



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월29일  
(11) 등록번호 10-2549713  
(24) 등록일자 2023년06월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 27/01 (2006.01) G02B 6/24 (2022.01)
- (52) CPC특허분류  
G02B 27/0172 (2013.01)  
G02B 6/24 (2022.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7036012
- (22) 출원일자(국제) 2016년05월18일  
심사청구일자 2021년05월14일
- (85) 번역문제출일자 2018년12월12일
- (65) 공개번호 10-2019-0008311
- (43) 공개일자 2019년01월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/IL2016/050523
- (87) 국제공개번호 WO 2017/199232  
국제공개일자 2017년11월23일
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2007505353 A\*  
JP2016028275 A\*  
JP2012123936 A  
KR1020150096527 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
루머스 리미티드  
이스라엘 7403631 네스 지오나, 핀하스 사피르 스트리트 8
- (72) 발명자  
오피르 유발  
이스라엘 7313400 크파 하오라님, 야프 노프 에스 티. 28
- (74) 대리인  
강명구, 박윤원

전체 청구항 수 : 총 22 항

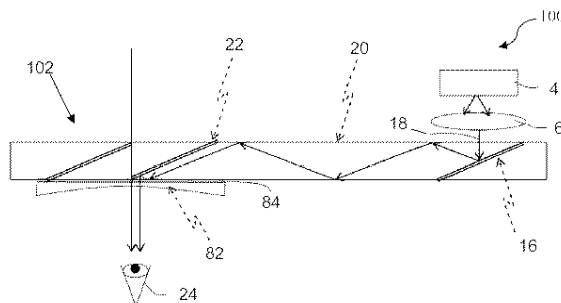
심사관 : 이민우

(54) 발명의 명칭 헤드 장착식 이미징 장치

(57) 요약

예를 들어, 헤드 업 디스플레이 시스템을 이용하는 형태의 전자 장치에서 이용되는 광학 시스템이 제공되고, 상기 광학 시스템은, 투사되는 이미지를 나타내는 입력 광선을 수용하고 전반사에 의해 상기 입력 광선을 안내하며, 기관으로부터 상기 광선을 결합하여 미리 정해진 방향을 향해 출력 경로를 따라 전파하도록 구성된 광선 전달 도파관 기관; 상기 출력 경로에 수용되고 상기 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분과 인터페이싱하는 적어도 하나의 투명한 광학 요소, 및 상기 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분과 상기 광학 요소의 표면 사이에 위치한 인터페이스 영역을 포함하고, 상기 인터페이스 영역은 상기 광선 전달 도파관내에서 광선 전달의 전반사 상태를 유지하면서 상기 도파관 기관과 상기 광학 요소 사이에서 광학적 결합을 제공하도록 구성된 패턴화된 인터페이스이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G02B 2027/015 (2013.01)

G02B 2027/0152 (2013.01)

G02B 2027/0178 (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광학 시스템에 있어서, 상기 광학 시스템은:

광선 전달 도파관 기관을 포함하되, 상기 광선 전달 도파관 기관은, 투사되는 이미지를 나타내는 입력 광선을 수용하고, 전반사에 의해 입력 광선을 안내하며, 기관으로부터 광선을 결합하여, 출력 경로를 따라 미리 정해진 방향으로 전파하도록 구성되며;

상기 출력 경로에 수용되고 상기 광선 전달 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분과 인터페이싱하는 적어도 하나의 투명한 광학 요소를 포함하며,

상기 광선 전달 도파관 기관은 적어도 하나의 투명한 광학 요소와 모노리식 상태로 매립되고,

인터페이스 영역이 광학 요소의 표면과 광선 전달 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분 사이에 위치되며, 상기 인터페이스 영역은, 광선 전달 도파관 기관 내에서 광선 전파의 전반사 상태를 유지하면서, 광선 전달 도파관 기관과 광학 요소 사이에서 광학적 결합을 제공하도록 구성된 패턴화된 인터페이스이고,

상기 패턴화된 인터페이스의 패턴이 광선 전달 도파관 기관의 표면과 광학 요소의 표면 사이에서 공기 포켓을 형성하는 돌출부 배열을 포함하며,

돌출부는, 각각, 돌출부의 횡단면이 돌출부의 기저부 부분으로부터의 거리의 함수로서 돌출부의 기저부 부분으로부터 원위 단부를 향해 점진적으로 변화하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 패턴화된 인터페이스는 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분 또는 광학 요소의 표면 상에서 표면 릴리프(surface relief)에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 패턴화된 인터페이스는 패턴화된 표면을 가진 공기 간격 필름에 의해 형성되고 상기 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분과 광학 요소 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 공기 간격 필름은, 상기 패턴화된 표면이 광학 요소를 향하도록 도파관 기관의 적어도 일부분에 부착되거나 또는 상기 패턴화된 표면이 도파관 기관의 적어도 일부분을 향하도록 광학 요소의 표면에 부착된, 패턴화되지 않은 표면에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 돌출부들은 유전체 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 돌출부의 횡단면은 기저부 부분으로부터 원위 단부를 향해 점진적으로 감소하며, 기저부 부분

에서 돌출부의 유전체 재료의 양이 최대인 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

(i) 원위 단부에서 돌출부의 유전체 재료의 양이 최소이거나,

(ii) 돌출부의 유전체 재료의 비례 부분이, 돌출부의 기저부 부분으로부터의 거리의 함수로서, 돌출부의 기저부 부분에서 최대값인 1로부터 돌출부의 원위 단부에서 최소값인 0까지 감소되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 돌출부의 길이가 1 미크론 미만인 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 돌출부의 원위 단부에서의 유효 굴절률이 공기의 굴절률과 동일한 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 패턴화된 인터페이스는 주기적인 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 상기 패턴화된 인터페이스는 모스 아이의 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 투명한 광학 요소는:

평평한 투명 기관으로 구성되거나,

시준 모듈로 구성되거나,

렌즈로 구성되거나,

패턴화된 인터페이스를 향하여 평평한 표면을 갖는 적어도 하나의 렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 추가적인 패턴화된 인터페이스에 의해 도파관 기관의 표면의 또 다른 부분에 광학적으로 연결된 추가적인 광학 요소를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 패턴화된 인터페이스는 도파관 기관의 마주보는 표면들과 각각 연결되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 광학 요소는 사용자의 눈에 투사되는 이미지를 나타내는 광파를 이미지로 형성하고 사용자의 눈에 외부 배경을 이미지로 형성하기 위한 렌즈인 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 도파관 기관은 기관으로부터 광파를 결합하기 위한 적어도 한 개의 부분 반사 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 적어도 한 개의 부분 반사 표면은:

도파관 기관의 상부 및 하부 표면에 대해 기울어지거나,

회절 요소로서 구성되거나,

평평한 표면이거나,

만곡 표면인 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

**청구항 18**

증강 현실 시스템으로서, 상기 증강 현실 시스템은:

제1항의 광학 시스템;

증강 이미지를 나타내는 광선을 생성하는 이미지 생성기 장치; 및

광선을 수신하고 수신된 광선을 나타내는 시준된 광파를 도파관 기관을 향하게 하는 시준 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 증강 현실 시스템.

**청구항 19**

헤드 업 디스플레이 시스템에 있어서, 상기 헤드 업 디스플레이 시스템은:

제1항의 광학 시스템;

투사되어야 하는 이미지를 나타내는 광선을 생성하는 이미지 생성기 장치; 및

광선을 수신하고 수신된 광선을 나타내는 시준된 광파를 도파관 기관을 향하게 하는 시준 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 헤드 업 디스플레이 시스템.

**청구항 20**

제1항에 따른 광학 시스템을 포함하는 전자 장치로서, 상기 전자 장치는:

스마트폰 장치로서 구성되거나,

스마트워치로서 구성되거나,

터치스크린으로서 구성된 광학 요소를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

**청구항 21**

제12항에 있어서, 적어도 하나의 투명한 광학 요소는 적어도 두 개의 렌즈를 포함하며, 도파관 기관은 상기 두 렌즈 사이에 모노리식 상태로 매립되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

**청구항 22**

제12항에 있어서, 적어도 하나의 투명한 광학 요소는 적어도 두 개의 평평한 투명 기관을 포함하며, 도파관 기관은 상기 두 개의 평평한 투명 기관 사이에 모노리식 상태로 매립되는 것을 특징으로 하는 광학 시스템.

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**청구항 31**

삭제

**청구항 32**

삭제

**청구항 33**

삭제

**청구항 34**

삭제

**청구항 35**

삭제

**청구항 36**

삭제

**청구항 37**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 일반적으로 증강 현실(augmented reality)의 분야에 관한 것이며, 증강 현실 시스템에서 사용하기 위한 광학 장치에 관한 것이다. 본 발명은 휴대용 DVD, 휴대폰, 이동식 TV 수신기, 비디오 게임, 휴대용 미디어 플레이어 또는 임의의 다른 이동식 디스플레이 장치와 같은 다수의 이미징 적용예들에서 구현될 수 있다. 본 발명은 전반사(total internal reflection)(TIR) 원리를 이용하는 임의 유형의 도파관 시스템에서 추가로 구현될 수 있다. 특히, 상기 광학 장치는 투시(see-through) 헤드 장착식 디스플레이 장치 (예를 들어, 헬멧 또는 안경 장착식 디스플레이) 내에 포함될 수 있고, 상기 디스플레이 장치는 투사된 이미지를 반사하고 사용자가 이미지를 투시하는 것을 허용하는 착용식 디스플레이이다.

**배경 기술**

[0002] 헤드 장착식 디스플레이(HMDs)에서, 광학 모듈은 이미징 렌즈 및 결합기 (광 믹서)로서 작동하며, 2 차원 이미지 공급원은 무한대로 이미징되어 관찰자의 눈으로 반사된다. 상기 이미지 공급원은 음극선관(CRT), 액정 디스플레이(LCD), 유기 발광 다이오드(OLED) 배열, 스캐닝 소스 또는 유사한 장치들에 기초한 공간적 광선 변조기(SLM)로부터 직접 구해지거나 간접적으로 릴레이 렌즈 또는 광섬유 번들을 이용하여 구해질 수 있다. 이미지 공급원은 통상적으로 시준 렌즈에 의해 무한대로 이미징되고 비 투시(non-see-through) 및 투시(see-through) 적용예들을 위한 결합기로서 작용하는 반사 표면 또는 부분 반사 표면에 의해 관찰자의 눈속으로 전달되는 픽셀 매트릭스(pixel matrix)를 포함한다.

