



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0111100
(43) 공개일자 2009년10월26일

(51) Int. Cl.

H01J 1/30 (2006.01) H01J 31/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0036687

(22) 출원일자 2008년04월21일

심사청구일자 2008년04월21일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

최재우

서울 송파구 잠실5동 주공아파트 504-1502

(74) 대리인

오세중

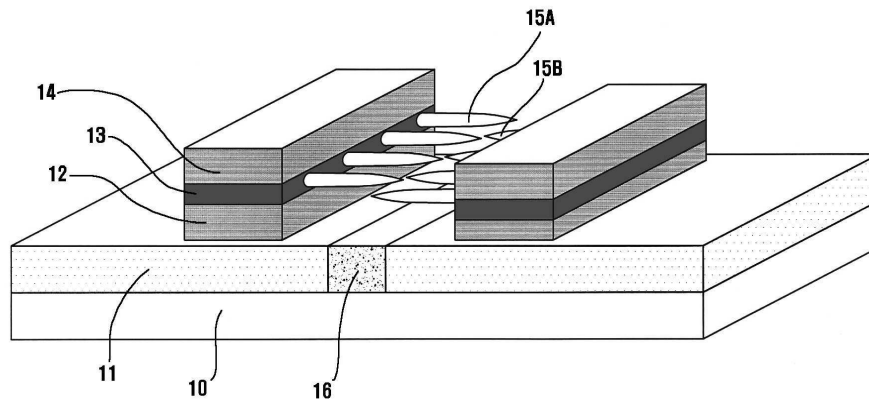
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자 및 그 광소자의제조방법

(57) 요약

본 발명은 차세대 디스플레이에 적용하기 위하여 탄소나노튜브와 전자투과 현상을 이용한 가변 에너지 가시광 광 소자 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 바늘형태의 탄소나노튜브를 일정한 간격으로 서로 마주보도록 형성하고, 한 쪽 전극에 붙어 있는 탄소나노튜브에는 양극을 다른 쪽 전극에 붙어있는 탄소 나노튜브에는 음극의 전원을 인가함으로써 두 전극간의 전류는 양자 투과 현상에 의해 흐르며, 인가전위의 가변에 따라 원하는 가시광을 방출할 수 있는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자 및 그 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관 상부에 형성된 절연층과;

상기 절연층 상부에 형성된 제1금속층, 촉매층, 그리고 제2금속층을 구비한 두개의 금속기둥과;

상기 금속기둥의 마주보는 면의 촉매층에 각각 접촉되지 않도록 형성된 다수개의 탄소나노튜브를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 절연층은 실리콘산화물(SiO_2)인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1금속층과 제2금속층은 몰리브덴 또는 티타늄인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 촉매층은 철, 코발트, 니켈 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 두 금속 기둥 사이의 절연층에는 게이트 전극이 더 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자.

청구항 6

기관 상부에 절연층을 형성하는 단계와;

상기 절연층 상부에 제1금속층, 촉매층, 그리고 제2금속층을 순차적으로 형성하는 단계와;

상기 제2금속층 상부에 포토레지스트를 도포하고 리소그래피 방법으로 두개의 금속기둥을 형성하기 위한 패턴을 형성하고, 상기 절연층이 노출되도록 식각하는 단계와;

상기 식각에 의해 형성된 금속기둥 중 촉매층의 마주보는 면에 다수개의 탄소나노튜브를 바늘형태로 성장시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 절연층은 실리콘산화물(SiO_2)인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 제조방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 절연층을 형성한 후, 상기 절연층에 형성된 두개의 금속 기둥 사이에 포토리소그래피 방법으로 게이트 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자 제조방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 탄소나노튜브를 형성한 다음, 절연층을 건조이온식각장치를 이용하여 일정 높이로 식각하는 단계를 더 포함하여서 절연층으로부터 탄소나노튜브의 간격을 크게 하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자 제조방법.

