)로 눈(210)을 향하여 지향되는 복제되고 시준된 빔들의 전체 필드를 출력하기 위해 각각의 도파관으로 주입될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400) 중 하나의 이미지 주입 디바이스는 복수(예컨대, 3개)의 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)과 연관되어 이들에 광을 주입할 수 있다.

[0029] [0051] 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 또는 그 초과의 광학 도관들(이를테면, 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)의 각각에 파이핑(pipe)할 수 있는 단일 멀티플렉싱된 디스플레이의 출력단들이다. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)에 의해 제공된 이미지 정보가 상이한 파장들, 또는 컬러들(예컨대, 본원에 논의된 바와 같이, 상이한 컴포넌트 컬러들)의 광을 포함할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0030] [0052] 일부 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 주입된 광은 광 투사기 시스템(520)에 의해 제공되고, 광 투사기 시스템(520)은 발광기, 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 인식된 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 부분들을 나타낼 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0031] [0053] 제어기(560)는 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400), 광 소스(540) 및 광 변조기(530)의 동작을 포함하여, 스택된 도파관 어셈블리(260) 중 하나 또는 그 초과의 동작을 제어한다. 일부 실시예들에서, 제어기(560)는 로컬 데이터 프로세싱 모듈(140)의 부분이다. 제어기(560)는, 예컨대 본원에 개시된 다양한 방식들 중 임의의 방식에 따라, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로의 이미지 정보의 타이밍 및 제공을 조절하는 프로그래밍(예컨대, 비-일시적 매체 내의 명령들)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제어기는 단일 통합 디바이스, 또는 유선 또는 무선 통신 채널들에 의해 연결되는 분산형 시스템일 수 있다. 제어기(560)는 일부 실

시예들에서 프로세싱 모듈들(140 또는 150)(도 2)의 부분일 수 있다.

[0032] [0054] 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 최하부 표면, 그리고 이들 주 최상부 표면과 최하부 표면 사이에서 연장되는 에지들을 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 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)을 포함할 수 있다. 추출된 광은 또한 아웃커플링된 광이라 지칭될 수 있고 아웃커플링 광학 엘리먼트들은 또한 광 추출 광학 엘리먼트들이라 지칭될 수 있다. 추출된 광 빔은, 도파관 내에서 전파되는 광이 광 추출 광학 엘리먼트를 가격하는 위치들에서 도파관에 의해 출력될 수 있다. 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 예컨대, 본원에서 추가로 논의된 바와 같이 회절 광학 피처들을 포함하는 격자들일 수 있다. 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은, 설명의 용이함 및 도면 명확성을 위해 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 최하부 주 표면들에 배치된 것으로 예시되지만, 본원에서 추가로 논의된 바와 같이, 일부 실시예들에서는, 최상부 및/또는 최하부 주 표면들에 배치될 수 있고, 그리고/또는 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)의 볼륨 내에 직접 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)을 형성하기 위해 투명 기판에 부착된 재료의 층으로 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)은 모놀리식 재료 피스(piece)일 수 있고 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 그 재료 피스의 표면 상에 및/또는 내부에 형성될 수 있다.

[0033] [0055] 도 6을 계속 참조하면, 본원에 논의된 바와 같이, 각각의 도파관(270, 280, 290, 300, 310)은 특정 깊이 평면에 대응하는 이미지를 형성하기 위해 광을 출력하도록 구성된다. 예컨대, 눈에 가장 가까운 도파관(270)은, (그런 도파관(270)에 주입된) 시준된 광을 눈(210)에 전달하도록 구성될 수 있다. 시준된 광은 광학 무한대 초점 평면을 나타낼 수 있다. 위쪽(up) 다음 도파관(280)은, 시준된 광이 눈(210)에 도달할 수 있기 전에 제1 렌즈(350)(예컨대, 네거티브 렌즈)를 통과하는 시준된 광을 전송하도록 구성될 수 있고; 그런 제1 렌즈(350)는 약간 볼록한 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 그 위쪽 다음 도파관(280)으로부터 오는 광을, 광학적 무한대로부터 눈(210)을 향하여 안쪽으로 더 가까운 제1 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다. 유사하게, 위쪽 제3 도파관(290)은 눈(210)에 도달하기 전에 제1 렌즈(350) 및 제2 렌즈(340) 둘 모두를 통하여 자신의 출력 광을 통과시키고; 제1 렌즈(350) 및 제2 렌즈(340)의 결합된 광학 파워는 다른 증분 양의 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 제3 도파관(290)으로부터 오는 광을, 위쪽 다음 도파관(280)으로부터의 광이기보다 광학적 무한대로부터 사람을 향하여 안쪽으로 훨씬 더 가까운 제2 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다.

[0034] [0056] 다른 도파관 층들(300, 310) 및 렌즈들(330, 320)은 유사하게 구성되고, 스택 내 가장 높은 도파관(310)은, 자신의 출력을, 사람과 가장 가까운 초점 평면을 대표하는 총(aggregate) 초점 파워에 대해 자신과 눈 사이의 렌즈들 모두를 통하여 전송한다. 스택된 도파관 어셈블리(260)의 다른 측부 상에서 세계(510)로부터 오는 광을 보고/해석할 때 렌즈들(320, 330, 340, 350)의 스택을 보상하기 위하여, 보상 렌즈 층(620)이 아래쪽 렌즈 스택(320, 330, 340, 350)의 총 파워를 보상하기 위해 스택의 최상부에 배치될 수 있다. 그런 구성은 이용가능한 도파관/렌즈 쌍들이 존재하는 만큼 많은 인식되는 초점 평면들을 제공한다. 도파관들의 아웃커플링 광학 엘리먼트들과 렌즈들의 포커싱 양상들 둘 모두는 정적(즉, 동적이거나 전자-활성이지 않음)일 수 있다. 일부 대안적인 실시예들에서, 어느 하나 또는 둘 모두는 전자-활성 피처들을 사용하여 동적일 수 있다.

[0035] [0057] 일부 실시예들에서, 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 2개 또는 그 초과는 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] [0058] 도 6을 계속 참조하면, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 자신의 개별 도파관들로부터 광을 재지향하는 것 및 도파관과 연관된 특정 깊이 평면에 대해 적절한 양의 발산 또는 시준으로 이 광을 출력하는 것 둘 모두를 수행하도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 상이한 연관된 깊이 평면들을 가진 도파관들은 상이한 구성들의 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)을 가질 수 있고, 아웃커플링 광학

엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 연관된 깊이 평면에 따라 상이한 발산 양으로 광을 출력한다. 일부 실시예들에서, 광 추출 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 특정 각도들에서 광을 출력하도록 구성될 수 있는 볼류메트릭(volumetric) 또는 표면 피처들일 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, 피처들(320, 330, 340, 350)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 공기 갭들을 형성하기 위한 구조들 및/또는 클래딩(cladding) 층들)일 수 있다.

[0037] [0059] 일부 실시예들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 회절 패턴, 또는 "회절 광학 엘리먼트"(또한 본원에서 "DOE"로서 지칭됨)를 형성하는 회절 피처들이다. 바람직하게, DOE들은 충분히 낮은 회절 효율성을 가져서, 빔의 광의 일부만이 DOE의 각각의 교차에 의해 눈(210)을 향하여 편향되지만, 나머지는 TIR을 통하여 도파관을 통해 계속 이동한다. 따라서, 이미지 정보를 운반하는 광은 다수의 위치들에서 도파관을 출사하는 다수의 관련된 출사 빔들로 분할되고, 그 결과는 이런 특정 시준된 빔이 도파관 내에서 이리저리 바운싱(bouncing)되기 때문에 눈(210)을 향한 상당히 균일한 출사 방출 패턴이다.

[0038] [0060] 일부 실시예들에서, 하나 또는 그 초과의 DOE들은, 활발하게 회절시키는 "온" 상태들과 크게 회절시키지 않는 "오프" 상태들 간에 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 굴절률에 매칭하지 않는 인덱스(index)로 스위칭될 수 있다(이 경우 패턴은 입사 광을 활발하게 회절시킴).

[0039] [0061] 일부 실시예들에서, 카메라 어셈블리(630)(예컨대, 가시 광 및 적외선 광 카메라들을 포함하는 디지털 카메라)는, 예컨대 사용자 입력들을 검출하고 그리고/또는 사용자의 생리학적 상태를 모니터링하도록 눈(210)의 이미지들 및/또는 눈(210) 주위의 조직을 캡처하기 위해 제공될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, 카메라는 이미지 캡처 디바이스일 수 있다. 일부 실시예들에서, 카메라 어셈블리(630)는 이미지 캡처 디바이스 및 눈에 광(예컨대, 적외선 광)을 투사하기 위한 광 소스를 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] [0062] 이제 도 7을 참조하면, 도파관에 의해 출력된 출사 빔들의 예가 도시한다. 하나의 도파관이 예시되지만, 도파관 어셈블리(260)(도 6)의 다른 도파관들이 유사하게 기능할 수 있고, 여기서 도파관 어셈블리(260)가 다수의 도파관들을 포함한다는 것이 인식될 것이다. 광(640)은 도파관(270)의 입력 표면(460)에서 도파관(270)으로 주입되고 TIR에 의해 도파관(270) 내에서 전파된다. 광(640)이 DOE(570) 상에 충돌하는 포인트들에서, 광의 일부는 출사 빔들(650)로서 도파관을 출사한다. 출사 빔들(650)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에 논의된 바와 같이, 이들 출사 빔들(650)은 또한 도파관(270)과 연관된 깊이 평면에 따라, (예컨대, 발산하는 출사 빔들을 형성하는) 각도로 눈(210)으로 전파되도록 재지향될 수 있다. 실질적으로 평행한 출사 빔들이 눈(210)으로부터 먼 거리(예컨대, 광학 무한대)에 있는 깊이 평면 상에 세팅되는 것으로 보이는 이미지들을 형성하기 위해 광을 아웃커플링하는 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 갖는 도파관을 나타낼 수 있다는 것이 인식될 것이다. 다른 도파관들 또는 아웃커플링 광학 엘리먼트들의 다른 세트들은 더 발산하는 출사 빔 패턴을 출력할 수 있고, 이는 눈(210)이 망막 상의 포커스로 이동하도록 더 가까운 거리에 원근조절되는 것을 요구할 것이고 광학 무한대보다 눈(210)에 더 가까운 거리로부터의 광으로서 뇌에 의해 해석될 것이다.

[0041] [0063] 일부 실시예들에서, 풀 컬러 이미지는 컴포넌트 컬러들, 예컨대 3개 또는 그 초과의 컴포넌트 컬러들 각각에 이미지들을 오버레잉(overlaying)함으로써 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 3 또는 그 초과의 컴포넌트 컬러 이미지들을 가질 수 있다. 상이한 깊이 평면들은 문자들 G, R 및 B 다음에 디옵터들(dpt)에 대한 상이한 숫자들로 도면에 표시된다. 단지 예들로서, 이들 문자들 각각 다음의 숫자들은 디옵터들(1/m), 또는 뷰어로부터 깊이 평면의 역거리(inverse distance)를 표시하고, 도면들에서 각각의 박스는 개별 컴포넌트 컬러 이미지를 나타낸다. 일부 실시예들에서, 상이한 파장들의 광의 눈의 포커싱의 차이들을 고려하기 위해, 상이한 컴포넌트 컬러들에 대해 깊이 평면들의 정확한 배치는

가변할 수 있다. 예컨대, 주어진 깊이 평면에 대해 상이한 컴포넌트 컬러 이미지들이 사용자로부터 상이한 거리들에 대응하는 깊이 평면들 상에 배치될 수 있다. 그런 어레인지먼트는 시력 및 사용자 편안함을 증가시킬 수 있고 그리고/또는 색수차들을 감소시킬 수 있다.

[0042] [0064] 일부 실시예들에서, 각각의 컴포넌트 컬러의 광은 단일 전용 도파관에 의해 출력될 수 있고, 결과적으로 각각의 깊이 평면은 자신과 연관된 다수의 도파관들을 가질 수 있다. 그런 실시예들에서, 도면들에서 문자들 G, R 또는 B를 포함하는 각각의 박스는 개별 도파관을 나타내는 것으로 이해될 수 있고, 그리고 깊이 평면당 3개의 도파관들이 제공될 수 있고, 여기서 깊이 평면당 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들이 제공된다. 각각의 깊이 평면과 연관된 도파관들이 설명의 용이함을 위해 이 도면에서 서로 인접하게 도시되지만, 물리적 디바이스에서, 도파관들 모두가 레벨당 하나의 도파관을 가진 스택으로 배열될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 다른 실시예들에서, 다수의 컴포넌트 컬러들은 동일한 도파관에 의해 출력될 수 있어서, 예컨대 깊이 평면당 단일 도파관만이 제공될 수 있다.

[0043] [0065] 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 또는 그 초과에 더하여 사용될 수 있거나 적색, 녹색 또는 청색 중 하나 또는 그 초과를 대체할 수 있다.

[0044] [0066] 본 개시내용 전반에 걸쳐 광의 주어진 컬러에 대한 참조들이 그 주어진 컬러의 것으로서 뷰어에 의해 인식되는 광의 파장 범위 내의 하나 또는 그 초과의 파장들의 광을 포함하는 것으로 이해될 것이라는 인지될 것이다. 예컨대, 적색 광은 약 620-780 nm 범위의 하나 또는 그 초과의 파장들의 광을 포함할 수 있고, 녹색 광은 약 492-577 nm의 범위의 하나 또는 그 초과의 파장들의 광을 포함할 수 있고, 그리고 청색 광은 약 435-493 nm의 범위의 하나 또는 그 초과의 파장들의 광을 포함할 수 있다.

[0045] [0067] 일부 실시예들에서, 광 소스(540)(도 6)는 뷰어의 시각 인식 범위를 벗어난 하나 또는 그 초과의 파장들, 예컨대 적외선 및/또는 자외선 파장들의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 게다가, 디스플레이(250)의 도파관들의 인커플링, 아웃커플링 및 다른 광 재지향 구조들은, 예컨대 이미징 및/또는 사용자 시뮬레이션 애플리케이션들을 위해, 디스플레이로부터의 이런 광을 사용자의 눈(210)을 향해 지향시키고 방출하도록 구성될 수 있다.

[0046] [0068] 이제 도 9a를 참조하면, 일부 실시예들에서, 도파관 상에 충돌하는 광은 도파관에 그 광을 인커플링하기 위해 재지향될 필요가 있을 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트는 자신의 대응하는 도파관으로 광을 재지향시키고 인커플링하는데 사용될 수 있다. 도 9a는 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 복수의 스택된 도파관들 또는 스택된 도파관들의 세트(660)의 예의 측단면도를 예시한다. 도파관들은 하나 또는 그 초과의 상이한 파장들, 또는 하나 또는 그 초과의 상이한 범위들의 파장들의 광을 출력하도록 각각 구성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400) 중 하나 또는 그 초과로부터의 광이 인커플링을 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 인식될 것이다.

