



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0122319
(43) 공개일자 2020년10월27일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G02B 30/27</i> (2020.01) <i>A61B 3/032</i> (2006.01)
 <i>A61B 3/036</i> (2006.01) <i>A61N 5/06</i> (2006.01)
 <i>F21V 8/00</i> (2016.01) <i>G02B 30/10</i> (2020.01)
 <i>G03H 1/00</i> (2006.01) <i>G03H 1/26</i> (2006.01)
 <i>H04N 13/307</i> (2018.01) <i>H04N 13/344</i> (2018.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>G02B 30/27</i> (2020.01)
 <i>A61B 3/032</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7023606
 (22) 출원일자(국제) 2019년01월13일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2020년08월14일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2019/013408
 (87) 국제공개번호 WO 2019/140346
 국제공개일자 2019년07월18일</p> <p>(30) 우선권주장
 62/617,293 2018년01월14일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 라이트 필드 랩 인코포레이티드
 미국 95112 캘리포니아 산호세 스위트 10 잰커 로드 1920</p> <p>(72) 발명자
 카라핀 조나단 선
 미국 95112 캘리포니아 산호세 스위트 10 잰커 로드 1920
 베벤시 브렌던 엘우드
 미국 95112 캘리포니아 산호세 스위트 10 잰커 로드 1920</p> <p>(74) 대리인
 특허법인(유한)케이비케이</p> |
|--|--|

전체 청구항 수 : 총 45 항

(54) 발명의 명칭 **4 차원 에너지 장 패키지 어셈블리**

(57) 요약

4D 좌표 함수에 따라 에너지장을 투영하기 위한 4차원(4D) 에너지장 패키지 어셈블리. 이 4D 에너지장 패키지 어셈블리는 에너지 위치들에 에너지를 제공할 수 있는 에너지원을 갖는 에너지원 시스템, 및 에너지 위치들로부터의 에너지를 에너지 전파 경로를 따라 에너지 도파관의 일 측면으로부터 에너지 도파관의 다른 측면으로 지향시키는 에너지 도파관을 포함한다.

(52) CPC특허분류

A61B 3/036 (2013.01)
A61N 5/0618 (2018.08)
A61N 5/0622 (2013.01)
G02B 30/10 (2020.01)
G02B 6/0005 (2013.01)
G03H 1/0005 (2013.01)
G03H 1/268 (2013.01)
H04N 13/307 (2018.05)
H04N 13/344 (2018.05)

명세서

청구범위

청구항 1

4차원(4D) 에너지장 패키지 어셈블리로서,

복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지를 포함하고, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는,

복수의 에너지 위치에 에너지를 제공하도록 구성되며 복수의 에너지원을 포함하는 에너지원 시스템;

적어도 하나의 에너지 도파관으로서, 각각의 에너지 도파관은 복수의 에너지 위치로부터의 에너지를 복수의 에너지 위치를 통해 연장되는 복수의 에너지 전파 경로를 따라 당해 에너지 도파관의 제1 측면으로부터 당해 에너지 도파관의 제2 측면으로 지향시키도록 구성되고, 각각의 에너지 전파 경로는 복수의 에너지 위치 중 하나의 에너지 위치와 에너지 도파관 사이에 형성된 주광선에 의해 한정되고, 각각의 에너지 전파 경로는 에너지 도파관으로부터 적어도 상기 하나의 에너지 위치에 의해서 결정된 고유한 방향으로 연장되고,

각각의 에너지 도파관의 위치는 2차원(2D) 공간 좌표를 포함하고, 각각의 에너지 전파 경로의 상기 고유한 방향은 2D 각도 좌표를 포함하고, 이에 의해 2D 공간 좌표와 2D 각도 좌표가 4차원(4D) 좌표 세트를 형성하는, 적어도 하나의 에너지 도파관; 및

에너지 투영 표면이 형성되도록 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지들이 부착되는 마운트를 포함하는 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지 중 적어도 하나가 칩에 통합되는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지 중 적어도 하나의 칩은 반도체 칩을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 4

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 당해 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관을 둘러싸는 경계부를 추가로 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 상기 경계부는 당해 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 각 에너지 도파관을 둘러싸는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 적어도 하나의 경계부는 흑색 영역을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 경계부는 상기 마운트에 부착된 때의 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관을 분리시키도록 구성된, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관 사이의 거리는 4D 에너지장에 있어서의 이음매를 방지하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 복수의 4D 에너지장 패키지들은 상기 마운트에 부착되어 모듈형 4D 에너지장 패키지들의 그리드를 형성하고, 상기 마운트에 부착된 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 상기 마운트에 부착된 상기 복수의 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관을 모두 균등하게 분리시키는 경계부를 추가로 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 마운트에 부착된 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 경계부는 상기 마운트에 부착된 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관을 균등하게 분리시키는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 11

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관은 개구를 추가로 포함하고, 복수의 에너지 전파 경로의 제1 에너지 전파 경로가 상기 개구를 실질적으로 채우는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 12

제11항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 임의의 도파관의 개구를 통해 연장되지 않는 에너지 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 제한하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 13

제11항에 있어서, 임의의 도파관의 개구를 통해 연장되지 않는 에너지 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 기계적 용기가 제한하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지와 통신하는 제어 시스템을 추가로 포함하고, 상기 제어 시스템은 에너지 투영 표면으로부터 4D 에너지장을 투영시키기 위해 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지원 시스템을 작동시키도록 구성된, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 15

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는 적어도 하나의 다른 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 다른 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지와 수렴하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 16

제15항에 있어서, 적어도 하나의 에너지 전파 경로와 적어도 하나의 다른 에너지 전파 경로가 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 제2 측면 상의 한 위치에서 수렴하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 17

제15항에 있어서, 적어도 하나의 에너지 전파 경로와 적어도 하나의 다른 에너지 전파 경로가 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 제1 측면 상의 한 위치에서 수렴하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지 중 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 에너지를 지향시키기 위한 구조체를 포함하고, 상기 구조체는

- a) 통과하는 에너지의 각도 방향을 변경시키도록 구성된 구조체;
- b) 적어도 하나의 개구수를 포함하는 구조체;

- c) 적어도 하나의 내부 표면 밖으로 에너지를 재지향시키도록 구성된 구조체; 또는
- d) 에너지 릴레이로 이루어진 그룹으로부터 선택된, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 에너지 투영 표면은 평면 표면을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 에너지 투영 표면은 만곡형 표면을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 21

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관의 제2 측면에 배치된 확대 도파관을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 복수의 에너지원의 에너지원들이 하나 이상의 발광 디스플레이를 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 하나 이상의 발광 디스플레이는 LED, OLED, AMOLED, 및 TOLED 중 하나인, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 24

제1항에 있어서, 적어도 하나의 제2 에너지 투영 표면이 형성되도록 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지가 부착되는 적어도 하나의 제2 마운트를 추가로 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 마운트는 인쇄 회로 기판을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 복수의 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는 파장에 의해 정의되는 전자기 에너지이고, 상기 파장은

- a) 가시광선;
- b) 자외선;
- c) 적외선; 또는
- d) x-선으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 체계에 속하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 27

제1항에 있어서, 상기 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 복수의 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는 압력파에 의해 정의되는 기계적 에너지이고, 상기 압력파는

- a) 촉각 압력파;
- b) 음향 진동; 또는
- c) 초음파로 이루어진 그룹으로부터 선택된, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 28

제1항에 있어서, 각각의 에너지 전파 경로의 4D 좌표 세트가 각각의 에너지 전파 경로를 고유하게 식별하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 29

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 렌즈릿을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 30

제29항에 있어서, 상기 렌즈릿은 프레넬 렌즈를 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 31

제29항에 있어서, 상기 렌즈릿의 형상은 각각의 에너지 전파 경로의 고유한 방향을 추가로 변경시키도록 구성된, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 32

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 당해 에너지 도파관의 제1 측면에 위치된 제1 반사기, 및 당해 에너지 도파관의 제2 측면에 위치된 제2 반사기를 포함하고, 상기 제1 반사기는 이를 관통하여 형성된 하나 이상의 구경 조리개를 포함하고, 상기 제2 반사기는 이를 관통하여 형성된 하나 이상의 구경 조리개를 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 33

제32항에 있어서, 상기 제1 및 제2 반사기의 하나 이상의 구경 조리개들의 크기가 일정한, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 34

제32항에 있어서, 상기 제1 및 제2 반사기의 하나 이상의 구경 조리개들의 크기가 다른, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 35

제32항에 있어서, 상기 제1 및 제2 반사기들은, 상기 제1 반사기의 제1 포물면 및 상기 제2 반사기의 제1 포물면이 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 전파 경로를 따라 에너지를 반사시키도록 구성되게 한, 하나 이상의 포물면들을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 36

제35항에 있어서, 상기 제1 반사기의 상기 제1 포물면의 초점 길이는 상기 제2 반사기의 상기 제1 포물면의 초점 길이와 동일한, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 37

제35항에 있어서, 상기 제1 반사기의 상기 제1 포물면의 초점 길이는 상기 제2 반사기의 상기 제1 포물면의 초점 길이와 다른, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 38

제1항에 있어서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관이 복수의 에너지 도파관을 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 39

제38항에 있어서, 각각의 모듈형 4D 패키지 어셈블리의 복수의 에너지 도파관의 제1 에너지 도파관을 통해 복수의 에너지 전파 경로의 제1 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 광이 상기 제1 에너지 도파관의 개구를 실질적으로 채우는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 40

제39항에 있어서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는, 상기 제1 에너지 도파관의 상기 개구를 통해 연장되지

않는 복수의 에너지 전파 경로의 에너지 전파 경로들 중 일부를 따라 에너지가 전파되는 것을 제한하도록 위치된 에너지 억제 요소를 추가로 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 41

제40항에 있어서, 상기 에너지 억제 요소는 베플 구조체를 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 42

제39항에 있어서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 상기 에너지원 시스템 및 상기 복수의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관을 둘러싸는 기계적 용기를 추가로 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 43

제42항에 있어서, 상기 기계적 용기는 상기 제1 도파관의 상기 개구를 통해 연장되지 않는 에너지 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 제한하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 44

제1항에 있어서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 상기 에너지원 시스템 및 상기 적어도 하나의 에너지 도파관을 둘러싸는 기계적 용기를 추가로 포함하는, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

청구항 45

제1항에 있어서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 상기 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관은 각 에너지 도파관의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 감쇠 또는 수정하기 위한 구조체를 포함하고, 상기 구조체는

- (a) 에너지 차단 구조체;
- (b) 각 에너지 도파관의 개구의 충전 계수를 변경하기 위해 각 에너지 도파관의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 변경시키도록 구성된 요소; 또는
- (c) 각 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 위치에 근접한 에너지의 각도 범위를 제한하도록 구성된 구조체로 이루어진 그룹으로부터 선택된, 4D 에너지장 패키지 어셈블리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 교차 참조

[0002] 본 출원은 2018년 1월 14일자로 출원된 "홀로그램 및 광 필드 기술의 새로운 응용"이라는 명칭의 미국 임시 특허 출원 제62/617,293호의 우선권의 이익을 주장하며, 이는 그 전체가 본원에 원용되어 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시내용은 에너지 지향 장치에 관련된 것이고, 구체적으로는 4차원 에너지장 시스템에 따라 에너지를 지향시키도록 구성된 에너지장 패키지들을 위한 어셈블리에 관련된 것이다.

배경 기술

[0005] 진 로덴베리(Gene Roddenberry)의 스타 트랙(Star Trek)에 의해 대중화되고 1900년대 초에 작가인 알렉산더 모즈코프스키(Alexander Moszkowski)에 의해 처음 구상되었던 "홀로덱(holodeck)" 챔버 내에서의 상호작용식 가상 세계의 꿈은 거의 한 세기 동안 과학 소설과 기술 혁신에 영감을 주었다. 하지만, 문학, 미디어, 및 어린이와 성인의 집단적 상상력 외에는 이 경험에 대한 강력한 구현은 존재하지 않는다.

발명의 내용

[0006] 4차원 에너지장 시스템에 따른 에너지장 패키지 어셈블리가 개시된다. 일 실시예에서, 4차원(4D) 에너지장 패키지 어셈블리는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지를 포함하고, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는, 복수의 에

너지 위치에 에너지를 제공할 수 있으며 복수의 에너지원을 갖는 에너지원 시스템을 구비한다. 4차원(4D) 에너지장 패키지는 또한 적어도 하나의 에너지 도파관을 포함할 수 있고, 각각의 에너지 도파관은, 복수의 에너지 위치로부터의 에너지를, 복수의 에너지 위치를 통해 연장되는 복수의 에너지 전파 경로를 따라, 당해 에너지 도파관의 제1 측면으로부터 당해 에너지 도파관의 제2 측면으로 지향시킬 수 있다. 각각의 에너지 전파 경로는 복수의 에너지 위치 중 하나의 에너지 위치와 에너지 도파관 사이에 형성된 주광선에 의해 한정될 수 있고, 각각의 에너지 전파 경로는 에너지 도파관으로부터 적어도 상기 하나의 에너지 위치에 의해서 결정된 고유한 방향으로 연장된다. 일 실시예에서, 각각의 에너지 도파관의 위치는 2차원(2D) 공간 좌표를 포함하고, 각각의 에너지 전파 경로의 상기 고유한 방향은 2D 각도 좌표를 포함하고, 이에 의해 2D 공간 좌표와 2D 각도 좌표가 4차원(4D) 좌표 세트를 형성한다. 다른 실시예에서, 상기 어셈블리는 에너지 투영 표면이 형성되도록 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지들이 부착되는 마운트를 포함한다.

[0007] 일 실시예에서, 상기 어셈블리는 칩에 통합되는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지 중 적어도 하나를 포함한다. 다른 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지 중 적어도 하나의 칩은 반도체 칩을 포함한다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 당해 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관을 둘러싸는 경계부를 추가로 포함한다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 경계부는 당해 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 각 에너지 도파관을 둘러싼다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 경계부는 흑색 영역을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 경계부는 마운트에 부착된 때의 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관을 분리시킬 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관 사이의 거리는 4D 에너지장에 있어서의 이음매를 방지한다. 다른 실시예에서, 복수의 4D 에너지장 패키지들은 마운트에 부착되어 모듈형 4D 에너지장 패키지들의 그리드를 형성하고, 마운트에 부착된 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 마운트에 부착된 복수의 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관을 모두 균등하게 분리시키는 경계부를 추가로 포함한다. 일 실시예에서, 마운트에 부착된 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 경계부는 마운트에 부착된 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관을 균등하게 분리시킨다.

[0009] 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관은 개구를 추가로 포함하고, 복수의 에너지 전파 경로의 제1 에너지 전파 경로가 상기 개구를 실질적으로 채운다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 임의의 도파관의 개구를 통해 연장되지 않는 에너지 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 제한한다. 다른 실시예에서, 임의의 도파관의 개구를 통해 연장되지 않는 에너지 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 기계적 용기(encasement)가 제한한다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 4D 에너지장 패키지 어셈블리는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지와 통신하는 제어 시스템을 추가로 포함하고, 이 제어 시스템은 에너지 투영 표면으로부터 4D 에너지장을 투영시키기 위해 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지원 시스템을 작동시키도록 구성된다.

[0011] 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는 적어도 하나의 다른 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 다른 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지와 수렴한다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 에너지 전파 경로와 적어도 하나의 다른 에너지 전파 경로가 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 제2 측면 상의 한 위치에서 수렴한다. 또 다른 실시예에서, 적어도 하나의 에너지 전파 경로와 적어도 하나의 다른 에너지 전파 경로가 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 제1 측면 상의 한 위치에서 수렴한다.

[0012] 일 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지 중 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 에너지를 지향시키기 위한 구조체를 포함하고, 이 구조체는 a) 통과하는 에너지의 각도 방향을 변경시키도록 구성된 구조체; b) 적어도 하나의 개구수를 포함하는 구조체; c) 적어도 하나의 내부 표면 밖으로 에너지를 재지향시킬 수 있는 구조체; 또는 d) 에너지 릴레이 중 하나이다.

[0013] 한 예에서, 에너지 투영 표면은 평면 표면을 포함한다. 다른 예에서, 에너지 투영 표면은 만곡형 표면을 포함한다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관의 제2 측면에 배치된 확대 도파관을 포함한다. 다른 실시예에서, 복수의 에너지원의 에너지원들이 하나 이상의 발광 디스플레이를 포함한다. 일부 실시예에서, 상기 하나 이상의 발광 디스플레이는 LED, OLED, AMOLED, 및 TOLED 중 하나이다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 4D 에너지장 패키지 어셈블리는, 적어도 하나의 제2 에너지 투영 표면이 형성되도록 복수

의 모듈형 4D 에너지장 패키지가 부착되는 적어도 하나의 제2 마운트를 추가로 포함한다. 일 실시예에서, 상기 마운트는 인쇄 회로 기판을 포함한다. 일부 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 복수의 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는, 가시광선, 자외선, 적외선, 또는 x-선 중 하나인 파장에 의해 정의되는 전자기 에너지이다. 다른 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 복수의 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는, 촉각 압력파, 음향 진동, 또는 초음파 중 하나인 압력파에 의해 정의되는 기계적 에너지이다.

[0015] 일 실시예에서, 각각의 에너지 전파 경로의 4D 좌표 세트가 각각의 에너지 전파 경로를 고유하게 식별한다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 렌즈릿을 포함한다. 일 실시예에서, 상기 렌즈릿은 프레넬 렌즈를 포함한다. 다른 실시예에서, 상기 렌즈릿의 형상은 각각의 에너지 전파 경로의 고유한 방향을 추가로 변경시키도록 구성된다.

[0016] 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 당해 에너지 도파관의 제1 측면에 위치한 제1 반사기, 및 당해 에너지 도파관의 제2 측면에 위치한 제2 반사기를 포함하고, 상기 제1 반사기는 이를 관통하여 형성된 하나 이상의 구경 조리개를 포함하고, 상기 제2 반사기는 이를 관통하여 형성된 하나 이상의 구경 조리개를 포함한다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 제1 및 제2 반사기들의 하나 이상의 구경 조리개들의 크기는 일정하다. 일 실시예에서, 상기 제1 및 제2 반사기들의 하나 이상의 구경 조리개들의 크기는 다르다. 일 실시예에서, 상기 제1 및 제2 반사기들은, 제1 반사기의 제1 포물면 및 제2 반사기의 제1 포물면이 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 전파 경로를 따라 에너지를 반사시키도록 구성되게 한, 하나 이상의 포물면들을 포함한다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 제1 반사기의 제1 포물면의 초점 길이는 상기 제2 반사기의 제1 포물면의 초점 길이와 동일하다. 다른 실시예에서, 상기 제1 반사기의 제1 포물면의 초점 길이는 상기 제2 반사기의 제1 포물면의 초점 길이와 상이하다.

[0019] 일 실시예에서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관은 복수의 에너지 도파관을 포함한다. 다른 실시예에서, 각각의 모듈형 4D 패키지 어셈블리의 복수의 에너지 도파관의 제1 에너지 도파관을 통해 복수의 에너지 전파 경로의 제1 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 광이 제1 에너지 도파관의 개구를 실질적으로 채운다. 또 다른 실시예에서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는, 제1 에너지 도파관의 개구를 통해 연장되지 않는 복수의 에너지 전파 경로의 에너지 전파 경로들 중 일부를 따라 빛이 전파되는 것을 제한하도록 위치한 에너지 억제 요소를 추가로 포함한다. 일부 예에서, 상기 에너지 억제 요소는 배플 구조체이다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 4D 에너지장 패키지 어셈블리는 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지원 시스템 및 복수의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관을 둘러싸는 기계적 용기를 추가로 포함한다. 일부 경우에서, 상기 기계적 용기는 제1 도파관의 개구를 통해 연장되지 않는 에너지 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 제한한다.

[0021] 일 실시예에서, 적어도 하나의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 적어도 하나의 에너지 도파관의 각 에너지 도파관은 각 에너지 도파관의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 감쇠 또는 수정하기 위한 구조체를 포함한다. 이 실시예에서, 상기 구조체는 (a) 에너지 차단 구조체; (b) 각 에너지 도파관의 개구의 충전 계수를 변경하기 위해 각 에너지 도파관의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 변경할 수 있는 요소; 또는 (c) 각 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 위치에 근접한 에너지의 각도 범위를 제한할 수 있는 구조체로 이루어진 그룹으로부터 선택될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 에너지 지향 시스템에 대한 설계 파라미터를 예시하는 개략도이다.
- 도 2는 기계적 엔벨로프(envelope)를 갖는 능동 소자 영역을 갖는 에너지 시스템을 예시하는 개략도이다.
- 도 3은 에너지 릴레이 시스템을 예시하는 개략도이다.
- 도 4는 기부 구조체에 함께 접착되어 고정된 에너지 릴레이 요소들의 실시예를 예시하는 개략도이다.
- 도 5a는 멀티 코어 광섬유를 통해 중계된 이미지의 일례를 예시하는 개략도이다.
- 도 5b는 횡 방향 앤더슨 편재 원리의 특성들을 나타내는 광학 릴레이를 통해 중계된 이미지의 일례를 예시하는 개략도이다.

- 도 6은 에너지 표면으로부터 뷰어로 전파된 광선을 예시하는 개략도이다.
- 도 7은 복수의 에너지 전파 경로들을 한정하도록 작동 가능한 에너지 도파관 시스템의 일 실시예를 위에서 아래로 투시한 사시도를 예시한다.
- 도 8은 도 7에 도시된 실시예의 정면 사시도를 예시한다.
- 도 9a 내지 도 9h는 에너지 억제 요소의 다양한 실시예를 예시한다.
- 도 10은 에너지 도파관 시스템의 추가적인 실시예를 예시한다.
- 도 11은 에너지 도파관 시스템의 추가적인 실시예를 예시한다.
- 도 12는 에너지 도파관 설계 고려사항을 위한 정사각형 패킹, 육각형(hex) 패킹 및 불규칙형 패킹 사이의 차이들을 강조한다.
- 도 13은 만곡형 형태로 배치된 에너지 도파관들의 어레이를 특징으로 하는 실시예를 예시한다.
- 도 14는 도파관 요소가 그것을 통과하는 에너지의 공간 분포에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지를 강조하는 실시예를 예시한다.
- 도 15는 도파관 요소가 그것을 통과하는 에너지의 공간 분포에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지를 더욱더 강조하는 추가적인 실시예를 예시한다.
- 도 16은 복수의 에너지 도파관들이 회절 도파관 요소들을 포함하는 실시예를 예시한다.
- 도 17은 원하는 시야각을 위해 광선 조명의 최대 밀도를 제공하는 데 사용되는 렌즈렛 구성을 예시한다.
- 도 18a는 LED 벽의 확대도를 예시한다.
- 도 18b는 LED 벽이 어떻게 이음매 없이 보일 수 있는지를 예시한다.
- 도 19는 다양한 픽셀 패턴을 예시한다.
- 도 20은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예를 예시한다.
- 도 21은 4개의 작은 인접 패널들로 구성된 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예를 예시한다.
- 도 22는 본 개시내용의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 방출 컴포넌트의 실시예를 도시한다.
- 도 23은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예를 도시하는 것으로, 모듈형 4D 에너지장 패키지가 마운트에 어떻게 부착될 수 있는지를 보여주고 있다.
- 도 24는 만곡형 투영 표면을 포함하는 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예를 도시한다.
- 도 24는 만곡형 투영 표면을 포함하는 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예를 도시한다.
- 도 25a, 도 25b, 및 도 25c는 투영면의 추가 실시예를 포함하도록 배열된 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예들을 도시한다.
- 도 26은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 에너지 투영 표면의 일 실시예의 정면도이다.
- 도 27은 본 개시내용의 일 실시예의 4개의 모듈형 4D 에너지장 패키지를 도시한다.
- 도 28은 에너지장을 투영하는 본 개시내용의 에너지장 패키지 어셈블리의 일 실시예를 예시한다.
- 도 29a 및 도 29b는 확장된 에너지 투영 표면에 복수의 마운트를 결합시킨 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지의 일 실시예를 도시한다.
- 도 30은 복수의 도파관을 포함하는 본 개시내용의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 일 실시예를 도시한다.
- 도 31a 및 도 31b는 하나의 4D 에너지장 패키지 어셈블리가 되게 배열된, 복수의 도파관을 포함하는 본 개시내용의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 일 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 홀로텍("홀로텍 설계 파라미터들"이라고 통칭함)의 실시예는 가상의 사회적 상호작용식 환경 내에서 수신된 예

너지 자극들이 실제적이라고 믿게 하기 위해 인간의 감각 수용체들을 속이기에 충분한 에너지 자극을 제공하며, 다음을 제공한다: 1) 외부 액세서리들 없이 양안 디스패리티, 머리 장착식 안경류 또는 기타 주변 장치들; 2) 임의의 수의 관찰자들을 위해 동시에 관측 볼륨(viewing volume) 전체에 걸친 정확한 운동 시차(motion parallax), 오클루전(occlusion) 및 혼탁(opacity); 3) 모든 인지된 광선에 대한 눈의 동기식 수렴(convergence), 원근조절(accommodation) 및 축동(miosis)을 통한 시각 초점(visual focus); 및 4) 시각, 청각, 촉각, 미각, 후각 및/또는 균형을 위한 인간의 감각 "해상도"를 초과하는 충분한 밀도 및 해상도의 수렴 에너지와 전파.

[0024] 시각계, 청각계, 체성감각계, 미각계, 후각계 및 전정(vestibular)계를 포함하는 홀로텍 설계 파라미터들에 의해 제안되는 바와 같은 강력한 방식으로 모든 수용장들(receptive fields)을 위해 제공할 수 있는 기술이, 현재까지의 종래 기술에 기초하여, 수 세기는 아니더라도, 수 십년이 걸렸다.

[0025] 본 개시내용에서, 광 필드(light field) 및 홀로그램이라는 용어들은 임의의 감각 수용체 반응의 자극에 대한 에너지 전파를 정의하기 위해 상호교환 가능하게 사용될 수 있다. 초기 개시들은 홀로그래픽 이미지 및 체적 햅틱을 위한 에너지 표면들을 통한 전자기 및 기계 에너지 전파의 예들을 지칭할 수 있는 한편, 모든 형태의 감각 수용체들이 이 개시내용에서 상정된다. 또한, 전파 경로들을 따른 에너지 전파를 위해 본원에 개시된 원리들은 에너지 방출 및 에너지 캡처 양방 모두에 적용 가능할 수 있다.

[0026] 렌티큘러 프린팅(lenticular printing), 페퍼의 유령(Pepper's Ghost), 유리 없는 스테레오스코픽(stereoscopic) 디스플레이, 수평 시차 디스플레이, 머리 장착식 VR 및 AR 디스플레이(HMD) 및 "폭슬로그래피(fauxlography)"로서 일반화된 이러한 다른 환영(illusion)을 포함하는 홀로그램과 종종 불행하게도 혼동되는 많은 기술들이 오늘날 존재한다. 이러한 기술들은 진정한 홀로그램 디스플레이의 원하는 특성들 중 일부를 나타낼 수 있기는 하지만, 4개의 식별된 홀로텍 설계 파라미터들 중 적어도 2개를 해결하기에 충분한 임의의 방식으로 인간의 시각적 감각 반응을 자극하는 능력이 부족하다.

[0027] 이러한 도전들은 홀로그램 에너지 전파에 충분한 심리스 에너지 표면을 생성하기 위해 종래 기술에 의해 성공적으로 구현되지 못했다. 패럴랙스 배리어(parallax barriers), 호겔(hogels), 복셀(voxels), 회절 광학, 멀티뷰 투영, 홀로그램 디퓨저(diffuser)들, 회전 거울, 다층형 디스플레이, 시간 순차 디스플레이, 머리 장착식 디스플레이 등을 포함하는 체적 및 방향 다중화 광 필드 디스플레이를 구현하기 위한 다양한 접근법들이 있기는 하지만, 종래의 접근법들은 이미지 품질, 해상도, 각도 샘플링 밀도, 크기, 비용, 안전성, 프레임 속도 등에 대한 타협을 수반할 수 있으며, 이는 궁극적으로 실현 불가능한 기술을 초래할 수 있다.