청구항 10

기관 상부에 절연층을 형성하는 단계와;

상기 절연층 상부에 포토레지스트를 도포하고 두개의 금속기둥이 형성될 위치에 패턴을 형성하는 단계와;

상기 형성된 패턴에 의해 노출된 절연층 상부에 제1금속층, 촉매층, 그리고 제2금속층을 순차적으로 형성하여 두개의 금속기둥을 제조하는 단계와;

상기 도포된 포토레지스트를 제거하는 단계와;

상기 식각에 의해 형성된 금속기둥 중 촉매층의 마주보는 면에 다수개의 탄소나노튜브를 바늘형태로 성장시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1금속층, 촉매층, 제2금속층은 전자빔 증착장치를 이용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 제조방법.

청구항 12

기관 상부에 절연층을 형성하는 단계와;

상기 절연층 상부에 포토레지스트를 도포하고 두개의 금속기둥이 형성될 위치에 패턴을 형성하는 단계와;

상기 형성된 패턴에 의해 노출된 절연층 상부에 제1금속층을 형성하는 단계와;

상기 제1금속층에 탄소나노튜브를 용액에 분산시켜 형성한 바늘형태의 탄소나노튜브를 위치시키는 단계와;

상기 탄소나노튜브가 위치한 제1금속층 상부에 제2금속층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 차세대 디스플레이에 적용하기 위하여 탄소나노튜브와 전자투과 현상을 이용한 가변 에너지 가시광 광소자 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 바늘형태의 탄소나노튜브를 일정한 간격으로 서로 마주보도록 형성하고, 한 쪽 전극에 붙어 있는 탄소나노튜브에는 양극을 다른 쪽 전극에 붙어있는 탄소 나노튜브에는 음극의 전원을 인가함으로써 두 전극간의 전류는 양자 투과 현상에 의해 흐르며, 인가전위의 가변에 따라 원하는 가시광을 방출할 수 있는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자 및 그 제조방법을 제공한다.

배 경 기 술

- <2> 최근 들어 발광소자는 대형 디스플레이 개발에 적용되고 있으며, 종래의 음극선관을 이용한 디스플레이는 부피가 크고 무거우며 전력소모가 크다는 문제점이 있었다.
- <3> 이를 해결하기 위하여 액정, 플라즈마, 유기발광, 전자방출 등을 이용한 평판 디스플레이 기술이 개발되어 실시되고 있다. 특히 유기발광 디스플레이와 전자방출 디스플레이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 상기 전자방출 디스플레이는 탄소나노튜브의 출현과 그 우수성 때문에 많은 연구가 진행되고 있으나 전자방출의 균일성, 시간에 따라 급격하게 변하는 전자방출, 주변기체와의 반응에 의한 성능 저하 등이 문제점으로 남아 있다.

