



등록특허 10-2780294



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월14일

(11) 등록번호 10-2780294

(24) 등록일자 2025년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/02 (2022.01) *G02B 27/01* (2006.01)
G02B 27/09 (2006.01) *H04N 5/64* (2016.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/026 (2013.01)
G02B 27/0172 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7034490
(22) 출원일자(국제) 2022년03월24일
심사청구일자 2023년10월10일
(85) 번역문제출일자 2023년10월10일
(65) 공개번호 10-2023-0154987
(43) 공개일자 2023년11월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/014130
(87) 국제공개번호 WO 2022/220053
국제공개일자 2022년10월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-069268 2021년04월15일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2020184478 A
JP평성10228245 A
JP2020095205 A
JP평성11142783 A

(73) 특허권자
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고
(72) 발명자
카지모토 노리후미
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방
2고 캐논 가부시끼가이샤 나이
토하라 마사카즈
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방
2고 캐논 가부시끼가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
권태복

전체 청구항 수 : 총 25 항

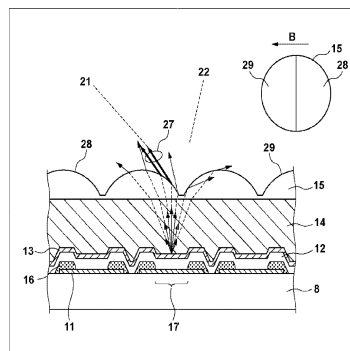
심사관 : 박정욱

(54) 발명의 명칭 **화상관찰 장치**

(57) 요약

본 개시는, 평면에 2차원형으로 배치된 복수의 발광 소자와, 복수의 발광 소자의 각각에 대응해서 설치된 복수의 마이크로 렌즈와를 가지는 표시 소자와, 내부에 적어도 1개의 반사면을 가지고, 표시 소자의 표시면으로부터의 광을 사출동공에 이끄는 집안광학계와를, 구비하고, 표시 소자의 주변부에 있어서, 발광 소자의 발광 영역의 중심 위치와 발광 소자에 대응하는 마이크로 렌즈의 중심이 평면에 평행한 방향으로 어긋나 있는 장치를 제공한다.

대표도 - 도4c



(52) CPC특허분류

G02B 27/0961 (2013.01)

G02B 27/0972 (2013.01)

H04N 5/64 (2019.01)

G02B 2027/0178 (2013.01)

(72) 발명자

사노 히로아키

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2
고 캐논 가부시끼가이샤 나이

마츠다 요지로

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2
고 캐논 가부시끼가이샤 나이

명세서

청구범위

청구항 1

평면에 2차원형으로 배치된 복수의 발광 소자와, 해당 복수의 발광 소자의 각각에 대응해서 설치된 복수의 마이크로 렌즈를 가지는, 표시 소자와,

내부에 적어도 1개의 반사면을 가지고, 상기 표시 소자의 표시면으로부터의 광을 사출동공에 이끄는 집안광학계를, 구비하고,

상기 표시 소자의 주변부에 있어서, 상기 발광 소자의 발광 중심과 해당 발광 소자에 대응하는 상기 마이크로 렌즈의 중심이 상기 평면에 평행한 방향으로 어긋나 있고,

상기 표시 소자의 주변부에 있어서, 정규광의 주광선의 방사각도를 θ_m , 고스트 광의 방사각도를 θ_g 로 했을 경우, θ_m 과 θ_g 가,

$$|\theta_m - \theta_g| \geq 15^\circ$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 2

평면에 2차원형으로 배치된 복수의 발광 소자와, 해당 복수의 발광 소자의 각각에 대응해서 설치된 복수의 마이크로 렌즈를 가지는, 표시 소자와,

내부에 적어도 1개의 반사면을 가지고, 상기 표시 소자의 표시면으로부터의 광을 사출동공에 이끄는 집안광학계를, 구비하고,

상기 표시 소자의 주변부에 있어서, 상기 발광 소자의 발광 중심과 해당 발광 소자에 대응하는 상기 마이크로 렌즈의 중심이 상기 평면에 평행한 방향으로 어긋나 있고,

상기 마이크로 렌즈의 높이를 h , 상기 발광 소자의 개구의 표면으로부터 상기 마이크로 렌즈의 저면까지의 높이를 L , 상기 표시 소자의 주변부에 있어서의 상기 발광 소자의 중심과 상기 마이크로 렌즈의 중심의 상기 평면과 평행한 방향의 어긋남량을 ΔML , 상기 높이 h 와 상기 높이 L 과 상기 어긋남량 ΔML 로 결정되는 각도 ϕ_1 을 $\phi_1 = \arctan(\Delta ML / (h + L))$ 로 했을 경우에, ϕ_1 이,

$$6.0^\circ \leq \phi_1 \leq 37.5^\circ$$

를 만족하고,

상기 표시 소자는, 상기 발광 소자와 상기 마이크로 렌즈와의 사이에 칼라 필터를 가지고, 상기 발광 소자의 개구의 표면으로부터 상기 칼라 필터의 상면까지의 높이를 L_2 , 상기 표시 소자의 주변부에 있어서의 상기 발광 소자의 발광 중심과 상기 칼라 필터의 중심의 상기 평면에 평행한 방향의 어긋남량을 ΔCF , 상기 높이 L_2 와 상기 어긋남량 ΔCF 로 결정되는 각도를 $\phi_2 = \arctan(\Delta CF / L_2)$, 각도 ϕ_1 과 각도 ϕ_2 의 비 A 를 $A = \phi_2 / \phi_1$ 로 했을 경우, A 가,

$$0 \leq A \leq 0.85$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 집안광학계를 통과한 상기 표시 소자의 주변부로부터의 정규광의 발광 강도가 증가하고, 상기 집안광학계

를 통과한 상기 표시 소자의 주변부로부터의 고스트 광의 발광 강도가 저하하도록, 상기 표시 소자의 주변부에 있어서, 상기 발광 소자의 발광 중심과 해당 발광 소자에 대응하는 상기 마이크로 렌즈의 중심이 상기 평면에 평행한 방향으로 어긋나 있는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접안광학계는, 상기 표시 소자로부터 상기 사출동공을 향해서 순서대로, 제1의 위상판과, 반투과 반사면과, 적어도 1개의 렌즈와, 제2의 위상판과, 제1의 직선편광을 반사해 해당 제1의 직선편광의 편광방향에 직교하는 편광방향의 제2의 직선편광을 투과시키는 편광분리 소자를 가지는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 렌즈가 수지계의 렌즈인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 반투과 반사면이 상기 렌즈의 표면에 설치되어 있고, 해당 표면이 상기 표시 소자를 향해서 볼록면인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 반투과 반사면이 상기 렌즈의 표면에 설치되어 있고, 해당 표면이 비구면인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 적어도 1개의 렌즈 중, 가장 상기 사출동공에 가까운 측의 렌즈가, 상기 표시 소자를 향해서 볼록면을 가지는 평볼록 렌즈인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

상기 적어도 1개의 렌즈의 광학유효영역에 있어서의 두께 편차비가, 1.5이상, 4이하인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 10

제 4 항에 있어서,

상기 제1의 직선편광의 편광방향에 대하여, 상기 제1의 위상판의 지상축과 상기 제2의 위상판의 지상축이 서로 반대 방향으로 기울어 있는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 11

제 4 항에 있어서,

상기 접안광학계는, 상기 편광분리 소자와 상기 사출동공과의 사이에, 상기 제2의 직선편광을 투과시키는 편광판을 가지는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 12

제 4 항에 있어서,

상기 접안광학계는, 상기 표시 소자와 상기 제1의 위상판과의 사이에, 상기 제1의 직선편광을 투과시키는 편광판을 가지는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접안광학계는, 자유곡면 프리즘인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접안광학계는 내부에 적어도 2개의 반사면을 가지는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 접안광학계에 있어서의 정규광의 광로와 고스트 광의 광로에서, 상기 접안광학계의 내부에서의 반사 횟수가 다른 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 16

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 표시 소자의 중심으로부터 주변부를 향해서, 상기 발광 소자의 발광 중심과, 해당 발광 소자에 대응하는 상기 마이크로 렌즈의 중심과의 상기 평면과 평행한 방향에 있어서의 어긋남량이 커지고, 또한 해당 어긋남량의 변화가 일정 혹은 커지는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 17

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 소자의 개구율이 52%이하인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 18

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈의 높이를 h , 상기 발광 소자의 개구의 표면으로부터 상기 마이크로 렌즈의 저면까지의 높이를 L , 상기 표시 소자의 주변부에 있어서의 상기 발광 소자의 중심과 상기 마이크로 렌즈의 중심의 상기 평면과 평행한 방향의 어긋남량을 ΔML , 상기 높이 h 와 상기 높이 L 과 상기 어긋남량 ΔML 로 결정되는 각도 $\phi 1$ 을 $\phi 1 = \arctan(\Delta ML / (h+L))$ 로 했을 경우에, $\phi 1$ 이,

$$6.0^\circ \leq \phi 1 \leq 37.5^\circ$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 표시 소자는, 상기 발광 소자와 상기 마이크로 렌즈와의 사이에 칼라 필터를 가지고, 상기 발광 소자의 개구의 표면으로부터 상기 칼라 필터의 상면까지의 높이를 $L2$, 상기 표시 소자의 주변부에 있어서의 상기 발광 소자의 발광 중심과 상기 칼라 필터의 중심의 상기 평면에 평행한 방향의 어긋남량을 ΔCF , 상기 높이 $L2$ 와 상기 어긋남량 ΔCF 로 결정되는 각도를 $\phi 2 = \arctan(\Delta CF / L2)$, 각도 $\phi 1$ 과 각도 $\phi 2$ 의 비 $A = \phi 2 / \phi 1$ 로 했을 경우, A 가,

$$0 \leq A \leq 0.85$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 20

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접안광학계의 아이 릴리프 $E1$ 이,

$$15\text{mm} \leq E1 \leq 25\text{mm}$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 21

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접안광학계의 두께 $L1$ 과 상기 접안광학계의 아이 릴리프 $E1$ 이,

$$0.6 \leq L1/E1 \leq 1.0$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 22

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접안광학계의 아이 릴리프 $E1$ 과 상기 접안광학계의 최대의 대각 반화각 θ 가,

$$8\text{mm} \leq E1 \times \tan \theta \leq 20\text{mm}$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 23

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈의 중심은, 평면에서 보았을 때 단부를 잇는 선으로 구성된 형상의 중심인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 24

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 표시 소자의 표시면이 n각형($n \geq 5$)인 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

청구항 25

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 표시 소자의 적어도 1개의 대각영역에, 상기 발광 소자와 상기 마이크로 렌즈의 어느 한쪽인가, 혹은 양쪽이 배치되어 있지 않은 것을 특징으로 하는, 화상관찰 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 표시 소자에 표시된 화상을 접안광학계를 통해 관찰가능한 화상관찰 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 표시 소자에 표시된 화상을 접안광학계를 통해 관찰가능한 화상관찰 장치로서는, 관찰자의 머리 부분에 장착되는 헤드 마운트 디스플레이(HMD)가 알려져 있다. 이러한 HMD에 있어서, 소형화와 광화각을 양립시키기 위해서, 광로를 접는 접안광학계가 사용되는 것이 있다. 이러한 접안광학계로서는, 예를 들면, 편광을 이용한 편광광학계나, 렌즈 내부에 반사면을 가지는 자유곡면 프리즘 등을 들 수 있다.

[0003] 이러한 접안광학계에서는, 초점거리가 짧아지기 때문에, 주변화각에서의 표시 소자로부터의 광의 출사각이 커지고, 표시 소자의 시야각 특성(휘도나 색도 어긋남)이 저하하기 쉽다고 한 특징이 있다. 또한, 고스트 광이라고 불리는, 설계상 의도하지 않은 광로를 통과한 광이 발생하기 쉽다. 예를 들면, 경량화를 목적으로서 편광광학계의 일부에 플라스틱 렌즈가 사용되면, 플라스틱 렌즈내의 복굴절에 의해 광의 편광상태가 흐트러져, 고스트가 발생할 경우가 있다.

[0004] 특허문헌 1 및 특허문헌 2에는, 편광을 이용해서 광화각화된 접안광학계를 가지는 HMD가 개시되어 있다. 더욱이, 특허문헌 2에는, 표시 소자에 설치된 칼라 필터의 사이즈를 중심부로부터 주변부에 걸쳐서 크게 하는 것으로 주변화각에서의 시야각 특성을 개선하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌1: 일본 특허공개 2019-053152호 공보

(특허문헌 0002) 특허문헌2: 특표 2019-61198호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그렇지만, 특허문헌 2에 개시되어 있는 HMD에서는, 광원과 칼라 필터의 중심이 일치하고 있고, 표시

소자의 법선방향에서의 시야각 특성이 양호하기 때문에, 렌즈의 복굴절에 의한 고스트를 저감할 수 없다.

[0007] 본 발명은, 상술한 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 광로를 접도록 구성된 접안광학계의 주변화각에서의 시야각 특성을 개선하면서, 고스트를 저감할 수 있는 화상관찰 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 관계되는 화상관찰 장치는, 평면에 2차원형으로 배치된 복수의 발광 소자와, 해당 복수의 발광 소자의 각각에 대응해서 설치된 복수의 마이크로 렌즈와를 가지는 표시 소자와, 내부에 적어도 1개의 반사면을 가지고, 상기 표시 소자의 표시면으로부터의 광을 사출동공에 이끄는 접안광학계와를, 구비하고, 상기 표시 소자의 주변부에 있어서, 상기 발광 소자의 발광 영역의 중심 위치와 해당 발광 소자에 대응하는 상기 마이크로 렌즈의 중심이 상기 평면에 평행한 방향으로 어긋나 있다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 의하면, 광로를 접도록 구성된 접안광학계의 주변화각에서의 시야각 특성을 개선하면서, 고스트를 저감하는 것이 가능해진다.

[0010] 본 발명의 그 밖의 특징 및 이점은, 첨부 도면을 참조로 한 이하의 설명에 의해 밝혀질 것이다. 또한, 첨부 도면에 있어서는, 같거나 또는 마찬가지로의 구성에는, 같은 참조 번호를 첨부한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 첨부 도면은 명세서에 포함되고, 그 일부를 구성하고, 본 발명의 실시 형태를 나타내고, 그 기술과 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위해서 사용된다.

[도1] 본 발명의 실시 형태 1에 관계되는 표시 소자의 평면도.

[도2] 도1의 표시 소자의 단부의 확대도.

[도3a] 실시 형태 1의 표시 소자의 단면도.

[도3b] 실시 형태 1의 표시 소자의 단면도.

[도3c] 실시 형태 1의 표시 소자의 단면도.

[도4a] 마이크로 렌즈를 가지지 않는 표시 소자의 단면도.

[도4b] 마이크로 렌즈를 어긋나게 하지 않는 표시 소자의 단면도.

[도4c] 실시 형태 1의 표시 소자의 단면도.

[도5a] 정규광 및 고스트 광이 되는 광선의 광학조건을 나타낸 도.

[도5b] 정규광 및 고스트 광이 되는 광선의 광학조건을 나타낸 도.

[도5c] 정규광 및 고스트 광이 되는 광선의 광학조건을 나타낸 도.

[도6a] 정규광이 되는 광선과 칼라 필터의 어긋남량 $\Delta C F$ 의 관계를 도시한 도면.

[도6b] 정규광이 되는 광선과 칼라 필터의 어긋남량 $\Delta C F$ 의 관계를 도시한 도면.

[도7] 실시 형태 1의 표시 소자의 평면도.

[도8a] 실시 형태 1의 표시 소자의 평면도.

[도8b] 실시 형태 1의 표시 소자의 평면도.

[도9] 실시 형태 1에 관계되는 표시장치의 일례를 나타내는 모식도.

[도10a] 실시 형태 1에 관계되는 촬상 장치와 전자기기를 도시한 도면.

[도10b] 실시 형태 1에 관계되는 촬상 장치와 전자기기를 도시한 도면.

[도11a] 실시 형태 1에 관계되는 표시장치의 예를 도시한 도.

- [도11b] 실시 형태 1에 관계되는 표시장치의 예를 도시한 도.
- [도12a] 실시 형태 1에 관계되는 조명 장치와 자동차를 도시한 도면.
- [도12b] 실시 형태 1에 관계되는 조명 장치와 자동차를 도시한 도면.
- [도13a] 실시 형태 1에 관계되는 안경형의 표시장치의 예를 도시한 도.
- [도13b] 실시 형태 1에 관계되는 안경형의 표시장치의 예를 도시한 도.
- [도14] 실시 형태 1에 관계되는 HMD의 구성을 도시한 도면.
- [도15] 실시 형태 1에 관계되는 HMD의 외관도.
- [도16] 실시 형태 1에 있어서의 접안광학계의 구성을 도시한 도면.
- [도17] 실시 형태 1에 있어서의 접안광학계의 광로도.
- [도18] 실시 형태 1에 있어서의 고스트 광의 광로를 도시한 도면.
- [도19] 실시 형태 1에 있어서의 표시면의 수평단부에서의 시야각 특성을 도시한 도면.
- [도20] 실시 형태 2에 있어서의 HMD의 구성을 도시한 도면.
- [도21] 실시 형태 2에 있어서의 접안광학계의 구성을 도시한 도면.
- [도22] 실시 형태 2에 있어서의 접안광학계의 광로도.
- [도23] 실시 형태 2에 있어서의 고스트 광의 광로를 도시한 도면.
- [도24] 실시 형태 3에 있어서의 HMD의 구성을 도시한 도면.
- [도25] 실시 형태 3에 있어서의 접안광학계의 구성을 도시한 도면.
- [도26] 실시 형태 3에 있어서의 접안광학계의 광로도.
- [도27a] 실시 형태 3에 있어서의 고스트 광의 광로를 도시한 도면.
- [도27b] 실시 형태 3에 있어서의 고스트 광의 광로를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 첨부 도면을 참조하여 실시 형태를 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 실시 형태는 특허청구의 범위에 관계되는 발명을 한정하는 것이 아니다. 실시 형태에는 복수의 특징이 기재되어 있지만, 이것들의 복수의 특징의 모두가 발명에 필수적인 것이라고는 할 수 없고, 또한, 복수의 특징은 임의로 조합되어도 좋다. 더욱이, 첨부 도면에 있어서는, 동일 또는 마찬가지로의 구성에 동일한 참조 번호를 첨부하여, 중복된 설명은 생략한다.
- [0013] 본 발명의 실시 형태에서는, 발광 소자상에 설치된 마이크로 렌즈의 중심위치와 발광 소자의 발광 중심위치를 어긋나게 함으로써, 광로를 접는 접안광학계의 주변화각에서의 시야각 특성을 개선하면서 고스트를 저감할 수 있다.
- [0014] 처음에, 시야각 특성을 개선하고, 고스트를 저감하는 표시 소자의 형태에 대해서 설명한다. 그 다음에, 표시 소자와 광로를 접는 접안광학계의 조합의 예로서, 실시 형태 1 및 실시 형태 2에, 편광을 이용한 편광광학계의 실시 형태를, 실시 형태 3에, 자유곡면 프리즘을 사용한 실시 형태를 나타낸다. 광로를 접는 접안광학계의 바람직한 형태에 대해서는 실시 형태중에서 설명한다.
- [0015] 이하, 본 발명의 실시 형태의 표시 소자에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 한편, 본 명세서에서 특히 도시 또는 기재되지 않고 있는 부분에 관해서는, 해당 기술분야의 주지 또는 공지기술을 적용한다. 또한, 본 발명은 이하에 설명하는 실시 형태에 한정되는 것이 아니다.
- [0016] (실시 형태 1)
- [0017] 도1은, 본 발명의 실시 형태 1에 관계되는 표시 소자의 평면도다. 표시 소자(100)는, 발광 소자(10)가 기관(8)(도3a-3c 참조)의 주면상(평면상)에 2차원형으로 배열되어, 화상을 생성하는 표시 영역(1)을 가진다. 단, 본 발명의 효과는 화소배열에 따르지 않는다. 즉, 도1에서 예시한 델타 배열이라도 좋고, 스트라이프 배열

이나 스캐어 배열이라도 좋다.

[0018] 도2는, 도1에 도시한 표시 영역(1)의 단부영역(2)을 확대해서 도시한 도다. 도2에 도시한 바와 같이, 단부영역(2)(표시 영역 1)에는, 기관(8)의 주면의 위에 배열된 발광 소자(10)와, 발광 소자(10)의 발광 영역(17)(도3a-3c 참조)으로부터의 광이 입사하는 마이크로 렌즈(15)가, 배치되어 있다. 기관(8)의 주면에 수직한 방향으로부터의 평면에서 보았을 때에, 발광 소자(10)의 발광 영역(17)의 중심과 마이크로 렌즈(15)의 중심은, 주면과 평행한 방향으로 어긋나 있다. 단부영역(2)은, 표시 영역의 중앙에 대하여 주변에 위치하므로 주변부라고 부르는 경우도 있다.

[0019] 도3a는, 단부영역(2)을 도2에 있어서의 A-A'선에서 절단했을 경우의 단면도이며, 기관과는 반대측으로 볼록한 마이크로 렌즈를 가지는 발광 소자를 도시하고 있다. 여기에서는, 발광 소자(10)로서 유기 EL 소자를 사용하는 예를 도시하고 있다. 도면 중에서는, 유기 EL 소자(발광 소자 10)가 피치D의 간격으로 배치되어 있다. 피치D란, 어떤 발광 소자(10)의 발광 영역(17)의 중심위치 18과 인접하는 발광 소자(10)의 발광 영역(17)의 중심위치 18'과의 기관(8)의 주면방향의 거리다.

[0020] 기관(8)상의 발광 소자(10)는, 기관(8)의 주면의 위에 배치되는 제1전극(11), 발광층을 포함하는 유기층(12), 유기층(12)을 끼워 제1전극(11)의 위에 배치되는 제2전극(13)을 가진다. 또한, 표시 영역(1)의 최외주의 발광 소자(10)의 특성을 유지하기 위해서, 표시 영역(1)의 단부인 점A-A'선으로 도시한 범위의 외측에 더미 화소(10')가 배치되어 있다. 더미 화소(10')는 복수열 및 복수행 형성되어 있어도 좋다.

[0021] 유기층(12)은, 표시 소자(100)가 단일의 발광 색을 표시할 수 있도록, 단일의 발광 색을 방사하는 발광층이 발광 소자(10) 사이에 공통층으로서 성막되어서 구성되어 있어도 좋다. 또한, 유기층(12)은, 표시 소자(100)가 적어도 2색이상의 색을 표시할 수 있도록, 발광 소자(10)마다 다른 색을 방출하는 발광층을 패터닝해서 구성되어 있어도 좋다. 표시 소자(100)의 각 화소는, 제1전극(11)의 단부를 덮음과 아울러 제1전극(11)상에 개구를 가지고, 뱅크로서 기능하는 절연층(16), 제2전극(13)의 위에 배치되는 보호층(14), 마이크로 렌즈(15)를 가진다. 마이크로 렌즈(15)에는, 발광 소자(10)로부터 출사된 광이 입사한다.

[0022] 본 실시 형태에서는, 마이크로 렌즈(15)는, 발광 소자(10)의 발광 영역(17)에 대하여 화살표B로 나타내는 방향으로 어긋나서 배치되어 있다. 화살표B로 나타내는 방향은, 표시 소자(100)를 평면에서 보았을 때에, 광로를 접는 접안광학계의 주광선이 주면에 투영되는 방향이다. 이러한 구성으로 함으로써, 마이크로 렌즈를 설치하지 않은 경우나, 마이크로 렌즈와 발광 영역을 평면에서 보았을 때 겹치도록 배치했을 경우에 비교하여 접안광학계를 통해 관찰자의 동공에 도달하는 발광 강도가 높아지고, 발광층에서 발광한 광의 이용 효율이 향상한다. 또한, 의도하지 않은 광로를 통과하고, 관찰자에게 고스트로서 지각되는 광의 발광 강도가 저하한다. 효과의 상세에 대해서는 후술한다. 또한, 도3a에서 도시한 본 실시 형태에 있어서의 마이크로 렌즈의 굴절률 n_1 과 마이크로 렌즈 상부의 매질의 굴절률 n_0 은, $n_0 < n_1$ 의 관계가 바람직하다. 또한, 발광 소자(10)의 발광 영역(17)이란, 절연층(16)의 개구부에 있어서 제1전극(11), 유기층(12), 제2전극(13)이 적층되어 있는 부분을 가리킨다.

[0023] 각 발광 소자(10)에 있어서 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)이 어긋나 있다란, 평면에서 보았을 때 마이크로 렌즈(15)의 중심위치 19와 발광 영역(17)의 중심위치 18이 겹치지 않고, 어떤 거리를 두고서 떨어져 있는 것을 의미한다. 또한, 마이크로 렌즈(15)의 중심이란, 평면에서 보았을 때 단부를 잇는 선으로 구성된 형상(외형)의 중심이다. 마이크로 렌즈(15)의 단부란, 마이크로 렌즈(15)의 단면도에 있어서 Z방향의 높이가 가장 낮은 위치다. 도3a에서는, 마이크로 렌즈(15)의 단면이 구면형상(일부 부족한 구면, 반구도 구면형상에 포함한다)이며, 이 경우, 마이크로 렌즈(15)의 중심은 마이크로 렌즈(15)의 정점과 일치한다.

