



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년06월03일
(11) 등록번호 10-2671601
(24) 등록일자 2024년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F21V 8/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/0035 (2013.01)
G02B 6/0055 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7027132
(22) 출원일자(국제) 2019년03월22일
심사청구일자 2022년03월10일
(85) 번역문제출일자 2020년09월21일
(65) 공개번호 10-2020-0135786
(43) 공개일자 2020년12월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/012011
(87) 국제공개번호 WO 2019/182092
국제공개일자 2019년09월26일
(30) 우선권주장
62/646,461 2018년03월22일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009199927 A*
JP2013161639 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
닛토덴코 가부시기가이샤
일본국 오오사카후 이바라기시 시모호즈미 1-1-2
(72) 발명자
린코 카리
핀란드 헬싱키 00140 뮌리티에 3 에이 9
(74) 대리인
하영옥

전체 청구항 수 : 총 10 항

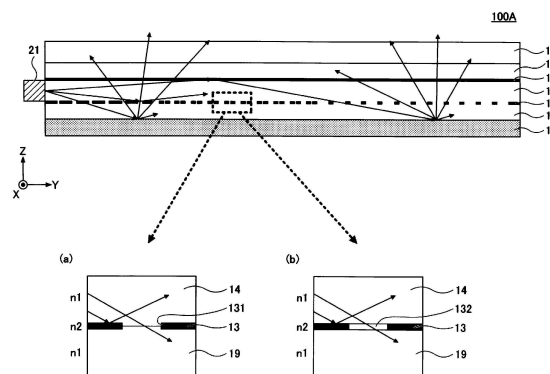
심사관 : 이현홍

(54) 발명의 명칭 광학 디바이스

(57) 요약

간단한 구성으로 광 가이드에의 인 커플링 기능을 갖춘 광학 디바이스를 제공한다. 광학 디바이스는 도광층과, 상기 도광층과 일체적으로 형성되어 광원으로부터의 광을 상기 도광층의 입사 에지에 결합하는 인 커플링 광학계를 갖고, 상기 인 커플링 광학계는 상기 입사 에지를 향해서 볼록의 광학 소자와, 상기 광학 소자와 상기 입사 에지 사이에 형성되는 에어캐비티를 갖는다.

대표도



(52) CPC특허분류
G02B 6/0065 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

패턴이 없는 도광층과,

상기 도광층과 일체적으로 형성되고, 광원으로부터의 광을 상기 도광층의 입사 에지에 결합하는 인 커플링 광학계로서, 상기 입사 에지를 향해서 블록의 광학 소자와, 상기 광학 소자와 상기 입사 에지 사이에 형성되는 에어 캐비티를 갖는 인커플링 광학계와,

상기 도광층의 광 인출측에 형성된 패턴층으로서, 캐비티가 매립된 패턴층을 갖는 광학 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인 커플링 광학계는 상기 입사 에지를 따라 늘어선 복수의 상기 광학 소자를 갖고, 상기 광학 소자의 블록부의 정점은 고른 평면으로 되어 있는 상기 입사 에지와 접촉하고 있는 광학 디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

복수의 상기 광학 소자의 상기 블록부와 반대측의 면은 연속적인 평면인 광학 디바이스.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인 커플링 광학계는 광학 접착제로 상기 입사 에지에 접착되어 있거나, 또는 상기 도광층과 일체 형성되어 있는 광학 디바이스.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학 소자의 굴절률은 상기 도광층의 굴절률과 동일하거나 근접하고 있는 광학 디바이스.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도광층을 전파하는 광을 외부로 인출하는 아웃 커플링 광학계를 추가로 갖는 광학 디바이스.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 아웃 커플링 광학계는 이산적 또는 적어도 부분적으로 연속한 광학 패턴을 갖는 광학 디바이스.

청구항 8

패턴이 없는 광 가이드와 일체화되는 광 인 커플링 광학계로서,

적어도 하나의 광학 캐비티 패턴을 갖고,

상기 광학 캐비티 패턴은 상기 광 가이드에 입사하는 광을 2차원 면내의 횡방향과 종방향 중 적어도 일방에 콜리메이트하고, 상기 횡방향의 광속의 균일성은 상기 광 가이드의 아웃 커플링 구조에 따라 조정되고,

상기 아웃 커플링 구조는 상기 광 가이드의 광 인출측에 형성된 패턴층으로서, 캐비티가 매립된 패턴층을 포함

하는 것을 특징으로 하는 광 인 커플링 광학계.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 광학 캐비티 패턴은 플랫 볼 렌즈형, 둥그스름한 예지형, 또는 둥그스름한 볼 렌즈형의 단면 형상을 갖는 광 인 커플링 광학계.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 광학 캐비티 패턴은 상기 광 가이드와 일체 형성되어 있거나, 또는 접착되어 있는 것을 특징으로 하는 광 인 커플링 광학계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광학 디바이스에 관한 것으로서, 특히 광 가이드를 갖는 광학 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재, 약 $0.5 \sim 1\text{m}^2$ (평방미터) 이상의 대형의 광 가이드와, 그것에 관련되는 배광 구조를 위한 생산 툴의 제조 비용은 높고, 마스터 제작 툴 아이템(약 1m^2 의 표면 커버리지) 1개당 비용은 허용 레벨을 초과하고 있다. 또한, 몰딩 등에 의한 광 가이드의 전체 표면에서의 패턴 형성과 대량 생산을 고려하면, 프로세스의 난이도가 높다. 이 이유로부터, 보다 높은 광 파워, 소비전력의 저감, 및 성능의 향상을 실현하는 고효율로 고도한 광학 솔루션은 실현되고 있지 않다.

[0003] 광이 광 가이드에 인 커플링할 때에 일어나는 기본적인 문제 중 하나로서, 입사각이 매체의 임계각 미만일 때, 즉 전반사하지 않는 각도(아웃 커플링의 각도)로 입사할 때의 광 손실이 있다. 광 가이드와 1 이상의 접착체층 사이의 계면에 임계각 미만의 각도로 입사하는 광은 광 가이드에 형성되어 있는 광학적인 제어 구조에 의해 제어되지 않는다. 이 경우, 광 가이드에 인 커플링한 광의 5~15%가 접착층을 통과하지만, 이러한 광 누설은 바람직하지 않다.

[0004] 광 가이드의 적용예로서, 투명한 조명 디바이스에의 적용이 있다. 투명한 조명 디바이스는 일반 조명, 윈도우/파사드의 조명, 반사형/투과형 디스플레이의 조명, 길거리의 간판, 교통표지 등, 다양한 제품에서 중요한 솔루션이 되고 있다. 투명 솔루션을 실현하기 위한 주요한 과제는 (1) 표면 릴리프 광학 패턴의 오픈 구조, (2) 배광의 관리, (3) 미광의 제어, 및 (4) 높은 투명도이다. 이 중, (1)의 표면 광학 패턴을 노출하는 오픈 구조는 오염, 물리적인 결함 등이 발생한다는 리스크가 있으므로, 산업에의 실제 어플리케이션으로서는 현실적이지 않다. (2)에 대해서, 광학적인 요청과 수단에 따라 명도 강화 필름 등의 추가 광학 시트를 사용하지 않고 배광을 제어하는 것이 요구된다. 투명 디바이스에서는 여분 시트의 삽입에 의해 투명성이 손상될 우려가 있으므로, 효율적인 광 추출 구성이 요망된다.

[0005] (3)에 대해서, 간판(사이니지), 비주얼 퍼포먼스를 수반하는 디스플레이 등에 사용되는 표면 조명으로는 콘트라스트의 저하를 피하기 위해서, 시선 방향에의 미광을 최소한으로 하지 않으면 안 된다. 그러나, 광학 패턴 자체가 광 누설과 프레넬 반사에 의한 미광의 원인이 된다. 비라미네이트형의 디바이스도 외면에서 프레넬 미광이 발생한다.

[0006] (4)에 대해서, 광학 투명도는 항상 광학 패턴의 형상과 특성, 및 주위광의 유무에 의한 시계에 의존한다. 광학 패턴이 클수록 보이기 쉽지만, 작은 패턴에서도 디바이스가 조명되었을 때는 시인 가능하게 된다. 특히, 패턴 밀도가 작을 때는 시야각에서 미광을 발생시키는 밝은 스폿이 형성된다.

[0007] 상기의 4개의 과제 중 일부는 보호 커버의 외면에 반사방지(AR)막을 형성함으로써 해결될 수 있지만 전부가 해결되는 것은 아니고, 어플리케이션에 의해서는 확실한 솔루션은 아니다. 투명 조명을 위한 캐비티 광학 소자도 제안되고 있지만, 최종적인 품질과 성능을 확보하기 위한 광 누설(또는 미광) 대책에 대해서는 고려되고 있지 않다.

[0008] 광원으로부터의 광을 광 가이드의 입사 끝면에 결합하기 위해서, 광 가이드의 에지에 리플렉터 같이, 개별의 광학 부품을 배치하는 구성이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2013-161639호 공보

발명의 내용

[0010] 광 가이드에의 종래의 광 인 커플링 구조는 복잡하며, 배치, 조립 등이 어렵다. 또한, 개별의 인 커플링 구조를 사용하기 때문에, 광 가이드의 최종적인 광 인출 효율이 저하한다.

[0011] 본 발명은 간단한 구성으로 광 가이드에의 인 커플링 기능을 갖춘 광학 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 본 발명의 하나의 양태에서는, 광학 디바이스는

[0013] 도광층과,

[0014] 상기 도광층과 일체적으로 형성되어 광원으로부터의 광을 상기 도광층의 입사 에지에 결합하는 인 커플링 광학계를 갖고,

[0015] 상기 인 커플링 광학계는 상기 입사 에지를 향해서 블록의 광학 소자와, 상기 광학 소자와 상기 입사 에지 사이에 형성되는 에어캐비티를 갖는다.

[0016] 발명의효과

[0017] 간단한 구성으로 광 가이드에의 인 커플링 기능을 갖춘 광학 디바이스가 실현된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1a는 실시형태의 광학 디바이스의 기본 개념을 나타내는 도면이다.

도 1b는 실시형태의 광학 디바이스의 기본 개념을 나타내는 도면이다.

도 2a는 제 1 실시형태의 광학 디바이스의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 2b는 제 1 실시형태의 광학 디바이스의 다른 구성예를 나타내는 도면이다.

도 2c는 제 1 실시형태의 광학 디바이스의 다른 구성예를 나타내는 도면이다.

도 2d는 제 1 실시형태의 광학 디바이스의 효과를 나타내는 도면이다.

도 2e는 제 1 실시형태의 광학 디바이스의 적용예를 나타내는 도면이다.

도 2f는 도 2e의 적용예를 위한 광학 디바이스의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 3a는 제 2 실시형태에서 해결해야 할 과제를 설명하는 도면이다.

도 3b는 제 2 실시형태의 광학 디바이스의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 3c는 제 2 실시형태의 광학 디바이스의 다른 구성예를 나타내는 도면이다.

도 4는 광 가이드 표면에의 저굴절률 패턴의 형성 방법의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5는 광 가이드 표면에의 저굴절률 패턴의 형성 방법의 일례를 나타내는 도면이다.

도 6a는 레이저 어블레이션에 의해 저굴절률 클래드를 제거한 광학 디바이스의 화상이다.

도 6b는 레이저 어블레이션에 의해 저굴절률 클래드를 제거한 광학 디바이스의 화상이다.

도 7은 광 분포 필터(Light Directing(Distributing) Filter; LDF)를 사용한 광 가이드 구조의 개념도와, 광

분포 필터에 의한 광 제어의 주요 기능을 나타내는 도면이다.

도 8a는 광 분포 필터를 사용한 광 가이드 구조의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 8b는 광 분포 필터를 사용한 광 가이드 구조의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 9a는 2방향의 광 제어를 위한 하이브리드 패턴을 나타내는 도면이다.

도 9b는 2방향의 광 제어를 위한 하이브리드 패턴을 나타내는 도면이다.

도 10은 2방향 광 제어를 위한 광학 패턴을 나타내는 도면이다.

도 11은 광 가이드에 있어서의 패턴의 예로서, 하이브리드 패턴과 리니어 패턴을 나타내는 도면이다.

도 12는 광 분포 필터 필름의 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 13은 손가락 센서, 지문 센서 등의 센서용 신호 광 가이드의 개념도를 나타내는 도면이다.

도 14는 손가락 센서, 지문 센서 등의 센서용 신호 광 가이드의 개념도를 나타내는 도면이다.

도 15a는 9점에서의 지문 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 15b는 9점에서의 지문 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 16은 상이한 셋업에서의 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 17a는 제 3 실시형태에서 해결해야 할 과제를 설명하는 도면이다.

도 17b는 제 3 실시형태의 인 커플링 소자를 갖는 광학 디바이스의 구성예를 나타낸다.

도 17c는 제 3 실시형태의 인 커플링 소자를 갖는 광학 디바이스의 다른 구성예를 나타내는 도면이다.

도 17d는 제 3 실시형태의 인 커플링 소자 일체형 광 가이드의 내부 강도 분포를 나타내는 도면이다.

도 17e는 비교예의 광학 디바이스의 내부 강도 분포를 나타내는 도면이다.

도 17f는 다른 비교예의 광학 디바이스의 내부 강도 분포를 나타내는 도면이다.

도 17g는 종래 구성과, 비교예, 및 제 3 실시형태의 광학 디바이스의 특성을 비교하는 도면이다.

도 17h는 제 3 실시형태의 인 커플링 광학계를 사용했을 때의 횡방향의 휘도의 균일성을 나타내는 도면이다.

도 17i는 인 커플링 캐비티를 통합한 구성예를 나타내는 도면이다.

도 18a는 마스터 제작 프로세스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 18b는 마스터 제작 프로세스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 18c는 마스터 제작 프로세스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 18d는 마스터 제작 프로세스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 18e는 마스터 제작 프로세스의 일례를 나타내는 도면이다.

도 19는 캐비티 광학계의 투명도 개선을 위한 솔루션의 일례를 나타내는 도면이다.

도 20은 캐비티 광학계의 투명도 개선을 위한 솔루션의 일례를 나타내는 도면이다.

도 21a는 공동 라미네이션의 일례를 나타내는 도면이다.

도 21b는 공동 라미네이션의 일례를 나타내는 도면이다.

도 22a는 미광 억제에 위한 에어캐비티의 구성예이다.

도 22b는 미광 억제에 위한 에어캐비티의 구성예이다.

도 22c는 미광 억제에 위한 에어캐비티의 구성예이다.

도 22d는 미광 억제에 위한 에어캐비티의 구성예이다.

도 22e는 미광 억제에 위한 에어캐비티의 구성예이다.

도 22f는 미광 억제를 위한 에어캐비티의 구성예이다.
 도 22g는 미광 억제를 위한 에어캐비티의 구성예이다.
 도 22h는 미광 억제를 위한 에어캐비티의 구성예이다.
 도 22i는 미광 억제를 위한 에어캐비티의 구성예이다.
 도 22j는 미광 억제를 위한 에어캐비티의 구성예이다.
 도 23은 반사방지막에 의한 미광 억제 효과를 설명하는 도면이다.
 도 24는 광학 접착제에 의한 미광 억제 효과를 설명하는 도면이다.
 도 25는 에어캐비티에 의한 미광 저감 효과를 나타내는 도면이다.
 도 26은 종래 구성에 있어서의 미광의 영향을 나타내는 도면이다.
 도 27은 반사방지막 부착된 윈도우 조명의 콘셉트를 나타내는 도면이다.
 도 28은 반사방지막 부착된 윈도우 조명의 콘셉트를 나타내는 도면이다.
 도 29는 착탈가능한 광학 디바이스의 구성예를 나타내는 도면이다.
 도 30은 착탈가능한 광학 디바이스의 구성예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 실시형태에서는 저비용 또한 간단한 구성으로, 콘트라스트 또는 시인성을 높인 광학 디바이스를 제공한다. 이 광학 디바이스는 프런트 라이트, 백라이트, 윈도우/파사드의 조명, 사이니지, 신호점등, 솔라 어플리케이션, 장식 일루미네이션, 라이트 실드, 라이트 마스크, 루프 라이팅 등의 공공/일반 조명 등에 적용가능하다.
- [0020] 이하의 설명에서, 「광학 필터」라는 용어는 그 위에 입사하는 전자방사선의 스펙트럼 강도 분포 또는 편파 상태를 변화시키기 위해 사용되는 디바이스 또는 재료를 가리킨다. 필터는 투과, 반사, 흡수, 굴절, 간섭, 회절, 산란 및 편광으로부터 선택되는 다양한 광학 기능을 달성하는 것에 관여할 수 있다.
- [0021] 「몇 개의」라는 표현은 1로부터 시작되는 임의의 양정수를 가리키고, 「복수의」라는 표현은 2로부터 시작되는 임의의 양정수를 가리킨다.
- [0022] 「제 1」 및 「제 2」라는 용어는 어떤 순서, 수량, 또는 중요성을 나타내는 것을 의도하는 것은 아니고, 오히려 간단히 1개의 요소를 다른 요소로부터 구별하기 위해 사용된다.
- [0023] 「광학」 및 「광」이라는 용어는 명시적으로 특단의 언급이 없는 한, 대개는 동의어로서 사용되고, 바람직하게는 가시광선인 전자 스펙트럼의 특정 부분 내의 전자방사선을 가리키지만, 이것에 한정되지 않는다.
- [0024] 「담지 기관」 또는 「담지 엘리먼트」라는 용어는 대체로 층상 구조를 구성하는 기관 재료로 이루어지는 평탄한 평면 형상 부재를 가리킨다.
- [0025] 하나의 양태에 있어서, 광학 기능층을 사용한 광학 디바이스가 제공된다. 광학 기능층은 광을 도광층의 단부까지 널리 퍼지게 함과 아울러, 시선의 방향으로 효율적으로 광을 인출한다. 이하의 설명에서는, 광학 기능층은 적용되는 장면에 따라, 「광 분포 필터(light distribution filter; LDF)」, 「광학 필터층」, 「배향 소자」등으로 불리는 경우도 있다. 광학 기능층의 광학 기능은 반사, 투과, 편광, 및 굴절 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0026] 광학 기능층은 도광층의 내부에 효율적으로 광을 인 커플링하기 위해 사용되고, 저굴절률층, 에어캐비티, 반사방지막, 마이크로렌즈 등 다양한 형태로 실현된다.
- [0027] 도광층, 즉 광 가이드는 광학 폴리머, 유리 등으로 형성된다. 광학 기능층은 광 가이드의 적어도 편면 또는 그 양면에 형성되고, 투명한 저굴절률(R_i) 필터, 내부 전반사(Total internal reflection; TIR) 필터 등이어도 좋다. 이들의 광학 필터는 a) 평탄한 표면에 직접적으로 형성되어도 좋고, b) 접착제층에 의해 라미네이트되어도 좋고, c) 예를 들면 VUV(진공 UV), 대기 플라즈마 처리 또는 마이크로파 본딩 등의 화학적인 표면 처리에 의해 접합되어도 좋다.
- [0028] 광학 필터의 두께(h)는 전형적으로, 사용 파장보다 크게($h > \lambda$), 예를 들면 $1\mu \sim 10\mu m$ 이다. 하나의 구성예에서는, 광학 필터층은 도광층을 구성하는 재료의 굴절률(n_1)보다 낮은 굴절률(n_2)을 가지는 재료로 형성

된다. 저굴절률(n_2)값의 범위는 1.05 이상 1.45 이하, 1.14와 1.41 사이, 1.2 이하 등 적용에 따라 적당히 선택된다. 광학 필터는 메조포러스막 내에 나노실리카 재료를 함유하고 있어도 좋다. 그 경우, 저 R_i 클래드의 굴절률값을 유지하기 위해서, 저가스화(저탈가스) 재료로 페이즈 사이를 커버, 라미네이트, 또는 접합해도 좋다.

[0029] 광학 필터는 TiO_2 , $BaSO_4$, SiO_2 , Al_2O_3 , Al, Ag, 유전체, 고반사(HR) 코팅 재료 등의 입수가 가능한 재료를 사용하여 내부 전반사(TIR) 솔루션으로서 실현될 수 있다.

[0030] 실시형태의 광학 기능층(또는 광학 필터)을 사용한 광학 디바이스는 포스터, 반사형 디스플레이, 전자 페이퍼, 윈도우 유리 등을 포함하는 광학 매체에 고정적으로 부착되어도 좋고(고정형), 분리가능하게 부착되어 사이니지, 장식 디스플레이 등을 구성할 수도 있다(비고정형).

[0031] <기본 개념>

[0032] 도 1a와 도 1b는 실시형태의 광학 디바이스의 기본 개념을 나타내는 단면 모식도이다. 이 기본 개념은 이하에서 상세하게 설명하는 모든 실시형태에 적용될 수 있다. 도 1a의 광학 디바이스(100A)는 광학 매체층(11), 광학 접착층(19), 광학적인 개구가 형성된 저굴절률층(13), 광 가이드(14), 전체면의 저굴절률층(15), 광학 접착층(16) 및 커버(17)가 이 순서로 적층되어 있다. 이 예에서는 개구 부착된 저굴절률층(13)과, 전체면의 저굴절률층(15)이 광학 기능층에 해당한다.

[0033] 광학 매체층(11)은, 이 예에서는 포스터, 반사형 디스플레이, 전자 페이퍼 등의 화상 표시물, 또는 투명창 또는 투명벽 등이다.

[0034] 광 가이드(14)는 도광층이며, 광학 디바이스(100A)의 끝면에 위치하는 LED 등의 광원(21)으로부터 출력되는 광은 광 가이드(14)를 통과해서 전파한다. 실시형태에서는 광학 기능층(13)과 광학 기능층(15) 중 적어도 일방에 의해, 광학 디바이스(100A)의 광원(21)과 반대측의 끝면까지 도광한다. 광 가이드(14)는, 예를 들면 PMMA, PCR로 형성되고, 이 경우의 굴절률은 1.49 전후이다.

[0035] 개구 부착된 저굴절률층(13)과, 전체면의 저굴절률층(15)의 재료는 동일해도, 상이해도 좋지만, 이들 층의 굴절률(n_2)은 광 가이드(14)의 굴절률(n_1)보다 작다. 저굴절률층(13 및 15)의 굴절률(n_2)은 1.30 이하이며, 바람직하게는 1.20 이하이다.

[0036] 광학 접착층(19, 16) 및 커버(17)의 굴절률은 광 가이드(14)와 같은 정도인 것이 바람직하지만, 다소 상이해도 좋다.

[0037] 도 1a의 구성으로, 관찰자는 커버(17)의 방향으로부터 광학 디바이스(100A)를 본다. 따라서, 커버(17)로부터 관찰자의 방향으로 인출되는 광이 많을수록 바람직하다. 광 가이드(14)를 전파하는 광은 저굴절률층(13)의 개구(131 또는 132)를 통과해서 광학 매체층(11)에서 반사되고, 개구(131 또는 132) 또는 저굴절률층(13)을 투과해서 커버(17)로부터 관찰자의 방향으로 출사된다.

[0038] 광 가이드(14)를 전파하는 광 중, 저굴절률층(15)에의 입사각이 임계각보다 클 때에(얇은 각도로 입사할 때에), 전반사 조건이 충족되어 광학 매체층(11)을 향해서 반사된다. 여기에서, 임계각(θ_c)은 광 가이드(14)의 굴절률(n_1)과, 저굴절률층(13 및 15)의 굴절률(n_2)을 사용하여,

[0039]
$$\theta_c = \theta_i = \arcsin(n_2/n_1)$$

[0040] 으로 나타내어진다. θ_i 는 입사각(법선으로부터의 각도)이다.

[0041] 광학 매체층(11)에서 반사된 광은 저굴절률층(13), 광 가이드(14) 및 저굴절률층(15)을 투과하여 커버(17)로부터 출사된다. 저굴절률층(13)의 개구(131 또는 132)의 패턴은 저굴절률층(15)에서 전반사된 광을 효율 좋게 광학 매체층(11)으로 유도하고, 광학 매체층(11)으로부터의 반사광을 효율적으로 커버(17)측으로 인출하도록 설계되어 있다.

[0042] 개구(131)는, 예를 들면 저굴절률층(131)의 일부를 클래드 제거법으로 제거함으로써 형성된다. 개구(132)는, 예를 들면 저굴절률층(131)의 제거된 부분에 다른 광학 재료층을 채운 고밀도 패턴으로 형성된다. 개구(132)를 채운 재료는 광 가이드(14) 및 광학 접착층(19)의 굴절률과 같은 또는 근사하는 굴절률을 갖는다.

[0043] 광 가이드(14)의 광 인출측의 면(이 예에서는 적층방향의 상면)에 저굴절률층(15)이 없는 경우, 광원(21)으로부터 출력되어 직접 커버(17)측을 향하는 광은 그대로 광학 접착층(16) 및 커버(17)를 투과하여 광 손실이 발생한다. 도 1a의 구성으로 함으로써, 도광 도중의 광 손실을 최소한으로 하여, 광 가이드(14)의 단부까지 효율적으

로 도광하고 또한 광학 매체층(11)에서 반사된 광을 효율적으로 커버(17)로부터 출사시킨다. 이에 따라, 관찰자의 측에 충분한 양과 강도의 광이 출력되어 콘트라스트와 시인성이 유지된다.

[0044] 개구를 갖는 저굴절률층(13)과, 솔리드 막의 저굴절률층(15)(전체면을 저굴절률 재료로 균일한 면을 형성하는 저굴절률층)은 광 가이드(14)를 전파하는 광의 진로를 제어하는 광학 필터로서 기능한다. 후술하는 바와 같이, 굴절률 이외에 반사방지 구성, 광학 밀도, 광학 정수 등을 조정함으로써 다양한 기능을 갖게 할 수 있다.

[0045] 저굴절률층(13)의 개구(131 또는 132)에 의해 실현되는 광의 분포는 균일, 불균일, 또는 이산적 중 어느 것이어도 좋다. 이에 따라, 균일, 불균일 또는 이산적인 상 또는 신호를 형성할 수 있다. 개구(131 또는 132)의 주요한 기능은 광을 아웃 커플링시키지 않고(즉, 전반사 조건을 이용해서), 광 가이드(14)로부터 광학 매체층(11)의 방향으로 전파하는 입사광의 양을 제어하는 것이다.

[0046] 개구(131, 132)는 그 치수, 형상 등을 조정함으로써 산란, 굴절, 반사, 이들과 유사한 것 등의 다른 기능을 발휘하도록 제작될 수 있다. 개구(131 또는 132)의 일부는 광을 아웃 커플링시키도록, 즉 광학 매체층(11)에서 반사된 광을 커버(17)측으로 투과시키도록 형성될 수 있다. 개구(131 또는 132)는 원형, 타원형, 다각형, 직사각형 등으로 형성될 수 있고, 그 사이즈 또는 직경은 예를 들면 $1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 이며, 바람직하게는 $1\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 의 범위 내에서 조정된다.

[0047] 도 1b는 광학 디바이스(100B)의 단면 모식도이다. 광학 디바이스(100B)의 기본 원리는 도 1a와 같다. 광학 디바이스(100B)에서는 광 가이드(14)의 전체면을 덮는 저굴절률층으로서 공기층을 이용하고 있다. 공기는 광 가이드(14)의 굴절률(n_1)보다 작고, 광원(21)으로부터 출력되어 광 가이드(14)와 공기층의 계면에 입사한 광은 전반사 조건을 충족시켜 광 가이드(14) 내에서 반사되고, 저굴절률층(13)의 개구를 통과하여 광학 매체층(11)에서 반사된다. 광학 매체층(11)의 정보를 담은 광은 광 가이드(14)의 표면으로부터 출사된다.

[0048] 도 1b의 구성에 의해서도, 광을 낭비없이 광 가이드(14)의 광원(21)과 반대측의 단부까지 광을 전파시키고, 또한 광을 효율 좋게 광학 매체층(11)으로 진행시켜 반사광을 효율적으로 인출할 수 있다.

[0049] 도 1a는 레이어 사이에 광 가이드(14)가 배치(예를 들면, 라미네이트)되는 프런트 라이트 솔루션을 제공한다. 도 1b는 광 가이드(14)가 틈층이 되는 프런트 라이트 솔루션을 제공한다. 광 가이드(14)의 외면의 오염 또는 결함에 의한 광 리크를 방지하기 위해서, 광 가이드(14)의 최표면에 저굴절률값의 하드 코팅을 실시해도 좋다.

[0050] 도 1a 및 도 1b의 광 가이드(14)는 광 아웃 커플링 패턴 등의 광학 패턴을 가지고 있지 않다. 이 신규한 비패턴의 광 가이드(14)는 광학 기능층과의 계면/표면 라미네이션에 의해, 표시면 등의 타깃 상에 조명을 제공한다. 계면 라미네이션은 조명 또는 광 표시의 목적으로, 광을 표시면 등의 타깃면에 맞출 수 있다. 또한, 광의 통과와 그 방향을 제어하기 위해서, 양측의 계면을 라미네이트해서 굴절률 매칭에 의해 제어할 수 있다.

