(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0001507
(43) 공개일자 2015년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 1/12 (2006.01) *C07C 43/15* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0074856
(22) 출원일자 2013년06월27일
심사청구일자 2014년09월03일

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
제일모직주식회사
경상북도 구미시 구미대로 58 (공단동)
(72) 발명자
박인선
경기 화성시 동탄중앙로 213, 242동 (반송동, 시범한빛마을금호어울림아파트)
문형랑
경기 의왕시 고산로 56, 케미칼부문 FD GROUP (고천동, 제일모직)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

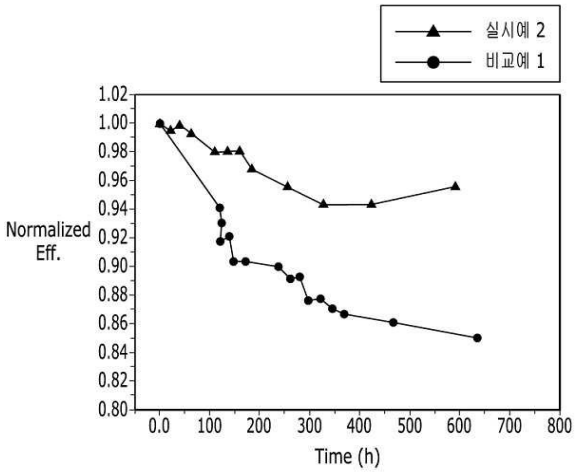
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **유기 박막용 조성물, 유기 박막 및 상기 유기 박막을 포함하는 전자 소자**

(57) 요 약

사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티를 포함하는 제1 화합물, 그리고 도전성을 가지고 일함수 조절가능한 제2 화합물을 포함하는 유기 박막용 조성물, 상기 조성물로부터 형성된 유기 박막 및 상기 유기 박막을 포함하는 전자 소자에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

천진민

경기 의왕시 고산로 56, R&D센터 7층 F.D그룹 (고천동, 제일모직)

허달호

경기 의왕시 고산로 56, (고천동, 제일모직)

박종환

경기 용인시 수지구 대지로 82, 102동 1203호 (죽전동, 도담마을아이파크)

윤성영

경기 수원시 권선구 권중로 82, 706동 602호 (권선동, 신우아파트)

최용석

경기 수원시 영통구 태장로82번길 32, 110동 806호 (망포동, 동수원엘지빌리지1차)

특허청구의 범위

청구항 1

사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티를 포함하는 제1 화합물, 그리고

도전성을 가지고 일함수 조절가능한 제2 화합물

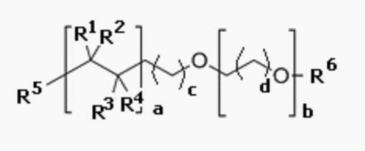
을 포함하는 유기 박막용 조성물.

청구항 2

제1항에서,

상기 제1 화합물은 하기 화학식 1로 표현되는 유기 박막용 조성물:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

R^1 내지 R^6는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 할로겐 원소, 할로겐 함유기 또는 이들의 조합이고,

R^1 내지 R^4 중 적어도 하나는 할로겐 원소 또는 할로겐 함유기이고,

a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이고,

c 및 d는 각각 독립적으로 0 내지 3의 정수이고,

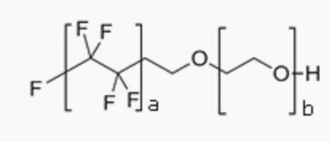
c 및 d가 동시에 0은 아니다.

청구항 3

제2항에서,

상기 제1 화합물은 하기 화학식 1a로 표현되는 유기 박막용 조성물:

[화학식 1a]



상기 화학식 1a에서,

a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이다.

청구항 4

제1항에서,

상기 제2 화합물은 도전성 고분자, 금속 염, 금속 염의 수화물 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 박막용 조성물.

청구항 5

제4항에서,

상기 제2 화합물은 도전성 고분자이고,

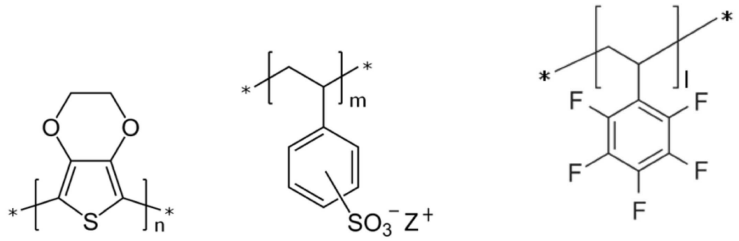
상기 도전성 고분자는

하기 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티, 그리고

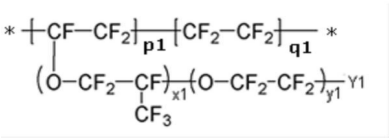
하기 화학식 5로 표현되는 모이어티와 하기 화학식 6으로 표현되는 모이어티 중 적어도 하나

를 포함하는 유기 박막용 조성물.

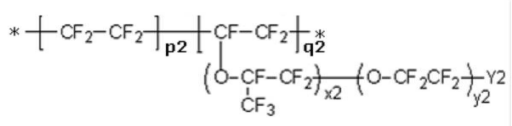
[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



[화학식 5]



[화학식 6]



상기 화학식 2 내지 화학식 6에서,

Z^+는 양이온이고,

n, m 및 l은 각각 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티의 몰수이고 $0.0001 \leq n/m \leq 1$ 및 $0.0001 \leq l/m \leq 1$을 만족하고,

p1, q1, p2 및 q2는 각각 독립적으로 $0<p1 \leq 10,000,000$, $0<q1 \leq 10,000,000$, $0<p2 \leq 10,000,000$ 및 $0<q2 \leq 10,000,000$를 만족하고,

x1, y1, x2 및 y2는 각각 독립적으로 0 내지 20의 정수이고,

Y1 및 Y2는 각각 독립적으로 $-COO^-M^+$, $-SO_3M^+$ 또는 $-PO_3^{2-}(M^+)_2$이고, 여기서 M^+는 Na^+, K^+, Li^+, H^+ 또는 NH^{4+}이다.

청구항 6

제4항에서,

상기 제2 화합물은 금속 염 또는 금속 염의 수화물이고,

상기 금속 염은 니오븀 염, 몰리브덴 염, 텅스텐 염, 니켈 염, 티타늄 염 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 박막용 조성물.

청구항 7

제1항에서,

상기 제1 화합물은 상기 조성물의 총 함량에 대하여 0.001 부피% 내지 5 부피%로 포함되어 있는 유기 박막용 조성물.

청구항 8

제7항에서,

상기 제1 화합물은 상기 조성물의 총 함량에 대하여 0.01 부피% 이상 2 부피% 미만으로 포함되어 있는 유기 박막용 조성물.

