



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월05일

(11) 등록번호 10-2704208

(24) 등록일자 2024년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 13/344 (2018.01) H04N 13/315 (2018.01)

(52) CPC특허분류
H04N 13/344 (2018.05)
G02B 27/0172 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7027487

(22) 출원일자(국제) 2017년02월24일

심사청구일자 2022년02월23일

(85) 번역문제출일자 2018년09월20일

(65) 공개번호 10-2018-0114193

(43) 공개일자 2018년10월17일

(86) 국제출원번호 PCT/US2017/019497

(87) 국제공개번호 WO 2017/147520

국제공개일자 2017년08월31일

(30) 우선권주장

62/300,742 2016년02월26일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2012222304 A*

US20150205126 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

매직 립, 인코포레이티드

미국 플로리다 플랜타티온 웨스트 선라이즈 블러
바드 7500 (우: 33322)

(72) 발명자

시솜, 브래들리, 제이

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
블러바드 7500

홀, 헤이다, 리징

미국 14580 뉴욕 웹스터 버네트 로드 400

커티스, 케빈

미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
블러바드 7500

(74) 대리인

특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 30 항

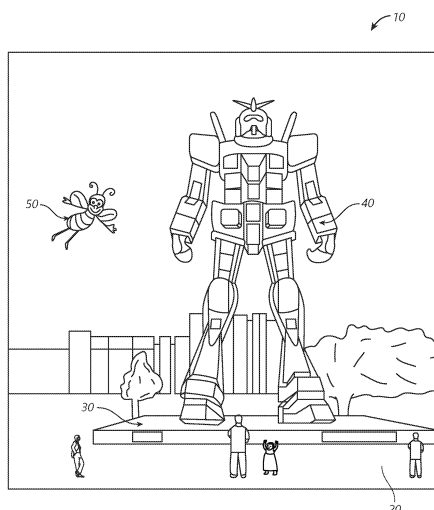
심사관 : 김혜린

(54) 발명의 명칭 매우 공간적으로 균일한 광 출력을 위한 반사기 및 렌즈를 가진 광 출력 시스템

(57) 요약

일부 실시예들에서, 반사기 및 반사기의 광 출력 개구에 근접한 렌즈를 가진 광학 시스템들은 높은 공간 균일성 및 높은 효율성을 가진 광 출력을 제공한다. 반사기들은 실질적으로 각도가 균일한 광 출력을 제공하도록 형상화되고 렌즈는 이런 각도가 균일한 광 출력을 공간적으로 균일한 광 출력으로 변환하도록 구성된다. 광 출력은 이미지를 투사하기 위해 광을 변조하는 광 변조기로 지향될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02B 30/50 (2020.01)

G02B 6/005 (2013.01)

G02B 6/0055 (2013.01)

G02B 6/0076 (2013.01)

H04N 13/315 (2018.05)

G02B 2027/0134 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광학 시스템으로서,

반사기 —

광 입력 개구,

광 출력 개구, 및

상기 광 입력 개구와 상기 광 출력 개구 사이에서 연장되는 반사성 내부 측벽들

을 포함함 —; 및

상기 반사기의 상기 광 출력 개구에 근접한 푸리에 변환 렌즈를 포함하고,

상기 푸리에 변환 렌즈는, 상기 반사기로부터 광을 수신하도록 구성되고, 상기 반사기로부터의 광을 상기 반사기로부터 수신된 광에 관련하여 증가된 공간적 균일성을 갖는 출력광으로 변환하도록 구성되고,

상기 반사기는 반사기들의 어레이 중 하나이고, 상기 반사기들의 어레이의 각각의 반사기는 그 반사기의 상기 출력 개구의 전방에 연관된 렌즈를 가지며,

상기 반사기들은 반사기들의 그룹들을 형성하고, 각각의 그룹의 반사기들은 다른 그룹들의 반사기들과 비교하여 그 그룹의 상기 반사기들의 상기 광 입력 개구와 상기 광 출력 개구 사이에 상이한 길이를 가지는,

광학 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 반사기의 상기 광 입력 개구에 발광기(light emitter)를 더 포함하는,

광학 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 발광기는 발광 다이오드인,

광학 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 반사기들의 어레이는 단일 몸체의 개구들의 측벽들에 의해 형성되는,

광학 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 반사기들의 상기 광 입력 개구와 상기 광 출력 개구 사이의 상기 길이는 각각의 반사기와 연관된 광 소스에 의해 방출된 광의 파장에 의존하여 가변하는,

광학 시스템.

청구항 8

제7 항에 있어서,

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

광학 시스템.

청구항 9

제7 항에 있어서,

상기 광 소스들은 3개 또는 그 초과 그룹들의 광 소스들을 형성하는,

광학 시스템.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 광 소스들은 3개의 그룹들의 광 소스들을 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,

광학 시스템.

청구항 11

광학 시스템으로서,

반사기 -

광 입력 개구,

광 출력 개구, 및

상기 광 입력 개구와 상기 광 출력 개구 사이에서 연장되는 반사성 내부 측벽들

을 포함함 -; 및

상기 반사기의 상기 광 출력 개구에 근접한 푸리에 변환 렌즈를 포함하고,

상기 푸리에 변환 렌즈는, 상기 반사기로부터 광을 수신하도록 구성되고, 상기 반사기로부터의 광을 상기 반사기로부터 수신된 광에 관련하여 증가된 공간적 균일성을 갖는 출력광으로 변환하도록 구성되고,

상기 반사기는 반사기들의 어레이 중 하나이고, 상기 반사기들의 어레이의 각각의 반사기는 그 반사기의 상기 출력 개구의 전방에 연관된 렌즈를 가지며,

상기 광학 시스템은 상기 반사기들의 어레이에 의해 출력된 광을 상기 반사기들의 어레이의 각각의 반사기와 연관된 상기 렌즈를 통해 수신하도록 구성된 광 변조 디바이스를 더 포함하는,

광학 시스템.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 광 변조 디바이스는 LCD(liquid crystal display) 또는 DLP(digital light processing) 디스플레이를 포함하는,

광학 시스템.

청구항 13

제11 항에 있어서,

도파관들의 스택(stack)을 더 포함하고, 각각의 도파관은 상기 광 변조 디바이스로부터 광을 수신하도록 구성된 광 인커플링(incoupling) 광학 엘리먼트를 포함하는,

광학 시스템.

청구항 14

제13 항에 있어서,

각각의 도파관의 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트는, 상기 스택으로의 광의 전파 축을 따라 볼 때, 다른 도파관들의 광 인커플링 광학 엘리먼트로부터 공간적으로 오프셋되는,

광학 시스템.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 반사기들의 공간 어레이먼트는, 평면도에서 볼 때, 상기 광 인커플링 광학 엘리먼트들의 공간 어레이먼트와 일대일 대응하는,

광학 시스템.

청구항 16

제13 항에 있어서,

상기 도파관들의 스택의 각각의 도파관은 상기 도파관들의 스택의 다른 도파관들 중 적어도 일부와 비교하여 상이한 발산 양들을 갖는 광을 출력하도록 구성되는 광 아웃커플링(outcoupling) 광학 엘리먼트를 포함하는,

광학 시스템.

청구항 17

제1 항에 있어서,

상기 측벽들은, 상기 반사기의 높이를 따라 연장되는 중간평면들을 따라 취해진 단면도들에서 볼 때, CPC(compound parabolic concentrator)의 곡률을 가지며, 상기 중간평면들은 서로 직교하는,

광학 시스템.

청구항 18

제17 항에 있어서,

2개의 대향하는 내부 측벽들의 CPC 곡률은 상기 내부 측벽들의 다른 내부 측벽들의 CPC 곡률과 상이한,

광학 시스템.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 내부 측벽들의 다른 내부 측벽들은 동일한 CPC 곡률을 가지는,

광학 시스템.

청구항 20

제18 항에 있어서,

상기 측벽들 각각은 상기 반사기의 높이를 따라 연장되는 축을 가로지르는 평면을 따라 취해진 단면도에서 볼 때 실질적으로 선형 프로파일을 가지는,

광학 시스템.

청구항 21

제1 항에 있어서,

상기 측벽들은 광 입력 단부로부터 광 출력 단부까지 실질적으로 선형으로 연장되는,

광학 시스템.

청구항 22

제1 항에 있어서,

상기 측벽들은 실질적으로 각도가 균일한 광 출력을 제공하도록 형상화되고, 상기 렌즈는 실질적으로 각도가 균일한 광 출력을 실질적으로 공간적으로 균일한 광 출력으로 변환하도록 구성되는,

광학 시스템.

청구항 23

제1 항에 있어서,

상기 반사기는 짝수의 측벽들로 이루어지는,

광학 시스템.

청구항 24

제1 항에 있어서,

상기 반사기는 8개 또는 그 초과 측벽들을 포함하는,

광학 시스템.

청구항 25

제1 항에 있어서,

상기 반사기의 상기 광 출력 개구는 제2 측보다 제1 측을 따라 더 넓은 형상을 가지는,

광학 시스템.

청구항 26

제25 항에 있어서,

상기 광 출력 개구는 타원형 형상을 가지는,

광학 시스템.

청구항 27

제25 항에 있어서,

상기 광 출력 개구는 상기 제1 측을 따라 직선 측들을 그리고 상기 제2 측을 따라 곡선 측들을 가진 형상을 가지는,

광학 시스템.

청구항 28

제25 항에 있어서,
상기 반사기의 상기 광 출력 개구 및 광 입력 개구는 상이한 형상들을 가지는,
광학 시스템.

청구항 29

제1 항에 있어서,
반사기로부터 출력되는 광이 마스크로 향하도록 상기 반사기의 전방에 상기 마스크를 더 포함하고, 상기 마스크는 상기 광 출력 개구와 정렬되는 마스크 개구를 가지며, 상기 마스크 개구는 상기 광 출력 개구와 상이한 형상 또는 상이한 사이즈 중 하나 또는 그 초과를 가지는,
광학 시스템.

청구항 30

제29 항에 있어서,
상기 마스크는, 상기 렌즈로부터 출력된 광이 상기 마스크를 향하도록 상기 렌즈의 전방에 있는,
광학 시스템.

청구항 31

제11 항에 있어서,
상기 광 변조 디바이스는 상기 푸리에 변환 렌즈로부터 하나의 초점 거리에 포지셔닝되는,
광학 시스템.

청구항 32

제11 항에 있어서,
상기 반사기들의 어레이의 각각의 반사기에 대한 상기 연관된 렌즈는 연관된 광 소스로부터 하나의 초점 거리에 포지셔닝되는,
광학 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] [0001] 본 출원은 2016년 2월 26일에 출원되고, 발명의 명칭이 "LIGHT OUTPUT SYSTEM WITH REFLECTOR AND LENS FOR HIGHLY SPATIALLY UNIFORM LIGHT OUTPUT"인 미국 가출원 번호 제 62/300,742호를 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 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 광 출력 시스템들 및 보다 구체적으로, 반사기들 및 렌즈를 가진 광 출력 시스템들에 관한 것이다. 일부 실시예들에서, 광 출력 시스템들은 증강 및 가상 현실 이미징(imaging) 및 시각화 시스템들의 부분일 수 있다.

배경 기술

- [0004] [0004] 이미징 및 시각화 시스템들은 광을 광 변조 디바이스로 출력하는 시스템들을 활용할 수 있으며 이어서 광 변조 디바이스가 뷰어(viewer)의 눈들에 이미지들을 형성하기 위해 광을 변조 및 투사한다. 현대 이미징 및 시각화 시스템들의 요구를 충족할 수 있는 광 투사 시스템들을 개발할 필요가 계속되고 있다.

발명의 내용

- [0005] 일부 실시예들에서, 광학 시스템이 제공된다. 광학 시스템은 광 입력 개구, 광 출력 개구, 및 광 입력 개구와 광 출력 개구 사이에서 연장되는 반사성 내부 측벽들을 포함하는 반사기를 포함한다. 광학 시스템은 또한 반사기의 광 출력 개구에 근접한 렌즈를 포함한다. 반사기의 측벽들은 실질적으로 각도가 균일한 광 출력을 제공하도록 형상화될 수 있고, 렌즈는 실질적으로 각도가 균일한 광 출력을 실질적으로 공간적으로 균일한 광 출력으로 변환하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사기는 반사기들의 어레이 중 하나이고, 각각의 반사기는 반사기의 출력 개구의 전방에 연관된 렌즈를 가진다.
- [0006] 광학 시스템은 반사기에 의해 출력된 광을 렌즈를 통해 수신하도록 구성된 광 변조 디바이스를 더 포함할 수 있다. 광학 시스템은 또한 도파관들의 스택(stack)을 더 포함할 수 있고, 각각의 도파관은 광 변조 디바이스로부터 광을 수신하도록 구성된 광 인커플링(incoupling) 광학 엘리먼트를 포함한다. 각각의 도파관의 광 인커플링 광학 엘리먼트는 스택으로의 광의 전파 축을 따라 볼 때, 다른 도파관들의 광 인커플링 광학 엘리먼트로부터 공간적으로 오프셋될 수 있다. 반사기들의 공간 어레이지먼트는, 평면도에서 볼 때, 광 인커플링 광학 엘리먼트들의 공간 어레이지먼트와 대응하고 이에 일대일로 정렬될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 AR 디바이스를 통한 AR(augmented reality)의 사용자의 뷰를 예시한다.
- [0008] 도 2는 착용가능 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.
- [0009] 도 3은 사용자에게 대한 3차원 이미저리(imagery)를 시물레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다.
- [0010] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시물레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.
- [0011] 도 5a-도 5c는 곡률의 반경과 초점 반경 사이의 관계들을 예시한다.
- [0012] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다.
- [0013] 도 7은 도파관에 의해 출력된 퇴장(exit) 빔들의 예를 도시한다.
- [0014] 도 8은, 각각의 깊이 평면이 다수의 상이한 컴포넌트 컬러들을 사용하여 형성된 이미지들을 포함하는 스택된 도파관 어셈블리의 예를 예시한다.
- [0015] 도 9a는 인커플링 광학 엘리먼트를 각각 포함하는 스택된 도파관들의 세트의 예의 측단면도를 예시한다.
- [0016] 도 9b는 도 9a의 복수의 스택된 도파관들의 예의 사시도를 예시한다.
- [0017] 도 9c는 도 9a 및 도 9b의 복수의 스택된 도파관들의 예의 탑-다운 평면도를 예시한다.
- [0018] 도 10은 CPC(compound parabolic concentrator)의 프로파일을 가진 반사기의 예를 예시한다.
- [0019] 도 11은 반사기 및 렌즈를 가진 광학 시스템의 예를 예시한다.
- [0020] 도 12는 발광기(light emitter), 반사기 및 렌즈를 가진 광학 시스템의 예를 예시한다.
- [0021] 도 13은 도 11-도 12의 광학 시스템으로부터의 광 출력의 예를 예시한다.
- [0022] 도 14a-도 14f는 상이한 형상들을 가진 광 입력 개구들 및 광 출력 개구들을 가진 반사기들의 예들을 예시한다.
- [0023] 도 15a 및 도 15b는 각각 도 14a-도 14c 및 도 14d-도 14f의 반사기들의 광 출력에 대한 균일성 맵(map)들의 예들을 예시한다.
- [0024] 도 16은 렌즈와 함께 도 14a-도 14c의 반사기에 대한 각도 공간에서의 광 출력의 세기를 도시하는 맵의 예를 예시한다.
- [0025] 도 17a-도 17b는 각각 도 14a-도 14c 및 도 14d-도 14f의 반사기들의 어레이들의 예들의 사시도들을 예

시한다.

[0026] 도 18은 발광기들, 반사기들, 및 렌즈의 어레이들, 및 마스크를 가진 광학 시스템의 예의 사시도를 예시한다.

[0027] 도 19는 와이어링(wiring) 같은 발광기 구조들에 대한 반사기들 및 함몰부(indentation)들의 어레이를 가진 재료 몸체의 예의 사시도를 예시한다.

[0028] 도 20a-도 20b는 상이한 높이들을 가진 반사기들을 가진 재료 몸체의 예들의 사시도들을 예시한다.

[0029] 도 21a-도 21e는 반사기의 예의 다양한 도면들을 예시한다.

[0030] 도 22a-도 22b는 도 21의 반사기의 부가적인 사시도들을 예시한다.

[0031] 도 22c-도 22d는 반사기의 각각 광 출력 개구측 및 광 입력 개구측으로부터 볼 때, 도 21의 반사기의 사시도들을 예시한다.

[0032] 도 23a 및 도 23b는 각각 둥근 프로파일들을 가지며 내부 측면들의 교차부들에서 날카로운 모서리들을 가진 반사기들의 광 출력의 균일성 맵들의 예들을 예시한다.

[0033] 도면들은 예시적인 실시예들을 예시하기 위해 제공되고 본 개시내용의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] [0034] 디스플레이 시스템들은 발광기로부터의 광을 변조하고 이어서 그 광을 뷰어가 보도록 투사함에 의해 이미지를 형성할 수 있다. 일부 이미징 시스템들은 발광기들의 어레이들을 활용할 수 있고, 발광기들 각각은 독립적으로 광을 광 변조기에 제공한다. 발광기들은 다양한 문제들을 제시한다. 예컨대, 발광기들의 어레이들을 가진 시스템들은 광의 전파를 광 변조기로 지향시키는 데 활용되는 다수의 구조들로 인해 복잡할 수 있다. 어셈블리의 복잡성으로 인해, 시스템들은 제조하기 어려울 수 있다.

[0009] [0035] 게다가, 디스플레이 시스템에 의해 형성된 이미지들의 밝기 균일성이 발광기들로부터 광 변조기에 의해 수신된 광의 공간적 균일성에 의존할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 결과적으로, 우수한 밝기 균일성을 가진 이미지들을 디스플레이하기 위해, 광 변조기에 의해 수신된 광이 공간적으로 균일한 것이 바람직하다.

[0010] [0036] 유리하게, 일부 실시예들에 따라, 반사기 및 반사기의 광 출력 개구에 근접한 렌즈를 가진 광학 시스템들은 높은 공간 균일성 및 높은 효율성을 가진 광 출력을 제공한다. 바람직하게, 반사기들은 실질적으로 각도가 균일한 광 출력을 제공하도록 형상화되고 렌즈는 이런 각도가 균일한 광 출력을 공간적으로 균일한 광 출력으로 변환하도록 구성된다. 반사기는 발광기로부터의 광을 수용 및/또는 수신하기 위한 광 입력 개구 및 그 수신된 광을 출력하기 위한 광 출력 개구를 가진다. 일부 실시예들에서, 발광기는 람베르트(lambertian) 각도 분포로 광을 방출한다. 일부 실시예들에서, 발광기는 확장된 광 소스이고 예컨대 발광 다이오드일 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 입력 및 출력 개구들의 형상들은 상이할 수 있다. 일부 실시예들에서, 렌즈는 반사기의 광 출력 개구에 근접하여(예컨대, 전방) 있다.

