



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월18일
 (11) 등록번호 10-0927721
 (24) 등록일자 2009년11월12일

(51) Int. Cl.

H01L 31/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0094177

(22) 출원일자 2007년09월17일

심사청구일자 2007년10월24일

(65) 공개번호 10-2009-0028987

(43) 공개일자 2009년03월20일

(56) 선행기술조사문헌

JP14075479 A*

KR1020060085109 A

KR1020060093732 A

KR1020050013992 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성에스디아이 주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 673-7

(72) 발명자

이문재

경기 용인시 기흥구 공세동 428-5

정병준

경기 용인시 기흥구 공세동 428-5

(74) 대리인

팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 30 항

심사관 : 손희수

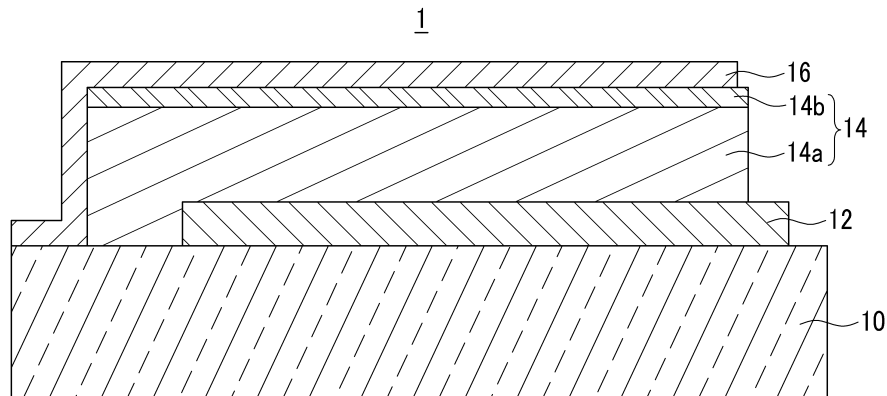
(54) 광전변환소자 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 광전변환소자 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상기 광전변환소자는 서로 대향 배치되는 투명전극과 금속전극; 및 상기 투명전극과 금속전극 사이에 위치하는 복수의 광전변환소자층을 포함하며, 상기 각각의 광전변환소자층은 서로 다른 광 흡수 파장대를 갖는 광 흡수 화합물, 및 전자 수용체 물질을 포함한다.

본 발명에 따른 광전변환소자는 흡수대역에 따라 구분된 복수의 광전변환소자층을 포함하여 우수한 광전 변환 효율을 나타낼 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

서로 대향 배치되는 투명전극과 금속전극; 및

상기 투명전극과 금속전극 사이에 위치하는 광전변환소자층을 포함하며,

상기 광전변환소자층은 투명전극측에는 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층을 포함하고, 금속전극측에는 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층을 포함하는 것인 광전변환소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층과 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층은 1:1 내지 1:3의 두께비를 갖는 것인 광전변환소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층은 30nm 내지 150nm의 두께를 갖는 것인 광전변환소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물은 400 내지 600nm의 파장 영역대를 흡수하는 것인 광전변환소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물은 폴리페닐렌비닐렌계 고분자, 펜타센계 화합물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 친수성을 갖는 전도성 화합물을 포함하는 것인 광전변환소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400중량부로 포함되는 것인 광전변환소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층은 30nm 내지 200nm의 두께를 갖는 것인 광전변환소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물은 400 내지 900nm의 파장 영역대를 흡수하는 것인 광전변환소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물은 티오펜계 고분자, 디티오펜계 고분자, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되

는 비친수성의 공액 고분자인 것인 광전변환소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400중량부로 포함되는 것인 광전변환소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 전자 수용체 물질은 플러렌, 플러렌 유도체, 페릴렌, 카본나노튜브, 반도체성 나노 입자, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인 광전변환소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 광전변환소자는 투명전극과 광전변환소자층사이, 또는 광전 변환소자층과 금속전극 사이에 작용 전압 5.2eV 이하의 완충 물질을 포함하는 버퍼층을 더 포함하는 것인 광전변환소자.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 완충물질은 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜), 폴리(스티렌설포네이트) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인 광전변환소자.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 광전변환소자는 광전변환소자층들 사이에 작용 전압 5.2eV 이하의 물질을 포함하는 중간전극을 더 포함하는 것인 광전변환소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 광전변환소자는 광전변환소자층과 금속전극 사이에 전자 주입층을 더 포함하는 것인 광전변환소자.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 전자 주입층은 칼슘, 리튬 유도체, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인 광전변환소자.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 광전변환소자는 태양전지 또는 유기 광 센서인 것인 광전변환소자.

청구항 19

투명 기관위 투명전극을 형성하는 단계;

투명전극 위 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층을 형성하는 단계;

상기 제1광전변환소자층 위에 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층을 형성하는 단계; 및

상기 제2광전변환소자층 위에 금속전극을 형성하는 단계를 포함하는 광전변환소자의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제1광전변환소자층은 단과장 흡수 화합물, 전자 수용체 물질 및 용매를 포함하는 조성물을 도포후 건조하여 형성되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물은 400 내지 600nm 파장대를 흡수하는 하는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물은 폴리페닐렌비닐렌계 고분자, 펜타센계 화합물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 친수성을 갖는 전도성 화합물인 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 23

제20항에 있어서,

상기 단과장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400 중량부로 포함되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 24

제19항에 있어서,

상기 제조방법은 제1광전변환소자층 형성 후 플라즈마 처리에 의한 표면 개질 공정을 더 포함하는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 플라즈마 처리는 불활성 기체 또는 산화 분위기하에서 실시되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 플라즈마 처리는 1 내지 30W의 소스 출력을 사용하여 실시되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 27

제24항에 있어서,

상기 플라즈마 처리는 10 내지 120초 동안 실시되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 28

제19항에 있어서,

상기 제2광전변환소자층은 장과장 흡수 화합물, 전자 수용체 물질 및 용매를 포함하는 조성물을 도포하여 형성되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물은 400 내지 900nm의 파장 영역대를 흡수하는 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 30

제28항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물은 티오펜계 고분자, 디티오펜계 고분자, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 비친수성의 공액 고분자인 것인 광전변환소자의 제조방법.

