



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0021086
(43) 공개일자 2018년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/28 (2006.01) G02B 27/01 (2006.01)
G02B 27/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/283 (2013.01)
G02B 27/0172 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7001779
(22) 출원일자(국제) 2016년06월17일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년01월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/038028
(87) 국제공개번호 WO 2017/003719
국제공개일자 2017년01월05일
(30) 우선권주장
62/186,944 2015년06월30일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
오더커크 앤드루 제이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
원 조성
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

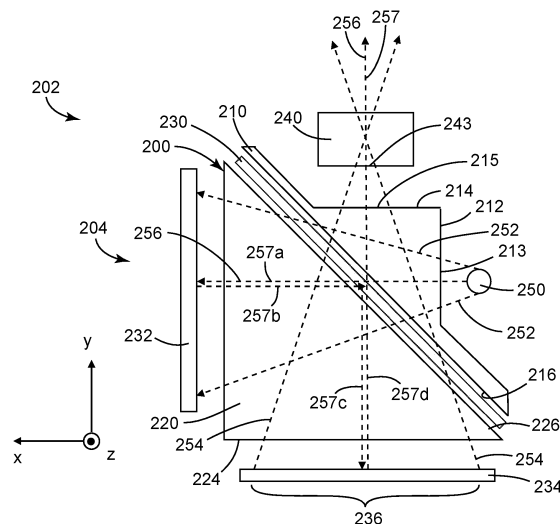
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 조명기

(57) 요약

접힌 광 경로 조명기(folded light path illuminator)가 제공된다. 조명기는 입력 면, 출력 면 및 이미지 면(imager face)을 갖는 편광 빔 스플리터, 입력 면에 인접하게 배치되고 입력 면 상의 입력 활성 영역을 한정하는 광원, 및 광원으로부터 방출된 광을 수신하고 패턴화된 광 - 이는 수렴 패턴화된 광(converging patterned light)일 수 있음 - 을 방출하기 위해 이미지 면에 인접하게 배치된 이미지 형성 디바이스를 포함할 수 있다. 이미지 형성 디바이스는 출력 면 상의 출력 활성 영역을 한정하는 가장 큰 이미지 영역을 가질 수 있다. 입력 활성 영역 및 출력 활성 영역 중 하나 또는 둘 모두는 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작을 수 있다. 편광 빔 스플리터는 제1 및 제2 프리즘들을 포함할 수 있고, 제1 프리즘의 체적은 제2 프리즘의 체적의 절반 이하일 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G02B 27/126 (2013.01)

G02B 2027/0178 (2013.01)

(72) 발명자

맥다월 에린 에이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

윙 티머시 엘

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

보해넌 캔디 엠

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

조명기로서,

편광 빔 스플리터 - 편광 빔 스플리터는,

입력 면, 출력 면 및 제1 빔면을 갖는 제1 프리즘;

이미저 면(imager face) 및 제2 빔면을 갖는 제2 프리즘 -

제2 빔면은 제1 빔면에 인접하게 배치됨 -; 및

제1 빔면과 제2 빔면 사이에 배치된 반사 편광기를 포함함 -;

입력 면에 인접하게 배치되고 입력 면 상의 입력 활성 영역을 한정하는 광원; 및

광원으로부터 방출된 광을 수신하고 패턴화된 광을 방출하기 위해 이미저 면에 인접하게 배치된 이미지 형성 디바이스 - 이미지 형성 디바이스는 가장 큰 이미지 영역을 가지며, 가장 큰 이미지 영역은 출력 면 상의 출력 활성 영역을 한정함 - 를 포함하며,

입력 활성 영역 및 출력 활성 영역 중 하나 또는 둘 모두는 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기.

청구항 2

조명기로서,

편광 빔 스플리터,

편광 빔 스플리터의 제1 표면에 인접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트 - 제1 반사 컴포넌트는 가장 큰 활성 영역을 가짐 -; 및

제1 표면의 반대편인 편광 빔 스플리터의 제2 표면에 인접하게 배치된 렌즈 - 렌즈는 제1 반사 컴포넌트에 의해 방출된 광을 수신함 - 를 포함하며,

가장 큰 활성 영역은 렌즈의 가장 큰 수용 영역을 한정하고, 가장 큰 수용 영역은 가장 큰 활성 영역의 약 절반 이하인, 조명기.

청구항 3

광원, 광원과 광학적으로 연결되는 반사 편광기, 및 반사 편광기와 광학적으로 연결되는 렌즈를 포함하는 조명기로서, 반사 편광기는 반사 편광기를 전체적으로 포함하는 가장 작은 가상 직육면체를 한정하고 광원에 의해 방출된 중심 광선에 수직인 표면을 가지며, 광원의 적어도 일부분 또는 렌즈의 적어도 일부분은 가상 직육면체 내부에 배치되는, 조명기.

청구항 4

제3항에 있어서,

제1 및 제2 면들을 갖고 제1 빔면을 갖는 제1 프리즘, 및

제3 및 제4 면들 및 제2 빔면을 갖는 제2 프리즘을 추가로 포함하며,

제3 면은 제1 면의 반대편에 있고, 제4 면은 제2 면의 반대편에 있으며, 반사 편광기는 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 그리고 이들에 인접하게 배치되는, 조명기.

청구항 5

편광 빔 스플리터로서,

반사 편광기,

제1 프리즘 - 제1 프리즘은 제1 체적을 갖고,

제1 면;

제1 면에 인접한 제2 면 - 제1 및 제2 면들 사이의 각도는

실질적으로 90도와 동일함 -;

각도의 반대편인 제1 빔면을 포함함 -; 및

제2 체적을 갖는 제2 프리즘 - 제2 프리즘은 제3 및 제4 면들을 갖고 제2 빔면을 갖는 직각 삼각 프리즘이며, 제2 빔면은 제1 빔면에 인접하게 배치되고, 제1 및 제2 빔면들은 실질적으로 동일한 표면적을 갖고, 제3 면은 제1 면의 반대편에 있고 제1 면과 실질적으로 평행하며, 제4 면은 제2 면의 반대편에 있고 제2 면과 실질적으로 평행함 - 을 포함하며,

반사 편광기는 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 배치되고,

제1 체적은 제2 체적의 약 절반 이하인, 편광 빔 스플리터.

청구항 6

광원으로부터 광을 수신하도록 구성되고 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축 (folded optical axis)을 중심으로 위치되는 편광 빔 분리 시스템으로서, 편광 빔 분리 시스템은,

광축에 실질적으로 수직인 입력 표면 - 광은 입력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에 들어감 -;

반사 편광기 - 광축은 입력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이(d1)를 가짐 -;

광축에 실질적으로 수직인 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d2)를 가짐 -;

광축에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d3)를 가짐 -; 및

광축에 실질적으로 수직인 출력 면을 포함하며,

광은 출력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에서 나오고, 광축은 출력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이(d4)를 가지며, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 제2 반사 컴포넌트는 그에 입사되는 광을 변조하도록 구성되는, 편광 빔 분리 시스템.

청구항 8

광원으로부터 광을 수신하도록 구성되고 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치되는 편광 빔 분리 시스템으로서, 편광 빔 분리 시스템은,

광축에 실질적으로 수직인 입력 표면 - 광은 입력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에 들어감 -;

가장 큰 측방향 치수(d5)를 갖는 반사 편광기 - 광축은 입력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이(d1)를 가짐 -;

광축에 실질적으로 수직인 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d2)를 가짐 -;

광축에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d3)를 가짐 -; 및

광축에 실질적으로 수직인 출력 면 - 광은 출력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에서 나오고, 광축은 출력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이(d4)를 가짐 - 을 포함하며,

d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d5/4보다 작은, 편광 빔 분리 시스템.

청구항 9

광원, 렌즈, 및 광원으로부터 광을 수신하고 렌즈를 통하여 광을 출력하도록 구성된 편광 빔 분리 시스템을 포함하는 조명기로서, 편광 빔 분리 시스템은 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치되며, 편광 빔 분리 시스템은,

반사 편광기 - 광축은 광원과 반사 편광기 사이에서 길이(d_1)를 가짐 -;

광축에 실질적으로 수직이고, 광원의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_2)를 가짐 -; 및

광축에 실질적으로 수직이고, 렌즈의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_3)를 가짐 - 를 포함하며,

광축은 렌즈와 반사 편광기 사이에서 길이(d_4)를 갖고, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작은, 조명기.

청구항 10

광원, 렌즈, 및 광원으로부터 광을 수신하고 렌즈를 통하여 광을 출력하도록 구성된 편광 빔 분리 시스템을 포함하는 조명기로서, 편광 빔 분리 시스템은 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치되며, 편광 빔 분리 시스템은,

가장 큰 측방향 치수(d_5)를 갖는 반사 편광기 - 광축은 광원과 반사 편광기 사이에서 길이(d_1)를 가짐 -;

광축에 실질적으로 수직이고, 광원의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_2)를 가짐 -; 및

광축에 실질적으로 수직이고, 렌즈의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_3)를 가짐 - 를 포함하며,

광축은 렌즈와 반사 편광기 사이에서 길이(d_4)를 갖고, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 $d_5/4$ 보다 작은, 조명기.

청구항 11

광원, 반사 편광기, 제1 반사 컴포넌트, 제2 반사 컴포넌트 및 렌즈를 포함하는 조명기로서, 조명기는, 광원에 의해 방출된 중심 광선이 순차적으로, 반사 편광기를 통과하고, 제1 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기로부터 제2 반사 컴포넌트를 향해 반사되고, 제2 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기를 통과하고, 이어서 렌즈를 통하여 조명기에서 나오도록 구성되는, 조명기.

청구항 12

반사 편광기를 포함하고, 반사 편광기를 향해 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 갖는 편광 빔 분리 시스템으로서, 접힌 광축은,

중첩되는 제1 및 제2 세그먼트들 - 광학 경로는 제1 방향을 갖는 제1 세그먼트를 따르며, 광학 경로는 제1 방향과 반대인 제2 방향을 갖는 제2 세그먼트를 따름 -; 및

중첩되는 제3 및 제4 세그먼트들 - 광학 경로는 제3 방향을 갖는 제3 세그먼트를 따르며, 광학 경로는 제3 방향과 반대인 제4 방향을 갖는 제4 세그먼트를 따름 - 을 포함하며,

제1 방향과 제3 방향은 실질적으로 직교하는, 편광 빔 분리 시스템.

청구항 13

이미지를 투영하는 방법으로서,

편광 빔 스플리터를 통하여 반사 컴포넌트로 광을 지향시키는 단계;

광의 적어도 일부를 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사시키는 단계;

광의 적어도 일부를 편광 빔 스플리터로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사시키는 단계; 및

광의 적어도 일부를 이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패턴화된 광(converging patterned light)으로서 반사시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 14

이미지를 투영하는 방법으로서,

접힌 광 경로 조명기를 통하여 이미지 형성 디바이스 상으로 광 빔을 지향시키는 단계; 및

이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패턴화된 광을 반사시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 접힌 광 경로 조명기는 광원, 반사 편광기, 반사 컴포넌트 및 렌즈를 포함하며, 조명기는, 광원에 의해 방출된 중심 광선이 순차적으로, 반사 편광기를 통과하고, 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사되고, 이미지 형성 디바이스로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기를 통과하고, 이어서 렌즈를 통하여 조명기에서 나오도록 구성되는, 방법.

발명의 설명

배경 기술

[0001] 프로젝션 시스템은 광원, 및 광원에 의해 제공된 광의 편광을 회전시킴으로써 동작하여 이미지를 생성하는 편광-회전 이미지-형성 디바이스를 포함할 수 있다. 직교 편광 상태들을 갖는 광을 분리하기 위해 편광 빔 스플리터가 포함될 수 있다.

발명의 내용

[0002] 본 명세서의 일부 양태들에서, 편광 빔 스플리터, 광원 및 이미지 형성 디바이스를 포함하는 조명기가 제공된다. 편광 빔 스플리터는 입력 면, 출력 면 및 제1 빔면을 갖는 제1 프리즘; 이미지 면(imager face) 및 제2 빔면을 갖는 제2 프리즘 - 제2 빔면은 제1 빔면에 인접하게 배치됨 -; 및 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 배치된 반사 편광기를 포함한다. 광원은 입력 면에 인접하게 배치되고 입력 면 상의 입력 활성 영역을 한정한다. 이미지 형성 디바이스는 광원으로부터 방출된 광을 수신하고 패턴화된 광을 방출하기 위해 이미지 면에 인접하게 배치된다. 이미지 형성 디바이스는 출력 면 상의 출력 활성 영역을 한정하는 가장 큰 이미지 영역을 갖는다. 입력 활성 영역 및 출력 활성 영역 중 하나 또는 둘 모두는 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작다.

[0003] 본 명세서의 일부 양태들에서, 편광 빔 스플리터, 편광 빔 스플리터의 제1 표면에 인접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트, 및 제1 표면의 반대편인 편광 빔 스플리터의 제2 표면에 인접하게 배치된 렌즈를 포함하는 조명기가 제공된다. 제1 반사 컴포넌트는 가장 큰 활성 영역을 갖고, 렌즈는 제1 반사 컴포넌트에 의해 방출된 광을 수신한다. 가장 큰 활성 영역은 가장 큰 활성 영역의 약 절반 이하인 렌즈의 가장 큰 수용 영역을 한정한다.

[0004] 본 명세서의 일부 양태들에서, 광원, 광원과 광학적으로 연결되는 반사 편광기, 및 반사 편광기와 광학적으로 연결되는 렌즈를 포함하는 조명기가 제공된다. 반사 편광기는, 반사 편광기를 전체적으로 포함하고 광원에 의해 방출된 중심 광선에 수직인 표면을 갖는 가장 작은 가상 직육면체를 한정한다. 광원의 적어도 일부분 또는 렌즈의 적어도 일부분은 가상 직육면체 내부에 배치된다.

