(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월30일
(11) 등록번호 10-2701580
(24) 등록일자 2024년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/00 (2006.01) *G02B 27/00* (2020.01)
G02B 27/01 (2006.01) *G02B 27/28* (2020.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/0031 (2013.01)
G02B 27/0056 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7023484(분할)
(22) 출원일자(국제) 2018년06월26일
심사청구일자 2023년07월11일
(85) 번역문제출일자 2023년07월11일
(65) 공개번호 10-2023-0107915
(43) 공개일자 2023년07월18일
(62) 원출원 특허 10-2020-7002094
원출원일자(국제) 2018년06월26일
심사청구일자 2021년06월22일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2018/050701
(87) 국제공개번호 WO 2019/142177
국제공개일자 2019년07월25일
(30) 우선권주장
62/619,830 2018년01월21일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2011028141 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자
루머스 리미티드
이스라엘 7403631 네스 지오나, 핀하스 사피르 스트리트 8
(72) 발명자
단지거, 요차이
이스라엘 파르 브라딤, 로템 스트리트 2
샬린, 엘라드 악셀
이스라엘 미쉬마르 다비드, 나할 7디
(74) 대리인
김해중

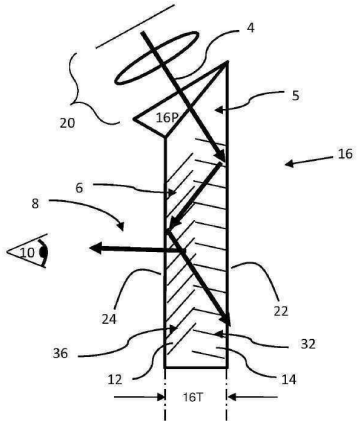
심사관 : 장창국

(54) 발명의 명칭 **다중축 내부 개구 확장을 갖는 도광 광학 요소**

(57) 요 약

광학 배열은 서로 평행한 제1 쌍의 외부 표면 및 적어도 두 세트의 패싯을 갖는 도광체를 포함한다. 각각의 세트는 서로 평행하고 제1 쌍의 외부 표면 사이에 복수의 부분적으로 반사되는 패싯을 포함한다. 각각의 패싯 세트에서, 각각의 패싯은 제1 쌍의 외부 표면에 대해 비스듬한 각도이고, 다른 패싯 세트에 대하여 비평 행 각도이다. 광학 배열은 특히 광학 개구 확장에 적합하다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 27/283 (2013.01)
G02B 6/0016 (2013.01)
G02B 6/002 (2013.01)
G02B 2027/0125 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
WO2006061927 A1
JP2003536102 A
US20100111472 A1
WO2015158828 A1

(30) 우선권주장
62/633,095 2018년02월21일 미국(US)
62/645,222 2018년03월20일 미국(US)
15/978,139 2018년05월13일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

광학 장치에 있어서,

(a) 한 쌍의 상호 평행한 주요 외부 표면을 갖는 도광체 광학 요소(LOE); 및

(b) 시준된 이미지에 대응하는 이미지 조명을 투사하도록 구성된 이미지 프로젝터로서, 상기 이미지 프로젝터는 상기 한 쌍의 주요 외부 표면에서 내부 반사에 의해 상기 LOE 내에서 전파되도록 상기 이미지 조명을 상기 LOE에 도입하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합되며, 상기 이미지 조명의 중심 필드는 제1 평면 내 성분을 갖는 제1 방향으로 상기 LOE 내에서 전파되는 상기 LOE에 도입되는, 상기 이미지 프로젝터를 포함하며,

상기 LOE는 상기 한 쌍의 주요 외부 표면 사이의 상기 LOE 내에 배치된 상호 평행한 내부 부분 반사 표면 세트를 더 포함하고, 상기 부분 반사 표면 세트는 상기 부분 반사 표면의 연속이 상기 한 쌍의 주요 외부 표면에서 내부 반사에 의해 상기 LOE 내에서 전파되는 상기 이미지 조명의 일부를 상기 제1 방향으로 편향시키도록 상기 주요 외부 표면에 평행하지 않음으로써, 상기 주요 외부 표면에서 내부 반사에 의해 전파되는 상기 시준된 이미지에 대응하는 편향된 이미지 조명을 생성하고,

상기 LOE에 도입되고 상기 LOE 내에서 상기 제1 방향으로 전파되는 상기 이미지 프로젝터로부터의 상기 이미지 조명은 상기 한 쌍의 주요 외부 표면에 평행한 유효 광학 개구 폭을 갖고,

상기 부분 반사 표면 세트의 간격은 상기 유효 광학 개구의 대향 단부로부터 나오는 중앙 필드 광선 방향에 대응하는 상기 이미지 조명의 제1 광선 및 제2 광선이 대응하는 제1 및 제2 편향된 광선을 제2 방향으로 형성하도록 상기 부분 반사 표면 세트의 두 개의 별개의 표면으로부터의 반사에 의해 편향되도록 하고, 상기 제1 및 제2 편향된 광선은 동일선상의 평면 내 성분을 갖는,

광학 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 LOE에 대한 상기 이미지 프로젝터의 광학 커플링은 상기 LOE의 상기 주요 외부 표면에 대해 비스듬한 각도로 배향된 커플링-인(coupling-in) 표면을 갖는 커플링 프리즘을 통해 이루어지는,

광학 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 부분 반사 표면 세트는 제1 부분 반사 표면 세트이고, 상기 LOE는 제2 상호 평행한 내부 부분 반사 표면 세트를 더 포함하며, 상기 제2 상호 평행한 내부 부분 반사 표면 세트는 상기 제1 부분 반사 표면 세트에 평행하지 않는,

광학 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 상호 평행한 내부 부분 반사 표면 세트는 사용자의 눈으로 보기 위해 상기 편향된 이미지 조명을 상기

LOE 밖으로 편향시키도록 배치되는,

광학 장치.

청구항 5

광학 장치에 있어서,

(a) 한 쌍의 상호 평행한 주요 외부 표면을 갖는 도광체 광학 요소(LOE); 및

(b) 시준된 이미지에 대응하는 이미지 조명을 투사하도록 구성된 이미지 프로젝터로서, 상기 이미지 프로젝터는 상기 LOE의 상기 주요 외부 표면에 비스듬한 각도로 배향된 커플링-인 표면을 갖는 커플링 프리즘을 통해 상기 LOE에 광학적으로 결합됨으로써, 상기 한 쌍의 주요 외부 표면에서 내부 반사에 의해 상기 LOE 내에서 전파되도록 상기 이미지 조명을 상기 LOE에 도입하며, 상기 이미지 조명의 중심 필드는 제1 평면 내 성분을 갖는 제1 방향으로 상기 LOE 내에서 전파되는 상기 LOE에 도입되는, 상기 이미지 프로젝터를 포함하며,

상기 LOE는 상기 한 쌍의 주요 외부 표면 사이의 상기 LOE 내에 배치된 상호 평행한 내부 부분 반사 표면 세트를 더 포함하고, 상기 부분 반사 표면 세트는 상기 부분 반사 표면의 연속이 상기 이미지 조명의 일부를 편향시키도록 상기 주요 외부 표면에 평행하지 않음으로써, 상기 주요 외부 표면에서 내부 반사에 의해 전파되는 상기 시준된 이미지에 대응하는 편향된 이미지 조명을 생성하고,

상기 LOE에 도입되는 상기 이미지 프로젝터로부터의 상기 이미지 조명은 상기 한 쌍의 주요 외부 표면에 평행한 유효 광학 개구 폭을 갖고,

상기 부분 반사 표면 세트의 간격은 상기 유효 광학 개구의 대향 단부로부터 나오는 중앙 필드 광선 방향에 대응하는 상기 이미지 조명의 제1 광선 및 제2 광선이 대응하는 제1 및 제2 편향된 광선을 제2 방향으로 형성하도록 상기 부분 반사 표면 세트의 두 개의 별개의 표면으로부터의 반사에 의해 편향되도록 하고, 상기 제1 및 제2 편향된 광선은 동일선상의 평면 내 성분을 갖는,

광학 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광학 개구 확장(optical aperture expansion)에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 증강 현실을 위한 근안 디스플레이는 작은 개구를 갖는 프로젝터 및 이 작은 개구를 곱하여(확장하여) 더 큰 개구를 투사하여 원하는 아이 박스를 조명하는 도광체에 기초한다. 투사 개구가 넓은 경우 확장은 일차원에 있다. 투사 개구가 작은 경우(예를 들어, 2차원(2D) 도광체에서), 도광체 확장은 2차원에 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 다중축 내부 개구 확장을 갖는 도광 광학 요소를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 전술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 특정 실시예에 따르면 적어도 2차원에서 내부 개구 확장을 갖는 도광 광학 요소가 제공된다. 본 발명의 하나의 양태에 따르면, 광학 장치가 제공되고, 이 광학 장치는, (i) 서로 평행한 제1 쌍의 외부 표면 쌍, 및 (ii) 적어도 두 세트의 패싯을 포함하는 도광체를 포함하고, 상기 적어도 두 세트의 패싯의 각각의 세트는, 상기 제1 쌍의 외부 표면 사이에 서로 평행한 복수의 부분 반사 패싯을 포함하고, 상기 두 세트의 패싯의 각각의 패싯은, (i) 제1 쌍의 외부 표면에 대해 각도로 있고, (ii) 다른 세트의 패싯에 대해 비평행하다(non-jparallel).

[0005] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는 정확히 두 세트의 패싯을 포함한다.

[0006] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는 정확히 세 세트의 패싯을 포함한다.

[0007] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 패싯의 세트의 적어도 제1 세트는 제1 세트의 패싯의 각각의 전개 영역(deployment area)에 걸쳐 관찰 방향으로 볼 때 연속적인 커버리지를 제공하여 관찰 방향에서의 광의 적어도 일부분이 상기 도광체 내에서 적어도 두 세트의 패싯 중 적어도 하나의 패싯을 통과한다.

[0008] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 패싯의 세트의 각각은 커버리지 영역에 스패닝(spans)되고, 패싯 세트의 각각은 스패닝된 영역에서 배치되고, 패싯 중 2개의 세트에 대한 커버리지 영역은 적어도 부분적으로 오버래핑된다.

[0009] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는 단일 섹션 도광체로서, (a) 상기 패싯 세트의 제1 세트, 및 (b) 상기 패싯 세트의 제2 세트를 포함하고, 제1 세트 및 제2 세트는 도광체의 두께 치수의 동일한 평면에 오버래핑되고, 두께 치수는 제1 쌍의 외부 표면 사이에 있다.

[0010] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, (a) 상기 도광체는 상기 제1 쌍의 외부 표면 사이의 두께 치수를 가지며, (b) 상기 제1 세트의 패싯의 패싯은 제1 깊이에서 제2 깊이까지 제1 깊이 밴드에 걸쳐 있도록 상기 두께 치수를 가로 질러 연장되고, (c) 상기 제2 세트의 패싯의 패싯은 제3 깊이에서 제4 깊이까지 제2 깊이 밴드에 걸쳐 있도록 상기 두께 치수를 가로 질러 연장된다.

[0011] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 제1 깊이 밴드 및 상기 제2 깊이 밴드는 오버래핑 깊이에 걸쳐 있다.

[0012] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 제1 깊이 밴드 및 상기 제2 깊이 밴드는 동일한 깊이 범위에 걸쳐 있다.

[0013] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 제1 깊이 밴드 및 제2 깊이 밴드는 오버래핑되지 않는다.

[0014] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 패싯의 섹션은 제1 쌍의 외부 표면에 평행하거나 일치하는 경계 쌍의 표면에 의해 바운드된다.

[0015] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는 (a) 상기 패싯 섹션의 제1 섹션을 포함하고, 제1 섹션은 패싯 세트의 2개를 포함한다.

[0016] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는, (a) 제1 경계 쌍의 표면을 가지는 패싯 섹션의 제1 섹션, 및 (b) 제2 경계 쌍의 표면을 가지는 패싯 섹션의 제2 섹션을 포함하고, 제1 경계 쌍의 표면의 일면은 제2 경계 쌍의 표면의 일면과 인접하고 제1 및 제2 경계 쌍의 표면은 평행하다.

[0017] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는 3 섹션 도광체이고, (a) 제3 경계 쌍의 표면을 갖는 패싯 섹션의 제3 섹션을 포함하고, 제3 경계 쌍의 표면의 일면은 상기 제1 경계 쌍의 표면 또는 상기 제2 경계 쌍의 표면 중 하나의 표면에 인접하고, 제3 경계 쌍의 표면은 제1 및 제2 경계 쌍의 표면에 평행하다.

[0018] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 도광체는, (a) 제1 경계면 쌍을 갖는 상기 패싯 섹션의 제1 섹션; 및 (b) 제2 경계면 쌍을 갖는 상기 패싯 섹션의 제2 섹션을 포함하고, (c) 상기 제1 및 제2 경계면 쌍은 평행하고, (d) 적어도 하나의 인터페이스에서, 각각의 인터페이스는 (i)두 개 섹션 사이에서 적어도 부분적으로 존재하고, (ii)제1 쌍의 외부 표면에 평행하고, (e) 상기 인터페이스는 (i) 부분적으로 반사되는 표면, (ii) 부분 반사성 광학 코팅, (iii) 상기 섹션 중 하나의 물질로부터 상기 섹션 중 다른 하나의 물질로의 전이(transition), (iv) 편광 변화 코팅, 및 (v)가요성 중간층으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나이다.

[0019] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 패싯 세트 중 제2 세트는 상기 도광체으로부터 광의 커플링 아웃을 수행하도록 구성되고, 제2 세트의 패싯은 제1 쌍의 외부 표면의 하나를 통해 도광체를 커플링 아웃하는 광의 관찰의 공칭 지점을 향하는 시선에 오버래핑하는 일정 개수의 패싯을 가진다.

[0020] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, (a) 광이 제1 플랜내 구성요소와 함께 전파 방향으로 도광체을 따라 상기 제1 쌍의 외부 표면의 내부 반사를 통해 전파되도록 상기 도광체 내로 광을 안내하도록 구성된 커플링-인 배열을 더 포함하고, (b) 각각의 패싯 세트에서, 각각의 패싯은, 제2 플랜내 구성요소에 평행하지 않은 제2 플랜내 구성요소 내의 전파 방향으로 도광체를 따라 전파하도록 도광체의 내부 반사에 의해 안내되는 광의 일부분을 편향시키도록 배향된다.

[0021] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 커플링-인 배열은 제2 도광체이고, 제2 도광체는 (a) 서로 평행한 제2 쌍의 외부 표면; 및 (b) 일 세트의 패싯을 포함한다.

[0022] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 패싯 세트 중 하나에 의해 반사될 이미지의 시야 내에서 이중 반사 전파 단계가 도광체를 따라 발생하는 거리가 간격의 정확한 배수와 일치하지 않도록 상기 패싯 세트 중 적어도 하나에서 부분 반사 패싯 각각 사이의 간격이 구성된다.

[0023] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 적어도 2개의 세트의 패싯 중 제1 세트에서의 상기 부분 반사 패싯의 제1 각도는 상기 적어도 2개의 세트의 패싯 중 제2 세트에서의 상기 부분 반사 패싯의 제2 각도와 상이하고, 상기 각도는 상기 제1 쌍의 외부 표면들에 대한 각도이다.

[0024] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 적어도 2개의 세트의 패싯 중 제1 세트에서의 상기 부분 반사 패싯의 제1 각도는 상기 적어도 2개의 세트의 패싯 중 제2 세트에서의 상기 부분 반사 패싯의 제2 각도와 실질적으로 동일하고, 상기 각도는 상기 제1 쌍의 외부 표면에 대한 각도이고, 상기 제1 세트는 상기 제2 세트에 대해 회전된다.

