



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월23일
(11) 등록번호 10-1432924
(24) 등록일자 2014년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/36 (2010.01) H01L 33/42
(2010.01)
(21) 출원번호 10-2013-0017005
(22) 출원일자 2013년02월18일
심사청구일자 2013년02월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120031358 A*
KR1020120115774 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
김한기
경기 수원시 영통구 봉영로 1526, 712동 602호 (영통동, 살구골7단지아파트)
신현수
서울 강서구 수명로1길 110, 307동 505호 (내발산동, 마곡수명산파크3단지)
이주현
경기 성남시 분당구 판교원로82번길 30, 1311동 3101호 (운중동, 산운마을13단지아파트)
(74) 대리인
서재승

전체 청구항 수 : 총 9 항

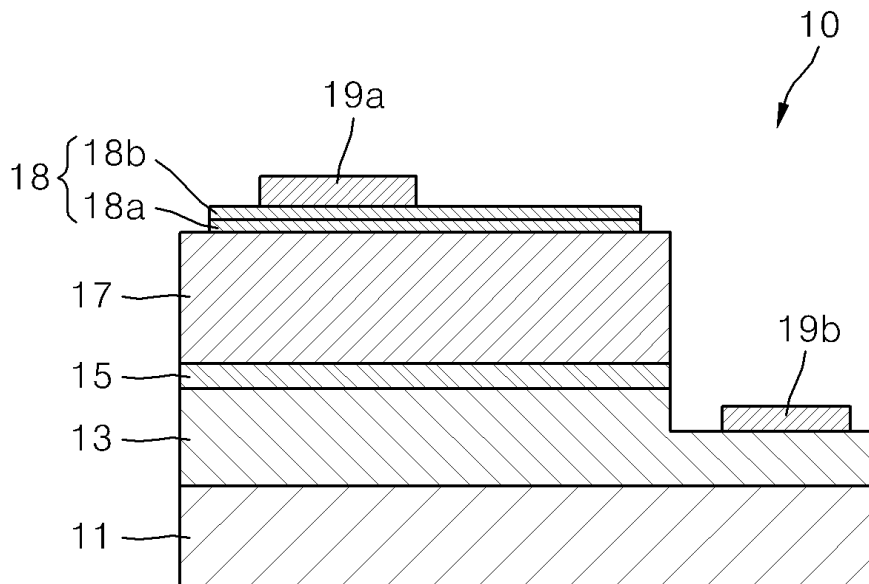
심사관 : 부경호

(54) 발명의 명칭 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법

(57) 요약

본 발명은 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 P-GaN층의 상면에 브러쉬 코팅 방식을 통해 금속 나노와이어층을 형성하고 그 위에 스퍼터링 방식을 통해 투명 전극층으로 형성함으로써, 별도의 열처리 공정 없이도 조성 불균일 문제를 해결하여 균일한 막질을 얻을 수 있고 오믹 접합이 정상적으로 이루어져 전기적 특성 또한 향상되며, 별도의 열처리 공정을 제거할 수 있어 제조 공정을 단순화할 수 있고, 이에 따라 제조 비용을 절감할 수 있고 더욱 신속한 제조 및 대량 생산을 가능하게 하는 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법을 제공한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

기판의 상면에 순차적으로 적층 형성되는 N-GaN층, 활성층, P-GaN층으로 이루어진 발광 소자에서 상기 P-GaN층의 상면에 상기 금속 나노와이어층을 브리쉬 코팅 방식으로 코팅 형성하는 코팅 장치; 및

상기 코팅 장치에 의해 코팅 형성된 상기 금속 나노와이어층의 상면에 투명 전극층을 스퍼터링 방식으로 증착 형성하는 스퍼터링 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 금속 나노와이어층은 Ag, Cr, Ti, Cu, Au, Ni, Al, Mo 중 어느 하나의 금속으로 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 스퍼터링 장치는

자기장에 의한 플라스마 구속을 통해 증착 대상 기판에 대한 플라스마 손상을 방지하는 대향 타겟 스퍼터링 장치인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자의 제조 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 투명 전극층은 ITO, ZTO, IZO, IZTO, GZO, AZO, NbTiO₂, FTO, ATO, BZO 중 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자의 제조 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 대향 타겟 스퍼터링 장치는

내부 공간에 진공압이 형성되고, 증착 대상 기판이 내부 공간에 배치되도록 형성되는 스퍼터링 챔버;

상기 스퍼터링 챔버 내에 장착되어 서로 대향하도록 이격되게 배치되고, 서로 대향하는 면에는 각각 음극 전원에 연결되도록 스퍼터링 타겟 물질이 배치되며, 대향하는 사이 공간이 상기 증착 대상 기판과 이격되게 배치되는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건;

상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간에 자기장이 형성되도록 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 각각 장착되는 제 1 및 제 2 마그네트; 및

상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간으로 반응 가스가 유입되어 플라스마가 형성되도록 상기 스퍼터링 챔버에 관통 삽입되는 가스 공급관

을 포함하고, 상기 플라스마는 상기 제 1 및 제 2 마그네트에 의해 형성된 자기장에 의해 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간에 구속되며, 상기 플라스마에 의해 상기 스퍼터링 타겟 물질의 원자가 방출되어 상기 증착 대상 기판에 증착되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자의 제조 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 브러쉬 코팅 장치는

코팅 대상 기판을 이송 공급하는 공급 유닛;

상기 공급 유닛에 의해 공급되는 상기 코팅 대상 기판의 표면에 상기 금속 나노와이어층이 형성되도록 금속 나노와이어 코팅액을 도포하여 코팅하는 브러쉬 모듈; 및

상기 브러쉬 모듈에 의해 코팅 형성된 상기 금속 나노와이어층을 건조하는 건조 유닛

을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 공급 유닛에 의해 이송 공급되는 상기 코팅 대상 기판의 표면을 친수성 상태로 전처리하는 전처리 유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

기판의 상면에 순차적으로 N-GaN층, 활성층 및 P-GaN층을 적층 형성하는 단계;

상기 P-GaN층의 상면에 코팅 방식으로 금속 나노와이어층을 코팅 형성하는 단계; 및

상기 금속 나노와이어층의 상면에 스퍼터링 방식으로 투명 전극층을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 투명 전극층은 자기장에 의한 플라즈마 구속을 통해 증착 대상 기판에 대한 플라즈마 손상을 방지하는 대향 타겟 스퍼터링 장치를 통해 스퍼터링 증착 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 금속 나노와이어층은 스핀 코팅 또는 브러쉬 코팅 방식을 통해 코팅 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 방법.

