



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월02일

(11) 등록번호 10-2129424

(24) 등록일자 2020년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 45/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 45/149 (2013.01)

H01L 45/1253 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0141585

(22) 출원일자 2018년11월16일

심사청구일자 2018년11월16일

(65) 공개번호 10-2020-0057330

(43) 공개일자 2020년05월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070084854 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김현재

서울특별시 마포구 마포대로 195, 402-1101호(아현동, 마포 래미안 푸르지오)

박성표

서울특별시 서대문구 연희로8길 28-15, 205호(연희동, 연세하우스)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 11 항

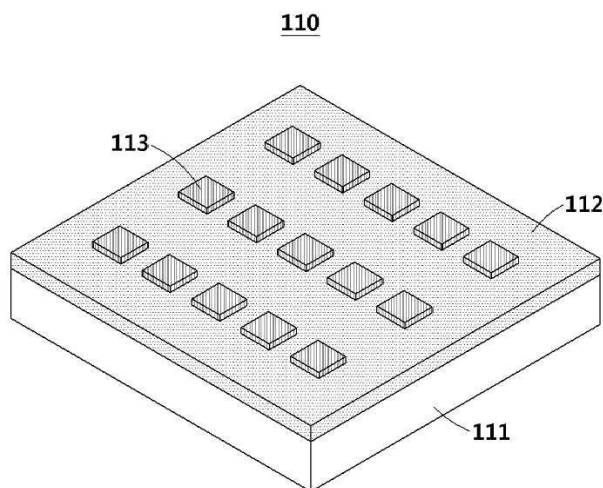
심사관 : 임창연

(54) 발명의 명칭 친환경 바이오 재료를 활용한 저항 스위칭 메모리 및 그 제조방법

(57) 요약

친환경 바이오 재료를 활용한 저항 스위칭 메모리 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 기판과, 기판 상에 형성되고 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer) 및 저항 변화층 상에 형성된 복수의 상부 전극을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

H01L 45/145 (2013.01)

H01L 45/1608 (2013.01)

(72) 발명자

탁영준

서울특별시 서대문구 연희로8길 26, 504호(연희동,
아이비하우스)

김희준

경기도 하남시 대청로 119, 109동 1001호(창우동,
부영아파트)

이진혁

서울특별시 서대문구 서소문로 37, 1405호(합동)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090110097 A*

KR1020100116793 A*

KR1020110062908 A*

KR1020170049758 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A2B3008719

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 지능형 디스플레이를 위한 산화물 기반 CMOS image-sensor on panel (CIP) 기술 개발(2/3)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 형성되고, 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer) 및

상기 저항 변화층 상에 형성된 복수의 상부 전극

을 포함하고,

상기 저항 변화층의 하부에 위치하는 복수의 하부 전극 및

상기 기관과 상기 하부 전극 사이에 산화 게르마늄(GeO_x) 물질에 기반하여 형성된 버퍼층을 더 포함하며,

상기 기관은

Sodium Carboxym-EthylCellulose 기관 또는 라이스 페이퍼(Rice Paper) 기관인 저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 상부 전극 및 상기 하부 전극 중 적어도 하나는

알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 텅스텐(W), 아연(Zn), 백금(Pt), 몰리브덴(Mo) 및 철(Fe) 중에서 적어도 하나의 물질을 포함하는

저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 저항 변화층은

상기 글루코스($C_6H_{12}O_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더를 사용하여 형성되는

저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 저항 변화층은

상기 다수의 α -D-Glucose 파우더 및 DI 워터(Deionize Water)를 용매로 형성되는 글루코스 용액을 상기 기관 상에 증착하여 형성하는

저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 저항 변화층과 상기 복수의 상부 전극 사이에서 산화 알루미늄(Al_2O_3), 산화 마그네슘(MgO) 및 산화 아연(ZnO) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 산화막을 더 포함하는

저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기판 및 상기 저항 변화층 사이에 형성되고, 복수의 나노 파티클을 구비하는 나노 파티클층을 더 포함하고,

상기 복수의 나노 파티클은

은(Ag) 및 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 나노 파티클인

저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 상부 전극은

상기 하부 전극과 십자(+) 형태로 교차(Cross)되어 배치 되도록 형성되는

저항 스위칭 메모리 소자.

