



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월23일
(11) 등록번호 10-1647150
(24) 등록일자 2016년08월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/46 (2010.01) H01L 33/50 (2010.01)
- (21) 출원번호 10-2009-7025496
(22) 출원일자(국제) 2008년05월21일
심사청구일자 2013년05월16일
- (85) 번역문제출일자 2009년12월07일
(65) 공개번호 10-2010-0017677
(43) 공개일자 2010년02월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/DE2008/000869
(87) 국제공개번호 WO 2008/145096
국제공개일자 2008년12월04일
- (30) 우선권주장
10 2007 025 092.6 2007년05월30일 독일(DE)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2006261540 A*
WO2007036214 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
오스람 옵토 세미컨덕터스 게엠베하
독일 레겐스부르크 라이브니츠슈트라쎄 4 (우:93055)
- (72) 발명자
스트레우벨, 클라우스
독일, 라버 93164, 7 에르렌스트라쎄
워스, 칼프
독일, 93098 민트래칭, 카펠렌베그 3
- (74) 대리인
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 10 항

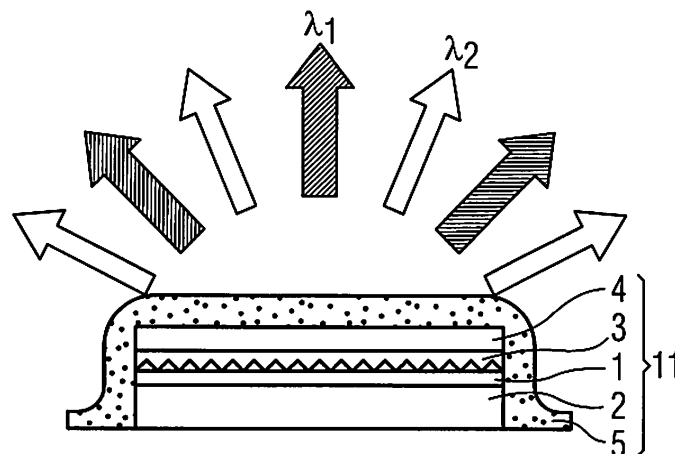
심사관 : 김동우

(54) 발명의 명칭 각도 필터 부재를 포함한 발광 다이오드칩

(57) 요약

본 발명은 제1 파장의 복사를 생성하는 반도체 몸체(1), 상기 제1 파장의 복사로부터 제2 파장의 복사를 생성하는 발광 변환 부재(5) 및 각도 필터 부재(4)를 포함한 발광 다이오드칩에 관한 것으로, 상기 각도 필터 부재는 주 출사 방향에 대한 특정 각도에서 상기 각도 필터 부재에 입사되는 복사를 상기 반도체 몸체의 방향으로 재반사한다.

대표도 - 도1B



명세서

청구범위

청구항 1

- 제1 파장(λ_1)의 복사를 생성하는 반도체 몸체(1),
 - 상기 제1 파장(λ_1)의 복사로부터 제2 파장(λ_2)의 복사를 생성하는 발광 변환 요소(5), 및
 - 주 방출 방향(H)에 대한 소정의 각도 영역에서 그에 입사되는 복사를 적어도 부분적으로 상기 반도체 몸체(1) 쪽으로 재반사하는 각도 필터 요소(4)를 포함하는 발광 다이오드 칩(11)에 있어서,
- 상기 각도 필터 요소(4)는 상기 제1 파장(λ_1)의 광선에 대해 입사각이 작은 경우에 높은 반사율을 갖고 입사각이 큰 경우에 낮은 반사율을 가지며,
- 상기 제1 파장의 복사의 세기는 상기 소정의 각도 영역에서 감소하며 상기 소정의 각도 영역의 외측에서 증가하고, 발광 다이오드 칩(11)에 의해 방출되며 상기 제1 파장의 복사 부분 및 제2 파장의 복사 부분을 갖는 혼합색의 전체 복사는 $\pm 90^\circ$ 의 각도 영역에서 각도와 무관하게 단일의 색도 좌표를 갖고,
- 상기 각도 필터 요소(4)는 상기 반도체 몸체(1) 상에 배치되고, 상기 발광 변환 요소(5)는 상기 주 방출 방향(H)에서 상기 각도 필터 요소(4)의 하류에 배치되고,
- 상기 각도 필터 요소(4)는 상기 제2 파장(λ_2)의 복사를 상기 발광 다이오드 칩(11)의 아웃 커플링 측의 방향으로 반사하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 각도 필터 요소(4)는 상기 제1 파장(λ_1)의 복사를 상기 반도체 몸체(1) 쪽으로 재반사하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 발광 변환 요소(5)는 상기 각도 필터 요소(4) 상에 마련된 발광 변환 층인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 발광 변환 요소(5)는 발광 변환 물질을 함유한 몰딩이고, 상기 각도 필터 요소(4)와 상기 반도체 몸체(1)

가 상기 몰딩에 매립되는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 9

삭제

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 각도 필터 요소(4)는 유전체 필터인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 11

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 각도 필터 요소(4)는 상이한 굴절률을 갖는 적어도 2개의 층들로 이뤄진 층 스택을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 12

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 각도 필터 요소(4)는 브래그 거울(bragg-mirror)인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 13

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 각도 필터 요소(4)는 원뿔형, 피라미드형 또는 프리즘형으로 형성되거나, 역 CPC들(inverse CPCs)과 동일한 형태로 형성된 구조 요소들을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 14

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 반도체 몸체(1) 쪽으로 재반사되는 복사의 파장은 상기 각도 필터 요소(4)의 저지 대역의 장파측 구간에 위치하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 15

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 반도체 몸체(1) 쪽으로 재반사되는 복사의 파장은 상기 각도 필터 요소(4)의 저지 대역 내에 위치하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 칩(11).

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 발광 다이오드칩에 관한 것이다.

[0002]

본 특허 출원은 독일 특허 출원 10 2007 025 092.6의 우선권을 주장하며, 이의 개시 내용은 본문에서 참조로 포함된다.

배경 기술

[0003]

예를 들면 청색 광을 생성하고, 적합한 컨버터 물질에 의해 상기 청색 광의 일 부분을 황색 광으로 변환하는 LED를 이용하여, 본래의 청색 광과 변환된 황색 광의 색 혼합이 발생함으로써, 백색 광이 생성될 수 있다. 이 때 나타나는 문제는 공개 문헌[DE 199 18 370 A1]에 기재되어 있다. 컨버터 물질을 포함하며 LED를 둘러싸는 수지 충전부내에서 광 빔의 다양한 진행 길이에 의해, 소자의 테두리 영역에서는 전체 복사에서 황색 비율이 우세적일 수 있는 반면, 중앙에서는 청색 비율이 우세적이다. 공개 문헌[DE 199 18 370 A1]에 따르면, 이러한 문제는, 수지 충전부의 적합한 형상, 즉 수지 충전부의 볼록한 표면에 의해 전 방향으로(omnidirectional) 방출되는 광 빔의 단일한 진행 길이를 얻음으로써 해결된다.

