

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 10월 27일 (27.10.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/171430 A1

- (51) 국제특허분류:
H01L 51/05 (2006.01) *H01L 51/10* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/003925
- (22) 국제출원일: 2016년 4월 15일 (15.04.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0055084 2015년 4월 20일 (20.04.2015) KR
- (71) 출원인: 경북대학교산학협력단 (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 41566 대구시 북구 대학로 80, Daegu (KR).
- (72) 발명자: 서주역 (SEO, Jooyeok); 51604 경상남도 창원시 진해구 용재로 105, Gyeongsangnam-do (KR). 김화정 (KIM, Hawjeong); 42114 대구시 수성구 청수로 261 1416 동 205 호, Daegu (KR). 김영규 (KIM, Youngkyoo); 42114 대구시 수성구 청수로 261 1416 동 205 호, Daegu (KR).
- (74) 대리인: 특허법인해담 (INTERNATIONAL IP GROUP); 16488 경기도 수원시 팔달구 효원로 307 번길 97, 302 호, Gyeonggi-do (KR).

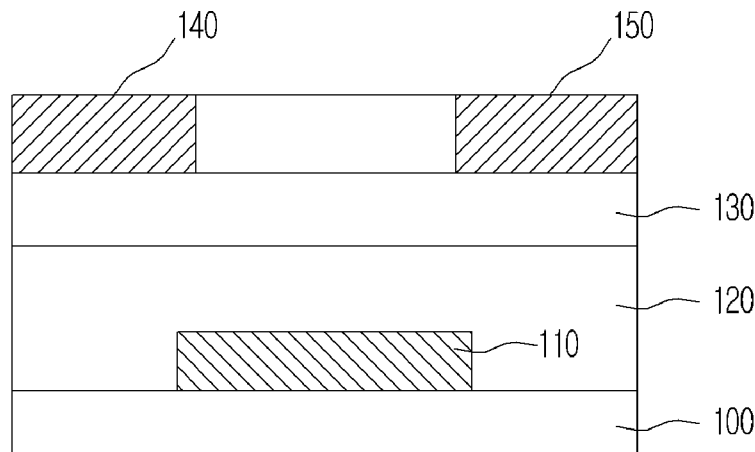
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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 역내 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).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: ORGANIC MEMORY DEVICE AND MANUFACTURING THEREOF

(54) 발명의 명칭: 유기 메모리 소자 및 그 제조 방법



(57) Abstract: The present invention relates to an organic memory device and a manufacturing method thereof, wherein the organic memory device has a transistor structure and a memory function in a manner wherein a polymeric memory insulation layer formed of a mixed material of polyvinyl alcohol (PVA) and a polymeric material is formed between a gate electrode and a charge transport layer to enable the polymeric memory insulation layer to be electrically polarized while exhibiting hysteresis, whereby a drain current has hysteresis characteristics. To this end, the present invention relates to a transistor comprising a gate electrode, a source, and a drain electrode, which are formed on a substrate, in which a polymeric memory insulation layer, formed of a mixed material of polyvinyl alcohol (PVA) and an iron-containing protein (heme protein) to thus exhibit hysteresis and be electrically polarizable, is formed between the gate electrode and the source and the drain electrode.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2016/171430 A1



본 발명은 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 고분자 물질의 혼합 물질로 이루어진 고분자 메모리 절연층을 게이트 전극과 전하 수송층 사이에 형성하여, 히스테리시스(hysteresis)를 나타내는 전기적으로 분극 가능하도록 하여 드레인 전류가 히스테리시스 특성을 갖도록 함으로써 트랜지스터 구조를 가지면서 메모리 기능을 갖는 유기 메모리 소자 그 제조 방법에 관한 것이다. 이를 위한, 본 발명은 기판 상에 형성된 게이트 전극과 소오스 및 드레인 전극을 포함하는 트랜지스터에 있어서, 게이트 전극과 소오스 및 드레인 전극 사이에 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질(Heme protein)의 혼합 물질로 이루어져 히스테리시스를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 고분자 메모리 절연층이 형성된 것이다.

