



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0047990
(43) 공개일자 2017년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/36 (2010.01) H01L 33/00 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/36 (2013.01)
H01L 33/0075 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0148792
(22) 출원일자 2015년10월26일
심사청구일자 2015년10월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
강태욱
서울특별시 광진구 천호대로125길 35-8
성태연
서울특별시 서초구 신반포로33길 64 한신로얄아파트 1동 506호
김대현
서울특별시 동대문구 약령시로 147 미주아파트 3동 105호
(74) 대리인
이동건

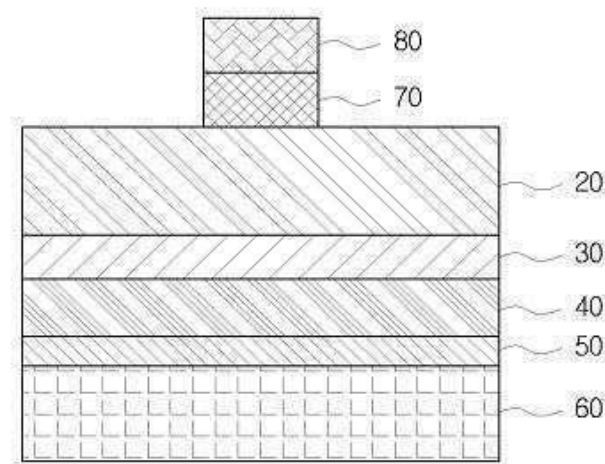
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 질화물계 발광 소자 및 이의 제조방법

(57) 요약

n형 질화물계 발광 소자는 투명 기관, 상기 투명 기관 상에 형성되고, 진입하는 광을 반사시키는 반사성 p형 오믹 컨택 전극체, 상기 오믹 컨택 전극체 상에 형성된 p형 질화물계 클래드층, 상기 p형 질화물계 클래드층에 마주보도록 형성된 n형 질화물계 클래드층, 상기 클래드층들 사이에 개재된 질화물계 활성층 및 상기 n형 질화물계 클래드층 상에 형성되고, 주석 박막/알루미늄 박막을 갖는 다층 박막 구조로 이루어진 n형 전극체를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 2924/12041 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

투명 기관;

상기 투명 기관 상에 형성되고, 진입하는 광을 반사시키는 반사성 p형 오믹 컨택 전극체;

상기 오믹 컨택 전극체 상에 형성된 p형 질화물계 클래드층;

상기 p형 질화물계 클래드층에 마주보도록 형성된 n형 질화물계 클래드층;

상기 클래드층들 사이에 개재된 질화물계 활성층; 및

상기 n형 질화물계 클래드층 상에 형성되고, 주석 박막/알루미늄 박막을 갖는 다층 박막 구조로 이루어진 n형 전극체를 포함하는 n형 질화물계 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주석 박막은 나노 점 또는 합금으로 이루어진 것을 특징으로 하는 n형 질화물계 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 n형 질화물계 클래드층 및 p형 질화물계 클래드층은 각각 n-GaN 및 p-GaN 인 것을 특징으로 하는 III족 n형 질화물계 반도체 소자를 포함하는 n형 질화물계 발광 소자.

청구항 4

성장 기관 상에 n형 질화물계 클래드층, 질화물계 활성층, 및 p형 질화물계 클래드층을 순차적으로 성장시키는 단계;

상기 p형 질화물계 클래드층 상면에 반사성 p형 오믹접촉 전극체를 형성하는 단계;

투명 기관을 상기 반사성 p형 오믹접촉 전극체 상면에 형성하는 단계;

상기 성장 기관을 n형 질화물계 클래드층으로부터 분리하는 단계; 및

상기 n형 질화물계 클래드층의 상면에 n형 전극체를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 n형 전극체를 형성하는 단계는 주석 박막/알루미늄 박막의 다층 박막 구조로 형성하는 것을 특징으로 하는 n형 질화물계 발광 소자의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 주석 박막/알루미늄 박막은 열 기화 공정, 이온빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정을 통하여 형성되는 것을 특징으로 하는 n형 질화물계 발광 소자의 제조 방법.

