



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월24일

(11) 등록번호 10-1580436

(24) 등록일자 2015년12월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01S 5/028 (2006.01) H01S 5/00 (2006.01)
H01S 5/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01S 5/028 (2013.01)
H01S 5/0078 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7002077(분할)

(22) 출원일자(국제) 2008년12월17일

심사청구일자 2015년01월26일

(85) 번역문제출일자 2015년01월26일

(65) 공개번호 10-2015-0017774

(43) 공개일자 2015년02월17일

(62) 원출원 특허 10-2010-7016285

원출원일자(국제) 2008년12월17일

심사청구일자 2013년10월17일

(86) 국제출원번호 PCT/DE2008/002127

(87) 국제공개번호 WO 2009/080012

국제공개일자 2009년07월02일

(30) 우선권주장

10 2007 061 923.7 2007년12월21일 독일(DE)

10 2008 012 859.7 2008년03월06일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문헌

US20050286583 A1

JP2006203162 A

JP2003142780 A

JP소화55043884 A

(73) 특허권자

오스람 옵토 세미컨덕터스 게엠베하
독일 레겐스부르크 라이브니츠슈트라쎄 4 (우:93055)

(72) 발명자

렐 앤프레드
독일 93142 맥후테 - 하이드호프 비르쵸스트라쎄 19

에이클러 크리스토프

독일 93105 테건헤임 리차드-와그너-스트라쎄 2 (뒷면에 계속)

(74) 대리인

김태홍, 김진희

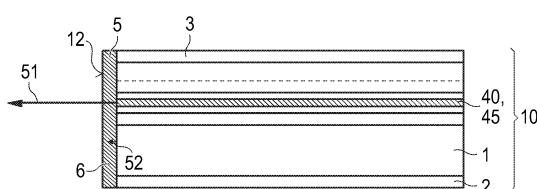
전체 청구항 수 : 총 37 항

심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 레이저 광원 및 레이저 광원의 제조 방법

(57) 요약

레이저 광원은 특히 활성 영역(45), 제1 부분 영역(121) 및 그와 다른 제2 부분 영역(122)을 가진 복사 아웃커플 링면(12) 및 필터 구조체(5)를 구비한 반도체 층 시퀀스(10)를 포함하고, 상기 활성 영역(45)은 구동 시 제1 파장 영역을 가진 간섭성 제1 전자기 복사(51) 및 제2 파장 영역을 가진 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 생성하고, 상기 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 방출 방향(90)을 따라 제1 부분 영역(121)으로부터 방출되며, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 제1 부분 영역(121) 및 제2 부분 영역(122)으로부터 방출되며, 제2 파장 영역은 제1 파장 영역을 포함하고, 상기 필터 구조체(5)는 상기 활성 영역으로부터 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 방출 방향(90)을 따라 적어도 부분적으로 감쇄시킨다.

대 표 도 - 도3a

(52) CPC특허분류
H01S 5/0282 (2013.01)
H01S 5/0286 (2013.01)
H01S 5/1017 (2013.01)
H01S 5/105 (2013.01)
H01S 5/1078 (2013.01)
H01S 2301/02 (2013.01)
H01S 2301/166 (2013.01)

(72) 발명자

슈미드 울프강

독일 93053 레겐스부르그 켈러웨그 5

타우츠 손크

독일, 93105 테건헤임. 푸츠센강 2

레일 울프강

독일 93080 웬틀링 슬스트라쎄 12

디니 디미트리

독일 93059 레겐스부르그 백커가쎄 21

명세서

청구범위

청구항 1

레이저 광원에 있어서,

활성 영역(45)과, 제1 부분 영역(121) 및 이와 다른 제2 부분 영역(122)을 가진 복사 아웃커플링면(12)을 구비한 반도체 층 시퀀스(10); 및

필터 구조체(5)

를 포함하며,

상기 활성 영역(45)은 구동 시 제1 파장 영역을 가진 간섭성 제1 전자기 복사(51) 및 제2 파장 영역을 가진 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 생성하고,

상기 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 방출 방향(90)을 따라 상기 제1 부분 영역(121)으로부터 방출되고,

상기 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 상기 제1 부분 영역(121) 및 제2 부분 영역(122)으로부터 방출되고,

상기 제2 파장 영역은 상기 제1 파장 영역을 포함하고,

상기 필터 구조체(5)는 상기 활성 영역으로부터 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 상기 방출 방향(90)을 따라 적어도 부분적으로 감쇄시키고,

상기 필터 구조체(5)는 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)를 포함하고, 상기 제1 필터 부재(6)는 상기 방출 방향(90)으로 상기 반도체 층 시퀀스(10)보다 뒤에 배치되고,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 전자기 복사에 대한 각도 종속적 및/또는 파장 종속적인 투과도(61)를 가지며, 상기 제1 필터 부재(6)의 투과도(61)는, 상기 방출 방향(90)과의 각도(91)가 증가하면서 그리고/또는 상기 제1 파장 영역과의 편차가 증가하면서 감소하고,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 브래그 거울을 포함하고,

상기 브래그 거울은 전역 주 최대값 및 적어도 하나의 국소 부 최대값을 가진 파장 종속적 반사도를 가지며, 상기 국소 부 최대값은 상기 제1 파장 영역 내에 있는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 에탈론 또는 광학적 밴드 에지 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 반도체 층 시퀀스는 분산 피드백 레이저로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 상기 비간섭성 제2 전자기 복사에 대해 불투명한 물질을 가진 적어도 하나의 층을 포함하고, 상기 불투명한 물질은 상기 제2 부분 영역(122)상에 적어도 부분적으로 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 개구부를 구비한 펀홀로서 형성되고, 상기 개구부는 상기 제1 부분 영역(121) 위에 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 필터 구조체(5)는 적어도 하나의 제2 필터 부재(7)를 포함하고, 상기 제2 필터 부재는 상기 복사 아웃커플링면(12)에 대향된 반도체 층 시퀀스(10)의 표면(13)에 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 필터 부재(7)는 전자기 복사에 대한 각도 종속적 투과도(61)를 가지고, 상기 제2 필터 부재의 투과도(61)는 상기 방출 방향(90)과의 각도(91)가 증가하면서 증가하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 필터 부재(7)는 브래그 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6) 및 상기 적어도 하나의 제2 필터 부재(7)는 상기 간섭성 제1 전자기 복사(51)를 위한 광학적 공진기의 적어도 일부를 형성하며, 상기 공진기에 상기 활성 영역(45)이 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 제1 세기를 갖고, 상기 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 상기 제1 세기보다 작은 제2 세기를 가지며,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 전자기 복사에 대한 세기 종속적 투과도(61)를 갖고,

상기 제1 필터 부재(6)는 상기 제2 세기 이상의 세기를 갖는 전자기 복사에 대해 불투명한 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)의 전자기 복사에 대한 투과도(61)는 한계 세기 이상의 세기에게 독립적이고, 상기 투과도(61)는 상기 한계 세기 이상의 세기에서 최대값을 가지는 것인, 레이저 광원.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 상기 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 에너지보다 작은 밴드갭을 가진 반도체 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 반도체 물질을 가진 적어도 하나의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 2개의 유전체층들을 포함하고, 상기 유전체층들 사이에 반도체 물질을 함유한 적어도 하나의 층이 매립되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 15

청구항 12에 있어서,

상기 반도체 물질을 함유한 적어도 하나의 층은 반도체 물질이 배치된 유전체 매트릭스 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 16

청구항 10에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 파장 변환 물질을 포함하고, 상기 파장 변환 물질은 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 제3 파장 영역을 가진 전자기 복사(53)로 적어도 부분적으로 변환하고, 상기 제3 파장 영역 및 상기 제2 파장 영역은 서로 다른 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 필터 구조체(5)는 상기 제1 필터 부재(6)보다 뒤에 배치된 적어도 하나의 제3 필터 부재(8)를 포함하고, 상기 제3 필터 부재(8)는 상기 제3 파장 영역을 가진 전자기 복사(53)에 대해 불투명한 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 파장 변환 물질은 매트릭스 물질에 매립되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 19

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 상기 적어도 하나의 제1 필터 부재의 제1 필터 영역에서 제1 온도를 생성하고, 상기 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 상기 적어도 하나의 제1 필터 부재의 제2 필터 영역에서 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도를 생성하며, 상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 전자기 복사에 대한 온도 종속적 투과도(61)를 가지고, 상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 상기 제2 온도 이상의 온도까지 불투명한 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 필터 부재(6)는 적어도 하나의 층을 포함하고, 상기 층은 안티몬, 은, 백금, 팔라듐 및 아연으로 구성된 군으로부터의 적어도 하나의 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 21

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 필터 구조체(5)는 적어도 하나의 제4 필터 부재(9)를 포함하고, 상기 제4 필터 부재는 상기 방출 방향(90)에 대해 평행한 연장 방향을 가지는 상기 반도체 층 시퀀스(10)의 표면에 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이

저 광원.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 반도체 층 시퀀스(10)는 복수 개의 층들을 포함하고, 상기 표면은 복수 개의 층들 중 하나의 경계면인 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 23

청구항 21에 있어서,

상기 적어도 하나의 제4 필터 부재(9)는 상기 반도체 층 시퀀스(10)의 복수 개의 층들 중 2개의 층 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 24

청구항 23에 있어서,

상기 적어도 하나의 제4 필터 부재(9)는 상기 반도체 층 시퀀스(10)의 클래딩층(5)으로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 25

청구항 21에 있어서,

상기 표면은 상기 복사 아웃커플링면(12)과 다른 반도체 층 시퀀스(10)의 표면(14)인 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 26

청구항 25에 있어서,

상기 표면은 상기 반도체 층 시퀀스(10)의 측면인 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 27

청구항 21에 있어서,

상기 적어도 하나의 제4 필터 부재(9)는 불투명 물질을 함유한 적어도 하나의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 28

청구항 21에 있어서,

상기 적어도 하나의 제4 필터 부재(9)는 표면 구조체를 가지는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 29

청구항 28에 있어서,

상기 반도체 층 시퀀스(10)는 성장 방향을 포함하고, 상기 표면 구조체를 가진 표면은 상기 성장 방향에 대해 수직으로 배치되며, 상기 표면 구조체는 상기 활성 영역(45)에 대해 래터럴 오프셋되어 배치되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 30

청구항 28에 있어서,

상기 표면 구조체는 거칠기 또는 적어도 하나의 함몰부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 31

청구항 30에 있어서,

상기 표면 구조체를 가진 표면은 상기 반도체 층 시퀀스(10)의 전기 접촉층(2) 또는 기판(1)에서 상기 활성 영역을 향하거나 상기 활성 영역을 등지는 표면인 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 32

청구항 30에 있어서,

상기 적어도 하나의 함몰부는 트렌치로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 33

청구항 32에 있어서,

상기 트렌치는 연장 방향을 가지고,

상기 연장 방향은 상기 방출 방향(90)과 0° 이상 및 90° 이하의 각을 이루는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 34

청구항 28에 있어서,

상기 표면 구조체는 불투명 물질로 적어도 부분적으로 덮이는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 35

청구항 28에 있어서,

상기 반도체 층 시퀀스(10)는 2개의 도파총들(42, 43)을 포함하고, 상기 도파총들(42, 43) 사이에 상기 활성 영역(45)이 배치되며, 상기 표면의 표면 구조체는 상기 도파총들(42, 43) 중 적어도 하나의 층 안으로 연장되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 36

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 반도체 층 시퀀스(10)는 모서리 방출 반도체 레이저로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

청구항 37

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 반도체 층 시퀀스(10)는 수직 방출 반도체 레이저로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 레이저 광원.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 특허 출원은 독일 특허 출원 10 2007 061923.7 및 독일 특허 출원 10 2008 012859.7의 우선권을 청구하며, 그 공개 내용은 참조로 포함된다.

[0002] 이하, 레이저 광원 및 레이저 광원의 제조 방법이 기술된다.

배경 기술

[0003] 반도체 레이저의 기술적 진보에 따라, 수많은 새로운 응용물이 구현될 수 있다. 이러한 많은 응용물은 횡 기본 모드로 구동하고 우수한 복사 품질을 가지는 레이저를 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 적어도 일 실시예의 과제는, 반도체 층 시퀀스를 포함한 레이저 광원을 제공하는 것이다. 또한, 적어도 일 실

시례의 과제는 반도체 층 시퀀스를 포함한 레이저 광원의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 상기 과제는 독립 청구항들의 특징을 포함한 대상물 및 방법에 의하여 해결된다. 상기 대상물 및 방법의 유리한 실시예 및 발전예는 종속항들에 특징지워지며, 이하의 설명 및 도면으로부터 도출된다.
- [0006] 적어도 일 실시예에 따르면, 레이저 광원은, 특히,
- [0007] 활성 영역; 그리고 제1 부분 영역 및 그와 다른 제2 부분 영역을 가진 복사 아웃커플링면을 구비하는 반도체 층 시퀀스; 및
- [0008] 필터 구조체를 포함하고,
- [0009] 상기 활성 영역은 구동 시 제1 파장 영역을 포함한 간섭성 제1 전자기 복사 및 제2 파장 영역을 포함한 비간섭성 제2 전자기 복사를 생성하고,
- [0010] 상기 제2 파장 영역은 제1 파장 영역을 포함하고,
- [0011] 상기 간섭성 제1 전자기 복사는 방출 방향을 따라 상기 제1 부분 영역으로부터 방출되고,
- [0012] 상기 비간섭성 제2 전자기 복사는 제1 부분 영역 및 제2 부분 영역으로부터 방출되며, 그리고
- [0013] 상기 필터 구조체는 상기 활성 영역으로부터 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사를 상기 방출 방향을 따라 적어도 부분적으로 감쇄시킨다.
- [0014] 여기서, 그리고 이하에서 "광" 또는 "전자기 복사"는 동일하게, 특히, 적외 파장 영역으로부터 자외 파장 영역에 이르기까지 적어도 하나의 파장 또는 파장 영역을 포함하는 전자기 복사를 의미할 수 있다. 특히, 제1 및 제2 파장 영역은 자외 파장 영역 및/또는 가시 파장 영역, 즉 적색 내지 청색 파장 영역을 포함할 수 있으며, 상기 파장 영역은 약 350 nm과 약 700 nm사이의 하나 이상의 파장을 가진다.
- [0015] 이때, 특히, 간섭성 제1 전자기 복사는 스펙트럼 폭이 10 nm보다 작고, 바람직하게는 5 nm보다 작은 제1 파장 영역에 위치한 제1 스펙트럼을 특징으로 하며, 간섭성 길이가 길 수 있다. 이는 특히, 간섭성인 제1 전자기 복사의 간섭성 길이가 미터 단위 내지 100미터 이상의 단위를 가짐을 의미할 수 있다. 이를 통해, 간섭성 제1 전자기 복사는 낮은 발산도 및 작은 빔 단면을 가지는 빔으로 시준될 수 있거나/시준될 수 있고 접속될 수 있다. 이를 위해, 반도체 층 시퀀스의 복사 아웃커플링면의 뒤에 가령 비균등 렌즈(anamorphic lens), 가령 실린더 렌즈와 같은 시준- 또는 접속 광학계가 배치될 수 있고, 상기 광학계를 이용하여 간섭성 제1 전자기 복사는 광선 속으로 시준되거나/시준되고 접속될 수 있어, 이상적 가우시안 광선속과 유사한 복사 특성을 포함할 수 있다.
- [0016] 간섭성 제1 전자기 복사가 레이저 광원의 구동 시 활성 영역에서 고정된 위상 관계 및 좁게 한정된 입체각 영역을 포함한 자극 방출에 의해 생성될 수 있는 반면, 예를 들면 이와 동시에 시작되는 임의 방출에 의해 비간섭성 제2 전자기 복사가 생성될 수 있다. 자극 방출에 의한 전자기 복사와 달리, 임의 방출된 전자기 복사는 방향의존도를 가지지 않으므로, 등방성으로 생성될 수 있다. 이를 통해, 비간섭성 제2 전자기 복사는 간섭성 제1 전자기 복사에 비해 더 큰 각도 범위에서 복사 아웃珂플링면으로부터 방출될 수 있고, 또한 상기 복사 아웃珂플링면의 제1 부분 영역 및 제2 부분 영역으로부터도 방출될 수 있다. 또한, 비간섭성 제2 전자기 복사의 제2 파장 영역은 간섭성 제1 전자기 복사의 제1 파장 영역보다 더 큰 스펙트럼 분포를 포함한다.
- [0017] 따라서, 간섭성 제1 전자기 복사에 비해 비간섭성 제2 전자기 복사는 다른 결상 특성을 가지고, 특히 접속력 및/또는 시준력이 더 낮다. 이를 통해, 간섭성 제1 전자기 복사 및 비간섭성 제2 전자기 복사를 포함하는 전자기 복사의 복사 품질은 단독적인 간섭성 제1 전자기 복사의 복사 품질에 비해 현저히 불량해질 수 있다.
- [0018] 예를 들면, 레이저 영사 응용물의 경우, 비간섭성 제2 전자기 복사는 외부 관찰자에게 매우 장애 요인으로 작용할 수 있다. 레이저 영사 응용물의 경우, 예를 들면 레이저 광원에 의해 생성된 광 스포트이 예를 들면 하나 이상의 이동식 편향 거울에 의해 표면 영역에 걸쳐 움직이고, 그 세기가 변경될 수 있다. 전체 표면 영역에 걸쳐 광 스포트이 예를 들면 초당 50회 또는 60회 움직이는 경우, 상기 표면에서 외부 관찰자는 이미지적인 발광 인상을 받는데, 육안은 개별적으로 움직이는 광스포트을 시간에 따라 더 이상 해상할 수 없고, 그 대신 조사된 표면 영역을 인지하기 때문이다. 다색의 프로젝션 응용물을 위해, 가령 적색, 녹색 및 청색 파장 영역과 같은 다양한 파장 영역을 포함한 복수 개의 레이저 광원이 나란히 장착될 수 있다. 영사 시 가능한 한 뚜렷한 표현 및 높은 콘트라스트를 얻기 위해, 바람직하게는 광 스포트은 간섭성 제1 전자기 복사의 결상에 의해서만 표면에 형성

되어야 한다. 광 세기의 인지와 관련하여 육안은 높은 동적 범위(dynamic range)를 가지므로, 비간섭성 제2 전자기 복사에 의해 결상이 뚜렷하지 않고 콘트라스트비가 불량해진 발광 인상을 야기될 수 있다.