명세서

발명의 명칭: 유기 메모리 소자 및 그 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 유기 메모리 소자 및 유기 메모리 소자의 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 절연물질과 헴 단백질(Heme protein)의 혼합된 절연층의 히스테리시스 특성에 의하여 트랜지스터의 구조를 가지면서도 비휘발성 메모리의 기능을 할 수 있는 유기 메모리 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 정보통신 산업과 휴대용 정보 기기의 비약적인 발전에 따라 대용량 비휘발성 메모리 소자에 대한 요구가 증가하고 있다. 현재 이러한 비휘발성 메모리 소자는 실리콘 재료에 기반을 둔 플래시 메모리 (flash memory)가 주류를 이루고 있으나, 기존의 플래시 메모리는 기록/소거 횟수가 제한되고, 기록 속도가 느리며, 고집적, 소형화가 곤란한 등의 기술적 한계가 드러남에 따라서 다양한 형태의 차세대 비 휘발성 메모리 소자에 대한 연구가 진행되고 있다.
- [3] 일례로 메모리 소자의 메모리층 재료로 유기물을 사용하여, 기존의 실리콘 메모리 소자의 물리적인 한계를 극복하고, 초고속, 고용량, 저소비전력, 저가격 특성을 갖는 차세대 비휘발성 메모리 소자를 구현하기 위한 기술의 개발이 활발하게 진행되고 있다.
- [4] 이러한 유기 메모리 소자로서 한국등록특허 1190570호 및 한국등록특허 1234225호에 적당한 유전율을 가지면서 메모리 기능을 갖는 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol; PVA)로 이루어지는 절연층을 갖는 유기 메모리 소자에 대한 기술이 개시되어 있다.
- [5] 상기 선행문헌에 따르면 유기 메모리 소자는 게이트 전극층과 소오스 및 드레인 전극 층 사이에 폴리메틸메타크릴레이트(polymethyl methacrylate; PMMA), 폴리비닐페놀(polyvinyl phenol; PVP) 및 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol; PVA)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나로 이루어진 터널링 유기 절연층을 포함하는 구조를 갖는다.
- [6] 이러한 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol; PVA)로 이루어지는 절연층을 갖는 유기 메모리 소자의 경우 유전율이 높아 전하 이동도가 높아지는 장점이 있지만 그만큼 누설 전류를 많이 발생하게 되는 단점이 있으며, 85°C 이하의 낮은 유리 전이온도로 인하여 고온 구동이 어렵고 저온에서만 구동이 가능하다는 단점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 배경기술의 단점을 해소하기 위한 본 발명의 목적은, 폴리비닐알코올(PVA :

Polyvinyl Alcohol)과 고분자 물질의 혼합 물질로 이루어진 고분자 메모리 절연층을 게이트 전극과 전하 수송층 사이에 형성하여, 히스테리시스(hysteresis)를 나타내는 전기적으로 분극 가능하도록 하여 드레인 전류가 히스테리시스 특성을 갖도록 함으로써 트랜지스터 구조를 가지면서 메모리 기능을 갖는 유기 메모리 소자 그 제조 방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [8] 과제를 해결하기 위한 본 발명의 유기 메모리 소자는 기판 상에 형성된 게이트 전극과 소오스 및 드레인 전극을 포함하는 트랜지스터에 있어서, 게이트 전극과 소오스 및 드레인 전극 사이에 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질의 혼합 물질로 이루어져 히스테리시스를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 고분자 메모리 절연층을 포함한다.
- [9] 또한, 본 발명의 유기 메모리 소자는 상기 기판 상에 형성된 게이트 전극, 게이트 전극 상에 형성되며 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질(Heme protein)의 혼합 물질로 이루어져 히스테리시스를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 고분자 메모리 절연층, 고분자 메모리 절연층 상에 형성된 전하 수송층; 및 전하 수송층 상에 일정 거리 이격되게 각각 형성된 소오스 및 드레인 전극을 포함한다.
- [10] 이때, 본 발명에 따른 유기 메모리 소자는 철 함유 단백질로 말에서 수득한 헴 단백질(Heme protein)로 이루어질 수 있다.
- [11] 또한, 과제를 해결하기 위한 본 발명의 유기 메모리 소자의 제조 방법은, 기판 상에 게이트 전극을 형성하는 단계와, 게이트 전극 상에 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질의 혼합 물질로 이루어진 고분자 메모리 절연층을 형성하는 단계와, 고분자 메모리 절연층 상에 전하 수송층을 형성하는 단계 및 정공 수송층 상에 일정 거리 이격되는 드레인 전극과 소오스 전극을 형성하는 단계를 포함한다.
- [12] 또한, 고분자 메모리 절연층 형성단계는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 용액에 헴 단백질(Heme protein)을 혼합하는 과정과, 혼합 용액을 스테어링(stirring)하는 과정과, 스테어링된 혼합 용액을 게이트 전극이 형성된 기판에 코팅하여 고분자 메모리 절연층을 형성하는 과정으로 이루어질 수 있다.
- [13] 또, 혼합 용액은 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)에 대하여 헴 단백질(Heme protein)을 20~40 중량 퍼센트(wt%)로 혼합할 수 있고, 스테어링(stirring) 과정은 상온에서 18~26시간 동안 실시할 수 있다.
- [14] 또, 혼합 용액은 스핀 코팅 방식으로 코팅한 후에 80°C~120°C의 온도 하에서 10~14 시간 열처리할 수 있다.
- [15] 아울러, 전하 수송층을 정공 수송층으로 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [16] 본 발명은 히스테리시스(hysteresis)를 나타내는 전기적으로 분극 가능한

물질을 이용하는 경우 메모리의 기능 갖는 특성을 이용한 것으로서, 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)에 철을 함유하여 전기적인 특성이 뛰어난 헴(HEME) 단백질을 첨가함으로써, 기존 보다 얇은 두께와 저전압에서도 우수한 드레인 전류 특성을 얻을 수 있다.

