



- 김해중

(56) 선행기술조사문헌

US20170293141 A1

US11815709 B

US20170235142 A1

W02020044198 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

광학 디바이스로서,

적어도 두 개의 주 표면들을 갖고 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하는 광 투과 기관;

두 개의 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및

두 개의 주 표면들 중 적어도 하나와 연관되고, 제1 광학 소자 및 제1 광학 소자에 광학적으로 커플링된 제2 광학 소자를 포함하여, 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 인터페이스 영역을 정의하는 광학 배열체 - 광학 배열체는 외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되어, 내부 반사에 의해 제1 광학 소자내에 트랩되도록 배치됨 - 을 포함하는, 광학 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 광학 소자 및 제2 광학 소자는 각각 인터페이스 영역의 굴절률보다 더 높은 굴절률을 갖는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 인터페이스 영역은 에어 갭으로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 인터페이스 영역은 저굴절률 물질의 투명 층으로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 제1 광학 소자 및 제2 광학 소자는 복수의 표면을 포함하고, 대응하게 구성되며 복수의 표면들의 대응하는 표면들을 통해 인접하게 배치되어, 인터페이스 영역을 정의하는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 광학 배열체는 렌즈로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 인터페이스 영역은 선형 표면 프로파일을 갖는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 인터페이스 영역은 비선형 표면 프로파일을 갖는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 9

제1항에 있어서, 인터페이스 영역은 평행한 면들의 쌍을 갖는 제2 광 투과 기관, 및 평행한 면들에 비스듬하게 제2 광 투과 기관 내에 배치된 복수의 부분 반사 표면들을 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 10

제9항에 있어서, 부분 반사 표면들 각각은: 투명 층들의 쌍, 및 투명 층들의 쌍 사이에 배치된 저굴절률 물질로 코팅된 거친 투명 층을 포함하며, 투명 층들의 쌍 각각은 저굴절률 물질의 굴절률보다 더 높은 굴절률을 갖는

것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 11

제1항에 있어서, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위로 방사되는 광선들은 제1 광학 소자의 제1 표면을 통해 광학 배열체에 진입하며, 인터페이스 영역에서 반사되고, 제1 광학 소자의 제1 표면에서 반사되며, 인터페이스 영역에서 제1 광학 소자의 제2 표면을 향해 그리고 광 투과 기관으로부터 멀어지게 반사되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서, 제1 광학 소자의 제2 표면은 집광 또는 소산 구성요소와 연관되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 13

제1항에 있어서, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위 밖의 각도 범위로 방사되는 광선들은 제1 광학 소자의 제1 표면을 통해 광학 배열체에 진입하며, 인터페이스 영역에 의해 투과되고, 제2 광학 소자의 제1 표면을 통해 광학 배열체를 빠져나가며, 광 투과 기관을 통해 관찰자의 눈으로 전달되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 14

제1항에 있어서, 광학 배열체는 광학 배열체가 없을 때, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위로 방사되는 광선들이 광 투과 기관에 진입하고, 광학 커플링 아웃 구성에 의해 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 15

제1항에 있어서, 광 투과 기관에 직교하는 배향으로 그리고 광 투과 기관의 단부에 배치된 제2 광학 배열체를 더 포함하는, 광학 디바이스.

청구항 16

제1항에 있어서, 광학 커플링 아웃 구성은 광 투과 기관을 적어도 부분적으로 가로지르는 복수의 부분 반사 표면들을 포함하고, 인터페이스 영역은 광 투과 기관의 원위 단부 근처에 위치한 부분 반사 표면들의 서브세트에 걸쳐 있는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 17

광학 디바이스로서,

면들의 쌍을 갖고 면들의 쌍 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하는 광 투과 기관;

면들의 쌍 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및

평행한 주 표면들의 쌍, 및 평행한 주 표면들의 쌍에 비스듬하고 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 제3 주 표면을 포함하는 복수의 표면들을 갖는 적어도 하나의 광학 소자 - 적어도 하나의 광학 소자의 굴절률보다 더 낮은 굴절률을 갖는 인터페이스 영역이 제3 주 표면에 의해 적어도 부분적으로 정의됨 - 를 포함하며,

적어도 하나의 광학 소자는, 광 투과 기관의 면들의 쌍 중 하나와 관련하여 평행한 주 표면들의 쌍의 주 표면들 중 하나의 주 표면과 함께, 외부 장면으로부터 방사되고 평행한 주 표면들의 쌍의 주 표면들 중 다른 주 표면에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되어, 내부 반사에 의해 광학 소자내에 트랩 되도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 18

광학 디바이스로서,

적어도 두 개의 주 표면들을 갖고 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하는 광 투과 기관;

두 개의 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및

두 개의 주 표면들 중 적어도 하나와 연관되고, 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 인터페이스 영역을 정의하도록 인접하여 위치한 광학 소자들의 쌍을 포함하는 광학 배열체 - 인터페이스 영역은 광학 소자의 굴절률보다 더 작은 굴절률을 갖고, 광학 배열체는 외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되어, 내부 반사에 의해 광학 소자들의 쌍의 광학 소자들 중 하나안에 트랩되도록 배치됨 - 을 포함하는, 광학 디바이스.

청구항 19

제1항에 있어서,

외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되어, 인터페이스 영역과 인터페이스 영역에 비스듬한 제1 광학 소자의 광 입사 표면 사이의 내부 반사에 의해 제1 광학 소자내에 트랩되는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스.

청구항 20

광학 디바이스로서,

적어도 두 개의 주 표면들을 갖고 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하는 광 투과 기관;

두 개의 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및

두 개의 주 표면들과 연관되고, 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 인터페이스 영역을 정의하도록 제1 광학 소자 및 제1 광학 소자에 광학 결합된 제2 광학 소자를 포함하는 광학 배열체를 포함하며, 상기 광학 배열체는:

외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되어, 내부 반사에 의해 제1 광학 소자내에 트랩되도록 배치되고, 광학 커플링 아웃 구성은 광 투과 기관을 적어도 부분적으로 횡단하는 복수의 부분 반사 표면을 포함하고, 인터페이스 영역은 광 투과 기관의 원위 단부 근처에 위치한 부분 반사 표면들의 서브세트에 걸쳐 있는 것을 특징으로 하는, 광학 디바이스

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원 상호 참조

[0002] 본 출원은 2020년 03월 23일에 출원된 미국 특허 가출원 제62/993,100호에 대한 우선권을 주장하며, 이의 개시 내용 전문이 참조로 여기에 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 기관 유도 광학 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 니어 아이 디스플레이(NED), 헤드 마운티드 디스플레이(HMD) 및 헤드 업 디스플레이(HUD)를 위한 광학 배열체들은 관찰자의 눈이 위치된 영역을 커버하기 위해 큰 애퍼처(aperture)를 필요로 한다(흔히 아이 모션 박스(eye motion box) - 또는 EMB로서 지칭됨). 컴팩트한 디바이스를 구현하기 위해, 관찰자의 눈에 투사될 이미지는 큰 애퍼처를 생성하기 위해 증배되는 작은 애퍼처를 갖는 소형 광학 이미지 생성기(프로젝터)에 의해 생성된다.

[0006] 1차원에서의 애퍼처 증배를 위한 접근법은 이미지가 내부 반사에 의해 전파되는 투명 물질의 평행면 슬래브(parallel-faced slab)에 기초하여 개발되었다. 이미지 파면(wavefront)의 일부는 비스듬하게 각을 이룬 부분 반사체들의 사용에 의해 또는 슬래브의 일 표면 상의 회절 광학 소자의 사용에 의해 슬래브 밖으로 커플링된다. 이러한 슬래브는 본원에서 도광 광학 소자(light-guide optical element, LOE), 광 투과 기관, 또는 광 도파관(optical waveguide)으로서 지칭된다. 이러한 애퍼처 증배의 원리들은 도 1 - 이는 이미지들을 생성하고 이미지의 애퍼처 확대를 수행하는 광학 디바이스(10)를 도시함 - 에 개략적으로 도시되어 있다. 광학 디바이스(10)는 투명한 물질로 형성되고 내부 반사(반드시 내부 전반사인 것은 아님)에 의해 광을 유도하기 위한 평행한 주 외부 표면들(면들)의 쌍(14, 16)을 갖는 도광 광학 소자(12)를 갖는다. 이미지 프로젝터(18)(개략적으로 직사각형으로서 표현됨)는 빔을 스페닝하는 샘플 광선들(20A 및 20B)을 포함하는 조명 빔(20)에 의해 개략적으로 표현된 바와 같은, 투사된 이미지(20)를 생성한다. 투사된 이미지(20)는 기관 내의 내부 반사에 의해 트랩되는 반사 광선(24)을 발생시켜, 또한 광선(26)을 발생시키기 위해, 프리즘(22)("웨지(wedge)" 또는 "프리즘"으로서 상호교환가능하게 지칭됨)으로 개략적으로 도시된 바와 같이 광학 커플링 인 구성(optical coupling-in configuration)(22)에 의해 도광 광학 소자(12)에 커플링된다. 여기서, 커플링 웨지(22)는 세 개의 주 표면들을 포함하며, 이들 중 하나는 LOE(12)의 경사진 예지면(28)(예지(28)가 면들(14, 16)에 비스듬한 각도로 있음) 옆에 위치된다.

[0007] 커플링 인 이미지(20)는 면들(14, 16)로부터의 반복된 내부 반사에 의해 기관(12)을 따라 전파되어, 광학 커플링 아웃 구성(30) - 평행한 면들(14, 16)에 비스듬한 각도(α_{sur})의 일련의 부분 반사 표면들(30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f)(30으로 총칭됨)에 의해 개략적으로 도시된 바와 같은 - 상에 충돌하며, 여기서 이미지 강도의 일부가 표면(14)으로부터 ER(eye relief) 거리(40)의 EMB(38)에 위치된 관찰자의 눈(36)의 동공(34)을 향한 광선들(32A 및 32B)로서 기관 밖으로 커플링되도록 반사된다. 기관(12)의 투명성은 관찰자가 기관(12)의 전면(즉, 면(16))에서 외부 장면(즉, 실세계 장면)의 뷰 상에 오버레이된 커플링 아웃 이미지(20)를 볼 수 있게 하며, 이는 특히 광학 디바이스(10)가 증강 현실(AR) 시스템의 일부로서 배치될 때 유용하다.

[0008] 고스트 이미지(ghost image)를 발생시킬 수 있는 이미지(20)의 원치 않는 반사를 최소화하기 위해, 부분 반사 표면들(30)은 바람직하게는, 제1 입사각 범위에 대해 저반사율을 갖는 한편, 제2 입사각 범위에 대해 원하는 부분 반사율을 갖도록 코팅되며, 여기서 부분 반사 표면(30)의 법선에 대해 작은 경사도(여기서 각도 β_{ref} 로서 나

타냄)를 갖는 광선은 커플링 아웃을 위한 반사 광선을 생성하도록 분할되는 한편, (법선에 대해) 높은 경사도를 갖는 광선은 무시할 정도의 반사로 투과된다.

[0009] 투사된 이미지(20)는 시준된 이미지 - 즉, 각 픽셀이 관찰자로부터 멀리 떨어진 장면으로부터의 광과 동등한, 대응하는 각도의 평행한 광선들의 빔에 의해 표현됨 - 이다(시준된 이미지는 "무한대로 시준된" 것으로서 지칭됨). 여기서 이미지는 이미지에서의 단일 지점, 전형적으로 이미지의 중심에 대응하는 단일 광선들에 의해 단순화하여 표현되지만, 실제로 이미지는 이러한 중심 빔의 각 측에 대한 다양한 각도들을 포함하며, 이들이 대응하는 다양한 각도들로 기관에 커플링 인되고, 유사하게 대응하는 각도들로 커플링 아웃됨으로써, 관찰자의 눈(36)에 대해 상이한 방향으로 도달하여 이미지의 부분들에 대응하는 시야(field of view, FOV)를 생성한다.

[0010] 고스트 이미지를 발생시킬 수 있는 이미지(20)의 원치 않는 반사에 더하여, 이미지 프로젝터(18)로부터의 이미지(20)가 면들(14, 16)로부터의 반복된 내부 반사에 의해 기관(12)을 따라 전파되고 커플링 아웃 구성(30)에 의해 커플링 아웃될 수 있게 하는 기관(12)의 광학 속성들 및 커플링 아웃 구성(30)은 또한, 외부 장면(즉, 실세계 장면)으로부터의 원치 않는 광이 관찰자의 눈(36)을 향해 편향되게 함으로써, 외부 장면 고스트 이미지들을 초래할 수 있다.

발명의 내용

[0011] 본 발명의 양태들은 외부 장면에서의 소스들로부터 방사되는 광에 의해 야기되는 고스트 이미지들을 완화하기 위한 광학 디바이스들을 제공한다.

[0012] 본 발명의 실시예의 교시에 따르면, 광학 디바이스가 제공된다. 광학 디바이스는: 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하기 위한 적어도 두 개의 주 표면들을 갖는 광 투과 기관; 두 개의 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및 두 개의 주 표면들 중 적어도 하나와 연관되고, 제1 광학 소자 및 제1 광학 소자에 광학적으로 커플링된 제2 광학 소자를 포함하여, 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 인터페이스 영역을 정의하는 광학 배열체 - 광학 배열체는 외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되도록 배치됨 - 를 포함한다.

[0013] 임의사항적으로, 제1 광학 소자 및 제2 광학 소자는 각각 인터페이스 영역의 굴절률보다 더 높은 굴절률을 갖는 것인, 광학 디바이스.

[0014] 임의사항적으로, 인터페이스 영역은 에어 갭으로서 형성된다.

[0015] 임의사항적으로, 인터페이스 영역은 저굴절률 물질의 투명 층으로서 형성된다.

[0016] 임의사항적으로, 제1 광학 구성요소 및 제2 광학 구성요소는 각각 복수의 표면들을 포함하고, 대응하게 구성되며 복수의 표면들의 대응하는 표면들을 통해 인접하게 배치되어, 인터페이스 영역을 정의한다.

[0017] 임의사항적으로, 제1 광학 소자 및 제2 광학 소자 각각은 서로 평행한 제1 표면과 제2 표면, 및 서로 평행한 제1 표면과 제2 표면에 비스듬한 제3 표면을 갖는 프리즘이고, 제1 광학 소자 및 제2 광학 소자는 제3 표면에서 서로 광학적으로 커플링된다.

[0018] 임의사항적으로, 광학 배열체는 렌즈로서 형성된다.

[0019] 임의사항적으로, 인터페이스 영역은 선형 표면 프로파일을 갖는다.

[0020] 임의사항적으로, 인터페이스 영역은 비선형 표면 프로파일을 갖는다.

[0021] 임의사항적으로, 인터페이스 영역은 평행한 면들의 쌍을 갖는 제2 광 투과 기관, 및 평행한 면들에 비스듬하게 제2 광 투과 기관 내에 배치된 복수의 부분 반사 표면들을 포함한다.

[0022] 임의사항적으로, 부분 반사 표면들 각각은: 투명 층들의 쌍, 및 투명 층들의 쌍 사이에 배치된 저굴절률 물질로 코팅된 거친 투명 층을 포함하며, 투명 층들의 쌍 각각은 저굴절률 물질의 굴절률보다 더 높은 굴절률을 갖는다.

[0023] 임의사항적으로, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위로 방사되는 광선들은 인터페이스 영역에서 편향되어, 제1 광학 소자 내에 내부 반사에 의해 트랩된다.

[0024] 임의사항적으로, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위로 방사되는 광선들은 제1 광학 소자의 제1 표면을 통해

광학 배열체로 진입하고, 인터페이스 영역에서 반사되고, 제1 광학 소자의 제1 표면에서 반사되며, 인터페이스 영역에서 제1 광학 소자의 제2 표면을 향해 그리고 광 투과 기관으로부터 멀어지게 반사된다.

