



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월08일

(11) 등록번호 10-2356906

(24) 등록일자 2022년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) G02B 5/30 (2022.01)(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 5/30 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2021-7005158(분할)

(22) 출원일자(국제) 2014년09월02일

심사청구일자 2021년02월22일

(85) 번역문제출일자 2021년02월22일

(65) 공개번호 10-2021-0024202

(43) 공개일자 2021년03월04일

(62) 원출원 특허 10-2016-7008537
원출원일자(국제) 2014년09월02일

심사청구일자 2019년07월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/053646

(87) 국제공개번호 WO 2015/034801

국제공개일자 2015년03월12일

(30) 우선권주장
61/874,822 2013년09월06일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2012159681 A

US20130106674 A1

US20130207887 A1*

W02006001254 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

아우더킬크 앤드류 제이

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

(74) 대리인

양영준, 조윤성, 김영

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 이수한

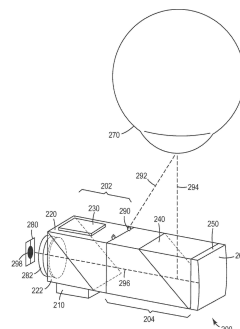
(54) 발명의 명칭 눈 추적기능을 갖는 헤드 마운트 디스플레이

(57) 요약

헤드 마운트 디스플레이가 개시된다. 더 구체적으로는, 하나 이상의 투사 광원들, 하나 이상의 눈 추적 광원들, 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터를 포함하는 헤드 마운트 디스플레이가 개시된다. 하나 이상의 투사 광원들로부터의 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 광이 둘 모두 편광 빔 스플리터에 의해 적어도 부분

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



적으로 반사된다. 편광 빔 스플리터와 제2 편광 빔 스플리터 사이의 광학 경로가 공기를 통과한다. 일정 범위의 입사각들에 걸쳐 소정 반사 밴드 에지들을 갖는 편광 빔 스플리터들을 이용하는 헤드 마운트 디스플레이가 개시된다.

(52) CPC특허분류

G02B 2027/0187 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

헤드 마운트 광학 디바이스로서,

하나 이상의 투사 광원들;

하나 이상의 눈 추적 광원들;

편광 빔 스플리터; 및

제2 편광 빔 스플리터를 포함하고,

광학 디바이스는, 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 둘 모두 편광 빔 스플리터에 의해 적어도 부분적으로 반사되도록 구성되고,

굴절률이 1.53인 매체에서 40도 내지 50도에서 측정될 때, 편광 빔 스플리터는 950 nm와 850 nm 사이의 우측 밴드 에지(right band edge)를 갖고,

편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터는 상이한 우측 밴드 에지들을 갖는, 헤드 마운트 광학 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 눈 추적 파장 범위 및 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광의 투사 파장 범위는 중첩되지 않는, 헤드 마운트 광학 디바이스.

청구항 3

삭제

발명의 설명

배경 기술

[0001] 웨어러블(wearable) 컴퓨팅 디바이스들의 서브세트로서의, 헤드 마운트 디스플레이(head mounted display)들은 종종 투사된 광을 이용하여 착용자의 시야 내에 이미지를 디스플레이한다. 눈 추적 시스템(eye tracking system)들은 착용자의 동공에 중심을 둔 카메라를 이용하거나 또는 착용자의 눈에 비춰 반사된 광을 관찰하여 시선 방향(gaze direction)을 검출할 수 있다.

발명의 내용

[0002] 일 태양에서, 본 발명은 헤드 마운트 광학 디바이스에 관한 것이다. 헤드 마운트 광학 디바이스는 하나 이상의 투사 광원(projection light source)들, 하나 이상의 눈 추적 광원들, 편광 빔 스플리터(polarizing beam splitter) 및 제2 편광 빔 스플리터를 포함한다. 광학 디바이스는, 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 둘 모두 편광 빔 스플리터에 의해 적어도 부분적으로 반사되도록 그리고 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광 중 적어도 하나에 대한 편광 빔 스플리터와 제2 편광 빔 스플리터 사이의 광학 경로가 공기를 통과하도록 구성된다.

[0003] 다른 태양에서, 본 발명은, 하나 이상의 투사 광원들, 하나 이상의 눈 추적 광원들, 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터를 포함하는 헤드 마운트 광학 디바이스에 관한 것이다. 광학 디바이스는, 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 둘 모두 편광 빔 스플리터에 의해 적어도 부분적으로 반사되도록 구성된다. 굴절률이 약 1.53인 매체에서 40도와 50도 사이에서 측정될 때, 편광 빔 스플리터는 약 950 nm와 약 850 nm 사이의 우측 밴드 에지(right band edge)를 갖는다. 일부 실시예들에서, 굴절률이 약 1.53인 매체에서 40도와 50도 사이에서 측정될 때, 제2 편광 빔 스플리터는 약 800 nm와 약

700 nm 사이의 우측 밴드 에지를 갖는다.

[0004] 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터 중 적어도 하나는 다층 광학 필름을 포함할 수 있다. 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광은 적외선 광을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광은 700 nm 내지 1000 nm의 파장을 갖는 광의 상당한 부분을 포함한다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 눈 추적 파장 범위 및 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광의 투사 파장 범위는 중첩되지 않는다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터는 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 제1 편광 상태의 50% 이상을 반사시키지만 제2 직교 편광 상태의 50% 미만을 반사시킨다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터는 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 제1 편광 상태 및 제2 직교 편광 상태 둘 모두의 50% 이상을 반사시킨다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터는 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광의 제1 편광 상태의 50% 이상을 반사시키지만 제2 직교 편광 상태의 50% 미만을 반사시킨다. 일부 실시예들에서, 제2 편광 빔 스플리터는 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태 둘 모두의 50% 이상을 투과시킨다. 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터는 상이한 우측 밴드 에지들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터는 실질적으로 동일한 좌측 밴드 에지들을 갖는다. 일부 실시예들에서, 굴절률이 약 1.53인 매체에서 40도에서 측정될 때, 편광 빔 스플리터는 약 900 nm의 우측 밴드 에지를 갖는다. 굴절률이 약 1.53인 매체에서 45도에서 측정될 때, 제2 편광 빔 스플리터는 약 750 nm의 우측 밴드 에지를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 헤드 마운트 광학 디바이스는 1/4 파장판을 포함한다. 일부 실시예들에서, 헤드 마운트 광학 디바이스는 이미지 센서를 포함한다. 이미지 센서는 CCD 이미저(imager)를 포함할 수 있거나 또는 그것은 CMOS 이미저를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 헤드 마운트 광학 디바이스는 프레임 포함하고, 이미지 센서는 프레임 내부에 배치된다. 편광 빔 스플리터는 렌즈 내에 몰입(immerse)될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0005] 도 1은 헤드 마운트 광학 디바이스의 개략적인 상부 사시도이다.
 도 2는 눈 추적 시스템을 포함하는 도 1의 헤드 마운트 광학 디바이스의 개략적인 상부 사시도이다.
 도 3은 수 개의 편광 빔 스플리터들에 대한 입사각의 함수로서 우측 반사 밴드 에지를 도시하는 그래프이다.
 도 4는 눈 추적 시스템을 포함하는 다른 헤드 마운트 광학 디바이스의 개략적인 상부 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 웨어러블 컴퓨팅 디바이스들의 서브셋으로서, 헤드 마운트 디스플레이들은 겉보기에는 공공연하게 착용되는 안경과 같은 액세서리들에 대응할 수 있다. 이에 대응하여, 그것은 최소한의 부피(bulk) 및 이채로움(conspicuity)을 추가하도록 헤드 마운트 디스플레이 내에 시스템들을 통합할 때 바람직할 수 있다. 유사하게, 헤드 마운트 디스플레이들과의 상호작용 및 그의 제어는, 또한 그의 공공연한 사용 가능성 때문에, 가능한 한 사회적 상황에서 눈에 띄지 않고 자연스럽게 보이도록 설계될 수 있다. 대안적으로, 헤드 마운트 디스플레이들은, 웨어러블 디바이스가 직무상 안전과 같은 다른 목적들을 가질 때 산업 현장에서 바람직할 수 있다. 이 경우에, 민감성 전자기기를 산업 환경에 노출시키지 않도록 시스템들을 구성하는 것이 유리할 수 있다. 눈 추적 시스템들은, 상대적으로 두드러지지 않는 눈 움직임들이 검출되고 해석될 수 있게 하기 위해 헤드 마운트 디스플레이들 내에 통합될 수 있다. 예를 들어, 헤드 마운트 디스플레이는 착용자의 시선이 디스플레이의 소정 부분에 포커싱되는(focused) 시기를 검출하도록 구성될 수 있다.

