



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년05월09일  
 (11) 등록번호 10-1033304  
 (24) 등록일자 2011년04월28일

(51) Int. Cl.  
*H01L 31/042* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2009-0010296  
 (22) 출원일자 2009년02월09일  
 심사청구일자 2009년02월09일  
 (65) 공개번호 10-2010-0091024  
 (43) 공개일자 2010년08월18일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2008016227 A\*  
 KR1020090012911 A\*  
 US20050092359 A1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**광주과학기술원**  
 광주 북구 오룡동 1번지  
 (72) 발명자  
**이광희**  
 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과  
 학기술원 신소재공학과  
**김선희**  
 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과  
 학기술원 신소재공학과  
**박성흠**  
 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과  
 학기술원 히거 신소재 연구센터  
 (74) 대리인  
**특허법인이상**

전체 청구항 수 : 총 13 항

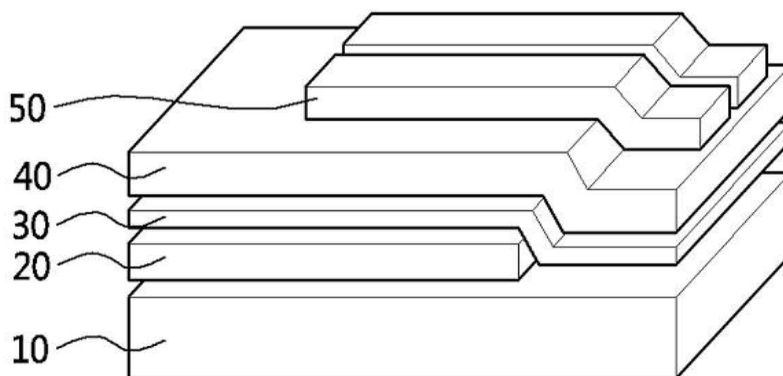
심사관 : 박부식

**(54) 발광특성을 가지는 유기 태양전지 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

버퍼층 대신 고분자 전해질층을 도입함으로써 광전변환특성 및 발광특성을 가지는 유기 태양전지 및 그 제조방법이 개시된다. 본 발명은 종래의 태양전지의 구조에 고분자 전해질층을 도입하여 외부에서 전압을 가하지 않은 상태에서는 광전변환에 의한 전류를 생성하고, 외부에서 전압을 가하게 되면 발광특성을 가지게 되는 유기 태양전지에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 제1 전극과 광활성층 사이에 고분자 전해질층을 도입하여 발광특성을 가지는 유기 태양전지의 제조방법에 관한 것이다. 또한, 태양전지의 내구성을 증진시키기 위해 광활성층과 제2 전극 사이에 보호층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광특성을 가지는 유기 태양전지의 제조방법에 관한 것이다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기관;

상기 기관 상에 형성되는 제1 전극;

상기 제1 전극 상에 형성되는 고분자 전해질층;

상기 고분자 전해질층 상에 형성되는 광활성층(photo active layer); 및

상기 광활성층 상에 형성되는 제2 전극을 포함하고,

상기 광활성층은 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 통해 외부에서 인가된 전압에 의해 발광특성을 나타내는 유기 태양전지.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 광활성층과 상기 제2 전극사이에 보호층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서, 상기 보호층은 타이타늄 산화물(TiOx) 로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서, 상기 고분자 전해질층은,

poly(9,9-bis(6''-(N,N,N-trimethylammonium) hexyl)fluorene-alt-co-phenylene)bromide, poly((2-cyclooctatetraenylethyl)-trimethylammonium trifluoromethanesulfonate), poly-(tetramethylammonium 2-cyclooctatetraenylethanesulfonate), poly((2-methoxy-5-(3-sulfonatopropoxy)-1,4-phenylene)-1,2-ethenediyl), K을 상대이온으로 갖는 poly((2-methoxy-5-propyloxysulfonate-1,4-phenylenevinylene)-alt-(1,4-phenylenevinylene)), 상대이온으로 H, Na, tetradecyltrimethylammonium(TDMA)를 갖는 sulfonated poly(p-phenylene), poly(N-(4-sulfonatobutyloxyphenyl)-4,4'-diphenylamine-alt-1,4-phenylene) sodium salt, poly(N-4,4'-diphenylamine-alt-N-(p-trifluoromethyl)phenyl-4,4'-diphenylamine) sodium salt, poly((9,9-bis(6'-(N,N,N-trimethylammonium)hexyl)-fluorene-2,7-diy1)-alt-(2,5-bis(pphenylene)-1,3,4-oxadiazole)), PFP-Na(sodium poly(9,9'-bis(4-sulfonatobutyl)fluorene-alt-co-1,4-phenylene)) 중 적어도 어느 하나의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서, 상기 광활성층은,

전자주개 물질과 전자받개 물질간 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서, 상기 전자주개 물질은,

P3HT(poly(3-hexylthiophene)), MEH-PPV(poly-[2-methoxy-5-(2'-ethylhexyloxy)-1,4-phenylene vinylene]), MDMO-PPV(poly[2-methoxy-5-3(3',7'-dimethyloctyloxy)-1-4-phenylene vinylene]), PFDTBT(poly((2,7-(9,9-dioctyl)-fluorene)-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole))), PCPDTBT(poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole)]), PCDTBT(poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole)]) 중 적어도 어

는 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서, 상기 전자받개 물질은,

플러렌(fullerene: C<sub>60</sub>), 플러렌 유도체, PBI(polybenzimidazole), PTCBI(3,4,9,10 perylenetetracarboxylic bisbenzimidazole) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서, 상기 전자주개 물질은 PCDTBT(poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole)])인 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서, 상기 전자받개 물질은 PC<sub>70</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>71</sub> butyric acid methyl ester)인 것을 특징으로 하는 유기 태양전지.

**청구항 11**

기판을 제공하는 단계;

상기 기판 상에 제1 전극을 형성하는 단계;

상기 제1 전극 상에 고분자 전해질층을 형성하는 단계;

상기 고분자 전해질층 상에 광활성층을 형성하는 단계; 및

상기 광활성층 상에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 광활성층은 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 통해 외부에서 인가된 전압에 의해 발광특성을 나타내는 유기 태양전지 제조방법.