[0019] 본 명세서에 기술된 레이저 광원이 필터 구조체를 포함하고, 상기 필터 구조체가 활성 영역으로부터 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사를 방출 방향을 따라 적어도 부분적으로 감쇄시킴으로써, 레이저 광원으로부터 방출된 전자기 복사의 품질은 예를 들면 당업자에게 공지된 회절값(M^2)의 형태로 측정될 수 있으며, 이는 종래의 레이저에 비해 현저히 개선된다. 특히, 필터 구조체는 비간섭성 제2 전자기 복사를 반도체 층 시퀀스로부터 출사될 때 적어도 방출 방향에서 방해하거나, 방향 전환시키거나 흡수하기에 적합할 수 있다.

[0020] 또한, 본 명세서에 기술된 레이저 광원은 유리하게도 예를 들면 데이터 저장 응용물 또는 인쇄 응용물을 위해 사용될 수 있으며, 비간섭성 제2 전자기 복사가 방출 방향으로 적어도 부분적으로 감소함으로써 상기에 기술된 레이저 광원으로부터 방출된 전자기 복사의 개선된 집속력 및/또는 시준력에 의해 종래의 레이저 소자에 비해 더 큰 해상도가 구현될 수 있기 때문이다. 이를 통해, 상기 응용물에서 예를 들면 더 큰 저장 밀도 또는 인쇄 해상도가 얻어질 수 있다.

[0021] 또한, 개선된 복사 품질에 의해, 본 명세서에 기술된 레이저 광원과 함께 간단하고 비용 효과적이며 콤팩트한 결상 광학계가 사용될 수 있다.

[0022] 간섭성 제1 전자기 복사는 제1 세기를 가질 수 있고, 비간섭성 전자기 복사는 제2 세기를 가질 수 있으며, 이때 제1 세기는 제2 세기에 비해 적어도 2배, 바람직하게는 적어도 10배, 더욱 바람직하게는 적어도 100배 더 클 수 있다. 여기서 그리고 이하에서, 세기는 면적 단위당 전자기 복사의 에너지 또는 휘도를 의미할 수 있다. 특히, 제1 및 제2 세기는 복사 아웃커플링면에서의 세기를 가리킬 수 있다.

[0023] 반도체 층 시퀀스는 에피택시 층 시퀀스 또는 에피택시 층 시퀀스를 포함한 복사 방출 반도체칩으로서, 즉 에피택시 성장된 반도체 층 시퀀스로서 형성될 수 있다. 이때, 반도체 층 시퀀스는 예를 들면 InGaAlN계일 수 있다. InGaAlN계 반도체칩 및 반도체 층 시퀀스란, 특히, 에피택시 제조된 반도체 층 시퀀스가 일반적으로 서로 다른 개별층들로 구성된 층 시퀀스를 포함하고, 상기 층 시퀀스가 포함하는 적어도 하나의 개별층은 III-V화합물 반도체 물질계 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 의 물질을 포함하고 이때 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $x+y \leq 1$ 인 경우이다. 적어도 하나의 InGaAlN계의 활성층을 포함한 반도체 층 시퀀스는 예를 들면 바람직하게는 자외 내지 녹색 파장 영역에서 전자기 복사를 방출할 수 있다.

[0024] 대안적 또는 부가적으로, 반도체 층 시퀀스 또는 반도체칩은 InGaAlP계일 수 있으며, 즉 반도체 층 시퀀스가 서로 다른 개별층들을 포함할 수 있고, 상기 개별층들 중 적어도 하나의 개별층은 III-V 화합물 반도체 물질계 $In_xAl_yGa_{1-x-y}P$ 의 물질을 포함하며 이때 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $x+y \leq 1$ 이다. 적어도 하나의 InGaAlP계의 활성층을 포함하는 반도체 층 시퀀스 또는 반도체칩은 예를 들면 바람직하게는 녹색 내지 적색 파장 영역에서 하나 이상의 스펙트럼 성분을 포함한 전자기 복사를 방출할 수 있다.

[0025] 대안적 또는 부가적으로, 반도체 층 시퀀스 또는 반도체칩은 다른 III-V 화합물 반도체 물질계, 예를 들면 AlGaAs계 물질을 포함하거나, II-VI 화합물 반도체 물질계를 포함할 수 있다. 특히, AlGaAs계 물질을 포함한 활성층은 적색 내지 적외 파장 영역에서 하나 이상의 스펙트럼 성분을 포함한 전자기 복사를 방출하기에 적합할 수 있다.

[0026] 반도체 층 시퀀스는 상기에 열거한 III-V 화합물 반도체 물질계 또는 II-VI 화합물 반도체 물질계가 증착된 기판을 더 포함할 수 있다. 기판은 반도체 물질, 예를 들면 상기에 열거된 화합물 반도체 물질계를 포함할 수 있다. 특히, 기판은 사파이어, GaAs, GaP, GaN, InP, SiC, Si 및/또는 Ge를 포함할 수 있거나 그러한 물질로 구성될 수 있다. 특히, 기판은 간섭성 제1 전자기 복사 및 비간섭성 제2 전자기 복사에 대해 투명할 수 있다.

[0027] 반도체 층 시퀀스는 활성 영역으로서 예를 들면 종래의 pn접합, 이중 이종 구조, 단일 양자 우물 구조(SQW-구조) 또는 다중 양자 우물 구조(MQW-구조)를 포함할 수 있다. 양자 우물 구조란 명칭은 본 출원의 범위에서 특히, 전하 캐리어가 속박("confinement")에 의해 에너지 상태의 양자화를 경험할 수 있는 모든 구조를 포함한다. 특히, 양자 우물 구조란 명칭은 양자화의 차원성에 대한 정보는 담고 있지 않다. 상기 명칭은 특히 양자상자, 양자선, 양자점 및 이들 구조의 각 조합을 포함한다. 반도체 층 시퀀스는 활성 영역외에 다른 기능층들 및 기능 영역들을 포함할 수 있고, 가령 p형이나 n형 도핑된 전하 캐리어 수송층, 즉 전자- 또는 정공 수송층, 도핑되지 않거나 p형 또는 n형 도핑된 속박층, 클래딩층 또는 도파층, 장벽층, 평탄화층, 벼파층, 보호 층 및/또는 전극 및 이들의 조합이 있다. 활성 영역 또는 다른 기능층들 및 영역과 관련한 그러한 구조는 당업

자에게 특히 그 구성, 기능 및 구조와 관련하여 공지되어 있어서, 이 부분에서 상세히 설명하지 않는다.

[0028] 또한, 가령 베퍼총, 장벽총 및/또는 보호총과 같은 부가적 총은 반도체 총 시퀀스의 성장 방향에 대해 수직으로 예를 들면 반도체 총 시퀀스의 둘레에 배치될 수 있고, 즉, 가령 반도체 총 시퀀스의 측면에 배치될 수 있다.

[0029] 예를 들면, 반도체 총 시퀀스 또는 반도체칩은 모서리 방출 레이저 다이오드를 가리킬 수 있다. 이는 특히, 복사 아웃커플링면이 반도체 총 시퀀스 또는 반도체칩의 측면으로 형성됨을 의미할 수 있고, 이때 복사 아웃커플링면은 기판의 측면을 포함할 수 있다. 또한, 복사 출사면은 예를 들면 복수 개의 측면을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 반도체 총 시퀀스는 제1 및 제2 도파총을 포함할 수 있고, 상기 도파총 사이에 활성 영역이 배치된다. 반도체 총 시퀀스를 횡 기본 모드로 구동하기 위해, 활성 영역의 적어도 일 측에 배치된 반도체 총 시퀀스의 총들은 예를 들면 브리지형(bridge shape) 및/또는 사다리꼴(trapeze shape)로 구조화될 수 있다. 브리지형 도파관, 립형(rib) 도파관, "리지 구조(ridge structure)" "사다리꼴 구조" 또는 "경사 구조(tapered structure)"로 공지된 형성 방식의 반도체 총 시퀀스는 당업자에게 공지되어 있으므로 여기서 더 이상 설명하지 않는다.

[0030] 또는, 반도체 총 시퀀스 또는 반도체칩은 수직 방출 레이저 다이오드("VCSEL")을 가리킬 수 있어서, 복사 아웃커플링면은 반도체 총 시퀀스의 주 표면 또는 반도체칩의 주 표면으로 형성될 수 있다.

[0031] 또한, 레이저 광원은 복수 개의 반도체 총 시퀀스 또는 반도체칩을 포함하거나, 복수 개의 활성 영역을 포함한 반도체 총 시퀀스 또는 반도체칩을 포함할 수 있다. 특히, 레이저 광원은 소위 대면적 레이저(broad area laser)로서 형성될 수 있다.

[0032] 또한, 예를 들면, 제1 활성 영역에서 전자기 복사가 생성되고, 제2 활성 영역에서 예를 들면 광학적 펌핑에 의해 제1 전자기 복사가 생성될 수 있다. 또한, 제1 복사원은 예를 들면 주파수 혼합 또는 특히 주파수 2배를 위한 부재를 포함할 수 있다. 그러한 부재는 반도체 총 시퀀스에 통합되거나, 반도체 총 시퀀스상에 도포되거나 외부에서 반도체 총 시퀀스에 설치될 수 있다. 특히, 반도체 총 시퀀스는 간접성 제1 전자기 복사를 위한 광학적 공진기를 포함할 수 있다. 상기 공진기는 특히 제1 거울을 복사 아웃커플링면으로서 또는 복사 아웃커플링면상에 포함하고, 제2 거울을 상기 복사 아웃커플링면에 대향된 반도체 총 시퀀스의 표면에서 포함할 수 있고, 상기 표면 사이에 활성 영역이 배치된다. 또한, 반도체 총 시퀀스는 소위 "분산 피드백 레이저", 약어로 DFB 레이저로 형성될 수 있다. 상기와 같은 DFB 레이저는 방출 방향에서 주기적으로 구조화된 활성 영역을 포함한다. 주기적으로 구조화된 활성 영역은 고변적 굴절률을 가지며 주기적으로 배치되는 영역들을 포함하고, 상기 영역들은 간접 격자 또는 간접 필터를 형성할 수 있어, 광선택적 반사를 야기할 수 있다. 본 명세서에 언급된 공진기 구조는 당업자에게 공지되어 있으므로 더 이상 설명하지 않는다.

[0033] 필터 구조체는 적어도 하나의 제1 필터 부재를 포함할 수 있고, 상기 제1 필터 부재는 방출 방향에서 반도체 총 시퀀스보다 뒤에 배치된다. 이는, 제1 필터 부재가 복사 아웃커플링면상에 또는 복사 아웃커플링면에 걸쳐 도포되거나 배치됨을 의미할 수 있다.

[0034] 여기서, 그리고 이하에서, 총 또는 부재가 다른 총 또는 다른 부재의 "상에" 또는 "걸쳐서" 또는 2개의 다른 총들이나 부재들 "사이에" 배치되거나 도포된다는 것은, 상기 하나의 총 또는 하나의 부재가 상기 다른 총 또는 다른 부재상에서 직접적으로 기계적 및/또는 전기적 접촉되면서 직접 배치됨을 의미할 수 있다. 또한, 상기 하나의 총 또는 하나의 부재가 다른 총 또는 다른 부재상에 또는 그에 걸쳐서 간접적으로 배치됨을 의미할 수도 있다. 이때, 또 다른 총 및/또는 부재는 상기 하나의 총과 다른 총 사이에 배치될 수도 있다.

[0035] 또한, 제1 필터 부재는 상기에 기술된 바와 같은 공진기 거울상에 배치되거나, 공진기 거울의 일부로서 형성될 수 있다. 이에 대해 대안적으로, 제1 필터 부재는 반도체 총 시퀀스로부터 분리되고, 특히 복사 아웃커플링면으로부터 분리 및 이격되어 배치될 수 있다. 예를 들면, 레이저 광원은 반도체 총 시퀀스가 배치되어 있는 하우징을 포함할 수 있고, 상기 하우징은 복사 아웃커플링창을 포함하며, 상기 복사 아웃커플링창은 제1 필터 부재를 포함하거나 제1 필터 부재로 형성된다.

[0036] 특히, 제1 필터 부재는 복사 아웃커플링면의 제1 부분 영역 및/또는 제2 부분 영역을 덮거나 상기 영역의 적어도 일 부분보다 뒤에 배치될 수 있다.

[0037] 적어도 하나의 제1 필터 부재는 예를 들면 전자기 복사에 대한 각도 종속적 및/또는 광선택적 투과도 또는 투명도를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 방출각, 짧게 "각"은 간접성 제1 전자기 복사의 방출 방향에 대해 상대적으로 정의될 수 있다. 0° 의 각은 방출 방향에 대해 평행한 방향을 의미할 수 있다. 각도 종속적이거나/각도 종속적이며 광선택적 투과도란, 전자기 복사가, 상기 전자기 복사가 제1 필터 부재에 입사될 때의 각

도, 즉 입사각에 의존하거나/의존하고 파장에 의존하여 서로 다른 세기로 투과되는 것을 의미할 수 있다. 특히, 각도 종속적이거나/각도 종속적이고 파장 종속적인 투과도는 제1 필터 부재의 각도 종속적이거나/각도 종속적이며 파장 종속적인 반사도 및/또는 흡수도와 결부될 수 있다. 이때, 투과되고 반사되고 흡수된 세기의 총합은 제1 필터 부재상에 조사된 전자기 복사의 세기에 상응한다는 공지된 원칙이 적용된다.

[0038] 각도 종속적 투과도 또는 투명도는 예를 들면 각도가 증가하면서 감소할 수 있다. 각이 0° 인 경우 투과도 또는 투명도는 예를 들면 최대값을 가질 수 있고 각이 0° 보다 큰 경우 투과도 또는 투명도는 상기 최대값보다 작은 값을 가질 수 있다. 0° 라는 최대각은, 각도 종속적인 특징을 가지는 투과도 함수의 국소 최대값(local maximum) 또는 전역 최대값(global maximum)일 수 있다.

[0039] 또한, 대안적 또는 부가적으로, 파장 종속적 투과도 또는 투명도는 제1 파장 영역과의 오차가 증가하면서 감소할 수 있다. 이는, 적어도 하나의 제1 필터 부재가 간접성 제1 전자기 복사의 제1 파장 영역을 위한 최대 투과도 또는 투명도를 가지고, 제1 파장 영역과 다른 파장 영역에 대해 더 낮은 투과도 및 투명도를 가짐을 의미할 수 있다. 최대 투과도는 파장 종속적 투과도를 특징으로 하는 함수의 국소 최대값 또는 전역 최대값일 수 있다.

[0040] 상기에 기술된 바와 같이, 간접성 제1 전자기 복사는 좁게 한정된 각도 범위에서 활성 영역으로부터 방출될 수 있는 반면, 비간접성 제2 전자기 복사는 등방성으로 또는 람베르시안 방출 특성을 가지며 큰 각도 범위에서 방출될 수 있어서, 각도가 더 클 때 정확히 필터 구조체를 포함하지 않은 레이저 광원의 원거리장에서 바로 비간접성 제2 전자기 복사가 인지될 수 있고, 복사 품질 및 발광 인상이 불량해질 수 있다. 각도 종속적 투과도를 가진 제1 필터 부재에 의해, 특히, 한계각보다 작은 각도로 반도체 층 시퀀스로부터 방출되는 전자기 복사는 한계각보다 큰 각도로 방출된 전자기 복사에 비해 더 낮은 반사 및/또는 흡수 및 그로 인하여 더 큰 투과도를 가질 수 있다. 한계각은 40° 이하, 바람직하게는 30° 이하, 더욱 바람직하게는 20° 이하일 수 있다. 한계각은, 특히, 간접성 제1 전자기 복사의 발산각에 상응할 수 있다. 또한, 한계각보다 큰 각도에서 제1 필터 부재의 투과도는 20%이하, 바람직하게는 10%이하, 더욱 바람직하게는 5%이하일 수 있다.

[0041] 예를 들면, 제1 필터 부재는 브래그 거울을 포함하거나 브래그 거울로서 형성될 수 있다. 브래그 거울은 굴절률이 서로 다른 2개의 층들을 각각 포함한 층쌍을 복수 개로 포함할 수 있다. 층들의 두께는 각각 간접성 제1 전자기 복사의 광학적 주행 길이의 약 1/4일 수 있다. 적합한 물질은 금속 산화물 또는 반금속 산화물 및/또는 금속 질화물 또는 반금속 질화물일 수 있다. 금속 산화물 또는 반금속 산화물은 알루미늄, 규소, 티타늄, 지르코늄, 탄탈륨, 니오븀, 또는 하프늄을 포함할 수 있다. 또한, 질화물은 상기 명시한 금속 및 반금속 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 예를 들면 규소질화물을 포함할 수 있다. 더욱 바람직하게는 금속 산화물 또는 반금속 산화물은 니오븀오산화물(niobium pentoxide), 하프늄이산화물, 알루미늄산화물, 규소이산화물, 티타늄이산화물, 탄탈오산화물 및 지르코늄이산화물 중 적어도 하나의 물질을 포함한다.

[0042] 상기와 같은 브래그 거울을 포함하거나 그러한 것으로 형성된 제1 필터 부재에 의해, 층들의 물질 및 두께 선택에 의해, 그리고 가령 5개 이상과 20개 이하로 층쌍의 수를 선택함으로써 각도 종속적 투과도가 상기에 기술된 바와 같이 조절될 수 있다. 브래그 거울의 각도 종속적 투과도에 의해, 상기에 기술된 한계각보다 큰 각도로 제1 필터 부재에 입사되는 비간접성 제2 전자기 복사는 상기 필터 부재로부터 반도체 층 시퀀스를 향하여 재귀 반사될 수 있어서, 활성 영역으로부터 방출된 비간접성 제2 전자기 복사는 방출 방향을 따라 감쇄될 수 있다.

