



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0057503
(43) 공개일자 2013년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/42 (2006.01) H01L 51/48 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0118231
(22) 출원일자 2011년11월14일
심사청구일자 2011년11월14일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
노임준
인천광역시 남구 인하로134번길 25-2, 208호 (용현동, 리치타운)
신백균
인천광역시 연수구 신송로118번길 6, 풍림아이원ATP 114동 1403호 (송도동)
(74) 대리인
이원희

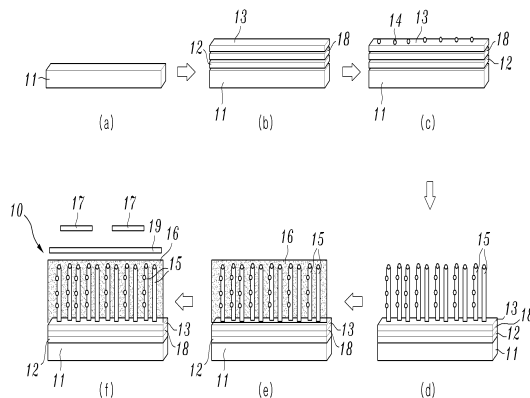
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 태양전지에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 기관상에 형성된 투명전극 위에 전자수송층 및 CNT 촉매로서 금속층을 형성하고, 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된 폴리머를 도포하여 활성층을 형성함으로써, 활성층에서 생성된 전자 또는 정공을 보다 빠르게 수집하고 수집된 전자의 손실을 억제하여 효율을 증대시킬 수 있고, 접합 계면을 증대하여 효율을 증대시킬 수 있으며, CNT를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, CNT의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, CNT 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있는 동시에, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법이 제공된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	43454-1
부처명	교육과학기술부
연구사업명	기본연구지원사업
연구과제명	래터럴 구조의 고효율 자가발전 나노소자
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2011.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지에 있어서,
 기판(substrate);
 상기 기판 위에 형성되는 투명전극(transparent electrode);
 상기 투명전극 위에 형성되는 전자전달층(electron transfer layer);
 상기 전자전달층 위에 탄소 나노튜브를 합성하기 위한 촉매로서 형성되는 금속층(metal layer);
 상기 금속층 내의 복수의 금속 입자(metal particles)를 포함하여 상기 금속층 상에 성장되는 복수의 탄소 나노튜브(carbon nanotubes);
 상기 탄소 나노튜브 위에 형성되는 활성층(active layer);
 상기 활성층 위에 형성되는 정공전달층(hole transfer layer); 및
 상기 정공전달층 위에 형성되는 금속전극(metal electrode);
 을 포함하는 태양전지.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 투명전극은 ITO(Indium Thin Oxide)를 이용하여 형성되는 태양전지.

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 전자전달층은 LiF(thin Lithium Flouride)를 도포하여 형성되는 태양전지.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 금속층은, 금(Au)이나 니켈(Ni)을 도포하여 형성되는 태양전지.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 탄소 나노튜브는, 열화학 기상 합성법(Thermal Chemical Vapor Phase Growth)을 통해 성장되는 태양전지.

청구항 6

제 1항에 있어서,
 상기 활성층은, 상기 금속 입자를 포함하는 상기 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된(blended) 폴리머 용액을 도포하여 형성되는 태양전지.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 활성층은, 스핀 코팅(spin coating)이나 에어 스프레이(air spray) 방법을 이용하여 상기 폴리머 용액을 도포함으로써 형성되는 태양전지.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 정공전달층은, PDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate))를 증착하여 형성되는 태양전지.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 금속전극은 금(Au) 또는 일함수(work function)가 5.2 eV인 재료를 이용하여 형성되는 태양전지.