[0028] 인간의 감각 수용체들을 충분히 속일 수 있게 에너지파들을 전파할 수 있도록, 시각계, 청각계, 체성감각계들에 대한 홀로텍 설계 파라미터들을 달성하기 위해, 그 각각의 계들 각각의 인간의 예민성(acuity)이 연구되고 이해되었다. 시각계는 약 1각분(arc min)으로 분해할 수 있으며, 청각계는 배치에 있어서의 차이를 적게는 3도만큼 구별할 수 있으며 손에 있는 체성감각계는 2 내지 12 mm로 분리된 지점들을 식별할 수 있다. 이러한 예민성을 측정하기 위한 다양하고 상충되는 방식이 존재하기는 하지만, 이러한 값들은 에너지 전파의 인지를 자극하기 위한 시스템들과 방법들을 이해하기에 충분하다.

[0029] 언급된 감각 수용체들 중에서 인간의 시각계는, 심지어 단일 광자조차도 감각을 유발할 수 있음을 고려하면, 단연코 가장 민감하다. 이러한 이유로, 이 소개의 대부분은 시각적인 에너지파 전파에 초점을 맞출 것이고, 개시된 에너지 도파관 표면 내에 결합된 상당히 낮은 해상도의 에너지 시스템들은 홀로그램 감각 인지를 유도하기 위해 적절한 신호들을 수렴할 수 있다. 달리 언급하지 않는 한, 모든 개시는 모든 에너지 및 감각 도메인들에 적용된다.

[0030] 관측 볼륨 및 관측 거리(viewing distance)가 주어진 시각계에 대한 에너지 전파의 효과적인 설계 파라미터들을 계산할 때, 원하는 에너지 표면은 많은 기가픽셀의 유효 에너지 위치 밀도를 포함하도록 설계될 수 있다. 넓은 관측 볼륨 또는 근시야 관측(near field viewing)에 대해서는, 원하는 에너지 표면의 설계 파라미터들이 수백 기가픽셀 또는 그 이상의 유효 에너지 위치 밀도를 포함할 수 있다. 이와 비교하여, 원하는 에너지원은 체적 햅틱의 초음파 전파를 위한 1 내지 250메가픽셀의 에너지 위치 밀도 또는 입력 환경 변수들에 따른 홀로그램 사운드의 음향 전파를 위한 36 내지 3,600개의 유효 에너지 위치들의 어레이를 갖도록 설계될 수 있다. 주목해야 할 중요한 점은 개시된 양방향 에너지 표면 아키텍처를 이용하면 모든 컴포넌트가 홀로그램 전파를 가능하게 하기 위해 임의의 에너지 영역에 대해 적합한 구조체들을 형성하도록 구성될 수 있다는 것이다.

[0031] 하지만, 오늘날 홀로텍을 사용하기 위한 주요 과제는 이용 가능한 시각적 기술들과 전자기 장치 제한들을 수반

한다. 청각 및 초음파 장치들은, 복잡성이 과소 평가되어서는 안되지만, 각각의 수용장에서의 감각 예민성에 기초하여 원하는 밀도에 있어서의 규모 차이의 순서들이 주어지면 덜 어렵다. 홀로그램 예멸전은 정적 이미지에서 간섭 패턴들을 인코딩하기 위해 원하는 밀도를 초과하는 해상도로 존재하지만, 최첨단 디스플레이 장치들은 해상도, 데이터 스트루풋 및 제조 가능성에 의해 제한된다. 현재까지, 단독의 디스플레이 장치는 시력에 대해 거의 홀로그램 해상도를 갖는 광 필드를 의미 있게 생성할 수 없었다.

[0032] 강력한 광 필드 디스플레이를 위해 원하는 해상도를 충족시킬 수 있는 단일 실리콘 기반의 장치를 제작하는 것은 실용적이지 않을 수 있으며 현재의 제조 능력을 넘어선 극히 복잡한 제조 공정들을 수반할 수 있다. 다수의 기존 디스플레이 장치를 함께 타일링하는 것에 대한 제한은, 패키징, 전자 장치, 인클로저, 광학 및 필연적으로 이미징, 비용 및/또는 크기 관점으로부터 실행 불가능한 기술을 초래하는 다수의 다른 과제들의 물리적 크기에 의해 형성된 이음매 및 간극을 수반한다.

[0033] 본원에 개시된 실시예들은 홀로택을 구축하기 위한 실제 경로를 제공할 수 있다.

[0034] 예시적인 실시예들은 이제 본 명세서의 일부를 형성하고, 실시될 수 있는 예시적인 실시예들을 도시하는 첨부 도면들을 참조하여 설명될 것이다. 개시 및 첨부된 청구항들에서 사용된 바와 같이, "실시예", "예시적인 실시예" 및 "예시의 실시예"라는 용어들은 반드시 단일 실시예를 지칭하는 것이 아니며, 예시적인 실시예들의 범위 또는 사상으로부터 벗어나지 않으면서, 다양한 예시적인 실시예들이 용이하게 결합되고 상호교환될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 예시적인 실시예들을 설명하기 위한 것이지, 제한하려고 의도되는 것은 아니다. 이와 관련하여, 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "에서"는 "안에" 및 "위에"를 포함할 수 있고, 용어 "하나", "일" 및 "그"는 단수 및 복수의 지칭되는 것들을 포함할 수 있다. 또한, 본원에 사용된 용어 "~에 의해"는 또한 문맥에 따라 "~로부터"를 의미할 수도 있다. 또한, 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "~이면"은 또한 문맥에 따라 "~일 때" 또는 "~할 때"를 의미할 수도 있다. 또한, 본원에 사용된 바와 같이, "및/또는"이라는 단어는 하나 이상의 관련된 열거 항목들 중 임의의 것 및 모든 가능한 조합들을 지칭하고 포함할 수 있다.

[0035] **홀로그램 시스템 고려사항:**

[0036] **광 필드 에너지 전파 해상도의 개요**

[0037] 광 필드 및 홀로그램 디스플레이는 에너지 표면 위치들이 관측 볼륨 내에서 전파되는 각도, 색 및 강도 정보를 제공하는 복수의 투영들의 결과이다. 개시된 에너지 표면은, 부가적인 정보가 공존하고, 동일한 표면을 통해 전파되어 다른 감각계 반응들을 유도할 수 있는 기회들을 제공한다. 스테레오스코픽 디스플레이와는 달리, 공간에서의 수렴된 에너지 전파 경로들의 보이는 위치는 관찰자가 관측 볼륨 주위를 이동함에 따라 변하지 않으며, 임의의 수의 보는 사람들이 실제로 거기에 존재하는 것처럼 전파된 물체들을 실제 공간에서 동시에 볼 수 있다. 일부 실시예들에서, 에너지의 전파는 동일한 에너지 전파 경로에 위치될 수도 있지만 반대 방향에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 에너지 전파 경로를 따른 에너지 방출 및 에너지 포획은 양방 모두가 본 개시내용의 일부 실시예들에서 가능하다.

[0038] 도 1은 감각 수용체 반응의 자극에 관련된 변수들을 예시하는 개략도이다. 이들 변수들은 표면 대각선(01), 표면 폭(02), 표면 높이(03), 결정된 타겟 시팅(seating) 거리(18), 디스플레이의 중심으로부터의 시야의 타겟 시팅 필드(04), 눈 사이의 샘플들로서 여기에서 보여진 중간 샘플들의 수(05), 평균 성인의 안구 간격(06), 각분에서 인간의 눈의 평균 해상도(07), 타겟 관찰자 위치와 표면 폭 사이에 형성된 수평 시야(08), 타겟 관찰자 위치와 표면 높이 사이에 형성된 수직 시야(09), 표면에 걸친, 결과적인 수평 도파관 요소 해상도 또는 요소들의 전체 수(10), 표면에 걸친, 결과적인 수직 도파관 요소 해상도 또는 요소들의 전체 수(11), 눈 사이의 안구 간격과 눈 사이의 각도 투영을 위한 중간 샘플들의 수에 기초한 샘플 거리(12)를 포함할 수 있다. 각도 샘플링은 샘플 거리 및 타겟 시팅(seating) 거리(13), 원하는 각도 샘플링으로부터 도출된 도파관 요소 당 전체 해상도 수평도(14), 원하는 각도 샘플링으로부터 도출된 도파관 요소 당 전체 해상도 수직도(15)에 기초할 수 있다. 장치 수평도는 원하는 이산(discreet) 에너지 소스들의 결정된 수의 계수(count)이고(16), 장치 수직도는 원하는 이산 에너지 소스들의 결정된 수의 계수이다(17).

[0039] 원하는 최소 해상도를 이해하는 방법은, 시각적(또는 다른) 감각 수용체 반응의 충분한 자극을 보장하기 위해 다음의 기준, 즉, 표면 크기(예컨대, 84" 대각선), 표면 종횡비(예컨대, 16:9), 시팅 거리(예컨대, 디스플레이로부터 128"), 시팅 시야(예컨대, 디스플레이의 센터를 중심으로 120도 또는 +/-60도), 소정의 거리에 있는 원하는 중간 샘플들(예컨대, 눈 사이에서의 하나의 부가적인 전파 경로), 성인의 평균 안구 간격(약 65mm), 그리고 인간의 눈의 평균 해상도(약 1각분)에 기초할 수 있다. 이러한 예시적인 값들은 특정 애플리케이션 설계 과

라미터들에 따른 플레이스홀더(placeholders)로 간주되어야 한다.

[0040] 또한, 시각 감각 수용체에 기인한 값들의 각각은 원하는 전파 경로 파라미터들을 결정하기 위해 다른 시스템들로 대체될 수 있다. 다른 에너지 전파의 실시예들에 대해서는, 청각계의 각도 민감도는 3도 정도로 낮을 수 있고, 손의 체성감각계의 공간 해상도는 2 내지 12 mm 정도로 작을 수 있음이 고려될 수 있다.

[0041] 이러한 감각 예민성을 측정하기 위한 다양하고 상충되는 방식이 존재하기는 하지만, 이러한 값들은 가상의 에너지 전파의 인지를 자극하기 위한 시스템들과 방법들을 이해하기에 충분하다. 설계 해상도를 고려하는 많은 방식들이 있으며, 아래 제안된 방법은 실용적인 제품 고려사항을 감각계의 생물학적 분해 한계와 결합시킨다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 다음의 개요는 임의의 그러한 시스템 설계의 단순화이며, 단지 예시의 목적을 위해 고려되어야 한다.

[0042] 이해된 감각계의 해상도 한계로, 전체 에너지 도파관 요소 밀도는, 다음과 같은, 수신 감각계가 인접한 요소로부터 단일 에너지 도파관 요소를 식별할 수 없도록 계산될 수 있다:

- 표면 중형비 = $\frac{\text{폭}(W)}{\text{높이}(H)}$
- 표면 수평 크기 = $\text{표면 대각선} * \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{H}{W}\right)^2}}\right)$
- 표면 수직 크기 = $\text{표면 대각선} * \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W}{H}\right)^2}}\right)$
- 수평 시야 = $2 * \text{atan}\left(\frac{\text{표면 수평 크기}}{2 * \text{시뮬 거리}}\right)$
- 수직 시야 = $2 * \text{atan}\left(\frac{\text{표면 수직 크기}}{2 * \text{시뮬 거리}}\right)$
- 수평 요소 해상도 = 수평 FoV * $\frac{60}{\text{눈 해상도}}$
- 수직 요소 해상도 = 수직 FoV * $\frac{60}{\text{눈 해상도}}$

[0043]

[0044] 위의 계산들은 대략적으로 32×18°의 시야를 초래하고, 이는 약 1920×1080(가장 가까운 형식으로 반올림됨) 에너지 도파관 요소들이 요구되는 것을 초래한다. 또한, (u, v) 양방 모두가 에너지 위치들의 보다 규칙적인 공간 샘플링(예컨대, 픽셀 중형비)을 제공하기 위해 시야가 일정하도록 변수들이 제약될 수 있다. 시스템의 각도 샘플링은, 다음과 같은, 최적화된 거리에 있는 두 지점들 사이에 한정된 타겟 관측 볼륨 위치와 부가적인 전파 에너지 경로들을 가정한다:

- 샘플 거리 = $\frac{\text{안구간 거리}}{(\text{원하는 중간 샘플 수} + 1)}$
- 각도 샘플링 = $\text{atan}\left(\frac{\text{샘플 거리}}{\text{시뮬 거리}}\right)$

[0045]

[0046] 이 경우, 주어진 거리만큼 적절한 샘플 수를 설명하기 위해 임의의 메트릭(metric)이 활용될 수 있지만, 안구간 거리는 샘플 거리를 계산하기 위해 활용된다. 위의 변수들을 고려할 때, 0.57° 당 약 1개의 광선이 요구될 수 있으며, 독립적인 감각계 당 전체 계의 해상도는 다음과 같이 결정될 수 있다:

- 요소 당 위치(N) = $\frac{\text{시뮬 FoV}}{\text{각도 샘플링}}$
- 전체 해상도 H = N * 수평 요소 해상도
- 전체 해상도 V = N * 수직 요소 해상도

[0047]

[0048] 시력 시스템에 대해 해결된 에너지 표면 및 각도 해상도의 크기를 고려한 상기의 시나리오를 이용하면, 결과적인 에너지 표면은 바람직하게는 약 400k×225k 픽셀의 에너지 해상도 위치들, 또는 90기가픽셀의 홀로그래프 전파 밀도를 포함할 수 있다. 제공된 이러한 변수들은 오직 예시의 목적으로 제공되며, 에너지의 홀로그래프 전파의 최적화를 위해 많은 다른 감각 및 에너지 계측 고려사항이 고려되어야 한다. 추가적인 실시예에서, 입력 변수들에

기초하여 1기가픽셀의 에너지 해상도 위치들이 바람직할 수 있다. 추가적인 실시예에서, 입력 변수들에 기초하여 1,000기가픽셀의 에너지 해상도 위치들이 요구될 수 있다.

[0049] **현재 기술 제한사항:**

[0050] **능동 영역, 소자 전자 장치, 패키징 및 기계적 엔벨로프**

[0051] 도 2는 소정의 기계적 폼 팩터를 갖는 능동 영역(22)을 갖는 장치(20)를 예시한다. 이 장치(20)는 능동 영역(22)에 전력을 공급하고 인터페이스하기 위한 드라이버(23) 및 전자 장치(24)를 포함할 수 있으며, 능동 영역은 x 및 y 화살표들로 나타낸 치수를 갖는다. 이 장치(20)는 컴포넌트를 구동, 전력 및 냉각시키기 위한 케이블류 및 기계적 구조들을 고려하지 않고, 플렉스(flex) 케이블을 장치(20)에 도입함으로써 기계적 풋프린트가 더 최소화될 수 있다. 이러한 장치(20)의 최소 풋프린트는 또한 M:x 및 M:y 화살표들로 나타낸 치수를 갖는 기계적 엔벨로프(21)로 지칭될 수 있다. 이 장치(20)는 단지 설명의 목적일 뿐이고 주문형 전자 설계는 기계적 엔벨로프 오버헤드를 더 감소시킬 수 있지만, 거의 모든 경우에 장치의 능동 영역의 정확한 크기가 아닐 수 있다. 일 실시예에서, 이 장치(20)는 마이크로 OLED, DLP 칩 또는 LCD 패널에 대한 능동 이미지 영역(22), 또는 이미지 조명의 목적을 갖는 임의의 다른 기술에 관한 전자 장치의 의존성을 나타낸다.

[0052] 일부 실시예들에서, 다른 투영 기술들을 고려하여 다수의 이미지를 더 큰 전체 디스플레이에 집계(aggregate)하는 것이 또한 가능할 수 있다. 하지만, 이것은, 투영 거리, 최소 초점, 광학 품질, 균일한 필드 해상도, 색수차(chromatic aberration), 열 특성, 교정(calibration), 정렬, 부가적인 크기 또는 폼 팩터에 대한 더 큰 복잡성의 대가를 치를 수 있다. 대부분의 실제 응용에 있어서는, 수십 또는 수백 개의 이들 투영 소스(20)를 호스팅하는 것은 신뢰성이 떨어지면서 훨씬 더 큰 설계를 초래할 수 있다.

[0053] 오직 예시적인 목적으로, 3840×2160개의 사이트의 에너지 위치 밀도를 갖는 에너지 장치들을 가정하면, 다음과 같이 주어지, 에너지 표면에 대해 요구되는 개별 에너지 장치(예컨대, 장치(10))의 수를 결정할 수 있다:

- 장치 H = $\frac{\text{전체 해상도 } H}{\text{장치 해상도 } H}$
- 장치 V = $\frac{\text{전체 해상도 } V}{\text{장치 해상도 } V}$

[0054]

[0055] 상기의 해상도 고려사항을 고려하면, 도 2에 나타낸 것과 유사한 약 105×105 장치들이 요구된다. 많은 장치들이 정규 그리드에 매핑될 수도 있고 매핑되지 않을 수도 있는 다양한 픽셀 구조체들을 포함한다는 것에 유의해야 한다. 각각의 전체 픽셀 내에 부가적인 서브 픽셀 또는 위치가 존재하는 경우, 이들이 활용되어 부가적인 해상도 또는 각도 밀도를 생성할 수 있다. 픽셀 구조체(들)의 지정 위치에 따라 광 필드를 올바른 (u, v) 좌표로 변환하는 방법을 결정하기 위해 부가적인 신호 처리가 사용될 수 있으며, 알려지고 교정된 각 장치의 명시적인 특성이 될 수 있다. 또한, 다른 에너지 도메인들은 이들 비율들 및 장치 구조들의 상이한 취급을 수반할 수 있고, 당업자는 원하는 주파수 도메인의 각각 사이의 직접적인 본질적인 관계를 이해할 것이다. 이것은 이후의 개시내용에서 보다 상세히 설명되고 논의될 것이다.

[0056] 결과적인 계산은 얼마나 많은 이러한 개별 장치들이 전체 해상도 에너지 표면을 생성하기를 원하는지를 이해하는 데 사용될 수 있다. 이 경우, 약 105×105 또는 약 11,080개의 장치들이 시력 임계치를 달성하는 데 필요할 수 있다. 충분한 감각 홀로그램 전파를 위해 이러한 가용 에너지 위치들로부터 심리스 에너지 표면을 제작하는 과정 내에는 도전 과제와 신규성이 존재한다.

[0057] **심리스 에너지 표면들의 개요:**

[0058] **에너지 릴레이들의 어레이들의 구성 및 설계**

[0059] 일부 실시예들에서, 장치들에 대한 기계적 구조의 제한으로 인해 심을 갖지 않는 개별 장치들의 어레이로부터 고에너지 위치 밀도를 생성하는 과제를 해결하기 위한 접근법들이 개시된다. 일 실시예에서, 에너지 전파 릴레이 시스템은 능동 소자 영역의 유효 크기를 증가시켜 기계적 치수들을 충족시키거나 초과하여 릴레이들의 어레이를 구성하고 단일의 심리스 에너지 표면을 형성할 수 있다.

[0060] 도 3은 이러한 에너지 릴레이 시스템(30)의 일 실시예를 예시한다. 도시된 바와 같이, 릴레이 시스템(30)은 기계적 엔벨로프(32)에 장착된 장치(31)를 포함할 수 있으며, 에너지 릴레이 요소(33)는 장치(31)로부터 에너지를 전파한다. 릴레이 요소(33)는 장치의 다수의 기계적 엔벨로프(32)가 다수의 장치들(31)의 어레이 내에 배치될

때 생성될 수 있는 임의의 간극(34)을 완화시키는 능력을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0061] 예를 들어, 장치의 능동 영역(310)이 20mm×10mm이고 기계적 엔벨로프(32)가 40mm×20mm라면, 에너지 릴레이 요소(33)는 축소된 단부(화살표 A) 상에서 약 20mm×10mm이고 확대형 단부(화살표 B) 상에서 40mm×20mm인 테이퍼 형상을 생성하도록 2:1의 비율로 설계될 수 있으며, 각각의 장치(31)의 기계적 엔벨로프(32)를 변경하거나 이와 충돌시키지 않으면서 이 요소들(33)의 어레이를 함께 심리스로(seamlessly) 정렬하는 능력을 제공한다. 기계적으로, 릴레이 요소들(33)은 장치들(31) 사이의 최소 이음매 간극(34)을 보장하면서 정렬 및 연마하기 위해 함께 접합되거나 융합될 수 있다. 이러한 일 실시예에서, 눈의 시력 한계보다 작은 이음매 간극(34)을 달성하는 것이 가능하다.

[0062] 도 4는 함께 형성되고 부가적인 기계적 구조체(430)에 견고하게 고정된 에너지 릴레이 요소들(410)을 갖는 기부 구조체(400)의 일례를 예시한다. 심리스 에너지 표면(420)의 기계적 구조는 릴레이 요소들(410, 450)을 장착하기 위해 접합 또는 다른 기계적 공정을 통해 동일한 기부 구조체에 직렬로 다수의 에너지 릴레이 요소들(410, 450)을 결합하는 능력을 제공한다. 일부 실시예들에서, 각각의 릴레이 요소(410)는 융합, 결합, 접착, 압력 맞춤, 정렬 또는 그렇지 않은 방식으로 함께 부착되어 결과적인 심리스 에너지 표면(420)을 형성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치(480)는 릴레이 요소(410)의 후방에 장착될 수 있고, 결정된 공차(tolerance) 내에서 적절한 에너지 위치 정렬이 유지되는 것을 보장하기 위해 수동적으로 또는 능동적으로 정렬될 수 있다.

[0063] 일 실시예에서, 심리스 에너지 표면은 하나 이상의 에너지 위치들을 포함하고, 하나 이상의 에너지 릴레이 요소 스택들은 제1 및 제2 측면을 포함하고, 각각의 에너지 릴레이 요소 스택은 하나 이상의 에너지 위치들과 심리스 디스플레이 표면 사이에서 연장되는 전파 경로들을 따라 에너지를 지향시키는 단일의 심리스 디스플레이 표면을 형성하도록 배치되며, 여기서, 말단 에너지 릴레이 요소들의 임의의 2개의 인접한 제2 측면들의 가장자리들 사이의 이격 거리는, 단일의 심리스 디스플레이 표면의 폭보다 큰 거리를 두고 20/40 시력보다 좋은 시력을 갖는 인간의 눈의 시력에 의해 정해지는 최소 인지 가능한 윤곽보다 작다.

[0064] 일 실시예에서, 심리스 에너지 표면들의 각각은 횡 방향 및 종 방향으로 배향된 제1 및 제2 표면을 형성하는 하나 이상의 구조체들을 각각 갖는 하나 이상의 에너지 릴레이 요소들을 포함한다. 제1 릴레이 표면은 포지티브 또는 네거티브 확대를 초래하는 제2 릴레이 표면과는 상이한 영역을 가지며, 제2 릴레이 표면을 통해 에너지를 통과시키는 제1 및 제2 표면 양방 모두에 대해 명시적인 표면 윤곽들로 구성되어 제2 릴레이 표면 전체에 걸친 표면 윤곽의 법선에 대해 +/-10도의 각도를 실질적으로 채운다.

[0065] 일 실시예에서, 다수의 에너지 도메인들은 시각, 청각, 촉각 또는 다른 에너지 도메인들을 포함하는 하나 이상의 감각 홀로그램 에너지 전파 경로들을 지향시키도록 단일 에너지 릴레이 내에 또는 다수의 에너지 릴레이들 사이에 구성될 수 있다.

[0066] 일 실시예에서, 심리스 에너지 표면은 시스템 전체에 걸쳐 양방향 에너지 전파를 제공하기 위해 하나 이상의 에너지 도메인들을 동시에 수신 및 방출하기 위해 각각의 제2 측면에 대한 둘 이상의 제1 측면들을 포함하는 에너지 릴레이들로 구성된다.

[0067] 일 실시예에서, 에너지 릴레이들은 느슨한 코히어런트(coherent) 요소들로서 제공된다.

[0068] **컴포넌트 엔지니어드 구조체들에 대한 소개:**

[0069] **횡 방향 앤더슨 편재 에너지 릴레이들에서의 개시된 진전들**

[0070] 에너지 릴레이들의 특성들은 횡 방향 앤더슨 편재를 유도하는 에너지 릴레이 요소들에 대해 본원에 개시된 원리들에 따라 상당히 최적화될 수 있다. 횡 방향 앤더슨 편재는 횡 방향으로 무질서하지만 종방향으로 일정한 재료를 통해 전송되는 광선의 전파이다.

[0071] 이것은 앤더슨 편재 현상을 일으키는 재료들의 효과는 다중 산란 경로들 사이의 무작위화에 의한 것보다 내부 전반사에 의한 영향이 더 적을 수 있으며, 여기서, 파 간섭은 종 방향 배향으로도 계속되는 횡 방향 배향(transverse orientation)으로의 전파를 완전히 제한할 수 있음을 의미한다.

[0072] 중요한 부가적인 이점은 전통적인 다중-코어 광섬유 재료들의 클래딩(cladding)의 제거이다. 클래딩은 섬유들 사이의 에너지의 산란을 기능적으로 제거하는 것이지만, 동시에 에너지의 광선들에 대한 장벽으로서 작용하므로, 적어도 코어 대 클래드 비율(예컨대, 70:30의 코어 대 클래드 비율은 수신된 에너지 송신을 최대 70%로 송신할 것이다)에 의해 송신을 감소시키고, 부가적으로 전파된 에너지에서 강한 픽셀화 패턴을 형성한

다.

