(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0030324
(43) 공개일자 2020년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/42 (2006.01) *H01L 31/0256* (2006.01)
H01L 51/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/4213 (2013.01)
H01L 51/442 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0109066
(22) 출원일자 2018년09월12일
심사청구일자 2018년09월12일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
강문희
대구광역시 달서구 와룡로16길 27-3, 803호 (본리동)
이동재
대구광역시 달서구 도원남로 40 산새마을아파트, 710동 1105호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 20 항

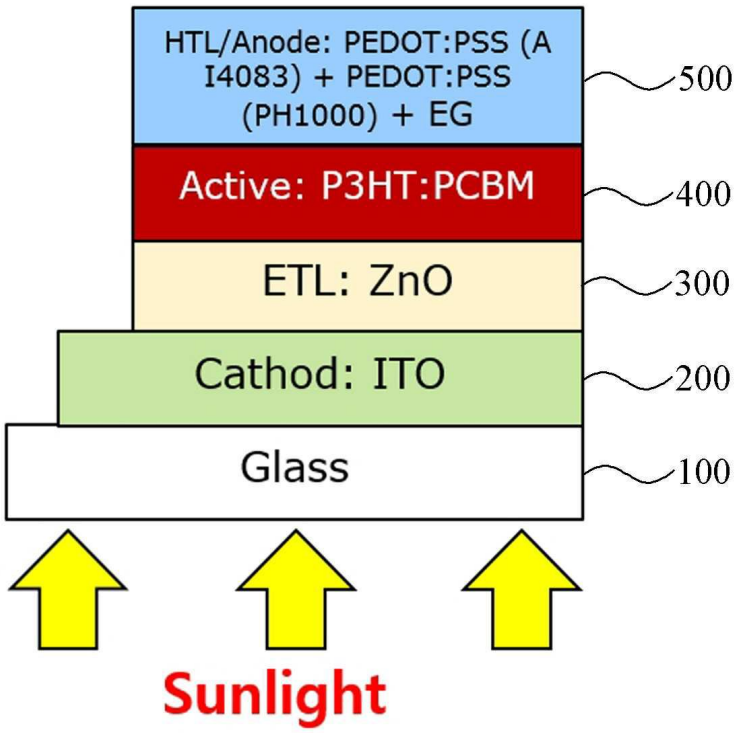
(54) 발명의 명칭 **전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 유기태양광전지로서, 투명 기판(100); 상기 투명 기판(100) 상에 형성된 투명 전극층(200); 상기 투명 전극층(200) 상에 형성된 전자 수송층(300); 상기 전자 수송층(300) 상에 형성된 광 활성층(400); 및 상기 광 활성층(400) 상에 형성

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도6



되며, 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층(500)을 포함하되, 상기 전도성 고분자층(500)은, 투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어진 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 유기태양광전지의 제조방법으로서, (1) 투명 기판(100)을 클리닝하는 단계; (2) 상기 단계 (1)에서 클리닝한 투명 기판(100) 위에 투명 전극층(200)을 형성하는 단계; (3) 상기 단계 (2)에 의해 형성된 상기 투명 전극층(200) 위에 전자 수송층(300)을 형성하는 단계; (4) 상기 단계 (3)에 의해 형성된 상기 전자 수송층(300) 위에 광 활성층(400)을 형성하는 단계; 및 (5) 상기 단계 (4)에 의해 형성된 상기 광 활성층(400) 위에 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층(500)을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 전도성 고분자층(500)은, 투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어진 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따르면, 전극으로 금속 물질을 사용하는 대신에, 전극과 정공 수송 역할을 동시에 할 수 있는 액상형 전도성 고분자 물질을 사용해 전도성 고분자층을 형성함으로써, 금속 전극을 증착하기 위한 공정을 수행하지 않고, 용액 공정으로만 유기태양광전지의 제작이 가능하게 되어, 전체 공정 시간 및 공정 비용을 줄일 수 있다.

또한, 본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따르면, PEDOT:PSS의 여러 가지 종류 중에서, 전기전도성이 뛰어난 PH1000 PEDOT:PSS와 일함수가 커서(5.2eV) 정공선택성이 좋은 AI4083 PEDOT:PSS를 적절한 비율로 혼합하고 용매를 섞어 만든 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 사용함으로써, 전기전도성이 뛰어나면서 정공선택성도 좋은 유기태양광전지로 활용할 수 있다.

뿐만 아니라, 본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따르면, 불투명한 금속 전극 물질 대신에 투명한 전도성 고분자 물질인 PEDOT:PSS로 대체함으로써, 반투명한 유기태양광전지를 얻을 수 있다.

(52) CPC특허분류
H01L 2031/0344 (2013.01)
Y02E 10/549 (2013.01)

(72) 발명자
김다현
대구광역시 달서구 송현로12길 10 (송현동)

허동교
대구광역시 동구 신암로16길 33 신천가람타운, 103동 103호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2017R1C1B5076307
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 생애 첫 연구사업
연구과제명 전 공정 용액법 기반의 대면적 유기태양광전지 개발
기 여 율 1/1
주관기관 계명대학교 산학협력단
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

유기태양광전지로서,

투명 기판(100);

상기 투명 기판(100) 상에 형성된 투명 전극층(200);

상기 투명 전극층(200) 상에 형성된 전자 수송층(300);

상기 전자 수송층(300) 상에 형성된 광 활성층(400); 및

상기 광 활성층(400) 상에 형성되며, 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층(500)을 포함하되,

상기 전도성 고분자층(500)은,

투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 투명 전극층(200)은,

전자가 방출되는 음극으로서, ITO로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전자 수송층(300)은,