발명의 상세한 설명

[0004]

본 발명의 과제는 단일한 색도 좌표를 갖는 발광 다이오드칩을 제공하는 것이다.

[0005]

상기 과제는 특허 청구 범위 1항에 따른 발광 다이오드칩을 통해 해결된다.

[0006]

발광 다이오드칩의 유리한 발전예들은 종속 청구항들에 기재된다.

[0007]

본 발명에 따른 발광 다이오드칩은 제1 파장의 복사를 생성하는 반도체 몸체, 상기 제1 파장의 복사로부터 제2 파장의 복사를 생성하는 발광 변환 부재 및 각도 필터 부재를 포함하고, 상기 각도 필터 부재는 주 출사 방향에 대해 상대적인 소정의 각도 영역에서 상기 각도 필터 부재에 입사되는 복사를 적어도 부분적으로 반도체 몸체의 방향으로 재귀반사한다.

[0008]

유리하게는, 발광 다이오드칩을 이용하여 예를 들면 백색 광과 같은 혼합색의 전체 복사가 생성될 수 있으며, 상기 혼합색 복사는 제1 파장의 복사 및 제2 파장의 복사가 적합한 비율로 조성되되, 관찰자가 상기 혼합색의 전체 복사에 의해 야기된 색감을 제1 파장의 복사에 의해 야기된 색감뿐만 아니라 제2 파장의 복사에 의해 야기된 색감으로부터도 구분할 수 있도록 조성된다.

[0009]

특히, 상기 소정의 각도 영역은 각도 필터 부재를 사용하지 않은 경우에 관찰자가 특정한 복사 비율을 인지할 수 있는 각도 영역을 제공한다. 또는, 소정의 각도 영역이, 각도 필터 부재 없이는 관찰자가 특정한 복사 비율에 대해 상대적으로 인지하기가 어려울 수 있는 각도 영역으로 선택될 수 있다. 발광 다이오드칩으로부터 출사된 전체 복사는, 특히, 제1 파장 및 제2 파장의 복사 비율을 포함한다. 바람직하게는, 제1 및 제2 파장은 서로 보완적인 2개의 서로 다른 색에 상응한다. 서두에 언급한 예를 통해, 상기에서 소정의 각도 영역은, 관찰자가 각도 필터 부재없이, 전체 복사에서 더 많은 청색 비율 및 더 낮은 황색 비율에 의해 더 차가운 백색광을 인지하게 될 수 있는 각도 영역을 제공한다. 바람직하게는, 소정의 각도 영역은 주 출사 방향에 대해 대칭으로 배치된다.

[0010]

바람직한 변형예에 따르면, 제1 파장의 복사의 적어도 일 부분을 재귀반사하되, 발광 다이오드칩으로부터 출사된 전체 복사가 각도와 상관없이 단일의 색도 좌표를 갖도록 하는 각도 필터 부재가 사용된다. 이는, 특히, 각도 필터 부재에서의 반사를 이용하여 발광 다이오드칩으로부터 출사되는 제1 파장의 복사가 감소시킴으로써 달성될 수 있다.

[0011]

다른 바람직한 변형예에 따르면, 각도 필터 부재를 이용하여 제1 파장의 복사가 반도체 몸체의 방향으로 재귀반사될 수 있다. 상기 재귀반사된 복사가 반도체 몸체에서 흡수되고, 다시 방출되는 것이 유리한데, 이를 "포톤

리사이클링(photon recycling)"이라 한다. 복사가 다른 각도에서 상기 각도 필터 부재로 입사되어 재귀반사된 경우, 소실되지 않고, 반도체 몸체로부터 다시 방출되어 출사될 수 있다. 이 때 바람직한 각도는, 제1 파장의 복사와 제2 파장의 복사 사이의 비율이 조절되어, 소자로부터 출사되는 전체 복사가 원하는 색도 좌표를 갖도록 하는 각도이다. 각도 필터 부재를 이용하면, 발광 다이오드칩의 복사 프로파일이 변경되되, 소정의 각도 영역에서 복사 세기가 감소하고, 다른 각도에서는 증가하도록 변경된다.

[0012] 각도 필터 부재는 반도체 몸체상에서 상기 반도체 몸체와 직접 접촉하여, 또는 이격되어 배치될 수 있다. 각도 필터 부재상에 발광 변환 부재가 더 배치될 수 있다. 바람직하게는, 발광 변환 부재는 주 출사 방향에서 각도 필터 부재 다음에 배치된다.

[0013] 상기 배열에서 각도 필터 부재는, 후방에 입사되는 제1 파장의 복사뿐만 아니라 전방에 입사되는 제2 파장의 복사도 반사하는 데 적합하다는 이점이 있다. 따라서, 각도 필터 부재는 발광 변환 부재에서 생성되어 모든 방향에서 등방성으로 출사되는 제2 파장의 복사를 발광 다이오드칩의 아웃 커플링(out-coupling)측의 방향으로 반사할 수 있다. 이를 통해, 발광 다이오드칩의 효율이 향상될 수 있다.

[0014] 바람직한 실시예에 따르면, 발광 변환 부재는 각도 필터 부재상에 도포된 발광 변환층이다. 발광 변환층의 두께가 균일하고, 반도체 몸체로부터의 출사가 전방향으로 이루어질 때, 각도 필터 부재가 없다면, 주행 길이는 각도에 의존하기 때문에, 반도체 몸체의 표면에 대해 수직인 방향에서 제1 파장의 복사 비율이 더 많을 것으로 예상된다. 유리하게는, 각도 필터 부재의 광학적 작용은 발광 변환 부재의 형상에 맞춰질 수 있어서, 기본적으로 발광 변환 부재는 다양한 방식으로 형성될 수 있다.

[0015] 다른 바람직한 실시예에 따르면, 발광 변환 부재는 적어도 하나의 발광 변환 물질을 포함한 수지 캐스팅부이며, 상기 수지 캐스팅부에 각도 필터 부재 및 반도체 몸체가 매립되어 있다. 바람직하게는, 발광 변환 물질은 수지 캐스팅부에 균일하게 분포되어 있다.

