



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월12일
(11) 등록번호 10-1544123
(24) 등록일자 2015년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/36 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2014-0000275

(22) 출원일자 2014년01월02일

심사청구일자 2014년01월02일

(65) 공개번호 10-2015-0080790

(43) 공개일자 2015년07월10일

(56) 선행기술조사문헌

KR10201110025503 A*

US20120043566 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 에콰토

전라북도 전주시 완산구 천잠로 303, 전주대학교벤처창업관305호(효자동2가)

(72) 발명자

이형주

전라북도 익산시 동서로 509 익산자이아파트 105동 202호

안원찬

전라북도 전주시 완산구 유연로 217, 108동104호(효자동3가, 호반베르디움아파트)

(74) 대리인

정중욱, 조현동, 진천웅

전체 청구항 수 : 총 11 항

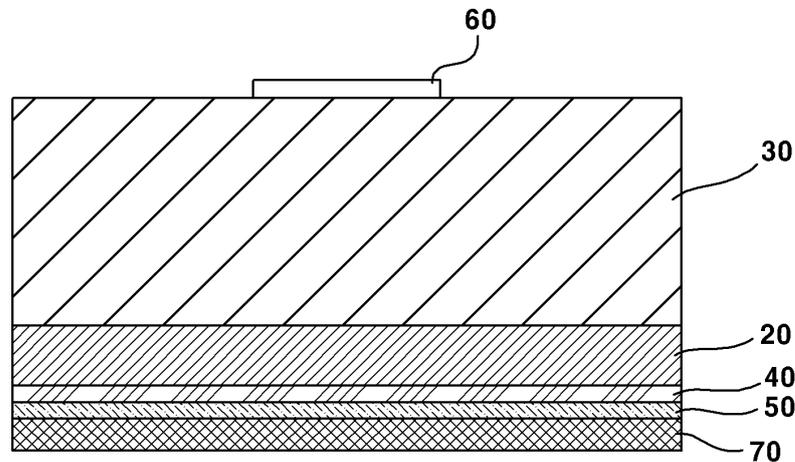
심사관 : 신창우

(54) 발명의 명칭 반사형 적외선 발광다이오드 및 그 제작방법

(57) 요약

반사형 적외선 발광다이오드 및 그 제작방법이 개시된다. 본 발명의 방법은, 기판의 일면에 투명전도층을 성장하고, 투명전도층 일면에 활성층을 포함하는 발광다이오드 구조층을 성장하고, 발광다이오드 구조층의 일면에 반사층, 투명전도막 및 공용 혼합물층을 순차적으로 증착하고, 상기 기판을 제거한 후, 투명전도층의 타면에 상부전극을 형성한다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

활성층을 포함하는 발광다이오드 구조층;
상기 발광다이오드 구조층 상부의 투명전도층;
상기 발광다이오드 구조층 하부의 반사층;
상기 반사층 하부의 투명전도막;
상기 투명전도막 하부에서, AuSn 공용물질로 구성되어 전극으로서 기능하는 공용 혼합물층; 및
상기 투명전도층 상부의 상부전극을 포함하는 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 투명전도층은,
액상 에피택셜(LPE) 방식에 의해 성장되는 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 투명전도층은,
n형 AlGaAs로 구성되는 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 투명전도층은,
그 두께가 150 μ m인 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 발광다이오드 구조층은,
금속유기화학기상증착(MOCVD) 방식에 의해 성장되는 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 반사층은,
Ag로 구성되는 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 투명전도막은,

산화인듐주석(ITO)으로 구성되는 반사형 적외선 발광다이오드.

