

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2018년 4월 19일 (19.04.2018)



(10) 국제공개번호  
WO 2018/070679 A1

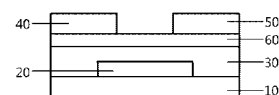
- (51) 국제특허분류: *H01L 51/00* (2006.01)      *H01L 51/05* (2006.01)      공개: — 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/010170
- (22) 국제출원일: 2017년 9월 18일 (18.09.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2016-0132940 2016년 10월 13일 (13.10.2016) KR  
10-2017-0117521 2017년 9월 14일 (14.09.2017) KR
- (71) 출원인: 주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 임보규 (LIM, Bogyu); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 노용영 (NOH, Yong-Young); 04620 서울시 중구 필동로1길 30 동국대학교, Seoul (KR). 조근 (CHO, Keun); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 이지영 (LEE, Jiyoung); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 박정현 (PARK, Junghyun); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 정순성 (CHUNG, Soon-Sung); 06253 서울시 강남구 강남대로 318, 타워837 빌딩, 6층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).



WO 2018/070679 A1

(54) Title: ORGANIC TRANSISTOR AND GAS SENSOR

(54) 발명의 명칭: 유기트랜지스터 및 가스센서



(57) Abstract: The present specification relates to: an organic transistor comprising an organic semiconductor layer containing a compound represented by chemical formula 1; and a gas sensor using the same.

(57) 요약서: 본 명세서는 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기반도체층을 포함하는 유기트랜지스터 및 이를 적용한 가스센서에 관한 것이다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 유기트랜지스터 및 가스센서

#### 기술분야

- [1] 본 출원은 2016년 10월 13일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제10-2016-0132940호 및 2017년 9월 14일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제10-2017-0117521호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 명세서에 포함된다.
- [2] 본 명세서는 유기트랜지스터 및 가스센서에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [3] 박막형태의 전계효과 트랜지스터(field-effect transistor, FET)는 소스 전극, 드레인 전극, 게이트 전극, 절연층 및 반도체층으로 구성되어 있는데, 최근 단분자, 고분자 및 올리고머와 같은 유기물질을 반도체층에 적용한 유기트랜지스터에 대한 관심이 높아지고 있다.
- [4] 유기 물질 중에서도 용액공정용 단분자는 플렉서블 기판에 적용가능하고, 저온 공정이 가능하며, 대면적 적용이 가능하여 공정성이 향상되고, 경제적이다. 또한 고분자 대비 배치-투-배치(batch-to-batch) 차이가 없기 때문에 반도체층에 적용 시 상용화에 유리하다.
- [5] 한편, 유기트랜지스터의 구조는 게이트 전극의 위치에 따라 상부 게이트(top gate) 또는 하부 게이트(bottom gate) 구조를 가질 수 있으며, 하부 게이트 구조에서는 소스/드레인 전극이 반도체층 위 또는 아래에 위치하느냐에 따라 상부 접촉(top contact) 또는 하부 접촉(bottom contact) 구조로 나뉠 수 있다.
- [6] 상부 게이트 구조는 반도체층이 소스 전극 및 드레인 전극과 접촉하는 면적이 상대적으로 넓기 때문에 성능면에서 유리할 수 있으며, 반도체층 위에 상부 전극을 도포하기 때문에 공기 안정성 면에서 유리할 수 있다. 반면, 하부 게이트 구조는 상부 게이트 구조 대비 안정성 면에서 불리할 수 있다.
- [7] 유기트랜지스터의 성능은 전하의 이동도, on-off 전류 비율(on/off ratio) 등으로 평가할 수 있으며, 유기트랜지스터의 성능 향상을 위해서 고성능의 유기반도체 개발이 필요하다.
- [8] 한편, 가스센서는 여러 장소에 설치되어 우리가 생활하는 대기, 환경 중의 유해물질 및 오염물질을 모니터링 하는 중요한 역할을 담당하고 있으며, 얼마나 빨리 반응을 할 수 있는지를 보여주는 신속성, 얼마나 미세한 양이 검출이 되어도 반응할 수 있는지를 보여주는 민감성, 얼마나 오랫동안 동작을 할 수 있는지를 보여주는 내구성, 그리고 소비자가 얼마나 부담 없이 센서를 사용할 수 있는지를 보여주는 경제성 등의 특성을 요구하고 있다. 또 기존의 반도체 공정 기술과 결합하기 위해서는 집적화, 나열화하기 쉬운 특성을 갖고 있어야 한다.
- [9] 이러한 가스센서의 동작원리로는 가스양의 변화에 따라서 저항 값이 변화하는

것을 이용한 반도체형과 일정 주파수를 갖고 진동하고 있는 진동자에 가스가 흡착되면 진동수가 바뀌는 것을 이용한 진동자형이 있다. 대부분의 가스센서는 회로가 간단하고 상온에서 안정적인 열적 특성을 보이는 반도체형을 이용하고 있다.

[10] 반도체형 가스센서는 무기 소재인 실리콘 반도체가 원자간 공유결합을 통해 반도체 결정을 이루는 무기 반도체형 가스센서 및 전도성 고분자의 분자결합 즉 반데르발스 상호작용으로 결합된 유기반도체형 가스센서가 있다. 이 중 산화 주석을 기반으로 하는 가스센서는 센서 작동을 위해서 높은 온도가 필요하여 마이크로 히터를 내장한 제품이 시판되고 있는데 이러한 문제점으로 인해서 박막화에 어려움이 존재한다. 또한 감도가 50 ppm 이하의 가스 농도는 측정이 불가능하여 광범위한 적용에 제한이 있다.

[11] 유기반도체를 기반으로 하는 가스센서는 반도체소재를 유기용매에 용해시켜 다양한 인쇄공정을 통해서 용액상으로 제조가 가능하므로 기존의 가스센서 제조 비용을 획기적으로 낮출 수 있다. 따라서 최근에 잉크젯 인쇄등의 인쇄공정을 통하여 유기반도체를 센싱물질로 보고하는 인쇄형 가스센서에 대해서 활발히 연구되고 있으나 센싱을 위한 다양한 유기반도체 소재에 대한 연구는 상대적으로 덜 이루어진 실정이다.

**발명의 상세한 설명**

**기술적 과제**

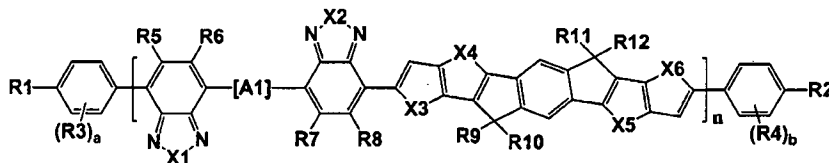
[12] 본 명세서는 유기트랜지스터 및 가스센서를 제공한다.

**과제 해결 수단**

[13] 본 명세서의 일 실시상태는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기반도체층을 포함하는 유기트랜지스터를 제공한다.

[14] [화학식 1]

[15]



[16] 상기 화학식 1에 있어서,

[17] X1 내지 X6는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', NR, O, SiRR', PR, S, GeRR', Se 또는 Te이며,

[18] R1 및 R2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 또는 치환 또는 비치환된 알킬기이며,

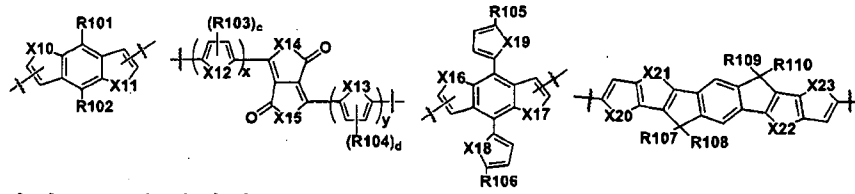
[19] a 및 b는 각각 1 내지 4의 정수이고,

[20] a 및 b가 각각 2 이상일 경우, 2 이상의 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하며,

[21] n은 1 내지 10,000의 정수이고,

[22] [A1]은 하기 구조 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 포함하며,

[23]



[24]

상기 구조에 있어서,

[25]

X10 내지 X23은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', NR, O, SiRR', PR, S, GeRR', Se 또는 Te이며,

[26]

c 및 d는 각각 1 또는 2이고,

[27]

c 및 d가 각각 2일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하하며,

[28]

x 및 y는 각각 1 내지 5의 정수이고,


[29]

x 및 y가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하하며,

[30]

R3 내지 R12, R101 내지 R110, R 및 R'은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폰시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폰시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 실록산기; 치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기; 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이고,

[31]

는 다른 치환기 또는 결합부에 결합되는 부위이다.

[32]

본 명세서의 일 실시상태는 상기 유기트랜지스터를 적용한 가스센서를 제공한다.

**발명의 효과**

[33]

본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터는 결정성 및 전하이동도가 우수한 화합물을 유기반도체층에 적용함으로써 성능이 우수하다.

[34]

본 명세서의 일 실시상태에 따른 가스센서는 저농도의 가스 분위기하에서도 가스 검출이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

[35]

도 1 내지 4는 본 발명의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터를 나타낸 도이다.

[36]

도 5는 화합물 1-a의 NMR 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[37]

도 6은 화합물 1-a의 MS 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[38]

도 7은 화합물 1-b의 MS 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[39]

도 8은 화합물 1-b의 HPLC 측정결과를 나타낸 도이다.

- [40] 도 9는 화합물 1의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.
- [41] 도 10은 화합물 1의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [42] 도 11은 화합물 2의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.
- [43] 도 12는 화합물 2의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [44] 도 13은 화합물 3의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.
- [45] 도 14는 화합물 3의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [46] 도 15는 화합물 4의 DSC 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [47] 도 16은 화합물 4의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.
- [48] 도 17은 화합물 4의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [49] 도 18은 화합물 5-b의 MS 스펙트럼을 나타낸 도이다.
- [50] 도 19는 실시예 1에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [51] 도 20은 실시예 2에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [52] 도 21은 실시예 4에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [53] 도 22는 실시예 5에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [54] 도 23은 실시예 7에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [55] 도 24는 실시예 9에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [56] 도 25는 실시예 10에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [57] 도 26은 실시예 12에서 제조된 인버터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [58] 도 27은 실시예 13에서 제조된 가스센서의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [59] 도 28은 실시예 14에서 제조된 가스센서의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [60] [부호의 설명]
- [61] 10: 기판
- [62] 20: 게이트 전극
- [63] 30: 절연층
- [64] 40: 소스 전극
- [65] 50: 드레인 전극
- [66] 60: 유기반도체층
- 발명의 실시를 위한 최선의 형태**
- [67] 이하 본 명세서에 대하여 상세히 설명한다.
- [68] 본 명세서는 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기반도체층을


포함하는 유기트렌지스터를 제공한다.

[69] 본 명세서에 있어서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[70] 본 명세서에 있어서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

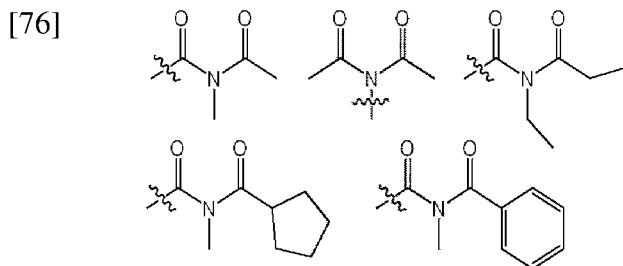
[71] 본 명세서에 있어서 "조합"은 하나의 구조를 여러 개 연결하거나, 상이한 종류의 구조를 연결하는 것을 의미한다.

[72] 본 명세서에 있어서, "치환 또는 비치환된"이라는 용어는 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 이미드기; 아미드기; 카르보닐기; 에스테르기; 히드록시기; 알킬기; 시클로알킬기; 알콕시기; 아릴옥시기; 알킬티옥시기; 아릴티옥시기; 알킬술폰시기; 아릴술폰시기; 알케닐기; 실릴기; 실록산기; 붕소기; 아민기; 아릴포스핀기; 포스핀옥사이드기; 아릴기; 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택된 1 또는 2 이상의 치환기로 치환되었거나 상기 예시된 치환기 중 2 이상의 치환기가 연결된 치환기로 치환되거나, 또는 어떠한 치환기도 갖지 않는 것을 의미한다. 예컨대, "2 이상의 치환기가 연결된 치환기"는 바이페닐기일 수 있다. 즉, 바이페닐기는 아릴기일 수도 있고, 2개의 페닐기가 연결된 치환기로 해석될 수 있다.

[73] 본 명세서에 있어서, 는 다른 치환기 또는 결합부에 결합되는 부위를 의미한다.

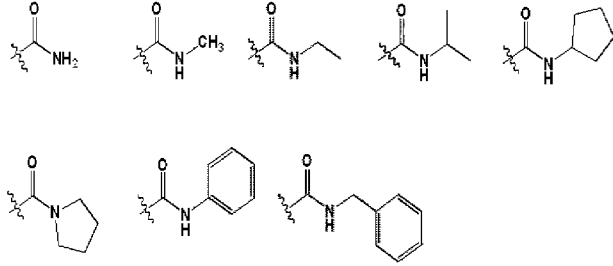
[74] 본 명세서에 있어서, 할로젠기는 불소, 염소, 브롬 또는 요오드가 될 수 있다.

[75] 본 명세서에 있어서, 이미드기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 1 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적으로 하기와 같은 구조의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[77] 본 명세서에 있어서, 아미드기는 아미드기의 질소가 수소, 탄소수 1 내지 30의 직쇄, 분지쇄 또는 고리쇄의 치환 또는 비치환된 알킬기 또는 탄소수 6 내지 30의 아릴기로 치환되거나, 인접하는 치환기가 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소고리를 형성할 수 있다. 구체적으로, 하기 구조식의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

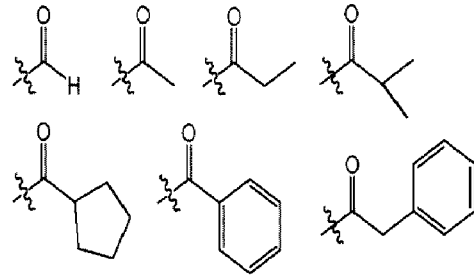
[78]



[79]

본 명세서에서 카르보닐기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 1 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적으로 하기와 같은 구조의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

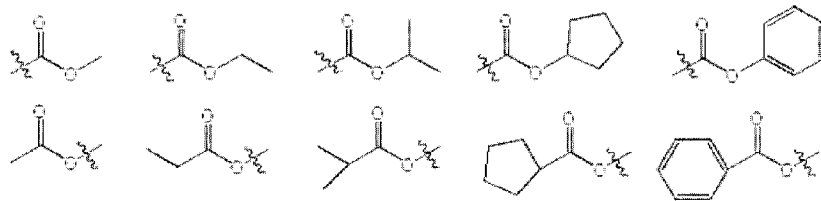
[80]



[81]

본 명세서에 있어서, 에스테르기는 탄소수 1 내지 25의 직쇄, 분지쇄 또는 고리쇄 알킬기 또는 탄소수 6 내지 30의 아릴기로 치환될 수 있다. 구체적으로, 하기 구조식의 화합물이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[82]



[83]

본 명세서에 있어서, 상기 알킬기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나 1 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적인 예로는 메틸, 에틸, 프로필, n-프로필, 이소프로필, 부틸, n-부틸, 이소부틸, tert-부틸, sec-부틸, 1-메틸-부틸, 1-에틸-부틸, 펜틸, n-펜틸, 이소펜틸, 네오펜틸, tert-펜틸, 헥실, n-헥실, 1-메틸헥실, 2-메틸헥실, 4-메틸-2-펜틸, 3,3-디메틸부틸, 2-에틸부틸, 헵틸, n-헵틸, 1-메틸헵틸, 시클로헵틸메틸, 시클로헵틸메틸, 옥틸, n-옥틸, tert-옥틸, 1-메틸헵틸, 2-에틸헵틸, 2-프로필헵틸, n-노닐, 2,2-디메틸헵틸, 1-에틸-프로필, 1,1-디메틸-프로필, 이소헵틸, 4-메틸헵틸, 5-메틸헵틸 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[84]

본 명세서에 있어서, 시클로알킬기는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 3 내지 30인 것이 바람직하며, 구체적으로 시클로프로필, 시클로부틸, 시클로펜틸, 3-메틸시클로펜틸, 2,3-디메틸시클로펜틸, 시클로헥실, 3-메틸시클로헥실, 4-메틸시클로헥실, 2,3-디메틸시클로헥실, 3,4,5-트리메틸시클로헥실,

