



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0127534
(43) 공개일자 2019년11월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) F21V 8/00 (2016.01)
G02B 27/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 27/0081 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7007806
- (22) 출원일자(국제) 2018년01월08일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년03월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/IL2018/050025
- (87) 국제공개번호 WO 2018/173035
국제공개일자 2018년09월27일
- (30) 우선권주장
62/474,614 2017년03월22일 미국(US)

- (71) 출원인
루머스 리미티드
이스라엘 7403631 네스 지오나, 핀하스 사피르 스트리트 8
- (72) 발명자
덴진저, 요차이
이스라엘 크파르 브라담, 로템 스트리트 2
아이센펠드, 지온 악셀
이스라엘 7835515 아슈켈론, 하라브 노룩 스트리트 32/10
- (74) 대리인
김해중

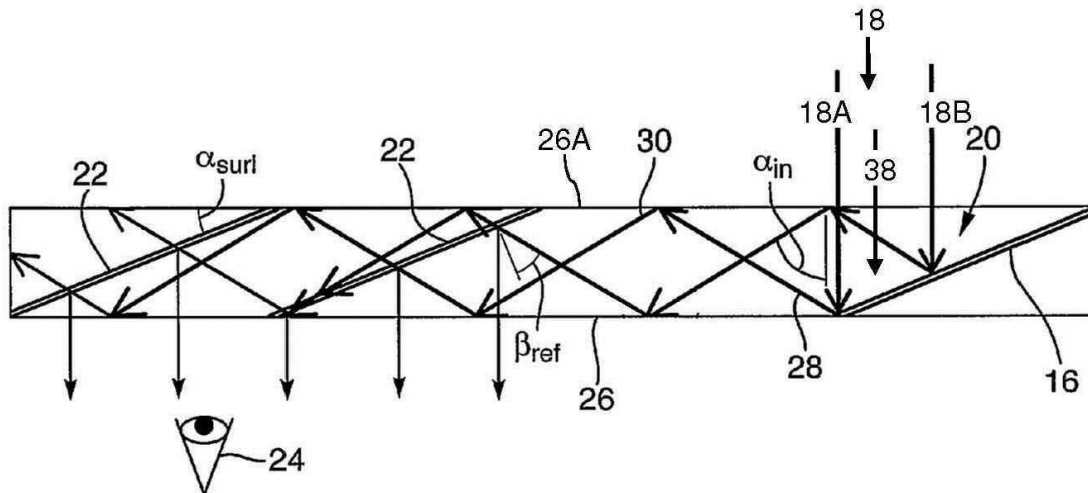
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 중첩 파셋

(57) 요약

파셋의 중첩 구성에 대한 특정 관리는 공칭 관측점을 향해 아웃-커플링되는 이미지의 불균일성을 감소시킨다. 적어도 두 개의 평행한 표면인 제 1, 중간 및 최종 부분 반사 표면을 포함하는 도파관은 표면들 중 하나에 대한 파셋의 기하학적 투사에서, 파셋이 중첩되고, 바람직하게 인접 파셋이 중첩되고 비-인접 파셋의 시점 및 중점이 도파관의 적어도 일부분을 따라 일치하도록 구성된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G02B 6/0035 (2013.01)

G02B 2027/0178 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광학 장치로서,

(a) 서로 평행한 적어도 한 쌍의 제 1 표면,

광이 도파관에 결합되는 제 1 영역, 및

일련의 제 1 파셋을 갖는 도파관을 포함하며;

상기 일련의 제 1 파셋이

상기 제 1 영역의 기단에 위치되고, 상기 한 쌍의 제 1 표면들 사이의 방향으로 제 1 폭을 갖는 제 1 파셋,

상기 제 1 영역으로부터 상기 일련의 제 1 파셋의 말단부에 있고, 상기 한 쌍의 제 1 표면들 사이의 방향으로 제 3 폭을 갖는 최종 파셋, 및

상기 제 1 파셋과 상기 최종 파셋 사이에 있고, 상기 한 쌍의 제 1 표면들 사이의 방향으로 제 2 폭을 갖는 하나 이상의 중간 파셋을 포함하며;

(b) 각각의 상기 파셋은

폭이 상기 파셋의 평면에 있고,

적어도 부분 반사 표면이고,

상기 한 쌍의 제 1 표면들에 대해 비스듬한 각도이고,

상기 파셋 폭의 기단 쪽에 파셋 시점을 갖고,

상기 파셋 폭의 말단 쪽에 파셋 종점을 가지며;

(c) 기하학적 투사는 상기 도파관으로부터 아웃-커플링되는 공칭 광선의 방향으로 상기 한 쌍의 제 1 표면들 중 하나에 있으며, 상기 공칭 광선은 상기 도파관으로부터 결합되는 광의 중앙 광선이며;

(d) 상기 최종 파셋과 상기 하나 이상의 중간 파셋 각각의 상기 기하학적 투사는 인접한 상기 하나 이상의 중간 파셋과 상기 제 1 파셋의 각각의 상기 기하학적 투사와 중첩되며;

(e) 상기 최종 파셋과 상기 하나 이상의 중간 파셋 각각의 상기 기하학적 투사는 상기 하나 이상의 중간 파셋과 상기 제 1 파셋의 인접하지 않은 파셋 종점의 각각의 상기 기하학적 투사와 일치하며;

(f) 상기 일치는 상기 도파관의 적어도 일부분을 따르는;

광학 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 파셋의 상기 제 1 폭은 상기 하나 이상의 중간 파셋의 상기 제 2 폭보다 더 작은

광학 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

다수의 상기 파셋은 상기 도파관으로부터 아웃-커플링되는 상기 공칭 광선을 횡단하며, 상기 파셋의 수는 상기 일련의 제 1 파셋 모두에 대해 일정한

광학 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광은 이미지에 대응하며 상기 중앙 광선은 상기 이미지의 중심으로부터의 중심 광선인

광학 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 광은 이미지에 대응하며 상기 중앙 광선은 상기 이미지의 중앙 픽셀에 대응하는

광학 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 최종 파셋은 공칭 반사율의 실질적으로 100%인 반사율을 가지며, 상기 공칭 반사율은 상기 도파관의 특정 위치에서 필요한 전체 반사인

광학 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 폭은 상기 제 2 폭보다 더 작은

광학 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 폭은 상기 제 2 폭의 실질적으로 절반인

광학 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 중간 파셋의 수는 1, 2, 3, 4, 5 및 복수로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는

광학 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

일정한 수의 파셋이 상기 한 쌍의 제 1 표면들 중 하나를 통해 상기 도파관으로부터의 상기 광 결합의 공칭 관측점을 향하는 시선에서 중첩되는

광학 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 일련의 제 1 파셋들 중 하나의 파셋의 폭은 상기 일련의 제 1 파셋들 중 인접한 하나의 파셋의 폭에 대해 단조롭게 변화하는

광학 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 일련의 제 1 파셋들 중 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 간격은 상기 일련의 제 1 파셋들 중 다른 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 인접한 간격에 대해 변화하는

광학 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 간격은 단조롭게 변화하는

광학 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 영역으로부터의 광의 전파는 상기 광의 적어도 일부분이 상기 하나 이상의 중간 파셋들 중 하나와 마주치기 이전에 상기 제 1 파셋과 만나는

광학 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

인접한 파셋들 사이의 간격은 상기 도파관에 결합되는 광의 가간섭성 길이보다 더 큰

광학 장치.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

(a) 상기 제 1 폭은 상기 제 2 폭과 실질적으로 동일하며,

(b) 상기 제 1 파셋은 인접한 중간 파셋의 상기 기하학적 투사과 중첩되지 않는 상기 제 1 파셋의 상기 기하학적 투사에 대응하는 제 1 구역을 갖는

광학 장치.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 구역은 광에 대해 투명한

광학 장치.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 구역은 인접 파셋 반사율의 실질적으로 두 배의 반사율을 갖는

광학 장치.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

각각의 상기 파셋은 상기 파셋 전반에 균일한 부분 반사율을 갖는

광학 장치.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

하나 이상의 상기 파셋의 반사율은 다른 하나 이상의 파셋의 다른 반사율과 상이한

광학 장치.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

(a) 상기 도파관은 서로 평행하고 상기 한 쌍의 제 1 표면과 평행하지 않은 한 쌍의 제 2 표면을 더 포함하며;

(b) 상기 파셋은 이미지가 상기 한 쌍의 제 1 및 제 2 표면 모두에 대해 비스듬한 결합 각도로 초기 전파 방향으로 상기 제 1 영역에서 상기 도파관에 결합될 때, 이미지가 상기 도파관을 따라 사중 내부 반사에 의해 전진하도록 구성되는

광학 장치.

청구항 22

제 19 항에 있어서,
 상기 한 쌍의 제 2 표면은 상기 한 쌍의 제 1 표면에 대해 수직인
 광학 장치.

청구항 23

제 19 항에 있어서,
 각각의 상기 파셋은 상기 한 쌍의 제 2 표면에 대해 비스듬한 각도인
 광학 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 그 전체가 본 출원에 원용에 의해 포함되는, 본 발명자에 의해 2017년 3월 22일자로 출원된 미국 가 특허 출원(PPA) 일련번호 62/474,614 호의 이득을 주장한다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 광학기기에 관한 것이며, 특히 본 발명은 균일한 반사에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 소형 광학 요소에 관한 중요한 용례 중의 하나는 광학 모듈이 이미징 렌즈 및 조합기의 역할을 하여, 2차원 디스플레이가 무한대로 이미지화되어 관찰자의 눈으로 반사되는 헤드 마운트 디스플레이(HMD)이다. 디스플레이는 음극선관(CRT), 액정 디스플레이(LCD), 유기 발광 다이오드 어레이(OLED), 스캐닝 소스 또는 유사한 장치와 같은 공간 광 변조기(SLM)로부터 직접적으로 또는 릴레이 렌즈나 광섬유 다발에 의해 간접적으로 얻어질 수 있다. 디스플레이는 시준 렌즈에 의해 무한대로 이미지화되고 각각, 비-투시(non-see through) 또는 투시 용례를 위한 조합기로서 작용하는 반사 또는 부분 반사 표면에 의해 관찰자의 눈으로 전송되는 요소(픽셀)의 어레이를 포함한다. 전형적으로, 종래의 자유 공간 광학 모듈이 이러한 목적으로 사용된다. 시스템의 원하는 시야(FOV)가 증가함에 따라, 그러한 종래의 광학 모듈은 필연적으로 커지고, 무겁고, 부피가 커져, 성능은 적절할지라도 장치를 비실용적으로 만든다. 이는 모든 종류의 디스플레이에 관한 주요 단점이지만, 시스템이 필연적으로 가능한 한 가볍고 소형이어야 하는 헤드 마운트 용례의 경우에 특히 그러하다.
- [0004] 소형화를 위한 노력으로 여러 상이한 복잡한 광학적 해결책을 이끌어 냈으며, 그러한 모든 해결책은 한편으로 대부분의 실제 용례에 아직 충분히 소형화되지 못했고, 다른 한편으로 제작이 어렵다. 또한, 이들 설계로부터 초래되는 광학 시야각의 아이-모션-박스(EMB)는 대개 매우 작고, 전형적으로 8 mm 미만이다. 따라서, 광학 시스템의 성능은 관찰자의 눈에 대한 심지어 작은 움직임에도 매우 민감하고, 표시된 텍스트의 편리한 관독을 위한 충분한 동공 운동을 허용하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 목적은 공칭 관측점을 향해 아웃-커플링되는 이미지의 불균일성을 감소시키는 중첩 파셋을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 실시예의 교시에 따라서, 광학 장치가 제공되며, 상기 광학 장치는 서로 평행한 적어도 한 쌍의 제 1 표면, 광이 도파관에 커플링되는 제 1 영역, 및 일련의 제 1 파셋(facet)을 갖는 도파관을 포함하며; 일련의 제 1 파셋이 제 1 영역의 기단에 위치되고, 한 쌍의 제 1 표면들 사이의 방향으로 제 1 폭을 갖는 제 1 파셋, 제 1 영역으로부터 일련의 제 1 파셋의 말단부에 있고, 한 쌍의 제 1 표면들 사이의 방향으로 제 3 폭을 갖는 최종 파셋, 및 제 1 파셋과 최종 파셋 사이에 있고, 한 쌍의 제 1 표면들 사이의 방향으로 제 2 폭을 갖는 하나 이상의

중간 파셋을 포함하며; 각각의 파셋은 폭이 파셋의 평면에 있고, 적어도 부분 반사 표면이고, 한 쌍의 제 1 표면들에 대해 비스듬한 각도이고, 파셋 폭의 기단 쪽에 파셋 시점을 갖고, 파셋 폭의 말단 쪽에 파셋 중점을 가지며; 기하학적 투사는 도파관으로부터 아웃-커플링되는 공칭 광선의 방향으로 한 쌍의 제 1 표면들 중 하나에 있으며, 공칭 광선은 도파관으로부터 커플링되는 광의 중앙 광선이며; 최종 파셋과 하나 이상의 중간 파셋 각각의 기하학적 투사는 인접한 하나 이상의 중간 파셋과 제 1 파셋의 각각의 기하학적 투사와 중첩되며(overlap); 최종 파셋과 하나 이상의 중간 파셋 각각의 기하학적 투사는 하나 이상의 중간 파셋과 제 1 파셋의 인접하지 않은 파셋 중점의 각각의 기하학적 투사와 일치하며; 일치하는 도파관의 적어도 일부분을 따른다.

[0007] 선택적인 실시예에서, 제 1 파셋의 상기 제 1 폭은 하나 이상의 중간 파셋의 제 2 폭보다 더 작다. 다른 선택적인 실시예에서, 다수의 파셋은 도파관으로부터 아웃-결합되는(out-coupling) 공칭 광선과 교차하며, 파셋의 수는 일련의 제 1 파셋 모두에 대해 일정하다. 다른 선택적인 실시예에서, 광은 이미지에 대응하며 중앙 광선은 이미지의 중심으로부터의 중심 광선이다. 다른 선택적인 실시예에서, 광은 이미지에 대응하며 중앙 광선은 이미지의 중앙 픽셀에 대응한다. 다른 선택적인 실시예에서, 최종 파셋은 공칭 반사율의 실질적으로 100 %인 반사율을 가지며, 공칭 반사율은 도파관의 특정 위치에서 필요한 전체 반사이다. 다른 선택적인 실시예에서, 제 3 폭은 제 2 폭보다 더 작다. 다른 선택적인 실시예에서, 제 3 폭은 제 2 폭의 실질적으로 절반이다. 다른 선택적인 실시예에서, 하나 이상의 중간 파셋의 수는 1, 2, 3, 4, 5 및 복수로 이루어지는 그룹으로부터 선택된다. 다른 선택적인 실시예에서, 일정한 수의 파셋이 한 쌍의 제 1 표면들 중 하나를 통해 도파관으로부터의 광 결합의 공칭 관측점을 향하는 시선에서 중첩된다. 다른 선택적인 실시예에서, 일련의 제 1 파셋들 중 하나의 파셋의 폭은 일련의 제 1 파셋들 중 인접한 하나의 파셋의 폭에 대해 단조롭게 변화한다. 다른 선택적인 실시예에서, 일련의 제 1 파셋들 중 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 간격은 일련의 제 1 파셋들 중 다른 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 인접한 간격에 대해 단조롭게 변화한다. 다른 선택적인 실시예에서, 제 1 영역으로부터의 광은 광의 적어도 일부분이 하나 이상의 중간 파셋들 중 하나와 마주치기 이전에 제 1 파셋과 만나는 정도이다. 다른 선택적인 실시예에서, 인접한 파셋들 사이의 간격은 도파관에 결합되는 광의 가간섭성 길이보다 더 크다.

