

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0090874 (43) 공개일자 2010년08월18일
(51) Int. Cl. <i>H01L 51/00</i> (2006.01) <i>H01L 31/042</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2009-0010083 (22) 출원일자 2009년02월09일 심사청구일자 2009년02월09일	(71) 출원인 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내 (72) 발명자 장진 서울특별시 동대문구 회기동 경희대학교 산학협력단 류미선 서울특별시 동대문구 회기동 경희대학교 산학협력단 (74) 대리인 김인한, 김희곤	

전체 청구항 수 : 총 7 항

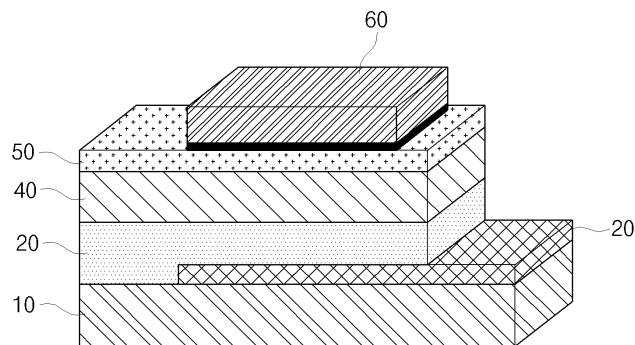
(54) 평가교형 유기 박막 디바이스

(57) 요약

본 발명은 에틸렌 불포화 결합을 갖는 평가교 결합이 가능한 (메타)아크릴레이트 단량체를 포함하는 유기전자소자에 관한 것으로, 본 발명은 기판상에 형성되는 1 이상의 전극과 적어도 1 이상의 유기박막층을 포함하는 유기박막 디바이스에 있어서, 상기 유기박막층은 광중합성 화합물, 전자도너, 전자 억셉터, 광중합 개시제 및 유기용매를 포함하는 조성물로 형성되는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 활성 유기박막층에 평가교 결합이 가능한 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용하여 유기박막층에서의 효과적인 벌크헤테로정선을 형성함으로써 유기태양전지를 제작하는 경우 우수한 특성의 에너지 변환효율을 나타내는 효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

기관상에 형성되는 1 이상의 전극과 적어도 1 이상의 유기박막층을 포함하는 유기 박막 디바이스에 있어서,
상기 유기박막층은 광중합성 화합물, 전자도너, 전자 억셉터, 광중합 개시제 및 유기용매를 포함하는 조성물로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 광중합성 화합물은 1개 이상의 (메타)아크릴 단량체로서 0.001 내지 1 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
상기 전자도너는 폴리티오펜 유도체와 상기 전자 억셉터는 플러렌 유도체를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
상기 광중합 개시제는 0.001 내지 0.5 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
상기 광중합성 화합물은 에틸렌 불포화 결합을 포함하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

청구항 6

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,
상기 활성 유기박막층과 상기 전극 사이에 티타늄옥사이드층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

청구항 7

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,
상기 유기 박막층의 유기 반도체 접합 특성이 벌크이종접합(BHJ:bulk heterojunction)인 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에틸렌 불포화 결합을 갖는 광가교 결합이 가능한 (메타)아크릴레이트 단량체를 포함하는 유기전자소자에 관한 것으로, 활성 유기박막층에 광가교 결합이 가능한 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용하여 유기박막층에서의 효과적인 벌크헤테로정선을 형성함으로써 유기태양전지의 우수한 에너지 변환효율 특성을 향상하고자 하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기박막 태양전지의 기본구조는 도 1에 도시된 것과 같이, 금속/유기반도체(광활성층)/금속의 구조로 개략적으로 표시될 수 있으며, 기판(1) 상에 높은 일함수를 가진 투명전극인 ITO를 양극(2)으로, 낮은 일함수를 가진 Al이나 Ca 등을 음극 물질(5)로 사용하게 된다. 그리고 광활성층은 100nm 정도의 두께를 가진 전자주개물질(electron donor; D)(3)과 전자받개물질(electron acceptor; A)(4)의 2층 구조(도 1의 (a))나 혹은 복합박막구조를 이용하게 되는데(도 1의 (b)), 경우에 따라서는 전자의 두 도너-억셉터 층 사이에 후자의 복합박막(6)이 끼어 있는 혼합구조를 활용하기도 한다.