전자가 이동하는 층으로서, ZnO로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 광 활성층(400)은,

전자 주개 물질 및 전자 받개 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 광 활성층(400)은,

상기 전자 주개 물질과 상기 전자 받개 물질이 블렌딩(blending)하여 형성된 벌크 이종 접합(BHJ, Bulk Hetero-Junction) 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 전자 주개 물질은,

P3HT로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 전자 받개 물질은,

PCBM으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 전도성 고분자층(500)은,

상기 광 활성층(400) 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 스핀 코팅하여 형성되는 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)은,

PH1000 PEDOT:PSS, AI4083 PEDOT:PSS 및 용매를 혼합하여 제조되며, 액상형 전도성 고분자 물질인 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 용매는,

2-ethoxyethanol 및 Ethylene Glycol 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지.

청구항 11

유기태양광전지의 제조방법으로서,

(1) 투명 기판(100)을 클리닝하는 단계;

(2) 상기 단계 (1)에서 클리닝한 투명 기판(100) 위에 투명 전극층(200)을 형성하는 단계;

(3) 상기 단계 (2)에 의해 형성된 상기 투명 전극층(200) 위에 전자 수송층(300)을 형성하는 단계;

(4) 상기 단계 (3)에 의해 형성된 상기 전자 수송층(300) 위에 광 활성층(400)을 형성하는 단계; 및

(5) 상기 단계 (4)에 의해 형성된 상기 광 활성층(400) 위에 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층(500)을 형성하는 단계를 포함하되,

상기 전도성 고분자층(500)은,

투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 단계 (2)에서의 투명 전극층(200)은,

전자가 방출되는 음극으로서, ITO로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 단계 (3)에서의 전자 수송층(300)은,

전자가 이동하는 층으로서, ZnO로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 단계 (4)에서의 광 활성층(400)은,

전자 주개 물질 및 전자 받개 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 광 활성층(400)은,

상기 전자 주개 물질과 상기 전자 받개 물질이 블렌딩(blending)하여 형성된 벌크 이종 접합(BHJ, Bulk Hetero-Junction) 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 전자 주개 물질은,

P3HT로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 전자 받개 물질은,

PCBM으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 18

제11항에 있어서, 상기 단계 (5)에서는,

상기 광 활성층(400) 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 스핀 코팅하여 상기 전도성 고분자층(500)을 형성하는 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 19

제11항에 있어서, 상기 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)은,

PH1000 PEDOT:PSS, AI4083 PEDOT:PSS 및 용매를 혼합하여 제조되며, 액상형 전도성 고분자 물질인 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 용매는,

2-ethoxyethanol 및 Ethylene Glycol 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 21세기는 최첨단 기술의 급속한 발전과 확산으로 이에 상응하는 사회 변화와 생활 방식의 변화를 경험하고 있으며, 사회 환경과 제품의 연계를 통한 개인에 대한 서비스의 지능화가 가속되어질 전망이다.

[0003] 따라서, 미래의 에너지, 전자·정보 기술은 개인의 상태와 환경 변화를 감지하여 개별적인 서비스를 제공하는 인간중심의 휴먼인터페이스 기술로 발전할 것으로 예상된다.

[0004] 최근 유연성 전자 소재 및 소자화 기술에 대한 연구가 주목받고 있다. 차세대 유연성 전자 소자를 구현하기 위한 대표적인 핵심 소재는 유기물이다. 유기 화합물은 분자 구조의 기본 골격이 탄화수소로 이루어져 있는 화합물을 의미하며, 주로 생명이 있는 유기물에서 많이 발견되어 유기 화합물이라는 이름이 붙었다. 도 1은 Flexible한 성질을 가지는 유기태양광전지의 모습을 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 유기 화합물로 유기태양광전지를 제작하여 Flexible한 유기태양광전지를 얻을 수 있다.

[0005] 도 2는 유기 전자 재료의 다양한 응용분야를 나타낸 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 유기태양전지(OPV, Organic PhotoVoltaic), 유기 디스플레이(OLED, Organic Light Emitting Diode), 유기 박막 트랜지스터(OTFT, Organic Thin Film Transistor), 유기 센서(OS, Organic Sensor), 광 검출기(Photodetector), 전자기 차폐(Electro Magnetic shielding), 유기 투명전극(Organic Transparent Conducting Electrode) 등의 수많은 분야에서 활용될 수 있다.

[0006] 태양광전지는 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치로서, 친환경적인 미래 에너지자원으로 크게 주목받고 있다. 태양광전지는 반도체의 성질을 이용하여 전기를 생산하는데, 구체적으로는 P(Positive)형 반도체와 N(Negative)형 반도체를 접합시킨 P-N 접합 구조를 하고 있으며, 이러한 태양광전지에 태양광이 입사되면, 입사된 태양광이 가지고 있는 에너지에 의해 반도체 내에서 정공(hole) 및 전자(electron)가 발생하고, 이때 P-N 접합에서 발생한 전기장에 의해서 정공은 P형 반도체 쪽으로 이동하고, 전자는 N형 반도체 쪽으로 이동하게 되어 전위가 발생된다.

[0007] 유기태양광전지는 광 활성층에 유기계 재료를 도입함으로써, 기존의 P-N 접합 구조를 이용하는 태양전지와는 달리 전기화학 반응을 통해 전기를 생산하는 개념이다. 도 3은 (a) 정구조 유기태양광전지, (b) 역구조 유기태양광전지의 구조를 도시한 도면이다. 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 광활성 유기물층에서 생성된 전하 중 전자는 금속 전극으로 이동하고, 정공은 ITO 투명전극으로 이동하는 경우를 정구조 유기태양광전지라 부르고, 반대로 이동하는 경우는 역구조 유기태양광전지라 부른다.

