



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월06일
(11) 등록번호 10-1027326
(24) 등록일자 2011년03월30일

(51) Int. Cl.
H01L 31/042 (2006.01) H01L 51/42 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0121196
(22) 출원일자 2009년12월08일
심사청구일자 2009년12월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090014085 A
KR1020090019596 A
US20040084080 A1
WO2008102351 A2

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
이철의
서울시 종로구 평창동 350-2 아름마을 을동 201호
김남균
강원 삼척시 성내동 28-1 12/1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송경근, 박보경

전체 청구항 수 : 총 9 항

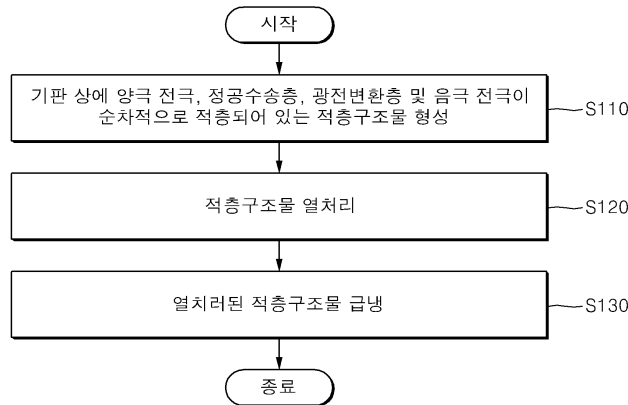
심사관 : 박부식

(54) 액화 질소를 이용한 유기 태양전지 제조방법 및 이에 의해 제조된 유기 태양전지

(57) 요약

본 발명은 액화 질소를 이용하여 급냉 처리함으로써, 광전 효율을 향상시킬 수 있는 유기 태양전지의 제조방법 및 이에 의해 제조된 유기 태양전지에 관한 것이다. 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법은 양극 전극과 음극 전극 사이에 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖는 광전변환층이 형성되어 있는 적층 구조물을 열처리한다. 그리고 정공 수용체는 양극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 전자 수용체는 음극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되도록, 열처리된 적층 구조물을 급냉(quenching)한다. 이때, 급냉은 액화 질소를 이용한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

오인환

경기도 의정부시 신곡1동 장암주공5단지아파트 51
2동1905호

이규원

서울시 성북구 안암동5가 128-11 404호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20090083170

부처명 한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 중견연구자지원_도약연구

연구과제명 탄소 나노 자석 제어 기술

기여율

주관기관 한국과학재단

연구기간 2009년06월01일~2010년05월31일

특허청구의 범위

청구항 1

양극 전극과 음극 전극 사이에 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖는 광전변환층이 형성되어 있는 적층 구조물을 준비하는 단계;

상기 적층 구조물을 열처리하는 단계;

상기 정공 수용체는 상기 양극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 상기 전자 수용체는 상기 음극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되도록, 상기 열처리된 적층 구조물을 급냉(quenching)하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 급냉하는 단계는

상기 열처리된 적층구조물을 액화 질소를 이용하여 급냉하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지 제조방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전자 수용체는 P3HT(poly-(3hexylthiophene))이고, 상기 정공 수용체는 PCBM([6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester)인 것을 특징으로 하는 유기 태양전지 제조방법.

청구항 4

기판;

상기 기판 상에 형성되어 있는 양극 전극과 음극 전극; 및

상기 양극 전극과 상기 음극 전극 사이에 형성되고, 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 있는 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖되, 상기 정공 수용체는 상기 양극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 상기 전자 수용체는 상기 음극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되어 있는 광전변환층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 정공 수용체와 상기 전자 수용체의 상대적인 분포는 상기 기판 상에 순차적으로 적층되어 있는 양극 전극, 광전변환층 및 음극 전극으로 이루어진 적층구조물을 열처리 후, 급냉(quenching)하여 형성된 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 급냉은 액화 질소가 이용되는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 광전변환층에는,

빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍(electron-hole pair) 중 전자는 상기 음극 전극으로, 정공은 상기 양극 전극으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로가 상기 적층구조물을 열처리 후 자연 냉각시킨 경우에 비해 많이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

청구항 8

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전자 수용체는 P3HT(poly-(3hexylthiophene))이고, 상기 정공 수용체는 PCBM([6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester)인 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

청구항 9

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 양극 전극과 상기 광전변환층 사이에는 정공수송층이 더 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 유기 태양전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광전 효율을 향상시킬 수 있는 유기 태양전지의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 유기 태양전지에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래의 태양전지는 투명 기판 상에 양극 전극, 정공수송층, 광전변환층 및 음극 전극이 순차적으로 적층되어 있는 구조를 가진다. 그리고 광전변환층은 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 있는 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖는다.