[0003] 한편, 광활성층으로 사용되는 유기반도체는 유기단분자와 고분자를 사용할 수 있으며, 유기 단분자의 경우에는 진공에서 가열하여 도너 층과 억셉터 층을 연속으로 형성시키는 방법을 사용하며, 유기 고분자의 경우에는 도너와 억셉터 물질이 함께 녹아있는 용액을 스핀코팅법이나, 잉크젯 프린팅법, 또는 스크린 프린팅법 등과 같은 습식공정을 이용하여 막을 형성한다.

[0004] 기본적인 작동원리를 살펴보면, 유기 박막 태양전지에 광을 조사하면, 도너 물질에서 광을 흡수하여 여기상태의 전자-정공 쌍(extinction)이 형성되며, 이후 전자와 정공으로 분리되어 전자는 전자 친화도가 큰 억셉터 쪽으로 정공은 도너 쪽에 남아 각각의 전하 상태로 분리된다. 이들은 양쪽 전극의 일함수의 차이로 형성된 내부 전기장과 쌓여진 전하의 농도차에 의해 각각의 전극으로 이동하여 수집되며, 최종적으로 외부회로를 통해 전류형태로 흐르게 된다.

[0005] 이러한 유기 박막 디바이스의 경우, 최근 들어 고유가와 환경오염에 따른 청정대체에너지의 필요성은 갈수록 절박해지고 있으며, 현재의 주된 기종인 결정질 실리콘계 태양전지에 대한 과수요와 그에 소요되는 실리콘 재료의 수급이 부족할 정도로 확대되고 있다. 이에 이러한 수요에 대한 부응의 측면에서 유기 태양전지의 효율 특성을 극대화 방안의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 활성 유기박막층에 광가교 결합이 가능한 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용하여 유기박막층에서의 효과적인 벌크헤테로정선을 형성함으로써 유기태양전지의 에너지 변환효율을 극대화 하는데 있다.

과제 해결수단

[0007] 본 발명은 과제해결을 위한 구성으로서, 기판상에 형성되는 1 이상의 전극과 적어도 1 이상의 유기박막층을 포함하는 유기 박막 디바이스에 있어서, 상기 유기박막층은 광중합성 화합물, 전자도너, 전자 억셉터, 광중합 개시제 및 유기용매를 포함하는 조성물로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 박막 디바이스를 제공할 수 있도록 한다.

[0008] 상술한 상기 광중합성 화합물은 1개 이상의 (메타)아크릴 단량체로서 0.001 내지 1 중량부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 특히, 상술한 본 발명의 유기박막디바이스를 구성하는 상기 전자도너는 폴리티오펜 유도체와 상기 전자 억셉터는 플러렌 유도체를 포함하여 형성될 수 있으며, 상기 광중합 개시제는 0.001 내지 0.5 중량부를 포함하는 것으로 형성될 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 상술한 유기박막층의 상기 광중합성 화합물은 에틸렌 불포화 결합을 포함하는 것을 포함하는

것으로 형성될 수 있다.

[0011] 특히, 본 발명에서는 상기 활성 유기박막층과 상기 전극 사이에 티타늄옥사이드층을 더 포함하는 것으로 형성되거나, 상기 유기 박막층의 유기 반도체 접합 특성이 벌크이종접합(BHJ:bulk heterojunction)인 것으로 형성될 수 있다.

효 과

[0012] 본 발명에 따르면, 활성 유기박막층에 광과 결합이 가능한 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용하여 유기박막층에서의 효과적인 벌크헤테로정션을 형성함으로써 유기태양전지를 제작하는 경우 우수한 특성의 에너지 변환효율을 나타내는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 구성 및 작용을 구체적으로 설명하기로 한다.

[0014] 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명에 따른 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하는 유기태양전지의 모식도를 도시한 것이다.