[0005] 본 명세서의 일부 양태들에서, 반사 편광기, 제1 체적을 갖는 제1 프리즘, 및 제2 체적을 갖는 제2 프리즘을 포함하는 편광 빔 스플리터가 제공된다. 제1 체적은 제2 체적의 약 절반 이하이다. 제1 프리즘은 제1 면, 제1 면에 인접하며 제1 및 제2 면들 사이의 각도가 90도와 실질적으로 동일한 제2 면, 및 각도의 반대편인 제1 빔면을 포함한다. 제2 프리즘은 제3 및 제4 면들 및 제2 빔면을 포함한다. 제2 빔면은 제1 빔면에 인접하게 배치되고, 제1 및 제2 빔면들은 실질적으로 동일한 표면적을 갖는다. 제3 면은 제1 면의 반대편에 있고 제1 면과 실질적으로 평행하고, 제4 면은 제2 면의 반대편에 있고 제2 면과 실질적으로 평행하다. 반사 편광기는 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 배치된다.

[0006] 본 명세서의 일부 양태들에서, 광원으로부터 광을 수신하도록 구성되고 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학

경로에 의해 한정된 접힌 광축(folded optical axis)을 중심으로 위치되는 편광 빔 분리 시스템이 제공된다. 편광 빔 분리 시스템은 광축에 실질적으로 수직인 입력 표면, 반사 편광기, 광축에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트, 및 광축에 실질적으로 수직인 출력 면을 포함한다. 광은 입력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에 들어가고, 출력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에서 나온다. 광축은 입력 표면과 반사 편광기 사이의 길이(d1), 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d2), 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d3), 및 출력 표면과 반사 편광기 사이의 길이(d4)를 갖는다. d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작다.

[0007] 본 명세서의 일부 양태들에서, 광원으로부터 광을 수신하도록 구성되고 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치되는 편광 빔 분리 시스템이 제공된다. 편광 빔 분리 시스템은 광축에 실질적으로 수직인 입력 표면, 가장 큰 측방향 치수(d5)를 갖는 반사 편광기, 광축에 실질적으로 수직인 제1 반사 컴포넌트, 광축에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트, 및 광축에 실질적으로 수직인 출력 면을 포함한다. 광은 입력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에 들어가고, 출력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에서 나온다. 광축은 입력 표면과 반사 편광기 사이의 길이(d1), 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d2), 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d3), 및 출력 표면과 반사 편광기 사이의 길이(d4)를 갖는다. d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d5/4보다 작다.

[0008] 본 명세서의 일부 양태들에서, 광원, 렌즈, 및 광원으로부터 광을 수신하고 렌즈를 통하여 광을 출력하도록 구성된 편광 빔 분리 시스템을 포함하는 조명기가 제공된다. 편광 빔 분리 시스템은 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치된다. 편광 빔 분리 시스템은 반사 편광기, 광축에 실질적으로 수직이고 광원의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트, 및 광축에 실질적으로 수직이고 렌즈의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트를 포함한다. 광축은 광원과 반사 편광기 사이의 길이(d1), 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d2), 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d3), 및 렌즈와 반사 편광기 사이의 길이(d4)를 갖는다. d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작다.

[0009] 본 명세서의 일부 양태들에서, 광원, 렌즈, 및 광원으로부터 광을 수신하고 렌즈를 통하여 광을 출력하도록 구성된 편광 빔 분리 시스템을 포함하는 조명기가 제공된다. 편광 빔 분리 시스템은 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치된다. 편광 빔 분리 시스템은 가장 큰 측방향 치수(d5)를 갖는 반사 편광기, 광축에 실질적으로 수직이고 광원의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트, 광축에 실질적으로 수직이고 렌즈의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트를 포함한다. 광축은 광원과 반사 편광기 사이의 길이(d1), 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d2), 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이의 길이(d3), 및 렌즈와 반사 편광기 사이의 길이(d4)를 갖는다. d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d5/4보다 작다.

[0010] 본 명세서의 일부 양태들에서, 광원, 반사 편광기, 제1 반사 컴포넌트, 제2 반사 컴포넌트 및 렌즈를 포함하는 조명기가 제공된다. 조명기는, 광원에 의해 방출된 중심 광선이 순차적으로, 반사 편광기를 통과하고, 제1 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기로부터 제2 반사 컴포넌트를 향해 반사되고, 제2 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기를 통과하고, 이어서 렌즈를 통하여 조명기에서 나오도록 구성된다.

[0011] 본 명세서의 일부 양태들에서, 반사 편광기를 포함하고, 반사 편광기를 향해 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 갖는 편광 빔 분리 시스템이 제공된다. 접힌 광축은 중첩되는 제1 및 제2 세그먼트들 및 중첩되는 제3 및 제4 세그먼트들을 포함한다. 제1 세그먼트를 따른 광학 경로는 제1 방향을 갖고, 제2 세그먼트를 따른 광학 경로는 제1 방향과 반대인 제2 방향을 갖는다. 제3 세그먼트를 따른 광학 경로는 제3 방향을 갖고, 제4 세그먼트를 따른 광학 경로는 제3 방향과 반대인 제4 방향을 갖는다. 제1 방향과 제3 방향은 실질적으로 직교한다.

[0012] 본 명세서의 일부 양태들에서, 이미지를 투영하는 방법이 제공된다. 이 방법은 편광 빔 스플리터를 통하여 반사 컴포넌트로 광을 지향시키는 단계, 광의 적어도 일부를 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사시키는 단계, 광의 적어도 일부를 편광 빔 스플리터로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사시키는 단계, 및 광의 적어도 일부를 이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패턴화된 광(converging patterned light)으로서 반사시키는 단계를 포함한다.

[0013] 본 명세서의 일부 양태들에서, 이미지를 투영하는 방법이 제공된다. 이 방법은 접힌 광학 경로 조명기를 통하

여 이미지 형성 디바이스 상으로 광 빔을 지향시키는 단계, 및 이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패턴화된 광을 반사시키는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0014]

도 1은 편광 빔 스플리터의 측면도이다.

도 2는 조명기의 측면도이다.

도 3은 조명기의 측면도이다.

도 4a는 조명기의 측면도이다.

도 4b는 렌즈의 측면도이다.

도 5a 및 도 5b는 조명기의 측면도이다.

도 5c는 반사 편광기의 평면도이다.

도 6은 조명기의 개략 측면도이다.

도 7은 조명기의 개략 측면도이다.

도 8은 머리 장착형 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

하기 설명에서, 본 명세서의 일부를 형성하고 다양한 실시예들이 예시로서 도시되어 있는 첨부 도면을 참조한다. 도면은 반드시 축척대로 그려진 것은 아니다. 다른 실시예들이 고려되며 본 개시내용의 범주 또는 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적 의미로 해석되어서는 안 된다.

[0016]

때때로 프로젝션 시스템은 소형인 것이 바람직하다. 예를 들어, 핸드-헬드 피코-프로젝터 및 머리 장착형 디스플레이는 전형적으로 소형 프로젝션 시스템을 이용한다. 이러한 소형 프로젝터는 광원, 편광 빔 스플리터, 및 광원에 의해 제공된 광의 편광을 회전시킴으로써 동작하여 이미지를 생성하는 편광-회전 이미지-형성 디바이스를 포함할 수 있다. 편광 빔 스플리터는 종종 2개의 직각 삼각형 프리즘들 사이에 배치된 반사 편광기를 포함한다. 두 프리즘들은 모두 전형적으로 동일한 체적을 가지며, 편광 빔 스플리터는 전형적으로 동일한 면적을 갖는 서로 반대편에 있는 면들을 갖는다. 본 명세서에 따르면, 예를 들어, 종래의 조명기들보다 더 소형일 수 있고 프로젝션 시스템에서의 사용에 적합할 수 있는 조명기가 제공된다. 조명기는 상이한 기하학적 구조들을 갖는 제1 및 제2 프리즘들을 갖는 편광 빔 스플리터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 프리즘은 제2 프리즘보다 실질적으로 작은 체적을 가질 수 있고/있거나 제2 프리즘의 면들의 대응하는 영역들보다 실질적으로 작은 영역들을 갖는 면들을 가질 수 있다. 본 명세서의 조명기는 렌즈 및/또는 광원이 종래의 시스템들보다 반사 편광기에 더 가깝게 배치됨으로써 보다 소형의 디자인을 달성하게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 소형 디자인은 이미지 형성 디바이스로부터 렌즈로의 수렴 패턴화된 광을 제공하는 접힌 광 경로 조명기를 이용함으로써 달성될 수 있다.

[0017]

도 1은 제1 프리즘(110), 제2 프리즘(120), 및 반사 편광기(130)를 포함하는 편광 빔 스플리터(100)의 개략 측면도이다. 제1 프리즘(110)은 제1 면(112), 제2 면(114), 제1 빔면(116), 및 제1 및 제2 면들(112, 114)로부터 연장되는 부분(118)을 포함한다. 제1 빔면(116)은 부분(118)의 주 표면을 포함한다. 제2 프리즘(120)은 제3 면(122), 제4 면(124) 및 제2 빔면(126)을 포함한다. 제2 빔면(126)은 제1 빔면(116)에 인접하게 배치되고 반사 편광기(130)는 제1 빔면(116)과 제2 빔면(126) 사이에 배치된다. 편광 빔 스플리터(100)는, 편광 빔 스플리터(100)를 포함하고 예를 들어 하나 이상의 반사 컴포넌트와 같은 하나 이상의 추가 광학 컴포넌트를 포함할 수 있는 편광 빔 분리 시스템의 일부일 수 있다. 편광 빔 스플리터(100)는, 편광 빔 스플리터(100)를 포함하고 예를 들어 광원 및/또는 이미지 형성 디바이스와 같은 하나 이상의 추가 광학 컴포넌트를 포함할 수 있는 조명기의 일부일 수 있다. 조명기에서 사용될 때, 제1 면(112)은 광원으로부터 광을 수신하도록 배치된 입력 면일 수 있고, 제2 면(114)은 출력 면일 수 있으며, 제4 면(124)은 이미지 형성 디바이스에 인접하게 배치된 이미지 면일 수 있다. 다른 실시예들에서, 조명기에서 사용될 때, 제3 면(122)은 광원으로부터 광을 수신하도록 배치된 입력 면일 수 있고, 제2 면(114)은 출력 면일 수 있으며, 제4 면(124)은 이미지 형성 디바이스에 인접하게 배치

된 이미지 면일 수 있다.

- [0018] 제2 면(114)은 제1 및 제2 면들(112, 114) 사이에 각도(α)를 가지면서 제1 면(112)에 인접한다. 각도(α)는 예를 들어, 80도 내지 100도일 수 있거나, 90도와 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있다. 제4 면(124)은 제3 및 제4 면들(122, 124) 사이에 각도(β)를 가지면서 제3 면(122)에 인접한다. 각도(β)는 예를 들어, 80도 내지 100도일 수 있거나, 90도와 동일하거나 실질적으로 동일할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제3 면(122)은 제1 면(112)의 반대편에 있고 제1 면(112)과 실질적으로 평행하다. 일부 실시예들에서, 제4 면(124)은 제2 면(114)의 반대편에 있고 제2 면(114)과 실질적으로 평행하다. 일부 실시예들에서, 제2 프리즘(120)은 실질적으로 직각 삼각형 프리즘이다. 일부 실시예들에서, 제1 및 제2 빔면들(116, 126)은 실질적으로 동일한 표면적을 갖는다.
- [0019] 반사 편광기와 제4 면(124) 사이의 각도(γ)는 예를 들어, 약 30도 또는 약 40도 내지 약 50도 또는 약 60도의 범위 내에 있을 수 있다. 본 명세서의 다른 곳에서 기술된 바와 같이, 편광 빔 스플리터(100)를 포함하는 조명기는 제4 면(124)과 실질적으로 평행한 세그먼트를 갖는 접힌 광축을 가질 수 있고 제4 면(124)에 실질적으로 수직인 다른 세그먼트를 가질 수 있다. 광축과 반사 편광기 사이의 각도는 각도(γ)와 동일할 수 있거나 90도 마이너스 γ 와 동일할 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사 편광기와 광축 사이의 각도는 약 40도 내지 약 60도 사이이다.
- [0020] 일부 실시예들에서, 제1 프리즘(110)은 제1 체적을 갖고, 제2 프리즘(120)은 제2 체적을 가지며, 제1 체적은 제2 체적의 약 절반 이하이다. 일부 실시예들에서, 제1 체적은 제2 체적의 35 퍼센트 미만, 또는 40 퍼센트 미만, 또는 50 퍼센트 미만, 또는 60퍼센트 미만이다.
- [0021] 일부 실시예들에서, 제1 면(112)은, 가장 큰 영역(제1 면(112)의 전체 면적)이 제3 면(122)의 가장 큰 영역(제3 면(122)의 전체 면적)의 약 절반보다 작고/작거나 제4 면(124)의 가장 큰 영역(제4 면(124)의 전체 면적)의 약 절반보다 작다. 일부 실시예들에서, 제1 면(112)의 가장 큰 영역은 제3 면(122)의 가장 큰 영역의 60 퍼센트 미만, 또는 50 퍼센트 미만, 또는 40 퍼센트 미만, 또는 35 퍼센트 미만이다. 일부 실시예들에서, 제1 면(112)의 가장 큰 영역은 제4 면(124)의 가장 큰 영역의 60 퍼센트 미만, 또는 50 퍼센트 미만, 또는 40 퍼센트 미만, 또는 35 퍼센트 미만이다. 일부 실시예들에서, 제2 면(114)은, 가장 큰 영역(제2 면(114)의 전체 면적)이 제3 면(122)의 가장 큰 영역(제3 면(122)의 전체 면적)의 약 절반보다 작고/작거나 제4 면(124)의 가장 큰 영역(제4 면(124)의 전체 면적)의 약 절반보다 작다. 일부 실시예들에서, 제2 면(114)의 가장 큰 영역은 제3 면(122)의 가장 큰 영역의 60 퍼센트 미만, 또는 50 퍼센트 미만, 또는 40 퍼센트 미만, 또는 35 퍼센트 미만이다. 일부 실시예들에서, 제2 면(114)의 가장 큰 영역은 제4 면(124)의 가장 큰 영역의 60 퍼센트 미만, 또는 50 퍼센트 미만, 또는 40 퍼센트 미만, 또는 35 퍼센트 미만이다. 일부 실시예들에서, 제1 면(112)의 가장 큰 영역 및 제2 면(114)의 가장 큰 영역 각각은 제3 면(122)의 가장 큰 영역 및 제4 면(124)의 가장 큰 영역 중 작은 것의 약 절반보다 작다.
- [0022] 도 1에서의 프리즘들 및 반사 편광기는 도시의 명확성을 위해 이격되어 도시된다. 그러나, 다양한 컴포넌트들이 예를 들어 광학적으로 투명한 접착제를 통하여 부착되거나 직접 접촉될 수 있음을 이해해야 한다. 일부 실시예들에서, 반사 편광기(130)는 광학적으로 투명한 접착제(들)를 통하여 제1 및 제2 프리즘들(110, 120) 중 하나 또는 둘 모두에 접합된다.
- [0023] 반사 편광기(130)는 예를 들어 중합체 다층 반사 편광기, 와이어 그리드 편광기, 맥네일(MacNeille) 반사 편광기, 또는 콜레스테릭 반사 편광기와 같은 임의의 적합한 유형의 반사 편광기일 수 있다. 적합한 중합체 다층 반사 편광기들은 예를 들어 미국 특허 제5,882,774호(Jonza 등) 및 미국 특허 제6,609,795호(Weber 등)에 기술되어 있으며, 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)(미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 입수가능한 어드밴스드 편광 필름(Advanced Polarizing Film, APF)을 포함한다.
- [0024] 제1 및 제2 프리즘들(110, 120)은 예를 들어 유리, 세라믹 또는 광학 플라스틱(예를 들어, 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)와 같은 아크릴레이트, 환형 올레핀, 또는 다른 중합체)과 같은 임의의 적합한 재료들로 제조될 수 있다. 제1 및 제2 프리즘들은 예를 들어 성형, 기계 가공, 연삭 및/또는 연마와 같은 임의의 적합한 공정에 의해 제조될 수 있다. 선택된 재료는 낮은 복굴절을 가져서, 광이 제1 또는 제2 프리즘들(110, 120)을 통과함에 따라 편광 상태가 현저히 변경되지 않도록 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 반사 편광기(130)의 차단 축(block axis)을 따른 편광을 갖는 광의 약 5 퍼센트, 또는 3 퍼센트, 또는 2 퍼센트, 또는 1 퍼센트 이하가 편광 빔 스플리터(100)를 통하여 투과된다. 일부 실시예들에서, 제1 및 제2 프리즘들(110, 120)에 접합된 반사 편광기(130)의 조합된 반사율은 반사 편광기(130)에 대한 통과 축(pass axis)을 따라 편광된 광에

