



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0051188
(43) 공개일자 2024년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/01 (2006.01) G02B 27/00 (2020.01)
G02B 27/42 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/0172 (2013.01)
G02B 27/0081 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7009268
(22) 출원일자(국제) 2022년08월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년03월19일
(86) 국제출원번호 PCT/FI2022/050548
(87) 국제공개번호 WO 2023/031507
국제공개일자 2023년03월09일
(30) 우선권주장
20215929 2021년09월03일 핀란드(FI)

(71) 출원인
디스페릭스 오와이
핀란드, 02130 에스포, 멧세네이돈쿠야 10
(72) 발명자
해시넨, 티모
핀란드, 02330 에스푸, 마틴푸론쿠자 1 에이 4
울코넨, 주우소
핀란드, 02350 에스푸, 카이타티에 6에이
(74) 대리인
신동호

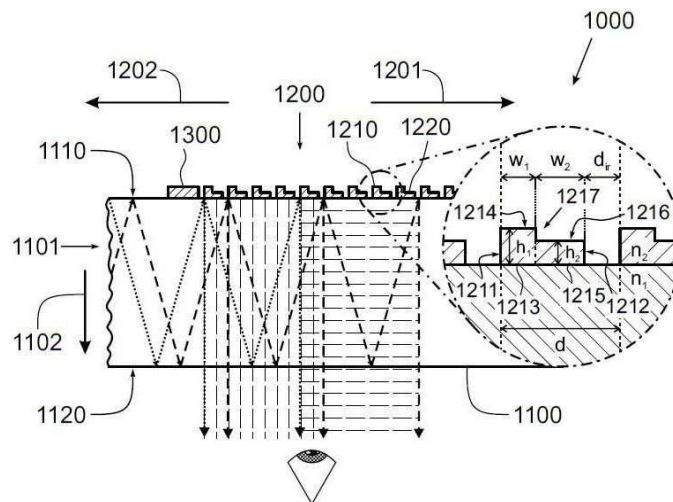
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 디스플레이 구조 및 디스플레이 장치

(57) 요약

디스플레이 구조(1000) 및 디스플레이 장치가 개시된다. 상기 디스플레이 구조(1000)는 제1면(1110)과 제2면(1120)을 포함하는 도파관(1100) 및 제1면(1110)에 배열되고 광(1101)을 제2면(1120)을 통해 외부로 결합하도록 구성된 아웃-커플링 격자(1200)를 포함한다. 상기 아웃-커플링 격자(1200)는 2차 측면 방향(1202)을 향한 제1단부(1211)를 포함하는 1차 리지(1210)를 포함하고, 제1리지 부분(1213)은 제1단부(1211)로부터 2차 측면 방향(1202)에 반대되는 1차 측면 방향(1201)을 향해 연장되고, 제2단부(1212)는 주요 측면 방향(1201)을 향하고, 제2리지 부분(1215)은 제2단부(1212)로부터 2차 측면 방향(1202)을 향해 연장된다. 제1리지 부분(1213)은 제1높이 h_1 를 갖고, 제2리지 부분(1215)은 제1높이 h_1 보다 작은 제2높이 h_2 를 갖는다.

대표도



(52) CPC특허분류

G02B 27/4272 (2013.01)

G02B 5/1809 (2013.01)

G02B 5/1814 (2013.01)

G02B 5/1819 (2013.01)

G02B 5/1861 (2013.01)

G02B 6/00 (2023.05)

G02B 2005/1804 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

다음을 포함하는 디스플레이 구조(1000):

- 내부 전반사에 의해 도파관(1100)의 광(1101)을 가두기(confining) 위한 제1면(1110) 및 제2면(1120)을 포함하는 도파관(1100), 상기 제2면(1120)은 상기 제1면(1110)으로부터 두께 방향(1102)을 향해 배열됨; 및
- 상기 제1면(1110)에 배열된 회절 아웃-커플링 격자(1200), 상기 아웃-커플링 격자(1200)는 제2면(1120)을 통해 도파관(1100)으로부터 나오는 광(1101)을 결합하도록 구성됨;

여기서 상기 아웃-커플링 격자(1200)는 1차 리지(1210) 및 1차 리지(1210)에 평행한 2차 리지(1220)를 포함하고, 상기 2차 리지(1220)는 1차 리지(1210)로부터 1차 측면 방향(1201)을 향해 배열되고;

상기 1차 리지(1210)는 1차 측면 방향(1201)의 반대편인 2차 측면 방향(1202)을 향하는 제1단부(1211)를 포함하고, 제1리지 부분(1213)은 제1단부(1211)로부터 1차 측면 방향(1201)을 향해 연장되고, 제2단부(1212)는 1차 측면 방향(1201)을 향하고, 제2리지 부분(1215)은 제2단부(1212)로부터 2차 측면 방향(1202)을 향해 연장되며;

제1리지 부분(1213)은 두께 방향(1102)을 따라 측정된 제1높이 h_1 를 갖고, 제2리지 부분(1215)은 두께 방향(1102)을 따라 측정된 제1높이 h_1 보다 작은 제2높이 h_2 를 갖고, 제2높이 h_2 와 제1높이 h_1 사이의 높이 비율 r_h 는 0.45이상이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

제2높이 h_2 와 제1높이 h_1 사이의 높이 비율 r_h 는 0.5 이상, 또는 0.55 이상, 또는 0.6 이상 및/또는 0.9 이하, 또는 0.85 이하, 또는 0.8 이하, 또는 0.75 이하인 디스플레이 구조(1000).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 디스플레이 구조(1000)는 제1면(1110) 상에 코팅(1300)을 포함하고, 상기 아웃-커플링 격자(1200)는 상기 코팅(1300) 내에 형성되는 디스플레이 구조(1000).

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 도파관(1100)은 가시 파장 λ_{vis} 에서 제1굴절률 n_1 을 갖는 제1물질을 포함하고, 상기 코팅(1300)은 가시 파장 λ_{vis} 에서 제1굴절률 n_1 보다 높은 제2 굴절률 n_2 를 갖는 제2물질을 포함하는 디스플레이 구조(1000).

청구항 5

제4항에 있어서,

가시 파장 λ_{vis} 에서 제2 굴절률 n_2 와 제1굴절률 n_1 사이의 굴절률 차이 Δn 는 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 또는 0.7 이

상인 디스플레이 구조(1000).

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 가시 파장 λ_{vis} 는 450 nm, 460 nm, 470 nm, 480 nm, 490 nm, 500 nm, 510 nm, 520 nm, 530 nm, 540 nm, 550 nm, 560 nm, 570 nm, 580 nm, 590 nm, 600 nm, 610 nm, 620 nm, 630 nm, 640 nm, 및 650 nm로 구성된 그룹에서 선택되는 디스플레이 구조(1000).

청구항 7

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

여기서 아웃-커플링 격자(1200)는 1차 리지(1210)와 2차 리지(1220) 사이의 1차 측면 방향(1201)을 따라 측정된 주기 d 및 리지-간 거리 d_{ir} 를 가지며, 상기 리지-간 거리 d_{ir} 과 주기 d 사이의 거리비 r_d 는 0.25, 0.2, 0.15, 0.1 이하인 디스플레이 구조(1000).