[0003] 이때, 정공 수용체를 이루는 공액 고분자(conjugated polymer)는 빛을 흡수하여, 전자-정공 쌍(electron-hole pair)을 생성하고, 생성된 전자-정공 쌍 중 전자는 전자 수용체를 통해 음극 전극으로, 정공은 정공 수용체와 정공 수송층을 통해 양극 전극으로 이동한다. 이와 같은 과정으로 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환하게 된다.

[0004] 이러한 벌크 이종접합 구조를 갖는 유기 태양전지에서, 입사되는 태양광 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 광전 효율을 높이기 위한 여러 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 그 중 한 가지 방법이 유기 태양전지 제조 후, 열처리 공정을 수행하는 것이다. 유기 태양전지 제조 후, 열처리 공정을 수행하게 되면, 공액 고분자가 결정을 이룸과 동시에 풀러렌(fullerene) 유도체와 같은 전자 수용체와의 상분리가 진행되어 광전 효율이 향상된다.

[0005] 그러나 열처리 공정 수행 후, 상온에서 자연 냉각시키게 되면, 광전변환층을 이루는 정공 수용체는 음극 전극으로 이동하게 되고, 전자 수용체는 양극 전극으로 이동하게 되어, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍이 이동하는 이동 경로에 방해물을 형성하게 된다. 이로 인해, 유기 태양전지의 광전 효율을 향상시키는데 한계가 있게 된다.

발명의 내용

해결하고자 하는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 광전 효율을 향상시킬 수 있도록, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍(electron-hole pair) 중 전자는 음극 전극으로 정공은 양극 전극으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로를 많이 형성시키는 유기 태양전지의 제조방법 및 이에 의해 제조된 유기 태양전지를 제공하는 데에 있다.

과제 해결수단

[0007] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법은 양극 전극과 음극 전극 사이에 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖는 광전변환층이 형성되어 있는 적층 구조물을 준비하는 단계; 상기 적층 구조물을 열처리하는 단계; 상기 정공 수용체는 상기 양극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 상기 전자 수용체는 상기 음극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되도록, 상기 열처리된 적층 구조물을 급냉(quenching)하는

단계;를 갖는다.

- [0008] 상기 급냉하는 단계는 상기 열처리된 적층구조물을 액화 질소를 이용하여 급냉할 수 있고, 상기 전자 수용체는 P3HT(poly-(3hexylthiophene))이고, 상기 정공 수용체는 PCBM([6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester)일 수 있다.
- [0009] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 유기 태양전지는 기관; 상기 기관 상에 형성되어 있는 양극 전극과 음극 전극; 및 상기 양극 전극과 상기 음극 전극 사이에 형성되고, 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 있는 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖되, 상기 정공 수용체는 상기 양극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 상기 전자 수용체는 상기 음극 전극 방향으로 상대적으로 많이 분포되어 있는 광전변환층;을 구비한다.
- [0010] 상기 정공 수용체와 상기 전자 수용체의 상대적인 분포는 상기 기관 상에 순차적으로 적층되어 있는 양극 전극, 광전변환층 및 음극 전극으로 이루어진 적층구조물을 열처리 후, 급냉(quenching)하여 형성될 수 있으며, 상기 급냉은 액화 질소가 이용될 수 있다.
- [0011] 상기 광전변환층에는, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍(electron-hole pair) 중 전자는 상기 음극 전극으로, 정공은 상기 양극 전극으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로가 상기 적층구조물을 열처리 후 자연 냉각시킨 경우에 비해 많이 형성되어 있을 수 있다.
- [0012] 상기 전자 수용체는 P3HT(poly-(3hexylthiophene))이고, 상기 정공 수용체는 PCBM([6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester)일 수 있다.
- [0013] 상기 양극 전극과 상기 광전변환층 사이에는 정공수송층이 더 형성되어 있을 수 있으며, 상기 정공수송층은 PEDOT:PSS(polyethylenedioxythiophene polystyrenesulfonate)로 이루어질 수 있다.
- [0014] 상기 기관은 투명 기관이고, 상기 양극 전극은 ITO(indium tin oxide), FTO(fluorine tin oxide) 및 IZO(indium zinc oxide)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상으로 이루어지며, 상기 음극 전극은 알루미늄(Al)으로 이루어질 수 있다.