- [0073] 도 5a는 광섬유의 본질적인 특성으로 인해 픽셀레이션(pixelation) 및 광섬유 노이즈가 나타날 수 있는 다중-코어 광섬유를 통해 이미지가 중계되는, 이러한 비-앤더슨 편재(non-Anderson Localization) 에너지 릴레이(500)의 예의 단면도를 예시한다. 종래의 다중-모드 및 다중-코어 광섬유를 사용하면, 중계된 이미지들이 코어들 사이의 크로스토크(cross-talk)가 변조 전달 함수를 감소시키고 번짐(blurring)을 증가시킬, 중계된 이미지들은 코어들의 개별 어레이의 내부 전반사의 특성들로 인해 본질적으로 픽셀화될 수 있다. 종래의 다중-코어 광섬유를 이용하여 생성된 결과 이미지는 도 3에 나타난 것과 유사한 잔류 고정형 노이즈 섬유 패턴을 갖는 경향이 있다.
- [0074] 도 5b는 도 5a로부터의 고정형 섬유 패턴과 비교하여, 중계된 패턴이 더 큰 밀도의 결정립 구조를 갖는 횡방향 앤더슨 편재의 특성들을 나타내는 재료들을 포함하는 에너지 릴레이를 통해 동일한 중계된 이미지(550)의 예를 나타낸다. 일 실시예에서, 무작위화된 미세(microscopic) 컴포넌트 엔지니어드 구조체들을 포함하는 릴레이들은 횡 방향 앤더슨 편재를 유도하고 상업적으로 이용 가능한 다중 모드 유리 광섬유보다 더 높은 분해 가능 해상도의 전파를 이용하여 광을 보다 효율적으로 전송한다.
- [0075] 유사한 광학 등급의 유리 재료가 실시예 내에서 생성된 동일한 재료에 대한 비용보다 10 내지 100배 이상 비싸고 무게가 나가는, 비용 및 중량 양방 모두의 측면에서 횡방향 앤더슨 편재 재료 특성들에 상당한 이점이 존재하며, 여기서, 개시된 시스템들 및 방법들은 당업계에 공지된 다른 기술들에 비해 비용 및 품질 양방 모두를 개선할 수 있는 중요한 기회들을 시사하는 무작위화된 미세 컴포넌트 엔지니어드 구조체들을 포함한다.
- [0076] 일 실시예에서, 횡방향 앤더슨 편재를 나타내는 릴레이 요소는 차원 격자로 배치된 3개의 직교 평면들의 각각에 복수의 적어도 2개의 상이한 컴포넌트 엔지니어드 구조체들을 포함할 수 있으며, 복수의 구조체는 차원 격자 내의 횡방향 평면에서의 재료 파 전파 특성들의 무작위화된 분포들 그리고 차원 격자 내의 종방향 평면에서의 재료 파 전파 특성들의 유사한 값들의 채널들을 형성하며, 여기서, 에너지 릴레이를 통해 전파되는 편재된 에너지 파들은 횡 방향 배향에 비해 종 방향 배향에서 더 높은 전송 효율을 갖는다.
- [0077] 일 실시예에서, 다수의 에너지 도메인들은 시각, 청각, 촉각 또는 다른 에너지 도메인들을 포함하는 하나 이상의 감각 홀로그램 에너지 전파 경로들을 지향시키도록 단일 에너지 릴레이 내에 또는 다수의 횡방향 앤더슨 편재 에너지 릴레이들 사이에 구성될 수 있다.
- [0078] 일 실시예에서, 심리스 에너지 표면은 시스템 전체에 걸쳐 양방향 에너지 전파를 제공하기 위해 하나 이상의 에너지 도메인들을 동시에 수신 및 방출하기 위해 각각의 제2 면에 대한 2이상의 제1 면들을 포함하는 횡방향 앤더슨 편재 에너지 릴레이들로 구성된다.
- [0079] 일 실시예에서, 횡방향 앤더슨 편재 에너지 릴레이들은 느슨한 코히어런트 또는 가요성 에너지 릴레이 요소들로서 구성된다.
- [0080] **4D 플렌옵틱(Plenoptic) 함수들에 대한 고려사항:**
- [0081] **홀로그램 도파관 어레이들을 통한 에너지의 선택적 전파**
- [0082] 진술한 바와 같이, 본 명세서 전반에 걸쳐서, 광 필드 디스플레이 시스템은 일반적으로 에너지원(예컨대, 조명 소스) 및 상기의 설명에서 언급된 바와 같이 충분한 에너지 위치 밀도로 구성된 심리스 에너지 표면을 포함한다. 다수의 릴레이 요소들은 에너지를 에너지 장치들로부터 심리스 에너지 표면으로 중계하는 데 사용될 수 있다. 필요한 에너지 위치 밀도로 심리스 에너지 표면에 에너지가 전달되면, 에너지는 개시된 에너지 도파관 시스템을 통해 4D 플렌옵틱 함수에 따라 전파될 수 있다. 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 4D 플렌옵틱 함수는 본 기술분야에 잘 알려져 있으며 본원에서는 더 이상 설명되지 않을 것이다.
- [0083] 에너지 도파관 시스템은, 4D 플렌옵틱 함수의 각도 성분을 나타내는, 통과하는 에너지파들의 각도 방향을 변경하도록 구성된 구조를 갖는 4D 플렌옵틱 함수의 공간 좌표를 나타내는 심리스 에너지 표면을 따르는 복수의 에너지 위치들을 통해 에너지를 선택적으로 전파하되, 전파된 에너지파들은 4D 플렌옵틱 함수에 의해 지향된 복수의 전파 경로들에 따라 공간에서 수렴할 수 있다.
- [0084] 이제 4D 플렌옵틱 함수에 따른 4D 이미지 공간에서의 광 필드 에너지 표면의 예를 나타내는 도 6을 참조한다. 이 도면은 관측 볼륨 내의 다양한 위치들로부터 에너지의 광선들이 공간(630)에서 수렴하는 방법을 설명하는 관찰자(620)에 대한 에너지 표면(600)의 광선 트레이스(trace)들을 나타낸다. 나타낸 바와 같이, 각각의 도파관 요소(610)는 에너지 표면(600)을 통한 에너지 전파(640)를 기술하는 정보의 4차원을 한정한다. 2개의 공간 차원들

(본원에서 x 및 y 로 지칭됨)은 이미지 공간에서 볼 수 있는 물리적인 복수의 에너지 위치들이고, 가상 공간에서 관찰되는 각도 성분들인 세타(theta) 및 파이(phi)(본원에서 u 및 v 로 지칭됨)이며, 이것은 에너지 도파관 어레이를 통해 투영될 때 가상 공간에서 관찰된다. 일반적으로 그리고 4D 플레넵틱 함수에 따라, 복수의 도파관(예컨대, 렌즈릿(lenslet)들)은, 본원에 기술된 홀로그램 또는 광 필드 시스템을 형성함에 있어서, x , y 차원으로부터 가상 공간에서의 고유한 위치로 u , v 각도 성분에 의해 한정된 방향을 따라 에너지 위치를 지향시킬 수 있다.

[0085] 하지만, 광 필드 및 홀로그램 디스플레이 기술들에 대한 중요한 도전은 회절, 산란, 확산, 각도 방향, 교정, 초점, 시준, 곡률, 균일성, 요소 크로스토크뿐만 아니라 감소된 유효 해상도 그리고 충분한 충실도로 정확하게 에너지를 수렴하는 것에 대한 불능에 기여하는 다수의 다른 파라미터들 중 임의의 것을 정확히 설명하지 않은 설계들로 인해 제어되지 않은 에너지의 전파로부터 발생한다는 것을 당업자는 이해할 것이다.

[0086] 일 실시예에서, 홀로그램 디스플레이와 연관된 도전 과제들을 해결하기 위한 선택적 에너지 전파에 대한 접근법은 에너지 억제 요소들을 포함할 수 있고, 4D 플레넵틱 함수에 의해 정의된 환경 내에 거의 시준된 에너지를 갖는 도파관 개구들을 실질적으로 채우는 것을 포함할 수 있다.

[0087] 일 실시예에서, 에너지 도파관들의 어레이는, 단일 도파관 요소만을 통과하도록 각각의 에너지 위치의 전파를 제한하도록 배치된 하나 이상의 요소들에 의해 억제된 심리스 에너지 표면을 따라서 복수의 에너지 위치들까지 소정의 4D 기능부에 의해 한정된 고유한 방향으로 도파관 요소의 유효 개구를 통하여 연장되어 그 도파관 요소의 유효 개구를 실질적으로 채우도록 구성된 각각의 도파관 요소를 위한 복수의 에너지 전파 경로들을 한정할 수 있다.

[0088] 일 실시예에서, 다수의 에너지 도메인들은 시각, 청각, 촉각 또는 다른 에너지 도메인들을 포함하는 하나 이상의 감각 홀로그램 에너지 전파들을 지향시키도록 단일 에너지 릴레이 내에 또는 다수의 에너지 도파관들 사이에 구성될 수 있다.

[0089] 일 실시예에서, 에너지 도파관들 및 심리스 에너지 표면은 시스템 전체에 걸쳐 양방향 에너지 전파를 제공하기 위해 하나 이상의 에너지 도메인들을 수신 및 방출하도록 구성된다.

[0090] 일 실시예에서, 에너지 도파관들은, 벽, 테이블, 바닥, 천장, 실내 또는 기타 기하학적 형태 기반의 환경들을 포함하는 임의의 심리스 에너지 표면 배향을 위해 디지털 방식으로 인코딩된, 회절식, 굴절식, 반사식, 그린식(grin), 홀로그램, 프레넬(Fresnel) 등의 도파관 구성들을 활용하여, 비-송신 공극(void) 영역들을 포함하는 비선형 또는 비규칙적 에너지의 분포들을 전파하도록 구성된다. 추가적인 실시예에서, 에너지 도파관 요소는 임의의 표면 프로파일 및/또는 탁상 시인(tabletop viewing)을 제공하는 다양한 기하학적 형태들을 생성하도록 구성되어, 사용자가 360도 구성에서 에너지 표면 주위의 모든 곳에서 홀로그램 이미지를 볼 수 있게 한다.

[0091] 일 실시예에서, 에너지 도파관 어레이 요소들은 반사 표면들일 수 있고, 요소들의 배치는 육각형, 정사각형, 불규칙형, 반정칙형(semi-regular), 만곡형, 비평면형, 구형, 원통형, 틸트형(tilted) 규칙형, 틸트형 불규칙형, 공간적 변화형 및/또는 다중 계층형일 수 있다.

[0092] 심리스 에너지 표면 내의 임의의 컴포넌트에 대해서는, 도파관, 또는 릴레이 컴포넌트들은, 광섬유, 실리콘, 유리, 폴리머, 광학 릴레이들, 회절, 홀로그램, 굴절, 또는 반사 요소들, 광학 면판, 에너지 결합기들, 빔 스플리터들, 프리즘들, 편광 요소들, 공간 광 변조기들, 능동 픽셀들, 액정 셀들, 투명 디스플레이들, 또는 앤더슨 편재 또는 내부 전반사를 나타내는 유사한 재료들을 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0093] **홀로텍을 실현하는 것:**

[0094] **홀로그램 환경들 내에서 인간의 감각 수용체들을 자극하는 양방향 심리스 에너지 표면 시스템들의 집성**

[0095] 전체 룸(room)들을 포함하는 임의의 크기들, 형상들, 윤곽들 또는 폼 팩터들을 형성하는 다수의 심리스 에너지 표면들을 함께 타일링(tiling), 융합, 본딩, 부착 및/또는 스티칭(stitching)함으로써 심리스 에너지 표면 시스템들의 대규모 환경들을 구축하는 것이 가능하다. 각각의 에너지 표면 시스템은 양방향 홀로그램 에너지 전파, 방출, 반사 또는 감지를 위해 집합적으로 구성된 기부 구조체, 에너지 표면, 릴레이들, 도파관, 장치들 및 전자 장치를 갖는 어셈블리를 포함할 수 있다.

[0096] 일 실시예에서, 타일링된 심리스 에너지 시스템들의 환경은 주어진 환경에서 모든 표면들을 포함하는 설비들을 포함하는 큰 심리스 평면 또는 곡선 벽들을 형성하도록 집성되며, 심리스, 불연속의 평면, 각면형, 만곡형, 원

통형, 구형, 기하학적 형태, 또는 비규칙적 기하학적 형태의 임의의 조합으로서 구성된다.

- [0097] 일 실시예에서, 평면의 표면들의 집성된 타일(tile)들은 무대 또는 장소 기반의 홀로그램 엔터테인먼트를 위한 벽 크기의 시스템들을 형성한다. 일 실시예에서, 평면의 표면들의 집성된 타일들은 동굴 기반의 홀로그램 설비들을 위해 천장과 바닥 양방 모두를 포함하는 4개 내지 6개의 벽들을 갖는 룸을 커버한다. 일 실시예에서, 곡면들의 집성된 타일들은 몰입형(immersive) 홀로그램 설비들을 위한 원통형의 심리스 환경을 생성한다. 일 실시예에서, 심리스 구형 표면들의 집성된 타일들은 몰입형 홀로텍 기반의 경험들을 위한 홀로그램 돔을 형성한다.
- [0098] 일 실시예에서, 심리스 만곡형 에너지 도파관들의 집성된 타일들은 에너지 도파관 구조체 내의 에너지 억제 요소들의 경계를 따른 정확한 패턴을 따르는 기계적 가장자리들을 제공하여, 인접한 도파관 표면들의 인접한 타일링된 기계적 가장자리들을 결합, 정렬 또는 융합시키고, 그 결과 모듈식 및 심리스 에너지 도파관 시스템이 생겨난다.
- [0099] 집성된 타일링 환경의 다른 실시예에서, 에너지는 다수의 동시 에너지 도메인들에 대해 양방향으로 전파된다. 추가적인 실시예에서, 에너지 표면은 광 필드 데이터가 도파관을 통해 조명원에 의해 투영되고 동시에 동일한 에너지 표면을 통해 수신될 수 있도록 설계된 도파관들을 갖는 동일한 에너지 표면으로부터 동시에 디스플레이 및 캡처하는 능력을 제공한다. 추가적인 실시예에서, 추가 깊이 감지 및 능동 스캐닝 기술들이 활용되어 정확한 세계 좌표계에서 에너지 전파와 관찰자 사이의 상호 작용을 허용할 수 있다. 추가적인 실시예에서, 에너지 표면 및 도파관은 주파수들을 방출, 반사, 또는 수렴하여 촉각 감각 또는 체적 햅틱 피드백을 유도하도록 동작 가능하다. 일부 실시예들에서, 양방향 에너지 전파 및 집성된 표면들의 임의의 조합이 가능하다.
- [0100] 일 실시예에서, 시스템은 적어도 2개의 에너지 장치를 심리스 에너지 표면의 동일한 부분에 페어링(pair)할 수 있도록 2개 이상의 경로 에너지 결합기들과 독립적으로 페어링된 하나 이상의 에너지 장치들을 이용하여 에너지 표면을 통한 에너지의 양방향 방출 및 감지가 가능한 에너지 도파관을 포함하거나, 또는 하나 이상의 에너지 장치들이 기부 구조체에 또는 오프-축(off-axis)의 직접 또는 반사 투영 또는 감지를 위해 도파관의 FOV의 전방 및 외측에서의 위치에 고정된 부가적인 컴포넌트에 근접하여 에너지 표면 뒤에 고정되고, 또한 결과적인 에너지 표면은 도파관이 에너지를 수렴할 수 있게 하는 에너지의 양방향 송신, 에너지를 방출하는 제1 장치 및 에너지를 감지하는 제2 장치를 제공하며, 여기서, 정보는 전파된 에너지 패턴들, 깊이 추정, 근접도, 모션 추적, 이미지, 색상 또는 사운드 형성 또는 기타 에너지 주파수 분석 내에서 4D 플렌옵틱 눈 및 망막 추적 또는 간섭의 감지를 포함하는, 하지만 이에 한정되지는 않는, 컴퓨터 비전 관련 작업들을 수행하도록 처리된다. 추가적인 실시예에서, 추적된 위치들은 양방향 캡처된 데이터와 투영 정보 간의 간섭에 기초하여 에너지의 위치들을 능동적으로 계산 및 수정한다.
- [0101] 일부 실시예들에서, 초음파 센서, 가시적인 전자기 디스플레이 및 초음파 방출 장치를 포함하는 3개의 에너지 장치들의 복수의 조합들은, 각각의 장치의 에너지 도메인, 그리고 초음파 및 전자기 에너지 각각을 위해 구성된 2개의 엔지니어드 도파관 요소들에 특정한 공학적 특성들을 포함하는 3개의 제1 표면들의 각각과 함께 단일의 제2 에너지 릴레이 표면에 결합된 에너지를 전파하는 3개의 제1 릴레이 표면들의 각각에 대해 함께 구성되어, 별도의 에너지 도메인을 위해 구성된 다른 도파관 요소들에 의해 독립적으로 그리고 실질적으로 영향을 받지 않은 각각의 장치의 에너지를 지향 및 수렴하는 능력을 제공한다.
- [0102] 일부 실시예들에서, 시스템 아티팩트(artifact)들을 제거하고 인코딩/디코딩 기술들과 함께 사용하기 위해 결과적인 에너지 표면의 기하학적 매핑을 생성하기 위한 효율적인 제조를 가능하게 하는 교정 절차뿐만 아니라 교정된 구성 파일들에 기초하여 데이터를 에너지 전파에 적절한 교정된 정보로 변환하기 위한 전용 통합 시스템이 개시된다.
- [0103] 일부 실시예들에서, 일련의 부가적인 에너지 도파관들 및 하나 이상의 에너지 장치들이 불투명한 홀로그램 픽셀들을 생성하기 위해 시스템에 통합될 수 있다.
- [0104] 일부 실시예들에서, 도파관의 직경보다 큰 공간 해상도 및/또는 각도 해상도를 제공하기 위해 또는 다른 초해상도(super-resolution) 목적을 위해 에너지 억제 요소들, 빔 스플리터들, 프리즘들, 능동 시차 배리어들 또는 편광 기술들을 포함하는 부가적인 도파관 요소가 통합될 수 있다.
- [0105] 일부 실시예들에서, 개시된 에너지 시스템은 또한 가상 현실(VR) 또는 증강 현실(AR)과 같은 착용형 양방향 장치로서 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 에너지 시스템은 디스플레이되거나 수신된 에너지로 하여금 관찰자를 위한 공간에서 결정된 평면에 근접하게 포커싱되도록 하는 조정 광학 요소(들)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도파관 어레이는 홀로그램 헤드 장착식 디스플레이에 통합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 시스템은

관찰자가 에너지 시스템 및 실제 환경(예컨대, 투과형 홀로그램 디스플레이) 양방 모두를 볼 수 있게 하는 다수의 광학 경로들을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 시스템은 다른 방법들에 더하여 근접 필드로서 제공될 수 있다.

[0106] 일부 실시예들에서, 데이터의 송신은 정보 및 메타데이터의 임의의 데이터세트를 수신하는 선택 가능하거나 가변적인 압축 비율들로 프로세스들을 인코딩하는 것; 상기 데이터세트를 분석하고, 더 희박한 데이터세트를 형성하는 재료 특성들, 벡터들, 표면 ID들, 새로운 픽셀 데이터를 수신 또는 할당하며, 수신된 데이터는 2D, 스테레오스코픽, 멀티 뷰, 메타데이터, 광 필드, 홀로그램, 기하학적 형태, 벡터들 또는 벡터화된 메타데이터를 포함하고, 인코더/디코더는, 깊이 메타데이터를 갖거나 갖지 않은 깊이 추정 알고리즘들을 통해, 2D; 2D + 깊이, 메타데이터 또는 기타 벡터화된 정보; 스테레오스코픽, 스테레오스코픽 + 깊이, 메타데이터 또는 기타 벡터화된 정보; 멀티 뷰; 멀티 뷰 + 깊이, 메타데이터 또는 기타 벡터화된 정보; 홀로그램; 또는 광 필드 콘텐츠에 대한 이미지 처리를 포함하여 실시간 또는 오프라인에서의 데이터를 변환하는 능력을 제공할 수 있으며, 역 광선 추적 방법은 특성화된 4D 플렌옵틱 함수를 통해 다양한 2D, 스테레오스코픽, 다중 뷰, 체적, 광 필드 또는 홀로그램 데이터로부터의 역 광선 추적에 의해 생성된 결과적인 변환 데이터를 실제 좌표들에 적절히 매핑한다. 이들 실시예에서, 원하는 전체 데이터 전송은 원시 광 필드 데이터 세트보다 다수의 크기 자릿수(order of magnitude)만큼 덜 송신된 정보일 수 있다.

[0107] **광 필드 및 홀로그램 도파관 어레이들에서의 에너지의 선택적 전파**

[0108] 도 7은 복수의 에너지 전파 경로들(108)을 한정하도록 작동 가능한 에너지 도파관 시스템(100)의 일 실시예를 위에서 아래로 투시한 사시도를 예시한다. 에너지 도파관 시스템(100)은 복수의 에너지 전파 경로들(108)을 따라 에너지를 지향시키도록 구성된 에너지 도파관들(112)의 어레이를 포함한다. 일 실시예에서, 복수의 에너지 전파 경로(108)는 상기 어레이의 제1 측면(116) 상의 복수의 에너지 위치(118)를 통해 상기 어레이의 제2 측면(114)까지 연장된다.

[0109] 도 7 및 도 9h를 참조하면, 복수의 에너지 전파 경로들(108)의 제1 서브세트(290)는 제1 에너지 위치(122)를 통해 연장된다. 제1 에너지 도파관(104)은 복수의 에너지 전파 경로(108)의 제1 서브세트(290)의 제1 에너지 전파 경로(120)를 따라 에너지를 지향시키도록 구성된다. 제1 에너지 전파 경로(120)는 제1 에너지 위치(122)와 제1 에너지 도파관(104) 사이에 형성된 제1 주광선(138)에 의해 한정될 수 있다. 제1 에너지 전파 경로(120)는 에너지 전파 경로(120A 및 120B)를 따라 제1 에너지 도파관(104)에 의해 각각 지향되는 제1 에너지 위치(122)와 제1 에너지 도파관(104) 사이에 형성된 광선(138A 및 138B)을 포함할 수 있다. 제1 에너지 전파 경로(120)는 제1 에너지 도파관(104)으로부터 어레이(114)의 제2 측면을 향해 연장될 수 있다. 일 실시예에서, 제1 에너지 전파 경로(120)를 따라 지향되는 에너지는, 제1 주 광선(138)에 의해 제2 측면(114)을 통과하여 전파되는 각도에 실질적으로 평행한 방향으로 제1 에너지 도파관(104)을 통해 지향되는 에너지 전파 경로(120A 및 120B) 사이에 있거나 또는 이를 포함하는 하나 이상의 에너지 전파 경로를 포함한다.

[0110] 실시예들은 제1 에너지 전파 경로(120)를 따라 지향된 에너지가 에너지 전파 경로(120A 및 120B) 및 제1 주 광선(138)에 실질적으로 평행한 방향으로 제1 에너지 도파관(104)을 빠져나갈 수 있도록 구성될 수 있다. 제2 측면(114) 상의 에너지 도파관 요소(112)를 통해 연장되는 에너지 전파 경로는 실질적으로 유사한 전파 방향의 복수의 에너지 전파 경로를 포함하는 것으로 가정될 수 있다.

[0111] 도 8은 에너지 도파관 시스템(100)의 일 실시예에 대한 정면도이다. 제1 에너지 전파 경로(120)는 적어도 제1 에너지 위치(122)에 의해 결정되는 제1 에너지 도파관(104)으로부터 연장되는 고유한 방향(208)으로 어레이(114)의 제2 측면을 향해 연장될 수 있다. 제1 에너지 도파관(104)은 공간 좌표(204)에 의해 정의될 수 있으며, 적어도 제1 에너지 위치(122)에 의해 결정되는 고유 방향(208)은 제1 에너지 전파 경로(120)의 방향들을 정의하는 각도 좌표(206)에 의해 정의될 수 있다. 공간 좌표(204) 및 각도 좌표(206)는 제1 에너지 전파 경로(120)의 고유한 방향(208)을 정의하는 4차원 플렌옵틱 좌표 세트(210)를 형성할 수 있다.

[0112] 일 실시예에서, 제1 에너지 도파관(104)을 통해 제1 에너지 전파 경로(120)를 따라 지향된 에너지는 실질적으로 제1 에너지 도파관(104)의 제1 개구(134)를 채우고, 에너지 전파 경로(120A 및 120B) 사이에 놓여 있는 제1 에너지 전파 경로(120)의 방향과 평행한 하나 이상의 에너지 전파 경로를 따라 전파한다. 일 실시예에서, 제1 개구(134)를 실질적으로 채우는 하나 이상의 에너지 전파 경로는 제1 개구(134)의 직경의 50 %보다 큰 길이를 포함할 수 있다.

[0113] 바람직한 실시예에서, 제1 개구(134)를 실질적으로 채우는 제1 에너지 도파관(104)을 통해 제1 에너지 전파 경

로(120)를 따라 지향된 에너지는 제1 개구(134) 직경의 50% 내지 80%의 길이를 포함할 수 있다.

- [0114] 도 7 및 도 9a 내지 도 9h를 다시 참조하면, 일 실시예에서, 에너지 도파관 시스템(100)은 제1 측면(116)과 제2 측면(114) 사이의 에너지 전파를 제한하고 인접한 도파관들(112) 사이의 에너지 전파를 억제하도록 배치된 에너지 억제 요소(124)를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소는 제1 개구(134)를 통해 연장되지 않는 다수의 에너지 전파 경로(108) 중 제1 서브세트(290)의 부분을 따르는 에너지 전파를 억제하도록 구성된다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 에너지 도파관들의 어레이(112)와 복수의 에너지 위치들(118) 사이의 제1 측면(116) 상에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 복수의 에너지 위치들(118)과 에너지 전파 경로들(108) 사이의 제2 측면(114) 상에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 에너지 도파관들의 어레이(112) 또는 복수의 에너지 위치들(118)에 직교하는 제1 측면(116) 또는 제2 측면(114) 상에 위치될 수 있다.
- [0115] 일 실시예에서, 제1 에너지 전파 경로(120)를 따라 지향되는 에너지는 제2 에너지 도파관(128)을 통해 제2 에너지 전파 경로(126)를 따라 지향되는 에너지와 수렴할 수 있다. 제1 및 제2 에너지 전파 경로들은 어레이(112)의 제2 측면(114) 상의 위치(130)에서 수렴할 수 있다. 일 실시예에서, 제3 및 제4 에너지 전파 경로들(140, 141)은 또한 어레이(112)의 제1 측면(116) 상의 위치(132)에서 수렴할 수 있다. 일 실시예에서, 제5 및 제6 에너지 전파 경로들(142, 143)은 또한 어레이(112)의 제1 및 제2 측면들(116, 114) 사이의 위치(136)에서 수렴할 수 있다.
- [0116] 일 실시예에서, 에너지 도파관 시스템(100)은 에너지 지향 구조체, 예를 들어 굴절, 회절, 반사, 구배 지수, 홀로그래픽 또는 기타 광학 요소와 같이, 통과하는 에너지의 각도 방향을 변경시키도록 구성된 구조체; 적어도 하나의 개구 수를 포함하는 구조체; 적어도 하나의 내부면으로부터 에너지를 재지향시키도록 구성된 구조체; 광학 릴레이 등을 포함할 수 있다. 도파관(112)은 다음과 같은 양방향 에너지 지향 구조체 또는 재료 중 임의의 하나 또는 조합을 포함할 수 있음을 이해해야 한다:
- [0117] a) 굴절, 회절, 또는 반사;
 - [0118] b) 단일 또는 복합 다층 요소들;
 - [0119] c) 홀로그램 광학 요소들 및 디지털 인코딩형 광학;
 - [0120] d) 3D 인쇄 요소들 또는 리소그래피 마스터들 또는 복제품들;
 - [0121] e) 프레넬 렌즈들, 격자들, 존 플레이트들, 이진 광학 요소들;
 - [0122] f) 역반사 요소들;
 - [0123] g) 광섬유들, 내부 전반사, 또는 앤더슨 편재;
 - [0124] h) 구배 지수 광학 또는 다양한 굴절률 정합 재료들;
 - [0125] i) 유리, 폴리머, 기체, 고체, 액체;
 - [0126] j) 음향 도파관들;
 - [0127] k) 마이크로 및 나노 스케일 요소들; 또는
 - [0128] l) 편광, 프리즘 또는 빔 스플리터들.
- [0129] 일 실시예에서, 에너지 도파관 시스템들은 에너지를 양방향으로 전파한다. 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 기계적 에너지의 전파를 위해 구성된다. 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 전자기 에너지의 전파를 위해 구성된다. 일 실시예에서, 에너지 도파관 요소 내의 하나 이상의 구조체들 내에서 그리고 에너지 도파관 시스템을 포함하는 하나 이상의 층들 내에서 적절한 재료 특성들을 인터레이스(interlace)하거나, 적층하거나, 반사시키거나, 결합하거나 또는 다르게 공급함으로써, 에너지 도파관들은 기계적, 전자기 및/또는 다른 형태들의 에너지의 동시 전파를 위해 구성된다.
- [0130] 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 4D 좌표계 내에서 각각 u 및 v 에 대해 상이한 비율로 에너지를 전파한다. 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 애너모픽(anamorphic) 기능으로 에너지를 전파한다. 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 에너지 전파 경로를 따라 다수의 요소들을 포함한다. 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 광섬유 릴레이 연마 표면들로부터 직접 형성된다.