대해 5 퍼센트 미만, 또는 3 퍼센트 미만, 또는 2 퍼센트 미만, 또는 1 퍼센트 미만이다.

- [0025] 도 2는 편광 빔 스플리터(200) 및 제1 및 제2 반사 컴포넌트들(232, 234)을 포함하는 편광 빔 분리 시스템(204)을 포함하는 조명기(202)의 개략 측면도이다. 조명기(202)는 렌즈(240) 및 광원(250)을 추가로 포함한다. 편광 빔 스플리터(100)에 대응할 수 있는 편광 빔 스플리터(200)는 제1 및 제2 프리즘들(210, 220) 및 반사 편광기(230)를 포함한다. 제1 프리즘(210)은 입력 면(212), 출력 면(214) 및 제1 빔면(216)을 포함한다. 입력 면(212)은 입력 활성 영역(213)을 갖고, 출력 면(214)은 출력 활성 영역(215)을 갖는다. 렌즈(240)는 가장 큰 수용 영역(243)을 갖는다. 제2 프리즘(220)은 이미지 면(224) 및 제2 빔면(226)을 갖는다. 반사 편광기(230)는 제1 및 제2 빔면들(216, 226) 사이에 배치된다. 광원(250)은 제1, 제2, 제3 및 제4 세그먼트들(257a 내지 257d)을 갖는 집힌 광축(257)을 한정하는 중심 광선(256) 및 엔벨로프(252)를 갖는 광 빔을 생성한다. 제1 반사 컴포넌트(232)는 광원(250)의 반대편인 편광 빔 스플리터(200)에 인접하게 배치되고, 제2 반사 컴포넌트(234)는 렌즈(240)의 반대편인 편광 빔 스플리터(200)에 인접하게 배치된다.
- [0026] 제2 반사 컴포넌트(234)는 가장 큰 활성 영역(236)을 갖는다. 제2 반사 컴포넌트(234)는 이미지 형성 디바이스일 수 있고, 가장 큰 활성 영역(236)은 이미지 형성 디바이스의 가장 큰 이미지 영역일 수 있다. 광은 엔벨로프(254) 내에서 제2 반사 컴포넌트(234)로부터 (예를 들어, 반사됨으로써) 방출된다. 제1 및 제2 반사 컴포넌트들(232, 234) 중 하나 또는 둘 모두는 경면 반사율이 70 퍼센트 초과, 또는 80 퍼센트 초과, 또는 90 퍼센트 초과일 수 있다. 제1 및/또는 제2 반사 컴포넌트들(232, 234)은 편평하거나 하나 이상의 축에서 만곡되어 있을 수 있다.
- [0027] 일부 실시예들에서, 제2 반사 컴포넌트(234)는 그에 입사되는 광을 변조하도록 구성된다. 예를 들어, 제2 반사 컴포넌트(234)는 공간적으로 변조된 편광 상태를 갖는 광을 반사시키는 이미지 형성 디바이스일 수 있다. 제2 반사성 컴포넌트(234)는 픽셀화될 수 있고, 패턴화된 광을 생성할 수 있다. 엔벨로프(254) 내에서 제2 반사 컴포넌트(234)로부터 반사된 광은 수렴 패턴화된 광일 수 있다. 제2 반사 컴포넌트(234)로서 이용될 수 있는 적합한 이미지 형성 디바이스들은 액정 온 실리콘(Liquid Crystal on Silicon, LCoS) 디바이스들을 포함한다. LCoS 디바이스는 편평하거나 하나 이상의 축에서 만곡될 수 있다.
- [0028] 도 2에서의 다양한 컴포넌트들은 도시의 명확성을 위해 이격되어 도시된다. 그러나, 다양한 컴포넌트들이 예를 들어 광학적으로 투명한 접착제를 통하여 부착되거나 직접 접촉될 수 있음을 이해해야 한다. 일부 실시예들에서, 반사 편광기(230)는 광학적으로 투명한 접착제 층들을 사용하여 제1 및 제2 프리즘들(210, 220) 중 하나 또는 둘 모두에 부착된다. 일부 실시예들에서, 렌즈(240)는 광학적으로 투명한 접착제로 출력 면(214)에 부착된다. 일부 실시예들에서, 광원(250)은 입력 면(212)에 바로 인접할 수 있거나 광학적으로 투명한 접착제 층을 통하여 입력 면(212)에 부착될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 및/또는 제2 반사 컴포넌트들(232, 234)은 광학적으로 투명한 접착제로 제2 프리즘(220)에 부착될 수 있다.
- [0029] 집힌 광축(257)은 광원(250)으로부터 제1 반사 컴포넌트(232)로의 제1 방향(양의 x-방향)으로 연장되는 제1 세그먼트(257a), 제1 방향과 반대인 제2 방향(음의 x-방향)으로 연장되는 제2 세그먼트(257b), 제3 방향(음의 y-방향)으로 연장되는 제3 세그먼트(257c), 및 제3 방향과 반대인 제4 방향(양의 y-방향)으로 연장되는 제4 세그먼트(257d)를 포함한다. 제1 및 제2 세그먼트들(257a, 257b)은 설명을 용이하게 하기 위해 도 2에서 작은 간극을 두고 도시되어 있지만 이들은 중첩되어 있다. 유사하게, 제3 및 제4 세그먼트들(257c, 257d)은 설명을 용이하게 하기 위해 도 2에서 작은 간극을 두고 도시되어 있지만 이들은 중첩되어 있다. 제1 및 제2 방향들은 제3 및 제4 방향들에 실질적으로 직교한다. 제1 반사 컴포넌트(232)는 제1 세그먼트(257a)에 실질적으로 수직이고, 제2 반사 컴포넌트(234)는 제3 세그먼트(257c)에 실질적으로 수직이다.
- [0030] 광원(250)은 엔벨로프(252)를 갖는 광 빔을 생성하고, 이것은 조명기(202)에 의해 사용되는 광원(250)으로부터의 광으로 조명되는 입력 면(212)의 영역으로서 입력 활성 영역(213)을 한정한다. 광원(250)은 실질적으로 엔벨로프(252)의 외측에 광을 생성하지 않을 수 있거나, 또는 이러한 엔벨로프 외측에 생성되는 임의의 광은 렌즈(240)에 들어가지 않고서 조명기로부터 빠져나가는 각도로 있다.
- [0031] 광원(250)으로부터의 광의 적어도 일부분은 순서대로, 제1 프리즘(210)을 통하여 투과되고, 반사 편광기(230)을 통하여 투과되고, 제2 프리즘(220)을 통하여 투과되고, 제1 반사 컴포넌트(232)로부터 반사되고, 제2 프리즘(220)을 통하여 다시 투과되고, 반사 편광기(230)로부터 반사되고, 제2 프리즘(220)을 통하여 투과되어 제2 반사 컴포넌트(234) 상에 입사되고, 제2 반사 컴포넌트(234)로부터 반사되고, 제2 프리즘(220) 및 반사 편광기(230) 및 제1 프리즘(210)을 통하여 투과되고, 마지막으로 렌즈(240)를 통하여 조명기에서 나온다. 이것은 중심 광선(256)에 대해 도 2에 도시되어 있다. 일부 실시예들에서, 제1 반사 컴포넌트(232)는 편광 회전기를 포

함하며, 이는 1/4 파장 지연기일 수 있다. 반사 편광기(230)의 통과 축(pass axis)을 따른 편광을 갖는 광원(250)으로부터의 광은 반사 편광기(230)을 통하여 투과되고 이어서 제1 반사 컴포넌트(232)로부터 다시 반사 편광기(230)을 향해 반사될 것이다. 제1 반사 컴포넌트(232)가 1/4 파장 지연기를 포함하는 실시예들에서, 그러한 광은 다시 반사 편광기(230)를 향해 반사될 때 1/4 파장 지연기를 2번 통과한다. 이러한 광은 이어서 반사 편광기(230)의 통과 축에 실질적으로 직교하는 편광을 가져서, 반사 편광기(230)로부터 제2 반사 컴포넌트(234)를 향해 반사되며, 제2 반사 컴포넌트는 공간적으로 변조된 광을 다시 반사 편광기(230)를 향해 방출할(예를 들어, 반사시킬) 수 있다. 공간적으로 변조된 광은 공간적으로 변조된 편광을 가질 수 있다. 반사 편광기(230)의 통과 축을 따른 편광을 갖는 공간적으로 변조된 광의 부분은 이미징된 광으로서 반사 편광기(230)를 통과하고, 출력 활성 영역(215)을 통하여 제1 프리즘(210)에서 나오고, 렌즈(240)를 통하여 조명기에서 나올 것이다.

[0032] 조명기(202)는, 집힌 광 경로 조명기(202)를 통하여 이미지 형성 디바이스(제2 반사 컴포넌트(234)) 상으로 광빔을(엔벨로프(252) 내에서) 지향시키고, 이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패터화된 광을(엔벨로프(254) 내에서) 반사시킴으로써 이미지가 투영되도록 한다. 집힌 광 경로 조명기(202)를 통하여 광빔을 지향시키는 단계는, 편광 빔 스플리터(200)를 통하여 제1 반사 컴포넌트(232)로 광을 지향시키는 단계, 광의 적어도 일부를 다시 편광 빔 스플리터(200)를 향해 반사시키는 단계, 및 광의 적어도 일부를 편광 빔 스플리터(200)로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사시키는 단계를 포함한다. 수렴 패터화된 광의 적어도 일부는 편광 빔 스플리터(200)를 통하여 그리고 렌즈(240)를 통하여 투과된다.

[0033] 광원(250)으로부터의 광은, 광이 제1 반사 컴포넌트(232) 및 반사 편광기(230)로부터 반사된 후에 제2 반사 컴포넌트(234)의 최대 영역을 조명한다. 이러한 최대 영역은 가장 큰 활성 영역(236)과 동일할 수 있다. 대안적으로, 가장 큰 활성 영역(236)은 반사성인 제2 반사성 컴포넌트(234)의 가장 큰 영역일 수 있다. 예를 들어, 제2 반사 컴포넌트(234)는 가장 큰 이미지 면적을 갖는 이미지 형성 디바이스일 수 있다. 가장 큰 이미지 영역 외측의 이미지 형성 디바이스 상에 입사되는 임의의 광은 렌즈(240)를 향해 반사되지 않을 수 있다. 이 경우, 가장 큰 활성 영역(236)은 이미지 형성 디바이스의 가장 큰 이미지 영역일 것이다. 가장 큰 활성 영역(236)은 출력 면(214) 상의 출력 활성 영역(215) 및 렌즈(240)의 가장 큰 수용 영역(243)을 한정하는데, 이는 광이 엔벨로프(254) 내에서 가장 큰 활성 영역(236)으로부터 렌즈(240)를 향해 반사되며, 이는 실질적으로 출력 활성 영역(215)에서만 출력 면(214)을 조명하고 실질적으로 가장 큰 수용 영역(243)에서만 렌즈(240)를 조명하기 때문이다. 조명기(202)는, 제2 반사 컴포넌트(234)로부터 반사되고 렌즈(240)를 통과하는 엔벨로프(254) 내의 광이 제2 반사 컴포넌트(234)와 렌즈(240) 사이에서 수렴하도록 구성된다. 이 결과, 가장 큰 활성 영역(236)은 출력 활성 영역(215)보다 작고, 출력 활성 영역(215)은 가장 큰 활성 영역(236)보다 작게 된다.