- [17] 또한, 본 발명은 85°C 이하의 낮은 유리 전이온도를 갖는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 높은 유리 전이 온도를 갖는 헴(HEME) 단백질을 혼합한 절연층을 이용함으로써 고온에서 안정적으로 동작 가능한 유기 메모리 소자를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 단면도.
 [19] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 동작 원리를 나타낸 단면도.
 [20] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 드레인 전류 특성을 비교한 그래프.
 [21] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 히스테리시스 특성을 비교한 그래프.
 [22] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 열적 안정성을 비교한 그래프.
 [23] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자 제조 방법을 순차로 나타낸 공정 단면도.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [24] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예를 상세하게 설명하기로 한다.
- [25]
- [26] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 단면도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 동작 원리를 나타낸 단면도로서, 기판(100), 기판 상에 형성된 게이트 전극(110), 게이트 전극(110) 상에 형성되는 고분자 메모리 절연층(120), 전하 수송층(130)과 소오스 전극(140) 및 드레인 전극(150)을 이루어진다.
- [27] 본 발명은 게이트 전극(110)과 전하 수송층(130) 사이에 위치하는 절연층(130)이 히스테리시스(hysteresis)를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 물질로 이루어질 경우 메모리의 기능을 할 수 있다는 점을 이용하는 것으로서, 히스테리시스 특성을 이용한 메모리 소자는 전압을 증가시킬 때의 전류 변화 곡선과 전압을 감소시킬 때의 전류 변화 곡선이 상이한 히스테리시스 곡선을 이용하여 히스테리시스 곡선의 각 사분면을 저장 수단(00,01,10,11)으로 이용하는 기술이다.
- [28] 우선, 기판(100)은 실리콘(silicon) 기판, 유리 기판 또는 플라스틱(plastic) 기판

등이 이용될 수 있다.

- [29] 게이트 전극(110)은 예시적으로, 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 니켈(Ni)/알루미늄, 폴리머 등의 도전성 물질로 형성될 수 있다.
- [30] 고분자 메모리 절연층(120)은 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 고분자 물질인 헴 단백질(Heme protein)의 혼합 물질로 이루어지며, 유전율이 6ε이다. 그리고, 헴 단백질(Heme protein)은 말 세포에서 수득한 것을 특징으로 한다.
- [31] 전하 수송층(130)은 고분자 메모리 절연층 상에 형성된 것으로서, 전하의 수송 효율을 높이기 위하여 정공 수송층으로 형성할 수 있고, 예시적으로 P3HT(poly(3-hexylthiophene))로 형성할 수 있다.
- [32] 소오스 전극(140)과 드레인 전극(150)은 전하 수송층(130) 상에 일정 거리 이격되게 형성되는 것으로서, 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 니켈(Ni)/알루미늄, 폴리머 등의 도전성 물질로 형성될 수 있다.
- [33] 본 발명에 따르면, 고분자 메모리 절연층으로 이용되는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)의 경우 적당한 유전율과 메모리 기능을 가진 것으로서, 트랜지스터 구조를 사용하여 절연체 단층으로 사용했을 때, 저전압 메모리 구동 가능하고 물에 잘 녹는 성질이 있어 단백질 같은 바이오 물질과 반응할 경우 전기적인 물성이 생성 가능한 물질이다.
- [34] 헴 단백질(Heme protein)의 경우 철을 함유하고 있으며 전기적인 특성이 뛰어나기 때문에, 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 헴 단백질(Heme protein)로 이루어진 고분자 메모리 절연층은 자체 히스테리시스 특성을 갖게 된다.
- [35] 즉, 도 2에 도시된 바와 같이 게이트 전극(110)에 전압을 인가하면 고분자 메모리 절연층(120)이 전기적으로 분극되어 히스테리시스 현상이 발생하게 되고, 이로 인하여 전하 수송층(130)에도 정공 히스테리시스 현상이 유도된다.
- [36] 이와 같이 전하 수송층(130)의 정공 이동에 히스테리시스 특성이 발생함에 따라 소오스 전극(140)에서 드레인 전극(150)으로의 전하 이동도가 높아져, 드레인 전류가 히스테리시스 특성을 가지게 되므로 트랜지스터 구조를 가지면서도 비휘발성의 메모리 기능을 할 수 있게 되는 것이다.
- [37] 즉, 드레인 전류의 히스테리시스 특성이 명확히 나타난다는 것은 히스테리시스에 의한 전압차가 크다는 것을 의미하므로 히스테리시스에 의한 전압차가 큰 고분자 메모리 절연층이 사용되면 메모리 소자의 문턱전압차가 증가되므로, 저전압에서도 구동이 가능해지게 된다.
- [38]
- [39] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 드레인 전류 특성을 비교한 그래프이다.
- [40] 도 3의 (a)와 (b)는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 단일층을 절연층으로 이용했을 경우의 드레인 전류 특성을 나타낸 것으로서, 도 3의 (a)는