- [0131] 일 실시예에서, 에너지 도파관 시스템은 횡 방향 앤더슨 편재를 나타내는 재료들을 포함한다. 일 실시예에서, 에너지 도파관 시스템은 체적 공간에서 촉감을 수렴시키기 위해 극초음속(hypersonic) 주파수를 전파한다.
- [0132] 도 9a 내지 도 9h는 에너지 억제 요소(124)의 다양한 실시예들을 예시하는 것이다. 의심의 여지를 없애기 위해, 이들 실시예는 예시적인 목적으로 제공되며, 본 개시내용의 범위 내에서 제공되는 조합 또는 구현의 범위를 결코 제한하지 않는다.
- [0133] 도 9a는 에너지 억제 요소(251)가 에너지 위치(118)의 표면에 인접하여 배치되고 특정 굴절, 회절, 반사 또는 다른 에너지 변경 특성을 포함하는 복수의 에너지 위치(118)의 실시예를 예시한다. 에너지 억제 요소(251)는 에너지 전파 경로들(252)을 따르는 에너지의 전파를 억제함으로써 에너지 전파 경로들(290)의 제1 서브셋을 보다 작은 범위의 전파 경로들(253)로 제한하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소는 1보다 작은 개구수를 갖는 에너지 릴레이이다.
- [0134] 도 9b는 에너지 억제 구조체(254)가 에너지 위치들(118)의 영역들 사이에 직교 배치되고, 에너지 억제 구조체(254)가 흡수 특성을 나타내며, 에너지 억제 구조체(254)가 에너지 전파 경로(256)를 따라 규정된 높이를 가짐으로써 특정 에너지 전파 경로들(255)이 금지되도록 하는 다수의 에너지 위치들(118)의 실시예를 예시한다. 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(254)는 육각형 형상이다. 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(254)는 둥근 형상이다. 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(254)는 전파 경로의 임의의 배향을 따라 그 형상 또는 크기가 불균일하다. 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(254)는 추가의 특성들을 갖는 다른 구조체 내에 포함된다.
- [0135] 도 9c는 다수의 에너지 위치들(118)을 예시한 것이며, 제1 에너지 억제 구조체(257)는 그것을 통해 전파하는 에너지(259)를 실질적으로 제1 상태로 배향시키도록 구성된다. 제2 에너지 억제 구조체(258)는 제1 상태로 실질적으로 배향된 에너지(259)가 전파되도록 허용하고, 제1 상태와 실질적으로 유사하지 않게 배향된 에너지(260)의 전파를 제한하도록 구성된다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(257, 258)는 에너지 편광 요소 쌍이다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(257, 258)는 에너지파 대역 통과 요소 쌍이다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(257, 258)는 회절 도파관 쌍이다.
- [0136] 도 9d는 복수의 에너지 위치들(118)의 실시예를 예시한 것이며, 본 실시예에서 에너지 억제 요소(261)는 에너지 전파 경로들(263)이 복수의 에너지 위치들(118) 중 어느 에너지 위치를 통해 연장되는지 여하에 따라 특정된 정도로 에너지 전파 경로들(263)을 변경시키도록 구성된다. 에너지 억제 요소(261)는 특정 에너지 전파 경로들(262)이 금지되도록 에너지 전파 경로들(263)을 따라 균일 또는 비균일한 방식으로 에너지 전파 경로들(263)을 변경할 수 있다. 에너지 억제 구조체(254)가 에너지 위치들(118)의 영역들 사이에 직교 배치되고, 이 에너지 억제 구조체(254)는 흡수 특성을 나타내며, 그리고 이 에너지 억제 구조체(254)는 에너지 전파 경로(263)를 따라 규정된 높이를 가짐으로써 특정 에너지 전파 경로들(262)이 금지되도록 한다. 일 실시예에서, 억제 요소(261)는 필드 렌즈이다. 일 실시예에서, 억제 요소(261)는 회절 도파관이다. 일 실시예에서, 억제 요소(261)는 만곡된 도파관 표면이다.
- [0137] 도 9e는 에너지 억제 요소(264)가 다른 전파 경로(267)가 통과하는 것을 허용하면서 에너지(266)의 전파를 제한하는 흡수 특성을 제공하는 복수의 에너지 위치들(118)의 실시예를 예시하고 있다.
- [0138] 도 9f는 복수의 에너지 위치들(118) 및 복수의 에너지 도파관들(112)의 실시예를 예시하는 것으로, 본 실시예에서 제1 에너지 억제 구조체(268)는 이를 통해 전파하는 에너지(270)를 제1 상태로 실질적으로 배향시키도록 구성된다. 제2 에너지 억제 구조체(271)는 제1 상태로 실질적으로 배향된 에너지(270)가 전파되도록 허용하고, 제1 상태와 실질적으로 유사하지 않게 배향된 에너지(269)의 전파를 제한하도록 구성된다. 스트레이 에너지 전파(272)에 의해 예시된 시스템을 통한 에너지 전파를 추가로 제어하기 위해, 에너지 억제 구조체(268, 271)는 에너지 전파가 정확한 전파 경로를 유지하도록 보장하는 복합 에너지 억제 요소를 필요로 할 수 있다.
- [0139] 도 9g는 복수의 에너지 위치들(118)의 실시예를 예시한 것이며, 본 실시예에서 에너지 억제 요소(276)는 에너지 전파 경로(278)를 따르는 에너지의 전파를 제한하는 한편, 에너지 전파 경로(277)를 따르는 다른 에너지가 도파관들의 어레이(112) 내의 유효 개구(284)를 위한 한 쌍의 에너지 도파관들(112)을 통과할 수 있게 하는 흡수 특성을 제공한다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(276)는 블랙 크롬을 포함한다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(276)는 흡수성 재료를 포함한다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(276)는 투명한 픽셀 어레이를 포함한다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(276)는 양극산화처리 재료를 포함한다.
- [0140] 도 9h는 복수의 에너지 위치들(118) 및 복수의 에너지 도파관들(112)을 포함하는 실시예를 예시한 것이며, 본 실시예에서 제1 에너지 억제 구조체(251)는 에너지 위치들(118)의 표면에 인접하게 배치되고, 특정한 굴절, 회

절, 반사 또는 다른 에너지 변환 특성을 포함한다. 에너지 억제 구조체(251)는 에너지 전파 경로들(274)을 따르는 에너지의 전파를 억제함으로써 에너지 전파 경로들(290)의 제1 서브셋을 보다 작은 범위의 전파 경로들(275)로 제한하도록 구성될 수 있다. 제2 에너지 억제 구조체(261)는 에너지 전파 경로들(275)이 복수의 에너지 위치들(118) 중 어느 에너지 위치를 통해서 연장되는지 여하에 따라 특정된 정도로 에너지 전파 경로들(275)을 변경시키도록 구성된다. 에너지 억제 요소(261)는 특정 에너지 전파 경로들(274)이 금지되도록 에너지 전파 경로들(275)을 균일 또는 비균일한 방식으로 변경할 수 있다. 제3 에너지 억제 구조체(254)는 에너지 위치들(118)의 영역들 사이에서 직교하게 배치된다. 에너지 억제 구조체(254)는 흡수 특성을 나타내며, 특정 에너지 전파 경로들(274)이 억제되도록 하는 에너지 전파 경로(275)를 따라 규정된 높이를 갖는다. 에너지 억제 요소(276)는 에너지(281)가 통과하는 것을 허용하면서 에너지(280)의 전파를 제한하는 흡수 특성을 제공한다. 유사하거나 상이한 도파관 요소들(112)로 이루어지는 복합 시스템이 복수의 에너지 위치들(118)로부터의 에너지에 의해서 유효 도파관 요소 개구(285)를 실질적으로 채우고 특정 시스템에 의해 규정되는 에너지의 전파 경로(273)를 변경시키도록 위치된다.

[0141] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 에너지 전파 경로들을 감쇠 또는 변경하기 위한 구조체를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 도파관(112)으로의 또는 그 도파관으로부터의 에너지의 전파를 제한하기 위해 시스템 내에 위치한 하나 이상의 에너지 흡수 요소들 또는 벽들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 도파관(112)으로의 그리고 그 도파관으로부터의 에너지의 각도 분포를 제한하기 위해 시스템(100) 내에 위치한 특정 개구수를 포함할 수 있다.

[0142] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 하나 이상의 에너지 차단 벽, 구조체, 금속, 플라스틱, 유리, 에폭시, 안료, 액체, 디스플레이 기술들, 또는 다른 흡수성 혹은 구조적 재료를 포함할 수 있으며, 에너지 위치들(122)의 평면과 도파관 개구 직경의 피치에 따르는 공극(void)들 또는 구조체들을 갖는 도파관 어레이 평면 사이에 결정된 두께를 갖는다.

[0143] 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(124)는 제1 에너지 위치(122)에 근접하여 위치되고, 제1 에너지 위치(122)에 인접한 광학 릴레이 면판을 포함한다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 하나 이상의 공간적으로 일정하거나 가변적인 개구수를 포함하는 광학 릴레이 면판을 포함할 수 있으며, 여기서, 개구수는 도파관(112)으로의 그리고 그 도파관으로부터의 에너지의 각도 분포를 의미 있게 제한한다. 예를 들어, 개구 수의 실시예는 에너지 위치 사이에 그리고 유효 도파관 요소 크기, 입사 동공(entrance pupil), 개구의 중심에 수직으로 형성된 시야의 2배 또는 그 근방인 각도 분포, 또는 에너지 전파를 위한 다른 물리적 파라미터를 제공하도록 설계되어, 지정 도파관 개구(134)에 대해 오프-축 충전 계수(fill factor)를 제공할 수 있다.

[0144] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 2진, 구배 지수, 프레넬, 홀로그램 광학 요소, 존 플레이트 또는 시스템을 통한 에너지 파들의 경로를 변경하여 산란, 확산, 미광(stray light) 또는 색수차(chromatic aberration) 등을 감소시키는 다른 회절 광학 요소를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 에너지 전파 경로가 도파관 개구(134)의 충전 계수를 더 증가시키거나 미광을 감소시키도록 변경되는 위치에 또는 그 주변에 양 또는 음의 광학 요소를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 에너지 위치(122)의 정의된 영역, 도파관 개구(134)의 정의된 영역, 또는 다른 영역들의 공간 또는 시간 다중화 감쇠를 제공하도록 설계된 제2 능동 또는 수동 편광 요소와 결합된 능동 또는 수동 편광 요소를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 에너지 위치(122)의 정의된 영역, 도파관 개구(134)의 정의된 영역, 또는 다른 영역들의 공간 또는 시간 다중화 감쇠를 제공하도록 설계된 능동 또는 수동 구경 조리개 배리어를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(124)는 다음 중 어느 하나 또는 그들의 임의의 조합을 포함한다:

- [0145] a) 물리적 에너지 배플 구조체들;
- [0146] b) 체적, 테이퍼형 또는 각면형 기계적 구조체들;
- [0147] c) 구경 조리개들 또는 마스크들;
- [0148] d) 광학 릴레이들 및 제어된 개구수;
- [0149] e) 굴절, 회절, 또는 반사;
- [0150] f) 역반사 요소들;
- [0151] g) 단일 또는 복합 다층 요소들;

- [0152] h) 홀로그램 광학 요소들 및 디지털 인코딩형 광학;
- [0153] i) 3D 인쇄 요소들 또는 리소그래피 마스터들 또는 복제품들;
- [0154] j) 프레넬 렌즈들, 격자들, 존 플레이트들, 이진 광학 요소들;
- [0155] k) 광섬유들, 내부 전반사, 또는 앤더슨 편재;
- [0156] l) 구배 지수 광학 또는 다양한 굴절률 정합 재료들;
- [0157] m) 유리, 폴리머, 기체, 고체, 액체;
- [0158] n) 밀리, 마이크로 및 나노 스케일 요소들; 및
- [0159] o) 편광, 프리즘, 또는 빔 스플리터들.

[0160] 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(124)는 Z축을 따라 테이퍼진 공극들을 형성하도록 구성된 6각 패킹 에너지 차단 배플들을 포함하도록 구성될 수 있으며, 도파관 시스템에 대한 구경 조리개 위치에 도달할 때 공극 크기가 감소된다. 다른 실시예에서, 에너지 억제 구조체(124)는 광학 릴레이 페이스 플레이트에 접합된 6각 패킹 에너지 차단 배플들을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 에너지 억제 구조체(124)는 에너지 도파관 어레이로의 그리고 그로부터의 에너지파 투영의 경로를 추가로 변경하기 위해 소정의 굴절률로 채워진 육각형으로 패킹된 에너지 차단 배플들을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 회절 또는 굴절 요소는 도파관 요소들(112)로의 그리고 그로부터의 에너지 투영의 경로를 추가로 변경하기 위해 정의된 도파관 프리스크립션 (prescription)과 함께 에너지 차단 배플에 배치, 부착 또는 접합될 수 있다. 다른 예에서, 에너지 억제 구조체 (124)는 단일의 기계적 어셈블리로 형성될 수 있고, 에너지 도파관 어레이(112)는 조립된 에너지 억제 요소 (124)에 배치, 부착 또는 접합될 수 있다. 다른 구현예들이 다른 에너지 도파관 구성들 또는 초해상도 고려사항을 가능하게 하기 위해 활용될 수 있음은 이해되는 것이다.

[0161] 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(124)는 제1 에너지 위치(122)에 근접하여 위치될 수 있고 일반적으로 제1 에너지 도파관(104)을 향해 연장될 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 구조체(124)는 제1 에너지 도파관 (104)에 근접하여 위치될 수 있고 일반적으로 제1 에너지 위치(122)를 향해 연장될 수 있다.

[0162] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소들은 전자기 에너지를 억제하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 전자기 에너지는 가시광선, 자외선, 적외선, 또는 x-선으로 구성된 군에서 선택된 체제에 속하는 파장에 의해 정의될 수 있다.

[0163] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소들은 기계적 에너지를 억제하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 기계적 에너지는, 축각 압력과, 음향 진동, 또는 초음파 중 하나인 압력과에 의해 정의될 수 있다.

[0164] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소 내의 하나 이상의 구조체들 내에서 그리고 에너지 도파관 시스템을 포함하는 하나 이상의 층들 내에서 적절한 재료 특성들을 인터페이스하거나, 적층하거나, 반사시키거나, 결합하거나 또는 이와 다르게 공급함으로써, 에너지 억제 요소들은 기계적 에너지, 전자기 에너지, 및/또는 다른 형태들의 에너지를 동시에 감소시키도록 구성된다.

[0165] 일 실시예에서, 에너지 도파관들의 어레이는 평면형 표면, 또는 바람직한 형상인 만곡형 표면을 형성하도록 배치될 수 있다. 도 13은 만곡형 형태로 배치된 에너지 도파관들(1102)의 어레이를 특징으로 하는 실시예(1100)를 예시한다.

[0166] 본 개시내용의 실시예들은 가시광선, 자외선, 적외선, x-선 등을 포함하는 전자기 스펙트럼에 속하는 임의의 파장의 에너지를 지향시키도록 구성될 수 있다. 본 개시내용은 또한 음향 사운드 진동 및 축각 압력과와 같은 다른 형태들의 에너지를 지향시키도록 구성될 수 있다.

[0167] 도 10은 에너지 도파관 시스템(300)의 추가적인 실시예를 예시한다. 에너지 도파관 시스템(300)은 복수의 에너지 전파 경로들(304)을 정의할 수 있으며, 반사기 요소(314)의 제1 측면(310) 상에 위치한 제1 반사기(306)를 포함하는 반사기 요소(314)를 포함하며, 제1 반사기(306)는 이를 통해 형성된 하나 이상의 구경 조리개들(316)을 포함하고, 제2 반사기(308)는 반사기 요소(314)의 제2 측면(312) 상에 위치되고, 제2 반사기(308)는 이를 통해 형성된 하나 이상의 구경 조리개들(318)을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 반사기들(306, 308)은 제1 및 제2 반사기들(316, 318)의 구경 조리개들을 통해 연장되는 복수의 에너지 전파 경로들(304) 및 반사기 요소(314)의 제 1 측면(310) 상의 복수의 에너지 위치들(320)에 따라 에너지를 지향시키도록 구성된다. 복수의 에너지 전파 경

로들(304)의 제1 서브세트(322)는 제1 에너지 위치(324)를 통해 연장될 수 있다. 반사기 요소(314)는 복수의 에너지 전파 경로들(304)의 제1 서브세트(322)의 제1 에너지 전파 경로(326)를 따라 에너지를 지향시키도록 구성된다.

- [0168] 일 실시예에서, 제1 에너지 전파 경로(326)는 제1 에너지 위치(324)와 제1 반사기(306)의 제1 구경 조리개들(328) 사이에 형성된 제1 주 광선(338)에 의해 한정될 수 있다. 제1 에너지 전파 경로(326)는 제2 반사기(308)의 제1 구경 조리개들(330)로부터, 적어도 제1 에너지 위치(324)에 의해 결정되는 것으로서, 제2 반사기(308)의 제1 구경 조리개들(330)로부터 연장되는 고유 방향으로, 반사기 요소(314)의 제2 측면(312) 쪽으로 연장될 수 있다.
- [0169] 일 실시예에서, 제1 에너지 전파 경로(326)를 따라 지향되는 에너지는 제1 반사기(306)의 제1 구경 조리개(328) 및 제2 반사기(308)의 제1 구경 조리개(330)를 실질적으로 채운다.
- [0170] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(332)는 제1 반사기(306)의 제1 구경 조리개(328)를 통해 연장되지 않는 복수의 에너지 전파 경로들(304)의 제1 서브세트(322)의 일 부분(350)을 따르는 에너지의 전파를 제한하도록 위치될 수 있다.
- [0171] 에너지가 약하며 에너지 도파관이 완벽한 포물선 구조로 상기 광을 지향시키도록 작동 가능한 실시예에서, 제1 반사기의 초점으로부터의 또는 그 초점을 통과하는 임의의 광선은 광축에 평행하게 반사될 것이고, 제2 반사기에서 반사하고, 그런 다음, 동일 각도에서 반대 배향으로 증계된다.
- [0172] 일 실시예에서, 제1 반사기 및 제2 반사기는, 에너지 정보의 다양한 배율을 생성하기 위해 그리고/또는 제2 반사기의 표면 위로부터의 관찰자가 반사된 정보를 봄에 따라 시야각 범위를 변경하기 위해, 상이한 초점 길이를 갖는다. 구경 조리개들은 다양한 초점 길이들과 협력하여 다양한 설계 목적들을 위해 상이한 크기들일 수 있다.
- [0173] 반사 표면들 양방 모두가 원주형, 각면형(faceted), 비선형 형상의 만곡형 또는 다른 형상인 추가적인 실시예가 제공된다. 이 곡률의 설계는 디스플레이 정보 및 보여진 정보가 신호 처리를 변경하거나 단순화하기 위해 비선형 관계를 가질 수 있도록 보장하는 데 중요하다.
- [0174] 일 실시예에서, 에너지 도파관들은 에너지 도파관 시스템을 통해 에너지의 전파 경로를 동적으로 변경하기 위해 반사 표면 프로파일을 변경하는 것이 가능한 가요성 반사 표면들을 포함한다.
- [0175] 일 실시예에서, 반사 또는 광학 요소들, 복굴절 재료들, 액체 렌즈, 굴절, 회절, 홀로그램 등을 포함하지만 이에 한정되지 않는 부가적인 도파관들이 에너지 전파 경로 내의 임의의 위치에 배치될 수 있다. 이러한 접근법을 이용하면, 그러한 일 실시예는, 보여질 때, 시야각들이 구경 조리개들과 현저히 상이한 위치에 있고 초점 길이가 다르게 제공되도록 한 설계를 제공한다. 도 11은 이러한 접근법의 한 가지 그러한 적용을 보여주고 있다.
- [0176] 도 11은 에너지 도파관 시스템(700)의 일 실시예를 예시한다. 에너지 도파관 시스템(700)은 각각 제1 및 제2 반사기(702, 704)를 포함한다. 추가적인 광학 요소들(706)과, 에너지 위치(708)에 수직인 에너지 억제기(inhibitor)(707)가 제2 반사기(702)의 초점에 위치된다. 상기 추가적인 광학 요소들은 에너지 도파관 시스템(700)을 통해 전파되는 에너지의 에너지 전파 경로들에 영향을 주도록 설계된다. 추가적인 도파관 요소들이 에너지 도파관 시스템(700) 내에 포함될 수 있거나, 또는 추가적인 에너지 도파관 시스템들이 에너지 전파 경로에 배치될 수 있다.
- [0177] 일 실시예에서, 에너지 도파관 요소들의 어레이는 다음을 포함할 수 있다:
- [0178] a) 에너지 도파관들의 어레이의 육각형 패킹;
- [0179] b) 에너지 도파관들의 어레이의 정사각형 패킹;
- [0180] c) 에너지 도파관들의 어레이의 불규칙형 또는 반규칙형 패킹;
- [0181] d) 에너지 도파관들의 만곡형 또는 비평면형 어레이;
- [0182] e) 에너지 도파관들의 구형 어레이;
- [0183] f) 에너지 도파관들의 원통형 어레이;
- [0184] g) 에너지 도파관들의 경사진 규칙형 어레이;

- [0185] h) 에너지 도파관들의 경사진 불규칙형 어레이;
- [0186] i) 에너지 도파관들의 공간 변화형 어레이;
- [0187] j) 에너지 도파관들의 다층 어레이;
- [0188] 도 12는 에너지 도파관 요소들의 어레이의 정사각형 패킹(901)과, 육각형 패킹(902)과, 불규칙형 패킹(903) 사이의 차이점들을 강조한다.
- [0189] 에너지 도파관들은, 바람직하다면 구체적으로 광학 릴레이 요소들을 포함하도록 유리 또는 플라스틱 기판 상에 제작될 수 있고, 광학 릴레이들뿐만 아니라 원하는 것을 특히 포함하도록 유리 또는 플라스틱 광학 요소들로 설계될 수 있다. 또한, 에너지 도파관은 다수의 전파 경로들 또는 다른 열/행 또는 체커보드(checkerboard) 배향들을 제공하는 설계들에 대해 패시트될 수 있으며, 구체적으로 빔 스플리터들 또는 프리즘들에 의해 분리되거나, 타일링을 허용하는 도파관 구성들 또는 고유 모놀리식(monolithic) 플레이트로 타일링되거나, 만곡형 배치(예컨대, 타일로의 기하학적 변형들을 가하여 이에 따라 짝을 짓는 각면형 원통 또는 구형)에서 타일링되는 다수의 전파 경로들을 고려하지만 이에 한정되지는 않으며, 만곡형 표면들은 구형 및 원통형 또는 특정 애플리케이션에 요구되는 임의의 다른 임의적 기하학적 형태를 포함하지만 이에 한정되지 않는다.
- [0190] 에너지 도파관들의 어레이가 만곡형 구성을 포함하는 실시예에서, 만곡형 도파관은 열 처리를 통해 또는 광학 릴레이 요소들을 포함하도록 만곡형 표면들 상에 직접 제작함으로써 생성될 수 있다.
- [0191] 일 실시예에서, 에너지 도파관들의 어레이는 다른 도파관들과 연결할 수 있으며, 특정 응용 분야에 따라서는 전체 벽들 및/또는 천장들 및/또는 름들을 덮을 수 있다. 도파관들은 기판 업(substrate up) 또는 기판 다운(substrate down) 장착을 위해 명시적으로 설계될 수 있다. 도파관은 에너지 표면에 직접 짝을 지도록 설계되거나 에어 갭(air gap) 또는 다른 오프셋 매체를 이용하여 오프셋될 수 있다. 도파관은 영구적인 고정구(fixture) 또는 툴링(tooling) 요소로서 평면을 능동적으로 또는 수동적으로 포커싱하는 능력을 제공하는 정렬 장치를 포함할 수 있다. 설명된 기하학적 형태들의 목적은 도파관 요소의 법선 및 표현된 이미지에 의해 한정되는 화각을 최적화하는 것을 돕는 것이다. 매우 큰 에너지 표면 평면형 표면에 대해서는, 표면의 좌측 및 우측 끝에 있는 대다수의 각도 샘플들은 소정의 환경에 있어서의 관측 볼륨의 외부에 주로 있다. 만곡형 윤곽과 만곡형 도파관을 갖는 동일한 에너지 표면의 경우, 수렴 체적을 형성하기 위해 더 많은 전파 광선들을 사용하는 능력이 상당히 향상된다. 하지만, 이것은 오프-축일 때 사용 가능한 정보를 희생한다. 설계의 응용 특정적 특성은, 일반적으로, 제안된 설계들 중 어떤 것이 구현될 것인지를 나타낸다. 또한, 도파관은 소정의 도파관 축을 향해 요소들 기울이도록 추가적인 도파관 요소로 제작되는 규칙적인, 단계적 또는 구역적인 요소 구조체들로 설계될 수 있다.
- [0192] 에너지 도파관들이 렌즈들인 실시예들에서, 이 실시예들은 볼록 및 오목 렌즈릿들 양방 모두를 모두 포함할 수 있으며, 광학 릴레이 표면 상에 직접 렌즈들을 제작하는 것을 포함할 수 있다. 여기에는, 렌즈릿 프로파일을 형성 또는 스탬핑하기 위한 재료 제거, 또는 이 표면에 직접 제작된 직접 복제품을 포함하는 파괴적 또는 부가적 렌즈릿 제작 공정들이 수반될 수 있다.
- [0193] 일 실시예는 부가적인 에너지 전파 최적화 및 각도 제어를 제공하는 다층형 도파관 설계를 포함할 수 있다. 상기의 실시예들 모두는 독립적으로 함께 결합되거나, 또는 이 접근법과 함께 결합될 수 있다. 일 실시예에서, 다층형 설계는 제1 도파관 요소 상에는 기울어진 도파관 구조체로, 그리고 제2 도파관 요소에 있어서는 영역이 변화하는 구조체로 계획될 수 있다.
- [0194] 일 실시예는 도파관으로서 함께 연결된 요소마다 또는 영역 액체 렌즈마다의 도파관의 설계 및 제작을 포함한다. 이 접근법의 추가적인 설계는 전체 도파관 어레이를 동시에 수정할 수 있는 단일 복굴절 또는 액체 렌즈 도파관 전기 셀을 포함한다. 이 설계는 도파관을 재설계하지 않아도 시스템의 유효 도파관 파라미터들을 동적으로 제어하는 능력을 제공한다.
- [0195] 본원에 제공된 개시내용의 임의의 조합이 채택된, 광을 지향시키도록 구성된 일 실시예에서, 벽 장착 2D, 광 필드 또는 홀로그램 디스플레이를 생성하는 것이 가능하다. 벽 장착 구성은 설계된 디스플레이 표면의 앞에, 표면에, 또는 표면 뒤에 부유할 수 있는 이미지를 관찰자가 볼 수 있도록 설계된다. 이러한 접근법을 이용하면, 광선들의 각도 분포는 특정 디스플레이 요건들에 따라 공간에서의 임의의 특정 배치에서 균일하거나 증가된 밀도로 제공될 수 있다. 이러한 방식으로, 각도 분포를 표면 프로파일의 함수로서 변화시키도록 도파관들을 구성하는 것이 가능하다. 예를 들어, 디스플레이 표면 및 평면 도파관 어레이에 수직인 주어진 거리에 대해, 광학적으로

로 완벽한 도파관은 디스플레이에 대한 주어진 수직 거리를 따라 광선 분리 거리를 점진적으로 증가시키면서, 디스플레이의 수직 중심에서 증가된 밀도를 제공한다. 반대로, 관찰자가 눈과 디스플레이의 중심점 사이의 거리를 유지하는 디스플레이를 중심으로 광선들을 방사형으로 보면, 관찰된 광선들은 전체 시야에 걸쳐 일정한 밀도를 유지할 것이다. 예상되는 보는 조건들에 따라, 임의의 그러한 환경에 대한 보는 경험을 최적화하기 위해 도파관 기능들을 변경하여 임의의 잠재적인 광선 분포를 생성함으로써 각 요소의 특성들이 최적화될 수 있다.

[0196] 도 14는, 단일 도파관 요소 기능부(1202)가 어떻게 방사형 조망 환경(1206) 전반에 걸쳐 동일한 에너지 분포(1204)를 생성할 수 있는지를 강조하는 반면에 동일한 도파관 요소 기능부(1202)가 도파관 표면(1210)에 평행하고 일정한 거리(1208)에서 전파될 때에는 도파관 표면의 도파관 요소 중심(1212)에서는 증가된 밀도를 나타내며 도파관 표면의 중심(1212)으로부터 더 먼 곳에서는 감소된 밀도를 나타낼 것이라는 것을 강조하는, 일 실시예(1200)의 도면이다.

