(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월01일
(11) 등록번호 10-1914385
(24) 등록일자 2018년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0216 (2014.01) *H01L 31/18* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/02167 (2013.01)
H01L 31/1804 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0104562
(22) 출원일자 2017년08월18일
심사청구일자 2017년08월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP2006008996 A*
US20080293945 A1*
KR1020100090156 A
KR1020160018273 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
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 18 항 심사관 : 이규재

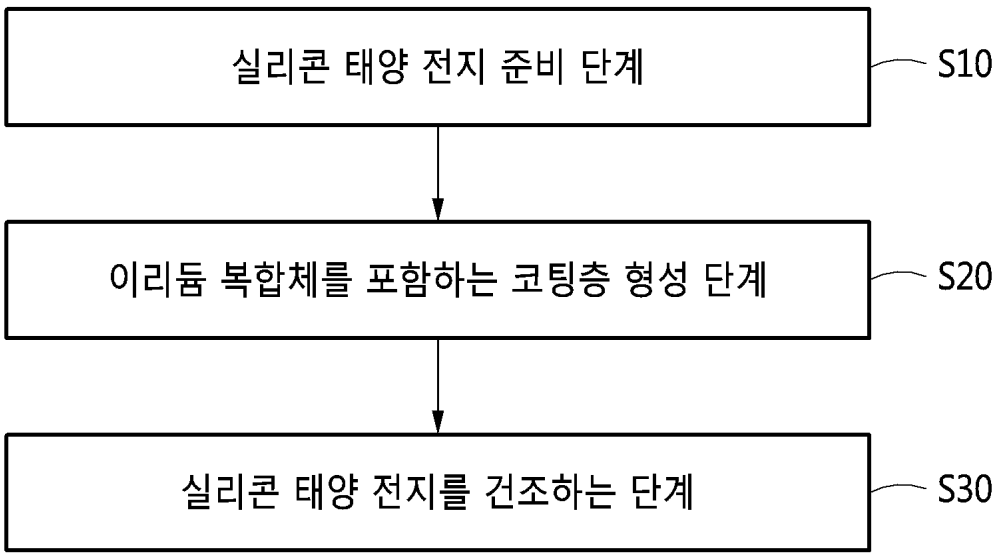
(54) 발명의 명칭 **실리콘 태양 전지 및 실리콘 태양 전지의 제조방법**

(57) 요 약

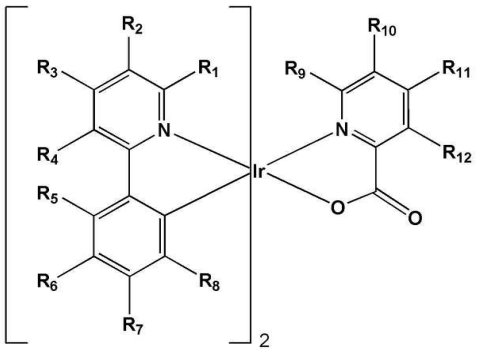
본 발명은 실리콘 태양 전지 및 실리콘 태양 전지의 제조방법 기술에 관한 것으로, 본 발명의 실리콘 태양전지는, 이리듐 복합체; 및 고분자;를 포함하는 코팅층을 포함한다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



[화학식 1]



(여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

(52) CPC특허분류
H01L 51/0034 (2013.01)
H01L 51/0085 (2013.01)

(72) 발명자
김현탁
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이강민
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
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

명 세 서

청구범위

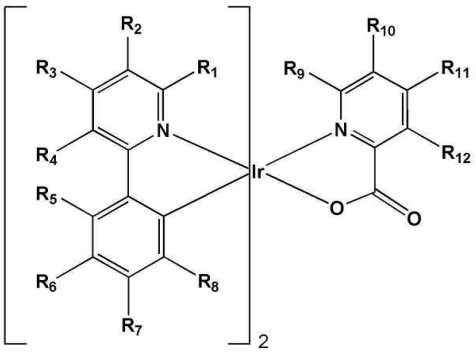
청구항 1

하기의 [화학식 1]로 표시되는 이리듐 복합체; 및 고분자;를 포함하는 코팅층을 포함하고,

상기 코팅층은, PEO, PMMA 및 PEG를 포함하는 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자;를 더 포함하는 것인,

실리콘 태양전지.

[화학식 1]



(여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

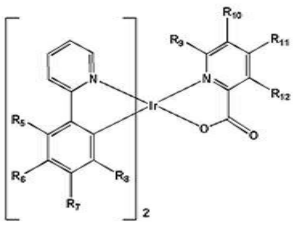
청구항 2

제1항에 있어서,

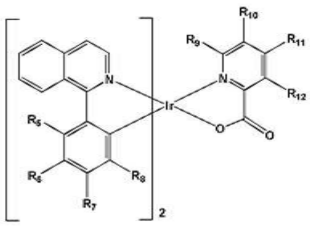
상기 [화학식 1]은, [화학식 2] 내지 [화학식 4]로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

실리콘 태양전지.

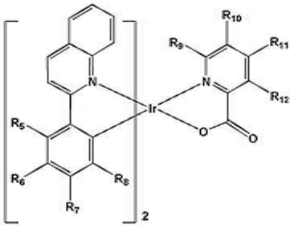
[화학식 2]



[화학식 3]



[화학식 4]



(R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택되고,

R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택된다.)

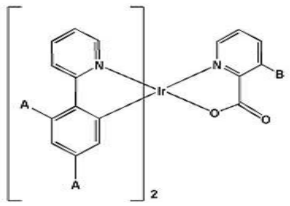
청구항 3

제1항에 있어서,

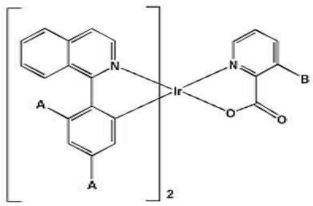
상기 [화학식 1]은, [화학식 5] 내지 [화학식 7]로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

실리콘 태양전지.

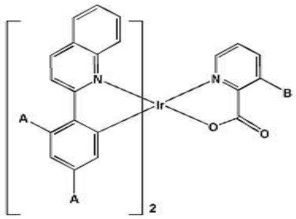
[화학식 5]



[화학식 6]



[화학식 7]



(여기서, A 는 할로겐 원자 또는 H이며, B는 하이드록시기 또는 H이다.)

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 A는, 플루오르(F)인 것인,

실리콘 태양전지.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 이리듐 복합체는 양친성인 것인,

실리콘 태양전지.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 이리듐 복합체는, 빨강, 주황, 녹색 및 파랑으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 색의 빛을 방출하는 것인,

실리콘 태양전지.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 코팅층 내의 상기 이리듐 복합체와 상기 고분자의 혼합 중량비(이리듐 복합체 중량 : 고분자 중량)는 1 : 0.5 내지 1 : 2.0 인 것인,

실리콘 태양전지.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 코팅층의 두께는 0.05 ㎛ 내지 0.2 ㎛ 인 것인,

실리콘 태양전지.

청구항 10

실리콘 태양 전지를 준비하는 단계;

상기 실리콘 태양 전지 상에 이리듐 복합체를 포함하는 코팅 용액으로 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 코팅층이 형성된 실리콘 태양 전지를 건조하는 단계;를 포함하고,

상기 코팅 용액은, PEO, PMMA 및 PEG 를 포함하는 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

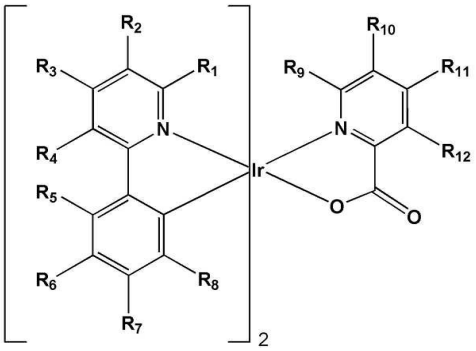
청구항 11

제10항에 있어서,

상기 이리듐 복합체는 하기의 [화학식 1]으로 표시되는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

[화학식 1]



(여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

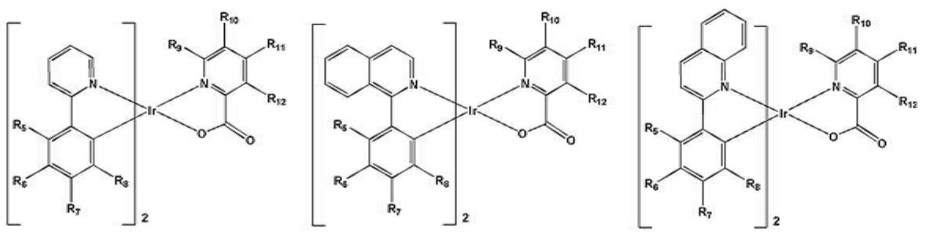
청구항 12

제11항에 있어서,

상기 [화학식 1]은, [화학식 2] 내지 [화학식 4]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



(R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는

비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택되고,

R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택된다.)