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 광활성층을 형성하는 단계와 상기 제2 전극을 형성하는 단계 사이에 보호층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지 제조방법.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서, 상기 고분자 전해질층을 형성하는 단계는,

고분자 전해질이 녹아있는 용액을 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 잉크젯 프린팅(ink-jet printing), 스프레이 코팅(spray coating), 스크린 인쇄(screen printing), 드롭 캐스팅(drop casting), 도장법(stamp method), 닥터 블레이드(doctor blade) 또는 롤투롤(roll-to-roll) 중 어느 하나의 방법에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지 제조방법.

**청구항 15**

제 13 항에 있어서, 상기 보호층을 형성하는 단계는,

타이타늄 산화물(TiO<sub>x</sub>) 용액을 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 잉크젯 프린팅(ink-jet printing), 스크린 프린팅(screen printing), 닥터 블레이드(doctor blade), 드롭 캐스팅(drop casting), 도장법(stamp method) 또는 롤투롤(roll-to-roll) 프린팅 중 어느 하나의 방법에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 태양전지 제조방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 유기 태양전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고분자 전해질층을 도입하여 정전압이 가해진 상태에 서는 발광특성을 가지는 유기 태양전지에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 현재 상용화된 대부분의 태양전지는 실리콘을 이용한 무기 태양전지이다. 실리콘 태양전지는 실리콘을 제조하는 공정상 제조가격이 높고 반도체 산업등에서 실리콘 수요가 증가하므로써 실리콘 재료의 가격도 상승하는 추세이다.

[0003] 이러한 실리콘 태양전지의 단점 및 한계를 극복하기 위해 유기 태양전지에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 유기 태양전지는 실리콘 태양전지와 달리 흡광계수가 높아서 얇은 박막(100nm 정도)으로도 태양빛을 충분히 흡수할 수 있기 때문에 얇은 소자로 제작이 가능하며, 유기물의 특성상 굽힘성 및 가공성등이 좋아서 다양한 응용분야가 가능하다는 장점이 있다.

[0004] 하지만 종래의 유기 태양전지의 경우 기관, 제1 전극, 버퍼층, 광활성층, 제2 전극으로 구성되며 빛으로부터 전류를 생성하는 태양전지 고유의 기능만을 수행하고 있다.

[0005] 현재 상용화되고 있는 전자기기는 제품내 동일 소자가 다기능을 수행하는 것이 경제성 및 소형화에 의한 휴대편 이성을 위해 요구되고 있다.

[0006] 특히, 태양전지가 전기를 생성하는 고유의 기능외에 전압을 인가한 경우 발광특성을 갖게 되는 경우 휴대용 전 자기기등의 스마트 디스플레이화가 가능할 수 있다.

[0007] 하지만 현재 발광특성을 갖는 태양전지는 개발이 되지 않은 상태이다.

**발명의 내용**

**해결하고자하는 과제**

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 종래의 태양전지를 구성하는 버퍼층 대신 고분자 전해질층이 도입되고 광전변환특성을 갖는 유기 태양전지를 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0009] 또한 본 발명은 버퍼층 대신 고분자 전해질층을 도입하여 발광 특성을 가지는 유기태양전지를 제공하는데 그 다 른 목적이 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 제1 전극과 광활성층 사이에 고분자 전해질층을 도입하여 발광특성을 가지는 유기 태 양전지를 제조하는 제조방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재 로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제 해결수단**

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양전지는 기관, 상기 기관상에 형성되는 제1 전 극, 상기 제1 전극 상에 형성되는 고분자 전해질층, 상기 고분자 전해질층 상에 형성되는 광활성층 및 상기 광 활성층 상에 형성되는 제2 전극을 포함하는 것을 특징으로 한다. 상기 광활성층은 발광특성을 가질 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 태양전지는 상기 광활성층과 상기 제2 전극사이에 보호층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 태양전지의 제조방법은 먼저 기관을 제공하 는 단계, 이어서 상기 기관상에 제1 전극을 형성하는 단계, 이어서 상기 제1 전극상에 고분자 전해질층을 형성 하는 단계, 이어서 상기 고분자 전해질층상에 광활성층을 형성하는 단계, 마지막으로 상기 광활성층상에 제2 전

극을 형성하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0015] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

**효 과**

[0016] 상기한 바와 같은 본 발명의 유기 태양전지에 따르면 다음과 같은 효과가 하나 혹은 그 이상이 있다.

[0017] 첫째, 버퍼층 대신 고분자 전해질층을 도입함으로써 광전변환효과를 나타내는 태양전지의 제조가 가능하다.

[0018] 둘째, 버퍼층 대신 고분자 전해질층을 도입함으로써 동일 소자내에서 발광특성을 갖는 태양전지의 제조가 가능하다.

[0019] 셋째, 광활성층과 제2 전극사이에 보호층을 도입하여 수분이나 공기등의 외부환경으로부터 소자를 보호할 뿐만 아니라 유기 태양전지의 효율을 증가시킬 수 가 있다.

[0020] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0021] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광특성을 갖는 유기 태양전지를 상세히 설명하기로 한다. 참고로 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 적층구조를 나타낸 도면이다.

[0024] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지는 기관, 제1 전극, 고분자 전해질층, 광활성층, 제2 전극을 포함하여 구성될 수 있다.

[0025] 기관(10)은 유기 태양전지를 지지하기 위해 사용되는 것으로 투명한 유리 기관 또는 PET(Poly Ethylene Terephthlate), PES(Polyethersulphone), PC(Polycarbonate), PI(Polyimide), PEN(Polyethylene Naphthalate), PAR(Polyarylate)중 선택된 투명 플라스틱 기관이 사용될 수 있다. 하지만 이에 한정되는 것은 아니다.

[0026] 제1 전극(20)은 기관(10)을 통과한 빛이 광활성층(40)에 도달하도록 투명한 물질인 것이 바람직하다.

[0027] 또한, 제1 전극(20)은 일함수가 높으며 낮은 저항을 갖는 전도성 물질이 사용된다.

[0028] 이 경우, 제1 전극(20)을 형성하는 물질은 AZO(Al-doped Zinc Oxide), ITO(Indium Tin Oxide), FTO(Fluorine-doped Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 계 또는 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0029] 고분자 전해질층(30)은 제1 전극(20)상에 형성되며 주쇄가 공액 고분자(conjugated polymer)의 구조를 가지고 측쇄에 전하를 띄게 하여 전해질의 특성을 가진다.

