



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월08일
(11) 등록번호 10-1142207
(24) 등록일자 2012년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08G 61/12 (2006.01) C08L 65/00 (2006.01)
H01L 31/042 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0118975
(22) 출원일자 2009년12월03일
심사청구일자 2009년12월03일
(65) 공개번호 10-2011-0062297
(43) 공개일자 2011년06월10일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007015961 A*
KR100786947 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국화학연구원
대전광역시 유성구 가정로 141 (장동)
(72) 발명자
문상진
대전광역시 유성구 어은로 57, 8동 502호 (어은동, 한빛아파트)
이종철
대전광역시 유성구 어은로 57, 110동 1204호 (어은동, 한빛아파트)
(74) 대리인
특허법인세원
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 김장강

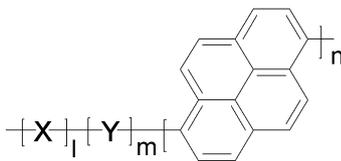
(54) 발명의 명칭 **파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자 및 그를 이용한 유기 태양전지**

(57) 요약

본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자 및 그를 광전변환재료로 이용한 유기 태양전지에 관한 것이다.

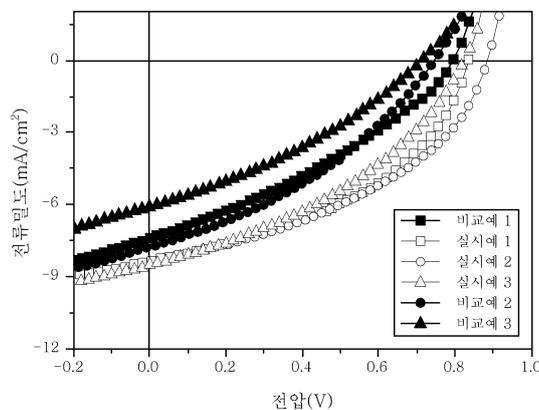
본 발명은 다양한 종류의 방향족 단량체가 1종 이상 포함된 도너(donor) 작용기만으로 구성된 고분자 또는 도너 작용기에 반복적인 억셉터기(acceptor)를 도입한 도너-억셉터 형태의 고분자에 파이렌 화합물을 특정량 도입함으로써, 정공이동도를 향상시킨 전도성 고분자를 제공함에 따라, 유기 광센서(OPD), 유기발광다이오드(OLED), 유기 박막트랜지스터(OTFT), 유기 태양전지 등의 유기 광전자소자용 재료로 활용될 수 있다. 나아가, 본 발명은 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 전자공여체로 활용한 유기 태양전지를 제공함으로써, 높은 에너지변환효율(power conversion efficiency, PCE)을 구현할 수 있다.

화학식 1



(상기 식에서, X, Y, l, m 및 n은 명세서에서 정의한 바와 같다.)

대표도 - 도2



(72) 발명자

신원석

서울특별시 동대문구 한천로 248, 111동 1301호 (회경동, 주공아파트)

이상규

대전광역시 서구 가장로 106, 207동 503호 (가장동, 삼성래미안아파트)

윤성철

경기도 용인시 수지구 심곡로 16, 금호베스트빌 511동 501호 (상현동)

이창진

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 501동 1103호 (전민동, 엑스포아파트)

황도훈

대구광역시 달서구 장산남로 33, 롯데캐슬그랜드 107동 2302호 (용산동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SK-0805-01 / 2008NPV08P0200002009

부처명 산업기술연구회 / 지식경제부

연구사업명 협동연구사업 / 에너지자원기술개발사업

연구과제명 용액기반형 OPV 초저가 나노 박막태양전지 기술개발 / 차세대 유기박막 태양전지용 원천소재 개발(2)

주관기관 한국화학연구원 / 한국화학연구원

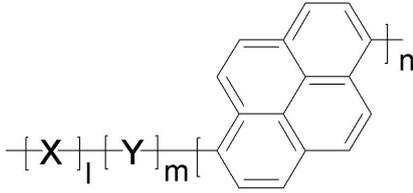
연구기간 2008년 12월 23일 ~ 2010년 02월 28일 / 2009년 08월 01일 ~ 2010년 07월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자:

화학식 1



상기 식에서, l은 단량체 X의 몰분율로서 $0.40 \leq \frac{l}{l+m+n} < 1$ 이고, m은 단량체 Y의 몰분율로서 $0 < \frac{m}{l+m+n} \leq 0.50$ 이고, n은 파이렌 화합물의 몰분율로서 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$ 이고, X 및 Y가 전자 도너 단량체이거나 X 또는 Y 중 어느 한 쪽이 전자 도너 단량체이고, 다른 한쪽이 전자 억셉터 단량체이다.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 식에서, $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 인 것을 특징으로 하는 상기 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자.

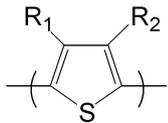
청구항 3

삭제

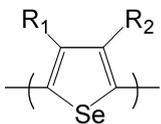
청구항 4

제1항에 있어서, 상기 도너 단량체가 하기 화학식 2 내지 화학식 10으로 표시되는 화합물에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 상기 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자:

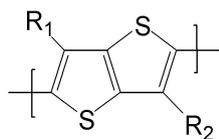
화학식 2



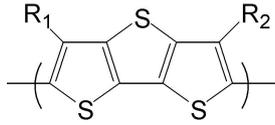
화학식 3



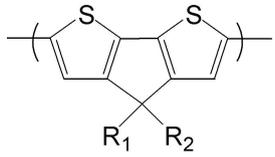
화학식 4



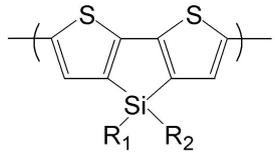
화학식 5



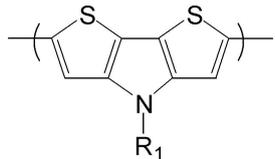
화학식 6



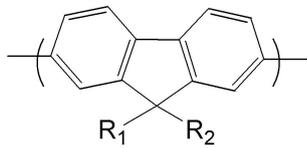
화학식 7



화학식 8



화학식 9



화학식 10

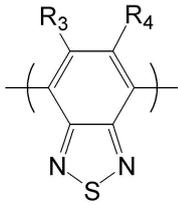


상기 식에서, R₁ 또는 R₂는 C₁~C₂₀ 직쇄 또는 측쇄의 알킬기, C₁~C₂₀ 헤테로사이클로알킬, C₆~C₂₀ 아릴 또는 그의 헤테로아릴이다.

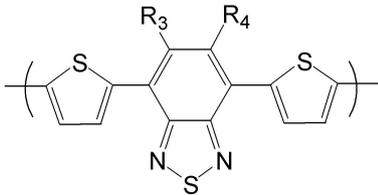
청구항 5

제1항에 있어서, 상기 역셉터 단량체가 하기 화학식 11 내지 화학식 16으로 표시되는 화합물에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 상기 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자:

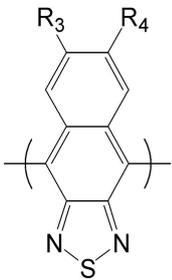
화학식 11



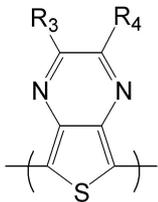
화학식 12



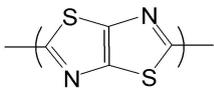
화학식 13



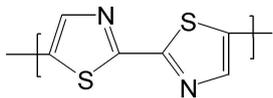
화학식 14



화학식 15



화학식 16

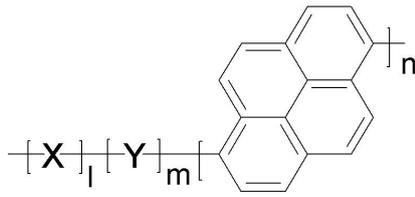


상기 식에서, R₃ 또는 R₄는 C₁~C₂₀ 직쇄 또는 측쇄의 알킬기, C₁~C₂₀ 헤테로사이클로알킬, C₆~C₂₀ 아릴 또는 그의 헤테로아릴이다.

청구항 6

제1항의 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자가 유기 광센서, 유기발광다이오드 및 유기박막트랜지스터 및 유기 태양전지 중에서 선택되는 어느 하나에 적용되는 유기 광전자소자용 재료:

화학식 1



상기 식에서, l, m, n은 제1항에서 정의한 바와 같다.