청구항 8

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1리지 부분(1213)은 제2리지 부분(1215)에 인접하고,

상기 1차 리지(1210)는 제1리지 부분(1213)과 제2리지 부분(1215) 사이에 배열된 계단 구조(1217)를 포함하는 디스플레이 구조(1000).

청구항 9

제8항에 있어서,

제1리지 부분(1213)은 1차 측면 방향(1201)을 따라 측정된 제1폭 w_1 를 가지며, 제2리지 부분(1215)은 1차 측면 방향(1201)을 따라 측정된 제1폭 w_1 보다 큰 제2폭 w_2 를 갖는 디스플레이 구조(1000).

청구항 10

제9항에 있어서,

제2폭 w_2 과 제1폭 w_1 사이의 폭 비율 r_w 은 1.1 이상, 또는 1.2 이상, 또는 1.3 이상, 또는 1.4 이상 및/또는 3 이하, 또는 2.8 이하, 또는 2.6 이하, 또는 2.5 이하, 또는 2.4 이하인 디스플레이 구조.

청구항 11

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

제1리지 부분(2213)은 제1단부(2211)로부터 연장되는 측면의 제1외부 표면(2214)을 포함하고, 제2리지 부분(2215)은 제2단부(2212)로부터 연장되는 측면의 제2 외부 표면(2216)을 포함하고, 상기 1차 리지(2210)는 제1리지 부분(2213)에서 제2리지 부분(2215)으로 연장되고, 제1외부 표면(2214)과 제2 외부 표면(2216)을 연결하는 경사진 중간 외부 표면(2219)을 포함하는 중간 리지 부분(2218)을 포함하는 디스플레이 구조(2000).

청구항 12

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 아웃-커플링 격자(1200)는 적어도 1차 측면 방향(1201)을 따라 동공 복제에 의해 사출 동공 확장을 수행하도록 구성된 디스플레이 구조(1000).

청구항 13

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 아웃-커플링 격자(1200)는 제1면(1110)을 통해 도파관(1100) 밖으로 광(1101)의 커플링을 최소화하도록 구성된 디스플레이 구조(1000).

청구항 14

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 따른 디스플레이 구조(3200)를 포함하는 디스플레이 장치(3000).

청구항 15

제14항에 있어서,

투시형 디스플레이 장치로서 구현되는 디스플레이 장치(3000).

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,

머리 장착형 디스플레이 장치로 구현되는 디스플레이 장치(3000).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 디스플레이 장치에 관한 것이다. 특히, 본 개시는 회절 아웃-커플링 격자(diffraction out-coupling grating)를 포함하는 도파관-기반 디스플레이 장치 및 그 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도파관 기반 디스플레이 장치의 아웃커플링 격자(out-coupling grating)는 일반적으로 도파관의 빛을 사용자의 눈 쪽으로 또는 사용자의 눈에서 멀어지게 결합(couple)한다. 예를 들어 머리 장착형 투명 디스플레이 장치(예를 들어, 스마트 안경)와 같은 많은 응용 분야에서, 사용자의 눈에서 멀리 떨어진 곳, 즉 세상(world side) 쪽을 향한 빛의 커플링(coupling)은 에너지 효율성, 정보 보안 및 미학을 포함한 다양한 이유로 바람직하지 않을 수 있다.

[0003] 일반적으로, 아웃-커플링 격자 아래 또는 위에 배열된 다양한 박막 스택(thin film)을 사용하면 세상 쪽을 향한 서로 다른 아웃커플링 격자에 의한 빛의 아웃커플링이 감소된다. 이러한 접근 방식은 허용 가능한 아웃커플링 효율 특성을 갖는 디스플레이 장치를 제공할 수 있지만, 특히 TM 편광 입력 광의 경우 기존 솔루션에서 나타나는 광 누출이 과도할 수 있다.

[0004] 위의 관점에서, 도파관 기반 디스플레이 장치의 아웃커플링 격자와 관련된 새로운 솔루션을 개발하는 것이 바람직할 수 있다.

발명의 내용

[0005] 본 요약은, 상세한 설명에서 아래에 추가로 설명되는 단순화된 형태로, 개념의 선택을 소개하기 위해 제공된다. 본 요약은, 청구된 주제의 주요 특징이나 필수적인 특징을 식별시키려는 의도가 없으며, 청구된 주제의 범위를 제한하는 데 사용하려는 의도도 없다.

[0006] 제1측면에 따르면, 디스플레이 구조가 제공된다. 상기 디스플레이 구조는 내부 전반사에 의해 도파관에 광을 가두기 위한 제1면과 제2면을 포함하는 도파관을 포함한다. 상기 제2면은 제1면으로부터 두께 방향을 향해 배열된다. 상기 디스플레이 구조는 제1면에 배열된 회절 아웃-커플링 격자(diffractive out-coupling grating)를 더 포함한다. 상기 아웃-커플링 격자는 제2면을 통해 도파관의 광을 커플링하도록 구성된다. 상기 아웃-커플링 격자는 1차 리지와 1차 리지에 평행한 2차 리지를 포함한다. 2차 리지는 1차 리지로부터 1차 측면 방향을 향해 배열된다. 1차 리지는 1차 측면 방향과 반대되는 2차 측면 방향을 향한 제1단부, 상기 제1단부로부터 1차 측면 방향을 향해 연장되는 제1리지 부분, 1차 측면 방향을 향하는 제2단부, 및 상기 제2단부로부터 2차 측면 방향을 향해 연장되는 제2리지 부분을 포함한다. 제1리지 부분은 두께 방향을 따라 측정된 제1높이를 갖고, 제2리지 부분은 두께 방향을 따라 측정된 제1높이보다 작은 제2높이를 갖는다.

[0007] 제2측면에 따르면, 제1측면에 따른 디스플레이 구조를 포함하는 디스플레이 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 본 개시 내용은 첨부 도면을 고려하여 읽혀지는 다음의 상세한 설명으로부터 더 잘 이해될 것이다, 여기서:

도 1은 디스플레이 구조체의 단면도를 도시하고,

도 2는 다른 디스플레이 구조체의 단면도를 도시하고,

도 3은 디스플레이 장치를 예시한다.

달리 구체적으로 언급하지 않는 한, 전술한 도면들의 임의의 도면은, 상기 도면에서의 실시예의 특정한 구조적 측면을 강조하기 위해, 상기 도면의 임의의 소자가 도면의 다른 소자에 대해 부정확한 비율로 그려질 수 있도록, 축척에 맞게 그려지지 않을 수 있다.

더욱이, 전술한 도면들 중 임의의 두 도면의 실시예의 대응되는 소자들은, 상기 두 도면의 실시예의 특정한 구조적 측면을 강조하기 위해 상기 두 도면에서 서로 불균형을 이룰 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 구조체(1000)의 부분 단면도 및 디스플레이 구조체(1000)의 일부를 확대한 도면이다.

