



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년10월26일
(11) 등록번호 10-1076700
(24) 등록일자 2011년10월19일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0060684

(22) 출원일자 2009년07월03일

심사청구일자 2009년07월03일

(65) 공개번호 10-2011-0003083

(43) 공개일자 2011년01월11일

(56) 선행기술조사문헌

논문 : APPLIED PHYSICS LETTERS

논문 : PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS

EP1489141 A1

KR100822356 B1

전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

최준혁

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 106-306

김기돈

서울특별시 송파구 신천동 17-6 미성아파트 9-110

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

나승택, 조영현

심사관 : 김민수

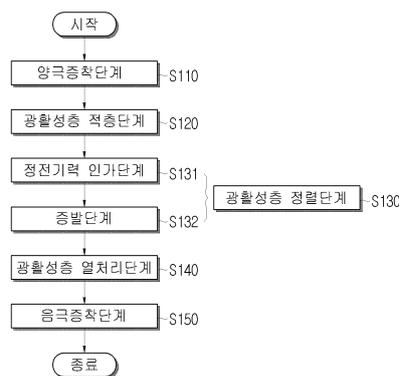
(54) 유기태양전지의 제조방법 및 유기태양전지

(57) 요약

본 발명은 유기태양전지의 제조방법 및 유기태양전지에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 유기태양전지의 제조방법 및 유기태양전지는 광투과성을 가진 기관상에 양극(anode)을 증착하는 양극증착단계; 상기 양극의 상층에 도너(donor)층과 억셉터(acceptor)층을 포함하는 광활성층을 적층하는 광활성층 적층단계; 상기 광활성층에 정전기력을 인가하여 상기 광활성층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬(side chain)을 비등방성으로 정렬하는 광활성층 정렬단계; 상기 광활성층을 열처리하는 광활성층 열처리단계; 상기 광활성층의 상층에 음극(cathode)을 증착하는 음극증착단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이에 의하여, 효율이 향상된 유기태양전지를 제조할 수 있는 유기태양전지의 제조방법 및 유기태양전지가 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자
이지혜
대전광역시 유성구 전민동 세종아파트 105-804
최대근
대전광역시 유성구 하기동 매봉마을 101-1303

정준호
대전광역시 유성구 지족동 858 열매마을 411동
1602호
이순원
대전광역시 유성구 신성동 140-23 101호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 08K1401-00210
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관
연구사업명 나노메카트로닉스기술개발사업단
연구과제명 나노임프린트공정기술
기여율
주관기관 한국기계연구원
연구기간 2008.04.01~2012.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

광투과성을 가진 기관상에 양극(anode)을 증착하는 양극증착단계;

상기 양극의 상측에 도너(donor)층과 억셉터(acceptor)층을 포함하는 광활성층을 적층하는 광활성층 적층단계;

상기 광활성층에 정전기력을 인가하여 상기 광활성층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬(side chain)을 비등방성으로 정렬하는 광활성층 정렬단계;

상기 광활성층을 열처리하는 광활성층 열처리단계;

상기 광활성층의 상측에 음극(cathode)을 증착하는 음극증착단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기태양전지의 제조방법.

청구항 2

광투과성을 가진 기관상에 양극을 증착하는 양극증착단계;

상기 양극의 상측에 도너층을 적층하는 제1적층단계;

상기 도너층에 정전기력을 인가하여 상기 도너층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬(side chain)을 비등방성으로 정렬하는 제1정렬단계;

상기 도너층을 열처리하는 제1열처리단계;

상기 도너층의 상측에 억셉터층을 적층하는 제2적층단계;

상기 억셉터층에 정전기력을 인가하여 상기 억셉터층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬을 비등방성으로 정렬하는 제2정렬단계;

상기 억셉터층을 열처리하는 제2열처리단계;

상기 억셉터층의 상측에 음극을 증착하는 음극증착단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기태양전지 제조방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 도너층에 포함된 고분자 물질은 폴리-3-헥실티오펜(P3HT)이고,

상기 억셉터층에 포함된 고분자 물질은 풀러렌(Fullerene, C₆₀) 치환체인 PCBM([6,6]-phenyl C₆₁-butyric acid methyl ester)인 것을 특징으로 하는 유기태양전지 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광활성층 정렬단계는,

10℃ 내지 30℃의 온도에서 1분 내지 1시간 동안 상기 광활성층에 정전기력을 인가하는 정전기력 인가단계;

정전기력을 인가하지 않은 상태에서 상기 광활성층에 잔존하는 유기용매를 완전히 증발시키는 증발단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기태양전지 제조방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1정렬단계는,

10℃ 내지 30℃의 온도에서 1분 내지 1시간 동안 상기 도너층에 정전기력을 인가하는 도너층 정전기력 인가단계;