청구항 31

제28항에 있어서,

상기 장과장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400중량부로 포함되는 것인 광전변환소자의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 광전변환소자 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 우수한 광전 변환 효율을 나타내는 광전변환소자 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 광전변환소자는 빛의 신호를 전기적인 신호로 바꾸는 소자로서, 센서 또는 태양 전지 등의 다양한 분야에 적용이 가능하다. 광전변환소자는 친환경적이고 에너지원이 무한하며 긴 수명을 가지는 등의 다양한 장점이 있어 활발한 연구가 진행되고 있으나, 광전변환 효율 향상에 한계가 있어 상용화에 어려움이 있다.

<3> 광전변환소자의 기전력 재료로서는 단결정, 다결정, 아모르포스의 실리콘이나, CuInSe, GaAs, CdS 등의 화합물로 이루어지는 무기반도체가 사용되고 있다. 이들의 무기반도체를 이용한 광전변환소자는 10 내지 20%로 비교적 높은 에너지 변환효율을 나타내기 때문에 원격지용의 전원이나 휴대용 소형전자기기의 보조적인 전원으로서 널리 이용되어 있다. 그러나 이들 무기반도체를 이용한 광전변환소자는 플라즈마 CVD법이나 고온결정 성장 프로세스에 의해 제조되기 때문에 소자의 제작에 많은 에너지를 필요로 한다는 문제가 있다. 또한 Cd, As, Se 등의 환경에 유해한 영향을 미칠 수 있는 성분을 포함하고 있고, 소자의 폐기에 의한 환경 파괴의 우려도 있다.

<4> 이 같은 문제점을 개선할 수 있는 광전변환소자로서, 유기반도체를 이용한 유기태양전지가 제안되고 있다. 유기반도체는 다양성이 있고, 독성이 낮으며, 가공성·생산성이 좋고, 비용 절감이 가능하며, 가소성을 가지기 때문에 플렉시블화가 용이하다는 장점으로 인해 실용화를 위한 유기태양전지의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

<5> 유기태양전지는 반도체형과 색소증감형으로 구별되는데, 반도체형은 빛을 생성한 전하 쌍을 분리시키는 메커니즘의 차이에 의해 쇼트키(schottky)형과 pn접합형의 2종류로 나뉘어진다. 쇼트키형은 유기반도체와 금속과의 접합면에 유기되는 쇼트키 장벽에 의한 내부 전계를 이용하는 것이고, pn접합형 태양전지는 p형 반도체와 n형 반도체의 접합면에 발생하는 내부 전계를 이용하는 것으로, 두 반도체에 유기물을 이용하는 유기/유기 pn접합형과, 어느 하나의 반도체로 무기물을 사용하는 유기/무기 pn접합형 등이 있다. 이러한 pn접합형 태양전지는 충분히 만족스러운 광전 변환 효율을 나타내지 않는다는 점, 및 증착법에 의해 성막 공정을 필요로 한다는 점에서 제조상의 번거로움이 있다.

<6> 이에 따라 보다 효율적으로 광전변환소자의 광전 변환 효율을 증가시키기 위한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<7> 본 발명은 우수한 광전 변환 효율을 갖는 광전변환소자를 제공하고자 한다.

<8> 본 발명은 또한 상기 광전변환소자의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

- <9> 이를 위해 본 발명은, 서로 대향 배치되는 투명전극과 금속전극; 및 상기 투명전극과 금속전극 사이에 위치하는 복수의 광전변환소자층을 포함하며, 상기 각각의 광전변환소자층은 서로 다른 광 흡수 파장대를 갖는 광 흡수 화합물, 및 전자 수용체 물질을 포함하는 광전변환소자를 제공한다.
- <10> 상기 광전변환소자층은 투명전극측에는 단파장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층을 포함하고, 금속전극측에는 장파장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층을 포함한다.
- <11> 상기 단파장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층과 장파장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층은 1:1 내지 1:3의 두께비를 갖는 것이 바람직하다.
- <12> 상기 단파장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층은 30nm 내지 150nm의 두께를 갖는 것이 바람직하다.
- <13> 상기 단파장 흡수 화합물은 400 내지 600nm의 파장대를 흡수하는 것이 바람직하다.
- <14> 상기 단파장 흡수 화합물은 폴리페닐렌비닐렌계 고분자, 펜타센계 화합물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 친수성을 갖는 전도성 화합물인 것이 바람직하다.
- <15> 상기 단파장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400 중량부로 포함되는 것이 바람직하다.
- <16> 상기 장파장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층은 30nm 내지 200nm의 두께를 갖는 것이 바람직하다.
- <17> 상기 장파장 흡수 화합물은 400 내지 900nm의 파장 영역대를 흡수하는 것이 바람직하다.
- <18> 상기 장파장 흡수 화합물은 티오펜계 고분자, 디티오펜계 고분자, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 비친수성의 공액 고분자(conjugated polymer)인 것이 바람직하다.
- <19> 상기 장파장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400중량부로 포함되는 것이 바람직하다.
- <20> 상기 전자 수용체 물질은 플러렌, 플러렌 유도체, 페릴렌(perylene), 카본나노튜브, 반도체성 나노 입자 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것이 바람직하다.
- <21> 상기 광전변환소자는 투명전극과 광전변환소자층사이, 또는 광전 변환소자층과 금속전극 사이에 작용 전압 5.2eV 이하의 완충 물질을 포함하는 버퍼층을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <22> 상기 완충물질은 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜), 폴리(스티렌-설포네이트) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것이 바람직하다.
- <23> 또한 상기 광전변환소자는 광전변환소자층들 사이에 작용 전압 5.2eV 이하의 물질을 포함하는 중간전극을 더 포함할 수 있다.
- <24> 상기 광전변환소자는 광전변환소자층과 금속전극 사이, 또는 버퍼층이 형성될 경우 버퍼층과 금속전극 사이에 전자 주입층(electron injection layer)을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <25> 상기 전자 주입층은 칼슘, 리튬 유도체 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것이 바람직하다.
- <26> 상기 광전변환소자는 태양 전지, 또는 유기 광 센서인 것이 바람직하다.
- <27> 본 발명은 또한 투명 기관위 투명전극을 형성하는 단계; 투명전극 위 단파장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층을 형성하는 단계; 상기 제1광전변환소자층 위에 장파장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층을 형성하는 단계; 및 상기 제2광전변환소자층 위에 금속전극을 형성하는 단계를 포함하는 광전변환소자의 제조방법을 제공한다.
- <28> 상기 제조방법은 제1광전변환소자층 형성 후 플라즈마 처리에 의한 표면 개질 공정을 더 포함할 수 있다.