[0047] [0069] 스택된 도파관들의 예시된 세트(660)는 도파관들(670, 680 및 690)을 포함한다. 각각의 도파관은, 예컨대 도파관(670)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(700), 도파관(680)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(710), 및 도파관(690)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(720)를 가진 연관된 인커플링 광학 엘리먼트(도파관 상의 광 입력 영역으로 또한 지칭될 수 있음)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 중 하나 또는 그 초과는 (특히 하나 또는 그 초과의 인커플링 광학 엘리먼트들이 반사성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우) 개별 도파관(670, 680, 690)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 예시된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은, 특히, 이들 인커플링 광학 엘리먼트들이 투과성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우, 이들 개별 도파관(670, 680, 690)의 상부 주 표면(또는 그 다음의 하부 도파관의 최상부) 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 개별 도파관(670, 680, 690)의 몸체에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본원에 논의된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 파장 선택적이어서, 이들 인커플링 광학 엘리먼트들은 다른 파장들의 광을 투과시키면서 하나 또는 그 초과의 파장들의 광을 선택적으로 재지향시킨다. 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)이, 이들 개개의 도파관(670, 680, 690)의 일 측부 또는 모서리 상에 예시되지만, 일부 실시예들에서, 이들은, 그 개별 도파관

(670, 680, 690)의 다른 영역들에 배치될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0048] [0070] 예시된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 서로 측방향으로 오프셋될 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트는 오프셋될 수 있어서, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트는, 광이 다른 인커플링 광학 엘리먼트를 통과하지 않고 그 광을 수신한다. 예컨대, 각각의 인커플링 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 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 중 다른 인커플링 광학 엘리먼트들로부터 광을 수신하지 않도록 다른 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)로부터 분리(예컨대, 측방향으로 이격)될 수 있다.

[0049] [0071] 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)를 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] [0072] 도파관들(670, 680, 690)은 예컨대, 가스, 액체 및/또는 고체 재료 층들에 의해 이격되고 분리될 수 있다. 예컨대, 예시된 바와 같이, 층(760a)은 도파관들(670 및 680)을 분리할 수 있고; 그리고 층(760b)은 도파관들(680 및 690)을 분리할 수 있다. 일부 실시예들에서, 층들(760a 및 760b)은 낮은 굴절률 재료들(즉, 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 또는 그 초과, 또는 0.10 또는 그 미만이다. 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 않았지만, 도파관들의 예시된 세트(660)의 최상부 및 최하부가 바로 이웃하는 클래딩 층들을 포함할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0051] [0073] 바람직하게, 제조의 용이함 및 다른 고려 사항들 때문에, 도파관들(670, 680, 690)을 형성하는 재료는 유사하거나 동일하고, 층들(760a, 760b)을 형성하는 재료는 유사하거나 동일하다. 일부 실시예들에서, 도파관들(670, 680, 690)을 형성하는 재료는 하나 또는 그 초과의 도파관들 사이에서 상이할 수 있고, 그리고/또는 층들(760a, 760b)을 형성하는 재료는 상이하지만, 위에서 주목된 다양한 굴절률 관계들을 여전히 유지할 수 있다.

[0052] [0074] 도 9a를 계속 참조하면, 광선들(770, 780, 790)은 도파관들의 세트(660) 상에 입사한다. 광선들(770, 780, 790)이 하나 또는 그 초과의 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)(도 6)에 의해 도파관들(670, 680, 690)로 주입될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0053] [0075] 일부 실시예들에서, 광선들(770, 780, 790)은 상이한 특성들, 예컨대 상이한 컬러들에 대응할 수 있는 상이한 파장들 또는 상이한 범위들의 파장들을 가진다. 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 각각은 입사광을 편향시켜, 광은 TIR에 의해 도파관들(670, 680, 690) 중 각 도파관을 통해 전파된다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 각각은, 하나 또는 그 초과의 특정 파장들의 광을 선택적으로 편향시키지만, 다른 파장들을 아래 놓인 도파관 및 연관된 인커플링 광학 엘리먼트에 투과시킨다.

[0054] [0076] 예컨대, 인커플링 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 인커플링 광학 엘리먼트(710)에 충돌하여 이에 의해 편향된다. 광선(790)은 제3 파장 또는 파장들의 범위의 광을 선택적으로 편향시키도록 구성된 인커플링 광학 엘리먼트(720)에 의해 편향된다.

[0055] [0077] 도 9a를 계속 참조하면, 편향된 광선들(770, 780, 790)은, 그들이 대응하는 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되도록 편향된다; 즉, 각각의 도파관의 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 광을 그 대응하는 도파관(670, 680, 690)에 인커플링하기 위해 광을 그 대응하는 도파관으로 편향시킨다. 광선들(770, 780, 790)은 광이 TIR에 의해 개별 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파되게 하는 각도들로 편향된다. 광선들(770,

780, 790)은, 도파관의 대응하는 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750) 상에 충돌할 때까지 TIR에 의해 개별 도파관(670, 680, 690)을 통해 전파된다.

[0056] [0078] 이제 도 9b를 참조하면, 도 9a의 복수의 스택된 도파관들의 예의 사시도가 예시된다. 위에서 주목된 바와 같이, 인커플링된 광선들(770, 780, 790)은 각각 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)에 의해 편향되고, 이어서 각각 도파관들(670, 680, 690) 내에서 TIR에 의해 전파된다. 이어서, 광선들(770, 780, 790)은 각각 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750) 상에 충돌한다. 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 광선들(770, 780, 790)을 편향시켜, 이들 광선들(770, 780, 790)은 각각 아웃커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)을 향해 전파된다.

[0057] [0079] 일부 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 OPE(orthogonal pupil expander)들이다. 일부 실시예들에서, OPE들은, 광을 아웃커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 편향 또는 분배하고, 그리고 일부 실시예들에서, 광이 아웃커플링 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 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 광을 직접 아웃커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 편향시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 도 9a를 참조하면, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 아웃커플링 광학 엘리먼트들(800, 810, 820)로 대체될 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃커플링 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 치수들을 증가시키도록 구성될 수 있고 EPE들이 OPE들의 축을 교차하는, 예컨대 수직하는 축에서 눈 박스를 증가시킬 수 있다는 것이 인식될 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 충돌할 때, 나머지 광의 다른 부분은 EPE로 재지향되고, 그리고 그 부분의 나머지 부분은 도파관 아래로 추가로 계속 전파되는 식이다. 유사하게, EPE를 가격할 때, 충돌 광의 일부는 도파관으로부터 사용자를 향해 지향되고, 그리고 그 광의 나머지 부분은, 다시 EP를 가격할 때까지 도파관을 통해 계속 전파되고, 이때 충돌 광의 다른 부분은 도파관의 밖으로 지향되는 식이다. 결과적으로, 인커플링된 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] [0080] 따라서, 도 9a 및 도 9b를 참조하면, 일부 실시예들에서, 도파관들의 세트(660)는 도파관들(670, 680, 690); 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720); 광 분배 엘리먼트들(예컨대, OPE들)(730, 740, 750); 및 각각의 컴포넌트 컬러에 대한 아웃커플링 광학 엘리먼트들(예컨대, EP들)(800, 810, 820)을 포함한다. 도파관들(670, 680, 690)은 서로의 사이의 공기 갭/클래딩 층과 함께 스택될 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 입사 광을 (상이한 파장들의 광을 수신하는 상이한 인커플링 광학 엘리먼트들을 사용하여) 자신의 도파관으로 재지향시키거나 편향시킨다. 이어서, 광은 개별 도파관(670, 680, 690) 내에서 TIR을 초래할 각도로 전파된다. 도시된 예에서, 광선(770)(예컨대, 청색 광)은 이전에 설명된 방식으로, 제1 인커플링 광학 엘리먼트(700)에 의해 편향되고, 이어서 도파관 아래로 계속 바운스하여, 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(730) 및 이어서 아웃커플링 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 인커플링 광학 엘리먼트(710)에 충돌하여 이에 의해 편향된다. 이어서, 광선(780)은 TIR을 통해 도파관(680) 아래로 바운스하고, 자신의 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(740) 및 이어서 아웃커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EP들)(810)로 진행된다. 마지막으로, 광선(790)(예컨대, 적색 광)은 도파관(690)을 통과하여 도파관(690)의 광 인커플링 광학 엘리먼트들(720) 상에 충돌한다. 광 인커플링 광학 엘리먼트들(720)은 광선(790)을 편향시켜, 광선은 TIR에 의해 광 분배 엘리먼트(예컨대, OPE들)(750)로, 이어서 TIR에 의해 아웃커플링 광학 엘리먼트(예컨대, EP들)(820)로 전파된다. 이어서, 아웃커플링 광학 엘리먼트(820)는 마지막으로 광선(790)을, 다른 도파관들(670, 680)로부터 아웃커플링된 광을 또한 수신하는 뷰어에게 아웃커플링한다.

[0059] [0081] 도 9c는 도 9a 및 도 9b의 복수의 스택된 도파관들의 예의 탑-다운(top-down) 평면도를 예시한다. 예시된 바와 같이, 각각의 도파관의 연관된 광 분배 엘리먼트(730, 740, 750) 및 연관된 아웃커플링 광학 엘리먼트(800, 810, 820)와 함께, 도파관들(670, 680, 690)은 수직으로 정렬될 수 있다. 그러나, 본원에서 논의된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 수직으로 정렬되지 않고; 오히려, 인커플링 광학 엘리먼트들은 바람직하게 비-오버랩핑된다(예컨대, 탑-다운 뷰에서 도시된 바와 같이 측방향으로 이격됨). 본원에서 추가로 논의된 바와 같이, 이런 비오버랩핑 공간 어레인지먼트는 일대일 방식으로 상이한 상이한 리소스들로부

터 상이한 도파관들로 광의 주입을 가능하게 하고, 이에 의해 특정 광 소스가 특정 도파관에 고유하게 커플링되는 것이 허용된다. 일부 실시예들에서, 비오버랩핑 공간-분리 인-커플링 광학 엘리먼트들을 포함하는 어레인지먼트들은 시프트된 동공 시스템으로 지칭될 수 있고, 그리고 이들 어레인지먼트들 내의 인-커플링 광학 엘리먼트들은 서브 동공들에 대응할 수 있다.

[0060] 예시적인 광 투사기 시스템들 및 관련된 구조들

[0061] [0082] 도 10은 광을 뷰어의 눈(210)에게 지향시키기 위한 광 투사기 시스템(2000) 및 접안 렌즈(2010)의 단면도를 예시한다. 본원에서 논의된 바와 같이, 다수의 발광기들(2020)(예컨대, 다수의 LED들)은 SLM(spatial light modulator)(2030)을 조명하는 데 사용될 수 있다. 발광기들(2020)은 광 모듈(2040)의 부분일 수 있다. 일부 실시예들에서, 빔 분할기(예컨대, PBS(polarizing beam splitter))(2050)는 발광기들(2020)로부터의 광을 공간 광 변조기(2030)로 반사시키는 데 사용될 수 있고, 공간 광 변조기(2030)는 그 광을 반사 및 변조한다. 이어서, SLM(2030)으로부터 변조된 광은 빔 분할기(2050)를 통해, 하나 또는 그 초과의 도파관들을 포함할 수 있는 접안 렌즈(2010)로 전파될 수 있다. 일부 실시예들에서, 접안 렌즈(2010)는 도파관 스택(260(도 6) 또는 660(도 9a-도 9c))에 대응할 수 있다. 접안 렌즈(2010)의 도파관들은 광을 중계 또는 안내하여 뷰어의 눈(210)으로 출력한다. 게다가, 광 투사기 시스템(2000)이 광 투사기 시스템(520)(도 6)에 대응할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0062] [0083] 광 모듈(2040)은 상이한 컬러들에 대응하는 상이한 범위들의 파장들의 광을 방출하는 복수의 발광기들(2020)을 포함할 수 있다. 복수의 발광기들(2020)(예컨대, 발광기들(2020a, 2020b, 2020c))의 상이한 세트들은 상이한 범위들의 파장들의 광을 방출할 수 있고, 한 세트의 발광기들은 하나 또는 그 초과의 발광기들(2020)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 발광기들(2020)의 세트들의 총 수는 풀 컬러 이미지를 형성하기 위해 디스플레이 시스템에 의해 사용되는 컴포넌트 컬러들의 총 수에 대응할 수 있다.

[0063] [0084] 뷰어에 의한 풀 컬러 이미지의 인식은 일부 실시예들에서 시분할 멀티플렉싱으로 달성될 수 있다. 예컨대, 상이한 발광기들(2020)은 상이한 컴포넌트 컬러 이미지들을 생성하기 위해 상이한 시간들에서 활성화될 수 있다. 그런 실시예들에서, 단일 풀 컬러 이미지를 형성하는 컴포넌트 컬러 이미지들은, 인간 시각 시스템이 컴포넌트 컬러 이미지들을 상이한 시간들에서 디스플레이되는 것으로 인식하지 못하도록 충분히 빠르게 디스플레이될 수 있다. 예컨대, 컴포넌트 컬러 이미지들이 순차적으로 디스플레이되는 레이트는 인간 시각 시스템의 인식 지속성보다 더 높을 수 있다. 일부 실시예들에서, 상이한 컴포넌트 컬러 이미지들은 60 Hz보다 더 높은 레이트로 순차적으로 디스플레이된다. 시분할 멀티플렉싱이 유리하게, 디스플레이된 이미지들을 형성하는 데 활용되는 프로세서들(예컨대, 그래픽 프로세서들)에 대한 컴퓨테이셔널 로드(computational load)를 감소시킬 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 충분한 컴퓨테이셔널 파워가 이용가능하면, 풀 컬러 이미지를 형성하는 모든 컴포넌트 컬러 이미지들은 동시에 디스플레이될 수 있다.

[0064] [0085] 도 10을 계속 참조하면, 상이한 컬러 발광기들(2020)(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 LED들)은 상이한 위치들에 위치되어 SLM(2030)을 조명하는 데 사용되고 이어서 빔 분할기(2050)를 통해 다시 접안 렌즈(2010)로 이미징될 수 있다. 일부 실시예들에서, SLM(2030)은 MEM(micro electro mechanical) 기술 또는 액정 기술 또는 다른 스위칭 기술에 기반할 수 있다. 일부 실시예들에서 광 투사기 시스템(2000)의 광학기기가 거의 개별 광 소스들을 접안 렌즈(2010)로 이미징하기 때문에, 발광기들의 이미지들은 접안 렌즈(2010) 상에서 공간적으로 분리된다.