정전기력을 인가하지 않은 상태에서 상기 도너층에 잔존하는 유기용매를 완전히 증발시키는 도너층 증발단계;를 포함하고,

상기 제2정렬단계는,

10℃ 내지 30℃의 온도에서 1분 내지 1시간 동안 상기 엑셉터층에 정전기력을 인가하는 엑셉터층 정전기력 인가 단계;

정전기력을 인가하지 않은 상태에서 상기 엑셉터층에 잔존하는 유기용매를 완전히 증발시키는 엑셉터층 증발단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기태양전지의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광활성층 열처리 단계는 5분 내지 15분 동안 상기 광활성층에 80℃ 내지 200℃의 열을 가하는 것을 특징으로 하는 유기태양전지의 제조방법.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 제1열처리단계는 5분 내지 15분 동안 상기 도너층에 80℃ 내지 200℃의 열을 가하고,

상기 제2열처리단계는 5분 내지 15분 동안 상기 엑셉터층에 80℃ 내지 200℃의 열을 가하는 것을 특징으로 하는 유기태양전지의 제조방법.

청구항 8

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기태양전지의 제조방법 및 유기태양전지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 광변환 효율이 향상된 유기태양전지와 제조하는 방법에 관한 발명이다.

배경 기술

[0002] 현재 인류는 값싸고 이용이 손쉬운 화석연료를 주에너지원으로 삼고 있다. 하지만, 감소하지 않는 소비량에 비하여 한정적인 매장량으로 인하여 연료값은 급등을 거듭하고 있으며, 그마저도 조만간 고갈될 것으로 보인다. 이러한 에너지 고갈 문제와 이산화탄소 배출 문제에 대한 대책으로 태양에너지, 풍력, 수력등의 재생에너지에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그중에도 장소, 위치, 시간등에 큰 제약이 없는 태양전지가 각광을 받고 있다.

[0003] 태양전지는 광전기 효과(photovoltaic effect)에 의하여 빛을 전기로 변환시키는 반도체 소자이며, 구성물질에 따라 실리콘, 화합물 반도체와 같이 무기소재로 이루어진 무기태양전지와 유기물로 이루어진 유기태양전지로 나눌 수 있다.

[0004] 특히, 유기소재 자체의 특징인 저렴한 가격, 상온에서 용이한 가공성 및 재료의 유연성, 대면적화의 용이성등의 장점으로 인하여 유기태양전지에 많은 관심이 집중되고는 있으나, 광변환효율이 타소재를 이용하고 있는 태양전지에 비해 낮아 실용화 단계에 이르고 있지는 못하고 있다.

[0005] 유기태양전지의 실용화의 가능성 여부는 입사광을 전기 에너지로 변환시키는 비율인 광변환효율(efficiency)에 달려있는데, 이러한 유기태양전지의 광변환효율은 엑시톤(exciton)에서 파생되는 전자(electron) 및 정공(hole)이 도너(donor)층과 엑셉터(acceptor)층을 통과하여 전극(electrode)까지 이동하는 이동 확률과 그 경로가 중요한 요소로 작용한다. 유기태양전지의 도너층과 엑셉터층에 포함되는 고분자 물질의 측쇄사슬(side chain)은

성형과정에서 일정한 방향성 없이 무질서하게 뒤엉키는 것이 일반적이고, 뒤엉킨 측쇄사슬을 경로로 이동하는 전자와 정공은 전극까지 도달하는데 많은 시간이 소요되거나 도달하지도 못하는 등의 손실률이 높아져 상술한 광변환효율을 높이는데 어려움이 있었다.

[0006] 종래에는 고분자 물질의 측쇄사슬을 재정렬하기 위한 방법으로 아르곤가스를 채운 밀폐공간에 고분자 물질을 넣고 유기용매를 천천히 증발시키는 방법을 이용하였으나, 만족할만한 효율상승을 보이지 못하는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 광변환 효율이 향상된 유기태양 전지를 제조할 수 있는 유기태양전지의 제조방법을 제공함에 있다.

[0008] 또한, 정전기력을 엑셉터층과 도너층에 단계별로 인가하여 정전기력의 영향을 크게 받는 유기태양전지의 제조방법을 제공한다.

[0009] 또한, 성능이 향상된 유기태양전지를 제공한다.