[0051] 표 1은 광학적인 개구(131 또는 132)가 형성된 광 가이드 구조의 광 인출 효율의 개선 결과를 나타낸다.

표 1

	실리콘으로 라미네이트된 패턴화 PMMA FL	아크릴로 라미네이트된 저RI 개구 부착된 PMMA FL	광 인출 효율의 개선
광속(lumens)	2.768	3.424	23.50%
조도(lux)	250	390	

[0052]

[0053] 표 1의 상단은 인출된 광의 광속(lumens), 하단은 조도(lux)를 나타낸다. 아크릴로 라미네이트된 저굴절률 개구 부착된 PMMA 광 가이드와, 실리콘으로 라미네이트된 표면 패턴화된 PMMA 광 가이드를 비교하면, 광 가이드(14)에 개구 부착된 저굴절률층(13)을 라미네이트함으로써 프런트 라이트 솔루션으로 23.5% 광 인출 효율이 개선되

고 있다.

- [0054] 광 인출 효율은 광 가이드(14)의 굴절률과, 접합, 라미네이트되는 층, 클래드, 코팅재의 굴절률 등에 의존한다. 실시형태 프린트 라이트 솔루션은 광 가이드의 표면에 광학 패턴이 형성되어 있지 않으므로, 미광을 최소한으로 하고 또한 투명도를 높여서 콘트라스트 및 광 인출 효율을 향상시킨다.
- [0055] <제 1 실시형태>
- [0056] 도 2a~도 2f는 제 1 실시형태의 광학 디바이스와 그 적용예를 나타낸다. 제 1 실시형태에서는 도 1a 및 도 1b의 구성과 성능을 기초로 하면서, 필요에 따라서 캐비티 광학 소자를 이용하여 투명도를 향상시킨다. 특히, 조명이 온/오프 모드일 때 광 가이드의 투명도를 향상시키고, 미광을 억제해서 원하는 각도로 광을 출사(또는 아웃 커플링)시킨다. 커버 표면에 지문, 먼지 등의 오염이 부착되어 있을 때에도, 광 가이드의 투명도의 향상과 미광의 억제 중 적어도 일방을 실현함으로써 관찰자의 방향으로 충분한 광을 인출해서 시인성을 좋게 할 수 있다.
- [0057] 도 2a는 제 1 실시형태의 광학 디바이스(10A)의 단면 모식도이다. 광학 디바이스(10A)는 광학 매체층(11)과, 에어캐비티(134)를 갖는 광학 기능층(13A)과, 광 가이드(14)와, 전체면에 형성되는 저굴절률층(15)과, 광학 접촉층(16)과, 커버(17)가 이 순서로 적층되어 있다.
- [0058] 커버(17)는 광학 디바이스(10A)를 보호하기 위한 것이고, 투명성이 높은 쪽이 바람직하다. 유리, 플라스틱 등으로 형성되고, UV 흡수 효과를 가져도 좋다. 보호층으로서의 관점에서는 강도가 높은 쪽이 좋지만, 얇고 플렉시블한 층으로 해도 좋다.
- [0059] 전체면의 저굴절률층(15)과, 에어캐비티(134)를 갖는 광학 기능층(13A)은 도 1a 및 도 1b를 참조해서 설명한 광학 기능층(13)의 다른 예이다. 저굴절률층(15)은 광원(21)으로부터 출사되어 광 가이드(14)의 끝면으로부터 광 가이드(14)의 내부에 입사하는 광을, 광원(21)과 반대형의 끝면까지 충분히 도광시킨다.
- [0060] 광학 기능층(13A)은 저굴절률층(15)에서 전반사된 광, 또는 광원(21)으로부터 직접 입사하는 광을 효율적으로 광학 매체층(11)의 방향으로 유도하고, 광학 매체층(11)에서 반사된 광을 커버(17)측으로 아웃 커플링시킨다.
- [0061] 광학 기능층(13A)은, 예를 들면 마이크로렌즈형, 렌티큘러 렌즈형, 3각 기둥 또는 산 모양의 렌즈 등의 광학적인 볼록부를 갖는다. 패턴(a)에서는 광학 기능층(13A₁)은 적층방향으로 보았을 때에, 광 가이드(14)의 하면에 형성되어 있고, 광학 매체층(11)을 향해서 볼록의 마이크로렌즈형 광학 돌기(133)를 갖는다. 광학 돌기(133)와 광학 매체층(11) 사이는 에어캐비티(134)이다.
- [0062] 패턴(b)에서는 광학 기능층(13A₂)은 적층방향으로 보았을 때에, 광 가이드(14)의 하면에 형성되어 있고, 광학 매체층(11)을 향해서 돌출된 3각 기둥 또는 산 모양의 광학 돌기(135)를 갖는다. 광학 돌기(135)와 광학 매체층(11) 사이는 에어캐비티(134)이다.
- [0063] 광학 돌기(133 및 135)의 굴절률은 광 가이드(14)의 굴절률(n1)과 같거나 근접하고 있다. 에어캐비티(134)의 굴절률(n2)은 공기의 굴절률이며, 굴절률(n1)보다 작다(n2<n1).
- [0064] 볼록형 렌즈로 바꾸어 홈, 도트 등의 오목형의 패턴이 형성된 광학층을 광 가이드의 저면에 접합해도 좋다. 이 경우에는 홈 또는 구덩이에 의한 에어캐비티가 저굴절률 패턴이 되고, 볼록형 렌즈로 하는 경우와 마찬가지로, 입사광을 효율적으로 광학 매체층(11)의 방향으로 굴절시킨다.
- [0065] 에어캐비티(134)를 갖는 광학 기능층(13A)은, 예를 들면 아크릴계 평판의 제 1 부분에 소망의 형상이 형성된 금형을 사용하여 진공 프레스로 형상을 전사한다. 평판의 제 2 부분에 저굴절률의 액을 도포하여 전사된 패턴으로 가공함으로써 형성된다.
- [0066] 광학 기능층(13A)을, 광 가이드(14)와 굴절률이 같거나 또는 근접하는 광학 접착제로 사용해서 광 가이드(14)의 저면에 접착해도 좋다.
- [0067] 저굴절률층(15)은 상술한 광학 디바이스(100A)와 마찬가지로, 광원(21)으로부터 직접 입사하는 광을 광학층(13)의 방향으로 굴절시킨다. 저굴절률층(15)에서 반사된 광, 또는 광원(21)으로부터 직접 입사하는 광은 광학 돌기(133 또는 135)와 에어캐비티의 계면에서 굴절되어 광학 매체층(11)으로 유도된다. 광학 매체층(11)의 표면에서, 광은 커버(17)의 방향으로 반사된다. 이 반사광은 저굴절률층(15)과의 계면에서 전반사 조건을 충족시키지 않아, 그대로 커버(17)로부터 출사된다.

- [0068] 이 구성에 의해, 광원(21)으로부터 출사된 광은 광 가이드(14)의 반대측의 끝면까지 충분히 전파되고, 또한 광학 매체층(11)에서 반사된 광을 충분히 인출하여 출력할 수 있다.
- [0069] 스마트폰 등의 휴대폰 단말에서는 표시 화면의 특히 외주 영역에 지문, 땀 등의 오염이 부착되기 쉽다. 저굴절률층(15)이 없는 경우에, 광원(21)으로부터 커버(17)방향으로 출사된 광은 오염으로 산란되어 광 손실이 커진다. 저굴절률층(15)과, 에어캐비티(134)를 갖는 광학 기능층(13A)을 조합시킴으로써 도광 도중의 광 손실을 억제하고, 또한 광학 디바이스(10A)로부터 효율적으로 광을 인출할 수 있다.
- [0070] 도 2b는 제 1 실시형태의 다른 광학 디바이스(10B)의 단면 모식도이다. 광학 디바이스(10B)는 광학 매체층(11)과, 광학 접착층(19)과, 저굴절률층(13B)과, 광 가이드(14B)와, 저굴절률층(14)과, 광학 접착층(16)과, 커버(17)가 이 순서로 적층되어 있다.
- [0071] 저굴절률층(13B)은, 이 예에서는 솔리드 막(전체면을 저굴절률 재료로 균일한 면을 형성하는 저굴절률층)이다. 저굴절률층(13B)과 저굴절률층(15n) 굴절률(n2)은 광 가이드(14)의 굴절률(n1)보다 낮다. 저굴절률층(13B)은 저굴절률층(15)과 함께, 광원(21)으로부터 출사되어 광학 디바이스(10B)의 끝면으로부터 입사된 광을 광 가이드(14)의 반대측의 끝면까지 충분히 전파시킨다.
- [0072] 광 가이드(14B)는 내부에 광학 캐비티를 갖는다. 광학 캐비티의 내부는 공기 등의 기체로 채워져 있어도 좋다. 광학 캐비티의 형상은 광 가이드(14B)를 전파하는 광을 효율적으로 광학 매체층(11)의 방향으로 향하는 형상을 갖는다. 또한, 광학 캐비티의 계면에서의 굴절에 의해 미광 또는 누설 광이 발생하지 않도록 설계되어 있다.
- [0073] 광학 캐비티는 미광 또는 누설 광을 억제할 수 있는 한, 단면 형상이 직사각형형인 광학 캐비티(141a), 삼각형인 광학 캐비티(141b) 등 적절한 형상으로 설계된다. 광학 캐비티의 구체적인 형상에 대해서는 도 22a~도 22j를 참조하여 후술한다.
- [0074] 도 2b의 구성에서는, 저굴절률층(13B), 광 가이드(14B) 및 저굴절률층(15)이 광학 기능층으로서 광학 필터가 형성된다. 이 광학 필터에 의해, 광을 광 가이드(14B)의 단부까지 충분히 도광시키면서, 필요한 양의 광을 광학 매체층(11)의 방향으로 유도하고, 광학 매체층(11)으로부터의 반사광을 커버(17)의 외측으로 효율적으로 인출할 수 있다.
- [0075] 도 2c는 제 1 실시형태의 다른 광학 디바이스(10C)의 단면 모식도이다. 광학 디바이스(10C)는 도 1a와 동일한 구성을 갖고, 광 가이드(14)의 광 인출측의 면(적층방향으로 상면)에 솔리드 막의 저굴절률층(15)(전체면을 저굴절률 재료로 균일한 면을 형성하는 저굴절률층)을 갖고, 광 가이드(14)의 저면에 광학적인 개구 패턴을 갖는 저굴절률층(13C)을 갖는다. 저굴절률층(13C) 및 저굴절률층(15)은 광학 기능층이 된다.
- [0076] 저굴절률층(13C)의 개구 패턴은 광 가이드(14)의 광 전파방향으로 감에 따라, 개구율이 커지도록 형성되어 있다.
- [0077] 광 가이드(14) 중, 광원(21)의 근방의 영역에서는 광량이 많고, 개구율을 작게 해도 충분한 양의 광을 광학 매체층(11)으로 유도할 수 있다. 광 가이드(14) 안을 전파함에 따라 광량은 감소하지만, 광원(21)의 근방과 같은 정도의 광을 광학 매체층(11)에 공급해서 광학 매체층(11)으로부터의 반사광의 강도를 균일하게 한다.
- [0078] 광학 디바이스(10A 및 10B)와 마찬가지로, 저굴절률층(15)에 의해 광 가이드(14)의 단부까지 충분히 광을 널리 퍼지게 함과 아울러, 개구 패턴에 의해 효율적으로 광을 광학 매체층(11)에 입사시켜 반사광을 인출한다. 도 2c의 구성에서는 광학 디바이스(10C)로부터의 광 인출이 효율적이고 균일해져 시인성이 더욱 향상된다.
- [0079] 도 2a~도 2c의 구성 중 적어도 일부를, 서로 조합시켜도 좋다. 예를 들면, 도 2b의 광 가이드(14B)에 도 2a의 에어캐비티 부착된 광학층(13), 또는 도 2c의 개구 부착된 저굴절률층(13C)을 조합시켜도 좋다.
- [0080] 도 2d는 광 가이드(14)의 광 인출측의 면에 저굴절률층(15)을 형성한 것의 효과를 설명하는 도면이다. 비교예로서, 광 가이드(14)의 광 인출측의 면에 저굴절률층(15)을 형성하지 않은 구성을 (b)에 나타낸다.
- [0081] 도 2d의 (b)와 같이, 광 가이드(14)의 광 인출측에 저굴절률층(15)이 없는 경우, 커버(17)의 표면에 지문, 땀, 먼지 등의 오염이 부착되어 있으면, 광원(21)으로부터 광 가이드(14)에 입사한 광 중 직접 커버(17)측을 향하는 광은 광학 매체층(11)으로 유도되지 않고 산란하여 광 손실이 발생한다.
- [0082] 이에 대하여, 도 2d의 (a)과 같이, 광 가이드(14)의 광 인출측에 저굴절률층(15)을 배치함으로써 광이 광학 매체층(11)에 입사되지 않고 산란되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 저굴절률층(15)의 내부 전반사를 이용하여 광을 광 가이드(14)의 단부까지 전파시키면서, 에어캐비티(134) 또는 기타 저굴절 부재에 의해 광을 광학 매체층

(11)에 입사시킨다. 광학 매체층(11)으로부터의 반사광을 효율적으로 인출함으로써 높은 콘트라스트와 시인성을 실현할 수 있다.

- [0083] 도 2e는 광학 디바이스(10a~10c)의 사이니지(190)에의 적용예를 나타낸다. 표지, 간판, 파사드 조명, 마케팅 조명, 표시 조명 등으로, 이차원 평면을 효율적으로 조명하기 위해서, 상술한 개구 패턴과 에어캐비티 중 적어도 일방을 사용하여 광 가이드 내를 도광시키고 충분한 양의 광을 인출한다.
- [0084] 공공, 표지, 마케팅용 디스플레이 등은 디스플레이나 포스터의 타입에 따라, 패시브형 또는 액티브형이라고 할 수 있다. 일반적으로는 백라이트 솔루션이 이용되지만, 최근은 프런트 라이트를 이용하는 것, 및 반사형 디스플레이를 필요시에만 조명하는 것이 트렌드가 되고 있다.
- [0085] 도 2e의 예에서는, 사이니지(190)는 편면 또는 양면에 상술한 광학 디바이스(10)를 적용할 수 있다. 사이니지(190)를 양면 솔루션으로 하는 경우에는 양면 타입의 광학 디바이스(10D)를 사용해도 좋다.
- [0086] 도 2f는 광학 디바이스(10D)의 단면 모식도이다. 광학 디바이스(10D)는 한 쌍의 광학 디바이스(10-1과 10-2)를 광학 매체층(11)의 측에서 등을 맞대어 접합시킨 것이다. 이 예에서는 도 2c의 광학 디바이스(10C)를 접합시키고 있지만, 광학 디바이스(10A) 또는 광학 디바이스(10B)를 접합시켜도 좋다. 충분히 광을 도광시켜 광학 매체층(11)으로부터 광을 충분히 인출할 수 있으면, 양면에서 반드시 동일 구성의 광학 디바이스(10)를 사용하지 않아도 좋다.
- [0087] 광학 디바이스(10-1과 10-2)의 각각의 끝면에 광원(21-1)과 광원(21-2)이 배치되고, 끝면으로부터 광 가이드에 광이 입사하여 도광한다. 개구 패턴 또는 에어캐비티의 광학 기능에 의해, 광은 광학 매체층(11)으로 유도되어 양면으로부터 출사된다.
- [0088] 광고 스탠드, 특히 포스터 등을 바꾸는 경우에, 광학 디바이스(10)로부터 광학 매체층(11)을 분리가능하게 구성하는 것이 바람직하다. 이것에 대해서는 도 29와 도 30을 참조해서 후술한다.
- [0089] 고체 디스플레이의 경우, 항구적인 라미네이션이 적절하다. 바람직하게는 강성 또는 탄성을 갖는 광학 재료에 의해, 광 가이드(14)와 광학 매체층(11)(디스플레이/표지/포스터 등) 사이의 광학 콘택트를 확보해도 좋다.
- [0090] 고정형이어도 교체가능형이어도, 미광을 최소화하고 높은 콘트라스트비를 유지하기 위해서, 조명되는 표면과의(광학적) 접촉을 확실하게 하는 것이 중요하다.
- [0091] 광 가이드(14 또는 14B)가 조명 이외의 목적으로 사용될 때는 패시브 모드에 있으며, 디바이스 전체를 통과시켜 시각적으로 투명성이 요구된다. 태양광 등의 자연광 하에서는, 반사 디스플레이는 조명이 불필요하지만, 프런트 라이트형과 같이, 디스플레이의 최상층에 광 가이드가 있는 경우, 충분한 투명도를 확보해서 디스플레이의 비주열 특성을 저하시키지 않도록 한다.
- [0092] 액티브 모드에서는 투명 광 가이드는 일방 또는 양방의 면으로부터 조명광이 출사된다. 조명광의 용도에 따라, 디스플레이용 조명의 경우에는 특히 시야각의 범위에서 적절한 배광이 이루어져 미광을 최소한으로 한다.
- [0093] (A) 패시브 모드(조명 이외의 목적)일 때의 크리테리아는 a) 흐림의 최소화, 및 산란과 색 차이 억제, b) 프레넬 반사의 최소화, c) 광학 패턴/조작의 불가시화, 및 d) 패턴 밀도 변화의 불가시화이다.
- [0094] (B) 액티브 모드일 때의 크리테리아는 a) 패턴에 의한 미광, b) 계면(외부 반사)에 의한 프레넬 반사, c) 패턴 자체에 의한 프레넬 반사, 및 d) 산란이 억제된 광 인출의 질이다.
- [0095] 실시형태의 광학 디바이스는 제품과 용도에 따라 어느 모드에도 대응가능하게 한다. 특히, 표면에서의 광 누설과 내부 프레넬 반사에 의한 미광은 내부 캐비티와 반사방지 중 적어도 일방에 의해 대처가능하다.
- [0096] 도 22a~도 22j는 광학 패턴의 구성예를 나타낸다. 광학 패턴은 굴절률(n_1)의 매질 중에, 저굴절률(n_2)의 재료($n_2 < n_1$)로 형성되는 패턴이다. 굴절률(n_2)의 재료가 공기일 때는 에어캐비티가 된다.
- [0097] 도 22a에서는, 화살표의 입사광은 광학 패턴의 계면에서 전반사(TIA)되어 광이 외부로 인출된다.
- [0098] 도 22b에서는, 광은 광학 패턴을 투과하고, 프레넬 반사에 의한 미광(L_{stray})은 광학 패턴의 출사측의 제 2 면에서 반사되고 입사측의 제 1 면에서 재차 반사되어 광학 패턴을 투과한다.
- [0099] 도 22c에서는, 광은 광학 패턴을 투과하고, 제 2 면에서의 프레넬 반사의 방향 제어에 의해 미광(L_{stray})은 최소화된다.

- [0100] 도 22d에서는, 광학 패턴의 제 1 면에 AR막(145)이 형성되어 있다. 광은 광학 패턴을 투과하고, 제 1 면에 형성된 AR막(145)에 의해 미광(L_{stray})은 최소화된다.
- [0101] 도 22e에서는, 광은 광학 패턴의 제 2 면에서의 굴절에 의해 미광(L_{stray})과 함께 광학 패턴을 투과한다.
- [0102] 도 22f에서는, 광학 패턴의 제 1 면에의 입사각을 제한함으로써 미광(L_{stray})을 최소로 해서 광학 패턴을 투과한다.
- [0103] 도 22g에서는, 광학 패턴은 볼록 렌즈형의 단면 형상을 둘레로 한다. 광은 광학 패턴의 표면에서 전반사(TIR)되어 외부로 인출된다.
- [0104] 도 22h에서는, 광은 광학 패턴의 제 1 면으로부터 입사되어 제 2 면을 투과한다. 미광(L_{stray})은 제 2 면과 제 1 면에서 반사되어, 그 후 제 2 면을 투과한다.
- [0105] 도 22i에서는, 광학 패턴의 제 2 면에 AR막(145)이 형성되어 있다. 광은 제 1 면으로부터 입사되어 제 2 면을 투과한다. 파선의 화살표로 나타내는 미광은 AR막에 의해 최소화된다.
- [0106] 도 22j에서는, 광학 패턴은 광 가이드(14)에 형성되어 있다. 광학 패턴은 패턴이 형성된 광 가이드에 광학 재료를 집합시킴으로써(집합 계면(I/F)은 점선으로 나타내고 있음) 형성된다. 계면(I/F)에 AR막을 형성함으로써, 광학 패턴의 저면에 AR막이 형성된다.
- [0107] 도 23은 반사방지막에 의한 미광 억제 효과를 설명하는 도면이다. 영역 A와 같이, 편면 조사의 경우, 광 가이드(14)의 광 인출면에 AR막(145)을 형성한다. 광 가이드(14)를 전파하는 광은 광 가이드(14)보다 굴절률이 낮은 광학 캐비티(141)에 의해 광 인출면의 측으로 굴절된다.
- [0108] 영역 B에서는 광학 캐비티(141)에서 굴절된 광의 일부는 광 인출면에서 반사되고, 미광(L_{stray})이 되어 광 가이드(14)의 반대측의 면으로부터 출사된다. 양면 조사의 경우에는 AR막(145)을 형성하지 않고 미광(L_{stray})을 이용해도 좋다.
- [0109] 도 24는 광학 접착제(191)에 의한 미광 억제 효과를 설명하는 도면이다. 태블릿 단말과 같이, 디스플레이(110)를 백라이트로 비추어 본 경우, 광 가이드(14)와 디스플레이 유닛(디스플레이(110)와 광학 접착층(19)이 일체화되어 있음) 사이에 광학 접착제(191)를 충전함으로써 미광(L_{stray})을 억제할 수 있다(영역 A). 영역 B와 같이, 계면에 공기층이 존재하면 광학 캐비티(141)에서 디스플레이(110)측으로 굴절된 광의 일부가 공기층에서 반사되고, 미광(L_{stray})이 되어 외부로 누출된다. 계면에 광학 접착제(191)를 충전함으로써 미광(L_{stray})을 억제할 수 있다.
- [0110] 상술한 어느 광학 수단(개구, 에어캐비티 등의 광학 패턴, AR막, 광학 접착제 등)도, 미광을 억제하도록 설계되어 있다. 특히, 이하에서 설명하는 특징 중 2개 이상을 조합시킴으로써 최적의 솔루션이 얻어진다.
- [0111] 1) 광학 캐비티 패턴을 사용하여, 내부 전반사(TIR) 또는 굴절에 의해 거의 모든 광을 광학 디바이스의 표면으로부터 인출하고(아웃 커플링하고), 캐비티 내부로 산란시키지 않음으로써(도 22a 및 도 22g 참조) 미광과 프레넬 반사를 최소로 한다. 광원, 또는 적어도 수직방향으로의 광 인 커플링 콜리메이션에 의해 광 가이드에의 입사각을 제한해도 좋다.
- [0112] 2) 광학 캐비티 패턴의 제 1 면에서 대부분의 광을 광 인출면에 아웃 커플링하고, 일부 투과한 광을 캐비티의 계면으로부터 캐비티 내부로 리다이렉트하여 제 2 면으로 인도함으로써 누설 광 또는 미광을 억제한다(도 22e, 도 22f를 참조). 이 구성은 복합적인 솔루션이며, 패턴 프로파일의 제 1 면을 한정된 입사각(누설 광 또는 미광을 회피할 수 있는 임계각)으로 설계한다. 입사각은 광학 콜리메이션 소자를 사용하여(각도가 클 때는 광 흡수층을 사용하여) 제한가능하다.
- [0113] 3) 비대칭의 광학 캐비티 패턴을 사용할 때는, 제 1 면을 광 인출/아웃 커플링 면으로 하고, 제 2 면을 아웃 커플링시키지 않고 투과 또는 리다이렉트를 위한 면으로 한다. 이에 따라, 광 가이드로부터 바람직하지 않은 프레넬 반사가 직접 외부로 아웃 커플링하는 것을 방지한다. 주기적인 패턴이 사용되는 경우에는, 제 2 면은 다음의 패턴면과 협동하여 광의 방향 설정, 광 인출/아웃 커플링 성능 등을 향상시킨다.
- [0114] 4) 대상형의 광학 캐비티 패턴을 사용할 때는, 제 1 면을 광 인출/아웃 커플링 면으로 하고, 제 2 면을 아웃 커플링시키지 않고 투과 또는 리다이렉트시켜 바람직하지 않은 방향으로의 프레넬 반사를 최소로 한다(도 22c 참

조).

- [0115] 5) 광학 캐비티 패턴을 사용할 때는, 제 1 면 및/또는 제 2 면에 반사방지 코팅 또는 반사방지 구성을 적용한다. 프레넬 반사를 최소로 하기 위해서, AR 패턴 또는 다층 코팅, 또는 저굴절률 코팅을 사용하여 광대역 AR을 형성해도 좋다(도 22d, 도 22i 참조). 광학 캐비티 패턴과 AR 구조/코팅으로 다기능 하이브리드 구성으로 해도 좋다.
- [0116] 6) 광학 캐비티 패턴의 프로파일을 형성할 때는, 플랫폼한 표면을 가지는 제 2 면에 AR 코팅 또는 AR 패턴을 형성해도 좋다. 이러한 광학 캐비티는 일방의 표면에 캐비티 형상을 형성한 제 1 필름과, 일방의 면에 AR 코팅을 실시한 제 2 필름을 접합시킴으로써 형성할 수 있다. 광학 캐비티에 접합의 계면은 존재하지 않고, 능동적인 AR면이 얻어진다.
- [0117] 7) 편면 조사로 광 가이드에 광학 캐비티 패턴을 형성하는 경우, 광 인출면에 AR층(AR 코팅 또는 AR 패턴)을 형성함으로써, 바람직하지 않은 프레넬 반사를 최소로 할 수 있다. 양면 광 인출의 경우, AR층은 없어도 좋다(도 23 참조).
- [0118] 8) 일방의 면이 표시면의 광 인출면이 되는 광 가이드에 광학 캐비티 패턴을 형성하는 경우, 표시 유닛과의 접촉면에 광학 접착제를 주입하여 바람직하지 않은 프레넬 반사를 최소로 한다(도 24 참조).
- [0119] 9) 광학 패턴을 형성하지 않고 편면을 광 필터링면으로 하는 경우, 광학적인 개구로 광을 통과시켜 광학 접합에 의해 표시면에 소망의 조명광을 준다. 광 필터링면은 광 투과면을 갖는 저굴절률 클래드로 실현되어도 좋다(도 1a, 도 1b, 도 2c 참조).
- [0120] 투명 광 가이드와 투명 캐비티 광학계에는 다양한 용도가 있으며, 광학 패턴 자체는 용도, 적용 형태 등에 따라 적당히 설계되어 최적화된다. 예를 들면, 광학 기능층에 형성되는 적어도 1개의 광학 패턴은 홈, 오목부, 도트, 픽셀 등으로부터 선택되는 릴리프로서 형성되어도 좋다. 릴리프는, 예를 들면 국소적인(막 두께방향의) 오목면 또는 볼록면을 갖는 패턴이며, 바이너리, 블레이즈, 경사, 프리즘, 사다리꼴, 반구 등의 형상으로부터 선택되어도 좋다. 또는, 릴리프는 직선, 곡선, 파상, 정현파 등의 긴 형상이어도 좋다.
- [0121] 투명 조명의 경우, 광학 기능층을 위해 색 차이와 산란이 적은 고성능의 광학 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 특히, 광 가이드, OCA(광학 투명 접착제), 저굴절률층에 있어서, 양호한 광학 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 광학 개구를 가지는 저굴절률층은 산란과 미광이 억제되어 있는 것이 바람직하다. 다른 굴절률 재료와 함께 라미네이트된 적층 내에 물리적인 개구가 있으면 광 산란, 흐림, 콘트라스트비의 저하의 원인이 되므로, 도 1a, 도 1b, 도 2c와 같이, 국소적인 굴절률의 변화에 의한 광학적 개구를 갖는 저굴절률층은 하나의 유효한 구성이다. 광학 개구를 갖는 저굴절률층은 잉크젯 인쇄, 반전 오프셋 인쇄, 레이저, 전자빔 처리 등에 의해 형성될 수 있다.
- [0122] 도 1a 및 도 2a~도 2c의 구성은 프런트 라이트 솔루션으로서 효과적이다. 광 가이드의 적어도 광 인출면에 저굴절률층(15)이 형성되고, 광원(21)과 반대측의 단부까지 도광시킬 수 있다. 도 1b와 같이, 광 가이드(14)의 광 인출면이 최상층이 되는 프런트 라이트 솔루션도 유효하지만, 최표면의 오염 또는 결함에 의한 광 누설을 막기 위해서, 바람직하게는 저굴절률값의 경질 코팅을 퇴적해도 좋다.
- [0123] 광학 기능층이 광학 패턴을 갖는 경우, 광학 패턴 밀도는 일정해도 좋고, 도 2c와 같이 패턴 밀도에 구배를 가져도 좋다. 광학 패턴을 갖는 광학 기능층은 투명 백라이트, 프런트 라이트, 조명 패널 등의 용도에 따라 설계될 수 있다. 광 인출의 패턴으로서, 좁은 범위에서의 광 분포, 광범위한 광 분포, 타원형, 대칭, 비대칭 등의 광 분포로 설계할 수 있다. 광 인출 효율은 연속적인 주기적 프로파일, 또는 픽셀 등의 국소적 프로파일에 의해 최대화할 수 있다. 투명 솔루션의 경우, 흐림도 및 미광을 최소화함으로써 광 인출 효율을 최대로 할 수 있다. 연속적이고 효율적인 3D 광학 패턴을 형성해도 좋다. 이 경우, 복수의 어플리케이션에 이용가능하며, 마스터 제작과 제품 비용이 삭감되어 제품 사이즈를 대형화할 수 있다.
- [0124] 광학 기능층에 형성되는 기본적인 광학 프로파일로서, 표면 릴리프 패턴 또는 캐비티 광학 패턴 중 어느 하나를 사용해도 좋다. 캐비티 광학 패턴의 경우, 광학 캐비티 내에 기체, 유체 또는 고체 재료, 바람직하게는 공기를 충전하여 광학면에 내부 전반사 효과를 주어도 좋다. 광학 패턴에, 회절 또는 굴절 광학계에 의거하여 바이너리, 경사, 블레이즈, 프리즘, 마이크로렌즈 등의 상이한 프로파일을 줄 수 있다.
- [0125] 광 가이드는 도포층, 기재 상의 필름, 도광체 등을 사용하여 형성된다. 패턴이 없는 기재의 플랫폼한 표면에, 광 필터링 개구를 갖는 광 분배/인출 필름을 적용해도 좋다. 기능성 필름을 사용함으로써 PMMA, 유리 등과 같이 상

이한 재료를 사용하여, 광 가이드를 얇게도 두껍게도 설계할 수 있다. 모든 광학 기능이 「올인원」 필름 상에 일체화되어도 좋다. 주요한 광학 기능으로서, 필터 개구에 의한 균일성의 제어, 광학 캐비티 패턴으로 결정되는 광 분포에서의 아웃 커플링이다. 이들 2개의 주요 기능은 2개의 상이한 페이스로서 개별적으로 실현되어도 좋다. 디퓨저 등의 추가의 기능층을 조립해도 좋다.