[0065] [0086] 본원에서 개시된 바와 같이, 접안 렌즈(2010)는 복수의 컬러들의 각각의 컬러에 대해 복수의 도파관들을 포함할 수 있다. 개별 도파관은 대응하는 발광기로부터 원하는 광을 인커플링하고 이를 회절 광학기기(예컨대, 회절 격자들) 또는 물리적 광학기기(예컨대, 패시트된(faceted) 반사기들)의 사용에 의해 눈으로 중계할 수 있다. 게다가, 회절 또는 물리적 광학기기는 도파관을 통해 광을 지향시킬 수 있고, 그리고 또한 도파관으로부터 광을 커플링 아웃할 수 있다. 본원에서 논의된 바와 같이(예컨대, 도 6-도 9c 및 관련된 논의를 참조), 도파관들은 광이 뷰어로부터 정해진 깊이 또는 거리로부터 오는 것으로 보이도록 눈에 중계하는 동안 파워를 가질 수 있다.

[0066] [0087] 도 11은 복수의 발광기들(2020) 및 복수의 광 파이프들(2100)을 가진 광 모듈(2040)의 사시도를 예시한다. 발광기들(2020)은 기판(2050) 상에 배치되고 그리고 복수의 컬러들 중 하나에 대응하는 파장의 광을 각각 방출할 수 있다. 예시된 바와 같이, 광 파이프들(2100)은 발광기들(2020)로부터 연장되는 이격된 필러(pillar)들로서 배열될 수 있다. 예시된 바와 같이, 광 파이프들(2100) 중 개별 광 파이프들은 발광기들(2020) 중 연관된 발광기에 커플링될 수 있다. 광 파이프들(2100)이 광학적 투과성 재료로 형성될 수 있다는 것이 인식될

것이다. 광학적 투과성 재료들의 예들은 유리들 및 광학 등급 폴리머릭 재료들(예컨대, PMMA(poly(methyl methacrylate)) 및 다른 아크릴들, 및 폴리카보네이트)을 포함한다.

[0067] [0088] 도 12a 및 도 12b는 도 11의 광 모듈(2040)의 측단면도 및 탑 다운 평면도를 각각 예시한다. 예시된 바와 같이, 광 파이프들(2010) 중 일부는 광 파이프들(2010)의 다른 일부들과 상이한 단면 영역들을 가질 수 있다. 단면 영역들이 광 파이프들(2010)의 길이들 또는 높이들을 횡단하여 취할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 단면 영역들은 광 파이프들(2010)에 의해 전송될 광의 파장들에 관련될 수 있고, 더 작은 단면 영역들은 더 낮은 파장들에 대응한다. 결과적으로, 일부 실시예들에서, 광 파이프들(2010)의 단면 영역들은, 아래 놓인 커플링된 발광기(2020)가 방출하도록 구성된 광의 파장들에 관련되고, 특히 상이한 컬러들의 광을 방출하는 발광기들(2020)이 상이한 사이즈들을 가지는 경우, 단면 영역은 파장이 감소함에 따라 감소한다.

[0068] [0089] 도 13a는 광 파이프의 사시도를 예시한다. 광 파이프(2100)는 발광기로부터의 광을 수신하기 위한 광 입력 표면(2110), 및 광을, 이를테면 광 변조기(예컨대, 공간 광 변조기(2030), 도 10)로 출력하기 위한 광 출력 표면(2120)을 포함한다. 광 입력 표면(2110)은 발광기의 단면 형상과 실질적으로 매칭하는 단면 형상을 가질 수 있으며, 예컨대 발광기는 정사각형 또는 직사각형 형상을 가질 수 있고, 광 입력 표면(2110)은 또한 정사각형 또는 직사각형 형상을 가질 수 있다. 게다가, 광 입력 표면(2110)은 일부 실시예들에서 발광기와 유사하게 사이즈가 정해질 수 있다. 예컨대, 광 입력 표면(2110)은 발광기의 표면 영역의 5%, 10% 또는 25% 내의 영역을 가질 수 있다. 광 출력 표면(2120)은 광 입력 표면(2110)과 상이한 사이즈 및/또는 형상을 가질 수 있다. 예컨대, 광 출력 표면(2120)은 광 입력 표면(2110)보다 더 큰 영역을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 출력 표면(2120)은, 광 파이프(2100)가 광을 출력하도록 구성된 인커플링 광학 엘리먼트(700, 710, 720)(도 9a-도 9c)와 매칭하는 사이즈를 가질 수 있다.

[0069] [0090] 유리하게, 광 파이프(2100)는 광 투사기 시스템(2000)에 의해 캡처되고 이미지를 뷰어(260)에게 효과적으로 투사하는 데 사용될 수 있는 발광기(2020)(도 10)로부터의 광의 부분을 상당히 증가시킬 수 있다. 광 파이프(2100)는 또한, 광이 예컨대 광 파이프(2100)를 통해 전파되고 광 파이프(2100)의 표면들로부터 반사됨에 따라 광의 혼합으로 인해, 더 균질하고 균일하게 할 수 있다. 게다가, 상이하게 형상화되고 사이즈가 정해진 입력 및 출력 표면들(2110, 2120)을 제공하는 능력으로 인해, 광 파이프(2100)는 예컨대 광 변조기와 인터페이싱을 용이하게 하기 위해 원하는 개구수(na) 및 사이즈로 광을 테이퍼링(taper)할 수 있다. 예컨대, 입력 및 출력 표면들(2110, 2120)은 상이한 형상들을 가질 수 있고 따라서, 예컨대 더 작은 수의 측벽들을 가진 입력 또는 출력 표면을 향해 테이퍼링되는 상이한 수의 측벽들을 가질 수 있다. 측벽들이 또한 광 파이프(2100)의 내부 폭을 정의할 수 있고, 내부 폭이 광 파이프(2100)의 단면 중 가장 작은 치수이고, 단면이 광 파이프(2100)의 입력 표면으로부터 출력 표면으로의 높이 축에 직교하는 평면을 따라 취해지는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 내부 폭은 광 파이프(2100)의 높이에 걸쳐 가변할 수 있다.

[0070] [0091] 도 13a를 계속 참조하면, 일부 실시예들에서, 광 파이프(2100)는 다른 원하는 파장들의 광을 방출하기 위해 발광기들, 예컨대 청색 발광기들 및/또는 청색 레이저들을 사용하여 펌핑될 수 있는 양자점(quantum dot) 필름들 또는 인광 필름들(2130)과 함께 사용될 수 있다. 예컨대, 특정 광 파이프(2100)와 연관된 발광기(2020)는 그 광 파이프(2100)의 양자점 필름 또는 인광 필름(2130)을 여기 시키기에 적절한 파장의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 모듈(2040)의 모든 발광기들(2020)은 동일한 범위의 파장들의 광을 방출하도록 구성될 수 있고 광 파이프(2100)에 의해 방출된 광의 파장들의 차이들은 상이한 범위들의 파장들의 광을 방출하도록 구성된 상이한 양자점들 또는 인광체 필름들(2130)의 사용에 기인할 수 있다. 광 파이프 입력 표면(2110)은 양자점들 또는 인광체 필름들에 의해 방출된 광의 캡처를 증가시키기 위해 인광체 또는 양자점 필름에 가능한 가깝게 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 파이프 입력 표면(2110)은 양자점들 또는 인광체 필름들(2130)과 광학적으로 또는 물리적으로 콘택될 수 있거나, 이 필름들과 함께 제조될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이색성 미러(2132)는 양자점들 또는 인광체 필름들(2130) 아래에, 즉 발광기(2020)와 양자점들 또는 인광체 필름들(2130) 사이에 선택적으로 제공될 수 있다. 그런 이색성 미러는 유리하게, 또한 양자점들 또는 인광체 필름들(2130)을 여기시키기 위해 발광기(2020)로부터의 광을 전송하면서 예컨대 양자점들 또는 인광체 필름들(2130)에 의해 방출되는 광을 광 파이프(2100)로 반사시킴으로써, 양자점들 또는 인광체 필름들(2130)로부터 광 파이프(2100)로 주입되는 광의 양을 증가시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 양자점 필름들 또는 인광체 필름들(2130)은 생략될 수 있고, 그리고 발광기들(2020)로부터의 광은 그 광의 파장들의 변화 없이 광 파이프들(2100)에 커플링될 수 있다.

[0071] [0092] 도 13a를 계속 참조하면, 위의 일부 실시예들에서 주목된 바와 같이, 광 입력 표면(2110)은 발광기(2020)(도 11)의 방출 표면에 가능한 가깝게 발광기의 최상부 상에 위치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 입

력 표면(2110)은 바람직하게 인덱스-매칭 접착제를 사용하여 발광기 상에 접착되어, 2개의 구조들을 더 잘 인덱스 매칭하고 광 파이프(2100)에 의한 광 수집 효율성을 증가시킬 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 어떠한 인덱스-매칭 접착제도 활용되지 않는다. 예컨대, 광 입력 표면(2110)은 광 파이프(2100) 및 발광기 둘 모두와 상당히 상이한(예컨대, 더 낮은) 굴절률을 가진 접착제를 사용하여 발광기 상에 접착될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 공기 갭은 광 파이프(2100)와 발광기 사이에 제공될 수 있다. 예기치 않게, 이를테면 공기 갭에 의해 제공된 큰 미스매칭으로 인해, 발광기로부터 광 파이프로 그리고 광 변조기 상으로의 광 전송 효율성이 인덱스-매칭 접착제를 활용하는 경우보다 더 높다는 것이 발견되었다.

[0072] [0093] 일부 실시예들에서, 광 출력 표면(2120)의 단면 영역에 의해 형성된 서브 동공은 원형, 타원형, 정사각형 또는 직사각형 또는 이들 형태들에 대한 어떤 직선 근사일 수 있다. 도 13a는 원에 대한 육각형 근사를 가진 광 출력 표면(2120)을 도시한다. 통상적으로, 입력 표면(2110)은 출력 표면(2120)과 동일한 사이즈이거나 더 작다. 일부 다른 실시예들에서, 광 가이드(guide)(2100)의 형상은 시스템의 SLM(예컨대, SLM(2030), 도 10)을 효과적으로 조명하기 위해 x 및 y 축들로 확산된 원하는 각도를 가진 출력을 제공하기 위해 가변될 수 있다. 예컨대, 4:3 종횡비를 가진 SLM은 SLM의 긴 방향 대 짧은 방향이 4:3의 비율을 가진 출력 각도들에 의해 더 잘 커버된다. 이것은 대략 4:3의 길이:폭 비율을 가진 더 많은 타원형 또는 직사각형 출력 형상의 광 파이프를 초래할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 13b에 도시된 바와 같이, 광 파이프(2100)의 출력 표면(2120)은 각도 균일성을 개선하기 위해 출력 표면(2120) 근처에 확산기(diffuser)(2122)를 가지거나 그 위에 제조될 수 있다. 예컨대, 확산기는 출력 표면(2120)에 광학적으로 커플링된(예컨대, 인덱스-매칭 접착제에 의해 본딩된) 재료의 피스로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 확산기는 그 재료의 볼륨 내에서 광을 확산하는 재료를 포함할 수 있고 그리고/또는 광을 확산시키는 표면 피처들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 표면 피처들은 출력 표면(2120) 바로 위에 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 플랜지(flange)(도시되지 않음)는 광 파이프(2100)의 최상부를 향해 몰딩되어 기계적 부분에 광 파이프(2100)가 장착되어 발광기의 최상부 상에 홀딩될 수 있게 하고 미광(stray light)을 차폐 및 배플할 수 있다.

[0073] [0094] 도 13a 및 도 13b를 계속 참조하면, 본원에서 논의된 바와 같이, 광 파이프의 단면 형상은, 직사각형, 정사각형, 육각형 또는 원형을 포함하는 임의의 형상일 수 있고, 광 입력 표면(2110)으로부터 광 출력 표면(2120)으로 변화할 수 있다. 예컨대, 예시된 형상은 광 출력 균일성을 개선하기 위해 정사각형으로부터 테이퍼링된 패시트들을 가진 육각형 형상으로 진행된다. 광 입력 표면(2110)이 아래 놓인 발광기와 매칭하는 형상을 가질 수 있지만, 광 출력 표면(2120)이 SLM을 효과적으로 조명하기 위해 각도 확산을 제공하는 길이 대 폭 비율을 제공하도록 구성된 형상을 가질 수 있다는 것이 인식될 것이다. 게다가, 일부 실시예들에서, 광 출력 표면(2120)의 사이즈 및 따라서 광 파이프(2100)를 출사하는 광에 의해 조명된 영역의 사이즈는, 도파관에 도달하기 위해 다양한 광학 구조들을 통해 전파될 때, 출력된 광이 도파관의 인커플링 광학 엘리먼트의 영역과 실질적으로 매칭하는 영역에 걸쳐 연장되도록, 결정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 파이프(2100)의 측벽들(2140)은 광 파이프(2100) 내에서 광의 전파를 가능하게 하도록 클래딩 층으로 코팅될 수 있다.

[0074] [0095] 일부 실시예들에서, 아래에서 추가로 논의되는 바와 같이, 각각의 광 파이프는 컬러 혼선을 감소시키기 위해 광 흡수 재료로 둘러싸질 수 있다. 일부 실시예들에서, 아래 놓인 발광기들은, 발광기들 사이에서 분리되거나 대부분 분리될 수 있는 캡슐화 재료를 포함할 수 있고, 광 흡수 재료는 발광기들 사이의 발광기 캡슐화부 주위에 배치될 수 있다.

[0075] [0096] 출력 및 입력 표면들(2120, 2110)은 다양한 피처들을 포함할 수 있다. 예컨대, 본원에서 개시된 바와 같이, 광 파이프(2100)의 출력 표면(2120)은 출력된 광의 균일성을 개선하기 위해 출력 표면에 제조되거나 출력 표면에 부착된 확산기를 가질 수 있다. 출력 및 입력 표면들(2120, 2110) 둘 모두 또는 어느 하나는 광 스루풋(throughput)을 개선하기 위해 반사-방지 코팅을 가질 수 있다. 광 파이프(2100) 아래 놓인 발광기가 (예컨대, 발광기의 와이어 본드들을 위해) 발광기에 대한 기계적 보호 및 전기적 절연을 제공하는 재료에 의해 캡슐화될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 입력 표면(2110)은 발광기 캡슐화부의 부분으로서 제조될 수 있어서, 상기 입력 표면(2110)과 발광기 캡슐화부 사이에 공기 인터페이스를 가지는 것보다 더 양호하게 인덱스 매칭이 이루어지고, 이에 의해 발광기로부터 광 파이프(2100)로의 광 스루풋이 개선된다.