청구항 9

제1항에서,

용매를 더 포함하고,

상기 용매는 탈이온수, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 이소프로판올, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올, 2-프로폭시에탄올 2-부톡시에탄올, 메틸셀로솔브, 에틸셀로솔브, 디에틸렌글리콜메틸에테르, 디에틸렌글리콜에틸에테르, 디프로필렌글리콜메틸에테르, 톨루엔, 크실렌, 헥산, 헵탄, 옥탄, 에틸아세테이트, 부틸아세테이트, 디에틸렌글리콜디메틸에테르, 디에틸렌글리콜디메틸에틸에테르, 메틸메톡시프로피온산, 에틸에톡시프로피온산, 에틸락트산, 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트, 프로필렌글리콜메틸에테르, 프로필렌글리콜프로필에테르, 메틸셀로솔브아세테이트, 에틸셀로솔브아세테이트, 디에틸렌글리콜메틸아세테이트, 디에틸렌글리콜에틸아세테이트, 아세톤, 메틸이소부틸케톤, 시클로헥사논, 디메틸포름아미드(DMF), 디메틸설폭사이드, N,N-디메틸아세트아미드(DMAc), N-메틸-2-피롤리돈, γ-부틸로락톤, 디에틸에테르, 에틸렌글리콜디메틸에테르, 디글라임, 테트라히드로퓨란, 아세틸아세톤, 클로로벤젠, 아세토니트릴 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 박막용 조성물.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 유기 박막용 조성물로부터 형성된 유기 박막.

청구항 11

제1 전극,

상기 제1 전극과 마주하는 제2 전극,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 활성층, 그리고

상기 제1 전극과 상기 활성층 사이 및 상기 제2 전극과 상기 활성층 사이 중 적어도 하나에 위치하는 중간층

을 포함하고,

상기 중간층은

사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티를 포함하는 제1 화합물, 그리고

도전성을 가지고 일함수 조절가능한 제2 화합물

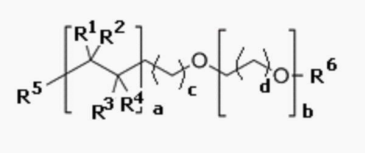
을 포함하는 전자 소자.

청구항 12

제11항에서,

상기 제1 화합물은 하기 화학식 1로 표현되는 전자 소자:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

R^1 내지 R^6는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 할로겐 원소, 할로겐 함유기 또는 이들의 조합이고,

R^1 내지 R^4 중 적어도 하나는 할로겐 원소 또는 할로겐 함유기이고,

a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이고,

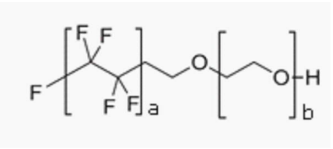
c 및 d는 각각 독립적으로 1 내지 3의 정수이다.

청구항 13

제12항에서,

상기 제1 화합물은 하기 화학식 1a로 표현되는 전자 소자:

[화학식 1a]



상기 화학식 1a에서,

a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이다.

청구항 14

제11항에서,

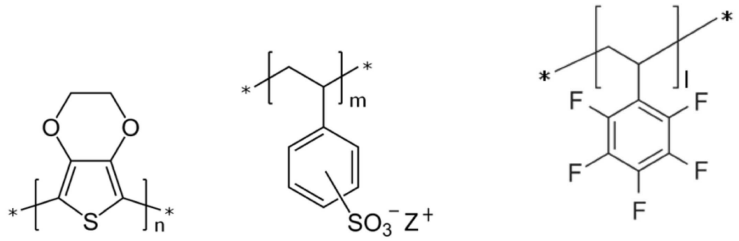
상기 제2 화합물은 도전성 고분자이고,

상기 도전성 고분자는

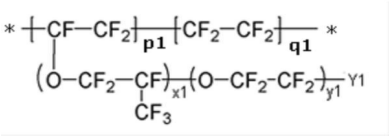
하기 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티, 그리고

하기 화학식 5로 표현되는 모이어티와 하기 화학식 6으로 표현되는 모이어티 중 적어도 하나를 포함하는 전자 소자.

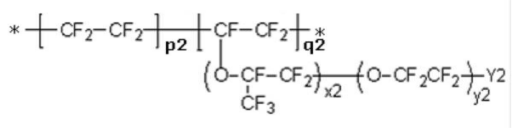
[화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]



[화학식 5]



[화학식 6]



상기 화학식 2 내지 화학식 6에서,

Z^+는 양이온이고,

n, m 및 l은 각각 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티의 몰수이고 $0.0001 \leq n/m \leq 1$ 및 $0.0001 \leq l/m \leq 1$을 만족하고,

p1, q1, p2 및 q2는 각각 독립적으로 $0<p1 \leq 10,000,000$, $0<q1 \leq 10,000,000$, $0<p2 \leq 10,000,000$ 및 $0<q2 \leq 10,000,000$를 만족하고,

x1, y1, x2 및 y2는 각각 독립적으로 0 내지 20의 정수이고,

Y1 및 Y2는 각각 독립적으로 $-COO^-M^+$, $-SO_3M^+$ 또는 $-PO_3^{2-}(M^+)_2$이고, 여기서 M^+는 Na^+, K^+, Li^+, H^+ 또는 NH^{4+}이다.

청구항 15

제11항에서,

상기 제2 화합물은 금속 산화물이고,

상기 금속 산화물은 니오븀 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 니켈 산화물, 티타늄 산화물 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 박막용 조성물.

청구항 16

제11항에서,

상기 보조층은 50 내지 85도의 접촉각을 가지는 전자 소자.

청구항 17

제11항에서,

상기 보조층은 5.2 내지 5.6 eV의 일함수를 가지는 전자 소자.

청구항 18

제11항에서,

태양 전지 또는 유기 발광 소자를 포함하는 전자 소자.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 유기 박막용 조성물, 유기 박막 및 상기 유기 박막을 포함하는 전자 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양 전지, 유기 발광 소자와 같은 전자 소자는 도전성 박막, 절연성 박막 및/또는 반도체성 박막과 같은 복수의 박막을 포함한다.

[0003] 일 예로, 태양 전지는 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 광전 변환 소자로서, p형 반도체 및 n형 반도체를 포함하는 활성층에서 태양 에너지를 흡수하면 반도체 내부에서 전자-정공 쌍(electron-hole pair, EHP)이 생성되고, 여기서 생성된 전자 및 정공이 n형 반도체 및 p형 반도체로 각각 이동하고 이들이 전극에 수집됨으로써 외부에서 전기 에너지로 이용할 수 있다.

[0004] 다른 예로, 유기 발광 소자는 전기 에너지를 빛으로 변환하는 소자로서, 두 개의 전극과 그 사이에 위치하는 발광층과 같은 활성층을 포함하며, 하나의 전극으로부터 주입된 전자와 다른 전극으로부터 주입된 정공이 발광층과 같은 활성층에서 결합하여 여기자(exciton)를 형성하고, 여기자가 에너지를 방출하면서 빛을 낼 수 있다.

[0005] 이때 태양 전지 또는 유기 발광 소자와 같은 전자 소자는 활성층과 전극 사이에 소자 특성을 개선하기 위한 박막을 추가적으로 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 구현예는 소자의 효율 및 수명을 개선할 수 있는 유기 박막을 형성하기 위한 유기 박막용 조성물을 제공한다.

[0007] 다른 구현예는 상기 유기 박막용 조성물로부터 형성된 유기 박막을 제공한다.

