



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0112611  
(43) 공개일자 2023년07월27일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G02B 27/28 (2020.01) G02B 27/01 (2006.01)<br/>G02B 6/00 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G02B 27/283 (2013.01)<br/>G02B 27/0172 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-7013948<br/>(22) 출원일자(국제) 2021년09월29일<br/>심사청구일자 없음<br/>(85) 번역문제출일자 2023년04월24일<br/>(86) 국제출원번호 PCT/US2021/071650<br/>(87) 국제공개번호 WO 2022/073013<br/>국제공개일자 2022년04월07일<br/>(30) 우선권주장<br/>63/085,120 2020년09월29일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>아브간트 코퍼레이션<br/>미국 캘리포니아주 94401 샌마테오 37 이스트 4번<br/>에비뉴 넘버1</p> <p>(72) 발명자<br/>이쉬 아론 매튜<br/>미국 캘리포니아주 94131 샌프란시스코 179 1/2<br/>28번 스트리트<br/>그로스 앤드류 존<br/>미국 미시간주 49931 차셀 44618 하이웨이 41<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인아주</p> |
|--|---|

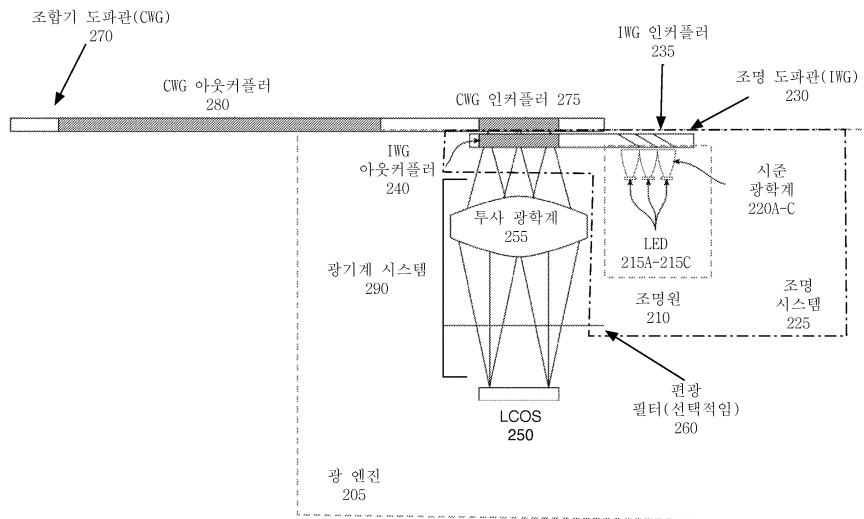
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **디스플레이 패널을 조명하는 구조**

**(57) 요약**

본 발명은 하나 이상의 광원으로부터의 광을 투사 광기계 시스템의 제한 출력 동공으로 지향시키는 조명 시스템, 투사 광기계 시스템으로부터의 광을 변조하고 변조된 광을 투사 광기계 시스템을 향해 다시 지향시키는 액정 온 실리콘(LCOS: liquid crystal on silicon) 디스플레이 패널, 및 투사 광기계 시스템을 통과한 후 LCOS로부터 변조된 광을 수광하는 조합기 도파관에 대한 인커플러를 포함하는 시스템에 관한 것이다. 일 실시형태의 시스템은 조명 시스템으로부터 투사 광기계 시스템을 통과하는 광이 투사 광기계 시스템의 제한 출력 동공 내의 LCOS에 도달하도록 설계된다.

**대표도 - 도2**



(52) CPC특허분류

*G02B 6/0015* (2013.01)

*G02B 6/0016* (2013.01)

*G02B 6/0026* (2013.01)

*G02B 6/0031* (2013.01)

*G02B 6/0055* (2013.01)

*G02B 6/0056* (2013.01)

*G02B 6/0068* (2013.01)

(72) 발명자

**탕 에드워드 치아 닝**

미국 캘리포니아주 94025 멘로 파크 180 산타 마가  
리타 애비뉴

**웨스트라 크리스토퍼 데이비드**

미국 캘리포니아주 94070 샌카를로스 421 포토피노  
드라이브 아파트먼트 에이

**웰치 워렌 코넬리우스 3세**

미국 캘리포니아주 94404 포스터 시티 673 코멧 드  
라이브

**영 마이클 알렉산더**

미국 캘리포니아주 94002 벨몬트 2316 부에나 비스  
타 애비뉴

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

시스템으로서,

광학계;

하나 이상의 광원으로부터의 광을 상기 광학계로 지향시키는 조명 시스템;

상기 광학계로부터의 광을 변조하고 변조된 광을 다시 상기 광학계로 지향시키는 액정 온 실리콘(LCOS: liquid crystal on silicon) 디스플레이 패널; 및

상기 광학계를 통과한 후의 상기 변조된 광을 상기 LCOS로부터 수광하기 위한 조합기 도파관에 대한 인커플러를 포함하고,

상기 LCOS 패널에 대한 상기 조명 광과 상기 LCOS 패널로부터의 상기 변조된 광 모두가 상기 광학계의 공유된 서브세트를 통과하는, 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 조명 시스템에서 출사하여 상기 LCOS에 도달하는 광이 상기 광학계의 제한 출력 동공을 형성하는 광의 체적 내에 속하는, 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 광학계는 편광 필터를 포함하는, 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 조명 시스템은,

하나 이상의 LED; 및

조명 도파관을 포함하는, 시스템.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 조명 도파관의 아웃커플러는 광을 투사 광기계 시스템으로 지향시키고;

상기 LCOS로부터의 광은 상기 조합기 도파관의 상기 인커플러에 입사되기 전에 상기 조명 도파관을 통과하는, 시스템.

#### 청구항 6

제4항에 있어서, 상기 조명 도파관은 입력부와 출력부를 구비하고,

상기 입력부와 상기 출력부 사이의 각도 변경을 가능하게 하는, 상기 입력부와 상기 출력부 사이의 상기 조명 도파관 내의 터닝 커플러를 더 포함하는, 시스템.

#### 청구항 7

제4항에 있어서, 상기 조명 도파관은 입력부, 출력부, 및 상기 입력부와 상기 출력부 사이의 가요성 부분을 포함하는, 시스템.

#### 청구항 8

제4항에 있어서, 상기 조명 도파관은 광의 각각의 색상을 위한 별개의 조명 도파관들을 포함하는, 시스템.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 조합기 도파관은 광의 각각의 색상을 위한 별개의 도파관을 포함하는, 시스템.

**청구항 10**

제4항에 있어서, 상기 조명 도파관의 아웃커플러로부터의 광은 상기 투사 광기계 시스템을 통과하기 전에 상기 조합기 도파관의 일부를 통과하는, 시스템.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

제1 편광 상태를 갖는 광에 대한 제1 아웃커플러 및 제2 편광 상태를 갖는 광에 대한 제2 아웃커플러를 갖는 상기 조명 도파관을 더 포함하고,

상기 투사 광기계 시스템 및 상기 LCOS은 사용자의 제1 눈에 대한 디스플레이를 위한 상기 제1 편광 상태를 갖는 광을 변조하고,

상기 사용자의 제2 눈에 대한 디스플레이를 위한 상기 제2 편광 상태를 갖는 광을 변조하기 위한, 제2 투사 광기계 시스템 및 제2 조합기 도파관을 더 포함하는, 시스템.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 투사 광기계 시스템은,

편광 빔 스플리터; 및

2개의 거울 - 각각의 거울은 연관된 1/4 파장판을 구비함 - 을 포함하고,

광이 상기 투사 광기계 시스템으로 입사될 때 상기 광은 제1 거울에서 반사되어 상기 LCOS에 영향을 미치기 전에 상기 1/4 파장판을 두 번 통과하는, 시스템.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 투사 광기계 시스템을 통과한 후의 광을 분할하기 위한 편광 빔 스플리터를 더 포함하고,

제1 편광을 갖는 광은 상기 LCOS를 통과하고, 제2 편광을 갖는 광은 조향 가능 광학 시스템으로 지향되고, 상기 조향 가능 광학 시스템은,

조향 가능 광학계;

조향 가능 요소; 및

조향 가능 디스플레이 LCOS를 포함하고,

상기 조향 가능 광학 시스템에 의해 위치 설정된 광은 상기 제1 편광을 갖는 상기 광과 조합되도록 상기 편광 빔 스플리터로 복귀하고, 상기 조합기 도파관에 인커플링되는, 시스템.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

광을 제1 편광으로 아웃커플링하는 제1 아웃커플러 - 상기 제1 편광 상태의 광은 상기 투사 광기계 시스템을 통과하여 상기 LCOS로 진행함 - 와, 광을 제2 편광으로 아웃커플링하는 제2 아웃커플러 - 상기 제2 편광 상태의 광은 조향 가능 디스플레이 광학계 및 조향 가능 디스플레이 LCOS를 통해 지향됨 - 를 포함하는 조명 도파관을 더 포함하고,

상기 조합기 도파관의 상기 인커플러는 상기 제1 편광 상태의 광을 인커플링하고, 상기 조합기 도파관은 상기 조향 가능 디스플레이 LCOS로부터의 광을 인커플링하기 위한 제2 인커플러를 포함하는, 시스템.

**청구항 15**

제1항에 있어서,

조명 도파관을 더 포함하고, 상기 조명 도파관은 상기 조명 도파관 내의 비편광 광을 제1 편광으로 변환하는 편광 변환기를 포함하는, 시스템.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 조명 시스템, 상기 투사 광기계 시스템, 및 상기 LCOS 디스플레이 패널은 광 엔진을 포함하고, 상기 조합기 도파관은 스마트 안경 렌즈의 일부인, 시스템.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 광 엔진을 보호하는 인클로저에 힘을 가하지 않고 아암을 접을 수 있도록 상기 스마트 안경의 아암 상의 힌지를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

착용 유연성을 제공하기 위해 렌즈 림에 부착된 제1 힌지와, 상기 아암이 접혀지는 제2 힌지를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 19**

시스템으로서,

하나 이상의 광원으로부터 광을 지향시키는 조명 시스템; 투사 광학계;

상기 투사 광학계로부터 광을 수광하고, 광을 변조하고, 변조된 광을 상기 투사 광학계로 복귀시키는 액정 온실리콘(LCOS: liquid crystal on silicon) 디스플레이 패널; 및

상기 투사 광학계를 통해 변조된 광을 수광하기 위한 조합기 도파관에 대한 인커플러 - 상기 조합기 도파관은 사용자에게 이미지를 디스플레이하는 데 사용됨 - 를 포함하고,

상기 조명 시스템으로부터 상기 투사 광기계 시스템을 통과하는 광이 투사 광기계 시스템의 제한 출력 동공 내의 상기 LCOS에 도달하는, 시스템.

**청구항 20**

근안 디스플레이 시스템으로서,

시준 광학계를 포함하는 광원;

상기 광원으로부터 광을 수광하도록 구성된 인커플러 및 아웃커플러를 갖는 조명 도파관;

상기 조명 도파관의 상기 아웃 커플러 전방에 위치하는 아웃바운드 편광기;

상기 아웃바운드 편광기를 통해 상기 아웃커플러로부터 광을 수광하도록 구성된 투사 광학계;

상기 투사 광학계를 통과한 후의 광을 수광하고, 광을 변조하고, 변조된 광을 상기 투사 광학계로 복귀시키도록 구성된 액정 온실리콘(LCOS: liquid crystal on silicon) 디스플레이;

상기 투사 광학계를 통과한 후의 상기 변조된 광을 수광하도록 구성된 인바운드 편광기; 및

상기 인바운드 편광기를 통과한 후의 상기 변조된 광을 수광하도록 구성되며 이미지 데이터를 사용자에게 표시하도록 구성된 조합기 도파관을 포함하고,

상기 조명 도파관으로부터 상기 투사 광학계를 통과하는 광이 상기 투사 광학계의 제한 출력 동공 내에서 상기 LCOS에 도달하는, 근안 디스플레이 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원

[0002] 본 출원은 2020년 9월 29일자로 출원된 미국 임시 특허 출원 제63/085,120호에 대한 우선권을 주장하며, 해당 출원은 그 전체가 본원에 원용되어 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 조합기 도파관(combiner waveguide)을 활용하여 디스플레이 패널을 조명하는 구조에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0005] 조명 및 투사 광학계를 포함하는 전통적인 액정 온 실리콘(LCOS: liquid crystal on silicon) 시스템이 도 1a 내지 도 1c에 도시되어 있다. LCOS는 외부 편광 조명원을 필요로 하는 반사 디스플레이 기술이다. 광은 종종 별개의 적색, 녹색, 및 청색 발광 다이오드(LED: light emitting diode)에 의해 제공된다. 종래 기술의 구성에서는, 3개의 상이한 LED로부터의 광을 조합하기 위해 X-큐브를 사용하여 LED들로부터의 광을 조합하여 상이한 색상을 제공한다. 일부 구현예에서, 광을 집중시키기 위해 LED의 전방에 렌즈가 사용된다. X-큐브의 출력은 광을 중간 광학계에 집중시키는 마이크로 렌즈 어레이(MLA: microlens array)를 통과한다.

[0006] 콘덴서 렌즈, 마이크로 렌즈 어레이, 및 릴레이 렌즈를 포함하여 다양한 광학 요소 및 필터가 광을 LCOS 패널의 풋프린트(footprint)와 일치하도록 형상화하고, 투사 광학계에 필요한 각도 속성을 제공한다. 이 광은 편광 빔 스플리터(PBS: polarizing beam splitter)를 사용하여 LCOS 패널의 표면 상으로 반사된다. 그런 다음, LCOS 패널에 의해 변조되는 광은 PBS를 통과하여 투사 광학계로 입사된다. 증강 현실(AR: augmented reality) 애플리케이션에서 도파관(WG: waveguide)과 함께 사용되는 경우, 도파관의 인커플러(in-coupler)는 투사 광학계의 출사 동공(exit pupil)에 배치된다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 본 발명은 첨부된 도면의 도면들에서 제한이 아닌 예로 예시되며, 동일한 도면 부호는 유사한 요소를 나타낸다.

도 1a 내지 도 1c는 LCOS 기반 시스템의 종래 기술의 구성을 예시한다.

도 2는 조명 시스템 및 조합기 도파관의 사용의 일 실시형태를 예시한다.

도 3은 조명 도파관이 코너를 포함하는 대안적인 구성의 일 실시형태를 예시한다.

도 4는 만곡된 요소를 포함하는 조명 도파관의 일 실시형태를 예시한다.

도 5는 편광 빔 스플리터가 요소의 시프팅을 가능하게 하는 데 사용되는 조명 도파관의 일 실시형태를 예시한다.

도 6은 투사 광학계가 반사 미러를 포함하는 구성의 일 실시형태를 예시한다.

도 7a는 조명 도파관의 출력과 조합기 도파관의 입력이 서로에 대해 오프셋되는 이중 도파관(dual waveguides)의 일 실시형태를 예시한다.

도 7b는 오프셋된 이중 도파관의 또 다른 실시형태를 예시한다.

도 8은 조명 도파관이 조합기 도파관 뒤에 위치하는 또 다른 실시형태를 예시한다.

도 9는 조명 도파관이 조합기 도파관과 완전히 중첩되는 도파관들의 일 실시형태를 예시한다.

도 10은 조명 도파관이 조합기 도파관에 인접한 도파관들의 일 실시형태를 예시한다.

도 11은 조명 도파관의 아웃커플러와 조합기 도파관의 인커플러가 서로 옆에 있는 도파관들의 또 다른 도면의 일 실시형태를 예시한다.

도 12는 조명 도파관 및 조합기 도파관 둘 모두를 형성하는 단일 피스의 유리 또는 다른 재료의 또 다른 도면의 일 실시형태를 예시한다.

도 13a 내지 도 13c는 각각의 색상이 별개의 조명 도파관을 갖는 시스템의 일 실시형태의 상이한 관점들을 예시한다.

도 13d는 각각의 색상이 별개의 조합기 도파관을 갖는 시스템의 일 실시형태를 예시한다.

도 14a 및 도 14b는 양안 디스플레이(binocular display)를 위한 도파관 시스템의 일 실시형태를 예시한다.

도 15는 조향 가능 디스플레이(steerable display)와 함께 사용되는 도파관들의 일 실시형태를 예시한다.

도 16은 필드 디스플레이(field display) 및 조향 가능 디스플레이와 함께 사용되는 도파관들의 또 다른 실시형태를 예시한다.

도 17은 필드 디스플레이 및 조향 가능 디스플레이를 위한 광을 분리하기 위해 편광-선택적인 아웃커플링 및 인커플링을 사용하는 일 실시형태를 예시한다.

도 18a는 일 실시형태에서 편광 변환기를 포함하는 조명 도파관의 측면도를 도시한다.

도 18b는 도 18a의 조명 도파관의 편광 변환기의 일 실시형태를 예시한다.

도 19는 조명 시스템으로서 광 조합기를 사용하는 시스템의 일 실시형태를 예시한다.

도 20은 조명 시스템으로서 광 조합기를 사용하는 시스템의 또 다른 실시형태를 예시한다.

도 21a는 각각의 색상을 위한 별개의 광 및 인커플러들을 갖는 조합기 도파관의 일 실시형태를 예시한다.

도 21b는 색상 분리된 조합기 도파관들의 일 실시형태를 예시한다.

도 22는 도파관 디스플레이가 사용될 수 있는 스마트 안경의 일 실시형태의 예시이다.

도 23a 내지 도 23c는 스마트 안경을 위한 이중 힌지 시스템의 일 실시형태를 예시한다.

도 24a 내지 도 24c는 절개부(cutout)를 갖는 아암(arm)의 일 실시형태를 예시한다.

도 24d는 절개부를 갖는 아암의 또 다른 실시형태를 예시한다.

도 24e 내지 도 24f는 내부 힌지를 갖는 절개부를 가진 아암의 일 실시형태를 예시한다.

도 25a 내지 도 25c는 광 엔진을 보호하기 위한 아암의 또 다른 실시형태를 예시한다.

도 26a 및 도 26b는 힌지형 요소(hinging element)의 실시형태를 예시한다.

도 26c 및 도 26d는 외부 힌지를 갖는 아암의 열림 및 닫힘 형태를 예시한다.

도 27a 내지 도 27c는 아암이 열리거나 또는 닫히도록 회전되는 회전 힌지의 일 실시형태를 예시한다.

도 28은 이중 힌지의 일 실시형태를 예시한다.

도 29a 내지 도 29d는 닫힘 위치가 렌즈들의 전방의 아암들을 갖는 전방 회전 아암을 갖는 안경의 일 실시형태를 예시한다.

도 30a 및 도 30b는 오버 엔진 힌지(over-engine hinge)의 일 실시형태를 예시한다.

도 31은 접이식 브릿지(foldable bridge)를 갖는 안경의 일 실시형태를 예시한다.