[0011] [0037] 일부 실시예들에서, 반사기의 내부 반사 표면들의 곡률은, 측단면에서 볼 때, 타원, 쌍곡선, 또는 쌍원추(biconic) 형상의 윤곽들을 따를 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사기의 내부 반사 표면들은, 반사기가 비교적 큰 광 출력 개구로부터 더 작은 광 입력 개구로 테이퍼링(taper)함에 따라, 일반적으로 선형 프로파일을 가질 수 있다. 바람직하게, 반사기의 반사 표면은 방출기 표면에 고정된 서브-애퍼처(aperture) 또는 설계 형상에 대응하는 에지(edge) 광선들의 세트를 실질적으로 시준하도록 형상화된다. 에지 광선들의 하나보다 많은 세트가 반사기의 설계에 포함될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 예컨대, +/-50 마이크론의 축방향 발광기 시프트를 허용하도록 설계된 반사기는 이 범위에 걸쳐 있는 에지 광선들의 몇몇 세트들로 설계될 수 있고, 반사기 형상은 실질적으로 각각의 세트를 시준하도록 선정된다. 일부 실시예들에서, 반사기의 반사 표면의 결과적인 형상은 이상화된 오프-축 포물선 단면으로부터 약간 벗어날 수 있지만 CPC(compound parabolic concentrator)의 형상과 실질적으로 유사할 수 있다. 렌즈 및 발광기에 대한 형상 및 파라미터들이 원하는 레벨들의 공간적으로 균일한 광 출력 및 효율성을 달성하기 위해 공동으로 선정될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0012] [0038] 일부 실시예들에서, 반사기의 반사성 내부 표면은 (측단면에서 볼 때) CPC(compound parabolic concentrator)의 프로파일을 가지며, 이 프로파일 또는 곡률은 적어도 반사기의 높이 축을 따라 연장되는 2개의 중간평면들을 따라 취해진 단면들에 존재하고, 중간평면들은 서로 직교한다. 반사기의 높이가 광 입력 개구와

광 출력 개구 사이의 거리인 것이 인식될 것이다.

- [0013] [0039] 일부 바람직한 실시예들에서, 반사기의 내부 표면은 다수의 측부들을 가질 수 있고 이들 측부들 모두는 측면도에서 볼 때 CPC 프로파일을 가질 수 있다. 게다가, 반사기의 높이 축을 가로지르는 평면들을 따라 취해진 측단면도들에서 볼 때, 모든 내부 측벽들은 선형이거나 편평할 수 있다. 따라서, 내부 측벽들은 패시트(facet)들이므로 여겨질 수 있고 이들 내부 측벽들의 교차부들에 모서리들을 형성한다. 바람직하게, 내부 측벽들의 교차부들에서 이들 모서리들은 위에서 주목된 바와 같이, 측벽들의 선형 성질로 인해 날카로운 모서리들이다. 일부 실시예들에서, 2개의 대향하는 내부 측벽들은 다른 내부 측벽들과 상이한 CPC 프로파일을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 이들 다른 내부 측벽들 모두는 동일한 CPC 프로파일을 가진다. 일부 다른 실시예들에서, 적어도 2개의 내부 측벽들, 또는 모든 내부 측벽들은 반사기의 광 입력 단부로부터 광 출력 단부로 연장되는 실질적으로 선형이다. 바람직하게, 내부 측벽들의 총 수는 6 또는 그 초과, 보다 바람직하게 8 또는 그 초과이다.
- [0014] [0040] 일부 실시예들에서, 복수의 반사기들 및 연관된 렌즈들은 예컨대 광 변조기에 개별적인, 공간적으로-분리된 광 출력의 소스들을 제공하는 어레이를 형성한다. 예컨대, 상이한 발광기는 광을 각각의 반사기 및 연관된 렌즈로 출력할 수 있다. 일부 실시예들에서, 마스크는 렌즈의 전방에 제공되어, 원하는 단면 형상을 가진 광 출력을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 발광기들 중 적어도 일부는 발광기들 중 다른 발광기들과 상이한 파장들의 광을 방출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사기들 중 적어도 일부는 반사기들 중 다른 반사기들과 상이한 높이들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사기들, 렌즈들 및/또는 마스크는 이후 광 출력 모듈로 어셈블리될 수 있는 별개의 재료 플레이트들로 형성될 수 있다.
- [0015] [0041] CPC들이 통상적으로 예컨대 태양 에너지 수집기들에서 광을 수집하거나, 또는 스포트라이트링(spotlighting) 애플리케이션들에서 광을 출력하는 데 사용되는 것이 인식될 것이다. CPC들은 우수한 각도 균일성으로 광을 출력하지만, 광은, 특히 CPC가 자신의 출력 개구에 원형 형상을 가지는 경우, 원형 형상들의 내부들에서 낮은 광 세기를 가진 원형 형상들을 형성할 수 있다. 그런 원형 형상들은 수용 불가능한, 공간적으로 비균일한 광 출력을 나타내고, 이는 이미징 시스템들에서 광을 제공하기 위한 CPC들의 사용을 방해한다.
- [0016] [0042] 그러나, 매우 공간적으로 균일한 광 출력이 렌즈와 함께 각도가 균일한 광 출력을 제공하는 프로파일을 가진 반사기를 사용하여 제공될 수 있다는 것이 발견되었다. 일부 실시예들에서, 렌즈는 반사기의 매우 각도가 균일한 광 출력을 이용하고 이 광에 대해 푸리에 변환을 수행하여, 광은 렌즈를 통과한 이후 매우 공간적으로 균일한 광으로 변환된다.
- [0017] [0043] 유리하게, 높은 공간적 균일성은 광 출력 시스템이, 매우 공간적으로 균일한 광 출력을 원하는 다양한 광학 시스템들에 활용되게 한다. 예컨대, 광학 시스템은 디스플레이 시스템일 수 있고 광 출력 시스템은 이미지들을 형성하기 위해 광을 광 변조 디바이스로 출력할 수 있다. 광 출력 시스템은 또한 높은 효율성을 제공할 수 있고, 이는 이미지 밝기를 증가시킬 수 있다. 예컨대, 광 입력 및 출력 표면들의 형상들은 각각 발광기의 형상들 및 출력된 광을 수신하는 표면과 매칭하도록 선정될 수 있다. 이런 매칭은 수신 표면에 도달하는 발광기 광으로부터의 매우 높은 비율의 광으로 인해, 높은 효율성을 가능하게 한다. 게다가, 반사기는 하나 또는 그 초과 단의 단일 재료 몸체들로 형성될 수 있고, 이는 반사기들 사이의 광 누설을 차단하면서, 제조를 단순화하고 컴팩트 구조를 제공하는 장점들을 제공할 수 있다. 게다가, 다른 연관된 구조들, 이를테면 마스크 개구들은 또한 반사기들을 오버레이(overlaid)할 수 있는 단일 몸체들로 형성될 수 있고, 이는 이들 구조들의 제조, 및 통합된 광학 시스템으로의 이들 구조들의 후속적인 어셈블리를 단순화할 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사기 및 렌즈는 4D 광 형상화를 달성하도록 구성된다.
- [0018] [0044] 이제 도면들에 대해 참조가 이루어질 것이고, 여기서 유사한 참조 번호들은 전체에 걸쳐 유사한 피처들을 지칭한다.
- [0019] [0045] 도 1을 참조하면, 증강 현실 장면(1)이 묘사된다. 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 소위 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 위한 시스템들의 개발을 가능하게 하였고, 여기서 디지털적으로 생성된 이미지들 또는 이미지들의 부분들이, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 인식될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다. 가상 현실, 또는 "VR" 시나리오는 통상적으로 다른 실제 세계 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 일 타입이고 통상적으로 자연 세계에 통합되고 이에 응답하는 가상 객체들을 수반한다. 예컨대, MR 시나리오는 실제 세계의 객체들에 의해

차단되는 것으로 보이거나 그렇지 않으면 상호작용하는 것으로 인식되는 AR 이미지 콘텐츠를 포함할 수 있다. 도 1은 증강 현실 장면(1)을 예시하고, 여기서 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 본다고 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 난제이다.

[0020]

[0046] 도 2는 착용가능 디스플레이 시스템(60)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(60)은 디스플레이(70), 및 그 디스플레이(70)의 기능을 지원하기 위한 다양한 기계적 및 전자적 모듈들 및 시스템들을 포함한다. 디스플레이(70)는 디스플레이 시스템 사용자 또는 뷰어(90)에 의해 착용가능하고 그리고 사용자(90)의 눈들의 전면 에 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 초과 의 마이크로폰들(110) 또는 사운드를 검출하기 위한 다른 디바이스들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 마이크로폰은 사용자가 입력들 또는 커맨드들을 시스템(60)에 제공하게 하도록 구성되고(예컨대, 음성 메뉴 커맨드들, 자연어 질문들 등의 선택) 그리고/또는 다른 사람들(예컨대, 유사한 디스플레이 시스템들의 다른 사용자들)과 오디오 통신을 가능하게 할 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 등에) 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.

[0021]

[0047] 도 2를 계속 참조하면, 디스플레이(70)는, 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(80)에 고정되게 부착되거나, 사용자에게 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정되게 부착되거나, 헤드폰들에 임베딩되거나, 그렇지 않으면 사용자(90)에게 제거가능하게 부착되는(예컨대, 백팩(backpack)-스타일 구성으로, 벨트-커플링 스타일 구성으로) 로컬 데이터 프로세싱 모듈(140)에, 통신 링크(130), 이를테면 유선 리드 또는 무선 연결에 의해 동작가능하게 커플링된다. 유사하게, 센서(120a)는 통신 링크(120b), 예컨대 유선 리드 또는 무선 연결에 의해 로컬 프로세서 및 데이터 모듈(140)에 동작가능하게 커플링될 수 있다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)은 하드웨어 프로세서뿐 아니라, 디지털 메모리 이를테면 비-휘발성 메모리(예컨대, 플래시 메모리 또는 하드 디스크 드라이브들)를 포함할 수 있고, 이 둘 모두는 데이터의 프로세싱, 캐싱(caching) 및 저장을 돕는데 활용될 수 있다. 데이터는 a) 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, 컴퍼스(compass)들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 자이로(gyro)들 및/또는 본원에 개시된 다른 센서들로부터 캡처되고; 그리고/또는 b) 원격 프로세싱 모듈(150) 및/또는 원격 데이터 저장소(160)를 사용하여 획득 및/또는 프로세싱되고(가상 콘텐츠에 관련된 데이터를 포함함), 그런 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 후 가능하게 디스플레이(70)에 전달되는 데이터를 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, 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(80)에 부착될 수 있거나, 또는 유선 또는 무선 통신 경로들에 의해 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(140)과 통신하는 독립형 구조들일 수 있다.

[0022]

[0048] 도 2를 계속 참조하면, 일부 실시예들에서, 원격 프로세싱 모듈(150)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 또는 그 초과 의 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 초과 의 원격 서버들을 포함할 수 있고, 상기 원격 서버들은 정보, 예컨대 증강 현실 콘텐츠를 생성하기 위한 정

보를 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 모듈로부터 완전히 자율적인 사용을 가능하게 한다.

[0023] [0049] 이제 도 3을 참조하면, "3차원" 또는 "3D" 인 것으로서 이미지를 인식하는 것은 뷰어의 각각의 눈에 이미지의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다. 도 3은 사용자에게 대한 3차원 이미저리(imagery)를 시물레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다. 2개의 별개의 이미지들(190, 200)(각각의 눈(210, 220)에 대해 하나씩)이 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 취함으로써 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.

[0024] [0050] 그러나, 인간 시각 시스템이 더 복잡하고 깊이의 현실적인 인식을 제공하는 것이 더 문제시 된다는 것이 인식될 것이다. 예컨대, 종래의 "3D" 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 그런 시스템들이 불편하다는 것을 발견하거나 깊이감을 전혀 인식하지 못할 수 있다. 이론에 의해 제한되지 않고, 객체의 뷰어들이 이점 운동(vergence)과 원근조절의 결합으로 인해 객체를 "3차원"인 것으로 인식할 수 있다는 것이 믿어진다. 서로에 관련하여 2개의 눈들의 이점 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-이점 운동 반사(accommodation-vergence reflex)"로서 알려진 관계 하에서, 동일한 거리로의 이점 운동의 매칭 변화뿐 아니라 동공 팽창 또는 수축을 자동으로 유발할 것이다. 마찬가지로, 이점 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 제공하고(그러나, 눈들은 단일 원근조절된 상태에서 모든 이미지 정보를 봄), 그리고 "원근조절-이점 운동 반사"에 대하여 작동하기 때문이다. 원근조절과 이점 운동 사이의 더 나은 매치를 제공하는 디스플레이 시스템들은 3차원 이미저리의 더 현실적이고 편안한 시물레이션들을 형성할 수 있다.

[0025] [0051] 도 4는 다수의 깊이 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시물레이팅하기 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 포커싱되게 하도록 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 시물레이팅될 수 있다. 예시의 명확성을 위해 별개인 것으로 도시되지만, 눈들(210, 220)의 시야들이 예컨대 z-축을 따른 거리가 증가함에 따라 오버랩할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 게다가, 예시의 용이함을 위해 편평한 것으로 도시되지만, 깊이 평면의 윤곽들이 물리적 공간에서 곡선질 수 있어서, 깊이 평면 내의 모든 피쳐들이 특정 원근 조절된 상태에서 눈과 인 포커싱되는 것이 인식될 것이다.

[0026] [0052] 객체와 눈(210 또는 220) 사이의 거리는 또한, 그 눈에 의해 보여지는 그 객체로부터의 광의 발산량을 변화시킬 수 있다. 도 5a-도 5c는 광선들의 발산과 거리 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 가지는 것이 말해질 수 있고, 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.

[0027] [0053] 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, 이는 상이한 깊이 평면 상에 위치한 장면들에 대해 상이한 이미지 피쳐들을 포커싱하게 하는데 요구되는 눈의 원근 조절에 기반하고 그리고/또는 포커싱에서 벗어난 상이한 깊이 평면들 상의 상이한 이미지 피쳐들을 관찰하는 것에 기반하여 사용자에게 깊이 단서들을 제공하는 것을 돕는다.

[0028] [0054] 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, 도파관 어셈블리(260)는 또한 집안 렌즈로 지칭될 수 있다.

[0029] [0055] 도 6을 계속 참조하면, 도파관 어셈블리(260)는 또한 도파관들 사이에 복수의 피쳐들(320, 330, 340, 350)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(320, 330, 340, 350)은 하나 또는 그 초과 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 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)에 주입하는 데 활용될 수 있고, 도파관들 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)을 퇴장하고 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 예지일 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, 단일 광빔(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 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 복수(예컨대, 3개)의 도파관들과 연관되고 그 도파관들에 광을 주입할 수 있다.

[0030] [0056] 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 각각, 대응하는 도파관(270, 280, 290, 300, 310)으로 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 초과 광학 도파관들(이를테면 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)의 각각에 파이핑(pipe)할 수 있는 단일 멀티플렉싱된 디스플레이의 출력 단부들이다. 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.

[0031] [0057] 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 위치들을 나타낼 수 있다는 것이 인식될 것이다.

- [0032] [0058] 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(250)은 다양한 패턴들(예컨대, 래스터(raster) 스캔, 나선형 스캔, 리사주(Lissajous) 패턴들 등)의 광을 하나 또는 그 초과 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 및 궁극적으로 뷰어의 눈(210)으로 투사하도록 구성된 하나 또는 그 초과 스캐닝 섬유들을 포함하는 스캐닝 섬유 디스플레이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 예시된 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 광을 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 하나 또는 복수의 도파관들로 주입하도록 구성된 단일 스캐닝 섬유 또는 스캐닝 섬유들의 번들(bundle)을 개략적으로 나타낼 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 예시된 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)은 복수의 스캐닝 섬유들 또는 스캐닝 섬유들의 복수의 번들들을 개략적으로 나타낼 수 있고, 상기 스캐닝 섬유들 각각은 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 중 연관된 도파관으로 광을 주입하도록 구성된다. 하나 또는 그 초과 광섬유들이 광 모듈(540)로부터의 광을 하나 또는 그 초과 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 전송하도록 구성될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 하나 또는 그 초과 개재 광학 구조들이 스캐닝 섬유, 또는 섬유들과 하나 또는 그 초과 도파관들(270, 280, 290, 300, 310) 사이에 제공되어, 예컨대 스캐닝 섬유를 퇴장하는 광을 하나 또는 그 초과 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로 재지향시킬 수 있다는 것이 인식될 것이다.
- [0033] [0059] 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 초과 동작을 제어한다. 일부 실시예들에서, 제어기(560)는 로컬 데이터 프로세싱 모듈(140)의 부분이다. 제어기(560)는 예컨대 본원에 개시된 다양한 방식들 중 임의의 방식에 따라 도파관들(270, 280, 290, 300, 310)로의 이미지 정보의 타이밍 및 제공을 조절하는 프로그래밍(예컨대, 비-일시적 매체 내의 명령들)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제어기는 단일 통합 디바이스, 또는 유선 또는 무선 통신 채널들에 의해 연결되는 분산형 시스템일 수 있다. 제어기(560)는 일부 실시예들에서 프로세싱 모듈들(140 또는 150)(도 2)의 부분일 수 있다.
- [0034] [0060] 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 및 최하부 표면들, 그리고 이들 주 최상부 및 최하부 표면들 사이에서 연장되는 예지들을 가진 평면일 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 도파관으로부터 재지향시킴으로써 도파관으로부터 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 논의되는 바와 같이 회절 광학 피치들을 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, 일부 실시예들에서는, 본원에서 추가로 논의된 바와 같이, 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 층에 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.
- [0035] [0061] 도 6을 계속 참조하면, 본원에 논의된 바와 같이, 각각의 도파관(270, 280, 290, 300, 310)은 특정 깊이 평면에 대응하는 이미지를 형성하게 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 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(350) 및 제2(340) 렌즈들 둘 모두를 통하여 자신의 출력 광을 통과시키고; 제1(350) 및 제2(340) 렌즈들의 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 광이보다 광학적 무한대로부터 사람을 향하여 안쪽으로 훨씬 더 가까운 제2 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다.

다.