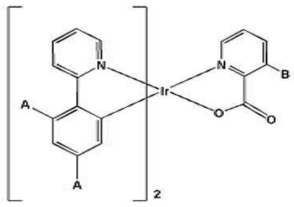
청구항 13

제11항에 있어서,

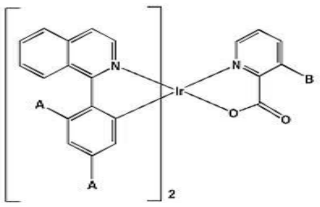
상기 [화학식 1]은, [화학식 5] 내지 [화학식 7]로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

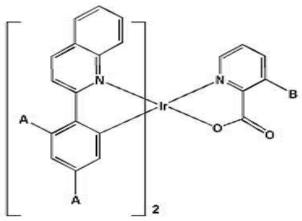
[화학식 5]



[화학식 6]



[화학식 7]



(여기서, A 는 할로겐 원자 또는 H이며, B는 하이드록시기 또는 H이다.)

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 코팅 용액의 상기 이리듐 복합체의 농도는, 0.05 mg / ml 내지 1.0 mg / ml 인 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 코팅 용액을 스프레이 방식으로 분사하여 코팅층을 형성하는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 스프레이 방식은, 초음파 분사노즐을 이용하는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 코팅 용액은, 0.05 ml / min 내지 0.2 ml / min 속도로 분사되는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 코팅층을 형성하는 단계는, 질소 가스 또는 비활성 가스 분위기에서 수행되는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 건조하는 단계는, 80 ℃ 내지 140 ℃ 온도에서 10 분 내지 30 분 동안 수행되는 것인,

실리콘 태양전지의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 실리콘 태양 전지 및 실리콘 태양 전지의 제조방법 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 코팅층을 포함하는 실리콘 태양 전지 및 실리콘 태양 전지의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 태양 전지는 태양광 에너지를 직접 전기로 변환시키는 광전 변환 소자로, 크게 무기 태양 전지와 유기 태양 전지로 구분된다. 무기 태양 전지를 대표하는 전지로서, 실리콘 태양 전지가 있다.

[0004] 실리콘(Si) 태양 전지는 1976년에 최초로 개발된 이후로, 수소화된 실리콘(Si:H)의 가시광 영역에서의 높은 광감응도(photosensitivity), 광학적 밴드갭(optical band gap) 조절의 용이성, 저가, 저온, 대면적 공정 가능성으로 인하여 널리 연구되어져 왔다.

[0005] 최근에는 실리콘 태양 전지의 효율을 향상시키기 위해서 다양한 물질을 이용하여 광학적 밴드갭을 조합하거나 높은 에너지 전환 효율을 가지는 파장 영역을 확장시킬 수 있는 기술에 대해서 다방면으로 연구가 수행되고 있었다.

[0006] 그러나 현재까지도 넓은 파장 영역에서 실리콘 태양 전지의 에너지 전환 효율을 향상시키기 위한 효과적인 물질에 대한 개발과 그 물질을 실리콘 태양 전지에 적절하게 도입하는 기술의 개발에 대해서는, 뚜렷한 해결 방법이 없어서 실리콘 태양 전지의 효율 향상 및 상용화에 제약이 되고 있는 실정이었다.

발명의 내용

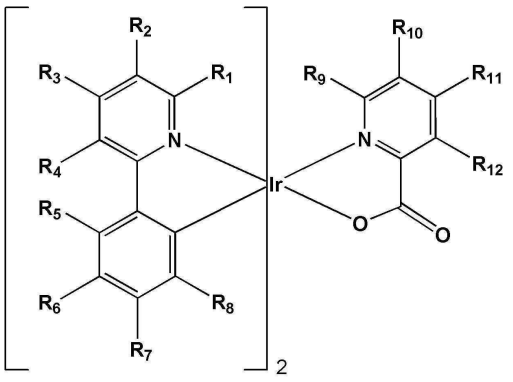
해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 상술한 것과 같이 실리콘 태양 전지의 광 흡수 효율을 넓은 파장 영역에서 향상시킬 수 있는 적절한 소재의 물질인 이리듐 복합체를 개발하고, 개발한 이리듐 복합체를 실리콘 태양 전지의 코팅층으로 도입하는 방법을 제공함으로써, 넓은 파장 영역에서 높은 에너지 전환 효율이 구현된 고효율 실리콘 태양 전지를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실리콘 태양전지는, 이리듐 복합체; 및 고분자;를 포함하는 코팅층을 포함한다.

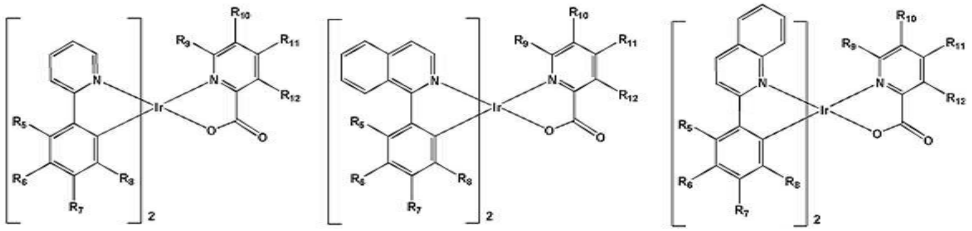
[0011] [화학식 1]

[0012] 

[0013] (여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 2] 내지 [화학식 4]로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



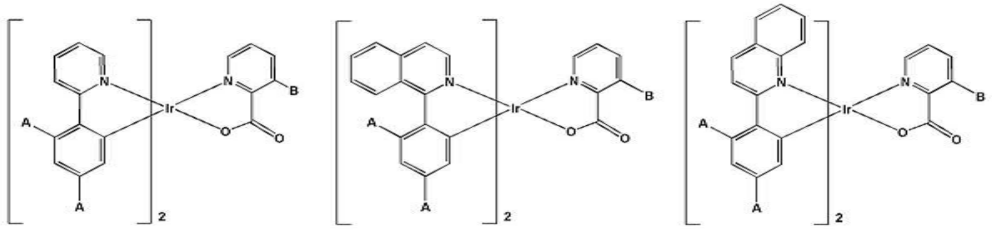
[0015]

[0016] (여기서, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

[0017] R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 5] 내지 [화학식 7]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 5] [화학식 6] [화학식 7]



[0019]

[0020] (여기서, A 는 할로겐 또는 수소이며, B는 하이드록시 또는 수소 이다.)

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 A는, 플루오르(F)인 것일 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는 양친성인 것일 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는, 빨강, 주황, 녹색 및 파랑으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 색의 빛을 방출하는 것일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층은, PEO, PMMA 및 PEG를 포함하는 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자;를 더 포함하는 것일 수 있다.

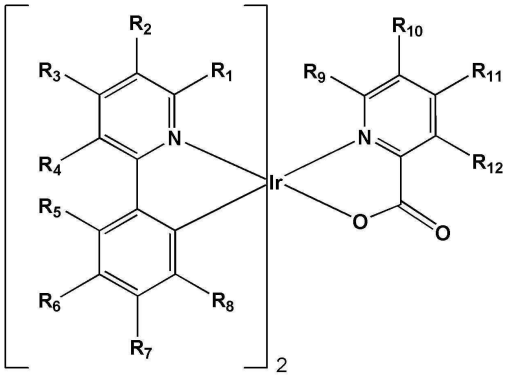
[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층 내의 상기 이리듐 복합체와 상기 고분자의 혼합 중량비(이리듐 복합체 중량 : 고분자 중량)는 1 : 0.5 내지 1 : 2.0 인 것일 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층의 두께는 0.05 ㎛ 내지 0.2 ㎛ 인 것일 수 있다.

[0028] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법은, 실리콘 태양 전지를 준비하는 단계; 상기 실리콘 태양 전지 상에 이리듐 복합체를 포함하는 코팅 용액으로 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 코팅층이 형성된 실리콘 태양 전지를 건조하는 단계;를 포함한다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는 하기의 [화학식 1]으로 표시되는 것일 수 있다.