청구항 10

탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지의 제조방법에 있어서,

기판 위에 투명전극을 형성하는 단계;

상기 투명전극 위에 전자전달층을 형성하는 단계;

상기 전자전달층 위에 탄소 나노튜브를 합성하기 위한 촉매로서 금속층을 형성하는 단계;

상기 금속층 상에, 상기 금속층 내부의 복수의 금속 입자를 포함하는 복수의 탄소 나노튜브를 성장시키는 단계;

성장된 상기 탄소 나노튜브 위에 활성층을 형성하는 단계;

상기 활성층 위에 정공전달층을 형성하는 단계; 및

상기 정공전달층 위에 금속전극을 형성하는 단계;

를 포함하는 태양전지의 제조방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 투명전극을 형성하는 단계는, ITO를 이용하여 상기 투명전극을 형성하는 태양전지의 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 전자전달층을 형성하는 단계는, LiF를 도포하여 상기 전자전달층을 형성하는 태양전지의 제조방법.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 금속층을 형성하는 단계는, 금(Au) 또는 니켈(Ni)을 도포하여 상기 금속층을 형성하는 태양전지의 제조방법.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 탄소 나노튜브를 성장시키는 단계는, 열화학 기상 합성법을 이용하여 상기 탄소 나노튜브를 성장시키는 태양전지의 제조방법.

청구항 15

제 11항에 있어서,

상기 활성층을 형성하는 단계는, 상기 탄소 나노튜브를 성장시킨 후 블렌드된 폴리머 용액을 도포하여 상기 활성층을 형성하는 태양전지의 제조방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 활성층을 형성하는 단계는, 스핀 코팅이나 에어 스프레이 방법을 이용하여 상기 폴리머 용액을 도포하는 태양전지의 제조방법.

청구항 17

제 11항에 있어서,

상기 정공전달층을 형성하는 단계는, PDOT:PSS를 증착하여 상기 정공전달층을 형성하는 태양전지의 제조방법.

청구항 18

제 11항에 있어서,

상기 금속전극을 형성하는 단계는, 금(Au) 또는 일함수(work function)가 5.2 eV인 재료를 이용하여 상기 금속전극을 형성하는 태양전지의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 태양전지에 관한 것으로, 더 상세하게는, 기관상에 형성된 투명전극 위에 전자전달층을 증착한 후, 그 위에 탄소 나노튜브(carbon nanotubes, 이하, 'CNT'라고도 함) 합성을 위한 촉매로서 금속층을 형성하고, 그 위에 금속 입자를 도포하여 열화학 기상 합성법(Thermal Chemical Vapor Phase Growth)을 통해 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된 폴리머를 도포하여 활성층을 형성함으로써, 활성층에서 생성된 전자 또는 정공을 보다 빠르게 수집하고 수집된 전자의 재결합(Recombination) 손실을 억제하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

- [0002] 또한, 본 발명은, 상기한 바와 같이 하여 탄소 나노튜브를 통해 표면적을 극대화함으로써, 집합 계면을 증대하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- [0003] 아울러, 본 발명은, CNT를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, CNT의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, CNT 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- [0004] 더욱이, 본 발명은, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 최근, 각종 휴대용 기기의 사용이 증가함에 따라, 이러한 휴대용 기기에 전원을 공급하는 배터리에 대한 수요가 증가하고 있다.
- [0006] 그러한 배터리로서, 예를 들면, 리튬 이온 전지와 같은 2차 전지가 널리 사용되고 있으나, 이러한 2차 전지들은 사용할 때마다 별도의 전용 충전기를 이용하여 충전을 해야만 한다는 불편함이 있었다.
- [0007] 따라서 이러한 종래의 2차 전지의 단점을 해결하기 위해, 태양광을 이용하여 충전이 가능하도록 함으로써 종래와 같이 별도의 충전기를 이용하여 충전할 필요가 없는 태양전지가 개발되어 다양한 분야에 걸쳐 사용되고 있다.
- [0008] 즉, 이러한 종래의 태양전지의 예로는, 예를 들면, 국제 공개특허 WO 2007/108385호(2007.09.27. 공개)에 개시된 바와 같은 "유기 박막 태양 전지"가 있다.
- [0009] 더 상세하게는, 상기한 국제특허 WO 2007/108385호의 유기 박막 태양 전지는, 벌크 헤테로 교차점 구조의 광전 변환 층과 마찬가지로 광으로부터 전기로의 높은 변환 효율을 가지는 동시에, 전극으로의 캐리어 수송성에도 우수한 신규한 구조의 광전 변환 층을 가지는 유기 박막 태양 전지를 제공하고자 하는 것이다.
- [0010] 이를 위해, 상기한 국제특허 WO 2007/108385호는, 유기 박막 태양 전지에 있어서, 적어도 한쪽이 광투과성을 가지는 한 쌍의 전극 및 상기 전극 간에 배치되는 광전 변환 층을 포함하며, 상기 광전 변환 층은, 전자 공여성의 유기 반도체 박막과 전자 수용성의 박막을 각각 2층 이상으로 교대로 적층하여 형성되는 다층막을 포함하고, 상기 전자 공여성의 유기 반도체 박막은, 환형 화합물(cyclic compounds)을 직선형으로 결합된 유기 반도체 분자로 이루어지며, 상기 다층막은, 상기 전자 공여성의 유기 반도체 박막과 상기 전자 수용성의 박막 사이에 설치되는 중간층을 더 포함하고, 상기 중간층은, 이웃하는 상기 전자 공여성의 유기 반도체 박막보다 밴드 갭이 작은 전자 공여성의 유기 반도체 박막인, 유기 박막 태양 전지를 개시하고 있다.
- [0011] 또한, 상기한 바와 같은 종래의 태양전지의 다른 예로서, 예를 들면, 한국 등록특허 제10-1027714호(2011.03.31. 등록)에 개시된 바와 같은 "염료 및 리간드가 흡착된 나노 산화물층을 포함한 음극계 전극을 포함하는 염료감응/리간드금속 전하전이 하이브리드 태양전지 및 이의 제조방법"이 있다.