[0043] 그와 동시에, 브래그 거울은 파장 종속적 투과도 또는 파장 종속적 반사도를 가질 수 있다. 이때, 파장에 의존하는 반사도는, 통상적으로, 전역 주 최대값 및 그 외에 복수 개의 국소 부 최대값(submaximum)을 가지는 파장 종속적 함수를 특징으로 할 수 있다. 특히, 브래그 거울이, 파장 종속적 반사도의 국소 부 최대값이 제1 파장 영역에 위치하도록 형성되는 경우가 유리할 수 있다. 간접성 제1 전자기 복사의 제1 파장 영역은 예를 들면 파장 종속적인 반사도의 제1 국소 부 최대값을 가진 파장 영역, 특히 전역 주 최대값의 단파측에서 제1 국소 부 최대값에 상응할 수 있다.

[0044] 브래그 거울을 포함하거나 브래그 거울이거나 이하에 계속 기술되는 다른 실시예에 따라 형성될 수 있는 제1 필터 부재에 대해 부가적 또는 대안적으로, 필터 구조체는 적어도 하나의 제2 필터 부재를 포함할 수 있고, 상기 제2 필터 부재는 복사 아웃커플링면에 대향된 반도체 층 시퀀스의 표면에 배치되거나 도포될 수 있다.

[0045] 제2 필터 부재는 전자기 복사에 대한 각도 종속적 투과도를 가질 수 있고, 이때 상기 투과도는 방출 방향에 대한 각도가 증가하면서 증가할 수 있다. 이는, 각도 종속적 투과도를 가진 제2 필터 부재가 상기 필터 부재의 투과도 및 반사도와 관련하여 원칙적으로 상기에 기술된 각도 종속적 투과도를 가진 제1 필터 부재에 대해 역으

로 작용할 수 있음을 의미할 수 있다. 각도 종속적 투과도를 가진 제2 필터 부재에 의해, 특히, 한계각보다 작은 각도로 반도체 층 시퀀스로부터 방출된 전자기 복사는 한계각보다 큰 각도로 방출된 전자기 복사에 대해 더 큰 반사도 및 더 낮은 투과도를 가질 수 있다. 한계각은 40° 이하, 바람직하게는 30° 이하, 더욱 바람직하게는 20° 이하일 수 있다. 특히, 한계각보다 큰 각도일 때 제2 필터 부재의 투과도는 20%이하, 바람직하게는 10%이하, 더욱 바람직하게는 5%이하일 수 있다. 또한, 상기 각이 한계각 이하일 때 제2 필터 부재의 반사도는 50%보다 크고, 바람직하게는 90%보다 크며 더욱 바람직하게는 99%보다 클 수 있다.

[0046] 따라서, 제2 필터 부재는, 특히, 한계각보다 큰 각도로 상기 제2 필터 부재에 입사된 비간섭성 제2 전자기 복사를 상기 제2 필터 부재를 통해, 그리고 그로 인해 복사 아웃커플링면에 대향된 표면을 통해 방출될 수 있도록 하는 반면, 간섭성 제1 전자기 복사는 제2 필터 부재를 통해 반도체 층 시퀀스로, 그리고 그로 인해 방출 방향으로 재귀 반사될 수 있다.

[0047] 이에 대해 대안적으로, 제2 필터 부재는 제1 필터 부재와 같은 각도 종속도를 가질 수 있어서, 비간섭성 제2 전자기 복사가 제2 필터 부재에서 반사되고, 간섭성 제1 전자기 복사의 일부, 예를 들면 10%보다 적고, 바람직하게는 5%보다 적고, 더욱 바람직하게는 1%보다 적은 부분이 제2 필터 부재에 의해 방출될 수 있다. 상기와 같은 실시예는, 예를 들면, 복사 아웃커플링면에 대향된 반도체 층 시퀀스의 표면보다 뒤에 복사 검출기, 가령 포토 다이오드가 배치되고, 상기 포토 다이오드를 이용하여 필터 부재를 통해 방출된 간섭성 제1 전자기 복사가 검출되는 경우에 유리할 수 있다. 복사 검출기는 예를 들면 레이저 광원의 방출 세기의 제어를 위한 출력 제어 장치의 부재일 수 있다. 제2 필터 부재는 복사 검출기 신호의 신호대 잡음비가 높은 경우에 유리할 수 있다.

[0048] 특히, 제2 필터 부재는 브래그 거울로서 형성될 수 있고, 상기 브래그 거울은 복사 아웃커플링면에 대향된 표면에 도포되며 상기에 열거한 브래그 거울용 물질 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0049] 제1 또는 제2 필터 부재가 브래그 거울을 포함하는 경우, 필터 구조체는 상기에 기술된 간섭성 제1 전자기 복사 용 공진기의 일부로서 형성될 수 있다. 이는, 제1 및/또는 제2 필터 부재가 각 공진기 거울의 일부이거나 각각 공진기 거울로서 형성됨을 의미할 수 있다.

[0050] 또한, 제1 필터 부재는 파장 종속적 투과도를 가진 제1 필터 부재를 포함할 수 있고, 상기 제1 필터 부재는 에탈론(etalon), 가령 패브리페로 간섭계(Fabry-Perot-Interferometer)로서 형성될 수 있다. 제1 필터 부재는 예를 들면 2개의 평면평행 주 표면을 가진 유리판을 더 포함할 수 있다. 주 표면은 각각의 반사도를 증가시키거나 줄여주는 코팅을 더 포함할 수 있고, 가령 상기에 열거된 브래그 거울용 물질 중 하나로 구성된 코팅을 포함할 수 있다. 특히, 에탈론은 반도체 층 시퀀스의 복사 아웃커플링면에 배치될 수 있다. 또는, 에탈론이 반도체 층 시퀀스에 직접 배치되지 않고 반도체 층 시퀀스와 별개인 소자로서 형성되는 경우가 유리할 수 있다. 이때, 바람직하게는, 에탈론은 하우징창의 일부로서 또는 하우징창으로서 형성될 수 있다.

[0051] 에탈론의 파장 종속적 투과도는 광학적 공진기의 물질 및 두께의 선택에 의해, 그리고 주 표면 중 적어도 하나상의 코팅 선택에 의해 선택될 수 있으되, 간섭성 제1 전자기 복사의 제1 파장 영역이 에탈론의 투과도 최대값의 파장 영역에 상응하도록 선택될 수 있다. 에탈론은 광학적 대역 통과 필터로서 이해될 수 있다. 비간섭성 제2 전자기 복사의 제2 파장 영역이 제1 파장 영역을 포함함으로써, 즉 제1 파장 영역보다 큼으로써, 제1 파장 영역을 초과한 제2 파장 영역의 부분은 에탈론에 의해 방출 방향을 따라 적어도 부분적으로 감쇄될 수 있다. 특히, 비간섭성 제2 전자기 복사는 에탈론에 의해 반사될 수 있다. 이때, 에탈론이 방출 방향에 배치되어 상기 에탈론의 평면평행한 주 표면이 방출 방향과 90° 보다 작은 각도를 이루도록 배치되는 것이 유리할 수 있는데, 이렇게 함으로서 예를 들면 비간섭성 제2 전자기 복사가 반도체 층 시퀀스로 재귀 반사되는 경우가 방지되거나 적어도 감소할 수 있기 때문이다.

[0052] 특히, 브래그 거울을 포함하거나 에탈론을 포함하는 제1 필터 부재는 상기에 기술된 DFB 구조를 가진 반도체 층 시퀀스와 조합될 수 있는데, DFB 구조의 파장 선택적 특성은 브래그 거울의 특성 및/또는 에탈론의 특성과 용이하게 동조될 수 있기 때문이다. 이때, 특히, 제1 필터 부재가 반도체 층 시퀀스상에 직접 배치되는 것이 유리할 수 있다.

[0053] 또한, 제1 필터 부재는 광학적 대역 에지 필터(band edge filter), 즉 광학적 고역 통과 필터 또는 저역 통과 필터를 포함할 수 있다. 광학적 대역 에지 필터의 한계 주파수는, 간섭성 제1 전자기 복사가 바람직하게는 감쇄 없이 제1 필터 부재에 의해 투과되고, 비간섭성 제2 전자기 복사의 제2 파장 영역에 있어서 상기 제1 파장 영역의 단파 또는 장파측에서 상기 제1 파장 영역을 초과하는 부분이 방출 방향으로 감쇄되도록 선택될 수 있다. 광학적 대역 에지 필터는 예를 들면 브래그 거울 또는 흡수 컬러 필터를 포함할 수 있다. 부가적으로,

광학적 대역 에지 필터는 이하에 계속 기술되는 바와 같은 포화 거동을 포함할 수 있다.

[0054] 광학적 대역 에지 필터는 반도체 층 시퀀스상에 직접 배치되거나, 별도의 소자로서 방출 방향에서 반도체 층 시퀀스보다 뒤에 배치될 수 있다. 특히, 흡수성 밴드 에지 필터의 경우, 별도의 소자가 배치됨으로써 반도체 층 시퀀스의 복사 아웃커플링면의 가열이 방지될 수 있고, 따라서 반도체 층 시퀀스의 유효 수명 및 최대 출력 성능이 증가할 수 있다. 또한, 제1 필터 부재는 전자기 복사에 대해 불투명한 물질을 함유한 층을 포함할 수 있다. 불투명한 물질은 예를 들면 규소, 갈륨, 게르마늄, 알루미늄, 크롬 또는 티타늄을 포함하거나 이들의 조합을 포함할 수 있다. 불투명 물질을 포함한 층은 복사 아웃珂플링면의 제2 부분 영역상에 또는 제2 부분 영역에 걸쳐 적어도 부분적으로 배치될 수 있다. 특히, 불투명 물질을 포함한 층은 전체의 제2 부분 영역상에 또는 전체의 제2 부분 영역에 걸쳐 배치될 수 있다. 또한, 불투명 물질은 구조화되어 복사 아웃珂플링면에 도포될 수 있고, 전체 복사 아웃珂플링면이 제1 부분 영역에 이르기까지 불투명 물질에 의해 덮이도록 구조화되어 도포될 수 있다. 불투명 물질을 포함한 층은 복사 아웃珂플링면의 제1 부분 영역에 걸쳐 개구부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 층은 핀홀 구경(pinhole aperture)으로서 형성될 수 있다.

[0055] 따라서, 비간섭성 제2 전자기 복사가 더 이상 복사 아웃珂플링면의 제2 부분 영역에 의해 방출될 수 없을 수 있다. 불투명 물질을 포함한 층의 구조화 도포는 예를 들면 열에 의해, 전자 지지되거나 이온 지지된 도포 방법을 이용하여, 가령 증발증착에 의해, 전자 지지되거나 이온 지지된 가스상 증착을 이용하여 또는 스퍼터링을 이용하여 가능할 수 있다. 이때, 불투명 물질은 예를 들면 마스크를 이용하여 구조화되어 도포될 수 있다.

[0056] 마스크를 이용한 도포에 대해 대안적으로, 불투명 물질을 포함한 층은 상기에 열거한 방법 중 하나를 이용하여 복사 아웃珂플링면의 제1 및 제2 부분 영역상에 대면적으로 도포될 수 있다. 가령 산소 분위기 및/또는 질소 분위기와 같은 적합한 분위기하에 상기 층은 제1 부분 영역에서 광화학적으로 개질될 수 있다. 예를 들면, 가령 상기 열거한 물질 중 하나를 포함할 수 있는 불투명 물질은 광의 작용을 이용하여 각 분위기에 따라 투명한 산화물, 질화물 또는 산질화물로 광화학적 개질될 수 있다.

[0057] 광 작용은 예를 들면 가령 레이저와 같은 외부의 복사원에 의해, 또한 가령 마스크를 이용한 구조화된 조사에 의해 수행될 수 있다.

[0058] 대안적 또는 부가적으로, 광화학적 개질을 위한 광의 작용은 간섭성 제1 전자기 복사에 의해 수행될 수 있다. 이를 위해, A) 단계에서 반도체 층 시퀀스가 준비되고 다른 B) 단계에서 상기에 기술된 바와 같은 불투명 물질을 포함한 층이 복사 아웃珂플링면의 제1 및 제2 부분 영역상에 대면적으로 도포될 수 있다. 이후, 반도체 층 시퀀스는 C) 단계에서 산소 분위기 및/또는 질소 분위기하에 구동될 수 있다. 상기에 기술된 바와 같이, 간섭성 제1 전자기 복사는 비간섭성 제2 전자기 복사보다 수 배 더 큰 세기를 포함할 수 있다. 이를 통해, 간섭성 제1 전자기 복사는 불투명 물질을 포함한 층에서 투명 산화물, 질화물 또는 산질화물이 되도록 광화학적 반응을 야기할 수 있으나, 비간섭성 제2 전자기 복사는 그렇지 않을 수 있다. 따라서, 광화학적 반응은 정확히 제1 부분 영역에서만 야기될 수 있으며, 상기 제1 부분 영역에서 간섭성 제1 전자기 복사가 복사 아웃珂플링면으로부터 방출된다.

[0059] 상기에 기술된 광화학적 반응에 대해 대안적 또는 부가적으로, 불투명 물질에서 광열 반응(photothermal reaction)이 일어날 수 있고, 이때 불투명 물질은 외부의 복사원 또는 간섭성 제1 전자기 복사에 의해 복사 아웃珂플링면의 제1 부분 영역으로부터, 가령, 기화될 수 있다.

[0060] 광화학적 반응 및/또는 광열 반응 이후, 이와 같이 제조된 층은 제2 부분 영역에 걸쳐 불투명하고 제1 부분 영역에 걸쳐 투명한데 다른 방법단계에서 가령 패시베이션층과 같은 다른 층으로 코팅될 수 있다. 상기 패시베이션층은 브래그 거울과 관련하여 상기에 계속 기술된 금속 산화물 또는 반금속 산화물 또는 -질화물로 구성된다. 따라서, 불투명 물질을 포함한 층은 지속적으로 보호될 수 있다.

[0061] 적어도 하나의 제1 필터 부재는 전자기 복사에 대해 세기 종속적 투과도를 포함할 수 있다. 상기에 이미 기술된 바와 같이, 간섭성 제1 전자기 복사의 제1 세기는 비간섭성 제2 전자기 복사의 제2 세기보다 클 수 있다. 이는, 제1 필터 부재가 제2 세기 이상의 세기를 가진 전자기 복사에 대해 불투명함을 의미할 수 있다. 그러나, 제1 세기와 동일한 세기를 가진 전자기 복사에 대해 제1 필터 부재는 투명할 수 있다. 따라서, 제1 필터 부재는 간섭성 제1 전자기 복사에 대해 투명하긴 하나, 비간섭성 제2 전자기 복사에 대해서는 그렇지 않을 수 있다.

[0062] 제1 필터 부재는 복사 아웃珂플링면의 제1 및 제2 부분 영역상에 대면적으로 도포될 수 있다. 이에 대해 대안적으로, 제1 필터 부재는 별도의 소자로서 방출 방향에서 반도체 층 시퀀스보다 뒤에서 제1 및 제2 부분 영역에 걸쳐 배치될 수 있다. 제1 필터 부재는 예를 들면 공진기 거울상에 도포될 수 있다.

[0063]

또한, 제1 필터 부재의 세기 종속적 투과도는 상기 투과도가 세기 증가와 함께 증가한다는 것을 특징으로 할 수 있다. 이때, 한계 세기 이후부터 투명도는 포화 거동을 포함할 수 있다. 이는, 한계 세기 이후부터 제1 필터 부재의 투과도가 더 이상 세기에 의존하지 않고, 한계값 이상의 세기일 때 제1 필터 부재의 투과도가 최대값을 가짐을 의미할 수 있다. 바람직하게는, 한계 세기는 제2 세기보다 크고 제1 세기보다 작을 수 있다.

[0064]

예를 들면, 제1 필터 부재는 간섭성 제1 전자기 복사의 에너지보다 작은 밴드캡을 가지는 반도체 물질을 포함할 수 있다. 파장 영역을 포함한 전자기 복사의 에너지로서 상기 파장 영역의 평균 파장에 상응하는 에너지를 가리킬 수 있다.

[0065]

또한, 밴드캡은 비간섭성 제2 전자기 복사의 에너지보다 작을 수 있다. 밴드캡이 간섭성 제1 전자기 복사의 에너지보다 작거나/작고 비간섭성 제2 전자기 복사의 에너지보다 작음으로써, 간섭성 제1 전자기 복사 및/또는 비간섭성 제2 전자기 복사는 반도체 물질에서 여기된 전자 상태를 간섭성 제1 전자기 복사의 흡수 또는 비간섭성 제2 전자기 복사의 흡수에 의해 생성할 수 있다. 바람직하게는, 여기된 전자 상태의 안정화 시 다시 자유롭게 된 에너지는 열로서, 가령 격자 편차로서 반도체 물질에 배출된다.

[0066]

전자 상태의 여기와 관련한 흡수에 의해, 간섭성 제1 전자기 복사 및/또는 비간섭성 제2 전자기 복사가 감쇄될 수 있다. 반도체 물질상에 조사된 세기 및 여기된 전자 상태의 유효 수명에 따라, 한계 세기일 때 반도체 물질에서 상기 반도체 물질이 조사된 전자기 복사를 더 이상 흡수하지 않는 상태에 도달할 수 있어서, 이제부터 반도체 물질은 투명하다. 반도체 물질의 이러한 거동은 포화 거동으로 표현할 수 있다.

[0067]

투명 상태는 특히 반도체 물질상에 국부적으로 조사된 세기에 의존할 수 있다. 이는, 제1 필터 부재가 적어도 하나의 제1 필터 영역에서 투명할 수 있고, 상기 필터 영역에서 조사된 전자기 복사의 세기가 투명 상태를 야기하기에 충분하고, 한계 세기이상임을 의미할 수 있다. 그와 동시에, 제1 필터 부재는 조사된 전자기 복사의 세기가 한계 세기 미만인 제2 필터 영역에서 여전히 흡수성이어서, 상기 영역에서는 투명하지 않거나, 적어도 완전히 투명하진 않다.