[0030] 고분자 전해질층(30) 특히, 고분자 전해질 주쇄의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 준위는 제1 전극(20)의 일함수보다 클 수 있다.

[0031] 또한, 고분자 전해질 주쇄의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 준위는 광활성층(40)의 LUMO의 에너지 준위보다 작되, 상기 광활성층(40)의 LUMO 에너지 준위와 상기 고분자 전해질층(30)의 LUMO 에너지 준위 사이의 차이는 광활성층(40) 내의 전자가 고분자 전해질층(30)으로 이동되지 않을 정도일 수 있다. 다시 말해서, 상기 고분자 전해질층(30)은 전자저지층의 역할을 수행할 수 있다.

[0032] 그 결과, 상기 광활성층(40) 내에 전자들이 누적되게 함으로써 발광이 잘 이루어질 수 있도록 한다.

[0033] 이와 더불어서, 제1 전극(20)과 제2 전극(50) 사이에 전계가 인가된 경우, 예를 들어 제1전극(20)에 양의 전압

이 인가되고 제2 전극(50)에 음의 전압이 인가된 경우, 고분자 전해질층(30) 내 제1 전극(20)에 인접하여 배열된 음전하는 제1 전극(20)으로부터 고분자 전해질층(30)으로의 정공주입을 더 용이하게 할 수 있다.

[0034] 반면, 고분자 전해질층(30) 내 광활성층(40)에 인접하여 양전하가 배열되기는 하나, 광활성층(40)과 고분자 전해질층(30) 사이의 큰 LUMO 에너지 준위 차이로 인해 광활성층(40)의 전자는 상기 고분자 전해질(30)층으로 유입되기 어려울 수 있다.

[0035] 고분자 전해질층(30)에 사용되는 물질은 poly(9,9'-bis(6''-(N,N,N-trimethylammonium) hexyl)fluorene-alt-co-phenylene)bromide, poly((2-cyclooctatetraenylethyl)-trimethylammonium trifluoromethanesulfonate), poly-(tetramethylammonium 2-cyclooctatetraenylsulfonate), poly((2-methoxy-5-(3-sulfonatopropoxy)-1,4-phenylene)-1,2-ethenediyl), K를 상대이온으로 갖는 poly((2-methoxy-5-propyloxysulfonate-1,4-phenylenevinylene)-alt-(1,4-phenylenevinylene)), 상대이온으로 H, Na, tetradecyltrimethylammonium(TDMA)를 갖는 sulfonated poly(p-phenylene), poly(N-(4-sulfonatobutyloxyphenyl)-4,4'-diphenylamine-alt-1,4-phenylene) sodium salt, poly(N-4,4'-diphenylamine-alt-N-(p-trifluoromethyl) phenyl-4,4'-diphenylamine) sodium salt, poly((9,9-bis(6''-(N,N,N-trimethylammonium)hexyl)-fluorene-2,7-diyl)-alt-(2,5-bis(pphenylene)-1,3,4-oxadiazole)), PFP-Na(sodium poly(9,9'-bis(4-sulfonatobutyl)fluorene-alt-co-1,4-phenylene)) 중 선택되는 어느 하나가 될 수 있다.

[0036] 그러나 상기 기술한 물질들에 한정되는 것은 아니며 고체 고분자 전해질이라면 고분자 전해질층(30)에 사용될 수 있다.

[0037] 광활성층(40)은 고분자 전해질층(30)상에 형성되며 빛을 받아 전자와 정공을 분리시켜 전류를 만들어내는 층으로 반도체성 고분자와 플러렌 유도체(fluorine derivatives)를 사용한다.

[0038] 반도체성 고분자는 빛을 흡수하여 전자를 주는 전자주개(electron donor)가 되며 플러렌 유도체는 반도체성 고분자로부터 전자를 받는 전자받개(electron acceptor)가 된다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층(40)은 전자주개-전자받개 물질이 섞여있는 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 가지며 전자주개-전자받개 물질 계면에서 전자친화도의 차이에 의한 광여기된 전하의 이동이 이루어진다.

[0040] 보다 구체적으로, 유기 태양전지에 빛을 쬐어주면, 전자주개 물질에서 빛을 흡수하여 여기 상태의 전자-정공쌍(exciton)이 형성된다. 이 전자-정공쌍은 임의 방향으로 확산하다가 전자주개-전자받개 물질 계면을 만나게 된다.

[0041] 이 경우, 전자받개 물질의 전자친화도가 전자주개 물질보다 더 크므로 전자는 전자친화도가 큰 전자받개 물질쪽으로 이동하고 정공은 전자주개 물질에 남아 각각의 전하로 분리된다.

[0042] 전자 및 정공은 양극과 음극의 일함수 차이로 형성된 내부 전기장과 축적된 전하의 농도차에 의해 각각의 전극으로 이동하여 수집되며 최종적으로 외부회로를 통해 전류의 형태로 흐르게 된다.

[0043] 상기 광활성층(40)은 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 가지며 전자주개와 전자받개가 광활성층(40) 내의 모든 곳에서 나노규모에서 광여기전하이동 계면을 이루므로, 광전하이동계면이 늘어나게 되어 빛에 의해 생성된 전자-정공쌍(exciton)으로부터 가까운 거리에 광전하이동계면이 존재하게 되어 전자-정공쌍들이 효과적으로 전자와 정공으로 분리될 수 있다.

[0044] 한편, 본 발명에 의한 유기 태양전지는 제1 및 제2 전극(20, 50)에 전압을 인가할 경우 전자들이 제2 전극(50)으로부터 광활성층(40)의 LUMO 에너지 준위로 주입이 되게 되며 광활성층(40)과 고분자 전해질층(30) 사이의 큰 LUMO 에너지 준위 차이로 인해 광활성층(40)내에 축적이 되게 된다.

[0045] 또한, 제1 전극(20)으로부터 주입된 홀들은 고분자 전해질층(30)내 제1 전극(20)에 인접하여 배열된 음전하에 의해 고분자 전해질층(30)으로 용이하게 전달되게 된다. 그 결과 광활성층(40)내에서 전자와 홀간 재결합으로 발광특성을 나타내게 된다.