- [0012] 더 상세하게는, 상기한 등록특허 제10-1027714호의 염료 및 리간드가 흡착된 나노 산화물층을 포함한 음극계 전극을 포함하는 염료감응/리간드금속 전하전이 하이브리드 태양전지 및 이의 제조방법은, 종래의 염료감응 태양전지는 광전변환 효율이 낮아서 실제 적용에는 제한이 있고, 광전변환 효율을 증가시키기 위한 종래의 방법들은 태양 전지의 광전변환 효율 향상에 한계가 있었던 문제점들을 개선하기 위해, 광전변환 효율이 향상된 염료감응/리간드금속 전하전달 하이브리드 태양전지 및 이의 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0013] 이를 위해, 상기한 등록특허 제10-1027714호는, 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판상에 나노 산화물층을 형성하는 단계(단계 1); 염료; 살리실산, 살리실산 유도체, 카테콜, 살리실 알데히드, 사카린, 살리실 아마이드, 1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실산, 무수 1,4,5,8-나프탈렌테트라카르복실산, 무수 1,8-나프탈산, 1-나프토익산, 나프톨블루블랙 및 나프톨그린 B로 이루어진 군으로부터 선택된 화합물 및 유기용매를 혼합한 염료 용액에 상기 나노 산화물층이 형성된 투명기판을 담지하여 나노 산화물 입자 표면에 염료 및 리간드를 흡착시킴으로써 음극계 전극을 제조하는 단계(단계 2); 투명 전도성 산화물층이 형성된 투명 기판의 상부에 금속층을 형성하여 양극계 전극을 제조하는 단계(단계 3); 및 상기 단계 2에서 제조된 음극계 전극과 단계 3에서 제조된 양극계 전극을 대향시켜 접합시킨 후 전해액을 주입하는 단계(단계 4)를 포함하는 염료감응/리간드금속전하전달 하이브리드 태양전지의 제조방법을 개시하고 있다.
- [0014] 아울러, 상기한 바와 같은 종래의 태양전지의 또 다른 예로서, 예를 들면, 한국 공개특허 제10-2011-0039168호 (2011.04.15. 공개)에 개시된 바와 같은 "박막형 태양전지 및 그 제조방법"이 있다.
- [0015] 더 상세하게는, 상기한 공개특허 제10-2011-0039168호의 박막형 태양전지 및 그 제조방법은, 입사되는 광을 원활하게 투과시키기 위해서는 p형 실리콘층의 에너지 밴드 갭이 커야 하고, 이러한 p형 실리콘층의 에너지 밴드 갭을 크게 하기 위해서는 에너지 밴드 갭이 큰 재료를 사용해야 하나, 에너지 밴드 갭이 큰 재료 중에서 투명전극과 진성(intrinsic) 실리콘층 사이에서 구조적, 전기적으로 적합한 재료에 한계가 있었던 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 박막형 태양전지의 광 흡수층을 구성하는 p형 실리콘층을 다중 층으로 구성하여 박막형 태양전지의 광 효율을 향상시킬 수 있는 박막형 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- [0016] 이를 위해, 상기한 공개특허 제10-2011-0039168호는, 기판상에 형성된 투명 전극층; 상기 투명 전극층 상에 형성되고, p형 카본층(SiC:H), i형 제1 버퍼층 (SiC:H) 및, 카본이 점차적으로 감소되는 영역이 포함된 i형 제2 버퍼층(SiC:H)의 다중 층으로 구성된 p형 실리콘층과, 진성(i형) 실리콘층 및, n형 실리콘층으로 이루어진 광전변환층; 및 상기 n형 실리콘층 상에 형성된 금속전극층;을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지를 개시하고 있다.
- [0017] 더욱이, 상기한 바와 같은 종래의 태양전지의 또 다른 예로는, 예를 들면, 한국 등록특허 제10-1067295호 (2011.09.19. 등록)에 개시된 바와 같은 "박막 태양전지 및 그의 제조방법"이 있다.
- [0018] 더 상세하게는, 상기한 등록특허 제10-1067295호의 박막 태양전지 및 그의 제조방법은, 카드뮴과 같은 중금속이 함유되지 않은 환경친화적이면서 매장량이 풍부하고 박막형성이 용이한 저가의 재료를 사용한 새로운 태양전지를 제안하고, 박막 태양전지의 광전변환 효율을 향상시키기 위하여, 나트륨이 도핑된 텔루륨화아연층과 광흡수층, 윈도우층 및 투명전극층이 적층된 박막 태양전지의 구조와 이러한 태양전지를 제공하는 방법에 대한 것이다.
- [0019] 이를 위해, 상기한 등록특허 제10-1067295호는, 투명기판, 투명전극층, 윈도우층, 광흡수층, 배면전극을 포함하는 박막 태양전지에 있어서, 상기 광흡수층은 인화아연(Zn3P2)으로 이루어진 박막층이고, 상기 광흡수층과 배면