[0126] 저굴절률층에 의한 광학 필터를 기재의 표면에 직접 적용하여 개구를 형성하고, 광학 필터 상에 광 인출용 광학 패턴을 갖는 기능성 필름을 적용해도 좋다. 이 구성은 적층 또는 조립의 공정수를 절감할 수 있다. 광학 필터와 기능성 필름의 적층 구조는 광 가이드의 편면 또는 양면에 적용할 수 있다.

[0127] 광의 분배와 인출은 적어도 1개의 광학 패턴층, 표면 릴리프, 캐비티 패턴 등이라는 필름의 콘셉트에 근거하고 있다. 복수의 광학 패턴을 적용해서 단일의 필름을 형성할 수 있고, 그 중에 적어도 1개의 캐비티 광학층이 일체화되어 있어도 좋다. 에어캐비티 등의 캐비티 광학 소자를 이용함으로써, 복수의 층을 서로 접합할 수 있다. 요철 패턴 등의 표면 릴리프를 사용하지 않는 경우에는, 필름은 완전히 일체화되어 계면끼리가 접촉될 수 있다. 일체화된 광 필터 클래딩을 광학 패턴을 갖는 단일의 필름 내에 집적해도 좋다.

[0128] 광학 패턴은 다양한 형태로 광학 기능층에 형성될 수 있다. 예를 들면, 층 내에 매립된 에어캐비티 유틱스(층 내에 광학적 공동을 갖는 광학 기능층)이어도 좋고, 투명 라미네이트층, 반사 라미네이트층, 착색 라미네이트층 등과의 계면에 배치되는 광학체와 캐비티의 교호 패턴으로서 형성되어도 좋다.

[0129] 개구를 사용하지 않고, 도 2b와 같이, 내부에 광 굴절/인출용의 광학 패턴(예를 들면, 에어캐비티)을 갖는 광 가이드(14B)를 광 필터로 해도 좋다. 광 가이드(14B)의 양면에 균일한 저굴절률 재료의 연속 막이 형성된다. 광학 패턴은 광 가이드(14B)의 내부에 일체화되어 있다. 광학 패턴으로서, 마이크로렌즈, 블레이즈, 경사, 이산 패턴, 픽셀 퍼터 등을 주기적 또는 회절 격자 형상으로 배치해도 좋다. 양면에 균일한 저굴절률층이 형성된 광 가이드를, 광학 투명 접착제(OCA)로 다른 층과 접착해도 좋다. OCA는 저굴절률층보다 높은 굴절률을 갖고, 바람직하게는 광 가이드와 같은 굴절률을 갖는다.

[0130] 광학 기능 패턴이 모체층에 매립된 캐비티로서 형성되는 경우, 모체와 기능성 캐비티가 교호로 배치된다. 이 경우, 광학 기능은 광학 기능 캐비티의 치수, 형상, 주기, 단면 배치 중 적어도 1개에 의해 설정된다. 상술한 바와 같이, 캐비티는 공기로 채워져 있어도 좋고, 다른 기체, 유체, 액체 또는 고체로 충전되어도 좋다.

[0131] 실시형태의 광 가이드를, 와이어 그리드 편광자 등의 일반적인 편광자와 조합시켜도 좋다. 편광자는 광학 기능층의 평탄면 상에 직접 접촉 또는 적층할 수 있다. 광학 기능층에 형성된 광학 패턴이 와이어 그리드 편광자와 기능적으로 협동 하도록 구성되어 있는 경우, 휘도를 높일 수 있다.

[0132] 실시형태의 광학 디바이스는 상술한 바와 같이, 사이니지, 간판, 파사드, 마케팅 및 표시등 등에 적용될 수 있다. 이 용도의 경우, 개구 또는 캐비티 패턴의 유무에 관계 없이, 저굴절률층을 이용하여 전체 영역, 이산적인 영역, 임의의 이차원 형상 등을 비출 수 있다. 일례로서, 커플링 패턴의 유무에 관계 없이, 컬러 필름 또는 피커 필름에 개구층을 일체화하여 적층막으로 할 수 있다. 이 적층막을 소망의 형상으로 절단하고, 도광 시트 상에 라미네이트함으로써 도 2a~도 2c의 구성이 얻어진다. 광학 기능층과 광 가이드를 포함하는 적층체는 포스터, 디스플레이 등의 광학 매체층(11)에 대하여, 고정(영구)적 또는 분리가능하게 접촉할 수 있다.

[0133] 도 2a와 같이, 광학 매체층(11)과의 접촉면에 볼록 형상의 광학 패턴을 가질 때는 탄성을 갖는 투명한 광학 재료로 광학 패턴을 형성해도 좋다. 특히, 분리가능하게 광학 매체층(11)과 접촉될 때는 탄성 패턴인 것이 바람직하다. 광학 매체층(11)이 교환가능한 포스터 등인 경우, 광학 패턴은 복수회의 분리와 재접착에 견딜 수 있을만한 내구성과 신뢰성을 갖는 탄성 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

[0134] 제 1 실시형태에서는 광 가이드(14)의 광 인출층의 표면에, 개구가 없는 균일한 저굴절률막(15)을 형성하고, 광 가이드(14)의 광 인출면과 반대측의 면에, 광학 패턴을 갖는 광학 기능층(13)을 배치한다. 광학 패턴은 광 가이드(14)로부터의 입사광을 음의 각도로 아웃 커플링하고, 광학 매체층(11)으로부터의 반사광을 양의 각도로 아웃 커플링하도록 설계되어도 좋다. 광학 패턴은 임계각보다 작은 각도로 광이 입사하도록 설계되어 있다. 이에 따라, 저굴절률층(15)에서 전반사된 광을 광 가이드(14)의 단부까지 분배하면서, 광을 저부 리플렉터가 되는 광학 매체층(11)의 방향으로 효율적으로 유도해서(커플링해서) 효율적으로 광을 인출(아웃 커플링)할 수 있다.

[0135] <제 2 실시형태>

[0136] 도 3a는 제 2 실시형태에서 해결해야 할 과제를 설명하는 도면이고, 도 3b와 도 3c는 제 2 실시형태의 광학 디바이스의 단면 모식도이다. 구성예를 나타내는 도면이다.

- [0137] 광 가이드(14)의 적어도 일방의 면에 저굴절률층이 형성되어 있는 경우에도, 광원(21)의 근방에서는 파선의 화살표로 나타내는 바와 같이 임계각 미만의 입사각으로 저굴절률층(23 또는 15)에 입사하는 광선(파선으로 나타냄)이 존재한다. 임계각에 도달하지 않고 전반사되지 않는 광선은 개구 패턴 등의 광학 기능에 의해서는 제어되지 않고, 그대로 저굴절률층(23 또는 15)을 투과해서 광 손실이 된다.
- [0138] 또한, LED 등의 광원(21)에 대하여 올바르게 얼라인되어 있지 않은 경우에도, 출사 광의 전부를 광 가이드(14)에 결합시킬 수 없고, 광학 접촉층(16 또는 19), 또는 기타 층의 내부에 불필요한 광을 투과시킨다. 계면에 대하여 임계각 미만의 각도로 입사하는 광을 회피해야 한다.
- [0139] 도 3b는 상기의 광 누설을 해결하는 광학 디바이스(30A)의 구성예를 나타낸다. 광학 디바이스(30A)는 광 가이드(14)를 갖고, 광 가이드(14)의 양면에, 광학 기능층으로서의 저굴절률층(15 및 23)이 형성되어 있다.
- [0140] 광학 디바이스(30)는 그 광원(21)측의 단부 영역에, 광 흡수층(31) 및 광 흡수층(32)을 갖는다. 광 흡수층(31 및 32)은, 예를 들면 블랙 테이프 등의 광 흡수성의 얇은 층이다. 광 흡수층(31 및 32)은 광원(21)측의 단부 영역의 표면에 직접 접촉되어도 좋고, 화학적 표면 처리에 의해 접촉되어도 좋다.
- [0141] 도 3b의 광 가이드(14)의 광 인출측에서 예시하는 바와 같이, 단부의 최표면에 광학 접촉층(18) 등의 다른 층이 있는 경우, 그 다른 층(광학 접촉층(18))의 표면에 테이프 등의 층 형태로 광 흡수층(31)을 형성해도 좋다. 또는, 광 가이드(14)의 저면측에서 예시하는 바와 같이, 저굴절률층(23) 등의 광학 기능층이 광 흡수 기능을 가져서 일체화되어 있어도 좋다.
- [0142] 저굴절률층(15 및 23)에의 입사광이 전반사의 임계각보다 작은 입사각을 가질 때에(파선의 화살표로 나타냄), 저굴절률층(15 및 23)에 의해 제어되지 않는 광은 광 흡수층(31 및 32)에 의해 흡수된다.
- [0143] 도 3c는 광 손실 방지의 다른 구성예이다. 광학 디바이스(30b)는 광 흡수층(31 및 32)으로 바꾸어, 리다이렉트층(33 및 34)을 사용한다. 리다이렉트층(33 및 34)으로서, 예를 들면 광 지향성의 필름 또는 테이프를 이용할 수 있다. 리다이렉트층(33 및 34)은 광원(21)으로부터 출력된 광의 입사각을, 임계각을 초과하여 전반사 조건을 충족시키도록 변화시키고, 광을 광 가이드(14)의 내부에 유지한다.
- [0144] 도 3c의 광 가이드(14)의 광 인출측에서 예시하는 바와 같이, 단부의 최표면에 광학 접촉층(18) 등의 다른 층이 있는 경우, 그 다른 층(광학 접촉층(18))의 표면에 테이프 등의 층 형태로 리다이렉트층(33)을 형성해도 좋다. 또는, 광 가이드(14)의 저면측에서 예시하는 바와 같이, 저굴절률층(23) 등의 광학 기능층이 리다이렉트 기능을 가져서 일체화되어 있어도 좋다.
- [0145] 리다이렉트층(33 및 34)은 매립형의 개구 또는 캐비티 광학 소자로 실현되어도 좋고, 각각 저굴절률층(15 및 23)과 협동해서 광에 지향성을 준다. 매립형의 개구 또는 캐비티 광학 소자를 갖는 리다이렉트층은, 예를 들면 개구 또는 캐비티의 패턴이 형성된 투명한 제 1 필름에, 제 2 필름을 라미네이트함으로써 제작가능하다. 제 2 필름은 투명이어도 비투명이어도 좋고, 람베르트 반사, 경면 반사, 상이한 이색간(흑백 등)의 반사 특성을 가지고 있어도 좋다.
- [0146] 도광방향에의 광원(21)의 얼라인먼트 어긋남은 상부(광 인출측)의 광학 접촉층(18)이 광 가이드(14)의 단부까지 덮고 있지 않은 경우에는 그다지 문제가 되지 않는다. 광학 접촉층(18)은 광 가이드(14)의 에지로부터 어느 정도 떨어져 형성되어도 좋고, 리다이렉트층(33)에서 광 가이드(14) 내로의 광의 전파를 서포트한다. 통상은, 저굴절률층(15 및 23)은 매우 얇고, 광 가이드(14)에서의 광의 결합과 전파에 흐름, 컬러 시프트 등의 문제를 발생시키지 않고, 거의 모든 광선은 고굴절률층(광 가이드층)으로 반사된다.
- [0147] 제 2 실시형태의 구성에서, 광원(21)측의 단부에서의 광 손실을 억제하고 광 가이드의 반대측의 단부까지 도광시키면서, 광 인출면으로부터 충분한 양의 광을 인출할 수 있다.
- [0148] <제 3 실시형태>
- [0149] 도 17a는 제 3 실시형태에서 해결해야 할 과제를 설명하는 도면이고, 도 17b 및 도 17c는 과제를 해결하기 위한 구성예를 나타낸다.
- [0150] 도 17a에 있어서, 광원(21)에 의해, 대응하는 광 가이드(1001)의 광 입사측의 끝면에 광을 입사할 때에, 입사측 단면에 아무런 처리가 실시되어 있지 않으면, 입사광이 광의 선이 되어 시인되어버린다. 통상은, 입사 끝면에 톱니 모양을 형성하는 등의 가공이 실시되어 있지만, 광의 방향성을 충분히 제어할 수 없고, 바람직하지 않은 방향으로의 산란, 얼라인먼트 어긋남 등에 의해 휘도가 저하된다. 그래서, 광원(21)과 광 가이드(1001)의 입사

끝면 사이에, 반사 시트(1003)를 갖는 리플렉터(1002)를 배치하여, 광을 광 가이드(1001)의 끝면에 콜리메이트 하는 것이 고려된다.

- [0151] 그러나, 부품수가 증가하고, 조립 비용과 시간이 걸린다. 저비용으로 조립이 용이하고, 또한 광 가이드에의 인 커플링 효율이 높은 새로운 구성이 요망된다.
- [0152] 도 17b는 하나의 해결책을 나타낸다. 광학 디바이스(40A)는 광 가이드(174)의 입사측의 끝면(175)에 형성되는 인 커플링 광학계(170)를 갖는다. 도 17b는 광 가이드(174)의 도광방향을 y, 두께방향을 z, 폭방향을 x로 했을 때의 xy 면내의 형상을 나타내고 있다.
- [0153] 인 커플링 광학계(170)는 반구형, 프리즘형, 로드형 등의 형상을 갖는 광학 소자(171), 및 광학 소자(171)와 광 가이드(174)의 끝면(175) 사이에 형성되는 에어캐비티(173)를 포함한다. 광학 소자(171)는 광원(21)으로부터 출사된 광을 효율적으로 광 가이드(174)의 끝면(175)을 향해서 출력한다. 에어캐비티(173)는 광학 소자(171)로부터 출력된 광을, 광 가이드(174)의 끝면(175)에 효율적으로 입력하는 인 커플링 소자로서 기능한다. 광학 소자(171)와 에어캐비티(173)에 의해, 광원(21)으로부터의 광을 콜리메이트하고, 또한 효율적으로 광 가이드(174)의 끝면(175)에 결합시킨다.
- [0154] 도 17b의 예에서는 광원(21)과 같은 수의 광학 소자(171)가 횡방향(x방향)으로 배열된 인 커플링 광학계(170)가, 광학 접착층(176)에 의해 광 가이드(174)의 끝면(175)(도광층(174)의 고른 평면으로 되어 있는 입사 에지면(175))에 접착되어 있다. 복수의 볼록 형상의 광학 소자(171)의 정점은 고른 평면으로 되어 있는 광 가이드(174)의 에지 또는 반면(175)에 접촉해서 배치된다. 이들의 볼록 형상의 광학 소자(171)는 그 정점이 고른 평면으로 되어 있는 광 가이드(174)의 끝면(175)에 접촉하는 형태로 끝면(175)과 얼라인먼트하여 에어캐비티(173)의 패턴(광학 캐비티 패턴)을 형성하고 있다. 각 광학 소자(171)와 에어캐비티(173)는 광원(21)으로부터 출력된 광을, 대응하는 광 가이드 영역에 결합시킨다.
- [0155] 바람직한 구성예로서, 도시는 하지 않지만 복수의 광학 소자(171)가 일렬로 배치된 광학 시트를 사용해도 좋다. 광학 소자(171)의 형상은 반구형에 한정되지 않고, 에어캐비티(173)가 형성될 수 있는 한, 렌티큘러형, 로드형 등이어도 좋다. 광학 시트에 있어서, 각 광학 소자(171)의 저면에, 미리 LED 등의 광원(21)이 고정 되어 있어도 좋다. 광학 시트는 압출 성형, 펀칭 가공, 성형 인서트 등에 의해 저비용으로 간단히 만들 수 있다. 이 구성에 의하면, 광학 시트를 광 가이드(174)의 평탄한 끝면(175)에 붙이는 것만으로, 광원(21)과 대응하는 광 가이드 영역의 끝면(175)이 셀프 얼라인된다.
- [0156] 광학 시트를 부착한 후는, 광학 소자(171)와 에어캐비티(173)의 계면에서 광이 굴절하여 광 가이드(174)의 끝면(175)에 효율적으로 광 결합한다. 광원(21)으로부터의 출사 광의 거의 모두가 이용된다.
- [0157] 도 17c는 다른 구성예의 광학 디바이스(40B)를 나타낸다. 광학 디바이스(40B)에서는 광학 접착층(176)을 사용하는 대신에, 인 커플링 광학계(170)와 광 가이드(174)를 일체적으로 형성한다. 일체형 광학 디바이스(40B)는 몰딩, 다이컷법 등에 의해 용이하게 제작할 수 있다.
- [0158] 도 17b와 도 17c에 있어서, 광학 소자(171)는 예를 들면 횡방향(X축방향)으로 $\pm 10^\circ$ 의 각도로 광을 콜리메이트 하는 평탄한 볼 렌즈로서 성형되어도 좋다. 이 구성은 LED 스트립과 같이 복수의 광원(21)을 사용하는 경우에 적합하다. 광학 소자(171)를 포함하는 광학계의 설계는 광 가이드(174)의 내부에서 x방향(횡방향)의 광 분포의 균일성을 70% 이상으로 해서, 「점 광원」의 영향을 정규화하도록 최적화되어 있다.
- [0159] 도 17b와 도 17c에 있어서, 복수의 광원(21)은 광학 소자(171)의 비볼록부측(광학 소자의 볼록부와 반대측)의 연속적인 평면에 배치되어 있다. 광학 소자(171)의 볼록부와 반대측의 평면측에 광원(21)을 배치함으로써, 복수의 볼록부에 대응한 복수의 광원의 얼라인먼트가 용이하다.
- [0160] 도 17d는 횡방향으로 콜리메이트되어 있는 제 3 실시형태의 광 가이드(174)의 내부의 광 강도 분포를 나타낸다. 도 17d의 모델에서는 콜리메이트 기능을 가지는 인 커플링 광학계(170)와, 리니어 블레이즈형의 그레이팅(35)의 조합에 의해 입사 끝면(도의 저면)에서 균일한 광 분포가 얻어지고 있다. 그레이팅(35)은 돌기를 광 가이드측을 향해서 배치되어 있다. 인 커플링 광학계(170)에 의해 횡방향의 광속이 정규화되어 있으므로, 광 가이드에서의 그레이팅(35)의 충전율의 최적화가 용이하게 되어 있다. 이 모델의 종방향의 휘도 분포의 FWHM은 30° , 횡방향의 휘도 분포의 FWHM은 50° 이다. 보다 콜리메이트되어 있는 것으로 나타내어져 있다.
- [0161] 도 17e는 비교예 1의 강도 분포를 나타낸다. 비교예 1은 도 17d와 같은 광원(21), 같은 사이즈의 광 가이드(174)를 사용하고, 인 커플링 광학계(170)를 사용하지 않는 구성이다. 아웃 커플링에는 도 17d와 마찬가지로,

리니어 블레이즈형의 그레이팅(36)을 사용하지만, 돌기가 광원(21)측을 향해서 배치되어 있다. 광 가이드의 입사단에 광원으로부터의 다수의 광 줄무늬가 관찰되어, 광 가이드 저부에서의 광 분포의 균일성이 좋지 않다. 종방향의 휘도 분포의 FWHM은 30° 이지만, 횡방향의 콜리메이트가 불충분하므로, 횡방향의 휘도 분포의 FWHM은 82° 로 넓다.

[0162] 도 17f는 비교예 2의 강도 분포를 나타낸다. 비교예 2에서는 도 17d와 같은 광원(21), 같은 사이즈의 광 가이드(174)를 사용하고, 만곡 형상의 그레이팅(37)을 사용한다. 인 커플링 광학계(170)는 형성되어 있지 않다. 광 가이드의 저면에서의 광 분포는 거의 균일하다. 종방향의 휘도 분포의 FWHM은 29° 이지만, 횡방향의 콜리메이트가 불충분하므로, 횡방향의 휘도 분포의 FWHM은 78° 로 넓다.

[0163] 도 17g는 도 17d~도 17f의 모델과 종래 모델을 비교하는 표이다. 종래 모델은 휘도 강화 필름(Brightness Enhancement Film) 부착된 마이크로렌즈형 백라이트 유닛(BLU)이다. 비교예 1은 도 17e의 리니어 그레이팅 구성의 에어캐비티형 BLU이다. 비교예 2는 도 17f의 만곡 그레이팅 구성의 에어캐비티형 BLU이다. 비교예 1과 비교예 2에서는 인 커플링 광학계(170)가 사용되고 있지 않다. 실시형태의 구성은 도 17d의 모델에 근거하여, 인 커플링 광학계(170)와, 리니어 그레이팅 구성을 사용하고, 또한 그레이팅의 돌기를 광 가이드측으로 향하게 하고 있다.

[0164] 비교의 파라미터는 휘도(루미넌스), 종래 구성의 휘도를 100%로 했을 때의 상대값, FWHM, 입사 끝면(저면)의 강도 분포의 균일성, 인 커플링의 유무이다.

[0165] 실시형태의 모델은 인 커플링 광학계와 리니어 그레이팅을 사용하고, 종래의 광 가이드 구성과 비교하여, 90%를 초과하는 효율 향상이 달성되고 있다. 저면의 강도 분포의 균일성, 휘도 분포 등의 다른 모든 성능도 향상되고 있다. 상기의 성능 파라미터의 모두는 조정가능하며, 최종적인 타깃값을 최적화할 수 있다. 예를 들면, 인 커플링 광학계를 아웃 커플링 광학계와 함께 최적화함으로써, 광 분포 각을 좁게도 넓게도 할 수 있다.

[0166] 인 커플링 광학계(170)에 의해 횡방향으로 콜리메이트된 광의 경우, 리니어 구조의 그레이팅(35)을 아웃 커플링 패턴으로서 이용할 수 있다. 리니어 그레이팅(35)의 마스터 및 제조 틀은 드럼 절단법이나, 기타 직접 틀법에 의해 제조할 수 있기 때문에, 전체 구조의 제조와 마스터의 제작이 저렴하고 또한 용이하게 된다.

[0167] 박막의 경우, 인 커플링 광학계(170)의 에어캐비티(173) 또는 광학 소자(171)는 다이 절단법, 특히 가열 블레이즈법 등에 의해 제작가능하다. 인 커플링 광학계(170)의 형상은 광 가이드를 대형의 베이스 필름으로부터 절취하는 것과 같은 프로세스로 형성되고, 프로세스가 저렴하고 또한 용이하게 된다. 인 커플링 광학계(170)의 광학 소자(171) 또는 에어캐비티(173)를 확산 반사, 경면 반사 등의 리플렉터 필름, 또는 리다이렉트 필름으로 덮어 전체 광을 이용하는 구성이어도 좋다. 인 커플링 광학계(170)의 캐비티의 양면에 리플렉터 필름을 형성해도 좋다. 이 경우, 리플렉터 필름을 광 가이드의 표면에 투명한 저굴절률 접착제로 직접 접착해도 좋다. 광 가이드의 표면에 저굴절률값의 투명 코팅이 되어 있는 경우에는, 그러한 표면층에 리플렉터를 접착해도 좋다.

[0168] 두꺼운 시트의 경우, 레이저 절단에 의해 플랫폼 볼 렌즈형의 캐비티를 형성할 수 있다. 또는, 도 17b의 (b)에 나타낸 바와 같이, 광 가이드의 에지에 접촉점을 갖는 광학 소자(171)를 갖는 광학 시트(178) 또는 스트립을 사용해도 좋다. 광학 시트(178)와 투명한 광학 접착제로, 비교적 두꺼운(예를 들면, 1~5mm) 광 가이드의 에지에 라미네이트할 수 있다. 이것은 간단한 방법이며, 광 가이드의 두께가 두꺼우므로 얼라인먼트가 용이하다. 이 경우 도, 에어캐비티(173) 또는 광학 캐비티를 편면 또는 양면에서 리플렉터, 디퓨저, 리다이렉트 필름 등으로 덮어 효율을 최대화해도 좋다.

[0169] 수직방향의 콜리메이션의 경우, 광 가이드의 일체화에 라운드 에지 또는 볼 렌즈를 이용할 수 있다. 인 커플링 광학계(170)는 도 17c와 같이 일체화되어 있어도 좋다. 또한, 인 커플링 광학계(170)에서의 에어캐비티(173) 또는 광학 소자(171)의 형상은 상기의 예시에 한정되지 않고, 광원(21)으로부터의 광을 광 가이드(174)의 입사측 에지에 효율적으로 결합할 수 있는 임의의 형상으로 설계된다.

[0170] 이 구성에 의해, 광 가이드에의 광 입사 효율과 휘도를 높여 강도 분포를 균일하게 할 수 있다.

[0171] 도 17h는 제 3 실시형태의 인 커플링 광학계(170)를 사용했을 때의 횡방향의 휘도의 균일성을 나타내는 도면이다. 인 커플링 광학계(170)와 3개의 LED를 사용한 모델로 시뮬레이션하고 있다. 상술한 바와 같이, 인 커플링 광학계(170)는 횡방향으로의 콜리메이트 기능을 갖고, 광 가이드 내에서 횡방향으로의 휘도 분포의 균일성이 80%에 도달하고 있다. 최종적인 소망의 조명 성능, 특히 광원측의 에지 근방에서 균일한 조도를 달성하기 위해서, 횡방향으로의 휘도 또는 광속은 광 가이드의 아웃 커플링 설계를 고려하는데 중요한 요소이다. 제 3 실시형

태의 구성에 의해, 횡방향으로의 균일한 휘도 분포가 실현된다.

