(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월13일
(11) 등록번호 10-2781637
(24) 등록일자 2025년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) *F21V 8/00* (2016.01)
G02B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 5/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7036469
(22) 출원일자(국제) 2019년08월26일
심사청구일자 2022년02월04일
(85) 번역문제출일자 2019년12월10일
(65) 공개번호 10-2021-0047790
(43) 공개일자 2021년04월30일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2019/057149
(87) 국제공개번호 WO 2020/044198
국제공개일자 2020년03월05일
(30) 우선권주장
62/722,903 2018년08월26일 미국(US)
62/843,610 2019년05월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2017195515 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자
루머스 리미티드
이스라엘 7403631 네스 지오나, 핀하스 사피르 스트리트 8
(72) 발명자
단지거, 요차이
이스라엘 파르 바딤, 로템 스트리트 2
로넨, 에이탄
이스라엘 레호보트, 13/13 하임 바이츠만
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김해중

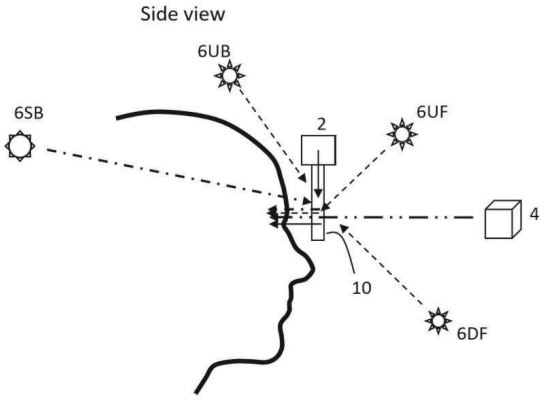
심사관 : 김수현

(54) 발명의 명칭 **근안 디스플레이에서의 반사 억제**

(57) 요 약

근안 디스플레이는 평면이고 상호 평행한 제1 및 제2 주 외부 표면(11A, 11B)을 갖는 도광 광학 요소(LOE)(10)를 포함한다. 이미지 프로젝터(2)는 이미지에 대응하는 LOE 조명에 도입되어 조명이 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내에서 전파되도록 한다. 커플링-아웃 배열은 조명을 LOE로부터 관찰자의 눈쪽으로 커플링 아웃한다. 커플링-아웃 배열은 LOE 내에 비스듬한 각도로 배치된 상호 평행한 부분 반사 표면(12A)의 세트일 수 있다. 주변 광원의 반사를 억제하기위한 다양한 배열은 주변 시야의 감소, 다양한 비반사 코팅 및 편광 필터의 다양한 배치를 피하도록 배향된 방해 배플을 포함한다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류
G02B 6/0011 (2013.01)
G02B 2027/012 (2013.01)
(72) 발명자
겔베르그, 조나단
이스라엘 7172939 모딘, 야크 하기보라 스트리트 32
아이센펠드, 지온
이스라엘 7835515, 아슈켈론, 하라브 노록 스트리트 32/10
샤피라, 아미르
이스라엘 7403631 네스 지오나, 핀챠스 샤피라 스트리트 8, 루머스 리미티드 내

(56) 선행기술조사문헌
KR101065069 B1*
KR1020140066258 A*
US20160062120 A1*
WO2015192117 A1*
WO2016133886 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이에 있어서,

상기 근안 디스플레이는 :

(a) 평면이고 서로 평행하고 에지인 제1 및 제2 주 외부 표면(major external surfaces)을 갖는 도광 광학 요소(LOE);

(b) 관찰자의 눈과 관련하여 제2 주 외부 표면을 갖는 관찰자의 헤드에 대해 상기 LOE를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement);

(c) 이미지에 대응하는 조명(illumination)을 투영하기 위한 이미지 프로젝터 - 상기 이미지 프로젝터는 상기 제1 및 제2 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내부로 전파되도록 상기 LOE 내에 조명을 도입(introduce)하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합됨 - ;

(d) 상기 LOE로부터 조명을 관찰자의 눈을 향하여 결합시키기 위해 배치된 커플링-아웃 배열(coupling-out arrangement); 및

(e) 상기 LOE의 상기 에지 중 하나를 따라 연장되고 상기 제2 주 외부 표면의 평면으로부터 돌출하여 글랜싱 각도의 범위로부터의 입사 방사선(incident radiation)이 상기 커플링-아웃 배열의 적어도 일부분에 도달되는 것을 차단하기 위한 차광 배플 - 상기 차광 배플은 관찰자의 눈을 향한 방향으로 돌출하여 상기 제2 주 외부 표면과 예각을 형성함 - ;

을 포함하고,

상기 커플링-아웃 배열은 상기 LOE 내에 상기 제1 주 외부 표면에 대해 비스듬한 각도로 배치된 복수의 상호 평행한 부분 반사 표면을 포함하고,

상기 부분 반사 표면은 상기 제2 주 외부 표면에 평행한 연장 방향을 가지며, 상기 차광 배플은 상기 부분 반사 표면의 연장 방향에 평행한 상기 에지 중 하나를 따라 연장되는 것을 특징으로 하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 차광 배플은 관찰자의 안구 중심을 향한 방향으로 돌출하는 것을 특징으로 하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 차광 배플 및 상기 부분 반사 표면의 배치는 광선 경로가 상기 제1 및 제2 주 외부 표면 중 하나에 진입하고 부분 반사 표면의 하나로부터 단일 반사를 겪은 후 관찰자의 눈에 도달하는 것을 방해하는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 차광 배플은 상기 LOE에 부착에 의해 기계적으로 지지되는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 차광 배플은 상기 지지 배열에 부착되어 기계적으로 지지되는 것을 특징으로 하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이에 있어서,

상기 근안 디스플레이는 :

(a) 평면이고 서로 평행한 제1 및 제2 주 외부 표면(major external surfaces)을 갖는 도광 광학 요소(LOE);

(b) 관찰자의 눈과 관련하여 제2 주 외부 표면을 갖는 관찰자의 헤드에 대해 상기 LOE를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement);

(c) 이미지에 대응하는 조명(illumination)을 투영하기 위한 이미지 프로젝터 - 상기 이미지 프로젝터는 상기 제1 및 제2 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내부로 전파되도록 상기 LOE 내에 조명을 도입(introduce)하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합됨 - ;

(d) 상기 관찰자의 눈을 향해 상기 LOE로부터 조명을 결합하기 위해 배치된 커플링-아웃 배열로서, 상기 커플링-아웃 배열 및 LOE는 60도 보다 큰 입사 각도에서 제1 및 제2 주 외부 표면 중 하나에 입사되고 관찰자의 눈을

향해 LOE를 빠져 나가는 적어도 하나의 높은 입사-각도 편광 의존 광학 경로(high-incident-angle polarization-dependent optical path)를 정의하고, 상기 편광 의존 광학 경로는 편광의 선호 배향(favored orientation)를 가지는 커플링-아웃 배열;

(e) 상기 편광의 선호 배향을 갖는 상기 편광 의존 광학 경로를 따라 외부 광이 상기 커플링-아웃 배열의 적어도 일부분에 도달하는 것을 차단하여 관찰자의 눈에 도달하는 것을 방지하기 위해 배치된 편광 필터; 및

관찰자의 눈과 상기 LOE 사이의 경로를 따라 적어도 하나의 방향으로부터 광을 필터링하기 위한 측면 편광 쉐이드 요소(lateral polarizing shade element)를 포함하는 것을 특징으로 하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 편광 필터는 상기 제1 주 외부 표면으로 입사하는 광을 필터링하도록 배치되는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 편광 필터는 관찰자의 눈을 향해 상기 제2 주 외부 표면을 빠져 나가는 광을 필터링하도록 배치되는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 16

제15항에 있어서,

관찰자의 눈을 향한 상기 LOE의 조명은 이미지 편광으로 편광되고, 상기 편광 필터는 상기 이미지 편광에 수직인 편광을 갖는 광을 차단하도록 배치되는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 제1 주 외부 표면으로 진입하는 광을 필터링하도록 배치된 제2 편광 필터를 더 포함하고, 상기 편광 필터 및 상기 제2 편광 필터는 동일한 편광을 투과 시키도록 정렬되는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 측면 편광 쉐이드 요소의 편광축은 상기 편광 필터의 편광축에 대해 교차된 각도로 있는 것을 특징으로 하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

청구항 19

삭제

청구항 20

제13항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 커플링-아웃 배열은 상기 제1 주 외부 표면에 대해 비스듬한 각도로 상기 LOE 내에 배치된 복수의 상호 평행한 부분 반사 표면을 포함하는 것을 특징으로하는

관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 근안 디스플레이에 관한 것으로, 특히 밝은 물체의 고스트 이미지를 억제하기위한 다양한 특징을 갖는 근안 디스플레이에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 많은 근안 디스플레이 시스템은 사용자의 눈 앞에 배치되는 투명한 도광(light- guide) 광학 요소(LOE) 또는 "도파관(waveguide)"을 포함하는데, 이는 LOE 내부 반사에 의해 이미지를 전달하고 이어서 적절한 출력 결합 메커니즘(output coupling mechanism)에 의해 사용자의 눈을 향해 이미지를 커플-아웃한다. 출력 결합 메커니즘은 내장된 부분 반사기 또는 "패싯(면(facets))"에 기초 할 수 있거나 회절 패턴(diffractive pattern)을 사용할 수도 있다. 이하의 설명은 주로 패싯-기반 커플링-아웃 배열을 언급할 것이지만, 본 발명의 다양한 특징이 또한 회절 배열에도 적용될 수 있음을 이해해야 한다. 본 발명이 회절 요소에 적용되는 경우, 본 명세서에서 언급된 패싯의 연장 방향은 회절 격자의 요소의 방향을 나타내도록 취해질 수 있다.

[0003] 도파관 및 패싯은 적어도 부분적으로 투명하여 주변(배경(scenery))으로부터의 광이 이를 통과할 수 있어, 사용자가 현실 세계를 직접 볼수 있게 한다. 배경 광선 중 일부는 패싯에 의해 반사되고 다양한 각도로 눈에 도달하여 실제 세계에서의 원하지 않은 '고스트(ghost)'이미지(반사)를 생성한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 근안 디스플레이에 관한 것이다.

[0006] 본 발명의 실시예의 교시에 따르면 관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이가 제공되고, 상기 근안 디스플레이는 :

[0007] (a) 평면이고 서로 평행하고 에지인 제1 및 제2 주 외부 표면(major external surfaces)을 갖는 도광 광학 요소(LOE);

[0008] (b) 관찰자의 눈과 관련하여 제2 주 외부 표면을 갖는 관찰자의 헤드에 대해 상기 LOE를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement);

[0009] (c) 이미지에 대응하는 조명(illumination)을 투영하기 위한 이미지 프로젝터 - 상기 이미지 프로젝터는 상기 제1 및 제2 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내부로 전파되도록 상기 LOE 내에 조명을 도입(introduce)하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합됨 - ;

[0010] (d) 상기 LOE로부터 조명을 관찰자의 눈을 향하여 결합시키기 위해 배치된 커플링-아웃 배열(coupling-out arrangement); 및

[0011] (e) 상기 LOE의 상기 에지 중 하나의 대부분을 따라 연장되고 상기 제2 주 외부 표면의 평면으로부터 돌출하여 글랜싱 각도(glancing angles)의 범위로부터의 입사 방사선(incident radiation)이 상기 제2 주 외부 표면의 적어도 일부분에 도달되는 것을 차단하기 위한 차광 배플 - 상기 차광 배플은 관찰자의 눈을 향한 방향으로 돌출하여 상기 제2 주 외부 표면과 예각을 형성함 - ;를 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 상기 차광 배플은 관찰자의 안구 중심을 향한 방향으로 돌출한다.

[0013] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 상기 커플링-아웃 배열은 상기 LOE 내에 상기 제1 주 외부 표면에 대해 비스듬한 각도로 배치된 복수의 상호 평행한 부분 반사 표면을 포함한다.

[0014] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 상기 배플 및 상기 부분 반사 표면의 배치는 광선 경로가 상기 제1 및 제2 주 외부 표면 중 하나에 진입하고 부분 반사 표면의 하나로부터 단일 반사를 겪은 후 관찰자의 눈에 도달하는 것을 방해한다.

[0015] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 부분 반사 표면은 상기 제2 주 외부 표면에 평행한 연장 방향을 가지며, 상기 차광 배플은 상기 부분 반사 표면의 연장 방향에 실질적으로 평행한 상기 에지의 하나의 대부분을 따라 연장한다.

[0016] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 상기 차광 배플은 상기 LOE에 부착에 의해 기계적으로 지지된다.

[0017] 본 발명의 다른 양태에 따르면 상기 차광 배플은 상기 지지 배열에 부착되어 기계적으로 지지된다.