[0076] [0097] 일부 실시예들에서, 광 파이프(2100)의 길이 또는 발광기/광 파이프 포지션은 투사기 시스템의 광 출력 축을 따라 변화될 수 있어서, 특정 서브 동공은 접안 렌즈의 도파관들 스택(예컨대, 도파관 스택들(260(도 6) 또는 660(도 9a-도 9c))에서 원하는 도파관에 더 양호하게 인 포커스될 수 있다. 이것은, 잘못된 서브 동공(예컨대, 광을 특정 도파관으로 지향시키도록 특정하게 구성되지 않은 광 파이프)으로부터의 광이 접안 렌즈의 잘못된 도파관에 의해 수집될 때 컬러 또는 깊이 층 혼선을 감소시키는 것을 도울 수 있다. z-축으로(예시된 광

파이프(2100)의 길이 또는 높이 방향을 따라) 서브 동공 위치를 변화시킴으로써, 서브 동공들은 올바른 도파관에 더 가깝거나 인 포커싱될 것이고, 이는 접안 렌즈의 도파관들의 입사 광 빔들 및 도파관 인커플링 광학 엘리먼트들에서 더 적은 오버랩을 초래할 수 있다. 그런 어레인지먼트로 인해, 서브 동공들은 또한 더 적은 혼선으로 더 가깝게 함께 배치될 수 있고, 이는 더 작은 전체 시스템 동공 및 그러므로 투사기 시스템에서 더 작고 더 가벼운 광학 기기를 초래한다.

[0077] [0098] 시프트된 동공 시스템으로 인해, 다수의 서브 동공들은, 상이한 컬러들을 가지며 그리고/또는 상이한 깊이 평면들을 위한 이미지들을 제공하는 데 사용될 수 있다. 각각의 광 가이드가 서브 동공에 대응할 수 있고, 복수의 광 가이드들이 복수의 그런 서브 동공들을 제공하는 것이 인식될 것이다. 게다가, 서브 동공 사이즈는 광 출력 표면(2120)의 단면 영역에 직접 관련될 수 있고, 더 큰 단면 영역들은 일반적으로 더 큰 서브 동공 사이즈들에 대응한다. 시스템이 작게 유지되도록 하기 위해, 동공들은 바람직하게 가능한 한 작고 서로 가까워서, 전체 시스템 동공은 작다. 시스템 동공이 요구된 광학기기의 사이즈 및 또한 디스플레이 디바이스의 무게를 결정할 것이라는 것이 인식될 것이다. 게다가, 서브 동공 사이즈는 시스템의 해상도를 제한할 수 있다. 따라서, 서브 동공들은 정해진 컬러에 대해 원해지는 해상도에 의해 결정된 특정 사이즈를 가질 수 있다. 청색이 녹색 또는 적색보다 더 작은 파장을 가지므로, 이의 서브 동공은 더 작을 수 있고 여전히 동일한 해상도를 가진다. 서브 동공 사이즈는 또한, 얼마나 많은 파워가 서브 동공을 통해 시스템으로 도입될 수 있는지에 관련된다. 서브 동공이 커질수록, 더 크고 더 강력한 발광기가 사용될 수 있다.

[0078] [0099] 서브 동공들의 간격 및 근접도는 발광기 사이즈, 발광기 배치 허용 오차, 접안 렌즈에서의 컬러 혼선, 가열 및 전기적 고려사항들 중 하나 또는 그 초과에 의해 제한될 수 있다. 일부 실시예들에서, 발광기들에 대해 공통 전기 접지를 사용하면, 2개 또는 그 초과의 발광기들은 더 가깝게 함께 배치될 수 있지만; 이들이 상이한 동작 전압들을 가지면, 공통 접지들을 가지기 위해 일부 효율성이 희생될 수 있다. 일부 실시예들에서, 렌즈는 광 입력 표면(2110)과 이어서 아래 놓인 발광기 사이에 배치될 수 있다. 렌즈는, 비록 그런 렌즈들이, 발광기들이 광 입력 표면(2110)에 서로 얼마나 가까이에 배치될 수 있는지를 제한할 수 있지만, 발광기로부터의 광을 효율적으로 수집하는 데 사용될 수 있다.

[0079] [0100] 이제 도 14를 참조하면, 도 13 및 도 13b의 광 파이프(2100)를 통해 전파되는 광선들(2150)이 예시된다. 도 14가, 팔각형 출력 표면(2120)이 정사각형 입력 표면(2110)으로 테이퍼링되고, 그리고 광 파이프의 벽들이 광 파이프를 통한 광선들(2150)의 경로들을 예시하기 위해 투명으로 도시된 광 파이프(2100)의 3D 뷰를 도시하는 것이 인식될 것이다. 바람직하게, 광 파이프(2100)는, 광선들(2150) 중 적어도 일부가 출력 표면(2120)을 출사하기 전에 광 파이프(2100)로부터 반사되도록 사이즈가 정해진다. 그런 반사들은 발광기(2020)로부터 입력 표면(2110)으로 주입되는 광에 비해 광 출력 표면(2120)을 출사하는 광의 공간 및 각도 균일성을 유리하게 증가시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 파이프(2100)는 또한 미리결정된 경로를 따라 광 파이프(2100)를 통해 광을 지향시키도록 구성된 광 재지향 피처(2152)를 포함하거나 이에 부착될 수 있다. 예컨대, 광 재지향 피처(2152)는 아래 놓인 발광기(2120)로부터의 광을 광 파이프(2100)의 중심을 향해 조종하도록 각이 지거나 패시트들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 재지향 피처(2152)는 프리즘일 수 있다.

[0080] [0101] 일부 실시예들에서, 다수의 발광기들은 광을 단일 광 파이프(2100)(예컨도, 도 16a를 참조)로 주입할 수 있고 광 재지향 피처(2152)는 유리하게, 개선된 혼합을 위해 각각의 발광기(2020b, 2020c)로부터의 광을 광 파이프(2100)를 통하게 지향시키도록 제공될 수 있다. 예컨대, 발광기들(2020b, 2020c)은 입력 표면(2110)의 상이한 위치들에 제공될 수 있지만, 광 재지향 피처(2152)는 각각의 발광기(2020b, 2020c)로부터 광 파이프(2100)에 의해 출력된 광의 경로들의 차이들을 감소시키고 그리고 각각의 발광기로부터 광 파이프(2100)에 의해 출력된 광의 상대적 균일성을 개선하는 데 활용될 수 있다.

[0081] [0102] 일부 실시예들에서, 광 파이프(2100)의 측벽들의 표면들은 거칠 수 있고, 이는 광 파이프(2100) 내에서 광을 산란시킴으로써 출력된 광의 균일성을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다. 예컨대, 광 파이프(2100)는 연마에 의해, 예컨대 기계적 폴리싱에 의해 또는 광 파이프(2100)를 원하는 그릿(grit)의 연마 입자들을 사용한 화학 기계적 폴리싱 프로세스를 겪게 함으로써 거칠게 될 수 있다. 광 파이프(2100)가 몰드(mold)로 형성되는 일부 다른 실시예들에서, 원하는 광 파이프 측벽 거칠기는, 몰드의 내부 표면을 거칠게 하는 러플링(ruffling)에 의해 그리고 이어서 그 몰드 내에 광 파이프(2100)를 형성하고, 이에 의해 몰드의 거칠기를 광 파이프(2100)에 전달함으로써 달성될 수 있다. 결과적으로, 광학 디바이스는, 거칠어진 측벽 표면을 가진 광 파이프(2100)를 형성하고 이어서 광 파이프(2100)를 하나 또는 그 초과의 발광기들에 커플링함으로써 형성될 수 있고, 이어서 광학 디바이스는 일부 실시예들에서 공간 광 변조기 또는 편광 빔 분할기에 커플링될 수 있다. 위에서 주목된 바와 같이, 거칠어진 측벽 표면을 가진 광 파이프(2100)를 형성하는 것은 광 파이프(2100)의 측벽들을 거칠게

하는 것, 또는 광 파이프(2100)로 전달되는 그 내부 표면 상에 거칠기를 가진 몰드 내에서 광 파이프(2100)를 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[0082] [0103] 도 15는 상이한 단면 영역들을 가진 복수의 광 파이프들(2100)의 탑-다운 단면도를 예시한다. 예시된 광 파이프들(2100)은 상이한 컬러들의 광을 도파관 스택에 제공하는 데 활용될 수 있고, 또한 복수의 깊이 평면들에 대응하는 도파관들에 광을 제공하는 데 활용될 수 있다. 3개의 컴포넌트 컬러들이 있는 디스플레이 시스템들에서, 예시된 9개의 광 파이프들(2110)은 3개의 깊이 평면들에 걸쳐 이미지 정보를 제공하는 데 사용될 수 있다. 예시된 예에서, 광 파이프들(2100)은 상이한 음영에 의해 식별되는 상이한 컬러들의 광을 전송하고, 그리고 숫자들(1, 2 및 3)은 상이한 깊이 평면들을 표시한다.

[0083] [0104] 따라서, 도 15는 9개의 서브 동공들을 가진 예시적인 서브 동공 레이아웃을 도시하는 것으로 이해될 수 있다. 적색 및 녹색 서브 동공들은 특히 녹색 광이 현저할 수 있는 컬러 혼선을 제한하기 위해 더 크고 그리고 더 멀리 펼쳐질 수 있다. 청색 서브 동공들은 더 작다. 그러나, 이것은, 청색 발광기들이 통상적으로 더 높은 파워 밀도들을 가지기 때문에 접안 렌즈에 전달되는 청색 광의 양에 악영향을 미치는 것으로 예상되지 않는다. 유리하게, 청색 서브 동공들은 다른 서브 동공들보다 더 작고 여전히 더 높은 해상도를 지원할 수 있다. 서브 동공들(및 광 파이프(2100)의 광 출력 표면(2120)(도 13a-도 13b))에 대한 치수들의 예들은 200um 내지 3mm 직경들의 범위이다. 일 예로서, 다양한 서브 동공들의 직경들은 청색에 대해 0.6mm, 적색에 대해 1mm, 및 녹색에 대해 0.8mm일 수 있다. 바람직한 사이즈들은 400um 직경 내지 1.5mm 직경의 범위이다.

[0084] [0105] 일부 실시예들에서, 복수의 광 파이프들(2100)은 일체형 유닛으로 형성될 수 있다. 도 16a 및 도 16b는 일체형 유닛(2160)으로서 형성된 복수의 광 파이프들(2100)의 측단면도를 예시한다. 도 16a 및 도 16b는 적어도 2개의 유리한 개념들을 예시한다. 첫째, 발광기들(2020)에 대한 광 파이프들(2100)의 정렬 및 어셈블리는 이들을 단일의 더 큰 부분(2160)으로 몰딩함으로써 단순화될 수 있다. 이후에, 단일 부분(2160)은 기판(예컨대, PCB 보드)(도시되지 않음) 상에 위치된 발광기들(2020)에 대해 하나의 유닛으로서 정렬될 수 있다.

[0085] [0106] 일부 실시예들에서, 출력 표면(2120)은 그 표면으로부터 출력된 광의 균일성을 증가시키기 위해 출력 표면(2120) 내에 제조된 확산기(2170)를 가질 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 확산기(2170)는 출력 표면(2120)에 부착된(예컨대, 인덱스 매칭 접착제에 의해 접착된) 별개의 구조일 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사-방지 코팅(2180)은 출력 표면(2120)에 제공될 수 있다. 위에서 주목된 바와 같이, 다양한 광 파이프들(2100)의 입력 표면들(2110)은 또한 스루풋 및 수집 효율성을 개선하기 위한 더 나은 광학 인터페이스를 제공하기 위해 발광기들(2020)의 캡슐화 재료와 접착되거나 그 일부로 만들어질 수 있다.

[0086] [0107] 도 16에 예시된 우측 광 파이프(2100)가 2개의 연관된 발광기들(2020b, 2020c)을 가지는 것이 인식될 것이다. 일부 다른 실시예들에서, 일체형 구조(2160)의 각각의 광 파이프(2100)는 단지 하나의 연관된 발광기(2020)를 가질 수 있다.

[0087] [0108] 그럼에도 불구하고, 도 16a 및 도 16b에 도시된 다른 유리한 개념은 2개 또는 그 초과의 발광기들(2020)의 출력을 주어진 na로 균일한 서브 동공에 결합하기 위해 단일 광 파이프(2100)를 사용하는 것이다. 이런 어레인지먼트는 서브 동공들을 포함하는 전체 시스템 동공의 사이즈를 감소시킴으로써 투사기 시스템의 사이즈 및 무게를 (광 파이프들(2100)이 단지 연관된 단일 발광기(2020)만을 가지는 어레인지먼트에 비해) 더 작게 만들게 하는 데 도움을 줄 수 있다. 도파관 스택으로의 상이한 컴포넌트 컬러들의 투사는 여전히 시분할 멀티플렉싱될 수 있고 도파관 스택 내의 격자들 및 필터들은 컬러들을 올바른 도파관으로 분리시키는 데 사용될 수 있다. 입력 표면(2110)은 다수의 발광기들(2020)의 방출 표면들 대부분을 커버하도록 설계될 수 있거나, 또는 다양한 발광기들(예컨대, 발광기들(2020a, 2020b, 2020c), 도 16a 및 도 16b)로부터의 광이 광 파이프(2100)로 캡처되도록 방출 표면 영역들보다 더 크게 설계될 수 있다. 광 파이프 내에서 광선들의 다수의 바운스들 또는 반사들은 동공의 세기 및 각도 확산을 더 균일하게 할 수 있다. 광 파이프(2100)와 확산기(2170)를 결합하는 것은 또한 각도 균일성을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다. 도 16b를 참조하면, 광 파이프들(2100)이, 광 파이프들로 광을 주입하도록 구성된 발광기들에 따라 상이한 높이들을 가질 수 있다는 것이 인식될 것이다. 예컨대, 발광기들(2020a, 2020b, 2020c)은 상이한 컬러들의 광을 방출할 수 있고, 발광기들(2020b, 2020c)은 발광기(2020a)보다 더 짧은 파장들의 광을 방출한다. 결과적으로, 발광기들(2020b, 2020c)은 도 16b에 예시된 바와 같이, 발광기(2020a)보다 더 짧은 광 파이프(2100)를 활용할 수 있다. 게다가, 일체형 유닛으로 형성되는 것으로 예시되지만, 일체형 유닛으로 형성되지 않은 독립형 광 파이프들(2100)이 또한, 광 파이프들에 광학적으로 커플링된 발광기들에 의해 방출된 광의 파장들에 따라 상이한 높이들을 가질 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0088] [0109] 일부 실시예들에서, 입력 표면(2110)과 웨지(wedge)들, 프리즘들 또는 격자들을 결합하는 것은 또한 광 출력 표면(2120)을 출사하는 광의 균일성을 개선할 수 있다. 도 17은 발광기들(2020)과 광 파이프(2100) 사이에 개재된 광학 구조(2190)와 함께, 복수의 발광기들(2020)로부터의 광을 전송하기 위한 단일 광 파이프를 예시한다. 광학 구조(2190)는 광 파이프(2100)로 진입하는 광을 재지향시킬 수 있는 웨지들, 프리즘들 또는 격자들 중 하나 또는 그 초과일 수 있다는 것이 인식될 것이다. 광학 구조(2190)는 광을 확산시키거나 이의 전파를 제어하여, 궁극적으로 출력 표면(2120)으로부터 투사되는 광의 균일성을 개선하는 것을 도울 수 있다. 광학 구조(2190)가 입력 표면(2110)의 일체형 부분으로 형성될 수 있거나, 또는 입력 표면(2110)에 (예컨대, 인덱스-매칭 접착제를 사용하여) 부착된 별개로 형성된 구조일 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0089] [0110] 투사기 시스템 사이즈 및 무게를 감소시키기 위한 다른 접근법은, 광이 각각의 발광기에 대한 광 파이프에 의해 캡처된 이후 발광기들(2020)로부터의 광 출력을 결합하는 것이다. 도 18은 2개의 상이한 발광기들(2020a, 2020b)로부터의 광을 단일 공통 영역 상으로 지향시키는 광 모듈(2040)을 예시한다. 기판(2015a)은 광을 광 파이프(2100a)로 주입시키도록 구성된 발광기(2020a)를 지지한다. 유사하게, 기판(2015b)은 광을 광 가이드(2100b)로 주입시키도록 구성된 발광기(2020b)를 지지한다. 광 파이프들(2100a 및 2100b)을 출사하는 광은 상이한 교차 방향들로 전파되고 바람직하게 부분적 투과성 반사기(2240)에서 교차한다. 예컨대, 교차 방향들은 서로 직교할 수 있고, 광 파이프들(2100a 및 2100b)은 또한 서로 직교할 수 있다. 일부 실시예들에서, 부분적 투과성 반사기(2240)는 이색성 미러이고, 이색성 미러는 광 파이프(2100a)로부터의 광을 선택적으로 투과시키고 광 파이프(2100b)로부터의 광을 선택적으로 반사시키도록 구성될 수 있다. 발광기들(2020a, 2020b)이 상이한 파장들의 광을 방출할 수 있고, 부분적 투과성 반사기의 선택성이 파장에 의존할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0090] [0111] 위에서 주목된 바와 같이, 광 가이드들 사이의 혼선 및/또는 광 누설이 투사기 시스템을 사용하여 형성된 이미지들의 품질을 떨어뜨릴 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 배플은 광 파이프들을 광학적으로 분리하기 위해 제공된다. 도 19a는 광 파이프들(2100) 둘레에 배플 구조(2210a)를 가진 광 모듈(2040)의 단면 사시도를 예시한다. 도 19b는 동일한 배플 구조(2210a)를 가진 광 모듈(2040)의 사시도를 예시한다.