[0024] 본 실시 형태에서는, 마이크로 렌즈(15)는 발광 소자(10)의 발광 영역(17)에 대하여 어긋나도록 배치되어 있다. 다시 말해, 기관(8)의 발광 소자(10)가 배치되는 면에 대한 평면에서 보았을 때, 마이크로 렌즈(15)의 중심(19)과 발광 영역(17)의 중심위치(18)는 어떤 거리 떨어져 있다(일치하지 않는다). 또한, 여기에서는 마이크로 렌즈(15)의 단면형상이 구면이기 때문에, 마이크로 렌즈(15)의 정점과 발광 영역(17)의 중심도 어떤 거리 떨어져 있다.

[0025] 본 실시 형태에 있어서, 마이크로 렌즈(15)의 피치(기관(8)의 발광 소자(10)가 배치되는 면의 평면에서 보았을 때, 인접하는 마이크로 렌즈의 중심간의 거리)는 일정하다. 또한, 발광 소자(10)의 피치(기관(8)의 발광 소자(10)가 배치되는 면의 평면에서 보았을 때, 인접하는 발광 소자(10)의 발광 영역의 중심간 거리)도 일정하고, 마이크로 렌즈(15)의 피치와 일치하고 있다. 따라서, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)은, 일정한 거리(

어긋남량)로 어긋나서 배치되어 있다. 다시 말해, 본 실시 형태에서는, 평면에서 보았을 때의 마이크로 렌즈(15)의 중심과 발광 영역(17)의 중심과의 거리(마이크로 렌즈 어긋남량)가 각 화소에 있어서 일정한 예를 도시하고 있다.

[0026] 유기층(12)이 백색광을 발광하는 층으로 구성될 경우, 도3b에 도시한 바와 같이, 발광 소자(10)와 마이크로 렌즈(15)의 사이에 칼라 필터(20)를 설치해도 좋다. 도3b는, 칼라 필터(20)가 발광 영역(17)에 대하여 어긋나도록 배치된 예를 도시하고 있다. 다시 말해, 기관(8)의 발광 소자(10)가 배치되는 면의 평면에서 보았을 때, 칼라 필터(20)의 중심 21과 발광 영역(17)의 중심 18은 어떤 거리 떨어져 있다. 단, 색 어긋남을 억제하기 위해서, 칼라 필터(20)는 발광 영역(17)에 대하여 어긋나게 하지 않도록 배치되어 있어도 좋다. 즉, 기관(8)의 발광 소자(10)가 배치되는 면의 평면에서 보았을 때, 칼라 필터(20)의 중심 21과 발광 영역(17)의 중심위치(18)는 일치하도록 배치되어도 좋다.

[0027] 도3c는, 칼라 필터 및 마이크로 렌즈의 형태가 다른 발광 장치의 단면모식도다. 마이크로 렌즈(15')는, 다른 실시 형태와는 달리, 지면 하방향으로 볼록한 형상이다. 지면 하방향이란, 반투과 전극으로부터 반사 전극으로 향하는 방향이라고 할 수도 있다. 마이크로 렌즈(15')와 보호층(14)과의 사이는, 공극이여도, 다른 물질을 충전해도 좋다. 단, 마이크로 렌즈의 굴절률 n_1 과 마이크로 렌즈 하부의 매질의 굴절률 n_2 는, $n_2 < n_1$ 의 관계가 바람직하다. 또한, 도3c에 있어서, 칼라 필터(20)는 마이크로 렌즈(15')의 상부에 배치되어 있지만, 마이크로 렌즈(15')와 보호층(14)과의 사이에 배치해도 좋다. 또한, 마이크로 렌즈(15')의 중심이란, 평면에서 보았을 때 단부를 잇는 선으로 구성된 형상(외형)의 중심이다. 마이크로 렌즈(15')의 단부란, 마이크로 렌즈(15)의 단면도에 있어서 Z방향의 높이가 가장 낮은 위치다. 도3c에서는, 마이크로 렌즈(15')의 단면이 구면형상(일부 부족한 구면, 반구도 구면형상에 포함한다)이며, 이 경우, 마이크로 렌즈(15')의 중심은 마이크로 렌즈(15')의 정점과 일치한다.

[0028] 기관(8)은 제1전극(11), 유기층(12), 제2전극(13)을 지지할 수 있는 재료이면 좋다. 예를 들면, 유리, 플라스틱, 실리콘 등을 사용할 수 있다. 기관(8)에는 트랜지스터 등의 스위칭 소자나 배선이나 층간 절연막(도시되지 않음)등이 배치되어 있어도 좋다.

[0029] 제1전극(11)은, 투명하여도, 불투명하여도 좋다. 불투명할 경우에는, 발광 과정에서 반사율이 70%이상의 금속재료가 바람직하다. Al이나 Ag 등의 금속이나 그것들에 Si, Cu, Ni, Nd 등을 첨가한 합금, 또한, ITO, IZO, AZO, IGZO를 사용할 수 있다. 또한, 여기에서의 발광 과장이란, 유기층(12)으로부터 발광되는 스펙트럼 범위의 과장을 의미한다. 제1전극(11)은, 원하는 반사율보다도 높으면, Ti, W, Mo, Au 등의 금속이나 그 합금 등의 배리어 전극과의 적층전극으로 하여도 좋고, ITO, IZO 등의 투명산화막 전극과의 적층전극으로 하여도 좋다.

[0030] 한편, 제1전극(11)이 투명전극일 경우에는, 제1전극(11)의 하부에 더욱 반사층을 설치하는 구성으로 하여도 좋다. 투명전극으로서, 예를 들면, ITO, IZO, AZO, IGZO 등을 사용할 수 있다. 광학거리를 최적화할 목적으로, 반사층과 투명전극의 사이에 더욱 절연막을 설치하는 구성으로 하여도 좋다.

[0031] 제2전극(13)은, 유기층(12)상에 배치되어 있고, 투광성을 가지고 있다. 제2전극(13)은 그 표면에 도달한 광의 일부를 투과함과 아울러 다른 일부를 반사하는 성질(즉, 반투과 반사성)을 가진 반투과 재료이여도 좋다. 제2전극(13)의 재료로서는, 예를 들면, 투명 도전 산화물과 같은 투명재료를 사용할 수 있다. 또한, 알루미늄이나 은이나 금 등의 단체금속, 리튬이나 세슘 등의 알칼리 금속, 마그네슘이나 칼슘이나 바륨 등의 알칼리 토류 금속, 이것들의 금속재료를 포함한 합금재료로 이루어진 반투과 재료를 사용할 수 있다. 반투과 재료로서는, 특히 마그네슘이나 은을 주성분으로 하는 합금이 바람직하다. 또 제2전극(13)은, 바람직한 투과율을 가지면, 상기 재료를 가지는 층의 적층구성이여도 좋다. 또한, 제2전극(13)은, 복수의 발광 소자(10)에 의해 공유되어 있어도 좋다.

[0032] 제1전극(11) 또는 제2전극(13) 중 어느 쪽인가가 양극이며, 다른 쪽이 음극으로서 기능한다. 다시 말해, 제1전극(11)이 양극이며, 제2전극(13)이 음극이여도 좋고, 그 반대이여도 좋다. 유기층(12)은, 제1전극(11)상에 배치되어 있고, 증착법이나 스핀 코팅법 등 공지의 기술에 의해 형성할 수 있다.

[0033] 유기층(12)은, 복수의 층으로부터 구성되어 있어도 좋다. 유기층(12)이 유기 화합물층일 경우에는, 복수의 층으로서, 정공주입층, 정공수송층, 전자 블록층, 발광층, 정공 블록층, 전자수송층, 전자주입층 중 어느 하나 또는 그 조합을 들 수 있다.

[0034] 발광층은, 양극으로부터 주입된 정공과 음극으로부터 주입된 전자가 유기 화합물층에 있어서 재결합함

으로써, 광을 출사한다. 발광층의 구성은 단층이어도 복수층이어도 좋다. 각 발광층 중 어느 쪽인가에 적색발광 재료, 녹색발광 재료, 청색발광 재료를 가질 수 있고, 각 발광 색을 혼합함으로써, 백색광을 얻는 것도 가능하다. 또한, 각 발광층 중 어느 쪽인가에, 청색발광 재료와 황색발광 재료 등의 보색끼리의 관계의 발광 재료를 포함하고 있어도 좋다. 발광 재료는 형광재료나 인광재료나 지연 형광재료 등의 재료이어도 좋고, CdS나 페로브스카이트 등의 양자 도트이어도 좋다. 또한, 화소마다 발광층에 포함되는 재료나 구성을 변경하는 것으로 다른 색을 발광해도 좋다. 또한, 발광 소자(10)의 1개 1개에 발광층을 설치해도 좋다. 그 경우, 발광 소자(10)마다, 발광층을 패터닝해도 좋다.

[0035] 보호층(14)은, 절연층이며, 투광성을 가지고, 외부로부터의 산소나 수분의 투과성이 낮은 무기재료를 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 보호층(14)은, 실리콘 질화물(SiN), 실리콘 산질화물(SiON), 실리콘 산화물(SiOx), 알루미늄 산화물(Al₂O₃), 티타늄 산화물(TiO₂) 등의 무기재료를 사용해서 작성할 수 있다. 특히 보호 성능의 면에 있어서, SiN, SiON, Al₂O₃의 무기재료가 바람직하다. 보호층(14)의 형성에는 화학기상 퇴적법(CVD법), 원자층 퇴적법(ALD법), 스퍼터링법을 사용하는 것이 바람직하다.

[0036] 보호층(14)은, 충분한 수분 차단 성능이 있으면, 단층 구조이어도, 상기 재료나 형성 수법을 조합한 적층구조이어도 좋다. 예를 들면, 질화 실리콘의 층과, 원자 퇴적법에 의한 밀도가 높은 층과의 적층이어도 좋다. 더욱이, 보호층(14)은, 수분의 차단 성능을 보유하고 있으면, 유기층을 가지고 있어도 좋다. 유기층은 예를 들면, 폴리아크릴레이트, 폴리이미드, 폴리에스테르, 에폭시 등을 들 수 있다. 더욱이, 복수의 발광 소자(10)에 걸쳐서 보호층(14)이 배치되어 있어도 좋다. 보호층(14)의 요철을 평탄화할 목적으로, 보호층(14)과 마이크로 렌즈(15)의 사이에 평탄화층을 형성해도 좋다. 또한, 마이크로 렌즈(15)와 보호층(14)의 사이, 또는 마이크로 렌즈(15)와 평탄화층의 사이에 칼라 필터가 배치되어 있어도 좋다.

[0037] 마이크로 렌즈(15)는, 노광 및 현상 프로세스로 형성할 수 있다. 구체적으로는, 마이크로 렌즈를 형성하기 위한 재료에 의한 막(포토리지스트막)을 형성하고, 연속적인 계조변화를 가지는 마스크를 사용하여, 포토리지스트막의 노광 및 현상을 행한다. 이러한 마스크로서는, 그레이 마스크, 혹은, 노광 장치의 해상도이하의 차광막으로 이루어지는 도트의 밀도분포를 변화시키는 것으로 결상면에 연속한 계조의 광조사를 가능하게 하는 면적 계조 마스크를 사용할 수 있다.

[0038] 또한, 노광 및 현상 프로세스로 형성한 마이크로 렌즈에 대하여, 에치백을 행하는 것에 의해, 렌즈 형상을 조정하는 것이 가능하다. 마이크로 렌즈의 형상은, 방사광을 굴절시킬 수 있는 형상이면 좋고, 구면이어도, 단면형상이 비대칭이어도 좋다.

[0039] 그 다음에, 본 실시 형태의 효과에 대해서, 기관과는 반대측에 볼록한 마이크로 렌즈를 가지는 발광 소자의 예를 사용해서 설명한다. 본 실시 형태의 효과는, 마이크로 렌즈의 볼록형상의 방향에 따르지 않는다. 즉, 도3c에 도시된 것 같은 지면 하방향으로 볼록한 형상을 가지는 마이크로 렌즈이어도 좋다.

[0040] 도4a~도4c는, 단부영역(2)을 도2에 있어서의 A-A'선에서 절단했을 경우의 단면도다. 도4a 및 도4b는, 각각 마이크로 렌즈(15)를 배치하지 않는 구성 및 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)을 평면에서 보았을 때 어긋나게 하지 않고 겹치도록 배치한 구성을 도시하고 있다.

[0041] 도4a의 방사각(방사 각도) 21은, 정규광의 주광선의 공기중에 있어서의 방사각을 나타내고, 방사각 22는 고스트 광의 공기중의 방사각을 나타내고 있다. 정규광이란, 렌즈 설계에 의해 설계된 광로를 통과하고, 관찰자의 동공에서 상을 만드는 광이다. 주광선이란, 정규광 중 관찰자의 동공의 중심을 통과하는 광이다. 광로를 접는 접안광학계에서는, 초점거리가 짧아지기 때문에, 도4a에 도시한 바와 같이 표시 영역(1)의 단부에 있어서는, 정규광의 주광선의 공기중에 있어서의 방사각은 커진다.

[0042] 한편, 고스트 광이란, 발광 소자로부터 방사되어, 설계상 의도하지 않은 광로를 통과해 관찰자에게 고스트로서 관찰되는 광이다. 일반적으로, 고스트 광의 광로는 도18 및 도23에 도시한 바와 같이 대강 표시 영역(1)의 발광 소자와 관찰자의 동공의 위치 관계에서 결정되는 것이 많다. 그 경우, 도4a에 도시한 바와 같이, 방사각은 작아지고, 그 방향은 기관 주면의 법선방향에 대하여 정규광과는 반대의 방향이 된다.

[0043] 도4a는, 마이크로 렌즈를 배치하지 않을 경우에 있어서의 발광 소자(10)로부터 방사되는 광을 나타내고 있다. 벡터(화살표)의 방향은 광의 진행 방향을 나타내고, 벡터의 크기는 방사광의 강도를 나타내고 있다. 일반적으로, 발광 소자는 방사각 의존성을 가지고, 넓은 각도로 될수록 방사 강도는 작아진다. 그 때문에, 마이크로 렌즈가 없을 경우, 정규광의 주광선의 방사각 21의 방향으로 방사되는 광 23은, 고스트 광의 방사각 22의 방향

으로 방사되는 방사 광 24에 비교하여 약해진다. 즉, 표시 영역(1)의 단부에 있어서는, 발광 소자로부터 방사되는 광강도는, 정규광보다도 고스트 광쪽이 강해진다. 또한, 도4b에 도시한 바와 같이 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)을 평면에서 보았을 때 겹치도록 배치했을 경우에 있어서도 마찬가지로, 정규광의 주광선의 방사각 21의 방향으로 방사되는 광 25는, 고스트 광의 방사각 22의 방향으로 방사되는 방사 광 26에 비교해 약해진다.

[0044] 도4c는 본 실시 형태의 경우를 도시하고, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)이 어떤 거리로 어긋나서 배치되어 있을 경우를 도시하고 있다. 마이크로 렌즈(15)를 발광 영역(17)에 대하여 화살표B로 나타내는 방향으로 어긋나게 하여 배치함으로써, 마이크로 렌즈(15)의 면 28을 통해 광이 굴절하고, 정규광의 주광선의 방사각 21의 방향으로 방사되는 광(27)의 강도가 비약적으로 증가한다. 동시에 고스트 광의 방사각 22를 향하는 광의 강도는 현저하게 저하한다. 그것은, 고스트 광이, 주로 인접한 마이크로 렌즈(15)의 면 29에 있어서 넓은 각도 측으로 굴절하는 것, 혹은 전반사에 의해 마이크로 렌즈내에 가두어지게 된다. 여기서 면 28 및 면 29는, 도4c의 마이크로 렌즈(15)의 평면도인 도4c의 우상도에 도시한 바와 같이, 마이크로 렌즈(15)의 중심을 지나 화살표B의 방향과 직교하는 면을 경계로서, 각각 화살표B에 대하여 역방향 및 순방향의 면을 가리킨다.

[0045] 이렇게, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)을, 어떤 거리 어긋나 배치함으로써, 표시 영역(1)의 단부에 있어서, 정규광의 발광 강도를 증가시킬 수 있을 뿐 아니라, 동시에 고스트 광을 저감하는 것이 가능해진다.

[0046] 도5a는, 발광 영역(17)과 마이크로 렌즈(15)와 정규광의 출사각의 관계를 나타낸 단면도다. 도5a~5c에 서는, 높이h, 반경r, 굴절률n의 마이크로 렌즈(15)가 배치되어 있다.

[0047] 발광 영역(17)으로부터 각도 θ_1 로 광이 출사되어, 마이크로 렌즈(15)의 A점에 의해 각도 θ_2 의 방향으로 구부러져 있다. 이때의 기관(8)의 법선에 대한 점A에 있어서의 마이크로 렌즈 표면의 법선의 기울기를 각도 α 로 한다. $\alpha + \theta_1$ 을 β 로 해두면, 스넬의 법칙에 의해, 이하의 식(1)이 성립된다.

$$[0048] \quad 1 \times \sin(\theta_2 + \alpha) = n \times \sin \beta = n \times \sin(\theta_1 + \alpha) \quad \cdots(1)$$

[0049] 식(1)을 θ_1 에 대해서 풀면, θ_1 은 식(2)로 나타낸다.

$$[0050] \quad \theta_1 = \sin^{-1} \{ \sin(\theta_2 + \alpha) / n \} - \alpha \quad \cdots(2)$$

[0051] 도5a에 도시한 바와 같이, 발광 영역(17)으로부터의 광을 넓은 각도측으로 출사하고 싶을 경우($\theta_2 > \theta_1$ 로 하고 싶을 경우), α 가 정의 영역, 즉 도5a에 있어서의 마이크로 렌즈(15)의 정점보다 우측의 영역, 즉 면 28에 입사하는 광이 주로 이용되게 된다.

[0052] 마이크로 렌즈(15)의 단부까지 유효하게 이용하기 때문에, 정규광의 주광선의 방사각 θ_2 에 대하여 마이크로 렌즈(15)의 전체 영역에 있어서 $\alpha < \theta_2$ 인 것이 바람직하다.

[0053] 여기에서, 마이크로 렌즈(15)의 정점의 발광 영역(17)의 중심으로부터의 어긋남량을 ΔML 로 한다. 원하는 출사각 θ_2 의 출사 강도를 강하게 하기 위해서는, 마이크로 렌즈(15)상의 각 점에 있어서의 α 에 대하여 상기 식(2)를 충족시키는 θ_1 및 β 이 계산되고, 어느 쪽인가의 β 의 방향으로 발광 영역X가 존재하도록 ΔML 이 설정되면 좋다. 바꿔 말하면, 도5a에 도시된 발광 영역(17)에 대한 발광 영역X의 비율이 커질수록, 정규광의 광 강도는 증가한다.

[0054] 한편, 도5b는, 발광 영역(17)과 마이크로 렌즈(15)와 고스트 광의 출사각의 관계를 나타낸 단면도다. 발광 영역으로부터 각도 θ_1' 및 각도 θ_1'' 로 광이 출사되어, 각각 마이크로 렌즈의 점A' 및 점A''점에 있어서 각도 θ_2' 의 방향으로 광이 구부러진다. 이때의 기관(8)의 법선에 대한 점A 및 점A''에 있어서의 마이크로 렌즈 표면의 법선의 기울기를 각각 각도 α' 및 α'' 로 한다. 정규광의 경우와 마찬가지로 θ_1' , θ_1'' 은, 식(3), 식(4)로 나타낸다.

$$[0055] \quad \theta_1' = \sin^{-1} \{ \sin(\theta_2' + \alpha') / n \} - \alpha' \quad \cdots(3)$$

$$[0056] \quad \theta_1'' = \sin^{-1} \{ \sin(\theta_2'' + \alpha'') / n \} - \alpha'' \quad \cdots(4)$$

[0057] 고스트 광인 출사각 θ_2' 의 광의 출사 강도를 약하게 하기 위해서는, 발광 영역Y1 및 Y2가 발광 영역(17)과 겹치지 않는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 식(3) 및 (4)로부터 구해지는 θ_1' , θ_1'' 을 크게 하면 좋다. θ_1' , θ_1'' 을 크게 하면, 발광 소자로부터 방사되는 광강도가 저하하기 때문이다. 또한, 어떤 경계각을 초과하면, 내부에서 전반사가 생기고, 마이크로 렌즈까지 광이 도달하지 않는다.

[0058] 이렇게, 발광 영역(17)에 대하여, 정규광으로서 방사되는 발광 영역X를 크게 취함과 아울러, 고스트 광이 되는 방향으로 방사되는 발광 영역Y1 및 Y2가 작아지도록 어긋남량 ΔML 을 결정하면 좋다. 본 실시 형태에서는, 개구형상을 적절히 최적화하면 좋고, 형상은, 원형, 육각형, 타원형상 등이어도 좋다. 예를 들면, X를 크게 하고, Y1 및 Y2가 작아지도록 발광 화소의 개구형상을 형성해도 좋다.

[0059] 도5c에 도시한 바와 같이, 표시 영역(1)의 단부(2)(도1 참조)에 있어서의 어긋남량 ΔML 의 범위는, 마이크로 렌즈(15)의 높이를 h, 제1전극(11)으로부터 마이크로 렌즈(15)의 저면까지의 높이를 L, 마이크로 렌즈(15)의 중심위치 19와 발광 영역(17)의 중심위치 18을 잇는 직선의 기관(8)의 법선방향에 대한 기울기 각을 $\phi_1 = \arctan(\Delta ML / (h+L))$ [도]로 할 때, 식(5)를 충족시키는 것이 바람직하다.

[0060]
$$6.0^\circ \leq \phi_1 \leq 37.5^\circ \quad \dots(5)$$

[0061] 그 다음에, 칼라 필터의 어긋남량 ΔCF 에 대해서 설명한다. 유기층(12)이 백색광을 발광하는 층으로 구성될 경우, 도3b에 도시한 바와 같이, 발광 소자(10)와 마이크로 렌즈(15)의 사이에 칼라 필터(20)를 설치해도 좋다. 표시 영역(1)의 단부(2)에 있어서의 ΔCF 의 범위는, 제1전극(11)로부터 칼라 필터(20)의 상면까지의 높이를 L2, 칼라 필터(20)의 상면의 중심위치 21과 발광 영역(17)의 중심위치 18을 잇는 직선의 기관(8)의 법선방향에 대한 기울기 각을 $\phi_2 = \arctan(\Delta CF / L2)$ [도]로 하고, ϕ_1 과 ϕ_2 의 비A를 $A = \phi_2 / \phi_1$ 으로 할 때, 식(6)을 충족시키는 것이 바람직하다.

[0062]
$$0 \leq A \leq 0.85 \quad \dots(6)$$

[0063] 도6a 및 도6b는, 표시 영역(1)의 단부(2)에 있어서의 발광 영역(17)과 마이크로 렌즈(15)의 위치 관계를 나타낸 단면도이며, 정규광의 방사각 21의 방향으로 방사되는 성분을 도시하고 있다. 도6a는, 식(6)을 충족시키지 않는 예로서 $A=1$ 의 경우를 도시하고 있다. 도5a에서 설명한 바와 같이, 정규광의 방사각 21의 방향으로 방사되는 광은, 마이크로 렌즈(15)의 면 28을 통하는 방사 광 32이 중심이지만, 일부 면 29를 통과한 방사 광 33이 존재한다. 방사 광 33의 발광 강도는, 기관(8)의 법선방향으로부터의 방사각이 크기 때문에, 방사 광 32의 발광 강도에 비교해 작다. 그렇지만, 방사각이 크기 때문에, 방사 광 33의 색 어긋남 정도는 방사 광 32에 비교해 크다. 그 때문에, 도6a와 같이, 칼라 필터(20)를 마이크로 렌즈(15)와 같은 비율($A=1$)만큼 어긋나게 한 경우, 방사 광 33에 의해 색 어긋남이 커진다. 여기에서, 색 어긋남이란, 표시 영역(1)의 중앙에 있어서의 기관(8)의 법선방향의 색도와, 표시 영역(1)의 단부(2)로부터 방출하여, 방사각 21의 방향의 방사 광의 색도의 차이이다.

[0064] 한편, 도6b는, 식(6)을 충족시킬 경우의 표시 영역(1)의 단부(2)에 있어서의 발광 영역(17)과 마이크로 렌즈(15)의 위치 관계를 나타낸 단면도다. 도6b로부터 알 수 있듯이, 어긋남량 ΔCF 를 작게 함으로써, 색 어긋남이 큰 방사 광 33을 칼라 필터로 차단하는 것이 가능해지기 때문에, 색 어긋남이 억제되기 쉽다. 상세한 것은 후술하지만, 어긋남량 ΔML 및 ΔCF 를 적절히 최적화함으로써, 고스트 광의 발광 강도를 억제하면서, 색 어긋남을 억제하는 것이 가능해진다.

