

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0081441
C07D 417/04 (2006.01) (43) 공개일자 2006년07월13일

(21) 출원번호 10-2005-0001757
(22) 출원일자 2005년01월07일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 이은경
서울특별시 강서구 가양2동 우성아파트 102-1304
이방린
경기 수원시 팔달구 영통동 황골마을1단지아파트 157-202
김주영
경기 수원시 영통구 망포동 망포마을 벽산빌리지 104동 1105호
한국민
경기도 수원시 장안구 정자동 913번지 대월마을 주공아파트 818-2002

(74) 대리인 김학제
문혜정

심사청구 : 없음

(54) 신규한 티오펜-티아졸 유도체 및 이를 이용한 유기박막트랜지스터

요약

본 발명은 신규한 티오펜-티아졸 유도체 및 이를 이용한 유기박막 트랜지스터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 p형 반도체 특성을 갖는 티오펜과 n형 반도체 특성을 갖는 티아졸이 교호(alternating)로 연결되어 머리-꼬리(head to tail) 구조를 형성한 유기고분자 반도체 물질에 관한 것으로, 이를 유기활성층으로 이용하면 누설전류가 낮고, 전하이동도 및 점멸비가 높은 유기박막 트랜지스터를 제공할 수 있다.

대표도

도 1

색인어

유기반도체, 머리-꼬리(head to tail) 구조, 티오펜, 티아졸, 유기박막 트랜지스터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 티오펜-티아졸 유도체 구조의 모식도,

도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 유기박막 트랜지스터 소자의 단면 개략도,

도 3은 본 발명의 제조예 3에서 제조한 유기고분자 반도체 화합물의 $^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼, 및

도 4는 본 발명의 실시예 1에서 제조한 유기박막 트랜지스터의 전류전달특성곡선이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1: 기판 2: 게이트 전극

3: 게이트 절연층 4: 소스 전극

5: 드레인 전극 6: 유기 활성층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 신규한 티오펜-티아졸 유도체 및 이를 이용한 유기박막 트랜지스터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 p형 반도체 특성을 갖는 티오펜과 n형 반도체 특성을 갖는 티아졸이 교호(alternating)로 연결되면서 측쇄가 머리-꼬리(head to tail) 구조를 형성한 유기고분자 반도체 물질에 관한 것이다.

유기박막 트랜지스터(Organic Thin Film Transistor; OTFT)는 일반적으로 기판, 게이트전극, 절연층, 소스/드레인 전극, 채널층을 포함하여 구성되고, 소스와 드레인 전극 상에 채널층이 형성되는 바텀 콘택트(BC)형과 채널층 상에 마스크 증착 등으로 금속전극이 뒤에서 형성되는 탑 콘택트(TC)형으로 나눌 수 있다.

유기박막 트랜지스터(OTFT)의 채널층으로 실리콘(Si)과 같은 무기반도체 물질이 일반적으로 사용되어 왔으나, 최근 디스플레이의 대면적화, 저가격화 그리고 유연화는 고가격, 고온진공 프로세스를 필요로 하는 무기계 물질에서 유기계 반도체 물질로 바뀌어 나가고 있다.

최근, 유기박막 트랜지스터(OTFT)의 채널층용 유기반도체물질이 많이 연구되고, 그 트랜지스터 특성이 보고되어 지고 있다. 많이 연구되는 저분자계 또는 올리고머 유기반도체 물질로는 펠로시아닌, 프탈로시아닌, 페리렌, 펜타센, C60, 티오펜 올리고머 등이 있고, 루슨트테크놀로지나 3M 등에서는 펜타센 단결정을 사용하여 $3.2 \sim 5.0 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 높은 전하이동도를 보고하고 있다(Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 2003, Vol. 771, L6.5.1 ~ L6.5.11). 프랑스의 CNRS도 올리고티오펜 유도체를 이용하여 $0.01 \sim 0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 의 비교적 높은 전하이동도와 전류점멸비(on/off ratio)를 보고하고 있다(J.Am. Chem. Soc., 1993, Vol. 115, pp. 8716~8721).