[0008] 하지만, 유기 재료를 이용하여 태양광전지를 만들 경우, 무기 재료를 이용하여 태양광전기를 만드는 경우에 비해, 효율이 낮다는 단점이 존재한다. 따라서, 저렴한 유기 재료를 이용하면서, 높은 효율을 얻을 수 있는 유기 태양광전지의 개발이 요구되고 있다.

[0009] 한편, 본 발명과 관련된 선행기술로서, 등록특허 제10-1486206호(발명의 명칭: 투명전도성 산화물을 이용한 화합물반도체 태양광 전지의 제조방법 및 이에 의해 제조된 화합물반도체 태양광 전지) 등이 개시된 바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 전극으로 금속 물질을 사용하는 대신에, 전극과 정공 수송 역할을 동시에 할 수 있는 액상형 전도성 고분자 물질을 사용해 전도성 고분자층을 형성함으로써, 금속 전극을 증착하기 위한 공정을 수행하지 않고, 용액 공정으로만 유기태양광전지의 제작이 가능하게 되어, 전체 공정 시간 및 공정 비용을 줄일 수 있는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은, PEDOT:PSS의 여러 가지 종류 중에서, 전기전도성이 뛰어난 PH1000 PEDOT:PSS와 일함수가 커서(5.2eV) 정공선택성이 좋은 AI4083 PEDOT:PSS를 적절한 비율로 혼합하고 용매를 섞어 만든 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 사용함으로써, 전기전도성이 뛰어나면서 정공선택성도 좋은 유기태양광전지로 활용할 수 있는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0012] 뿐만 아니라, 본 발명은, 불투명한 금속 전극 물질 대신에 투명한 전도성 고분자 물질인 PEDOT:PSS로 대체함으로써, 반투명한 유기태양광전지를 얻을 수 있는, 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지는,

[0014] 유기태양광전지로서,

[0015] 투명 기판;

[0016] 상기 투명 기판 상에 형성된 투명 전극층;

[0017] 상기 투명 전극층 상에 형성된 전자 수송층;

[0018] 상기 전자 수송층 상에 형성된 광 활성층; 및

[0019] 상기 광 활성층 상에 형성되며, 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층을 포함하되,

[0020] 상기 전도성 고분자층은,

[0021] 투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어진 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0022] 바람직하게는, 상기 투명 전극층은,

[0023] 전자가 방출되는 음극으로서, ITO로 이루어질 수 있다.

[0024] 바람직하게는, 상기 전자 수송층은,

[0025] 전자가 이동하는 층으로서, ZnO로 이루어질 수 있다.

[0026] 바람직하게는, 상기 광 활성층은,

[0027] 전자 주개 물질 및 전자 받개 물질로 이루어질 수 있다.

[0028] 더욱 바람직하게는, 상기 광 활성층은,

[0029] 상기 전자 주개 물질과 상기 전자 받개 물질이 블렌딩(blending)하여 형성된 벌크 이종 접합(BHJ, Bulk Hetero-Junction) 구조로 이루어질 수 있다.

[0030] 더욱 바람직하게는, 상기 전자 주개 물질은, P3HT로 이루어질 수 있다.

[0031] 더욱 바람직하게는, 상기 전자 받개 물질은, PCBM으로 이루어질 수 있다.

[0032] 바람직하게는, 상기 전도성 고분자층은,

[0033] 상기 광 활성층 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 스핀 코팅하여 형성될 수 있다.

[0034] 바람직하게는, 상기 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)은,

[0035] PH1000 PEDOT:PSS, AI4083 PEDOT:PSS 및 용매를 혼합하여 제조되며, 액상형 전도성 고분자 물질일 수 있다.

[0036] 더욱 바람직하게는, 상기 용매는,

[0037] 2-ethoxyethanol 및 Ethylene Glycol 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0038] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법은,

[0039] 유기태양광전지의 제조방법으로서,

[0040] (1) 투명 기판을 클리닝하는 단계;

[0041] (2) 상기 단계 (1)에서 클리닝한 투명 기판 위에 투명 전극층을 형성하는 단계;

[0042] (3) 상기 단계 (2)에 의해 형성된 상기 투명 전극층 위에 전자 수송층을 형성하는 단계;

[0043] (4) 상기 단계 (3)에 의해 형성된 상기 전자 수송층 위에 광 활성층을 형성하는 단계; 및

[0044] (5) 상기 단계 (4)에 의해 형성된 상기 광 활성층 위에 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층을 형성하는 단계를 포함하되,

[0045] 상기 전도성 고분자층은,

[0046] 투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어진 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0047] 바람직하게는, 상기 단계 (2)에서의 투명 전극층은,

[0048] 전자가 방출되는 음극으로서, ITO로 이루어질 수 있다.

[0049] 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서의 전자 수송층은,

[0050] 전자가 이동하는 층으로서, ZnO로 이루어질 수 있다.

[0051] 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서의 광 활성층은,

[0052] 전자 주개 물질 및 전자 받개 물질로 이루어질 수 있다.

[0053] 더욱 바람직하게는, 상기 광 활성층은,

[0054] 상기 전자 주개 물질과 상기 전자 받개 물질이 블렌딩(blending)하여 형성된 벌크 이종 접합(BHJ, Bulk Hetero-Junction) 구조로 이루어질 수 있다.