청구항 7

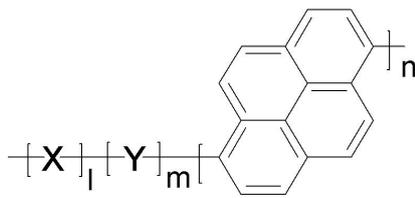
제6항에 있어서, 상기 식에서, $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 인 것을 특징으로 하는 상기 유기 광전자소자용 재료.

청구항 8

기관, 제1전극, 버퍼층, 광전변환층 및 제2전극으로 이루어지되,

상기 광전변환층이 제1항의 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자가 전자공여체로 사용되고, C₆₀ 플러렌 유도체 또는 C₇₀ 플러렌 유도체가 전자수용체로 배합된 광전변환 물질 함유 용액으로 이루어진 유기 광전자소자를 포함하는 유기 태양전지:

화학식 1



상기 식에서, l, m, n은 제1항에서 정의한 바와 같다.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 식에서, $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 인 것을 특징으로 하는 상기 유기 태양전지.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 광전변환층이 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자의 전자공여체 및 C₆₀ 플러렌 유도체 또는 C₇₀ 플러렌 유도체의 전자수용체가 1:0.5 ~ 1:4 중량비로 배합된 광전변환 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 상기 유기 태양전지.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 광전변환 물질 함유 용액이 클로로벤젠, 1,2-디클로로벤젠 및 클로로포름으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 용매에 광전변환 물질 1.0 내지 3.0 중량%가 용해된 것을 특징으로 하는 상기 유기 태양전지.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 광전변환 물질이 용해된 용액이 잉크젯 프린팅법, 스핀코팅법, 스크린 인쇄법 및 닥터 블레이드법에서 선택되는 하나의 방법으로 도포 또는 코팅되는 것을 특징으로 하는 상기 유기 태양전지.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자 및 그를 유기 광전자소자용 재료로 이용한 유기 태양전지에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다양한 종류의 방향족 단량체가 1종 이상 포함된 도너(donor) 작용기만으로 구성된 고분자 또는 도너 작용기에 반복적인 억셉터기(acceptor)를 도입한 도너-억셉터 형태의 고분자에 파이렌 화합물을 도입함으로써, 정공이동도를 향상시킨 전도성 고분자를 제조하고, 이를 유기 광전자소자용 재료로 이용하여 에너지변환효율을 개선시킨 유기 태양전지에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 유기박막 태양전지는 유기물을 광활성층으로 사용하는 것으로서, 수백 nm이내의 얇은 두께와 상대적으로 저렴한 광활성층의 재료, 특히 용이하게 구부릴 수 있는 플렉서블한 소자를 제작할 수 있다는 장점으로 인하여 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 일반적으로 광활성층은 전자친화도가 다른 두 가지 물질을 혼합하여 사용하는데, 광활성물질의 일방이 광을 흡수하여 여기되어 여기자(exiton)를 형성하게 되고, 여기자는 전자친화도가 낮은 물질(도너, donor)과 전자친화도가 높은 물질(억셉터, acceptor)의 경계면에서 전자친화도가 낮은 물질에 있는 전자가 전자친화도가 높은 물질로 이동하여 각각 정공(hole)과 전자(electron)로 분리된다. 이때, 여기자가 이동할 수 있는 거리가 물질에 따라 다르지만 ~10 nm 정도이므로, 광이 흡수된 위치와 전자친화도가 다른 두 물질의 경계면과의 거리가 ~10 nm 이내가 되어야 가장 높은 효율의 전자와 정공의 분리를 얻을 수 있으므로, 도너와 억셉터 물질을 혼합하여 사용하는 벌크 이종접합(bulk heterojunction)방법을 주로 사용한다.

[0004] 유기태양전지는 크게 도너와 억셉터 물질을 증착법으로 박막을 제조하는 방법과, 용액공정을 사용하여 박막을 제조하는 두 가지 방법으로 분류된다.

[0005] 상세하게는 증착을 이용하는 방법은 도너와 억셉터를 모두 단분자를 사용하는 반면, 용액공정을 사용하는 방법은 일반적으로 도너 물질로 고분자를 사용하고, 억셉터로는 고분자, 플러렌 유도체, 페릴렌 유도체, 양자점 무기나노입자 등을 사용한다. 따라서, 단분자를 증착하여 사용하는 경우보다, 고분자를 이용한 용액공정을 사용하면, 대면적의 소자를 값싸게 제작할 수 있기 때문에 최근에는 고분자를 이용한 용액공정 쪽에 연구의 무게가 집중되고 있는 실정이다.

[0006] 현재까지 플러렌 유도체를 억셉터로 사용하는 것이 가장 좋은 효율들을 보여주고 있으며[J. Am. Chem. Soc., 2008, 130(48), 16144], 보다 높은 에너지전환효율을 도모하기 위해서, 서로 다른 영역의 광을 흡수하는 두 가지의 고분자 가운데 중간전극을 사이로 두고, 순차적으로 도입한 텐덤형 소자개발도 진행되고 있다[Science, 2007, 317, 222].

[0007] 유기태양전지는 높은 에너지전환효율을 충족해야 하는데, 높은 에너지전환효율을 얻기 위해서는 첫째, 많은 양의 광자를 광흡수층에서 흡수해야하고, 둘째, 흡수되어 여기된 여기자가 도너와 억셉터의 계면으로 이동하여 정공과 전자로 효과적인 분리가 이루어져야 하고, 셋째, 분리된 정공과 전자가 양극과 음극으로 손실없이 이동해야 한다.

[0008] 벌크 이종접합의 구조를 사용하고 억셉터로서 플러렌 유도체를 사용하는 경우, 두 번째의 여기자의 분리는 정량적으로 일어난다 할 수 있으므로, 유기박막 태양전지의 높은 에너지전환효율을 얻기 위해서는 도너로 사용되는 고분자가 많은 양의 광자를 흡수해야 하는 성질과, 정공을 잘 이동시킬 수 있는 성질을 동시에 충족시켜야 한다.

[0009] 이에, 본 발명자들은 유기 태양전지의 높은 에너지변환효율을 얻기 위하여 유기 태양전지에 적용 가능한 신규한 고분자를 개발하고자 노력한 결과, 다양한 종류의 방향족 단량체가 1종 이상 포함된 도너(donor) 작용기만으로 구성된 고분자 또는 도너 작용기에 반복적인 억셉터기(acceptor)를 도입한 도너-억셉터 형태의 고분자에 파이렌 화합물을 도입하여, 정공이동도를 향상시킨 신규한 분자설계를 도출함으로써, 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 정공이동도가 향상된 신규한 전도성 고분자 및 그를 이용한 유기 광전자소자용 재료로서의 용

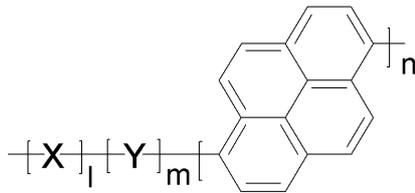
도를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 상기 전도성 고분자를 유기 광전소자용 재료로 이용하여 에너지변환효율을 개선시킨 유기 태양전지를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 제공한다.

[0013] 화학식 1



[0014]

[0015] (상기 식에서, 1은 단량체 X의 몰분율로서 $0.40 \leq \frac{l}{l+m+n} < 1$ 이고, m은 단량체 Y의 몰분율로서 $0 \leq \frac{m}{l+m+n} \leq 0.50$ 이고, n은 파이렌 화합물의 몰분율로서 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$ 이고, X와 Y는 전자 도너, 엑셉터 또는 광흡수 기능을 가지는 어느 하나의 단량체이다.)

[0016] 상기 전체 전도성 고분자에서, 파이렌 화합물의 함량은 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$ 이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 이다.

[0017] 또한, 상기 X 또는 Y 중 어느 한 쪽이 도너 단량체의 구조일 때, 다른 한쪽이 엑셉터 단량체 구조인 것이다.