- [0025] 임의사항적으로, 제1 광학 소자의 제2 표면은 집광 또는 소산 구성요소와 연관된다.
- [0026] 임의사항적으로, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위 밖의 각도 범위로 방사되는 광선들은 제1 광학 소자의 제1 표면을 통해 광학 배열체로 진입하고, 인터페이스 영역에 의해 투과되고, 제2 광학 소자의 제1 표면을 통해 광학 배열체를 빠져나가며, 광 투과 기관을 통해 관찰자의 눈으로 전달된다.
- [0027] 임의사항적으로, 광학 배열체는 광학 배열체가 없을 때, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위로 방사되는 광선들이 광 투과 기관에 진입하고, 광학 커플링 아웃 구성에 의해 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링된다.
- [0028] 임의사항적으로, 광학 디바이스는 광 투과 기관에 직교하는 배향으로 그리고 광 투과 기관의 단부에 배치된 제2 광학 배열체를 더 포함한다.
- [0029] 임의사항적으로, 광학 커플링 아웃 구성은 광 투과 기관 내에 위치한 적어도 하나의 부분 반사 표면을 포함한다.
- [0030] 임의사항적으로, 광학 커플링 아웃 구성은 광 투과 기관을 적어도 부분적으로 가로지르는 복수의 부분 반사 표면들을 포함한다.
- [0031] 임의사항적으로, 시준된 이미지에 대응하는 광파들을 광 투과 기관으로 도입하기 위해 광 투과 기관의 근위 단부에 커플링된 이미지 프로젝터를 더 포함하며, 인터페이스 영역은 근위 단부의 반대편에 있는 광 투과 기관의 원위 단부 근처에 위치한 부분 반사 표면들의 서브세트에 걸쳐 있다.
- [0032] 임의사항적으로, 광학 커플링 아웃 구성은 두 개의 주 표면들 중 하나와 연관된 회절 소자를 포함한다.
- [0033] 임의사항적으로, 시준된 이미지에 대응하는 광파들을 광 투과 기관으로 도입하기 위해 광 투과 기관에 커플링된 이미지 프로젝터를 더 포함하여, 시준된 이미지가 광 투과 기관 내에서 내부 반사에 의해 전파되고 광 커플링 아웃 구성에 의해 광 투과 기관 밖으로 커플링된다.
- [0034] 임의사항적으로, 광학 디바이스는 이미지 프로젝터로부터 시준된 이미지를 수신하고 시준 이미지를 광 투과 기관 내로 커플링하기 위해 광 투과 기관 및 이미지 프로젝터와 연관된 광학 커플링 인 구성을 더 포함한다.
- [0035] 또한, 본 발명의 교시의 일 실시 예에 따르면, 광학 디바이스가 제공된다. 광학 디바이스는: 면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하기 위한 면들의 쌍을 갖는 광 투과 기관; 면들 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및 평행한 주 표면들의 쌍, 및 평행한 주 표면들의 쌍에 비스듬하고 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 제3 주 표면을 포함하는 복수의 표면들을 갖는 적어도 하나의 광학 소자 - 적어도 하나의 광학 소자의 굴절률보다 더 낮은 굴절률을 갖는 인터페이스 영역이 제3 주 표면에 의해 적어도 부분적으로 정의됨 - 를 포함하며, 적어도 하나의 광학 소자는, 광 투과 기관의 면들 중 하나와 연관하여 평행한 주 표면들의 쌍의 주 표면들 중 하나의 주 표면과 함께, 외부 장면으로부터 방사되고 평행한 주 표면들의 쌍의 주 표면들 중 다른 주 표면에 소정의 입사 각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되도록, 배치된다.
- [0036] 임의사항적으로, 적어도 하나의 광학 소자의 복수의 표면들은 제4 표면을 더 포함하고, 외부 장면으로부터 소정의 각도 범위로 방사되는 광선들은 평행한 주 표면들의 쌍의 주 표면들 중 다른 주 표면을 통해 적어도 하나의 광학 소자에 진입하고, 인터페이스 영역에서 반사되고, 평행한 주 표면들의 쌍의 주 표면들 중 다른 주 표면에서 반사되며, 인터페이스영역에서 제4 표면을 향해 그리고 광 투과 기관으로부터 멀어지게 반사된다.
- [0037] 임의사항적으로, 제4 표면은 집광 또는 소산 구성요소와 연관된다.
- [0038] 임의사항적으로, 인터페이스 영역은 또한, 제3 주 표면에 광학적으로 커플링된 투명 판에 의해 부분적으로 정의된다.
- [0039] 또한, 본 발명의 교시의 실시예에 따르면, 광학 디바이스가 제공된다. 광학 디바이스는: 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하기 위한 적어도 두 개의 주 표면들을 갖는 광 투과 기관; 두 개의 주 표면들 사이의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및 두 개의 주 표면들 중 적어도 하나와 연관되고, 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된

인터페이스 영역을 정의하도록 인접하여 위치된 광학 소자들의 쌍을 포함하는 광학 배열체 - 인터페이스 영역은 광학 소자의 굴절률보다 더 작은 굴절률을 갖고, 광학 배열체는 외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되도록 배치됨 - 를 포함한다.

[0040] 또한, 본 발명의 교시의 실시예에 따르면, 광학 디바이스가 제공된다. 광학 디바이스는: 제1 및 제2 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 광을 유도하기 위한 적어도 제1 및 제2 주 표면들을 갖는 제1 광 투과 기관; 제1 및 제2 주 표면들 사이에서의 내부 반사에 의해 유도되는 광을 제1 광 투과 기관 밖으로 관찰자의 눈을 향해 커플링하기 위한 광학 커플링 아웃 구성; 및 광학 배열체를 포함하며, 광학 배열체는: 적어도 두 개의 주 표면들을 갖는 제2 광 투과 기관 - 제2 광 투과 기관의 두 개의 주 표면들 중 하나는 제1 광 투과 기관의 제1 또는 제2 주 표면과 연관됨 -, 및 광학 커플링 아웃 구성의 적어도 일부와 연관된 인터페이스 영역을 정의하도록 제2 광 투과 기관의 두 개의 주 표면들에 비스듬한 제2 광 투과 기관의 일부 내에 배치된 복수의 부분 반사 표면들 - 광학 배열체는 외부 장면으로부터 방사되고 광학 배열체에 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들이 인터페이스 영역에서 편향되거나 흡수되도록 배치됨 - 을 포함한다.

[0041] 본 문서의 문맥 내에서, 용어 "유도된(guided)"은 일반적으로, 광 투과 물질(예를 들어, 기관)의 주 외부 표면들에서의 내부 반사에 의해 광 투과 물질 내에 트랩되는 광을 지칭하며, 광 투과 물질 내에 트랩된 광은 광 투과 물질을 통해 전파 방향으로 전파되게 된다. 광 투과 기관 내에서 전파되는 광은 전파되는 광이 광 투과 물질의 주 외부 표면들에 소정의 각도 범위 내에 있는 입사각들로 입사할 때 내부 반사에 의해 트랩된다. 트랩된 광의 내부 반사는 내부 전반사의 형태일 수 있으며, 이에 의해 광 투과 물질의 주 외부 표면들에 임계각(광 투과 물질의 굴절률 및 광 투과가 전개되는 매질의 굴절률, 예를 들어, 공기에 의해 부분적으로 정의됨)보다 더 큰 각도들로 입사하는 전파 광은 주 외부 표면들에서 내부 반사를 겪는다. 대안적으로, 트랩된 광의 내부 반사는 주 외부 표면들에 소정의 각도 범위 내에서 입사하는 광의 반사를 이루기 위해 광 투과 물질의 주 외부 표면들에 도포되는 각도 선택적 반사 코팅과 같은 코팅에 의해 실현될 수 있다.

[0042] 본원에서 달리 정의되지 않는 한, 본원에서 사용되는 모든 기술적 및/또는 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에 의해 통상적으로 이해되는 바와 동일한 의미를 가진다. 본 명세서에서 설명된 것들과 유사하거나 동등한 방법들 및 소재들이 본 발명의 실시 예들의 실시 또는 시험에 사용될 수 있지만, 대표적인 방법들 및/또는 소재들이 후술된다. 상충되는 경우, 정의들을 포함하는 특허 명세서가 우선할 것이다. 또한, 물질들, 방법들 및 예들은 단지 예시일 뿐이고, 반드시 제한적인 것으로 의도되지는 않는다.

도면의 간단한 설명

[0043] 본 발명의 일부 실시 예들이 본 명세서에서 단지 예로서, 첨부 도면들을 참조하여 설명된다. 구체적으로 도면들을 상세히 참조하면, 도시된 특정 사항들은 본 발명의 실시 예들에 대한 예시적인 논의를 위한 예임을 강조한다. 이와 관련하여, 도면들과 취해지는 설명은 해당 기술분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 실시 예들이 어떻게 실시될 수 있는지 명백하게 만든다.

이제 같은 참조 부호들 또는 문자들이 대응하는 또는 같은 구성요소들을 나타내는 도면들에 주의를 기울인다. 도면들에서:

도 1은 니어 아이 디스플레이에서 사용하기 위한, 부분 반사 표면들을 채용하는 종래 기술의 도광 광학 소자(LOE)의 상술된 개략적인 측면도이다;

도 2는 외부 장면의 고스트 이미지를 형성하기 위해 도 1의 LOE의 전면에서 외부 장면에서의 소스로부터 방사되는 대표 광선의 부분 반사 표면들 중 하나에 의한 관찰자의 눈을 향한 편향을 도시한 개략적인 측면도이다;

도 3는 외부 장면의 고스트 이미지를 형성하기 위해 도 1의 LOE의 이면에서 외부 장면에서의 소스로부터 방사되는 대표 광선의 부분 반사 표면들 중 하나에 의한 관찰자의 눈을 향한 편향을 도시한 개략적인 측면도이다;

도 4는 고스트 이미지들을 유발하는 광선들의 각도 분포를 도시한 개략적인 측면도이다;

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 구성되고 동작하는 광학 디바이스 - 이는 LOE, 및 LOE의 전면과 연관되고 고스트 이미지 유발 광선들을 편향시키는 인터페이스 영역을 정의하도록 서로 광학적으로 커플링된 광학 소자들의 쌍을 갖는 광학 배열체를 포함함 - 의 개략적인 측면도이다;

도 6은 도 5의 광학 배열체의 구성요소들을 도시한 개략적인 측면도이다;

도 7은 VII로 표기된 도 6의 영역의 확대도이다;

도 8은 인터페이스 영역이 얇은 투명 판으로서 구현되는 도 5의 광학 배열체의 개략적인 측면도이다;

도 9는 도 5 및 도 6의 광학 배열체의 인터페이스 영역에 의한 샘플 광선의 편향을 도시한 개략적인 측면도이다;

도 10은 도 5 및 도 6의 광학 배열체에 소정의 입사각 범위에 걸쳐 충돌하는 광선들에 대한 광 강도 분포의 열 지도의 플롯이다;

도 11은 도 5와 유사하지만, 광학 배열체가 LOE의 후면과 연관되어 있는 개략적인 측면도이다;

도 12는 만곡된 주 표면들의 쌍들을 갖는 본 발명의 다른 실시예에 따른 고스트 이미지 유발 광선들을 편향시키는 광학 배열체의 개략적인 측면도이다;

도 13은 만곡된 및 평평한 주 표면들의 쌍들을 갖는 본 발명의 다른 실시예에 따른 고스트 이미지 유발 광선들을 편향시키는 광학 배열체의 개략적인 측면도이다;

도 14는 도 5의 광학 배열체와 유사하지만, 비선형 표면 프로파일을 갖는 인터페이스 영역을 갖는 본 발명의 다른 실시예에 따른 고스트 이미지 유발 광선을 편향시키는 광학 배열체의 개략적인 측면도이다;

도 15는 도 13의 광학 배열체와 유사하지만, 비선형 표면 프로파일을 갖는 인터페이스 영역을 갖는 본 발명의 다른 실시예에 따른 고스트 이미지 유발 광선을 편향시키는 광학 배열체의 개략적인 측면도이다;

도 16은 부분 반사 표면들의 세트를 채용하는 광 투과 기관으로서 형성된 인터페이스 영역을 갖는 본 발명의 다른 실시예에 따른 고스트 이미지 유발 광선들을 편향시키는 광학 배열체의 개략적인 측면도이다;

도 17은 도 16의 인터페이스 영역의 부분 반사 표면들 중 대표적인 것의 구조를 도시한 개략적인 측면도이다;

도 18은 도 16과 유사하지만, 인터페이스 영역이 복수의 상호 평행한 흡수 표면들을 갖는 광학 배열체의 개략적인 측면도이다; 그리고

도 19는 도 5와 유사하지만, 제2 광학 배열체가 LOE에 직교하는 방향으로 광학 디바이스의 이미지 프로젝터에 또는 그 근처에 배치된 개략적인 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 발명의 실시예들은 외부 장면에서의 소스들로부터 방사되는 광에 의해 야기되는 고스트 이미지들을 완화하기 위한 광학 디바이스들을 제공한다.
- [0045] 본 발명에 따른 광학 디바이스들의 원리들 및 동작은 설명을 수반하는 도면들을 참조하면 더 잘 이해될 수 있다.
- [0046] 본 발명의 적어도 하나의 실시예를 상세히 설명하기 전에, 본 발명은 반드시 이의 적용이 이하의 설명에 제시되고/거나 도면들 및/또는 예들에 예시된 구성요소들 및/또는 방법들의 구성 및 배열의 세부사항들로 제한되는 것은 아니라는 것이 이해되어야 한다. 본 발명은 다른 실시예들이 가능하고 다양한 방식으로 실시되거나 수행될 수 있다.
- [0047] 도입부로서, 도 2 및 도 3은 소스(42) - 이는 외부 장면의 일부임 -로부터의 원치 않는 광이 눈(36)을 향해 편향되어 외부 장면 고스트 이미지들을 초래하는 예시적인 시나리오들을 도시하기 위해 주해된, 도 1로부터의 기관(12) 및 부분 반사 표면들(30)의 부분들의 재현이다. 소스(42)는 전형적으로, 예를 들어, 태양과 같은 자연 조명원들, 및 예를 들어, 램프, 디스플레이 스크린, 전구 등과 같은 인공 조명원들을 포함하는 외부 장면에서의 조명을 제공할 수 있는 임의의 광원이다. 도 2에서, 기관(12)은 면(16)이 소스(42)에 대해 대면하게 배치된다. 소스(42)로부터 방사되는 광을 나타내는 샘플 광선(44)은 면(16)에 그레이징각(큰 입사각 - 또는 AOI)으로 부딪히고, 지점(46)에서 굴절을 통해 기관(12)에 진입한다. 광선(44)은 주평면에 의해 면(14)에서(지점(48)에서) 부분 반사 표면들(30) 중 하나(이 예에서, 부분 반사 표면(30b))를 향해 부분적으로 반사되며, 이는 광선(44)을 다시 면(14)을 통해 반사시켜 기관(12)을 빠져나가고 눈(36)을 향해 전파된다. 기관(12) 내에서의 광선(44)의 전파는 광선(44)의 소스가 이미지 프로젝터(20)가 아니라 실세계라는 사실에 기인하여, 내부 (전)반사에 의하지 않는다. 이에 따라, (광선들(32A 및 32B)로서) 기관(12)으로부터 면(14)에 대해 법선으로 그리고 FOV 내에 방사되는 도 1에서의 이미지(20)와는 대조적으로, 눈(36)을 향해 편향되는 광선(44)의 부분은 기관(12)으로부터 면(16)에 비스듬한 각도로 그리고 FOV 밖으로 방사된다.

- [0048] 도 3에서, 소스(42)는 눈(36)과 동일한 기관(12)의 측 상에 위치된다. 여기서, 광선(44)은 지점(50)에서 면(14)에 그레이징각(큰 AOI)으로 부딪치고, 지점(50)에서 굴절을 통해 기관(12)에 진입한다. 그 후, 광선(44)은 부분 반사 표면들(30) 중 하나(이 예에서, 부분 반사 표면(30b)) 상에 충돌하며, 이는 광선(44)을 다시 면(14)을 통해 반사시켜 기관(12)을 빠져나가 눈(36)으로 향한다.
- [0049] 도 2 및 도 3에 도시된 - 고스트 이미지들이 FOV 밖에 있고, 전형적으로 소정의 부분 반사 표면으로부터 최대한 번의 반사를 겪는 - 시나리오들에서 원하지 않는 광선들로부터 기인하는 고스트 이미지들은 이하에서 고스트들로서 상호교환가능하게 지칭된다.
- [0050] 이제 도 5 내지 도 19를 참조하면, 고스트들을 완화/감소시키기 위해, 본 발명의 실시예들에 따라 구성되고 동작하는 광학 디바이스(일반적으로, 100으로 표기됨)의 구조 및 동작의 다양한 양태들이 도시되어 있다. 광학 디바이스(100)는 일반적으로, 광학 디바이스(10)의 모든 구성요소들을 포함하지만, 또한 특정 AOI 범위로 도달하게 광을 편향시키기 위한 광 편향 광학 배열체(102)(이하, "광학 배열체"로서 지칭됨)를 포함한다. 보다 더 구체적으로, 광학 디바이스(100)는 주 외부 표면들(면들)의 쌍(14, 16)을 갖는 도광 광학 소자(12)(LOE, 광 투과 기관 또는 광 도파관으로서도 지칭됨) - (유리와 같은) 투명 물질로 형성되고 표면들 중 하나(14)가 시청자/관찰자의 눈(36)에 대해 대면하게 배치됨 -, 면들(14, 16)들 중 하나 또는 양자와 연관된 광학 커플링 아웃 구성(30)(기관(12)을 적어도 부분적으로 가로지르는 부분 반사 표면들의 어레이로서 개략적으로 표현됨), 및 광학 커플링 인 구성(22)(여기서 개략적으로 프리즘에 의해 도시됨)을 통해 LOE(12) 내로 커플링될 시준된 이미지를 생성하기 위한 이미지 투사 배열체(즉, 이미지 프로젝터)(18)를 포함한다. 광학 배열체(102)는 면들(14, 16) 중 적어도 하나와 연관되고, 특정 비제한적인 실시예들에서, 일반적으로, 적절히 높은 굴절률(바람직하게는, 1.5 - 1.9의 범위 내)을 갖는 물질로 형성되고, 두 개의 광학 소자들의 굴절률보다 더 작은 적절히 낮은 굴절률(바람직하게는, 1 - 1.35의 범위 내)을 갖는 인터페이스 영역을 정의하도록 서로 광학적으로 커플링되는 두 개의 광학 소자들을 포함한다.
- [0051] 광학 배열체(102)는 광학 배열체(102)(특히, 광학 배열체(102)의 광학 소자들 중 제1 광학 소자)에 소정의 AOI 범위에 걸쳐 입사하는 외부 장면에서의 소스(예를 들어, 소스(42))로부터 방사되는 광선들(광선(44)으로 표현됨)고, 이하에서 상호교환가능하게 "원치 않는 광"으로서 지칭됨)이 인터페이스 영역에서 편향되도록 배치된다. 인터페이스 영역은 원치 않는 광을 기관(12) 및 광 커플링 아웃 구성(30)으로부터 멀어지게 편향시킴으로써, 원치 않는 광이 눈(36)에 도달하는 것을 방지한다. 원치 않는 광은 일반적으로 광학 배열체(102)에 소정의 AOI 범위로 입사하는 광선들의 특정 세트 - 이는 광학 배열체(102)의 부재 시에 고스트들을 생성함 - 로서 정의된다.
- [0052] 광학 배열체(102)의 구조 및 동작을 상세히 설명하기 전에, 먼저, 외부 장면으로부터의 원치 않는 광(광선(44)으로 표현됨)이 FOV 밖에 있기 때문에, 원치 않는 광이 EMB에 도달(즉, 눈(36)에 도달)하기 위해서는, 편향된/반사된 광이 LOE(12)의 에지 또는 말단 부분을 빠져나가야 한다는 점을 유념한다. 이는 LOE(12)의 원위 단부(11)에 또는 그 근처에 위치된 부분 반사 표면들(30a, 30b, 30c)을 통해 (EMB 내의) 눈(36)에 도달하는 원치 않는 광선들(43)의 각도 분포를 도시한 도 4에 개략적으로 도시되어 있다. 이는 외부 장면 고스트 이미지들을 완화시키기 위해 부분 반사 표면들의 세트(30)의 활성 영역의 에지에서의 원치 않는 광선들만이 광학 배열체(102)에 의해 편향될 필요가 있다는 것을 의미한다. 또한, 면들(14, 16)에 대해 우측으로부터 법선으로 측정된 특정 그레이징각을 초과하는 소정의 각도 범위(즉, 소정의 각도 분포)로 면들(14, 16) 상에 충돌하는 광선들만이 광학 배열체(102)에 의해 편향될 필요가 있다. 이와 관련하여, LOE(12)의 원위 단부(11)는 도면의 좌측에 있는 것으로서 임의로 정의되고, LOE(12)의 (도면의 우측에 있는) 근위 단부(13) - 이미지 프로젝터(18) 및 광 커플링 인 구성(22)이 LOE(12)의 근위 단부(13)에 또는 그 근처에 위치됨 - 와 반대편에 있다.
- [0053] 상기한 내용을 염두에 두고, 도 5를 참조하면, LOE(12)의 전방에 위치된 외부 장면에서의 광원들에 의해 유발되는(즉, 도 2에서와 같이, 면(16)이 광원을 갖는 외부 장면에 대해 대면할 때) 고스트 이미지들을 방지/완화시키기 위해 면(16)에 배치된 광학 배열체(102)가 도시되어 있다. 언급된 바와 같이, 특정 실시예들에서, 광학 배열체(102)는 일반적으로, 여기서 제1 광학 구성요소(104) 및 제2 광학 구성요소(106)로서 도시된 적어도 두 개의 광학 구성요소들 - 이들은 광학 커플링 아웃 구성(30)의 적어도 일부와 연관된 인터페이스 영역(108)(대안적으로, "인터페이스 표면" 또는 "인터페이스 층"으로서 지칭됨)을 정의하도록 서로 대응하게 구성되고 광학적으로 커플링됨 - 로 형성된다. 바람직한 실시예들에서, 인터페이스 영역(108)은 활성 영역의 에지에서의 부분 반사 표면들(30), 즉 LOE(12)의 원위 단부(11)에 더 가깝게 위치된 마지막 몇 개의 부분 반사 표면들과 연관된다. 도시된 예에서, 인터페이스 영역(108)은 마지막 세 개의 부분 반사 표면들(30) - 30a, 30b, 30c로 표기됨 - 과 연관된다.