[0016] 발광 변환 물질은 반도체 몸체로부터 방출된 제1 파장의 복사의 적어도 일 부분을 그보다 더 큰 파장, 특히 제2 파장으로 파장 변환하기 위해 구비된다. 예를 들면 YAG:Ce와 같은 적합한 발광 변환 물질은 WO 98/12757에 공지되어 있으며, 상기 문헌의 내용은 발광체와 관련하여 본문에서 참조로 포함된다. 발광 변환 부재는 유리하게는 플라스틱층, 바람직하게는 실리콘층이고, 상기 실리콘층에 적어도 하나의 발광 변환 물질이 매트릭스형으로 매립되어 있다. 발광 변환 부재는 반도체 몸체의 복사 출사면에 실크 스크린 프린팅 방법을 이용하여 층의 형태로 도포된다.

[0017] 각도 필터 부재는 발광 변환 부재 다음에 배치될 수 있으며, 이 때 상기 발광 변환 부재는 반도체 몸체상에 직접 접촉되거나 이격되어 배치된다. 바람직하게는, 각도 필터 부재는 주 출사 방향에서 발광 변환 부재 다음에 배치된다.

[0018] 바람직한 형성예에 따르면, 각도 필터 부재는 유전체 필터이다. 유리하게는, 유전체 물질을 함유하거나 유전체 필터인 각도 필터 부재의 반사 및 투과 특성은 상기 각도 필터 부재의 물질 및 구조의 선택에 따라 조절될 수 있다.

[0019] 바람직하게는, 각도 필터 부재는 서로 다른 굴절률을 가진 적어도 2개의 층들로 이루어진 층 스택(stack of layers)을 포함한다. 더욱 바람직하게는, 2개이상의 층들이 사용되는 경우, 굴절률은 교번적인데, 즉 제1 및 제3 층은 제1 굴절률을 가지는 반면, 제1 및 제3 층 사이에 배치된 제2 층은 제2 굴절률을 가지며, 상기 제2 굴절률은 제1 굴절률과 다르다. 서로 다른 굴절률을 가진 2개의 층들이 접합된 곳에서, 일부의 복사는 반사되고, 일부의 복사는 투과됨으로써, 흡수로 인한 손실이 거의 없다. 이 때 상기 투과되는 복사 부분은 반사되지 않은 복사 비율에 상응한다.

[0020] 유전체 필터를 위해 실리콘을 함유한 물질이 적합하다. 예를 들면, 제1 층은 산화 실리콘을, 제2 층은 질화 실리콘을 포함할 수 있다. 또한, 티타늄을 함유한 물질들도 유전체 필터를 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 제1 층은 산화 실리콘을, 제2 층은 산화 티타늄을 포함할 수 있다.

[0021] 바람직한 변형예에 따르면, 각도 필터 부재는 브래그 거울이다. 이 때, 브래그 거울을 이루는 층들은 간섭 효과가 유리하게 이용되도록 적합한 두께를 가진다. 바람직한 층 두께는 제1 파장의 1과 3/4이며, 이 때 상기 파장은 각 매질에서의 파장을 의미한다.

[0022] 또한, 각도 필터 부재로는, 입사각이 작을 때 반사도가 크고, 입사각이 클 때 투과도가 큰 부재가 고려된다. 예를 들면, 각도 필터 부재는 입사된 광 빔이 입사각에 따라 서로 다른 정도로 반사되기에 적합한 표면 구조를

갖는 부재일 수 있다. 표면 구조는 복수 개의 구조 부재들로 구성될 수 있고, 상기 구조 부재들은 각도 필터 부재의 표면에 규칙적으로 배열되는 것이 바람직하다. 구조 부재들의 가능한 형태는 원뿔형, 피라미드형 또는 프리즘형의 솔리드 바디(solid body) 또는 할로우 바디(hollow body)이다.

[0023] 유리한 형성예에 따르면, 반도체 몸체의 방향으로 재귀반사된 복사의 과정은 각도 필터 부재의 저지 대역의 장파측 구간에 위치한다. 이를 통해, 각도 필터 부재는 상기 각도 필터 부재에 상대적으로 작은 입사각으로 입사된 광 빔을 반사하는데, 입사각이 큰 광 빔은 투과되는 반면 입사각이 작은 광 빔은 저지 대역에 있게 되기 때문이다.

[0024] 대안적 형성예에 따르면, 반도체 몸체의 방향으로 재귀반사된 복사의 과정은 각도 필터 부재의 저지 대역내에 위치한다. 이 경우에도, 작은 입사각으로 상기 각도 필터 부재에 입사된 광 빔은 반사되는 반면, 그 보다 큰 입사각으로 각도 필터 부재에 입사된 광 빔은 투과된다.

[0025] 다른 유리한 형성예에서, 반도체 몸체는 박막 반도체 몸체이다. 박막 반도체 몸체의 제조 시, 특히 복사 방출 활성층을 포함하는 기능적 반도체 층 시퀀스를 우선 성장 기판상에 에피택시얼 성장시키고, 이어서 상기 성장 기판의 맞은편에 위치한 반도체 층 시퀀스의 표면에 새로운 지지체를 안착시킨 후, 상기 성장 기판을 분리한다. 특히, 예를 들면 SiC, 사파이어 또는 GaN과 같이 질화물 화합물 반도체용으로 사용된 성장 기판은 비교적 고가인 점을 고려할 때, 상기 방법은 성장 기판을 재사용할 수 있다는 이점을 제공한다. 사파이어 소재의 성장 기판을 질화물 화합물 반도체 소재의 반도체 층 시퀀스로부터 분리하는 것은, 예를 들면 WO 98/14986에 공지된 레이저-리프트-오프(laser-lift-off) 방법을 이용하여 수행할 수 있다.

[0026] 박막 LED의 기본 원리는 예를 들면 문헌[I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63(16), 1993.10.18, 2174-2176]에 기재되어 있고, 이의 개시 내용은 본문에서 참조로 포함된다.

[0027] 특히, 반도체 몸체는 질화물 화합물 반도체체인 에피택시 층 시퀀스를 포함할 수 있다. 상기와 관련하여 "질화물 화합물 반도체"란, 활성 에피택시 층 시퀀스 또는 상기 층 시퀀스의 적어도 하나의 층이 질화물-III/V-화합물 반도체 물질을 포함하고, 바람직하게는 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ 을 포함하는 것을 의미하고, 이 때 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $x+y \leq 1$ 이다. 이 때, 상기 물질은 상기 수식에 따라 수학적으로 정확한 조성을 반드시 포함할 필요는 없다. 오히려, 상기 물질은 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ -물질의 특징적인 물리적 특성을 실질적으로 변경하지 않는 추가 성분들 및 하나 이상의 불순물(dopant)을 포함할 수 있다. 그러나 상기 수식은 결정 격자의 실질적 성분(Al, Ga, In, N)만은 포함하는 것이 간단한데, 비록 이러한 성분이 다른 미량의 성분으로 부분적으로 대체될 수 있다고 하더라도 그러하다.