[0003] 증강 현실 응용예를 위한 다양한 광학 장치 및 시스템은 본 출원의 양수인에게 양도되고 본 명세서에 참고한다: 제 WO 01/95027호, 제 WO 03/081320호, 제 WO 2005/024485, 제 WO 2005/024491호, 제 WO 2005/024969호, 제 WO 2005/124427호, 제WO 2006/013565호, 제 WO 2006/085309호, 제 WO 2006/085310호, 제 WO 2006/087709호, 제 WO 2007/054928호, WO 2007/093983호, 제 WO 2008/023367호, 제 WO 2008/129539호, 제 WO 2008/149339, 제 WO 2013/175465호 및 제 IL 2014/232197호.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0004] 고품질의 이미징을 허용하고 증강 현실 시스템에서 이용하기 위한 새로운 광학 장치가 종래기술에서 필요하다.
- [0005] 상기 설명과 같이, 종래기술의 증강 현실 시스템은 이미징 렌즈 및 결합기로서 작동하는 광학 모듈을 이용한다. 일반적으로 상기 광학 모듈은 자유 공간 광학 모듈이다. 시스템의 시야(field-of-view, FOV)를 증가시키는 것이 바람직하다. 그러나, 광학 모듈은 더 커지고 무겁고 부피가 커지게 된다. 따라서, 적당한 성능의 장치에서도, 그러한 시스템은 비실용적이다. 이는 가능한 한 가볍고 소형인 헤드 장착식 적용예들에서 더욱 중요하다.
- [0006] 광학 장치의 성능이 가지는 감도가 관찰자의 눈에 대하여 작은 운동까지 감소되고 디스플레이로부터 텍스트를 편안하게 판독하기 위한 충분한 동공 운동을 허용하는 것이 또한 바람직하다.
- [0007] 본 발명은 다른 응용들 중에서도 특히 HMD를 위해 매우 소형의 광선 안내 광학 요소(LOE)의 이용을 용이하게 하는 신규한 광학 장치를 제공한다. 본 발명은 상대적으로 넓은 FOV를 허용하고 상대적으로 큰 눈 운동 박스(eye motion box)(EMB) 값/각도를 허용한다. 따라서 눈의 큰 움직임이 수용하는 고품질의 큰 이미지가 제공된다. 본 발명의 광학 시스템에 의하면 종래기술보다 더 소형일 수 있고 특수 구조를 갖는 광학 시스템에조차도 쉽게 통합될 수 있어서 특히 유리하다.
- [0008] 본 발명의 광학 장치에 사용되는 LOE는, 광파가 전반사에 의해 도파관 내에 포착되도록 구성된 도파관이다. 광학 장치는 도파관으로부터 광선 출력이 관찰자의 눈으로 전파되는 경로에 하나 이상의 추가 광학 요소 (들)을

포함시키는 것이 필요한 경우가 종종 있다. 상기 광학 요소는 광학적 성능을 가지거나 가지지 않을 수 있다. 상기 광학 요소는, 예를 들어 보호 요소 또는 예를 들어, 특정 사용자를 위해 처방된 광학적 성능을 가진 안과용 렌즈일 수 있다.

- [0009] 따라서, 적어도 도파관의 광선 전파 및 출력에 의해 형성되는 작동 영역내에서 도파관 (LOE) 및 추가적인 광학 요소(들) 사이에 적절한 광학적 분리가 필요하고 즉 광학적 분리에 의해 전달된 이미지의 이미지 품질이 유지될 수 있다. 즉, 도파관과 광학 요소 사이의 광학적 분리에 의해 한편으로 도파관의 외부 표면으로부터 광파의 반사가 악화되지 않고 다른 한편으로 상기 LOE에 대한 광파의 커플링 아웃 및 커플링 인 기구가 방해되지 않고, 즉 전반사 효과가 LOE와 광학 요소 사이의 인터페이스 영역에서 유지된다.
- [0010] 상기 문제점을 해결하기 위해 본 발명에 의하면, LOE 인터페이스와 인접한 (근접한) 효과적인 의사 공기 층/간격을 제공하도록 구성된 패턴(표면 릴리프(surface relief))을 가진 인터페이스 영역을 적어도 상기 도파관 및 광학 요소사이의 작동 영역에 제공하여 상기 인터페이스와 상호 작용하는 광선에 대해 전반사(TIR) 상태를 효과적으로 유지한다.
- [0011] 상기 인터페이스 영역의 패턴은 각도 민감 반사 기구를 형성하여 사실상 상기 인터페이스가 LOE 내부에 결합되고 비스듬한 각으로 상기 패턴화된 인터페이스에 입사하는 전체 광파를 반사하고 실질적으로 법선(0의 입사각)을 따라 인터페이스에 충돌한다.
- [0012] 효과적인 의사 공기 층/인터페이스를 생성하는 상기 패턴화된 인터페이스는, (i) 도파관의 외부 표면의 적어도 일부분에 패턴(표면 릴리프)을 제공하는 구성; (ii) 광학 요소의 외부 표면의 적어도 일부분 상에 패턴을 제공하는 구성; (iii) 도파관과 광학 요소의 표면들 사이에 별도의 패턴화된 요소를 이용하는 구성 중 하나의 구성에 의해 구현될 수 있다. 별도의 패턴화된 요소를 이용하는 경우에, 상기 별도의 패턴화된 요소는 예를 들어 도파관의 표면 또는 광학 요소의 표면과 관련된 필름 (소위 "공기 간격 필름")의 형태를 가질 수 있다. 상기 공기 간격 필름은 예를 들어 본 발명의 목적에 따라 각도 민감 반사 기구를 제공하도록 구성된 모스 아이(moth-eye) 구조로 구성될 수 있다.
- [0013] 따라서, 일반적으로, 인터페이스 영역의 패턴(표면 릴리프)은 이격된 돌출부의 형태를 가진다. 돌출부들의 배열 (즉, 돌출부들 사이의 높이 및 공간)은 미리 정해진 파장 범위의 파장들에 대해 각도 민감 반사를 허용하는 효과적인 의사 공기 층을 생성하는 초미세 구조체/ 서브 파장 구조체를 형성하도록 선택된다.
- [0014] 예를 들어, 패턴화된 인터페이스는 약 200nm 높이의 범프들의 육각형 패턴을 포함하여 상기 범프들의 중심이 약 300nm 이격될 수 있다. 상기 범프는 가시광선의 파장보다 작아서, LOE 렌즈 인터페이스에서 반사를 유지하는 광학 요소 또는 도파관의 매체 및 (도파관 및 광학 요소 영역사이의 접촉/인터페이스에서) 공기사이에서 연속적인 굴절을 구배를 가지는 인터페이스가 인터페이스에 입사하는 광선에 의해 투시된다. 동일한 원리가 다른 모양 및 치수를 가진 패턴에 이용되어 다른 파장 범위 (자외선으로부터 적외선까지) 및 더 넓은 광선 입사각 ( $0 \pm 60^\circ$ )과 관련된 의사 공기 인터페이스가 형성될 수 있다.
- [0015] 도파관의 표면 또는 광학 요소 (예를 들어, 렌즈)의 표면을 직접 패턴화하여 생성된 패턴화된 인터페이스를 고려하면, 임의의 적절한 패턴링 기술이 사용될 수 있다. 상기 기술은 예를 들어, 플라즈마 에칭 공정을 이용하여 반사 방지 마이크로 구조체의 랜덤 텍스처(random texture)를 생성하는 것을 포함한다 (상기 기술은 공지되어 있고 미국 특허 제8,187,481호의 예에서 설명되며 원하는 초미세 구조체를 가진 몰드에 의해 하드 코팅을 자외선 임프린팅/열적 엠보싱 또는 표면에 하드 코팅의 2D 간섭 리소그래피, 또는 표준 고해상도 리소그래피 (100nm 이하의 특징부)를 포함할 수 있다.
- [0016] 도파관뿐만 아니라 (광학적 성능을 가질 수 있는)광학 요소는 예를 들어, 상기 패턴링 기술이 적용될 수 있는 유리 또는 플라스틱으로 제조되는 임의의 적합한 투명 구조체 형태를 가질 수 있다. 플라스틱 구조가 사용되면 상부 플라스틱 표면의 열적 엠보싱이 이용되어 원하는 패턴이 형성될 수 있다. 선택적으로, 사용된 몰드가 이미 초미세 구조체의 네거티브 부분을 가지는 주조 또는 사출 성형에 의해 플라스틱 요소가 제조될 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따르면, 모스- 아이 필름 또는 임의의 유사한 초미세 구조체가 주위로부터 전체 광학 요소를 통해 전달된 수직 입사 광선에 대한 반사 방지 인터페이스 뿐만 아니라 의사 공기층을 형성하기 위해 이용된다.
- [0018] LOE의 외부 표면에 광학 요소를 부착해야 하고 미세 구조체를 갖는 공기 간격 필름이 사용되는 경우에, 필름은 광학 요소 또는 LOE에 접합될 수 있다. 그러므로, LOE 내부에 커플링인되는 광파가 서로 다른 경사각에서 초미세 구조체에 충돌 할 때, 광파는 주기적인 구조체의 외측 부분만을 "본"다. 따라서 입사되는 광학적 광파가 "보는" 실제 굴절률은 공기의 굴절률과 근사하고 전반사 기구는 보존된다. 다른 한편, 공기 간격 필름은 외부 배경



으로부터 입사되는 광파 또는 LOE로부터 커플링 아웃되는 광파에 대해 실질적으로 투명하다.

