



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0023900
(43) 공개일자 2019년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) C07F 15/00 (2006.01)
H01L 31/0256 (2006.01) H01L 51/42 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/0085 (2013.01)
C07F 15/0033 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0110290
(22) 출원일자 2017년08월30일
심사청구일자 2017년08월30일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
권태혁
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
서관용
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 15 항

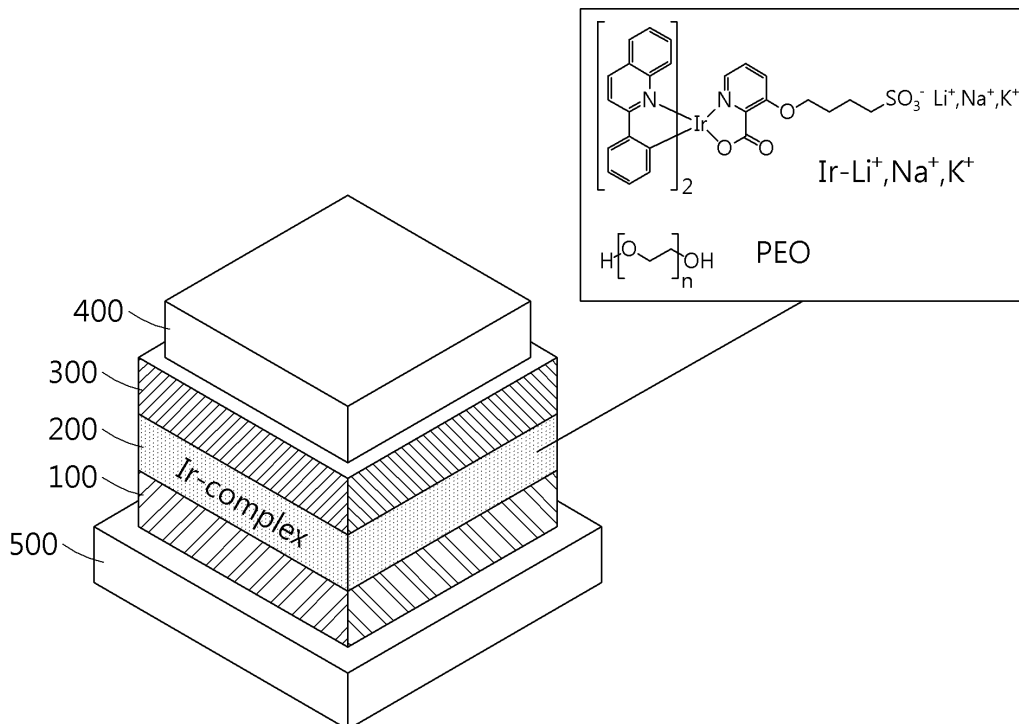
(54) 발명의 명칭 이온성 이리듐 복합체 및 그를 포함하는 유기 태양 전지

(57) 요약

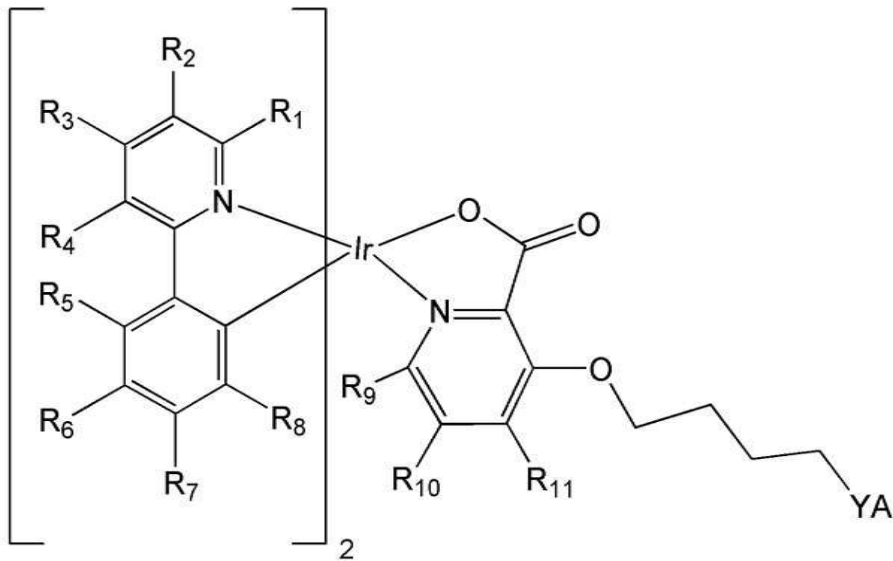
본 발명은 본 발명은 유기 태양 전지에서의 사용을 위한 이리듐 복합체 및 그를 이용한 유기 태양 전지의 효율 향상을 위한 기술에 관한 것으로, 본 발명의 유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체는, 아래의 [화학식 1]을 포함한다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



[화학식 1]



Y는 음이온기이고,

A는 알칼리 금속 양이온기임.

(여기서, R1 내지 R4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 축합 고리를 형성하고,

R₅ 내지 R₈은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

R₉ 내지 R₁₁은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

(52) CPC특허분류

H01L 51/4206 (2013.01)

H01L 51/424 (2013.01)

H01L 2031/0344 (2013.01)

Y02E 10/549 (2013.01)

(72) 발명자

이민수

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김현탁

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 1711038462
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 개인연구지원
 연구과제명 주파수 변환기술 및 전기 이중층 물질 개발을 통한 고효율 유기기반 태양전지 구현 및 내구성 향상
 기여율 1/2
 주관기관 울산과학기술원
 연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 1711044967
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 기후변화대응기술개발
 연구과제명 열/광/수에 안정한 다색 염료 및 저차원 탄소소재 전극개발
 기여율 1/2
 주관기관 울산과학기술원
 연구기간 2016.12.01 ~ 2017.09.30