[0030] [화학식 1]

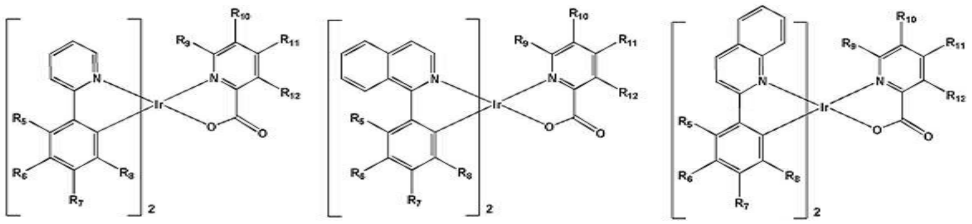


[0031]

[0032] (여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 2] 내지 [화학식 4]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



[0035]

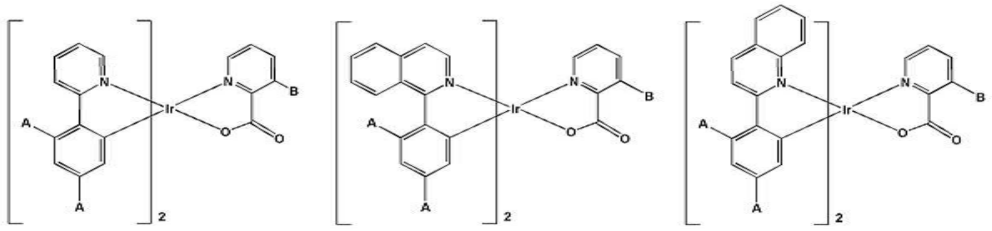
[0036] (R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된

C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택되고,

[0037] R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택된다.)

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 5] 내지 [화학식 7]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 5] [화학식 6] [화학식 7]



[0039]

[0040] (여기서, A 는 할로겐 또는 수소이며, B는 하이드록시 또는 수소 이다.)

[0041] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅 용액의 상기 이리듐 복합체의 농도는, 0.05 mg / ml 내지 1.0 mg / ml 인 것일 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 코팅 용액을 스프레이 방식으로 분사하여 코팅층을 형성하는 것일 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 스프레이 방식은, 초음파 분사노즐을 이용하는 것일 수 있다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅 용액은, 0.05 ml / min 내지 0.2 ml / min 속도로 분사되는 것일 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층을 형성하는 단계는, 질소 가스 또는 비활성 가스 분위기에서 수행되는 것일 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅 용액은, PEO, PMMA 및 PEG 를 포함하는 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0047] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 건조하는 단계는, 80 ℃ 내지 140 ℃ 온도에서 10 분 내지 30 분 동안 수행되는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0049] 본 발명의 일 실시예에서 제공하는 실리콘 태양 전지는, 이리듐 복합체를 포함하는 코팅층이 형성되어 실리콘 태양 전지의 에너지 전달 효율을 높이는 효과를 구현할 수 있다. 특히, 본 발명의 일 실시예에서 제공하는 실리콘 태양 전지는, 450 nm 이하 정도의 비교적 낮은 파장 영역대에서의 외부 양자 효율(EQE)을 큰 폭으로 상승시키는 효과가 있으며, 전압에 따른 생성 전류 밀도를 향상시키는 효과 또한 기대할 수 있다.

[0050] 그리고, 본 발명의 다른 일 실시예에서 제공하는 실리콘 태양 전지의 제조방법에 따르면, 효과적으로 이리듐 복합체를 포함하는 코팅층을 넓은 파장 영역에서 더 높은 발광 강도(PL intensity)를 가지도록 형성하는 방법을 제공함으로써 에너지 전환 효율이 향상된 실리콘 태양 전지를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 실리콘 태양 전지 제조방법의 각 단계의 공정을 순차적으로 나타낸 순서도이다.

도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 실리콘 태양 전지 제조방법에서 코팅층을 형성하는 단계의 수행 공정 과정을 도시한 개략도이다.

도 3은, 본 발명의 실시예 및 비교예 1에서 제조한 실리콘 태양전지의 전압에 따른 전류 밀도를 측정하여 비교한 그래프이다.

도 4는, 본 발명의 실시예 및 비교예 1에서 제조한 실리콘 태양전지의 파장에 따른 외부 양자 효율(%)(EQE, external quantum efficiency)을 측정하여 비교한 그래프이다.

도 5 내지 도 7은, 본 발명의 실시예(Ir-오렌지, Ir-그린, Ir-블루) 및 비교예 2(Ir-오렌지, Ir-그린, Ir-블루)에서 제조한 실리콘 태양전지의 파장에 따른 PL 강도(a.u.) 값을 측정하여 비교한 그래프이다.

도 8은, 본 발명의 실시예로서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 저해상도 SEM 사진이다.

도 9는, 비교예 2에서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 저해상도 SEM 사진이다.

도 10은, 본 발명의 실시예로서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 고해상도 SEM 사진이다.

도 11은, 본 발명의 실시예로서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 고해상도 SEM 사진을 확대한 사진이다.

도 12는, 본 발명의 실시예(Ir-오렌지) 및 비교예 2(Ir-오렌지)에서 제조한 실리콘 태양전지의 XRD 패턴 사진이다.

도 13은, 본 발명의 실시예(Ir-블루) 및 비교예 2(Ir-블루)에서 제조한 실리콘 태양전지의 XRD 패턴 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0059] 실리콘 태양 전지는 유기 태양 전지에 비해 에너지 전환 효율이 상대적으로높아 상용화 가능성이 더 높은 것으로 인식되어 왔다. 최근에는 실리콘 태양 전지의 효율을 더욱 향상시키기 위해서 다양한 물질을 이용하여 광학적 밴드갭을 조합하거나 높은 에너지 전환 효율을 가지는 파장 영역을 확장시킬 수 있는 기술에 대해서 다방면으로 연구가 수행되고 있었다.

[0061] 실리콘 태양 전지에 있어서 광을 흡수하는 스펙트럼의 빛 흡수 범위를 확장시키는 기술은 실리콘 태양 전지의 효율을 향상 시키는데 있어서 중요할 수 있다. 이에 적용될 수 있는 단일 공여체(donor) 물질은 광전류의 생성

량이 적고 태양 빛을 흡수함에 있어서 좁은 흡수 영역을 가지는 한계가 있어서, 본 발명자는 다중 공여체 물질 및 그를 이용한 에너지 전달 시스템을 중심으로 새로운 물질을 개발하기 위해 연구하였다. 이 주제에 관한 종전의 연구들은 고분자 - 중합체 기반 시스템에 포커싱되어 있으나, 중합체가 상이한 결정도 및 에너지 수준을 나타낼 수 있기 때문에, 이러한 시스템에 적용할 수 있는 효과적인 물질을 디자인하기 어려운 측면이 있었다. 즉, 특정한 중합체를 첨가하여 효율적인 전하 또는 에너지 전달을 보장하는 것은 어려운 실정이었다.

[0063] 본 발명자는 상술한 문제를 해결하기 위해 최초로서 비정질 상태(amorphous) 및 고결정질(highy crystalline) 상태의 고분자 재료 모두에 적용 가능한 에너지 전달 재료인 이리듐 복합체 물질을 개발한 후 실리콘 태양 전지의 성능 향상을 위해 에너지 전달 시스템에 적용하였다.

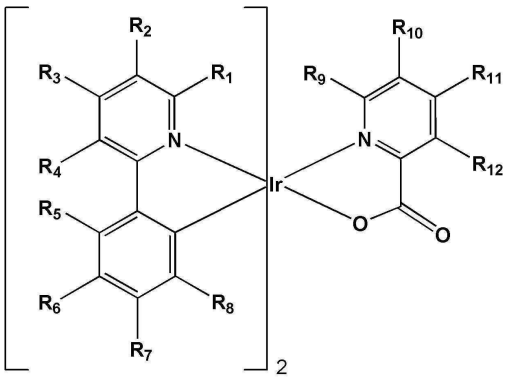
[0065] 기존의 singlet-singlet 에너지 전달 시스템과 비교하여. 본 발명에서 개발하여 적용한 이리듐 복합체의 삼중항 시스템은 자가 소광(self-quenching)을 방지하기 위한 더 큰 스톡스 시프트, 더 긴 확산 길이 및 감소 된 전하 재조합과 같은 장점들을 가지고 있다. 아래에서는 본 발명에서 개발한 이리듐 복합체를 상세히 설명한다.

[0067] 본 발명의 일 측면에서는 유기 태양 전지에 포함되어 실리콘 태양 전지의 효율을 향상시킬 수 있는 이리듐 복합체를 제공한다.