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 P-GaN층의 상면에 브러쉬 코팅 방식을 통해 금속 나노와이어층을 형성하고 그 위에 스퍼터링 방식을 통해 투명 전극층으로 형성함으로써, 별도의 열처리 공정 없이도 조성 불균일 문제를 해결하여 균일한 막질을 얻을 수 있고 오믹 접합이 정상적으로 이루어져 전기적 특성 또한 향상되며, 별도의 열처리 공정을 제거할 수 있어 제조 공정을 단순화할 수 있고, 이에 따라 제조 비용을 절감할 수 있고 더욱 신속한 제조 및 대량 생산을 가능하게 하는 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로 대표적인 질화물계 반도체인 질화갈륨(GaN)은 에너지 밴드갭이 상온에서 3.4eV로 매우 크기 때문에 고온 고출력 소자에 사용될 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한, 질화갈륨(GaN)은 질화인듐(InN), 질화알루미늄(AlN) 같은 물질과 조합하여 1.9eV(InN)에서 3.4eV(GaN), 6.2eV(AlN)까지의 에너지 밴드갭을 조절할 수 있어 가시광에서부터 자외선 영역까지 넓은 파장 영역을 갖게 되고, 이로 인해 광소자의 응용 가능성이 매우 큰 물질이다.
- [0003] 질화갈륨(GaN)을 이용한 발광 소자는 일반적으로 기판 상부에 N-GaN층, 활성층, P-GaN층 및 투명 전극이 형성된 구조를 갖는다. 이러한 구조에서 투명 전극, P-GaN층 및 활성층의 소정 영역이 식각되어 N-GaN층의 일부가 노출된 후 N-GaN층 상부에 N형 전극이 형성되고, 투명 전극의 소정 영역이 식각된 후 노출된 P-GaN층에 P형 전극이 형성된다. 이때, 투명 전극으로는 ITO(indium tin oxide)가 주로 이용된다.
- [0004] 도 1에는 일반적인 질화물 반도체 발광 소자의 구성이 개략적으로 도시되는데, 도 1에 도시된 바와 같이, 일반적인 질화물 반도체 발광소자(1)는 사파이어 기판(11) 상에 순차적으로 적층 형성된 n형 GaN 클래드층(13), 다중양자우물구조(MQW)인 GaN/InGaN 활성층(15) 및 p형 GaN 클래드층(17)을 포함하며, p형 GaN 클래드층(17)과 GaN/InGaN 활성층(15)은 그 일부 영역이 제거되어 n형 GaN 클래드층(13)의 일부 상면이 노출되도록 하는 구조를 갖는다. n형 GaN 클래드층(13) 상에는 n측 전극(19b)이 형성되고, p형 GaN 클래드층(17) 상에는 오믹 접촉을 위한 투명 전도층(18)이 형성된 후에, p측 본딩 전극(19a)이 형성된다.
- [0005] 투명 전도층(18)은 투광성을 가지면서 접촉 저항을 개선하기 위한 층으로서 p형 GaN 클래드층(17)으로의 홀 주입 효율을 향상시키기 위해 매우 얇은 Ni/Au 금속층이나 또는 ITO 박막이 주로 이용된다.
- [0006] 얇은 금속층에 비해 ITO 박막은 투과도가 우수해 LED용 투명 전도층으로 매우 적합한데, ITO 박막은 스퍼터링 공법으로 LED 소자에 증착시킬 수 없다는 한계가 있다. 즉, 스퍼터링 공정 진행시에 발생하는 플라즈마 노출에 의해 LED 소자가 플라즈마 손상을 입기 때문에, ITO 박막은 LED 소자에 스퍼터링 공법으로 증착시킬 수 없다. 이때, LED 소자의 플라즈마 손상은 스퍼터링 타겟 물질 입자가 아닌 플라즈마 이온들이 LED 소자의 p형 GaN 클래드층에 직접 충돌함으로써 발생하는데, 이로 인해 p형 GaN 클래드층으로부터 전자가 방출되어 이후 LED 소자의 발광 효율이 현저히 저하되거나 정상적인 기능을 수행하지 못하는 등의 문제가 발생한다.
- [0007] 따라서, 스퍼터링 공법의 우수함에도 불구하고, LED 소자에 대한 ITO 박막은 증발법에 의한 증착 공정과 후속되는 열처리 공정을 통해 형성되고 있다.
- [0008] 증발법에 의한 증착 공정은 금속 전극 성막에는 적합하나 산화물 투명 전극 성막에는 적합하지 않은 공법으로 알려져 있다. 금속의 경우 일성분계로 이루어져 있지만 대부분 투명 전극의 경우 3성분계 이상으로 이루어져 있어 성분마다 평형 증기압력의 차이로 인해 조성이 불균일하게 형성된다는 문제가 있었으며, 또한, 오믹 접합 특성이 양호하지 못해 전기적 특성 또한 우수하지 못하다는 문제가 있었다. 따라서, 증발법에 의한 증착 공정을 수행한 이후에는 ITO 박막의 특성 향상을 위해 반드시 고온의 열처리 공정이 필요하며, 이로 인해 공정이 복잡해지는 등의 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 P-GaN층의 상면에 브러쉬

코팅 방식을 통해 금속 나노와이어층을 형성하고 그 위에 스퍼터링 방식을 통해 투명 전극층으로 형성함으로써, 별도의 열처리 공정 없이도 조성 불균일 문제를 해결하여 균일한 막질을 얻을 수 있고 오팩 접합이 정상적으로 이루어져 전기적 특성 또한 향상되는 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 또한, P-GaN층의 상면에 브러쉬 코팅 방식을 통해 금속 나노와이어층을 형성하고 그 위에 스퍼터링 방식을 통해 투명 전극층으로 형성함으로써, 별도의 열처리 공정을 제거할 수 있어 제조 공정을 단순화할 수 있고, 이에 따라 제조 비용을 절감할 수 있고 더욱 신속한 제조 및 대량 생산을 가능하게 하는 반도체 발광 소자 및 이를 제조하는 장치와 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은, 기판의 상면에 순차적으로 적층 형성되는 N-GaN층, 활성층, P-GaN층; 및 상기 P-GaN층의 상면에 형성되는 투명 전도층을 포함하고, 상기 투명 전도층은 상기 P-GaN층의 상면에 코팅 방식으로 코팅 형성되는 금속 나노와이어층; 및 상기 금속 나노와이어층의 상면에 스퍼터링 방식으로 증착 형성되는 투명 전극층을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자를 제공한다.

[0012] 이때, 상기 금속 나노와이어층은 스핀 코팅 또는 브러쉬 코팅 방식을 통해 코팅 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 금속 나노와이어층은 Ag, Cr, Ti, Cu, Au, Ni, Al, Mo 중 어느 하나의 금속으로 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 투명 전극층은 자기장에 의한 플라즈마 구속을 통해 증착 대상 기판에 대한 플라즈마 손상을 방지하는 대향 타겟 스퍼터링 장치를 통해 스퍼터링 증착 형성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 투명 전극층은 ITO, ZTO, IZO, IZTO, GZO, AZO, NbTiO₂, FTO, ATO, BZO 중 어느 하나로 적용될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 대향 타겟 스퍼터링 장치는 내부 공간에 진공압이 형성되고, 증착 대상 기판이 내부 공간에 배치되도록 형성되는 스퍼터링 챔버; 상기 스퍼터링 챔버 내에 장착되어 서로 대향하도록 이격되게 배치되고, 서로 대향하는 면에는 각각 음극 전원에 연결되도록 스퍼터링 타겟 물질이 배치되며, 대향하는 사이 공간이 상기 증착 대상 기판과 이격되게 배치되는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건; 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간에 자기장이 형성되도록 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 각각 장착되는 제 1 및 제 2 마그네트; 및 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간으로 반응 가스가 유입되어 플라즈마가 형성되도록 상기 스퍼터링 챔버에 관통 삽입되는 가스 공급관을 포함하고, 상기 플라즈마는 상기 제 1 및 제 2 마그네트에 의해 형성된 자기장에 의해 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간에 구속되며, 상기 플라즈마에 의해 상기 스퍼터링 타겟 물질의 원자가 방출되어 상기 증착 대상 기판에 증착될 수 있다.