[0091] [0112] 배플 구조는 광 파이프들(2100)의 측벽들을 둘러싸고 폐쇄하는 하부 부분(2210), 및 하부 부분(2210) 위에 끼워 맞춰지는 상부 부분 또는 뚜껑(2220)을 포함한다. 하부 부분(2210)은 발광기들(2020)을 지지하는 기판(2050)에 부착될 수 있다. 상부 부분(2220)은, 출력 표면(2120)을 출사하는 광이 전파될 수 있는 복수의 애퍼처(aperture)들(2200)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 애퍼처들(2200)은 광 출력 표면(2120)보다 영역이 더 작을 수 있고, 그리고 광을 광 변조기에 출력하기 위해 원하는 형상을 가질 수 있다.

[0092] [0113] 도 20은 광 파이프들(2100) 둘레에 배플(2210a)을 가진 광 모듈(2040)의 측단면도를 예시한다. 일부 실시예들에서, 광 파이프들은 배플(2210)의 내부 벽들(2230)로부터 분리될 수 있다. 예컨대, 분리는, 광 파이프(2100) 내에서 광의 전파를 간섭하는 것을 방지하기 위해, 광 파이프(2100)의 표면들과 최소로 콘택하게 만드는 스페이서들(2240)에 의해 달성될 수 있다. 바람직하게, 배플(2210)의 내부 벽들(2230)은 광 흡수 재료로 수행된다.

[0093] [0114] 본 발명의 다양한 예시적인 실시예들이 본원에 설명된다. 비-제한적 의미로 이들 예들에 대해 참조가 이루어진다. 이들 예들은 본 발명의 더 넓게 적용가능한 양상들을 예시하기 위하여 제공된다. 설명된 본 발명에 대해 다양한 변화들이 이루어질 수 있고 등가물들은 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 대체될 수 있다.

[0094] [0115] 예컨대, 다수의 깊이 평면들에 걸쳐 이미지들을 제공하는 AR 디스플레이들에 대해 유리하게 활용될 수 있기는 하지만, 본원에 개시된 증강 현실 콘텐츠는 또한 단일 깊이 평면 상에 이미지들을 제공하는 시스템들에 의해 디스플레이될 수 있다.

[0095] [0116] 게다가, 특정 상황, 재료, 물질 조성, 프로세스, 프로세스 동작(들) 또는 단계(들)를 본 발명의 목적(들), 사상 또는 범위에 적응시키기 위하여 많은 수정들이 이루어질 수 있다. 추가로, 당업자는, 본원에 설명되고 예시된 개별 변동들 각각이 본 발명들의 범위 또는 사상에서 벗어나지 않고 다른 몇몇 실시예들 중 임의의 실시예의 피처들로부터 쉽게 분리되거나 결합될 수 있는 이산 컴포넌트들 및 피처들을 가지는 것을 인식할 것이다. 모든 그런 수정들은 본 개시내용과 연관된 청구항들의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

[0096] [0117] 본 발명은 청구대상 디바이스들을 사용하여 수행될 수 있는 방법들을 포함한다. 방법들은 그런 적절한

디바이스를 제공하는 동작을 포함할 수 있다. 그런 제공은 사용자에 의해 수행될 수 있다. 다른 말로, "제공" 동작은 단순히, 사용자가 청구대상 방법에 필수적인 디바이스를 제공하기 위하여 획득, 액세스, 접근, 포지셔닝, 셋-업, 활성화, 전력-인가 또는 달리 동작하는 것을 요구한다. 본원에 나열된 방법들은 논리적으로 가능한 나열된 이벤트들의 임의의 순서뿐 아니라, 이벤트들의 나열된 순서로 수행될 수 있다.

[0097] [0118] 재료 선택 및 제조에 관한 세부사항들과 함께, 본 발명의 예시적인 양상들은 위에서 설명되었다. 본 발명의 다른 세부사항들에 관해서, 이들은 당업자들에게 일반적으로 알려지거나 인식되는 것뿐 아니라 위에서-참조된 특허들 및 공개물들과 관련하여 인식될 수 있다. 공통적으로 또는 논리적으로 이용되는 바와 같은 부가적인 동작들 측면에서 본 발명의 방법-기반 양상들에 관하여 동일한 것이 적용될 수 있다.

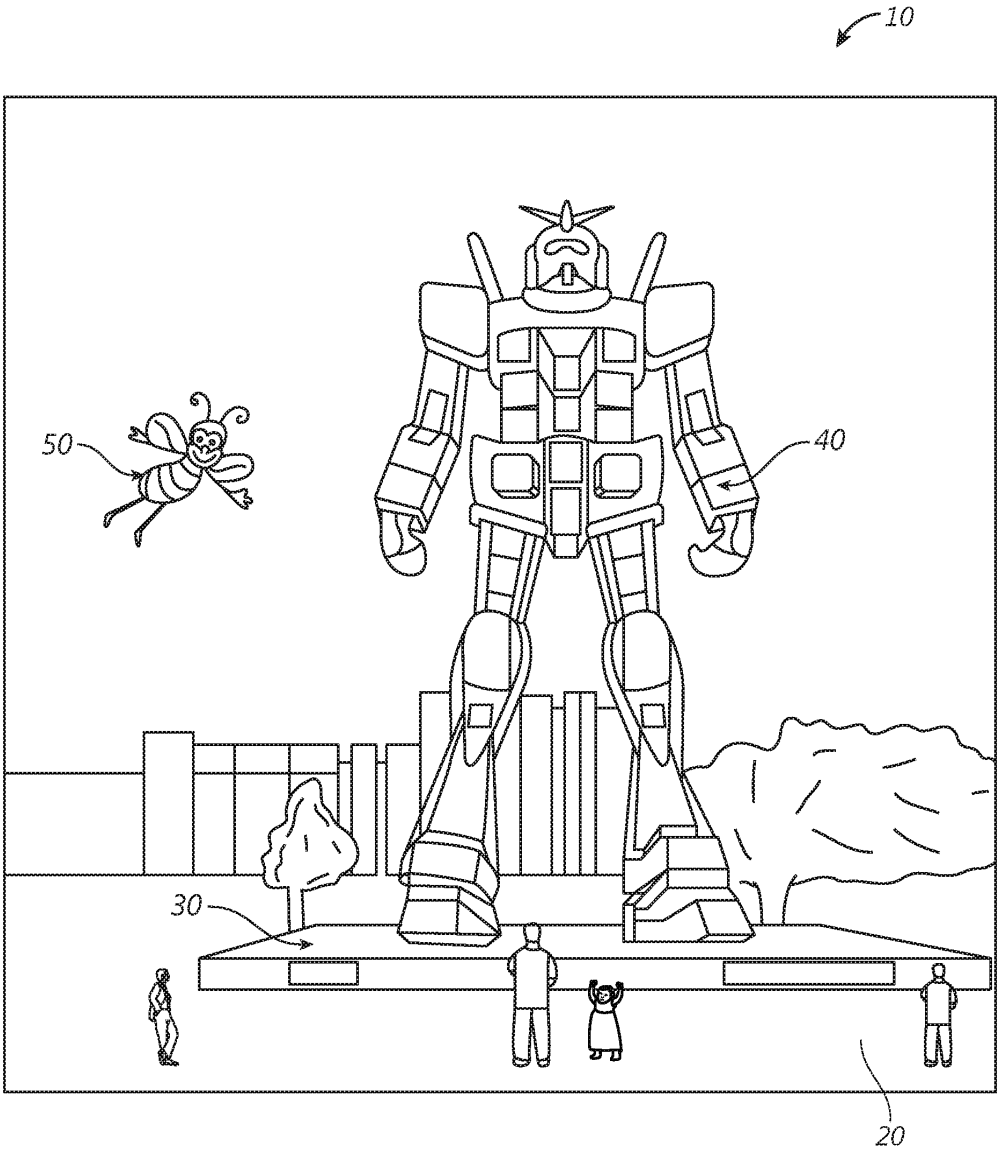
[0098] [0119] 게다가, 본 발명이 다양한 피처들을 선택적으로 통합하는 몇몇 예들을 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 본 발명의 각각의 변형에 관하여 고려된 바와 같이 설명되거나 표시된 것으로 제한되지 않는다. 설명된 본 발명에 대해 다양한 변화들이 이루어질 수 있고 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 등가물들(본원에 나열되든 일부 간략성을 위하여 포함되지 않든)이 대체될 수 있다. 게다가, 다양한 값들이 제공되는 경우, 그 범위의 상한과 하한 간의 모든 각각의 개재 값 및 그 언급된 범위 내의 임의의 다른 언급되거나 개재된 값이 본 발명 내에 포함되는 것으로 이해된다.

[0099] [0120] 또한, 설명된 본 발명의 변형들의 임의의 선택적인 특징이 본원에 설명된 특징들 중 임의의 하나 또는 그 초과와 독립적으로 또는 결합하여 설명되고 청구될 수 있다는 것이 고려된다. 단수 아이템에 대한 참조는, 복수의 동일한 아이템들이 존재할 가능성을 포함한다. 보다 구체적으로, 본원 및 본원에 연관된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 형태들은, 명확하게 다르게 언급되지 않으면 복수의 지시 대상들을 포함한다. 다른 말로, 단수들의 사용은 본 개시내용과 연관된 청구항들뿐 아니라 위의 상세한 설명의 청구대상 아이템 중 "적어도 하나"를 허용한다. 이 청구항들이 임의의 선택적인 엘리먼트를 배제하도록 작성될 수 있다는 것이 추가로 주목된다. 이와 같이, 이런 서술은 청구항 엘리먼트들의 나열과 관련하여 "오로지", "오직" 등 같은 그런 배타적인 용어의 사용, 또는 "네거티브" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다.

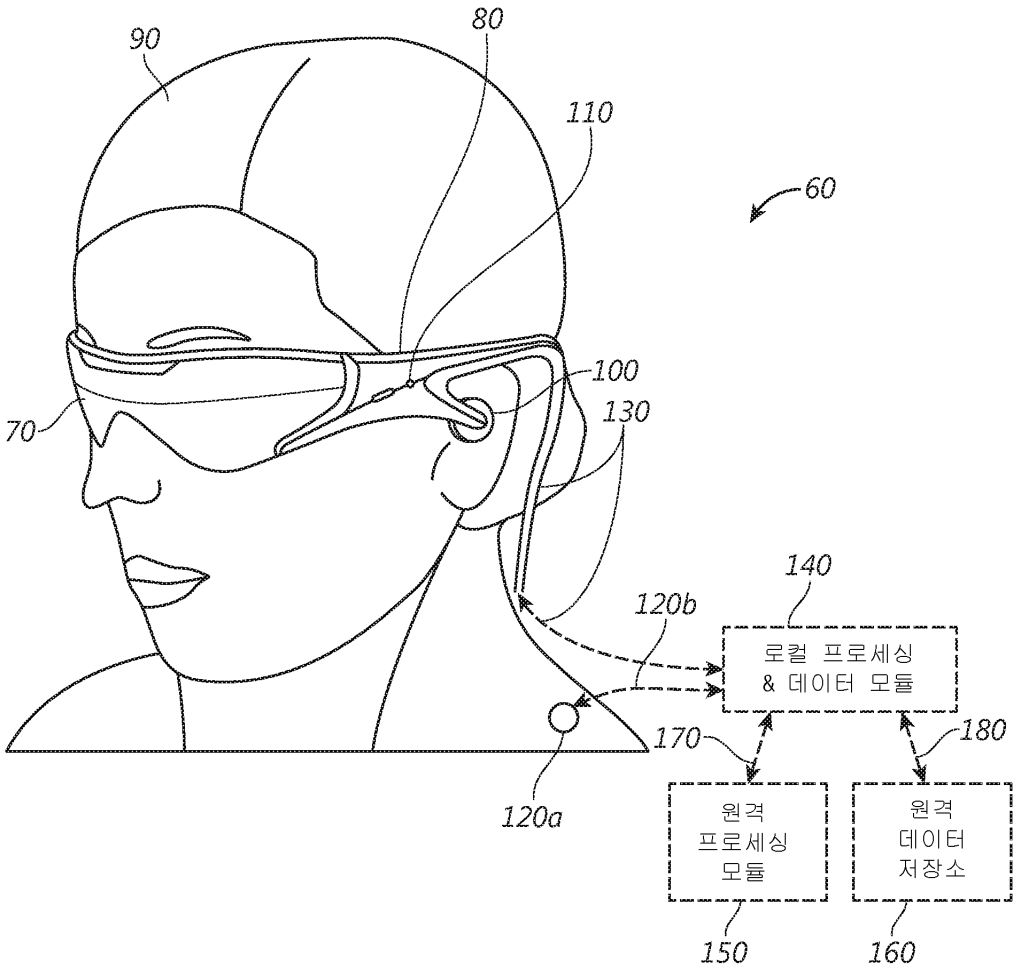
[0100] [0121] 그런 배타적 용어의 사용 없이, 본 개시내용과 연관된 청구항들에서 "포함하는"이라는 용어는, 정해진 수의 엘리먼트들이 그런 청구항들에 열거되는지 여부에 무관하게 임의의 부가적인 엘리먼트의 포함을 허용할 수 있거나, 또는 특징의 부가는 그 청구항들에 설명된 엘리먼트의 성질을 변환하는 것으로 간주될 수 있다. 본원에 구체적으로 정의된 바를 제외하고, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 청구 유효성을 유지하면서 가능한 한 일반적으로 이해되는 의미로 넓게 제공되어야 한다.