청구항 8

삭제

청구항 9

기판의 일면에 투명전도층을 성장하는 단계;

상기 기판과 대향하는 상기 투명전도층 일면에 활성층을 포함하는 발광다이오드 구조층을 성장하는 단계;

상기 투명전도층과 대향하는 상기 발광다이오드 구조층의 일면에 반사층, 투명전도막 및 공용 혼합물층을 순차적으로 증착하는 단계;

상기 기판을 제거하는 단계; 및

상기 투명전도층의 타면에 상부전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 공용 혼합물층은, AuSn 공용물질로 구성되어 전극으로서 기능하는 것을 특징으로 하는 반사형 적외선 발광다이오드 제작방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 투명전도층은,

LPE 방식에 의해 성장되는 반사형 적외선 발광다이오드 제작방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 발광다이오드 구조층은,

MOCVD 방식에 의해 성장되는 반사형 적외선 발광다이오드 제작방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 반사층, 투명전도막 및 공용 혼합물층은,

전자빔 증착에 의해 증착되는 반사형 적외선 발광다이오드 제작방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 반사형 적외선 발광다이오드 및 그 제작방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 적외선 발광다이오드는 외부에서 인가되는 전기에너지를 광 에너지로 변환하는 반도체 소자로서, 그 적외선 활성층을 이루는 물질에 따라 In_xGa_{1-x}As계는 850~950nm 파장영역을 각각 방출하게 된다.

[0003] 이러한 적외선 발광다이오드는 고품질의 박막 성장이 가능한 금속유기화학기상증착(Metalorganic chemical vapor deposition, MOCVD) 시스템을 이용하여 600~800℃의 고온에서 제조되며, 기본적으로 n형 AlGaAs 제한층과 p형 AlGaAs 제한층의 중간에 특정 파장을 위해 계산된 InGaAs계의 비도핑 활성층이 존재하는 구조이다.

- [0004] 일반적으로 적외선 발광다이오드는 격자상수가 일치하는 n형 GaAs 흡수기판에 성장된다. 성장되는 발광다이오드의 격자상수가 기판의 격자상수와 거의 일치할 수록 결정이 우수한 다이오드를 성장할 수 있다.
- [0005] 이러한 적외선 발광다이오드의 성장을 위해 필수적으로 사용되는 n형 GaAs 흡수기판은 상부에 성장된 적외선 발광다이오드 층들에 비해 상당히 낮은 밴드갭을 가지고 있어 활성층에서 하부 기판으로 진행되는 빛을 흡수한다. 예를 들어, $A_{1-x}Ga_xAs$ 의 밴드갭은 x 가 0.1일 때 1.5 eV이고, x 가 1일 때 2.2eV이며, GaAs의 밴드갭은 1.4eV이므로, 기판의 밴드갭이 상당히 낮음을 확인할 수 있다,
- [0006] MOCVD로 성장된 적외선 발광다이오드에서, 활성층에서 방출되는 광들은 상부와 하부로 주로 방출되므로, 상당히 많은 양의 광들이 하부의 n형 GaAs 흡수기판으로 이동하며, 따라서 기판에 의해 발광다이오드의 효율이 크게 저하되는 문제점이 있다.
- [0007] 한편, 고효율 적외선 발광다이오드의 제작을 위해, 웨이퍼 본딩기술을 적용하여 투명한 전도성 기판이나 반사형 기판을 필수적으로 접합하고 있다. 그러나, 이러한 웨이퍼 본딩은 고가의 장비가 요구되며, 복잡한 공정기술이 요구되고, 접합후 수율이 저하하는 문제점이 있다.
- [0008] 한편, 고효율 적외선 발광다이오드의 제작을 위해, n형 GaAs 흡수기판과 상부 적외선 발광다이오드층들 사이에 반사층이 삽입되며, 일반적으로 성장 시 삽입되는 브래그 분산 반사층 과 웨이퍼 본딩기술로 삽입되는 금속반사층이 주로 사용 되어지고 있다.
- [0009] 하지만, 브래그 분산 반사층은 좁은 반사각으로 인해 반사율이 낮으며, 특정 파장 영역에서의 높은 반사율이 단점으로 부각되고 있다. 웨이퍼 본딩기술을 적용되어 이루어진 적외선 발광다이오드는 보다 넓은 반사각과 파장영역을 가지고 있음에도, 필수적으로 이용되는 웨이퍼 본딩의 고가의 장비가 요구되며, 복잡한 공정기술 및 물질이 요구되고, 접합 후에는 수율이 저하되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 적외선 발광다이오드 성장을 위해 사용되는 n형 GaAs 흡수기판 위에, LPE(liquid phase epitaxial)에 의해 밴드갭이 보다 넓은 n형 $Al_xGa_{1-x}As$ 층을 성장함으로써, 효율을 높일 수 있는 반사형 적외선 발광다이오드 및 그 제작방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 또한, 본 발명은 활성층의 상부에는 상대적으로 밴드갭이 넓은 AlGaAs 층을 형성하고, 활성층의 하부에는 Ag/ITO/AuSn 공용성 반사층을 형성하여, 활성층으로부터 방출되는 빛을 상부와 측면으로 대부분 방출할 수 있는 구조를 제공함으로써, 웨이퍼 본딩없이 제작이 가능한 반사형 적외선 발광다이오드 및 그 제작방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 반사형 적외선 발광다이오드는, 활성층을 포함하는 발광다이오드 구조층; 상기 발광다이오드 구조층 상부의 투명전도층; 상기 발광다이오드 구조층 하부의 반사층; 상기 반사층 하부의 투명전도막; 상기 투명전도막 하부의 공용 혼합물층; 및 상기 투명전도층 상부의 상부전극을 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에서, 상기 투명전도층은, 액상 에피택셜(LPE) 방식에 의해 성장될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에서, 상기 투명전도층은, n형 AlGaAs로 구성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 투명전도층은, 그 두께가 약 150 μ m일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에서, 상기 발광다이오드 구조층은, 금속유기화학기상증착(MOCVD) 방식에 의해 성장될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에서, 상기 반사층은, Ag로 구성될 수 있다.