[0018] 또한, 본 발명은 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 유기 광센서(OPD), 유기발광다이오드(OLED), 유기박막트랜지스터(OTFT) 및 유기 태양전지로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 분야에 적용되는 유기 광전소자용 재료로서의 용도를 제공한다.

[0019] 이때, 전체 전도성 고분자에서, 파이렌 화합물의 함량은 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$ 이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 이다.

[0020] 나아가, 본 발명은 기관, 제1전극, 버퍼층, 광전변환층 및 제2전극으로 이루어지되, 상기 광전변환층이 본 발명의 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 전자공여체로 사용하고, C₆₀ 풀러렌 유도체 또는 C₇₀ 풀러렌 유도체를 전자수용체로 배합한 광전변환 물질 함유 용액으로 이루어진 유기 광전소자를 포함한 유기 태양전지를 제공한다. 이때, 전도성 고분자에서, 파이렌 화합물의 함량은 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$ 이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 이다.

[0021] 본 발명의 유기 태양전지에서, 광전변환층은 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 전자공여체로 하고, C₆₀ 풀러렌 유도체 또는 C₇₀ 풀러렌 유도체를 전자수용체로 사용하되, 그 배합비가 1:0.5 ~ 1:4 중량비로 배합된 광전변환 물질로 이루어진 것이다.

[0022] 또한, 상기 광전변환 물질 함유 용액은 클로로벤젠, 1,2-디클로로벤젠 및 클로로포름으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 용매에 광전변환 물질 1.0 내지 3.0 중량%가 용해된 용액상에 기반한 유기 태양전지이다. 이때, 상기 광전변환 물질이 용해된 용액은 잉크젯 프린팅법, 스핀코팅법, 스크린 인쇄법 및 닥터 블레이드법에서 선택되는 하나의 방법으로 도포 또는 코팅될 수 있다.

효과

[0023] 본 발명에 따라, 유기 태양전지의 에너지변환효율이 개선된 신규한 전도성 고분자를 제공할 수 있다. 즉, 다양한 종류의 방향족 단량체가 1종 이상 포함된 도너(donor) 작용기만으로 구성된 고분자 또는 도너 작용기에 반복적인 억셉터기(acceptor)를 도입한 도너-억셉터 형태의 고분자에 파이렌 화합물을 특정량 도입하여 정공이동도를 향상시킨 본 발명의 전도성 고분자는 광전변환재료(光電變換材料)로서 유용하다.

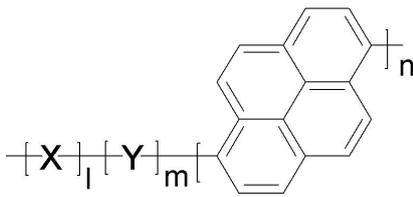
[0024] 이에, 본 발명은 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 전자공여체로 활용한 유기 광전소자를 이용한 유기 태양전지를 제공함으로써, 높은 에너지변환효율(power conversion efficiency, PCE)을 구현할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명을 상세히 설명하고자 한다.

[0026] 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 제공한다.

[0027] 화학식 1



[0028]

[0029] (상기 식에서, l은 단량체 X의 몰분율로서 $0.40 \leq \frac{l}{l+m+n} < 1$ 이고, m은 단량체 Y의 몰분율로서 $0 \leq \frac{m}{l+m+n} \leq 0.50$ 이고, n은 파이렌 화합물의 몰분율로서 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$ 이고, X와 Y는 전자 도너, 억셉터 또는 광흡수 기능을 가지는 어느 하나의 단량체이다.)

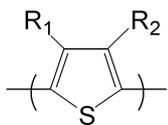
[0030] 상기 화학식 1의 전도성 고분자는 다양한 종류의 방향족 단량체가 1종 이상 포함된 도너(donor) 작용기만으로 구성된 고분자 또는 도너 작용기에 반복적인 억셉터기(acceptor)를 도입한 도너-억셉터 형태의 고분자에, 정공이동도가 높은 파이렌 화합물을 도입한 것이다.

[0031] 이때, 본 발명의 화학식 1의 전도성 고분자에서, 파이렌 화합물의 함량은 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$, 더욱 바람직하게는 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 를 충족할 때, 정공이동도를 향상시킬 수 있는 동시에, 높은 광흡수도를 구현할 수 있는 전도성 고분자를 얻을 수 있다. 상기 파이렌 화합물의 함량이 0.10을 초과하면, 전도성 고분자가 광전변환 재료로서 사용될 수 없을 정도로 용해도가 떨어지고, 에너지변환효율이 저하된다.

[0032] 또한, 본 발명의 화학식 1의 전도성 고분자에서, 광흡수도를 높이기 위한 기능과 고분자의 자기조립을 할 수 있는 기능을 동시에 도입하기 위하여, X, Y 또는 X 및 Y의 조합이 중요하다. 이때, X 또는 Y 중 어느 한 쪽이 도너 단량체의 구조일 때, 다른 한쪽은 억셉터 단량체 구조를 가져야 한다.

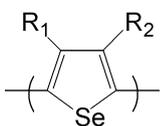
[0033] 바람직한 도너 단량체는 화학식 2 내지 화학식 10으로 표시되는 화합물 중에서 선택되는 어느 하나를 사용하는 것이다.

화학식 2



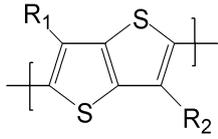
[0034]

화학식 3



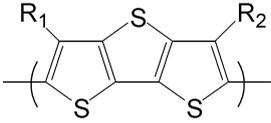
[0035]

화학식 4



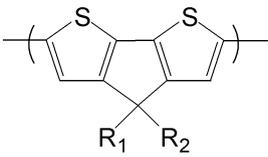
[0036]

화학식 5



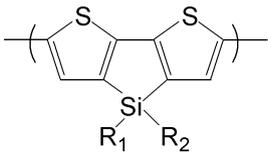
[0037]

화학식 6



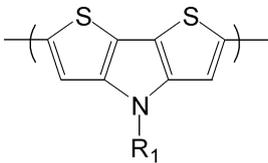
[0038]

화학식 7



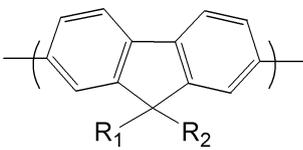
[0039]

화학식 8



[0040]

화학식 9



[0041]

화학식 10

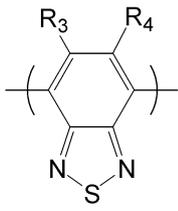


[0042]

[0043] (상기 식에서, R₁ 또는 R₂는 C₁~C₂₀ 직쇄 또는 측쇄의 알킬기, C₁~C₂₀ 헤테로사이클로알킬, C₆~C₂₀ 아릴 또는 그
의 헤테로아릴이다.)

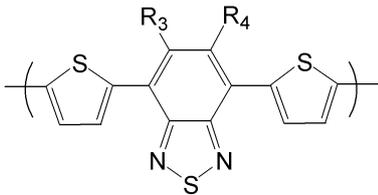
[0044] 또한, 바람직한 역셉터 단량체는 하기 화학식 11 내지 화학식 16으로 표시되는 화합물 중에서 선택되는 어느 하나를 사용하는 것이다.

화학식 11



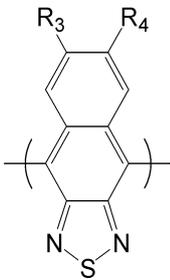
[0045]

화학식 12



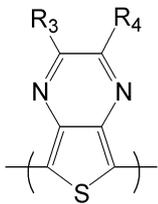
[0046]

화학식 13



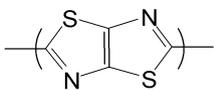
[0047]

화학식 14



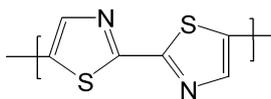
[0048]

화학식 15



[0049]

화학식 16



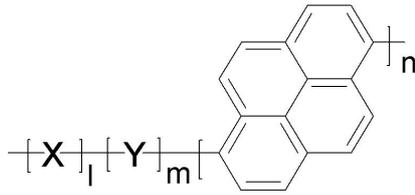
[0050]

[0051] (상기 식에서, R₃ 또는 R₄는 C₁~C₂₀ 직쇄 또는 측쇄의 알킬기, C₁~C₂₀ 헤테로사이클로알킬, C₆~C₂₀ 아릴 또는 그의 헤테로아릴이다.)