그러나, 상기의 종래기술은 박막형성을 주로 진공프로세스에 의존하고 있기 때문에 제조비용이 상승하였다.

한편, 국제특허공개 WO000179617호는 고분자계 재료로 F8T2라는 폴리티오펜계 재료를 사용하여 제작한 고분자계 OTFT 소자가 전하이동도 $0.01 \sim 0.02 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 를 나타냄을 보고하고 있다(Science, 2000, vol. 290, pp. 2132~2126). 또한, 미국특허 제6,107,117호는 위치규칙적(regioregular)인 폴리티오펜 P3HT(poly(3-alkylthiophene))를 이용하여 전하이동도 $0.01 \sim 0.04 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 의 OTFT 소자를 제조하였다. 그러나, 대표적인 위치규칙성 폴리티오펜 P3HT의 경우, 전하이동도는 $0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 정도이나 공기 중에서 불안정하여 차단누설전류(10^{-9} A 이상)가 높아 전류점멸비가 400 이하로 매우 낮기 때문에 전자소자에의 적용이 어렵다.

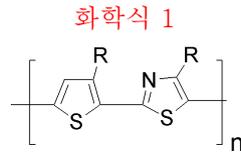
또한, T. Yamamoto가 Chem.Mater.16(23); 4616-4618. 2004.에서 발표한 머리-꼬리(head to tail) 구조의 폴리(티오펜-티아졸)을 제안하고 있으나, 용해성이 떨어지므로 습식 공정에 적용시에 가공성이 나쁘며 전반적인 TFT 특성 역시 양호하지 못한 문제점이 있다.

이와 같이, 상온 스핀 코팅 공정이 가능할 뿐만 아니라, 높은 전하이동도와 낮은 차단누설전류를 동시에 만족하는 유기박막 트랜지스터용 유기반도체 고분자 물질은 아직까지 보고 되고 있지 않다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 상온 스핀 코팅 공정이 가능할 뿐만 아니라, p-형 반도체 특성을 지닌 티오펜 단위에 n-형 반도체 특성을 지닌 티아졸을 교호적으로 연결함으로써 머리-꼬리(head to tail) 구조를 갖는 위치규칙적인 화합물을 합성함으로써, 높은 전하이동도 및 낮은 누설전류를 동시에 나타내는 티오펜-티아졸 유도체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

즉, 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 한 측면은 하기 화학식 1로 표시되는 티오펜-티아졸 유도체에 관한 것이다.



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이고, 이때 R은 서로 같거나 다를 수 있으며, n은 4 내지 200의 정수이다.

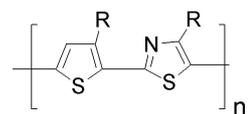
본 발명의 또 다른 측면은 상기 고분자 재료를 유기 활성층으로 사용하여 제작된 유기박막 트랜지스터에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

이하에서, 도면을 참조로 하여 본 발명에 관하여 보다 상세하게 설명한다.

본 발명의 고분자 반도체 물질인 티오펜-티아졸 유도체는 하기 화학식 1로 표시된다:

[화학식 1]



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이고, 이때 R은 서로 같거나 다를 수 있으며, n은 4 내지 200의 정수이다.

상기 화합물은 도 1의 구조식에 나타난 것처럼, 전자 공여체(electron donor)인 티오펜 단위가 p형 반도체로 작용하고, 전자 수용체(electron acceptor)인 티아졸 단위가 n형 반도체로 작용하면서 두 개의 반복단위가 교호적으로 결합되어 있고, 특히 그 측쇄가 위치 규칙적인 머리-꼬리 구조(regioregular head to tail structure)를 형성한다. 이러한 구조를 갖는 화합물들은 분자간의 p-p 스택킹(stackings)의 증가로 높은 전하 이동을 갖는다.