- [0036] [0062] 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 피쳐들을 사용하여 동적일 수 있다.
- [0037] [0063] 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 세트씩, 동일한 복수의 깊이 평면들에 출력하도록 구성될 수 있다. 이것은 이들 깊이 평면들에서 확장된 시야를 제공하기 위해 타일화된(tiled) 이미지를 형성하는 장점들을 제공할 수 있다.
- [0038] [0064] 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 각도들로 광을 출력하도록 구성될 수 있는 볼류메트릭(volumetric) 또는 표면 피쳐들일 수 있다. 예컨대, 광 추출 광학 엘리먼트들(570, 580, 590, 600, 610)은 볼륨 홀로그램들, 표면 홀로그램들, 및/또는 회절 격자들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(320, 330, 340, 350)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 공기 갭들을 형성하기 위한 클래딩(cladding) 층들 및/또는 구조들)일 수 있다.
- [0039] [0065] 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 피쳐들이다. 바람직하게, DOE들은 충분히 낮은 회절 효율성을 가져서, 빔의 광의 일부만이 DOE의 각각의 교차에 의해 눈(210)을 향하여 편향되지만, 나머지는 TIR을 통하여 도파관을 통해 계속 이동한다. 따라서, 이미지 정보를 반송하는 광은 다수의 위치들에서 도파관을 퇴장하는 다수의 관련된 퇴장 빔들로 분할되고, 그 결과는 도파관 내에서 이리저리 바운싱(bouncing)되는 이런 특정 시준된 빔에 대해 눈(210)을 향하는 상당히 균일한 퇴장 방출 패턴이다.
- [0040] [0066] 일부 실시예들에서, 하나 또는 그 초과 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 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 활발하게 회절시킴).
- [0041] [0067] 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) 및/또는 눈(210) 주위의 조직의 이미지들을 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, 이어서 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 전기 통신할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 카메라 어셈블리(630)는 각각의 눈을 별개로 모니터링하기 위해 각각의 눈에 활용될 수 있다.
- [0042] [0068] 이제 도 7을 참조하면, 도파관에 의해 출력된 퇴장 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 퇴장 빔들(650)로서 도파관을 퇴장한다. 퇴장 빔들(650)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에 논의된 바와 같이, 이들 퇴장 빔들(650)은 또한 도파관(270)과 연관된 깊이 평면에 따라, (예컨대, 발산하는 퇴장 빔들을 형성하는) 각도로 눈(210)으로 전파되도록 재지향될 수 있다. 실질적으로 평행한 퇴장 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 퇴장 빔 패턴을 출력할 수 있고, 이 퇴장 빔 패턴은 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.

[0043] [0069] 일부 실시예들에서, 풀 컬러 이미지는 컴포넌트 컬러들, 예컨대 3개 또는 그 초과 컴포넌트 컬러들 각각에 이미지들을 오버레이함으로써 각각의 깊이 평면에 형성될 수 있다. 도 8은, 각각의 깊이 평면이 다수의 상이한 컴포넌트 컬러들을 사용하여 형성된 이미지들을 포함하는 스택된 도파관 어셈블리의 예를 예시한다. 비록 더 많거나 더 적은 깊이들이 또한 고려되지만, 예시된 실시예는 깊이 평면들(240a - 240f)을 도시한다. 각각의 깊이 평면은, 제1 컬러(G)의 제1 이미지; 제2 컬러(R)의 제2 이미지; 및 제3 컬러(B)의 제3 이미지를 포함하여, 자신과 연관된 3 또는 그 초과 컴포넌트 컬러 이미지들을 가질 수 있다. 상이한 깊이 평면들은 문자들(G, R 및 B)을 뒤따르는 디오퍼들(dpt)에 대해 상이한 번호들에 의해 도면에 표시된다. 단지 예들로서, 이들 문자들 각각 다음의 숫자들은 디오퍼들(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 이미지들은 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.

[0044] [0070] 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, 문자들(G, R 또는 B)을 포함하는 도면들의 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.

[0045] [0071] 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.

[0046] [0072] 본 개시내용 전반에 걸쳐 주어진 컬러의 광에 대한 참조들이 그 주어진 컬러의 것으로서 뷰어에 의해 인식되는 광의 파장 범위 내의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함하는 것으로 이해될 것이라는 인지될 것이다. 예컨대, 적색 광은 약 620-780 nm 범위의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함할 수 있고, 녹색 광은 약 492-577 nm 범위의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함할 수 있고, 그리고 청색 광은 약 435-493 nm 범위의 하나 또는 그 초과 파장들의 광을 포함할 수 있다.

[0047] [0073] 일부 실시예들에서, 광 소스(540)(도 6)는 뷰어의 시각 인식 범위 외측의 하나 또는 그 초과 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.

[0048] [0074] 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 또는 세트(660)의 스택된 도파관들의 예의 측면도를 예시한다. 도파관들은 하나 또는 그 초과 상이한 파장들, 또는

하나 또는 그 초과와 상이한 파장 범위들의 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 도파관들 내로 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.

[0049] [0075] 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 초과(특히 하나 또는 그 초과)의 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 초과와 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 실시예들에서는 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)이 이들 개별 도파관(670, 680, 690)의 다른 영역들에 배치될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0050] [0076] 예시된 바와 같이, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)은 서로 측방향으로 오프셋될 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 인커플링 광학 엘리먼트는, 광이 다른 인커플링 광학 엘리먼트를 통과하는 광이 아닌 광을 수신하도록 오프셋될 수 있다. 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.

[0051] [0077] 각각의 도파관은 또한 예컨대, 도파관(670)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(730), 도파관(680)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(740), 및 도파관(690)의 주 표면(예컨대, 최상부 주 표면) 상에 배치된 광 분배 엘리먼트들(750)을 가진 연관된 광 분배 엘리먼트들을 포함한다. 일부 다른 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 연관된 도파관들(670, 680, 690)의 최하부 주 표면 상에 배치될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 연관된 도파관들(670, 680, 690)의 최상부 및 최하부 주 표면 둘 모두 상에 배치될 수 있거나; 또는 광 분배 엘리먼트들(730, 740, 750)은 각각 상이한 연관된 도파관들(670, 680, 690)의 최상부 및 최하부 주 표면들 중 상이한 주 표면들 상에 배치될 수 있다.

[0052] [0078] 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 초과이거나, 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.

[0053] [0079] 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 초과와 도파관들 사이에서 상이할 수 있고, 그리고/또는 층

들(760a, 760b)을 형성하는 재료는 상이하지만, 위에서 주목된 다양한 굴절률 관계들을 여전히 유지할 수 있다.

- [0054] [0080] 도 9a를 계속 참조하면, 광선들(770, 780, 790)은 도파관들의 세트(660) 상에 입사한다. 광선들(770, 780, 790)이 하나 또는 그 초과 이미지 주입 디바이스들(360, 370, 380, 390, 400)(도 6)에 의해 도파관들(670, 680, 690)로 주입될 수 있다는 것이 인식될 것이다.
- [0055] [0081] 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 입사 광을 편향시켜, 광은 TIR에 의해 도파관들(670, 680, 690)의 개별 도파관을 통해 전파된다. 일부 실시예들에서, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720) 각각은, 다른 파장들을 아래 놓인 도파관 및 연관된 인커플링 광학 엘리먼트에 투과시키면서, 하나 또는 그 초과 특정 파장들의 광을 선택적으로 편향시킨다.
- [0056] [0082] 예컨대, 인커플링 광학 엘리먼트(700)는, 각각 상이한 제2 및 제3 파장들 또는 파장들의 범위들을 가진 광선들(780 및 790)을 투과시키면서, 제1 파장 또는 파장들의 범위를 가진 광선(770)을 편향시키도록 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.
- [0057] [0083] 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.
- [0058] [0084] 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.
- [0059] [0085] 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, 광의 나머지 부분이 도파관 아래로 계속 전파되는 것을 허용하면서, OPE를 가격하는 광의 일부를 동일한 도파관의 EPE로 재지향시키도록 구성될 수 있다. 다시 OPE에 충돌할 때, 나머지 광의 다른 부분은 EPE로 재지향되고, 그리고 그 부분의 나머지 부분은 도파관 아래로 추가로 계속 전파되고 등등이 이루어진다. 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 지향되고, 등등이 이루어진다. 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.
- [0060] [0086] 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 사이에 공기 갭/클래딩 층을 갖게 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.

[0061] [0087] 도 9c는 도 9a 및 도 9b의 복수의 스택된 도파관들의 예의 탑-다운 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-오버랩된다(예컨대, 탑-다운 뷰에서 보여지는 바와 같이 측방향으로 이격됨). 본원에서 추가로 논의되는 바와 같이, 이런 비오버랩 공간 어레인지먼트는 일대일 방식으로 상이한 리소스들로부터 상이한 도파관들로 광의 주입을 가능하게 하고, 이에 의해 특정 광 소스가 특정 도파관에 고유하게 커플링되는 것이 허용된다. 일부 실시예들에서, 비오버랩 공간-분리 인커플링 광학 엘리먼트들을 포함하는 어레인지먼트들은 시프트된 동공 시스템으로 지칭될 수 있고, 그리고 이들 어레인지먼트들 내의 인커플링 광학 엘리먼트들은 서브 동공들에 대응할 수 있다.

[0062] [0088] 일부 실시예들에서, 발광기로부터의 광은 반사기 및 렌즈를 사용하여 형상화된다. 도 10은 CPC(compound parabolic concentrator)의 프로파일을 가진 반사기(2000)의 예를 예시한다. 반사기(2000)는 광 입력 개구(2002) 및 광 출력 개구(2004)를 가지며, 이 둘 모두는 원형일 수 있다. 광 입력 개구는 발광기(도시되지 않음)로부터의 광(예컨대, 광선들(2010, 2020, 2030))을 수신할 수 있다. 광은 반사기의 벽들(2040)로부터 반사하여 광 출력 개구(2004)를 통해 반사기(2000)를 퇴장한다. 특히, 출력된 광선들(2010, 2020, 2030)은 고도의 각도 균일성을 가지며 실질적으로 서로 평행하게 반사기를 퇴장할 수 있다. 따라서, 예지 광선들은 CPC에 의해 시준된다. 그러나, 출력된 광의 공간 균일성은 빈약하다. 바람직하지 않게, 반사기(2010)를 퇴장한 광은 링 형상의 핫 스팟(hot spot)들을 형성할 수 있다.

[0063] [0089] 도 11-도 12를 참조하면, 렌즈(예컨대, 프리에 변환 렌즈)는 반사기의 각도가 균일한 광 출력을 공간적으로 균일한 광 출력으로 변환시키는 데 활용될 수 있다. 도 11은 반사기(2110) 및 렌즈(2120)를 가진 광학 시스템(2100)의 예를 예시한다. 반사기(2110)는 광 입력 개구(2102)로부터 광 출력 개구(2104)로 연장되는 내부 측벽들(2112a, 2112b)과 함께, 광 입력 개구(2102) 및 광 출력 개구(2104)를 가진다. 내부 측벽들(2112a, 2112b)은 각도가 균일한 광 출력을 렌즈(2120)에 제공하도록 곡선진다. 일부 실시예들에서, 측벽들(2112a, 2112b)은 CPC 프로파일을 가진다; 즉, 내부 측벽들(2112a, 2112b)의 곡률은 CPC(compound parabolic concentrator)의 곡률을 따른다. 일부 실시예들에서, 내부 측벽들(2112a, 2112b)이 타원, 쌍곡선, 또는 쌍원추 형상의 윤곽들을 따를 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 다른 실시예들에서, 내부 측벽들(2112a, 2112b)은 실질적으로 선형일 수 있고, 이는 매우 공간적으로-균일한 광을 출력하기 위해 렌즈(2120)에 대해 충분히 각도가 균일한 광 출력을 제공하는 것으로 발견되었다. 측벽들(2112a, 2112b)이 예시된 단면에서 분리된 것으로 도시되지만, 실제 3차원 반사기에서, 2112a 및 2112b는 단순히 연속 표면의 대향 측들인 것이 인식될 것이다. 바람직하게, 측벽들(2112a, 2112b)은 정반사기(specular reflector)들이다. 일부 실시예들에서, 측벽들(2112a, 2112b)은 반사성 재료로 형성될 수 있고 그리고/또는 반사성 재료로 라이닝(line)될 수 있다.

[0064] [0090] 도 12는 광을 반사기(2110)로 방출하도록 포지셔닝된 발광기(2140)를 가진 광학 시스템(2100)의 예를 예시한다. 일부 실시예들에서, 발광기(2140)는 광 입력 개구의 외측에 있다. 일부 다른 실시예들에서, 발광기(2140)는 반사기(2110)의 내부 볼륨 내에 포지셔닝된다. 일부 실시예들에서, 발광기(2140)는 램페르 방사 패턴을 가진다. 발광기(2140)는 예컨대, LED(light emitting diode), 백열등 전구, 형광 전구 또는 예컨대 전기 에너지를 광으로 변환하는 다른 디바이스일 수 있다.

- [0065] [0091] 도 11 및 도 12를 계속 참조하면, 렌즈(2120)는 광 출력 개구(2104)에 근접한다. 일부 실시예들에서, 렌즈(2120)는 광 출력 개구(2104) 전방 또는 바로 광 출력 개구(2104)에 위치된다. 일부 다른 실시예들에서, 렌즈(2120)는 반사기(2110) 내부에 위치될 수 있다. 바람직하게, 렌즈(2120)로부터 발광기(2140)까지의 거리는 실질적으로 렌즈의 초점 길이와 동일하다. 게다가, 렌즈로부터 광 변조기(도시되지 않음)까지의 거리는 바람직하게 또한 실질적으로 렌즈의 초점 길이와 동일하다.
- [0066] [0092] 렌즈(2120)의 예시가 개략적인 것이 인식될 것이다. 또한, 렌즈(2120)가 반사기(2110)의 각도가 균일한 광 출력을 공간적으로 균일한 광 출력으로 변환시키도록 구성된 광학 투과성 구조인 것이 인식될 것이다. 예컨대, 예시된 바와 같이, 발광기(2140)에 의해 방출된 광선들(2130)은, 이들이 실질적으로 동일한 방향으로 전파되도록, 측벽들(2112a, 2112b)로부터 반사된다. 이어서, 렌즈(2120)는 이런 각도가 균일한 출력을 렌즈(2120)로부터 멀리 전파되는 공간적으로 균일한 광(2130)으로 변환한다. 렌즈는 일부 실시예들에서 싱글렛(singlet) 렌즈일 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 렌즈(2120)는 복합 렌즈, 이를테면 더블렛(doublet) 렌즈, 또는 렌즈의 시스템일 수 있다. 바람직하게, 렌즈(2120)는 실질적으로 광 출력 개구(2104)의 영역 전체에 걸쳐 연장된다.
- [0067] [0093] 도 13은 도 11-도 12의 광학 시스템(2100)으로부터의 광 출력의 예를 예시한다. 광은 발광기(2140)로부터 렌즈(2120)로, 그리고 이어서 렌즈(2120)로부터 광 변조기(2096)로 멀리 전파된다. 렌즈(2120) 및 광 변조기(2096)는 이 도면에서 라인들로서 개략적으로 나타내진다. 본원에서 주목된 바와 같이, 발광기(2140)와 렌즈(2120) 사이의 거리는 렌즈의 초점 길이와 동일할 수 있고, 렌즈(2120)와 광 변조기(2096) 사이의 거리는 또한 렌즈의 초점 길이와 동일할 수 있다.
- [0068] [0094] 일부 실시예들에서, 반사기(2110)는 동일한 형상, 예컨대 원형인 광 입력 개구 및 광 출력 개구를 가진다. 일부 다른 실시예들에서, 광 입력 개구 및 광 출력 개구의 형상들은 상이하다. 도 14a-도 14f는 상이한 형상들을 가진 광 입력 개구들 및 광 출력 개구들을 가진 반사기들의 예를 예시한다. 광 입력 및 출력 개구들의 형상들을 가변시키는 능력은 상이한 형상들 또는 종횡비들을 가진 발광기들 및 광 변조기들을 효율적으로 매칭하는 장점들을 제공할 수 있다.
- [0069] [0095] 도 14a-도 14c는 점진적인 타원형 형상을 가진 반사기(2110)를 예시한다. 도 14a는 뷰어를 향하는 광 출력 개구(2104)를 가진 사시도이다. 도 14b는 도 14a의 평면(14B)을 직접 본 측면도이다. 도 14c는 다른 측면도이고, 이번에는 도 14a의 평면(14C)을 직접 본다. 평면(14B)은 평면(14C)에 직교한다. 예시된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 반사기(2110)의 광 입력 개구(2102)는 평면들(14A 및 14B)을 따라 볼 때 상이한 레이트들로 점진적으로 확장되는 원형 형상을 가져서, 광 출력 개구(2104)는 타원형 형상을 가진다. 예컨대, 측벽들(2112a 및 2112b)은 측벽들(2112c 및 2112d)보다 더 큰 레이트로 확장된다. 일부 실시예들에서, 노치(notch)(2114)는 광 입력 개구(2102)에 존재하고 측벽(2112c)으로 확장될 수 있다. 노치(2114)는 발광기(예컨대, 발광기(2140), 도 12)에 대한 연결기들(예컨대, 와이어 본드들)이 수용되게 할 수 있다.
- [0070] [0096] 도 14d-도 14f는 직사각형 광 입력 개구(2102)를 가진 반사기(2110)를 예시한다. 도 14d는 뷰어를 향하는 광 출력 개구(2104)를 가진 사시도이다. 도 14e는 도 14d의 평면(14E)을 직접 본 측면도이다. 도 14f는 다른 측면도이고, 이번에는 도 14d의 평면(14F)을 직접 본다. 평면(14E)은 평면(14F)에 직교한다. 예시된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 반사기(2110)의 광 입력 개구(2102)는 직사각형 형상(예컨대, 정사각형 형상)을 가지며, 직사각형 형상은, 광 출력 개구(2104)가 상이한 길이들 및 폭들을 가진 직사각형 형상을 가지도록 점진적으로 확장된다. 정사각형 광 입력 개구(2102)가 정사각형 발광기, 이를테면 많은 LED들에 짝을 이루기에 유익할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 다른 한편, 반사기(2110)가 광을 광 변조기(2096)에 제공하는데 사용되는 애플리케이션들(도 6)에서, 광 변조기(2096)는 표준 종횡비들에서 이미지를 생성하도록 구성될 수 있고, 여기서 하나의 치수는 다른 교차 치수보다 더 크다(예컨대, 종횡비들은 4:3, 16:9 등일 수 있음). 도 14d에 예시된 바와 같이, 광 출력 개구(2104)는 2개의 곡선 측들(2104c, 2104d)에 의해 연결된 2개의 직선 측들(2104a, 2104b)을 가질 수 있다.
- [0071] [0097] 도 14a-도 14f를 참조하면, 평면들(14A, 14B, 14E 및 14F)은 반사기(2110)의 다양한 예시된 실시예들을 실질적으로 이등분하는(적어도 광 출력 개구(2104)와 관련하여) 중간평면들이다. 광 출력 개구(2104)로부터 광 입력 개구(2102)까지의 거리가 반사기(2110)의 높이인 것으로 고려될 수 있고, 평면들(14A, 14B, 14E, 및 14F)은 반사기(2110)의 높이 축을 따라 연장되는 축을 각각 가지는 것으로 고려될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 게다가, 중간평면들의 쌍들(14A 및 14B, 및 14E 및 14F)은 서로 직교한다. 바람직하게, 중간평면들(14A, 14B, 14E 및 14F)에서 볼 때, 내부 측벽들(2112a, 2112b, 2112c, 2112d) 각각은 CPC(compound parabolic

concentrator) 프로파일을 따르고 CPC의 곡률을 가진다.