### **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008]

본 출원은 일 실시형태에서 조명 시스템의 출력을 투사 광학계의 출사 동공에 정렬시킴으로써 전통적인 조명 광학계의 체적을 감소시킨다. 이와 관련해서, 정렬은 조명 동공 및 이미징 동공이 투사 광학계의 출사 동공 내에 속한다는 것을 의미한다. 그러나, 이들은 광축을 따라 정렬될 필요가 없다. 일 실시형태에서, 설계는 광이 2 회 이동하는, 즉 한 번은 조명원(illumination source)으로부터 LCOS 패널로 이동하고 한 번은 LCOS 패널로부터 조합기 도파관의 인커플러로 복귀하는, 한 세트의 광학계를 활용한다. 일 실시형태에서, 설계는 또한 전통적인 조명 광학계의 많은 요소들, 그의 출력이 투사 광학계의 출사 동공에 정렬되어 있는, 예컨대 조명 도파관 또는 조명 프리즘, X-큐브 조합기, 또는 다른 조합 요소와 같은. 조명 조합 요소로 대체하고, 조명 및 투사를 위해 동일한 광학계를 사용한다. 일 실시형태에서, 본 시스템은 사용자에게 시각적 콘텐츠를 디스플레이하기 위해 안경과 같은 헤드장착형 디바이스(HMD: headmounted device)에 통합될 수 있다. 일 실시형태에서, 이러한 안경

은, 광 엔진을 위한 구조를 제공하면서, 전통적인 안경 힌지와 같이 기능하는 힌지형 메커니즘을 갖는 안경 구성에 도시된 디스플레이 구성을 가능하게 하는 힌지형 시스템으로 구현될 수 있다.

- [0009] 본 발명의 실시형태들에 대한 다음의 상세한 설명은 첨부된 도면을 참조하며, 동일한 참조 번호들은 본 발명을 실시하는 특정 실시형태들을 예시로 도시하는 유사한 요소들을 나타낸다. 이들 실시형태의 설명은 충분히 상세하여 당업자가 본 발명을 실시할 수 있게 한다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 다른 실시형태가 활용될 수 있으며, 논리적, 기계적, 전기적, 기능적, 및 기타 변경이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적인 의미로 받아들여져서는 안 되며, 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 정의된다.
- [0010] 도 2는 시스템(200) 일 실시형태를 예시한다. 예시된 설계는 하나의 눈을 위한 광원들 및 도파관들을 보여준다. 일 실시형태에서, 가상 현실, 증강 현실, 또는 혼합 현실 콘텐츠를 사용자에게 디스플레이하기 위한 쌍의 안경 또는 고글 내의 다른 눈에 동일한 구성이 사용된다. 일 실시형태에서, 광 엔진(205)은 디스플레이(250)를 위한 이미지를 조합기 도파관(270)에 출력하며, 조합기 도파관은 아웃커플러(280)를 통해 사용자가 보기 위한 이미지를 아웃커플링한다.
- [0011] 아웃커플러(280)는 스마트 안경, 고글, 또는 유사한 투시 장치(viewing apparatus)의 렌즈에 통합될 수 있다.
- [0012] 조명 시스템(225)은 조명원(210) 및 조명 광 조합기(230)를 포함한다. 일 실시형태에서, 조명원(210)은 별개의 적색, 녹색, 및 청색 LED(215A, 215B, 215C)로 구성되며, 각각은 별개의 시준 광학계(220A, 220B, 220C)를 갖는다. 일 실시형태에서, 3개의 LED는 단일 패키지 내에 통합될 수 있고, 단일 세트의 시준 광학계를 활용한다. 일 실시형태에서, 이러한 시준 광학계(220)는 정사각형, 직사각형, 육각형, 및 원형을 포함하는 다양한 형상을 가질 수 있는 복합 포물면 집광기(CPC: compound parabolic concentrator)를 포함한다. 일 실시형태에서, 조명 시스템은 반사굴절형이다. 일 실시형태에서, 시준 광학계(220)는 굴절 광학계를 포함한다. 일 실시형태에서, 시준 광학계(220)는 회절 광학계를 포함한다. 일 실시형태에서, 시준 광학계(220)는 CPC 및 굴절 또는 회절 광학계의 조합을 포함한다. 일 실시형태에서, 조명원(210)은 마이크로 LED 어레이이다. 일 실시형태에서, 조명원(210)은 하나 이상의 레이저이다.
- [0013] 조명원(210)으로부터의 광은 조명 도파관(230)에 인커플링된다. 조명 도파관(230)은 또한 조명 시스템으로 지칭될 수 있으며, 프리즘, X-큐브, 또는 다른 유형의 조명 광 조합기로 대체될 수 있다. 일부 구현예에서, 아래에 도시된 바와 같이, 조명 도파관(230)은 광 조합기 및 시준 광학계로 대체될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 조명 시스템은 아래에서 설명되는 바와 같이, 광이 통과하는 조합기 도파관의 일부에 의해 대체될 수 있다. 조명 도파관(230)은 짧은 도파관으로 도시되어 있지만, 그 길이는 광원(210)으로부터의 광을 조합기로 이동시키도록 조절 가능할 수 있다.
- [0014] 일 실시형태에서, 인커플러들(235)은 색선별 필터(dichroic filter)들일 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 인커플러들(235)은 회절 격자들이다. 일 실시형태에서, 인커플러들(235)은 체적 홀로그램들이다. 일 실시형태에서, 인커플러(235)는 미러이고, 조명원(210)으로부터의 색상들은 조명 도파관(230)에 커플링되기 전에 조합된다. 다른 유형의 인커플러(235)를 사용할 수 있다.
- [0015] 조명 도파관(230)의 아웃커플러(240)는 조합기 도파관 인커플러(275)의 전방에 위치하며 광기계 시스템(290)을 향해 광을 지향시킨다.
- [0016] 광기계 시스템(290)은 일 실시형태에서 투사 광학계(255) 및 LCOS 패널(250)을 포함한다. 일 실시형태에서, 아웃커플러(240)는 프로젝터의 출사 동공의 영역과 일치하도록 크기가 정해지고, 아웃커플링된 광의 각도는 투사 광학계(255)의 시야와 일치된다. 일 실시형태에서, 아웃커플러(240)는 하나 이상의 편광 빔 스플리터이다. 일 실시형태에서, 아웃커플러(240) 빔 스플리터는 유전체 필름들로 제조된다. 일 실시형태에서, 아웃커플러(240) 빔 스플리터는 와이어 그리드 편광기로 제조된다. 일 실시형태에서, 아웃커플러(240)는 하나 이상의 부분 반사형 요소이다. 일 실시형태에서, 아웃커플러(240)는 회절형 요소이다. 일 실시형태에서, 회절형 요소는 표면 릴리프 격자이다. 일 실시형태에서, 회절형 요소는 체적 홀로그램이다. 다른 유형의 아웃커플러(240)를 사용할 수 있다.
- [0017] 조명 도파관(230)에서 출사한 후, 광은 투사 광학계(255)를 통해 LCOS 패널(250)의 표면으로 이동한다. 투사 광학계(255)는 하나 이상의 렌즈 및 다른 광학 요소를 포함한다. 투사 광학계는 LCOS(250)과 선형으로 정렬되어 도시되어 있지만, 실제 구성에서 아웃커플러(240)에 의해 출력되는 광은 임의의 각도로 재지향될 수 있다.
- [0018] 일 실시형태에서, 조명 도파관(230)이 편광 선택적 아웃커플러(240)를 사용하지 않는 경우, 편광 필터(260) 또



는 빔 스플리터가 투사 광학계에 포함된다. 조명 도파관으로부터 입사광이 편광되는 경우에는 편광 필터(260)가 클린업 필터로 사용될 수도 있다. 입사광이 편광되지 않은 경우, 편광 필터(260)는 조명 도파관과 LCOS 패널 사이의 어디에나 위치될 수 있다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(230)으로부터의 광이 편광되는 경우, 편광 필터는 조명 도파관과 LCOS 패널 또는 LCOS 패널과 조합기 도파관의 인커플러 사이의 어느 위치에나 있을 수 있다. LCOS 패널(250)은 광의 편광을 변조하고 이를 투사 광학계(255)를 통해 다시 반사시킨다. 변조된 광의 일부는 조명 도파관 아웃커플러(240)를 통과하여 조합기 도파관(CWG: combiner waveguide)(270)의 인커플러(275)로 입사된다.

- [0019] 일 실시형태에서, 조명 도파관(230)에서 출사되어 LCOS 패널(250)에 도달하는 모든 조명 광은 또한 투사 광학계의 제한 출력 동공(limiting output pupil)을 형성하는 광의 체적 내에 속한다. "투사 광학계의 제한 출력 동공"은 디스플레이가 투사 광학계에 의해 지원되는 최대  $f/\#$ 에서 조명되는 경우에 투사 광기계 시스템(290)에 의해 형성되는 가상의 출사 동공으로 정의된다.
- [0020] 여기에서, 광기계 시스템(290)은 광 경로를 제한하는 설계 내의 임의의 기계 구성요소들뿐만 아니라 광학 요소들을 의미한다. 일 실시형태에서, 추가적인 광은 제한 출력 동공 외부에서 조명 시스템에서 출사되지만, 광의 이 부분은 LCOS 패널(250)에 도달하지 않는다.
- [0021] 일 실시형태에서, 조명 시스템에서 출사되어 LCOS 패널(250)에 도달하는 광은 투사 광학계(255)의 모든 요소를 통과한다.
- [0022] 가능한 다수의 상이한 조명 도파관(IWG: illumination waveguide)의 배열이 있다. 일 실시형태에서, 도 2에 도시된 바와 같이, IWG(230)는 CWG(270)와 투사 광학계(255) 사이에 있고, IWG(230)는 직선형이다.
- [0023] 일 실시형태에서, 조명 시스템의 제한 구경과 이미징 동공은 둘 다 투사 광학계의 제한 출력 동공 내에 있지만 시스템의 광축을 따라 동일 평면에 있지 않다(즉, 이들은 투사 광학계에서 광축 방향을 따라 다른 거리를 갖는다). 또 다른 실시형태에서, 조명 동공 및 이미징 동공은 시스템의 광축을 따라 동일 평면에 있다.
- [0024] 일 실시형태에서, 시스템은 조명 도파관(230)의 아웃커플러 상에 굴절력(optical power)을 추가할 수 있다. 굴절력은 편광 특이적일 수 있다. 일 실시형태에서, 이는 조합기 도파관(270)의 인커플러(275)에 대해 굴절력이 아웃커플링된 광에만 적용되고 조명 도파관 아웃커플러(240)를 통과하는 광에는 적용되지 않는다는 것을 의미한다.
- [0025] 도 3은 조명 시스템이 코너를 포함하는 대안적인 구성의 일 실시형태를 예시한다. 일 실시형태에서 조명 시스템은 LED들(310), 시준 광학계(315), 조명 도파관(330) 및 터닝 커플러(335)를 포함한다. IWG(330)는 터닝 커플러(335)를 사용하여 LED들(310)로부터의 광을 코너 주위로 조향한다. 일 실시형태에서, 터닝 커플러(335)는 표면 릴리프 격자이다. 일 실시형태에서, 터닝 커플러(335)는 미러이다. 일 실시형태에서, 터닝 커플러(335)는 반사형 요소이다.
- [0026] 이 실시형태에서, 조명 도파관(330)은 2개의 부분, 입력부(320) 및 출력부(325)를 포함한다. 입력부(320)는 인커플러를 포함하는 반면, 출력부(325)는 아웃커플러(340)를 포함한다. 2개의 피스가 직각으로 예시되어 있지만, 구성은 출력부(325)와 비교하여 벗어난 평면을 포함한 다양한 각도에서 조명 도파관(330)의 입력부(320)를 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 도파관(320)의 입력부는 터닝 커플러(335)를 사용하여 회전될 수 있는 임의의 각도로 있을 수 있다. 도파관(330)의 입력부(320)는 Z축(용지로부터 돌출함)을 포함하여 3차원 모두를 따라 연장될 수 있다. IWG(330)의 아웃커플러(340)에 의해 아웃커플링된 광은 투사 광학계(355)를 거쳐 LCOS(350)로 간다. LCOS(350)에 의해 복귀된 변조된 광은 조합기 도파관(370)의 인커플러(375)로 투사 광학계(355)를 다시 통과한다.
- [0027] 또 다른 실시형태에서, 조명 도파관은 만곡 요소를 포함한다. 도 4는 만곡된 요소를 포함하는 조명 도파관의 일 실시형태를 예시한다. 광원(410)으로부터의 광은 조명 도파관(430)을 만곡시킴으로써 조향된다. 도파관의 만곡부(422)는 유연할 수도 있고 강성일 수도 있다. 일 실시형태에서, 이 구성의 조명 도파관(430)은 3개의 부분, 즉 입력부(420), 출력부(425), 및 이들 사이의 만곡부(422)를 갖는다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(430)의 만곡부(422)는 광섬유 케이블이다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(430)의 만곡부(422)는 광섬유 다발이다. 또 다른 실시형태에서, 조명 도파관(430)의 만곡부(422)는 광 가이드이다. 예시는 만곡부(422)가 조명 도파관(430)의 입력부(420) 및 출력부(425)와 함께 한 평면에 있는 것으로 도시하고 있지만, 여러 요소들이 한 평면에 있지 않고 오히려 어떤 식으로든 각을 이룰 수 있다. 만곡부(422)를 갖는 조명 도파관을 사용하는 이점은 조명 도파관(430)의 입력부(420)와 출력부(425)의 상대적인 위치 설정(positioning)이 임의의 관계를

가질 수 있고 임의의 거리에 있을 수 있다는 것이다. 인커플러(475) 및 아웃커플러(480)를 갖는 나머지 요소들, 투사 광학계(455), LCOS(450), 조합기 도파관(470)은 일 실시형태에서는 전술한 구성과 유사하게 동작한다.

- [0028] 도 5는 편광 빔 스플리터가 요소의 시프팅을 가능하게 하는 데 사용되는 조명 도파관의 일 실시형태를 예시한다. 일 실시형태에서, 편광 빔 스플리터(560)는 도 5에 도시된 바와 같이 조명 도파관(530)의 아웃커플러(540)와 투사 광학계(555) 사이에 위치한다. 이는 투사 광학계(555)의 재배향을 가능하게 하며 LED(510) 및 시준 광학계(515)를 포함한 광원의 교호 위치 설정을 가능하게 한다. 다른 구성을 사용할 수 있다. 조명 및 광학계 모듈(505)은 조합기 도파관(570)의 인커플러의 중심축(509)을 중심으로 임의의 각도로 회전될 수 있다. 조명 도파관(530)은 이미징 시스템(507)의 중심 광축(508) 주위로 회전될 수 있다. 조합기 도파관(570)의 인커플러(575)는 크기 및 방향이 광학계에 정합된다.
- [0029] 도 6은 투사 광학계가 반사 미러를 포함하는 구성의 일 실시형태를 예시한다. 이러한 실시형태에서, 조명 도파관(630)으로부터 LCOS 패널(650)로 광을 지향시키는 데 한 쌍의 반사 미러(665)가 사용될 수 있다. 일 실시형태에서, LED(610)로부터의 광은 편광된다. 또 다른 실시형태에서, 광은 편광 필터(617)에 의해 조명 도파관(630)에 입사하기 전에 편광되어, 조명 도파관에서 출사되는 모든 광은 균일한 편광을 갖는다. 또 다른 실시형태에서, 조명 도파관(630)은 아래에서 더 상세히 설명되는 편광 변환기를 포함할 수 있다.
- [0030] 이 구성에서, 조명 도파관(630)의 아웃커플러(640)로부터의 광은 편광 빔 스플리터(655)를 통과한 다음 1/4 파장판(660)을 통과하고, 제1 미러(665)에 의해 다시 반사된다.
- [0031] 1/4 파장판(660)으로 인해 편광이 회전되고, 편광 빔 스플리터(655)는 광을 LCOS(650)로 반사시킨다. LCOS 변조광은 이후 편광 빔 스플리터(655)를 통과하고, 제2 1/4 파장판(660)을 통과한다. LCOS 변조광은 제2 미러(665)에 의해 반사되고, 그의 회전된 편광으로 편광 빔 스플리터(655)에 의해 조합기 도파관(670)의 인커플러(675)로 반사된다. 일 실시형태에서, 조합기 도파관(670)의 인커플러(675)의 전방에 선형 편광기(690)가 있다. 따라서, 이 실시형태의 투사 광학계(652)는 2개의 미러(665), 2개의 1/4 파장판(660) 및 편광 빔 스플리터(655)를 포함한다. 미러들의 곡률은 일 실시형태에서 굴절력을 적용한다.
- [0032] 도 7a는 조명 도파관(730)의 출력과 조합기 도파관(770)의 입력이 서로에 대해 오프셋되는 이중 도파관의 일 실시형태를 예시한다. 이 경우, 조명 도파관(730)으로부터의 조명 광은 투사 광학계(755)를 통해 LCOS (750)로부터 복귀하는 광으로부터 공간적으로 오프셋된다. 이 배열은 추가적인 구성 옵션들을 허용한다.
- [0033] 일 실시형태에서, 조명 도파관(730)은 조합기 도파관(770)과 투사 광학계(755) 사이에 위치한다. 예시는 2개의 위치에서의 광파를 보여주지만, 물론 실제 광은 전체 영역에 걸쳐 연장될 것임에 유의해야 한다.
- [0034] 조명 도파관 아웃커플러(740)와 조합기 도파관 인커플러(775) 사이의 오프셋이 우측에 있는 것으로 도시되어 있지만, 당업자는 오프셋이 임의의 치수 및 임의의 방향을 따를 수 있음을 이해할 것이다. 일 실시형태에서, 인커플러(775) 및 아웃커플러(740)는 동일한 평면에 있지 않다.
- [0035] 도 7b는 이중 도파관의 변형된 버전을 예시한다. 이 실시형태에서, 조명 도파관(730)은 IWG 아웃커플러(740)를 지나 연장되지 않는다. 추가적으로, 시스템은 조명 도파관(730)의 아웃커플러(740)로부터 광이 통과하는 아웃바운드 편광기(764), 및 광이 조합기 도파관(770)의 인커플러(775)에 입사하기 전 LCOS(750)로부터 복귀할 때 통과하는 별개의 인바운드 편광기(762)를 포함한다. 일 실시형태에서, 아웃바운드 편광기(764) 및 인바운드 편광기(762)는 동일 평면 상에 있다. 또 다른 실시형태에서, 인바운드 및 아웃바운드 편광기는 동일 평면 상에 있지 않다. 일 실시형태에서, 인바운드 편광기와 아웃바운드 편광기는 그들의 빠른 축이 서로 직교하는 선형 편광기이다.
- [0036] 도 8은 조명 도파관이 조합기 도파관 뒤에 위치하는 또 다른 실시형태를 예시한다. 광은 투사 광학계(855)에 부딪히기 전에 조합기 도파관(870)을 통해 이동하는 조명 도파관(830) 아웃커플러(840)로부터의 광과 함께 도 7a 및 도 7b의 광과 유사한 패턴으로 이동한다. LCOS(850)로부터 복귀하는 광은 조명 도파관(830)을 통해 이동하지 않지만, 오히려 조합기 도파관(870)의 인커플러(875)로 직접 입사된다. 일 실시형태에서, 편광 필터(860)는 도 7b에 예시된 바와 같이 별개의 인바운드 및 아웃바운드 편광 필터에 의해 대체될 수 있다.
- [0037] 도 9는 조명 도파관이 조합기 도파관과 완전히 중첩되는 도파관들의 일 실시형태를 예시한다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(930)은 조합기 도파관(970) 뒤에 위치하고, 시준 광학계(915)로부터의 광(920)은 도 9에서와 같이 인커플러(935)를 통해 조명 도파관(930)에 입사하기 전에 조합기 도파관(970)을 통과한다.