[0055] 더욱 바람직하게는, 상기 전자 주개 물질은, P3HT로 이루어질 수 있다.

[0056] 더욱 바람직하게는, 상기 전자 받개 물질은, PCBM으로 이루어질 수 있다.

[0057] 바람직하게는, 상기 단계 (5)에서는,

[0058] 상기 광 활성층 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 스핀 코팅하여 상기 전도성 고분자층을 형성할 수 있다.

[0059] 바람직하게는, 상기 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)은,

[0060] PH1000 PEDOT:PSS, AI4083 PEDOT:PSS 및 용매를 혼합하여 제조되며, 액상형 전도성 고분자 물질일 수 있다.

[0061] 더욱 바람직하게는, 상기 용매는,

[0062] 2-ethoxyethanol 및 Ethylene Glycol 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

발명의 효과

[0063] 본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따르면, 전극으로 금속 물질을 사용하는 대신에, 전극과 정공 수송 역할을 동시에 할 수 있는 액상형 전도성 고분자 물질을 사용해 전도성 고분자층을 형성함으로써, 금속 전극을 증착하기 위한 공정을 수행하지 않고, 용액 공정으로만 유기태양광전지의 제작이 가능하게 되어, 전체 공정 시간 및 공정 비용을 줄일 수 있다.

[0064] 또한, 본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따르면, PEDOT:PSS의 여러 가지 종류 중에서, 전기전도성이 뛰어난 PH1000 PEDOT:PSS와 일함수가 커서(5.2eV) 정공선택성이 좋은 AI4083 PEDOT:PSS를 적절한 비율로 혼합하고 용매를 섞어 만든 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 사용함으로써, 전기전도성이 뛰어나면서 정공선택성도 좋은 유기태양광전지로 활용할 수 있다.

[0065] 뿐만 아니라, 본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따

르면, 불투명한 금속 전극 물질 대신에 투명한 전도성 고분자 물질인 PEDOT:PSS로 대체함으로써, 반투명한 유기 태양광전지를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0066] 도 1은 Flexible한 성질을 가지는 유기태양광전지의 모습을 도시한 도면.

도 2는 유기 전자 재료의 다양한 응용분야를 나타낸 도면.

도 3은 (a) 정구조 유기태양광전지, (b) 역구조 유기태양광전지의 구조를 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 구성을 도시한 도면.

도 5는 기존 유기태양광전지의 전체적인 구성을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 전체적인 구성을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지에서 광 활성층 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액을 스핀 코팅하는 모습을 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지와 기존의 태양광전지를 비교하기 위하여, (a) 기존 유기태양광전지의 앞면, (b) 기존 유기태양광전지의 뒷면, (c) 본 발명 유기태양광전지의 앞면, (d) 본 발명 유기태양광전지의 뒷면의 모습을 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 Dark I-V 그래프를 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 Light I-V 그래프를 도시한 도면.

도 11는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법의 흐름도를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0067] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일 또는 유사한 부호를 사용한다.

[0068] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결' 되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결' 되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결' 되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함' 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0069] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 구성을 도시한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지는, 기판(100), 투명 전극층(200), 전자 수송층(300), 광 활성층(400) 및 전도성 고분자층(500)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0070] 보다 구체적으로는, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)는, 유기태양광전지로서, 투명 기판(100), 투명 기판(100) 상에 형성된 투명 전극층(200), 투명 전극층(200) 상에 형성된 전자 수송층(300), 전자 수송층(300) 상에 형성된 광 활성층(400), 및 광 활성층(400) 상에 형성되며, 정공 수

송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층(500)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0071] 도 5는 기존 유기태양광전지의 전체적인 구성을 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 전체적인 구성을 도시한 도면이다. 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)는, 도 5에 도시된 바와 같은 기존 유기태양광전지의 전극(Anode)과 정공 수송층(HTL, Hole Transport Layer)을 포함하는 대신에, 도 6에 도시된 바와 같이 전극의 역할과 정공 수송의 역할을 동시에 할 수 있는 액상형 전도성 고분자 물질을 사용해 전도성 고분자층(500)을 구성(HTL/Anode)하였다. 따라서, 기존 유기태양광전지에서 전극으로 사용되는 불투명한 금속 물질을 사용하지 않으므로 반투명한 유기태양광전지를 얻을 수 있고, 유기태양광전지 제작 공정을 진행할 때 전극 증착 공정 없이 용액 공정으로만 유기태양광전지의 제작을 할 수 있어, 시간 및 비용을 절약할 수 있다.

[0072] 보다 구체적으로는, 도 5에 도시된 바와 같이, 일반적으로 유기태양광전지에서 양극 전극 물질로 많이 쓰이는 물질은 Ag 또는 Au이고, 정공 수송층으로는 정공선택성이 좋은 AI4083 PEDOT:PSS가 많이 쓰인다. 그러나 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)에서는, 양극 전극 물질로 Ag 또는 Au를 사용하는 대신에, 전기전도성이 뛰어난 PH1000 PEDOT:PSS를 AI4083 PEDOT:PSS와 적절한 비율로 혼합하고 용매를 섞어 만든 액상형 전도성 고분자 물질인 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 사용하여 전도성 고분자층(500)을 구성하기 때문에, 전도성 고분자층(500)이 전극의 역할과 정공 수송층의 역할을 동시에 할 수 있다.