[0052] 본 발명의 화학식 1의 전도성 고분자에서 X와 Y는 상기 도너 단량체 또는 억셉터 단량체 이외에도, 공지된 다양한 전도성 작용기 또는 광흡수 기능을 가지는 어느 하나의 단량체 구조도 가능하다. 바람직하게는 X와 Y 모두 결정성을 가지는 싸이오펜 유도체가 될 수도 있다. 더욱 바람직하게는, X는 도너 작용기를 가지고, Y는 억셉터 작용기를 가지고 있어 도너-억셉터 형태의 낮은 밴드갭의 고분자를 구성할 수 있다.

[0053] 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자가 전자공여체로 사용되는 유기 광 전자소자용 재료로서의 그 용도를 제공한다.

[0054] 화학식 1

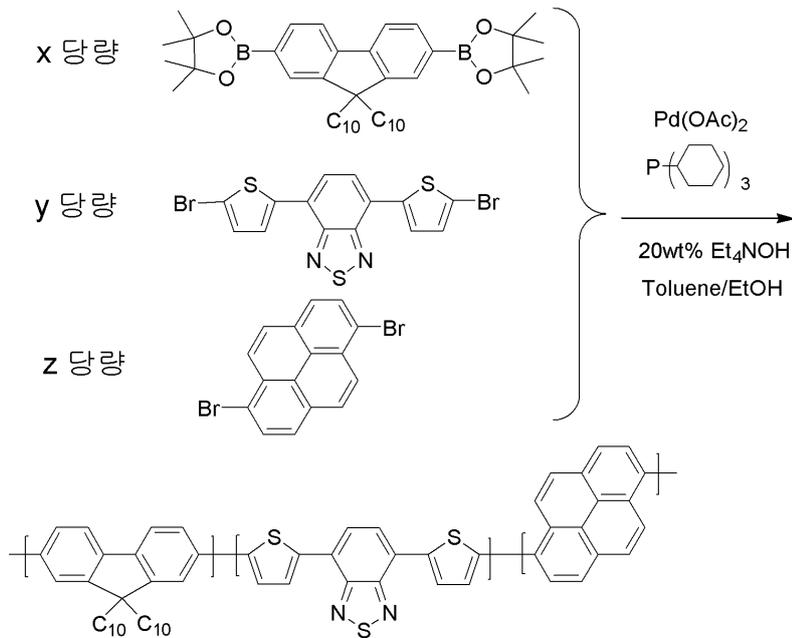


[0055] (상기 식에서, l, m, n은 상기 명세서에서 정의한 바와 같다.)

[0057] 상기 식에서, 바람직한 파이렌 화합물의 함량은 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.10$, 더욱 바람직하게는 $0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05$ 인 것이다.

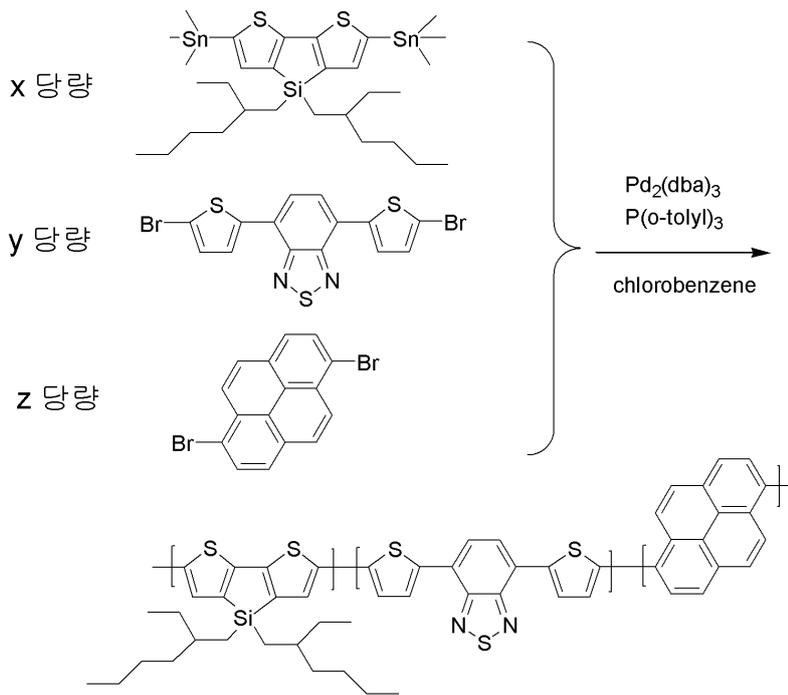
[0058] 본 발명의 바람직한 제1실시형태로서, 본 발명의 실시예 1 내지 3에서는 플루오렌 및 디티에닐벤조싸이아다리아졸의 공중합체에 파이렌 화합물이 함유되어 제조된 전도성 고분자를 하기 반응식 1에 의해 제공한다.

반응식 1



[0059] 또한, 본 발명의 바람직한 제2실시형태로서, 본 발명의 실시예 5 및 6에서는 디싸이오펜실롤 및 벤조싸이아다리아졸의 공중합체에 파이렌 화합물이 함유되어 제조된 전도성 고분자를 하기 반응식 2에 의해 제공한다.

반응식 2



[0061]

[0062]

이때, 본 발명은 전도성 고분자의 주쇄에 10몰% 이하, 더욱 바람직하게는 5 몰% 이하로 소량의 파이렌 화합물을 도입함으로써, 정공전달의 성능이 향상된 전도성 고분자를 제공할 수 있다.

[0063]

상기 실시예에서 제시된 전도성 고분자는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 상기 실시예의 기재로부터 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면, 본 발명에서 앞서 정의된 도너 또는 억셉터 형태의 조합에 의하여, 본 발명이 구현하고자 하는 다양한 전도성 고분자를 용이하게 합성할 수 있을 것이다.

[0064]

본 발명의 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 전자공여체로 사용하고, 플러렌 유도체를 억셉터로 사용하는 경우, 유기 태양전지의 높은 에너지변환효율을 확인함으로써[표 1 및 표 2], 높은 광자 흡수능과 정공이동도를 동시에 충족한다.

[0065]

이에, 본 발명의 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자는 유기 광센서(OPD), 유기발광다이오드(OLED), 유기박막트랜지스터(OTFT), 유기 태양전지 등의 비선형 광학재료로 유용한 유기 광전자소자용 재료로 유용하다.

[0066]

또한, 본 발명은 기관, 제1전극, 버퍼층, 광전변환층 및 제2전극으로 이루어지며, 상기 광전변환층이 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자가 전자공여체로 사용되고, C_{60} 플러렌 유도체 또는 C_{70} 플러렌 유도체가 전자수용체로 배합된 광전변환 물질로 이루어진 유기 광전자소자(organic photovoltaic device)를 포함한 유기 태양전지를 제공한다.

[0067]

본 발명의 유기 태양전지는 하부에서부터 기관(110), 제1전극(120), 버퍼층(130), 광전변환층(140) 및 제2전극(150)이 적층된 구조에 있어서, 상기 광전변환층(140)이 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자가 전자공여체로 사용되고, C_{60} 플러렌 유도체 또는 C_{70} 플러렌 유도체가 전자수용체로 배합된 광전변환 물질 함유 용액으로 형성된 유기 광전자소자를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 제조된 유기 광전자소자를 포함하는 유기 태양전지의 모식도는 도 1에 도시한 바와 같다.

[0068]

또한, 본 발명의 유기 광전자소자는 상기 광전변환층(140)과 제2전극(150)사이에 전자전달층, 정공저지층 또는 옵티컬 스페이스(optical space)층을 도입할 수 있다.

[0069]

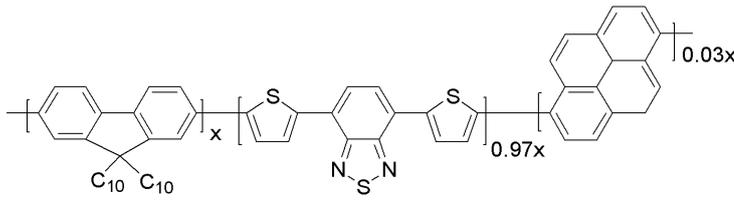
본 발명의 유기 광전자소자는 전자공여체로 사용되는 전도성 고분자가 파이렌 화합물을 도입함으로써, 높은 광자 흡수능과 정공이동도 향상에 의하여, 최종적으로 유기 태양전지의 높은 에너지변환효율을 구현할 수 있다[표 1 및 표 2].