- [0072] [0098] 반사기들 및 렌즈를 포함하는 광학 시스템은 예외적으로 공간적으로 균일한 광 출력을 제공한다. 도 15a 및 도 15b는 각각 도 14a-도 14c 및 도 14d-도 14f의 반사기들의 광 출력에 대한 균일성 맵들의 예들을 예시한다. 이들 맵들에서, 상이한 컬러들은 상이한 광 세기를 표시한다. 유리하게, 예시된 바와 같이, 컬러들 및 세기들은 매우 균일하고, 이는 높은 공간 균일성을 표시한다.
- [0073] [0099] 광 출력은 또한 우수한 각도 균일성을 가진다. 도 16은 본원의 실시예들에 따른 렌즈와 함께 도 14a-도 14c의 반사기에 대한 각도 공간에서의 광 출력의 세기를 도시하는 맵의 예를 예시한다. V는 광 출력 개구(2104)(도 14a)의 장(더 긴) 축을 따른 광 출력의 각도 확산에 대응하고, H는 광 출력 개구(2104)의 단(짧은) 축을 따라 광 출력의 각도 확산에 대응하고, 그리고 대각선은 광 출력 개구의 대각선을 따라 광 출력의 각도 확산에 대응한다. 특히, V, H 및 대각선 각각에 대한 컷오프(cutoff)는 날카롭고, 이는 광이 렌즈를 퇴장하는 각도들이 유사하고, 이들 각도들 외측에서 미광이 최소인 것을 표시한다.
- [0074] [0100] 일부 실시예들에서, 반사기 및 렌즈 시스템은 반사기들 및 렌즈의 어레이의 부분을 형성할 수 있다. 반사기가 단순히 적절하게 형상화된 볼륨 내에서 형성될 수 있기 때문에, 반사기들의 어레이는 단일 재료 몸체로 형성될 수 있다. 도 17a-도 17b는 각각 도 14a-도 14c 및 도 14d-도 14f의 반사기들의 어레이들의 예들의 사시도들을 예시한다. 도 14d-도 14f에 대해 논의된 바와 같이, 도 17a는 타원형 광 출력 개구들을 가진 반사기들을 도시하고, 도 17b는 직선 및 곡선 측들을 가진 세장형 출력 개구들을 가진 반사기들을 도시한다. 도 17a 및 도 17b 둘 모두에서, 복수의 반사기들(2110)은 재료 몸체(2200), 예컨대 재료 플레이트에 형성될 수 있다. 예시의 용이함을 위해 유사한 것으로 도시되지만, 몸체(2200) 내의 반사기들의 사이즈들 및/또는 형상들이 일부 실시예들에서 가변할 수 있다는 것이 인식될 것이다.
- [0075] [0101] 몸체(2200)가 반사기들(2110)의 원하는 형상을 유지하기 위해 충분한 기계적 무결성을 가지는 다양한 재료들로 형성될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 적절한 재료들의 예들은 금속들, 플라스틱들 및 유리들을 포함한다. 본원에서 논의된 바와 같이, 몸체(2200)는 플레이트일 수 있다. 일부 실시예들에서, 몸체(2200)는 연속적이고, 단일한 재료 피스이다. 일부 다른 실시예들에서, 몸체(2200)는 2개 또는 그 초과 재료 피스들을 함께 합침으로써 형성될 수 있다.
- [0076] [0102] 반사기들(2110)은 다양한 방법들에 의해 몸체(2200)에 형성될 수 있다. 예컨대, 반사기들(2110)은, 몸체(2200)를 기계 가공하거나, 그렇지 않으면 반사기들(2110)을 깎기 위해 재료를 제거함으로써 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 반사기들(2110)은, 몸체(2200)가 형성될 때 형성될 수 있다. 예컨대, 반사기들(2110)은, 몸체(2200)가 자신의 원하는 형상으로 몰딩될 때 몸체(2200) 내로 몰딩될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 반사기들(2110)은 몸체(2200)의 형성 이후 재료의 재배열에 의해 형성될 수 있다. 예컨대, 반사기들(2110)은 임프린팅(imprinting)에 의해 형성될 수 있다.
- [0077] [0103] 일단 반사기들(2110)의 윤곽들이 형성되면, 반사기 볼륨들은 원하는 반사도를 가진 내부 표면을 형성하기 위해 추가 프로세싱을 겪을 수 있다. 일부 실시예들에서, 몸체(2200)의 표면 자체는 반사성일 수 있고, 예컨대 몸체는 반사 금속으로 형성된다. 그런 경우들에서, 추가 프로세싱은 단순히 내부 표면들의 반사도를 증가시키기 위해 반사기들(2110)의 내부 표면들을 평활화하는 것을 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 반사기들(2110)의 내부 표면들은 반사 코팅으로 라이닝될 수 있다.
- [0078] [0104] 위에서 논의된 바와 같이 반사기(2110)를 형상화하는 것이, 반사기의 광 출력이 각도 공간에서 형상화되는 것을 허용하고 비대칭 각도 분포를 제공한다는 것이 인식될 것이다. 유리하게, 반사기 형상은 본원에서 주목된 바와 같이, 원하는 디스플레이 종횡비와 매칭하는 광 출력을 제공하는 데 사용될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 원하는 종횡비는 렌즈의 전방에 배치된 마스크를 사용하여 달성될 수 있다.
- [0079] [0105] 도 18은 발광기들(2140), 반사기들(2110), 및 렌즈(2120)의 어레이들, 및 마스크(2400)를 가진 광학 시스템의 예의 사시도를 예시한다. 일부 실시예들에서, 발광기들(2140)은 지지 기관(2300), 예컨대 인쇄 회로 기판 상에 장착된다. 발광기들(2140) 및 반사기들(2110)의 공간적 레이아웃은 바람직하게 매칭되어, 각각의 발광기(2140)는 개별 대응하는 반사기(2110)와 수직으로 정렬된다. 일부 실시예들에서, 발광기들(2140), 반사기들(2110) 및 렌즈(2120)의 어레이들, 및 선택적으로 마스크(2400)는 광 모듈(540)(도 6)을 형성할 수 있다.
- [0080] [0106] 일부 실시예들에서, 발광기들(2140) 모두는 유사할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 발광기들(2140) 중 적어도 일부는 상이할 수 있고, 예컨대 일부 발광기들은 다른 발광기들과 상이한 파장 또는 파장들의 범위의 광을 출력할 수 있다. 예컨대, 발광기들(2140)은 발광기들의 그룹들, 예컨대 발광기들의 3개의 그룹들을 형성

할 수 있고, 각각의 그룹은 상이한 컬러(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)에 대응하는 파장들의 광을 방출한다. 일부 실시예들에서, (3개보다 많은 상이한 파장들의 범위들의 광을 방출하기 위한) 발광기들의 3개보다 많은 그룹들이 존재할 수 있다. 발광기들의 상이한 그룹들은 디스플레이 시스템, 이를테면 디스플레이 시스템(250)(도 6)에 대해 상이한 컴포넌트 컬러들의 광을 제공하는 데 활용될 수 있다. 예컨대, 각각의 그룹의 발광기들은 광선들(770, 780, 790)(도 9a-도 9b)을 방출하는 데 활용될 수 있다.

[0081] [0107] 일부 실시예들에서, 발광기들, 반사기들 및 렌즈는 도파관들의 스택(660)(도 9a-도 9c)에 광을 제공하는 데 활용된다. 그런 실시예들에서, 발광기들(2140)의 공간적 레이아웃과 반사기들(2110)의 공간적 레이아웃 사이의 매칭 외에, 발광기들(2140) 및 반사기들(2110)은 바람직하게 또한 도파관들의 스택(660)의 인커플링 광학 엘리먼트들(예컨대, 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720))의 공간적 레이아웃과 매칭하도록 배열된다. 바람직하게, 발광기들(2140)과 반사기들(2110)의 공간적 레이아웃은 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)의 공간적 레이아웃과 매칭하여, 평면도에서 볼 때, 반사기들(2110)의 공간 어레인지먼트는 광 인커플링 광학 엘리먼트들(700, 710, 720)의 공간 어레인지먼트와 일대일 대응한다. 그런 어레인지먼트로 인해, 특정 발광기로부터의 광은 도파관들(670, 680, 690) 중 다른 도파관들로 지향되지 않고, 도파관들(670, 680, 690) 중 연관된 도파관으로 신뢰성 있게 지향될 수 있다.

[0082] [0108] 도 18을 계속 참조하면, 예시된 바와 같이 배향된 광학 시스템(2100)으로 인해, 반사기의 광 입력 개구는 몸체(2200)의 바닥에 있고, 광 출력 개구는 몸체(2200)의 최상부에 있다. 바람직하게, 몸체(2200)의 하부 표면은, 광이 발광기와 매칭하는 반사기들 이외의 발광기들로부터 반사기(2110)로 현저하게 전파되지 않도록, 기관(2300)의 상부 표면 상에 편평하게 놓이게 윤곽이 형성된다. 유리하게, 몸체(2200)의 하부 표면 및 기관(2300)의 상부 표면 둘 모두는 편평할 수 있고, 이는 몸체(2200)와 기관(2300) 사이의 인터페이스에서 역지 끼워맞춤을 가능하게 하고, 이는 원하지 않는 미광이 개별 반사기들(2110)에 도달하는 것을 방지할 수 있다.

[0083] [0109] 렌즈들(2120)은 반사기들(2110)의 광 출력 개구들에 제공된다. 예시된 바와 같이, 각각의 반사기(2110)는 개별 연관된 렌즈(2120)를 가진다. 일부 다른 실시예들에서, 렌즈들 중 일부 또는 모두는 단일 재료 시트로 형성될 수 있다. 그런 실시예들에서, 재료 시트는 바람직하게 얇고, 예컨대 렌즈들을 함께 홀딩하기 위해 충분한 구조적 무결성을 유지하면서, 반사기들 사이에서 광 누설을 최소화하기에 충분하게 얇다.

[0084] [0110] 도 18을 계속 참조하면, 마스크(2400)는 렌즈들(2120)의 전방에 제공된다. 마스크(2400)는 광 출력을 위해 원하는 형상의 개구들(2402), 예컨대 컷아웃들을 가진다. 따라서, 마스크(2400)는 공간적 광 형상화에 활용될 수 있다. 개구들(2402)은 바람직하게 반사기들의 광 출력 개구들보다 더 작은 영역을 가진다. 일부 실시예들에서, 반사기로 향하는 마스크 표면(예컨대, 마스크(2400)의 바닥 표면)은 반사성이고, 이는 발광기(2140), 반사기(2110) 및 렌즈(2120)를 포함하는 광 모듈의 효율성 및 밝기를 증가시킬 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 바닥 표면은 흡수성이고, 이는 마스크의 바닥 표면과 반사기(2110) 사이의 랜덤 반사들을 방지함으로써, 반사기(2110)로부터 개구들(2402)을 통과하는 광의 경로들에 걸쳐 더 높은 정도의 제어를 제공할 수 있다.

[0085] [0111] 반사기들(2110)의 윤곽들을 정의하는 것 외에, 몸체(2200)는 다른 목적들을 위한 다른 구조들을 포함할 수 있다. 도 19는 와이어링 같은 발광기 구조들에 대한 반사기들(2110) 및 함몰부(2210)들의 어레이를 가진 몸체(2200)의 예의 사시도를 예시한다. 함몰부들(2210)은, 그들이 발광기(2140)(도 18)의 부분들 또는 발광기(2140)에 연결된 구조들을 수용할 수 있도록 형상화되고 그런 깊이를 가져서, 몸체(2200)는 광 누설 없이 기관(2300)에 대해 긴밀하게 맞춰질 수 있다. 반사기들(2110)에서와 같이, 함몰부들(2210)은 기계 가공, 몰딩 및 임프린팅을 포함하는 다양한 방법들에 의해 형성될 수 있다.

[0086] [0112] 일부 실시예들에서, 몸체(2200)는 균일한 두께를 가질 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 몸체(2200)의 두께는 가변할 수 있다. 도 20a-도 20b는 상이한 높이들을 가진 반사기들을 가진 재료 몸체(2200)의 예들의 사시도들을 예시한다. 반사기들이 몸체(2200)를 통해 완전히 연장되기 때문에, 반사기들에 대한 상이한 높이들은 몸체(2200)의 두께를 상이한 높이들로 세팅함으로써 달성될 수 있다. 예로써, 도 20a-도 20b는 3개의 높이들 또는 레벨들(2200a, 2200b, 및 2200c)을 예시한다. 더 적거나 더 많은 레벨들이 원하는 대로 제공될 수 있고, 그 레벨들이 일부 실시예들에서 예시된 것과 상이하게 배열될 수 있다는 것이 인식될 것이다.

[0087] [0113] 반사기들(2110)에 대한 상이한 높이들은, 발광기들(2140)(도 18)의 상이한 그룹들이 상이한 파장들의 광을 방출하는 애플리케이션들에서 장점들을 제공할 수 있다. 상이한 파장들의 광은 대응하는 발광기(2140)로부터 상이한 거리들에 포커싱될 수 있다. 결과적으로, 광이 가장 잘 포커싱되는 거리에 기반하여 선택된 상이한 높이들을 가진 반사기들(2110)은 이미지 품질의 개선들을 제공할 것으로 예상될 수 있고, 여기서 발광기들(2140), 반사기들(2110) 및 렌즈들(2120)은 디스플레이 시스템에 사용된다. 일부 실시예들에서, 렌즈(2120)가

연관된 발광기(2140)로부터의 하나의 초점 길이에 포지셔닝되는 경우, 하나의 초점 길이에 대응하는 거리는 방출된 광의 파장에 따라 가변할 수 있고, 발광기(2140) 및 연관된 반사기(2110) 및 렌즈(2120)를 수용하는 몸체(2200)의 부분의 두께는 발광기(2140)로부터 적합한 하나의 초점 길이 거리에 렌즈(2120)의 배치를 허용하도록 선택될 수 있다.

[0088] [0114] 일부 다른 실시예들에서, 반사기들(2110)은 모두가 동일한 높이를 가질 수 있고 발광기들(2140)의 상이한 그룹들에 대한 렌즈(2120)는 상이할 수 있다. 예컨대, 발광기들(2140)의 상이한 그룹들에 대한 렌즈(2120)는 상이한 파장들의 광에 의해 유발된 차이들을 고려하기 위해, 상이한 초점 길이들을 가지도록 구성될 수 있다.

[0089] [0115] 이제 도 21a-도 21e를 참조하면, 반사기(2110)의 예의 다양한 도면들이 예시된다. 반사기(2110)가 CPC 프로파일을 따르는 다양한 형상들을 취할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 반사기(2110)는 복수의 측부들, 또는 패시트들에 의해 형성될 수 있고, 이들의 각각은 측면도에서 볼 때 CPC 프로파일을 가진다; 즉, 일부 실시예들에서, 반사기(2110)의 모든 내부 측들은, 각각의 측을 측면도에서 볼 때, CPC 프로파일을 가질 수 있다. 도 21a의 도면은 반사기의 광 입력 개구 단부로부터 반사기를 내려다 볼 때 반사기(2110)를 도시한다. 도 21b 및 도 21c의 도면들은 반대 측들로부터 볼 때 반사기(2110)를 도시한다. 도 21d의 도면은 도면들(B 및 C)에서 도시된 측들에 직교하는 측으로부터 볼 때 반사기(2110)를 도시한다. 도 21e의 도면은 반사기의 광 출력 단부로부터 볼 때 반사기(2110)의 사시도를 도시한다. 측벽들(2112A 및 2112B)은 둘 모두 CPC 프로파일들을 가질 수 있고, 측벽들(2112C 및 2112D)은 또한 둘 모두 CPC 프로파일들을 가질 수 있다. 게다가, 모든 다른 측들은 측면도들에서 볼 때 CPC 프로파일을 가질 수 있다. 게다가, 일부 실시예들에서, 도 21a 및 도 21e의 도면들에서 보여질 수 있는 바와 같이, 반사기(2110)의 각각의 측은, 반사기(2110)의 (입력 단부(2102)로부터 출력 단부(2104)로 연장되는) 높이 측을 가로지르는 평면을 따라 취해진 단면도에서 볼 때, 선형이거나 편평하다.

[0090] [0116] 일부 실시예들에서, 2개의 대향 측들, 예컨대 측들(2112C 및 2112D) 또는 측들(2112a 및 2112b)은 동일한 CPC 프로파일을 가지지만, 그 프로파일은 모든 다른 측들의 CPC 프로파일과 상이하다. 게다가, 모든 다른 측들은 동일한 CPC 프로파일을 가질 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 반사기(2110)의 모든 내부 측들의 곡률은 대향 내부 측들의 쌍의 곡률을 제외하고 동일할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 본원에서 주목된 바와 같이, 반사기(2110)의 내부 측들은 타원형, 쌍곡선 또는 쌍원추 형상의 윤곽들을 포함하여 다른 윤곽들을 따를 수 있거나, 또는 반사기(2110)의 입력 단부(2102)로부터 출력 단부(2104)까지 실질적으로 선형일 수 있다.

[0091] [0117] 바람직하게, 측들의 총 개수는 짝수, 예컨대 4, 6, 8, 10, 12 등이다. 일부 실시예들에서, 측들의 총 수는 8 또는 그 초과일 수 있고, 이는 예외적으로 공간적으로 균일한 광 출력을 제공하는 것으로 발견되었다.

[0092] [0118] 광 입력 개구(2102)가, 아래 놓인 발광기를 수용하도록 사이즈가 정해질 수 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 실시예들에서, 발광기는 약 500 μm 또는 그 초과, 600 μm 또는 그 초과, 700 μm 또는 그 초과, 또는 800 μm 또는 그 초과, 또는 그 초과의 최대 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 입력 개구(2102)는 500 μm 또는 그 초과, 600 μm 또는 그 초과, 700 μm 또는 그 초과, 또는 800 μm 또는 그 초과, 또는 900 μm 또는 그 초과, 또는 1 mm 또는 그 초과, 또는 그 초과의 최대 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 입력 개구(2102)는 2 mm 미만, 1.5 mm 미만, 또는 1 mm 미만인 폭을 가진다.

[0093] [0119] 도 22a-도 22b는 도 21의 반사기(2110)의 부가적인 사시도들을 예시한다. 도 22c-도 22d는 반사기(2110)의 각각 광 출력 개구측 및 광 입력 개구측으로부터 볼 때, 도 21의 반사기의 또 다른 부가적인 사시도들을 예시한다.

[0094] [0120] 도 23a 및 도 23b는 각각, (반사기의 높이 측을 가로지르는 평면을 따라 취해진 단면도들에서 볼 때) 둥근 프로파일을 가진 반사기 및 (반사기의 높이 측을 가로지르는 평면을 따라 취해진 단면도들에서 볼 때) 실질적으로 선형 내부 측벽들의 교차부들에서 날카로운 모서리들을 가진 반사기의 광 출력에 대한 균일성 맵들의 예들을 예시한다. 바람직하지 않게, 도 23a에 도시된 바와 같이, 둥근 프로파일 반사기는 맵의 중간에서 낮은 세기의 영역을 가진 광 출력을 제공한다. 이런 낮은 세기 영역이 그 자체로는 바람직하지 않지만, 맵의 중간이 또한 뷰어의 시야의 중심일 수 있고, 뷰어가 이 영역에서 비균일성들에 대해 특히 높은 민감성을 가질 수 있다는 것이 인식될 것이다. 유리하게, 도 23b에 도시된 바와 같이, 도 21-도 22d에 대해 위에서 논의된 바와 같이, 각각의 측에 대해 날카로운 모서리들 및 CPC 프로파일들을 가진 8개-측 반사기는 매우 균일한 광 출력을 제공한다.

