



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월23일

(11) 등록번호 10-2708994

(24) 등록일자 2024년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) G02B 26/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 26/0833 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7001191

(22) 출원일자(국제) 2020년06월24일

심사청구일자 2022년01월12일

(85) 번역문제출일자 2022년01월12일

(65) 공개번호 10-2022-0019814

(43) 공개일자 2022년02월17일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2020/055942

(87) 국제공개번호 WO 2020/261127

국제공개일자 2020년12월30일

(30) 우선권주장

JP-P-2019-120427 2019년06월27일 일본(JP)

JP-P-2020-066158 2020년04월01일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020180043072 A*

US20180172994 A1*

US20190187482 A1*

WO2019093228 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시킴가이샤 리코

일본 도쿄도 오다꾸 나가마고메 1쵸메 3-6

(72) 발명자

다나카 슈

일본 1438555 도쿄도 오다꾸 나가마고메 1쵸메 3-6 가부시킴가이샤 리코 나이

산구 스구루

일본 1438555 도쿄도 오다꾸 나가마고메 1쵸메 3-6 가부시킴가이샤 리코 나이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 17 항

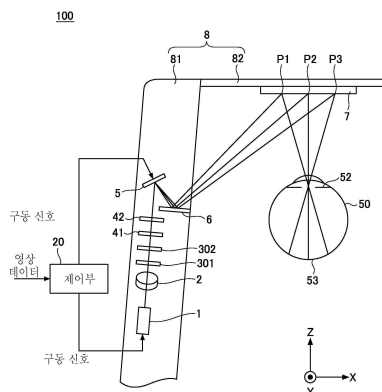
심사관 : 이창원

(54) 발명의 명칭 광학 장치, 영상 표시 장치 및 검안 장치

(57) 요약

본 발명의 적어도 하나의 실시형태에 따른 광학 장치는 미리 정해진 편광 상태의 광인 주사광을 투사하도록 구성된 프로젝터를 구비한다. 광학 장치에 구비된 프로젝터는 미리 정해진 편광 상태의 광을 선택적으로 반사시키는 광학 부재를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02B 2027/0118 (2013.01)

G02B 2027/0127 (2013.01)

G02B 2027/013 (2013.01)

(72) 발명자

시모카와 다츠야

일본 1438555 도쿄도 오다꾸 나가마고메 1쵸메 3-6

가부시키키가이샤 리코 나이

스즈키 슈이치

일본 1438555 도쿄도 오다꾸 나가마고메 1쵸메 3-6

가부시키키가이샤 리코 나이

명세서

청구범위

청구항 1

광학 장치로서:

미리 정해진 파장 대역의 미리 정해진 편광 상태의 광인 주사광을 투사하도록 구성된 프로젝터를 구비하고,

상기 프로젝터는 상기 미리 정해진 편광 상태의 광을 선택적으로 반사시키는 광학 부재를 포함하고,

상기 광학 부재는 또한, 상기 미리 정해진 파장 대역 이외의 파장 대역을 갖는 현실 공간의 물체로부터의 광을 투과시키고, 상기 미리 정해진 파장 대역을 갖고 상기 미리 정해진 편광 상태가 아닌 상기 현실 공간의 상기 물체로부터의 광을 투과시키도록 구성되는 것인 광학 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 편광 상태의 광은 손대칭성(chirality)을 갖는 편광 상태의 광인 것인 광학 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 편광 상태의 광은 손대칭성을 갖는 편광 상태의 광이고,

상기 손대칭성을 갖는 편광 상태의 광은 우향 원편광 및 좌향 원편광 중 하나이고,

상기 광학 부재는 제1 반사형 액정 광학 소자인 것인 광학 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광학 부재는 광을 선택적으로 반사시키는 면을 갖는 것인 광학 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 광학 부재는 광을 집광하는 제1 면을 갖는 것인 광학 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 광학 부재는 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖고, 상기 제2 면으로부터의, 상기 미리 정해진 편광 상태의 광의 손대칭성과 반대의 쌍을 이루는 손대칭성을 갖는 편광 상태의 광을 투과시키는 것인 광학 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광학 부재가 중합성 액정 물질로 이루어진 것인 광학 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광학 부재는 제1 반사형 액정 광학 소자이고,

상기 제1 반사형 액정 광학 소자는 3차원 주기성을 갖는 액정 분자 배향 구조를 포함하고,

상기 액정 분자 배향 구조는 소자의 깊이 방향으로 순대칭성을 갖는 나선형 분자 배열, 및 소자면내 방향으로 소자 중앙부로부터 소자면을 따라 소자면 내에서 주기적으로 변화하는 분자 배향을 갖는 주기적 배열을 구비하며,

상기 주기적 배열은 소자의 중앙부로부터 소자면을 따라 소자면 내에서 비선형적으로 변화하는 주기를 갖는 것인 광학 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 주기적 배열은 상기 소자 중앙부로부터 분할된 제1 영역 및 제2 영역을 포함하고,

상기 제1 영역의 주기적 배열은 상기 제2 영역의 주기적 배열과 비대칭인 것인 광학 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 나선형 분자 배열의 주기수가 6 이상인 것인 광학 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 프로젝터에 상기 주사광을 조사하는 스캐너는,

2개의 상이한 축을 중심으로 회전하도록 구성된 주사 미러, 및

상기 주사 미러에 의해 반사된 광을 반사하도록 구성된 반사 미러를 포함하는 것인 광학 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 반사 미러는 우향 원편광 및 좌향 원편광 중 어느 하나를 선택적으로 반사시켜 집광시키는 반사면을 갖는 제2 반사형 액정 광학 소자인 것인 광학 장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로젝터에 상기 주사광을 조사하는 스캐너는,

우향 원편광 및 좌향 원편광 중 하나를 선택적으로 반사시켜 집광시키는 제2 반사형 액정 광학 소자를 포함하고,

상기 제2 반사형 액정 광학 소자는 소자면 내에 집광 작용의 크기가 상이한 적어도 2개의 영역을 포함하며,

상기 영역 중 집광 작용의 크기가 작은 영역은 집광 작용의 크기가 큰 영역에 비하여 상기 프로젝터에 의해 광이 투사되는 면에 더 가깝게 마련되는 것인 광학 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 광학 장치는 망막 투사 헤드 마운트 디스플레이인 것인 광학 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 망막 투사 헤드 마운트 디스플레이는 맥스웰 뷰를 사용하여 사용자의 망막에 영상을 직접 투사하도록 구성

되는 것인 광학 장치.

청구항 16

광원,

제1항에 기재된 광학 장치, 및

상기 광원으로부터의 광을 상기 미리 정해진 편광 상태의 광으로 변환하는 편광부를 구비하는 것인 영상 표시 장치.

청구항 17

제16항에 기재된 영상 표시 장치를 구비하는 검안 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시 내용은 광학 장치, 영상 표시 장치 및 검안 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 가상현실(VR), 증강현실(AR)과 관련된 기술 및 제품이 주목받고 있다. 특히 AR 기술은 현실 공간의 부가 가치인 디지털 정보 표시 수단으로 산업 분야에 적용하는 것이 기대된다. 행동(작업) 환경에서 사용 가능한 헤드 마운트 디스플레이(HMD)가 개발되었다.

[0003] HMD는 사용자가 허상과 현실 공간에 있는 물체 등의 실상을 병렬로 시인하게 하는 투과형(시스루) HMD가 주류이다. 부분 반사 필름이나 영상 가이드 구조를 통해 눈 앞에 허상을 표시하는 HMD나, 부분 반사 필름을 통해 망막에 직접 영상을 렌더링하는 망막 렌더링 방식의 HMD가 시장에 등장하기 시작하였다.

[0004] 광학 부품을 통해 사용자의 안구 망막에 투사광을 투사하고, 투사 광으로 이루어진 영상을 사용자가 시인하게 하는 장치가 개시되어 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공보 제6209662호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나 상기 특허문헌 1의 장치는 투사광으로 이루어진 영상과 현실 공간을 사용자가 제대로 시인하지 못하게 할 수 있다.

[0007] 본 개시 기술의 목적은 투사광으로 이루어진 영상과 현실 공간에 대한 시인성을 향상시키는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시 기술의 일 실시형태에 따른 광학 장치는 미리 정해진 편광 상태의 광인 주사광을 투사하도록 구성된 프로젝터를 구비한다. 프로젝터는 미리 정해진 편광 상태의 광을 선택적으로 반사시키는 광학 부재를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 개시 기술에 의하면, 투사광으로 이루어진 영상을 적절하게 시인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 첨부된 도면은 본 발명의 실시형태를 도시하기 위한 것으로, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다. 첨부된 도면은 명시적으로 언급하지 않는 한 축척대로 그려진 것으로 간주되지 않아야 한다. 또한, 동일하거나 유사한 참조 번호는 각 도면에서 동일하거나 유사한 구성 요소를 나타낸다.
- 도 1은 제1 실시형태에 따른 영상 표시 장치의 구성예를 도시한 도면이다.
- 도 2는 상기 실시형태에 따른 주사 미러의 구성예를 도시한다.
- 도 3은 상기 실시형태에 따른 제어부의 하드웨어 구성예를 나타내는 블록도이다.
- 도 4는 상기 실시형태에 따른 제어부의 기능 구성예를 나타내는 블록도이다.
- 도 5a, 5b 및 5c(도 5)는 각각 상기 실시형태에 따른 반사형 액정 광학 소자의 구성예를 도시한 도면이다.
- 도 6은 상기 실시형태에 따른 반사형 액정 광학 소자의 작용 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 상기 제1 실시형태에 따른 영상 표시 장치의 동작예를 도시한 도면이다.
- 도 8은 제2 실시형태에 따른 영상 표시 장치의 구성예를 도시한 도면이다.
- 도 9는 비교예에 따른 영상 표시 장치의 작용 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 10은 상기 제2 실시형태에 따른 영상 표시 장치의 작용 일례를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정 실시형태를 설명하기 위하여 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 명백하게 달리 나타내지 않는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도된다.
- [0012] 도면에 도시된 실시형태를 설명함에 있어서, 명확성을 위하여 특정 용어를 사용하였다. 그러나, 본 명세서의 개시 내용은 이와 같이 선택된 특정 용어에 제한되도록 의도되지 않으며, 각각의 특정 요소는 유사한 기능을 갖고 유사한 방식으로 작동하며 유사한 결과를 달성하는 모든 기술적 등가물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0013] 이하, 도면을 참조하여 실시형태를 설명한다. 도면 전체에 걸쳐 동일하거나 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 부호를 부여하고 중복되는 설명은 생략할 수 있다.
- [0014] 본 실시형태에서는 미리 정해진 편광 상태의 주사광을 광학 부재에 의해 선택적으로 반사하여 상기 주사광으로 이루어진 영상을 투사한다. 주사광으로 이루어진 영상은 고효율로 선택적으로 반사되기 때문에 손실 적게 투사된다. 이에 반해, 미리 정해진 편광 상태 이외의 광을 포함하는 현실 공간에 있는 물체 등의 광은 광학 부재를 고효율로 투과한다. 따라서, 주사광으로 이루어진 허상과 현실 공간에 있는 물체 등의 실상은 주사광이 투사되는 면에서 모두 밝게 시인된다.
- [0015] 본 실시형태에서는 광학 장치를 포함하는 영상 표시 장치의 예를 설명한다. 여기서 영상 표시 장치의 예로서 맥스웰 뷰를 이용하여 사용자의 망막에 직접 사진 또는 영상을 투사하는 웨어러블 단말인 망막 투사 방식의 헤드 마운트 디스플레이(HMD)를 설명한다.
- [0016] 본 실시형태에서는 사용자의 좌측 안구에 영상을 표시하는 영상 표시 장치의 예를 설명한다. 그러나 영상 표시 장치는 우측 안구에도 적용될 수 있다. 또한, 두 개의 영상 표시 장치가 제공되어 양쪽 안구에 적용하여도 된다.
- [0017] 본 실시형태의 설명에서 사진은 정지 화상과 동의어이고 영상은 동화와 동의어이다. 또한 레이저광은 레이저 빔과 동의어이다. 레이저광은 "광"의 일례이다.
- [0018] 도 1을 참조하여 제1 실시형태에 따른 영상 표시 장치(100)의 구성을 설명한다. 도 1은 영상 표시 장치(100)의 구성예를 도시한 것이다.
- [0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 영상 표시 장치(100)는 레이저 광원(1), 렌즈(2), 개구 부재(301), 감광 소자(302), 편광자(41), 1/4 파장판(42), 주사 미러(5), 반사 미러(6) 및 반사형 액정 광학 소자(7)를 포함한다. 또한, 영상 표시 장치(100)는 안경테(8) 및 제어부(20)를 포함한다.
- [0020] 안경테(8)는 안경다리(81)와 테두리(82)를 포함한다. 테두리(82)는 안경 렌즈(8c, 도시하지 않음)를 지지한다.