- [0038] 도 10은 조명 도파관이 조합기 도파관에 인접한 도파관들의 일 실시형태를 예시한다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(1030)의 아웃커플러(1040)는 조합기 도파관(1070)의 인커플러(1075)에 직접 인접한다.
- [0039] 일 실시형태에서, 조합기 도파관(1070) 및 조명 도파관(1030)은 단일 피스로 제조될 수 있다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(1030)의 아웃커플러(1040)는 조합기 도파관(1070)의 인커플러(1075)로부터 광학 경계 요소(1045)를 통해 분리된다. 광학 경계 요소(1045)는 광을 2개의 도파관(1030, 1070) 사이에서 교차되지 않게 한다. 일 실시형태에서, 광학 경계 요소(1045)는 비반사형이다. 일 실시형태에서, 광학 경계 요소(1045)는 광 흡수 페인트 또는 잉크, 금속, 박막 흑색 탄소, 편광기 재료, 탄소의 층일 수 있거나, 또 다른 가시광 흡수 층을 사용할 수 있다. 일 실시형태에서, 광학 경계 요소(1045)는 해당 요소의 IWG 측면 상에서 반사형이다.
- [0040] 도 11은 조명 도파관의 아웃커플러와 조합기 도파관의 인커플러가 서로 옆에 있는 도파관들의 또 다른 도면의 일 실시형태를 예시한다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(1110)은 각각의 LED를 위한 인커플러(1115)를 갖는다. 또 다른 실시형태에서, 인커플러는 위에 도시된 바와 같이 단일 인커플러일 수 있다.
- [0041] 조명 도파관(1110)의 아웃커플러(1120)는 예시된 경우 도면 밖으로 연장될 LCOS (미도시)를 향하여 광을 아웃커플링한다. LCOS로부터의 변조된 광은 조합기 도파관(1140) 인커플러(1150)로 반사된다. 일 실시형태에서, 확장 격자(1160)가 사용되고, 광은 조합기 도파관(1140) 아웃커플러(1170)로 지향된다.
- [0042] 도 12는 조명 도파관 및 조합기 도파관 둘 모두를 형성하는 단일 피스의 유리 또는 다른 재료의 또 다른 도면의 일 실시형태를 예시한다. 이 구성에서, 도파관들은 동일 피스의 유리 상에 있을 수 있다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(1210)은 조합기 도파관(1240)에 평행하게 위치한다. 조명 도파관 아웃커플러(1220)는 광을 도파관의 평면으로부터 연장하는 LCOS(미도시)에 아웃커플링한다. LCOS에서 복귀된 광은 조합기 도파관 인커플러(1250)를 통해 조합기 도파관(1240)에 인커플링된다. 일 실시형태에서, 확장 격자(1260)는 광을 조합기 도파관 아웃커플러(1270)로 지향시킨다.
- [0043] 도 13a 내지 도 13c는 각각의 색상이 별개의 조명 도파관을 갖는 시스템의 일 실시형태의 상이한 관점들을 예시한다. 도 13a는 패턴으로 배열된 아웃커플러(1315, 1325, 1335)를 각각이 갖는 조명 도파관들(1310, 1320, 1330)을 도시하는 또 다른 도면을 보여준다.
- [0044] 조합기 도파관(1340)은 각각의 색상/조명 도파관에 대해 별개의 인커플러(1350, 1355, 1360)를 갖는다. 일 실시형태에서, 아웃커플러들(1315, 1325, 1335) 및 조합기 도파관 인커플러들(1350, 1355, 1360)의 배열은 해당하는 인커플러들 및 아웃커플러들이 정렬된 원형이다. 조명 도파관 아웃커플러들(1315, 1325, 1335)에 의해 아웃커플링된 광은 LCOS(미도시)에 의해 반사된 다음 조합기 도파관 인커플러들(1350, 1355, 1360)로 인커플링된다. 일 실시형태에서, 확장 격자(1390)는 조합기 도파관 아웃커플러(1395)에 의해 출력되기 전에 광을 확장시킨다.
- [0045] 도 13b는 연관된 광원(1370) 및 시준 광학계(1375)와 함께 3개의 조명 도파관(1310) 중 하나만을 보여주는 측면도를 예시한다. 이 도면에서 볼 수 있는 바와 같이, LED(1370)로부터의 광은 시준 광학계(1375)를 통과하고 인커플러(1305)를 통해 조명 도파관(1310)으로 입사된다. 조명 도파관의 아웃커플러(1315)는 광학계(1385)를 통해 LCOS(1380)을 향해 광을 아웃커플링한다. LCOS(1380)에 의해 변조된 광은 중간 광학계(1385)를 통과하여 조합기 도파관(1340)의 인커플러(1350)로 진행한다. 일 실시형태에서, 별개의 조명 도파관(1310, 1320, 1330)이 상이한 Z-깊이에 있을 수 있다.
- [0046] 일 실시형태에서, 각각의 색상을 위한 별개의 조합기 도파관들이 있을 수 있다. 일 실시형태에서, CWG 인커플러(1350, 1355, 1360)는 상이한 Z-깊이에 있을 수 있다.
- [0047] 도 13c는 각각 해당하는 시준 광학계 및 조명 도파관을 갖는 3개의 분리된 광원을 도시하는 다른 관점을 보여준다. 이 도면에서는 LED들이 중간 광학계(1385)와 일직선에 있는 것처럼 보이지만 실제로는 LED들이 Z축(용지의 안쪽 또는 바깥쪽으로 방향)에서 제거된다.
- [0048] 도 13d는 각각의 색상을 위한 별개의 조합기 도파관들(1396)이 있는 대안적인 실시형태를 도시한다. 일 실시형태에서, 조합기 도파관(1396)은 조명 도파관의 변위에 대응하는 패턴으로 서로 변위된 CWG 인커플러들(1350, 1355, 1360)과 함께 서로 적층된다. 도면에는 중첩되어 도시되어 있지만 CWG 인커플러들(1350, 1355, 1360)은 서로 변위되어 있다.
- [0049] 도 14a 및 도 14b는 양안 디스플레이를 위한 도파관 시스템의 일 실시형태를 예시한다. 일반적으로 모든 설계는 양안 사용을 위한 것이지만, 도 14a 내지 도 14b에 도시된 실시형태에서, 양안 설계는 단일 조명 도파관

(1410)을 활용한다. 이 실시형태에서, 조명 도파관(1410)은 광원들(1420)을 포함하고, 일 실시형태에서 광은 시준 광학계(1425)를 통해 조명 도파관(1410)에 입사된다. 조명 도파관(1410)은 2개의 아웃커플러(1430, 1435)를 포함하며, 제1 아웃커플러(1435)를 통해서 제1 편광을 갖는 광이 아웃커플링되고 제2 아웃커플러(1430)를 통해서 제2 편광을 갖는 광이 아웃커플링된다.

[0050] 각각의 아웃 커플러(1430, 1435)는 연관된 중간 광학계(1440, 1445) 및 LCOS(1450, 1455)를 갖는다. 일 실시 형태에서, 선택적 편광 필터(1447, 1442)는 광학계(1440, 1445)와 LCOS(1450, 1455) 사이, 또는 아웃커플러(1430, 1435)와 광학계(1440, 1445) 사이, 또는 아웃커플러(1430, 1435)와 인커플러(1465, 1475) 사이에 위치할 수 있다. LCOS(1450, 1455)로부터 복귀하는 광은 다시 각각의 인커플러(1465, 1475)를 통해 광학계(1440, 1445)를 통해 조합기 도파관들(1460, 1470) 중 적절한 하나로 지향된다. 도 14b는 도 14a에 도시된 쌍안 디스플레이의 일 실시형태의 또 다른 도면이다. 도시된 바와 같이 조명 도파관(1410)이 우측 확장 격자(1490)와 중첩되는 것처럼 보이지만, 2개는 Z축을 따라 변위되므로 조명 도파관은 조합기 도파관들(1460, 1470) 위 또는 아래에 있다.

[0051] 도 15는 이동 가능 디스플레이(movable display)와 함께 사용되는 도파관들의 일 실시형태를 예시한다. 이동 가능 디스플레이는 조향 요소를 활용하여 사용자를 위한 이미지를 투시 영역 내에 배치한다. 일 실시형태에서, 조향 가능 디스플레이는 필드 디스플레이라고도 하는 고정 디스플레이와 조합하여 표시된다. 일 실시형태에서, 조향 가능 요소는 미러이다. 일부 실시형태에서, 위치 설정은 고해상도 조향 가능 이미지를 사용자의 중심와 (fovea) 중앙에 배치하는 것일 수 있다. 일 실시형태에서, 이동 가능 디스플레이는 2개의 디스플레이부, 제1 해상도를 갖는 조향 가능 디스플레이, 및 더 낮은 제2 해상도를 갖지만 더 큰 시야를 갖는 조향 불가능 또는 필드 디스플레이를 포함한다. 일 실시형태에서, 시스템은 "Steerable High-Resolution Display"라는 명칭의 미국 특허 제10,514,546호의 조향 가능 디스플레이 및 필드 디스플레이를 활용하며, 이 특허는 그 전체가 본원에 인용되어 포함된다.

[0052] 조명 도파관(1510)은 인커플러(1515)를 통해 광원들(1514)로부터 광을 수광한다. 조명 도파관(1510)의 아웃커플러(1520)는 제1 세트의 광학계(1525)를 통해 광을 지향시킨다. 일 실시형태에서, 조명 도파관(1510)의 아웃커플러(1520)는 이 설계에서 2개의 편광의 광을 모두 사용하기 때문에 편광 선택적이지 않다. 편광 빔 스플리터(PBS)(1530)는 광을 분할하고, 그에 따라 제1 편광을 갖는 광은 필드 디스플레이 LCOS(1540)로 계속 진행하고 제2 편광을 갖는 광은 조향 가능 광학계(1560)로 반사된다. 필드 디스플레이 LCOS(1540)로부터의 광은 다시 필드 디스플레이 LCOS(1540)로부터 PBS(1530)를 통해 조합기 도파관(1550)의 인커플러(1555)로 지향된다.

[0053] PBS(1530)에 의해 조향 가능 광학계(1560)로 반사된 광은 조향 요소(1570)로 지향된다. 조향 요소(1570)는 이미지부를 위한 광을 출력을 위해 적절한 위치에 위치시키고 최종 광학계(1580)를 통해 조향 가능 디스플레이 LCOS(1585)로 통과시킨다. 조향 가능 디스플레이 LCOS(1585)로부터 복귀된 광은 조향 요소(1570)에 의해 다시 반사되고, 조향 가능 광학계(1560)를 통과하고, 조합기 도파관(1550)의 인커플러(1555)로 입사되기 전에 제1 세트의 광학계(1525)를 통해 PBS(1530)에 의해 반사된다. 이 방식으로, 조합기 도파관(1550)은 사용자에게 출력하기 위한 필드 이미지와 조향 가능 이미지 모두를 받는다. 광이 조향 가능 미러(1570)에 의해 두 번 반사되기 때문에, 조향 가능 미러(1570)의 위치는 두 번의 위치 변화를 고려하여 최종 위치가 이동 가능 이미지에 대해 선택된 목적지를 반영하도록 한다.

[0054] 일 실시형태에서, 시스템은 필드 디스플레이와 조향 가능 디스플레이를 모두 포함하는 조합된 이미지를 갖는 대신에 조향 가능 디스플레이만을 포함할 수 있다. 이러한 구성에서, PBS(1530), 조향 광학계(1560) 및 필드 디스플레이 LCOS(1540)는 제거될 수 있다. 따라서, 이 구성에서 IWG 아웃커플러(1520)로부터의 이미지는 제1 세트의 광학계를 통과하여 조향 요소로 진행하고, 조향 가능 디스플레이 LCOS(1585)로 진행해서, 복귀한다. 일부 실시형태에서, 광학계(1525, 1580) 중 또 다른 하나가 또한 제거될 수 있다. 일 실시형태에서, 이러한 구성에서 편광 필터는 제1 세트의 광학계(1525) 앞 또는 뒤에 배치될 수 있다.

[0055] 도 16은 필드 디스플레이 및 조향 가능한 디스플레이의 또 다른 실시형태를 예시한다. 이 구성에서, 광은 조향 요소(1670)로부터 단 한 번만 반사된다. 조명 도파관(1610)의 아웃커플러(1620)로부터의 광은 제1 세트의 광학계(1625)를 통과하고, PBS(1630)에 의해 필드 디스플레이 LCOS(1640) 또는 조향 가능 디스플레이 LCOS(1685)을 향해 분할된다.

[0056] 조향 가능 디스플레이 LCOS(1685)를 향해 분할된 광은 조향 광학계(1660)를 통과한다. 조향 광학계(1660)로부터의 광은 PBS(1665)에 의해 고정 거울(1695)로 반사되어 1/4 파장판(1690)을 두 번 통과한다. 그런 다음 PBS(1665)를 통과하여 조향 가능 디스플레이 LCOS(1685)로 진행한다. 조향 가능 디스플레이 LCOS(1685)로부터

의 광은 1/4 파장판(1675)을 통해 PBS(1665)에 의해 반사되고 조향 요소(1670)에 의해 반사된다. 1/4 파장판(1675)을 두 번 통과하기 때문에, 광은 PBS(1665)를 통해 조향 광학계(1660)로 돌아가고, 거기에서 PBS(1630) 및 제1 세트의 광학계(1625)를 통해 조합기 도파관(1650)의 인커플러(1655)로 진행한다. 이 구성에서, 시스템이 조향 가능 디스플레이부만을 포함하는 경우, 제1 PBS(1630), 필드 디스플레이 LCOS(1640), 및 조향 광학계(1660)는 제거될 수 있다. 일 실시형태에서, 이러한 구성에서 편광 필터는 제1 세트의 광학계(1625) 앞 또는 뒤에 배치될 수 있다.

[0057] 도 17은 별개의 아웃커플러로 필드 이미지 및 조향 가능 이미지를 위한 광을 분리하기 위해 편광 선택적인 아웃커플링 및 인커플링을 사용하는 일 실시형태를 예시한다. 조명 도파관(1710)은 각각의 편광 상태에 대해 하나씩, 2개의 아웃커플러(1720, 1745)를 포함한다. 제1 편광 상태는 제1 아웃커플러(1720)를 통해 출력되고, 필드 디스플레이 광학계(1725)를 통과하고, 필드 디스플레이 LCOS(1730)로부터 조합기 도파관(1740)의 필드 디스플레이 인커플러(1735)로 반사된다.

[0058] 제2 편광 상태의 광은 제2 조명 도파관 아웃 커플러(1745)를 통해 출력된다. 일 실시형태에서, 광은 제1 조향 가능 디스플레이 광학계(1750) 및 제2 조향 가능 디스플레이 광학계(1755)를 통과하고, 조향 요소(1760)로부터 LCOS(1770)로 반사된다. 이 실시형태는 고정 미러(1795) 및 PBS(1765)를 갖는 2개의 1/4 파장판(1790, 1775)과 쌍을 이루는 조향 요소(1760)를 도시한다. 조향 가능 미러 사용을 위한 다른 구성(도 15 참조)도 본원에서 사용할 수 있다. 일 실시형태에서, 편광 필터(1742)는 미광(stray light)을 제거하기 위해 조향 가능한 디스플레이 인커플러(1797) 앞에 위치한다. 광은 조합기 도파관(1740)에 입사하기 전에 LCOS(1770)에 의해 변조된 후 편광 필터(1742)를 통과한다.

[0059] 도 18a는 일 실시형태에서 편광 변환기를 포함하는 조명 도파관의 측면도를 도시한다. 조명 도파관(1810)은 LED(1805)로부터의 광을 위한 인커플러들을 갖는다. 조명 도파관(1810)을 따라 이동하는 광은 아웃커플러(1830)에 도달하기 전에 편광 변환기(1820)를 통과한다. 아웃커플러(1830)는 광을 광학계(1835) 및 선택적으로 편광 필터(1840)를 통해 LCOS(1845)로 안내한다. LCOS(1845)로부터의 변조된 광은 편광 필터(1840), 광학계(1835)를 통과하여 조합기 도파관(1815)의 인커플러로 진행한다. 편광 변환기(1820)의 사용은 도파관 내의 모든 광이 동일한 편광 상태를 갖는 것을 보장한다.

[0060] 도 18b는 도 18a의 편광 변환기(1820)의 일 실시예를 예시한다. 편광 변환기(1820)는 도파관(1810)을 가로지르는 편광 빔 스플리터(1850)를 포함한다. 편광 상태 1인 광의 일부는 PBS(1850)를 통과한다. 편광 상태 2인 부분은 미러(1860) 또는 제2 PBS로 반사된다. 미러(1860)는 반파장판(1870)을 통과한 광을 반사한다. 반파장판은 광의 편광을 변경하므로 도파관의 광은 모두 편광 상태 1이다. 이 방식으로, 편광 변환기(1820) 이후의 조명 도파관(1810) 내의 모든 광은 편광 상태 1이다.

[0061] 이는 2가지 두께를 갖는 조명 도파관을 필요로 한다. 이러한 유형의 편광 재캡처(recapture)는 편광 상태에 기초한 광 분리를 사용하지 않는 위의 임의의 설계에서 활용될 수 있다.

[0062] 도 19는 비도파관 조명 시스템을 갖는 시스템의 일 실시형태를 도시한다. LED들(1910)로부터의 광은 시준 광학계(1930)를 통과하고 광 조합기(1920)에 의해 조합된다. 일 실시형태에서, 조명 광 조합기(1920)는 X-큐브 프리즘 또는 조명 프리즘이다. 다른 유형의 조명 광 조합기가 사용될 수 있다. 광 조합기(1920)의 출력은 일 실시형태에서 시준 광학계(1930)의 제2 부분을 통과한다. LED들(1910), 조명 광 조합기(1920), 및 시준 광학계(1930)는 함께 조명 시스템(1935)을 구성한다.

[0063] 시준 광학계(1930)의 제2 부분의 출력은 일 실시형태에서 조합기 도파관(1960)을 통과한다. 그런 다음 투사 광학계(1940) 및, 선택적으로 편광 필터(1945)를 통과하여 LCOS(1950)로 진행한다. LCOS(1950)에 의해 변조된 광은 투사 광학계(1940)를 통해 다시 통과하고 조합기 도파관 인커플러(1965)로 입사된다. 알 수 있는 바와 같이, 이 실시형태에서, 광은 조명 시스템(1935)에서 LCOS(1950)로, 그리고 LCOS(1950)에서 조합기 도파관 인커플러(1965)로 투사 광학계(1940)를 통과한다.

[0064] 도 20는 비도파관 조명 시스템을 갖는 시스템의 또 다른 실시형태를 도시한다. 조명 시스템(2025)은 시준 광학계(2030) 및 광 조합기(2020)를 포함한다. 조명 시스템(2025)의 출력은 PBS(2035)에 의해 반사되고, 투사 광학계(2040)를 통과한다. 광은 LCOS(2050)에 영향을 미치기 전에 선택적인 편광 필터(2045)를 통과한다. LCOS(2050)에 의해 변조된 광은 조합기 도파관(2060) 인커플러(2065)에 입사되기 전에 광학계(2040) 및 PBS(2035)를 통과한다.