전극층 사이에 텔루륨화아연(ZnTe)층을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 태양전지를 개시하고 있다.

- [0020] 상기한 바와 같이, 종래, 태양전지의 분야에 있어서 다양한 연구가 이루어져 왔으며, 여기서, 종래의 일반적인 태양전지의 기본적인 구성 및 동작원리에 대하여 설명하면, 다음과 같다.
- [0021] 즉, 종래의 태양전지는, 일반적으로, 기판상에 투명전극, p형 폴리머, n형 폴리머가 차례로 적층된 형태로 구성되고, 이러한 태양전지가 빛을 받으면, p형 및 n형 폴리머층에서 전자전극쌍이 발생하여, p형 및 n형 폴리머층의 계면에서 전자전극쌍이 분리되고, 이때, 전자(-)는 n형 폴리머층, 정공(+)은 p형 폴리머층을 통과하여 이동하게 된다.
- [0022] 여기서, 실제로는, 전자 및 정공의 이동거리는 10nm 내외에 불과하며, 그로 인해, 전자 및 정공이 폴리머층을 통과하지 못하고 중간에 다시 전자정공쌍으로 환원되는 이른바 재결합(recombination) 현상이 발생한다.
- [0023] 따라서 현재 일반적으로 이용되고 있는 태양전지의 효율은, 대략 6% 정도로 매우 낮은 실정이며, 이러한 낮은 효율을 극복하기 위하여는 전자나 정공이 통과하는 폴리머층의 전도성을 높이는 것이 중요하다.
- [0024] 또한, 상기한 바와 같은 태양전지의 낮은 효율을 높이기 위하여, 종래에는, 표면적, 즉, 계면을 넓히는 연구가 진행되나 있으나, 이는, 단지 계면의 증대를 통해 전자정공쌍의 분리 확률을 증가시켜 효율을 높이려고 하는 것으로, 상기한 바와 같은 전자 및 정공이 폴리머층을 통과하지 못하는 재결합에 대한 문제는 여전히 해결하지 못하는 것이었다.
- [0025] 따라서 상기한 바와 같이, 종래기술의 태양전지의 효율을 보다 높이기 위하여는, 전자정공쌍에서 분리된 전자 및 정공이 폴리머층을 통과하지 못하고 재결합하는 문제를 해결할 수 있는 새로운 태양전지의 구조 및 제조방법을 제공하는 것이 바람직하나, 아직까지 그러한 요구를 모두 만족시키는 장치나 방법은 제공된 바 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0026] 본 발명은, 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 따라서 본 발명의 목적은, 기판상에 형성된 투명전극 위에 전자의 이동을 용이하게 하기 위한 전자 수송층을 증착하고, CNT 합성을 위한 촉매 금속층을 형성하며, 그 위에 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된 폴리머를 도포하여 활성층을 형성하고, 그 위에 정공의 이동을 용이하게 하기 위한 정공수송층을 증착함으로써, 활성층에서 생성된 전자 또는 정공을 보다 빠르게 수집하고 수집된 전자의 손실을 억제하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0027] 또한, 본 발명의 다른 목적은, 상기한 바와 같이 하여 탄소 나노튜브를 통해 표면적을 극대화함으로써, 집합 계면을 증대하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0028] 아울러, 본 발명의 또 다른 목적은, CNT를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, CNT의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, CNT 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO 준위와 LUMO 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있는 탄소 나노튜브