[0068] 본 발명의 일 측면에서는 실리콘 태양 전지 상에 새롭게 개발한 이리듐 복합체를 포함하는 고분자 코팅층을 형성함으로써, 에너지 전환 효율이 크게 향상된 실리콘 태양 전지를 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0070] 본 발명의 실리콘 태양전지는, 이리듐 복합체; 및 고분자;를 포함하는 코팅층을 포함한다.

[0071] [화학식 1]

[0072] 

[0073] (여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0074] 이 때 상기 헤테로사이클로알킬기의 헤테로 원소는 N, S 또는 O로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다. 상기 치환은 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되는 것일 수 있다.

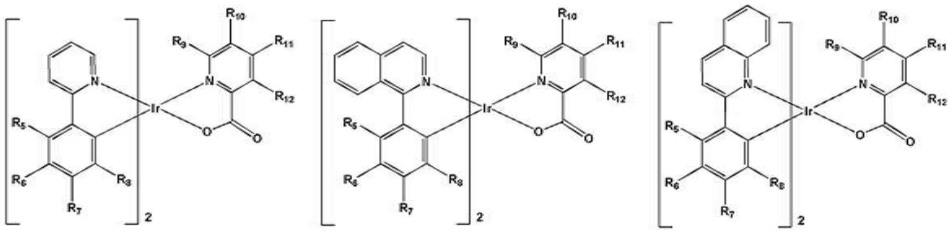
[0075] 본 발명에서 제공하는 실리콘 태양 전지용 이리듐 복합체는 이리듐을 중심 원자로 한다. 상기 이리듐 복합체는 긴 확산 길이를 구현하여 긴 엑시톤 수명을 가지게 하고, 이는 결국 에너지 전달 효율(nET)을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

[0076] 실리콘 태양 전지에서 효율적인 에너지 전달을 위해서는, 에너지 공여체와 에너지 수용체 간의 서로 다른 흡수 범위, 에너지 공여체와 에너지 수용체 간의 효율적인 스펙트럼 중첩 및 에너지 수용체의 에너지 준위보다 넓은 에너지 준위를 가지는 에너지 공여체의 설계 등이 필요하다. 본 발명의 이리듐 복합체는 이러한 조건들을 만족시키는 물질일 수 있다.

[0078] 본 발명에서 개발한 이리듐 복합체 물질들은 필름 상태에서 450 nm 보다 낮은 파장에서 π-π^* 리간드 중심 전이를 나타내는 특징을 가질 수 있다.

[0080] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 2] 내지 [화학식 4]로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



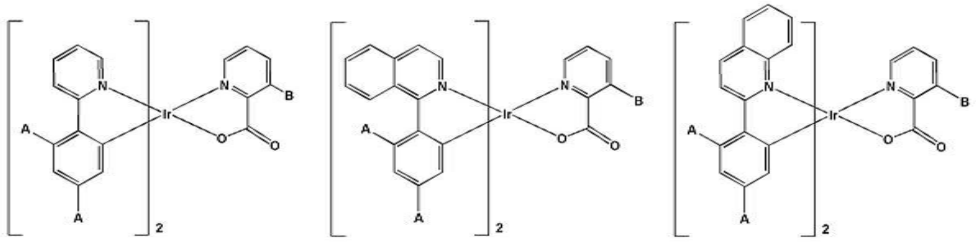
[0081]

[0082] (여기서, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고,

[0083] R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0085] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 5] 내지 [화학식 7]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 5] [화학식 6] [화학식 7]



[0086]

[0087] (여기서, A 는 할로겐 또는 수소이며, B는 하이드록시 또는 수소 이다.)

[0089] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 A는, 플루오르(F)인 것일 수 있다.

[0091] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는 양친성인 것일 수 있다.

[0092] 일 예로서, 본 발명의 이리듐 복합체는 실리콘 태양 전지 상부의 코팅층에 포함되어 효과적으로 에너지 전달 효율을 향상시키는 역할을 수행할 수 있다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는, 빨강, 주황, 녹색 및 파랑으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 색의 빛을 방출하는 것일 수 있다.

[0095] 본 발명에서 이용된 리간드 물질들은 중심 금속인 이리듐과 결합할 때, 높은 양자효율(QY, Quantum Yield)을 구현하는 물질일 수 있다. 본 발명에서는 이리듐 복합체의 흡수 및 방출 특성을 제어하기 위하여 다양한 리간드 물질들을 중심 금속인 이리듐과 결합시킬 수 있다.

[0096] 일 예로서 상기 이리듐 복합체는 가시광선 영역의 색의 빛을 방출하는 것일 수 있으며, 본 명세서에서 편의를 위해 Ir-레드, Ir-오렌지, Ir-그린 및 Ir-블루로 분류되어 불리울 수 있다. 상기 이리듐 복합체들은 350 nm 내지 480 nm 정도의 MLCT를 나타냈고, 대응하는 최대 방출 피크(λmax) 값은 450 nm 내지 620 nm 정도로 확인되었다.

[0097] 본 발명의 이리듐 복합체에 있어, 효율적인 에너지 전달을 위한 중요한 요소 중 하나인 스펙트럼 중첩의 정도는 Ir-레드> Ir-오렌지> Ir-그린> Ir-블루의 순서를 따르도록 형성될 수 있다.

[0098] 본 발명의 이리듐 복합체에 있어, 효율적인 에너지 전달을 위한 또 다른 중요한 요소 중 하나인 QY 값은 CH_2Cl_2 용액에서 측정 결과 Ir-오렌지 > Ir-블루 > Ir-레드 > Ir-그린 순서를 따르도록 형성될 수 있다.

[0100] 일 예로서, 상기 이리듐 복합체는, 태양 전지의 비정질(amorphous) 활성 고분자 및 고결정질(highly crystalline) 활성 고분자(donor)를 포함하는 유기물층에 적용되어 에너지 전달 효율을 향상시키는 것일 수도 있다.

[0101] 본 발명에서 개발한 이리듐 복합체는, 비정질 활성 고분자, 예를 들어 PTB7 고분자를 에너지 공여체로 포함하는 태양 전지에 적용될 수 있으며, 고결정질 활성 고분자, 예를 들어 P3HT 고분자를 에너지 공여체로 포함하는 태양 전지에 적용될 수도 있다.

[0103] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층은, PEO, PMMA 및 PEG를 포함하는 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자;를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0104] 본발명의 코팅층에 포함되는 고분자는 이리듐 복합체들 사이에 간격을 보장하여, 복합체 분자 간에 일어나는 셀프 퀜칭(self-quenching)을 막아주는 역할을 수행할 수 있다.

[0106] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층 내의 상기 이리듐 복합체와 상기 고분자의 혼합 중량비(이리듐 복합체 중량 : 고분자 중량)는 1 : 0.5 내지 1 : 2.0 인 것일 수 있다.

[0107] 상기 이리듐 복합체를 기준하여 상기 고분자의 혼합 중량비가 1 : 0.5 미만일 경우 이리듐 복합체간의 self-quenching이 심하게 일어나, 광전달 효과가 떨어지는 문제가 생길 수 있고, 1 : 2.0 초과의 경우 이리듐 복합체의 함유량이 너무 적어, 절대적인 광전달량이 부족해지는 문제가 생길 수 있다.

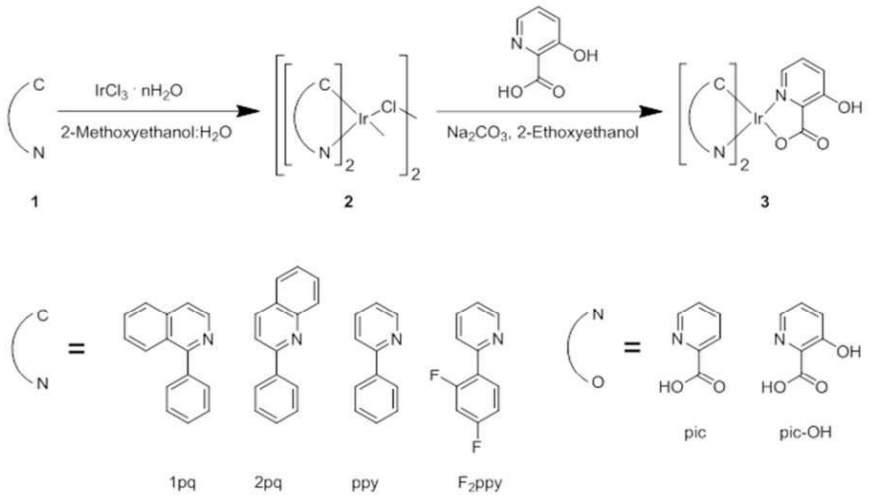
[0109] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층의 두께는 0.05 ㎛ 내지 0.2 ㎛인 것일 수 있다.