- [0172] 도 17i는 광 가이드의 입사단에 인 커플링 캐비티를 조립한 구성예를 나타낸다. 구성(A)는 표면 릴리프 패턴을 갖는 일반적인 광 가이드 구성에, 인 커플링 광학계(170)로서 일체화된 인 커플링 캐비티를 조립한 예이다. 이 경우, LED로부터의 광이 인 커플링 캐비티에 의해 효율적으로 광 가이드에 결합된다고 해도, 릴리프 패턴의 경사면에 임계각 미만의 각도로 입사하는 광에 의해 광이 굴절하여, 광 가이드의 반대측의 끝면까지 충분히 도광할 수 없다.
- [0173] 구성(B)는 도 2b와 같은 매립형의 캐비티(172)를 갖는 광 가이드(174b)에 인 커플링 캐비티를 조립한 예이다. 이 구성에서는 광 가이드의 저면을 향하는 광은 전반사 조건을 충족시키고, 광 가이드(174b)의 반대측까지 충분히 전파함과 아울러, 캐비티(172)에 의해 광 인출측으로 반사된다.
- [0174] 구성(c)은 패턴이 없는 광 가이드(174)의 광 인출측에, 개구를 갖는 저굴절률층(13)이 형성되고, 저굴절률층(13) 상에 매립 캐비티(179)를 갖는 패턴층(177)이 배치되어 있다. 이 구성에서는 인 커플링 광학계(170)에 의해 효율적으로 광 가이드(174)에 결합한 광은 광 가이드(174)의 저면과 저굴절률층(13) 사이를 전반사하면서 전파하고, 또한 개구를 투과한 광이 매립 캐비티(179)에 의해 광 인출측으로 굴절된다. 이에 따라, 균일한 휘도 분포로 광 인출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0175] <기타 실시형태>
- [0176] 이하에서 설명하는 실시형태는 기본 개념(도 1a 및 도 1b), 제 1 실시형태, 제 2 실시형태, 및 제 3 실시형태 중 어느 것에도 적용가능하다. 또한, 기본 개념, 제 1 실시형태, 제 2 실시형태, 및 제 3 실시형태는 서로 조합시켜 가능하다.
- [0177] 실시형태의 광학 패턴(광학 개구, 에어캐비티 등을 포함)은 다양한 방법에 의해 제조된다. 예를 들면, 레이저 패터닝, 다이렉트 레이저 이미징, 레이저 드릴, 마스크에 의한, 또는 마스크 리스의 레이저 또는 전자빔 조사가 사용된다. 인쇄, 잉크젯 인쇄, 스크린 인쇄 등에 의해 개별의 특성을 부여하여 광학 재료나 굴절률값을 변경해도 좋다. 마이크로/나노 디스펜스, 도장, 다이렉트 「쓰기」, 이산적 레이저 소결, 마이크로 방전 가공(마이크로 EDM), 마이크로 머시닝, 마이크로 성형, 임프린팅, 엠보싱 가공, 및 이들과 유사한 것에 의해서도 제조할 수 있다. 저굴절률층 또는 내부 전반사(TIR)층을 직접 접합하는 직접 콘택트법으로 광학 개구의 형성을 완료해도 좋다.
- [0178] 개구의 형성은, 예를 들면 레이저 어블레이션에 의해, 캐리어 기관, 광 가이드 등의 매체를 통해서 처리하는 등, 간접적 콘택트로 완료해도 좋다. 어블레이션에 의해 클래드가 제거됨으로써 직접 콘택트와 같이, 원하는 사이즈, 형상의 개구가 형성된다. 바람직하게는 레이저 빔 스폿 프로파일은 평탄한 실크 헤트와 같이 정형된다. 이 스폿 프로파일은 과잉한 열을 생성하지 않고, 캐리어 기관이나 광 가이드를 손상시키지 않는다. 레이저 파장은 클래드 흡수 커브, 홀 에지 품질, 빔 정형 광학계, 두께/높이, 처리 비용, 또는 이들과 유사한 관점에서 적당히 선정된다.
- [0179] 도 4 및 도 5는 개구(281)의 제작에 레이저(140)를 이용하는 예를 나타낸다. 도 4에서, 롤·투·롤법에 의해, 저굴절률 코팅(28)이 형성된 기재(41)가 롤 R1로부터 롤 R2로 권취된다. 이 때, 저굴절률 코팅(28)은 레이저(140)에 의해 1m~20m/분의 속도로 어블레이트/제거되고, 약 5~20 μ m의 사이즈의 개구(281)가 연속해서 형성된다. 기재(41)는 광학 플라스틱 또는 광학 유리의 필름이며, 시트법에도 적용가능하다. 개구(281)가 형성된 후에, 롤 R3에 의해 OCA(42)가 공급되고, 기재(41), 개구(281) 부착된 저굴절률 코팅(28), 및 OCA(42)의 적층이 형성된다. 이 방법은 연속식 또는 스톱·앤드·리피트식의 롤·투·롤법 또는 롤·투·시트법으로서 실행될 수 있다. 또한, 필름·바이·시트법 또는 시트·바이·시트법을 이용하여, 불연속인 필름도 제조가능하다. 도 5와 같이, 복수의 주사 헤드를 사용함으로써, 1.5m까지의 폭을 가지는 광폭의 웹을 제조할 수 있다.
- [0180] 도 5는 복수의 스캐너/레이저(241~243)를 갖는 멀티 헤드(240)를 사용한 개구 형성을 나타낸다. 이 예에서는 1.0m~1.5m의 라인 폭을 실현할 수 있다. 광 가이드에서의 균일한 광 분포를 위해서, 기재(41) 상의 저굴절률 코팅(28)에 개구(281)가 형성된다. 서서히 변화되는 개구, 또는 일정한 개구를 형성함으로써 모든 종류의 사이즈에 대하여 균일한 광 가이드 설계를 가능하게 한다. 따라서, 제품마다 맞춤형 3D 제조 프로세스가 불필요하게 된다. 개구(281)의 형성의 종료 후에, 적층체 필름을 특정 사이즈의 시트로 절단할 수 있다.
- [0181] 도 6a와 도 6b는 레이저 어블레이션에 의해 형성된 개구의 화상이다. 도 6a에서는 실크 헤트형 프로파일의 레이저 빔이 사용되고, 도 6b에서는 가우시안형 프로파일의 레이저 빔이 사용되고 있다.

- [0182] 대형의 광 가이드는 매우 고가이며, 성형에 의해 표면 전체에 패턴 형성하는 것이 어려워 대량 생산이 곤란하다. 상술한 각 실시형태의 광학 디바이스는 필름 라미네이션을 기본으로 하고 있으며, 다양한 사이즈로, 특히 대형의 광 가이드를 생산하기 위한 플렉시블하고 비용 효율이 좋은 구성이다. 실시형태의 구성과 개념트는 롤·투·롤법, 롤·투·시트법, 또는 시트·투·시트법에 의한 대량 생산에의 적용을 가능하게 한다. 최종적인 생산 속도는 선택된 제조 방법에 의존하지만, 0.5m~30m/분 사이에서 적당히 설정될 수 있다. 또한, 연속식 또는 스톱·앤드·리피트식의 어느 것에도 적용가능하다. 광학 디바이스의 제조는 박막 프로세스에 근거한다. 광 가이드가 되는 박막에 형성된 막에 개구가 형성된다. 또는, 박막이 광학 패턴을 가지지 않는 솔리드한 광 가이드를 형성하도록, 광 가이드 상에 개구 광학 패턴 막을 직접 라미네이트 또는 접합해도 좋다. 후자의 타입은, 생산을 플렉시블 또한 비용 효율적인 것으로 한다. 기초가 되는 클래드 필름 또는 코팅 필름을 대량으로 생산해서 물의 상태로 보관할 수 있다. 그 후에, 반복적 및 연속적인 방법으로 개구를 제조하여 최종적으로 재차 물로 보관해도 좋고, 시트로 절단할 수도 있다.
- [0183] 상기의 광학 디바이스에 바람직한 광원은 단일 또는 복수의 LED(발광 다이오드), 1개 이상의 레이저 다이오드, 1개 이상의 LED바, 1개 이상의 유기 LED 스트립, 1개 이상의 마이크로 칩 LED 스트립, 1개 이상의 냉음극관, 및 이들과 유사한 것으로서 구성될 수 있다. 투명 광 가이드 솔루션의 경우, 광원에 의한 광 분포의 제어가 중요하다. 전형적으로, LED 광은 가우시안 분포를 취한다. 저굴절률 클래드의 경우, 광 가이드 내에서 전반사가 일어나는 임계각을 스넬의 법칙에 의해 규정한다. 계면에서의 입사각이 임계각보다 큰 광은 저굴절률 클래드에 형성된 개구의 치수 및 형상에 의해 그 굴절의 방향이 제어된다. 임계각보다 작은 입사각의 광에 대해서는 제 2 실시형태에서 설명한 바와 같이, 저굴절률 클래드를 투과하는 것을 방지하는 대책이 필요하다. 도 3b 및 도 3c를 참조해서 설명한 바와 같이, LED측의 에지 근방에서 광 가이드의 클래드 상에, 바람직하지 않은 입사 범위의 광을 흡수하는 예를 들면 테이프(특히, 흑색 테이프) 등의 얇은 흡수체를 배치하는 것이 바람직하다. 흡수체로 바꾸고, 광학 패턴 테이프 등 개구 패턴을 갖는 광굴절층을 사용하여 바람직하지 않은 입사 범위 내의 광을 임계각보다 큰 각도가 얻어지는 방향으로 리다이렉트하고, 또한 리다이렉트한 광을 유용한 광 입사 범위로 되돌리는 구성으로 해도 좋다.
- [0184] 도 3b 및 도 3c에서 예시되는 바와 같이, 저굴절률막이 광 가이드의 양면에 형성되어 있는 경우에는, 양면에서 흡수체 또는 리다이렉트법에 의해 임계각 미만의 광 입사에 대처하지 않으면 안된다.
- [0185] 또한, 상술한 제 3 실시형태와 같이, 인 커플링 광학계를 사용하여 광 입사를 고임계각과 저임계각 사이로 제한해도 좋다. 이에 따라, 광원으로부터 방사된 모든 광을 효율적으로 이용할 수 있다. 인 커플링 광학계는 광 가이드와 일체 형성 되어 있어도 좋고(도 17c), 광 가이드와는 별개의 소자로서 형성된 후에 광 가이드에 접촉되어도 좋다(도 17b). 후자의 구성으로서, 광원의 방사 개구의 직경과 동일한 직경을 가지는 광학 로드를 사용할 수 있다. 플라스틱 또는 유리의 로드가 2차원에서의 광 콜리메이션을 제공할 수 있다. 같은 광 제어가 볼 렌즈, 배럴 렌즈, 반구형 또는 프리즘형의 렌즈 등에 의한 에지 프로파일에 의해 달성될 수 있다.
- [0186] 일체화된 개구를 가지는 광 가이드는 독립한 엘리먼트로서 사용할 수 있다. 또는, 편면 또는 양면에서 기관에 라미네이트되어도 좋다. 프런트 라이트 엘리먼트의 경우, 일반적으로 양면에서 라미네이트된다. 백라이트 콘셉트에서는 라미네이트된 2개 이상의 광 가이드를 사용한다. 백라이트형이어도 프런트 라이트형이어도, 개구를 갖는 복수의 층이 각 층 또는 각 매체 내의 광을 제어한다.
- [0187] 광학적으로 투명한 클래드, 코팅 또는 필름의 경우, 실시형태의 광 가이드 구성은 프런트 라이트, 백라이트, 창이나 파사드의 조명, 사이니지 및 신호의 라이팅, 솔라 어플리케이션, 장식 조명, 라이트 실드, 마스킹, 집 루프 라이팅 등의 공공 또는 일반의 조명 등에 이용된다.
- [0188] 다른 실시형태에 있어서, 광 분배 엘리먼트/광 가이드 엘리먼트는 적어도 광 아웃 커플링 기능을 가지는 적어도 1개의 광학 기능 패턴을 갖는 광학 기능층을 구비한다. 광 가이드는 광학 필터 개구와, 예를 들면 아웃 커플링 패턴 등의 광학 패턴을 구비해서 실장된다. 이러한 광 가이드는 인 커플링된 광의 전파를 위한 기본 매체와, 균일성이 제어된 개구의 광학 필터 솔루션과, 광 아웃 커플링 및 그 분포 제어를 위한 광학 패턴층을 가지고 있어도 좋다. 광학 패턴층은 광학 프로파일을 가지는 얇은 매체이며, 그 기능성은 매체 내에서 임계각 이상($\geq \theta_c$)이 되는 입사각에 근거한다. 광학 패턴은 바람직하게는 균일하며, 일정한 밀도로 형성되어도 좋고, 전체 영역 또는 이산적으로 형성되어도 좋다. 광학 패턴은 소망의 조명 또는 신호 표시의 목적으로, 배치 밀도가 변화하도록 설계되어도 좋다. 광학 패턴층은 광학 필터 및 개구에 따라, 광 가이드의 아웃 커플링면의 편면 또는 양면에 적용될 수 있다. 광학 패턴층은, 전형적으로는 전체 또한 부분적인 표면 영역에서 평탄면 상에 형성된다. 또한, 광학 패턴층이 복수의 층을 포함하고, 각 층이 확산, 광 커플링, 편광(와이어 그리드), 신호 표시 등의 상이한 광

학 기능을 형성해도 좋다.

- [0189] 광학 패턴을 가지는 광학 기능층은 어플리케이션 고유의 설계가 이루어져도 좋다. 예를 들면, 불투명 백라이트, 고충전율(일반적으로는 일정 충전율)과 최대 커플링 효율을 가지는 조명 및 인디케이터 패널, 보다 낮은 충전율과 최적화된 효율을 가지는 투명한 백라이트, 프론트 라이트 및 조명 패널 등이다. 광 분포는 협분포, 광분포, 타원형, 대칭, 비대칭 등 다양하게 설계될 수 있다. 최대 효율은 연속적인 주기적 프로파일에 의해 달성될 수 있다. 투명 솔루션에서는 투명함, 흐림, 및 미광에 관해서, 최대 충전율을 최적화할 수 있다. 복수의 용도에 이용가능한, 연속적이고 효율적인 3차원의 광학 패턴을 구비하는 것은 큰 이익이다. 그러한 3차원 광학 패턴은 마스터 제작 비용과 제품 비용을 저감시키고, 대형 사이즈의 소자를 생산하는 것을 가능하게 한다.
- [0190] 2방향으로의 광 제어를 위해서, 하이브리드 패턴을 사용해도 좋다. 이 경우, 광 분포/광 가이드 소자에, 복수의 이산적 또는 연속적인 프로파일을 갖는 하이브리드 패턴으로서 구성되는 광학 기능 패턴이 형성된다.
- [0191] 하이브리드 패턴은 2방향 배광 제어를 위한 3차원 광학 형상을 가지고, 다양한 조명 목적으로 적용가능하다. 하이브리드 패턴은 이산적인 픽셀, 프로파일, 연속적 또는 부분적으로 연속적인 프로파일에 근거한다. 패턴 프로파일은 적어도 부분적으로 리니어한 배치, 커브 또는 정현파상의 배치, 지그재그 배치, 랜덤 또는 준 랜덤한 배치 등에 의해 형성된다. 높이의 변화를 포함시키고, 상이한 프로파일의 조합도 좋다. 패턴 벽의 각도 프로파일은 영역 전체에서 일정 각도, 또는 각도 변화를 가지는 대칭 또는 비대칭한 각도로 형성된다. 정현파의 배향을 갖는 하이브리드 패턴은 패턴 벽의 최적화된 각도 및 주기, 진폭 및 주파수에 의해, x-y축의 광 분포에 영향을 미친다.
- [0192] 패턴 프로파일은 다양하게 설계되고, 예를 들면 종방향의 광 분포 제어를 위해 상이한 블레이즈 프로파일 각도로 하는 등 다양한 형상이나 프로파일을 가질 수 있다. 패턴 프로파일은 상이한 목적 및 목적에 맞춰서 최적화되고, 따라서 복합 패턴은 수많은 상이한 패턴 배리에이션에 근거할 수 있다.
- [0193] 필름으로서 실현되는 하이브리드 솔루션은 리니어 패턴이 통상 발생시키는 광 스트레이크를 회피함으로써, 균일 성능을 향상시킨다. 또한 비리니어 패턴 솔루션에 의해, 무아레 효과도 회피할 수 있다. 또한, 높은 충전율에 의해 광 가이드 상의 광학적인 결함을 덮을 수 있다.
- [0194] 단일 필름에서의 하이브리드 패턴은 종래의 2장의 휘도 강화 프리즘 필름, 또한 2장의 라미네이트된 프리즘 시트로 교체할 수 있다. 여기에서 제공되는 하이브리드 필름은 라미네이션을 위한 평탄한 표면을 톱면과 저면에 가지면서, 에어캐비티 패턴을 가지고 있어도 좋다.
- [0195] 하이브리드 패턴 필름의 기능은, 전형적으로 매체의 임계각보다 큰 입사광 각도에서의 전반사에 근거한다. 이것은 매체의 임계각보다 작은 입사광으로 아웃 커플링된 광에 근거하는 종래의 프리즘 시트와는 상이하다.
- [0196] 하이브리드 패턴은 리소그래피법, 미세 가공, 또는 이들의 조합을 포함하는 다양한 방법에 의해 제조된다. 마스터 툴은, 전형적으로는 대량 생산용 롤·투·롤 생산에 사용되는 드럼 툴이다.
- [0197] 광학 기능층에 형성되는 적어도 1개의 광학 패턴은 홈, 리세스, 도트, 픽셀 등으로부터 선택되는 요철에 의해 형성되어도 좋다. 이들의 요철은 구형과, 블레이즈 회절 격자, 경사, 프리즘, 사다리꼴, 반구, 및 이들과 유사한 것으로부터 선택되는 단면 요철 프로파일을 갖는다. 길이방향의 형상으로서의 직선, 곡선, 파상, 정현파, 및 이들과 유사한 것으로부터 선택된다.
- [0198] 도 7은 광 분포 필터(Light Directing(Distributing) Filter; LDF)를 사용한 광 가이드 스택(A)과, 개구(131)를 갖는 저굴절률층(B)과, 광학 캐비티(141)의 패턴(C)을 나타낸다. 광 가이드 스택(A)에서는 광 가이드(14)에 광학 캐비티(141)가 형성되어 있다. 광 가이드(14)의 광 인출면에 저굴절률층(15)이 형성되고, 반대측의 면에 개구 패턴을 갖는 저굴절률층(13C)이 형성되어 있다. 이것은 하이브리드 구성의 일례이다.
- [0199] 도 8a는 광 분포 필터를 사용한 광 가이드 구조의 구성예를 나타내는 도면이다. 도 8a의 (a)는 내부에 에어캐비티(83)가 형성된 하이브리드 프리즘을 사용했을 때의 강도 분포를 나타내고, 도 8a의 (b)는 표면 패턴을 갖는 하이브리드 프리즘을 사용했을 때의 강도 분포이다.
- [0200] 구성(a)에서는 패턴이 형성되어 있지 않은 광 가이드(14)의 이면에 리플렉터(81)가 형성되어 있다. 광 가이드(14)의 광 인출측에는 분포 밀도에 구배를 갖는 저굴절률(88)과, 균일한 에어캐비티 패턴을 갖는 하이브리드 프리즘 필름(85)과, 디퓨저(82)가 이 순서로 적층되어 있다. 하이브리드 프리즘 필름(85)의 내부에 형성된 에어캐비티(83)에 의해 X-Y 면내의 광 분포가 제어된다.

- [0201] 구성(b)에서는 패턴이 형성되어 있지 않은 광 가이드(14)의 이면에 리플렉터(81)가 형성되어 있다. 광 가이드(14)의 광 인출측에는 분포 밀도에 구배를 갖는 저굴절률(88)과, 균일한 패턴의 하이브리드 프리즘 필름(86)과, 디퓨저(82)가 이 순서로 적층되어 있다. 하이브리드 프리즘 필름(86)의 패턴은 X-Y 면내의 광 분포를 제어한다.
- [0202] 도 8b는 광 분포 필터를 사용한 광 가이드 구조의 구성예를 나타내는 도면이다. 도 8b의 (a)는 내부에 에어캐비티를 갖는 하이브리드 프리즘을 최상층에 사용했을 때의 강도 분포를 나타내고, 도 8a의 (b)는 표면에 패턴을 갖는 하이브리드 프리즘을 최상층에 사용했을 때의 강도 분포이다.
- [0203] 구성(a)에서는 광 가이드의 저면측에 광학 기능층(13A)과 리플렉터(81)가 형성되고, 상면에 광학 기능층(15), 디퓨저(82), 캐비티 부착된 하이브리드 프리즘 필름(85)이 이 순서로 형성되어 있다. 광학 기능층(13A)은 제 1 실시형태에서 설명한 바와 같이, 도면의 하측에 볼록의 광학 소자에 의해 형성되는 에어캐비티를 갖는다. 하이브리드 프리즘 필름(85)의 내부에 형성된 에어캐비티(83)에 의해, X-Y 면내의 광 분포가 제어된다.
- [0204] 구성(b)에서는 광 가이드의 저면측에 광학 기능층(13A)과 리플렉터(81)가 형성되고, 상면에 광학 기능층(15), 디퓨저(82), 표면 패턴을 갖는 하이브리드 프리즘 필름(86)이 이 순서로 형성되어 있다. 광학 기능층(13A)은 제 1 실시형태에서 설명한 바와 같이, 도면의 하측에 볼록의 광학 소자에 의해 형성되는 에어캐비티를 갖는다. 하이브리드 프리즘 필름(86)의 표면에 형성된 광학 패턴에 의해, X-Y 면내의 광 분포가 제어된다.
- [0205] 도 9a는 2방향의 광 제어를 위한 하이브리드 패턴(90A)을 나타낸다. 하이브리드 패턴(90A)은 개개의 하이브리드 패턴 픽셀(91A)이 연속적으로 연결된 하이브리드 패턴 프로파일을 갖는다.
- [0206] 도 9b는 2방향의 광 제어를 위한 하이브리드 패턴(90B)을 나타낸다. 하이브리드 패턴(90B)은 연속 하이브리드 패턴 필름으로 형성되고, 개개의 하이브리드 패턴(91B)의 그레이팅은 도 9a보다 조밀하다.
- [0207] 도 10은 2방향 광 제어를 위한 광학 패턴의 다른 예를 나타낸다. 도 10의 (A)는 하이브리드 패턴(90)의 3D 형상의 일반식을 나타낸다. 도 10의 (B)는 하이브리드 패턴(90)의 단면 프로파일이다. 도 10의 (C)는 하이브리드 패턴(90)의 단면 형상과 치수를 나타낸다. 도 10의 (D)는 하이브리드 패턴(90)의 주기를 나타내는 측면도이다.
- [0208] 도 11은 광 가이드에 있어서의 패턴의 예로서, 하이브리드 패턴과 리니어 패턴을 나타낸다. 리니어 패턴(B)에서는 광의 줄무늬가 관찰되지만, 하이브리드 패턴(A)에서는 광의 줄무늬는 관찰되지 않는다.
- [0209] 도 12는 광 분포 필터 필름의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 모두, 2방향의 광 제어를 위한 하이브리드 패턴의 콘셉트 내에서, 20개의 LED와 디퓨저를 사용한 소형의 PMMA 광 가이드와, 저굴절률 개구를 갖는 백라이트 모델을 사용하고 있다. 단, 상이한 프리즘을 사용하여 에어캐비티 패턴 프로파일을 바꾸고 있다.
- [0210] 도 13은 손가락 센서 또는 지문 센서용의 신호 광 가이드의 콘셉트를 나타내는 도면이다. 상술한 광학 패턴을 가지지 않는 LDF 구성은 센서용 단일의 광 가이드로서 사용할 수 있다. 손가락, 지문 등으로부터의 센서 신호를 처리할 때에, 좁은 신호 분포 각도를 실현할 수 있다. 신호 분포 각도는 굴절률값의 다른 저굴절률 층의 조합에 의해 튜닝 유리 상에서 튜닝가능하다. 예를 들면, 광 가이드의 상부 클래드의 굴절률($R_i:1.18$)과 하부 클래드의 굴절률($R_i:1.25$)을 상이하게 함으로써, 간섭 무늬 등의 모양이 광 가이드 상에서 시인 또는 관찰되지 않는다. 광산란이 억제되어 콘트라스트가 높게 유지된다.
- [0211] 도 14는 신호 광 가이드의 구성예를 나타낸다. 굴절률(R_i)이 1.18로부터 1.25의 범위에서 조합되어 있지만, 이 예에 한정되지 않고 다른 조합도 가능하다. 이 구성은 싱글 LED 구성에도 멀티 LED 구성에도 적용가능하다. 두꺼운 유리 플레이트(G)를 사용한 경우에도, 다방향 크로스 토크는 낮다. 유리의 굴절률을 1.51로 했을 때에, 전체 LED 광 중 2.7%만이 튜닝 유리에 파고 들어간다.
- [0212] 도 15a와 도 15b는 9점에서의 지문 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 15a에서, 일반적으로 광 가이드로부터의 광 인출에 의해, 광 파워는 광 가이드 패스를 따라 서서히 감소한다. 도 15b와 같이, 다방향 크로스 토크가 없는 경우, 고스트상은 형성되지 않고, 선명하고 공간적으로 정확한 신호를 취득할 수 있다.
- [0213] 도 16은 상이한 지문과 LED를 사용한 별도의 셋업에서의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 16의 (A)는 3개의 LED를 사용하여, 중심으로부터 떨어진 코너에 지문이 묻은 모델로 계산되어 있다. 신호의 강도는 20Nits 이하이다. 빔이 약간 왜곡되어 있다.
- [0214] 도 16의 (B)는 3개의 LED를 사용하여, 사이드 에지에 지문이 묻은 모델로 계산되어 있다. 신호의 강도는 40Nits 이하이다. 아주 약간이지만, 고스트가 관찰된다. 이것은 광선 트레이스의 영향이라고 생각된다.
- [0215] 도 16의 (C)는 1개의 LED를 사용하여, 중심에 지문이 묻은 모델로 계산되어 있다. 신호의 강도는 30Nits 이하이

다. 선명한 신호가 관찰된다.

- [0216] 도 15와 마찬가지로, 도 16에서도 다방향 크로스 토크가 없고, 실질적인 고스트상은 형성되어 있지 않다.
- [0217] 손가락 그 외의 아이템에서 반사되지 않고 센서 또는 디스플레이 상에 입사되는 광이 거의 제로(0)%가 되도록, 신호의 지향성이 정확히 제어된다. 신호 분포를 좁게 함으로써 두꺼운 유리 플레이트이어도 다방향 크로스 토크는 작다. 또한, 고스트의 발생은 최소한이다. 신호원은 단일의 LED, 복수의 LED, 또는 레이저 컴포넌트를 사용해도 좋다.
- [0218] 광학 패턴의 경우, 필요에 따라서 신호를 2방향(X-Y)으로 콜리메이트할 수 있다. 필요에 따라서 90%를 초과하는 균일성을 달성할 수 있다.
- [0219] 상술의 신호 광 가이드는 500mm~1000m의 사이즈로 설계가능하며, 일반적으로 롤·투·롤의 생산 라인에서 사이즈 조정된다. 이 경우, 균일하고 연속한 구조체를 각각 필요한 사이즈로 절단할 수 있다.
- [0220] <마스터의 제작>
- [0221] 광학 마스터의 제작은 특히 큰 사이즈에서는 비용이 비싸고 어렵다. 고도한 광 가이드 광학계의 마스터 및 롤의 제작은 그 사이즈의 대소를 불문하고 매우 어렵고, 비용이 든다.
- [0222] 그래서, 본 발명은 다이아몬드 절단 또는 리소그래피법에 의해 대형의 마스터 롤을 제조하고, 롤·투·롤법에 의해 기본 패턴 필름을 대량 생산하는 것을 제안한다. 기본 패턴 필름은 패턴 상에 레지스트를 도포하고, 마스크 리소그래피 노광과 현상에 의해 제작할 수 있다. 형성된 개구 내에 전기 도금으로 금속막을 형성함으로써 마스크 패턴이 복제된다. 예를 들면, 니켈 심을 광학 필름 및 시트를 제조하는 톨로서 사용할 수 있다.
- [0223] 도 18a~도 18e는 마스터 제작 프로세스의 일례를 나타낸다. 도 8a에서, 다이아몬드 사인파에 의한 커팅으로 표면 패턴이 형성된 서브 마스터(189)를 사용하여, 임프린트법에 의해 베이스 플라스틱 기관(181)에 패턴을 전사한다. 서브 마스터(189)의 폭은 1m 이상의 사이즈로 대형화가능이다.
- [0224] 도 8b에서, 전사 패턴(182)을 갖는 베이스 플라스틱 기관(181)에 포토레지스트(185)를 도포한다. 도 8c에서, 마스크를 통한 노광 또는 직접 노광을 행하여 현상함으로써, 포토레지스트(185)의 소망의 개소가 제거되어 부분적으로 전사 패턴(182)이 노출된다.
- [0225] 도 8d에서, 예를 들면 니켈 도금을 행하여 베이스 플라스틱 기관(181)을 떼어냄으로써, 도 8e와 같이 광 가이드 복제용의 니켈 스탬퍼(180)가 얻어진다. 이 니켈 스탬퍼(180)는 일례로서, 주기적인 블레이즈 프로파일을 위한 랜덤한 도트 패턴을 가지고 있다.
- [0226] 도 19는 실시형태의 구조체의 윈도우 조명에의 적용예를 나타낸다. 창(200)에, 광학 기능층(202)을 포함하는 적층체(201A)를 부착(라미네이트)함으로써 태양광, 조명광을 입사측과 반대측(예를 들면, 실내)에 효과적으로 도입할 수 있다. 적층체(201A)는 에어캐비티(203A)를 갖는 광학 기능층(202)과, 투명한 광학 접착층(204)을 갖는다. 광학 기능층(202)은 폴리머, 유리 필름 등으로 형성가능하다. 광학 기능층(202)을 광학 접착층(204)에서 창(200) 중 어느 하나의 면에 포함시킴으로써 광의 혼잡량을 증대할 수 있다.
- [0227] 도 20은 상이한 패턴의 에어캐비티(203B)를 갖는 광학 기능층(202)을 포함하는 적층체(201B)를 나타낸다. 이러한 캐비티 패턴도 유효하게 사용할 수 있다.
- [0228] 도 21a는 도 19의 광학 기능층(202)의 제작 방법을 나타낸다. 도 21은 접착제 프리의 라미네이션법이다. 패턴이 없는 제 1 필름(211)과, 표면에 소망의 패턴(214)이 형성된 제 2 필름과 212를, 접착제 프리로(예를 들면, 마이크로파 표면 처리에 의해) 접합한다. 제 1 필름(211)과 제 2 필름은 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC) 등으로 형성된다. 접합에 의해, 에어캐비티(213)가 형성된다.
- [0229] 도 21b는 도 19의 광학 기능층(201a)의 다른 제작 방법을 나타낸다. 도 22에서는 2개의 필름을 접착층(216)으로 접착한다. 접착층의 두께는 1~3 μ m 정도이다. 제 2 필름(212)과 접착층(216)에 의해, 에어캐비티(213)가 형성된다. 접합시에, 프리큐어된 접착제가 캐비티 패턴 내에 들어가지 않도록 한다.
- [0230] 접합 방법은 에어캐비티의 형상에 영향을 주지 않는 어떠한 방법을 사용해도 좋다. 예를 들면, 라미네이트 표면에, VUV 광(진공 자외선)원 또는 APP(대기 플라즈마)에 의한 전처리를 실시하고, 그 후에 일정 압력 하에서 라미네이트함으로써 화학적인 결합이 얻어진다. 이 방법은 양호한 기계적 강도를 달성할 수 있다.
- [0231] 도 25는 광학 캐비티(141a)가 형성된 실시형태의 광 가이드(14)를 사용함으로써 미광 억제 효과를 나타내는 도

면이다. 모델로서, 마이크로렌즈형의 광학 캐비티(141a)를 내부에 갖는 광 가이드(14)를 포함하는 제 1 부분(251)과, 마이크로렌즈형의 광학 캐비티(141b)를 내부에 갖는 광 가이드(14)를 포함하는 제 2 부분(252)을 사용한다. 광학 캐비티(141a)와 광학 캐비티(141b)의 볼록부는 같은 광 인출 방향(지면의 상측)을 향하고 있다. 광학 캐비티(141a)와 광학 캐비티(141b)의 저면측이 미광을 놓아주는 측이다.