[0018] 본 발명의 일실시예에서, 상기 투명전도막은, 산화인듐주석(ITO)으로 구성될 수 있다.

[0019] 본 발명의 일실시예에서, 상기 공용 혼합물층은, AuSn 공용물질로 구성될 수 있다.

[0020] 또한, 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 반사형 적외선 발광다이오드 제작방법은, 기판의 일면에 투명전도층을 성장하는 단계; 상기 투명전도층 일면에 활성층을 포함하는 발광다이오드 구조층을 성장하는 단계; 발광다이오드 구조층의 일면에 반사층, 투명전도막 및 공용 혼합물층을 순차적으로 증착하는 단계; 상기 기판을 제거하는 단계; 및 상기 투명전도층의 타면에 상부전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일실시예에서, 상기 투명전도층은, LPE 방식에 의해 성장될 수 있고, 상기 발광다이오드 구조층은, MOCVD 방식에 의해 성장될 수 있으며, 상기 반사층, 투명전도막 및 공용 혼합물층은, 전자빔 증착에 의해 증착될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 상기와 같은 본 발명은, 활성층의 상부에는 상대적으로 밴드갭이 넓은 AlGaAs 층을 형성하고, 활성층의 하부에는 Ag/ITO/AuSn 공용성 반사층을 형성하여, 활성층으로부터 방출되는 빛을 상부과 측면으로 대부분 방출하게 하며, 이에 의해 웨이퍼 본딩없이 반사형 적외선 발광다이오드의 제작이 가능하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 종래 MOCVD에 의해 제작된 적외선 발광다이오드를 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예의 반사형 적외선 발광다이오드를 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다.

도 3a 내지 도 3b는 본 발명의 반사형 적외선 발광다이오드의 제작방법을 설명하기 위한 일예시도이다.

도 4는 본 발명의 적외선 발광다이오드의 광방출 특성을 설명하기 위한 일예시도이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예의 반사형 적외선 발광다이오드의 효율을 설명하기 위한 일예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

[0026] 도 1은 종래 MOCVD에 의해 제작된 적외선 발광다이오드를 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다.

[0027] 도면에 도시된 바와 같이, 종래 적외선 발광다이오드는, n형 GaAs 기판(110) 상부에 MOCVD에 의해 n형 AlGaAs 제한층, 비도핑 InGaAs 활성층 및 p형 AlGaAs 제한층을 적층하여 적외선 발광다이오드 구조층(120)을 성장하고, 그 상부에는 p형 AuZn/Au 상부전극(130)과 n형 AuGe/Ni 하부전극(140)이 형성된다.