[0007] 눈 추적기능을 포함한 이전의 헤드 마운트 디스플레이들에서, 대다수는 미국 특허 출원 공개 제2013/0106674 A1호(휠러(Wheeler) 등)에 기재된 바와 같이, 투사 광학계로부터의 헤드 마운트 디스플레이의 대향 측부에 위치한 카메라를 사용한다. 이것은, 눈 추적 카메라 및 투사 광학계 둘 모두가 프레임 내부에 숨겨지는 것을 방지하고, 착용자의 시야의 일부분을 불명료하게 할 수 있는 두드러진 객체를 생성한다.

[0008] 도 1은 헤드 마운트 디스플레이의 상부 사시도이다. 헤드 마운트 디스플레이(100)는 프레임 영역(102) 및 관찰 영역(104)을 포함한다. 프레임 영역(102)은 조명기(110), 매체(122) 내의 편광 빔 스플리터(120), 및 공간 광변조기(130)를 포함한다. 관찰 영역(104)은 제2 매체(142) 내의 제2 편광 빔 스플리터(140), 1/4 파장판(150), 및 반사기(160)를 포함한다. 눈(170)은 조명기(110)로부터의 투사 광의 광학 경로를 예시하기 위해 도시되어 있다. 이러한 응용을 위해, "제2 편광 빔 스플리터"에서 라벨 "제2"는 단순히 2개의 편광 빔 스플리터들을 그들의 기술 순서에 의해 구별하기 위해 사용되는 것으로, 다시 말하면, 라벨은 임의적이고 오직 설명을

쉽게 하기 위함이다. 일부 실시예들에서, 예를 들어, 본 명세서에서 제2 편광 빔 스플리터로 설명되는 것은 편광 빔 스플리터로 동일하게 설명될 수 있고, 그 반대로도 가능하다.

[0009] 조명기(110)는 광을 생성하거나 또는 방출하기 위한 임의의 적합한 컴포넌트 또는 컴포넌트들의 세트일 수 있다. 조명기는 발광 다이오드(LED)들, 냉음극 형광등(CCFL, cold cathode fluorescent light)들, 또는 백열 전구(incandescent light bulb)들을 포함할 수 있다. 조명기(110)는, 배터리를 비롯한, 임의의 적합한 메커니즘에 의해 전력공급될 수 있다. 조명기(110)는, 상이한 파장 범위들의 광원들을 비롯한, 광원들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명기(110)의 광원들은 백색 또는 실질적으로 백색 광을 생성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명기(110)는 편광 또는 부분 편광을 생성할 수 있거나, 또는 그것은 편광 상태들의 소정 분포를 생성할 수 있다. 조명기(110)의 구성 및 구조는 휘도, 배터리 수명, 및 동작 온도를 포함하는 원하는 성능 특징들에 좌우될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조명기(110)의 휘도 및 파장 출력은, 하루 중의 시각, 주변 광, 원하는 배터리 수명 성능, 또는 온도와 같은 환경 조건들에 따라 자동적으로 또는 착용자에 의해 직접적으로, 구성가능할 수 있다.

[0010] 조명기(110)에 의해 방출된 광은 투사된 광(112)에 의해 도 1에 나타나 있다. 투사된 광(112)은 예시를 쉽게 하기 위해 광선으로서 나타나 있지만, 투사된 광(112)이 시준된(collimated) 분포 또는 램버트(Lambertian) 분포, 광원뿔(light cone)들 등을 비롯한, 임의의 적합한 광 분포를 대표한다는 것은 당업자들에게 명백할 것이다. 적합한 시준 광학계는 투사된 광(112)의 원하는 광 분포를 제공하기 위해 조명기(110)와 함께 포함될 수 있다.

[0011] 투사된 광(112)은 매체(122)로부터 편광 빔 스플리터(120)에 입사된다. 매체(122)는 임의의 적합한 광학 매체일 수 있다. 일부 실시예들에서, 매체(122)는 광 손실을 최소화하기 위해 실질적으로 투명하다. 일부 실시예들에서, 매체(122)는 헤드 마운트 디스플레이(100)의 컴포넌트들에 대해 강성(rigidity), 휘어짐(warp), 또는 충격 저항성을 제공하기 위해 내구성 또는 보호 특징들을 위해 선택된다. 매체(122)는 또한, 그의 사출 성형되는 능력을 비롯한, 그의 제조 가능성을 위해 선택될 수 있다. 매체(122)는 임의의 굴절률을 가질 수 있고, 조명기와 매체 사이의 계면에서의 프레넬 반사(Fresnel reflection)를 통한 손실들을 최소화하도록 조명기(110)에 광학적으로 결합될 수 있다. 게다가, 편광 빔 스플리터(120)는 상이한 광학 특성들, 예를 들어, 편광 빔 스플리터(120)가 내부에 배치되는 매체의 굴절률의, 적어도 부분적으로, 함수로서의 상이한 반사 밴드 에지들을 발현한다. 따라서, 매체/편광 빔 스플리터 시스템의 원하는 광학 특성들에 기초하여 매체(122)를 신중히 선택하는 것이 바람직할 수 있다.