- 4-*tert*-부틸시클로헥실, 시클로헥틸, 시클로옥틸 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [85] 본 명세서에 있어서, 상기 알콕시기는 직쇄, 분지쇄 또는 고리쇄일 수 있다. 알콕시기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 1 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적으로, 메톡시, 에톡시, *n*-프로폭시, 이소프로폭시, *i*-프로필옥시, *n*-부톡시, 이소부톡시, *tert*-부톡시, *sec*-부톡시, *n*-펜틸옥시, 네오펜틸옥시, 이소펜틸옥시, *n*-헥실옥시, 3,3-디메틸부틸옥시, 2-에틸부틸옥시, *n*-옥틸옥시, *n*-노닐옥시, *n*-데실옥시, 벤질옥시, *p*-메틸벤질옥시 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [86] 본 명세서에 있어서, 아민기는 -NH<sub>2</sub>; 알킬아민기; *N*-아릴알킬아민기; 아릴아민기; *N*-아릴헤테로아릴아민기; *N*-알킬헤테로아릴아민기 및 헤테로아릴아민기로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있으며, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 1 내지 30인 것이 바람직하다. 아민기의 구체적인 예로는 메틸아민기, 디메틸아민기, 에틸아민기, 디에틸아민기, 페닐아민기, 나프틸아민기, 바이페닐아민기, 안트라세닐아민기, 9-메틸-안트라세닐아민기, 디페닐아민기, *N*-페닐나프틸아민기, 디톨릴아민기, *N*-페닐톨릴아민기, 트리페닐아민기 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [87] 본 명세서에 있어서, *N*-알킬아릴아민기는 아민기의 *N*에 알킬기 및 아릴기가 치환된 아민기를 의미한다.
- [88] 본 명세서에 있어서, *N*-아릴헤테로아릴아민기는 아민기의 *N*에 아릴기 및 헤테로아릴기가 치환된 아민기를 의미한다.
- [89] 본 명세서에 있어서, *N*-알킬헤테로아릴아민기는 아민기의 *N*에 알킬기 및 헤테로아릴기가 치환된 아민기를 의미한다.
- [90] 본 명세서에 있어서, 알킬아민기, *N*-아릴알킬아민기, 알킬티옥시기, 알킬숄폭시기, *N*-알킬헤테로아릴아민기 중의 알킬기는 전술한 알킬기의 예시와 같다. 구체적으로 알킬티옥시기로는 메틸티옥시기, 에틸티옥시기, *tert*-부틸티옥시기, 헥실티옥시기, 옥틸티옥시기 등이 있고, 알킬숄폭시기로는 메실, 에틸숄폭시기, 프로필숄폭시기, 부틸숄폭시기 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [91] 본 명세서에 있어서, 상기 알케닐기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 2 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적인 예로는 비닐, 1-프로페닐, 이소프로페닐, 1-부테닐, 2-부테닐, 3-부테닐, 1-펜테닐, 2-펜테닐, 3-펜테닐, 3-메틸-1-부테닐, 1,3-부타디에닐, 알릴, 1-페닐비닐-1-일, 2-페닐비닐-1-일, 2,2-디페닐비닐-1-일, 2-페닐-2-(나프틸-1-일)비닐-1-일, 2,2-비스(디페닐-1-일)비닐-1-일, 스티베닐기, 스티레닐기 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [92] 본 명세서에 있어서, 실릴기는 구체적으로 트리메틸실릴기, 트리에틸실릴기, *t*-부틸디메틸실릴기, 비닐디메틸실릴기, 프로필디메틸실릴기, 트리페닐실릴기,



디페닐실릴기, 페닐실릴기 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[93] 본 명세서에 있어서, 붕소기는 -BR<sub>100</sub>R<sub>200</sub>일 수 있으며, 상기 R<sub>100</sub> 및 R<sub>200</sub>은 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 니트릴기; 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 30의 단환 또는 다환의 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 30의 직쇄 또는 분지쇄의 알킬기; 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 단환 또는 다환의 아릴기; 및 치환 또는 비치환된 탄소수 2 내지 30의 단환 또는 다환의 헤테로아릴기로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

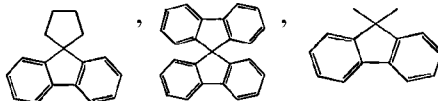
[94] 본 명세서에 있어서, 포스핀옥사이드기는 구체적으로 디페닐포스핀옥사이드기, 디나프틸포스핀옥사이드 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.


[95] 본 명세서에 있어서, 아릴기는 단환식 또는 다환식일 수 있다.

[96] 상기 아릴기가 단환식 아릴기인 경우 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 6 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적으로 단환식 아릴기로는 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[97] 상기 아릴기가 다환식 아릴기인 경우 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 10 내지 30인 것이 바람직하다. 구체적으로 다환식 아릴기로는 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 파이레닐기, 페릴레닐기, 크라이세닐기, 플루오레닐기 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[98] 본 명세서에 있어서, 상기 플루오레닐기는 치환될 수 있으며, 인접한 치환기들이 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[99] 상기 플루오레닐기가 치환되는 경우,  및

 등이 될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[100] 본 명세서에 있어서, 아릴옥시기, 아릴티옥시기, 아릴술폭시기, N-아릴알킬아민기, N-아릴헤테로아릴아민기 및 아릴포스핀기 중의 아릴기는 전술한 아릴기의 예시와 같다. 구체적으로 아릴옥시기로는 페녹시기, p-토릴옥시기, m-토릴옥시기, 3,5-디메틸-페녹시기, 2,4,6-트리메틸페녹시기, p-tert-부틸페녹시기, 3-바이페닐옥시기, 4-바이페닐옥시기, 1-나프틸옥시기, 2-나프틸옥시기, 4-메틸-1-나프틸옥시기, 5-메틸-2-나프틸옥시기, 1-안트릴옥시기, 2-안트릴옥시기, 9-안트릴옥시기, 1-페난트릴옥시기, 3-페난트릴옥시기, 9-페난트릴옥시기 등이 있고, 아릴티옥시기로는 페닐티옥시기, 2-메틸페닐티옥시기, 4-tert-부틸페닐티옥시기 등이 있으며, 아릴술폭시기로는 벤젠술폭시기, p-톨루엔술폭시기 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

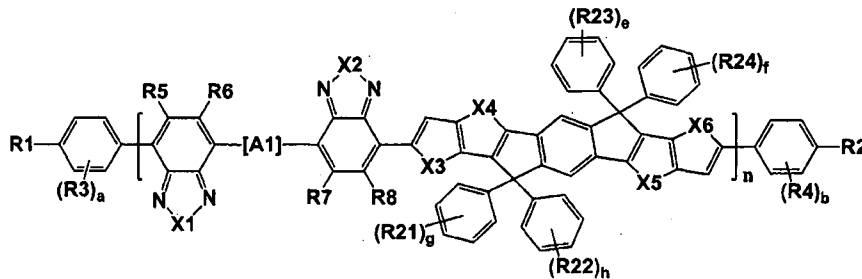
- [101] 본 명세서에 있어서, 아릴아민기의 예로는 치환 또는 비치환된 모노아릴아민기, 치환 또는 비치환된 디아릴아민기, 또는 치환 또는 비치환된 트리아릴아민기가 있다. 상기 아릴아민기 중의 아릴기는 단환식 아릴기일 수 있고, 다환식 아릴기일 수 있다. 상기 아릴기가 2 이상을 포함하는 아릴아민기는 단환식 아릴기, 다환식 아릴기, 또는 단환식 아릴기와 다환식 아릴기를 동시에 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 아릴아민기 중의 아릴기는 전술한 아릴기의 예시 중에서 선택될 수 있다.
- [102] 본 명세서에 있어서, 헤테로고리기는 탄소가 아닌 원자, 이종원자를 1 이상 포함하는 것으로서, 구체적으로 상기 이종 원자는 O, N, Se 및 S 등으로 이루어진 군에서 선택되는 원자를 1 이상 포함할 수 있다. 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 탄소수 2 내지 30인 것이 바람직하며, 상기 헤테로고리기는 단환식 또는 다환식일 수 있다. 헤테로고리기의 예로는 티오펜기, 퓨라닐기, 피롤기, 이미다졸릴기, 티아졸릴기, 옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 피리딜기, 바이피리딜기, 피리미딜기, 트리아지닐기, 트리아졸릴기, 아크리딜기, 피리다지닐기, 피라지닐기, 퀴놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 퀴녹살리닐기, 프탈라지닐기, 피리도 피리미딜기, 피리도 피라지닐기, 피라지노 피라지닐기, 이소퀴놀리닐기, 인돌릴기, 카바졸릴기, 벤즈옥사졸릴기, 벤즈이미다졸릴기, 벤조티아졸릴기, 벤조카바졸릴기, 벤조티오펜기, 디벤조티오펜기, 벤조퓨라닐기, 페난쓰롤리닐기(phenanthroline), 티아졸릴기, 이소옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 티아디아졸릴기, 페노티아지닐기 및 디벤조퓨라닐기 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [103] 본 명세서에 있어서, 헤테로아릴아민기의 예로는 치환 또는 비치환된 모노헤테로아릴아민기, 치환 또는 비치환된 디헤테로아릴아민기, 또는 치환 또는 비치환된 트리헤테로아릴아민기가 있다. 상기 헤테로아릴기가 2 이상을 포함하는 헤테로아릴아민기는 단환식 헤테로아릴기, 다환식 헤테로아릴기, 또는 단환식 헤테로아릴기와 다환식 헤테로아릴기를 동시에 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 헤테로아릴아민기 중의 헤테로아릴기는 전술한 헤테로고리기의 예시 중에서 선택될 수 있다.
- [104] 본 명세서에 있어서, N-아릴헤테로아릴아민기 및 N-알킬헤테로아릴아민기 중의 헤테로아릴기의 예시는 전술한 헤테로고리기의 예시와 같다.
- [105] 본 명세서에 있어서, 상기 화학식 1의 [A1]은 화합물 내에서 산화(oxidation)특성을 갖는다.
- [106] 다만, 본 명세서에 있어서, 산화특성 및 환원특성은 상대적인 것으로 상기 [A1]는 산화특성을 갖지만, 환원특성도 함께 가질 수 있다.
- [107] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 화합물에서 [A1]는 상대적으로 전자 주개로서 작용한다.
- [108] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화합물은 엑시톤이 분자내에서 빠르게 이동할 수 있으며, 엑시톤의 분극을 극대화 할 수 있어, 낮은 밴드갭의

특성을 가질 수 있다.

[109] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-1 또는 화학식 1-2로 표시될 수 있다.

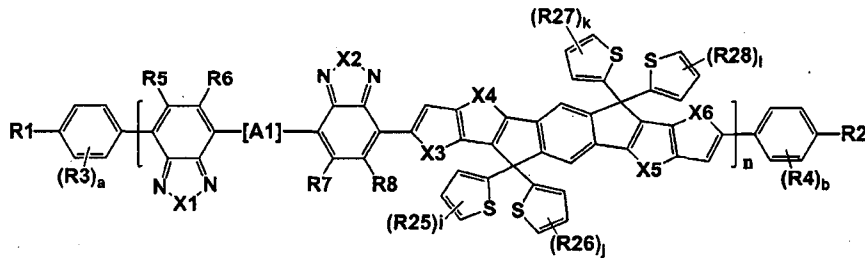
[110] [화학식 1-1]

[111]



[112] [화학식 1-2]

[113]



[114] 상기 화학식 1-1 및 화학식 1-2에 있어서,

[115] R1 내지 R8, [A1], X1 내지 X6, a, b 및 n의 정의는 상기 화학식 1과 동일하고,

[116] e, f, g 및 h는 각각 1 내지 5의 정수이며,

[117] e, f, g 및 h가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,

[118] i, j, k 및 l은 각각 1 내지 3의 정수이며,

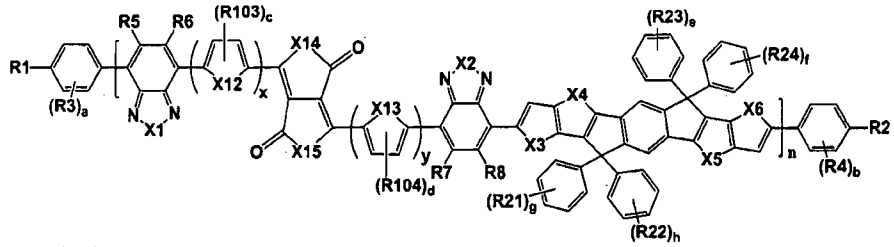
[119] i, j, k 및 l이 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,

[120] R21 내지 R28은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폰시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폰시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기; 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.

[121] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-3 내지 1-8 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

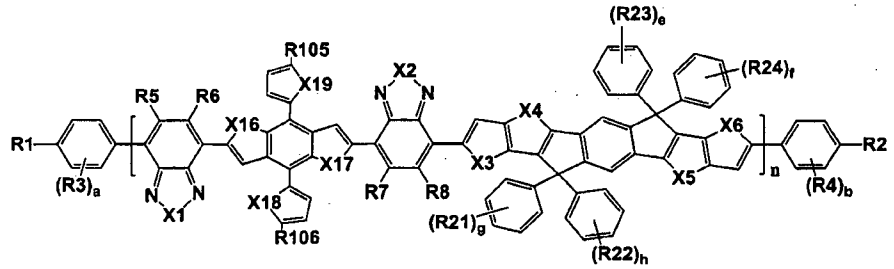
[122] [화학식 1-3]

[123]



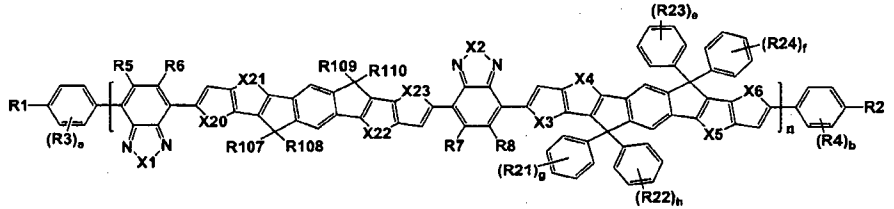
[124] [화학식 1-4]

[125]



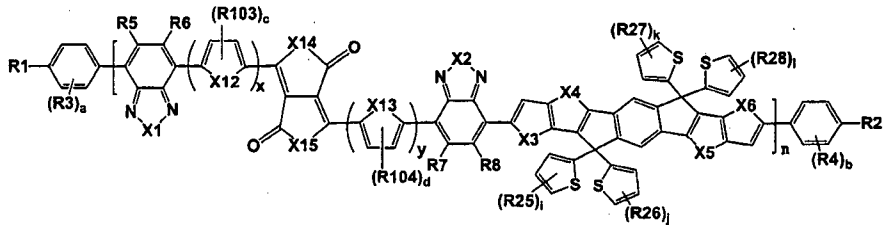
[126] [화학식 1-5]

[127]



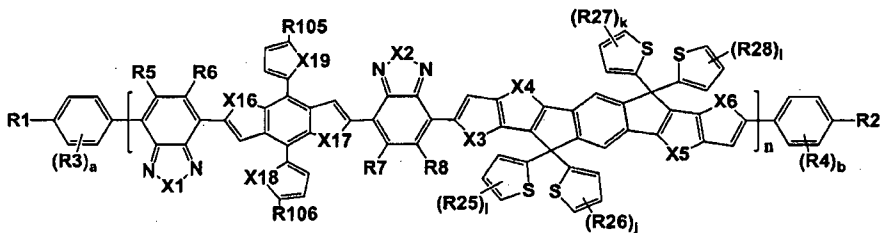
[128] [화학식 1-6]

[129]



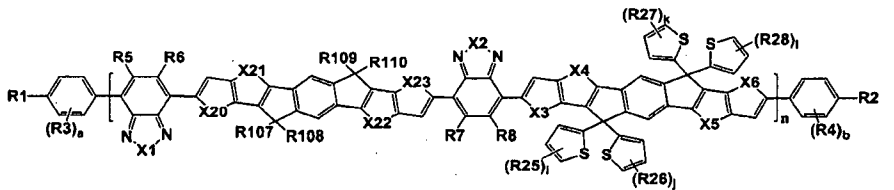
[130] [화학식 1-7]

[131]



[132] [화학식 1-8]

[133]



[134] 상기 화학식 1-3 내지 화학식 1-8에 있어서,

- [135] R1 내지 R8, R103 내지 R110, X1 내지 X6, X12 내지 X23, a, b, c, d, x, y 및 n의 정의는 상기 화학식 1과 동일하고,
- [136] e, f, g 및 h는 각각 1 내지 5의 정수이며,
- [137] e, f, g 및 h가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,
- [138] i, j, k 및 l은 각각 1 내지 3의 정수이며,
- [139] i, j, k 및 l이 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,
- [140] R21 내지 R28은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폰시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폰시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기; 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [141] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R5 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 실록산기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [142] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R5 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [143] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 및 R2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 할로젠기; 또는 치환 또는 비치환된 알킬기이다.
- [144] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 및 R2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 알킬기이다.
- [145] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 및 R2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 할로젠기로 치환된 알킬기이다.
- [146] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 R1 및 R2는 각각 불소로 치환된 알킬기이다.
- [147] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R1 및 R2는 각각 CF<sub>3</sub>이다.
- [148] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R3 및 R4는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.
- [149] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R3 및 R4는 서로 같거나 상이하고, 각각

- 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [150] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R3 및 R4는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 또는 치환 또는 비치환된 알킬기이다.
- [151] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R3 및 R4는 각각 수소이다.
- [152] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R5 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 실록산기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [153] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R5 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [154] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R5 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [155] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R5 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 할로젠기이다.
- [156] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R5 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 불소이다.
- [157] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 실록산기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [158] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [159] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [160] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [161] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 탄소수 6 내지 30의 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 탄소수 2

- 내지 30의 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [162] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 탄소수 6 내지 30의 치환 또는 비치환된 페닐기; 또는 탄소수 2 내지 30의 치환 또는 비치환된 티오펜기이다.
- [163] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, R9 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 알킬기로 치환된 페닐기; 또는 알킬기로 치환된 티오펜기이다.
- [164] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X1 내지 X6는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', NR, O, SiRR', PR, S, GeRR', Se 또는 Te이다.
- [165] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X1 내지 X6는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', O, 또는 S이다.
- [166] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X1 내지 X6는 각각 S이다.
- [167] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X10 내지 X23는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', NR, O, SiRR', PR, S, GeRR', Se 또는 Te이다.
- [168] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X10 내지 X23은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 NR, S, 또는 Se이다.
- [169] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X10 내지 X13은 각각 S이다.
- [170] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폭시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폭시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기; 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [171] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헥테로고리기이다.
- [172] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 치환 또는 비치환된 알킬기이다.
- [173] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 탄소수 1 내지 30의 치환 또는 비치환된 알킬기이다.
- [174] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 탄소수 1 내지 20의 치환 또는 비치환된 알킬기이다.
- [175] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 탄소수 1 내지 10의 치환 또는 비치환된 알킬기이다.