[0010] 본 명세서에서, "디스플레이 장치"는 이미지 및/또는 데이터를 시각적으로 표현하기 위해 작동 가능한 출력 장치, 예를 들어 전자 장치를 의미할 수 있다. 디스플레이 장치는 일반적으로 이미지 및/또는 데이터의 시각적 표시에 필요하거나 유익한 임의의 부품(들) 또는 요소(들), 예를 들어 전원 장치; 광학 엔진; 도파관 기반 결합기 광학 유닛과 같은 결합기 광학 유닛; 시선 추적 유닛; 머리 추적 유닛; 체스처 감지부; 및/또는 깊이 매핑 유닛을 포함할 수 있다. 디스플레이 장치는 휴대용 디스플레이 장치, 예를 들어 머리-장착형(head-mounted) 디스플레이 장치 및/또는 투시형 디스플레이 장치일 수도 있고 아닐 수도 있다.

[0011] 본 명세서에서, "머리-장착형 디스플레이 장치"는 머리, 헤드기어의 일부, 및/또는 눈 또는 그 위에 착용되도록 구성된 디스플레이 장치를 의미할 수 있다.

[0012] 또한, "시-스루(see-through) 디스플레이 장치" 또는 "투명 디스플레이 장치"는 사용자가 디스플레이 장치를 통해 볼 수 있을 뿐만 아니라 디스플레이 장치에 표시된 이미지 및/또는 데이터를 볼 수 있는 디스플레이 장치를 의미할 수도 있다.

[0013] 본 명세서 전반에 걸쳐, "디스플레이 구조"는 동작 가능한 디스플레이 장치의 적어도 일부를 지칭할 수 있다. 또한, 디스플레이 구조는 디스플레이 장치에 사용하기에 적합한 구조를 의미할 수도 있다.

[0014] 도 1의 실시예에서, 디스플레이 구조(1000)는 도파관(1100)을 포함한다.

[0015] 본 발명에서, "도파관"은 광 도파관을 의미할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도파관은 2차원적 도파관을 지칭할 수 있으며, 여기서 광은 상기 도파관의 두께 방향을 따라 가두어질 수 있다.

- [0016] 도 1의 실시예의 도파관(1100)은 내부 전반사(total internal reflection)에 의해 도파관(1100)에 광(1101)을 가두기(confining) 위한 제1면(1110) 및 제2면(1120)을 포함한다. 제2면은 제1면(1110) 반대편에 그리고 그로부터 두께 방향(1102)을 향해 배열된다.
- [0017] 본 명세서에서, 도파관의 "면"은 특정 시야 방향으로부터 볼 수 있거나 특정 시야 방향을 향하는 상기 도파관의 표면의 일부를 지칭할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도파관의 면은 내부 전반사에 의해 상기 도파관에 광을 가두기에 적합하거나 구성되는 표면을 의미할 수 있다.
- [0018] 도 1의 실시예에서, 디스플레이 구조(1000)는 또한 제1면(1110) 상에 배열된 회절 아웃-커플링 격자(diffraction out-coupling grating)(1200)를 포함한다.
- [0019] 본 명세서에서, "회절 격자(diffraction grating)"는 가시광선의 회절을 기반으로 동작하는 광학 격자를 의미할 수 있다. 일반적으로, 회절 격자는 가시광선의 파장 정도(order of the wavelength)의 적어도 하나의 치수, 예를 들어 1 마이크로미터보다 작은 적어도 하나의 치수를 갖는 하나 이상의 구조적 특징을 포함할 수 있다. 일반적으로 회절 격자는 단일 영역 회절 격자(single-region diffraction grating) 또는 다중 영역 회절 격자(multi-region diffraction grating)로 구현될 수 있다. 회절 격자는 일반적으로 적어도 표면 양각 회절 격자 또는 체적 홀로그램 회절 격자로 구현될 수 있으며 투과형 및/또는 반사형 회절 격자로 기능하도록 구성될 수 있다. 당연히, "회절 아웃-커플링 격자"는 도파관으로부터 광을 커플링하도록 구성된 회절 격자를 의미할 수 있다. 일반적으로, 회절 아웃-커플링 격자는 동공 복제(pupil replication)에 의해 사출 동공 확장(exit pupil expansion)을 수행하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0020] 본 명세서에서, "사출 동공 확장(exit pupil expansion)"은, 광의 아웃-커플링이 발생하는 도파관의 일부를 확장하기 위해 도파관 내에서 광을 제어된 방식으로 도파관 안에서 광을 분배하는 프로세스를 의미할 수 있다. 또한, "동공 복제(pupil replication)"는 사출 동공 확장 프로세스를 의미할 수 있으며, 여기서 복수의 사출 서브-동공(exit sub-pupils)들이, 이미징 시스템에 형성된다.
- [0021] 아웃커플링 격자(1200)는 제2면(1120)을 통해 도파관(1100)으로부터 광(1101)을 결합하도록 구성된다. 결과적으로, 아웃커플링 격자(1200)는 반사형 회절격자(reflection-type diffraction grating)로 기능하도록 구성된다.
- [0022] 도 1의 실시예의 아웃커플링 격자(1200)는 1차 리지(ridge)(1210) 및 1차 리지(1210)에 평행한 2차 리지(1220)를 포함한다. 도 1에서, 1차 리지(1210) 및 2차 리지(1220) 각각은 도면의 평면에 수직으로 종방향으로 연장되고, 2차 리지(1220)는 1차 리지(1210)로부터 1차 측면 방향(1201)을 향해 배열된다.
- [0023] 도 1의 삽입도에 도시된 바와 같이, 1차 리지(1210)는 1차 측면 방향(1201)의 반대인 2차 측면 방향(1202)을 향하는 제1단부(1211) 및 제1단부(1211)로부터 1차 측면 방향(1201)을 향해 연장되는 제1리지 부분(1213)을 포함한다. 상기 1차 리지(1210)는 또한 1차 측면 방향(1201)을 향하는 제2단부(1212) 및 제2단부(1212)로부터 2차 측면 방향(1202)을 향해 연장되는 제2리지 부분(1215)을 포함한다.
- [0024] 도 1의 실시예에서, 제1리지 부분(1213)은 두께 방향(1102)을 따라 측정된 제1높이(h_1)를 갖고, 제2리지 부분(1215)은 두께 방향(1102)을 따라 측정된 h_1 보다 작은 제2높이(h_2)를 갖는다. 일반적으로, 제1높이를 갖는 제1리지 부분 및 제1높이보다 작은 제2높이를 갖는 제2리지 부분은 사용자의 눈(들)을 향한 광의 아웃-커플링 효율을 증가시키고/시키거나 사용자의 눈(들)을 향한 아웃커플링 효율 대 세계 측을 향한 아웃커플링 효율의 비율(the ratio of the out-coupling efficiency towards the user's eye(s) to the out-coupling efficiency towards the world side)을 증가시키는 것을 가능하게 할 수 있다. 사용자의 눈을 향한 빛의 아웃커플링 효율은 TE 및 TM 편광 입력광 모두에 대해 상당(considerable)할 수 있다. 특히 TM 편광 입력광의 경우 기존 솔루션에 비해 이러한 아웃커플링 효율의 증가가 관찰될 수 있다.
- [0025] 본 명세서에서, 리지 부분의 "높이"는 도파관의 두께 방향을 따른 상기 리지 부분의 크기를 의미할 수 있다. 아웃커플링 격자가 1차 리지와 2차 리지로 구성되는 경우, 상기 아웃-커플링 격자는 상기 1차 리지와 상기 2차 리지 사이에 갭을 포함할 수 있고, 상기 주요 리지의 리지 부분의 높이는 상기 갭의 가장 낮은 지점으로부터 상기 리지 부분의 가장 높은 지점까지 측정될 수 있다.
- [0026] 도 1의 실시예에서, 상기 아웃-커플링 격자(1200)는 내부 전반사에 의해 도파관(1100)에 가두어지고 1차 측면 방향(1201)을 향해 안내되는 광(1101)을 아웃 커플링하도록 구체적으로 구성된다. 다른 실시예에서, 아웃-커플링 격자는 도파관의 제2면을 통해 도파관 밖으로 1차 측면 방향을 향해 안내되는 광을 결합하도록 구성되거나 구성되지 않을 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 아웃 커플링 격자는 임의의 적절한 방향, 예를 들어 두께

방향에 수직이고 1차 측면 방향과 예각, 예를 들어 45° , 30° , 20° , 15° , 10° 또는 5° 이하의 각도를 형성하는 방향으로 가이드된 광을 결합하도록 구성될 수 있다.