- <4> 또한, 현재 칼라 디스플레이는 다양한 색을 표현하기 위해 각각의 삼원색을 방출하는 3개의 형광물질을 사용하거나 또는 3개의 발광장치로 구성하고, 각각의 삼원색의 빛의 강도를 조절하고 합성하여 원하는 색상을 표시되도록 하였다.
- <5> 일반적인 가시광 발광소자는 무기물 발광소자와 유기물 발광소자로 구분할 수 있으며, 상기 무기물 발광소자의 주재료는 주기율표상의 III-V족 화합물로 구성된 화합물 반도체이다, 특히 삼원색을 방출하는데 반드시 필요한 청색 빛의 발광소자는 최근에서야 개발이 이루어졌으나 큰 크기의 반도체 결정성장이 아직도 어렵기 때문에 무기물로 대형 발광장치를 제조하기에는 비용이 많이 소요된다는 문제점이 있었다.
- <6> 또한, 유기물을 이용하여 유기발광 소자가 개발되어 대형장치에도 사용되고 있으나 여전히 발광효율, 수명, 기판관련 기술 등이 부족한 상태이며 대형 디스플레이와 같은 초대형 장치에는 적용하기 적합하지 않다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <7> 따라서 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위하여, 탄소나노튜브의 구조적 전기 전자적 특성과 전자투과 현상을 이용하여 가변 에너지 가시광 광소자를 제공함으로써 형광물질 등이 필요없는 칼라 디스플레이를 제조할 수 있는 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <8> 또한, 기판 상부에 절연층과 금속층으로 이루어진 두개의 금속기둥 형태의 구조물의 마주보는 면에 다수개의 누운 바늘 형태의 탄소나노튜브를 일정 거리로 이격시켜 형성함으로써 탄소나노튜브의 구조적 전기적 특성에 따라 인가되는 전원에 의해 원하는 색상의 가시광을 방출할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <9> 또한, 구조적으로 견고한 탄소나노튜브를 이용함으로써 발광 효율이 크고, 내구성이 있어 장시간 사용할 수 있으며 비교적 저렴한 자연광 광소자를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <10> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 기판 상부에 형성된 절연층과; 상기 절연층 상부에 형성된 제1금속층, 촉매층, 그리고 제2금속층으로 구성된 두개의 금속기둥과; 상기 금속기둥의 마주보는 면의 촉매층으로부터 각각 접촉되지 않도록 형성된 다수개의 탄소나노튜브를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자를 제공한다.
- <11> 또한, 기판 상부에 절연층을 형성하는 단계와; 상기 절연층 상부에 포토레지스트를 도포하고 리소그래피 방법으로 두개의 금속기둥을 형성하기 위한 패턴을 형성하고, 상기 패턴에 의해 노출된 절연층 상부에 제1금속층, 촉매층, 그리고 제2금속층을 순차적으로 형성하는 단계와; 상기 절연층이 노출되도록 식각하는 단계와; 상기 식각에 의해 형성된 금속기둥 중 촉매층의 마주보는 면에 다수개의 탄소나노튜브를 바늘형태로 성장시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 제조방법을 제공한다.

효 과

- <12> 본 발명은 탄소나노튜브의 구조적 전기적 특성을 이용하여 가변 에너지 가시광 광소자를 제공함으로써 형광물질 등이 필요 없는 칼라 디스플레이를 제조할 수 있다.
- <13> 또한, 기판 상부에 절연층과 금속층들로 이루어진 두개의 기둥형태의 구조물의 마주보는 면에 다수개의 나란히 누운 바늘 형태의 탄소나노튜브를 일정 거리로 이격시켜 형성함으로써 탄소나노튜브의 구조적 전기적 특성에 따라 인가되는 전원에 의해 원하는 색상의 가시광을 방출할 수 있도록 한다.
- <14> 또한, 구조적으로 견고한 탄소나노튜브를 이용함으로써 발광 효율이 크고, 내구성이 있어 장시간 사용할 수 있으며 비교적 저렴한 자연광 광소자를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <15> 전자기학적으로 충분한 운동에너지를 가진 전자가 물질에 입사할 때, 일부는 반사되고 일부는 투과하거나 물질에 흡수되는 데, 상기 물질에 흡수된 전자의 에너지는 여러 경로를 통해 손실되고, 손실되는 과정에서 열이 방출되거나 또 다른 전자들을 여기 시키거나 또는 빛을 방출한다. 본 발명에서는 상기 에너지 손실 경로를 조절하

여 빛의 방출효율을 최대화시킬 수 있는 가시광 소자를 구현하기 위한 것이다.