렌즈(2), 개구 부재(301), 감광 소자(302), 편광자(41), 1/4 파장판(42), 주사 미러(5) 및 반사 미러(6)는 안경다리(81)의 내부에 마련된다. 반사형 액정 광학 소자(7)는 테두리(82)에 유지된 안경 렌즈(8c)의 표면에 마련된다. 사용자는 안경테(8)를 귀에 걸면, 영상 표시 장치(100)를 머리에 착용할 수 있다.

- [0021] 레이저 광원(1)은 단일 파장 또는 복수 파장의 레이저광을 출사하는 반도체 레이저이다. 레이저 광원(1)은 제어부(20)로부터의 구동 신호에 응답하여 시간 변조된 레이저광을 출사한다. 단색 영상을 렌더링하기 위해서는 단일 파장의 레이저광을 출사하는 레이저 광원이 사용되고, 컬러 영상을 렌더링하기 위해서는 복수 파장의 레이저광을 출사하는 레이저 광원이 사용된다. 이 경우, 레이저 광원(1)은 "광원"의 일례이다.
- [0022] 개구 부재(301)는 광이 통과할 수 있는 구멍을 갖는 부재이다. 개구 부재(301)는 입사된 레이저광의 일부를 통과시키고 입사된 레이저광의 잔여 부분을 차단함으로써 레이저광을 원하는 단면 형상 또는 원하는 직경으로 성형할 수 있다. 개구 부재(301)의 개구경은 $1/e^2$ 의 광강도로 렌즈(2)에 의해 시준된 레이저광의 직경과 동일하거나 이 직경의 미만이다. 또한 "e"는 자연 로그의 밑이다.
- [0023] 개구 부재(301)의 직경은 레이저광이 개구 부재(301)를 통과한 후 주사 미러(5)에 입사되는 레이저광 단면의 직경이 주사 미러(5)의 유효 직경보다 작도록 정해진다. 본 실시형태에서 개구부는 원형 개구부로 예상되나 부분적으로 왜곡된 형상이나 타원형의 개구부일 수 있다. 개구 부재(301)는 예를 들면, 단면 광강도 분포를 균일화하여 레이저광을 원하는 상태로 함으로써 영상 광 및 영상 품질을 향상시킨다.
- [0024] 감광 소자(302)는 사용자의 눈 안전을 고려한 적절한 광강도가 얻어지도록 통과되는 레이저광의 광강도를 감소시키는 광학 장치이다. 감광 소자(302)는 예를 들면 수지체의 판상 부재 및 이 판상 부재 상에 설치된 미리 정해진 투과율을 갖는 광학 박막을 포함하는 ND(Neutral Density) 필터이다.
- [0025] 사용자의 눈 안전을 고려한 적절한 광강도는 예를 들면 레이저광의 안전에 관한 국제 기준인 국제전기기술위원회(IEC) 60825-1의 Class1 미만의 광강도이다. 감광 소자(302)는 레이저 광원(1)에서 출사되는 레이저광을 원하는 강도로 감소시키기 때문에 안전한 레이저광이 망막에 조사되어 사용자의 눈 안전이 보장된다.
- [0026] 편광자(41)는 입사광의 편광 상태를 변환하여 정해진 방향으로 진동하는 선형 편광을 얻는 광학 소자이다. 편광자(41)는 한 쌍의 투명판 사이에 끼워진 편광 필름을 사용할 수 있다. 편광 필름은 예를 들어 폴리비닐알코올(PVA)로 이루어진 편광 막에 요오드를 첨가하고 그 결과물을 연신하여 고분자 방향을 정렬하여 얻어진다. 한 쌍의 투명판은 유리 또는 셀룰로오스 트리아세테이트와 같은 수지를 사용할 수 있다.
- [0027] 1/4 파장판(42)은 입사된 선형 편광을 우향 원편광 및 좌향 원편광 중 하나로 변환시키는 광학 장치이다. 1/4 파장판(42)은 수정과 같이 복굴절성을 갖는 무기 결정 물질로 이루어진 파장판이다. 편광자(41) 및 1/4 파장판(42)을 포함하는 구성은 "편광부"의 일례이다.
- [0028] 주사 미러(5)는 2개의 상이한 축을 중심으로 회전하는 미러이다. 주사 미러(5)는 2개의 상이한 방향으로 입사광을 주사하도록 회전 및 각도를 변경한다. 도 1의 예에서 주사 미러(5)는 입사된 레이저광을 X 방향(수평 방향) 및 Y 방향(수직 방향)으로 주사한다. 레이저광이 동기화된 상태에서 X, Y 방향으로의 레이저광 주사가 이루어지기 때문에 반사형 액정 광학 소자(7)를 통해 사진이나 영상이 사용자의 안구 망막에 투사된다. 주사 미러(5)는 "스캐너"의 일례이다.
- [0029] 도 1에서는 도시가 생략되어 있지만, 영상 표시 장치(100)는 예를 들어 X, Y 방향으로의 레이저광 주사를 동기화하기 위하여 공지된 동기 검출 광학 시스템을 구비할 수 있다.
- [0030] 도 1에서 화살표로 표시된 X 방향은 화소들이 시간적으로 연속적으로 렌더링되어 일련의 화소군이 형성되는 주주사 방향에 해당하고, Y 방향은 주주사 방향과 직교하는, 일련의 화소군이 배열되는 부주사 방향에 해당한다. 주주사 방향의 주사 속도는 부주사 방향의 주사 속도보다 고속으로 되어 있다.
- [0031] 주사 미러(5)는 2축 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 미러를 사용할 수 있다. 주사 미러(5) 구성의 상세한 내용은 도 2를 참조하여 후술된다.
- [0032] 반사 미러(6)는 주사 미러(5)에 의해 주사된 레이저광을 반사형 액정 광학 소자(7)를 향해 반사시키는 미러이다. 반사 미러(6)의 표면은 평면에 한정되지 않고, 예를 들어 오목면 또는 볼록면과 같은 원하는 형상을 가질 수 있다.
- [0033] 반사형 액정 광학 소자(7)는 액정 분자를 포함하는 액정 필름으로 이루어진 평판형 광학 장치이다. 반사형 액정 광학 소자(7)는 액정 분자의 나선형 분자 배열, 나선형 피치 및 국부적인 배향 변화를 포함하는 액정 분자 배향

구조를 이용하여 입사되는 우향 원편광과 좌향 원편광 중 하나를 반사(회절)시켜 안구(50)의 동공(52) 중심 부근의 위치에 집광시킨다.

- [0034] 도 1의 P1 내지 P3 영역에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)는 XY 평면 내의 영역에 따라 안구(50)를 향하여 서로 다른 방향으로 레이저광을 반사시킨다. 상술한 바와 같이 반사형 액정 광학 소자(7)는 반사광에 대한 집광 작용의 크기가 영역에 따라 상이하여 반사광이 동공(52) 중심 부근의 위치에 집속되는 특성을 갖는다. 집광 작용의 크기가 커질수록 렌즈 기능으로서는 초점거리가 짧아지는 것과 동등한 효과를 얻을 수 있다. 집광 작용의 크기가 작아질수록 렌즈 기능으로서는 초점거리가 길어지는 것과 동등한 효과를 얻을 수 있다. 도 1의 예에서는 P1 영역에서 P3 영역으로 갈수록 집광 작용의 크기가 증가한다.
- [0035] 상술한 작용은 반사형 액정 광학 소자(7)에 포함된 액정 분자 배향 구조에 기인하는 것으로, 소자면에서의 액정 분자의 배향 분포를 조정함으로써 실현된다. 반사형 액정 광학 소자(7)의 구성 및 효과에 대한 상세한 설명은 도 5 내지 도 7을 참조하여 후술한다.
- [0036] 제1 반사형 액정 광학 소자(7)는 "제1 반사형 액정 광학 소자"의 일례이다. 또한, 반사형 액정 광학 소자(7)는 "광학 부재"의 일례이며, 또한 "프로젝터"의 일례이다. 반사형 액정 광학 소자(7)의 소자면은 "반사면"의 일례이다.
- [0037] 제어부(20)는 렌더링될 영상의 소스가 되는 영상 데이터를 입력받고, 입력된 영상 데이터에 기초하여 레이저 광원에 의한 레이저광의 출사를 제어하는 제어 장치이다. 제어부(20)는 주사 미러(5)의 구동을 제어하여 주사 미러(5)에 의한 광 주사를 제어한다.
- [0038] 도 1에서는 레이저 광원(1) 및 감광 소자(302)를 안경다리(81) 내부에 마련한 예를 제시하였지만 이에 한정되지 않는다. 레이저 광원(1) 및 감광 소자(302)를 안경다리(81)의 외부에 마련하고 레이저 광원(1)에서 출사되어 감광 소자(302)에 의해 감광된 레이저광을 안경다리(81)의 내부로 도광하여도 된다. 제어부(20)는 안경다리(81) 내부에 마련하여도 된다. 대안적으로, 제어부(20)는 안경다리(81)의 외부에 마련하고 제어부(20)로부터의 구동 신호를 안경다리(81)의 내부로 공급하여도 된다.
- [0039] 도 1에는 감광 소자(302)가 개방 부재(301)와 주사 미러(5) 사이에 배치되는 예가 도시되었지만, 이에 제한되지는 않는다. 감광 소자(302)는 개구 부재(301)와 렌즈(2) 사이에 배치될 수 있으며, 다수의 위치에 배치될 수 있다. 상기 감광 소자는 사용자의 망막에 투사되는 광의 세기가 안전하다면 생략될 수 있다. 감광 소자(302)를 적절하게 배치함으로써 영상 표시 장치(100)를 소형화할 수 있다.
- [0040] 도 1에는 편광자(41) 및 1/4 파장판(42)이 감광 소자(302)와 주사 미러(5) 사이에 배치되는 예가 도시되었지만, 편광자(41) 및 1/4 파장판(42)은 개방 부재(301)와 감광 소자(302) 사이, 또는 개방 부재(301)와 렌즈(2) 사이에 배치될 수 있다.
- [0041] 도 1에는 반사형 액정 광학 소자(7)가 안경 렌즈(8c)의 표면에 마련되는 예가 도시되었지만, 이에 제한되지는 않는다. 반사형 액정 광학 소자(7)는 안경 렌즈(8c)가 도광판으로 구성되는 경우, 안경 렌즈(8c)의 내부 또는 표면에 마련될 수 있다.
- [0042] 레이저 광원(1)은 반도체 레이저에 한정되지 않고 고체 레이저 또는 기체 레이저를 사용할 수 있다. 편광자(41)는 내구성을 향상시키기 위하여 투명판의 최표면에 보호 필름을 구비하거나, 반사를 방지하기 위하여 무반사 코팅층을 구비할 수 있다. 더 높은 소광비가 요구되는 경우에는 예를 들어 와이어 그리드 편광자 또는 금속 분산형 편광 필름을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0043] 1/4 파장판(42)은 무기 결정 재료로 이루어진 파장판에 한정되지 않고, 연신 처리로 복굴절성을 갖는 폴리카보네이트와 같은 유기 재료로 이루어진 수지 필름 또는 한 쌍의 투명판 사이에 고분자 액정상을 협지한 위상판을 사용하여도 된다.
- [0044] 주사 미러(5)는 MEMS 미러에 한정되지 않고, 폴리곤 미러 또는 갈바노 미러, 또는 이들 미러의 조합과 같이, 광을 주사할 수 있는 광학 소자를 사용할 수 있다. 여기서 MEMS 미러를 사용하는 것이 영상 표시 장치(100)를 소형화 및 경량화할 수 있기 때문에 바람직하다. MEMS 미러의 구동 방식은 정전 방식, 압전 방식, 전자기 방식 등 어떠한 방식이든 채용할 수 있다.
- [0045] 아래에 영상 표시 장치(100)의 레이저광 경로에 대하여 설명한다.
- [0046] 도 1에서는 레이저 광원(1)으로부터 출사된 발산광의 레이저광(발산광의 도시는 생략)이 렌즈(2)에 의해 대략