청구항 6

투명 기관 상에 p형 질화물계 클래드층, 질화물계 활성층, 및 n형 질화물계 클래드층을 순차적으로 성장시키는 단계;

상기 n형 질화물계 클래드층 및 질화물계 활성층을 메사 식각하여 상기 n형 질화물계 클래드층을 부분적으로 노출시키는 단계; 및

상기 p형 질화물계 클래드층의 상면 및 상기 노출된 n형 질화물계 클래드층의 상면에 p형 전극체 및 n형 전극체를 각각 형성하는 단계를 포함하고,

상기 n형 전극체를 형성하는 단계는 주석 박막/알루미늄 박막의 다층 박막 구조로 형성하는 것을 특징으로 하는

n형 질화물계 발광 소자의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 주석 박막/알루미늄 박막은 열 기화 공정, 이온빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정을 통하여 형성되는 것을 특징으로 하는 n형 질화물계 발광 소자의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 n형 질화물계 발광 소자에 관한 것으로, 구체적으로는 P-N 접합을 통하여 광을 발생시키는 n형 질화물계 발광 소자 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광다이오드(Light Emitting Diode, LED)는 전류가 가해지면 p,n형 반도체의 접합 부분에서 전자와 정공의 재결합에 의하여, 다양한 색상의 빛을 발생시킬 수 있는 반도체 장치이다. 최근에는, 청색 계열의 단파장 영역의 빛을 발광할 수 있는 III족 질화물계 반도체 소자가 각광을 받고 있다.

[0003] 특히, GaN 등의 III족 질화물계 반도체 소자는, 우수한 물리적, 화학적 특성으로 인해 발광 다이오드(LED) 또는 레이저 다이오드(LD) 등의 발광 소자의 핵심 소재로 각광을 받고 있다. III족 질화물계 반도체 소자 재료를 이용한 LED 혹은 LD는 청색 또는 녹색 파장대의 광을 얻기 위한 발광 다이오드에 많이 사용되고 있으며, 이러한 발광 다이오드는 전광관, 조명 장치 등 각종 제품의 광원으로 이용되고 있다. 상기 III족 질화물계 반도체 소자는 통상 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 가지는 GaN계 물질로 이루어져 있다. 일반적으로 III족 질화물계 반도체 소자를 사용한 발광다이오드는, 절연성 기판인 사파이어 기판 상에 n형 GaN계 클래드층, 단일 양자우물(Quantum Well) 구조 또는 다중 양자우물 구조의 활성층 및 p형 GaN계 클래드층이 순차 적층된 기본 구조를 갖는다.

[0004] 여기서, 효율적인 발광 소자 개발을 위한 방법으로 티타늄/알루미늄(Ti/Al) 다층 구조를 갖는 전극이 개발되었지만 추가적인 광학적, 전기적 특성 향상을 통해 효율을 높일 수 있다. 특히, 상기 전극에 있어서, 광학적인 반사도의 증가를 통한 광학 특성의 개선 뿐만 아니라, 접촉 저항의 감소에 따른 전기적 특성의 향상이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은 광반사도의 증가 및 접촉 저항의 감소를 통하여 광학적/전기적 특성을 개선시킬 수 있는 n형 질화물계 발광 소자를 제공함에 그 목적이 있다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 광반사도의 증가 및 접촉 저항의 감소를 통하여 광학적/전기적 특성을 개선시킬 수 있는 n형 질화물계 발광 소자의 제조 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자는 투명 기판, 상기 투명 기판 상에 형성되고, 진입하는 광을 반사시키는 반사성 p형 오믹 컨택 전극체, 상기 오믹 컨택 전극체 상에 형성된 p형 질화물계 클래드층, 상기 p형 질화물계 클래드층에 마주보도록 형성된 n형 질화물계 클래드층, 상기 클래드층들 사이에 개재된 질화물계 활성층 및 상기 n형 질화물계 클래드층 상에 형성되고, 주석 박막/알루미늄 박막을 갖는 다층 박막 구조로 이루어진 n형 전극체를 포함한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 주석 박막은 나노 점 또는 합금으로 이루어질 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 n형 질화물계 클래드층 및 p형 질화물계 클래드층은 각각 n-GaN 및 p-GaN 일 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자의 제조 방법에 있어서, 성장 기판 상에 질소 극성 표면의 n형 질화물계 클래드층, 질화물계 활성층, 및 금속 극성 표면의 p형 질화물계 클래드층을 순차적으로 성장시킨