[0025] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, (a) 상기 도광체(16)로의 입력 조명(3202)을 제공하는 광원(3200); (b) 상기 입력 조명으로부터 도광체에 의해 생성된 전파 광(3204)를 반사하는 이미지 변조기(3215)를 더 포함하고, 상기 반사는 도광체를 횡단하는 반사된 이미지 광(3206)을 생성한다.

[0026] 또한 본 발명의 다른 양태에 따르면 광학 장치를 생성하는 방법이 제공되는데, 광학 장치는 도광체(16)를 포함하고, 도광체는, (i) 제1 쌍의 외부 표면(22,24) 사이의 적어도 2개 세트의 패싯(32,36)를 포함하고, (ii) 외부 표면(22,24)는 서로 평행하며, (iii) 패싯 세트(32,36)의 각각은 서로 평행한 복수의 반사 패싯을 포함하고, 패싯 세트(32,36)의 각각에서, 각각의 패싯은 제1 쌍의 외부 표면(22,24)에 대해 비스듬한 각도로 있고, 다른 패싯 세트(32,36)에 평행하지 않으며, 상기 방법은, (a) 부분 반사 패싯의 제1 어레이(52)를 제공하는 단계; (b) 부분 반사 패싯의 제2 어레이(56)를 제공하는 단계; 및 (c) 제1 어레이(32)의 패싯과 제2 어레이(36)의 패싯이 제1 쌍의 외부 표면(22,24)에 대해 비스듬한 각도로 있고, 서로 평행하지 않도록 제1 어레이(52)와 제2 어레이(56)를 광학적으로 부착하는 단계를 포함한다.

[0027] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 광학적 부착은 상기 제1 및 제2 어레이 사이에 유동성 접착제로 상기 제1 및 제2 어레이를 함께 가압함으로써 수행된다.

[0028] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 제1 어레이에서의 상기 부분 반사 패싯의 제1 각도는 상기 제2 어레이에서의 상기 부분 반사 패싯의 제2 각도와 상이하며, 상기 각도는 상기 어레이의 각각의 외부 표면에 대한 각도이다.

[0029] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 상기 제1 어레이에서의 상기 부분 반사 패싯의 제1 각도는 상기 제2 어레이에서의 상기 부분 반사 패싯의 제2 각도와 실질적으로 동일하며, 상기 각도는 상기 어레이의 각각의 외부 표면에 대한 각도이고, 상기 제1 어레이는 상기 어레이를 광학적으로 부착하기 전에 상기 제2 어레이에 대해 회전된다.

[0030] 또한 본 발명의 다른 실시예에 따르면 광학 장치를 제조하는 방법이 제공되고, 광학 장치는 도광체(16)를 포함하고, 도광체는, (i) 제1 쌍의 외부 표면(22,24) 사이의 적어도 2개 세트의 패싯(32,36)를 포함하고, (ii) 외부 표면(22,24)는 서로 평행하며, (iii) 패싯 세트(32,36)의 각각은 서로 평행한 복수의 반사 패싯을 포함하고, 패싯 세트(32,36)의 각각에서, 각각의 패싯은 제1 쌍의 외부 표면(22,24)에 대해 비스듬한 각도로 있고, 다른 패싯 세트(32,36)에 평행하지 않으며, 상기 방법은, (a) 복수의 반사 표면을 갖는 복수의 투명한 플랫 윈도우(500)를 제공하는 단계; (b) 제1 스택(51)을 형성하도록 상기 윈도우(50)를 서로 광학적으로 부착하는 단계; (c) 복수의 제1 플랫 어레이(52)를 생성하기 위해 제1 스택(51)을 슬라이싱하는 단계 - 상기 슬라이싱은 제1 스택(70)의 적어도 2개 쌍의 마주하는 측면에 대한 비스듬한 각도로 복수의 윈도우(50)를 횡단함 - ; (d) 어레이 스택(70)을 형성하도록 복수의 제1 플랫 어레이(52)를 서로 광학적으로 부착하는 단계; 및 (e) 적어도 하나의 도광체(71,16)를 생성하기 위해 어레이 스택(70)을 슬라이싱하는 단계 - 상기 슬라이싱은 어레이 스택(70)의 적어도 2개 쌍의 마주하는 측면에 대한 비스듬한 각도로 복수의 제1 플랫 어레이(52)를 횡단함 - ;를 포함한다.

[0031] 전술한 본 발명의 다른 양태에서, 제1 플랫 어레이는 어레이 스택을 생성하기 위해 광학적으로 부착되기 이전에 폴리싱 및 코팅된다.

[0032] 또한 본 발명에 따르면 청구항 1의 광학 장치에 광 입력으로서 이미지를 제공하는 것에 의해 2 차원으로 광학적 개구를 확장하는 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따르면 전술한 목적을 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 본 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 단지 예시적으로 설명된다.

도 1은 부분 반사 내부 패싯의 2개의 겹쳐진 세트를 가진 도광체의 빔-확장 효과를 개략적으로 나타낸 하이-레벨의 도면;

도 2는 도광체의 예시적인 구성을 개략적으로 도시한 도면;

도 3은 도광체에서 전파되는 광을 을 개략적으로 도시한 측면도;

도 4는 상이한 반사율 크기를 갖는 다양한 코팅에서의 반사율에 대한 반사대 각도를 나타내는 도면.

도 5는 도광체의 기하학적 광학 특성은 각도 공간으로 도시한 도면;

도 6은 도광체의 패싯의 각도 공간 배향을 도시한 도면.

도 7은 패싯의 제2 세트의 기하학적 광학 특성을 나타내는 도면;

도 8은 패싯 및 코팅 마진의 대안적인 구현의 각도 공간을 나타내는 도면;

도 9는 도광체의 다른 예를 나타내는 도면으로, 제1 섹션과 제2 섹션이 교차하는 패싯을 갖는 단일 섹션 도광체을 생성하기 위해 도광체의 두께 치수에서 오버래핑되는 것을 도시한 도면;

도 10은 2개 섹션 도광체을 제조하는 방법을 나타내는 도면;

도 11은 단일 섹션 도광체을 제조하기 위한 예시적인 방법을 나타낸 도면;

도 12a는 측면으로부터의 조명을 나타낸 도면;

도 12b는 상부로부터의 조명을 나타내는 도면 - 이 구성은 측면 주변 시야의 모호함을 감소시킴 - ;

도 12c는 크기와 무게를 줄이기 위해 프로젝터의 하드웨어(오른쪽과 왼쪽)가 결합할 수 있는 중앙(두 도광체 사이)의 조명을 나타내는 도면;

도 12d는 거의 완벽한 주변의 시야를 확보 할 수 있는 상부 조명을 나타내는 도면;

도 12e는 눈 방향 아래 각도에서의 조명을 나타내는 도면;

도 13은 전술한 아키텍처에 대한 변형을 나타내는 도면;

도 14a 및 도 14b는 도 13의 구조를 사용하는 도광체의 배열을 개략적으로 도시한 도면;

도 15는 도광체 내에서 광의 전파를 개략적으로 도시한 도면;

도 16a는 높은 각도의 입사 광선을 반사하도록 설계된 패싯 코팅의 반사율(반사 프로파일)의 그래프;

도 16b는 현재 접근법의 예의 각도 아키텍처를 도시한 도면;

도 17은 반전 이미지의 광 전파를 개략적으로 나타내는 도면;

도 18a는 광선이 도광체(173)에서 전파될 때 반사 방향을 개략적으로 나타내는 도면;

도 18b는 3 개의 패싯 섹션이 결합된 결합된 도광체(173)를 개략적으로 나타내는 정면도;

도 18c는 3 개의 패싯 섹션의 다른 구성에서 광선이 도광체(173)로 전파될 때 반사 방향을 개략적으로 나타내는 도면;

도 19a는 광을 도광체에 주입하는 대안적인 방향의 각도를 나타내는 도면;

도 19b는 도 19a의 각도 도면을 사용한 도광체를 개략적으로 도시한 도면;

도 19c는 현재의 도광체에 광선 전파를 나타내는 도면;

도 20은 이미지의 다른 측면에 패싯을 갖는 대안적인 실시예의 각도도;

도 21은 굴절면이 회절 격자와 결합된 하이브리드 시스템을 나타내는 도면;

도 22a는 부분 반사 코팅에 의해 분리된 섹션을 나타내는 도면;

도 22b는 대안적인 더 작은 광학 배열을 나타내는 도면;

도 22c는 부분 반사기를 구비한 대안적인 실시예를 나타내는 도면;

도 23은 최적이 아닌 확장을 갖는 도광체 내에서 광의 전파를 개략적으로 나타내는 도면;

도 24a는 입력 빔을 도광체에 결합시키는데 사용되는 커플링 프리즘을 갖는 2개의 유사한 단면의 예를 나타내는 도면;

도 24b는 도광체가 비스듬히 연마되고 프리즘이 연마된 각도 위에 추가된 구성을 나타낸 도면;

도 24c는 도광체의 수직 단부에 프리즘을 추가한 구성을 나타내는 도면;

도 24d는 편광 빔 스플리터에 기초한 이미지 생성기와 프리즘의 조합을 도시한 도면;

도 25는 섹션 사이의 안전 바인더를 나타내는 도면;

도 26a 및도 26b는 2개 섹션 도광체을 공급하는 2D 도광체의 각각의 측면도 및 정면도;

도 27a 및 도 27b는, 2개 섹션 도광체을 공급하는 1D 도광체의 각각의 측면도 및 정면도;

도 28은 가상 이미지와 겹치는 바람직하지 않은 이미지의 각도도를 나타내는 도면;

도 29a는 높은 각도의 광이 도광체에 도달하는 것을 방지하기 위한 세이드(shade)를 나타내는 도면;

도 29b는 높은 각도의 광이 도광체에 도달하는 것을 방지하기 위한 각도 감지 코팅을 나타낸 도면;

도 30은 대안적인 섹션 조합을 나타내는 도면;

도 31은, 본 실시예와 함께 사용하도록 구성된 예시적인 도광체 광학 요소(LOE)의 측면도;

도 32a는 예시적인 조명 시스템의 개략적인 측면도;

도 32b에는 예시적인 조명 시스템의 개략적인 정면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 실시예에 따른 시스템의 원리 및 동작은 도면 및 첨부된 설명을 참조하여 보다 명확하게 이해될 수 있다. 본 발명은 광학 개구 확장을 위한 시스템이다. 일반적으로, 작은 개구를 갖는 이미지 프로젝터는 바람직하게는 최적화된 코팅을 갖는 평행 부분 반사 표면(surfaces) 또는 "패싯(facets)"의 하나 이상의 세트를 갖는 도광체에 의해 곱해진 입력 빔을 투사한다. 대안적인 실시예는 패싯 및 회절 요소의 조합을 사용한다. 이는 투명 도광체 외부의 개구 확장 필요성을 감소시켜 시스템의 크기와 무게를 감소시킨다.

[0036] 광학 배열은 서로 평행한 제1 쌍의 외부 표면 및 적어도 두 세트의 패싯을 갖는 도광체를 포함한다. 각각의 세트는 서로 평행하고 제1 쌍의 외부 표면 사이에 복수의 부분적으로 반사되는 패싯을 포함한다. 각각의 패싯 세트에서, 각각의 패싯은 제1 쌍의 외부 표면에 대해 비스듬한 각도이고, 다른 패싯 세트에 대하여 비평 행 각도로 있다.

[0037] 도 31을 참조하면, 도 31은 본 실시예에서 사용하도록 구성된 예시적인 도광체 광학 요소(LOE)(903)의 측면도를 나타낸다. 제1 반사면(916)은 광원(2)으로부터 나오는 입력 시준된 디스플레이 광선(입력 빔)(4)에 의해 조명된다. 본 명세서의 맥락에서, 광원(2)는 또한 "프로젝터"로 언급될 수도 있다. 현재의 도면들에서, 간략화를 위해, 하나의 광선만이 일반적으로 도시되어 있는데, 들어오는 광선(incoming light ray), 입력 광선(4)은 "빔" 또는 "들어오는(incoming) 광선"으로도 지칭된다. 일반적으로, 본 명세서에서 이미지가 광선으로 표현될 때마다, 빔은 이미지의 샘플 빔이며, 이는 통상적으로 이미지의 점 또는 픽셀에 각각 대응하는 약간 다른 각도의 다수의 빔에 의해 형성된다는 것을 주목해야한다. 이미지의 말단으로 구체적으로 언급되는 경우를 제외하고, 도시된 빔은 통상적으로 이미지의 중심이다. 즉, 광은 이미지에 대응하고 중심 광선은 이미지의 중심 또는 이미지의 중심 픽셀로부터의 중심 광선이다.

[0038] 제1 영역(954)은 이미지 조명이 도광체(920)에 결합되는 입력 빔(4)에 근접한다. 반사면(916)은 광이 내부 반사에 의해, 일반적으로는 내부 전반사(TIR)에 의해 도광체 내부에 갇히도록 소스(2)로부터 입력 빔(4)의 입사광을

적어도 부분적으로 반사시킨다. 도광체(920)는 일반적으로 투명 기판이며, "평면 기판(planar substrate)", "광-투과성 기판(light-transmitting substrate)" 및 도파로(waveguide)도 지칭된다. 도광체(920)는 현재 도면에서 후면(주요) 표면(926) 및 전면(주요) 표면(926A)으로서 도시된, 일반적으로 서로 평행한 적어도 2개의(주요, 외부) 표면을 포함한다. 주 표면(926, 926A)에 대한 "전면(front)" 및 "후면(back)"의 지정은 참조의 편의를 위한 것임을 유의해야 한다. 도광체(920)에 대한 커플링-인(coupling in)은 전방, 후방, 측면 에지, 또는 임의의 다른 원하는 커플링-인 지오메트리와 같은 다양한 표면에 있을 수 있다.

[0039] 입력 빔(4)은 기판의 근위 단부(도의 우측)에서 도광 기판으로 들어간다. 광은 도광체(920) 및 하나 이상의 패싯, 일반적으로 적어도 복수의 패싯, 및 통상적으로 몇 개의 패싯을 통해 도광체(920)의 원위 단부(도면의 좌측)를 향해 전파된다. 도광체(920)는 일반적으로 외부 표면의 내부 반사에 의해 기판 내의 전파 광을 안내한다.

[0040] 기판(920)의 내부 표면을 선택적으로 반사시킨 후, 포획된 파장은 선택적으로 반사하는 표면(패싯)(922)의 세트에 도달하고, 이는 기판의 광을 관찰자의 눈(10)에 결합시킨다. 본 예시적인 도면에서, 포획된 광선은 점(944)에서 다른 2개의 부분 반사 표면(922)에 의해 기판(920)으로부터 점차적으로 커플링-아웃된다.

[0041] 선택적 반사 표면(922)의 세트와 같은 내부 부분 반사 표면은 일반적으로 이 문서의 맥락에서 "패싯(facet)"으로 지칭된다. 증강 현실 어플리케이션에 있어서, 패싯은 부분적으로 반사하여, 현실 세계의 빛이 전면(926A)로 입력되고, 패싯을 포함하는 기판을 횡단하고, 후면(926)을 통해 삐져나와 관찰자의 눈(10)으로 나간다. 예시적인 광선(942)은 반사면(916)으로부터 부분적으로 반사된 입력 빔(4)의 광을 나타내고, 예시적인 광선(941)은 반사면(916)을 통해 부분적으로 투과된 입력 빔(4)의 광을 나타낸다.

[0042] 내부 부분 반사 표면(922)은 일반적으로 도광체(920)의 신장(elongation) 방향에 대해 비스듬한 각도(즉, 비평행, 평행하거나 수직이 아닌 각도)로 도광체(920)를 적어도 부분적으로 횡단 한다. 부분 반사는 다양한 기술에 의해 구현될 수 있으며, 광의 백분율의 투과, 또는 편광의 사용을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다.