[0232] 제 1 부분(251)의 저면에 광학 접착제(253)로 저굴절률의 광 흡수층(254)을 접착하고, 제 2 부분(252)의 상면에 광학 접착제(253)로 저굴절률의 광 흡수층(254)을 접착한다. 광 구중층(254)끼리를 마주보게 하고, 제 1 부분(251)의 상면으로부터의 광 인출 강도와, 제 2 부분(252)의 저면으로부터의 미광의 강도를 계산한다.

[0233] 미광의 강도에 대한 인출 광의 강도($I_{\text{ext}}/I_{\text{stray}}$)의 비를 콘트라스트라고 하면, 콘트라스트비는 44로 매우 높다.

[0234] 도 26은 비교예로서, 표면에 패턴이 형성된 종래의 광 가이드(340)를 사용했을 때의 콘트라스트비의 시뮬레이션 결과이다. 도 25와 마찬가지로, 각각의 부분에 광학 접착제(253)로 저굴절률의 광 흡수층(254)이 접착되어 있지만, 광 흡수층(254)를 최외층으로서, 2개의 광 흡수층(254) 사이에 목적 광과 미광이 출사한다.

[0235] 이 구성에서 콘트라스트비는 3이며, 도 25의 구성과 비교해서 시인성이 매우 나쁘다. 실시형태에서, 내부에 에어캐비티가 형성된 광 가이드를 사용함으로써 콘트라스트 또는 시인성을 크게 향상시킬 수 있는 것을 알았다.

[0236] 도 27과 도 28은 반사방지막 부착된 윈도우 조명의 개념을 나타낸다. 어느 쪽의 도에서도, 광 인출면에 AR막(145)이 형성되어 있다. 도 27에서는 폴리머로 형성된 광 가이드(271)의 광 인출면에 AR막(145)이 형성되고, 반대측의 면에 광학 접착층(272)에 의해 광학 기능층(273)이 형성되어 있다. 광학 기능층(273)은 광원(21)으로부터 출력되고, 광 가이드(271)의 에지로부터 입사하는 광을 효율적으로 AR막(145)의 방향으로 리다이렉트한다. 미광은 AR막으로 억제되고, 한편 목적의 광은 화살표의 방향으로 충분히 인출된다. 광학 기능층(273)이 가지는 광학 패턴은 일정한 패턴이어도 좋고, 밀도 또는 점유율에 구배를 갖는 패턴이어도 좋다.

[0237] 도 28에서는 도 27의 광 가이드(271)의 광 인출면측에 유리의 커버(17)가 적층되고, 커버(17)의 표면에 AR막(145)이 형성되어 있다. 이 구성에서도, 광학 기능층(273)이 광 가이드(271)에의 입사광을 효율적으로 AR막(145)의 방향으로 리다이렉트한다. 도 27과 도 28 중 어느 쪽의 구성도, 양면 조명으로 확장가능하다.

[0238] 도 29와 도 30은 착탈가능한 광학 디바이스의 구성예를 나타낸다. 도 29에서는 도 27의 구성의 적층체를 박리가능한 광학 접착층(276)으로 디스플레이 등의 광학 매체층(11)에 분리가능하게 접착한다. 광 가이드(271)와 광학 접착층(276) 사이에, 저굴절률층(275)이 삽입된다.

[0239] 도 30에서는 도 28의 구성의 적층체를 박리가능한 박리가능한 광학 접착층(276)으로 디스플레이 등의 광학 매체층(11)에 분리가능하게 접착한다. 도 29와 도 30의 구성은 포스터, 광고 등 교체가 상정되어 있는 표시물의 표시에 최적이다.

[0240] 이상, 특정 구성예에 의거하여 실시형태를 설명했지만, 다양한 변형예, 적용예가 가능하다. 매립형 캐비티를 갖는 광 가이드를 사용한 투명 솔루션은 사이니지, 투명한 휴대폰 단말 또는 태블릿, 투명한 VR 디스플레이, 마케팅 윈도우 등 다양한 어플리케이션이 있다.

[0241] 실시형태의 광학 디바이스에서, 제 1 표면에서 광을 인출/아웃 커플링하고, 제 2 표면은 아웃 커플링 없이 광을 전파 또는 지향시켜, 바람직하지 않은 프레넬 반사 또는 미광을 광 가이드로부터 누설하지 않는다. 광학 기능층에 주기적 패턴이 사용되는 경우, 자의 광학 기능층과 제 2 표면은 서로 협동해서 광의 리다이렉트와 인출(아웃 커플링)을 개선한다.

[0242] 또는, 제 1 개의 표면으로부터 광을 인출/아웃 커플링하고, 제 2 표면은 아웃 커플링 없이 광을 전파 또는 지향시켜, 바람직하지 않은 방향으로의 프레넬 반사를 최소로 한다.

[0243] 제 1 표면과 제 2 표면 중 적어도 일방에, 프레넬 반사를 최소화하기 위해 AR 패턴, 다층 코팅, 저굴절률 코팅에 의한 광대역 반사방지 효과를 갖는 AR코팅, 또는 반사방지 구조가 형성되어도 좋다.

[0244] 광학 패턴의 프로파일 또는 패턴 형상은 구형과, 블레이즈 회절 격자, 경사, 마이크로 렌즈, 사다리꼴 등 적절하게 설계된다. 광학 패턴을 에어캐비티로 하는 경우에, 에어캐비티의 계면에 AR 코팅, AR 패턴 등을 형성해도 좋다. 에어캐비티를 2개의 필름의 라미네이션으로 형성하는 경우에는 패턴이 없는 쪽의 필름에 미리 AR 코팅 또는 AR 패턴을 형성하고 있어도 좋다.

[0245] 광학 패턴의 사이즈는 인간의 눈으로 시인되지 않을 정도로 작을(예를 들면, 적층방향으로의 사이즈가 $20\mu\text{m}$ 이하) 것이 바람직하다. 이것보다 큰 사이즈로 할 때는 AR 코팅 또는 AR 패턴과 병용하여 시인되지 않도록 해도

좋다.

[0246] 이 출원은 2018년 3월 22일에 미국 특허 상표청에 출원된 미국 가출원 제62/646461호의 전체 내용을 포함하는 것이다.

부호의 설명

[0247] 10, 10A~10D, 30A, 30B, 40A, 40B, 100A, 100B 광학 디바이스

11 광학 매체층

13, 23 저굴절률층(제 2 광학 기능층)

131, 132 개구

13A 광학층(제 2 광학 기능층)

133, 135 광학 돌기

134 에어캐비티

14, 174, 274 광 가이드

141 광학 캐비티

15 저굴절률층(제 1 광학 기능층)

21 광원

31, 32 광 흡수층

33, 34 리다이렉트층

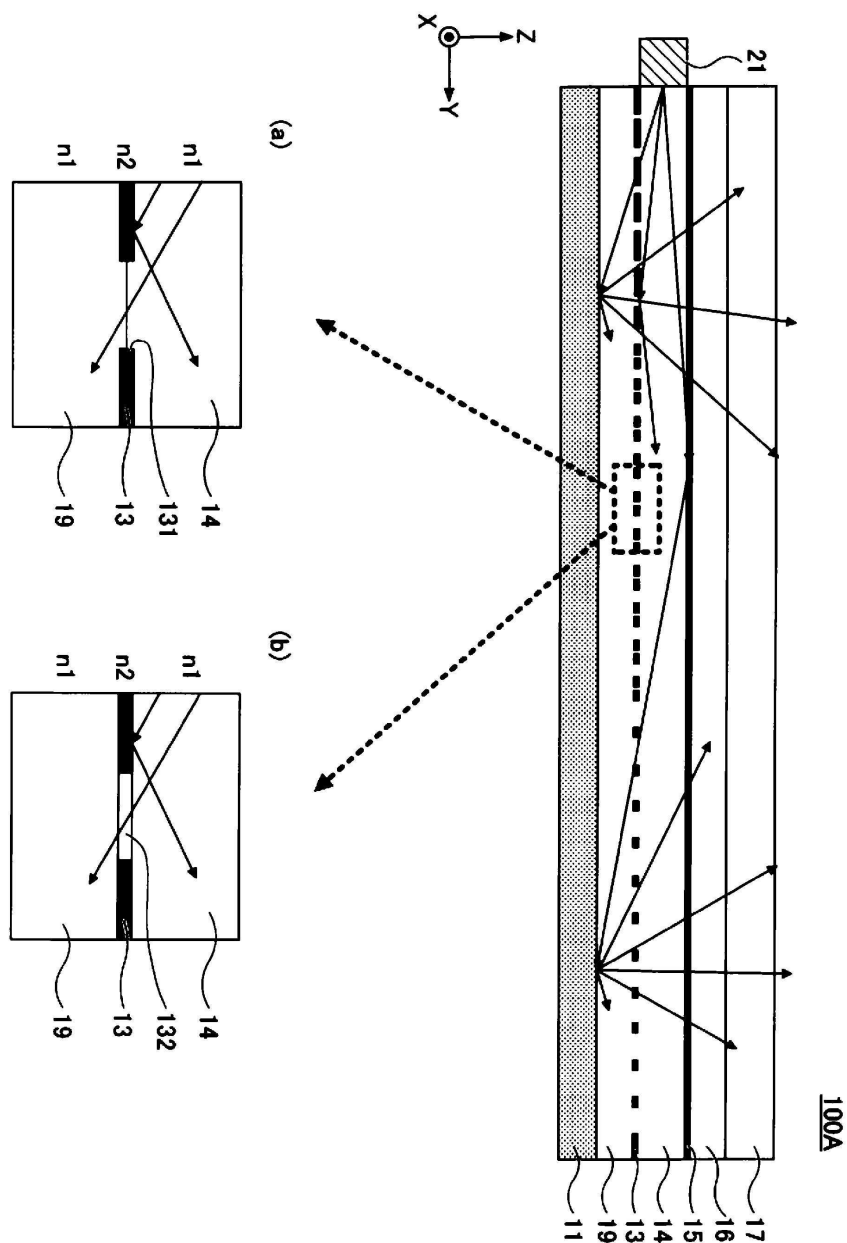
170 인 커플링 광학계

171 광학 소자

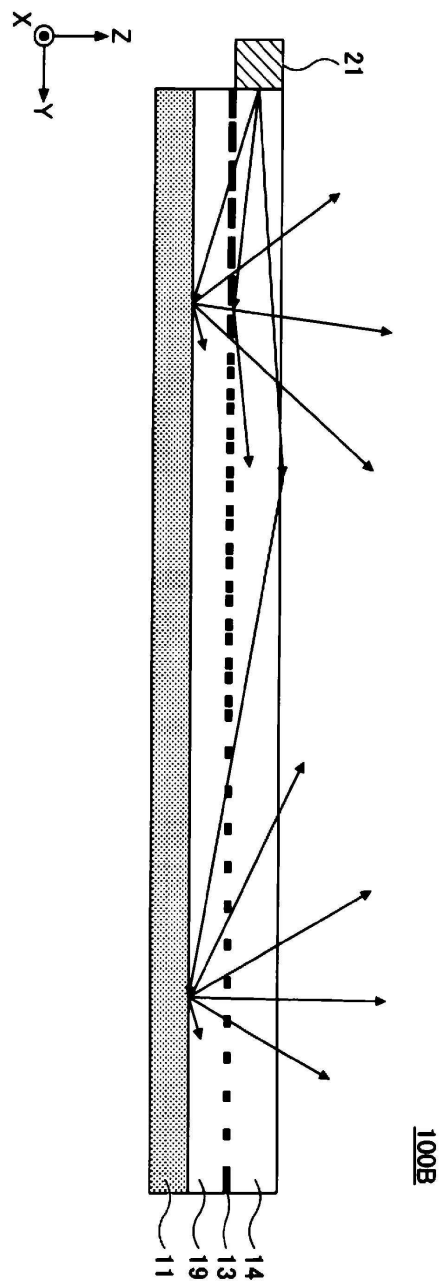
173 에어캐비티

도면

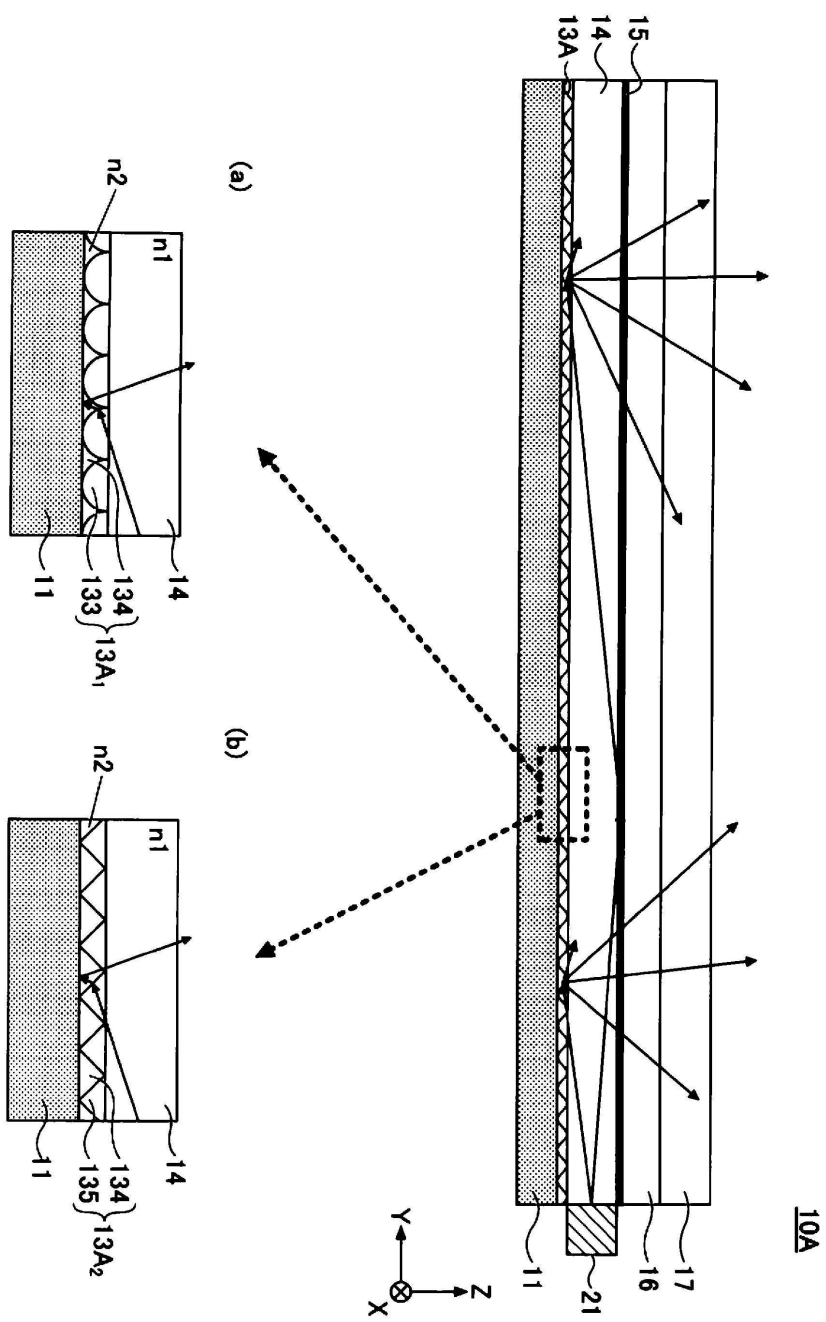
도면1a



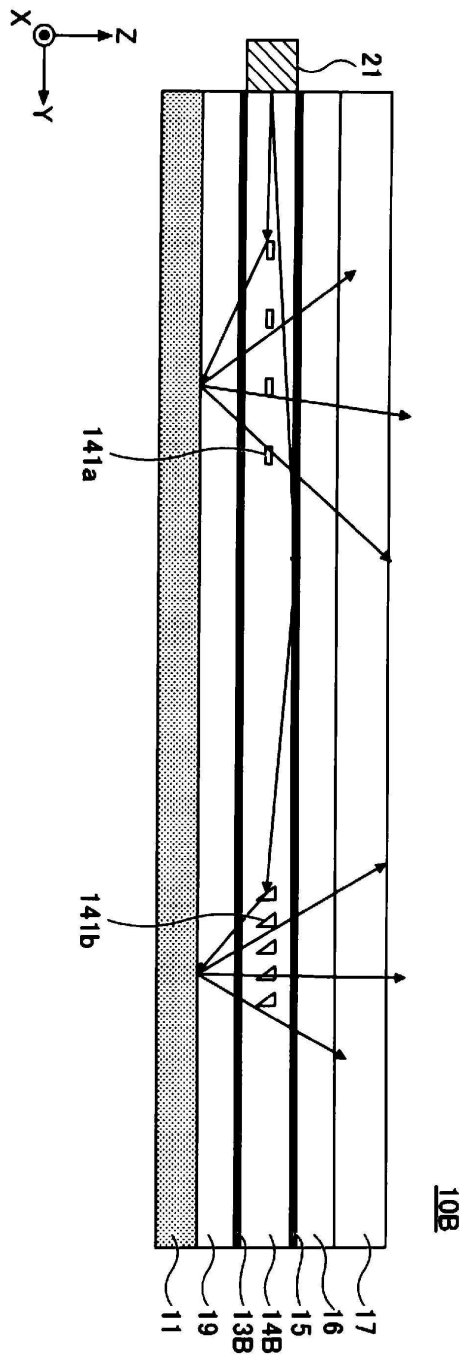
도면1b



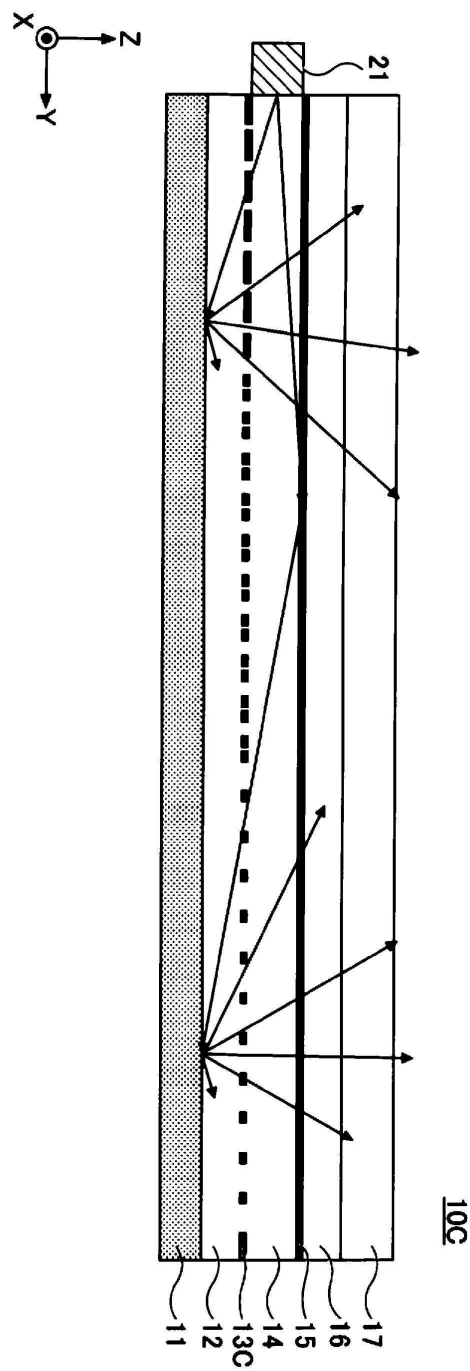
도면2a



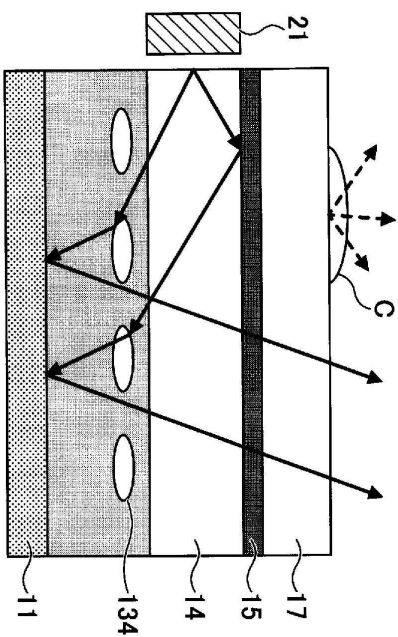
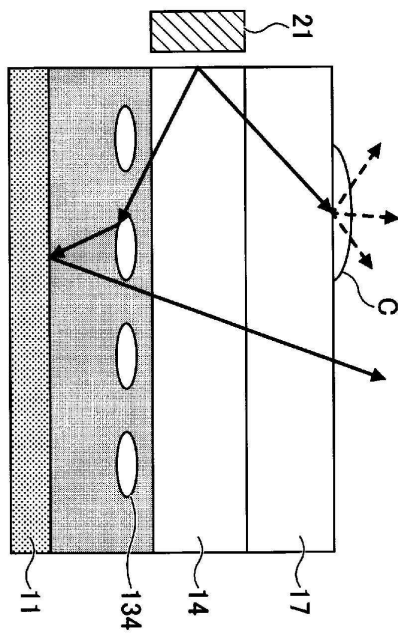
도면2b