과제 해결수단

[0010] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 광투과성을 가진 기관상에 양극(anode)을 증착하는 양극증착단계; 상기 양극의 상측에 도너(donor)층과 엑셉터(acceptor)층을 포함하는 광활성층을 적층하는 광활성층 적층단계; 상기 광활성층에 정전기력을 인가하여 상기 광활성층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬(side chain)을 비등방성으로 정렬하는 광활성층 정렬단계; 상기 광활성층을 열처리하는 광활성층 열처리단계; 상기 광활성층의 상측에 음극(cathode)을 증착하는 음극증착단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 광투과성을 가진 기관상에 양극을 증착하는 양극증착단계; 상기 양극의 상측에 도너층을 적층하는 제1적층단계; 상기 도너층에 정전기력을 인가하여 상기 도너층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬(side chain)을 비등방성으로 정렬하는 제1정렬단계; 상기 도너층을 열처리하는 제1열처리단계; 상기 도너층의 상측에 엑셉터층을 적층하는 제2적층단계; 상기 엑셉터층에 정전기력을 인가하여 상기 엑셉터층에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬을 비등방성으로 정렬하는 제2정렬단계; 상기 엑셉터층을 열처리하는 제2열처리단계; 상기 엑셉터층의 상측에 음극을 증착하는 음극증착단계; 를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 도너층에 포함된 고분자 물질은 폴리-3-헥실티오펜(P3HT)이고, 상기 엑셉터층에 포함된 고분자 물질은 풀러렌(Fullerene, C₆₀) 치환제인 PCBM([6,6]-phenyl C₆₁-butyric acid methyl ester)일 수 있다.

[0013] 또한, 상기 광활성층 정렬단계는, 10℃ 내지 30℃의 온도에서 1분 내지 1시간 동안 상기 광활성층에 정전기력을 인가하는 정전기력 인가단계; 정전기력을 인가하지 않은 상태에서 상기 광활성층에 잔존하는 유기용매를 완전히 증발시키는 증발단계;를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제1정렬단계는, 10℃ 내지 30℃의 온도에서 1분 내지 1시간 동안 상기 도너층에 정전기력을 인가하는 도너층 정전기력 인가단계; 정전기력을 인가하지 않은 상태에서 상기 도너층에 잔존하는 유기용매를 완전히 증발시키는 도너층 증발단계;를 포함하고, 상기 제2정렬단계는, 10℃ 내지 30℃의 온도에서 1분 내지 1시간 동안 상기 엑셉터층에 정전기력을 인가하는 엑셉터층 정전기력 인가단계; 정전기력을 인가하지 않은 상태에서 상기 엑셉터층에 잔존하는 유기용매를 완전히 증발시키는 엑셉터층 증발단계;를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 광활성층 열처리 단계는 5분 내지 15분 동안 상기 광활성층에 80℃ 내지 200℃의 열을 가할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제1열처리단계는 5분 내지 15분 동안 상기 도너층에 80℃ 내지 200℃의 열을 가하고, 상기 제2열처리단계는 5분 내지 15분 동안 상기 엑셉터층에 80℃ 내지 200℃의 열을 가할 수 있다.

[0017] 삭제

효과

- [0018] 본 발명에 따르면, 광변환효율이 향상된 유기태양전지를 제조할 수 있는 유기태양전지 제조방법이 제공된다.
- [0019] 또한, 엑셉터층과 도너층에 각각 단계별로 정전기력을 인가하여, 고분자물질의 측쇄사슬의 정렬 확률이 높아진다.
- [0020] 또한, 도너층에 폴리-3-헥실티오펜을 포함시켜 효율이 높아지는 유기태양전지를 제조할 수 있다.
- [0021] 또한, 정렬단계를 정전기력을 인가하는 단계와 유기용매를 증발시키는 단계로 분리하여 고분자 물질의 측쇄사슬을 더 효율적으로 정렬할 수 있다.
- [0022] 또한, 열처리를 가함으로써 광활성층을 경화시킬 수 있다.
- [0023] 또한, 광변환효율 및 성능이 향상되어 실용성이 있는 유기태양전지를 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0024] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0025] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 유기태양전지의 제조방법에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0026] (제1실시예)
- [0027] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기태양전지 제조방법의 공정흐름도를 도시한 것이고, 도 2는 본 발명의 유기태양전지 제조방법에 의하여 제조된 유기태양전지를 정면에서 본 단면도이다.
- [0028] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 유기태양전지 제조방법은 양극증착단계(S110)와, 광활성층 적층단계(S120), 광활성층 정렬단계(S130), 광활성층 열처리 단계(S140), 음극증착단계(S150)를 포함한다.
- [0029] 상기 양극증착단계(S110)에서, 상기 기관(110)은 태양광이 통과할 수 있도록 유리, 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리 메틸 메타크릴레이트(poly methyl methacrylate), 폴리이미드(polyimide)등의 투명 수지 기관등과 같은 광투과율이 높은 재질로 마련될 수 있다.
- [0030] 또한 상기 양극(anode)(120)은 태양광이 투과할 수 있도록 광투과성을 가진 재질로 마련되는 것이 바람직하고, 주석도핑 산화인듐(ITO: Indium-doped Tin Oxide) 또는 불소도핑 산화주석(FTO: Fluorine-Doped Tin Oxide)등으로 마련될 수 있다.
- [0031] 단, 기관(110)과 양극(120)의 재질이 이에 제한되는 것은 아니고 본 발명의 취지를 훼손하지 아니하는 범위내에서 자유롭게 선택될 수 있다.
- [0032] 양극(120)은 기관(110)의 상측에 스퍼터링(sputtering)법 등에 의하여 코팅되는 방식으로 증착된다.
- [0033] 상기 광활성층 적층단계(S120)는 도너(donor)층과 엑셉터(acceptor)층을 포함하는 광활성층(130)을 적층하는 단계이다.
- [0034] 양극(120)의 상측에 스핀코팅 방식에 의하여 도너(donor)층(131)을 적층한다. 도너층(131)은 본 실시예에서는 낮은 밴드 갭(band gap)을 가지는 복합 고분자 물질인 폴리-3-헥실티오펜(P3HT)을 유기용매에 녹여 사용된다. 다만, 도너층(131)에 포함되는 물질이 이에 제한되는 것은 아니고 광흡수 파장범위와 태양광 스펙트럼과 잘 맞는 동시에 강한 광흡수도를 가지고, 전하의 이동도등 전기적 물성이 우수한 고분자 물질이 사용될 수 있다.
- [0035] 도너층(131)의 상측에 스핀코팅 방식에 의하여 엑셉터(acceptor)층(132)을 적층한다. 엑셉터층(132)은 본 실시예에서는 유기용매에 복합 고분자 물질을 녹인 혼합액이 사용된다. 본 실시예에서 엑셉터층(132)에 포함되는 고분자 물질은 유기용매에 잘 녹도록 설계된 풀러렌(Fullerene, C₆₀) 치환체인 PCBM([6,6]-phenyl C₆₁-butyric acid methyl ester)이 사용된다. 다만, 엑셉터층(132)에 포함되는 물질이 이에 제한되는 것은 아니고 가시광 영역에서 광흡수가 적고, 전자 친화도가 도너층에 포함된 고분자 물질보다 큰 물질로서 본 발명의 취지를 훼손하지 아니하는 범위 내에서 다른 고분자 물질이 사용될 수 있다.
- [0036] 양극(120)의 상측에 도너층(131)과 엑셉터층(132)의 순차적인 적층으로 인하여 광활성층(130)은 복층적인 구조인 이중층(bi-layer)구조로 배치된다. 다만, 광활성층(130)의 구조는 이중층 구조에 한정되는 것은 아니고, 도