- [0054] 도 6 및 도 7은 특정 실시예들에 따른, LOE, 커플링 프리즘 및 이미지 프로젝터가 없는 광학 배열체(102)의 보다 더 상세한 도면을 도시한다. 도 7은 VII로 표기된 도 6의 영역의 확대도를 도시한다. 특정 비제한적인 구현예들, 이를테면 도 5 내지 도 10에 도시된 구현예들 중 일부에서, 광학 구성요소들(104, 106)은 광학 배열체(102)가 대체로 직사각형 단면(즉, 서류 평면에서 직사각형 형상)을 형성하도록 대응하게 구성된 프리즘들의 쌍으로서 구현된다. 이러한 구현예들에서, 이들 프리즘들(104, 106)은 (반드시는 아니지만) 바람직하게는, 서류 평면에서 사변형들이다. 이들 프리즘들(104, 106)의 특정 구조 및 속성들이 이제 설명될 것이다.
- [0055] 제1 광학 소자(104)는 일반적으로, 적어도 네 개의 평평한 주 표면들(즉, 면들) - 105a, 105b, 105c, 105d로 표기됨 - 을 포함하는 복수의 표면들을 포함한다. 표면들(105a 및 105b)은 바람직하게는, 서로 평행하고, 상이한 길이들을 갖는다. 도시된 실시예에서, 표면(105a)의 길이는 표면(105b)의 길이보다 더 크다(길이들은 수평축을 따라 측정됨). 표면(105c)은 표면들(105a, 105b)의 각 제1 단부들 사이에서 연장되고, 표면들(105a, 105b)에 비스듬하다. 도 7에서, 경사각(α)은 표면들(105a와 105c) 사이에서 형성되는 각도이다. 표면(105d)은 두 표면들(105a, 105b)의 (제1 단부들 반대편에 있는) 각 제2 단부들 사이에서 연장되고, (반드시는 아니지만) 바람직하게는, 표면들(105a, 105b)에 직교한다.
- [0056] 유사하게, 제2 광학 소자(106)는 일반적으로, 적어도 네 개의 평평한 주 표면들 - 107a, 107b, 107c, 107d로 표기됨 - 을 포함하는 복수의 표면들(즉, 면들)을 포함한다. 표면들(107a 및 107b)은 도시된 바와 같이, 서로 평행하고, 상이한 길이들을 갖는다. 도시된 실시예에서, 표면(107b)의 길이는 표면(107a)의 길이보다 더 크다. 표면(107c)은 표면들(107a, 107b)의 각 제1 단부들 사이에서 연장되고, 표면들(107a, 107b)에 비스듬하다. 도 7에 도시된 실시예에서, 동일한 경사각(α)이 표면들(107b 와 107c) 사이에서 형성된다. 표면(107d)은 두 표면들(107a, 107b)의 (제1 단부들 반대편에 있는) 각 제2 단부들 사이에서 연장된다. 표면(107d)은 표면들(107a, 107b)에 직교하거나 직교하지 않을 수 있다. 도 5 내지 도 10에 도시된 실시예들에서, 표면들(105a, 107a)은 동일 평면상에 있으며, 표면들(105b, 107b) 및 표면들(105c, 107c)도 마찬가지로이다.
- [0057] 언급된 바와 같이, 광학 소자들(104, 106)은 대응하게 구성된다. 특히, 광학 소자들(104, 106)은 표면들(105c, 107c)을 기계적 또는 광학적 부착을 통해 서로 인접하게 배치함으로써 서로 광학적으로 커플링된다. 표면들(105c, 107c)의 인접한 배치는 인터페이스 영역(108)을 정의하며, 이는 표면들(105c, 107c)에 위치된다. 명백한 바와 같이, 인터페이스 영역(108)은 (광학 배열체(102)의 구성요소들의 기하 구조로 인해) 표면들(105a, 105b, 107a, 107b)에 비스듬하다. 특정 비제한적인 실시예들, 이를테면 도 5 내지 도 10에 도시된 실시예들에서, 표면들(105c, 107c) 각각은 인터페이스 영역(108)이 또한 선형 표면 프로파일을 갖도록(인터페이스 영역이 서류 평면에서 선형이도록) 선형 표면 프로파일을 갖기 위해 평평하다.
- [0058] 언급된 바와 같이, 광학 소자들(104, 106)은 적절히 높은 굴절률을 갖는 물질("고굴절률 물질"로서 지칭됨)로 형성되고, 인터페이스 영역(108)은 광학 소자들(104, 106)의 굴절률보다 더 낮은(즉, 더 낮은) 적절히 낮은 굴절률을 갖는 물질("저굴절률 물질"로서 지칭됨)로 형성된다. 광학 소자들(104, 106)을 형성하기 위해 사용될 수 있는 물질들의 예들은 상이한 유형들의 유리(예를 들어, 대략 1.52의 굴절률로서 BK7), 중합체 등을 포함한다. 인터페이스 영역(108)을 형성하기 위해 사용될 수 있는 물질들의 예들은 후속 단락들에서 제공될 것이다.
- [0059] 도 5에 도시된 실시예에서, 광학 배열체(102)는 면(16)과 표면들(105b, 107b) 사이의 광학 커플링을 통해 면(16)에 배치된다. 광학 배열체(102)의 기하 구조는 인터페이스 영역(108)이 LOE(12)의 면들(14, 16)에 비스듬하도록 되어 있다. 바람직하게는, 광학 배열체(102)는 임의사항적으로, 면(16)이 표면들(105b, 107)에 평행하도록 LOE(12)에 광학적으로 커플링된다. 특정 비제한적인 구현예들에서, 광학적 커플링은 면(16)과 표면들(105b, 107b) 사이에 배치되는 광학 접착제 층에 의해 실현된다. 다른 비제한적인 구현예들에서, 광학적 커플링은 광학 배열체(102)가 표면들(105b, 107b)과 면(16) 사이에 에어 갭(air gap)이 유지되면서 표면들(105b, 107b)이 면(16)에 인접하게 기계적으로 위치되는 기계적 부착에 의해 실현될 수 있다.
- [0060] 인터페이스 영역(108)은 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 비제한적인 구현예들의 일 세트에서, 인터페이스 영역(108)은 대략 1의 굴절률을 갖도록 에어 갭으로서 구현된다. 이러한 에어 갭은 표면들(105c, 107c) 사이에 균일한 에어 갭을 유지하도록 예를 들어, 제1 광학 소자(104)를 표면(105b)이 (예를 들어, 기계적 부착, 광학 접착제 등을 통해) 면(16)의 제1 부분에 인접하게 배치하고, 제2 광학 소자(106)를 표면(107b)이 (예를 들어, 기계적 부착, 광학 접착제 등을 통해) 면(16)의 제2 부분에 인접하게 배치함으로써 구현될 수 있다. 다른 비제한적인 구현예들에서, 인터페이스 영역(108)은 투명한 저굴절률 물질의 박층, 이를테면 광학 접착제 층, 고체 유전체 물질 층, 박막 유전체 코팅, 또는 저굴절률 물질의 얇은 투명 판으로서 구현된다. 이러한 구현예들에서, 광학 소자들(104, 106)은 에어 갭 구현예에서와 유사하게 배치될 수 있고, 투명한 저굴절률 물질의 박층이 표면

들(105c, 107c)에서 광학 소자들(104, 106) 사이에 배치될 수 있다.

[0061] 대략 1.3의 굴절률을 갖는 광학 접착제를 시중에서 입수가 가능하다. 이러한 광학 접착제는 표면들(105c, 107c) 중 어느 하나 상에 증착될 수 있다. 고체 유전체 물질들을 또한, 예를 들어, 개발된 에어로겔 물질군의 형태로 시중에서 입수가 가능하다. 이들 에어로겔 물질들은 1.1 - 1.2의 범위 내의 굴절률을 갖고, 또한 안정화된 기계적 속성들을 갖는다. 이러한 에어로겔 물질은 표면들(105c, 107c) 중 어느 하나에 도포될 수 있다. 대안적으로, 필요한 반사 속성들(즉, 낮은 AOI들에서 투과성이고, 보다 더 큰 AOI들에서 고반사성)을 갖는 박막 유전체 코팅이 표면들(105c, 107c) 중 어느 하나에 도포될 수 있다.

[0062] 도 8은 인터페이스 영역(108)이 얇은 투명 판(114)으로서 구현되는 본 개시의 특정 실시예들에 따른 비제한적인 구현예를 도시한다. 이러한 실시예들에서, 투명 판(114)은 상호 평행한 측면들(즉, 표면들, 면들)(109a, 109b, 111a, 111b)을 포함한다. 여기서, 판(114)은 광학 소자들(104, 106)의 치수들에 대응하는 치수로 설정되며, 특히 측면들(109a, 109b) 간의 거리가 (표면들(105a, 105b) 및/또는 표면들(107a, 107b) 사이에서 측정되는) 광학 소자들(104, 106)의 두께에 대응하도록 측면들(111a, 111b)의 길이들이 표면들(105c, 107c)의 길이들에 대응한다. 이에 따라, 측면들(109a, 109b)은 측면들(111a, 111b)보다 더 짧아, 비직사각형 평행사변형 단면을 형성하며, 즉, 투명 판(114)의 인접한 측면들은 서로 비스듬한 각도들에 있다. 특히, (표면들(105c, 107c)의 비스듬한 배치에 따라) 측면들(111a, 109b) 사이 및 측면들(111b, 109a) 사이의 각도는 α 이다. 이러한 구현예에서, 투명 판(114)의 짧은 측면들 중 하나(109a)는 표면들(105a, 107a)과 동일 평면 상에 있는 한편, 투명 판(114)의 짧은 측면들 중 다른 하나(109b)는 표면들(105b, 107b)과 동일 평면 상에 있다. 투명 판(114)의 긴 측면들 중 하나(111a)는 표면(105c)에 광학적으로 부착되고, 실제로(즉, 실질적으로) 표면(105c)과 일치하고, 긴 측면들 중 다른 하나(111b)는 표면(107c)에 광학적으로 부착되고, 실제로 표면(107c)과 일치한다. 측면들(111a, 111b)은 얇은 광학 접착제 층을 통해 각 표면들(105c, 107c)에 광학적으로 부착될 수 있다. 대안적으로, 얇은 투명 판(114)의 측면들(111a, 111b)이 각 표면들(105c, 107c)에 인접하여 배치되고, 실제로 이들과 일치하게 기계적으로 위치될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 측면들(111a, 111b)과 각 표면들(105c, 107c) 사이의 갭의 크기는 설명의 명료함을 위해 과장되어 있고, 실제로 이러한 갭은 바람직하게는, 실제로 존재하지 않는다.

[0063] 언급된 바와 같이, 인터페이스 영역(108)은 광학 커플링 아웃 구성(30)의 적어도 일부와 연관되고, 도 5에 도시된 예시적인 배치 구성에서, 마지막 세 개의 부분 반사 표면들(30a, 30b, 30c)과 연관된다. 특히, 인터페이스 영역(108)은 마지막 부분 반사 표면(30a)의 적어도 일부에 걸쳐 있고, 부분 반사 표면들(30b, 30c) 전체에 걸쳐 있다. 이러한 배치는 광학 배열체(102)에 소정의 제1 입사각 범위로 입사하는 광선들이 마지막 두 개의 부분 반사 표면들(30a, 30b)로부터 반사되어 눈(36)에 도달하는 것을 방지한다.

[0064] 표면들(105a, 105b, 107a, 107b)의 상대적인 길이들은 경사각(α)을 결정하고, 그 반대로 마찬가지로 점을 유념한다. 나아가, 인터페이스 영역(108)은 부분 반사 표면들(30) 중 일부(전형적으로, 부분 반사 표면들(30)의 절반 이하)와만 연관될 필요가 있기 때문에, 광학 소자(104)의 길이는 광학 소자(106)의 길이보다 상당히 더 작고, 표면(105b)의 길이는 표면(107a)의 길이보다 상당히 더 작다는 점을 유념한다. 이와 관련하여, 광학 소자들(104, 106)의 길이들은 각각 표면들(105a, 107b)의 길이들에 의해 정의되고, 표면들(105a, 105b, 107a, 107b)의 길이들은 (표면들(105d와 107d) 사이에 걸쳐 있는) 수평축을 따라 측정된다. 특정 비제한적인 구현예들에서, 표면(107b)은 표면(105a)의 길이의 대략 2배인 길이를 갖고, 표면(107a)은 표면(105b)의 길이의 대략 5배인 길이를 갖는다. 이러한 구현예들에서, 표면(105a)은 표면(105b)의 길이의 대략 1.5배인 길이를 갖고, 표면(107b)은 표면(107a)의 길이의 대략 4배인 길이를 갖는다. 두 개의 광학 소자들(104, 106)의 표면 길이들의 배수 인자들은 예를 들어, 부분 반사 표면들의 수 및 원하는 경사각(α)을 포함하는 다양한 인자들에 의할 수 있다. 예를 들어, 인터페이스 영역(108)과 연관될 부분 반사 표면들의 수가 선택될 수 있으며, 이는 경사각(α)을 지시하며, 이는 이어서 표면들(105a, 105b, 107a, 107b)의 대응하는 길이들을 지시할 것이다.

[0065] 도 9는 두 개의 입사 광선들, 즉 광선(44) 및 광선(60)의 예로서 광학 배열체(102)의 구성요소들과 광선들의 상호작용을 도시한다. 도시의 명확성을 위해, 인터페이스 영역(108)의 두께는 도 7 및 도 8에 도시된 인터페이스 영역 두께에 비해 상당히 감소된다. 광선(44)은 광학 배열체(102)에 제1 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들의 특정 세트 내의 광선들 - 이는 광학 배열체(102)의 부재 시에 고스트들을 생성함 - 을 나타낸다. 광선(60)은 광학 배열체(102)에 제1 소정의 범위 밖의 제2 소정의 입사각 범위로 입사하는 광선들을 나타낸다. 제2 입사각 범위 내의 광선들은 광학 배열체(102)의 부재 시 고스트들을 발생시키지 않을 것이고, 이에 따라 제2 소정의 범위 내의 광선들이 광학 배열체(102)에 의해 크게 영향을 받지 않는 것이 바람직하다. 제2 광학 소자(106)는 이러한 광선들이 광학 배열체(102)에 의해 크게 영향을 받지 않는 것을 보장하고, 이들 광선들이 광학 소자(104)

에 도달하는 AOI와 동일한(또는 대략 동일한) AOI로 이들 광선들이 LOE(12)에 도달할 수 있게 한다.