[0017] 한편, 본 발명은, 상기 P-GaN층의 상면에 상기 금속 나노와이어층을 브러쉬 코팅 방식으로 코팅 형성하는 브러쉬 코팅 장치; 및 상기 브러쉬 코팅 장치에 의해 코팅 형성된 상기 금속 나노와이어층의 상면에 상기 투명 전극층을 스퍼터링 방식으로 증착 형성하는 스퍼터링 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 장치를 제공한다.

[0018] 이때, 상기 브러쉬 코팅 장치는 코팅 대상 기판을 이송 공급하는 공급 유닛; 상기 공급 유닛에 의해 공급되는 상기 코팅 대상 기판의 표면에 상기 금속 나노와이어층이 형성되도록 금속 나노와이어 코팅액을 도포하여 코팅하는 브러쉬 모듈; 및 상기 브러쉬 모듈에 의해 코팅 형성된 상기 금속 나노와이어층을 건조하는 건조 유닛을 포함하여 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 공급 유닛에 의해 이송 공급되는 상기 코팅 대상 기판의 표면을 친수성 상태로 전처리하는 전처리 유닛을 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 스퍼터링 장치는 자기장에 의한 플라즈마 구속을 통해 증착 대상 기판에 대한 플라즈마 손상을 방지하는 대향 타겟 스퍼터링 장치로 적용될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 대향 타겟 스퍼터링 장치는 내부 공간에 진공압이 형성되고, 증착 대상 기판이 내부 공간에 배치되도록 형성되는 스퍼터링 챔버; 상기 스퍼터링 챔버 내에 장착되어 서로 대향하도록 이격되게 배치되고, 서로 대향하는 면에는 각각 음극 전원에 연결되도록 스퍼터링 타겟 물질이 배치되며, 대향하는 사이 공간이 상기 증착 대상 기판과 이격되게 배치되는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건; 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이

공간에 자기장이 형성되도록 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 각각 장착되는 제 1 및 제 2 마그네트; 및 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간으로 반응 가스가 유입되어 플라즈마가 형성되도록 상기 스퍼터링 챔버에 관통 삽입되는 가스 공급관을 포함하고, 상기 플라즈마는 상기 제 1 및 제 2 마그네트에 의해 형성된 자기장에 의해 상기 제 1 및 제 2 스퍼터링 건의 사이 공간에 구속되며, 상기 플라즈마에 의해 상기 스퍼터링 타겟 물질의 원자가 방출되어 상기 증착 대상 기판에 증착될 수 있다.

[0022] 한편, 본 발명은, 기판의 상면에 순차적으로 N-GaN층, 활성층 및 P-GaN층을 적층 형성하는 단계; 상기 P-GaN층의 상면에 코팅 방식으로 금속 나노와이어층을 코팅 형성하는 단계; 및 상기 금속 나노와이어층의 상면에 스퍼터링 방식으로 투명 전극층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 소자 제조 방법을 제공한다.

[0023] 이때, 상기 금속 나노와이어층은 스핀 코팅 또는 브러쉬 코팅 방식을 통해 코팅 형성될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 투명 전극층은 자기장에 의한 플라즈마 구속을 통해 증착 대상 기판에 대한 플라즈마 손상을 방지하는 대향 타겟 스퍼터링 장치를 통해 스퍼터링 증착 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 의하면, P-GaN층의 상면에 브러쉬 코팅 방식을 통해 금속 나노와이어층을 형성하고 그 위에 스퍼터링 방식을 통해 투명 전극층으로 형성함으로써, 별도의 열처리 공정 없이도 조성 불균일 문제를 해결하여 균일한 막질을 얻을 수 있고 옴릭 접합이 정상적으로 이루어져 전기적 특성 또한 향상되는 효과가 있다.

[0026] 본 발명의 다른 목적은 P-GaN층의 상면에 브러쉬 코팅 방식을 통해 금속 나노와이어층을 형성하고 그 위에 스퍼터링 방식을 통해 투명 전극층으로 형성함으로써, 별도의 열처리 공정을 제거할 수 있어 제조 공정을 단순화할 수 있고, 이에 따라 제조 비용을 절감할 수 있고 더욱 신속한 제조 및 대량 생산을 가능하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 일반적인 질화물 반도체 발광 소자의 구성을 개략적으로 도시한 도면,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자의 구성을 개략적으로 도시한 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자의 전기적 특성에 대한 실험 결과를 나타내는 그래프,

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자와 일반적인 질화물 반도체 발광 소자의 전기적 특성 비교 실험 결과를 나타내는 그래프,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자 제조 장치의 구성을 개념적으로 도시한 개념도,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 구성을 개략적으로 도시한 일면 개방 사시도,

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 대한 구성을 개념적으로 도시한 사시도,

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 내부 구조를 개략적으로 도시한 단면도,

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 대한 직선 이동 상태를 개략적으로 도시한 도면,

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 대한 회전 이동 상태를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한

동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

- [0029] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자의 구성을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자의 전기적 특성에 대한 실험 결과를 나타내는 그래프이고, 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자와 일반적인 질화물 반도체 발광 소자의 전기적 특성 비교 실험 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자(10)는 사파이어 재질의 기판(11) 상면에 n형 GaN 클래드층인 N-GaN층(13), 다중양자우물구조(MQW)인 GaN/InGaN 활성층(15) 및 p형 클래드층인 P-GaN층(17) 및 투명 전도층(18)이 순차적으로 적층 형성된 구조를 갖는다. 이러한 구조에서 투명 전도층(18), P-GaN층(17) 및 활성층(15)의 소정 영역이 식각되어 N-GaN층(13)의 일부가 노출된 후 N-GaN층(13) 상부에 N형 전극(19b)이 형성되고, 투명 전도층(18)의 소정 영역이 식각된 후 노출된 P-GaN층(17) 상에는 오믹 접촉을 위한 P형 전극(19a)이 형성된다.
- [0031] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 전도층(18)은 종래 기술과 달리 P-GaN층(17)의 상면에 코팅 방식으로 코팅 형성되는 금속 나노와이어층(18a)과, 금속 나노와이어층(18a)의 상면에 스퍼터링 방식으로 증착 형성되는 투명 전극층(18b)을 포함하여 구성된다.
- [0032] 금속 나노와이어층(18a)은 스핀 코팅 또는 브러쉬 코팅 방식을 통해 도포되는 형태로 코팅 형성될 수 있으며, Ag, Cr, Ti, Cu, Au, Ni, Al, Mo 중 어느 하나의 금속으로 이루어진 금속 나노와이어 코팅액을 P-GaN층(17)의 상면에 도포하는 방식으로 코팅 형성될 수 있다.
- [0033] 투명 전극층(18b)은 ITO, ZTO, IZO, IZTO, GZO, AZO, NbTiO₂, FTO, ATO, BZO 중 어느 하나로 적용될 수 있는데, 이러한 투명 전극층(18b)은 종래 기술과 달리 증발법에 의한 증착 공정이 아니라 스퍼터링 공정을 통해 증착 형성된다. 이때, 투명 전극층(18b)은 자기장에 의한 플라즈마 구속을 통해 증착 대상 기판에 대한 플라즈마 손상을 방지하는 별도의 대향 타겟 스퍼터링 장치를 통해 스퍼터링 증착 형성될 수 있는데, 이에 대한 설명은 후술한다.
- [0034] 이러한 구조에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자(10)는 증발법에 의한 증착 공정이 아닌 스퍼터링 방식으로 투명 전도층(18)을 형성할 수 있어 별도의 열처리 공정을 수행하지 않더라도 우수한 성능을 발휘할 수 있다.
- [0035] 좀더 자세히 살펴보면, 종래 기술에서 살펴본 바와 같이 증발법에 의한 증착 공정을 통해 투명 전극을 형성하는 경우, 3성분계 이상으로 이루어진 투명 전극의 각 성분마다 평형 증기압력의 차이로 인해 투명 전극의 조성이 불균일하게 형성되고, 아울러 오믹 접합 특성이 양호하지 못해 전기적 특성 또한 저하되는 문제가 있었으며, 이를 해결하기 위해 반드시 고온의 열처리 공정을 거쳐야하는 문제가 있었다.
- [0036] 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따라 P-GaN층(17)에 금속 나노와이어층(18a)을 코팅 형성한 후, 그 위에 투명 전극층(18b)을 스퍼터링 방식으로 증착 형성하는 방식으로 발광 소자(10)를 제조하게 되면, 금속 나노와이어층(18a)을 통해 오믹 접합이 정상적으로 이루어지도록 함으로써 전기적 특성을 향상시킬 수 있고, 스퍼터링 공정을 통한 증착 방식을 통해 조성의 불균일 문제를 해결할 수 있다. 스퍼터링 공정은 증착법에 의한 증착 공정과 달리 그 공정의 특성상 기판의 표면에 균일한 조성을 갖는 형태로 투명 전극층(18b)을 형성시킬 수 있다.
- [0037] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자(10)는 별도의 열처리 공정 없이도 우수한 성능을 발휘할 수 있으며, 이를 통해 제조 공정을 더욱 단순화할 수 있고, 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0038] 특히, 오믹 접합과 관련하여 좀더 자세히 살펴보면, 금속과 반도체를 접합시키면 일함수의 차이에 의해 오믹 접합이 이루어지는데, 오믹 접합의 특성이 양호하게 이루어지기 위한 조건은 금속의 일함수가 반도체의 일함수보다 더 커야한다. 그러나, 투명 전극인 ITO의 일함수는 4.2eV 이고, p-GaN의 일함수는 7.5eV 이므로, ITO의 일함수가 더 낮기 때문에 전류가 p-GaN층으로 흘러들어가지 않는다. 따라서, 일반적인 발광 소자에서는 열처리 공정을 통해 p-GaN과 ITO 계면 사이에 일함수가 5.4eV인 InGaO₃를 생성하고, 이것이 중간 다리 역할을 하여 ITO에서 p-GaN층으로 전류가 흘러들어가게 된다. 따라서, 종래 기술에 따른 일반적인 반도체 발광 소자