3시간 동안 75°C가 유지될 경우의 드레인 전류 특성이고, 도 3의 (b)는 3시간 동안 100°C가 유지될 경우 드레인 전류 특성으로서, 75°C에서의 드레인 전류 특성과 비교했을 때 100°C 이상의 고온이 가해지면 드레인 전류 특성이 급격하게 변화하는 것을 볼 수 있다.

- [41] 도 3의 (c)와 (d)는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 헴 단백질(Heme protein) 혼합 물질을 절연층으로 이용했을 경우의 드레인 전류 특성을 나타낸 그래프로서, 도 3의 (c)는 3시간 동안 75°C가 유지될 경우의 드레인 전류 특성이고, 도 3의 (d)는 3시간 동안 100°C가 유지될 경우 드레인 전류 특성으로서, 75°C에서의 드레인 전류 특성과 100°C 이상의 고온이 가해졌을 경우의 드레인 전류 특성에 크게 차이가 없는 것을 볼 수 있다.
- [42] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 히스테리시스 특성을 비교한 그래프이다.
- [43] 도 4의 (a)와 (b)는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 단일층을 절연층으로 이용했을 경우의 드레인 전류의 히스테리시스 특성을 나타낸 것으로서, 도 4의 (a)는 3시간 동안 75°C가 유지될 경우의 드레인 전류 히스테리시스 특성이고, 도 4의 (b)는 3시간 동안 100°C가 유지될 경우 드레인 전류의 히스테리시스 특성으로서, 75°C에서의 드레인 전류 특성과 비교했을 때 100°C 이상의 고온이 가해지면 드레인 전류의 히스테리시스 특성이 크게 변화하는 것을 볼 수 있다.
- [44] 도 4의 (c)와 (d)는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 헴 단백질(Heme protein) 혼합 물질을 절연층으로 이용했을 경우의 드레인 전류 히스테리시스 특성을 나타낸 그래프로서, 도 4의 (c)는 3시간 동안 75°C가 유지될 경우의 드레인 전류 히스테리시스 특성이고, 도 3의 (d)는 3시간 동안 100°C가 유지될 경우 드레인 전류 히스테리시스 특성으로서, 75°C에서의 드레인 전류 히스테리시스 특성과 100°C 이상의 고온이 가해졌을 경우의 드레인 전류 히스테리시스 특성이 일부 변화가 있지만 히스테리시스 특성이 그대로 유지되는 것을 볼 수 있다.
- [45] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자의 열적 안정성을 비교한 그래프이다.
- [46] 도 5의 도면 부호 "A"는 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 헴 단백질(Heme protein) 혼합 물질을 절연층으로 이용했을 경우의 드레인 전류로서, 100°C가 되었을 때, 드레인 전류가 일시적으로 급격하게 변화하였다가 드레인 전류의 범위로 복원되지만, 도면 부호 "B"의 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 단일층을 절연층으로 이용했을 경우 드레인 전류는 100°C가 되었을 때 드레인 전류가 급격히 증가하고 복원 되지 않는 것을 볼 수 있다.
- [47] 이와 같이 본 발명에 따른 유기 메모리 소자는 100°C 이상의 고온에서도 히스테리시스 특성이 크게 변화하지 않을 뿐만 아니라, 드레인 전류가 정상 범위로 복원됨에 따라 고온에서 동작이 가능해짐에 따라 구동온도를

항상시킴으로써 안정성을 열적 안정성을 확보할 수 있는 것이다.

[48]

[49] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 유기 메모리 소자 제조 방법을 순차로 나타낸 공정 단면도이다.

[50] 도 6a를 참조하면, 기판(100)에 게이트 전극(110)을 형성한다.

[51] 게이트 전극(110)은 도전성 물질을 열 증착(thermal evaporation)한 후 패터닝함으로써 형성되며, 도전성 물질은 예시적으로 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 니켈(Ni)/알루미늄, 폴리머 등이 이용될 수 있다.