[0028] 발광 다이오드칩의 또 다른 형성예에 따르면, 각도 필터 부재와 반대 방향에 있는 반도체 몸체의 측에 반사층이 배치된다. 바람직하게는, 입사된 복사를 반도체 몸체의 방향으로 재귀반사함으로써 포톤 리사이클링을 구현하는 반사층을 이용하면 발광 다이오드칩의 효율이 더욱 향상될 수 있다.

[0029] 본 발명에 따른 발광 다이오드 소자는 상기 기술된 실시예들에 따른 발광 다이오드칩을 포함하고, 이 때 상기 발광 다이오드칩은 하우징에 배치되어 있다.

[0030] 이하, 본 발명의 다른 특성들, 이점들 및 발전예들은 도 1 내지 도 6과 관련하여 설명된 실시예들로 제공된다.

실시예

[0037] 도 1A에 도시된 반도체칩(10)은 반도체 몸체(1) 및 각도 필터 부재(4)를 포함한다. 각도 필터 부재(4)는 주 출사 방향(H)에서 반도체 몸체(1) 다음에 배치된다. 주 출사 방향(H)은 반도체 몸체(1)를 형성하는 다른 층들(미도시)이 성장하는 성장 방향에 대해 평행하다. 또한, 주 출사 방향(H)은 주 연장면(E)에 대해 수직이며, 상기 주 연장면은 반도체칩(10)에 있어 가장 긴 2개의 에지에 의해 펼쳐지는 면이다.

[0038] 반도체 몸체(1)는 람베르시안(lambertian) 복사 특성을 갖는 박막 반도체 몸체인데, 즉 각도 필터 부재가 없을 때 주 출사 방향(H)($\theta=0^\circ$)에서 최대 세기가 발생한다. 그러나, 각도 필터 부재(4)를 이용하면, 반도체칩(10)은 람베르시안 복사 특성에 비해 압축된 형상의 복사 특성을 가진다. 그러므로, 주 출사 방향(H)에서 발생한 세기값(I_0)은 각도(θ_1 , $-\theta_1$)에서 발생한 세기값(I_1)에 비해 작다. 이 때의 이점은, 도 1B에 도시된 바와 같이 아웃커플링층에서 균일한 두께의 발광 변환 부재(5)를 포함한 발광 다이오드칩(11)이, 종래 발광 다이오드칩에 비해 주 출사 방향(H)으로 방출된 복사를 약화시킨다는 것이다(도 2B 참조). 그 결과, 발광 다이오드칩(11)으로부터 방출된 전체 복사는 각도 영역[θ , $-\theta$]에서 단일의 색도 좌표를 가지고, 이 때 바람직하게는, 상기 각

도 영역은 -90° 내지 90° 로 연장된다.

- [0039] 도 1A에 도시된 반도체 몸체(1)는 후측에서 성장 기판과 다른 지지체(2)와 결합된다. 지지체(2)는 예를 들면 Si-함유 물질과 같이 열 전도도가 큰 물질을 포함하는 것이 바람직하다. Si-함유 물질로는 SiC가 있다. 또한, 지지체(2)의 전기 전도도가 크면, 반도체칩(10)의 후방 전기 연결이 상기 지지체(2)를 이용하여 가능하다는 이점이 있다.
- [0040] 반도체 몸체(1)는 전면측에서 러프닝(roughening)된다. 러프닝된 표면은 평면 표면에 비해 상기 반도체 몸체(1)의 활성 영역에서 생성된 복사의 아웃 커플링을 개선한다. 그러나, 층들은 평면 표면보다 러프닝된 표면에서 분리되기가 더 쉽다. 따라서, 러프닝된 반도체 몸체(1)는 평탄화층(3)을 구비한다. 평탄화층(3)은 반도체 몸체(1)에서 생성된 복사에 대해 투과성인 물질을 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 평탄화층(3)을 위해 SiO_2 가 사용될 수 있다.
- [0041] 바람직하게는, 각도 필터 부재(4)는 서로 다른 굴절률을 갖는 복수 개의 층들을 포함하는 유전체 필터이다. 층들은 평탄화층(3)상에 차례로 도포될 수 있으며, 예를 들면 스퍼터링될 수 있다. 또는, 별도의 예비 제조된 각도 필터 부재(4)가 평탄화층(3)상에 배치될 수 있다. 도 3A, 4A 및 5A와 관련하여 가능한 각도 필터 부재들이 기술되어 있다.
- [0042] 도 1B에 도시된 발광 다이오드칩(11)은 도 1A에 도시된 반도체칩(10)과 같이 구성되나, 발광 변환 부재(5)를 더 포함한다. 발광 변환 부재(5)는 나머지 반도체칩이 매립되어 있는 수지 캐스팅부이다. 수지 캐스팅부는 반도체 몸체(1)로부터 방출된 제1 파장(λ_1)의 복사의 적어도 일 부분을 그 보다 더 큰 파장, 특히 제2 파장(λ_2)으로 파장 변환하기 위한 발광 변환 물질을 포함한다. 화살표로 표시된 바와 같이, 주 출사 방향(H)으로 방출된 제1 파장(λ_1)의 복사는 다른 각도에서 출사된 복사와 동일한 세기를 갖는다.
- [0043] 이와 달리, 도 2A에 도시된 바와 같이 각도 필터 부재를 포함하지 않은 종래의 칩(10)인 경우, 주 출사 방향(H)에서의 복사 세기가 최대이며, 이는 발광 변환 부재(5)를 포함한 종래의 발광 다이오드칩(10)에서, 제1 파장(λ_1)의 복사가 마찬가지로 주 출사 방향(H)에서 최대 세기를 갖도록 한다. 이러한 효과는, 광학 경로가 발광 변환 부재(5)에 의해 주 출사 방향에서 가장 짧음으로써 강화된다. 그 결과, 주 출사 방향(H)에서, 제1 파장(λ_1)의 복사에서 제2 파장(λ_2)의 복사로 변환되는 부분이 적다.
- [0044] 도 3A는 각도 필터 부재(4)의 바람직한 제1 변형예를 도시한다. 상기 각도 필터 부재는 유전체 다층 필터이다. 각도 필터 부재(4)는 층 두께나 물질과 관련하여 서로 다른 복수 개의 층들을 포함한다. 특히, 층들(40a, 40b)은 n이 각각의 층 물질의 굴절률일 때 $\lambda_1/4n$ 인 층 두께를 가질 수 있다. 층들(40, 40b)을 위한 적합한 물질은 굴절률(n_1)이 1.5인 SiO_2 , 층들(40a)을 위해서는 굴절률(n_2)이 2.0인 SiN이 있다. 굴절률(n)은 각도 필터 부재(4)내에서 주기적으로 변경된다. 각도 필터 부재(4)는 SiO_2/SiN -브래그 거울의 3개의 주기로 구성된다. 그러나, 각도 필터 부재(4)가 상기 주기수에 한정되지는 않는다. 오히려, 층들의 수는 원하는 반사각 스펙트럼 특성에 따라 달라진다.
- [0045] 도 3A에 도시된 각도 필터 부재(4)는 설정 파장(λ_D)에 맞춰지며, 상기 설정 파장은 반도체 몸체로부터 생성된 복사의 파장(λ_1)보다 작다. 바꾸어 말하면, 설정 파장(λ_D)은 각도 필터 부재(4)의 통과 대역내에 있다. 또한, 각도 필터 부재(4)는 파장(λ_1)에 대해 틀리게 맞춰진다. 또는, 바꾸어 말하면, 파장(λ_1)은 각도 필터 부재(4)의 저지 대역의 장파측 구간에 있다. 이를 통해, 각도 필터 부재는 상기 각도 필터 부재(4)에 더 작은 입사각으로 입사된 광 빔은 반사하고, 반면 더 큰 입사각으로 각도 필터 부재(4)에 입사된 광 빔은 투과시킨다. 특히, 파장(λ_1)은 약 460 nm인 반면, 설정 파장(λ_D)은 약 400 nm이다.
- [0046] 도 3B에 따른 도면은 도 3A에 도시된 각도 필터 부재(4)의 반사각 스펙트럼을 나타낸다. 점선형 곡선(I)은 모든 각(θ)에 대한 세기 반사 인자를 나타낸 그래프이고, 이 때 $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 이다. 직선형 곡선(II)은 상기 각도 영역에 대한 세기 투과 인자를 나타낸 그래프이다. 도 3B로부터, 주 출사 방향, 즉 $\theta=0^\circ$ 일 때의 투과도는 현저히 감소하거나, 반사도가 현저히 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 거동은 약 $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ 이나 $-60^\circ \leq \theta \leq -30^\circ$ 의 각도 영역에서 반대가 된다.
- [0047] 더 작은 입사각으로 각도 필터 부재(4)에 입사되는 광 빔, 즉 주 출사 방향으로 $-30^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ 의 각도를 포함하는 광 빔은 약 40%까지 반사되는 반면, 더 큰 입사각으로 각도 필터 부재(4)에 입사되는 광 빔, 즉 주 출사