[0008] 선택적인 실시예에서, 제 1 폭은 상기 제 2 폭과 실질적으로 동일하며, 제 1 파셋은 인접한 중간 파셋의 기하학적 투사와 중첩되지 않는 제 1 파셋의 기하학적 투사에 대응하는 제 1 구역을 가진다. 다른 선택적인 실시예에서, 제 1 구역은 광에 대해 투명하다. 다른 선택적인 실시예에서, 제 1 구역은 인접 파셋 반사율의 실질적으로 두 배의 반사율을 가진다. 다른 선택적인 실시예에서, 파셋은 파셋 전반에 균일한 부분 반사율을 가진다.

[0009] 선택적인 실시예에서, 도파관은 서로 평행하고 한 쌍의 제 1 표면과 평행하지 않은 한 쌍의 제 2 표면을 더 가지며; 파셋은 이미지가 한 쌍의 제 1 및 제 2 표면 모두에 대해 비스듬한 결합 각도로 초기 전파 방향으로 제 1 영역에서 도파관에 결합될 때, 이미지가 도파관을 따라 사중 내부 반사에 의해 전진하도록 구성된다. 다른 선택적인 실시예에서, 한 쌍의 제 2 표면은 한 쌍의 제 1 표면에 대해 수직이다. 다른 선택적인 실시예에서, 파셋은 한 쌍의 제 2 표면에 대해 비스듬한 각도이다.

[0010] 선택적인 실시예에서, 제 1 파셋의 제 1 폭은 중간 파셋의 제 2 폭과 실질적으로 동일하며; 제 1 파셋의 제 1 반사율은 공칭 반사율의 50 %보다 더 크며; 제 1 파셋에 인접한 제 2 파셋은 제 2 반사율과 제 1 반사율을 더한 반사율이 실질적으로 공칭 반사율이 되도록 제 2 반사율을 가지며; 제 2 파셋에 인접한 제 3 파셋은 공칭 반사율의 50 %보다 더 크고 제 1 반사율보다 더 작은 제 3 반사율을 가지며; 제 3 파셋에 인접한 제 4 파셋은 제 4 반사율과 제 3 반사율을 더한 반사율이 실질적으로 공칭 반사율이 되도록 제 4 반사율을 가진다.

[0011] 다른 선택적인 실시예에서, 제 1 파셋의 제 1 폭은 중간 파셋의 제 2 폭과 실질적으로 동일하며; 일련의 시작 홀수 파셋은 제 1 파셋 및 제 1 파셋으로부터의 주어진 수의 모든 다른 파셋을 포함하며; 일련의 시작 짝수 파셋은 제 1 파셋에 인접한 제 2 파셋 및 제 2 파셋으로부터의 주어진 수의 모든 다른 파셋을 포함하며; 파셋의 제 1 세트는 일련의 시작 홀수 파셋으로부터의 제 1 홀수 파셋 및 일련의 시작 홀수 파셋으로부터의 대응하는 제 1 짝수 파셋을 포함하며; 제 1 홀수 파셋은 공칭 반사율의 50%보다 더 큰 제 1 반사율을 가지며; 제 1 짝수 파셋은 제 2 반사율과 제 1 반사율을 더한 반사율이 실질적으로 공칭 반사율이 되도록 제 2 반사율을 가지며; 각각의 파셋의 후속 세트는 각각의 일련의 시작 홀수 및 짝수 파셋으로부터 다음 홀수 및 짝수 파셋을 포함하며; 후속 세트로부터의 각각의 홀수 파셋은 공칭 반사율의 50%보다 더 크고 이전 세트로부터의 홀수 파셋의 반사율보다 더 작은 홀수 반사율을 가지며; 후속 세트로부터의 각각의 짝수 파셋은 홀수 반사율과 대응하는 짝수 파셋의 짝수 반사율에 더한 반사율이 실질적으로 공칭 반사율이 되도록 짝수 반사율을 가진다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르는 중첩 파셋은 공칭 관측점을 향해 아웃-커플링되는 이미지의 불균일성을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 실시예는 첨부 도면을 참조하여 단지 예로서 본 명세서에서 설명된다.

도 1은 종래의 폴딩(folding) 광학 장치의 측면도이다.

도 2는 예시적인 도광(light-guide) 광학 요소의 측면도이다.

도 3a 및 도 3b는 2개의 입사각 범위에 대해 선택적으로 반사하는 표면의 원하는 반사율 및 투과율 특성을 도시한다.

도 4는 도광 광학 요소의 예시적인 구성을 도시하는 도면이다.

도 5는 도광 광학 요소의 다른 구성을 도시하는 도면이다.

도 6은 대칭 구조를 갖는 횡단 동공 확장 1-차원 도파관의 상세 단면도를 도시하는 도면이다.

도 7은 이중 LOE 구성을 이용하여 두 축을 따라 빔을 확장시키는 방법을 도시하는 도면이다.

도 8은 이중 LOE 구성을 이용하여 2개의 축을 따라 빔을 확장시키는 다른 방법을 도시하는 도면이다.

도 9는 표준 안경테에 내장된 LOE의 예시적인 실시예를 도시한다.

도 10a는 이미지 균일성에 관한 변화의 효과를 도시하는, 비-중첩 파셋을 갖는 도파관의 개략도이다.

도 10b는 이미지 균일성에 관한 변화의 효과를 도시하는, 중첩 파셋을 갖는 도파관의 개략도이다.

도 11a 내지 도 11c는 상이한 각도 전파 구성을 갖는 중첩 파셋의 실시예를 위한 예시적인 대안 구성이다.

도 12a 및 도 12b는 각각, 2차원 광학 개구 배열기의 측면도 및 전면도이다.

도 12c 및 도 12d는 도 12a 및 도 12b의 광학 개구 배열기로부터 도파관에서 부분적으로 반사하는 내부 파셋에 대해 전파하는 이미지 광선의 2가지 가능한 기하학적 구조를 도시하는 개략도이다.

도 13은 두 세트의 세장형 평행 외부 면에 대해 비스듬히 경사진 내부 부분 반사 파셋을 갖는 2D 도파관의 실시예를 도시하는 개략적인 등각도이다.

도 14a 및 도 14b는 각각, 중첩 파셋으로 구성된 광학 개구 배열기의 개략적인 측면도 및 전면도이다.

도 15a 및 도 15b는 각각, 자유 공간 광학 배열로 확장을 수행하기 위해 도 14a 및 도 14b의 구성을 변경하는 광학 개구 배열기의 개략적인 측면도 및 전면도이다.

도 16a 내지 도 16c는 예시적인 파셋 실시예의 도면이다.

도 17a는 이중 파셋의 대략적인 스케치이다.

도 17b는 가변 파셋 간격의 대략적인 스케치이다.

도 17c는 도파관의 기단부로부터 말단부까지 감소하는 파셋 간격의 대략적인 스케치이다.

도 17d는 가변 파셋 폭의 대략적인 스케치이다.

도 18은 대칭 구조에 중첩 파셋을 적용하는 대략적인 스케치이다.

도 19a는 이중 중첩 구성에서의 전체 공칭 반사율의 그래프이다.

도 19b는 교대 파셋 반사율의 변화를 이용하는 이중 중첩 구성에서의 전체 공칭 반사율의 예시적인 그래프이다.

도 20a는 중첩 파셋을 갖는 도파관을 생성하는데 사용될 수 있는 공정을 도시한다.

도 20b 내지 도 20e는 결합 프리즘의 부착을 위한 예시적인 절차이다.

도 21a 내지 도 21d는 중첩 파셋을 갖는 도파관을 생성하기 위한 예시적인 절차의 추가 세부사항이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 약어 및 정의
- [0015] 참조의 편의를 위해서, 이 구역은 본 명세서에 사용되는 약어, 머리글자 및 짧은 정의의 간략한 목록을 포함한다. 이 구역은 제한적인 것으로 간주되어서는 안된다. 더 자세한 설명은 아래 및 해당 표준에서 찾을 수 있다.
- [0016] 1D - 1차원
- [0017] 2D - 2차원
- [0018] CRT - 음극선관
- [0019] EMB - 아이 모션 박스
- [0020] FOV - 시야
- [0021] HMD - 헤드 마운트 디스플레이
- [0022] HUD - 헤드업 디스플레이
- [0023] LCD - 액정 디스플레이
- [0024] LOE - 도광 광학 요소
- [0025] OLED - 유기 발광 다이오드 어레이
- [0026] SLM - 공간 광 변조기
- [0027] TIR - 전체 내부 반사
- [0028] 상세한 설명
- [0029] 본 실시예에 따른 시스템의 원리 및 작동은 도면 및 첨부된 설명을 참조하여 더 잘 이해될 수 있다. 본 발명은 관찰자 쪽으로 균일한 반사를 생성시키는 광학 장치이다.
- [0030] 파셋 중첩 구성에 관한 특정 관리는 공칭 관측점을 향해 아웃-커플링되는(outcoupled) 이미지의 불균일성을 감소시킨다. 적어도 두 개의 표면인 제 1, 중간 및 최종 부분 반사 파셋을 포함하는 도파관은 그 표면 중 하나에 대한 파셋의 기하학적인 투사에서 파셋이 중첩되고, 바람직하게는 인접한 파셋이 중첩되고 비-인접 파셋의 시점 및 중점 도파관의 적어도 일부분을 따라 일치하도록 구성된다.
- [0031] 기본 기술 - 도 1 내지 도 9
- [0032] 도 1은 기관(2)이 디스플레이 소스(4)에 의해 조명되는 통상적인 종래의 폴딩(folding) 광학기기의 배열을 도시한다. 디스플레이는 시준 광학기기(6), 예를 들어 렌즈에 의해 시준된다. 디스플레이 소스(4)로부터의 광은 주광선(11)이 기관 평면에 평행한 방식으로 제 1 반사 표면(8)에 의해 기관(2)에 결합된다. 제 2 반사 표면(12)은 기관으로부터의 광을 관찰자(14)의 눈에 결합시킨다. 이러한 구성의 소형임에도 불구하고, 이러한 구성은 심각한 단점을 겪는다. 특히, 매우 제한된 FOV만이 달성될 수 있다.
- [0033] 이제 도 2를 참조하면 예시적인 도광 광학 요소(LOE)의 측면도가 도시된다. 위의 제한을 완화하기 위해, 본 실시예는 도광 광학 요소(LOE) 내에 조립된 선택적인 반사 표면의 어레이를 이용한다. 제 1 반사 표면(16)은 장치 뒤에 위치한 광원(도시되지 않음)으로부터 나오는 시준된 디스플레이 광선(빔)(18)에 의해 조명된다. 본 도면에서 단순화를 위해, 단지 하나의 광선, 즉 입사 광선(38)(또한 "빔" 또는 "입사 광선"으로서 지칭됨)이 일반적으로 도시된다. 빔(18A 및 18B)과 같은 입사광의 다른 광선은 입사 광 동공의 좌측 및 우측 에지와 같은 입사 동공의 에지를 지정하는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 본 명세서에서 이미지가 광 빔에 의해 표현되는 모든 곳에서, 빔은 이미지의 샘플 빔이며, 이는 전형적으로 이미지의 점 또는 픽셀에 각각 대응하는 약간 상이한 각도로 다중 빔에 의해 형성된다. 이미지의 극단으로서 특별히 지칭되는 경우를 제외하면, 도시된 빔은 전형적으로 이미지의 중심이다.
- [0034] 반사 표면(16)은 광원으로부터의 입사광을 반사시켜서, 광이 내부 전반사에 의해 도파관(20) 내에 포획되게 된다. 도파관(20)은 또한 "평면 기관" 및 "광-투과 기관"으로서 지칭된다. 도파관(20)은 서로 평행한 적어도 2개의 (주)표면을 포함하며, 이는 본 도면에서 하부 (주)표면(26) 및 상부 (주)표면(26A)으로서 도시된다.
- [0035] 입사 광선(38)은 기관의 기단부(도면의 우측)에서 기관으로 진입한다. 광은 도파관 및 하나 이상의 파셋, 보통 적어도 복수의 파셋 및 전형적으로는 여러 파셋을 통해 도파관의 말단부(도면의 좌측)를 향해 전파된다. 광은

전파의 초기 방향(28) 및 전파의 다른 방향(30) 모두에서 도파관을 통해 전파된다.