를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.

[0029] 더욱이, 본 발명의 또 다른 목적은, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0030] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따르면, 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지에 있어서, 기판(substrate); 상기 기판 위에 형성되는 투명전극(transparent electrode); 상기 투명전극 위에 형성되는 전자전달층(electron transfer layer); 상기 전자전달층 위에 탄소 나노튜브를 합성하기 위한 촉매로서 형성되는 금속층(metal layer); 상기 금속층 내의 복수의 금속 입자(metal particles)를 포함하여 상기 금속층 상에 성장되는 복수의 탄소 나노튜브(carbon nanotubes); 상기 탄소 나노튜브 위에 형성되는 활성층(active layer); 상기 활성층 위에 형성되는 정공전달층(hole transfer layer); 및 상기 정공전달층 위에 형성되는 금속전극(metal electrode);을 포함하는 태양전지가 제공된다.

[0031] 여기서, 상기 투명전극은 ITO(Indium Thin Oxide)를 이용하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 전자전달층은 LiF(thin Lithium Flouride)를 도포하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0033] 아울러, 상기 금속층은, 금(Au)이나 니켈(Ni)을 도포하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0034] 더욱이, 상기 탄소 나노튜브는, 열화학 기상 합성법(Thermal Chemical Vapor Phase Growth)을 통해 성장되는 것을 특징으로 한다.

[0035] 또한, 상기 활성층은, 상기 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된(blended) 폴리머 용액을 도포하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0036] 여기서, 상기 활성층은, 스핀 코팅(spin coating)이나 에어 스프레이(air spray) 방법을 이용하여 상기 폴리머 용액을 도포함으로써 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0037] 아울러, 상기 정공전달층은, PDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate))를 증착하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0038] 더욱이, 상기 금속전극은 금(Au) 또는 일함수(work function)가 5.2 eV인 재료를 이용하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0039] 또한, 본 발명에 따르면, 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지의 제조방법에 있어서, 기판 위에 투명전극을 형성하는 단계; 상기 투명전극 위에 전자전달층을 형성하는 단계; 상기 전자전달층 위에 탄소 나노튜브를 합성하기 위한 촉매로서 금속층을 형성하는 단계; 상기 금속층 상에, 상기 금속층 내부의 복수의 금속 입자를 포함하는 복수의 탄소 나노튜브를 성장시키는 단계; 성장된 상기 탄소 나노튜브 위에 활성층을 형성하는 단계; 상기 활성층 위에 정공전달층을 형성하는 단계; 및 상기 정공전달층 위에 금속전극을 형성하는 단계;를 포

함하는 태양전지의 제조방법이 제공된다.

