



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월14일  
(11) 등록번호 10-2782757  
(24) 등록일자 2025년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 27/01 (2006.01) F21V 8/00 (2016.01)  
G02B 26/08 (2006.01) G02B 6/35 (2022.01)  
(52) CPC특허분류  
G02B 27/0172 (2013.01)  
G02B 26/0833 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7028206  
(22) 출원일자(국제) 2017년02월28일  
심사청구일자 2022년02월25일  
(85) 번역문제출일자 2018년09월28일  
(65) 공개번호 10-2018-0117181  
(43) 공개일자 2018년10월26일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/020029  
(87) 국제공개번호 WO 2017/151670  
국제공개일자 2017년09월08일  
(30) 우선권주장  
62/302,090 2016년03월01일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2003029173 A\*  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 25 항

(73) 특허권자  
매직 립, 인코포레이티드  
미국 플로리다 플랜타타운 웨스트 선라이즈 블러  
마드 7500 (우: 33322)  
(72) 발명자  
틴츠, 데이비드  
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈  
블러마드 7500  
존스, 윌리엄, 케이.  
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈  
블러마드 7500  
(74) 대리인  
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

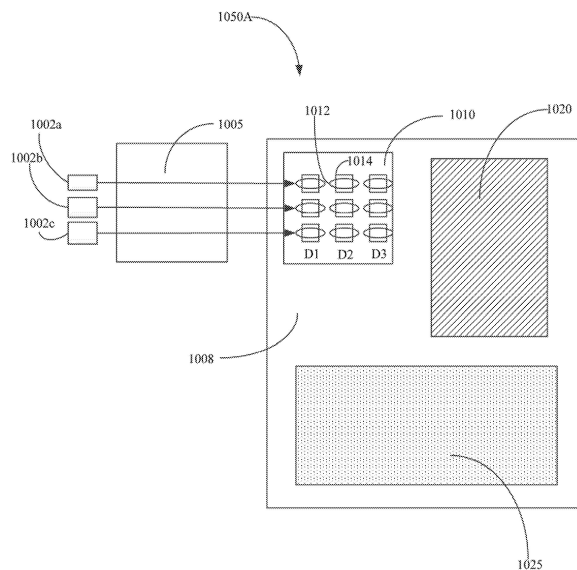
심사관 : 김수현

(54) 발명의 명칭 상이한 파장들의 광을 도파관들로 입력하기 위한 반사성 스위칭 디바이스

(57) 요약

상이한 파장들을 가진 광을 복수의 도파관들 중 하나로 선택적으로 인커플링하기 위한 시스템들 및 방법들이 제공된다. 상이한 파장들을 가진 광을 복수의 도파관들 중 하나로 선택적으로 인커플링하기 위해 제공된 시스템들 및 방법들은 복수의 도파관들 중 하나와 연관된 인커플링 엘리먼트를 향해 인입 광을 재지향시키도록 구성될 수 있는 스위칭가능 반사성 엘리먼트들을 포함하는 스위칭 디바이스를 포함한다.

대표도 - 도10a



(52) CPC특허분류

**G02B 6/0076** (2013.01)

**G02B 6/3518** (2013.01)

G02B 2027/0112 (2013.01)

G02B 2027/0127 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20080088937 A1\*

US20130088780 A1\*

US20150016777 A1\*

US20150241704 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템으로서,

상기 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템은:

이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 출력하도록 구성된 광 소스 및 변조기;

상기 광을 상기 착용자의 눈으로 지향시키기 위해 상기 광을 수신하기 위한 복수의 평면 도파관들;

상기 눈의 전면에 상기 복수의 평면 도파관들을 배치하도록 구성된 프레임; 및

상기 변조된 광을 수신하는 복수의 MEMS(microelectromechanical systems) 미러들 - 상기 복수의 MEMS 미러들은 상기 복수의 평면 도파관들 내의 상이한 도파관들로 광을 선택적으로 커플링하도록 배치됨 -

을 포함하는,

눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 광 소스는 상이한 컬러 광을 선택적으로 출력하는,

눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

복수의 인커플링(incoupling) 광학 엘리먼트들을 더 포함하고, 상기 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 MEMS 미러들로부터 반사된 변조된 광을 수신하도록 그리고 상기 인커플링 광학 엘리먼트에 의해 수신된 상기 변조된 광을 상기 인커플링 광학 엘리먼트와 연관된 상기 복수의 평면 도파관들 중 하나의 도파관에 커플링하여 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 하나의 도파관을 따라 전파하도록 상기 MEMS 미러들에 대해 배치되는,

눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 복수의 평면 도파관들과 연관된 복수의 아웃커플링(outcoupling) 광학 엘리먼트들을 더 포함하고, 상기 복수의 아웃커플링 광학 엘리먼트들은 상기 복수의 평면 도파관들로부터의 광을 상기 복수의 평면 도파관들 밖으로 재지향시키도록 구성되는,

눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 복수의 MEMS 미러들의 수는 상기 복수의 평면 도파관들의 수와 동일한,

눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

#### 청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 복수의 MEMS 미러들의 수는 상기 복수의 평면 도파관들의 수 미만인,  
 눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

**청구항 7**

제1 항에 있어서,  
 상기 복수의 MEMS 미러들은 상기 복수의 평면 도파관들의 표면에 평행한 표면의 평면으로부터 30도 내지 60도의 값을 가진 각도( $\theta$ )만큼 플립(flip)하도록 구성되는,  
 눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

**청구항 8**

제1 항에 있어서,  
 상기 복수의 MEMS 미러들은 출력 광의 광 경로 안팎으로 슬라이딩(slide)하도록 구성되는,  
 눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템.

**청구항 9**

디스플레이 디바이스로서,  
 제1 평면 도파관;  
 광 소스 및 변조기로부터 이미지 정보를 포함하는 제1 파장에서의 제1 광빔을 상기 제1 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성된 제1 인커플링 광학 엘리먼트 - 상기 광 소스 및 변조기는 이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 출력하도록 구성됨 -;  
 제1 MEMS(microelectromechanical systems) 미러 - 상기 제1 MEMS 미러는 상기 MEMS 미러가 상기 광 소스 및 상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트 사이에서 제1 광빔의 광학 경로에 배치되도록 포지셔닝되어, 이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 수신하고 그리고 상기 제1 광빔을 상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 구성됨 -;  
 제2 평면 도파관;  
 상기 광 소스로부터 이미지 정보를 포함하는 제2 파장에서의 제2 광빔을 상기 제2 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성된 제2 인커플링 광학 엘리먼트; 및  
 제2 MEMS 미러 - 상기 제2 MEMS 미러는 상기 제2 MEMS 미러가 상기 광 소스 및 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트 사이에서 상기 제2 광빔의 광학 경로에 배치되도록 포지셔닝되어, 이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 수신하고 그리고 상기 제2 광빔을 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 구성됨 -  
 를 포함하는,  
 디스플레이 디바이스.

**청구항 10**

제9 항에 있어서,  
 제3 평면 도파관;  
 상기 광 소스로부터 이미지 정보를 포함하는 제3 파장에서의 제3 광빔을 상기 제3 평면 도파관으로 재지향시키기 위한 제3 인커플링 광학 엘리먼트; 및  
 제3 MEMS 미러 - 상기 제3 MEMS 미러는 상기 제3 MEMS 미러가 상기 광 소스 및 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트 사이에서 상기 제3 광빔의 광학 경로에 배치되도록 포지셔닝되어 이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 수신하고 그리고 상기 제3 광빔을 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 구성됨 -;  
 를 더 포함하는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 11**

제10 항에 있어서,

상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관 및 상기 제3 평면 도파관은 제1 깊이 평면과 연관되고, 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관 및 상기 제3 평면 도파관으로부터의 광은 상기 제1 깊이 평면으로부터 발생 하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 12**

제11 항에 있어서,

상기 제1 깊이 평면과 상이한 제2 깊이 평면과 연관된 제4 평면 도파관;

상기 제4 평면 도파관과 연관되고 그리고 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 또는 상기 제3 파장 중 하나의 파장의, 이미지 정보를 포함하는 광을 상기 광 소스로부터 상기 제4 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성되는 제4 인커플링 광학 엘리먼트; 및

상기 제4 인커플링 광학 엘리먼트 위에 배치된 제4 MEMS 미러 — 상기 제4 MEMS 미러는 상기 제4 MEMS 미러가 상기 광 소스로부터의 광의 광학 경로에 배치되도록 포지셔닝되어 이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 수신하 고 그리고 상기 광 소스로부터의 광을 상기 제4 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 구성됨 —

를 더 포함하는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 13**

제10 항에 있어서,

상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관 및 상기 제3 평면 도파관은, 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관 및 상기 제3 평면 도파관으로부터 광을 출력하도록 구성된 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 14**

디스플레이 디바이스로서,

이미지를 형성하기 위해 변조된 광을 출력하도록 구성된 광 소스 및 변조기;

제1 깊이 평면과 연관된 제1 복수의 평면 도파관들 — 상기 제1 복수의 평면 도파관들은 상기 제1 깊이 평면으 로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 —;

상기 제1 복수의 평면 도파관들과 연관된 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 — 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은 상기 광 소스로부터 상기 제1 복수의 평면 도파관들로 이미지 정보를 포함하는 광을 재지향 시키도록 구성되고, 상기 광 소스는 이미지를 형성하기 위해 변조된 상기 광을 출력하도록 구성됨 —;

MEMS 미러 — 상기 MEMS 미러는 상기 MEMS 미러가 상기 광 소스로부터의 광의 광학 경로에 배치되도록 포지셔닝 되어 이미지를 형성하기 위해 변조된 상기 광을 수신하고 그리고 상기 광을 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘 리먼트들을 향해 재지향시키도록 구성됨 —

를 포함하는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 15**

제14 항에 있어서,

제2 깊이 평면과 연관된 제2 복수의 평면 도파관들 - 상기 제2 복수의 평면 도파관들은 상기 제2 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 -;

상기 제2 복수의 평면 도파관들과 연관된 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 - 상기 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은 상기 광 소스로부터 상기 제2 복수의 평면 도파관들로 상기 광을 재지향시키도록 구성됨 -; 및

제2 MEMS 미러 - 상기 제2 MEMS 미러는, 상기 제2 MEMS 미러가 상기 광 소스로부터의 광의 광학 경로에 배치되도록 작동되어 이미지를 형성하기 위해 변조된 상기 광을 수신하고 그리고 상기 광을 상기 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 구성됨 -

를 더 포함하는,

디스플레이 디바이스.

### 청구항 16

디스플레이 디바이스에 있어서,

제1 평면 도파관;

광학 소스로부터 이미지 정보를 포함하는 제1 파장에서의 제1 광빔을 상기 제1 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성된 제1 인커플링 광학 엘리먼트 - 상기 광학 소스는 공간 광 변조기를 포함함 -;

제1 MEMS 미러;

상기 제1 MEMS 미러가 상기 광학 소스 및 상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트 사이에서 제1 광학 경로에 배치되어 상기 제1 광빔을 상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 상기 제1 MEMS 미러를 포지셔닝하도록 구성된 제어기;

제2 평면 도파관;

상기 광학 소스로부터 이미지 정보를 포함하는 제2 파장에서의 제2 광빔의 광을 상기 제2 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성된 제 2 인커플링 광학 엘리먼트;

제2 MEMS 미러 - 상기 제어기는, 상기 제2 MEMS 미러가 상기 광학 소스 및 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트 사이에서 제2 광학 경로에 배치되어 상기 제2 광빔을 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 상기 제2 MEMS 미러를 포지셔닝하도록 구성됨 -;

제3 평면 도파관;

상기 광학 소스로부터 이미지 정보를 포함하는 제3 파장에서의 제3 광빔의 광을 상기 제3 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성된 제3 인커플링 광학 엘리먼트; 및

제3 MEMS 미러 - 상기 제어기는, 상기 제3 MEMS 미러가 상기 광학 소스 및 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트 사이에서 제3 광학 경로에 배치되어 상기 제3 광빔을 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 상기 제3 MEMS 미러를 포지셔닝하도록 구성되고, 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관 및 상기 제3 평면 도파관은 제1 깊이 평면과 연관되고, 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관 및 상기 제3 평면 도파관으로부터의 광은 상기 제1 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 -;

상기 제1 깊이 평면과 상이한 제2 깊이 평면과 연관되는 제4 평면 도파관;

상기 제4 평면 도파관과 연관되는 제4 인커플링 광학 엘리먼트 - 상기 제4 인커플링 광학 엘리먼트는, 상기 광학 소스로부터 이미지 정보를 포함하는 상기 제3 파장에서의 제3 광빔의 광을 상기 제4 평면 도파관으로 재지향시키도록 구성됨 -; 및

제4 MEMS 미러를 포함하고,

상기 제어기는, 상기 제4 MEMS 미러가 상기 제3 광학 경로에 배치되어 상기 제3 광빔을 상기 제4 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 상기 제4 MEMS 미러를 포지셔닝하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 17**

제16 항에 있어서,

상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관, 상기 제3 평면 도파관 및 상기 제4 평면 도파관은 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관, 상기 제3 평면 도파관 및 상기 제4 평면 도파관으로부터 광을 각각 출력하도록 구성되는 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 포함하는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 18**

제16 항에 있어서,

상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관, 상기 제3 평면 도파관 및 상기 제4 평면 도파관은 복수의 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 포함하고, 상기 복수의 아웃커플링 광학 엘리먼트들은 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관, 상기 제3 평면 도파관 및 상기 제4 평면 도파관으로부터 광을 각각 출력하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 19**

제16 항에 있어서,

상기 제1 MEMS 미러, 상기 제2 MEMS 미러, 상기 제3 MEMS 미러 및 상기 제4 MEMS 미러는, 상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관, 상기 제3 평면 도파관 및 상기 제4 평면 도파관의 표면에 평행한 표면의 평면으로부터 30도 내지 60도의 값을 가진 각도( $\theta$ )만큼 플립하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 20**

제16 항에 있어서,

상기 제1 MEMS 미러, 상기 제2 MEMS 미러, 상기 제3 MEMS 미러 및 상기 제4 MEMS 미러는 상기 제1 광학 경로, 상기 제2 광학 경로 또는 상기 제3 광학 경로 안팎으로 슬라이딩하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 21**

제16 항에 있어서,

상기 제1 평면 도파관, 상기 제2 평면 도파관, 상기 제3 평면 도파관 각각은 전방 표면, 후방 표면 및 상기 전방 표면과 상기 후방 표면 사이에 포함된 복수의 예지들을 포함하고,

상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트, 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트 및 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트는, 상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트, 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트 및 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트 중 하나가 상기 제1 인커플링 광학 엘리먼트, 상기 제2 인커플링 광학 엘리먼트 및 상기 제3 인커플링 광학 엘리먼트의 중 다른 하나보다 상기 복수의 예지들 중 하나의 예지에 더 가깝도록 서로에 대해 측방향으로 변위되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 22**

디스플레이 디바이스에 있어서,

제1 깊이 평면과 연관된 제1 복수의 평면 도파관들 - 상기 제1 복수의 평면 도파관들은 상기 제1 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 -;

상기 제1 복수의 평면 도파관들과 연관된 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 - 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은 공간 광 변조기를 포함하는 광학 소스로부터 상기 제1 복수의 평면 도파관들로 이미지 정보를 포함하는 광을 재지향시키도록 구성됨 -;