[0034] 일부 실시예들에서, 입력 활성 영역(213) 및/또는 출력 활성 영역(215)은, 가장 큰 이미지 영역일 수 있는 가장 큰 활성 영역(236)의 약 60 퍼센트 미만, 또는 약 50 퍼센트 미만(즉, 약 절반보다 작음), 또는 약 40 퍼센트 미만, 또는 약 35 퍼센트 미만이다. 일부 실시예들에서, 입력 면(212)의 가장 큰 표면적(입력 면(212)의 전체 면적)은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작다. 일부 실시예들에서, 출력 면(214)의 가장 큰 표면적(출력 면(214)의 전체 면적)은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작다.

[0035] 광원(250), 또는 본 명세서의 광원들 중 임의의 광원은 하나 이상의 실질적으로 단색의 발광 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원(250)은 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드(LED)들을 포함할 수 있다. 청록색(cyan) 및 황색과 같은 다른 색들도 포함될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 광역 스펙트럼(예를 들어, 백색 또는 실질적으로 백색) 광원들이 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광원(250)은 청색 방출체 및 인광체를 포함한다. 일부 실시예들에서, 광원(250)은 별개의 광원들로부터의 광을 조합하는 데 이용될 수 있는 적분기를 포함한다(예를 들어, 적분기는 적색, 녹색 및 청색 LED들로부터의 광을 조합할 수 있다). 광원(250)은 편광 요소를 포함하여서, 실질적으로 단일 편광 상태를 갖는 광이 반사 편광기(230)을 향해 제1 프리즘(210) 내로 지향되도록 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광원(250)은 LED, 유기 발광 다이오드(OLED), 레이저, 레이저 다이오드, 백열 조명 요소, 및 아크 램프 중 하나 이상일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 광원(250)은 또한 LED(들)와 같은 발광 요소(들)에 더하여, 집광 렌즈(condenser lens)와 같은 렌즈를 포함할 수 있다.

[0036] 일부 실시예들에서, 제1 또는 제2 프리즘들은 원하는 광학 굴절력(optical power)을 제공하기 위해 하나 이상의 만곡된 면을 가질 수 있다. 도 3은 편광 빔 스플리터(300) 및 제1 및 제2 반사 컴포넌트들(332, 334)을 포함하는 편광 빔 분리 시스템(304)을 포함하는 조명기(302)의 측면도이다. 조명기(302)는 투영 렌즈(344)의 요소일 수 있는 렌즈(340), 및 광원(350)을 추가로 포함한다. 편광 빔 스플리터(300)는 제1 및 제2 프리즘들(310, 320) 및 반사 편광기(330)를 포함한다. 제1 프리즘(310)은 입력 면(312) 및 출력 면(314)을 포함한다. 제2 프리

리즘(320)은 이미지 면(324) 및 제2 면(322)을 갖는다. 반사 편광기(330)는 제1 및 제2 프리즘들(310, 320)의 제1 및 제2 빔면들 사이에 배치된다.

[0037] 제2 프리즘(320)은 예를 들어 하나 이상의 광학적으로 투명한 접착제를 통하여 제2 프리즘(320)의 몸체(364)에 부착될 수 있는 하나 이상의 컴포넌트(360) 및 하나 이상의 컴포넌트(362)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 컴포넌트들(360, 362)은 몸체(364)로부터 (예를 들어, 공기 간극을 두고) 분리될 수 있다. 일부 실시예들에서, 몸체(364)는 직각 삼각형 프리즘일 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴포넌트들(360, 362) 중 하나 또는 둘 모두는 예를 들어 사출 성형에 의해 또는 임의의 다른 적합한 성형 공정에 의해 몸체(364)와 일체로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 입력 면(312) 및/또는 출력 면(314)은 제1 프리즘(310)의 몸체에 부착된 만곡된 표면(들)을 갖는 하나 이상의 컴포넌트를 유사하게 포함할 수 있거나, 또는 제1 프리즘(310)과 일체로 형성된 만곡된 표면을 포함할 수 있다.

[0038] 도시된 실시예들에서, 제1 반사 컴포넌트(332)는 제2 프리즘(320)의 제2 면(322)에 적용된 반사 코팅이고, 1/4 파장 지연기(365)가 본체(364)와 컴포넌트들(362) 사이에 배치된다. 다른 실시예들에서, 컴포넌트(362)는 몸체(364)와 일체로 형성될 수 있고, 1/4 파장 지연기가 제2 면(322)에 적용될 수 있으며, 이어서 반사 코팅이 1/4 파장 지연기에 적용될 수 있다.

[0039] 광원(350)은 중심 광선(356) 및 외측 엔벨로프 광선들(352a, 352b)을 생성한다. 광선(352b)(및 광선(352a) 및 중심 광선(356)에 대해서도 유사함)은 반사 편광기(330)의 통과 축을 따른 편광을 가지면서 광원(350)에 의해 방출된다. 광선(352b)은 순서대로, 제1 프리즘(310)을 통과하고, 반사 편광기(330)를 통과하고, 제2 프리즘(320)의 몸체(364)를 통과하고, 1/4 파장 지연기(365)를 통과하고, 컴포넌트들(362)을 통과하고, 제1 반사 컴포넌트(332)에 의해 반사되고, 컴포넌트(362)들을 다시 통과하고, 이어서 다시 1/4 파장 지연기(365)를 그리고 반사 편광기(330)를 향해 다시 본체(364)를 통과한다. 광선(352b)은 1/4 파장 지연기를 2번 통과했으므로, 그것은 반사 편광기(330)의 통과 축에 실질적으로 직교하는 편광을 갖는다. 따라서 광선(352b)은 반사 편광기(330)로부터 반사되고, 몸체(364) 및 컴포넌트들(360)을 통과하고 이어서 제2 반사 컴포넌트(334)로부터 다시 컴포넌트들(360) 및 몸체(364)를 통하여 반사 편광기(330)를 향해 반사된다. 제2 반사 컴포넌트(334)는 제2 반사 컴포넌트(334)로부터 반사된 광의 편광을 공간적으로 변조하는 이미지 형성 디바이스일 수 있다. 이러한 경우들에서, 제2 반사 컴포넌트(334)로부터 반사된 광의 일부분은 반사 편광기(330)의 통과 축을 따른 편광을 가질 수 있다. 이것은 제2 반사 컴포넌트(334)로부터 반사된 후에 반사 편광기(330)를 통과하는 광선(352b)에 해당한다. 이어서 광선(352b)은 제1 프리즘(310)을 통과하고 출력 면(314)을 통하여 나온다. 광선(352b)은 이어서 투영 렌즈(344)를 통과하고 이어서 조명기(302)에서 나온다.

[0040] 일부 경우들에서, 광원을 보다 작은 프리즘이 아닌, 보다 큰 프리즘에 인접하게 두는 것이 유용할 수 있다. 예시적인 실시예가 도 4에 도시되며, 이는 제1 프리즘(410), 제2 프리즘(420), 반사 편광기(430), 광원(450), 투영 렌즈(444)의 요소인 렌즈(440), 및 제2 프리즘(420)의 면(422)과 광원(450) 사이에 배치된 렌즈(462)를 포함하는 조명기(402)의 측면도이다. 제2 프리즘(420)은 또한 면(424)을 갖고, 제2 프리즘(420)의 몸체와 일체로 형성될 수 있거나 또는 예를 들어 광학적으로 투명한 접착제로 제2 프리즘(420)의 몸체에 부착될 수 있는 컴포넌트들(460)을 포함한다. 렌즈(462)는 각각 제1 및 제2 표면(466, 468)을 갖는다. 광원(450)은 본 명세서의 다른 곳에서 기술된 광원들 중 임의의 것에 대응할 수 있다.

[0041] 일부 실시예들에서, 도 4b에 도시된 바와 같이, 제1 표면(466)은 제1 표면(466) 상에 배치된 1/4 파장 지연기(465), 및 1/4 파장 지연기(465) 상에 배치된 반사기(432)(예를 들어, 반사 코팅)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 1/4 파장 지연기는 제1 표면(466)에 인접하게(가능하게는, 바로 인접해야 하는 것은 아님) 배치될 수 있고, 반사기가 제1 표면(466)의 반대편인 1/4 파장 지연기에 인접하게(가능하게는, 바로 인접해야 하는 것은 아님) 배치될 수 있다. 반사기는, 광원(450)으로부터 방출된 광이 렌즈(462) 내로 통과하도록, 광원(450)의 방출면 위의 개구(433)를 포함한다. 개구는 선택적으로 1/4 파장 지연기(465) 내로 연장될 수 있다. 반사 편광기(439)는 제2 표면(468)에 부착될 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 반사 편광기(439)는 제2 표면(468)에 인접할 수 있지만 바로 인접해야 하는 것은 아니다.

[0042] 반사기(432), 1/4 파장 지연기(465) 및 반사 편광기(439)의 배열은 광원(450)에 편광 변환기를 제공한다. 반사 편광기(439)에 대한 통과 방향을 따른 편광을 갖는 반사 편광기(439) 상에 입사되는 광은 제2 프리즘(420) 내를 향하여 렌즈(462)에서 나온다. 직교 편광을 갖는 광은 반사 편광기(439)로부터 반사되고, 렌즈(462) 및 1/4 파장 지연기(465)를 통과하고, 이어서 반사기(432)로부터 반사되고 반사 편광기(439)를 향해 다시 1/4 파장 지연기(465)를 통과한다. 광은 1/4 파장 지연기(465)를 2번 통과했으므로, 이제 그것은 반사 편광기(439)의 통과

축을 따라 편광되어서, 그것은 제2 프리즘(420) 내를 향하여 반사 편광기(439)를 통과한다.

[0043] 도 5a 및 도 5b는 제1 및 제2 프리즘들(510, 520), 제1 및 제2 프리즘들(510, 520)의 빗면들 사이에 배치된 반사 편광기(530), 제1 및 제2 반사 컴포넌트들(532, 534), 투영 렌즈의 요소일 수 있는 렌즈(540), 및 광원(550)을 포함하는 조명기(502)의 측면도이다. 제1 프리즘(510)은 입력 표면(512) 및 출력 표면(514)을 포함한다. 제2 프리즘(520)은 제1 표면(522) 및 제2 표면(524)을 갖는다. 광원(550)에 의해 방출된 중심 광선은, 중심 광선(256)이 접힌 광축(257)을 한정하는 것과 유사한 방식으로, 접힌 광축(557)을 한정한다. 접힌 광축(557)은 입력 표면(512)과 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_1), 제1 반사 컴포넌트(532)와 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_2), 제2 반사 컴포넌트(534)와 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_3), 및 출력 표면(514)과 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_4)를 갖는다. 일부 실시예들에서, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작거나, 또는 d_2 및 d_3 중 작은 것의 0.9배보다 작거나, 또는 d_2 및 d_3 중 작은 것의 0.85배보다 작다. 일부 실시예들에서, 반사 편광기(530)는 d_5 의 가장 큰 측방향 치수(본 명세서의 다른 곳에서 추가로 설명됨)를 갖고 d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 $d_5/4$ 보다 작거나, 또는 d_5 의 0.2배보다 작거나 d_5 의 0.15배보다 작다.

[0044] 조명기(502)의 기하학적 구조를 기술하는 데 유용할 수 있는 다른 길이들이 도 5b에 도시되어 있다. 접힌 광축(557)은 광원(550)과 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_1'), 제2 표면(524)과 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_2'), 제1 표면(522)과 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_3'), 및 렌즈(540)와 반사 편광기(530) 사이의 길이(d_4')를 갖는다. 일부 실시예들에서, d_1' 및 d_4' 중 하나 또는 둘 모두는 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작거나, 또는 d_2 및 d_3 중 작은 것의 0.9배보다 작거나, 또는 d_2 및 d_3 중 작은 것의 0.85배보다 작다. 일부 실시예들에서, d_1' 및 d_4' 중 하나 또는 둘 모두는 d_2' 및 d_3' 중 작은 것보다 작거나, 또는 d_2' 및 d_3' 중 작은 것의 0.9배보다 작거나, 또는 d_2' 및 d_3' 중 작은 것의 0.85배보다 작다. 일부 실시예들에서, 반사 편광기(530)는 d_5 의 가장 큰 측방향 치수를 갖고, d_1' 및 d_4' 중 하나 또는 둘 모두는 $d_5/4$ 보다 작거나, 또는 d_5 의 0.2배보다 작거나 d_5 의 0.15배보다 작다.

[0045] 도 5c에 도시된 바와 같이, 반사 편광기(530)은 가장 큰 측방향 치수(d_5)를 가질 수 있다. 반사 편광기가 치수들(L , W)을 갖는 변들을 갖는 직사각형 형상인 경우들에서, 반사 편광기(530)의 가장 큰 측방향 치수(d_5)는 $d_5 = (L^2 + W^2)^{1/2}$ 에 의해 주어진다. 가장 큰 측방향 치수(d_5)는 d_1 의 4배 또는 5배보다 클 수 있고/있거나 d_4 의 4배 또는 5배보다 클 수 있다. 가장 큰 측방향 치수(d_5)는 d_1' 의 4배 또는 5배보다 클 수 있고/있거나 d_4' 의 4배 또는 5배보다 클 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 프리즘은 직각 삼각형 프리즘이고, L 및 W 는 실질적으로 동일하다. 그러면 길이들(d_2' , d_3')은 대략 L (또는 W)을 $2\sqrt{2}$ 로 나눈 것일 수 있고, d_5 는 대략 d_2' 의 4배와 동일하거나 대략 d_3' 의 4배와 동일할 수 있다.