- [0027] 도 1의 실시예의 아웃-커플링 격자(1200)는 1차 측방향(1201)을 따라 동공 복제에 의해 사출 동공 확장을 수행하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 아웃커플링 격자는 적어도 1차 측면 방향을 따라, 즉 1차 측면 방향을 따라 그리고 선택적으로 두께 방향에 수직인 하나 이상의 다른 방향을 따라 동공 복제에 의해 사출 동공 확장을 수행하도록 구성되거나 구성되지 않을 수 있다.
- [0028] 도 1의 실시예에서, h_1 과 h_2 사이의 높이 비율(r_h)은 대략 0.7일 수 있다. 다른 실시예에서, 임의의 적합한 높이 비율, 예를 들어 0.45 이상, 또는 0.5 이상, 또는 0.55 이상, 또는 0.6 이상 및/또는 0.9 이하, 또는 0.85 이하, 또는 0.8 이하, 또는 0.75 이하의 높이 비율이 사용될 수 있다.
- [0029] 도 1의 실시예에서, h_1 은 대략 65 nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 제1리지 부분은 임의의 적합한 제1높이, 예를 들어 40nm, 45nm, 50nm 이상 및/또는 200nm, 180nm, 또는 160nm 이하의 제1높이를 가질 수 있다.
- [0030] 도 1의 실시예에서, h_2 는 대략 45nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 제2리지 부분은 임의의 적합한 제2높이, 예를 들어 예를 들어 20nm, 25nm, 30nm 이상 및/또는 150nm, 140nm, 또는 120nm 이하의 제2높이를 가질 수 있다.
- [0031] 도 1의 실시예의 디스플레이 구조(1000)는 제1면(1110) 상의 코팅(1300)을 포함하고, 아웃커플링 격자(1200)는 코팅(1300) 내에 형성된다. 일반적으로, 코팅에 형성되는 아웃-커플링 격자는 디스플레이 구조의 제조를 용이하게 하고/하거나 도파관의 굴절률을 변경하지 않고 아웃-커플링 격자의 회절 효율 조정을 용이하게 할 수 있다. 다른 실시예에서, 디스플레이 구조는 도파관의 제1면에 코팅을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 디스플레이 구조가 도파관의 제1면에 코팅을 포함하는 실시예에서, 아웃커플링 격자는 상기 코팅에 형성될 수도 있고 형성되지 않을 수도 있다. 일부 실시예에서, 아웃-커플링 격자는 적어도 부분적으로, 즉 부분적으로 또는 전체적으로 도파관으로 형성될 수 있다.
- [0032] 도 1의 실시예의 도파관(1100)은 가시 파장(λ_{vis})에서 제1굴절률(n_1)을 갖는 제1물질을 포함하고, 코팅(1300)은 λ_{vis} 에서 n_1 보다 높은 제2 굴절률(n_2)을 갖는 제2물질을 포함한다. 상기 제1굴절률보다 높은 제2 굴절률을 갖는 제2물질을 포함하는 코팅은 제1리지 부분의 제1높이 및 제2리지 부분의 제2높이를 감소시키는 것을 가능하게 할 수 있고, 이는 결국 디스플레이 구조의 제조를 용이하게 하고/하거나 사용자의 눈(들)을 향한 아웃커플링 효율 대 세계측을 향한 아웃커플링 효율의 비율을 증가시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 도파관은 가시 파장에서 제1 굴절률을 갖는 제1물질을 갖거나, 본질적으로 구성되거나, 포함되며, 코팅은 상기 가시 파장에서 상기 제1굴절률보다 높은 제2 굴절률을 갖는 제2물질을 포함하거나, 본질적으로 구성하거나, 구성하지 않을 수 있다.
- [0033] 도 1의 실시예에서, λ_{vis} 에서 n_1 과 n_2 사이의 굴절률 차이(Δn)는 대략 0.7일 수 있다. 일반적으로, 더 높은 굴절률 차이는 사용자의 눈(들)을 향한 광의 아웃커플링 효율을 추가로 증가시키고/시키거나 사용자의 눈을 향한 아웃커플링 효율 대 세계 쪽을 향한 아웃커플링 효율의 비율이 더욱 증가할 수 있다. 다른 실시예에서, 제2 굴절률과 제1굴절률 사이의 임의의 적합한 굴절률 차이가 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 0.3 이상, 0.4 이상, 0.5 이상, 0.6 이상, 또는 0.7 이상의 굴절률 차이가 사용될 수 있다.
- [0034] 도 1의 실시예에서, n_1 은 λ_{vis} 에서 대략 2일 수 있고, n_2 는 λ_{vis} 에서 대략 2.7일 수 있다. 다른 실시예에서는 임의의 적절한 굴절률이 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, n_1 은 λ_{vis} 에서 1.5 또는 1.6 이상 및/또는 2.1 또는 2.0 이하일 수 있다. 이러한 실시예에서, n_2 는 예를 들어, 2.2, 또는 2.3 이상 및/또는 3, 또는 2.8 이하일 수 있다.
- [0035] 도 1의 실시예의 경우, λ_{vis} 에서 n_1 , n_2 , Δn 의 값은 500 nm에서 고려될 수 있다. 다른 실시예에서, n_1 , n_2 , Δn 의 값은 임의의 적합한 가시 파장, 즉 380nm에서 760nm까지 확장되는 스펙트럼 범위 내의 임의의 파장에서 고려될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 관련 가시 파장은 450 nm, 460 nm, 470 nm, 480 nm, 490 nm, 500 nm, 510 nm, 520 nm, 530 nm, 540 nm, 550 nm, 560 nm, 570 nm, 580 nm, 590 nm, 600 nm, 610 nm, 620 nm, 630 nm, 640 nm, 및 650 nm로 구성된 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0036] 도 1의 실시예의 도파관(1100)의 제1물질은 예를 들어 고굴절 유리(high-refractive-index glass)일 수 있고, 코팅(1300)의 제2 물질은 예를 들어 이산화티타늄(TiO_2)일 수 있다. 다른 실시예에서, 임의의 적합한 물질(들), 예를 들어 유리(들), 산화물 물질(들) 및/또는 질화물 물질(들)과 같은 무기 물질(들); 또는 유기 폴리머(들)가

제1물질 및/또는 제2 물질로서 사용될 수 있다.