[0066] 먼저 광선(60)의 횡단을 살펴보면, 광선(60)은 광학 배열체(102)의 광학 소자(104)의 표면(105a)에 대략 0° (즉, 표면(105a)에 대해 대략 법선)의 AOI로 입사한다. 입사 광선(60)은 표면(105c)을 통해 광학 배열체(102)에 진입하고, 인터페이스 영역(108) 상에 임계각(θ_c)(광학 소자(104)의 굴절률 및 인터페이스 영역(108)의 굴절률에 의해 정의됨)보다 더 작은 AOI(인터페이스 영역(108)에 대한 법선에 대해 측정됨)로 충돌하여, 광선(60)은 인터페이스 영역(108)에 진입(즉, 인터페이스 영역(108) 내로 투과)하게 된다. 광선(60)은 제1 광학 소자(104)의 고굴절률로부터 인터페이스 영역(108)의 저굴절률로의 변화로 인해 약간의 굴절을 겪을 수 있다. 그 후, 광선(60)은 인터페이스 영역(108)을 빠져나와 제2 광학 소자(106)에 진입하고, 인터페이스 영역(108)의 저굴절률로부터 제2 광학 소자(106)의 고굴절률로의 변화로 인해 약간의 굴절을 겪을 수 있다. 광학 소자들(104, 106)이 바람직하게는, 동일한 굴절률을 갖기 때문에, 고굴절률로부터 저굴절률로 고굴절률로의 전이로 인한 광선(60)의 이중 굴절은 광선(60)의 전파 방향이 광학 배열체(102)에 의해 크게 영향을 받지 않는 것을 보장한다. 다시 말해서, 입사 광선(60)은 전파각의 임의의 상당한 변화 없이 인터페이스 영역(108)을 통해 전파되어, 광선(60)은 광학 소자(104)를 빠져나온 것과 대체로 동일한 각도로 (표면(107c)을 통해) 광학 소자(106)에 진입하게 된다. 또한, 광학 소자들(104, 106)의 대응하는 구성 및 공통 굴절률로 인해, 광선(60)은 대체로 대략 동일한 각도로 (광학 소자(104)의 표면(105a)을 통해) 광학 배열체(102)에 진입하고 (광학 소자(106)의 표면(107b)를 통해) 광학 배열체(102)를 빠져나간다.

[0067] 도면들에 도시되지는 않았지만, 광학 배열체(102)를 빠져나온 후에, 광선(60)은 광선(60)이 표면(105a) 상에 충돌한 것과 대략 동일한 AOI로 LOE(12)의 면(16) 상에 충돌한다. 이러한 특정 예에서, AOI는 대략 0° 이고, 광선(60)은 면(16)을 통해 LOE(12)에 진입하고, 면(14)을 통해 그리고 관찰자의 눈(36)에 의해 관찰되도록 (부분 반사 표면들(30)로부터 반사 없이 또는 무시할 수 있는 양의 반사로) LOE(12)를 바로 통과한다. 이에 따라, 광학 배열체(102)는 외부 장면의 관찰자의 시야를 가리지 않는다.

[0068] 광선(44)은 광학 배열체(102)의 표면(105a)에 그레이징각(큰 AOI - 표면(105a)에 대해 - θ_{in} 으로 표기됨)로 입사한다. 광선(44)의 강도의 일부는 광선(45a)으로서 광학 배열체(102) 내로 커플링되며, 여기서 투과된 광선(45a)은 θ_1 (이는 Snell(스넬)의 법칙에 따라, 광학 소자(104)의 굴절률 및 광학 배열체(102)가 배치되는 매질, 예를 들어, 공기의 굴절률을 사용하여 θ_{in} 으로부터 계산될 수 있음)의 각도로 전파된다. 투과된 광선(45a)은 인터페이스 영역(108) 상에 θ_2 (인터페이스 영역(108)에 대한 법선에 대해 측정됨)의 AOI로 충돌한다. 각도(θ_2)는 다음 식: $\theta_2 = \theta_1 + \alpha$ (여기서, α 는 표면들(107b와 107c) 사이에서 형성되는 경사각이다)를 사용하여 계산될 수 있다.

[0069] θ_2 가 임계각(θ_c)보다 더 크다면, 광선(45a)은 인터페이스 영역(108)에서 반사 광선(45b)으로서 내부 전반사된다(즉, 내부 전반사(TIR)를 겪는다). TIR 반사 광선(45b)은 다시 표면(105a)을 향해 전파되고, 표면(105a)에서 내부 반사를 겪어 다시 인터페이스 영역(108)을 향해 반사 광선(45c)으로서 전파된다. 반사 광선(45c)은 인터페이스 영역(108)으로부터 최종 반사를 겪을 때까지 광학 소자(104)를 통해 계속 전파되어, 표면(105d)을 향해 반사 광선(45d)으로서 반사된다. 반사 광선(45d)은 광학 소자(104)의 표면(105d)과 연관된 집광/소산 구성요소(110)에 도달하며, 이는 광선(45d)과 연관된 강도를 집광 또는 소산시킨다. 집광/소산 구성요소(110)는 표면(105d)에 배치될 수 있고, 예를 들어, 흡수체 또는 확산체를 포함하는 다양한 방식들로 구현될 수 있다. 흡수체들 또는 확산체들은 당업자들에게 주지되어져 있다. 흡수체로서 구현될 때, 집광/소산 구성요소(110)는 예를 들어, 표면(105d) 상에 도포되거나 증착된 광 흡수 물질, 예를 들어, 흑색 광 흡수 도료의 층으로서 구현될 수 있다.

[0070] 광학 배열체(102)의 설계 파라미터들, 특히 각도(α), 및 인터페이스 영역(108) 및 광학 소자들(104, 106)의 굴절률들은 임계각(θ_c)을 생성하기 위해 선택될 수 있으며, 임계각은 광학 배열체(102)에 제1 소정의 입사각 범위 내의 AOI들로 입사하는 모든 광선들이 내부 반사에 의해 광학 배열체(102) 내로 커플링되고, 이러한 광선들이 LOE(12)에 진입하고 부분 반사 표면들(30)에 의해 눈(36)을 향해 LOE(12)에서 커플링 아웃되는 것(이러한 커플링 아웃된 광선들은 외부 장면 고스트 이미지들로서 나타난다)을 방지하기 위해 집광/소산 구성요소(110)에서 집광 및/또는 소산되는 것을 보장할 것이다.

[0071] 언급된 바와 같이, 광학 소자들(104, 106)은 바람직하게는, 1.5 - 1.9의 범위 내의 굴절률(n_1)을 갖는 고굴절률 물질로 형성되고, 인터페이스 영역(108)은 바람직하게는, 1 - 1.35의 범위 내의 굴절률(n_2)을 갖는 저굴절률

물질로 형성된다. 당업계에 공지되어 있는 바와 같이, 임계각 $\theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ 이다. 이에 따라, n_1 및 n_2 의 상기한 예시적인 범위들을 사용하여, 임계각은 대략 33.7° ($n_1 = 1.8$ 및 $n_2 = 1$ 의 경우)와 60.1° ($n_1 = 1.5$ 및 $n_2 = 1.3$ 의 경우) 사이의 범위 내의 값들을 취할 수 있다.

[0072] 도 10은 광학 소자들(104, 106)이 1.59의 굴절률을 갖는 물질로 구성되며, 인터페이스 영역(108)은 1.1의 굴절률을 갖고, $\alpha = 2.5$ 인 도 5 및 도 6의 광학 배열체(102) 상에 충돌하는 제1 소정의 입사각 범위 내의 광선들에 대한 광 강도 분포의 열 지도를 도시한다. 열 지도는 표면들(105a, 107a)과 관련하여 배치된 Lambertian(램버시안) 분포를 갖는 점원으로부터 광을 집광하기 위해 표면들(105b, 107b)과 관련하여 배치된 검출기의 강도 분포를 도시한다. 수직축에서의 광의 분포는 180° 의 스펠을 갖고, 수평축을 따라 일 측면에서 절단된다(인터페이스 영역(108)의 스펠을 나타냄). 광학 배열체(102)(이 경우, 광학 소자(106)의 표면(107a))에 71° 보다 더 큰 AOI로 입사하는 광은 내부 반사에 의해 광학 배열체(102) 내로 커플링되고, 인터페이스 영역(108)에 의해 LOE(12)로부터 멀어지게(그리고 집광/소산 구성요소(110)를 향해) 편향된다. 일반적으로, 광학 배열체(102)의 광학 파라미터들(예를 들어, α , 인터페이스 영역(108)의 굴절률, 광학 소자들(104, 106)의 굴절률 등)은 광학 배열체(102)(즉, 광학 소자(104)의 표면(105a))에 제1 소정의 입사각 범위로 입사하는 원치 않는 광선들의 영향을 완화시키도록 선택될 수 있다. 제1 입사각 범위는 전형적으로 $56^\circ - 86^\circ$ 이지만, 광학 디바이스의 특정 구성에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 특정 광학 구성에서, 제1 입사각 범위는 $70^\circ - 86^\circ$ 인 한편, 또 다른 구성에서, $55^\circ - 86^\circ$ 이다. 광학 배열체(102)의 광학 파라미터들은 또한, 광학 배열체(102)(즉, 광학 소자(104)의 표면(105a))에 전형적으로 $-90^\circ - 45^\circ$ 의 범위 내의 제2 소정의 입사각 범위(제1 범위 밖)로 입사하는 광선들이 (예시적인 광선(60)으로 전술된 바와 같이) 광학 배열체(102)에 의해 크게 영향을 받지 않도록 선택될 수 있다.

[0073] 이에 도 11을 참조하면, LOE(12)의 후방에 있는 외부 장면에서의 광원들에 의해 유발되는(즉, 도 3에서와 같이, 면(14)이 광원을 갖는 외부 장면에 대해 대면할 때) 고스트 이미지들을 방지/완화시키기 위해 면(14)에 배치된 광학 배열체(102)가 도시되어 있다. 여기서, 광학 배열체(102)의 구조는 도 5 내지 도 9를 참조하여 전술된 구조와 거의 동일하며, 몇 가지 주요 차이점들을 갖는다. 첫째로, 가장 특히, 광학 배열체(102)는 면(16)과 표면들(105b, 107b) 사이의 광학 커플링을 통해 면(14)에 배치된다. 둘째로, 도 11에 도시된 배치 구성은 광 커플링인 구성(22)을 수용하기 위해 길이 치수(LOE(12)의 근위 단부와 원위 단부 사이의 방향으로, 즉 수평축으로 걸쳐 있음)를 따라 (도 5에 도시된 배치 구성과 비교하여) 광학 소자(106)의 절단을 필요로 할 수 있다. 셋째로, 광학 배열체(102)가 LOE(12)의 후방에서의 광원들로부터 발생할 고스트를 완화시키기 위해 배치되기 때문에, 인터페이스 영역은 마지막 몇 개의 부분 반사 표면들(이 예에서, 부분 반사 표면들(30a, 30b)) 전체에 걸쳐 있고, 후속 부분 반사 표면(이 예에서, 부분 반사 표면(30c)의 적어도 일부에 걸쳐 있고 부분 반사 표면들(30b, 30c) 전체에 걸쳐 있다. 이러한 배치는 광학 배열체(102)에 소정의 제1 입사각 범위로 입사하는 광선들이 마지막 두 개의 부분 반사 표면들(30a, 30b)로부터 반사되어 눈(36)에 도달하는 것을 방지한다.

[0074] 도 11에 도시된 배치 구성에서의 광학 배열체(102)의 일반적인 동작 원리들은 도 5에 예시된 배치 구성의 동작 원리들과 동일하거나 유사하다. 도 11에서, 표면(105a)에 소정의 AOI 범위로 입사하는 면(14)과 관련하여 그리고 이미지 프로젝터(18) 근처에 배치된 (외부 장면에서의) 소스로부터의 광은 광학 소자(104)의 표면(105a)을 통해 광학 배열체(102) 내로 커플링되고, 인터페이스 영역(108)에서 내부 전반사에 의해 반사되어, 다시 표면(105a)을 향해 반사 광선으로서 반사된다. 그 후, 이러한 반사 광선은 표면(105a)에서 다시 인터페이스 영역(108)을 향해 반사되며, 이는 반사 광선을 그와 연관되고/되거나 그 위에 배치된 집광/소산 구성요소를 갖는 표면(105d)을 향해 반사시킨다.

[0075] 명백한 바와 같이, 도 5 및 도 11에 도시된 배치 구성들은 LOE(12)의 전면(즉, 면(16))에서의 외부 장면에서의 광원들의 제1 세트 및 LOE(12)의 이면(즉, 면(14))에서의 외부 장면에서의 광원들의 제1 세트의 효과를 방지/완화시키기 위해 조합하여 사용될 수 있다. 다시 말해서, 제1 광학 배열체(102)는 (도 5에서와 같이) 면(16)과 관련하여 배치될 수 있고, 제2 광학 배열체(102)는 (도 11과 같이) 면(14)과 관련하여 배치될 수 있다.

[0076] 이제 도 12를 참조하면, 본 개시의 다른 실시예에 따른 광 편향 광학 배열체(202)가 도시되어 있다. 광학 배열체(102)와 유사하게, 광학 배열체(202)는 인터페이스 영역(208)을 정의하도록 서로 광학적으로 커플링된(그리고 서로 인접하여 배치된) 대응하게 구성된 제1 및 제2 광학 구성요소들(204, 206)로 형성된다. 논의될 바와 같이, 전술된 실시예들의 광학 구성요소들(104, 106)과 달리, 광학 구성요소들(204, 206)은 만곡된 주 표면들을 가져서, 광학 구성요소들(204, 206)이 서로 커플링될 때, 광학 배열체(202)는 두 개의 인접한 만곡된 주 표면들을

갖는 렌즈형 형상을 형성하게 된다.

- [0077] 도시된 바와 같이, 제1 광학 소자(204)는 적어도 네 개의 주 표면들(즉, 면들) - 205a, 205b, 205c, 205d로 표기됨 - 을 포함하는 복수의 표면들을 포함한다. 표면들(205a 및 205b)은 각각 오목한 곡면들 및 볼록한 곡면들이다. 광학 소자(102)와 유사하게, 표면(205a)은 표면(205b)보다 더 길고, 그리고 표면(205c)은 두 개의 표면들(205a, 205b)의 각 제1 단부들 사이에서 연장되고, 표면들(205a, 205b)에 비스듬하다.
- [0078] 표면(205d)은 두 개의 표면들(205a, 205b)의 (제1 단부들의 반대편에 있는) 각 제2 단부들 사이에서 연장되고, (반드시는 아니지만) 바람직하게는, LOE(12)의 면들(14, 16)에 평행하고, 광학 배열체(202)와 LOE(12) 사이의 광학 커플링의 일부를 제공한다. 특히, 표면(205d)은 LOE(12)의 원위 단부에서 또는 그 근처에서 광학 배열체(202)를 면(16)의 일부에 광학적으로 커플링한다.
- [0079] 제2 광학 소자(206)는 적어도 네 개의 주 표면들 - 207a, 207b, 207c, 207d로 표기됨 - 을 포함하는 복수의 표면들(즉, 면들)을 포함한다. 표면들(207a 및 205b)은 각각 볼록한 곡면들 및 오목한 곡면들이다. 광학 소자(102)와 마찬가지로, 표면(207b)은 표면(207a)보다 더 길다(그리고 표면(207b)의 길이는 표면(205a)의 길이보다 더 크고, 표면(207a)의 길이는 표면(205b)의 길이보다 더 크다). 표면(207c)은 두 개의 표면들(207a, 207b)의 각 제1 단부들 사이에서 연장되고, 표면들(207a, 207b)에 비스듬하다.
- [0080] 표면(207d)은 두 개의 표면들(207a, 207b)의 (제1 단부들의 반대편에 있는) 각 제2 단부들 사이에서 연장되고, (반드시는 아니지만) 바람직하게는, LOE(12)의 면들(14, 16)에 평행하고, 가장 바람직하게는, 표면(205d)와 동일 평면에 있다. 표면(207d)은 광학 배열체(202)와 LOE(12) 사이의 광학 커플링의 일부를 제공한다. 특히, 표면(207d)은 LOE(12)의 근위 단부에서 또는 그 근처에서 광학 배열체(202)를 면(16)의 일부에 광학적으로 커플링한다.
- [0081] 또한, 표면들(205a, 205b, 207a, 207b)은 각각 어느 정도의 곡률을 갖고 있기 때문에, 표면(205c)과 표면들(205a, 205b) 사이의 경사각들, 및 표면(207c)과 표면들(207a, 207b) 사이의 경사각들은 혼합 각도들이다. 이에 따라, 표면들(205a, 205c) 사이의 경사각은 표면(205a, 205c)들 사이의 교차점에서의 표면(205a)에 대한 접선과 표면(205c) 사이에서 측정된다. 유사하게, 표면들(205b, 205c) 사이의 경사각은 표면(205b, 205c)들 사이의 교차점에서의 표면(205b)에 대한 접선과 표면(205c) 사이에서 측정된다. 유사하게, 표면들(207a, 205c) 사이의 경사각은 표면(207a, 207c)들 사이의 교차점에서의 표면(207a)에 대한 접선과 표면(207c) 사이에서 측정된다. 유사하게, 표면들(207b, 207c) 사이의 경사각은 표면(207b, 207c)들 사이의 교차점에서의 표면(207b)에 대한 접선과 표면(207c) 사이에서 측정된다. 이들 경사각들은 상술한 광학 배열체(102)에서와 유사하게 인터페이스 영역(208)의 비스듬한 배치를 정의한다.
- [0082] 도 12에서 알 수 있는 바와 같이, 광학 소자들(204, 206)의 광학적 커플링(인접한 배치)은 바람직하게는, 표면들(205b 및 207b)이 광학 배열체(202)의 연결한 오목한 곡면의 부분들을 형성하게 하고, 표면들(205a 및 205b)이 광학 배열체(202)의 연결한 볼록한 곡면의 부분을 형성하게 한다.
- [0083] 내부 반사에 의해 광학 소자(204)를 통해 전파되는 원치 않는 광을 집광 또는 소산시키기 위해 (도 9의 집광/소산 구성요소(110)와 유사한) 집광/소산 구성요소가 표면(205d)에 가까운 주 표면(205a)의 부분들과 연관될 수 있다.
- [0084] 도 13은 본 개시의 다른 실시예에 따른 광 편향 광학 배열체(302)를 도시한다. 광학 배열체들(102, 202)과 유사하게, 광학 배열체(302)는 인터페이스 영역(308)을 정의하도록 서로 광학적으로 커플링된(그리고 서로 인접하여 배치된) 대응하게 구성된 제1 및 제2 광학 구성요소들(304, 306)로 형성된다. 제1 광학 소자(304)는 복수의 표면들을 포함하지만, 광학 배열체들(102, 202)의 광학 소자들과 달리, 광학 소자(304)는 서류 평면에서 세 개의 주 표면들(즉, 면들) - 305a, 305b, 305c로 표기됨 - 에 의해 주로 정의된다. 표면(205a)과 유사하게, 표면(305a)은 볼록한 곡면이다. 표면(305b)은 평면이고, 표면(305c)은 두 개의 표면들(305a, 305b)의 각 제1 단부들 사이에서 연장되고, 표면들(305a, 305b)에 비스듬하다. 표면들(305a, 305b)은 두 개의 표면들(305a, 305b)의 각 제2 단부들에서 이어진다. 내부 반사에 의해 광학 소자(304)를 통해 전파되는 원치 않는 광을 집광 또는 소산시키기 위해 집광/소산 구성요소가 표면(305b)에 가까운 주 표면(305a)의 부분들과 연관될 수 있다.
- [0085] 제2 광학 소자(306)는 또한, 서류 평면에서의 세 개의 주 표면들(즉, 면들) - 307a, 307b, 307c로 표기됨 - 에 의해 주로 정의된다. 표면(207a)과 유사하게, 표면(307a)은 볼록한 곡면이다. 표면(307b)은 바람직하게는 표면(305b)과 동일 평면인 평면이다. 표면(307c)은 두 개의 표면들(307a, 307b)의 각 제1 단부들 사이에서 연장되고, 표면들(307a, 307b)에 비스듬하다. 표면들(307a, 307b)은 두 개의 표면들(307a, 307b)의 각 제2 단