[0012] 편광 빔 스플리터(120)는 임의의 적합한 재료로부터 형성될 수 있고, 임의의 적합한 형상 또는 크기일 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(120)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 실질적으로 평면일 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(120)는 투사된 광(112)이 45°로 입사되도록 배향될 수 있다. 헤드 마운트 디스플레이(100)의 광학 기하학적 형상에 기초하여 다른 배향들이 바람직할 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터는 하나의 편광의 광을 실질적으로 반사시키지만 직교 편광 상태를 갖는 광을 실질적으로 투과시킨다. 많은 상이한 비율들 또는 반사율 및 투과율은 특정 용도에 따라 적절할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 편광의 광을 반사시키는 것은 소정 편광 상태를 갖는 광의 50% 이상을 반사시키는 것을 의미할 수 있다. 일부 구성들에서, 하나의 편광의 광을 반사시키는 것은 하나의 편광의 광의 60%, 70%, 80%, 90%, 95% 또는 심지어 99%를 반사시키는 것을 의미할 수 있다. 유사하게, 직교 편광의 광을 투과시키는 것은 직교 편광 상태를 갖는 광의 50% 초과를 투과시키는 것을 의미할 수 있다. 일부 실시예들에서, 직교 편광을 갖는 광의 60%, 70%, 80%, 90%, 95%, 또는 심지어 99%가 투과될 수 있다. 편광 빔 스플리터(120)는 통과 축(pass axis) 및 차단 축(block axis)을 갖는 것으로 기술될 수 있는데, 통과 축 및 차단 축은 서로 실질적으로 90° 각도로 배향되어 있다.

[0013] 편광 빔 스플리터(120)는 반사 편광기(reflective polarizer)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(120)는 와이어 그리드 편광기(wire grid polarizer) 또는 콜레스테릭(cholesteric) 반사 편광기를 포함한다. 반사 편광기는 광대역 반사 편광기일 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(120)는, 예를 들어, 미국 특허 제7,468,204호(헤브링크(Hebrink) 등)에 기재된 것들을 비롯한, 다층 광학 필름 반사 편광기를 포함할 수 있다.

[0014] 입사각을 비롯한, 편광 빔 스플리터(120) 및 그의 주위 매체의 구성, 배향, 및 구조에 따라, 편광 빔 스플리터(120)는 입사 광의 파장 또는 파장들에 기초하여 상이한 투과 또는 반사 특성들을 발현할 수 있다. 일부 실시예들에서, 주어진 입사각에 대해, 편광기가 편광 빔 스플리터로서 거동하는 것을 중단시키는 파장이 있을 수 있

고; 즉, 예를 들어, 그것은 입사 광의 2개의 직교 상태들을 투과시킬 수 있다. 주어진 입사각에 대한 이러한 파장은 밴드 에지로서 기술될 수 있다. 전형적인 편광 빔 스플리터에 대해, 2개의 밴드 에지들, 즉 좌측(또는 더 낮은 파장) 및 우측(또는 더 높은 파장) 밴드 에지가 있을 것이다. 밴드 에지들은 또한 도 3과 관련하여 기술된다.

[0015] 투사된 광(112)의 적어도 일부는 편광 빔 스플리터(120)를 통하여 투과된다. 일부 실시예들에서, 제1 편광 상태를 갖는 투사된 광(112)의 제1 부분은 투과되지만, 제2의 직교 편광 상태를 갖는 어떤 경우에 다른 부분은 거부된 광(rejected light)(114)으로서 반사된다. 거부된 광(114)은 일부 경우에 광 흡수 재료를 향해 지향될 수 있다. 투사된 광(112)이 편광 빔 스플리터의 통과 축과 정렬하도록 적어도 부분적으로 편광되는 본 발명의 실시예들에서, 투사된 광(112)의 더 높은 비율이 편광 빔 스플리터(120)를 통과할 수 있다.

[0016] 편광 빔 스플리터(120)를 통해 투과되는 투사된 광(112)의 일부는 이어서 공간 광 변조기(130)에 입사된다. 공간 광 변조기는 임의의 적합한 컴포넌트 또는 디바이스일 수 있고, 임의의 적합한 크기를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 공간 광 변조기는 디지털 마이크로미러 디바이스 또는 LCoS(liquid crystal on silicon) 구성이거나 또는 그를 포함할 수 있다. 공간 광 변조기(130)는 투사된 광(112)을 변조된 광(116)으로서 반사시킬 수 있다. 일부 경우에, 공간 광 변조기(130)는 그레이스케일 정보를 갖는 광을 생성한다. 다른 실시예들에서, 공간 광 변조기는 추가적으로 색상 정보를 갖는 광을 생성한다. 변조된 광(116)은 이제 공간 의존적인 휘도 및 색상 값들을 가질 수 있고; 다시 말하면, 공간 광 변조기는 이미지 정보를 변조된 광(116)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 공간 광 변조기(130)는, 빠르게 연속적으로 교체되는 상이한 착색 이미지들을 블렌딩하기 위해 인간의 시각에 의존하는 대신에, 한 번에 단 하나의 색상만으로 이미지를 생성할 수 있다. 공간 광 변조기(130)는, 하나 이상의 마이크로프로세서들, 마이크로칩들, 또는 다른 마이크로디바이스들을 비롯한, 임의의 적합한 컴포넌트들에 의해 전력공급, 구동, 그리고/또는 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 공간 광 변조기(130)는 투사된 광(112)의 적어도 일부의 편광을 회전시켜서, 일부 경우에는 변조된 광(116)의 적어도 일부가 투과되는 대신에 편광 빔 스플리터(120)에 의해 반사되게 한다.

[0017] 변조된 광(116)은 헤드 마운트 디스플레이(100)의 프레임 영역(102)으로부터 헤드 마운트 디스플레이의 관찰 영역(104) 및 제2 매체(142) 내로 이동한다. 프레임 영역(102) 및 관찰 영역(104)은 설명을 쉽게 하기 위해 구별되지만 반드시 임의의 식별가능한 경계를 갖거나 또는 매체, 형상 또는 크기에 있어서의 실질적인 차이를 나타낼 필요는 없음에 유의해야 한다. 영역들은 프레임에 더 가깝게 위치될 수 있는 영역을 기술함으로써 헤드 마운트 디스플레이(100)를 배향시키기 위해 라벨링된다. 유사하게, 예를 들어, 프레임 영역(102)은 관찰 영역(104)과 구별되는데, 이는 프레임 영역(102)이 일부 경우에 관찰자가 그 영역을 투명한 것으로 관찰하지 못하도록 위치한 컴포넌트들을 포함할 수 있기 때문이다.

[0018] 일부 경우에, 프레임 영역(102) 및 관찰 영역(104)은 겹에 의해 분리되거나 또는 겹을 포함하는 것으로; 즉, 2개의 매체들 내에 또는 2개의 매체들을 분리시키는 공기 또는 다른 저 굴절률 재료가 있을 수 있다. 다시 말하면, 편광 빔 스플리터(120)와 제2 편광 빔 스플리터(140) 사이에 겹이 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(120)와 제2 편광 빔 스플리터(140) 사이의 광학 경로는 공기를 통과한다. 겹을 이용함으로써, 더 낮은 전체 중량 및 더 양호한 편안함 및 심미성과 같은 소정의 물리적 이점들을 가질 수 있다. 더 큰 설계 유연성이 또한 가능한데, 이는 시스템이, 미국 특허 출원 공개 제2013/0207887 A1호에 기재된 것과 같은, 모놀리식 사출 성형된 피스(monolithic injection molded piece)의 직선 광학계로 제한되지 않기 때문이다. 이러한 구성은 또한, 투사된(즉, 디스플레이) 광에 대한 더 바람직한 수준의 배율과 같은 바람직한 광학 특성들을 제공할 수 있다. 게다가, 겹을 포함하는 일부 실시예들에서, 광은 적어도 부분적으로 시준될 수 있는 것으로; 즉, 더 낮은 겹 굴절률로부터 더 높은 굴절률로 입사되는 광선들은 법선을 향해 휜 수 있는데, 이는 일부 응용들에서 바람직할 수 있다.