[0073] 이하에서는, 도 4 및 도 6을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 각각의 구성에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0074] 기판(100)은, 투명하고 빛을 투과할 수 있는 재질로 이루어지며, 일면에 추후 상세히 설명할 투명 전극층(200)이 형성될 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)에서는, 기판(100)으로 유리 또는 소다석회 유리가 사용될 수 있으나, 상기의 유리 또는 소다석회 유리로 기판(100)의 재질을 한정하는 것은 아니다.

[0075] 투명 전극층(200)은, 빛을 투과하면서 전류를 흐를 수 있게 하는 전극으로서, 투명 기판(100) 상에 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 투명 전극층(200)은, 전자가 방출되는 음극으로서, ITO(Indium Tin Oxide)로 이루어질 수 있다. 다만, 상기의 ITO로 투명 전극층(200)을 이루는 물질을 한정하는 것은 아니다.

[0076] 전자 수송층(300)은, 전자가 이동하는 층으로서, 투명 전극층(200) 상에 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 전자 수송층(300)은, 추후 상세히 설명할 광 활성층(400)에서 분리된 전자를 투명 전극층(200)으로 수송하는 역할을 할 수 있다. 이때, 전자 수송층(300)은 ZnO(Zinc Oxide)로 이루어질 수 있으나, 상기의 물질로 전자 수송층(300)을 이루는 물질을 한정하는 것은 아니다.

[0077] 광 활성층(400)은, 전자 수송층(300) 상에 형성될 수 있으며, 태양광에 의한 광반응에 의해 엑시톤이 생성되고 엑시톤에 의해 전자와 정공으로 분리되게 할 수 있어, 분리된 전자와 정공이 각각 전자 수송층(300)과 전도성 고분자층(500)을 통해 흐르게 할 수 있다. 보다 구체적으로, 광 활성층(400)은, 전자 주개 물질 및 전자 받개 물질로 구성될 수 있으며, 전자 주개 물질과 전자 받개 물질이 블렌딩(blending)하여 형성된 벌크 이종 접합(BHJ, Bulk Hetero-Junction) 구조로 이루어질 수 있다.

[0078] 여기서, 전자 주개 물질은, 보통 도너(donor)라고 불리며, 빛과 만나 여기된 엑시톤을 생성할 수 있다. 구체적으로는, 전자 주개 물질은, 태양광에 대한 반응성이 뛰어난 유기 물질로서, P3HT(Poly 3-Hexylthiophene)로 이

루어질 수 있다. 다만 상기의 물질로 전자 주개 물질을 한정하는 것은 아니다.

[0079] 또한, 전자 받개 물질은, 보통 억셉터(accepter)라고 불리며, 생성된 엑시톤과 만나 전자와 정공으로 분리시키는 역할을 할 수 있다. 이때, 전자 받개 물질은, 전자에 대한 친화도가 높은 물질로서, PCBM(Phenyl-C61-Butyric acid Methyl ester)로 이루어질 수 있으나, 상기의 물질로 전자 받개 물질을 한정하는 것은 아니다.

[0080] 전도성 고분자층(500)은, 광 활성층(400) 상에 형성되며, 정공 수송 및 전극의 역할을 동시에 할 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 전도성 고분자층(500)은, 투명한 전도성 고분자 물질인, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)으로 이루어질 수 있다.

[0081] PEDOT:PSS(poly 3,4-ethylenedioxythiophene polystyrene sulfonate)은 두 개의 이오노머(ionomer)가 결합한 것으로서, 투명한 전도성 고분자 물질이다. PEDOT:PSS에는 여러 가지 종류가 있는데, 그 중 전기전도성이 뛰어난 PH1000 PEDOT:PSS는 전도성이 뛰어나지만, 일함수가 4.8eV로 작아서 정공선택성이 좋지 않다. 반면에 일함수가 5.2eV로 큰 AI4083 PEDOT:PSS는 정공선택성이 좋지만 전도성은 매우 나쁘다.

[0082] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)는, PH1000 PEDOT:PSS와 AI4083 PEDOT:PSS를 적절한 비율로 혼합하고 혼합한 용액에 용매를 넣어, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 제조함으로써, 정공선택성이 좋으면서, 전기전도성이 뛰어나며, 기존의 금속 전극을 사용한 유기태양광전지와 동일한 효율을 보이면서도 반투명한 성질을 가지는 유기태양광전지를 얻을 수 있다. 이때, 용매 물질을 넣어줌으로써, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 전기전도도를 증가시킬 수 있다. 여기서, 용매는 높은 끓는점을 가지는 물질일 수 있으며, 용매 물질로서, 2-ethoxyethanol 및 Ethylene Glycol 중 적어도 어느 하나가 될 수 있으나, 상기의 물질로 용매 물질을 한정하는 것은 아니다.

[0083] 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)에서는, PH1000 PEDOT:PSS 30~60 Vol% , AI4083 PEDOT:PSS 30~60 Vol%, 및 용매 6~20 Vol% 의 비율로 혼합하여, 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 제조할 수 있으며, 위와 같은 비율로 제조된 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)은, 액상형 전도성 고분자 물질일 수 있다.

[0084] 도 5에 도시된 바와 같이, 기존 유기태양광전지는, 금속 물질을 사용하여 전극을 형성하였다. 이를 위해 금속을 증착하기 위한 공정이 필요했으며, 금속을 증착하기 위한 공정은, 별도로 고가의 증착 장비가 필요하고, 증착 시간이 오래 걸려, 공정 비용이 증가하고 양산성이 떨어지는 문제점이 존재하였다.