도면

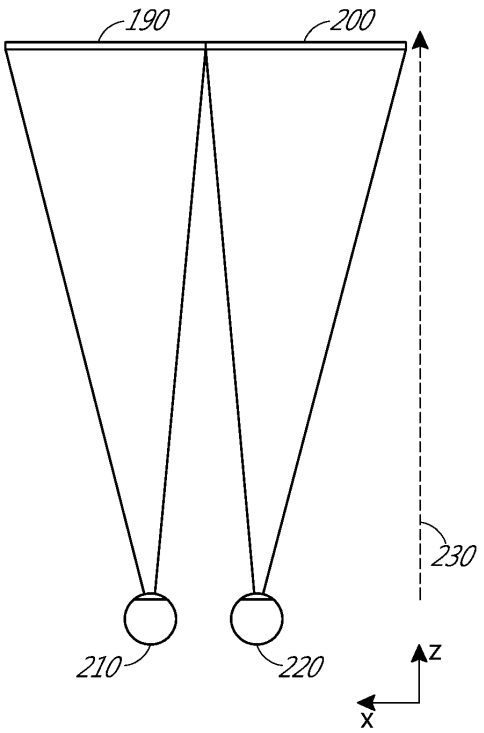
도면1



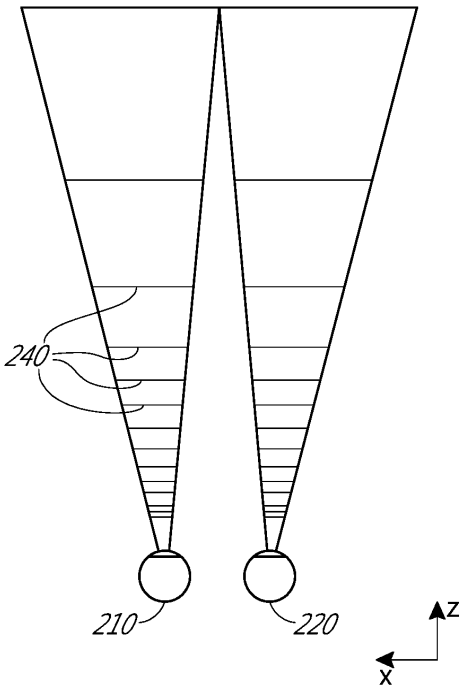
도면2


90
80
110
60
100
70
130
140
120b
로컬 프로세싱
& 데이터 모듈
170
180
120a
원격
프로세싱
모듈
원격
데이터
저장소
150
160

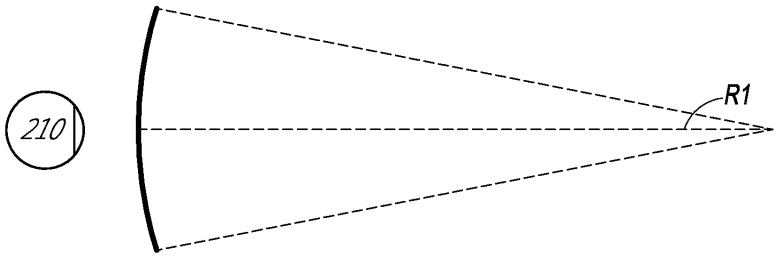
도면3



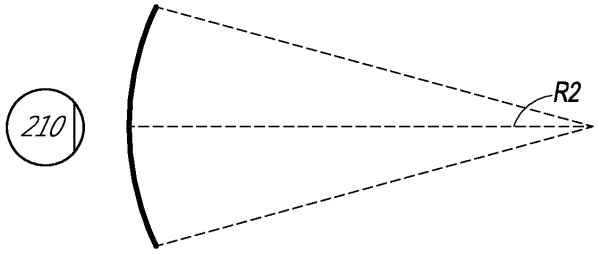
도면4



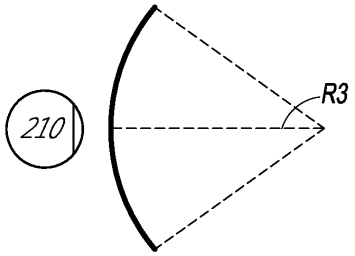
도면5a



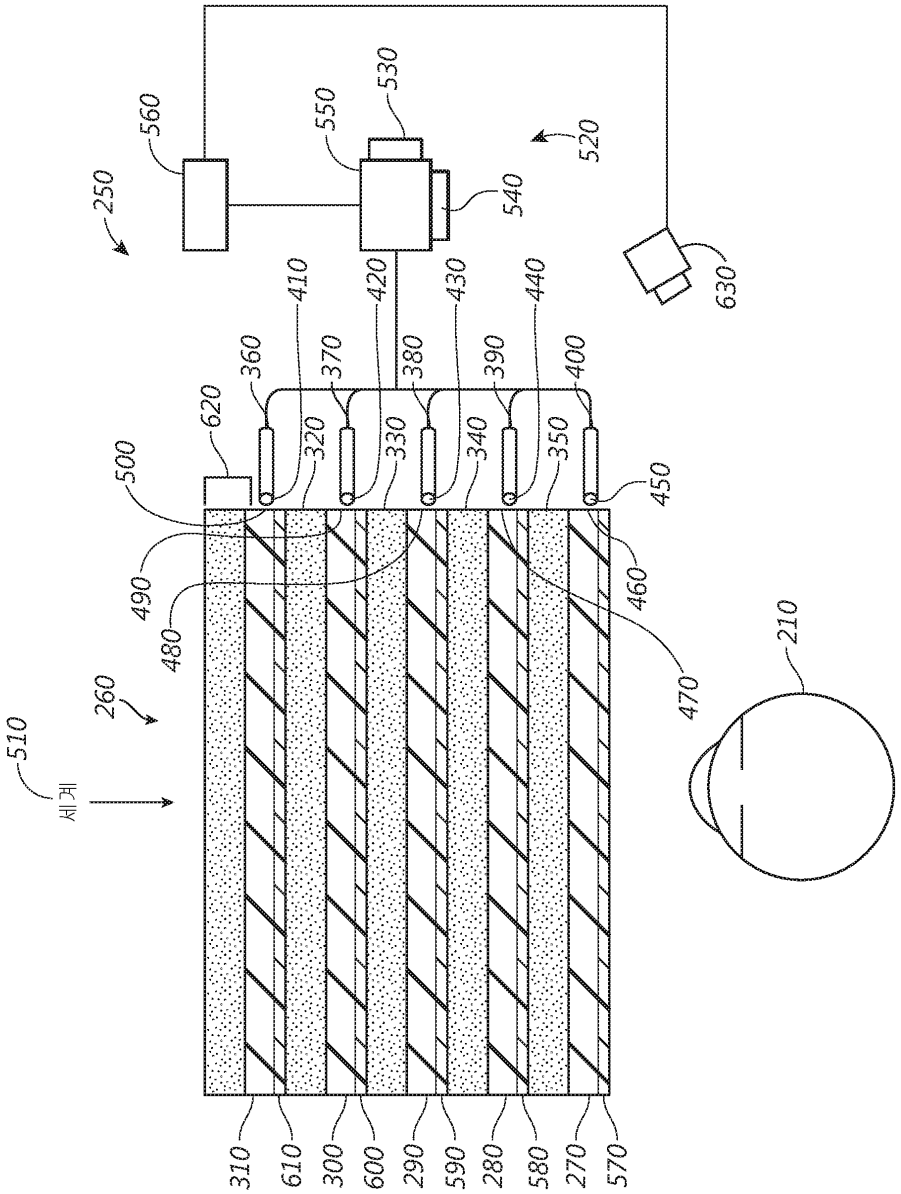
도면5b



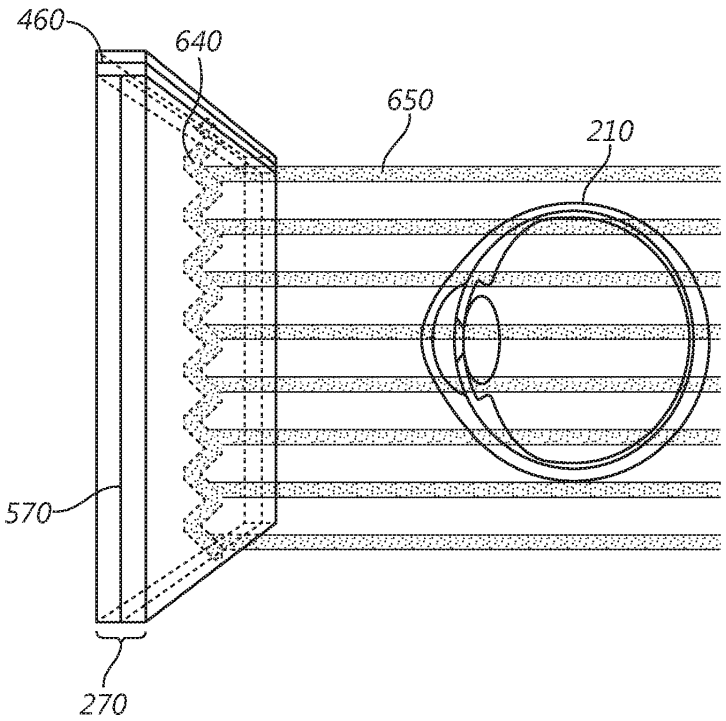
도면5c



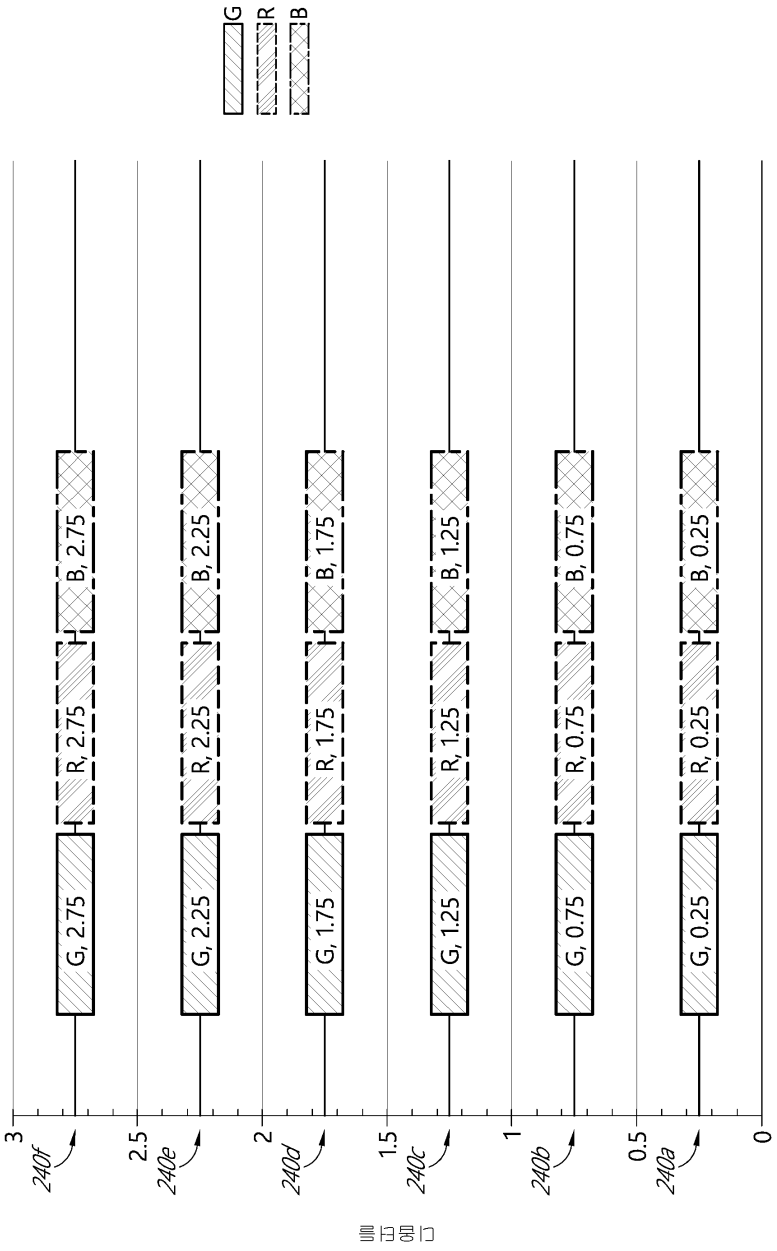
도면6


560
550
530
520
250
540
630
410
420
430
440
360
370
380
390
400
620
320
330
340
350
450
500
490
480
460
470
210
260
510
세계
310
610
300
600
290
590
280
580
270
570