[0110] 상기 코팅층의 두께가 0.05 ㎛ 미만일 경우 코팅층의 균일도(uniformity)에한계가 발생하는 문제가 생길 수 있

고, 0.2 ㎛ 초과의 경우 실리콘 태양전지 소자로 들어오는 빛을 과하게 가리우는(blocking) 문제가 생길 수 있다.

[0112] 아래는 본 발명의 이리듐 복합체의 일 실시예를 제조하는 과정에서 이용한 [반응식 1]과 중심 금속인 이리듐 금속에 결합되도록 선택되어 디자인된 리간드들을 일부 소개한다.

[0114] [반응식 1]



[0115]

[0117] 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, 상기 이리듐 복합체를 포함하는 실리콘 태양 전지의 제조방법을 제공한다.

[0118] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 실리콘 태양 전지 제조방법의 각 단계의 공정을 순차적으로 나타낸 순서도이다. 아래에서는 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따르는 실리콘 태양 전지 제조방법의 각 단계에 대하여 상세히 설명한다.

[0120] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법은, 실리콘 태양 전지를 준비하는 단계; 상기 실리콘 태양 전지 상에 이리듐 복합체를 포함하는 코팅 용액으로 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 코팅층이 형성된 실리콘 태양 전지를 건조하는 단계;를 포함한다.

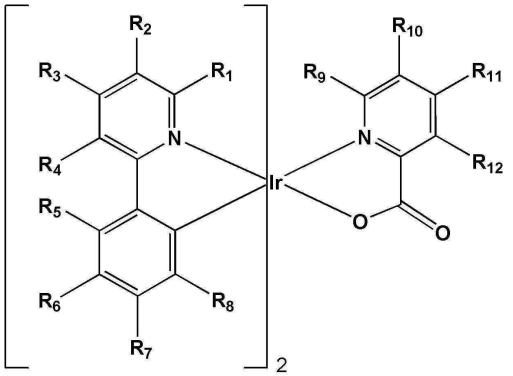
[0122] 본 발명에서 제공하는 실리콘 태양전지의 제조방법은 이리듐 복합체를 포함하는 코팅 용액으로 코팅층을 형성하는 구성을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0124] 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 실리콘 태양 전지 제조방법에서 코팅층을 형성하는 단계의 수행 공정 과정을 도시한 개략도이다.

[0125] 본 발명의 일 예에서는 이리듐 복합체 용액 및 고분자를 포함하는 용액으로 초음파 노즐을 이용하여 실리콘 태양전지 표면 상에 코팅층을 형성하는 공정을 포함할 수 있다.

[0127] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 이리듐 복합체는 하기의 [화학식 1]으로 표시되는 것일 수 있다.

[0128] [화학식 1]

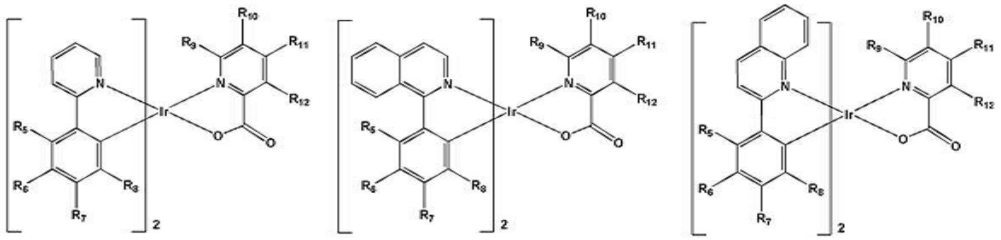


[0129]

[0130] (여기서, R_1 내지 R_4는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되거나 또는 인접한 기와 결합하여 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 축합 고리를 형성하고, R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택되고, R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로사이클로알킬기에서 선택된다.)

[0132] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 2] 내지 [화학식 4]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



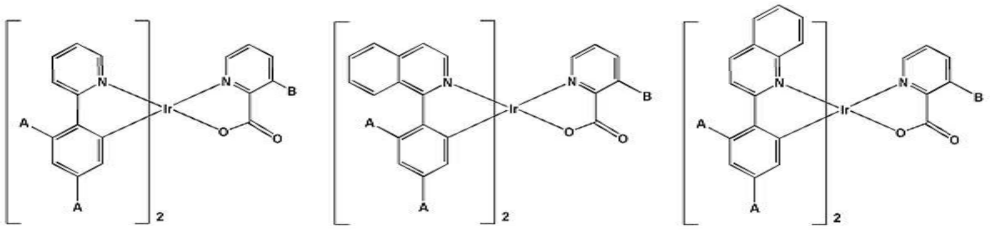
[0133]

[0134] (R_5 내지 R_8은, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택되고,

[0135] R_9 내지 R_{12}는, 서로 동일하거나 또는 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 하이드록시, 시아노, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2~C_{40}의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴기, 치환 또는 탄소수 5 내지 40의 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_1~C_{40}의 알킬옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6~C_{40}의 아릴아민기, 치환 또는 비치환된 C_3~C_{40}의 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기에서 선택된다.)

[0136] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 [화학식 1]은, [화학식 5] 내지 [화학식 7]으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[화학식 5] [화학식 6] [화학식 7]



[0137]

[0138] (여기서, A 는 할로겐 또는 수소이며, B는 하이드록시 또는 수소 이다.)

[0139] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅 용액의 상기 이리듐 복합체의 농도는, 0.05 mg / ml 내지 1.0 mg / ml 인 것일 수 있다. 상기 코팅 용액의 상기 이리듐 복합체의 농도가 0.05 mg / ml 미만일 경우 코팅층을 형성하는 과정에서 공정 시간이 지나치게 길어지는 문제가 생길 수 있고, 1.0 mg / ml 초과의 경우, 고농도에 의해 이리듐 복합체가 침전되는 문제가 생길 수 있다.

[0141] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층을 형성하는 단계는, 상기 코팅 용액을 스프레이 방식으로 분사하여 코팅층을 형성하는 것일 수 있다. 스프레이 방식을 이용할 경우, 스핀 코팅 등의 방법을 이용하는 것에 비해 반복되는 스프레이 사이클에 의해 코팅층의 두께를 보다 정교하게 형성할 수 있고, 코팅층의 면적을 대면적화하기에 효과적인 장점이 있다. 일 예로서, 본 발명의 이리듐 복합체를 스프레이 방식을 이용하여 코팅층을 형성할 경우, 스핀 코팅을 이용하여 코팅층을 형성하는 것에 비해 XRD 패턴 상에서 추가적인 높은 결정성 피크가 확인될 수 있다.

[0143] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 스프레이 방식은, 초음파 분사노즐을 이용하는 것일 수 있다. 초음파 분사노즐을 이용할 경우, 미립자의 분사를 가능하게 하여 균일한 박막 형성이 가능하게 될 뿐 아니라 결정성이 높은 코팅층을 획득할 수 있는 효과가 있다. 일 예로서, 상기 초음파 분사노즐의 주파수는 50 kHz 내지 200 kHz 인 것일 수 있다. 상기 초음파 분사노즐의 주파수는 바람직하게는 120kHz 내지 180 kHz 인 것일 수 있다.

[0145] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅 용액은, 0.05 ml / min 내지 0.2 ml / min 속도로 분사되는 것일 수 있다. 상기 코팅 용액이 0.05 ml / min 미만의 속도로 분사될 경우, 공정 속도가 느려져서 생산성이 저하되는 문제가 생길 수 있고, 0.2 ml / min 초과의 속도로 분사될 경우, 공정 속도가 지나치게 빨라서 이리듐 복합체가 균질하게 분산 형성된 코팅층이 형성되기 어려운 문제가 생길 수 있다.

[0147] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅층을 형성하는 단계는, 질소 가스 또는 비활성 가스 분위기에서 수행되는 것일 수 있다.

[0149] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 코팅 용액은, PEO, PMMA 및 PEG를 포함하는 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자를 더 포함하는 것일 수 있다. 본 발명의 코팅층에 포함되는 고분자는 이리듐 복합체들 사이에 간격을 보장하여, 복합체 분자 간에 일어나는 셀프 퀜칭(self-quenching)을 막아주는 역할을 수행할 수 있다.

[0151] 본 발명의 실리콘 태양전지의 제조방법의 일 실시예에 따르면, 상기 건조하는 단계는, 80 ℃ 내지 140 ℃ 온도에서 10 분 내지 30 분 동안 수행되는 것일 수 있다. 상기 건조하는 단계가 80 ℃ 미만의 온도에서 수행될 경우 코팅층이 내부까지 충분히 건조되지 않는 문제가 생길 수 있으며, 140 ℃ 초과의 온도에서 수행될 경우 표면에 크랙이 형성되는 문제가 생길 수 있다.