너층과 역셉터층에 포함되는 고분자 물질을 혼합한 용액을 양극의 상층에 분사하여 증착하는 복합박막구조(BHJ : bulk-heterojunction)가 될 수 있다.

- [0037] 상기 광활성층 정렬단계(S130)는 정전기력 인가단계(S131)와 증발단계(S132)를 포함한다.
- [0038] 상기 정전기력 인가단계(S131)에서는 정전기력을 광활성층(130)에 10분 내지 30분동안 인가한다.
- [0039] 일반적으로 도너층(131)과 역셉터층(132)에 포함된 고분자 물질은 주쇄사슬(main chain)과 측쇄사슬(side chain)이 조합된 구조로 형성되어 있으며, 이와 같은 고분자 물질의 성형은 자외선 경화 방식 내지는 열 경화 방식에 의해 이루어지므로, 경화과정에서 측쇄사슬(side chain)이 불규칙적으로 엉키게 된다. 따라서, 고분자 물질의 측쇄사슬을 이동 경로로 하는 전자와 정공이, 복잡하게 형성된 측쇄사슬을 따라서 이동하는 경우에는 양극 또는 음극까지 도달하지 못하는 등 손실이 커져 높은 효율을 가진 유기태양전지를 구현하기 어렵다. 그러나 정전기력을 인가하면 고분자 물질 내부 측쇄사슬의 각도가 변화하여 동일한 방향으로 등방성 구조를 갖는 형태로 정렬되므로, 고분자 물질로 형성된 도너층 또는 역셉터층의 측쇄사슬 경로를 따라 이동하는 전자 또는 정공의 이동 경로 및 이동 시간이 짧아진다.
- [0040] 도 3a는 정전기력을 인가하기 전의 폴리-3-헥실티오펜의 주쇄사슬(main chain)(40)과 측쇄사슬(side chain)(50)을 도시한 것이고, 도 3b는 정전기력을 인가한 후의 폴리-3-헥실티오펜의 주쇄사슬(main chain)과 측쇄사슬(side chain)을 도시한 것이다.
- [0041] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 정전기력을 인가하기 전에는 측쇄사슬(50)은 일정한 방향성 없이 엉켜있고, 정전기력을 인가한 후의 측쇄사슬(50)은 모두 같은 방향으로 일정하게 정렬된다.
- [0042] 이러한 정전기력의 인가는 광활성층(130)내의 유기용매가 증발되지 않은 상태에서 행해지는 것이 바람직한데, 이는, 유기용매가 모두 증발되어 광활성층(130)에 포함된 고분자의 상태가 고체로 완전히 고정되거나, 점성이 커진 경우에는 정전기력의 영향에 의하여 측쇄사슬의 이동이 자유롭지 못하기 때문이다. 따라서, 유기용매가 증발되지 않고 점성이 크지 않아서 적절한 자유도를 가지고 있을 때인, 광활성층 적층단계(S120)의 직후에 정전기력을 광활성층(130)에 인가하는 것이 바람직하다. 또한, 고온에서 유기용매가 쉽게 증발되는 것을 방지하기 위하여 상온인 10℃ 내지 30℃ 에서 정전기력을 인가한다.
- [0043] 상기 증발단계(S132)에서는 정전기력의 인가를 멈추고, 광활성층(130)에 정전기력을 인가하지 않은 상태에서 광활성층(130)에 존재하는 유기용매를 완전히 증발시킨다.
- [0044] 상기 열처리단계(S140)에서는 80℃ 내지 200℃에서 5분 내지 15분 동안 광활성층(130)을 가열하여 광활성층(130)에 포함된 고분자 물질을 경화시킨다. 다만, 120℃의 온도에서 10분 동안 광활성층(130)을 가열하는 것이 바람직하다.
- [0045] 상기 음극증착단계(S150)에서는 광활성층(130)의 상층에 음극(cathode)(140)을 스퍼터링방식을 통하여 증착한다.
- [0046] 상기 음극(140)은 전자를 효율적으로 수집하기 위한 층으로서, 일 함수가 작은 금속, 합금, 전기 전도성 화합물 또는 이러한 물질들의 혼합물로 마련될 수 있다. 구체적으로는 유리 또는 세라믹 기판과 같은 절연기판상에 형성된 알루미늄 또는 텅스텐과 같은 도전성 박막 형태일 수도 있고, 또는 스테인리스 스틸, 구리, 알루미늄, 텅스텐, 실리콘중의 어느 하나로 이루어진 금속판 형태일 수도 있으며 이에 제한되는 것은 아니고 발명의 취지가 훼손되지 아니하는 범위내에서 자유롭게 선택될 수 있다.
- [0047] (제2실시예)
- [0048] 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기태양전지의 제조방법의 공정흐름도를 도시한 것이다.