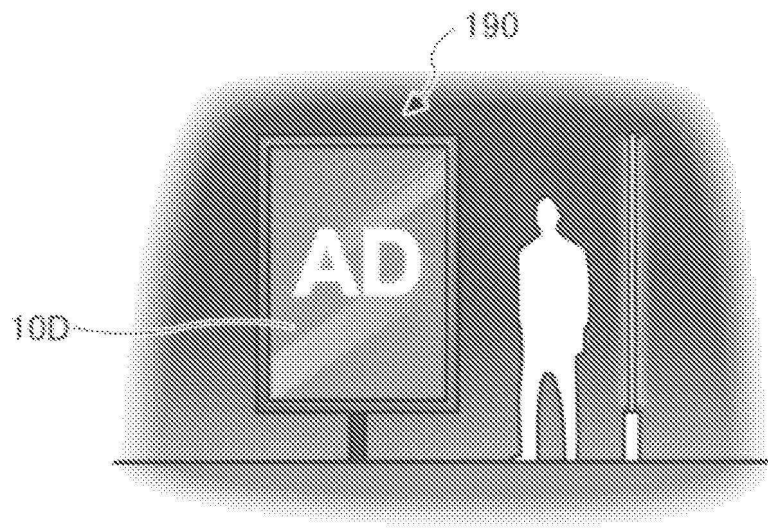
도면2c



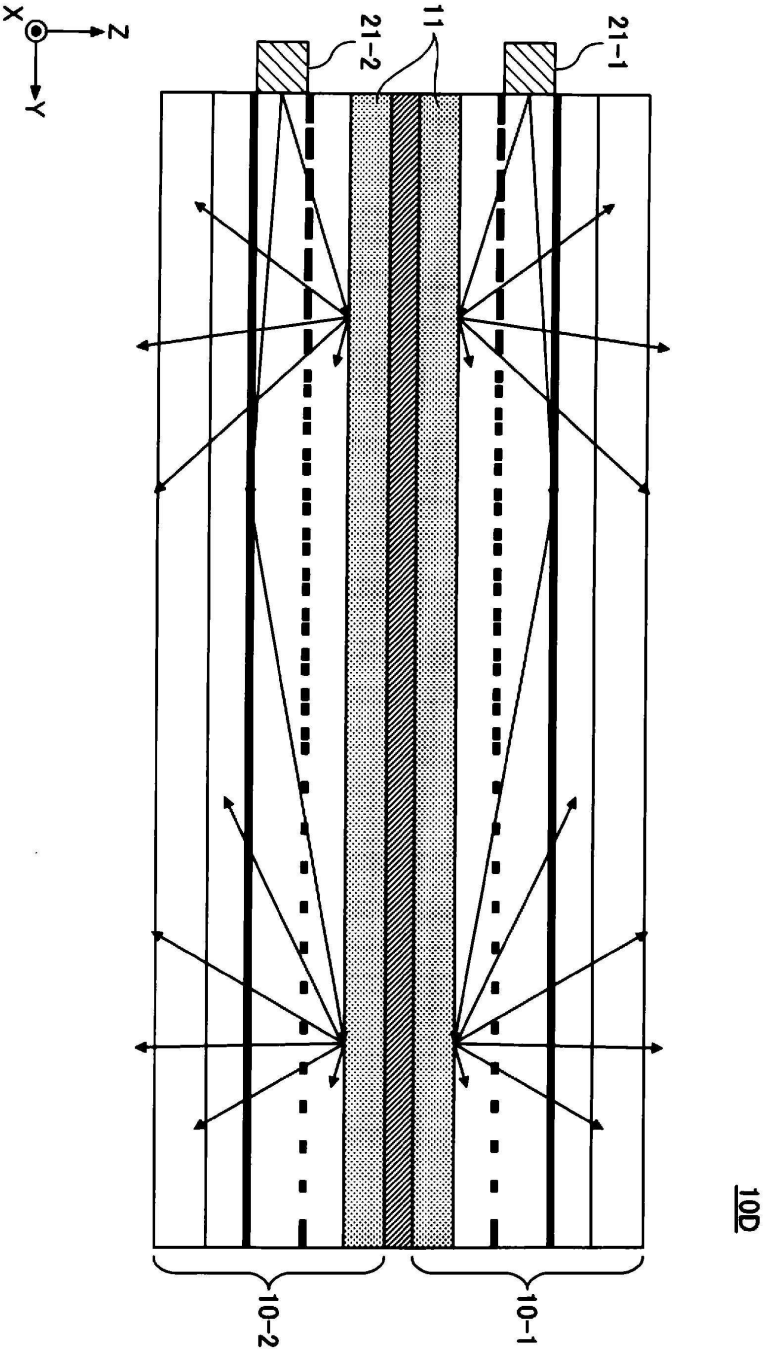
도면2d



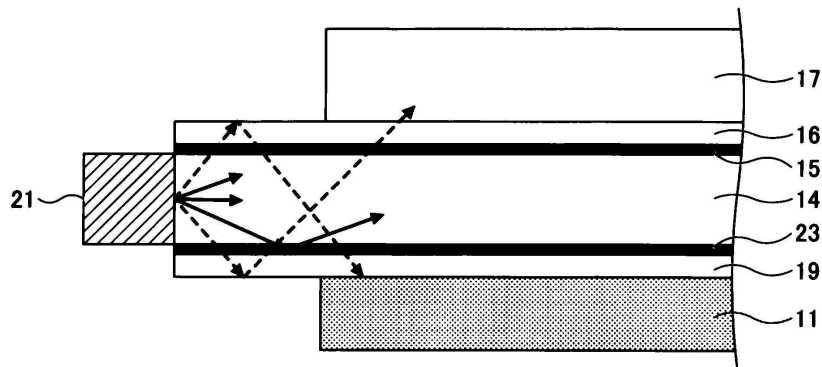
도면2e



도면2f

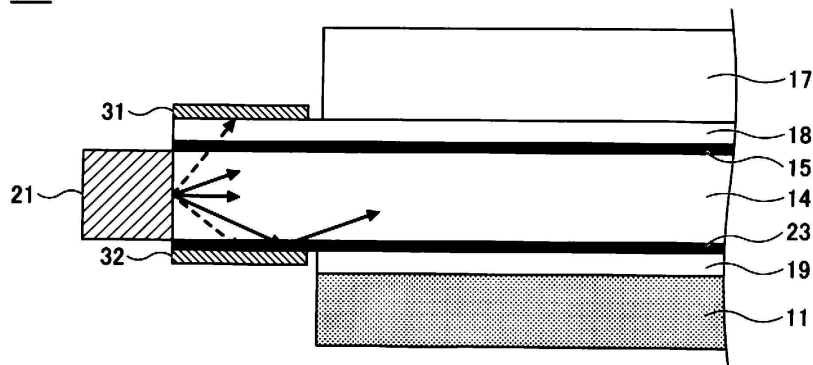


도면3a



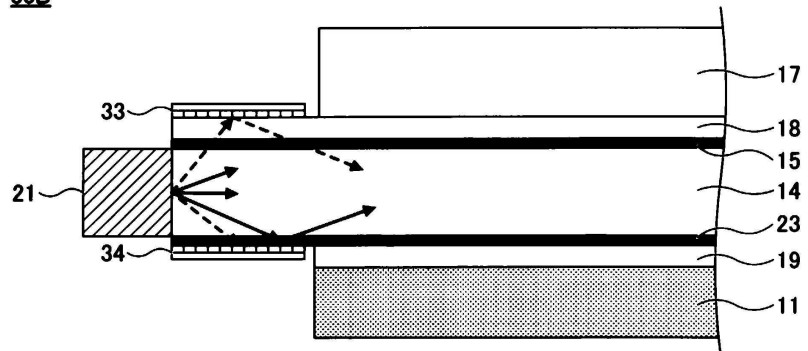
도면3b

30A

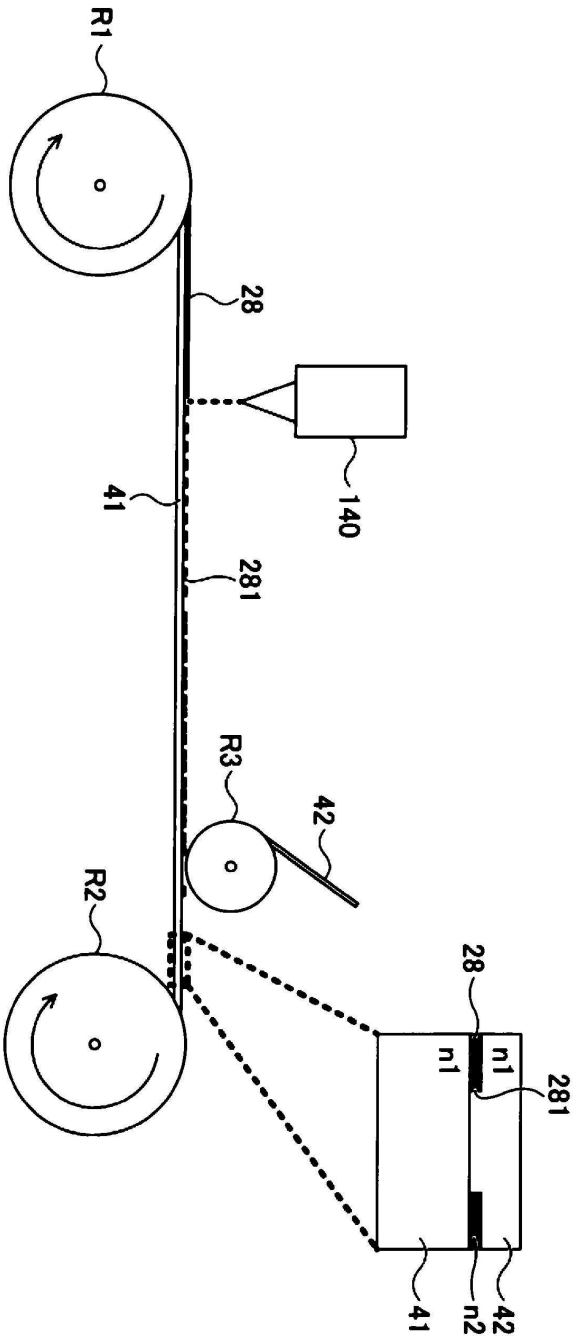


도면3c

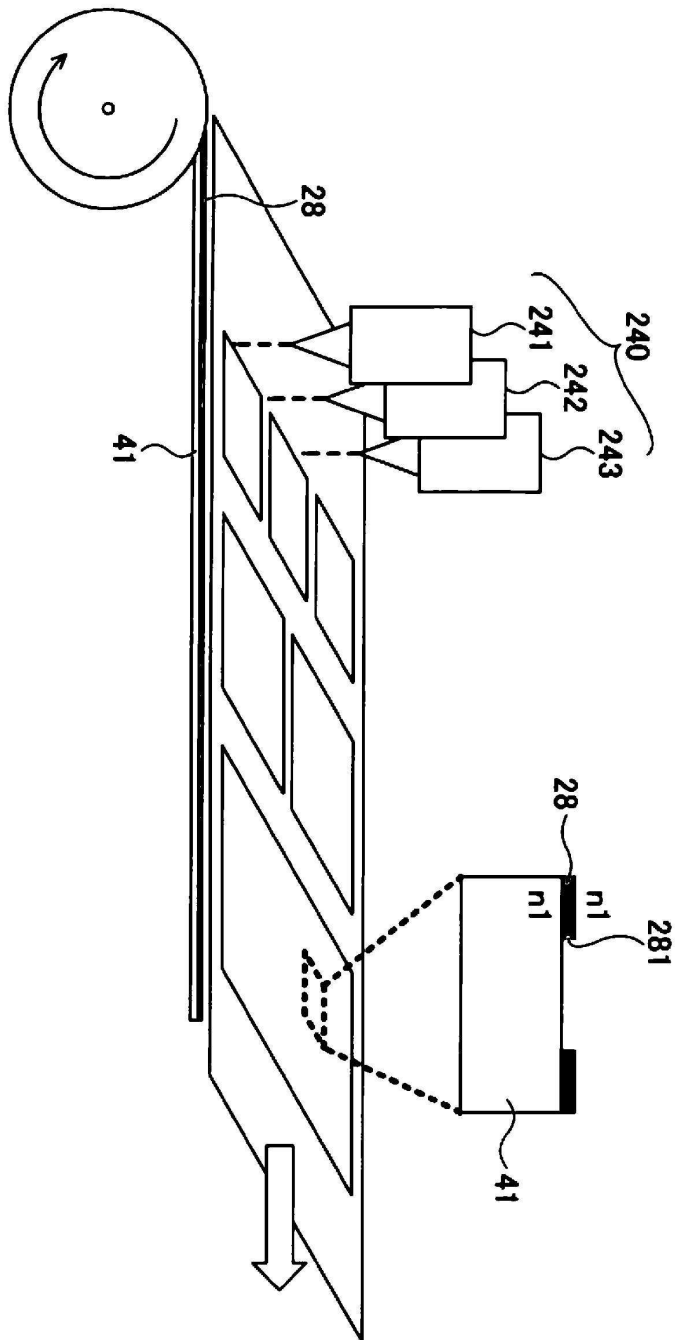
30B



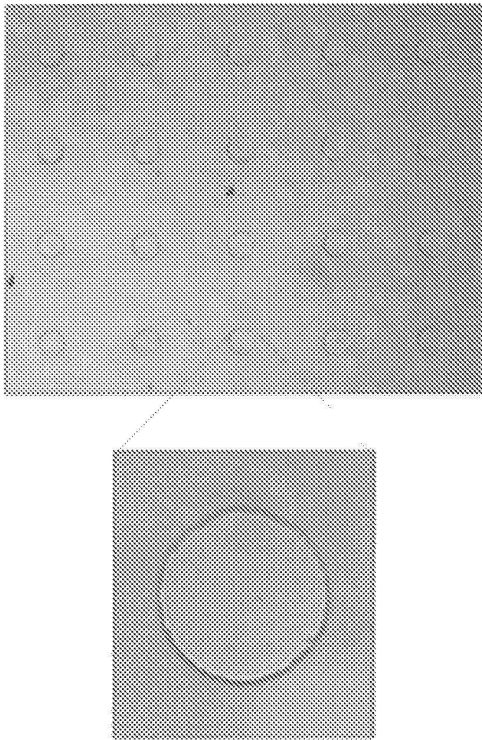
도면4



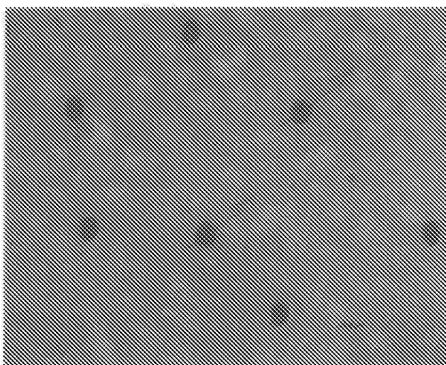
도면5



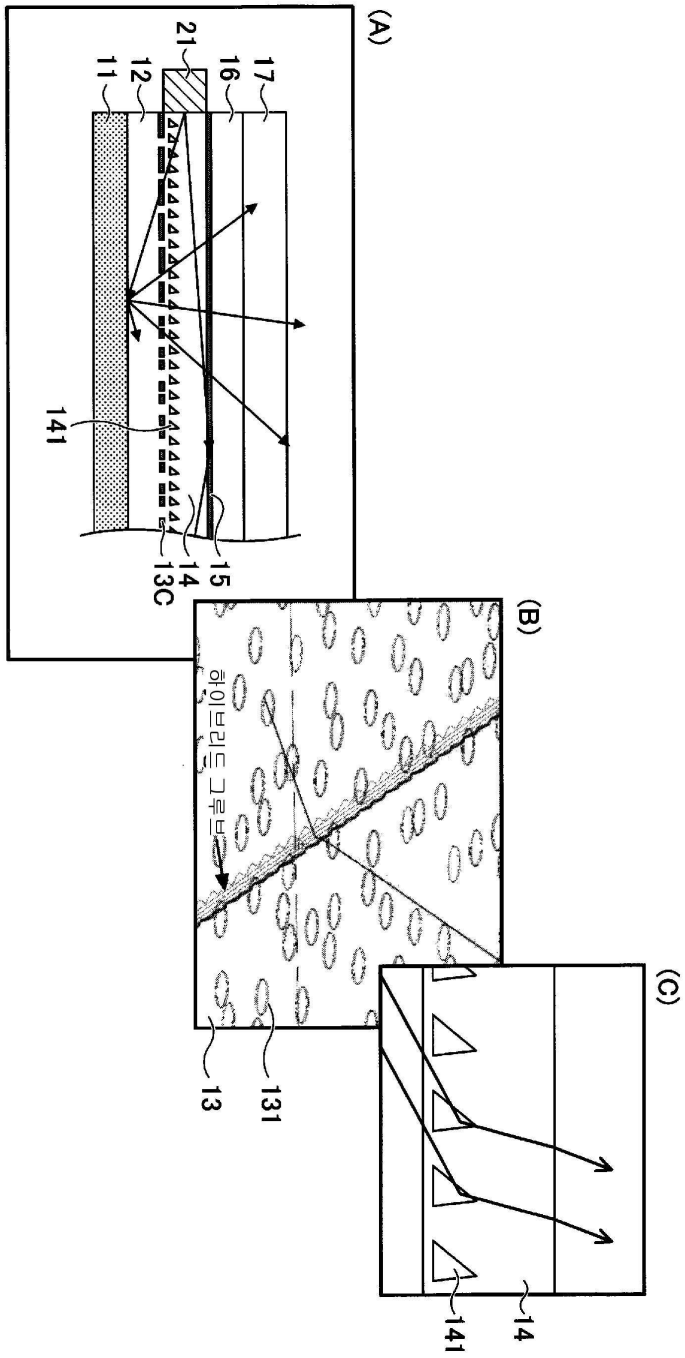
도면6a



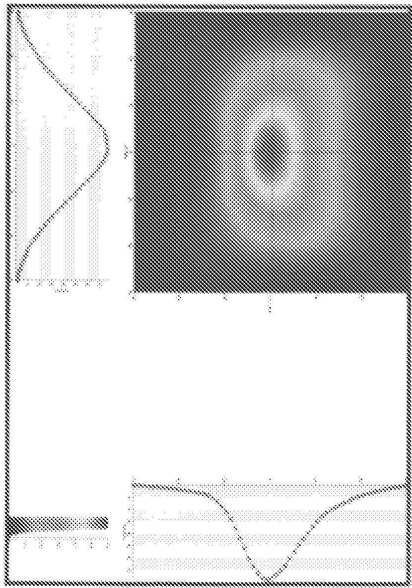
도면6b



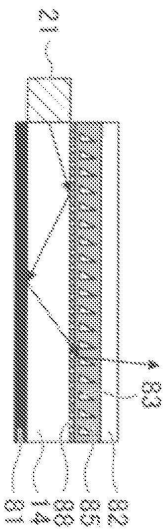
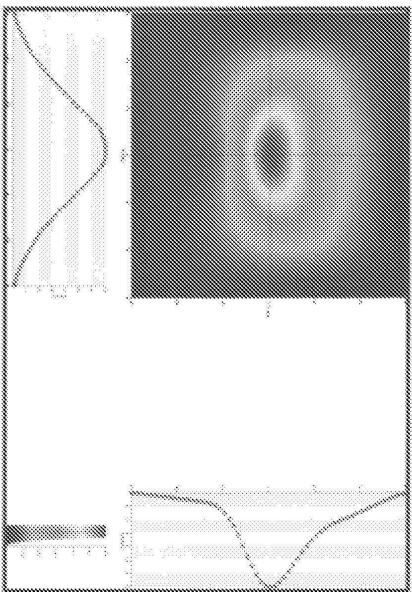
도면7



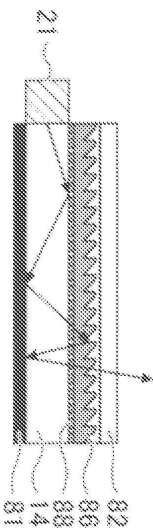
도면8a



(a) 하이브리드 에어캐비티 포리즘을
사용했을 때의 강도 분포

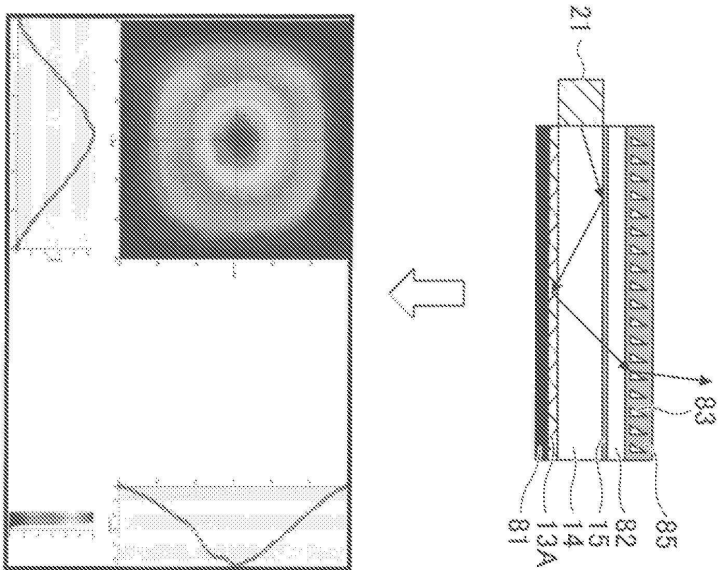


(b) 하이브리드 포리즘을 사용했을 때의
강도 분포

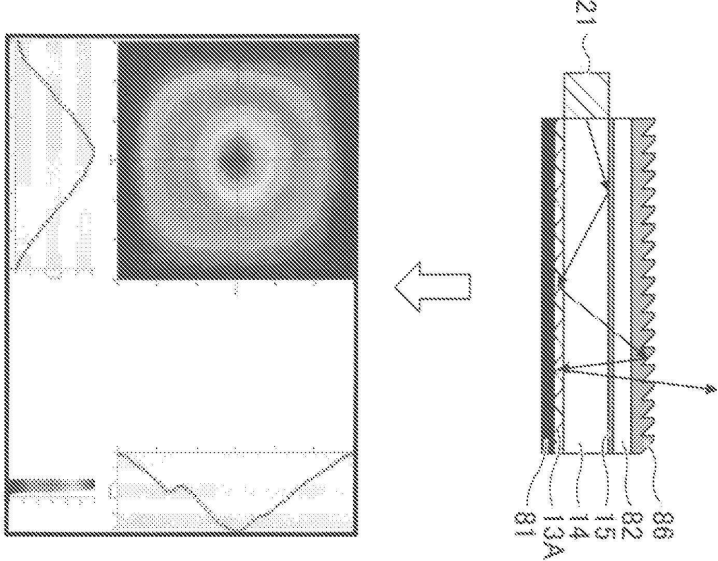


도면8b

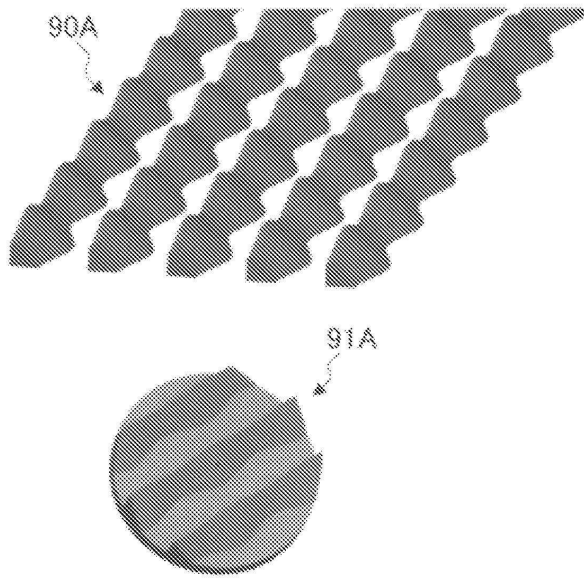
(a) 하이브리드 에어캐비티 프리즘을
사용했을 때의 강도 분포



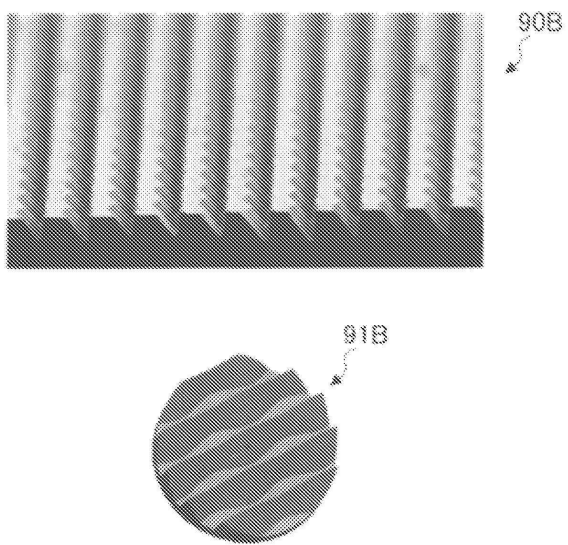
(b) 하이브리드 프리즘을 사용했을 때의
강도 분포



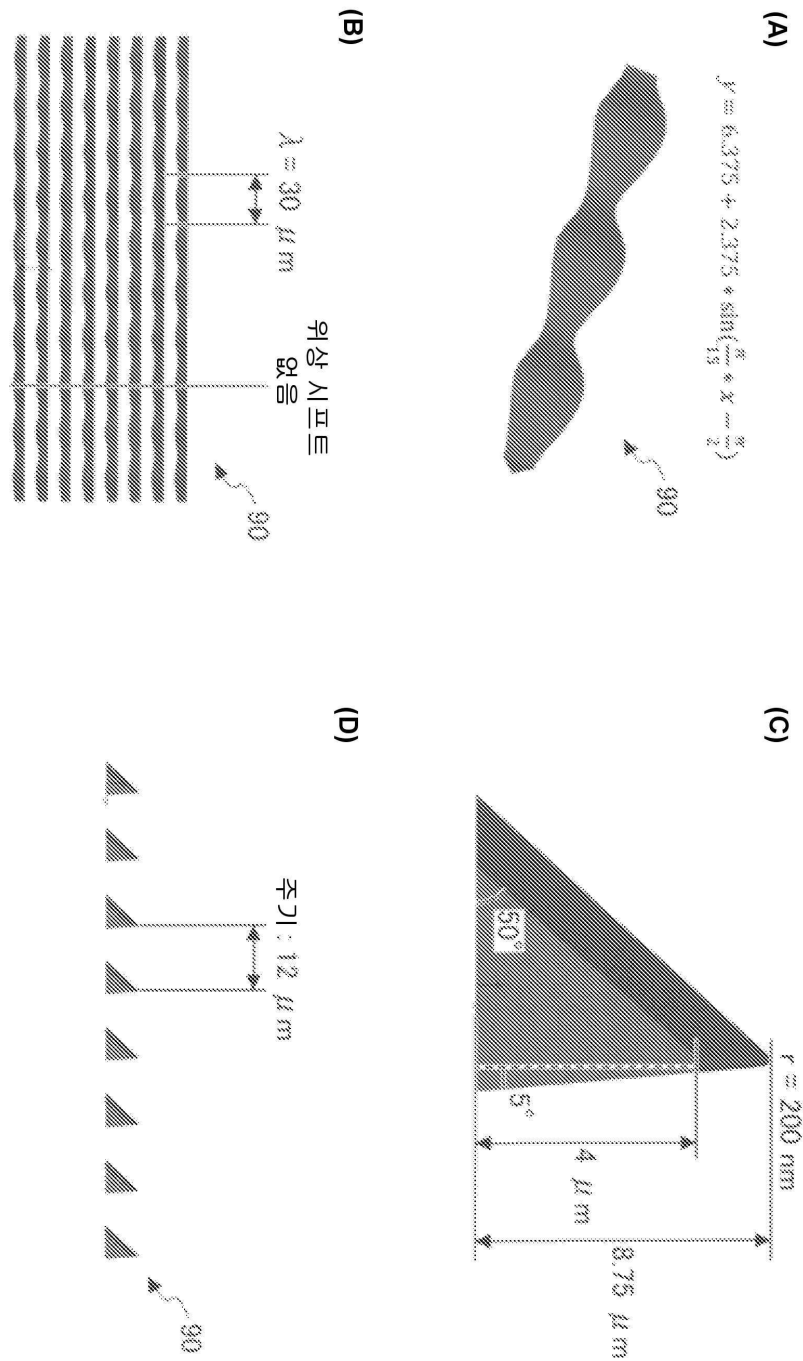
도면9a



도면9b

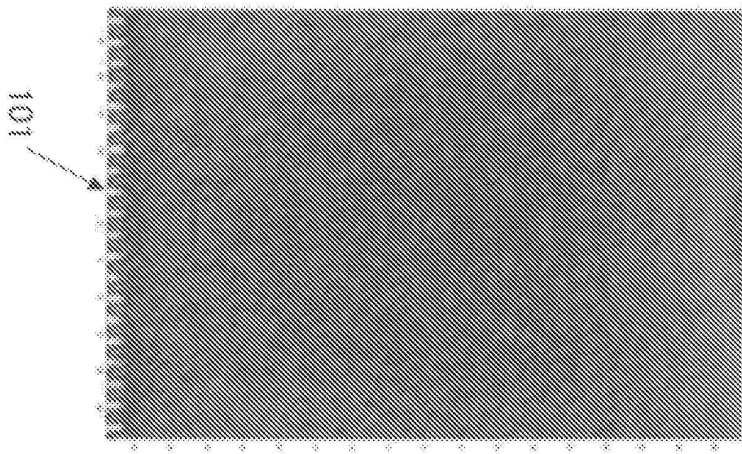


도면10

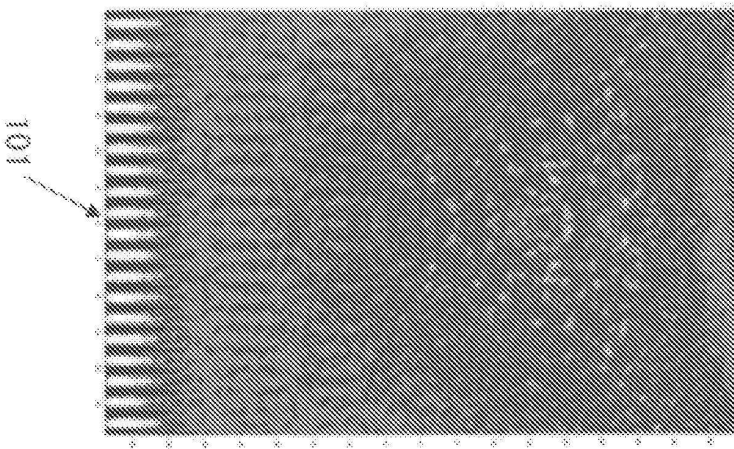


도면11

(A) 하이브리드 패턴



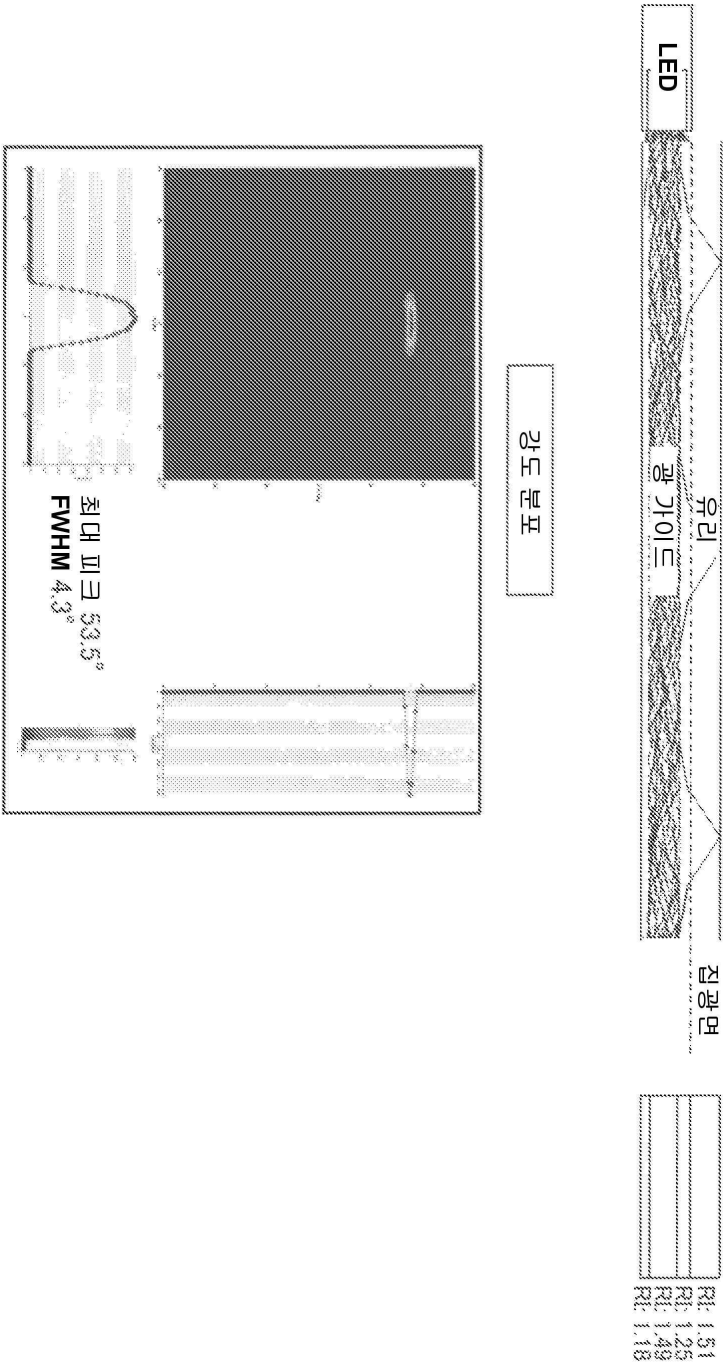
(B) 리니어 패턴



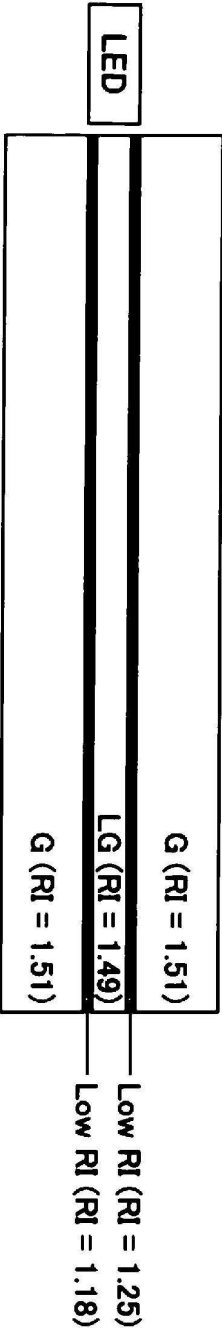
도면12

	리니어 각추 프리즘	리니어 각추 프리즘	리니어 블레이즈 프리즘	리니어 블레이즈 프리즘	최적화된 하이드리드 프리즘	파상 하이드리드 프리즘	파상 하이드리드 프리즘
패턴 각도	50° + 50°	50° + 50°	50° + 85°	50° + 85°	50° + 85°	50° + 85°	50° + 85°
배치 비율: 주기/폭	3	2	3	2	1.50	3	2
플랫 개구 설계 충전율/%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
인출 피크 각°	1.5	4.5	1.5	7.5	-1.5	1.5	4.5
반구 인출 효율/%					83	81	82
최대 강도/cd	83	86	88	83	88	83	86
수평 FWHM/°	99	100	96	99	77	78	75
수직 FWHM/°	39	41	38	45	43	40	45
평균 공간 휘도/ cd/m ²	15615	15621	16412	14677	16739	15450	15862