효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 유기 태양전지를 열처리한 후, 액화 질소를 이용하여 급냉시킴으로써, 전자 수용체의 음극 전극 방향으로의 분포와 정공 수용체의 양극 전극 방향으로의 분포를 최적화시킬 수 있다. 이에 따라, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍(electron-hole pair) 중 전자는 음극 전극으로, 정공은 양극 전극으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로를 많이 형성할 수 있게 되어, 광전 효율이 향상된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 액화 질소를 이용한 유기 태양전지 제조방법 및 이에 의해 제조된 유기 태양전지의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.
- [0017] 도 1 및 도 2는 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법을 설명하기 위한 도면들로서, 도 1은 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법에 대한 수행과정을 나타낸 흐름도이고, 도 2는 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법의 각 단계를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0018] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법은 우선, 기관(210) 상에 양극 전극(220), 정공수송층(230), 광전변환층(240) 및 음극 전극(250)이 순차적으로 적층되어 있는 적층구조물(200)을 형성한다(S110). 기관(110)은 투명 기관이 이용될 수 있으며, 이를 위해, 기관(110)은 다양한 소재의 기관이 이용될 수 있는데, 특히 광투과율이 높은 플라스틱 기관이 이용될 수 있다.
- [0019] 양극 전극(220)은 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 기관(110) 상에 형성된다. 그리고 양극 전극(220)은 투명 전극이 이용될 수 있으며, 이를 위해 양극 전극(220)은 ITO(indium tin oxide), FTO(fluorine tin oxide) 및 IZO(indium zinc oxide)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 이러한 양극 전극(220)은 스퍼터링(sputtering) 또는 증발법(evaporation)에 의해 형성될 수 있다.