방향으로 $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ 내지 $-60^\circ \leq \theta \leq -30^\circ$ 의 각도를 포함하는 광 빔은 80% 내지 100%가 투과된다.

[0048] 이러한 실시예에는, 소정의 각도 영역 $[-30^\circ, 30^\circ]$ 이 해당한다.

[0049] 각도 필터 부재(4)의 다른 실시예는 도 4A에 도시되어 있다. 각도 필터 부재(4)는 유전체 다층 필터이다. 각도 필터 부재(4)의 층들은, 제1 굴절률(n_1) 및 제2 굴절률(n_2)이 주기적으로 반복되도록 배치된다. 전체적으로, 각도 필터 부재(4)는 두 개의 층들(40)사이에서 상기와 같은 5개의 주기를 갖는다. 바람직하게는, 층들(40, 40b)은 동일한 굴절률(n_1)을 갖는 물질을 포함하는 반면, 층들(40a)은 굴절률(n_2)을 갖는 물질을 포함한다. 특히, $n_2 > n_1$ 이다. 예를 들면, 굴절률(n_1)은 1.5이고, 굴절률(n_2)은 2.0일 수 있다. 층들(40, 40b)을 위한 적합한 물질들은 SiO_2 이고, 층들(40a)의 경우 SiN 이다.

[0050] 층 두께와 관련하여, 층들(40a)의 경우 $\lambda_1/4n_2$ 이고, 층들(40b)의 경우 $\lambda_1/4n_1$ 이다. 이를 통해 바람직하게는, 주 출사 방향(H)에서 각도 필터 부재(4)에 입사되어 층들(40a, 40b) 사이의 접합부에서 반사되는 광 빔은 보강 간섭할 수 있다. 왜냐하면, 2개의 반사된 광 빔의 경로 차($\Delta\phi$)가 0이므로, 제1 광빔은 제1 층간 접합부(40b, 40a)에, 제2 광 빔은 그 다음에 배치된 제2 층간 접합부(40a, 40b)에서 반사되기 때문이다. 이는, 제1 접합부에서는 광학적으로 더 조밀한 매질에서의 반사에 의해 위상 점프(phase jump)가 Π 로 발생한 결과인데, 상기 위상 점프는 층(40a)을 통과하는 제2 광 빔의 경로가 더 긴 까닭에 따른 위상 이동에 상응하며, 상기 위상 이동도 마찬가지로 Π 이다.

[0051] 각도 필터 부재(4)는 파장(λ_1)에 맞춰지는 데, 즉 파장(λ_1)은 도 3A에 따른 각도 필터 부재의 경우와 같이 저지 대역의 플랭크 구간에 위치하지 있지 않고, 저지 대역 내에 있다. 도 4B에 도시된 바와 같이, 각도 필터 부재(4)는 입사각이 작은 경우 높은 반사력(곡선 I 참조)을, 입사각이 큰 경우 낮은 반사력(곡선 II 참조)을 가진다.

[0052] 도 5A에 도시된 각도 필터 부재(4)는 틀리게 맞춰진 공진기를 말한다. 이러한 상기 각도 부재는, 발광 변환 부재(5)가 각도 필터 부재(4) 다음에 배치되는 도 1B의 발광 다이오드칩(11)을 위해 특히 적합하다. 왜냐하면, 각도 필터 부재(4)는 여기서 청색 스펙트럼 영역에 위치하는 것이 바람직한 제1 파장(λ_1)의 복사뿐만 아니라, 여기서 황색 스펙트럼 영역에 위치하는 것이 바람직한 제2 파장(λ_2)의 복사에 대해서도 높은 반사도를 가지기 때문이다. 도 5C는 파장[nm]에 대한 세기 반사 인자(곡선 I 참조) 내지 세기 투과 인자(곡선 II 참조)를 그래프로 나타내는데, 상기 도면으로부터, 곡선 I는 청색 스펙트럼 영역에서 피크(peak)(A)를, 황색 스펙트럼 영역에서 피크(B)를 가지는 것을 알 수 있다. 유리하게도, 발광 변환 부재(5)(도 1B 참조)로부터 각도 필터 부재(4)의 방향으로 방출되는 복사는 각도 필터 부재(4)를 이용하여 발광 다이오드칩의 아웃커플링층의 방향으로 반사될 수 있다.