평행 광으로 변환된다. 렌즈에 의한 작용은 광을 대략 평행시키는 것에 제한되지 않고, 렌즈를 통과한 광을 수렴 또는 발산시킬 수 있다. 대략 평행한 레이저광은 개구 부재(301)와 감광 소자(302)를 통과하여 편광자(41)와 1/4 파장판(42)에 의해 우향 원편광의 레이저광으로 변환된다. 우향 원편광은 "손대칭성을 갖는 편광 상태"의 예이다.

- [0047] 우향 원편광으로 변환된 레이저광은 주사 미러(5)에 의해 2축 방향으로 주사되고, 반사 미러(6)에서 반사되어 반사형 액정 광학 소자(7)에 입사된다.
- [0048] 예를 들어, 반사형 액정 광학 소자(7)는 입사된 우향 원편광의 레이저광을 선택적으로 반사하여 레이저광을 안구(50)에 입사시킨다. 안구(50)에 입사된 광은 반사형 액정 광학 소자(7)의 집광 기능에 의해 동공(52)의 중심 부근 위치에서 일단 수렴된다. 그 후 안구(50)의 깊은 위치에 있는 망막(53)에 결상된다. 망막(53)은 "광이 투사되는 면"의 일레이다.
- [0049] 이와 같은 시인 상태를 일반적으로 맥스웰 뷰(Maxwellian view)라고 한다. 동공(52)의 중심 부근을 통과한 광은 수정체의 초점 조정에 관계없이 망막(53)에 도달한다. 따라서 이상적으로는 사용자가 현실 공간의 어느 위치에 서든 눈의 초점을 조절하면 초점이 맞춰진 상태에서 투사된 영상을 선명하게 시인할 수 있다. 이에 반하여 실제 세계에서 안구(50)에 입사되는 레이저광은 작지만 제한적인 직경을 구비하므로 수정체에 의한 렌즈 작용의 영향을 받는다. 따라서, 본 실시형태에서는 렌즈(2) 및 반사형 액정 광학 소자(7)의 집광 작용으로 인해 레이저광이 안구(50)에 입사될 때의 직경이 350 μm 내지 500 μm 이고, 빔 발산각이 양(플러스)의 유한값, 즉 발산광이 된다.
- [0050] 따라서, 주사 미러(5)로 주사된 레이저광으로 렌더링되는 영상은 반사형 액정 광학 소자(7)를 통해 수정체의 초점 조정에 관계없이 망막(53)에 도달한다. 따라서, 사용자는 현실 공간의 어느 위치에 눈의 초점을 맞추어도 투사된 영상을 선명하게 시인할 수 있다. 즉, 주사 미러(5)로 주사된 레이저광으로 렌더링되는 영상은 무초점 상태로 시인된다.
- [0051] 영상 표시 장치(100)는 레이저 광원(1)에 인가되는 전류 또는 전압을 변경할 수 있고, 발사되는 레이저광의 광강도를 변경할 수 있다. 따라서, 영상 표시 장치(100)가 사용되는 주변 환경의 밝기에 따라 사진 또는 영상의 밝기를 변경할 수 있다.
- [0052] 아래에 도 2를 참조하여 주사 미러(5)의 구성을 상세하게 설명한다. 도 2는 주사 미러(5)의 구성예를 도시하고 있다. 도 2에서 화살표로 나타낸 각 방향을 α 방향, β 방향, γ 방향이라 한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 주사 미러(5)는 지지 기관(91), 가동부(92), 사행 빔부(meandering beam portion)(93), 사행 빔부(94) 및 전극 결합부(95)를 포함한다.
- [0053] 이들 중, 사행 빔부(93)는 다수의 절첩 부분을 갖도록 사행으로 형성되며 일단이 지지 기관(91)에 결합되고 타단이 가동부(92)에 결합된다. 사행 빔부(93)는 3개의 빔을 포함하는 빔부(93a) 및 3개의 빔을 포함하는 빔부(93b)를 구비한다. 빔부(93a)의 빔과 빔부(93b)의 빔은 교대로 형성된다. 빔부(93a) 및 빔부(93b)에 포함된 각 빔은 독립적으로 압전체를 구비한다.
- [0054] 마찬가지로, 사행 빔부(94)는 다수의 절첩 부분을 갖도록 사행으로 형성되며 일단이 지지 기관(91)에 결합되고 타단이 가동부(92)에 결합된다. 사행 빔부(94)는 3개의 빔을 포함하는 빔부(94a) 및 3개의 빔을 포함하는 빔부(94b)를 구비한다. 빔부(94a)의 빔과 빔부(94b)의 빔은 교대로 형성된다. 빔부(94a) 및 빔부(94b)에 포함된 각 빔은 독립적으로 압전체를 구비한다. 빔부(93a, 93b) 각각의 빔 수는 3개로 한정되는 것은 아니며 바람직하게 결정될 수 있다.
- [0055] 도 2에는 빔부(93a, 93b, 94a, 94b)에 포함되는 압전체 부재는 도시하지 않았지만, 각 빔은 다층 구조를 가질 수 있고, 압전체는 각 빔 층의 일부에 압전체 층으로 제공될 수 있다. 이하의 설명에서는 빔부(93a, 94a)에 포함되는 압전체를 통칭하여 압전체(95a)라고 하고, 빔부(93b, 94b)에 포함되는 압전체를 통칭하여 압전체(95b)라고 한다.
- [0056] 압전체(95a)와 압전체(95b)에 역위상의 전압 신호를 인가하여 사행 빔부(94)를 휘게 하면 인접한 빔부가 서로 다른 방향으로 만곡된다. 만곡이 누적되어 도 2의 A-축을 중심으로 반사 미러(92a)를 왕복 회전시키는 회전력을 발생시킨다.
- [0057] 가동부(92)는 사행 빔부(93)와 사행 빔부(94) 사이에 β 방향으로 끼워져 있다. 가동부(92)는 반사 미러(92a), 토션 바(92b), 압전체(92c) 및 지지부(92d)를 포함한다.
- [0058] 반사 미러(92a)는 예를 들어 기재 및 기재 상에 증착으로 제공된 금속 박막을 포함한다. 금속 박막은 예를 들어

알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag)을 포함한다. 토션 바(92b)는 일단이 반사 미러(92a)에 연결되고, 양 및 음의 α 방향으로 연장되어 반사 미러(92a)를 회전 가능하게 지지한다.

- [0059] 압전체(92c)는 일단이 토션 바(92b)에 연결되고 타단이 지지부(92d)에 연결된다. 압전체(92c)에 전압이 인가되면 압전체(92c)가 굴곡 변형되어 토션 바(92b)에 비틀림이 발생한다. 토션 바(92b)의 비틀림은 회전력을 발생시키고 이에 따라 반사 미러(92a)는 B-축을 중심으로 회전한다.
- [0060] A-축을 중심으로 한 반사 미러(92a)의 회전에 의해 반사 미러(92a)에 입사된 레이저광이 α 방향으로 주사된다. B-축을 중심으로 한 반사 미러(92a)의 회전에 의해 반사 미러(92a)에 입사된 레이저광이 β 방향으로 주사된다.
- [0061] 지지부(92d)는 반사 미러(92a), 토션 바(92b) 및 압전체(92c)를 둘러싼다. 지지부(92d)는 압전체(92c)에 연결되어 압전체(92c)를 지지한다. 지지부(92d)는 압전체(92c)에 연결된 토션 바(92b)와 반사 미러(92a)를 간접적으로 지지한다.
- [0062] 지지 기관(91)은 가동부(92), 사행 빔부(93) 및 사행 빔부(94)를 둘러싼다. 지지 기관(91)은 사행 빔부(93) 및 사행 빔부(94)에 연결되어 사행 빔부(93)와 사행 빔부(94)를 지지한다. 또한 지지 기관(91)은 사행 빔부(93) 및 사행 빔부(94)에 연결된 가동부(92)를 간접적으로 지지한다.
- [0063] 주사 미러(5)를 구성하는 MEMS 미러는 마이크로 머시닝 기술을 이용하여 실리콘 또는 유리로 형성된다. 마이크로 머시닝 기술을 이용하면 고정밀도로 초소형 가동 미러를 사행 빔부와 같은 구동부와 일체적으로 기관에 형성할 수 있다.
- [0064] 구체적으로, SOI(silicon on insulator) 기관은 예를 들어 에칭에 의해 성형된다. 반사 미러(92a), 사행 빔부(93, 94), 압전체(95a, 95b), 전극 결합부 등은 성형 기관에 일체로 형성되어 MEMS 미러를 형성한다. 반사 미러(92a) 및 다른 구성 요소는 SOI 기관이 성형된 후에 형성되어도 되고, SOI 기관이 성형되는 동안 형성되어도 된다.
- [0065] SOI 기관은 단결정 실리콘(Si)으로 이루어진 실리콘 지지층 상에 실리콘 산화막이 형성되고, 상기 실리콘 산화막 상에 단결정 실리콘으로 이루어진 실리콘 활성층이 추가로 형성된 기관이다. 실리콘 활성층은 x 방향의 두께가 α 방향 및 β 방향의 치수보다 더 작다. 이와 같은 구성에 의해 실리콘 활성층으로 이루어진 부재는 탄성을 갖는 탄성부로서의 기능을 갖는다.
- [0066] SOI 기관은 평면일 필요는 없으며, 예를 들어 곡물을 가질 수 있다. 기관이 부분적으로 탄성이고 에칭 등에 의해 일체로 성형될 수 있는 한, MEMS 미러를 형성하기 위하여 사용되는 부재는 SOI 기관에 제한되지 않는다.
- [0067] 주주사 방향으로 주사를 실행하는 경우, 제어부(20)로부터의 구동 신호로서 주사 미러(5)에 포함된 압전체(95a, 95b)에 역위상의 사인 파형 전압이 인가된다. 사인 파형 전압의 주파수는 A-축 주위의 가동부(92)의 공진 모드에 대응하는 주파수이다. 사인 파형의 전압이 인가되면 주사 미러(5)는 저전압으로 또한 매우 큰 회전각으로 왕복 회전한다.
- [0068] 구동 신호는 톱니 파형의 전압 신호를 사용할 수 있다. 톱니 파형은 사인 파형을 중첩하여 생성할 수 있다. 그러나 파형은 톱니 파형에 한정되지 않으며, 톱니 파형의 정점이 둥근 파형 또는 톱니 파형의 선형 영역이 곡선으로 된 파형을 사용할 수 있다.
- [0069] 다음에, 본 실시형태에 따른 제어부(20)의 하드웨어 구성에 대하여 도 3을 참조하여 설명한다. 도 3은 제어부(20)의 하드웨어 구성예를 나타내는 블록도이다.
- [0070] 도 3에 도시된 바와 같이, 제어부(20)는 CPU(Central Processing Unit)(22), ROM(Read Only Memory)(23), RAM(Random Access Memory)(24), 광원 구동 회로(25), 및 주사 미러 구동 회로(26)를 포함한다. 이들은 시스템 버스(27)를 통해 전기적으로 서로 연결된다.
- [0071] 이 중 CPU(22)는 제어부(20)의 동작을 제어한다. CPU(22)는 RAM(24)을 작업 영역으로 사용하고, ROM(23)에 저장된 프로그램을 실행하여 제어부(20)의 전체 동작을 제어하고 다양한 기능을 구현한다.
- [0072] 광원 구동 회로(25)는 레이저 광원(1)과 전기적으로 연결되어 전류 또는 전압을 레이저 광원(1)에 인가하여 레이저 광원(1)을 구동하는 전기 회로이다. 레이저 광원(1)은 광원 구동 회로(25)로부터 출력되는 구동 신호에 따라 레이저광의 출사를 ON 또는 OFF하거나 출사되는 레이저광의 광 강도를 변화시킨다.
- [0073] 주사 미러 구동 회로(26)는 주사 미러(5)에 전기적으로 연결되고 주사 미러(5)에 전압을 인가하여 주사 미러