[0046] 일부 실시예들에서, 접힌 광학계 디자인은 제1 프리즘이 제2 프리즘보다 실질적으로 작은 체적을 갖는 것을 허용한다. 다른 실시예들에서, 제1 및 제2 프리즘들은 실질적으로 동일한 체적을 가질 수 있고, 접힌 광학계 디자인은 작은 수용 영역을 갖는 렌즈와 함께 그리고/또는 작은 방출 영역을 갖는 광원과 함께 사용될 수 있다. 이것은 도 6에 도시되어 있으며, 이것은 제1 및 제2 프리즘(610, 620), 제1 및 제2 프리즘(610, 620) 사이에 배치된 반사 편광기(630), 제1 및 제2 반사 컴포넌트들(632, 634), 및 방출 영역(651)을 갖는 광원(650)을 포함하는 조명기(602)의 측면도이다. 제1 프리즘(610)은 제1 및 제2 표면들(612, 614)을 포함하고, 제2 프리즘(620)은 제1 및 제2 표면들(622, 624)을 포함한다. 조명기(602)는 선택적으로 광학적으로 투명한 접착제 층(641)으로 제1 프리즘(610)에 접합될 수 있는 렌즈(640)를 추가로 포함한다. 제1 반사 컴포넌트(632)는 본 명세서의 다른 곳에서 기술된 바와 같이 1/4 파장 지연기를 포함할 수 있고, 제2 반사 컴포넌트(634)는 본 명세서의 다른 곳에서 기술된 바와 같이 이미지 형성 디바이스일 수 있고 렌즈(640)를 향해 수렴 패터화된 광을 방출할 수 있다. 광원(650)의 방출 영역(651) 및/또는 렌즈(640)의 수용 영역은 제2 반사 컴포넌트(634)의 가장 큰 활성 영역의 또는 가장 큰 이미지 영역의 60 퍼센트 미만, 또는 50 퍼센트 미만, 또는 40 퍼센트 미만, 또는 35 퍼센트 미만일 수 있다.

[0047] 도 7은 광원(750), 광원(750)과 광학적으로 연결되는 반사 편광기(730), 및 반사 편광기와 광학적으로 연결되는 렌즈(740)를 포함하는 조명기(702)의 측면도이다. 반사 편광기(730)는, 반사 편광기(730)를 전체적으로 포함하고 광원(750)에 의해 방출된 중심 광선(756)에 수직인 표면(표면들(772, 774))을 갖는 가장 작은 가상 직육면체(770)를 한정한다. 광원(750)의 적어도 일부분 또는 렌즈(740)의 적어도 일부분은 가상 직육면체(770) 내부에 배치된다. 일부 실시예들에서, 광원(750)의 적어도 일부분 및 렌즈(740)의 적어도 일부분은 가상 직육면체(770) 내부에 배치된다. 일부 실시예들에서, 광원(750)의 전부 또는 실질적으로 전부 또는 렌즈(740)의 전부 또는 실질적으로 전부는 가상 직육면체(770) 내부에 배치된다. 일부 실시예들에서, 광원(750)의 전부 및 실질

적으로 전부 및 렌즈(740)의 전부 또는 실질적으로 전부는 가상 직육면체(770) 내부에 배치된다.

- [0048] 일부 실시예들에서, 렌즈(740)는 투영 렌즈의 요소이다. 일부 실시예들에서, 조명기(702)는 또한 가상 직육면체(770)의 표면(표면들(772, 774))에 실질적으로 수직인 이미지 형성 디바이스(734)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 조명기(702)는 본 명세서에 기술된 실시예들 중 임의의 실시예의 제1 및 제2 프리즘들에 대응하는 제1 및/또는 제2 프리즘들을 포함하고/하거나, 예를 들어 도 2 내지 도 5b 중 임의의 도면에 도시된 바와 같은 표면(772)에 근접한 반사 컴포넌트를 포함한다.
- [0049] 본 명세서의 조명기들은, 예를 들어, 소형 프로젝션이 바람직할 때 유용하다. 본 명세서의 일부 양태들에서, 머리 장착형 디스플레이와 같은 머리 장착형 시스템이 제공된다. 머리 장착형 시스템들은 예를 들어 PCT 공개 WO 2015/034801호(Ouderkirk) 및 미국 가출원 제61/977171호(Ouderkirk 등)에 기술되어 있으며, 이들 각각은 본 명세서와 모순되지 않는 범위에서 본 명세서에 참조로서 포함된다.
- [0050] 도 8은 제1 및 제2 렌즈들(882, 884)을 포함하는 프레임(880)에 장착된 유닛(809)을 포함하는 머리 장착형 시스템(801)의 개략도이다. 유닛(809)은 제1 렌즈(882)에 광을 제공하고/하거나 그로부터 광을 수신하도록 배치된다. 일부 실시예들에서, 제2 유닛이 제1 렌즈(882)에 광을 제공하고/하거나 그로부터 광을 수신하도록 프레임(880)에 장착된다. 유닛(809)은 본 명세서의 조명기들, 편광 빔 스플리터들, 또는 편광 빔 분리 시스템들 중 임의의 것이거나 그를 포함할 수 있다.
- [0051] 머리 장착형 시스템(801)은 유닛(809)에 포함될 수 있는 눈 모니터링 시스템을 포함할 수 있다. 시스템은 눈의 전방에 위치한 제1 렌즈(882)를 통하여 이미징 센서 및 프로세서로 동공의 직경 및 위치를 모니터링할 수 있다. 제1 렌즈(882)는 그에 인접하거나 그에 내장된, 부분적으로 투명한 반사기를 포함할 수 있으며, 여기서 반사기는 센서 상에 동공의 이미지를 생성한다. 시스템은 주변 광 조건들을 고려한 동공 응답에 기초하여 시스템의 사용자의 피로(fatigue) 및 인지적 처리 부하를 정량화할 수 있고, 이력 데이터에 기초하여 사용자에게 개인맞춤화될 수 있다. 정량화된 정보는 인력 관리 프로그램 또는 스마트폰 애플리케이션과 같은 소프트웨어 애플리케이션을 통하여 보고되고 시각화될 수 있다.
- [0052] 눈 모니터링 시스템이 검출할 수 있는 눈의 이들 속성은 눈의 관찰 방향, 동공의 직경 및 직경의 변화, 눈꺼풀의 깜박임, 눈 추적 물체 및 단속성 움직임(saccade movement) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 눈 추적 파라미터들은 눈 회전의 속도, 및 물체의 움직임과 눈의 움직임 사이의 지연 또는 위상을 포함할 수 있다. 단속성 움직임은 움직임의 지속기간, 속도 및 패턴을 포함할 수 있다.
- [0053] 일부 실시예들에서, 머리 장착형 시스템(801)은, 유닛(809)에 포함될 수 있고 눈의 이미지를 캡처할 수 있는 카메라(예를 들어, 적-녹-청(RGB) 카메라 또는 적외선(IR) 카메라)를 포함한다. 눈 이미지의 평균 IR 휘도는 주변 광 레벨들을 나타내므로, 주변 광 조건들을 결정하는 데 IR 카메라가 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 머리 장착형 시스템(801)은 유닛(809)에 포함될 수 있는 임베디드 시스템 상에서 실행되는 컴퓨터 시각 알고리즘을 구현하도록 구성된다.
- [0054] 일부 실시예들에서, 머리 장착형 시스템은 동공 크기의 변화들을 검출하고 그 정보를 이용하여 사용자 피로 및 인지적 처리 부하를 정량화하도록 구성된 눈 추적 시스템을 포함한다. 일부 실시예들에서, 머리 장착형 시스템(801)은 (예를 들어, 임베디드 프로세서 상에서 실행되는 알고리즘을 사용하여) 다음 단계들 중 하나 이상 또는 전부를 구현하도록 구성된다:
- [0055] 단계 1: 눈의 그레이스케일 이미지를 캡처.
- [0056] 단계 2: (예를 들어, 가우시안 필터를 사용하여) 노이즈를 필터링.
- [0057] 단계 3: 눈의 이미지에서의 각각의 픽셀에 대한 구배(gradient) 크기 및 방향을 계산.
- [0058] 단계 4: 더 높은 구배 크기들을 갖는 픽셀들을 식별(이들은 물체의 에지일 가능성이 있음).
- [0059] 단계 5: 예를 들어, 사람의 시각적 지각의 인지의 헬름홀츠 원리(Helmholtz Principle)에 따라 이전 단계에서 식별된 픽셀들을 연결함으로써 에지들을 식별.
- [0060] 단계 6: 에지 선분들을 다항식에 의해 정의되는 타원 또는 다른 형상의 수학적식과 비교. 가장 작은 타원형 형상은 동공으로 식별될 수 있다. 홍채의 면적이 또한 결정될 수 있고, 정확도를 향상시키기 위해 사용될 수 있다. 이미지 내에 있을 수 있는 다른 타원 형상들, 예컨대 반짝임(glint)은 제거될 수 있다.
- [0061] 단계 7: 이전에 행해진 라인 피팅(line fitting) 및 눈과 카메라 사이의 거리에 기초하여 동공 크기(예를 들어,

직경 또는 면적)를 계산.

- [0062] 단계 8: 주변 광 조건들을 고려하기 위해 조정 인자를 결정하고 이를 계산된 동공 크기에 적용. 주변 광 조건들은 머리 장착형 시스템 내에 포함된 추가 센서를 사용하여, 또는 캡처된 이미지의 휘도 분석을 통하여 결정될 수 있다.
- [0063] 단계 9: 인지적 처리 부하 및 피로도의 이력 비교 및 분석을 위해, 조정된 동공 크기를 데이터베이스(보안 데이터베이스일 수 있음)에 저장. 이러한 데이터베이스는 가능하게는, 사용자의 정신 상태를 추가로 분석하기 위해 센서 융합 알고리즘에 사용될 수 있는 다른 생물학적 데이터(예를 들어, 심박수, 피부 전도율, 뇌파도(EEG) 등)를 보유할 수 있다. 동공 크기는 시간의 함수로서 기록될 수 있고 시계열(time-series)(시간 경과에 따라 만들어진 일련의 데이터 포인트들)로서 저장될 수 있다.
- [0064] 피로 및 인지적 부하 분석의 방법은 이력 데이터를 이용하여, 현재 레벨들이 임계치를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 이러한 임계치는 사람마다 다를 수 있으며, 일단 전송된 시스템 및 절차에 의해 충분한 이력 데이터가 수집되면, 기계 학습 알고리즘을 사용하여 결정될 수 있다. 피로도 또는 인지적 처리 부하의 임계치가 초과되는 경우, 예를 들어 사용자 또는 중앙 사무소 관리자에게 경보하기 위해 소프트웨어 애플리케이션이 이용될 수 있다. 또한, 이력 데이터(예를 들어, 동공 직경들의 시계열)는 현재 인지 상태들의 신속한 표시를 위해 소프트웨어 애플리케이션에서 (예를 들어, 시간에 따른 동공 크기의 선 그래프로) 시각화될 수 있다. 눈 추적 시스템은 또한 시간 경과에 따라 시스템에 의해 캡처된 이미지에서의 동공의 위치를 저장함으로써 눈의 움직임을 추적할 수 있다. 동공의 이러한 위치를 시계열로 포함하는 것은 눈이 얼마나 빨리 움직이고 있는지에 대한 정보를 제공할 수 있으며, 이는 느리게 움직이는 눈이 빠르게 움직이는 눈보다 더 피로하므로 피로가 측정될 수 있는 다른 방법을 제공한다.
- [0065] 하기는 예시적인 실시예들의 목록이다.
- [0066] 실시예 1은 조명기로서,
- [0067] 편광 빔 스플리터 - 편광 빔 스플리터는,
- [0068] 입력 면, 출력 면 및 제1 빔면을 갖는 제1 프리즘;
- [0069] 이미지 면 및 제2 빔면을 갖는 제2 프리즘 - 제2 빔면은 제1 빔면에 인접하게 배치됨 -; 및
- [0070] 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 배치된 반사 편광기를 포함함 -;
- [0071] 입력 면에 인접하게 배치되고 입력 면 상의 입력 활성화 영역을 한정하는 광원; 및
- [0072] 광원으로부터 방출된 광을 수신하고 패터화된 광을 방출하기 위해 이미지 면에 인접하게 배치된 이미지 형성 디바이스 - 이미지 형성 디바이스는 가장 큰 이미지 영역을 가지며, 가장 큰 이미지 영역은 출력 면 상의 출력 활성화 영역을 한정함 - 를 포함하며,
- [0073] 입력 활성화 영역 및 출력 활성화 영역 중 하나 또는 둘 모두는 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0074] 실시예 2는 실시예 1의 조명기로서, 입력 활성화 영역은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0075] 실시예 3은 실시예 1의 조명기로서, 출력 활성화 영역은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0076] 실시예 4는 실시예 1의 조명기로서, 입력 활성화 영역 및 출력 활성화 영역 각각은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0077] 실시예 5는 실시예 1의 조명기로서, 입력 면의 가장 큰 표면적은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0078] 실시예 6은 실시예 1의 조명기로서, 출력 면의 가장 큰 표면적은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0079] 실시예 7은 실시예 1의 조명기로서, 입력 면의 가장 큰 표면적은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작고, 출력 면의 가장 큰 표면적은 가장 큰 이미지 영역의 약 절반보다 작은, 조명기이다.
- [0080] 실시예 8은 실시예 1의 조명기로서, 광원의 반대편인 편광 빔 스플리터에 인접하게 배치된 반사 컴포넌트를 추가로 포함하는, 조명기이다.