[0068]

특히, 한계 세기는 반도체 물질의 선택에 의해 조절될 수 있어서, 제2 세기는 한계 세기보다 훨씬 더 작으므로, 제1 필터 부재는 복사 아웃커플링면의 제2 부분 영역에 걸쳐 불투명하다. 한계 세기는 제1 세기보다 작을 수 있어서, 제1 필터 부재는 복사 아웃커플링면의 제1 부분 영역에 걸쳐 투명하고, 간섭성 제1 전자기 복사는 제1 필터 부재를 통해 방출될 수 있다.

[0069]

이때, 반도체 물질의 밴드캡과 비간섭성 제2 전자기 복사의 평균 에너지 사이의 차는 적어도 제2 파장 영역의 반치폭에 상응할 수 있다. 이를 통해, 비간섭성 제2 전자기 복사의 적어도 80%, 바람직하게는 적어도 90%, 더욱 바람직하게는 전체가, 즉 99%보다 많은 부분이 제1 필터 부재에 의해 흡수될 수 있다. 상기 차는 예를 들면 10 meV이상이고, 15 meV이하일 수 있다.

[0070]

세기 종속적 투과도의 조절 및 한계 세기는 예를 들면 반도체 물질의 선택, 두께 및 결정 품질에 의해 얻어질 수 있다. 제1 필터 부재에서 반도체 물질을 통해 투과될 수 있는 전자기 복사의 비율은 반도체 물질 또는 반도체 물질을 포함한 총의 두께의 역함수 지수에 의존할 수 있다. 이때, 상기 두께는 예를 들면, 한계 세기미만의 세기로 제1 필터 부재에 조사된 전자기 복사 중에 제1 필터 부재를 통해 투과되는 비율이 $1/e$ 이하, 바람직하게는 $1/e^2$ 이하가 되도록 선택될 수 있으며, 이때 e 는 오일러 수(euler number)이다.

[0071]

예를 들면 제1 필터 부재는 가령 InAlGaAs, InGaAlP, InGaAlN과 같이 III-V 반도체 물질계로 이루어진 하나 이상의 물질, 가령 ZnSe, ZnS와 같은 II-VI 반도체 물질계로 이루어진 하나 이상의 물질 또는 가령 Si, Ge와 같은 반도체 물질을 포함할 수 있다. 또한, 반도체 물질은 C, Mg, Zn, Si, Te, Se, Fe, Cr, O 중 하나 이상의 물질로 도핑될 수 있다.

[0072]

제1 필터 부재는 예를 들면 반도체 물질을 함유한 층을 포함할 수 있다. 또한, 제1 필터 부재는 2개의 유전체 층을 포함할 수 있고, 상기 유전체층 사이에 반도체 물질을 함유한 층이 배치된다. 유전체층들 사이에 반도체 물질을 함유한 층이 매립되는 것은 층 시퀀스의 증착을 이용하여 수행될 수 있다. 반도체 물질은 에피택시열 성장된 층 또는 다결정층 또는 비결정질층을 형성할 수 있다. 유전체층은 예를 들면 상기에 기술된 브래그 거울과 관련하여 열거된 산화물 물질 또는 질화물 물질을 포함할 수 있다. 대안적 또는 부가적으로, 반도체 물질을 함유한 층은 매트릭스 물질을 포함할 수 있고, 바람직하게는 유전체 산화물 물질 또는 질화물 물질을 포함할 수 있다. 상기 매트릭스 물질에 반도체 물질이 비결정질로 매립될 수 있다. 예를 들면, 반도체 물질을 함유한 층은 SiN을 매트릭스 물질로서 포함할 수 있고, 상기 매트릭스 물질에 비결정질 Si가 매립된다.

[0073]

반도체 물질에 대해 대안적 또는 부가적으로, 제1 필터 부재는 파장 변환 물질을 포함할 수 있고, 상기 파장 변환 물질은 제2 파장 영역을 포함한 비간섭성 제2 전자기 복사를 제3파장 영역을 포함한 전자기 복사로 변환하기에 적합하며, 상기 제3파장 영역은 제2 스펙트럼과 상이하다. 파장 변환 물질은 반도체 물질과 같이 한계 세기 및 포화 거동을 포함할 수 있다. 파장 변환 물질의 한계 세기는 물질의 선택 및 두께에 의해 조절되며, 비간섭성 제2 전자기 복사가 제1 필터 부재를 아직 포화시킬 수 없도록 조절되며, 반면 간섭성 제1 전자기 복사의 제1 세기는 한계 세기보다 커서, 제1 필터 부재는 복사 아웃커플링면의 제1 부분 영역에 걸쳐 포화되며, 간섭성 제1 전자기 복사의 적어도 일부에 대해 투명하다. 부가적 또는 대안적으로, 상기에 기술된 반도체 물질도 여기된 전자 상태의 안정화 시 제3스펙트럼을 가진 전자기 복사를 방출하여 적어도 부분적으로 파장 변환 물질과 같은 역할을 할 수 있다.

[0074]

제3파장 영역이 예를 들면 적외 파장 영역에 위치하여 육안으로 더 이상 인지될 수 없는 경우가 유리할 수 있다. 대안적 또는 부가적으로, 필터 구조체는 제3필터 부재를 포함할 수 있고, 제3필터 부재는 제1 필터 부재보다 뒤에 배치되며 제3파장 영역을 가진 전자기 복사에 대해 투명하지 않다. 제3필터 부재는 특히 간섭성 제1 전자기 복사에 대해 투명할 수 있다. 예를 들면, 제3필터 부재는 흡수성 컬러 필터를 포함할 수 있다.

[0075]

제3필터 부재는 예를 들면 별도의 소자로서, 가령 하우징창으로서 또는 그 일부로서 방출 방향으로 제1 필터 부재보다 뒤에 배치될 수 있다. 이를 통해, 예를 들면 복사 아웃커플링면에서의 열 부하가 감소할 수 있어, 반도체 층 시퀀스의 유효 수명이 증가할 수 있다.

[0076]

파장 변환 물질은 하나 이상의 이하 물질을 포함할 수 있다: 예를 들면 YAG:Ce^{3+} 와 같이 희토류 및 알칼리토금속으로 도핑된 가衲, 질화물, 질화실리케이트, 시온, 시알론, 알루미네이트, 산화물, 할로포스페이트, 오르토실리케이트, 세파이드, 바나데이트 및 클로로실리케이트. 또한, 파장 변환 물질은 부가적 또는 대안적으로 유기 물질을 포함할 수 있고, 상기 유기 물질은 페릴렌, 벤조피렌, 쿠마린, 로다민, 아조-색소로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 파장 변환층은 상기 열거한 파장 변환 물질의 적합한 혼합물 및/또는 조성물을 포함할 수 있다.

[0077]

또한, 제1 필터 부재는 파장 변환 물질 또는 파장 변환 물질들을 둘러싸거나 포함하거나, 파장 변환 물질 또는 파장 변환 물질들에 화학적으로 결합된 투명 매트릭스 물질을 포함할 수 있다. 투명 매트릭스 물질은 예를 들면 실록산, 에폭시, 아크릴레이트, 메틸메타크릴레이트, 이미드, 카르보네이트, 올레핀, 스티롤, 우레탄 또는 모노머, 올리고머나 폴리머의 형태로 그 유도체를 포함하고, 또한 혼합물, 코폴리머 또는 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들면, 매트릭스 물질은 에폭시 수지, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리스티롤, 폴리카르보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리우레탄 또는 가령 폴리실록산과 같은 실리콘 수지 또는 그 혼합물을 포함하거나 그려한 것일 수 있다.

[0078]

간섭성 제1 전자기 복사의 제1 세기에 의해, 제1 필터 부재의 제1 필터 영역에서 제1 온도가 생성될 수 있는 반면, 제1 필터 부재의 제2 필터 영역에는 비간섭성 제2 전자기 복사의 제2 세기에 의해 제2 온도가 생성될 수 있다. 제2 세기는 제1 세기보다 낮을 수 있으므로, 제2 온도는 제1 온도보다 낮을 수 있다. 이는, 복사 아웃커플링면의 제1 부분 영역상에 또는 제1 부분 영역에 걸쳐 배치될 수 있는 제1 필터 영역에서 제1 필터 부재가, 복사 아웃커플링면의 제2 부분 영역상에 또는 제2 부분 영역에 걸쳐 배치될 수 있는 제2 필터 영역에서의 경우에 비해 더 높은 온도를 가질 수 있음을 의미할 수 있다.

[0079]

또한, 제1 필터 부재는 전자기 복사에 대한 온도 종속적 투과도를 포함할 수 있다. 이때, 제1 필터 부재는 한계 온도를 포함할 수 있고, 상기 한계 온도보다 낮을 때 제1 필터 부재는 투명하지 않다. 특히, 한계 온도는 제2 온도보다 더 높고, 제1 온도보다 더 낮을 수 있다. 이는, 제1 필터 부재가 제1 필터 영역에서만 투명하여, 복사 아웃커플링면의 제2 부분 영역으로부터 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사가 제1 필터 부재를 통해 방출될 수 없음을 의미할 수 있다.

[0080]

제1 필터 부재는 예를 들면 온도에 따라 원자 또는 분자의 근거리 질서를 변경할 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 제1 필터 부재는 층 또는 층 스택으로서 형성될 수 있고, 상기 층 스택은 한계 온도 미만일 때 간섭성 제1 전자기 복사 및 비간섭성 제2 전자기 복사에 커플링될 수 있는 표면 플라즈몬 모드를 포함할 수 있다. 플라즈몬으로서 제1 필터 부재 또는 제1 필터 부재의 층에서 주기적으로 진동하는 자유 전하캐리어, 즉 전자의 밀도 편차를 가리킬 수 있다. 특히, 표면 플라즈몬은 종 방향의 전하 캐리어 밀도 편차를 가리키며, 상기 편차는 제1 필터 부재의 층의 표면의 연장 방향에 대해 평행하게 상기 표면에서 발생한다. 표면 플라즈몬 모드는 제1 필터 부재의 적어도 하나의 층의 원자 또는 분자의 근거리 질서에 의존할 수 있다. 표면 플라즈몬은 특

히 반도체 층 시퀀스를 향한 제1 필터 부재의 층의 표면에서 생성될 수 있다. 제1 필터 부재에서 표면 플라즈몬에 전자기 복사가 커플링됨으로써 전자기 복사의 에너지는 제1 필터 부재에 전달될 수 있어서, 전자기 복사의 에너지의 적어도 일부가 흡수될 수 있다. 상기 전자기 복사가 표면 플라즈몬에 커플링되는 것은 표면 플라즈몬 공진으로 표현될 수 있다. 제1 필터 부재는 상기 제1 필터 부재에 전자기 복사가 조사되는 영역에서 가열될 수 있다.

[0081] 제1 필터 부재의 필터 영역에서의 온도가 한계 온도 미만인 한, 제1 필터 부재의 상기 필터 영역에서 표면 플라즈몬 모드가 있을 수 있고, 상기 모드에 전자기 복사가 커플링될 수 있다. 적어도 하나의 필터 영역에서 제1 필터 부재가 한계 온도이상의 온도로 가열됨으로써, 제1 필터 부재의 적어도 하나의 층의 원자 또는 분자의 근거리 질서가 변경되며, 전자기 복사가 커플링될 수 있는 표면 플라즈몬 모드도 더 이상 제공되지 않도록 변경될 수 있어서, 제1 필터 부재는 필터 영역에서 투명하다. 원자 또는 분자의 근거리 질서의 변화는 예를 들면 제1 필터 부재의 적어도 하나의 층에서 온도 종속적 밀도 변화 및/또는 가령 마이크로기포 형성과 같은 상 변화에 의해 탈성될 수 있다.

[0082] 한계 온도는 제1 필터 부재의 적어도 하나의 층의 물질을 이용하여 조절될 수 있다. 예를 들면, 상기 적어도 하나의 층은 안티몬, 은, 백금, 팔라듐, 아연으로 구성된 군으로부터의 물질을 포함할 수 있다. 특히, 제1 필터 부재는 상기 열거한 물질 중 적어도 하나를 함유할 수 있는 층 스택을 포함할 수 있다. 청색 파장 영역으로 구성된 비간섭성 제2 전자기 복사 및 간섭성 제1 전자기 복사를 위해, 제1 필터 부재는 바람직하게는 N, Te, Ge, Ag, In 중 하나 이상의 물질과 함께 안티몬을 함유한 층을 포함할 수 있고, 예를 들면 안티몬질화물(SbN_x), $SbTe$, $GeSbTe$ 및/또는 $AgInSbTe$ 를 함유할 수 있다. 또한, 제1 필터 부재는 상기 열거한 물질을 함유한 층을 구비한 층 스택을 포함할 수 있고, 상기 층은 2개의 규소질화물층들 사이에 배치된다. 대안적 또는 부가적으로, 제1 필터 부재는 2개의 PtO_x 층들 사이에 $ZnS-SiO_2$ 층을 구비한 층 스택을 포함할 수 있다. 적색의 제1 및 제2 파장 영역을 위해, 제1 필터 부재는 예를 들면 AgO_x , PtO_x 및/또는 PdO_x 를 함유한 층을 포함할 수 있다. 상기와 같은 층 또는 층 스택은 "초해상 근접장 구조" (Super-RENS)로 표현할 수 있다.

[0083] 또한, 필터 구조체는 제4필터 부재를 포함할 수 있고, 상기 제4필터 부재는 가령 반도체 층 시퀀스의 표면일 수 있는 반도체 층 시퀀스의 면에 배치된다. 제4필터 부재를 포함한 표면은 복사 아웃커플링면 및 상기 복사 아웃커플링면에 대향된 표면과 다를 수 있다. 특히, 제4필터 부재는 간섭성 제1 전자기 복사의 방출 방향에 대해 평행한 연장 방향을 포함하는 면에 배치될 수 있다. 상기와 같은 면은 예를 들면 반도체 층 시퀀스의 측면일 수 있고, 상기 측면은 복사 아웃커플링면으로부터 복사 아웃커플링면에 대향된 표면으로 연장된다.

[0084] 또한, 상기 면은 반도체 층 시퀀스의 층의 경계면일 수 있고, 상기에 기술된 바와 같이 반도체 층 시퀀스는 복수 개의 층들을 포함할 수 있다. 특히, 상기 면은 반도체 층 시퀀스의 2개의 층들 사이의 경계면일 수 있다.

[0085] 제4필터 부재는 불투명 물질을 함유한 층을 포함할 수 있다. 불투명 물질은 특히 비간섭성 제2 전자기 복사를 흡수하는 물질일 수 있다. 불투명 물질을 함유한 층은 예를 들면 활성 영역과 반대 방향인 기판의 표면에 도포되거나, 활성 영역을 향한 기판의 표면에 도포될 수 있다. 또한, 불투명 물질을 함유한 층은 활성 영역과 반대 방향인 도파층의 표면에서 예를 들면 불투명 클래딩층으로서 또는 불투명 클래딩층의 일부로서 활성 영역과 전기 접촉 사이에 또는 활성 영역과 기판 사이에 도포될 수 있다. 상기 전기 접촉은 가령 전극이다. 상기와 같은 제4필터 부재의 배치는 특히 전극을 향하여 그리고/또는 기판을 향하여 반도체 층 시퀀스내에서 비간섭성 제2 전자기 복사의 확산을 방지하거나 적어도 감소시킬 수 있어서, 특히 가령 GaN과 같은 투명 기판을 포함한 반도체 층 시퀀스의 경우에 유리할 수 있다. 이를 통해, 방출 방향으로 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사가 복사 아웃커플링면의 제2 부분 영역에 걸쳐 감소하는 경우가 줄어들 수 있다.

[0086] 불투명하고 바람직하게는 흡수성인 물질은, 바람직하게는 전기 전도성일 수 있고, 규소, 갈륨, 게르마늄, 알루미늄, 크롬 또는 티타늄 중 하나의 물질 또는 조성물을 포함할 수 있다.

[0087] 대안적 또는 부가적으로, 제4필터 부재는 반도체 층 시퀀스의 전기 접촉을 위해 제공된 전극을 포함할 수 있다. 전극은 반사성이 불량한 물질 및/또는 투과성이 불량한 물질 및 바람직하게는 흡수성 물질을 포함할 수 있고, 가령 크롬 및/또는 티타늄을 포함할 수 있다.

[0088] 또한, 제4필터 부재는 복수 개의 흡수층들을 포함할 수 있고, 상기 흡수층은 반도체 층 시퀀스의 복수 개의 표면에 위치하며, 상기 표면은 복사 아웃커플링면 또는 적어도 복사 아웃커플링면의 제1 부분 영역과 상이하다.

[0089] 또한, 제4필터 부재는 표면 구조체를 포함하거나 구비할 수 있다. 표면 구조체는 예를 들면 복사 아웃커플링면

과 다른 반도체 층 시퀀스의 적어도 하나의 표면에서 거칠기 및/또는 적어도 하나의 함몰부일 수 있다. 특히, 반도체 층 시퀀스는 반도체 층 시퀀스의 층들이 포개어 성장된 성장 방향을 포함할 수 있다. 따라서, 반도체 층 시퀀스는 성장 방향에 대해 수직인 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다. 상기 표면은 예를 들면 기판 또는 가령 전극과 같은 전기 접촉층에서 활성 영역을 향한 표면 또는 활성 영역과 반대 방향인 표면일 수 있다.

[0090] 예를 들면, 반도체 층 시퀀스의 하나 이상의 층은 기판과 반대 방향인 활성 영역의 측에서 브리지형으로 상기에 기술된 리지 구조 또는 사다리꼴 구조로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 표면 구조체를 가진 표면은 브리지형으로 형성된 층들에 대해 래터럴 오프셋(lateral offset), 인접하거나/인접하고 접해있는 표면일 수 있다. 상기 표면에서, 표면 구조체는 활성 영역에 대해 래터럴 오프셋되어 배치될 수 있다.

[0091] 또한, 표면 구조체는 거칠기 또는 함몰부로서 형성된 표면 구조체가 반도체 층 시퀀스안으로 연장될 만큼의 깊이를 가질 수 있다. 이는, 표면 구조체가 반도체 층 시퀀스의 적어도 하나의 층 또는 복수 개의 인접한 층들에서 반도체 층 시퀀스 안으로 연장됨을 의미할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 표면 구조체는 활성 영역의 외부에서 반도체 층 시퀀스안으로 삽입 연장될 수 있다.