는 정상적인 전기적 특성을 위해 반드시 열처리 공정이 필요하다.

- [0039] 그러나 본 발명에서는 무기물질인 IT0와 같은 투명 전극보다 일함수가 더 큰 금속 재질의 나노와이어를 p-GaN층(17) 표면에 코팅함으로써, 금속 나노와이어층(18a)이 중간 다리 역할을 하여 별도의 열처리 공정 없이도 투명 전극층(18b)로부터 p-GaN층(17)으로 전류가 흘러들어갈 수 있다. 금속 나노와이어는 일반적으로 4.7eV에서 5.93eV 정도의 일함수를 가지며, 예를 들어 은(Ag) 나노와이어의 경우 4.7eV의 일함수를 갖는다.
- [0040] 도 3에는 본 발명의 일 실시예에 따라 별도의 열처리 공정 없이 p-GaN층(17)에 은 나노와이어층을 코팅 형성한 후, 투명 전극층(18b)으로 GZO를 스퍼터링 방식으로 증착 형성한 반도체 발광 소자에 대한 전기적 특성 그래프가 도시된다. 이러한 그래프를 통해 옴릭 접합이 정상적으로 이루어져 전류가 정상적으로 흘러들어가는 것을 알 수 있다.
- [0041] 도 4 및 도 5에는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자(10)와 종래 기술에 따른 일반적인 반도체 발광 소자에 대한 전기적 특성을 비교한 그래프가 도시되는데, 이러한 그래프를 통해 본 발명에 따른 반도체 발광 소자(10)가 열처리 공정 없이도 종래 기술과 비교하여 거의 동등한 수준의 전기적 특성을 나타낼 수 있다.
- [0042] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자 제조 장치의 구성을 개념적으로 도시한 개념도이다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 질화물 반도체 발광 소자 제조 장치는 도 6에 도시된 바와 같이 P-GaN층(17)의 상면에 상기 금속 나노와이어층(18a)을 브러쉬 코팅 방식으로 코팅 형성하는 브러쉬 코팅 장치(30)와, 브러쉬 코팅 장치(30)에 의해 코팅 형성된 금속 나노와이어층(18a)의 상면에 투명 전극층(18b)을 스퍼터링 방식으로 증착 형성하는 스퍼터링 장치(40)를 포함하여 구성된다.
- [0044] 이때, 브러쉬 코팅 장치(30)는 코팅 대상 기판(S1)을 이송 공급하는 공급 유닛(710)과, 공급 유닛(710)에 의해 공급되는 코팅 대상 기판(S1)의 표면에 금속 나노와이어층(18a)이 형성되도록 금속 나노와이어 코팅액을 도포하여 코팅하는 브러쉬 모듈(730)과, 브러쉬 모듈(730)에 의해 코팅 형성된 금속 나노와이어층(18a)을 건조하는 건조 유닛(740)을 포함하여 구성되며, 공급 유닛(710)에 의해 이송 공급되는 코팅 대상 기판(S1)의 표면을 친수성 상태로 전처리하는 전처리 유닛(720)을 더 포함하여 구성될 수 있다. 이때, 코팅 대상 기판(S1)은 도 6의 확대도에 도시된 바와 같이 기판(11)의 상면에 N-GaN층(13), 활성층(15) 및 P-GaN층(17)이 적층된 상태를 의미한다.
- [0045] 공급 유닛(710)은 코팅 대상 기판(S1)을 연속적으로 이송하는 컨베이어(712)와, 컨베이어(712)를 구동하는 회전 롤러(711)를 포함하는 형태로 구성될 수 있으며, 이를 통해 코팅 대상 기판(S1)을 연속적으로 이송 공급할 수 있다. 브러쉬 모듈(730)은 금속 나노와이어 코팅액을 저장하는 별도의 저장챔버(731)로부터 코팅액을 공급받아 연속적으로 코팅액을 코팅 대상 기판(S1)에 도포하도록 구성될 수 있다. 건조 유닛(740)은 고온 건조한 바람을 발생시키도록 히터와 송풍기 등을 포함하는 형태로 구성될 수 있으며, 이외에도 다양하게 변경 가능하다. 전처리 유닛(720)은 오존 처리 등의 방식을 통해 p-GaN층(17) 표면이 친수성을 나타내도록 전처리할 수 있는데, 이러한 전처리를 통해 p-GaN층(17) 표면에 금속 나노와이어 코팅액이 더욱 원활하게 코팅될 수 있다.
- [0046] 공급 유닛(710)은 코팅 대상 기판(S1)을 연속적으로 이송 공급하는데, 브러쉬 코팅 장치(30)로부터 스퍼터링 장치(40)까지 계속해서 이송 공급할 수 있다. 이때, 브러쉬 코팅 장치(30)와 스퍼터링 장치(40)는 도 6에 도시된 바와 같이 상호 직렬 연결된 형태로 배치될 수 있다. 브러쉬 코팅 장치(30)의 코팅 챔버(701)는 상압을 유지하고, 스퍼터링 장치(40)의 스퍼터링 챔버(100)는 그 공정 특성상 진공압을 유지하는데, 이 경우 두 장치의 연결 부위에는 상호 간의 압력 차단을 위한 별도의 압력 차단 밸브(750)가 장착될 수 있다. 이러한 구조를 통해 하나의 공급 유닛(710)을 통해 기판(S1, S2)을 연속적으로 공급할 수 있다.
- [0047] 한편, 스퍼터링 장치(40)는 자기장에 의한 플라즈마 구속을 통해 증착 대상 기판(S2)에 대한 플라즈마 손상을 방지하는 별도의 대향 타겟 스퍼터링 장치로 적용되는데, 이는 도 7 내지 도 11을 중심으로 상세히 설명한다.
- [0048] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 구성을 개략적으로 도시한 일면 개방 사시도이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 대한 구성을 개념적으로 도시한 사시도이고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 내부 구조

를 개략적으로 도시한 단면도이다.