[0053] 각도 필터 부재(4)는 도 5A에 도시된 층 시퀀스를 포함하고, 상기 층 시퀀스는 제1 굴절률(n_1)을 동일하게 가진 층들(40, 40b) 및 제2 굴절률(n_2)을 가진 층들(40a)을 포함하고, 상기 제2 굴절률은 제1 굴절률(n_1)보다 크다. 특히, 층들(40, 40b)은 굴절률(n_1)이 1.5인 SiO_2 를 포함하는 반면, 층들(40a)은 굴절률(n_2)이 2.0인 TiO_2 를 포함한다. 적합한 층 두께와 관련하여, 층들(40a)의 경우 $\lambda_1/4n_2$ 이고, 층(40b)의 경우 $5\lambda_1/8n_1$ 이다.

[0054] 도 5A에 따른 각도 필터 부재(4)의 반사각 스펙트럼은 도 5B에 도시되어 있다. 선행 실시예들과 같이 여기서도, 작은 입사각에 대한 세기 반사 인자(곡선 I 참조)는 큰 입사각의 경우보다 크다. 그 결과, 세기 투과 스펙트럼(곡선 II 참조) 및 그와 관련된 복사 특성을 알 수 있다. 람베르시안 복사 특성에 비해, 상기 복사 특성은, 작은 입사각의 영역에서 압축된 형상을 갖는다.

[0055] 도 6은 발광 다이오드칩(11)의 다른 실시예를 도시한다. 이 때, 각도 필터 부재(4)는 주 출사 방향(H)에서 발광 변환 부재(5) 다음에 배치된다. 따라서, 발광 변환 부재(5)에서 이미 포톤 리사이클링이 시작될 수 있다. 왜냐하면, 각도 필터 부재(4)로부터 반도체 몸체(1)의 방향으로 재귀반사된 복사는, 상기 재귀반사된 복사가 반도체 몸체(1)에 도달하기 전에, 발광 변환 부재(5)에 흡수되고, 재방출될 수 있기 때문이다. 통상적으로, 발광 변환 부재(5)에 흡수된 복사는 더 큰 파장(λ_2)으로 재방출된다. 각도 필터 부재(4)가 파장(λ_1)의 복사에 대해서만 높은 반사력을 가진다면, 도 6에 따른 발광 다이오드칩(11)은 도 1B에 도시된 발광 다이오드칩(11)에 비해, 전체 복사에서 복사(λ_2)의 비율이 증가할 것이다.

[0056] 본 발명은 실시예들에 의한 기재에만 한정되지 않는다. 오히려, 본 발명은 각 새로운 특징 및 특징들의 각 조합을 포함하며, 이는 특히 특허 청구 범위에서 특징들의 각 조합을 포함하고, 비록 이러한 특징 또는 이러한 조합이 그 자체로 명백하게 특허 청구 범위 또는 실시예들에 제공되지 않더라도 그러하다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1A는 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광 다이오드칩에 적합한 반도체칩을 도시하고, 도 1B는 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광 다이오드칩을 도시한다.

[0032] 도 2A는 각도 필터 부재를 포함하지 않은 종래의 반도체칩을 도시하고, 도 2B는 각도 필터 부재를 포함하지 않은 종래의 발광 다이오드칩을 도시한다.

[0033] 도 3A는 바람직한 제1 변형예에 따른 각도 필터 부재를 도시하고, 도 3B는 도 3A에 도시된 각도 필터 부재의 반사각 스펙트럼을 도시한다.

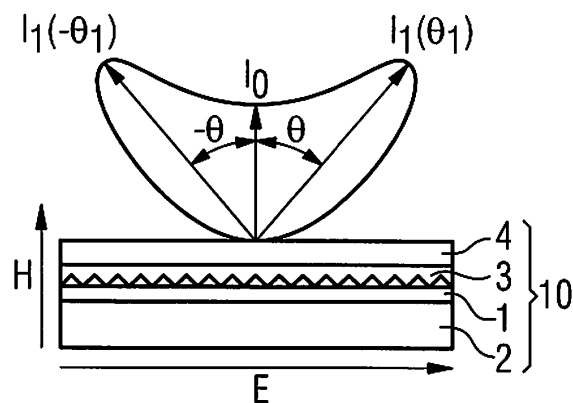
[0034] 도 4A는 바람직한 제2 변형예에 따른 각도 필터 부재를 도시하고, 도 4B는 도 4A에 도시된 각도 필터 부재의 반사각 스펙트럼을 도시한다.

[0035] 도 5A는 바람직한 제3 변형예에 따른 각도 필터 부재를 도시하고, 도 5B는 도 5A에 도시된 각도 필터 부재의 반사각 스펙트럼을 도시하며, 도 5C는 도 5A에 도시된 각도 필터 부재의 파장 종속 반사 스펙트럼을 도시한다.

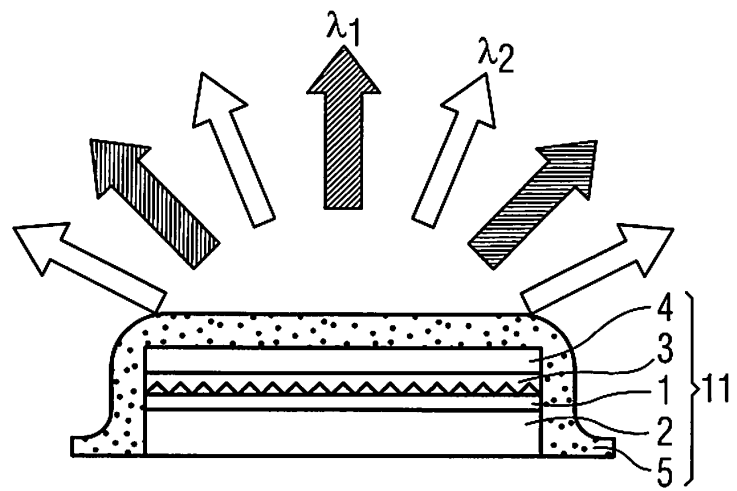
[0036] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 발광 다이오드칩을 도시한다.