**과제의 해결 수단**

- [0019] 따라서 본 발명의 특징에 의하면, 광학 시스템이 제공되고 상기 광학 시스템은, 투사되는 이미지를 나타내는 입력 광선을 수용하고 전반사에 의해 상기 입력 광선을 안내하며, 기관으로부터 상기 광선을 결합하여 미리 정해진 방향을 향해 출력 경로를 따라 전파하도록 구성된 광선 전달 도파관 기관; 상기 출력 경로에 수용되고 상기 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분과 인터페이싱하는 적어도 하나의 투명한 광학 요소, 및 상기 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분과 상기 광학 요소의 표면 사이에 위치한 인터페이스 영역을 포함하고, 상기 인터페이스 영역은 상기 광선 전달 도파관내에서 광선 전달의 전반사 상태를 유지하면서 상기 도파관 기관과 상기 광학 요소 사이에서 광학적 결합을 제공하도록 구성된 패턴화된 인터페이스이다.
- [0020] 상기 패턴화된 인터페이스는 상기 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분에 표면 릴리프(surface relief)에 의해 형성되거나 광학 요소의 표면위에 표면 릴리프에 의해 형성되거나 패턴화된 표면을 가지고 도파관 기관의 표면 중 적어도 일부분 및 광학 요소사이에 위치한 공기 간격 필름에 의해 형성된다. 공기 간격 필름에 의해 형성되는 경우에 상기 공기 간격 필름이 상기 도파관 기관의 상기 적어도 일부분에 부착되고 실질적으로 패턴화되지 않은 표면에 의해 형성되어 상기 패턴화된 표면은 광학요소를 향하거나 광학 요소의 상기 표면에 부착되고 상기 패턴화된 표면은 상기 도파관 기관의 상기 적어도 일부분을 향한다.
- [0021] 상기 패턴화된 인터페이스의 패턴은 돌출부들의 배열을 포함하고 상기 돌출부들은 상기 돌출부들을 향하는 도파관 기관의 광학요소의 표면 및 돌출부들 사이에서 공기 포켓을 형성한다. 따라서 상기 패턴은 도파관 및 광학 요소사이에서 의사 공기 층/인터페이스를 형성한다. 전형적으로, 상기 돌출부들은 유전체 재료를 포함한다. 돌출부의 횡단면이 기저부 부분으로부터 거리의 함수로서 돌출부의 기저부 부분으로부터 기저부의 원위 단부를 향해 점진적으로 변화하도록 각각의 돌출부가 형성되는 것이 선호된다. 상기 구조에 의해 기저부 부분에서 상기 돌출부의 유전체 재료의 양이 최대인 것이 선호되는 반면에, 원위 단부에서 돌출부의 유전체 재료의 양이 최소이다. 상기 돌출부의 유전체 재료의 비례 부분이 기저부 부분에서 실질적으로 1의 값으로부터 원위 단부에서 실질적으로 영의 값까지 감소되는 것이 선호된다.
- [0022] 일부 실시예에서, 돌출부의 길이는 1미크론 미만이다.
- [0023] 돌출부의 원위 단부에서 유효 굴절률은 실질적으로 공기의 굴절률에 해당하는 것이 선호된다.
- [0024] 패턴화된 인터페이스는 주기적인 패턴을 포함한다.
- [0025] 상기 패턴화된 인터페이스는 모스 아이의 구조를 가질 수 있다.
- [0026] 상기 광학 요소는 평평한 투명 기관일 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 광학 요소는 시준 모듈이다. 일부 실시예에서 상기 광학 요소는 렌즈이다.
- [0027] 일부 실시예에서, 추가적인 패턴화된 인터페이스에 의해 도파관 기관의 또 다른 부분과 광학적으로 연결된 추가적인 광학 요소가 추가로 제공된다. 상기 패턴화된 인터페이스는 도파관 기관의 마주보는 표면들과 연결될 수 있다. 상기 광학 요소들은 사용자의 눈에 투사되는 이미지를 나타내는 광파를 이미지로 형성하고 사용자의 눈에 외부 배경을 이미지로 형성하기 위한 렌즈일 수 있다.
- [0028] 일부 실시예에서, 상기 광학 요소는 패턴화된 인터페이스를 향하는 실질적으로 평평한 표면을 가진 적어도 한 개의 렌즈를 포함할 수 있다.
- [0029] 일부 실시예에서, 도파관 기관 및 적어도 한 개의 광학 요소는 안경 프레임내에 조립된다.
- [0030] 도파관 기관 및 적어도 한 개의 광학 요소는 주변 결합 기술을 이용하여 서로 매립될 수 있다. 도파관 기관 및 적어도 한 개의 광학 요소는 서로 모노리식 상태로 매립될 수 있다.
- [0031] 도파관 기관은 기관으로부터 광파를 결합하기 위한 적어도 한 개의 부분 반사 표면을 포함할 수 있다. 전형적으로, 상기 적어도 한 개의 부분 반사 표면은 상기 도파관 기관의 상부 및 하부 표면들에 대해 기울어진다. 상기 부분 반사 표면은 회절 요소로서 구성될 수 있거나 실질적으로 평평하거나 만곡 표면일 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면, 상기 광학 시스템; 증강 이미지를 나타내는 광선을 생성하는 이미지 생성기 장치; 및 상기 광선을 수신하고 수신된 광선을 나타내는 시준된 광파를 도파관 기관을 향하게 하는 시준 모듈을 포함하는 증강 현실 시스템 및 헤드 업 디스플레이 시스템이 제공된다.

[0033] 본 발명은 또한 상기 광학 시스템을 포함하는 전자 장치를 제공한다. 상기 전자 장치는 스마트폰 장치, 스마트워치일 수 있고, 상기 장치에서 이용되는 광학 요소는 터치스크린일 수 있다.

[0034] 본 발명은 또한 상기 광학 시스템에서 이용되는 광학 모듈을 제공하고, 상기 광학 모듈은 도파관의 표면 중 적어도 일부분에 적어도 한 개의 패턴화된 인터페이스를 가진 도파관 구조체를 포함한다.

**발명의 효과**

[0035] 본 명세서에 공개된 주제를 더 잘 이해하고 본 발명 실제로 수행될 수 있는 방법을 예시하기 위해, 첨부된 도면을 참고하여 단지 본 발명을 제한하지 않는 예로서 실시예가 설명된다.

[0036] 도면을 상세하게 참고하면, 세부 사항은 단지 예일 뿐이고 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 설명을 위한 것이며 본 발명의 원리 및 개념적 측면에 관한 설명이 용이하게 이해되고 가장 유용한 것으로 여겨지는 것이 제공된다. 이와 관련하여, 본 발명을 기본적으로 이해하기 위해 필요한 것보다 더 상세하게 본 발명의 구조적 세부 사항을 나타내려고 하지 않는다. 도면과 함께 제공된 설명은 본 발명의 몇몇 형태가 실제로 구현될 수 있는 방법을 당업자에게 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0037] 도 1 내지 도 3은 헤드 업 디스플레이 시스템(head up display system)의 일반적인 구성 및 동작 원리를 개략적으로 도시하며, 도 1은 헤드 업 디스플레이 시스템에 이용되는 도파관 구조에서의 광선 전파 계획을 개략적으로 도시하며, 도 2 및 도 3은 디스플레이 광원으로부터 도파관 구조체로 입력 광파를 시준 및 커플링 인시키는 두 개의 공지된 구성을 각각 나타내는 개략도이다.

도 4는 헤드 업 디스플레이 시스템에서 이용하기 위한 본 발명의 광학 장치의 예시적인 실시예를 도시하며, 광학 요소는 도파관 광학 요소의 외부 표면에 부착된 부 렌즈(negative lens)의 형태를 가진다.

도 5는 헤드 업 디스플레이 시스템에서 이용하기 위한 본 발명의 광학 장치의 예시적인 실시예를 도시하며, 상기 광학 요소는 상기 도파관 광학 요소의 외부 표면에 부착된 부 및 정 렌즈의 형태를 가진다.

도 6a 내지 도 6c는 (도 6a 및 6c의) 광학 장치를 직접 패터닝하고 (도 6B의) 도파관 표면을 직접 패터닝하여 구해지고 본 발명을 따르는 광학 장치의 패터닝된 인터페이스에 관한 세 개의 상이한 실시예를 도시한다.

도 7a 및 도 7b는 공기 간격 필름으로서 구성된 패터닝된 인터페이스의 실시예를 도시한 이차원 및 삼차원 개략도이며, 투명한 유전체 재료의 초미세 주기 구조체(패턴)는 포토닉(photonic) 영역의 파장보다 짧은 작은 피치를 가지며 배열되고 평평한 투명 기관으로서 구성된다.

도 8a 및 도 8b는 예시적인 공기 간격 필름의 측면도 및 평면도를 각각 도시한다.

도 9A 및 도 9B는 기저부에 근접한 내부 횡단면을 위한 예시적인 공기 간격 필름을 도시한 측면도 및 평면도이다.

도 10a 및 도 10b는 공기와 근접하게 위치한 외부 횡단면을 위한 예시적인 공기 간격 필름을 도시한 측면도 및 평면도이다.

도 11은 LOE의 외부 표면에 부착된 공기 간격 필름을 도시하며, 결합된 광파가 LOE와 필름 사이의 인터페이스에 충돌하여 표면에서 전반사된다.

도 12a 및 도 12b는 본 발명을 이용하는 헤드 업 디스플레이 시스템이 두 개의 광학 렌즈들 사이에 포함되는 구성을 도시하고 상기 LOE가 안경 프레임 내부에 조립되고 두 개의 렌즈들 사이에 매립되는 구성을 도시한다.

도 13a, 도 13b 및 도 13c는 LOE를 포함하는 비 모노리식 광학 요소가 접촉제없이 프레임 내부에 서로 장착되고 전방 정 렌즈 및 후방 부 렌즈 사이에 매립되는 구성을 예시한다.

도 14a, 도 14b 및 도 14c는 주변 결합 기술을 이용하여 두 개의 광학 렌즈들 사이에 LOE를 매립하기 위한 또 다른 기술을 예시한다.

도 15A, 도 15B 및 도 15C는 두 개의 광학 렌즈들 사이에 LOE를 모노리식 상태로 매립하기 위한 또 다른 기술을 예시한다.

도 16a, 도 16b 및 도 16c는 두 개의 평평한 기관들 사이에 매립되고 프레임 내부에 조립되는 LOE를 예시한다.

도 17은 회절형 커플링 인 및/또는 커플링 아웃 광학 요소와 관련된 도파관 기관을 예시한다.