[0197] 도 15는, 도파관 요소 기능부들(1302)을, 도파관 표면(1306)에 평행한 일정 거리(1304)에서 균일한 밀도를 나타내도록 하며 이와 동시에 도파관 표면(1306)의 중심 주위의 반경(1308)에 대해 측정했을 때 도파관 표면(1306)의 중심(1310)에 낮은 겉보기 밀도를 생성하도록, 구성하는 것을 예시하는 실시예(1300)의 도면이다.

[0198] 필드 거리에 걸쳐 샘플링 주파수를 변화시키는 도파관 기능부를 생성하는 능력은 다양한 도파관 왜곡들의 특성이며 당업계에 알려져 있다. 전통적으로, 왜곡들을 포함하는 것은 도파관 기능부에서 바람직하지 않지만, 도파관 요소 설계의 목적들을 위해, 이들은 모두 다, 요구되는 특정 관측 볼륨에 따라 에너지의 전파를 더 제어하고 분배하는 능력에 대한 이점으로서 주장되는 특성들이다. 이는 관측 볼륨 요건들에 따라 도파관 어레이의 전체에 걸쳐 다수의 기능부들 또는 층들 또는 기능부들의 구배의 부가가 필요할 수 있다.

[0199] 일 실시예에서, 기능부들은 에너지 표면들 및/또는 도파관 어레이의 만곡형 표면들에 의해 더욱 최적화된다. 도파관 기능부의 구배, 변화 및/또는 최적화가 여전히 적용되지만, 에너지 표면 자체에 대한 주 광선 각도의 법선의 변화는 효율을 추가로 증가시킬 수 있고, 평탄한 표면과 상이한 기능부를 필요로 할 수 있다.

[0200] 또한, 도파관 스티칭 방법론들을 고려한 결과적인 최적화 도파관 어레이를 활용함으로써, 도파관들 및 시스템들 각각을 타일링하여 원하는 임의의 크기 또는 폼 팩터를 생성함으로써 도파관의 유효 크기를 더 증가시키는 것이 가능하다. 도파관 어레이는, 임의의 2개의 분리된 기관들 사이에서 생성된 반사들에 의해, 또는 기계적 이음매에서의 명백한 콘트라스트 차이에 의해, 또는 임의의 형태의 비-정사각형 격자 패킹 스키마(schema)로 인해, 에너지 표면과는 달리 이음매 아티팩트를 나타낼 수 있다는 점에 유의하는 것이 중요하다. 이 효과를 없애기 위해, 보다 큰 단일의 도파관이 생성될 수 있거나, 굴절 정합 재료들이 임의의 2개의 표면들의 가장자리들 사이에 활용될 수 있거나, 어떠한 요소들도 2개의 도파관 표면들 사이에서 분할되지 않는 것이 보장될 수 있도록 규칙적인 도파관 격자 구조체들을 채용할 수 있거나, 그리고/또는 에너지 억제 요소들과 비-정사각형 도파관 격자 구조체를 따르는 이음매 사이에서 정밀 절단을 활용할 수 있다.

[0201] 이 접근법을 사용하면, 룸 스케일(room scale) 2D, 광 필드 및/또는 홀로그래프 디스플레이들을 생산하는 것이 가능하다. 이러한 디스플레이들은 대형 평면형 또는 만곡형 벽들에 걸쳐 심리스일 수 있거나, 모든 벽들을 입방체 형태로 덮도록 생산될 수 있거나, 전체 시스템의 시야각 효율을 증가시키도록 원통형 형상이나 또는 구형 형상이 형성되는 만곡형 구성으로 생산될 수 있다.

[0202] 대안으로, 요구된 화각에서 원하지 않은 영역을 사실상 제거하여 에너지 전파의 불균일한 분포를 초래하는 전파된 에너지를 왜곡시키는 도파관 기능부를 설계하는 것이 가능하다. 이를 달성하기 위해, 토러스(Taurus) 형상의 광학 프로파일, 환형 렌즈, 동심원 프리즘 어레이, 프레넬 또는 회절 기능부, 2진, 굴절, 홀로그래프 및/또는 임의의 다른 도파관 설계가 더 큰 개구 및 더 짧은 초점 길이(본원에서 "프레넬 렌즈릿"으로 지칭됨)를 허용함으로써 단일 또는 다중 요소(또는 다중 시트들) 프레넬 도파관 어레이를 실질적으로 형성하는 능력을 제공하도록 하는 것을 구현할 수 있다. 이것은 도파관 구성에 따라 부가적인 도파관 어레이를 포함하여, 부가적인 광학 장치와 결합되거나 결합되지 않을 수 있다.

[0203] 넓은 에너지 전파 각도들(예컨대, 180도)을 생성하기 위해, 매우 낮은 유효 $f/\#$ (예컨대, $< f/.5$)가 요구되며 4D "디스크 플리핑(Disk Flipping)"이 발생하지 않는 것을 확보하기 위해(하나의 도파관 요소로부터의 광선이 임의의 제2 도파관 요소 밑의 원하지 않는 에너지 위치들을 볼 수 있는 능력), 초점 길이가 요구되는 화각에 근접하게 적절히 정합될 것이 추가로 요구된다. 이는, 약 160도의 관측 볼륨을 생성하기 위해 약 $f/0.17$ 렌즈와, 거의 정합하는 약 0.17mm 초점 길이가 요구된다.

[0204] 도 16은 복수의 에너지 도파관들이 회절 도파관 요소들(1402)을 포함하는 실시예(1400)를 예시하고 있으며, 효

과적으로 매우 짧은 초점 길이 및 낮은 $f/\#$ 를 생성하면서 동시에 에너지의 광선을 명시적으로 정의된 위치들 (1406)로 지향시키는 변형된 프레넬 도파관 요소 구조체(1404)에 대한 하나의 제안된 구조를 보여주고 있다.

- [0205] 도 17은 복수의 에너지 도파관들이 요소들(1502)을 포함하는 실시예(1500)를 예시하고 있으며, 이러한 도파관 형태(1506)가 원하는 관측 볼륨(1504)에 대해 최고 밀도의 광선 전파를 제공하기 위해서는 어레이에서 어떻게 사용될 수 있는지를 보여주고 있다.
- [0206] 제안된 변형된 도파관 구성의 다른 실시예는 X (여기서 X 는 상수이거나 변수일 수 있음)의 직경을 갖는 링(ring) 당 피치를 갖는 소정의 양만큼 분리된 굴절률을 갖는 횡 방향 배향 또는 종 방향 배향 중 어느 일방 또는 양방 모두를 따라 방사상 대칭형 또는 나선형인 링들 또는 둘 이상의 재료들의 구배를 생성하는 방법을 제공한다.
- [0207] 추가 실시예에서, 모든 광선의 동일 또는 비선형 분포는 벽 장착형 및/또는 테이블 장착형 도파관 구조체들뿐만 아니라 다수의 도파관들이 타일링되는 환경에 기초한 도파관 구조체들에 대한 변형된 도파관 구성들을 갖거나 갖지 않고 생성된다.
- [0208] 도파관 어레이를 사용하면, 디스플레이 자체의 표면에 배치되지 않은 위치에서 공간에 수렴하는 투영된 광의 평면들을 생성하는 것이 가능하다. 이들 광선을 광선 추적함으로써, 관련된 기하학적 형태와 수렴 광선이 스크린에서(관찰자로부터 멀어지는)뿐만 아니라 스크린 밖에서(관찰자를 향하여) 또는 양방 모두에서 동시에 나타날 수 있는 방법을 명확하게 볼 수 있다. 전통적인 도파관 어레이 설계들을 갖는 평면 디스플레이 상에서 평면들이 관찰자로부터 멀어짐에 따라, 평면들은 관찰 지점(viewpoint)의 절두체(frustum)로 커지는 경향이 있으며, 기여하는 조명원들의 수에 따라 디스플레이 자체의 물리적 프레임에 의해 가려지게 될 수 있다. 대조적으로, 종래의 도파관 어레이 설계들을 갖는 평면 디스플레이 상에서 평면들이 관찰자를 향해 이동함에 따라, 평면들은 관찰 지점의 절두체로 수축하는 경향이 있지만, 에너지를 눈에 제시하는 각도에 관찰자가 있는 한, 지정된 위치에서의 모든 각도들에서 볼 수 있고, 가상 평면은 관찰자와 능동 디스플레이 영역의 원거리 가장자리 사이에 생성된 각도를 넘어서 이동하지 않는다.
- [0209] 일 실시예에서, 보여진 2D 이미지 또는 이미지들은 스크린 밖에 표시된다. 다른 실시예에서, 보여진 2D 이미지 또는 이미지들은 스크린 내에 표시된다. 다른 실시예에서, 보여진 2D 이미지 또는 이미지들은 스크린 내에 그리고/또는 스크린 밖에 표시된다. 다른 실시예에서, 보여진 2D 이미지 또는 이미지들은 다른 체적 요소들과 조합하여 표시되거나, 다른 그래픽 디자인 또는 상호 작용식 이유들로 해서 텍스트로서 표시된다. 또 다른 실시예에서, 보여진 2D 이미지 또는 이미지들은, 광선이 물리적 요소들보다 공간에서 더 높은 밀도로 수렴하는 능력으로 인해, 다르게 제안된 X 및 Y 도파관 요소들의 물리적 수보다 더 높은 유효 2D 해상도로 표시된다.
- [0210] 이 접근법의 신규성은, 평면 이미지와 체적 이미지 사이에서 심리스로 이동하거나 다른 흥미로운 효과들을 생성하기 위해 디스플레이에서 도파관들에 더 이상의 기계적 또는 전자적 장치 또는 변경이 필요 없도록 체적 이미징 능력들뿐만 아니라 극도의 고해상도 2D 이미지를 생성하는 홀로그래픽 디스플레이를 제조하는 것이 전적으로 가능하다는 것이다.
- [0211] 이 특성을 이용하면, 특정 조명원들을 디스플레이에 대해 명시적인 각도에서만 볼 수 있는 관찰자에 표시되도록 프로그래밍 방식으로 격리하는 것이 가능하다.
- [0212] 일 실시예에서, 단일 픽셀 또는 픽셀들의 그룹은 관찰자의 눈으로 삼각측량(triangulate)한 각도로 각 도파관 요소 아래에서 조명되고, 공간에서 그 관찰자의 위치에서만 볼 수 있는 이미지를 표시한다.
- [0213] 다른 실시예에서, 제2 조명원 또는 조명원들의 그룹은 제2 관찰자에 의해서만 볼 수 있는 위치로 삼각측량하도록 동시에 표시되며, 제1 관찰자에 표시된 제1 이미지와 동일하거나 상이할 수 있는 이미지를 포함한다. 의심의 여지를 피하기 위해, 이는 X 어드레스 가능 관찰 지점일 수 있으며, 여기서, X 는 하나 이상일 수 있는 개별적으로 어드레스 가능한 관찰 지점들의 수를 나타낸다.
- [0214] 다른 실시예에서, 조명된 픽셀 위치를 동적으로 변경하여 관찰자와 각각의 도파관 요소 아래에 있는 픽셀들 사이의 삼각측량된 위치에 동적으로 이미지를 표시하는, 당업계에 알려진 센서들 및 알고리즘들을 활용하여 눈, 망막, 물체 등이 추적하는 이들 이미지가 표시된다. 이것은 한 명 이상의 관찰자들에게 적용될 수 있다. 추적은 2D 프로세스로서 또는 3D/스테레오스코픽 프로세스로서 수행되거나, 당업계에 알려진 다른 깊이 감지 기술들을 활용하여 수행될 수 있다.
- [0215] 일 실시예에서, 제1 영역 및 제2 영역은 모두 프로파일에 있어서 포물선인데, 제1 영역 포커스는 제2 영역의 정점에 위치되고, 제2 영역 포커스는 제1 영역의 정점에 위치되며, 디스플레이 표면은 제2 영역의 정점에 위치된

개구부 및 제1 영역의 정점에 위치한 제2 영역의 정점에 표시되는 디스플레이 표면의 직경과 등가인 개구부에 위치된다. 이 접근법을 사용하면, 오프-축의 관찰 지점으로부터 제2 영역의 초점을 통과하는 보여지는 광선들이 제2 영역 표면에서 반사되고 제1 표면에서 평행하며, 그런 다음, 제1 영역으로부터 디스플레이 표면으로의 역방향 배향에서의 보여지는 위치로부터 동일한 각도에 있게 되므로, 디스플레이 표면 이미지가 어떠한 물리적인 표면이 없는 상태에서도 표면 위에 떠 있는 것처럼 보일 것이다.

- [0216] 일 실시예에서, 이중 포물선 릴레이 시스템은, 교대 반사기의 정점에 초점이 위치되는 2개의 반사 영역들, 제2 영역의 정점에 위치한 디스플레이 표면, 및 디스플레이 표면의 가상 이미지를 생성하는 제1 영역에 위치한 표시된 디스플레이 표면의 직경과 등가인 개구부를 포함한다. 도파관 어레이, 홀로그램 또는 광 필드 디스플레이가 활용되는 경우, 보여진 이미지는 홀로그램 데이터의 본질을 유지할 뿐만 아니라, 물리적 디스플레이 표면이 없어도 공간에서 떠 있는 것처럼 보인다.
- [0217] 다른 실시예에서, 두 영역의 초점 위치는 확대 또는 축소를 생성하기 위해 상이하다. 제2 실시예에서, 영역들은 정합된 초점 길이들을 가지며, 가상 이미지를 증가된 배율로 생성하기 위해 초점 길이보다 큰 거리만큼 오프셋된다.
- [0218] 다른 실시예에서, 포물선 프로파일들은 다양한 디스플레이 표면 기하학적 형태들 또는 다른 요구되는 관찰 각도 또는 조건을 수용하기 위해 디스플레이와 상이한 관찰 위치들을 초래하는 특정 형상을 수용하도록 제조된다.
- [0219] 다른 실시예에서, 영역들은 광선들을 단일의 표면으로서보다는 각면 영역에 의해 독립적으로 전파시키기 위해 다수의 각면들을 포함한다.
- [0220] 다른 실시예에서, 반사 표면은 에너지 표면의 CRA가 하나 이상의 표면(들)에 적용된 곡선으로부터 가능한 시야 각을 초과하도록 에너지 릴레이들로 형성되고, 그렇지 않은 경우 반사 표면이었을 제1 표면은 특정 기하학적 프로파일을 가지고, 도파관 요소의 교대 말단에서의 제2 표면은 소정의 기하학적 프로파일을 가지고, 점층적으로 이들은 관찰자의 위치로부터의 에너지를 반사하는 CRA를 가지며, 제2 표면에서의 에너지 표면 패널들의 부가가 구현될 수 있고, 이에 따라, 관찰자의 직접적인 위치로부터는 볼 수 없지만 하나 이상의 반사 표면들을 통해 간접적으로 에너지 정보를 제공할 수 있는 에너지 정보와, 궁극적으로 보여지는 데이터와 관련하여 반사된 이미징 데이터를 컴퓨팅하는 데 요구되는 연관된 교정 프로세스가 제공된다.

[0221] **4차원 에너지장 패키지 어셈블리**

- [0222] 4D 에너지 투영 시스템을 위한 대형 디스플레이 표면은, 해상도 및 이음매를 포함하지만 이것에만 제한되지 않는 많은 도전 과제를 제시한다. 본 개시내용의 릴레이 요소의 실시예들은, 본 개시내용의 원리에 따른 4D 에너지 투영에서의 이음매의 인지를 감소시키거나 제거하는 실시예를 제공할 수 있다. 본 개시내용의 4차원(4D) 에너지장 패키지 어셈블리는 또한, 일부 실시예가 4D 에너지 시스템에서 이음매를 감소시키거나 또는 제거할 수 있게 하고, 본 개시내용의 릴레이 요소 대신에, 또는 그와 협동하여 사용될 수 있다. 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지의 일부 실시예에 의해 제공되는 추가적인 가능한 이점은 디스플레이 벽이 모듈식 구성으로 더 쉽게 구성되고 유지될 수 있다는 것이다.
- [0223] 전통적인 2D 비디오 벽은 이음매가 시청자의 경험에 어떻게 부정적인 영향을 미칠 수 있는지를 예증하고 있다. 개별 디스플레이 유닛들은 더 큰 벽 크기의 디스플레이가 되게 조립된다. 벽면 크기의 디스플레이에서의 디스플레이 유닛들 사이의 공간은 디스플레이에 선이나 이음매를 나타나게 하고, 이는 일정한 관찰 거리에서 쉽게 볼 수 있다.
- [0224] 도 18a는 LED 비디오 벽에서의 이음매 간극의 가시성을 부분적으로 완화하는 한 가지 기술을 도시한다. 이러한 장치에서, 디스플레이를 위한 소스 광을 생성하는 LED들(18002A)은 감소되고 흑색 인클로저(18004A) 내에 피포된다. LED들(18002A)을 둘러싸는 흑색 영역(18004A)은 인접한 디스플레이 유닛들(도 18a에 도시되지 않음) 사이의 공간에 의해 생성된 이음매보다 클 수 있다. 그 이음매들은 LED들(18002A) 사이의 흑색 영역(18004A) 안에 본질적으로 숨겨질 수 있음으로써, 심리스 디스플레이 표면의 외관이 생성될 수 있다.
- [0225] 도 18b는 이 기술을 더 예시한다. 도 18b는 제1 LED 패널(18002B) 및 제2 LED 패널(18004B)을 도시한다. 각 패널은 동일한 LED 패키지 폭(18008B)을 갖는 3개의 LED 패키지(18006B)를 포함한다. LED 패키지(18006B)는 다이오드(18010B) 및 흑색 영역(18012B)을 포함한다. LED 패키지(18006B)의 실제 LED 다이오드(18010B)의 폭은 도면 부호 18011B로 나타낸다. 그리고 LED 패널들(18002B, 18004B) 사이의 간극은 도면 부호 180014B로 나타낸다. 개별 조명 요소들(18010B) 사이에 충분한 평균 공간을 도입함으로써, 인접한 LED 패널들(18002B, 18004B) 사이에 눈에 띄는 간극을 일으키지 않음과 동시에 충분히 먼 거리에서 볼 때에는 적절한 해상도를 제공

하는 이음매가 도입될 수 있다.

- [0226] 도 18b에 도시된 접근법의 효과는 충분히 멀리서 볼 때에는 적절하지만, 이러한 비디오 벽의 제조는 상당히 노동 집약적이다. 오늘날 상업적으로 입수 가능한 최고 밀도 LED는 약 0.9 mm인데, 이는 실리콘 매체에서 달성 가능한 픽셀보다 크기 정도(order of magnitude)가 수배나 크다.
- [0227] 도 19는 실리콘 매체 프로세스를 사용하여 생성된 다양한 픽셀 패턴을 예시한다. 도시된 패턴들은 고밀도로 인해 심리스(seamless)일 수가 없다. 그러나 본 개시내용의 장치의 실시예들은 더 큰 표면 주위에 균등하게 퍼진 저해상도 마이크로 디스플레이(또는 기타 에너지 장치)를 활용할 수 있게 한다. 이러한 실시예들에서 각각의 개별 디스플레이는 하나 이상의 도파관과 함께 4D 기능부들의 독립적인 컬렉션(collection)으로서 구현될 수 있다. 이러한 구성체(construct)를 사용하면, 개별 에너지 장치들 각각을 둘러싸는 어두운 영역을 수용할 수 있으며, 저해상도 4D 기능부들의 밀집 어레이들("다이오드" 등가물)을 제작할 수 있다. 이는 인접한 패널들 사이의 이음매를 기존 비디오 벽에 비해 잘 보이지 않게 하는 동시에 맞춤형 에너지 릴레이 시스템이 없이도 필요한 해상도를 제공한다.
- [0228] 도 20은 복수의 에너지 위치로부터 제공된 에너지를 4D 기능부에 따라 지향시키기 위한 4D 에너지장 패키지 어셈블리(20000)의 일 실시예를 예시한다. 도 20에서, 전자 장치들(20002)은, 에너지원 시스템(20113), 하나 이상의 도파관(20006), 및 선택적으로 개구 확대 도파관(20008)을 각각이 포함하는 일련의 모듈형 4D 에너지장 패키지 지들(20014)을 작동시킬 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 에너지원 시스템(20113)은 하나 이상의 에너지 위치(20005)에 에너지를 제공하도록 구성된다. 각 에너지 위치(20005)로부터의 에너지는 도파관(20006)에서 받을 수 있고, 에너지 위치(20005)의 위치에 적어도 부분적으로 대응하는 각도로 투영될 수 있다. 각 에너지 전파 경로(20010)와 연관된 2개의 각도 좌표가 있고, 각 에너지장 패키지의 각 도파관(20006)은 2D 공간 좌표에 의해 식별될 수 있으며, 이들은 함께 4D 좌표 세트를 형성한다. 최종적 결과는 각각의 에너지장 패키지(20014)가 그 패키지 내의 각각의 도파관에 대한 4D 에너지장 좌표를 포함하는 것이다. 많은 에너지장 패키지(20014)가 본 개시내용에 따른 4D 에너지장 디스플레이를 형성하는 데 사용될 수 있다.
- [0229] 일 실시예에서, 4D 에너지장 패키지 어셈블리(20000)는 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 도파관의 한 측면(예를 들어, 제1 측면)에 배치된 확대 도파관을 포함한다. 다른 실시예에서, 4D 에너지장 패키지 어셈블리(20000)는 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 도파관의 반대측 측면(예를 들어, 제2 측면)에 배치된 확대 도파관을 포함한다.
- [0230] 일부 실시예에서, 에너지원 시스템(20113)은 에너지를 출력하도록 구성된 당업계에 공지된 임의의 에너지원일 수 있는 복수의 에너지원(20004)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 에너지 위치들(20005)은 도 20에 도시된 바와 같이 에너지원들(20004)과 동일한 위치에 위치된다. 다른 실시예들에서, 하나 이상의 에너지 위치(20005)가 에너지원(20004)의 표면에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 에너지원 시스템(20113)은 도 3에 도시된 것과 같은 릴레이 시스템을 추가로 포함할 수 있고, 이 릴레이 시스템은 에너지원(310)로부터의 에너지를 릴레이를 통해서 릴레이의 표면(350) 상의 복수의 에너지 위치로 안내한다. 이해하게 되는 바와 같이, 에너지원 시스템(20113)은 본 개시내용의 다른 곳에서 논의되고 당업계에 공지된 다른 유형의 릴레이 또는 릴레이 배열체(relay arrangement)를 포함할 수 있다. 달리 구체적으로 언급하지 않는 한, 에너지원 시스템(20113)의 모든 실시예는 본 개시내용의 3D 프린팅 시스템의 모든 실시예와 결합될 수 있다. 이해하게 되는 바와 같이, 각기 다른 실시예들이, 많은 것들 중에서도 특히 전자기 에너지, 기계적 에너지, 또는 음향 에너지를 포함하지만 이에 제한되지 않는, 상이한 유형의 에너지를 이용할 수 있다.
- [0231] 도 21은 4개의 인접한 패널(21006, 21008, 21010, 21012)을 갖는 4D 에너지장 패키지 어셈블리(21000)의 일 실시예를 예시한다. 패널(21006, 21008, 21010, 21012)은 적어도 하나의 경계부(21004)를 갖는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(21002)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 경계부(21004)는, 기계적 외피들(envelope) 사이의 분리를 증가시키고 인접한 패널들(21006, 21008, 21010, 21012) 사이의 이음매를 감소시키도록 구성된, 흑색 영역(21004)을 가질 수 있다. 도 21에서, 패키지 폭은 도면 부호 21014로 나타내고, 더 작은 4D 기능부 폭(21016)(본질적으로 "다이오드" 또는 에너지 도파관이지만, 홀로그램 해상도를 가짐)이 도시되어 있다. 점선(21018)은 패널들(21006, 21008, 21010, 21012) 사이의 이음매 간극(21018)을 효과적으로 과장하여 예시하는 것이다.
- [0232] 일부 실시예에서, 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리(21000)는 상이한 형상 및 크기로 형성된 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지들(21002)을 포함할 수 있다. 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(21002)는 일부가 본 출원의 다른 곳에서 논의되고 있는 상이한 환경 또는 응용 분야를 위한 4D 에너지장 패키지 어셈블리(21000)의

상이한 배열을 허용하도록 구성될 수 있다.

- [0233] 일부 실시예에서, 경계부(21004)는 공통 마운트(21001)에 부착된 때의 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(21002)의 적어도 하나의 에너지 도파관을 균등하게 분리시키도록 구성된다. 다른 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(21002)의 적어도 하나의 에너지 도파관 사이의 거리는 4D 에너지장에 있어서의 이음매를 방지할 수 있다. 또 다른 일부 실시예에서, 복수의 4D 에너지장 패키지(21002)는 모듈형 4D 에너지장 패키지(21000)의 그리드를 형성하기 위해 마운트(21001)에 부착될 수 있다.
- [0234] 도 22는 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 방출 컴포넌트(22000)의 일 실시예를 도시한다. 일 실시예에서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 에너지장을 생성하는 데 필요한 에너지 위치(22002)에 에너지를 제공하는 복수의 에너지원을 포함한다. 에너지원은 상이한 실시예들에서 상이한 유형의 에너지원을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지원은 LED일 수 있다. 다른 실시예에서, 에너지원은 OLED, AMOLED, TOLED, 또는 당업계에 공지된 기타 에너지원일 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 초과한 유형의 에너지원이 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지에 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 모듈형 4D 에너지장 패키지들을 포함할 수 있고, 이 경우에 그 패키지들의 각각 또는 일부는 상이한 유형의 에너지원 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자기 에너지를 생성하는 에너지원(22002)이 사용될 수 있다. 다른 경우에서, 기계적 에너지 또는 음향 에너지를 생성하는 에너지원이 사용될 수 있다. 또 다른 일부 실시예에서, 많은 것들 중에서 특히 전자기 에너지, 기계적 에너지, 또는 음향 에너지를 생성할 수 있는 에너지원들(22002)의 혼합체가 있을 수 있다. 달리 구체적으로 언급하지 않는 한, 본 개시내용의 에너지원의 상이한 실시예들은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 모든 상이한 실시예들과 조합될 수 있다.
- [0235] 일 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지는, 복수의 에너지 위치(22002)로부터의 에너지를, 에너지 도파관(22004)의 제1 측면(22006) 상의 복수의 에너지 위치(22002)를 통해 그리고 도파관 개구(22020)를 통해 연장되는 복수의 에너지 전파 경로를 따라, 에너지 도파관(22004)의 제1 측면(22006)으로부터 에너지 도파관(22004)의 제2 측면(22008)으로 지향시키는 에너지 도파관(22004)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 에너지 위치(22002A)는 도파관(22004)의 다른 측면(22008) 상의 전파 경로(22028)로 지향되는 에너지 광선(22010)을 생성한다. 전파 경로(22028)는 전체 개구(22020)에 걸쳐 에너지를 포함할 수 있고, 광선(22026A, 22026B)에 의해 표시된 1차원의 경계를 갖는다. 일 실시예에서, 전파 경로(22028)는 개구(22020)를 실질적으로 채울 수 있다. 도 22는 단지 하나의 에너지 전파 경로(22028)를 도시하고 있지만 본 개시내용의 실시예들은 많은 추가적인 전파 경로들이 추가적인 에너지 위치들로부터 도파관(22004)을 통해 연장되게 한다는 것을 알 수 있을 것이다. 즉, 복수의 에너지 위치(22002)로부터 연장되는 복수의 에너지 전파 경로(22028)가 있을 수 있다. 일 실시예에서, 하나의 전파 경로(22028)가 각각의 소스 위치(22002)로부터 연장될 수 있다. 일부 실시예에서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 수천 개의 에너지 위치(22002)와, 에너지 도파관들(22004)의 위치에 대한 에너지 위치들(22002)의 위치에 의해 적어도 부분적으로 결정될 수 있는 방향을 갖는 대응하는 수천 개의 전파 경로(22028)를 포함할 수 있다.
- [0236] 일부 실시예에서, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지는 상이한 유형의 도파관(22004)을 사용할 수 있다. 상이한 유형의 에너지를 투영하는 시스템에는 상이한 유형의 도파관(22004)이 필요할 수 있다. 예를 들어, 전자기 에너지장을 투영하는 실시예는 전자기 에너지를 지향시키도록 구성된 도파관들(22004), 예컨대 렌즈들을 사용할 수 있다. 유사하게, 기계적 에너지를 투영하는 실시예는 기계적 에너지를 지향시키도록 구성된 도파관들(22004)을 사용할 수 있다. 그리고 전자기 에너지와 기계적 에너지를 모두 투영하는 실시예는 기계적 에너지, 또는 전자기 에너지, 또는 이들 둘 다를 지향시키도록 구성된 도파관들(22004)을 포함할 수 있다. 도 9 내지 도 11 및 도 13 내지 도 16을 참조하여 논의된 도파관 구조체들을 이에 제한되지 않고 포함하며 많은 것들 중에서도 특히 렌즈 및 반사기 요소를 갖는 도파관들(22004)을 포함하는 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 실시예들에서, 본 개시내용의 다른 곳에서 설명된 도파관 구조체들 중 임의의 것이 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 상이한 도파관들(22004)이 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 모든 상이한 실시예들과 결합될 수 있다.
- [0237] 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 일 실시예에서, 도면 부호 22028과 같은 복수의 에너지 전파 경로는, 에너지 도파관(22004)의 제2 측면(22008)으로부터, 도파관(22004)에 대해 적어도 에너지 위치(22002A)에 의해 결정되는 고유한 방향으로 연장되는, 도면 부호 20002A와 같은 복수의 에너지 위치를 통해 연장될 수 있다.
- [0238] 다른 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장의 에너지 도파관(22004)은 개구(22020)를 포함하고, 여기서 각각의 에너지 전파 경로는 예컨대 도면 부호 22028이고, 광선(22026A, 22026B)으로 예시되는 1차원의 경계가 있고, 광선(22026A, 22026B)은 에너지 도파관(22004)의 개구(22020)를 실질적으로 채울 수 있다. 이것은 또한 도 7의 개구

(134)를 참조하여 설명될 수도 있다. 본원에서 도 7의 개구(134)를 유사하게 참조하여 논의된 바와 같이, 에너지는 전과 경로(22028)를 따라 광선들(22026A, 22026) 사이의 영역(22024)에서 전과될 수 있다.