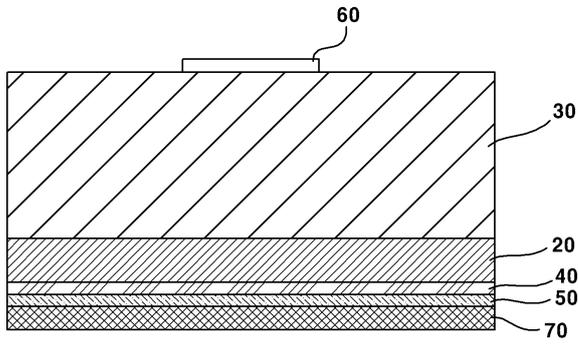
[0028] 이와 같은 종래의 적외선 발광다이오드에서, n형 GaAs 기판(110)은 상부에 성장된 적외선 발광다이오드 구조층(120)에 비해 상당히 낮은 밴드갭을 가지고 있으므로, InGaAs 활성층에서 기판(110)으로 진행되는 빛을 흡수하게 되어, 효율이 크게 저하되는 문제점이 있다.

[0029] 도 2는 본 발명의 일실시예의 반사형 적외선 발광다이오드를 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다.

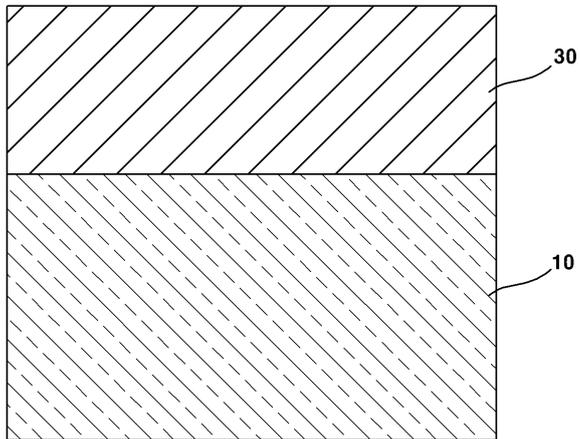
[0030] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 발광다이오드는, 발광다이오드 구조층(20), 발광다이오드 구조층(20) 상부의 투명전도층(30), 발광다이오드 구조층(20) 하부의 반사층(40), 반사층(40) 하부의 투명전도막(50), 투명전도막(50) 하부의 공용 혼합물층(70) 및 투명전도층(30) 상부의 상부전극(60)을 포함할 수 있다.