(5)를 구동하는 전기 회로이다. 주사 미러(5)는 주사 미러 구동 회로(26)로부터 출력되는 구동 신호에 따라 구동부(92)에 구비되는 반사 미러(92a)의 회전 각도를 변화시킨다.

[0074] 다음에, 도 4를 참조하여 본 실시형태에 따른 제어부(20)의 기능적 구성에 대하여 설명한다. 도 4는 제어부(20)의 기능 구성예를 나타내는 블록도이다. 도 4를 참조하면, 제어부(20)는 발광 제어부(31), 광원 구동부(32), 주사 제어부(33) 및 주사 미러 구동부(34)를 포함한다.

[0075] 이들 구성요소 중, 발광 제어부(31) 및 주사 제어부(33)의 각 기능은 예를 들어 CPU(22)에 의해 실현된다. 광원 구동부(32)의 기능은 예를 들어 광원 구동 회로(25)에 의해 실현된다. 주사 미러 구동부(34)의 기능은 예를 들면 광원 구동 회로(25)에 의해 실현된다.

[0076] 이 중, 발광 제어부(31)는 렌더링하는 영상의 소스가 되는 영상 데이터를 입력받고, 입력된 영상 데이터에 기초하여 레이저 광원(1)의 구동을 제어하기 위한 제어 신호를 광원 구동부(32)로 출력한다.

[0077] 주사 제어부(33)는 렌더링하는 영상의 소스가 되는 영상 데이터를 입력받고, 입력된 영상 데이터에 기초하여 주사 미러(5)의 구동을 제어하기 위한 제어 신호를 주사 미러 구동부(34)로 출력한다.

[0078] 발광 제어부(31) 및 주사 제어부(33)는 원하는 위치에서 시인하고자 하는 영상에 왜곡 등이 있는 경우에 왜곡 등을 보정하도록 제어할 수 있다.

[0079] 광원 구동부(32)는 발광 제어부(31)로부터 입력되는 제어 신호에 따라 레이저 광원(1)에 전류 또는 전압을 인가하여 레이저 광원(1)을 구동한다. 주사 미러 구동부(34)는 주사 제어부(33)로부터 입력되는 제어 신호에 기초하여 주사 미러(5)에 전압을 인가하여 주사 미러(5)를 구동한다.

[0080] 아래에 반사형 액정 광학 소자(7)의 상세한 구성을 도 5a 내지 도 5c를 참조하여 설명한다. 도 5a 내지 도 5c는 반사형 액정 광학 소자(7)의 구성예를 도시한다. 도 5a는 반사형 액정 광학 소자(7)의 사시도이다. 도 5b는 반사형 액정 광학 소자(7)에 포함되는 액정 디렉터(71)의 단면 공간 분포의 일부를 도시한다. 도 5c는 반사형 액정 광학 소자(7)에 포함되는 액정 디렉터(71)의 소자면에서의 면내 공간 분포의 일부를 도시한다.

[0081] 도 5에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)의 소자면은 액정 디렉터(71) 또는 기판면과 평행한 면인 x-y 평면을 나타내고, 단면은 소자면에 수직인 면, 예를 들어 x-z 평면을 나타낸다.

[0082] 도 5a에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)는 평판형 액정 필름으로 형성된다. 반사형 액정 광학 소자(7)는 광중합성 액정 물질을 이용하여 원하는 분자 배향 구조를 형성한 후 자외선 조사에 의해 분자 배향 구조를 고정하고 기판을 제거하여 제작된다. 중합에 의해 액정 분자의 배향과 위치는 중합 전의 상태를 유지하면서 경화된다. 따라서, 액정 분자 배향 구조는 중합 전 또는 중합 후의 상태를 나타낼 수 있다.

[0083] 도 5b 및 도 5c에 도시된 바와 같이, 액정 디렉터(71)가 3차원 주기성을 갖는 액정 분자 배향 구조가 반사형 액정 광학 소자(7) 내에 봉입되어 있다. 액정 디렉터(71)는 액정 분자가 장축 방향으로 정렬 배향되는 평균적인 분자 배향 방향을 갖는다.

[0084] 본 발명의 일 실시형태에 따른 액정 물질은 비카이랄성 분자로 이루어진 네마틱 액정에 카이랄제가 첨가된 콜레스테릭 액정 또는 액체 분자 자체가 손대칭성을 갖는 콜레스테릭 액정이다. 콜레스테릭 액정은 인접한 분자들 사이에 분자 배향의 비틀림이 유발되어 액정 디렉터(71)와 수직인 방향으로 손대칭성을 갖는 나선형 주기 구조를 형성한다.

[0085] 즉, 본 발명의 일 실시형태에 따른 반사형 액정 광학 소자(7)내에 봉입된 액정 분자로 이루어진 액정 디렉터(71)는 소자면에 수직인 깊이 방향, 즉 z 방향으로 손대칭성을 갖는 나선형 분자 배열을 형성한다. 콜레스테릭 액정은 나선의 손대칭성에 의존하여 동기적인 손대칭성 원편광을 선택적으로 반사하는 브래그 반사 특성을 갖는다.

[0086] 반사형 액정 광학 소자(7)에서는 나선 구조의 개시 위치, 즉 소자면에서의 액정 디렉터(71)의 배향 방향이 조정된다. 즉, 도 5c에 나타난 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)의 소자면에서의 액정 디렉터(71)의 면내 배향 분포는 소자면의 대략 중앙부로부터 소자면에서 방사형으로 분자 배향이 주기적으로 변화하는 주기적인 배열을 갖는다. 보다 구체적으로, 액정 디렉터(71)는 소자 중앙부로부터 임의의 바람직한 방향을 취할 수 있는 방사 방향으로 배향 방향을 주기적으로 회전시키고, 중앙부에서 가장자리부로 갈수록 주기가 점차 작아지는 즉, 주기가 비선형적으로 변화하는 배향 분포를 갖는다.

[0087] 도 5c는 면내 공간 분포의 일부를 개략적으로 도시한 것으로, 이에 한정되는 것은 아니고, 면내 공간 분포는 소

자의 크기와 필요한 기능에 따라 임의의 적절한 주기 수를 가질 수 있다.