- [0081] 실시예 9는 실시예 1의 조명기로서, 반사 편광기는 중합체 다층 반사 편광기, 와이어 그리드 편광기, 맥네일 반사 편광기, 또는 폴레스테릭 반사 편광기인, 조명기이다.
- [0082] 실시예 10은 실시예 1의 조명기로서, 반사 편광기는 중합체 다층 반사 편광기인, 조명기이다.
- [0083] 실시예 11은 조명기로서,
- [0084] 편광 빔 스플리터,
- [0085] 편광 빔 스플리터의 제1 표면에 인접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트 - 제1 반사 컴포넌트는 가장 큰 활성 영역을 가짐 -,
- [0086] 제1 표면의 반대편인 편광 빔 스플리터의 제2 표면에 인접하게 배치된 렌즈 - 렌즈는 제1 반사 컴포넌트에 의해 방출된 광을 수신함 - 를 포함하며,
- [0087] 가장 큰 활성 영역은 렌즈의 가장 큰 수용 영역을 한정하고, 가장 큰 수용 영역은 가장 큰 활성 영역의 약 절반 이하인, 조명기이다.
- [0088] 실시예 12는 실시예 11의 조명기로서, 렌즈는 투영 렌즈의 광학 요소인, 조명기이다.
- [0089] 실시예 13은 실시예 11의 조명기로서, 렌즈는 접촉제 층을 통하여 제2 표면에 접합되는, 조명기이다.
- [0090] 실시예 14는 실시예 11의 조명기로서, 제1 반사 컴포넌트는 이미지 형성 디바이스이고 가장 큰 활성 영역은 이미지 형성 디바이스의 가장 큰 이미지 영역인, 조명기이다.
- [0091] 실시예 15는 실시예 11의 조명기로서, 편광 빔 스플리터의 제3 표면에 인접하게 배치된 광원을 추가로 포함하며, 제3 표면은 제1 및 제2 표면들과 상이한, 조명기이다.
- [0092] 실시예 16은 실시예 15의 조명기로서, 광원은 제3 표면 상의 입력 활성 영역을 한정하며, 입력 활성 영역은 가장 큰 활성 영역의 약 절반 이하인, 조명기이다.
- [0093] 실시예 17은 실시예 15의 조명기로서, 제3 표면의 반대편인 편광 빔 스플리터의 제4 표면에 인접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트를 추가로 포함하는, 조명기이다.
- [0094] 실시예 18은 광원, 광원과 광학적으로 연결되는 반사 편광기, 및 반사 편광기와 광학적으로 연결되는 렌즈를 포함하는 조명기로서, 반사 편광기는 반사 편광기를 전체적으로 포함하는 가장 작은 가상 직육면체를 한정하고 광원에 의해 방출된 중심 광선에 수직인 표면을 가지며, 광원의 적어도 일부분 또는 렌즈의 적어도 일부분은 가상 직육면체 내부에 배치되는, 조명기이다.
- [0095] 실시예 19는 실시예 18의 조명기로서, 렌즈는 투영 렌즈의 광학 요소인, 조명기이다.
- [0096] 실시예 20은 실시예 18의 조명기로서, 표면에 실질적으로 수직인 이미지 형성 디바이스를 추가로 포함하는, 조명기이다.
- [0097] 실시예 21은 실시예 18의 조명기로서,
- [0098] 제1 및 제2 면들을 갖고 제1 빔면을 갖는 제1 프리즘, 및
- [0099] 제3 및 제4 면들 및 제2 빔면을 갖는 제2 프리즘을 추가로 포함하며, 제3 면은 제1 면의 반대편에 있고, 제4 면은 제2 면의 반대편에 있으며, 반사 편광기는 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 그리고 이들에 인접하게 배치되는, 조명기이다.
- [0100] 실시예 22는 실시예 21의 조명기로서, 광원은 제1 면에 인접하게 배치되고 렌즈는 제2 면에 인접하게 배치되는, 조명기이다.
- [0101] 실시예 23은 실시예 21의 조명기로서, 제4 면에 인접하게 배치된 이미지 형성 디바이스를 추가로 포함하는, 조명기이다.
- [0102] 실시예 24는 실시예 21의 조명기로서, 제3 면에 인접하게 배치된 반사 컴포넌트를 추가로 포함하는, 조명기이다.
- [0103] 실시예 25는 실시예 21의 조명기로서, 제1 및 제2 면들 중 하나 또는 둘 모두는 제4 면의 가장 큰 영역의 약 절반 이하인 가장 큰 영역을 갖는, 조명기이다.

- [0104] 실시예 26은 편광 빔 스플리터로서,
- [0105] 반사 편광기,
- [0106] 제1 프리즘 - 제1 프리즘은 제1 체적을 갖고,
- [0107] 제1 면;
- [0108] 제1 면에 인접한 제2 면 - 제1 및 제2 면들 사이의 각도는 실질적으로 90도와 동일함 -;
- [0109] 각도의 반대편인 제1 빔면을 포함함 -; 및
- [0110] 제2 체적을 갖는 제2 프리즘 - 제2 프리즘은 제3 및 제4 면들을 갖고 제2 빔면을 갖는 직각 삼각 프리즘이며, 제2 빔면은 제1 빔면에 인접하게 배치되고, 제1 및 제2 빔면들은 실질적으로 동일한 표면적을 가지며, 제3 면은 제1 면의 반대편에 있고 제1 면과 실질적으로 평행하며, 제4 면은 제2 면의 반대편에 있고 제2 면과 실질적으로 평행함 - 을 포함하며,
- [0111] 반사 편광기는 제1 빔면과 제2 빔면 사이에 배치되고,
- [0112] 제1 체적은 제2 체적의 약 절반 이하인, 편광 빔 스플리터이다.
- [0113] 실시예 27은 실시예 26의 편광 빔 스플리터로서, 제1 면은, 가장 큰 영역이 제3 면의 가장 큰 영역의 약 절반보다 작고 제4 면의 가장 큰 영역의 약 절반보다 작은, 편광 빔 스플리터이다.
- [0114] 실시예 28은 실시예 26의 편광 빔 스플리터로서, 제2 면은, 가장 큰 영역이 제3 면의 가장 큰 영역의 약 절반보다 작고 제4 면의 가장 큰 영역의 약 절반보다 작은, 편광 빔 스플리터이다.
- [0115] 실시예 29는 실시예 26의 편광 빔 스플리터로서, 제1 면의 가장 큰 영역 및 제2 면의 가장 큰 영역 각각은 제3 면의 가장 큰 영역 및 제4 면의 가장 큰 영역 중 작은 것의 약 절반보다 작은, 편광 빔 스플리터이다.
- [0116] 실시예 30은 실시예 26의 편광 빔 스플리터로서, 제1 및 제2 측면들로부터 연장되는 일부분을 추가로 포함하며, 제1 빔면은 상기 부분의 주 표면을 포함하는, 편광 빔 스플리터이다.
- [0117] 실시예 31은 광원으로부터 광을 수신하도록 구성되고 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치되는 편광 빔 분리 시스템으로서, 편광 빔 분리 시스템은,
- [0118] 광축에 실질적으로 수직인 입력 표면 - 광은 입력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에 들어감 -;
- [0119] 반사 편광기 - 광축은 입력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이(d1)를 가짐 -;
- [0120] 광축에 실질적으로 수직인 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d2)를 가짐 -;
- [0121] 광축에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d3)를 가짐 -; 및
- [0122] 광축에 실질적으로 수직인 출력 면을 포함하며,
- [0123] 광은 출력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에서 나오고, 광축은 출력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이(d4)를 가지며, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0124] 실시예 32는 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, d4는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0125] 실시예 33은 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1은 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0126] 실시예 34는 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0127] 실시예 35는 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것의 0.9배보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0128] 실시예 36은 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, 반사 편광기는 d5의 가장 큰 측방향 치수를 가지며, d1

및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 $d5/4$ 보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.

- [0129] 실시예 37은 실시예 36의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 각각은 $d5/4$ 보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0130] 실시예 38은 실시예 36의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d5의 0.2배보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0131] 실시예 39는 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 그에 입사되는 광을 변조하도록 구성되는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0132] 실시예 40은 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 픽셀화되는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0133] 실시예 41은 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, 반사 편광기와 광축 사이의 각도는 약 40도 내지 60도 사이인, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0134] 실시예 42는 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제1 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0135] 실시예 43은 실시예 31의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0136] 실시예 44는 광원으로부터 광을 수신하도록 구성되고 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 접힌 광축을 중심으로 위치되는 편광 빔 분리 시스템으로서, 편광 빔 분리 시스템은,
- [0137] 광축에 실질적으로 수직인 입력 표면 - 광은 입력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에 들어감 -;
- [0138] 가장 큰 측방향 치수($d5$)를 갖는 반사 편광기 - 광축은 입력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이($d1$)를 가짐 -;
- [0139] 광축에 실질적으로 수직인 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이($d2$)를 가짐 -;
- [0140] 광축에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이($d3$)를 가짐 -; 및
- [0141] 광축에 실질적으로 수직인 출력 면 - 광은 출력 표면을 통과함으로써 편광 빔 분리 시스템에서 나오고, 광축은 출력 표면과 반사 편광기 사이에서 길이($d4$)를 가짐 - 을 포함하며,
- [0142] d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 $d5/4$ 보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0143] 실시예 45는 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1은 $d5/4$ 보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0144] 실시예 46은 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, d4는 $d5/4$ 보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0145] 실시예 47은 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 각각은 $d5/4$ 보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0146] 실시예 48은 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d5의 0.2배보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0147] 실시예 49는 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0148] 실시예 50은 실시예 49의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1은 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0149] 실시예 51는 실시예 49의 편광 빔 분리 시스템으로서, d4는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0150] 실시예 52는 실시예 49의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 각각은 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0151] 실시예 53은 실시예 52의 편광 빔 분리 시스템으로서, d1 및 d4 각각은 d2 및 d3 중 작은 것의 0.9배보다 작은,

편광 빔 분리 시스템이다.

- [0152] 실시예 54는 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제1 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0153] 실시예 55는 실시예 44의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0154] 실시예 56은 광원, 렌즈, 및 광원으로부터 광을 수신하고 렌즈를 통하여 광을 출력하도록 구성된 편광 빔 분리 시스템을 포함하는 조명기로서, 편광 빔 분리 시스템은 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 집힌 광축을 중심으로 위치되며, 편광 빔 분리 시스템은,
- [0155] 반사 편광기 - 광축은 광원과 반사 편광기 사이에서 길이(d_1)를 가짐 -;
- [0156] 광축에 실질적으로 수직이고, 광원의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_2)를 가짐 -;
- [0157] 광축에 실질적으로 수직이고, 렌즈의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_3)를 가짐 - 를 포함하며,
- [0158] 광축은 렌즈와 반사 편광기 사이에서 길이(d_4)를 갖고, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0159] 실시예 57은 실시예 56의 조명기로서, d_4 는 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0160] 실시예 58은 실시예 56의 조명기로서, d_1 은 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0161] 실시예 59는 실시예 56의 조명기로서, d_1 및 d_4 둘 모두는 d_2 및 d_3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0162] 실시예 60은 실시예 56의 조명기로서, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 d_2 및 d_3 중 작은 것의 0.9배보다 작은, 조명기이다.
- [0163] 실시예 61은 실시예 56의 조명기로서, 반사 편광기는 d_5 의 가장 큰 측방향 치수를 가지며, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 $d_5/4$ 보다 작은, 조명기이다.
- [0164] 실시예 62는 실시예 61의 조명기로서, d_1 및 d_4 각각은 $d_5/4$ 보다 작은, 조명기이다.
- [0165] 실시예 63은 실시예 61의 조명기로서, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 d_5 의 0.2배보다 작은, 조명기이다.
- [0166] 실시예 64는 실시예 56의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 그에 입사되는 광을 변조하도록 구성되는, 조명기이다.
- [0167] 실시예 65은 실시예 56의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 픽셀화되는, 조명기이다.
- [0168] 실시예 66은 실시예 56의 조명기로서, 반사 편광기와 광축 사이의 각도는 약 40도 내지 60도 사이인, 조명기이다.
- [0169] 실시예 67은 실시예 56의 조명기로서, 제1 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 조명기이다.
- [0170] 실시예 68은 실시예 56의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 조명기이다.
- [0171] 실시예 69는 광원, 렌즈, 및 광원으로부터 광을 수신하고 렌즈를 통하여 광을 출력하도록 구성된 편광 빔 분리 시스템을 포함하는 조명기로서, 편광 빔 분리 시스템은 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 집힌 광축을 중심으로 위치되며, 편광 빔 분리 시스템은,
- [0172] 가장 큰 측방향 치수(d_5)를 갖는 반사 편광기 - 광축은 광원과 반사 편광기 사이에서 길이(d_1)를 가짐 -;
- [0173] 광축에 실질적으로 수직이고, 광원의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제1 반사 컴포넌트 - 광축은 제1 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_2)를 가짐 -;
- [0174] 광축에 실질적으로 수직이고, 렌즈의 반대편인 반사 편광기에 근접하게 배치된 제2 반사 컴포넌트 - 광축은 제2 반사 컴포넌트와 반사 편광기 사이에서 길이(d_3)를 가짐 - 를 포함하며,
- [0175] 광축은 렌즈와 반사 편광기 사이에서 길이(d_4)를 갖고, d_1 및 d_4 중 하나 또는 둘 모두는 $d_5/4$ 보다 작은, 조명

기이다.