[176] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X14 및 X15는 각각 NR이다. 이때, R은 탄소수 1 내지 10의 알킬기이다.

[177] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X16 내지 X19는 각각 S 또는 Se이다.

[178] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X16 및 X17은 각각 S이다.

[179] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X18 및 X19는 각각 S이다.

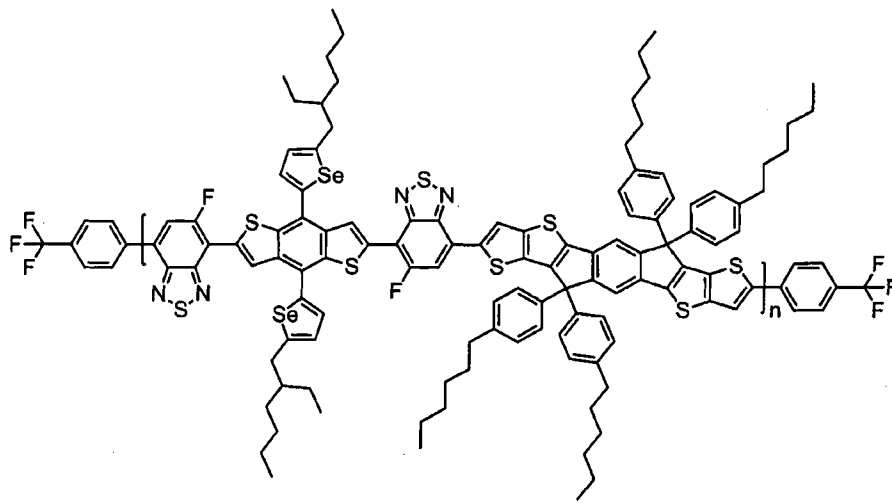
[180] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X18 및 X19는 각각 Se이다.

[181] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, X20 내지 X23은 각각 S이다.

[182] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 화학식 1은 하기 화합물 1 내지 화합물 5 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

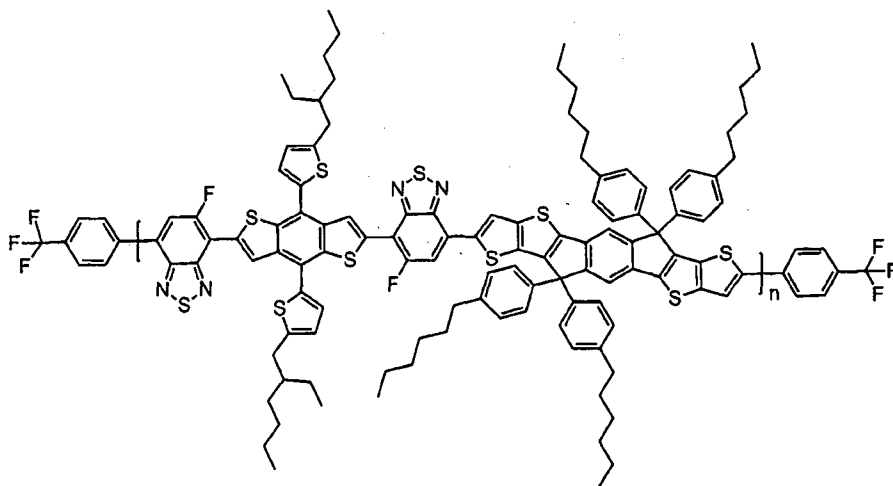
[183] [화합물 1]

[184]



[185] [화합물 2]

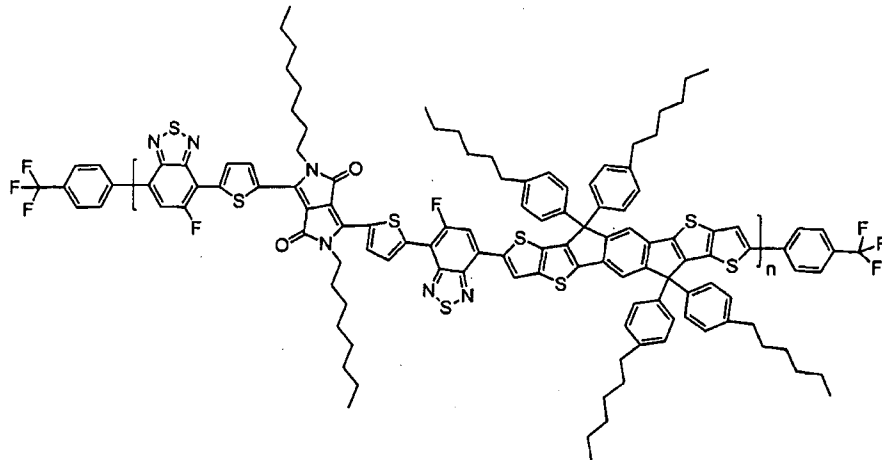
[186]



[187] [화합물 3]

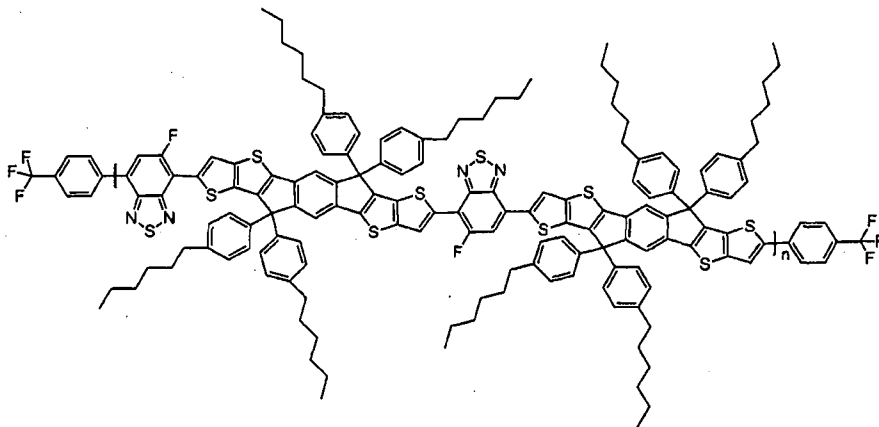


[188]



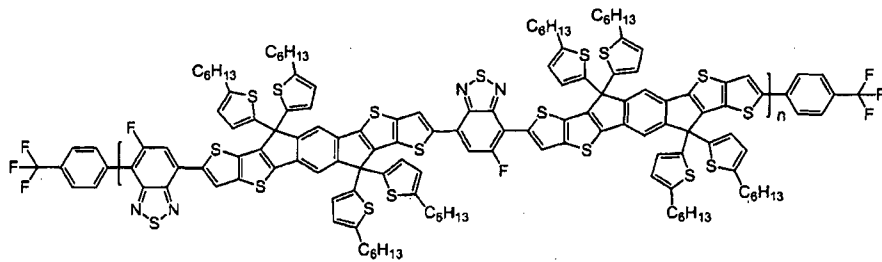
[189] [화합물 4]

[190]



[191] [화합물 5]

[192]



[193] 상기 화합물 1 내지 화합물 5에 있어서, n은 1 내지 10,000의 정수이다.

[194] 본 명세서의 일 실시상태는 게이트 전극, 소스 전극, 드레인 전극 및 상기 유기반도체층과 접하는 절연층을 포함하는 유기트랜지스터를 제공한다.

[195] 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터는 상기 화합물이 유기반도체층에 적용됨으로써 양극성(ambipolar) 특성을 나타낸다. 따라서, 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터는 n-type 특성과 p-type 특성을 모두 나타내며, 인버터의 구현이 가능하다.

[196] 일반적으로, 인버터의 경우 회로를 구성하기 위하여 전자와 정공이 각각 흐르는 두 개의 유기트랜지스터가 접합되어야 한다. 따라서, 인버터를 구현하기

위하여 N-type 특성과 P-type 특성을 나타내는 물질을 각각 코팅한 두 개의 유기트랜지스터가 구비되어야 한다. 반면, 본 명세서의 일 실시상태에 따르면, 상기 화합물이 N-type 특성과 P-type 특성을 모두 나타내는 양극성(ambipolar)을 가지기 때문에, 하나의 물질로도 인버터의 구현이 가능하다. 즉, 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터는 상기 화합물을 유기반도체층에 포함함으로써, 인버터 구현이 가능하다. 따라서, 인버터를 구현하기 위하여 하나의 물질만 코팅하면 되므로 일반적인 인버터의 제조방법에 비하여 공정이 간단하다.

- [197] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, P-type 특성은 게이트 전극에 마이너스 전압을 가한 후 소스 전극과 드레인 전극 사이에서 흐르는 전류를 측정하여 확인한다. P-type 특성을 나타낼 경우, 게이트 전극에 마이너스 전압을 가하면, 유기반도체층 내에서 정공이 이동한다.
- [198] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, N-type 특성은 게이트 전극에 플러스 전압을 가한 후 소스 전극과 드레인 전극 사이에서 흐르는 전류를 측정하여 확인한다. N-type 특성을 나타낼 경우, 게이트 전극에 플러스 전압을 가하면, 유기반도체층 내에서 전자가 이동한다.
- [199] 본 명세서에 있어서, 상기 유기반도체층의 제조방법은 당 기술분야에서 이용되는 방법이면 특별히 한정되지 않으며, 진공 증착법, 스퍼터링, E-빔, 열증착, 스핀 코팅, 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅, 닥터 블레이드 또는 그라비아 프린팅법을 사용하여 제조될 수 있다.
- [200] 본 명세서에 있어서, 유기트랜지스터는 하부 게이트(bottom gate) 구조 중 상부 접촉(top contact) 구조일 수 있다. 구체적으로, 기판 상에 게이트 전극 및 절연층이 순차적으로 형성되고 그 후에 절연층 상에 유기반도체층이 형성되며, 마지막으로 유기반도체층 상에 소스 전극 및 드레인 전극이 형성될 수 있다. 도 1에는 이에 따른 유기트랜지스터 구조를 나타내었다.
- [201] 본 명세서에 있어서, 유기트랜지스터는 하부 게이트(bottom gate) 구조 중 하부 접촉(bottom contact) 구조일 수 있다. 구체적으로, 기판 상에 게이트 전극이 및 절연층이 순차적으로 형성되고 그 후에 절연층 상에 소스 전극 및 드레인 전극이 형성되며 마지막으로 소스 전극 및 드레인 전극 상에 유기반도체층이 형성될 수 있다. 도 2 및 도 3에는 이에 따른 유기트랜지스터 구조를 나타내었다.
- [202] 본 명세서에 있어서, 유기트랜지스터는 상부 게이트(top gate) 구조일 수 있다. 구체적으로, 기판 상에 소스 전극 및 드레인 전극이 먼저 형성되고 그 후에 유기반도체층 및 절연층 게이트 전극이 순차적으로 형성될 수 있다. 도 4에는 이에 따른 유기트랜지스터 구조를 나타내었다.
- [203] 본 명세서에 있어서, 상기 기판은 당 기술분야에서 사용되는 물질이 사용될 수 있다. 예컨대 유리, 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate: PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate: PET), 폴리카보네이트(Polycarbonate: PC), 폴리비닐알콜(Polyvinylalcohol: PVP),

- 폴리아크릴레이트(Polyacrylate), 폴리이미드(Polyimide), 폴리노르보넨(Polynorbornene) 및 폴리에테르설폰(Polyethersulfone: PES)과 같은 플라스틱 기판 또는 유리기판이 사용될 수 있다.
- [204] 또한, 소스 전극 및 드레인 전극과 유기반도체층 사이에 표면처리로서 HMDS(1,1,1,3,3,3-hexamethyldisilazane)나 OTS(octyltrichlorosilane), OTDS(octadecyltrichlorosilane)를 코팅하거나 하지 않을 수 있다.
- [205] 본 명세서에 있어서, 게이트 전극, 소스 전극, 드레인 전극은 당 기술분야에서 사용되는 물질이면 특별히 한정되지 않는다. 예컨대, 전도성 물질이면 가능하다. 구체적으로, 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr) 및 인듐틴산화물(ITO)로 이루어진 군으로부터 선택된 물질일 수 있다.
- [206] 본 명세서에 있어서, 상기 소스 전극 및 드레인 전극은 각각 E-빔 또는 포토리소그래피 방법을 사용하여 제조될 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.
- [207] 본 명세서에 있어서, 절연층은 당 기술분야에서 사용되는 물질이면 특별히 한정되지 않는다. 예컨대, 절연율이 높고 게이트 전극위에 쉽게 형성할 수 있는 실리콘 디옥사이드( $\text{SiO}_2$ )를 사용할 수 있다.
- [208] 본 명세서에 있어서, 상기 절연층의 제조방법은 당 기술분야에서 이용되는 방법이면 특별히 한정되지 않으며, 예컨대, E-빔 또는 포토리소그래피 방법을 사용하여 제조될 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.
- [209] 본 명세서에 있어서, 상기 유기트랜지스터는 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [210] 본 명세서는 전술한 유기트랜지스터를 적용한 가스센서를 제공한다. 구체적으로, 상기 가스센서는 유기트랜지스터를 특정 가스에 노출시킴으로써, 유기트랜지스터의 유기반도체층이 가스물질과의 접촉을 통해 전기적 특성이 변하게 되는 특성을 이용한 것일 수 있다.
- [211] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 게이트 전극, 소스 전극, 드레인 전극, 절연층, 및 상기 화학식 1의 단위를 포함하는 화합물을 포함하는 유기반도체층이 구비된다.
- [212] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 유기반도체층에 탄소 기반의 물질을 더 포함할 수 있다.
- [213] 본 명세서에 있어서, 탄소 기반의 물질은 카본블랙, 탄소나노튜브(CNT), 그래파이트(Graphite), 그래핀(Graphene), 활성탄, 다공성 탄소(Mesoporous Carbon), 탄소섬유(Carbon fiber) 및 탄소 나노 와이어(Carbon nano wire)로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 이상을 의미한다.
- [214] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 암모니아( $\text{NH}_3$ ), 에틸렌( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), 포름알데히드(HCHO), 불산(HF), 질소산화물, 황산화물 및/또는 에탄올을 감지한다.
- [215] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 가스센서를 각각의

가스의 포화 증기압에 노출시키고, 센서를 probe station에 연결하여 감도를 측정할 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 당업계에서 사용되는 트랜지스터의 전극과 연결되어 전류값을 측정할 수 있는 장치들로 가스센서의 특성 평가가 가능하다.

- [216] 본 명세서에 있어서, “감지”는 상기 가스센서의 유기반도체층 표면과 기체의 상호작용에 의해 유기반도체층 표면의 전도 전자의 밀도가 변화하는 것을 의미한다.
- [217] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 저농도의 가스 분위기하에서도 가스 검출이 가능하다. 구체적으로, 상기 가스센서는 10ppm 이하의 가스 분위기하에서도 가스 검출이 가능하다. 보다 구체적으로, 상기 가스센서는 암모니아( $\text{NH}_3$ ), 에틸렌( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), 포름알데히드( $\text{HCHO}$ ), 불산( $\text{HF}$ ), 질소산화물, 황산화물 및/또는 에탄올이 각각 10ppm 이하로 존재할 때도, 각각의 물질의 검출이 가능하다.
- [218] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 암모니아( $\text{NH}_3$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 가스센서는 암모니아( $\text{NH}_3$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다. 보다 구체적으로, 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 10ppm의 암모니아 분위기 하에서, 암모니아( $\text{NH}_3$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다.
- [219] 본 명세서에 있어서, “감도가 공기 대비 0.1ppm 이상”은 공기 중에 0.1ppm 이상이 존재하면 감지 가능하다는 것을 의미할 수 있다. 예컨대, “황산화물에 대한 감도가 공기 대비 0.1ppm 이상”은 공기 중에 황산화물이 0.1ppm만 존재하여도 감지 가능한 것을 의미할 수 있다.
- [220] 본 명세서에 있어서, 1%는 10,000ppm이다.
- [221] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 황산화물에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 가스센서는 황산화물에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다.
- [222] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 에틸렌( $\text{C}_2\text{H}_4$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 가스센서는 에틸렌( $\text{C}_2\text{H}_4$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다.
- [223] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 에탄올에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0 초과 20% 이하일 수 있다.
- [224] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 포름알데히드( $\text{HCHO}$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 가스센서는 포름알데히드( $\text{HCHO}$ )에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다.

[225] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 불산(HF)에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 가스센서는 불산(HF)에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다.

[226] 본 명세서의 일 실시상태에 있어서, 상기 가스센서는 질소산화물에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 가스센서는 질소산화물에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비 0.1ppm 이상 90% 이하일 수 있다.