[0046] 전자주개(electron donor)는 P3HT(poly(3-hexylthiophene)), MEH-PPV(poly-[2-methoxy-5-(2'-ethylhexyloxy)-1,4-phenylene vinylene]), MDMO-PPV(poly[2-methoxy-5-3(3',7'-dimethyloctyloxy)-1-4-phenylene vinylene]), PFDTBT(poly((2,7-(9,9-dioctyl)-fluorene)-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-



benzothiadiazole)), PCPDTBT(poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole)]), PCDTBT(poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole)]) 중 선택된 어느 하나가 될 수 있다. 그러나 상기 물질들에 한정되는 것은 아니다.

[0047] 또한, 전자받개(electron acceptor)는 전자주개(electron donor)와 비교하여 높은 전자친화도를 갖는 물질이 적합하며 플러렌(fullerene: C<sub>60</sub>), 플러렌 유도체, PBI(polybenzimidazole), PTCBI(3,4,9,10-perylenetetracarboxylic bisbenzimidazole) 중 선택된 어느 하나가 될 수 있다. 상기 플러렌 유도체는 PC<sub>60</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>61</sub>butyric acid methyl ester) 또는 PC<sub>70</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>71</sub> butyric acid methyl ester)일 수 있다. 그러나 상기 물질들에 한정되는 것은 아니다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양전지는 광활성층(40)내 전자주개 물질로 PCDTBT(poly[N-9'-heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2',1',3'-benzothiadiazole)]), 전자받개 물질로 PC<sub>70</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>71</sub> butyric acid methyl ester)을 사용한다.

[0049] 이 경우 PCDTBT와 PC<sub>70</sub>BM의 혼합 중량비율은 1:4가 바람직하다.

[0050] 광활성층(40)의 두께는 전도성 고분자에 빛이 조사되어 생성된 엑시톤(exciton)의 확산을 위해 얇은 것이 바람직하나 보다 많은 태양빛을 흡수하기 위해 적어도 20nm 이상 이어야 하며 바람직하게는 20~200nm의 두께를 가진다.

[0051] 제2 전극(50)은 제1 전극(20)과 대향 배치되며 낮은 일함수를 갖는 물질이 사용된다.

[0052] 제2 전극(50)을 형성하는 물질은 Al, Ca, Mg, K, Ti, Li 과 같은 금속 또는 이들의 합금을 포함하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0053] 제1 전극(20)과 제2 전극(50)간 일함수의 차이는 분리된 전하를 이동시킬 전기장을 형성하게 된다.

[0054] 보호층(60)은 광활성층(40)과 제2 전극(50)사이에 게재되며 산소나 수증기등이 광활성층(40)에 침투함으로써 인한 소자의 열화(degradation)를 방지한다.

[0055] 또한, 보호층(60)을 도입함으로써 광활성층(40)에 도입되는 광량을 증대시켜 유기 태양전지의 효율을 증대시킬 수가 있다.

[0056] 보호층(60)의 소재는 타이타늄 산화물(TiO<sub>x</sub>)이 사용되며 졸-겔(sol-gel) 방법에 의해 형성된다. 이 경우 보호층(60)의 두께는 2~50nm의 두께를 가진다.

[0057] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 태양전지 제조방법은 먼저 기판을 제공하는 단계, 이어서 제1 전극을 형성하는 단계, 이어서 고분자 전해질층을 형성하는 단계, 이어서 광활성층을 형성하는 단계, 마지막으로 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0058] 기판(10)을 제공하는 단계는 외부의 빛을 투과할 뿐만 아니라 발광특성을 나타낼 수 있도록 투명한 유리 기판, 플라스틱 기판등이 사용된다.

[0059] 제1 전극(20)을 형성하는 단계는 기판(10)상에 전도성 물질을 형성하는 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 때 기판(10)상에 양극을 형성한다.

[0060] 이 경우 양극용 물질은 투명 전극용 물질인 산화주석(SnO<sub>2</sub>), AZO(Al-doped Zinc Oxide), ITO(Indium Tin Oxide), FTO(Fluorine-doped Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 중 선택된 어느 하나가 될 수 있다.

[0061] 제1 전극(20)을 형성하는 방법은 열기상증착(thermal evaporation), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF(Radio Frequency) 스퍼터링 또는 마그네트론 스퍼터링법 등이 될 수 있다. 하지만 이에 한정되는 것은 아니다.

[0062] 고분자 전해질층(30)을 형성하는 단계는 제1 전극(20)상에 주쇄가 공액 고분자(conjugated polymer)의 구조를 가지고 측쇄에 전하를 띄게 한 고분자 물질을 형성하게 된다.

[0063] 본 발명의 일 실시예에 의한 고분자 전해질층(30)은 PFP-Na(sodium poly(9,9'-bis(4-sulfonatobutyl)fluorene-alt-co-1,4-phenylene)) 로 구성된다.

[0064] 고분자 전해질은 수용성이며 메탄올(40%), 이소프로판올(40%), 물(20%)을 섞은 용매에 녹인 후 제1 전극(20)상

에 형성된다.

