



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0120532
(43) 공개일자 2009년11월25일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0046383

(22) 출원일자 2008년05월20일

심사청구일자 2008년05월20일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

김태근

경기도 성남시 분당구 이매동 122 금강아파트
103-1301

이완호

경기도 고양시 덕양구 토당동 내안애양우아파트
103동 1801

(74) 대리인

이재광, 김정식

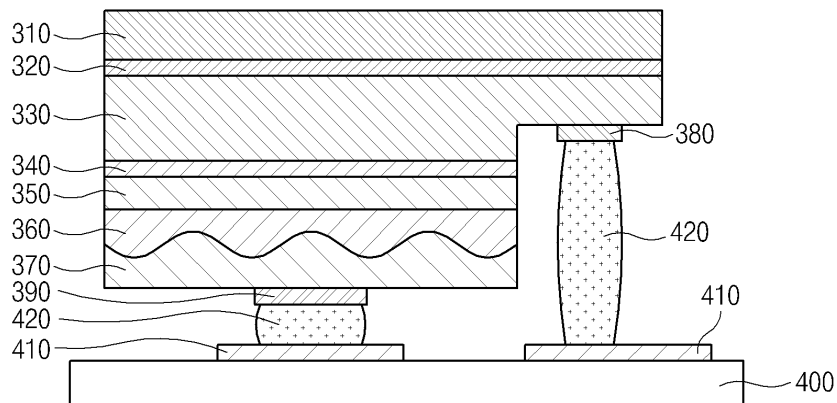
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 굴곡이 형성된 반사층을 포함하는 발광소자 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 광 추출 효율 및 열 방출 효율이 향상된 발광 소자 및 그 제조 방법을 개시한다. 본 발명은 투명 전극층에 굴곡을 형성하고 그 위에 투명 전극층에 형성된 굴곡이 전사된 반사층을 추가로 형성함으로써, 활성층에서 발생한 광이 p형 질화물층 및 투명 전극층을 통과하여 반사층으로 유입되고, 굴곡이 형성된 반사층 표면에서 반사되어 종래의 발광 소자에 비하여 수직 방향으로 더 많은 광을 추출할 수 있어 광 추출 효율을 향상시키는 효과가 나타난다. 또한, 본 발명은 열 전도도가 높은 반사층이 투명 전극층 외부에 형성됨으로써 보다 열 방출 효율을 향상시키는 효과가 나타난다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 기판위에 광을 발생시키는 발광층을 형성하는 단계;
- (b) 상기 발광층 위에, 상면에 굴곡이 형성되도록 투명 전극층을 형성하는 단계; 및
- (c) 상면에 굴곡이 형성된 상기 투명 전극층위에 상기 굴곡이 전사되도록 반사층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

상기 발광층위에 투명 전극층을 형성하고, 상기 투명 전극층에 포토 레지스트를 형성하고 습식 식각을 수행한 후 상기 포토 레지스트를 제거하여 굴곡을 형성하는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

- (b1) 상기 발광층에 구형의 입자들을 배치하는 단계;
- (b2) 상기 구형의 입자들 사이에 Sol-Gel 방식으로 투명 전극층 형성 물질을 채우고, 상기 투명 전극층 형성 물질을 결정화시키는 단계; 및
- (b3) 상기 입자들을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 (b1) 단계는

상기 입자들이 포함된 용액을 상기 발광층위에 도포하고, 상기 용액의 용매를 증발시켜 상기 입자들을 상기 발광층위에 오팔(opal) 구조로 배치하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 (b2) 단계는 상기 투명 전극층 형성 물질을 상기 입자 크기의 절반까지 채운후 결정화하고,

상기 (b3) 단계는 상기 입자를 구성하는 재질에 따라서 BOE 에칭 공정 또는 버닝(Burning) 공정을 수행하여 상기 입자들을 제거하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 입자들은

라텍스 계열의 재료 또는 실리카 계열의 재료로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 7

기판;

상기 기판위에 형성되어 광을 발생시키는 발광층;