[0152] 상기 건조하는 단계가 수행되면서, 본 발명의 코팅층은 실리콘 태양전지 표면 상에 안정적으로 고정될 수 있다.

[0154] **실시예**

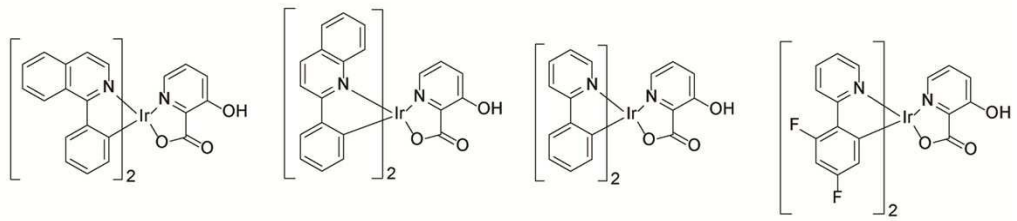
[0155] **이리듐 복합체의 제조**

[0156] 용매로서 2 - 메톡시 에탄올과 물을 3 : 1 (v / v) 부피비로 섞은 혼합 용매를 이용하여 24시간 동안 $IrCl_3 \cdot nH_2O$ (200 mg, 0.67 mmol) 및 1-페닐이소퀴놀린 (412 mg, 2.00 mmol)를 환류시켰다. 이렇게 제조한 혼합물을 상온으로 냉각시키고 더 많은 물을 첨가하여 생성물을 침전시켰다. 침전물을 여과하고, 헥산을 이용하여 3 회 세척한 뒤 생성물을 수득하였다(355 mg, 수율 83%). 합성된 생성물 300 mg (0.24 mmol)을 3-하이드록시 피콜린 산

100 mg (0.72 mmol) 및 탄산나트륨 254 mg (2.40 mmol)의 혼합물을 2-에톡시 에탄올을 용매로 하여 비활성 조건에서 10 내지 12 시간 동안 환류시켰다. 그 다음 혼합물을 실온으로 냉각시키고 용매를 증발시켰다. 혼합물을 메틸렌 클로라이드에 용해시킨 다음 물로 세척하고 $MgSO_4$로 건조시켰다. 용매를 증발시켜 생성물을 수득하고, 이를 실리카겔 컬럼 크로마토 그래피로 정제하여 최종 생성물 (238 mg, 367 % 수율)을 수득 하였다. 최종 생성된 이리듐 복합체는 Ir-레드 의 특징을 나타내었다.

[0157] 이와 유사한 절차로 다른 리간드를 이용하여 본 발명의 다른 실시예들로서 Ir-오렌지($(2pq)_2$Irpic-OH), Ir-그린($(ppy)_2$Irpic-OH), Ir-블루(FIrpic-OH)의 이리듐 복합체들을 합성하였다.

[0158] 합성된 물질들의 분자식은 아래와 같다.



[0159]

[0160] **실리콘 태양 전지의 제조**

[0161] 실리콘 태양 전지를 제조하고 표면에 위에서 제조한 이리듐 복합체를 이용하여 코팅층을 형성하였다. 이 때, 클로로포름 용매에 상기 Ir-레드, Ir-오렌지, Ir-그린 및 Ir-블루 복합체를 0.5 mg/ml 농도로 용해시켜 네 종류의 이리듐 복합체 용액을 형성하였다.

[0162] 또한, PEO 고분자를 클로로포름 용매에 0.5 mg/ml 농도로 용해시켜 PEO 고분자 용액을 형성하였다.

[0163] 상기 각각의 이리듐 복합체 용액과 PEO 고분자 용액을 혼합하고 질소 가스 분위기 하에서 스프레이 방식으로 초음파 분사 노즐에서 120 kHz 주파수로 실리콘 태양전지 표면 상에 분사하여 코팅층을 형성하였다. 이후, 100 ℃에서 15 분동안 건조하여 본 발명의 실시예에 따르는 실리콘 태양전지를 확보하였다.

[0165] 본 발명의 실시예와 비교하기 위한 비교예 1로서, 이리듐 복합체를 포함하는 코팅층을 형성하는 단계를 제외하고 모두 동일한 방식을 이용하여 실리콘 태양 전지를 제조하였다.

[0166] 본 발명의 실시예와 비교하기 위한 비교예 2로서, 스핀 코팅 방법으로 코팅층을 형성하는 단계를 제외하고 모두 동일한 방식으로 실리콘 태양 전지를 제조하였다.

[0168] 이와 같이 제조한 본 발명의 실시예들과 비교예 1에 대해 다양한 방식으로 유기 태양 전지의 향상된 효율을 측정하였다.

[0170] 아래의 [표 1]은 본 발명의 상기 실시예와 비교예로서 제조한 유기 태양전지의 에너지 전환 효율을 여러가지 방식으로 측정한 값을 나타내는 표이다.

표 1

[0171]

	Jsc(mA/cm^2)	Voc(mV)	Fill factor(%)	Efficiency(%)
비교예 1	34.4	588	76.6	15.5
실시예 1 (Ir-레드)	36.5	588	76.5	16.4
실시예 2 (Ir-오렌지)	36.2	588	76.5	16.3
실시예 3 (Ir-블루)	35.9	588	76.5	16.2
실시예 4 (Ir-그린)	36.0	588	76.5	16.2

[0172] 상기 [표 1]에서 드러나는 바와 같이, 코팅층이 형성된 본 발명의 실시예의 경우 코팅층을 포함하지 않는 비교예에 비해 더 높은 Jsc 값 및 더 높은 에너지 전환 효율을 확보할 수 있으면서, Voc, Fill factor 값은 코팅층이 형성되지 않은 경우와 대등한 수준으로 유지되는 것을 확인하였다.

[0174] 도 3은, 본 발명의 실시예 및 비교예 1에서 제조한 실리콘 태양전지의 전압에 따른 전류 밀도를 측정하여 비교한 그래프이다.

[0175] 도 4는, 본 발명의 실시예 및 비교예 1에서 제조한 실리콘 태양전지의 파장에 따른 외부 양자 효율(%)(EQE, external quantum efficiency)을 측정하여 비교한 그래프이다.

[0176] 도 3 및 도 4를 통해 코팅층이 형성된 본 발명의 실시예의 경우 코팅층을 포함하지 않는 비교예에 비해 더 높은 전류 밀도 및 더 높은 외부 양자 효율이 확보됨을 확인하였다.

[0178] 도 5 내지 도 7은, 본 발명의 실시예(Ir-오렌지, Ir-그린, Ir-블루) 및 비교예 2(Ir-오렌지, Ir-그린, Ir-블루)에서 제조한 실리콘 태양전지의 파장에 따른 PL 강도(a.u.) 값을 측정하여 비교한 그래프이다.

[0179] 도 5 내지 도 7을 통해 스프레이 방식으로 코팅층을 형성한 본 발명의 실시예들의 실리콘 태양전지의 경우 스핀 코팅 방법으로 코팅층을 형성한 비교예 2의 실리콘 태양전지에 비해 더 높은 PL 강도 값이 확보됨을 확인할 수 있다.

[0181] 도 8은, 본 발명의 실시예로서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 저해상도 SEM 사진이다.

[0182] 도 9는, 비교예 2에서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 저해상도 SEM 사진이다.

[0183] 도 10은, 본 발명의 실시예로서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 고해상도 SEM 사진이다.

[0184] 도 11은, 본 발명의 실시예로서 제조한 Ir-오렌지 코팅층을 포함하는 실리콘 태양전지의 코팅층 표면의 고해상도 SEM 사진을 확대한 사진이다.

[0185] 본 발명의 실시예의 스프레이 분사 방식을 이용하여 형성한 코팅층의 경우 표면 입자가 형성되는 과정에서 비표면적이 증가되었고, 빛의 산란(light-scattering) 효과 및 셀프 퀜칭(self-quenching) 효과를 방지하는 효과를 거둘 수 있었다. 반면, 본 발명의 비교예 2에서 제조한 스핀코팅 방식을 이용하여 형성한 코팅층은 상기 효과들을 구현하지 못함에 따라서 그 성능이 저하되는 것을 확인할 수 있었다.

[0187] 도 12는, 본 발명의 실시예(Ir-오렌지) 및 비교예 2(Ir-오렌지)에서 제조한 실리콘 태양전지의 XRD 패턴 사진이다.