[52] 도 6b를 참조하면, 게이트 전극(110)이 형성된 기판(100) 상에 고분자 메모리 절연층(120)을 150~350nm 두께로 형성한다.

[53] 고분자 메모리 절연층(120)을 히스테리시스(hysteresis)를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 물질로 형성하는 것으로서, 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 헴 단백질(Heme protein)을 혼합 용액을 이용한다.

[54] 구체적으로는, 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)에 대하여 헴 단백질(Heme protein) 20~40의 중량 퍼센트(wt%)의 혼합 용액을 제조한 후에 상온에서 18~26시간 동안 스테어링(stirring)한다.

[55] 그리고, 스테어링(stirring)된 혼합 용액을 게이트 전극(110)이 형성된 기판(100) 상에 코팅한다. 이때, 혼합 용액 코팅은 스핀 코팅 방식으로 진행 할 수 있으며, 코팅이 완료된 후에 80°C~120°C의 온도 하에서 10~14시간 열처리하여 하여 고분자 메모리 절연층(120)을 형성한다.

[56] 도 6c를 참조하면, 고분자 메모리 절연층(120) 상에 전하 수송층(130)을 형성하되, 전하 수송 효율을 높이기 위하여 정공 수송층 예시적으로 P3HT(poly(3-hexylthiophene))을 스핀 코팅 방식 등을 이용하여 코팅한다.

[57] 이때, 전하 수송층(130)은 유기 반도체층으로서 폴리머 활성층을 포함할 수 있다.

[58] 도 6d를 참조하면, 전하 수송층(130) 상에 도전성 물질 예시적으로 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 니켈(Ni)/알루미늄, 폴리머 등의 도전성 물질을 형성한 후에 패터닝 공정을 통하여 일정 거리 이격되는 소오스 전극(140)과 드레인 전극(150)을 형성한다.

[59]

[60] 비록 본 발명이 상기 언급된 바람직한 실시예와 관련하여 설명되어졌지만, 발명의 요지와 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 수정이나 변형을 하는 것이 가능하다. 따라서 첨부된 특허청구의 범위는 본 발명의 요지에서 속하는 이러한 수정이나 변형을 포함할 것이다.

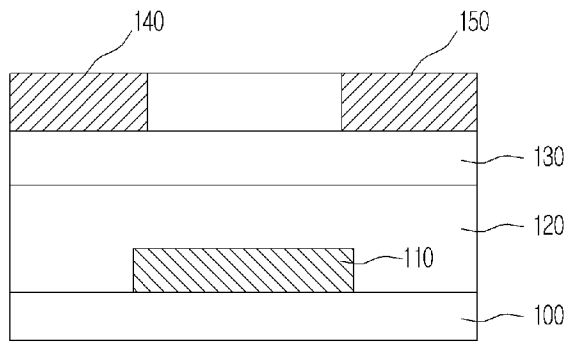
청구범위

- [청구항 1] 기관 상에 형성된 게이트 전극과 소오스 및 드레인 전극을 포함하는 유기 메모리 소자에 있어서,
상기 게이트 전극과 소오스 및 드레인 전극 사이에 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질(Heme protein)의 혼합 물질로 이루어져 히스테리시스를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 고분자 메모리 절연층이 형성된 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 철 함유 단백질은 말 세포에서 수득한 헴 단백질(Heme protein)인 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자.
- [청구항 3] 기관;
상기 기관 상에 형성된 게이트 전극;
상기 게이트 전극 상에 형성되며 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질(Heme protein)의 혼합 물질로 이루어져 히스테리시스를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 고분자 메모리 절연층;
상기 고분자 메모리 절연층 상에 형성된 전하 수송층; 및
상기 전하 수송층 상에 일정 거리 이격되게 각각 형성된 소오스 및 드레인 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서,
상기 철 함유 단백질은 말 세포에서 수득한 헴 단백질(Heme protein)인 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자.
- [청구항 5] 제 3항에 있어서,
상기 전하 수송층은 정공 수송층인 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자.
- [청구항 6] 기관 상에 게이트 전극을 형성하는 단계;
상기 게이트 전극 상에 형성되며 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)과 철 함유 단백질의 혼합 물질로 이루어져 히스테리시스를 나타내는 전기적으로 분극 가능한 고분자 메모리 절연층을 형성하는 단계;
상기 고분자 메모리 절연층 상에 전하 수송층을 형성하는 단계;
상기 전하 수송층 상에 일정 거리 이격되는 소오스 전극과 드레인 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자의 제조 방법.
- [청구항 7] 제 6항에 있어서,
상기 고분자 메모리 절연층 형성단계는
상기 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol) 용액에 헴 단백질(Heme protein)을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 과정과,