- <16> 전자가 운동 에너지를 가질 경우 광자와 달리 큰 운동량을 가지므로, 전자가 포획되고 재여기에 의해 빛이 방출되기 위해서는 총 에너지와 운동량이 보존되어야 한다. 결국 일정 에너지를 가진 전자가 물질에 흡수되면서 에너지 손실과 운동량 손실과정이 고려되어야 하며, 전자의 운동에너지가 빛의 에너지로 전환되는 것은 잘 알려진 메커니즘이다. 상기 방출되는 빛의 에너지는 전자의 운동 에너지와 진공 에너지로부터 비어있는 상태의 에너지 준위의 차이이다. 따라서 방출되는 광자의 에너지를 조절할 수 있다.
- <17> 본 발명에서는 상기 광자 방출을 극대화하기 위하여 특정 물질이나 구조의 기본 특성을 이용하여 전자 포획 확률을 높인 소자를 구현하고자 하는 것이다.
- <18> 그 한 물질인 탄소나노튜브는 일차원 전자구조를 가지고 있고 여러 가지 유일한 특성을 보이고 있으며, 매우 많은 전자가 들어갈 수 있는 큰 비어있는 상태와 매우 많은 전자를 보유하고 있는 상태, 즉 반호프 특이점이라는 큰 빈방과 전자로 가득한 큰방을 가지고 있다. 따라서 전자가 탄소나노튜브에 입사할 때 이 큰 방에 전자는 쉽게 포획되고, 이에 따라서 빛이 방출되게 된다.
- <19> 또 다른 전자 포획을 높이기 위한 방법으로 탄소나노튜브 투과발광 장치를 효과적으로 배열하고 구성하여 전자의 포획율을 높이고, 전자의 방출율을 높일 수 있다.
- <20> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.
- <21> 도1은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자의 한 실시 예를 나타낸 것으로, 석영이나 유리 등의 기판(10) 상부에 실리콘 산화물(SiO_2)를 이용하여 절연층(11)을 형성하고, 상기 절연층(11) 상부에 포토레지스트를 도포하고 리소그래피 방법으로 패턴을 형성한 후 노출된 실리콘 산화물 절연층에 제1금속층(12)과 그 제1금속층(12) 상부의 촉매층(Catalyst Layer, 13)과 제2금속층(14)을 순차적으로 물리적 증착 방법에 의해 증착한 후 솔벤트를 이용하여 포토레지스트를 제거한다. 그 결과로 절연층(11) 상부에 제1금속층(12), 촉매층(13), 그리고 제2금속층(14)으로 이루어진 두개의 금속 기둥들을 형성한다.
- <22> 이때, 상기 제1금속층 및 제2금속층은 몰리브덴 또는 티타늄을 물리적 증착 방법 등을 이용하여 형성하고, 상기 촉매층은 철, 코발트, 또는 니켈 등을 물리적인 증착방법을 이용하여 형성한다.
- <23> 상기와 같이 형성된 촉매층은 탄소나노튜브를 형성하기 위한 촉매 금속인 철, 코발트, 니켈 등을 사용함으로써 탄소나노튜브를 성장시키기 용이하고, 상기 제1 및 제2 금속층은 몰리브덴이나 티타늄으로 형성하여 탄소나노튜브 성장공정에서 탄소나노튜브가 부착되지 못하도록 하고 절연층으로부터 일정 거리 이격되어 형성될 수 있도록 한다.
- <24> 또한, 상기 절연층(11) 상부에 제1금속층(12), 촉매층(13), 그리고 제2금속층(14)을 순차적으로 형성하고, 상기 제2금속층(13) 상부에 레지스트를 도포한 후, 두개의 금속 기둥을 형성될 위치에 리소그래피 방법에 의해 패턴을 형성한 다음, 노출된 부분의 제1금속층(12), 촉매층(13), 그리고 제2금속층(14)을 식각하여 두개의 금속기둥을 형성할 수도 있다.
- <25> 또한, 상기 절연층(11) 상부에 제1금속층, 촉매층, 제2금속층으로 구성된 두개의 금속기둥을 형성하기 전에 절연층(11)의 두 금속기둥이 형성될 중간위치에 패턴을 형성하고 기판이 노출되도록 식각 한 후, 그 식각된 부분에 금속을 충전하여 게이트 전극(16)을 형성할 수도 있다. 상기 게이트 전극(16)은 전원이 인가되어 상기 형성된 탄소나노튜브(15A, 15B)의 휨 정도를 조정함으로써 전자의 포획율을 높일 수 있다.
- <26> 다음에, 상기와 같이 형성된 금속기둥을 구성하는 상기 촉매층(13)의 안쪽 면, 즉 마주보는 내면에 각각 상호 겹쳐지거나 접촉되지 않고 서로 어긋나게 바늘형태를 갖는 탄소나노튜브(15A, 15B)를 형성한다.
- <27> 이때, 상기 탄소나노튜브를 제1금속층(12)에 형성하는 다른 방법으로, 이미 만들어진 탄소나노튜브를 용액에 분산시킨 후, 제1금속층(12) 상부에 그 용액으로 바늘형태의 탄소나노튜브를 형성한 후, 제2금속층(14)을 증착시켜, 상기 바늘형태의 탄소나노튜브(15A, 15B)가 두 금속층에 끼게 되는 형태로 형성할 수도 있다.
- <28> 또한, 상기 공정이 완료된 후 금속층을 마스크로 활용하여 절연층(11)을 이루는 실리콘 산화물을 건조이온식각 방법에 의해 일정 깊이를 식각함으로써 탄소나노튜브와 절연층의 간격을 크게 할 수도 있다.
- <29> 상술한 바와 같이 구성된 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자는 서로 마주보고 있는 두 탄소나노튜브에 전압이 가해질 경우 하나는 음극에 연결되고 하나는 양극에 연결하며, 음극에 연결된 탄소나노튜브의 끝은 많은 전자로 가득하고 양극에 연결된 탄소나노튜브는 전자가 많이 빈 상태로 남아있게 된다. 이는 탄소나노튜브의 형상