- [0065] 이 경우 고분자 전해질층(30)을 형성하는 방법은 고분자 전해질이 녹아있는 용액을 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 잉크젯 프린팅(ink-jet printing), 스프레이 코팅(spray coating), 스크린 인쇄(screen printing), 드롭 캐스팅(drop casting), 도장법(stamp method), 닥터 블레이드(doctor blade), 롤투롤(roll-to-roll) 중 선택된 어느 하나의 방법으로 형성할 수 있다.
- [0066] 고분자 전해질층(30)의 두께는 1~150nm 인 것을 특징으로 한다.
- [0067] 또한, 제1 전극(20)상에 형성된 고분자 전해질층(30)을 산소분위기에서 60~120℃에서 10분~1시간 열처리를 하게 된다.
- [0068] 광활성층(40)을 형성하는 단계는 고분자 전해질층(30) 상에 반도체성 고분자와 플러렌 유도체를 혼합하여 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 형태로 형성하게 된다.
- [0069] 이 경우 광활성층(40)은 반도체성 고분자와 플러렌 유도체를 클로로벤젠, 다이클로로벤젠, 클로로포름, 톨루엔 등 유기 용매에 용해시킨후 고분자 전해질층(30)상에 형성하게 된다.
- [0070] 광활성층(40)은 반도체성 고분자와 플러렌 유도체가 함께 녹아있는 용액을 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 잉크젯 프린팅(ink-jet printing), 스프레이 코팅(spray coating), 스크린 인쇄(screen printing), 드롭 캐스팅(drop casting), 도장법(stamp method), 닥터 블레이드(doctor blade), 롤투롤(roll-to-roll) 중 선택된 어느 하나의 방법으로 형성할 수 있다.
- [0071] 이 경우, 광활성층(40)은 벌크 이종접합 구조를 가지며 충분한 빛의 흡수를 위해 광활성층(40)의 두께는 20~200nm 인 것을 특징으로 한다.
- [0072] 보호층(60)은 광활성층(40)과 제2 전극(50)사이에서 개재될 수 있으며 유기 태양전지 작동시 공기나 수분의 유입을 차단하여 소자의 내구성을 확보하는 역할을 한다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예에 의한 보호층(60)은 구성물질이 타이타늄 산화물(TiO<sub>x</sub>)이며 Titanium(IV) 이소프로판올과 2-메톡시에탄올(2-methoxyethanol), 에탄올아민(ethanolamine)을 사용하여 졸-겔(sol-gel) 법으로 합성한다.
- [0074] 또한, 졸-겔(sol-gel) 합성 반응이 일어나는 과정에서 타이타늄(Ti)이 산소와 반응하는 것을 막기 위해 질소 분위기에서 제작한다.
- [0075] 상기와 같은 방법으로 제작한 타이타늄 산화물 전구체 졸(sol)은 실온에서 가수분해에 의해 타이타늄 산화물(TiO<sub>x</sub>)를 형성한다.
- [0076] 보호층(60)의 형성은 타이타늄 산화물(TiO<sub>x</sub>) 용액을 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 잉크젯 프린팅(ink-jet printing), 스크린 인쇄(screen printing), 닥터 블레이드(doctor blade), 드롭 캐스팅(drop casting), 도장법(stamp method) 또는 롤투롤(roll-to-roll) 프린팅 등을 사용하여 이루어질 수 있다.
- [0077] 제2 전극(50)을 형성하는 단계는 광활성층(40)상에 전도성 물질을 형성하는 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따를 때 광활성층(40)상에 음극이 형성된다.
- [0078] 제2 전극(50)은 열기상증착(thermal evaporation), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF(Radio Frequency) 스퍼터링 또는 마그네트론 스퍼터링법 등에 의해 형성될 수 있다. 하지만 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위해 종래의 태양전지(비교예) 및 본 발명(제조예)를 준비하는 실험예(example)를 제시한다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명이 하기의 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0080] <종래의 태양전지(비교예)>
- [0081] 투명 플라스틱 기판상에 제1 전극인 ITO(Indium Tin Oxide)를 증착하고 제1 전극상에 PEDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxyethylene thiophene)-polystyrene sulphonic acid)로 이루어진 버퍼층을 스핀코팅(spin coating)법에 의해 형성하였다.
- [0082] 이어서, 상기 버퍼층상에 PCDTBT(poly[N-9'-heptadecan-2,7-carbazole-alt-5,5-(4',7'-di-2-thienyl-2



' ,1' ,3' -benzothiadiazole)])와 PC<sub>70</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>71</sub> butyric acid methyl ester)을 블렌딩한 광활성층을 스핀코팅법에 의해 형성하였다. 마지막으로 상기 광활성층상에 제2 전극인 Al을 증착하였다.

- [0083] <본발명(제조예)>
- [0084] 투명 플라스틱 기판상에 제1 전극인 ITO(Indium Tin Oxide)를 증착하고 공액 고분자인 PFP-Na(sodium poly(9,9'-bis(4-sulfonatobutyl)fluorene-alt-co-1,4-phenylene))를 메탄올(40%), 이소프로판올(40%), 물(20%)을 섞은 용매에 녹여 고분자 전해질 용액을 준비하였다.
- [0085] 상기 용매에 녹인 PFP-Na를 제1 전극상에 스핀코팅(spin coating)법에 의해 형성한 후 산소분위기에서 110℃에서 10분간 열처리를 하였다.
- [0086] 이어서, 상기 고분자 전해질층상에 PCDTBT(poly[N-9' -heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4' ,7' -di-2-thienyl-2' ,1' ,3' -benzothiadiazole)])와 PC<sub>70</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>71</sub> butyric acid methyl ester)을 블렌딩한 광활성층을 스핀코팅법에 의해 형성하였다. 마지막으로 상기 광활성층상에 제2 전극인 Al을 증착하였다.
- [0087] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 고분자 전해질의 하나인 PFP-Na(sodium poly[9,9'-bis(4-sulfonatobutyl)fluorene-alt-co-1,4-phenylene])의 분자구조를 나타낸 도면이다.
- [0088] 도 3은 도 2에 도식된 PFP-Na로 구성된 고분자 전해질의 파장변화에 따른 형광 및 전계발광특성을 나타낸 도면이다.
- [0089] 도 4는 종래의 유기 태양전지와 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지(LESC)의 전압-전류 변화를 나타낸 도면이다.
- [0090] 도 4에 도식된 바와 같이 종래의 유기 태양전지와 본 발명에 의한 고분자 전해질층을 구비한 유기 태양전지를 Air Mass(AM) 1.5 100mW의 태양광 스펙트럼에 준하는 빛을 조사했을 때 거의 동등한 전압-전류 특성 일 예로서, 거의 비슷한 에너지 전환 효율(에너지 변환효율은 약 4.9%)을 나타냄을 알 수 있다.
- [0091] 도 5는 종래의 태양전지의 전압-전류-밝기 특성을 나타낸 도면이다.
- [0092] 도 5에 도식된 바와 같이 정전압이 가해진 경우 종래의 태양전지는 빛이 전혀 관찰되지 않음을 알 수 있다.
- [0093] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 전압-전류-밝기 특성을 나타낸 도면이다.
- [0094] 도 6에 도식된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지는 정전압이 가해진 경우 발광특성을 나타냄을 알 수 있다.
- [0095] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 전계발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- [0096] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 전계발광 현상을 나타낸 사진이다.
- [0097] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 고분자 전해질층을 도입한 유기 태양전지의 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.
- [0098] 도 9에 도식된 고분자 전해질은 PFP-Na(Sodium poly[9,9' -bis(4-sulfonatobutyl)fluorene-co-alt-1,4-phenylene]), 공액 고분자는 PCDTBT(poly[N-9' -heptadecanyl-2,7-carbazole-alt-5,5-(4' ,7' -di-2-thienyl-2' ,1' ,3' -benzothiadiazole))), 플러렌 유도체는 PC<sub>70</sub>BM([6,6]-phenyl-C<sub>71</sub>-butyric acid methyl ester)이다.
- [0099] 도 10는 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지로서 고분자 전해질층의 두께가 20nm인 경우 전계발광 스펙트럼의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0100] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지로서 고분자 전해질층의 두께가 35nm인 경우 전계발광 스펙트럼의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0101] 도 10 및 11에 도식된 바와 같이, 고분자 전해질층의 두께가 20nm인 경우 약 1.9eV에서 발광피크가 나타남을 알 수 있다. 이는 광활성층의 전자주개 물질의 LUMO와 HOMO 에너지 차이에 부합하므로, 발광이 주로 광활성층 내