[0070]

이때, 본 발명의 유기 광전자소자에 전자공여체로 사용되는 전도성 고분자 내 파이렌 화합물의 함량은 $0 <$

$$\frac{n}{l+m+n} \leq 0.10 \text{이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 } 0 < \frac{n}{l+m+n} \leq 0.05 \text{를 충족해야 한다.}$$

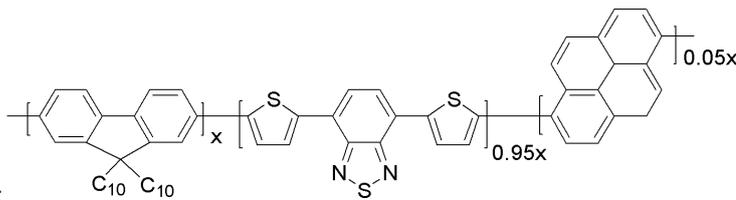
- [0071] 본 발명의 유기 태양전지에 사용되는 기관(110)의 소재로는 투명 물질이 바람직하고, 그 일례로는 유리(glass) 또는 PET(polyethylene terephthalate), PEN(polyethylene naphthelate), PP(polypropylene), PI(polyamide), TAC(triacetyl cellulose) 등의 플라스틱이고, 더욱 바람직하게는 유리를 사용하는 것이다.
- [0072] 또한, 제1전극(120)은 상기 기관(110)의 일면에 스퍼터링, 스핀코팅 등의 방법을 사용하여 투명 물질을 도포하거나 필름 형태로 코팅하여 형성시킬 수 있다. 제1전극(120)은 애노드로 기능하는 부분으로서, 후술하는 제2전극(150)에 비하여 일함수가 작은 물질로서 투명성 및 도전성을 갖는 것이라면 특별히 제한되지 않고 사용될 수 있는데, 그의 바람직한 일례로는 ITO(indium-tin oxide), FTO(Fluorine doped tin oxide), ZnO-(Ga₂O₃ 또는 Al₂O₃), SnO₂-Sb₂O₃ 등이 사용될 수 있으며, 더욱 바람직하게는 ITO를 사용한다.
- [0073] 상기 제1전극(120)의 상부로 형성되는 버퍼층(130)은 폴리스티렌설포네이트로 도핑된 폴리(3,4-에틸렌디옥시싸이오펜)[PEDOT:PSS]를 사용하여 정공이동도를 향상시킬 수 있다. 이때, 버퍼층(130)의 형성방법은 스핀코팅 등의 방법을 통하여 도입될 수 있다.
- [0074] 한편, 상기 버퍼층(130)의 상부에는 광전변환층(140)이 적층된다. 상기 광전변환층(140)은 전자공여체와 전자수용체의 접합 구조로 이루어지면서, 전자공여체와 전자수용체 사이의 매우 빠른 전하 이동현상으로 광기전력 효과를 제공한다.
- [0075] 이때, 본 발명은 광전변환층(140)의 재료로서, 전자공여체로서 본 발명의 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자를 사용하고, 전자수용체로서는 C₆₀ 풀러렌 유도체 또는 C₇₀ 풀러렌 유도체를 사용한다.
- [0076] 또한, 본 발명의 광전변환층(140)의 광전변환 물질은 화학식 1로 표시되는 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자와 C₆₀ 풀러렌 유도체 또는 C₇₀ 풀러렌 유도체간의 혼합비율이 1:0.5 ~ 1:4의 중량비로 배합되는 것이 바람직하다. 이때, 본 발명의 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자에 비하여, 풀러렌 유도체가 0.5 중량비 미만으로 배합되면, 결정화된 풀러렌 유도체의 함량이 부족하여 생성된 전자의 이동에 장애가 발생하고, 4 중량비를 초과하면, 광을 흡수하는 전도성 고분자의 양이 상대적으로 줄어들어 광의 효율적인 흡수가 이루어지지 않아 바람직하지 않다.
- [0077] 본 발명의 파이렌 화합물이 도입된 전도성 고분자와 C₆₀ 풀러렌 유도체 또는 C₇₀ 풀러렌 유도체가 배합되는 광전변환 물질은 단일 유기용매 또는 비점이 상이한 2종 이상의 유기용매에 용해시켜 용액을 제조하는데, 이때 사용되는 유기용매로는 클로로벤젠, 1,2-디클로로벤젠 및 클로로폼으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 용매에 고형분 함량(광전변환 물질) 1.0 내지 3.0 중량%로 함유되도록 제조된다. 이때, 고형분 함량 1.0중량% 미만이면, 도입된 박막의 두께를 60nm 이상으로 유지하는데 문제가 있고, 3.0중량%를 초과 함유되면, 전도성 고분자와 C₇₀ 풀러렌 유도체가 녹지 않는 부분이 많아 바람직하지 않다.
- [0078] 이후, 상기 광전변환 물질이 용해된 용액은 스핀코팅법, 스크린 인쇄법, 잉크젯 프린팅법 및 닥터 블레이드법에 선택되는 하나의 방법으로 도포 또는 코팅되어 약 60nm 이상, 바람직하게는 65 내지 200 nm 두께의 광전변환층(140)으로 형성된다.
- [0079] 제2전극(150)은 광전변환층(140)이 도입된 상태에서 약 10⁻⁷ torr 이하의 진공도에서 알루미늄 등의 금속 물질을 100 ~ 200 nm로 진공 열 증착하여 광전변환층(140)의 상부에 적층될 수 있다.
- [0080] 상기 제2전극(150)으로 사용될 수 있는 물질로는 금, 알루미늄, 구리, 은 또는 그들의 합금, 칼슘/알루미늄 합금, 마그네슘/은 합금, 알루미늄/리튬 합금 등을 포함하며, 바람직하게는 알루미늄 또는 알루미늄/칼슘 합금이다.
- [0081] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다.
- [0082] 본 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0083] <실시예 1> 전도성 고분자의 합성



[0084] 고분자-2:

[0085] 반응플라스크에 2,7-비스(4',4',5',5'-테트라메틸-1',3',2'-디옥사보로란-2'-일)-9,9-디데실플루오렌 0.300g(0.429mmol), 4,7-디-2'-(5'-브로모)-싸이에닐-2,1,3-벤조싸이아다리아졸 0.191g(0.416mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.00464g(0.0129mmol)을 넣고 1시간 동안 진공을 잡아둔 후, 톨루엔 7ml를 넣어준 후, 30분 동안 교반하였다. 에탄올 1.5ml와 20중량% Et₄NOH 1.5ml를 넣어준 후, 질소로 버블링하여, 용매 중에 녹아있는 용존 산소를 제거하였다. 이후, Pd(OAc)₂ 2.9 mg(0.0129 mmol)과 트리싸이클로헥시포스핀 10.8 mg(0.0386 mmol)을 넣고, 질소 분위기에서 외부 오일배스의 온도를 120℃로 유지하며 2일 동안 환류시켰다. 페닐보로닉산(phenylboronic acid) 0.05g을 넣고 3시간 반응시킨 후, 브로모벤젠 0.12g을 넣고, 4시간 더 반응시켰다. 반응용액을 300ml 메탄올에 떨어뜨려 얻어진 미정제된 고체 고분자를 메탄올에서 24시간 속실텐을 이용하여 세척하였다. 용매를 클로로포름으로 바꾸어 고분자를 녹여낸 후, 용매를 최소량만 남기고 증발시킨 후 300ml 메탄올에 침전시켰다. 고체를 필터한 후, 용매를 제거하고, 다시 최소량의 클로로포름에 녹인 후 300ml 메탄올에 재침전시킨 후 필터하고 진공하에서 건조하여 고분자-2 200mg을 얻었다[Mw = 19,000 g/mol (PDI=2.4)].