- [0037] 도 1의 실시예에서, 상기 아웃커플링 격자(1200)는 1차 리지(1210)와 2차 리지(1220) 사이의 1차 측면 방향(1201)을 따라 측정된 주기(d) 및 리지-간 거리(d_{ir})를 갖는다. 아웃커플링 격자(1200)는 d_{ir} 과 d 사이의 거리 비율(r_d)이 약 0.1일 수 있다. 일반적으로, 더 낮은 거리 비율은 사용자의 눈(들)을 향한 광의 아웃커플링 효율을 증가시키고/시키거나 세계측을 향한 아웃커플링 효율에 대한 사용자의 눈(들)을 향한 아웃커플링 효율의 비율을 증가시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 임의의 적합한 거리 비율, 예를 들어 0.25, 0.2, 0.15, 또는 0.1 이하의 거리 비율이 사용될 수 있다.
- [0038] 도 1의 실시예의 경우, d는 대략 340nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 임의의 적합한 기간, 예를 들어, 300nm, 310nm, 320nm 또는 325nm 이상 및/또는 470nm, 460nm, 450nm 또는 440nm 이하의 주기가 사용될 수 있다.
- [0039] 도 1의 실시예의 경우, d_{ir} 은 대략 30 nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 임의의 적합한 리지 간 거리, 15 nm, 20 nm, 25 nm 또는 30 nm 이상 및/또는 100 nm, 80 nm, 60 nm 또는 50 nm 이하의 리지-간 거리를 사용할 수 있다.
- [0040] 도 1의 실시예의 제1리지 부분(1213)은 제2리지 부분(1215)에 인접하고, 1차 리지(1210)는 제1리지 부분(1213)과 제2리지 부분(1215) 사이에 배열된 계단 구조(1217)를 포함한다. 결과적으로, 도 1의 실시예의 아웃 커플링 격자(1200)는 3레벨, 즉 2단계 계단식 회절 격자로 구현된다. 일반적으로, 디스플레이 구조에서 3레벨 계단식 회절 격자와 같은 계단식 회절 격자를 활용하면 상기 디스플레이 구조의 제조를 용이하게 할 수 있다. 다른 실시예에서, 1차 리지의 제1리지 부분은 상기 1차 리지의 제2리지 부분에 인접하거나 인접하지 않을 수 있으며, 상기 1차 리지는 상기 제1리지 부분과 상기 제2리지 부분 사이에 배열된 계단 구조를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.
- [0041] 도 1의 실시예에서, 제1리지 부분(1213)은 제1단부(1211)로부터 연장되는 측방향 제1외부 표면(1214)을 포함하고, 제2리지 부분(1215)은 제2단부 벽으로부터 연장되는 측방향 제2 외부 표면(1216)을 포함한다. 다른 실시예에서, 제1리지 부분은 그러한 측면의 제1외부 표면을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있고 및/또는 제2리지 부분은 그러한 측면의 제2 외부 표면을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.
- [0042] 도 1의 실시예에서, 제1리지 부분(1213)은 기본 측면 방향(1201)을 따라 측정된 제1폭(w_1)을 갖고, 제2리지 부분(1215)은 주 측방향(1201)을 따라 측정된 w_1 보다 큰 제2폭(w_2)을 갖는다. 다른 실시예에서, 제1리지 부분은 제2리지 부분에 인접하고, 제2리지 부분의 제2폭은 제1리지 부분의 제1폭보다 클 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 일부 실시예에서, 제2리지 부분은 제1리지 부분의 제1폭보다 작거나 같은 제2폭을 가질 수 있다.
- [0043] 도 1의 실시예에서, w_2 와 w_1 사이의 폭 비율(r_w)은 대략 1.4일 수 있다. 제1리지 부분이 제2리지 부분에 인접한 다른 실시예에서, 임의의 적합한 폭 비율이 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 제2리지 부분의 제2폭은 제1리지 부분의 제1폭보다 크고, 예를 들어 1.1 이상, 또는 1.2 이상, 또는 1.3 이상 또는 1.4 이상 /또는 3 이하, 또는 2.8 이하, 또는 2.6 이하, 또는 2.5 이하, 또는 2.4 이하의 폭 비율이 사용될 수 있다.
- [0044] 도 1의 실시예의 경우, w_1 은 대략 130nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 제1리지 부분은 제2리지 부분에 인접하고, 제1리지 부분은 임의의 적합한 제1폭, 예를 들어 80 nm, 100 nm 또는 120 nm 이상 및/또는 300 nm, 280 nm 또는 260 nm 이하인 제1폭을 가질 수 있다.
- [0045] 도 1의 실시예에서 w_2 는 대략 180nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 제1리지 부분은 제2리지 부분에 인접하고, 제2리지 부분은 임의의 적합한 제2폭, 예를 들어 100nm, 120nm, 또는 140nm이상 및/또는 300 nm, 280 nm 또는 260 nm 이하인 제2폭을 가질 수 있다.
- [0046] 도 1의 실시예에서, 아웃-커플링 격자(1200)는 제1면(1110)을 통해 도파관(1100)으로부터 광(1101)의 커플링을 최소화하도록 구성된다. 특히, 각각의 r_h , h_1 , h_2 , r_w , w_1 , w_2 , r_d , d 및 d_{ir} 는 도파관(1100)으로부터 나오는 광(1101)이 세계측을 향해 결합되는 것을 최소화하도록 선택된다. 다른 실시예에서, 아웃커플링 격자는 제1면을 통해 도파관 외부로의 광의 커플링을 최소화하도록 구성될 수도 있고 구성되지 않을 수도 있다. 실시예에서, 아웃커플링 격자는 제1면을 통해 도파관으로부터 나오는 광의 커플링을 최소화하도록 구성되고, 높이 비율, 제1높이, 제2높이, 폭 비율, 제1폭, 제2폭, 거리비, 주기, 리지-간 거리 중 하나 이상은 상기 제1면을 통해 상기 도파관 밖으로 광이 커플링되는 것을 최소화하도록 선택될 수 있다.
- [0047] 도 1의 실시예의 디스플레이 구조(1000)는 나노임프린트 리소그래피를 사용하여 적어도 부분적으로 형성되었을

수 있다. 다른 실시예에서, 임의의 적합한 제조 방법(들), 예를 들어 나노임프린트 리소그래피 및/또는 그레이스케일 전자빔 리소그래피가 사용될 수 있다.

[0048] 도 1의 실시예에서, 상기 아웃-커플링 격자(1200)는 1차 리지(1210)의 단면 형상과 동일한 단면 형상을 갖는 복수의 리지를 포함한다. 특히, 2차 리지(1220)는 1차 리지(1210)와 동일한 형상을 갖는다. 다른 실시예에서, 아웃-커플링 격자는 상기 아웃 커플링 격자의 상기 1차 리지의 것과 동일한 단면 형상을 갖는 복수, 즉 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상 등의 리지를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 아웃-커플링 격자가 상기 아웃-커플링 격자의 1차 리지와 동일한 단면 형상을 갖는 복수의 리지를 포함하는 실시예에서, 2차 리지는 상기 1차 리지와 동일한 모양을 가질 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다.