에서 일어남을 알 수 있다.

- [0102] 한편, 고분자 전해질층의 두께가 35nm와 같이 두꺼운 경우, 약 3.2eV, 약 1.9eV, 약 2.2eV에서 발광피크가 나타남을 알 수 있다. 2.2eV는 광활성층의 전자주개 물질의 LUMO와 고분자 전해질의 HOMO의 에너지 차이에 부합하므로 이는 고분자 전해질의 정공과 공액 고분자의 전자로 인해 생성된 엑시플렉스(exciplex)에 의한 발광으로 설명될 수 있다.
- [0103] 또한, 3.2eV는 고분자 전해질의 LUMO와 HOMO의 에너지 차이에 부합하므로 발광이 고분자 전해질층 내에서도 일어남을 알 수 있다.
- [0104] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 종래의 유기 태양전지의 구조에서 버퍼층 대신 고분자 전해질층을 도입함으로써 종래의 태양전지 특성의 변화없이 발광특성을 가지는 소자를 제작하는 것이 가능하다.
- [0105] 또한, 본 발명에 의한 유기 태양전지에 구비되는 고분자 전해질층의 두께를 조절 및 광활성층으로 사용하는 물질의 에너지 갭을 조절함으로써 발광되는 광의 색의 조절이 가능할 수 있다.
- [0106] 본 발명에 의한 광전소자는 현재 고분자 발광 다이오드가 사용되고 있는 산업 전반에 응용이 가능하며 단독으로 전력생산이 가능하므로 휴대성이 강조되는 유비쿼터스 시스템 전반에 걸쳐 사용이 가능하다.
- [0107] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0108] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0109] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 적층구조를 나타낸 도면이다.
- [0110] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 고분자 전해질층을 구성하는 PFP-Na의 분자구조를 나타낸 도면이다.
- [0111] 도 3은 도 2에 도시된 PFP-Na로 구성된 고분자전해질의 과장변화에 따른 형광 및 전계발광특성을 나타낸 도면이다.
- [0112] 도 4는 종래의 유기 태양전지와 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지(LESC)의 전압-전류 변화를 나타낸 도면이다.
- [0113] 도 5는 종래의 유기 태양전지의 전압-전류-밝기 특성을 나타낸 도면이다.
- [0114] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 전압-전류-밝기 특성을 나타낸 도면이다.
- [0115] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 전계발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- [0116] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 전계발광현상을 나타낸 사진이다.
- [0117] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지의 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.
- [0118] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지로서 고분자 전해질층의 두께가 20nm인 경우 전계발광 스펙트럼의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0119] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 유기 태양전지로서 고분자 전해질층의 두께가 35nm인 경우 전계발광 스펙트럼의 변화를 나타낸 도면이다.
- [0120] < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >
- [0121] 10 : 기관                                        20 : 제1 전극
- [0122] 30 : 고분자 전해질층                        40 : 광활성층

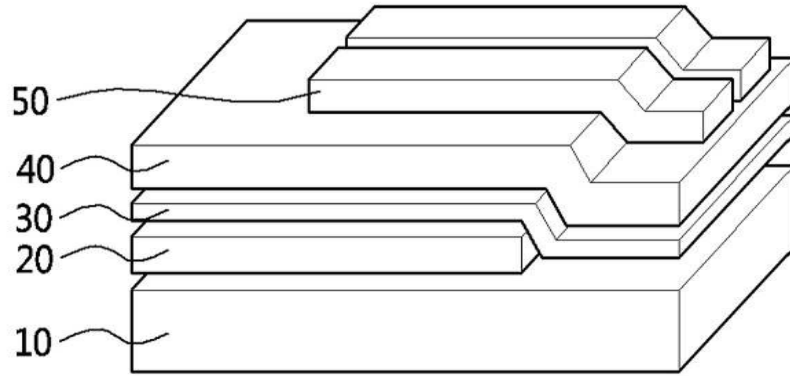
[0123]