- [0095] [0121] 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.
- [0096] [0122] 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.
- [0097] [0123] 게다가, 본원에 개시된 반사기 및 렌즈 시스템은, 디스플레이 시스템들에 대한 광 소스로서 유리하게 적용되지만, 매우 공간적으로 균일한 광이 원해지는 다른 애플리케이션들에 활용될 수 있다. 게다가, 반사기 및 렌즈의 단순한 기계적 구성이 반사기들 및 렌즈의 어레이들에서 이들의 사용을 가능하게 하지만, 반사기들 및 시스템들은 또한 단일 반사기 및 연관된 렌즈를 가진 광학 시스템에도 사용될 수 있다.
- [0098] [0124] 반사기(2110)(도 14c)가 발광기에 대한 연결기들, 이를테면 와이어 본드들을 수용하기 위해 노치(2114)를 가질 수 있지만, 일부 다른 실시예들에서, 노치(2014)가 제거될 수 있다는 것이 또한 인식될 것이다. 예컨대, 측벽(2112c)은 반사기(2110)의 다른 측벽들과 동일한 레벨로 계속될 수 있다. 그런 실시예들에서, 돌출하는 와이어 본드를 가지지 않는 발광기가 활용될 수 있고, 반사기(2110)의 측벽들은 발광기를 지지하는 기관, 이를테면 인쇄 회로 기판과 콘택하도록 연장될 수 있다. 돌출하는 와이어 본드가 없는 발광기의 예는 플립 칩(flip chip) LED이다. 발광기에 걸쳐 연장되는 와이어 본드는 발광기를 사용하여 형성된 이미지들에 가시적 아티팩트(artifact)들을 생성하는 그림자를 유발할 수 있다는 것이 발견되었다. 유리하게, 와이어 본드를 제거하는 것 및 반사기 측벽들을 발광기 기관까지 연장하는 것은 그런 아티팩트들을 제거하고 이미지 품질을 개선할 수 있다.
- [0099] [0125] 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 피쳐들로부터 쉽게 분리되거나 결합될 수 있는 이산 컴포넌트들 및 피쳐들을 가지는 것을 인식할 것이다. 모든 그런 수정들은 본 개시내용과 연관된 청구항들의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.
- [0100] [0126] 본 발명은 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 나열된 방법들은 논리적으로 가능한 나열된 이벤트들의 임의의 순서뿐 아니라, 이벤트들의 나열된 순서로 수행될 수 있다.
- [0101] [0127] 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.
- [0102] [0128] 게다가, 본 발명이 다양한 피쳐들을 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.
- [0103] [0129] 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. 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

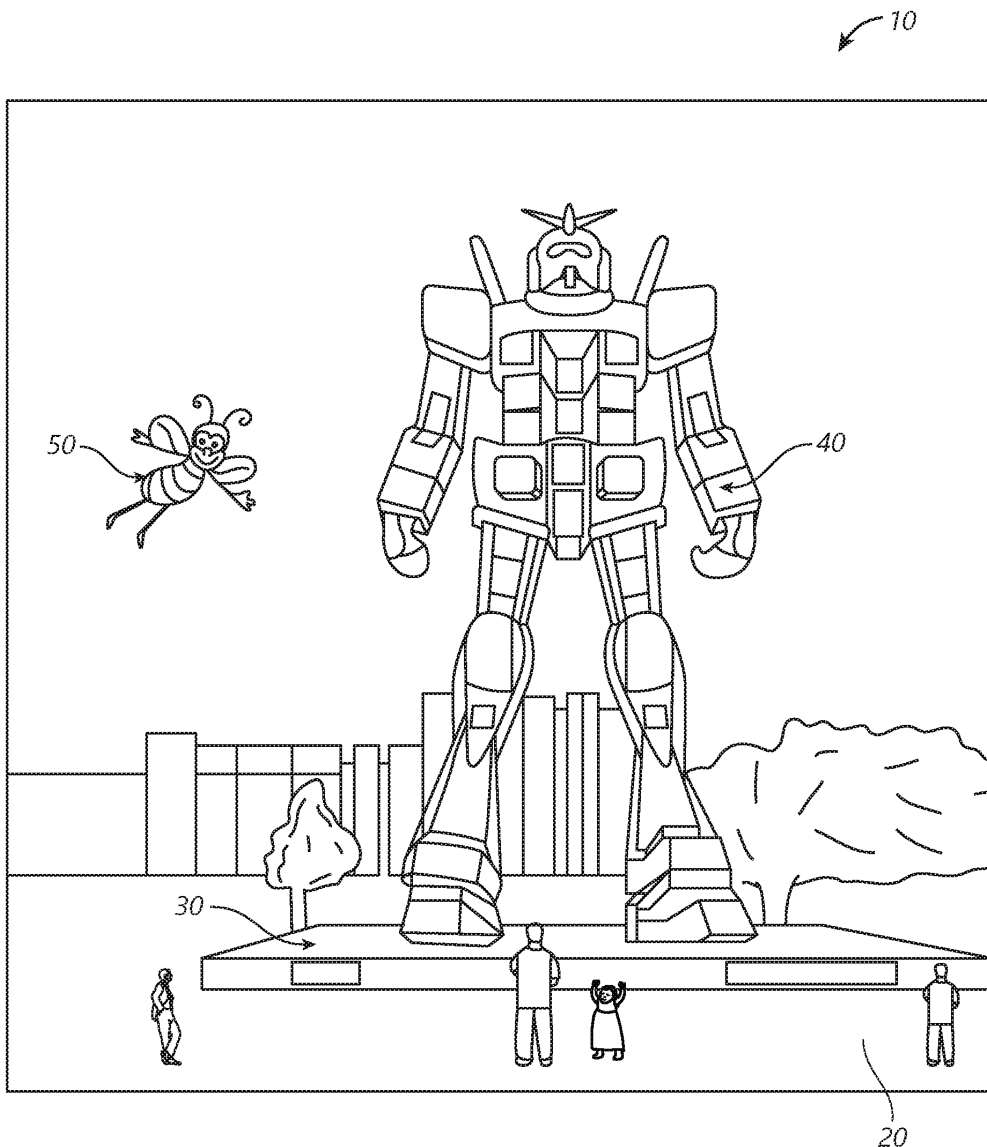
용어의 사용, 또는 "네거티브" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다.

[0104] [0130] 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 수있다. 본원에 구체적으로 정의된 바를 제외하고, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 청구 유효성을 유지하면서 가능한 한 일반적으로 이해되는 의미로 넓게 제공되어야 한다.

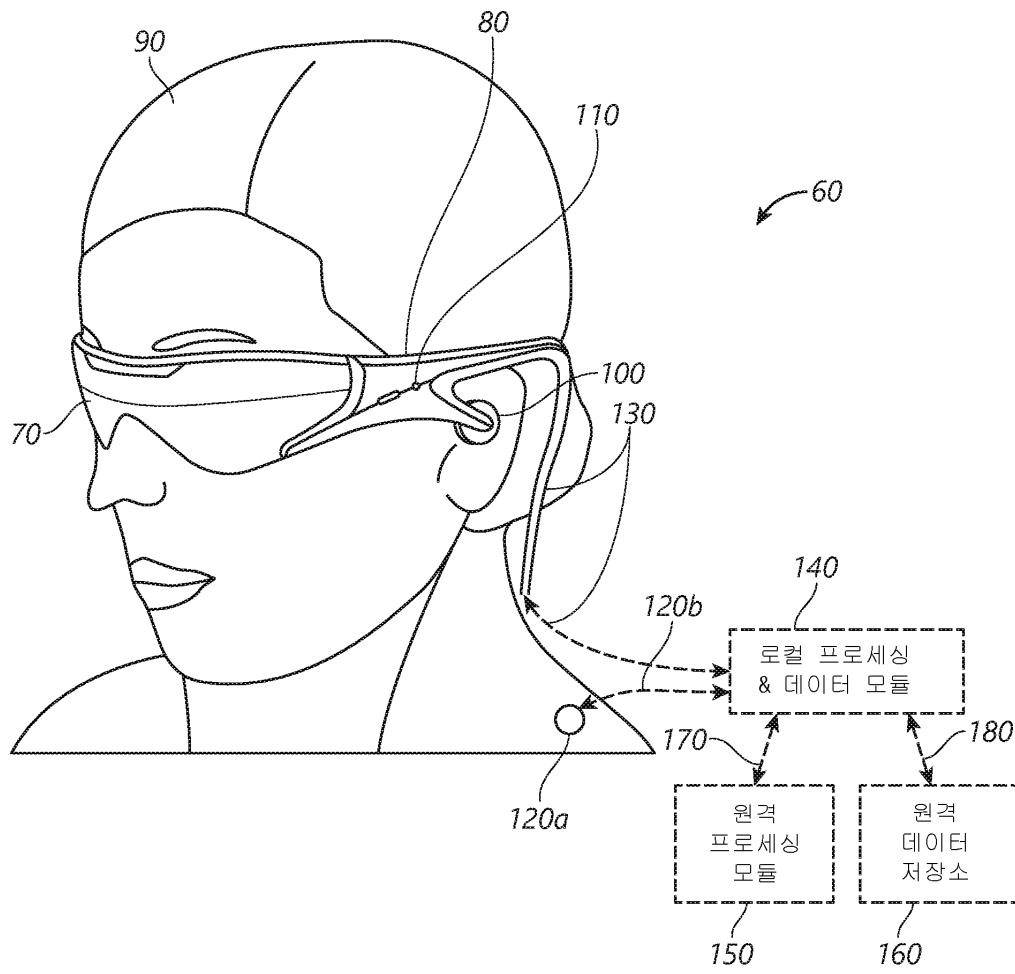
[0105] [0131] 본 발명의 폭은 제공된 예들 및/또는 청구대상 명세서로 제한되는 것이 아니라, 오히려 본 개시내용과 연관된 청구항 언어의 범위에 의해서만 제한된다.