- [0088] 이러한 면내 배향 분포는 예를 들어 도 5b에 도시된 바와 같이, 나선형 분자 배열에서 등위상면(72)이 광의 입사 방향인 양의 z 방향으로 오목형으로 만곡된 위상 분포가 반사형 액정 광학 소자(7)내에 형성될 수 있다. 즉, 국부적으로 변화하는 분자 배향 분포에 의해 오목형의 위상 편차가 반사광에 부여된다. 따라서, 반사형 액정 광학 소자(7)는 양의 z 방향으로 입사하는 광에 대하여 반사 및 집광 작용을 갖는다.
- [0089] 도 1에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)는 X-Y 평면 내의 영역에 따라 안구를 향해 서로 다른 방향으로 레이저광을 반사시킨다.
- [0090] 반사형 액정 광학 소자(7)는 x-y 평면에 평행한 a축을 따라 제1 영역(a축에 대한 x-영역)과 제2 영역(a축에 대한 x+ 영역)으로 분할된다. 제1 영역의 면내 배향 분포는 제2 영역의 면내 배향 분포와 비대칭이다. 구체적으로는, 도 1에 도시된 P3 영역을 포함하는 제2 영역의 주기는 P1 영역을 포함하는 제1 영역의 주기보다 전체적으로 작을 수 있다. 즉, 영역에 걸쳐 부여되는 오목형 위상 편차의 곡률 반경은 제2 영역에서 더 작다. 즉, 집광 작용의 크기는 제2 영역에서 더 크다. 전술한 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)는 소자면에 집광 작용의 크기가 상이한 적어도 2개의 영역을 포함한다. 따라서, 반사형 액정 광학 소자(7)는 입사된 레이저광을 동공(52)의 중심 부근 위치에 집광하도록 반사시킬 수 있다. 즉, 반사형 액정 광학 소자(7)는 비구면 미러로서 기능하거나, 더 나아가 자유 곡면 미러로서 기능하며 맥스웰 뷰를 제공할 수 있다.
- [0091] 도 5b에 도시된 나선형 피치(73)의 수(주기수)는 6 이상으로 하면, 예를 들어 90% 이상의 피크 반사 강도의 고효율 반사를 제공할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0092] 이와 같은 액정 분자 배향 구조로 이루어진 위상 분포를 이용하여 광학적 기능을 발현시키는 기술에는 공지된 기술을 적용할 수 있다(예를 들어, Nature Photonics Vol. 10(2016), p. 389 등). 따라서, 여기에서는 더 자세한 설명은 생략한다.
- [0093] 반사형 액정 광학 소자(7)의 위상 분포는 소자면에서 액정 디렉터(71)의 초기 배향 방향을 조정함으로써 조정될 수 있다. 이러한 조정은 광 배향 기술을 사용할 수 있다. 광 배향 기술은 기판에 도포된 배향막을 공간적으로 분할하고 분할된 각 영역을 정해진 방향으로 편광된 선편광으로 노출시켜 액정 분자의 초기 배향 방향을 공간적으로 조절하는 기술이다.
- [0094] 액정 물질은 중합성 액정 물질 및 비중합성 액정 물질 중 하나를 사용할 수 있다. 카이랄체는 중합성 카이랄체 및 비중합성 카이랄체 중 어느 하나를 사용할 수 있다. 카이랄체는 1종을 사용해도 되고, 2종 이상을 조합하여 사용해도 된다. 액정 분자가 손대칭성을 갖는 경우, 카이랄체는 생략할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 일 실시형태에 따른 반사형 액정 광학 소자(7)의 제조 방법은 광중합성 액정 물질을 이용하여 원하는 분자 배향 구조를 형성한 후, 자외선을 조사하여 구조를 고정하고 기판을 제거하나, 이에 한정되지 않는다. 본 실시형태는 투명 지지 기판 상에 적층된 실시형태, 또는 투명 지지 기판들 사이에 끼워진 실시형태와 같은 요구에 응답하여 바람직하게 변경될 수 있다. 액정 필름이 공기에 노출되는 경우에는, 최표면에 내구성 향상을 위한 보호 필름 등이 구비될 수 있다.
- [0096] 반사형 액정 광학 소자(7)의 형상은 평판 형상에 한정되지 않고, 곡면 형상 등 안경 렌즈(8c)의 형상에 따라 임의의 적절한 형상일 수 있다. 이 경우, 반사형 액정 광학 소자(7)의 액정 배향 구조는 안경 렌즈(8c)의 형태에 따라 조절되며, 입사되는 레이저광을 동공(52) 중심 부근의 위치에 집중시키도록 반사시킬 수 있다.
- [0097] 다음에 반사형 액정 광학 소자(7)의 작용에 대하여 도 6을 참조하여 설명한다. 도 6은 반사형 액정 광학 소자(7)의 작용 일례를 도시한 것이다. 도 6은 우향 나선형 배열을 이루는 액정 분자를 갖는 반사형 액정 광학 소자(7)에 우향 원편광(61)과 좌향 원편광(62)이 입사되는 예를 나타낸다.
- [0098] 반사형 액정 광학 소자(7)는 상술한 바와 같은 손대칭성을 갖는 나선형 배열에 의해 액정 분자의 나선 회전 방향과 동일한 손대칭성을 갖는 원편광인 정해진 파장 대역의 광을 고효율로 브래그 반사시킨다. 이때, 미리 정해진 파장 대역의 대역폭($\Delta\lambda$)은 $\Delta\lambda = \Delta n p \cos\theta$ 에 의해 결정되며, 여기서 Δn 은 액정 조성물의 복굴절을 나타내고, p 는 액정의 나선형 피치를 나타내며, θ 는 광선의 입사각을 나타낸다. 대역폭($\Delta\lambda$)은 액정 조성물의 복굴절을 이용하여 조절 가능하며 30 ~ 100nm 정도이다. 이는 가시광선의 대역폭인 380 ~ 780nm에 비하여 매우 좁은 범위이다.
- [0099] 도 6에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)에 입사되는 레이저광이 액정 분자의 나선 회전 방향과 동

일한 손대칭성을 갖는 우향 원편광(61)인 경우, 입사된 레이저광은 이상적인 효율로 선택적으로 반사된다.

- [0100] 반사형 액정 광학 소자(7)는 정해진 파장 대역 이외의 광과 액정 분자의 나선 회전 방향과 역방향의 손대칭성을 갖는 원편광인 정해진 파장 대역의 광을 투과시킨다. 도 6에 도시된 바와 같이, 좌향 원편광(62)은 반사형 액정 광학 소자(7)를 투과한다.
- [0101] 반사광에 부여되는 위상 편차는 소자면에서의 액정 디렉터(71)의 배향 분포에 의해 결정되지만, 분자 배향 방향의 변화에 의해 콜레스테릭 액정의 선택 반사 특성이 손실되지 않는다. 반사형 액정 광학 소자(7)는 액정 분자의 나선형 배열과 동일한 손대칭성을 갖는 원편광인 미리 정해진 파장 대역의 광을 반사시킬 수 있다. 또한, 반사형 액정 광학 소자(7)는 반사된 원편광이 면내 분자 배향 분포에 의해 결정되는 위상 편차로 인한 집광 작용으로 동공(52)의 중심 부근 위치에 수렴되도록 할 수 있다.
- [0102] 콜레스테릭 액정의 나선형 피치는 온도에 따라 변화한다. 따라서, 미리 정해진 파장 대역이 온도에 따라 변화하지 않도록 구조가 고정된 액정 필름을 사용하여 반사형 액정 광학 소자(7)를 형성하는 것이 바람직하다.
- [0103] 도 6은 액정 분자가 우향 나선형 배열을 형성하는 반사형 액정 광학 소자(7)의 예를 도시한다. 그러나, 본 실시형태에서는 액정 분자가 좌향 나선형 배열을 갖는 반사형 액정 광학 소자(7)가 사용될 수 있다. 이 경우, 반사형 액정 광학 소자(7)는 액정 분자의 나선 회전 방향의 방향과 동일한 손대칭성을 갖는 좌향 원편광을 선택적으로 반사 수렴시키고, 좌향 원편광 이외의 광은 투과시킨다.
- [0104] 아래에 도 7을 참조하여 영상 표시 장치(100)의 동작을 설명한다. 도 7은 영상 표시 장치(100)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 도 7에 도시된 바와 같이, 주사 미러(5)는 우향 원편광의 레이저광을 주사하고, 반사 미러(6)는 레이저광을 반사형 액정 광학 소자(7) 쪽으로 반사한다. 그 후, 반사형 액정 광학 소자(7)는 우향 원편광의 레이저광을 이상적인 효율로 선택적으로 반사시키고 사용자의 안구(50)의 동공(52) 중심 부근 위치에 레이저광을 일단 수렴시킨 후 사용자의 망막(53)에 레이저광이 투사된다. 사용자는 망막(53)에 투사된 레이저광으로 이루어진 영상을 시인할 수 있다.
- [0106] 반면, 현실 공간에 있는 물체(70)로부터 음의 z 방향으로 전파되는 광은 파장 대역이 넓은 랜덤 편광이다. 따라서, 반사형 액정 광학 소자(7)는 물체(70)로부터의 광 중 미리 정해진 파장 대역 이외의 파장 대역을 갖는 광을 투과시키고, 미리 정해진 파장 대역 내의 광일지라도 우향 원편광 성분을 갖는 광 이외의 광은 투과시킨다.
- [0107] 반사형 액정 광학 소자(7)에서의 미리 정해진 파장 대역의 대역폭은 가시광의 파장 대역에 비해 매우 좁다. 따라서 반사형 액정 광학 소자(7)는 양호한 투과율을 갖는다. 따라서, 현실 공간에 있는 물체(70)로부터 안구(50)를 향하여 전파되는 광의 대부분은 반사형 액정 광학 소자(7)를 투과하여 사용자의 망막(53)에 도달한다. 따라서, 현실 공간에 있는 물체(70)의 영상은 충분한 밝기로 시인된다.
- [0108] 이와 같이, 영상 표시 장치(100)를 착용한 사용자는 허상과 현실 공간에 있는 물체의 실상을 병렬로 시인할 수 있으며, 허상과 공간에 있는 실상을 모두 밝은 상태에서 시인할 수 있다.
- [0109] 종래 기술에는 광학 부품을 통해 사용자의 안구 망막에 주사광을 투사하여 투사광으로 이루어진 영상을 사용자가 시인할 수 있도록 하는 장치가 개시되어 있다. 그러나, 허상과 예를 들어 현실 공간에 있는 물체의 실상이 병렬로 시인되도록 하는 투과형 HMD와 같은 종래의 영상 표시 장치에서는 안경을 투과한 현실 공간에 있는 물체 등의 실상의 밝기와 안경에 의해 반사된 허상의 밝기 사이에 트레이드 오프(trade-off) 관계가 존재한다. 따라서, 현실 공간에 존재하는 물체 등의 실상을 밝게 하면 투사된 허상이 어두워져 허상이 제대로 시인되지 않을 수 있다.
- [0110] 본 실시형태에서는 반사형 액정 광학 소자(7)는 우향 원편광의 주사광을 선택적으로 반사시켜 주사광으로 이루어진 영상을 투사한다. 대조적으로 반사형 액정 광학 소자(7)는 현실 공간으로부터의 광을 고효율로 투과시킨다. 따라서, 망막에 허상이 투사된 사용자는 허상과 현실 공간에 있는 물체 등의 실상을 모두 밝게 시인할 수 있다. 즉, 투사광으로 인한 영상과 현실 공간에 대한 시각적 인지도를 높일 수 있다.
- [0111] 본 실시형태에서는 맥스웰 뷰를 이용하여 사용자의 망막에 직접 영상을 렌더링하므로, 사용자가 현실 공간의 임의의 위치에 초점을 맞추어도 평행으로 선명하게 영상을 시인할 수 있다. 이에 따라, 예를 들어 사용자가 제조현장의 작업자인 경우, 현실 공간에서 작업의 중단 없이 선명한 시야로 작업 지시 등의 디지털 콘텐츠를 적절하게 시인할 수 있고, 무초점 상태이기 때문에 시각적 스트레스 없이 작업할 수 있다.