50 : 제2 전극

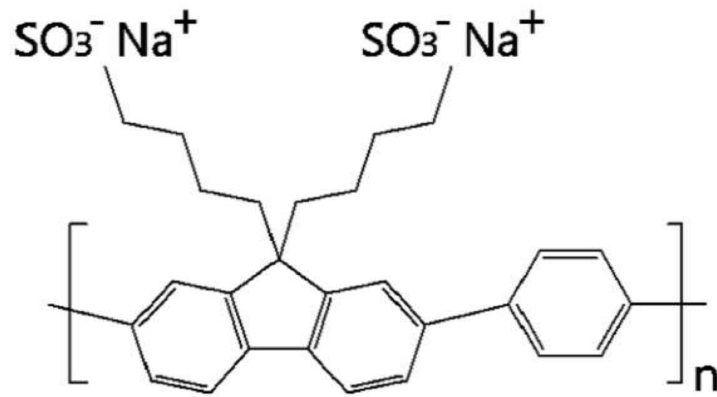
60 : 보호층

도면

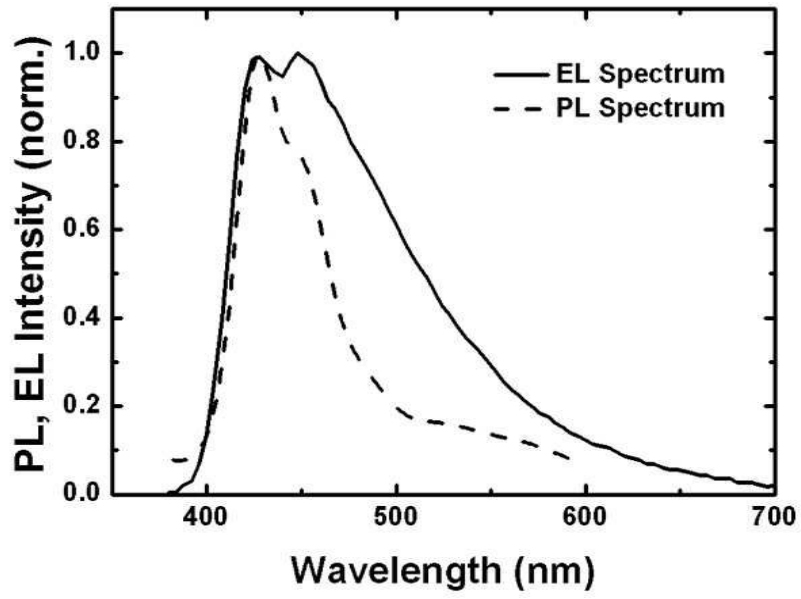
도면1



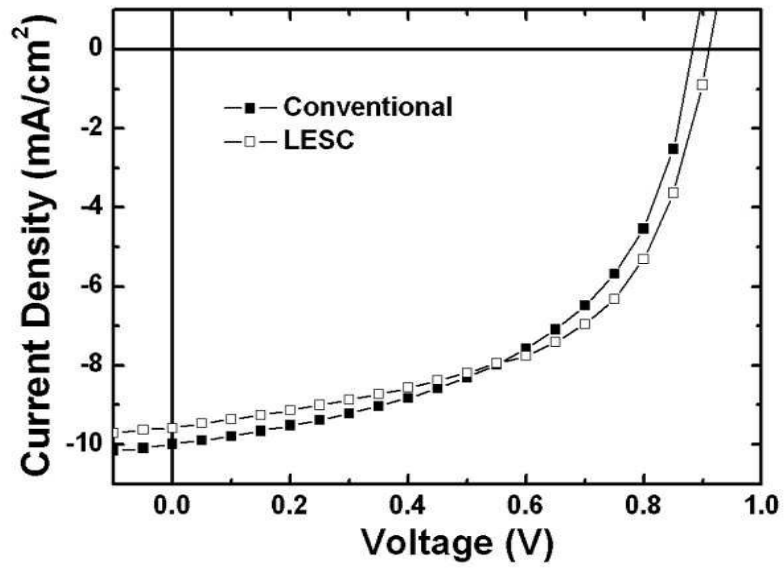
도면2



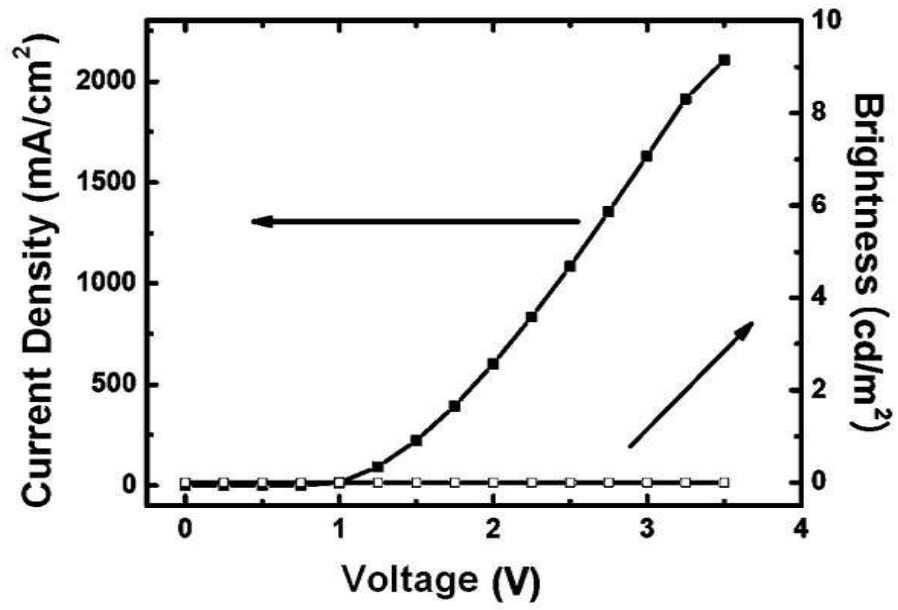
도면3



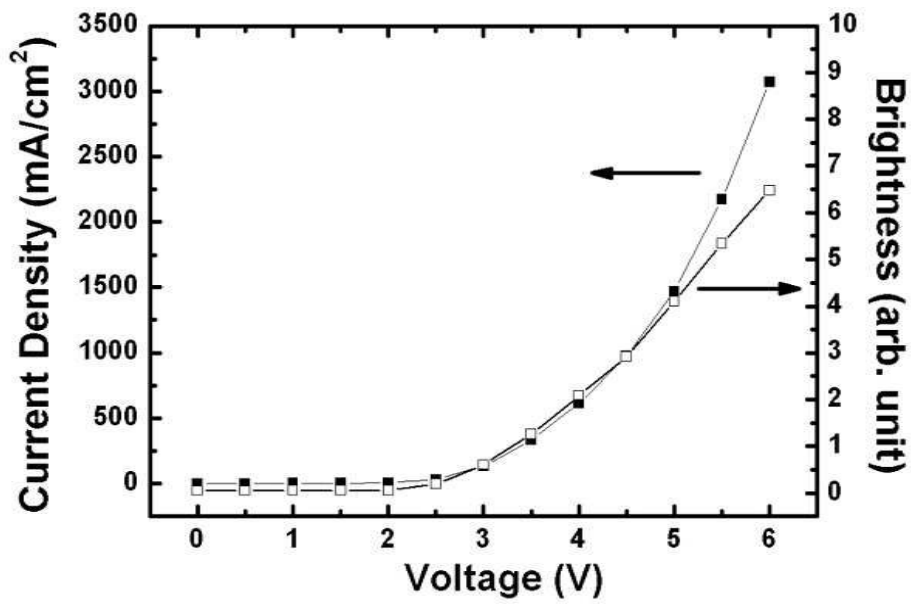
