(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월27일
(11) 등록번호 10-1616230
(24) 등록일자 2016년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/36 (2010.01) *H01L 33/46* (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/36 (2013.01)
H01L 33/46 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0138142
(22) 출원일자 2015년09월30일
심사청구일자 2015년09월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080012107 A*
KR1020140128633 A*
KR1020040043245 A
KR1020140000634 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
성태연
서울특별시 서초구 신반포로33길 64 한신로얄아파트 1동 506호
김대현
서울특별시 동대문구 약령시로 147 미주아파트 3동 105호
(74) 대리인
이동건

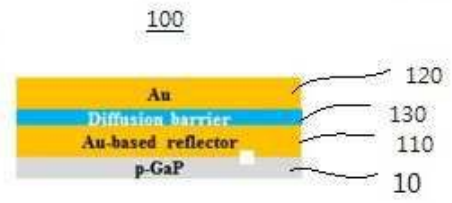
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 김현진

(54) 발명의 명칭 **전극 구조체 및 이를 포함하는 발광 소자**

(57) 요 약

p형 반도체층 상에 형성된 전극 구조체는, 상기 p형 반도체 층에 형성되며, 금속 베이스와 확산 물질을 포함하는 금속 베이스 반사층, 상기 금속 베이스 반사층의 상부에 형성되며, 금속으로 이루어진 금속 전극, 상기 금속 베이스 반사층 및 상기 금속 전극 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층 내에 확산되어 상기 p형 반도체층 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 2924/12041 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

p형 반도체층 상에 형성된 전극 구조체로서,

상기 p형 반도체 층에 형성되며, 금속 베이스와 확산 물질을 포함하는 금속 베이스 반사층;

상기 금속 베이스 반사층의 상부에 형성되며, 금속으로 이루어진 금속 전극;

상기 금속 베이스 반사층 및 상기 금속 전극 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층 내에 확산되어 상기 p형 반도체층 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막을 포함하고,

상기 확산 물질은 베릴륨(Be), 아연(Zn) 또는 텔루륨(Te)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 금속 전극은 5eV 이상의 일함수를 갖는 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 금속 전극은, 금(Au), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 니켈-아연 합금(NiZn) 또는 니켈-베릴륨 합금(NiBe)을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 확산 억제막은 상기 확산 물질의 녹는점(섭씨 기준)보다 3 배 이상의 녹는점 온도를 갖는 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 확산 억제막은 2,000° C 이상의 녹는점을 갖는 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 확산 억제막은 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 루테늄(Ru) 또는 로듐(Rh)을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조체.

청구항 8

P형 반도체층과 N형 반도체층으로 이루어져 P-N 접합을 이루는 P-N 접합체; 및

상기 p형 반도체 층에 형성된 전극 구조체를 포함하고,

상기 전극 구조체는, 상기 P형 반도체층 상에 형성되며 금속 베이스와 확산 물질을 포함하는 금속 베이스 반사층;

상기 금속 베이스 반사층의 상부에 형성되며, 금속으로 이루어진 금속 전극;

상기 금속 베이스 반사층 및 상기 금속 전극 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층 내에 확산되어 상기 p형 반도체층 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상

기 확산 물질이 상기 금속 전극을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막을 포함하고,

상기 확산 물질은 베릴륨(Be), 아연(Zn) 또는 텔루륨(Te)를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전극 구조체 및 이를 포함하는 발광 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광추출 효율 증대가 가능한 적색 발광 소자에 적용될 수 있는 전극 구조체 및 상기 전극 구조체를 포함하는 발광 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 반도체 발광 소자는, 정방향의 전류(forward current)가 흐를 경우 빛을 발생하는 발광다이오드(light-emitting diode; LED) 및 레이저다이오드(laser diode; LD)로 구분될 수 있다. 특히 LED 및 LD는 공통적으로 p-n접합 구조(p-n junction)를 가지고 있으며, 이러한 발광소자들에 전류를 인가하면 전류가 광자(photon)로 변환되어 광이 발생한다.

[0003] 특히, 적색 발광 소자는 일반적으로 에피택셜층(epi-layer)의 에너지 밴드갭이 상대적으로 낮고, 전극에서의 광흡수량이 많아 광추출 효율이 낮은 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 에피택셜층의 두께를 감소시키거나 전극의 투과도를 높이는 기술들이 사용되었다.