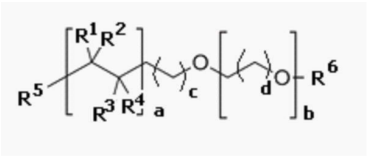
[0008] 또 다른 구현예는 상기 유기 박막을 포함하는 전자 소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 구현예에 따르면, 사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티를 포함하는 제1 화합물, 그리고 도전성을 가지고 일함수 조절가능한 제2 화합물을 포함하는 유기 박막용 조성물을 제공한다.

[0010] 상기 제1 화합물은 하기 화학식 1로 표현될 수 있다.

[0011] [화학식 1]

[0012] 

[0013] 상기 화학식 1에서,

[0014] R^1 내지 R^6은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 할로겐 원소, 할로겐 함유기 또는 이들의 조합이고,

[0015] R^1 내지 R^4 중 적어도 하나는 할로겐 원소 또는 할로겐 함유기이고,

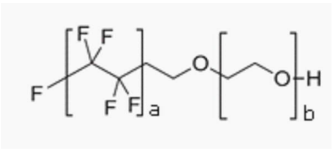
[0016] a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이고,

[0017] c 및 d는 각각 독립적으로 0 내지 3의 정수이고,

[0018] c 및 d가 동시에 0은 아니다.

[0019] 상기 제1 화합물은 하기 화학식 1a로 표현될 수 있다.

[0020] [화학식 1a]

[0021] 

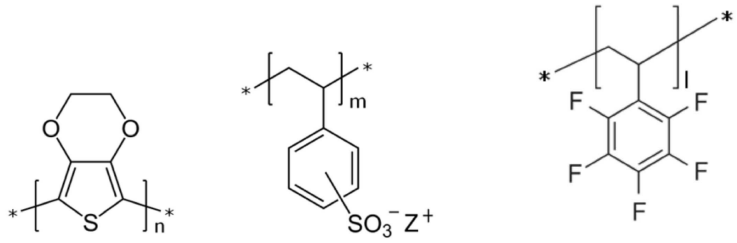
[0022] 상기 화학식 1a에서,

[0023] a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이다.

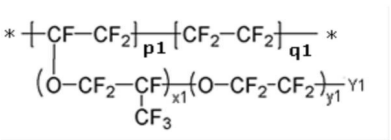
[0024] 상기 제2 화합물은 도전성 고분자, 금속 염 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0025] 상기 제2 화합물은 도전성 고분자일 수 있고, 상기 도전성 고분자는 하기 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티, 그리고 하기 화학식 5로 표현되는 모이어티와 하기 화학식 6으로 표현되는 모이어티 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

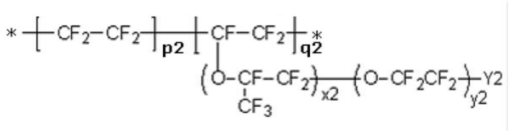
[0026] [화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]

[0027] 

[0028] [화학식 5]

[0029] 

[0030] [화학식 6]



[0031]

[0032] 상기 화학식 2 내지 화학식 6에서,

[0033] Z^+는 양이온이고,

[0034] n, m 및 l은 각각 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티의 몰수로 $0.0001 \leq n/m \leq 1$ 및 $0.0001 \leq l/m \leq 1$을 만족하고,

[0035] p1, q1, p2 및 q2는 각각 독립적으로 $0<p1 \leq 10,000,000$, $0<q1 \leq 10,000,000$, $0<p2 \leq 10,000,000$ 및 $0<q2 \leq 10,000,000$를 만족하고,

[0036] x1, y1, x2 및 y2는 각각 독립적으로 0 내지 20의 정수이고,

[0037] Y1 및 Y2는 각각 독립적으로 $-COO^-M^+$, $-SO_3M^+$ 또는 $-PO_3^{2-}(M^+)_2$이고, 여기서 M^+는 Na^+, K^+, Li^+, H^+ 또는 NH^{4+}이다.

[0038] 상기 제2 화합물은 금속 염 또는 금속 염의 수화물일 수 있고, 상기 금속 염은 니오븀 염, 몰리브덴 염, 텅스텐 염, 니켈 염, 티타늄 염 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0039] 상기 제1 화합물은 상기 조성물의 총 함량에 대하여 약 0.001 부피% 내지 5 부피%로 포함될 수 있다.

[0040] 상기 제1 화합물은 상기 조성물의 총 함량에 대하여 약 0.01 부피% 이상 2 부피% 미만으로 포함될 수 있다.

[0041] 상기 유기 박막용 조성물은 용매를 더 포함할 수 있고, 상기 용매는 물, 알코올, 디메틸포름아미드, 디메틸설폭사이드, 톨루엔, 크실렌, 클로로벤젠 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0042] 다른 구현예에 따르면, 상기 유기 박막용 조성물로부터 형성된 유기 박막을 제공한다.

[0043] 또 다른 구현예에 따르면, 제1 전극, 상기 제1 전극과 마주하는 제2 전극, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 활성층, 그리고 상기 제1 전극과 상기 활성층 사이 및 상기 제2 전극과 상기 활성층 사이 중 적어도 하나에 위치하는 중간층을 포함하고, 상기 중간층은 사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티를 포함하는 제1 화합물, 그리고 도전성을 가지고 일함수 조절가능한 제2 화합물을 포함하는 전자 소자를 제공한다.

[0044] 상기 제1 화합물은 상기 화학식 1로 표현될 수 있다.

[0045] 상기 제1 화합물은 상기 화학식 1a로 표현될 수 있다.

[0046] 상기 제2 화합물은 도전성 고분자일 수 있고, 상기 도전성 고분자는 상기 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티, 그리고 상기 화학식 5로 표현되는 모이어티와 상기 화학식 6으로 표현되는 모이어티 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0047] 상기 제2 화합물은 금속 산화물일 수 있고, 상기 금속 산화물은 니오븀 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 니켈 산화물, 티타늄 산화물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0048] 상기 보조층은 약 50 내지 85도의 접촉각을 가질 수 있다.

[0049] 상기 보조층은 약 5.2 내지 5.6 eV의 일함수를 가질 수 있다.

[0050] 상기 전자 소자는 태양 전지 또는 유기 발광 소자를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0051] 전자 소자의 효율 및 수명을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 일 구현예에 따른 태양 전지를 보여주는 단면도이고,

도 2는 실시예 1 내지 3과 비교예 1, 3에 따른 태양 전지의 효율을 보여주는 그래프이고,

도 3은 실시예 2와 비교예 1에 따른 태양 전지의 수명 특성을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 구현예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예에 한정되지 않는다.

[0054] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, '치환된'이란, 화합물 중의 수소 원자가 할로겐 원자(F, Br, Cl 또는 I), 히드록시기, 알콕시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아지도기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 카르보닐기, 카르바밀기, 티올기, 에스테르기, 카르복실기나 그의 염, 술폰산기나 그의 염, 인산이나 그의 염, C1 내지 C20 알킬기, C2 내지 C20 알케닐기, C2 내지 C20 알키닐기, C6 내지 C30 아릴기, C7 내지 C30 아릴알킬기, C1 내지 C4 알콕시기, C1 내지 C20 헤테로알킬기, C3 내지 C20 헤테로아릴알킬기, C3 내지 C30 사이클로알킬기, C3 내지 C15 사이클로알케닐기, C6 내지 C15 사이클로알키닐기, C2 내지 C20 헤테로사이클로알킬기 및 이들의 조합에서 선택된 치환기로 치환된 것을 의미한다.