도면13

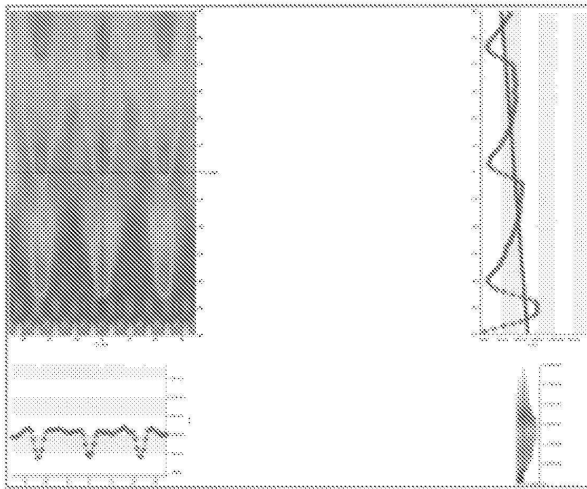


도면14



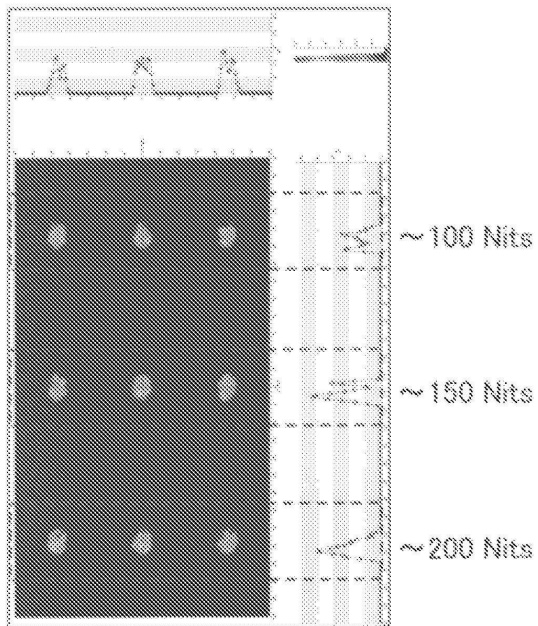
도면15a

유리 원부의 광속으로의 지문의 영향

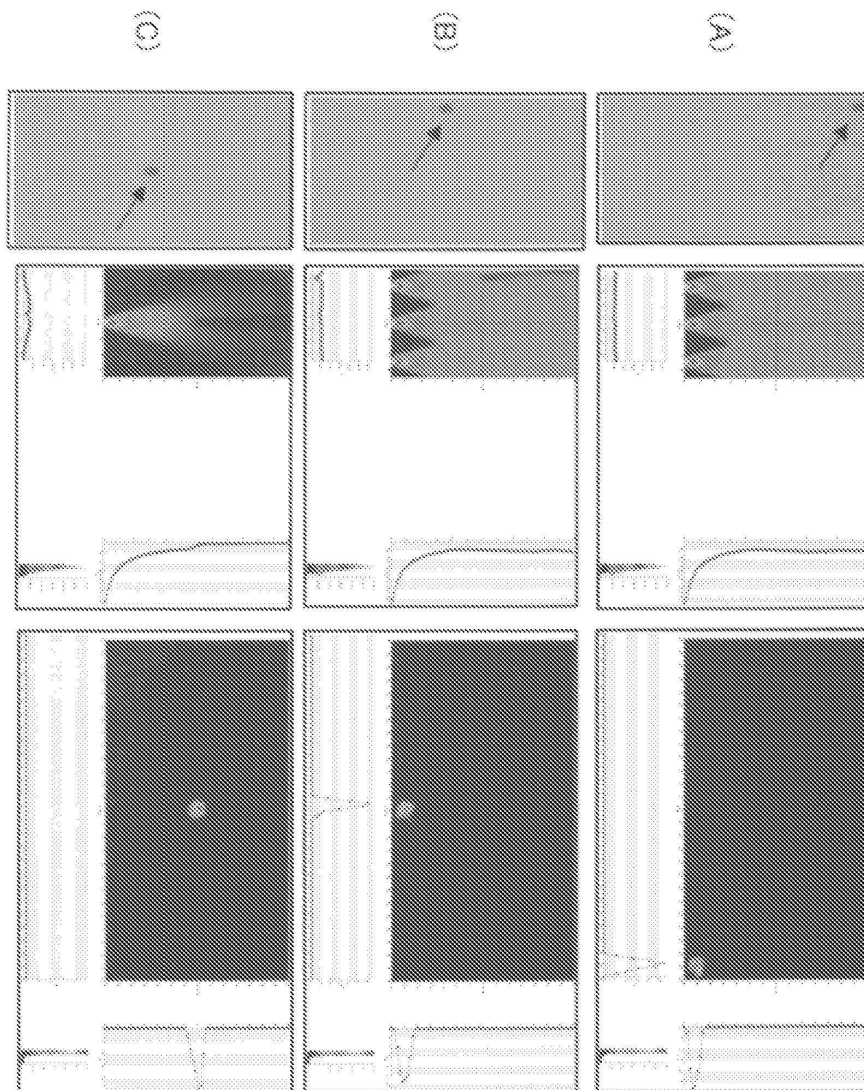


도면15b

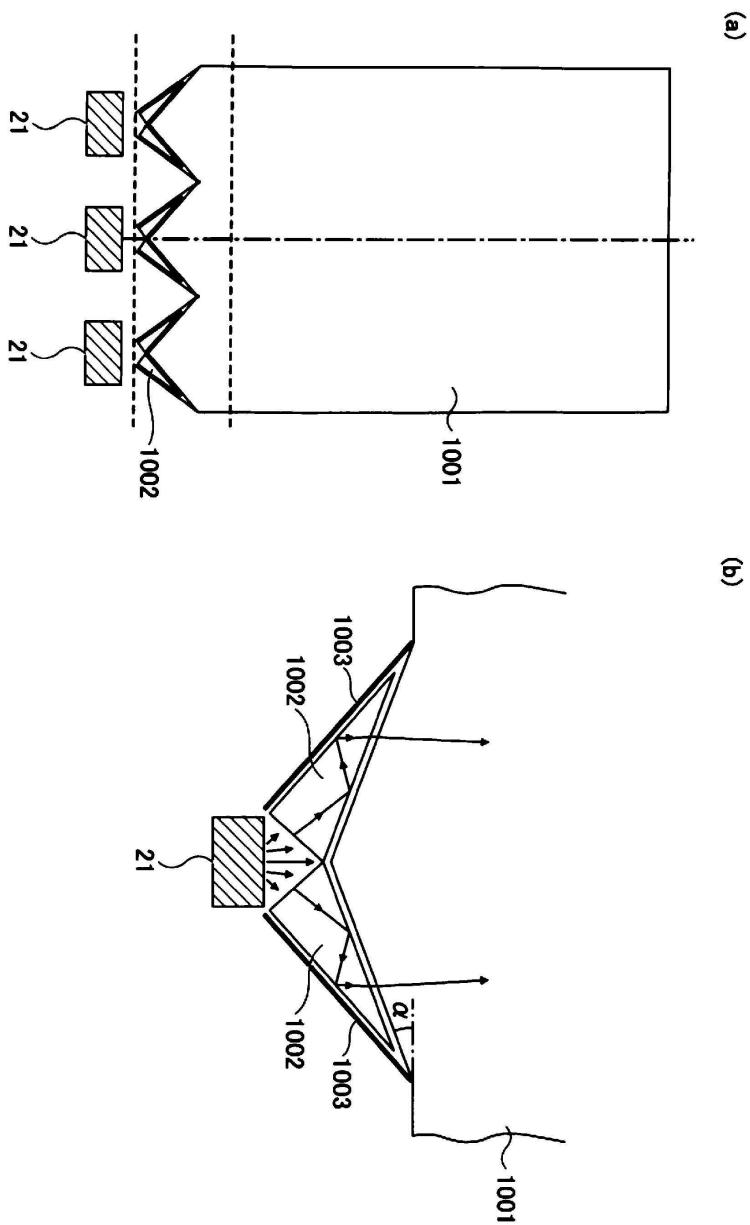
9점에서의 지문 시뮬레이션



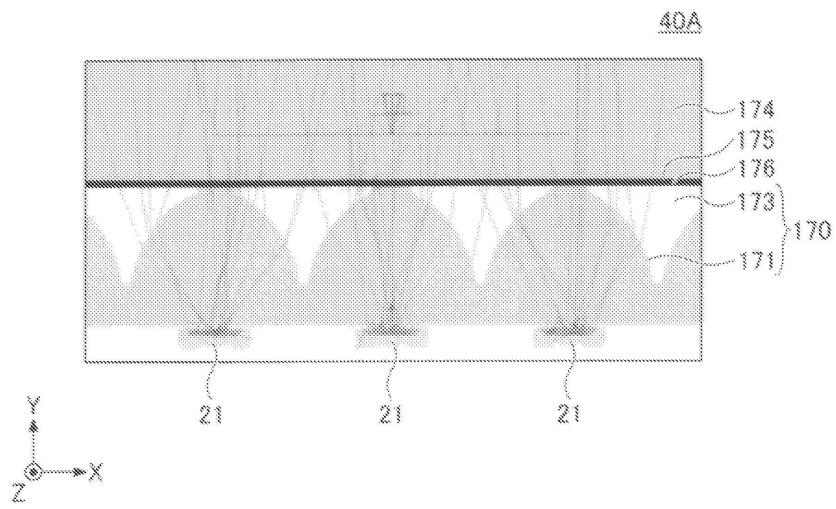
도면16



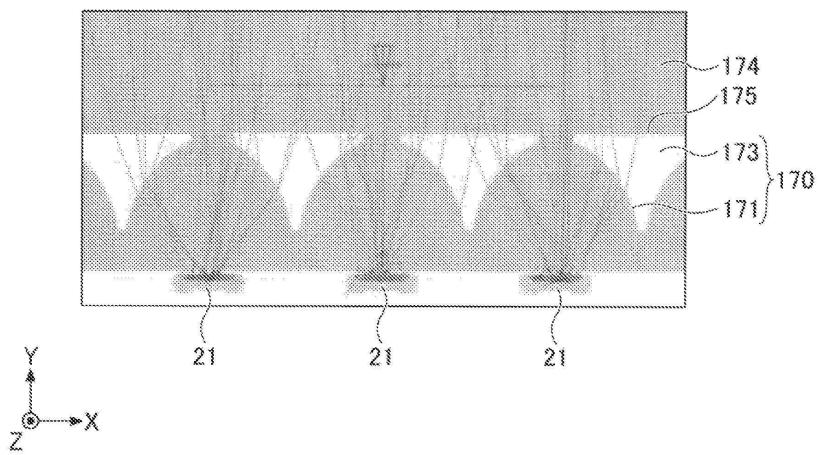
도면17a



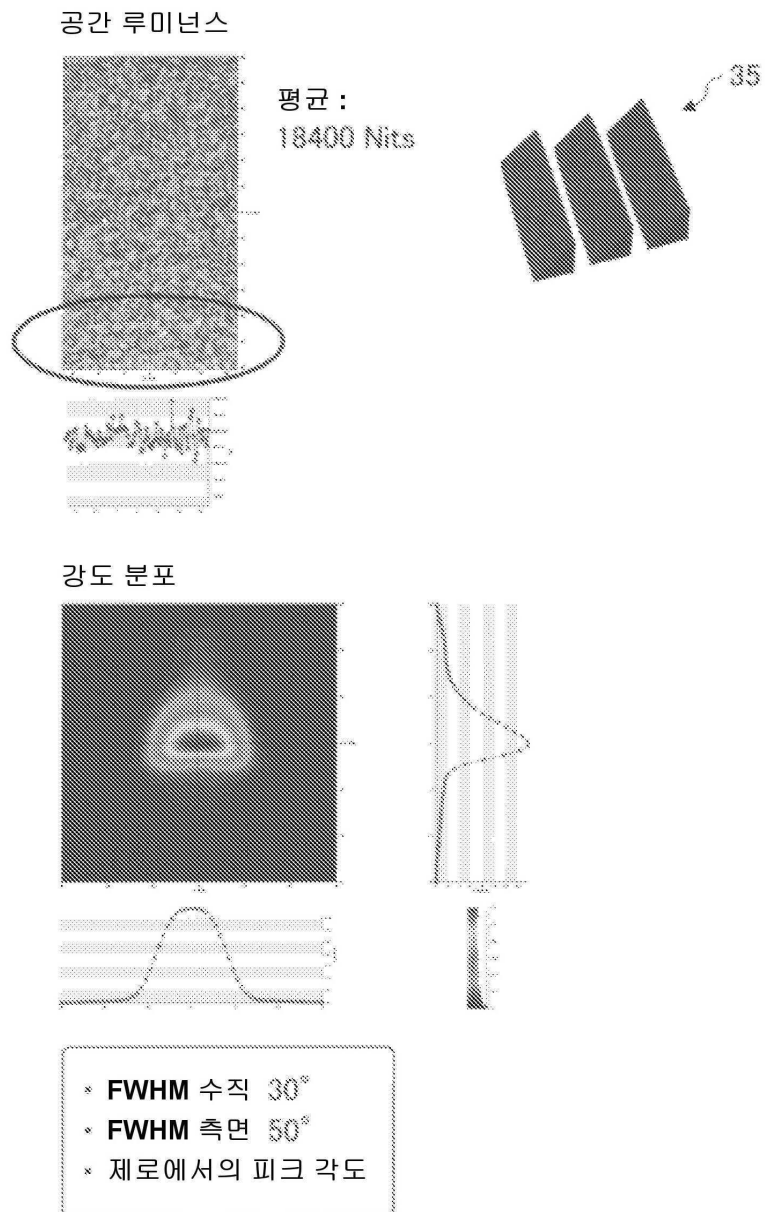
도면17b



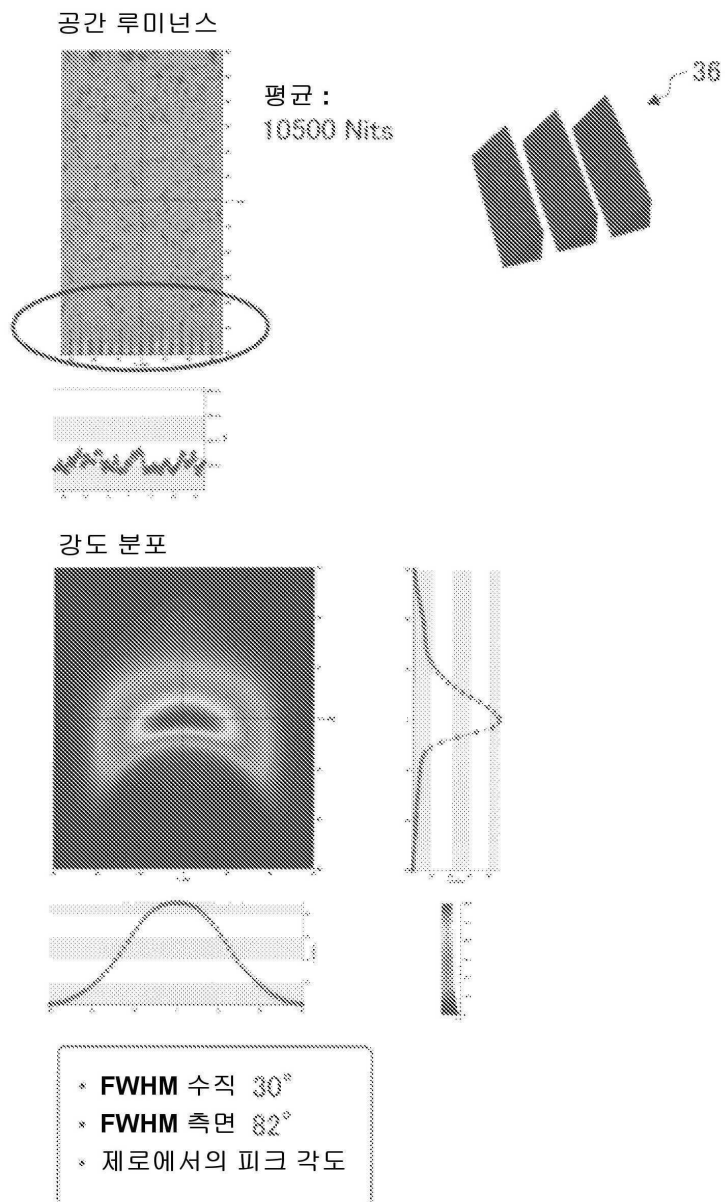
도면17c



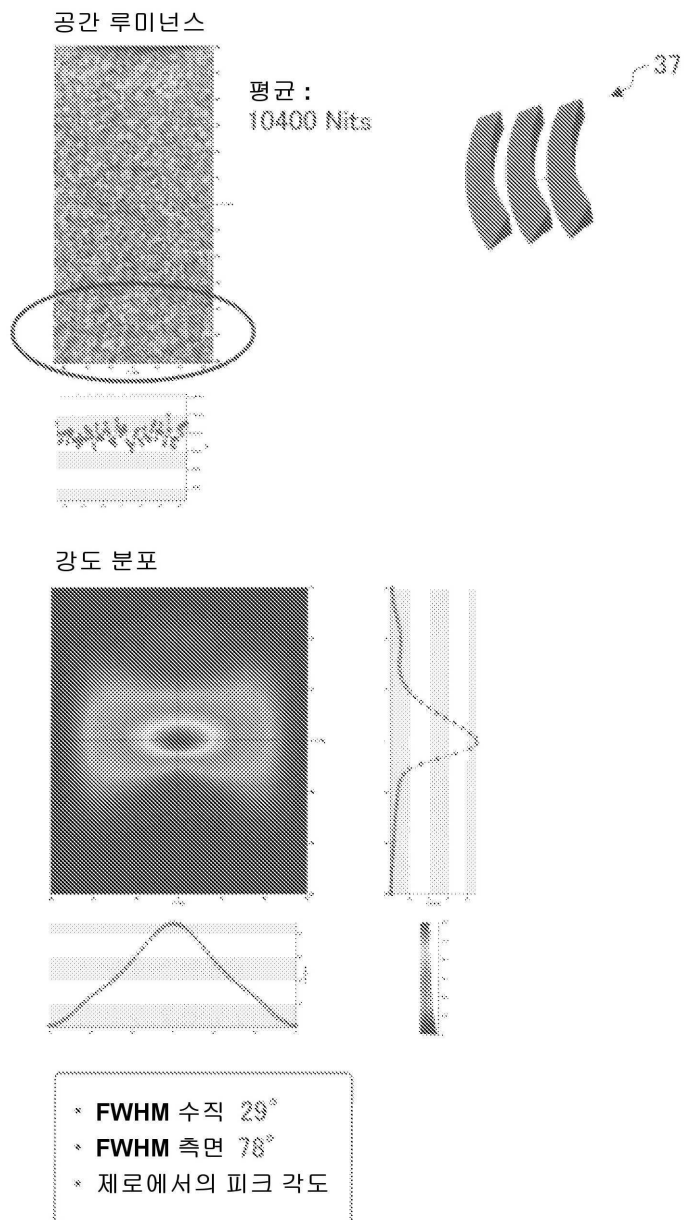
도면17d



도면17e



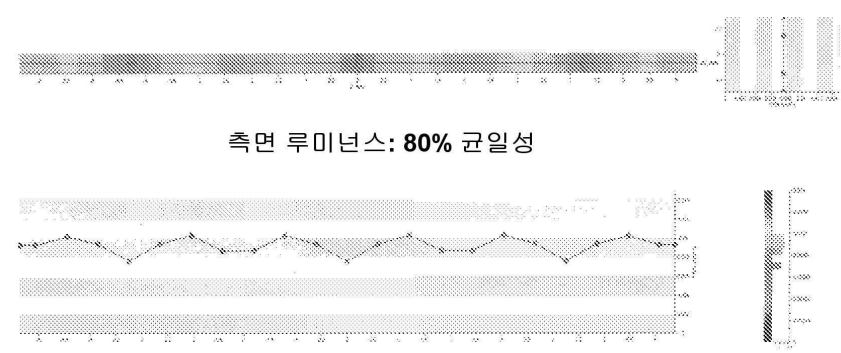
도면17f



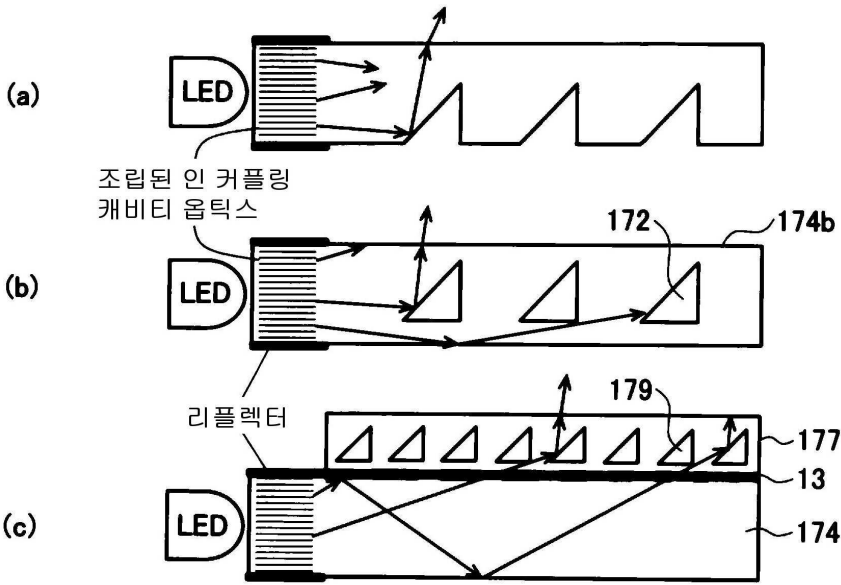
도면17g

	종래의 XBEF 부착 마이크로렌즈 BLU	비교예 1 (에어캐비티 BLU: 리니어 그레이팅)	비교예 2 (에어캐비티 BLU: 커브 그레이팅)	실시형태 (인 커플링 부착 에어캐비티 BLU)
<div></div> 휘도 (루미넌스)	9500 Nits	10500 Nits	10400 Nits	18400 Nits
상대값	100%	110%	109%	194%
FWHM (X/Y)	44° / 41°	82° / 30°	78° / 29°	50° / 30°
결면 균일성	고	저	고	고
인 커플링	없음	없음	없음	있음