도 18은 소형 모바일 장치들로서 구성되고 손으로 운반되는 디스플레이 (HHD)에서 본 발명의 원리가 이용되는 것을 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0038] 우선, 도 1, 도 2 및 도 3을 참고할 때, 본 발명이 관련된 종류의 헤드 업 디스플레이 시스템의 일반적인 구성 및 동작 원리가 개략적으로 도시된다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 광학장치에서 이용하기 위한 기관 또는 광선 안내 광학 요소(light- guide optical element)(LOE)라고 설명되는 평면 도파관(waveguide)(20)에서 광선 전파 방식이 도시된다. 일반적으로, 도파관(20)은 도파관내에서 광선을 전파하기 위한 전반사(total internal reflection)(TIR)상태를 제공하도록 구성된다. 상기 도파관 기관(20)은 (하기 설명과 같이 시준 모듈의 출력과 정렬되는) 광선 입력 영역(21) 및 상기 도파관내에서 적절한 방향 설정에 의해 배열되는 광선 배향 인터페이스(light directing interfaces(16,22))를 가진다.
- [0040] 도시된 것처럼, (관찰자에게 제공되어야 하는 이미지를 표시하고 시준되는 입력 광파(18)들이 반사 인터페이스(16)와 상호작용하며, 상기 입력 광파들은 LOE의 상기 평면 도파관(20)내에서 전반사에 의해 포착되도록 상기 반사 인터페이스는 상기 광선을 반사시킨다. 상기 기관(20)의 하부 및 상부 표면(26,28)들로부터 여러 번 반사된 후에, 관찰자 눈(24)의 동공(25)을 향하여 전파하도록 기관으로부터 광선을 결합시키는 선택적인 부분 반사 표면(22)들의 배열에 상기 포착된 광파가 도달한다.
- [0041] 여기서, LOE의 광선 입력 표면은, 입력 광파가 LOE에 들어가는 표면으로 간주되며, LOE의 광 출력 표면은 포착된 광파가 LOE를 빠져나가는 표면으로 간주될 것이다. 도 1에 도시된 LOE 구성에 있어서, 입력 및 출력 표면들이 LOE(20)의 하부표면(26) 상에 있다. 그러나, 입력 및 이미지 파가 LOE(20)의 마주보는 측면 상에 위치하거나 기관의 경사 변부를 통해 광선이 LOE에 결합되는 다른 구성이 고려된다.
- [0042] 도 2 및 도 3에 도시된 헤드 업 디스플레이 시스템의 두 가지 예들에 의하면, 광학 시스템은 상기 LOE(20) 및 시준 모듈(6)을 포함한다. 이미지 생성 장치(4)(예를 들어, 프로젝터)의 출력이고 따라서 표시되어야 하는 광파(2)들이 하부 표면(30)을 통해 시준 모듈(6)로 들어간다. 전형적으로, 상기 광파(2)는 특정 편광 예를 들어, s-편광 입력(s- polarized input) 광파들을 가진다. 시준 모듈(6)은 일반적으로 광파 투과 재료로 만들어지며, 편광 빔 스플리터(splitter)(31), 편광 회전기(예를 들어, 사분할 파장 지연 판(quarter wavelength retardation plates)(34,40) 및 반사기(36,44)(예를 들어, 금속 또는 유전체 코팅)를 포함하는 편광기와 연결된다. 따라서, 입력 편광 광선(2)은 시준 모듈(6)의 표면(30)을 통과하고, 빔 분할 표면(31)에 의해 사분할 파장 지연 판(34)을 향해 반사되고, 이렇게 형성된 p- 편광(p-polarized light)은 반사기(36)(예를 들어, 평면 거울)에 의해 반사되어 지연 판(34)을 통과하고 다음에 편광 빔 분할 표면(31)을 통과한다. 상기 p- 편광은 이제 시준 모듈(6)의 면(38)을 통해 전파되어 제2 사분할 파장 지연 판(40)을 통과하고, 렌즈와 같은 부품(42)에 의해 시준된 후에 반사기(44)(예를 들어, 렌즈의 표면상의 반사코팅)에 의해 반사되고, 지연 판(34)을 다시 통과하도록 되돌아간다. 이제 s- 편광 광파는 편광 빔 분할 표면(31)에 의해 반사되고 모듈이 LOE의 입력 영역(21)을 향하는 면(46)을 통해 시준 모듈(6)을 빠져나간다. 시준 모듈의 몸체(6)는 프리즘(52,54)(예를 들어, 접합식 프리즘(folding prizm))에 의해 형성될 수 있다.
- [0043] 도 2 및 도 3의 예들에 도시된 것처럼, 시준 모듈(6)로부터 전파된 광 출력(48)은 하부 표면(26) 상에서 입력 영역(21)을 통해 도파관/기관(20)로 들어간다. 기관(20)으로 입사하는 광파(48)는 광 배향 요소(16)로부터 반사되고 도 1을 참고하여 설명된 것처럼 상기 기관내에 포착된다. 상기 요소들에 의해 형성된 시준 모듈(6)은 단일 기계 모듈로 쉽게 통합될 수 있고 정확한 기계적 공차를 요구하지 않고 도파관 기관과 독립적으로 조립될 수 있다. 또한, 지연 판(34,40)들은 관련 반사 광학 요소(36,42)들과 함께 접합되어 두 개의 유닛을 형성할 수 있다.
- [0044] 도 2의 예에서, 시준 모듈(6)은 도파관(20)의 입력 영역(21)으로부터 공기 간격에 의해 이격된다. 시준 모듈(6)의 모든 부품들을 입력 영역(21)과 적절한 정렬에 의해 도파관 기관(20)에 부착하여, 간단한 기계적 구조를 가진 단일 소형 장치를 형성하는 것이 유리할 수 있다. 도 3에 예로서 도시된 시준 모듈에 의하면, 시준 모듈(6)의 상부 표면(46)이 인터페이스 평면(58)에서 기관(20)의 하부 표면(26)에 부착된다. 그러나, 시준 모듈(6)과 도파관(20)사이에서 물리적 부착을 이용하는 상기 구조는 상기 구조체들 사이에 공기 간격(도 2의 50)을 가지지 않는 반면, 상기 공기 간격은 기관(20) 내부에서 입력 광파(48)를 포착하기 위해 필수적이다. 포착된 광파(48)는 인터페이스 평면(58)의 지점(62,64)에서 반사된다. 따라서, 반사 기구는, 기관(20)의 하부 표면(26) 또

는 시준 모듈(6)의 상부 표면(46)에서 상기 평면에 적용(applied)되어야 한다. 그러나, 상기 표면들은 또한 지점(66)에서 기관(20)으로 들어가고 나오는 광파에 대해 투명해야 하기 때문에, 단순 반사 코팅은 용이하게 적용될 수 있다. 작은 입사각을 가지며 표면에 입사하는 광파(48)는 상기 표면을 통과해야 하고, 큰 입사각을 갖는 광파는 반사되어야 한다. 일반적으로 통과하는 입사각은 0° 내지 15° 이고, 반사 입사각은 40° 내지 80° 이다.

[0045] 상기 공지된 헤드 업 디스플레이 시스템에서, LOE에 결합된 이미지는 무한대로 시준된다. 또한, 대부분의 헤드 업 디스플레이 적용예에서, 배경(scene)은 무한대에 위치한다고 가정한다. 그러나, 예를 들어, 근시로 고통받는 사람이나 먼 거리에 있는 이미지를 제대로 볼 수 없는 사람들을 위해 전달된 이미지가 더 가까운 거리에 집중되도록 요구하는 적용예들이 존재한다. 또한, 외부 배경이 더 가까운 거리에 위치하는 전문적인 적용예 또는 의학적인 적용예가 존재한다.

[0046] 본 발명의 광학 장치/시스템을 예시한 도 4 및 도 5를 참고할 때, 헤드 업 디스플레이 시스템의 광학 모듈 내에 추가적인 광학 요소가 포함된다. 하기 설명에서 상기 부가적인 광학 요소가 렌즈 (즉, 광학 성능을 갖는 광학 요소)로서 예시되지만, 본 발명의 원리는 상기 특정 예에 한정되지 않으며, 적합한 형상을 가지고 광학 성능을 가지거나 가지지 않는 모든 광학 요소와 유리하게 이용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0047] 예시 및 이해를 돕기 위해, 모든 실시예에서 기능적으로 공통의 구성 요소를 식별하기 위해 동일한 참조 번호가 이용된다.

[0048] 따라서, 도 4 및 도 5는 본 발명을 따르는 광학 장치/모듈(102)을 포함한 시스템(100)을 도시하고, 상기 광학 장치/모듈은 이미지 형성 장치(예를 들어, 프로젝터)(4)에 의해 생성된 이미지를 나타내는 시준 광선(예를 들어 상기 설명과 같이 구성된) 시준 모듈(6)로부터 수신하고 상기 이미지를 사용자가 볼 수 있도록 전달한다. 도면들에 개략적으로 도시된 것처럼, 무한대로부터 이미지(18)가 광선 배향 요소(반사표면)(16)에 의해 도파관 기관(20)과 결합되고 다음에 부분 반사표면들의 배열(22)에 의해 관찰자의 눈(24) 속을 향한다(반사된다). 광학 장치(102)는 또한 렌즈(82)와 같은 광학 요소를 포함한다.

[0049] 도 4에 도시된 실시예는, 미리 정해진 초점 평면상에 이미지를 포커싱하고 관찰자 눈의 다른 수차(aberrations), 예를 들어 난시를 선택적으로 교정하는 평면 오목 렌즈(plano-concave lens)(82)이다. 광학 요소(렌즈)(82)는 평평한 표면 부분(84)에서 도파관 기관(20)으로부터 적절하게 광학적으로 분리된다. 도파관(20) 및 광학 요소(82) 사이에 위치하고 도파관(20) 및 광학요소사이에서 광학적 분리를 형성하며 도파관 광선 전파 및 광선 출력이 발생하는 인터페이스 영역이 때때로 본 명세서에서 작동 영역으로 설명된다.

[0050] 도 5의 예에서, 부가적인 광학 요소(82)는 이중 렌즈 구성을 가지고 렌즈(82A, 82B)들은 도파관(20)의 마주보는 측면들에 위치하고, 도파관의 출력 영역과 정렬된다. (시준 모듈(6)에 의해 시준되어 구해진) 무한대로부터 이미지 광파(18)는 반사 표면(16)에 의해 도파관 기관(20)속에 결합되고 다음에 부분 반사 표면(22)들의 배열에 의해 반사되고 렌즈(82A)에 의해 관찰자의 안구(24) 속으로 포커싱된다. 근거리 배경으로부터의 다른 이미지 광선(86)이 렌즈(82B)에 의해 무한대로 시준되고 다음에 도파관 기관(20)을 통해 관찰자의 눈(24)으로 전파된다. 렌즈(82A)는 편한 거리, 통상적으로(그러나 항상 필수적인 것은 아님) 외부 배경 이미지가 가지는 최초 거리에서 투사된 이미지(18) 및 외부 배경 이미지(86) 모두를 초점면에 포커싱하고 필요하다면 관찰자 눈의 다른 수차를 정정한다.

[0051] (도 4의) 렌즈(82) 및 (도 5의) 렌즈(82A, 82B)는 단순한 평면 - 오목 및 평면- 볼록 렌즈이다. 도파관 기관의 평면 형상을 유지하기 위해, 미세한 스텝을 갖는 얇은 성형 플라스틱 판들로 제조될 수 있는 프레즈넬 렌즈(Fresnel lens)를 이용할 수 있다. 또한, 상기 설명된 고정 렌즈의 이용 대신에 렌즈를 구성하는 대안적인 방법은 전자 제어식 동적 렌즈를 이용하는 것이다. 사용자가 비 시준 이미지를 볼 수 있을 뿐만 아니라 이미지의 초점을 동적으로 제어할 수 있는 적용예들이 존재한다. 홀로그램 요소를 형성하기 위해 고해상도의 공간 광선 변조기(spatial light modulator)(SLM)가 이용될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 이를 위해 현재, 가장 인기있는 것은 LCD 장치이지만 다른 동적 SLM 장치들도 이용될 수 있다. 수백 개의 특징부(라인)들을 갖는 고해상도의 동적 렌즈가 공지되어 있다. 전자 광학적으로 제어된 상기 형태의 렌즈는 도 4 및 도 5와 관련하여 상기 고정된 렌즈 대신에 본 발명을 따르는 광학 장치내에서 원하는 동적 요소로서 이용될 수 있다. 따라서, 실시간으로, 사용자는 도파관 기관에 의해 투영된 가상 이미지(증강 이미지(augmented image))와 외부 배경의 실제 이미지 모두의 정확한 초점 평면을 결정하고 설정할 수 있다. (도 4의) 렌즈(82) 및 (도 5의) 렌즈(82A, 82B)는 임의의 원하는/요구되는 형상 인자(치수)일 수 있고, 예를 들어, 보정 렌즈를 위한 눈-운동-박스(eye-motion-box) 영역에 해당할 수 있고 및/또는 전체 도파관 기관(20) 또는 도파관 기관의 원하는/요구되는 부분과 정렬될 수 있다. 예를 들어, 광학 요소(82)가 보호 요소인 경우에, 광학 요소는 전체 도파관의 표면과 정렬(즉, 상호 작용 영역이

전체 도파관 기관을 따라 연장)되는 것이 선호된다. 이러한 구성은, 추가적인 광학 요소의 형태 뿐만 아니라 도파관 및 광학 요소의 제조 기술에 의존한다.