- [0031] 본 발명의 반사형 적외선 발광다이오드는, n형 GaAs 기판위에 액상 에피택시(Liquid Phase Epitaxy, LPE)를 이용하여 투명전도층(5)을 성장하고, 그 상부에 MOCVD에 의해 적외선 발광다이오드 구조층(20)을 성장한다. 그 후, 반사층(40) 및 투명전도막(50)과 공용 혼합물층(70)을 순차적으로 형성하여 구성될 수 있다.
- [0032] 도 3a 내지 도 3b는 본 발명의 반사형 적외선 발광다이오드의 제작방법을 설명하기 위한 일예시도이다.
- [0033] 우선, 도 3a에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제작방법은, n형 GaAs 기판(10)의 상부에 n형 AlGaAs 층(30)을 성장한다. 본 발명의 n형 AlGaAs 층(30)은 예를 들어 액상 에피택시(LPE) 방식에 의해 성장될 수 있다.
- [0034] LPE는 많은 반도체 결정들을 용융점보다 훨씬 낮은 온도에서 성장시킬 수 있는 기술로서, 충분히 낮은 온도에서 단결정을 성장시킬 수 있어, 시드 결정의 용융 온도에서 결정을 성장시킬 때 생기는 불순물 주입 문제와 같은 여러 가지 문제들을 피할 수 있다. LPE에 대해서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 자명한 사항이므로, 본 발명의 설명에서는 그 상세한 내용은 생략하기로 한다.
- [0035] 또한, n형 AlGaAs 층(30)은 약 150 μ m로 성장할 수 있다. 이는 추후 칩공정을 위한 것으로서, 이에 한정되는 것은 아니며, 그 이상의 두께로 성장하는 것도 가능하다.
- [0036] 이후, 도 3b에 도시된 바와 같이, 적외선 발광다이오드 구조층(20)을 n형 AlGaAs 층(30) 상부에 성장할 수 있다.
- [0037] 적외선 발광다이오드 구조층(20)은, MOCVD 방식에 의해 성장할 수 있으며, n형 AlGaAs 제한층, 비도핑 InGaAs 활성층, 및 p형 AlGaAs 제한층을 포함할 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 구조 및 조성물에 의해 적외선 발광다이오드 구조층(20)을 구성할 수 있을 것이다.
- [0038] 이후, 도 3c에 도시된 바와 같이, 반사층(40), 투명전도막(50) 및 공용혼합물층(70)을 순차적으로 증착할 수 있다. 반사층(40)은 예를 들어 은(Ag)을 포함하여 구성될 수 있고, 투명전도막(50)은 예를 들어 산화인듐주석(Indium Tin Oxide, ITO)을 포함하여 구성될 수 있다. 반사층(40) 및 투명전도막(50)은 예를 들어 전자빔 증착(e-beam evaporator)에 의해 증착될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 반사층(40) 및 투명전도막(50)은 예를 들어 200nm 및 500nm의 두께로 증착될 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 공용 혼합물층(70)은 본 발명의 일실시예에서 전극으로 사용될 수 있으며, 예를 들어 AuSn 공용(eutectic)물질로 이루어질 수 있다.
- [0040] AuSn 공용물질은 약 300 $^{\circ}$ C 이상의 열을 가할 경우 자기 스스로 오믹컨택이 되는 물질로서, 칩 공정시 진행되어야 하는 오믹 열처리가 필요치 않는 장점을 가진다.
- [0041] 이러한 공용 혼합물층(70)으로 구성되는 전극은, 보다 안정적인 반사층(40) 및 투명전도막(50)을 확보하기 위한 것으로서, 도 1과 같이 AuZn/Au 전극(140)을 사용하는 경우, 오믹 열처리가 약 400 내지 500 $^{\circ}$ C에서 수행되므로, 반사층(40) 및 투명전도막(50)의 안정성에 큰 영향을 주기 때문이다.
- [0042] 이후, 도 3d와 같이, 활성층으로부터 발생된 빛을 흡수하는 n형 GaAs 기판(10)은 공용 혼합물층(70)의 증착후 선택적인 에칭용액에 의해 제거될 수 있다. 이때, 선택적인 에칭용액은 NH₃:H₂O₂:DI가 사용될 수 있다.
- [0043] 이후, 도 3e와 같이, 상부전극(60)이 형성될 수 있다. 본 발명의 상부전극(60)은, 예를 들어 AuGe/Au로 구성될 수 있다.
- [0044] 도 4는 본 발명의 적외선 발광다이오드의 광방출 특성을 설명하기 위한 일예시도로서, (a)는 종래의 적외선 발광다이오드의 광방출 루트를, (b)는 본 발명의 적외선 발광다이오드의 광방출 루트를 나타낸 것이다.
- [0045] 도 4의 (a)의 경우, 발광 다이오드 구조층(120)의 활성층으로부터 방출되는 광은 모든 방향으로 방출되며, 대부분의 광이 상부와 하부로 이동함을 알 수 있다. 상부로 방출되는 광은 전극(130)에 의해 흡수되는 것을 제외하고는 원활하게 다이오드 외부로 방출되는 것을 알 수 있다. 그러나, 하부로 방출된 광들은 대부분 기판(110)에 의해 흡수되고 있음을 알 수 있다.
- [0046] 도 4의 (b)의 본 발명에 의하면, 발광 다이오드 구조층(20)의 활성층으로부터 상부로 방출되는 광들은, n형 AlGaAs 층(30)에 의해 (a)의 경우보다 효율적으로 다이오드 외부로 방출됨을 알 수 있으며, 또한, 발광 다이오드 구조층(20)의 활성층으로부터 하부로 방출되는 광 역시 본 발명의 반사층(40), 투명전도막(50), 및 공용 혼