도면

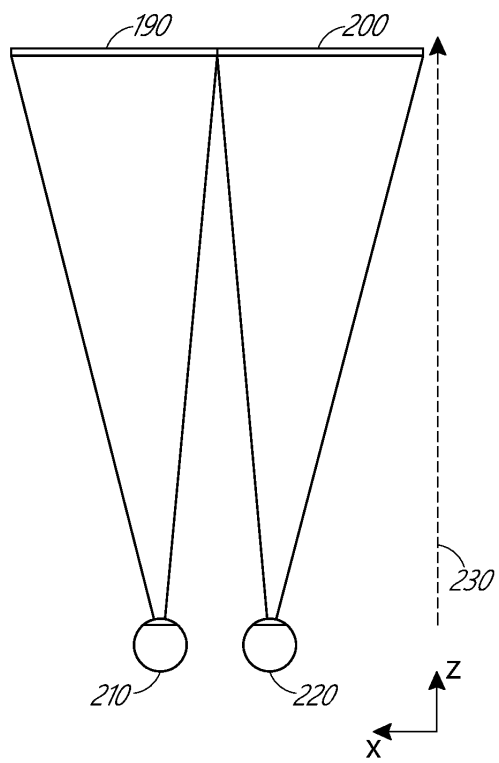
도면1



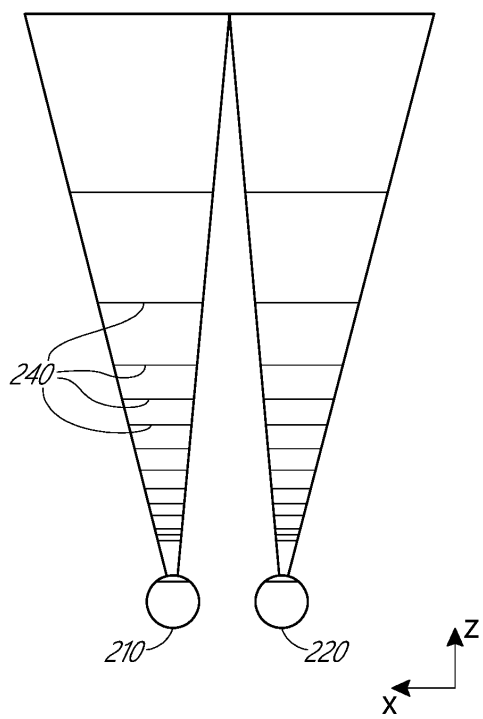
도면2



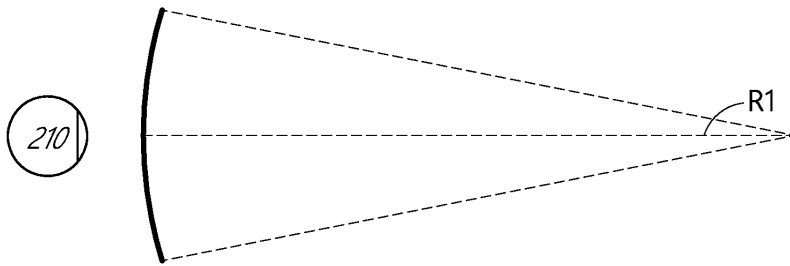
도면3



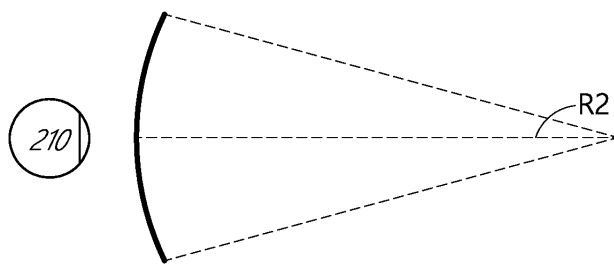
도면4



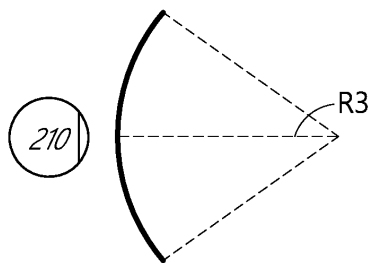
도면5a



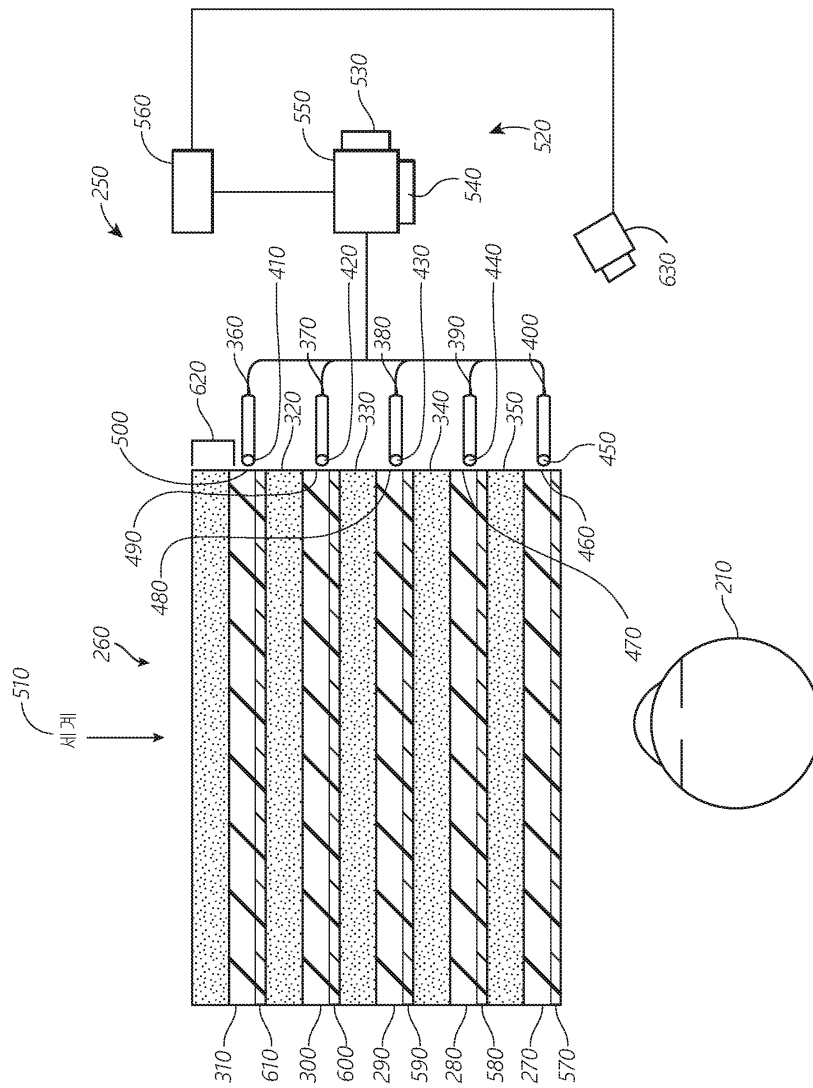
도면5b



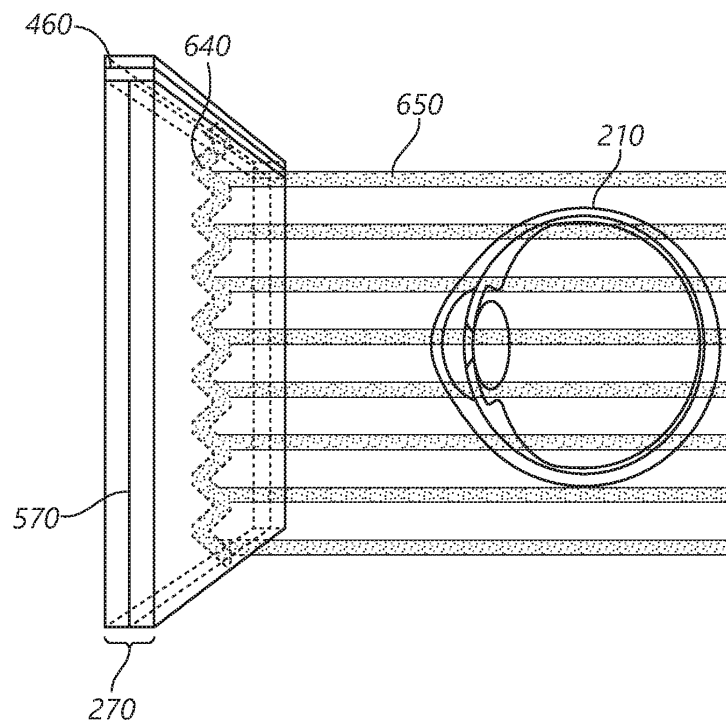
도면5c



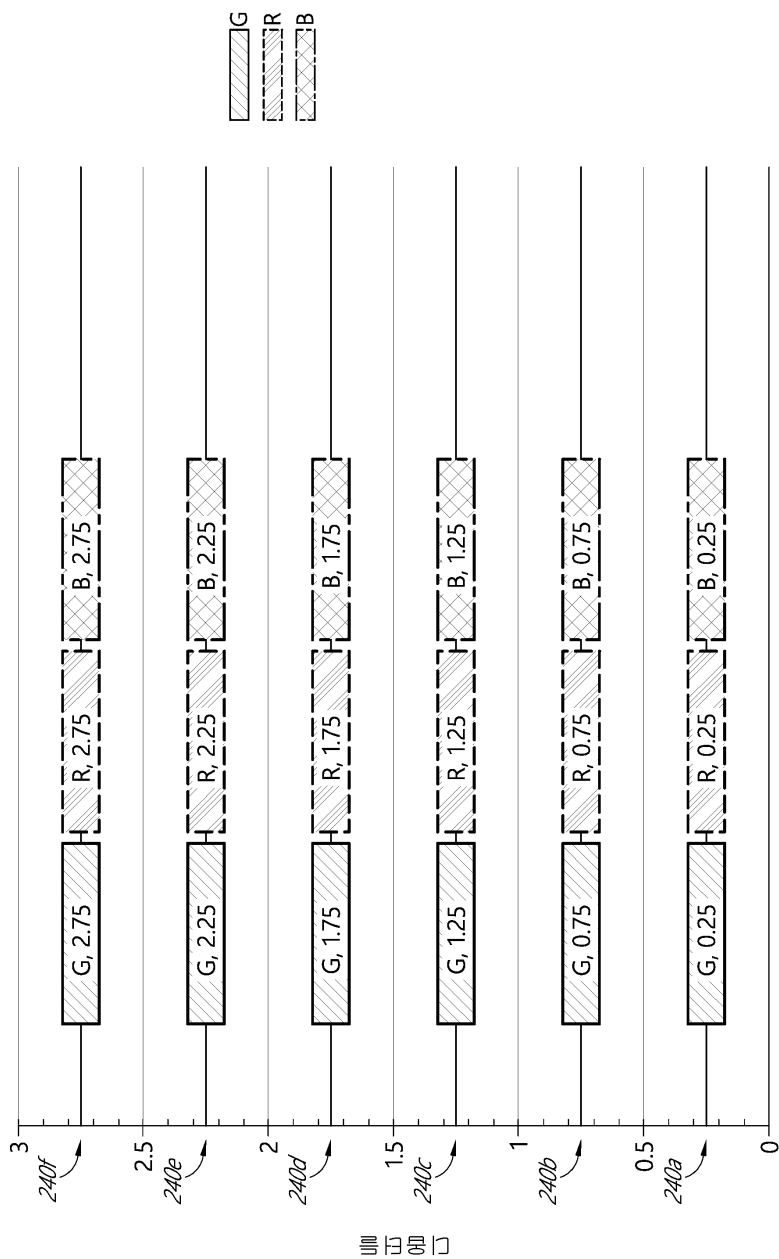
도면6



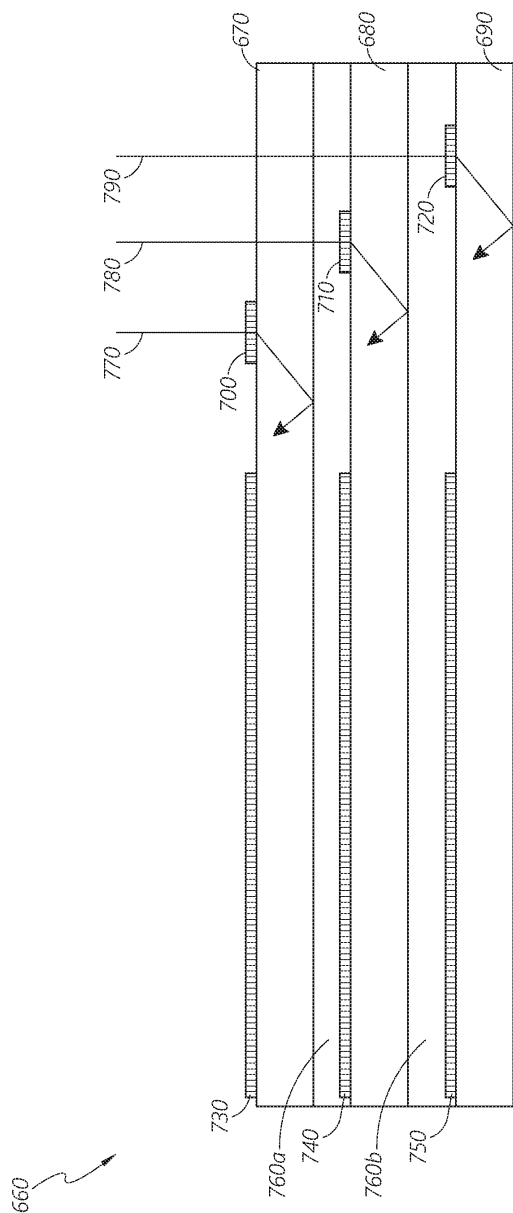
도면7



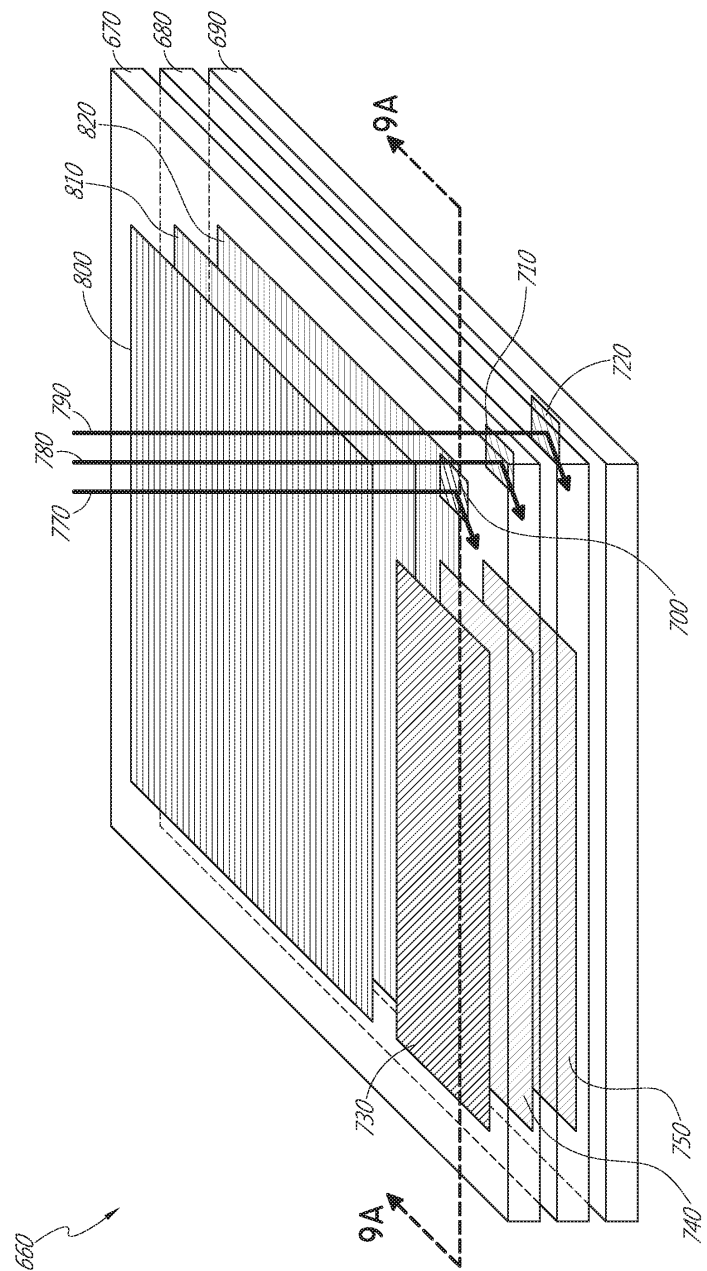
도면8



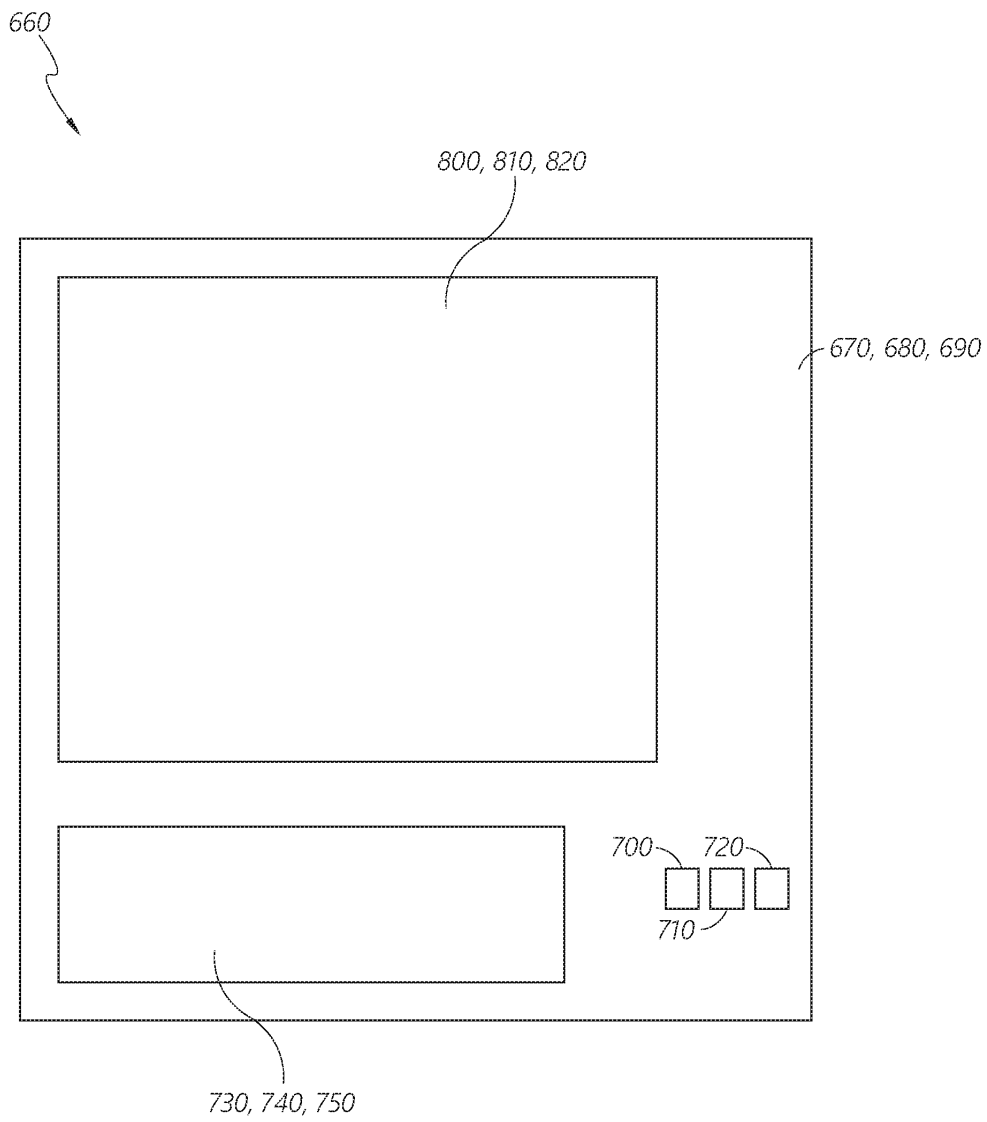
도면9a



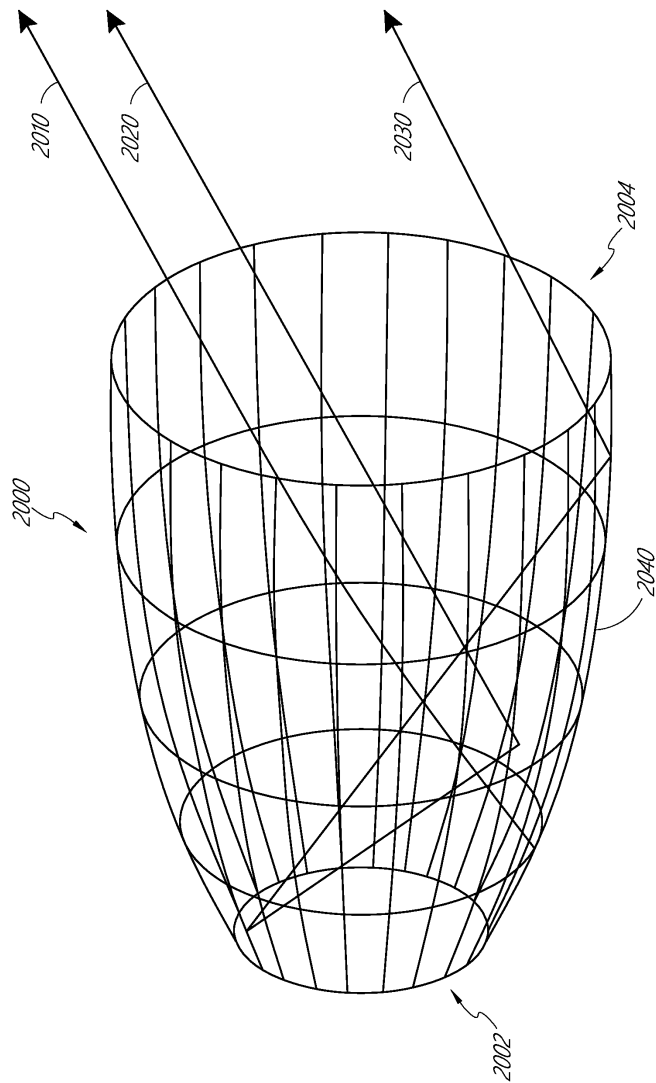
도면9b



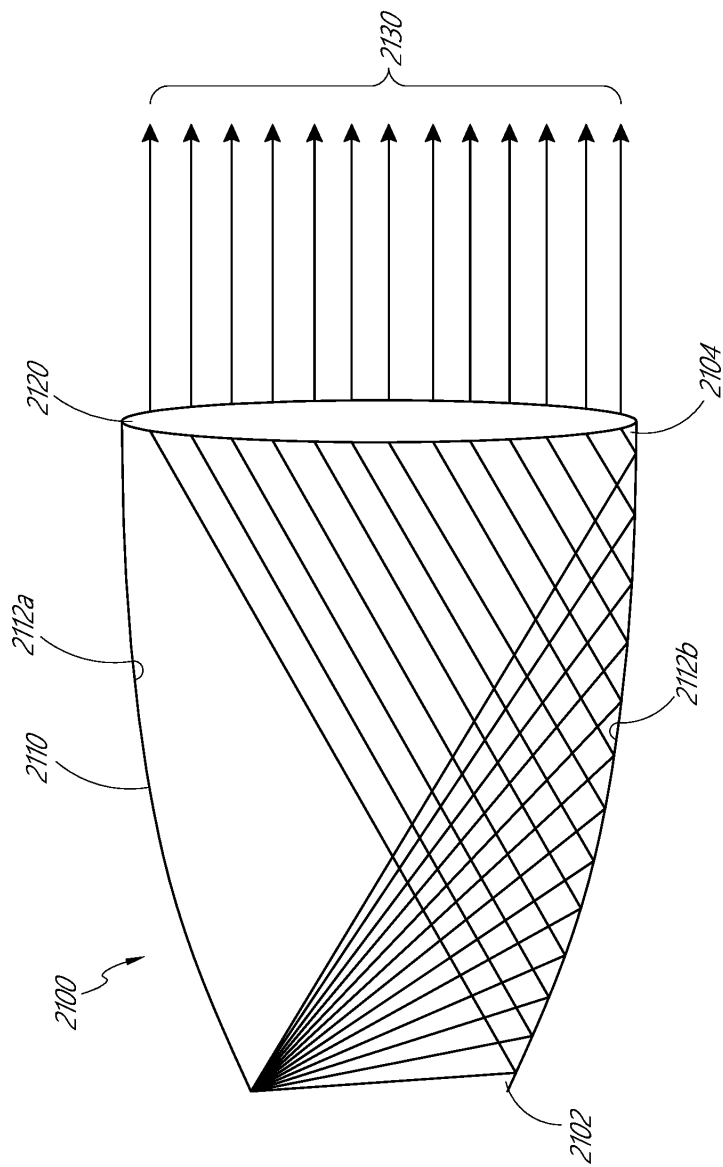
도면9c



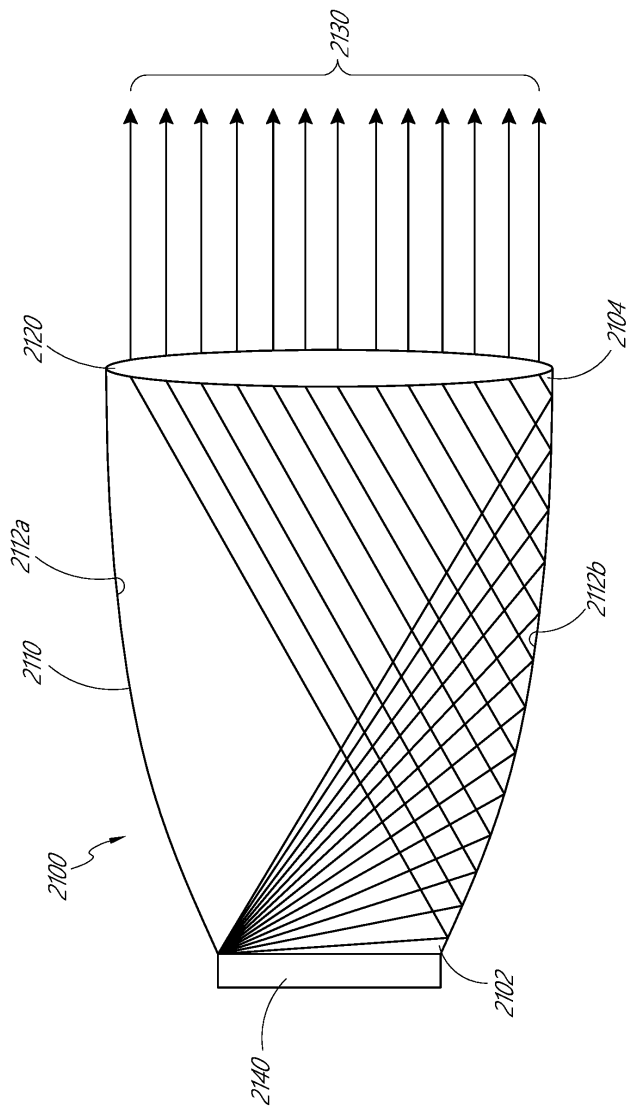
도면10



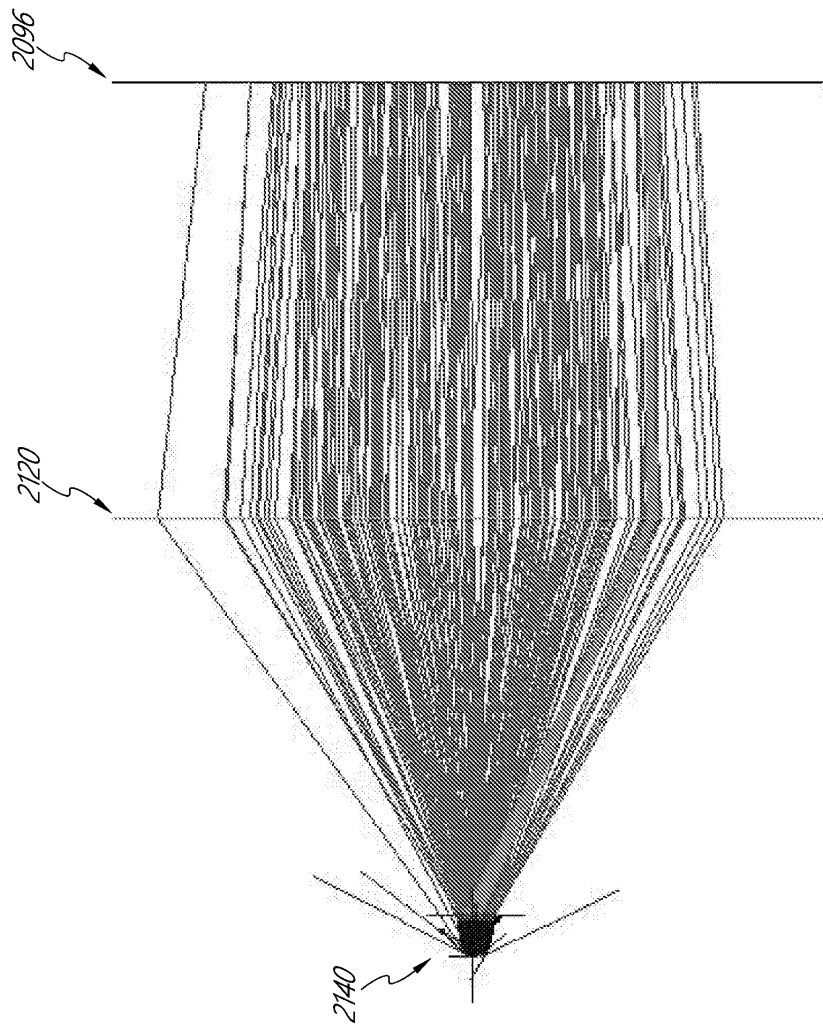
도면11