- [0052] 도 3과 관련하여 상기 설명과 같이, 얇은 공기 간격이 렌즈와 도파관 기관 사이에 유지되어, 전반사에 의해 도파관 기관 내부에 이미지 광파(투사된 이미지의 광파(18))가 포착된다.
- [0053] 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼, 단일의 (일체형) 소형 단순 기계적 모듈을 형성하기 위해 광학 요소(82)(단일 렌즈 또는 이중 렌즈(82A 내지 82B))를 도파관 기관(20)에 부착하는 것이 유리할 수 있다. 상기 설명과 같은 주요 문제점에 의하면, 상기 부착 과정은 도파관 기관(20) 내부에 이미지 광파를 포착하기 위해 필수적인 공기 간격을 기관(20)과 광학 요소(82) 사이에서 제거한다. (도 4에서도 적용되는) 도 5를 참고할 때, 포착된 이미지 광파는 인터페이스 영역(84)의 지점/위치(90)에서 반사되고 지점/위치(92)에서 동일한 인터페이스를 통해 전송되어야 한다. 따라서, 상기 인터페이스 영역에서, 도 3과 관련하여 설명된 것처럼 유사한 반사기구가 적용되어야 한다.
- [0054] 요구되는 전반사 기구를 달성하기 위해, 인터페이스 영역(84)은 서브 파장 특징부 예를 들어, 미리 정해진 파장 범위의 파장에 대해 각도 민감성 반사(angular sensitive reflection)를 야기하는 굴절률 프로파일을 생성하는 초미세 구조체/서브 파장 구조(subwavelength)를 형성하도록 선택되고 높이와 공간을 가지며 이격된 돌출부들의 배열 형태를 가지는 표면 릴리프를 갖는 패턴(85)을 가지며 적절하게 구성되어야 한다.
- [0055] 도파관의 외부 표면 중 적어도 일부분 또는 광학 요소의 외부 표면 중 적어도 일부분 상에 패턴(pattern)(표면 릴리프)을 제공하는 패턴화된 인터페이스(84)가 구성될 수 있다. 상기 인터페이스가 도 6A 내지 6C에 예시되어 있다. 도면의 패턴은 단지 이해를 용이하게 하기 위해 실제 치수를 가지지 않는다는 것을 이해해야 한다. 도 6A 내지 도 6C의 예에서, 패턴화된 인터페이스(84)는 광학 요소(82)의 표면 중 적어도 일부분을 직접 패턴링(표면 릴리프의 생성)하여 형성된다. 도 6B의 예에서, 패턴화된 인터페이스(84)는 도파관 기관(20)의 표면(28) 중 적어도 일부분을 직접 패턴링(patterning)(표면 릴리프(surface relief)의 생성)하여 형성된다.
- [0056] 상기 설명과 같이, 도파관의 표면 및/또는 광학 요소의 표면을 적어도 부분적으로 직접 패턴링하여 생성된 상기 패턴화된 인터페이스는 임의의 공지된 적절한 패턴링 기술을 이용하여 구해질 수 있다. 본 발명을 제한하지 않는 상기 기술의 특정 예는 플라즈마 에칭 공정을 이용하여 미세 구조체의 랜덤 텍스처(random texture)의 생성; 목표 초미세 구조체(hyperfine-structure)를 갖는 몰드를 가지는 하드 코팅(hard coat)의 UV 임프린팅/열 엠보싱; 표면에 하드 코트의 2D 간섭 리소그래피; 표준 고해상도 리소그래피를 포함한다.
- [0057] 선택적으로 (또는 부가적으로), 패턴화된 인터페이스는 도파관과 광학 요소의 표면들 사이에 별도의 패턴화된 요소를 이용할 수 있다. 상기 별도의 패턴화된 요소는 필름 (소위 "공기 간격 필름") 형태를 가질 수 있고 예를 들어, 본 발명에 따라 의사 공기 간격(pseudo air gap)을 효과적으로 형성하는 각도 민감 반사 기구를 제공하도록 구성된 모스 아이 구조체(moth-eye structure)의 원리를 이용하여 구성된다. 상기 투명한 공기 간격 필름은 도파관 기관의 상부 및 하부 표면 또는 광학 요소의 표면에 부착될 수 있다. 상기 공기 간격 필름은 도 7A 및 도 7B에 개략적으로 예시되어 있다. 공기 간격 필름(110)은 광 순응(photopic) 영역의 파장보다 짧은 작은 피치(pitch)를 가지며 배열된 특징부들의 초미세 주기 패턴(85)(표면 릴리프)가 표면에 형성된 평평한 투명(유전체) 기관/기저부(112)를 가진 광학장치, 예를 들어, 밀도가 높은(평평하지 않은) 초미세 주기의 구조체를 가진 모스 아이 필름이다. 표면 릴리프의 높이는 1마이크론보다 작은 것이 바람직하다(필수적인 것은 아니다). 도파관(20)과 광학 요소(82)의 표면들 중 하나에 부착되며 상기 표면들 사이에 위치한 상기 필름(110)은 패턴화된 인터페이스 영역(84)을 제공한다.
- [0058] 도 6a-6c 및 도 7a-7b의 예들 중 어느 하나에서, 패턴의 돌출부/특징부들은 바람직하게 가변 횡단면을 가져서 돌출부의 횡단면 치수가 돌출부의 기저부로부터 원위 단부를 향해 점진적으로 감소된다. 상기 특징부의 원위 단부가 광학 요소 또는 도파관을 향하도록 패턴(85)이 형성된다.
- [0059] 도 8a 및 도 8b에 더 구체적으로 도시된 것처럼, 공기 간격 필름(110)의 표면과 평행한 임의의 횡단면(121)은 주기적인 성형부/돌출부를 가지며, 릴리프 성형부에서 유전체 재료의 비례 부분(123)은 필름 자체로부터의 거리에 관한 함수로서 점진적으로 변화한다.
- [0060] 도 9a 내지 도 9b 및 도 10a 내지 도 10b에 도시된 것처럼, 필름의 기저부(112)와 근접한 내부 횡단면(124), 즉 초미세 구조체(85)의 하측(근위) 부분에서 릴리프 성형부(126)의 유전체 재료의 비례 부분(125)은 최대값을 가지며 실질적으로 1에 근접하며, 초미세 구조체(85)의 상측 부분(원위 단부)와 근접한 외부 횡단면에서 릴리프 성형부(129)의 유전체 재료의 비례 부분(128)은 최소값을 가지고 즉, 재료(125) 내에서 보다 상당히 작고 실질

적으로 영에 해당한다.

- [0061] 전형적으로, 주기적인 패턴 구조를 갖는 광학 장치를 광파가 통과할 때, 광선의 회절이 발생하고 0차의 회절 광선 즉 회절 없이 상기 장치를 통해 전달되는 광선의 휘도는 상당히 감소된다. 그러나 초미세 주기 구조체의 피치가 유입 광파의 파장보다 상당히 짧으면 회절이 발생하지 않는다. 대신에, 광학 파는 유효 굴절률을 가진 매체와 상호작용하고 상기 유효 굴절률은 상기 매체 내에 포함된 재료가 가지는 평균값이기 때문에, 유효 반사 방지 특성이 구해질 수 있다.
- [0062] 반면에, 광파가 구조체의 상측부(원위 단부)에서 주기적인 미세 구조체(85)에 비스듬한 각도를 가지며 충돌할 때, 광파는 주기 구조체의 외측 부분만 "보며"(영향을 받으며), 투명한 재료의 비례 부분이 매우 낮다. 따라서, (즉, 광파의 전파에 영향을 주는) 유입 광파에 의해 "보여지는" 실제/유효 굴절률은 공기의 굴절률에 가깝다.
- [0063] 도 11에 도시된 바와 같이, 도파관 기관(20)의 외부 표면(28)과 광학 요소(82)의 외부 표면(87) 사이에 상기 패턴화된 구조체(예를 들어, 공기 간격 필름)(예를 들어, 상기 특정 예에서 본 발명을 제한하지 않는 예로서 도시된 광학요소의 표면에 부착된 필름)가 제공될 때, 상기 패턴화된 구조체는 도파관을 향하고 패턴화된 인터페이스 영역(84)을 형성한다. 결합된 광파(130)는 도파관 기관(20) 및 패턴/필름의 원위 단부 사이에서 임계각보다 큰 각도를 가지며 인터페이스(132)에 충돌하고, 필름(110)과 도파관 기관(20) 사이에 한정된 공기(131)는 경계 표면에서 공기와 같은 굴절률에 의해 광학적 격리기능을 제공한다. 따라서, 외부 표면으로부터 결합되는 광파의 전반사 조건은 보존되고 광파는 도파관 기관 내부에 포함된다. 패턴화된 구조체가 광학 요소(82)를 향하고 상기 공기 필름이 도파관 기관(20)의 외부 표면(28)에 부착(또는 도파관 기관의 직접 패턴닝)될 때 동일한 효과가 발생한다는 것을 이해해야 한다. 초미세 구조체의 기하학적 특징 예를 들어, 초미세 구조체의 높이, 피크 대 피크(peak-to-peak) 및 폭은 10 내지 800 나노 미터 일 수 있다. 초미세 구조체의 형상은 나방의 눈(moth eye) 형상일 필요는 없다는 것을 이해해야 한다. 피라미드, 프리즘(prism), 원추체(cones) 등과 같은 다른 모든 나노 구조체 형상이 이용될 수 있다. 또한, 주기 구조가 일반적으로 더욱 용이하게 제조되지만, 초미세 구조는 특별히 주기적일 필요는 없다. 본 발명에서 이용하기에 적합한 초미세 구조체는, 한편으로 부착 공정 동안 붕괴되지 않을 정도로 충분한 고품이며, 다른 한편으로 구조체의 외부 횡단면에서의 유전체 재료의 비례 부분이 실질적으로 영에 해당되어 도파관 기관 내부에서 전반사 상태를 유지한다. 또한, 회절 효과를 피하기 위해 초미세 구조체의 기본 요소는 너무 크지 않은 크기를 가진다. 그러나, 초미세 구조체의 두께가 100nm 미만까지 감소되면, 공기 간격 필름을 통해 포착된 파의 침투 및 전반사 현상의 악화가 허용된다. 따라서, 초미세 구조체의 두께는 바람직하게 200 내지 300 nm이다.
- [0064] 도 12A 및 도 12B를 참고할 때, 도 12A는 안경 시스템(140)을 개략적으로 도시하고, 도 12B는 (상기 이중 렌즈 구조(82A 내지 82B)에 해당하는) 이중 렌즈 광학 요소의 렌즈(141,142)들 사이에 박히고 안경 프레임(143)내에서 조립되는 도파관 기관(20)을 도시한다. 상기 광학 요소 이외에, 상기 프레임은 카메라(144), 마이크로폰(145), 이어폰(146), USB 커넥터, 메모리 카드, 관성 측정 유닛(IMU)(inertial measurement unit) 등을 포함하는 다른 부속품들을 포함할 수 있다.
- [0065] 도 13A, 도 13B 및 도 13C는, (이중 렌즈 또는 두 개 부분의 광학 소자를 구성하는) 전방 정 렌즈(front positive lens)(151)와 후방 부 렌즈(rear negative lens)(152)사이에 박히고 접착제 없이 프레임(154)내에서 조립되는 도파관 기관(20)을 포함하는 비 모노리식 광학 장치(150)를 도시한다. 상기 특정 예에서, 도파관(20)과 광학 요소(들) 사이의 패턴화된 인터페이스(들)(84)은 공기 간격 필름으로 구성되지만, 본 발명은 상기 특정예로 한정되지 않는 것을 이해해야 한다. (도 13C의) 공기 간격 필름(110)은 도파관 기관(20)과 렌즈(151, 152) 사이에 배열되거나 결합될 수 있으며, 초미세 구조체(85)는 각각 도파관 기관(20)의 외부표면(26,28)을 향한다. (도 13C의) 공기 간격 필름(110)은 또한 도파관 기관(20)과 렌즈(151, 152) 사이에 배열되거나 결합될 수 있고, 초미세 구조체(85)는 각각 도파관 기관(20)의 외부표면(26,28)을 향한다. 공기 간격 필름(110)은 감압 접착제(PSA), 열경화성 또는 UV 경화성 접착제를 이용하여 광학 렌즈(151,152)의 평면상에 직접 접착되거나 엠보싱, 사출 성형, 캐스팅, 기계 가공, 연성 리소그래피 또는 임의의 다른 관련 조립 방법에 의해 렌즈의 통합된 부분으로서 직접 제조될 수 있다. 상기 박힌 광학 요소(150)는 압력 또는 시멘팅(cementing) 기술을 이용하여 프레임(154)내부에 조립될 수 있다. 인터페이스는 또한 공지된 임의의 적절한 패턴닝 기술을 이용하여 얻어진 광학 요소의 표면 또는 도파관의 표면을 적어도 부분적으로 (활성 영역내에서) 직접 패턴닝하여 생성될 수 있다.
- [0066] 두 개의 광학 렌즈들 사이에 도파관 기관(20)을 모노리식 상태로 매립(monolithically embedding)하기 위한 다른 기술이 도 14a, 도 14b 및 도 14c에 도시된다. 도파관 기관(20)은 주변 결합 기술을 이용하여 광학 렌즈들