- [0036] 기관(20)의 표면에서 여러 번 반사된 이후에, 포착된 파(wave)는 기관으로부터의 광을 관찰자의 눈(24)에 결합시키는 선택적인 반사 표면(22)의 어레이에 도달한다. 대안 구성에서, 선택적인 반사 표면(22)은 기관(20)의 표면에서 먼저 반사하지 않고, 광선(18)이 기관으로 진입한 직후에 있다.
- [0037] 선택적인 반사 표면(22)과 같은 내부의 부분 반사 표면은 일반적으로, 본 명세서에서 "파셋(facet)"으로서 지칭된다. 한계 내에서, 파셋은 또한, 전체적으로 반사될 수 있거나(100% 반사율 또는 미러, 예를 들어, 기관의 말단부에 있는 최종 파셋), 최소한으로 반사될 수 있다. 증강 현실 용례에 대해, 파셋은 부분적으로 반사되어, 실세계로부터의 광이 상부 표면(26A)을 통해 진입하고, 파셋을 포함한 기관을 횡단하고, 하부 표면(26)을 통해 관찰자의 눈(24)으로 기관을 빠져나가게 한다. 가상 현실 용례에 대해, 파셋은 100 % 반사율을 갖는 미러에서의 제 1 결합과 같은 대안 반사율을 가질 수 있는데, 이는 실세계로부터의 이미지 광이 이러한 미러를 횡단하지 않아야 하기 때문이다. 내부 부분 반사 표면(22)은 일반적으로, 도파관(20)의 연신 방향에 대해 경사각(즉, 평행도 수직도 아닌)으로 도파관(20)을 적어도 부분적으로 횡단한다.
- [0038] 반사율에 대한 지칭은 일반적으로, 공칭 반사율에 관한 것이다. 공칭 반사율은 기관의 특정 위치에서 필요한 진 반사이다. 예를 들어 파셋의 반사율이 50 %로서 지칭되면 일반적으로 이는 50%의 공칭 반사율을 지칭한다. 공칭 반사율이 10 %인 경우에, 50% 반사율은 5%의 파셋 반사율을 초래한다. 당업자라면 사용 문맥으로부터 퍼센트 반사율의 사용을 이해할 것이다. 부분 반사는 이에 한정되지 않지만, 광의 투과율 또는 편광의 사용을 포함한, 다양한 기술에 의해 실시될 수 있다.
- [0039] 도 3a 및 도 3b는 선택적인 반사 표면의 바람직한 반사율 거동을 도시한다. 도 3a에서, 광선(32)은 파셋(34)으로부터 부분 반사되고 기관(20)의 외부에 커플링-아웃된다(38B). 도 3b에서, 광선(36)은 임의의 두드러진 반사 없이 파셋(34)을 통해 투과된다.
- [0040] 도 4는 광을 기관에 결합하고 관찰자의 눈으로 입사시키는 선택적인 반사 표면 어레이의 상세 단면도이다. 볼 수 있는 바와 같이, 광원(4)으로부터의 광선(38)은 제 1 부분 반사 표면에 충돌한다. 광선의 일부(41)는 원래의 방향으로 계속되고 기관으로부터 결합된다. 광선의 다른 부분(42)은 내부 전반사에 의해 기관에 결합된다. 포획된 광선은 점(44)에서 다른 두 개의 부분 반사 표면(22)에 의해 기관으로부터 점차적으로 커플링-아웃된다. 제 1 반사 표면(16)의 코팅 특성은 반드시 다른 반사 표면(22, 46)의 코팅 특성과 유사하지 않아야 한다. 이 코팅은 2색성 금속, 또는 이색성 하이브리드 금속인 간단한 빔-스플리터일 수 있다. 유사하게, 비-투시 시스템의 경우에, 최종 반사 표면(46)은 간단한 미러일 수 있다.
- [0041] 도 5는 최종 표면(46)이 전반사 미러인 반사 표면의 어레이를 포함하는 장치의 상세 단면도이다. 최종 반사 표면(46)의 가장 좌측 부분은 그러한 경우에 광학적으로 활성화될 수 없고, 주변 광선(48)이 기관으로부터 커플링-아웃 될 수 없다. 따라서, 장치의 출력 개구가 약간 더 작아질 것이다. 그러나, 광학 효율은 훨씬 더 높을 수 있으며 LOE의 제작 공정은 훨씬 간단해질 수 있다.
- [0042] 도 2에 도시된 구성과는 달리, 반사 표면(16, 22)의 방위에 제약이 있다는 것에 주목하는 것이 중요하다. 이전의 구성에서, 모든 광은 반사 표면(16)에 의해 기관 내부에 결합된다. 따라서, 표면(16)은 표면(22)에 평행할 필요가 없다. 또한, 반사 표면은 광이 입력 파의 방향과 반대 방향으로 기관으로부터 커플링-아웃 될 수 있도록 지향될 수 있다. 그러나, 도 4에 예시된 구성에 대해, 입력 광의 일부는 표면(16)에 의해 반사되지 않고 입력 광(38)의 원래 방향으로 계속되고 출력 광(41)으로서 기관으로부터 즉시 커플링-아웃 된다. 따라서, 동일한 평면 파로부터 생기는 모든 광선이 동일한 출력 방향을 갖도록 보장하기 위해, 모든 반사 표면(22)이 서로 평행한 것으로 충분하지 않고, 표면(16)도 또한 이들 표면에 평행해야 한다.
- [0043] 도 4를 다시 참조하면, 기관으로부터 광을 결합하기 위한 2개의 반사 표면을 갖는 시스템을 설명하지만, 광학 시스템의 요구되는 출력 개구 및 기관의 두께에 따라 임의의 수의 반사 표면이 사용될 수 있다. 당연히, 단지 하나의 커플링-아웃 표면만이 요구되는 경우가 있다. 그 경우에, 출력 개구는 본질적으로 시스템의 입력 개구 크기의 두 배일 수 있다. 단지 최종 구성에 요구되는 반사 표면은 단순한 빔-스플리터와 미러이다.
- [0044] 도 4에서 설명된 장치에서, 디스플레이 소스로부터의 광은 기관의 단부에서 기관으로 결합되지만, 대칭 시스템을 갖는 것이 바람직한 시스템이 있다. 즉, 입력 광은 기관의 중심 부분에서 기관으로 결합되어야 한다.
- [0045] 도 6은 대칭 구조를 갖는 횡단 동공 확장 1차원 도파관의 상세 단면도를 예시하는 도면이다. 본 도면은 두 개의 동일한 기관을 조합하여 대칭 광학 모듈을 제조하는 방법을 도시한다. 볼 수 있는 바와 같이, 디스플레이 소스(4)로부터의 광의 일부는 기관으로부터 부분 반사 표면을 직접 통과한다. 광의 다른 부분은 각각, 부분 반사

표면(16R, 16L)에 의해 기관(20R)의 우측 및 기관(20L)의 좌측으로 결합된다. 그 후, 포획된 광은 각각, 반사 표면(22R, 22L)에 의해 점진적으로 커플링-아웃된다. 명백하게, 출력 개구는 시스템의 입력 개구의 크기의 3 배이며, 도 8에서 설명된 것과 동일한 배열이다. 그러나, 그 시스템과는 달리, 여기 시스템은 우측 및 좌측 기관의 접합 표면(29)에 대해 대칭이다.

[0046] 이제, 도파관 상부에서 도 5 및 도 6의 예시적인 실시예인 도 7 및 도 8을 참조한다. 도 5 및 도 6의 구성은 입사 이미지를 측면으로 확장시킨다. 도 5의 장치는 도 7의 제 1 LOE(20a)를 실시하는데 사용될 수 있으며, 도 6의 장치는 도 8의 제 1 LOE(20a')를 실시하는데 사용될 수 있으며, 도 2의 장치는 제 2 LOE(20b)를 실시하는데 사용될 수 있다.

[0047] 도 7은 이중 LOE 구성을 이용하여 2개의 축을 따라 빔을 확장시키는 대안의 방법을 도시한다. 입력 파(90)는 제 1 반사 표면(16a)에 의해 도 5에 도시된 것과 유사한 비대칭 구조를 갖는 제 1 LOE(20a)에 결합된 후에 n 축을 따라 전파된다. 부분 반사 표면(22a)은 광을 제 1 LOE(20a)로부터 결합시킨 후에, 광은 반사 표면(16b)에 의해 제 2 비대칭 LOE(20b)에 결합된다. 그 후, 광은 ξ 축을 따라 전파된 후에 선택적인 반사 표면(22b)에 의해 커플링-아웃 된다. 도시된 바와 같이, 원래의 빔(90)은 두 축을 따라 확대되며, 여기서 전체 확장은 요소(16a, 22b)의 측면 치수들 사이의 비율에 의해 결정된다. 도 7에 주어진 구성은 단지 이중 LOE 설정의 예이다. 또한, 2 이상의 LOE가 함께 조합되어 복잡한 광학 시스템을 형성하는 다른 구성이 또한 가능하다.

[0048] 이제, 이중 LOE 구성을 이용하여 2개의 축을 따라 비임을 확장하는 다른 방법을 도시하는 도면인 도 8을 참조한다. 일반적으로, 광이 표면(16b)에 의해 제 2 LOE(20b)에 결합되는 구역은 외부 광에 대해 투명할 수 없고 투시 영역의 일부가 아니다. 따라서, 제 1 LOE(20a)는 그 자체가 투명할 필요는 없다. 결과적으로, 투시 시스템에서조차도, 본 도면에서 볼 수 있는 바와 같이 제 1 LOE(20a)가 대칭 구조를 갖도록 설계하는 것이 일반적으로 가능하다. 제 2 LOE(20b)는 사용자가 외부 장면을 볼 수 있게 하는 비대칭 구조를 가진다. 이 구성에서, 입력 빔(90)의 일부는 원래 방향(92)을 따라 제 2 LOE(20b)의 커플링-인 미러(16b)로 계속되는 반면에, 다른 부분(94)은 반사 표면(16a)에 의해 제 1 LOE(20a')에 결합되고, n 축을 따라 전파된 후에 선택적인 반사 표면(22a)에 의해 제 2 LOE(20b)에 결합된다. 그 후, 두 부분은 반사 표면(16b)에 의해 제 2 비대칭 LOE(20b)에 결합되고, ξ 축을 따라 전파된 후에 선택적인 반사 표면(22b)에 의해 커플링-아웃 된다.

[0049] 도 9는 표준 안경테(107)에 내장된 LOE(20a/20a' 및 20b)의 실시예를 도시한다. 디스플레이 소스(4) 및 폴딩과 시준 광학기기(6)는 제 2 LOE(20b)의 에지에 위치되는 LOE(20a/20a')의 바로 다음에 안경테의 아암 부분(112) 안쪽에 조립된다. 디스플레이 소스가 소형 CRT, LCD 또는 OLED와 같은 전자 요소인 경우에 대해, 디스플레이 소스용 구동 전자기기(114)는 아암(112)의 후방 부분 내부에 조립될 수 있다. 전력 공급 및 데이터 인터페이스(116)는 리드(118) 또는 무선이나 광학 전송을 포함한 다른 통신 수단에 의해 아암(112)에 접속 가능하다. 대안으로, 배터리 및 소형 데이터 링크 전자기기가 안경테에 통합될 수 있다. 도 9에서 설명된 실시예는 단지 예일 뿐이다. 디스플레이 소스가 LOE 평면에 평행하게 또는 LOE의 상부에 장착되는 조립체를 포함한 다른 가능한 헤드 마운트 디스플레이 장치가 구성될 수 있다.

[0050] 이러한 기본 기술에 대한 추가 세부사항은 미국 특허 7,643,214 호에서 찾아볼 수 있다.

[0051] 제 1 실시예 - 도 10a 내지 도 21d

[0052] 이제, 이미지 균일성에 대한 변화의 결과를 도시하는 비-중첩 파셋을 갖는 도파관의 개략도인 도 10a를 참조한다. 인지된 불균일성의 근원은 상이한 시야에서 내부 파셋의 각도 중첩과 관련이 있다. 여기에 도시된 도파관 영역(10 또는 20, 도 12a 및 도 12b 참조)에서, 도파관은 내부 파셋(두 개가 최종 파셋(2515) 및 제 1 파셋(2517)으로서 도시됨)을 포함한다. 아웃-커플링된 광의 대부분은 단일 내부 파셋으로부터 반사된다. 그러나, 파셋의 에지에서는 축외 각도에서 불균일성이 존재한다. 좌측(실선 화살표로 표시됨)을 가리키는 FOV의 영역에 대해, 종래의 겹 구역(2520)(또한, 일반적으로 "언더랩(underlapping) 구역", "블랙 라인" 구역 또는 "다크 스트립(dark strip)" 구역으로서 지칭됨)은 어떠한 광도 반사시키지 않는데, 이는 이 각도에서, 최종 파셋(2515)에 의해 반사된 광과 제 1 파셋(2517) 사이에 유효 겹이 존재하여 다크 스트립이 인지되게 하기 때문이다. 다른 한편으로, 우측(파선 화살표로 표시됨)에 아웃-커플링된 광은 종래의 밝은 구역(2525)(또한, 일반적으로 "부분 중첩 구역" 또는 "강렬한" 구역으로서 지칭됨)을 가지며, 이 구역 내에 2515 및 2517로부터 반사된 광의 중첩이 존재하여 도파관은 광량의 거의 두 배를 반사할 것이다. 따라서, 도 10a의 불균일성은 FOV 및 눈 위치의 상이한 영역에서 확장된 개구를 가로지르는 약 200 % 내지 0 %의 중간 이미지 세기에서 변화할 것이다.

[0053] 이제, 이미지 균일성에 대한 변화의 결과를 도시하는, 중첩 파셋을 갖는 도파관의 개략도인 도 10b를 참조한다.

본 도면에 도시된 바와 같이, 파셋들 사이에 실질적인 중첩이 도입된다. 이 경우에, 인접한 파셋들 사이의 간격은 절반으로 되어, 대부분의 눈 위치에서 FOV의 대부분의 부분이 두 파셋으로부터의 중첩 반사를 통해 이미지로부터 조명을 수용하게 된다. 이 예시적인 경우에서, 단일의 중간 파셋(2535)은 최종 파셋(2515)과 제 1 파셋(2517) 사이에 구성된다. 이미지의 각도 극단 및 파셋의 극단 근처에서, 단지 하나의 파셋(중간 파셋(2535))으로부터 생기는 언더랩 구역(2540) 및 3 개의 인접한 파셋(2517, 2535 및 2515)들에 의해 기여되는 밝은 영역(2545)에 의해 도시된 바와 같이, 이미지의 특정 영역에 기여하는 중첩 파셋의 수의 변화가 여전히 있을 것이다. 따라서, 출력 불균일성은 중간 반사율의 50 %와 150 % 사이에서 변화할 것이다.

- [0054] 파셋(2517)의 제 1 절반부로부터의 광(우측으로부터 전파하는 광)은 이 위치에서 다음 파셋(2535)의 중첩이 없기 때문에, 즉 광을 관찰자에게 반사시키는 단지 하나의 파셋만이 있기 때문에, 감소된 에너지(광선/출력 빔(2546))로서 커플링-아웃될 것이다. 동일한 감소된 파워가 파셋(2515)(광선/출력 빔(2547))의 최종 절반부에서 발생한다. 이들 영역에서 반사율은 중간 반사율의 50 %일 것이다.
- [0055] 본 실시예의 특징은 파셋의 중첩 구성의 관리, 구체적으로 관찰자에게 광을 반사시키는 일정 개수(하나 초과)의 파셋을 얻기 위해 중첩을 최적화하는 것이다. 환언하면, 적어도 2 개의 파셋은 관찰자의 FOV를 향하여 광을 반사시킨다.
- [0056] 이제, 상이한 반사(각도 전파) 구성(이들 구성은 또한 도 12c 및 12d에 설명되어 있음)에 대한 중첩 파셋의 실시예를 위한 예시적인 대안 구성인 도 11a 내지 도 11c를 참조한다. 본 도면에서 단순화를 위해, 단지 하나의 광선만이, 즉 대응하는 아웃-커플링 광선(38B)을 갖는 입사 광선(38)(또한 "빔"으로서 지칭됨)만이 도시된다. 단순화를 위해, 횡단 결합이 도시되지 않았다. 아웃-커플링 광선(38B1) 중 일부는 내부 파셋(2560)을 통과하며 일부의 아웃-커플링 광선(38B2)은 직접적으로 커플링-아웃된다.
- [0057] 도 11a의 구성에서, 입사 광선(38)은 내부 파셋(2560)의 양 측면으로부터 내부 파셋(2560)을 횡단한다. 제 1 횡단은 파셋(2562)의 뒤쪽으로부터이며, 이러한 횡단에서 파셋의 이러한 측면 상의 코팅은 이러한 얇은 각도에 대해 투명해야 한다. 상기 빔은 또한 다른 측면으로부터, 즉 뒤쪽 반대편의 전방 측면 상에서 파셋(2564)을 횡단하며, 이러한 예시적인 가파른 각도에서 파셋의 코팅은 광의 일부가 도파관으로부터 지향되도록 부분 반사되어야 한다. (유사한 단일 파셋은 미국 특허 제 7,391,573 B2 호에 설명되어 있다).
- [0058] 도 11b 및 도 11c에 도시된 구성에서, 내부 파셋(2560)의 각도 및 광 전파 방향은 빔(입사광선(38))이 항상 파셋의 동일한 측면으로부터 내부 파셋(2560)을 통과하도록 설정된다. 파셋의 코팅은 반사율 및 투과율을 설정하여 적절한 빔(38B)이 반사되게 하는데 사용될 수 있다.
- [0059] 도 11b에서, 빔(38)은 파셋 코팅이 투명하도록 설계된 점(2568)에 도시된 바와 같이, 수직에 가까운 최초 내부 파셋(2560)을 교차한다. 제 2 횡단은 광의 일부가 커플링-아웃되도록(38B) 코팅이 부분 반사기가 되도록 설계된 점(2570)(수직으로부터 더 멀리)에 도시된 바와 같이 얇은 각을 이룬다.
- [0060] 도 11c에서, 파셋 코팅은 지점(2574)에 도시된 바와 같이 수직에 가까운 부분 반사기 및 지점(2576)에 도시된 바와 같이 수직으로부터 떨어진 각도에서 투명하게 설정된다.
- [0061] 이제 도면을 참조하면, 도 12a 내지 도 12d는 광학 개구 배열기의 1차원(1D) 및 2 차원(2D) 도파관에서의 중첩 파셋을 도시한다. 일반적으로, 본 발명의 실시예에 따른 광학 개구 배열기는 "x-축"에 대응하는 것으로서 본 명세서에서 임의로 도시된 연신 방향을 갖는 제 1 광 도파관(10)을 포함한다. 제 1 광 도파관(10)은 직사각형 횡단면을 형성하는 제 1 및 제 2 쌍의 평행 파셋(12a, 12b, 14a, 14b)을 가진다. 복수의 내부 부분 반사 표면(40)은 연신 방향에 대해 경사진 각도(즉, 평행도 수직도 아님)로 제 1 광학 도파관(10)을 적어도 부분적으로 횡단한다.
- [0062] 광학 개구 배열기는 또한, 슬랩형 도파관을 형성하는 제 3 쌍의 평행 파셋(22a, 22b)을 갖는 제 1 광학 도파관(10)에 광학적으로 결합되는 제 2 광학 도파관(20)을 포함한다. 즉, 다른 2차원 도파관(20)이 제 3 쌍의 평행 파셋(22a, 22b) 사이의 거리보다 적어도 한 자리수 더 크다. 여기서 또한, 복수의 부분 반사 표면(45)은 바람직하게, 제 3 쌍의 평행 파셋에 대해 비스듬한 각도로 제 2 광학 도파관(20)을 적어도 부분적으로 횡단한다.
- [0063] 도파관들 사이의 광학 결합 및 부분 반사 표면(40, 45)의 전개 및 구성은 이미지가 제 1 및 제 2 쌍의 평행 파셋(12a, 12b, 14a, 14b)의 양측에 대하여 비스듬한 결합 각도로 전파(예를 들어, 광선(38))의 초기 방향(28)을 갖는 제 1 광학 도파관(10)에 결합될 때, 그 이미지가 제 1 광학 도파관(10)을 따라 사중 내부 반사(이미지(a1, a2, a3 및 a4))에 의해 전진되며, 그 이미지 세기의 일부가 부분 반사 표면(40)에서 반사되어 제 2 광학 도파관(20)에 결합된 후에 제 2 광학 도파관(20) 내의 이중 반사(이미지(b1, b2))를 통해 전파하며, 그 이미지의 세