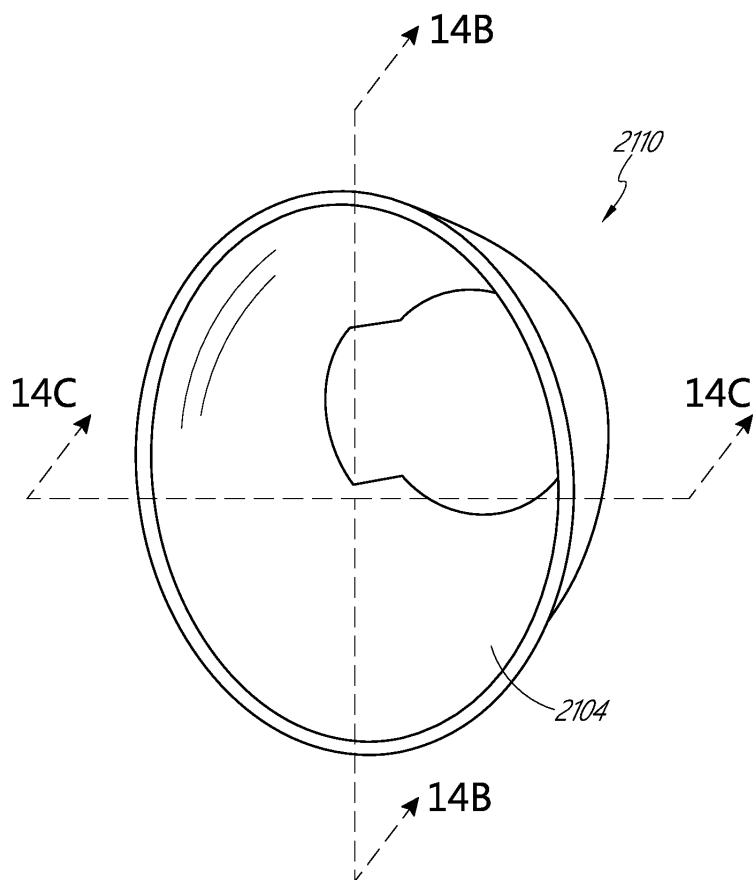
도면12



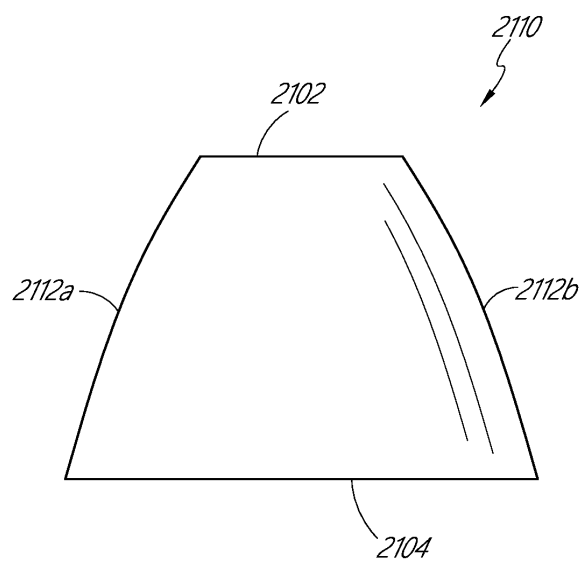
도면13



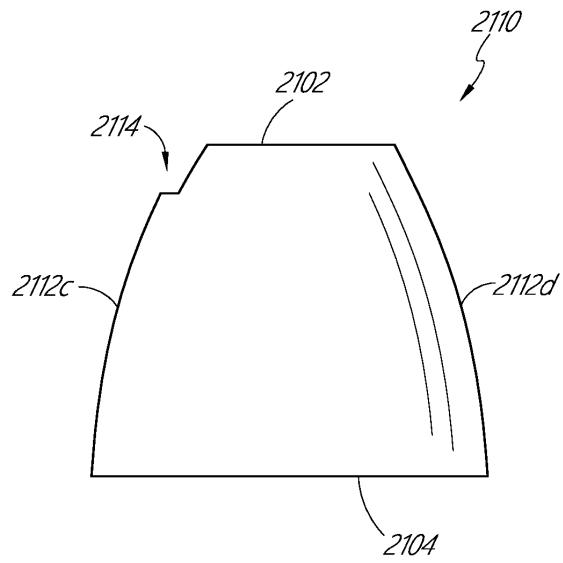
도면14a



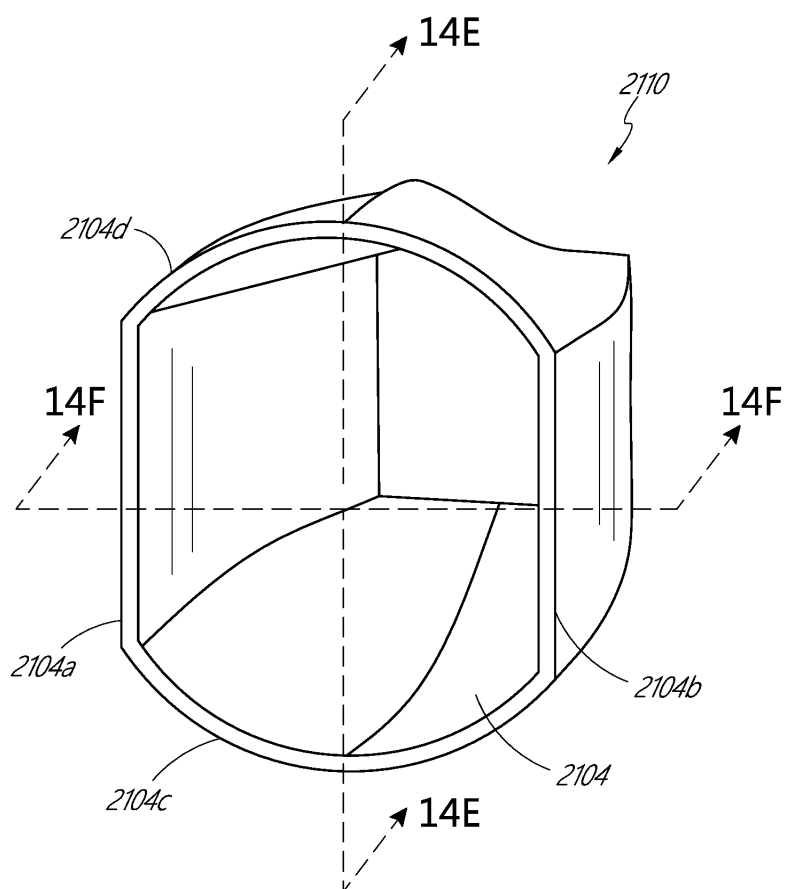
도면14b



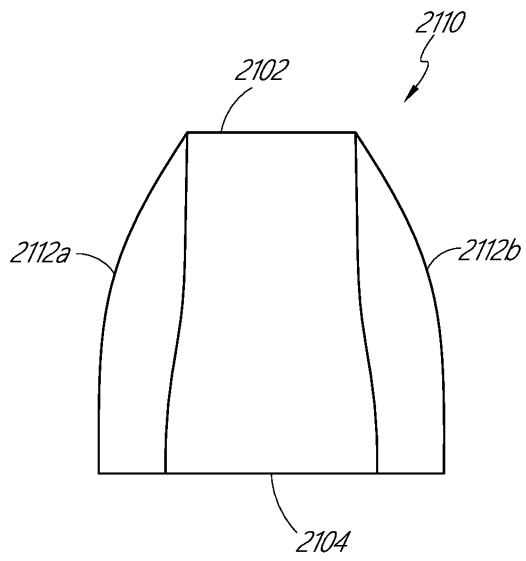
도면14c



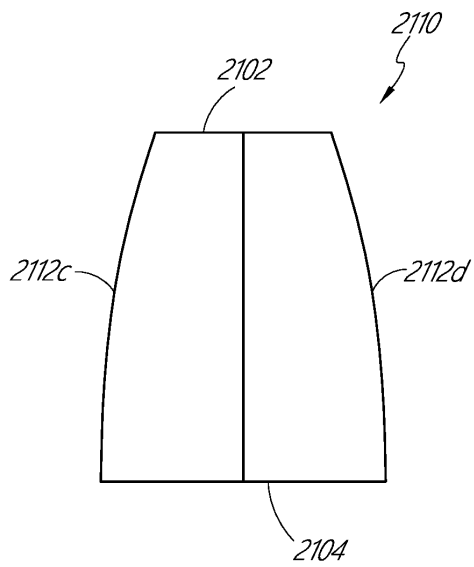
도면14d



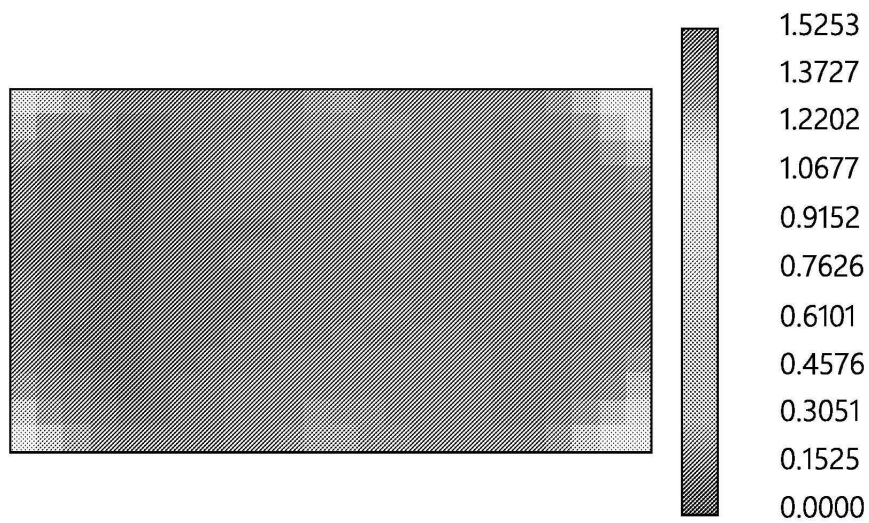
도면14e



도면14f



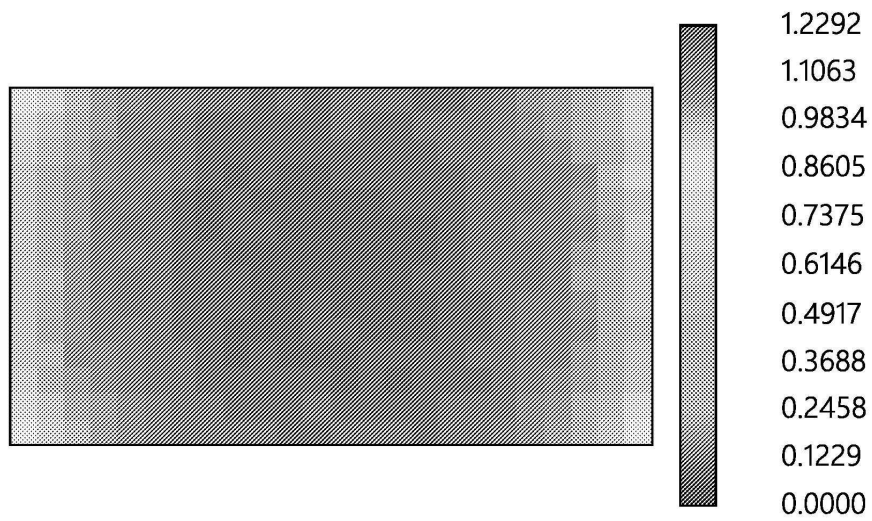
도면15a



검출기 이미지: 인코히어런트 조도

피크 조도 : 1.5253E+000 Watts/cm²
총 파워 : 2.6118E-001 Watts

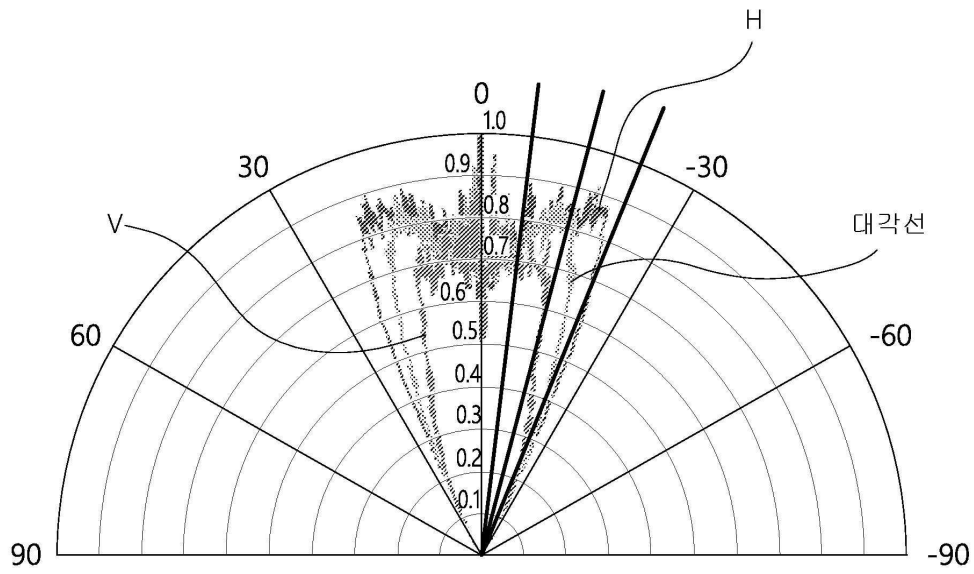
도면15b



검출기 이미지: 인코히어런트 조도

피크 조도 : 1.2292E+000 Watts/cm²
총 파워 : 2.0919E-001 Watts

도면16

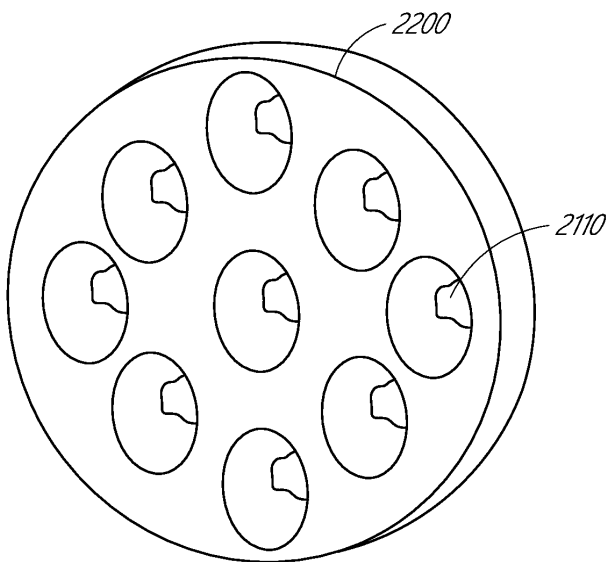


검출기 이미지: 방사선 세기

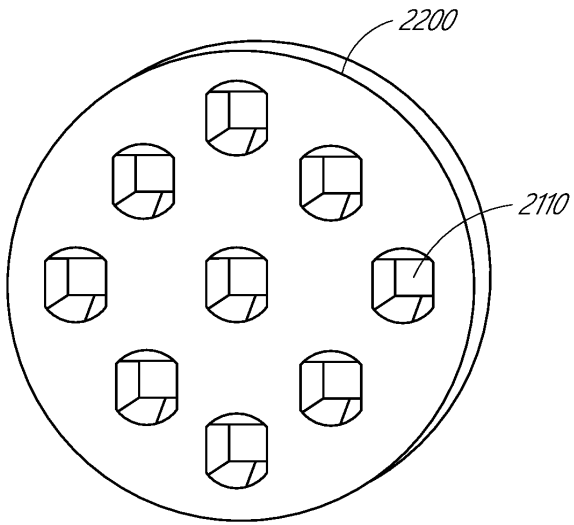
스캔 각도들: 0, 37, 90