이 끝이 뾰족한 바늘과 같은 구조로 되어 그 끝단에 큰 전장향상 효과가 있기 때문이다. 따라서 상술한 바와 같이 일차원 전자 구조에 의해 반호프의 특이점과 아울러 전자 포획율이 향상된다.

<30> 또한, 상기 음극이 인가된 탄소나노튜브로부터 방출된 전자가 다른 탄소나노튜브로 바로 포획될 수 있도록 탄소나노튜브의 캐소드와 전자를 받는 애노드가 근접하게 제조함으로써 전자의 유실을 최소화하고 전자의 포획율을 높일 수 있다.

<31> 또한, 상기 도1과 같이 촉매층에 장방향으로 탄소나노튜브가 매달려 있으므로 전자의 포획을 증가시킬 수 있다. 즉 매달려 있는 탄소나노튜브는 휘기 쉽기 때문에 운동에너지를 가지고 있는 전자가 탄소나노튜브에 접근할 때 그 전자를 되튀기지 아니하고 탄소나노튜브가 약간 휘면서 그 입사하는 전자를 포획하게 된다. 따라서 매달려 있는 탄소나노튜브를 이용하여 전자 포획율을 높이고 이에 따라 광방출량을 증가시킬 수 있다.

<32> 또한, 도1에 도시된 바와 같이 촉매층에 매달려 있는 탄소나노튜브 밑에 게이트 전극을 형성하여 전원을 인가함으로써 양측의 탄소나노튜브간의 거리를 게이트 전극에 인가되는 전압 크기로 조절함으로써 투과확률을 높이고 최적화할 수 있다.

<33> 이상과 같이 본 발명은 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 발명의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리 범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

산업이용 가능성

<34> 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 가시광 광소자는 종래의 유기 발광소자나 무기 발광소자와 확연히 구분되고, 형광물질 없이도 원하는 종류의 색상의 빛을 표시할 수 있는 가시광 광소자로서 조명, 디스플레이, 광통신 광소자 등에 직접 활용할 수 있으며, 초소형으로 제조할 경우에는 분광기, 초고정밀 제어장치 등에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<35> 도1은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 자연광 광소자의 구성을 나타낸 사시도.

<36> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<37>	10 : 기판	11 : 절연층
<38>	12 : 제1금속층	13 : 촉매층
<39>	14 : 제2금속층	15A, 15B : 탄소나노튜브
<40>	16 : 게이트 전극	

도면

도면1