본 발명의 티오펜-티아졸 유도체는 도 1에 나타난 구조로 인하여, 분자 내 또는 분자간 p, n 상호작용(interaction)이 증가하여 π-스택킹(stackings)이 우수하고, 그 결과 유기박막 트랜지스터에 적용하였을 때, 전하이동도가 증가한다. 또한, 본 발명의 고분자 반도체 물질은 분자 내의 전자 수용체의 도입으로 인해 고분자의 밴드 갭, 및 호모(HOMO: high occupied molecular orbital in a molecule) 레벨이 조절됨으로써 유기박막 트랜지스터에 적용하였을 때, 누설전류가 상대적으로 낮아지는 효과를 제공할 수 있다.

상기 티오펜-티아졸 유도체의 수평균 분자량은 5,000 ~ 80,000의 범위인 것이 바람직하다.

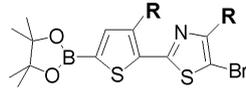
본 발명의 티오펜-티아졸 유도체는 하기 화학식 2로 표시되는 화합물을 출발물질로 하여 하기 화학식 3으로 표시되는 단량체를 합성한 후, 이를 중합 반응시켜 수득된다.

화학식 2



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이다.

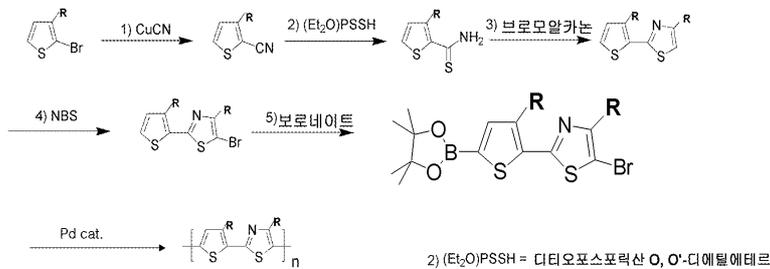
화학식 3



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이다.

상기 단량체의 및 고분자 합성 과정의 한 구현예로서 하기 반응식 1과 같이 진행될 수 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다.

반응식 1



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이고, 이때 R은 서로 같거나 다를 수 있다.

상기 화학식 3으로 표시되는 단량체를 스즈키 커플링(Suzuki coupling)이라고 일반적으로 알려진 축합반응을 시킴으로써, 상기 화학식 1로 표시되는 본 발명의 티오펜-티아졸 유도체를 수득할 수 있다. 이 반응에서 용매는 통상의 톨루엔, 디메톡시에테르, 테트라히드로퓨란, 디메틸포름아미드, 물 등을 사용할 수 있으며, 질소분위기 하에서 50 내지 130℃에서 2시간 내지 24시간 반응시키는 것이 바람직하다.

이 때 하기 화학식 4 내지 6으로 표시되는 팔라듐 촉매를 이용하여 본 발명의 고분자 반도체 물질을 합성할 수 있다.

화학식 4



화학식 5



화학식 6

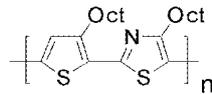


상기 식에서, L은 트리페닐포스핀 (PPh₃), 트리페닐아리신 (AsPh₃), 트리페닐포스파이트 P(OPh)₃, 디페닐포스피노페로센 (dppf), 디페닐포스피노 부탄 (dppb), 아세테이트 (OAc), 디벤질리돈아세톤(dba)으로 이루어진 군에서 선택된 리간드 (ligand)이고,

X는 I, Br 또는 Cl이다.

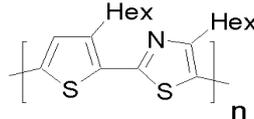
상기 스즈키 커플링(Suzuki coupling) 반응을 이용하여 합성된 본 발명의 티오펜-티아졸 유도체로서 하기 화학식 7 또는 8로 표시되는 화합물을 예로 들 수 있다.