다. 상기 p형 질화물계 클래드층 상면에 반사성 p형 오믹접촉 전극체를 형성한다. 투명 기판을 상기 반사성 p형 오믹접촉 전극체 상면에 형성한다. 상기 성장 기판을 n형 질화물계 클래드층으로부터 분리한 후, 상기 n형 질화물계 클래드층의 상면에 n형 전극체를 형성한다. 이때, 상기 n형 전극체를 형성하기 위하여, 주석 박막/알루미늄 박막의 다층 박막 구조로 형성한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 주석 박막/알루미늄 박막은 열 기화 공정, 이온빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자의 제조 방법에 있어서, 투명 기판 상에 질소 극성 표면의 p형 질화물계 클래드층, 질화물계 활성층, 및 금속 극성 표면의 n형 질화물계 클래드층을 순차적으로 성장시킨다. 상기 n형 질화물계 클래드층 및 질화물계 활성층을 메사 식각하여 상기 n형 질화물계 클래드층을 부분적으로 노출시킨다. 상기 p형 질화물계 클래드층의 상면 및 상기 노출된 n형 질화물계 클래드층의 상면에 p형 전극체 및 n형 전극체를 각각 형성한다. 이때, 상기 n형 전극체는 주석 박막/알루미늄 박막의 다층 박막 구조로 형성된다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 주석 박막/알루미늄 박막은 열 기화 공정, 이온빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 있어서, 전극체가 주석 박막 및 알루미늄 박막을 포함하는 다층 구조의 전극체가 구비됨으로써 발광 소자의 광반사도의 증가 및 접촉 저항의 감소를 통하여 광학적/전기적 특성을 개선시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자의 단면도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자의 단면도이다.

도 3은 실시예 및 비교예에 따라 제조된 전극체의 반사도를 나타낸 그래프이다.

도 4는 실시예 및 비교예에 따라 제조된 전극체의 전류-전압 특성을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0020] n형 질화물계 발광 소자

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자의 단면도이다.

- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자는 투명 기판(60), 반사성 p형 오믹 콘택 전극체(50), 금속 극성 표면의 p형 질화물계 클래드층(40), 질화물계 활성층(30), n형 질화물계 클래드층(20), 주석 박막(70) 및 알루미늄 박막(80)으로 이루어진 n형 전극체를 포함한다. 도1에 도시된 n형 질화물계 발광 소자는 수직형 발광소자에 해당한다.
- [0023] 상기 투명 기판은 광학적으로 투명한 물질로 이루어진다. 상기 투명 기판은 예를 들면, 사파이어로 이루어질 수 있다. 한편, 상기 투명 기판은 지지 기판으로 기능하여 상기 클래드층들 및 활성층 등을 성장시키기 위한 성장 기판을 제거할 때 그 하부 구조물을 지지할 수 있다.
- [0024] 상기 반사성 p형 오믹 콘택 전극체는 상기 투명 기판 상에 형성된다. 상기 반사성 p형 오믹 콘택 전극체는 상기 질화물계 활성층으로부터 발생된 입사하는 광을 상기 투명 기판을 향하여 반사시킨다.
- [0025] 상기 p형 질화물계 클래드층은 상기 오믹 콘택 전극체 상에 형성된다.
- [0026] 상기 n형 질화물계 클래드층은 상기 p형 질화물계 클래드층에 대응되도록 형성된다. 상기 p형 질화물계 클래드층 및 n형 질화물계 클래드층은 상기 활성층에서 발생하는 광을 구속하는 한편, 캐리어들을 활성층에 효과적으로 구속할 수 있다.
- [0027] 상기 질화물계 활성층은 상기 p형 질화물계 클래드층 및 n형 질화물계 클래드층 사이에 개재된다. 상기 질화물계 활성층에서는 전자와 정공의 재결합이 이루어져 광을 발생시킨다.
- [0028] 상기 n형 전극체는 상기 n형 질화물계 클래드층 상에 형성된다. 상기 n형 전극체는 주석 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 다층 박막 구조로 이루어진다.
- [0029] 따라서, n형 전극체가 주석 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 다층 박막 구조를 가짐에 따라 접촉 저항을 감소시켜 전기적 특성을 개선할 수 있다. 나아가, 상기 n형 전극체는 1,100nm 내지 300 nm의 광과장대에서 상대적으로 높은 반사도를 가짐에 따라 광학적 특성을 개선할 수 있다.
- [0030] 상기 주석 박막은 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있다. 이와 다르게, 상기 주석 박막은 나노 점(nano dot) 또는 합금(ally)으로 이루어질 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따르면, n형 질화물계 클래드층(20), 및 p형 질화물계 클래드층(40)은 각각 n-GaN 및 p-GaN 일 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명에 따른 III족 n형 질화물계 반도체 소자의 질화물계 활성층(30)은 단일 양자우물(Quantum Well) 구조 또는 다중 양자우물 구조일 수 있다. 양자우물(Quantum Well) 구조란 퍼텐셜의 벽으로 우물모양을 만들어 그 안에 전자를 가둔 구조를 말하는 것으로, 상기 질화물계 활성층(30)은 단일 또는 다중의 양자우물 구조를 가질 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자의 단면도이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 n형 질화물계 발광 소자는 투명 기판(60), p형 전극체(50), 금속 극성 표면의 p형 질화물계 클래드층(40), 질화물계 활성층(30), n형 질화물계 클래드층(20), 주석 박막(70) 및 알루미늄 박막(80)으로 이루어진 n형 전극체를 포함한다. 도2에 도시된 n형 질화물계 발광 소자는 수평형 발광소자에 해당한다.
- [0035] **n형 질화물계 발광 소자의 제조 방법**
- [0036] 도1을 참조하면, 성장 기판에 n형 질화물계 클래드층(20), 질화물계 활성층(30), 및 금속 극성 표면의 p형 질화물계 클래드층(40)을 순차적으로 성장시킨다. 이후, 상기 p형 질화물계 클래드층(40) 상면에 반사성 p형 오믹 접촉 전극체(50)를 형성한 후, 투명 기판(지지 기판, 60)을 상기 반사성 p형 오믹접촉 전극체(50) 상면에 형성시킨다. 이후, 상기 성장 기판을 제거한 후, 상기 n형 질화물계 클래드층(20)의 상면에 n형 전극체를 형성한다.
- [0037] 상기 n형 전극체를 이루는 상기 주석 박막(70)/알루미늄 박막(80)은 열 기화 공정, 이온빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 주석 박막/알루미늄 박막은 화학적 기상 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0038] 도 2를 참조하면, 투명 기판에 p형 질화물계 클래드층(40), 질화물계 활성층(30), 및 금속 극성 표면의 n형 질화물계 클래드층(20)을 순차적으로 성장시킨다. 이후, p형 질화물계 클래드층(20)의 상부 중 일부가 노출되도록 n형 질화물계 클래드층(20) 및 질화물계 활성층(30)을 메사 식각한다.