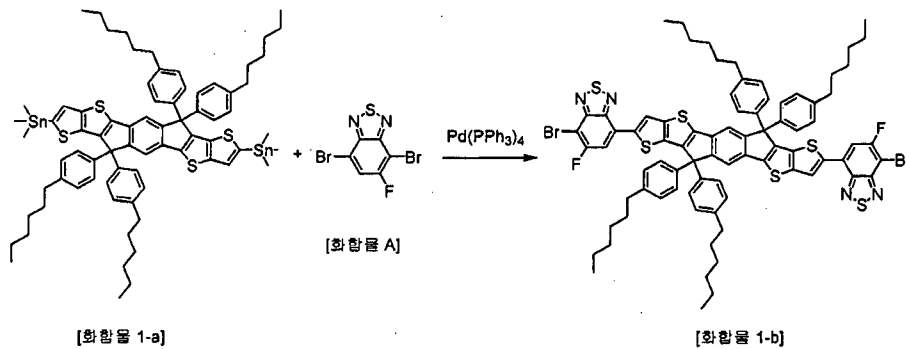
**발명의 실시를 위한 형태**

[227] 이하, 본 명세서를 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 명세서에 따른 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 명세서의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 명세서를 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[228] 제조예 1. 화합물 1의 제조

[229] (1) 화합물 1-b의 제조

[230]



[231] 250mL의 플라스크에 톨루엔(toluene) 50mL, 화합물 1-a(2.0g, 1.4868mmol) 및 화합물 A(1.067g, 3.4196mmol)를 넣고 가열하며 교반하였다. 이 때 화합물 1-a는 Yun-Xiang Xu et al, Adv.Mater. 2012, 24, 6356-6361 에 기재된 합성 방법과 동일한 방법으로 제조하여 첨가하였다. 그 후, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) (Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub>) (50mg, 3mol%)를 넣고 100°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 후, 온도를 상온으로 하여 고체가 석출되면 필터를 통하여 거른 후 메틸클로라이드(methyl chloride, MC)에 녹여 실리카 컬럼을 통하여 정제하였다.

[232] 도 5는 화합물 1-a의 NMR 스펙트럼을 나타낸 도이다.

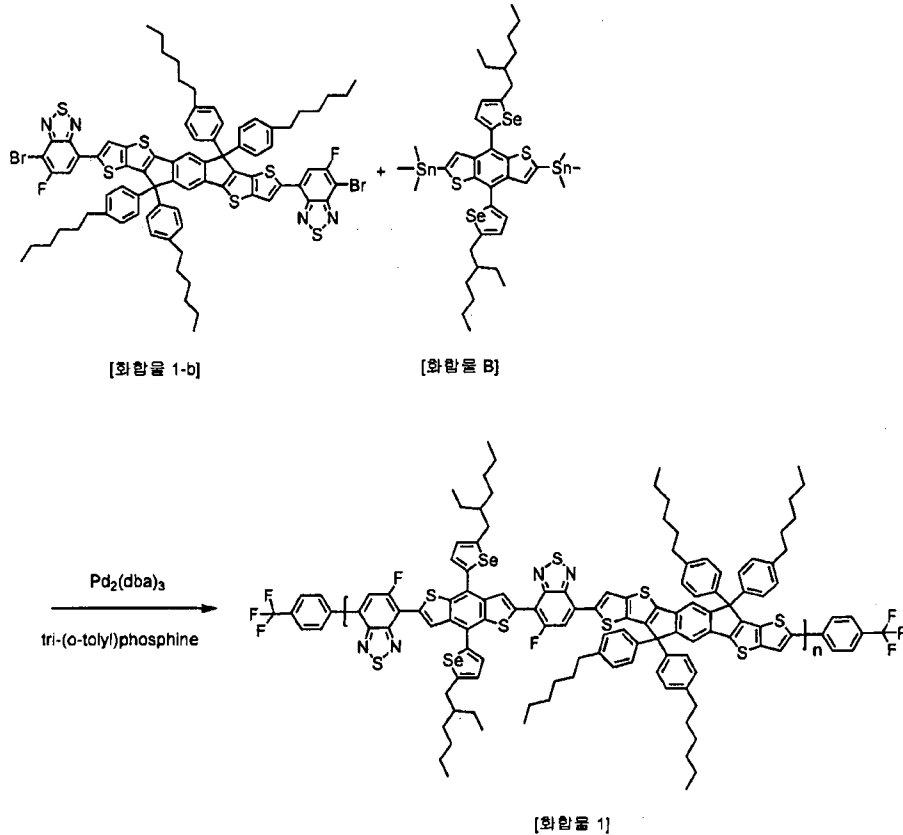
[233] 도 6은 화합물 1-a의 MS 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[234] 도 7은 화합물 1-b의 MS 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[235] 도 8은 화합물 1-b의 HPLC 측정결과를 나타낸 도이다.

[236] (2) 화합물 1의 제조

[237]



[238] 마이크로 웨이브 리액터 바이알(microwave reactor vial)에 클로로벤젠(chlorobenzene) 18ml, 화합물 1-b (0.45g, 0.3044mmol), 화합물 B (0.2753g, 0.3044mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐(0) ((tris(dibenzylideneacetone)dipalladium(0), Pd<sub>2</sub>(dba)<sub>3</sub>) 10mg 및 트라이-(오-톨릴)포스핀 (tri-(o-tolyl)phosphine) 28mg을 넣고 170°C 조건하에서 1시간 동안 반응 시켰다. 혼합물을 실온까지 냉각하여 메탄올에 부은 후 고체를 걸러 아세톤, 헥산, 메틸렌클로라이드, 클로로폼, 클로로벤젠에 속슬렛 추출(S Soxhlet extraction)한 다음, 클로로벤젠 부분을 다시 메탄올에 침전시켜 고체를 걸러내었다. (수율: 42%, 수 평균 분자량: 83,805g/mol, 중량 평균 분자량: 86,677g/mol)

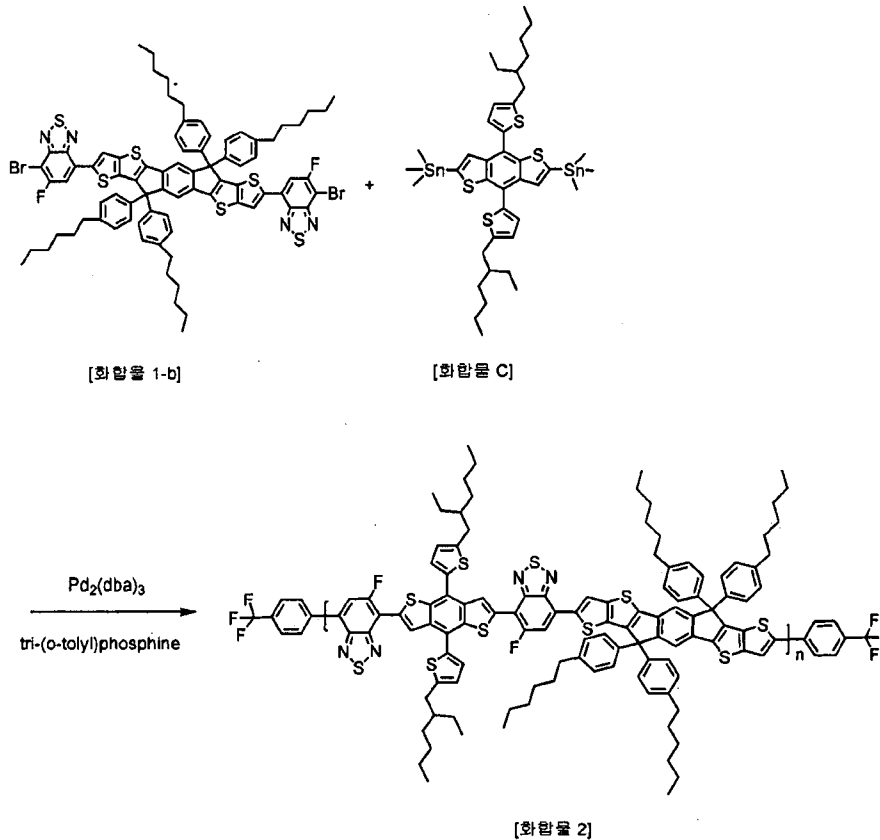
[239] 도 9는 화합물 1의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[240] 도 9에서 (a)는 화합물 1의 용액상태에서의 UV 데이터이며, (b)는 필름상태에서의 화합물 1를 측정된 UV 데이터이다.

[241] 도 10은 화합물 1의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.

[242] 제조예 2. 화합물 2의 제조

[243]



[244] 마이크로 웨이브 리액터 바이알(microwave reactor vial)에 클로로벤젠(chlorobenzene) 18ml, 화합물 1-b (0.45g, 0.3044mmol), 화합물 C (0.2753g, 0.3044mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐(0) ((tris(dibenzylideneacetone)dipalladium(0), Pd<sub>2</sub>(dba)<sub>3</sub>) 10mg 및 트라이-(오-톨릴)포스핀(tri-(o-tolyl)phosphine, 28mg)을 넣고 170°C 조건 하에서 1시간 동안 반응 시켰다. 혼합물을 실온까지 냉각하여 메탄올에 부은 후 고체를 걸러 아세톤, 헥산, 메틸렌클로라이드, 클로로포름, 클로로벤젠에 속슬렛 추출(soxhlet extraction)한 다음, 클로로벤젠 부분을 다시 메탄올에 침전시켜 고체를 걸러내었다. (수율: 40%, 수 평균 분자량: 57,914g/mol, 중량 평균 분자량: 67.920g/mol)

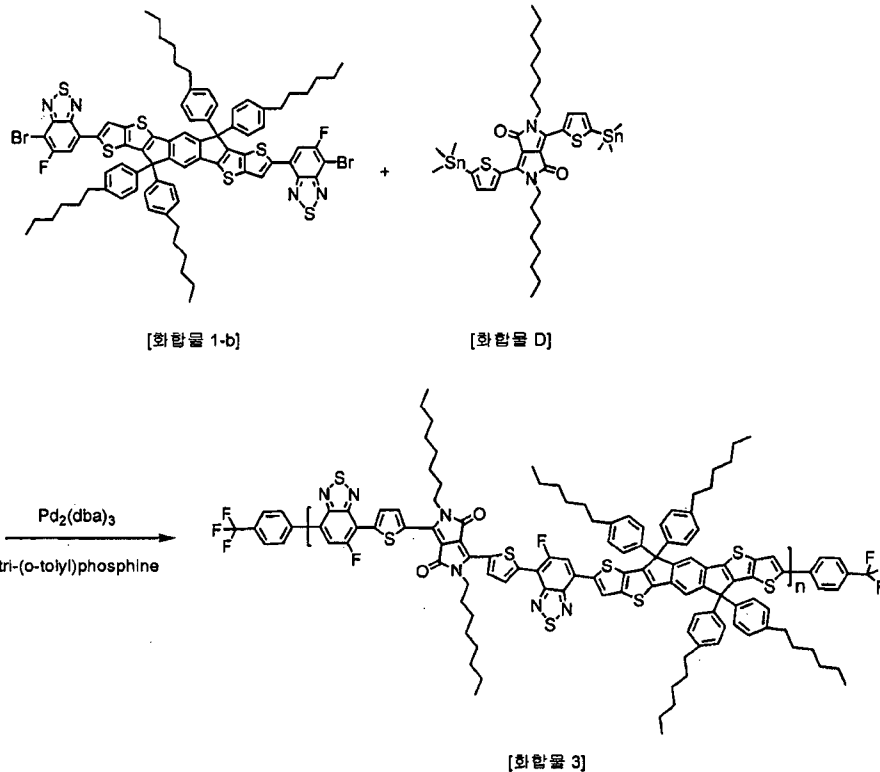
[245] 도 11은 화합물 2의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[246] 도 11에서 (a)는 화합물 2의 용액상태에서의 UV 데이터이며, (b)는 필름상태에서의 화합물 2를 측정된 UV 데이터이다.

[247] 도 12는 화합물 2의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.

[248] 제조예 3. 화합물 3의 제조

[249]



[250] 마이크로 웨이브 리액터 바이알(microwave reactor vial)에 클로로벤젠(chlorobenzene) 18ml, 화합물 1-b (0.30g, 0.2029mmol), 화합물 D (0.1454g, 0.2029mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐(0) ((tris(dibenzylideneacetone)dipalladium(0), Pd<sub>2</sub>(dba)<sub>3</sub>) 8mg 및 트라이-(오-톨릴)포스핀 (tri-(o-tolyl)phosphine) 18mg을 넣고 170°C 조건 하에서 1시간 동안 반응 시켰다. 혼합물을 실온까지 냉각하여 메탄올에 부은 후 고체를 걸러 아세톤, 헥산, 메틸렌클로라이드, 클로로폼, 클로로벤젠에 속슬렛 추출(soxhlet extraction)한 다음, 클로로벤젠 부분을 다시 메탄올에 침전시켜 고체를 걸러내었다(수율: 20%, 수 평균 분자량: 47,999g/mol, 중량 평균 분자량: 60.451g/mol)

[251] 도 13은 화합물 3의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.

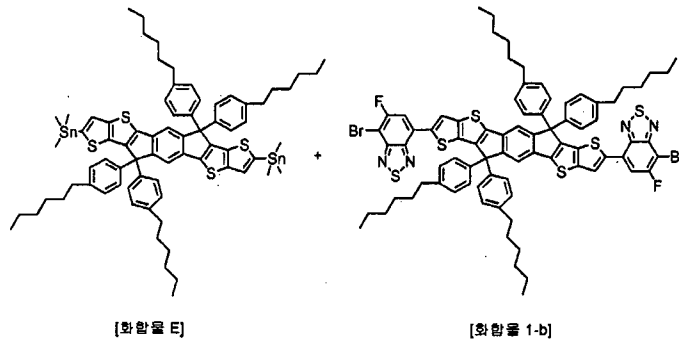
[252] 도 13에서 (a)는 화합물 3의 용액상태에서의 UV 데이터이며, (b)는 필름상태에서의 화합물 3을 측정된 UV 데이터이다.

[253] 도 14는 화합물 3의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.

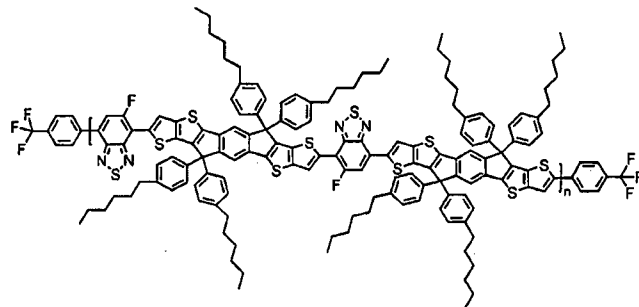
[254] 제조예 4. 화합물 4의 제조



[255]



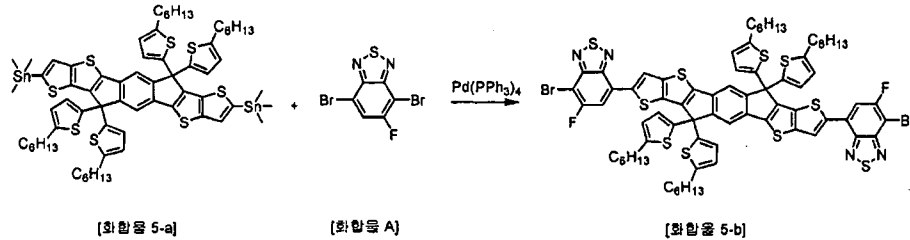
$\xrightarrow{\text{Pd}_2(\text{dba})_3}$   
 $\text{tri-(o-tolyl)phosphine}$



[256] 마이크로 웨이브 리액터 바이알(microwave reactor vial)에 클로로벤젠(chlorobenzene) 18ml, 화합물 1-b (0.50g, 0.3382mmol), 화합물 E (0.4549g, 0.3382mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐(0) ((tris(dibenzylideneacetone)dipalladium(0), Pd<sub>2</sub>(dba)<sub>3</sub>) 10mg 및 트라이-(오-톨릴)포스핀(tri-(o-tolyl)phosphine, 28mg)을 넣고 170°C 조건 하에서 1시간 동안 반응 시켰다. 혼합물을 실온까지 냉각하여 메탄올에 부은 후 고체를 걸러 아세톤, 헥산, 메틸렌클로라이드, 클로로폼, 클로로벤젠에 속슬렛 추출(soxhlet extraction)한 다음, 클로로벤젠 부분을 다시 메탄올에 침전시켜 고체를 걸러내었다. (수율: 40%, 수 평균 분자량: 61,851g/mol, 중량 평균 분자량: 70.465g/mol)

- [257] 도 15는 화합물 4의 DSC 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [258] 도 16은 화합물 4의 UV 스펙트럼을 나타낸 도이다.
- [259] 도 16에서 (a)는 화합물 4의 용액상태에서의 UV 데이터이며, (b)는 필름상태에서의 화합물 4를, (c)는 150°C에서 열처리하여 필름으로 형성한 화합물 4를, (d)는 180°C에서 열처리하여 필름으로 형성한 화합물 4 측정된 UV 데이터이다.
- [260] 도 17은 화합물 4의 CV 측정 결과를 나타낸 도이다.
- [261] 제조예 5. 화합물 5의 제조
- [262] (1) 화합물 5-b의 제조

[263]

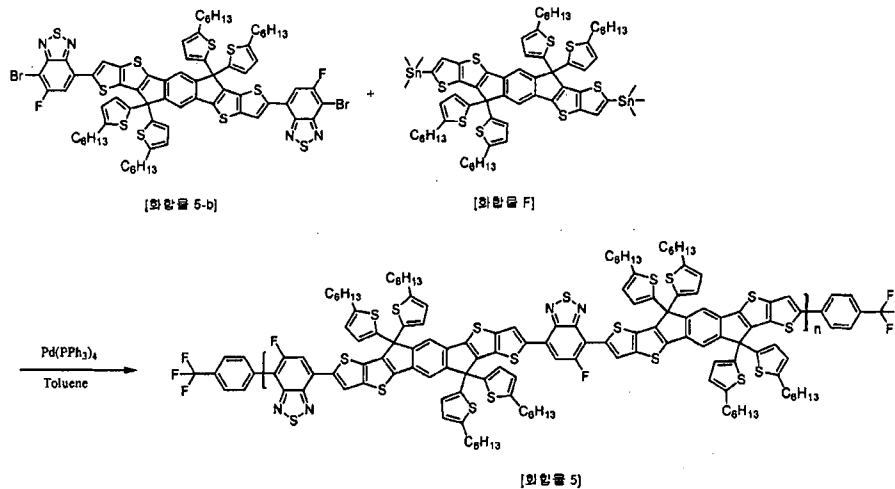


[264] 250mL의 플라스크에 톨루엔(toluene) 50mL, 화합물 5-a(2.02g, 1.48mmol) 및 화합물 A (1.063g, 3.41mmol)를 넣고 가열하며 교반하였다. 그 후, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) (Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub>) (50mg, 3mol%)를 넣고 100°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 후, 온도를 상온으로 하여 고체가 석출되면 필터를 통하여 거른 후 메틸클로라이드(methyl chloride, MC)에 녹여 실리카 컬럼을 통하여 정제하였다.