[0004] 상기 적색 발광 소자(Red LED)는 상부층의 종류에 따라 피사이드 업(p-side up) 구조, 엔사이드 업(n-side up) 구조로 구분될 수 있다. 상기 피사이드 업(p-side up) 구조는 에피택셜층(epi-layer)를 성장시킬 경우, 피 타입(p-type)층이 상기 발광 소자의 최상단부에 위치하는 구조이다. 상기 피사이드 업 구조를 갖는 발광 소자는 상기 에피택셜층(epi-layer)에서의 적색 파장을 갖는 빛의 흡수율이 상대적으로 높아서 상기 발광 소자의 광추출 효율이 낮은 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 엔사이드 업(n-side up) 구조를 갖는 발광 소자가 제안되었다.

[0005] 상기 엔사이드 업(n-side up) 구조를 갖는 발광 소자는 피사이드 업(p-side up) 구조의 에피택셜층(epi-layer)의 하부에서 위치하는 기판을 습식 식각(wet-etching) 공정을 통하여 제거함으로써, 엔 타입(n-type)층이 최상단부에 위치한다. 따라서, 상기 에피택셜층(epi-layer)에서의 광흡수가 억제될 수 있다. 즉, 상기 엔사이드 업 구조는 상기 습식 식각 공정을 통해 전체적인 에피택셜층(epi-layer)의 두께가 감소함으로서 상기 에티택셜층(epi-layer)에서의 광흡수가 감소하여 상기 피사이드 업 구조보다 전체적인 광소자의 효율이 증대될 수 있다.

[0006] 한편, 상기 적색 발광 소자에 포함된 전극은 피사이드 업 구조 또는 엔사이드 업 구조에 상관없이 금 합금과 같은 합금으로 형성된다. 하지만, 일반적으로 금 합금 계열의 전극은 적색 파장(600~700 Hz) 영역에서 85~88% 범위의 낮은 광반사도를 보이므로 전극에서의 광흡수가 많아 적색 발광 소자의 전체적인 광효율이 낮은 문제가 있다.

[0007] 또한, 금 합금에 포함된 아연(Zn), 베릴륨(Be), 텔루륨(Te) 등과 같은 확산 물질이 열처리 공정에서 그 하부에 형성된 에피택셜층(epi-layer)으로 확산되며 어셉터(acceptor) 역할을 함으로써 상기 에피택셜층의 오믹 컨택 특성을 개선할 수 있다. 하지만, 상기 열처리 과정에서 상기 확산 물질이 에피택셜층(epi-layer) 쪽으로가 아니라 상기 전극 쪽으로 확산할 수 있다. 이 경우, 상기 에피택셜층 내 어셉터(acceptor) 양이 상대적으로 감소하므로 발광 소자의 전류주입효율이 저하되는 문제가 있다.

[0008] 또한 상기 열처리 과정에서 전극 내부로 확산되어 물질들 간의 인터 믹싱(inter-mixing)이 발생함으로서 상기 전극의 반사도가 감소하고 발광 소자의 광추출 효율이 감소하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안한 것으로써, 본 발명의 일 목적은 확산 물질의 선택적인 확산 및 전극 내부의 인터 믹싱을 억제할 수 있는 전극 구조체를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 일 목적은 확산 물질의 선택적인 확산 및 전극 내부의 인터 믹싱을 억제하여 전류주입효율 및 광추출 효율을 개선할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 있어서, p형 반도체층 상에 형성된 전극 구조체는, 상기 p형 반도체 층에 형성되며, 금속 베이스와 확산 물질을 포함하는 금속 베이스 반사층, 상기 금속 베이스 반사층의 상부에 형성되며, 금속으로 이루어진 금속 전극, 상기 금속 베이스 반사층 및 상기 금속 전극 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층 내에 확산되어 상기 p형 반도체층 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막을 포함한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 확산 물질은 베릴륨(Be), 아연(Zn) 또는 텔루륨(Te)를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 전극은 5eV 이상의 일함수를 갖는 금속을 포함할 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 금속 전극은, 금(Au), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 니켈-아연 합금(NiZn) 또는 니켈-베릴륨 합금(NiBe)을 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 확산 억제막은 상기 확산 물질의 녹는점(섭씨 기준)보다 3 배 이상의 녹는점 온도를 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 확산 억제막은 2,000° C 이상의 녹는점을 갖는 물질을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 확산 억제막은 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 루테늄(Ru) 또는 로듐(Rh)을 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시예에 따른 발광 소자는 P형 반도체층과 N형 반도체층으로 이루어져 P-N 접합을 이루는 P-N 접합체 및 상기 p형 반도체 층에 형성된 전극 구조체를 포함하고,