제1 MEMS 미러;

제어기 - 상기 제어기는, 상기 제1 MEMS 미러가 상기 광학 소스로부터의 광의 광학 경로에 배치되어 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 중 하나의 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 상기 광학 소스로부터의 광을 제지향시키도록 상기 제1 MEMS 미러를 포지셔닝하도록 구성됨 -;

제2 깊이 평면과 연관되는 제2 복수의 평면 도파관들 - 상기 제2 복수의 평면 도파관들은 상기 제2 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 -;

상기 제2 복수의 평면 도파관들과 연관되는 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 - 상기 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은 상기 광학 소스로부터 광을 상기 제2 복수의 평면 도파관들로 제지향시키도록 구성됨 -;

제2 MEMS 미러를 포함하고,

상기 제어기는, 상기 제2 MEMS 미러가 상기 광학 소스로부터의 광의 상기 광학 경로에 배치되어 상기 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 중 하나의 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 상기 광학 소스로부터의 광을 지향시키도록 상기 제2 MEMS 미러를 포지셔닝하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 23**

제22 항에 있어서,

상기 제1 복수의 평면 도파관 및 상기 제2 복수의 평면 도파관 각각은 전방 표면, 후방 표면 및 상기 전방 표면과 상기 후방 표면 사이에 포함된 복수의 에지들을 포함하고, 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들의 인커플링 광학 엘리먼트들 중 하나가 상기 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들의 다른 인커플링 광학 엘리먼트보다 상기 복수의 에지들 중 하나의 에지에 더 가깝도록 서로에 대해 측방향으로 변위되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 24**

제22 항에 있어서,

상기 제1 MEMS 미러 및 상기 제2 MEMS 미러는, 상기 제1 복수의 평면 도파관들 및 상기 제2 복수의 평면 도파관들의 표면에 평행한 표면의 평면으로부터 30도 내지 60도의 값을 가진 각도( $\theta$ )만큼 플립하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**청구항 25**

제22 항에 있어서,

상기 제1 MEMS 미러 및 상기 제2 MEMS 미러는 상기 광학 소스로부터의 광의 광학 경로 안팎으로 슬라이딩하도록 구성되는,

디스플레이 디바이스.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 2016년 3월 1일 출원되고, 발명의 명칭이 "MEMS Switching Device"인 미국 특허 출원 번호 제 62/302,090호를 우선권으로 주장하고, 이 가출원의 전체는 그 전체가 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0002] 본 개시내용은 광학 시스템들에 사용하기 위한 MEMS(microelectromechanical systems) 미러(mirror)들을 가진 디바이스들에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 소위 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 위한 시스템들의 개

발을 가능하게 하였고, 여기서 디지털적으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들은, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 인식될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다. 가상 현실, 또는 "VR" 시나리오는 통상적으로 다른 실제 실세계 시각적 입력에 대한 투명화(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. 예컨대, 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(1)이 도시되고, 여기서 AR 기술의 사용자는 배경 내의 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(1120)을 특징으로 하는 실세계 공원형 세팅(1100)을 본다. 이들 아이템들 외에, AR 기술의 사용자는 또한, 사용자가 실세계 플랫폼(1120) 상에 서있는 로봇 동상(1110), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보여지는 날고 있는 만화형 아바타 캐릭터(1130) 같은 "가상 콘텐츠"(이들 엘리먼트들(1130, 1110)이 실세계에 존재하지 않더라도)를 "보는" 것을 인식한다. 인간 시각 인식 시스템이 복잡하기 때문에, 다른 가상 또는 실세계 이미저리(imagery) 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고, 자연스럽게, 풍부한 프리젠테이션을 가능하게 하는 AR 기술을 생성하는 것은 난제이다.

[0004] [0004] 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 AR 기술에 관련된 다양한 난제들을 처리한다.

**발명의 내용**

[0005] [0005] 본 개시내용의 시스템들, 방법들 및 디바이스들 각각은 몇몇 혁신적인 양상들을 가지며, 이 양상들 중 어떠한 단일의 양상도 본원에 개시된 바람직한 속성들을 전적으로 책임지지 않는다. 다양한 예시적인 시스템들 및 방법들이 아래에 제공된다.

[0006] [0006] **실시예 1:** 눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블(wearable) 머리 장착 디스플레이 시스템으로서, 상기 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템은:

[0007] 이미지를 형성하기 위해 광을 출력하도록 구성된 광학 투사기;

[0008] 상기 광을 착용자의 눈으로 지향시키기 위해 상기 광을 수신하기 위한 복수의 도파관들;

[0009] 상기 눈의 전면에 도파관들을 배치하도록 구성된 프레임; 및

[0010] 상기 복수의 도파관들 내의 상이한 도파관들로 광을 선택적으로 커플링하도록 배치된 복수의 MEMS(microelectromechanical systems) 미러들을 포함하는 스위칭 디바이스를 포함한다.

[0011] [0007] **실시예 2:** 실시예 1의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 광학 투사기는 상이한 컬러 광을 선택적으로 출력한다.

[0012] [0008] **실시예 3:** 실시예 1 또는 실시예 2의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 인커플링(incoupling) 광학 엘리먼트들을 더 포함하고, 상기 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 MEMS 미러들로부터 반사된 상기 투사기로부터의 광을 수신하도록 그리고 상기 인커플링 광학 엘리먼트에 의해 수신된 상기 광을 상기 인커플링 광학 엘리먼트와 연관된 상기 도파관들 중 하나에 커플링하여 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관을 따라 전파하도록 상기 MEMS 미러들에 대해 배치된다.

[0013] [0009] **실시예 4:** 실시예 3의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 도파관들과 연관된 복수의 아웃커플링(outcoupling) 광학 엘리먼트들을 더 포함하고, 복수의 아웃커플링 광학 엘리먼트들은 복수의 도파관들로부터의 광을 상기 복수의 도파관들 밖으로 재지향시키도록 구성된다.

[0014] [0010] **실시예 5:** 실시예 1 내지 실시예 4 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 MEMS 미러들의 수는 복수의 도파관들의 수와 동일하다.

[0015] [0011] **실시예 6:** 실시예 1 내지 실시예 5 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 MEMS 미러들의 수는 복수의 도파관들의 수 미만이다.

[0016] [0012] **실시예 7:** 실시예 1 내지 실시예 6 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 MEMS 미러들은 복수의 도파관들의 표면에 평행한 표면의 평면으로부터 약 30도 내지 약 60도의 값을 가진 각도( $\theta$ )만큼 플립(flip)하도록 구성된다.

[0017] [0013] **실시예 8:** 실시예 1 내지 실시예 6 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 MEMS 미러들은 출력 광의 광 경로 안팎으로 슬라이딩(slide)하도록 구성된다.

- [0018] [0014] **실시예 9**: 디스플레이 디바이스로서:
- [0019] 도파관;
- [0020] 광학 소스로부터 도파관으로 제1 파장의 광빔을 재지향시키도록 구성된 인커플링 광학 엘리먼트;
- [0021] MEMS(microelectromechanical systems) 미러; 및
- [0022] MEMS 미러가 광빔의 광학 경로에 배치되고 광빔을 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 MEMS 미러를 작동시키도록 구성된 제어기를 포함한다.
- [0023] [0015] **실시예 10**: 실시예 9의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0024] 제2 도파관;
- [0025] 광학 소스로부터 제2 도파관으로 제2 파장의 제2 광빔을 재지향시키기 위한 제2 인커플링 광학 엘리먼트; 및
- [0026] 제2 MEMS(microelectromechanical systems) 미러를 더 포함하고,
- [0027] 제어기는, 제2 MEMS 미러가 제2 광빔의 광학 경로에 배치되고 제2 광빔을 제2 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 제2 MEMS 미러를 작동시키도록 구성된다.
- [0028] [0016] **실시예 11**: 실시예 9 또는 실시예 10의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0029] 제3 도파관;
- [0030] 광학 소스로부터 제3 도파관으로 제3 파장의 제3 광빔을 재지향시키기 위한 제3 인커플링 광학 엘리먼트; 및
- [0031] 제3 MEMS(microelectromechanical systems) 미러를 더 포함하고,
- [0032] 제어기는, 제3 MEMS 미러가 제3 광빔의 광학 경로에 배치되고 제3 광빔을 제3 인커플링 광학 엘리먼트를 향해 재지향시키도록 제3 MEMS 미러를 작동시키도록 구성된다.
- [0033] [0017] **실시예 12**: 실시예 9 내지 실시예 11 중 어느 하나의 실시예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 도파관, 제2 도파관 및 제3 도파관은 제1 깊이 평면과 연관되고, 제1, 제2 및 제3 도파관들로부터의 광은 제1 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성된다.
- [0034] [0018] **실시예 13**: 실시예 9 내지 실시예 12 중 어느 하나의 실시예의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0035] 제1 깊이 평면과 상이한 제2 깊이 평면과 연관된 제4 도파관;
- [0036] 제4 도파관과 연관되고 제1, 제2 또는 제3 파장들 중 하나의 파장의, 광학 소스로부터의 광을 제4 도파관으로 재지향시키도록 구성되는 제4 인커플링 광학 엘리먼트; 및
- [0037] 제4 인커플링 광학 엘리먼트 위에 배치된 제4 MEMS(microelectromechanical systems) 미러를 더 포함하고,
- [0038] 제어기는, 제4 MEMS 미러가 광학 소스로부터 제4 인커플링 광학 엘리먼트를 향하는 광의 광학 경로에 배치되도록 제4 MEMS 미러를 작동시키도록 구성된다.
- [0039] [0019] **실시예 14**: 실시예 9 내지 실시예 13 중 어느 하나의 실시예의 디스플레이 디바이스에 있어서, 제1 도파관, 제2 도파관 및 제3 도파관은 제1 도파관, 제2 도파관 및 제3 도파관으로부터 광을 출력하도록 구성된 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 포함한다.
- [0040] [0020] **실시예 15**: 디스플레이 디바이스로서:
- [0041] 제1 깊이 평면과 연관된 제1 복수의 도파관들 - 복수의 도파관들은 제1 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 -;
- [0042] 제1 복수의 도파관들과 연관된 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 - 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은 광학 소스로부터 복수의 도파관들로 광을 재지향시키도록 구성됨 -;
- [0043] MEMS(microelectromechanical systems) 미러; 및
- [0044] MEMS 미러가 광학 소스로부터의 광의 광학 경로에 배치되고 상기 광을 제1 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들을 향해 재지향시키도록 MEMS 미러를 작동시키도록 구성된 제어기를 포함한다.

- [0045] [0021] **실시예 16**: 실시예 15의 디스플레이 디바이스에 있어서,
- [0046] 제2 깊이 평면과 연관된 제2 복수의 도파관들 - 제2 복수의 도파관들은 제2 깊이 평면으로부터 발생하는 것으로 보이는 이미지를 생성하도록 구성됨 -;
- [0047] 제2 복수의 도파관들과 연관된 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들 - 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은 광학 소스로부터 제2 복수의 도파관들로 광을 재지향시키도록 구성됨 -; 및
- [0048] 제2 MEMS(microelectromechanical systems) 미러를 더 포함하고,
- [0049] 제어기는, 제2 MEMS 미러가 광학 소스로부터의 광의 광학 경로에 배치되고 상기 광을 제2 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들을 향해 재지향시키도록 MEMS 미러를 작동시키도록 구성된다.
- [0050] [0022] **실시예 17**: 눈을 가진 착용자가 사용하도록 구성된 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템으로서, 상기 웨어러블 머리 장착 디스플레이 시스템은:
- [0051] 이미지를 형성하기 위해 광을 출력하도록 구성된 광학 투사기;
- [0052] 상기 광을 착용자의 눈으로 지향시키기 위해 상기 광을 수신하기 위한 복수의 도파관들;
- [0053] 상기 눈의 전면에 도파관들을 배치하도록 구성된 프레임; 및
- [0054] 상기 복수의 도파관들 내의 상이한 도파관들로 광을 선택적으로 커플링하도록 배치된 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들을 포함하는 스위칭 디바이스를 포함하고, 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들은, 출력 광이 반사되지 않는 제1 상태 및 출력 광이 복수의 도파관들을 향해 반사되는 제2 상태 사이에서 스위칭하도록 구성된다.
- [0055] [0023] **실시예 18**: 실시예 17의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 광학 투사기는 상이한 컬러 광을 선택적으로 출력한다.
- [0056] [0024] **실시예 19**: 실시예 17 또는 실시예 18의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들을 더 포함하고, 상기 복수의 인커플링 광학 엘리먼트들은, 상기 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들로부터 반사된 상기 투사기로부터의 광을 수신하도록 그리고 상기 인커플링 광학 엘리먼트에 의해 수신된 상기 광을 상기 인커플링 광학 엘리먼트와 연관된 상기 도파관들 중 하나에 커플링하여 상기 광이 내부 전반사에 의해 상기 도파관을 따라 전파하도록 상기 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들에 대해 배치된다.
- [0057] [0025] **실시예 20**: 실시예 19의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 도파관들과 연관된 복수의 아웃커플링 광학 엘리먼트들을 더 포함하고, 복수의 아웃커플링 광학 엘리먼트들은 복수의 도파관들로부터의 광을 상기 복수의 도파관들 밖으로 재지향시키도록 구성된다.
- [0058] [0026] **실시예 21**: 실시예 17 내지 실시예 20 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들의 수는 복수의 도파관들의 수와 동일하다.
- [0059] [0027] **실시예 22**: 실시예 17 내지 실시예 21 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들의 수는 복수의 도파관들의 수 미만이다.
- [0060] [0028] **실시예 23**: 실시예 17 내지 실시예 22 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들은 복수의 도파관들의 표면에 평행한 표면의 평면으로부터 약 30도 내지 약 60도의 값을 가진 각도( $\theta$ )만큼 플립하도록 구성된다.
- [0061] [0029] **실시예 24**: 실시예 17 내지 실시예 22 중 어느 하나의 실시예의 머리 장착 디스플레이 시스템에 있어서, 복수의 스위칭가능 반사성 엘리먼트들은 출력 광의 광 경로 안팎으로 슬라이딩하도록 구성된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0062] [0030] 도 1은 AR(augmented reality) 디바이스를 통한 AR의 사용자의 뷰를 예시한다.
- [0031] 도 2는 웨어러블 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.
- [0032] 도 3은 사용자에게 대한 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다.
- [0033] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.