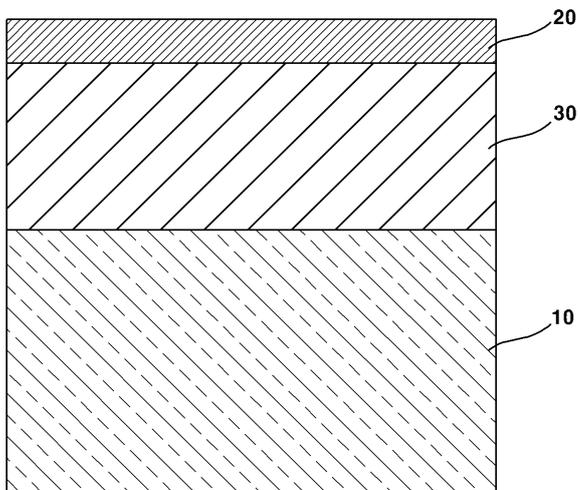
도면2



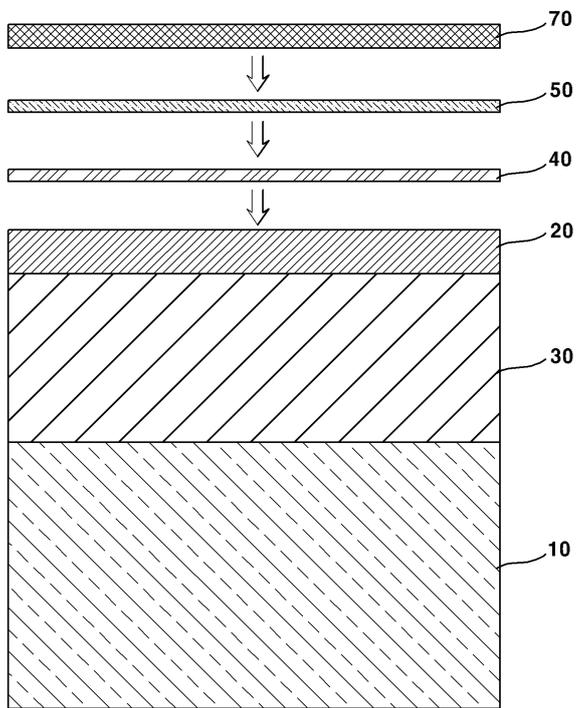
도면3a



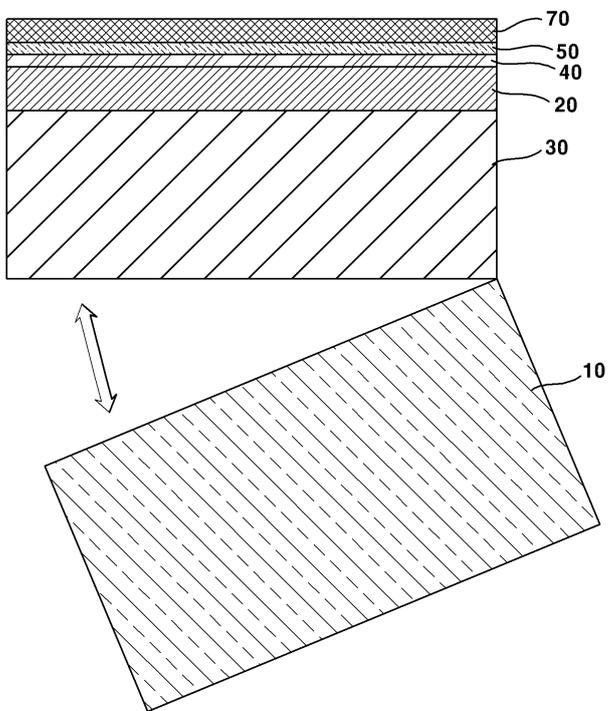
도면3b