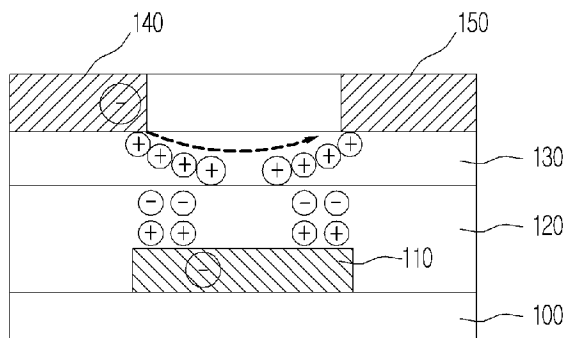
상기 혼합 용액을 스테어링(stirring)하는 과정과,
상기 스테어링된 혼합 용액을 상기 게이트 전극이 형성된 기판에 코팅하여
고분자 메모리 절연층을 형성하는 과정으로 이루어지는 것을 특징으로
하는 유기 메모리 소자의 제조 방법.

- [청구항 8] 제 7항에 있어서,
상기 혼합 용액은 상기 폴리비닐알코올(PVA : Polyvinyl Alcohol)에
대하여 헴 단백질(Heme protein)을 20~40 중량 퍼센트(wt%)로 혼합한
것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자의 제조 방법.
- [청구항 9] 제 7항에 있어서,
상기 스테어링(stirring) 과정은 상온에서 18~26시간 동안 실시하는 것을
특징으로 하는 유기 메모리 소자의 제조 방법.
- [청구항 10] 제 7항에 있어서,
상기 혼합 용액을 스핀 코팅 방식으로 코팅한 후에 80°C~120°C의 온도
하에서 10~14 시간 열처리하는 것을 특징으로 하는 유기 메모리 소자의
제조 방법.
- [청구항 11] 제 6항에 있어서,
상기 전하 수송층으로서 정공 수송층을 형성하는 것을 특징으로 하는
유기 메모리 소자의 제조 방법.

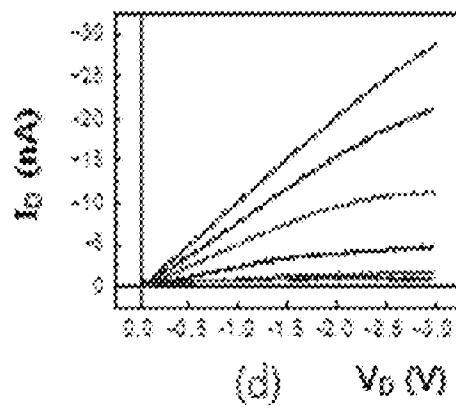
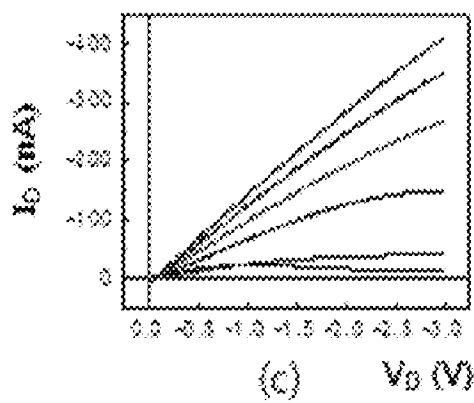
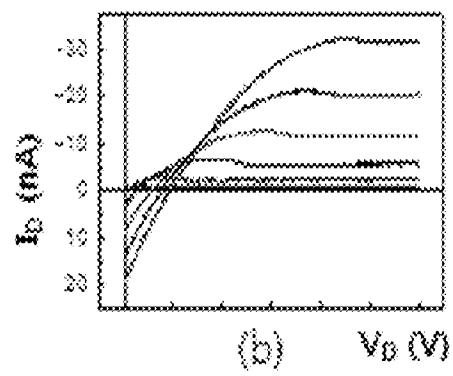
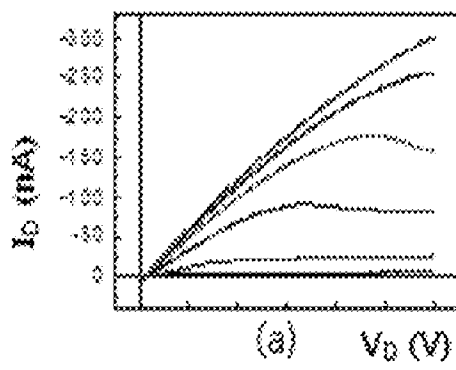
[도1]