부들에서 이어진다.

- [0086] 도 13에서 알 수 있는 바와 같이, 광학 소자들(304, 306)의 광학적 커플링(인접한 배치)은 바람직하게는, 표면들(305b 및 307b)이 광학 배열체(202)의 평평한 오목한 곡면의 부분들을 형성하게 하고, 표면들(305a 및 305b)이 광학 배열체(202)의 연결한 볼록 곡면의 부분을 형성하게 하여, 광학 배열체(302)는 대체로 평면-볼록 구조를 갖게 된다.
- [0087] 도 13에 도시된 실시예에서, 광학 배열체(302)는 면(16)과 표면들(305b, 307b) 사이의 광학 커플링을 통해 면(16)에 배치된다. 바람직하지만 비제한적인 특정 구현예들에서, 광학적 커플링은 (도 5 내지 도 9를 참조하여 설명된 실시예들과 유사하게) 광학 배열체(302)가 표면들(305b, 307b)과 면(16) 사이에 에어 갭이 유지되면서 표면들(305b, 307b)이 면(16)에 인접하게 기계적으로 위치되는 기계적 커플링에 의해 실현된다.
- [0088] 도면들에 도시되지는 않았지만, 도 12 및 도 13의 광학 배열체들(202, 302)은 LOE(12)의 이면에 위치한 외부 장면에서의 광원들에 의해 유발되는 고스트 이미지들을 방지/완화시키기 위해 (도 11에서와 유사하게) 면(14)과 연관하여 배치될 수 있다. 이러한 배치는 도 11의 배치 구성에서 설명된 광학 배열체(102)의 변형(예를 들어, 광학 소자들(206, 306)의 절단, 및 부분 반사 표면들에 관한 인터페이스 영역들(208, 308)의 배치)과 유사하게, 광학 배열체(202)에 대한 수정을 요구할 수 있다는 점을 유념한다. 전형적으로, 광학 출력을 갖는 광학 표면이 LOE(12)와 눈(36) 사이에 도입되는 경우, 광학 표면은 평면-오목한 표면이다. 광학 표면의 평면-오목은 무한대보다 가까운 거리에서, 광학 커플링 아웃 구성(30)을 통해 LOE(12) 밖으로 커플링되는, 조명(예를 들어, 도 1의 빔(20))의 이미징을 가능하게 한다.
- [0089] 지금까지 설명된 실시예들은 선형 표면 프로파일을 갖는 인터페이스 영역을 정의하는 두 개의 인접하여 배치된 대응하게 구성된 광학 소자들을 갖는 광 편향 광학 배열체에 관한 것이지만, 인터페이스 영역의 표면 프로파일은 비선형인 다른 실시예들도 가능하다. 도 14 및 도 15는 이러한 비선형 인터페이스 영역들을 갖는 광학 배열체들의 예들을 도시한다.
- [0090] 먼저 도 14를 참조하면, 광학 배열체(102)와 유사하지만 비선형 표면 프로파일을 갖는 인터페이스 영역을 갖는 본 개시의 실시예들에 따른 광 편향 광학 배열체(402)가 도시되어 있다. 광학 배열체(402)의 구성요소들의 라벨들이 숫자 "4"로 시작한다는 점을 제외하고는, 광학 배열체(402)의 동일한 구성요소들은 광학 배열체(102)의 구성요소들과 유사하게 라벨링된다. 광학 배열체(402)는 인터페이스 영역(408)이 비선형 표면 프로파일, 바람직하게는 2차원(2D) 또는 1차원(1D) 볼록 또는 반볼록 표면 프로파일을 갖도록, 표면들(405c, 407c)이 만곡된 표면들인(즉, 곡률을 갖는) 것을 제외하고는, 구조 및 동작이 광학 배열체(102)와 거의 동일하다. 이러한 실시예들에서, 표면(405c)은 일반적으로 볼록 또는 반볼록이고, 표면(407c)은 일반적으로 오목 또는 반오목이다. 내부 반사에 의해 광학 소자(404)를 통해 전파되는 원치 않는 광을 집광 또는 소산시키기 위해 집광/소산 구성요소가 주 표면(405d)과 연관될 수 있다.
- [0091] 도 15는 광학 배열체(302)와 유사한, 본 개시의 다른 실시예에 따른 광 편향 광학 배열체(502)를 도시한다. 광학 배열체(502)의 구성요소들의 라벨들이 숫자 "5"로 시작한다는 점을 제외하고는, 광학 배열체(502)의 동일한 구성요소들은 광학 배열체(302)의 구성요소들과 유사하게 라벨링된다. 광학 배열체(502)는 인터페이스 영역(508)이 비선형 표면 프로파일, 바람직하게는 볼록 또는 반볼록 표면 프로파일을 갖도록, 표면들(505c, 507c)이 만곡된 표면들인(광학 배열체(402)와 유사한) 것을 제외하고는, 구조 및 동작이 광학 배열체(302)와 거의 동일하다. 내부 반사에 의해 광학 소자(504)를 통해 전파되는 원치 않는 광을 집광 또는 소산시키기 위해 집광/소산 구성요소가 표면(505b)에 가까운 주 표면(505a)의 부분들과 연관될 수 있다.
- [0092] 광학 배열체들(402, 502)의 구조의 결과로서, 표면들(405a, 505a)에 입사하는 광선들은 인터페이스 영역들(408, 508)의 가변 표면 프로파일을 거치게 되어, 입사 광선의 AOI는 위치(즉, 인터페이스 영역에서의 입사 지점의 위치)에 따라 변한다. 그 결과, 광학 배열체들(402, 502)은 광선들을 보다 더 큰 FOV에 걸쳐 편향시킬 수 있는데, 이는 인터페이스 영역의 곡률이 (도면들에서 LOE(12)의 근위 단부로부터 원위 단부의 방향으로) 가파를수록 편향된 광선들의 각도 분포가 증가하기 때문이다.
- [0093] 지금까지 설명된 실시예들은 에어 갭 또는 투명한 저굴절률 물질 층(예를 들어, 광학 접착제 층, 고체 유전체 물질 층, 또는 저굴절률 물질의 얇은 투명 판)으로서 형성된 인터페이스 영역들에 관한 것이지만, 인터페이스 영역이 예를 들어, 기관 내에 매립된 일련의 부분 반사체들의 형태로, 보다 더 명확한 광학 구조를 갖는 다른 실시예들도 가능하다. 도 16은 이러한 실시예들에 따른 광 편향 광학 배열체(602)의 비제한적인 구현예를 도시한다. 광학 배열체(602)는 광학 배열체(102)와 유사하지만, 일련의 부분 반사 표면들을 갖는 인터페이스 영역을

포함한다. 광학 배열체(602)의 구성요소들의 라벨들이 숫자 "6"로 시작한다는 점을 제외하고는, 광학 배열체(602)의 동일한 구성요소들은 광학 배열체(102)의 구성요소들과 유사하게 라벨링된다.

- [0094] 도시된 비제한적인 구현예에서, 광학 배열체(602)는 인터페이스 영역(608)이 사이에 형성되는 두 개의 광학 소자들(604, 606)을 포함한다. 인터페이스 영역(608)은 평행한 주 외부 표면들의 제1 및 제2 쌍들(612a, 612b, 614a, 614b)을 갖는 광 투과 기관(610)으로서 형성되고, 표면들(612a, 612b) 사이에서 연장되고 표면들(612a, 612b)에 비스듬한 기관(610) 내에 배치되는 일련의 부분 반사 표면들(630a, 630b, 630c, 630d, 630e, 630f)(총괄하여 630으로 표기됨)을 포함한다.
- [0095] 두 개의 광학 소자들(604 및 606) 각각은 각각 적어도 네 개의 평행한 주 표면들(즉, 면들) - 605a, 605b, 605c, 605d and 607a, 607b, 607c, 607d로 표기됨 - 을 포함하는 복수의 표면들을 포함한다. 표면들(605a, 605b)은 서로 평행하고, 서로 평행한 표면들(607a, 607a)과 각각 동일 평면상에 있다. 특정 비제한적인 구현예들에서, 표면들(605a, 605b)은 표면들(605c, 605d)에 직교하고, 표면들(607a, 607b)은 바람직하게는, 표면들(607c, 607d)에 직교한다. 이러한 구현예들에서, 인터페이스 영역(608)은 광학 소자들(604, 606) 사이에 배치된 직사각형 슬랩형 기관(610)으로서 형성되며, 표면들의 제2 쌍의 표면들 중 하나(614a)는 표면(605c)에 광학적으로 커플링되고, 표면들의 제2 쌍의 표면들 중 다른 하나(614b)는 표면(607c)에 광학적으로 커플링된다. 다른 비제한적인 구현예들에서, 표면들(605c, 607c)은 표면들(605a, 605b, 607a, 607b)에 비스듬하다.
- [0096] 표면들(605a, 612a, 607a)은 표면들(605b, 612b, 607b)에 의해 형성되는 다른 단일의 연결한 표면(620b로 표기됨)에 평행한 단일의 연결한 표면(620a로 표기됨)의 일부를 형성한다.
- [0097] 또 다른 때때로 보다 더 바람직한 비제한적인 구현예들에서, 광학 배열체(602)는 일반적으로, 평행한 표면들(620a, 620b)을 갖고, 표면들(620a, 620b) 사이에서 연장되고 표면들(620a, 620b)에 비스듬한 슬랩형 기관 내에 배치된 부분 반사 표면들(630)을 갖는 통합 직사각형 슬랩형 기관으로서 형성된다. 이러한 통합 구현예들은 제조 복잡성 감소의 관점에서 비통합 구현예들에 비해 특정 이점들을 가질 수 있다.
- [0098] 구현예에 관계없이, 광학 배열체(602)는 부분 반사 표면들(630)이 광학 커플링 아웃 구성(30)과 연관되도록 배치된다. 바람직하지만 비제한적인 구현예들에서, 부분 반사 표면들(630)은 광학 커플링 아웃 구성(30) 전체에 걸쳐 있고, 부분 반사 표면들의 세트들(30, 630) 각각에서 부분 반사체들 사이에 일대일 관계가 있다. 이는 도 16에 도시되어 있으며, 여기서 부분 반사 표면들(630)의 각 부분 반사 표면의 투사는 부분 반사 표면들(30) 각각의 투사에 걸쳐 있다. 예를 들어, 부분 반사 표면(630a)의 투사는 부분 반사 표면(30a)의 투사에 걸쳐 있으며, 여기서 투사 평면은 표면들(620a, 620b, 14, 16)의 평면들에 평행하다.
- [0099] (표면들(620a, 620b) 사이에서 측정되는) 기관(610)의 두께는 LOE(12)의 두께보다 더 작다. 이에 따라, 부분 반사 표면들(30 및 630)이 배치되는 경사각들은 상이하다.
- [0100] 다음 단락들은 부분 반사 표면들(630)의 바람직한 광학적 속성들을 설명한다. 먼저, 부분 반사 표면들(630)은 바람직하게는, 높은 AOI에 대해 반사성이고, 낮은 AOI에서 투과성이다(여기서, AOI는 부분 반사 표면들(630)의 평면에 대해 법선으로 측정된다). 이러한 광학적 속성은 전술한 실시예들에서 논의된 인터페이스 영역들의 광학적 속성과 유사하며, 여기서 인터페이스 영역 상에 임계각(θ_c)보다 더 큰 각도로 충돌하는 광선들은 인터페이스 영역에서 반사된다.
- [0101] 또한, 광이 부분 반사 표면들(630) 중 하나에 의해 유도로 반사되고 반사 표면들(630) 중 다른 하나에 의해 다시 원래 방향으로 반사되는 것(이 현상은 "이중 반사"로서 지칭됨)을 방지하기 위해, 부분 반사 표면들(630)을 산란 표면들로서 구현하는 것이 바람직할 수 있다. 이중 반사는 도 16에 개략적으로 도시되어 있으며, 여기서 대표적인 입사 광선(44)은 표면(620a)을 통해 굴절 광선(45a)으로서 광학 배열체(602) 내로 커플링된다. 광선(45a)은 표면들(630e) 중 하나 상에 충돌하고, 반사 광선(45b)으로서 반사되며, 이는 표면들 중 인접한 표면(630d) 상에 충돌하고, 반사 광선(45c)으로서 반사된다. 그 후, 광(45c)은 표면(620b)을 통해 광선(45d)으로서 광학 배열체(602) 밖으로 굴절된다. 산란 속성들을 채용함으로써, 이중 반사 광은 또한, 이중 산란되어 이의 원래 방향을 잃게 될 것이다. 이와 같이, 부분 반사 표면들(630)은 보다 더 큰 AOI들에 대해 반사 및 산란/확산 속성들을 갖는다.
- [0102] 그러나, 부분 반사 표면들(630)은 또한, 보다 더 작은 AOI들에 대해 경면 투명해야 한다. 높은 AOI들에서 확산 반사 속성들 및 낮은 AOI들에서 경면 투명성을 갖는 부분 반사 표면들을 구성하는 것은 매우 거친 확산 유리 상에 매우 얇은 저굴절률 물질 층을 증착시킴으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 대략 1 μm 의 두께를 갖는 불화마

그네슘(MgF_2)의 층이 부분 반사 표면들(630)을 구성하기 위해 대략 10 μm 의 표면 조도(Ra)를 갖는 확산 유리 상에 증착될 수 있다.

[0103] 또한, 광학 배열체(602)의 물질이 부분적으로 흡수성이라면, (광선(60)과 같은) 광학 배열체(602)를 통해 직선으로 전파되는 광은 약간 흡수될 것인 한편, 광선(44)(및 연관된 굴절 및 반사 광선들(45a - 45c))은 흡수성 물질 내부에서 훨씬 더 긴 거리를 전파할 것이며, 이에 의해 광선들(44, 45a - 45d)의 강도를 상당히 감소시킨다. 이러한 부분 흡수성 물질의 예는 밝은 소스들의 존재 하에서 보다 더 어둡게 되는(즉, 보다 더 많이 흡수하는) 광변색성 물질이다. 이에 따라, 예를 들어, 광학 디바이스가 광학 배열체 상에 특정 AOI들로 충돌하는 태양광의 존재 하에서 실외 사용을 위해 배치될 때, 고스트 반사가 극히 밝을 수 있을 때, 광변색성 물질은 흑색으로 전이되고, 고스트 이미지들을 극적으로 감소시킬 것이다. 또한, 표면들(630)이 부분적으로 흡수성인 경우, 이들 표면들(630)을 통해 반사되는 광은 두 번 흡수될 것인 한편, 표면들(630)을 통과하는 광은 한 번만 흡수될 것이다. 광선(60)의 투과와 광선(44, 45a - 45d)의 차단과의 차이는 다소 제한된다는 점을 유념한다. 이에 따라, 이들 광선들 사이의 보다 더 양호한 구별을 제공할 수 있는 광학 구조들이 바람직할 수 있다.