- [0034] 도 5a-도 5c는 곡률의 반경과 초점 반경 사이의 관계들을 예시한다.
- [0035] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다.
- [0036] 도 7은 도파관에 의해 출력된 퇴장(exit) 빔들의 예를 예시한다.
- [0037] 도 8은 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 스택된 도파관들의 세트의 예의 측단면도를 예시한다.
- [0038] 도 9a는 MEMS 미러들을 포함하는 깊이 스위칭 디바이스에 광학적으로 커플링된 스택된 도파관들의 세트의 예의 측단면도를 포함하는 개략적 예시이다.
- [0039] 도 9b는 투사기 광 소스에 광학적으로 커플링된 MEMS 미러들을 가진 깊이 스위칭 디바이스의 예의 상면도를 개략적으로 예시한다.
- [0040] 도 9c는 스위칭 디바이스의 표면에 평행한 평면 안쪽으로 플립하도록 구성된 반사성 미러들을 포함하는 스위칭 디바이스의 구현을 개략적으로 예시한다.
- [0041] 도 9da 및 도 9db는 광빔의 광학 경로 안쪽으로 슬라이딩하도록 구성된 반사성 미러들을 포함하는 스위칭 디바이스의 구현을 개략적으로 예시한다.
- [0042] 도 10a 및 도 10b는 MEMS 미러들을 포함하는 디스플레이 디바이스의 다양한 실시예들의 상부 평면도들을 예시한다.
- [0043] 도면들은 예시적인 실시예들을 예시하기 위해 제공되고 본 개시내용의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

예시적인 디스플레이 시스템들

- [0063] [0044] VR 및 AR 경험들은, 복수의 깊이 평면들에 대응하는 이미지들을 뷰어(viewer)에게 제공하는 디스플레이들을 가진 디스플레이 시스템들에 의해 제공될 수 있다. 이미지들은 각각의 깊이 평면에 대해 상이할 수 있고 (예컨대, 장면 또는 객체의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함) 뷰어의 눈들에 의해 별도로 포커싱될 수 있고, 이에 의해 상이한 깊이 평면 상에 위치한 장면에 대해 상이한 이미지 피쳐(feature)들을 포커싱하게 하는데 요구되는 눈의 원근 조절에 기반하여 그리고/또는 포커싱에서 벗어난 상이한 깊이 평면들 상의 상이한 이미지 피쳐들을 관찰하는 것에 기반하여 사용자에게 깊이 단서들을 제공하는 것을 돕는다. 본원에서 논의된 바와 같이, 그런 깊이 단서들은 깊이의 신뢰성 있는 인식들을 제공한다.
- [0065] [0045] 현실적인 증강 현실 경험을 제시하는 중요한 양상은 컬러화된 이미지들의 디스플레이를 제공하는 것이다. 일부 구성들에서, 풀(full) 컬러 이미지는 각각이 특정 컴포넌트 컬러를 가지는 컴포넌트 이미지들을 오버레이(overlaying)함으로써 다양한 깊이 평면들에 대해 형성될 수 있다. 예컨대, 적색, 녹색 및 청색 이미지들은 각각의 풀 컬러 이미지를 형성하기 위해 각각 출력될 수 있다. 결과적으로, 각각의 깊이 평면은 자신과 연관된 다수의 컴포넌트 컬러 이미지들을 가질 수 있다. 본원에서 개시된 바와 같이, 컴포넌트 컬러 이미지들은 이미지 정보를 포함하는 광을 인커플링하고, 인커플링된 광을 도파관들에 걸쳐 분배하고, 이어서 광을 뷰어를 향해 아웃커플링하는 도파관들을 사용하여 출력될 수 있다.
- [0066] [0046] 일부 웨어러블 디스플레이 시스템들에서, 이것은 단일 출력으로 결합되는 적색/녹색/청색(RGB) 발광 다이오드(LED)들의 사용을 통해 달성될 수 있다. 예로서, 가시 파장들에 대해, 하나의 타입은 RGB 결합기이다. 이들 파장들은 디스플레이 기술들을 위한 전체 컬러 팔레트(palette)들을 생성하는 데 사용될 수 있다. 그러나, RGB LED들의 각각이 그 자신의 특정 파장과 연관되기 때문에, 3개(또는 그 초과)의 이산 LED들을 하나로 결합하는 것은 많은 난제들을 제기할 수 있다. 게다가, 결합기 및 임의의 연관된 광학기기의 사이즈 및 무게 둘 모두는 특히 머리-착용 증강 현실 디스플레이 시스템들의 맥락에서 고려사항들이다. 사이즈는, 디바이스가 소비자들에게 미학적으로 매력적으로 유지되는지 여부에 영향을 미칠 수 있다. 유사하게, 무게는 또한, 머리 착용 AR 디스플레이가 사용자의 머리에 직접 착용되도록 구성되고, 이에 의해 머리-착용 AR 디바이스의 사용자에게 편안함과 매력에 직접적으로 영향을 미친다는 것을 고려할 때, 중요한 관심사이다.
- [0067] [0047] 깊이 평면 스위칭을 위해 MEMS 미러들을 활용하는 본원에서 설명된 다양한 시스템들 및 방법들은 상이한 컬러 조명을 제공하고 뷰잉을 위해 다수의 깊이 평면들을 제공하는 디스플레이들과 함께 사용되는 투사기(예컨대, RGB LED들을 포함함)의 사이즈를 감소시킬 수 있다. 유리하게, 그런 시스템들 및 방법들은 무게를 감소

시키거나, 사이즈를 감소시키거나, 또는 웨어러블 디스플레이 시스템들의 인체 공학을 개선시킬 수 있다.

[0068] [0048] 도 2는 웨어러블 디스플레이 시스템(80)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(80)은 디스플레이(62), 및 그 디스플레이(62)의 기능을 지원하기 위한 다양한 기계적 및 전자적 모듈들 및 시스템들을 포함한다. 디스플레이(62)는 디스플레이 시스템 사용자 또는 뷰어(60)에 의해 웨어러블 가능하고 그리고 사용자(60)의 눈들의 전면에서 디스플레이(62)를 포지셔닝하도록 구성된 프레임(64)에 커플링될 수 있다. 디스플레이(62)는 일부 실시예들에서 안경류로 고려될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스피커(66)는 프레임(64)에 커플링되고 사용자(60)의 외이도(ear canal)에 인접하게 포지셔닝된다(일부 실시예들에서, 도시되지 않은 다른 스피커가 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝되어 스테레오/형상화가능 사운드 제어를 제공한다). 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템은 또한 하나 또는 그 초과개의 마이크로폰들(67) 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(80)에 제공하게 하도록 구성되고 그리고/또는 다른 사람들(예컨대, 유사한 디스플레이 시스템의 다른 사용자들)과 오디오 통신을 허용할 수 있다.

[0069] [0049] 계속 도 2를 참조하면, 디스플레이(62)는 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(64)에 고정되게 부착되거나, 사용자에게 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정되게 부착되거나, 헤드폰들에 임베딩되거나, 그렇지 않으면 사용자(60)에게 제거가능하게 부착되는(예컨대, 백팩(backpack)-스타일 구성으로, 벨트-커플링 스타일 구성으로) 로컬 데이터 프로세싱 모듈(70)에 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결성에 의해, 동작가능하게 커플링(68)된다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)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 돕기 위해 활용될 수 있다. 데이터는 a) 센서들(예컨대 프레임(64)에 동작가능하게 커플링되거나 그렇지 않으면 사용자(60)에게 부착될 수 있음), 이를테면 이미지 캡처 디바이스들(이를테면 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴퍼스(compass)들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 및/또는 자이로들로부터 캡처되는 데이터; 및/또는 b) 원격 프로세싱 모듈(72) 및/또는 원격 데이터 저장소(74)를 사용하여 획득되고 그리고/또는 프로세싱되고, 그런 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 후 가능하게 디스플레이(62)에 전달되는 데이터를 포함한다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 통신 링크들(76, 78)에 의해, 이를테면 유선 또는 무선 통신 링크들을 통하여, 원격 프로세싱 모듈(72) 및 원격 데이터 저장소(74)에 동작가능하게 커플링될 수 있어서, 이들 원격 모듈들(72, 74)은 서로 동작가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)에 대한 리소스들로서 이용가능하다. 일부 실시예들에서, 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 이미지 캡처 디바이스들, 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴퍼스들, 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(64)에 부착될 수 있거나, 또는 유선 또는 무선 통신 경로들에 의해 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)과 통신하는 독립형 구조들일 수 있다.

[0070] [0050] 계속 도 2를 참조하면, 일부 실시예들에서, 원격 프로세싱 모듈(72)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 또는 그 초과개의 프로세서들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 저장소(74)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(74)는 하나 또는 그 초과개의 원격 서버들을 포함할 수 있고, 상기 원격 서버들은 정보, 예컨대 증강 현실 콘텐츠를 생성하기 위한 정보를 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70) 및/또는 원격 프로세싱 모듈(72)에 제공한다. 일부 실시예들에서, 모든 데이터는 저장되고 모든 컴퓨테이션(computation)들은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에서 수행되고, 이는 원격 모듈로부터 완전히 자율적인 사용을 허용한다.

[0071] [0051] "3차원" 또는 "3D"로서 이미지의 인식은 뷰어의 각각의 눈에 이미지의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 도 3은 사용자에게 대한 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다. 2개의 별개의 이미지들(5, 7)(각각의 눈(4, 6)에 대해 하나씩)은 사용자에게 출력된다. 이미지들(5 및 7)은 뷰어의 시선과 평행한 광학 또는 z-축을 따라 거리(10) 만큼 눈들(4 및 6)로부터 이격된다. 이미지들(5 및 7)은 편평하고 눈들(4 및 6)은 단일 원근조절된 상태를 가정함으로써 이미지들 상에 포커싱할 수 있다. 그런 시스템들은 결합된 이미지에 대한 깊이인식을 제공하기 위하여 이미지들(5 및 7)을 결합하기 위한 인간 시각 시스템에 의존한다.

[0072] [0052] 그러나, 인간 시각 시스템이 더 복잡하고 깊이의 현실적인 인식을 제공하는 것이 더 큰 난제라는 것이 인식될 것이다. 예컨대, 종래의 "3D" 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 그런 시스템들이 불편하다고 여기거나 깊이감을 전혀 인식하지 못할 수 있다. 이론에 의해 제한되지 않고, 객체의 뷰어들이 이접 운동

(vergence)과 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 동공들의 롤링(rolling) 움직임들)은 눈들의 렌즈들의 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 변화를 자동으로 유발할 것이다. 마찬가지로, 이접 운동의 변화는 정상 조건들 하에서, 원근조절의 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 여러가지 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 시물레이션들을 형성할 수 있다.

[0073] [0053] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시물레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다. 도 4를 참조하면, z-축 상에서 눈들(4 및 6)로부터 다양한 거리들에 있는 객체들은, 이들 객체들이 인포커스(in focus)되도록 눈들(4, 6)에 의해 원근조절된다. 눈들(4 및 6)은 z-축을 따라 상이한 거리들에 있는 객체들을 포커싱하기 위해 특정 원근조절된 상태들을 취한다. 결과적으로, 특정 원근조절된 상태는 연관된 초점 거리를 가진 깊이 평면들(14) 중 특정 깊이 평면과 연관되는 것으로 말해질 수 있어서, 특정 깊이 평면의 객체들 또는 객체들의 부분들은, 눈이 그 깊이 평면에 대해 원근조절된 상태에 있을 때 인포커스된다. 일부 실시예들에서, 3차원 이미저리는 눈들(4, 6)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(4, 6)의 시야들이 예컨대 z-축을 따른 거리가 증가함에 따라 오버랩할 수 있다는 것이 인지될 것이다. 게다가, 예시의 용이함을 위해 편평한 것으로 도시되지만, 깊이 평면의 윤곽들이 물리적 공간에서 곡선될 수 있어서, 깊이 평면 내의 모든 피쳐들이 특정 원근 조절된 상태에서 눈과 인포커싱되는 것이 인식될 것이다.

[0074] [0054] 객체와 눈(4 또는 6) 사이의 거리는 또한, 그 눈에 의해 보여질 때, 그 객체로부터의 광의 발산량을 변화시킬 수 있다. 도 5a-도 5c는 광선들의 거리와 발산 사이의 관계를 예시한다. 객체와 눈(4) 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 표면 곡률을 갖는다고 말할 수 있으며, 구체 표면 곡률은, 그 포인트가 사용자의 눈으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지의 함수이다. 곡률은 객체와 눈(4) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 결과적으로, 상이한 깊이 평면들에서, 광선들의 발산 정도는 또한 상이하고, 발산 정도는, 깊이 평면들과 뷰어의 눈(4) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 도 5a-도 5c 및 본원의 다른 도면들에서 예시의 명확성을 위해 단지 한쪽 눈(4)만이 예시되지만, 눈(4)에 대한 논의들이 뷰어의 양쪽 눈들(4 및 6)에 적용될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0075] [0055] 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 시물레이션은, 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 위치한 장면들에 대해 상이한 이미지 피쳐들을 포커싱하게 하는데 요구되는 눈의 원근 조절에 기반하여 그리고/또는 포커싱에서 벗어난 상이한 깊이 평면들 상의 상이한 이미지 피쳐들을 관찰하는 것에 기반하여 사용자에게 깊이 단서들을 제공하는 것을 돕는다.

[0076] [0056] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(1000)은 복수의 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)을 사용하여 3차원 인식을 눈/뇌에 제공하기 위해 활용될 수 있는 도파관들의 스택, 또는 스택된 도파관 어셈블리(178)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(1000)은 도 2의 시스템(80)이고, 도 6은 그 시스템(80)의 일부 부분들을 더 상세히 개략적으로 보여준다. 예컨대, 도파관 어셈블리(178)는 도 2의 디스플레이(62)의 부분일 수 있다.

[0077] [0057] 도 6을 계속 참조하면, 도파관 어셈블리(178)는 또한 도파관들 사이에 복수의 피쳐들(198, 196, 194,

192)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(198, 196, 194, 192)은 렌즈일 수 있다. 도파관들(182, 184, 186, 188, 190) 및/또는 복수의 렌즈들(198, 196, 194, 192)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(200, 202, 204, 206, 208)은 도파관들에 대한 광의 소스로서 기능할 수 있고 이미지 정보를 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)에 주입하는 데 활용될 수 있고, 이 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)들 각각은, 본원에 설명된 바와 같이, 눈(4)을 향하여 출력하도록, 각각의 개별 도파관에 걸쳐 인입 광을 분배하도록 구성될 수 있다. 광은 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 출력 표면(300, 302, 304, 306, 308)을 퇴장하고 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 대응하는 입력 표면(382, 384, 386, 388, 390)에 주입된다. 일부 실시예들에서, 입력 표면들(382, 384, 386, 388, 390)의 각각은 대응하는 도파관의 에지일 수 있거나, 대응하는 도파관의 주 표면(즉, 세계(144) 또는 뷰어의 눈(4)을 직접 향하는 도파관 표면들 중 하나)의 부분일 수 있다. 광이 도파관의 (에지가 아닌) 주 축으로 주입되는 그런 구성은 도 8에 도시된다. 일부 실시예들에서, 광의 단일 빔(예컨대, 시준된 빔)은 특정 도파관과 연관된 깊이 평면에 대응하는 특정 각도들(및 발산량들)로 눈(4)을 향하여 지향되는 복제되고 시준된 빔들의 전체 필드를 출력하기 위해 각각의 도파관으로 주입될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208) 중 하나의 이미지 주입 디바이스는 복수(예컨대, 3개)의 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)과 연관되어 이들에 광을 주입할 수 있다.

[0078] [0058] 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은, 각각, 대응하는 도파관(182, 184, 186, 188, 190)으로의 주입을 위한 이미지 정보를 각각 생성하는 이산 디스플레이들이다. 일부 다른 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 예컨대 이미지 정보를 하나 또는 그 초과 광학 도파관들(이를테면, 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 각각에 파이핑(pipe)할 수 있는 단일 멀티플렉싱된 디스플레이의 출력단들이다. 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)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.