- [0239] 위에서 도 7을 참조하여 논의된 바와 같이, 제1 에너지 전과 경로(120)를 따라 지향되는 에너지는 제2 에너지 도파관(128)을 통해 제2 에너지 전과 경로(126)를 따라 지향되는 에너지와 수렴할 수 있다. 제1 및 제2 에너지 전과 경로들은 어레이(112)의 제2 측면(114) 상의 위치(130)에서 수렴할 수 있다. 일 실시예에서, 제3 및 제4 에너지 전과 경로들(140, 141)은 또한 어레이(112)의 제1 측면(116) 상의 위치(132)에서 수렴할 수 있다. 일 실시예에서, 제5 및 제6 에너지 전과 경로들(142, 143)은 또한 어레이(112)의 제1 및 제2 측면들(116, 114) 사이의 위치(136)에서 수렴할 수 있다.
- [0240] 유사하게, 4D 에너지장 패키지의 실시예들의 도파관들로부터의 전과 경로들 상의 에너지는 수렴할 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 4D 에너지장 패키지의 제1 에너지 전과 경로를 따라 지향되는 에너지는 복수의 4D 에너지장 패키지의 제2 에너지 전과 경로를 따라 지향되는 에너지와 수렴할 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 및 제2 에너지 전과 경로들은 에너지 도파관들의 제2 측면 상의 위치에서 수렴한다. 그리고, 또 다른 일부 실시예에서, 제1 및 제2 에너지 전과 경로들은 에너지 도파관들의 제1 측면 상의 위치에서 수렴한다.
- [0241] 일 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(20014)의 복수의 에너지 전과 경로(20012) 중 적어도 하나의 에너지 전과 경로(20010)는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(20014)의 복수의 에너지 전과 경로(20012) 중 적어도 하나의 다른 에너지 전과 경로(20016)를 따라 지향되는 에너지와 수렴할 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 제1 에너지 전과 경로 및 적어도 하나의 다른 제1 에너지 전과 경로는 에너지 도파관들의 제1 측면 상의 위치에서 수렴할 수 있다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 제1 에너지 전과 경로 및 적어도 하나의 다른 제1 에너지 전과 경로는 에너지 도파관들의 제2 측면 상의 위치에서 수렴할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 적어도 하나의 제1 에너지 전과 경로 및 적어도 하나의 다른 제1 에너지 전과 경로는 에너지 도파관들의 제1 측면과 제2 측면 사이의 위치에서 수렴할 수 있다. 일부 다른 실시예에서, 4D 좌표 세트는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 제1 에너지 전과 경로를 고유하게 식별한다. 더욱이, 4D 좌표 세트는 또한 에너지 도파관들의 제2 측면 으로부터 연장되는 제2, 제3, 제4, 또는 임의의 수의 전과 경로를 고유하게 식별할 수 있다.
- [0242] 일부 실시예에서, 도 22에 도시된 것과 유사하게, 에너지 도파관(22004)이 둥글 수 있고, 개구(22020)가 둥글 수 있다. 다른 실시예에서, 에너지 도파관(22004)은 그 밖의 다른 형상 및 크기를 가질 수 있다. 한 예에서, 에너지 도파관(22004)은 직사각형일 수 있는 반면, 대응하는 개구(22020)는 다른 형상일 수 있다. 바꾸어 말하면, 에너지 도파관(22004) 및 대응하는 개구(20020)는 동일 또는 유사한 형상 및/또는 크기를 가질 필요가 없다. 일부 실시예에서, 전자기 에너지를 위한 에너지 도파관은 정사각형 절단 렌즈일 수 있고, 개구는 마찬가지로 정사각형 형상이거나, 또는 둥근 형상일 수 있다.
- [0243] 일 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 다수의 에너지장 도파관을 포함할 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 각 도파관의 위치는 4D 에너지장 좌표 세트의 2D 공간 좌표를 포함할 수 있다. 다수의 에너지 도파관을 포함하는 모듈형 4D 에너지장 패키지의 실시예들이 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 임의의 실시예와 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 2, 4, 8, 16, 또는 임의의 다른 개수의 에너지 도파관을 포함할 수 있다.
- [0244] 일 실시예에서, 에너지 전과 경로(22028)는 에너지 위치(22002A)와 에너지 도파관(22004) 상의 위치 사이 - 이는 방사상 대칭인 도파관(22004)의 중앙부일 수 있음 - 에 형성된 주광선(22028)에 의해 한정될 수 있다. 도 22에 도시된 바와 같이, 주광선(22028)은 전과 경로(22028)를 점유하므로 동일한 도면 부호로 지칭될 수 있다. 주광선(22028)은 주어진 에너지원 위치를 위한 도파관으로부터의 에너지의 전과 방향을 결정할 수 있고, 본 개시내용의 다른 곳에서 적어도 도 7를 참조하여 논의된다. 일 실시예에서, 주광선 에너지 전과 경로(22028)를 따라 지향되는 에너지는, 본 개시내용에서 도 7를 참조하되 이에 제한됨이 없이 참조하여 논의된 바와 같이, 제1 주광선(22028)에 실질적으로 평행한 방향으로 에너지 도파관(22004)을 통해 지향되는 하나 이상의 에너지 선(22026A, 22026B)을 포함할 수 있다. 도 21 내지 도 22는 본 개시내용의 실시예를 제한하지 않으며 예시의 목적으로 제공된다는 것을 이해할 것이다.
- [0245] 일 실시예에서, 4D 에너지장 패키지 어셈블리는 에너지 도파관을 포함할 수 있고, 이 에너지 도파관은, 위에서 논의되고 도 22에 도시된 것과 유사하게, 당해 에너지 도파관의 제1 측면에 위치한 제1 반사기, 및 당해 에너지 도파관의 제2 측면에 위치한 제2 반사기를 포함하고, 상기 제1 반사기는 이를 관통하여 형성된 하나 이상의 구경 조리개를 포함하고, 상기 제2 반사기는 이를 관통하여 형성된 하나 이상의 구경 조리개를 포함한다. 다른 실시예에서, 상기 어셈블리는 제1 및 제2 반사기의 하나 이상의 구경 조리개의 크기가 일정한 반사기 요소를 포함

할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 어셈블리는 제1 및 제2 반사기의 하나 이상의 구경 조리개의 크기가 다른 반사기 요소를 포함할 수 있다.

- [0246] 일 실시예에서, 상기 어셈블리는, 제1 반사기의 제1 포물면 및 제2 반사기의 제1 포물면이 각각의 에너지 전파 경로를 따라 에너지를 반사시키도록 구성되게 한, 하나 이상의 포물면들을 갖는 제1 및 제2 반사기를 갖춘 반사기 요소를 포함할 수 있으며, 여기서 포물선 특성들은 본원에서 위에 개시된 것들과 유사하다.
- [0247] 다른 실시예에서, 반사기 요소는 제2 반사기의 제1 포물면의 초점 길이와 같은 제1 반사기의 제1 포물면의 초점 길이를 포함하며, 여기서 초점 길이 특성들은 본원에서 위에 개시된 것들과 유사하다. 또 다른 실시예에서, 반사기 요소는 제2 반사기의 제1 포물면의 초점 길이와 다른 제1 반사기의 제1 포물면의 초점 길이를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 반사기 요소는 당해 반사기 요소의 제1 측면과 제2 측면 사이에 위치한 추가의 에너지 억제 요소를 포함한다. 작동 시, 에너지 억제 요소는 렌즈렛의 개구를 통해 연장되지 않는 복수의 에너지 전파 경로들의 일 부분을 따라 에너지가 전파되는 것을 제한하도록 위치될 수 있다. 일부 경우에서, 렌즈렛의 형상은 각각의 에너지 전파 경로의 고유한 방향을 추가로 변경시키도록 구성될 수 있다. 다른 경우에서, 렌즈렛을 통해 에너지 전파 경로를 따라 지향되는 에너지는 렌즈렛의 개구를 실질적으로 채울 수 있다.
- [0248] 도 23은 에너지 투영 표면(23006)이 형성되도록 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(23004)가 부착될 수 있는 장착 어셈블리(23002)를 갖는 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리(23000)의 일 실시예를 도시한다. 일 실시예에서, 장착 조립체(23002)는 다른 구조들 중에서도 특히 인쇄 회로 기판(PCB) 및 이와 관련된 기계적 구조를 포함할 수 있다. 다른 경우에서, 장착 어셈블리(23002)는 당업계에 공지된 그 밖의 다른 구조 또는 형태를 포함할 수 있다. 작동 시, 마운트(23002)는 다양한 실시예들에서 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(23004)의 상이한 배열을 수용하도록 구성될 수 있다. 도 23에 도시된 바와 같이, 장착 어셈블리(23002)는 정사각형 또는 직사각형 형상을 포함하지만, 마운팅 어셈블리(23002)는 불규칙하거나 변칙적인 형상을 포함한 다양한 형상 및 크기를 이에 제한되지 않고 포함할 수 있음을 이해할 것이다.
- [0249] 4D 에너지장 패키지 어셈블리(23000)의 일부 실시예에서, 도 23에 도시된 것과 같이, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 각각의 에너지 도파관(23008)을 둘러싸는 기계적 용기(23005)를 추가로 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 기계적 용기(23005)는 도파관(23008)의 개구(예를 들어, 도 22의 도면 부호 22020)를 통해 연장되지 않는 전파 경로를 제한할 수 있다. 또 다른 일부 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지(23004)의, 도 20의 도면 부호 20113을 참조하여 설명한 바와 같은, 에너지원 시스템을 둘러싸는 기계적 용기(23005)도 있을 수 있다. 모듈형 4D 에너지장 패키지가 복수의 도파관을 포함하는 경우, 기계적 용기는 각 도파관, 복수의 도파관, 또는 도파관의 선택적 유닛을 둘러쌀 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0250] 일 실시예에서, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 각 모듈형 4D 에너지장 패키지(23004)의 에너지 도파관(23008)의 위치는 2차원(2D) 공간 좌표를 포함할 수 있으며, 여기서 전파 경로들 각각의 고유한 방향은 에너지 도파관(23004)의 전파 경로(22028)에 대해 적어도, 도면 부호 22002A와 같은, 에너지 위치에 의해 결정될 수 있다. 에너지 전파 경로(22028)는 2차원(2D) 각도 좌표를 더 포함할 수 있고, 이에 따라 2차원(2D) 공간 좌표와 2차원(2D) 각도 좌표가 4차원(4D) 좌표 세트를 형성한다. 4차원(4D) 좌표 세트 및 이들의 적용은 본 개시내용의 다른 곳에서 적어도 도 6을 참조하되 이에 제한됨이 없이 참조하여 설명되었다.
- [0251] 일부 실시예에서, 2차원(2D) 공간 좌표는 도 23에 도시된 바와 같이 X 좌표 및 Y 좌표를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 도면 부호 22028과 같은 복수의 에너지 전파 경로의 4D 에너지장 패키지 어셈블리는, 위에서 논의된 것과 유사하게, 에너지 도파관(22004)의 제2 측면(22008)으로부터, 도파관(22004)에 대해 적어도 에너지 위치(22002A)에 의해 결정되는 고유한 방향으로 연장되는, 도면 부호 22002A와 같은 복수의 에너지 위치를 통해 연장될 수 있다.
- [0252] 일부 실시예에서, 에너지 투영 표면(23006)은 상이한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 도 23에 도시된 것과 같이, 에너지 투영 표면(23006)은 평면 표면을 포함할 수 있다. 또 다른 일부 실시예에서, 도 24에 도시된 것과 같이, 에너지 투영 표면은 만곡형 표면(24006)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 장착 어셈블리(24002)는 에너지 투영 표면(24006)이, 다른 형상들 및 크기들 및/또는 곡률들 중에서도 특히, 편평하거나 만곡될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0253] 도 25a 내지 도 25c는 마운트들 및 면들의 상이한 배열을 예시한다. 도 23, 도 24, 및 도 25a 내지 도 25c는 단지 예시의 목적으로 제공되는 것이고 본 개시내용의 실시예들을 제한하지 않는다는 것이 이해될 것이다. 장착 어셈블리 및 투영 표면은 상이한 실시예들에서 임의의 다양한 형상 및 크기를 취할 수 있다. 그리고, 이해할 수

있는 바와 같이, 달리 구체적으로 표시되지 않는 한, 장착 어셈블리(23002, 24002) 및 투영 표면(23006, 24006)의 모든 상이한 실시예들은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 조립체의 다른 실시예들과 결합될 수 있다.

[0254] 일부 실시예에서, 복수의 4D 에너지장 패키지는 마운트 상에 나란히 배치될 수 있거나, 또는 다수의 마운트 상에, 육각형 패킹 배열, 직사각형 패킹 배열, 또는 불규칙 패킹 배열로 이루어진 그룹으로부터 선택된 배열로, 배치될 수 있다. 상기 패키지들은 임의의 다각형 패킹 배열로 장착될 수 있음이 이해될 것이다.

[0255] 도 26은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 에너지 투영 표면(26000)의 일 실시예의 정면도이며, 여기서 에너지장 패키지 당 단지 하나의 도파관만 존재한다. 다른 실시예에서, 이 어셈블리의 각각의 4D 에너지장 패키지는 추가적인 도파관들을 포함할 수 있다. 에너지 전파 경로(26002)는 모듈형 4D 에너지장 패키지(26006)의 도파관(26005)으로부터 고유한 방향(26004)으로 연장될 수 있으며, 상기 고유한 방향은, 적어도, 모듈형 4D 에너지장 패키지(26006)의 대응하는 에너지 위치(26008)에 의해 결정될 수 있다. 제1 모듈형 4D 에너지장 패키지(26006)는 도파관(26005)의 위치(x, y)를 정의하는 공간 좌표(26010)와, 제1 에너지 전파 경로(26002)의 방향(u, v)을 정의하는 각도 좌표(26012)에 의해 정의된 바와 같은, 제1 에너지 위치(26008)에 의해서 적어도 결정될 수 있는 고유한 방향(26004)에 의해 정의될 수 있다. 공간 좌표(26010) 및 각도 좌표(26012)는 제1 에너지 전파 경로(26002)의 고유한 방향을 정의하는 4차원(x, y, u, v) 플렌옵틱 좌표 세트(26014)를 형성할 수 있다. 경계부(26018)에 의해 분리된 추가적인 모듈형 4D 패키지들(26016)은 다른 공간 좌표에 의해 정의될 수 있다. 다른 실시예에서, 4D 에너지장 패키지 어셈블리는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 각 패키지를 가질 수 있으며, 상기 각 패키지는 그 패키지에 포함된 각 도파관을 위한 4D 좌표 세트의 하나 이상의 공간 좌표에 의해 정의된다.

[0256] 도 27은 함께 배치된 4개의 모듈형 4D 에너지장 패키지(27001)의 어셈블리(27000)를 도시하는 것이며, 여기서 각 모듈은 도 22에 도시된 22004와 유사한 도파관을 포함한다. 이 실시예는 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 각 모듈형 4D 에너지장 패키지(27001)의 각 에너지 도파관(27002)을 둘러싸는 경계부(27004)를 포함한다. 경계부(27004)는 이음매들을 감소시키기 위한 흑색 영역을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 4D 에너지장 패키지(27001)의 경계부(27004)는, 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지가 어셈블리(27000)에 함께 배치되었을 때의 그 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 모듈형 4D 에너지장 패키지들(27001)의 도파관들(27002)을 소정의 거리(27006)만큼 분리시킬 수 있다. 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 모듈형 4D 에너지장 패키지들(27000)의 도파관들(27002) 사이의 거리(27006)는 투영된 4D 에너지장에 있어서의 이음매를 방지할 수 있다. 일 실시예에서, 거리(27006)는 대형 투영 표면을 형성하기 위해 조립될 수 있는 4D 에너지장 패키지들의 패들들(도시되지 않음) 사이의 간극보다 더 넓을 수 있다. 도 27은 예시를 위해 제공된 것이고, 본 개시내용의 실시예들을 제한하지 않는다. 그리고, 달리 명시적으로 언급하지 않는 한, 도 27을 참조하여 논의된 모듈형 4D 에너지장 패키지의 실시예들은 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 모든 다른 실시예들과 결합될 수 있다.

[0257] 일부 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 모듈형 4D 에너지장 패키지의 각 도파관을 분리하는 경계부를 갖는 다수의 도파관을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지의 외부 가장자리의 경계부의 폭은 모듈형 4D 에너지장 패키지의 개별 도파관들 사이의 경계부의 폭보다 더 넓을 수 있다. 다수의 도파관을 갖는 실시예는 또한 각 도파관 사이에 에너지 억제 구조체를 포함할 수 있다. 본 개시내용의 임의의 에너지 억제 구조체는 도 9a 내지 도 9h를 참조하여 논의된 것을 그에 제한되지 않고 포함할 수 있을 뿐만 아니라, 당 업계에 공지된 그 밖의 다른 에너지 억제 구조체도 포함할 수 있다.

[0258] 일부 실시예에서, 에너지 억제 구조체는 에너지 전파 경로를 감쇠 또는 수정하기 위한 구조체를 포함할 수 있으며, 이 구조체는 (a) 에너지 차단 구조체; (b) 각 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 도파관의 개구의 충전 계수를 변경하기 위해 각 모듈형 4D 에너지장 패키지의 도파관의 적어도 하나의 에너지 전파 경로를 변경시키도록 구성된 요소; 또는 (c) 각 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 위치에 근접한 에너지의 각도 범위를 제한하도록 구성된 구조체로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 작동 시, 에너지 억제 구조체는, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 위치들에 인접하게 그리고 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 도파관 쪽으로 대체로 향하게 해서 위치될 수 있다. 대안적으로, 에너지 억제 구조체는, 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 도파관들에 인접하게 그리고 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 위치들 쪽으로 대체로 향하게 해서 위치될 수 있다. 작동 시, 에너지 억제 구조체는, 에너지 전파 경로를 감쇠 또는 수정하기 위해 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 위치들에 인접하게 그리고 각각의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 에너지 도파관 쪽으로 대체로 향하게 해서 위치된 에너지 차단 구조체일 수 있다.

[0259] 도 28은 투영되는 홀로그램 나무(28002)의 표면을 결정하는 점들이 형성되도록 수렴하는 광선을 투영하는 본 개

시내용의 4D 에너지장 어셈블리(28000)의 일 실시예를 도시한다. 4D 에너지장 어셈블리(28000)는 도시된 바와 같이 대응하는 전과 경로들이 형성되도록 복수의 4D 에너지장 패키지(28008) 내의 복수의 에너지 위치를 지향시키기 위한 제어 시스템(28004)을 포함할 수 있다. 작동 시, 제어 시스템(28004)은 4D 에너지장(28002)을 에너지 투영 표면(28006)으로부터 투영하기 위해서 복수의 전과 경로(28009)를 따라 에너지를 지향시키기 위해 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(28008)를 작동하도록 구성된 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지(28008)와 통신할 수 있다. 일부 실시예에서, 에너지 투영 표면(28010)은 심리스 에너지 투영 표면을 포함할 수 있다.

[0260] 이해되는 바와 같이, 이 실시예의 개시내용은 투영 광 필드로 제한되지 않는다. 다른 실시예들은 다른 형태의 에너지를 투영시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 공간 좌표는 단일 모듈형 4D 에너지장 패키지가 아니라 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지의 모듈형 4D 에너지장 패키지들의 서브세트를 정의할 수 있다.

[0261] 4D 에너지장 패키지 어셈블리(29000A)의 일부 실시예는, 도 29a 및 도 29b에 도시된 것과 같이, 복수의 마운트(29002A)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 마운트(29002A)는 확장된 에너지 투영 표면(29000B)을 형성하도록 배열될 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 장착 어셈블리는 별도의 투영 표면들이 형성되도록 각기 다른 위치들로 분리될 수 있다. 바꾸어 말하면, 4D 에너지장 패키지 어셈블리는 제2 에너지 투영 표면이 형성되도록 복수의 모듈형 4D 에너지장 패키지가 부착되는 제2 마운트를 포함할 수 있다. 2개의 마운트는 당업계에 공지된 임의의 수단을 통해 서로 통신하여 에너지장을 협동하여 투영시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 에너지원은 투영 표면(들)의 모듈형 4D 패키지 어셈블리의 에너지 위치들에 에너지를 공급할 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 마운트의 에너지원에 에너지를 제공하기 위한 복수의 에너지원이 있을 수 있다.

[0262] 모듈형 4D 에너지장 패키지는 많은 이점을 제공한다. 본 개시내용의 다른 곳에서 논의된 바와 같이, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 투영된 에너지장에 이음매들이 나타나는 것을 감소시키거나 제거하는 데 도움이 될 수 있다. 또한, 다양한 형상과 크기로 배열할 수 있는 만능 디스플레이를 만들어낼 수 있게 하는 모듈형 4D 에너지장 패키지를 갖추는 데에도 도움이 될 수 있다. 모듈형 부품을 에너지 투영 표면에 추가하거나 그 에너지 투영 표면으로부터 제거할 수 있는데, 이는 수리 비용을 줄일 수 있게 하며 빠르고 쉽게 수리할 수 있게 한다. 전체 표면을 교체하는 대신에 손상되거나 결함이 있는 모듈 유닛만 교체하면 된다.

[0263] 일부 실시예에서, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 칩(예를 들어, 반도체 칩, 또는 기타 적절한 반도체 칩)에 통합될 수 있다. 이는 당업계에 공지된 임의의 수단에 의해 인쇄 회로 기판(PCB)에 부착함으로써 수행될 수 있다. 이는 또한, 이음매들을 감소시키면서 해상도를 유지하기 위해 에너지원들이 더 밀집되게 패키징된 더 작은 모듈형 4D 에너지장 패키지를 만들어낼 수 있게 한다.

[0264] 위에서 언급한 바와 같이, 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 에너지 도파관은, 도 9 내지 도 11 및 도 13 내지 도 16을 참조하여 도시된 도파관을 이에 제한됨이 없이 포함해서 본 개시내용 전반에 걸쳐 언급된 도파관 중 임의의 도파관과, 많은 것들 중에서도 특히 렌즈, 렌즈릿, 또는 반사기 요소를 포함할 수 있다. 본 개시내용의 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 상이한 실시예들은, 본 개시내용의 모든 상이한 도파관 실시예들의 상이한 에너지 억제 요소들 및 당업계에 공지된 상이한 에너지 억제 요소들; 본 개시내용의 모든 상이한 도파관 실시예들의 배플의 상이한 실시예들 및 당업계에 공지된 배플의 상이한 실시예들; 그리고 본 개시내용의 모든 상이한 도파관 요소들의 개구의 상이한 실시예들 또는 당업계에 공지된 개구의 상이한 실시예들을 포함한다. 이들 실시예는 구체적으로 달리 표시되지 않는 한 4D 에너지장 패키지 어셈블리의 각각의 실시예 및 모든 실시예들과 결합될 수 있다.

[0265] 도 30은, 본 개시내용의 다른 곳에서 설명된 바와 같이 복수의 도파관(30004) 및 복수의 에너지 위치(30002A)를 가지며, 각각의 도파관(30004)은 고유한 2D 공간 좌표를 갖는, 본 개시내용의 모듈형 4D 에너지장 패키지(30100)의 실시예를 도시하고 있다. 유사하게, 각각의 전과 경로(30028A, 30028B)는 대응하는 에너지 위치(30002A, 30002B) 각각에 의해 적어도 결정되는 고유한 방향으로 도파관으로부터 연장된다. 전과 경로(30028A, 30028B)는 도파관의 개구(30020)를 실질적으로 채울 수 있다. 일 실시예에서, 도파관(30004)은 본 개시내용의 다른 곳에서 설명된 바와 같이 이음매를 감소시킬 수 있는 경계부(30014)에 의해 분리될 수 있다. 일부 경우에서, 경계부(30014)는 또한 도파관(30020)의 개구를 정의하는 데에도 기여할 수 있다. 4D 에너지장 패키지는, 도 9a 내지 도 9h를 참조하여 설명한 것을 그에 제한됨이 없이 포함하고 다른 많은 것들 중에서도 특히 배플 구조체를 포함한, 본 개시내용 전반에 걸쳐 설명된 그 어떤 형태의 것도 취할 수 있는, 에너지 억제 요소(30030)를 포함할 수 있다.

[0266] 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(30030)는 개구(30020)를 통해 연장되지 않는 에너지 또는 도파관과 연관되지 않은 에너지원 위치(30002)로부터의 에너지를 억제하거나 감소시킬 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소

(30030)는 그 자신의 개구를 통해 연장되지 않는 전파 경로를 따라 에너지가 전파되는 것을 제한할 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 억제 요소(30030)는 본원에 개시된 것과 유사한 에너지 도파관의 에너지원 측에 위치될 수 있다.