화학식 7



상기 식에서, Oct는 옥틸기이고, n은 4내지 200의 정수이다.

화학식 8



상기 식에서, Hex는 헥실기이고, n은 4내지 200의 정수이다.

본 발명의 티오펜-아릴렌 유도체는 활성층을 이루는 새로운 유기반도체 재료로서 이용되어 도 2에 도시한 바와 같은 OTFT 소자의 제조에 적용될 수 있다.

본 발명에 의한 유기박막 트랜지스터 소자는, 도 2에 도시된 바와 같이, 기판/게이트 전극/게이트 절연층/유기 활성층/소스-드레인 전극이 차례로 형성된 탑 컨택트 구조(미도시)를 형성할 수도 있고, 기판(1)/게이트 전극(2)/게이트 절연층(3)/소스-드레인 전극(4, 5)/유기 활성층(6)이 차례로 형성된 바텀 컨택트 구조(도 2)로 형성될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

이때, 본 발명의 티오펜-티아졸 유도체를 이용한 유기활성층의 성층은 스크린 인쇄법, 프린팅법, 스핀코팅법, 딥핑법(dipping) 또는 잉크분사법을 통하여 박막으로 형성될 수 있다.

상기 기판 (1)은 유리, 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate: PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate: PET), 폴리카보네이트(Polycarbonate), 폴리비닐알콜(Polyvinylalcohol), 폴리아크릴레이트(Polyacrylate), 폴리아미드(Polyimide), 폴리노르보넨(Polynorbornene) 및 폴리에테르설폰(Polyethersulfone: PES) 등으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

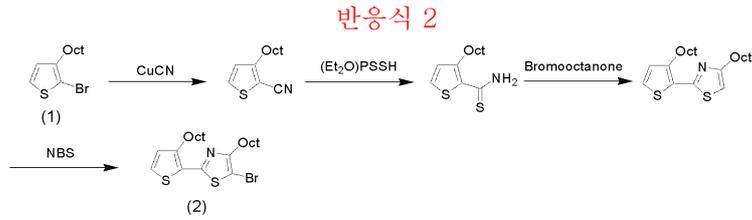
상기 게이트 전극 (2)로는 통상적으로 사용되는 금속이 사용될 수 있으며, 구체적으로는 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr) 및 인듐틴산화물(ITO) 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

상기 OTFT 소자를 구성하는 게이트 절연층 (3)으로서는 통상적으로 사용되는 유전율이 큰 절연체를 사용할 수 있으며, 구체적으로는 Ba_{0.33}Sr_{0.66}TiO₃ (BST), Al₂O₃, Ta₂O₅, La₂O₅, Y₂O₃ 및 TiO₂로 이루어진 군으로부터 선택된 강유전성 절연체, PbZr_{0.33}Ti_{0.66}O₃(PZT), Bi₄Ti₃O₁₂, BaMgF₄, SrBi₂(TaNb)₂O₉, Ba(ZrTi)₃O₃ (BZT), BaTiO₃, SrTiO₃, Bi₄Ti₃O₁₂, SiO₂, SiN_x 및 AlON로 이루어진 군으로부터 선택된 무기 절연체, 또는 폴리아미드(polyimide), BCB (benzocyclobutene), 파릴렌(Parylene), 폴리아크릴레이트(Polyacrylate), 폴리비닐알콜(Polyvinylalcohol) 및 폴리비닐페놀(Polyvinylphenol) 등의 유기절연체를 사용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

상기 소스 및 드레인 전극 (4 및 5)로는 통상적으로 사용되는 금속이 사용될 수 있으며, 구체적으로는 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 니켈(Ni) 및 인듐틴산화물(ITO) 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

이하에서, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 설명의 목적을 위한 것으로 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다.