[0079] [0059] 일부 실시예들에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)에 주입된 광은 광 소스, 이를테면 발광 다이오드(LED) 또는 형광 전구를 포함할 수 있는 광 출력 모듈(209c)을 포함하는 투사기 어셈블리(209)에 의해 제공된다. 광 출력 모듈(209c)로부터의 광은 빔 분할기 또는 빔 결합기(예컨대, 편광 빔 분할기 또는 RGB 빔 분할기/빔 결합기)(209b)를 통해, 광 변조기(209a), 예컨대 공간 광 변조기로 지향되고 이에 의해 수정될 수 있다. 광 변조기(209a)는 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)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.

[0080] [0060] 제어기(210)는 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208), 광 소스(209c) 및 광 변조기(209a)의 동작을 포함하여, 스택된 도파관 어셈블리(178) 중 하나 또는 그 초과 동작을 제어한다. 일부 실시예들에서, 제어기(210)는 로컬 데이터 프로세싱 모듈(70)의 부분이다. 제어기(210)는, 예컨대 본원에 개시된 바와 같은 다양한 방식들 중 임의의 방식에 따라, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)로의 이미지 정보의 타이밍 및 제공을 조절하는 프로그래밍(예컨대, 비-일시적 매체의 명령들)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제어기는 단일 통합 디바이스, 또는 유선 또는 무선 통신 채널들에 의해 연결되는 분산형 시스템일 수 있다. 제어기(210)는 일부 실시예들에서 프로세싱 모듈들(70 또는 72)(도 1)의 부분일 수 있다.

[0081] [0061] 도 6을 계속 참조하면, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 TIR(total internal reflection: 내부 전반사)에 의해 각각의 개별 도파관 내에서 광을 전파시키도록 구성될 수 있다. 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 각각 주 최상부 표면 및 주 최하부 표면, 그리고 이들 주 최상부 표면과 주 최하부 표면 사이에서 연장되는 에지들을 가진 평면형일 수 있거나 다른 형상(예컨대, 곡선형)일 수 있다. 예시된 구성에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 각각, 이미지 정보를 눈(4)으로 출력하기 위해, 각각의 개별 도파관 내에서 전파되는 광을 도파관 밖으로 재지향시킴으로써 도파관 밖으로 광을 추출하도록 구성된 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)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 출력된다. 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 예컨대 본원에서 추가로 논의된 바와 같이, 회절 광학 피쳐들을 포함하는 격자들일 수 있다. 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은, 설명의 용이함 및 도면 명확성을 위해 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 최하부 주 표면들에 배치된 것으로 예시되지만, 본원에서 추가로 논

의된 바와 같이, 일부 실시예들에서는, 최상부 및/또는 최하부 주 표면들에 배치될 수 있고, 그리고/또는 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 볼륨 내에 직접 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)을 형성하기 위해 투명 기판에 부착된 재료 층으로 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 모놀리식 재료 피스(piece)일 수 있고 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 그 재료 피스의 표면에 및/또는 내부에 형성될 수 있다.

[0082] [0062] 도 6을 계속 참조하면, 본원에 논의된 바와 같이, 각각의 도파관(182, 184, 186, 188, 190)은 특정 깊이 평면에 대응하는 이미지를 형성하게 광을 출력하도록 구성된다. 예컨대, 눈에 가장 가까운 도파관(182)은, 그런 도파관(182)에 주입된 시준된 광을 눈(4)에 전달하도록 구성될 수 있다. 시준된 광은 광학 무한대 초점 평면을 나타낼 수 있다. 위쪽(up) 다음 도파관(184)은, 시준된 광이 눈(4)에 도달할 수 있기 전에 제1 렌즈(192)(예컨대, 네거티브 렌즈)를 통과하는 시준된 광을 전송하도록 구성될 수 있고; 그런 제1 렌즈(192)는 약간 볼록한 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 그 위쪽 다음 도파관(184)으로부터 오는 광을, 광학적 무한대로부터 눈(4)을 향하여 안쪽으로 더 가까운 제1 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다. 유사하게, 위쪽 제3 도파관(186)은 눈(4)에 도달하기 전에 제1 렌즈(192) 및 제2 렌즈(194) 둘 모두를 통하여 자신의 출력 광을 통과시키고; 제1 렌즈(192) 및 제2 렌즈(194)의 결합된 광학 파워(power)는 다른 증분 양의 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 제3 도파관(186)으로부터 오는 광을, 위쪽 다음 도파관(184)으로부터의 광이 보다 광학적 무한대로부터 사람을 향하여 안쪽으로 훨씬 더 가까운 제2 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다.

[0083] [0063] 다른 도파관 층들(188, 190) 및 렌즈들(196, 198)은 유사하게 구성되고, 스택 내 가장 높은 도파관(190)은, 자신의 출력을, 사람과 가장 가까운 초점 평면을 대표하는 총(aggregate) 초점 파워에 대해 자신과 눈 사이의 렌즈들 모두를 통하여 전송한다. 스택된 도파관 어셈블리(178)의 다른 층부 상에서 세계(144)로부터 오는 광을 보고/해석할 때 렌즈들(198, 196, 194, 192)의 스택을 보상하기 위하여, 보상 렌즈 층(180)이 아래쪽 렌즈 스택(198, 196, 194, 192)의 전체 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 피쳐들을 사용하여 동적일 수 있다.

[0084] [0064] 일부 실시예들에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190) 중 2 또는 그 초과는 동일한 연관된 깊이 평면을 가질 수 있다. 예컨대, 다수의 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 동일한 깊이 평면으로부터 이미지들을 출력하도록 구성될 수 있거나, 또는 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 다수의 서브세트들은, 각각의 깊이 평면에 대해 하나의 세트로, 동일한 복수의 깊이 평면들로부터 이미지들을 출력하도록 구성될 수 있다. 이것은 이들 깊이 평면들에 확장된 시야를 제공하기 위해 타일화(tiled) 이미지를 형성하는 장점들을 제공할 수 있다.

[0085] [0065] 도 6을 계속 참조하면, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 자신의 개별 도파관들 밖으로 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. 결과로서, 상이한 연관된 깊이 평면들을 가진 도파관들은 상이한 구성들의 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)을 가질 수 있고, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 연관된 깊이 평면에 따라 상이한 발산 양으로 광을 출력한다. 일부 실시예들에서, 광 추출 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 특정 각도들에서 광을 출력하도록 구성될 수 있는 볼류메트릭(volumetric) 또는 표면 피쳐들일 수 있다. 예컨대, 광 추출 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 볼륨 홀로그램들, 표면 홀로그램들, 및/또는 회절 격자들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(198, 196, 194, 192)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 공기 갭들을 형성하기 위한 클래딩(cladding) 층들 및/또는 구조들)일 수 있다.

[0086] [0066] 일부 실시예들에서, 아웃커플링 광학 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 회절 패턴, 또는 "회절 광학 엘리먼트"(또한 본원에서 "DOE"로서 지칭됨)를 형성하는 회절 피쳐들이다. 바람직하게, DOE들은 충분히 낮은 회절 효율성을 가져서, 빔의 광의 일부만이 DOE의 각각의 교차에 의해 눈(4)을 향하여 편향되지만, 나머지는 내부 전반사를 통하여 도파관을 통해 계속 이동한다. 따라서, 이미지 정보를 운반하는 광은 다수의 위치들에서 도파관을 퇴장하는 다수의 관련된 퇴장 빔들로 분할되고, 그 결과는 이런 특정 시준된 빔이 도파관 내에서 이리저리 바운싱(bouncing)되기 때문에 눈(4)을 향한 상당히 균일한 퇴장 방출 패턴이다.

- [0087] [0067] 일부 실시예들에서, 하나 또는 그 초과 DOE들은, 뚜렷하게 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 매질의 굴절률에 실질적으로 매칭하도록 스위칭될 수 있거나(이 경우에 패턴은 입사 광을 현저하게 회절시키지 않음) 또는 마이크로액적은 호스트 매질의 굴절률에 매칭하지 않는 인덱스(index)로 스위칭될 수 있다(이 경우에 패턴은 입사 광을 뚜렷하게 회절시킴).
- [0088] [0068] 도 7은 도파관에 의해 출력된 퇴장 빔들의 예를 도시한다. 하나의 도파관이 예시되지만, 도파관 어셈블리(178)의 다른 도파관들이 유사하게 기능할 수 있고, 여기서 도파관 어셈블리(178)가 다수의 도파관들을 포함한다는 것이 인식될 것이다. 광(400)은 도파관(182)의 입력 표면(382)에서 도파관(182)으로 주입되고 TIR에 의해 도파관(182) 내에서 전파된다. 광(400)이 DOE(282) 상에 충돌하는 포인트들에서, 광의 일부는 퇴장 빔들(402)로서 도파관을 퇴장한다. 퇴장 빔들(402)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에 논의된 바와 같이, 이들 퇴장 빔들(402)은 또한 도파관(182)과 연관된 깊이 평면에 따라, (예컨대, 발산하는 퇴장 빔들을 형성하는) 일정 각도로 눈(4)으로 전파되도록 재지향될 수 있다. 실질적으로 평행한 퇴장 빔들이 눈(4)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 퇴장 빔 패턴을 출력할 수 있고, 이는 눈(4)이 망막 상에 포커스를 이동시키기 위하여 더 가까운 거리로 원근 조절하는 것을 요구할 것이고 광학적 무한대보다 눈(4)에 더 가까운 거리로부터의 광으로서 뇌에 의해 해석될 것이다.
- [0089] [0069] 일부 실시예들에서, 컴포넌트 컬러들의 광은 단일 전용 도파관에 의해 출력될 수 있고, 결과적으로 각각의 깊이 평면은 자신과 연관된 다수의 도파관들을 가질 수 있다. 광은 구성 컬러들(예컨대, 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B))로 분리될 수 있고, 상이한 구성 컬러들을 도파관 디스플레이 어셈블리의 상이한 층들에 전송하는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 제공될 각각의 특정 깊이 평면에 대해, 도파관 어셈블리는 상이한 컬러들(예컨대, R, G 및 B 층들)의 광을 디스플레이하기 위해 다수의 도파관 층들을 포함할 수 있다. 예로서, 3개의 깊이 평면들(각각의 깊이 평면은 3개의 컬러들(예컨대, R, G 및 B)을 포함함)을 가진 도파관 어셈블리는 9개의 도파관 층들을 포함할 수 있다. 본원에서 설명된 바와 같이, 도파관 어셈블리는 적합한 컬러의 광을 특정 깊이 평면에 대한 특정 층(예컨대, 특정 깊이 평면에서 적색 층에 대해 적색 광)에 전송하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 각각의 깊이 평면은 제1 컬러(G)와 연관된 제1 도파관 층, 제2 컬러(R)와 연관된 제2 도파관 층, 및 제3 컬러(B)와 연관된 제3 도파관 층을 가질 수 있다. 따라서, 이 예에서, 깊이 평면당 3개의 도파관들이 제공될 수 있고, 여기서 깊이 평면당 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들이 제공된다. 물리적 디바이스에서, 도파관들이 모두 레벨당 하나의 도파관을 가진 스택으로 배열될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 특정 깊이 평면에 대한 이들 도파관들은 서로 인접할 수 있거나 인접하지 않을 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 다수의 컴포넌트 컬러들은 동일한 도파관에 의해 출력될 수 있어서, 예컨대 깊이 평면당 단일 도파관만이 제공될 수 있다.
- [0090] [0070] 비록 3개의 컴포넌트 컬러들로서 위에서 일반적으로 설명되었지만, 일 실시예에서, G는 녹색이고, R은 적색이고, 그리고 B는 청색이다. 일부 다른 실시예들에서, 자홍색 및 청록색을 포함하는 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.
- [0091] [0071] 본 개시내용 전반에 걸쳐 광의 주어진 컬러에 대한 참조들이 그 주어진 컬러인 것으로 뷰어에 의해 인식되는 광의 파장 범위 내의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함하는 것으로 이해될 것이라는 인식될 것이다. 예컨대, 적색 광은 약 620-780 nm 범위의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함할 수 있고, 녹색 광은 약 492-577 nm의 범위의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함할 수 있고, 그리고 청색 광은 약 435-493 nm의 범위의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함할 수 있다. 다른 파장들은 또한 가능하다.
- [0092] [0072] 이제 도 8을 참조하면, 일부 실시예들에서, 도파관의, 예컨대 주 면 상에 충돌하는 광은 도파관에 그 광을 인커플링하기 위해 재지향될 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트는 자신의 대응하는 도파관으로 광을 재지향시키고 인커플링하는 데 사용될 수 있다. 도 8은 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 복수의 스택된 도파관들 또는 스택된 도파관들의 세트(1200)의 예의 측면면도를 예시한다. 도파관들은 하나 또는 그 초과 상이한 파장들, 또는 하나 또는 그 초과 상이한 범위들의 파장들의 광을 출력하도록 각각 구성될 수 있다. 이 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208) 중 하나 또는 그 초과로부터의 광이 인커플링을 위해 광이 재지향되는 것을 수반하는 포지션으로부터 도파관들로 주입되는 것을 제외하고, 스택(1200)이 스택(178)에 대응할 수 있고(도 6) 스택(1200)의 예시된 도파관들이 복수의 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 부분에 대응할 수

있다는 것이 인식될 것이다.

[0093] [0073] 스택된 도파관들의 예시된 세트(1200)는 도파관들(1210, 1220 및 1230)을 포함한다. 각각의 도파관은 예컨대, 도파관(1210)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(1212), 도파관(1220)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(1224), 및 도파관(1230)의 주 표면(예컨대, 상부 주 표면) 상에 배치된 인커플링 광학 엘리먼트(1232)를 가진 연관된 인커플링 광학 엘리먼트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232) 중 하나 또는 그 초과는 (특히 하나 또는 그 초과)의 인커플링 광학 엘리먼트들이 반사성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우) 개별 도파관(1210, 1220, 1230)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 예시된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)은, 특히, 이들 인커플링 광학 엘리먼트들이 투과성, 편향 광학 엘리먼트들인 경우, 이들 개별 도파관(1210, 1220, 1230)의 상부 주 표면(또는 다음의 하부 도파관의 최상부) 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)은 개별 도파관(1210, 1220, 1230)의 몸체에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본원에 논의된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)은 파장 선택적이어서, 이들 인커플링 광학 엘리먼트들은 다른 파장들의 광을 투과시키면서 하나 또는 그 초과)의 파장들의 광을 선택적으로 재지향시킨다. 예컨대, 특정 파장들의 광은 인커플링 광학 엘리먼트(1212)를 포함하는 제1 층에서 도파관 스택의 제1 도파관으로 편향(예컨대, 반사, 굴절 또는 회절)될 수 있는 반면, 다른 파장들은 스택 내 다른 도파관들로 지향되도록 다른 인커플링 광학 엘리먼트들(1222, 1232)로 전송될 수 있다. 예컨대, 제1 인커플링 광학 엘리먼트(1212)는 적색 광을 제1 도파관(적색 광을 위해 구성됨)으로 편향시키면서, 다른 파장들(예컨대, 녹색 및 청색)을 도파관 스택의 다른 층들로 전송하도록 구성될 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)이, 이들 개개의 도파관(1210, 1220, 1230)의 일 측부 또는 모서리 상에 예시되지만, 일부 실시예들에서 이들 개별 도파관(1210, 1220, 1230)의 다른 영역들에 배치될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0094] [0074] 예시된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)은 서로 측방향으로 오프셋될 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트는, 다른 인커플링 광학 엘리먼트를 통과하는 광이 아닌 광을 수신하도록, 오프셋될 수 있다. 예컨대, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트(1212, 1222, 1232)는 상이한 이미지 주입 디바이스(1213, 1223, 1233)로부터 광을 수신하도록 구성될 수 있고 그리고 다른 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)로부터 분리(예컨대, 측방향으로 이격)되어, 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)의 다른 것들로부터 실질적으로 광을 수신할 수 없다.