명세서

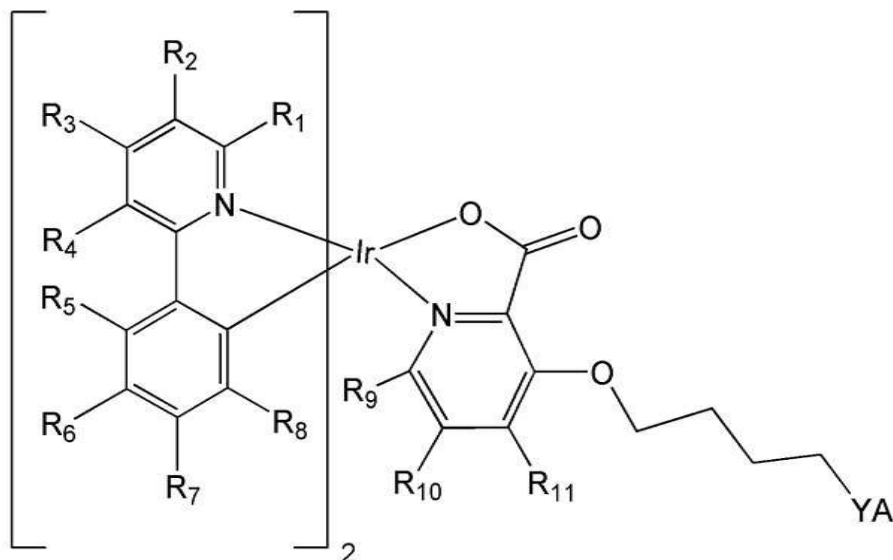
청구범위

청구항 1

아래의 [화학식 1]을 포함하는,

유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체:

[화학식 1]



Y는 음이온기이고,

A는 알칼리 금속 양이온기임.

(여기서, R₁ 내지 R₄는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 축합 고리를 형성하고,

R₅ 내지 R₈은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

R₉ 내지 R₁₁은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된

C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 A는, Li⁺, Na⁺ 및 K⁺로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것인,

유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 Y는, SO₃⁻를 포함하는 것인,

유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체.

청구항 4

기관 상에 형성되는 제1 전극층;

상기 제1 전극 상에 형성되는 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항의 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층;

상기 이온성 중간층 상에 형성되는 유기물층; 및

상기 유기물층 상에 형성되는 제2 전극층;을 포함하는,

유기 태양 전지.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 이온성 중간층의 두께는 5 nm 내지 10 nm인 것인,

유기 태양 전지.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 이온성 중간층은 PEO(polyethylene oxide) 및 에터(ether)계 고분자로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것인,

유기 태양 전지.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비는 1 : 1 내지 2 : 1 인 것인,

유기 태양 전지.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 유기물층은, PCBM, PTB7, PTB7-th, P3HT, PCDTBT 및 ICBA로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

유기 태양 전지.

청구항 9

기판을 준비하는 단계;

상기 기판 상에 제1 전극층을 형성하는 단계;

상기 제1 전극층 상에 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 형성하는 단계;

상기 이온성 중간층 상에 유기물층을 형성하는 단계; 및

상기 유기물층 상에 제2 전극층을 형성하는 단계;를 포함하는,

유기 태양 전지의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 전극층과 상기 이온성 중간층 사이에 ZnO를 포함하는 박막층을 형성하는 단계;를 더 포함하는,

유기 태양 전지의 제조방법.

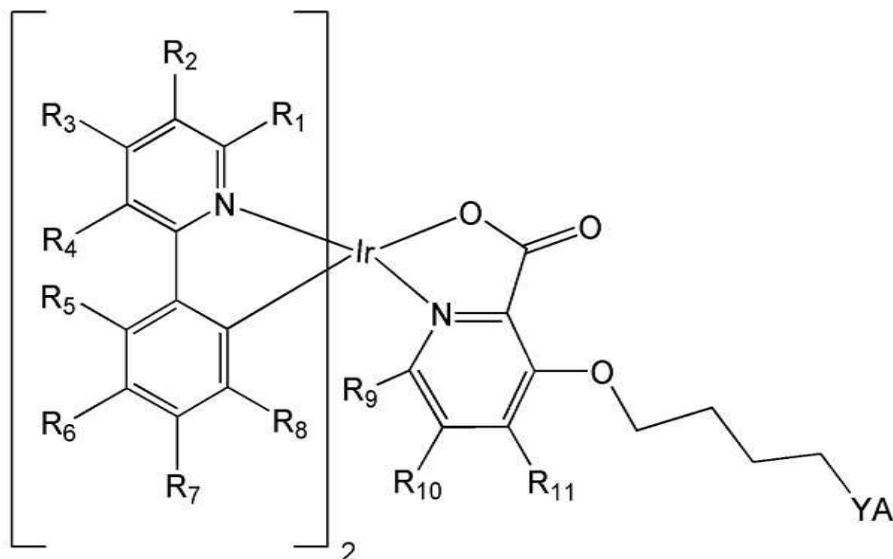
청구항 11

제9항에 있어서,

상기 이리듐 복합체는 아래의 [화학식 1]을 포함하는 것인,

유기 태양 전지의 제조방법:

[화학식 1]



Y는 음이온기이고,

A는 알칼리 금속 양이온기임.

(여기서, R₁ 내지 R₄는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 축합 고리를 형성하고,

R₅ 내지 R₈은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

R₉ 내지 R₁₁은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 A는, Li⁺, Na⁺ 및 K⁺로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것이고,

상기 Y는, SO₃⁻를 포함하는 것인,

유기 태양 전지의 제조방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 이온성 중간층은, PEO(polyethylene oxide) 및 에터(ether)계 고분자로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것인,

유기 태양 전지의 제조방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 이온성 중간층을 형성하는 단계는,

상기 이리듐 복합체를 포함하는 제1 유기 용액과 상기 고분자를 포함하는 제2 유기 용액을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 단계; 및

상기 혼합 용액을 스핀 코팅하는 단계;를 포함하는 것인,

유기 태양 전지의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 혼합 용액 내 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비는 1 : 1 내지 2 : 1 인 것인,

유기 태양 전지의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 태양 전지에서의 사용을 위한 이리듐 복합체 및 그를 이용한 유기 태양 전지의 효율 향상을 위한 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이리듐 복합체 및 이리듐 복합체를 포함하는 유기 태양 전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 태양전지는 태양광 에너지를 직접 전기로 변환시키는 광전 변환 소자로, 크게 무기 태양전지와 유기 태양 전지로 구분된다. 실리콘을 중심으로 한 무기 태양전지는 높은 변환효율을 갖지만, 고가이며, 매장량에 제한이 있고, 제작 과정에 높은 비용이 들며, 무게 및 유연성에 한계를 지닌다. 이에 반해, 유기 태양 전지는 특별한 진공 설비가 필요로 하지 않는 제조공정상의 용이성으로 인해 제조 단가가 낮아서 생산성이 매우 좋은 장점으로 인해 주목 받고 있었다.