[0018] 본 발명의 실시예의 교시에 따르면, 관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이가 제공되고, 상기 근안 디스플레이는 :

[0019] (a) 평면이고 서로 평행하고 에지인 제1 및 제2 주 외부 표면(major external surfaces)을 갖는 도광 광학 요소(LOE);

[0020] (b) 관찰자의 눈과 관련하여 제2 주 외부 표면을 갖는 관찰자의 헤드에 대해 상기 LOE를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement);

[0021] (c) 이미지에 대응하는 조명(illumination)을 투영하기 위한 이미지 프로젝터 - 상기 이미지 프로젝터는 상기 제1 및 제2 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내부로 전파되도록 상기 LOE 내에 조명을 도입(introduce)하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합됨 - ; 및

[0022] (d) 상기 LOE로부터 조명을 관찰자의 눈을 향하여 결합시키기 위해 배치된 커플링-아웃 배열(coupling-out arrangement); 를 포함하고,

[0023] 상기 제1 주 외부 표면은 40도 보다 작은 입사각에서 입사되는 가시광에 대해 반사 방지 특성(anti-reflective properties)을 제공하고 70도 보다 큰 각도에서 입사되는 가시광의 적어도 제1 편광에 대해 높은 반사율을 제공하도록 구성된 다층 코팅(multi-layer coating)으로 코팅된다.

[0024] 본 발명의 실시예의 양태에 따르면, 제2 주 외부 표면은 40도 보다 작은 입사각에서 입사되는 가시광에 대해 반사 방지 특성을 제공하고 70도 내지 85도 사이의 입사 각도에서 입사되는 제1 편광에 수직한 가시광의 제2 편광에 대해 낮은 반사율을 제공하도록 구성된 다층 코팅(multi-layer coating)으로 코팅된다.

[0025] 본 발명의 실시예의 교시에 따르면, 관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이가 제공되고, 상기 근안 디스플레이는 :

[0026] (a) 평면이고 서로 평행한 제1 및 제2 주 외부 표면(major external surfaces)을 갖는 도광 광학 요소(LOE);

[0027] (b) 관찰자의 눈과 관련하여 제2 주 외부 표면을 갖는 관찰자의 헤드에 대해 상기 LOE를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement);

[0028] (c) 이미지에 대응하는 조명(illumination)을 투영하기 위한 이미지 프로젝터 - 상기 이미지 프로젝터는 상기 제1 및 제2 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내부로 전파되도록 상기 LOE 내에 조명을 도입(introduce)하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합됨 - ;

[0029] (d) 상기 LOE로부터 조명을 관찰자의 눈을 향하여 결합시키기 위해 배치된 커플링-아웃 배열(coupling-out

arrangement); 및

[0030] (e) 상기 LOE의 제1 주 외부 표면과 연계된 마이크로-루버층(micro-louver layer) - 마이크로 루버층은 적어도 하나의 방향으로부터 70도 보다 큰 입사 각도에서 입사된 광이 LOE에 진입하는 것을 차단함 - ;를 포함한다.

[0031] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 상기 마이크로-루버층은 연장 방향을 갖는 1 차원 마이크로-루버 어레이를 포함하고, 상기 마이크로-루버층은 상기 연장 방향으로 실질적으로 수평으로 배치된다.

[0032] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 상기 마이크로-루버 층은 실질적으로 수직 연장 방향을 갖는 2 개의 마이크로-루버 어레이를 포함한다.

[0033] 본 발명의 실시예의 교시에 따르면, 관찰자의 눈에 이미지를 투영하기 위한 근안 디스플레이가 제공되고, 상기 근안 디스플레이는 :

[0034] (a) 평면이고 서로 평행한 제1 및 제2 주 외부 표면(major external surfaces)을 갖는 도광 광학 요소(LOE);

[0035] (b) 관찰자의 눈과 관련하여 제2 주 외부 표면을 갖는 관찰자의 헤드에 대해 상기 LOE를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement);

[0036] (c) 이미지에 대응하는 조명(illumination)을 투영하기 위한 이미지 프로젝터 - 상기 이미지 프로젝터는 상기 제1 및 제2 주 외부 표면에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내부로 전파되도록 상기 LOE 내에 조명을 도입(introduce)하도록 상기 LOE에 광학적으로 결합됨 - ;

[0037] (d) 상기 관찰자의 눈을 향해 상기 LOE로부터 조명을 결합하기 위해 배치된 커플링-아웃 배열로서, 상기 커플링-아웃 배열 및 LOE는 60도 보다 큰 입사 각도에서 제1 및 제2 주 외부 표면 중 하나에 입사되고 관찰자의 눈을 향해 LOE를 빠져 나가는 적어도 하나의 높은 입사-각도 편광 의존 광학 경로(high-incident-angle polarization-dependent optical path)를 정의하고, 상기 편광 의존 광학 경로는 편광의 선호 배향(favored orientation)를 가지는 커플링-아웃 배열;

[0038] (e) 상기 편광의 선호 배향을 갖는 상기 편광 의존 광학 경로를 따라 외부 광이 관찰자의 눈에 도달하는 것을 방지하기 위해 배치된 편광 필터;를 포함한다.

[0039] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 상기 편광 필터는 상기 제1 주 외부 표면으로 입사하는 광을 필터링하도록 배치된다.

[0040] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 상기 편광 필터는 관찰자의 눈을 향해 상기 제2 주 외부 표면을 빠져나가는 광을 필터링하도록 배치된다.

[0041] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 관찰자의 눈을 향한 상기 LOE의 조명은 이미지 편광으로 실질적으로 편광되고, 상기 편광 필터는 상기 이미지 편광에 수직인 편광을 갖는 광을 차단하도록 배치된다.

[0042] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 상기 제1 주 외부 표면으로 진입하는 광을 필터링하도록 배치된 제2 편광 필터를 더 포함하고, 상기 편광 필터 및 상기 제2 편광 필터는 동일한 편광을 투과 시키도록 정렬된다.

[0043] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 관찰자의 눈과 상기 LOE 사이의 경로를 따라 적어도 하나의 방향으로부터 광을 필터링하기 위한 측면 편광 쉐이드 요소(lateral polarizing shade element)를 더 포함하고, 상기 측면 편광 쉐이드 요소의 편광축은 상기 편광 필터의 편광축에 대해 교차된 각도로 있다.

[0044] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 관찰자의 눈과 상기 LOE 사이의 경로를 따라 적어도 하나의 방향으로부터 광을 필터링하기 위한 측면 편광 쉐이드 요소를 더 포함한다.

[0045] 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따르면, 커플링-아웃 배열은 상기 제1 주 외부 표면에 대해 비스듬한 각도로 상기 LOE 내에 배치된 복수의 상호 평행한 부분 반사 표면을 포함한다.

발명의 효과

[0046] 본 발명에 따르면 전술한 문제점을 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0047] 본 발명은 이하의 첨부 도면을 참조하여 예시적인 방식으로 설명된다.

도 1a 및 1b는 본 발명의 교시에 따라 구성 및 작동되는 근안 디스플레이(near-eye display)를 사용하는 관찰자의 개략적인 측면도 및 평면도이며,(억제되어야 하는) 반사를 일으키는 다양한 주변 광원을 나타낸 도면;

도 2a는 이미지 조명을 위한 광선 경로, 예를 들면 주변 광원으로부터 고스트 광선 경로를 나타내는 도 1a의 근안 디스플레이의 확대된 측면도;

도 2b 및 2c는 이미지 광선 경로에 대한 광선 경로의 다양한 부분과 도 2a의 고스트 광선 경로 사이의 각도 관계를 나타내는 각도 도면;.

도 3a는 도 1a의 근안 디스플레이로부터의 도광 광학 요소의 확대된 측면도로서, 도광 광학 요소의 후면상의 주변 광원으로부터의 예시적인 "고스트" 광선 경로의 대안적인 세트를 나타낸 도면;

도 3b는 도 3a의 고스트 광선 경로에 대한 광선 경로의 다양한 부분 사이의 각도 관계를 나타내는 각도 도면;

도 3c는 도 1a의 근안 디스플레이로부터의 도광 광학 요소의 변형된 구현예의 확대 측면도;

도 4 및 도 5는 도 1a의 근안 디스플레이를 통한 관찰자의 시야 범위를 도시 한 평면도;

도 6은 도 4와 유사한 도면으로, 도광 광학 요소의 후면에서 입사 주변 광선이 도광 광학 요소의 내부 패싯에서 단일 반사 후에 관찰자의 눈에 도달할 수있는 각도의 범위를 나타내는 도면;

도 7은 도 6과 유사한 도면으로, 특정 고스트 광선 경로가 관찰자의 눈에 도달하는 것을 억제하기 위해 내부 패싯을 포함하는 영역이 제한되는 변형 구현예를 나타내는 도면;

도 8a 및 8b는 도 7과 유사한 도면으로, 각각 예시적인 광선 경로가 있거나없는, 특정 고스트 광 경로가 관찰자의 눈에 도달하는 것을 차단하기 위해 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따른 방해 배플(obstructing baffle)의 사용을 나타내는도면;

도 8c는 도 8a와 유사한 도면으로, 면 곡율에 보다 일치하게 그들 사이에10 ~ 30도 사이의 각도로 배치된 두 개의 비동일 평면(non-coplanar) 도광 광학 요소를 사용하는 본 발명의 일 측면에 따른 양안(binocular) 근안 디스플레이의 변형을 나타내고, 배플 지오메트리상에서의 이 경사의 영향을 설명하는 도면;

도 9a는 본 발명의 구현에 따른 예시적인 부분 반사 표면(패싯)의 코팅에서 입사각의 함수로서 반사율을 나타내는 그래프;

도 9b는 비변형 프레넬 반사(unmodified Fresnel reflection)에서 입사각의 함수로서 반사율의 대응하는 그래프;

도 10a는 도 1a와 유사한 도면으로, 외부 편광 필터를 사용하는 변형된 구현 예를 나타내는 측면도;

도 10b는 도 10a와 유사한 도면으로, 내부 편광 필터를 사용하는 변형된 구현을 나타내는 도면;

도 10c 및 10d는 각각 측면 편광 필터를 갖거나 갖지 않는 도 10b의 구현에 대한 상면도;

도 10e는 도 10a와 유사한 도면으로, 내부 편광 필터 및 외부 편광 필터를 모두 사용하는 변형된 구현예을 나타내는 도면;

도 11은 관찰자에 의해 직접 관찰되는 장면의 시야와 비교하여 주변 광원으로부터의 일반적인 광선의 입사각을 도시한 본 발명의 구현예의 개략적인 평면도;

도 12는 본 발명의 실시예의 양태에 따른 도광 광학 요소의 표면에서 입사각의 함수로서 바람직한 반사 방지 코팅의 반사 특성을 나타내는 그래프;

도 13은 본 발명의 실시예의 다른 양태에 따른 근안 디스플레이의 구현에 사용하기 위한 마이크로-루버 필름(micro-louver film)의 도면;

도 14a 내지 14c는 상이한 배향에서 2개의 별개의 부분 반사 표면 세트를 포함하는 도광 광학 요소를 사용하는 근안 디스플레이의 다양한 구현에서 패싯 위치에 대한 안구 위치를 개략적으로 나타내는 도면;

도 15a는 상이한 배향에서 2개의 별개의 부분 반사 표면 세트를 포함하는 도광 광학 요소를 사용하는 근안 디스플레이의 다른 예를 개략적으로 나타내는 도면으로, 여기서 두 패싯 세트에 대한 주 반사 편광 벡터가 유사하게 정렬됨 ;

도 15b는 도 15a의 도광 광학 요소와 함께 사용하기에 적합한 편광 필터의 배향을 개략적으로 나타낸 도면;

도 16a는 도 14a의 도광 광학 요소에 기초한 근안 디스플레이의 부분을 개략적으로 나타내는 도면;

도 16b는 불균일 편광 필터(non-uniform polarizing filter)를 갖는 양안 디스플레이(binocular display)로서 구현된 도 16a의 근안 디스플레이를 개략적으로 나타내는 상면도;

도 16c는 도 16a 및 16b의 구현에서 도광 광학 요소의 부분 반사 표면에 대한 입사각의 함수로서 반사율을 나타내는 그래프;

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 본 발명은 근안 디스플레이(a near-eye display)에 관한 것이다.

[0049] 본 발명에 따른 근안 디스플레이의 원리 및 동작은 첨부된 도면 및 그와 관련된 설명을 참조하여 더 잘 이해 될 수 있다.

[0050] "고스트 이미지(Ghost Images)"소개 및 분류

[0051] 본 발명의 다양한 양태를 온전히 이해하기 위해서는, 도광 광학 요소(light-guide optical element: LOE)에 도달하는 입사 광선이 관찰자의 눈에 잠재적으로 문제가 되는 "고스트"를 생성할 수 있는 다양한 상이한 방향을 식별하는 것이 중요하다.