효 과

- <29> 본 발명에 따른 광전변환소자는 흡수대역에 따라 구분된 복수의 광전변환소자층을 포함하여 우수한 광전 변환 효율을 나타낼 수 있다.
- <30> 또한 본 발명에 따른 광전변환소자의 제조방법은 광전변환소자내 광전변환소자층의 다중 적층이 용이하고, 광전

변환소자층에 대한 균일한 표면 개질이 가능하여 핀홀 발생 및 이로 인한 암전류 생성 우려가 없고, 표면처리되는 광전변환소자층의 전자 전도성 저하를 방지할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <31> 이하 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- <32> 통상의 광전변환소자는 투명전극과 금속전극 사이에 광전 변환층이 위치하는 구조를 갖는다. 상기 광전 변환층은 전자 공여체 물질과 전자 수용체 물질을 포함하여, 투명전극을 통해 빛이 입사되면 전자 공여체에서 전자 수용체로 전자가 이동함으로써 전자와 정공의 분리가 일어나게 된다. 이렇게 분리된 전자 및 정공은 각각 투명전극과 금속전극으로 주입되어 전기 에너지를 생성시키게 된다.
- <33> 상기 광전변환소자층은 건식 박막 형성 방법으로 형성되거나 또는 습식 박막 형성 방법으로 형성된다.
- <34> 건식 박막 형성 방법은 종류가 다른 박막이라도 다층 적층체로의 형성이 용이한 반면, 진공 처리 공정을 필요로 하는 등 공정이 복잡하고, 넓은 박막 형성시 균일한 두께를 갖는 박막 형성이 용이하지 않다는 문제가 있다.
- <35> 이에 반해 습식 박막 방식은 건식 박막 형성 방법에 비해 공정이 비교적 간단하고, 넓은 면적의 박막 형성일 가능하다는 장점이 있으나, 용매를 이용하기 때문에 다층 박막을 갖는 소자 제작시 표면 개질에 대한 특성이 맞지 않으면 다층 코팅이 용이하지 않다는 문제가 있다.
- <36> 이에 대해 본 발명에서는 플라즈마 표면 처리 방식을 이용하여 광전변환소자층의 표면을 개질함으로써 복수의 광전변환소자층 형성이 가능하고, 결과 제조된 복수의 광전변환소자층을 포함하는 광전변환소자의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있다.
- <37> 즉, 본 발명의 일 구현예에 따른 광전변환소자는 서로 대향 배치되는 투명전극과 금속전극; 및 상기 투명전극과 금속전극 사이에 위치하는 복수의 광전변환소자층을 포함한다.
- <38> 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 광전변환소자를 도시한 부분 단면도이다.
- <39> 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 광전변환소자(1)는, 투명 기판(10) 위에 투명전극(12), 광전변환소자층(14), 및 금속전극(16)이 순차적으로 형성된다. 이러한 광전변환소자(1)는 태양광을 흡수하여 전기적 에너지를 사용하는 유기 태양 전지, 유기 발광 다이오드, 유기 박막 트랜지스터, 유기 광 센서 등 다양한 분야에 적용될 수 있다.
- <40> 상기 투명 기판(10)으로는 외부광의 입사가 가능하도록 투명성을 갖는 물질이라면 특별히 한정됨 없이 사용할 수 있다. 이에 따라 상기 투명 기판(10)은 유리 또는 플라스틱으로 이루어질 수 있다. 상기 플라스틱의 구체적인 예로는 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리프로필렌(polypropylene, PP), 폴리이미드(polyimide, PI), 트리아세틸 셀룰로오스(triacetyl cellulose, TAC), 또는 이들의 공중합체 등을 들 수 있다.
- <41> 상기 투명전극(12)은 낮은 일함수를 가지는 물질로 이루어지며, 인듐틴산화물(indium tin oxide, ITO), 플루오르틴산화물(fluorine tin oxide, FTO), 인듐아연산화물(indium zinc oxide, IZO), ZnO-(Ga₂O₃ 또는 Al₂O₃) 등의 투명한 전도성 금속의 산화물로 이루어져 광이 입사될 수 있다. 상기 투명전극 형성물질로서 보다 바람직하게는 전도성, 투명성 및 내열성이 우수한 SnO₂ 또는 비용면에서 저렴한 ITO를 사용할 수 있다.
- <42> 상기 금속전극(16)은 상기 투명전극(12)에 비해 높은 일함수를 가지는 금속으로 이루어진다. 구체적으로는 상기 금속전극(16)은 Al(알루미늄), Ca(칼슘), Ag(은), Au(금), Pt(백금), 또는 Ni(니켈)으로 이루어진 단일층으로 이루어지거나, 서로 다른 금속으로 이루어진 층들이 다층으로 적층되어 형성될 수 있다.
- <43> 상기 투명전극(12) 위에 형성되는 광전변환소자층(14)은 전자 공여체(electron donor, p형 반도체) 물질 및 전자 수용체(electron acceptor, n형 반도체) 물질을 포함한다. 상기 광전변환소자층(14)은 또한 상기 전자 공여체와 전자 수용체 물질이 이종 접합(heterojunction)되어 이루어지거나, 전자 공여체 물질이 이루는 층과 전자 수용체 물질이 이루는 층이 적층되는 다층 구조로 이루어질 수 있다.
- <44> 본 발명의 일 구현예에 따른 광전변환소자(1)에 있어서, 상기 광전변환소자층(14)은 서로 다른 광흡수 파장대를 갖는 광 흡수 화합물을 각각 포함하는 다층 구조를 갖는다. 도 1에서는 2층 구조를 갖는 광전변환소자층(14)을

나타내었으나, 이는 일 구현예일뿐 2층 이상의 다층의 구조를 가질 수 있다.