제조예 1: 5-브로모-4-옥틸-2-(3-옥틸-티오펜-2-일)-티아졸의 합성



20.0g(81mmol)의 상기 2-브로모-3-옥틸티오펜(2-bromo-3-octylthiophene)과 과량의 CuCN을 반응시켜 얻어진 2-시아노-3-옥틸티오펜(2-cyano-3-octylthiophene) (수율:5.3g, 34%)과 과량(약 2.5당량)의 디티오포스포릭애시드 O,O'-디에틸에테르(dithiophosphoric acid O,O'-diethylether)의 THF 용액을 12시간 정도 가열 반응시켰다. 얻어진 2-티오아미노-3-옥틸티오펜(2-thioamino-3-octylthiophene)(수율:2.9g, 45%)과 1.2 당량의 브로모옥탄(bromooctanone)을 사용하여 얻어진 2-티아졸-(3'-옥틸)-3-옥틸티오펜(2-thiazole (3'-octyl)-3-octylthiophene) (수율:1.4g, 32%)을 N-브로모석신이미드(N-Bromosuccinimide)와 반응시켜 상기 (2) 5-브로모-4-옥틸-2-(3-옥틸-티오펜-2-일)-티아졸(5-Bromo-4-octyl-2-(3-octyl -thiophen-2-yl)-thiazole)을 수득하였다 (수율:1.32g, 82%).

¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃) d (ppm) 0.89 (6H), 1.35 (20H), 1.68 (4H), 2.73 (2H), 2.83 (2H), 6.92 (1H), 7.26 (1H).

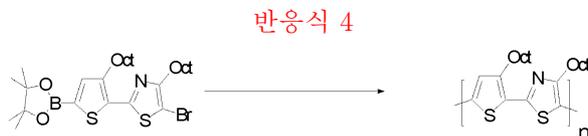
제조예 2: 5-브로모-4-옥틸-2-(3-옥틸-4-디옥소보라닐-티오펜-2-일)티아졸의 합성



2g(4.25mmol)의 5-브로모-4-옥틸-2-(3-옥틸-티오펜-2-일)-티아졸(5-Bromo-4-octyl-2-(3-octyl-thiophen-2-yl)-thiazole)을 무수 THF 25ml에 녹인 후 -80℃로 온도를 낮춘 다음 3.198ml(6.375mmol)의 리튬 디이소프로필아미드(Lithium diisopropylamide)를 천천히 가하였다. 30분 교반한 후 2-이소프로кси-4,4',5,5'-테트라메틸-1,3,2-디옥소보롤란(2-isopropoxy-4,4',5,5'-tetramethyl-1,3,2-dioxoborolane) 1.186g(6.375mmol)을 -80℃에서 천천히 가한 다음 천천히 온도를 상온까지 올리면서 5시간 동안 교반하였다. 물을 넣어 반응을 종결한 다음 클로로포름으로 추출한 후, 여러 번 물로 세정하였다. 마그네슘 설페이트로 수분을 없앤 다음 용액을 필터한 후 용매를 제거하였다. 얻어진 화합물을 크로마토그래피로 정제하여 5-브로모-4-옥틸-2-(3-옥틸-4-디옥소보라닐-티오펜-2-일)-티아졸(5-Bromo-4-octyl-2-(3-octyl-4-dioxoboranyl-thiophen-2-yl)-thiazole)을 수득하였다. (수율:1.2g, 47%)

¹H NMR(300 MHz CDCl₃) d (ppm) 0.88 (6H), 1.3 (34H), 1.67 (4H), 2.87 (2H), 2.99 (2H), 6.98(1H)