[0055] 또한, 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, '헤테로'란, N, O, S 및 P에서 선택된 헤테로 원자를 1 내지 3개 함유한 것을 의미한다.

[0056] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

[0057] 이하 일 구현예에 따른 유기 박막용 조성물을 설명한다.

[0058] 일 구현예에 따른 유기 박막용 조성물은 사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티를 포함하는 제1 화합물, 그리고 도전성을 가지고 일함수 조절가능한 제2 화합물을 포함한다.

[0059] 상기 제1 화합물은 친수성(hydrophilic) 기인 사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 소수성(hydrophobic) 기인 할로알킬 모이어티를 함께 포함함으로써 하부막에 대한 친화성이 양호하여 하부막과의 계면 특성을 개선할 수 있다.

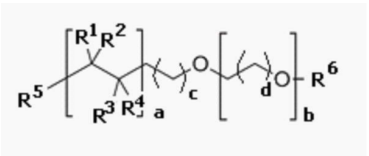
[0060] 상기 사슬형 알킬렌 옥사이드 모이어티는 예컨대 탄소 수 1개 내지 4개를 가지는 알킬렌 옥사이드를 포함할 수 있으며, 예컨대 에틸렌 옥사이드(ethylene oxide) 및/또는 프로필렌 옥사이드(propylene oxide)를 포함할 수 있다.

[0061] 상기 할로알킬 모이어티는 알킬기 중 적어도 하나가 할로겐 원소로 치환된 모이어티이며, 예컨대 -CHF-, $-CF_2-$, $-CH_2CF_2$, CHFCHF 또는 CF_2CF_2 일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0062] 상기 제1 화합물은 모노머, 올리고머 또는 중합체 형태일 수 있으며, 상기 사슬형 알킬렌옥사이드 모이어티와 할로알킬 모이어티의 비율은 사용되는 유기 박막의 특성에 따라 조절될 수 있다.

[0063] 상기 제1 화합물은 예컨대 하기 화학식 1로 표현될 수 있다.

[0064] [화학식 1]



[0065]

[0066] 상기 화학식 1에서,

[0067] R^1 내지 R^6는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10 알킬기, 할로겐 원소, 할로겐 함유기 또는 이들의 조합이고,

[0068] R^1 내지 R^4 중 적어도 하나는 할로겐 원소 또는 할로겐 함유기이고,

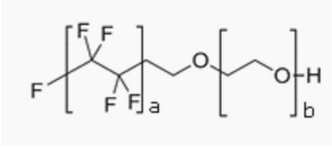
[0069] a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이고,

[0070] c 및 d는 각각 독립적으로 0 내지 3의 정수이고,

[0071] c 및 d가 동시에 0은 아니다.

[0072] 상기 제1 화합물은 예컨대 하기 화학식 1a로 표현될 수 있다.

[0073] [화학식 1a]

[0074] 

[0075] 상기 화학식 1a에서,

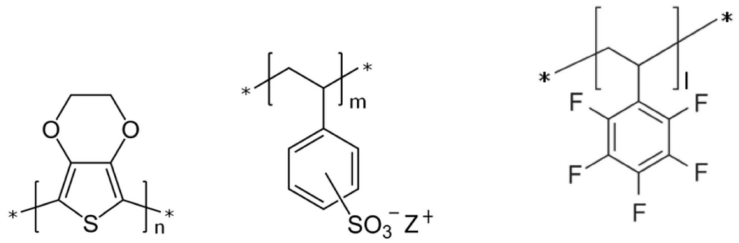
[0076] a 및 b는 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수이다.

[0077] 상기 제2 화합물은 유기 박막의 주성분을 이루는 도전성 화합물로, 유기 화합물 및/또는 무기 화합물일 수 있다.

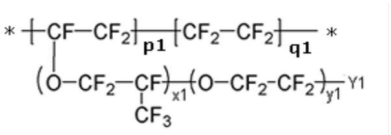
[0078] 상기 제2 화합물이 유기 화합물인 경우, 예컨대 도전성 고분자일 수 있다.

[0079] 상기 도전성 고분자는 예컨대 하기 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티, 그리고 하기 화학식 5로 표현되는 모이어티와 하기 화학식 6으로 표현되는 모이어티 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

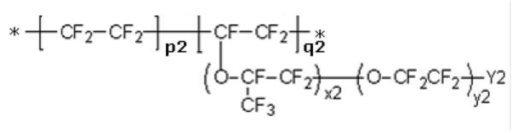
[0080] [화학식 2] [화학식 3] [화학식 4]

[0081] 

[0082] [화학식 5]

[0083] 

[0084] [화학식 6]

[0085] 

[0086] 상기 화학식 2 내지 화학식 6에서,

[0087] Z^+는 양이온이고,

[0088] n, m 및 l은 각각 화학식 2 내지 화학식 4로 표현되는 모이어티의 몰수이고 $0.0001 \leq n/m \leq 1$ 및 $0.0001 \leq l/m \leq 1$을 만족하고,

[0089] p1, q1, p2 및 q2는 각각 독립적으로 $0<p1 \leq 10,000,000$, $0<q1 \leq 10,000,000$, $0<p2 \leq 10,000,000$ 및 $0<q2 \leq 10,000,000$를 만족하고,

[0090] x1, y1, x2 및 y2는 각각 독립적으로 0 내지 20의 정수이고,

[0091] Y1 및 Y2는 각각 독립적으로 $-COO^{-}M^{+}$, $-SO_3M^{+}$ 또는 $-PO_3^{2-}(M^{+})_2$이고, 여기서 M^{+}는 Na^{+}, K^{+}, Li^{+}, H^{+} 또는 NH^{4+}이다.

[0092] 상기 도전성 고분자는 상기 화학식 3 내지 화학식 6으로 표현되는 모이어티의 비율에 따라 일함수가 조절될 수 있고, 예컨대 사용되는 유기 박막의 목적하고자 하는 일 함수를 가지도록 조절될 수 있으며, 예컨대 약 5.2 내지 5.6eV 범위로 조절될 수 있다.

[0093] 상기 제2 화합물이 무기 화합물인 경우, 예컨대 금속 염(metal salt) 또는 이들의 수화물일 수 있다. 상기 금속 염 또는 이들의 수화물은 금속 산화물로 형성될 수 있는 전구체일 수 있으며, 예컨대 졸-겔 공정(sol-gel process)에 의해 금속 산화물로 형성될 수 있다.