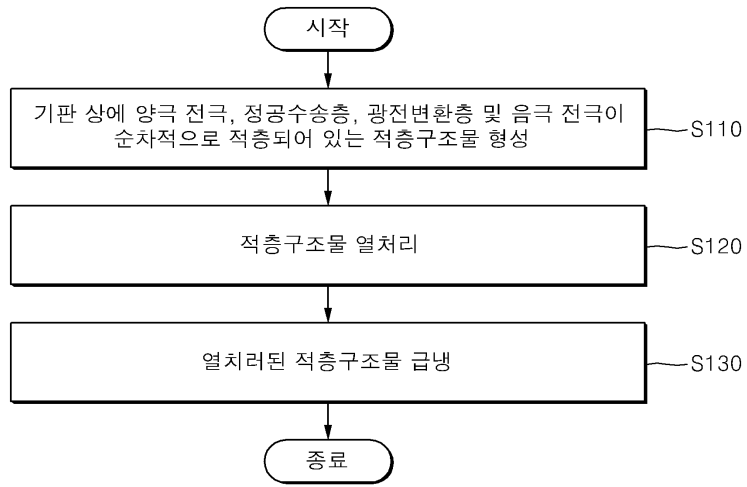
- [0020] 정공수송층(230)은 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 양극 전극(220) 상에 형성되며, 정공수송층(230)의 일부는 기관(210)과 직접 접촉되도록 형성될 수 있다. 정공수송층(230)은 전기 전도성을 갖는 고분자 물질로 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 PEDOT:PSS(polyethylenedioxythiophene polystyrenesulfonate)로 이루어질 수 있다.
- [0021] 광전변환층(240)은 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 정공수송층(230) 상에 형성된다. 광전변환층(240)은 전자 수용체(electron acceptor)와 정공 수용체(hole acceptor)가 혼합되어 있는 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 갖는다. 전자 수용체로는 풀러렌(fullerene) 계열의 혼합물이 이용될 수 있으며, 바람직하게는 PCBM([6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester)이 이용된다. 정공 수용체로는 전기 전도성을 갖는 공액 고분자(conjugated polymer)가 이용될 수 있으며, 바람직하게는 P3HT(poly-(3hexylthiophene))가 이용된다. 이러한 광전변환층(240)은 전자 수용체와 정공 수용체의 산화를 방지하기 위해, 글로브 박스(glove box) 안에서 스펀 코팅(spin coating), 스프레이 코팅(spray coating), 스크린 인쇄(screen process printing), 닥터 블레이드(Dr. blade) 등을 통해 형성될 수 있다.
- [0022] 음극 전극(250)은 도 2(d)에 도시된 바와 같이, 광전변환층(240) 상에 형성된다. 음극 전극(240)은 전자를 효율적으로 수집하기 위해 일 함수(work function)가 작은 금속, 합금 등으로 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 알루미늄(Al)으로 이루어진다. 이러한 음극 전극(250)은 스퍼터링 또는 증발법에 의해 형성될 수 있다.
- [0023] 다음으로, 도 2(e)에 도시된 바와 같이, S110 단계를 통해 형성된 적층구조물(200)을 열처리한다(S120). 이때, 태양전지의 수명을 연장시키기 위해, 적층구조물(200)에 캡슐을 씌운 후, 열처리를 수행한다. 이러한 열처리(S120)를 수행하면, 각각의 층(210 ~ 250) 사이의 공극(void) 등과 같은 결함(defect)을 제거하고, 각각의 층(210 ~ 250) 사이의 경계 접촉면이 넓어지게 된다. 그리고 열처리(S120)를 수행하면, 공액 고분자가 결정을 이룸과 동시에 풀러렌 유도체와 같은 전자 수용체와의 상분리가 진행되어 광전 효율이 향상된다.
- [0024] 다음으로, 도 2(f)에 도시된 바와 같이, S120 단계를 통해 열처리된 적층구조물(205)을 급냉(quenching)한다(S130). 급냉 단계(S130)는 액화 질소를 이용하여 수행할 수 있다. 열처리(S120) 후, 열처리된 적층구조물(205)을 상온에서 자연 냉각시키게 되면, 정공 수용체는 음극 전극으로 이동하게 되고, 전자 수용체는 양극 전극으로 이동하게 되어, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍(electron-hole pair)이 이동하는 이동 경로에 방해물을 형성하게 된다. 전자 수용체와 정공 수용체가 이와 같이 이동하는 이유는 표면 에너지(surface energy)와 전극 선택성 때문이다.