[0052] 먼저, 도 1a는 근안 디스플레이를 통해 관찰하는 관찰자를 개략적으로 나타낸다. 일반적으로, 근안 디스플레이는 평면이며 상호 평행하고 제1 및 제2 주 외부 표면(11A 및 11B)을 구비하고, 일반적으로 광학적으로 활성이 아닌 에지를 구비한 도광 광학 요소(LOE) 또는 "도파관(waveguide)"(10)을 포함한다. 이미지 프로젝터(2)는 이미지에 대응하는 LOE 조명(LOE illumination)에 도입(introduce)하기 위해 LOE(10)에 광학적으로 결합되고, 조명은 주 외부 표면(11A 및 11B)에서의 내부 반사에 의해 상기 LOE 내에 전파된다. 이미지 프로젝터(2)와 LOE(10)의 광학적 결합은 비스듬히 경사진 입력 표면을 가진 결합 프리즘(coupling prism)을 통해, 또는 반사성 결합 배열을 통해, 측면 에지(side edge) 및/또는 LOE의 주 외부 표면 중 하나를 통해 획득될 수 있다.

[0053] 예를 들어, 조명 원(illumination source), LCOS 칩과 같은 공간 광 변조기 및 시준 광학을 사용하는 적합한 이미지 프로젝터(또는 "POD")의 예는 일반적으로 하나 이상의 PBS 큐브 또는 다른 프리즘 배열의 표면 상에 모두 배열되며, 당업계에 잘 알려져 있다. 유사하게, 예를 들어, 커플링-인 반사기의 사용 또는 적절하게 각진 커플링 프리즘의 사용에 의해 이미지를 LOE에 결합하는 적합한 커플링-인(coupling-in) 구성은 당업계에 잘 알려져 있다. 이미지 프로젝터와 LOE 사이의 결합은 직접적일 수 있거나, 또는 이미지가 LOE의 평면에서 주입되는 개구의 치수를 확장하기 위한 추가적인 개구 확장 배열을 통해 될 수도 있다. 설명의 간결함을 위해, 프로젝터 또는 커플링-인 구성은 여기에서 더 논의되지 않을 것이며, 이들의 조합은 여기서 개략적으로 표현된다.

[0054] 근안 디스플레이는 또한 관찰자에 의한 관찰을 위해 LOE로부터 나온 조명을 관찰자의 눈을 향해 결합시키기 위해 배치된 커플링-아웃(coupling-out) 배열을 포함한다. 커플링-아웃 배열은 LOE(10) 내에 주 외부 표면(11A 및 11B)에 대해 비스듬한 각도로 배치된 복수의 상호 평행한 부분 반사 표면(또는 "패싯")(12A)으로서 본 명세서에 도시되고 있다. 패싯은 일반적으로 아래에 더 논의되는 바와 같이, 특정 각도에서 높은 투과율을 제공하고 다른 각도에서 부분 반사를 제공하기 위해 각도 의존 코팅(angular-dependent coatings)을 갖는다. 이러한 패싯을 포함한 LOE의 다양한 구현은 LUMUS Ltd.(이스라엘)에서 상업적으로 이용가능하다. 본 명세서에서의 설명은 주로 패싯-기반 커플링-아웃 배열에 관한 것이지만, 본 발명의 다양한 양태는 또한 회절 광학 요소(diffractive optical elements)에 기초한 커플링-아웃 배열과 같은 대안적인 커플링-아웃 배열에도 적용 가능하다는 것을 당업자는 이해할 것이다.

[0055] 본 발명의 근안 디스플레이는 일반적으로 헤드 마운트 디스플레이이고, 따라서 바람직하게는 관찰자의 눈에 대면하여 제2 주 외부 표면(11B)을 갖는 관찰자의 머리에 대해 LOE(10)를 지지하도록 구성된 지지 배열(support arrangement)를 포함한다. 지지 배열은 관찰자의 귀에 디스플레이를 지지하기 위한 측면(15)을 포함하는 안경 프레임 구조로서 도 1b에 개략적으로 도시되어 있다. 이는 헤드 밴드 장착 구조와 헬멧과 관련된 디스플레이를 포함한 여러 옵션 중 하나일 뿐이다. 지지 배열 자체의 세부 사항은 본 발명에 중요하지 않으므로, 여기서는 상세하게 설명하지는 않는다.

[0056] 도 1a에 개략적으로 도시된 바와 같이, 프로젝터(2)는 원하는 이미지(실선 화살표)에 대응하는 광을 도파관에 주입하고 이 광은 관찰자의 눈을 향해 도파관으로부터 커플링-아웃된다. 배경(scenery)의 물체(4)로부터의 광

(이중 점선)은 도파관을 통과하고 강도가 저하하여 관찰자를 향한다. 관련성이 없는 외부 광의 잠재적 입사 방향에는 참조 번호 6과 방향을 나타내는 두 글자 코드: 위, 아래 또는 측면(각각 U, D 또는 S) 및 전면 또는 후면(각각 F 또는 B)가 부여되었다. 측면 방향은도 1b의 상면도에 보다 명확하게 도시된다.

[0057] 도 2a는 프로젝터(2), 도파관(10) 및 도파관의 전방 및 후방을 형성하는 주요 평행 외부 면에 대해 각도(13)를 갖는 선택된 내부 패싯(12A)을 도시한 확대도이다. 여기에 도시된 예시적인 구성에서, 프로젝터는 상부에 있다(도 1a에서와 같이). 패싯은 이 경우 반드시 수평일 필요는 없지만, 도파관으로부터의 광을 관찰자의 눈을 향해 커플-아웃하는 일반적으로 수평-연장 부분 반사기(horizontally-extending partial reflectors)이다. 이 예에서는, 명확하게 표현하기 위해 이미지의 하나의 광선만이 도시되어 있지만, 실제로는 일반적으로 무한대로 시준된 이미지의 각도 확산(angular spread)이 도파관을 따라 투영되고 눈을 향해 커플-아웃된다. 패싯의 간격은 반사 경로의 예시를 용이하게 하기 위해 불균일한 것으로 제시되지만, 일반적으로 균일하다.

[0058] 이미지의 안내된 광은 여기에서 도파관의 외부면으로부터 반사되는 광선(14A 및 16A)에 의해 표현된다. 광선(16A)이 패싯들 중 하나에 충돌함에 따라, 광선의 일부는 광선(18A)으로서 관찰자를 향하여 반사된다. 도 2b는 12B가 패싯(12A)의 평면의 각도에 대응하는 각도 공간에서의 대응하는 광선 방향을 도시하고, 이중 화살표(double arrow)는 이 평면(회절 요소가 아웃 커플링을 수행 할 때 적용 가능한 평면에 수직)의 벡터를 나타낸다. 벡터 14B, 16B 및 18B는 각각 광선 14A, 16A 및 18A의 방향을 나타낸다. 도 2b 및 도 2c에서의 점선 각도는 도파관(10)의 외부면의 TIR 각도를 나타내는데, 즉 도시된 각도 범위 내에 속하는 18B와 같은 광선은 도파관으로부터 빠져 나가고, 그 범위 밖의 광선 방향은 내부적으로 반사 될 것이다.

[0059] 도파관 및 출력 커플링 메커니즘의 임의의 아키텍처는 일반적으로 배경으로부터의 반사의 본질적으로 원하지 않은 다양한 메커니즘을 갖는다. 광선(20)은 광원(6UF)(선라이트 또는 오버헤드 조명의 일반적인 시나리오인 도파관을 통해 관찰되는 현실 세계의 정상 시야보다 높은 사용자의 전방의 소스)으로부터 발생하고 광선(22A)으로서 도파관으로 굴절된다. 이 광선은 도 2c의 각도 공간에서 벡터(22B)로서 도시되어 있다. 이 광선의 대부분은 도파관을 통과하고 광선(20A)으로서 도파관 밖으로 굴절될 것이며, 이 광선은 정상 시야 밖에 있고 관찰자를 방해하지 않는다. 그러나, 광선(22A)의 일부는 면(12A)(평면(12B)) 중 하나로부터 광선(24A)(벡터(24B))으로서 반사될 수 있다. 이 광선은 광선 26A(벡터 26B)로서 LOE의 외부면에 의해 반사될 것이고, 광선 28A(벡터 28B)로서의 패싯(12A) 중 하나에 의해 한번 더 반사된다. 벡터(28B)는 벡터(14B)와 대략 동일하므로, 이 광선은 관찰자의 눈을 향해 14A(14B)와 동일한 방식으로 계속 전파될 것이다. 이것은 광선 30A(16A와 동일) 및 32A(18A와 동일)로 표시된다.

[0060] 방해(disturbing) 고스트 조명을 생성하는 또 다른 가능한 메커니즘은 LOE의 후면(11B)으로부터의 광선(22A)의 부분 반사이고, 이어서 패싯(12A)으로부터의 광선의 부분 반사에 의해 출력 광선(23A)을 생성하는 것이다.

[0061] 도 3a는 패싯의 연장 방향이 대략 수직인, 도광체 내로 이미지를 측면 주입 하는 경우에 소스(102)로부터의 '단일 반사'의 광학 경로를 실제 공간에 나타낸다. 이 소스는 도 1b의 소스 6SB와 유사하다. 도 3b는 각도 공간에서 동일한 프로세스를 설명한다. 소스로부터의 광은 광선(106A)(벡터(106B))으로서 도파관 내로 굴절되고, 광선(112A)(벡터(112B))으로서 패싯(104A)(평면(104B))에 의해 반사되고, 도파관으로부터 굴절된다. 이 프로세스는 다수의 패싯 반사를 포함하는 다른 유형의 반사 경로와 달리 패싯에 의한 하나의 반사만을 포함한다. 결과적으로, 이러한 단일의 동일한 측면 반사는 일부의 경우 특히 밝은 반사(bright reflection)일 수 있다. 배경 소스가 그레이징 입사(grazing incidence)보다 높은 각도로 조명함에 따라, 광선(110A 및 112A)을 광선(106A 및 108A)과 비교하여 도시한 바와 같이 반사 각도가 더 커진다.

[0062] 도파관의 기하학적 구조와 눈에 대한 위치는 눈에 도달할 반사의 각도 분포를 결정한다. 도 4와 5는 관찰자의 머리의 상면도를 나타낸다. 도파관과 사용자의 눈의 상대적인 위치는 안경 프레임지지 구조물 또는 다른 헤드 장착 지지 구조물과 같은 지지 구조물에 의해 결정되며, 이에 대한 상세한 설명은 본 명세서에서 생략한다. 이 실시예에서, 도파관(10)은 실선 화살표 및 패싯 각도로부터 명백한 바와 같이 측면으로부터 도입되는 조명된 이미지로 구성된다. 이 예에서 패싯을 '수직 패싯'이라고 언급한다.

[0063] 동공은 위치 및 방향의 범위 내에서 움직일 수 있지만, 중심 필드로부터의 중심 광선은 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 모든 관찰 방향에서 중심와(fevea)를 향해 안구(101)의 중심을 교차한다. 관찰자에게 중요한 각도 필드는 각도 100으로서 설명된다. 동일한 각도가 수직으로 존재한다. 설명의 간결함을 위해 확대 각도(100))에 대한 다른 고려 사항은 IPD 또는 아이 박스 공차(eye-box tolerances)와 같은 설명에 포함되지 않는다.

[0064] 후면 고스트의 기하학적 차단

[0065] 도 8a 내지 도 8c에 도시된 본 발명의 실시예의 제1 양태에 따르면, 근안 디스플레이에는 LOE의 에지들 중 하나의 에지의 대부분을 따라 연장되는 차광 배플(130L, 130R)이 제공되고, 제2 주 외부 표면의 평면으로부터 돌출하여, 글랜싱 각도(glancing angle)의 범위로부터 입사 방사선이 제2 주 외부 표면의 적어도 일부에 도달하는 것을 차단하고, 배플은 관찰자의 눈을 향한 방향으로 돌출하여 제2 주 외부 표면에 대해 예각을 형성하고, 가장 바람직하게는 관찰자의 안구 중심을 향한 방향으로 돌출한다. 이것은 배플이 관찰자의 주변 시야에 미치는 영향을 최소화하고, 관찰자에게 무제한 시야의 인상이 남도록 한다.

[0066] 배플은 바람직하게는 주 표면에 평행한 부분 반사 표면의 연장 방향에 실질적으로 평행한 LOE의 에지를 따라 연장된다. 기하학적 정의에 따르면, 주 표면에 평행한 패싯의 연장 방향은 부분 반사 표면 중 하나가 놓여 있는 평면과 제1 주 외부 표면의 평면 사이의 교차선으로 정의될 수 있다. 본 명세서에서 사용 된 "실질적으로 평행한"은 바람직하게는 서로 평행하거나 약 20도 내에 있는 방향을 지칭한다.

[0067] 제1 옵션에 따르면, 차광 배플(130L, 130R)은 LOE(10)에 부착됨으로써 기계적으로 지지된다. 대안적으로, 차광 배플은 지지 배열(이 도면에는 도시되지 않음) 에 대한 부착에 의해 기계적으로 지지된다.