[0085] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)는, 도 6에 도시된 바와 같이, 전극으로 금속 물질을 사용하는 대신에, 전극과 정공 수송 역할을 동시에 할 수 있는 액상형 전도성 고분자 물질인 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 사용해 전도성 고분자층(500)을 형성함으로써, 금속 전극을 증착하기 위한 공정을 수행하지 않고, 용액 공정으로만 전체 공정을 진행하여 유기태양광전지의 제작이 가능하게 되어, 전체 공정 시간 및 공정 비용을 줄일 수 있다.

[0086] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)에서 광 활성층(400) 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액을 스핀 코팅하는 모습을 도시한 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)에서 전도성 고분자층(500)은, 광 활성층(400) 위에 하이브리드 전도성 고분자 용액을 스핀 코팅함으로써 형성될 수 있다.

[0087] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지와 기존의 유기태양광전지(10)를 비교하기 위하여, (a) 기존 유기태양광전지의 앞면, (b) 기존 유기태양광전지의 뒷면, (c) 본 발명 유기태양광전지의 앞면, (d) 본 발명 유기태양광전지의 뒷면의 모습을 도시한 도면이다. 도 8의 (a), (b), (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지는 기존의 유기태양광전지에 비해 훨씬 투명한 것을 확인할 수 있다.

[0088] 이하에서는, 본 발명의 효과를 시험예를 통하여 더욱 상세히 설명하도록 하나, 본 발명의 권리범위가 하기 시험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0089] [시험예 1] I-V CURVE 측정

[0090] 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)와 기존의 유기태양광전지를 제작하여, 전압(V)에 따른 전류(I)를 측정해 보았다. 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 Dark I-V 그래프를 도시한 도면이고, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 Light I-V 그래프를 도시한 도면이다. 도 9 및 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)는, Voc(open circuit voltage)가 588㎷이고, Jsc(short circuit current)가 8.14㎃/㎠로 측정되며, 이를 통해 FF(Fill factor)가 42.1% 이며, Eff(Efficiency)가 2%인 것을 확인할 수 있다.

[0091] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 투명 전극층(200), 전자 수송층(300), 광 활성층(400) 및 전도성 고분자층(500)은 스핀 코팅(Spin Coating) 기술에 의해 형성될 수 있어, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)를 제조하기 위해, 증착 공정을 생략할 수 있어, 공정 시간 및 공정 비용을 줄일 수 있다.

[0092] 도 11는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지(10)의 제조방법의 흐름도를 도시한 도면이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법은, 유기태양광전지의 제조방법으로서, 투명 기판(100)을 클리닝하는 단계(S100), 단계 S100에서 클리닝한 투명 기판(100) 위에 투명 전극층(200)을 형성하는 단계(S200), 단계 S200에 의해 형성된 투명 전극층(200) 위에 전자 수송층(300)을 형성하는 단계(S300), 단계 S300에 의해 형성된 전자 수송층(300) 위에 광 활성층(400)을 형성하는 단계(S400), 및 단계 S400에 의해 형성된 광 활성층(400) 위에 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층(500)을 형성하는 단계(S500)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0093] 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지의 제조방법에 대해서는 앞서 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지와 관련하여 충분히 설명되었으므로, 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0094] 상술한 바와 같이, 본 발명에서 제안하고 있는 전도성 고분자를 활용한 반투명 유기태양광전지 및 그 제조방법에 따르면, 전극으로 금속 물질을 사용하는 대신에, 전극과 정공 수송 역할을 동시에 할 수 있는 액상형 전도성 고분자 물질을 사용해 전도성 고분자층을 형성함으로써, 금속 전극을 증착하기 위한 공정을 수행하지 않고, 용액 공정으로만 유기태양광전지의 제작이 가능하게 되어, 전체 공정 시간 및 공정 비용을 줄일 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, PEDOT:PSS의 여러 가지 종류 중에서, 전기전도성이 뛰어난 PH1000 PEDOT:PSS와 일함수가 커서(5.2eV) 정공선택성이 좋은 AI4083 PEDOT:PSS를 적절한 비율로 혼합하고 용매를 섞어 만든 하이브리드 전도성 고분자 용액(HYBRID PEDOT:PSS SOLUTION)을 사용함으로써, 전기전도성이 뛰어나면서 정공선택성도 좋은 유기태

양광전지로 활용할 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명에 따르면, 불투명한 금속 전극 물질 대신에 투명한 전도성 고분자 물질인 PEDOT:PSS로 대체함으로써, 반투명한 유기태양광전지를 얻을 수 있다.

[0095] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0096] 10: 유기태양광전지

100: 기판

200: 투명 전극층

300: 전자 수송층

400: 광 활성층

500: 전도성 고분자층

S100: 투명 기판을 클리닝하는 단계

S200: 단계 S100에서 클리닝한 투명 기판 위에 투명 전극층을 형성하는 단계

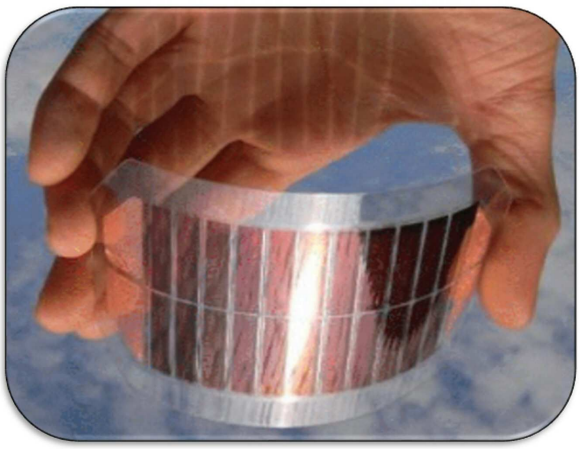
S300: 단계 S200에 의해 형성된 투명 전극층 위에 전자 수송층을 형성하는 단계