- [0112] 본 실시형태에서는 평판 형상의 얇은 반사형 액정 광학 소자(7)를 사용함으로써 영상 표시 장치(100)의 소형화를 도모할 수 있고 영상 표시 장치(100)의 실장을 용이하게 할 수 있다.
- [0113] 본 실시형태에서는 반사형 액정 광학 소자(7)는 영역에 따라 집광 작용의 크기가 변화하는 액정 분자 배향 구조를 포함한다. 따라서, 레이저광은 동공(52)의 중심에 가까운 위치에 적절하게 집광되어 맥스웰 뷰를 제공할 수 있다.
- [0114] 액정 분자 나선형 배열의 나선형 피치(73)의 수가 6개 이상이면, 레이저광을 보다 높은 효율로 반사할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0115] 본 실시형태에서는 HMD를 영상 표시 장치의 예로서 설명하였지만, HMD와 같은 영상 표시 장치는 사용자의 머리에 직접 장착되는 것에 한정되지 않고, 고정부와 같은 부재를 통해 간접적으로 사용자의 머리에 장착되는 것이어도 된다.
- [0116] 본 실시형태에서는 액정 분자가 우향 나선형 배열을 형성하는 반사형 액정 광학 소자(7)를 사용하는 예를 나타냈지만, 액정 분자가 좌향 나선형 배열을 형성하는 반사형 액정 광학 소자(7)가 사용될 수 있다. 이 경우, 레이저 광원(1)으로부터의 레이저광은 편광자(41)와 1/4 파장판(42)에 의해 좌향 원편광으로 변환되어 반사형 액정 광학 소자(7)에 입사됨으로써 전술한 것과 유사한 유리한 효과를 얻을 수 있다.
- [0117] 본 실시형태에서는 단층의 반사형 액정 광학 소자(7)를 사용하는 예를 설명하였지만, 다층 형태로 적층된 복수개의 반사형 액정 광학 소자(7)가 사용될 수 있다. 예를 들어, 반사형 액정 광학 소자(7)는 적색(R)의 정해진 파장 대역을 갖는 반사형 액정 광학 소자, 녹색(G)의 정해진 파장 대역을 갖는 반사형 액정 광학 소자, 및 청색(B)의 정해진 파장 대역을 갖는 반사형 액정 광학 소자를 포함한 3개의 층을 구비할 수 있다. 따라서 RGB 레이저 광원을 사용하여 풀 컬러 영상을 망막에 투사할 수 있다.
- [0118] 아래에 제2 실시형태에 따른 영상 표시 장치(100a)에 대하여 설명한다.
- [0119] 반사형 액정 광학 소자에 의해 반사된 광을 수렴시키는 기능으로 인하여 안구에 입사되는 레이저광의 상태가 시야 내에서 변화할 수 있다. 이 경우, 레이저광의 상태는 레이저광의 직경과 빔 발산각을 포함한다. 안구 운동에 의한 비네팅이 발생하지 않는 시야각으로 영상을 투사하는 경우, 망막에 영상이 투사되는 범위 내에서 안구에 입사되는 레이저광의 상태를 균일하게 하는 것이 바람직하다.
- [0120] 본 실시형태에서는 레이저광이 보정용 반사형 액정 광학 소자를 통해 반사형 액정 광학 소자에 입사됨으로써 반사형 액정 광학 소자에서 반사되어 안구에 입사되는 레이저광의 상태를 균일하게 한다.
- [0121] 제2 실시형태에 따른 영상 표시 장치(100a)의 구성에 대하여 설명한다. 도 8은 영상 표시 장치(100a)의 구성예를 도시한다. 영상 표시 장치(100a)는 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)를 구비한다. 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)는 "제2 반사형 액정 광학 소자"의 일례이다.
- [0122] 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)는 반사형 액정 광학 소자(7)와 마찬가지로, 정해진 파장 대역을 갖는 액정 분자의 나선 회전 방향과 동일한 손대칭성을 갖는 원편광을 고효율로 반사하여 집광시키는 평판형 광학 소자이다. 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)에 포함된 액정 분자의 먼내 배향 분포에 의해 결정되는 집광 작용을 조절함으로써 안구(50)에 입사되는 레이저광의 상태를 망막(53)에 영상이 투사되는 범위 내에서 균일화한다.
- [0123] 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)의 작용을 설명하기 전에, 비교예에 따른 영상 표시 장치에 대하여 도 9를 참조하여 설명한다. 도 9는 비교예에 따른 화상 표시 장치의 작용 일례를 나타내는 도면이다.
- [0124] 도 9에 도시된 바와 같이, 레이저광(L1 내지 L3)은 각각 주사 미러(5)로 주사되고, 반사 미러(6)에 의해 반사된 후 반사형 액정 광학 소자(7)에 입사된다. 이 경우, 레이저광(L2)은 영상의 중심에 대응하는 레이저광이다. 레이저광(L1)은 영상의 X방향 일단에 대응하는 레이저광이고, 레이저광(L3)은 영상의 X방향 타단에 대응하는 레이저광이다. 즉, 레이저광(L1)은 영상이 투사되는 망막(53) 범위의 일단에 해당하고, 레이저광(L3)은 영상이 투사되는 망막(53) 범위의 타단에 해당한다.
- [0125] 레이저광(L1)은 반사형 액정 광학 소자(7)의 영역 P1에서 반사되어 안구(50)에 입사된다. 레이저광(L2)은 반사형 액정 광학 소자(7)의 영역 P2에서 반사되어 안구(50)에 입사된다. 레이저광(L3)은 반사형 액정 광학 소자(7)의 영역 P3에서 반사되어 안구(50)에 입사된다.
- [0126] 상술한 바와 같이 반사형 액정 광학 소자(7)에서는 레이저광을 안구(50) 쪽으로 반사시켜 동공의 중심 부근의 위치에 레이저광을 집광시킨 후 망막(53)에 투사하기 위하여, 영역 P1 내지 영역 P3은 양의 X 방향으로 집광 작

용의 크기가 커지도록 순차적으로 배열된다.

- [0127] 도 9에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자가 안구(50)의 전방에 배치되는 경우, 광로 길이는 레이저광(L1 내지 L3)의 순서로 증가한다. 레이저광(L1 내지 L3)은 안구(50)에 입사될 때의 레이저광의 상태가 상이하다.
- [0128] 예를 들어, 시야의 중심을 통과한 레이저광(L2)이 도 9의 Z축과 대략 평행한 상태로 안구(50)에 입사되는 것으로 예상되는 경우, 레이저광(L1)은 레이저광(L2)에 비해 더욱 발산된 상태로 안구에 입사된다. 이에 반해, 레이저광(L3)은 레이저광(L2)에 비해 수렴된 상태로 안구에 입사된다. 이와 같이, 비교예에 따른 영상 표시 장치에서는 안구(50)에 입사되는 레이저광의 상태가 영상이 투사되는 범위 내에서 불균일하게 되어 해상도 특성과 초점 특성이 균일하지 않을 수 있다.
- [0129] 아래에 본 실시형태에 따른 영상 표시 장치(100a)에 대하여 도 10을 참조하여 설명한다. 도 10은 영상 표시 장치(100a)의 작용 일례를 도시한 것이다.
- [0130] 도 10에 도시된 바와 같이, 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)의 영역 C1에서 반사된 레이저광은 반사형 액정 광학 소자(7)의 영역 P1에 입사된다. 보정용 반사형 액정 광학 소자의 영역 C2에서 반사된 레이저광은 반사형 액정 광학 소자(7)의 영역 P2에 입사된다. 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)의 영역 C3에서 반사된 레이저광은 반사형 액정 광학 소자(7)의 영역 P3에 입사된다.
- [0131] 반사형 액정 광학 소자(7)와 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)는 동일한 액정 물질로 이루어지며, 액정 분자는 입사하는 우향 원편광의 레이저에 대응하여 편광의 손대칭성과 동일한 손대칭성을 갖는 우향 나선형 배열을 형성한다. 전술한 바와 같이, 집광 작용의 크기 면에서 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)가 반사형 액정 광학 소자(7)를 상쇄하여 영상이 투사되는 범위 내에서 안구(50)에 입사되는 레이저광의 상태를 균일화하도록 액정 분자 배향 구조가 설계된다.
- [0132] 보다 구체적으로, 반사형 액정 광학 소자(7)가 양의 X 방향으로 영역 P1 내지 P3의 순서로 집광 작용의 크기가 증가하도록, 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)는 음의 X 방향으로 영역 C3 내지 C1의 순서로 집광 작용의 크기가 증가하도록 액정 분자의 면내 배향 분포가 결정된다.
- [0133] 이와 같은 구성에 의하면, 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)의 집광 작용의 크기가 큰 영역 C1에서 반사되는 레이저광(L1)은 반사형 액정 광학 소자(7)의 집광 작용의 크기가 작은 영역 P1에 입사되고, 상기 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)의 집광 작용의 크기가 작은 영역 C3에서 반사되는 레이저광(L3)은 반사형 액정 광학 소자(7)의 집광 작용의 크기가 큰 영역 P3에 입사된다.
- [0134] 이에 따라, 각 영역에서 집광 작용의 크기 간의 균형이 조절되어 도 10에 도시된 바와 같이, 반사형 액정 광학 소자(7)에서 반사되어 안구(50)에 입사되는 레이저광의 상태는 레이저광의 직경 및 발산각이 균일화된다.
- [0135] 본 실시형태에 따른 영상 표시 장치(100a)도 전술한 영상 표시 장치(100)와 같이 반사형 액정 광학 소자의 집광 기능에 의해 안구(50)에 입사된 광이 동공(52)의 중심에 가까운 위치에 일단 수렴된다. 그 후, 안구(50)의 깊은 위치에 있는 망막(53)에 결상하는 맥스웰 뷰를 이용하여 영상을 투사한다. 따라서, 본 실시형태에서는 렌즈(2), 보정용 반사형 액정 광학 소자(9) 및 반사형 액정 광학 소자(7)의 집광 작용으로 인하여 안구(50)에 입사될 때의 레이저광 직경이 350 μm 내지 500 μm 이고, 양의 유한값을 갖는 빔 발산각, 즉 발산광이 되도록 맥스웰 뷰의 바람직한 조건으로 설계된다.
- [0136] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는 레이저광이 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)를 거쳐 반사형 액정 광학 소자(7)에 입사된다. 따라서, 반사형 액정 광학 소자(7)에서 반사되어 안구(50)에 입사되는 레이저광의 상태를 균일화함으로써 영상이 투사되는 범위 내에서 균일한 해상도 특성과 초점 특성을 갖는 영상을 사용자가 시인할 수 있도록 한다.
- [0137] 본 실시형태에서는 평판형의 얇은 보정용 반사형 액정 광학 소자(9)를 사용함으로써 영상 표시 장치(100a)를 소형화 및 경량화할 수 있고 영상 표시 장치(100a)의 실장을 용이하게 할 수 있다. 상기 이외의 유익한 효과는 제 1 실시형태에서 설명한 것과 유사하다.
- [0138] 아래에 제3 실시형태에 따른 검안 장치를 설명한다.
- [0139] 예를 들어, 본 발명의 실시형태에 따른 광학 장치 및 영상 표시 장치는 검안 장치에도 적용될 수 있다. 검안 장치는 시력 검사, 안구 굴절력 검사, 안압 검사, 안축 길이 검사 등 다양한 검사를 수행할 수 있는 장치를 가리

킨다. 검안 장치는 비접촉 방식으로 안구를 검사할 수 있는 장치이다. 검안 장치는 피험자의 얼굴을 지지하는 지지부, 검안창, 검안 중 피험자의 안구에 검사용 정보를 투사하는 표시부, 제어부 및 측정부를 포함한다. 피험자는 지지부에 얼굴을 고정하고 검안창을 통해 표시부에 투사된 검사용 정보를 응시한다. 이때, 본 실시형태에 따른 광학 장치는 표시부로 사용될 수 있다. 또한, 본 실시형태에 따른 영상 표시 장치를 이용하여 안경 형태의 검안 장치를 구현할 수 있다. 이에 따라 검사를 위한 공간과 대형 검안 장치가 더 이상 필요하지 않아 간단한 구성으로 장소에 구애받지 않고 검사가 가능하다.

[0140] 이상, 본 실시형태에 따른 광학 장치, 영상 표시 장치, 및 검안 장치를 설명하였으나, 본 발명은 상술한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 범위 내에서 다양한 수정 및 개선이 가능하다.

[0141] 본 실시형태에서는 안경 형태의 HMD를 영상 표시 장치의 일례로 설명하였지만, HMD와 같은 영상 표시 장치는 "인간"의 머리에 직접 장착되는 것에 한정되지 않고, 고정부 등 부재를 통하여 "인간"의 머리에 간접적으로 장착되는 것이어도 된다.

[0142] 이상으로 설명한 실시형태들은 예시적인 것으로, 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 따라서, 상기 교시에 비추어 수많은 추가적인 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 본 발명의 범위 내에서 상이한 예시적인 실시형태의 요소 및/또는 특징은 서로 결합 및/또는 서로 대체될 수 있다.

[0143] 본 특허 출원은 일본 특허청에 2019년 6월 27일에 출원된 일본 특허 출원 2019-120427호 및 2020년 4월 1일에 출원된 일본 특허 출원 2020-066158호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 전체 개시 내용은 여기에 참조로 포함된다.