[0004] 그러나, 유기 태양 전지는 상용화시키기에 효율이 떨어지는 문제점이 있어서, 유기 태양 전지의 효율을 높이기 위한 다양한 연구로서, 중간층 도입에 대한 기술의 개발, 새로운 집광물질의 개발, 발전된 소자 제작 공정의 개발, 및 새로운 소자 시스템의 구현 방법 개발 등에 관하여 집중적인 연구가 수행되고 있었다. 그 중 중간층 도입에 관한 기술 개발과 관련하여 전극과 활성층 사이의 에너지 준위를 조절하는 기술은 소자의 성능에 가장 크게 영향을 미치는 기술로서 유기 태양 전지의 효율을 향상시키는 새로운 돌파구로서 주목 받고 있었다.

발명의 내용

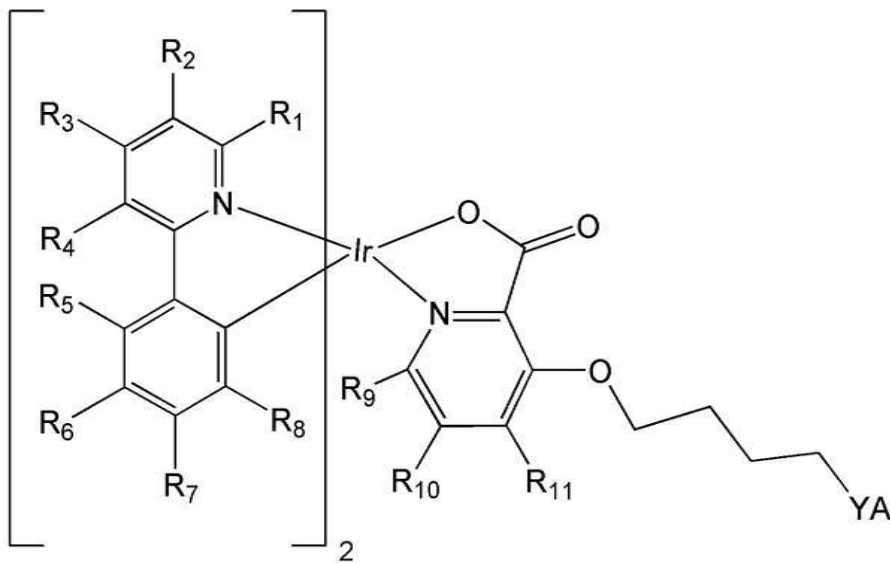
해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 상술한 것과 같이 유기 태양 전지 내 중간층을 도입하는 기술과 관련하여, 유기 태양 전지의 중간층으로 이용할 수 있는 이리듐 복합체 물질 및 그를 포함하는 이온성 중간층을 도입한 고효율 유기 태양 전지 소자를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체는, 아래의 [화학식 1]을 포함한다.

[0009] [화학식 1]



[0010]

[0011] Y는 음이온기이고,

[0012] A는 알칼리 금속 양이온기임.

[0013] (여기서, R₁ 내지 R₄는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 축합 고리를 형성하고,

[0014] R₅ 내지 R₈은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

[0015] R₉ 내지 R₁₁은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환

또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 A는, Li⁺, Na⁺ 및 K⁺로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 Y는, SO₃⁻를 포함하는 것일 수 있다.

[0019] 본 발명의 유기 태양 전지는, 기판 상에 형성되는 제1 전극층; 상기 제1 전극 상에 형성되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층; 상기 이온성 중간층 상에 형성되는 유기물층; 및 상기 유기물층 상에 형성되는 제2 전극층;을 포함하는 것일 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층의 두께는 5 nm 내지 10 nm인 것일 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층은 PEO(polyethylene oxide) 및 에터(ether)계 고분자로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비는 1 : 1 내지 2 : 1 인 것일 수 있다.

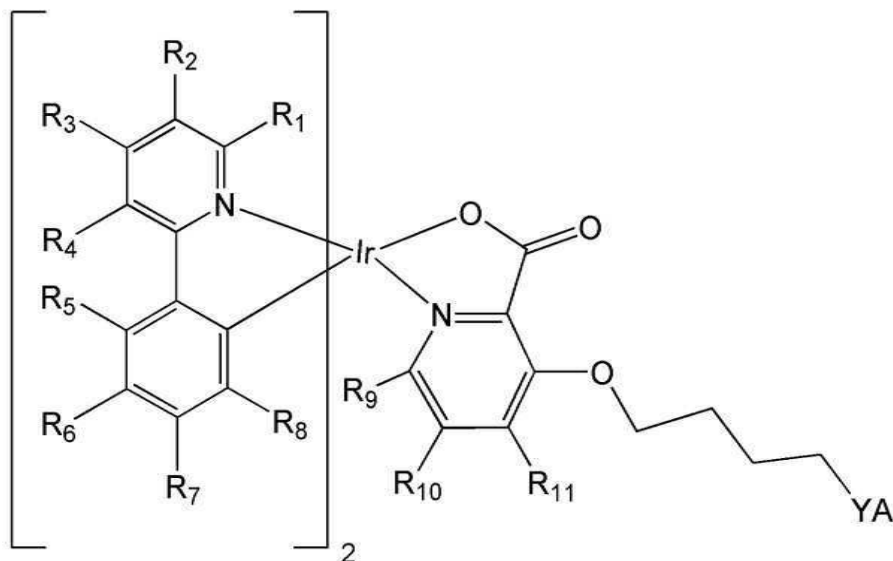
[0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 유기물층은 PCBM, PTB7, PTB7-th, P3HT, PCDTBT 및 ICBA로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0025] 본 발명의 유기 태양 전지의 제조방법은, 기판을 준비하는 단계; 상기 기판 상에 제1 전극층을 형성하는 단계; 상기 제1 전극층 상에 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 형성하는 단계; 상기 이온성 중간층 상에 유기물층을 형성하는 단계; 및 상기 유기물층 상에 제2 전극층을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 전극층과 상기 이온성 중간층 사이에 ZnO를 포함하는 박막층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는 아래의 [화학식 1]을 포함하는 것일 수 있다.