- <45> 도 1을 참조하면, 상기 광전변환소자층(14)은 전자 수용체 물질과 함께 전자 공여체 물질로서 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층(14a); 및 전자 수용체 물질과 함께 전자 공여체 물질로서 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층(14b)를 포함한다.
- <46> 상기 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층은 빛 입사 쪽인 투명전극층에 위치하는 것이 바람직하고, 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층은 금속전극층에 위치하는 것이 바람직하다. 태양광이 광전변환소자에 입사할 때 단과장 보다는 장과장의 투과도가 더 좋으므로 상기와 같이 장과장 흡수 물질을 입사면 기준으로 뒤에 배치하는 것이 태양광 흡수에 더 바람직하다.
- <47> 또한 상기 제1광전변환소자층과 제2광전변환소자층은 1:1 내지 1:3의 두께비를 갖는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 1:1 내지 1:2의 두께비를 갖는 것이 좋다. 제1광전변환소자층과 제2광전변환소자층의 두께 비가 상기 범위를 벗어나 제1광전변환소자층에 대한 제2광전변환소자층의 두께가 지나치게 두꺼우면 광전 변화 소자층의 낮은 전도도로 인한 여기 전하의 이동이 제한되어 바람직하지 않고, 반면 제2광전변환소자층의 두께가 지나치게 얇으면 제2광전변환소자층에서 광흡수가 제대로 안 이루어져 바람직하지 않다.
- <48> 상기와 같은 두께비를 충족시키는 범위내에서 또한 제1광전변환소자층은 30nm 내지 150nm의 두께를 갖는 것이 바람직하고, 50 내지 100nm의 두께를 갖는 것이 좋다. 제1광전변환소자층의 두께가 30nm 미만이면 태양광 흡수가 제대로 안되어 바람직하지 않고, 150nm초과하면 여기 전하의 이동이 제한되어 바람직하지 않다.
- <49> 또한 상기 제2광전변환소자층 역시 상기와 같은 두께비를 충족시키는 범위내에서 30nm 내지 200nm의 두께를 갖는 것이 바람직하고, 100 내지 150nm의 두께를 갖는 것이 좋다. 제2광전변환소자층의 두께가 30nm 미만이면 태양광 흡수가 제대로 안되어 바람직하지 않고, 200nm를 초과하면 여기 전하의 이동이 제한되어 바람직하지 않다.
- <50> 상기 제1광전변환소자층내 단과장 흡수 화합물로는 400 내지 600nm의 파장 영역대를 흡수하는 고분자를 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 폴리페닐렌비닐렌계 고분자와 같은 친수성을 갖는 전도성 고분자, 펜타센 화합물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있다. 보다 바람직하게는 폴리(2-메톡시-5-(3,7-디메톡시옥틸옥시)-1,4-페닐렌-비닐렌)(poly(2-methoxy-5-(3,7-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylene-vinylene: MDMO-PPV), 펜타센 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있다.
- <51> 상기 단과장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400 중량부로 포함되는 것이 바람직하고, 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 80 내지 100중량부로 포함되는 것이 보다 바람직하다. 단과장 흡수 화합물의 함량이 20중량부 미만이면 단과장 흡수율이 낮아 바람직하지 않다. 일반적으로 pn 접합 계면에서 전하의 생성 및 분리가 이루어지는데, 상대적으로 p형 반도체의 함량이 많아져 400중량부를 초과하게 되면 전하 분리 효율이 저하되어 바람직하지 않다.
- <52> 상기 제2광전변환소자층내 장과장 흡수 화합물로는 흡수대가 높을수록 우수한 소자 특성을 얻을 수 있다. 구체적으로는 400 내지 900nm의 파장 영역대를 흡수하는 화합물을 사용하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 600 내지 900nm의 파장 영역대를 흡수하는 화합물을 사용하는 것이 좋다. 구체적인 예로는 티오펜계 고분자, 디티오펜계 고분자, 및 이들의 혼합물로 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 비친수성 공액 고분자를 사용할 수 있다. 보다 바람직하게는 폴리(3-헥실티오펜)(poly(3-hexylthiophene): P3HT), 폴리(3-옥틸티오펜)(poly(3-octylthiophene): P3OT) 등과 같은 알킬폴리티오펜(alkyl polythiophenes); 폴리[2,6-(4,4-비스-(2-에틸헥실)-4H-시클로펜타[2,1-b;3,4-b']-디티오펜)-alt-4,7-(2,1,3-벤조티아디아졸)] (poly[2,6-(4,4-bis-(2-ethylhexyl)-4H-cyclopenta[2,1-b;3,4-b']-dithiophene)-alt-4,7-(2,1,3-benzothiadiazole)](PCPDTBT) 및 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.
- <53> 상기 장과장 흡수 화합물은 전자 수용체 물질 100중량부에 대하여 20 내지 400 중량부로 포함되는 것이 바람직하다. 장과장 흡수 화합물의 함량이 20중량부 미만이면 장과장 흡수율이 낮아 바람직하지 않고, 400중량부를 초과하면 전하 분리 효율이 저하되어 바람직하지 않다.
- <54> 제1광전변환소자층 및 제2광전변환소자층에서의 전자 수용체 물질로는 전자 친화도가 큰 플러렌(C₆₀); 1-(3-메톡시-카르보닐)프로필-1-페닐(6,6)C61(1-(3-methoxy-carbonyl)propyl-1-phenyl(6,6)C61: PCBM)와 같은 플러렌 유도체들; 페릴렌(perylene); 카본 나노 튜브; CdTe, CdSe 등과 같은 반도체성 나노 입자; 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있다. 플러렌은 대체로 반도체 고분자와 복합되어 사용되거나 다층 구조에 적용될 수 있다.