부호의 설명

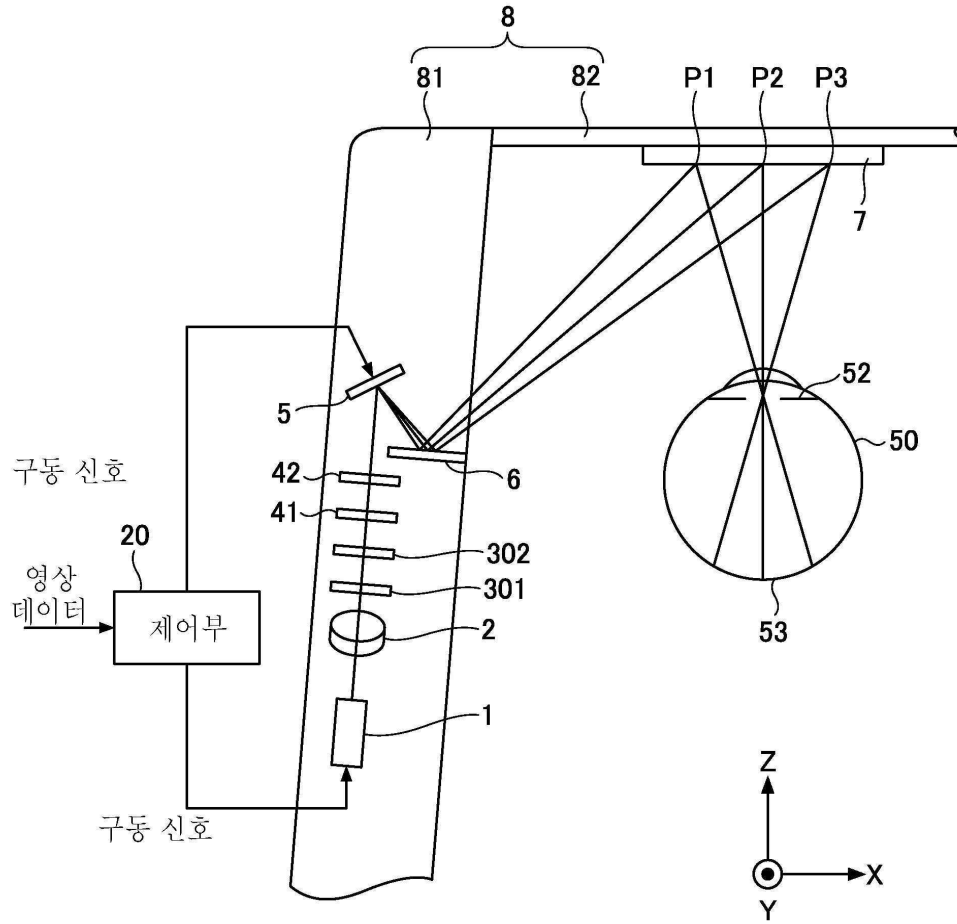
- [0144]
- 1 레이저 광원
 - 2 렌즈
 - 301 개구 부재
 - 302 감광 소자
 - 41 편광판
 - 42 1/4 파장판
 - 5 주사 미러(스캐너의 예)
 - 6 반사 미러
 - 7 반사형 액정 광학 소자(광학 부재의 일례, 프로젝터의 일례, 제1 반사형 액정 광학 소자의 일례)
 - 71 액정 디렉터
 - 72 등위상면
 - 8 안경테
 - 81 안경다리
 - 82 테두리
 - 9 보정용 반사형 액정 광학 소자(제2 반사형 액정 광학 소자의 일례)
 - 20 제어부
 - 22 CPU
 - 23 ROM
 - 24 RAM
 - 25 광원 구동 회로
 - 26 주사 미러 구동 회로

27	시스템 버스
31	발광 제어부
32	광원 구동부
33	주사 제어부
34	주사 미러 구동부
35	동공 위치 추정부
36	자세 조절부
37	스테이지 구동부
50	안구
52	동공
53	망막
61	우향 원편광
62	좌향 원편광
100	영상 표시 장치
P	반사점