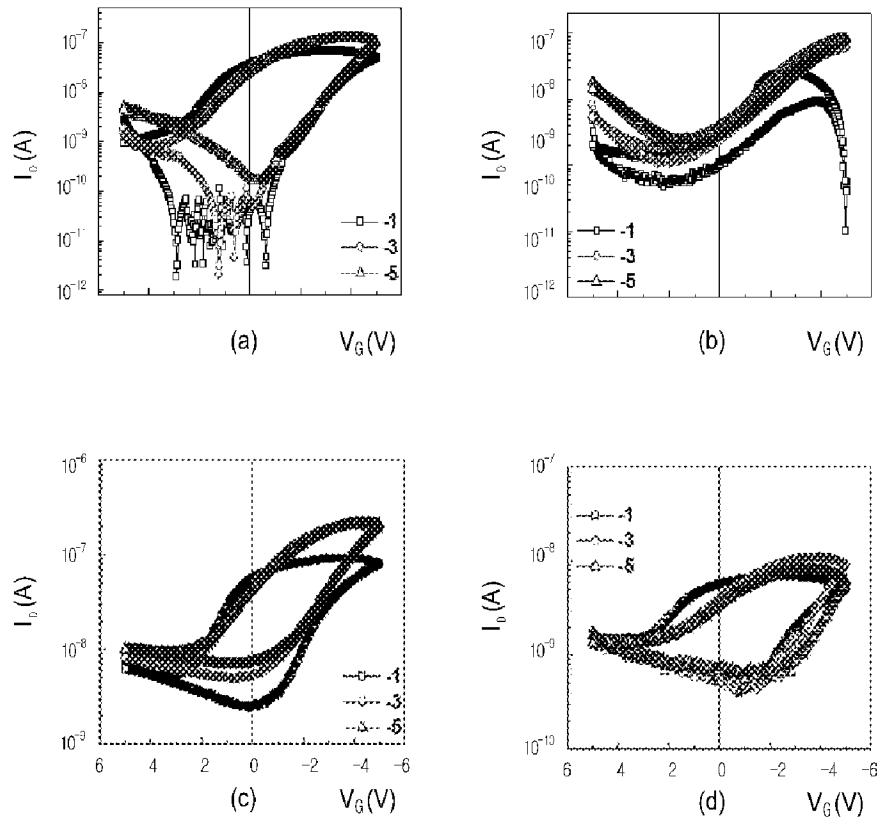
[도2]



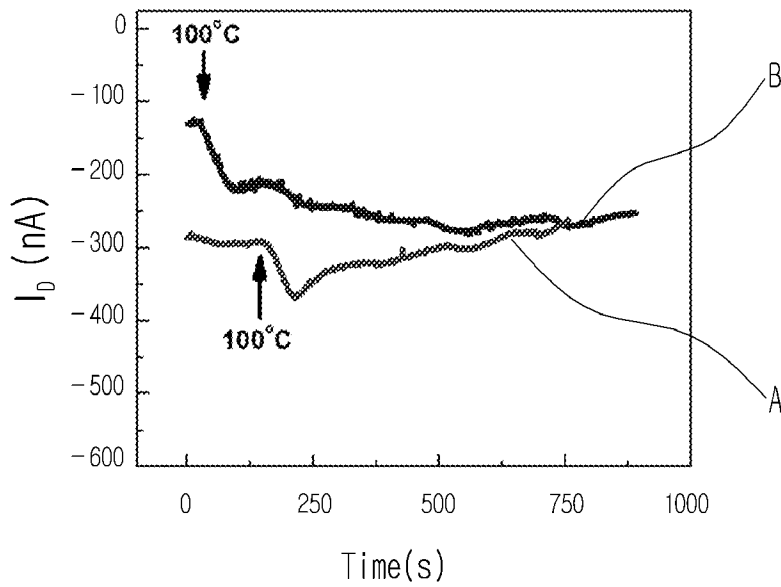
[도3]



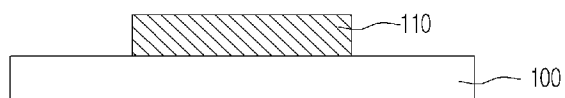
[도4]



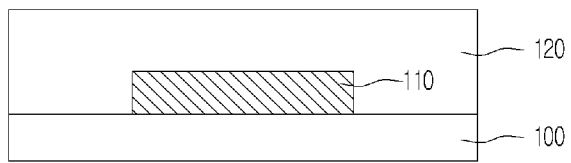
[도5]



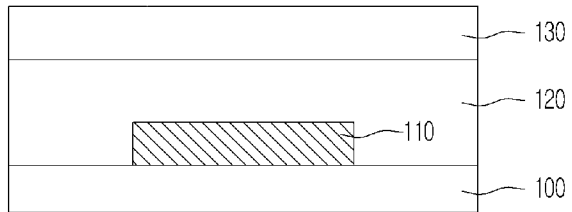
[도6a]