[0043] 도광체(920)는 서로 평행하고 제1 쌍의 외부 표면과 평행하지 않은 제2 쌍의 외부 표면(현재 도면 측면에는 도시되지 않음)을 갖는다. 일부 구현예에서, 제2 쌍의 외부 표면은 제1 쌍의 외부 표면에 수직이다. 통상적으로, 각각의 패싯은 제2 쌍의 외부 표면에 대해 비스듬한 각도를 이룬다. 다른 경우에, 도광체의 주변 표면으로부터의 반사가 바람직하지 않은 경우, 이러한 주변 표면은 일반적으로 폴리싱되지 않은 상태로 유지되고 및/또는 바람직하지 않은 반사를 최소화하기 위해 광 흡수제(예를 들어, 흑색) 재료로 코팅된다.

[0044] 도 1을 참조하면, 도 1은 도광체(3)의 빔 확장 효과를 하이레벨로 나타낸 도면으로, 도광체는 상이한 배향으로 내부 패싯을 부분적으로 반사하는 2개의 오버래핑 세트를 가지며, 도광체(3) 내의 패싯에 의한 2개의 빔 확산 프로세스를 갖다.

[0045] 프로젝터(2)는 입력 빔(4)으로서 도광체(3)에 이미지를 투사한다. 일 세트의 패싯(아래 도면에 도시된 제1 세트의 패싯)은 입력 빔(투사된 이미지)(4)의 비율을 계속해서 제1 안내 빔(6)으로 전환시킨다(투사된 이미지). 특히, 바람직한 구현에 따르면, 이 세트의 제1 패싯은 입력 빔(4)의 입사 이미지 광선과 제1 안내 빔(6)의 반사된 이미지 광선이 도광체(3)의 주 기판 표면(외부 표면)에서 내부 반사에 의해 트랩되는 각도 범위 내에 있도록 각져 있고, 따라서 도광체(3)의 광안내("기판" 또는 "도파로"으로도 지칭됨)에 의해 안내된다. 동일한 도광체에 통합되고, 가장 바람직하게는 제1 세트의 패싯과 오버래핑되고 있는 것은 제1 세트의 패싯의 각도와 상이한 각도의 제2 세트의 패싯이다. 제2 세트의 패싯은 제1 안내 빔(투사 이미지)(6)의 일부 비율을 제2 안내 빔(투사 이미지)(8)으로 전환시킨다. 제2 안내 빔(8)은 도광체(3)와 커플링 아웃되어 통상적으로 관찰자의 눈(10)으로 나간다.

[0046] 도 2를 참조하면, 도 2는 도광체(3)의 예시적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다. 제1 세트의 비제한적 구현에서, 도광체(3)는 상이한 배향의 내부면을 갖는 2개의 층으로 구성된다. 제1 섹션(14) 및 제2 섹션(12)의 각각은 전술한 바와 같이 LOE(903) 일 수 있다. 이와 같이, 제1 및 제2 섹션은 본 명세서의 맥락에서 각각의 제1 및 제2 LOE, 또는 제1 및 제2 층, 또는 제1 및 제2 패싯 섹션으로 지칭될 수 있다. 각 섹션에는 각각의 패싯 세트가 있다. 제1 섹션(14)은 제1 세트의 패싯(32)를 포함하고 제2 섹션(12)은 제2 패싯 세트(36)를 포함한다. 제1 및 제2 섹션(14, 12)은 사용자의 관측 방향(사용자의 눈(10))에 대해 오버래핑 관계로 배치된다. 이 예에서, 제2 층(12)은 제1 층(14)의 상부에 오버래핑되어 최종 도광체(16)의 오버래핑 패싯 패턴(overlapping facet pattern)을 생성한다. 현재 도면에 도시된 배향은 설명의 명확성을 위해 간단하고 대략적으로 도시되어 있다. 도광체(16)는 사용자의 관측 방향으로 적어도 부분적으로 겹치는 적어도 2개의 패싯 세트를 갖기 때문에, 도광

체(16)는 "오버래핑 도광체"라고도 지칭된다.

[0047] 패싯의 각각의 세트는 패싯 세트를 포함하는 섹션의 지정된 배치 영역에 대한 커버리지(coverage)를 제공한다. 적어도 제1 세트의 패싯는 제1 세트의 패싯의 각각의 배치 영역에 걸쳐 관측 방향으로 보여지는 연속적인 커버리지를 제공한다. 패싯 세트의 배치 영역은 패싯 사이의 영역(공간)을 포함한다. 패싯의 바람직한 구성은 패싯으로부터 도광체 표면까지의 교차선 추정(extrapolating)으로 설명될 수 있다. 제1 세트의 패싯의 평면과 외부 표면의 평면 사이의 교차선의 제1 세트가 주어지고, 제2 패싯 세트의 평면과 (외부 표면의)동일한 평면 사이의 교차선의 제2 세트가 주어지고, 제1 세트 라인 및 제2 세트 라인은 평행하지 않다.

[0048] 이들 층들에서의 패싯의 배향을 결정하기위한 고려사항을 이하에 설명하도록 한다. 도 1에서 도광체(3)는 초기에 높은 레벨로 도시된 반면, 도 2에서 도광체(16)는 내부 구조(제1 및 제2 섹션)의 상세로 도시되어 있음에 주목해야 한다. 2개 세트의(병렬) 패싯을 갖는 도광체(16)는 "2개의 축"을 갖는 것으로 설명될 수있는 한편, 임의 개수의 세트의 패싯(하나 이상)를 갖는 도광체는 "몇 개의 축(few axis)"의 도광체로서 기술될 수 있다. 이와 관련하여, 각각의 "축"은 도광체(3)의 빔 확장 방향이고, 패싯이 배열되는 도광체(3)의 방향이다.

[0049] 도 3을 참조하면, 도 3은 도광체(16)에서 전파되는 광을 개략적으로 나타낸 측면도를 도시한다. 제1 층(14)은 제1 세트의 패싯(32)(제1 섹션 패싯 또는 제1 패싯으로 언급되기도 함)을 포함한다. 유사하게, 제2 층(12)은 제2 패싯 세트(36)(제2 섹션 패싯 또는 제2 패싯으로 언급되기도 함)를 포함한다. 도광체(16)는 제1 외부면(22)과 제2 외부면(24) 사이의 두께 16T를 갖는다(후면(926) 및 전면(926A)과 각각 유사함). 통상적으로, 제1 층(14) 및 제2 층(12)은 광학적으로 부착되어 광이 반사없이 이들 층 사이를 통과한다. 각 층 내부의 광 안내는 내부 반사에 의해, 통상적으로 도광체(16)의 외부면으로부터의 전체 내부 반사(TIR) 메커니즘에 의해 달성된다. 현재 도면에서, 프로젝터(2)는 광학 배열(20)에 의해 구현된다. 프리즘(16P)은 도광체(16)에 대한 커플링-인 배열의 일부이다. 광학 배열(20)은 무한대로 시준된 인-커플 이미지(입력 빔(4))로 도광체(16)를 조명한다(예를 들어, Lumus LTD, 특허 WO 2015/2015에 기술된 바와 같이). 광이 도광체(3) 내에서 전파 될 때, 전파 광(5)은 도광체(16)의 제1 외부 표면(22) 및 제2 외부 표면(24)으로부터 내부 반사에 의해 반사된다. 도광체(16)에 대한 현재 도면에서의 제1 외부면(22)과 제2 외부면(24)는 각각 도 31에서의 LOE(903)의 전면(926A) 및 후면(926)과 각각 유사하다.

[0050] 도광체(16)의 제1 섹션(14)은 제1 안내 빔(6)과 같이 전파 광(5)을 측면으로 반사시키는(현재 도면의 측면에서 식별할 수 없는 방향에서의 변화) 내부 패싯을 포함한다. 제2 섹션(12)은 관찰자의 아이 박스(10)를 향한 제2 안내 빔(8)으로서의 광(4A)과 같이 전파 광(4A)을 반사하는 패싯을 포함한다. 이미지 조명의 균일 성을 향상시키기 위해, 관찰자의 관측 눈(10)의 방향의 광이 각각의 패싯 시퀀스에서 하나 이상의 패싯을 통과하는 경우, 모든 섹션 내의 패싯은 오버래핑(본 명세서에서 참조로서 포함되는, Lumus LTD의 특허 출원 PCT / IL2018 / 050025에 정의된 의미)되는 것이 바람직하다.

[0051] 광은 일반적으로 커플링-인 배열, 예를 들어 광학 배열(20) 및 프리즘(16P)에 의해 도광체(16)로 안내된다. 커플링-인 배열 및/또는 이미지 프로젝터는 전파 광(5)이 도광체(16)를 따라 외부 표면(22, 24)의 내부 반사를 통해 제1 플랜내(in-plan) 구성요소로 전파 방향으로 전파되도록 도광체(16) 내로 광을 안내하도록 구성된다(플랜외(out of plan) 구성요소는 도광체의 주요 외부 표면으로부터의 각각의 내부 반사에서 역전된다). 적어도 제1 세트의 패싯(32)는 도광체(16)의 내부 반사에 의해 안내될 광의 일부를 편향시키도록 배향되고, 제1 플랜내 구성요소와 평행하지 않은 제2 플랜내 구성요소의 전파 방향으로 도광체(16)를 따라 전파된다. 일련의 패싯에서 부분 반사를 통한 이미지의 이러한 재배향(redirection)은 도광체 내에서 제1 치수에서 개구 배율을 달성한다. 커플링-아웃 배열은 통상적으로 제2 플랜내 구성요소로 전파되는 광의 적어도 일부를 커플링-아웃하도록 구성된다. 커플링-아웃 배열는 통상적으로 제2 플랜내 방향으로 추가적인 개구 배율을 달성하는 부분 반사 패싯(36)의 제2(또는 제 3) 세트이다.

[0052] 제2 섹션(12)(커플링-아웃 패싯을 가짐)은 바람직하게는 관찰자의 눈(10)에 더 가까워지고 반대 구성이 또한 범위 내에 속하지만, 결합해제된 광(제2 안내 빔(8))은 방해받지 않으며, 그 역 구성 역시 본 발명에 포함될 수 있으며, 특정 어플리케이션에서 바람직할 수 있다.

[0053] 이제 굴절률이 1.5955 인 유리를 사용하고 40도 대각선의 직사각형 이미지를 커플링 아웃(전달)시키는 도광체(16)의 예시적인 구현예를 설명한다.

[0054] 도 4를 참조하면, 도 4는 상이한 반사율 크기를 갖는 다양한 코팅의 반사율에 대한 반사율(reflectance) 대 각도(angle)의 그래프를 도시한다. 바람직하게, 패싯의 코팅은 최대 효율을 가지며 고스트 이미지에 결합된 최소

에너지를 얻도록 설계되어야 한다. 바람직한 구현예에서, 이미지 반사율은 법선으로부터 표면까지 0도 내지 55도의 입사각으로 존재하는 반면, 코팅은 법선으로부터 표면까지 55도 내지 87도에서 실질적으로 투명하다(72도까지 투명한 높은 반사율 코팅을 제외). 코팅의 이러한 특성은 각도 패싯 설계를 결정한다. 코팅의 이러한 특성은 전체 가시 스펙트럼에 대해 거의 동일하므로 단일 도광체는 모든 색상(일반적으로 RGB, 적색, 녹색 및 청색이라고 함)을 전달한다. 광의 입구로부터 도광체(도광체의 근위 단부) 까지의 추가 거리(도광체의 원위 단부를 향한)에서의 패싯에는 바람직하게는 더 높은 반사율을 갖는 코팅이 제공된다.

[0055] 도 5를 참조하면, 도 5에는 도광체(16)의 기하학적 광학 특성이 각도 공간으로 도시되어 있다. 두 외부면(제1 외부면(22) 및 제2 외부면(24))의 TIR 임계 각도 한계는 원(A30)으로 표시되는데, 여기서 원 내부로 향하는 광선은 기판으로부터 빠져 나가고 그 원 외부로 향한 광선은 기판 내에 갇힌 상태로 유지된다. 입력 빔(4) 인 도광체(16) 내로 주입된 이미지 광은 직사각형 각도 분포를 갖는다. 입력 빔(4)은 외부면(제1 외부면(22) 및 제2 외부면(24)) 사이에서 앞뒤로 바운스되고, 사각형(4L, 4R)(도 1에서 입력 빔(4)과 동일, 주 기판 표면에 반사된 컨주게이트 이미지(conjugate images))

[0056] 도 6을 참조하면, 도 6은 도광체(16)의 패싯의 각도 공간 방향을 나타낸다. 이미지 광 입력 빔(4)은 먼저 도광체(16)의 제1 섹션(14) 내에서 제1 세트의 패싯(32)과 만나게 된다. 제1 세트의 패킷(32)는 원(A32)으로 표시되는 평면으로 도시되어 있다. 이들 제1 섹션 패싯(32)은 도 4에 도시된 바와 같은 각도 반사율을 갖는 코팅으로 코팅된다. 코팅이 투명한 각도(이 예에서 55도)는 원 A34로 도시되어 있다. 따라서 이들 원 사이(외부)에 표시된 이미지(즉, 현재 도면의 4L과 같이 패싯에 대해 각도가 55도 이상 기울어진 각도)는 최소의 반사율로 코팅된 패싯을 통과한다. 이들 원에 있는 이미지(즉, 이 도면에서 4R과 같이 이들 패싯에 대한 법선에 대해 55도 미만으로 기울어진 각도)는 부분적으로 반사된다. 반사는 패싯 각도 A32에 대해 반대 각도에도 발생된다. 따라서, 이미지(4R)는(화살표 600으로 도시된 바와 같이) 반사되어(제1 안내 빔(6)에 대응하는) 컨주게이트 이미지(6L)를 생성한다. 이미지가 도광체(16) 내에서 전파됨에 따라, 일부 광은 4R과 6L 사이에서 앞뒤로 바운스되고 최종 이미지 조명의 균일성을 향상시킨다.

[0057] 도 7을 참조하면, 도 7은 제2 패싯 세트(36)의 기하학적 광학 특성을 도시한다. 광 이미지(6L)는 도광체(16)의 외부면(22, 24)으로부터 반사되어 컨주게이트 이미지(6R)를 생성한다. 이미지들(6L 및 6R)은 전파되어 면(22, 24)으로부터 반사되고 제2 섹션(12)의 패싯(제2 섹션 패싯(36))과 마주치고, 여기서 배향은 A36으로 제시된다. 제2 섹션 패싯(36)상의 코팅은 또한 투명한 범위(도 6의 A34)를 가지며, 투명한 범위의 마진은 원 A38로 도시되어 있다.

[0058] 이미지들(6L, 4L 및 4R)은 투명 범위(원들(38) 사이) 내에 있고, 따라서 제2 섹션(12)의 제2 패싯(36)에 의해 크게 반사되지 않는다.

[0059] 그러나, 이미지(6R)는 55도 컷오프 내에 있으며, 따라서 제2 패싯(36)에 의해 부분적으로 반사되어, 기판 주 표면의 내부 반사로부터 빠져 나가는 각도 범위에서 종결되며, 이미지(8)(제2 안내 빔(8))로서 관찰자의 아이-박스(10)를 향해 도광체(16)의 외부로(화살표(700)로 표시됨) 전달된다.

[0060] 도 8을 참조하면, 도 8은 패싯 및 코팅 마진의 대안적인 구현의 각도 공간 도면을 나타낸다. 이미지 4L 및 4R은 제2 섹션(12)(각도> 55도를 나타내는 마진(A38) 내)의 제2 패싯(36)에 의해 반사되지 않는다. 또한, 이미지(4L, 6R)는 제1 섹션(14)(마진(A34) 내에서)의 제1 패싯(32)에 의해 반사되지 않는다.