[0104] 도 17은 때때로 바람직한 광학 구조의 예를 도시한다. 여기서, 부분 반사 표면(부분 반사 표면(630)을 나타냄)은 물질(634)의 굴절률보다 더 큰 대략 동일한 굴절률을 갖는 두 개의 투명 층들(광학 소자들)(636, 638) 사이에 얇은 저굴절률 물질(634)(예를 들어, MgF_2) 층으로 코팅된 거친 표면(632)(표면 거칠기를 나타내도록 의도된 곡선으로 개략적으로 표현됨)을 개재시킴으로써 구성된다. 이는 낮은 AOI들에서 클리어한 경면 투명 표면 및 높은 AOI들에 대한 확산 반사 표면을 초래할 것이다.

[0105] 투명 층들(636, 638)은 서로 광학적으로 커플링됨으로써, 물질(634)로 코팅된 표면(632)의 형태로 인터페이스 영역을 정의한다. 부분 반사 표면들(630) 각각은 굴절률 광학 소자들의 쌍 사이에 저굴절률이 코팅된 거친 표면을 개재함으로써 구현되기 때문에, 인터페이스 영역(608)은 복수의 인터페이스 영역들(즉, 부분 반사 표면들(630) 각각에 대해 하나의 인터페이스 영역)을 포함한다.

[0106] 도 18은 광학 배열체(602)와 유사한, 본 개시의 다른 실시예에 따른 고스트 이미지들을 방지하기 위한 광 배열체(702)의 비제한적인 구현예를 도시한다. 광학 배열체(702)의 구성요소들의 라벨들이 숫자 "7"로 시작한다는 점을 제외하고는, 광학 배열체(702)의 동일한 구성요소들은 광학 배열체(602)의 구성요소들과 유사하게 라벨링된다. 광학 배열체(602)와 유사하게, 광학 배열체들(702)은 광 투과 기관(710) 내에 배치된 상호 평행한 표면들의 세트(730)를 채용한다. 그러나, 광학 배열체들(602와 702) 사이에는 몇 가지 주요 차이점들이 있다. 하나의 주요 차이점은 표면들(730)의 기본적인 광학 원리이다. 본 실시예에 있어서, 표면들(730)은 흡수성이고, 모든 광이 표면들(730)을 통과하는 것을 차단한다. 이는 도 18에 개략적으로 도시되어 있으며, 여기서 입사 광선(44)은 표면(720a)을 통해 굴절 광선(45a)으로서 광학 배열체 내로 커플링된다. 광선(45a)은 표면들(730) 중 하나 상에 충돌하고 그 표면에 의해 흡수됨으로써, 광선(44)이 LOE(12)에 도달하는 것을 방지한다. 이에 따라, 광학 배열체(702)는 엄격하게는 "광 편향" 광학 배열체가 아니라, "광 흡수" 광학 배열체이다.

[0107] 다른 주요 차이점은 표면들(730)이 표면들(630)에 비해 더 큰 경사각으로 배치되고, 부분 반사 표면들(30)에 대해 반대 방향으로 배치된다는 것이다. 큰 경사각은 더 많은 수의 표면들이 기관(710) 내로 패킹될 수 있게 한다. 이는 도 18에 명확하게 도시되어 있으며, 이는 복수의 평행한 표면들(730) 중 몇몇의 단지 예들로서 표면들(730a - 730f)을 도시한다. 표면들(730)의 배치 각도뿐만 아니라 부분 반사 표면들(30)에 대한 표면들(730)의 위치는 표면들(730)이 사용자/시청자를 방해하지 않는 것을 보장한다. 도시된 바와 같이, 표면들(730)은 (LOE(12)의 원위 단부에서 또는 그 근처에서 부분 반사 표면들(30)과 관련하여) LOE(12)의 좌측 영역에만 위치된다. (표면(720b)의 평면에 대해 측정된) 전형적으로 75° - 85°의 범위 내의 큰 경사각, 및 부분 반사 표면들(30)에 대한 반대되는 경사 방향은 표면들(730)의 배치 위치와 조합하여, 표면(720a) 상에 법선에 가까운 각도들로 충돌하는 외부 장면 광선들(예를 들어, 광선(60))에 대한 표면들(730)의 단면이 매우 작은 것을 보장한다. 이에 따라, 표면(720a) 상에 법선에 가까운 각도들로 충돌하는 외부 장면으로부터의 광의 대부분은 광학 배열체(702)를 통해 직선으로 통과할 것이다.

[0108] 표면들(730)은 여기서 물질(634)은 투명 층들(636 및 638)의 굴절률과 유사한 굴절률을 갖는 흡수성이어야 한다는 것을 제외하고는, 도 17을 참조하여 기술한 바와 유사한 구조를 사용하여 구현될 수 있다.

[0109] 광학 배열체의 구현예에 관계없이, 광학 배열체는 바람직하게는, 관찰자가 외부 장면의 방해받지 않는 시야를 갖는 것을 보장하기 위해 LOE(12)의 전체 폭을 가로질러 걸쳐 있다(즉, LOE(12)의 근위 단부와 원위 단부 사이에 걸쳐 있다)는 점을 유념한다.

- [0110] 본 개시의 실시예들에 따른 광학 디바이스들은 관찰자(시청자)의 귀와 맞물리는 사이드 아암들을 갖는 안경테로서 구현되는 헤드 마운티드 기계 본체를 갖는 안경 폼 팩터로 구현될 때 바람직하게 사용될 수 있다. 이러한 안경 폼 팩터들의 예들은 미국 특허 제8,432,614호와 같은 다수의 공동 소유된 특허 문헌들에서 찾을 수 있으며, 이의 개시는 전문이 본원에 원용된다. 이러한 비제한적인 구현예들에서, 이미지 프로젝터(18) 및 광학 커플링 인 구성(22)은 안경테의 안경 다리 근처에 위치된다. 헬멧 마운티드 폼 팩터들과 같은 다른 폼 팩터들, 및 다른 헤드업 디스플레이 및 니어 아이 디스플레이 폼 팩터들도 본 발명의 범위 내에 명백히 포함된다.
- [0111] 관찰자의 후방 및 관자놀이 측으로부터 기원하는 원치 않는 광선들이 EMB에 도달하는 것을 방지하기 위해, 안경테의 사이드 아암들 중 하나에 또는 그 근처에 제2 광학 배열체를 배치하는 것이 특히 바람직할 수 있다. 도 19는 이러한 배치 구성에 따라 배치된 제2 광학 배열체(102')를 도시한다. 도시된 배치구성에서, 제2 광학 배열체(102')는 제1 광학 배열체(102)와 유사하며, 제2 광학 배열체(102')의 구성요소들의 라벨들에 "프라임(prime)", ('')이 첨부되는 것을 제외하고는, 광학 배열체(102')의 동일한 구성요소들은 광학 배열체(102)의 구성요소들과 유사하게 라벨링된다.
- [0112] 제2 광학 배열체(102')는 LOE(12)에 직교하고(그리고 광학 배열체(102)에 직교하는) 표면들(105b', 107b')이 눈(36)에 대해 대면하는 배향으로 LOE(12)의 근위 단부에(즉, 이미지 프로젝터(18) 및 광학 커플링 인 구성(22) 근처에) 배치된다. 광학 배열체(102')와 LOE(12) 사이의 직교 배향은 일반적으로, 광학 배열체(102') 및 LOE(12)의 신장 방향들의 직교성을 지칭한다. 도시된 실시예들에서, LOE(12)(및 제1 광학 배열체(102))는 수평축에 임의로 대응하는 신장 방향을 갖고, 제2 광학 배열체(102')는 수직축에 대응하는 신장 방향을 갖는다.
- [0113] 제2 광학 배열체(102')가 LOE(12)에 직교하는 사이드 아암들 중 하나에 또는 그 근처에 배치되기 때문에, 광학 소자(104')의 기하 구조는 광학 소자(104)의 기하 구조와 상이할 수 있다. 특히, 광학 소자들(104', 106')의 길이들(도면에서 수직축을 따라 측정됨)은 광학 소자들(104, 106)의 길이들과 비해 절단될 수 있다. 또한, 표면들(105a', 105b')의 길이들(도면에서 수직축을 따라 측정됨)은 표면들(105a, 105b)의 대응하는 길이들보다 상당히 더 짧은 것이 바람직하다. 특정 실시예들에서, 광학 소자(104')는 서류 평면에 3면 프리즘을 형성하도록 세 개의 주 표면들에 의해 정의된다(즉, 표면(105b')은 0의 유효 길이를 갖는다). 더 나아가, 표면들(105a', 105c') 사이의 경사각의 측정은 표면들(105a, 105c) 사이의 경사각의 측정과 상이할 수 있다.
- [0114] 도 19에서의 두 개의 직교로 배향된 광학 배열체들이 도 5를 참조하여 설명된 광학 배열체로서 구현되는 것으로 도시되어 있지만, 두 개의 직교로 배향된 광학 배열체들은 전술된 광학 배열체들 중 임의의 것에 따라 구현될 수 있다. 더 나아가, 두 개의 직교로 배향된 광학 배열체들은 반드시 동일한 구현예일 필요는 없다. 예를 들어, 제1 광학 배열체는 도 12를 참조하여 설명된 광학 배열체로서 구현될 수 있고, 제2 광학 배열체는 도 5를 참조하여 설명된 광학 배열체로서 구현될 수 있다.
- [0115] 안경 폼 팩터 또는 다른 헤드업 디스플레이 및 니어 아이 디스플레이 폼 팩터에서의 광학 디바이스의 구현의 맥락 내에서, (광학 배열체들(202, 302, 502)과 같은) 만곡된 주 표면들을 갖는 광학 소자들로 형성되는 광학 배열체들은 시력 장애허를 갖는 관찰자들에게 이점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 광학 배열체들(202, 302, 502)은 렌즈로서 형성될 수 있거나, 렌즈의 일부로서 형성될 수 있으며, 이에 의해 표면들(205a, 207a, 305a, 307a, 505a, 507a)은 광학 배열체가 없을 시 면(16) 상에 비교적 작은 AOI들(예를 들어, 0° - 34° 범위 내의 AOI들)로 충돌하는 외부 장면으로부터 방사되는 광에 교정 출력을 적용할 수 있으며, 이에 의해 외부 장면의 관찰자의 시야를 개선한다. 도시된 비제한적인 구현예들에서, 광학 배열체들(202, 302, 502)은 (도 12 및 도 13에서와 같이) 외부 장면과 LOE(12) 사이에 배치될 때 0.5D의 출력을 갖고, (도 11에서와 같이) LOE(12)와 눈 사이에 배치될 경우 -0.5D의 출력율을 갖는다는 점을 유념한다.
- [0116] 지금까지 본 개시의 실시예들에 따른 광학 디바이스들이 부분 반사 표면들의 세트(30)로서 구현된 광학 커플링 아웃 구성(30)과 관련하여 설명되었지만, 부분 반사 표면들의 세트(30)는 단지 광학 커플링 구성의 하나의 비제한적인 구현예를 예시하는 것이고, LOE(12)에서 이미지 광을 커플링 아웃하기 위한 다른 광학 커플링 구성들도 사용될 수 있다. 광학 커플링 아웃 구성은 이미지 입사 광의 편향된 부분이 LOE(12)를 빠져나가도록 하는 각도로 LOE(12) 내에서 내부 반사에 의해 이미 전파된 이미지 입사 광의 부분을 편향시키는 임의의 광학 커플링 배열체일 수 있다. 이러한 적합한 광학 커플링 배열체들의 다른 예들은 면들(14, 16) 중 어느 하나에 배치된 하나 이상의 회절 광학 소자 및 빔스플리터 배열체를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 이러한 광학 커플링 배열체들은 또한, 외부 장면으로부터 들어오는 광이 특정 그레이징각 범위에서 외부 면들(14, 16) 상에 충돌하는 경우들에서 고스트들을 유발할 수 있다. 이에 따라, 상술된 본 개시의 실시예들에 따른 광 편향 또는 흡수 광학 배열체들은 또한, 그러한 회절 또는 빔 스플리팅 광학 커플링 배열체들을 이용하는 광 투과 기판들과 조합하여 사

용될 때 고스트 이미지들을 완화시키기에 적합하다.

[0117] 또한, 지금까지 본원에서 논의된 고스트 완화 기술들이 평행면 슬래브형 광 도파관들의 맥락 내에서 설명되었지만, 본원에서 설명된 실시예들에 따른 광 편향 또는 흡수 광학 배열체들은 다른 광 도파관 아키텍처들과 조합하여 사용될 수 있다는 점을 유념한다. 배경기술 섹션에서 논의된 바와 같이, 1차원에서의 애퍼처 증배는 이미지가 내부 반사에 의해 전파되는 투명 물질의 평행면 슬래브에 기초하여 배치되었다. 2차원에서의 애퍼처 증배는 또한 다양한 광 도파관 구성들을 사용하여 개발되었다는 것에 주목한다. 일 예시적인 실시예에서, 2차원 애퍼처 확장은 제1 및 제2 광 도파관들을 통해 구현된다. 제1 광 도파관은 직사각형 단면을 형성하는 평행한 주 외부 표면들의 2개의 쌍을 갖는다. 상호 평행한 부분 반사 표면들의 제1 세트는 광 도파관의 세장(elongation) 방향에 비스듬하게 제1 광 도파관을 횡단한다. 제2 광 도파관은, 제1 광 도파관에 광학적으로 커플링되어, 슬래브형 도파관을 형성하는 평행한 주 외부 표면들의 쌍을 갖는다. 상호 평행한 부분 반사 표면들의 제2 세트는 제2 광 도파관의 주 외부 표면들에 비스듬하게 제2 광 도파관을 횡단한다. 또한, 제1 세트의 부분 반사 표면들을 포함하는 평면들은 바람직하게는 제2 세트의 부분 반사 표면들을 포함하는 평면들에 비스듬하다 두 개의 광 도파관들 사이의 광학 커플링, 및 2개의 세트의 부분 반사 표면들의 배치 및 구성은, 이미지가 제1 광 도파관의 평행한 주 외부 표면들의 양쪽 쌍들에 비스듬한 커플링 각도로 전파의 초기 방향에서 제1 광 도파관 내로 커플링될 때, 이미지는 제1 광 도파관을 따라 (즉, 2차원으로) 4배(four-fold) 내부 반사에 의해 전진하고, 이미지의 강도의 일부는 제1 광 도파관의 밖으로 그리고 제2 광 도파관 내로 커플링되도록 제1 세트의 부분 반사 표면들에서 반사되고, 이어서 제2 광 도파관 내에서 (즉, 1차원으로) 2배(two-fold) 내부 반사에 의해 전파되어 관찰자의 눈에 의해 관찰되는 가시 이미지로서 제2 광 도파관 밖으로 커플링되도록 이미지의 강도의 일부가 제2 세트의 부분 반사 표면들에서 반사된다. 2차원 애퍼처 증배기에 대한 추가 세부사항들은 예를 들어, 미국 특허 제 10,564,417호를 포함한 다양한 특허 문헌들에서 찾을 수 있으며, 이의 전문이 본원에 원용된다.

[0118] 본 개시의 실시예들에 따른 광 편향 또는 흡수 광학 배열체들은 광 도파관들의 주 표면들 중 하나의 전방에 위치한 외부 장면에서의 광원들에 의해 유발되는 고스트 이미지들을 방지/완화시키기 위해, 광 도파관들의 주 표면들 중 하나와 연관하여 배치될 수 있다.

[0119] 다른 예시적인 구성에서, 2차원 애퍼처 확장은 제1 및 제2 슬랩형 광 도파관들에 의해 실현된다. 제1 광 도파관은 슬래브형 도파관을 형성하는 평행한 주 외부 표면들의 두 쌍을 갖는다. 상호 평행한 내부 부분 반사 표면들의 제1 세트는 평행한 주 외부 표면들의 2개의 쌍들에 비스듬한 각도로 제1 광 도파관을 횡단한다. 제2 광 도파관은 또한 두 쌍의 평행한 주 외부 표면을 갖는다. 상호 평행한 내부 부분 반사 표면의 제2 세트는 제2 광 도파관의 2쌍의 평행한 주 외부 표면에 비스듬한 각도로 제2 광 도파관을 횡단한다. 또한, 제1 세트의 부분 반사 표면들을 포함하는 평면들은 제2 세트의 부분 반사 표면들을 포함하는 평면들에 비스듬하거나 수직이다. 2개의 광 도파관들 사이의 광학 커플링, 및 2개의 세트의 부분 반사 표면들의 배치 및 구성은, 이미지가 제1 광 도파관 내로 결합될 때, 이미지가 제1 가이드 방향으로 한 쌍의 외부 표면들 중 하나의 외부 표면들 사이에서 제1 광 도파관 내의 2배 내부 반사를 통해 전파되고, 이미지의 강도의 일부는 제1 광 도파관 밖으로 그리고 제2 광 도파관 내로 커플링되도록 제1 세트의 부분 반사 표면들에서 반사되고, 그런 다음, 제2 가이드 방향(제1 가이드 방향에 비스듬히)으로 제2 광 도파관의 한 쌍의 외부 표면들 중 하나의 외부 표면들 사이에서 제2 광 도파관 내의 2배 내부 반사를 통해 전파되고, 반사된 이미지의 강도의 일부는 관찰자의 눈에 의해 관찰되는 가시 이미지로서 제2 광 도파관 밖으로 커플링되도록 제2 세트의 부분 반사 표면들에서 반사된다. 2차원 애퍼처 증배기에 대한 추가 세부사항들은 예를 들어, 미국 특허 제 10,551,544호를 포함한 다양한 특허 문헌들에서 찾을 수 있으며, 이의 전문이 본원에 원용된다.