상면에 굴곡을 갖도록 상기 발광층위에 형성된 투명 전극층; 및

상기 투명 전극층에 형성된 굴곡이 전사되도록 상기 투명 전극층위에 형성되어 상기 발광층에서 발생한 광을 상기 발광층 방향으로 반사시키는 반사층을 포함하는 발광 소자.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 투명 전극층 및 상기 반사층에 형성된 굴곡들은 동일한 곡률을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 발광소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 광 추출 효율 및 열 방출 효율이 향상된 플립칩형 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 반도체의 특성을 이용하여 전기적 신호를 빛으로 변환시키는 반도체 발광소자 즉, LED(LightEmitting Diode) 또는 레이저 다이오드(Laser Diode, LD)와 같은 발광소자들은 조명, 광통신, 다중통신 등의 응용분야에서 많이 연구되고 실용화되어가고 있는 추세이다. 이러한 반도체 발광소자들은 통신 분야나 디스크 플레이어 등과 같은 장치에서 데이터의 전송이나 데이터의 기록 및 판독을 위한 수단의 광원으로써도 널리 사용되고 있다.
- <3> 도 1은 종래의 질화물 반도체 발광소자의 일례를 도시한 단면도이다. 도 1을 참조하면, 종래의 질화물 반도체 발광소자는 기판(11) 상에 n형 질화물 반도체층(12), 다중우물구조인 활성층(13) 및 p형 질화물 반도체층(14)이 순차적으로 형성되고, n형 질화물 반도체층(12)이 드러나도록 p형 질화물 반도체층(14)과 활성층(13)은 그 일부 영역을 식각한다. 그 후, 식각된 n형 질화물 반도체층(12)의 상면에 n형 전극층(15)을 형성하고, p형 질화물 반도체층(14)의 상면에 p형 전극층(16)을 형성한다.
- <4> 상술한 바와 같이, 발광 소자가 완성되면 각각의 전극층에 와이어 본딩을 수행하여 발광 소자를 완성하는데, 이렇게 LED 칩 각각에 대해서 와이어 본딩을 수행하는 것은 많은 시간이 요구될 뿐만 아니라, LED를 제조하는 비용을 증가시키는 문제점이 존재하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 플립칩(Flip-Chip) 구조의 발광 소자가 개발되었다.
- <5> 도 2는 종래기술에 따른 플립칩 구조의 발광소자를 도시하는 도면이다.
- <6> 도 2에 도시된 플립칩 구조의 발광소자는 도 1에 도시된 종래의 발광소자와 같이, 기판(21)상에 순차적으로 형성된 n형 질화물 반도체층(22), 다중우물구조인 활성층(23) 및 p형 질화물 반도체층(24)을 포함하며, p형 질화물 반도체층(14)과 활성층(23)은 그 일부영역이 제거되어 n형 질화물 반도체층(22)의 일부상면이 노출된 구조를 갖는다. 노출된 n형 질화물 반도체층(22)의 상면에 n형 전극층(25)이 형성되고, p형 질화물 반도체층(24) 상에 p형 전극층(26)을 형성한다.
- <7> 이와 같이 형성된 발광소자를 뒤집어서, 상기 n형 전극층(25) 및 p형 전극층(26)을, 범프(28)를 사용하여 서브마운트(submount)(27) 상의 도전성 패턴(29)과 연결하여 사용한다.
- <8> 한편, 플립칩 방식의 발광소자는 p형 질화물 반도체층(24)과 p형 전극층(26) 사이에 반사층을 삽입하여 p형 전극방향으로 향하는 빛을 반사시켜 투명한 기판 쪽으로 방출되도록 함으로써 휘도를 향상시킬 수 있으며, 전극을 통해 소자 내에서 발생한 열을 외부로 쉽게 방출할 수 있다.
- <9> 그러나, 반사층의 재료로 사용되는 Ag는 p형 질화물 반도체층(24)과의 밀착력이 매우 낮아 제품불량이 발생하고, 안정적인 접촉 저항을 확보하기 어려운 문제점이 있다. 이 밖에 반사층의 재료로 사용할 수 다른 금속으로는 Al, Ni, Ti, Pt 등이 있으나, 이는 상기 Ag에 비해 반사효율이 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <10> 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 광추출 효율과 열방출 효율이 개선되고 P형 질화물 반도체층과의 밀착력이 우수한 발광 소자 및 이를 제조하는 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <11> 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 발광 소자 제조 방법은, (a) 기판위에 광을 발생시키는 발광층을 형성하는 단계; (b) 발광층 위에, 상면에 굴곡이 형성되도록 투명 전극층을 형성하는 단계; 및 (c) 상면에 굴곡

이 형성된 투명 전극층위에 굴곡이 전사되도록 반사층을 형성하는 단계를 포함한다.