- [0040] 여기서, 상기 투명전극을 형성하는 단계는, ITO를 이용하여 상기 투명전극을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 또한, 상기 전자전달층을 형성하는 단계는, Lif를 도포하여 상기 전자전달층을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 아울러, 상기 금속층을 형성하는 단계는, 금(Au) 또는 니켈(Ni)을 도포하여 상기 금속층을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 더욱이, 상기 탄소 나노튜브를 성장시키는 단계는, 열화학 기상 합성법(Thermal Chemical Vapor Phase Growth)을 이용하여 상기 탄소 나노튜브를 성장시키는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 또한, 상기 활성층을 형성하는 단계는, 상기 탄소 나노튜브를 성장시킨 후 블렌드된 폴리머 용액을 도포하여 상기 활성층을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 여기서, 상기 활성층을 형성하는 단계는, 스핀 코팅이나 에어 스프레이 방법을 이용하여 상기 폴리머 용액을 도포하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 아울러, 상기 정공전달층을 형성하는 단계는, PDOT:PSS를 증착하여 상기 정공전달층을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 더욱이, 상기 금속전극을 형성하는 단계는, 금(Au) 또는 일함수(work function)가 5.2 eV인 재료를 이용하여 상기 금속전극을 형성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0048] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 기판상에 형성된 투명전극 위에 전자전달층을 증착한 후, 그 위에 탄소 나노튜브 합성을 위한 촉매로서 금속층을 형성하고, 그 위에 금속 입자를 도포하여 열 화학기상 합성법을 통해 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된 폴리머를 도포하여 활성층을 형성함으로써, 활성층에서 생성된 전자 또는 정공을 보다 빠르게 수집하고 수집된 전자의 재결합(Recombination) 손실을 억제하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- [0049] 또한, 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 하여 탄소 나노튜브를 통해 표면적을 극대화함으로써, 접합 계면을 증대하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- [0050] 아울러, 본 발명에 따르면, CNT를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, CNT의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, CNT 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기

태양전지 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

[0051] 더욱이, 본 발명에 따르면, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법의 구체적인 실시예에 대하여 설명한다.

[0054] 여기서, 이하에 설명하는 내용은 본 발명을 실시하기 위한 실시예일 뿐이며, 본 발명은 이하에 설명하는 실시예의 내용으로만 한정되는 것은 아니라는 사실에 유념해야 한다.

[0055] 즉, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 유기 태양전지 및 그 제조방법은, 후술하는 바와 같이, 기판상에 형성된 투명전극 위에 전자전달층을 증착한 후, 그 위에 탄소 나노튜브 합성을 위한 촉매로서 금속층을 형성하고, 그 위에 금속 입자를 도포하여 열 화학기상 합성법을 통해 탄소 나노튜브를 성장시킨 후, 블렌드된 폴리머를 도포하여 활성층을 형성함으로써, 활성층에서 생성된 전자 또는 정공을 보다 빠르게 수집하고 수집된 전자의 재결합(Recombination) 손실을 억제하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0056] 또한, 본 발명은, 후술하는 바와 같이, 탄소 나노튜브를 통해 표면적을 극대화함으로써, 집합 계면을 증대하여 효율을 증대시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0057] 아울러, 본 발명은, CNT를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, CNT의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, CNT 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0058] 더욱이, 본 발명은, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0059] 계속해서, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법의 상세한 내용에 대하여 설명한다.

[0060] 먼저, 도 1을 참조하면, 도 1a 내지 도 1f는 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법의 각 단계를 나타내고 있다.