청구항 10

기판 상에 산화 게르마늄(GeO_x) 물질에 기반한 버퍼층을 형성하는 단계;

상기 버퍼층 상에 복수의 하부 전극을 형성하는 단계;

상기 하부 전극이 형성된 버퍼층 상에 글루코스($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer)을 형성하는 단계 및

상기 저항 변화층 상에 복수의 상부 전극을 형성하는 단계

를 포함하고,

상기 기판은

Sodium Carboxym-EthylCellulose 기판 또는 라이스페이퍼(Rice Paper) 기판인

저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 저항 변화층을 형성하는 단계는

상기 글루코스($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더 및 DI 워터(Deionize Water)를 용매로 글루코스 용액을 형성하는 단계; 및

상기 글루코스 용액을 상기 기판 상에 증착하여 상기 저항 변화층을 형성하는 단계를 포함하는

저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 복수의 상부 전극을 형성하는 단계는

상기 저항 변화층 상에서 상기 상부 전극이 상기 하부 전극과 십자(+) 형태로 교차(Cross)되어 배치 되도록 형성하는

저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 기판 상에 복수의 나노 파티클을 구비하는 나노 파티클층을 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 복수의 나노 파티클은

은(Ag) 및 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 나노 파티클인

저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 저항 스위칭 메모리에 관한 것으로, 보다 상세하게는 친환경 바이오 재료를 포함하는 저항 스위칭 메모리의 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인간 수명 100세 시대가 도래 하면서 전자공학 기술과 바이오 기술을 융합한 바이오전자기술의 발전과 더불어, 스마트 헬스케어에 위한 다양한 제품들이 출시되고 있다.

[0003] 스마트 헬스케어 제품은 질병에 대한 정확한 진단과 동시에 치료를 가능케 함으로써 인간의 건강 수명을 지속적으로 향상시키고 있다. 하지만 지속적으로 성장하던 스마트 헬스케어 산업은 현재 상용화 단계에서 기술적 장벽에 막혀 제대로 정착하지 못하고 정체기에 머물러 있는 실정이다.

[0004] 스마트 헬스케어 산업이 정체기에 머물러 있는 이유로는 상용되고 있는 바이오 전자소자의 경우 우수한 특성의 무기물을 이용하여 제작되기 때문에, 실제 인체의 피부에 부착하거나 삽입하는 어플리케이션에서는 유연 상태나 스트레처블 상태에서 전자소자의 안정성을 확보하기 힘들다는 점을 들 수 있다.

[0005] 또한, 기존 전자소자의 경우 유해성 여부에 대한 명확한 검증이 되지 않은 다수의 재료가 사용되어 지기 때문에 장기간 인체에 부착하거나 삽입하였을 경우 환자에게 추가적인 질병이나 합병증을 유발할 수 있다는 문제점이 존재한다.

[0006] 전술한 문제를 해결하기 위해, 현재 인체에 무해한 합성 유기물질들에 대한 개발이 활발히 이루어 지고 있으며, 최근 연구 보고에서는 무기전자소자의 특성에 상응하는 고풍성의 유기전자소자들도 보고되고 있다.

[0007] 이러한 유기전자소자의 경우 무기물의 불안정(Brittle)한 특성과는 다르게 유연성(Flexibility)이 상당히 높아 유연 상태나 스트레처블(Stretchable) 상태에서 소자의 안정성이 상당히 우수하다.

[0008] 하지만 이러한 합성 유기물은 복잡한 화학적 처리와 공정이 필요하며, 다수의 부산물들이 환경오염을 유발하는 등의 문제점들을 내재하고 있다.

[0009] 따라서 이러한 합성 유기물을 대체하고자 자연상태에 흔히 존재하는 바이오물질을 활용한 차세대 전자소자의 개발 및 개발된 전자소자에 대한 신뢰성과 타당성에 대한 평가가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1221789호, "유기 메모리 소자 및 그의 제조방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 기존의 합성 유기물 대신 추가적인 화학적 처리 공정 및 정제 없이 자연상태에서 쉽게 구할 수 있는 글루코스를 이용함으로써 전자소자의 제조 비용을 절감할 수 있는 저항 스위칭 메모리 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 인체에 무해하며 친환경적인 글루코스를 저항 스위칭 메모리의 스위칭 재료로 활용함으로써, 인체에 부착 또는 삽입에 적합한 전자소자를 제공할 수 있는 저항 스위칭 메모리 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 인체에 삽입하여 일정시간이 경과하면 자연스럽게 인체에 흡수되는 전자소자를 개발함으로써, 치료 목적에 적합한 전자 소자를 제공할 수 있는 저항 스위칭 메모리 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 기판과, 기판 상에 형성되고 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer) 및 저항 변화층 상에 형성된 복수의 상부 전극을 포함할 수 있다.