- [0176] 실시예 70은 실시예 69의 조명기로서, d1은 d5/4보다 작은, 조명기이다.
- [0177] 실시예 71은 실시예 69의 조명기로서, d4는 d5/4보다 작은, 조명기이다.
- [0178] 실시예 72는 실시예 69의 조명기로서, d1 및 d4 각각은 d5/4보다 작은, 조명기이다.
- [0179] 실시예 73은 실시예 69의 조명기로서, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d5의 0.2배보다 작은, 조명기이다.
- [0180] 실시예 74는 실시예 69의 조명기로서, d1 및 d4 중 하나 또는 둘 모두는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0181] 실시예 75은 실시예 74의 조명기로서, d1은 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0182] 실시예 76은 실시예 74의 조명기로서, d4는 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0183] 실시예 77은 실시예 74의 조명기로서, d1 및 d4 각각은 d2 및 d3 중 작은 것보다 작은, 조명기이다.
- [0184] 실시예 78은 실시예 74의 조명기로서, d1 및 d4 각각은 d2 및 d3 중 작은 것의 0.9배보다 작은, 조명기이다.
- [0185] 실시예 79는 실시예 69의 조명기로서, 제1 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 조명기이다.
- [0186] 실시예 80은 실시예 69의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 조명기이다.
- [0187] 실시예 81은 광원, 반사 편광기, 제1 반사 컴포넌트, 제2 반사 컴포넌트 및 렌즈를 포함하는 조명기로서, 조명기는, 광원에 의해 방출된 중심 광선이 순서대로, 반사 편광기를 통과하고, 제1 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기로부터 제2 반사 컴포넌트를 향해 반사되고, 제2 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기를 통과하고 이어서 렌즈를 통하여 조명기에서 나오도록 구성되는, 조명기이다.
- [0188] 실시예 82는 실시예 81의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트로부터 반사되고 렌즈를 통과하는 광이 제2 반사 컴포넌트와 렌즈 사이에서 수렴하도록 구성되는, 조명기이다.
- [0189] 실시예 83은 실시예 81의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 그에 입사되는 광을 변조하도록 구성되는, 조명기이다.
- [0190] 실시예 84는 실시예 81의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 픽셀화되는, 조명기이다.
- [0191] 실시예 85는 실시예 81의 조명기로서, 제1 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 조명기이다.
- [0192] 실시예 86은 실시예 81의 조명기로서, 제2 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 조명기이다.
- [0193] 실시예 87는 반사 편광기를 포함하고 반사 편광기를 향해 광원에 의해 방출된 중심 광선의 광학 경로에 의해 한정된 집힌 광축을 갖는 편광 빔 분리 시스템으로서, 집힌 광축은,
- [0194] 중첩되는 제1 및 제2 세그먼트들 - 광학 경로는 제1 방향을 갖는 제1 세그먼트를 따르며, 광학 경로는 제1 방향과 반대인 제2 방향을 갖는 제2 세그먼트를 따름 -; 및
- [0195] 중첩되는 제3 및 제4 세그먼트들 - 광학 경로는 제3 방향을 갖는 제3 세그먼트를 따르며, 광학 경로는 제3 방향과 반대인 제4 방향을 갖는 제4 세그먼트를 따름 - 을 포함하며,
- [0196] 제1 방향과 제3 방향은 실질적으로 직교하는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0197] 실시예 88은 실시예 87의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제1 세그먼트에 실질적으로 수직인 제1 반사 컴포넌트 및 제3 세그먼트에 실질적으로 수직인 제2 반사 컴포넌트를 추가로 포함하는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0198] 실시예 89는 실시예 88의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 그에 입사되는 광을 변조하도록 구성되는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0199] 실시예 90은 실시예 88의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 픽셀화되는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0200] 실시예 91은 실시예 88의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제1 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 편광 빔 분리 시스템이다.

- [0201] 실시예 92는 실시예 88의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제2 반사 컴포넌트는 약 80%보다 큰 경면 반사율을 갖는, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0202] 실시예 93은 실시예 88의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제1 및 제2 프리즘들을 추가로 포함하며, 반사 편광기는 제1 프리즘의 빔면과 제2 프리즘의 빔면 사이에 배치되고, 제1 반사 컴포넌트는 제2 프리즘의 제1 면에 인접하고, 제2 반사 컴포넌트는 제2 프리즘의 제2 면에 인접한, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0203] 실시예 94는 실시예 93의 편광 빔 분리 시스템으로서, 제1 프리즘의 체적은 제2 프리즘의 체적의 절반 이하인, 편광 빔 분리 시스템이다.
- [0204] 실시예 95는 이미지를 투영하는 방법으로서,
- [0205] 편광 빔 스플리터를 통하여 반사 컴포넌트로 광을 지향시키는 단계;
- [0206] 광의 적어도 일부를 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사시키는 단계;
- [0207] 광의 적어도 일부를 편광 빔 스플리터로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사시키는 단계; 및
- [0208] 광의 적어도 일부를 이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패턴화된 광으로서 반사시키는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0209] 실시예 96은 실시예 95의 방법으로서, 수렴 패턴화된 광의 적어도 일부를 편광 빔 스플리터를 통하여 투과시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법이다.
- [0210] 실시예 97은 실시예 96의 방법으로서, 수렴 패턴화된 광의 적어도 일부를 렌즈를 통하여 투과시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법이다.
- [0211] 실시예 98은 이미지를 투영하는 방법으로서,
- [0212] 접힌 광 경로 조명기를 통하여 이미지 형성 디바이스 상으로 광 빔을 지향시키는 단계; 및
- [0213] 이미지 형성 디바이스로부터 수렴 패턴화된 광을 반사시키는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0214] 실시예 99는 실시예 98의 방법으로서, 접힌 광 경로 조명기는 광원, 반사 편광기, 반사 컴포넌트 및 렌즈를 포함하며, 조명기는, 광원에 의해 방출된 중심 광선이 순차적으로, 반사 편광기를 통과하고, 반사 컴포넌트로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사되고, 이미지 형성 디바이스로부터 다시 반사 편광기를 향해 반사되고, 반사 편광기를 통과하고, 이어서 렌즈를 통하여 조명기에서 나오도록 구성되는, 방법이다.
- [0215] 실시예 100은 실시예 98의 방법으로서, 광 빔을 지향시키는 단계는,
- [0216] 편광 빔 스플리터를 통하여 반사 컴포넌트로 광을 지향시키는 단계;
- [0217] 광의 적어도 일부를 다시 편광 빔 스플리터를 향해 반사시키는 단계; 및
- [0218] 광의 적어도 일부를 편광 빔 스플리터로부터 이미지 형성 디바이스를 향해 반사시키는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0219] 실시예 101은 조명기들에 관한 선행하는 실시예들 중 어느 한 실시예의 조명기를 포함하거나, 편광 빔 분리 시스템들에 관한 임의의 선행하는 실시예들 중 어느 한 실시예의 편광 빔 분리 시스템을 포함하거나, 또는 편광 빔 스플리터들에 관한 선행하는 실시예들 중 어느 한 실시예의 편광 빔 스플리터를 포함하는 머리 장착형 시스템이다.
- [0220] 실시예 102는 실시예 101의 머리 장착형 시스템으로서, 눈 추적 시스템을 추가로 포함하는, 머리 장착형 시스템이다.
- [0221] 실시예 103은 실시예 102의 머리 장착형 시스템으로서, 눈 추적 시스템은 동공 크기를 결정하도록 구성되는, 머리 장착형 시스템이다.
- [0222] 실시예 104는 실시예 103의 머리 장착형 시스템으로서, 눈 추적 시스템은 동공 직경들의 시계열을 기록하도록 구성되는, 머리 장착형 시스템이다.
- [0223] 실시예 105는 실시예 104의 머리 장착형 시스템으로서, 눈 추적 시스템은 동공 위치들의 시계열을 기록하도록

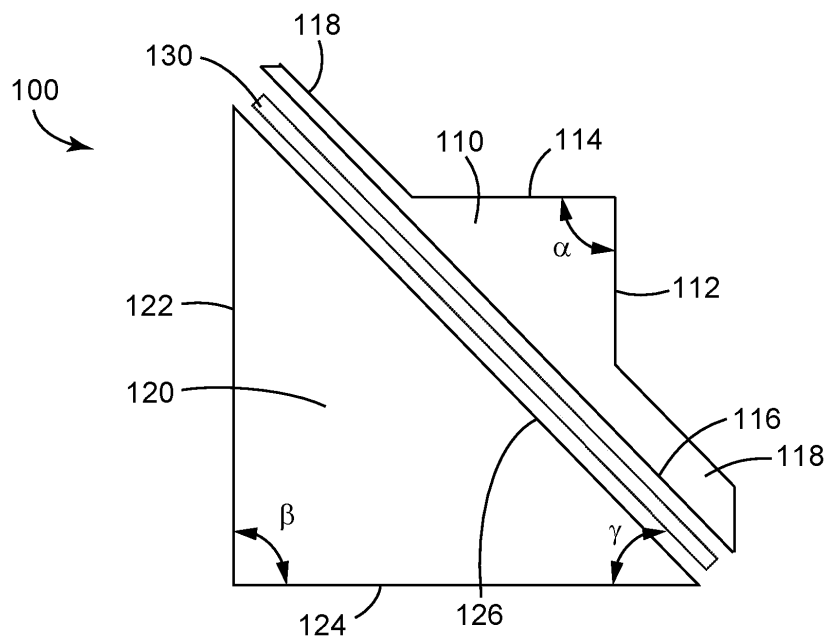
구성되는, 머리 장착형 시스템이다.

[0224]

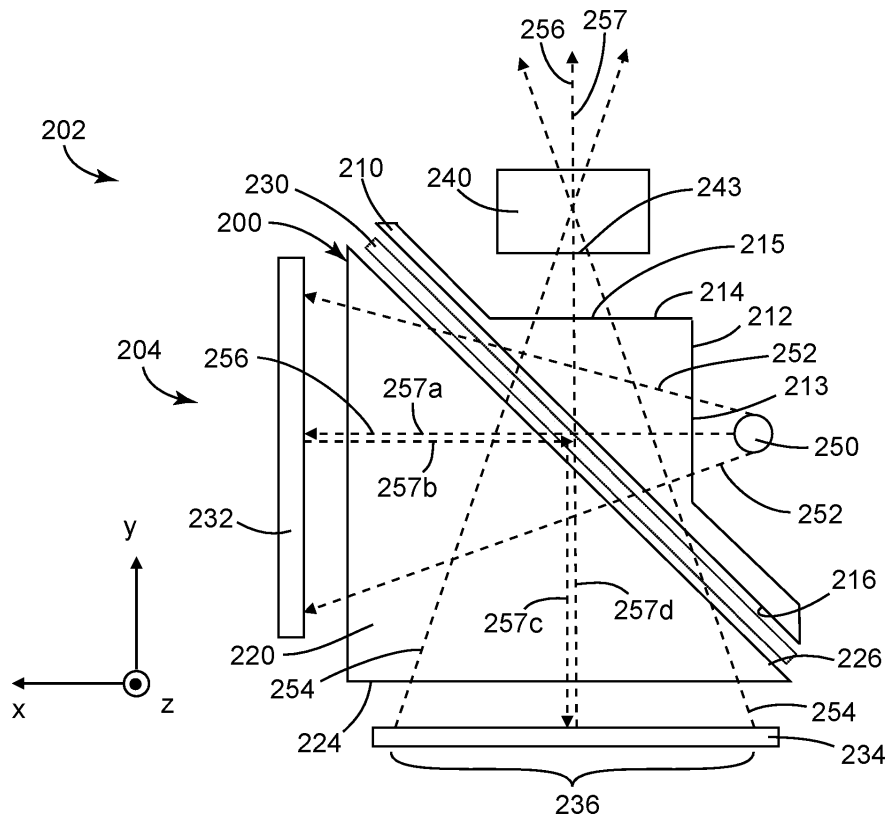
도면 내의 요소에 대한 설명은, 달리 지시되지 않는 한, 다른 도면 내의 대응하는 요소에 동등하게 적용되는 것으로 이해되어야 한다. 특정 실시예들이 본 명세서에 예시되고 기술되어 있지만, 당업자는 본 개시내용의 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 대안적인 그리고/또는 등가의 구현예들이 도시되고 기술된 특정 실시예들을 대신할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에 논의된 특정 실시예들의 임의의 개조 또는 변형을 포함하도록 의도된다. 따라서, 본 개시내용은 오직 청구범위 및 이의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