도면4



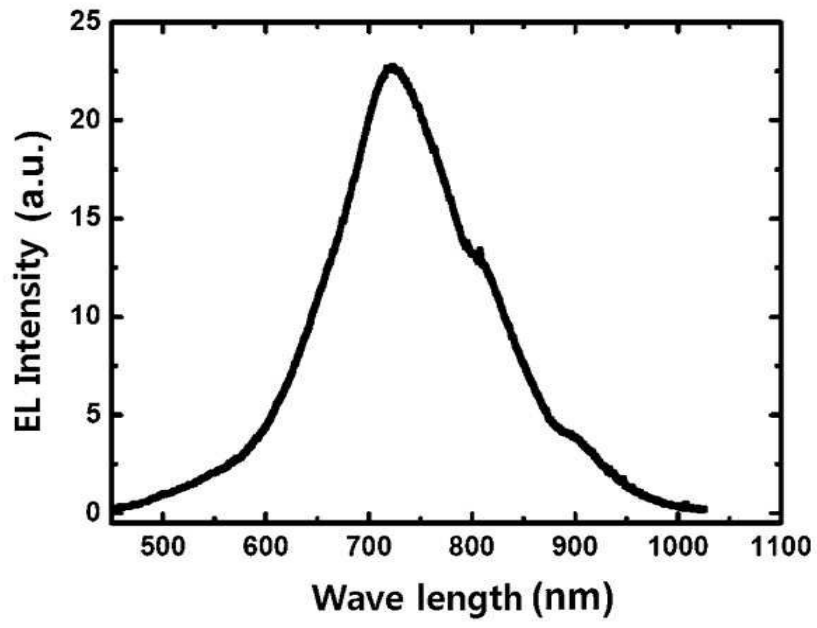
도면5



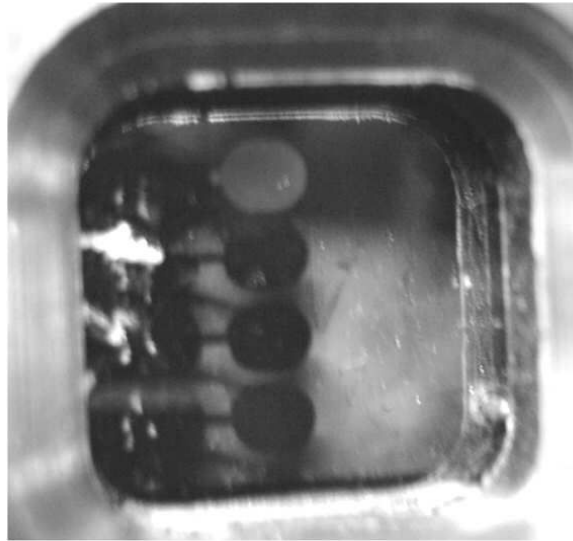
도면6



도면7

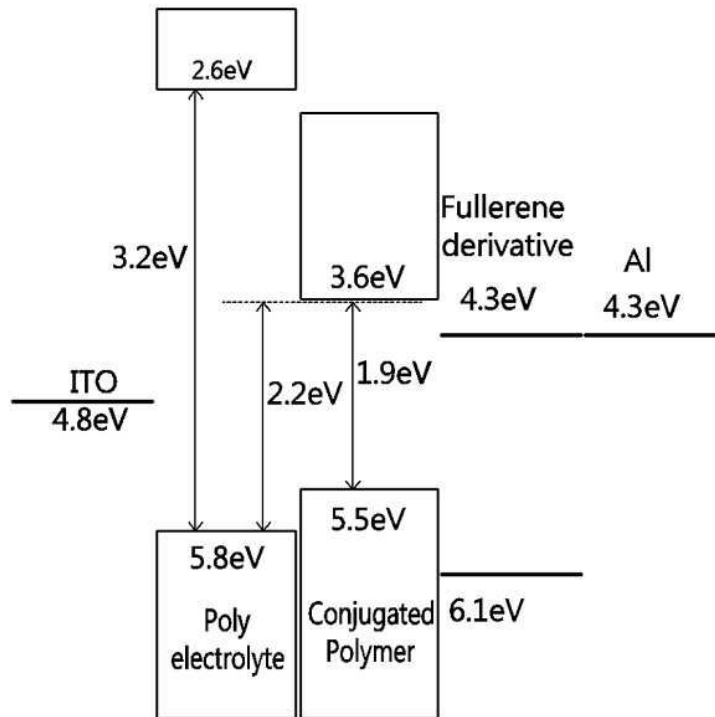


도면8

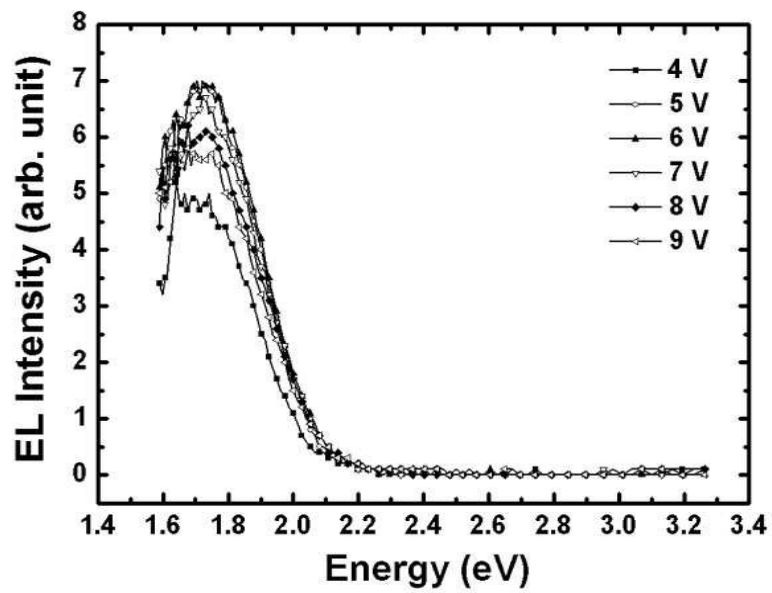




도면9



도면10



도면11