- [0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치(40)는 스퍼터링 챔버(100)와, 스퍼터링 챔버(100) 내부에 서로 대향되게 배치되는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)과, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)에 각각 장착되어 자기장을 형성하는 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)와, 반응 가스를 공급하는 가스 공급관(400)을 포함하여 구성된다.
- [0050] 스퍼터링 챔버(100)는 스퍼터링 공법에 의한 ITO 증착 과정이 일어나는 공간으로, 별도의 진공 펌프(미도시)를 통해 내부 공간에 진공압이 형성되도록 구성되며, 내부 공간의 일측에는 투명 전극층 증착 대상인 증착 대상 기관(S2)이 투입 배치된다. 여기서, 증착 대상 기관(S2)은 기관(11)에 n-GaN층(13), 활성층(15), p-GaN층(17) 및 금속 나노와이어층(18a)이 형성된 상태로 투명 전극층(18b)이 증착되어야 할 상태를 의미한다(도 6 확대도 참조).
- [0051] 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)은 스퍼터링 챔버(100) 내부에 장착되어 서로 대향하도록 이격되게 배치되며, 서로 대향하는 면에는 각각 음극 전원에 연결되도록 스퍼터링 타겟 물질(T)이 배치된다. 스퍼터링 타겟 물질(T)은 평판 플레이트 형태로 형성되어 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)의 서로 대향하는 면에 외부 노출되는 형태로 배치된다. 이때, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)은 상호 대향하는 사이 공간이 증착 대상 기관(S2)으로부터 이격되게 위치하도록 스퍼터링 챔버(100) 내부에 배치된다. 이와 같은 스퍼터링 건(200a, 200b)은 사각 또는 원통형 케이스 형태로 형성될 수 있으며, 내부에는 스퍼터링 타겟 물질(T)에 음극 전원이 연결되도록 별도의 전극 단자가 형성될 수 있다. 이러한 스퍼터링 건(200a, 200b) 자체의 구성은 스퍼터링 공정에서 일반적으로 사용되는 공지된 기술이므로, 상세한 설명은 생략한다.
- [0052] 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)의 사이 공간에 자기장이 형성되도록 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)에 각각 장착된다. 이때, 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)의 사이 공간에서 일정한 방향의 자기장이 형성되도록 서로 다른 극성이 서로 마주 보도록 배치되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이 제 1 스퍼터링 건(200a)에 장착된 제 1 마그네트(300a)는 N극이 제 2 마그네트(300b)에 대향되도록 배치되고, 제 2 스퍼터링 건(200b)에 장착된 제 2 마그네트(300b)는 S극이 제 1 마그네트(300a)에 대향되도록 배치될 수 있으며, 이를 통해 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에 일정한 방향의 자기장(E)이 형성된다.
- [0053] 가스 공급관(400)은 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간으로 반응 가스가 유입되도록 스퍼터링 챔버(100)에 관통 삽입된다. 이러한 가스 공급관(400)에는 별도의 반응 가스 저장 탱크(미도시)로부터 반응 가스가 공급되도록 연결 배관(미도시)이 연결된다. 가스 공급관(400)을 통해 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간으로 반응 가스가 유입되면, 반응 가스는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에서 플라즈마(P) 상태로 변환된다. 이러한 원리는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)에 음극 전원이 인가됨으로써, 반응 가스에 음극 전원에 의한 반응이 일어나 반응 가스가 플라즈마(P) 상태로 변화되는 것으로, 일반적인 스퍼터링 공정에서 적용되는 원리이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0054] 이와 같은 구조에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 스퍼터링 장치(40)는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에서 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)에 의해 일정한 방향의 자기장(E)이 형성된다. 따라서, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이에서 형성되는 플라즈마(P)는 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)의 자기장에 의해 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에 구속된다. 즉, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에서 형성되는 플라즈마(P)는 양이온 및 전자 상태로 존재하므로, 이러한 입자들은 자기장(E)에 의한 자기력을 받아 자기장 공간 내에 구속되며, 플라즈마(P) 내에서 입자들은 자기장(E)에 의해 더욱 활발하게 운동하게 된다. 이와 같이 플라즈마(P)가 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에 구속된 상태에서 플라즈마 입자들이 스퍼터링 타겟 물질(T)에 부딪혀 스퍼터링 타겟 물질(T) 원자를 방출시키고, 방출된 입자들이 증착 대상 기관(S2)에 증착되는 방식으로 스퍼터링 증착 공정이 이루어진다.
- [0055] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 스퍼터링 장치(40)는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)에 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)를 장착하고 서로 대향 배치시킴으로써, 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)의 자기장에 의해 플라즈마(P)를 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에 구속할 수 있고, 이에 따라 플라즈마 입자가 직접 증착 대상 기관(S2)에 접촉되는 것을 방지할 수 있어 스퍼터링 공정시 증착 대상 기관(S2)의 플라즈마 손상을 방지할 수 있다. 따라서, 종래 기술과 달리 ITO 박막과 같은 투명 전극층을 플라즈마 손상 없이 스퍼터링 공정을 통해 발광 소자에 증착시킬 수 있고, 투명 전극층의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0056] 한편, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)은 스퍼터링 챔버(100) 내부에서 수평 방향으로 서로 이격되게 배

치되고, 가스 공급관(400)은 이러한 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b) 사이 공간으로 반응 가스를 유입시킬 수 있도록 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b) 사이 공간으로부터 이격되게 연직 하부에 배치될 수 있다. 이때, 증착 대상 기관(S2)은 가스 공급관(400)과 상하 방향으로 서로 마주보도록 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)의 사이 공간으로부터 이격되게 연직 상부에 배치될 수 있다. 이러한 구조에 따라 반응 가스가 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b) 사이 공간으로 직접 유입되므로, 반응 가스의 플라즈마 생성 효율이 더욱 증가하여 증착 대상 기관에 대한 증착 속도 및 효율이 향상되고, 아울러, 증착 대상 기관의 플라즈마 손상을 더욱 최소화할 수 있어 더욱 높은 품질의 투명 전극층(18b)을 증착시킬 수 있다.