[0028] [화학식 1]



[0029]

[0030] Y는 음이온기이고,

- [0031] A는 알칼리 금속 양이온기임.
- [0032] (여기서, R_1 내지 R_4 는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기, 치환 또는 비치환된 $C_2\sim C_{40}$ 의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 $C_2\sim C_{40}$ 의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 $C_3\sim C_{40}$ 의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 축합 고리를 형성하고,
- [0033] R_5 내지 R_8 은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기, 치환 또는 비치환된 $C_2\sim C_{40}$ 의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 $C_2\sim C_{40}$ 의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 $C_3\sim C_{40}$ 의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,
- [0034] R_9 내지 R_{11} 은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기, 치환 또는 비치환된 $C_2\sim C_{40}$ 의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 $C_2\sim C_{40}$ 의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 $C_3\sim C_{40}$ 의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 A는, Li^+ , Na^+ 및 K^+ 로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것이고, 상기 Y는, SO_3^- 를 포함하는 것일 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층은, PEO(polyethylene oxide) 및 에터(ether)계 고분자로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층을 형성하는 단계는, 상기 이리듐 복합체를 포함하는 제1 유기 용액과 상기 고분자를 포함하는 제2 유기 용액을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 단계; 및 상기 혼합 용액을 스핀 코팅하는 단계;를 포함하는 것일 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 혼합 용액 내 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비는 1 : 1 내지 2 : 1 인 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0041] 본 발명의 일 실시예에서 제공하는 유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체 및 그를 이용한 이온성 중간층을 포함하는 유기 태양 전지는 이온의 이동도에 따라 전극과 유기물층 사이의 에너지 준위를 조절하여 궁극적으로 유기 태양 전지의 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 유기 태양 전지의 구조를 나타내는 개략도이다.
- 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 유기 태양 전지의 제조방법의 각 공정 단계를 순차적으로 나타내는 순서도이다.
- 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 PTB7 및 이리듐 복합체를 포함하는 유기물층이 구비된 유기 태양 전지

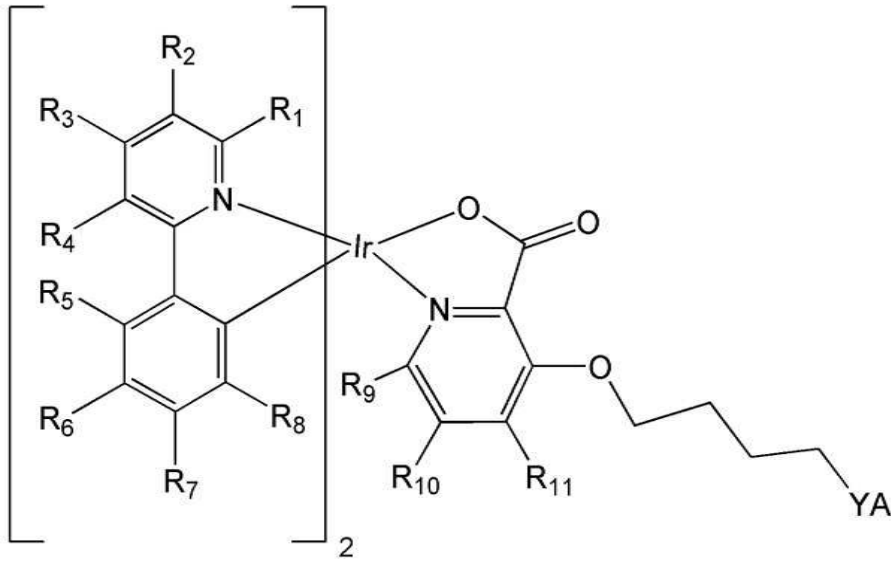
및 비교예의 유기 태양 전지에서, 이리듐 복합체에 포함된 이온에 따라 변화하는 JV 곡선을 나타내는 그래프이다.

도 4는, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르는 PTB7-th 및 이리듐 복합체를 포함하는 유기물층이 구비된 유기 태양 전지 및 비교예의 유기 태양 전지에서, 이리듐 복합체에 포함된 이온에 따라 변화하는 JV 곡선을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0045] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0046] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0047] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0048] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0050] 본 발명의 일 측면에서는 유기 태양 전지에 포함되어 유기 태양 전지의 효율을 향상시킬 수 있는 이온성 이리듐 복합체를 제공한다. 본 발명의 일 측면에서는 유기 태양 전지에 포함되어 에너지 준위를 조절하여 유기 태양 전지의 효율을 증가시킬 수 있는 새롭게 제조한 이온성 이리듐 복합체 물질을 제공하는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 본 발명의 유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체는, 아래의 [화학식 1]을 포함한다.

[0053] [화학식 1]



[0054]

[0055] Y는 음이온기이고,

[0056] A는 알칼리 금속 양이온기임.

[0057] (여기서, R₁ 내지 R₄는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 축합 고리를 형성하고,

[0058] R₅ 내지 R₈은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

[0059] R₉ 내지 R₁₁은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0060] 본 발명에서 제공하는 유기 태양 전지용 이온성 이리듐 복합체는 이리듐을 중심 원자로 한다.

[0061] 상기 헤테로사이클로알킬기의 헤테로 원소는 N, S 또는 O로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다. 상기 치환은 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기"로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환 기로 치환되는 것일 수 있다.