총 파워 : 1.582E+000 Watts/Steradian

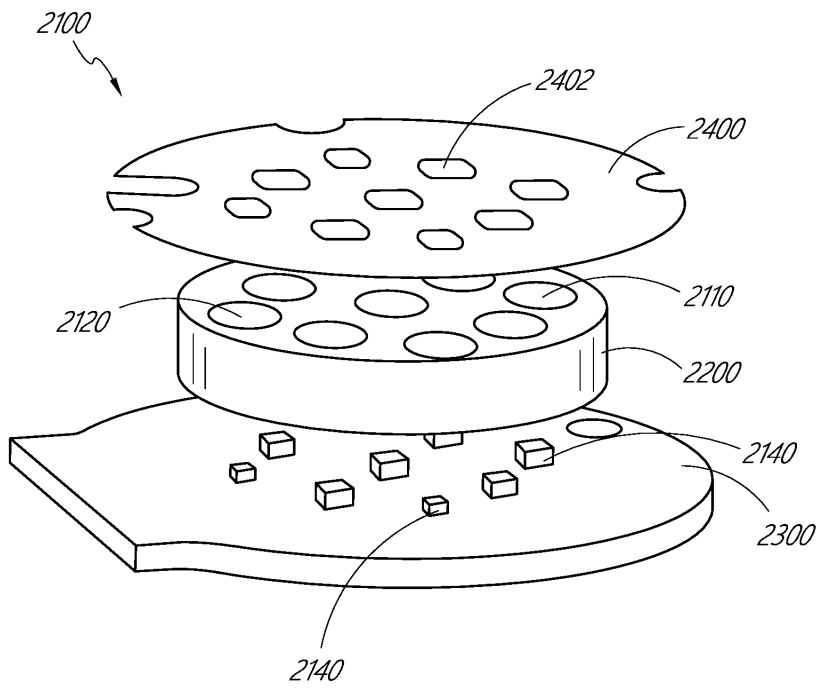
도면17a



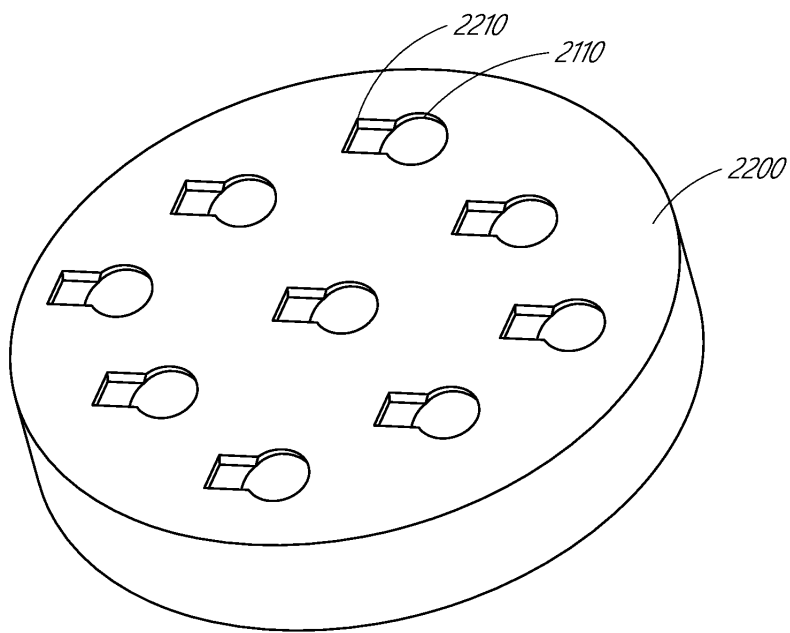
도면17b



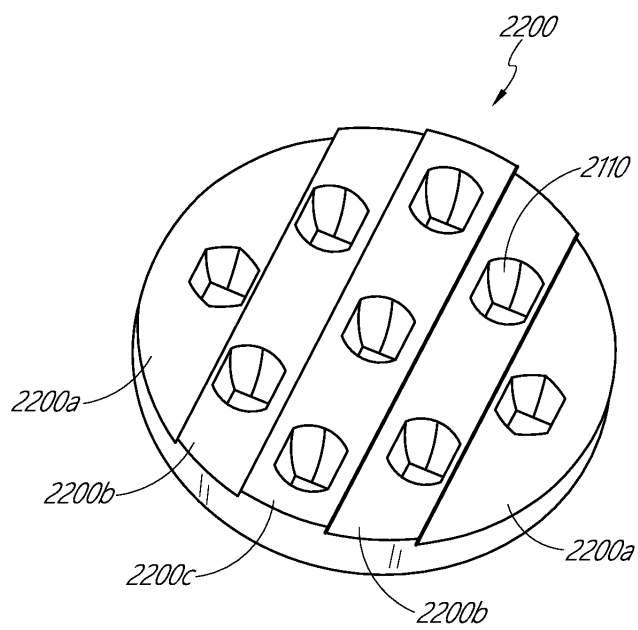
도면18



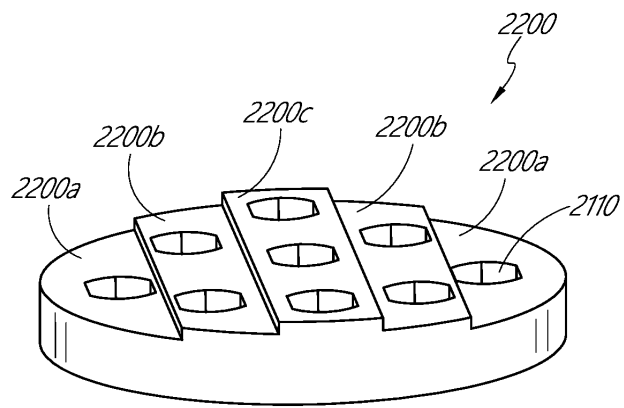
도면19



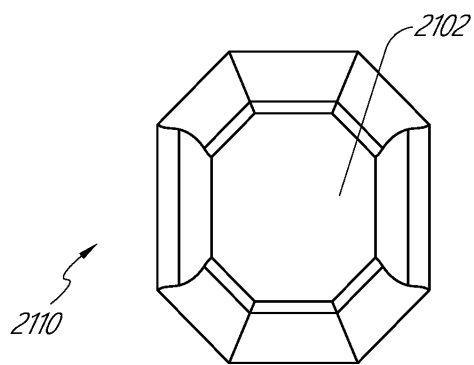
도면20a



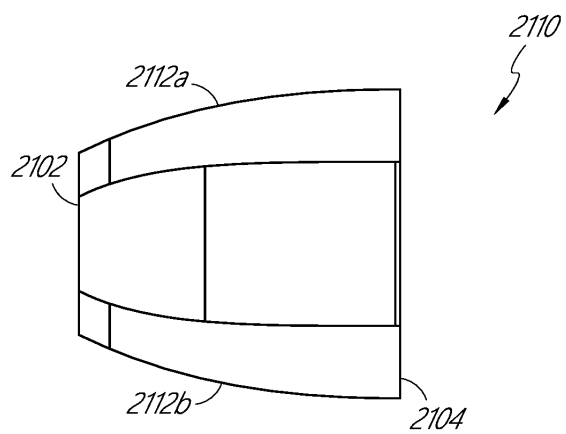
도면20b



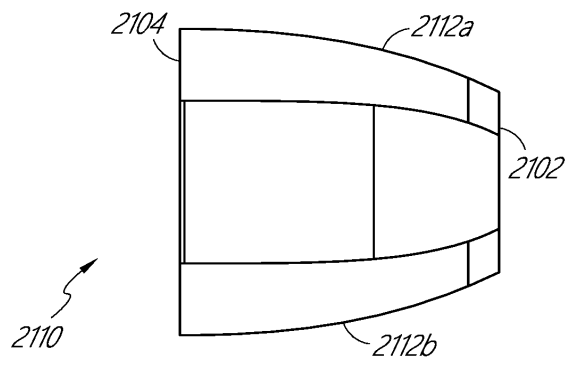
도면21a



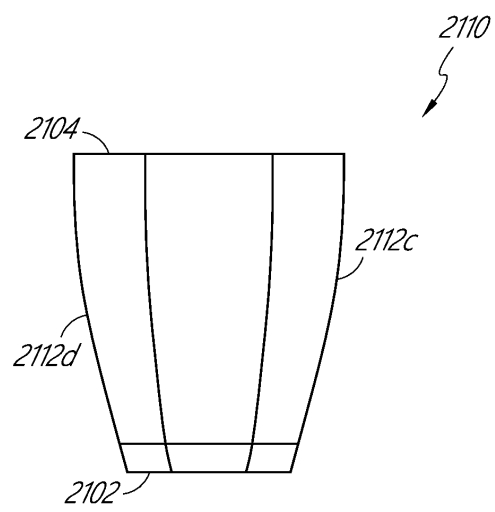
도면21b



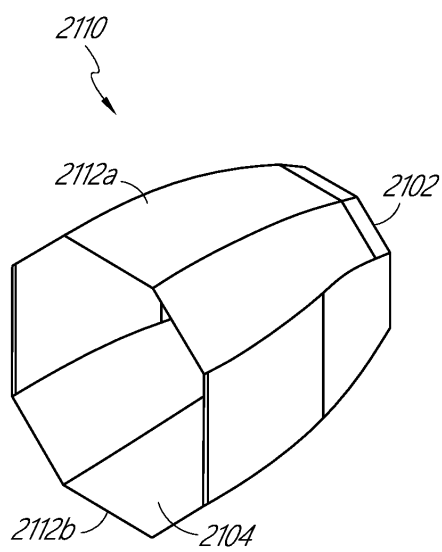
도면21c



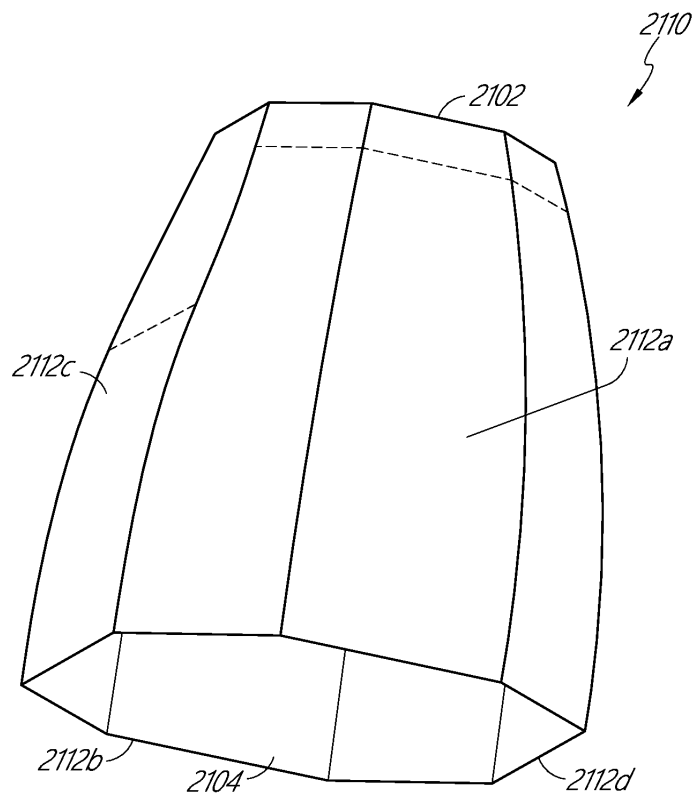
도면21d



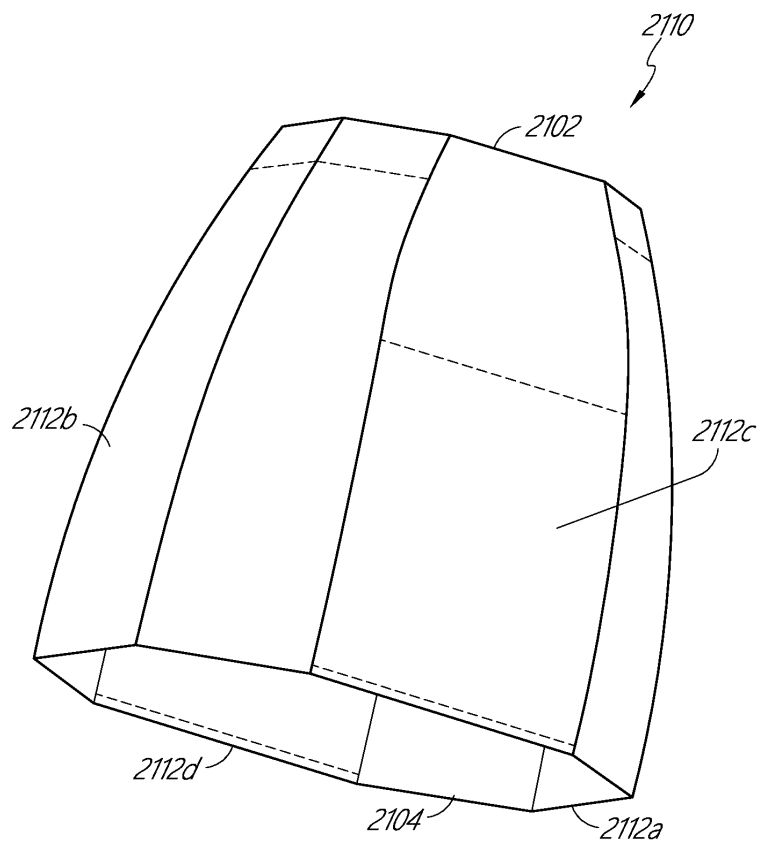
도면21e



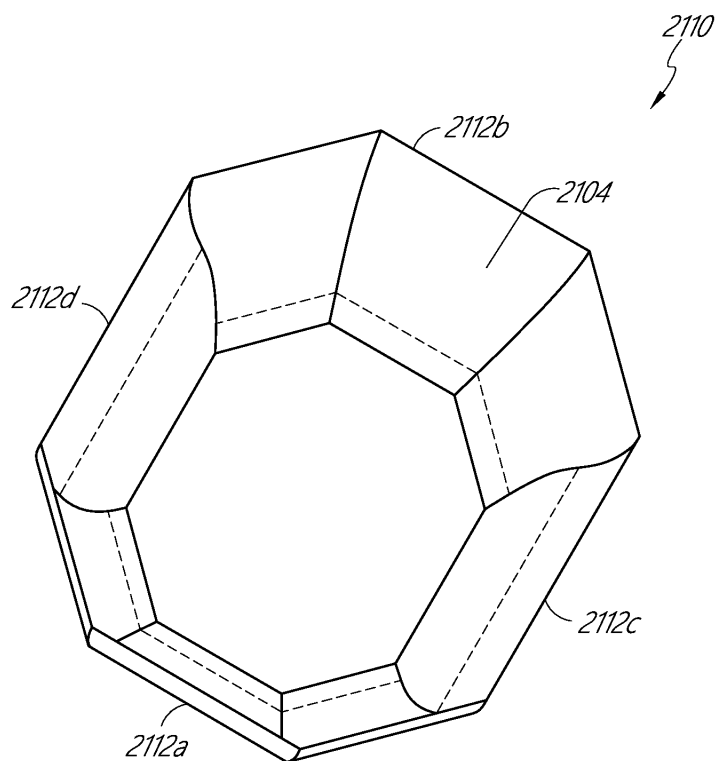
도면22a



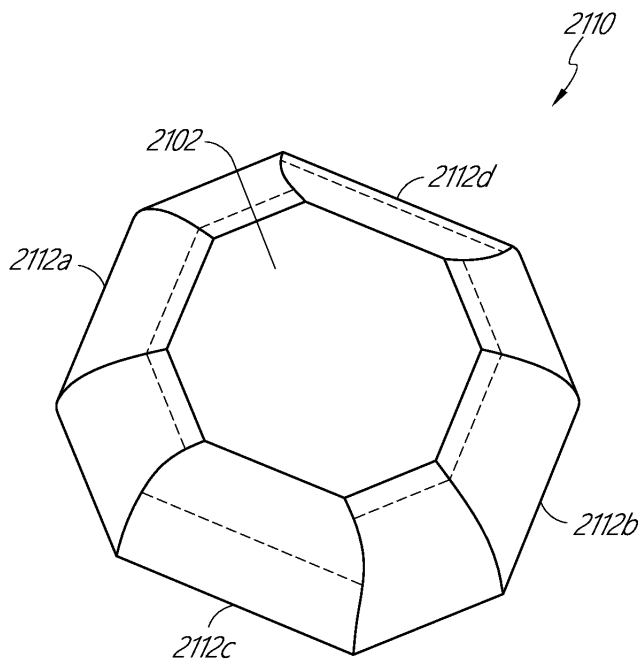
도면22b



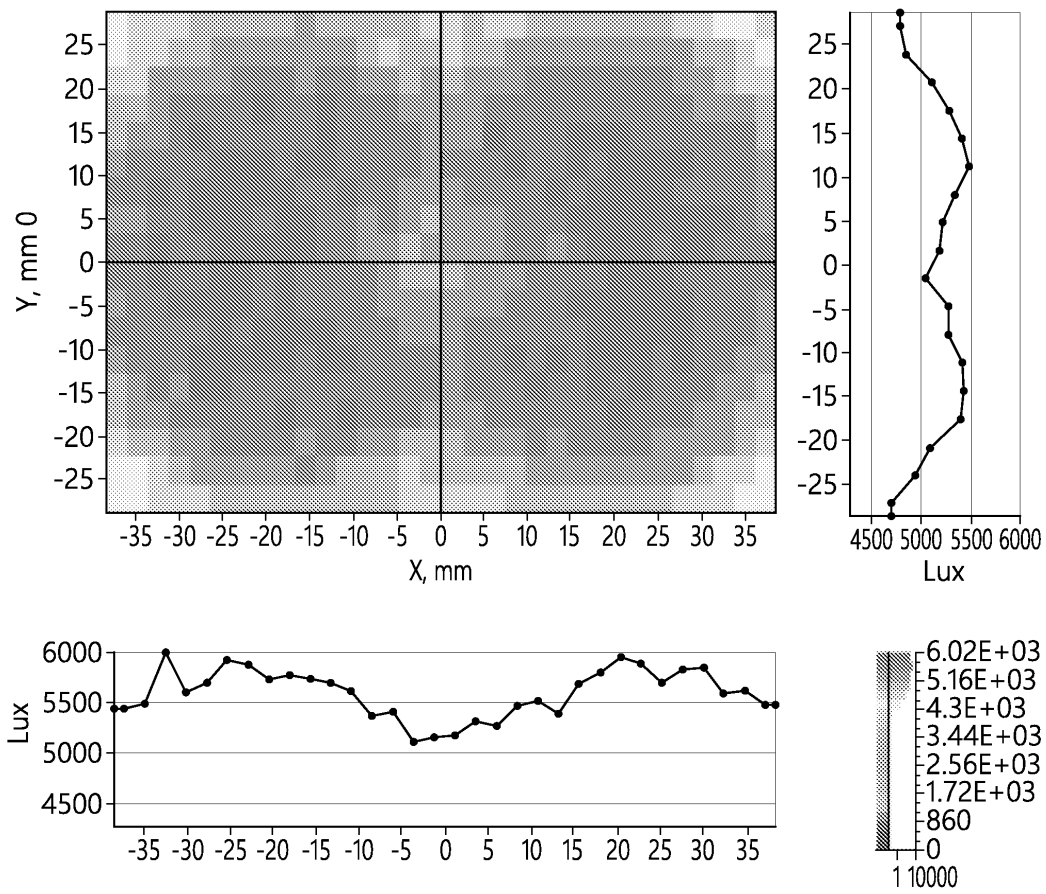
도면22c



도면22d



도면23a



도면23b