[0061] 예시적인 경우에, 도광체(16)에 결합된 제1 이미지가 이미지(4L)라고 가정하면, 이미지는 다음 순서로 결합된다:

[0062] 1. 이미지(4L) : 프로젝터 옵틱(20)에 의해 도광체(16)에 결합.

[0063] 2. 이미지(4R) : 도광체(16) 내의 내부 반사에 의해 이미지(4L)에 대한 컨주게이트으로서 생성됨.

[0064] 3. 이미지(6L) : 제1 패싯(32)에 의한 이미지(4R)의 반사에 의해 생성됨.

[0065] 4. 이미지(6R) : 도광체(16) 내의 내부 반사에 의해 이미지(6L)에 대한 컨주게이트으로서 생성됨.

[0066] 5. 이미지(8) : 제2 패싯(36)에 의한 이미지(6R)의 반사에 의해 생성됨.

[0067] 상이한 구성이 전술한 바와 같이 동일한 순서의 이미지를 결합하는 동일한 기본 특성을 갖기 위해 이용될 수 있다. 제1 패싯(32)에 충돌하는 입사 이미지(4R) 및 제2 패싯(36)으로부터 오는 반사 이미지(6L)는 모두 기판의 주 표면(외부면(22, 24))에 의해 내부적으로 반사되는 각도의 범위 내에 있고 따라서 기판에 의해 안내되는 것

에 유의해야한다. 도광체(16)의 외부면(22, 24)을 통한 내부 반사는 LOE(903)의 기판(920)의 주 표면(926, 926A)을 통한 내부 반사와 유사하다.

[0068] 본 명세서에 예시된 바람직한 구현예는 각각의 패싯과 관련하여 각각의 이미지의 각도를 최적화하도록 설계되어, 패싯 코팅의 각도 선택적 특성에 따라 이미지가 선택적으로 부분 반사되거나 최소 반사로 투과되지만, 그러한 최적화는 필수적인 것은 아니다. 일부 경우, 고스트가 상대적으로 낮은 에너지 모드이거나 원하는 출력 이미지의 시야 외부에 있는 한, 최적화되지 않은 각도 및/또는 최적화되지 않은 코팅을 사용하여 다양한 원치 않는 모드(고스트 이미지에 대응)를 생성하는 것이 허용될 수 있다.

[0069] 도 9를 참조하면, 도광체(16)의 다른 실시예가 도시되어 있는데, 여기서 제1 섹션(14)과 제2 섹션(12)의 섹션들은 도광체의 두께 치수에서 오버래핑되어 교차 패싯을 갖는 단일 섹션 도광체(40)를 생성한다. 즉, 패싯의 세트들, 이 경우 제1 세트의 패싯(32) 및 제2 패싯 세트(36)는 도광체의 동일한 평면에서 오버래핑되고 배열(구성)된다. 단일 섹션 도광체(40)는 제1 외부면(22)과 제2 외부면(24) 사이의 두께 40T를 갖는다. 이러한 도광체의 제조 방법이 이하에 설명된다. 단일 섹션 도광체(40)에서 패싯의 각도는 도 4 및 도 8을 참조하여 2섹션 도광체(16)에 대한 전술한 패싯과 유사하다.

[0070] 도 10을 참조하면, 2개 섹션 도광체(16)을 제조하는 방법이 도시되어 있다.도 2 및 도 3을 다시 참조한다. 제1 세트의 윈도우(50)는 제1 스택(51)을 생성하기 위해 함께 코팅 및 합착(cemented)(적층(stacked))된다. 이와 관련하여, "윈도우"라는 용어는 투명한 평판(flat plate)을 지칭한다. 제1 스택(51)은 반사면(52)의 제1 어레이를 생성하기 위해 각도를 가지고 슬라이스된다.

[0071] 유사하게, 제2 세트의 윈도우(54)(제1 세트의 윈도우(50)와는 상이한 세트)는 제2 스택(55)을 생성하기 위해 함께 코팅 및 합착(스택)된다. 제2 스택(55)은 반사면(56)의 제2 어레이를 생성하기 위해 제2 각도로(제1 스택(51)을 슬라이스하는데 이용된 각도와 상이한 각도) 슬라이스된다. 2개 어레이(제1 어레이(52) 및 제2 어레이(56))는 적절한 상대 각도(예를 들어, 서로에 대해 원하는 각도로 합착 또는 접착됨)로 함께 부착된다. 오버래핑 어레이는 도광체(16)를 위한 원하는 형상을 생성하기 위해 트리밍(61) 된다. 일부 실시예에서, 선택적 커버(62)는 최종 2개 섹션 도광체(64)의 외부면으로서 접착된다. 각각의 단계는 하나 이상의 표면의 컷팅, 그라인딩, 및 폴리싱을 필요에 따라 포함할 수도 있다. 윈도우의 실제 크기 및 원하는 크기의 도광체(64)에 따라, 하나 이상의 어레이가 각각의 스택으로부터 제조될 수 있다.

[0072] 도광체(16)의 양 섹션에 대해 동일한 어레이(패싯 플레이트)를 사용함으로써 상당한 비용 절감이 달성될 수 있다. 예를 들어, BK7 유리는 각각 26도의 패싯을 갖는 2개 어레이(제1 어레이(52))를 제조하는데 사용된다. 이것은 2개의 어레이(각각 다른 각도의 패싯을 갖는 제1 어레이(52) 및 제2 어레이(56))를 생성하는 전술한 설명과 상이하다. 그런 다음 2개 어레이는 서로에 대해 115도의 비틀림 각도로 함께 부착된다(60). 이 예시적인 구성은 16 : 9 필드 비율(field ratio)에서 38도를 갖는 이미지의 전송을 가능하게 한다.

[0073] 도 11을 참조하면, 단일 섹션 도광체(40)를 제조하기위한 예시적인 방법이 도시된다. 2개의 섹션 도광체(16)를 제조하는 도 10을 참조하여 설명한 바와 유사하게, 제1 세트의 윈도우(50)가 코팅되고 적층되어 제1 섹션을 생성한다. 스택은 제1 어레이(52)의 배수로 슬라이스 된다. 제1 어레이(52) 슬라이스는 어레이 스택(70)을 생성하기 위해 함께 폴리싱, 코팅 및 적층된다. 그러나 이 어레이 스택(70)은 제1 스택(51)과 유사할 수 있고, 이 경우 어레이 스택(70) 내에 여분의 코팅 레이어가 존재할 수 있다. 어레이 스택(70)은 동일한 두께의 도광체 내에 두 세트의 평행한 패싯을 갖는 슬라이스 어레이(71)를 생성하도록 슬라이스된다. 선택적으로, 완성된 단일 섹션 도광체(72)(도 9의 단일 섹션 도광체(40))를 생성하기 위해 외부 윈도우(62)가 추가될 수 있다. 각각의 슬라이싱의 각도와 각각의 스태킹의 각도는 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, 최종 도광체(16)의 요건에 의해 결정된다.

[0074] 도 12a 내지도 12e를 참조하면, 도광체(16)의 구현을 조명하기 위해 프로젝터(2)를 사용하는 다양한 예시적인 조명 구조가 도시된다. 도 12a에서 조명은 측면으로부터 이루어진다. 화살표(800A1 및 800A2)로 도시된 조명 전파는 대부분이 하향으로 확장되고, 확장의 일부는 6L에서 4R로의 역방향 커플링에 의해 상향된다.(도 6 참조).

[0075] 도 12b는 상부로부터의 조명을 도시하며, 이 구성은 측면 주변 비전(side peripheral vision)의 모호함(obscuration)을 감소시킨다.

[0076] 도 12c는 크기와 무게를 줄이도록 프로젝터의 하드웨어(우측 및 좌측)를 결합할 수 있는 중앙(두 도광체 사이)의 조명을 나타낸다.

[0077] 도 12d는 거의 완벽한 주변의 뚜렷한 비전을 확보 할 수 있는 상단 조명을 나타낸다.

[0078] 도 12e는 눈 방향 아래 각도에서의 조명을 나타낸다. 이러한 방식으로, 이미지 프로젝터는 관찰자 주변 시야의 외측에에 편리하게 위치된다.

[0079] 도 13을 참조하면, 전술한 아키텍처에 대한 변형예가 도시된다.

[0080] 변형예는 상이한 각도의 패싯 및 이미지를 포함한다. 현재 도면을 도 8의 변형으로서 비교한다. 현재 도면에서, 제1 세트의 패싯(32)의 각도(A32)는 각도(A32)가 이미지(6R)의 각도의 반대쪽에 있도록 하여 더 큰 이미지가 전송될 수 있게 한다. 원들(A39)은 두 개 외부면의 내부 반사각을 나타내며 이들 원 안에 투사된 이미지가 도광체에서 커플링 아웃된다. 예를 들어, 이미지(8)는 원 외부의 이미지이며, 컨주게이트 이미지로서 도광체 내에서 반사되고, 컨주게이트 이미지는 도광체의 외부면으로부터 반사되는 이미지이다. 도광체를 따라 외부면으로부터 반복된 반사는 서로 컨주게이트인 2개의 이미지를 생성한다.

[0081] 도 14a 및 도 14b를 참조하면, 도 13의 구조를 사용하는 도광체의 배열을 개략적으로 나타낸다. 도 14a에서, 프로젝터(2)는 도광체(16)에 광 이미지를 주입한다. 주입된 광의 폭이 프로젝터 개구에 의해 결정된다. 두 개의 화살표는 시야의 특정 지점(즉, 특정 방향)에 대한 투사 광 빔(100)의 폭(도 13의 4L 및/또는 4R)을 도시한다. 바람직하게는, 이 설명은 투사된 이미지의 중심 필드를 지칭한다. 패싯(102)(도 13에서 방향(A32)으로 표시됨)은 수직 방향(104 및 106)으로 광을 반사한다. 수직 반사(104) 및 수직 반사(106)는 동일한 방향(도 13에서 6R 및/또는 6L)을 갖지만, 빔을 따라 상이한 위치를 갖는다. 수직 반사(104)의 빔은 3 개의 패싯(102)에 의해 반사되고, 수직 반사(106)의 빔은 2개의 패싯(102)에 의해서만 반사되는 것이 명백하다. 결과적으로, 반사된 이미지는 균일한 강도 분포를 갖지 않을 것이다.

[0082] 도 14b에서, 패싯들(109)은 반사된 방향들(반사 방향(108) 및 반사 방향(110))을 따라, 주입된 빔(100)으로부터 일정한 수의 반사(이 경우에는 2개)가 존재하도록 배열된다. 반사를 위해 구성된 패싯(109)은 하나, 둘 또는 그 이상의 패싯일 수 있다. 반사된 광선에 기여하는 주어진 수의 패싯을 달성하기 위한 기하학적 기준은 간단한 삼각법(수있다)을 사용하여 패싯 간격, 투사된 이미지 광선에 대한 패싯 각도 및 개구의 폭에 의해 정의된다.

[0083] 제2 섹션(12)의 제2 세트의 패싯(36)(도 3을 다시 참조하면, 도 13의 각도 A36)은 이미지 균일성을 향상시키기 위해 오버래핑되는 것이 바람직하다.

[0084] 도 15를 참조하면, 도광체(16) 내의 광의 전파의 개략적인 스케치가 도시되어 있다. 결합된 도광체의 요구되는 크기는 광 도광체 내에서 그리고 자유 공간에서 관찰자의 눈을 향한 광의 전파 방향에 의해 결정된다. 현재 도면에서, 안내된 전파는 점선으로 도시되고 자유 공간 전파는 실선으로 도시된다. 두 전파는 동일한 평면 내에 있지 않지만, 설명의 명확성을 위해 현재 도면에서는 동일한 평면에 개략적으로 표시되어 있다. 굴절에 의한 각도 변화는 설명의 명확성을 위해 도시되지 않았다.

[0085] 프로젝터(2)는 필드 폭(상이한 광선 각도)을 갖는 이미지를 주입한다. 이 필드의 폭의 에지는 광선(115 및 116)(도 13에서 4R의 크기)으로 표시된다. 광선(115 및 116)은 제1 패싯(32)(도 13의 각도(A32))에 의해 지점(118)에서 상이한 방향으로 광선(117A 및 117B)로 반사된다(도 13의 6L).

[0086] 2개의 광선(117A 및 117B)은 제2 패싯(36)(도 13의 각도 A36)에 의해 지점(120)에서 관찰자 눈(10) 상의 방향(122)(116에 의해 시작됨) 및 124(115에 의해 시작됨)로 반사되기 전에 새로운 방향으로 상이한 길이를 전파한다.

[0087] 도광체(16)의 높이(126)는 115, 116, 122, 122 및 124의 확장보다 작을 수 없다는 것이 명백하다.

[0088] 현재 구성에서, 아웃 커플링(도 13의 각도 A36)에 대한 제2 패싯(36)은(현재 도면의 페이지에 도시된 바와 같이) 지점(120)의 상부에서만 시작될 것이다. 관찰자(관찰자의 눈(10))가 전체 투사된 필드를 볼 수 없기 때문에, 제2 패싯(36)은 지점(120)의 상부 위로 필요하지 않다.

[0089] 도 16a, 도 16b 및 도 17을 참조하면, 전술한 구현들과 비교하여, 도광체의 높이를 추가로 감소시킬 수있는 접근법이 도시된다.

[0090] 도 16a는(도 4에 도시된 반사율과 비교하여) 높은 각도의 입사 광선을 반사하도록 설계된 패싯 코팅의 반사율(반사 프로파일)의 그래프이다. 이 반사 프로파일은 전파 광이 도광체와 커플링 아웃될 때 광빔의 전파 각도를 반전시키는데 사용된다.

[0091] 도 16b는 현재 접근법의 예의 각도 아키텍처를 도시한다. 이미지는 130L로 주입되고, 외부면에 의해 130R에 결

합되고(1600), 이어서 도 16의 코팅을 갖는 (이하에 설명된 패싯(A132)의 세트의)패싯 각도(A132)는 이미지를 134R에 결합한다(1602). 이어서 외부면은 (이하에 설명된 패싯(136)의 셋트의) 패싯 각도(A136) 상의 동일한 코팅에 의해 반사되어 이미지(134L)로서 전파하는 광을 반사하고(1604) 반전된 이미지(138)로서 관찰자를 향해 도광체로부터 나간다. 이미지(130L 및 130R)의 하부는 반전된 이미지(138)의 상부가 되며, 즉 이미지가 반전된다.

[0092] 도 17은 반전된 이미지(138)의 광 전파의 개략적인 스케치를 도시한다. 프로젝터(2)는 광선(140 및 142)(각도 130L 및/또는 130R)에 의해 경계를 갖는 시야를 갖는 이미지를 주입한다. 지점(144)에서의 반사는 각각의 광선들(146 및 148)(이미지들(134L 및/또는 134R)) 상으로의 한 세트의 패싯들(132)에 의한 것이다. 반사지점(150)은 세트의 패싯(136)에 의한 각각의 광선(152 및 154) 상으로의 반사를 나타낸다. 광선(152 및 154)의 수직 방향은 광선(140 및 142)의 방향과 반대임이 명백하다. 결과적으로, 도광체의 전체 수직 높이(156) 도 15의 높이(126)와 비교하여 더 작다.