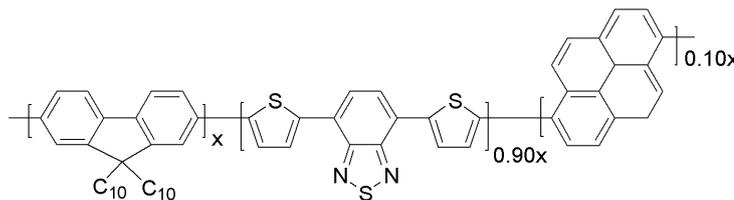
[0086] <실시예 2> 전도성 고분자의 합성



[0087] 고분자-3:

[0088] 반응플라스크에 2,7-비스(4',4',5',5'-테트라메틸-1',3',2'-디옥사보로란-2'-일)-9,9-디데실플루오렌 0.300g(0.429mmol), 4,7-디-2'-(5'-브로모)-싸이에닐-2,1,3-벤조싸이아다리아졸 0.187g(0.409mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.00774g(0.0215mmol)을 넣고 1시간동안 진공을 잡아둔 후, 톨루엔 7ml를 넣어준 후 30분 동안 교반하는 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, 고분자-3 200mg을 얻었다[Mw=26,400 g/mol(PDI=2.1)].

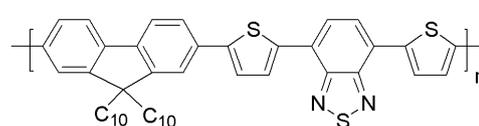
[0089] <실시예 3> 전도성 고분자의 합성



[0090] 고분자-4:

[0091] 반응플라스크에 2,7-비스(4',4',5',5'-테트라메틸-1',3',2'-디옥사보로란-2'-일)-9,9-디데실플루오렌 0.300g(0.429mmol), 4,7-디-2'-(5'-브로모)-싸이에닐-2,1,3-벤조싸이아다리아졸 0.177g(0.386mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.0155g(0.043mmol)을 넣고 1시간동안 진공을 잡아둔 후, 톨루엔 7ml를 넣어준 후 30분 동안 교반하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, 고분자-4 200mg을 얻었다[Mw=25,000 g/mol(PDI=2.3)].

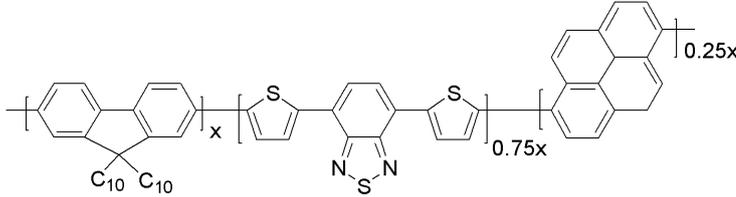
[0092] <비교예 1> 전도성 고분자의 합성



[0093] 고분자-1:

[0094] 반응플라스크에 2,7-비스(4',4',5',5'-테트라메틸-1',3',2'-디옥사보로란-2'-일)-N-9"-헵타데카닐카바졸 0.263 g (0.400 mmol), 4,7-디-2'-(5'-브로모)-싸이에닐-2,1,3-벤조싸이아다리아졸 0.183 g (0.400 mmol)을 넣고 1시간동안 진공을 잡아둔 후, 톨루엔 4ml를 넣어준 후 30분 동안 교반하는 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, 고분자-1 300mg을 얻었다. [Mw=31,000g/mol (PDI=3.9)]. 원소분석. C₄₇H₅₂N₂S₃에 대한 이론치: C 75.96; H 7.32; N 3.77; S 12.94. 측정치: C 75.84; H 7.25; N 3.71; S 12.98.

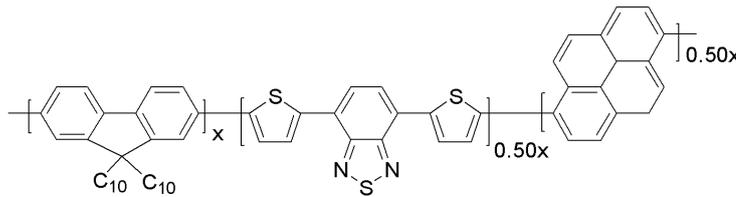
[0095] <비교예 2> 전도성 고분자의 합성



[0096] 고분자-5:

[0097] 반응플라스크에 2,7-비스(4',4',5',5'-테트라메틸-1',3',2'-디옥사보로란-2'-일)-9,9-디데실플루오렌 0.300g(0.429mmol), 4,7-디-2'-(5'-브로모)-싸이에닐-2,1,3-벤조싸이아다리아졸 0.148g(0.322mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.0385g(0.107mmol)을 넣고 1시간동안 진공을 잡아둔 후, 톨루엔 7ml를 넣어준 후 30분 동안 교반하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, 고분자-5 200mg을 얻었다[Mw=27,000 g/mol(PDI=2.7)].

[0098] <비교예 3>전도성 고분자의 합성



[0099] 고분자-6:

[0100] 반응플라스크에 2,7-비스(4',4',5',5'-테트라메틸-1',3',2'-디옥사보로란-2'-일)-9,9-디데실플루오렌 0.300g(0.429mmol), 4,7-디-2'-(5'-브로모)-싸이에닐-2,1,3-벤조싸이아다리아졸 0.0985g(0.215mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.0774g(0.215mmol)을 넣고 1시간동안 진공을 잡아둔 후, 톨루엔 7ml를 넣어준 후 30분 동안 교반하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여, 고분자-6 200mg을 얻었다[Mw=45,000 g/mol(PDI=2.8)].

[0101] <실시예 4> 유기 태양전지의 제조 1

[0102] 상기 스즈끼방법을 통하여 합성된 실시예 1~3 및 비교예 1~3의 파이렌기를 포함하는 전도성 고분자를 전자공여체로 사용하고, C₇₀-PCBM를 전자수용체로 사용하되, 그 배합비를 1:3 중량비로 혼합하여 제조된 광전변환층 재료를 클로로벤젠 용매에 1.5%의 중량비로 함유되도록 용해시킨 후, 아르곤 분위기 하에서 PEDOT층이 도입된 ITO 유리 기판에 스핀 코팅하여 60~120nm 두께의 광전변환층을 도입하고, 120℃ 열판에서 5분간 열처리하였다. 이어서 10⁻⁷ torr 이하의 진공도를 가진 진공 챔버에서 LiF 0.6nm와 알루미늄 100~200nm를 순차적으로 열증착하여 유기 태양전지를 제조하였다.

[0103] <실험예 1> 유기 광전자 소자를 채용한 유기 태양전지의 전기 광학적 특성

[0104] 하기 반응식 1에 제시된 바와 같이 제조된 실시예 1~3 및 비교예 1~3의 고분자와 C₇₀-PCBM을 1:3 중량비로 혼합하여 광전변환층 재료를 제조하고, 이를 이용한 유기 태양전지에 대하여, 전기 광학적 특성결과를 하기 표 1에 기재하였다.

[0105] 또한, 도 2는 상기 실시예 1~3 및 비교예 1~3에서 제조된 전도성 고분자와 C₇₀-PCBM을 1:3 중량비로 혼합하여 제조된 광전변환층 재료를 이용한 유기 태양전지의 전류밀도-전압(J-V) 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

[0106] 전기 광학적 특성 중, 필 팩터 및 에너지 전환 효율은 하기 수학적 1 및 수학적 2에 의해 산출되었다.

수학식 1

$$\text{필 팩터} = \frac{(V_{mp} \times I_{mp})}{(V_{oc} \times I_{sc})}$$

[0107]

[0108]

(상기에서, V_{mp} 는 최대 전력점에서 전압값이고, I_{mp} 는 전류밀도이고, V_{oc} 는 광개방 전압이고, I_{sc} 는 광 단락 전류이다.)