사이에 매립된다. 전방 렌즈(151) 및 후방 렌즈(152)는 광학적 접촉제 또는 비광학 접촉제 또는 모든 부품들을 서로 장착시키는 다른 고점성 접촉제(156)를 이용하여 도파관 기관(20)의 주변 변부에 접촉된다. 접촉제는, 필름(110)과 도파관 기관(20) 사이에 한정된 광학적 활성 영역 또는 공기 포켓(131)내부의 돌출부로 접촉제가 누출되는 것을 방지하기 위해 충분히 높은 점도를 가지도록 선택된다. 상기 누출은 도파관 기관의 외부 표면으로부터 광파의 전반사를 유지하기 위해 필요한 공기 간격을 제거할 수 있다. 예를 들어, 필요한 접촉제(156)는 OP-67-LS 또는 임의의 실온 가황화(RTV) 실리콘 일 수 있다. 인터페이스는 또한 적절한 공지 패터닝 기술을 이용하여 얻어진 광학 요소의 표면 또는 도파관의 표면을 적어도 부분적으로 (활성 영역) 직접 패터닝하여 생성될 수 있다.

[0067] 두 개의 광학 렌즈들 사이에 도파관 기관(20)을 모노리식 상태로 매립하기 위한 또 다른 대체 기술이 도 15a, 도 15b 및 도 15c에 도시된다. 매립된 요소의 제조 과정은 다음과 같다: 초미세 구조체(85)가 도파관 기관(20)의 외부 표면(26,28)을 향할 때 공기 간격 필름(110)을 배열하고, 정전기와 같은 부착 기술을 이용하며; 상기 요소의 필요한 외형을 갖는 몰드(160)를 준비하고; 도파관 기관(20)을 몰드 내로 삽입하며; 액체 수지 중합체를 주형 속으로 캐스팅(casting)하거나 주입하고, 자외선(UV)을 이용하거나 중합체 온도를 변화시킴으로써 중합체를 경화시키고, 마지막으로 주형으로부터 매립된 요소를 분출시킨다. 도 14a 내지 도 14c와 관련한 상기 설명과 같이, 도파관 기관(20)과 공기 간격 필름(110) 사이에서 공기 포켓(131) 속으로 재료가 누출되는 것을 방지하기 위해 사출 성형 과정에서 사출된 재료로부터 초미세 영역이 격리된다.

[0068] 도 12a 내지 도 15c는 두 개의 광학 요소들(렌즈들) 사이에 매립된 도파관 기관을 포함하는 광학 장치를 형성하기 위한 상이한 기술들을 도시한다. 그러나, 도파관 기관의 외부 표면에 평면 요소들이 부착되어야 하는 일부 적용예들이 존재한다. 도 4에 도시된 상기 실시예에 의하면, 시준 요소/모듈(6)이 도파관 기관(20)에 부착된다. 사용자의 안구 안전성을 향상시키기 위해 도파관 기관을 기계적으로 보호하거나, 광색 응답(photochromic response), 내 스크래치성, 초 소수성(super hydrophobicity), 착색된 (색상을 가진) 시야, 편광, 지문 방지(anti-finger print) 등과 같은 다양한 특성을 달성하기 위해 평평한 요소의 외부 표면에 코팅물을 도포하기 위해 평평한 광학 요소를 도파관 기관에 부착한다.

[0069] 두 개의 평평한 광학 요소(기관)(162,164)들 사이에 매립되고 프레임(166, 167) 내에 조립된 도파관 기관(20)도 16a, 도 16b 및 도 16c에 도시된다. 도파관 기관 및 평평한 요소들의 매립 공정은 기계적 부착, 주변 접합 또는 모노리식 제조를 이용하여 구현될 수 있다. 매립 공정은 도파관 기관의 외부 표면들 중 하나에 단일 요소만을 부착하거나 평평한 기관 및 만곡 렌즈와 같은 다른 요소들을 결합하는 것을 포함할 수 있다.

[0070] 지금까지 예시된 모든 실시 예에서, 도파관 기관으로부터 광파를 결합시키는 요소는, 일반적으로 부분 반사 유전체 코팅을 이용하여 얻어지며 도파관 기관의 상부 및 하부 표면들과 평행하지 않고 도파관 기관(20) 내부에 위치한 적어도 하나의 평평한 부분 반사 표면(22)이다. 그러나, 본 발명을 따르고 패턴화된 인터페이스의 형태로 제공되는 특수 반사 기구는, 다른 커플링 아웃(coupling-out) 기술에도 이용될 수 있다. 도 17에 도시된 도파관 기관(20)에 의하면, 회절 요소인 커플링 인(coupling-in) 부재(170) 및/또는 커플링 아웃 요소(172)가 제공된다. 또한, 부분 반사 만곡 표면과 같은 다른 커플링 아웃 요소 및 다른 수단이 이용될 수 있다.

[0071] 도 12 내지 도 16의 실시 예는 본 발명의 간단한 구현예를 도시한 것이다. 시스템의 코어를 구성하는 기관 - 안 내 광학 요소는 매우 작고 가벼우므로, 매우 다양한 배열로 설치될 수 있다. 따라서, 바이저(visor), 접이식 디스플레이, 단안경 등을 포함한 다수의 다른 실시 예가 또한 가능하다. 상기 실시 예는 머리 장착(head mounted), 머리 착용(head worn) 또는 머리로 운반(head carried)과 같이 눈에 근접한 위치(near to eye)에서 표시되어야 하는 적용예들을 위해 지정된다. 그러나 다른 위치에서 표시되는 적용예들이 존재한다. 이러한 적용예는 스마트 폰 또는 스마트워치와 같은 모바일 적용예를 위한 휴대용 기기이다. 이러한 스마트 장치의 주요 문제점에 의하면, 요구되는 작은 크기 및 부피 및 원하는 고품질 이미지 사이의 절충이 존재한다.

[0072] 도 18에 도시되고 본 발명의 원리에 기초한 선택적 기술에 의하면, 모바일 장치의 작은 치수 및 풀 포맷(full format) 디스플레이에서 디지털 콘텐츠를 시청하고자 하는 욕구 사이에 현재 필요한 절충이 제거된다. 상기 적용예는, 사용자의 눈에 직접 고품질 이미지를 투사하여 소형 모바일 장치를 구현하기 위해 과거에 요구되는 상반되는 사항들 및 풀 포맷 디스플레이에서 디지털 콘텐츠를 보려는 욕구를 해결하는 휴대용 디스플레이(HHD)이다. 광학 모듈/장치는 스마트 장치(210)의 몸체속에 모두 통합된 디스플레이 소스(4)(이미지 발생기), 폴딩 및 시준 광학장치(6) 및 도파관 기관(20)을 포함하며, 도파관 기관(20)은 현재 존재하는 보호용 전화 덮개 창을 대체한다. 특히, 소스(4) 및 광학장치(6)를 포함하는 지지 부품의 체적은 현대적인 스마트 장치를 위한 허용 체적 내에 조립되도록 충분히 작다. 장치가 송신하는 전체 화면을 보기 위해, 장치의 창은 사용자 눈(24)의 전방에

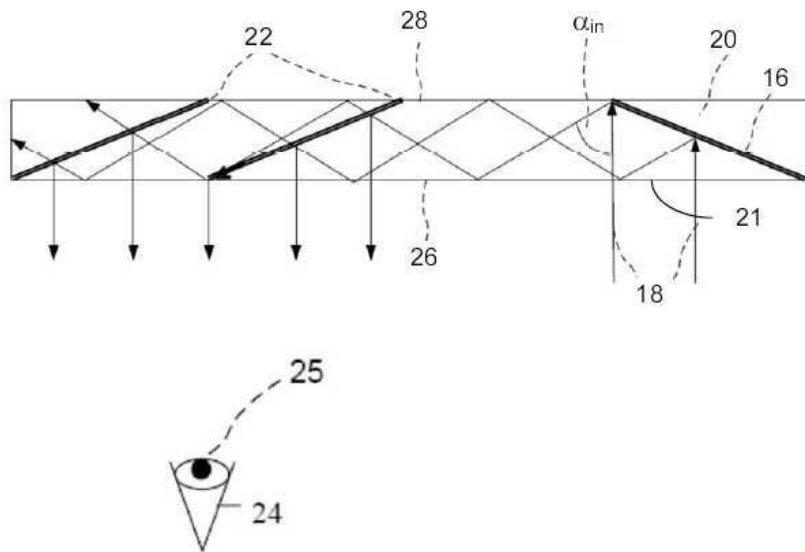
배열되어, 높은 FOV, 큰 눈 - 운동 박스 및 편안한 안구 이완을 가지며 이미지를 관찰한다. 또한, 이미지의 다른 부분을 표시하도록 장치를 기울임으로써 더 큰 눈 - 이완(eye-relief)을 가지며 전체 FOV를 볼 수도 있다. 또한, 광학 모듈이 투시(see-through) 구조로 작동할 수 있기 때문에, 장치의 이중 동작이 가능하다. 즉, 종래의 디스플레이(212)를 원래대로 유지하는 선택권이 있다. 이러한 방식으로, 디스플레이 소스(4)가 차단될 때 표준 디스플레이가 도파관 기관(20)을 통해 보일 수 있다. 대량 인터넷 서핑 또는 고품질 비디오 동작을 위해 정해진 제2 가상 모드에서, 종래의 디스플레이(212)는 차단되고, 디스플레이 소스(4)는 요구되는 넓은 FOV 이미지를 도파관을 통해 시청자의 눈에 투사한다. 일반적으로, 대부분의 휴대용 스마트 장치에서, 사용자는 장치의 전면 창에 매립된 터치 스크린을 이용하여 스마트 장치를 조작할 수 있다. 도 18에 도시된 것처럼, 터치 스크린(220)은 도파관 기관(20) 상에 배열된 공기 간격 필름(110)의 외부 표면에 터치 스크린을 직접 결합시킴으로써 스마트 장치에 부착될 수 있다.