[0120] 본 개시의 실시예들에 따른 광 편향 또는 흡수 광학 배열체들은 광 도파관들의 주 표면들 중 하나의 전방에 위치한 외부 장면에서의 광원들에 의해 유발되는 고스트 이미지들을 방지/완화시키기 위해, 광 도파관들의 주 표면들 중 하나와 연관하여 배치될 수 있다.

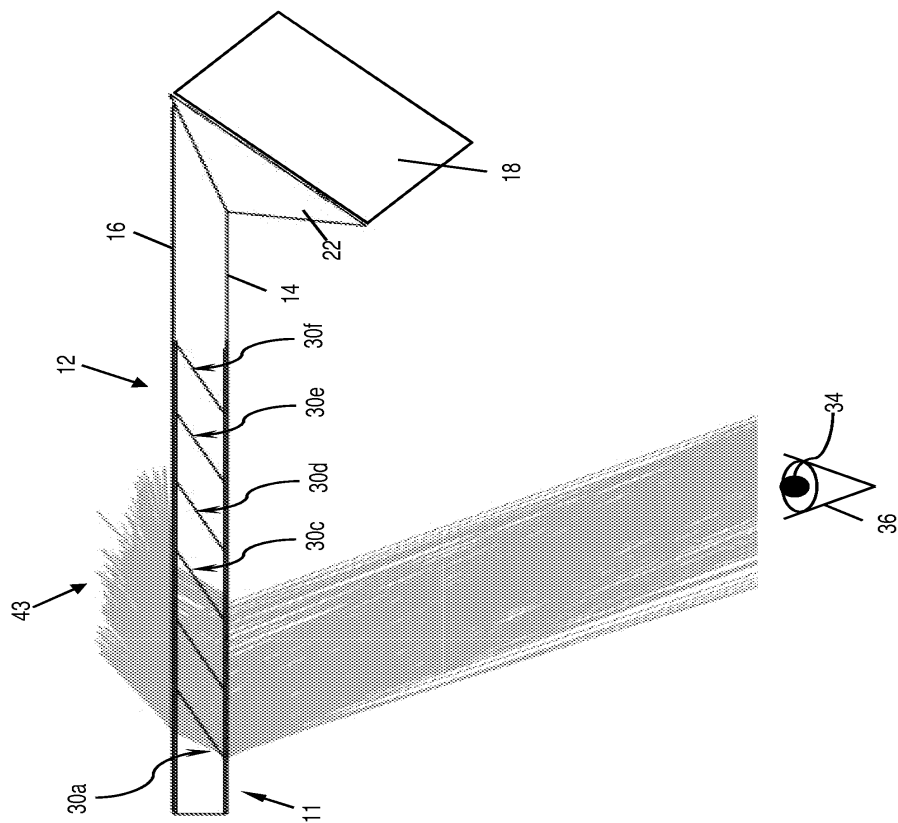
[0121] 도면들에 도시되지 않았지만, 본원에서 설명된 다양한 광학 디바이스들의 이미지 프로젝터(18)는 개괄적으로 이미지 광을 생성하기 위한 액정 온 실리콘(LCoS), 유기 발광 다이오드(OLED) 등과 같은 마이크로디스플레이, 및 이미지를 무한대로 시준하기 위한 대응하는 시준 광학계를 포함한다. 마이크로디스플레이가 반사형 또는 투과형 디스플레이로 구현될 때, 조명 구성요소들(이를테면, 하나 이상의 LED) 및 조명 광학계(이를테면, 빔 스플리터)가 조명 구성요소들로부터의 광을 마이크로디스플레이로 지향시키고, 이미지 광을 시준 광학계로 지향시키기 위해 이미지 프로젝터(18)에 또한 포함된다.

[0122] 또한, 본원에서 설명된 다양한 광학 디바이스들의 커플링 프리즘(22)은 단지 광학 커플링 인 구성의 하나의 비

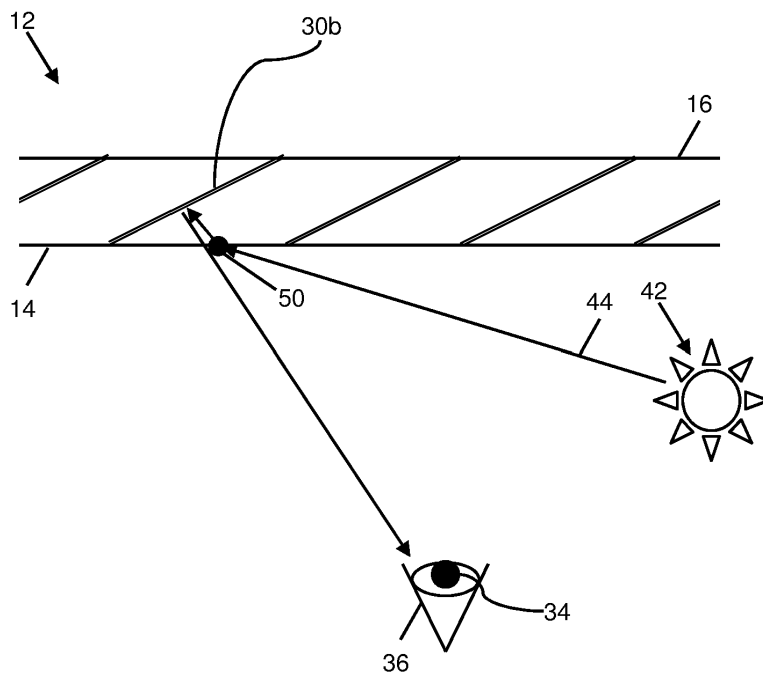
제한적인 구현예를 예시하는 것이고, 이미지 광을 이미지 프로젝터(20)로부터 LOE(12) 내로 커플링하기 위한 다른 광학 커플링 구성들이 사용될 수 있다는 점을 유념한다. 광학 커플링 인 구성은 LOE(12) 내의 내부 반사에 의해 유도되도록 적절한 각도로 이미지 광의 일부를 LOE(12) 내로 편향시키는 임의의 광학 커플링 배열체일 수 있다. 이러한 적합한 광학 커플링 배열체들의 다른 예들은 커플링 인 반사체 형태의 반사 표면들, 및 회절 광학 소자들을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

- [0123] 본 개시의 다양한 실시예들에 대한 설명이 예시를 위해 제시되었지만, 완전한 것으로 또는 개시된 실시예들로 제한되는 것으로 의도되지는 않는다. 많은 변형들 및 변경들이 설명된 실시 예들의 범위 및 사상으로 부터 벗어나지 않고 해당 기술분야의 통상의 기술자들에게 명백해질 것이다. 본 명세서에서 사용된 용어는 시장에서 찾아지는 기술들에 비한 실시 예들의 원리들, 실제 적용 예 또는 기술적 개선점을 가장 잘 설명하도록, 또는 해당 기술분야의 다른 통상의 기술자들이 본 명세서에서 개시된 실시 예들을 이해할 수 있게 하도록 선택되었다.
- [0124] 본 명세서에서 사용될 때, 단수 형태의 표현들은 문맥상 명확히 달리 지시되지 않는 한 복수 대상들을 포함할 수 있다.
- [0125] 본 명세서에서 사용된 "대표적인"이라는 단어는 "예, 사례 또는 예시로서의 역할을 하는"을 의미한다. "대표적인" 것으로서 설명된 임의의 실시 예가 반드시 다른 실시 예들에 비해 바람직하거나 유리한 것으로 간주되고/되거나 다른 실시 예들로부터의 특징들의 통합을 배제하는 것은 아니다.
- [0126] 명확성을 위해 별개의 실시예들의 상황에서 설명된 본 발명의 특정 특징들은 또한 단일 실시 예에서 조합되어 제공될 수도 있다는 것이 이해된다. 반대로, 간략화를 위해 단일 실시예의 환경에서 설명된 본 발명의 다양한 특징들은 또한 개별적으로 또는 임의의 적절한 서브조합으로 제공될 수 있거나 또는 본 발명의 임의의 다른 설명된 실시예에서 적절하게 제공될 수 있다. 다양한 실시예들의 환경으로 설명된 일정한 특징들은, 해당 실시예가 이들 소자들 없이는 작동불가하지 않는 한, 이들 실시예들의 필수적인 특징들로서 간주되어서는 안된다.
- [0127] 첨부된 청구항들이 다중 종속성 없이 초안이 작성되는 한, 이는 이러한 다중 종속성을 허용하지 않는 관할권의 방식 요건들을 수용하기 위해서만 수행되었다. 청구항들을 다중 종속으로 만들어 암시될 모든 가능한 특징들의 조합들은 명시적으로 구상되고 본 발명의 일부인 것으로 고려되어야 한다는 점에 유념해야 한다
- [0128] 따라서, 본 발명이 이들의 특정 실시예들과 함께 설명되었지만, 특정 수정, 변형, 및 대안적인 구성이 명백할 것이라는 것이 당업자들에게 명백할 것이다. 따라서, 첨부된 청구항들의 사상 및 넓은 범위 내에 속하는 모든 이러한 대안들, 수정들 및 변경들을 포괄하도록 의도된다.