- [0049] 도 2 및 4를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 유기태양전지의 제조방법은 양극증착단계(S110)와, 제1적층단계(S221), 제1정렬단계(S222), 제1열처리단계(S225), 제2적층단계(S231), 제2정렬단계(S232), 제2열처리단계(S235), 음극증착단계(S150)를 포함한다.
- [0050] 상기 양극증착단계(S110)는 제1실시예의 경우와 동일하다.
- [0051] 상기 제1적층단계(S221)에서는 양극(120)의 상층에 도너층(131)을 적층한다.

- [0052] 상기 제1정렬단계(S222)는 도너층 정전기력 인가단계(S223)와 도너층 증발단계(S224)를 포함한다.
- [0053] 상기 도너층 정전기력 인가단계(S223)에서는 도너층에 정전기력을 인가하여 도너층(131)에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬을 비등방성으로 정렬한다.
- [0054] 상기 도너층 증발단계(S224)에서는 정전기력의 인가를 멈추고 정전기력이 인가되지 않은 상태에서 도너층(131)에 남아있는 유기용매를 모두 증발시킨다.
- [0055] 상기 제1열처리단계(S225)에서는 도너층(131)을 5분 내지 15분 동안 80℃ 내지 200℃의 열처리하여 도너층(131)에 포함된 고분자 물질을 경화한다.
- [0056] 상기 제2적층단계(S231)에서는 도너층(131)의 상측에 엑셉터층(132)을 적층한다.
- [0057] 상기 제2정렬단계(S232)는 엑셉터층 정전기력 인가단계(S233)와 엑셉터층 증발단계(S234)를 포함한다.
- [0058] 상기 엑셉터층 정전기력 인가단계(S232)에서는 엑셉터층(132)에 정전기력을 인가하여 엑셉터층(132)에 포함된 고분자 물질의 측쇄사슬을 비등방성으로 정렬한다.
- [0059] 상기 엑셉터층 증발단계(S234)에서는 정전기력의 인가를 멈추고 정전기력이 인가되지 않은 상태에서 엑셉터층(132)에 남아있는 유기용매를 모두 증발시킨다.
- [0060] 상기 제2열처리단계(S235)에서는 엑셉터층(132)을 열처리하여 엑셉터층(132)에 포함된 고분자 물질을 경화시킨다.
- [0061] 상기 음극증착단계(S150)는 제1실시예와 동일하다.
- [0062] 또한, 도너층(131)과 엑셉터층(132)에 포함되는 고분자 물질은 제1실시예에서 상술한 물질과 동일한 물질이 사용될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0063] 도너층(131)과 엑셉터층(132)을 적층하여 동시에 정전기력을 인가한 제1실시예와는 달리, 제2실시예에서는 도너층(131)과 엑셉터층(132)이 적층된후에 정렬단계(S230)와 열처리단계(S240)가 각각의 단계별로 정전기력 인가전에 먼저 적층된 도너층(131)에 포함된 유기용매가 증발하는 것을 방지할 수 있다.
- [0064] 이하, 본 발명의 유기태양전지의 제작방법에 의하여 제작된 유기태양전지의 동작 및 동작원리에 대해서 설명한다.
- [0065] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 유기태양전지 제조방법으로 제조된 유기태양전지의 작동원리를 도시한 것이다.
- [0066] 도 5a를 참조하면, 유기태양전지에 태양광을 조사하면, 광활성층내에서 태양광을 흡수하여 전자(electron)(10)-정공(hole)(20)쌍인 엑시톤(exciton)(30)이 형성되어 임의의 방향으로 확산된다. 도 5b를 참조하면, 이 엑시톤(30)은 임의의 방향으로 확산되다가 도너층(131)과 엑셉터층(132)의 계면을 만나면 전자(10)와 정공(20)으로 분리된다. 즉, 도너층(131)과 엑셉터층(132)의 계면에서 전자(10)는 도너층(131)으로 이동하고, 정공(20)은 엑셉터층(132)에 남아 각각의 전하 상태로 분리된다. 이들은 양극(120)과 음극(140)의 일함수 차이로 형성된 내부 전기장과 전하의 농도차에 의하여 양극(120)과 음극(140)으로 이동하여 수집되며 최종적으로 외부 회로를 통해 전류의 형태로 흐른다. 유기태양전지는 이러한 광전기효과(photovoltaic effect)를 이용하여 전력을 생산한다.
- [0067] 도 6은 정전기력 인가의 유무에 따른 폴리-3-헥실티오펜(P3HT)이 포함되어 있는 도너층의 전자이동도 특성(mobility)을 측정한 그래프를 도시한 것이고, 표 1은 도 6의 각 실험의 조건을 표시한 것이다.