[0065] 도 21a는 각각의 색상을 위한 별개의 광 및 인커플러들을 갖는 조합기 도파관의 일 실시형태를 예시한다. LED

들(2110)은 조합기 도파관(2150), 광학계(2120), 선택적인 편광 필터(2125)를 통과하여 LCOS(2130)로 진행한다. LCOS(2130)로부터의 변조된 광은 조합기 도파관 인커플러(2140)에 입사되기 전에 광학계(2120)를 통과한다. 일 실시형태에서, LED(2110)는 색상 분리되고, 각각의 색상을 위한 각각의 인커플러(2140)에 정합된다. 조합기 도파관(2150)은 광을 안내하고 조합기 도파관 아웃커플러(2160)를 통해 출력한다. 도시된 다른 도면은 광들 및 인커플러들의 구성의 일 실시형태를 예시한다. 물론, 광학계(2120)를 두 번 통과하고 LCOS(2130)에 의해 변조된 후, 시스템이 각각의 LED로부터의 광이 적절한 인커플러에 인커플링되도록 하는 한, 다른 배열이 사용될 수 있다.

[0066] 도 21b는 컬러 분리된 조합기 도파관들의 일 실시형태를 예시한다. LED 광원(2110)은 색상 분리 조합기 도파관들(2170)을 통과하여 LCOS(2130)에 의해 변조될 광학계(2120)로 진행한다. 편광 필터들(2125)은 도파관들(2170)과 광학계(2120) 사이, 또는 광학계(2120)와 LCOS(2130) 사이에 위치할 수 있다. 예시는 X-축을 따라 변위된 조합기 도파관 인커플러(2175)를 도시하지만, 도 21a에 도시된 바와 같이 변위는 2개의 축을 따라 있을 수 있다. 조합기 도파관 아웃커플러들(2180)은 일 실시형태에서 중첩되고 상이한 색상을 출력한다.

[0067] 일반적으로, 도시된 출사 동공 조명 시스템의 다양한 실시형태 사이의 변형은 다른 구성으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 조명 시스템은 조명 도파관 또는 임의의 도파관 내의 시준 광학계 및 광 조합기일 수 있다. 조명 도파관 아웃커플러에 적용된 굴절력은 조명 도파관을 포함하는 임의의 구성에 적용될 수 있다. 조명 동공과 투사 동공은 임의의 구성에서 오프셋되거나 중첩될 수 있다. 조명 광 가이드 또는 터닝 커플러의 가요성 부분은 임의의 다른 구성에도 사용될 수 있다. 따라서, 예시된 구성은 배타적인 것이 아니라, LCOS 패널로의 조명 광 및 LCOS 패널로부터의 변조된 광 모두가 광학계의 공유된 서브세트를 통과하는 다양한 방식을 포함하는 것이다.

[0068] 따라서, 본 시스템은 광이 조명 시스템에서 LCOS로, 그리고 LCOS에서 조합기 도파관의 인커플러로 광학계를 통과하는 설계를 제공한다. 따라서 광학계는 이중 목적을 제공한다. 추가적으로, 일 실시형태에서, 광학계에서 출사되어 LCOS에 도달하는 광은 또한 조명 패스(illumination pass) 상에서 광학계의 제한 출력 동공을 형성하는 광의 체적 내에 속한다. 이 설계는 사용자에게 콘텐츠를 보여주기 위해 조합기 도파관을 안경 렌즈의 일부로 사용하여 스마트 안경을 위한 메커니즘을 제공하는 데 사용될 수 있다. 그러나 LED들, 광학계 및 LCOS 요소들의 관계는 변경되지 않은 상태로 유지되어야 한다. 따라서 아래에 제시된 스마트 안경 설계는 표준 안경의 착용 가능한 편안함을 제공하는 위치에 광 엔진을 유지하게 하고 보관을 위해 안경의 아암들을 단을 수 있는 기능을 가능하게 하는 메커니즘을 제공한다.

[0069] 도 22는 도파관 디스플레이가 사용될 수 있는 스마트 안경의 일 실시형태의 예시이다. 이 구성은 고정 위치 광 엔진(2220)의 단부에 힌지(2240)를 부착한다. 고정 위치 광 엔진(2220)은 위에서 설명한 요소들, 예를 들어 광원, 광학계 및 LCOS 요소들을 포함하고, 안경(2210)의 렌즈는 이미지들을 사용자에게 디스플레이하기 위한 도파관(2230)을 포함한다. 고정 위치 광 엔진(2220)을 제공함으로써, 본 설계는 요소들의 관계가 이동하는 아암(2250)에 의해 시간이 지남에 따라 변경되지 않도록 한다. 나아가, 일 실시형태의 요소들은 손상으로부터 보호된다. 일 실시형태에서, 고정 위치 광 엔진(2220)은 그것을 보호하고 요소들 사이의 관계를 유지하기 위해 고체의 플라스틱 케이싱에 봉입되어 있다. 일 실시형태에서 도파관(2230)은 시스템이 증강 현실 또는 혼합 현실 안경에 사용될 수 있도록 하는 시스루(see-through)형이다.

[0070] 도 23a 내지 도 23c는 스마트 안경을 위한 이중 힌지 시스템의 일 실시형태를 예시한다. 시스템은 프레임(2320) 및 아암(2330)을 포함한다. 아암은 이중 힌지 배열을 통해 2개의 위치에 부착된다. 안경 프레임 측면의 부착부는 착용 시 편안함과 조정 가능성을 제공하는 플렉싱 힌지(2350)를 제공한다. 광 엔진(2360)의 하단에 부착된 폴딩 힌지(2340)는 보관을 위해 닫힌 아암들을 접을 수 있는 기능을 제공한다.

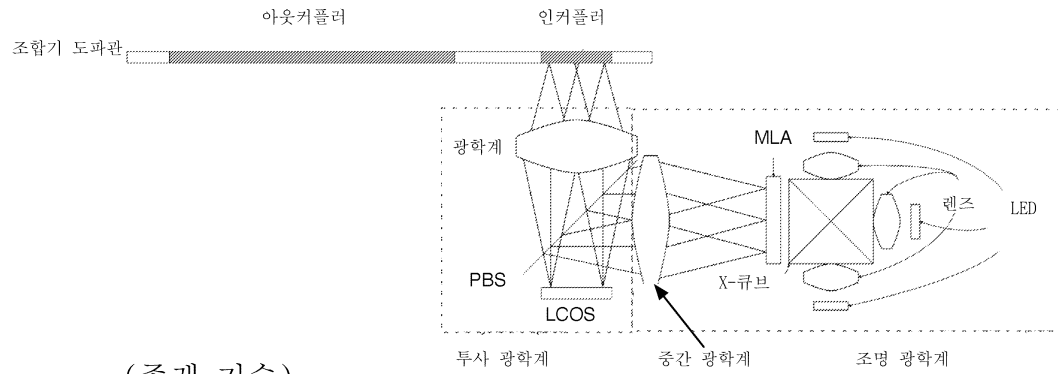
[0071] 도 24a 내지 도 24c는 절개부를 갖는 아암의 일 실시형태를 예시한다. 도시된 구성은 렌즈 립들의 상단에 부착된 단일 힌지를 제공한다. 힌지(2440)는 고정 광 엔진(2460)의 상부 및 하부에 위치하며, 절개부를 사용하여 아암(2430)을 접을 수 있게 한다. 절개부(2435)는 아암이 접힐 때 광 엔진(2460)이 아암(2430)을 통과할 수 있게 한다. 일 실시형태에서, 아암은 또한 와이어가 연결될 수 있는 케이블 라우팅(2470)을 포함할 수 있다. 이 와이어는 예를 들어 시스템의 다른 요소들을 부착하거나 전원을 공급하는 데 사용할 수 있다.

[0072] 도 24d 내지 도 24f는 절개부를 갖는 아암(2492)의 또 다른 실시형태를 예시한다. 이 구성에서, 프레임 부착 지점(2480)은 고정 광 엔진(2460) 위의 렌즈 립에 있다. 아암이 열림 위치에 있을 때 아암은 광 엔진을 보호하는 광 엔진 보호기(2490)를 갖는다. 아암이 닫힘 위치에 있을 때 광 엔진(2460)은 아암의 절개부를 통과한다. 이는 도 24f의 열림 위치 및 도 24e의 닫힘 위치에 있는 아암을 사용하여 추가로 볼 수 있다.

- [0073] 도 25a는 광 엔진을 보호하기 위한 아암의 또 다른 실시형태를 예시한다. 아암에는 절개부가 있고 회전 힌지가 광 엔진(2560)에 부착된다. 도 25b는 힌지를 위한 약간 다른 위치 설정을 예시한다. 도 25c는 힌지(2540)가 광 엔진에 부착되는 또 다른 위치를 예시한다. 일 실시형태에서, 이 구성에서는 광 엔진 케이싱이 힌지를 지지할 수 있는 고체의 플라스틱 또는 금속 재료로 제조된다. 도 25b에 도시된 구성에서, 힌지 요소(2550)는 단일 부착 지점을 갖기보다는 광 엔진(2560)의 상부 및 하부에 아암을 위한 지지가 제공되도록 분할된다.
- [0074] 도 26a 및 도 26b는 힌지형 요소의 실시형태를 예시한다. 힌지형 요소(2620, 2650)는 프레임의 상부 및 하부에 부착된다. 일 실시형태에서, 도 26a에 도시된 바와 같이, 아암(2610)은 광 엔진(2630)을 위한 절개부를 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 아암은 앞으로 접힐 수 있다. 일 실시형태에서 이들 외부 힌지는 안경 프레임의 측면에 부착된다. 알 수 있는 바와 같이 힌지 요소 자체의 형상은 변경될 수 있다. 도 26c 및 26d는 외부 힌지(2650, 2670)를 갖는 아암(2680, 2690)의 열림 및 닫힘 형태를 예시한다. 일 실시형태에서 아암은 광 엔진을 위한 아암 절개부(2675)를 갖는다.
- [0075] 도 27a 내지 도 27c는 아암이 열리거나 또는 닫히도록 회전되는 회전 힌지의 일 실시형태를 예시한다. 회전 힌지는 아암(2730)을 열고 닫는 축을 중심으로 회전하도록 구성된다. 회전 아암(2730)은 회전 힌지(2720)에 결합된다. 회전 힌지는 열린 때에 제1 위치에 있고, 닫힘 위치로 회전된다. 따라서 이 구성에서는 힌지에 굽힘 요소(bending element)가 없다. 오히려 아암은 2개의 위치 사이에서 회전한다. 일 실시형태에서, 볼 조인트, 유니버설 조인트, 볼 소켓 또는 또 다른 유형의 조인트가 사용된다.
- [0076] 도 28은 이중 힌지의 일 실시형태를 예시한다. 이중 힌지(2830)는 힌지 연결을 통해 프레임 부착부(2840)를 통해 프레임(2805)에 부착될 뿐만 아니라 아암 부착부(2845)를 통해 아암에도 부착된다. 따라서, 아암(2820)은 광 엔진(2850)에 대한 어떠한 영향도 없이 이동할 수 있다.
- [0077] 도 29a 내지 도 29d는 닫힘 위치가 렌즈들의 전방의 아암들을 갖는 전방 회전 아암을 갖는 안경의 일 실시형태를 예시한다. 도 29a는 아암이 착용 가능한 형태로 있는 열림 위치를 예시한다. 도 29b는 아암들이 렌즈의 전방에 위치하는 닫힘 위치를 예시한다. 이는 아암(2930)과 안경의 프레임에 부착된 이중 힌지(2940)를 사용하는 일 실시형태에서 구현된다. 일 실시형태에서, 힌지(2940)는 조인트 주위의 자유로운 이동을 제공하여, 아암이 안경으로부터 돌출 할 뿐만 아니라 앞으로 회전할 수 있게 한다. 일 실시형태에서, 힌지(2940)는 또한 종래의 형태의 닫힘을 허용할 수 있다.
- [0078] 도 30a 및 도 30b는 오버 엔진 힌지(3020)의 일 실시형태를 예시한다. 프레임 부착 요소는 광 엔진(3030) 위에 얹은 아암(3040)을 부착한다. 따라서, 아암(3040)은 광 엔진(3030)에 영향을 주지 않고 열림 위치와 닫힘 위치 사이에서 자유롭게 이동할 수 있다.
- [0079] 도 31은 접이식 브릿지를 갖는 안경의 일 실시형태를 예시한다. 접이식 브릿지(3120)는 안경이 접혀 닫을 수 있게 하는 중심 힌지(3130)를 포함한다. 일 실시형태에서, 중심 힌지(3130)는 접혀 있을 때 2개의 광 엔진(3140)이 서로 오프셋되어 서로 영향을 미치지 않도록 오프셋된다. 이를 통해 안경을 보다 컴팩트하게 보관할 수 있다. 일 실시형태에서, 중심 힌지(3130)는 열린 때에 열린 위치에 잠가지는 잠금 힌지일 수 있다.
- [0080] 전술한 명세서에서, 본 발명은 그의 특정한 예시적인 실시형태들을 참조하여 설명되었다. 그러나 첨부된 청구 범위에 기재된 본 발명의 보다 넓은 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 변형 및 변경이 이루어질 수 있음이 명백할 것이다. 따라서 본 명세서 및 도면은 제한적인 의미라기보다는 예시적인 의미로 간주되어야 한다.

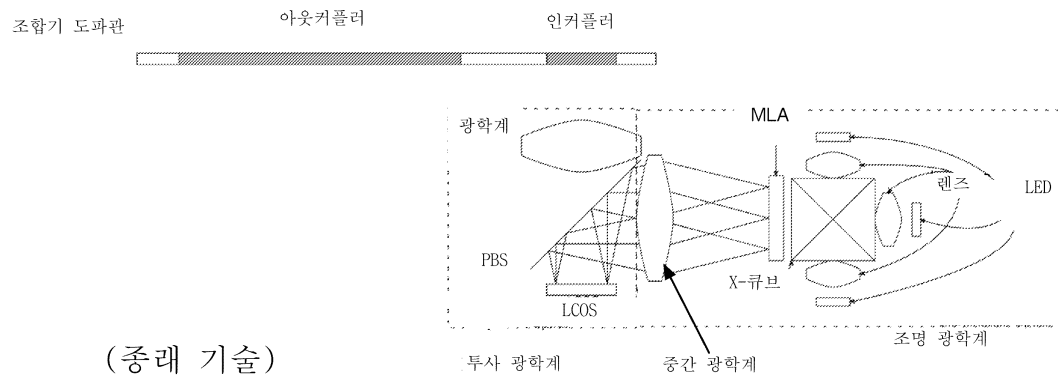
도면

도면1a



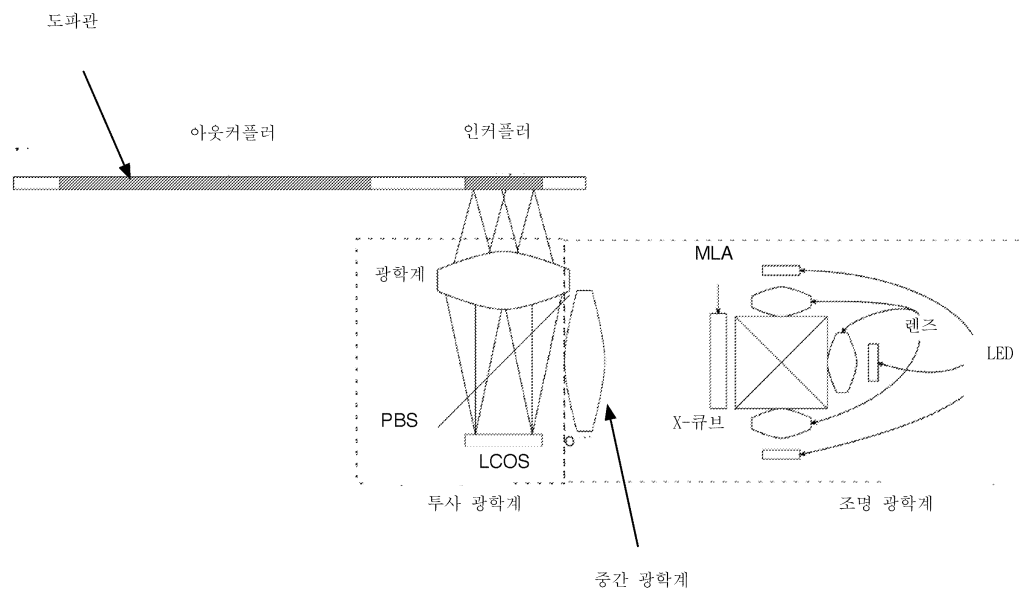
(종래 기술)

도면1b



(종래 기술)

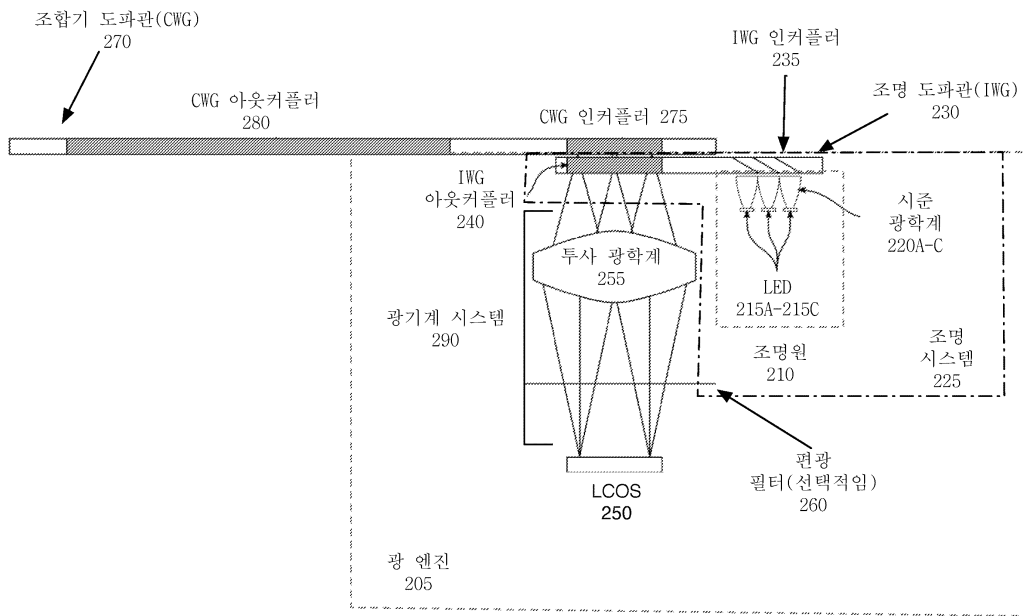
도면1c



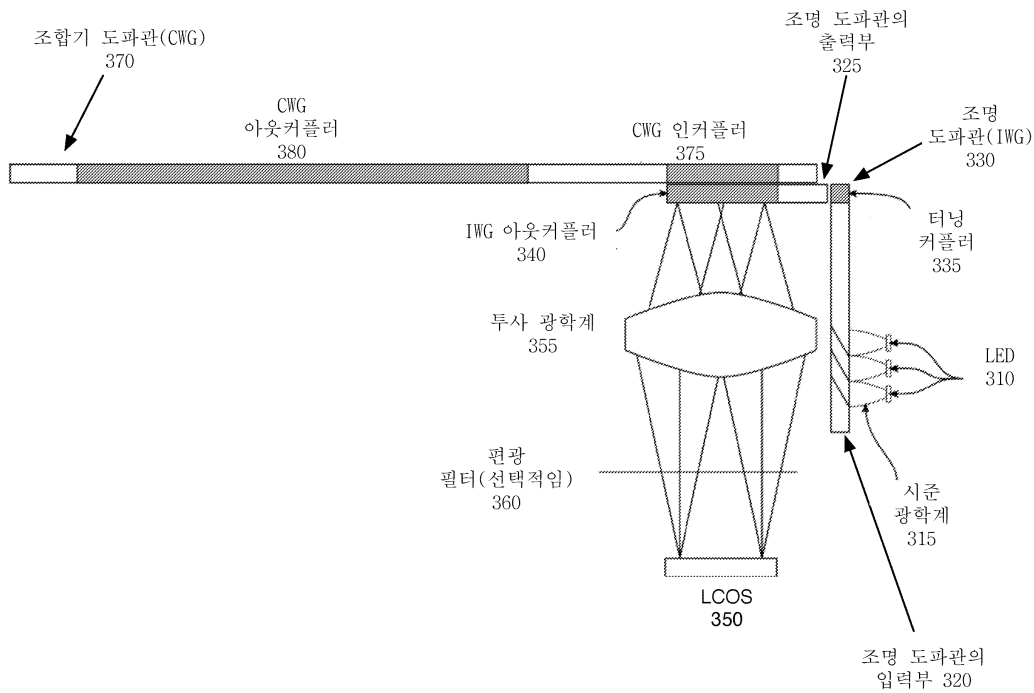
(종래 기술)