[0188] 도 13은, 본 발명의 실시예(Ir-블루) 및 비교예 2(Ir-블루)에서 제조한 실리콘 태양전지의 XRD 패턴 사진이다.

[0189] 본 발명의 이리듐 복합체를 스프레이 방식을 이용하여 코팅층을 형성할 경우, 스핀 코팅을 이용하여 코팅층을 형성하는 것에 비해 XRD 패턴 상에서 추가적인 높은 결정성 피크가 확인되었다.

[0191] 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.

[0192] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

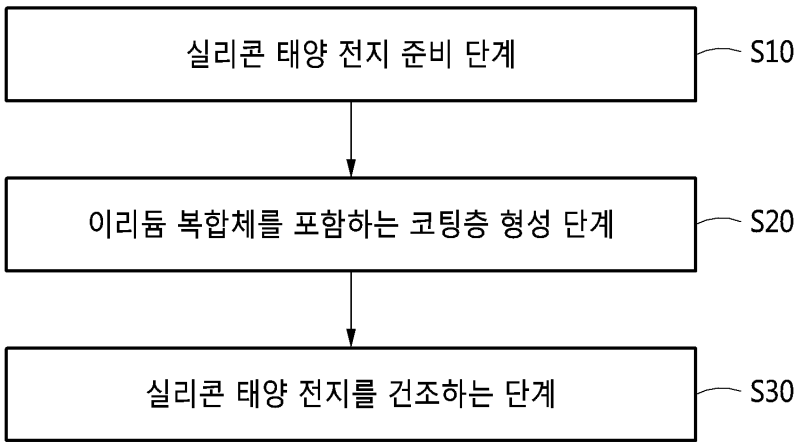
[0194] 10: 이리듐 복합체 용액 이동관

20: 고분자 용액 이동관

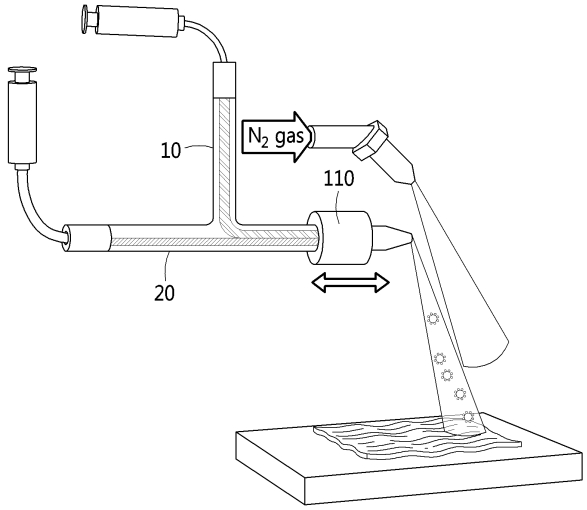
110: 초음파 노즐

도면

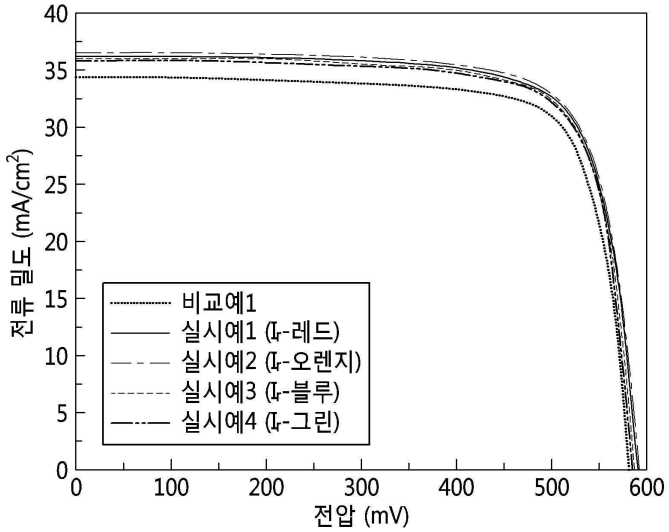
도면1


실리콘 태양 전지 준비 단계
S10
이리듐 복합체를 포함하는 코팅층 형성 단계
S20
실리콘 태양 전지를 건조하는 단계
S30

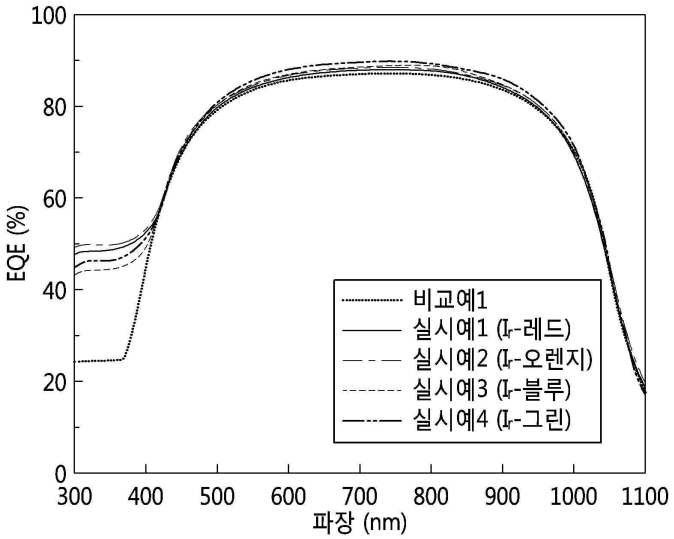
도면2


10
N2 gas
110
20

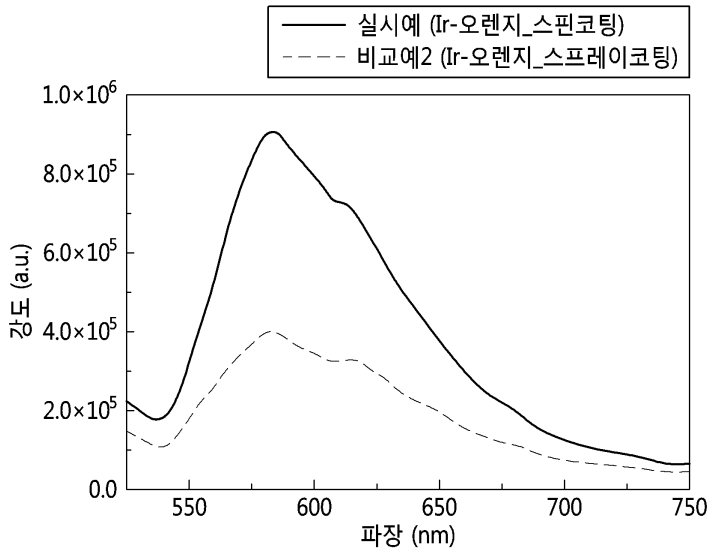
도면3


전류 밀도 (mA/cm²)
전압 (mV)
비교예1
실시예1 (Ir-레드)
실시예2 (Ir-오렌지)
실시예3 (Ir-블루)
실시예4 (Ir-그린)

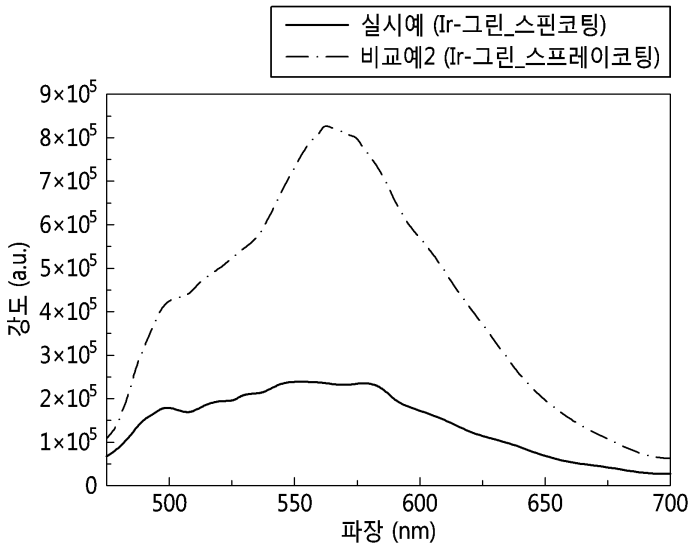
도면4


EQE (%)
파장 (nm)
비교예1
실시예1 (Ir-레드)
실시예2 (Ir-오렌지)
실시예3 (Ir-블루)
실시예4 (Ir-그린)