[0019] 상기 전극 구조체는, 상기 P형 반도체층 상에 형성되며 금속 베이스와 확산 물질을 포함하는 금속 베이스 반사층, 상기 금속 베이스 반사층의 상부에 형성되며, 금속으로 이루어진 금속 전극, 상기 금속 베이스 반사층 및 상기 금속 전극 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층 내에 확산되어 상기 p형 반도체층 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막을 포함한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예들에 따른 전극 구조체는 금속 베이스 반사층 및 금속 전극 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층 내에 확산되어 상기 p형 반도체층 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막을 포함한다. 이로써, 상기 확산 물질의 p형 반도체층으로 선택적인 확산되며 및 금속 전극 내부의 인터 믹싱이 억제됨으로써, 발광소자의 전류주입효율 및 광추출 효율을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조체를 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 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. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0023] 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, 유

사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 전극 구조체

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조체를 설명하기 위한 단면도이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조체(100)는, 금속 베이스 반사층(110), 금속 전극(120) 및 확산 억제막(130)을 포함한다.

[0029] 상기 전극 구조체(100)는 p형 반도체층(10) 상에 형성된다. 예를 들면, 상기 전극 구조체(100)는 p형 도펀트가 도핑된 p형 GaP층 상에 형성된다. 상기 전극 구조체(100)는 외부로부터 전압이 인가되어, 상기 p형 반도체층(10)을 포함하는 PN접합을 통한 발광 소자에 전압이 인가될 수 있다.

[0030] 상기 금속 베이스 반사층(110)은 상기 p형 반도체층(10)에 형성된다. 상기 금속 베이스 반사층(110)은 상기 발광 소자로부터 발생된 광을 효과적으로 반사시켜 상기 발광 소자의 광추출 효율을 증대시킬 수 있다.

[0031] 상기 금속 베이스 반사층(110)은 금속 베이스 및 그 내부에 포함된 확산 물질을 포함한다. 이로써, 후속하여 오믹 컨택 전극을 형성하기 위한 열처리 공정시 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층(10) 내로 확산되어 어셉터(acceptor)로서 기능할 수 있다.

[0032] 상기 금속 베이스 반사층(100)에 포함된 금속 베이스는 금(Au), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd) 또는 백금(Pt)을 포함할 수 있다. 한편, 상기 확산 물질은 베릴륨(Be), 아연(Zn) 또는 텔루륨(Te)을 포함할 수 있다.

[0033] 상기 금속 전극(120)은 상기 금속 베이스 반사층(110)의 상부에 형성된다. 상기 금속 전극(120)은 외부의 전원과 전기적으로 연결되어 상기 전원이 상기 금속 전극(120)을 통하여 상기 발광 소자에 전압을 인가할 수 있다.

[0034] 상기 금속 전극(120)은 5eV 이상의 일함수를 갖는 금속을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전극(120)은 금(Au), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 니켈-아연 합금(NiZn) 또는 니켈-베릴륨 합금(NiBe)을 포함할 수 있다.

[0035] 상기 확산 억제막(130)은 상기 금속 베이스 반사층(110) 및 상기 금속 전극(120) 사이에 개재된다. 상기 확산 억제막(130)은 상기 금속 베이스 반사층(110)을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층(10) 내에 확산되어 상기 p형 반도체층(10) 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극(120)을 향하여 확산되는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 상기 확산 물질이 상기 금속 전극(120) 쪽을 확산하지 않지 않고, P형 반도체층(10)을 향하여 선택적으로 확산함으로써, 상기 확산 물질의 상기 P형 반도체층(10) 내에서의 농도가 증가하여 상기 확산 물질이 상기 P형 반도체층 내에서 어셉터로서 효과적으로 기능할 수 있다.

[0036] 한편, 상기 확산 물질이 상기 금속 전극(120)을 향하여 확산되는 것이 억제됨으로써, 상기 금속 전극(120)을 이루는 금속 물질 및 상기 확산 물질 사이의 인터 믹싱(intermixing)이 억제될 수 있다. 이로써, 상기 금속 베이스 반사층(110)이 안적적인 열적 안정성을 가질 뿐 만에 아니라 안정적인 반사 특성을 유지할 수 있다.

[0037] 상기 확산 억제막(130)은 상기 확산 물질의 녹는점(섭씨 기준)보다 3 배 이상의 녹는점 온도를 갖는 물질로 이루어질 수 있다. 이로써 후속하는 열처리 공정에서 상기 확산 억제막(130)이 용융되지 않고 안정적인 상태를 유지함에 따라 상기 열처리 공정에서 상기 확산 물질이 상기 금속 전극(120)을 향하여 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0038] 상기 확산 억제막(130)은 2,000° C 이상의 녹는점을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 확산 억제막

(130)은 탄탈륨(Ta), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 루테늄(Ru) 또는 로듐(Rh)을 포함할 수 있다.