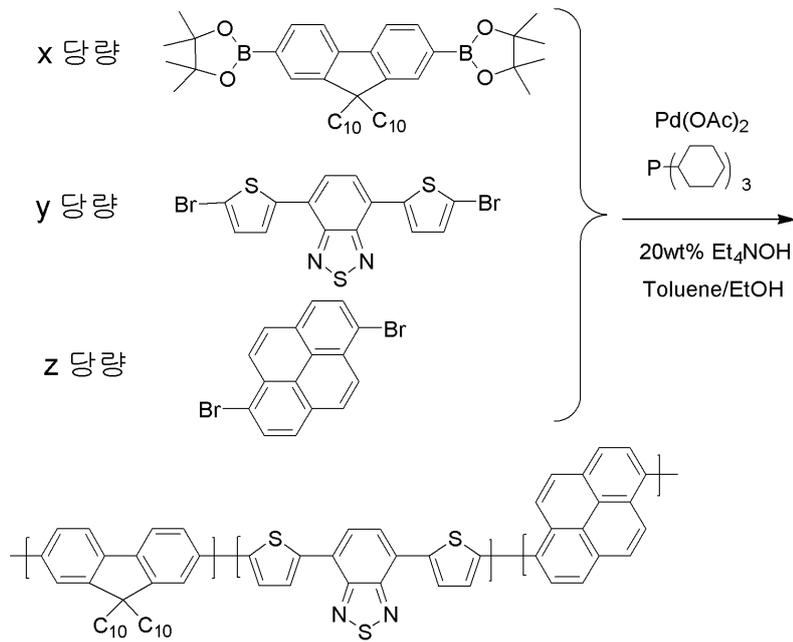
수학식 2

$$\text{에너지 전환 효율(\%)} = \text{필팩터} \times \frac{(J_{sc} \times V_{oc})}{100}$$

[0109]

[0110]

(상기에서, J_{sc} 는 광 단락 전류밀도이고, V_{oc} 는 광개방 전압이다.)



[0111]

【표 1】

유기 광전자소자의 제조 및 그를 채용한 유기 태양전지의 광학적 특성

구분	고분자	Loading 비율 (x/y/z)	부가 비율 (1/m/n)	광단락 전류 밀도 J_{sc} , mA/cm^2	광개방 전압 V_{oc} , V	필팩터 FF	에너지 변환 효율%
비교예 1	고분자 -1	0.5/0.5/0	0.5/0.5/0	7.44	0.80	0.33	1.99
실시예 1	고분자 -2	0.50/0.485/0.015	0.50/0.485/0.015	8.42	0.84	0.44	3.09
실시예 2	고분자 -3	0.50/0.475/0.025	0.50/0.450/0.050	8.51	0.89	0.42	3.16
실시예 3	고분자 -4	0.50/0.450/0.050	0.50/0.455/0.045	8.56	0.83	0.39	2.75
비교예 2	고분자 -5	0.50/0.375/0.125	0.50/0.410/0.090	7.84	0.75	0.36	2.11
비교예 3	고분자 -6	0.50/0.25/0.25	0.50/0.30/0.20	6.12	0.72	0.33	1.46

[0112]

[0113] 상기 표 1 및 도 2의 결과로부터, 플루오렌 및 디티에닐벤조사이아다리아졸의 공중합체에 소량의 파이렌이 함유되어 제조된 실시예 1~3의 고분자(고분자-2 내지 고분자-4)를 이용한 유기 태양전지는 파이렌 화합물이 함유되지 않은 비교예 1의 고분자(고분자-1)에 대비하여, 에너지변환효율이 각각 55%, 59%, 38% 향상된 결과를 보였다.

[0114] 또한, 플루오렌에 대하여, 12.5% 이상의 단량체를 첨가한 비교예 2의 경우 파이렌 화합물이 함유되지 않은 비교예 1의 고분자-1대비 비슷한 효율을 보여주고, 25% 이상의 단량체를 첨가한 비교예 3의 경우에는 비교예 1의 고분자-1에 대비하여, 에너지변환효율이 27%정도 오히려 감소되는 결과를 확인하였다.

[0115] <실시예 5> 전도성 고분자의 합성

[0116] 반응플라스크에 4,4'-비스(2-에틸-헥실)-5,5'-비스(트리케틸실릴)-디싸이레노실롤 (4,4'-bis(2-ethyl-hexyl)-5,5'-bis(trimethylsilyl)-dithieno [3,2-b:2',3'-d]silole 0.325g(0.436mmol), 4,7-브로모-2,1,3-벤조사이아다리아졸 0.122g(0.414mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.00784g(0.0218mmol)과 톨루엔 2ml를 넣어준 후, 10분 동안 질소로 버블링하여, 용매 중에 녹아있는 용존 산소를 제거하였다. 질소를 흘려주면서 Pd₂(dba)₃ 11.8 mg(0.0129 mmol)과 P(o-tolyl)₃ 11.7mg (0.0386 mmol)을 넣고 다시 5분간 질소로 버블링시켰다. 질소 분위기에서 외부 오일배스의 온도를 120℃로 유지하며 2일 동안 환류시켰다. 트리부틸페닐 주석(Tributylphenyl tin) 0.05g을 넣고 3시간 반응시킨 후, 브로모벤젠 0.12g을 넣고, 4시간 더 반응시켰다. 반응용액을 300ml 메탄올에 떨어뜨려 얻어진 미정제된 고체 고분자를 메탄올에서 24시간 속실텀을 이용하여 세척하였다. 용매를 클로로포름으로 바꾸어 고분자를 녹여낸 후, 용매를 최소량만 남기고 증발시킨 후 300ml 메탄올에 침전시켰다. 고체를 필터한 후, 용매를 제거하고, 다시 최소량의 클로로포름에 녹인 후 300ml 메탄올에 재침전시킨 후, 필터하고 진공하에서 건조하여 고분자-8 130mg을 얻었다[Mw = 67,000 g/mol(PDI=1.8)].

[0117] <실시예 6> 전도성 고분자의 합성

[0118] 반응플라스크에 4,4'-비스(2-에틸-헥실)-5,5'-비스(트리케틸실릴)-디싸이레노실롤0.325g(0.436mmol), 4,7-브로모-2,1,3-벤조사이아다리아졸 0.180g(0.392mmol), 1,6-디브로모파이렌 0.0157g(0.0436mmol)과 톨루엔 2ml를 넣어준 후, 10분 동안 질소로 버블링하여, 용매 중에 녹아있는 용존 산소를 제거하였다.

[0119] 질소를 흘려주면서 Pd₂(dba)₃ 11.8 mg(0.0129 mmol)과 P(o-tolyl)₃ 11.7mg (0.0386 mmol)을 넣고 다시 5분간 질소로 버블링시켰다. 질소 분위기에서 외부 오일배스의 온도를 120℃로 유지하며 일 동안 환류시키고, 이후의 실험은 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 수행하여, 고분자-9 180mg을 얻었다[Mw=60,000g/mol(PDI=1.7)].

[0120] <비교예 4> 전도성 고분자의 합성

[0121] 반응플라스크에 4,4'-비스(2-에틸-헥실)-5,5'-비스(트리케틸실릴)-디싸이레노실롤 0.325g(0.436mmol), 4,7-브로모-2,1,3-벤조사이아다리아졸 0.200g(0.436mmol)과 톨루엔 2ml를 넣어준 후, 10분 동안 질소로 버블링하여, 용매 중에 녹아있는 용존 산소를 제거하였다.

[0122] 질소를 흘려주면서 Pd₂(dba)₃ 11.8 mg(0.0129 mmol)과 P(o-tolyl)₃ 11.7mg (0.0386 mmol)을 넣고 다시 5분간 질소로 버블링시켰다. 질소 분위기에서 외부 오일배스의 온도를 120℃로 유지하며 2일 동안 환류시키고, 이후의 실험은 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 수행하여, 고분자-7 180mg을 얻었다[Mw=40,000g/mol(PDI=1.3)].