[0093] 도 18a, 도 18b 및 도 18c를 참조하면, 3개의 패싯 세트가 결합되어 도광체(16)을 형성하는 다른 실시예가 도시되어 있다. 도 18a는 광선이 도광체(173)에서 전파될 때 반사 방향을 개략적으로 나타낸다. 도 18b는 3 개의 패싯 섹션이 결합되어 있는, 결합 도광체(173)의 정면도를 개략적으로 나타낸다. 한 세트의 패싯(174)은 패싯(176)과 상이하고 아웃-커플링 패싯(178)과 상이한, 미리정의된 배향을 갖는다. 프로젝터(2)는 광선(180)을 도광체(173)에 주입한다. 지점(182)에서 세트의 패싯(174)은 광선(180)을 방향(184)으로 부분적으로 반사시킨다. 모든 지점은 도광체에 걸쳐 분포된 프로세스(대응하는 패싯 세트를 통해)를 나타낸다. 일부 지점(186)에서, 전파 광선(184)은 세트의 패싯(174) 중 하나에 의해 원래의 광선(180)의 방향으로 반사된다. 지점(191)에서, 광선은 세트의 패싯(178)에 의해 광선(193)으로서 관찰자의 눈 방향을 향해 아웃-커플링된다. 패싯(176)에 의해 다른 확장 경로가 생성된다. 프로젝터(2)로부터의 광선은 패싯(176)의 세트에 의해 지점(187)에서 방향(188)으로 반사된다. 일부 지점(190)에서, 광선(188)은 방향(180)으로 다시 반사되고 지점(192)에서, 관찰자 눈(10)을 향해 광선(195)으로서 세트의 패싯(178)에 의해 아웃-커플링된다.

[0094] 도 18c는 3 개의 패싯 섹션의 다른 구성에서 광선이 도광체(173)로 전파 될 때 반사 방향을 개략적으로 나타낸다. 현재 도면은 세 개의 패싯 섹션을 단일 도광 체로 결합하여 개구 확장을 형성하는 다른 구성이다.

[0095] 도 19a를 참조하면, 광을 도광체에 주입하는 대안적인 방향의 각도를 나타내는 도면이다. 일반적으로, 개구 확장을 달성하기 위해 임의의 결합된 전파 이미지에 입력 이미지 광선을 주입하는 것이 가능하다. 예를 들어, 도 8의 각도 다이어그램은 현재 도면에서 6L 또는 6R에서 이미지 조명을 주입하기 위해(1900)(이미지가 콘쥬게이트 이미지로서 반사됨(1902))변형될 수 있다. 광은 또한 4R에 대한 컨주게이트인(1906) 4L에 대해 앞뒤로 반사한다(1908). 이들 이미지는 원래 방향으로 복귀(1908)하기 전에 상이한 방향으로(따라서 도광체에서 광선 분포를 확장함) 전파되고, 최종적으로 현재 도면에 기술된 바와 같이 커플링 아웃된다(1904).

[0096] 도 19b를 참조하면, 도 19a의 각도 다이어그램을 사용하는 도광체가 개략적으로 도시된다. 이미지 프로젝터(2)는 대각 패싯(202)(현재 도면에서 대각선으로 도시되고 제1 세트의 패싯(32)과 유사하게 기능함)과 아웃 커플링 패싯(203)(현재 도면에서 수직으로 도시되고, 제2 세트의 패싯(36)과 유사하게 기능함)의 조합에 이미지를 입력한다.

[0097] 도 19c를 참조하면, 현재의 도광체에서의 광선 전파 다이어그램이 도시되어 있다. 현재 도면에서, 점선(1920)은 이미지 프로젝터(2)로부터의 주입된 광선(6R 및 6L와 동일)을 나타낸다. 점선(1922)은 개구를 확장하기 위해 옆으로 전파되는 광선(4R 및 4L와 동일)을 나타낸다. 솔리드 화살표(1924)는 아웃 커플링된 광선(8과 동일)을 나타낸다. 현재 구성을 사용하여, 이미지(6R 또는 6L)로서 도광체로의 이미지 주입은 이미지(4R 및 4L)에 비해 더 가파른 각도(이들 이미지 각도는 내부 반사 평면(A39)에 대해 명백함)임을 주의해야 한다. 따라서, 더 작은 프로젝터 개구는 도광체의 두께 치수의 충전하기에 충분하다.

[0098] 도 20을 참조하면, 이미지의 다른쪽에 패싯을 갖는 대안적인 실시예의 각도다이어그램이 도시되어 있다. 현재 다이어그램에서, 제2 세트 패싯(36)는 이미지(6L)의 다른쪽에 있다(즉, 6L 및 6R 모두 제2 셋트 패싯(36)에 대해 동일한 쪽에있음). 이중선(1930A, 1930B)은 이미지를 도광체에 커플링 인 하기 위한 대안을 나타낸다. 이미지는 6L, 6R, 4L 또는 4R로 결합된다. 이전 실시예들과 유사하게, 이미지 4R 및 4L은 컨주게이트(1936) 이미지이고, 이는 6R과 컨주게이트인(1932) 6L을 앞뒤로 결합한다(1983). 이미지 6R은 반사되고(1934) 이미지(8)로서 관찰자를 향해 나온다.

[0099] 대안적인 실시예에서, 패싯 반사를 위해 다음을 포함하는 다양한 구성이 사용될 수 있다:

[0100] 패싯의 상이한 측에 있는 이미지 및 이미지 컨주게이트(도 13); 및

[0101] 패싯의 동일한 측에 있는 이미지 및 이미지 컨주게이트(도 19d)

[0102] 대안적인 실시예에서, 다음을 포함하는 다양한 코팅이 사용될 수 있다:

[0103] 패싯 각도 근처에서 이미지를 각도로 반사(도 16)

[0104] 패싯 각도에서 이미지를 더 많이 반사(도 4)

[0105] 대안적인 실시예에서, 도광체으로의 다양한 이미지 주입이 사용될 수 있으며, 다음을 포함한다:

[0106] 직접 출력 결합되는 방향(도 19c에서 6R, 6L)

[0107] 출력 커플링 전에 변경되는 방향(도 19d에서 4L, 4R)

[0108] 도 21을 참조하면, 굴절 패싯이 회절 격자와 결합되어 도 1 및 도 2를 참조하여 설명된 것과 동일한 방식으로 개구 확장의 기능성을 달성하는 하이브리드 시스템이 도시된다.

[0109] 회절 격자의 적용은 색 분산이 무시될 수 있도록 반대의 광학 파워를 갖는 적어도 2개의 격자의 사용을 필요로 한다. 현재 도면의 실시예에서, 회절 패턴(210)은 입력 광을 도광체에 결합시키기 위해 사용되는 반면, 회절 패턴(212)은 도광체로부터 나온 광을 결합시키기 위해 사용된다. 측방향 개구 확장은 색수차(chromatic aberration)를 도입하지 않고 전파 광을 측 방향으로 앞뒤로 결합하는 대각 패싯(214)을 오버래핑시킴으로써 달성된다. 여기서 다시, 오버래핑 대각 패싯(214)의 세트는 제1 안내 모드(주 기판 표면에서 내부적으로 반사됨)를 제2 안내 모드(주 기판 표면에서 내부적으로 반사됨)로 재지향(redirect) 시키기 위해 전개(deployed)된다.

[0110] 도 22a 내지도 22c를 참조하면, 전파 동안 광선을 혼합하기 위한 다양한 실시예가 도시되어 있다. 도광체(16) 내에서 전파 광선의 혼합은 다양한 구현에 의해 달성될 수 있다. 예를 들어, 제1 섹션(14)의 제1 세트의 패싯(32)와 제2 섹션(12)의 제2 세트의 패싯(36) 사이에 부분 반사를 도입함으로써 이루어질 수 있다.

[0111] 도 22a를 참조하면, 부분 반사 코팅에 의해 분리된 섹션이 도시되어 있다. 제1 섹션(14) 및 제2 섹션(12)은 부분 반사 코팅에 의해 인터페이스(250)에서 분리된다. 입력 광학 배열(20)은 입력 빔(4)을 도광체(16)에 제공한다. 인터페이스(250) 및 부분 반사 코팅은 외부면(제1 외부면(22) 및 제2 외부면(24))과 평행하다. 이 구현예는 전파 광선(5)의 다중 분할 및 반사에도 불구하고 전파 광선(5)(진한 화살표(dark arrows)로 표시됨)의 원래 방향으로 모든 광선을 유지할 것이다. 현재 도면에서, 명확성을 위해, 단지 하나의 광선의 분할이 도시되어 있다. 당업자는 현재 설명으로부터 다중 분할이 발생하여 출력 이미지의 균일성을 더욱 향상 시킨다는 것을 인식할 것이다.

[0112] 대안적으로, 제1 섹션(14) 및 제2 섹션(12)은 상이한 재료(예를 들어, 유리 및 플라스틱, 또는 상이한 타입의 유리)로 제조될 수 있고, 이에 의해 인터페이스(250)에서 프레넬 반사(Fresnel reflections)를 야기할 수 있다. 인터페이스(250)는 대안적으로 및/또는 추가적으로 출력 이미지의 균일 성을 더욱 향상시키기 위해 편광 회전(polarization rotation)(인터페이스에서의 유전 변화(dielectric variation)가 이 영향을 야기함)을 발생시킨다.

[0113] 도 22b를 참조하면, 대안적인 소형의 광학 배열(20B)이 도시되어 있다.

[0114] 이미지 프로젝터의 크기를 줄임으로써 시스템 비용을 줄일 수 있다(도 22a 광학 배열(20)). 그러나, 균일한 이미지 조명은 이미지 프로젝터가 도광체(16)의 모든 입구(enterance)를 조명할 것을 요구한다. 현재 도면에서, 반사 인터페이스(250)에 의해 기인한, 향상된 결합은 광학 배열(20)에 비교하여 더 작은 광학 배열(20B)에 대한 더 작은 이미지 프로젝터(252)를 가능하게 한다.

[0115] 도 22c를 참조하면, 부분 반사기를 구비한 대안적인 실시예가 도시되어 있다. 외부면(제1 외부면(22) 및 제2 외부면(24))과의 인터페이스(250) 평면의 평행성을 유지하는 것은 기술적으로 문제가 될 수 있다. 현재 도면에서, 작은 평행 반사기(254)가 사용된다. 작은 평행 반사기(254)는 제1 섹션(14)과 제2 섹션(12) 사이의 인터페이스의 일부에서만 인터페이스(250)로서 구현된다. 이 작은 반사기(254)는 입력 결합 광선(입력 빔(4))의 분할을 생성하여 모든 도광체가 균일하게 조명된다. 바람직하게는, 작은 반사기(254)(인터페이스(250)) 반사율은 도광체를 따라(근위 단부에서 원위단부로) 점차 감소하여 출력 이미지의 균일성을 향상시킨다. 이러한 상부 섹션(제1 섹션(14)) 반사율의 점진적인 감소는 증가된 반사율(프로젝터로부터 더 멀리 떨어진 패싯이 일정한 이미지 파워를 유지하기 위해 더 높은 반사율을 가짐)을 보상하기 위해 사용될 수 있고, 이에 의해 도광체에 걸쳐 일정한 투명도의 외관을 생성한다.

[0116] 도 23을 참조하면, 최적이 아닌 확장을 갖는 도광체 내에서 광의 전파를 개략적으로 도시한다. 횡방향 개구 확장(transverse aperture expansion)은 최적이 아닌 광선('고스트'라고도 언급됨)을 생성하고 이 고스트로부터 다시 결합(coupling) 된다.

[0117] 그러나,이 프로세스는 전술한 최적의 광선 전파 기술과 비교할 때 덜 효율적이며 이미지 열화를 유발할 수 있다. 이 프로세스는(도 2에서와 같이) 교차 패싯을 사용하여 생성되지만 코팅 최적화없이(도 8에서와 같이) 생성된다. 결과적으로, 4L 및 4R은 또한 제2 세트의 패싯(36)에 의해 반사되어, 바람직하지 않은 이미지를 생성한다. 그러나, 패싯 각도(도 8에서와 같이 각도 공간에서의 반복 설계)를 적절히 선택하면 이 고스트는 관찰자의 관심 영역 밖에 존재하게 된다.

[0118] 현재 도면은 이러한 '고스트'가 이미지를 다른 횡 방향으로 확장하는데 어떻게 사용되는지 나타낸다. 프로젝터(2)는 방향 260으로 광선을 주입한다. 제1 섹션(14)의 제1 세트의 패싯(32)에 의해 반사된 후, 전파 광은 방향 262으로 전환된다. 제2 섹션(12)의 제2 세트 패싯(36)에 의해 반사된 후, 전파 광은 방향 264으로 도광체로부터 방향 전환된다. 이전의 확장은 하나의 횡 방향이었다. 방향 260에서의 입력 광선은 또한 안내된 방향 266으로 제2 섹션의 패싯(12)에 의해 반사 될 수 있지만, 방향 260과 반대 방향으로 반사될 수 있다. 제2 섹션(12)의 제2 세트의 패싯(36)에 의한 2차 상호 작용은 방향 266에서 최초 방향 260으로 전파 광선을 다시 반사하지만, 나중에 시프트된다. 방향 260에 대한 상기 설명과 유사하게, 전파 광선(260)은 제1 세트의 패싯(32)에 의해 방향 262로, 제2 세트의 패싯(36)에 으해 도광체로부터 방향 264로 반사된다.

[0119] 도 24a를 참조하면, 입력 빔(4)을 도광체(16)에 결합시키는데 사용되는 커플링 프리즘(270)을 갖는 2개의 유사 교차 섹션(similar cross sections)의 예가 도시되어 있다. 단일 주광선(chief-ray)(2400)(필드 중심 및 개구 중심)은 광선이 섹션 패싯에 의해 분할된 것으로 도시된다. 도광체로의 이러한 결합은 다양한 방식으로 수행될 수 있다.

[0120] 도 24b 및도 24c를 참조하면, 커플링 배열의 단면이 개략적으로 도시된다. 단면은 도 24a에 도시된 주광선(2400)의 평면을 따른다.

[0121] 도 24b는 도광체(16)가 각도를 갖고 연마되고 프리즘(2410)이 연마된 각도의 상단부 추가되는 구성을 도시한다. 이 구성은 도광체(16)의 하부(bottom)(도면에 도시된 바와 같음)로부터의 부드러운 반사를 가능하게 한다.

[0122] 도 24c는 도광체(16)의 수직 단부에 프리즘(2420)을 추가한 구성을 도시한다. 이 구성은 긴 결합 섹션을 가능하게한다(도광체(16)으로부터 직사각형으로 연장됨). 이 구성은 또한 프리즘(2420)과 도광체(16)에 대해 상이한 굴절률을 사용할 수 있게 한다.

[0123] 도 24d는 편광 빔 스플리터에 기초한 이미지 생성기와 프리즘의 조합을 도시한다. 이 조합은 볼륨과 공간을 절약한다.

[0124] 두 섹션 내에서 패싯의 다양한 배향은 도광체(16) 내의 광선의 편광 변화를 야기할 것이다. 따라서, 비편광된(un-polarized) 광을 도입하는 것이 바람직할 수 있다. 비편광된 광은 본질적으로 비편광된 프로젝터(예를 들어, TI DLP, Texas Instruments Digital Light Processing 기반)로부터 발생하거나 또는 편광된 프로젝터 앞에 편광자를 놓은 후(크리스탈 쿼츠 윈도우(crystal Quartz window)) 발생할 수 있다.

[0125] 도 25를 참조하면, 섹션들 사이에 안전 바인더(safety binder)가 도시되어 있다. 도광체(16)(도광체의 유리 또는 플라스틱)가 제동(brakeage)되는 경우, 파단 된 파편(broken fragments)에 의한 관찰자 부상을 방지하기 위해 함께 부착되고 구조적 완전성을 유지해야한다. 도광체의 이러한 무결성을 유지하는 것은 현재 도면에 중간층(280)으로 도시된 2개의 섹션 사이(제1 섹션(14)와 제2 섹션(12) 사이)에 적절한 접착제 또는 플라스틱 포일을 도입하는 것과 같은 다양한 기술에 의해 달성 될 수 있다. 결과적으로, 하나 이상의 섹션에 대한 구조적 손상의 경우, 생성된 파편은 도광체(16)에 부착된 상태로 유지되고 비산되지 않아서, 사용자에게 상해의 가능성을 감소시킨다. 중간층(280)의 광학적 특성은 인터페이스(250)와 관련하여 위에서 논의된 특성을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 중간층(280)은 섹션의 지수 또는 중간층(280)의 지수와 일치할 수 있고, 도 22와 관련하여 기술된 바와 같이 반사를 가능하게하기 위해 섹션의 인덱스와 상이할 수도 있다.