[0094] 상기 금속 염은 예컨대 금속 하이드록사이드(metal hydroxide), 금속 알콕사이드(metal alkoxide), 금속 시트레이트(metal citrate), 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 카르보닐레이트(metal carbonylate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate), 금속 아크릴레이트(metal acrylate), 금속 플루오라이드(metal fluoride), 금속 클로라이드(metal chloride) 등과 같은 금속 할라이드(metal halide); 금속 디메틸디티오카바메이트(metal dimethyldithiocarbamate), 금속 디에틸디티오카바메이트(metal diethyldithiocarbamate) 등과 같은 금속 티오카바메이트(metal thiocarbamate); 금속 헥사플루오로아세틸아세토네이트(metal hexafluoroacetylacetonate); 금속 메타아크릴레이트(metal methacrylate); 금속 카보네이트(metal carbonate); 금속 나이트레이트(metal nitrate); 금속 설페이트(metal sulfate); 금속 포스페이트(metal phosphate); 금속 트리플루오로메탄설포네이트(metal trifluoromethanesulfonate); 금속 운데실레네이트(metal undecylenate); 금속 트리플루오로아세테이트(metal trifluoroacetate); 금속 테트라플루오로보레이트(metal tetrafluoroborate); 금속 퍼클로레이트(metal perchlorate)을 들 수 있으며, 이들 중에서 선택된 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0095] 상기 금속 염은 예컨대 니오븀 염, 몰리브덴 염, 텅스텐 염, 니켈 염, 티타늄 염 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 니오븀 염, 몰리브덴 염, 텅스텐 염, 니켈 염, 티타늄 염 및 이들의 산화물은 예컨대 졸-겔 공정에 의해 각각 니오븀 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 니켈 산화물 및 티타늄 산화물로 형성될 수 있다.

[0096] 상기 유기 박막용 조성물은 용매를 더 포함할 수 있으며, 상기 용매는 상기 제1 화합물과 상기 제2 화합물을 용해 또는 분산시킬 수 있으면 특별히 한정되지 않는다. 상기 용매는 예컨대 탈이온수, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 이소프로판올, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올, 2-프로폭시에탄올 2-부톡시에탄올, 메틸셀로솔브, 에틸셀로솔브, 디에틸렌글리콜메틸에테르, 디에틸렌글리콜에틸에테르, 디프로필렌글리콜메틸에테르, 톨루엔, 크실렌, 헥산, 헵탄, 옥탄, 에틸아세테이트, 부틸아세테이트, 디에틸렌글리콜디메틸에테르, 디에틸렌글리콜디메틸에틸에테르, 메틸메톡시프로피온산, 에틸에톡시프로피온산, 에틸락트산, 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트, 프로필렌글리콜메틸에테르, 프로필렌글리콜프로필에테르, 메틸셀로솔브아세테이트, 에틸셀로솔브아세테이트, 디에틸렌글리콜메틸아세테이트, 디에틸렌글리콜에틸아세테이트, 아세톤, 메틸이소부틸케톤, 시클로헥사논, 디메틸포름아미드(DMF), 디메틸설폭사이드, N,N-디메틸아세트아미드(DMAc), N-메틸-2-피롤리돈, γ-부틸로락톤, 디에틸에테르, 에틸렌글리콜디메틸에테르, 디글라임, 테트라히드로퓨란, 아세틸아세톤, 클로로벤젠 및 아세토니트릴에서 선택될 수 있으며, 이들 중에서 선택된 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0097] 상기 제1 화합물은 상기 조성물의 총 함량에 대하여 약 0.001 부피% 내지 5 부피%로 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함함으로써 상기 조성물로부터 형성된 유기 박막의 도전성을 확보하면서도 하부막과의 계면 특성을 더욱 개선할 수 있다. 상기 범위 내에서 약 0.01 부피% 이상 약 2 부피% 미만으로 포함될 수 있다.

[0098] 상기 제2 화합물은 상기 조성물의 총 함량에 대하여 약 0.1 내지 10중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함함으로써 유기 박막의 도전성을 확보하면서도 양호한 코팅성을 가질 수 있다. 상기 범위 내에서 약 1.5 내지 2 중량%로 포함될 수 있다.

[0099] 상술한 유기 박막용 조성물은 기재(substrate), 도전층, 반도체층 또는 절연층과 같은 하부막 위에 적용되어 유기 박막을 형성할 수 있다.

[0100] 상기 유기 박막은 도전성을 가지는 동시에 사용하고자 하는 목적에 따라 일함수가 조절될 수 있다. 상기 유기 박막은 예컨대 약 5.2 내지 5.6 eV의 일함수를 가질 수 있다.

[0101] 또한 상기 유기 박막은 높은 소수성을 가지는 표면 특성을 가질 수 있으며, 예컨대 약 50 내지 85도의 접촉각(contact angle)을 가질 수 있다. 여기서 접촉각은 상기 유기 박막의 표면에 디아이오도메탄(diiodomethane) 방울을 떨어뜨리고 유기 박막과 방울 사이의 각도를 측정함으로써 얻을 수 있다.

[0102] 상기 유기 박막은 전자 소자에 적용될 수 있다.

[0103] 상기 전자 소자는 도전성 유기 박막이 필요한 어떠한 소자도 포함될 수 있으며, 예컨대 태양 전지 또는 유기 발광 소자를 포함할 수 있다.

[0104] 이하 상기 전자 소자의 일 예로서 태양 전지에 대하여 도면을 참고하여 설명한다.

[0105] 도 1은 일 구현예에 따른 태양 전지를 보여주는 단면도이다.

[0106] 도 1을 참고하면, 일 구현예에 따른 태양 전지(100)는 기판(110), 하부 전극(120), 보조층(130), 활성층(140), 보조층(150) 및 상부 전극(160)을 포함한다.

[0107] 기판(110)은 투광성 물질로 만들어질 수 있으며, 예컨대 유리와 같은 무기 물질 또는 폴리카보네이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리아미드, 폴리에테르술폰 또는 이들의 조합과 같은 유기 물질을 포함할 수 있다.

[0108] 하부 전극(120)은 인듐 주석 옥사이드(ITO) 또는 인듐 아연 옥사이드(IZO)로 만들어진 투명 도전체로 만들어질 수 있다. 하부 전극(120)은 애노드(anode) 또는 캐소드(cathode)일 수 있다.

[0109] 보조층(130)은 하부 전극(120)과 활성층(140) 사이의 전하 이동성을 높이는 역할을 할 수 있으며, 예컨대 정공 주입층, 정공 전달층, 전자 차단층, 전자 주입층, 전자 전달층, 정공 차단층에서 선택된 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 보조층(130)은 전술한 유기 박막일 수 있으며, 전술한 유기 박막용 조성물로부터 형성될 수 있다.

[0110] 활성층(140)은 n형 반도체 물질로 만들어진 전자 수용체와 p형 반도체 물질로 만들어진 전자 공여체를 포함하는 광 활성물질로 만들어질 수 있다.

[0111] 상기 전자 수용체와 상기 전자 공여체는 예컨대 벌크 이종접합(bulk heterojunction) 구조를 이룰 수 있다. 상기 벌크 이종접합 구조인 경우, 활성층(140)에 흡수된 빛에 의해 여기된 전자-정공 쌍(electron-hole pair)이 확산을 통해 전자 수용체와 전자 공여체의 계면에 도달하면 그 계면을 이루는 두 물질의 전자 친화도 차이에 의하여 전자와 정공으로 분리되고, 전자는 전자 수용체를 통해 캐소드로 이동하고 정공은 전자 공여체를 통해 애노드로 이동하여 광 전류(photocurrent)를 발생시킨다.