- <55> 이상 광전변환소자층이 2층으로 된 경우에 대해 설명하였으나, 본 발명은 2층의 광전변환소자층에 한정되는 것이 아니며, 2층이상의 다층 광전변환소자층도 가능하다.
- <56> 또한 상기 투명전극(12)과 광전변환소자층(14) 사이, 또는 광전변환소자층(14)과 금속전극(16) 사이에는 작용 전압 5.2eV 이하의 완충 물질을 포함하는 버퍼층(도시하지 않음)이 더 형성될 수도 있다.
- <57> 상기 완충물질의 구체적인 예로는 폴리에틸렌디옥시티오펜(polyethylene dioxythiophene, PEDOT), 폴리(스티렌 설포네이트)(poly(styrenesulfonate), PSS), 및 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.
- <58> 상기와 같은 버퍼층은 30 내지 200nm의 두께를 갖는 것이 바람직하고, 50 내지 100nm의 두께를 갖는 것이 보다 바람직하다. 상기 버퍼층의 두께가 상기 범위 내일 때 우수한 광전 변환 효율을 얻을 수 있다.
- <59> 또한 상기 제1광전변환소자층(14a)과 제2광전변환소자층(14b)사이에 중간전극(미도시)가 더 형성될 수도 있다. 상기 중간전극은 앞서 버퍼층에서와 같이 작용 전압 5.2eV 이하의 완충 물질을 포함한다.
- <60> 상기와 같은 중간 전극이 형성될 경우 금속전극(16)은 중간 전극의 일 함수에 비해 더 큰 일함수를 갖는 것을 사용하는 것이 바람직하다. 일례로 PEDOT:PSS를 포함하는 중간전극이 형성될 경우 금속전극으로는 이보다 높은 일함수를 갖는 Pt, 또는 Ni로 이루어진 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- <61> 또한, 상기 광전변환소자층(14)과 금속전극(16)사이, 또는 버퍼층이 형성되는 경우 버퍼층과 금속전극(16)사이에 전자 주입층(electron injection layer)이 더 포함될 수도 있다.
- <62> 이와 같은 전자 주입층은 칼슘; 불화리튬(LiF), LiQ (Lithium quinolate) 등과 같은 리튬 유도체; 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있다.
- <63> 이하 상기와 같은 광전변환소자가 유기 태양 전지로 이용된 것을 일례로 하여 광전변환소자의 작용을 설명한다.
- <64> 먼저, 태양광 등의 광이 투명 기판(10)과 투명전극(12)을 통과하여 입사되면 전자 공여체에서 전자(electron)-정공(hole) 쌍이 생성되고, 생성된 전자가 전자 수용체로 이동함으로써 전자와 정공의 분리가 일어나게 된다. 광여기 전하 이동현상(photo-induced charge transfer, TIPC)라 불리는 전자 공여체와 전자 수용체 사이의 물질 사이의 매우 빠른 전하 이동 현상에 의해 전자와 정공의 분리가 일어난다. 이렇게 분리된 전자 및 정공이 각 전극(12, 16)으로 주입되어 전기 에너지를 생성시키게 된다. 이러한 유기 태양 전지는 유기 물질을 사용하여 가격이 저렴하고 제조가 용이하며 플렉서블(flexible)한 박막 필름 형태로 제조가 가능한 장점이 있다.
- <65> 그러나, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니며 반투명 전지(semi-transparent cell), 탠덤 전지(tandem cell) 등과 같은 다른 종류의 태양 전지, 및 유기 광 센서 등에 대해서도 적용이 가능하다.
- <66> 본 발명은 또한 상기와 같은 구조를 갖는 광전변환소자의 제조방법을 제공한다.
- <67> 도 2는 본 발명의 다른 일 구현예에 따른 광전변환소자의 제조방법을 나타낸 공정도 이다. 도 2를 참조하여 설명하면, 상기 광전변환소자의 제조방법은 투명 기판위 투명전극을 형성하는 단계(S1); 투명전극 위 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층을 형성하는 단계(S2); 상기 제1광전변환소자층 위에 장과장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층을 형성하는 단계(S3); 및 상기 제2광전변환소자층 위에 금속전극을 형성하는 단계(S4)를 포함한다.
- <68> 보다 상세하게는 먼저, 투명 기판위 투명전극을 형성한다(S1).
- <69> 상기 투명 기판은 앞서 설명한 바와 같다.
- <70> 상기 투명 기판 위에 앞서 설명한 바와 같은 전도성 금속 산화물을 증착, 슬러리 코팅 등 통상의 막 형성 방법으로 투명전극을 형성한다.
- <71> 상기 제조된 투명전극위에 단과장 흡수 화합물을 포함하는 제1광전변환소자층을 형성한다(S2).
- <72> 상기 제1광전변환소자층은 단과장 흡수 화합물, 전자 수용체 물질 및 용매를 포함하는 조성물을 도포후 건조하여 형성할 수 있다. 이때 상기 단과장 흡수 화합물 및 전자 수용체 물질은 앞서 설명한 바와 동일하다.
- <73> 다만, 상기 용매로는 단과장 흡수 화합물의 용해가 용이한 물; 톨루엔, 자일렌 등과 같은 탄소수소계 용매; 클로로포름, 클로로벤젠 등과 같은 할로젠화탄화수소계 용매; 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있다.