[265] 도 18은 화합물 5-b의 MS 스펙트럼을 나타낸 도이다.

[266] (2) 화합물 5의 제조

[267]



[268] 마이크로 웨이브 리액터 바이알(microwave reactor vial)에 클로로벤젠(chlorobenzene) 18ml, 화합물 F (0.50g, 0.33mmol), 화합물 5-b (0.4519g, 0.33mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐(0) ((tris(dibenzylideneacetone)dipalladium(0), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) (Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub>) (50mg, 3mol%)을 넣고 170°C 조건 하에서 1시간 동안 반응 시켰다. 혼합물을 실온까지 냉각하여 메탄올에 부은 후 고체를 걸러 아세톤, 헥산, 메틸렌클로라이드, 클로로폼, 클로로벤젠에 속슬렛 추출(soxhlet extraction)한 다음, 클로로벤젠 부분을 다시 메탄올에 침전시켜 고체를 걸러내었다. (수율: 62%, 수 평균 분자량: 75,213g/mol, 중량 평균 분자량: 82,032g/mol)

[269] 실시예 1.

[270] 증류수(DI water), 아세톤(acetone), 이소프로필알코올(IPA) 순으로 각각 10분씩 세척된 유리 기판 위에 포토리소그래피를 이용하여 소스 전극과 드레인 전극으로 13nm Au/3nm Ni을 열 증착 공정을 통해 형성하였다. 형성된 소스

전극과 드레인 전극 사이의 채널 길이는 10 $\mu$ m, 너비는 1mm로 형성하였다. 전극이 형성된 기판을 증류수(DI water), 아세톤(acetone), 이소프로필알코올(IPA) 순으로 각각 10분씩 세척한 뒤 잘 건조하였다. 건조된 기판에 클로로벤젠 용매에 녹아있는 화합물 1을 스핀코팅하고 상온에서 건조하였다. 이후 절연층으로 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)를 30mg/mL 농도로 메틸에티케톤(methyl ethyl ketone)에 녹여 화합물 1 위에 스핀코팅하고 80°C에서 2시간 건조하였다. 이후 게이트 전극으로 알루미늄을 50nm 두께로 열증착하여 유기트랜지스터를 제조하였다.

- [271] 도 19는 실시예 1에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [272] 실시예 2.
- [273] 상기 실시예 1의 제조방법 중 화합물 1이 포함된 필름을 150°C에서 열처리한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [274] 도 20은 실시예 2에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [275] 실시예 3.
- [276] 상기 실시예 2의 제조방법 중 절연층으로 폴리비닐리덴플루오라이드-트리플루오르에틸렌(P(VDF-TrEE))을 사용한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [277] 실시예 4.
- [278] 상기 실시예 1의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 2를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [279] 도 21은 실시예 4에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [280] 실시예 5.
- [281] 상기 실시예 2의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 2를 사용한 것을 제외하고는 실시예 2과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [282] 도 22는 실시예 5에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [283] 실시예 6.
- [284] 상기 실시예 3의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 2를 사용한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [285] 실시예 7.
- [286] 상기 실시예 1의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 3을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [287] 도 23은 실시예 7에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [288] 실시예 8.

- [289] 상기 실시예 2의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 3을 사용한 것을 제외하고는 실시예 2과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [290] 실시예 9.
- [291] 상기 실시예 3의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 3을 사용한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [292] 도 24는 실시예 9에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [293] 실시예 10.
- [294] 상기 실시예 2의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 4를 사용한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [295] 도 25는 실시예 10에서 제조된 유기트랜지스터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [296] 실시예 11.
- [297] 상기 실시예 2의 제조방법 중 화합물 1 대신 화합물 5를 사용한 것을 제외하고는 실시예 2과 동일한 방법으로 유기트랜지스터를 제조하였다.
- [298] 실시예 12.
- [299] 증류수(DI water), 아세톤(acetone), 이소프로필알코올(IPA) 순으로 각각 10분씩 세척된 유리 기판 위에 포토리쓰그라피를 이용하여 소스 전극과 드레인 전극으로 13nm Au/3nm Ni을 열 증착 공정을 통해 형성하였다. 형성된 소스 전극과 드레인 전극 사이의 채널 길이는 10 $\mu$ m, 너비는 1mm로 형성하였다. 전극이 형성된 기판을 증류수(DI water), 아세톤(acetone), 이소프로필알코올(IPA) 순으로 각각 10분씩 세척한 뒤 잘 건조하였다. 건조된 기판에 클로로벤젠 용매에 녹아있는 화합물 3을 스펀코팅하고 상온에서 건조하였다. 이후 절연층으로 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)를 30mg/mL 농도로 메틸에틸케톤(methyl ethyl ketone)에 녹여 화합물 3 위에 스펀코팅하고 80°C에서 2시간 건조하였다. 이후 게이트 전극으로 알루미늄을 50nm 두께로 열증착하여 인버터를 제조하였다.
- [300] 도 26 (a) 및 (b)는 실시예 12에서 제조된 인버터의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [301] 표 1은 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터의 정공 이동도의 특성을 나타내었다.

[302] [표1]

	화합물	열처리 온도(°C)	절연층 물질	평균 정공 이동도(cm <sup>2</sup> /Vs)	Threshold voltage(V)	on/off
실시예 1	화합물 1	25	PMMA	0.03	-34.31	3.58x10 <sup>3</sup>
실시예 2	화합물 1	150	PMMA	0.0283	-37.54	1.65x10 <sup>4</sup>
실시예 3	화합물 1	150	P(VDF-TrEE)	0.113	-13.34	5.58x10 <sup>3</sup>
실시예 4	화합물 2	25	PMMA	0.0227	-46.33	1.64x10 <sup>3</sup>
실시예 5	화합물 2	150	PMMA	0.0290	-33.45	2.43x10 <sup>3</sup>
실시예 6	화합물 2	150	P(VDF-TrEE)	0.109	-10.28	2.23x10 <sup>3</sup>
실시예 7	화합물 3	25	PMMA	0.0068	-11.22	1.15x10
실시예 8	화합물 3	150	PMMA	0.0072	-16.18	5.26
실시예 9	화합물 3	150	P(VDF-TrEE)	0.094	-19.62	4.35x10
실시예 10	화합물 4	150	PMMA	0.057	-31.93	1.83x10 <sup>3</sup>
실시예 11	화합물 5	150	PMMA	0.126	-34.26	6.72x10 <sup>2</sup>

[303] 표 2에는 본 명세서의 일 실시상태에 따른 유기트랜지스터의 전자 이동도 특성을 나타내었다.

[304] [표2]

	화합물	열처리 온도(°C)	절연층 물질	평균 전자 이동도(cm <sup>2</sup> /Vs)	Threshold voltage(V)	on/off
실시예 1	화합물 1	25	PMMA	0.0006	54.15	2.49x10
실시예 2	화합물 1	150	PMMA	0.0004	62.08	1.85x10
실시예 3	화합물 1	150	P(VDF-TrEE)	-	-	-
실시예 4	화합물 2	25	PMMA	0.0005	48.22	1.28x10
실시예 5	화합물 2	150	PMMA	0.001	61.10	3.57x10
실시예 6	화합물 2	150	P(VDF-TrEE)	-	-	-
실시예 7	화합물 3	25	PMMA	0.013	30.00	9.95
실시예 8	화합물 3	150	PMMA	0.015	19.71	8.24
실시예 9	화합물 3	150	P(VDF-TrEE)	-	-	-
실시예 10	화합물 4	150	PMMA	-	-	-
실시예 11	화합물 5	150	PMMA	-	-	-

[305] 상기 표 1 및 표 2에 있어서, on/off 값이 높을수록, 유기트랜지스터가 오작동 없이 잘 구동되며, threshold 전압이 낮을수록 구동 전압을 낮출 수 있다.

[306] 표 1 및 표 2를 통해, 본 명세서의 실시예에 따른 화합물 1 내지 5가 양극성(ambipolar) 특성을 나타냄을 확인할 수 있다. 특히, 화합물 3은 정공과 전자의 이동도가 유사하여 인버터의 제작에 유리한 것을 알 수 있다.

[307] 실시예 13.

[308] 증류수(DI water), 아세톤(acetone), 이소프로필알코올(IPA) 순으로 각각 10분씩 세척된 유리 기판 위에 포토리쓰그래피를 이용하여 소스 전극과 드레인

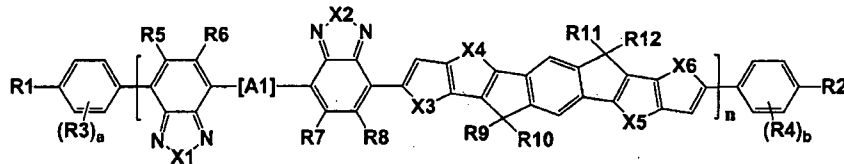
전극으로 13nm Au/3nm Ni을 열 증착 공정을 통해 형성하였다. 형성된 소스 전극과 드레인 전극 사이의 채널 길이는 10 $\mu$ m, 너비는 1mm로 형성하였다. 전극이 형성된 기판을 증류수(DI water), 아세톤(acetone), 이소프로필알코올(IPA) 순으로 각각 10분씩 세척한 뒤 잘 건조하였다. 건조된 기판에 클로로벤젠 용매에 녹아있는 화합물 2를 스펀코팅하고 상온에서 건조하였다. 이후 절연층으로 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)를 30mg/mL 농도로 메틸에티케톤(methyl ethyl ketone)에 녹여 화합물 1 위에 스펀코팅하고 80°C에서 2시간 건조하였다. 이후 게이트 전극으로 알루미늄을 50nm 두께로 열증착하여 유기트랜지스터 기반의 가스센서를 제조하였다. 제조된 가스센서를 가스챔버 내 위치하고, 메스 플로우 컨트롤러(mass flow controller)를 이용하여 검출하고자 하는 특정 가스(암모니아)와 질소를 번갈아 흘려주면서, Keithley 4200 semiconductor characterization system과 연결된 probe station을 이용하여 가스센서 내의 전류 변화를 측정하였다.

- [309] 도 27은 실시예 13에서 제조된 가스센서의 성능측정 결과를 나타낸 도이다.
- [310] 실시예 14.
- [311] 상기 실시예 13의 제조방법 중 화합물 2 대신 화합물 1을 사용한 것을 제외하고는 실시예 13과 동일한 방법으로 가스센서를 제조하였다.
- [312] 도 28은 실시예 14에서 제조된 가스센서의 성능측정 결과를 나타낸 도이다. 이를 통해 본 명세서의 일 실시상태에서 제조된 가스센서가 암모니아 가스 센서로 구동하는 것을 확인할 수 있다.

### 청구범위

[청구항 1] 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기반도체층을 포함하는 유기트랜지스터;

[화학식 1]



상기 화학식 1에 있어서,

X1 내지 X6는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', NR, O, SiRR', PR, S, GeRR', Se 또는 Te이며,

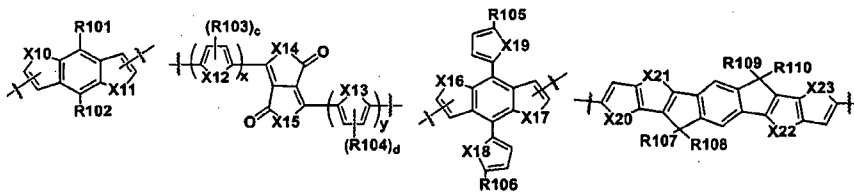
R1 및 R2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 또는 치환 또는 비치환된 알킬기이며,

a 및 b는 각각 1 내지 4의 정수이고,

a 및 b가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하며,

n은 1 내지 10,000의 정수이고,

[A1]은 하기 구조 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 포함하며,



상기 구조에 있어서,

X10 내지 X23은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', NR, O, SiRR', PR, S, GeRR', Se 또는 Te이며,

c 및 d는 각각 1 또는 2이고,

c 및 d가 각각 2일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하며,

x 및 y는 각각 1 내지 5의 정수이고,

x 및 y가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하며,

R3 내지 R12, R101 내지 R110, R 및 R'은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기;

카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기;

치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폰시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폰시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 실록산기; 치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기;



치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이고,  
 $\text{---}$ 는 다른 치환기 또는 결합부에 결합되는 부위이다.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,  
 상기 R5 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 실록산기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기인 것인 유기트랜지스터.

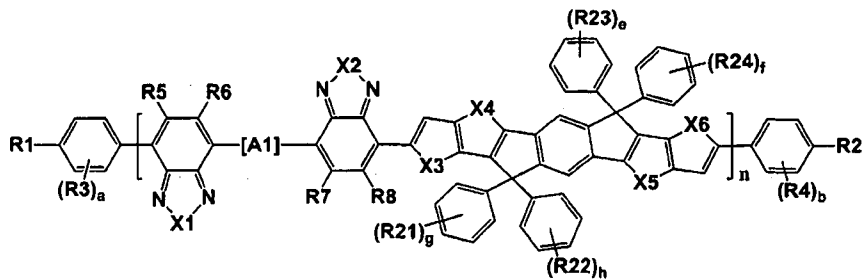
[청구항 3] 청구항 1에 있어서,  
 상기 R5 내지 R12는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로젠기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기인 것인 유기트랜지스터..

[청구항 4] 청구항 1에 있어서,  
 상기 X1 내지 X6는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 CRR', O, 또는 S인 것인 유기트랜지스터.

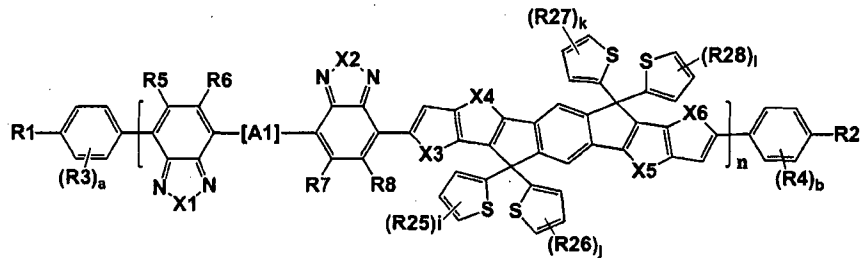
[청구항 5] 청구항 1에 있어서,  
 상기 X10 내지 X23은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 NR, S, 또는 Se인 것인 유기트랜지스터.

[청구항 6] 청구항 1에 있어서,  
 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-1 또는 화학식 1-2로 표시되는 것인 유기트랜지스터:

[화학식 1-1]



[화학식 1-2]



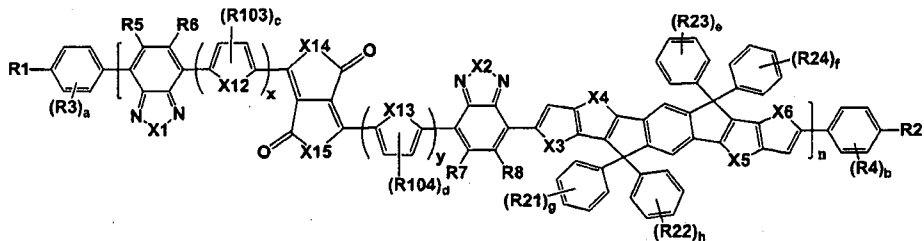
상기 화학식 1-1 및 화학식 1-2에 있어서,

R1 내지 R8, [A1], X1 내지 X6, a, b 및 n의 정의는 상기 화학식 1과 동일하고,  
 e, f, g 및 h는 각각 1 내지 5의 정수이며,  
 e, f, g 및 h가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,  
 i, j, k 및 l은 각각 1 내지 3의 정수이며,  
 i, j, k 및 l이 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,  
 R21 내지 R28은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폰시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폰시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기; 치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기; 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.