[0095] [0075] 각각의 도파관은 또한 예컨대, 도파관(1210)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(1214), 도파관(1220)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(1224), 및 도파관(1230)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(1234)를 가진 연관된 광 분배 엘리먼트들을 포함한다. 일부 다른 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(1214, 1224, 1234)은 각각 연관된 도파관들(1210, 1220, 1230)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(1214, 1224, 1234)은 각각 연관된 도파관들(1210, 1220, 1230)의 최상부 및 최하부 주 표면 둘 모두 상에 배치될 수 있거나; 또는 광 분배 엘리먼트들(1214, 1224, 1234)은 각각 상이한 연관된 도파관들(1210, 1220, 1230)의 최상부 및 최하부 주 표면들 중 상이한 주 표면들 상에 배치될 수 있다. 광 분배 엘리먼트들(1214, 1224, 1234)은 X 및 y 좌표들 둘 모두에서 광을 분배할 수 있다. 예컨대, 제1 광 분배 엘리먼트(직교 동공 확장기로 지칭될 수 있음)는 일 방향으로 광을 분배할 수 있고 제2 광 분배 엘리먼트(사출 동공 확장기로 지칭될 수 있음)는 제1 방향에 수직인 제2 방향으로 광을 분배할 수 있다. 제2 광 분배 엘리먼트는 또한, 착용자의 눈으로 지향되도록 광이 도파관을 퇴장하게 할 수 있다.

[0096] [0076] 도파관들(1210, 1220, 1230)은 가스 및/또는 고체 재료 층들에 의해 이격되고 분리될 수 있다. 예컨대, 예시된 바와 같이, 층(1218a)은 도파관들(1210 및 1220)을 분리할 수 있고; 그리고 층(1218b)은 도파관들(1220 및 1230)을 분리할 수 있다. 일부 실시예들에서, 층들(1218a 및 1218b)은 낮은 굴절률 재료들(즉, 도파관들(1210, 1220, 1230) 중 바로 인접한 도파관을 형성하는 재료보다 더 낮은 굴절률을 가진 재료들)로 형성된다. 바람직하게, 층들(1218a, 1218b)을 형성하는 재료의 굴절률은 도파관들(1210, 1220, 1230)을 형성하는 재료의 굴절률 미만인, 0.05 또는 그 초과, 또는 0.10 또는 그 초과이다. 유리하게, 더 낮은 굴절률 층들(1218a, 1218b)은 도파관들(1210, 1220, 1230)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(1218a, 1218b)은 공기로 형성된다. 예시되지 않았지만, 도파관들의 예시된 세트(1200)의 최상부 및 최하부가 바로 이웃하는 클래딩 층들을 포함할 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0097] [0077] 바람직하게, 제조의 용이함 및 다른 고려 사항들 때문에, 도파관들(1210, 1220, 1230)을 형성하는 재료

는 유사하거나 동일하고, 층들(1218a, 1218b)을 형성하는 재료는 유사하거나 동일하다. 일부 실시예들에서, 도파관들(1210, 1220, 1230)을 형성하는 재료는 하나 또는 그 초과와 도파관들 사이에서 상이할 수 있고, 그리고/또는 층들(1218a, 1218b)을 형성하는 재료는 상이할 수 있지만, 위에서 주목된 다양한 굴절률 관계들을 여전히 유지한다.

[0098] [0078] 도 8을 계속 참조하면, 광선들(1240, 1242, 1244)은 도파관들의 세트(1200) 상에 입사한다. 광선들(1240, 1242, 1244)이 하나 또는 그 초과와 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)(도 6)에 의해 도파관들(1210, 1220, 1230)로 주입될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0099] [0079] 일부 실시예들에서, 광선들(1240, 1242, 1244)은 상이한 특성들, 예컨대 상이한 컬러들에 대응할 수 있는 상이한 파장들 또는 상이한 범위들의 파장들을 가진다. 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232) 각각은 입사 광을 편향시켜, 광은 TIR에 의해 도파관들(1210, 1220, 1230) 중 개별 도파관을 통해 전파된다.

[0100] [0080] 예컨대, 인커플링 광학 엘리먼트(1212)는 제1 파장 또는 파장들의 범위를 가지는 광선(1240)을 편향시키도록 구성될 수 있다. 유사하게, 투과된 광선(1242)은 제2 파장 또는 파장들의 범위의 광을 편향시키도록 구성된 인커플링 광학 엘리먼트(1222)에 충돌하여 이에 의해 편향된다. 마찬가지로, 광선(1244)은 제3 파장 또는 파장들의 범위의 광을 선택적으로 편향시키도록 구성된 인커플링 광학 엘리먼트(1232)에 의해 편향된다.

[0101] [0081] 도 8을 계속 참조하면, 편향된 광선들(1240, 1242, 1244)은, 이들이 대응하는 도파관(1210, 1220, 1230)을 통해 전파되도록 편향되고; 즉, 각각의 도파관의 인커플링 광학 엘리먼트들(1212, 1222, 1232)은 광을 그 대응하는 도파관(1210, 1220, 1230)에 인커플링하기 위해 광을 그 대응하는 도파관으로 편향시킨다. 광선들(1240, 1242, 1244)은 광이 TIR에 의해 개별 도파관(1210, 1220, 1230)을 통해 전파되게 하는 각도들로 편향된다. 광선들(1240, 1242, 1244)은, 도파관의 대응하는 광 분배 엘리먼트들(1214, 1224, 1234) 상에 충돌할 때까지 TIR에 의해 개별 도파관(1210, 1220, 1230)을 통해 전파된다. 위에서 논의된 바와 같이, (예컨대, 하나 또는 그 초과와 홀로그래프 광학 엘리먼트에서) 터닝(turning) 피쳐들, 이를테면 예컨대 회절 피쳐들은 광을 확산시키고 그리고 디스플레이에 의해 형성된 이미지를 보기 위해 도파관으로부터 착용자의 눈으로 광을 배출하는데 사용된다.

[0102] [0082] 도 9a는 MEMS 미러들을 가지는 깊이 스위칭 디바이스에 광학적으로 커플링된 스택된 도파관들의 세트의 예의 측면면도를 예시한다. 도 9a에 예시된 시스템(900)은 투사기 광학기기(905)로 광을 방출하는 LED들(902)을 도시한다. 각각의 LED(902)는 상이한 컬러 LED를 포함할 수 있다. 예컨대, LED(902a)는 적색(R) LED일 수 있고; LED(902b)는 녹색(G) LED일 수 있고; 그리고 LED(902c)는 청색(B) LED일 수 있다. 투사기 광학기기(905)는 광을 MEMS 미러들(913 및 917)을 포함하는 스위칭 디바이스(910)로 투사한다. 일 실시예에서, 스위칭 디바이스(910)는 도파관들의 세트 상에 배치된 MEMS 층일 수 있다. MEMS 미러들은 특정 깊이 평면들(920, 930)에 대한 개별 도파관들로 광을 재지향시킬 수 있다. 예시된 바와 같이, MEMS 미러들의 제1 컬럼(913a, 913b, 913c)은 광을 각각의 인커플링 광학 엘리먼트들(922a-c)로 재지향시키고; 그리고 MEMS 미러들의 제2 컬럼(917a, 917b, 917c)은 광을 각각의 인커플링 광학 엘리먼트들(932a-c)로 재지향시킨다. 인커플링 광학 엘리먼트들(922a-c) 각각은 제1 깊이 평면(D1)(920)과 연관된 대응하는 도파관 층 상에 배치될 수 있고; 그리고 인커플링 광학 엘리먼트들(932a-c) 각각은 제2 깊이 평면(D2)(930)과 연관된 대응하는 도파관 층 상에 배치될 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트들(922a-c 및 932a-c)은 대응하는 미러(913a-c 및 917a-c)로부터 반사된 광을 수신하도록 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광을 착용자의 눈으로 터닝하는 이들 도파관들은 접안 렌즈들로 지칭될 수 있다.

[0103] [0083] 예시된 바와 같이, LED들(902)로부터의 광은 스위칭 디바이스(910)에 의해 특정 깊이 평면과 연관된 각각의 도파관으로 재지향될 수 있다. 부가적으로, LED들(902)로부터 방출된 광의 각각의 타입(예컨대, R, G, 또는 B 컬러)은 LED에 의해 출력되는 광빔의 위치 및 도파관 상의 인커플링 광학 엘리먼트의 위치에 기반하여 특정 대응하는 도파관 층 및 대응하는 인커플링 광학 엘리먼트를 가질 수 있다. MEMS 스위칭 디바이스(910)는 대응하는 인커플링 광학 엘리먼트를 가진 그 특정 대응하는 도파관 층으로 광을 재지향시킨다. 예컨대, LED(902c)로부터 방출되고 투사기 광학기기(905)로부터 투사된 B 컬러 광은 MEMS 미러(913c)에 의해, 도파관(925)으로 도 9a에 도시된 제1 깊이 평면(D1)과 연관된 대응하는 B 컬러 도파관으로 재지향될 수 있다. 예시된 예를 계속하면, LED(902b)로부터 방출되고 투사기 광학기기(905)로부터 투사된 G 컬러 광은 MEMS 미러(917b)에 의해, 도파관(935)으로 도 9a에 도시된 제2 깊이 평면(D2)과 연관된 G 컬러 도파관으로 재지향될 수 있다. 인커플링 광학 엘리먼트들(922c 및 932b)은 그 특정 도파관 층 내에서 광을 재지향시킬 수 있다. 동일한 예를 계속하면, B 컬러 광은 인커플링 광학 엘리먼트(922c)에 의해 터닝되고 도파관(925)을 통해 전파되며; G 컬러 광

은 인커플링 광학 엘리먼트(932b)에 의해 터닝되고 도파관(935)을 통해 전파된다.

[0104] [0084] LED들(902) 및 MEMS 미러들(913, 917)은 하나 또는 그 초과와 프로세싱 모듈들을 포함하는 제어기(예컨대, 제어기(210))에 의해 제어될 수 있다. 예컨대, LED들(902) 및 MEMS 미러들(913, 917)은 도파관 어셈블리의 각각의 부분들로 그리고 이에 따라서 도파관들의 대응하는 세트들(920 및 930)로 재지향될 컴포넌트 컬러들의 광을 시퀀싱하는 것에 기반하여 이미지를 눈으로 디스플레이하는 데 활용될 수 있다. 제어기(예컨대, 제어기(210))는 LED들(902)로부터 광을 방출하는 시퀀스를 결정하기 위해 하나 또는 그 초과와 프로세싱 모듈들(예컨대, 프로세싱 모듈들(70, 72))을 활용하도록 구성될 수 있고 그리고 2개의 MEMS 미러들(913, 917)을 조정하는 것은 도파관 어셈블리의 각각의 도파관들을 통해 깊이 평면들(920, 930)로 광을 재지향시킨다. 도 9b 및 도 9c에 묘사된 바와 같이, MEMS 미러들(913, 917)은 스위칭 디바이스의 평면의 표면의 수직에 대해 각도( $\theta$ )(예컨대, 약 30도보다 크거나 같은 각도, 약 45도보다 크거나 같은 각도, 약 60도보다 크거나 같은 각도 등)로 스위칭 디바이스(910)의 평면으로부터 경사지도록 작동될 수 있다. 스위칭 디바이스의 평면은 도파관(925, 935)의 표면의 평면에 평행할 수 있다. 설명된 방식으로 경사지도록 작동될 때 MEMS 미러들(913, 917)은 특정 도파관의 표면의 수직에 대해 각도( $\beta$ )로 특정 도파관으로 광을 재지향시킬 수 있다. 다양한 실시예들에서, MEMS 미러들(913 및 917)은 특정 도파관의 표면에 실질적으로 수직인 방향을 따라 그 특정 도파관으로 광을 재지향시키기 위해 약 45도의 각도로 스위칭 디바이스의 평면(또는 도파관의 표면에 평행한 평면)으로부터 플립하도록 구성될 수 있다. 제어기(예컨대, 제어기(210))는 MEMS 미러들(913, 917)을 경사지게 하도록 구성된 작동기 또는 구동 메커니즘들을 제어하도록 구성될 수 있다. 도 9c는 스위칭 디바이스의 표면에 평행한 평면 안쪽으로 플립하도록 구성된 반사성 미러들을 포함하는 스위칭 디바이스의 구현을 개략적으로 예시한다. 예시된 구현에서, 미러(913b)는, 입사 광이 도파관들(925, 935)을 향해 반사되도록 스위칭 디바이스(910)의 평면으로부터 플립하도록 작동된다. 미러들(913a 및 913c)은 작동되지 않아서, 투사기(905)의 대응하는 동공들로부터 발생하는 광빔들이 도파관들을 향해 반사되지 않고 통과하는 것을 허용한다.

[0105] [0085] 비록 시스템(900)이 2개의 깊이 평면들로 위에서 설명되었지만, 임의의 수의 깊이 평면들(예컨대, 3개 또는 그 초과)이 MEMS 스위칭 디바이스(910)와 함께 사용되도록 구성될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 시스템(900)이 3개의 컴포넌트 컬러들로 위에서 설명되었지만, 다른 컴포넌트 컬러들이 활용될 수 있다. 부가적인 컬러들이 제공되는 실시예에서, 부가적인 MEMS 미러들은 이들 컬러들로부터의 광을 각각의 도파관들 및 대응하는 인커플링 광학 엘리먼트들로 재지향시키기 위해 디바이스(910) 상에 포함될 수 있다.

[0106] [0086] 도 9b는 MEMS 미러들을 가진 깊이 스위칭 디바이스의 예의 상면도를 개략적으로 예시한다. 도 9b는 MEMS 미러들의 상면도를 도시한다. 간략성을 위해, 시스템(900)은 도 9a에 예시된 시스템(100)과 동일한 컴포넌트들을 포함한다. 도 9b는, 각각의 MEMS 미러(913, 917)가 자신의 대응하는 인커플링 광학 엘리먼트(932)에 바로 오버레이하는 방식으로 MEMS 미러들(913 및 917)이 디바이스(910) 상에 구성될 수 있는 것을 예시한다.