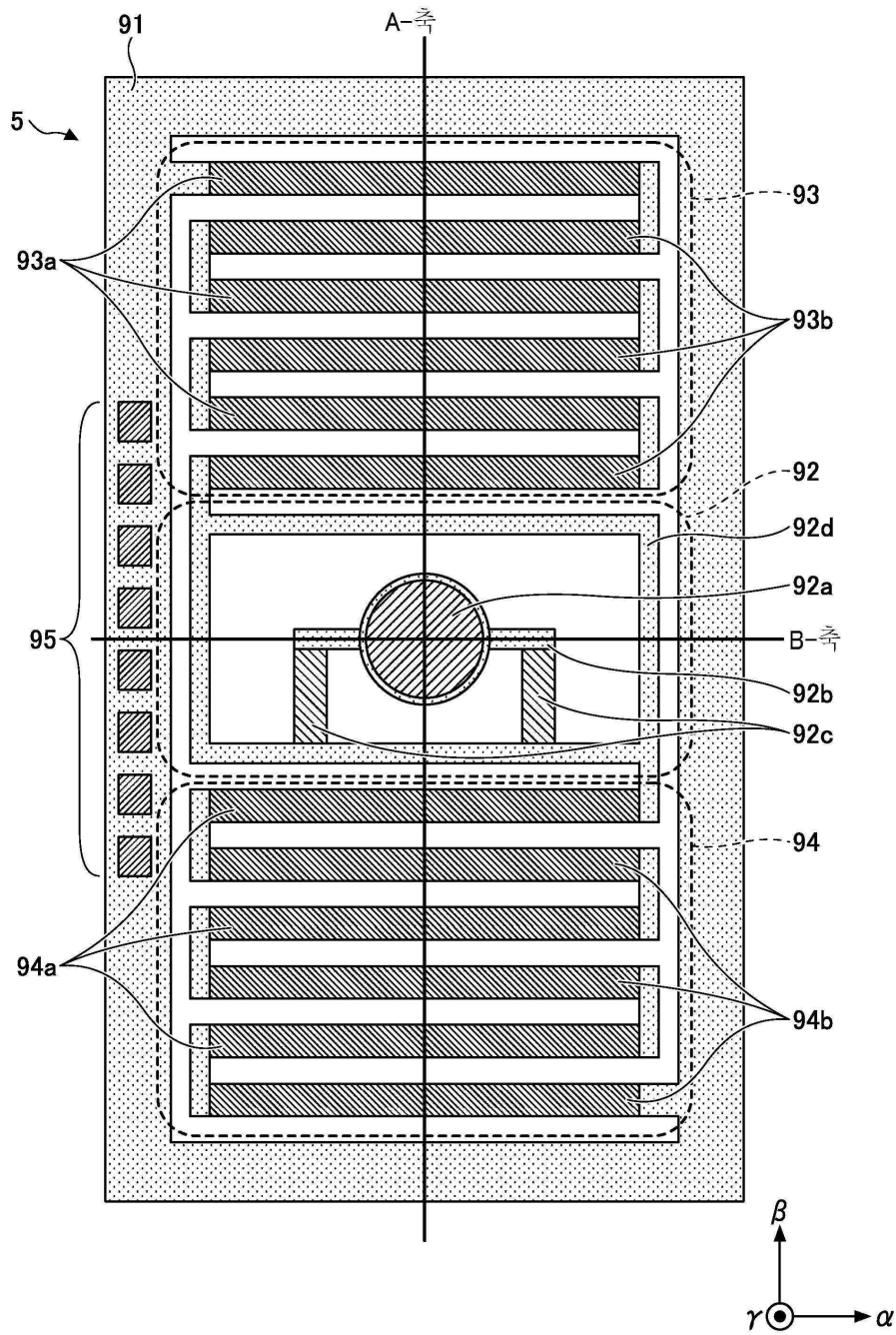
도면

도면1

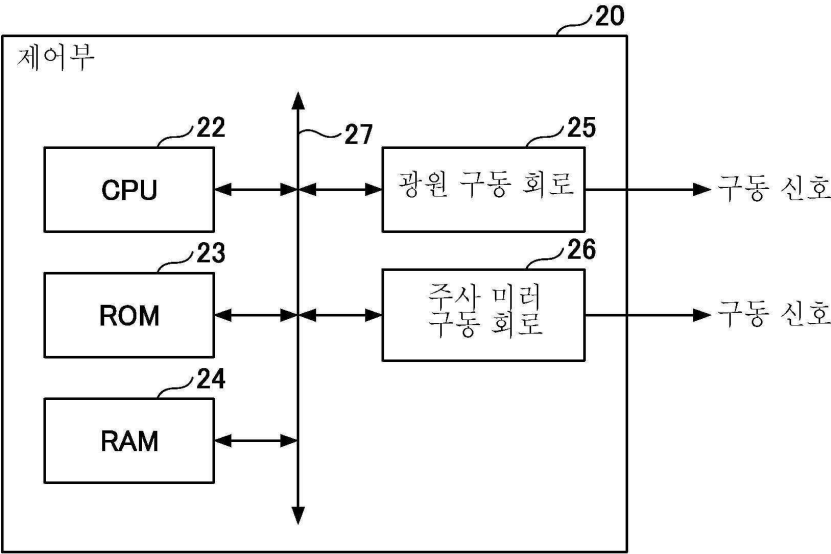
100



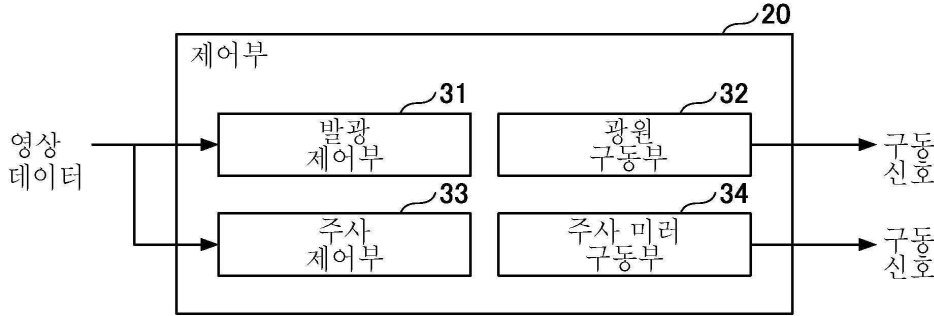
도면2



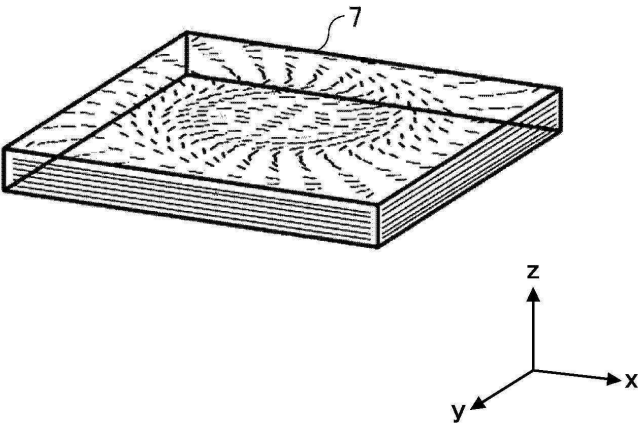
도면3



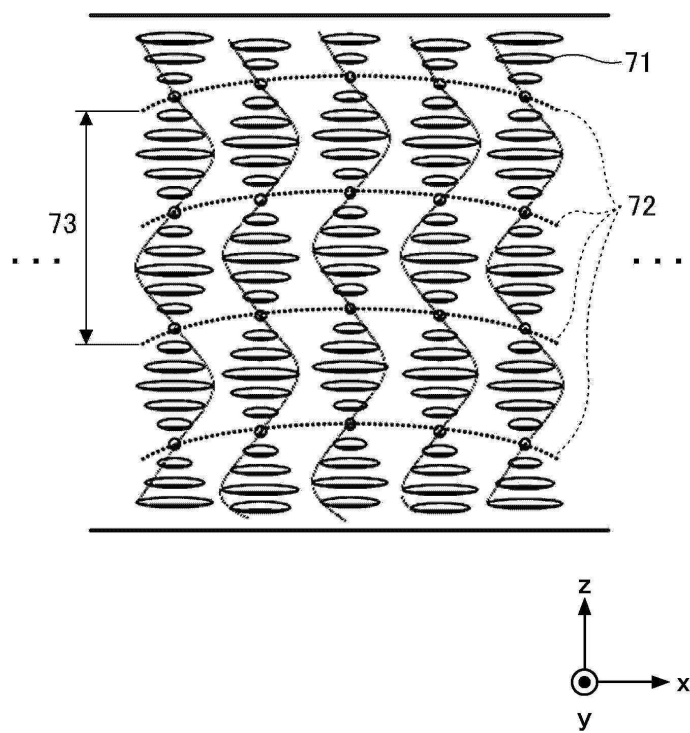
도면4



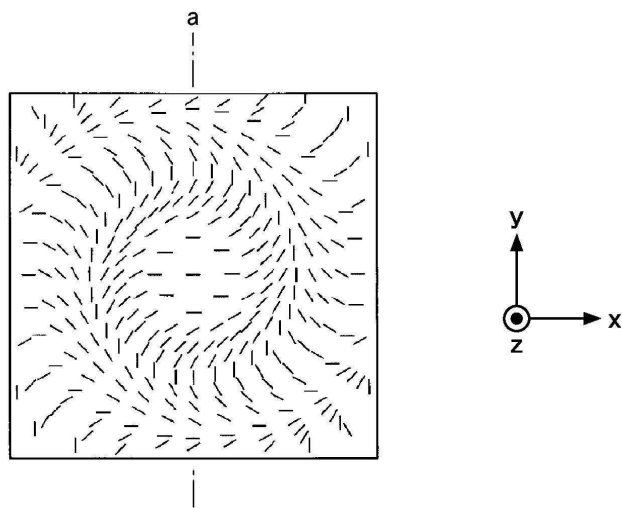
도면5a



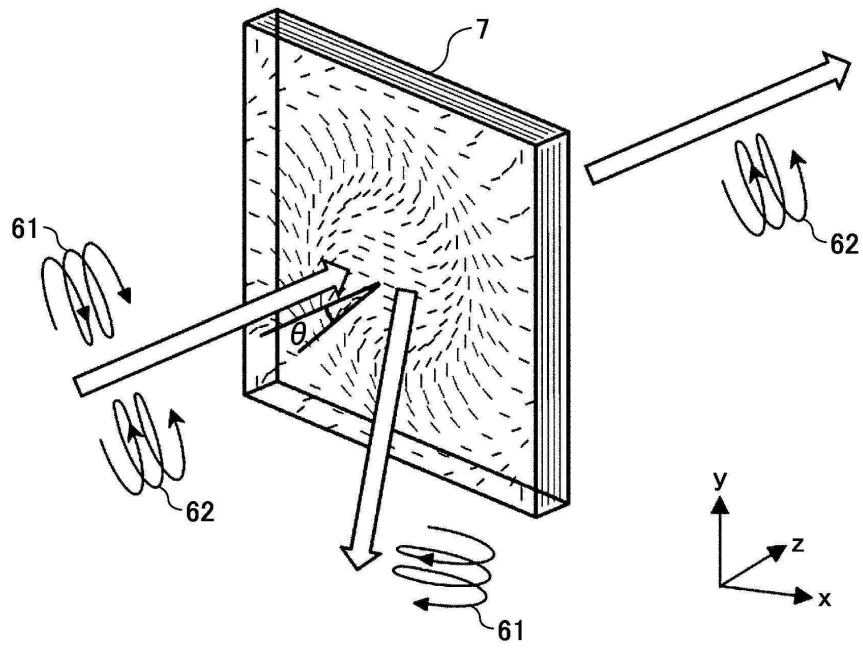
도면5b



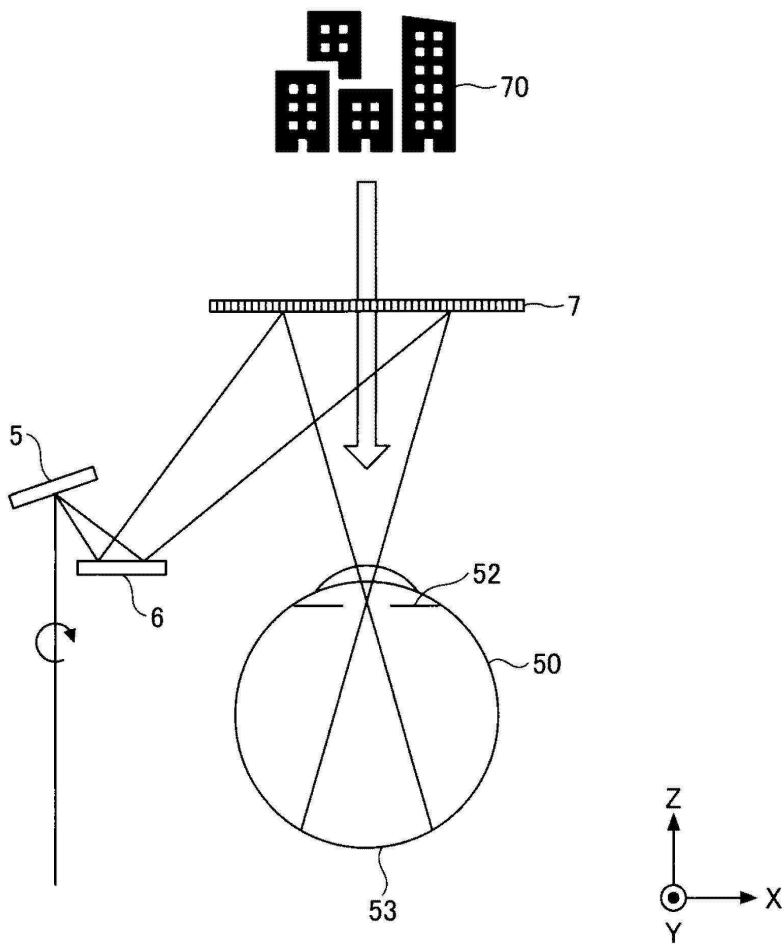
도면5c



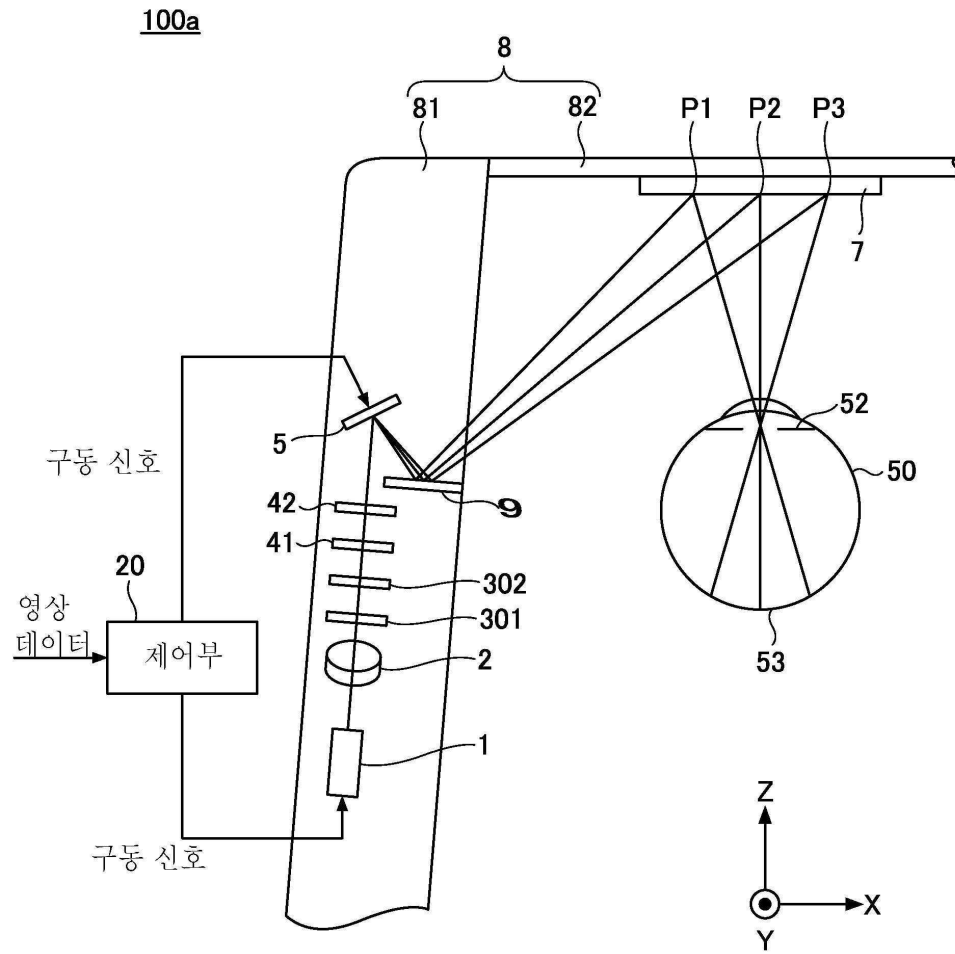
도면6



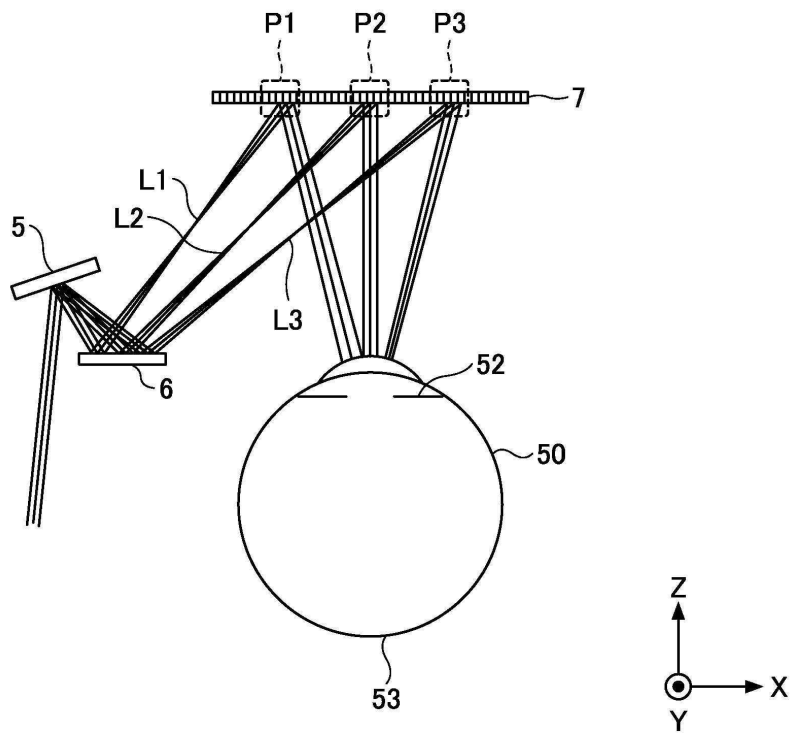
도면7



도면8



도면9



도면10