- <12> 또한, 상술한 (b) 단계는 발광층위에 투명 전극층을 형성하고, 투명 전극층에 포토 레지스트를 형성하고 습식 식각을 수행한 후 포토 레지스트를 제거하여 굴곡을 형성할 수 있다.
- <13> 또한, 상술한 (b) 단계는, (b1) 발광층에 구형의 입자들을 배치하는 단계; (b2) 구형의 입자들 사이에 Sol-Gel 방식으로 투명 전극층 형성 물질을 채우고, 투명 전극층 형성 물질을 결정화시키는 단계; 및 (b3) 입자들을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- <14> 또한, 상술한 (b1) 단계는, 입자들이 포함된 용액을 발광층위에 도포하고, 용액의 용매를 증발시켜 입자들을 발광층위에 오팔(opal) 구조로 배치할 수 있다.
- <15> 또한, 상술한 (b2) 단계는 투명 전극층 형성 물질을 입자 크기의 절반까지 채운후 결정화하고, 상술한 (b3) 단계는 입자를 구성하는 재질에 따라서 BOE 에칭 공정 또는 버닝(Burning) 공정을 수행하여 입자들을 제거할 수 있다.
- <16> 또한, 상술한 입자들은 라텍스 계열의 재료 또는 실리카 계열의 재료로 구성될 수 있다.
- <17> 한편, 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 발광 소자는 기관; 기관위에 형성되어 광을 발생시키는 발광층; 상면에 굴곡을 갖도록 발광층위에 형성된 투명 전극층; 및 투명 전극층에 형성된 굴곡이 전사되도록 투명 전극층위에 형성되어 발광층에서 발생한 광을 발광층 방향으로 반사시키는 반사층을 포함한다.
- <18> 또한, 상술한 투명 전극층 및 반사층에 형성된 굴곡들은 동일한 곡률을 갖을 수 있다.

효 과

- <19> 본 발명은 플립칩 구조의 발광소자의 투명 전극층에 굴곡을 형성하고 그 위에 투명 전극층에 형성된 굴곡이 전사된 반사층을 추가로 형성함으로써, 활성층에서 발생한 광이 p형 질화물층 및 투명 전극층을 통과하여 반사층으로 유입되고, 굴곡이 형성된 반사층 표면에서 반사되어 종래의 발광 소자에 비하여 수직 방향으로 더 많은 광을 추출할 수 있어 광 추출 효율을 향상시키는 효과가 나타난다.
- <20> 또한, 본 발명은 열 전도도가 높은 반사층이 투명 전극층 외부에 형성됨으로써 종래 기술보다 열 방출 효율을 향상시키는 효과가 나타난다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <21> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.
- <22> 도 3 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광 소자의 구조를 도시한 도면이고, 도 4 는 도 3 의 발광 소자를 서브마운트 기관에 결합한 상태를 도시하는 도면이다.
- <23> 도 3을 먼저 참조하면, 본 발명의 발광 소자는 종래 방식과 동일한 공정을 수행하여 기관(310)위에 버퍼층(320), n형 질화물층(330), 활성층(340), 및 p형 질화물층(350)을 순차적으로 형성한다.
- <24> 기관(310)으로는 사파이어, SiC, GaN 기관 등이 모두 이용될 수 있지만, 본 발명의 바람직한 실시예는 광투과성이 좋은 사파이어 기관을 이용하고, 버퍼층(320)으로는 도핑되지 않은 질화갈륨(GaN)을 이용하며, 활성층(340)은 단일 및 다중 양자우물 구조로 형성될 수 있다.
- <25> p형 질화물층(350)이 형성되면, p형 질화물층(350)위에 투명 전극층(360) 및 반사층(370)을 형성하고 반사층(370)위에 p형 전극층(390)을 형성하며, n형 질화물층(330)이 드러나도록 전체 발광 소자의 일측면 영역의 n형 질화물층(330)이 드러나도록 반사층(370), 투명 전극층(360), p형 질화물층(350), 활성층(340)을 순차적으로 식각하고, n형 질화물층(330)의 식각면에 n형 전극층(380)을 형성한다.
- <26> 이 때, 투명 전극층(360)과 반사층(370)의 경계면은 도시된 바와 같이 곡면으로 형성된다. 투명 전극층(360)과 반사층(370)을 형성하는 과정은 도 5a 내지 도 7e 를 참조하여 후술한다.
- <27> 도 4를 참조하면, 종래기술과 동일한 방식으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 제조된 발광 소자(300)를 뒤집어서 서브마운트 기관(400)에 형성된 도전성 패턴(410)과 발광 소자의 전극층들(380,390)을 범프(420)를 이용하여 결합함으로써 소자를 완성한다.
- <28> 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 투명 전극층(360)과 반사층(370)을 형성하는 공정의