[0019] 변조된 광(116)은, 헤드 마운트 디스플레이(100)의 관찰 영역(104)에 들어간 후에, 제2 매체(142)로부터 제2 편광 빔 스플리터(140)에 입사된다. 일부 실시예들에서, 제2 매체(142)는 매체(122)와 동일한 재료일 수 있거나 - 심지어 단일 구조임 - 또는 그와 동일한 굴절률을 가질 수 있다. 제2 편광 빔 스플리터(140)는 변조된 광(116)이 45°로 입사되도록 배향될 수 있다. 제2 편광 빔 스플리터(140)는 편광 빔 스플리터(120)에 대해 전술한 바와 동일한 고려사항들의 일부 또는 전부를 이용하여 구성되거나 또는 조정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 편광 빔 스플리터(140)의 하나 이상의 밴드 에지들은 편광 빔 스플리터(120)에 대한 것과 동일할 수 있다. 제2 편광 빔 스플리터(140)는 변조된 광(116)의 대부분 또는 전부를 투과시키도록, 즉, 편광 빔 스플리터(120)에 의해 반사된 광을 투과시키도록 구성될 수 있다. 이것은 편광 빔 스플리터(120)의 통과 축 및 제2 편광 빔 스플리터(140)의 통과 축이 실질적으로 서로 직교하게 배향되는 것을 의미할 수 있다. 다시 말하

면, 편광 빔 스플리터(120) 및 제2 편광 빔 스플리터(140)는 교차될 수 있다.

- [0020] 변조된 광(116)은, 제2 편광 빔 스플리터(140)를 통하여 적어도 부분적으로 투과한 후에, 반사기(160) 상에 배치된 1/4 파장판(150)에 입사된다. 변조된 광(116)은 1/4 파장판(150)을 통과하고, 반사기(160)에 의해 반사되어, 1/4 파장판(150)을 다시 통과한다. 1/4 파장판(150)은, 적합한 복굴절 재료들 또는 액정 층들을 포함하는, 임의의 적합한 1/4 파장 지연기일 수 있다. 1/4 파장판(150)의 두께는 파장 또는 한 세트의 파장들에 대한 허용 가능한 편광 회전 성능을 제공하도록 선택될 수 있다. 1/4 파장판들은 일반적으로 편광 상태를 직선 편광으로부터 원 편광으로, 또는 그 반대로, 변경하도록 구성된다. 1/4 파장판을 2번 통과하는 것은, 광의 편광 상태에 대해 1/2 파장판을 통과하는 것과 동일한 영향을 미칠 수 있는 것으로; 즉, 편광 상태가 90° 회전될 수 있다. 반사기(160)는, 표준 미러 또는 다층 광학 필름 반사기, 예를 들면 미국 미네소타주 세인트폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가능한 강화된 경면 반사기(Enhanced Specular Reflector, ESR)와 같은, 임의의 적합한 반사기일 수 있다.
- [0021] 변조된 광(116)은, 1/4 파장판(150)을 2번 통과한 후에, 그의 편광 상태가 회전되어, 회전된 광(118)이 되게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이것은 회전된 광(118)이 (직교 편광 상태를 갖는 변조된 광(116)이 그랬던 것처럼) 투과되는 대신에 제2 편광 빔 스플리터(140)에 의해 실질적으로 또는 적어도 부분적으로 반사되게 할 수 있다. 회전된 광(118)은, 제2 편광 빔 스플리터(140)에 의해 반사된 후에, 제2 매체(142) 외부로 그리고 주위 공기 내로 나아가서, 결국 눈(170)을 통하여 관찰자에 의해 관찰된다. 일부 실시예들에서, 제2 매체(142)와 공기 사이의 계면의 기하학적 형상 및 설계는 광이 더 높은 굴절률의 영역으로부터 더 낮은 굴절률의 영역으로 이동함에 따라 굴절률을 보상하도록 설계 또는 구성될 수 있다.
- [0022] 도 2는 눈 추적 시스템을 포함하는 도 1의 헤드 마운트 광학 디바이스의 상부 사시도를 개략적으로 도시한다. 헤드 마운트 디스플레이(200)는 도 1에 도시된 바와 같은 헤드 마운트 디스플레이(100)와 유사하다. 도 1과 대응하여, 헤드 마운트 디스플레이(200)는, 프레임 영역(202) 및 관찰 영역(204)으로 분리되어, 조명기(210), 매체(222) 내의 편광 빔 스플리터(220), 공간 광 변조기(230), 매체(242) 내의 제2 편광 빔 스플리터(240), 1/4 파장판(250), 및 반사기(260)를 포함한다. 눈(270)에 광을 투사하기 위한 이러한 컴포넌트들의 설명 및 동작은 예시를 쉽고 명확하게 하기 위해 도 2에 나타나지 않는다. 헤드 마운트 디스플레이(200)는 또한, 렌즈(282)를 포함하는 이미지 센서(280), 및 눈 추적 광원들(290)을 포함한다.
- [0023] 눈 추적 광원들(290)은 임의의 개수의 발광 컴포넌트들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 광원들(290)은 하나 이상의 LED들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 광원들(290)은 적어도 부분적으로 가시 스펙트럼의 외부의 광을 방출할 수 있다. 눈 추적 광원들(290)은 적외선 광을 방출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 광원들(290)은 다수의 개별 파장들 또는 일정 범위의 파장들을 갖는 광을 방출할 수 있다. 일부 경우에서, 눈 추적 광원들(290)은 적어도 부분 편광을 방출할 수 있다. 눈 추적 광원들(290)은 헤드 마운트 디스플레이(200) 상에서 눈 추적 광원들이 눈에 띄지 않고 불명료하지 않도록 구성될 수 있다.
- [0024] 눈 추적 광원들(290)은 눈 추적 광(292)으로 표현되는 광을 방출한다. 눈 추적 광(292)은 나중에 적어도 눈(270)의 일부에 입사된다. 눈 추적 광원들(290)은, 눈 추적 광(292)의 눈(270)에 대한 입사각이 낮도록; 일부 경우에는 다른 설계 고려사항들을 고려해 볼 때 실제로 가능한 한 낮도록, 구성 또는 위치될 수 있다.
- [0025] 눈 추적 광(292)은 눈(270)의 하나 이상의 부분들에 입사될 수 있다. 눈에서 그리고 눈 내부에서 수 개의 굴절률 계면들에서의 반사들은 일반적으로 푸르키네 이미지(Purkinje image)들이라고 지칭되는데, 4개가 존재한다. 예를 들어, 눈의 각막에 의해 반사된 광은 제1 푸르키네 이미지라고 지칭되는 한편, (눈의) 렌즈의 이면에 의해 반사된 광은 제4 푸르키네 이미지라고 지칭된다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 광(292)은 이러한 계면들 중 하나 이상에서 반사되도록 구성되어서, 푸르키네 광(294)을 생성할 수 있다. 푸르키네 광(294)은, 다른 곳에서 기술된 바와 같이, 눈의 계면들에서의 광의 반사에 의해 생성된 푸르키네 이미지들 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0026] 푸르키네 광(294)은 제2 매체(242)에 들어가서 제2 편광 빔 스플리터(240)에 입사된다. 도 1에서의 헤드 마운트 디스플레이(100)에 대해 기술한 바와 같이, 헤드 마운트 디스플레이(200)의 외부 기하학적 형상은 공기와 제2 매체(242) 사이의 계면에서 매체에서의 변화에 의해 야기되는 굴절을 보상하도록 구성될 수 있다. 제2 편광 빔 스플리터(240)는 소정 편광 상태를 갖는 푸르키네 광(294)을 적어도 부분적으로 반사시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 편광 빔 스플리터(240)는 푸르키네 광(294)의 대부분 또는 전부를 반사시키도록 구성될 수 있다. 푸르키네 광(294)의 적어도 일부가 제2 편광 빔 스플리터(240)를 통하여 투과되는 실시예들에서, 광은 관찰 영역(204)의 다른 측부를 통하여 나아간다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 광(292)(및 그에 의한