S400: 단계 S300에 의해 형성된 전자 수송층 위에 광 활성층을 형성하는 단계

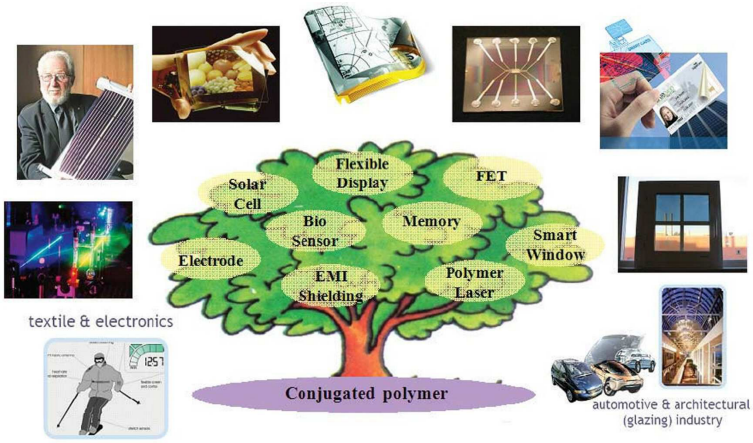
S500: 단계 S400에 의해 형성된 광 활성층 위에 정공 수송 및 전극의 역할을 하는 전도성 고분자층을 형성하는 단계

도면

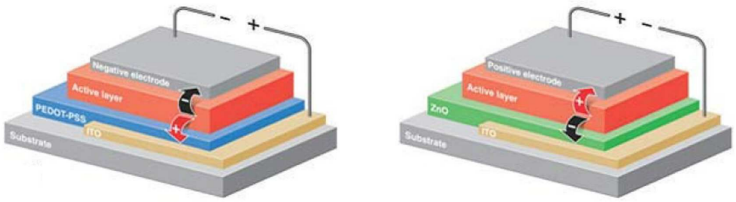
도면1



도면2

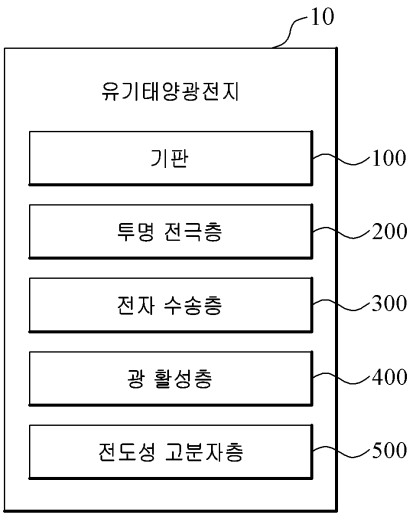


도면3

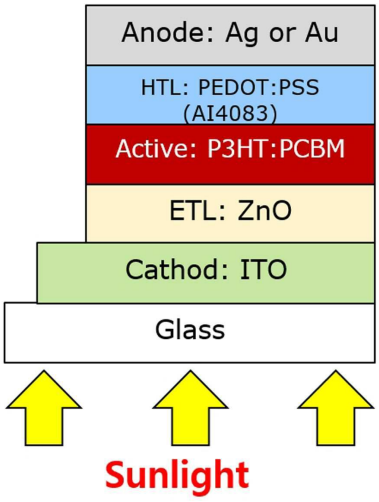


(a) (b)

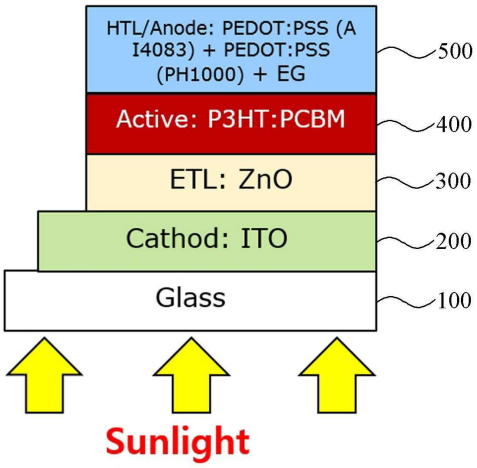
도면4



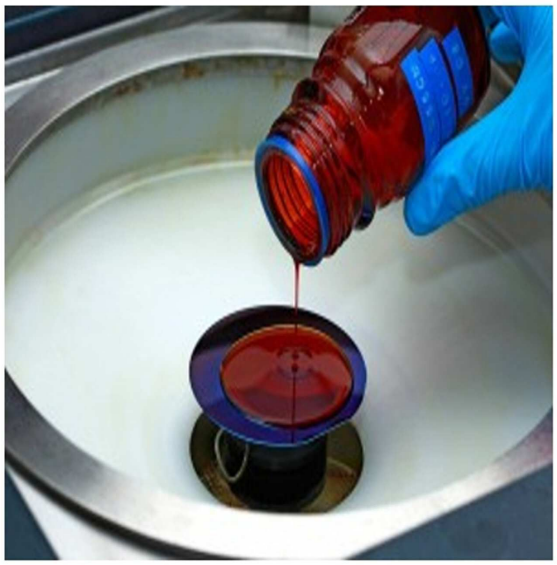
도면5


Anode: Ag or Au
HTL: PEDOT:PSS (AI4083)
Active: P3HT:PCBM
ETL: ZnO
Cathod: ITO
Glass
Sunlight