[0065] 단, 도3c에서 도시한 바와 같이 지면 하방향으로 볼록한 형상의 마이크로 렌즈의 상부에 칼라 필터를 배치했을 경우, 반드시 식(6)의 관계식을 충족시킬 필요는 없고, $A=1$ 로 하여도 좋다. 그것은, 도6b에서 나타낸 넓은 각도측으로 방사되는 방사 광 33이 보호층과 마이크로 렌즈와 사이에 있는 저굴절률 매질로 전반사되어, 마이크로 렌즈에 도달하지 않기 때문이다.

[0066] 본 실시 형태에서는, 표시 영역(1)내의 위치마다 어긋남량 ΔML 을 접안광학계의 설계에 맞춰서 적절히 조정한다. 도7은, 표시 영역(1)을 E-E' 선에서 절단했을 경우의, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)의 위치 관계를 나타낸 단면도다. 여기에서는, 지금까지와 마찬가지로 기관과는 반대측으로 볼록한 마이크로 렌즈를 가지는 발광 소자의 예를 사용해서 설명한다. 본 실시 형태의 효과는, 마이크로 렌즈의 볼록형상의 방향에 따르지 않는다. 즉, 도3c에 도시된 것 같은 지면 하방향으로 볼록한 형상을 가지는 마이크로 렌즈이여도 좋다.

[0067] 도7에 도시한 바와 같이, 표시 영역(1)의 중심위치에서의 어긋남량 ΔML (34)을 0으로 하고, 표시 영역(1)의 단부를 향하고, 어긋남량 ΔML 이 ΔML (35), ΔML (36), ΔML (37)과 같이 커지도록 마이크로 렌즈(15)를 배치해도 좋다. 도18 및 도23에서 도시한 바와 같이, 고스트 광의 양은, 표시 영역(1)에 있어서의 발광 소자(17)의 위치와 관찰자의 동공의 직선관계로 주로 결정된다. 그 때문에, 어긋남량 ΔML (34)로부터 ΔML (37)은, 발광 소자(17)의 위치의 함수로서 선형으로 증가시키면 좋다. 또한, 어긋남량 ΔML 은, 발광 소자(17)의 위치에 대하여 거시적으로 보아서 연속으로 변화하도록 형성되면 좋다. 거시적으로 보아서 연속이면 좋고, 1화소마다 어긋남량을 변하게 해도 좋고, 어떤 범위에 있어서 스텝형으로 변화시켜도 좋다. 어떤 범위를 1화소씩

변화시키고, 나머지의 범위에 있어서 스텝형으로 변화시켜도 좋다. 단, 초점거리를 보다 작게 하면, 표시 소자(100)에 가까운 렌즈면의 비구면 형상의 변화가 커지고, 고스트 광의 방사각이 표시 영역(1)의 단부가 됨에 따라, 변화율이 커지는 경우가 있다. 그 경우, 고스트 광의 방사각의 변화율에 맞추어, 어긋남량 ΔML 의 변화율을 크게 해도 좋다. 또한, 도7에서는 표시 영역(1)의 중앙에 있어서의 어긋남량 ΔML (34)이 0일 경우를 도시하였지만, 반드시 0이 아니어도 좋다. 또한, 표시 영역(1)에 있어서 일률로 어긋남량 ΔML 을 일정하게 해도 좋다.

[0068] 접안광학계를 가지는 화상관찰 장치에 있어서, 도7에 도시한 바와 같이, 표시 영역(1)의 단부를 향해서 어긋남량 ΔML 이 증가하는 경우에 있어서, 도8a, 8b의 수평 단부(38) 혹은 상하 단부(39)의 시야각 특성이 가장 좋아지도록 어긋남량 ΔML 의 값이 설계된다. 그 경우에, 도8a의 대각영역 40, 41, 42, 43에서는, 어긋남량 ΔML 이 발광 소자의 피치D와 근접한 값이 되는 경우가 있고, 고스트 광의 발광 강도가 커지는 경우가 있다. 그러한 경우에 있어서는, 도8a에 도시한 바와 같이, 표시 영역(1)의 대각영역 40, 41, 42, 43의 적어도 1개의 영역에 있어서, 발광 소자를 배치하지 않아도 좋다.

[0069] 모든 대각영역에 발광 소자를 배치하지 않을 경우, 표시 영역은 영역 44와 같이 8각형(n각형)이 된다. 또한, 대각영역 40 및 42만 발광 소자를 배치하지 않을 경우에는, 영역 41, 43, 44로 구성되는 6각형이 된다. 도8a와 마찬가지로, 도8b의 대각영역 45, 46, 47, 48의 적어도 하나에 발광 소자와 마이크로 렌즈의 1개 또는 양쪽을 배치하지 않아도 좋다. 즉, 모든 대각영역에 발광 소자를 배치하지 않을 경우, 표시 영역은 영역 49와 같이 6각형이 된다. 발광 소자를 배치하지 않은 영역에는, 마이크로 렌즈를 배치해도 좋고, 배치하지 않아도 좋다. 본 실시 형태의 발광 소자 및 마이크로 렌즈의 배치는, 광학설계에 의해 적절히 조정하면 좋고, 대각영역에 발광 소자를 배치하고, 마이크로 렌즈만을 배치하지 않은 구성이어도 좋다.

[0070] 혹은, 수평단부 38 및 상하 단부 39에서의 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 보다도 커지지 않도록, 대각영역 40, 41, 42, 43(혹은, 45, 46, 47, 48)에 있어서의 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 을 일정하게 하고, 단부 38 혹은 단부 39의 어긋남량과 일치시켜도 좋다.

[0071] 이상 설명한 바와 같이, 표시 영역(1)의 단부에 있어서, 발광 영역(17)과 마이크로 렌즈(15)를 기관(8)의 주변에 평행한 방향으로 어긋나게 함으로써, 광로를 접는 접안광학계의 정규광의 발광 강도를 증가시켜, 고스트를 저감할 수 있다.

[0072] 그 다음에, 상기 표시 소자가 여러 가지 광로를 접는 접안광학계에 있어서 효과적인 것을 몇 개의 실시 형태를 사용해서 설명한다. 실시 형태 1 및 실시 형태 2에서는, 편광을 이용한 편광광학계에 적용한 예를 나타낸다. 실시 형태 3에서는, 자유곡면 프리즘에 적용한 예를 나타낸다. 아울러, 광로를 접는 접안광학계의 바람직한 형태에 대해서도 각 실시 형태에 있어서 설명한다. 여기서 설명하는 각 실시 형태는 대표적인 예에 지나지 않고, 본 발명을 실시할 때에는, 각 실시 형태에 대하여 여러 가지의 변형이나 변경이 가능하다.

[0073] 여기에서, 본 실시 형태에 관계되는 표시장치의 구성에 대해서 설명한다.

[0074] 도9는, 본 실시 형태에 관계되는 표시장치의 일례를 나타낸 모식도다. 표시장치(1000)는, 상부 커버(1001)와, 하부 커버(1009)와의 사이에, 터치패널(1003), 표시 소자(100)를 구비하는 표시 패널(1005), 프레임(1006), 회로 기관(1007), 배터리(1008)를 가져도 좋다. 터치패널(1003) 및 표시 패널(1005)은, 플렉시블 프린트 회로 FPC(1002, 1004)가 접속되어 있다. 회로 기관(1007)에는, 트랜지스터가 프린트되어 있다. 배터리(1008)는, 표시장치가 휴대 기기가 아니면, 설치하지 않아도 좋고, 휴대 기기이어도, 별도의 위치에 설치해도 좋다.

[0075] 본 실시 형태에 관계되는 표시장치는, 적색, 녹색, 청색을 가지는 칼라 필터를 가져도 좋다. 칼라 필터는, 해당 적색, 녹색, 청색이 델타 배열로 배치되어도 좋다.

[0076] 본 실시 형태에 관계되는 표시장치는, 휴대 단말의 표시부에 사용되어도 좋다. 그 때는, 표시 기능과 조작 기능과의 쌍방을 가져도 좋다. 휴대 단말로서는, 스마트 폰 등의 휴대전화, 태블릿, 헤드 마운트 디스플레이 등을 들 수 있다.

[0077] 본 실시 형태에 관계되는 표시장치는, 복수의 렌즈를 가지는 광학부와, 해당 광학부를 통과한 광을 수광하는 촬상 소자와를 가지는 촬상 장치의 표시부에 사용되어도 좋다. 촬상 장치는, 촬상 소자가 취득한 정보를 표시하는 표시부를 가져도 좋다. 또한, 표시부는, 촬상 장치의 외부에 노출한 표시부이어도, 파인더내에 배치된 표시부이어도 좋다. 촬상 장치는, 디지털 카메라, 디지털 비디오카메라이어도 좋다.

- [0078] 도10a는, 본 실시 형태에 관계되는 촬상 장치의 일례를 나타내는 모식도다. 촬상 장치(1100)는, 뷰파인더(1101), 배면 디스플레이(1102), 조작부(1103), 하우징(1104)을 가져도 좋다. 뷰파인더(1101)는, 본 실시 형태에 관계되는 표시장치를 가져도 좋다. 그 경우, 표시장치는, 촬상하는 화상뿐만 아니라, 환경정보, 촬상 지시 등을 표시해도 좋다. 환경정보에는, 외광의 강도, 외광의 방향, 피사체가 움직이는 속도, 피사체가 차폐물에 차폐될 가능성 등이어도 좋다.
- [0079] 촬상에 적합한 타이밍은 약간의 시간이므로, 조금이라도 조기 정보를 표시한 쪽이 좋다. 따라서, 본 발명의 유기발광 소자를 사용한 표시장치를 사용하는 것이 바람직하다. 유기발광 소자는, 응답 속도가 빠르기 때문이다. 유기발광 소자를 사용한 표시장치는, 표시 속도가 요구되는, 이것들의 장치, 액정표시장치보다도 적절하게 사용할 수 있다.
- [0080] 촬상 장치(1100)는, 도시되지 않은 광학부를 가진다. 광학부는 복수의 렌즈를 가지고, 하우징(1104)내에 수용되어 있는 촬상 소자에 결상한다. 복수의 렌즈는, 그 상대 위치를 조정함으로써, 초점을 조정할 수 있다. 이 조작을 자동으로 행할 수도 있다. 촬상 장치는 광전변환 장치라고 불려도 좋다. 광전변환 장치는 순차로 촬상하는 것이 아니고, 이전 화상으로부터의 차분을 검출하는 방법, 항상 기록되어 있는 화상으로부터 잘라내는 방법 등을 촬상의 방법으로서 포함할 수 있다.
- [0081] 도10b는, 본 실시 형태에 관계되는 전자기기의 일례를 나타내는 모식도다. 전자기기(1200)는, 표시부(1201)와, 조작부(1202)와, 하우징(1203)을 가진다. 하우징(1203)에는, 회로, 해당 회로를 가지는 프린트 기판, 배터리, 통신부를, 가져도 좋다. 조작부(1202)는, 버튼이여도 좋고, 터치패널 방식의 반응부이여도 좋다. 조작부는, 지문을 인식해서 록의 해제 등을 행하는, 생체인식부이여도 좋다. 통신부를 가지는 전자기기는 통신 기기라고 말할 수도 있다. 전자기기는, 렌즈와, 촬상 소자와를 구비하는 것으로 카메라 기능을 더 가져도 좋다. 카메라 기능에 의해 촬상된 화상이 표시부에 비추어진다. 전자기기로서는, 스마트 폰, 노트북 등을 들 수 있다.
- [0082] 도11a, 11b는, 본 실시 형태에 관계되는 표시장치의 일례를 나타내는 모식도다. 도11a는, 텔레비전 모니터나 PC 모니터 등의 표시장치다. 표시장치(1300)는, 액자(1301)를 가지고 표시부(1302)를 가진다. 표시부(1302)에는, 본 실시 형태에 관계되는 발광 장치가 사용되어도 좋다.
- [0083] 액자(1301)와, 표시부(1302)를 지탱하는 토대(1303)를 가지고 있다. 토대(1303)는, 도11a의 형태에 한정되지 않는다. 액자(1301)의 하변이 토대를 겸해도 좋다.
- [0084] 또한, 액자(1301) 및 표시부(1302)는, 구부러져 있어도 좋다. 그 곡률반경은, 5000mm이상 6000mm이하이여도 좋다.
- [0085] 도11b는 본 실시 형태에 관계되는 표시장치의 다른 예를 나타내는 모식도다. 도11b의 표시장치(1310)는, 표시면이 접기 가능하게 구성되어 있고, 소위 폴더블 표시장치다. 표시장치(1310)는, 제1표시부(1311), 제2표시부(1312), 하우징(1313), 굴곡 점(1314)을 가진다. 제1표시부(1311)와 제2표시부(1312)는, 본 실시 형태에 관계되는 발광 장치를 가져도 좋다. 제1표시부(1311)와 제2표시부(1312)는, 이음매 없는 1매의 표시장치이여도 좋다. 제1표시부(1311)와 제2표시부(1312)는, 굴곡 점으로 나눌 수 있다. 제1표시부(1311), 제2표시부(1312)는, 각각 다른 화상을 표시해도 좋고, 제1 및 제2표시부로 하나의 화상을 표시해도 좋다.
- [0086] 도12a는, 본 실시 형태에 관계되는 조명 장치의 일례를 나타내는 모식도다. 조명 장치(1400)는, 하우징(1401)과, 표시 소자(100)를 구비하는 광원(1402)과, 회로 기판(1403)과, 광학 필름(1404)과, 광확산부(1405)를, 가져도 좋다. 광원은, 본 실시 형태에 관계되는 유기발광 소자를 가져도 좋다. 광학 필터는 광원의 연색성을 향상시키는 필터이여도 좋다. 광확산부는, 라이트 업 등, 광원의 광을 효과적으로 확산하여, 넓은 범위에 광을 보낼 수 있다. 광학 필터, 광확산부는, 조명의 광출사측에 설치되어도 좋다. 필요에 따라서, 최외부에 커버를 설치해도 좋다.
- [0087] 조명 장치는 예를 들면 실내를 조명하는 장치다. 조명 장치는 백색, 주백색, 기타 청색 내지 적색의 어느 쪽의 색을 발광하는 것이여도 좋다. 그것들을 조광하는 조광 회로를 가져도 좋다. 조명 장치는 본 발명의 유기발광 소자와 그것에 접속되는 전원회로를 가져도 좋다. 전원회로는, 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 회로다. 또한, 백색이란 색온도가 4200K이고, 주백색이란 색온도가 5000K이다. 조명 장치는 칼라 필터를 가져도 좋다.
- [0088] 또한, 본 실시 형태에 관계되는 조명 장치는, 방열부를 가지고 있어도 좋다. 방열부는 장치내의 열을 장치외에 방출하는 것이며, 비열이 높은 금속, 액체 실리콘 등을 들 수 있다.

- [0089] 도12b는, 본 실시 형태에 관계되는 이동체의 일례인 자동차의 모식도다. 해당 자동차는 등도구의 일례인 테일 램프를 가진다. 자동차(1500)는, 테일 램프(1501)를 가지고, 브레이크 조작 등을 행했을 때에, 테일 램프를 점등하는 형태이어도 좋다.
- [0090] 테일 램프(1501)는, 본 실시 형태에 관계되는 유기발광 소자를 가져도 좋다. 테일 램프는, 유기EL 소자를 보호하는 보호 부재를 가져도 좋다. 보호 부재는 어느 정도 높은 강도를 가지고, 투명하면 재료는 상관없지만, 폴리카보네이트 등으로 구성되는 것이 바람직하다. 폴리카보네이트에 푸란디카르복실산 유도체, 아크릴로니트릴 유도체 등을 섞어도 좋다.
- [0091] 자동차(1500)는, 차체(1503), 거기에 부착된 창문(1502)을 가져도 좋다. 창문은, 자동차의 전후를 확인하기 위한 창문이 아니면, 투명한 디스플레이이어도 좋다. 해당 투명한 디스플레이는, 본 실시 형태에 관계되는 유기발광 소자를 가져도 좋다. 이 경우, 유기발광 소자가 가지는 전극 등의 구성 재료는 투명한 부재로 구성된다.
- [0092] 본 실시 형태에 관계되는 이동체는, 선박, 항공기, 드론 등이어도 좋다. 이동체는, 기체와 해당 기체에 설치된 등도구를 가져도 좋다. 등도구는, 기체의 위치를 알리기 위한 발광을 해도 좋다. 등도구는, 본 실시 형태에 관계되는 유기발광 소자를 가진다.
- [0093] 도13a, 13b는, 본 발명의 일 실시 형태에 관계되는 발광 장치를 적용한 웨어러블 디바이스의 일례이며, 안경형의 표시장치의 모식도다. 표시장치는, 예를 들면 스마트 글래스, HMD, 스마트 콘택트와 같은 웨어러블 디바이스로서 장착가능한 시스템에 적용할 수 있다. 이러한 적용 예에 사용되는 촬상 표시장치는, 가시 광을 광전변환 가능한 촬상 장치와, 가시 광을 발광 가능한 표시장치를, 가져도 좋다.
- [0094] 도13a는, 1개의 적용 예에 관계되는 안경(1600)(스마트 글래스)을 설명한다. 안경(1600)의 렌즈(1601)의 표면측에, CMOS 센서나 SPAD와 같은 촬상 장치(1602)가 설치된다. 또한, 렌즈(1601)의 이면측에는, 상술한 각 실시 형태의 표시장치가 설치된다.
- [0095] 안경(1600)은, 제어장치(1603)를 더 구비한다. 제어장치(1603)는, 촬상 장치(1602)와 각 실시 형태에 관계되는 표시장치에 전력을 공급하는 전원으로서 기능한다. 또한, 제어장치(1603)는, 촬상 장치(1602)와 표시장치의 동작을 제어한다. 렌즈(1601)에는, 촬상 장치(1602)에 광을 집광하기 위한 광학계가 형성되어 있다.
- [0096] 도13b는, 1개의 적용 예에 관계되는 안경(1610)(스마트 글래스)을 설명한다. 안경(1610)은, 제어장치(1612)를 가지고 있고, 제어장치(1612)에, 촬상 장치(1602)에 상응하는 촬상 장치와, 표시장치가 탑재된다. 렌즈(1611)에는, 제어장치(1612)내의 촬상 장치와, 표시장치로부터의 발광을 투영하기 위한 광학계가 형성되어 있고, 렌즈(1611)에는 화상이 투영된다. 제어장치(1612)는, 촬상 장치 및 표시장치에 전력을 공급하는 전원으로서 기능함과 아울러, 촬상 장치 및 표시장치의 동작을 제어한다. 제어장치는, 장착자의 시선을 검지하는 시선검지부를 가져도 좋다. 시선의 검지는 적외선을 사용해도 좋다. 적외발광부는, 표시 화상을 주시하고 있는 유저의 안구에 대하여, 적외광을 방출한다. 방출된 적외광의 안구로부터의 반사광을, 수광소자를 가지는 촬상부가 검출하는 것으로 안구의 촬상 화상이 얻어진다. 평면에서 보았을 때의 적외발광부로부터 표시부로의 광을 저장하는 저감 수단을 가지는 것으로, 화상품위의 저하를 저감한다.
- [0097] 적외광의 촬상에 의해 얻어진 안구의 촬상 화상으로부터 표시 화상에 대한 유저의 시선을 검출한다. 안구의 촬상 화상을 사용한 시선검출에는 임의의 공지의 수법을 적용할 수 있다. 일례로서, 각막에서의 조사 광의 반사에 의한 푸르키니에상에 근거하는 시선검출 방법을 사용할 수 있다.
- [0098] 보다 구체적으로는, 동공 각막 반사법에 근거하는 시선검출 처리가 행해진다. 동공 각막 반사법을 사용하여, 안구의 촬상 화상에 포함되는 동공의 상과 푸르키니에상에 근거하여, 안구의 방향(회전 각도)을 나타내는 시선 벡터가 산출되는 것에 의해, 유저의 시선이 검출된다.
- [0099] 본 발명의 일 실시 형태에 관계되는 표시장치는, 수광소자를 가지는 촬상 장치를 가지고, 촬상 장치로부터의 유저의 시선정보에 근거해서 표시장치의 표시 화상을 제어해도 좋다.
- [0100] 구체적으로는, 표시장치는, 시선정보에 근거하여, 유저가 주시하는 제1 시야영역과, 제1 시야영역이외의 제2 시야영역이 결정된다. 제1 시야영역, 제2 시야영역은, 표시장치의 제어장치가 결정해도 좋고, 외부의 제어장치가 결정된 것을 수신해도 좋다. 표시장치의 표시 영역에 있어서, 제1 시야영역의 표시 해상도를 제2 시야영역의 표시 해상도보다도 높게 제어해도 좋다. 즉, 제2 시야영역의 해상도를 제1 시야영역보다도 낮게 해도 좋다.

- [0101] 또한, 표시 영역은, 제1 표시 영역, 제1 표시 영역과는 다른 제2 표시 영역을 가지고, 시선정보에 근거하여, 제1 표시 영역 및 제2 표시 영역으로부터 우선도가 높은 영역이 결정된다. 제1 시야영역, 제2 시야영역은, 표시장치의 제어장치가 결정해도 좋고, 외부의 제어장치가 결정한 것을 수신해도 좋다. 우선도가 높은 영역의 해상도를, 우선도가 높은 영역이외의 영역의 해상도보다도 높게 제어해도 좋다. 즉, 우선도가 상대적으로 낮은 영역의 해상도를 낮게 해도 좋다.
- [0102] 또한, 제1 시야영역이나 우선도가 높은 영역의 결정에는, A I를 사용해도 좋다. A I는, 안구의 화상과 해당 화상의 안구가 실제로 보고 있던 방향과를 교사 데이터로 하여서, 안구의 화상으로부터 시선의 각도, 시선의 앞의 목적물까지의 거리를 추정하도록 구성된 모델이어도 좋다. A I 프로그램은, 표시장치가 가져도, 촬상 장치가 가져도, 외부장치가 가져도 좋다. 외부장치가 가질 경우는, 통신을 통하여, 표시장치에 전해진다.
- [0103] 시선검지에 근거해서 표시 제어할 경우, 외부를 촬상하는 촬상 장치를 더욱 가지는 스마트 글래스에 바람직하게 적용할 수 있다. 스마트 글래스는, 촬상한 외부정보를 실시간으로 표시할 수 있다.
- [0104] 이상 설명한 대로, 본 실시 형태에 관계되는 유기발광 소자를 사용한 장치를 사용하는 것에 의해, 양호한 화질로, 장시간 표시에도 안정한 표시가 가능하게 된다.
- [0105] 그 다음에, 본 실시 형태의 표시 소자와 광로를 접는 접안광학계와를 조합한 예에 대해서 설명한다.
- [0106] 도14는, 본 실시 형태의 화상관찰 장치로서의 HMD(헤드 마운트 디스플레이)(101)의 구성을 도시한 도면이다. HMD(101)은, 관찰자의 머리 부분에 장착된다. 부호 102는 관찰자의 우안을 나타내고, 부호 103은 관찰자의 좌안을 나타낸다. 표시 렌즈 104, 105는 우안용 접안광학계 O R1을 구성하고, 표시 렌즈 106, 107은 좌안용 접안광학계 O L1을 구성한다. 각 접안광학계는, 복수(2개)의 표시 렌즈에 의해 구성된 동축의 광학계다. 우안용 접안광학계 O R1의 사출동공 E R1에는 관찰자의 우안(102)이 배치되고, 좌안용 접안광학계 O L1의 사출동공 E L1에는 관찰자의 좌안(103)이 배치된다.
- [0107] 부호 108은 우안용 표시 소자를 나타내고, 부호 109는 좌안용 표시 소자를 나타낸다. 각 표시 소자 108, 109는, 평판형의 표시 소자이며, 본 실시 형태에서는 유기 E L 소자를 사용하고 있다. 도15는, HMD(101)과 이것에 접속된 퍼스널 컴퓨터(150)의 외관을 도시한 도면이다. 각 표시 소자는, 퍼스널 컴퓨터(150)로부터 출력된 화상신호에 대응하는 표시 화상(원화상)을 표시한다. HMD(101)은 화상처리 장치를 내부에 탑재하고, 스탠드 얼론으로 동작하는 디바이스이어도 좋다.
- [0108] 접안광학계 O R1, O L1은 각각, 표시 소자 108, 109로부터의 광을 사출동공 E R1, E L1에 이끄는 것으로, 표시 화상의 확대 허상을 관찰자의 우안(102)과 좌안(103)에 투영한다. 이에 따라, 관찰자는, 표시 소자 108, 109에 표시된 표시 화상(의 허상)을 접안광학계 O R1, O L1을 통해서 관찰할 수 있다.
- [0109] 본 실시 형태에 있어서, 각 접안광학계의 초점거리는 12mm, 수평표시 화각은 45°, 수직표시 화각은 34°, 대각표시 화각은 54°이다. 각 접안광학계에 있어서의 가장 사출동공측의 면(후술하는 편광분리 소자(114)의 사출동공측의 면)과 각 접안광학계의 사출동공과의 거리인 아이 릴리프(eye relief) E1은, 18mm이다.
- [0110] 본 실시 형태에 있어서의 우안용 및 좌안용 접안광학계 O R1, O L1은 편광을 이용해서 광로를 접는 광학계이며, 그 구성에 대해서 우안용 접안광학계 O R1을 사용해서 설명한다. 좌안용 접안광학계 O L1에 대해서도 같기 때문에, 설명은 생략한다.
- [0111] 도16에 도시한 바와 같이, 우안용 접안광학계 O R1은, 우안용 표시 소자(108)로부터 사출동공 E R1을 향해서 순서대로 배치된 편광판(110), 제1의 위상판(111), 표시 렌즈 105, 표시 렌즈 104, 제2의 위상판(113) 및 편광분리 소자(이하, P B S라고 한다)(114)를 가진다. 표시 렌즈 104에 있어서의 표시 소자측의 면에는, 반투과 반사면으로서의 하프 미러(112)가 형성되어 있다. 또 제2의 위상판(113)과 P B S(114)은, 표시 렌즈 104에 있어서의 사출동공측의 면상에 적층되도록 설치된다.
- [0112] 편광판(110), 제1의 위상판(111), 제2의 위상판(113) 및 P B S(114)은 모두 평판형으로 형성되어 있다. 편광판(110)을 투과하는 제1의 직선편광의 편광방향과 제1의 위상판(111)의 지상축과는 45° 기울어 있고, 편광판(110)을 투과하는 제1의 직선편광의 편광방향과 제2의 위상판(113)의 지상축과는 -45° (즉 제1의 직선편광의 편광방향에 대하여 제1의 위상판(111)의 지상축과는 반대 방향으로 동일 각도만큼) 기울어 있다. 또 편광판(110)을 투과하는 제1의 직선편광의 편광방향과 P B S(114)을 투과하는 제2의 직선편광의 편광방향은 서로 직교하고 있다.
- [0113] 우안용 표시 소자(108)로부터 출사한 무편광광은, 편광판(110)을 투과해서 직선편광이 되고, 제1의 위

상판(111)을 투과해서 원편광이 되어서 표시 렌즈 105를 투과한다. 더욱이 원편광은, 하프 미러(112)를 투과한 후, 표시 렌즈 104를 투과하고, 제2의 위상판(113)을 투과해서 제1의 직선편광이 된다. 이 제1의 직선편광은, P B S(114)을 투과하는 편광방향에 대하여 직교하는 편광방향을 가지기 때문에, P B S(114)에서 반사해서 제2의 위상판(113)을 투과해서 원편광이 된다. 이 원편광은, 표시 렌즈 104를 투과한 후, 하프 미러(112)에서 반사하고, 다시, 표시 렌즈 104를 투과하고, 제2의 위상판(113)을 투과해서 제2의 직선편광이 된다. 이 제2의 직선편광은, P B S(114)을 투과하는 편광방향과 일치하는 편광방향을 가지기 때문에, P B S(114)을 투과해서 사출동공 E R 1(우안 102)에 이끌어진다. 좌안용 표시 소자(109)로부터 출사한 광도, 마찬가지로 좌안용 집안광학계 O L 1에 의해 사출동공 E L 1(좌안 103)에 이끌어진다.