- [0061] 즉, 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지(10)는, 기판(substrate)(11), 기판(11) 위에 형성되는 투명전극(transparent electrode)(12), 투명전극 위에 형성되는 전자전달층(electron transfer layer)(18), 전자전달층(18) 위에 형성되는 금속층(metal layer)(13), 금속층(13) 위에 성장되고 금속 입자(14)를 포함하는 복수의 탄소 나노튜브(carbon nanotubes)(15), 탄소 나노튜브(15)를 성장시킨 후 블렌드된 폴리머(blended polymer)를 도포하여 형성되는 활성층(active layer)(16), 활성층(16) 위에 형성되는 정공전달층(hole transfer layer)(19) 및 정공전달층(19) 위에 형성되는 금속 전극(metal electrode)(17)을 포함하여 구성되어 있다.
- [0062] 여기서, 상기한 투명전극(12)은, 예를 들면, ITO로 이루어지며, 상기한 전자전달층(18)은, 예를 들면, LiF(thin Lithium Flouride) 등의 재료를 도포하여 형성된다.
- [0063] 또한, 상기한 금속층(13)은, 탄소 나노튜브(15)를 합성하기 위한 촉매로서, 예를 들면, 금(Au)이나 니켈(Ni)을 도포하여 이루어진다.
- [0064] 아울러, 상기한 활성층(16)은, 금속층(13) 상에, 예를 들면, 열화학 기상 합성법(Thermal Chemical Vapor Phase Growth) 등을 통해, 금속 입자(14)를 포함하는 탄소 나노튜브(15)를 성장시킨 후, 블렌드된(blended) 폴리머 용액을 도포하여 증착함으로써 이루어진다.
- [0065] 이때, 탄소 나노튜브(15)에 폴리머 용액을 도포하는 방법으로는, 예를 들면, 스핀 코팅(spin coating)이나 에어 스프레이(air spray) 등의 방법을 이용할 수 있다.
- [0066] 더욱이, 상기한 활성층(18) 위에 형성되는 정공전달층(19)은, 예를 들면, PDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate))와 같은 재료를 증착하여 형성되며, 또한, 정공전달층(19) 위에 형성되는 금속전극(17)은, 일반적으로 금(Au) 또는 일함수(work function)가 큰 재료를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0067] 여기서, 상기한 일함수는, 금속전극(17)의 경우는 5.2eV, 정공전달층(19)의 경우는 $5.00 \pm 1eV$, 전자전달층(18)의 경우는 2.6eV, 투명전극(12)의 경우는 4.7eV인 것이 바람직하다.
- [0068] 상기한 바와 같이, 투명전극(12) 위에 전자수송층(18) 및 CNT 촉매로서 금속층(13)을 형성하고, 여기에 금속 입자(14)를 포함하도록 탄소 나노튜브(15)를 성장시켜 활성층(16)을 형성함으로써, 탄소 나노튜브(15)에 의해 활성층(16)에서 생성된 전자 또는 정공이 보다 빠르게 금속 전극(17)으로 수집될 수 있고, 또한, 수집된 전자의 재결합(Recombination) 손실을 억제할 수 있으므로 종래에 비해 효율을 증대시킬 수 있다.
- [0069] 또한, 상기한 바와 같이 투명전극(12) 위에 금속층(13)을 형성하고, 탄소 나노튜브(15)를 성장시켜 활성층(16)을 형성함으로써, 탄소 나노튜브(15)를 통하여 표면적을 극대화하고 집합 계면을 증대하여 종래에 비해 효율을 증대시킬 수 있다.
- [0070] 아울러, 탄소 나노튜브(15)를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, 탄소 나노튜브(15)의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, 탄소 나노튜브(15) 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0071] 더욱이, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브(15) 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있다.
- [0072] 계속해서, 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지(10)의 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0073] 먼저, 도 1a 및 도 1b에 나타난 바와 같이, 기판(11)에 투명전극(12)을 형성하고, 이어서, 투명전극(12) 위에 전자전달층(18)을 형성한 후, 그 위에, 도 1c에 나타난 바와 같이, 탄소 나노튜브(15) 합성을 위한 촉매로서, 내부에 금속 입자(14)를 포함하는 금속층(13)을 형성한다.
- [0074] 여기서, 상기한 바와 같이, 상기한 투명전극은, ITO를 이용하여 형성하고, 상기한 전자전달층(15)은, LiF(thin Lithium Flouride) 등의 재료를 도포하여 형성할 수 있다.
- [0075] 또한, 상기한 금속층(13)은, 상기한 바와 같이, 탄소 나노튜브(15)의 합성을 위한 촉매로서, 금(Au) 또는 니켈(Ni) 등의 재료를 도포하여 형성할 수 있다.
- [0076] 다음으로, 상기한 바와 같이, 열화학 기상 합성법 등을 통해, 금속층(13) 위에 탄소 나노튜브(15)를 성장시켜, 도 1d에 나타난 바와 같이, 금속층(13) 위에 금속 입자(14)를 포함하는 탄소 나노튜브(15)가 성장된 형태를 만든다.
- [0077] 계속해서, 도 1e에 나타난 바와 같이, 금속 입자(14)와 결합된 탄소 나노튜브(15) 위에 블렌드된 폴리머를 도포하여, 탄소 나노튜브(15)와 폴리머가 혼합된 활성층(active layer)(16)을 형성한다.
- [0078] 이어서, 도 1f에 나타난 바와 같이, 활성층(16) 위에 정공전달층(19)을 형성하고, 그 위에 금속전극(17)을 형성하여, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지(10)를 구성한다.
- [0079] 여기서, 상기한 정공전달층(19)은, 상기한 바와 같이, 예를 들면, PDOT:PSS와 같은 재료를 증착하여 형성할 수 있고, 상기한 금속전극(17)은, 일반적으로 금(Au) 또는 일함수(work function)가 큰 재료를 이용하여 형성하는 것이 바람직하다.
- [0080] 여기서, 상기한 바와 같이, 일함수의 경우, 금속전극(17)의 경우는 5.2eV, 정공전달층(19)의 경우는 $5.00 \pm 1eV$, 전자전달층(18)의 경우는 2.6eV, 투명전극(12)의 경우는 4.7eV인 것이 바람직하다.
- [0081] 따라서 상기한 바와 같이 하여, 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법을 구현할 수 있다.
- [0082] 즉, 상기한 바와 같이 구성된 유기 태양전지 및 그 제조방법에 따르면, 투명전극(12) 위에 전자수송층(18) 및 CNT 촉매로서 금속층(13)을 형성하고, 여기에 금속 입자(14)를 포함하도록 탄소 나노튜브(15)를 성장시켜 활성층(16)을 형성함으로써, 탄소 나노튜브(15)에 의해 활성층(16)에서 생성된 전자 또는 정공이 보다 빠르게 금속전극(17)으로 수집될 수 있고, 또한, 수집된 전자의 재결합(Recombination) 손실을 억제할 수 있으므로 종래에