제조예 3: 5-메틸-2-(5-메틸-3-옥틸-티오펜-2-일)-4-옥틸-티아졸의 합성



2.36g(17.07mmol)의 탄산칼슘을 넣고 물에 녹인 후 THF 30ml를 넣은 다음 5-브로모-4-옥틸-2-(3-옥틸-4-디옥소보라닐-티오펜-2-일)-티아졸(5-Bromo-4-octyl-2-(3-octyl-4-dioxoboranyl-thiophen-2-yl)-thiazole)을 THF 20ml에 녹인 후 넣었다. 0.296g(0.256mmol)의 pd(0)를 가한 다음 65℃에서 5-6시간 동안 교반하였다. 10% HCl 용액을 넣어 반응을 종결한 후 24시간 동안 교반하였다. 화합물을 추출한 다음 10% HCl 용액을 넣어 다시 24시간 동안 교반하였다. 화합물을 추출한 후 10% 암모늄 용액을 넣어 24시간 동안 교반한 다음 클로로포름 용액으로 추출한 후 물로 여러 번 세정하였다. 화합물을 클로로포름으로 속슬렛 추출(soxhlet extraction)하여 5-메틸-2-(5-메틸-3-옥틸-티오펜-2-일)-4-옥틸-티아졸(5-Methyl-2-(5-methyl-3-octyl-thiophen-2-yl)-4-octyl-thiazole)을 수득하고, 그 NMR 데이터를 도 3에 도시하였다. (수율:0.2g, 30%)

¹H NMR(300 MHz CDCl₃) d (ppm) 0.88 (6H), 1.3 (20H), 1.77 (4H), 2.95 (4H), 7.00 (1H)

실시예 1: 티오펜-티아졸 유도체를 사용한 유기박막 트랜지스터의 제작

먼저 세정된 플라스틱 기판에 게이트 전극으로 사용되는 크롬을 스퍼터링법으로 1000Å 증착한 후, 게이트 절연막으로 사용되는 SiO₂를 CVD법으로 1000Å 증착하였다. 기판은 유기반도체재료를 증착하기 전 이소프로필알콜을 이용하여 10분간 세척하여 건조하고 사용하였다. 시료는 헥산에 10mM 농도로 희석시킨 옥타데실트리클로로실란 용액에 30초간 담겼다. 아세톤으로 세척 후 건조시킨 다음 상기 제조예 3에서 합성한 티오펜-티아졸 유도체를 톨루엔에 2wt% 농도로 용해시켜 1000rpm에서 700Å 두께로 스핀코팅하여 아르곤 분위기 하에서 100℃, 1시간 동안 베이킹하였다. 그 위에 소스-드레인 전극으로 사용되는 ITO를 스퍼터링법으로 1200Å 증착하여 탑-컨택트 방식의 OTFT 소자를 제작하고 상기 소자를 사용하여 전하 이동도를 측정하였다. KEITHLEY사의 Semiconductor Characterization System(4200-SCS)를 이용하여 전류전달특성 측정 후, 전류전달곡선은 도 4에 도시하고, 소자의 제반 물성의 측정 값을 표 1에 나타내었다. 전하이동도는 상기 전류전달곡선을 사용하여 하기의 포화영역(saturation region)의 전류식으로부터 계산하였다.

즉, 전하이동도는 하기 포화영역(saturation region) 전류식으로부터 (ISD)^{1/2} 과 V_G를 변수로 한 그래프를 얻고 그 기울기로부터 구하였다:

$$\begin{aligned}
 & \text{수학식 1} \\
 I_{SD} &= \frac{WC_0}{2L} \mu (V_G - V_T)^2 \\
 \sqrt{I_{SD}} &= \sqrt{\frac{\mu C_0 W}{2L}} (V_G - V_T) \\
 \text{slope} &= \sqrt{\frac{\mu C_0 W}{2L}} \\
 \mu_{FET} &= (\text{slope})^2 \frac{2L}{C_0 W}
 \end{aligned}$$

상기 식에서, I_{SD}는 소스-드레인 전류이고, μ 또는 μ_{FET}는 전하 이동도이며, C₀는 산화막 정전용량이고, W는 채널 폭이며, L은 채널 길이이고, V_G는 게이트 전압이며, V_T는 문턱전압이다.

또한 차단누설전류(I_{off})는 오프 상태일 때 흐르는 전류로서, 전류비에서 오프 상태에서 최소전류로 구하였다.