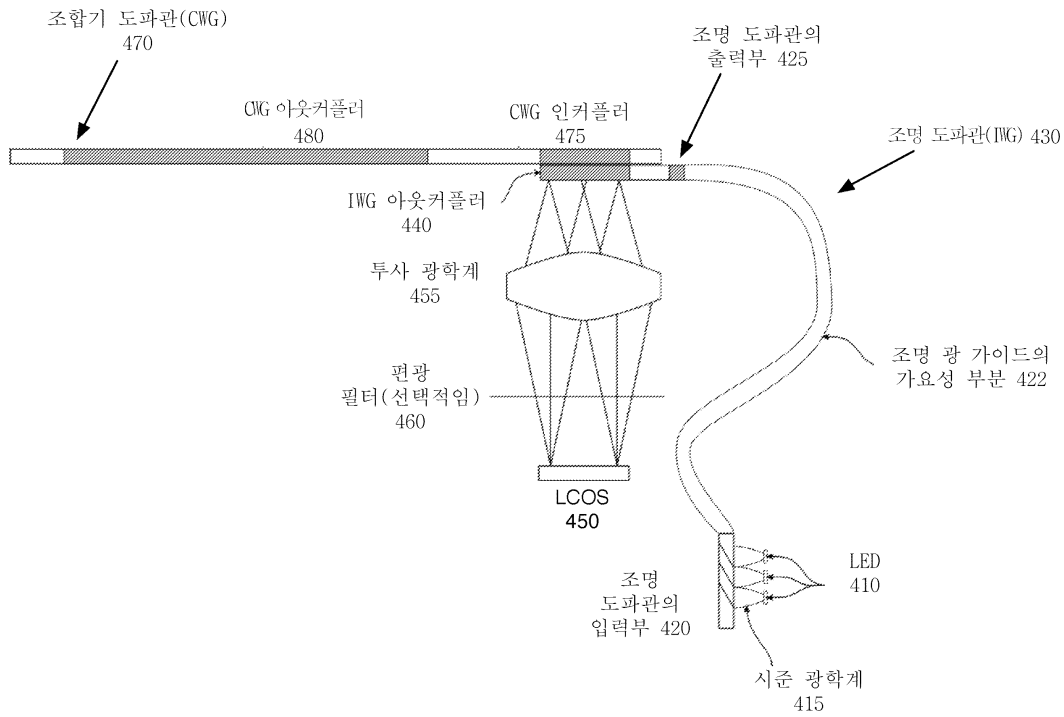
도면2



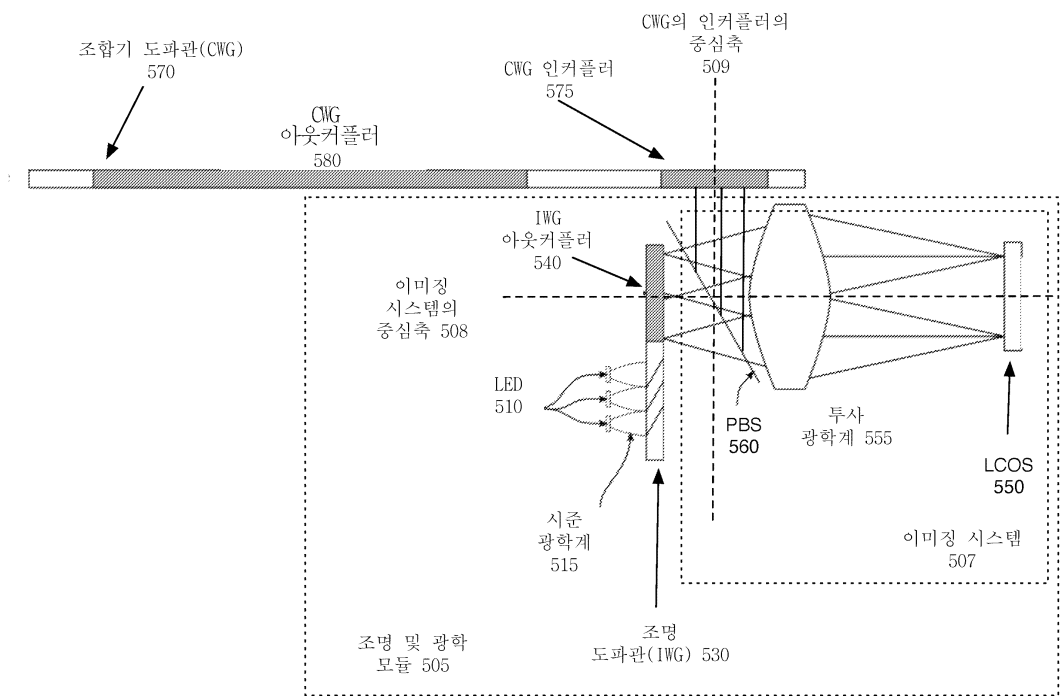
도면3



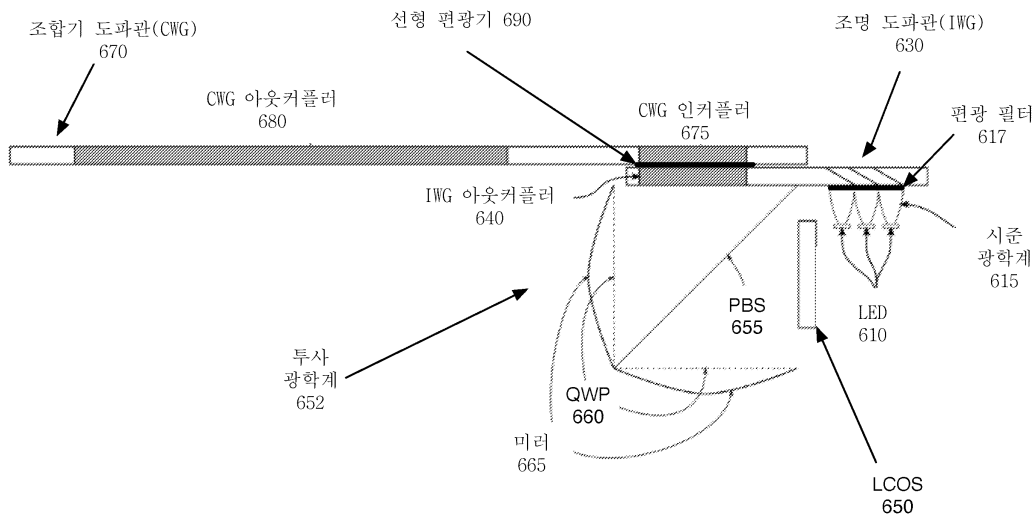
도면4



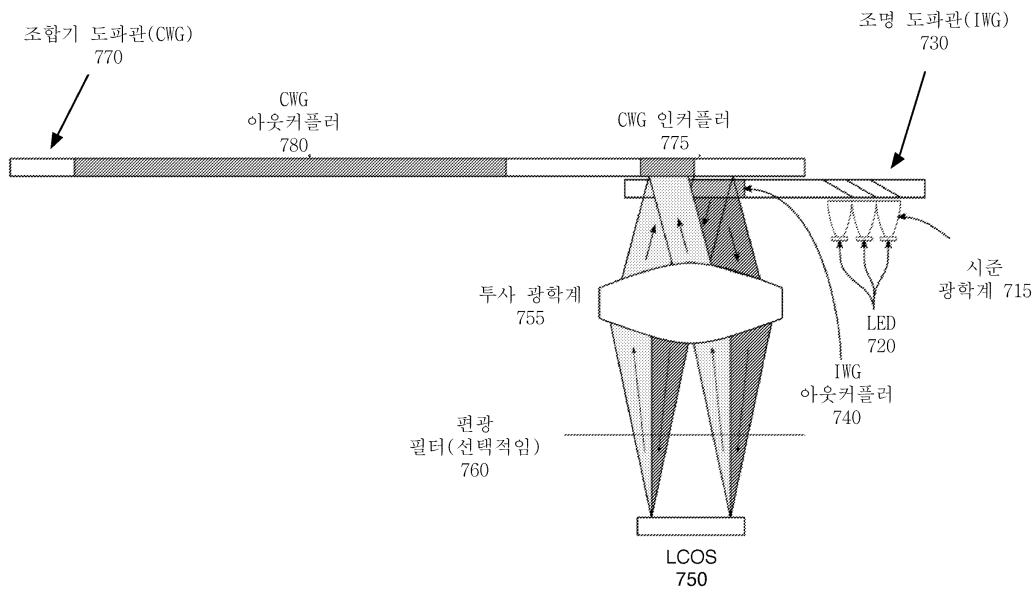
도면5



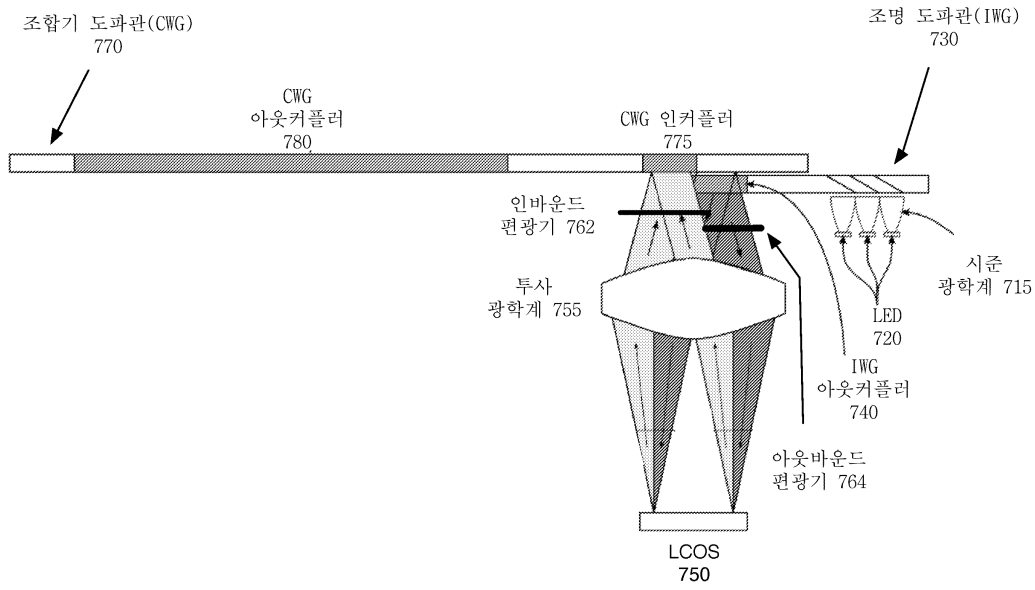
도면6



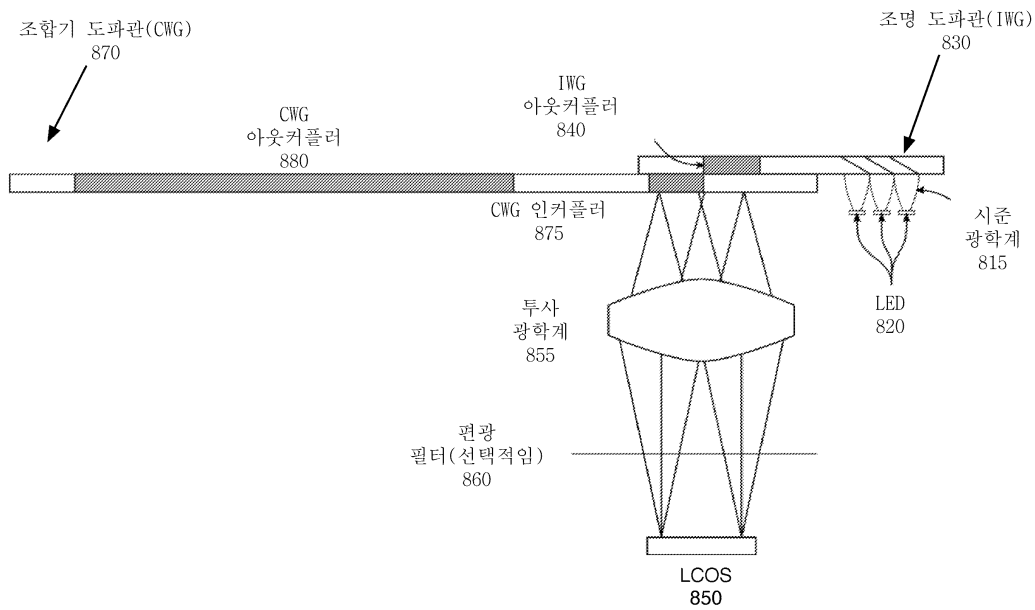
도면7a



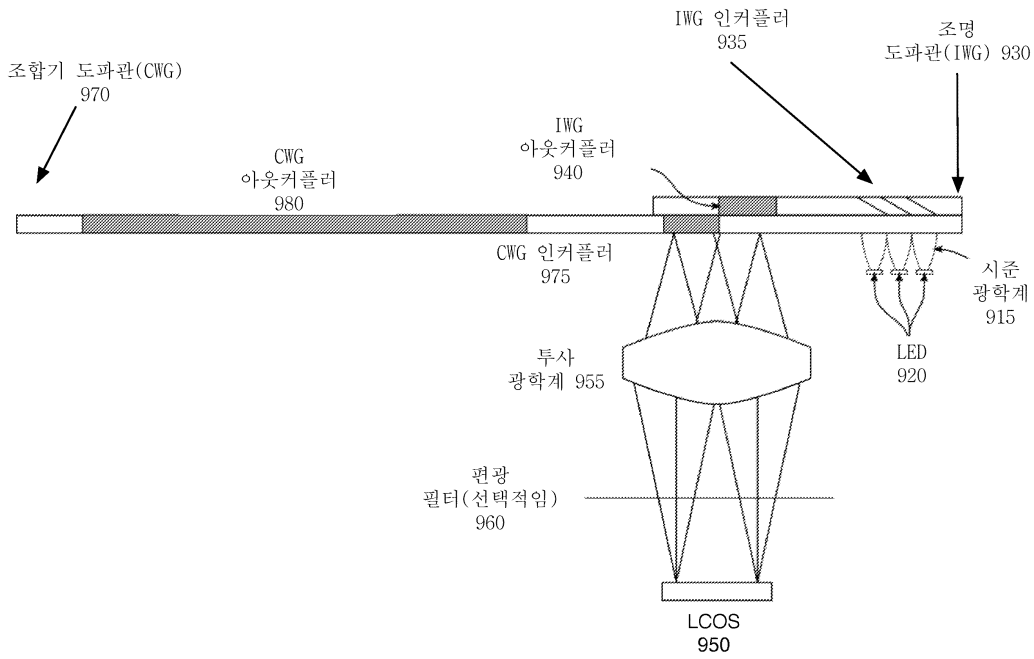
도면7b



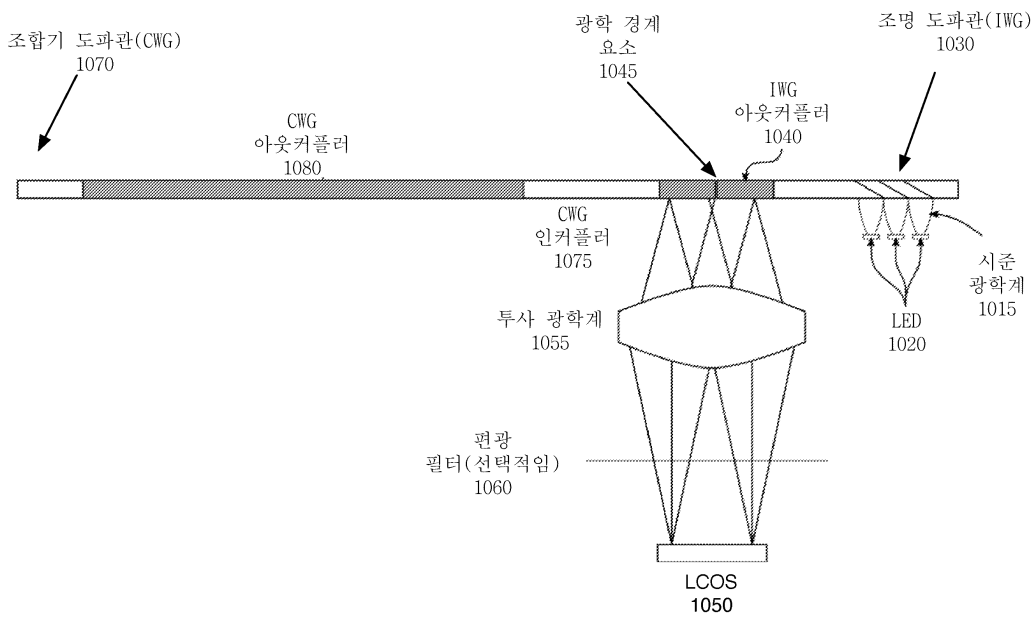
도면8



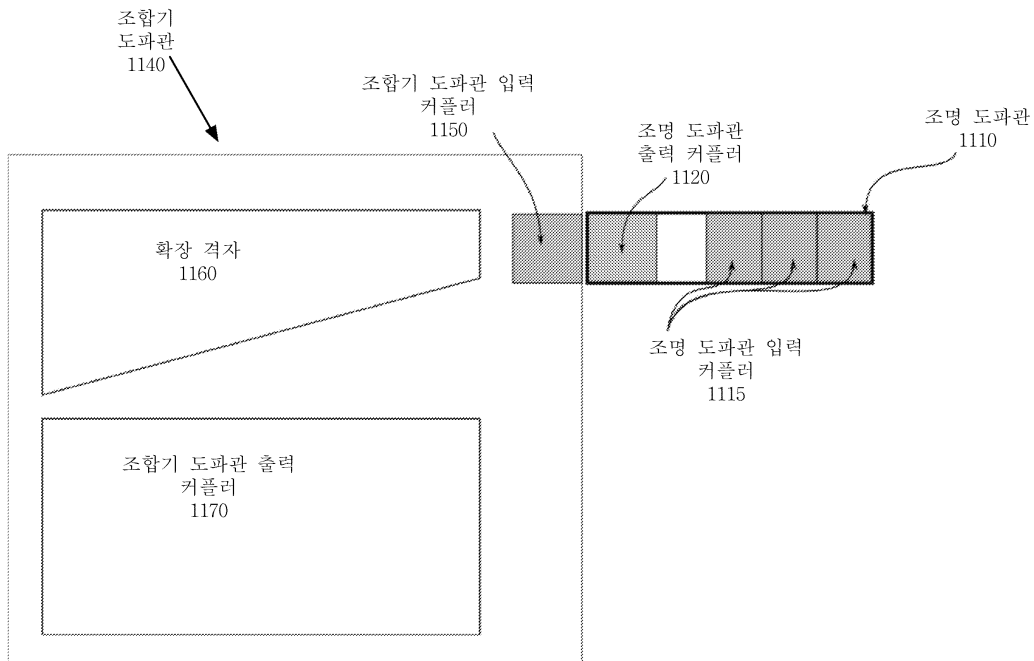
도면9



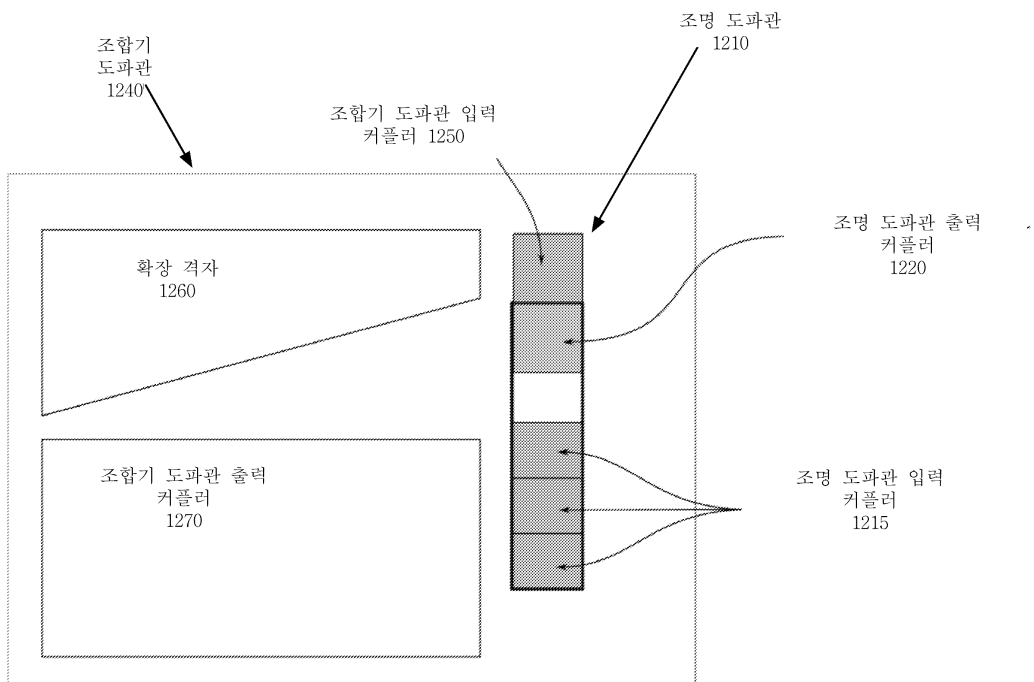
도면10



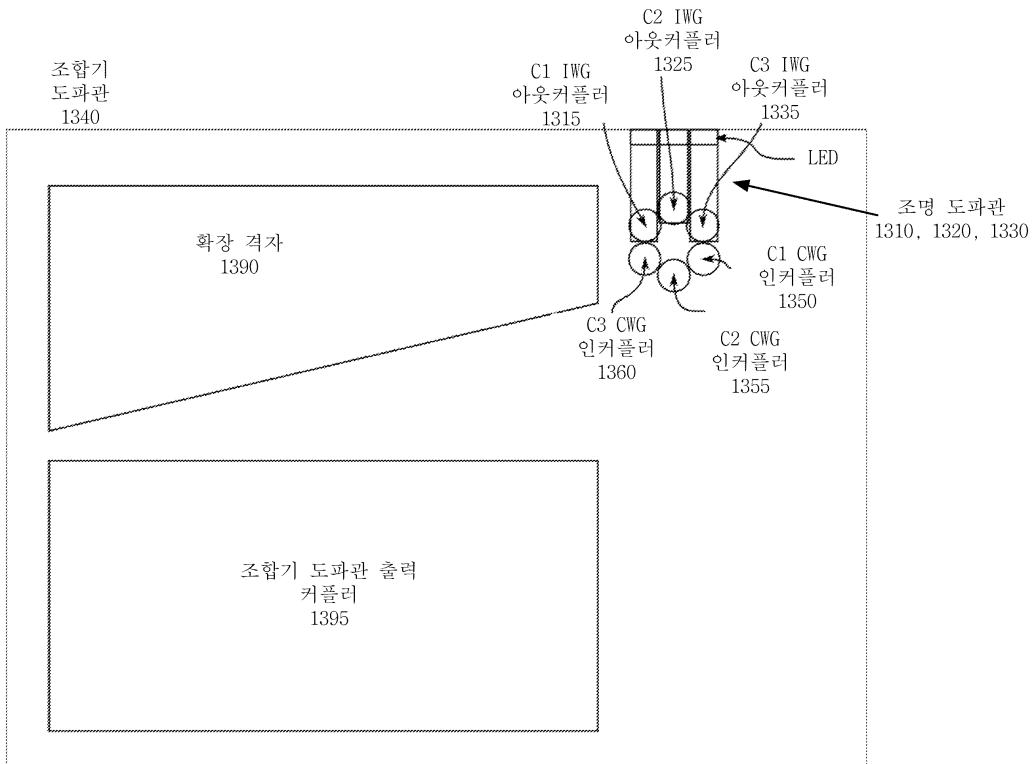
도면11



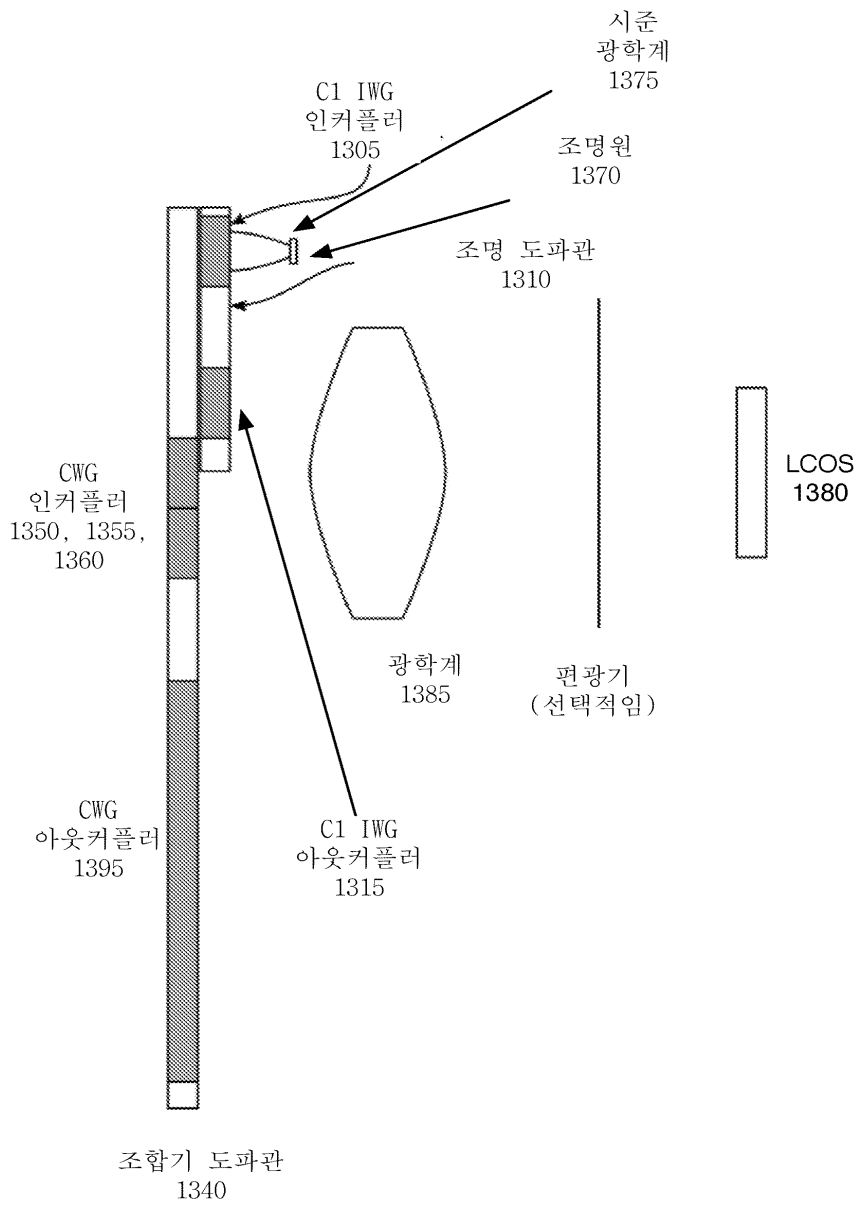
도면12



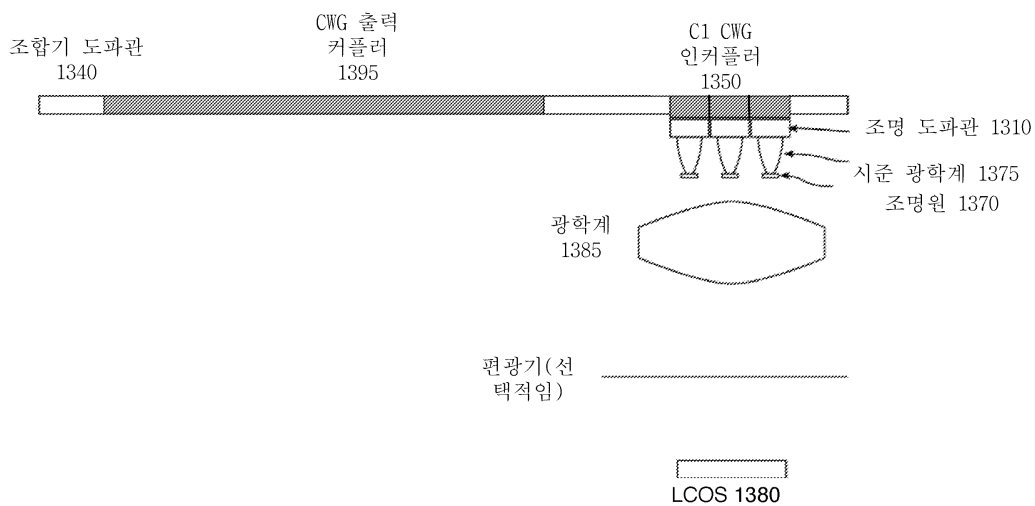
도면13a



도면13b