- [0025] 그러나 본 발명과 같이, 열처리(S120) 후 액화 질소 등을 이용하여 열처리된 적층구조물(205)을 급냉하게(S130) 되면, 정공 수용체와 전자 수용체가 상온에서 냉각되는 경우와 다르게 이동하기 용이치 않게 되어 전자 수용체와 정공 수용체는 열처리(S120) 상태로 냉각되어 배열된다. 따라서 정공 수용체는 양극 전극(220) 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 전자 수용체는 음극 전극(250) 방향으로 상대적으로 많이 분포된다. 이와 같이 전자 수용체와 정공 수용체가 분포되면, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍 중 전자는 음극 전극(250)으로, 정공은 양극 전극(220)으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로가 많이 형성되어 광전 효율이 향상된다.
- [0026] 상기의 방법으로 제조된 유기 태양전지는 기관(210) 상에 양극 전극(220), 정공수송층(230), 광전변환층(240) 및 음극 전극(250)이 순차적으로 적층되어 있는 구조를 가진다. 그리고 광전변환층(240)은 전자 수용체와 정공 수용체가 혼합되어 있는 벌크 이종접합 구조를 가지며, 정공 수용체는 양극 전극(220) 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 전자 수용체는 음극 전극(250) 방향으로 상대적으로 많이 분포된다. 이에 따라, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍 중 전자는 음극 전극(250)으로, 정공은 양극 전극(220)으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로가 광전변환층(240)에 많이 형성된다.
- [0027] 본 발명과 같이 열처리 후, 급냉시킨 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 분포와 종래와 같이 열처리 후, 상온에서 냉각시킨 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 분포를 도 3 및 도 4에 나타내었다.
- [0028] 도 3a는 액화 질소 처리를 하지 않은 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 공간 분포를 나타낸 개념도이고, 도 3b는 액화 질소 처리를 한 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 공간 분포를 나타낸 개념도이다. 그리고 도 4a는 액화 질소 처리를 하지 않은 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 분포를 정량화한 그래프이고, 도 4b는 액화 질소 처리를 한 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 분포를 정량화한 그래프이다. 도 3에서 참조번호 310으로 표시된 것은 전자 수용체(PCBM)를 나타내고, 참조번호 320으로 표시된 것은 정공 수용체(P3HT)를 나타낸다. 그리고 도 4에서 Top로 표현된 그래프는 광전변환층(240)의 상부, 즉 음극 전극(250)과 가까운 영역의 전자 수용체(PCBM)와 정공 수용체(P3HT)의 양을 나타낸 그래프이고, Middle로 표현된 그래프는 광전변환층(240)의 가운데 부분의 전자 수용체(PCBM)와 정공 수용체(P3HT)의 양을 나타낸 그래프이며, Bottom으로 표현된 그래프는 광