[0267] 일부 실시예에서, 복수의 에너지 억제 요소(30030)가 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 도 23의 도면 부호 23005를 참조하여 위에서 설명된 것과 유사한 기계적 케이싱(30001)이 있을 수 있다. 패키지(30100)는 에너지 위치(30002)에 에너지를 전달하도록 구성된 복수의 에너지원을 갖는 에너지원 시스템(30113)을 포함할 수 있다. 에너지원 시스템(30113)은 도 20을 참조하여 설명된 에너지원 시스템을 이에 제한됨이 없이 포함하는, 본 개시내용의 전반에 걸쳐 설명된 것과 유사할 수 있다. 일부 경우에서, 에너지원 시스템은 다른 많은 구조체들 중에서도 특히 릴레이를 추가로 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 에너지 위치들(30002)은 발광 디스플레이와 연관된 픽셀들일 수 있다. 도시된 바와 같이, 모듈형 4D 에너지장 패키지는 정사각형 절단 도파관들(30004)을 구비할 수 있지만, 이는 본 개시내용의 실시예를 제한하지 않으며, 당업계에 공지된 임의의 유형의 도파관이 사용될 수 있다. 모듈형 4D 에너지장 패키지(30100)는 또한 패키지가 모듈형 4D 에너지장 패키지(30100)의 어셈블리에 통합될 수 있게 하는 전기 접점(300040)을 포함할 수 있다. 이해될 수 있는 바와 같이, 본 개시내용의 모듈형 4D 에너지장 패키지(30100)의 모든 실시예들은 본원에 개시된 모든 다른 실시예들과 결합될 수 있다.

[0268] 도 31a 내지 도 31b는 모듈형 4D 에너지장 패키지들의 어셈블리가 되게 결합된 다수의 도파관들을 갖는 모듈형 4D 에너지장 패키지들을 도시한다. 도 31a는 경계부(31102A)에 의해 분리된 6개의 도파관(31001A)을 갖는 모듈형 4D 에너지장 패키지(31100A)를 도시한다. 경계부(31102A)는 도파관(31001A)을 분리하도록 구성된 흑색 영역을 포함할 수 있고, 다수의 모듈들을 더 큰 어셈블리에 함께 배치될 수 있게 하며, 그 결과 인접한 모듈들의 도파관들 사이에, 그에 따라 전체 어셈블리의 도파관들 사이에, 일정한 간격을 두게 되어, 이음매 아티팩트를 방지할 수 있다. 모듈의 가장자리에서의 경계부(31102A)의 폭은 모듈(31100A)의 내부에서의 경계부(31102A)의 폭의 절반에 가까울 수 있다는 것을 주지해야 한다. 이는 2개의 모듈(31100A)을 서로 옆에 배치할 수 있게 하며, 결합된 모듈들의 모든 도파관들(31001A)이 도 18b에서 모듈들(18002B 및 18004B) 사이에 도시된 간격과 유사한 일정한 간격을 가질 수 있게 한다.

[0269] 도 31b는 4D 모듈형 에너지장 패키지들(31100B)의 어셈블리에 있어서의 4개의 모듈형 4D 에너지장 패키지(31100A)를 도시한다. 일 실시예에서, 도파관들(31001A)이 서로 이격되고 경계부(31100C)가 각각의 개별 모듈(31100A)에 구성되는 방식으로 인해, 이 어셈블리(31100B)는 각 차원에서 균일한 도파관들(31001A)의 간격을 포함한다. 이해되는 바와 같이, 모듈형 4D 에너지장 패키지(31100A)마다의 도파관(31001A)의 개수는 실시예마다 다를 수 있다. 이해되는 바와 같이, 어셈블리(31100B)를 형성하기 위해 결합된 에너지장 패키지들(31100A)의 개수도 또한 실시예마다 다를 수 있다. 또한, 다수의 도파관(31001A)을 포함하는 4D 모듈형 에너지장 패키지들(31100A)의 어셈블리의 실시예들은 도 23, 도 24, 및 도 25a 내지 도 25c에 도시된 것들을 그에 제한됨이 없이 포함하는 본 개시내용 전반에 걸쳐 도시된 임의의 표면 또는 배열체를 형성할 수 있다.

[0270] 본원에 개시된 원리들에 따른 다양한 실시예들이 위에서 설명되었지만, 이들은 단지 예로서 제시되었고 제한적인 것이 아니라는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 본 발명(들)의 폭 및 범위는 전술한 예시적인 실시예들 중 임의의 것에 의해 제한되어서는 안 되며, 오직 본 개시내용으로부터 유래되는 청구범위 및 그의 등가물들에 따라 정의되어야 한다. 또한, 전술한 장점들 및 특징들은 설명된 실시예들에서 제공되지만, 그와 같은 청구범위의 적용을 상기의 장점들의 일부 또는 전부를 달성하는 공정들 및 구조들로 제한해서는 안 된다.

[0271] 본 개시내용의 주요 특징은 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않고 다양한 실시예에서 채용될 수 있음이 이해될 것이다. 당업자는 일상적인 실험만을 사용하여도 본원에 기재된 특정 절차들에 대한 다수의 등가물들을 인식하거나 또는 확인할 수 있을 것이다. 그러한 등가물들은 본 개시내용의 범위 내에 있는 것으로 간주되며 청구범위에 포함된다.

[0272] 또한, 본원에서의 섹션 표제들은 37 CFR 1.77에 따른 제안사항과의 일관성을 위해 제공되거나, 또는 그렇지 않으면 구조적 단서를 제공하기 위해 제공된 것이다. 이 표제들은 본 개시내용으로부터 유래될 수 있는 임의의 청구항들에 기재된 발명(들)을 제한하거나 특징짓지 않는 것이다. 구체적으로, 그리고 예로서, 이러한 청구항들은, 표제들이 "발명의 분야"를 지칭하고는 있지만 소위 기술 분야를 설명하려는 그 표제 하에서의 언어에 의해 제한되어서는 안 된다. 또한, "발명의 배경" 부분에서의 기술에 대한 설명은 그 기술이 본 개시내용에서의 임의의 발명(들)에 대한 선행 기술이라는 것을 인정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. "발명의 내용" 부분은 공표된 청구범위에 기재된 발명(들)의 특징짓기로 간주되어서는 안 된다. 게다가, 본 개시내용에서 "발명"이라고 하는 언급은 그 어떠한 것도 본 개시내용에 오직 신규성이라는 한 가지 점만 존재한다고 논쟁하는 데

사용되어서는 안 된다. 다수의 발명들은 본 개시내용으로부터 유래되는 다수의 청구항들의 한정에 따라 정해질 수 있으며, 따라서 그러한 청구항들은 그에 의해 보호되는 발명(들) 및 이의 등가물들을 정의한다. 모든 경우에서, 그러한 청구항들의 범위는 본 개시내용에 비추어 그 자체의 장점들에 대해 고려되어야 하지만 본원에 기재된 표제들에 의해 제약되어서는 안 된다.

[0273] "하나" 또는 "하나의"라는 용어의 사용은, 청구범위 및/또는 명세서에서 "포함하는"이라는 용어와 함께 사용되는 경우, "하나"를 의미할 수도 있지만, "하나 이상", "적어도 하나", 그리고 "하나 또는 하나 초과"의 의미와 일치하는 것이기도 하다. 본 개시내용은 단지 대안들과 "및/또는"만을 지칭하는 정의를 지지하기는 하지만, 청구범위에서 "또는"이라는 용어의 사용은, 명시적으로 대안들만을 지칭하는 것으로 나타내거나 대안들이 상호 배타적인 경우를 제외하고는, "및/또는"을 의미하는 것으로 사용된다. 본 출원의 전반에 걸쳐, 용어 "약"은 값이 장치에 대한 오차의 고유한 변화를 포함하는 것을 나타내는 데 사용되며, 그 값, 또는 연구 주제들 사이에 존재하는 변동을 결정하기 위한 방법이 채용된다. 전술한 논의에 종속되지만 일반적으로, "약"과 같은 근사의 단어에 의해 수식된 본원에서의 수치는 언급된 값으로부터 적어도 ±1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 또는 15%만큼 변경될 수 있다.

[0274] 본 명세서 및 청구항(들)에서 사용된 바와 같이, "포함하는"(및 임의의 형태의 포함하는, 이를테면 "포함하고" 및 "포함한다"), "갖는"(및 임의의 형태의 갖는, 이를테면 "갖다" "가진다"), "포함되는"(및 임의의 형태의 포함되는, 이를테면 "포함되고" 및 "포함된다"), 또는 "함유하는"(및 임의의 형태의 함유하는, 이를테면 "함유하고" 및 "함유한다")은 포괄적이거나 확장 가능(open-ended)하며, 부가적인 언급되지 않은 요소들이나 방법 단계들을 배제하지 않는다.

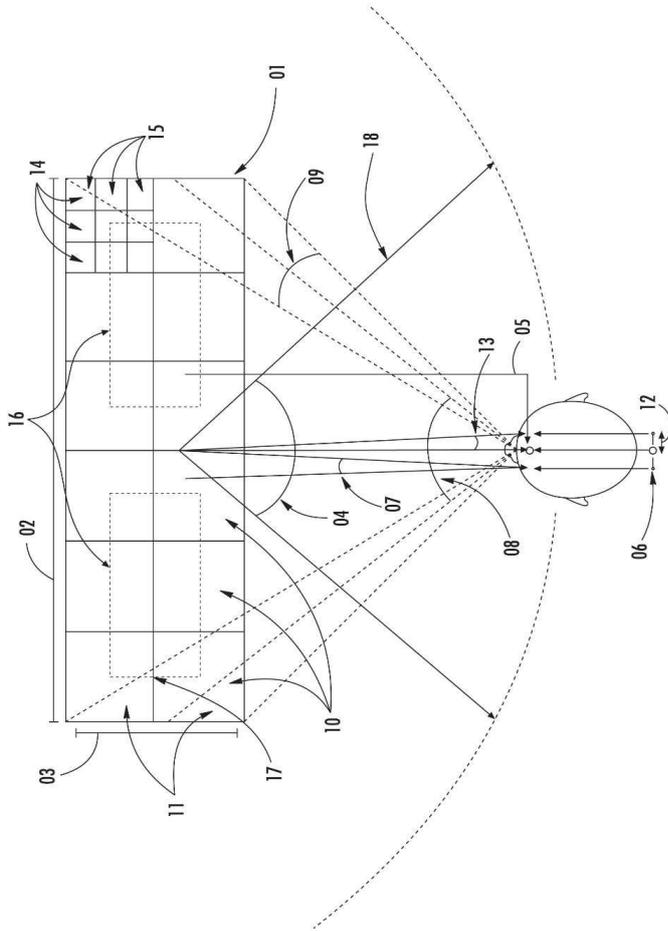
[0275] "~하는 때에", "등가의", "~하는 동안", "완료" 등과 같은 비교, 측정, 및 타이밍의 단어들은 "실질적으로 ~하는 때에", "실질적으로 등가의", "실질적으로 ~하는 동안", "실질적으로 완료" 등을 의미하며, 여기서, "실질적으로"는 이러한 비교, 측정, 및 타이밍이 묵시적으로 또는 명시적으로 언급된 원하는 결과를 달성하기 위해 실행 가능하다는 것을 의미한다. "근처", "근접" 및 "인접"과 같은 요소들의 상대적 위치와 관련된 단어들은 각각의 시스템 요소 상호 작용에 물리적인 영향을 미치기에 충분히 가깝다는 것을 의미하는 것이다. 이와 유사하게, 그 밖에도 근사라는 단어는, 그렇게 수식될 때 반드시 절대적이거나 완전하지 않은 것으로 이해되는 조건이기는 하지만 당업자가 그러한 조건이 존재한다고 나타내는 것을 보증할 수 있도록 하기에 충분히 가깝다고 생각되는 조건을 지칭한다. 설명이 변경될 수 있는 정도는 변경이 얼마나 크게 도입될 수 있는지에 달려 있으며, 여전히 당업자로 하여금 수정된 특징을 수정되지 않은 특징의 원하는 특성들 및 능력들을 여전히 가지는 것으로 인식하게 하는 것이다.

[0276] 본원에 사용된 바와 같은 "또는 그의 조합"이라는 용어는 이 용어 앞에 기재된 나열된 항목들의 모든 순열 및 조합을 지칭한다. 예를 들어, "A, B, C, 또는 이들의 조합"은 A, B, C, AB, AC, BC, 또는 ABC 중 적어도 하나를 포함하도록 의도된 것이며, 특정 문맥에서 순서가 중요하다면 BA, CA, CB, CBA, BCA, ACB, BAC, 또는 CAB도 포함하는 것으로 의도된 것이다. 이 예를 계속 설명하면, BB, AAA, AB, BBC, AAABCCCC, CBBAAA, CABABB 등과 같이 하나 이상의 항목 또는 용어를 반복하여 포함하는 조합이 명시적으로 포함된다. 당업자는 통상적으로 문맥으로부터 명백하지 않는 한 임의의 조합의 항목들 또는 용어들의 수에 제한이 없다는 것을 이해할 것이다.

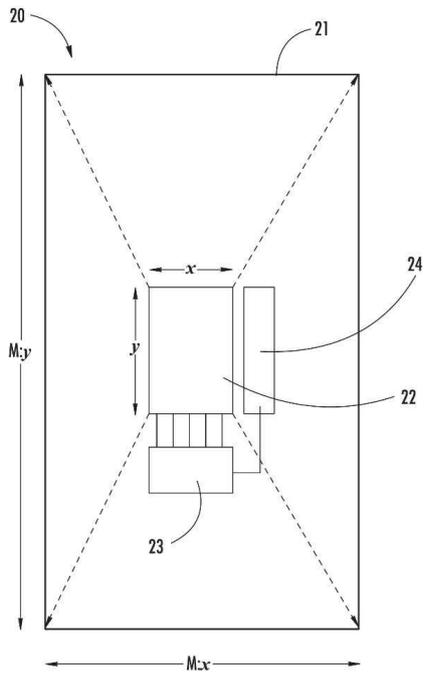
[0277] 본원에 개시되고 청구된 모든 구성들 및/또는 방법들은 본 개시내용에 비추어 과도한 실험 없이 제조되고 실행될 수 있다. 본 개시내용의 구성들 및 방법들은 바람직한 실시예들의 관점에서 기재되었지만, 본 개시내용의 개념, 사상, 및 범위를 벗어나지 않는 한, 그 구성들 및/또는 방법들에, 그리고 본원에 기재된 방법의 단계들에 또는 단계들의 시퀀스에, 변형예들이 적용될 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다. 당업자에게 명백한 이러한 모든 유사한 대체예들 및 변형예들은 첨부된 청구범위에 의해 정의된 바와 같은 본 개시내용의 사상, 범위, 및 개념 내에 있는 것으로 간주된다.