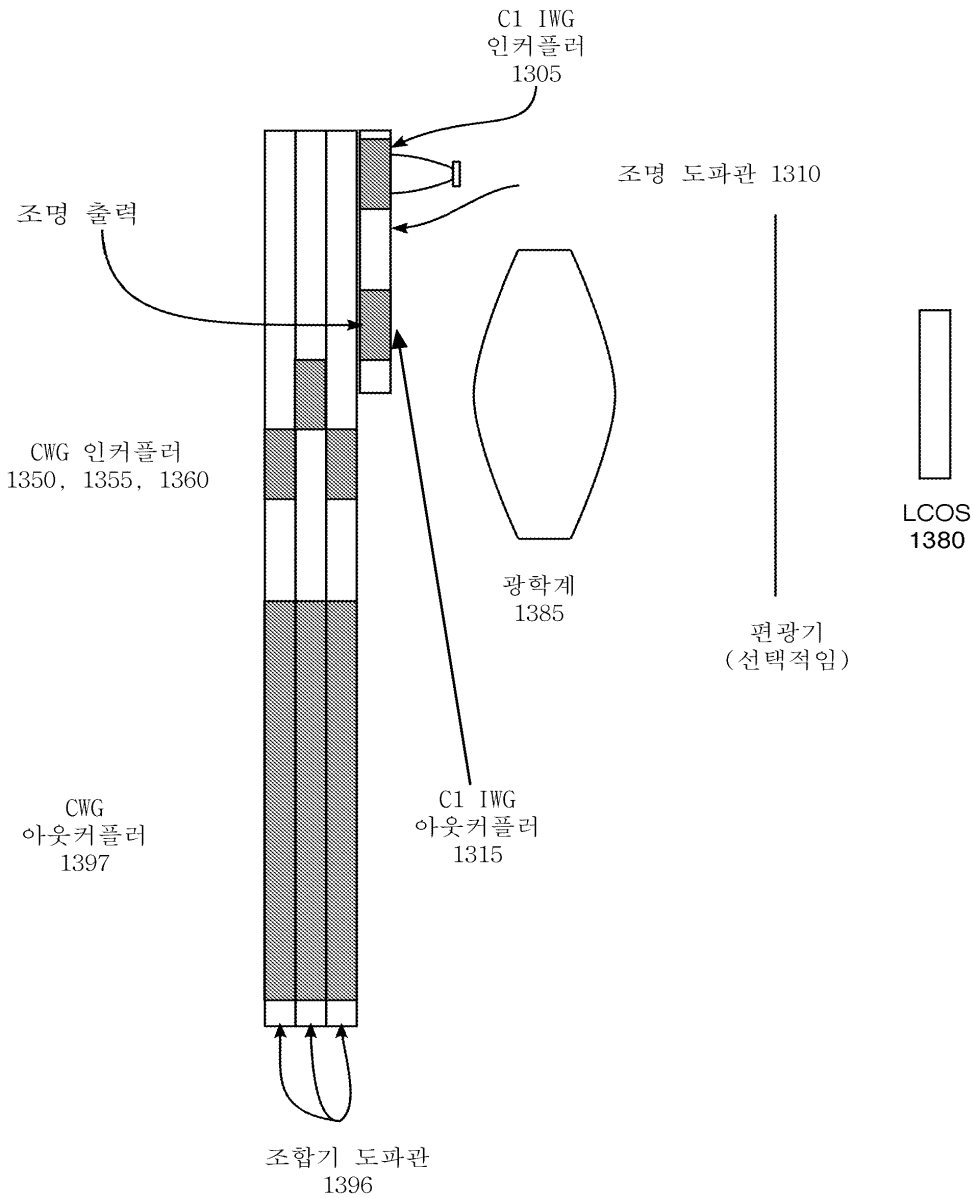


도면13c

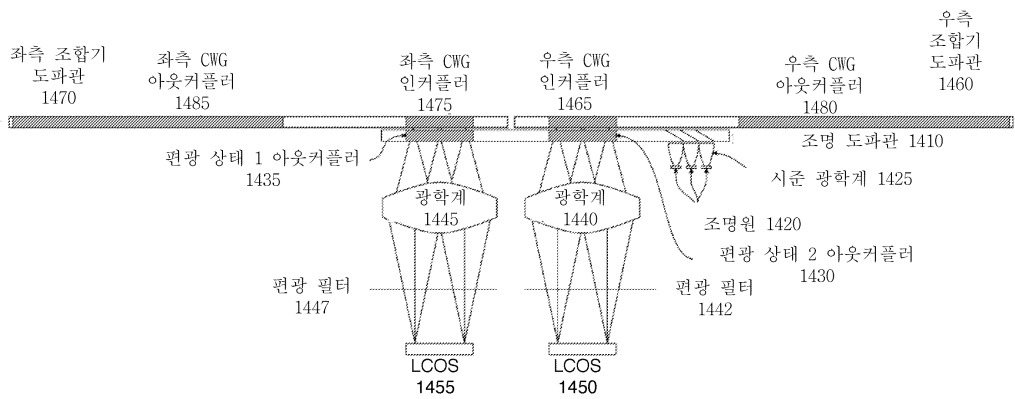




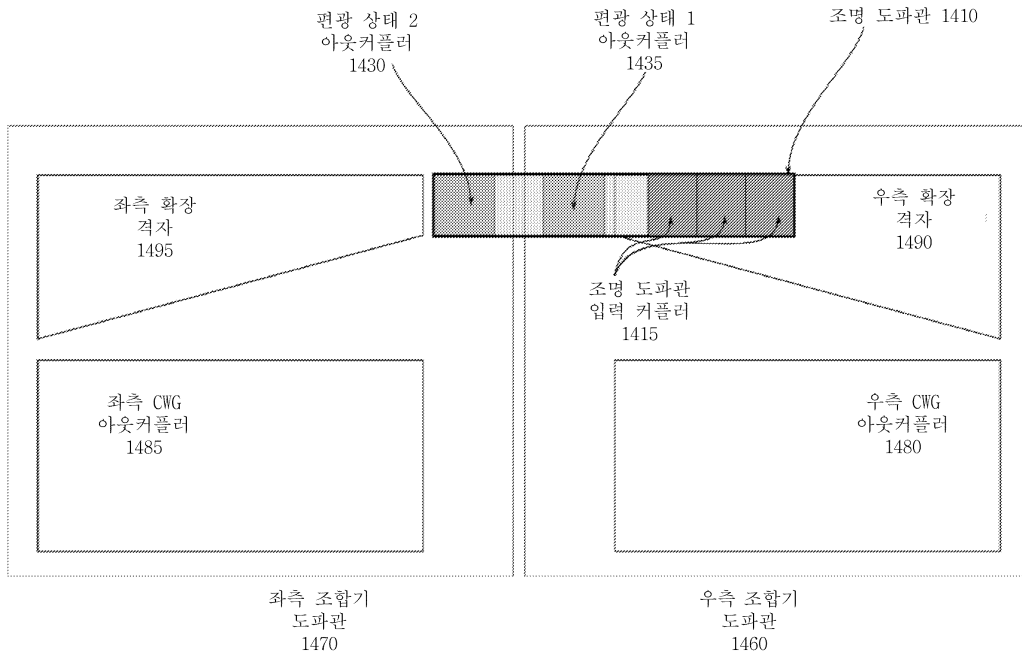
도면13d



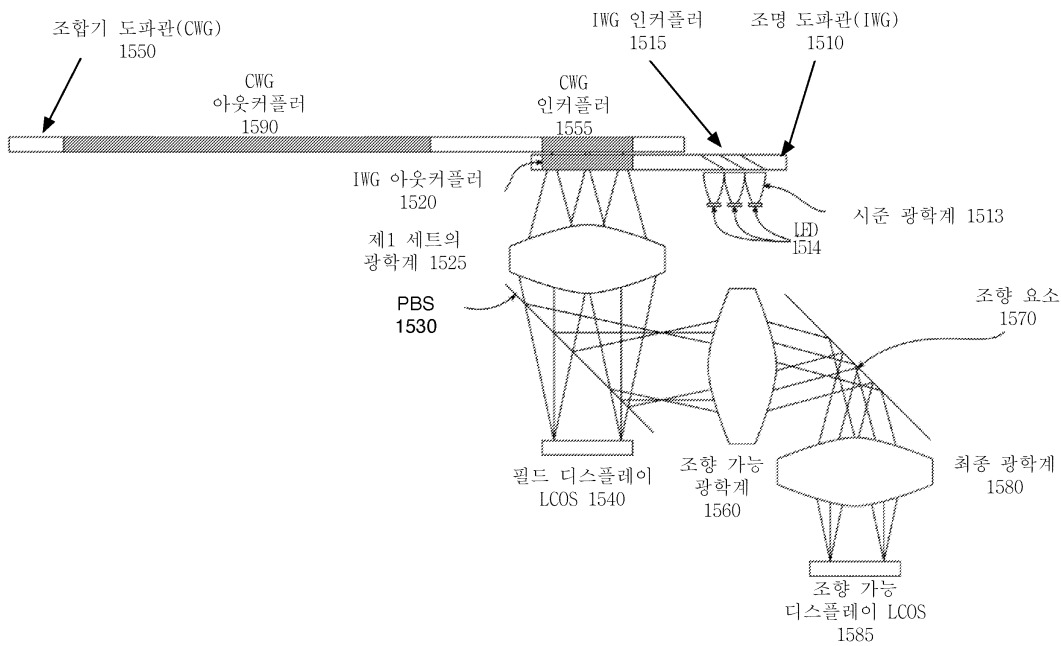
도면14a



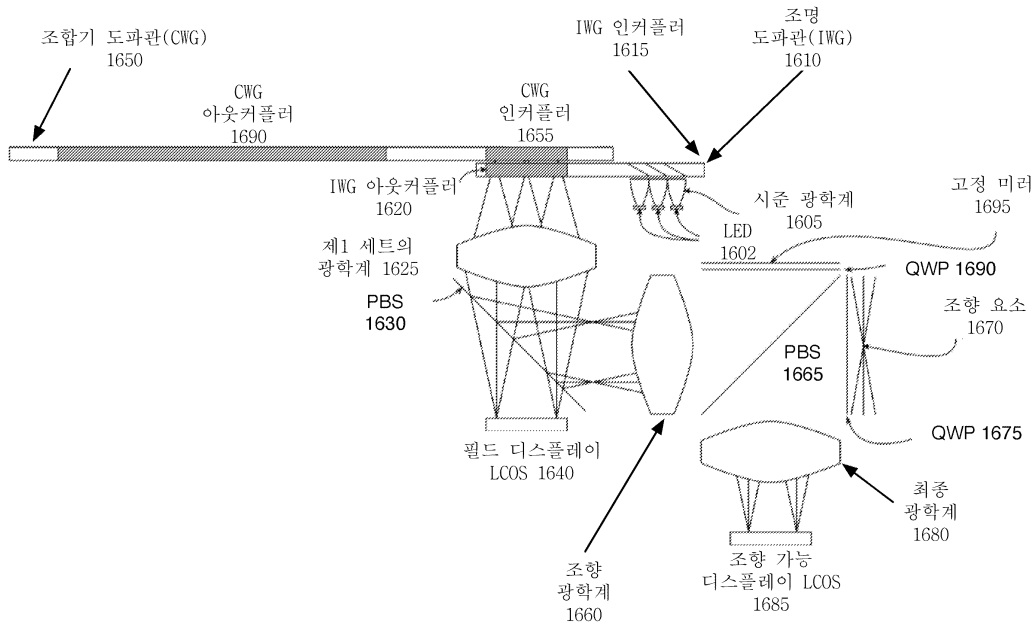
도면14b



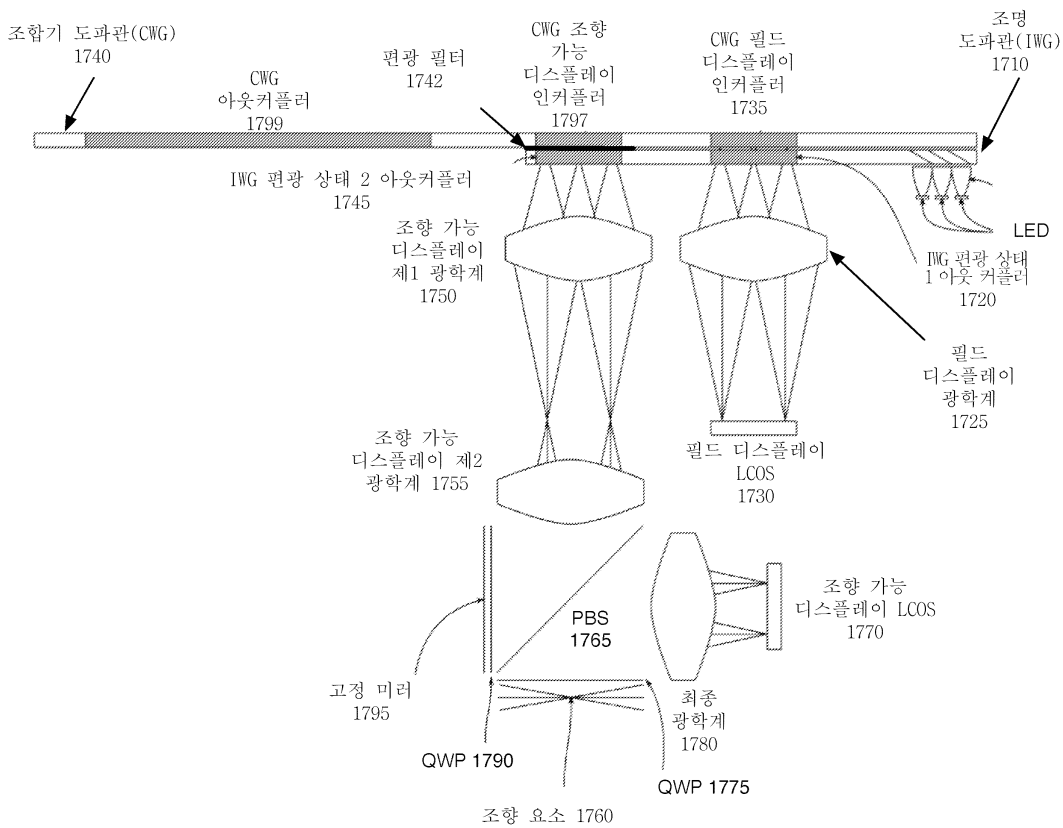
도면15



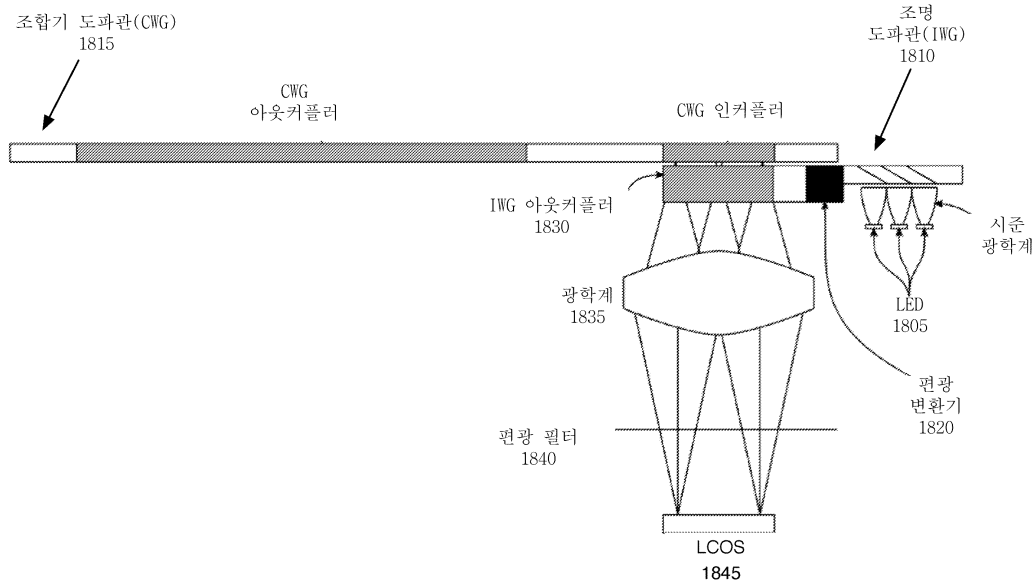
도면16



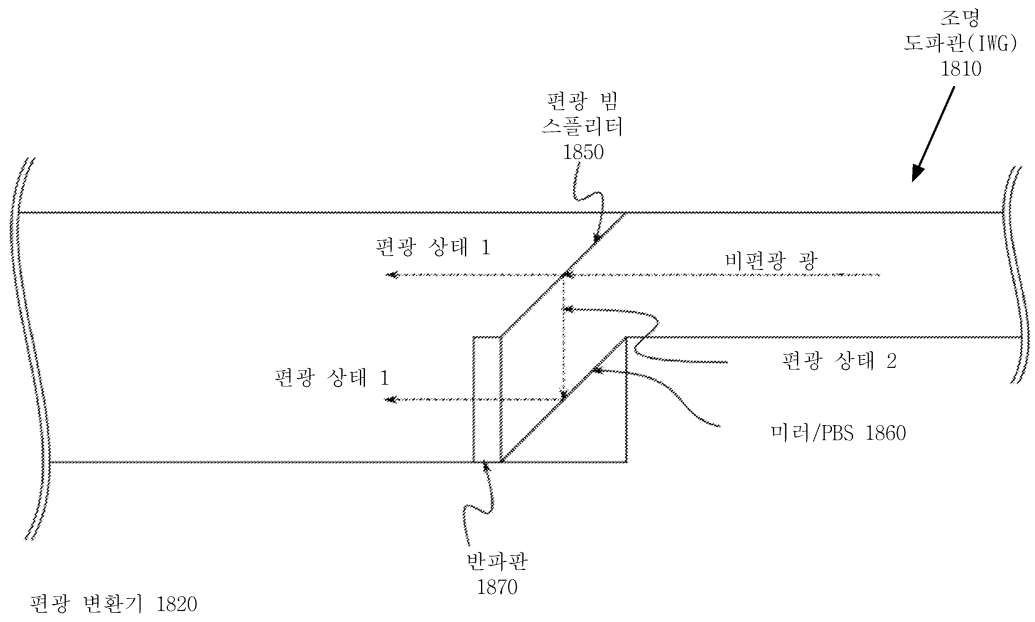
도면17



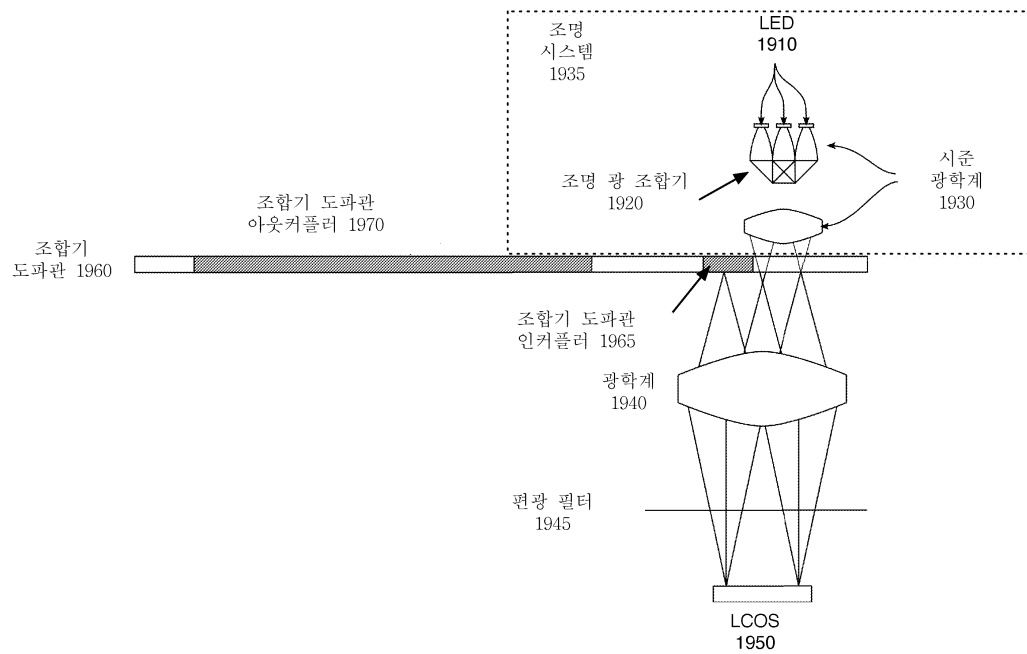
도면18a



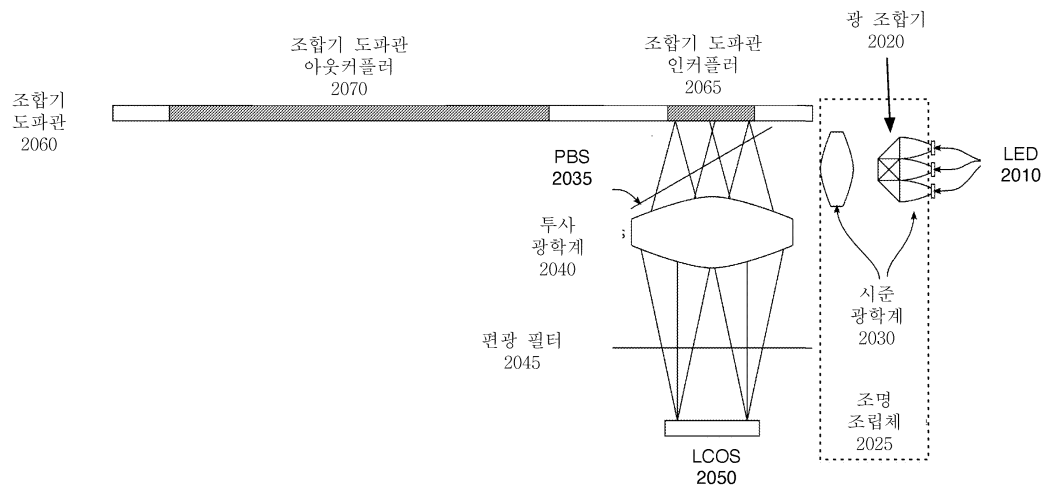
도면18b



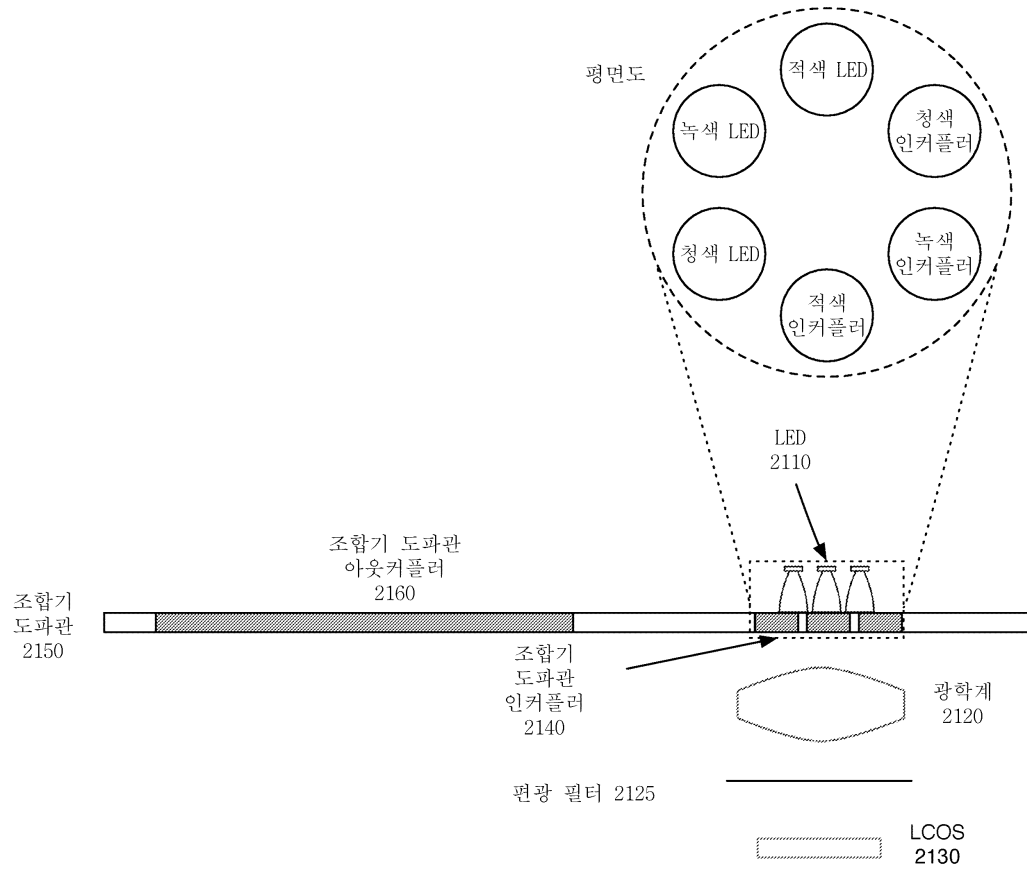
도면19



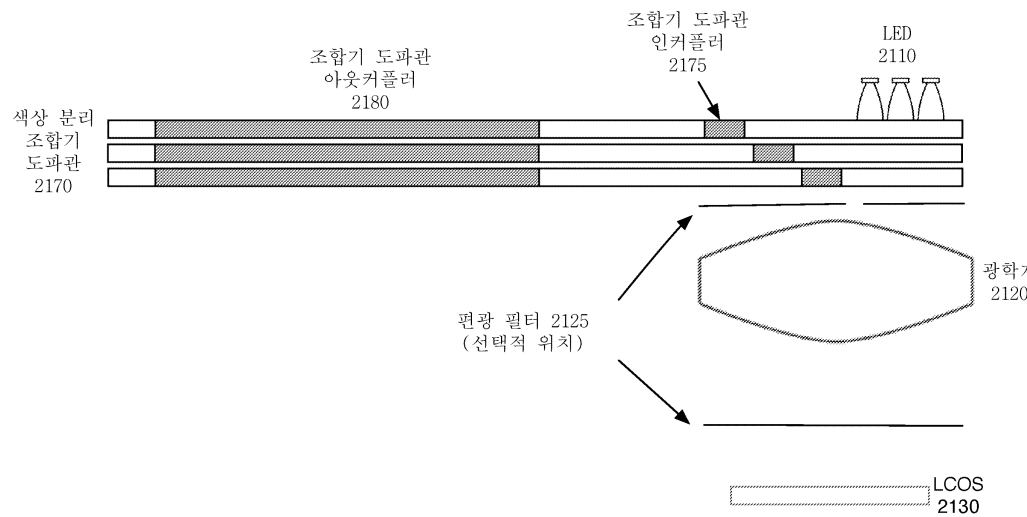
도면20



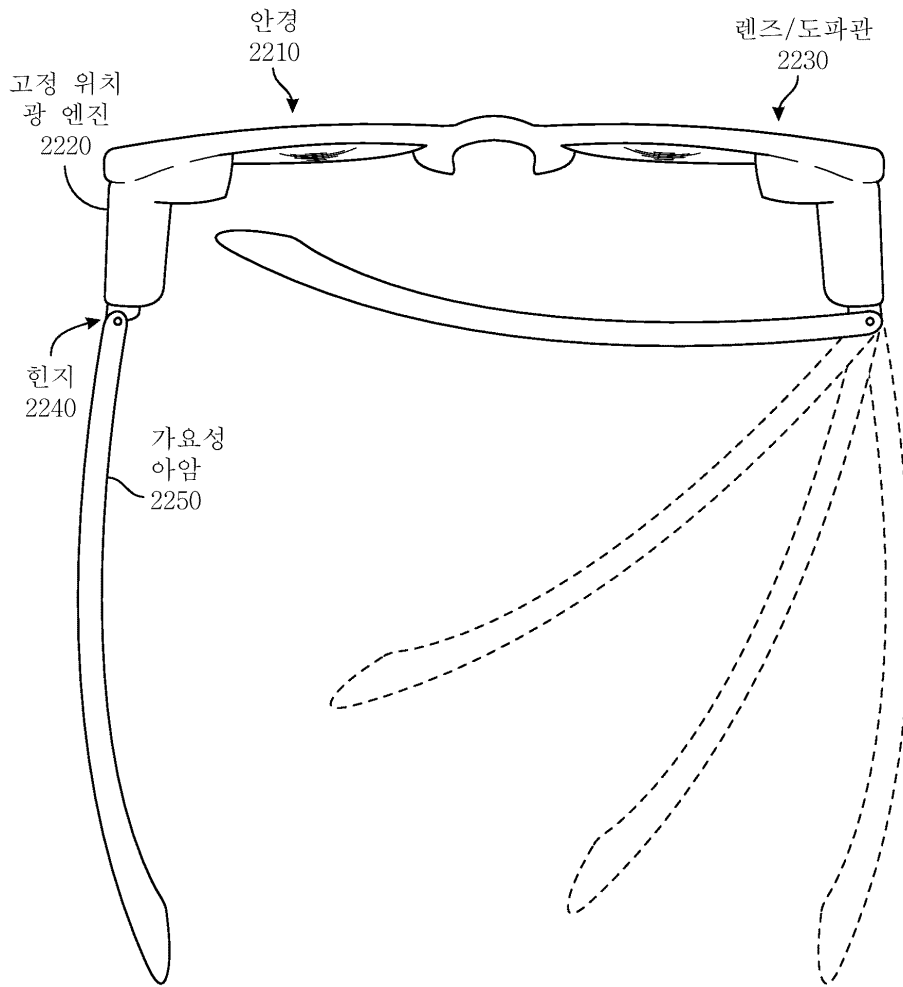
도면21a



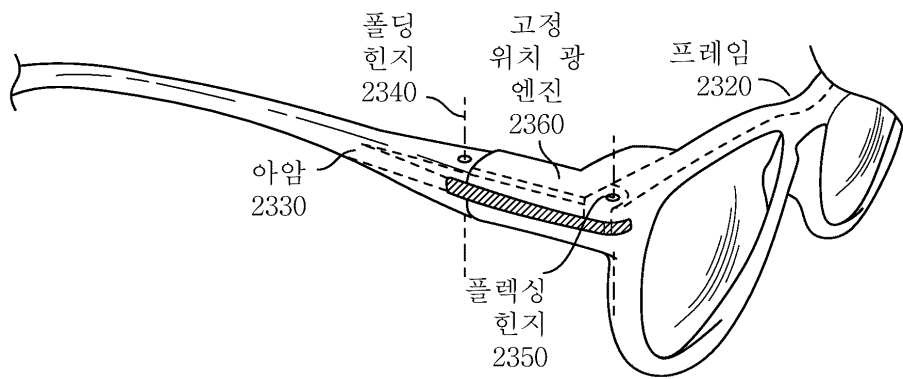