도면

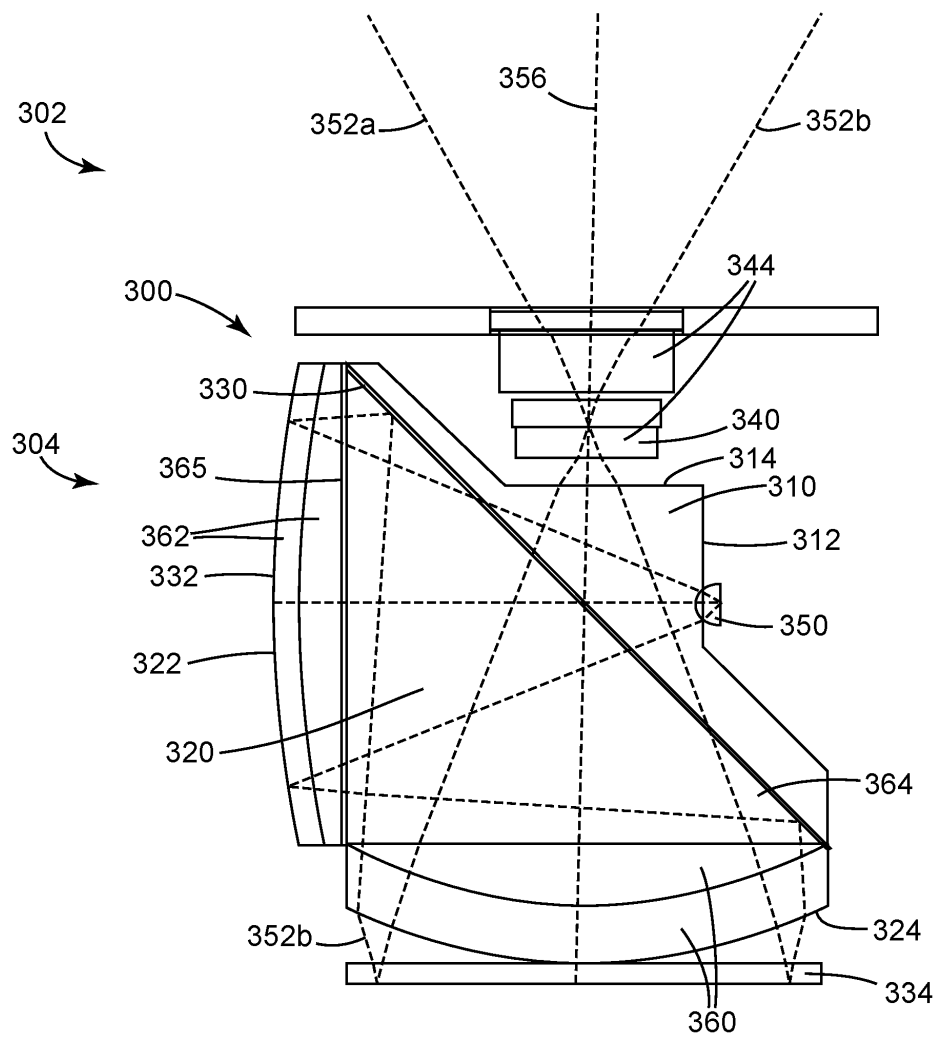
도면1



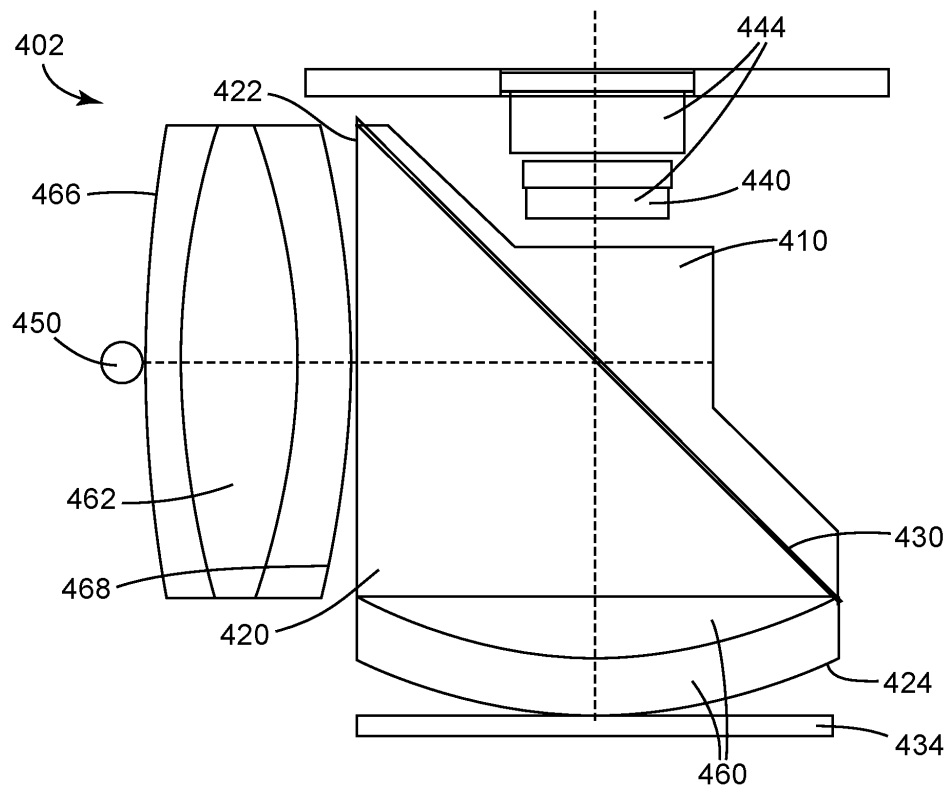
도면2



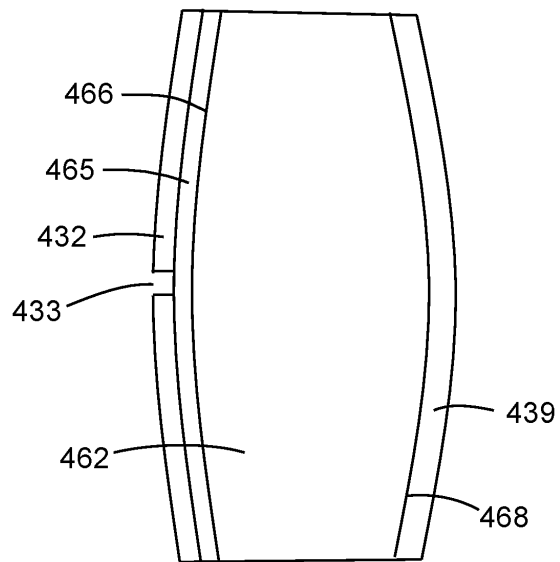
도면3



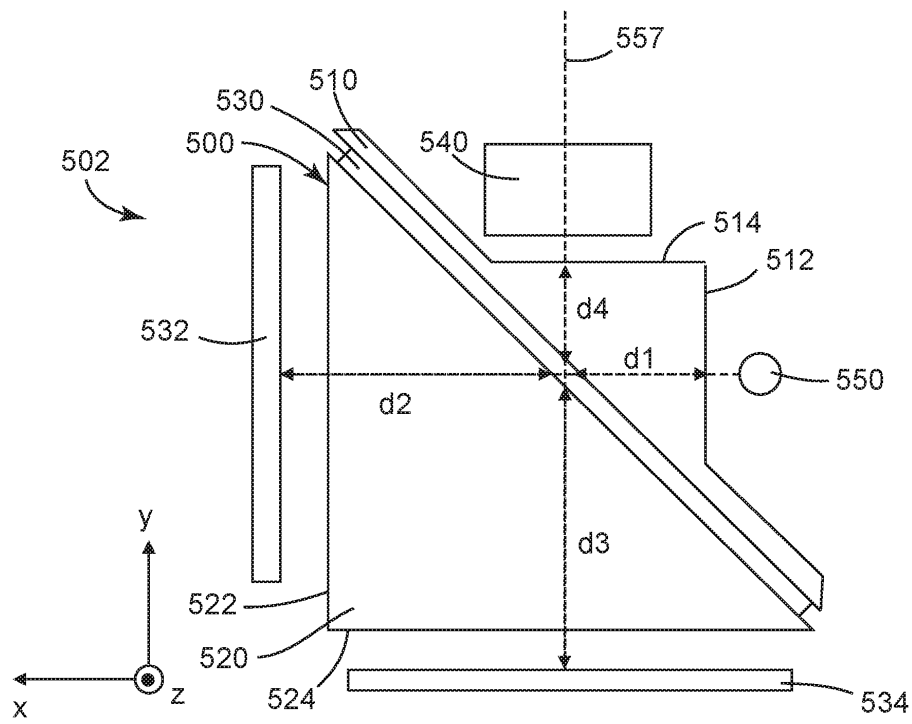
도면4a



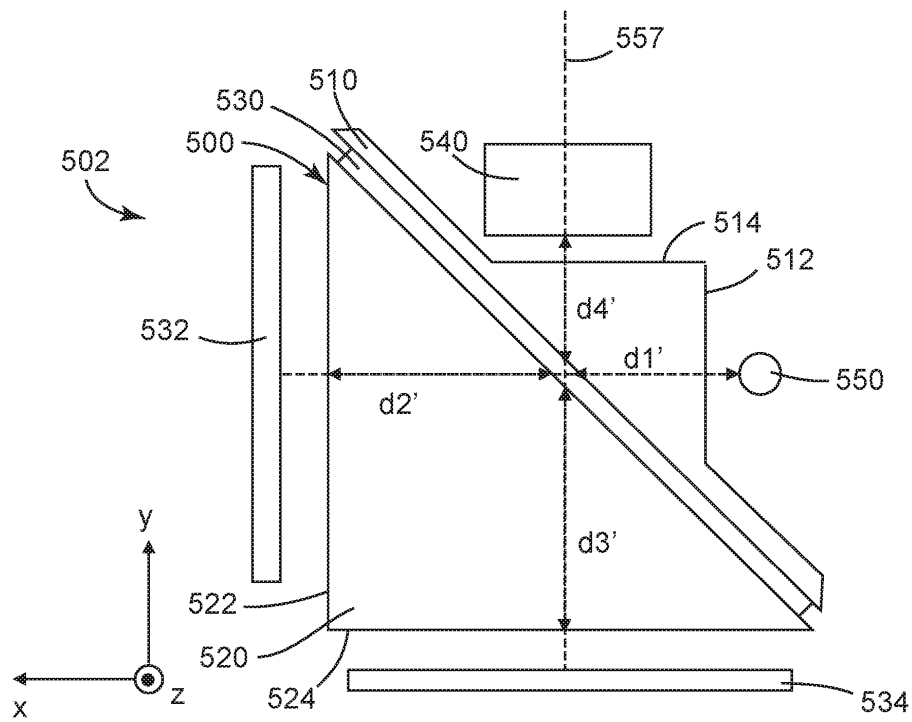
도면4b



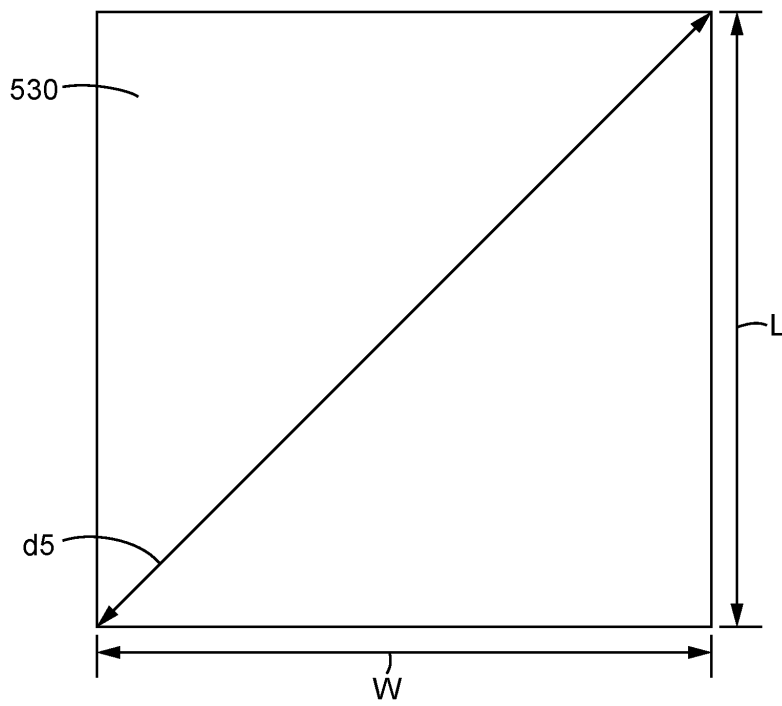
도면5a



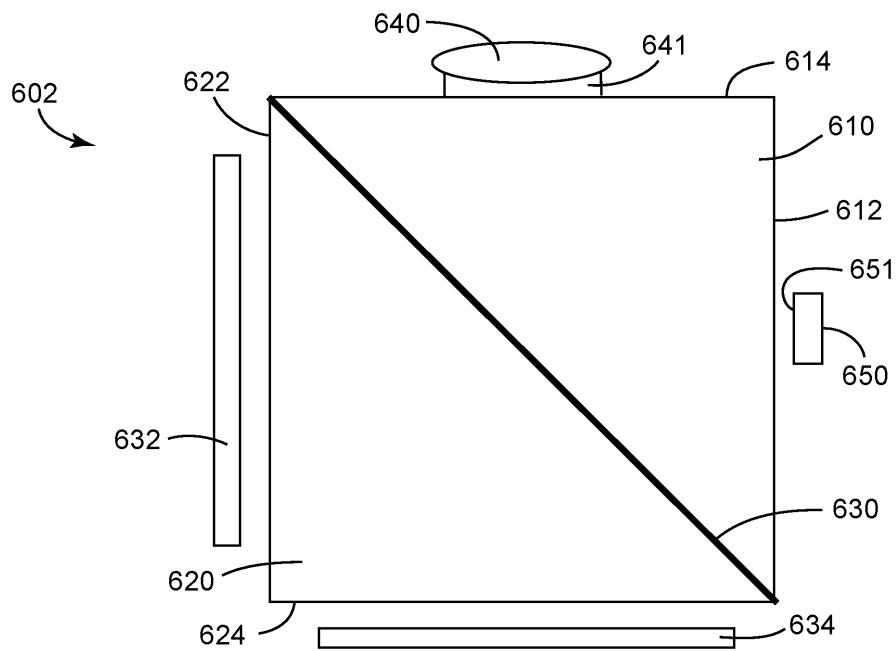
도면5b



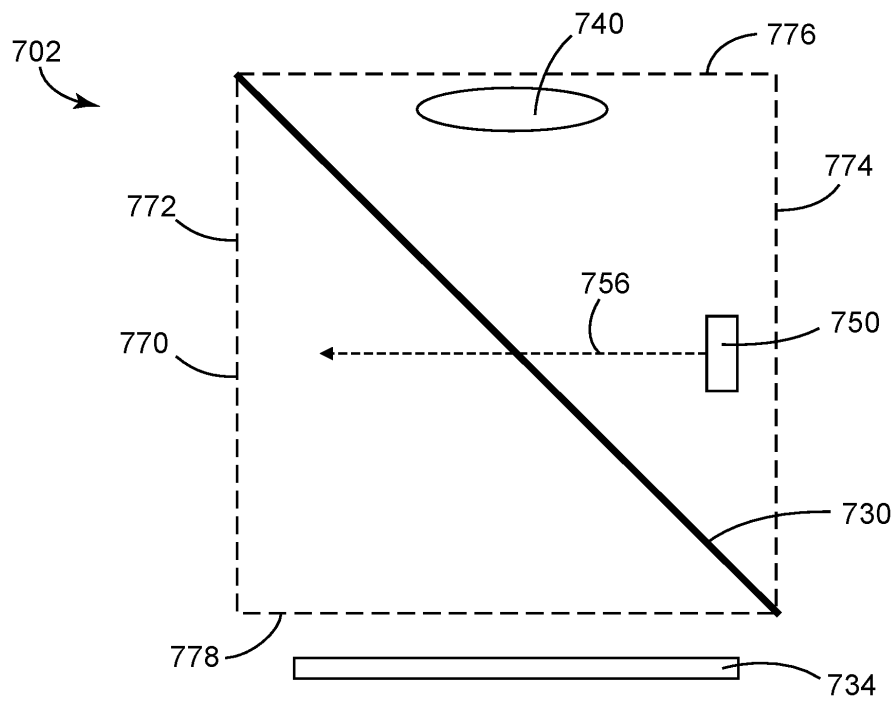
도면5c



도면6



도면7



도면8