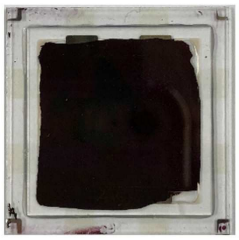
도면6


HTL/Anode: PEDOT:PSS (AI4083) + PEDOT:PSS (PH1000) + EG
500
Active: P3HT:PCBM
400
ETL: ZnO
300
Cathod: ITO
200
Glass
100
Sunlight

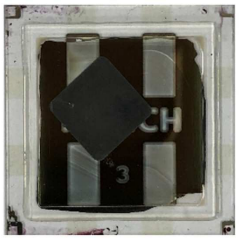
도면7



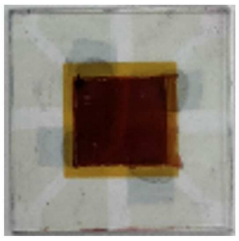
도면8



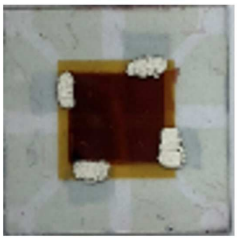
(a)



(b)

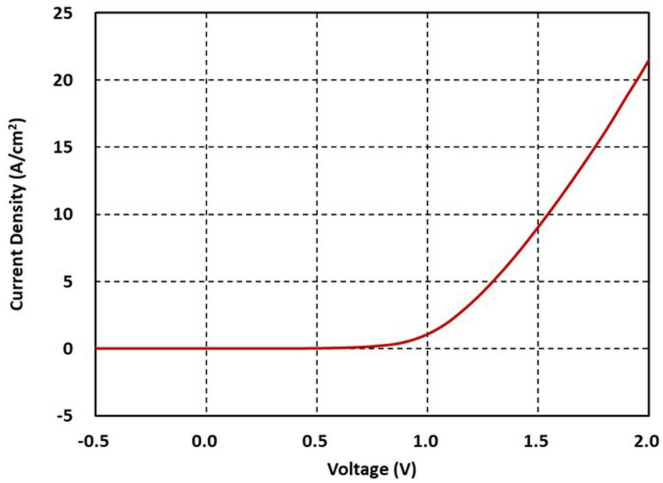


(c)

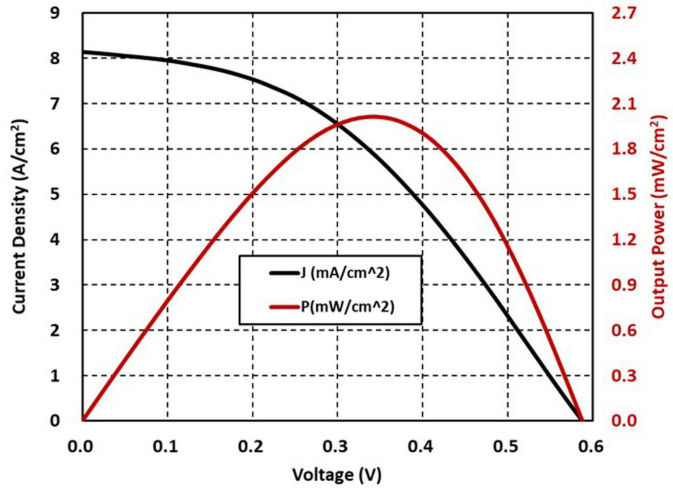


(d)

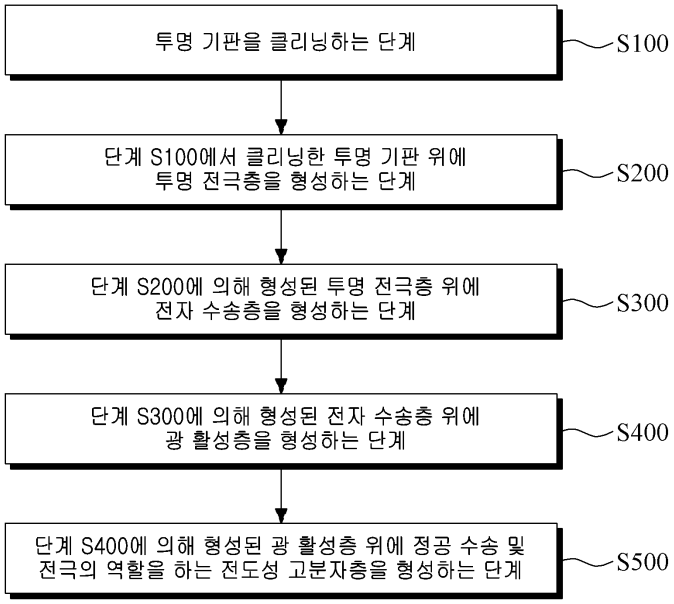
도면9


25
20
15
10
5
0
-5
Current Density (A/cm²)
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
Voltage (V)

도면10


9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Current Density (A/cm²)
2.7
2.4
2.1
1.8
1.5
1.2
0.9
0.6
0.3
0.0
Output Power (mW/cm²)
J (mA/cm^2)
P(mW/cm^2)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
Voltage (V)

도면11


투명 기판을 클리닝하는 단계
S100
단계 S100에서 클리닝한 투명 기판 위에
투명 전극층을 형성하는 단계
S200
단계 S200에 의해 형성된 투명 전극층 위에
전자 수송층을 형성하는 단계
S300
단계 S300에 의해 형성된 전자 수송층 위에
광 활성층을 형성하는 단계
S400
단계 S400에 의해 형성된 광 활성층 위에 정공 수송 및
전극의 역할을 하는 전도성 고분자층을 형성하는 단계
S500