[0015] 본 발명에 따른 유기 박막디바이스의 바람직한 일 실시예의 구조를 살펴보면, 기본적으로 플라스틱이나 유리로 사용되는 기판(10)상에 ITO 전극(20)이 형성되며, 그 상부에 적어도 1이상의 유기박막층이 형성될 수 있다.

[0016] 구체적으로는 홀전달층(30), 활성 유기 박막층(40), 그리고 상부에 Al 등의 재료로 형성되는 금속 전극층(60)을 포함하여 구성될 수 있다. 특히 상술한 유기활성층과 알루미늄 전극 사이에는 티타늄 옥사이드층(50)이 더 포함될 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 상기 적어도 1이상의 유기박막층은 활성 유기박막층(40)을 포함하되, 상기 활성 유기박막층(40)은 전자도너, 전자억셉터, 에틸렌불포화결합을 갖는 광중합성 화합물, 광중합개시제, 그리고 용매를 포함하여 구성될 수 있다.

[0018] 특히, 본 발명의 요지로서 상기 활성 유기박막층의 조성물 중 에틸렌 불포화결합을 갖는 광중합성 화합물은 1개 이상의 (메타) 아크릴 단량체로서 0.001 내지 1 중량부를 포함하도록 형성함이 바람직하다.

[0019] 상기 활성 유기박막층(40)의 조성물 가운데 상기 전자도너는 폴리티오펜 유도체로, 그리고 전자 억셉터는 풀리렌 유도체를 포함하여 형성됨이 바람직하다. 아울러 상기 활성 유기박막층의 조성물 중 광중합 개시제는 0.001 내지 0.5 중량부를 포함하도록 형성함이 바람직하다.

[0020] 상술한 바와 같이, 본 발명의 요지로서 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 광과 결합이 가능한 (메타)아크릴 레이트 단량체를 사용하여 유기박막층에서의 효과적인 벌크헤테로정션을 형성하여 에너지 변환효율을 향상시키는 특성을 구현할 수 있다. 이하에서는 이러한 효과상의 특성을 구체적인 실시예를 들어 설명하기로 한다.

[0021] 도 3을 참조하면, 도 3은 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 dark 상태에 대한 J-V 특성 그래프를 도시한 것이다.

[0022] 도시된 것 과 같이, Dark 상태에서의 J-V 특성을 비교하면, 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 (with crosslinker) 소자의 Ion/off ratio 특성이 더 큰 것을 확인 할 수 있다. 이러한 특성은 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하지 않는 소자 (without crosslinker)보다 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하는 (with crosslinker) 소자의 다이오드 특성이 더 우수함을 보여준다.

[0023] 도 4를 참조하면, 도 4는 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 외부양자효율을 나타내는 광전류 양자 효율(Incident Photon to Current conversion Efficiency; IPCE) 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0024] 도시된 그래프에서 AM1.5 ($100\text{mW}/\text{cm}^2$)상태에서의 J-V 특성을 비교하면, 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하는 (with crosslinker) 소자의 short circuit current (J_{sc}) 특성이 더 우수함을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하는 (with crosslinker) 소자가 활성 유기박막층에서 보다 효과적인 벌크헤테로정션이 형성되었음을 나타낸다.(여기에서 AM이란 대기권 밖에서 입사광에 대해 수직으로 측정 한 태양상수 혹은 Air Mass zero(AM0)로 불리우는 일정한 값을 갖게되며, 태양광이 각종 산란과 방해 요인을 거

쳐 지표에 도착하는 경우 파장의 감소를 갖게 되며, 이러한 감소를 정량화 한 것이 Air Mass number(AM m)라 한다.)

[0025] 도 5를 참조하면, 도 5는 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 short circuit current (Jsc), open circuit voltage (Voc), fill factor (FF), efficiency를 비교한 그래프를 도시한 것이다.

[0026] 도시된 도면을 참조하여, 대 입사광 광전류 양자 효율(Incident Photon to Current conversion Efficiency; IPCE) 특성을 비교하면, 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하는 (with crosslinker) 소자의 경우, 400-700nm 가시광선 영역에서 흡수가 더 큰 것을 확인 할 수 있다. 가시광선 영역에서의 흡수가 크게 일어나기 때문에 short circuit current(Jsc) 특성이 증가하여 소자의 에너지 변환효율이 증가함을 알 수 있다.