[0112] 상기 광 활성물질은 예컨대 폴리아닐린; 폴리피롤; 폴리티오펜; 폴리(p-페닐렌비닐렌); 벤조디티오펜(benzodithiophene); 티에노티오펜(thienothiophene); MEH-PPV(poly[2-methoxy-5-(2'-ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene); MDMO-PPV(poly(2-methoxy-5-(3,7-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylene-vinylene); 펜타센; 페릴렌(perylene); 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)(PEDOT), 폴리(3-알킬티오펜); 폴리((4,8-비스(옥틸옥시)벤조[1,2-*b*:4,5-*b*′]디티오펜)-2,6-디일-알트-(2-((도데실옥시)카르보닐)티에노[3,4-*b*]티오펜)-3,6-디일)(poly((4,8-bis(octyloxy)benzo(1,2-*b*:4,5-*b*′)dithiophene)-2,6-diyl-*alt*-(2-((dodecyloxy)carbonyl)thieno(3,4-*b*)thiophenediyl)-3,6-diyl), PTB1); 폴리((4,8-비스(2-에틸헥실옥시)벤조[1,2-*b*:4,5-*b*′]디티오펜)-2,6-디일-알트-(2-((2-에틸헥실옥시)카르보닐)-3-플루오로티에노[3,4-*b*]티오펜)-3,6-디일)(poly((4,8-bis(2-ethylhexyloxy)benzo[1,2-*b*:4,5-*b*′]dithiophene)-2,6-diyl-alt-(2-((2-ethylhexyloxy)carbonyl)-3-fluorothieno[3,4-*b*]thiophenediyl)-3,6-diyl)), PTB7); 프탈로시아닌(phthalocyanine); 틴(Ⅱ) 프탈로시아닌(tin (Ⅱ) phthalocyanine, SnPc); 구리 프탈로시아닌(copper phthalocyanine); 트리아릴아민(triarylamine); 벤지딘(bezidine); 피라졸린(pyrazoline); 스티릴아민(styrylamine); 하이드라존(hydrazone); 카바졸(carbazole); 티오펜(thiophene); 3,4-에틸렌디옥시티오펜(3,4-ethylenedioxythiophene, EDOT); 피롤(pyrrole); 페난트렌(phenanthrene); 테트라센(tetracence); 나프탈렌(naphthalene); 루브렌(rubrene); 1,4,5,8-나프탈렌-테트라카르복실릭 디안하이드라이드(1,4,5,8-naphthalene-tetracarboxylic dianhydride,

NTCDA); 폴리(3-헥실티오펜)(poly(3-hexylthiophene, P3HT); Alq_3; 플러렌(C60, C70, C74, C76, C78, C82, C84, C720, C860 등); 1-(3-메톡시-카르보닐)프로필-1-페닐(6,6)C61(1-(3-methoxy-carbonyl)propyl-1-phenyl(6,6)C61: PCBM), C71-PCBM, C84-PCBM, bis-PCBM과 같은 플러렌 유도체들; CdS, CdTe, CdSe, ZnO 등과 같은 무기 반도체; 이들의 유도체, 이들의 공중합체 또는 이들의 조합에서 선택되는 적어도 2종을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0113] 여기서 에너지 레벨이 상이한 2종 이상의 광 활성물질이 벌크 이종접합을 형성할 때, LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 레벨이 상대적으로 낮은 물질이 전자 수용체로 사용되고, LUMO 레벨이 상대적으로 높은 물질이 전자 공여체로 사용될 수 있다.

[0114] 보조층(130)은 하부 전극(120)과 활성층(140) 사이에 위치하여, 전술한 바와 같이, 하부 전극(120)과 보조층(130) 사이의 계면 및/또는 활성층(140)과 보조층(130) 사이의 계면의 특성을 개선할 수 있다.

[0115] 이에 따라 활성층(140)으로부터 하부 전극(120)으로의 전하 이동성을 개선하여 태양 전지의 효율을 개선하는 동시에 수명 특성 또한 개선할 수 있다.

[0116] 보조층(150)은 활성층(140)과 상부 전극(160) 사이의 전하 이동성을 높이는 역할을 할 수 있으며, 예컨대 전자 주입층, 전자 전달층, 정공 차단층, 정공 주입층, 정공 전달층 또는 전자 차단층에서 선택된 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 보조층(150)은 예컨대 TiOx (0<x<2)와 같은 금속 산화물을 포함할 수 있다.

[0117] 상부 전극(160)은 인듐 주석 옥사이드(ITO), 인듐 아연 옥사이드(IZO), 산화주석(SnO_2), 알루미늄 도핑된 산화아연(aluminum doped ZnO, AZO), 갈륨 도핑된 산화아연(gallium doped ZnO, GZO) 따위의 투명 도전체 또는 알루미늄(Al), 은(Ag), 금(Au), 리튬(Li) 등의 불투명 도전체로 만들어질 수 있다. 상부 전극(160)은 캐소드(cathode) 또는 애노드(anode)일 수 있다.

[0118] 이하 상기 태양 전지의 제조 방법에 대하여 도 1을 참고하여 설명한다.

[0119] 먼저, 하부 전극(120)이 형성된 기판(110)을 준비하고 그 위에 전술한 유기 박막용 조성물을 적용한다. 상기 유기 박막용 조성물은 예컨대 용액 공정으로 수행될 수 있으며, 상기 용액 공정은 예컨대 스핀 코팅, 슬릿 코팅, 잉크젯 인쇄 등일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 유기 박막용 조성물을 스핀 코팅으로 적용하는 경우, 예컨대 약 1000 내지 6000rpm으로 약 10초 이상 수행할 수 있다.

[0120] 이어서 상기 적용된 유기 박막용 조성물을 열처리한다. 상기 열처리는 예컨대 약 90 내지 150℃의 온도에서 약 10 내지 90분 동안 수행될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 열처리는 1회 또는 2회 이상 수행될 수 있으며, 상기 열처리에 의해 보조층(130)이 형성될 수 있다.

[0121] 다음, 보조층(130) 위에 활성층(140)을 형성한다. 활성층(140)은 예컨대 스핀 코팅, 잉크젯 인쇄 등과 같은 용액 공정 또는 화학기상증착 방법으로 형성할 수 있다.

[0122] 다음, 활성층(140) 위에 보조층(150)을 형성한다. 보조층(150)은 스핀 코팅, 잉크젯 인쇄 등과 같은 용액 공정 또는 화학기상증착 방법으로 형성할 수 있다.

[0123] 다음, 보조층(150) 위에 상부 전극(160)을 형성한다. 상부 전극(160)은 도전체를 예컨대 스퍼터링 또는 증착 방법으로 형성할 수 있다.