푸르키네 광(294))의 초기 편광을 제어함으로써 이러한 손실들을 최소화하는 것이 중요할 수 있다.

[0027] 제2 편광 빔 스플리터(240)에 의해 반사되는 푸르키네 광은 1/4 파장판(250) 및 반사기(260)에 입사된다. 도 1에 기술된 투사된 광(변조된 광(116))에 대해서와 같이, 1/4 파장판(250)을 2번 통과함으로써 푸르키네 광(294)의 편광을 90° 만큼 회전시킬 수 있는데, 이는 회전된 푸르키네 광(296)으로 표현된다. 회전된 푸르키네 광(296)은 제2 편광 빔 스플리터(240)에 입사되어 적어도 부분적으로 투과된다. 일부 실시예들에서, 회전된 푸르키네 광(296)의 대부분 또는 전부는 제2 편광 빔 스플리터에 의해 투과된다.

[0028] 이어서, 회전된 푸르키네 광(296)은 매체(222)에 들어가서 편광 빔 스플리터(220)에 입사된다. 일부 실시예들에서, 회전된 푸르키네 광(296)은 또한 편광 빔 스플리터(220)에 의해 투과된다. 도 1에 기술된 일부 실시예들에서, (편광 빔 스플리터(220)와 대응하는) 편광 빔 스플리터(120)에 대한 통과 축 및 (제2 편광 빔 스플리터(240)와 대응하는) 제2 편광 빔 스플리터(140)에 대한 통과 축은 직교함에 유의해야 한다. 따라서, 편광 빔 스플리터들 둘 모두가 동일한 편광 상태의 회전된 푸르키네 광(296)을 통과시키기 위해서, 편광 빔 스플리터(220)는 일부 실시예들에서 편광 상태들 둘 모두의 광을 적어도 부분적으로 투과시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(220)는 제1 파장 또는 파장 범위를 갖는 광에 대해 제1 편광 상태의 광을 실질적으로 통과시키고 실질적으로 직교 편광 상태의 광을 실질적으로 반사시키고, 제2 파장 또는 파장 범위를 갖는 광에 대해 편광 상태들 둘 모두의 광을 투과시킬 수 있는데, 여기서 제1 파장 또는 파장 범위는 제2 파장 또는 파장 범위와 상이하다. 일부 실시예들에서, 편광 빔 스플리터(220) 및 제2 편광 빔 스플리터(240)는 상이한 우측 밴드 에지들을 가질 수 있다. 이것은, 일부 경우에, 적외선 광의 직교 편광 상태들이 편광 빔 스플리터에 의해 실질적으로 투과되는 한편 가시 광의 하나의 편광 상태만이 실질적으로 투과되는 것에 대응할 수 있다. 다른 편광 빔 스플리터는 적외선 광 및 가시 광 둘 모두의 하나의 편광 상태만을 실질적으로 투과시킬 수 있다. 이러한 밴드 에지 프로파일들은 이하에서 도 3과 관련하여 서술된다.

[0029] 회전된 푸르키네 광(296)은 렌즈(282)를 통과하고, 그리고 포커싱되거나, 집광되거나, 또는 반전되어서, 이미지 센서(280) 상에 푸르키네 이미지(298)를 생성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 렌즈(282)는, 적외선 광만을 통과시키는 필터를 비롯한, 필터를 포함할 수 있다. 다른 곳에서 기술된 바와 같이, 푸르키네 이미지(298)는 눈(270)으로부터 반사되는 4개의 푸르키네 이미지들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 이미지 센서(280)는 수동 픽셀 센서, 예를 들면 전하 결합 디바이스(charge-coupled device) 또는 CCD이거나 또는 그를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이미지 센서(280)는 능동 픽셀 센서, 예를 들면 상보성 금속 산화물 반도체(complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS)를 포함하는 센서를 포함할 수 있다. 임의의 적합한 전자기기는, 푸르키네 이미지(298)의 위치 및 특징을 해석하기 위한 하나 이상의 프로세서들(미도시)을 포함하여, 이미지 센서(280)를 동반할 수 있다. 하나 이상의 프로세서들은 푸르키네 이미지(298)에 기초하여 정보를 전송하거나 또는 수정할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서들은, 관찰자의 시선이 포커싱됨을 프로세서가 검출하는 곳에 기초하여 투사된 광의 일부를 더 밝게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 프로세서들은 또한 또는 대안적으로 동공 크기, 동공 크기의 변화, 눈의 움직임, 또는 눈의 수분을 결정할 수 있다. 이러한 정보는 소정 콘텐츠에 대한 관찰자의 관심 또는 반응을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프로세서는 시선 방향을 이용하는 제스처들에 기초하여 헤드 마운트 디스플레이(200)와 상호작용하기 위한 입력 커맨드들을 수신할 수 있다.

[0030] 도 3은 1.53 굴절률 매체에서의 2개의 편광 빔 스플리터들에 대해 (우측) 반사 밴드 에지와 입사각 사이의 관계를 도시하는 그래프이다. 일부 응용들의 경우, 광학 시스템의 기하학적 형상을 고려해 볼 때, 45°에서의 밴드 에지의 위치가 특정 관심사일 수 있다. 선 310으로 나타낸 제1 편광 빔 스플리터는 45°에서 약 900 nm의 우측 밴드 에지를 갖는다. 이러한 편광 빔 스플리터는, 가시 광 및 근적외선 스펙트럼의 적어도 일부, 예를 들어, 825 nm 광 둘 모두에 대한 각각의 직교 편광 상태 중 하나를 반사시킬 수 있다. 선 320으로 나타낸 제2 편광 빔 스플리터는 45° 입사각에서 약 750 nm의 우측 밴드 에지를 갖는다. 이러한 편광 빔 스플리터는 가시 광에 대한 각각의 직교 편광 상태 중 하나를 반사시킬 수 있지만 근적외선 스펙트럼의 적어도 일부, 예를 들어, 825 nm 광에 대한 상태들 둘 모두를 실질적으로 투과시킬 수 있다.