기의 일부분이 부분 반사 표면(45)에서 반사되어 가시 이미지(c)로서 평행 면들 중 하나로부터 바깥쪽으로 지향되어 사용자의 눈(47)에 의해 보이게 하는 정도이다.

- [0064] 이제, 위의 설명의 실시예에 대한 제 1 예시를 도시하는, 2차원 광학 개구 배열기의 각각 개략적인 측면도 및 전면도인 도 12a 및 도 12b를 더 구체적으로 참조한다. 제 1 도파관(10)은 제 1 도파관(10)이 2세트의 평행 파셋(이 경우에 제 1 및 제 2 쌍의 평행 파셋(12a, 12b, 14a, 14b)) 사이의 반사에 의해 2차원으로 주입된 이미지를 안내하는 의미에서 2차원(2D) 도파관으로서 본 명세서에서 지칭되는 반면에, 제 2 도파관(20)은 제 2 도파관(20)이 한 쌍의 평행 파셋(이 경우에 제 3 쌍의 평행 파셋(22a, 22b)) 사이에서 단지 1차원으로 주입된 이미지를 안내하는 의미에서 1차원 (1D) 도파관으로서 지칭된다.
- [0065] 불균일성 감소의 추가 개선은 도 12b에 도시된 바와 같이 중첩 내부 파셋에 의해 생성되는 "다중-경로" 이미지의 도입으로부터 초래될 수 있다. 유사한 공정이 일반적으로 중첩 파셋 실시예에 존재한다. (실선으로서 표시되고 "a"로 지정된)2D 도파관(10) 내에서 전파되는 광은 커플링-아웃되지만("b"로 지정됨), b로부터의 광 중 일부는 (파선 화살표로서 표시된)b'로서 커플링-아웃되기 이전에 (파선 화살표로서 표시된)a'에 후방-결합된다. 이러한 'a'와 'b' 사이의 후방-및-전방 결합은 광 평행도를 유지하면서 개구 전반에 걸친 세기의 평균화를 유발함으로써 빛의 균일성을 더욱 향상시킨다. 이러한 개선은 1D 도파관(20)에 대해 도 12a에 도시된 바와 같은 중첩 파셋을 사용하는 유사한 공정에 의해 다른 도파관에서 또한 실시될 수 있다. (실선 화살표로서 표시되고 빔 "b1" 및 "b2"로서 도시된)1D 도파관(20) 내에서 전파하는 광은 커플링-아웃되지만(빔 "c"로서 도시됨), 빔(c)으로부터의 광 중 일부는 (파선 화살표로 표시된)빔(c3 및 c4)으로서 커플링-아웃되기 이전에 (점선 화살표로 표시된)b2'에 후방-커플링된다.
- [0066] 광학 이미지 생성기(도시되지 않음)로부터의 광 빔(38)은 제 1 도파관(10)에 일정 각도로 주입된다. 결과적으로, 광은 도 12a의 측면도에 도시된 바와 같이 도파관의 모두 4개의 외부 파셋으로부터 반사되는 동안 도파관(10)을 따라 전파된다. 이 과정에서, 이미지가 파셋에 의해 내부 반사되는 것과 동일한 이미지를 나타내는 4개(a1, a2, a3, a4)의 빔 공액 벡터(conjugate vector)가 생성된다.
- [0067] 도파관(10) 내로 주입되는 빔(38)의 각도는 이러한 도파관의 모두 4개의 외부 파셋으로부터 반사되도록 설정된다. 광선은 얇은(스침(grazing)) 각도로 제 1 도파관(10)의 바닥 면(12b), 즉 제 2 도파관(20)에 인접한 면으로부터 반사되어야 하고, 바람직하게는 10° 에서 20° 의 급경사 각도로 전달되어야 한다. 이러한 특성은 전체 내부 반사(TIR) 또는 광학 코팅에 의해 달성될 수 있다. 회절 패턴은 동일한 표면에서 회절과 전달을 조합함으로써 이러한 광학 특성을 수행할 수 있다. 제 1 도파관(10)의 다른 3개의 면(12a, 14a, 및 14b)으로부터의 반사는 동일한 방식으로 또는 반사 코팅의 사용에 의해 생성될 수 있다.
- [0068] 제 1 도파관(10) 내의 안내된 광-빔의 일부(예를 들어, 빔(a1 및 a2))는 제 2 도파관(20)의 입력 결합 표면으로 하향으로 내부 평행 부분 반사기(파셋)(40)에 의해 반사된다. 제 2 도파관(20)에서, 이들 빔은 예시적인 빔(b1 및 b2)으로서 정의된다. 이러한 공정에서, 중첩 구성은 크로스-결합(cross-coupling)을 야기함으로써 (전술한 바와 같이)이미지 품질의 저하 없이 균일성을 향상시킨다.
- [0069] 빔(b1 및 b2)은 외부 면에 의해 반사되어 활용되고, 즉, 빔(b1)은 빔(b2)이 되도록 반사되고 (도 12a에 도시된 바와 같이)역으로 될 수 있다. 제 1 도파관(10)의 외부 전방 및 후방 면(14a, 14b)은 서로 평행해야 하며, 이러한 실시예에서 제 2 도파관(20)의 대응 외부 면(22a, 22b)에 평행해야 한다. 평행도에서의 임의의 편차는 빔(b1 및 b2)으로부터의 결합 이미지가 정밀한 공액 이미지가 되지 않게 되어 이미지 품질이 저하될 것이다.
- [0070] 제 2 도파관(20) 내의 내부 파셋(45)은 도파관 외부로 그리고 관찰자(47)의 눈 내로 빔(b2)을 반사시킨다. 내부 파셋(45)은 또한 중첩될 수 있어서, 파셋(40)에 대해 설명된 대로 이미지 균일성을 더욱 향상시킨다.
- [0071] 도파관(10 및 20) 내의 내부 파셋에 의한 반사 공정은 도 12c 및 도 12d에서 추가로 설명된다. 2개의 기본 구성이 도시되지만, 광 빔과 파셋의 상대 각도가 상이하다. 이러한 개략도에서, 대응하는 도파관의 측면도로부터 관찰되는 것과 동일한 기하학적 고려 사항이 각각 적용되기 때문에, 빔(a1, a2 및 b1)은 동일한 벡터(기준은 단지 빔(b1)이 됨)로서 도시된다. 빔(a3, a4 및 b2)은 동일한 벡터로서 또한 표시된다(기준은 단지 빔(b2)이 됨).
- [0072] 광 빔(b2)은 실제로 도 12c의 2 개의 벡터로 표시된 대로 동일한 방향으로 전파하는 광선 다발이다. 이러한 경우에, 하나의 벡터는 빔(b1)이 되도록 외부 면에 의해 내부 파셋(40)(또는 45) 상으로 반사되며, 여기서 하나의 벡터의 일부가 빔(c1)으로서 반사된다. 다른 빔(b2) 벡터는 벡터 빔(c2)으로서 파셋에 의해 직접 반사된다. 벡터 빔(c1 및 c2)은 정상 이미지를 나타내고 가상 이미지는 반드시 이러한 순서일 필요는 없다. 이러한 구성에서, 빔(b1 및 b2)은 동일한 측면도로부터 파셋(45)과 충돌한다.

- [0073] 도 12d는 본질적으로 동일한 공정을 설명하지만, 여기서는 빔(b1 및 b2)이 대향 측면으로부터 파셋(40 또는 45)에 충돌하는 그러한 기하학적 구조이다.
- [0074] 두 경우에서, S 및 P 편광에서 이미지(c1 및 c2)에 대한 반사의 크기는 이러한 파셋의 코팅에 의해 결정된다. 바람직하게, 하나의 반사는 이미지이며 다른 이미지가 원치 않는 "가상(ghost)" 이미지에 대응하기 때문에 다른 하나는 억제된다. 어느 입사 빔 각도의 범위가 반사되고 어느 입사 빔 각도 범위가 전달되는지를 제어하기 위한 적합한 코팅은 당업계에 공지되어 있고, 본 발명과 함께 공동 양도된 미국 특허 제7,391,573 호 및 제 7,457,040 호에 상세히 설명되어 있음을 발견할 수 있다.
- [0075] 도 13은 여기서 155로 지정된 제 1 도파관(10)의 부분 반사 표면이 양 파셋(12a 및 14a)에 대해 비스듬한 각도인 대안의 실시예를 도시한다. (파선은 양측 외부 면에 수직인 평면과 단지 한 면에 대해 경사진 다른 평면을 보여줌으로써 파셋 경사의 시각화를 용이하게 하고자 하는 것이다.)
- [0076] 이제, 중첩 파셋으로 구성된 광학 개구 배열기의 각각 개략적인 측면도 및 전면도인 도 14a 및 도 14b를 참조한다. 본 도면의 일반적인 작동은 도 12a 및 도 12b를 참조하여 위에서 설명되었다. 파셋의 중첩은 2D 도파관(10)뿐만 아니라 1D 도파관(20)에도 적용된다. 이러한 예에서, 즉 도 14b에서, 2D 도파관(10)은 광학적 개구를 후자 쪽으로(본 도면에서 우측에서 좌측으로) 확장시키며, 1D 도파관(20)은 광을 관찰자(47)의 눈으로 전달하기 이전에 광학적 개구를 수직으로(본 도면에서 상부로부터 바닥으로) 확장한다.
- [0077] 도 14a에서, 광(입사 광선(38)으로서 도시됨)은 2D 도파관(10)에 결합된다. 이러한 도파관은 중첩 파셋(40)을 포함한다. 파선은 본 도면에서 이중-선으로 도시된 파셋(40)의 정렬을 도시하는데 사용된다. 이러한 실시예에서, 제 1 파셋(40a) 및 최종 파셋(40b)은 내부 파셋(40)의 중간 파셋보다 더 작은 면적을 가진다. 이는 아웃-커플링된 광('b')이 2D 도파관(10)의 시점과 중점을 포함하는 일정 수의 파셋에 의해 생기기 때문에, 2D 도파관(10)의 커플링-아웃된 광('b')을 실질적으로 균일하게 한다. 예를 들어, 출력 광선(b10) 및 출력 광선(b20)(실제로 도파관(10)으로부터 출력될 때 중첩되지만, 명료함을 위해 도면에서 약간 분리되게 도시됨)은 두 개의 파셋(제 1 파셋(40a) 및 내부 파셋(40)의 인접 파셋(40))에 의해 생기는 조합된 출력을 생성한다. 유사하게, 출력 광선(b30 및 b40)은 2 개의 파셋으로부터의 출력을 생성한다.
- [0078] 비교를 위해, 도 3을 다시 참조하며, 여기서 제 1 전체 파셋(2517)으로부터의 광 출력 빔(2546) 및 최종 전체 파셋으로부터의 광 출력 빔(2547)은 감소된 에너지로서 커플링-아웃된다. 부분적인 제 1 파셋(40a) 및 최종 파셋(40b)을 사용하면, 부분적인 제 1 파셋(40a) 및 최종 파셋(40b)이 인접 파셋(40)을 중첩하기 위해 더 짧기 때문에 이러한 감소된 에너지가 회피될 것이다. 조명된 최종 파셋이 100% 반사율(증강 뷰를 위해 사용될 때 100%의 공칭 반사율)을 갖도록 설계되면, 최종 파셋은 완전한 파셋(2515)과 유사하게 수행할 것이다.
- [0079] 2D 도파관(10)에 대해 설명된 중첩 파셋 구성은 1D 도파관(20)과 유사하게 작용한다. 내부 파셋(45)은 관찰자(47)에게 광을 반사시킨다. 1D 도파관 내부 파셋(45)은 2D 도파관 내부 파셋(40)에 대해 설명된 대로 중첩된다. 제 1 및 최종 파셋(40A 및 40B)과 유사하게, 제 1 및 최종 파셋(45a 및 45b)은 2D 도파관(10)에 대해 설명된 대로 조명 균일성을 유지하기 위해 감소된 면적을 가진다.
- [0080] 이제 도 15a 및 도 15b를 참조하면, 도 14a 및 도 14b의 기본 구조는 자유 공간 광학 장치(11)(예를 들어, 도 5 및 도 6에 설명된 대로)에 대한 측면 확장을 수행하기 위해 2D 도파관(10)을 대체하도록 변경된다. 1D 도파관(20)의 혁신적인 중첩 구조는 여전히 수직 확장을 수행하는데 사용된다.
- [0081] 이제, 예시적인 파셋 실시예의 스케치인 도 16a 내지 도 16c를 참조한다. 파셋은 이에 한정되지 않지만, 중첩의 양, 도파관 기관의 평행 표면(하부 표면(26) 및 상부 표면(26a)의 쌍과 같은 주 예지)에 대한 파셋의 각도 및 반사율을 포함한, 다양한 중첩 구성으로 배열될 수 있다. 파셋의 중첩은 이 명세서의 맥락에서 단일(중첩되지 않음), 이중 및 삼중(중첩) 파셋으로서 지칭되는 것으로 실시될 수 있다. 일반적으로, 두 개 이상의 파셋의("이중 파셋"으로 시작하는 정의에 의한)중첩은 "다중 파셋" 또는 "다중 중첩"으로서 지칭된다. 본 설명 및 비제한적인 예로부터 자명해지는 바와 같이, 삼중 중첩을 넘어서는 추가의 중첩뿐만 아니라 부분 중첩도 가능하다. 본 도면에서 명료함을 위해, 입사 광선(38)으로부터 아웃-커플링 광선(38B)으로의 전파는 도시되지 않았다.
- [0082] 도 16a는 참조를 위해, 도 2를 참조하여 전술한 대로 단일 파셋, 또는 중첩되지 않은 종래 실시예를 도시한다. 도파관(20)은 두 개의 제 1 표면(26, 26A) 사이에 이중 선으로 도시된 파셋(22)을 포함한다. 제 1 영역(54)은 광(광선(38)으로 도시됨)이 기관에 결합되는 구역이다. 실선 화살표는 단지 하나의 파셋만을 횡단(단일 파셋 횡단)하는 아웃-커플링 광선(38B)을 도시한다. "횡단" 파셋과 "횡단되는" 파셋의 수에 대한 언급은 아웃-커플링되

는 광선의 원점인 파셋을 계산하는 것을 포함한다. 파선은 파셋(22)의 정렬을 나타내는데 사용된다. 이러한 단일 파셋 구성에서, 파셋(22)은 중첩되지 않으며, 특히 인접한 파셋의 시작부와 정렬되는 하나의 파셋의 단부로 구성된다.