[0126] 도 26a 및 도 26b를 참조하면, 2 섹션 도광체(16)을 제공하는 2D 도광체의 각각의 측면도 및 정면도가 각각 도시되어 있다. 측방향 개구 확장은 다른 1D 도광체 상부에 1D 도광체, 1D 도광체의 상부에 2D 도광체, 또는 전술한 1D 도광체를 오버래핑하여(몇개-축) 수행될 수 있다. 이들 기술을 조합하면 균일한 이미지 강도 생성 도광체 및 최소 크기를 갖는 이미지 프로젝터를 얻을 수 있다.

[0127] 도 26a는 개구가 후측으로 확장되고 그에 후속하여 도광체(320)(오버래핑 도파로(16)의 버전)가 뒤따르는 2D 도광체(310)의 측면도를 나타낸다. 현재 도면에 도시된 바와 같이, 도광체(320)은 개구를 수직으로 확장시키는 2축 도광체이며, 도 26b에 도시된 바와 같이 개구를 후측으로 확장시킨다.

[0128] 2D 도광체에 의한 측방향 개구 확장은 2017년 9월 12일 출원된 PCT/IL2017/051028, 및 PCT/IL2005/000637(US7,643,214)에 기술된 바와 같이 여러 대안에 의해 수행될 수 있으며, 이들 특허는 모두 Lumus Ltd에 출원되었다. 2 축 도광체는 위의 구성 중 어느 하나를 가질 수 있다. 바람직하게는 추가의 평균화 및 혼합이 Lumus Ltd에 의해 2018년 1월 8일 출원된 PCT/IL2018/050025에 기재된 바와 같이 오버래핑 패싯을 포함시킴으로써 수행된다.

[0129] 도 27a 및 도 27b를 참조하면, 2 섹션 도광체(16)을 제공하는 1D 도광체의 각각의 측면도 및 정면도가 도시되어 있다. 도 27a는 개구를 후측으로 확장시키고이어서 도광체(320)가 후속되는 1D 도광체(410)의 측면도를 도시한다.

[0130] 근안 디스플레이 도광체은 투사 개구를 곱하면서 프로젝터(2)로부터 관찰자 눈(10)으로 "가상" 이미지의 광을 투과시킨다. 도광체(16)를 통한 투과는 매립된 반사기(패싯)에 의한 반사 또는 격자에 의한 회절을 포함한다.

[0131] 도광체(16)는 "실세계"에 대해 투명하고 바람직하게는 관찰자의 눈(10)을 향한 실세계의 어떠한 반사도 도입하지 않아야 한다.

[0132] 많은 도광체 구성은 눈(10)을 향해 높은 각도로부터 일부 반사를 도입한다. 패싯의 코팅(또는 격자의 회절 영향)은 이러한 높은 각도에서의 반사 효율을 감소시키기 위해 최적화 될 수 있다. 그러나 램프(어두운 환경에서) 또는 태양과 같은 높은 강도의 광원은 관찰자에게 실질적인 빛의 강도를 반사할 수 있다.

[0133] 도 28을 참조하면, 가상 이미지와 오버래핑하는 원하지 않는 이미지의 각도다이어그램이 도시되어 있다. 현재 도면은 도 13을 기반으로 하지만 현재 도면에서는 필드내의 한 지점만이 표시된다. 시스템 외부로부터의 광원은 도광체에 결합되어 가상 이미지와 오버래핑되는는 바람직하지 않은 이미지를 생성한다.

[0134] 외부 소스는 81s로 표시된다(예를 들면, 관찰자 위의 높은 각도의 태양). 외부 소스(81s)는 이 지점으로부터 앵글 4Rs(도 13에서 4R을 오버래핑함) 상의 제2 세트의 패싯(36)에 의해 반사되어질 도광체(16)로 투과되고 관찰자(8s)를 향해 원하지 않은 이미지가 이미지 경로(4Rs, 6Ls, 6Rs)를 따른다.

[0135] 4Rs이 안내되므로 이미지가 관찰자에게 전송될 것임이 자명하다. 그러나, 상이한 각도의 81에서, 외부 소스는 내부 반사에 의해 안내되지 않는 4Rs에 결합되어 지고, 따라서 원하지 않는 이미지는 생성되지 않게 된다.

[0136] 이 이미지가 TIR 외부에 있는 경우(원 중 하나 이내), 이미지(4Rs)을 통해 클러터 광(clutter light)이 도광체 내에 결합될 수 있다. 이 클러터 광은 도광체의 다른 쪽(관찰자 쪽)을 통과한다. 클러터 광(81s 또는 4Rs)이 안내되는 것을 방지하기 위해, 도 29a에 도시된 바와 같이 세이드(ahade)가 도광체의 상부에 배치될 수 있다.

[0137] 도 29a를 참조하면, 높은 각도의 광이 도광체에 도달하는 것을 방지하기 위한 세이드가 도시되어 있다. 세이드(1009)는 바람직하게는 (도광체(16)의) 전방 및 후방 높은 각도 클러터 광(2900)을 차단한다. 낮은 각도 입사광(1007A)은 아이 박스(1007B)를 조명하지 않으므로 보여지지 않는다.

[0138] 도 29b를 참조하면, 높은 각도의 광이 도광체에 도달하는 것을 방지하기 위한 각도 민감 코팅(angular sensitive coating)이 도시되어 있다. 각도에 민감한 코팅(1011)이 도입된다. 이 코팅(1011)은 도시된 바와 같이 낮은 각도의 광(1007A)을 투과시키면서 높은 각도(정점에 대한) 입사 광선(2900)을 반사시킨다.

[0139] 도 30을 참조하면, 대안적인 섹션 조합이 도시되어 있다. 현재 도면에서, 2개의 섹션(제1 섹션(14) 및 제2 섹션(12))은 단일 1D 도광체(1020)으로 결합된다.이 도광체(1020)는 도 2에 도시된 오버래핑 도광체의 인접한 에지와 비교하여 상이한 에지를 사용하는 인접한 2개의 섹션을 갖는다. 도광체(1020)의 섹션은 연속으로 결합되며, 안내되는 전파 광(도 13, 두 개 이미지(4L, 4R))은 제1 섹션(14)의 제1 세트 패싯(32)에 의해 먼저 반사되고(도 13의 제1 패싯(32)에 의한 4R), 이어서, 제2 섹션(12)의 제2 세트의 패싯(36)에 의해 반사된다(도 13의 제2 패싯(36)에 의한 6R). 이 구현에 따르면, 패싯은 도광체 면에 수직하지 않다. 따라서, 하나의 이미지만이 눈(10)을 향한 임계 경로 상에 반사된다. 예를 들어, 4R만이 6L에 반사되고 4L 내지 6L과 동시에 4R 내지 6R은 그렇지 않다. 이 단일 임계 경로는 다중 경로 아키텍처에 존재하는 정렬 정확도에 대한 요구를 완화한다.

[0140] 도 32a를 참조하면, 예시적인 조명 시스템의 개략적인 측면도가 도시되어 있다. 도광체(16)는 이미지 프로젝터의 투명한 비-영상 조명을 제공하는 조명 시스템에 사용될 수 있다. 광원(3200)은 도광체(16)를 조명하는 입력

조명을 제공한다. 광(3202)이 도광체(16)에서 전파될 때, 광(3202)은 도광체(16)의 패싯에 의해 이미지 변조기(3215) 상으로 반사된다(3204). 예를 들어, 이미지 변조기(3215)는 LCOS일 수 있다. 반사된 이미지 광(16)은 편광 빔 스플리터로서 작용한다. 본 설명 및 도면에서 명확성을 위해, 편광기 및 편광 회전기는 생략된다.

[0141] 도 32b를 참조하면, 도광체(16)의 정면도를 나타내는 예시적인 조명 시스템의 개략적인 정면도가 도시되어 있다. 광원(3200)은 광(3202)을 도광체(16) 내로 직접(또는 광 파이프를 통해) 투사하고, 패싯의 교차(겹침) 배향은 도광체(16) 내에서 소스 개구의 측방향 확장을 야기하고 광을 도광체(16) 밖으로 투사한다.

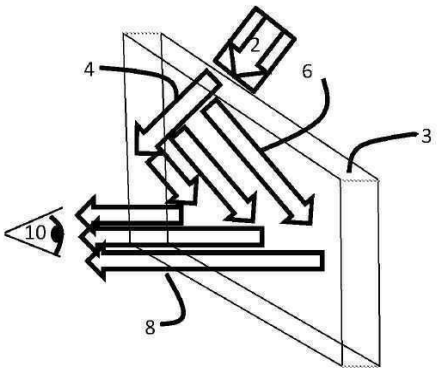
[0142] 전술한 예, 사용된 숫자, 및 예시적인 계산은 이 실시예의 설명을 돕기 위한 것이라는 점에 유의해야 한다. 부주의한 인쇄상의 오류, 수학적 오류 및/또는 단순화된 계산의 사용은 본 발명의 유용성과 기본적인 장점을 손상시키지 않는다.

[0143] 첨부된 청구범위가 다중 종속성이 없이 작성되는 것은 다중 종속성을 허용하지 않는 관할 구역의 공식 요건을 수용하기 위해 수행된 것으로 청구 범위를 다중 종속적으로 함으로써 암시될 수 있는 특징의 모든 가능한 조합은 본 발명의 일부로 간주되어야 한다.

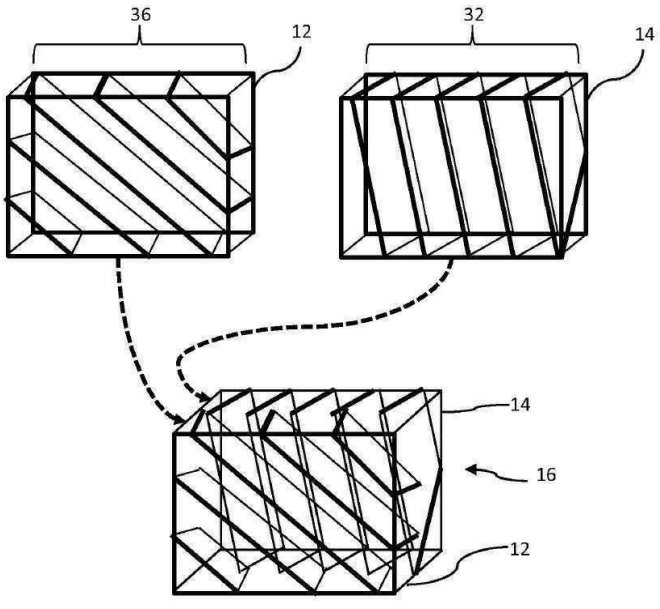
[0144] 상기 설명은 단지 예시로서 의도된 것이며, 첨부된 청구 범위에 정의된 바와 같이 본 발명의 범위 내에서 많은 다른 실시예가 가능하다는 것은 당업자에게 자명하게 이해될 것이다.

도면

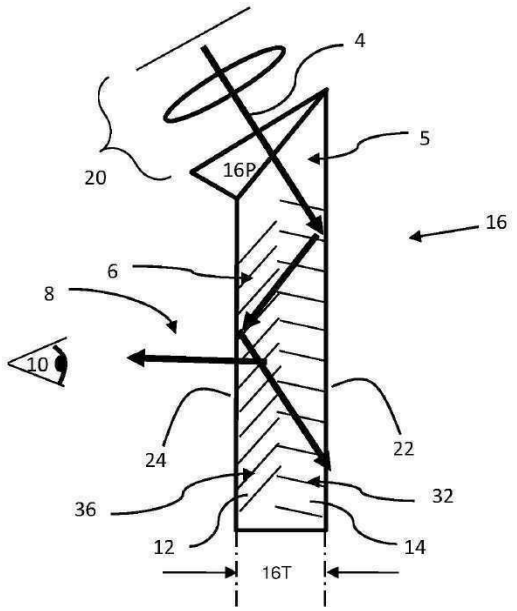
도면1



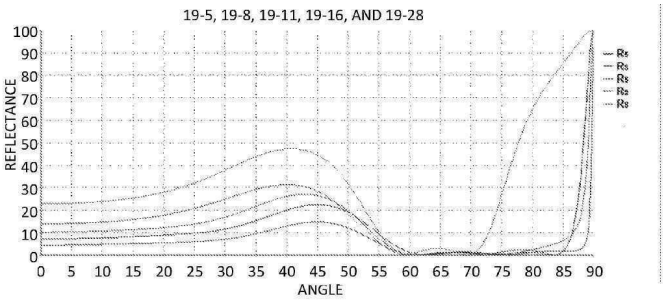
도면2



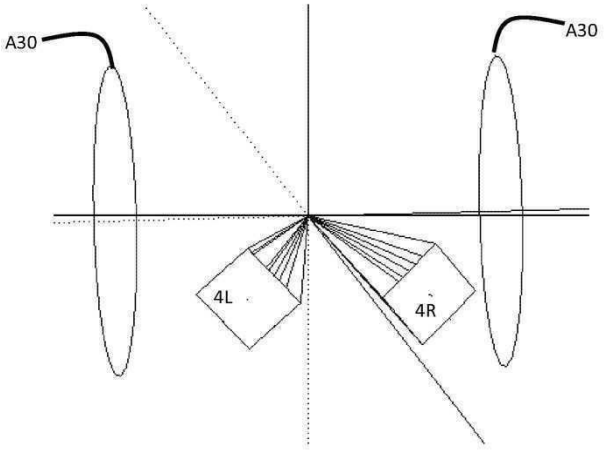
도면3


4
5
20
16P
16
6
8
10
24
22
36
32
12
14
16T

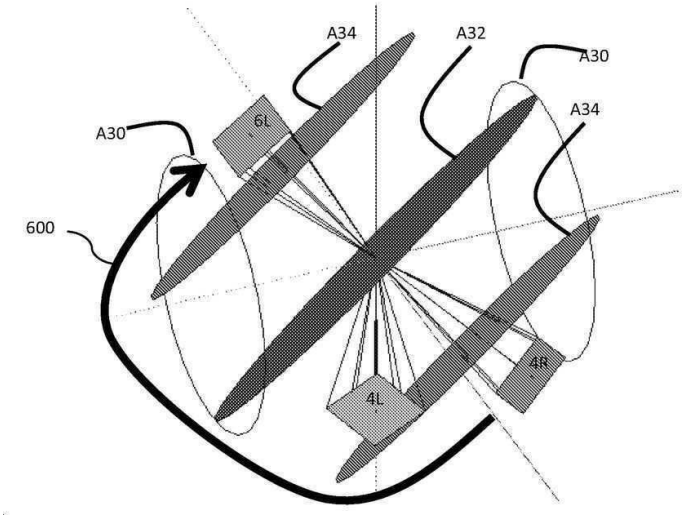
도면4


19-5, 19-8, 19-11, 19-16, AND 19-28
REFLECTANCE
ANGLE
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