[0114] 이렇게, 각 집안광학계를, 편광을 이용해서 광로를 접도록 구성하는 것에 의해, 각 집안광학계를 광축 방향에 있어서 박형화 할 수 있고, 또한, 각 집안광학계의 초점거리를 짧게 해서 광화각 화상의 관찰을 가능하게 할 수 있다.

[0115] HMD는, 관찰자가 머리 부분에 장착하기 위해서 경량인 것이 바람직하다. 이 때문에, 집안광학계를 구성하는 표시 렌즈나 촬상 광학계를 구성하는 촬상 렌즈는, 유리보다도 비중이 작은 수지에 의해 제작하는 것이 바람직하다. 이 때문에, 본 실시 형태에서도, 표시 렌즈 104~107은 수지 렌즈로 하고 있다. 또한 가장 사출동공측의 표시 렌즈 104, 106을 표시 소자측을 향해서 볼록면을 가지는 평볼록 렌즈로서, 그 볼록면에 하프 미러(112)를 설치하는 것에 의해, 집안광학계를 박형화하면서 광화각화를 실현하고 있다. 더욱이 표시 렌즈 104, 106의 볼록면을 비구면 형상으로 함으로써, 수차보정효과를 높이고 있다. 또한, 표시 렌즈 105, 107을 수지체의 양면 비구면 렌즈로서, 수차보정효과를 높이고 있다.

[0116] 단, 표시 렌즈 105, 107은 외경이 작고, 중량에의 영향이 작기 때문에, 유리 렌즈로 하여도 좋다. 또 HMD(101)의 전체의 중량이 허용 범위이면, 표시 렌즈 104, 106도 유리 렌즈로 하여도 좋다.

[0117] 본 실시 형태의 HMD(101)에서는, 안경을 쓰고 있는 관찰자라도 장착할 수 있게, 아이 릴리프E1은 15mm이상인 것이 바람직하다. 한편, 아이 릴리프가 지나치게 길면, 표시 렌즈의 외형이 커져 HMD도 대형화하기 때문에, 아이 릴리프는 25mm이하인 것이 바람직하다. 다시 말해, 아이 릴리프E1은,

[0118] $15\text{mm} \leq E1 \leq 25\text{mm}$ (7)

[0119] 되는 조건을 만족하면 좋다.

[0120] 또한, 본 실시 형태의 HMD(101)에서는, 도17에 도시한 바와 같이, 우안(102)의 안구(동공)가 우안용 표시 소자(108)의 표시면의 좌우의 단부를 향하고 있는(보고 있는) 상태에서의 우안용 집안광학계 O R 1의 사출동공 E R 1'의 위치, 즉 아이 릴리프E1'을, 도14에 도시한 바와 같이 안구가 표시면의 중심부를 향하고 있는 상태에서의 아이 릴리프E1=18mm에 안구의 회전 반경 10mm를 더한 28mm로 설정하고, 사출동공 지름을 6mm로 설정하고 있다. 좌안용 집안광학계 O L 1의 사출동공에 대해서도 마찬가지다. 이렇게 설정함으로써, 표시면의 좌우의 단부(마찬가지로 상하의 단부)를 관찰하기 위해서 안구가 회전했을 경우라도, 안구가 향한 방향으로부터의 광을 안구에 입사시킬 수 있다.

[0121] 본 실시 형태의 집안광학계와 같이 아이 릴리프가 길고, 초점거리가 짧고, 또한 얇은 집안광학계에 있어서는, 표시 화각 중 주변화각에 있어서 표시 소자(표시면)로부터의 광의 출사각이 커진다. 표시면으로부터의 광의 출사각이 크면, 표시 휘도나 표시색도 등의 시야각 특성이 저하하고, 관찰되는 화상이 어두워지거나 옅은 색의 화상을 관찰할 수 없게 되거나 한다.

[0122] 우안용 집안광학계 O R 1에 있어서, 우안용 표시 소자(표시면)(108)로부터 출사해서 집안광학계 O R 1의 사출동공 E R 1(E R 1')의 중심을 통과하는 광선을 주광선으로 한다. 이때, 본 실시 형태에서는, 도14에 도시한 바와 같이 안구가 표시면의 중심부를 향하고 있을 경우(이후, 정면에서 보았을 때의 상태)의 좌우 방향(수평방향)의 최대 주변화각 22.5°의 주광선이 표시면으로부터 출사할 때의 출사각은, 표시 소자의 우단 및 좌단에서 각각 18° 및 -18°이다. 한편, 도17에 도시한 바와 같이 안구가 표시면의 수평방향의 우방향 단부 및 좌방향 단부를 향하고 있는 경우(이하, 각각 우단에서 보았을 때의 상태, 좌단에서 보았을 때의 상태라고 말한다)의 수평방향의 최대 주변화각 22.5°의 주광선이 표시면으로부터 출사할 때의 출사각은 각각 37° 및 -37°이다. 본 실시 형태에서는, 정면에서 보았을 때의 상태에 있어서의 수직방향에서의 최대 주변화각 17°의 주광선의 표시 소자(표시면)(108)로부터의 출사각은 14°이며, 안구가 수직방향의 상단부나 하단부를 향하고 있는 경우(이하, 상단에서 보았을 때의 상태, 하단에서 보았을 때의 상태라고 말한다)에 있어서의 수직방향에서의 최대 주변화각 17°의 주광선의 표시면으로부터의 출사각의 절대치는 29°이다. 단, 정면에서 보았을 때의 상태, 상단에서 보

았을 때의 상태 및 하단에서 보았을 때의 상태의 주광선은, 함께 표시 소자의 외측으로 기울어진 설계로 되어 있다.

[0123] 표시면으로부터의 출사각은, 표시 소자 중앙에서는 기관(8)의 법선방향(0°)이며, 표시 화각(표시 소자의 위치)에 대하여 대략 선형으로 증가한다. 또한, 방사 방향은, 표시 소자의 외측으로 기울어지는 방향이다. 그 때문에, 표시 소자의 마이크로 렌즈의 배치는, 도7에 도시한 바와 같이, 표시 소자의 중앙에서의 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 을 0으로 하고, 단부를 향할수록 ΔML 이 커지는 배치가 바람직하다. 즉, 표시 소자의 수평방향의 우방향 단부 및 좌방향 단부를 향할수록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터는 발광 영역(화소)의 위치에 대하여 우측 및 좌측으로의 어긋남량이 커지도록 배치된다. 마찬가지로, 표시 소자의 상단부 및 하단부를 향할수록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터는 발광 영역에 대하여 상측 및 하측으로의 어긋남량이 커지도록 배치된다. 본 실시 형태에서는, 표시장치의 최대화각 및 주광선의 방사각의 관계가, 좌우 방향과 상하 방향으로 대략 선형의 관계가 유지되어 있기 때문에, 최대화각인 수평단(우단에서 보았을 때의 상태 및 좌단에서 보았을 때의 상태)의 시야각 특성을 최적화하도록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터의 어긋남량을 결정하면, 상하단의 시야각 특성도 대략 최적의 값을 취한다. 이후, 본 실시 형태의 검토 결과에서는, 표시 소자의 수평단 위치에 있어서의 우단에서 보았을 때의 상태의 특성에 대해서 설명한다.

[0124] 그 다음에, 본 실시 형태의 접안광학계OR1, OL1에 있어서의 불필요 광인 고스트 광의 발생에 대해서, 도16을 사용해서 설명한다. 여기에서도, 우안용 접안광학계OR1을 사용해서 설명하지만, 좌안용 접안광학계OL1에 대해서도 마찬가지다.

[0125] 본 실시 형태와 같이 편광을 이용한 접안광학계OR1에서는, 표시 렌즈 104, 105내에서의 복굴절이나 편광판(110), 위상판(111,113) 및 PBS(114)의 편광특성에 의해, 표시 소자(108)로부터 출사한 광이, 도14나 도17에 도시한 정규 광로가 아니고, 도18에 도시한 바와 같이, PBS(114)에서 반사하지 않고 그대로 관찰자의 우안(102)에 이끌어지는 경우가 있다. 이 광이 고스트 광이 된다. 이 고스트 광은, 제1의 위상판(111)을 투과한 원편광의 광이 표시 렌즈 105, 104내의 복굴절에 의해 타원편광이 되어, 제2의 위상판(113)을 투과한 후의 직선 편광의 편광방향이 본래의 방향에 대하여 기울고, PBS(114)을 투과해서 우안(102)에 이끌어지는 것으로 발생한다. 또한, 표시 렌즈 104, 105내의 복굴절이 없어도, 편광판(110), 위상판(111, 113) 및 PBS(114)의 편광 특성이 정확하지 않으면 고스트 광이 발생한다.

[0126] 도18에 도시한 고스트 광에서는, 정면에서 보았을 때의 상태에 있어서의 수평방향의 최대주변 화각 22.5° 의 주광선의 표시 소자(표시면)(108)로부터의 출사각은 11° 이며, 도14 및 도17에 도시한 정규의 주광선의 출사각과는, 표시면의 법선에 대하여 반대측으로 기울어 있다. 이 때문에, 상술한 것 같이 정규의 주광선의 출사각에 맞춰서 발광 소자의 마이크로 렌즈를 어긋나게 하는 것에 의해, 시야각 특성을 개선할 수 있을 뿐 아니라, 표시 소자의 단부를 포함하는 주변부로부터의 고스트 광의 밝기를 저감할 수 있다.

[0127] 렌즈내의 복굴절은, 일반적으로, 렌즈의 중심부로부터 주변부에 걸쳐서 커지기 때문에, 렌즈내의 복굴절에 의한 고스트 광의 강도도 중심부로부터 주변부에 걸쳐서 커진다. 이 때문에, 렌즈의 주변부를 통과하는 고스트 광을 저감하기 위해서, 표시면의 주변부로부터의 광의 밝기를 내리는 것이 효과적이다. 본 실시 형태에 있어서는, 표시 소자의 단부에 있어서 정면에서 보았을 때의 상태의 정규광의 주광선각을 θ_m 로 하고, 고스트 광의 방사각을 θ_g 로 할 때, 접안광학계가 하기 식(8)을 충족시키는 것이 바람직하다.

[0128]
$$|\theta_m - \theta_g| \geq 15^\circ \quad \dots(8)$$

[0129] 그 다음에, 본 실시 형태의 표시 소자와 접안광학계를 조합하는 것으로 얻어지는 효과에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에서는, 도3b에서 도시한 백색 발광하는 유기기EL소자를 사용하여, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)과의 사이에 칼라 필터(20)를 배치한 구성으로 검토를 행했다. 표1은, 화소간 피치D에서 규격화된 마이크로 렌즈의 높이h/D, 반경r/D 및 칼라 필터 상면의 높이L2/D의 값을 나타내고 있다.

[0130] [표1]

마이크로렌즈 높이 h/D	0.19
마이크로렌즈 반경 r/D	0.46
칼라필터 상면의 높이 L 2/D	0.77

[0131]

[0132]

도19는, 비교 예 1과 실시 예 1에서의 상대 휘도 ΔL 의 방사각 의존성을 도시하고 있다. 비교 예 1은 마이크로 렌즈의 어긋남량이 0의 구성이다. 실시 예 1은, 마이크로 렌즈를 어긋나게 한 구성이며, 개구율, $\phi 1$ (각도 $\phi 1$), $\phi 2$ (각도 $\phi 2$), A의 값은 표2에 나타난 대로다. 횡축의 방사각은, 표시 소자(108)의 표시면에 세운 법선이 연장되는 방향을 0° 의 방향으로 하고, 우안(102)에서 보아서 우측을 정으로 하고, 좌측을 부로 하고 있다. 또한, 종축은, 비교 예 1의 0° 의 방사광 강도를 1로 한 상대 휘도다. 도19의 비교 예의 결과를 보면, 0° 을 피크로 하여서 방사각이 커질수록 발광강도는 저하하고, 우단에서 보았을 때의 상태의 정규광의 방사각 37° 에 있어서, 0.3까지 저하한다. 한편, 정면에서 보았을 때의 상태의 고스트 광의 방사각 -11° 에 있어서는, 발광 강도는 0.9로 높다. 이렇게, 고스트가 되는 방향의 발광 강도가 정규광의 발광 강도에 비교해서 커진다. 이것은, 도 4b에서 도시한 바와 같이, 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 이 0이면, 기관(8)의 법선방향으로 광이 집광되어, 넓은 각도측으로의 방사 광이 줄어들기 때문에, 정규광의 발광 강도에 비교해 고스트 광의 발광 강도가 커지기 때문이다. 일반적으로, 유한한 발광 면적으로부터 방사되는 광은, 방사각이 커질수록 발광 강도가 저하한다. 그 때문에, 도4a에서 도시한 마이크로 렌즈가 없는 구성이어도, 마찬가지로 정규광의 발광 강도에 비교해 고스트 광의 발광 강도는 커진다.

[0133]

한편, 실시 예 1의 결과를 보면, 정규광의 방사 방향에 대한 방사각이 커질수록 발광 강도가 증가하고, 우단에서 보았을 때의 상태의 정규광의 방사각 37° 에 있어서, 0.85까지 증가한다. 한편, 정면에서 보았을 때의 상태의 고스트 광의 방사각 -11° 에 있어서는, 0.32로 현저하게 저하한다. 이렇게, 정규광의 발광 강도를 고스트가 되는 방향의 발광 강도보다도 크게 할 수 있다. 정규광의 발광 강도의 증가는, 도4c에서 도시한 바와 같이, 면 28에 입사된 광(27)이 굴절하는 것에 기인하고 있다. 또한, 고스트 광의 발광 강도의 저하는, 도4c에서 도시한 바와 같이, 인접 발광 소자의 마이크로 렌즈의 면 29에서 발생하는 전반사 혹은 넓은 각도측에의 굴절에 기인하고 있다. 여기에서 나타난 실시 예 1의 $\phi 1$ 은 16.7이며, 마이크로 렌즈의 어긋남량의 조건인 식(5)를 충족시킨다. 이렇게, 도14에서 도시한 편광광학계에, 식(5)를 충족시키도록 마이크로 렌즈를 어긋나게 하여서 배치한 표시 소자를 조합하는 것에 의해, 정규광의 발광 강도 ΔL 을 증가시켜, 동시에 고스트 광을 억제하는 것이 가능해진다.

[0134]

[표2]

	개구율	$\phi 1$	$\phi 2$	A	정규광의 발광강도 ΔL	고스트 광의 발광강도 ΔL
비교예1	30%	0	0	—	0.30	0.90
실시에1	30%	16.7	14.0	0.84	0.85	0.32

[0135]

[0136]

그 다음에, 발광 소자의 개구율의 효과에 대해서 설명한다. 표3은, 개구율을 바꾼 예로서 실시 예 1, 실시 예 2, 실시 예 3의 정규광과 고스트 광의 발광 강도 ΔL 을 나타내고 있다. 개구율 40%에 있어서의 정규광이 0.82인 것에 대해서, 개구율 30%에서는 0.85, 개구율 20%에서는 0.91이 되었다. 이렇게 개구율을 작게 함으로써, 정규광의 발광 강도가 증가한다. 이것은, 도5a에 도시한 바와 같이, 발광 영역(17)의 면적에 대한 영역X의 비율이 커지는 것에 기인하고 있다. 즉, 발광 영역에서 방사되는 광이 고효율로 정규광 방향으로 방사되어 있는 것을 나타내고 있다. 한편, 고스트 광의 발광 강도에 관해서는, 개구율 40%에서 0.40인 것에 대해서, 개구율 30%에서 0.32, 개구율 20%에서 0.22가 되었다. 이렇게 개구율을 작게 함으로써, 고스트 광의 발광 강도가 저하한다. 이 고스트 광의 발광 강도 저하는, 도5b에서 도시한 고스트 광의 방사 영역Y1 및 Y2의 합과 발광 영역(17)과의 겹침이 작아지는 것에 기인하고 있다. 즉, 도14에서 도시한 편광광학계에 있어서, 식(5)를 충족시키는 조건에서, 개구율을 작게 함으로써, 보다 정규광을 증가시켜, 고스트 광을 작게 할 수 있다.

[0137]

[표3]

	개구율	$\phi 1$	$\phi 2$	A	정규광의 발광강도 ΔL	고스트 광의 발광강도 ΔL
실시에2	40%	16.7	14.0	0.84	0.82	0.40
실시에1	30%	16.7	14.0	0.84	0.85	0.32
실시에3	20%	16.7	14.0	0.84	0.91	0.22

[0138]

[0139]

그 다음에, 표4에 근거하여, 칼라 필터의 어긋남량 ΔCF 의 효과에 대해서 설명한다. 표4는, $\phi 1$ 을 고정하고, $\phi 2$ 를 바꾸었을 경우(A를 바꾸었을 경우)에 있어서의 정규광의 색 어긋남 ΔE 및 고스트 광의 발광 강도

ΔL 을 나타내고 있다. 또한, 표4에는 비교 예 1을 참고값으로서 나타냈다.

색 어긋남 ΔE 의 정의는, 하기 식(9)로 나타내고, $a * b *$ 공간에 있어서의 색상의 변화다. 여기서 기준이 되는 a_0 및 b_0 는, 비교 예 1의 0° 에서의 값이다.

$$\Delta E = \sqrt{((a-a_0)^2 + (b-b_0)^2)} \dots (9)$$

$A=0.84$ 에 있어서의 정규광의 색 어긋남 ΔE 는 20인 것에 대해서, $A=0.43$ 에서는 18, $A=0$ (칼라 필터 어긋남 없음)에서는 17이 되었다. 즉, 칼라 필터의 어긋남량을 작게 함으로써, 정규광의 색 어긋남 ΔE 가 작아졌다. 이 색 어긋남의 저하는, 도6b에서 도시한, 넓은 각도측으로 방사되는 광 33이 인접 칼라 필터로 차단되는 것에 기인하고 있다. 한편, 고스트 광은, $A=0.84$ 에서 0.32, $A=0.43$ 에서 0.32, $A=0$ 에서 0.31이라고 하는 것 같이, 칼라 필터의 어긋남량에 따르지 않는 것을 알았다. 즉, 이것은, 고스트 광의 발광 강도를 증가시키는 일 없이, 정규광의 색 어긋남 ΔE 를 억제할 수 있는 것을 나타내고 있다. $A=0.85$ 이하로 하면, 마이크로 렌즈의 어긋남량이 0 일 경우에 비교하여, 정규광의 색 어긋남 ΔE 를 작게 할 수 있다. 즉, 식(5)를 충족시키는 조건에 더하여, 식(6)을 충족시키는 것으로, 도14에 도시한 편광광학계에 있어서, 정규광의 발광 강도를 확보할 수 있는 것과 고스트 광을 억제할 수 있는 것에 더하여, 색 어긋남 ΔE 를 작게 하는 것 가능해진다.

[표4]

	개구율	$\Phi 1$	$\Phi 2$	A	정규광의 색 어긋남 ΔE	고스트 광의 발광강도 ΔL
비교예1	30%	0.0	0.0	—	21	0.90
실시예1	30%	16.7	14.0	0.84	20	0.32
실시예4	30%	16.7	7.1	0.43	18	0.32
실시예5	30%	16.7	0.0	0.00	17	0.31

이상, 도14에 도시한 편광광학계에 있어서의 효과에 대해서 설명했다. 이번의 검토 결과는, 표시 소자의 우단부에 있어서의 우단에서 보았을 때의 상태의 주광선의 각도에 대한 검토 결과다. 단, 최대표시 화각이 60° 이하일 경우에는, 관찰자는 정면에서 보았을 때의 상태에 있어서 화상의 주변부도 인식할 수 있기 때문에, 식(5) 및 식(6)을 충족시키는 범위에서, 정면에서 보았을 때의 상태를 상정하여 마이크로 렌즈 및 칼라 필터의 어긋남량을 결정해도 좋다.

이렇게, 본 실시 형태에서는, 화소에 대하여 마이크로 렌즈를 어긋나게 함으로써, 관찰되는 화상의 주변부에서의 휘도나 색 어긋남이라고 말한 시야각 특성을 개선하면서, 고스트 광을 저감할 수 있다.

그런데, 렌즈내의 복굴절은, 렌즈를 수지재료의 금형 성형에 의해 제조했을 때에 발생하기 쉽고, 렌즈의 두께 편차비가 클수록 금형 성형후의 냉각시에 렌즈의 얇은 부분과 두꺼운 부분과의 냉각 방법의 차이가 커지는 것으로 복굴절이 커진다.

본 실시 형태와 같이 광화각에서 박형의 접안광학계 OR1에서는, 가장 광학 파워가 큰 반사면(하프 미러(112))을 가지는 표시 렌즈(104)의 두께 편차비가 커진다. 표시 렌즈(104)의 광학유효영역에 있어서의 두께 편차비는 2.0이며, 두께 편차비는 1.5이상, 4이하인 것이 바람직하다. 두께 편차비가 1.5미만일 경우에는, 표시 렌즈(104)의 광학 파워가 작아져 표시 렌즈(104)의 곡률반경이 커지든가 두께가 커진다. 표시 렌즈(104)의 광학 파워가 작아지면 광화각화를 실현할 수 없게 되거나, 광학 파워가 큰 렌즈를 추가할 필요가 생겨서 접안광학계 OR1의 박형화가 불가능해지거나 한다. 또 표시 렌즈(104)의 두께가 커지면, 접안광학계 OR1의 박형화가 실현될 수 없다. 한편, 두께 편차비가 4보다 클 경우에는, 표시 렌즈(104)의 복굴절이 지나치게 커져서, 고스트 광의 강도가 늘어난다. 또한, 접안광학계에 있어서의 정규광의 광로와 고스트 광의 광로는, 접안광학계의 내부에서의 반사 횟수가 다르다.