표 1

약자	상태
RT	상온유기용매건조
RHTT	상온유기용매건조+열처리
HVRT	정전기력인가+상온유기용매건조
HVHT	정전기력인가+상온유기용매건조+열처리

- [0069] 도 6 및 표 1을 참조하면, RT 보다 HVRT 조건에서 폴리-3-헥실티오펜 내부의 전자 이동도 특성이 더 크게 나타나므로, 정전기력이 고분자 물질의 구조적 특성에 영향을 미침을 알 수 있다. 또한, 열처리 이후의 결과인 RHTT

와 HVHT의 조건을 비교하는 경우에도 정전기력을 인가한 HVHT 조건에서의 전자이동도 특성이 더 좋게 나타난다. 실험결과를 분석해보면, 정전기력을 인가하는 조건에서의 전자이동도 특성이 더 크게 나타남을 알 수 있다.

[0070] 따라서, 정전기력이 인가된 폴리-3-헥실티오펜의 측쇄사슬이 비등방성으로 정렬되어, 내부의 전자 이동도 특성이 향상되고, 동일한 방법에 의하는 본 발명의 유기태양전지의 제작방법에 의하여 제작된 유기태양전지는 전자와 정공이 음극과 양극에 각각 도달하는 경로가 짧아지고, 도달확률은 높아지므로 성능 및 광변환효율이 향상된다.

[0071] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

도면의 간단한 설명

[0072] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기태양전지 제조방법의 공정흐름도이고,

[0073] 도 2는 본 발명의 유기태양전지 제조방법에 의하여 제조된 유기태양전지를 정면에서 본 단면도이고,

[0074] 도 3a는 정전기력을 인가하기 전의 폴리-3-헥실티오펜의 주쇄사슬(main chain)과 측쇄사슬(side chain)을 도시한 것이고,

[0075] 도 3b는 정전기력을 인가한 후의 폴리-3-헥실티오펜의 주쇄사슬과 측쇄사슬을 도시한 것이고,

[0076] 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기태양전지 제조방법의 공정흐름도이고,

[0077] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 유기태양전지 제조방법으로 제조된 유기태양전지의 작동원리를 도시한 것이다.