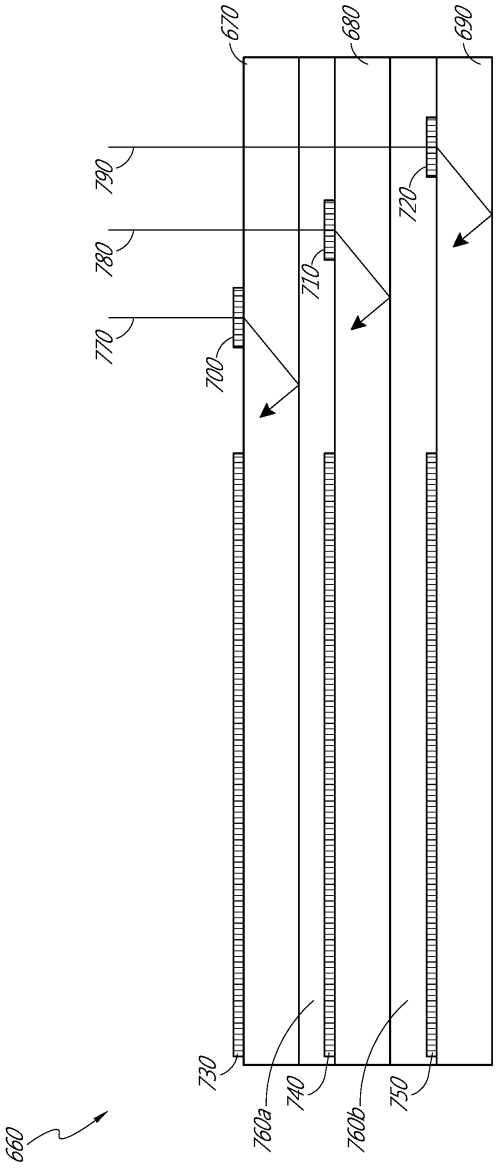
도면7



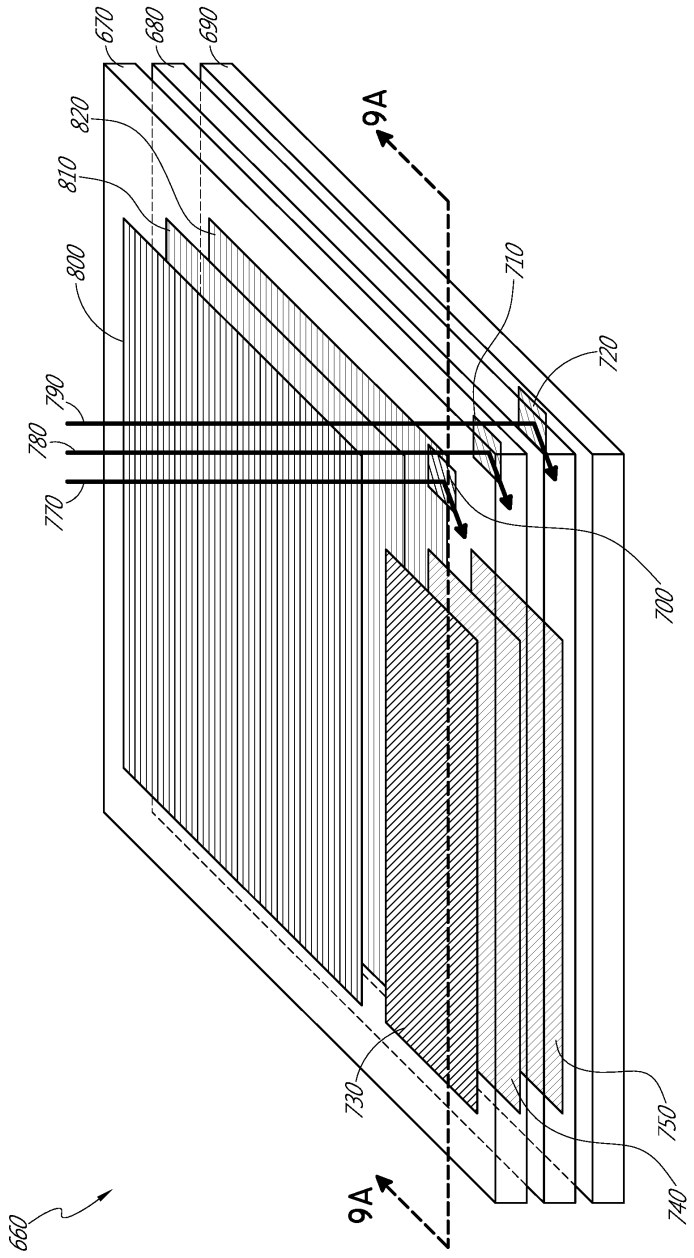
도면8


G
R
B
G, 2.75
R, 2.75
B, 2.75
G, 2.25
R, 2.25
B, 2.25
G, 1.75
R, 1.75
B, 1.75
G, 1.25
R, 1.25
B, 1.25
G, 0.75
R, 0.75
B, 0.75
G, 0.25
R, 0.25
B, 0.25
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
240f
240e
240d
240c
240b
240a
디스플레이