[0068] 배플을 구현하기 위한 바람직한 기하학적 고려사항은 다음과 같다. 위에서 논의된 바와 같이, 도 3a 내지 3c는 도광판(3A, 3B)의 후면 상의 조명의 입사각도 또는 전면(3C)으로부터의 단일 반사의 함수로서 단일 반사를 겪은 광선의 각도 의존성을 나타낸다. 도 6은 관찰자의 머리에 배치된 근안 디스플레이의 평면도에서 이러한 각도 의존성의 영향을 나타낸다. 도파관(10)은 도파관상의 지점(121R)으로부터 관찰자의 안구(101)의 중심을 향하여 배경 광선(120)을 반사하고, 지점(123R)으로부터의 광선(122) 및 지점(125R)으로부터의 방목 광선(124)을 반사시킨다.

[0069] 본 발명의 어느 한 양태의 특정 실시예에 따르면, 마지막 패싯(즉, 이미지 프로젝터로부터 가장 먼)은 장면(124R 또는 L)으로부터의 그랜징 입사광으로 인한 임계 각도 광선으로부터의 반사가 도 7에 125로 도시한 바와 같이 눈 중심(101)에 더이상 도달할 수 없는 곳에 위치된다. 우안(또는 좌안)의 도파관의 패싯들은 광선 (124R(L))이 안구 중심(101)에 반사되는 지점에서 종료된다. 도 6에서, 광을 반사할 패싯이 없기 때문에 다른 광선은 101에 반사될 수 없음이 명백하다.

[0070] 상기 방법은 일부 시나리오에서 후면 주변 조명으로부터 단일 반사의 밝은 고스트를 회피하는데 효과적일 수 있지만, "마지막 패싯"의 위치에 대한 기하학적 제한은 일부 응용에 대해 충분한 각도의 시야를 제공하지 못할 수 있다. 본 발명의 다른 양태에 따르면, 도 6에 도시된 기하학적 관계를 사용하고 필요한 각도 시야의 확장을 식별한 후(예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이 위치(123R)로 확장), 출력 패싯을 필요로하는 영역으로부터의 단일 반사 고스트 관찰자의 중심 비전에 도달하는 것을 피하기 위해 차단해야 하는 제한된 각도 범위(예를 들어, 광선(124)으로부터 광선 각도(122)까지)를 식별하는 것이 가능하다.

[0071] 이들 원리에 따라 구현된 광-차단 배플(130L, 130R)은 일반적으로 비교적 작으며, 전체 측면 차단 배열에 비해 관찰자의 주변 시야에 대한 방해가 크게 감소 된 광학 배열의 주변으로부터 일반적으로 후방으로 연장된다. 특정의 특히 바람직한 구현에서, 배플은 광학 배열의 주변으로부터 일반적으로 눈을 향해 연장되도록 구현되고, 일부 경우에는 프로젝터의 일부 피처 및/또는 프레임 측과 정렬되어 관찰자의 주변 시야에 영향을 미치지 않는 크기로 구현된다.

[0072] 도 8a에는 이러한 차폐 배플의 예가 도시되어있다. 배플들(130R 및 130L)은 여기서 도파관의 에지에 위치되고 점선으로 도시된 바와 같이 101을 향하는 배향된 평면으로 도시된다. 미리 정의된 가상 FOV에 대해, 패싯을 갖는 도파관(10)의 길이는 123R(L)로 정의된다. 후방 반사의 광학적 경로가 정의되고 배플(130R(L)) 길이는 도 8b에 도시된 바와 같이 마지막 패싯에 의해 반사된 광선의 이러한 광 경로를 차단하도록 설정된다. 기울어진 도파관은 또한 도 8c에 도시된 바와 같이 이런 산란 차단을 사용할 수 있다. 이러한 경사 도파관은 미학적으로 사용자의 "면 곡선(face curve)"에 순응하는 것에 더하여, 주어진 길이의 배플에 대해 도파관의 후면을 가로 질러 더 긴 "쉐도우(shadow)"를 캐스팅(casting)함으로써 배플의 치수에 대한 요건을 더욱 완화시킨다.

[0073] 따라서, 가장 바람직하게는, 배플(130L, 130R) 및 부분 반사 표면의 배치는 제1 및 제2 주 외부 표면 중 하나에 진입하고 부분 반사 표면 중 하나로부터의 단일 반사를 겪은(precludes) 후 광선 경로가 관찰자의 눈에 도달하는 것을 방지(precludes)한다.

[0074] 높은 입사각 광선 배제

[0075] 단독으로 그리고 본 명세서에 설명된 다른 양태들과 함께 유용한 본 발명의 실시예의 다른 양태는 높은 입사각

에서 LOE(10)의 제1(외부) 주 외부 표면(11A)에 접근하는 입사 광선을 관리하기 위한 접근법에 관한 것이다.

[0076] 도 2a를 다시 참조하면, 실제 광원의 문제가 되는 많은 반사는 여기에서 개략적으로 광선 20으로 도시된 바와 같이 높은 각도의 입사 광선으로 시작된다는 것이 주목된다. 그런 광선이 LOE에 진입하는 것이 배제된다면, 이것은 입사 방사선이 관찰자의 눈을 향하여 번거로운 반사를 생성하는 것을 피할 수 있다.

[0077] 도파관(10)의 외부 패싯의 적절한 코팅은 따라서 도 11 및 도 12에 제시된 바와 같이 배경 반사를 감쇠시킬 수 있다. 각도(100)는 관찰자가 도파관(10)을 통해 주변을 보는 각도 필드를 나타낸다.

[0078] 반사 방지 코팅을 갖는 도파관의 제1(외부) 표면의 각도 반사율의 바람직한 구현이 도 12에 도시되어 있다. 각도 범위(166)는 각도(100)를 나타낸다. 이 범위에서, 도파관의 투과율은 최대이어야한다. 범위(100)를 벗어난 배경으로부터의 광선은 전면(168) 또는 후면(120)으로부터 발생한다(패싯 반사, 패싯 또는 관찰자 얼굴 차단에 의해 제한됨). 이들 광선의 각도 범위는 도 10b에서 170으로 도시되어있다. 본 발명의 일측면에 따르면, 도파관 상의 반사 방지 코팅은 170에서 높은 반사율 및 166에서 높은 투과율을 갖도록 변형된다.(높은 각도에서의 높은 반사율은 수직 광 입사를 위해 설계된 AR 코팅의 일반적인 특성이다). 이는 도파관(10)으로 들어가고 높은 각도로 들어오고 내부 패싯에 의해 눈에 반사되는 전방 및 후방 배경 조명을 크게 감소시킨다.

[0079] 따라서, 본 발명의 실시예의 이러한 양태의 구현에 따르면, 제1(외부) 주 외부 표면(11A)은 40도 보다 작은 입사각에서 입사되는 가시광에 대한 반사 방지 특성을 제공하고 70도 보다 큰 입사각에서 입사되는 가시광의 적어도 제1 편광에 대해 높은 반사율을 제공하도록 구성된 다층 코팅으로 코팅된다. LOE를 통해 관찰자의 직접 시야에 대한 특정 요건과 문제가 있는 주변 조명이 발생할 수있는 방향에 따라, 바람직하게는 50도 까지의 각도에 대해 반사 방지 특성을 제공하고 및/또는 약 60도 이상의 각도에 대해 높은 반사율을 갖도록 제공하는 것이 바람직하지만 이러한 제한에 가까울수록 구현하기가 비현실적이거나 비합리적으로 복잡해질 수 있는 정도로 코팅 요건이 더욱 까다로워진다. 이와 관련하여, "반사 방지 특성(anti-reflective properties)"은 바람직하게는 5% 미만, 가장 바람직하게는 3% 미만의 반사율을 지칭한다. 이와 관련하여 "높은 반사율"은 70%초과, 바람직하게는 80% 초과, 더욱 바람직하게는 90% 이상, 일부 특히 바람직한 경우 95% 이상의 반사율을 의미한다.

[0080] 외부 조명이 입사될 수 있는 각도의 범위를 고려할 때, 전체 FOV 및 전체 가시 스펙트럼에 대해 높은 입사각(작은 그레이 징 각도)의 원하는 배제(exclusion)를 달성하는 것이 어려울 수 있다. 따라서, 본 발명의 특히 바람직한 구현에서,이 반사율 향상은 높은 각도의 입사 조명의 S 편광에만 최적화된다. 후술하는 바와 같이, 외부 소스로부터의 P 편광 조명으로부터 고스트의 가시성을 감소시키기 위한 대안적인 해결책이 제공된다.

[0081] 구체적으로, 도 2a의 굴절 광선(22A)을 참조하면, 상기 해결책에 따르면, 입사 광선(20)으로부터 도광체의 전방 주 표면에서 굴절되고 투과되는 잔류 광(residual light)은 외부 표면의 코팅으로 인해 실질적으로 p- 편광되기 쉽다. 고스트 반사 광선 경로 중 일부는 고스트 광선(23A)을 생성하기 위해 기판의 제2(후면(rear)) 주 외부 표면(11B)에서 광선(22A)의 후속된 반사를 포함한다. 그러나, 주 표면 법선으로부터 멀어지는 계면에서의 굴절로 인해, 후방 주 표면(11B)을 통해 투과되는 이 광의 임의의 부분은 LOE의 전면 주 표면을 진입하는 주변 광(20)의 전파 방향과 실질적으로 평행한 가파른 하향 경로(20A)에서 계속되고 근안 디스플레이 착용자의 눈을 방해하지 않는다. 따라서, 높은 입사각 광선의 투과율을 증가시키기 위해 반사 방지 코팅으로 LOE의 후면을 코팅하는 것이 제안된다. 모든 각도에서 P 편광에 대한 효과적인 반사 방지 코팅을 달성하는 것이 더 실현 가능해 진다. 그 결과, 본 발명의 제2 양태는 S 편광을 갖는 입사 외부 고스트 조명의 많은 부분이 전면(11A)에서의 외부 반사에 의해 배제될 수 있고, P 편광 고스트 조명의 많은 부분이 후면(11B)에 전달될 수 있다는 점에서 제1 양태를 보완한다. 결과적으로, 도 2에 도시된 경로를 따르는 전체 고스트 조명은 기존 LOE에 비해 크게 감소된다.

[0082] 따라서, 본 발명의 이러한 양태에 따르면, 제2 주 외부 표면(11B)은 40도보다 작은 입사각에서 가시광 입사에 대해 반사 방지 특성을 제공하고 70도 내지 적어도 약 85도(바람직하게는 90도에 근접) 사이의 입사각에서 제1 편광 입사에 수직 인 가시광의 제2 편광에 대해 낮은 반사율을 제공하도록 구성된 다층 코팅으로 유리하게 코팅된다.

[0083] 도 2를 다시 참조하면, 고스트(32A)를 생성 할 수도 있는 대안적인 광선 경로와 관련해, LOE로 침투한 후 도광체의 부분 반사 패싯을 디스플레이 신호가 전파하는 각도의 범위(및 편광 배향)과 일반적으로 상이한 비교적 제한된 각도 범위에서 반사한다(예를 들어, 광선 22A 내지 24A 또는 광선 26A 내지 28A로부터). 따라서, 이러한 특정 각도 범위 중 하나 또는 둘 모두 내에서 반사율을 실질적으로 감소시키기 위해 부분 반사 표면 코팅의 설계를 수정하는 것이 제안된다. 구체적으로, 높은 각도 광선에 대한 반사를 억제하는 패싯 코팅은 안내 모드(guided mode)로 들어가는 광량(즉, 광선 22A에서 24A로의 반사)을 최소화하여 고스트(32A)의 강도를 억제하는

경향이 있다.

[0084] 마이크로 루버 필름 변형(Micro-Louver Film Variant)

[0085] 본 발명의 이전 양태의 대안적인 또는 추가의 구현으로서, LOE의 외부 표면 앞에 배치되고 높은 각도로부터 입사되는 광을 차단하면서 원하는 시야를 통해 외부 장면(scene)으로부터의 높은 광 투과율을 제공하도록 구성된 루버 필름을 사용하여 높은 각도 입사광의 제거가 달성될 수 있다. 마이크로-루버 필름은 공지되어 있으며, 컴퓨터 디스플레이의 가시성을 원하는 시야각으로 제한하기 위해 "프라이버시 필름(privacy films)"으로서 일반적으로 사용된다. 이러한 필름의 예는 3M©Company로부터 ALCF(Advanced Light Control Film)로 상업적으로 이용가능하다.