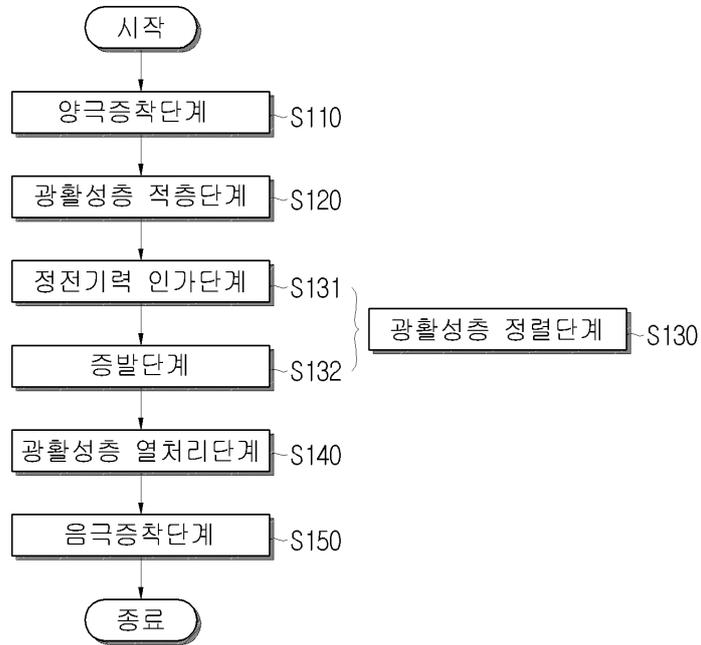
[0078] 도 6는 정전기력 인가여부와 도너층의 전자이동도(mobility)와의 관계를 나타내는 실험데이터를 그래프로 도시한 것이다

[0079] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

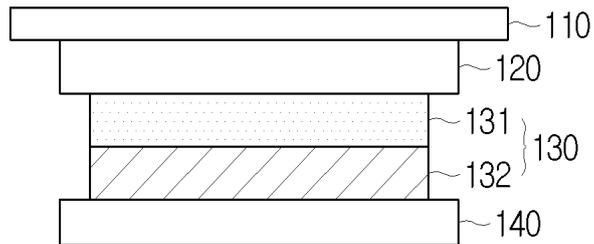
- | | | |
|--------|-----------|------------|
| [0080] | 10 : 전자 | 20 : 정공 |
| [0081] | 30 : 엑시톤 | 40 : 주쇄사슬 |
| [0082] | 50 : 측쇄사슬 | 110 : 기관 |
| [0083] | 120 : 양극 | 130 : 광활성층 |
| [0084] | 131 : 도너층 | 132 : 억셉터층 |
| [0085] | 140 : 음극 | |