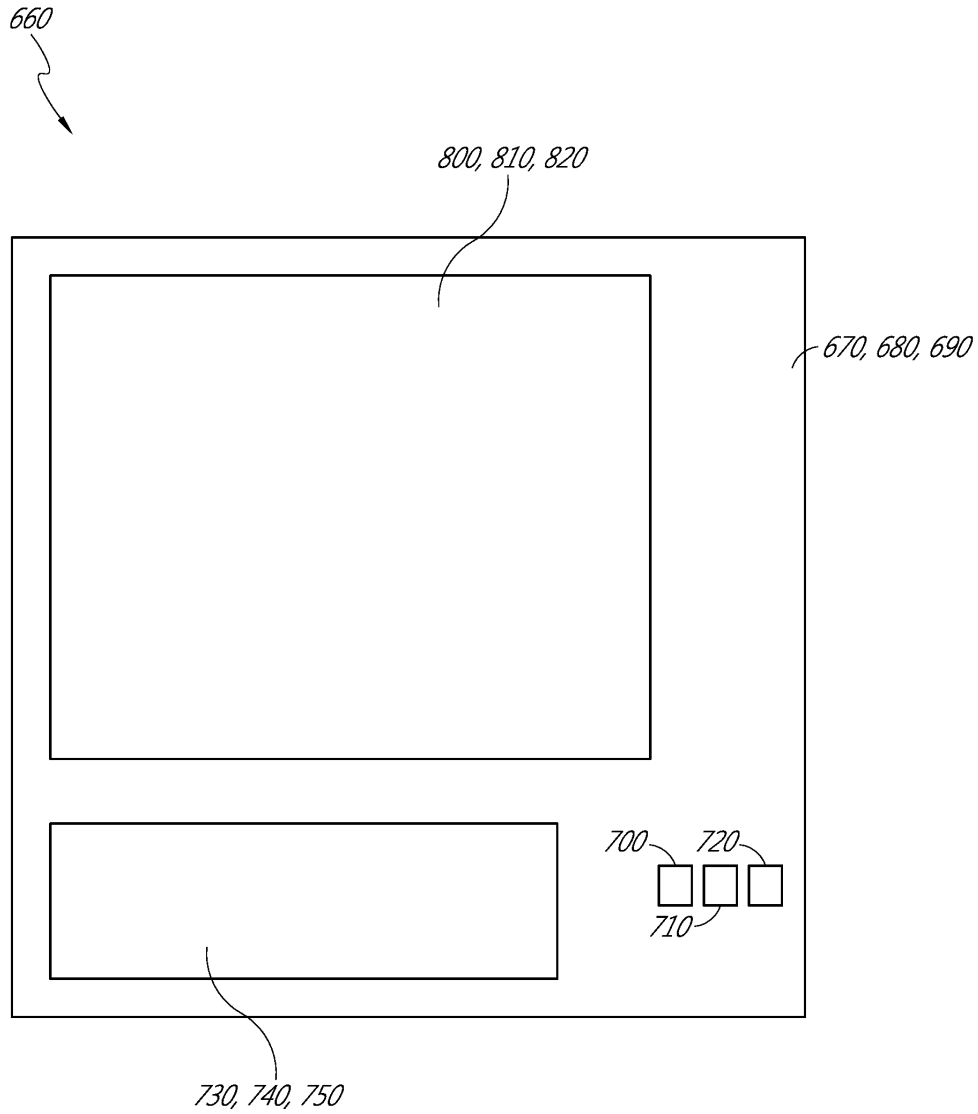
도면9a



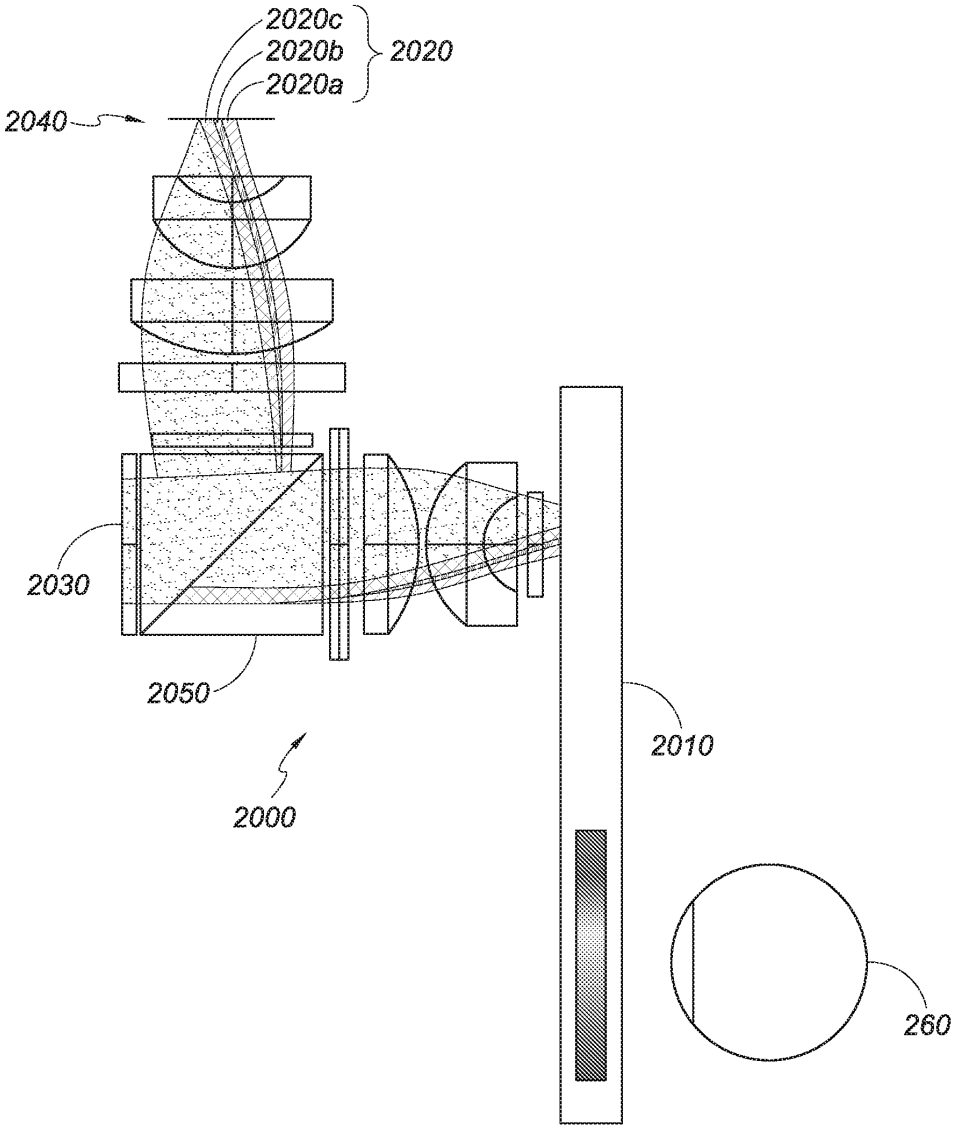
도면9b


670
680
690
820
810
800
790
780
770
9A
710
720
700
730
750
740
9A
660

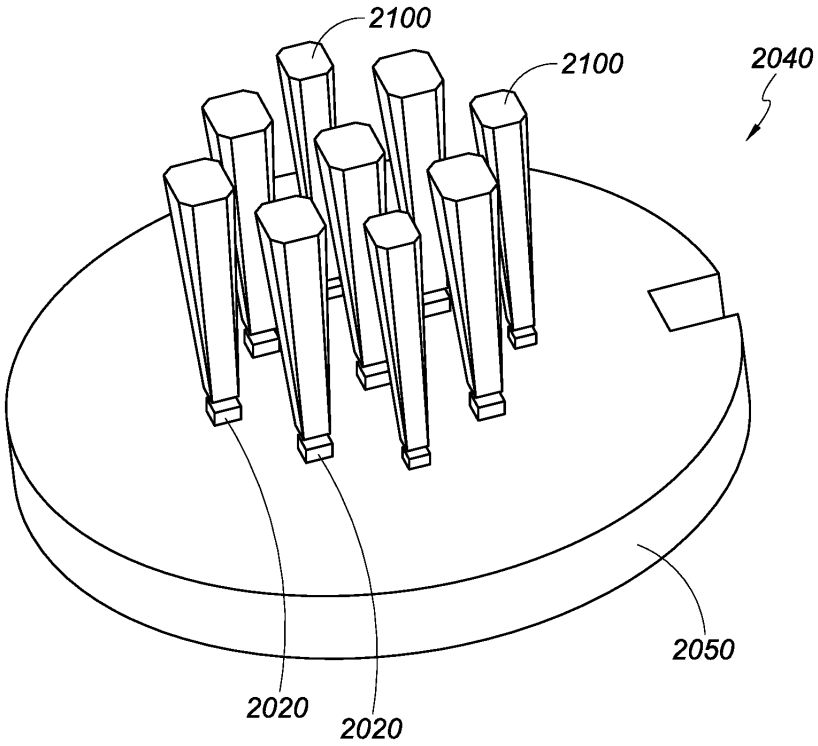
도면9c



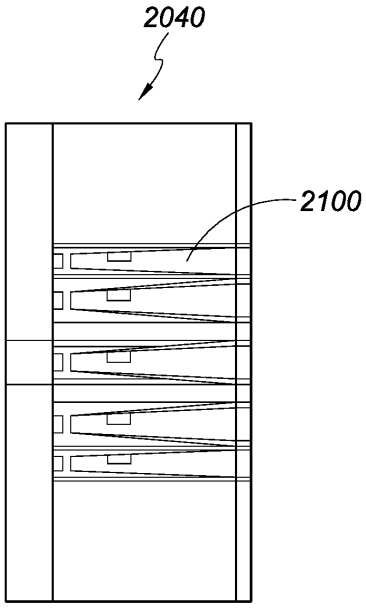
도면10



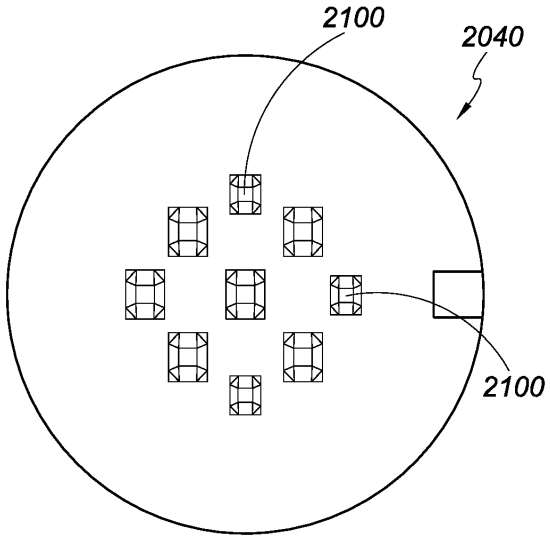
도면11



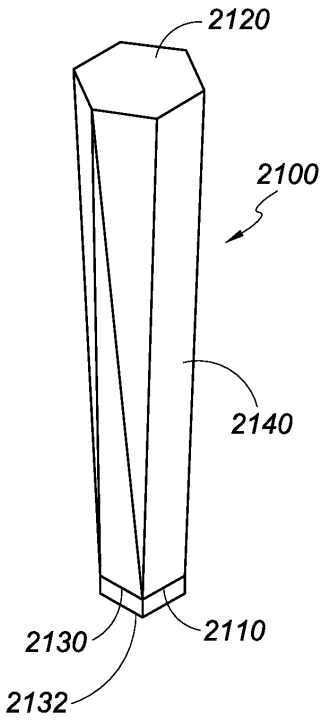
도면12a



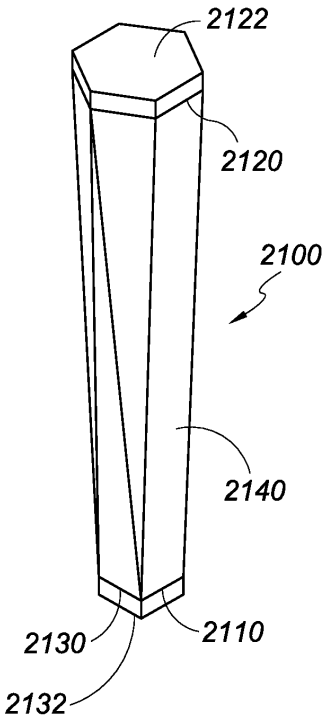
도면12b



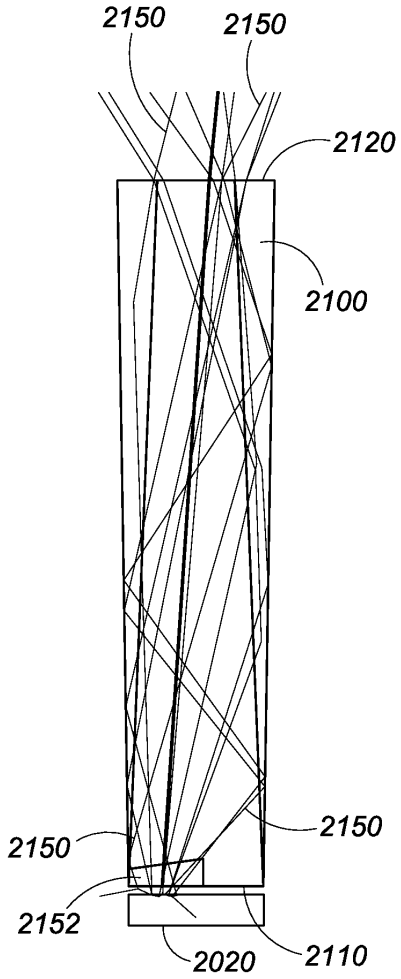
도면13a



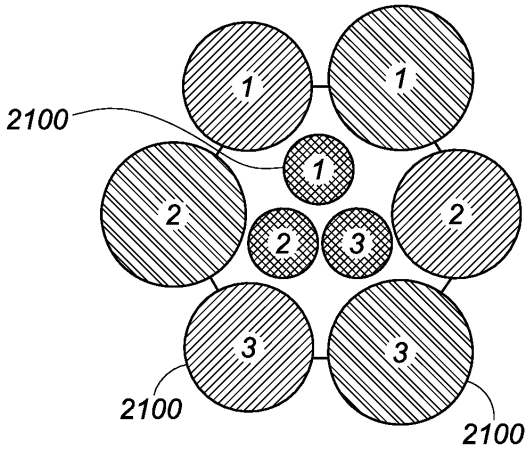
도면13b



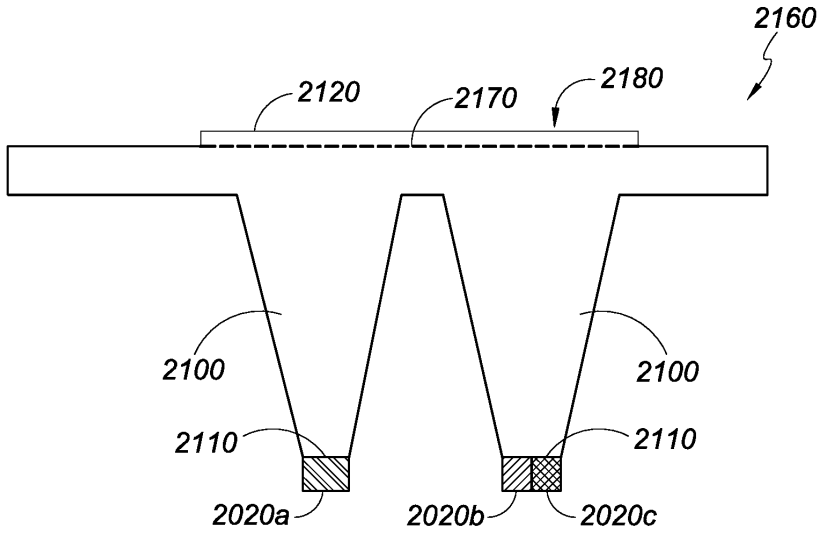
도면14


2150
2150
2120
2100
2150
2150
2152
2020
2110

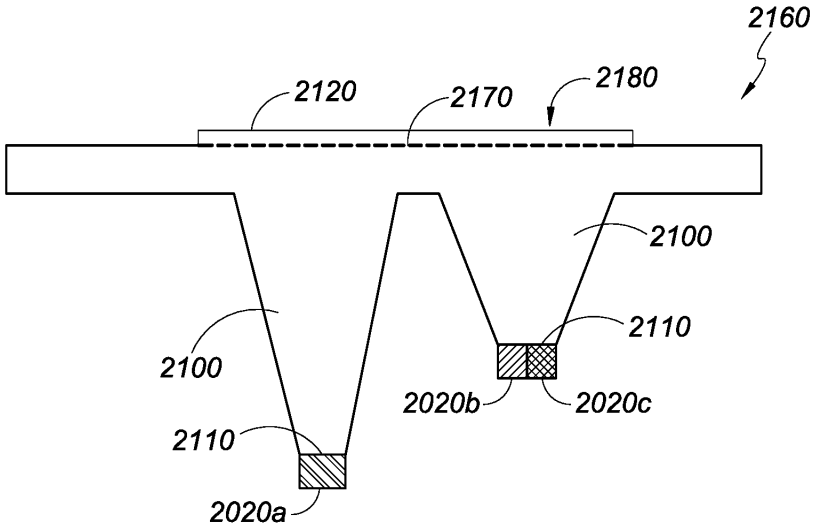
도면15


1
1
2100
1
2
2
2
3
3
3
2100
2100

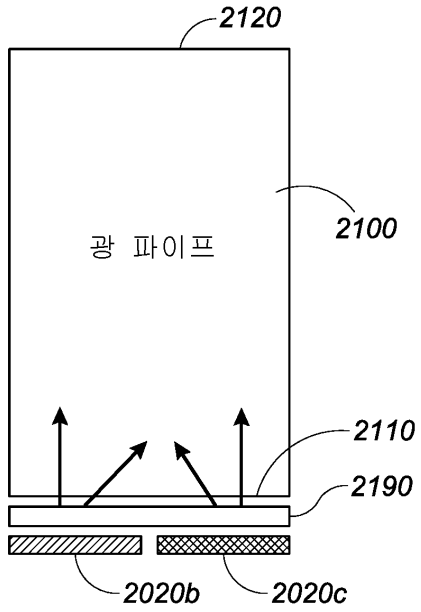
도면16a


2160
2120
2170
2180
2100
2100
2110
2110
2020a
2020b
2020c

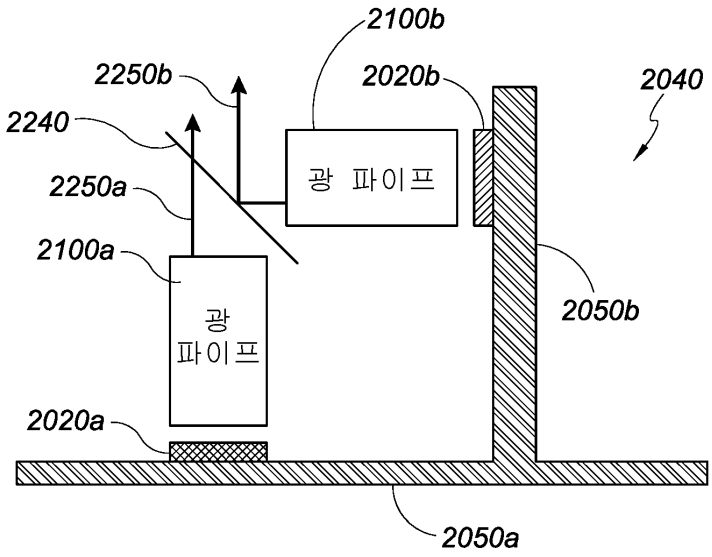
도면16b


2160
2120
2170
2180
2100
2110
2100
2020b
2020c
2110
2020a

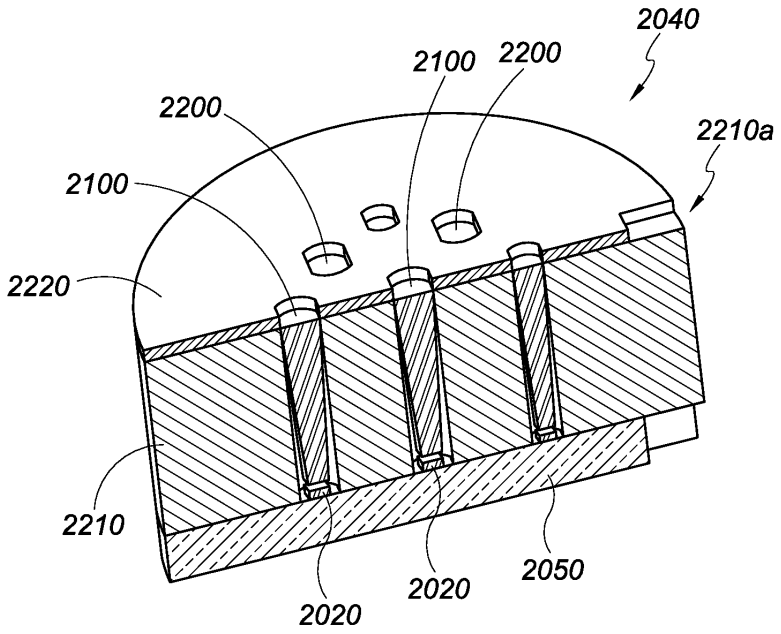
도면17


2120
광 파이프
2100
2110
2190
2020b
2020c

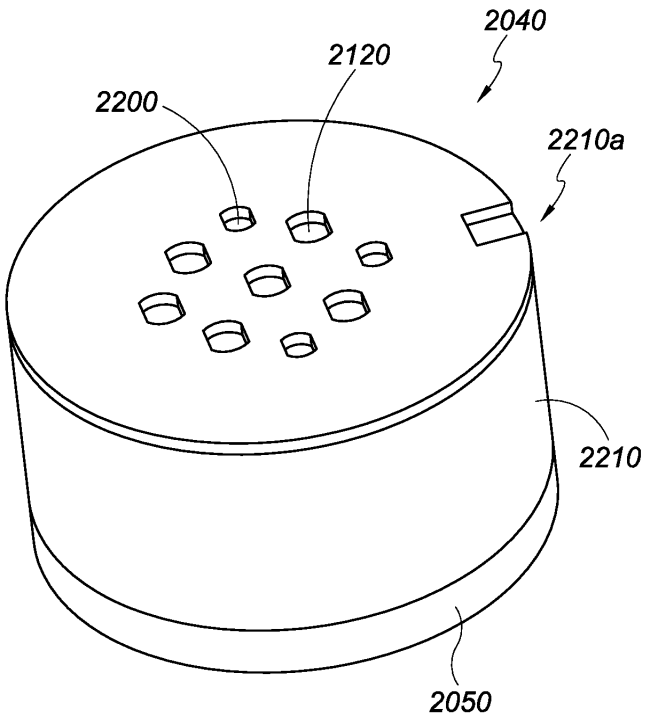
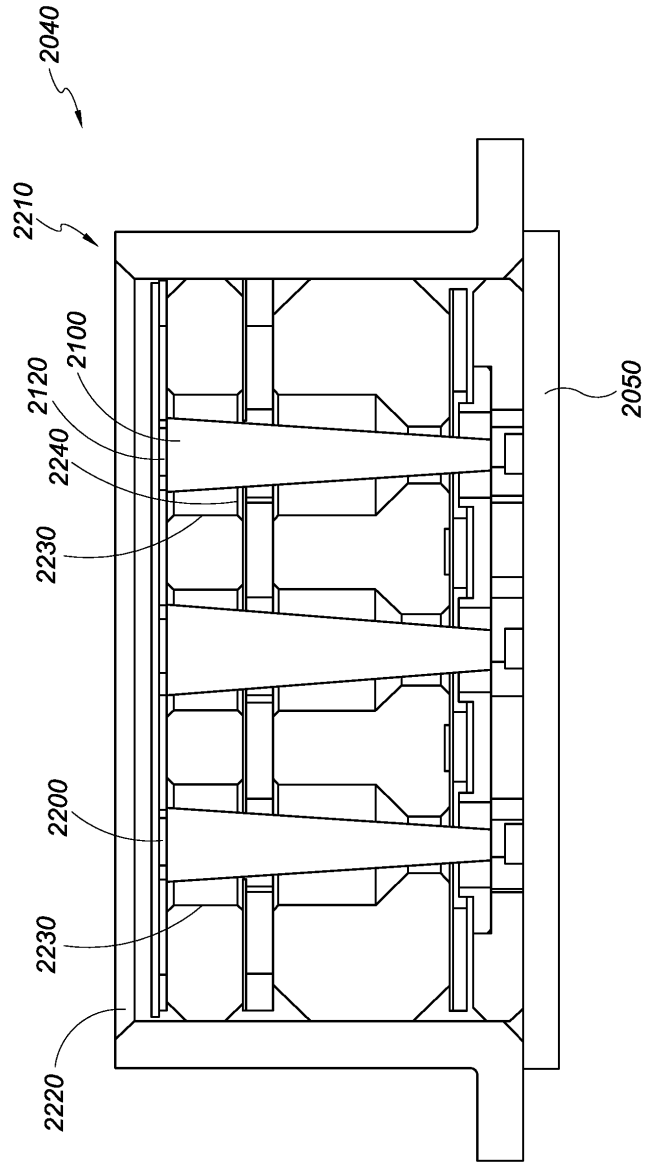
도면18


2100b
2250b
2020b
2040
2240
광 파이프
2250a
2100a
광
파이프
2050b
2020a
2050a

도면19a


2040
2100
2200
2200
2210a
2100
2220
2210
2020
2020
2050

도면19b


2040
2120
2200
2210a
2210
2050

도면20