[0124]

[0125] 이하 본 기재의 실시예 및 비교예를 기재한다. 그러나 하기 실시예는 본 기재의 일 실시예일뿐이며, 본 기재가 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0126] **합성예**

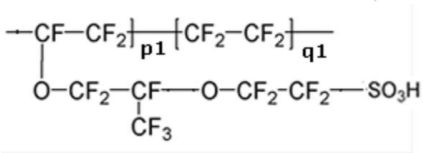
[0127] 시그마 알드리치(Sigma Aldrich)社의 소듐 스티술포네이트(SSNa) 48g, 펜타플루오로스티렌(PFS) 19g을 디메틸술폭사이드(DMSO) 0.6 리터에 가열하면서 완전히 녹인다. 이어서 아조비스이소부티로니트릴(AIBN) 1g을 디메틸술폭사이드(DMSO)에 녹여 적가한 후 24시간 이상 중합하여, 침전 및 여과를 거쳐 펜타플루오로스티렌(PFS)이 30 mol% 들어간 {P(SSNa-co-PFS)} 공중합체를 만든다.

[0128] 상기 공중합체를 양이온계 수지 Amberite®IR-120 및 음이온계 수지 Lewatit®MP62)를 이용하여 반응시켜 폴리

(스티렌술폰산-퍼플루오로스티렌) 공중합체{P(SSA-co-PFS)} 수용액을 얻는다.

[0129] 이어서 상기 폴리(스티렌술폰산-퍼플루오로스티렌) 공중합체{P(SSA-co-PFS)} 수용액(PFS를 20 mol%로 함유)과 하기 화학식 A로 표현되는 이오노머(시그마-알드리치 사 제조)를 50:50의 중량비로 섞은 다음 전체 고형분이 1.5 wt%가 되도록 물과 알코올 50:50 부피비 혼합 용매를 첨가하여, 1시간 이상 충분히 교반한다.

[0130] [화학식 A]



[0131]

[0132] 상기 식 중 p1=1, q1=5-11을 나타낸다.

[0133] 얻어진 혼합물에 3,4-에틸렌디옥시사이오펜(EDOT)을 첨가하고, 암모늄퍼설페이트 산화제를 사용하여 중합한다. 반응종료 및 부산물로 생성된 염들은 이온교환 수지 또는 투석방법으로 정제하여 도전성 화합물을 얻는다. 상기 도전성 화합물은 폴리3,4-에틸렌디옥시사이오펜(PEDOT): 폴리(스티렌술폰산)(PSS):펜타플루오로스티렌(PFS):화학식 A로 표현되는 이오노머의 함량비는 1:2.8:1.2:2 무게비로 포함된다.

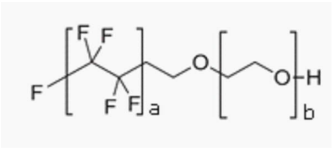
[0134] 상기에서 얻어진 도전성 화합물을 물에 녹여 용액을 준비한다. 이 때 도전성 화합물의 함량비는 1.5-2.0중량%이다.

[0135] **조성물의 준비**

[0136] **제조예 1**

[0137] 상기 합성예에서 얻은 도전성 화합물을 포함하는 용액에 하기 화학식 1a로 표현되는 화합물(Dupont사 제조)을 0.1부피% 첨가한 후 상온에서 1시간 동안 교반하여 조성물을 준비한다.

[0138] [화학식 1a]



[0139] (a=3-8, b=1-15)

[0140] **제조예 2**

[0141] 화학식 1a로 표현되는 화합물을 0.5부피% 첨가한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 조성물을 준비한다.

[0142] **제조예 3**

[0143] 화학식 1a로 표현되는 화합물을 1.0 부피% 첨가한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 조성물을 준비한다.

[0144] **비교제조예 1**

[0145] 상기 화학식 1a로 표현되는 화합물을 포함하지 않은 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 조성물을 준비한다.

[0146] **비교제조예 2**

[0147] PEDOT:PSS 용액(제조사:CLEVIOS)을 준비한다.

[0148] **비교제조예 3**

[0149] 상기 합성예에서 얻은 도전성 화합물 대신 비교제조예 2에 따른 PEDOT:PSS 용액을 사용한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 조성물을 준비한다.

[0150] **평가 1**

[0151] 유리 기판 위에 제조예 1 내지 3과 비교제조예 1 및 2에 따른 조성물을 스핀 코팅으로 각각 도포한 후 120℃에서 60분 동안 경화시켜 유기 박막을 형성한다.

[0152] 제조예 1 내지 3과 비교제조예 1 및 2에 따른 조성물로부터 얻어진 유기 박막의 접촉각을 측정한다.

[0153] 그 결과는 표 1과 같다.

표 1

[0154]

	접촉각(도)
제조예 1	63.2
제조예 2	65.4
제조예 3	70.9
비교제조예 1	48.8
비교제조예 2	30.6

[0155] **평가 2**

[0156] 유리 기판 위에 제조예 3과 비교제조예 1에 따른 조성물을 스핀 코팅으로 각각 도포한 후 120℃에서 60분 동안 경화시켜 유기 박막을 형성한다.

[0157] 제조예 3과 비교제조예 1에 따른 조성물로부터 얻어진 유기 박막의 일함수를 측정한다. 일함수는 자외선 광전자 분광법(UPS)을 사용하여 측정한다.

[0158] 그 결과는 표 2와 같다.

표 2

[0159]

	일함수(eV)
제조예 3	5.30
비교제조예 1	5.27

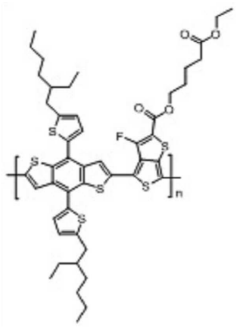
[0160] 표 2를 참고하면, 제조예 3에 따른 조성물로부터 얻은 유기 박막은 비교제조예 1에 따른 조성물로부터 얻은 유기 박막과 실질적으로 동등한 정도의 일 함수를 가지는 것을 확인할 수 있다. 이로부터 상기 화학식 1a로 표현되는 화합물을 포함하여도 유기 박막의 전기적 특성에는 실질적으로 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있다.

[0161] **태양 전지의 제조**

[0162] **실시예 1**

[0163] 1mm 두께의 투명 유리기판 위에 스퍼터링 방법으로 150nm 두께의 ITO 애노드를 형성한다. 이어서 제조예 1에 따른 조성물을 스핀코팅으로 도포하고 건조하여 보조층을 형성한다. 이어서 하기 화학식 B로 표현되는 화합물과 PC71BM을 클로로벤젠에서 용해한 용액을 준비한 후, 상기 보조층 위에 스핀코팅으로 도포하여 활성층을 형성한다. 이어서 상기 활성층 위에 80nm 두께의 알루미늄(Al) 캐소드를 형성하여 태양 전지를 제조한다.

[0164] [화학식 B]

[0165] 

[0166] **실시예 2**

[0167] 제조예 1에 따른 조성물 대신 제조예 2에 따른 조성물을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양 전지를 제조한다.

[0168] **실시예 3**

[0169] 제조예 1에 따른 조성물 대신 제조예 3에 따른 조성물을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양 전지를 제조한다.