[0057] 또한, 증착 대상 기관(S2)의 전체 표면에 균일한 분포로 투명 전극층(18b)을 증착시킬 수 있도록 증착 대상 기관(S2)은 스퍼터링 챔버(100) 내부에서 직선 이동할 수 있도록 구성되는 것이 바람직하다. 이를 위해 스퍼터링 챔버(100) 내부에는 증착 대상 기관(S2)을 직선 이동시킬 수 있는 별도의 기관 이송 수단(600)이 구비될 수 있는데, 이러한 기관 이송 수단(600)은 증착 대상 기관(S2)을 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)의 사이 공간으로부터 일정한 이격 간격을 유지시키며 일정한 속도로 직선 이동시킬 수 있도록 구성되는 것이 바람직하며, 이를 통해 증착 대상 기관(S2)에 균일한 분포의 투명 전극층이 형성될 수 있다. 기관 이송 수단(600)은 LM 가이드 또는 이송 벨트 시스템 등 각종 기계 요소를 통해 다양한 방식으로 구성될 수 있으며, 도 7 및 도 9에 도시된 바와 같이 독립적으로 구성될 수도 있으나, 전술한 바와 같이 브러쉬 코팅 장치(30)의 공급 유닛(710)이 연장된 형태로 구성될 수도 있으며, 이와 연계된 형태로 구성될 수도 있다.

[0058] 또한, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)은 도 7 및 도 9에 도시된 바와 같이 별도의 이동 수단(500)을 통해 서로 근접하거나 멀어지는 방향으로 직선 이동하도록 구성되고, 아울러, 각 스퍼터링 건(200a,200b)은 수평 회동축(210)을 중심으로 각각 회동 가능하게 결합되는데, 이에 대한 구성은 도 10 및 도 11을 중심으로 상세하게 살펴본다.

[0059] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 대한 직선 이동 상태를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 대향 타겟 스퍼터링 장치의 제 1 및 제 2 스퍼터링 건에 대한 회전 이동 상태를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0060] 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)은 도 10에 도시된 바와 같이 서로 근접하거나 멀어지는 방향으로 직선 이동 가능하도록 스퍼터링 챔버(100) 내부에 장착될 수 있으며, 스퍼터링 챔버(100)에는 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)을 이와 같이 직선 이동시키는 이동 수단(500)이 장착될 수 있다.

[0061] 이동 수단(500)은 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)을 각각 지지하도록 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)에 각각 결합되는 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)와, 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)에 동시에 수평 방향으로 관통 결합되는 스크류 로드(520)와, 스크류 로드(520)를 회전 구동하는 구동 모터(540)를 포함하여 구성된다.

[0062] 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)는 도 7, 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)의 하부에 각각 결합되어 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)을 지지하는 지지 브래킷(511)과, 지지 브래킷(511)의 하부에 결합되어 스크류 로드(520)에 관통 결합되는 이동 블록(512)을 포함하여 구성된다. 스크류 로드(520)의 외주면에는 도 10에 도시된 바와 같이 중심부로부터 양측단 방향으로 서로 다른 방향의 나사산(R1,R2)이 각각 형성되고, 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)는 서로 다른 방향의 나사산(R1,R2)에 각각 나사 결합되도록 스크류 로드(520)에 관통 결합된다. 또한, 스크류 로드(520)는 별도의 지지 블록(530)에 의해 양단이 회전 가능하게 결합된다.

[0063] 이러한 구조에 따라, 스크류 로드(520)가 구동 모터(540)에 의해 일 방향으로 회전하게 되면, 서로 다른 방향의 나사산(R1,R2)에 각각 나사 결합된 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)는 도 10의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이 나사산을 따라 서로 다른 방향으로 직선 이동하며 서로 근접하거나 멀어지는 방향으로 직선 이동하게 된다.

[0064] 예를 들면, 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이 구동 모터(540)에 의해 스크류 로드(520)가 시계 방향으로 회전하면, 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)가 서로 근접하는 방향으로 이동하고, 이에 따라 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)의 이격 간격이 좁아지게 된다. 반대로 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이 구동 모터(540)에 의해 스크류 로드(520)가 반시계 방향으로 회전하면, 제 1 및 제 2 지지체(510a,510b)가 서로 멀어지는 방향으로 이동하고, 이에 따라 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a,200b)의 이격 간격이 넓어지게 된다.

- [0065] 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)의 이격 간격이 좁아지면, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간이 작아질 뿐만 아니라 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)의 이격 거리가 좁아져 자기장의 세기가 더욱 강해지게 되므로, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간에서 형성되는 플라즈마(P)의 생성 효율이 향상되고, 이에 따라 스퍼터링 타겟 물질(T)의 방출 정도가 증가하여 증착 대상 기판(S2)에 대한 증착 속도 및 밀도가 증가한다. 반대로, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)의 이격 간격이 넓어지면, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간이 증가할 뿐만 아니라 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)의 이격 거리가 넓어져 자기장의 세기가 더욱 약해지게 되므로, 플라즈마(P)의 생성 효율이 감소되고, 이에 따라 증착 대상 기판(S2)에 대한 증착 속도 및 밀도가 감소한다.
- [0066] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 스퍼터링 장치(40)는 이와 같이 이동 수단(500)의 작동을 통해 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)을 서로 근접하거나 멀어지는 방향으로 이동시킴으로써, 증착 대상 기판(S2)에 대한 증착 속도 및 밀도를 조절할 수 있다.
- [0067] 또한, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)은 도 11에 도시된 바와 같이 서로 대향하는 방향에 대한 직각 방향의 수평 회동축(210)을 중심으로 회동 가능하게 결합될 수 있다. 예를 들면, 전술한 제 1 및 제 2 지지체(510a, 510b)에 수평 방향의 회동축(210)이 형성되고, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)은 이러한 회동축(210)을 중심으로 회전 가능하도록 제 1 및 제 2 지지체(510a, 510b)에 결합될 수 있다. 이때, 도시되지는 않았으나 별도의 회전 구동 모터(미도시)가 구비되어 회동축(210)을 회전시킴으로써, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)이 회동축(210)을 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 이와 같이 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)이 서로 대향하는 방향에 대한 직각 방향의 수평 회동축(210)을 중심으로 회전하게 되면, 도 11의 (a), (b) 및 (c)에 도시된 바와 같이 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b) 사이 공간의 형태가 변화하게 되므로, 이에 따라 제 1 및 제 2 마그네트(300a, 300b)에 의한 자기장 형태가 변화하게 된다. 이와 같이 자기장의 형태가 변화하게 되면, 플라즈마(P)에 대한 구속력 또한 변화하게 되므로, 제 1 및 제 2 스퍼터링 건(200a, 200b)의 회전 상태에 따라 플라즈마(P)의 형태가 변화하게 된다. 이와 같이 플라즈마(P)의 형태가 변화함에 따라 스퍼터링 타겟 물질(T)의 방출량 등이 변화하게 되므로, 이를 통해 증착 대상 기판(S2)에 대한 증착 속도 및 밀도를 조절할 수 있다.
- [0069] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0070]
- | | |
|------------------|------------------|
| 10: 반도체 발광 소자 | 11: 기판 |
| 13: n-GaN층 | 15: 활성층 |
| 17: p-GaN층 | 18: 투명 전도층 |
| 18a: 금속 나노와이어층 | 18b: 투명 전극층 |
| 30: 브러쉬 코팅 장치 | 40: 스퍼터링 장치 |
| 100: 스퍼터링 챔버 | 200a: 제 1 스퍼터링 건 |
| 200b: 제 2 스퍼터링 건 | 210: 회동축 |
| 300a: 제 1 마그네트 | 300b: 제 2 마그네트 |
| 400: 가스 공급관 | 500: 이동 수단 |
| 510a: 제 1 지지체 | 510b: 제 2 지지체 |