도면

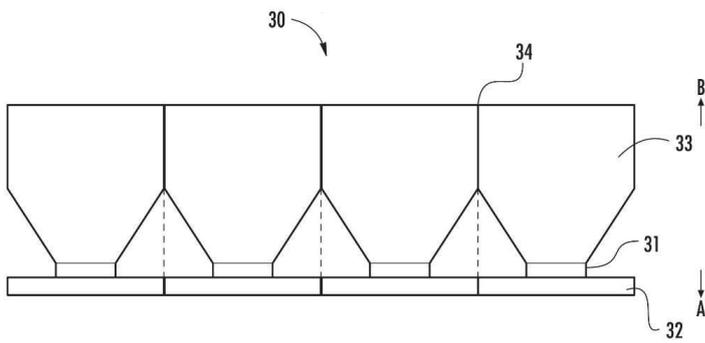
도면1



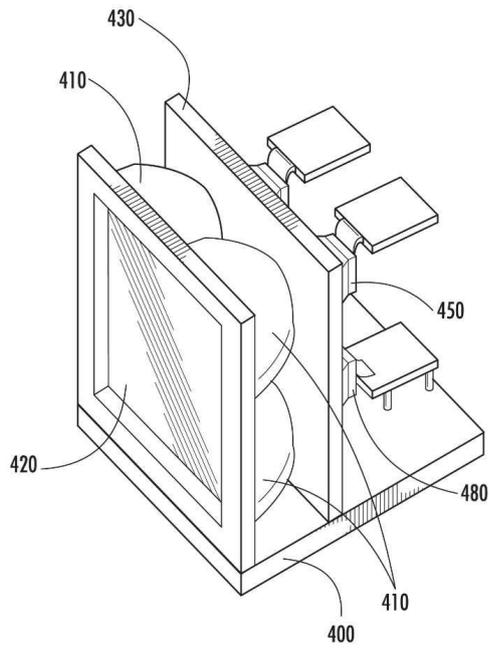
도면2



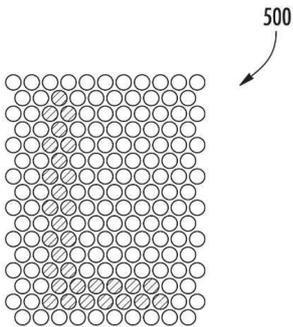
도면3



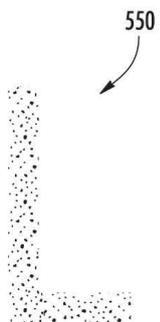
도면4



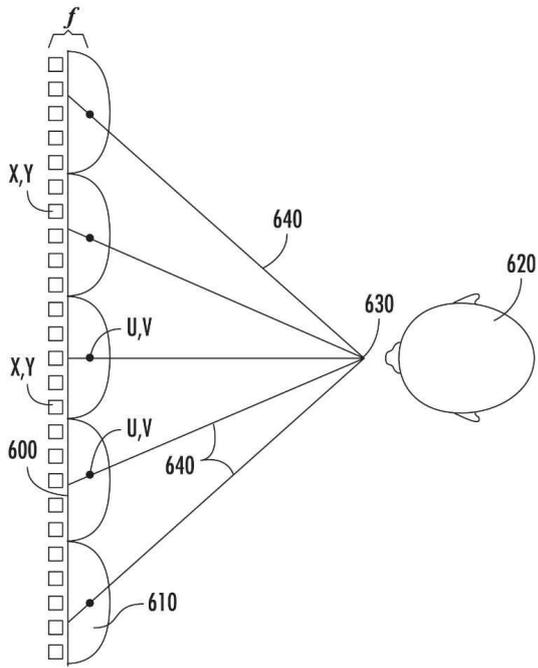
도면5a



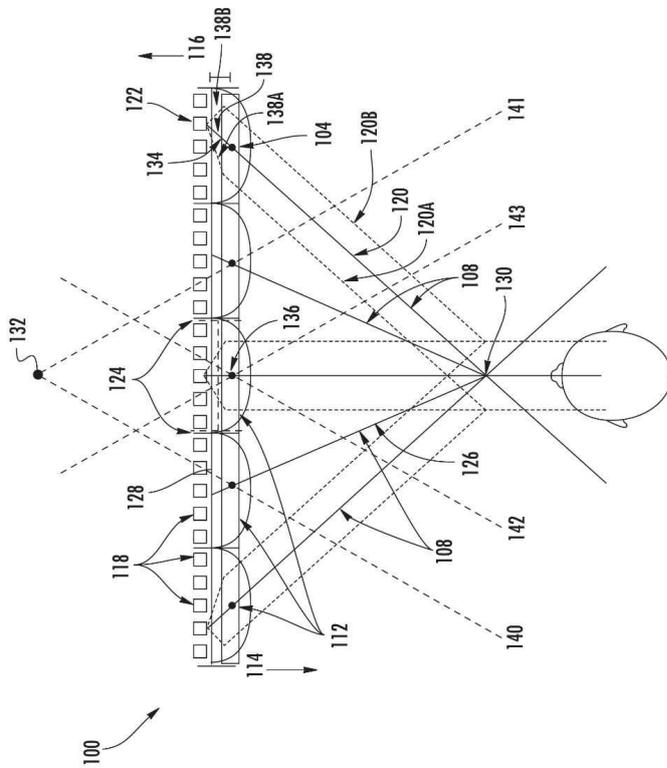
도면5b



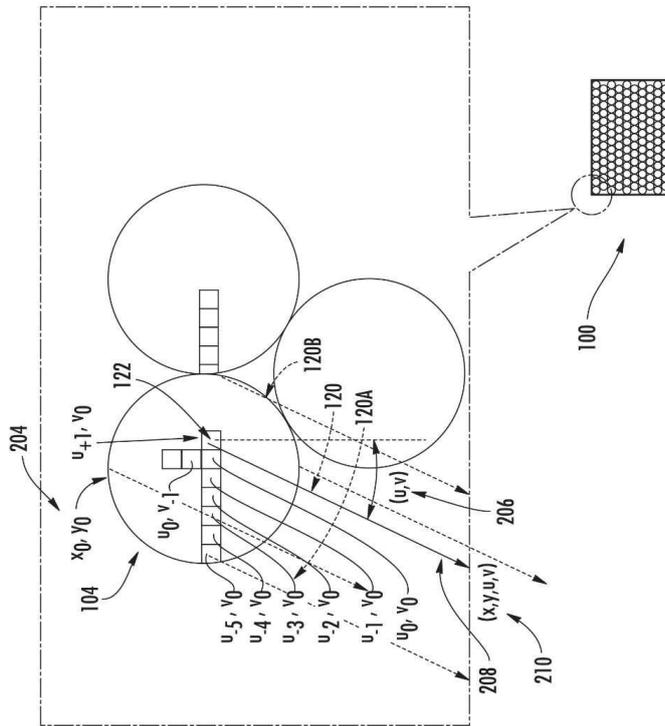
도면6



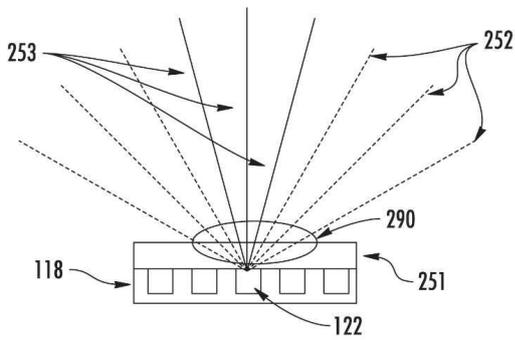
도면7



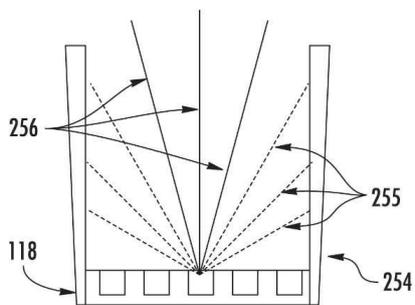
도면8



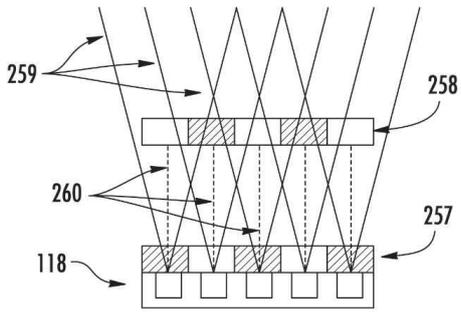
도면9a



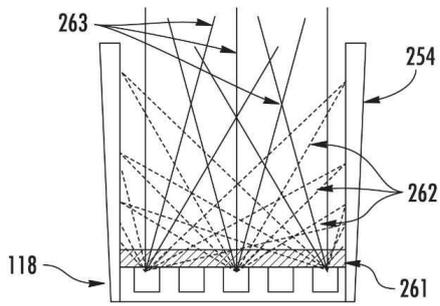
도면9b



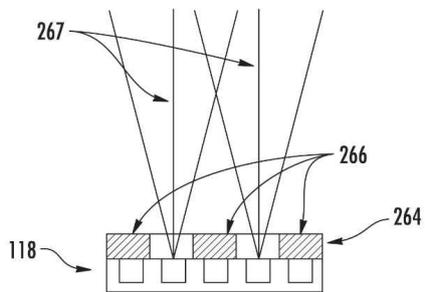
도면9c



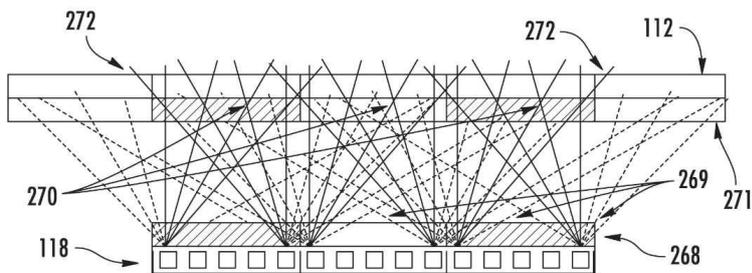
도면9d



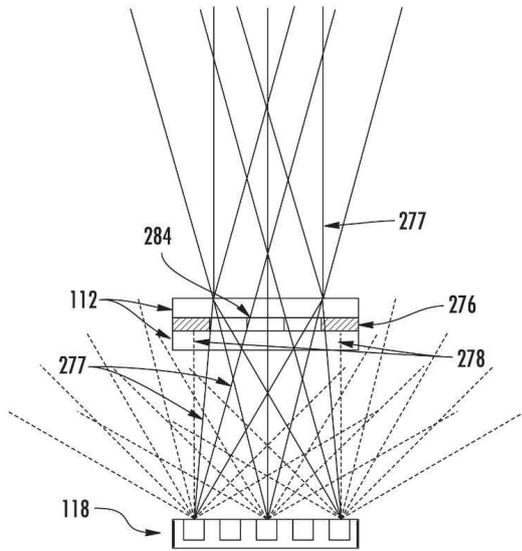
도면9e



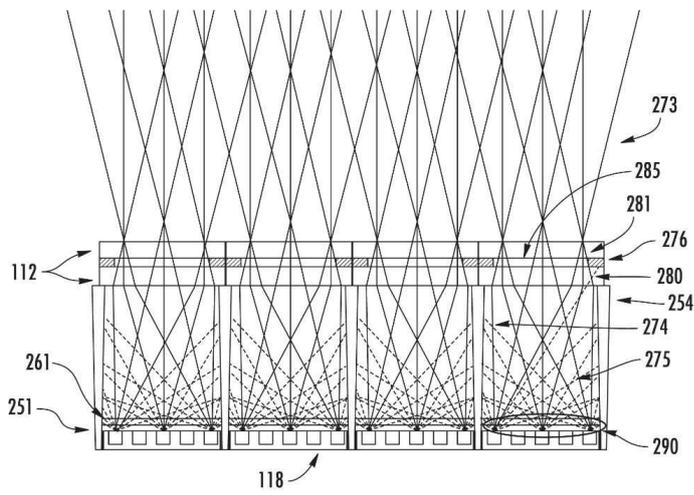
도면9f



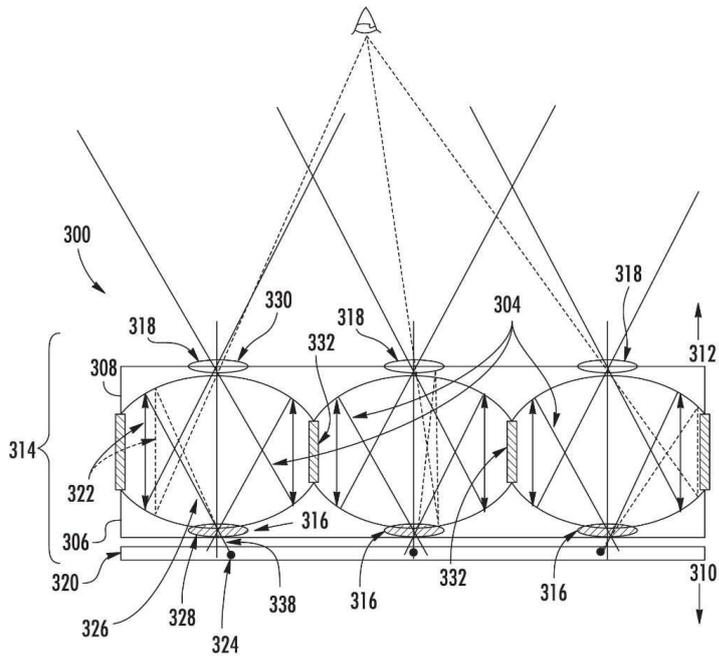
도면9g



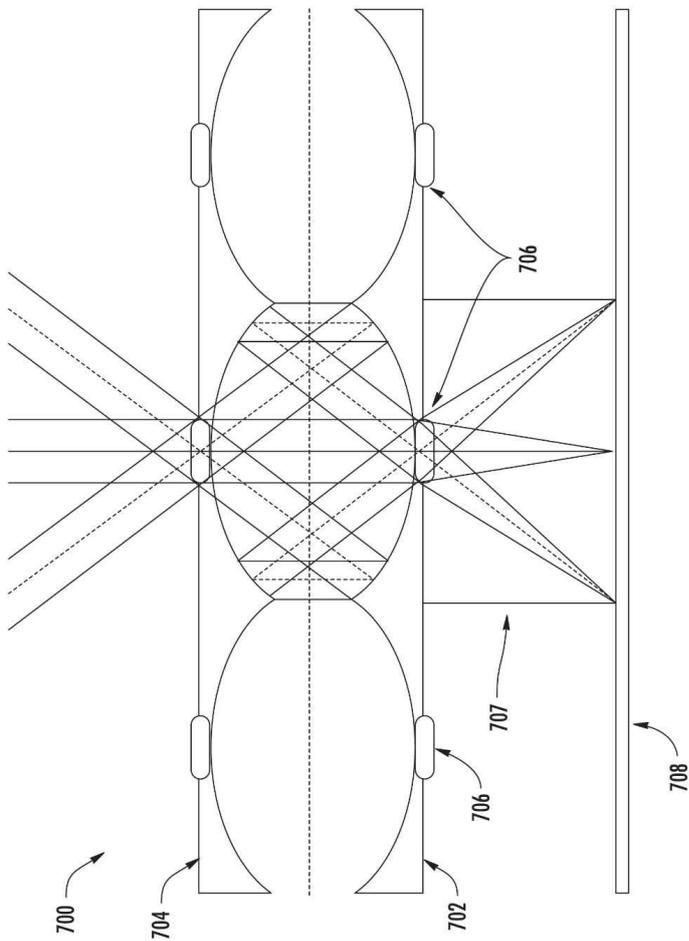
도면9h



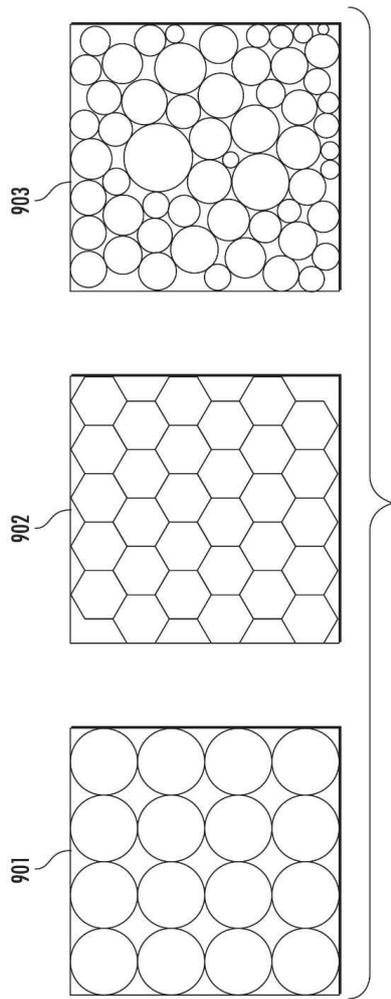
도면10



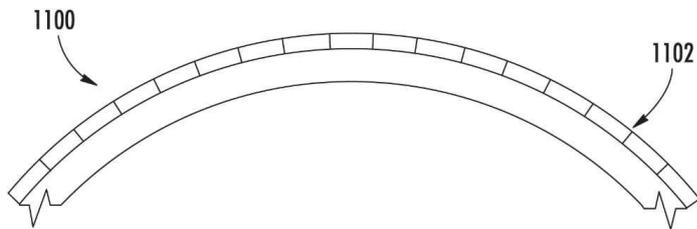
도면11



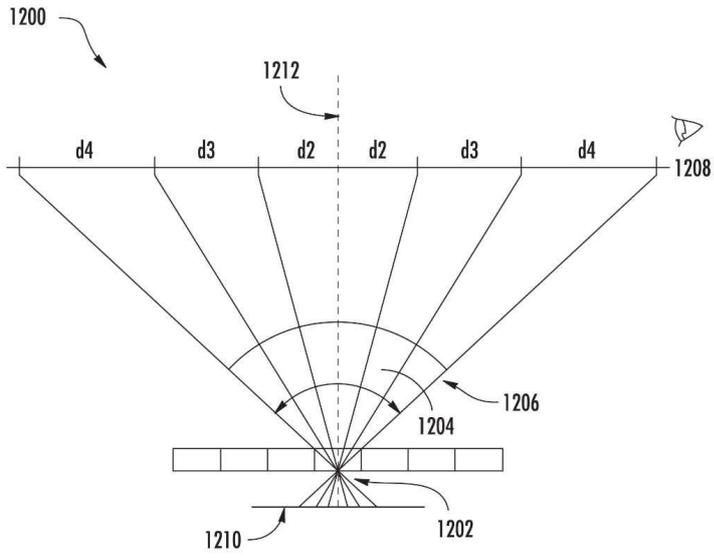
도면12



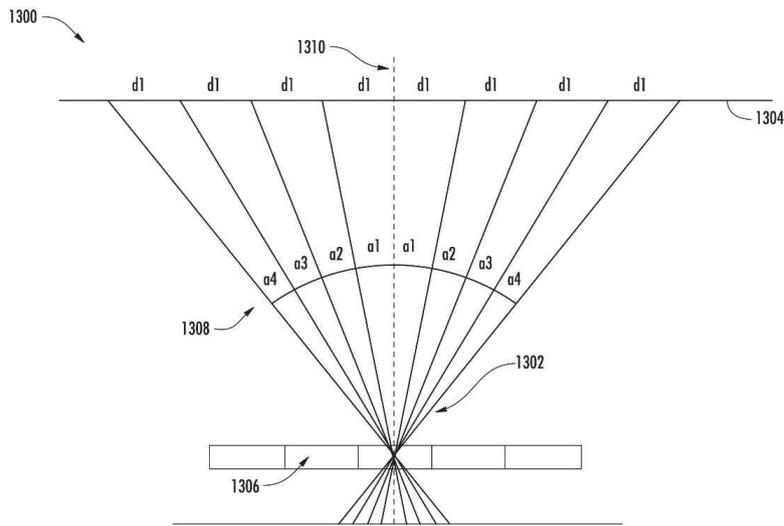
도면13



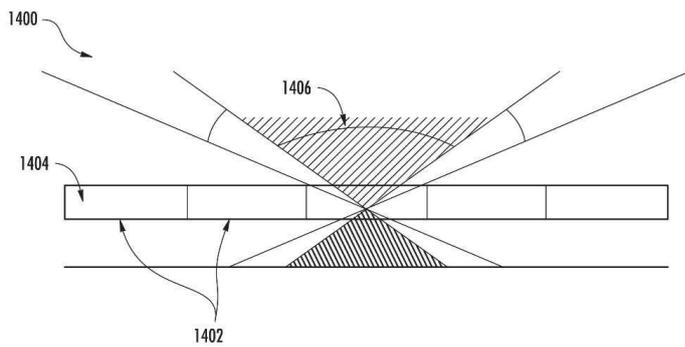
도면14



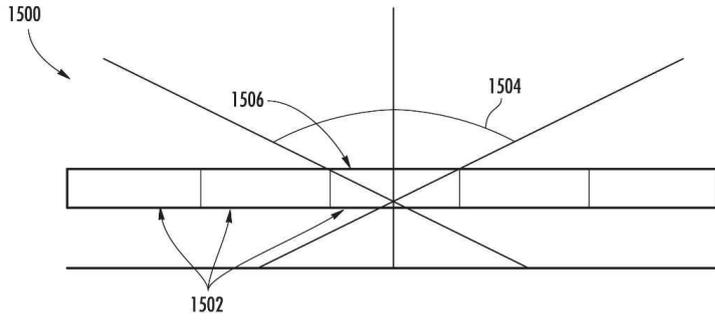
도면15



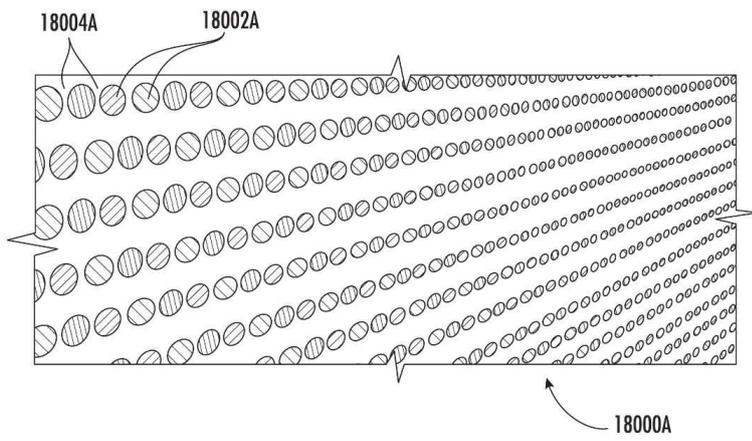
도면16



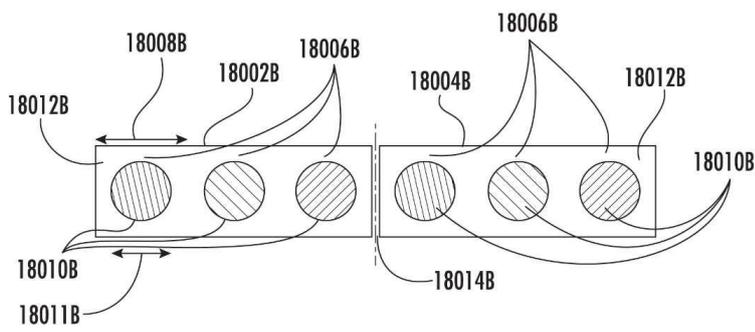
도면17



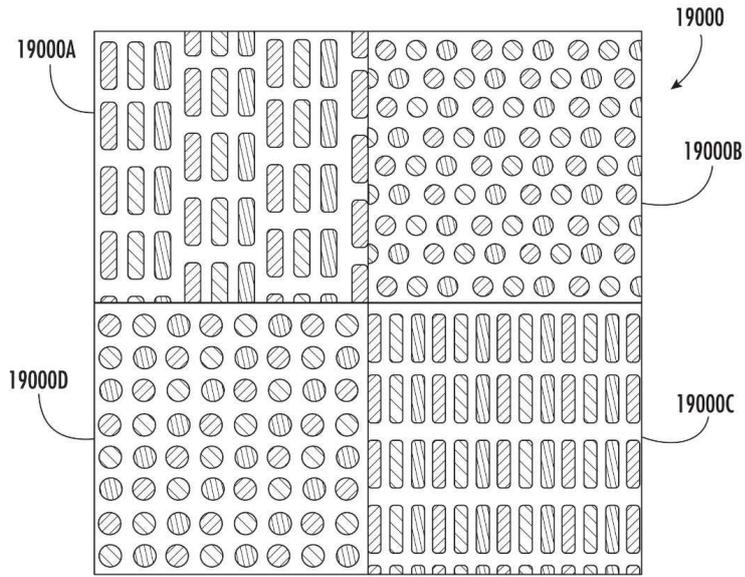
도면18a



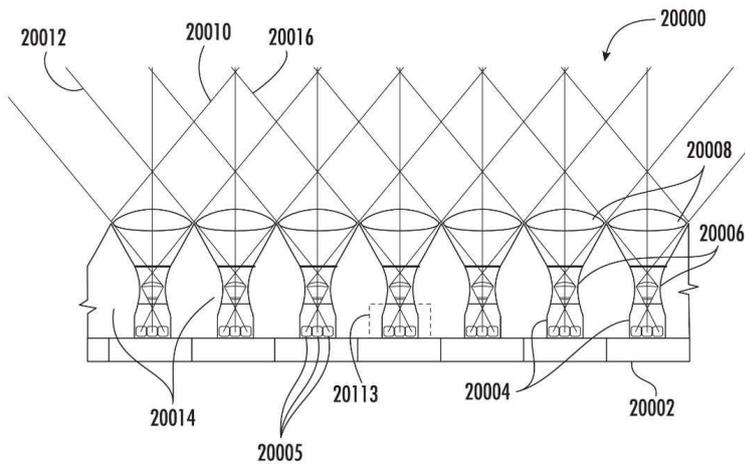
도면18b



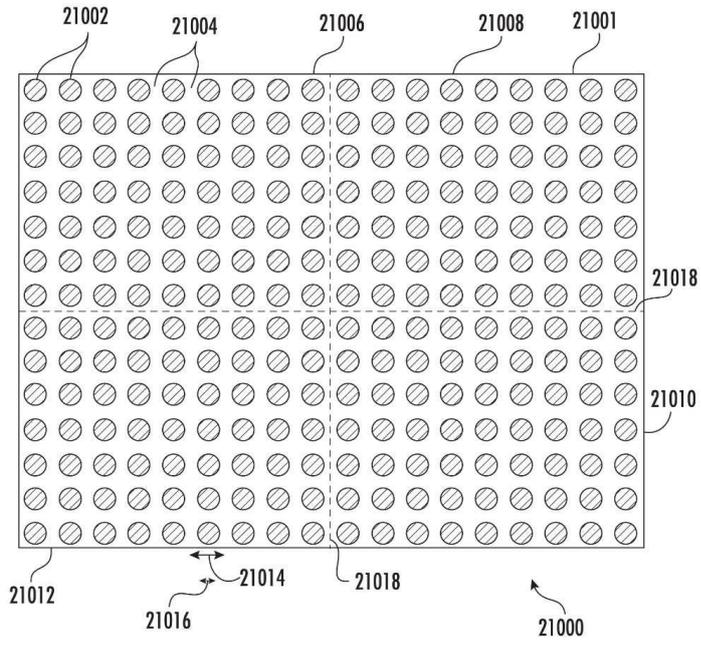
도면19



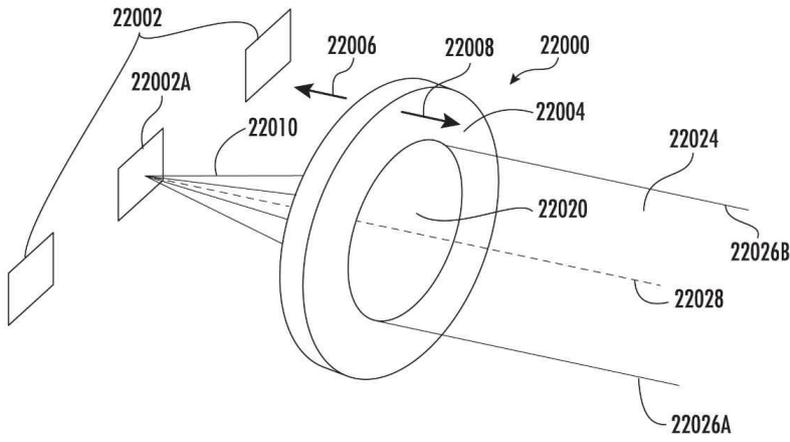
도면20



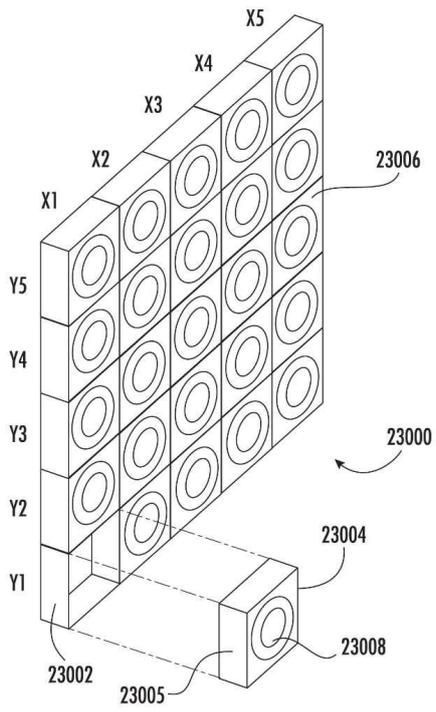
도면21



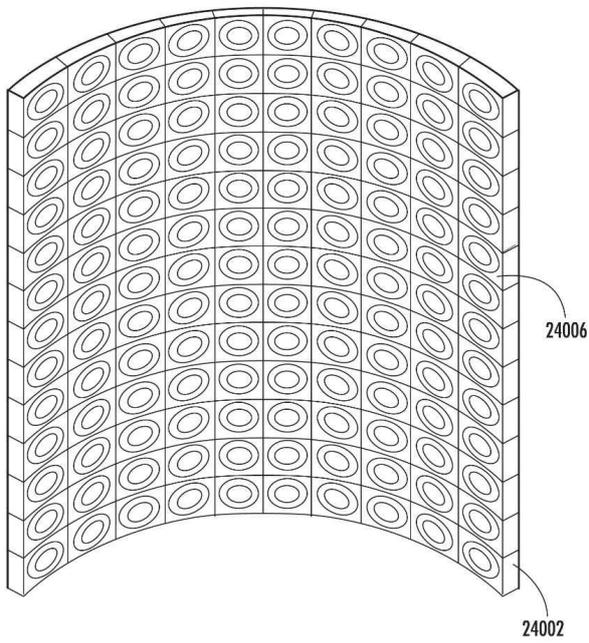
도면22



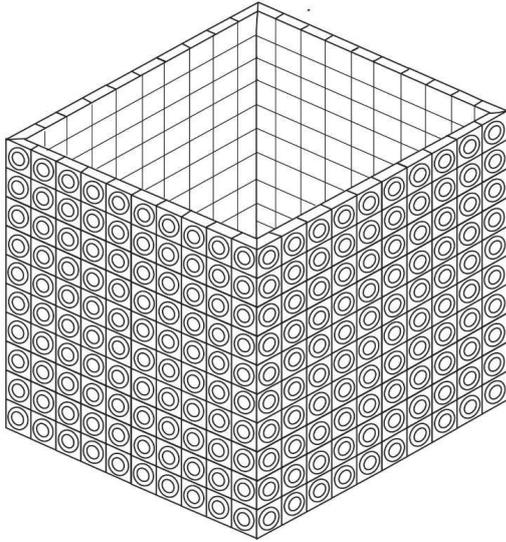
도면23



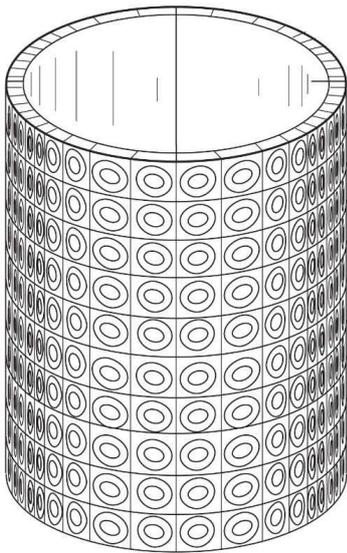
도면24



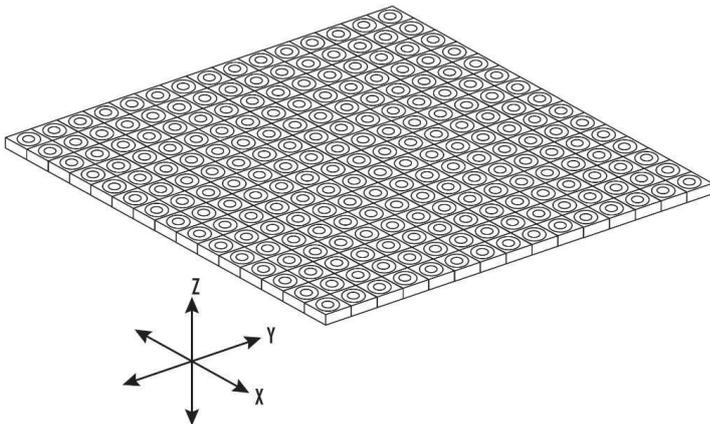
도면25a



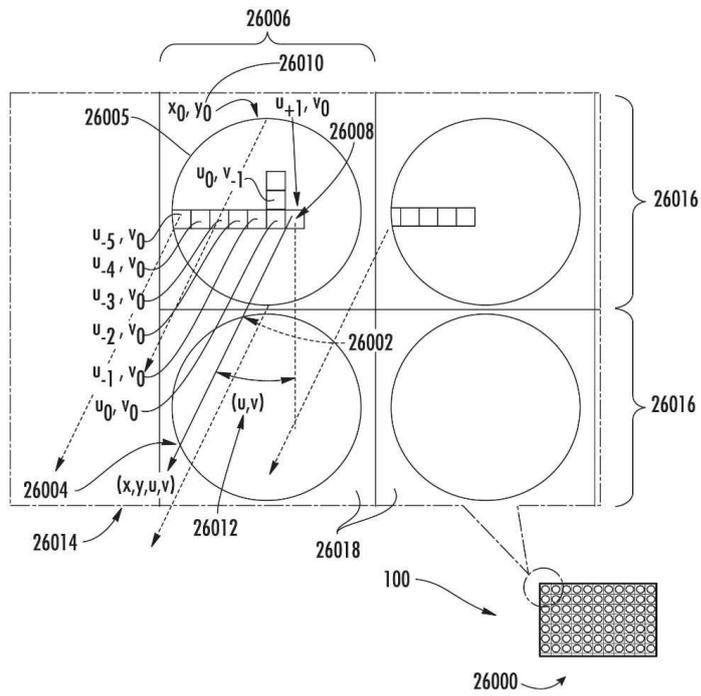
도면25b



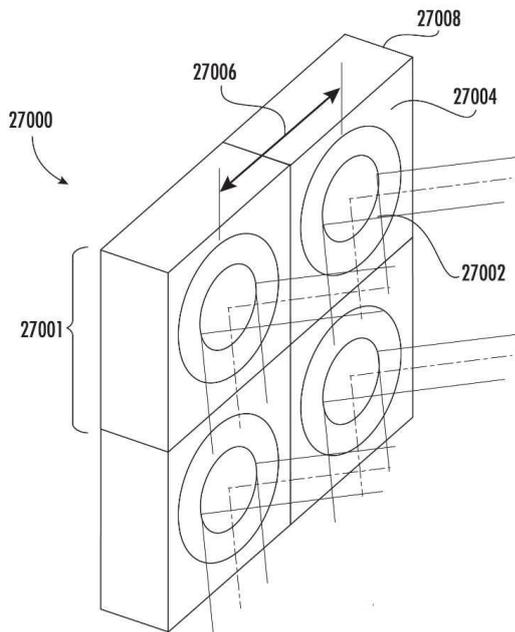
도면25c



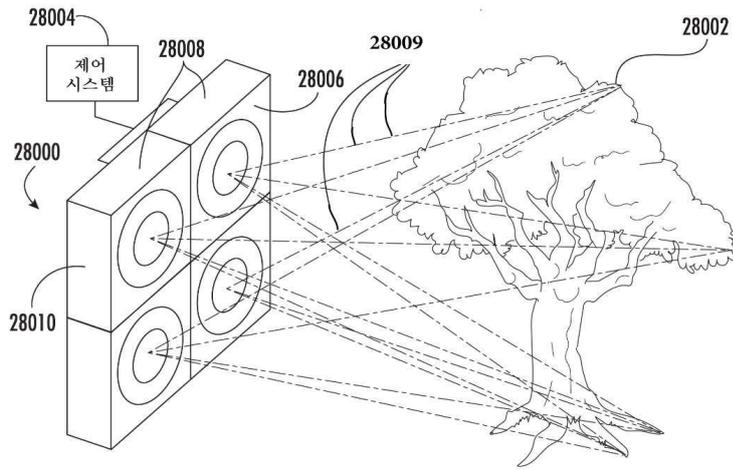
도면26



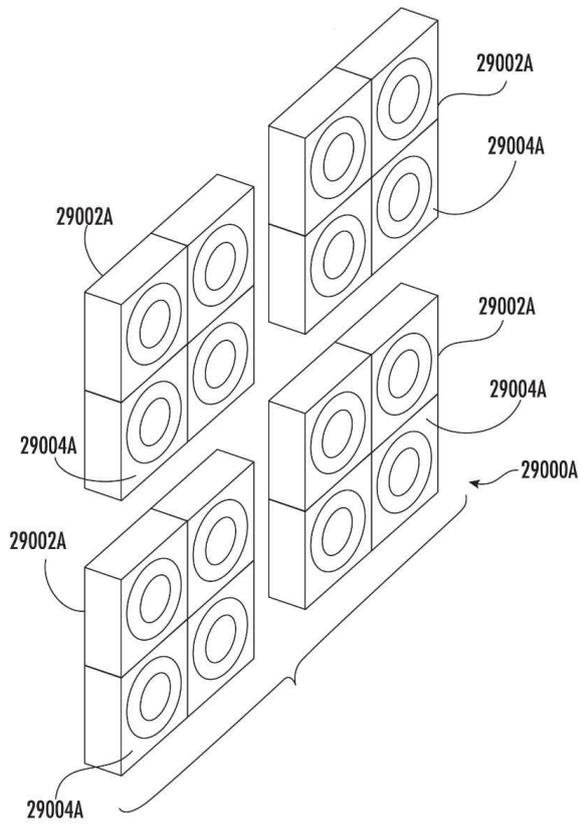
도면27



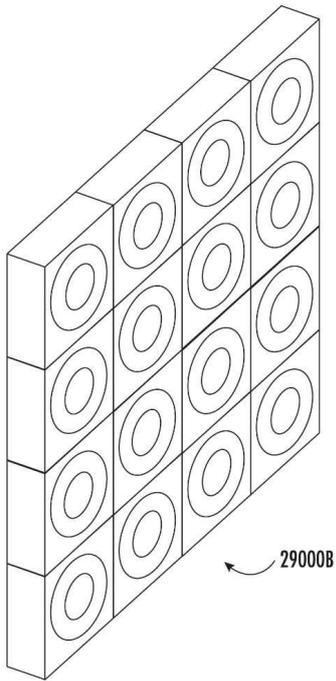
도면28



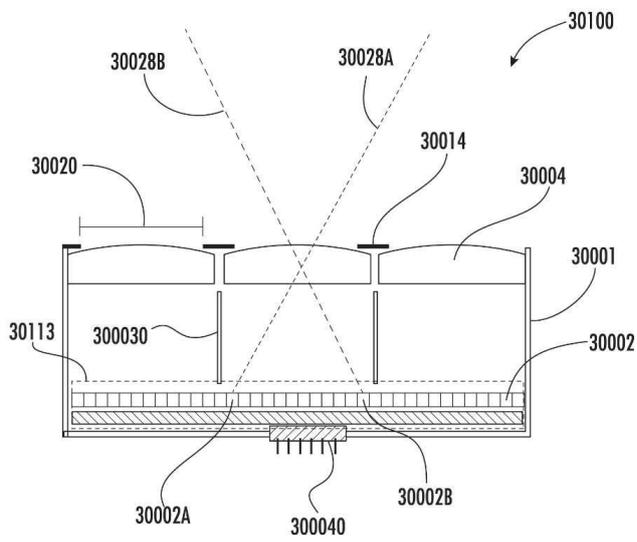
도면29a



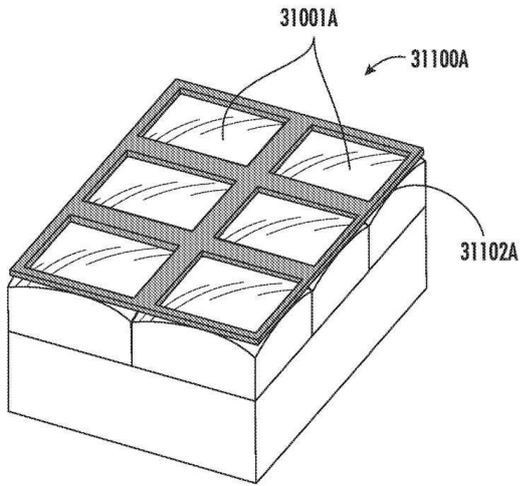
도면29b



도면30



도면31a



도면31b