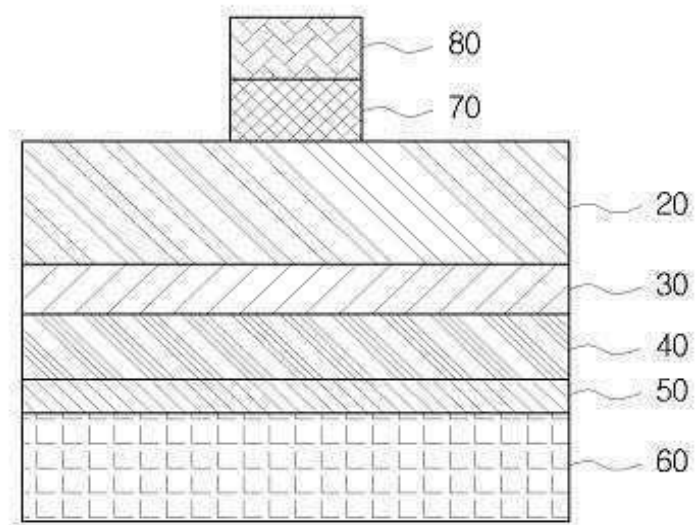
- [0039] 이후, p형 전극체(50) 및 n형 전극체(70, 80)를 노출된 p형 질화물계 클래드층(40) 및 n형 질화물계 클래드층(20) 상에 각각 형성한다.
- [0040] 이때, 상기 n형 전극체를 이루는 상기 주석 박막(70)/알루미늄 박막(80)은 열 기화 공정, 이온빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다. 이와 다르게, 상기 주석 박막/알루미늄 박막은 화학적 기상 증착 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0041] **실시예: Sn(5nm)/Al(100nm) 박막으로 이루어진 n형 전극체를 갖는 발광 소자**
- [0042] MOCVD를 이용하여 기판 위에 2 μ m 두께의 도핑이 되지 않은 GaN막, 4 μ m 두께의 p형 GaN막을 성장시키고, 그 위에 활성층을 성장시켰다. 그 후, 상기 활성층 위에 0.15 μ m 두께의 n형 GaN막을 성장시켰다. 다음으로, p형 GaN막의 상부 중 일부가 노출되도록 n형 GaN막 및 활성층을 메사 식각하였다. 그 후, E-beam evaporator를 이용하여 상기 n형 전극체로서 Sn(5nm)/Al(100nm) 박막을 각각 증착시켰다.
- [0043] **비교예: Ti(5nm)/Al(100nm) 박막으로 이루어진 n형 전극체를 갖는 발광 소자**
- [0044] MOCVD를 이용하여 기판 위에 2 μ m 두께의 도핑이 되지 않은 GaN막, 4 μ m 두께의 p형 GaN막을 성장시키고, 그 위에 활성층을 성장시켰다. 그 후, 상기 활성층 위에 0.15 μ m 두께의 n형 GaN막을 성장시켰다. 다음으로, p형 GaN막의 상부 중 일부가 노출되도록 n형 GaN막 및 활성층을 메사 식각하였다. 그 후, E-beam evaporator를 이용하여 상기 n형 전극체로서 Ti(5nm)/Al(100nm) 박막을 형성하였다.
- [0045] **실험예 : 반사도 및 전류-전압 커브(I-V curve) 측정**
- [0046] 실시예 및 비교예에 따라 제조된 시편을 각각 준비하여, 증착 후 반사도 및 증착 후 전류-전압 커브(I-V curve)를 측정하였다.
- [0047] 도 3는 실시예 및 비교예에 따라 제조된 전극체의 반사도를 나타낸 그래프이다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 비교예(Ti/Al 박막으로 이루어진 전극체)와 비교할 때, 실시예(Sn/Al 박막으로 이루어진 전극체)가 높은 반사도를 가짐을 확인할 수 있다.
- [0049] 도 4는 실시예 및 비교예에 따라 제조된 전극체의 전류-전압 특성을 나타낸 그래프이다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 비교예(Ti/Al 박막으로 이루어진 전극체)와 비교할 때, 실시예(Sn/Al 박막으로 이루어진 전극체)가 낮은 표면 저항값을 가짐을 확인할 수 있다. 따라서, Sn 박막/Al 박막으로 이루어진 n형 전극체를 포함하는 발광 소자가 우수한 전기적 특성을 가짐을 알 수 있다.
- [0051] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