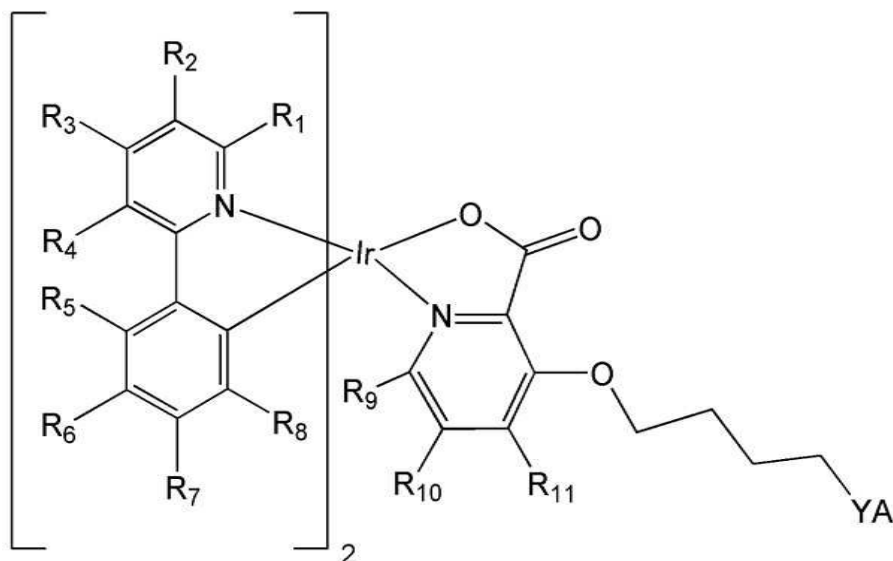
[0063] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 A는, Li⁺, Na⁺ 및 K⁺로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것

일 수 있다.

- [0064] 상기 A는 알칼리 금속 중 하나로 선택될 수 있고, 선택되는 알칼리 금속에 따라 구현되는 유기 태양 전지의 효율에 있어서 차이가 발생할 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 Y는, SO_3^- 를 포함하는 것일 수 있다. 상기 Y는 알칼리 금속 이온과 결합되는 음이온의 역할을 수행하는 것이며, 선택되는 원자단 음이온에 따라서 알칼리 금속과의 결합력이 달라질 수 있고, 그로부터 유기 태양 전지의 효율에 있어서 차이가 발생할 수 있다. 일 예로서, 상기 Y는 SO_3^- 인 것이 바람직할 수 있다.
- [0068] 본 발명의 다른 일 측면에서는 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 제1 전극층 및 유기물층 사이에 삽입하여 효율이 향상된 유기 태양 전지를 제공한다. 본 발명은 이온성 중간층의 메커니즘이 발광소자인 LEC(Light Emitting Electrochemical cells)와 같을 것으로 예상하고, 그 연장선 상에서 지속적인 연구 끝에 유기 태양 전지의 효율을 향상시키는 이온성 중간층을 발명하고 그를 포함하는 유기 태양 전지를 제공하기 위한 것이다.
- [0070] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 유기 태양 전지의 구조를 나타내는 개략도이다. 아래에서는 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양 전지를 구성하는 각 구성 요소에 대해 상세히 설명한다.
- [0072] 본 발명의 유기 태양 전지는, 기판 상에 형성되는 제1 전극층(100); 상기 제1 전극 상에 형성되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층(200); 상기 이온성 중간층 상에 형성되는 유기물층(300); 및 상기 유기물층 상에 형성되는 제2 전극층(400);을 포함하는 것일 수 있다.
- [0073] 본 발명의 상기 이온성 중간층은 염(salt) 형태의 물질을 사용하여 dipole moment를 예측할 필요 없이, 이온의 이동도에 따라 에너지 준위를 조절 할 수 있다. 또한 친수성 용매에 대한 용해도가 높아, 활성층의 모폴로지를 보존하는 중간층 물질로 사용하기 적합하다.
- [0074] 본 발명의 제1 전극층은 도전성 박막이거나 도전성 기판일 수 있다. 상기 제1 전극층은 일 예로서, ZnO를 포함할 수 있고, 다른 일 예로서, 스테인리스 스틸, 구리, 알루미늄, 텅스텐 실리콘 등을 포함할 수도 있다. 상기 제1 전극층은 일 예로서 절연성 기판 상에 형성된 것일 수 있다. 이 때 일 예로서, 절연성 기판은 유리 또는 세라믹 기판일 수 있다.
- [0075] 본 발명의 유기 태양 전지는 제1 전극층과 유기물층 사이에 양자 간의 에너지 준위를 조절해 줄 수 있는 이온성 중간층을 포함하는 것을 특징으로 한다. 상기 이온성 중간층에 포함되는 이리듐 복합체는 알칼리 금속 양이온을 포함하는 복합체인 것일 수 있다.
- [0076] 제2 전극층은 일 예로서, 산화 물리브덴 및 은을 포함하도록 형성될 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층의 두께는 5 nm 내지 10 nm인 것일 수 있다.
- [0079] 상기 이온성 중간층의 두께가 5 nm 미만일 경우 적층 구조를 형성하는데 문제가 생기거나 재현성이 떨어지는 문제가 생길 수 있고, 두께가 10 nm 초과일 경우 전도성이 저하되는 문제가 생길 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층은 PEO(polyethylene oxide), 및 에터(ether)계 고분자로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0082] 상기 고분자는 본 발명의 일 실시예에서 유기 태양 전지 내의 이온성 중간층에 포함되어 상기 이리듐 복합체와의 관계에서 알칼리 금속(Li, Na 및 K) 이온이 전달될 수 있는 통로 역할을 수행하는 것일 수 있다.