[0086] 이러한 필름의 구조가 도 13에 개략적으로 도시되어 있는데, 필름의 내부 층은 입사광이 필름을 통과할 수 있는 각도로 기하학적 제한(geometrical limit)를 정의하는 투명 기판(302)에 지지된 불투명(또는 고 감쇠(highly attenuating)) 마이크로 루버(300)의 어레이를 포함한다. 상업적으로 이용 가능한 프라이버시 필름은 일반적으로 1 차원 마이크로-루버 어레이를 포함하는데, 즉 모든 루버는 동일한 방향으로 연장된다. 이 경우, 필름은 바람직하게는 LOE에 대해 전개(deployed)되어 루버가 수평으로 연장되어, 위로부터 오는 높은 각도의 외부 광원을 차단한다. 대안적으로, 모든 측으로부터의 높은 각도의 외부 광의 배제를 제공하기 위해 2 개의 수직 방향(일반적으로 필름 구조의 2 개의 분리된 층으로 서로 겹쳐져 있음)으로 연장되는 마이크로-루버를 갖는 2 차원 어레이 마이크로-루버 구조가 사용될 수 있다.

[0087] 주 표면으로부터의 내부 반사에 대한 LOE의 광학 특성에 영향을 주지 않기 위해, 광 제어 필름(light control film)을 LOE 표면에 직접 적용하는 것을 피하는 것이 바람직하다. 선택적으로, 공극(air gap)이 LOE에 인접하여 유지되도록 하기 위해 적절한 구조가 제공될 수 있고, 광 제어 필름은 LOE로부터 약간 이격된 별도의 광학 요소(렌즈 등) 상에 지지된다. 대안적으로, LOE의 광학 특성을 보존하기에 충분히 낮은 유효 굴절률을 갖는 버퍼 또는 "격리(isolation)"층이 제공 될 수 있다. 이러한 층에 적합한 물질의 예는 상업적으로 이용 가능하고, 에어로겔 및 유사한 목적으로 사용되는 다양한 다른 물질을 포함한다. 다른 대안적인 구현에 따르면, 일반적으로 다층 유전체 코팅을 사용하여 구현되는 각도 선택 반사 코팅은 LOE 내에서 전파되는 이미지에 대한 관련 각도 범위에 대한 TIR을 시뮬레이션하면서 작은 각도에서 높은 투과율을 허용하도록 제공될 수 있다. 이 옵션은 또한 LOE의 광학적 특성을 손상시키지 않으면서 LOE의 코팅된 표면에 마이크로-루버 필름을 직접 광학적으로 부착할 수 있게 한다. 추가로, 광학 특성에 영향을 미치지 않으면서 LOE에 대해 마이크로-루버 필름을 지지하도록 적용하기 위해 전술한 모든 옵션은 여기에서 LOE의 하나 또는 양쪽 표면과 결합된 편광 필터의 경우에도 동일하게 적용 가능하다.

[0088] 특히 바람직한 구현에서, 마이크로-루버 층(300)은 LOE(10)의 제1 주 외부 표면(11A)과 연결되고, LOE로 들어가는 적어도 하나의 방향으로부터 70도 보다 큰 입사각으로 입사되는 광을 차단한다. 마이크로-루버의 1 차원 어레이를 갖는 마이크로-루버 층(300)이 사용되는 경우, 마이크로-루버 층은 바람직하게는 연장 방향으로 실질적으로 수평으로 배치된다. 대안적으로, 실질적으로 수직한 연장 방향을 갖는 2 개의 마이크로-루버 어레이를 갖는 마이크로-루버 층이 사용될 수도 있다.

[0089] 편광 필터링

[0090] 패싯 상의 코팅의 설계는 반사 필터링에 큰 영향을 준다. 도 9a는 패싯 12A 및 40A에 사용된 일반적인 코팅의 각도 반사율을 나타낸다. 대부분의 경우, 반사율은 기본 프레넬 반사 특성(Fresnel reflection properties)(도 9b)에 내재된 바와 같고, 편광 의존적(또는 "분극 민감성")이다.

[0091] 화살표 150는 반사 26A(B) 내지 28A(B)에 대응하는 각도를 나타낸다. 이 코팅과 이 입사각에서 P- 편광은 S- 편광 이상을 반사한다. 화살표 154는 반사율이 낮고 편광 선택성이 없는 22A(B) 내지 24A(B)의 각도 반사를 나타낸다. 특정 LOE의 패싯에 사용되는 대안적 구현에서, 155 및 152는 명백히 지배적인 S- 편광을 갖는 반사 각도를 나타낸다. 본 발명의 실시예의 양태에 따르면, 지금 기술될 바와 같이, 실제 반사를 억제하기 위해 편광-의존 특성을 이용하기 위해 패싯 경사각 및/또는 코팅 프로파일의 특정 선택이 사용될 수 있다.

[0092] 반사(예를 들어, 6UF 또는 6DF)는 미리 정의된 지배적 편광(dominant polarization)을 갖도록 제어될 수 있기 때문에(예를 들어, 전술한 바와 같은 적합한 반사 방지 코팅에 의해 또는 패싯 자체의 특성을 통해), 고스트 반사 감쇠(attenuation)는 유리하게는 도 10a에 도시된 바와 같이 도파관 앞에 편광 필터 또는 "편광기"(160U)를 사용하는 것에 의해 유리하게 획득될 수 있다. 임의의 적합한 유형의 편광기가 사용될 수 있으며, 가장 바람직하게는 구조적(또는 "카테시안(Cartesian)" 편광기, 및 일반적으로는 흡수 편광기가 사용된다. 이 편광기는 배

경(4)으로부터의 비편광된 광을 50 %만큼 감쇠시키지만(많은 경우 요구되거나 바람직 할 수 있음), 편광된 상부 정면 반사(polarized upper-frontal reflection)(6UF) 또는 하부 정면 반사(6DF)를 훨씬 더 감쇠시킨다. 편광기의 배향은 바람직하게 반사되는 패싯의 배향에 대해 바람직하게 설정되어야 한다(S 또는 P 차단에 따라 패싯에 수직 또는 수평).

[0093] 일부 경우, LOE 및 커플링-아웃 배열은 60도 보다 큰 입사 각도로 LOE를 빠져나가 관찰자의 눈을 향하는 제1 및 제2 주 외부 표면 중 하나에 입사하는 적어도 하나의 높은 입사 각도 편광-의존 광학 경로를 정의하고, 편광-의존 광학 경로(polarization-dependent optical path)는 선호되는 편광 배향을 갖는다. 이어서 편광 필터는 유리하게 편광의 선호되는 배향을 가진 편광-의존 광 경로를 따라 외부 광이 관찰자의 눈에 도달하는 것을 방지하기 위해 전개된다. 도 10a의 전술한 예에서, 편광 필터(160U)는 제1(외부) 주 외부 표면(11A)으로 들어오는 광을 필터링하기 위해 외부에 배치된다.

[0094] 본 발명의 실시예의 하나의 구현은 커플-아웃된 투영 이미지의 편광에 수직 인 편광을 갖는 실제 고스트 이미지의 반사를 생성하도록 설계된 패싯 코팅을 갖는 도파관이다. 이 경우, 편광기는 도 10b 및 도 10c에서 160I로 도시된 바와 같이 관찰자와 대면하는 내측에 배치될 수 있고, 즉 편광 필터가 전개되어 관찰자 눈을 향해 제2 주 외부 표면을 빠져 나가는 광을 여과할 수 있다. 이 구성은 도 10c에서 명백한 바와 같이 도파관의 후면(예를 들어, 6SB)으로부터 발생하고 편광기를 두 번 통과하여 눈에 투영되는 반사를 차단할 수 있다. 그러나, 이 구성은 프로젝터(2)에 의해 투영된 가상 이미지가 이 편광기에 의해 최소한의 감쇠 또는 왜곡으갖고 눈을 비추는 경우에만 사용되어야 한다. 즉, 관찰자의 눈을 향해 LOE로부터 커플링 아웃된 이미지 조명은 이미지 편광으로 실질적으로 편광되고, 편광 필터(160I)는 이미지 편광에 수직인 편광을 갖는 광을 차단하도록 전개된다.

[0095] 편광기가 사용되는 각각의 경우에, 편광기의 배향은 패싯 구조에 의해 지시되고 배향되어, 패싯에 의해 잠재적으로 반사될 실제 고스트 조명의 편광이 감쇠되는 반면 고스트 광선 경로에 따라 그 특정 입사 각도에서 패싯의 세트 중 적어도 하나에 의해 크게 반사되지 않는 편광은 통과된다. 이로 인해, 수평 표면으로부터 P-편광을 전달하고 S-편광은 거부하는 일반적인 편광 선글라스 전개로부터 많은 경우의 각도 오프셋(예를 들어, 적어도 20도, 또는 적어도 30도, 특정 경우에는 60 도와 120도 사이)되는 편광기 배향이 얻어진다.

[0096] 도 10d는 시스템 측면에서의 측면-편광기(side-polarizer)(160S)의 구현을 나타낸다. 이러한 방식으로 편광기는 편광기(160U)와 거의 동일하게 작용하여 도파관(6SB)으로부터 측면 반사되는 편광을 차단한다. 바람직하게는, 측면 편광기는 전면 편광기(160U 또는 160I)로 구현되므로 배경의 강도 가시성(intensity visibility)은 전면 또는 주변(측면)과 동일하다.

[0097] 160I가 160S와 함께 사용되는 경우(도 10d에 도시된 바와 같이), 160S의 배향은 바람직하게 160I에 수직(즉, 하나의 수직 및 하나의 수평과 같은 교차 편광 축)하여 모든 측면 반사의 완전한 차단을 얻어지고 주변 가시성이 유지된다.

[0098] 일부 도파관 및 패싯 구조에서, 가상 주입 이미지는 선형 편광으로 눈에 충돌한다. 이러한 경우에, 편광기는 눈에 더 가깝게 사용될 수 있으며(도 10b에 도시된 바와 같이), 일부 고스트 반사가 필터링되는 효과가 얻어진다. 그러나 이에 더하여, 일부 배경 반사는 도파관에서 편광 회전 후 동일한 편광으로 반사된다. 이 편광 회전은 직접 배경 광선(4)에 대하여 발생하지 않기 때문에, 230과 동일한 배향을 갖는 제2 편광기(232)(도 10e)를 도입하면 직접 광선(4)에 대한 추가 효과는 없지만 반사(6UF 및 6DF)에 대한 추가 감쇠를 가져온다.

[0099] 두 개의 패싯 세트가 있는 LOE의 변형 구현

[0100] 본 발명에 따른 LOE의 특정 구현은 LOE 내에서 2 차원의 광학 개구 확장(optical aperture expansion)을 달성하기 위해 부분 반사 표면의 2개의 별개의 비평형 세트를 사용한다. 실제 조명의 원치 않는 반사(고스트)를 제거하거나 감쇠(통칭하여 "억제")하기 위한 전술한 많은 기능이 2D 확장 LOE에 동일하게 적용된다. 이들 애플리케이션 중 일부에서 다양한 추가적인 고려를 도 14a-16c를 참조하여 아하에 설명한다.

[0101] 도 14a에서, 패싯(64A)은 안내 이미지를 눈에 반사시키기 위해 눈 앞에 위치된다. 패싯(68A)은 도광체 내에서 하나의 안내된 이미지 방향으로부터 다른 안내 된 이미지 방향으로의 반사에 의해 광학 개구 확장을 위해 사용되며, 눈에 결합되지 않는다. 이는 경우에 따라 이들 패싯을 눈 관련 필드(eye relevant field)로부터 멀리 위치시켜 그들의 직접적인 반사의 가시성을 제거하는 것이 가능하다. 도 14a는 패싯(68A)이 눈 중심보다 아래에 배치되는 배열을 나타낸다. 도 14b 및 14c에 도시된 바와 같이 비중첩(non-overlapping) 아키텍처를 통해 추가의 중첩 감소가 가능하며, 여기서 눈은 한가지 유형의 패싯만을 가진 섹션을 통해 본다.

[0102] 도 15a는 두 개의 중첩 패싯 세트를 나타낸다. 도 10a-10e에 제시된 편광 구조는 양쪽 패싯 세트에 동시에 적용

될 수 있다. 편광기 효율은 도 15a에 도시된 바와 같이 200A 및 202A에 의해 하나는 P 편광으로 하나는 S 편광으로 설정함으로써 양쪽 편광으로부터의 반사를 평행에 가깝게 조작함으로써 개선된다. 도 15b는 편광 방향(200B 및 202B)의 오버레이 및 결합된 편광을 차단하기위한 바람직한 편광 방향을 나타낸다.

[0103] 대안적으로, 편광기는 지배적인 반사를 생성하는 패싯에 수직(또는 평행)으로 설정될 수 있다.

[0104] 도 16a는 두 세트의 패싯을 갖는 도파관을 나타내며, 여기서 패싯의 기울어진 세트(slanted set)(220)는 주입된 이미지의 수직 개구 확장을 위해 사용되고, 패싯의 수직 세트(222)는 수평 확장을 위해 사용된다. 패싯(220)은 도파관의 외부 패싯에 대해 기울어 질 수 있다. 이 경우, 단일 패싯 반사는 일반적으로 도 6에 설명된 바와 같이 뒤에서 이루어진다. 그러나, 패싯들(220)이 도광체의 외부 면들에 대해 수직이거나(또는 직각에 가까움), 도 16b의 화살표로 도시된 바와 같이, 도파관의 전방 방향으로부터 단일 반사가 발생할 수 있다.