[0170] **비교예 1**

[0171] 제조예 1에 따른 조성물 대신 비교제조예 1에 따른 용액을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양 전지를 제조한다.

[0172] **비교예 2**

[0173] 제조예 1에 따른 조성물 대신 비교제조예 2에 따른 용액을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양 전지를 제조한다.

[0174] **비교예 3**

[0175] 제조예 1에 따른 조성물 대신 비교제조예 3에 따른 용액을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 태양 전지를 제조한다.

[0176] **평가 3**

[0177] 실시예 1 내지 3과 비교예 1, 2에 따른 태양 전지의 효율을 평가한다.

[0178] 그 결과는 표 3과 같다.

표 3

[0179]

	η(%)	Voc(mV)	Jsc(mA/㎠)	FF(%)
실시예 1	8.79	776.1	15.9	71.2
실시예 2	9.11	766.1	16.1	73.9
실시예 3	8.69	766.1	15.8	71.8
비교예 1	8.49	786.2	15.5	69.7
비교예 2	8.35	776.1	15.6	69.0

[0180] 표 3을 참고하면, 실시예 1 내지 3에 따른 태양 전지는 비교예 1, 2에 따른 태양 전지와 비교하여 효율이 개선되는 것을 확인할 수 있다.

[0181] **평가 4**

[0182] 실시예 1 내지 3과 비교예 1, 3에 따른 태양 전지의 효율을 평가한다.

[0183] 효율은 정규화된 전력변환효율(normalized power conversion efficiency)로 평가한다. 정규화된 전력변환효율은 입력 전력 대비 출력 전력로 정의할 수 있고 하기 계산식으로 계산될 수 있다.

[0184] $\eta = P_{out}/P_{in} = J_mV_m/P_{in} = J_{sc}V_{oc}FF/P_{in}$

[0185] (η = 전력변환효율, P_{in}=입력전력, P_{out}=출력전력, J_m=최대전류, V_m=최대전압, J_{sc}=단락전류 밀도, V_{oc}= 개방전압, FF=충진률(fill factor))

[0186] 그 결과는 도 2와 같다.

[0187] 도 2는 실시예 1 내지 3과 비교예 1, 3에 따른 태양 전지의 효율을 보여주는 그래프이다.

[0188] 도 2를 참고하면, 실시예 1 내지 3에 따른 태양 전지는 비교예 1, 2에 따른 태양 전지보다 전력변환효율이 높은 것을 확인할 수 있다.

[0189] **평가 5**

[0190] 실시예 2와 비교예 1에 따른 태양 전지의 수명 특성을 평가한다.

[0191] 수명 특성은 실시예 2와 비교예 1에 따른 태양 전지를 600시간 동안 대기 중에서 보관하고 필요시에만 구동하면서 전류 밀도 및 효율의 변화를 비교하였다.

[0192] 그 결과는 도 3과 같다.

[0193] 도 3은 실시예 2와 비교예 1에 따른 태양 전지의 수명 특성을 보여주는 그래프이다.

[0194] 도 3을 참고하면, 실시예 1에 따른 태양 전지는 600시간 동안 약 5% 정도 효율이 감소한 반면 비교예 1에 따른 태양 전지는 600시간 동안 약 15% 이상의 효율 감소를 나타난 것을 확인할 수 있다. 이로부터 실시예 1에 따른 태양 전지는 비교예 1에 따른 태양 전지와 비교하여 수명 특성이 개선된 것을 확인할 수 있다.

[0195] 이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

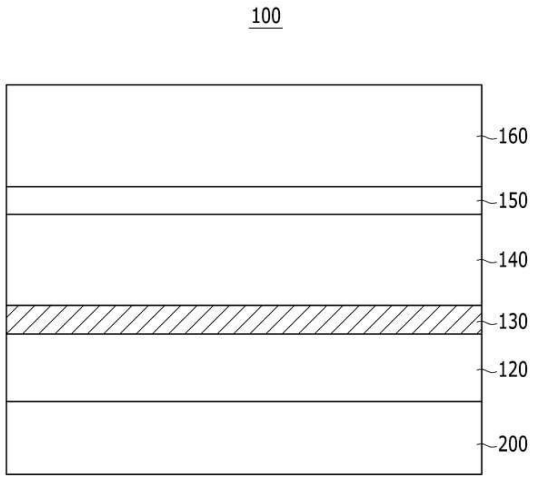
[0196] 100: 태양전지 110: 기판

120: 전극 130, 150: 보조층

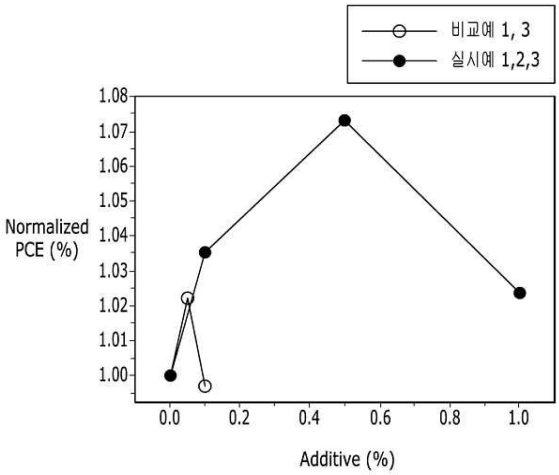
140: 활성층 160: 상부 전극

도면

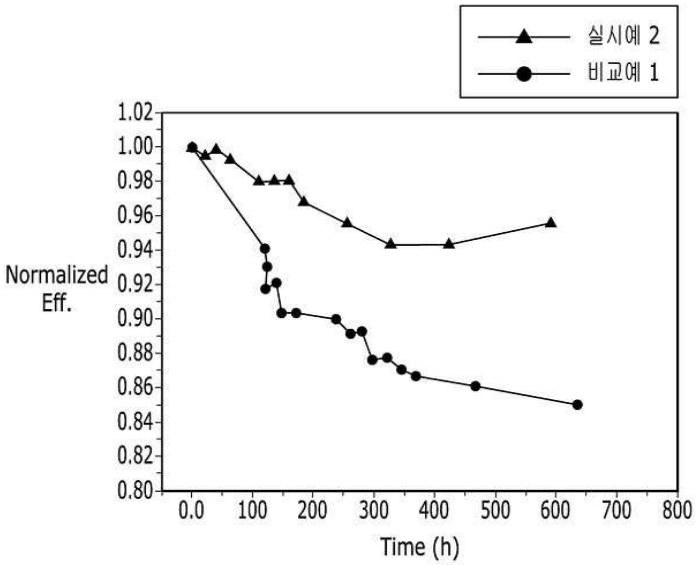
도면1


100
160
150
140
130
120
200

도면2


비교예 1, 3
실시예 1,2,3
Normalized PCE (%)
1.08
1.07
1.06
1.05
1.04
1.03
1.02
1.01
1.00
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Additive (%)

도면3


실시예 2
비교예 1
Normalized Eff.
1.02
1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
0.88
0.86
0.84
0.82
0.80
0.0
100
200
300
400
500
600
700
800
Time (h)