비교예 1

폴리알킬티오펜(poly(3-alkylthiophene); Lucent Technology Inc.)을 사용하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 유기박막 트랜지스터 소자를 제조하고, KEITHLEY사의 Semiconductor Characterization System(4200-SCS)를 이용하여 전류전달특성을 측정 후, 그 측정 값, 전하이동도, 및 차단누설전류를 표 1에 나타내었다.

비교예 2

HT-Th-4ATz(Chem. Mater. 16(23); 4616-4618. 2004, poly(thiophene-4-alkylthiazole)을 사용하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 유기박막 트랜지스터 소자를 제조하여, KEITHLEY사의 Semiconductor Characterization System(4200-SCS)를 이용하여 전류전달특성을 측정 후, 그 측정 값, 전하이동도, 및 차단누설전류를 표 1에 나타내었다.

[표 1]

유기활성층	전하이동도 (cm ² /V.s)	차단누설	점멸비
		전류(A)	
실시예 1	0.01	2~5× 10 ⁻¹²	10 ⁶
비교예 1	0.01	1×10 ⁻⁹	100
비교예 2	0.0025	1×10 ⁻⁹	200

표 1에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 티오펜-티아졸 유도체는 전하이동도가 0.01cm²/Vs 수준, 누설전류가 2~5×10⁻¹²A, 점멸비가 1.0×10³으로 측정되었으므로, OTFT 적용시 그 성능이 매우 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

발명의 효과

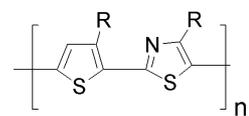
이와 같이 본 발명의 티오펜-티아졸 유도체는 새로운 구조의 고분자 유기반도체로서 상온 스펀 코팅 공정이 가능하고 안정적일 뿐만 아니라, 전하이동도가 높고, 차단누설전류가 낮아 OTFT 소자용 활성층으로 활용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

하기 화학식 1로 표시되는 티오펜-티아졸 유도체:

[화학식 1]



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시알킬기이고, 이때 R은 서로 같거나 다를 수 있으며, n은 4 내지 200의 정수이다.

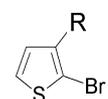
청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물의 측쇄인 상기 R이 서로 머리-꼬리(head to tail) 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 티오펜-티아졸 유도체.

청구항 3.

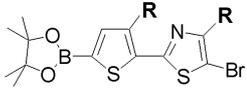
제 1항에 있어서, 상기 티오펜-티아졸 유도체가 하기 화학식 2로 표시되는 화합물을 출발 물질로 하여 하기 화학식 3으로 표시되는 단량체를 제조한 후, 하기 화학식 4 내지 6으로 표시되는 측매 화합물을 이용하는 축합 반응에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 티오펜-티아졸 유도체.

[화학식 2]



상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이다.

[화학식 3]

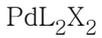


상기 식에서, R은 각각 독립적으로 히드록시기, 탄소수 1~20개의 선형, 분지형 또는 환형 알킬기, 알콕시알킬기, 환형 알콕시기이다.

[화학식 4]



[화학식 5]



[화학식 6]



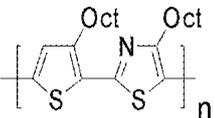
상기 식에서, L은 트리페닐포스핀 (PPh₃), 트리페닐아리신 (AsPh₃), 트리페닐포스파이트 P(OPh)₃, 디페닐포스피노페로센 (dppf), 디페닐포스피노 부탄 (dppb), 아세테이트 (OAc), 디벤질리돈아세톤(dba)으로 이루어진 군에서 선택된 리간드 (ligand)이고,

X는 I, Br 또는 Cl이다.

청구항 4.

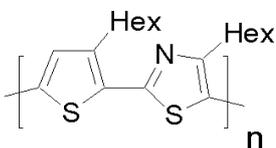
제 1항에 있어서, 상기 티오펜-티아졸 유도체는 하기 화학식 7 또는 화학식 8로 표시되는 것을 특징으로 하는 티오펜-티아졸 유도체.