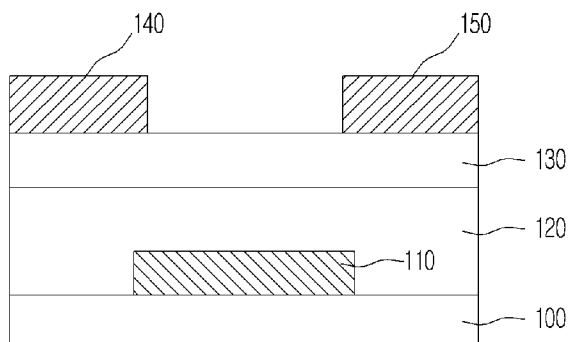
[도6b]



[도6c]



[도6d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/003925**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 51/05(2006.01)i, H01L 51/10(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 51/05; H01L 27/115; H01L 51/00; H01L 51/30; H01L 29/76; H01L 21/8247; H01L 27/10; H01L 29/788; H01L 51/10

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) & Keywords: polyvinyl alcohol(Polyvinyl Alcohol), iron-containing protein(Heme protein), hysteresis, polymer memory insulating layer, organic memory element

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1348090 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 09 January 2014 See paragraphs [0053]-[0061], claims 1, 3 and figure 1.	1-11
A	KR 10-2012-0059865 A (KOOKMIN UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 11 June 2012 See paragraphs [0025]-[0027], claims 1-2 and figures 1-2.	1-11
A	KR 10-2013-0006990 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 18 January 2013 See paragraphs [0047]-[0056], claim 1 and figure 4.	1-11
A	KR 10-0871281 B1 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 November 2008 See paragraphs [0013]-[0015], claims 1-3 and figures 1-2.	1-11
A	US 2002-0195644 A1 (DODABALAPUR, Ananth et al.) 26 December 2002 See paragraphs [0024]-[0025], claims 1-4 and figure 7.	1-11



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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 JULY 2016 (19.07.2016)

Date of mailing of the international search report

21 JULY 2016 (21.07.2016)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/003925

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1348090 B1	09/01/2014	NONE	
KR 10-2012-0059865 A	11/06/2012	KR 10-1190570 B1 KR 10-1234225 B1 US 2012-0138905 A1	16/10/2012 18/02/2013 07/06/2012
KR 10-2013-0006990 A	18/01/2013	NONE	
KR 10-0871281 B1	28/11/2008	NONE	
US 2002-0195644 A1	26/12/2002	JP 2003-046006 A JP 4142346 B2 US 6870180 B2	14/02/2003 03/09/2008 22/03/2005

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01L 51/05(2006.01)i, H01L 51/10(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 51/05; H01L 27/115; H01L 51/00; H01L 51/30; H01L 29/76; H01L 21/8247; H01L 27/10; H01L 29/788; H01L 51/10

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) & 키워드: 폴리비닐알코올(Polyvinyl Alcohol), 철 함유 단백질(Heme protein), 히스 테리시스, 고분자 메모리 절연층, 유기 메모리 소자

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1348090 B1 (고려대학교 산학협력단) 2014.01.09 단락 [0053]-[0061], 청구항 1, 3 및 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-2012-0059865 A (국민대학교 산학협력단) 2012.06.11 단락 [0025]-[0027], 청구항 1-2 및 도면 1-2 참조.	1-11
A	KR 10-2013-0006990 A (고려대학교 산학협력단) 2013.01.18 단락 [0047]-[0056], 청구항 1 및 도면 4 참조.	1-11
A	KR 10-0871281 B1 (광주과학기술원) 2008.11.28 단락 [0013]-[0015], 청구항 1-3 및 도면 1-2 참조.	1-11
A	US 2002-0195644 A1 (ANANTH DODABALAPUR 등) 2002.12.26 단락 [0024]-[0025], 청구항 1-4 및 도면 7 참조.	1-11

☐ 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

2016년 07월 19일 (19.07.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 07월 21일 (21.07.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,

4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김도원

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1348090 B1	2014/01/09	없음	
KR 10-2012-0059865 A	2012/06/11	KR 10-1190570 B1 KR 10-1234225 B1 US 2012-0138905 A1	2012/10/16 2013/02/18 2012/06/07
KR 10-2013-0006990 A	2013/01/18	없음	
KR 10-0871281 B1	2008/11/28	없음	
US 2002-0195644 A1	2002/12/26	JP 2003-046006 A JP 4142346 B2 US 6870180 B2	2003/02/14 2008/09/03 2005/03/22