- <74> 상기 도포 공정은 조성물의 점성에 따라 스프레이 코팅법, 침지법, 리버스롤법, 다이렉트롤법, 그라비아법, 스크린 프린팅법, 스프레이 코팅법, 닥터 블레이드를 이용한 코팅법, 그라비아 코팅법, 딥코팅법, 실크 스크린법, 페인팅법, 및 슬롯 다이 코팅법 등으로 이루어진 군에서 선택된 방법으로 실시될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 보다 바람직하게는 스프레이 코팅법을 사용할 수 있다.
- <75> 이때 건조 후 형성된 제1광전변환소자층에 대해 플라즈마 처리를 선택적으로 실시하여 제1광전변환소자층에 대하여 표면 개질을 실시할 수 있다.
- <76> 상기 플라즈마 처리 공정은 아르곤, 질소 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 불활성 기체; 또는 산소 등과 같은 산화 분위기하에서 실시될 수 있다. 다중 코팅이 용이하고, 플라즈마에 의한 표면 개질이 제1광전변환소자층 전체에 걸쳐 균일하게 이루어져 핀홀 발생의 우려가 없으며, 또한 공정중 수분 및 산소의 표면 흡착으로 인해 제1광전변환소자층이 전기적 성질을 잃을 우려가 없다는 점에서 불활성 기체 분위기 하에서 실시하는 것이 바람직하다.
- <77> 또한 상기 플라즈마 처리는 1 내지 30W의 소스 출력을 사용하여 실시되는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 1 내지 10W, 보다 더 바람직하게는 1 내지 5W의 소스 출력을 사용하는 것이 좋다. 소스 출력이 1W 미만이면 플라즈마 처리시 플라즈마 형성이 균일하게 되지 않아서 바람직하지 않고, 30W를 초과하면 플라즈마의 높은 출력으로 고분자 표면이 파괴되어 바람직하지 않다.
- <78> 상기와 같은 조건에서 10 내지 120초 동안, 보다 바람직하게는 10 내지 30초동안 실시하는 것이 바람직하다. 플라즈마 처리 시간이 10초 미만이면 표면 처리가 제대로 되지 않아 바람직하지 않고, 120초를 초과하면 고분자 표면이 파괴되어 바람직하지 않다.
- <79> 이어 상기 플라즈마 표면처리된 제1광전변환소자층 위에 장파장 흡수 화합물을 포함하는 제2광전변환소자층을 형성한다(S3).
- <80> 상기 제2광전변환소자층은 장파장 흡수 화합물, 전자 수용체 물질 및 용매를 포함하는 조성물을 도포하여 형성될 수 있다. 이때 상기 장파장 흡수 화합물 및 전자 수용체 물질은 앞서 설명한 바와 동일하다.
- <81> 상기 용매로는 장파장 흡수 화합물의 용해가 용이한 자일렌 등과 같은 탄화수소계 용매; 클로로포름, 클로로벤젠 등과 같은 할로겐화 탄화수소계 용매; 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있으나, 복수의 광전변환소자층 형성을 위해서는 서로 접하는 광전변환소자층 형성용 조성물간에 사용되는 용매와 다른 것을 사용하여야 한다.
- <82> 상기 제2광전변환소자층 형성용 조성물의 도포 공정은 앞서 제1광전변환소자층 형성시와 동일한 방법으로 실시할 수 있다.
- <83> 이어서 상기 제2광전변환소자층 위에 금속전극을 형성한다(S4).
- <84> 상기 금속전극은 앞서 설명한 바와 같이 낮은 일함수를 가지는 금속으로 이루어지며, 그 형성 방법은 진공 열증착, 이온 빔 증착 등 통상의 금속전극 형성 방법에 따라 실시 가능하다.
- <85> 상기와 같은 제조방법에 의해 복수의 광전변환소자층을 포함하는 광전변환소자를 제조할 수 있다.
- <86> 또한 상기 제조방법은 광전변환소자내 버퍼층, 중간전극 또는 전자 주입층의 포함 여부에 따라 버퍼층 형성 공정, 중간 전극 형성 공정 또는 전자 주입층 형성 공정을 더 포함할 수 있다. 이때 광전변환소자층 위 버퍼층 또는 중간 전극을 형성하는 경우, 앞서 제1광전변환소자층의 표면 개질 공정에서 설명한 바와 같이 플라즈마 표면처리에 의해 광전변환소자층에 대한 표면 개질을 더욱 실시할 수도 있다. 상기와 같은 플라즈마 표면처리에 의해 표면이 개질됨으로써 비친수성 표면 위 친수성 물질의 코팅이 용이하다.
- <87> 상기와 같은 제조방법은 광전변환소자내 광전변환소자층의 다중 적층이 용이하고, 또한 플라즈마 표면처리에 의한 광전변환소자층의 표면 개질시 광전변환소자층에 대한 균일한 표면 개질이 가능하여 핀홀 발생 및 이로 인한 암전류 생성 우려가 없고, 표면처리되는 광전변환소자층의 전자 전도성 저하를 방지할 수 있다.
- <88> 또한, 상기와 같은 제조방법에 의해 제조된 광전변환소자는 흡수대역에 따라 구분된 복수의 광전변환소자층을 포함하여 우수한 광전 변환 효율을 나타낼 수 있다.
- <89> 이하 본 발명의 바람직한 실시예 및 비교예를 기재한다. 그러나 하기 실시예는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 일뿐 본 발명이 하기한 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

<90> 실시예 1

<91> 유리 기판위에 인듐탄산화물로 이루어진 투명전극을 형성하고, 상기 투명전극 상에 폴리에틸렌디옥시티오펜 (PEDOT)과 폴리(스티렌설포네이트)(PSS)의 혼합물(1:1중량비) 을 탈이온수에서 용해시켜 제조한 버퍼층 형성용 조성물을 스핀 코팅하여 도포한 후 100℃ 진공 오븐에서 30분간 건조하여 약 100nm 두께로 버퍼층을 형성하였다.

<92> 단과장 흡수 화합물인 펜타센 유도체(bis(triisopropylsilylethynyl) pentacene, TIPS-pentacene) 20mg과 플러렌 유도체(PCBM) 20mg을 톨루엔 1ml 중에 용해시켜 제조한 제1광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 버퍼층 위에 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 100nm의 제1광전변환소자층을 형성하였다. 이어서 상기 제조된 제1광전변환소자층에 대해 아르곤 분위기하에서 1W 소스 출력을 30초간 인가하여 플라즈마에 의한 표면 개질 처리를 실시하였다.