도면21b



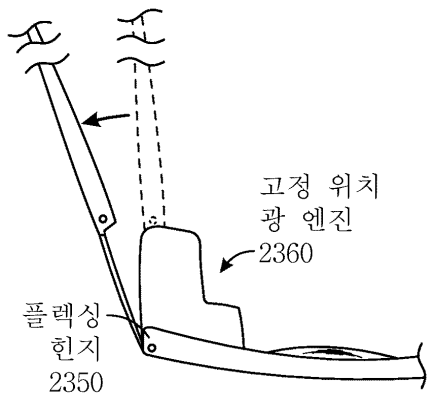
도면22



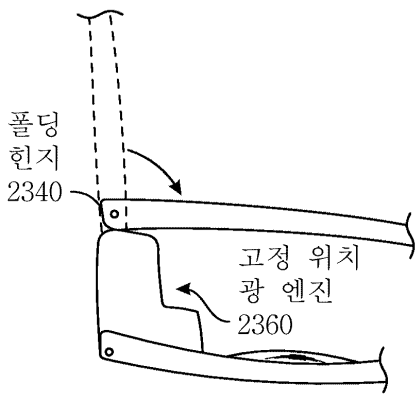
도면23a



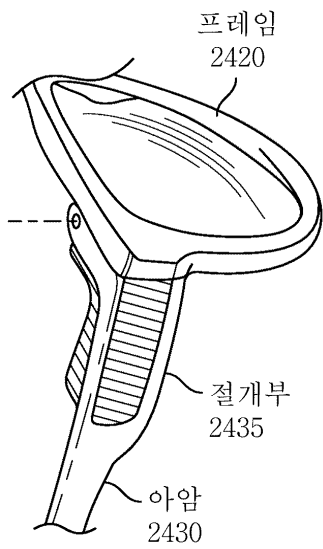
도면23b



도면23c

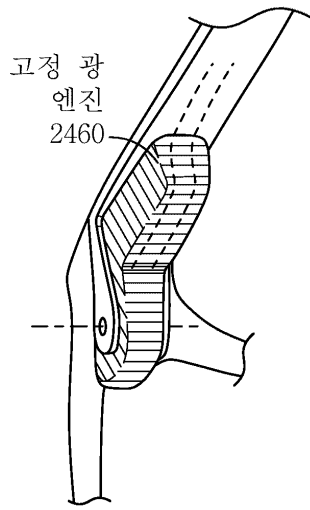


도면24a

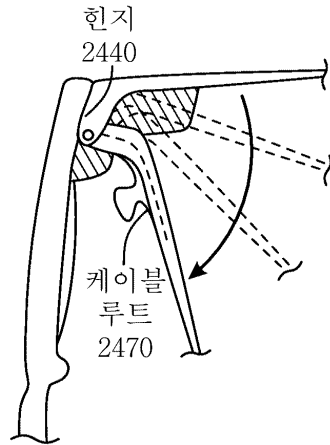




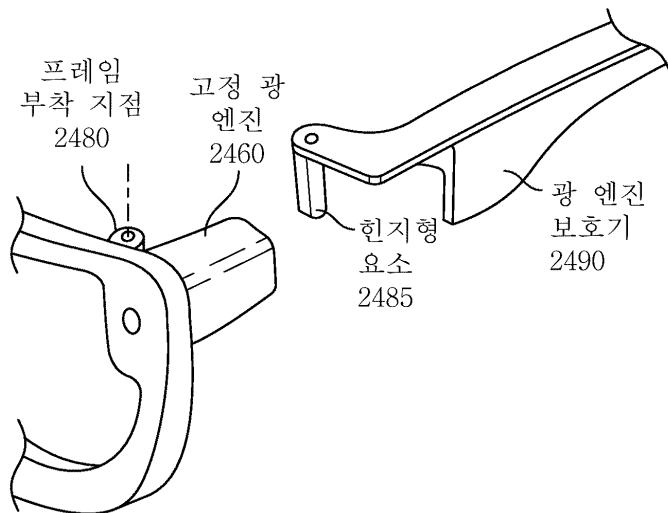
도면24b



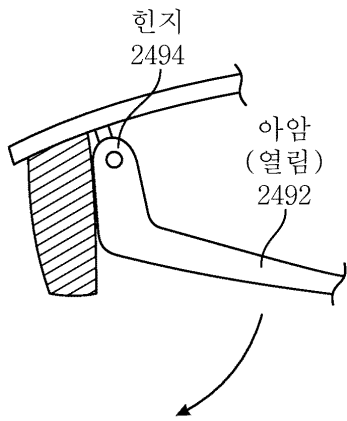
도면24c



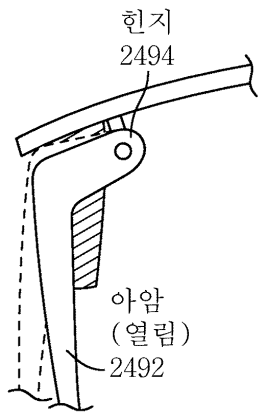
도면24d



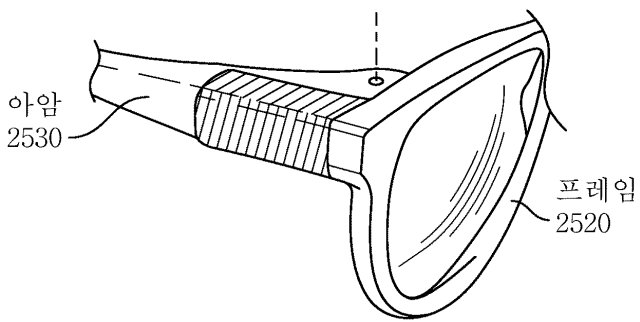
도면24e



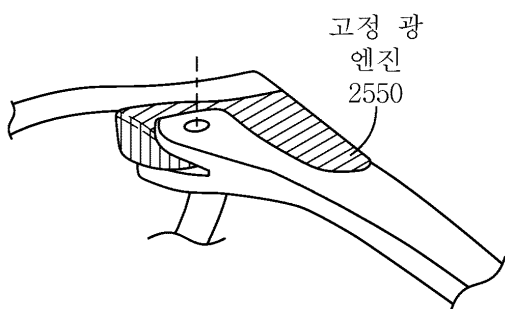
도면24f



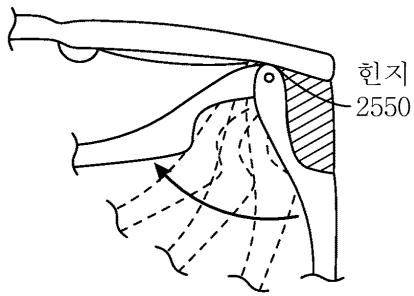
도면25a



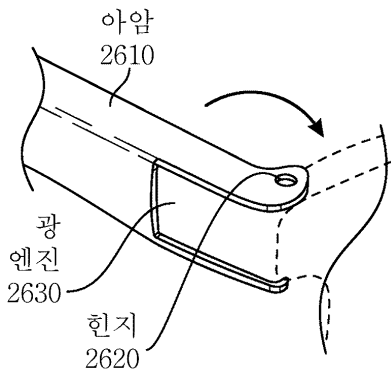
도면25b



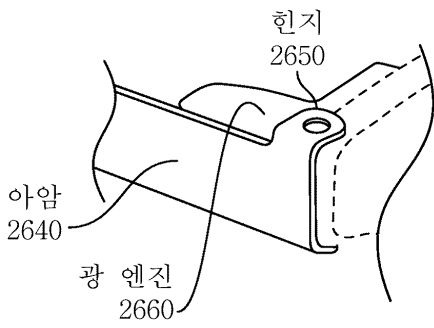