[0105] 도 16c는 일반적인 반사각(224) 및 전면 단일 반사의 각도(226)을 갖는 일반적인 패싯 코팅(반사율은 대략 또는 정확하게 수직한 패싯을 갖는 3c에 의해 기술 된 바와 같음)의 반사율을 나타낸다(도 16b). 후면 반사(back reflections)는 수직에 더 가까운 각도(224)로 있는 경향이 있으며, 여기서 유전체 코팅은 편광들 사이에서 낮은 분화(differentiation)를 가지지만, 전면 반사 각도(226)는 높은 분화를 가진다. 따라서, 본 발명의 양태에 따르면, 편광기(228)는 도파관의 전방에 배치되어 상당한 단일 정면 반사를 야기하는 편광을 여과한다.

[0106] 일부 코팅은 와이어 그리드(wire-grid) 또는 복굴절 유전체(birefringent dielectric)(3M 기준)와 같은 수직 각도에서도 고유한 편광 선택성을 갖는다. 이 경우, 효과적인 반사 감쇠를 달성하기 위해 측면 편광기(도 10d의 160S)가 유리하게 사용될 수 있다.

[0107] 패싯의 상이한 배향은 상이한 편광을 갖는 반사를 생성하기 때문에, 편광기(228)는 220의 전방 및 222의 전방에서 상이한 배향을 갖도록 설계될 수 있다. 선택적으로, 날카로운 경계(sharp boundary)를 피하기 위해 2개의 바람직한 편광 배향들 사이에서 점진적으로 전이(gradually transitions)하는 비선형 편광기가 사용될 수 있다.

[0108] 반사는 하나 이상의 패싯 세트에 의해 다중 반사로부터 시작될 수 있다. 예를 들어, 도 12a에서 반사는 패싯(68A)에 의한 반사 후 일정 정도의 선형 편광을 가질 수 있고 패싯(64A)에 의한 반사 후 임의의 편광으로 변화될 수 있다. 이 경우 반사의 특정 편광이 계산되어야 하고 비선형 편광기를 도파관과 함께 사용되어야 한다. 이는 선형 편광기를 갖는 파장판(wave-plate) 또는 다른 복굴절 재료를 포함 할 수 있다.

[0109] 눈에 충돌하는 반사의 광학적 특성은 도파관을 통해 변경될 수 있다. 따라서, 전술한 방법론은 관찰자의 시야 전체에 걸쳐 반사 억제를 달성하기 위해 도파관을 가로질러 불균일하게 사용될 수 있다. 여기에는 다음을 포함하지만 이에 한정되는 것은 아니다.

[0110] - 가변 편광기

[0111] - 가변 파장판

[0112] - 평행 및 비평행 패싯의 가변 코팅

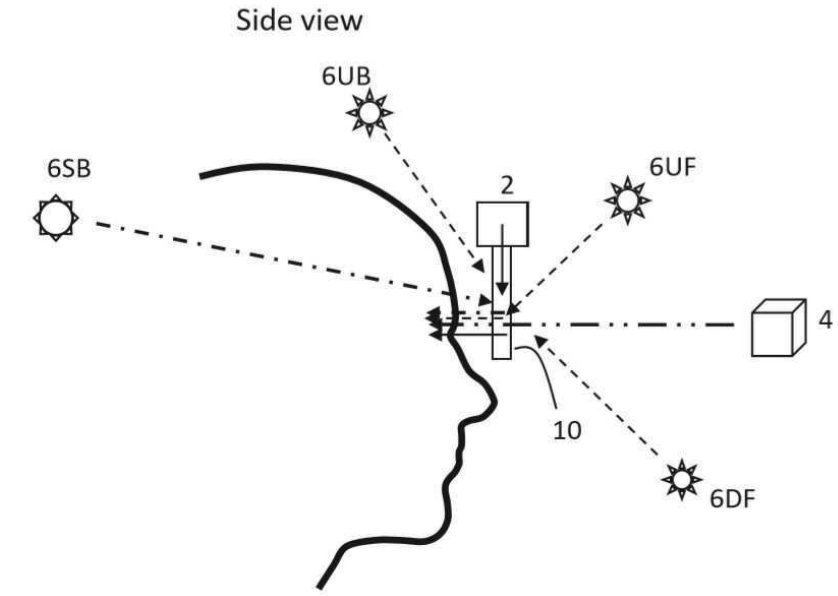
[0113] - 투과율과 편광을 변화시키기 위한 도파관의 외부면의 가변 코팅

[0114] 전술한 모든 설명에서 탑다운 구성은 측면과 동일하고 구성 및 수직 패싯은 수평과 동일하다. 즉, 배열는 일반적으로 상호 교환 가능하고; 시스템을 90도 회전시킬 수 있다. 이는 배플, 코팅 및 편광을 포함한다.

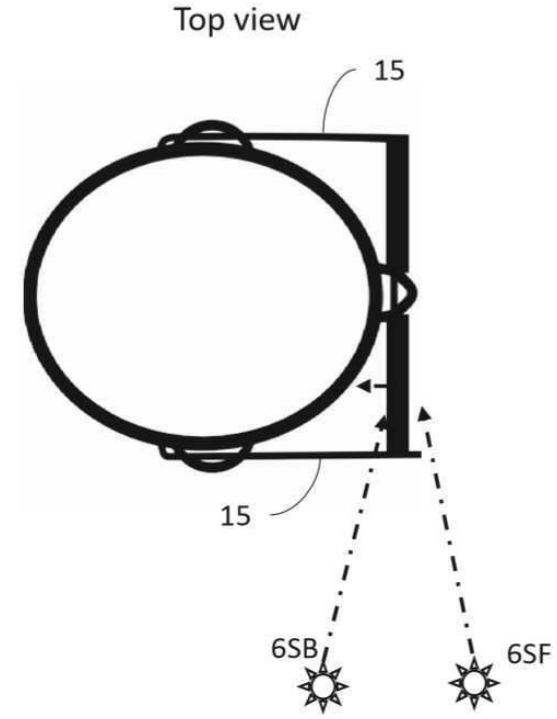
[0115] 전술한 설명은 단지 예시로서 의도된 것이며, 첨부된 청구 범위에 정의된 바와 같이 본 발명의 범위 내에서 많은 다른 실시예가 가능하다는 것이 이해 될 것이다.