[0107] [0087] 본원에서 설명된 바와 같이, 투사기(905)는 콘텐츠를 생성하기 위한 광을 웨어러블 디스플레이 상에 투사하는 데 사용될 수 있다. 이 투사기(905)는 LED들(902), 공간 광 변조기(예컨대, 광 변조기(209a)), 및 이미지 정보를 포함하는 광빔을 집안 렌즈(예컨대, 도파관들의 세트)로 발사하기 위한 광학 기기를 활용한다. 다양한 실시예들에서, 투사기(905)는 단일 동공 또는 다수의 동공들을 가질 수 있다. 예컨대, 3개의 파장들(R, G 및 B) 각각에 대한 3개의 깊이 평면들을 가진 시스템에서, 투사기(905)는 9개의 투사된 동공들(파장 및 깊이 평면의 각각의 조합에 대해 하나의 동공씩)을 가지도록 구성될 수 있다. 투사된 동공들의 수를 감소시키는 것은 투사기(905)의 사이즈를 감소시킬 수 있다. 위에서 논의된 MEMS 미러들은 투사된 동공들의 수를 감소시키는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 3개의 파장들(R, G 및 B) 각각에 대한 3개의 깊이 평면들을 가진 시스템에서, 투사기(905)는 3개의 투사된 동공들(각각의 도파관(R, G 및 B)에 대해 하나씩)을 가지도록 구성될 수 있다. 3개의 투사된 동공들로부터의 광은 특정 도파관과 연관된 반사성 미러를 작동시킴으로써 특정 파장 및 특정 깊이 평면과 연관된 특정 도파관에 인커플링될 수 있다. 이런 방식으로, 투사기의 투사된 동공들의 수는 9개로부터 3개로 감소될 수 있다. 다른 예시적인 예로서, 도 9a에 예시된 2개의 깊이 평면들을 가진 시스템(900)에서, 투사된 동공들의 수는 각각의 파장의 광의 투사된 동공이 특정 깊이 평면으로 재지향되는 것을 허용하는 MEMS 미러들(913 및 917)의 사용에 의해 6개로부터 3개로 감소될 수 있다. 어떠한 보편성 손실도 없이, 하나의 투사기는, 웨어러블 디스플레이가 안경류를 포함할 때 정보 콘텐츠를 각각의 눈으로 투사하는 데 사용될 수 있다.

[0108] [0088] 위에서 논의된 바와 같이, 다수의 동공들을 활용하는 투사기 시스템들은, 본원에서 설명된 시스템들(예컨대, 도 9a 및 도 9b에 예시된 시스템(900) 및 도 10a에 예시된 시스템(1050A) 및 도 10b에 예시된 시스템(1050B))보다, 더 크고 더 무거울 수 있다. 예컨대 위에서 논의된 바와 같이, 3개의 깊이 평면에 대한 투사기 시스템에서, 3개의 컬러 시스템은 투사기(예컨대, 개별 레이저들 또는 LED들)에 의해 제공된 9개의 동공들을 가

질 수 있다. 그런 구성은 단일 동공 또는 단일 컬러 또는 단일 깊이 시스템과 비교할 때 상당히 더 큰 직경을 가진 투사기를 초래할 수 있다. 이 사이즈는, 무게 및 볼륨을 부가하기 때문에 바람직하지 않을 수 있고, 그리고 웨어러블 아키텍처 내에 컴포넌트 배치를 제한할 수 있다.

[0109] [0089] 본원에서 설명된 시스템들 및 방법들은 풀 컬러, 다중-깊이 웨어러블 디스플레이를 허용한다. 도 9a-도 9b에 대해 설명된 바와 같이, 시스템은 상이한 파장들에 대한 투사된 동공들을 개별 깊이 평면들로 선택적으로 라우팅하기 위해 MEMS 미러 기술을 활용한다. 일부 실시예들에서, 단일 MEMS 미러는 2개의 잠재적인 출력들 중 하나에 광을 라우팅하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 미러가 "오프(off)" 상태일 때, 미러는 도 9c에 도시된 바와 같이 편평하게 놓인다. 따라서, 광은 단순히 그 미러를 통과하고 직선으로 계속된다. 미러가 "온(on)" 상태일 때, 미러는 도 9c에 도시된 바와 같이 도파관의 표면의 수직에 대해 각도( $\theta$ )(예컨대, 약 45도의 각도)만큼 도파관의 평면에 평행한 스위칭 디바이스의 평면으로부터 위/아래로 플립한다. 따라서, 광은 이 미러에 충돌하고 반사되며, 빔은 이제 도파관의 표면의 수직에 대해 각도( $\beta$ )(예컨대, 약 90도)만큼 터닝된다.

[0110] [0090] 단일 동공 시스템의 일 실시예에서, 개별 미러들은 1 x N 어레이로 배열된다. 따라서, 하나의 입력 빔은 이제 원하는 채널에 대응하는 개별 도파관에 대한 미러를 활성화하거나 작동시킴으로써 다수의 출력 채널들로 스위칭될 수 있다. 다른 예로서, 3개의 깊이 평면 시스템은 도 10b에 묘사된 바와 같이 1 x 3 어레이의 미러들을 활용할 수 있다. 제1 미러가 "온" 상태이면, 이미지는 깊이(D<sub>1</sub>)로 라우팅된다. 제1 미러가 "오프"(예컨대, 아래)이고 제2 미러가 "온"(예컨대, 위)이면, 이미지는 깊이 평면(D<sub>2</sub>)으로 라우팅된다. 그런 실시예는 단일 동공 시스템에 대한 깊이 스위치로서 활용될 수 있다.

[0111] [0091] 다른 실시예로서, 깊이 스위치는 다중-동공 시스템에 대해 구성될 수 있다. 그런 깊이 스위치는 투사기(905)를 통해 전송되는 동공들의 수를 감소시키거나 최소화할 수 있다. 따라서, 깊이 스위칭은 더 작고 더 가벼운 투사기로 달성될 수 있다. 예컨대, 위에서 설명된 바와 같이, 풀 컬러, 3개의 깊이 평면 분할 동공 투사기 시스템은 투사기를 통해 전송될 9개의 개별 동공들을 요구할 수 있다. 대조적으로, 깊이 평면들 사이에서 스위칭시키기 위한 MEMS 미러들 또는 스위치들을 가진 그런 시스템에서, 투사기에 의해 제공되는 동공들의 수는 3개(1개의 적색, 1개의 녹색 및 1개의 청색)로 감소되고 여전히 동일한 풀 컬러, 3개의 깊이 평면 성능을 달성할 수 있다. 예컨대, 도 9a의 디바이스(910)에 대해 위에서 설명된 바와 같이, 2개의 1 x 3 MEMS 미러 어레이들, 또는 총 6개의 미러들은 2개의 깊이 평면들에 대한 각각의 도파관들에 광을 재지향시키는 데 활용된다. 예시된 바와 같이, 투사기(905)는 3개의 동공들(예컨대, LED들(902a, 902b, 902c)로부터의 광)을 투사한다. 마찬가지로, 투사기의 조명 부분은 3개의 동공들(가능하게 선형 패턴으로 배열된 각각의 컬러에 대해 하나씩)을 포함할 수 있다. 투사기를 퇴장할 때, 각각의 컬러는 1 x 3 미러 어레이의 특정 미러로 어드레싱될 수 있다. 따라서, 각각의 동공(예컨대, 각각의 컬러)은 이제 임의의 깊이 평면으로 라우팅될 수 있다. 스케일러빌리티(scalability)는 부가적인 미러들을 각각의 동공 채널에 부가함으로써 달성될 수 있다. 따라서, 시스템(900)은 n x n 스케일러블하다.

[0112] [0092] 다중-동공 투사기에 대한 투사기 사이즈 및 무게의 감소는 또한 개선이다. 시스템에서 동공들의 수를 감소시킴으로써, 광학기기의 사이즈는 감소될 수 있다. 이것은 광학기기 그 자체의 무게 감소뿐 아니라, 더 작은 하우징들 및 장착 컴포넌트들과 연관된 부가적인 무게 절감들을 초래할 수 있다. 부가적으로, 선형 어레이로 정렬된 동공들을 사용하여, 투사기의 하나의 축은 (예컨대, 원형 동공 구성을 가진 9개의 동공 시스템과 비교할 때) 다른 축보다 훨씬 더 얇게 만들어질 수 있다. 올바른 배향으로, 투사기(905)의 이런 감소된 사이즈는 더 큰 시스템으로 가능하지 않을 구성들에 장착을 허용할 수 있다. 그러므로, 웨어러블 디바이스의 인체 공학은 간단한 무게 절감들을 넘어 상당히 개선될 수 있다.

[0113] [0093] 다른 MEMS 미러 구성들이 가능하다. 시스템(900)의 다른 실시예에서, MEMS 미러들의 수는 2개로 감소된다. 따라서, 2개의 1 x 3 어레이들의 미러들을 포함하기보다, 단일 1 x 2 어레이의 미러들이 존재하고, 여기서 미러는, 모든 동공들이 주어진 깊이 평면에 대해 동일한 미러에 충돌하도록 하나의 축을 가로질러 연장된다. 그런 구성은 이동 부분들을 감소시키고 예컨대 구동 메커니즘에 대해 더 많은 공간을 제공할 수 있다. 구동 메커니즘은 MEMS 미러들을 경사지게 작동시킬 수 있다. 그런 방법의 경우, MEMS 미러들은 상이한 컬러들을 수용하기 위해 더 빠른 작동 시간 또는 응답 시간으로 더 빠르게 구동될 수 있다.

[0114] [0094] 다양한 실시예들에서, 각각의 LED로부터 방출된 광은 컬러 시퀀싱 동작에서 상이한 시간들에서 상이한 컬러들을 방출하도록 시퀀싱될 수 있다. 예컨대, 일 실시예에서, 하나의 컬러는 임의의 주어진 순간에 온일 수 있고 컬러들은 모든 프레임들에 대해 일정하게 유지되는 특정 시퀀스로 턴 온된다. 컬러들은, 눈이 컬러들을 동시인 것으로 해석하도록 하기에 충분히 빠른 레이트로 시퀀싱될 수 있다. 예컨대, 주어진 깊이 평면에 대해

모두 3개의 R, G 및 B 채널들에 대해 하나의 MEMS 미러를 가진 일 실시예에서, MEMS 미러들은 3개의 R, G 및 B 채널들에 대해 3개의 별도의 MEMS 미러들을 가진 실시예와 비교할 때 원하는 프레임 레이트의 3배로 스위칭할 수 있다. 3개의 R, G 및 B 채널들의 각각에 대해 3개의 별도의 MEMS 미러들을 가진 실시예에서, 각각의 LED로부터 방출된 광은 비-시퀀싱될 수 있고, 광은 동시에 복수의 LED들로부터 방출된다. 예컨대, R 컬러 LED는 제1 깊이 평면과 연관된 제1 MEMS 미러에 의해 재지향되도록 광을 방출할 수 있는 반면, G 컬러 LED는 제2 깊이 평면과 연관된 제2 MEMS 미러에 의해 재지향되도록 광을 방출할 수 있다. 그런 실시예는 완전히 어드레싱가능한 것으로 지칭될 수 있는데, 그 이유는 각각의 컬러 컴포넌트 및 각각의 깊이 평면에 대한 각각의 MEMS 미러가 독립적으로 어드레싱되거나 작동될 수 있기 때문이다. 그런 경우에, MEMS 미러들은 풀 RGB 디스플레이를 위해 원하는 프레임 레이트로 스위칭할 수 있다. 다른 실시예에서, MEMS 미러들은 임의의 다른 원하는 프레임 레이트로 스위칭할 수 있다. 다른 실시예들에서, MEMS 미러들은 비-컬러 시퀀싱 방법으로 스위칭될 수 있다.

[0115] [0095] 도 10a 및 도 10b는 복수의 MEMS 미러들을 포함하는 디스플레이 시스템의 실시예들(1050A 및 1050B)의 상면도들을 예시한다. 도 10a의 실시예(1050A) 및 도 10b의 실시예(1050B)는 3개의 상이한 파장들의 광(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)을 출력하도록 구성된 복수의 광학 소스들(1002a, 1002b 및 1002c)을 포함한다. 상이한 파장들의 광은 3개의 투사 동공들을 가진 투사기(1005)에 의해 투사된다. 투사기(1005)의 상이한 투사 동공들(예컨대, 각각의 투사 동공)은 3개의 광학 소스들(1002a, 1002b 및 1002c)로부터 방출된 각각의 파장의 광과 연관될 수 있다. 투사기(1005)로부터 투사된 광은 도파관 시스템(1008)과 연관된 스위칭 디바이스(1010) 상에 입사한다. 도파관 시스템(1008)은 복수의 깊이 평면들과 연관된 복수의 도파관들을 포함할 수 있다. 예컨대, 도파관 시스템(1008)은 9개의 도파관들을 포함할 수 있고, 9개의 도파관들 중 제1 3개의 도파관은 제1 깊이 평면(D1)과 연관되고, 9개의 도파관들 중 제2 3개의 도파관은 제2 깊이 평면(D2)과 연관되고, 그리고 9개의 도파관들 중 제3 3개의 도파관은 제3 깊이 평면(D3)과 연관된다. 특정 깊이 평면과 연관된 도파관은 3개의 투사된 파장들의 광 중 각각 하나의 광을 인커플링하도록 구성될 수 있다. 도파관 시스템(1008) 내의 상이한 도파관들(예컨대, 각각의 도파관)은 3개의 투사된 파장들의 광 중 각각의 광을 인커플링하도록 구성된 인커플링 광학 엘리먼트(1012)와 연관될 수 있다. 도 10a의 실시예(1050A)의 스위칭 디바이스(1010)는 3x3 어레이의 MEMS 미러들(1014)들을 포함한다. 3x3 어레이의 MEMS 미러들(1014)의 상이한 MEMS 미러(예컨대, 각각의 MEMS 미러)는 3개의 파장들의 광의 각각의 광을, 3개의 깊이 평면들(D1, D2 또는 D3) 중 하나와 연관된 대응하는 인커플링 광학 엘리먼트(1012)를 향해 재지향시키도록 구성된다. 위에서 논의된 바와 같이, 실시예(1000A)에서 3x3 어레이의 스위칭 디바이스(1010)에서 상이한 MEMS 미러는, 상이한 컬러 컴포넌트들 및 깊이 평면들과 연관된 MEMS 미러가 독립적으로 어드레싱되거나 작동될 수 있도록 완전히 어드레싱가능할 수 있다.

[0116] [0096] 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)는 1x3 어레이의 MEMS 미러들(1014)들을 포함한다. 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들에서 제1 미러는 제1 깊이 평면(D1)과 연관되고 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들에서 제2 미러는 제2 깊이 평면(D2)과 연관되고; 그리고 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들에서 제3 미러는 제3 깊이 평면(D3)과 연관된다. 작동될 때, 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들에서 제1 미러는 투사기(1005)로부터 출력된 3개의 파장들 중 임의의 파장의 광을 제1 깊이 평면과 연관된 복수의 도파관들로 지향시키도록 구성되고, 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들에서 제2 미러는 투사기(1005)로부터 출력된 3개의 파장들 중 임의의 파장의 광을 제2 깊이 평면과 연관된 복수의 도파관들로 지향시키도록 구성되고, 그리고 도 10b의 실시예(1050B)의 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들에서 제3 미러는 투사기(1005)로부터 출력된 3개의 파장들 중 임의의 파장의 광을 제3 깊이 평면과 연관된 복수의 도파관들로 지향시키도록 구성된다.