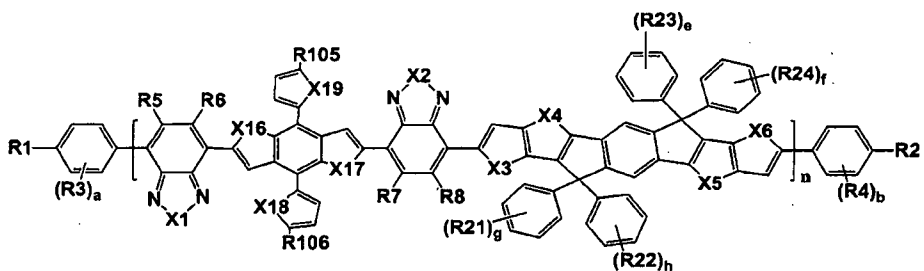
[청구항 7]

청구항 1에 있어서,  
 상기 화학식 1은 하기 화학식 1-3 내지 화학식 1-8 중 어느 하나로 표시되는 것인 유기트랜지스터:

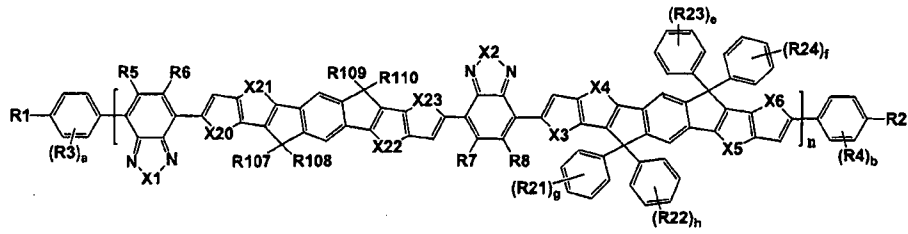
[화학식 1-3]



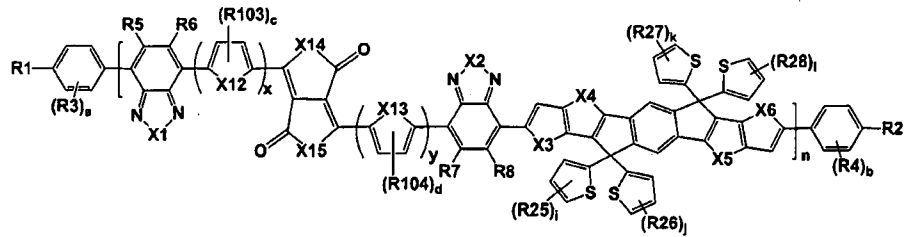
[화학식 1-4]



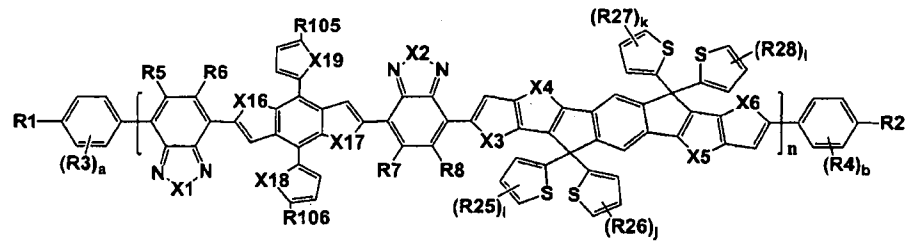
[화학식 1-5]



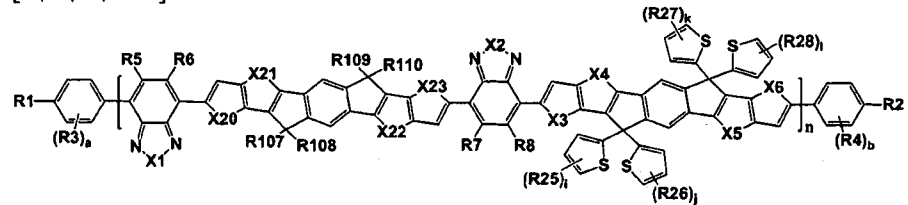
[화학식 1-6]



[화학식 1-7]



[화학식 1-8]



상기 화학식 1-3 내지 화학식 1-8에 있어서,  
R1 내지 R8, R103 내지 R110, X1 내지 X6, X12 내지 X23, a, b, c, d, x, y 및 n의 정의는 상기 화학식 1과 동일하고,  
e, f, g 및 h는 각각 1 내지 5의 정수이며,  
e, f, g 및 h가 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,  
i, j, k 및 l은 각각 1 내지 3의 정수이며,  
i, j, k 및 l이 각각 2 이상일 경우, 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,  
R21 내지 R28은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로젠기; 니트릴기; 니트로기; 히드록시기; 카보닐기; 에스테르기; 이미드기; 아미드기; 치환 또는 비치환된 알킬기; 치환 또는 비치환된 시클로알킬기; 치환 또는 비치환된 알콕시기; 치환 또는 비치환된 아릴옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬티옥시기; 치환 또는 비치환된 아릴티옥시기; 치환 또는 비치환된 알킬술폰시기; 치환 또는 비치환된 아릴술폰시기; 치환 또는 비치환된 알케닐기; 치환 또는 비치환된 실릴기;

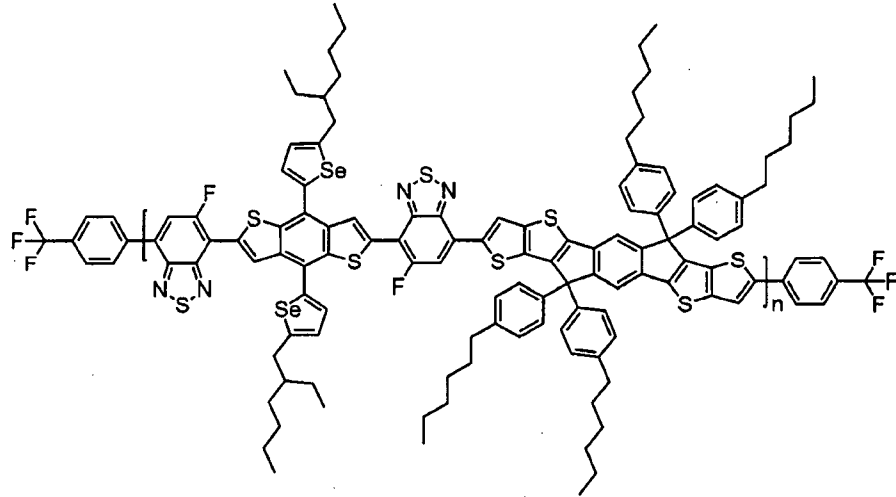
치환 또는 비치환된 붕소기; 치환 또는 비치환된 아민기; 치환 또는 비치환된 아릴포스핀기; 치환 또는 비치환된 포스핀옥사이드기; 치환 또는 비치환된 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리기이다.

[청구항 8]

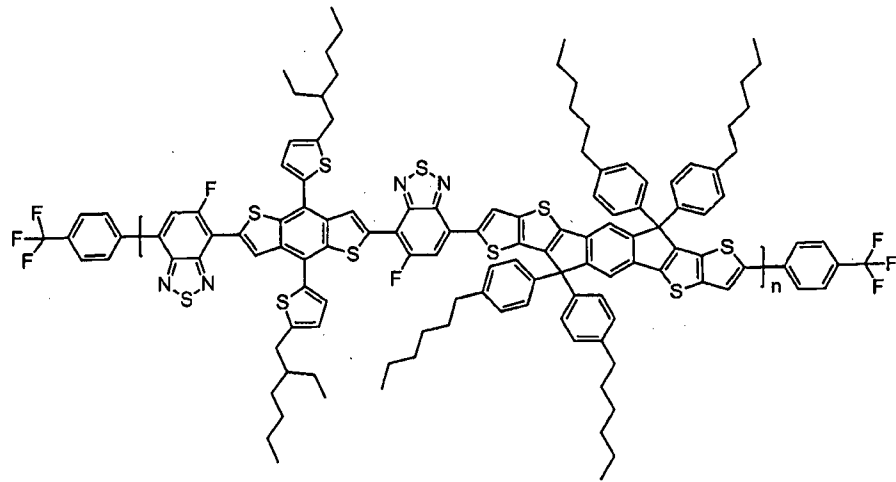
청구항 1에 있어서,

상기 화학식 1은 하기 화합물 1 내지 화합물 5 중 어느 하나로 표시되는 것인 유기트랜지스터:

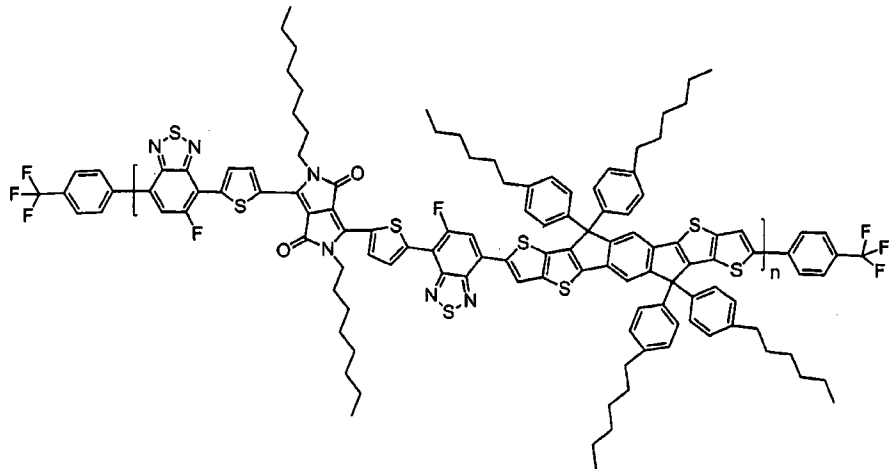
[화합물 1]



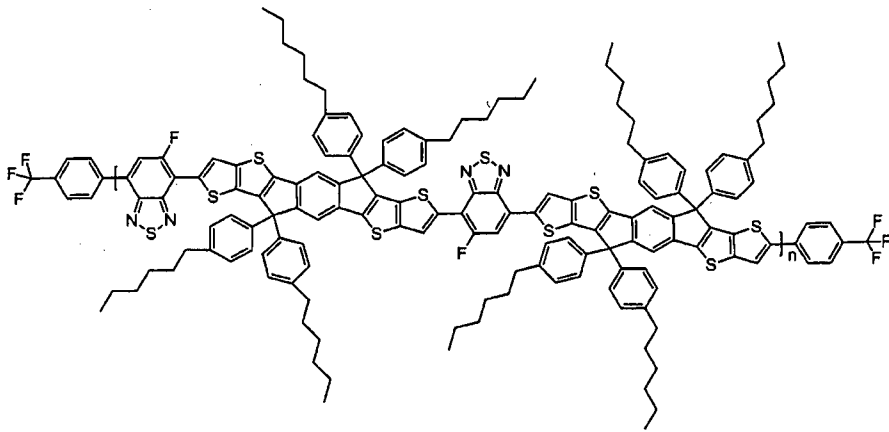
[화합물 2]



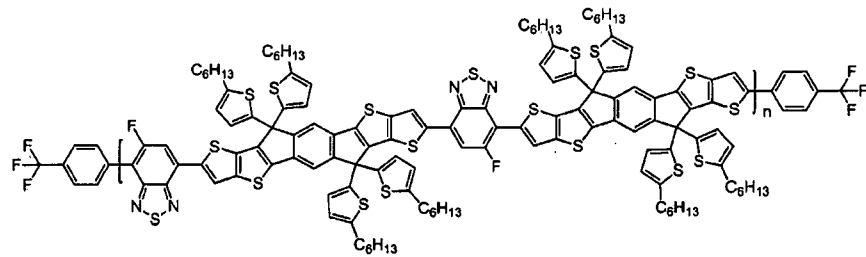
[화합물 3]



[화합물 4]



[화합물 5]



상기 화합물 1 내지 화합물 5에 있어서,  
n은 1 내지 10,000의 정수이다.

[청구항 9]

청구항 1에 있어서,  
상기 유기트랜지스터는 게이트 전극, 소스 전극, 드레인 전극 및 상기 유기반도체층과 접하는 절연층을 포함하는 유기트랜지스터.

[청구항 10]

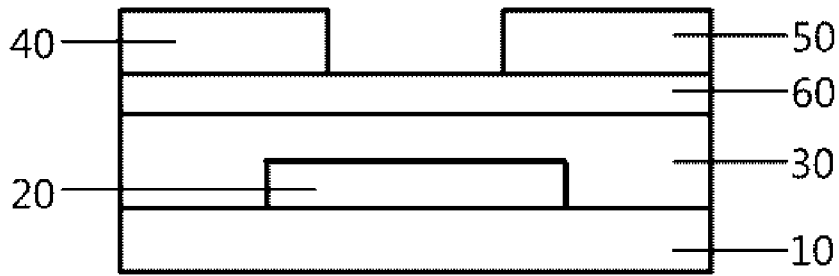
청구항 1 내지 9 중 어느 한 항에 따른 유기트랜지스터를 적용한 가스센서.

[청구항 11]

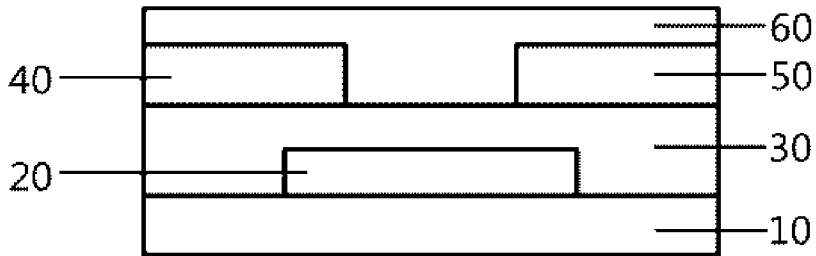
청구항 10에 있어서,  
상기 유기반도체층이 탄소 기반의 물질을 더 포함하는 것인 가스센서.

- [청구항 12] 청구항 10에 있어서,  
상기 가스센서는 암모니아( $\text{NH}_3$ ), 에틸렌( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), 포름알데히드( $\text{HCHO}$ ),  
불산( $\text{HF}$ ), 질소산화물, 황산화물 또는 에탄올을 감지하는 것인 가스센서.
- [청구항 13] 청구항 10에 있어서,  
상기 가스센서는 암모니아에 대한 감도(sensitivity)가 공기(air) 대비  
0.1ppm 이상 90% 이하인 것인 가스센서.

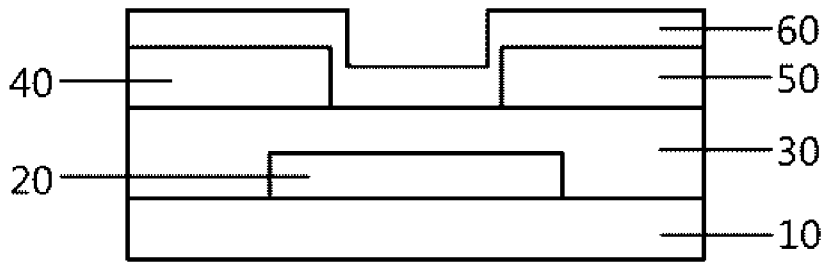
[도1]



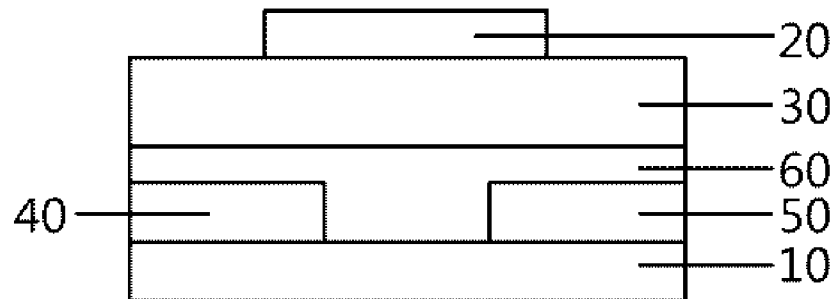
[도2]



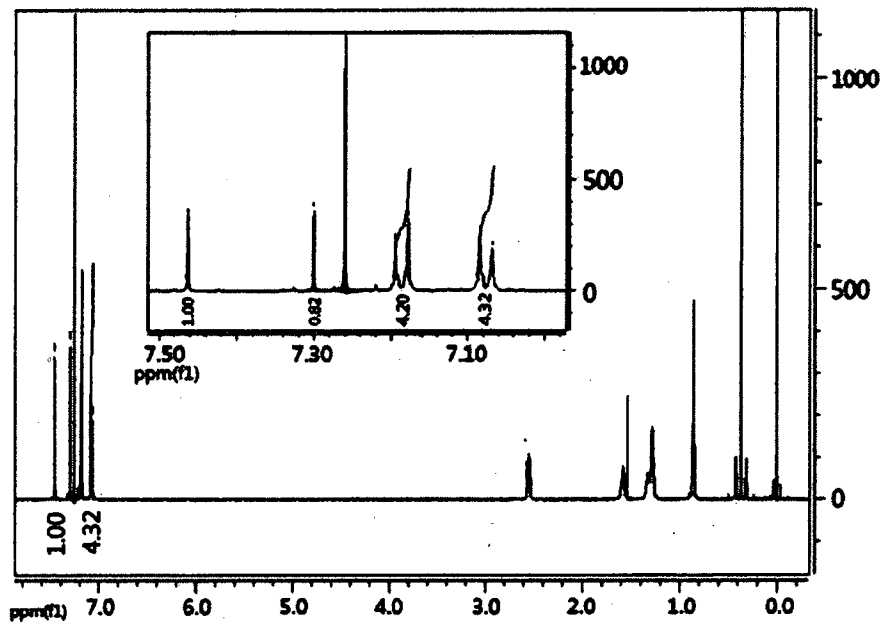
[도3]