<93> 장과장 흡수 화합물 폴리(3-헥실티오펜) 15mg 및 플러렌 10mg을 클로로벤젠 1ml중에 용해시켜 제조한 제2광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 플라즈마에 의해 표면 처리된 제1광전변환소자층위에 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 150nm의 제2광전변환소자층을 형성하였다.

<94> 상기 제2광전변환소자층 위에 진공 열 증착법에 의해 LiF(lithium fluoride)를 증착하여 약 1nm 의 두께를 갖는 전자 주입층을 형성하고, 이어서 진공 열 증착법에 의해 Al으로 이루어진 금속전극을 1000Å 두께로 형성하여 유기 태양 전지를 제조하였다. 제조된 유기 태양 전지는 가로 4 mm, 세로 4 mm 크기를 가졌다.

<95> 실시예 2

<96> 유리 기판위에 인듐탄산화물로 이루어진 투명전극을 형성하고, 상기 투명전극 상에 폴리에틸렌디옥시티오펜 (PEDOT)과 폴리(스티렌설포네이트)(PSS)의 혼합물(1:1중량비) 을 탈이온수에서 용해시켜 제조한 버퍼층 형성용 조성물을 스핀 코팅하여 도포한 후 100℃ 진공 오븐에서 30분간 건조하여 약 100nm 두께로 버퍼층을 형성하였다.

<97> 단과장 흡수 화합물인 펜타센 유도체(bis(triisopropylsilylethynyl) pentacene, TIPS-pentacene) 20mg과 플러렌 16mg을 클로로벤젠 2ml 중에 용해시켜 제조한 제1광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 버퍼층 위에 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 120nm의 제1광전변환소자층을 형성하였다.

<98> 이어서 장과장 흡수 화합물인 폴리(3-옥틸티오펜(P3OT) 15mg 및 플러렌 10mg을 클로로벤젠 1ml중에 용해시켜 제조한 제2광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 제1광전변환소자층위에 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 150nm의 제2광전변환소자층을 형성하였다.

<99> 상기 제조된 제2광전변환소자층에 대해 아르곤 분위기하에서 1W 소스 출력을 30초간 인가하여 플라즈마에 의한 표면 개질 처리를 실시하였다.

<100> 상기 제2광전변환소자층 위에 폴리에틸렌디옥시티오펜(PEDOT)과 폴리(스티렌설포네이트)(PSS)의 혼합물(1:1중량비)을 탈이온수에서 용해시켜 제조한 버퍼층 형성용 조성물을 스핀 코팅하여 도포한 후 100℃ 진공 오븐에서 30분간 건조하여 약 100nm 두께로 버퍼층을 형성하였다.

<101> 상기 버퍼층 위에 진공 열 증착법에 의해 Au로 이루어진 금속전극을 100Å 두께로 형성하여 유기 태양 전지를 제조하였다. 제조된 유기 태양 전지는 가로 4 mm, 세로 4 mm 크기를 가졌다.

<102> 실시예 3

<103> 유리 기판위에 인듐탄산화물로 이루어진 투명전극을 형성하고, 상기 투명전극 상에 폴리에틸렌디옥시티오펜 (PEDOT)과 폴리(스티렌설포네이트)(PSS)의 혼합물(1:1중량비) 을 탈이온수에서 용해시켜 제조한 버퍼층 형성용 조성물을 스핀 코팅하여 도포한 후 100℃ 진공 오븐에서 30분간 건조하여 약 100nm 두께로 버퍼층을 형성하였다.

<104> 단과장 흡수 화합물인 폴리(2-메톡시-5-(3,7-디메톡시옥틸옥시)-1,4-페닐렌-비닐렌)(MDMO-PPV) 20mg과 PCBM 20mg을 톨루엔 1ml 중에 용해시켜 제조한 제1광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 버퍼층 위에 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 100nm의 제1광전변환소자층을 형성하였다. 이어서 상기 제조된 제1광전변환소자층에 대해 질소 분위기하에서 1W 소스 출력을 30초간 인가하여 플라즈마에 의한 표면 개질 처리를 실시하였다.

<105> 상기 플라즈마 처리된 제1광전변환소자층 위에 폴리에틸렌디옥시티오펜(PEDOT)과 폴리(스티렌설포네이트)(PSS)

의 혼합물(1:1중량비)을 탈이온수에서 용해시켜 제조한 중간 전극 형성용 조성물을 스핀 코팅하여 도포한 후 100°C 진공 오븐에서 30분간 건조하여 약 100nm 두께로 중간전극을 형성하였다.

<106> 이어서 장과장 흡수 화합물인 폴리[2,6-(4,4-비스-(2-에틸헥실)-4H-시클로펜타[2,1-b;3,4-b']-디티오펜)-alt-4,7-(2,1,3-벤조티아디아졸)] (PCPDTBT) 20mg 및 플러렌 20mg을 클로로벤젠 2ml중에 용해시켜 제조한 제2광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 중간 전극위에 스크린 프린팅 법으로 도포한 후 건조하여 두께 120nm의 제2광전변환소자층을 형성하였다.

<107> 상기 제2광전변환소자층 위에 진공 열 증착법에 의해 LiF(lithium fluoride)를 증착하여 약 1nm의 두께를 갖는 전자 주입층을 형성하고, 이어서 진공 열 증착법에 의해 Al로 이루어진 금속전극을 1000Å 두께로 형성하여 유기 태양 전지를 제조하였다. 제조된 유기 태양 전지는 가로 4 mm, 세로 4 mm 크기를 가졌다.