일예를 설명하는 도면이다. 도 5a를 먼저 참조하면, p형 질화물층(350)위에 스퍼터링 증착 방법과 같은 공지의 증착 방법을 이용하여 p형 질화물층(350)보다 밴드갭이 큰 투명 전극층(360)을 형성하고, 투명 전극층(360)위에 일정한 간격으로 포토 레지스트(365)를 형성한다. 투명 전극층(360)을 형성하기 위해서 이용되는 물질로는 ITO, ZnO 및 NiO 가 이용될 수 있다.

- <29> 그 후, 도 5b 에 도시된 바와 같이, 습식 식각 방법을 이용하여 투명 전극층(360)을 식각하면, 포토 레지스트(365)가 형성되지 않은 투명 전극층(360)의 표면 중 중심 영역이 더 깊이 식각되고, 포토 레지스트(365)가 형성된 영역에 가까울수록 더 적은 깊이로 식각되어, 전체적으로는 투명 전극층(360)의 표면에는 굴곡이 형성된다.
- <30> 그 후, 도 5c 에 도시된 바와 같이, 포토 레지스트(365)를 제거하고, 굴곡이 형성된 투명 전극층(360) 위에 반사층(370)을 형성한다. 반사층(370)의 재질로는 Al, Ag 와 같이 일반적으로 반사층의 재질로 이용될 수 있는 모든 재질이 이용될 수 있으나, 본 발명의 바람직한 실시예에는 Al을 이용하여 반사층(370)을 형성한다.
- <31> 도 5a 내지 도 5c를 참조하여 상술한 바와 같은 공정을 통해서 그 표면에 투명 전극층(360)의 굴곡이 전사되어, 굴곡이 형성된 반사층(370)이 형성되고, 반사층(370)에 형성되는 굴곡의 모양은 식각에 이용되는 포토 레지스트(365)의 크기, 식각 용액 및 식각 시간 등에 따라서 조절이 가능하다.
- <32> 도 6 은 활성층(340)에서 생성된 광이 반사층(370)에서 반사되는 예를 도시한 도면이다. 도 6을 참조하면, 활성층(340)에서 발생한 광은 p형 질화물층(350) 및 투명 전극층(360)을 통과하여 반사층(370)으로 유입되고, 굴곡이 형성된 반사층(370) 표면에서 반사되어 종래의 발광 소자에 비하여 수직 방향으로 더 많은 광을 추출할 수 있는 효과가 나타난다.
- <33> 또한, 열 전도도가 높은 반사층(370)이 투명 전극층(360) 외부에 형성됨으로써 종래 기술보다 열 방출이 용이한 효과가 나타난다.
- <34> 한편, 도 7a 내지 도 7e 는 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따라서 굴곡이 형성된 반사층(370)을 형성하는 과정을 설명하는 도면이다. 먼저, 도 7a를 참조하면, 상술한 바와 같이 형성된 p형 질화물층(350)위에 투명 전극층(360)을 형성하는 물질을 5~200nm 두께로 스핀 코팅하여 박막(361)을 형성한다. 이 때, 투명 전극층(360)을 형성하는 물질로서는 종래기술에서 투명 전극층(360)을 형성하기 위해서 이용되는 모든 물질이 이용될 수 있으나, 본 발명의 바람직한 실시예에는 투명 전극층(360)을 형성하기 위해서 ITO, ZnO 및 NiO 가 이용될 수 있다.
- <35> p형 질화물층(350) 위에 투명 전극층 형성 물질의 박막(361)이 형성된 후, 도 7b 에 도시된 바와 같이, 일정한 크기의 직경을 갖는 구형 입자들(700)을 내부에 포함하는 용액(710)을 박막(361)위에 도포한다. 이 때, 입자들의 크기는 50~200nm 의 직경을 갖는 것이 바람직하고, 입자들은 라텍스 계열의 재료 또는 실리카 계열의 재료로 구성될 수 있다. 또한, 입자들을 포함한 용액의 용매는 휘발성 물질인 것이 바람직하다.
- <36> 입자들이 포함된 용액(710)이 도포된 후, 용액에 포함된 휘발성 용매를 증발시키면, 도 7c 에 도시된 바와 같이, 박막(361)이 형성된 반도체 기판(350) 위에는 입자들(700)이 오팔 구조(opal structure)로 배치되고, 그 후, 박막(361) 형성에 이용된 물질과 동일한 물질을 졸 겔(Sol-Gel) 방식으로 p형 질화물층(350)위에 배치된 입자들의 대략 1/2 높이 또는 이보다 낮은 높이로 코팅한다. 그러면 도 7c 에 도시된 바와 같이, 투명 전극층 형성 물질(362)이 오팔 구조로 배치된 입자들(700) 사이로 침투되어 입자들 사이의 공간을 채우게 되고, 화이어링(firing) 및 어닐링을 수행하여 침투된 투명 전극층 형성 물질(362)을 박막(361)과 함께 결정화시킨다.
- <37> 투명 전극층 형성 물질이 경화되면, BOE(Buffered Oxide Etch) 에칭이나 버닝(burning) 공정을 수행하여 입자들(700)을 제거하여, 도 7d 에 도시된 바와 같은, 반전된 오팔(inverted opal) 구조로 투명 전극층(360)을 형성한다. 이 때, 입자들(700)이 실리카 계열의 재료로 구성된 경우에는 BOE 에칭을 수행하여 입자들(700)을 제거하고, 입자들(700)이 라텍스 계열의 재료로 구성된 경우에는 버닝(burning) 공정을 수행하여 입자들(700)을 제거한다.
- <38> 상술한 과정을 통해서 굴곡이 형성된 투명 전극층(360)이 형성되면, 투명 전극층(360) 위에 반사층(370)을 증착 형성한다. 반사층(370)의 재질로는 Al, Ag 등과 같이 일반적으로 반사층 재질로 이용가능한 모든 성분이 이용될 수 있으나, 본 발명의 바람직한 실시예에는 Al을 이용하여 반사층(370)을 형성함은 상술한 바와 같고, 이러한 과정을 통해서 형성된 반사층(370)에는 동일한 곡률을 갖도록 굴곡이 형성된다.
- <39> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고