- [0083] 정렬에 대한 언급은 표면 중 하나로의 파셋의 기하학적 투사과 관련한 것으로서 당업자에게 자명할 것이다. 예를 들어, 예시적인 파셋(F1) 파셋-시점은 점(P1)에서 하부 표면(26)으로의 기하학적 투사를 가진다. 예시적인 파셋(F2) 파셋-중점은 또한 점(P1)에서 하부 표면(26)으로의 기하학적 투사를 가진다. 예시적인 파셋(F2) 파셋-시점은 점(P2)에서 하부 표면(26)으로의 기하학적 투사를 가진다. 예시적인 파셋(F3) 파셋-중점은 또한 점(P2)에서 하부 표면(26)으로의 기하학적 투사를 가진다.
- [0084] 도 16b는 이중 파셋(이중 파셋 횡단, 이중 중첩)의 스케치이다. 이는 실험으로 양호한 결과를 제공하는 동시에 (높은 수준의 횡단과 비교하여)제조 복잡성의 증가를 최소화하는 것으로 나타난 바람직한 실시예이다. 이중 파셋 중첩의 비-한정적인 예가 본 명세서에서 일반적으로 사용된다. 도파관(광 전달 기관, 도파관(20))은 (두 개의)제 1 표면(26) 사이에 이중 선으로서 도시된 중첩 내부 파셋(40)을 포함한다. 실선의 화살표는 입사 광선(38)을 도시한다. 다른 실선 화살표는 2 개의 파셋을 횡단한 이후에 기관으로부터 아웃-커플링되는 공칭 광선(nominal ray)(화살표 아웃-커플링 광선(38B))을 도시한다. 이러한 두 개의 파셋(파셋(F11) 및 파셋(F12))의 횡단은 이중 파셋 횡단이다. 유사한 도면에서와 같이, 파선은 파셋(40)의 정렬을 도시하는데 사용된다. 이 예에서, 단일의 제 1 부분 파셋(40a) 및 단일의 최종 부분 파셋(40b)이 도시된다.
- [0085] 도파관은 서로 평행한 적어도 한 쌍의 표면("제 1 표면"들로서 지칭되는 하부 표면(26) 및 상부 표면(26A))을 포함한다. 기관 폭(52)은 제 1 표면들 사이의 거리이다. 제 1 영역(54)은 광(광선(38)으로서 도시됨)이 기관에 결합되는 구역이다.
- [0086] 도파관은 일련의 파셋(56)을 포함한다. 일련의 파셋(56)은 제 1 파셋(40a), 최종 파셋(40b) 및 하나 이상의 중간 파셋(40c)을 포함한다. 제 1 파셋(40a)은 제 1 영역(54)의 기단에 위치되며, 기단은 일련의 파셋(56) 중 가장 가까운 부분이다. 제 1 파셋은 제 1 표면(26, 26a)들 사이의 방향으로 제 1 폭(52a)을 가진다.
- [0087] 최종 파셋(40b)은 제 1 영역(54)으로부터 일련의 파셋(56) 중 말단부(55)에 있다. 최종 파셋(40b)은 제 1 표면(26, 26a)들 사이의 방향으로 제 3 폭(52b)을 가진다.
- [0088] 하나 이상의 중간 파셋(40c)은 제 1 파셋(40a)과 최종 파셋(40b) 사이에 위치된다. (각각의)중간 파셋은 제 1 표면(26, 26a) 사이의 방향으로 제 2 폭(52c)을 가진다. 명료함을 위해, 단지 하나의 제 2 폭(52c)만이 도시된다. 전형적인 실시예에서, 모든 중간 파셋의 폭은 동일할 것이다. 그러나, 이 실시예는 비-제한적이고, 후술되는 바와 같이 각각의 파셋의 폭은 서로 다를 수 있다. 중간 파셋의 수는 용례에 따라 달라질 수 있다. 하나 이상의 중간 파셋의 전형적인 수는 1, 2, 3, 4, 5 및 복수를 포함한다.
- [0089] 일련의 파셋(56) 중 각각의 파셋은 전형적으로 적어도 부분적으로 반사 표면이고, 표면(26, 26a)에 대해 비스듬한 각도이고, 파셋 폭의 기단 측에 파셋 시점을 가지며, 파셋 폭의 말단 측에 파셋-중점을 가진다. 예시적인 파셋-시점이 점(57a)으로서 제 1 파셋(40a)에 대해, 점(57m)으로서 제 1 파셋(40a)에 인접한 중간 파셋에 대해, 점(57n)으로서 다음 중간 파셋에 대해, 그리고 점(57b)으로서 최종 파셋(40b)에 대해 도시된다. 유사하게, 예시적인 파셋-중점은 점(58a)으로서 제 1 파셋(40a)에 대해, 점(58m)으로서 제 1 파셋(40a)에 인접한 중간 파셋에 대해, 점(58n)으로서 다음 중간 파셋에 대해, 그리고 점(58b)으로서 최종 파셋(40b)에 대해 도시된다.
- [0090] 파셋의 중첩의 정렬이 이제 설명된다. 시작하기 위해, 기관(20)으로부터 아웃-커플링된 공칭 광선(38B)의 방향으로 표면들 중 하나(이 경우에 하부 표면(26)을 사용할 것임)로의 기하학적 투사를 정의한다. 공칭 광선(38B)은 전형적으로 기관(20)으로부터 결합되는 광의 실질적으로 중앙 광선이다. 일반적으로, 공칭 광선(38B)은 설계자가 광선 필드에서 최적의 성능을 갖기를 원하는 광선이다. 공칭 광선(38B)은 또한 기관(20) 상의 특정 위치에 대한 최적의 광선일 수 있다. 특정한 특히 바람직한 실시예에서, 공칭 광선은 도파관 광학 요소의 평행 표면에 수직하도록 설계되지만, 다양한 설계 고려사항에 따라서 공칭 광선은 1 차원 또는 2 차원으로 이들 평행 표면에 대한 법선에 대해 경사될 수 있다. 공칭 광선(38B)이 기관(20)의 평행 표면(예를 들어 26)에 수직이 아니면, 공칭 광선(38B)은 표면에 대해 각도를 이루며, 공칭 광선(38B)은 기관(20)으로부터 아웃-커플링될 때 굴절하고 기관(20) 외부에 상이한 각도로 존재할 수 있음에 주목해야 한다. 본 명세서의 맥락에서, 공칭에 대한 지칭은 기관(20) 내부의 공칭 광선(38B)에 대한 것이다. 보통, 공칭 광선은 입력 이미지의 중심으로부터의 또는 중심 부근의 광선에 대응한다. 몇몇 실시예에서, 공칭 광선은 입사 이미지의 주 광선이다. 전형적으로, 입사 광(38)은 이미지에 대응하며, 중앙 광선은 이미지의 중심으로부터의 중심 광선이다. 추가로 또는 대안으로, 입사 광(38)

은 이미지에 상응하며, 중앙 광선은 이미지의 중심 픽셀에 대응한다.

- [0091] 다음에, 최종 파셋(40b)과 하나 이상의 중간 파셋(40c) 각각의 기하학적 투사는 인접한 하나 이상의 중간 파셋(40c)과 제 1 파셋(40a)의 각각의 기하학적 투사와 중첩된다. 환언하면, 인접한 파셋은 중첩된다. 예를 들어, 말단부의 최종 파셋(40b)은 인접한 (도면에서)최좌측 중간 파셋과 중첩되며, 각각의 중간 파셋(40c)은 인접한 중간 파셋과 중첩되며, 기단부에 있는 최우측 중간 파셋은 제 1 파셋(40a)과 중첩된다.
- [0092] 또한, 최종 파셋(57b)의 파셋-시점 및 하나 이상의 중간 파셋(예컨대, 57n, 57m) 각각의 기하학적 투사는 바람직하게, 하나 이상의 중간 파셋(예컨대, 58n, 58m) 및 제 1 파셋(58a)의 비-인접 파셋-중점의 각각의 기하학적 투사와 실질적으로 일치한다. 환언하면, 각각의 파셋-시점은 공칭 광선 아웃-커플링의 방향으로 인접하지 않은 파셋 중점과 정렬되거나 바람직하게 거의 정렬된다(정렬되는 파셋 중점이 없기 때문에 제 1 파셋(40a)은 명백한 제외). 일치하는 기관의 적어도 일부분을 따른다.
- [0093] 대안으로, 파셋의 중첩은 표면들 중 하나를 통해 기관으로부터의 광 결합의 공칭 관측점을 향한 시선에서 중첩되는 일정 수의 파셋으로서 설명될 수 있다. 환언하면, 공칭 점은 사용자의 눈(47)의 전형적인 위치, 즉 관찰자의 눈의 동공의 가장 가능성 있는 위치이다. 몇몇 용례에서, 공칭 점은 관찰자의 안구 중심이다. 내부 파셋은 공칭 관측점을 향한 시선에서 중첩되는 일정한 수의 파셋을 가짐으로써 관찰자 쪽으로 균일한 반사를 생성하도록 최적화된다.
- [0094] 본 실시예의 특징은 파셋의 중첩 구성의 특정 관리이다. 이중 파셋 횡단의 경우에, 모든 제 1 파셋 및 중간 파셋의 파셋 중점은 인접한 중간 파셋 또는 최종 파셋의 중심과 동일한 선에 있다. 유사하게, 모든 최종 파셋과 중간 파셋의 파셋 시점은 인접한 중간 파셋 또는 최종 파셋의 중심과 동일한 선에 있다. 이 경우에, 다음의 예시적인 파셋은 다음의 점에서 하부 표면(26)으로의 기하학적 투사를 가진다:
- [0095] 점(P11)에서 파셋(F11)의 파셋 중점;
- [0096] 점(P12)에서 파셋(F11)의 중간;
- [0097] 점(P14)에서 파셋(F11)의 파셋 시점;
- [0098] 점(P12)에서 파셋(F12)의 파셋 중점;
- [0099] 점(P14)에서 파셋(F12)의 중간;
- [0100] 점(P14)에서 파셋(F13)의 파셋 중점; 및
- [0101] 광선(38B)이 점(P13)에서 파셋(F11 및 F12)을 횡단.
- [0102] 따라서, 중간 파셋(F11)의 기단부는 인접한 중간 파셋(F12)의 말단부와 중첩되고 중간 파셋(F11)의 파셋-시점은 인접하지 않은 중간 파셋(F13)의 파셋-중점과 정렬된다.
- [0103] 파셋은 정상적으로 서로 평행하고 일정한 간격이다. 즉, 일련의 파셋 중 한 쌍의 인접 파셋들 사이의 간격은 일련의 파셋 중 다른 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 간격과 동일하다. 예를 들어, 파셋(F11)과 파셋(F12) 사이의 간격(59a)은 파셋(F12)과 파셋(F13) 사이의 간격(59b)과 실질적으로 동일하다. 인접한 파셋 사이의 간격은 전형적으로, 기관에 결합되는 광의 가간섭성 길이보다 더 크다. 가간섭성 길이는 가간섭성 파(예를 들어, 전자기 파)가 특정 정도의 가간섭성을 유지하는 전파 거리이다. 일반적으로, 가간섭성 길이는 스펙트럼 폭으로 나눈 파장 제곱이다. 파셋 간격이 도파관을 따라 변경되면, 중첩의 조건이 보존되어야 한다.
- [0104] 바람직한 실시예에서, 제 1 파셋의 제 1 폭은 하나 이상의 중간 파셋의 제 2 폭보다 더 작다. 환언하면, 제 1 파셋은 부분 파셋이다. 예시적인 실시예에서, 제 1 폭은 실질적으로 제 2 폭의 절반이다.
- [0105] 다른 옵션에서, 제 3 폭은 제 2 폭보다 더 작다. 환언하면, 최종 파셋은 부분 파셋, 바람직하게 중간 파셋의 폭의 절반(제 3 폭은 제 2 폭의 실질적으로 절반)이다. 다른 옵션에서, 최종 절반 파셋은 공칭 반사율의 실질적으로 100 %인 반사율을 가진다. 예를 들어, (이중 중첩의 경우에서와 같이)공칭 반사율이 50 %라면, 도파관의 말단 절반 단부에서 최종 파셋은 50 %의 반사율을 가질 것이다. 예를 들어, 도 10b에서, 파셋(2517)의 절반이 100 % 공칭 반사율이라면, 광선(2546)은 아웃-커플링된 광의 나머지와 동일한 세기를 가질 것이다. 유사하게, 파셋(2515)의 절반이 100 % 반사율을 가지면, 광선(2547)은 또한 아웃-커플링된 광의 나머지와 동일한 세기를 가질 것이다.
- [0106] 제 1 영역으로부터의 광의 전파는 하나 이상의 중간 파셋 중 하나와 마주치기 이전에 광의 적어도 일부가 제 1

파셋과 만나는 정도이다.