[0092] 예를 들면, 표면 구조체는 활성 영역에 대해 측면에서 오프셋되어 반도체 층 시퀀스의 도파총까지 삽입 연장되는 거칠기 또는 적어도 하나의 함몰부를 포함할 수 있다. 표면 구조체는 적어도 백 나노미터, 바람직하게는 적어도 일 마이크로미터, 더욱 바람직하게는 마이크로미터까지 활성 영역으로부터 그리고/또는 리지 구조나 사다리꼴 구조로부터 측면에서 오프셋되어 배치될 수 있다.

[0093] 예를 들면, 표면 구조체는 제1 및/또는 제2 파장 영역의 약 1/10배라는 평균 주기를 가진 거칠기를 포함할 수 있고, 반도체 층 시퀀스안으로, 활성 영역을 포함한 반도체 층 시퀀스의 층이 바람직하게는 상기 거칠기에 의해 관통되지 않을 정도의 깊이를 가질 수 있다. 거칠기는 예를 들면 견식 식각 또는 습식 식각에 의해 제조될 수 있다.

[0094] 또한, 표면 구조체는 적어도 하나의 트렌치 또는 규칙적 배열의 함몰부를 포함할 수 있다. 트렌치 또는 규칙적 배열의 함몰부는 반도체 층 시퀀스의 층들의 연장 방향에 대해 평행한 연장 방향을 가질 수 있고, 간접성 제1 전자기 복사의 방출 방향과 0° 이상 90° 이하일 수 있는 각을 이를 수 있다.

[0095] 각이 0° 인 경우는, 특히, 적어도 하나의 트렌치 또는 규칙적 배열의 함몰부가 방출 방향에 대해 평행하게, 그리고 활성 영역의 연장 방향에 대해 평행하게 정렬됨을 의미할 수 있다. 대안적 또는 부가적으로, 제4필터 부재는 적어도 하나의 트렌치를 포함할 수 있고, 상기 트렌치의 연장 방향은 방출 방향과 0° 보다 크고 90° 보다 작은 각을 이루며, 바람직하게는 30° 이상 60° 이하, 더욱 바람직하게는 약 45° 의 각을 이룬다. 이는 특히, 트렌치가 방출 방향으로 가면서 활성 영역에 접근해있음을 의미할 수 있다.

[0096] 트렌치 또는 규칙적 배열의 함몰부는 상기 트렌치 또는 함몰부가 반도체 층 시퀀스안으로 반도체 층 시퀀스의 도파총을 경유하여 200 nm이하의 간격을 가질 때까지 연장될 만큼의 깊이를 가질 수 있다. 또한, 상기와 같은 표면 구조체는 도파총안으로 연장되거나, 기판과 대향된 반도체 층 시퀀스의 표면으로부터 기판안으로 연장될 수 있다.

[0097] 트렌치 또는 함몰부의 횡단면은 반도체 층 시퀀스의 성장 방향에 대해 평행한 측면 또는 성장 방향과 45° 의 각이 될 때까지 경사진 측면을 포함할 수 있다. 이는, 트렌치 또는 함몰부가 U형 단면 또는 V형 횡단면을 가질 수 있음을 의미할 수 있다. 경사진 측면에 의해, 반도체 층 시퀀스내에서 확산되는 비간접성 제2 전자기 복사는 편향되고 예를 들면 상기에 기술된 흡수 물질을 포함한 층으로 방향 전환될 수 있다. 부가적으로, 트렌치 또는 함몰부는 상기에 기술된 물질 중 하나 또는 초 RENS 물질 중 하나로 적어도 부분적으로 코팅되거나 충전될 수 있다.

[0098] 더욱 바람직하게는, 본 명세서에 기술된 표면 구조체는 쌍의 형태로 리지 구조 또는 사다리꼴 구조에 대칭을 이루며 그러한 구조에 인접한 표면에 배치될 수 있다.

[0099] 또한, 복수 개의 트렌치 또는 규칙적 배열의 함몰부는 서로 평행하게 나란히 배치될 수 있다. 이때, 복수 개의 트렌치 또는 규칙적 배열의 함몰부는 제1 및/또는 제2 파장 영역의 평균 파장 이하의 간격을 가지고, 더욱 바람직하게는 평균 파장의 약 1/4의 간격을 가질 수 있다. 상기와 같은 순서의 트렌치 또는 함몰부에 의해, 표면 구조체는 1차원 또는 2차원의 광자 결정과 동일하거나 유사한 역할을 할 수 있다.

[0100] 반도체 층 시퀀스의 적어도 하나 이상의 층에서 리지 구조 또는 사다리꼴 구조가 브리지형으로 형성됨으로써,

쿨절률의 비약적 변화가 통상적으로 0.001 내지 0.01로 얻어질 수 있어서, 브리지형 구조가 도파 역할을 할 수 있다. 따라서, 반도체 층 시퀀스의 도파층에 의해 비간섭성 제2 전자기 복사는 반도체 층 시퀀스내에서 복사 아웃커플링면을 향하여 안내될 수 있다. 본 명세서에 기술된 제4필터 부재에 의해, 반도체 층 시퀀스내에서 반도체 층 시퀀스의 층들의 연장 방향에 평행한 방향으로 비간섭성 제2 전자기 복사가 확산되는 경우가 효과적으로 감소하거나 방지될 수 있다. 이를 통해, 비간섭성 제2 전자기 복사가 복사 아웃커플링면의 제2 부분 영역으로부터 방출되는 경우가 감소할 수 있다.

[0101] 필터 구조체는 본 명세서에 기술된 제1, 제2, 제3 및 제4필터 부재 중 하나만을 포함할 수 있다. 또한, 필터 구조체는 본 명세서에 기술된 제1, 제2, 제3 및 제4필터 부재를 서로 조합하여 복수개로 포함할 수 있다. 바로 이러한 점에 의해, 필터 구조체의 원하는 필터 특성이 방출 특성 및 반도체 층 시퀀스의 사용된 물질 및 실시예에 맞춰질 수 있다. 예를 들면, 필터 구조체는 상기에 기술되며 반도체 층 시퀀스상에 직접 배치된 제1 필터 부재 중 하나를 포함할 수 있고, 방출 방향에서 반도체 층 시퀀스보다 뒤에 배치된 하우징 창의 일부로서 상기에 기술된 제1 필터 부재 중 다른 하나를 포함할 수 있다. 또한, 가령 제1 및/또는 제2 및/또는 제3 필터 부재는 예를 들면 제4필터 부재와 조합하여 필터 구조체를 형성할 수 있다.

[0102] 이하, 본 발명의 다른 이점, 유리한 실시예 및 발전예는 도 1A 내지 17과 관련하여 기술된 실시예로부터 도출된다.

도면의 간단한 설명

[0103] 도 1A 내지 1F는 일 실시예에 따른 레이저 광원의 개략도를 도시한다.

도 2는 레이저 광원의 방출 특성을 도시한다.

도 3A 내지 6은 다른 실시예에 따른 레이저 광원의 개략도를 도시한다.

도 7A 내지 9B는 다른 실시예에 따른 제1 및 제2 필터 부재의 파장 종속적이며 각도 종속적인 투과도를 도시한다.

도 10 내지 17은 다른 실시예에 따른 레이저 광원의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0104] 실시예 및 도면에서 동일하거나 동일한 기능의 요소는 각각 동일한 참조 번호를 가질 수 있다. 도시된 요소 및 그 크기비는 기본적으로 축척에 맞는 것으로 볼 수 없고, 오히려 예를 들면 층, 소자, 부품, 영역과 같은 개별 요소는 더 나은 표현 및/또는 더 나은 이해를 위해 과장되어 두껍거나 큰 치수로 도시되어 있을 수 있다.

[0105] 도 1A 내지 1F에는 레이저 광원의 실시예가 도시되어 있다. 상기 실시예에 대한 이하의 설명은 명백한 다른 설명이 없는 한, 모든 도 1A 내지 1F에 동일하게 관련된다.

[0106] 도 1A는 반도체 층 시퀀스(10)를 포함한 레이저 광원의 개략적 입체도를 도시한다. 도 1B는 도 1A에서 BB로 표시된 절단선을 따르는 레이저 광원의 단면도를 도시하고, 도 1C는 도 1A에서 CC로 표시된 방향을 따르는 레이저 광원을 상측으로부터 본 평면도를 도시한다. 도 1D 내지 1F는 도 1A에 표시된 절단선 DD를 따르는 단면도 및 상기 단면도의 세부도이다.

[0107] 본 명세서에 기술된 레이저 광원의 기초가 되는 고려사항을 설명하기 위해 도 1A 내지 1F에는 필터 구조체(5)가 도시되어 있지 않다. 그러나, 상기 도면에 도시된 레이저 광원은 일반 설명부 및 다른 실시예에 도시된 모든 필터 구조체(5)를 포함할 수 있다.

[0108] 레이저 광원은 기판(1)을 구비한 반도체 층 시퀀스(10)를 포함하고, 상기 기판상에는 에피택시얼 성장된 복수 개의 기능층(4)이 도포된다.

[0109] 도시된 실시예에서, 반도체 층 시퀀스(10)는 GaN 기판(1)으로 형성되며, 상기 기판상에 규소 도핑된 AlGaN 클래딩층(41) 및 그 위에 규소 도핑된 GaN 도파층(42)이 배치된다. 그 위에, 반도체 층 시퀀스(10)는 1개 내지 5개의 GaInN 양자막 및 GaN 장벽층을 구비한 다중 양자 우물 구조(MQW-구조)를 가진 활성층을 포함한다. 활성층상에 마그네슘 도핑된 GaN 도파층(43) 및 마그네슘 도핑된 AlGaN 클래딩층(44)이 도포된다. 또한, 클래딩층(44) 상에 예를 들면 마그네슘 도핑된 GaN으로 구성된 하나 이상의 접촉층이 더 도포될 수 있는 반면, 기판(1)과 클래딩층(41) 사이에 마찬가지로 하나 이상의 중간층이 배치될 수 있다(미도시). 반도체 층 시퀀스(10)는 기술된 물질계에 의해, 자외 광장 영역 내지 녹색 및 바람직하게는 청색 광장 영역에서 전자기 복사를 생성하기에 적합

하다.

[0110] 본 명세서에 기술된 질화물계 반도체 물질에 대해 대안적으로, 반도체 층 시퀀스(10)는 예를 들면 인화물- 및 비화물계 반도체 물질을 포함할 수 있어서, 가령 예를 들면 GaAs 기판(1) 및 그 위에 III족 물질에서 약 40%의 Al 비율을 가진 AlGaAs 및/또는 III족 물질에서 약 50%의 In 비율을 가진 InGaP로 구성되는 100 nm 두께의 중간층(41), 그 위에 2 μ m 두께의 InAlP 도파층(42), 그 위의 100 nm 두께의 InGaAlP/InGaP 양자막/장벽층- MQW 구조, 그 위에 2 μ m 두께의 InAlP 도파층(43) 및 그 위에 100 nm 두께의 InGaP 중간층(44) 및 300 nm 두께의 GaAs 접촉층(미도시)이 있다. 상기 MQW 구조는 약 50%의 In비율 및 약 25%의 Al 비율을 포함한다. 상기와 같은 반도체 층 시퀀스(10)는 녹색 내지 적외 전자기 복사를 생성하고, 더욱 바람직하게는 적색 파장 영역에서 전자기 복사를 생성하기에 적합할 수 있다.

[0111] 기판(1)은 기능층들이 에피택시얼 성장된 성장 기판일 수 있다. 이에 대해 대안적으로, 반도체 층 시퀀스는 박막 기술로 제조될 수 있다. 이는, 기능층들이 성장 기판상에 성장된 후, 캐리어 기판상에 이송되는 것을 의미하며, 이후 상기 캐리어 기판은 반도체 층 시퀀스(10)의 기판(1)을 형성한다. 각 성장 기술에 따라, 반도체 층 시퀀스(10)의 n형층 또는 p형층은 기판(1)을 향해 있을 수 있다. 도 1D에는 접선(93)으로 반도체 층 시퀀스(10)의 기능층(4)의 연장면이 표시되어 있으며, 상기 연장면은 기능층(4)의 성장 방향에 대해 수직이다.

[0112] 반도체 층 시퀀스(10)의 전기 접촉은 기능층(4)과 반대 방향인 기판(1)의 표면상의 전극 및 기판(1)에 대향된 기능층(4)의 표면상의 전극(3)에 의해 수행된다. 전극(2, 3)은 Ag, Au, Sn, Ti, Pt, Pd, Cr, Ni 및/또는 Ge를 함유한 하나 이상의 층을 각각 포함할 수 있다.

[0113] 도 1A, 1B, 1C 내지 1F에 따르는 기판(1)을 관통하는 전기 접촉에 대해 대안적으로, 전기 접촉(2)은 기능층(4)과 동일한 기판(1)의 측에 배치될 수 있으며, 이는 도 1BA에 표시되어 있다. 이러한 접촉 방식은, 특히, 기능층이 비 전기 전도성 기판(1)상에 배치된 경우 상기 기능층(4)을 기판측에 의해 전기적으로 접촉시키기에 적합하다. 이하에 설명되는 모든 실시예는 도 1BA에 도시된 접촉 형태를 가지는 레이저 광원을 위해 동일하게 적용된다.

[0114] 또한, 반도체 층 시퀀스(10)는 복사 아웃커플링면(12) 및 그에 대향되어 후측으로 형성된 표면(13)을 포함하고, 상기 아웃커플링면 및 표면은 각각 반사 코팅을 포함한다(미도시). 이를 통해, 복사 아웃커플링면(12) 및 후측(13)은 광학적 공진기를 형성한다. 각각의 반사 코팅은 예를 들면 브래그 거울 층 시퀀스 및/또는 반사성 금속층을 포함할 수 있다.

[0115] 또한, 복사 아웃커플링면과 다른 반도체 층 시퀀스의 표면상에 또는 그 표면에 걸쳐 반도체 층 시퀀스의 보호를 위한 폐시베이션층이 더 도포될 수 있다(미도시).

[0116] 도시된 실시예에서, 클래딩층(44)은 부분적으로 브리지형으로 도포되고, 일반 설명부에 기술된 바와 같이 소위 리지 구조 또는 브리지 구조(11)를 형성한다. 도시된 리지 구조(11)에 대해 대안적 또는 부가적으로, 반도체 층 시퀀스(10)는 넓어지는 형상의 브리지(11)를 가진 사다리꼴 구조를 포함할 수 있다. 도 1D에는 리지 구조(11)의 모서리가 접선(92)으로 표시되어 있다.

[0117] 리지 구조(11)에 의해, 활성층(40)에서 간접성 제1 전자기 복사(51)가 횡 기본 모드로 형성될 수 있는 반면, 원하지 않는 기타 레이저 모드는 방지될 수 있다. 이를 통해, 활성층(40)은 특히 리지 구조(11)의 폭에 의해 정해지는 활성 영역(11)을 포함하며, 도시된 실시예에서 상기 활성 영역은 활성층(40)에서 해치선(hatched line)으로 도시된 면으로 표시되어 있다. 활성 영역(45)은 복사 아웃커플링면(12) 및 후측(13)으로 형성된 공진기에서 활성층(40)의 총 길이에 걸쳐 연장된다. 활성 영역(45)에서 반도체 층 시퀀스(10)는 구동 시 자극 방출에 의해 간접성 제1 전자기 복사(51)를 생성할 수 있고, 상기 전자기 복사는 복사 아웃커플링면(12)의 제1 부분 영역(121)에 의해 방출될 수 있다. 공진기 구조, 도파층(42, 43) 및 자극 방출의 기초가 되는 공지된 기전에 의해, 간접성 제1 전자기 복사(51)는 방출 방향(90)을 따라 광선속 또는 복사 로브(radiation lobe)로서 방출된다.

[0118] 또한, 반도체 층 시퀀스(10)의 구동 시 간접성 제1 전자기 복사(51)외에 비간접성 제2 전자기 복사(52)도 생성된다. 제2 전자기 복사는 예를 들면 활성 영역(45)에서 임의 방출에 의해 생성될 수 있고, 그러나 예를 들면 활성층(40)에서 활성 영역(45)의 외부에 테두리 영역에서 생성될 수 있고, 상기 테두리 영역에서 구동 시 누설 전류가 존재한다. 또한, 임의 방출은 활성 영역으로부터 광학적 펌핑에 의해 여기될 수 있거나, 특히 거친 층 모서리에서 전자기 복사의 산란에 의해 여기될 수 있다. 일반 설명부에 기술된 바와 같이, 비간접성 제2 전자기 복사(52)는 등방성으로 생성된다. 도파층(42, 43)에 의해 비간접성 제2 전자기 복사는 마찬가지로 복사 아

웃커플링면(12)의 제1 부분 영역(121)으로 안내되며, 제1 부분 영역(121)으로부터 방출될 수 있다. 그 외에, 비간섭성 제2 전자기 복사는 예를 들면 반도체 층 시퀀스(10)에서의 산란에 의해 복사 아웃커플링면(12)의 다른 부분 영역으로 방향전환될 수 있으며, 상기 다른 부분 영역으로부터 방출될 수 있다. 따라서, 제1 부분 영역(121)의 외부에서 복사 아웃커플링면(12)에 의해 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 제2 부분 영역(122)에 의해 방출될 수 있고, 상기 제2 부분 영역이 포함하는 복사 아웃커플링면(12)의 영역은 반도체 층 시퀀스(10)의 활성 영역(45)에 인접하지 않는다. 이는 도 1E 및 1F에 표시되어 있으며, 이때 도 1E에서 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 투명 기판(1)의 표면으로부터 방출되는 경우가 예시적으로 도시되어 있으며, 상기 표면은 복사 아웃커플링면(12)의 일부이자 제2 부분 영역(122)의 일부를 형성한다. 기판(1)의 표면에 의한 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 방출은 반도체 층 시퀀스(10)에서의 굴절률 진행 및 기판(1)의 투명도에 의해 촉진될 수 있다.