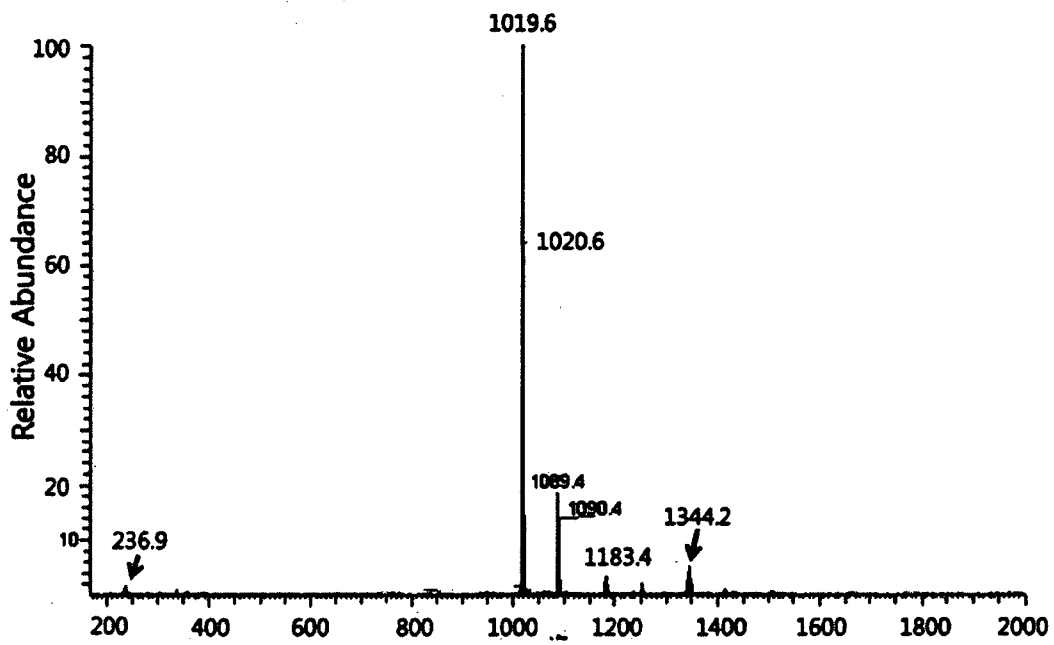
[도4]



[E5]

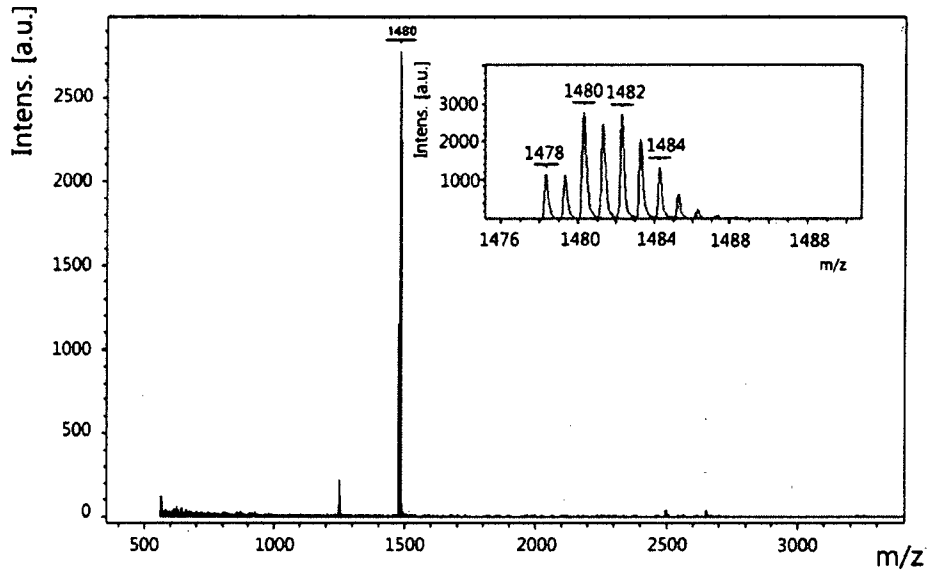


[E6]

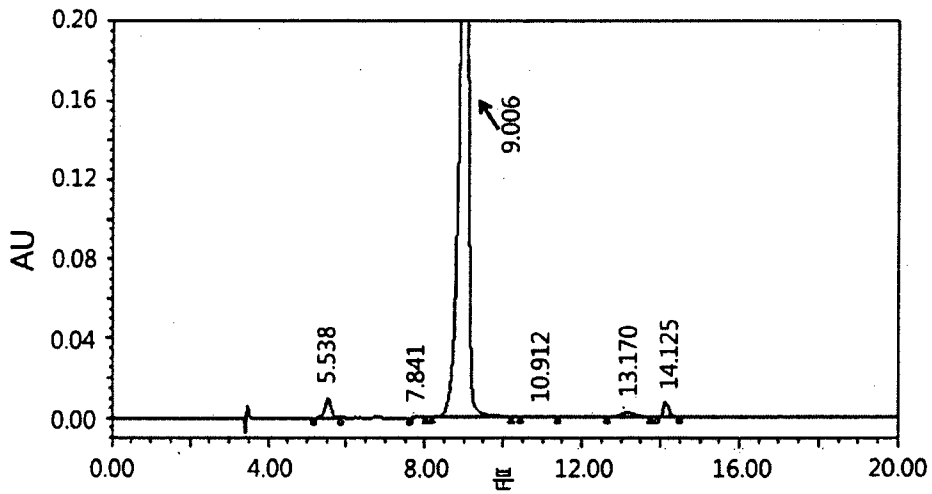




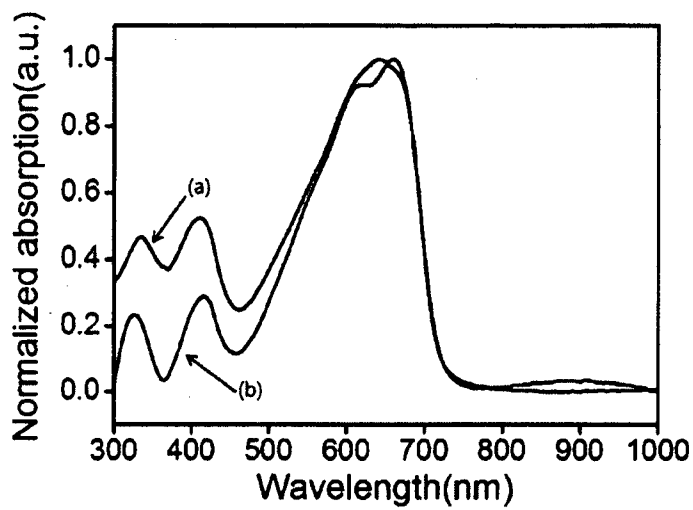
[F7]



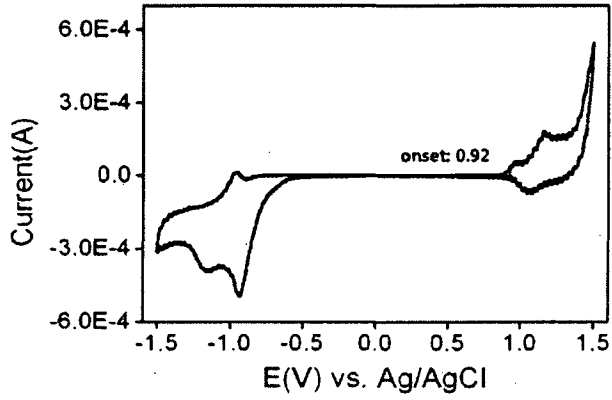
[F8]



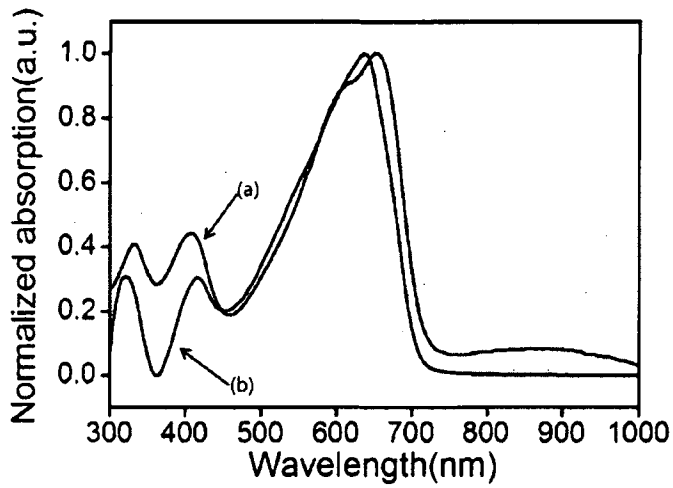
[F9]



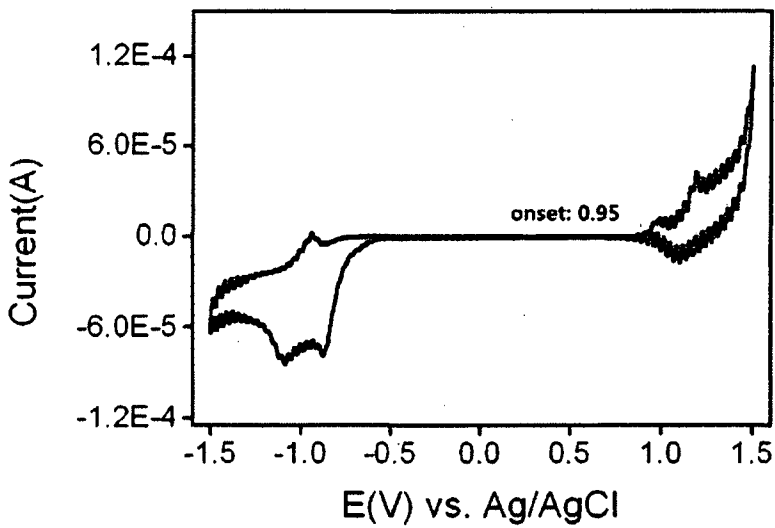
[도 10]



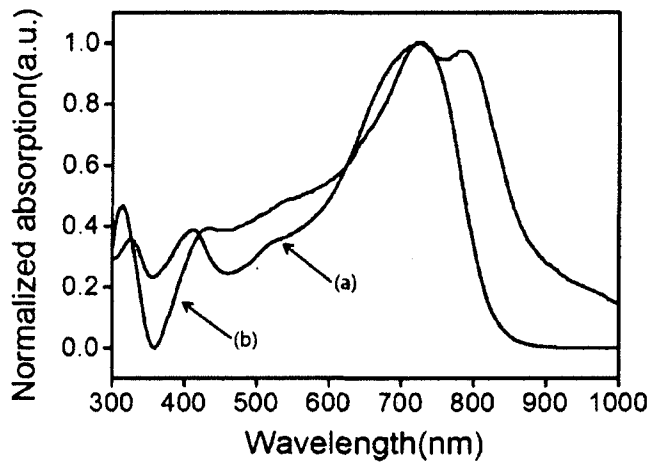
[도 11]



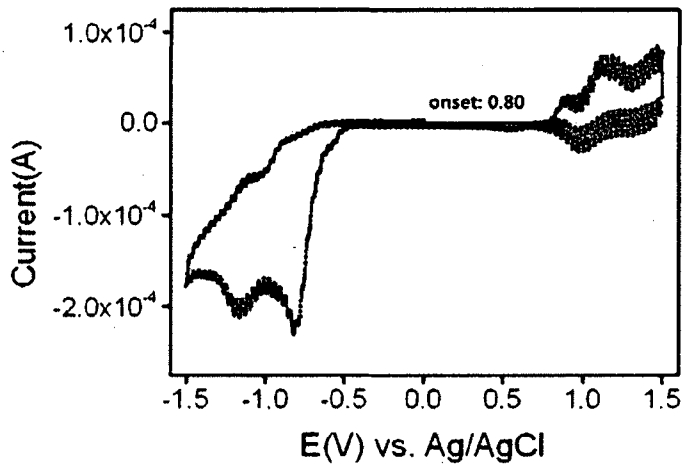
[도 12]



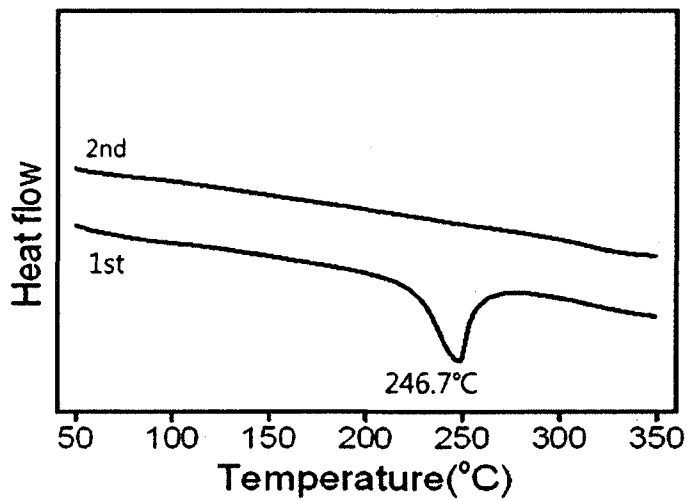
[도13]



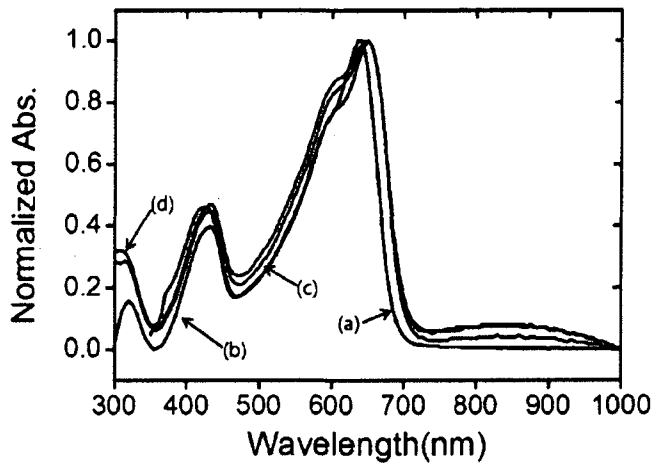
[도14]



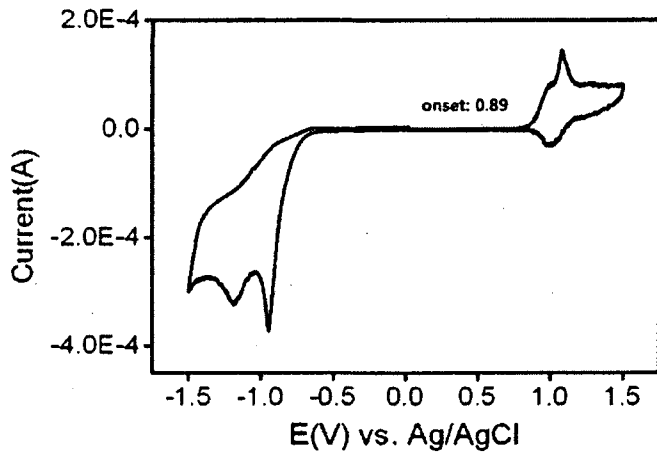
[도15]



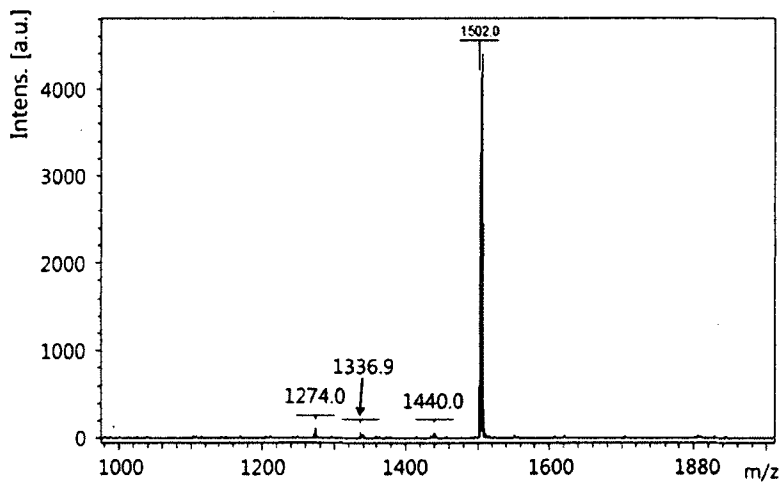
[Fig 16]



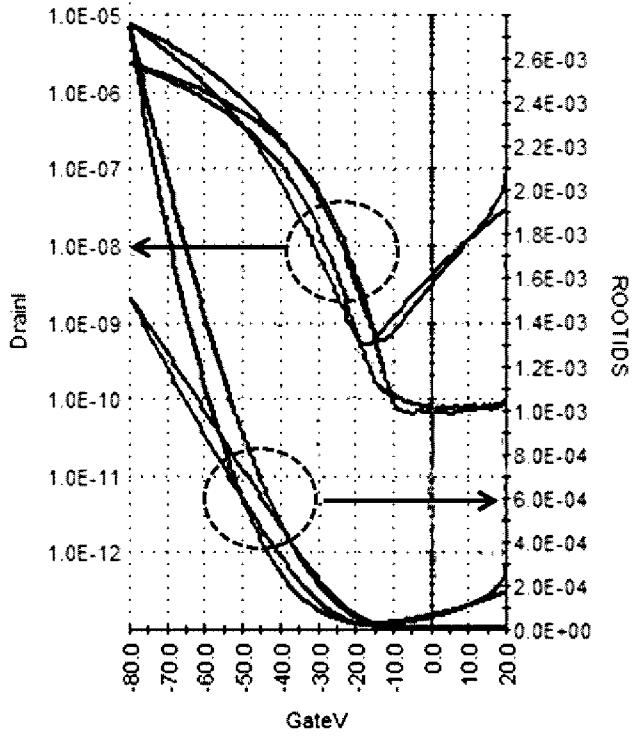
[Fig 17]