- [0107] 이제, 삼중 파셋(삼중 파셋 횡단, 삼중 중첩)의 스케치인 도 16c를 참조한다. 다른 예와 유사하게, 도파관(도파관(20))은 제 1 표면(26, 26A)들 사이에 이중 선으로 도시된 중첩 내부 파셋(40)을 포함한다. 실선 화살표는 3개의 파셋을 횡단한 이후에 기관으로부터 아웃-커플링되는 공칭 광선(화살표 아웃-커플링 광선38B))을 나타낸다. 유사한 도면에서와 같이, 파선은 파셋(40)의 정렬을 도시하는데 사용된다. 이 예에서, 다수(구체적으로 2 개)의 제 1 부분 파셋 및 다수(2 개)의 최종 부분 파셋이 도시된다.
- [0108] 일반적으로, 다수의 파셋이 도파관 기관으로부터 아웃-커플링된 공칭 광선에 의해 횡단된다. 더블 파셋 횡단의 예에서, 횡단된 파셋의 수는 2이다. 유사하게, 삼중 파셋 횡단의 예에서, 횡단된 파셋의 수는 3이다. 일반적으로, 횡단된 파셋의 수는 모든 일련의 파셋에 대해 일정하다. 횡단된 일정한 수의 파셋으로 도파관을 구성하는 것은 다양한 구성으로 실시될 수 있다. 예를 들어, 도 16b를 참조하여 설명된 대로, 제 1 파셋(40a)의 제 1 폭(52a)은 인접한 중간 파셋(중간 파셋(40c) 중 하나의 파셋)의 제 2 폭(52c)의 실질적으로 절반일 수 있다. 다른 예에서, 제 1 파셋의 1/4 및 인접 파셋의 3/4가 사용될 수 있다. 다른 예에서, 제 1 파셋(40a)과 제 1 인접 파셋(F14) 모두가 다음 인접 파셋(F15)의 폭의 일부인 도 16c를 참조한다.
- [0109] 중첩 파셋의 실시를 위해 예시적인 1D 도파관(예를 들어, 1D 도파관(20))을 사용하는 본 설명에 기초하여, 당업자는 2D 도파관(예를 들어, 2D 도파관(10)) 및 다른 도파관 구성을 위해 중첩 파셋을 실시할 수 있을 것이다.
- [0110] 도 14a, 도 14b 및 도 13을 참조한다. 일반적으로, 2D 도파관에서, 도파관은 제 1 표면(26, 26a 또는 12b, 12a) 및 제 2 쌍의 표면(14a, 14b)을 포함한다. 제 2 표면(14a, 14b)은 서로 평행하고 제 1 표면(12b, 12a)과 평행하지 않다. 제 1 표면에 대한 파셋의 폭과 유사하게, 제 1 파셋은 제 2 표면들 사이의 방향으로 제 4 폭을 가지며, 최종 파셋은 제 2 표면들 사이의 방향으로 제 6 폭을 가지며, 하나 이상의 중간 파셋은 제 2 표면들 사이의 방향으로 제 5 폭을 가진다. 2D 도파관의 특징은 이미지가 제 1 및 제 2 표면 모두에 대해 비스듬한 결합 각도로 초기 전파 방향을 갖는 제 1 영역에서 도파관에 결합될 때, 이미지가 도파관을 따라 사중 내부 반사에 의해 전진되도록 구성된다.
- [0111] 대안 실시예에서, 제 2 표면은 제 1 표면에 수직이다. 다른 대안 실시예에서, 각각의 파셋은 제 2 표면에 대해 비스듬한 각을 이룬다.
- [0112] 이제, 대안의 파셋 구성의 대략적인 스케치인 도 17a 내지 도 17d를 참조한다. 본 도면에서, 파셋은 평행하다.
- [0113] 이제, 비교를 위해 도 16b에 상세히 설명된 대로 이중 파셋의 대략적인 스케치인 도 17a를 참조한다. 도파관이 사용자의 눈(47)을 향해 이미지를 투사하기 때문에, 상이한 광선이 상이한 각도로 전파함으로써, 도 10a를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 균일성을 감소시키는(불균일성을 도입하는) 중첩 및 언더랩을 생성시킨다. 도 17a(유사하게, 도 16b 및 도 10b)의 중첩 구성은 도 10a(유사하게, 도 16a)의 비-중첩 구성에 비하여 이러한 불균일성 효과를 감소시킨다. 많은 용례에 대해, 이러한 이중 파셋 구성으로 충분하며, 그 중첩으로 불균일성을 충분히 억제한다.
- [0114] 이제, 가변 파셋 간격의 대략적인 스케치인 도 17b를 참조한다. 도 17a의 이중 파셋 구성으로부터의 불균일성의 추가 감소는 도 17b에 도시되며, 여기서 일련의 파셋 중 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 간격은 일련의 파셋 중 다른 한 쌍의 인접한 파셋들 사이의 인접한 간격에 대해 변화한다. 바람직한 실시예에서, 간격 변화는 한 쌍의 인접한 파셋과 인접한 파셋의 인접한 쌍 사이에서 변화가 없다. 예를 들어, 간격(59d)은 간격(59c)보다 더 크며, 간격(59e)은 간격(59d)보다 더 크다. 출력 광선(38B)이 기관(간략화를 위해 도시되지 않음)을 벗어날 때 수직으로 구부러지기 때문에, 파셋들의 간격의 변화는 출력 광선(38B)의 굴절로 인해 감소될 수 있다. 본 구성에서, 공칭 파의 상이한 각도가 처리되며, 중첩은 관찰자(사용자의 눈(47))에 대해 일정하다. 이러한 비-제한적인 예에서, 공칭 출력 광선은 항상 2 개의 파셋을 통과할 것이다. 본 도면에서, 기관(20)의 중심에 있는 공칭 광선(38B)은 기관(20)의 단부(기단부 및 말단부)에서 공칭 광선과 각도가 다르다는 것에 주목해야 한다.
- [0115] 이제, 도파관의 기단부로부터 말단부의 파셋 간격을 감소시키는 대략적인 스케치인 도 17c를 참조한다. 도파관(20)은 도파관의 제 1 부분에 제 1 간격을, 그리고 도파관(20)의 제 2 부분에 적어도 제 2 간격을 포함한다. 이 비-제한적인 예에서, 제 1 부분(61a)은 비-중첩 파셋을 포함한다. 제 2 부분(61c)은 이중 중첩 파셋을 포함하며, 다른 부분(61e)은 삼중 중첩 파셋을 포함한다. 부분(61b 및 61d)은 하나의 별개의 중첩으로부터 다른 별개의 중첩으로의 전이 부분, 또는 전이 구역이다. 대안 실시예에서, 부분들의 중첩은 별개가 아닌, 연속적으로 변하거나, 도파관으로부터의 유효 출력 세기를 관리하도록 설계된 다른 간격 구성일 수 있다.
- [0116] 도파관을 따라 일정한 반사 세기를 유지하기 위해, 모든 파셋은 기단부로부터 시작하여 말단부 방향으로 반사율

이 증가하는 더 높은 반사 계수를 가져야 한다. 반사 세기의 이러한 관리는 관찰자에게 출력의 균일성(세기의 균일성)을 개선한다. 본 도면에서, 모든 파셋의 반사율은 일정하게 유지될 수 있지만, 파셋들 사이의 간격은 요구되는 반사율에 따라 변한다. 광은 기단부(본 도면의 우측)로부터 도파관으로 주입되며 따라서 기단부에서 가장 높은 세기를 가진다. 기단부에서 파셋들 사이의 간격이 가장 크며, 파셋들 사이의 중첩이 최소화된다. 광이 도파관(도시되지 않음)을 따라 전파됨에 따라, 광의 파워는 감소되며, 파셋들의 더 높은 중첩은 이러한 파워의 감소를 보상한다. 따라서, 전반적인 파워 출력은 도파관을 따라 유지된다.

- [0117] 연속성은 중첩 정수의 비-연속적 변화 또는 중첩 불연속성이 관찰되지 않는 파셋의 좁은 간격에서의 연속적인 변화(비-정수)에 의해 도파관을 따라 유지될 수 있다.
- [0118] 파셋의 간격과 높이를 도파관 전반에서 일정하게 유지되게 하려면, 최적화 절차에서 파셋의 중첩 대 언더랩의 영향을 고려해야 한다. 중첩 파셋은 더 많은 출력 파워와 더 많은 비-균일성 혼합을 제공한다. 또한, 중첩은 100 % 내지 150 %(또는 100 % ± 20 %)의 세기 변화를 일으키는 반면에, 언더랩은 50 % 내지 100 %(또는 100 % ± 33 %)를 생성한다. 중첩에서, 상대 세기 변화가 더 낮아진다. 따라서, 하나 이상의 파셋들의 반사율은 일련의 파셋들에서 다른 하나 이상의 파셋의 다른 반사율로부터 변한다.
- [0119] 또한, 관찰자의 눈은 세기 변화에 선형적으로 반응하지 않고, 오히려 눈은 대수 반응을 가짐에 주목해야 한다. 이는 또한, 언더랩이 관찰자 인식에 더 많은 영향을 가진다는 것을 의미한다. 위와 같은 점을 감안할 때, 중첩을 증가시키는 비용으로 언더랩을 줄이기 위해서는 더 많은 고려가 주어져야 한다.
- [0120] 이제, 가변 파셋 폭의 대략적인 스케치인 도 17d를 참조한다. 도 17a의 이중 파셋 구성으로부터의 불균일성의 추가 감소가 본 도면에 도시되며, 여기서 일련의 파셋 중 하나의 파셋의 폭이 일련의 파셋 중 인접한 하나의 파셋의 폭에 대해 변한다. 바람직한 실시예에서, 폭 변화는 파셋 중 하나와 일련의 전체 파셋에 대한 인접한 파셋 사이에서 변하지 않는다. 본 도면에서, 일련의 파셋이 기단부로부터 말단부로 횡단하면서 도파관의 바닥으로부터 상부 쪽으로 폭이 좁아진다. 대안 실시예는 양 측면으로부터(상부 및 바닥으로부터 각각의 파셋의 중심 쪽으로) 폭을 단축시키는 것이다. 본 예에서, 폭(59e)은 폭(59d)보다 더 크고, 폭(59f)은 폭(59e)보다 더 크다.
- [0121] 파셋 간격을 변경하는 도 17b 및 파셋 폭을 변경하는 도 17d의 실시예 모두에서, 광 빔(출력 광선(38B))의 공칭 수렴시의 관찰자(사용자의 눈(47))는 중첩 또는 언더 랩을 보지 못할 것이다. 그러나, 눈의 위치의 임의의 변경은 이중 파셋 구성에 의해 억제되는 일부 중첩/언더랩을 생성할 것이다.
- [0122] 이제, 도 6 및 도 8을 참조하여 설명된 바와 같은 대칭 구조에 중첩 파셋을 적용하는 대략적인 스케치인 도 18을 참조한다. 본 도면에서, 도 17b의 중첩 구성과 유사한, 상부 횡단 도파관만이 도시된다. 이 대칭 구성에서, (도 16b의 제 1 영역(54)과 유사한)제 1 영역은 (광선(38)으로서 도시된)광이 기관, 이 경우에 도파관의 중간 영역에 결합되는 구역이다. 도파관의 대칭 좌우 측 각각은 광이 기관의 각각의 측면에 결합되는 구역(대안으로 인접한 제 1 영역 및 제 2 영역으로서 지칭됨)을 가지며, 좌우측의 파셋은 동등하며 반대 경사이다. 이 대칭 구조는 또한, 도 17a의 파셋의 평행 구성 및 도 17d의 가변 폭 구성으로 실시될 수 있다.
- [0123] 중첩 구성에서, (제 1 전체)파셋(2517) 및 (최종 전체)파셋(2515)이 부분적으로 중첩되지 않는 도 10b를 다시 참조한다. 전술한 바와 같이, 특히 파셋(2517)의 시점은 파셋(2535)과 중첩되지 않으며 파셋(2515)의 중점은 파셋(2535)과 중첩되지 않는다. 따라서, 커플링-아웃된 광(2546, 2547)의 세기는 이러한 중첩되지 않은 구역에서 덜 강하다. 예를 들어, 이중 중첩 구성에서 제 1 전체 파셋의 절반은 중첩되지 않으며 파워의 절반이 중첩되지 않은 부분으로부터 커플링-아웃될 것이다.
- [0124] 중첩되지 않은 시점과 중점 구역에서 세기가 낮아지는 문제점을 극복하기 위해서 여러 기술이 사용될 수 있다.
- [0125] 1. 도 14b의 요소(40a 및 40b) 및 도 16b를 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 시점 및 중점에서 더 짧은 파셋을 사용.
- [0126] 2. 다른 (중간)파셋의 공칭 반사율에 비해 중첩되지 않은 구역의 반사율을 증가시키는 고 반사 코팅으로 중첩되지 않은 구역을 코팅.
- [0127] 3. 후술하는 바와 같이, 파셋의 특성 반사율을 비-중첩으로부터 중첩으로 점진적으로 변경.
- [0128] 특성 반사율을 점진적으로 변경시키는 기술은 간략화를 위해 이중 중첩 구성을 사용하여 지금 설명되지만, 이러한 기술은 더 높은 중첩 구성에 적용될 수 있다.
- [0129] 이제, 이중 중첩 구성에서의 전체 공칭 반사율의 그래프인 도 19a를 참조한다. x-축은 광이 도파관(기관)에 결

합되는 제 1 영역(54)에 가까운 제 1 파셋인 "1"(일)로 번호가 붙은 파셋에서 시작하는 파셋을 도시한다. 증가하는 번호가 붙은 파셋은 도파관의 말단부(55)를 향하는 파셋("1")에 후속하는 파셋이다. y-축은 전체 공칭 반사율의 백분율로서의 반사율을 도시한다. 얇은 선의 흑색 박스는 각각의 개별 파셋의 반사율(공칭 반사율의 백분율)이며, 두꺼운 흑색 선은 특성 반사율 - 아웃-커플링된 광선이 겪는 유효 반사율 - 이다. 일정한 공칭 반사율, 예를 들어 요구되는 공칭 반사율의 50 %를 갖는 각각의 파셋이 도시된다.

[0130] 특성 반사율은 광선이 아웃-커플링되는 도파관 부분에 대한 개별 반사율의 합이다. 알 수 있는 바와 같이, 본 예에서 파셋 "1"로부터의 중첩되지 않은 구역으로부터 아웃-커플링된 특성 반사율은 도 10b 광선(2546)(또는 광선(2547))에서 볼 수 있는 바와 같이, (공칭 반사율의)50 %이다. 파셋 "1"과 파셋 "2"의 중첩(두 인접 파셋의 중첩)으로부터 아웃-커플링되는 특성 반사율은 (공칭 반사율의)100 %를 달성한다. 따라서, 도파관의 시점과 그 후속 부분 사이(50 % 대 100 %)에는 불연속이 있다.