도면

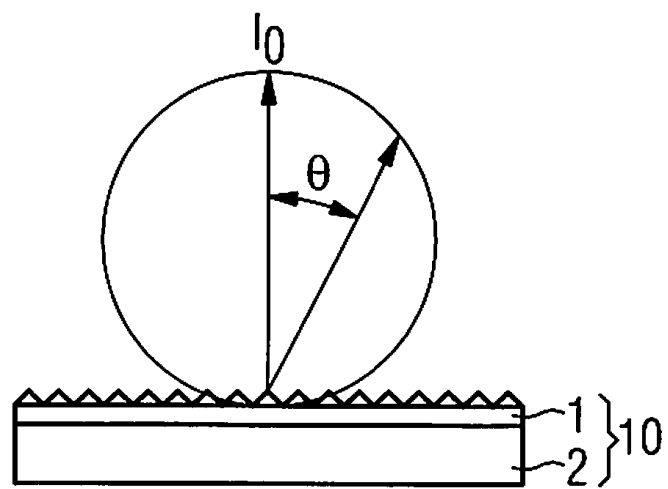
도면1A



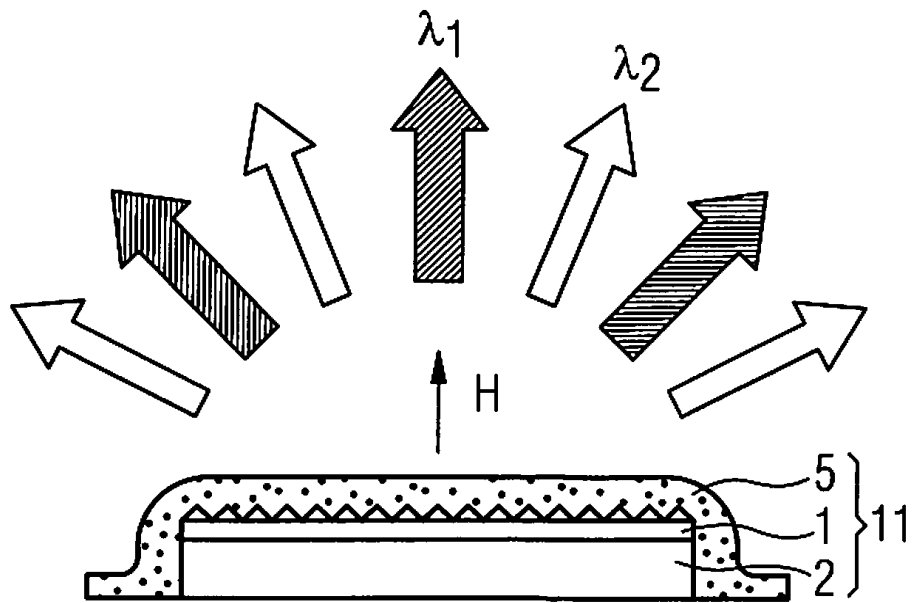
도면1B



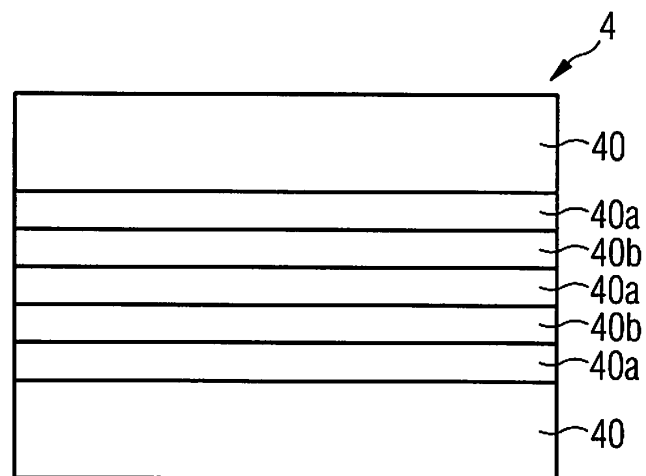
도면2A



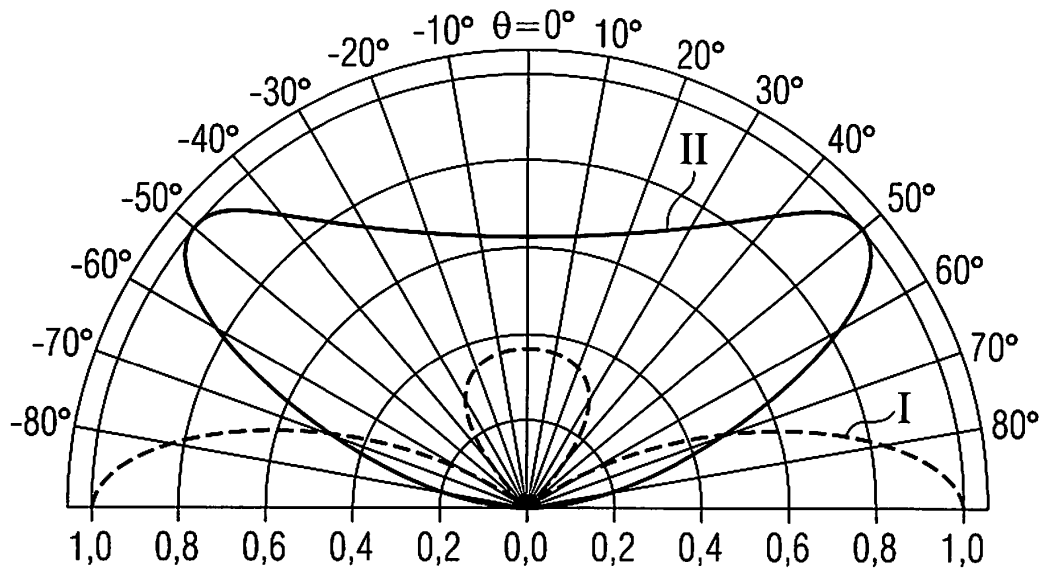
도면2B



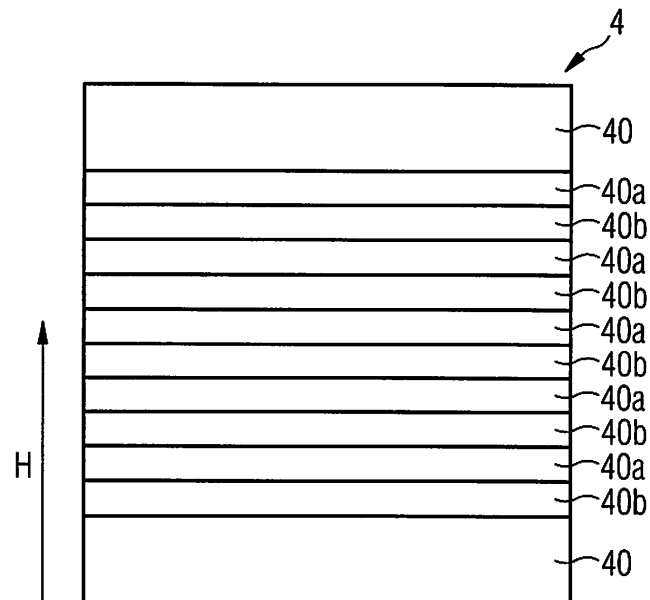
도면3A



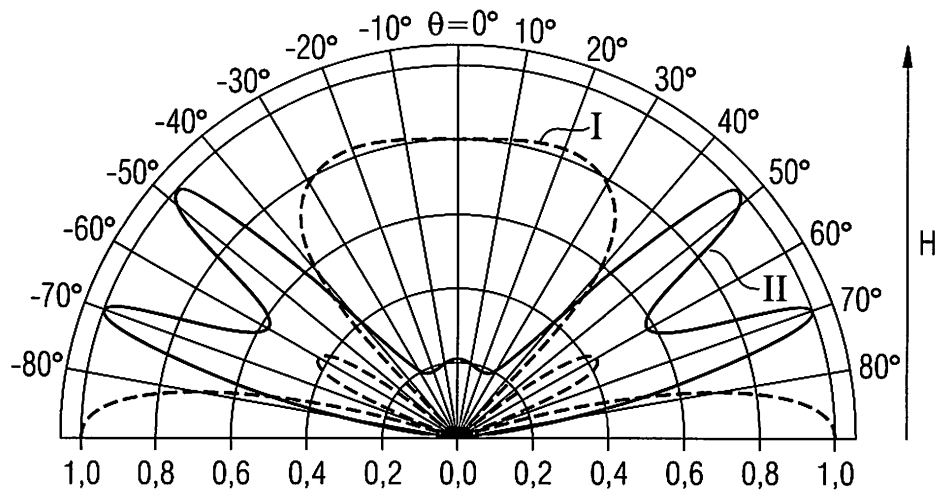
도면3B