[화학식 7]



상기 식에서, Oct는 옥틸기이고, n은 4 내지 400이다.

[화학식 8]



상기 식에서, Hex는 헥실기이고, n은 4내지 200의 정수이다.

청구항 5.

기판 위에 게이트 전극, 게이트 절연층, 유기 활성층 및 소스/드레인 전극을 포함하여 형성된 유기박막 트랜지스터에 있어서, 상기 유기 활성층이 상기 제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 따른 티오펜-티아졸 유도체로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기박막 트랜지스터.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 유기 활성층이 스크린 인쇄법, 프린팅법, 스핀코팅법, 딥핑법(dipping) 또는 잉크분사법을 통하여 박막으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기박막 트랜지스터.

청구항 7.

제 5항에 있어서, 상기 게이트 절연층이 $Ba_{0.33}Sr_{0.66}TiO_3$ (BST), Al_2O_3 , Ta_2O_5 , La_2O_5 , Y_2O_3 및 TiO_2 로 이루어진 군으로부터 선택된 강유전성 절연체, $PbZr_{0.33}Ti_{0.66}O_3$ (PZT), $Bi_4Ti_3O_{12}$, $BaMgF_4$, $SrBi_2(TaNb)_2O_9$, $Ba(ZrTi)O_3$ (BZT), $BaTiO_3$, $SrTiO_3$, $Bi_4Ti_3O_{12}$, SiO_2 , SiN_x 및 AlON로 이루어진 군으로부터 선택된 무기 절연체, 또는 폴리이미드 (polyimide), BCB(benzocyclobutene), 파릴렌(Parylene), 폴리아크릴레이트(Polyacrylate), 폴리비닐알콜 (Polyvinylalcohol) 및 폴리비닐페놀(Polyvinylphenol)로 이루어진 군으로부터 선택된 유기절연체로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기박막 트랜지스터.

청구항 8.

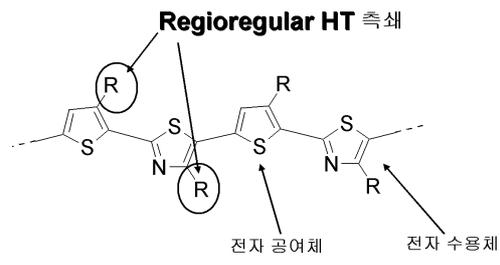
제 5항에 있어서, 상기 기판이 유리, 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate: PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate: PET), 폴리카보네이트(Polycarbonate), 폴리비닐알콜(Polyvinylalcohol), 폴리아크릴레이트(Polyacrylate), 폴리이미드(Polyimide), 폴리노르보넨(Polynorbornene) 및 폴리에테르설폰(Polyethersulfone: PES)로 이루어진 군으로부터 선택된 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기박막 트랜지스터.

청구항 9.

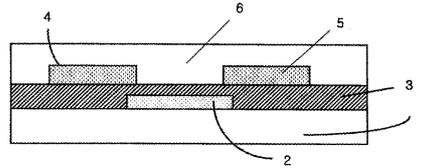
제 5항에 있어서, 상기 게이트 전극 및 소스-드레인 전극이 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr) 및 인듐틴산화물(ITO)로 이루어진 군으로부터 선택된 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기박막 트랜지스터.

도면

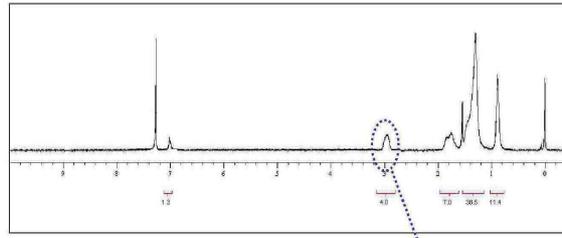
도면1



도면2



도면3



Regioregularity : >95 % 확인

도면4