**부호의 설명**

- 18.....광파,
- 16.....반사 인터페이스,
- 20.....도파관,
- 24.....관찰자 눈,
- 22.....반사표면(22)

**도면**

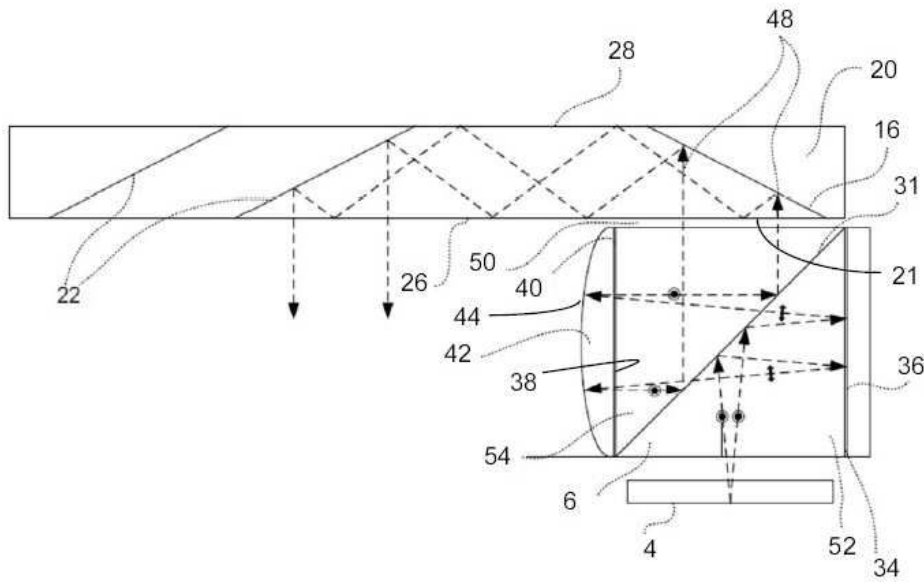
**도면1**



(일반기술)

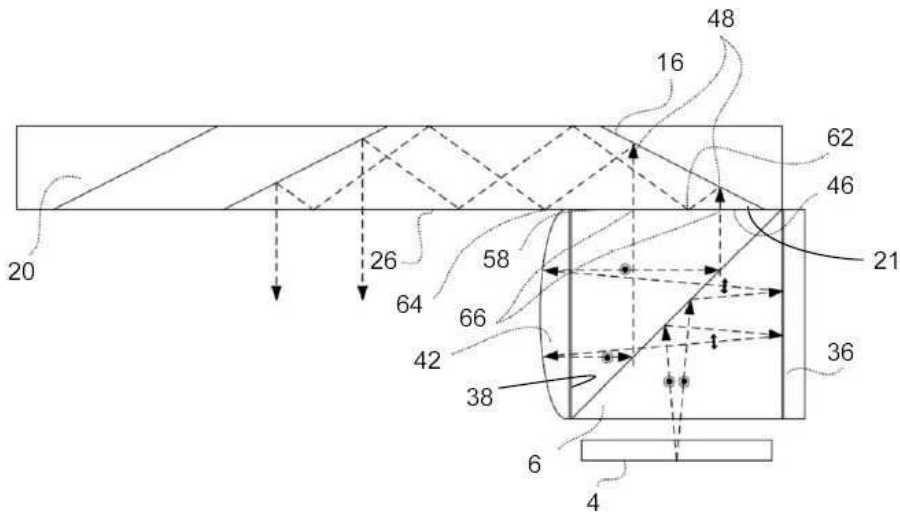


도면2



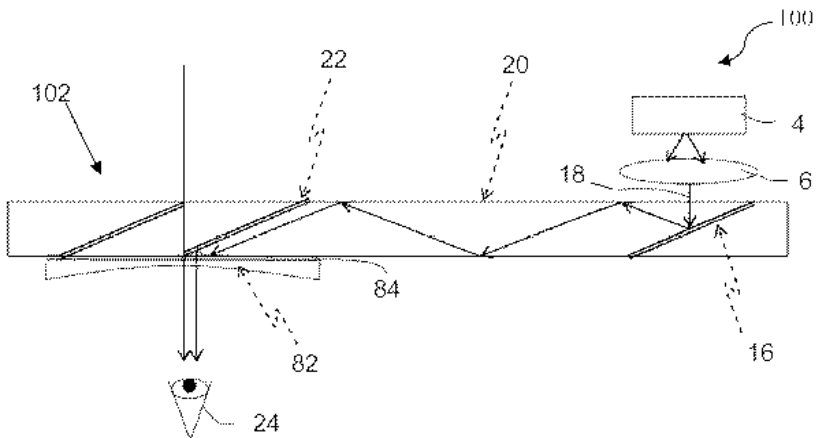
(일반기술)

도면3

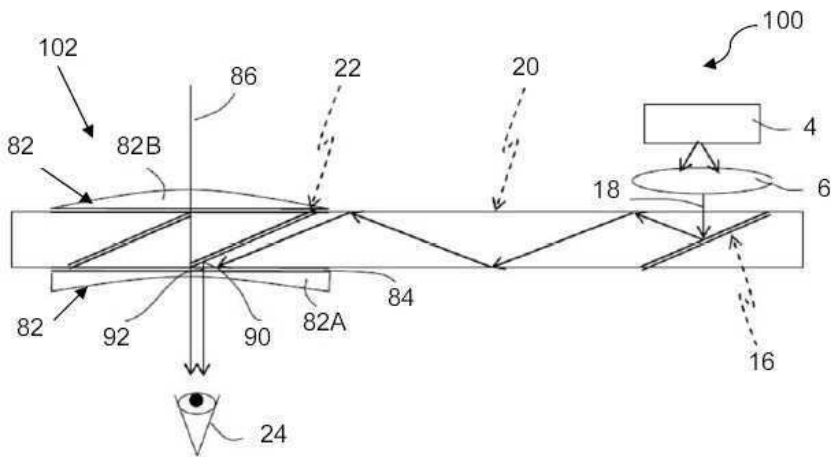


(일반기술)