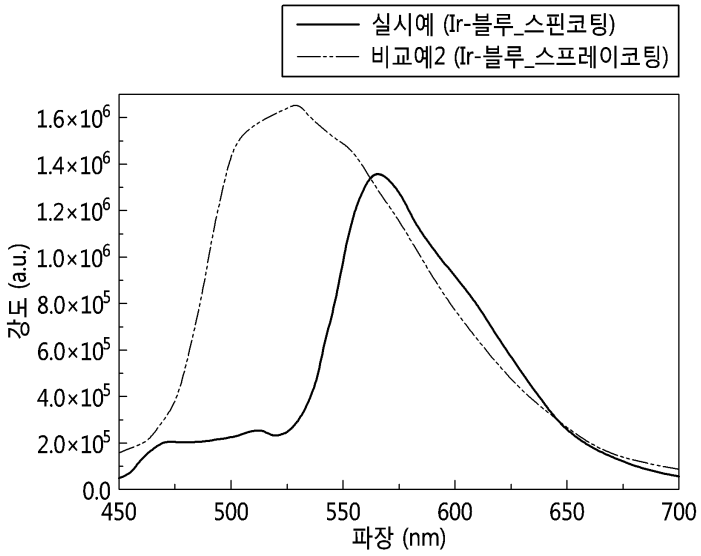
도면5


실시예 (Ir-오렌지_스핀코팅)
비교예2 (Ir-오렌지_스프레이코팅)
1.0×10^6
8.0×10^5
6.0×10^5
4.0×10^5
2.0×10^5
0.0
강도 (a.u.)
550
600
650
700
750
파장 (nm)

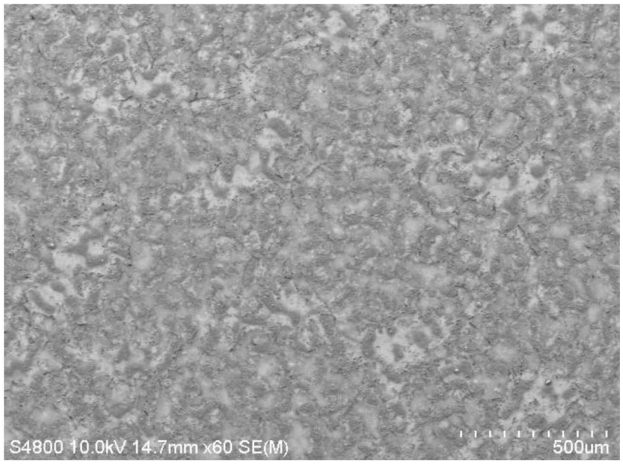
도면6


실시예 (Ir-그린_스핀코팅)
비교예2 (Ir-그린_스프레이코팅)
9×10^5
8×10^5
7×10^5
6×10^5
5×10^5
4×10^5
3×10^5
2×10^5
1×10^5
0
강도 (a.u.)
500
550
600
650
700
파장 (nm)

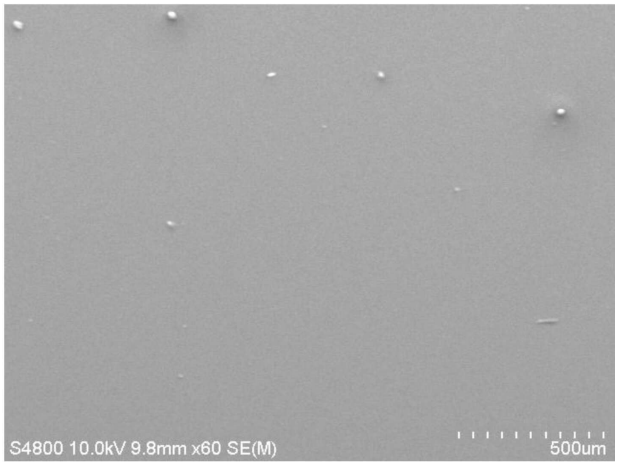
도면7


실시예 (Ir-블루_스핀코팅)
비교예2 (Ir-블루_스프레이코팅)
1.6×10^6
1.4×10^6
1.2×10^6
1.0×10^6
8.0×10^5
6.0×10^5
4.0×10^5
2.0×10^5
0.0
강도 (a.u.)
450
500
550
600
650
700
파장 (nm)

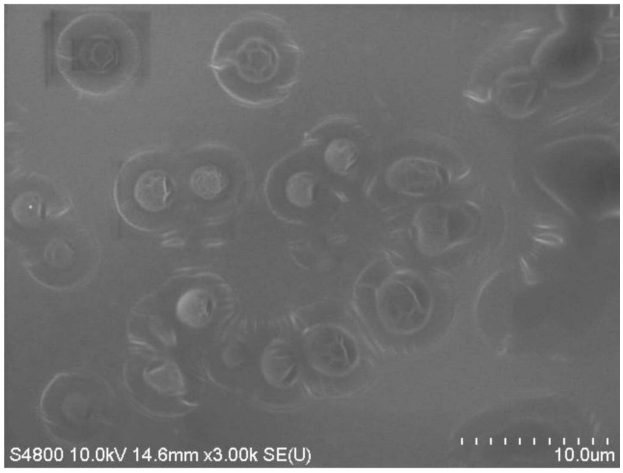
도면8


S4800 10.0kV 14.7mm x60 SE(M)
500um

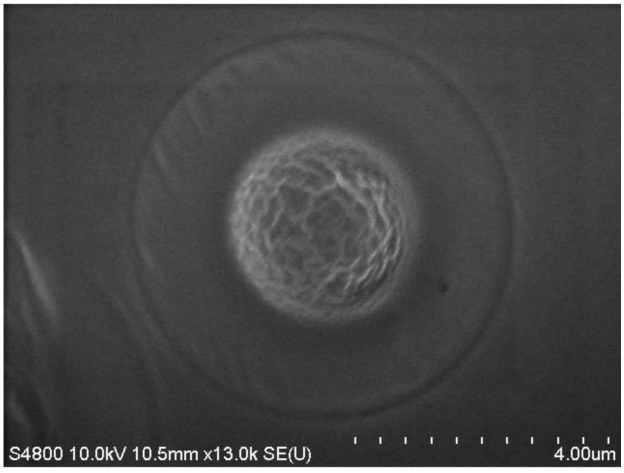
도면9


S4800 10.0kV 9.8mm x60 SE(M)
500um

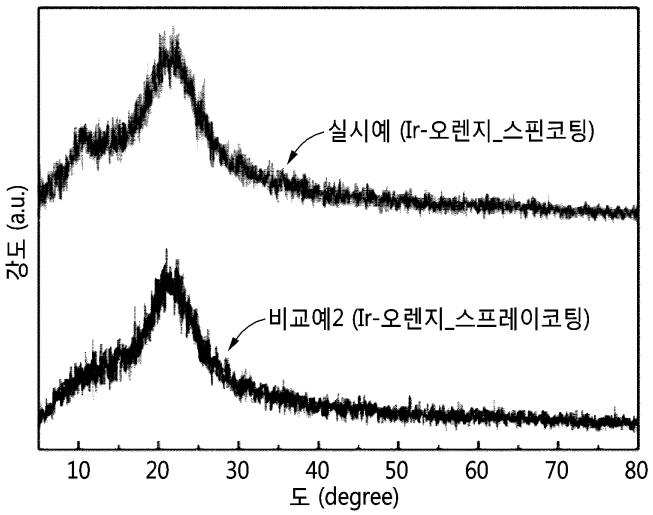
도면10



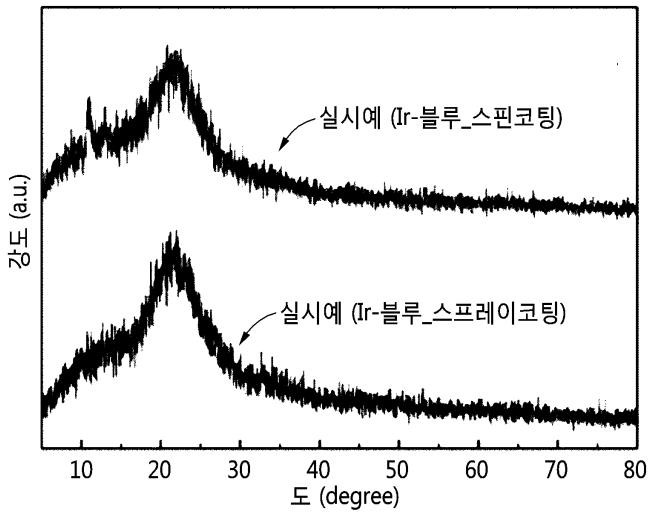
도면11



도면12



도면13


실시예 (Ir-블루_스핀코팅)
실시예 (Ir-블루_스프레이코팅)
강도 (a.u.)
10
20
30
40
50
60
70
80
도 (degree)