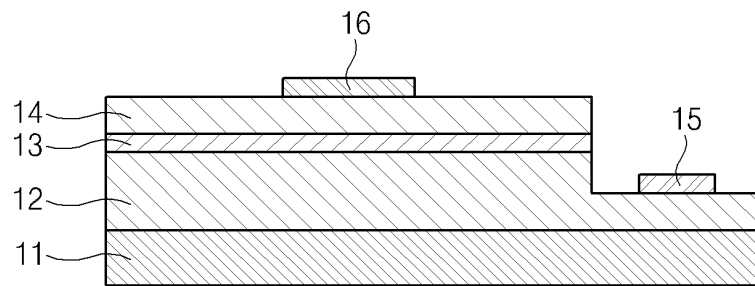
려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

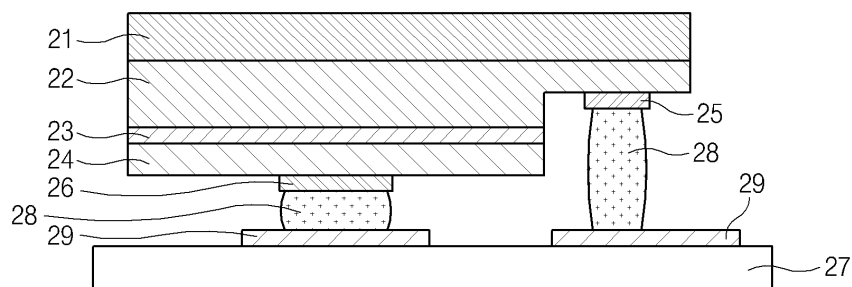
- <40> 도 1은 종래의 질화물 반도체 발광소자의 일례를 도시한 단면도이다.
- <41> 도 2 는 종래기술에 따른 플립칩 구조의 발광소자를 도시하는 도면이다.
- <42> 도 3 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광 소자의 구조를 도시한 도면이다.
- <43> 도 4 는 도 3 의 발광 소자를 서브마운트 기판에 결합한 상태를 도시하는 도면이다.
- <44> 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 투명 전극층과 반사층을 형성하는 공정의 일례를 설명하는 도면이다.
- <45> 도 6 은 활성층에서 생성된 광이 반사층에서 반사되는 예를 도시한 도면이다.
- <46> 도 7a 내지 도 7e 는 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따라서 굴곡이 형성된 반사층을 형성하는 과정을 설명하는 도면이다.