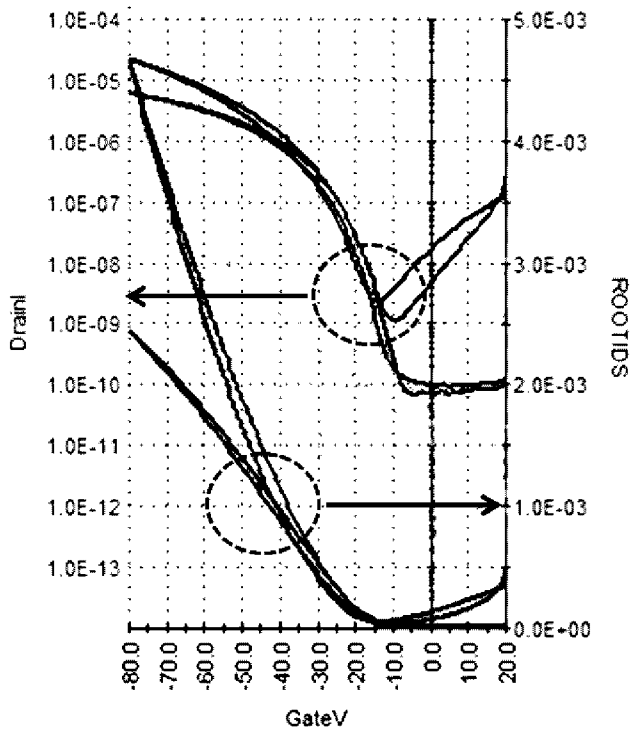
[Fig 18]



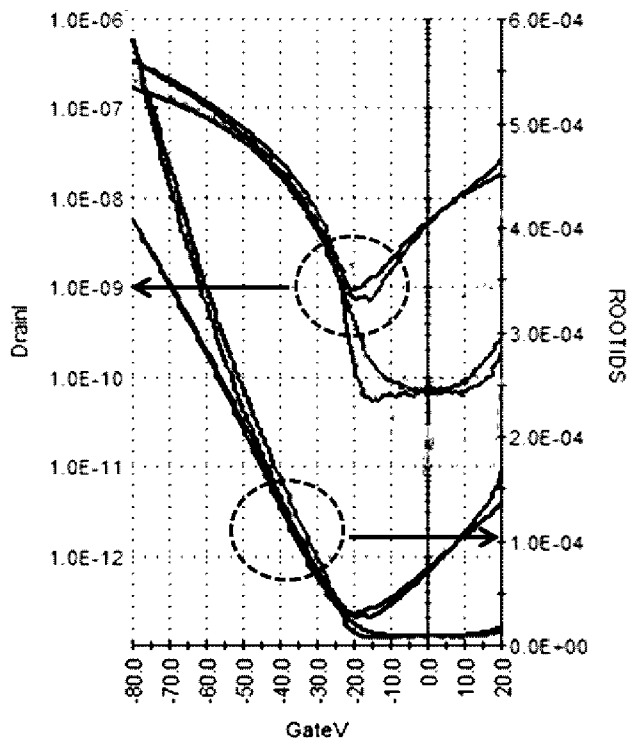
[도19]



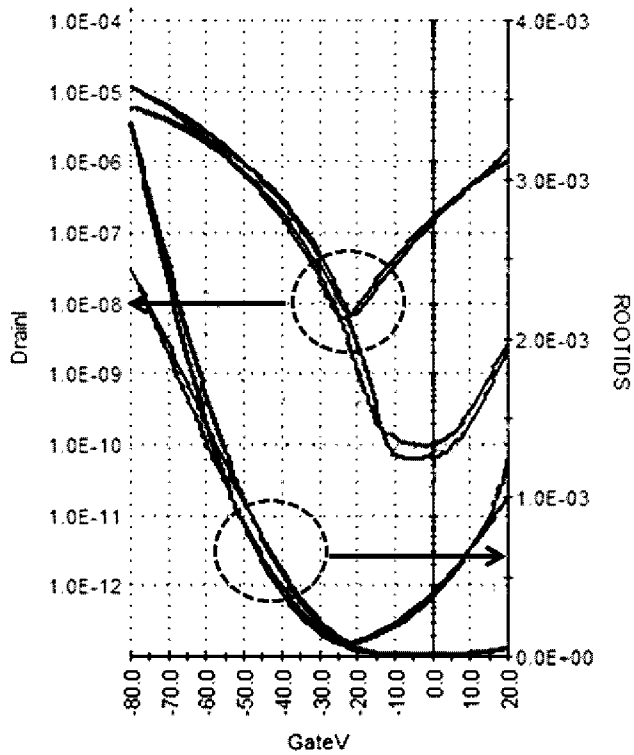
[도20]



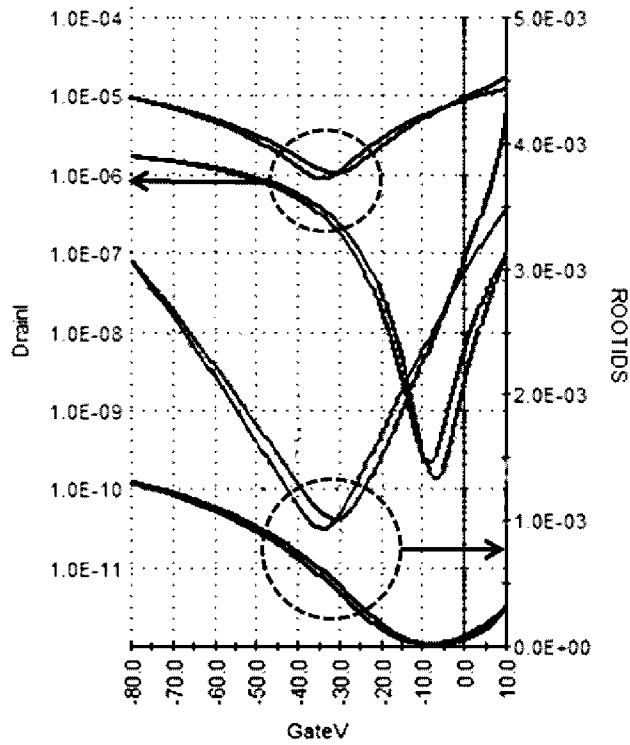
[도21]



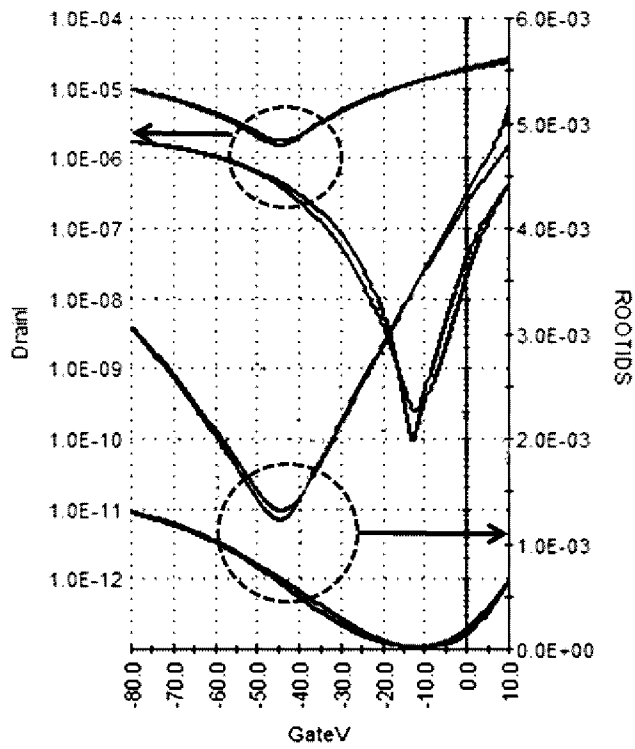
[도22]



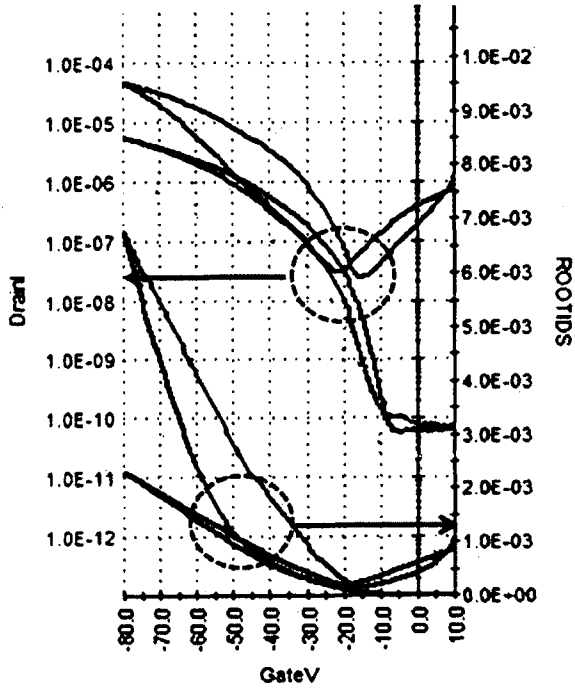
[도23]



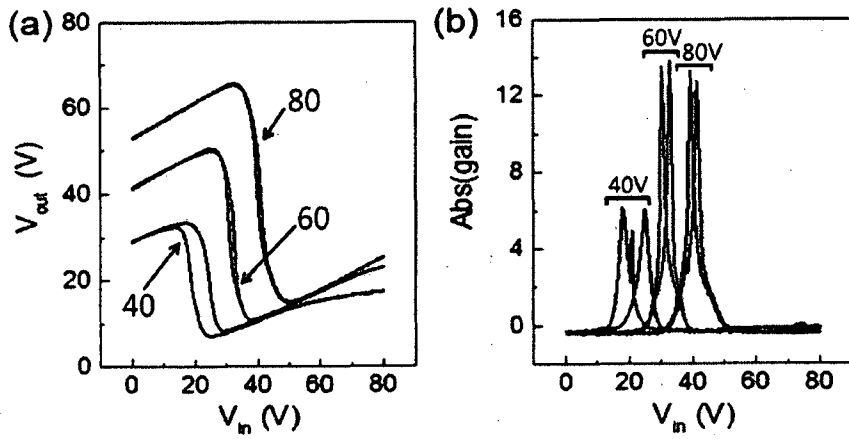
[도24]



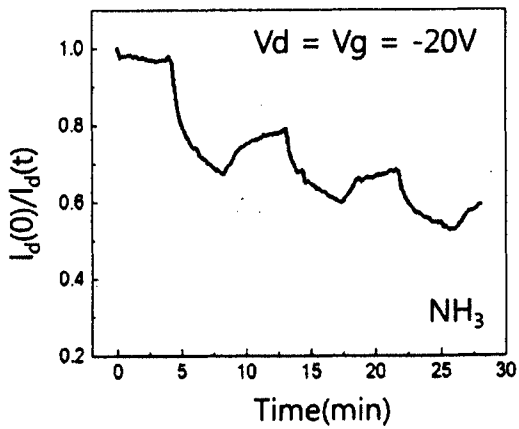
[도25]



[도26]

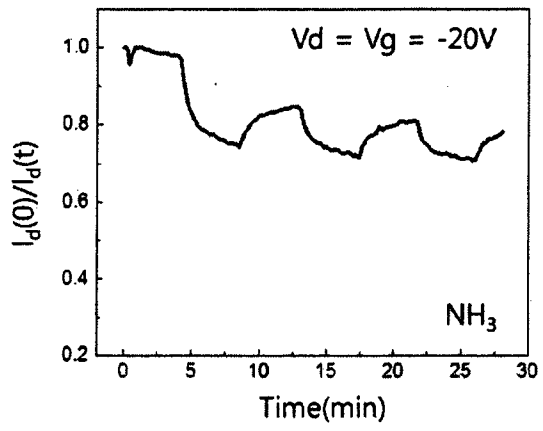


[도27]





[도28]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2017/010170**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*H01L 51/00(2006.01)i, H01L 51/05(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 51/00; C08G 61/12; H01L 51/05; G01N 27/00; H01L 31/0216; H01L 29/786; C09D 11/03; H01L 51/50; C08G 75/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal), STN(Registry, CAplus), Google &amp; Keywords: organic semiconductor layer, organic transistor, gas sensor

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2015-0142834 A (LG CHEM, LTD.) 23 December 2015 See claims 1, 6, 9, 14.	1-13
Y	KR 10-2016-0048137 A (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA et al.) 03 May 2016 See paragraphs [0172]-[0184], [0187], [0203].	1-13
A	US 2015-0155494 A1 (MERCK PATENT GMBH.) 04 June 2015 See the entire document.	1-13
A	KR 10-2009-0107874 A (INKTEC CO., LTD.) 14 October 2009 See the entire document.	1-13
A	JP 2016-065746 A (FUJIFILM CORP.) 28 April 2016 See the entire document.	1-13
PX	OPOKU, H. et al., "Conjugated Side Chain Tuning Effect of Indacenodithieno[3,2-b]thiophene and Fluoro-Benzothiadiazole-Based Regioregular Copolymers for High-Performance Organic Field-Effect Transistors", Macromolecular Chemistry and Physics, Electronic publication date 19 July 2017, vol. 218, 1700225 (inner pages 1-8) See abstract, formula 1.	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 DECEMBER 2017 (26.12.2017)

Date of mailing of the international search report

**26 DECEMBER 2017 (26.12.2017)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2017/010170**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0142834 A	23/12/2015	NONE	
KR 10-2016-0048137 A	03/05/2016	CN 105556681 A CN 106887335 A EP 3054488 A1 JP 2017-139505 A JP 6183760 B2 US 2016-0293342 A1 WO 2015-049841 A1	04/05/2016 23/06/2017 10/08/2016 10/08/2017 23/08/2017 06/10/2016 09/04/2015
US 2015-0155494 A1	04/06/2015	EP 2873300 A1 TW 201402639 A WO 2014-008971 A1	20/05/2015 16/01/2014 16/01/2014
KR 10-2009-0107874 A	14/10/2009	CN 102027079 A CN 102027079 B JP 2011-519981 A JP 5154690 B2 KR 10-0934752 B1 TW 201000577 A TW 201406875 A TW 1530537 B TW 1530538 B US 2011-0024668 A1 US 2014-0106492 A1 US 9786843 B2 WO 2009-145504 A2 WO 2009-145504 A3	20/04/2011 24/07/2013 14/07/2011 27/02/2013 30/12/2009 01/01/2010 16/02/2014 21/04/2016 21/04/2016 03/02/2011 17/04/2014 10/10/2017 03/12/2009 21/01/2010
JP 2016-065746 A	28/04/2016	JP 6147236 B2	14/06/2017

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**  
H01L 51/00(2006.01)i, H01L 51/05(2006.01)i

**B. 조사된 분야**  
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)  
H01L 51/00; C08G 61/12; H01L 51/05; G01N 27/00; H01L 31/0216; H01L 29/786; C09D 11/03; H01L 51/50; C08G 75/06  
조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌  
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC  
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))  
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템), STN(Registry, CAplus), Google & 키워드:유기반도체층, 유기트랜지스터, 가스센서

**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2015-0142834 A (주식회사 엘지화학) 2015.12.23 청구항 1, 6, 9, 14 참조.	1-13
Y	KR 10-2016-0048137 A (아사히 가세이 가부시키가이샤 등) 2016.05.03 단락 [0172]-[0184], [0187], [0203] 참조.	1-13
A	US 2015-0155494 A1 (MERCK PATENT GMBH) 2015.06.04 전체 문헌 참조.	1-13
A	KR 10-2009-0107874 A (주식회사 잉크테크) 2009.10.14 전체 문헌 참조.	1-13
A	JP 2016-065746 A (FUJIFILM CORP) 2016.04.28 전체 문헌 참조.	1-13
PX	OPOKU, H. 등, 'Conjugated Side Chain Tuning Effect of Indacenodithieno[3,2-b]thiophene and Fluoro-Benzothiadiazole-Based Regioregular Copolymers for High-Performance Organic Field-Effect Transistors', Macromolecular Chemistry and Physics, 전자공개일 2017.07.19, 218권, 1700225 (내부페이지 1-8) 초록; 도식 1 참조.	1-9

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.  대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:  
 "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌  
 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.  
 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.  
 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌  
 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일 2017년 12월 26일 (26.12.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 12월 26일 (26.12.2017)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 이동욱 전화번호 +82-42-481-8163
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0142834 A	2015/12/23	없음	
KR 10-2016-0048137 A	2016/05/03	CN 105556681 A CN 106887335 A EP 3054488 A1 JP 2017-139505 A JP 6183760 B2 US 2016-0293342 A1 WO 2015-049841 A1	2016/05/04 2017/06/23 2016/08/10 2017/08/10 2017/08/23 2016/10/06 2015/04/09
US 2015-0155494 A1	2015/06/04	EP 2873300 A1 TW 201402639 A WO 2014-008971 A1	2015/05/20 2014/01/16 2014/01/16
KR 10-2009-0107874 A	2009/10/14	CN 102027079 A CN 102027079 B JP 2011-519981 A JP 5154690 B2 KR 10-0934752 B1 TW 201000577 A TW 201406875 A TW I530537 B TW I530538 B US 2011-0024668 A1 US 2014-0106492 A1 US 9786843 B2 WO 2009-145504 A2 WO 2009-145504 A3	2011/04/20 2013/07/24 2011/07/14 2013/02/27 2009/12/30 2010/01/01 2014/02/16 2016/04/21 2016/04/21 2011/02/03 2014/04/17 2017/10/10 2009/12/03 2010/01/21
JP 2016-065746 A	2016/04/28	JP 6147236 B2	2017/06/14