- [0084] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비는 1 : 1 내지 2 : 1 인 것일 수 있다.
- [0085] 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비가 1:1 보다 작은 경우, 즉, 상기 이리듐 복합체의 함량이 상기 고분자 함량보다 작은 경우에는, 전도성이 낮아지는 문제가 있을 수 있고, 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비가 2:1 보다 큰 경우, 즉, 상기 이리듐 복합체의 함량이 상기 고분자 함량의 2 배를 초과하는 경우에는 이온 전달 능력이 저하되는 문제가 생길 수 있다.
- [0087] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 유기물층은 PCBM, PTB7, PTB7-th, P3HT, PCDTBT 및 ICBA로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.
- [0088] 일 예로서, 상기 유기물층은 PTB7 및 PCBM을 포함하도록 형성될 수 있다. 다른 일 예로서, 상기 유기물층은 PTB7-th 및 PCBM을 포함하도록 형성될 수 있다. 본 발명에서 상기 유기물층은 상기 성분들 외에도 유기 태양 전지의 효율을 상승시킬 수 있는 추가적인 다른 첨가제 성분을 더 포함할 수 있다.
- [0090] 본 발명의 또 다른 일 측면에 따르면, 유기 태양 전지의 제조방법을 제공한다.
- [0091] 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 유기 태양 전지의 제조방법의 각 공정 단계를 순차적으로 나타내는 순서도이다. 아래에서는 도 2의 각 단계를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따르는 유기 태양 전지의 제조방법의 각 단계에 대해 상세히 설명한다.
- [0093] 본 발명의 유기 태양 전지의 제조방법은, 기판을 준비하는 단계(S10); 상기 기판 상에 제1 전극층을 형성하는 단계(S20); 상기 제1 전극층 상에 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 형성하는 단계(S30); 상기 이온성 중간층 상에 유기물층을 형성하는 단계(S40); 및 상기 유기물층 상에 제2 전극층을 형성하는 단계(S50);를 포함한다.
- [0095] 본 발명의 일 예로서 세척한 기판 상에 증착을 통해 제1 전극층을 형성할 수 있다. 상기 기판은 절연성 기판일 수 있으며, 유리 또는 세라믹 재질인 것일 수 있다. 본 발명의 일 예로서 제1 전극층은 ITO 전극일 수 있다.
- [0096] 그 다음으로는 상기 제1 전극층 상에 이온성 중간층을 형성하는 단계가 수행될 수 있다. 이 때, 본 발명의 일 예로서 상기 제1 전극층과 상기 이온성 중간층 사이에 ZnO 박막층을 형성하는 단계가 추가적으로 포함될 수 있다.
- [0097] 본 발명의 일 예로서, 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 형성하는 단계에서, 이리듐 복합체를 포함하는 용액을 스핀코팅 기법을 이용하여 이온성 중간층을 형성할 수 있다. 일 예로서, 상기 스핀 코팅은 2000 rpm 내지 4000 rpm 조건 하에서 수행되는 것일 수 있다. 그 다음, 본 발명의 일 예로서, 이온성 중간층 상에, 유기물 용액을 스핀코팅 기법을 이용하여 유기물층을 형성할 수 있다.
- [0098] 유기물층 상에는 일 예로서, 제2 전극층을 증착을 통해 형성할 수 있다. 제2 전극층은 산화 몰리브덴(MoO_3) 및 은(Ag)를 포함하는 것일 수 있다. 본 발명에서 제1 전극층 및 제2 전극층을 증착하는 방법은 균질한 전극 층을 형성할 수 있는 증착 방법이라면 특별히 한정하지 아니한다.
- [0100] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 전극층과 상기 이온성 중간층 사이에 ZnO를 포함하는 박막층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0102] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는 아래의 [화학식 1]을 포함하는 것일 수 있다.

[0103] [화학식 1]



[0105]

[0106] Y는 음이온기이고,

[0107] A는 알칼리 금속 양이온기임.

[0108] (여기서, R₁ 내지 R₄는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 축합 고리를 형성하고,

[0109] R₅ 내지 R₈은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

[0110] R₉ 내지 R₁₁은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆~C₄₀의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C₃~C₄₀의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0111] 상기 헤테로사이클로알킬기의 헤테로 원소는 N, S 또는 O로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다. 상기 치환은 수소, 중수소, 할로젠, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C₁~C₄₀의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂~C₄₀의 알키닐기"로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환 기로 치환되는 것일 수 있다.

[0113] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 A는, Li⁺, Na⁺ 및 K⁺로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것

이고, 상기 Y는, SO_3^- 를 포함하는 것일 수 있다.

[0115] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층은, PEO(polyethylene oxide) 및 에터(ether)계 고분자로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0117] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이온성 중간층을 형성하는 단계는, 상기 이리듐 복합체를 포함하는 제1 유기 용액과 상기 고분자를 포함하는 제2 유기 용액을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 단계; 및 상기 혼합 용액을 스핀 코팅하는 단계;를 포함하는 것일 수 있다.

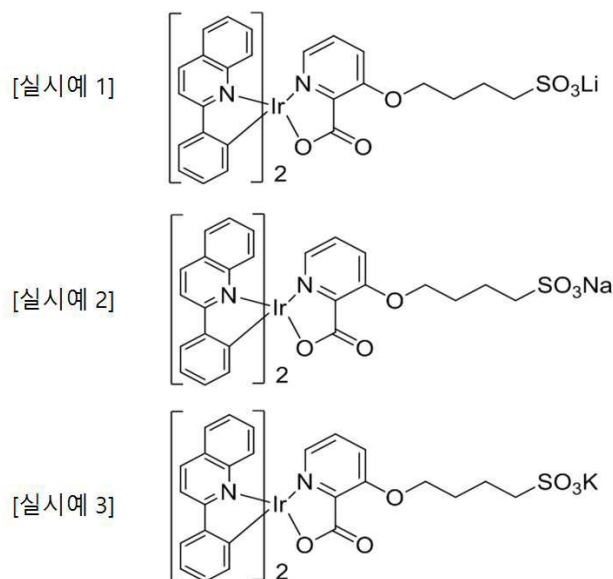
[0118] 이 때, 제1 유기 용액 및 제2 유기 용액은 서로 혼합할 수 있는 유기 용매를 사용하는 것이 바람직하다. 일 예로서, 제1 유기 용액의 용매로서, 메탄올을 포함하고, 제2 유기 용액의 용매로서, 클로로포름을 포함할 수 있다.

[0120] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 혼합 용액 내 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비는 1 : 1 내지 2 : 1 인 것일 수 있다.

[0121] 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비가 1:1 보다 작은 경우 즉, 상기 이리듐 복합체의 함량이 상기 고분자 함량보다 작은 경우에는, 전도성이 낮아지는 문제가 있을 수 있고, 상기 이리듐 복합체 및 상기 고분자의 중량비가 2:1 보다 큰 경우, 즉, 상기 이리듐 복합체의 함량이 상기 고분자 함량의 2 배를 초과하는 경우에는 이온 전달 능력이 저하되는 문제가 생길 수 있다.