도면25c



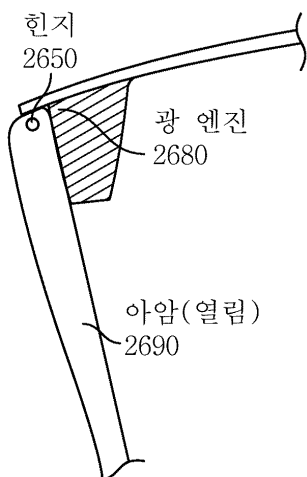
도면26a



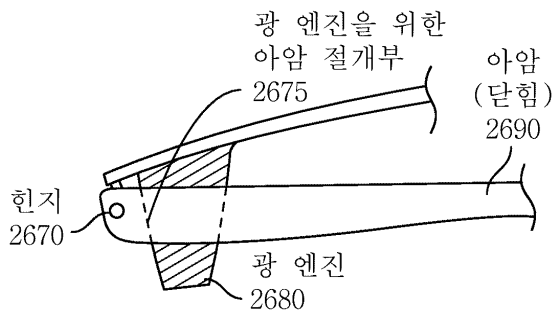
도면26b



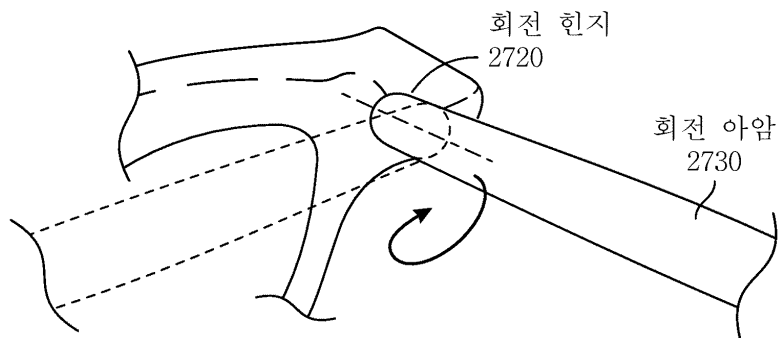
도면26c



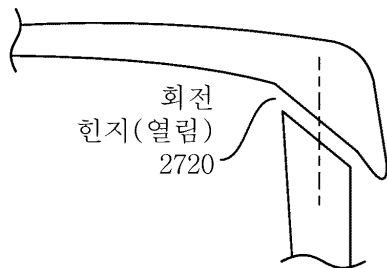
도면26d



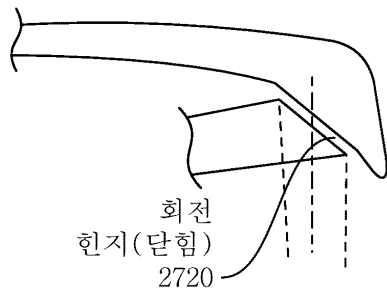
도면27a



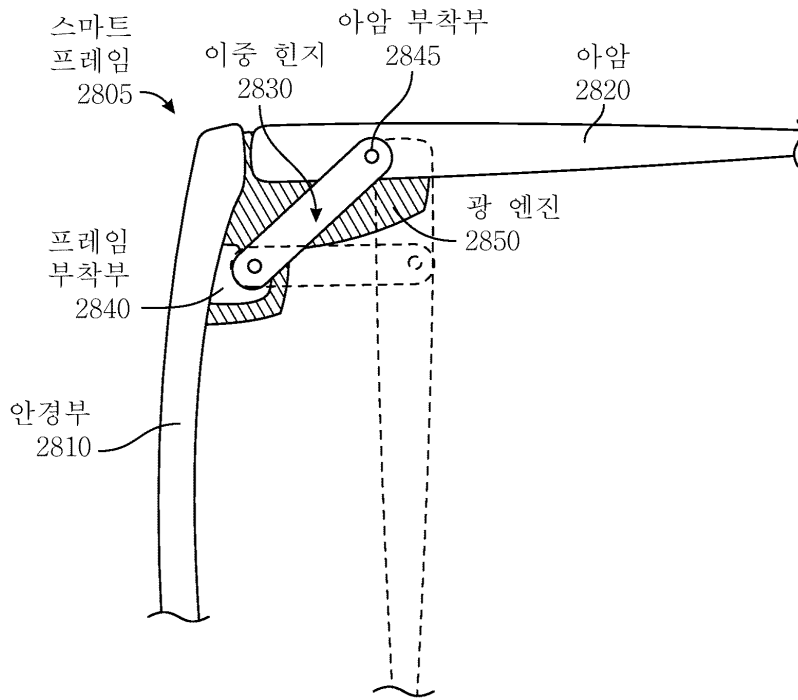
도면27b



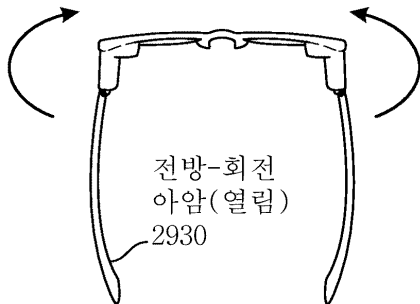
도면27c



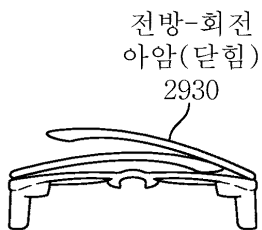
도면28



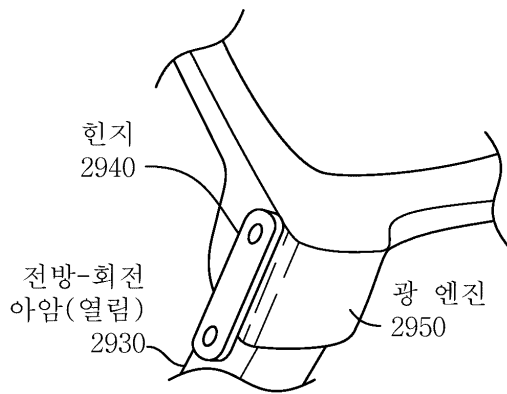
도면29a



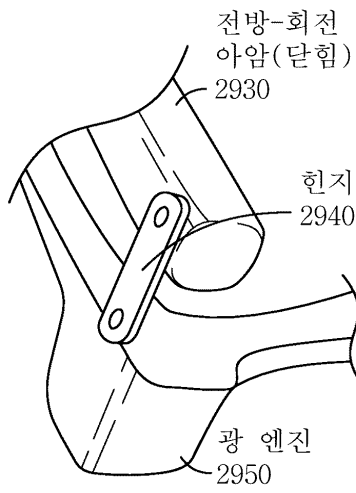
도면29b



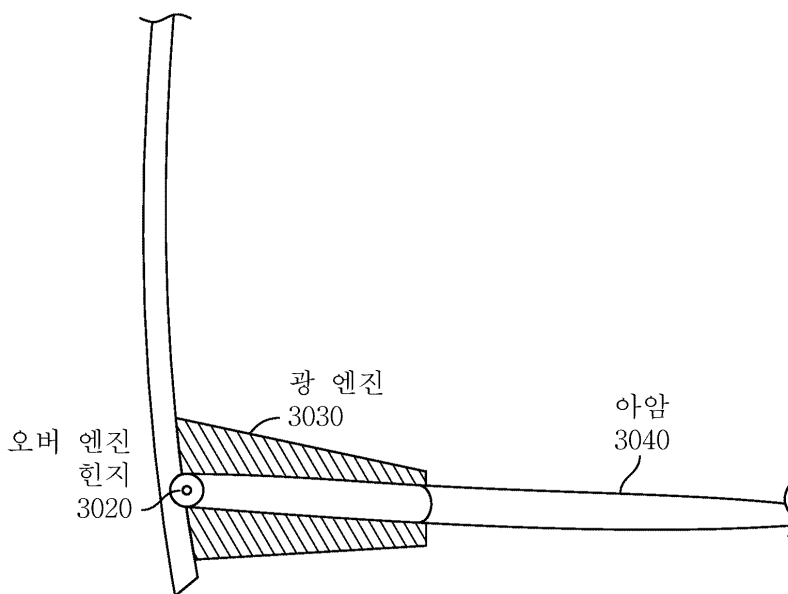
도면29c



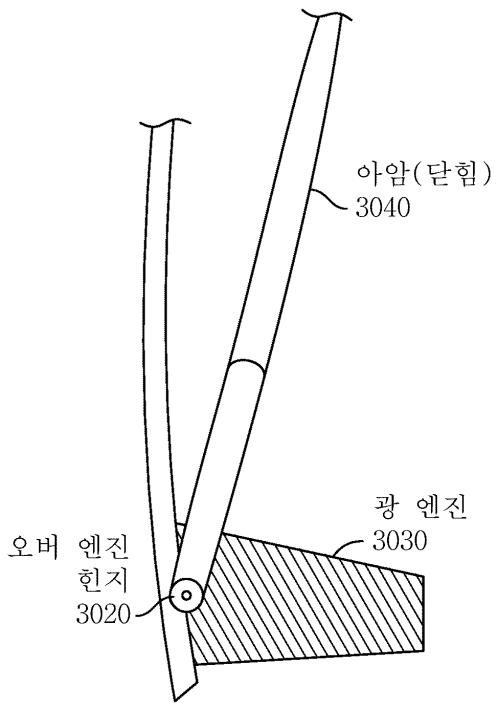
도면29d



도면30a



도면30b



도면31