[0027] 도 6은 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 short circuit current (Jsc), open circuit voltage (Voc), fill factor (FF), efficiency를 비교한 그래프를 나타낸다. 이 비교 그래프를 구현하는 바람직한 실시례를 아래에서 소개한다.

[0028] {실시예}

[0029] - 본 발명에 따른 에틸렌 불포화 결합을 갖는 광가교 결합이 가능한 (메타)아크릴레이트 단량체를 포함하는 유기태양전지 소자 제작 및 에너지 변환효율 비교

[0030] 우선, 세척된 ITO 유리기판 위에 PEDOT:PSS (Bayer Baytron P, AI 4083)을 스핀 코팅한 후 폴리(3-헥실티오펜)(P3HT), 플러렌 유도체인 PCBM-71, 광가교 결합이 가능한 아크릴레이트 단량체 (ATMM), 광중합 개시제를 1,2-디클로로벤젠 용매에 녹여 스핀코팅 방법을 통해 유기박막을 형성하였다.

[0031] 이렇게 형성된 유기박막은 130℃로 가열된 hotplate 위에 올려 놓은 후 0.1mW/cm² 조도를 갖는 램프로 10분간 조사하였다. 유기막 curing 후에 LiF:Al을 전극으로 진공하에서 증착한 후, 흡습제를 부착한 유리 캡으로 봉지하였다. 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 에너지 변환효율을 측정하였고, 그 결과는 도 6에 나타낸 바와 같다.

[0032] 태양전지의 성능을 측정할 때 가장 중요하게 여기는 것이 광에너지 변환효율이며, 이는 Voc, Jsc 가 가능한 크며, FF 가 1에 가깝고 광에너지 변환효율이 클 수록 이상적이라고 할 수 있다. 따라서 도 6에 도시된 것처럼, 본 발명의 바람직한 실시예의 결과는 본 발명에 따른 에틸렌 불포화 결합을 갖는 광가교 결합이 가능한 (메타)아크릴레이트 단량체를 포함하는 유기태양전지 소자에서의 에너지 변환효율은 종래의 기술보다 현저하게 향상되게 구현할 수 있게 되는 것이다.

[0033] 전술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 기술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 포함하는 유기태양전지의 모식도이다.

[0035] 도 2는 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 dark 상태에 대한 J-V 특성 그래프이다.

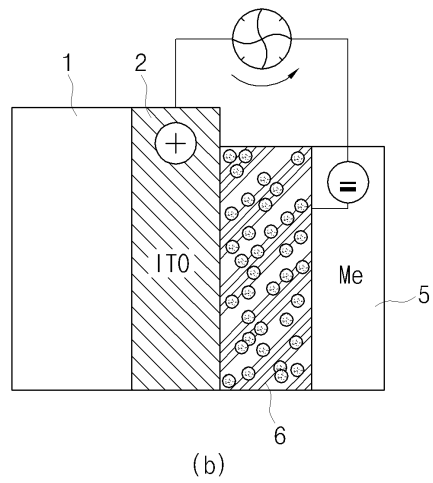
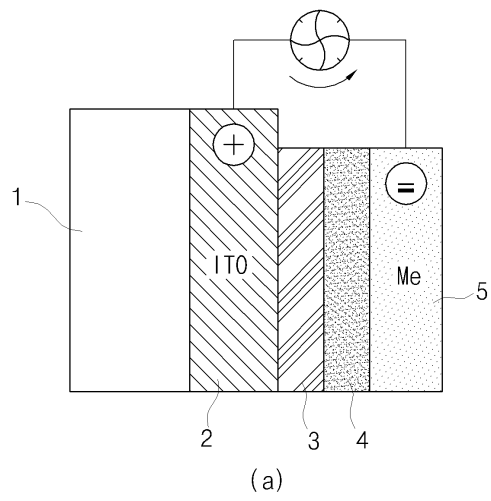
[0036] 도 3은 AM 1.5 (100mW/cm²)조건에서 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 J-V 특성 그래프이다.