[0122] 실시예

[0123] 본 발명의 이리듐 복합체의 실시예로서, 2- 메톡시 에탄올과 물을 3 : 1 (v / v) 부피비로 섞은 혼합 용매를 이용하여 24시간 동안 $\text{IrCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 및 본 발명의 실시예에 따라 디자인된 리간드를 원료로 하여 하기의 [실시예 1] 내지 [실시예 3]과 같은 화학식을 가지는 이온성 이리듐 복합체를 합성하였다.



[0124]

[0126] 그 다음, 본 발명의 유기 태양 전지의 실시예로서, 세척한 유리 기판 위에 제1 전극으로서 ITO 전극이 코팅된 기판을 준비하고 그 위에 ZnO 박막층을 스핀 코팅법을 이용하여 박막을 형성시켰다.

[0127] 이후, 메탄올 용매 1 mL 에 상기 [실시예 1] 내지 [실시예 3]에 해당하는 이리듐 복합체 1 mg 을 용해하여 이리듐 복합체 용액을 형성하였다. 그 다음, 클로로포름 용매 1 mL 에 폴리에틸렌 옥사이드(Polyethylene oxide(PEO)) 1 mg을 용해하여 고분자 용액을 형성하였다. 그리고 이리듐 복합체 용액과 고분자 용액을 균질기를

통해 혼합하고 스핀코팅 기법을 이용해 3000 rpm 조건 하에서 제1 전극 상에 이온성 중간층을 형성하였다.

[0128] 이온성 중간층 상에 PTB7/PCBM 또는 PTB7-th/PCBM 소재를 스핀코팅하여 유기물층을 형성하였다. 본 발명의 실시예에서는, 이온성 이리듐 복합체를 포함하는 중간층의 작용을 확인하기 위하여 유기물층 소재를 두 종류로 다르게 구성하였다.

[0129] 상기 유기물층 상에 다시 스핀 코팅 기법을 이용하여 MoO_3 와 Ag를 증착하여 제2 전극층을 형성하여 소자를 제작하였다. 이 때 밀폐된 챔버 내에서 증착하는 방식을 이용하여 제2 전극의 증착을 수행하였다.

[0131] 또한, 본 발명의 비교예로서, 유기물층 내부에 이리듐 복합체를 포함하지 않는 것을 제외하면 상술한 것과 동일한 방법으로 유기 태양전지를 제조하고, 상술한 본 발명의 실시예와 그 성능을 비교하는 테스트를 수행하였다.

[0133] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 PTB7 및 이리듐 복합체를 포함하는 유기물층이 구비된 유기 태양 전지 및 비교예의 유기 태양 전지에서, 이리듐 복합체에 포함된 이온에 따라 변화하는 JV 곡선을 나타내는 그래프이다.

[0134] 도 4는, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르는 PTB7-th 및 이리듐 복합체를 포함하는 유기물층이 구비된 유기 태양 전지 및 비교예의 유기 태양 전지에서, 이리듐 복합체에 포함된 이온에 따라 변화하는 JV 곡선을 나타내는 그래프이다.

[0136] 이를 통해, 본 발명의 이온성 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 유기 태양 전지 내에 형성시킬 경우, PTB7/PCBM 또는 PTB7-th/PCBM 소재를 유기물 층으로 포함하는 유기 태양 전지 모두에서 성능이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

[0138] 본 발명의 실시예로서 제조한 PTB7/PCBM 또는 PTB7-th/PCBM 를 유기물 층으로 포함하는 유기 태양전지를 구성하였다. 유기 태양전지에는 Li, Na 및 K 알칼리 금속을 포함하는 [실시예 1] 내지 [실시예 3]의 화합물을 따르도록 이리듐 복합체를 형성하고, 그 각각을 이온성 중간층으로 포함시켰다. 그리고 각각의 경우에 대해, 실시예의 유기 태양 전지의 효율을 측정하고 각각의 값을 하기 [표 1]에 나타내었다.

[0139] 또한, 상기 본 발명의 실시예로서 제조한 이온성 중간층을 포함하는 유기 태양 전지와 그 성능의 비교를 위하여 이온성 중간층을 포함하지 않는 것을 제외하면 모두 동일한 구조를 가지는 비교예의 유기 태양 전지를 제조하고 동일한 방식으로 비교예의 유기 태양 전지의 효율을 측정하고 그 값을 역시 하기 [표 1]에 함께 나타내었다.

표 1

[0141]

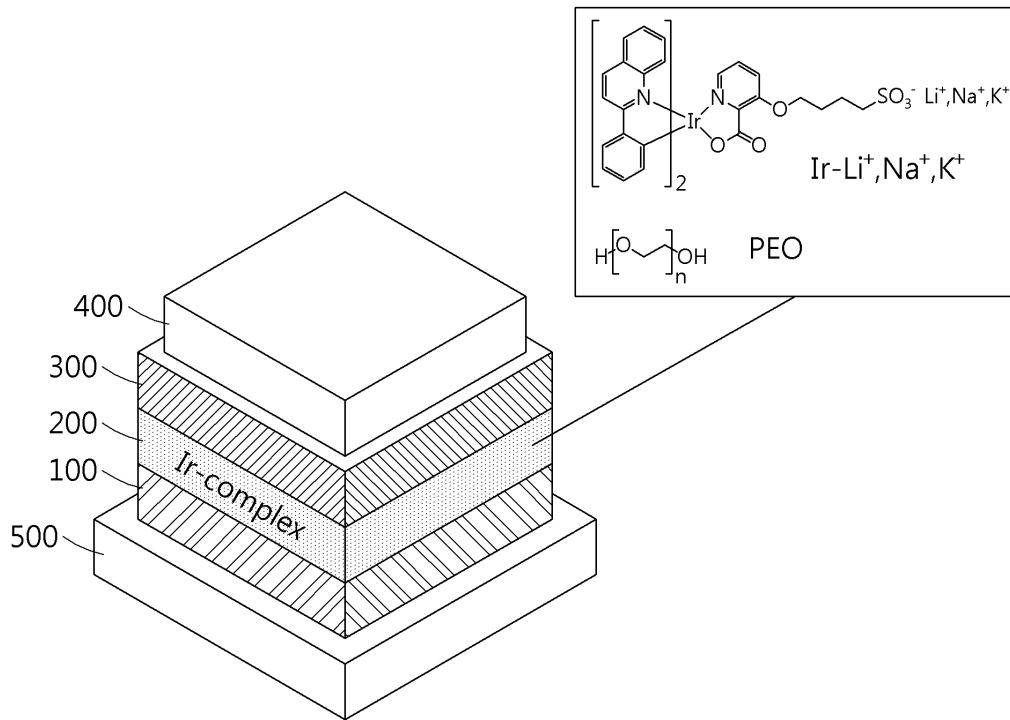
유기물 층	Ion	short-circuit current(Jsc), $J_{sc}/\text{mA cm}^{-2}$	open-circuit voltage(Voc), V_{oc}/V	FF (Fill Factor)	η_m $a_x / \%$
PTB7-th/PCBM[70] (Inverted)	비교예	16.5	0.818	0.630	8.50
	Li	16.6	0.818	0.648	8.72
	Na	17.4	0.818	0.655	9.32
	K	17.2	0.818	0.653	9.19