접안광학계 OR1의 두께 $L1$ 을, P B S(114)에 있어서의 사출동공측의 면으로부터 표시 소자(108)까지의 거리로 하면, 두께 $L1$ 은 13mm이며, 두께 $L1$ 과 아이 릴리프 $E1=18mm$ 과의 비 $L1/E1$ 은 0.72이다. 이 값은 아이 릴리프의 적절한 길이와 접안광학계의 박형화를 양립하기 위해서,

$$0.60 \leq L1/E1 \leq 1.00 \dots (10)$$

되는 조건을 만족하는 것이 바람직하다. $L1/E1$ 이 0.60보다 작으면, 아이 릴리프가 지나치게 길어져서 표시 렌즈

의 외경이 커지고, HMD(101)도 대형화하므로, 바람직하지 못하다. 게다가, 외경이 클수록 표시 렌즈(104)의 복굴절이 커지기 때문에, 고스트 광의 강도가 늘어난다. 한편, $L1/E1$ 이 1.00보다 크다면, 접안광학계가 두꺼워져서 HMD(101)가 대형화함과 아울러, 아이 릴리프가 지나치게 짧아서 관찰자에게 압박감을 주거나 안경을 쓰고 있는 관찰자가 장착할 수 없게 되거나 하기 때문에, 바람직하지 못하다.

[0152] 또 본 실시 형태에 있어서, 접안광학계 O R1의 최대대각 반화각 $\theta 1$ 은 27° 이다. 이때, $E1 \times \tan \theta 1 = 9.2\text{mm}$ 이다. 이 값은 아이 릴리프의 적절한 길이와 접안광학계의 광화각화를 양립하기 위해서,

[0153]
$$8\text{mm} \leq E1 \times \tan \theta 1 \leq 20\text{mm} \quad \cdots(11)$$

[0154] 되는 조건을 만족하는 것이 바람직하다. $E1 \times \tan \theta 1$ 이 8mm보다 작다면, 아이 릴리프가 지나치게 짧아서 관찰자에게 압박감을 주거나 안경을 쓰고 있는 관찰자가 장착할 수 없게 되거나 하기 때문에, 바람직하지 못하다. 또 접안광학계의 표시 화각이 지나치게 좁아서, 현장감이 있는 자연스러운 화상의 관찰을 할 수 없다. 한편, $E1 \times \tan \theta 1$ 이 20mm보다 크다면, 아이 릴리프가 지나치게 길어져서 표시 렌즈(104)의 외경이 커지고, HMD(101)도 대형화하므로, 바람직하지 못하다. 게다가, 외경이 클수록 표시 렌즈(104)의 복굴절이 커지기 때문에, 고스트 광의 강도가 늘어난다. 더욱이, 표시 화각이 지나치게 넓어져서, 주변화각에서의 주광선의 표시면으로부터의 출사각이 커지고, 시야각 특성이 악화한다.

[0155] 또한, 외광에 의한 고스트 광을 저감해서 관찰하는 화상의 콘트라스트를 높이기 위해서, P B S(114)와 각 접안광학계의 사출동공과의 사이에 편광판을 배치해도 좋다.

[0156] 더욱이 본 실시 형태에서는, 도16에 도시한 바와 같이, 제2의 위상판(113)과 P B S(114)가 적층되도록 형성된 표시 렌즈(104)의 사출동공측의 면을 평면으로 하고 있다. 이것은 아이 릴리프를 길게 하는 것과, 접안광학계를 박형화하는 것을 양립하기 위해서다. 이 면이 사출동공을 향해서 오목형상을 가지면, 그 주변부에서의 아이 릴리프를 확보하기 위해서 표시 렌즈(104)가 두꺼워진다. 또한, 이 면이 사출동공을 향해서 볼록형상을 가지면, 표시 렌즈(104)의 렌즈 주변부의 두께를 확보하기 위해서 렌즈가 두꺼워진다.

[0157] 본 실시 형태의 제1 및 제2의 위상판(111, 113)은 위상차가 $\lambda/4$ 의 파장판이지만, 렌즈 104와 렌즈 105의 복굴절을 캔슬하도록, 위상차를 $\lambda/4$ 로부터 어긋나게 해도 좋다. 그 때, 렌즈 104와 위상판(113)의 위상차의 합이 $3\lambda/20$ 이상 또한 $7\lambda/20$ 이하인 것이 바람직하다. 또한, 렌즈 105와 제1의 위상판(111)의 위상차의 합이 $3\lambda/20$ 이상 또한 $7\lambda/20$ 이하인 것이 바람직하다. 이 범위를 벗어나면 고스트 광의 강도가 증가해버려, 자연스러운 관찰을 할 수 없어진다. 본 실시 형태에서 설명한 식(5)~식(7), 식(10) 및 식(11)에서 나타난 조건에 대해서는, 후술하는 실시 형태 2에 있어서도 마찬가지다.

[0158] 또한, 제1의 위상판(111)과 하프 미러(112)의 사이에, 제2의 하프 미러, 제3의 위상판, 제2의 P B S, 제4의 위상판을 적어도 하나 이상 더 배치해도 좋다. 제2의 하프 미러를 배치할 경우, 표시 소자측을 향해서 볼록면을 추가로 형성하고, 그 볼록면에 제2하프 미러를 설치해도 좋다.

[0159] 또한, 제3의 위상판 혹은 제4의 위상판은 전기신호에 의해 가변 위상판으로서 사용해도 좋다. 예를 들면 온의 경우 하프 미러(112)에서 정규광이 반사하는 편광상태로 하고, 오프의 경우 제2의 하프 미러에서 정규광이 반사하는 편광상태가 되도록 위상판의 위상차를 전환해도 좋다. 또한, 이것들의 전환에 의해, 중심시야용의 고해상 영상과 주변시야용의 저해상 영상을 시분할로 다중화시키는 foveated display로서 사용해도 좋다.

[0160] 또한, 하프 미러(112)와 P B S(114)의 내측 혹은 외측에 가변초점 렌즈를 배치해도 좋다. 가변초점 렌즈는, 유리 렌즈, 폴리머 렌즈, 액정 렌즈이여도 좋고, 그것들의 조합이여도 좋다. 또한, 액정 렌즈는, segmented parabolic phase 형상을 가지는 프레넬 액정 렌즈나, Pancharatnum-Berry Phase 렌즈이여도 좋고, 그것들의 조합을 사용해도 좋다. Pancharatnum-Berry Phase 렌즈는 복수매 적층해도 좋다. 또한, Pancharatnum-Berry Phase 렌즈에 전기신호로 온 오프를 전환가능한 위상판을 추가로 배치해도 좋고, Pancharatnum-Berry Phase 렌즈와 위상판을 교대로 복수매 적층해도 좋다.

[0161] 본 실시 형태에서 설명한 바람직한 렌즈 재료나 형상 등에 대해서도, 실시 형태 2에 있어서 마찬가지다.

[0162] (실시 형태 2)

[0163] 도20은, 본 발명의 실시 형태 2에 관계되는 HMD(201)의 구성을 도시하고 있다. 부호 202는 관찰자의 우안을 나타내고, 부호 203은 관찰자의 좌안을 나타내고 있다. 표시 렌즈 204, 205는 우안용 접안광학계 O R2를 구성하고, 표시 렌즈 206, 207은 좌안용 접안광학계 O L2를 구성한다. 각 접안광학계는, 2개의 표시 렌즈에 의

해 구성된 동축의 광학계다. 우안용 접안광학계 O R 2의 사출동공 E R 2에는 관찰자의 우안(202)이 배치되고, 좌안용 접안광학계 O L 2의 사출동공 E L 2에는 관찰자의 좌안(203)이 배치된다.

[0164] 부호 208은 우안용 표시 소자를 나타내고, 부호 209는 좌안용 표시 소자를 나타내고 있다. 각 표시 소자는, 평판형의 표시 소자이며, 본 실시 형태에서는 유기 E L 디스플레이 패널을 사용하고 있다.

[0165] 접안광학계 O R 2, O L 2는 각각, 표시 소자 208, 209로부터의 광을 사출동공 E R 2, E L 2에 이끄는 것으로, 표시 소자 208, 209에 표시된 표시 화상(원화상)의 확대 허상을 관찰자의 우안(202)과 좌안(203)에 투영한다. 이에 따라, 관찰자는, 표시 소자 208, 209에 표시된 표시 화상(의 허상)을 접안광학계 O R 2, O L 2를 통해서 관찰할 수 있다.

[0166] 본 실시 형태에 있어서, 각 접안광학계의 초점거리는 13mm, 수평표시 화각은 60° , 수직표시 화각은 60° , 대각표시 화각은 78° 이다. 각 접안광학계에 있어서의 가장 사출동공측의 면(후술하는 편광분리 소자 214의 사출동공측의 면)과 각 접안광학계의 사출동공과의 거리인 아이 릴리프 E2는, 20mm이다.

[0167] 본 실시 형태에 있어서의 우안용 및 좌안용 접안광학계 O R 2, O L 2도, 실시 형태 1과 마찬가지로, 편광을 이용해서 광로를 접는 광학계이며, 그 구성에 대해서 우안용 접안광학계 O R 2를 사용해서 설명한다. 도 21에 도시한 바와 같이, 우안용 접안광학계 O R 2는, 우안용 표시 소자(208)로부터 사출동공 E R 2를 향해서 순서대로 배치된 편광판(210), 제1의 위상판(211), 표시 렌즈 205, 표시 렌즈 204, 제2의 위상판(213) 및 P B S(214)를 가진다. 표시 렌즈 204에 있어서의 표시 소자측의 면에는, 반투과 반사면인 하프 미러(212)가 증착에 의해 형성되어 있다. 또 제2의 위상판(213)과 P B S(214)는, 표시 렌즈 204에 있어서의 사출동공측의 면상에 적층되도록 설치된다.

[0168] 편광판(210), 제1의 위상판(211), 제2의 위상판(213), P B S(214)는 모두 평판형으로 형성되어 있다. 편광판(210)을 투과하는 제1의 직선편광의 편광방향과 제1의 위상판(211)의 지상축은 45° 기울어 있고, 편광판(210)을 투과하는 제1의 직선편광의 편광방향과 제2의 위상판(213)의 지상축은 -45° 기울어 있다. 또 편광판(210)을 투과하는 제1의 직선편광의 편광방향과 P B S(214)를 투과하는 제2의 직선편광의 편광방향은 서로 직교하고 있다.

[0169] 우안용 표시 소자(208)로부터 출사한 무편광 광은, 편광판(210)을 투과해서 직선편광이 되고, 제1의 위상판(211)을 투과해서 원편광이 되어서 표시 렌즈 205를 투과한다. 더욱이 원편광은, 하프 미러(212)를 투과한 후, 표시 렌즈 204를 투과하고, 제2의 위상판(213)을 투과해서 제1의 직선편광이 된다. 이 제1의 직선편광은, P B S(214)를 투과하는 편광방향에 대하여 직교하는 편광방향을 가지기 때문에, P B S(214)에서 반사되어서 제2의 위상판(213)을 투과해서 원편광이 된다. 이 원편광은, 표시 렌즈 204를 투과한 후, 하프 미러(212)에서 반사되고, 다시, 표시 렌즈 204를 투과하고, 제2의 위상판(213)을 투과해서 제2의 직선편광이 된다. 이 제2의 직선편광은, P B S(214)를 투과하는 편광방향과 일치하는 편광방향을 가지기 때문에, P B S(214)를 투과해서 사출동공 E R 2(우안 202)에 이끌어진다. 좌안용 표시 소자(209)로부터 출사한 광도, 마찬가지로 좌안용 접안광학계 O L 2에 의해 사출동공 E L 2(좌안 203)에 이끌어진다.

[0170] 본 실시 형태에서도, 실시 형태 1과 마찬가지로, 각 접안광학계를, 편광을 이용해서 광로를 접도록 구성함으로써, 각 접안광학계를 박형화 할 수 있고, 또한 각 접안광학계의 초점거리를 짧게 해서 광화각 화상의 관찰을 가능하게 할 수 있다.

[0171] 본 실시 형태에서는, 각 접안광학계에 있어서 2개의 표시 렌즈를 접합하고, 그 광축방향의 두께를 13.5mm로 박형화하고 있다. 그리고, 상술한 바와 같이 접안광학계의 아이 릴리프 E2로서 20mm를 확보하고 있다. 2개의 표시 렌즈를 접합 렌즈로 함으로써, HMD(201)의 본체에 의해 표시 렌즈를 보유하기 쉽게 하고 있다.

[0172] 본 실시 형태에서도, 표시 렌즈 204~207은 수지 렌즈이며, 더욱이 표시 렌즈 204~207을 비구면 렌즈로 하여서 수차보정효과를 높이고 있다.

[0173] 또한, 표시 렌즈 204, 205를 접합 렌즈로 하고 있기 때문에, 하프 미러(212)를 표시 렌즈 205의 사출동공측의 면에 설치해도 좋다. 이 경우에서도, 하프 미러가 설치된 면은 표시 소자(208)를 향해서 불록면이다.

[0174] 또한, 본 실시 형태의 HMD(201)에서는, 도 22에 도시한 바와 같이, 우안(202)의 안구(동공)가 표시 소자(208)의 표시면의 좌우의 단부를 향하고 있는(보고 있는) 상태에서의 우안용 접안광학계 O R 2의 사출동공 E R 2'의 위치, 즉 아이 릴리프 E2'를, 도 20에 도시한 바와 같이 안구가 표시면의 중심부를 향하고 있는 상태에서의 아이 릴리프 E2=20mm에 안구의 회전 반경 10mm을 더한 30mm로 설정하고, 사출동공 지름을 6mm로 설정하고 있

다. 좌안용 접안광학계 O L2의 사출동공에 대해서도 마찬가지다. 이렇게 설치함으로써, 표시면의 좌우의 단부(마찬가지로 상하의 단부)를 관찰하기 위해서 안구가 회전했을 경우라도, 안구가 향한 방향으로부터의 광을 안구에 입사시킬 수 있다.

[0175] 우안용 접안광학계 O R2에 있어서, 우안용 표시 소자(표시면)(208)로부터 출사해서 접안광학계 O R2의 사출동공 E R2(E R2')의 중심을 통과하는 광선을 주광선으로 한다. 이때, 본 실시 형태에서는, 도20에 도시한 바와 같이 정면에서 보았을 때의 상태의 좌우 방향(수평방향)의 최대 주변화각 30°의 주광선이 표시면으로부터 출사할 때의 출사각은, 표시 소자의 우단 및 좌단에서 각각 23° 및 -23°이다. 한편, 도22에 도시한 바와 같이 우단에서 보았을 때의 상태 및 좌단에서 보았을 때의 상태의 수평방향의 최대 주변화각 30°의 주광선이 표시면으로부터 출사할 때의 출사각은 각각 47° 및 -47°이다. 본 실시 형태에서는, 정면에서 보았을 때의 상태에 있어서의 수직방향에서의 최대 주변화각 30°의 주광선의 표시 소자(표시면)(208)로부터의 출사각은 23°이며, 상단에서 보았을 때의 상태 및 하단에서 보았을 때의 상태에 있어서의 수직방향에서의 최대 주변화각 30°의 주광선의 표시면으로부터의 출사각의 절대치는 47°이다. 단, 정면에서 보았을 때의 상태, 상단에서 보았을 때의 상태, 및 하단에서 보았을 때의 상태의 주광선은, 함께 표시 소자의 외측으로 기울어진 설계로 되어 있다. 즉, 본 실시 형태는 식(8)을 충족시키고 있다.

[0176] 표시면으로부터의 출사각은, 표시 소자의 중앙에서는 기관 법선방향(0°)이며, 표시 화각에 대하여 대략 선형으로 증가한다. 또한, 방사 방향은, 표시소자(208)의 외측으로 기울어지는 방향이다. 그 때문에, 본 실시 형태의 표시 소자의 마이크로 렌즈의 배치는, 도7에 도시한 바와 같이, 표시 소자의 중앙에서의 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 을 0으로 하고, 단부를 향할수록 ΔML 이 커지는 배치가 바람직하다. 즉, 표시 소자의 수평방향의 우방향 단부 및 좌방향 단부를 향할수록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터는 발광 영역(화소)의 위치에 대하여 우측 및 좌측으로 어긋남량이 커지도록 배치된다. 마찬가지로, 표시 소자의 상단부 및 하단부를 향할수록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터는 발광 영역에 대하여 상측 및 하측으로의 어긋남량이 커지도록 배치된다. 본 실시 형태에서는, 표시장치의 최대화각 및 주광선의 방사각의 관계가, 좌우 방향과 상하 방향에서 대략 선형의 관계로 유지되어 있기 때문에, 최대화각인 수평단(우단에서 보았을 때의 상태 및 좌단에서 보았을 때의 상태)의 시야각 특성을 최적화하도록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터의 어긋남량을 결정하면, 상하단의 시야각 특성도 대략 최적의 값을 취한다. 이후, 본 실시 형태의 검토 결과에서는, 표시 소자의 수평단 위치에 있어서의 우단에서 보았을 때의 상태의 특성에 대해서 설명을 행한다.

[0177] 본 실시 형태의 접안광학계 O R2, O L2에 있어서도, 실시 형태 1과 마찬가지로의 이유에 의해 고스트 광이 발생한다. 도23에 도시한 바와 같이, 정면에서 보았을 때의 상태에 있어서의 수평방향의 최대 주변화각 30°의 주광선의 표시 소자(표시면)(208)로부터의 출사각은 15°이며, 도20 및 도22에 도시한 정규의 주광선의 출사각이란, 표시면의 법선에 대하여 반대측으로 기울어 있다. 이 때문에, 상술한 것 같이 정규의 주광선의 출사각에 맞춰서 발광 소자에 대하여 마이크로 렌즈를 어긋나게 함으로써, 시야각 특성을 개선할 뿐만 아니라, 표시면의 단부를 포함하는 주변부로부터의 고스트 광의 밝기를 저감할 수 있다.

[0178] 그 다음에, 본 실시 형태의 표시 소자와 접안광학계를 조합하는 것으로 얻어지는 효과에 대해서 설명한다. 상술한 것 같이, 표시 소자의 수평단 위치에 있어서의 우단에서 보았을 때의 상태의 특성에 대해서 설명한다. 본 검토에서는, 실시 형태 1과 마찬가지로, 도3b에서 도시한 백색 발광하는 유기기 E L 소자를 사용하여, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)과의 사이에 칼라 필터(20)를 배치한 구성을 사용했다. 화소간 피치D에서 규격화된 마이크로 렌즈의 높이h/D, 반경r/D, 칼라 필터 상면의 높이L2/D는 실시 형태 1과 마찬가지다.

[0179] 표5는, 비교 예 1과 실시 예 6과의 상대 휘도 ΔL 의 방사각 의존성을 나타내고 있다. 비교 예 1은, 마이크로 렌즈의 어긋남량이 0의 구성이다. 실시 예 6은, 마이크로 렌즈를 어긋나게 한 구성이며, 개구율, $\phi 1$, $\phi 2$, A의 값은 표5에 나타난 대로다. 표5의 값과 실시 예 1의 결과를 도시한 도19를 참조하면, 비교 예 1에서는, 0°을 피크로 하여서 방사각이 커질수록 발광 강도는 저하하고, 우단에서 보았을 때의 상태의 정규광의 방사각 47°에 있어서, 0.09까지 저하한다. 한편, 정면에서 보았을 때의 상태의 고스트 광의 방사각 -15°에 있어서는, 0.82로 발광 강도가 높다. 이렇게, 고스트가 되는 방향의 발광 강도가 정규광의 발광 강도에 비교해 커진다.

[0180] 이것은, 도4b에서 도시한 바와 같이, 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 이 0이면, 기관(8)의 법선방향으로 광이 집광되어, 넓은 각도측으로의 방사 광이 줄어들기 때문에, 정규광의 발광 강도에 비교해 고스트 광의 발광 강도가 커지기 때문이다. 일반적으로, 유한한 발광 면적으로부터 방사되는 광은, 방사각이 커질수록 발광 강도가 저하한다. 그 때문에, 도4a에 도시한 마이크로 렌즈가 없는 구성에서도, 마찬가지로 정규광의 발광 강도에 비교해 고스트 광의 발광 강도는 커진다.

[0181]

한편, 실시 예 6의 결과를 보면, 정규광의 방사 방향으로 될수록 발광 강도가 증가하고, 우단에서 보았을 때의 상태의 정규광의 방사각 47° 에 있어서, 0.65까지 증가한다. 한편, 정면에서 보았을 때의 상태의 고스트 광의 방사각 -15° 에 있어서는, 0.23으로 현저하게 저하한다. 이렇게, 정규광의 발광 강도를 고스트가 되는 방향의 발광 강도보다도 크게 할 수 있다. 정규광의 발광 강도의 증가는, 도4c에서 도시한 바와 같이, 면 28에 입사된 광 27이 굴절하는 것에 기인하고 있다. 또한, 고스트 광의 발광 강도의 저하는, 도4c에서 도시한 바와 같이, 인접 발광 소자의 마이크로 렌즈의 면 29에서 발생하는 전반사 혹은 넓은 각도측으로의 굴절에 기인하고 있다. 여기에서 나타난 실시 예 6의 $\phi 1$ 은 16.7이며, 마이크로 렌즈의 어긋남량의 조건인 식(5)를 충족시킨다. 이렇게, 도20에서 도시한 편광광학계에, 식(5)를 충족시키도록 마이크로 렌즈를 어긋나게 하여서 배치한 표시 소자를 조합하는 것에 의해, 정규광의 발광 강도 ΔL 을 증가시켜, 동시에 고스트 광을 억제하는 것이 가능해진다.

[0182]

[표5]

	개구율	$\phi 1$	$\phi 2$	A	정규광의 발광강도 ΔL	고스트 광의 발광강도 ΔL
비교예1	30%	0	0	—	0.09	0.82
실시예6	30%	21.8	14.0	0.64	0.65	0.23

[0183]

[0184]

그 다음에, 발광 소자의 개구율의 효과에 대해서 설명한다. 표6은, 개구율을 바꾼 예로서 실시 예 6~8의 정규광과 고스트 광의 발광 강도 ΔL 을 나타내고 있다. 개구율 40%에 있어서의 정규광이 0.71인 것에 대해서, 개구율 30%에서는 0.75, 개구율 20%에서는 0.94가 되었다. 이렇게 개구율을 작게 함으로써, 정규광의 발광 강도가 증가한다. 이것은, 도5a에 도시한 바와 같이, 발광 영역(17)의 면적에 대한 영역X의 비율이 커지는 것에 기인하고 있다. 즉, 발광 영역(17)에서 방사되는 광이 고효율로 정규광 방향으로 방사되어 있는 것을 나타내고 있다. 한편, 고스트 광의 발광 강도에 관해서는, 개구율 40%에서 0.30인 것에 대해서, 개구율 30%에서 0.27, 개구율 20%에서 0.17이 되었다. 이렇게 개구율을 작게 함으로써, 고스트 광의 발광 강도가 저하하는 것을 알았다. 이 고스트 광의 발광 강도저하는, 도5b에서 도시한 고스트 광의 방사 영역Y1 및 Y2의 합과 발광 영역(17)과의 겹침이 작아지는 것에 기인하고 있다. 즉, 도20~도22에 도시한 편광광학계에 있어서, 식(5)를 충족시키는 조건으로, 개구율을 작게 함으로써, 보다 정규광을 증가시켜, 고스트 광을 적게 할 수 있다. 또한, 정규광을 증가시켜, 고스트 광을 적게 하기 위해서는, 개구율을 52%이하로 하는 것이 바람직하다.

[0185]

[표6]

	개구율	$\phi 1$	$\phi 2$	A	정규광의 발광강도 ΔL	고스트 광의 발광강도 ΔL
실시예7	40%	21.8	14.0	0.64	0.71	0.30
실시예6	30%	21.8	14.0	0.64	0.75	0.27
실시예8	20%	21.8	14.0	0.64	0.94	0.17

[0186]

[0187]

그 다음에, 표7은, 칼라 필터의 어긋남량 ΔCF 의 효과에 대해서 나타내고 있다. 표7에서는, $\phi 1$ 을 고정하고, $\phi 2$ 를 바꾸었을 경우(A를 바꾸었을 경우)에 있어서의 정규광의 색 어긋남 ΔE 및 고스트 광의 발광 강도 ΔL 을 나타내고 있다. 또한, 표7에서는, 비교 예 1을 참고값으로서 나타냈다.

[0188]

A=0.64에 있어서의 정규광의 색 어긋남 ΔE 는 31인 것에 대해서, A=0.33에서는 28, A=0(칼라 필터 어긋남 없음)에서는 25가 되었다. 즉, 칼라 필터의 어긋남량을 작게 함으로써, 정규광의 색 어긋남 ΔE 가 작아졌다. 또한, 실시 예 6, 9, 10은 식(6)을 충족시키기 때문에, 비교 예 1보다도 색 어긋남 ΔE 가 작다. 이 색 어긋남의 저하는, 도6b에서 도시한, 넓은 각도측으로 방사되는 광 33이 인접 칼라 필터에서 차단하는 것에 기인하고 있다. 한편, 고스트 광은, A=0.64에서 0.23, A=0.28에서 0.28, A=0에서 0.24라고 말하는 것 같이, 칼라 필터의 어긋남량에 따르지 않는 것을 알았다. 즉, 고스트 광의 발광 강도를 증가시키는 일 없이, 정규광의 색 어긋남 ΔE 를 억제할 수 있는 것을 나타내고 있다. A=0.85이하로 하면, 마이크로 렌즈의 어긋남량이 0의 경우에 비교하여, 정규광의 색 어긋남 ΔE 를 작게 할 수 있다. 즉, 식(5)를 충족시키는 조건에 더하여, 식(6)을 충족시키는 것으로, 도20에서 도시한 편광광학계에 있어서, 정규광의 발광 강도의 증가 및 고스트 광의 억제와 동시에 색 어긋남 ΔE 를 작게 하는 것이 가능해진다.