전변환층(240)의 하부, 즉 양극 전극(220)과 가까운 영역의 전자 수용체(PCBM)와 정공 수용체(P3HT)의 양을 나타낸 그래프이다.

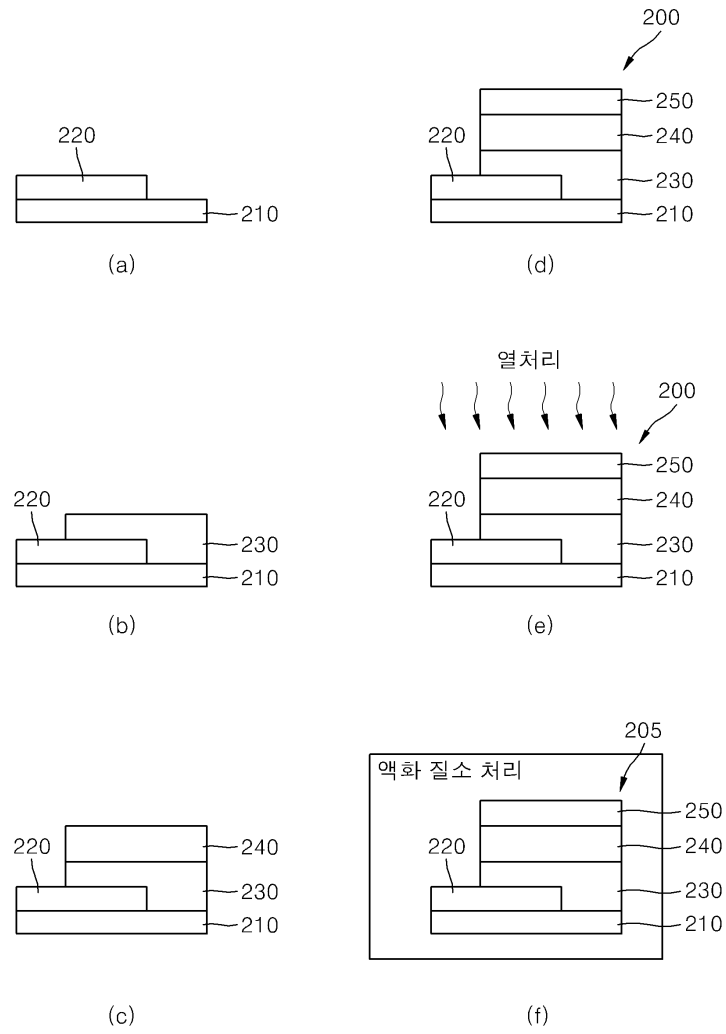
- [0029] 도 3a 및 도 4a를 살펴보면, 열처리 후, 액화 질소 처리를 하지 않고 상온에서 냉각시킨 경우에는, 전자 수용체(PCBM)(310)는 광전변환층(240)의 하부(Bottom), 즉 양극 전극(220)과 가까운 영역에 더 많이 분포되고, 정공 수용체(P3HT)(320)는 광전변환층(240)의 상부(Top), 즉 음극 전극(250)과 가까운 영역에 더 많이 분포됨을 알 수 있다.
 - [0030] 그러나 본 발명과 같이, 열처리 후, 액화 질소 처리를 하게 되면, 도 3b 및 도 4b에 나타낸 바와 같이, 전자 수용체(PCBM)(310)는 광전변환층(240)의 상부(Top), 즉 음극 전극(250)과 가까운 영역에 더 많이 분포되고, 정공 수용체(P3HT)(320)는 광전변환층(240)의 하부(Bottom), 즉 양극 전극(220)과 가까운 영역에 더 많이 분포됨을 알 수 있다. 이와 같이, 정공 수용체(P3HT)(320)는 양극 전극(220) 방향으로 상대적으로 많이 분포되고, 전자 수용체(PCBM)(310)는 음극 전극(250) 방향으로 상대적으로 많이 분포되면, 상술한 바와 같이, 빛에 의해 생성된 전자-정공 쌍 중 전자는 음극 전극(250)으로, 정공은 양극 전극(220)으로 이동할 수 있는 퍼컬레이션(percolation) 경로가 많이 형성된다. 즉, 열처리 후, 액화 질소 처리를 하게 되면, 광전변환층(240) 내의 전자 수용체(PCBM)(310)와 정공 수용체(P3HT)(320)의 3차원 분포가 최적화되므로, 광전 효율이 향상된다.
 - [0031] 본 발명과 같이 열처리 후, 급냉시킨 경우의 효과를 살펴보기 위해, 액화 질소 처리를 하지 않은 유기 태양전지의 전압-전류밀도와 액화 질소 처리를 한 경우의 유기 태양전지의 전압-전류밀도를 나타내는 그래프를 도 5에 나타내었다. 도 5의 참조번호 510으로 표시된 그래프(-●-)는 열처리 후, 액화 질소 처리를 하지 않고, 상온에서 냉각시킨 경우를 나타내는 그래프이고, 참조번호 520으로 표시된 그래프(-■-)는 열처리 후, 액화 질소 처리를 한 경우를 나타내는 그래프이다.
 - [0032] 도 5에 도시된 바와 같이, 열처리 후, 액화 질소 처리를 한 경우(510)가 액화 질소 처리를 하지 않은 경우(520)에 비해 J_{sc} (short circuit current)의 크기가 더 크다($J_{sc,2} > J_{sc,1}$)는 것을 알 수 있다. V_{oc} (open circuit voltage)가 동일할 때, J_{sc} (short circuit current)의 크기가 더 크면 광전 효율이 우수한 것이므로, 본 발명과 같이, 열처리 후, 액화 질소 처리를 통해 급냉시키면, 광전 효율이 종래에 비해 향상됨을 알 수 있다.
 - [0033] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.
- 도면의 간단한 설명**
- [0034] 도 1 및 도 2는 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법을 설명하기 위한 도면들로서, 도 1은 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법에 대한 수행과정을 나타낸 흐름도이고, 도 2는 본 발명에 따른 유기 태양전지 제조방법의 각 단계를 개략적으로 나타낸 도면이다.
 - [0035] 도 3은 본 발명에 따른 방법으로 제조된 유기 태양전지의 광전변환층을 이루는 전자 수용체와 정공 수용체의 공간 분포를 설명하기 위한 도면으로서, 도 3a는 액화 질소 처리를 하지 않은 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 공간 분포를 나타낸 개념도이고, 도 3b는 액화 질소 처리를 한 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 공간 분포를 나타낸 개념도이다.
 - [0036] 도 4는 본 발명에 따른 방법으로 제조된 유기 태양전지의 광전변환층을 이루는 전자 수용체와 정공 수용체의 분포를 설명하기 위한 도면으로서, 도 4a는 액화 질소 처리를 하지 않은 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 분포를 정량화한 그래프이고, 도 4b는 액화 질소 처리를 한 경우의 전자 수용체와 정공 수용체의 분포를 정량화한 그래프이다.
 - [0037] 도 5는 유기 태양전지의 전압-전류밀도를 나타낸 그래프이다.