[0131] 이제, 교대 파셋 반사율의 변화를 사용하는 이중 중첩 구성에서의 전체 공칭 반사율의 예시적인 그래프인 도 19b를 참조한다. 본 도면에서, 파셋 "1"(제 1 파셋)은 대략적으로 중첩되지 않게(즉, 대략 100 %의 공칭 값을 갖게) 설계되며, 파셋 "2"(제 2 파셋)는 최소 반사를 갖도록 설계된다. 따라서, 조합될 때, 제 1 및 제 2 파셋은 대략 전혀 중첩되지 않는 특성 반사율을 가진다. 유사하게, 파셋 "3"(제 3 파셋)은 파셋 "1"과 거의 동일한 반사율을 갖지만 감소되며, 파셋 "4"는 파셋 "2"와 거의 동일한 반사율을 갖지만 증가한다. 본 도면에서, 파셋 "7" 및 "8"은 50 % (공칭)반사율을 가지므로, 도 19a에서 설명된 이중 중첩 구성과 같은 특성 반사율을 초래한다. 쇄선은 (더 많은 비-중첩 코팅 매개변수로 시작하는)홀수 번호 파셋의 반사율을 나타내는 반면에, 파선은 짝수 번호 파셋의 반사율을 나타낸다(증가하는 중첩 특성을 나타낸다). 두꺼운 흑색 (실)선은 도 19a의 파셋 "1"의 50 % 특성 반사율에 비해서, 제 1 절반 파셋의 절반이 아닌 반사율을 보여주는 (이중 중첩과 중첩이 없는 제 1 파셋에 의해 유발되는)두 개의 인접한 파셋의 반사율을 합한 특성 반사율을 나타낸다.

[0132] 도 19a의 구성이 도파관의 시점과 후속 부분(50 % 대 100 %) 사이에 불연속성을 갖지만, 도 19b의 혁신적인 구성은 이러한 불연속성을 감소시킨다. 잔류 불연속성은 수렴 속도에 따라 달라지며, 예를 들어 6 개의 파셋 이후의 수렴에 대해서 불연속성은 대략 10 %가 될 것이다. 따라서, 중첩되지 않는 시점과 중첩 구역에서 세기가 낮은 문제점을 극복한다. 본 구성은 도파관의 말단부에서 반대로 반복될 수 있다. 반사율의 변화 기울기(쇄선 및 파선)는 일련의 파셋의 결과적인 효과와 특성 반사율을 변화시키기 위해 변경될 수 있다. 도파관은 도파관의 길이에 대한 중첩 및 비-중첩 특성 반사율의 다양한 조합을 가질 수 있다. 예를 들어, 본 도면의 파셋 "4" 및 "5"는 파셋 "7" 및 "8"의 구성으로 수렴하지 않고 일련의 파셋의 적어도 일부에 대해 반복될 수 있다.

[0133] 도 20a는 제 1 1D 도파관(10)을 제조하는데 사용될 수 있는 비-한정적이지만 바람직한 공정을 도시한다. 명료함을 위해, 도면에서 내부 파셋은 척도 또는 밀도로 도시되지 않는다.

[0134] 코팅된 투명한 평행 판 세트는 적층물(stack, 400)로서 함께 부착된다. 적층물은 절편(slice, 404)을 생성하기 위해 대각선(402)으로 절단된다. 필요하다면, 커버 투명 판(405)이 절편(404)의 상부 및/또는 바닥(도시되지 않음)에 부착될 수 있다. 다음에, 절편(404)은 2D 도파관(406)을 생성시키기 위해, 1D 파셋 경사가 필요하다면 파셋의 에지(404 상의 파선)에 수직으로 절단되거나, 2D 파셋 경사가 필요하다면 대각선(404 상의 쇄선)으로 절단된다.

[0135] 또한, 도 20b 내지 도 20e는 결합 프리즘의 부착을 위한 예시적인 절차이다. 슬라이싱된 2D 도파관(406)은 도 20b에 도시되며, 중첩 파셋을 가진다(시선 당 2 개의 파셋을 반영함). 이는 단지 비-제한적인 예일 뿐이며 중첩되지 않는 파셋이 또한 가능하다.

[0136] 도 20b에 도시된 바와 같이, (명확성을 위해 투명하지 않게 도시된)2D 도파관(406)은 예를 들어, 도시된 바와 같이 접선(420A)을 따라 절단된다. 이러한 절단은 어떤 방향에서도 가능하지만, 수직 절단은 엄격한 색인 일치 요건을 완화한다. 바람직하게, 도 20c에서 볼 수 있는 바와 같이, 절단은 조명의 균일성을 유지하기 위해 중첩 파셋이 존재하는 곳(도 20c의 절단 단부 참조)에서 수행된다. 그렇지 않으면, 제 1 파셋은 감소된 조명을 초래하는 중첩 없이 반사할 것이다. 투명한 연장부(413)가 필요에 따라 추가될 수 있으며 프리즘(414)이 도파관(406)에 부착되어 (도 20d에 도시된 바와 같은)연장 및 결합 프리즘을 갖는 2D 도파관(416)을 생성한다. 연장이 필요하지 않은 경우에, 결합 프리즘(414)은 (도 20d에 도시된 바와 같이)조립된 도파관(417)을 생성하기 위해 도파관(406)에 직접 부착될 수 있다. 도파관(406)의 말단부는 임의의 잔여 광이 그로부터 분산될 수 있도록 남겨질 수 있고, 선택적으로 미광 반사를 최소화하기 위해 광 흡수재(예를 들어, 흑색 도료)로 도장될 수 있다.

[0137] 도 21a 내지 도 21d는 중첩 파셋을 갖는 도파관을 생성하기 위한 예시적인 절차이다. 도 21a에서, 슬라이싱된

2D 도파관(406)은 도파관의 기단부가 될 지점에서 점선(420A)을 따라 예를 들어, 양 측면을 따라 수직으로 절단되고, 도파관의 말단부가 될 지점에서 점선(420B)을 따라 절단된다. 이는 각각의 기단부 및 말단부에 부분 파셋(40a 및 40b)을 갖는 도파관(420)을 생성한다. 도 21b의 실시예에서, 도파관(426 및 424)은 도파관(420)의 기단부와 말단부에 각각 부착되며, (420, 424 및 426의)조합이 조합된 도파관(428)의 도 21c의 부드러운 외부면을 생성하도록 연마된다. 이 조합된 도파관(428)에서, 부착된 도파관(426 및 424)은 도파관(406)만큼 정확한 굴절률을 가질 필요가 없다.

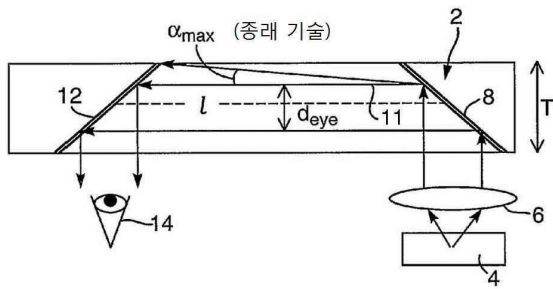
- [0138] 이러한 제조 방법은 또한, 정확한 굴절률 일치 필요성을 제거하기 위해 중첩 파셋 없는 도파관에도 적용될 수 있다.
- [0139] 도 21d에서, 선택적으로, 조합된 도파관(428)의 외부 파셋의 평활도 및 광학 특성은 굴절률 일치를 갖는 외부면(427)을 부착하여 도파관(429)을 생성함으로써 개선될 수 있다.
- [0140] 도 21c 및 도 21d는 별도의 구성요소 주변을 도시하지만, (입사 광선(38)과 같은)광에 대해서, 그 주변은 투명하며, 단지 외부면과 경사 코팅된 내부면만이 광을 반사한다는 것을 주목해야 한다.
- [0141] 본 방법(도 20a 내지 도 21d)은 1D 도파관뿐만 아니라 2D 도파관에도 적용될 수 있다.
- [0142] 가변 파셋 간격, 폭 및 반사율과 같은 본 설명에서의 다양한 실시예가 명확성을 위해 별도로 설명되었다. 당업자는 이들 실시예가 조합될 수 있음을 인식할 것이다. 예를 들어, 도파관의 기단부로부터 말단부로 파셋의 폭을 변화시키면서 파셋 간격이 감소되도록 변화시키는 것이다.
- [0143] 전술한 예, 사용된 수 및 예시적인 계산은 그 실시예의 설명을 돕기 위한 것임에 주목해야 한다. 부적절한 인쇄 오류, 수학적 오류 및/또는 간소화된 계산의 사용은 본 발명의 유용성 및 기본 이점을 손상시키지 않는다.
- [0144] 첨부된 청구범위가 다중 종속성 없이 작성된 경우, 이는 단지 그러한 다중 종속성을 허용하지 않는 권한에서의 공식 요건을 수용하기 위해서만 수행된 것이다. 청구범위 다중 종속성을 제공함으로써 암시될 수 있는 모든 가능한 특징의 조합은 명백하게 예상되며 본 발명의 일부로 간주되어야 함에 주목해야 한다.
- [0145] 상기 설명은 단지 예로서 제공되는 것으로 의도되고, 많은 다른 실시예가 첨부된 청구범위에서 정해지는 대로 본 발명의 범위 내에서 가능하다는 것이 이해될 것이다.

부호의 설명

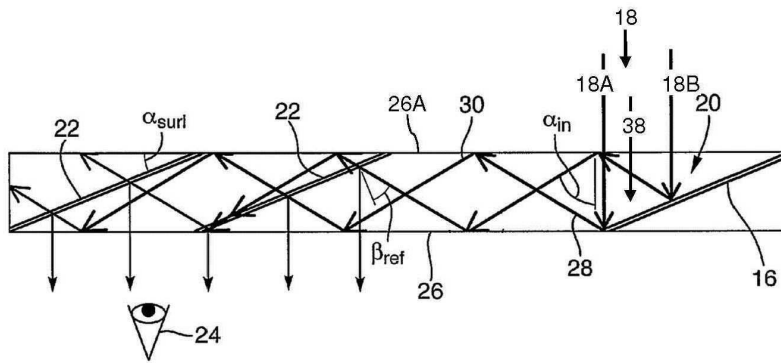
- [0146] 4 : 디스플레이 소스 6 : 시준 광학기기
- 16 : 제 1 반사 표면
- 20 : 기관 22, 22b : 반사 표면
- 26 : 하부 표면 26A : 상부 표면
- 34 : 파셋 46 : 최종 반사 표면
- 107 : 표준 안경테
- 114 : 디스플레이 소스용 구동 전자기기
- 116 : 전력 공급 및 데이터 인터페이스
- 118 : 리드 400 : 적층물
- 404 : 절편 406 : 도파관