[0189] [표7]

	개구율	Φ1	Φ2	A	정규광의 색 어긋남 ΔE	고스트 광의 발광강도 ΔL
비교예1	30%	0.0	0.0	—	37	0.82
실시예6	30%	21.8	14.0	0.64	31	0.23
실시예9	30%	21.8	7.1	0.33	28	0.28
실시예10	30%	21.8	0.0	0.00	25	0.24

[0190]

[0191]

최대 표시 화각이 60° 보다 클 경우에는, 화각이 넓기 때문에 관찰자는 정면에서 보았을 때의 상태에 있어서 화상의 주변부를 인식하기 어렵다. 이 때문에, 정면에서 보았을 때의 상태가 아니고, 화상의 주변부를 보고 있는 상태에 있어서, 그 보고 있는 방향의 주광선의 표시면으로부터의 출사각을 상정해서 칼라 필터의 어긋남량을 결정하는 것이 바람직하다. 단, 렌즈 설계에 따라서는 표시 소자의 단부에서는 광이 비네팅되는 경우도 있기 때문에, 반드시 단부에 맞출 필요는 없다.

[0192]

본 실시 형태에서도, 우안용 접안광학계 O R2는 광화각에서 박형이기 때문에, 가장 광학 파워가 큰 반사면(하프 미러 212)을 가지는 표시 렌즈 204의 두께 편차비가 커진다. 표시 렌즈 204, 205를 접합하고 있기 때문에, 표시 렌즈 205에 있어서의 표시 렌즈 204와의 접합면의 곡률반경이 짧고, 표시 렌즈 205의 두께 편차비도 커진다. 본 실시 형태에서는, 표시 렌즈 204의 광학유효영역에 있어서의 두께 편차비는 3.6이며, 표시 렌즈 205의 광학유효영역에 있어서의 두께 편차비는 2.8이다. 실시 형태 1에서도 설명한 바와 같이, 이것들의 두께 편차비는 1.5이상, 4이하인 것이 바람직하다.

[0193]

또한, 우안용 접안광학계 O R2의 두께 L2를 P B S (214)의 관찰자의 우안(202)측의 면으로부터 우안용 표시 소자(208)까지의 거리로 하면, 두께 L2는 13.5mm이며, 두께 L2와 아이 릴리프 E2의 비, L2/E2는 0.68이다. 이 값은 아이 릴리프의 적절한 길이와 접안광학계의 박형화를 양립하기 위해서 0.6이상 1이하인 것이 바람직하다.

[0194]

본 실시 형태에 있어서, 우안용 접안광학계 O R2의 아이 릴리프 E2는 20mm이며, 최대 대각 반화각 θ_2 는 39° 이다. 이때, $E2 \times \tan \theta_2 = 16.2\text{mm}$ 이며, 식(11)의 조건을 만족하고 있다. 상기 두께 편차비, L2/E2 및 $E2 \times \tan \theta_2$ 에 대해서는 좌안용 접안광학계 O L2에 대해서도 동일하다.

[0195]

또한, 본 실시 형태에서도, 외광에 의한 고스트 광을 저감해서 관찰하는 화상의 콘트라스트를 높이기 위해서, P B S (214)와 각 접안광학계의 사출동공과의 사이에 편광판을 배치해도 좋다.

[0196]

(실시 형태 3)

[0197]

그 다음에, 실시 형태 3에 관계되는 HMD(301)의 구성에 대해서 설명한다. 도24는, HMD(301)의 접안광학계를 도시한 도면이다. 도중, 부호 302는 관찰자의 우안, 부호 303은 관찰자의 좌안, 부호 304는 우안용 접안광학계, 부호 305는 좌안용 접안광학계, 부호 306은 우안용 화상표시 소자, 부호 307은 좌안용 화상표시 소자를 각각 나타내고 있다.

[0198]

우안용 접안광학계(304)는, 우안용 화상표시 소자(306)에 표시된 원화상을 확대 투영해서 관찰자의 우안(302)에 이끌고, 좌안용 접안광학계(305)는, 좌안용 화상표시 소자(307)에 표시된 원화상을 확대 투영해서 관찰자의 좌안(303)에 이끈다. 우안용 접안광학계(304)와 좌안용 접안광학계(305)의 수평표시 화각은 40°, 수직표시 화각은 30°, 대각 표시 화각은 50° 이다.

[0199]

본 실시 형태의 접안광학계는, 도25에 도시한 바와 같이, 편심반사면을 사용해서 광로를 접는 것에 의해, 광학계의 두께를 박형화하고 있다. 우안용 접안광학계(304)는, 굴절률이 1보다 큰 유리나 플라스틱 등의 광학매질로 충족시켜진 투명체에 의해 구성된다. 좌안용 접안광학계도 마찬가지이다.

[0200]

우안용 화상표시 소자(306)로부터의 광선은 우안용 접안광학계(304)내에서 2회 반사하고, 우안(302)에 이끌어진다. 또한, 우안용 접안광학계(304)내의 안구에의 출사면은 반사작용과 투과 작용을 가지는 광학면이기 때문에, 반사는 광량의 로스를 없애기 위해서 내부 전반사인 것이 바람직하다. 또한, 우안용 접안광학계(304)를 구성하는 면을 자유곡면 형상으로 함으로써, 편심수차 보정의 자유도가 늘어나고, 양호한 화질에서의 화상표시가 가능해진다. 좌안용 접안광학계(305)에 대해서도 마찬가지이다.

[0201]

본 실시 형태의 접안광학계도 실시 형태 1, 실시 형태 2와 마찬가지로, 주변화각의 화상표시 소자로부터의 출사각이 크고, 주변부에서는 시야각 특성이 악화해서 휘도가 저하하거나, 옅은 색의 화상을 관찰할 수 없

게 되는 등의 우려가 있다.

[0202]

본 실시 형태의 접안광학계에서는, 도24에 도시한 바와 같이 관찰자가 정면을 보고 있을 경우의 수평방향의 최대 주변화각 20° 의 주광선의 화상표시 소자로부터의 출사각은 20° 이다. 또한, 도24에 도시한 바와 같이, 관찰자가 수평방향의 끝을 보고 있을 경우의 수평방향의 최대 주변화각 20° 의 주광선의 화상표시 소자로부터의 출사각은 30° 이다. 여기에서, 주광선은 접안광학계의 사출동공의 중심을 통과하는 광선이다. 여기까지 수평방향의 좌단과 우단에 관해서 설명했지만, 수직방향의 상단과 하단에 대해서도 마찬가지다. 본 실시 형태의 접안광학계에서는, 도25와 같이 관찰자가 정면을 보고 있을 경우의 수직방향의 최대 주변화각 15° 의 주광선의 화상표시 소자로부터의 출사각은 15° 이다. 또한, 도26과 같이, 관찰자가 수직방향의 끝을 보고 있을 경우의 수직방향의 최대 주변화각 15° 의 주광선의 화상표시 소자로부터의 출사각은 22.5° 이다. 단, 정면에서 보았을 때의 상태, 우단에서 보았을 때의 상태, 좌단에서 보았을 때의 상태, 상단에서 보았을 때의 상태, 하단에서 보았을 때의 상태의 주광선은 함께 표시 소자의 외측으로 기울어진 설계로 되어 있다. 표시면으로부터의 출사각은, 표시 소자의 중앙에서는 기관(8)의 법선방향(0°)이며, 표시 화각에 대하여 대략 선형으로 증가한다.

[0203]

또한, 방사 방향은, 표시 소자의 외측으로 기울어지는 방향이다. 그 때문에, 본 실시 형태의 표시 소자의 마이크로 렌즈의 배치는, 도7에 도시한 바와 같이, 표시 소자의 중앙에서의 마이크로 렌즈의 어긋남량 ΔML 을 0으로 하고, 단부를 향할수록 ΔML 이 커지는 배치가 바람직하다. 즉, 표시 소자의 수평방향의 우방향 단부 및 좌방향 단부를 향할수록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터는 발광 영역(화소)의 위치에 대하여 우측 및 좌측으로 어긋남량이 커지도록 배치된다. 마찬가지로, 표시 소자의 상단부 및 하단부를 향할수록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터는 발광 영역에 대하여 상측 및 하측으로 어긋남량이 커지도록 배치된다. 본 실시 형태에서는, 표시장치의 최대 화각 및 주광선의 방사각의 관계가, 좌우 방향과 상하 방향에서 대략 선형의 관계가 유지되어 있기 때문에, 고스트가 발생하는 방향, 즉 상단에서 보았을 때의 상태 및 하단에서 보았을 때의 상태의 시야각 특성을 최적화하도록, 마이크로 렌즈 및 칼라 필터의 어긋남량을 결정하면, 수평단의 시야각 특성도 대략 최적의 값을 취한다. 이후, 본 실시 형태의 검토 결과에서는, 표시 소자의 수직방향에 있어서의 하단에서 보았을 때의 상태의 특성에 대해서 설명을 행한다.

[0204]

본 실시 형태의 접안광학계의 경우, 도27a, 27b와 같은 광로의 고스트 광이 발생한다. 화상표시 소자의 상단으로부터의 고스트 광의 광로를 도27a에, 화상표시 소자의 하단으로부터의 고스트 광의 광로를 도27b에 도시한다. 도27a에 도시한 고스트 광의 광로에 있어서, 관찰자가 정면을 보고 있을 경우의 화상표시 소자(306)의 상단으로부터의 주광선의 출사각 θ_3 은 -28° 이다. 또한, 도27b의 고스트 광의 광로에 있어서, 관찰자가 정면을 보고 있을 경우의 화상표시 소자의 하단으로부터의 주광선의 출사각 θ_3 은 -34° 이다. 즉, 본 실시 형태는 식(8)을 충족시키고 있다.

[0205]

그 다음에, 본 실시 형태의 표시 소자와 접안광학계를 조합하는 것으로 얻어지는 효과에 대해서 설명한다. 상술한 것 같이, 표시 소자의 수직위치에 있어서의 하단에서 보았을 때의 상태의 특성에 대해서 설명한다. 본 검토에서는, 실시 형태 1과 마찬가지로, 도3b에 도시한 백색 발광하는 유기기 EL 소자를 사용하여, 마이크로 렌즈(15)와 발광 영역(17)과의 사이에 칼라 필터(20)를 배치한 구성을 사용했다. 화소간 피치D에서 규격화된 마이크로 렌즈의 높이 h/D , 반경 r/D , 칼라 필터 상면의 높이 L_2/D 는 실시 형태 1과 마찬가지다.

[0206]

표8은, 비교 예 1과 실시 예 11과의 상대 휘도 ΔL 의 방사각 의존성을 나타내고 있다. 비교 예 1은 마이크로 렌즈의 어긋남량이 0의 구성이다. 실시 예 11은, 마이크로 렌즈를 어긋나게 한 구성이며, 개구율, ϕ_1 , ϕ_2 , A의 값은 표8에 나타난 대로다. 표8의 값과 실시 예 1의 결과를 도시한 도19를 참조하면, 비교 예 1에서는, 0° 를 피크로 하여서 방사각이 커질수록 발광 강도는 저하하고, 하단에서 보았을 때의 상태의 정규광의 방사각 22.5° 에 있어서, 0.6까지 저하한다. 한편, 정면에서 보았을 때의 상태의 고스트 광의 방사각 -34° 에 있어서는, 0.47로 높다.

[0207]

한편, 실시 예 11의 결과를 보면, 정규광의 방사 방향으로 될수록 발광 강도가 증가하고, 우단에서 보았을 때의 상태의 정규광의 방사각 22.5° 에 있어서, 1.0까지 증가한다. 한편, 정면에서 보았을 때의 상태의 고스트 광의 방사각 -34° 에 있어서는, 0.23으로 현저하게 저하한다. 이렇게, 정규광의 발광 강도를 고스트가 되는 방향의 발광 강도보다도 크게 할 수 있다. 정규광의 발광 강도의 증가는, 도4c에서 도시한 바와 같이, 면 28에 입사된 광 27이 굴절하는 것에 기인하고 있다. 또한, 고스트 광의 발광 강도의 저하는, 도4c에서 도시한 바와 같이, 인접 발광 소자의 마이크로 렌즈의 면 29에서 발생하는 전반사 혹은 넓은 각도측으로의 굴절에 기인하고 있다. 여기에서 나타난 실시 예 11의 ϕ_1 은 11.3이며, 마이크로 렌즈의 어긋남량의 조건인 식(5)를 충족시킨다. 이렇게, 도24에서 도시한 편광광학계에, 식(5)를 충족시키도록 마이크로 렌즈를 어긋나게 하여서 배치한 표

시 소자를 조합하는 것에 의해, 정규광의 발광 강도 ΔL 을 증가시켜, 동시에 고스트 광을 억제하는 것이 가능해진다.

[표8]

	개구율	$\Phi 1$	$\Phi 2$	A	정규광의 발광강도 ΔL	고스트 광의 발광강도 ΔL
비교예1	30%	0	0	—	0.6	0.47
실시예11	30%	11.3	7.1	0.63	1.0	0.23

그 다음에, 발광 소자의 개구율의 효과에 대해서 설명한다. 표9는, 개구율을 바꾼 예로서 실시 예 11~13의 정규광과 고스트 광의 발광 강도 ΔL 을 나타내고 있다. 개구율 40%에 있어서의 정규광이 0.93인 것에 대해서, 개구율 30%에서는 0.94, 개구율 20%에서는 1.00이 되었다. 이렇게 개구율을 작게 함으로써, 정규광의 발광 강도가 증가한다. 이것은, 도5a에 도시한 바와 같이, 발광 영역(17)의 면적에 대한 영역X의 비율이 커지는 것에 기인하고 있다. 즉, 발광 영역에서 방사되는 광이 고효율로 정규광 방향으로 방사되어 있는 것을 나타내고 있다. 한편, 고스트 광의 발광 강도에 관해서는, 개구율 40%에서 0.31인 것에 대해서, 개구율 30%에서 0.23, 개구율 20%에서 0.16이 되었다. 이렇게 개구율을 작게 함으로써, 고스트 광의 발광 강도가 저하하는 것을 알았다. 이 고스트 광의 발광 강도저하는, 도5b에 도시한 고스트 광의 방사 영역Y1 및 Y2의 합과 발광 영역(17)과의 겹침이 작아지는 것에 기인하고 있다. 즉, 도24~도26에 도시한 자유곡면 프리즘에 있어서, 식(5)를 충족시키는 조건에서, 개구율을 작게 함으로써, 보다 정규광을 증가시켜, 고스트 광을 작게 할 수 있다.

[표9]

	개구율	$\Phi 1$	$\Phi 2$	A	정규광의 발광강도 ΔL	고스트 광의 발광강도 ΔL
실시예12	40%	11.3	7.1	0.63	0.93	0.31
실시예11	30%	11.3	7.1	0.63	0.94	0.23
실시예13	20%	11.3	7.1	0.63	1.00	0.16

그 다음에, 표10은, 칼라 필터의 어긋남량 ΔCF 의 효과에 대해서 나타내고 있다. 표10은, $\Phi 1$ 을 고정하고, $\Phi 2$ 를 바꾸었을 경우(A를 바꾸었을 경우)에 있어서의 정규광의 색 어긋남 ΔE 및 고스트 광의 발광 강도 ΔL 을 나타내고 있다. 또한, 표10에는 비교 예 1을 참고값으로서 나타냈다.

A=0.63에 있어서의 정규광의 색 어긋남 ΔE 는 7인 것에 대해서, A=0.00(칼라 필터 어긋남 없음)에서는 6이 되었다. 즉, 칼라 필터의 어긋남량을 작게 함으로써, 정규광의 색 어긋남 ΔE 가 작아졌다. 또한, 실시 예 11 및 실시 예 14는 식(6)을 충족시키기 위해서, 비교 예 1보다도 색 어긋남 ΔE 가 작다. 이 색 어긋남의 저하는, 도6b에서 도시한, 넓은 각도측으로 방사되는 광 33이 인접 칼라 필터로 차단되는 것에 기인하고 있다. 한편, 고스트 광은, A=0.63에서 0.23, A=0에서 0.22이라고 말하는 것 같이, 칼라 필터의 어긋남량에 따르지 않는 것을 알았다. 즉, 고스트 광의 발광 강도를 증가시키는 일 없이, 정규광의 색 어긋남 ΔE 를 억제할 수 있는 것을 나타내고 있다. A=0.85이하로 하면, 마이크로 렌즈의 어긋남량이 0일 경우와 비교하여, 정규광의 색 어긋남 ΔE 를 작게 할 수 있다. 즉, 식(5)를 충족시키는 조건에 더하여, 식(6)을 충족시키는 것으로, 도24~도26에서 도시한 자유곡면 프리즘에 있어서, 정규광의 발광 강도의 증가 및 고스트 광의 억제와 동시에 색 어긋남 ΔE 를 작게 하는 것이 가능해진다.

[표10]

	개구율	$\Phi 1$	$\Phi 2$	A	정규광의 색 어긋남 ΔE	고스트 광의 발광강도 ΔL
비교예1	30%	0.0	0.0	—	8	0.47
실시예11	30%	11.3	7.1	0.63	7	0.23
실시예14	30%	11.3	0.0	0.00	6	0.22

이렇게, 본 실시 형태에서는, 화소에 대하여 마이크로 렌즈를 어긋나게 하는 것에 의해, 자유곡면 프리즘을 사용한 집안광학계로 관찰되는 화상의 주변부에서의 휘도나 색 어긋남이라고 한 시야각 특성을

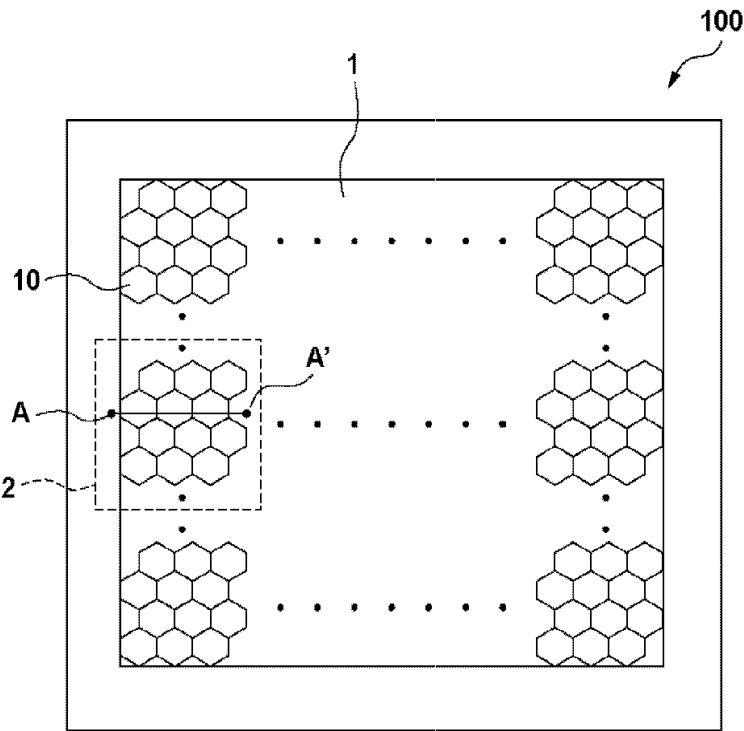
개선하면서, 고스트 광을 저감할 수 있다.

[0218] 또한, 상기의 실시 형태의 집안광학계의 자유곡면 프리즘은, 중간결상면을 갖지 않는 광학계이지만, 중간결상면을 가지는 광학계로 하여도 좋다. 또한, 자유곡면 프리즘은, 표시 소자의 표시면과 도파관 콤파이너에 결합시키는 광학소자로서 사용해도 좋다.

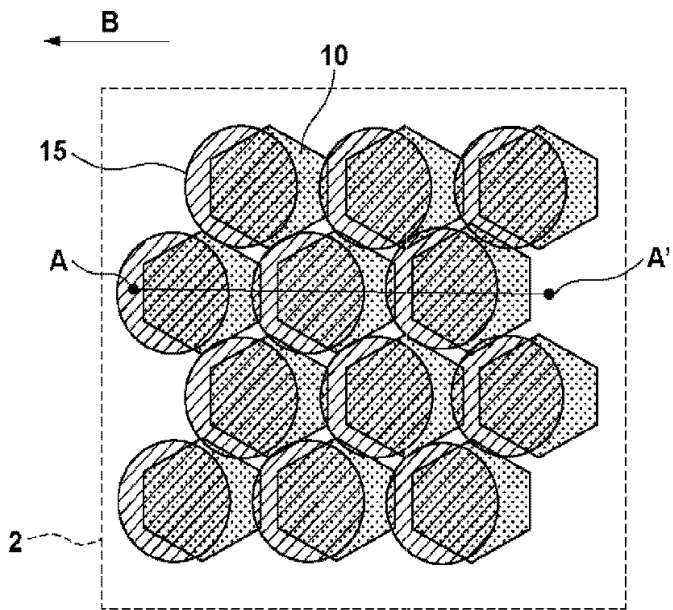
[0219] 본원은, 2021년 4월 15일 제출된 일본국특허출원 특원 2021-069268을 기초로서 우선권을 주장하는 것으로, 그 기재 내용의 모두를, 여기에 인용한다.