<108> 비교예 1

<109> 유리 기판위에 인듐탄산화물로 이루어진 투명전극을 형성하고, 상기 투명전극 상에 폴리에틸렌디옥시티오펜 (PEDOT)과 폴리(스티렌설포네이트)(PSS)의 혼합물(1:1중량비)을 탈이온수에서 용해시켜 제조한 버퍼층 형성용 조성물을 스핀 코팅하여 도포한 후 100°C 진공 오븐에서 30분간 건조하여 약 100nm 두께로 버퍼층을 형성하였다.

<110> 단과장 흡수 화합물인 폴리(2-메톡시-5-(3,7-디메톡시옥틸옥시)-1,4-페닐렌-비닐렌)(MDMO-PPV) 20mg과 PCBM 20mg을 톨루엔 1ml 중에 용해시켜 제조한 제1광전변환소자층 형성용 조성물을 상기 버퍼층 위에 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 100nm의 제1광전변환소자층을 형성하였다.

<111> 상기 제조된 제1광전변환소자층 위에 진공하에서 전자 빔 증착법에 의해 ITO층을 형성하여 중간 전극을 제조하고, 상기 중간 전극 상에 폴리(2-메톡시-5-(3,7-디메톡시옥틸옥시)-1,4-페닐렌-비닐렌)(MDMO-PPV) 20mg과 PCBM 20mg을 톨루엔 1ml 중에 용해시켜 제조한 제2광전변환소자층 형성용 조성물을 스핀 코팅법으로 도포한 후 건조하여 두께 120nm의 제2광전변환소자층을 형성하였다.

<112> 상기 제2광전변환소자층 위에 진공 열 증착법에 의해 LiF(lithium fluoride)를 증착하여 약 1nm의 두께를 갖는 전자 주입층을 형성하고, 이어서 진공 열 증착법에 의해 Al로 이루어진 금속전극을 1000Å 두께로 형성하여 유기 태양 전지를 제조하였다. 제조된 유기 태양 전지는 가로 4 mm, 세로 4 mm 크기를 가졌다.

<113> 상기 실시예 1 내지 3, 및 비교예 1에 따라 제조된 유기 태양 전지에 대하여 전압(V)-전류(I) 특성을 측정하고, 이로부터 얻어진 개방전압(Voc), 단락전류밀도(Jsc, mA/cm²), 충전 계수(FF, %)를 이용하여 광전 변환 효율(η, %)을 평가하였다.

<114> 이때, 광원으로는 제논 램프(xenon lamp, Oriel, 91193)를 사용하였으며, 상기 제논 램프의 태양 조건(AM 1.5)은 표준 태양전지(Frunhofer Institute Solare Engeriessysteme, Certificate No. C-ISE369, Type of material: Mono-Si + KG 필터)를 사용하여 보정하였다.

<115> 상기 충전 계수는 최대전력점에서의 전류밀도와 전압값의 곱(Vmp×Jmp)을 Voc와 Jsc의 곱으로 나눈 값이며, 태양전지의 광전 변환 효율(η)은 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 효율로서 하기 수학적 1에서와 같이 단위 면적당 입사된 에너지(P_{inc})에 대하여 전지에 의해 발생된 전기 에너지(전류×전압×충전 계수)의 비로 계산하였다.

수학적 1

<116>
$$\eta = (Voc \cdot Jsc \cdot FF) / (P_{inc})$$

<117> 상기 P_{inc}는 100mW/cm²(1sun)을 나타낸다.

<118> 실험결과, 실시예 1 내지 3의 유기 태양 전지는 비교예 1의 유기 태양 전지에 비하여 10 내지 50%정도 향상된 광전 변환 효율을 나타내었다. 이와 같이, 비교예 1의 유기 태양 전지가 실시예 1 내지 3의 유기 태양 전지에 비해 낮은 광전 변환 효율을 나타낸 까닭은, 복수개의 광전변환소자층을 포함하고는 있으나 동일하게 단과장의 광 흡수 파장대를 갖는 광 흡수 화합물을 포함하고 있기 때문에 장과장의 광에 대한 흡수율이 낮기 때문이다. 또한 중간 전극 형성시 전자 빔 증착 공정에 의해 고분자 막인 제1광전변환소자층에 데미지가 발생한 것도 낮은 전지 특성을 나타낸 원인인 것으로 생각된다.

<119> 상기에서는 광전변환소자의 일례인 유기 태양 전지를 기준으로 설명하였으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 광전변환소자에 적용이 가능하다.

<120> 이와 같이 본 발명은 상기의 기재에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다.

도면의 간단한 설명

<121> 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 광전변환소자를 도시한 부분 단면도이다.

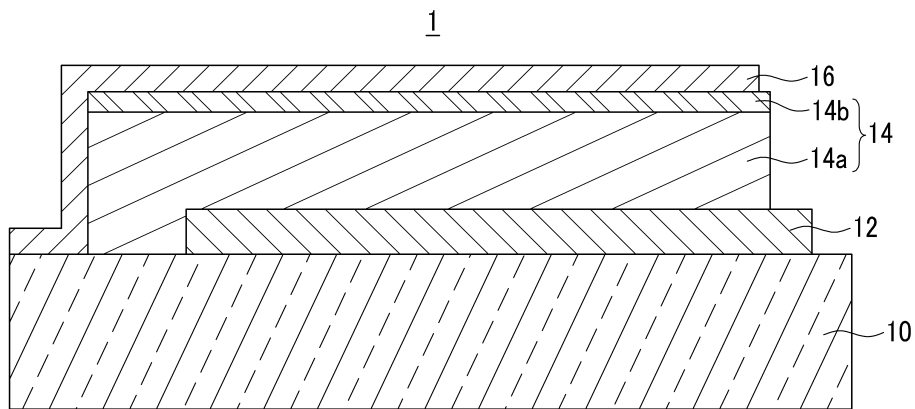
<122> 도 2는 본 발명의 다른 일 구현예에 따른 광전변환소자의 제조방법을 나타낸 공정도이다.

[도면 주요 부분에 대한 설명]

- <124> 1 광전변환소자 10 투명기판
- <125> 12 투명전극 14 광전변환소자층
- <126> 16 금속전극

도면

도면1



도면2