비해 효율을 증대시킬 수 있다.

[0083] 또한, 상기한 바와 같이 투명전극(12) 위에 금속층(13)을 형성하고, 탄소 나노튜브(15)를 성장시켜 활성층(16)을 형성함으로써, 탄소 나노튜브(15)를 통하여 표면적을 극대화하고 접합 계면을 증대하여 종래에 비해 효율을 증대시킬 수 있다.

[0084] 아울러, 탄소 나노튜브(15)를 이용한 텍스처링 효과를 통해 빛 반사를 억제함으로써 효율을 증대할 수 있고, 탄소 나노튜브(15)의 밴드갭 조절을 통하여 강력한 자외선(UV)을 감소함으로써 유기물의 광열화현상을 억제하여 수명을 증대하며, 안정성을 높이고, 효율을 향상시킬 수 있으며, 탄소 나노튜브(15) 직경 조절을 통해 밴드갭을 조절하여 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 조절함으로써, 전자 및 정공의 이동을 수월하게 하여 효율을 향상시킬 수 있다.

[0085] 더욱이, 밴드 갭 조절을 통해 탄소 나노튜브(15) 내에서도 전자정공쌍을 생성할 수 있으므로, 그만큼 효율을 더욱 증대할 수 있다.

[0086] 이상, 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예를 통하여 본 발명에 따른 나노와이어 및 탄소 나노튜브를 이용한 고효율 유기 태양전지 및 그 제조방법의 상세한 내용에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 기재된 내용으로만 한정되는 것은 아니며, 따라서 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 설계상의 필요 및 기타 다양한 요인에 따라 여러 가지 수정, 변경, 결합 및 대체 등이 가능한 것임은 당연한 일이라 하겠다.

부호의 설명

- | | | |
|--------|-----------|-------------|
| [0087] | 10. 태양전지 | 11. 기판 |
| | 12. 투명전극 | 13. 금속층 |
| | 14. 금속 입자 | 15. 탄소 나노튜브 |
| | 16. 활성층 | 17. 금속 전극 |
| | 18. 전자전달층 | 19. 정공전달층 |

도면

도면1