[0039] 발광 소자

[0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

[0041] 도 1 및 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자는 P-N접합체 및 전극 구조체(100)를 포함한다.

[0042] 상기 P-N 접합체는 P형 반도체층과 N형 반도체층으로 이루어져 P-N 접합을 이룬다. 이로써, 상기 P-N 접합체에 전압이 인가될 경우, 전자 및 정공의 재결합을 통하여 발광 현상이 발생할 수 있다. 상기 P-N 접합체의 상부에는 p형 반도체층이 위치한다. 이로써, 상기 발광 소자는 피사이드 업(p-side up)구조를 가질 수 있다.

[0043] 상기 전극 구조체(100)는 상기 p형 반도체 층 상에 형성된다.

[0044] 상기 전극 구조체(100)는, 상기 P형 반도체층(10) 상에 형성되며 금속 베이스와 확산 물질을 포함하는 금속 베이스 반사층(110), 상기 금속 베이스 반사층(110)의 상부에 형성되며, 금속으로 이루어진 금속 전극(120), 상기 금속 베이스 반사층(110) 및 상기 금속 전극(120) 사이에 개재되며, 상기 금속 베이스 반사층(110)을 열처리하여 상기 확산 물질이 상기 p형 반도체층(10) 내에 확산되어 상기 p형 반도체층(10) 내에 어셉터로서 기능시키는 열처리 공정 중 상기 확산 물질이 상기 금속 전극(120)을 향하여 확산되는 것을 억제하는 확산 억제막(130)을 포함한다.

[0045] 상기 전극 구조체(100)는 도 1을 참조로 상술하였으므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0046] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

[0047] 도 1 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광 소자는 P-N접합체 및 전극 구조체(100)를 포함한다.

[0048] 상기 P-N 접합체는 P형 반도체층과 N형 반도체층으로 이루어져 P-N 접합을 이룬다. 이로써, 상기 P-N 접합체에 전압이 인가될 경우, 전자 및 정공의 재결합을 통하여 발광 현상이 발생할 수 있다. 상기 P-N 접합체의 상부에는 n형 반도체층이 위치하면 반면에 그 하부에는 p형 반도체층이 위치한다. 이로써, 상기 발광 소자는 엔사이드 업(n-side up)구조를 가질 수 있다.

[0049] 상기 전극 구조체(100)는 상기 p형 반도체층(10) 및 기판 사이에 위치한다. 상기 전극 구조체는 도 1을 참조로 상술하였으므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

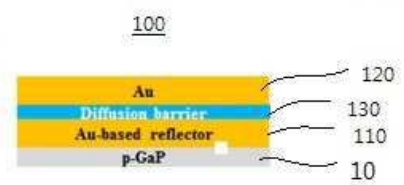
산업상 이용가능성

[0050] 본 발명의 실시예들에 따른 전극 구조체는 발광 소자, 특히 적색 발광 소자에 적용될 수 있다. 나아가 상기 전극 구조체는 태양 전지, 고전자 이동도를 갖는 트랜지스터, 레이저 다이오드 등에 적용될 수 있다.

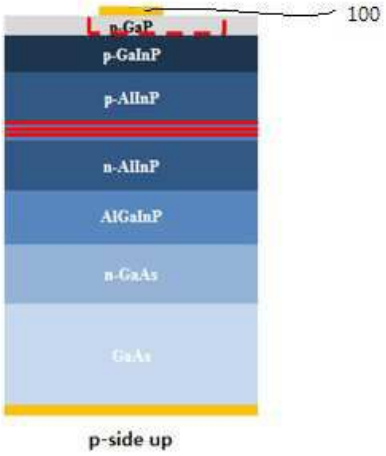
[0051] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

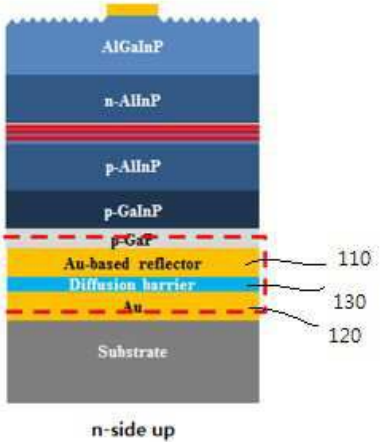
도면1



도면2


100
p-GaP
p-GaInP
p-AlInP
n-AlInP
AlGaInP
n-GaAs
GaAs
p-side up

도면3


AlGaInP
n-AlInP
p-AlInP
p-GaInP
p-GaP
Au-based reflector
Diffusion barrier
Au
Substrate
110
130
120
n-side up