[0117] [0097] 일부 실시예들에서, 상이한 LED들로부터 방출된 광은 컬러 시퀀싱 동작에서 상이한 시간들에서 상이한 컬러들을 방출하도록 시퀀싱되고 그리고 특정 파장을 3개의 깊이 평면들(D1, D2 또는 D3) 중 하나와 연관된 인커플링 광학 엘리먼트들(1012) 중 하나를 향해 재지향시키도록 실시예(1050B)에 도시된 스위칭 디바이스(1010) 내의 1x3 어레이의 미러들에서 MEMS 미러들 중 하나에 의해 터닝될 수 있다. 일부 실시예들에서, 투사기는 부분 컬러에 대한 각각의 인커플링 광학 엘리먼트들(1012)을 향해 방출되고 그리고 3개의 깊이 평면들(D1, D2 또는 D3) 중 하나와 연관된 상이한 파장들을 재지향시키기 위해 도 10b의 실시예(1050B)에 도시된 스위칭 디바이스(1010)의 1x3 어레이의 미러들 내의 미러들 중 하나 또는 그 초과에 의해 터닝될 수 있는 상이한 파장들의 광을 동시에 방출하도록 구성될 수 있다.

[0118] [0098] 도 10a 및 도 10b를 참조하면, 도파관 시스템(1008) 내의 각각의 도파관은 인커플링된 광의 동공 사이즈를 확장시키도록 구성된 광학 엘리먼트들(1025) 및 도파관 밖으로 광을 재지향시키도록 구성된 광학 엘리먼트

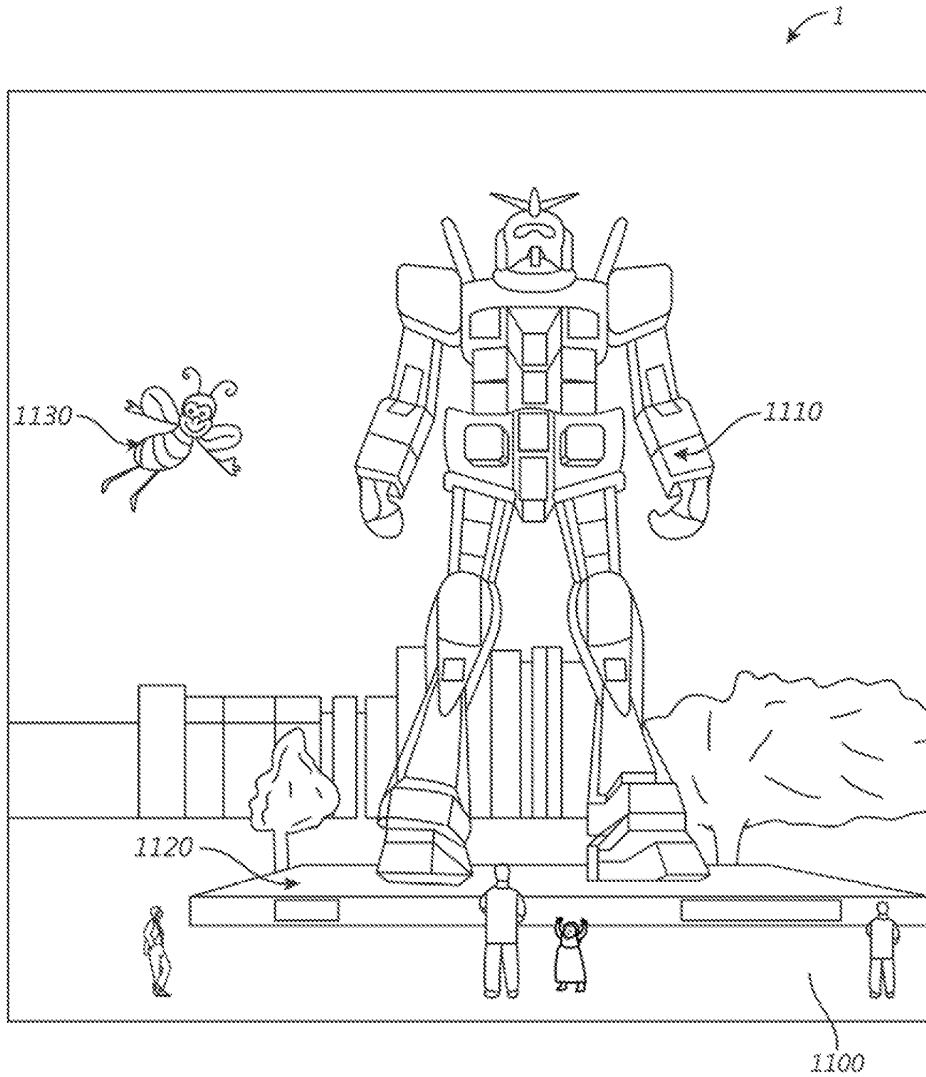
들(1020)을 더 포함할 수 있다.

- [0119] [0099] 다른 실시예들에서, MEMS 미러들은 도 9da 및 도 9db에 도시된 바와 같은 슬라이딩 미러들을 포함한다. 예컨대, 이들 실시예들에서, MEMS 미러들은 스위칭을 위해 빔의 경로 내로 슬라이딩 업할 수 있다. 미러들이 작동되지 않을 때 도 9da에 묘사된 바와 같이, 인입 광빔(950)은 반사되지 않고 통과한다. 작동될 때, 미러들 중 하나(예컨대, 미러(913b))는 빔(950)의 경로 내로 슬라이딩 업할 수 있다. 빔(950)은 도 9db에 도시된 바와 같이 작동된 미러(예컨대, 미러(913b))에 의해 광빔(952)으로 반사된다. 슬라이딩 미러들은 또한 서로 더 가깝게 배치될 수 있고 따라서 일부 실시예들에서, 슬라이딩 미러들은 경사 미러들의 패킹(packaging) 밀도에 비해 더 높은 패킹 밀도를 가진다. 이것은, MEMS 미러들의 퍼짐이 적어짐에 따라 투사기의 작업 거리를 감소시킬 수 있다. 투사기들의 더 짧은 작업 거리는 또한 투사기의 사이즈 및 무게를 감소시킬 수 있다. MEMS 미러들의 다른 구성들 또는 액션들이 가능하다.
- [0120] [0100] 본 혁신적인 양상들의 다양한 예시적인 실시예들이 본원에 설명된다. 비-제한적 의미로 이들 예들에 대해 참조가 이루어진다. 이들 예들은 본 혁신적인 양상들의 더 넓게 적용가능한 구현들을 예시하기 위하여 제공된다. 설명된 실시예들 및 구현들에 대해 다양한 변화들이 이루어질 수 있고 등가물들은 본 실시예들 및/또는 구현들의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 대체될 수 있다.
- [0121] [0101] 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.
- [0122] [0102] 게다가, 특정 상황, 재료, 물질 조성, 프로세스, 프로세스 동작(들) 또는 단계(들)를 본 혁신적인 양상들의 목적(들), 사상 또는 범위에 적응시키기 위하여 많은 수정들이 이루어질 수 있다. 추가로, 당업자는, 본원에 설명되고 예시된 개별 변동들 각각이 본 혁신적인 양상들의 범위 또는 사상에서 벗어나지 않고 다른 몇몇 실시예들 중 임의의 실시예의 특징들로부터 쉽게 분리되거나 이들과 결합될 수 있는 이산 컴포넌트들 및 특징들을 가지는 것을 인식할 것이다. 모든 그런 수정들은 본 개시내용과 연관된 청구항들의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.
- [0123] [0103] 본 혁신적인 양상들은 청구대상 디바이스들을 사용하여 수행될 수 있는 방법들을 포함한다. 방법들은 그런 적절한 디바이스를 제공하는 동작을 포함할 수 있다. 그런 제공은 사용자에게 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 언급된 방법들은 논리적으로 가능한 언급된 이벤트들의 임의의 순서뿐 아니라, 이벤트들의 언급된 순서로 수행될 수 있다.
- [0124] [0104] 재료 선택 및 제조에 관한 세부사항들과 함께, 본 혁신적인 양상들의 예들은 위에서 설명되었다. 본 혁신적인 양상들의 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 방법-기반 양상들도 마찬가지로 될 수 있다.
- [0125] [0105] 게다가, 본 혁신적인 양상들이 다양한 특징들을 선택적으로 통합하는 몇몇 예들을 참조하여 설명되었지만, 본 혁신적인 양상들은 본 혁신적인 양상들의 각각의 변형에 관하여 고려된 바와 같이 설명되거나 표시된 것으로 제한되지 않는다. 설명된 본 혁신적인 양상들에 대해 다양한 변화들이 이루어질 수 있고 본 혁신적인 양상들의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 등가물들(본원에 언급되든 일부 간략성을 위하여 포함되지 않든)이 대체될 수 있다. 게다가, 다양한 값들이 제공되는 경우, 그 범위의 상한과 하한 사이의 모든 각각의 개재 값 및 그 언급된 범위 내의 임의의 다른 언급되거나 개재된 값이 본 혁신적인 양상들 내에 포함되는 것이 이해된다.
- [0126] [0106] 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 아이টে에 대한 참조는, 복수의 동일한 아이টে들이 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 아이টে 중 "적어도 하나"를 허용한다. 그런 청구항들이 임의의 선택적인 엘리먼트를 배제하도록 작성될 수 있다는 것이 추가로 주목된다. 따라서, 이런 서술은 청구항 엘리먼트들의 언급과 관련하여 "오로지", "오직" 등 같은 그런 배타적인 용어의 사용, 또는 "네거티브" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다.
- [0127] [0107] 그런 배타적 용어의 사용 없이, 본 개시내용과 연관된 청구항들에서 "포함하는"이라는 용어는, 정해진

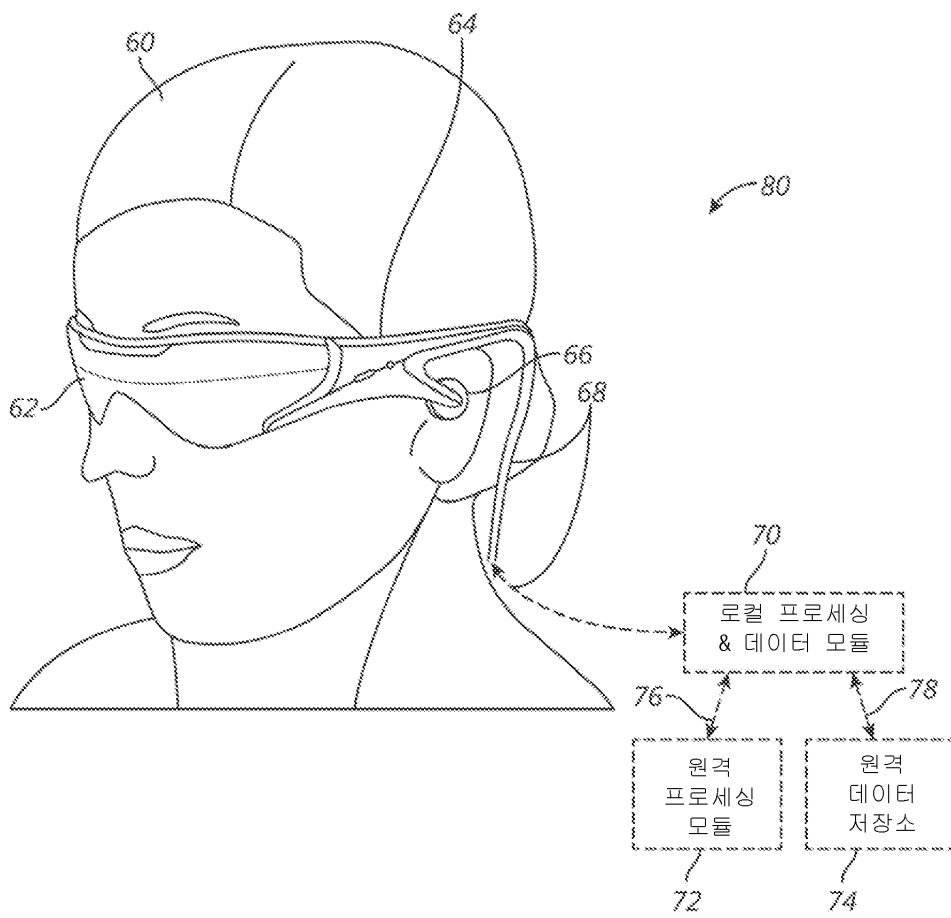
수의 엘리먼트들이 그런 청구항들에 열거되는지 여부에 무관하게 임의의 부가적인 엘리먼트의 포함을 허용할 수 있거나, 또는 특징의 부가는 그 청구항들에 설명된 엘리먼트의 성질을 변환하는 것으로 간주될 수 있다. 본원에 구체적으로 정의된 바를 제외하고, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 청구 유효성을 유지하면서 가능한 한 일반적으로 이해되는 의미로 넓게 제공되어야 한다.