도면

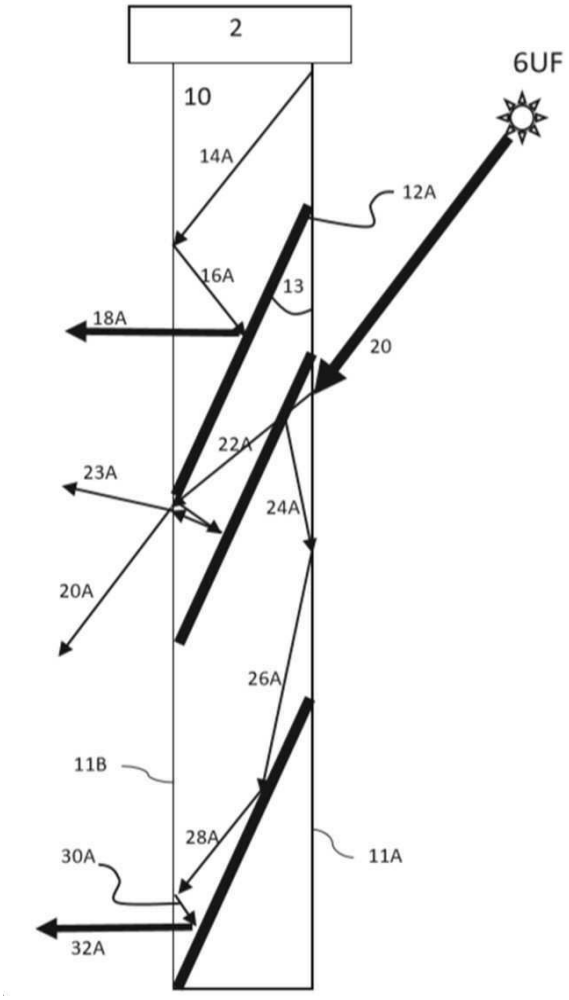
도면1a



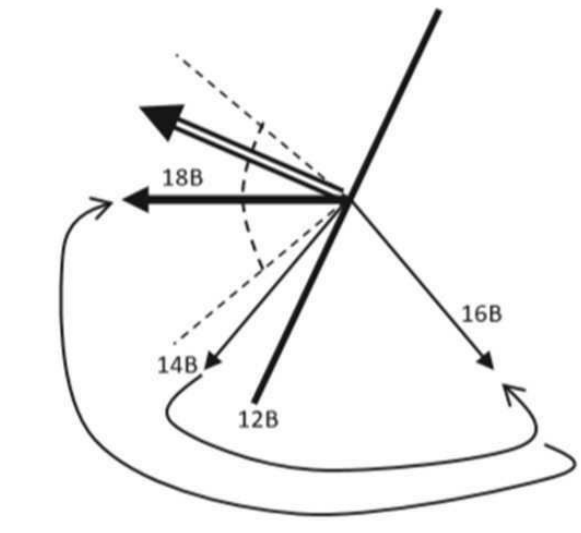
도면1b



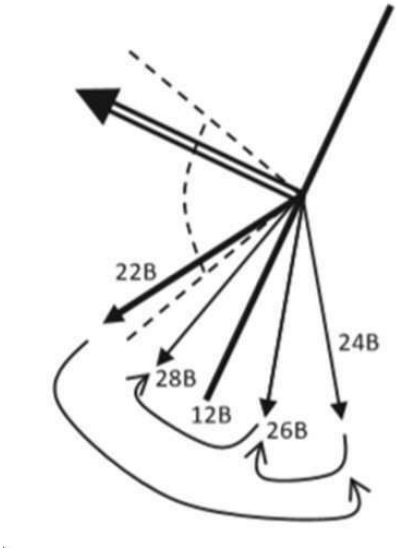
도면2a


2
6UF
10
14A
12A
16A
13
18A
20
22A
23A
24A
20A
26A
11B
28A
11A
30A
32A

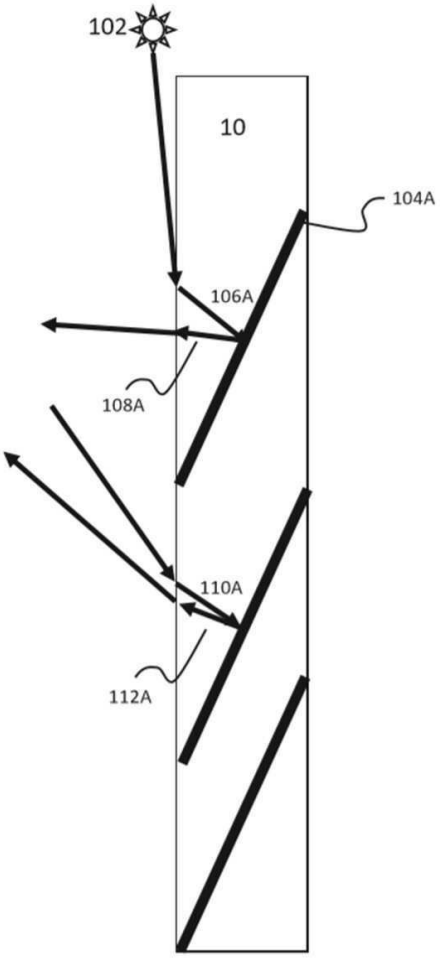
도면2b


18B
16B
14B
12B

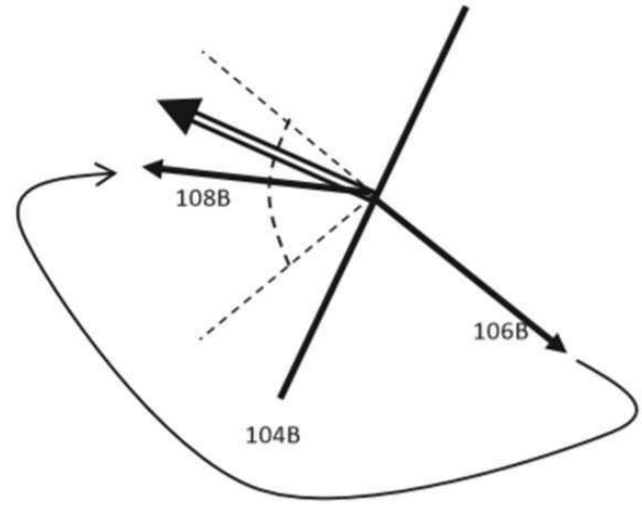
도면2c



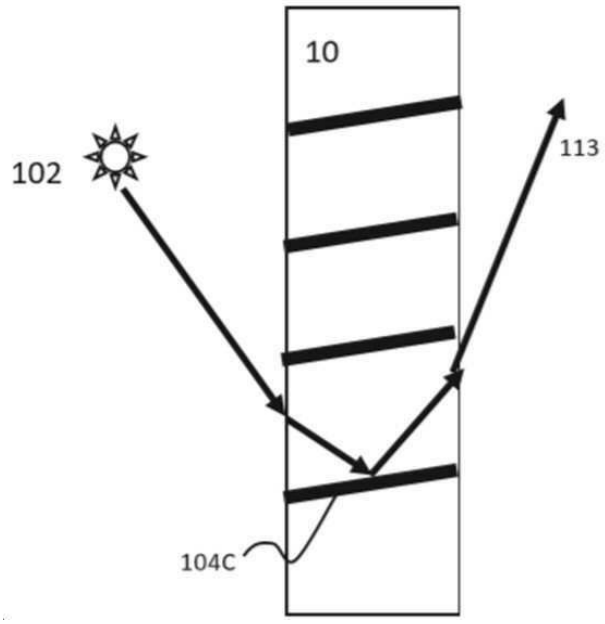
도면3a



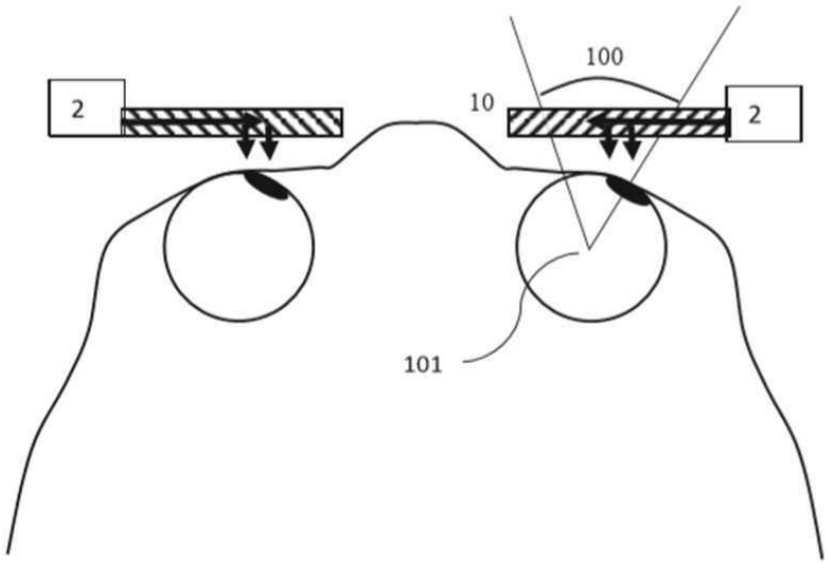
도면3b



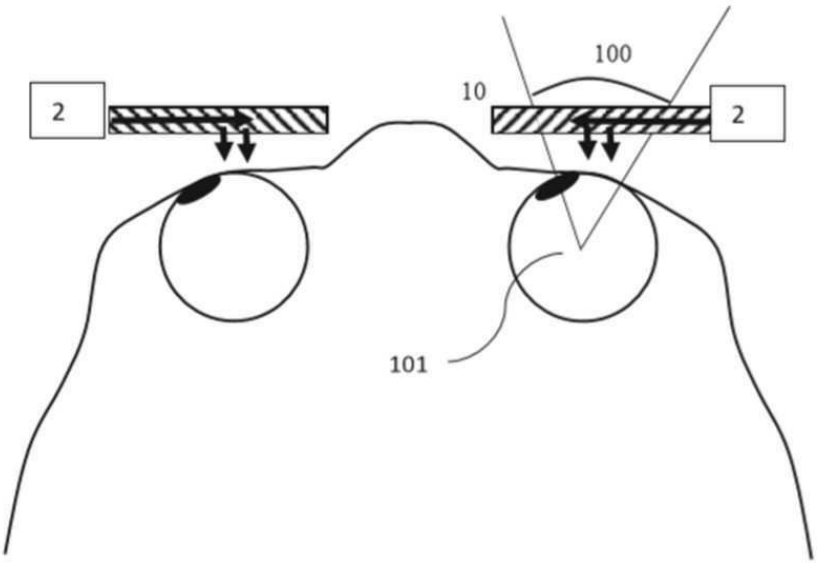
도면3c



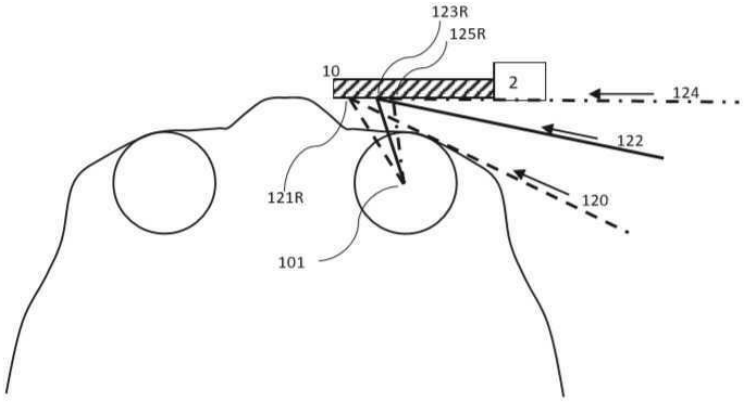
도면4



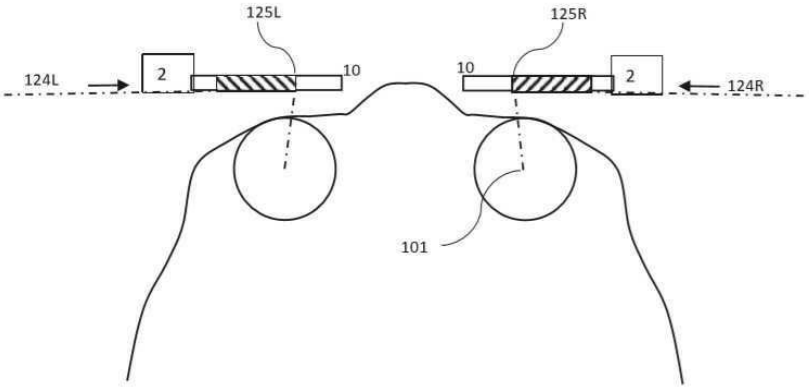
도면5



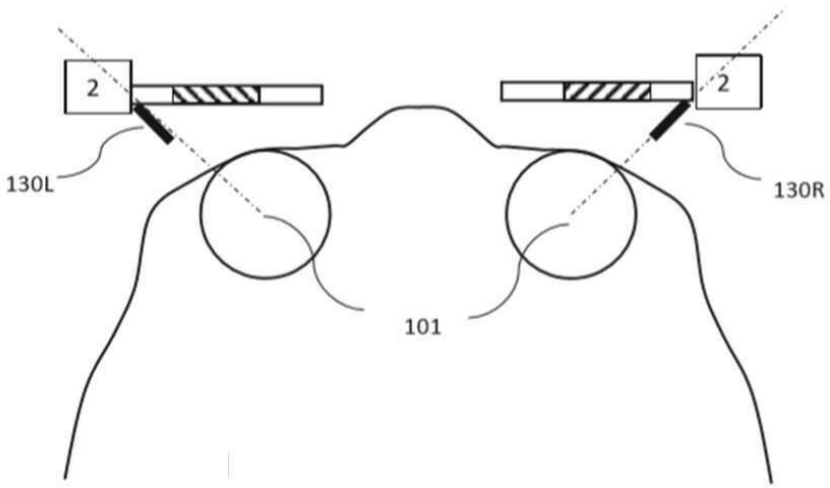
도면6


123R
125R
10
2
124
122
120
121R
101

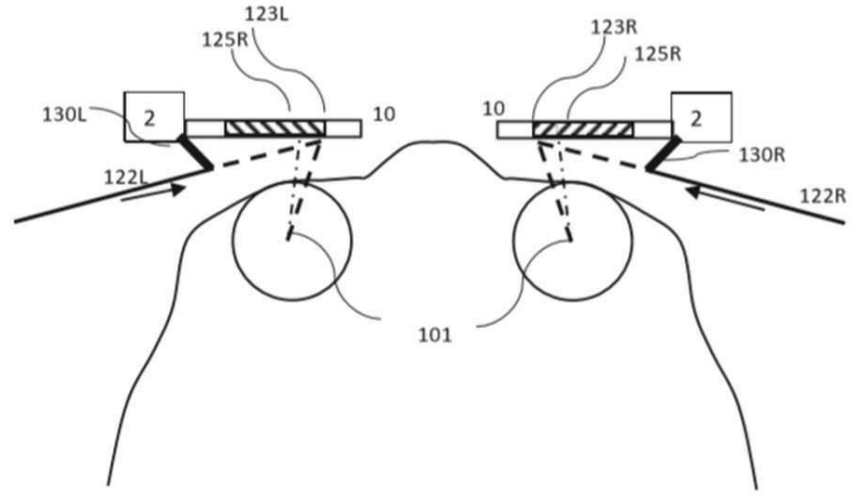
도면7


125L
125R
124L
2
10
10
2
124R
101

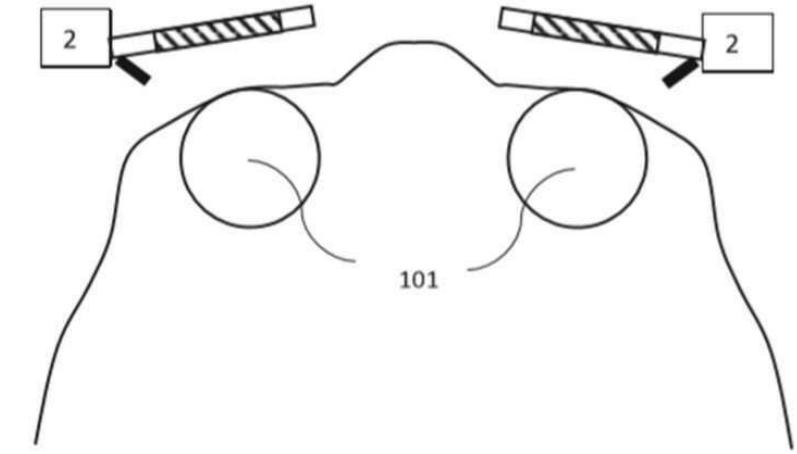
도면8a


2
2
130L
130R
101

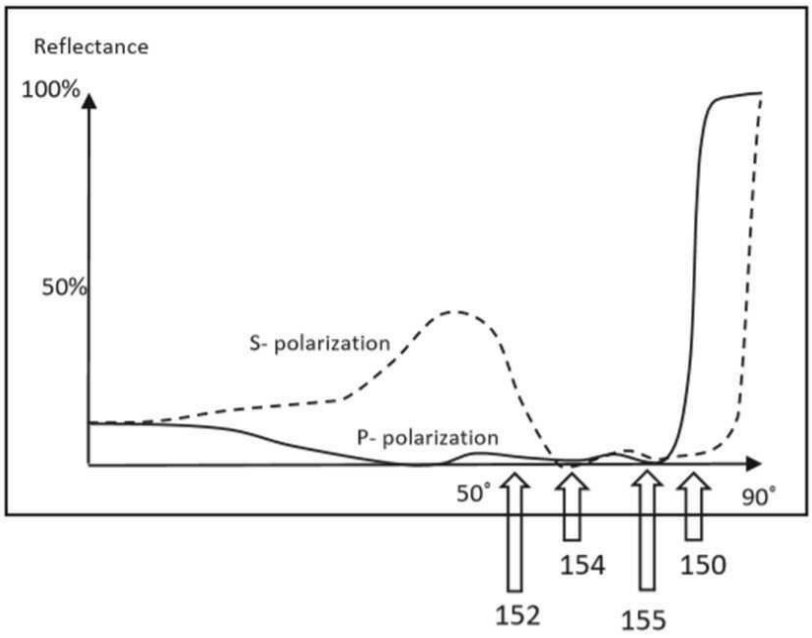
도면8b



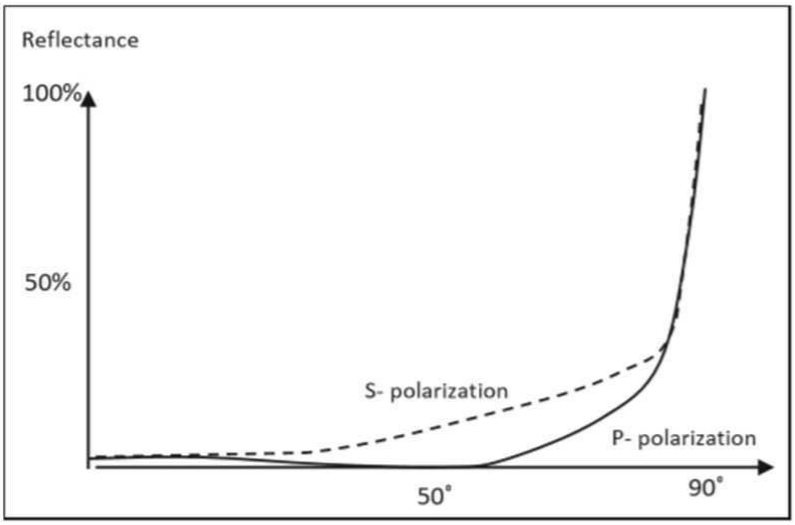
도면8c