[0037] 도 4는 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 외부양자효율을 나타내는 IPCE 스펙트럼을 나타낸 그래프이다.

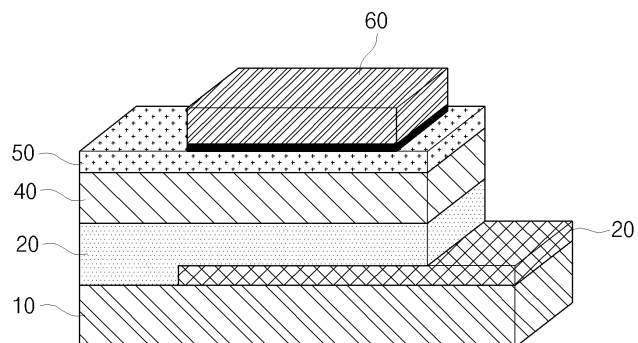
[0038] 도 5는 활성 유기박막층에 에틸렌 불포화 결합을 갖는 단량체를 사용한 경우와 사용하지 않은 유기태양전지 소자의 short circuit current (Jsc), open circuit voltage (Voc), fill factor (FF), efficiency를 비교한 그래프이다.

도면

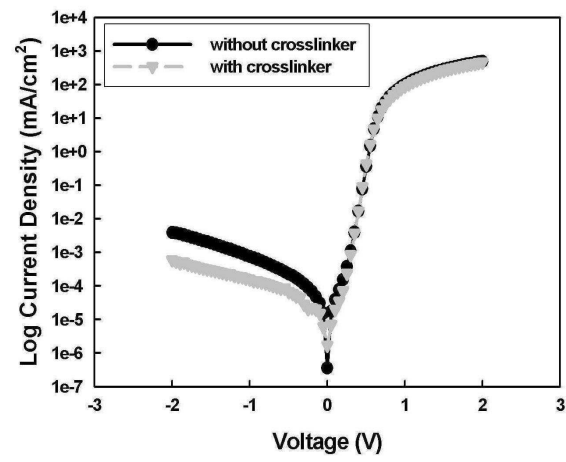
도면1



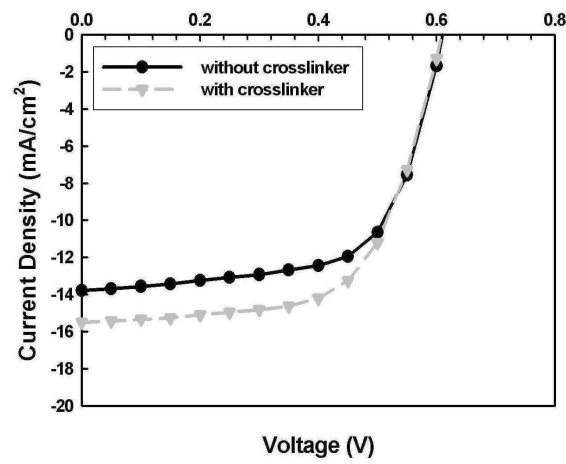
도면2



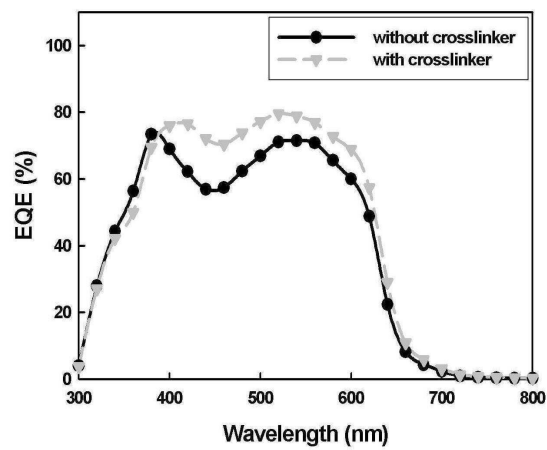
도면3



도면4



도면5



도면6