**도면**

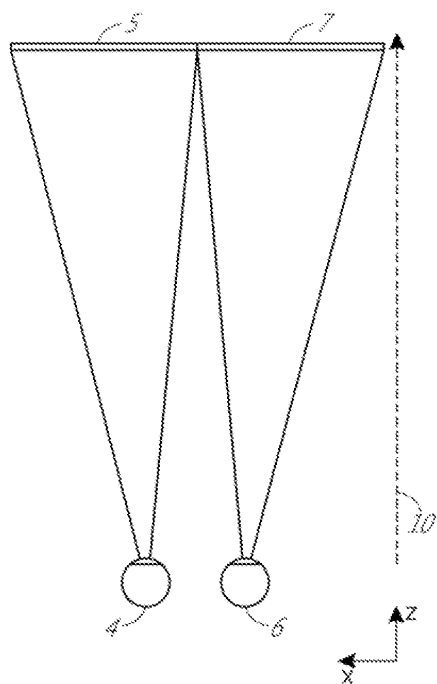
**도면1**



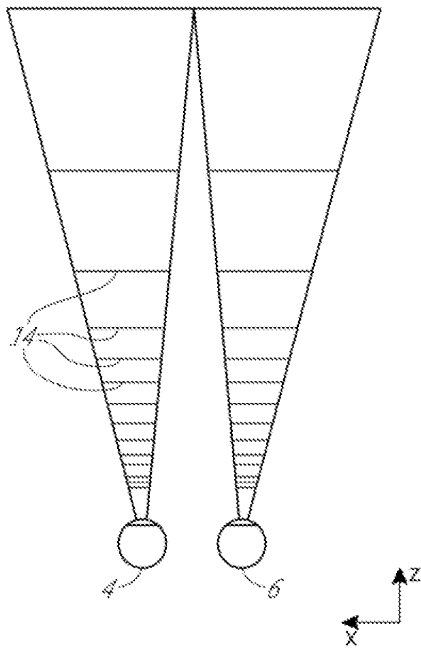
도면2



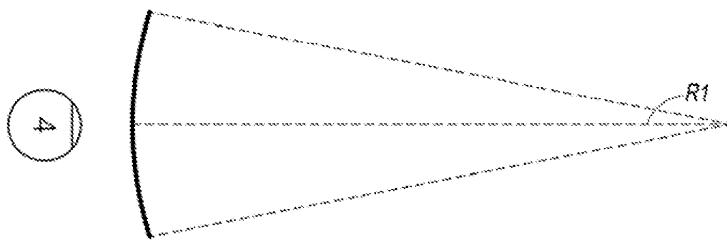
도면3



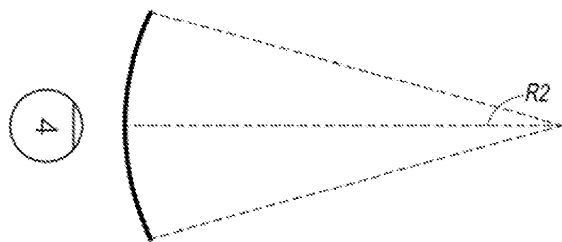
도면4



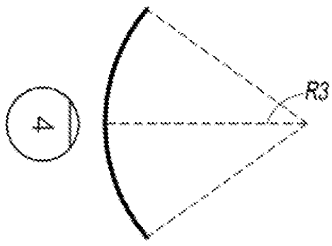
도면5a



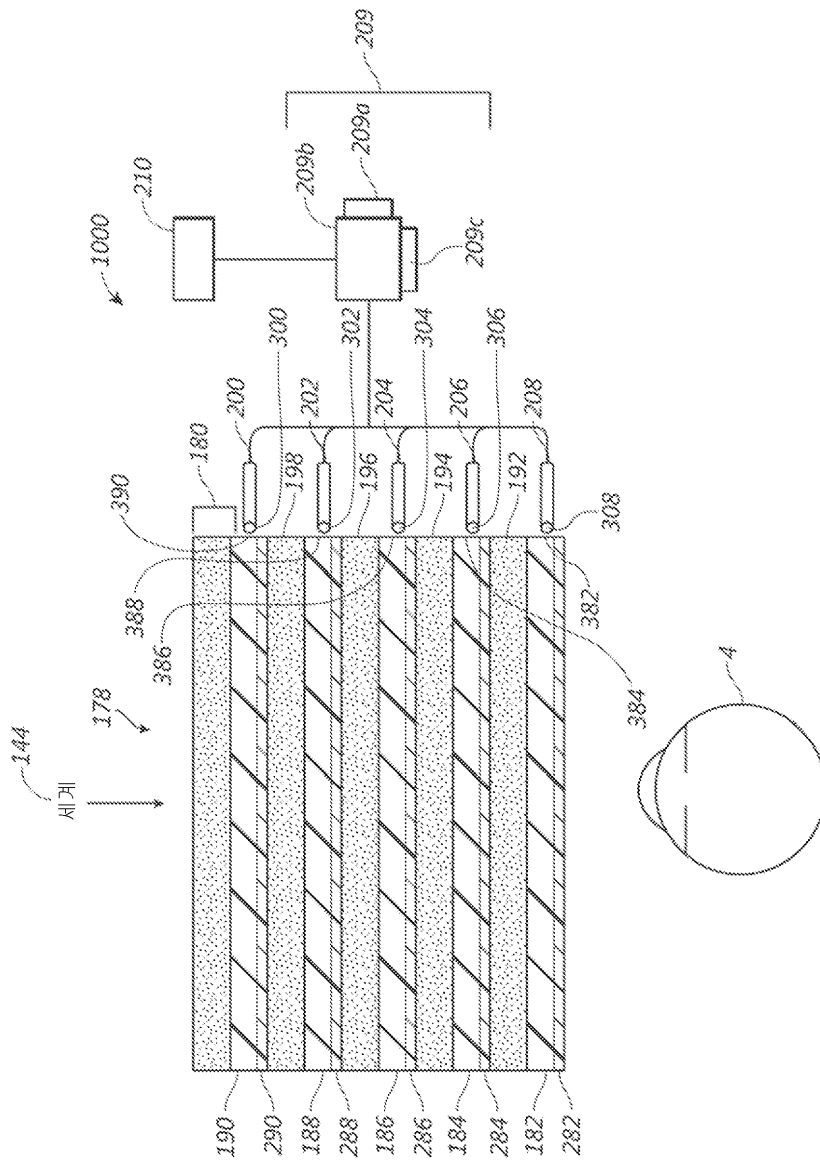
도면5b



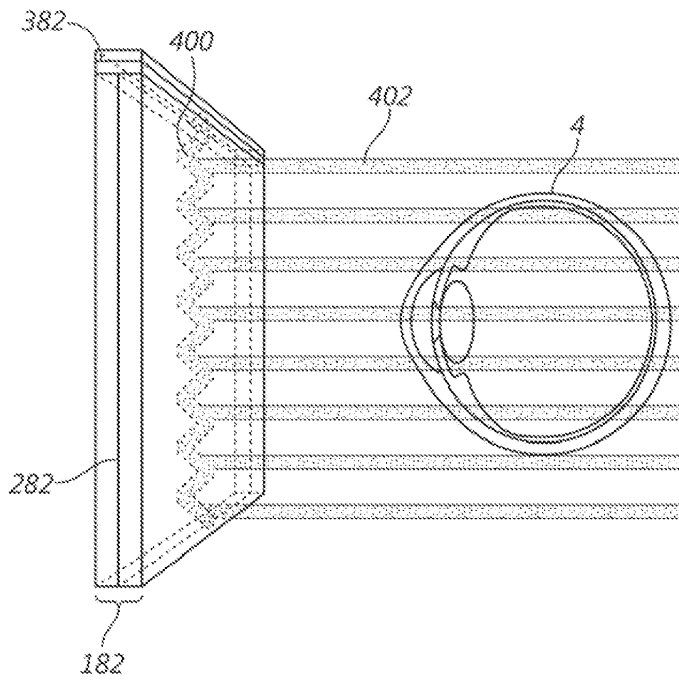
도면5c



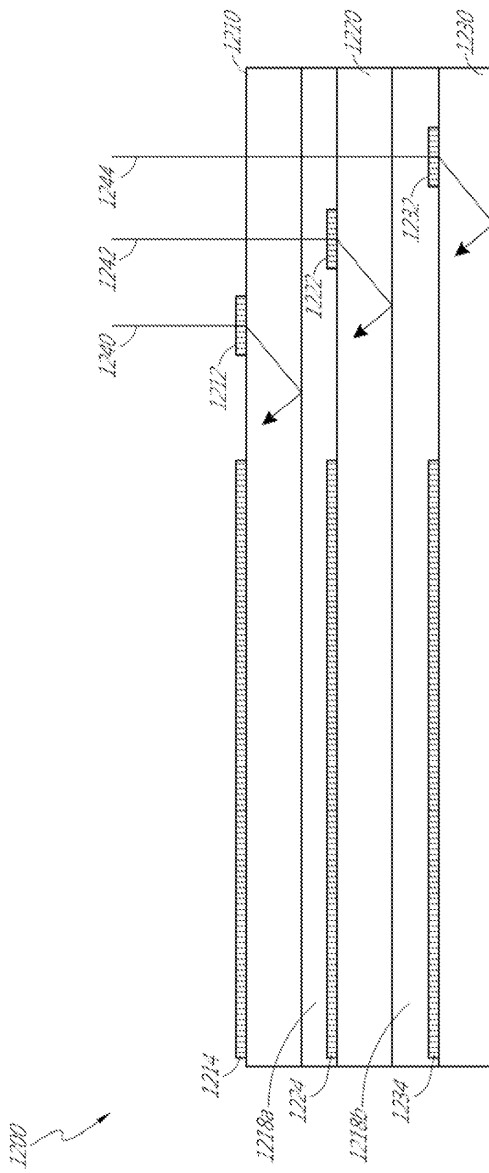
도면6



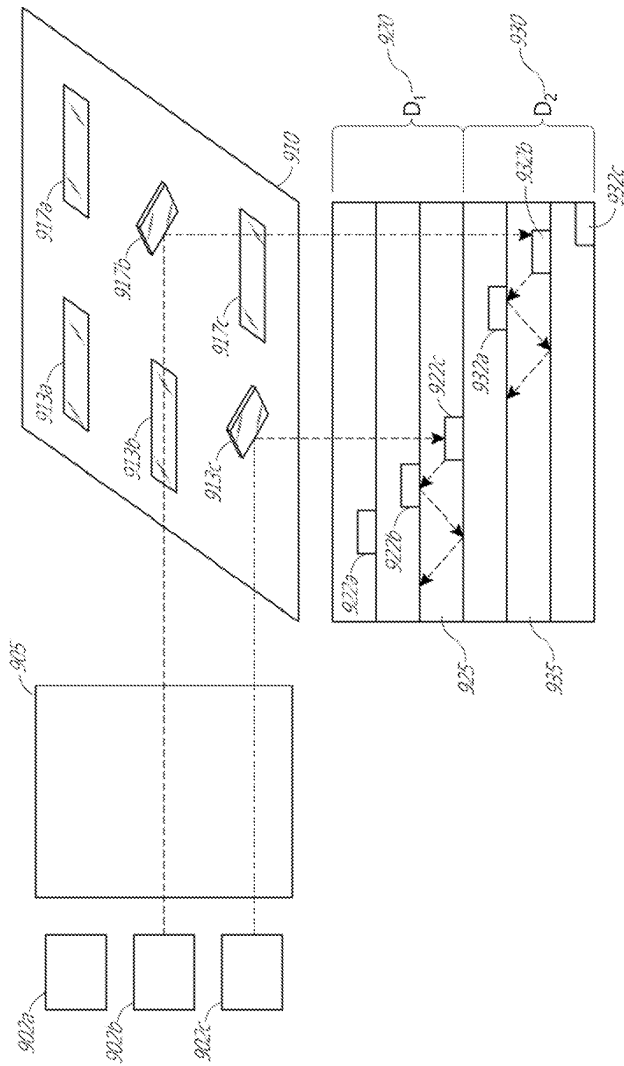
도면7



도면8

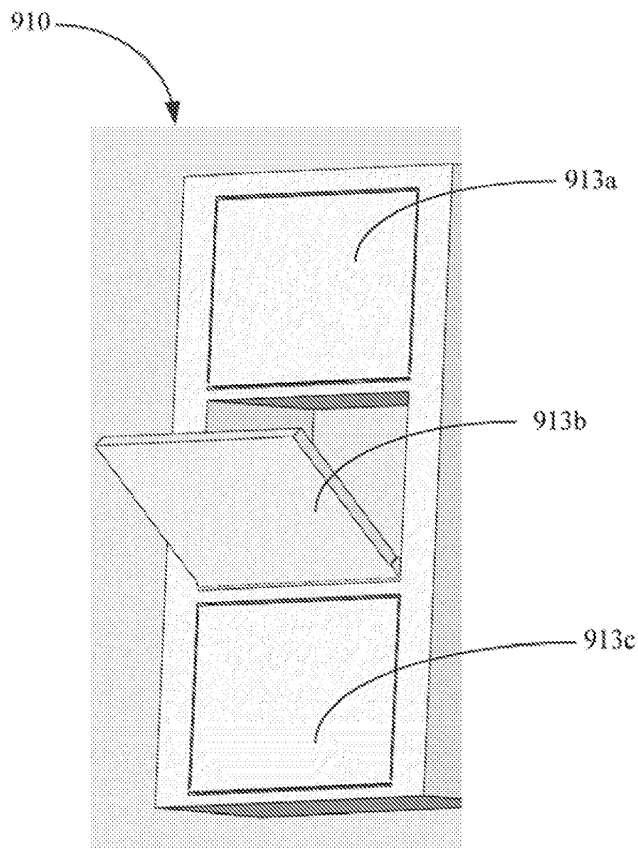


도면9a

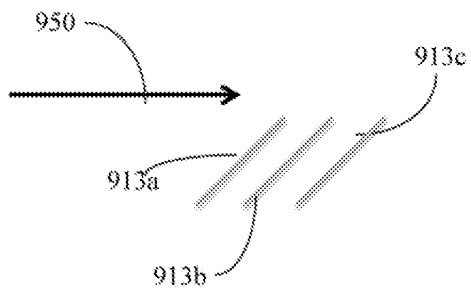




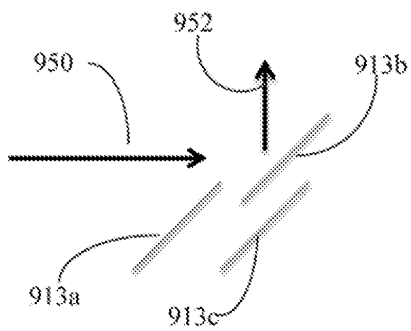
도면9c



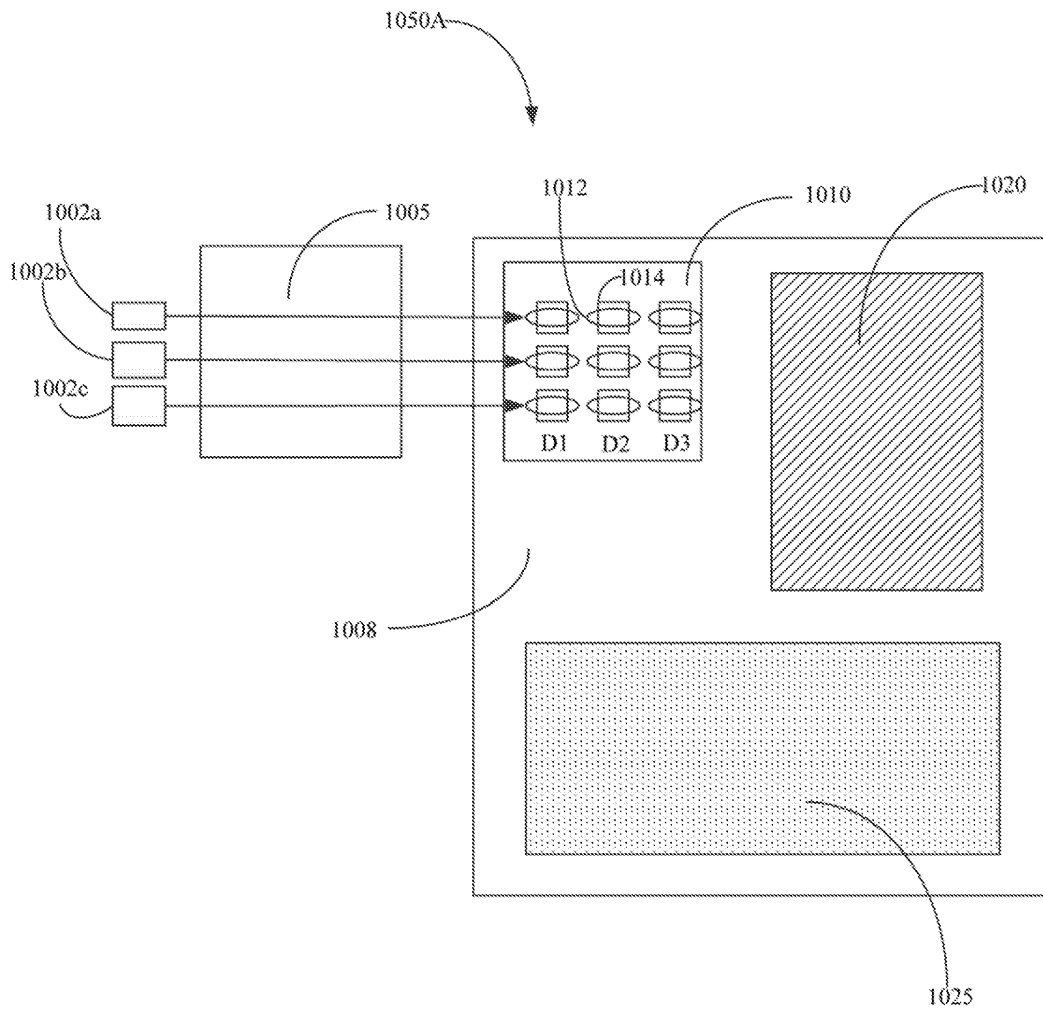
도면9da



도면9db



도면10a



도면10b