도면

도면1

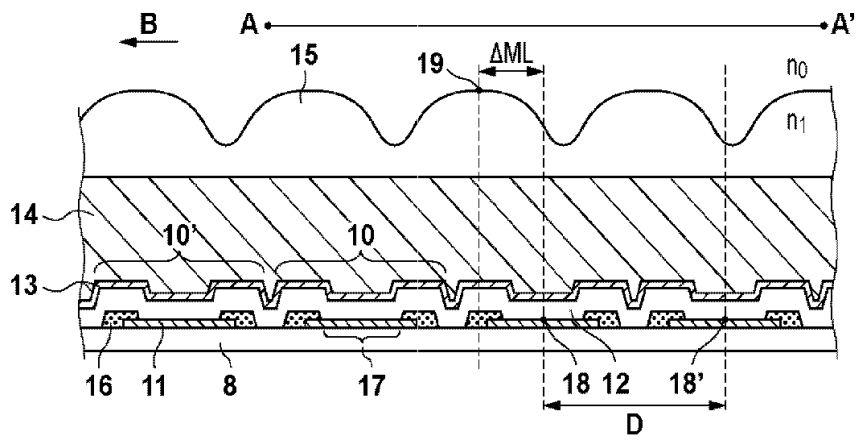


도면2

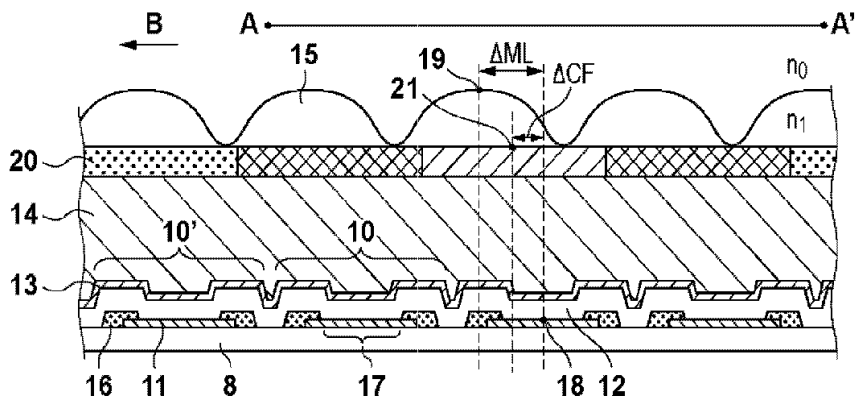


도면3

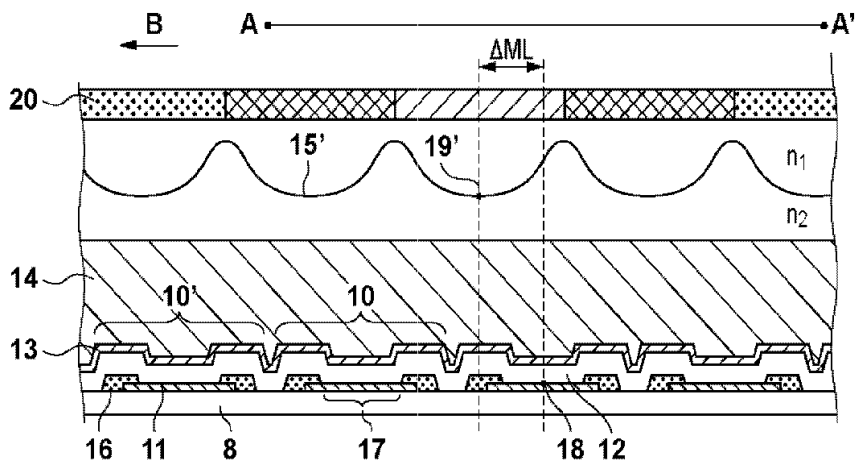
(a)



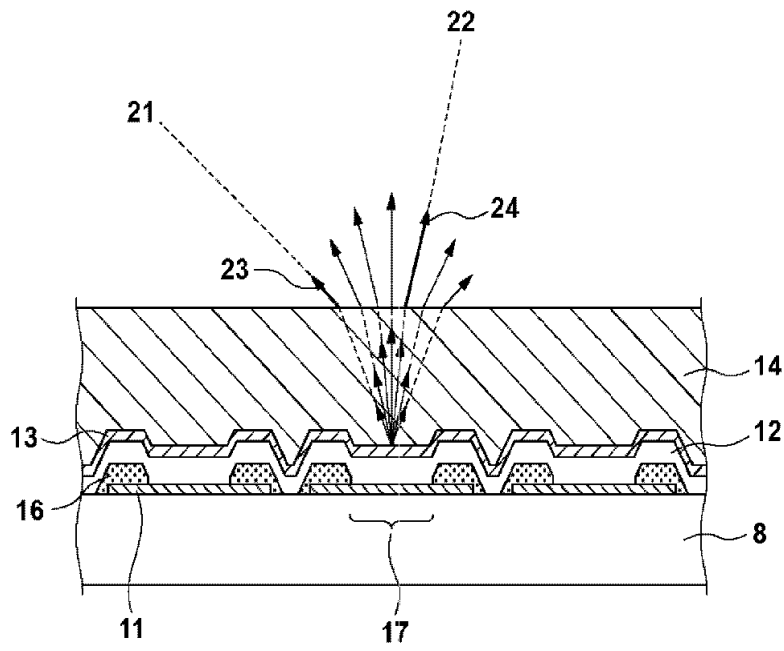
(b)



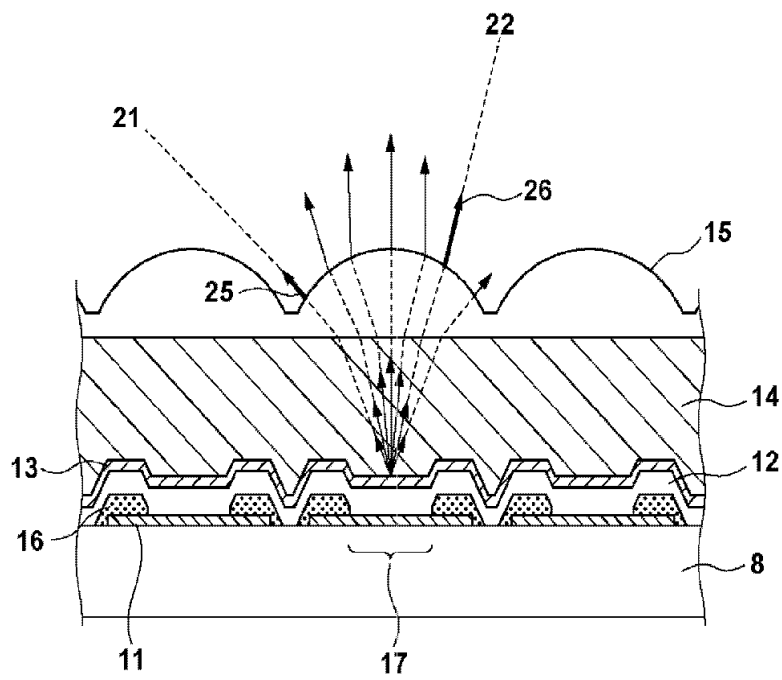
(c)



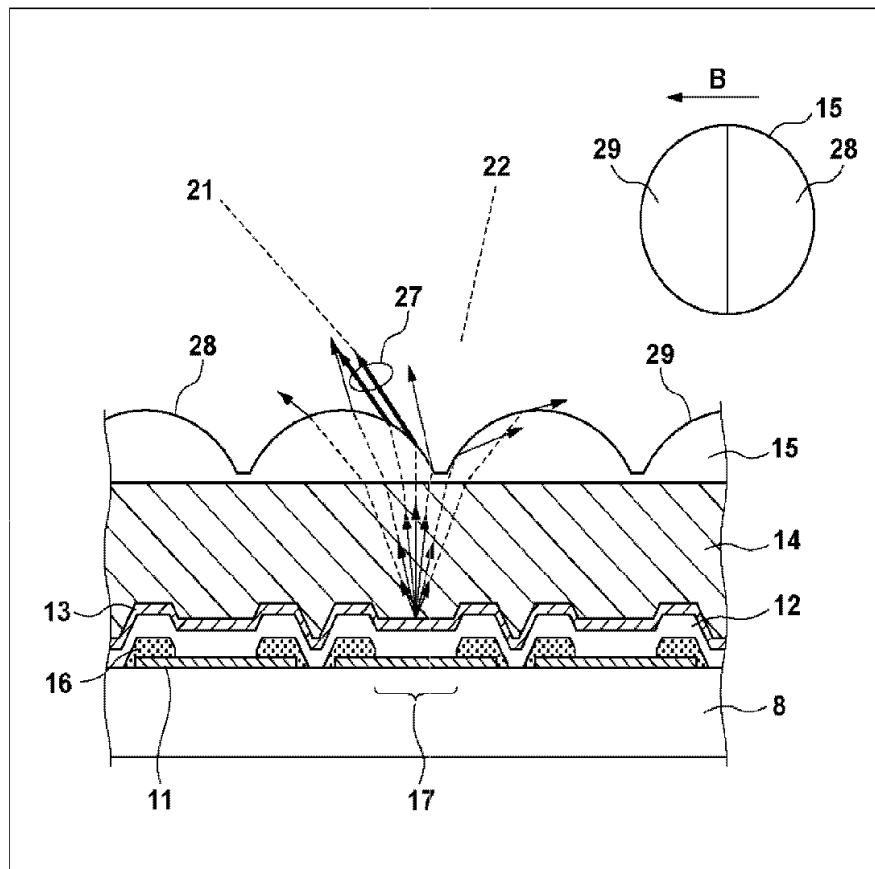
도면4a



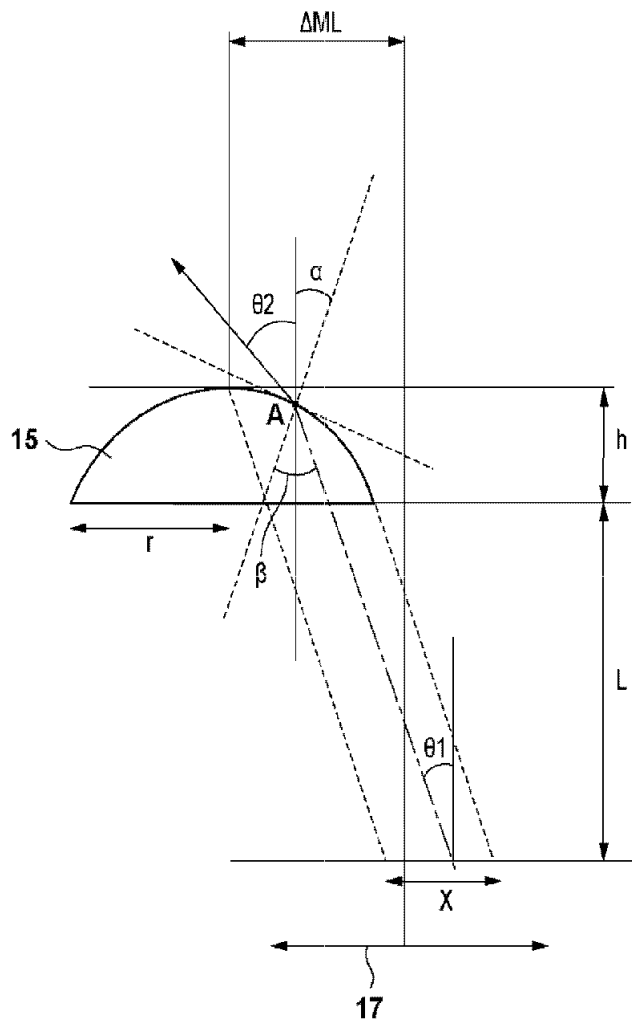
도면4b



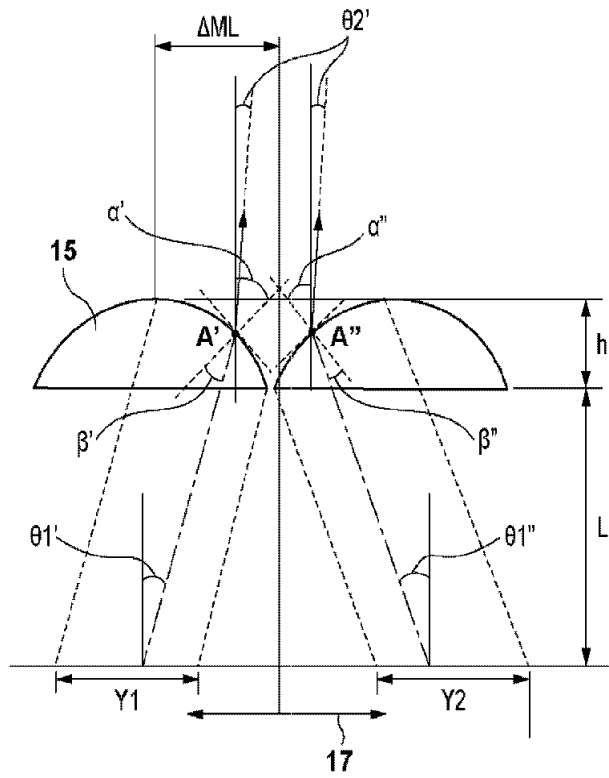
도면4c



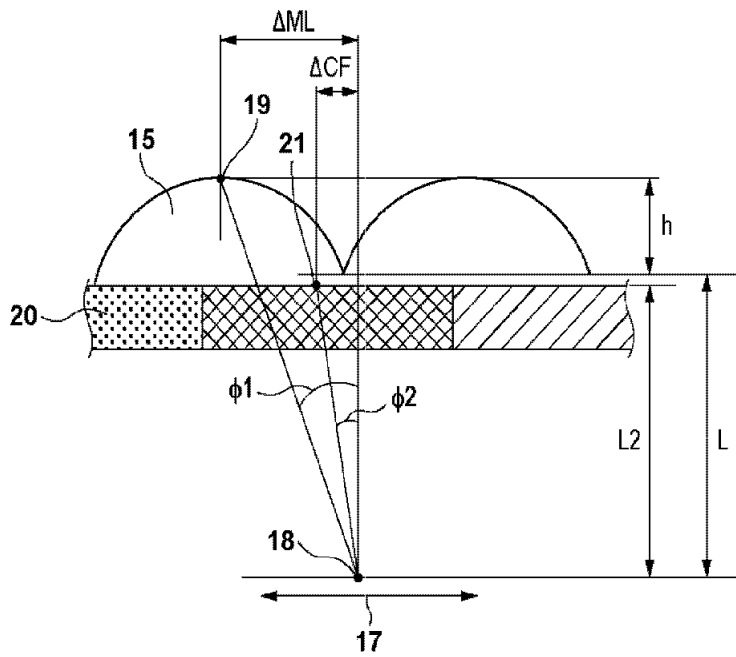
도면5a



도면5b

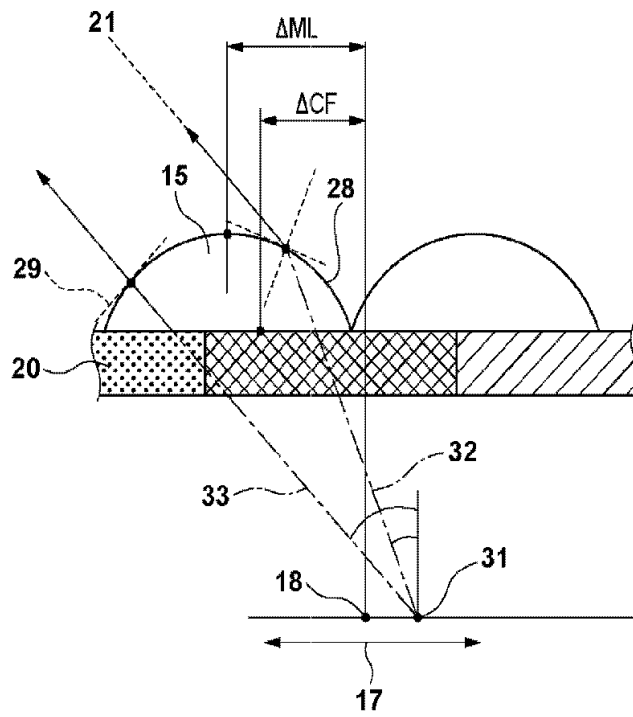


도면5c

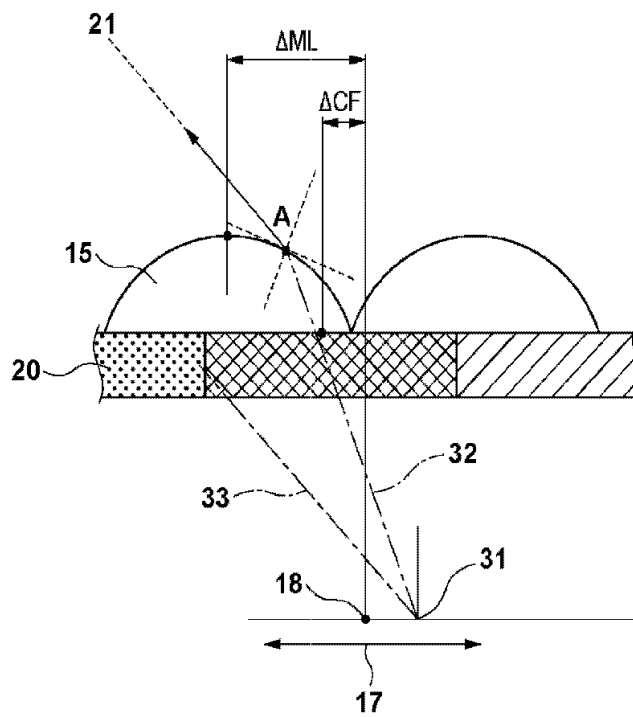


도면6

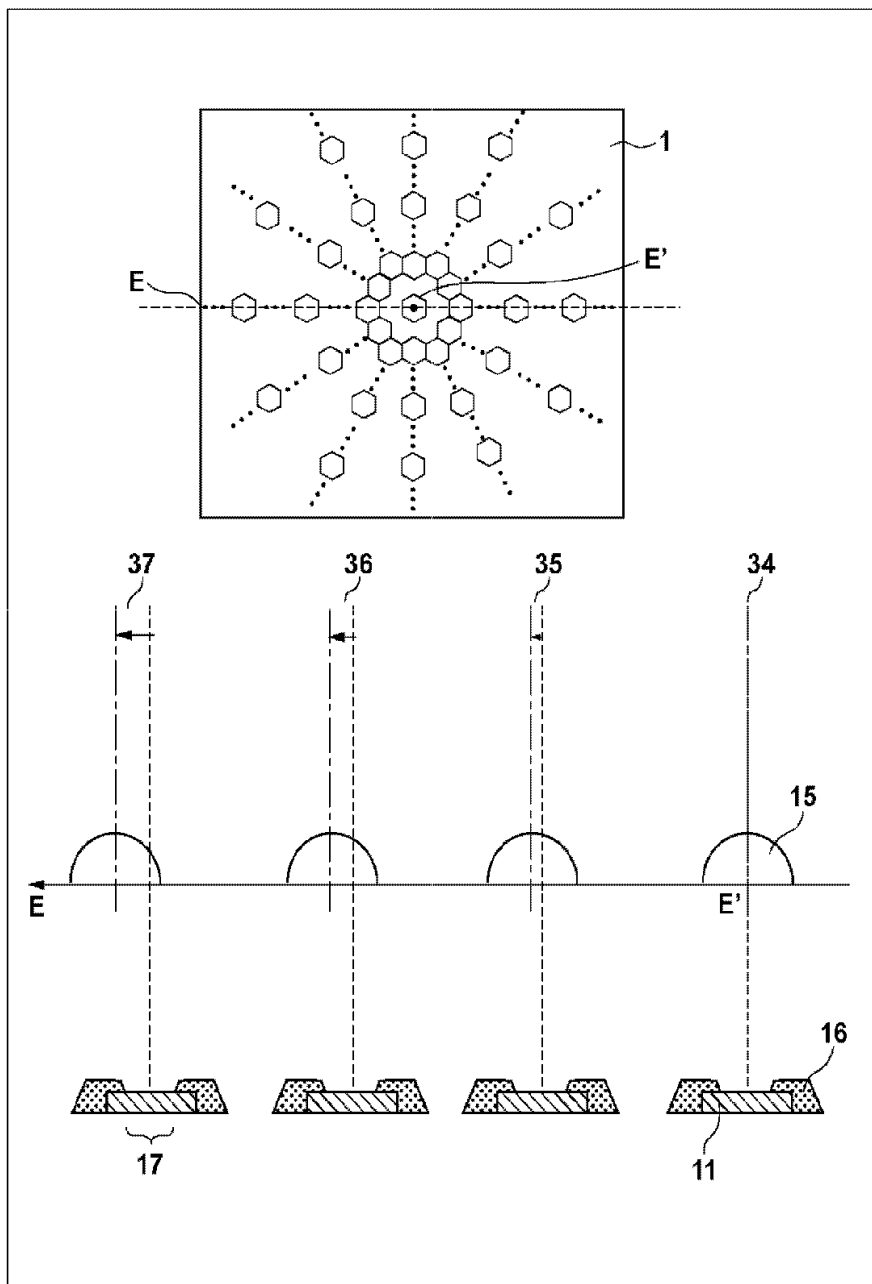
(a)



(b)

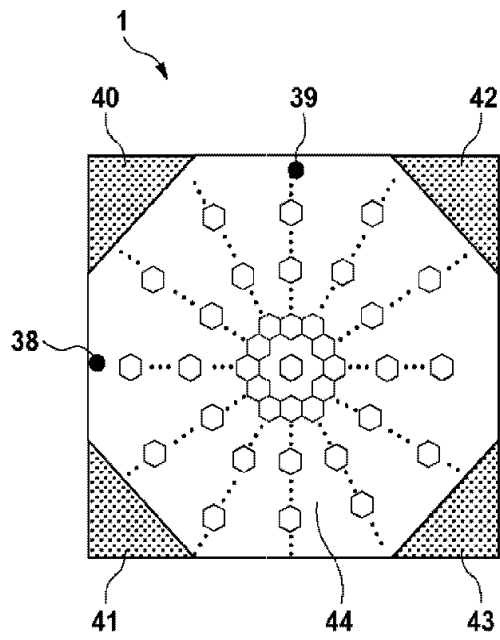


도면7

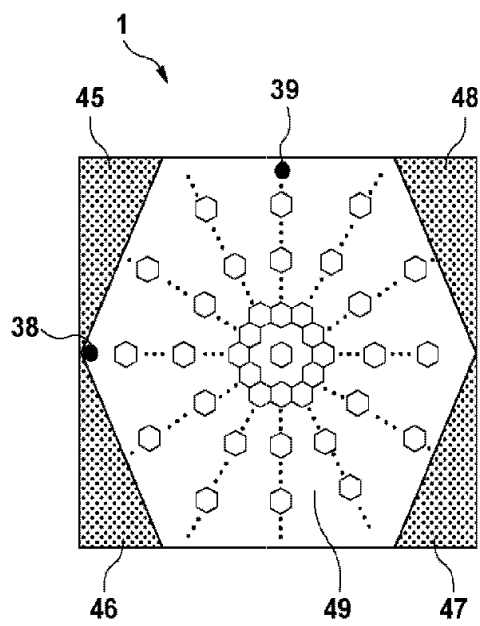


도면8

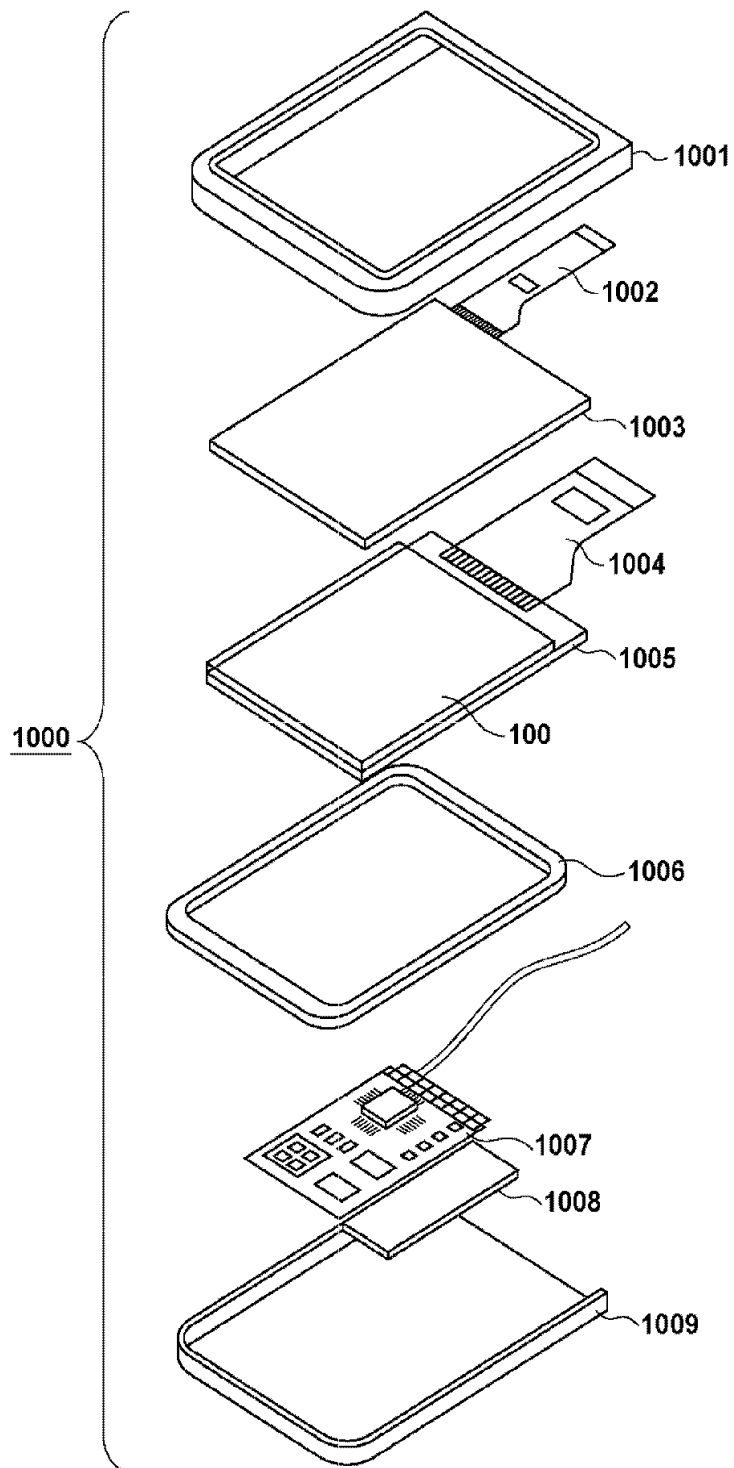
(a)



(b)

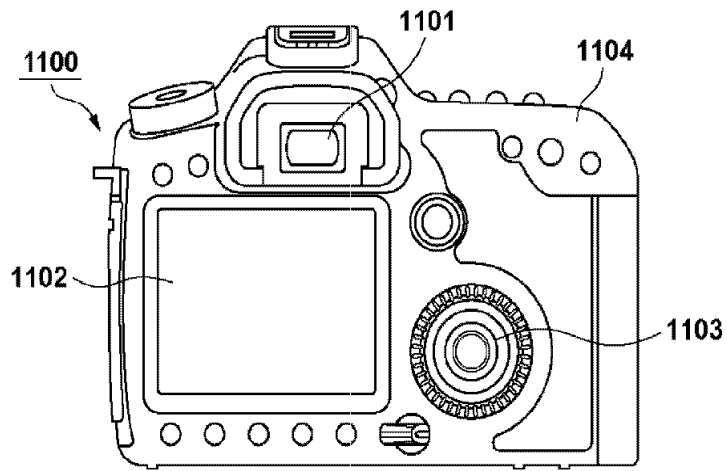


도면9

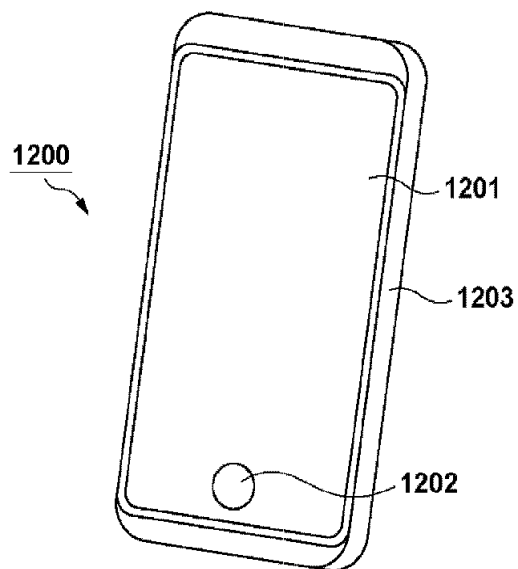


도면10

(a)