도면

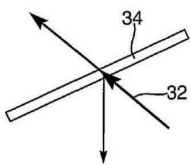
도면1



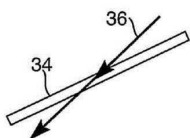
도면2



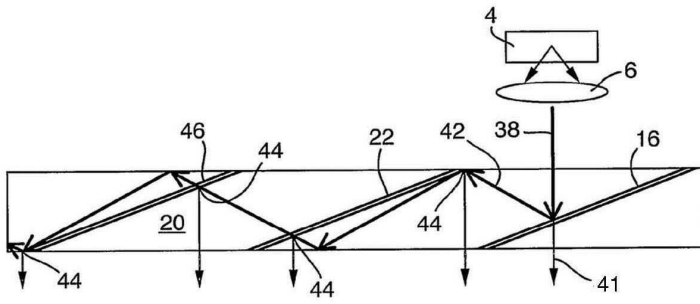
도면3a



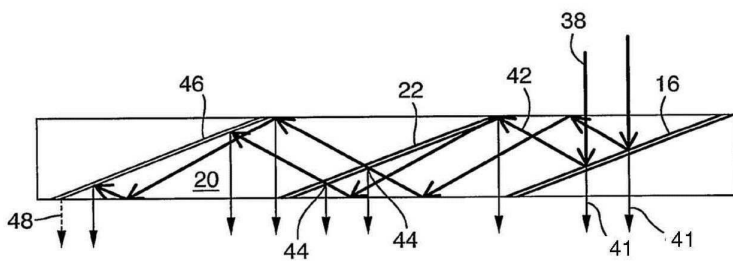
도면3b



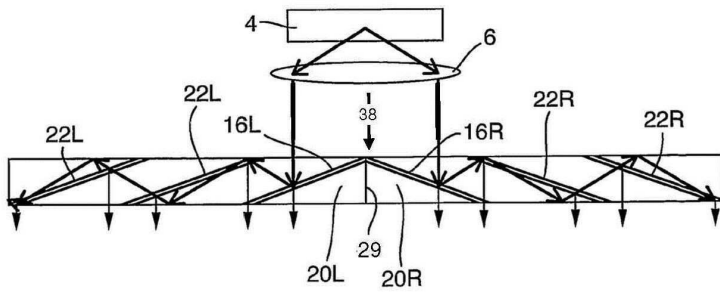
도면4



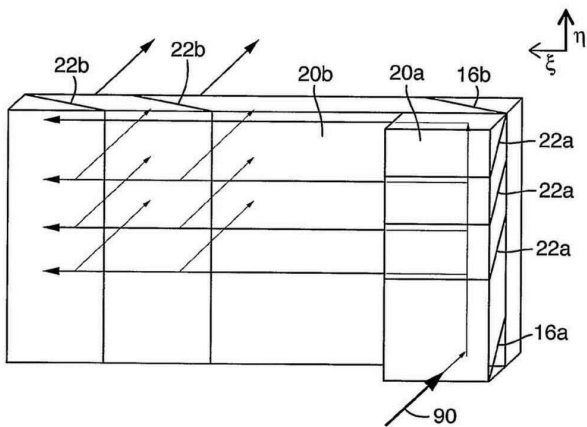
도면5



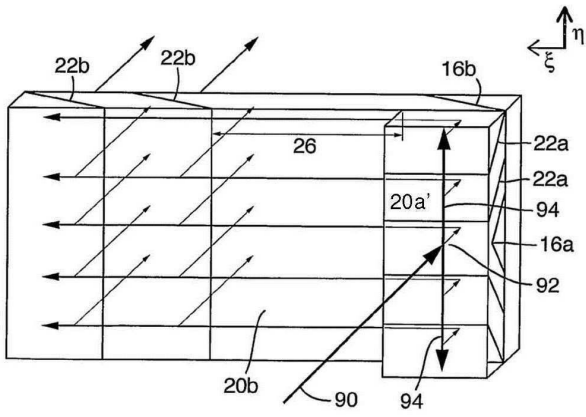
도면6



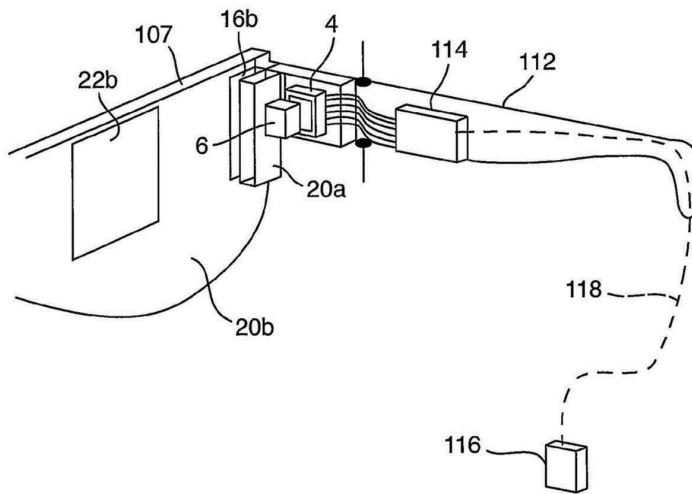
도면7



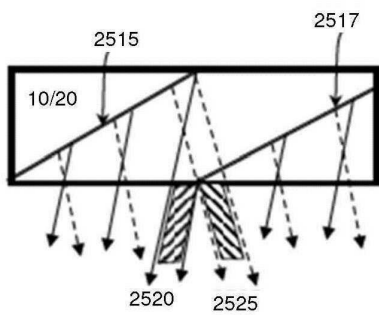
도면8



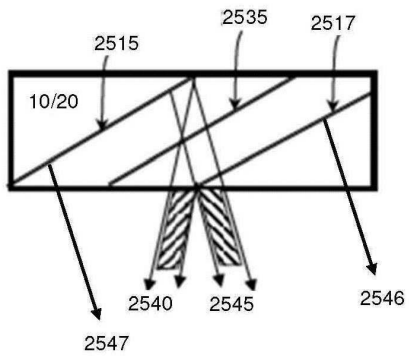
도면9



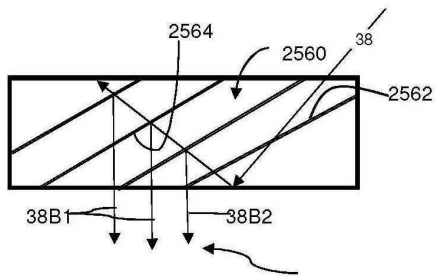
도면10a



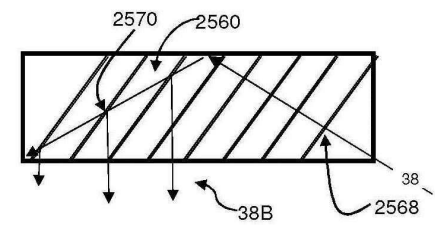
도면10b



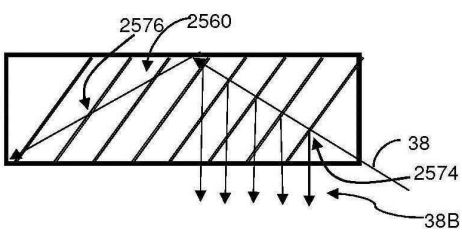
도면11a



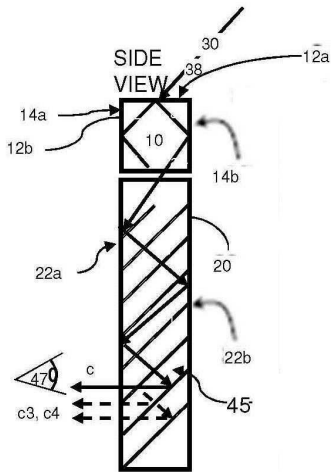
도면11b



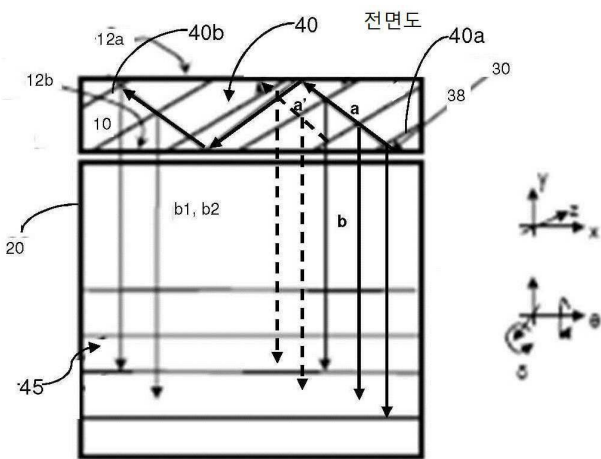
도면11c



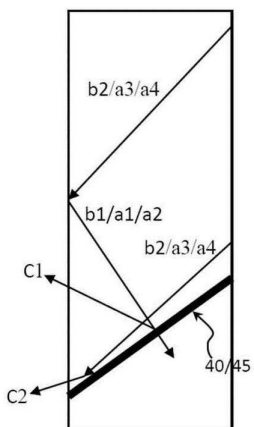
도면12a



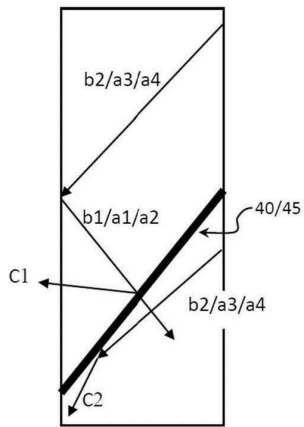
도면12b



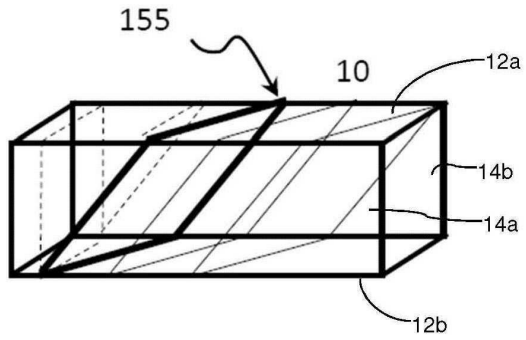
도면12c



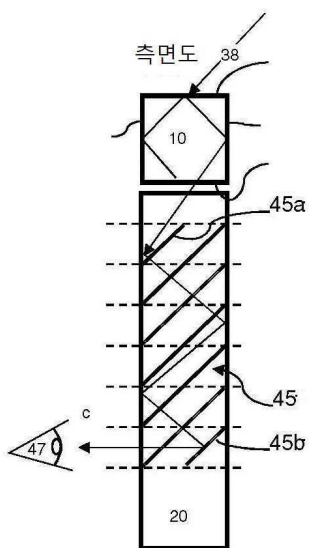
도면12d



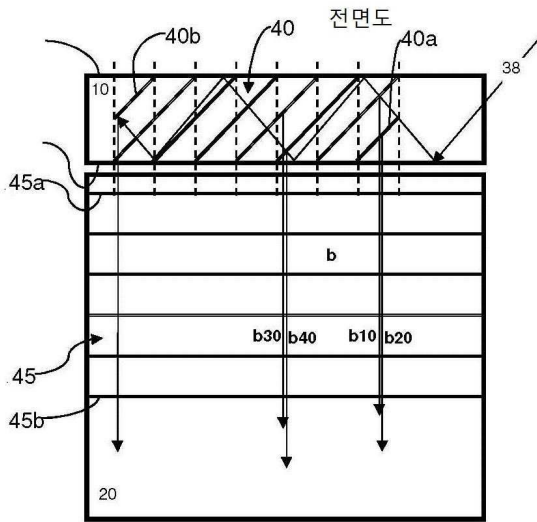
도면13



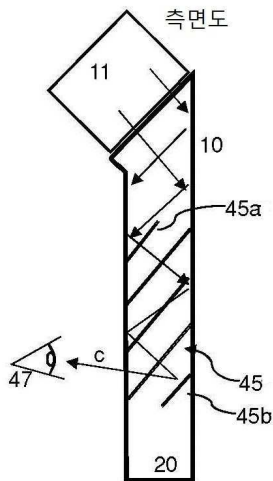
도면14a



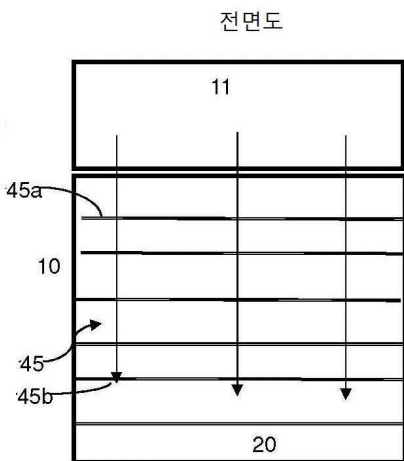
도면14b



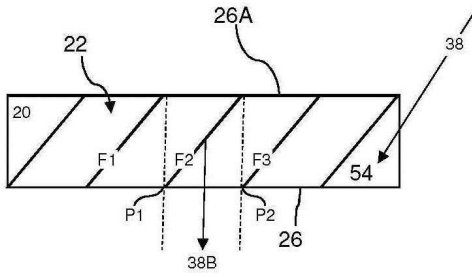
도면15a



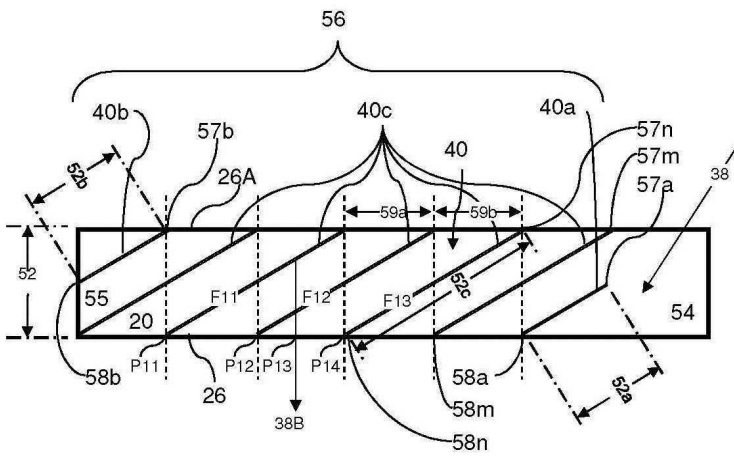
도면15b



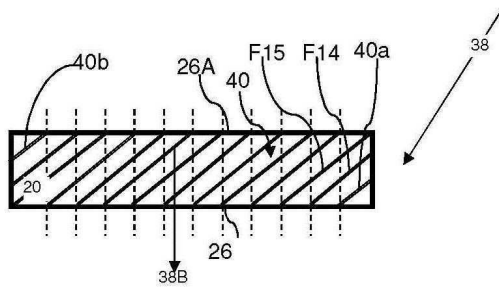
도면16a



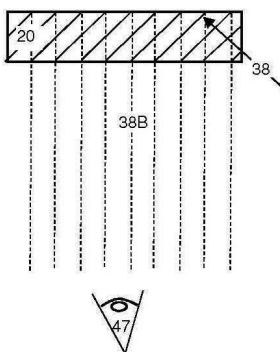
도면16b



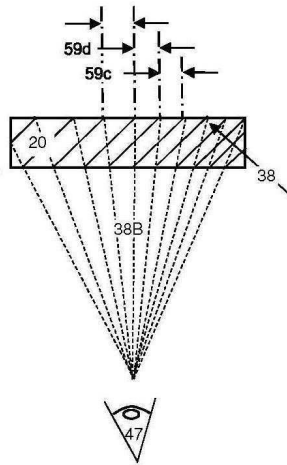
도면16c



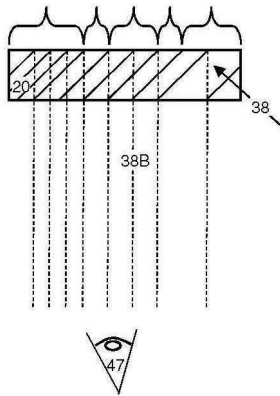
도면17a



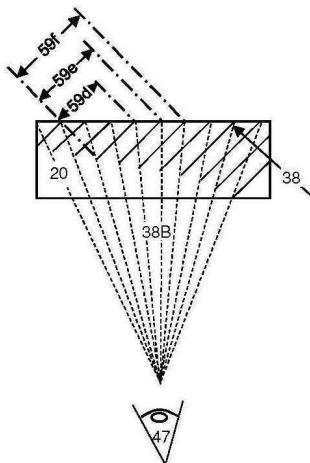
도면17b



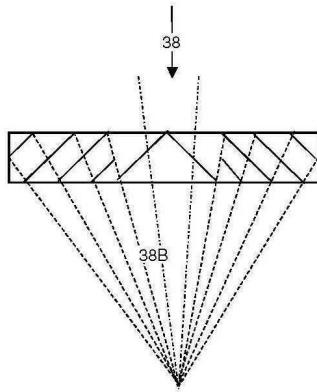
도면17c



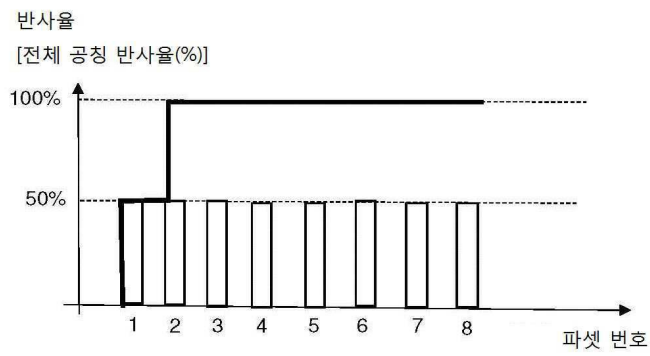
도면17d



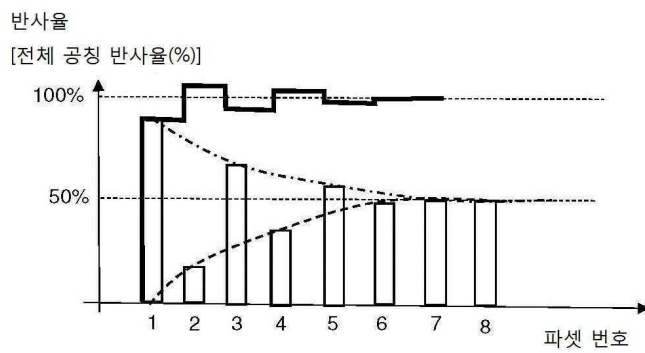
도면18



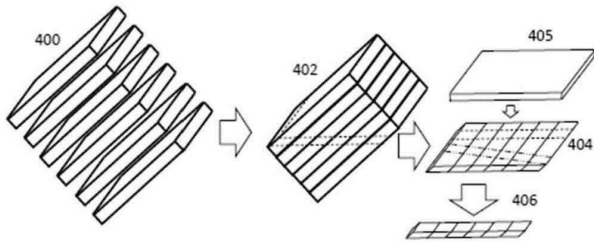
도면19a



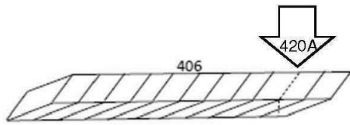
도면19b



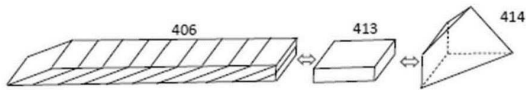
도면20a



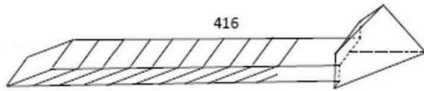
도면20b



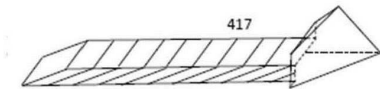
도면20c



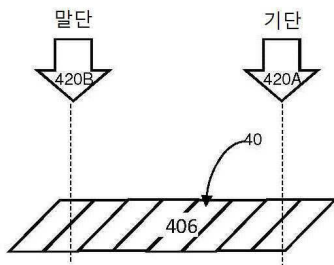
도면20d



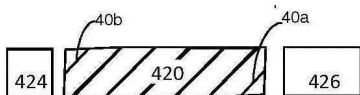
도면20e



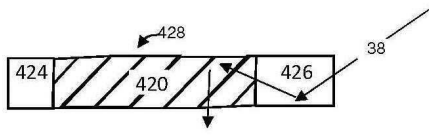
도면21a



도면21b



도면21c



도면21d