[0031] 일부 실시예들에서, 45°의 입사각들은 이상적인 경우만을 나타낼 수 있고, 더 현실적인 또는 더 광범위한 각도들에 걸친 반사 밴드 에지들은 손실 광 및 색상 결함들을 야기할 수 있다. 예를 들어, 일반적으로 램버트 분포를 갖는 LED에 의해 생성되는 광은 완전한 시준에 접근하기 위해 다양한 광학 소자들에 의해 시준될 수 있지만, 결코 그것에 도달하지 못할 것이다. 게다가, 많은 경우에, 램버트 광을 완전히 시준하기 위한 노력들은 종종 허용 불가능한 휘도 및 효율 손실들을 초래하는데, 이는 예를 들어 배터리 수명 감소에 기여할 수 있다. 다시 말하면, 하나 이상의 반사 편광기들에 대한 실제 입사각들은, 심지어 실질적으로 직선 헤드 마운트 디스플레이

의 경우에도, 40 내지 50도 또는 30 내지 60도의 범위에 걸쳐 더 현실적으로 특징지어지고 중요할 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 반사 밴드 에지들이 입사각에 따라 달라지기 때문에, 일정 범위의 각도들에 걸친 반사 밴드 에지의 변화를 고려하지 못하고 그에 대해 설계하지 못함으로써, 많은 응용들에서 허용 불가능한 광학 성능을 초래할 수 있고; 예를 들어, 45° 입사각에서 적외선 광의 상태들 둘 모두를 투과시키도록 설계되는 편광 빔 스플리터가 더 현실적인 범위의 각도들에 걸쳐 적외선 광의 하나 이상의 편광 상태들을 반사시키기 시작할 수 있다. 소정 반사 편광기들, 예를 들면 도 3에 도시된 성능을 갖는 것들, 또는 예를 들어 미국 미네소타주 세인트폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 개선된 편광 필름(Advanced Polarizing Film, APF)은 현실적인 범위의 입사각들에 더 적합할 수 있다.

[0032] 이 그래프와 관련하여 기술되는 제1 및 제2 편광 빔 스플리터들에 대한 라벨들은 이들 2개의 구별의 편의를 위함이고, 도 1 및 도 2에 기술된 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터에 반드시 대응하는 것은 아니다. 나타난 값들 및 곡선 프로파일들은 예시적이고, 편광 빔 스플리터의 특정 구성 또는 원하는 응용에 따라 변경될 수 있다.

[0033] 도 4는 눈 추적 시스템을 포함하는 다른 헤드 마운트 광학 디바이스의 개략적인 상부 사시도이다. 헤드 마운트 디스플레이(400)는, 프레임(402), 투사 광학계(410), 렌즈(422) 내의 몰입된 편광 빔 스플리터(420), 눈 추적 광원들(440), 및 렌즈(452)를 포함하는 이미지 센서(450)를 포함한다.

[0034] 프레임(402)은 임의의 적합한 형상 및 크기일 수 있거나 또는 임의의 적합한 재료로 이루어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 프레임(402)은 표준 안경테처럼 보이도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프레임(402)은 헤드 마운트 디스플레이(400)의 컴포넌트들의 적어도 일부를 감추도록 구성될 수 있다.

[0035] 투사 광학계(410)는 도 4에 상세하게 도시되어 있지 않지만, 예를 들어, 디지털 마이크로미러 투사 시스템 또는 LCoS 시스템을 포함하는, 컴포넌트들의 임의의 적합한 구성 또는 세트일 수 있다. 헤드 마운트 디스플레이(400)의 원하는 응용에 따라, 투사 광학계(410)는 단일 파장의 투사 광 또는 다수의 개별 파장들 또는 일정 범위의 파장들을 갖는 투사 광을 생성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 투사 광학계(410)는 적어도 부분 편광을 생성할 수 있다. 투사 광학계(410)는 또한 편광 빔 스플리터를 포함할 수 있다. 도 4에 도시된 헤드 마운트 디스플레이에 대해, 이러한 경우에 투사 광학계(410)에 포함된 편광 빔 스플리터와 몰입된 편광 빔 스플리터(420) 사이의 광학 경로는 공기를 통과함에 유의해야 한다.

[0036] 몰입된 편광 빔 스플리터(420)는 본 명세서의 다른 곳에서 기술되는 편광 빔 스플리터들 중 임의의 것과 같이 거동할 수 있고; 그것은 광의 하나의 편광을 실질적으로 반사시키지만 직교 편광을 실질적으로 투과시킬 수 있거나, 또는 그것은 그 대신에 또는 추가적으로 소정 파장 범위에서의 광의 편광들 둘 모두를 실질적으로 투과시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 그것은 또한 소정 파장 범위에서의 광의 편광들 둘 모두를 실질적으로 반사시킬 수 있다. 몰입된 편광 빔 스플리터(420)는, 투사 광학계(410)로부터의 방출된 광이 원하는 광학 성능을 제공하기 위해 정확한 입사각을 갖도록 구성될 수 있다. 렌즈(422)와 함께 몰입된 편광 빔 스플리터(420)는, 투사 광학계(410)로부터 입사되는 광이 눈(430)에서 관찰할 수 있게 반사되도록 만족되거나 또는 형상화될 수 있다.

[0037] 눈 추적 광원들(440)은 도 2와 관련하여 눈 추적 광원들(290)에 대해 기술된 것들을 비롯한, 임의의 적합한 개수 및 임의의 적합한 유형의 광원일 수 있다. 눈 추적 광원들(440)은 적외선 스펙트럼에서의 광을 방출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 광원들(440)로부터의 광은 몰입된 편광 빔 스플리터(420) 및 렌즈(422)로 구성되어, 기하학적 형상이 눈 추적 광원들(440)로부터 방출된 광으로 하여금 몰입된 편광 빔 스플리터(420)에 의해 적어도 부분적으로 반사되어 눈(430)으로 지향되도록 할 수 있고, 여기서 반사된 푸르키네 이미지는 렌즈(452)를 통하여 뒤로 지향되고, 여기서 이미지는 이미지 센서(450) 상에 포커싱되거나 또는 집광될 수 있다. 이 실시예에 설명이 적용되는 도 2에서의 이미지 센서(280)와 마찬가지로, 이미지 센서(450)는 CMOS 및 CCD 센서들을 비롯한, 적합한 컴포넌트들 및 전자기기를 포함할 수 있다.

[0038] 본 발명의 실시예들은 많은 헤드 마운트 광학 디스플레이들, 디바이스들, 또는 다른 눈 근접(near-to-eye) 또는 웨어러블 컴퓨터들 내에 통합하기에 적합할 수 있다. 일부 실시예들에서, 눈 앞에 위치한 편광 빔 스플리터가 직교 편광 상태들 둘 모두 또는 그 중 하나의 가시 광을 적어도 부분적으로 투과시키기 때문에, 관찰자가 헤드 마운트 디스플레이를 통하여 실세계 장면들을 관찰할 수 있음에 유의해야 한다. 눈 앞에 위치한 편광 빔 스플리터가 광의 편광 상태를 적어도 부분적으로 반사시키는 일부 실시예들에서, 헤드 마운트 디스플레이는 반사된 광으로부터의 휘광(glare)을 감소시키는 추가적인 이점을 가질 수 있다.