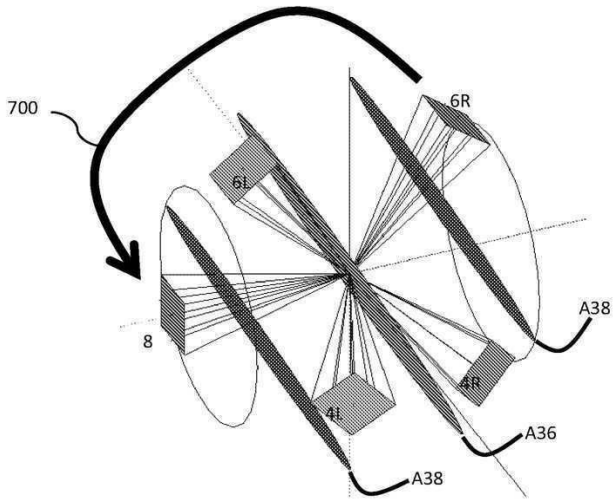
도면5


A30
A30
4L
4R

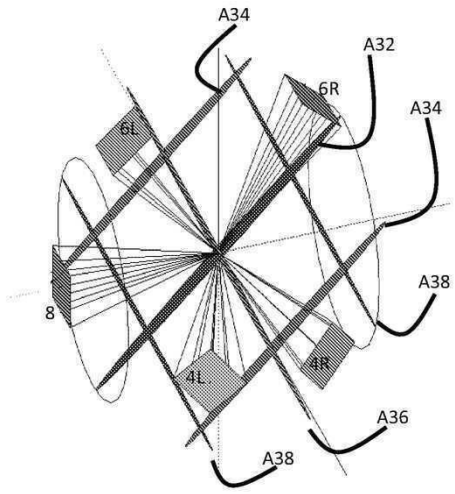
도면6


A34
A32
A30
A34
A30
6L
600
4R
4L

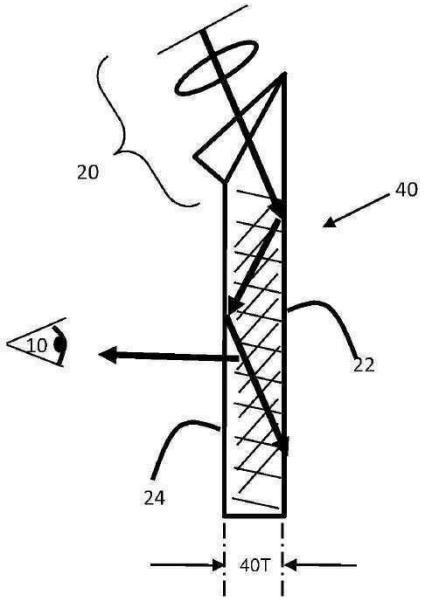
도면7


700
6R
6L
A38
8
4R
4L
A36
A38

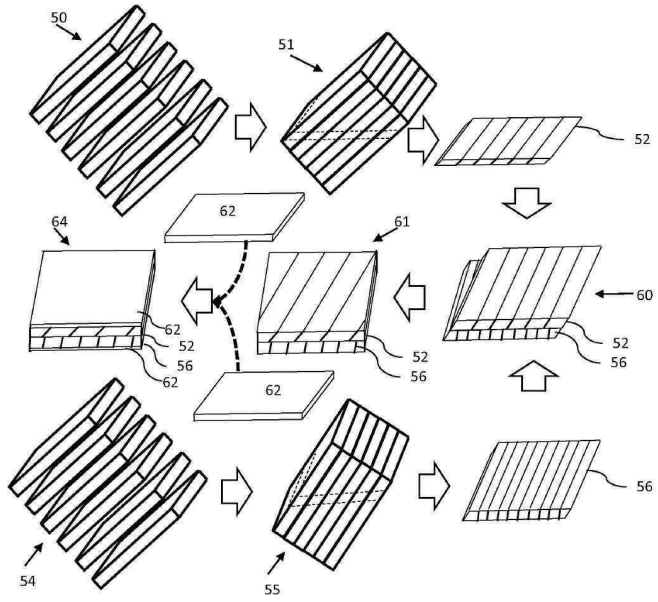
도면8


A34
A32
6R
A34
6L
A38
8
4R
4L
A36
A38

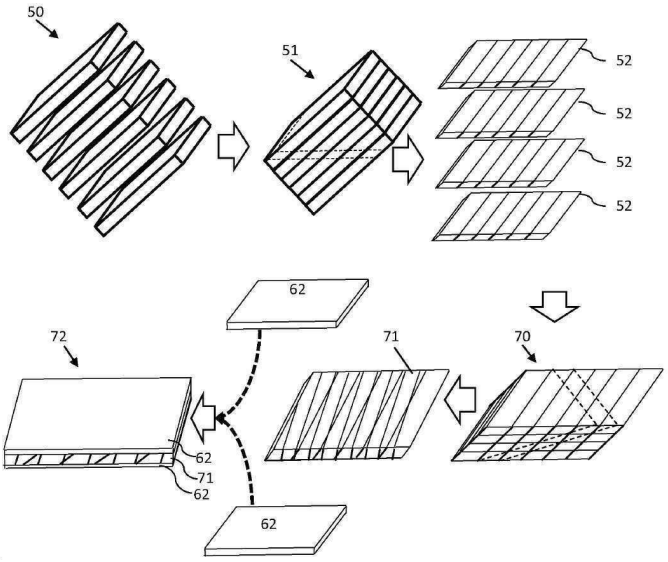
도면9


20
40
10
22
24
40T

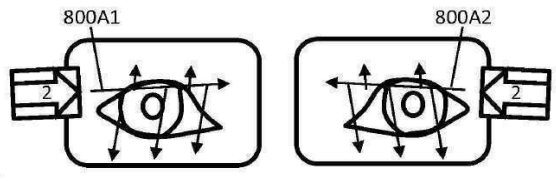
도면10


50
51
52
62
64
61
60
62
52
56
62
52
56
52
56
62
56
54
55

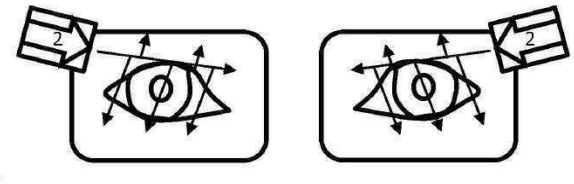
도면11



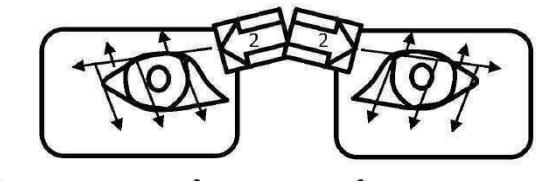
도면12a



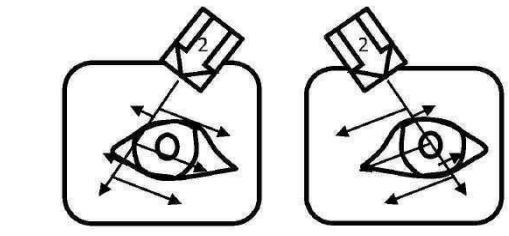
도면12b



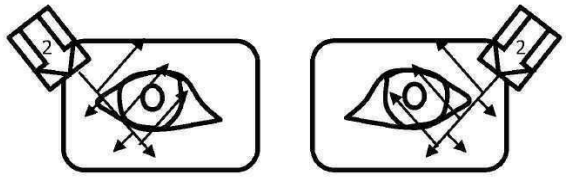
도면12c



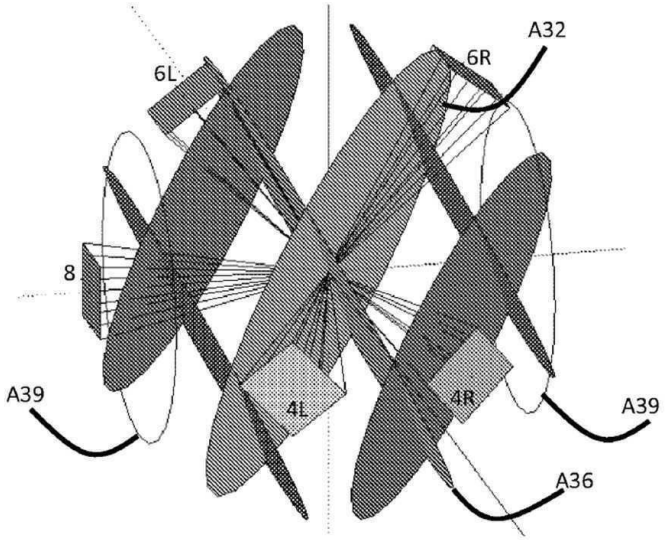
도면12d



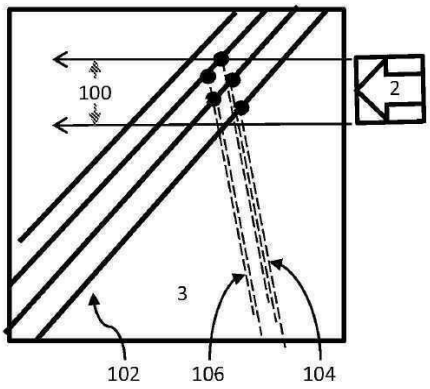
도면12e



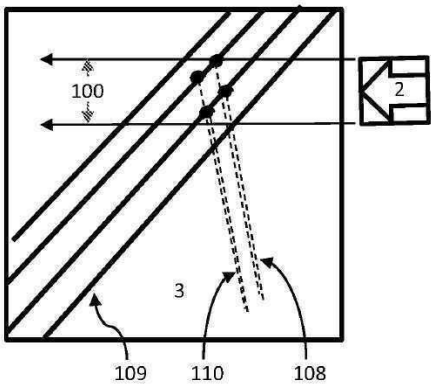
도면13



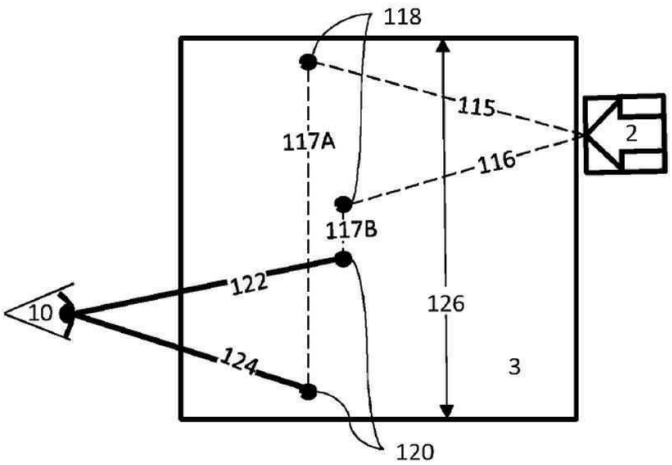
도면14a



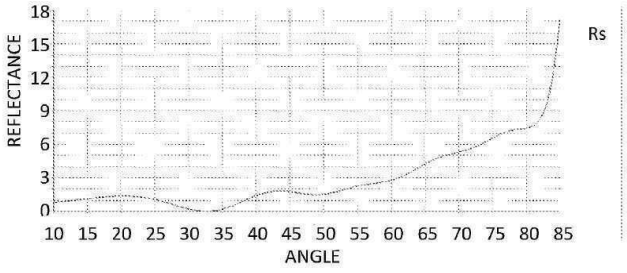
도면14b



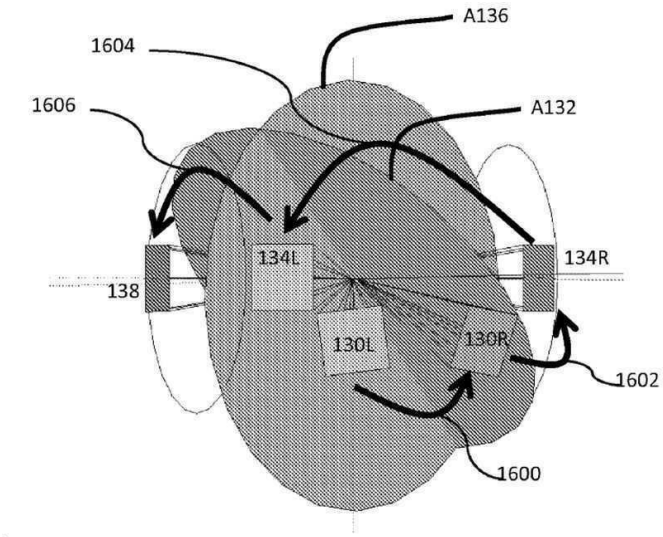
도면15



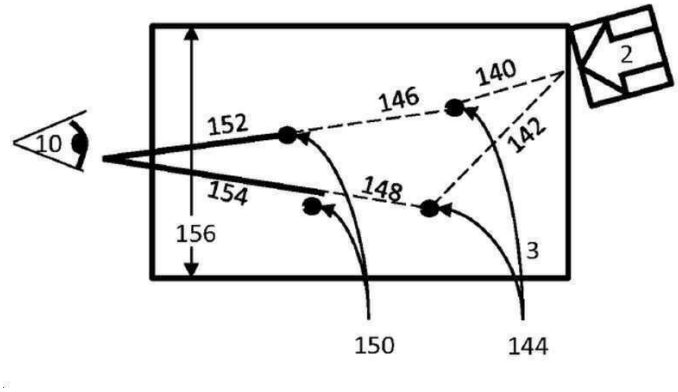
도면16a



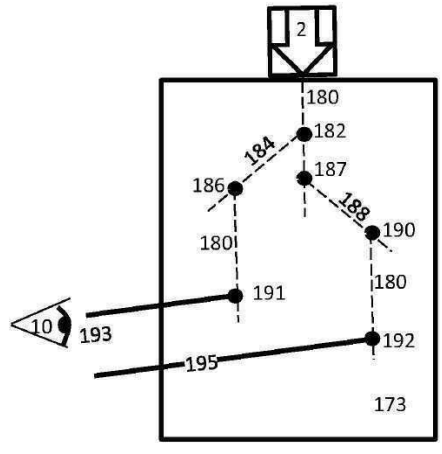
도면16b



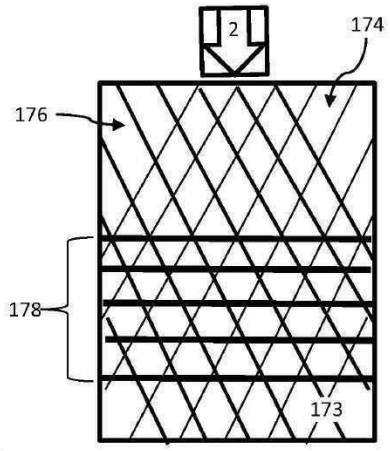
도면17



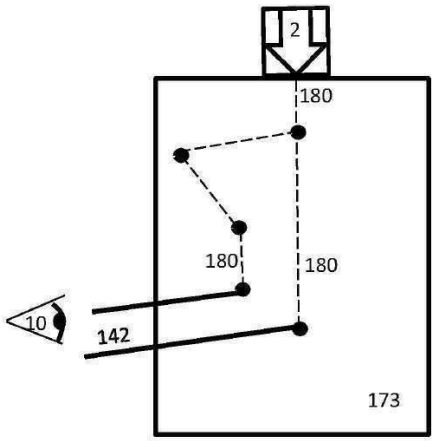
도면18a



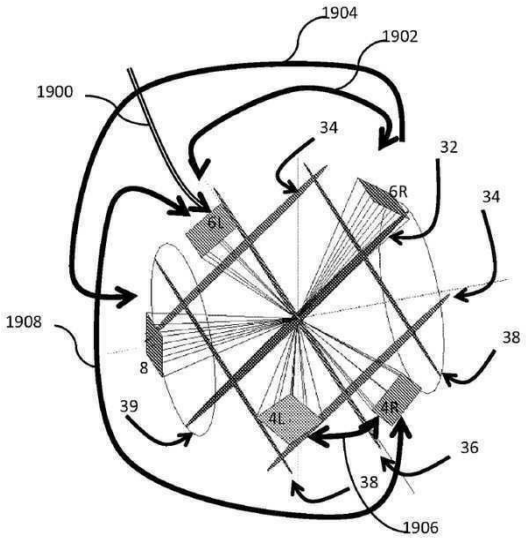
도면18b