[0049] 도 2는 실시예에 따른 디스플레이 구조(2000)를 도시한다. 도 2의 실시예는 도 1을 참조하여 및/또는 이와 함께 개시된 실시예 중 임의의 것에 따를 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도 2에 명시적으로 도시되지는 않았지만, 도 2의 실시예 또는 그 일부는 일반적으로 도 2에서 생략된 도 1의 실시예의 임의의 특징 및/또는 요소를 포함할 수 있다.

[0050] 도 1의 실시예의 디스플레이 구조(1000)와 유사하게, 도 2의 실시예의 디스플레이 구조(2000)는 도파관(1100)의 제1면(1110)에 배열되고 도파관(1100)의 제2면(1120)을 통해 도파관(1100)으로부터 광(1101)을 결합하도록 구성된 회절 아웃-커플링 격자(2200)를 포함한다. 하지만, 아웃-커플링 격자(2200)의 1차 리지(2210) 및 2차 리지(2220)의 단면 형상은 도 1의 실시예의 아웃-커플링 격자(1200)의 1차 리지(1210) 및 2차 리지(1220)의 단면 형상과 상이하다.

[0051] 도 1의 실시예의 1차 리지(1210)와 유사한 방식으로, 도 2의 실시예의 1차 리지(2210)는 1차 측면 방향(1201)과 반대되는 2차 측면 방향(1202)을 향하는 제1단부(2211), 제1단부(2211)로부터 1차 측면 방향(1201)을 향해 연장되는 제1리지 부분(2213), 1차 측면 방향(1201)을 향하는 제2단부(2212), 및 제2단부(2212)로부터 제2 측면 방향(1202)을 향해 연장되는 제2리지 부분(2215)을 포함한다. 상기 제1리지 부분(2213)은 두께 방향(1102)을 따라 측정된 제1높이(h_1)를 갖는다. 상기 제2리지 부분(2215)은 두께 방향(1102)을 따라 측정된 h_1 보다 작은 제2높이(h_2)를 갖는다.

[0052] 도 1의 실시예와는 반대로, 제1리지 부분(2213)은 제1단부(2211)로부터 연장되는 측면의 제1외부 표면(2214)을 포함하고, 제2리지 부분(2215)은 제2단부(2212)로부터 연장되는 측면의 제2외부 표면(2216)을 포함하고, 상기 1차 리지(2210)는 제1리지 부분(2213)으로부터 제2리지 부분(2215)으로 연장되고 제1외부 표면(2214)과 제2외부 표면(2216)을 연결하는 경사진 중간 외부 표면(2219)을 포함하는 중간 리지 부분(2218)을 포함한다. 일반적으로, 그러한 중간 리지 부분은 사용자의 눈을 향한 광의 아웃커플링 효율을 더 증가시킬 수 있고/있거나 세계 쪽을 향한 아웃커플링 효율에 대한 사용자의 눈을 향한 아웃커플링 효율의 비율을 증가시킬 수 있다.

[0053] 도 2의 실시예에서, h_1 과 h_2 사이의 r_h 는 대략 0.6일 수 있다. 예를 들어, h_1 은 대략 90 nm인 반면, 대략 55 nm일 수 있다.

[0054] 도 2의 실시예의 아웃-커플링 격자(2200)는 대략 0.1의 d_{ir} 과 d 사이의 r_d 를 가질 수 있다. 예를 들어, d 는 대략 370nm이고, d_{ir} 은 대략 40nm일 수 있다.

[0055] 도 2의 실시예에서 w_2 와 w_1 사이의 r_w 는 대략 0.9일 수 있다. 다른 실시예에서, 여기서 1차 리지는 경사진 중간 외부 표면을 포함하는 중간 리지 부분을 포함하고, 임의의 적합한 폭 비율, 예를 들어 0.8 이상, 또는 0.9 이상, 또는 1.0 이상, 또는 1.1 이상 및/또는 2 이하, 또는 1.8 이하, 또는 1.6 이하, 또는 1.4 이하의 폭 비율이 사용될 수 있다.

[0056] 도 2의 실시예의 경우 w_1 은 대략 110nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 여기서 1차 리지는 경사진 중간 외부 표면을 포함하는 중간 리지 부분을 포함하고, 제1리지 부분은 임의의 적합한 제1폭, 예를 들어 60 nm, 80 nm, 또는 100 nm 이상 및/또는 300 nm, 280 nm, 또는 260 nm 이하의 제1폭을 가질 수 있다.

[0057] 도 2의 실시예의 경우 w_2 은 대략 100nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 여기서 1차 리지는 경사진 중간 외부 표면을 포함하는 중간 리지 부분을 포함하고, 제2리지 부분은 임의의 적합한 제2폭, 예를 들어 60 nm, 80 nm, 또는 100 nm 이상 및/또는 300 nm, 280 nm, 또는 260 nm 이하의 제2폭을 가질 수 있다.

[0058] 도 2의 실시예에서, 중간 리지 부분(2218)은 1차 측면 방향(1201)을 따라 측정된 w_2 및 w_1 중 어느 하나보다 큰

제3 폭(w_3)을 갖는다. 주요 리지가 경사진 중간 외부 표면을 포함하는 중간 리지 부분을 포함하는 다른 실시예에서, 상기 중간 리지 부분은 w_1 및/또는 w_2 보다 큰 제3 폭을 가질 수도 있고 갖지 않을 수도 있다. 일부 실시예에서, 중간 리지 부분은 w_1 및/또는 w_2 보다 작거나 같은 제3 폭을 가질 수 있다.

[0059] 도 2의 실시예에서 w_3 은 대략 120nm일 수 있다. 다른 실시예에서, 여기서 1차 리지는 경사진 중간 외부 표면을 포함하는 중간 리지 부분을 포함하고, 중간 리지 부분은 임의의 적합한 제3폭, 예를 들어 60 nm, 80 nm, 또는 100 nm 이상 및/또는 300 nm, 280 nm, 또는 260 nm 이하의 제3폭을 가질 수 있다.

[0060] 이상에서는 디스플레이 구조의 구조적, 재료적 특징을 중심으로 논의하였다. 다음에서는 디스플레이 장치와 관련된 기능에 대해 더 중점을 둘 것이다. 구현 방법, 정의, 세부 사항 및 이점에 관해 위에서 언급한 내용은 필요한 부분을 약간 수정하여 아래에서 논의되는 디스플레이 장치 측면에 적용된다. 그 반대도 마찬가지이다.

[0061] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 장치(3000)를 도시한다. 도 3의 실시예는 도 1 및 도 2 중 임의의 것을 참조로 및/또는 이와 함께 개시된 임의의 실시예에 따를 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도 3에 명시적으로 도시되지는 않았지만, 도 3의 실시예 또는 그 일부는 일반적으로 도 3에서 생략된 도 1 및 2의 실시예 중 임의의 것의 임의의 특징 및/또는 요소를 포함할 수 있다.

[0062] 도 3의 실시예에서는, 디스플레이 장치(3000)는 시-스루 머리 장착형 디스플레이 장치, 더 구체적으로는 시-스루 디스플레이를 포함하는 안경으로서 구현된다. 다른 실시예에서, 디스플레이 장치는 예를 들어 시-스루 및/또는 머리 장착형 디스플레이 장치(head-mounted display device)와 같은 임의의 적절한 방식으로 구현될 수 있다. 도 3의 실시예에서는, 디스플레이 장치(3000)는 프레임(3100) 및 상기 프레임(3100)에 의해 지지되는 제1 측면에 따른 디스플레이 구조(3200)를 포함한다. 다른 실시예에서, 디스플레이 장치는 그러한 프레임을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.