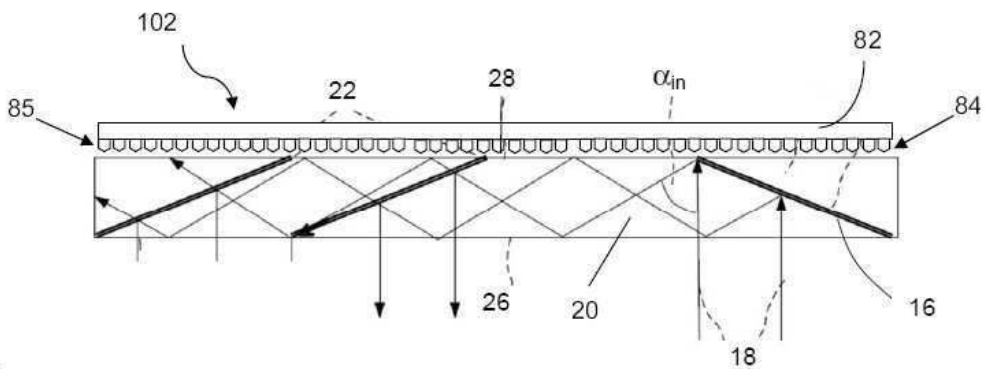
도면4



도면5

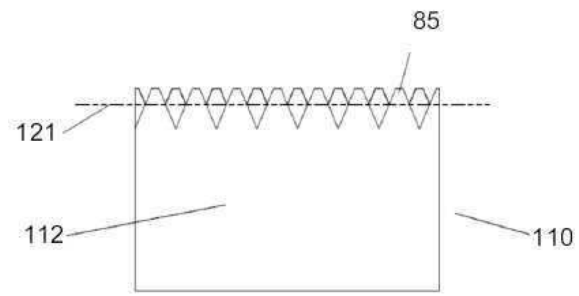


도면6a

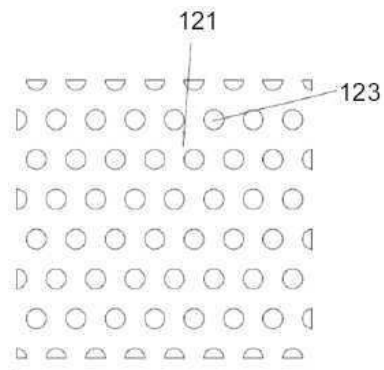




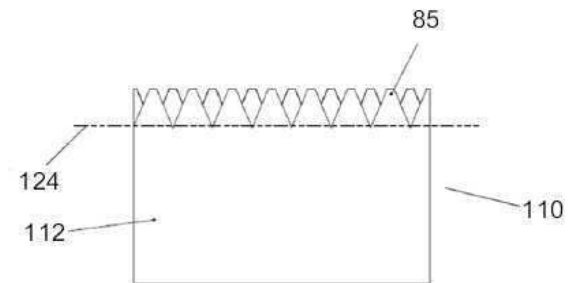
도면8a



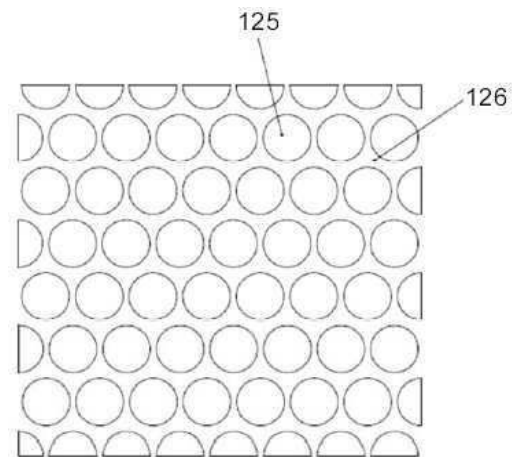
도면8b



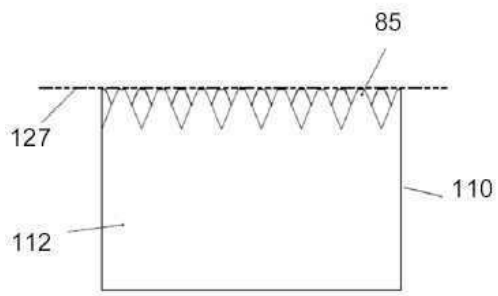
도면9a



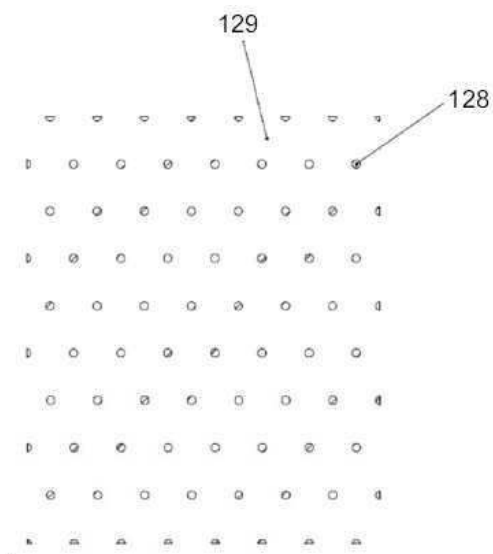
도면9b



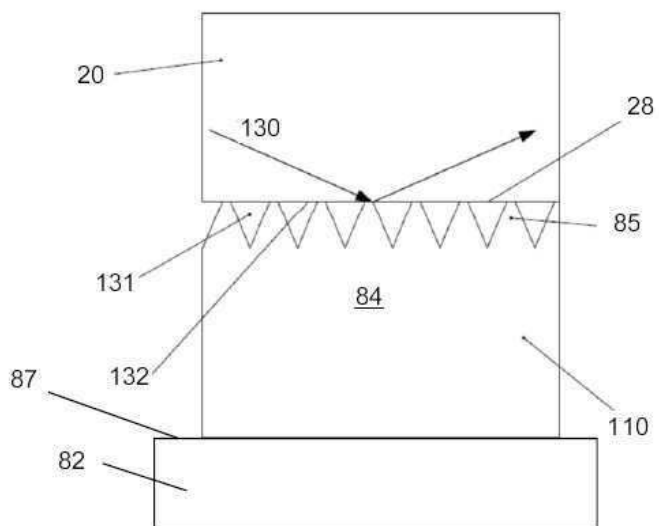
도면10a



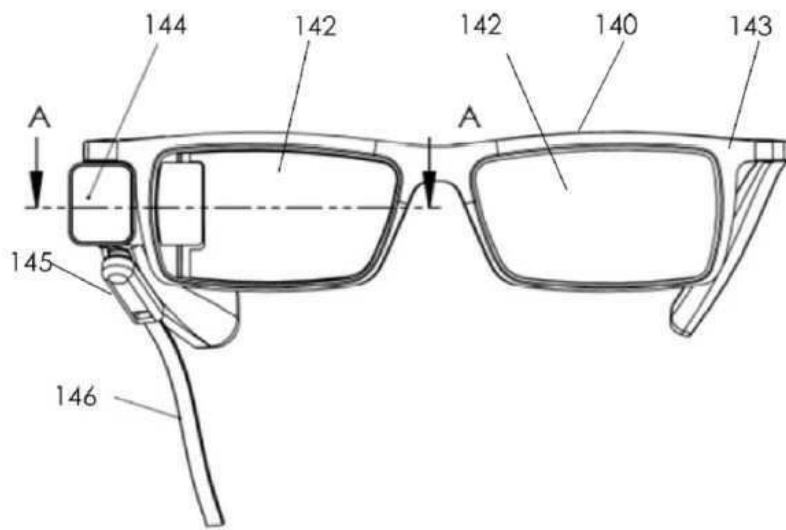
도면10b



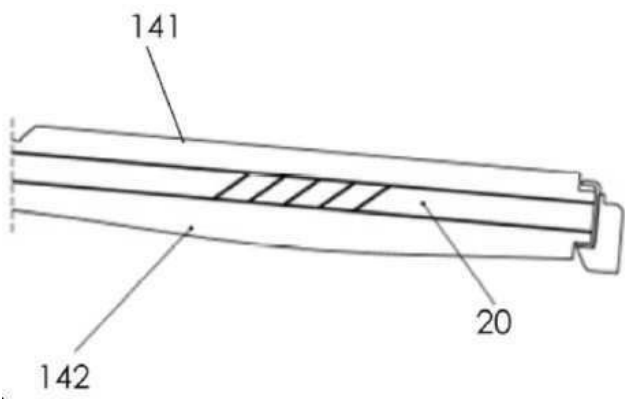
도면11



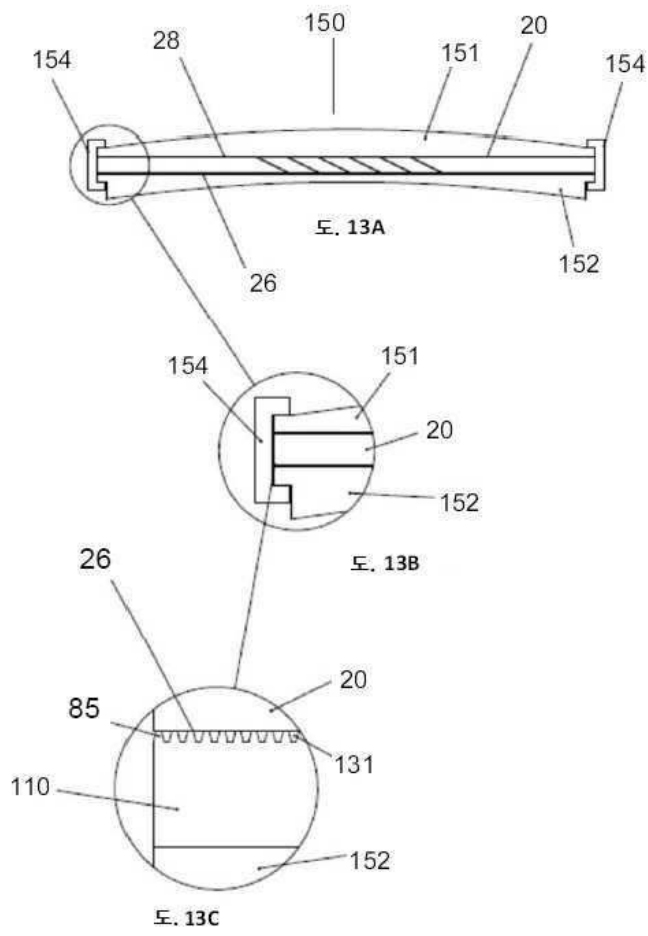
도면12a



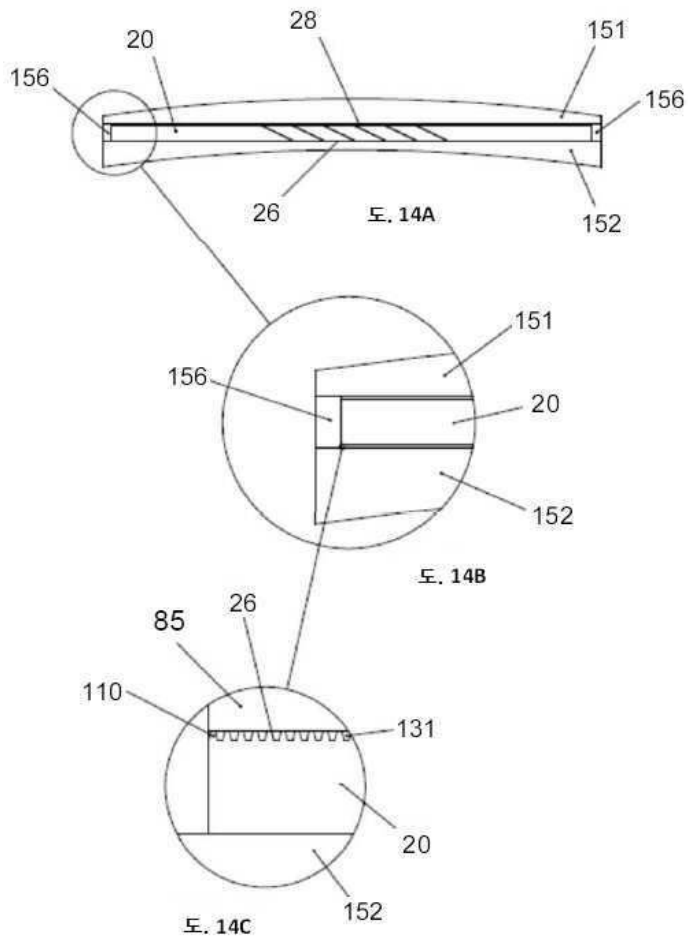
도면12b



도면13

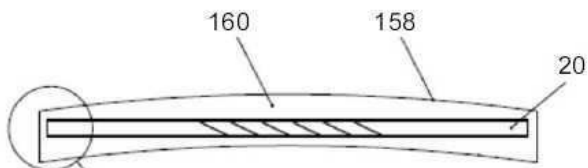


도면14

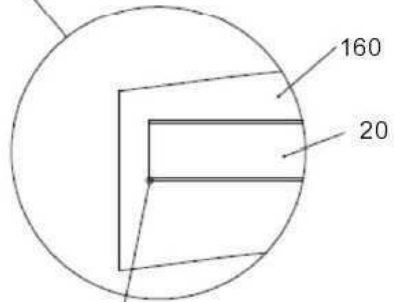




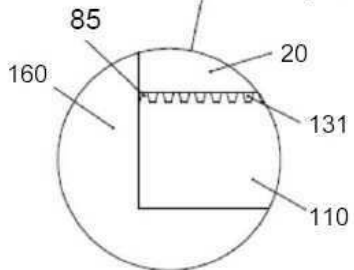
도면15



도. 15A

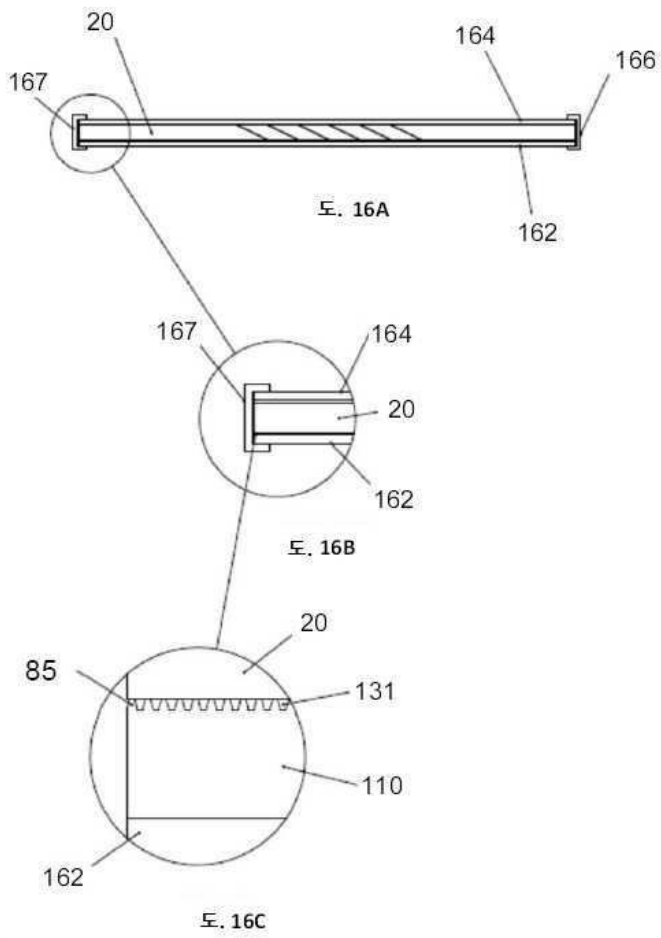


도. 15B

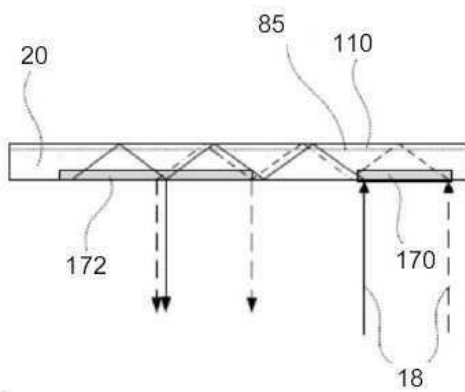


도. 15C

도면16



도면17



도면18