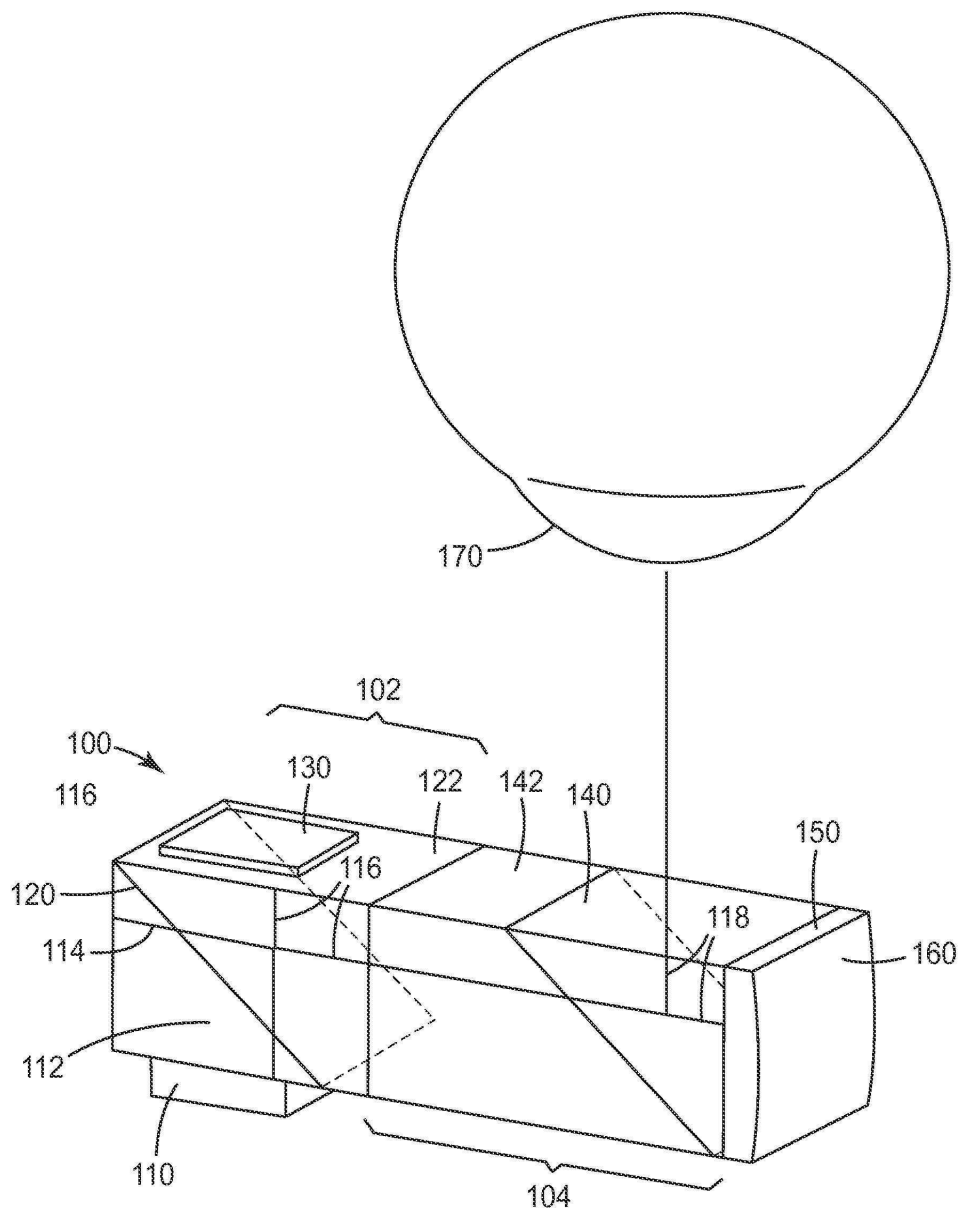
- [0039] 다음은 본 발명의 항목들의 목록이다:
- [0040] 항목 1은, 헤드 마운트 광학 디바이스로서,
- [0041] 하나 이상의 투사 광원들;
- [0042] 하나 이상의 눈 추적 광원들;
- [0043] 편광 빔 스플리터; 및
- [0044] 제2 편광 빔 스플리터를 포함하고,
- [0045] 광학 디바이스는, 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 둘 모두 편광 빔 스플리터에 의해 적어도 부분적으로 반사되도록 구성되고,
- [0046] 광학 디바이스는, 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광 중 적어도 하나에 대한 편광 빔 스플리터와 제2 편광 빔 스플리터 사이의 광학 경로가 공기를 통과하도록 구성되는, 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0047] 항목 2는, 헤드 마운트 광학 디바이스로서,
- [0048] 하나 이상의 투사 광원들;
- [0049] 하나 이상의 눈 추적 광원들;
- [0050] 편광 빔 스플리터; 및
- [0051] 제2 편광 빔 스플리터를 포함하고,
- [0052] 광학 디바이스는, 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광 및 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 둘 모두 편광 빔 스플리터에 의해 적어도 부분적으로 반사되도록 구성되고,
- [0053] 굴절률이 약 1.53인 매체에서 40도와 50도 사이에서 측정될 때, 편광 빔 스플리터는 약 950 nm와 약 850 nm 사이의 우측 밴드 에지를 갖는, 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0054] 항목 3은, 굴절률이 약 1.53인 매체에서 40도와 50도 사이에서 측정될 때, 제2 편광 빔 스플리터는 약 800 nm와 약 700 nm 사이의 우측 밴드 에지를 갖는, 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0055] 항목 4는, 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터 중 적어도 하나가 다층 광학 필름을 포함하는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0056] 항목 5는, 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 적외선 광을 포함하는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0057] 항목 6은, 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광이 700 nm 내지 1000 nm의 파장을 갖는 광의 상당한 부분을 포함하는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0058] 항목 7은, 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 눈 추적 파장 범위 및 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광의 투사 파장 범위가 중첩되지 않는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0059] 항목 8은, 편광 빔 스플리터가 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 제1 편광 상태의 50% 이상을 반사시키지만 제2 직교 편광 상태의 50% 미만만을 반사시키는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0060] 항목 9는, 편광 빔 스플리터가 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 제1 편광 상태 및 제2 직교 편광 상태 둘 모두의 50% 이상을 반사시키는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0061] 항목 10은, 편광 빔 스플리터가 하나 이상의 투사 광원들로부터의 투사 광의 제1 편광 상태의 50% 이상을 반사시키지만 제2 직교 편광 상태의 50% 미만만을 반사시키는, 항목 9의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0062] 항목 11은, 제2 편광 빔 스플리터가 하나 이상의 눈 추적 광원들로부터의 눈 추적 광의 제1 편광 상태 및 제2 직교 편광 상태 둘 모두의 50% 이상을 투과시키는, 항목 1 또는 항목 2의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0063] 항목 12는, 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터가 상이한 우측 밴드 에지들을 갖는, 항목 1 또는 항목 2

의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.