[0063] 도 3의 실시예에서는, 상기 디스플레이 구조(3200)는 도파관(3210), 광(3201)을 도파관(3210)에 결합하기 위한 인-커플링 격자(coupling grating)(3220), 상기 인-커플링 격자(3220)로부터 광(3201)을 수신하도록 구성된 중간 동공 확장 구조체(intermediate pupil expansion structure)(3230), 및 상기 중간 동공 확장 구조체(3230)로부터 광(3201)을 수신하도록 구성된 반사형 아웃 커플링 격자(reflection-type out-coupling grating)(3240)를 포함한다. 다른 실시예에서, 디스플레이 구조는 이러한 인커플링 격자 및/또는 이러한 중간 동공 확장 구조를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.

[0064] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 디스플레이 장치(3000)는 내부 전반사에 의해 도파관(3210)에서의 전파를 위해 광(3201)을 도파관(3210)으로 지향시키도록 구성된 광학 엔진(3250)을 더 포함한다. 다른 실시예에서, 디스플레이 장치는 이러한 광학 엔진을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.

[0065] 다음에서는 여러 가지 예를 설명한다.

[0066] 제1실시예에서는 제1예시 디스플레이 구조, 제1기준 디스플레이 구조, 제2기준 디스플레이 구조는 15° 의 시야(FOV)를 제공하는 디스플레이 장치에서 약 520nm의 λ_{vis} 에서 단색 조명을 위해 설계되고 최적화되었다. 이 세 가지 디스플레이 구조를 최적화한 후 아웃커플링 효율 특성을 계산하고 비교했다.

[0067] 제1예시 디스플레이 구조는 도파관, 인커플링 격자, 회절성 3레벨 계단형 아웃커플링 격자로 구성되었다. 참조 디스플레이 구조는 예제 디스플레이 구조와 거의 동일했다. 그러나, 제1 및 제2기준 디스플레이 구조에는 계단식 아웃 커플링 격자 대신 바이너리 및 경사 아웃 커플링 격자가 각각 제공되었다. 이들 아웃-커플링 격자 각각은 기본 측면 방향을 따른 동공 복제에 의한 1차원 사출 동공 확장을 위해 구성되었으며 중간 동공 확장 구조 없이 인-커플링 격자로부터 직접 빛을 수신했다.

[0068] 결과에 따르면, 제1기준 디스플레이 구조의 눈-세계 아웃커플링 효율 비율(r_{oc}^{e2w})은 TE 편광 입력광의 경우 FOV 전체에서 약 1.6이었고 TM 편광 입력광의 경우 FOV 전체에서 1.6~1.7이었다. 제2기준 디스플레이 구조의 경우 r_{oc}^{e2w} 는 TE 편광의 경우 17~23, TM 편광의 경우 3~30의 범위를 나타낸다.

[0069] 제1예시 디스플레이 구조의 경우, r_{oc}^{e2w} 는 TE 편광의 경우 30에서 110 사이이고 TM 편광의 경우 25에서 110 사이였다. 이와 같이, 제1예시 디스플레이 구조는 각각 제1 및 제2기준 디스플레이 구조보다 대략 2배 크기 및 1

배 더 높은 r_{oc}^{e2w} 를 나타냈다.

[0070] 추가적으로, 결과는 제1기준 디스플레이 구조의 눈측 아웃커플링 효율(η_{oc}^e)이 TE 편광 입력광의 경우 FOV 전체에서 3.2% ~ 4.5% 범위이고 TM 편광 입력광의 경우 FOV 전체에서 1.6% ~ 2.3% 범위임을 나타낸다. 제2기준 디스플레이 구조의 η_{oc}^e 는 TE-편광의 경우 4.9% ~ 6.4% 범위이고 TM 편광의 경우 0.4% ~ 0.9% 범위이다.

[0071] 제1디스플레이 구조의 경우 η_{oc}^e 는 TE 편광의 경우 4.4%~4.6%, TM 편광의 경우 3.5~6.8% 범위를 나타냈다. 이와 같이, 제1예시 디스플레이 구조는 TM 편광의 경우 제1 및 제2기준 디스플레이 구조보다 현저히 높은 η_{oc}^e 를 나타냈다.

[0072] 두 번째 예에서, 제2예시 디스플레이 구조는 15° 의 FOV를 제공하는 디스플레이 장치에서 약 520nm의 λ_{vis} 에서 단색 조명을 위해 설계되고 최적화되었다. 제2예시 디스플레이 구조의 최적화 후, 그 아웃커플링 효율 특성을 계산하고, 제1예시의 제1 및 제2기준 디스플레이 구조의 그것과 비교하였다.

[0073] 제2 예시적인 디스플레이 구조는 제1예시적인 디스플레이 구조와 동일한 도파관과 인커플링 격자를 포함했다. 그러나, 제2 예시적인 디스플레이 구조는 리지가 제공된 회절 아웃-커플링 격자를 포함하고, 여기서 중간 리지 부분은 측방향 제1외부 표면을 포함하는 제1리지 부분으로부터 측방향 제2 외부 표면을 포함하는 제2리지 부분까지 연장되는 경사진 중간 외부 표면을 포함하고, 중간 외부 표면은 제1외부 표면을 제2 외부 표면과 연결한다. 즉, 제2 예시 디스플레이 구조의 아웃-커플링 격자의 리지는 도 2의 실시예의 아웃-커플링 격자(2200)의 것과 유사한 형상을 갖는다.

[0074] 결과에 따르면, 제2 예시 디스플레이 구조의 r_{oc}^{e2w} 는 TE 편광의 경우 30 내지 100 범위이고, TM 편광의 경우 30 내지 65 범위이다. 이와 같이, 제2 예시 디스플레이 구조는 각각 제1 및 제2기준 디스플레이 구조의 것보다 대략 2배 크기 및 1배 더 높은 r_{oc}^{e2w} 를 나타냈다.

[0075] 추가적으로, 결과는 제2 예시 디스플레이 구조의 η_{oc}^e 가 TE 편광의 경우 3.8% 내지 4% 범위이고 TM 편광의 경우 4.2% 내지 8.3% 범위임을 나타낸다. 이와 같이, 제2 예시 디스플레이 구조는 TM 편광의 경우 제1 및 제2기준 디스플레이 구조보다 현저히 높은 η_{oc}^e 를 나타냈다.

[0076] 위에서 논의된 제1 및 제2 예에서, 제1 및 제2 예시 디스플레이 구조뿐만 아니라 제1 및 제2기준 디스플레이 구조는 TE 편광 및 TM 편광 입력 광 모두와 함께 사용하도록 설계되고 최적화되었다. 당연히 TE 편광과 TM 편광 입력광 중 하나만 사용하도록 최적화된 디스플레이 구조의 경우 더 높은 r_{oc}^{e2w} 및 η_{oc}^e 값을 얻을 수 있다.