PTB7/PCBM[70] (Inverted)	비교예	14.0	0.752	0.680	7.15
	Li	14.8	0.761	0.687	7.73
	Na	15.2	0.759	0.685	7.94
	K	15.1	0.758	0.687	7.86

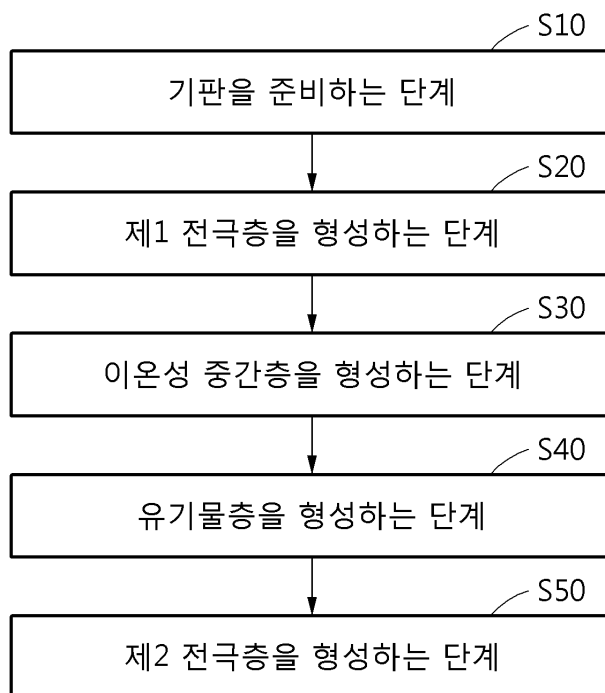
- [0143] Short-circuit current(J_{sc})는 회로가 단락된 상태, 즉 외부저항이 없는 상태에서 빛을 받았을 때 나타나는 역방향(음의 값)의 전류밀도이다. open-circuit voltage(V_{oc})는 회로가 개방된 상태, 즉 무한대의 저항이 걸린 상태에서 빛을 받았을 때 태양전지의 양단에 형성되는 전위차이다. Fill factor(FF)는 최대전력점에서의 전류밀도와 전압값의 곱($V_{mp} \times J_{mp}$)을 V_{oc} 와 J_{sc} 의 곱으로 나눈 값이다.
- [0145] [표 1]에 나타나는 여러 가지 지표들을 종합해 볼 때, 이온성 중간층을 포함하지 않도록 형성된 비교예의 유기 태양 전지에 비해 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 포함하도록 설계된 실시예의 유기 태양 전지들은 J_{sc} , FF가 증가하면서 모두 높은 효율을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.
- [0146] 즉, 본 발명의 실시예에 따라서 이리듐 복합체를 포함하는 이온성 중간층을 포함하도록 유기 태양 전지를 구성할 경우, 이온성 중간층이 에너지 준위 조절 효과를 가져오면서 높은 성능을 구현할 수 있음을 확인하였다.
- [0147] 또한, 효율의 증가 폭은 포함되는 알칼리 이온 종에 따라서 다르게 나타날 수 있음을 확인할 수 있었으며, 이온의 이동도가 이온성 중간층이 도입된 유기 태양 전지의 효율에 영향을 미치는 것을 확인하였다.
- [0149] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0150] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

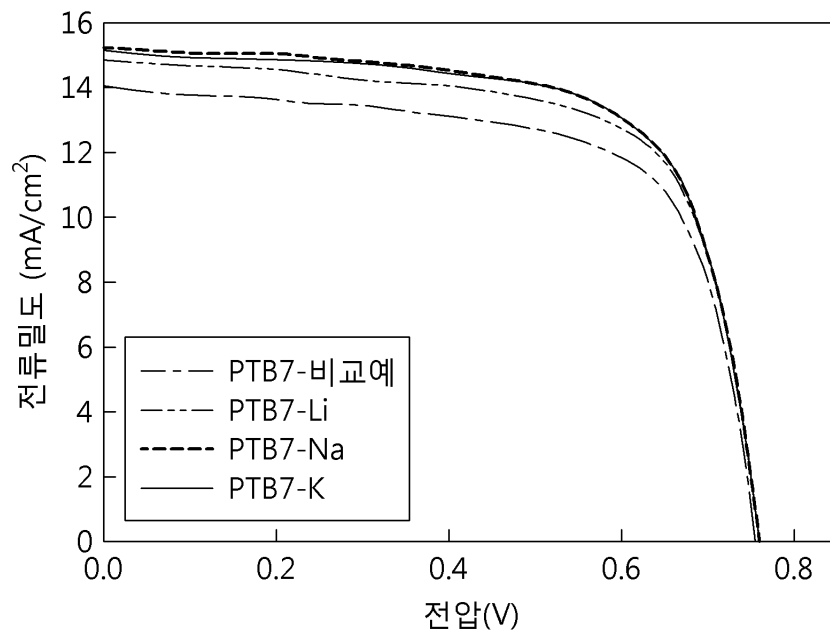
도면1



도면2



도면3



도면4