[0123] <실시예 7> 유기 광전자소자의 제조 2

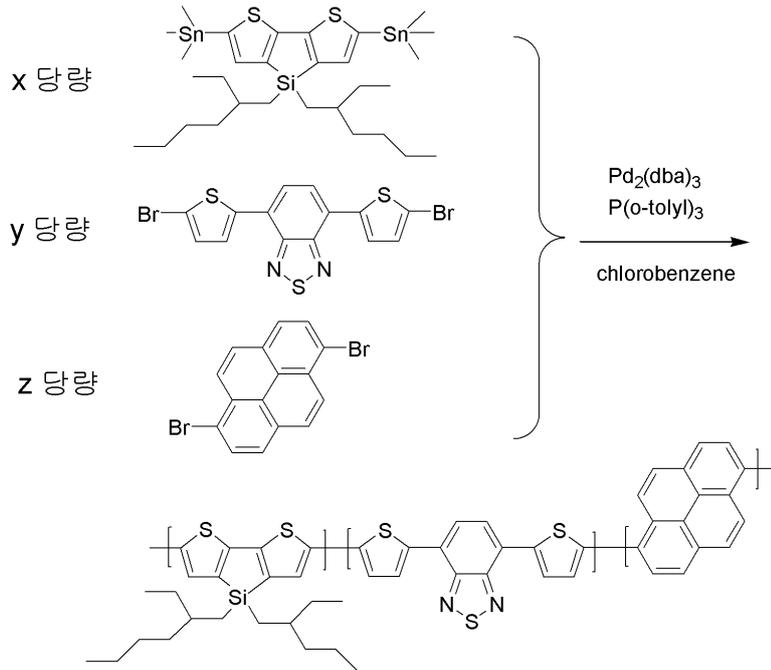
[0124] 상기 스티리방법을 통하여 합성된 실시예 5~6 및 비교예 4의 파이렌기를 포함하는 전도성 고분자를 전자공여체로 사용하고, C₇₀-PCBM를 전자수용체로 사용하되, 그 배합비를 1:3 중량비로 혼합하여 제조된 광전변환층 재료를 클로로벤젠 용매에 1.5%의 중량비로 함유되도록 용해시킨 후, 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 유기 태양전지를 제조하였다.

[0125] <실험예 2> 유기 광전자소자를 채용한 유기 태양전지의 전기 광학적 특성

[0126] 하기 반응식 2에 제시된 바와 같이 제조된 실시예 5~6 및 비교예 4의 고분자와 C₇₀-PCBM을 1:3 중량비로 혼합하여 광전변환층 재료를 제조하고, 이를 이용한 유기 태양전지에 대하여, 전기 광학적 특성결과를 하기 표 2에 기재하였다.

[0127] 또한, 도 3은 상기 실시예 5~6 및 비교예 4에서 제조된 전도성 고분자와 C₇₀-PCBM을 1:3 중량비로 혼합하여 제

조된 광전변환층 재료를 이용한 유기 태양전지의 전류밀도-전압(J-V) 측정 결과를 나타낸 그래프이다.



[0128]

【표 2】

유기 광전자소자의 제조 및 그를 채용한 유기 태양전지의 전기 광학적 특성

구분	고분자	Loading 비율 (x/y/z)	부가 비율 (l/m/n)	광단락 전류 밀도 (J_{sc}) (mA/cm^2)	광개방 전압 (V_{oc}) (V)	필팩터 (FF)	에너지 변환효율 (%)
비교예 4	고분자-7	0.5/0.5/0	0.5/0.5/0	10.30	0.49	0.47	2.39
실시예 5	고분자-8	0.5/0.475/0.025	0.5/0.495/0.005	10.98	0.55	0.46	2.76
실시예 6	고분자-9	0.50/0.45/0.05	0.5/0.455/0.045	11.44	0.55	0.49	3.06

[0129]

[0130]

상기 표 2 및 도 3의 결과로부터, 디싸이오펜실롤 및 벤조싸이아다리아졸의 공중합체에 소량의 파이렌이 함유되어 제조된 실시예 5~6의 고분자(고분자-8 및 고분자-9)를 포함한 유기 태양전지의 경우, 파이렌이 함유되지 않은 비교예 4의 고분자(고분자-7)에 비하여, 에너지변환효율이 각각 15%, 28% 향상된 결과를 확인하였다.

산업이용 가능성

[0131]

상기에서 살펴본 바와 같이,

[0132]

첫째, 다양한 종류의 방향족 단량체가 1종 이상 포함된 도너(donor) 작용기만으로 구성된 고분자 또는 도너 작용기에 반복적인 억셉터기(acceptor)를 도입한 도너-억셉터 형태의 고분자에, 특정량의 파이렌 화합물을 도입한 전도성 고분자를 제공함에 따라, 전하이동 속도가 향상되어 유기 태양전지의 전자 공여체로서 사용할 경우 에너지변환효율을 향상시키는 효과가 있다.

[0133]

둘째, 본 발명의 전도성 고분자의 높은 광자 흡수능 및 정공이동도에 의하여, 유기 광센서, 유기발광다이오드, 유기박막트랜지스터, 유기 태양전지 분야에 적용할 수 있는 유기 광전자소자용 재료로서 활용될 수 있다.

[0134]

셋째, 본 발명의 전도성 고분자를 상기 전도성 고분자를 유기 광전자소자용 재료로 이용하여 에너지변환효율을 개선시킨 유기 태양전지를 제공할 수 있다.

[0135] 이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

도면의 간단한 설명

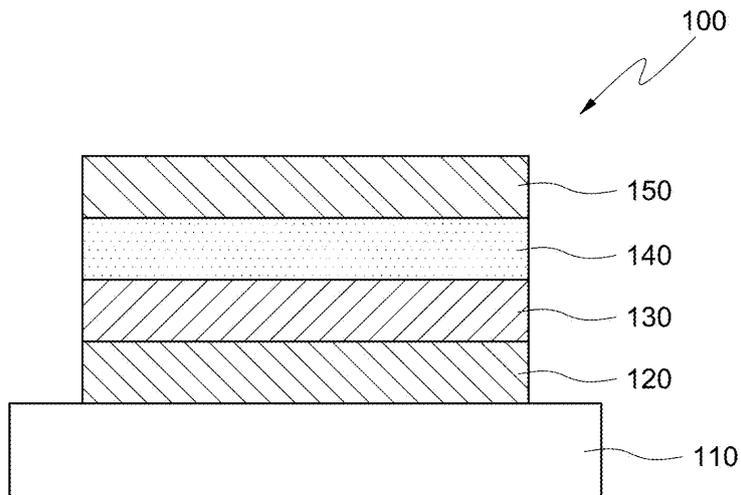
[0136] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 유기 광전자소자의 모식도이고,
 [0137] 도 2는 본 발명의 바람직한 제1실시형태에 따라 제조된 유기 태양전지의 전류밀도-전압(J-V) 측정 결과이고,
 [0138] 도 3은 본 발명의 바람직한 제2실시형태에 따라 제조된 유기 태양전지의 자의 전류밀도-전압(J-V) 측정 결과이다.

<도면 부호에 대한 간단한 설명>

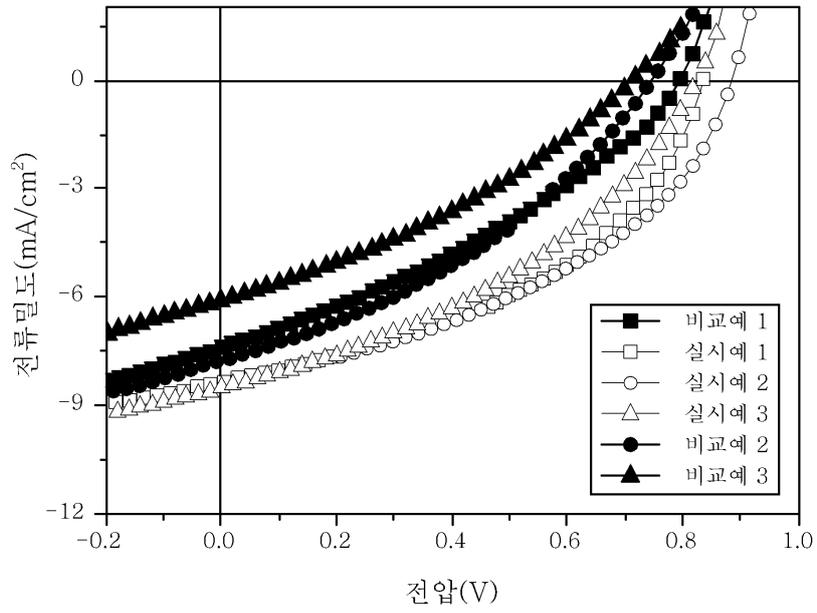
- | | | |
|--------|---------------|-----------|
| [0140] | 100: 유기 광전자소자 | 110: 기판 |
| [0141] | 120: 제1전극 | 130: 버퍼층 |
| [0142] | 140: 광전변환층 | 150: 제2전극 |

도면

도면1



도면2



도면3