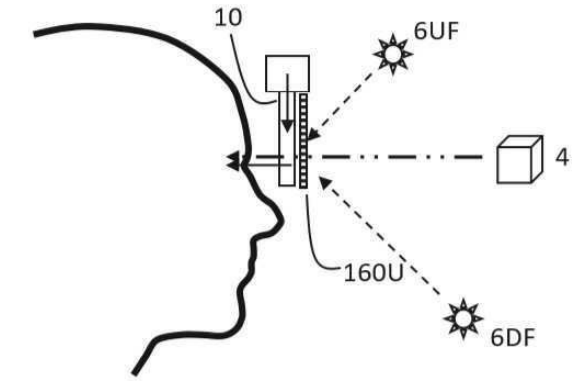
도면9a


Reflectance
100%
50%
S- polarization
P- polarization
50°
90°
152
154
155
150

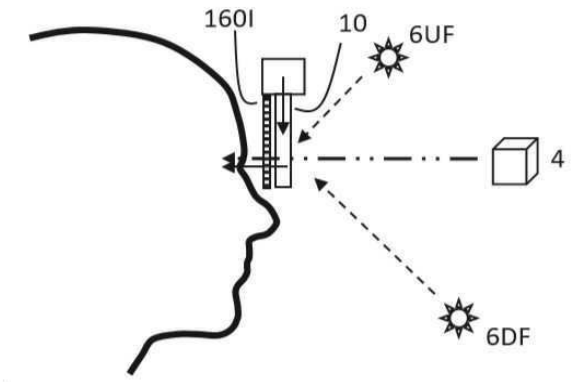
도면9b


Reflectance
100%
50%
S- polarization
P- polarization
50°
90°

도면10a



도면10b



도면10c

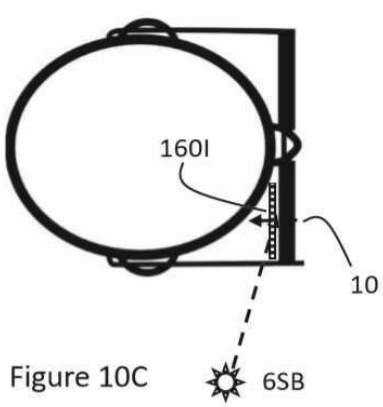


Figure 10C

도면10d

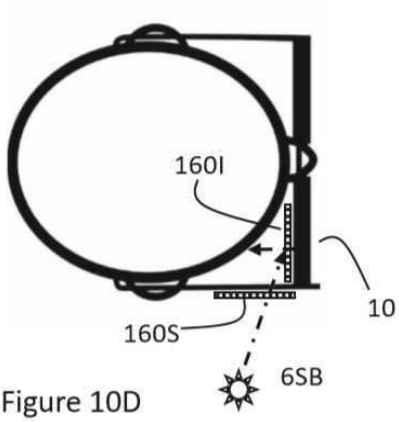


Figure 10D

도면10e

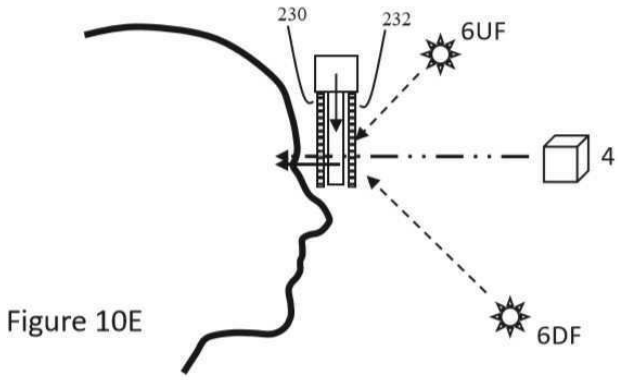
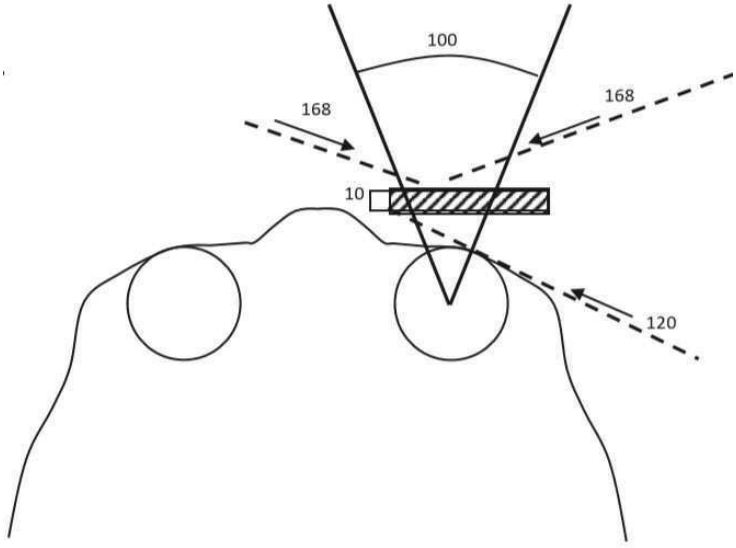
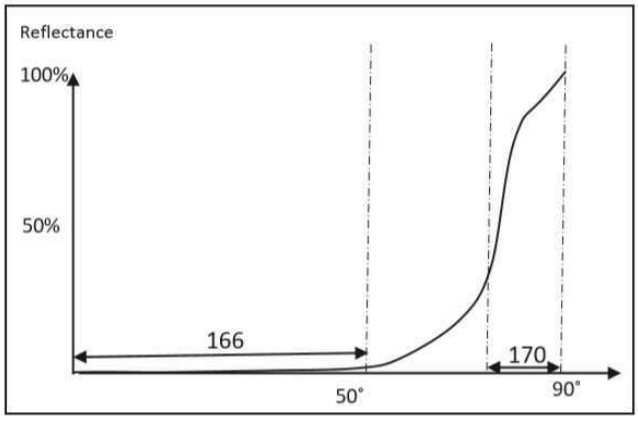


Figure 10E

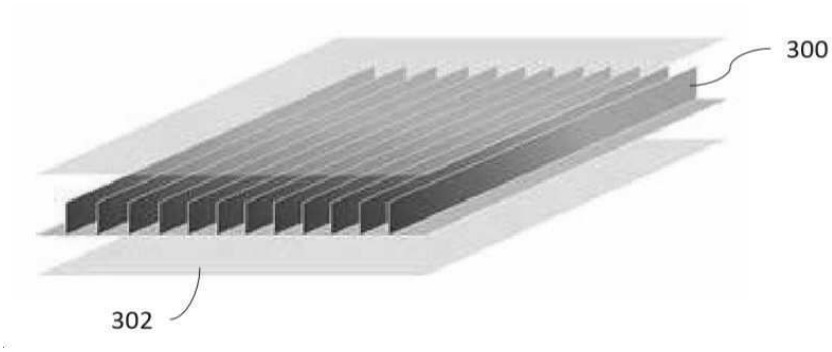
도면11



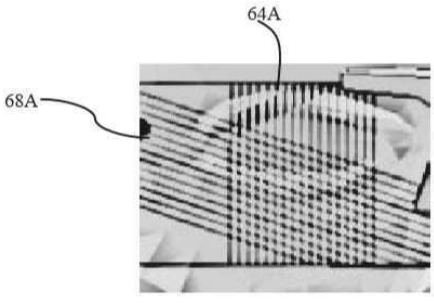
도면12



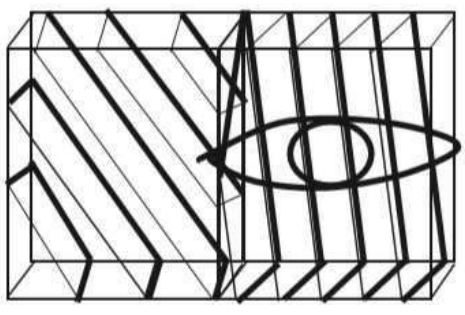
도면13



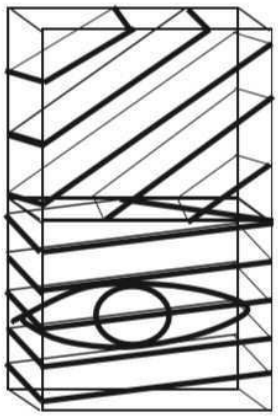
도면14a



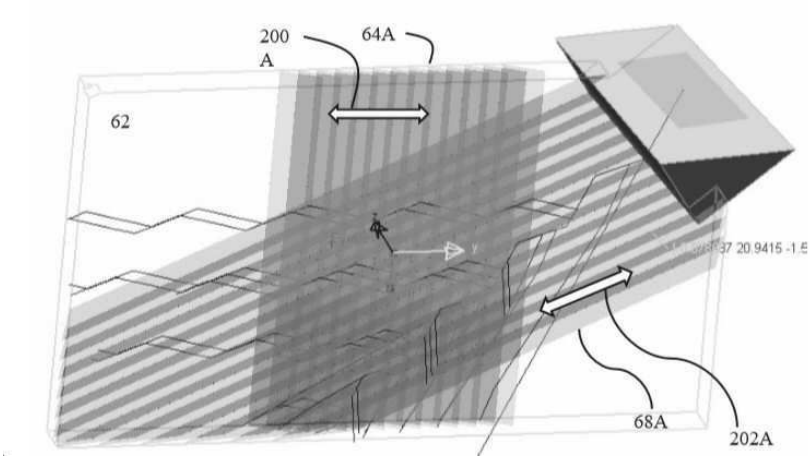
도면14b



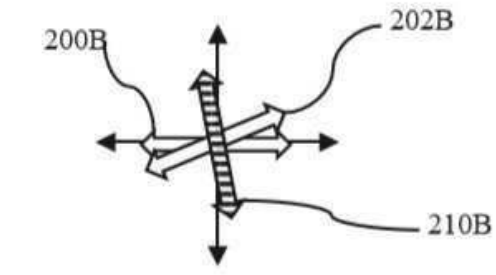
도면14c



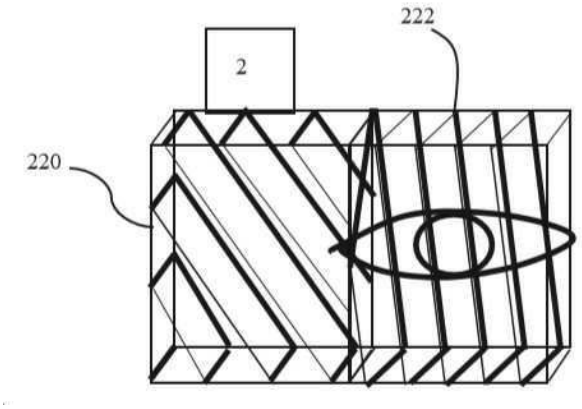
도면15a



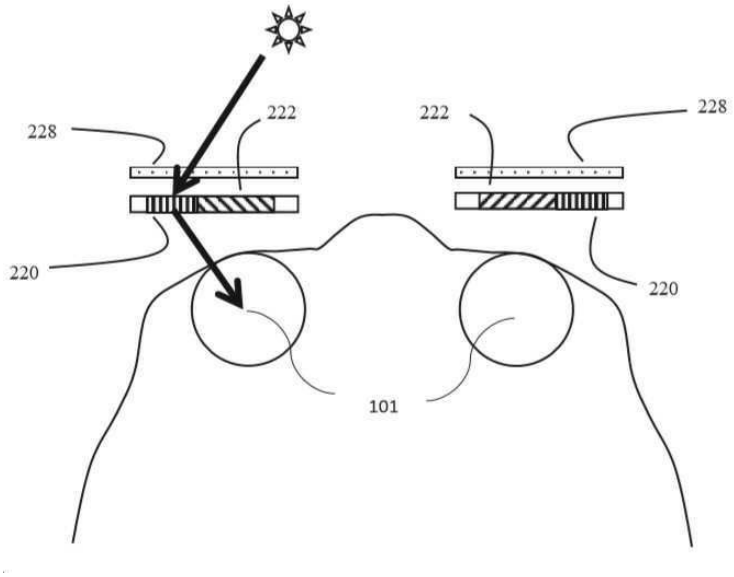
도면15b



도면16a



도면16b



도면16c