[0119] 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 도 1E에 표시된 바와 같이 넓은 각도 범위에서 방출될 수 있다. 여기서, 그리고 이하에서 복사 아웃커플링면(12)으로부터의 전자기 복사의 방출각은 도 1D에 표시된 바와 같이 방출 방향(90)에 대한 각(91)으로서 정의된다.

[0120] 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 제1 세기를 가지며, 상기 제1 세기는 반도체 층 시퀀스(10)의 각 전류 공급에 따라 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 제2 세기의 약 2배 내지 100배보다 더 크다.

[0121] 도 2에는 일반 설명부 및 다른 실시예에 기술된 필터 구조체(5)를 포함하지 않은, 도 1A 내지 1F로부터의 레이저 광원을 위한 방출 특성(80)이 도시되어 있다. 이때, 수평 횡자표에서 도 1A에 도시된 단면 DD에서 도 1D에 따른 방출각(91)이 도시되어 있다. 수직 종좌표는 레이저 광원으로부터 방출된 전자기 복사의 세기에 대한 임의 단위를 나타낸다. 약 0° 일 때의 퍼크는 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 가우시안 복사 프로파일 또는 적어도 가우시안과 유사한 복사 프로파일에 실질적으로 상응한다. 약 -20° 이하의 각(91)인 경우, 81로 표시된 영역에서 부가적으로 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 측정될 수 있으며, 상기 제2 전자기 복사는 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 복사 프로파일을 현저히 불량하게 만든다. 방출 특성(80)은 공지된 레이저 소자의 통상적 방출 특성에 상응한다.

[0122] 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 예기치 않게 아웃커플링될 경우, 레이저 광원의 수평 원거리장과 마찬가지로 수직 원거리장에서도 부 퍼크값이 발생하여, 상기 부 퍼크값이 복사 품질의 현저한 불량화로 나타나고, 예를 들면 프로젝션 응용물, 데이터 메모리 또는 인쇄 응용물에서 민감하게 장애 요인이 될 수 있다.

[0123] 일반 설명부 및 이하의 실시예에 기술된 필터 구조체(5)에 의해, 본 명세서에 기술된 레이저 광원의 방출 특성은 근본적으로 현저하게 개선될 수 있다. 이하의 실시예 설명은 도 1A 내지 1F에 따른 레이저 광원의 발전에 및/또는 변형예에 한정된다. 이하의 실시예를 위해 한정 없이 순수히 예시적인 것으로서 제1 또는 제2 광장 영역을 포함한 간섭성 제1 전자기 복사 및 비간섭성 제2 전자기 복사가 수용되며, 상기 복사는 약 450 nm의 평균 파장을 가진다. 간섭성 제1 전자기 복사 및 비간섭성 제2 전자기 복사는 이하의 실시예에서 순수히 예시적인 것으로서 각각 하나의 청색 광장 영역을 포함한다.

[0124] 도 3A에는 필터 구조체(5)를 포함한 레이저 광원을 위한 실시예가 도시되어 있다. 필터 구조체(5)는 제1 필터 부재(6)를 포함하고, 상기 제1 필터 부재는 전체 복사 아웃커플링면(12)에 직접 도포되어, 특히, 도 1F에 따른 제1 및 제2 부분 영역(121 및 122)상에 도포된다.

[0125] 제1 필터 부재(5)는 2개의 규소질화물층들 사이에서 안티몬 함유층을 구비한 층 스택을 포함한다. 일반 설명부에 기술된 바와 같이, 상기와 같은 층 스택은 전자기 복사에 대한 온도 종속적 투과도를 가지는데, 온도 종속적인 원자 근거리 질서 및/또는 분자 근거리 질서를 이용하여 가령 표면 플라즈몬 공진에 의해 전자기 복사가 제1 필터 부재의 한계 온도 미만일 때, 그리고 전자기 복사의 한계 세기 미만일 때 상기 전자기 복사에 대해 불투명 할 수 있기 때문이다. 제1 필터 부재(6)는 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 제2 세기가 제1 필터 부재(6)를 한계 온도 미만의 온도로만 가열할 수 있도록 설계된다. 도 3A에 표시된 바와 같이, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 제1 필터 부재(6)로부터 투과되지 않는다. 그러나, 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 제1 세기는 제1 필터 부재(6)를 필터 영역에서 제1 부분 영역(121)(도 1F 참조)에 걸쳐 한계 온도를 초과한 온도로 가열하기에 충분하다. 이를 통해, 제1 필터 부재는 상기 필터 영역에서만 투명하여, 간섭성 제1 전자기 복사(51)가 레이저 광원으로부터 방출되며, 이때 비간섭성 제2 전자기 복사가 레이저 광원으로부터 제2 부분 영역에 의해 방출 방향으로 방출될 수 없다.

[0126] 대안적 또는 부가적으로, 제1 필터 부재(6)는 포화될 수 있는 반도체 물질을 포함할 수 있고, 상기 반도체 물질은 일반 설명부에 기술된 바와 같이 전자기 복사에 대한 세기 종속적 투과도를 가진다.

[0127] 도 3B에는 필터 구조체(5)를 포함한 레이저 광원이 도시되어 있으며, 상기 필터 구조체는 파장 변환 물질을 가진 제1 필터 부재(6)를 포함한다. 파장 변환 물질은 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 제3파장 영역을 가진 전자기 복사(53)로 변환한다. 제3파장 영역은 적색 파장 영역을 포함한다. 이때 파장 변환 물질을 가진 제1 필터 부재는 세기 종속적 포화 거동을 가짐으로써, 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 제1 필터 부재(6)를 변환 손실이 낮을 때까지 맞출 수 있다.

[0128] 필터 구조체(5)는 제3필터 부재(8)를 더 포함하며, 상기 제3필터 부재는 별도의 소자로서 방출 방향에서 제1 필터 부재(6)보다 뒤에 배치되며, 적색광을 위한 컬러 필터를 포함한다. 도시된 실시예에서, 적색광을 위한 컬러 필터는 흡수 필터이며, 적색 파장 영역에서 불투명하다. 이를 통해, 청색 간섭성 제1 전자기 복사(51)가 제3필터 부재(8)를 통해 투과될 수 있으나, 적색 파장 영역에서 제3파장 영역(53)을 가진 전자기 복사는 제3필터 부재(8)에 의해 흡수되며, 레이저 광원으로부터 더 이상 방출될 수 없다. 따라서, 비간섭성 제2 전자기 복사의 방출이 감소될 수 있다.

[0129] 도 4에는 필터 구조체(5)를 포함한 레이저 광원에 대한 다른 실시예가 도시되어 있다. 필터 구조체(5)는 제2 부분 영역(122)의 일부를 형성하는 기판(1)의 표면에서 제1 필터 부재(6)를 포함한다. 제1 필터 부재는 흡수층을 포함하고, 상기 흡수층은 규소를 포함하며, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)에 대해 불투명하다. 이를 통해, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 복사 아웃커플링면(12)에 포함된 복사 아웃커플링면(12)의 표면을 통해 방출되는 경우가 방지될 수 있다.

[0130] 부가적으로, 필터 구조체(5)는 복사 아웃커플링면(12)에 대향된 기판의 표면에서 제2 필터 부재(7)를 포함하고, 상기 제2 필터 부재는 제1 필터 부재(6)와 같이 형성된다. 부가적으로, 필터 구조체(5)는 반도체 층 시퀀스(10)(도 1D 참조)의 층들의 연장면(93)에 대해 수직인 기판의 모든 다른 표면에서 상기와 같은 필터 부재를 더 포함할 수 있다. 이를 통해, 부가적으로, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 상기 표면으로부터 방출되는 경우가 방지될 수 있다. 도 5에는 필터 구조체(5)를 포함한 레이저 광원을 위한 다른 실시예가 도시되어 있으며, 상기 필터 구조체는 선행한 실시예의 경우와 달리 핀홀 구경으로 형성된 제1 필터 부재(6)를 포함한다. 제1 필터 부재(6)는 반도체 층 시퀀스(10)의 복사 아웃커플링면(12)에 직접 도포되며, 불투명 물질을 포함한다. 특히, 도시된 실시예에서, 불투명 물질이란 가령 크롬, 알루미늄 및/또는 티타늄과 같은 금속을 가리킬 수 있다.

[0131] 제1 필터 부재(6)는 복사 아웃커플링면(12)의 제1 부분 영역(121)에 걸쳐 배치된 개구부를 포함함으로써, 간섭성 제1 전자기 복사(51)는 반도체 층 시퀀스(10)로부터 방출될 수 있다. 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 방출될 때 경유할 수 있는 전체 제2 부분 영역(122)은 불투명 물질로 덮인다. 이를 통해, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 방출 방향으로 방출되는 경우가 현저히 최소화될 수 있다.

[0132] 핀홀 구경으로 형성된 제1 필터 부재(6)는 마스크를 이용한 금속층의 증발 증착에 의해 도포될 수 있어서, 개구부가 제1 부분 영역(121)에 걸쳐 배치된다. 이에 대해 대안적으로, 핀홀 구경은 금속층의 대면적 도포 및 그 이후의 불투명 물질의 광열 기화에 의해 제1 부분 영역(121)에 걸쳐 제조될 수 있다. 이 경우, 특히, 일반 설명부에 기술된 바와 같이, 반도체 층 시퀀스(10)의 간섭성 제1 전자기 복사(51)가 사용될 수 있다.

[0133] 도시된 실시예의 경우와 같이 개구부를 가진 핀홀 구경에 대해 대안적으로, 제1 필터 부재(6)는 제1 부분 영역(121)에 걸쳐 투명한 금속 산화물층 또는 금속 질화물층 또는 금속산질화물층을 포함할 수 있고, 상기 층은 일반 설명부에 기술된 바와 같이 대면적으로 예비 도포된 금속층의 광화학적 반응에 의해 제조될 수 있다.

[0134] 도 6에는 레이저 광원에 대한 다른 실시예가 도시되어 있으며, 상기 레이저 광원은 복사 아웃커플링면(12)상의 제1 필터 부재(6) 및 복사 아웃커플링면(12)에 대향된 반도체 층 시퀀스(10)의 표면, 즉 후측의 제2 필터 부재(7)를 구비한 필터 구조체(5)를 포함한다. 필터 부재(6, 7)는 브래그 거울의 형태로 파장 종속적 및 각도 종속적인 투과도를 가진 필터 부재로서 각각 형성된다. 특히, 도시된 실시예에서 필터 구조체(5)는 반도체 층 시퀀스(10)의 광학적 공진기의 일부로서 형성된다.

[0135] 이때, 제1 필터 부재(6)는 한계각보다 큰 각(91)으로 복사 아웃커플링면(12)으로부터 방출되는 비간섭성 제2 전자기 복사에 대해 반사도가 높다. 그에 반해, 제2 필터 부재(7)는 한계각보다 큰 각으로 반도체 층 시퀀스(0)를 통해 후측(13)으로 조사된 비간섭성 제2 전자기 복사에 대해 반사도가 낮다. 브래그 거울에 대해 대안적 또는 부가적으로, 제1 필터 부재(6)는 에탈론을 포함할 수 있다.

[0136] 도 7A 내지 9B에서 브래그 거울로서 적합하게 형성된 제1 및 제2 필터 부재(6, 7)를 위한 실시예가 도시되어 있다. 상기 실시예에 도시된 제1 및 제2 필터 부재(6, 7)에 대한 모든 실시예는 순수히 예시적으로 대략적인 평균 파장이 약 450 nm으로 상기에 기술된 제1 또는 제2 파장 영역을 위해 최적화된다. 간섭성 제1 전자기 복사

(51)의 평균 파장은 도 7A, 7C, 8A, 9A에서 51로 표시된 수직선으로 표시되어 있다. 도 7A, 7C, 8A, 9A에 도시된 파장 종속적 투과도(61) 또는 반사도(62)는 도 1D의 방출 방향을 따르는 0°의 방출각에 상응한다. 이때, 수평 횡자표에는 나노미터 단위의 파장이 표시되며, 수직 종좌표에는 임의 단위로 정규화된 투과도 또는 반사도가 표시되어 있다. 도 7B, 7D, 8B, 9B는 상기 파장일 때의 각도 종속적 투과도(61) 또는 반사도(62)를 도시한다. 이때, 극좌표에서 임의의 정규화된 단위로 나타낸 각도 종속적 투과도(61) 및 반사도(62)는 방사좌표로서, 방출각(91)은 -90° 내지 +90°의 각도 좌표로서 도시되어 있다.

[0137] 도 7A 및 7B는 20개의 층쌍을 구비한 브래그 거울을 포함하는 제1 필터 부재(6)에 관련한다. 층쌍은 굴절률(n_1)이 1.8이고 두께가 $\lambda_D/4n_1$ 인 제1 층 및 굴절률(n_2)이 2.1이며 두께가 $\lambda_D/4n_2$ 인 제2 층을 포함하고, 이때 $\lambda_D = 487 \text{ nm}$ 은 소위 설계 파장이다. 상기 실시예 및 다른 실시예에서, 층쌍의 제1 및 제2 층은 일반 설명부에 기술된 바와 같은 물질 또는 물질 조성물로 구성될 수 있으며, 상기 물질은 적합한 굴절률을 가진다.

[0138] 상기와 같이 형성된 브래그 거울은 방출 방향에서, 즉 간섭성 제1 전자기 복사의 평균 파장이 450 nm이고 방출각이 0° 일 때 46%의 반사도를 포함한다. 약 30°의 한계각이 넘으면 브래그 거울은 95%보다 큰 반사도를 가짐으로써, 특히, 한계각이상의 각(91)일 때 복사 아웃커플링면으로부터 방출된 비간섭성 제2 전자기 복사가 제1 필터 부재(6)에 의해 투과될 수 없다. 마찬가지로, 이는 각도가 음수 한계각이하인 경우에도 적용된다.

[0139] 이때, 제1 필터 부재(6)는 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 제1 파장 영역은 반사도(62)의 전역 주 최대값의 단파측의 제1 국소 부 최대값에 상응하도록 형성된다. 방출 방향으로의 반사도(62)가 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 대략적 평균 파장에서 약 $\pm 5 \text{ nm}$ 의 범위를 가진 파장에 대해 더 낮으므로, 바람직하게는 활성 영역(45)에서 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 평균 파장의 편차가 발생하고, 제1 필터 부재(6)는 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 파장을 안정화시킬 수 있다.

[0140] 도 7C 및 7D는 제2 필터 부재(7)에 관한 것으로, 상기 제2 필터 부재는 도 7A 및 7B의 제1 필터 부재(6)의 층 구성에 상응하며, 제2 필터 부재(7)를 위해 설계 파장 $\lambda_D = 429 \text{ nm}$ 이 선택된다. 이를 통해, 제2 필터 부재(7)는 방출 방향에 대해 평행한 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 평균 파장에 대해 약 5%의 낮은 투과도(61) 또는 약 95%의 높은 반사도(62)를 가진다. 그에 반해, 각(91)이 약 20°의 한계각보다 클 때, 또는 약 -20° 보다 작을 때 제2 필터 부재(7)는 높은 투과도(61)를 가짐으로써, 상기와 같은 각도로 반도체 층 시퀀스의 후측(13)에 조사되는 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 제2 필터 부재(7)로부터 투과되고 반도체 층 시퀀스(10)로부터 멀어질 수 있어서, 복사 아웃커플링면(12)을 지나 방출 방향으로 더 이상 방출될 수 없다.

[0141] 제2 필터 부재(7)를 위한 브래그 거울은, 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 제1 파장 영역이 반사도(62)의 전역 주 최대값의 장파끝에 근접하고, 특히 전역 주 최대값에 의해 덮이는 영역의 장파 30%내에서 위치하도록 형성된다.

[0142] 방출 방향에 대해 평행하게, 즉 0°의 각도에서 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 평균 파장보다 큰 파장에 대한 제2 필터 부재(7)의 반사도(62)가 더 낮고, 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 평균 파장보다 작은 파장에 대해서는 평균 파장일 때의 반사도와 거의 동일함으로써, 제2 필터 부재(7)에 의해 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 파장이 안정화될 수 있다.

[0143] 도 7A 내지 7D에 따른 필터 부재(6, 7)로 구성된 필터 구조체(5)에 의해, 방출 방향으로 복사 아웃커플링면을 지나 방출되는 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 감소하고, 그와 동시에 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 제1 파장 영역의 파장이 안정화될 수 있다. 파장 안정화에 의해 레이저 광원의 색재현력이 개선될 수 있고, 복수 개의 레이저 광원의 색 조정이 간단해질 수 있다.

[0144] 도 7C 및 7D와 관련하여 기술된 제2 필터 부재(7)에 대해 대안적으로, 상기 필터 부재(또한 예를 들면 8)는 1.5 및 2.1로 교변적 굴절률을 가지는 층쌍을 포함할 수 있다. 이를 통해, 반사도(62) 및 투과도(61)의 유사한 파장 종속도 및 각도 종속도가 달성된다. 또한, 브래그 거울의 층 스택은 2개의 층을 포함한 층쌍 대신 예를 들면 각각 서로 다른 굴절률을 가진 3개 이상의 층을 구비한 다중층을 포함할 수 있다.

[0145] 도 8A 및 8B는 브래그 거울을 구비한 다른 제1 필터 부재(6)에 관한 것이다. 층쌍의 수의 변화 및/또는 층쌍의 층들 사이의 굴절률차 변화에 의해, 파장 종속적 및 각도 종속적 투과도(61) 및 반사도(62)는 더 적합해질 수 있다. 도 8A 및 8B의 투과도(61) 및 반사도(62)를 포함한 브래그 거울은 굴절률이 1.5 및 2.1인 약 20개의 층쌍을 포함하여, 한계각이 약 15°로 감소될 수 있어, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 한계각보다 큰 각도일 때 90%보다 큰 반사도가 얻어진다. 이를 통해, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)는 각도 범위가 클 때 복사 아웃커플링면으로부터 방출될 수 없다.