도면

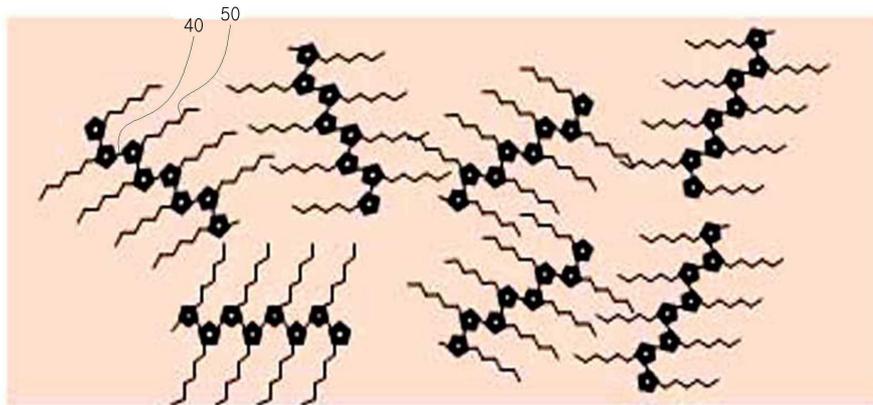
도면1



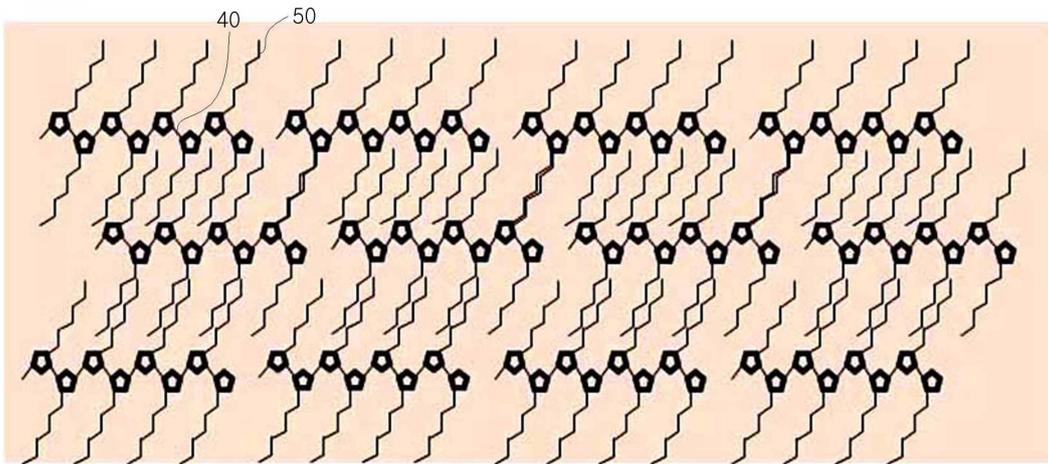
도면2



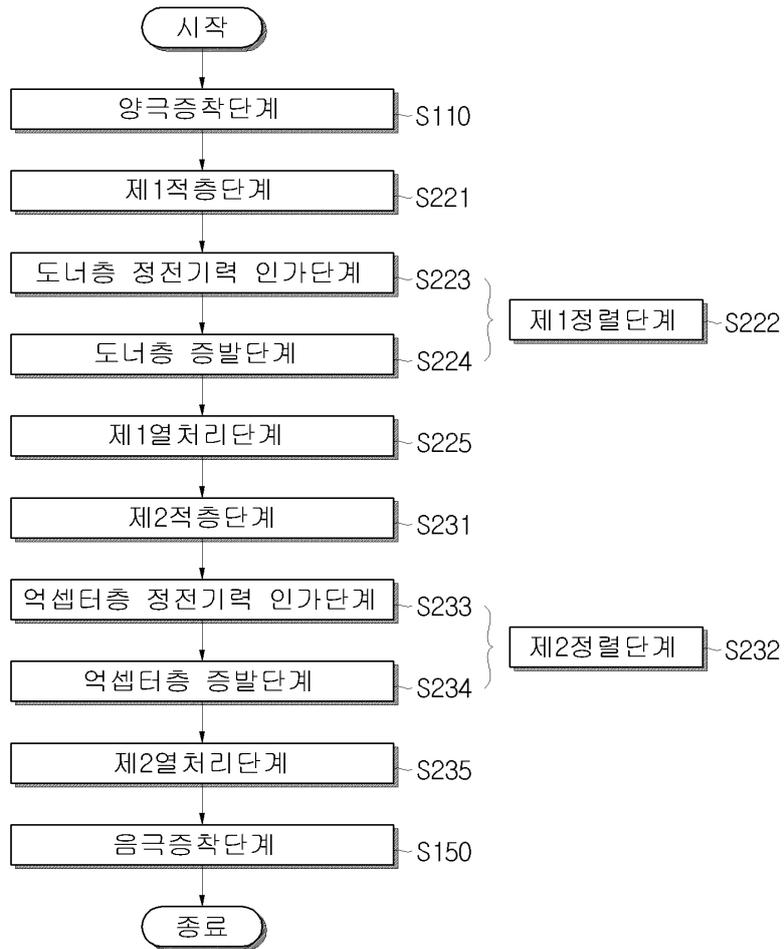
도면3a



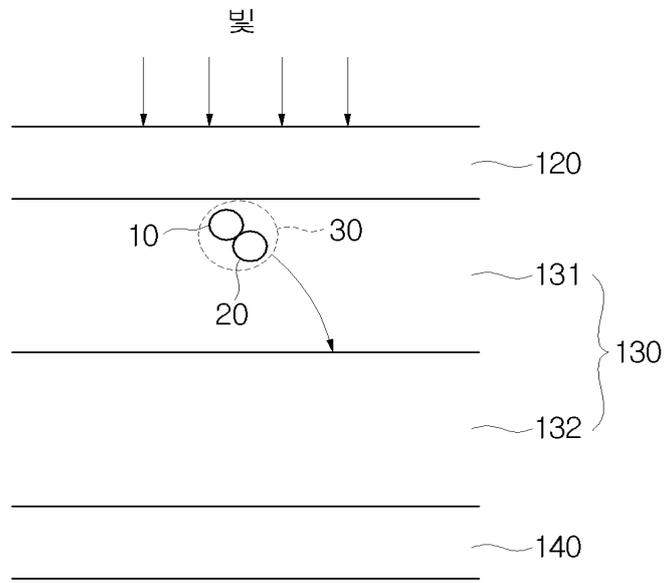
도면3b



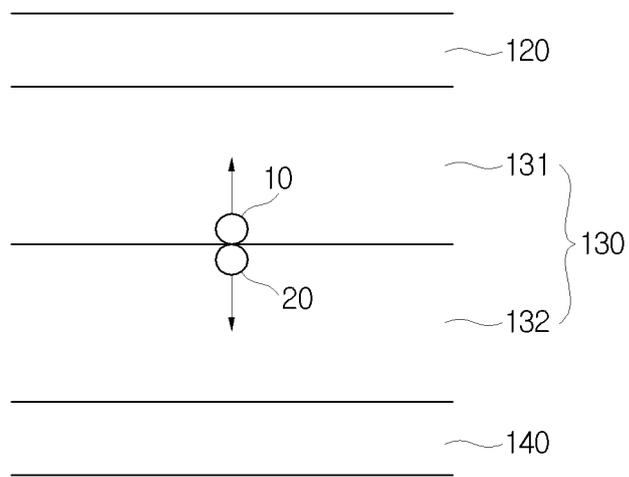
도면4



도면5a



도면5b



도면6