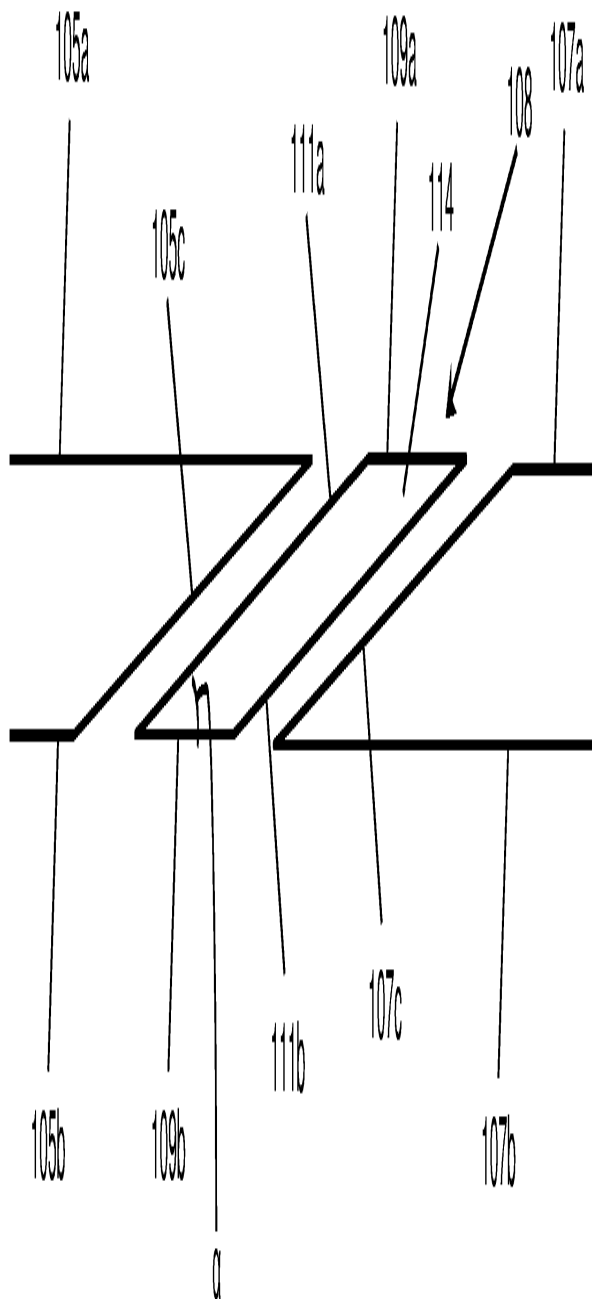
도면2



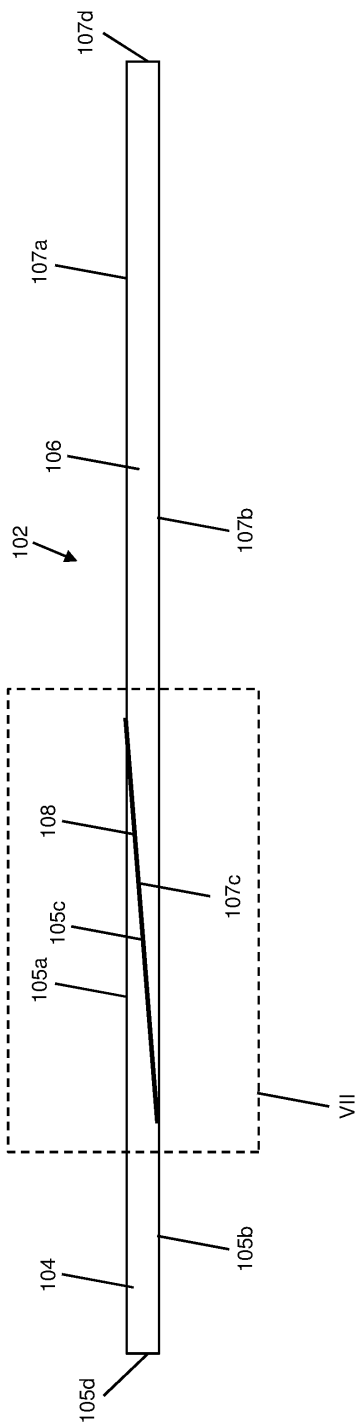
도면3



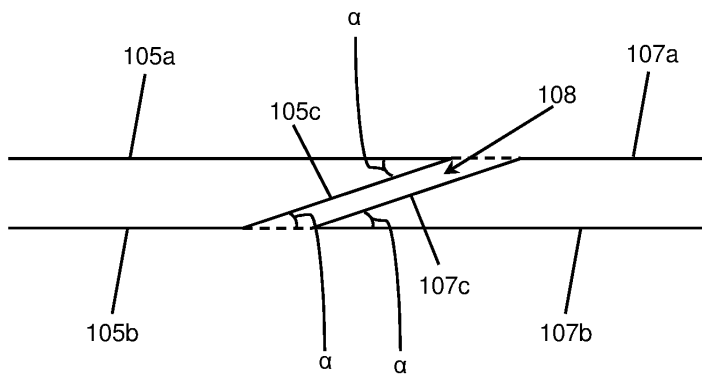
도면5



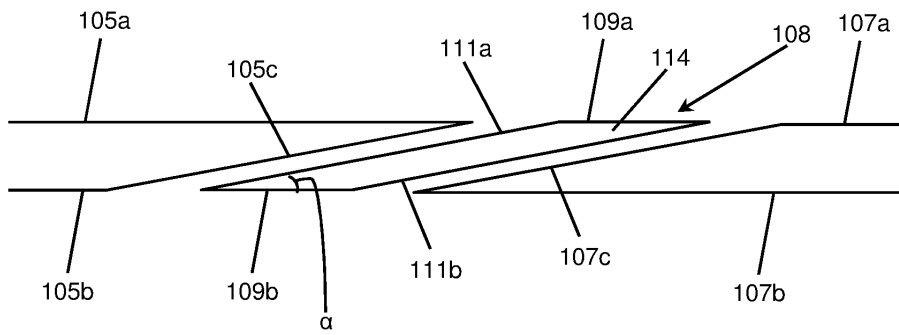
도면6



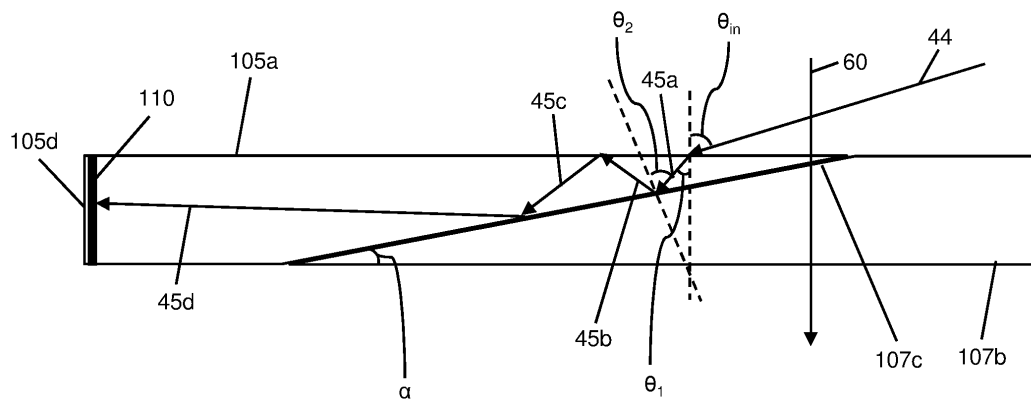
도면7



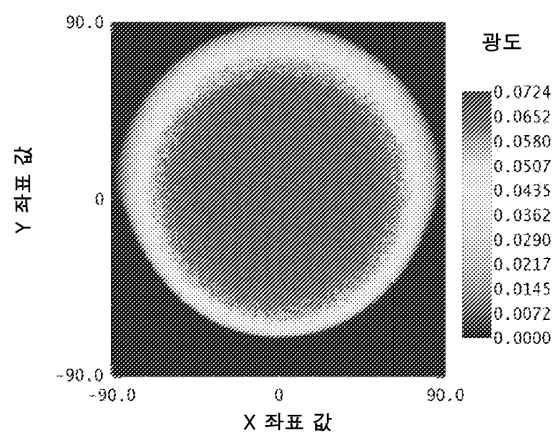
도면8



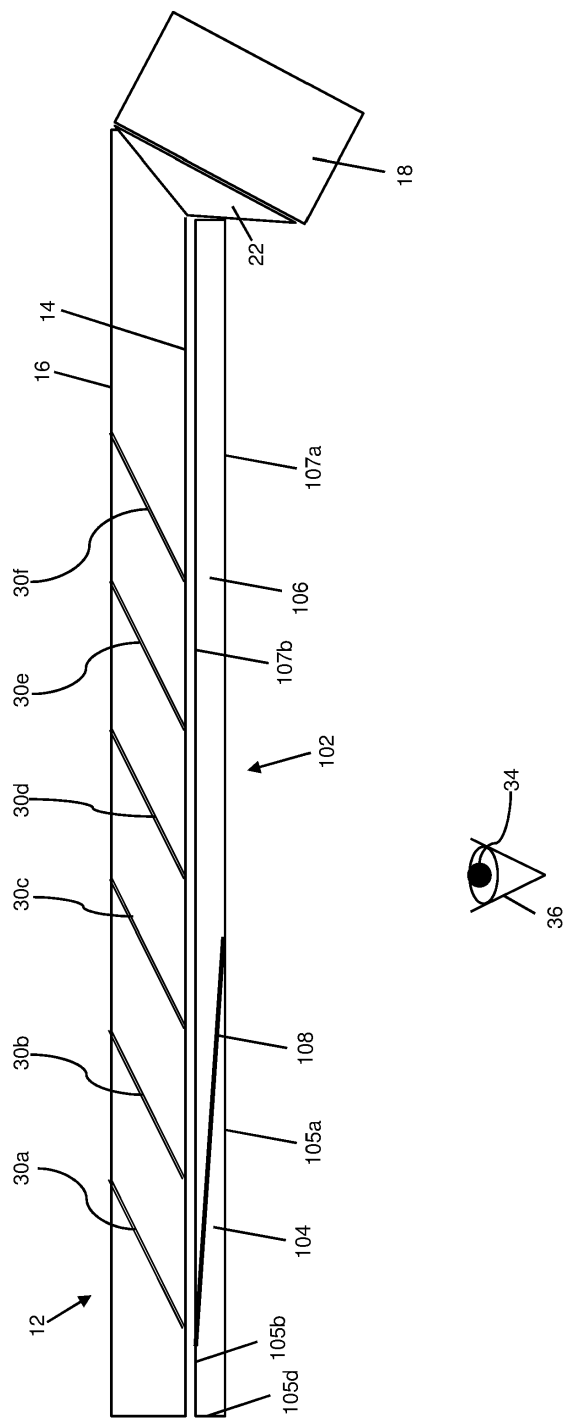
도면9



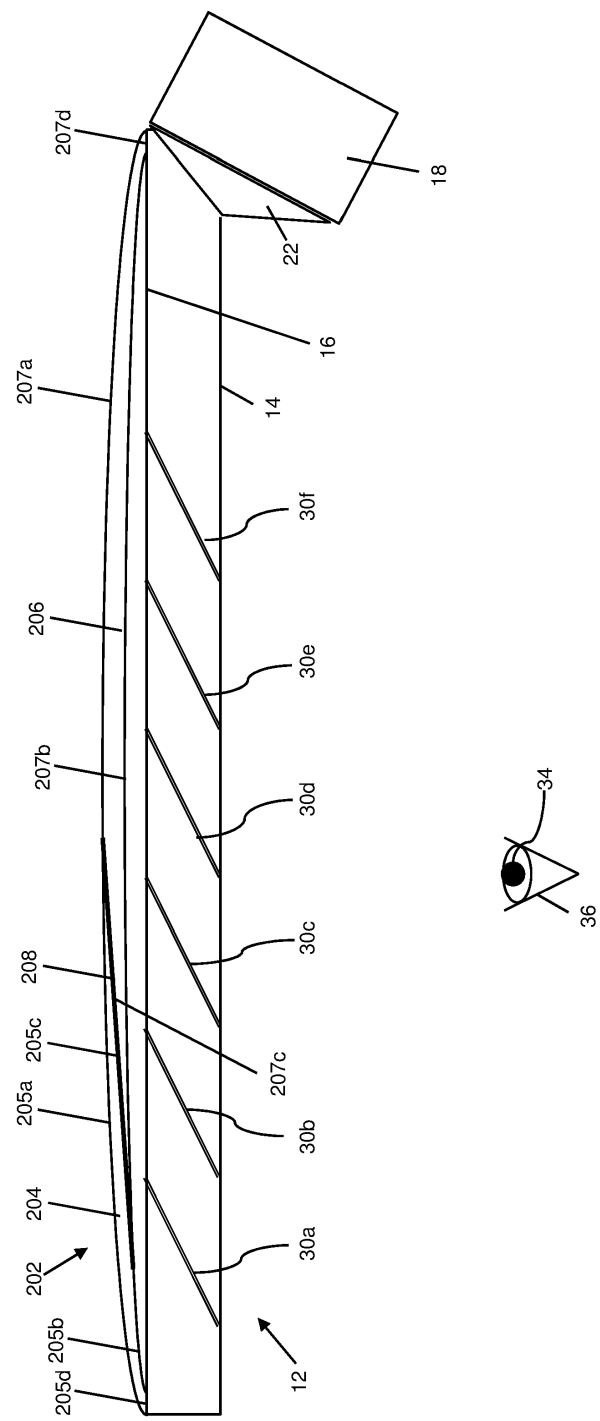
도면10



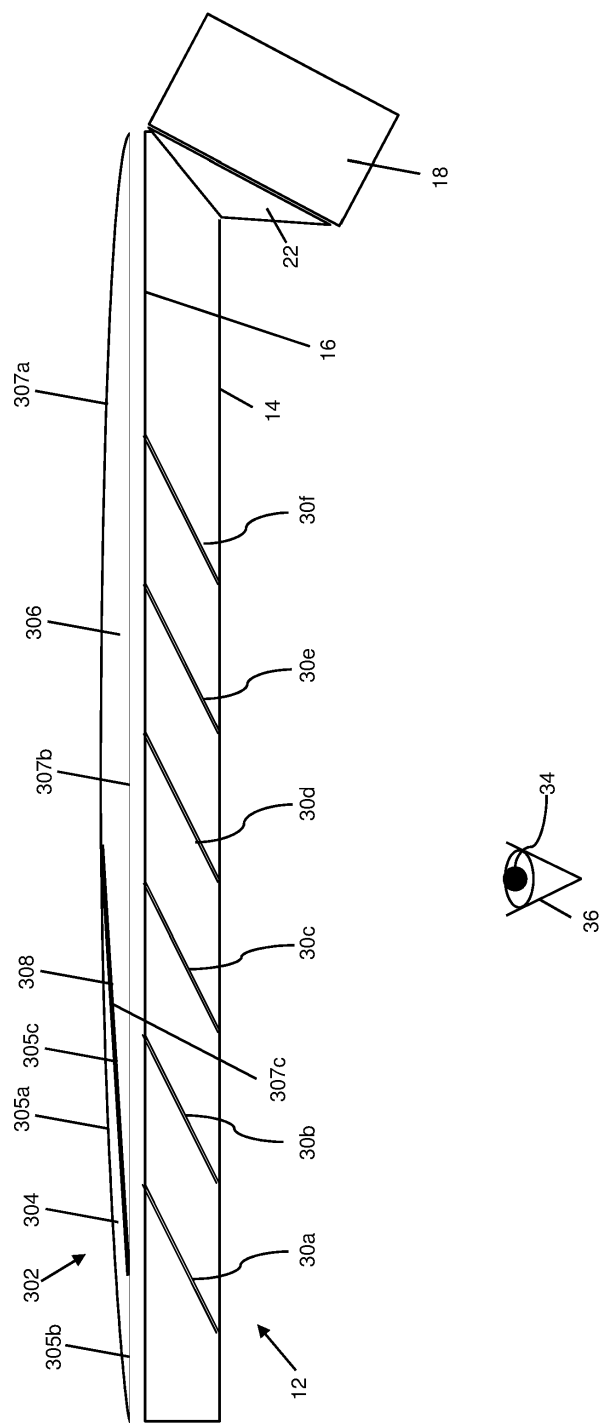
도면11



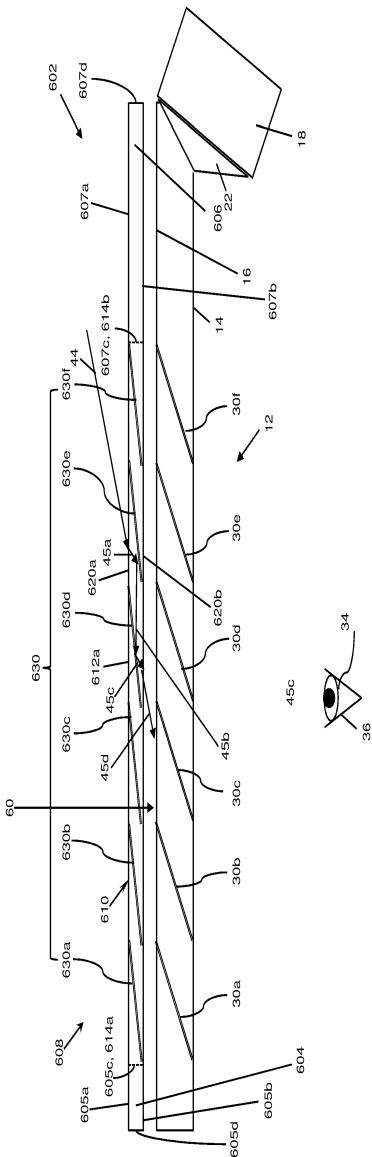
도면12



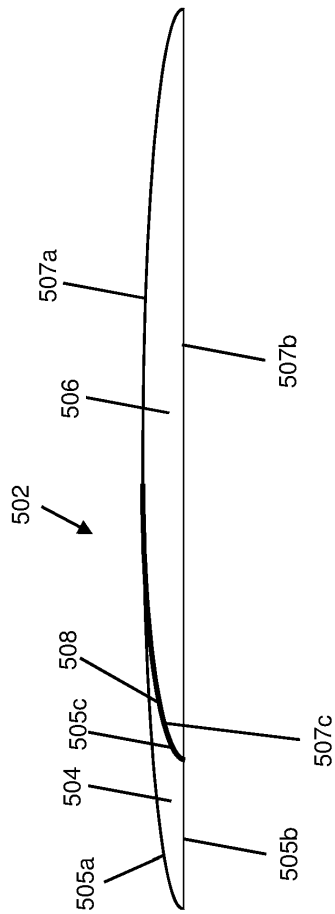
도면13



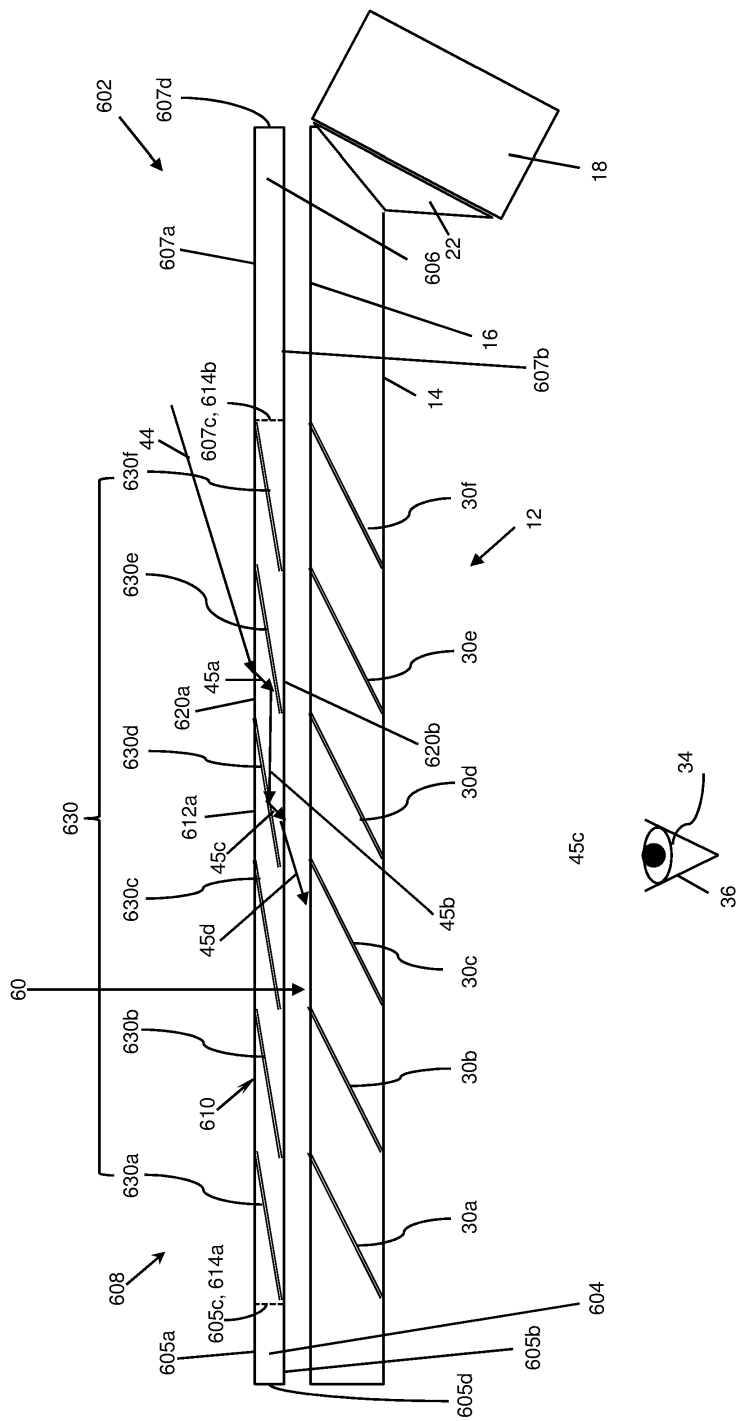
도면14



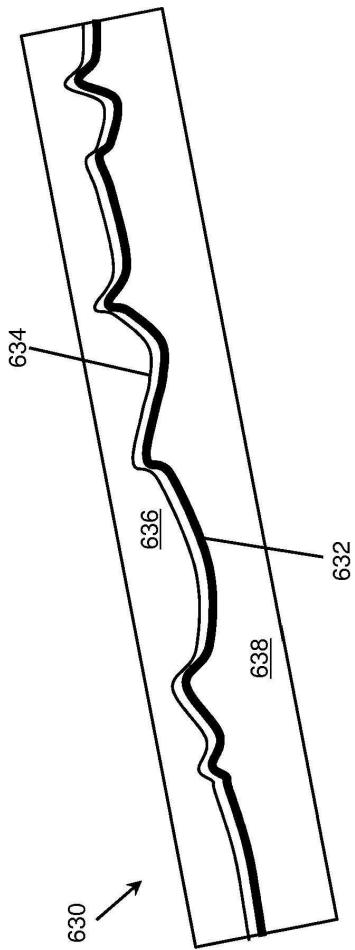
도면15



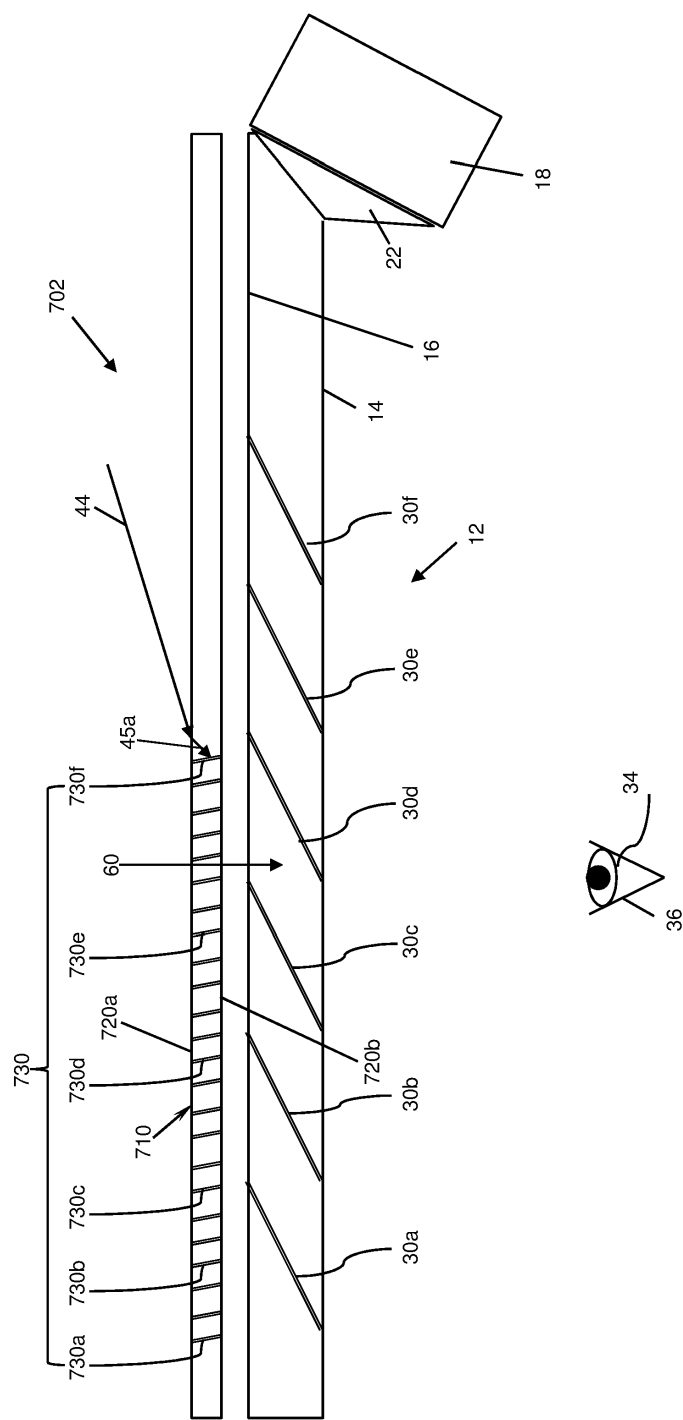
도면16



도면17



도면18



도면19