[0146]

도 9A 및 9B는 15개의 층쌍을 구비하고, 상기 층쌍의 제1 및 제2 층의 굴절률이 1.5 및 2.1인 브래그 거울을 포함하는 다른 제1 필터 부재(6)에 관한 것이다. 층의 두께를 위해 505.4 nm의 설계 파장이 선택된다. 상기와 같이 형성된 브래그 거울은 방출 방향에서 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 평균 파장에 대해 거의 100%에 가까운 투과도(61)를 가지는 반면, 방출 방향과 다르고 파장도 평균 파장과 다른 경우의 방출각(91)에 대한 투과도는 매우 급격하게 감소하고, 그에 상응하여 반사도(62)가 증가한다. 특히, 전역 최대값의 단파측에서의 투과도(61)의 제1 국소 최대값은 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 파장 영역에 상응한다.

[0147]

도 9A 및 9B에 따른 브래그 거울은 특히 반도체 층 시퀀스(10)와 별도로 배치된 제1 필터 부재(6)를 위해 적합하다. 이는 예를 들면, 반도체 층 시퀀스(10)가 배치된 하우징(99)의 무반사 코팅된 창을 의미할 수 있으며, 이는 도 10에 도시된 바와 같다. 필터 구조체(5)는 도시된 실시예의 경우와 같이 하우징 창으로서의 제1 필터 부재(5)만을 포함할 수 있다. 이에 대해 대안적 또는 부가적으로, 필터 구조체(5)는 선행한 실시예에 따른 기타 제1, 제2 및 제3필터 부재(6, 7, 8)를 별도의 소자로서 또는 반도체 층 시퀀스(10)상에 직접 도포된 소자로서 또는 층으로서 포함할 수 있다.

[0148]

도 11에서 하우징(99)의 하우징창으로서 형성된 필터 구조체(5)는 방출 방향(90)으로 기울어진 제1 필터 부재(6)를 포함한다. 상기와 같이 약 10° 이하의 각도만큼 기울어짐으로써, 제1 필터 부재(6)에 의해 반사된 전자기 복사가 반도체 층 시퀀스(10)로 재귀 반사되는 경우가 방지될 수 있어, 간섭성 제1 전자기 복사(51)의 방출의 안정성이 증가할 수 있다.

[0149]

이제까지 기술된 필터 구조체(5)의 필터 부재에 대해 대안적 또는 부가적으로, 필터 구조체(5)는 이하의 실시예에 따른 제4필터 부재(9)를 포함할 수 있다.

[0150]

도 12A 및 12B에는 레이저 광원에 대한 실시예가 도 1C에 따른 평면도 및 도 1B에 따른 단면도로 도시되어 있다. 필터 구조체(5)는 리지 구조(11)에 대해 평행한 2개의 트렌치의 형태로 제4필터 부재(9)로서의 표면 구조체를 포함한다. 표면 구조체는 기판(1)과 반대 방향인 반도체 층 시퀀스(10)의 표면(14)에서 활성 영역(45)에 대해 측면으로 또는 래터럴로 오프셋되어 배치된다. 트렌치는 리지 구조(11)에 대해 약 1 내지 4 μm 이격되어 배치되며, 기능층(4)을 관통하여 기판(1)안으로 연장된다. 이를 통해, 기능층의 연장면 방향으로 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 활성 영역으로부터 반도체 층 시퀀스(10)의 측면으로 도파되는 경우는 방지될 수 있다. 특히, 트렌치의 면은 가령 크롬 및/또는 게르마늄과 같은 흡수성 불투명 물질로 코팅될 수 있거나, 트렌치가 흡수성 불투명 물질로 채워질 수 있다.

[0151]

도시된 실시예에서 트렌치는 거의 반도체 층 시퀀스(10)의 전체 길이에 걸쳐 연장된다. 또는, 트렌치는 반도체 층 시퀀스(10)의 부분 영역에서만 연장될 수 있다.

[0152]

도시된 실시예에서, 트렌치의 측면은 반도체 층 시퀀스의 연장 방향에 대해 수직으로 형성된다. 또한, 트렌치의 측면은 경사질 수 있고, 반도체 층 시퀀스(10)의 성장 방향과 0° 보다 크고 45° 이하인 각을 이룰 수 있다. 따라서, 트렌치는 U형 또는 V형 단면을 가지거나, 그 조합을 포함할 수 있다. 경사진 측면에 의해, 반도체 층 시퀀스(10)의 연장 방향을 따라 확산되는 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 적어도 일부는 활성층(40)으로부터 기판(1)을 향하여 반사될 수 있다. 상기와 같이 경사진 트렌치와 관련하여, 도 16 및 17의 실시예에 따른 흡수층 또는 거칠게 형성된 층은 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 반도체 층 시퀀스(10)에서 더 확산되어 복사 아웃 커플링면(12)을 지나 방출 방향으로 방출되는 경우를 방지하거나 적어도 감소시킬 수 있다. 또한, 기판(1)은 불투명하고 적어도 부분적으로 흡수성으로 형성될 수 있다.

[0153]

트렌치는 예를 들면 식각에 의해 제조될 수 있다. 도시된 실시예에 대해 대안적으로, 활성 영역의 저하 가능성은 방지하기 위해, 정확히, 도파층(42, 43) 사이에 도파가 더 이상 불가능하고 활성층(40)이 가능한 한 관통 식 각되지 않을 만큼의 깊이로만 식각되는 경우가 유리할 수 있다.

[0154]

도 13에는 필터 구조체(5)를 포함한 레이저 광원이 도시되어 있으며, 상기 필터 구조체는 선행한 실시예의 트렌치 대신에 리지 구조(11)에 대해 평행하게 규칙적으로 배열된 복수 개의 함몰부를 제4필터 부재로서 포함한다. 함몰부의 직경 및 상호 간의 간격은 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 제2 파장 영역 이하이다. 이를 통해, 제4필터 부재(9)는 반도체 층 시퀀스(10)의 연장면을 따라 광자 결정으로서 역할할 수 있다. 도시된 실시예에서, 제4필터 부재(9)의 함몰부는 정사각형 단면을 가진다. 대안적 또는 부가적으로, 함몰부는 예를 들면 원형 단면, 타원형 단면, 직사각형 단면 또는 육각형 단면을 가질 수 있다. 또한, 함몰부는 경사진 측면을 포함하고, 그 단면과 관련하여 반도체 층 시퀀스(10)안으로 가는 방향에서 작아질 수 있다. 대안적 또는 부가적으로, 제4필터 부재(9)는 복수 개의 트렌치를 포함할 수 있다.

[0155] 도 14에 따른 실시예에서, 필터 구조체(5)는 방출 방향(90)에 대해 약 45°의 각도로 연장되는 트렌치의 형태로 제4필터 부재(9)를 포함한다. 트렌치의 플랭크는 다시 반도체 층 시퀀스(10)의 성장 방향과 0° 내지 45°의 각을 가지며, 예를 들면 불투명 흡수성 물질로 코팅될 수 있다. 리지 구조(11)에 대한 간격은 4 μm 보다 작다. 도 14에 도시된 제4필터 부재(9)에 의해, 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 복사 아웃커플링면으로부터 아웃커플링되는 경우가 효과적으로 방지될 수 있다.

[0156] 도 15A 및 15B에는 표면(14)의 거칠기 형태로 표면 구조체를 가지는 제4필터 부재(9)가 도시되어 있다. 거칠기는 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 제2 파장 영역의 평균 파장의 약 1/10이라는 평균 주기성을 가진다. 거칠기는 리지 구조(11)까지 직접 닿지 않고, 상기 리지 구조로부터 수 마이크로미터 이격되어 있다. 습식 화학적 식각 방법 또는 건식 화학적 식각 방법에 의해 제조될 수 있는 거칠기는 활성 영역의 저하를 방지하기 위해 활성층(40)을 관통식각하지 않고 상부 도파층(43)까지 연장된다. 일반 설명부에 기술된 바와 같이, 상기와 같은 제4필터 부재(9)에 의해 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 반도체 층 시퀀스(10)의 연장면을 향하여 확산되는 경우가 감소하거나 방지될 수 있다.

[0157] 대안적 또는 부가적으로, 도 12A 내지 15B에 도시된 제4필터 부재(9)는 활성 영역에 대향된 기판(1)의 표면 또는 클래딩층(41)의 표면에 배치될 수 있다.

[0158] 도 16 및 17에는 제4필터 부재(9)를 위한 다른 실시예가 도시되어 있으며, 상기 실시예는 층 시퀀스(10)의 층들 간의 경계면에서 불투명 물질을 함유한 층 및/또는 거칠기를 포함한다.

[0159] 도 16에는 기판(1)과 하부 전극(2) 사이에서 Cr 및/또는 Ti를 함유한 불투명층을 구비한 제4필터 부재(9)가 예시적으로 도시되어 있다. 대안적 또는 부가적으로, 전극(2)은 그러한 층을 포함하고, 불투명하게 형성될 수 있다. 대안적 또는 부가적으로, 제4필터 부재(9)는 전극(2) 및/또는 기판(1)의 표면의 거칠기를 포함할 수 있다.

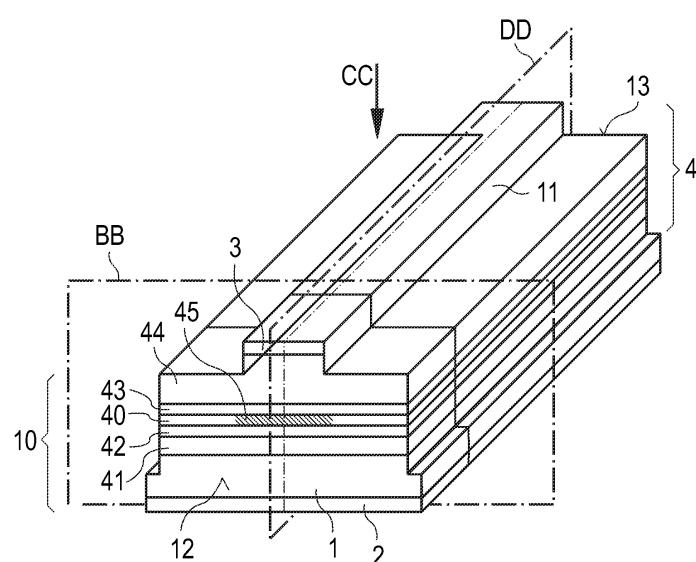
[0160] 도 17에는 클래딩층(41)과 도파층(42)사이에 위치한 제4필터 부재(9)로서 불투명층이 도시되어 있다. 제4필터 부재(9)의 불투명층은 비간섭성 제2 전자기 복사(52)를 흡수하는 반도체 물질을 포함한다.

[0161] 도 16 및 17에서 순수히 예시적으로 도시된 제4필터 부재(9)는, 특히, 반도체 층 시퀀스(10)내에서 비간섭성 제2 전자기 복사(52)의 확산을 감소시키며, 방출 방향으로 복사 아웃커플링면(12)으로부터 비간섭성 제2 전자기 복사(52)가 방출되는 경우를 방지하거나 감소시킬 수 있다.

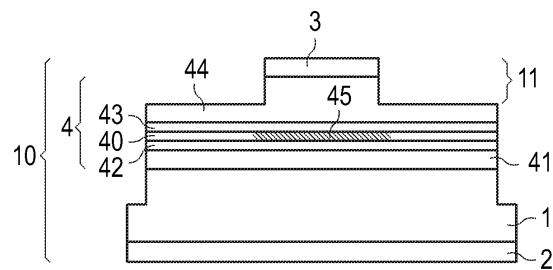
[0162] 본 발명은 실시예에 따른 설명에 의하여 상기 설명에 한정되지 않는다. 오히려, 본 발명은 각 새로운 특징 및 특징들의 각 조합을 포함하며, 이는 특히 특히 청구 범위에서의 특징들의 각 조합을 포함하고, 비록 이러한 특징 또는 이러한 조합이 그 자체로 명백하게 특히 청구 범위 또는 실시예에 기술되지 않더라도 그러하다.