520: 스크류 로드

540: 구동 모터

600: 기관 이송 수단

710: 공급 유닛

720: 전처리 유닛

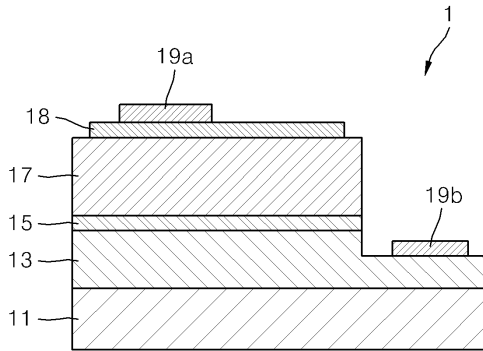
730: 브러쉬 모듈

740: 건조 유닛

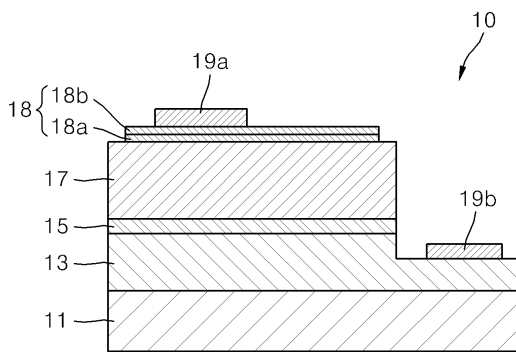
750: 압력 차단 밸브

도면

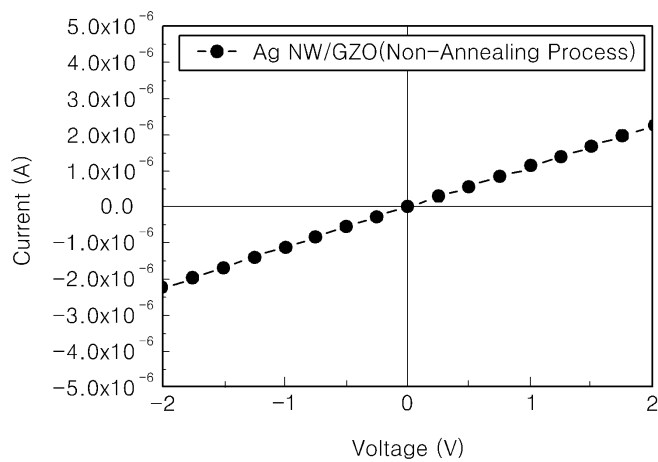
도면1



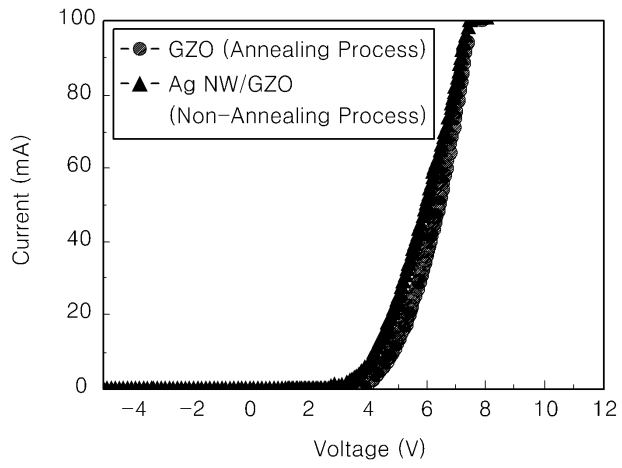
도면2



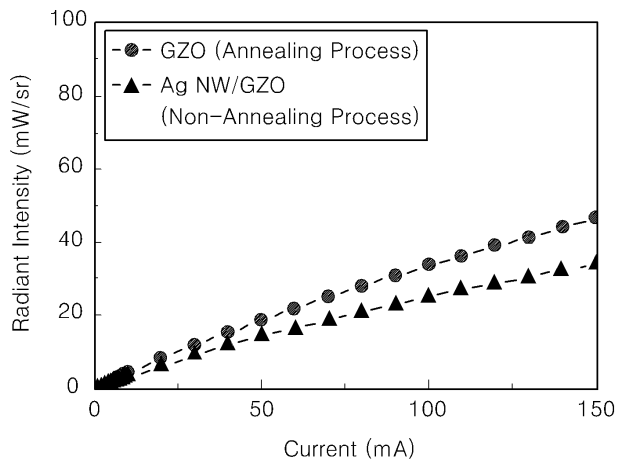
도면3



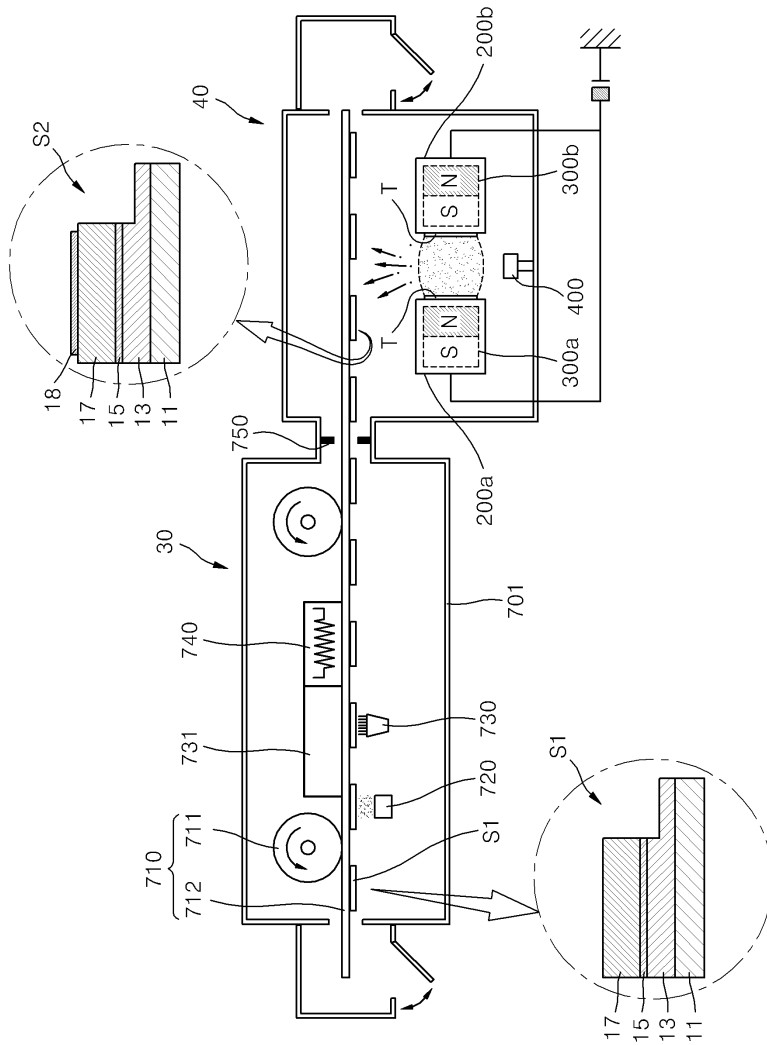