도면

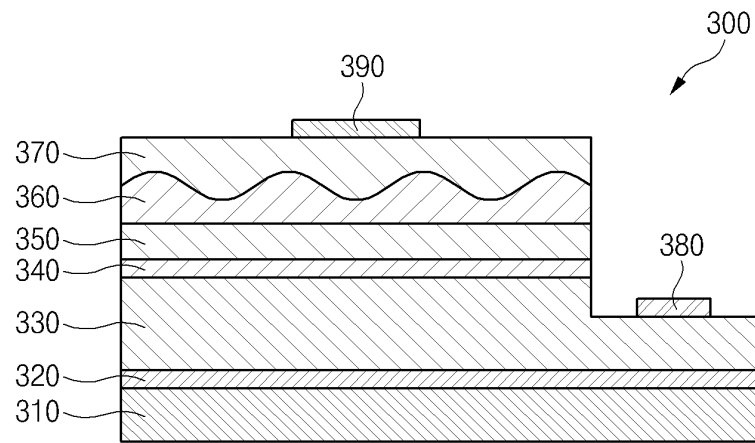
도면1



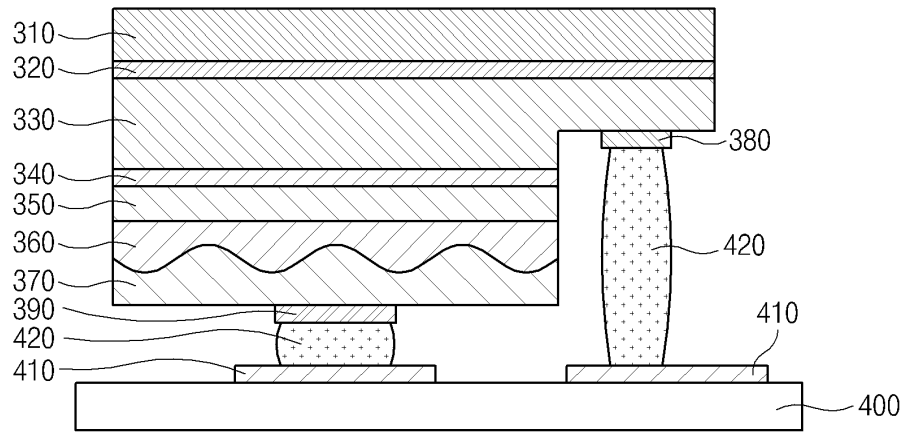
도면2



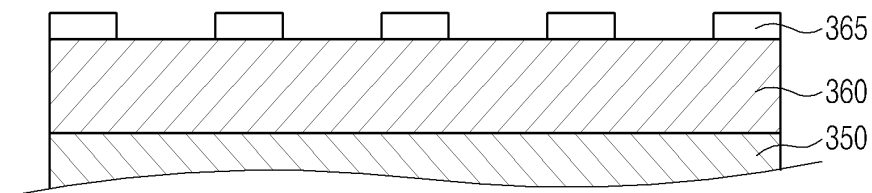
도면3



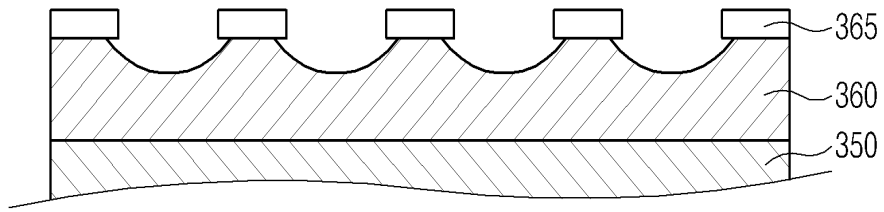
도면4



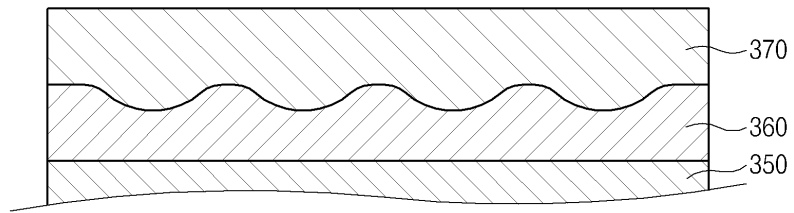
도면5a