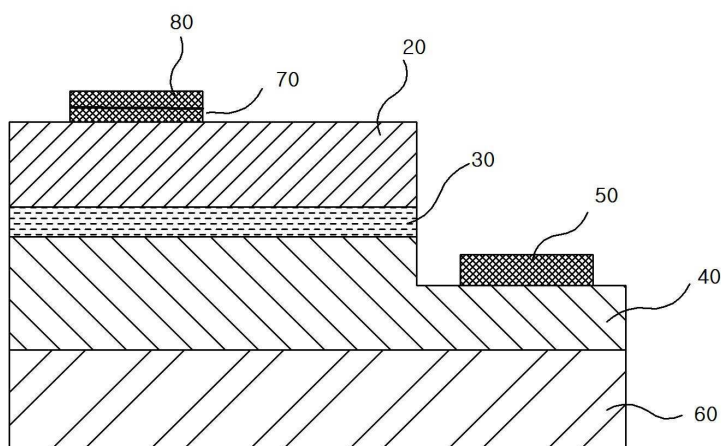
- [0052] 20 : n형 질화물계 클래드층
30 : 질화물계 활성층
40 : p형 질화물계 클래드층
50 : 반사성 p형 오믹접촉 전극체
60 : 투명 기판
70 : 주석 박막
80 : 알루미늄 박막

도면

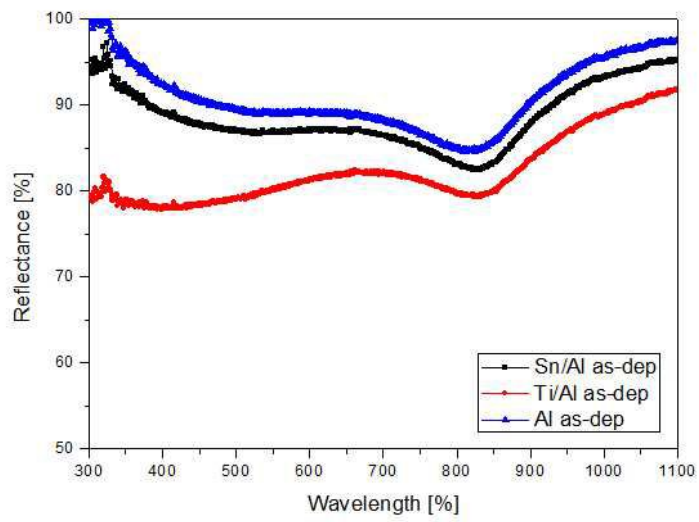
도면1



도면2



도면3



도면4