도면17h

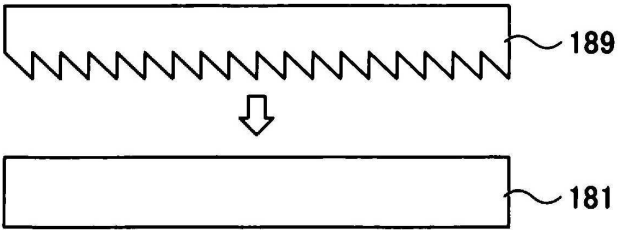


도면17i



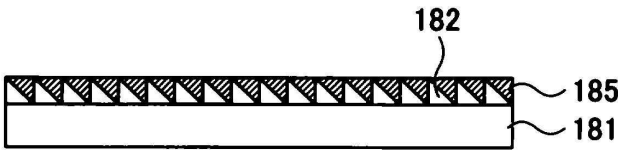
도면18a

서브마스터의 임프린터



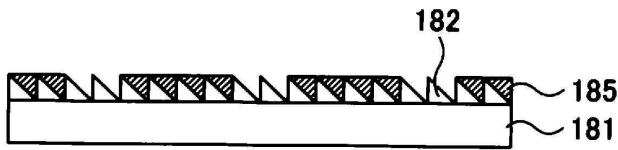
도면18b

포토리지스트 형성



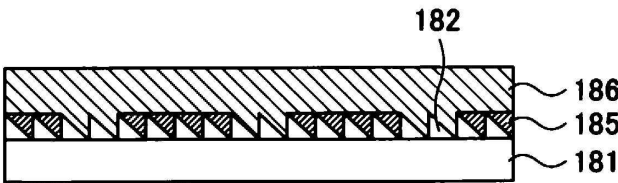
도면18c

노광과 현상

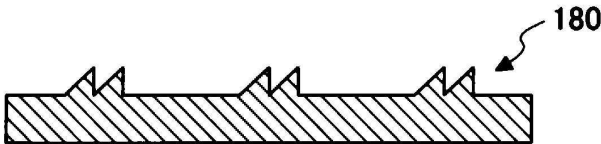


도면18d

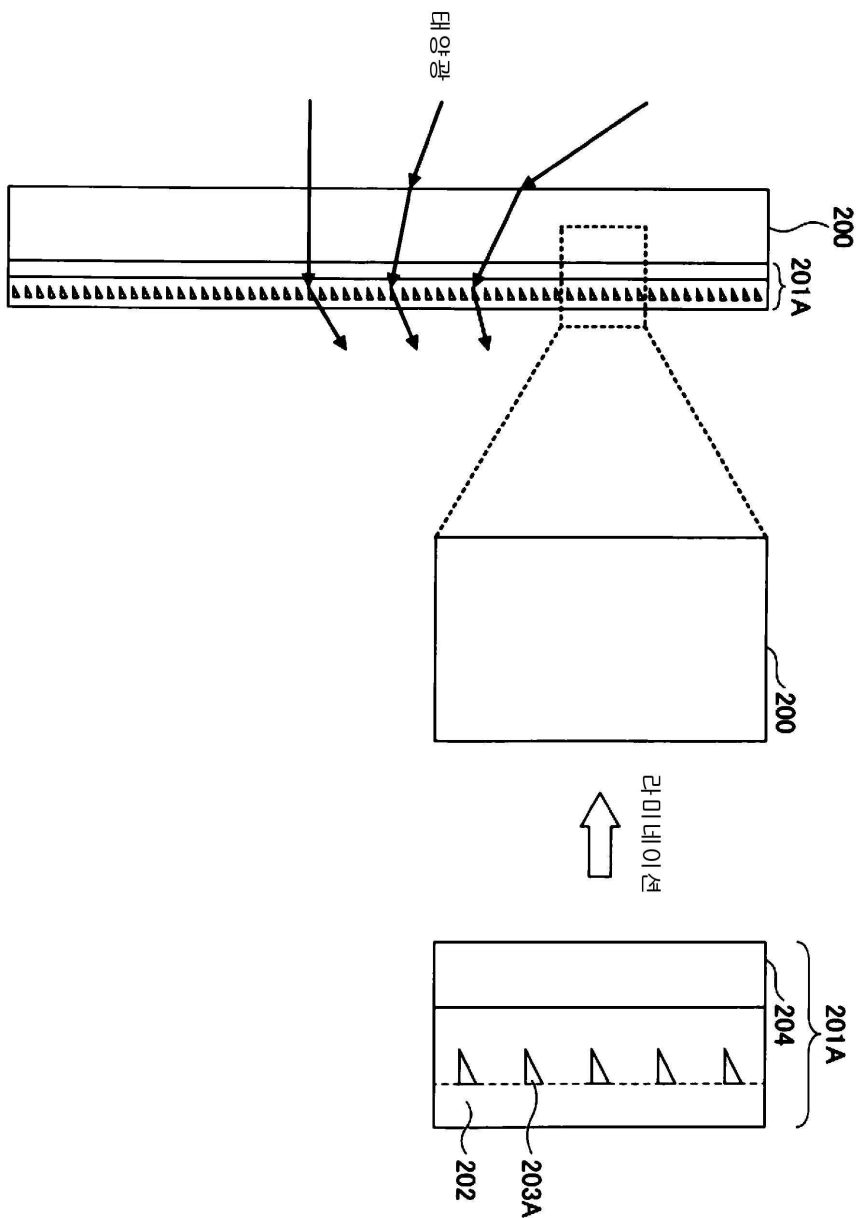
도금



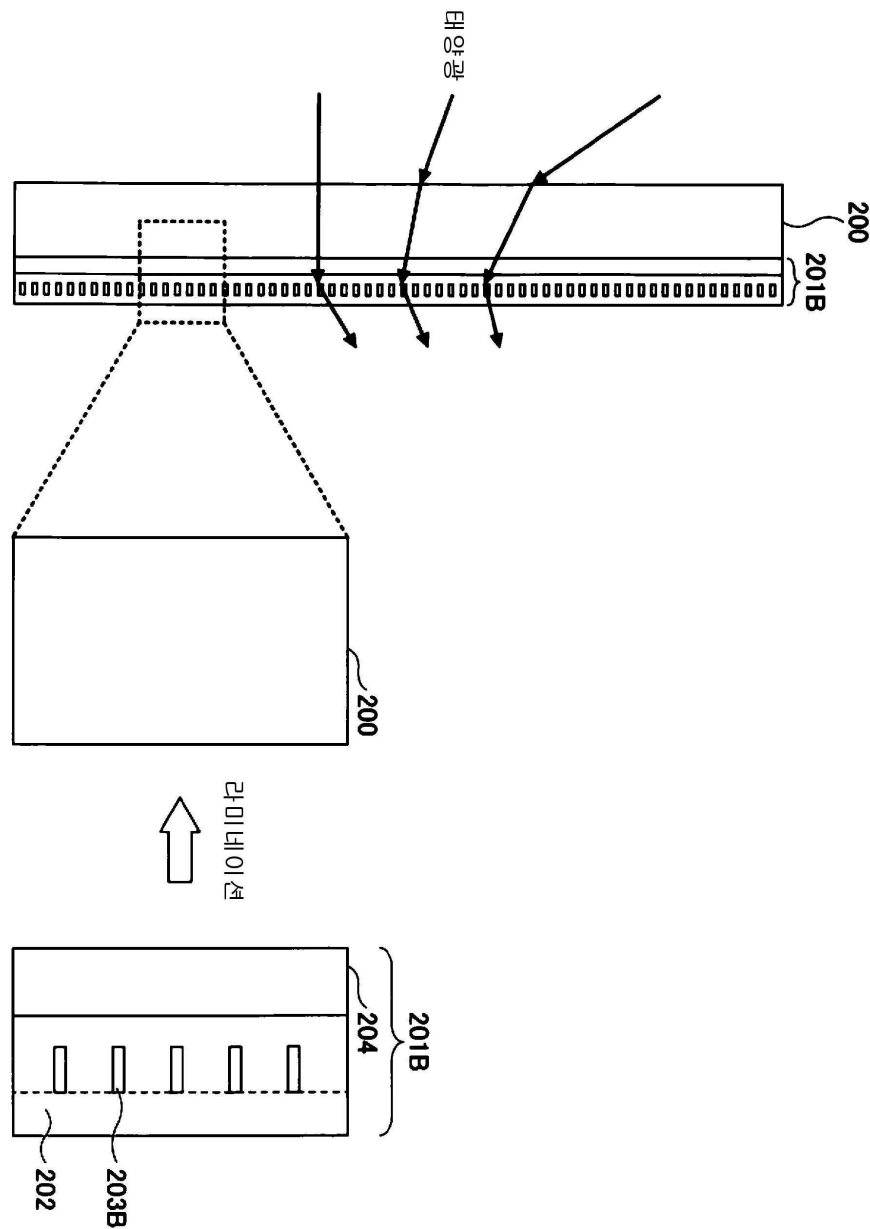
도면18e



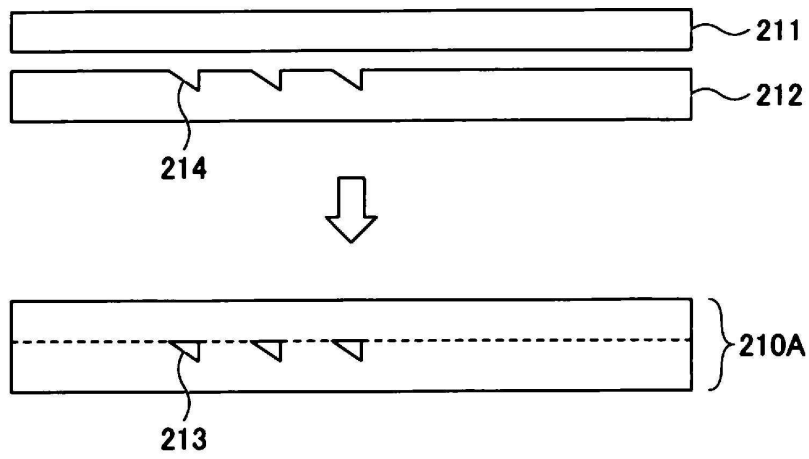
도면19



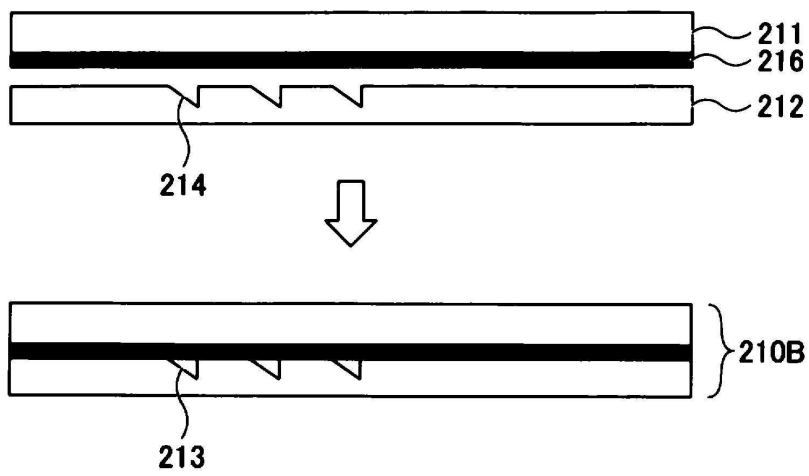
도면20



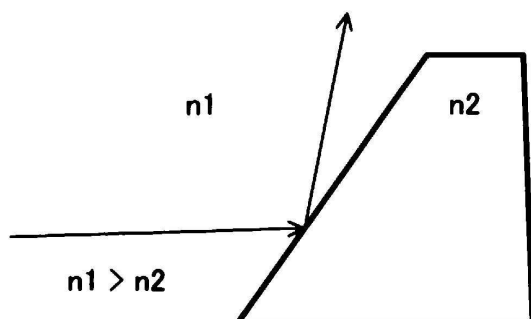
도면21a



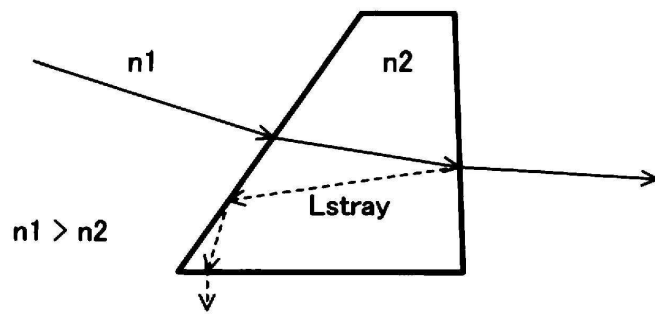
도면21b



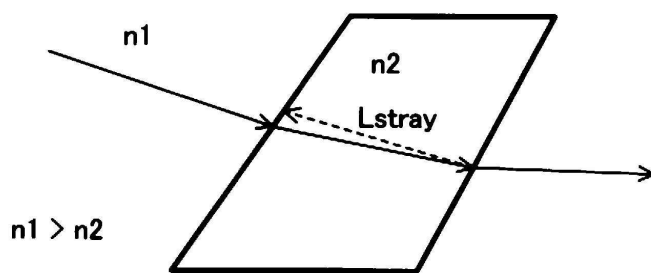
도면22a



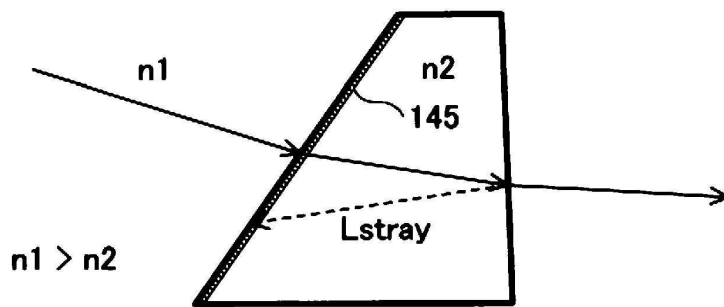
도면22b



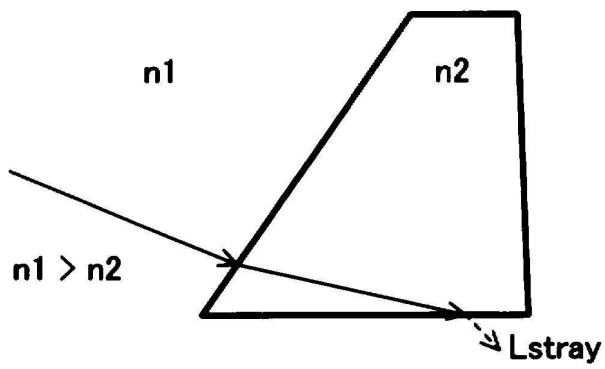
도면22c



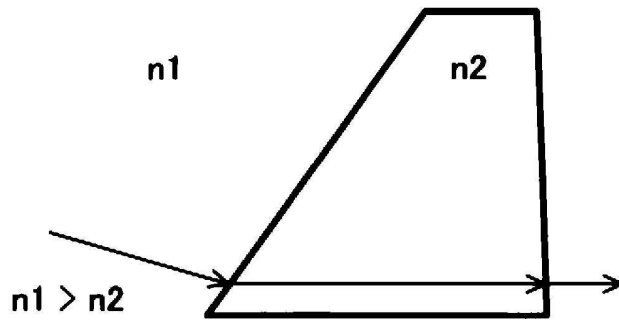
도면22d



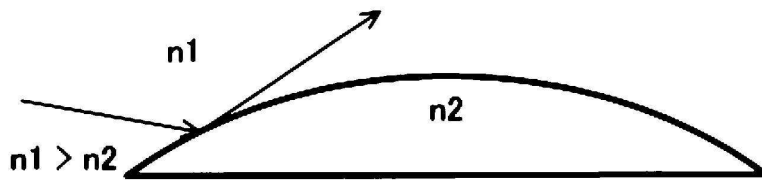
도면22e



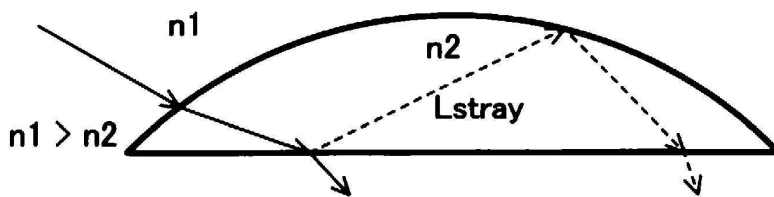
도면22f



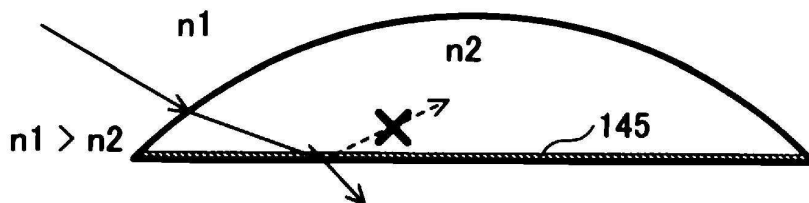
도면22g



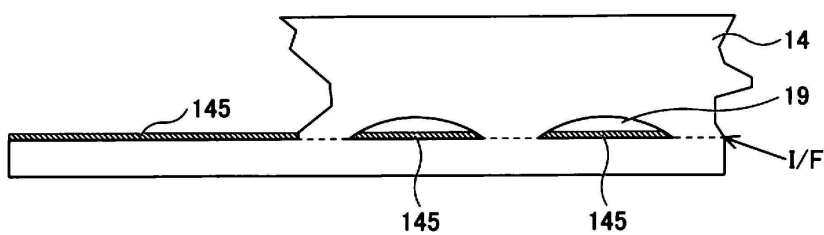
도면22h



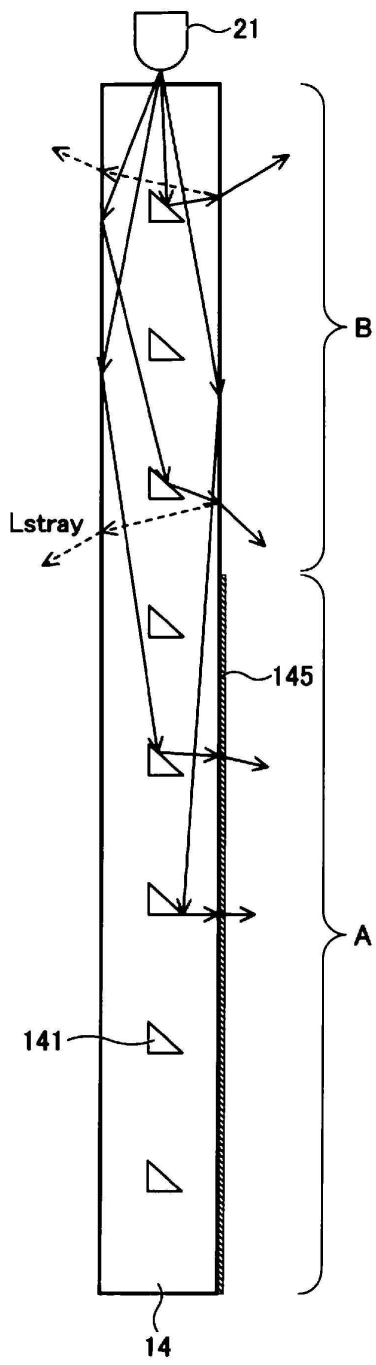
도면22i



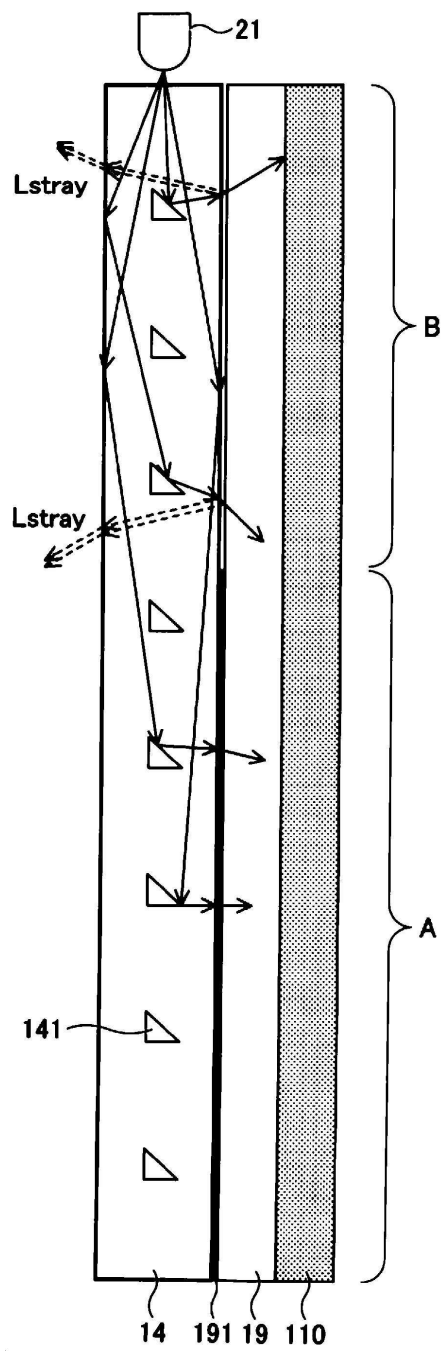
도면22j



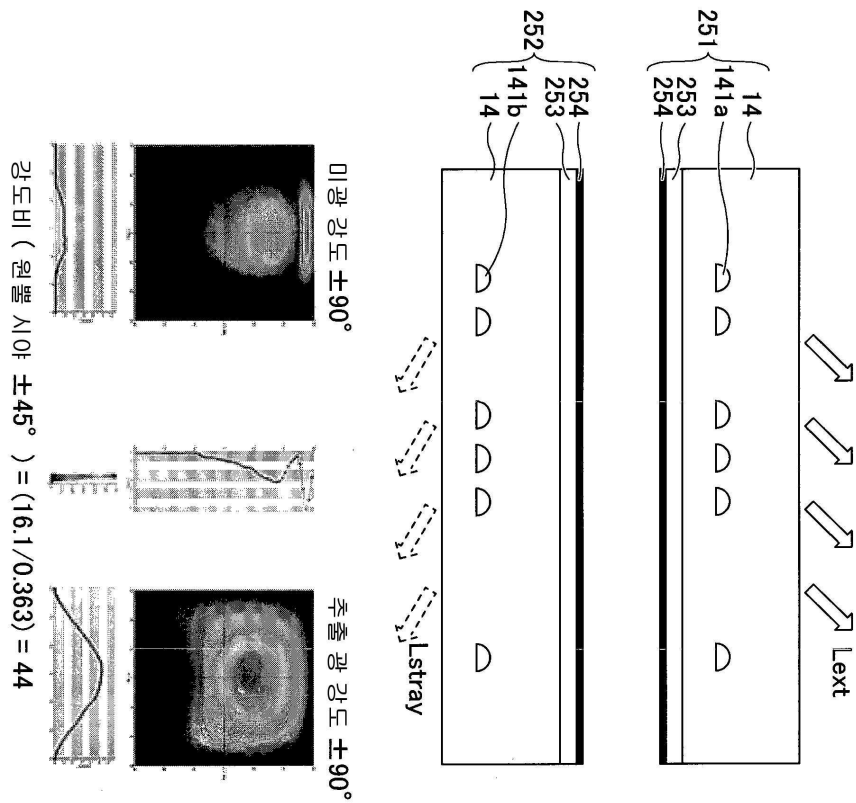
도면23

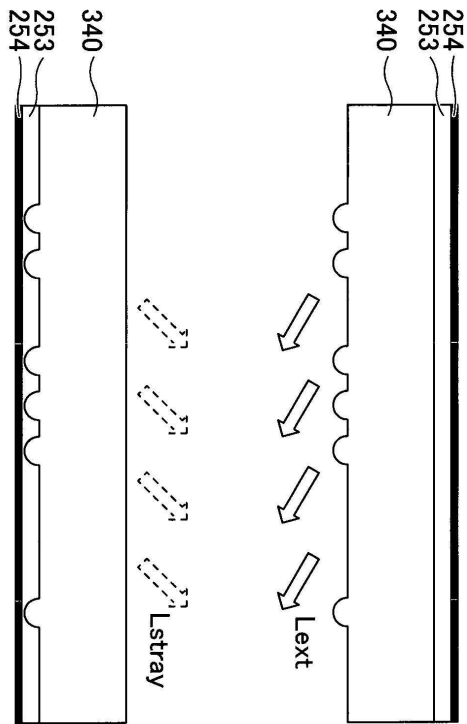


도면24

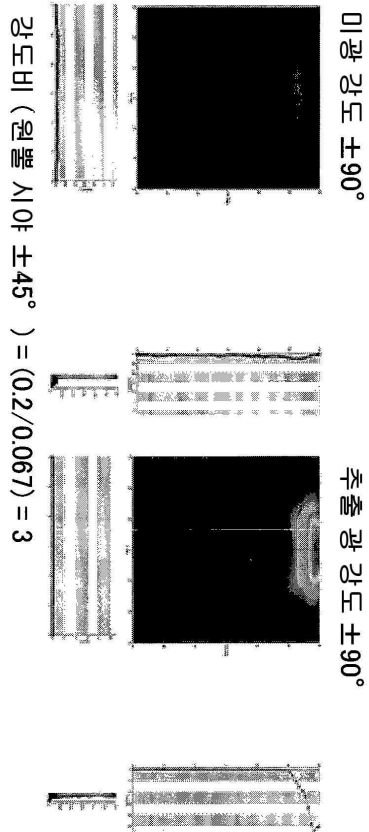


도면25

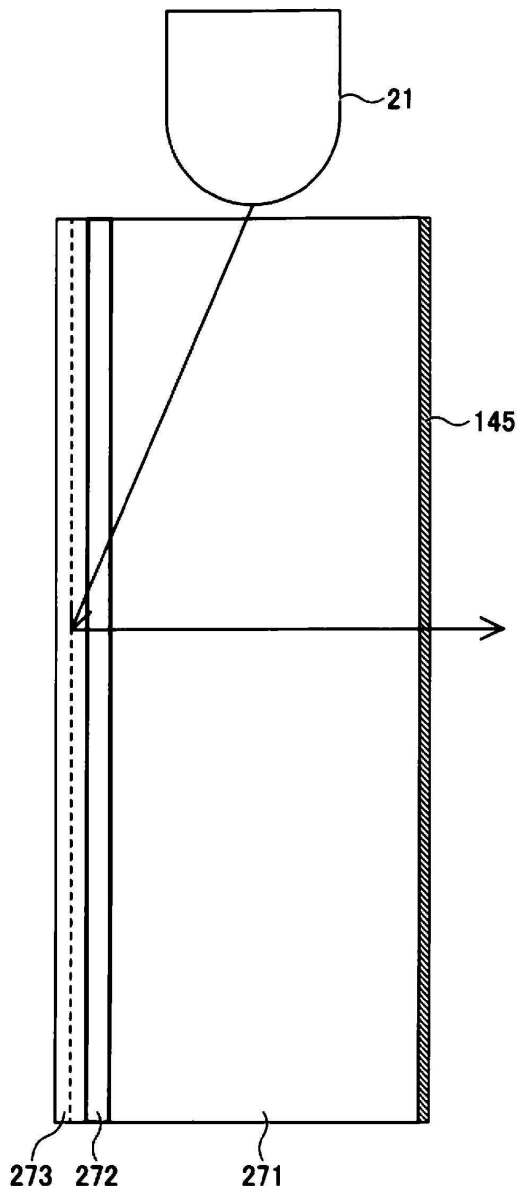




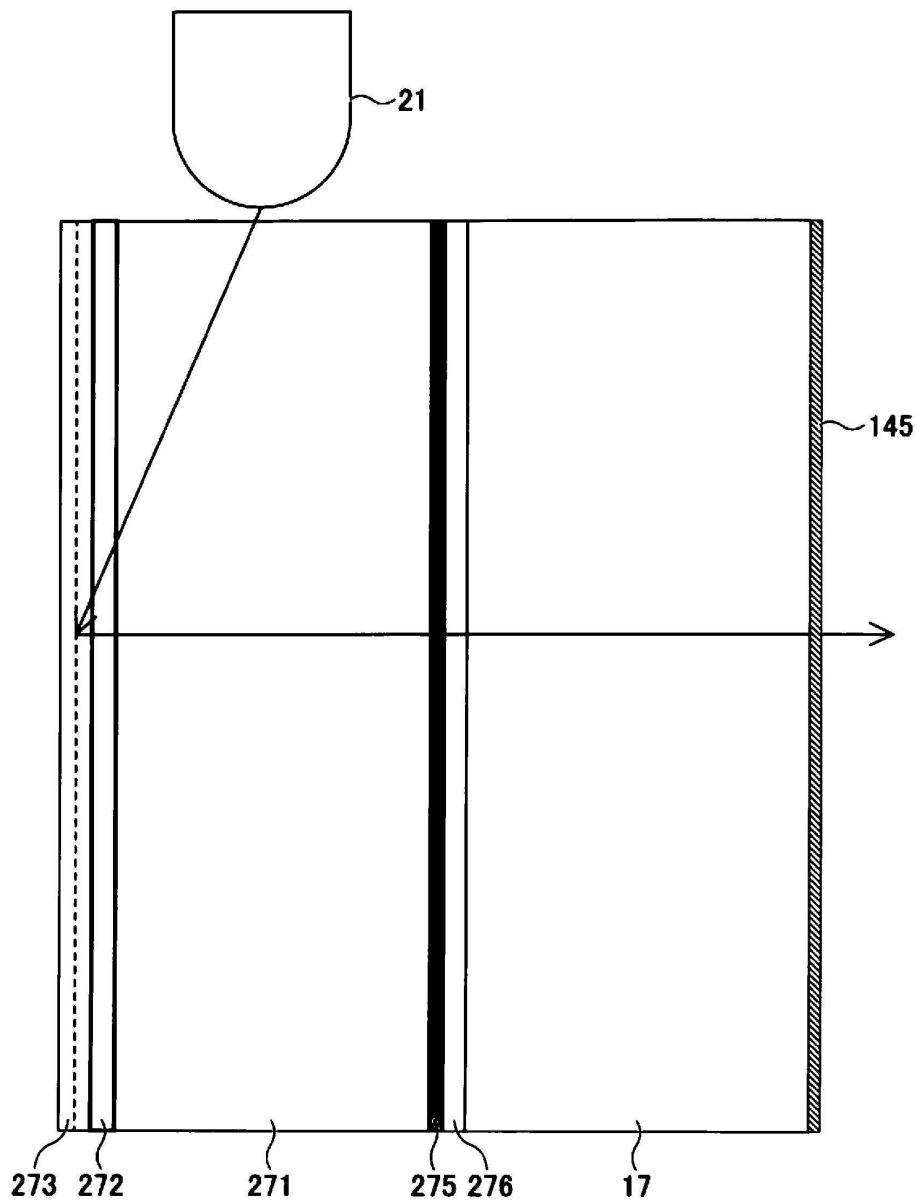
도면26



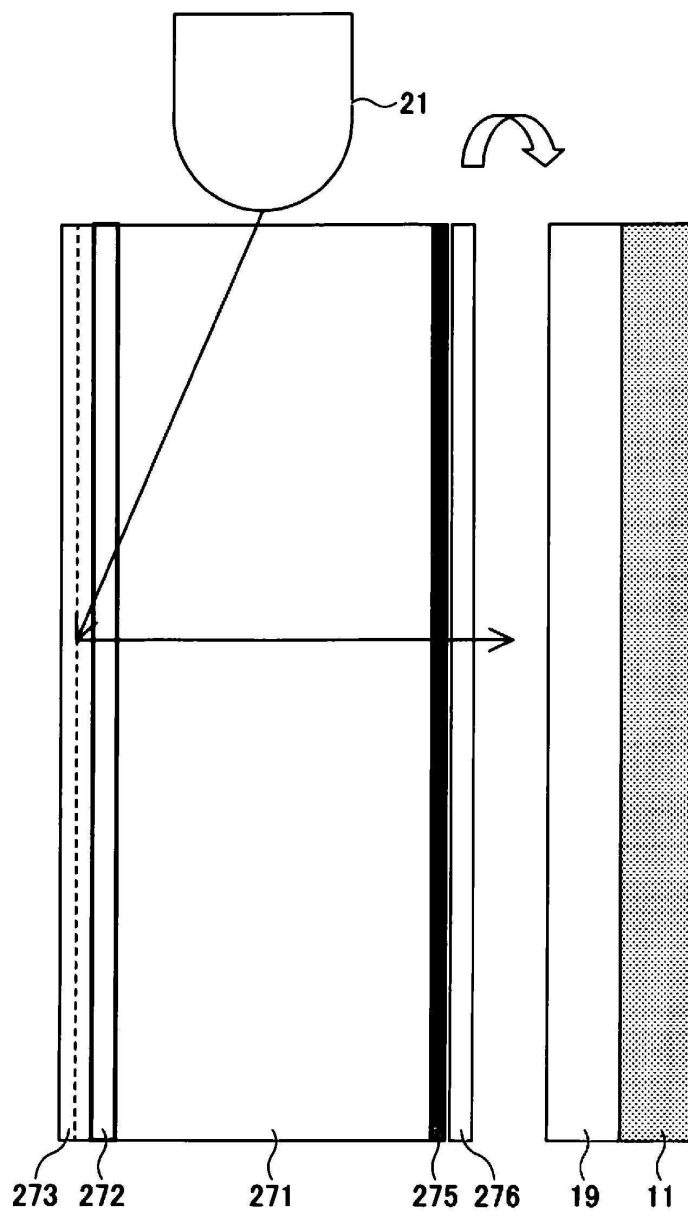
도면27



도면28



도면29



도면30