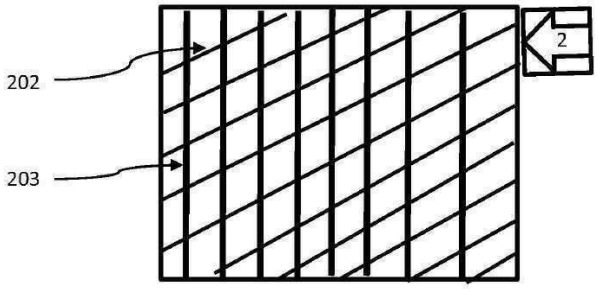
도면18c



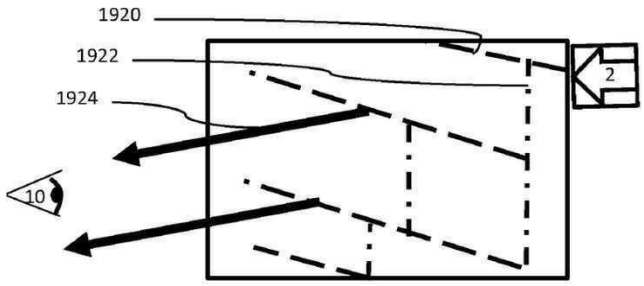
도면19a



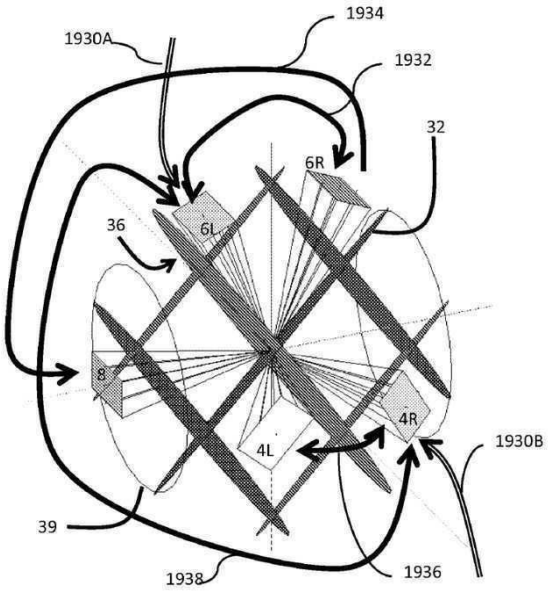
도면19b



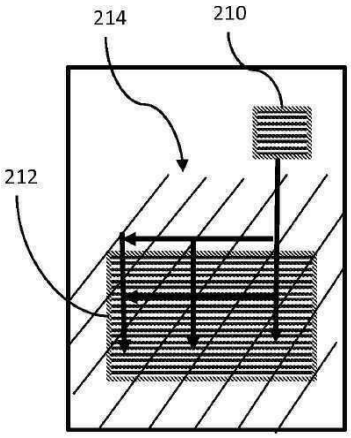
도면19c



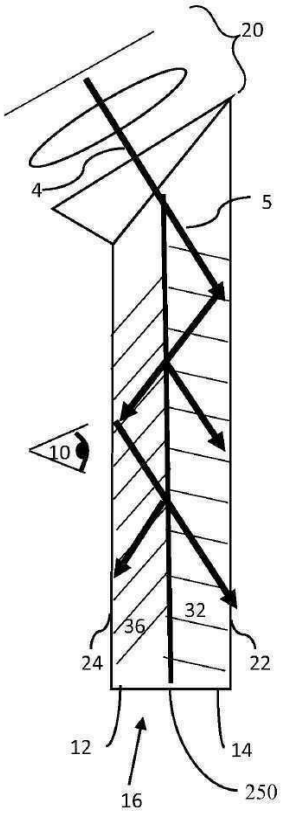
도면20



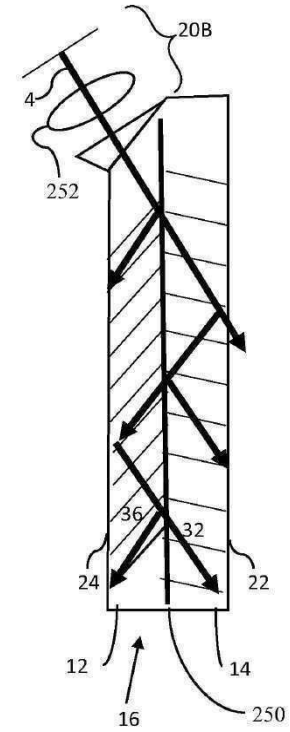
도면21



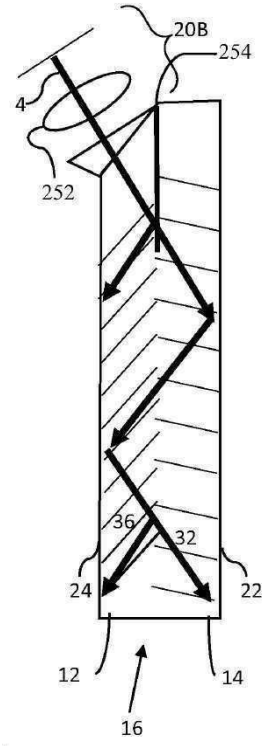
도면22a



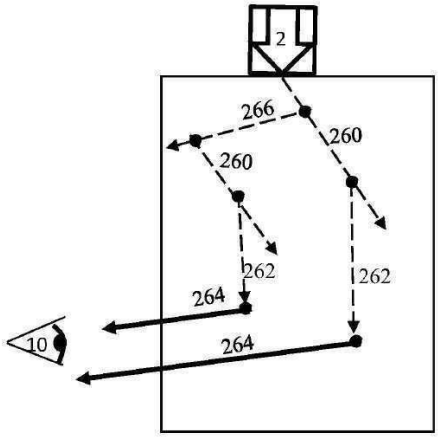
도면22b



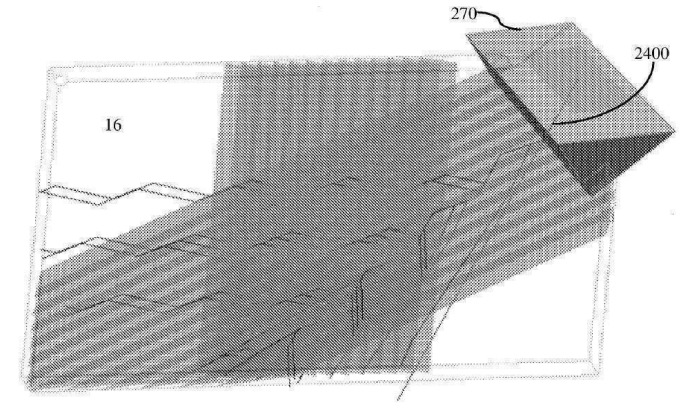
도면22c



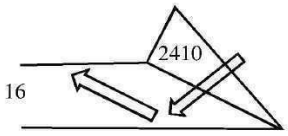
도면23



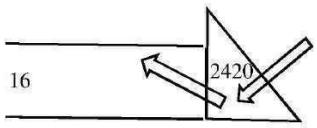
도면24a



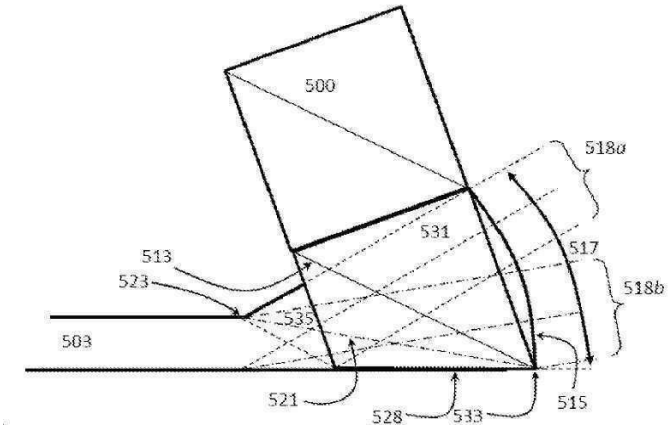
도면24b



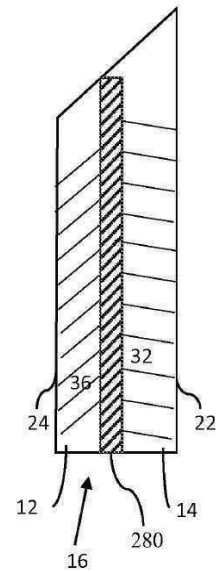
도면24c



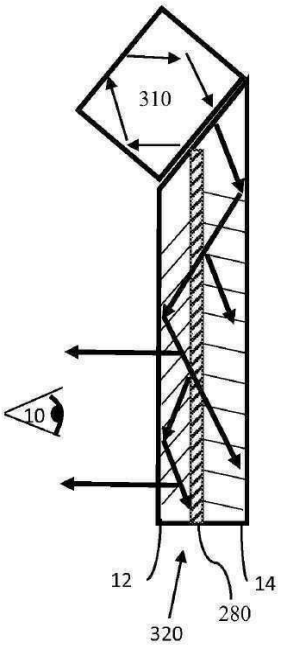
도면24d


500
518a
531
513
523
517
518b
535
503
521
528
533
515

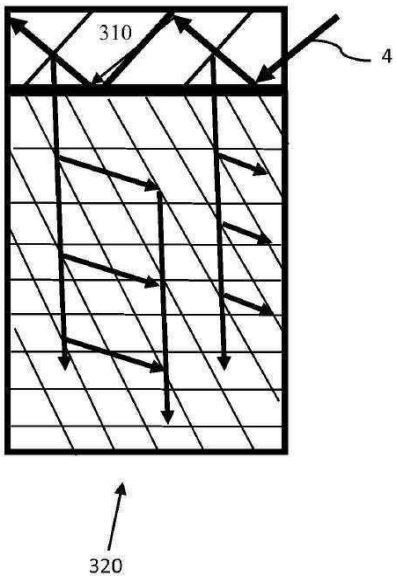
도면25


32
36
24
22
12
14
280
16

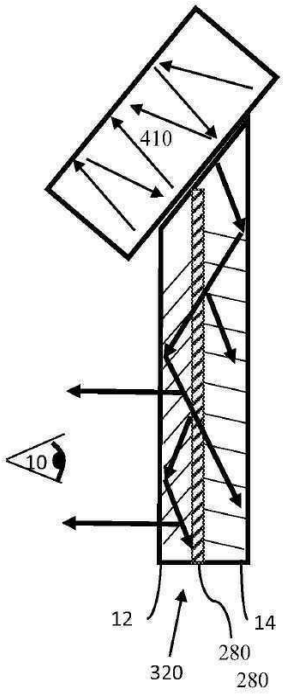
도면26a



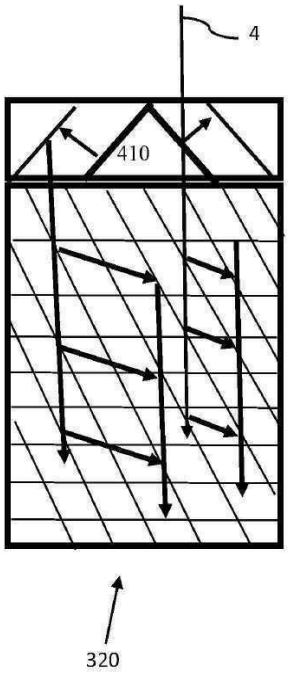
도면26b



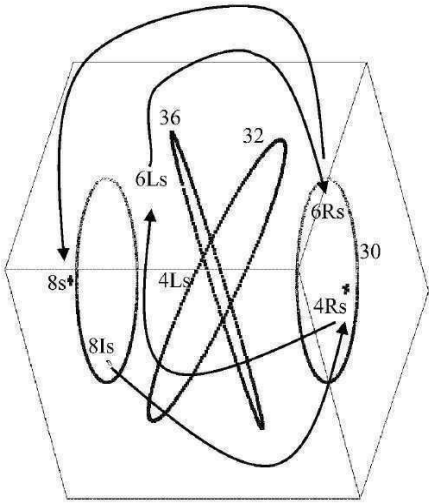
도면27a



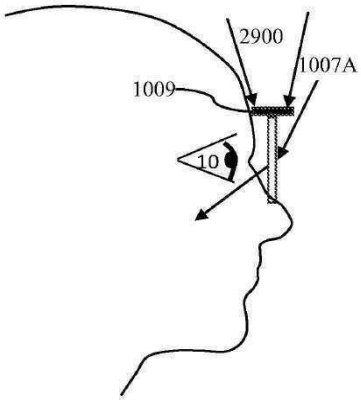
도면27b



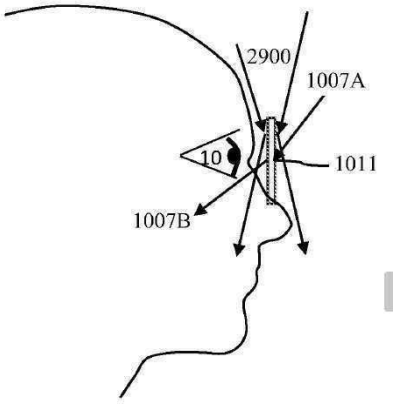
도면28



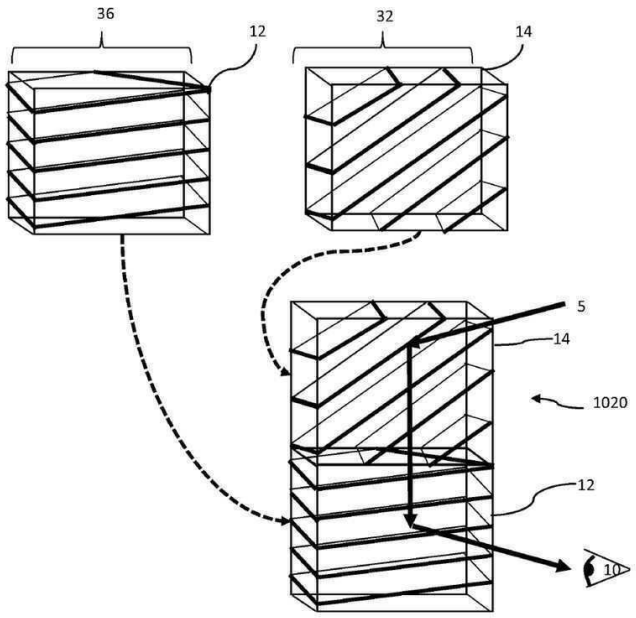
도면29a



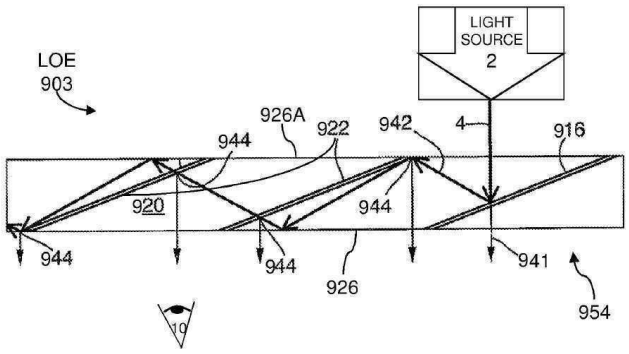
도면29b



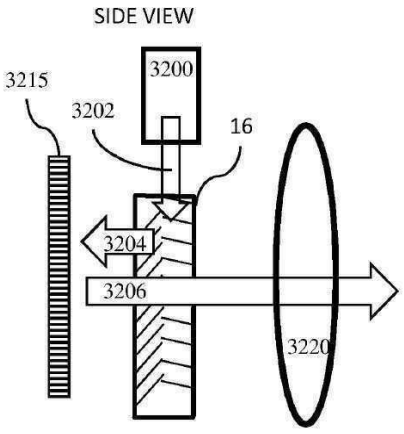
도면30



도면31



도면32a



도면32b