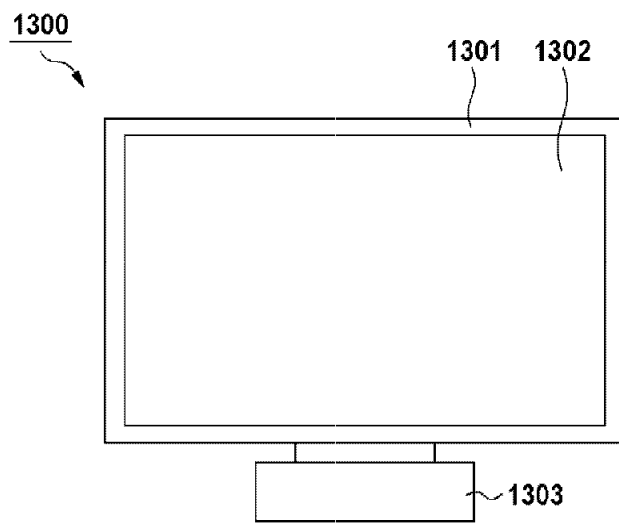


(b)

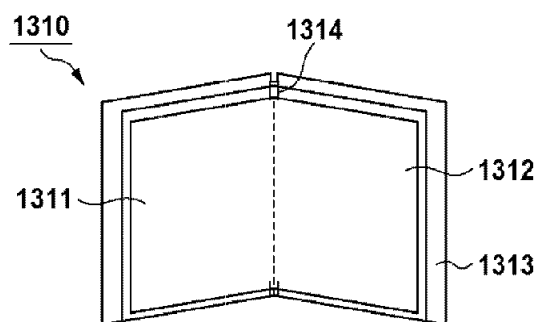


도면11

(a)

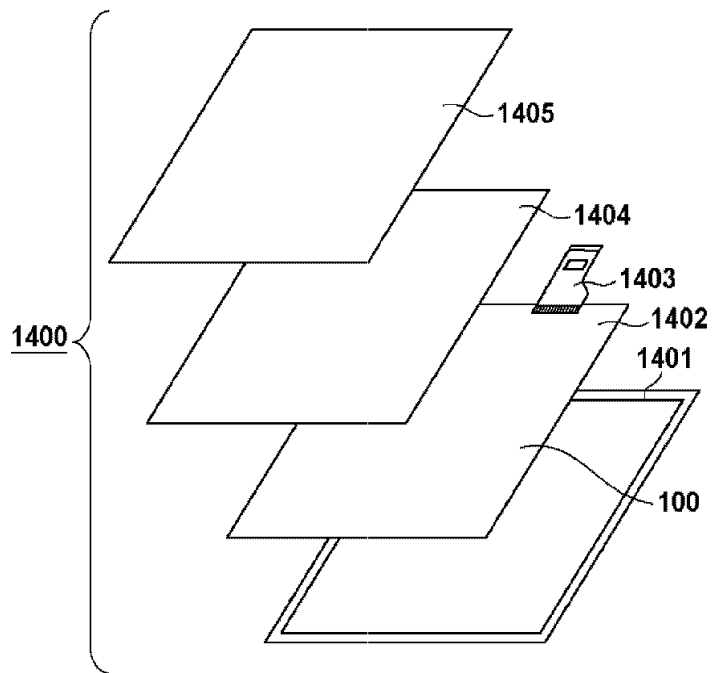


(b)

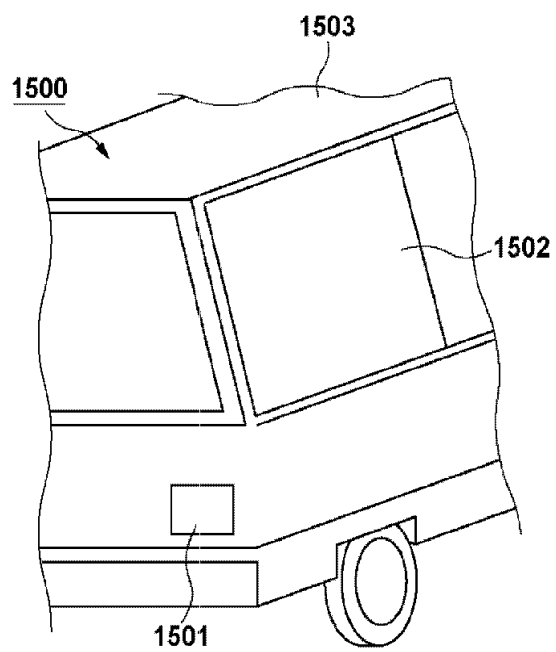


도면12

(a)

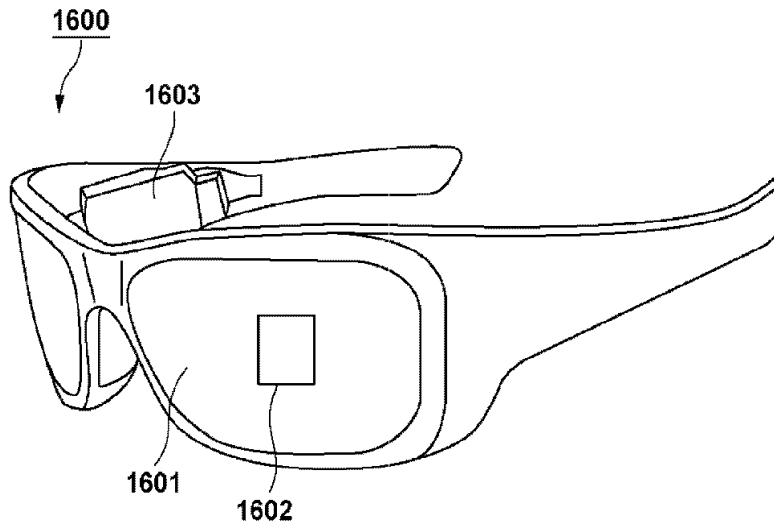


(b)

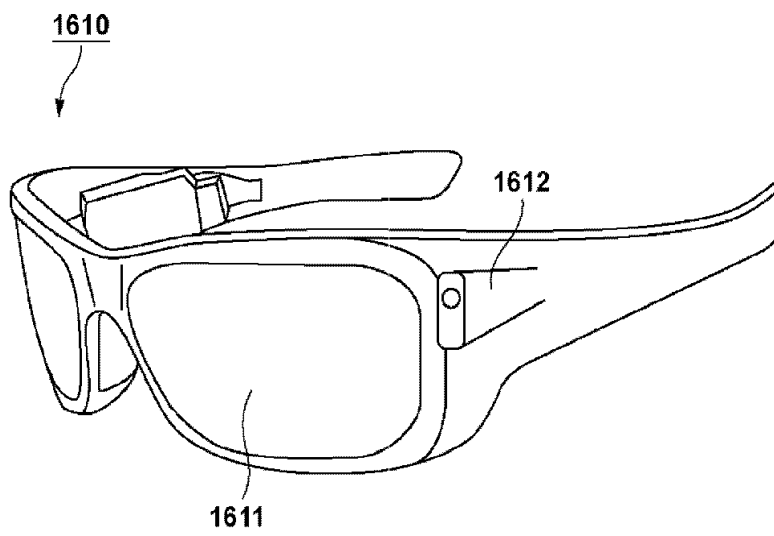


도면13

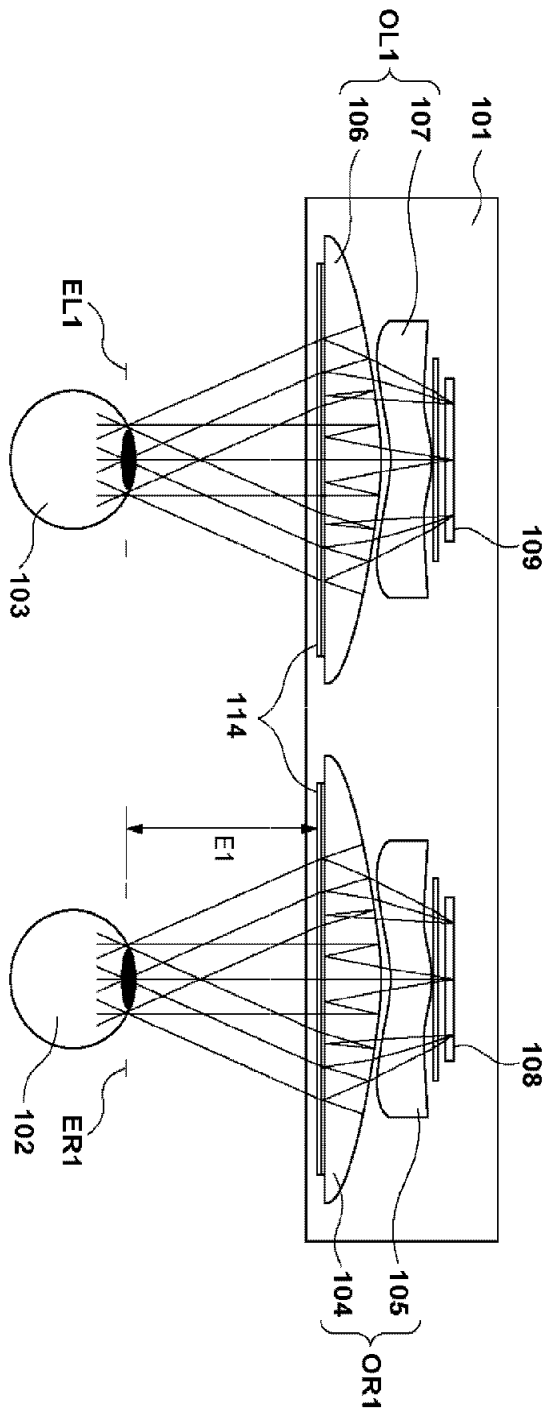
(a)



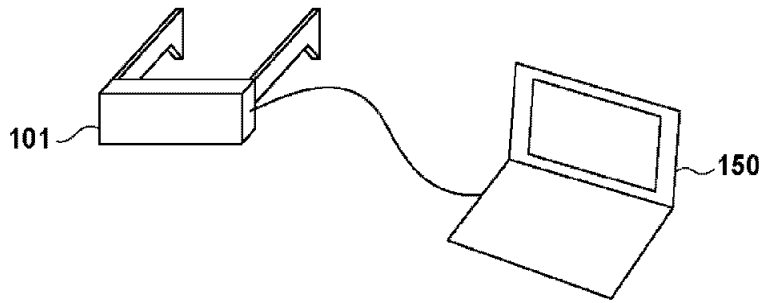
(b)



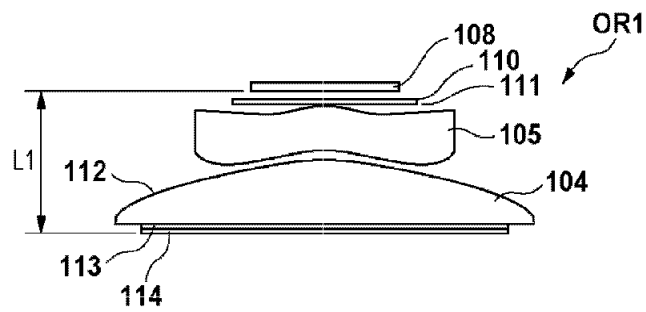
도면14



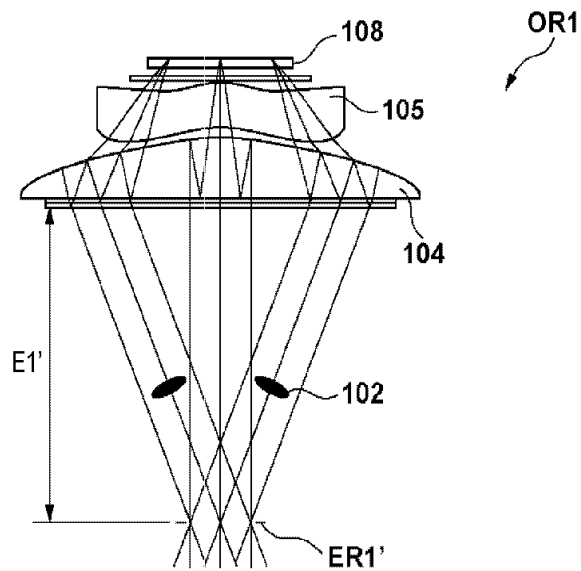
도면15



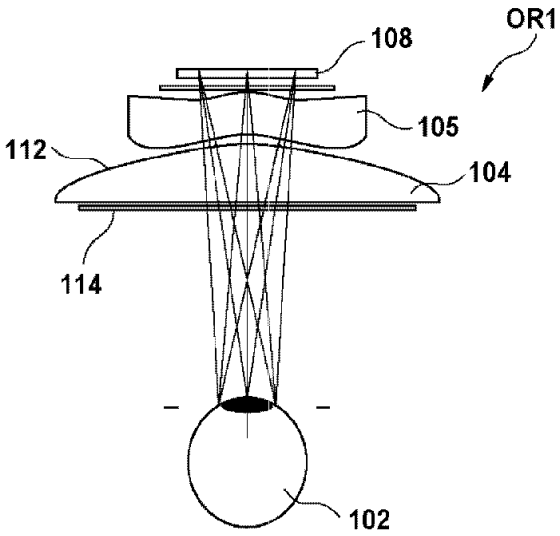
도면16



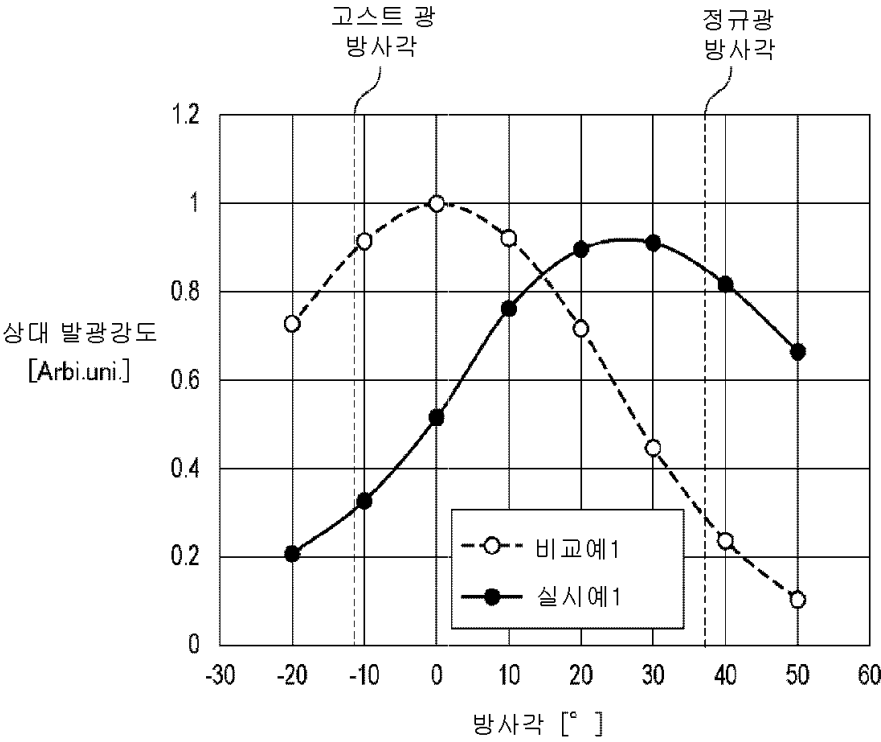
도면17



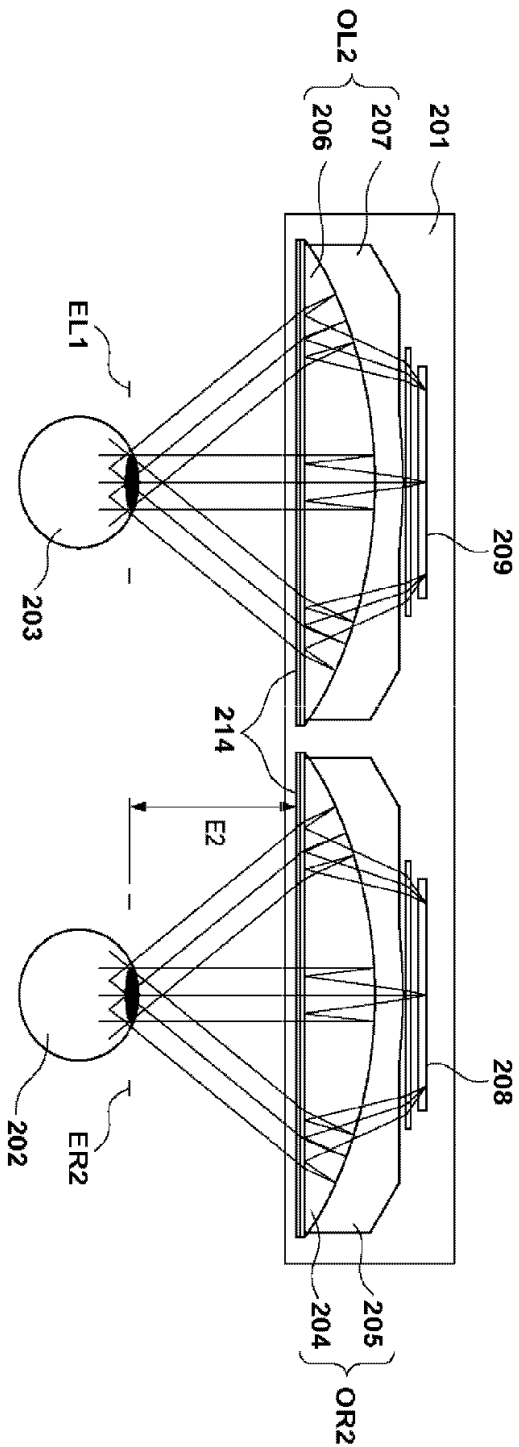
도면18



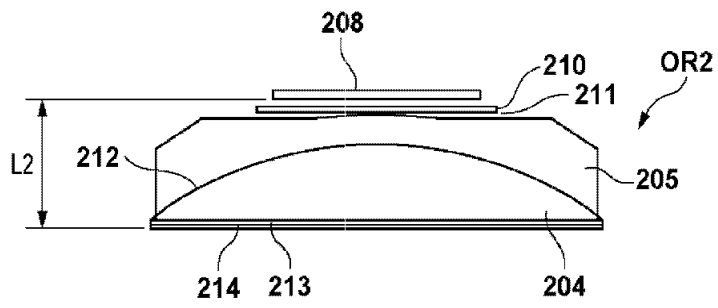
도면19



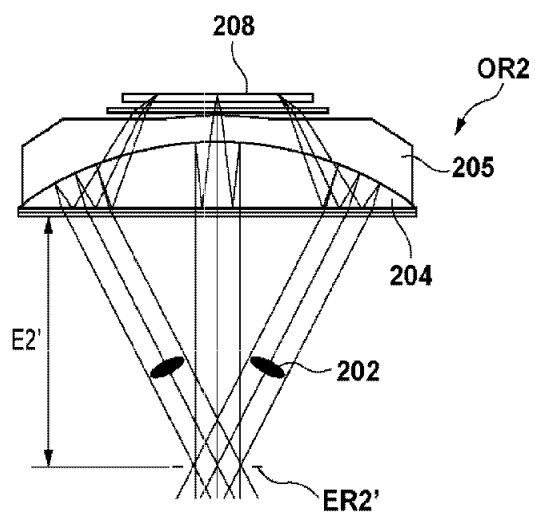
도면20



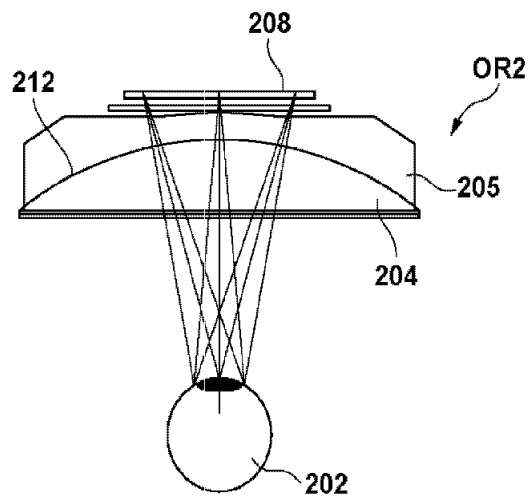
도면21



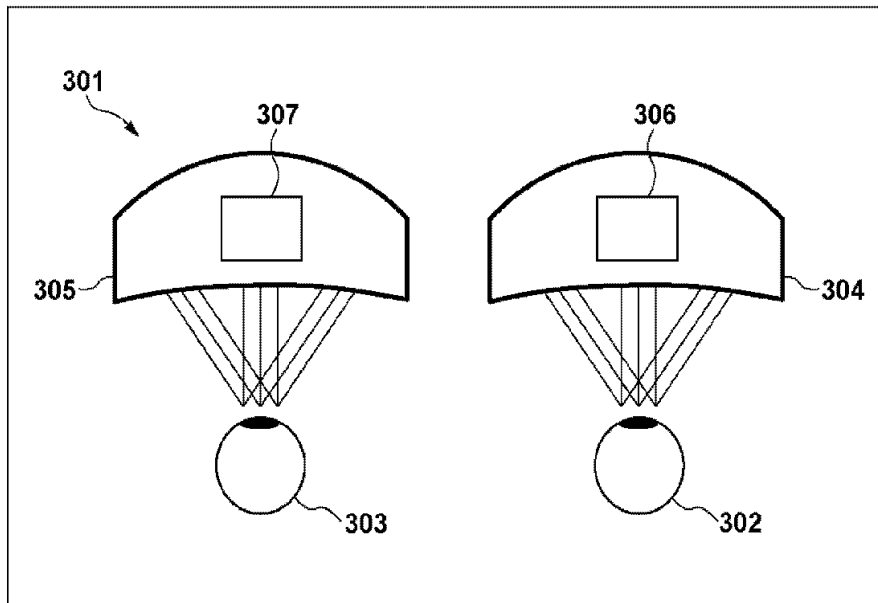
도면22



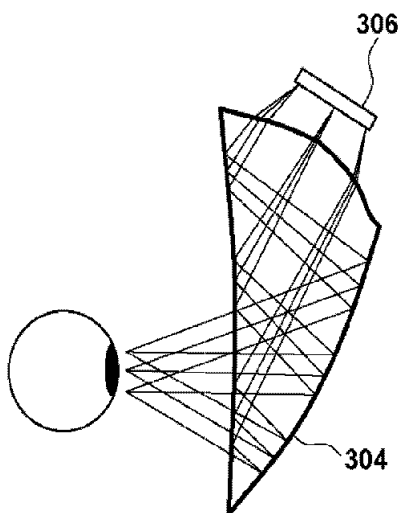
도면23



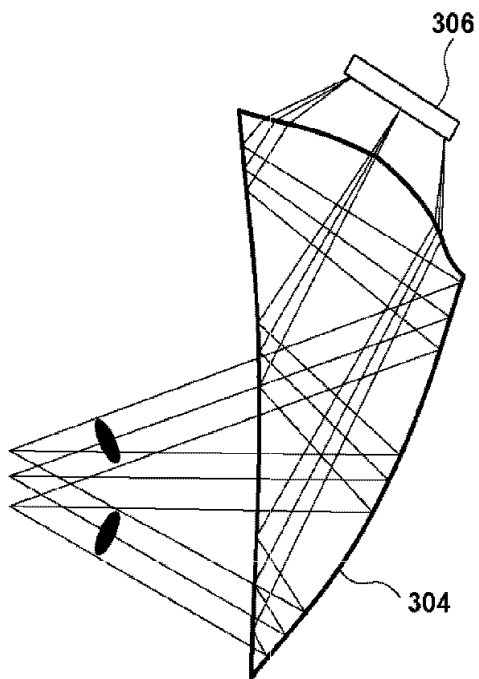
도면24



도면25

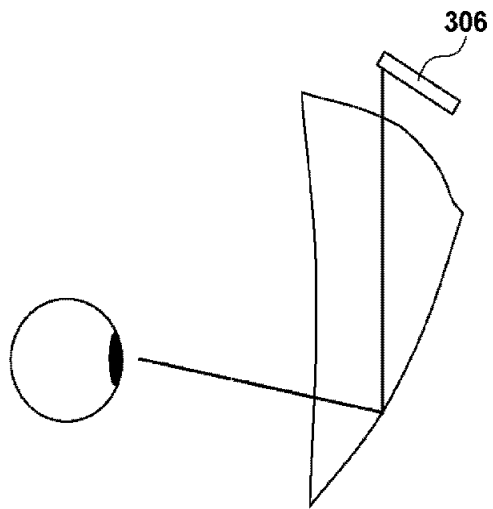


도면26



도면27

(a)



(b)