도면4



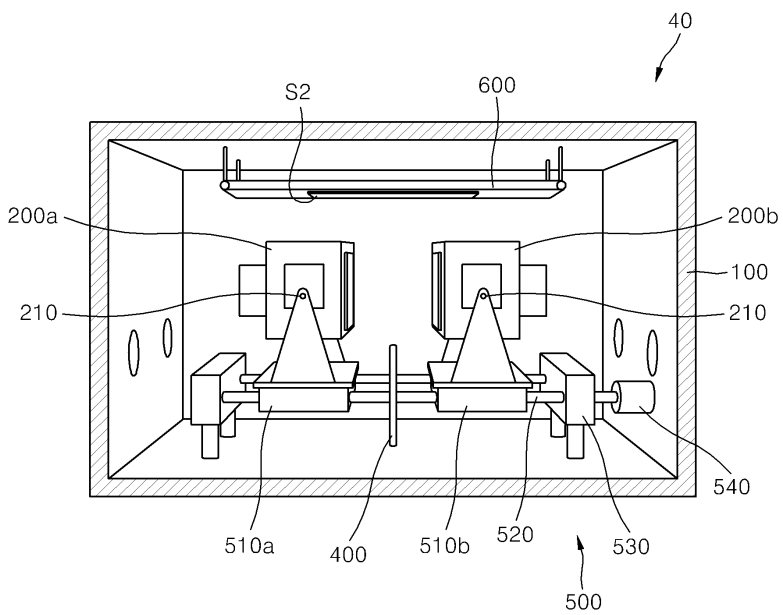
도면5



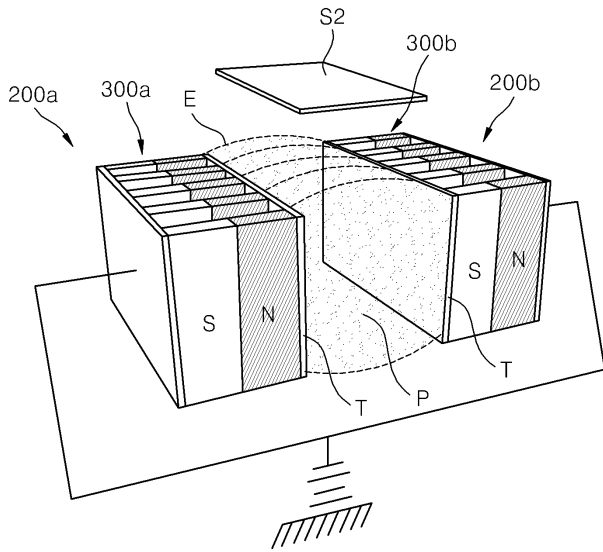
도면6



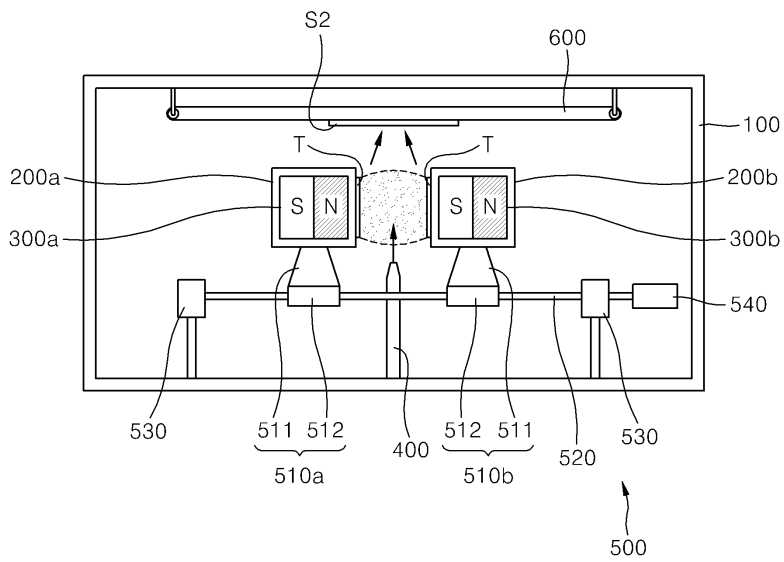
도면7



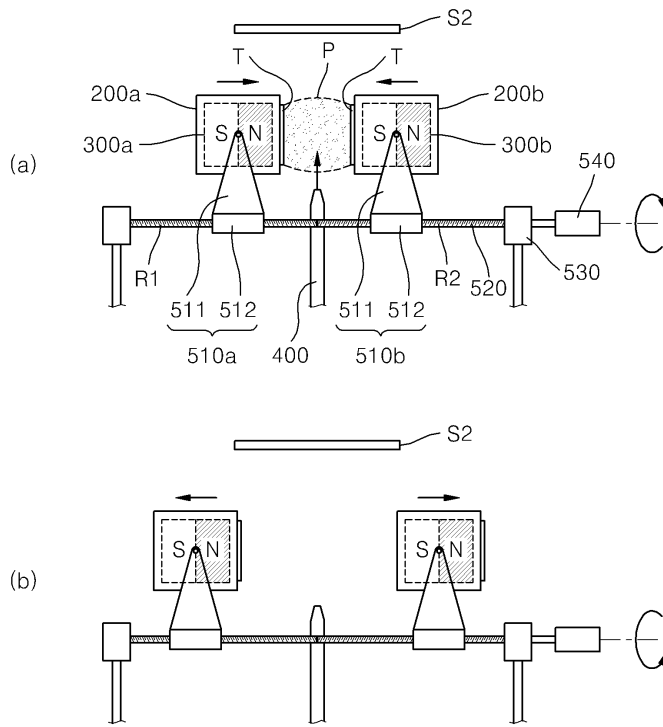
도면8



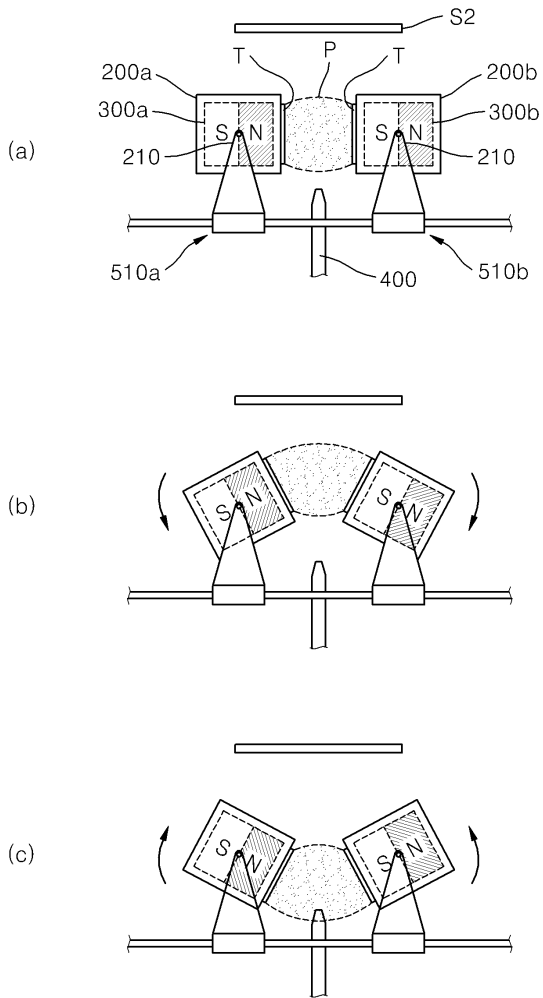
도면9



도면10



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

~ 상기 금속 나노와이어층의 상면에 상기 투명 전극층을 ~

【변경후】

~상기 금속 나노와이어층의 상면에 투명 전극층을~