도면

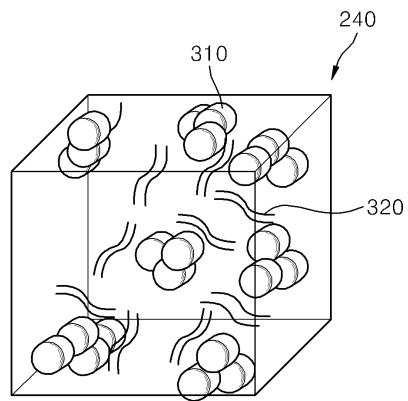
도면1



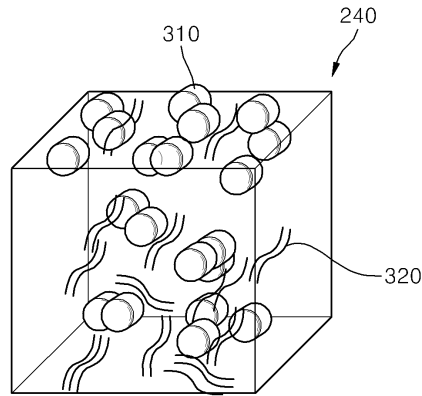
도면2



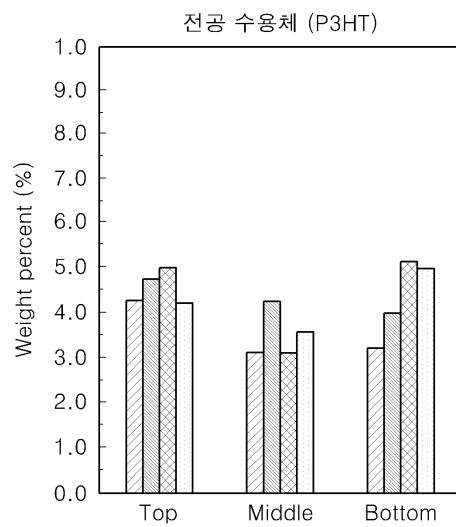
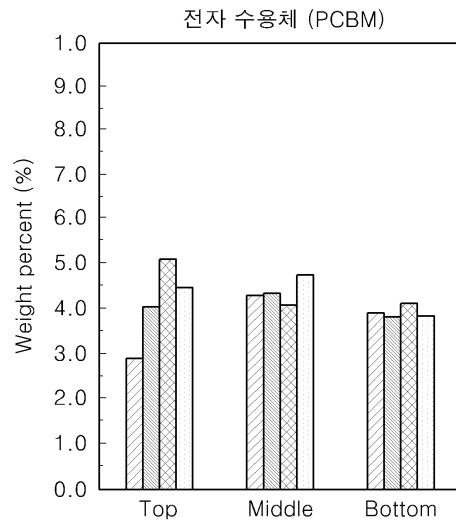
도면3a



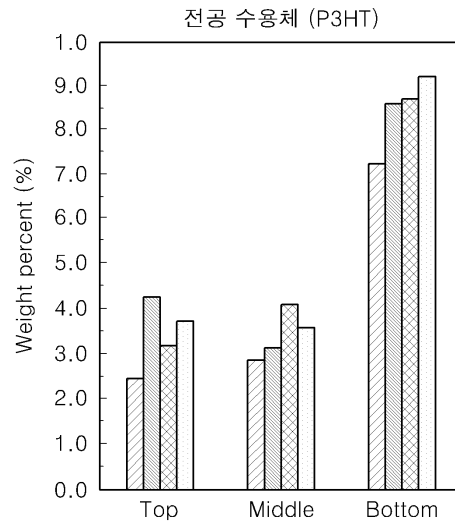
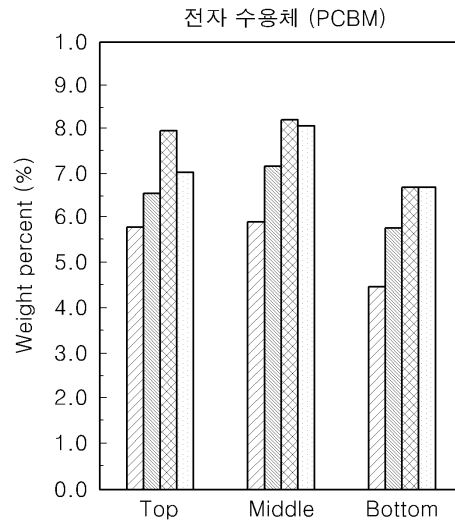
도면3b



도면4a



도면4b



도면5