도면

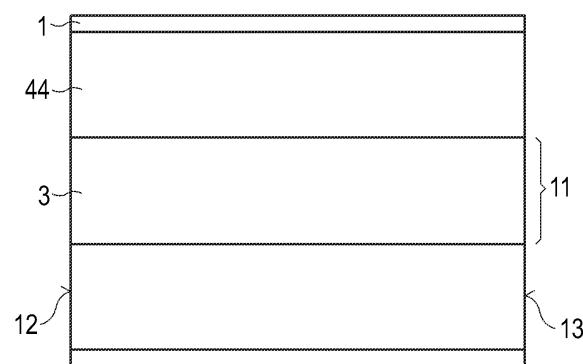
도면1a



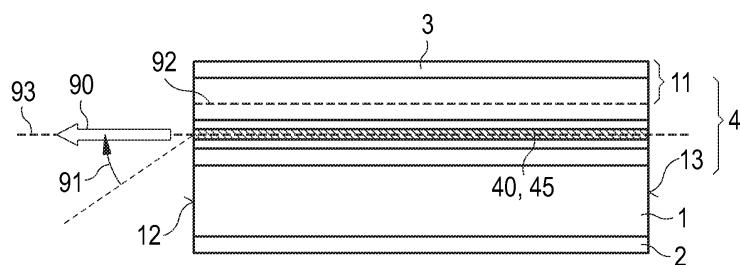
도면1b



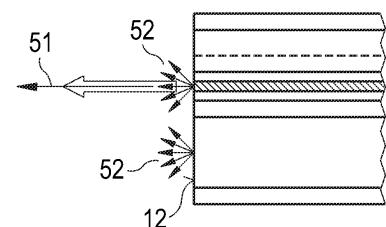
도면1c



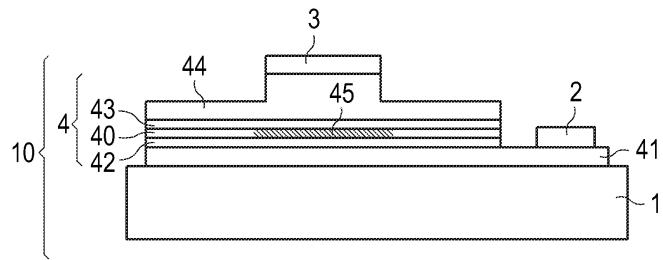
도면1d



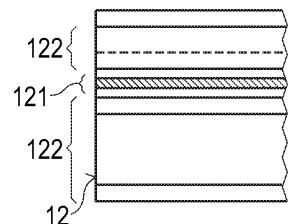
도면1e



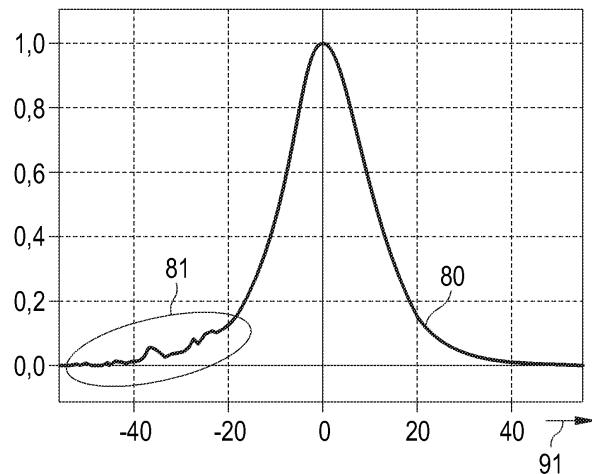
도면1a



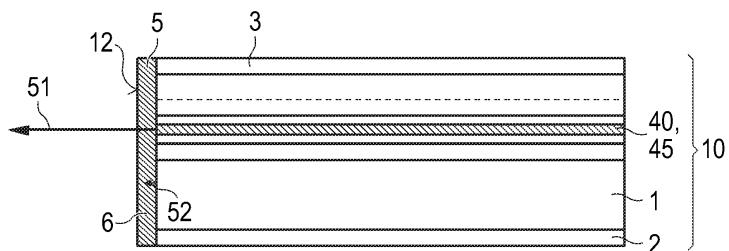
도면1f



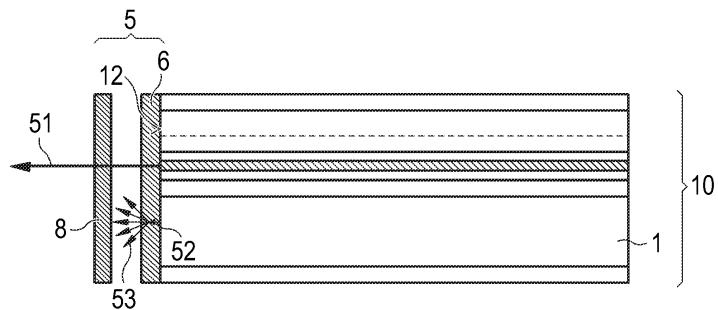
도면2



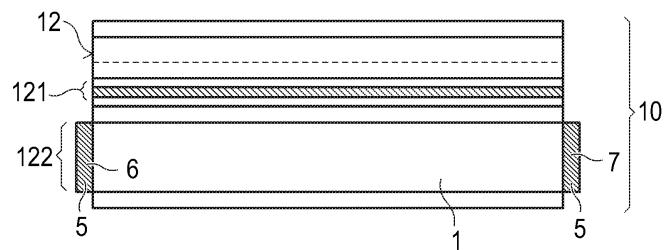
도면3a



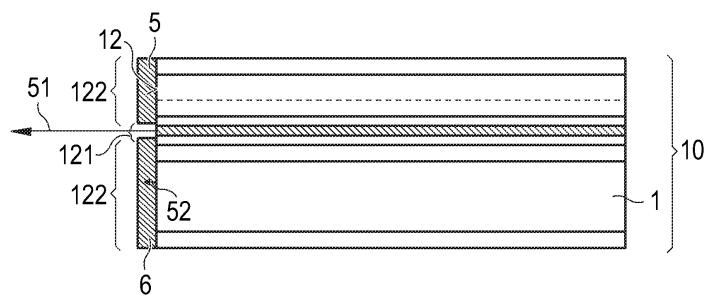
도면3b



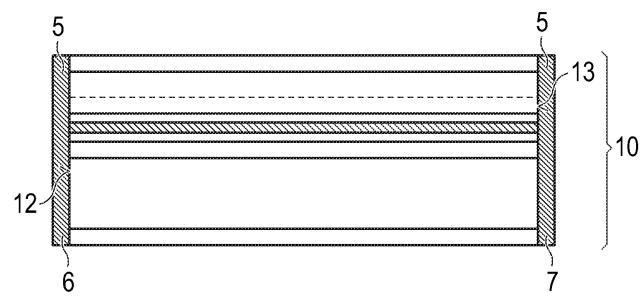
도면4



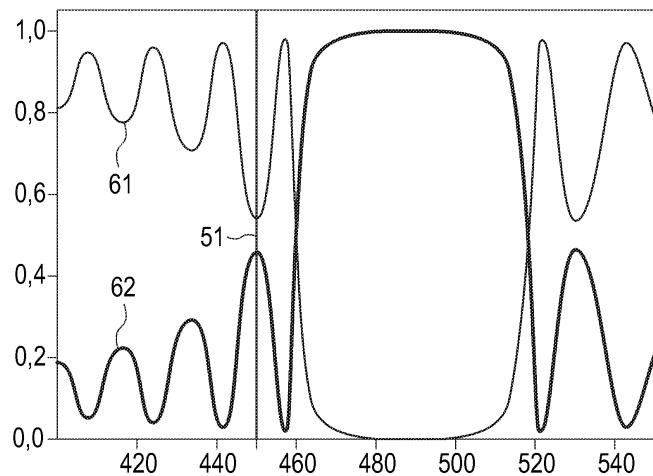
도면5



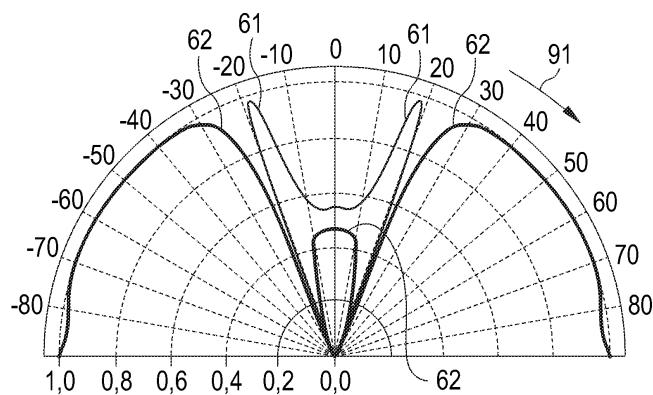
도면6



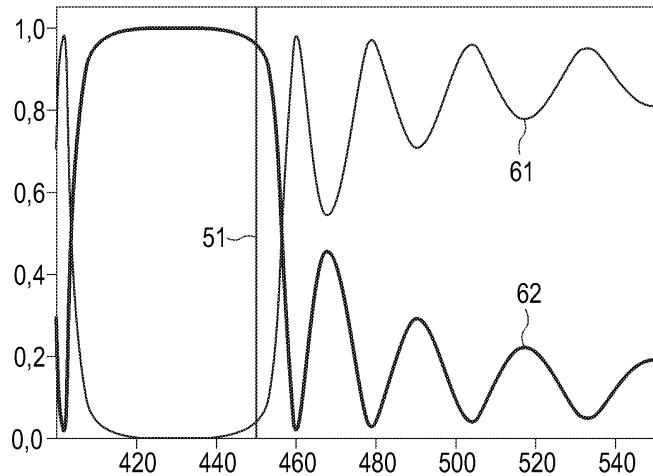
도면7a



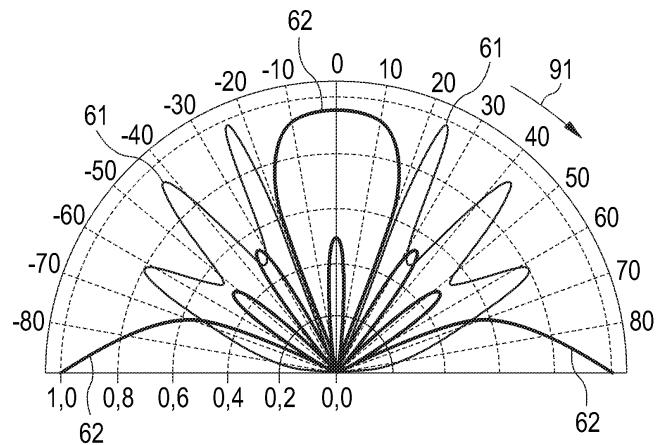
도면7b



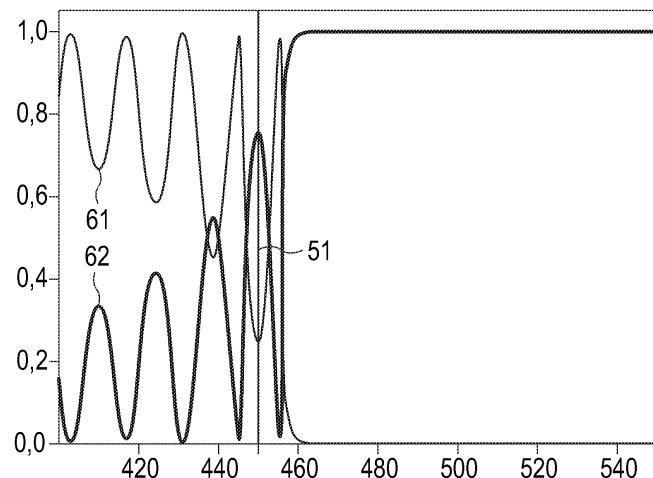
도면7c



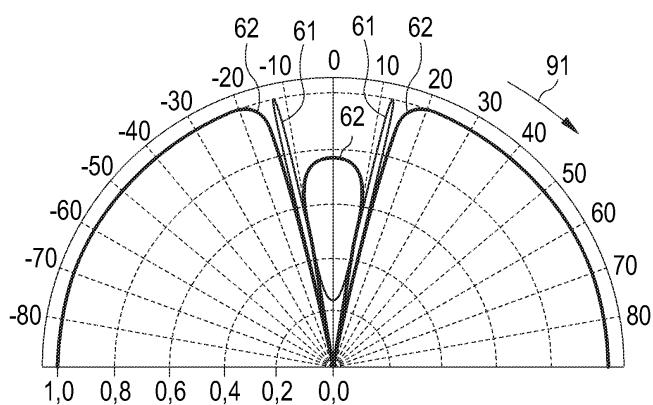
도면7d



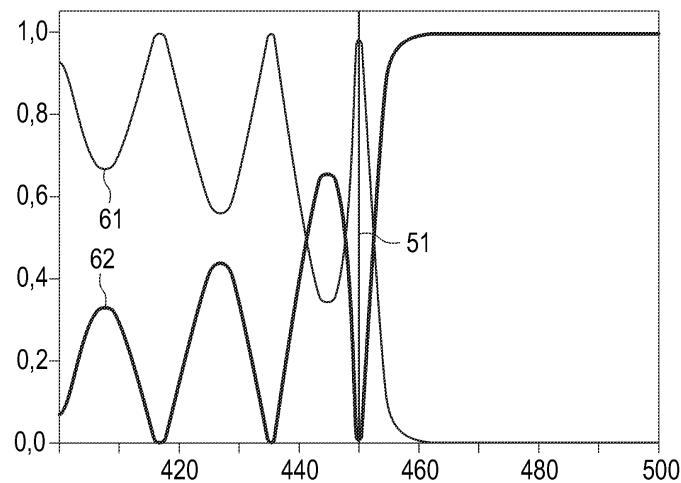
도면8a



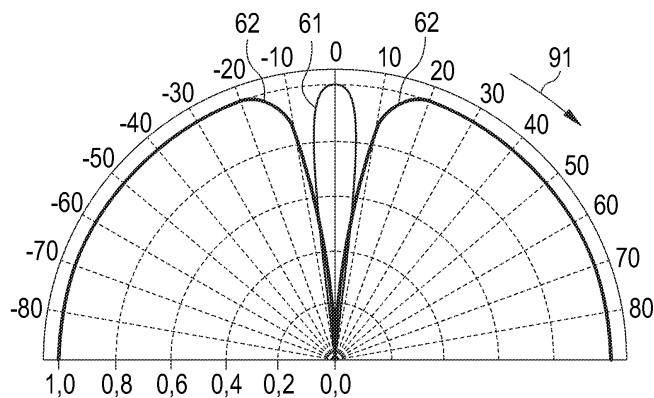
도면8b



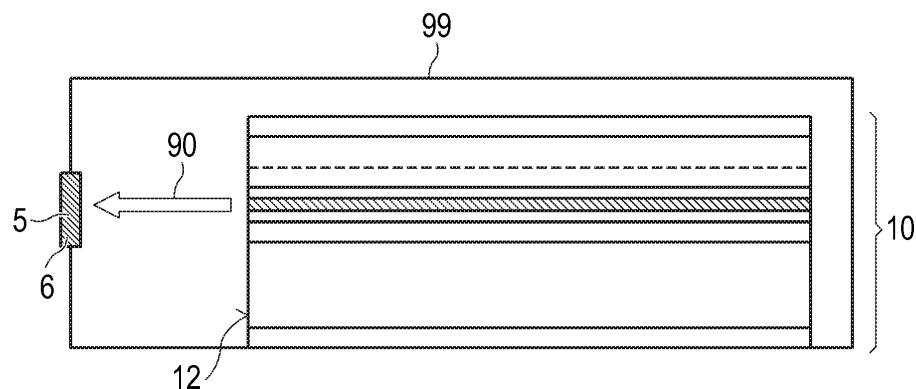
도면9a



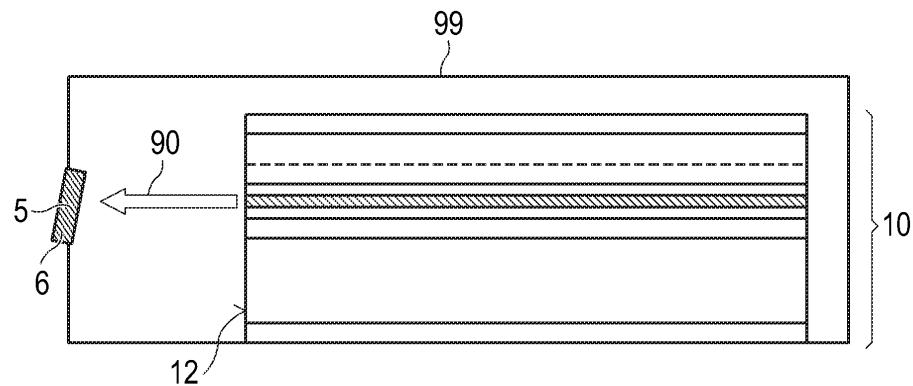
도면9b



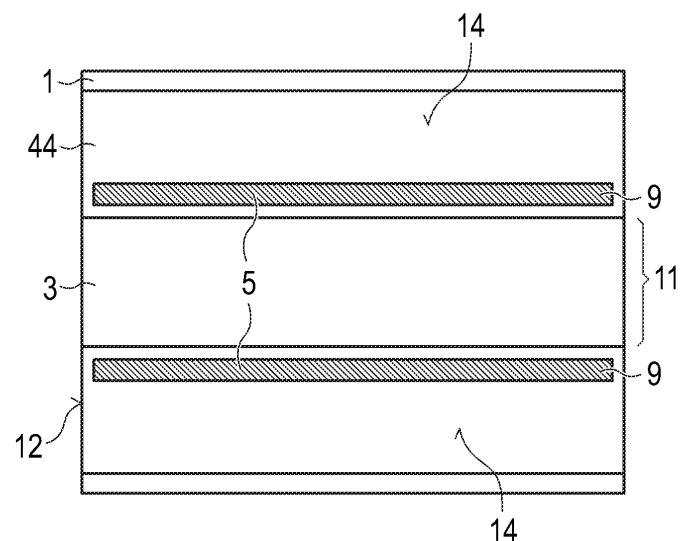
도면10



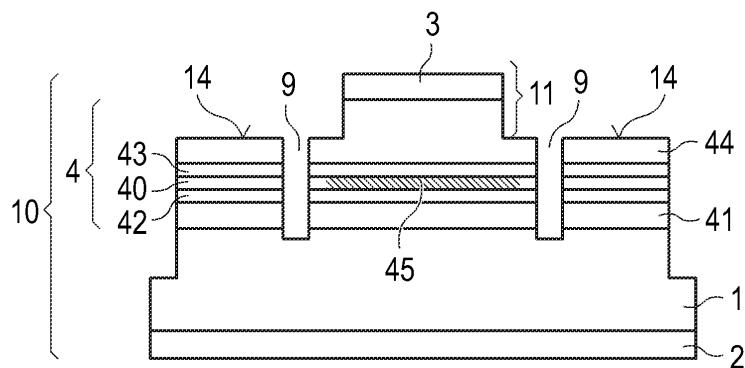
도면11



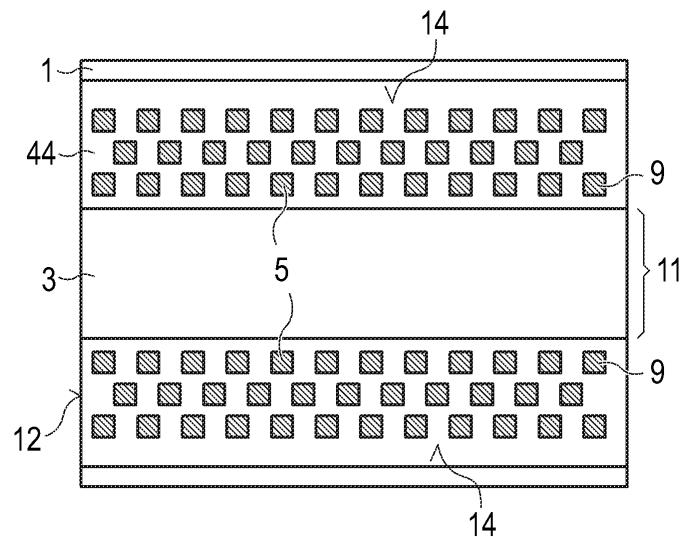
도면12a



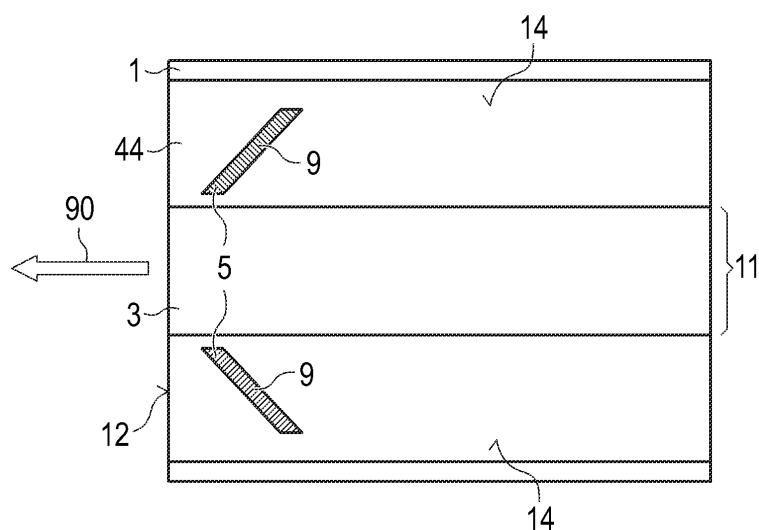
도면12b



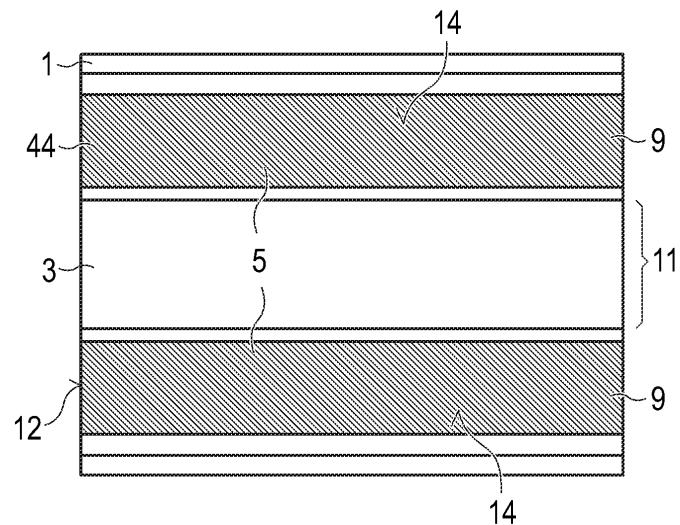
도면13



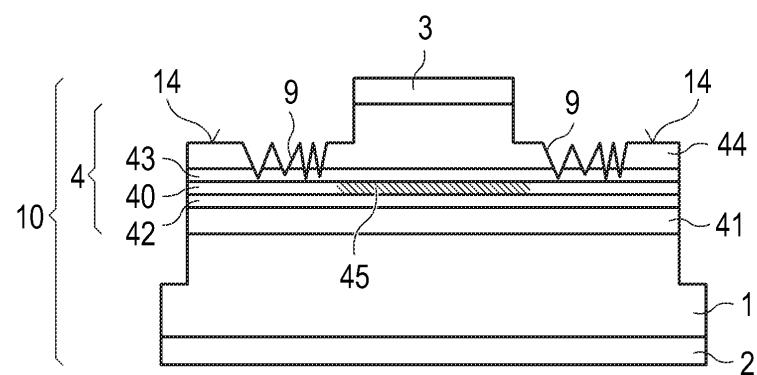
도면14



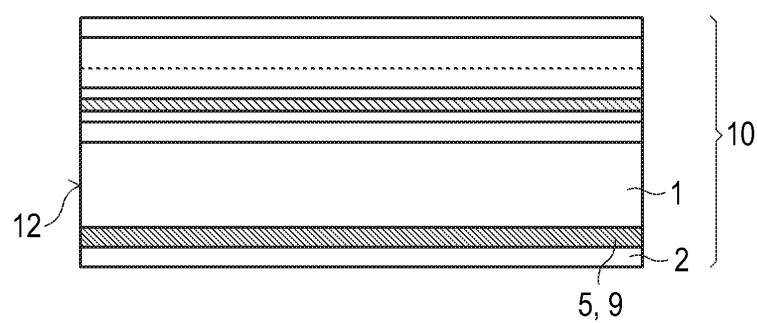
도면15a



도면15b



도면16



도면17