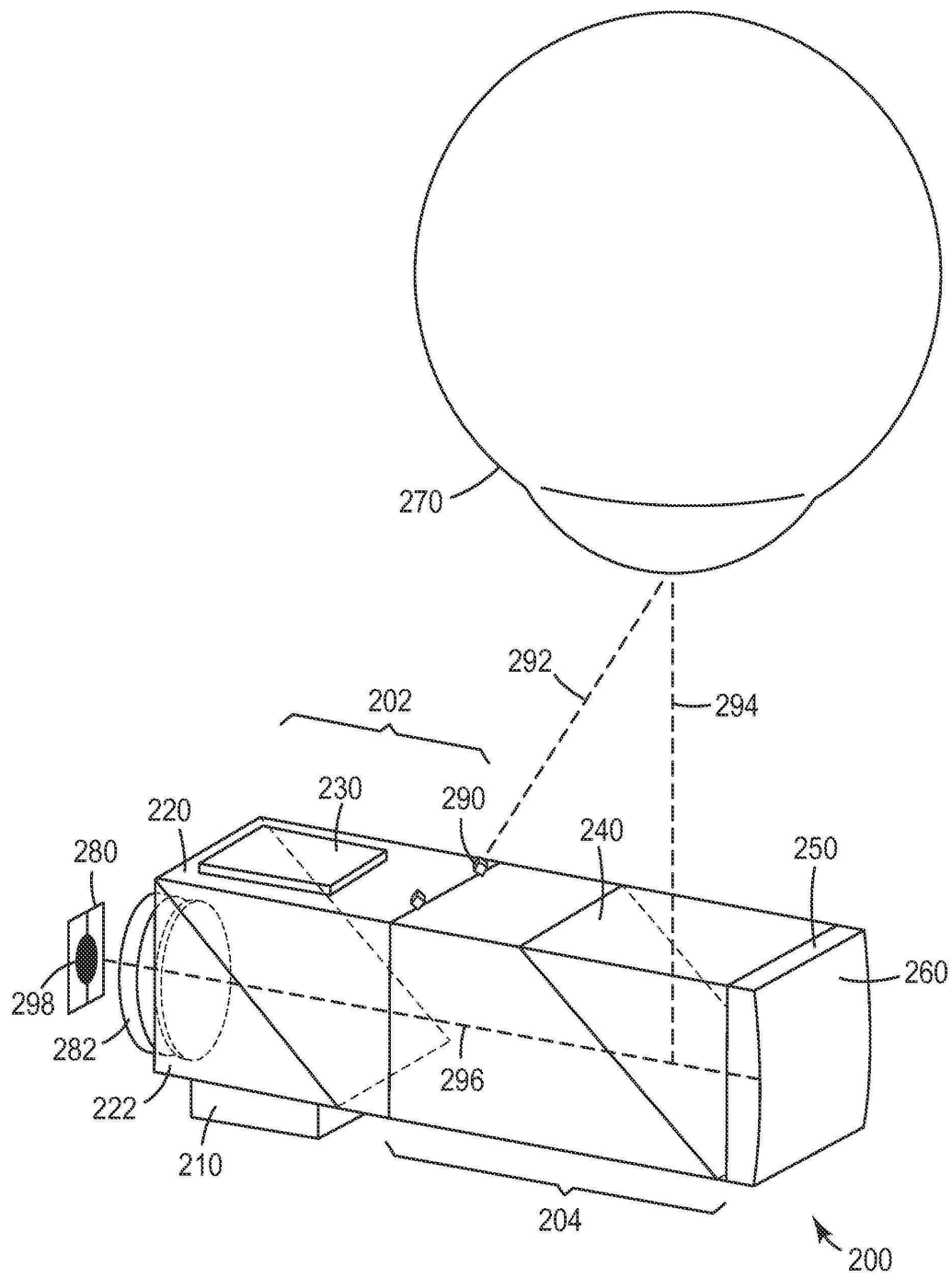
- [0064] 항목 13은, 편광 빔 스플리터 및 제2 편광 빔 스플리터가 실질적으로 동일한 좌측 밴드 에지들을 갖는, 항목 12의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0065] 항목 14는, 1/4 파장판을 추가로 포함하는, 항목 1의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0066] 항목 15는, 이미지 센서를 추가로 포함하는, 항목 1의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0067] 항목 16은, 이미지 센서가 CCD 이미저를 포함하는, 항목 15의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0068] 항목 17은, 이미지 센서가 CMOS 이미저를 포함하는, 항목 15의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0069] 항목 18은, 프레임을 추가로 포함하고, 이미지 센서가 프레임 내부에 배치되는, 항목 15 내지 항목 17 중 어느 하나의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0070] 항목 19는, 편광 빔 스플리터가 렌즈 내에 몰입되는, 항목 1의 헤드 마운트 광학 디바이스이다.
- [0071] 본 출원에 인용된 모든 미국 특허들 및 출원 공개들은 전면 개시되어 있는 것처럼 본 명세서에 참고로 포함된다. 본 발명은 전술한 특정 실시예들로 제한되는 것으로 간주되어서는 안 되는데, 그 이유는, 본 발명의 다양한 태양들의 설명을 용이하게 하기 위하여 그러한 실시예들이 상세히 기술되어 있기 때문이다. 오히려, 본 발명은 첨부된 청구범위 및 그 등가물들에 의해 한정되는 본 발명의 범주 내에 속하는 다양한 변형들, 등가의 공정들, 및 대안적인 디바이스들을 포함한 본 발명의 모든 태양들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

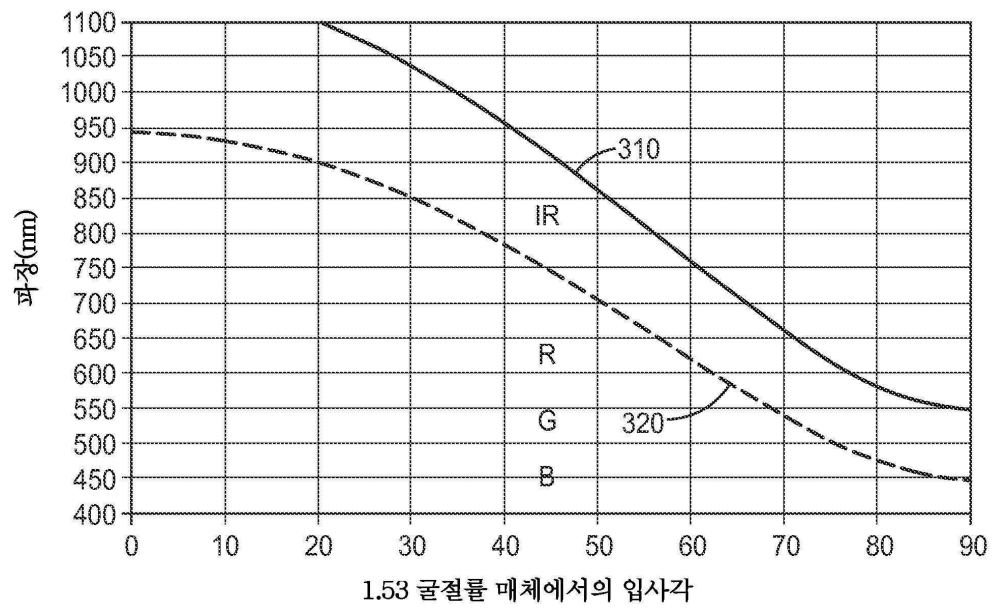
도면1



도면2



도면3



도면4