[0077] 기술의 발전에 따라 본 발명의 기본 사상이 다양한 방식으로 구현될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 본 발명 및 그 실시예는 위에서 설명한 예에 제한되지 않고, 대신 특허청구범위 내에서 변경될 수 있다.

[0078] 위에 설명된 임의의 이점 및 장점은 하나의 실시예와 관련될 수 있거나 여러 실시예와 관련될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 상기 실시예들은 언급된 문제 중 일부 또는 전부를 해결하는 실시예 또는 언급된 이점 및 이점 중 일부 또는 전부를 갖는 실시예로 제한되지 않는다.

[0079] 본 명세서에서 용어 "포함하는(comprising)" 은, 하나 이상의 추가적인 특징 또는 행위의 존재를 배제하지 않고, 그 뒤에 이어지는 특징(들) 또는 행위(들)를 포함하는 것을 의미하는 데 사용된다. 또한 '하나의(an)' 항목에 대한 언급은 해당 항목 중 하나 이상을 지칭한다는 것이 이해될 것이다.

부호의 설명

[0080]

h_1 제1높이(first height)

h_2 제2높이(second height)

$r_h = h_2 / h_1$ 높이 비율(height ratio)

d 주기(period)

d_{ir} 리지-간 거리(inter-ridge distance)

$r_d = d_{ir} / d$ 거리 비율(distance ratio)

w_1 제1폭(first width)

w_2 제2폭(second width)

w_3 제3폭(third width)

$r_w = w_2 / w_1$ 폭 비율(width ratio)

n_1 제1굴절률(first refractive index)

n_2 제2굴절률(second refractive index)

λ_{vis} 가시 파장(visible wavelength)

$\Delta n = n_2 - n_1$ 굴절률 차이(refractive index difference)

r_{oc}^{e2w} 아웃커플링 효율 비율(outcoupling efficiency ratio)

η_{oc}^e 눈측 아웃커플링 효율(eye-side outcoupling efficiency)

1000 디스플레이 구조

1100 도파관

1101 광

1102 두께방향

1110 제1면

1120 제2면

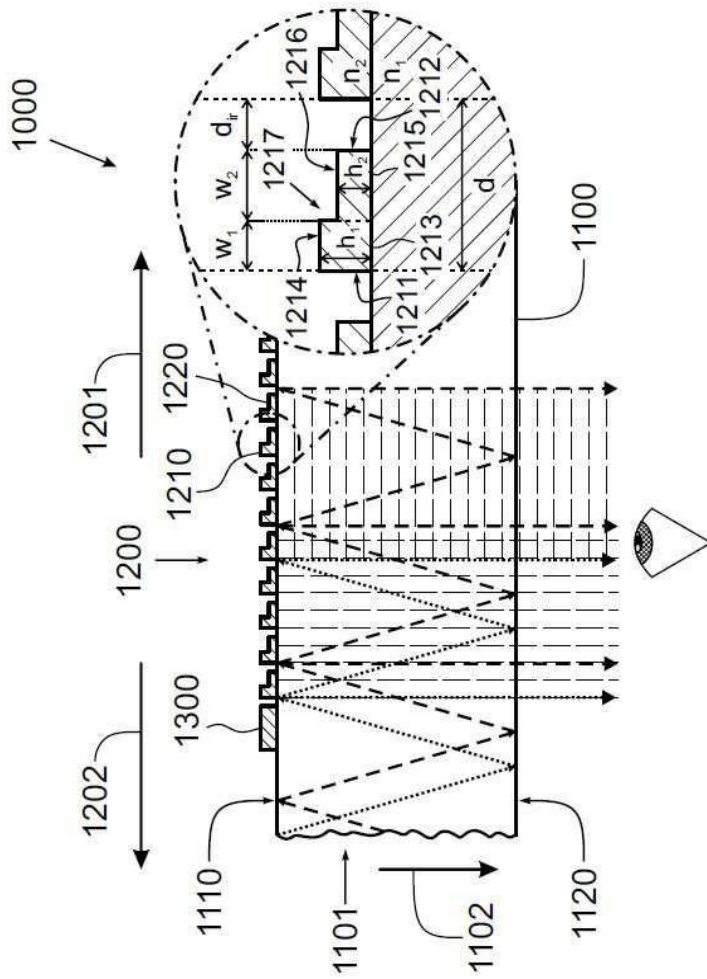
1200 아웃 커플링 격자

1201 1차 측면 방향

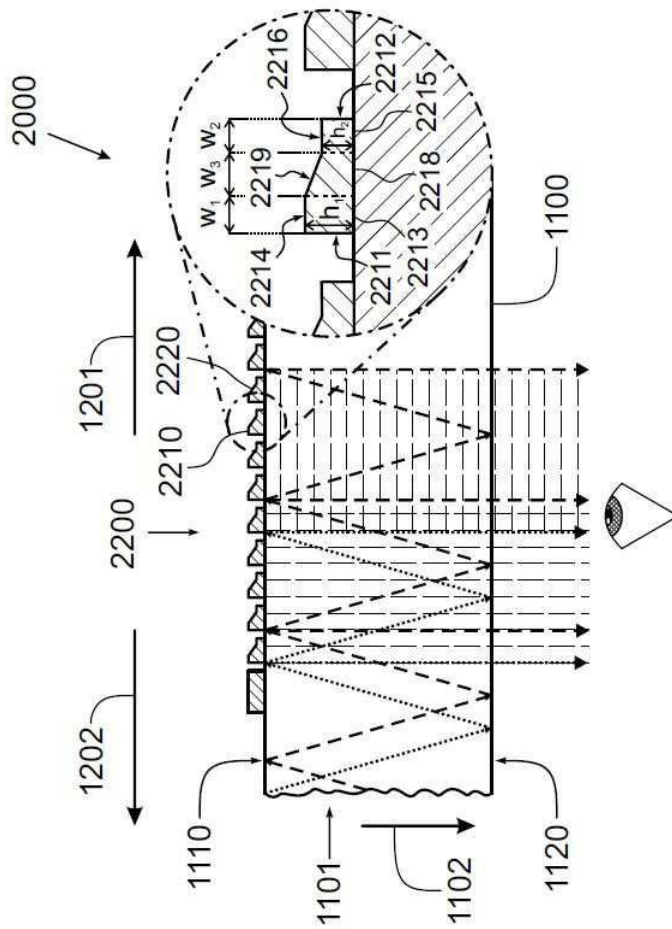
1202 2차 측면 방향
1210 1차 리지
1211 제1단부
1212 제2단부
1213 제1리지 부분
1214 제1외부 표면
1215 제2리지 부분
1216 제2 외부 표면
1217 계단 구조
1220 2차 리지
1300 코팅
2000 디스플레이 구조
2200 아웃 커플링 격자
2210 1차 리지
2211 제1단부
2212 제2단부
2213 제1리지 부분
2214 제1외부 표면
2215 제2리지 부분
2216 제2 외부 표면
2218 중간 리지 부분
2219 중간 외부 표면
2220 2차 리지
3000 디스플레이 장치
3100 프레임
3200 디스플레이 구조
3201광
3210 도파관
3220 인커플링 격자
3230 중간 동공 확장 구조
3240 아웃 커플링 격자
3250 광학 엔진

도면

도면1



도면2



도면3