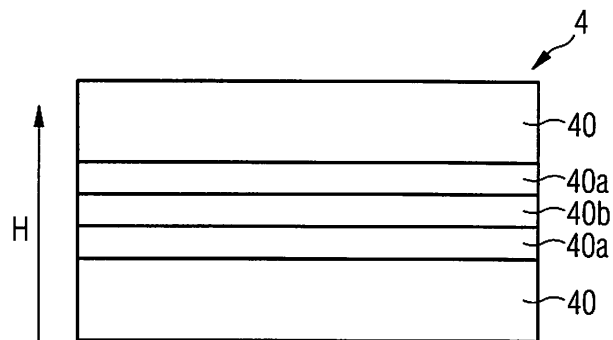
도면4A



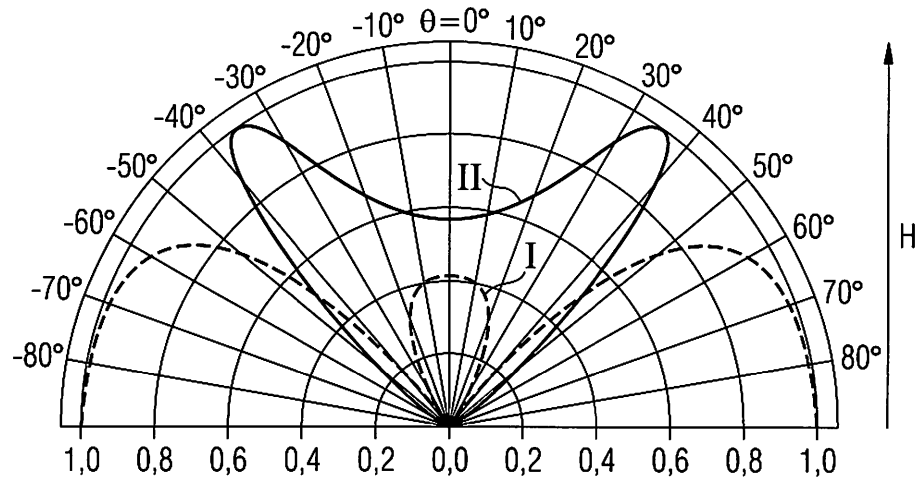
도면4B



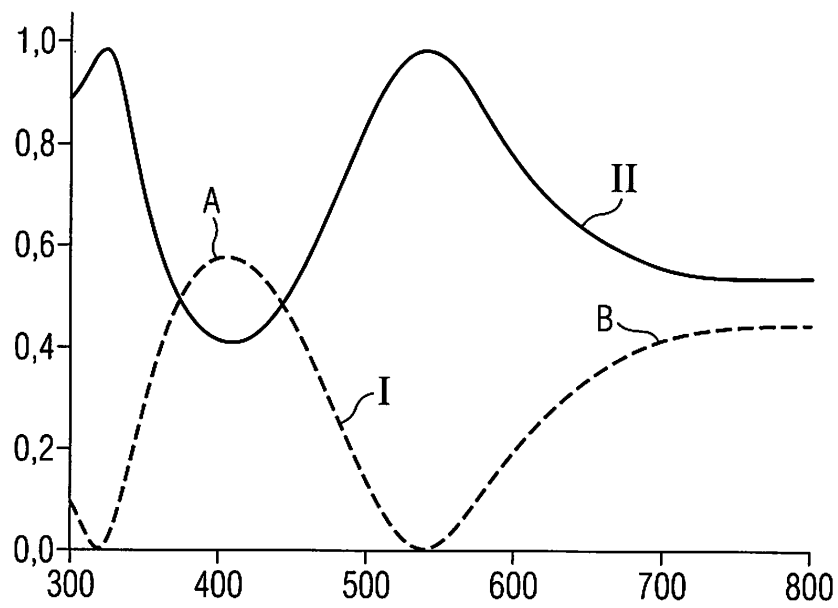
도면5A



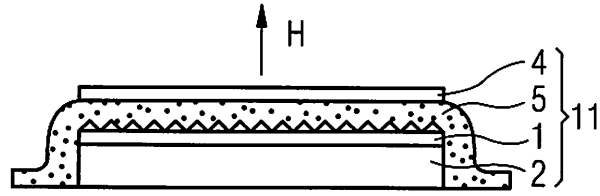
도면5B



도면5C



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제8항의 3번째줄

【변경전】

반도체 몸체(11)

【변경후】

반도체 몸체(1)