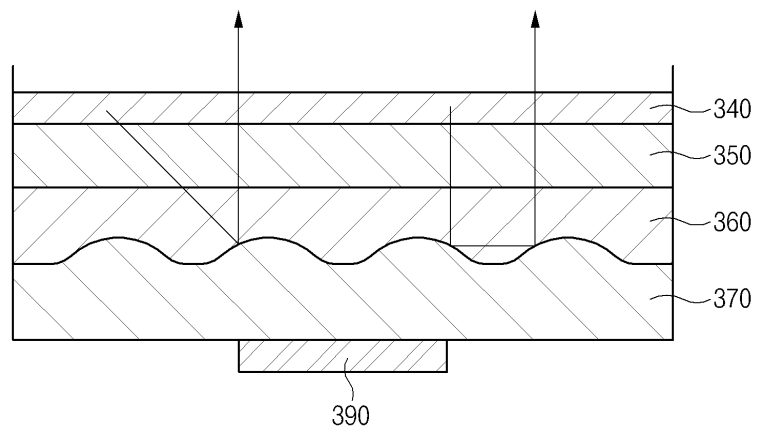
도면5b



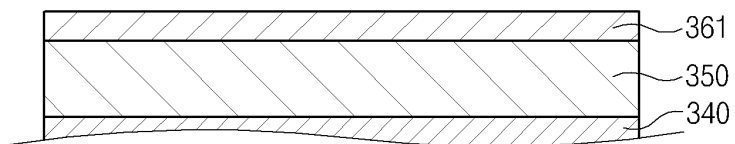
도면5c



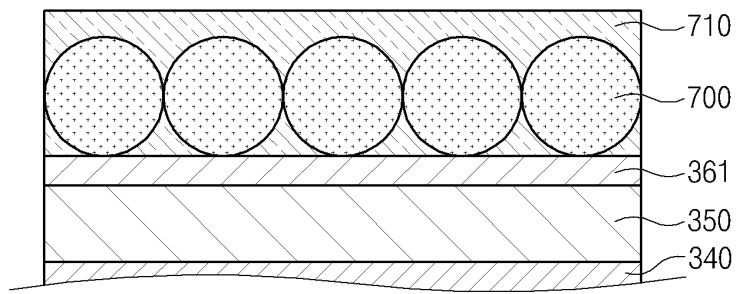
도면6



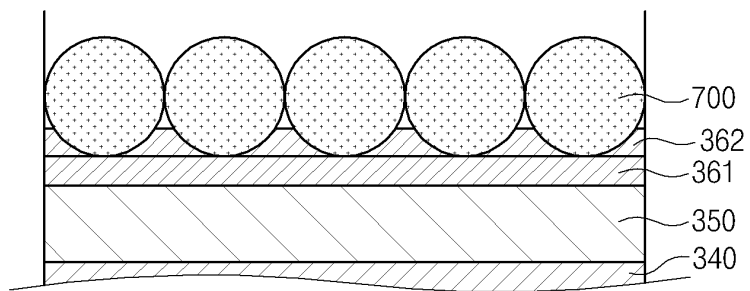
도면7a



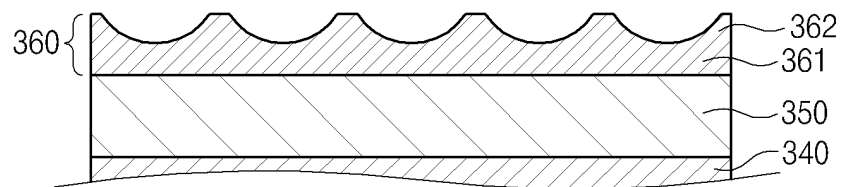
도면7b



도면7c



도면7d



도면7e