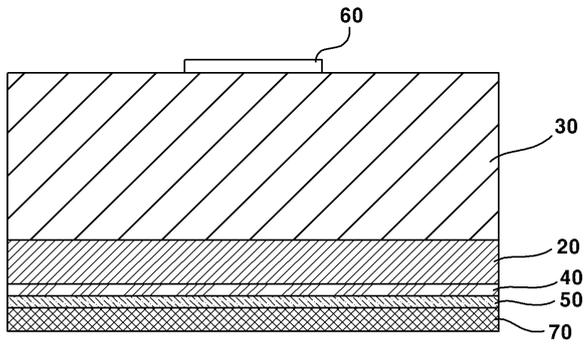
도면3c



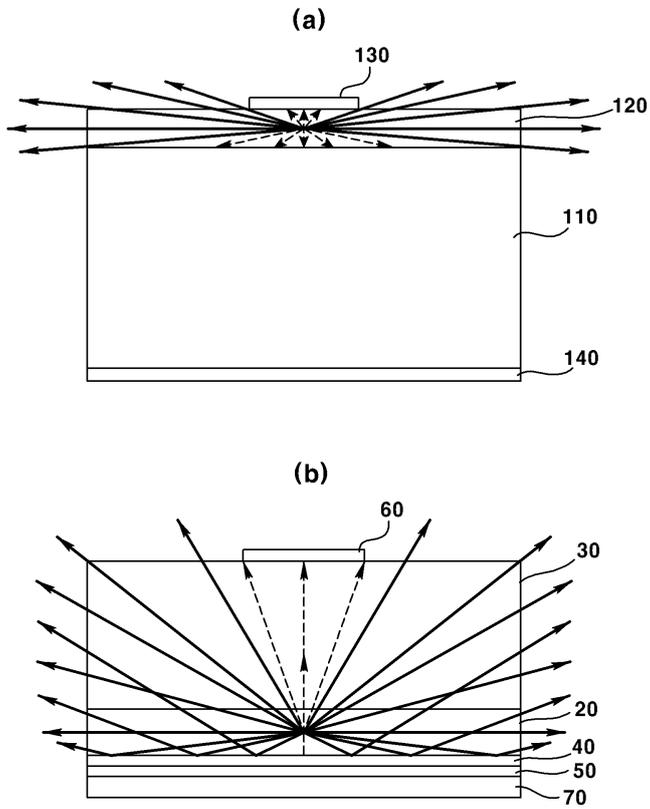
도면3d



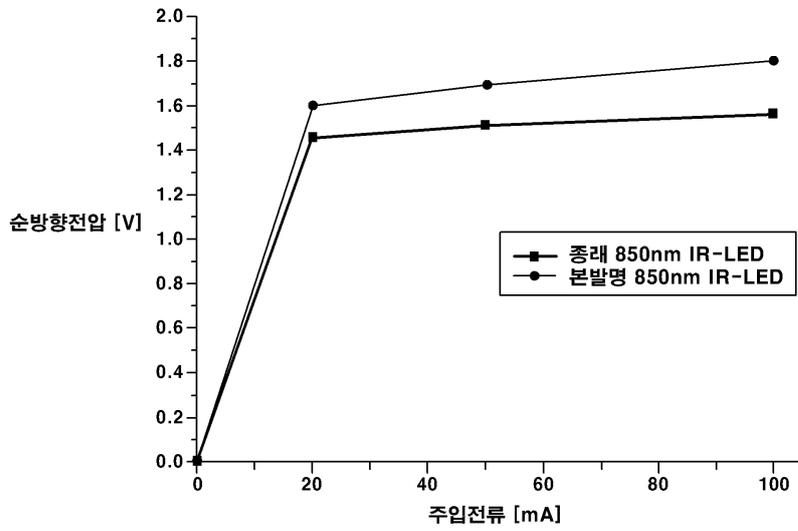
도면3e



도면4



도면5



도면6