[0015] 일측에 따르면, 기판은 저항 변화층의 하부에 위치하는 적어도 하나 이상의 하부 전극을 더 포함할 수 있다.

[0016] 일측에 따르면, 상부 전극 및 하부 전극 중 적어도 하나는 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 텅스텐(W), 아연(Zn), 백금(Pt), 몰리브덴(Mo) 및 철(Fe) 중에서 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

[0017] 일측에 따르면, 기판은 P-도핑된 실리콘($P^+ Si$) 기판, 폴리이미드(Polyimide) 기판, PDMS(Polydimethylsiloxane) 기판, 유리(Glass) 기판 및 라이스 페이퍼(Rice Paper) 중 적어도 하나의 기판일 수 있다.

[0018] 일측에 따르면, 저항 변화층은 글루코스($C_6H_{12}O_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더를 사용하여 형성될 수 있다.

[0019] 일측에 따르면, 저항 변화층은 다수의 α -D-Glucose 파우더 및 DI 워터(Deionize Water)를 용매로 형성되는 글루코스 용액을 기판 상에 증착하여 형성될 수 있다.

[0020] 일측에 따르면, 저항 변화층과 복수의 상부 전극 사이에서 산화 알루미늄(Al_2O_3), 산화 마그네슘(MgO) 및 산화 아연(ZnO) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 산화막을 더 포함할 수 있다.

[0021] 일측에 따르면, 기판 및 저항 변화층 사이에 형성되고 복수의 나노 파티클을 구비하는 나노 파티클층을 더 포함하고, 복수의 나노 파티클은 은(Ag) 및 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 나노 파티클일 수 있다.

[0022] 일측에 따르면, 기판 및 저항 변화층 사이에 형성된 복수의 하부 전극을 더 포함하고, 상부 전극은 하부 전극과 십자(+) 형태로 교차(Cross)되어 배치 되도록 형성될 수 있다.

[0023] 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판 상에 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer)을 형성하는 단계 및 저항 변화층 상에 복수의 상부 전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 일측에 따르면, 저항 변화층을 형성하는 단계는 글루코스($C_6H_{12}O_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더 및 DI 워터(Deionize Water)를 용매로 글루코스 용액을 형성하는 단계 및 글루코스 용액을 기판 상에 증착하여 저항 변화층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 일측에 따르면, 캐리어 글래스(Carrier Glass) 상에 기판으로 사용되는 폴리이미드(Polyimide) 필름 및 투명 전극(ITO)을 형성하는 단계 및 저항 변화층 및 복수의 상부 전극이 형성된 폴리이미드 필름에서 캐리어 글래스를 박리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0026] 일측에 따르면, 기관 상에 복수의 하부 전극을 형성하는 단계를 더 포함하고, 복수의 상부 전극을 형성하는 단계는 저항 변화층 상에서 상부 전극이 하부 전극과 십자(+) 형태로 교차(Cross)되어 배치 되도록 형성할 수 있다.
- [0027] 일측에 따르면, 기관 상에 복수의 나노 파티클을 구비하는 나노 파티클층을 형성하는 단계를 더 포함하고, 복수의 나노 파티클은 은(Ag) 및 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 나노 파티클일 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 일실시예에 따르면, 기존의 합성 유기물 대신 추가적인 화학적 처리 공정 및 정제 없이 자연상태에서 쉽게 구할 수 있는 글루코스를 이용함으로써 전자소자의 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0029] 일실시예에 따르면, 인체에 무해하며 친환경적인 글루코스를 저항 스위칭 메모리의 스위칭 재료로 활용함으로써, 인체에 부착 또는 삽입에 적합한 전자소자를 제공할 수 있다.
- [0030] 일실시예에 따르면, 인체에 삽입하여 일정시간이 경과하면 자연스럽게 인체에 흡수되는 전자소자를 개발함으로써, 치료 목적에 적합한 전자 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1a 내지 도 1b는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 도시하는 도면이다.
- 도 2a 내지 도 2b는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에 구비된 저항 변화층의 투과도 실험 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3a 내지 도 3i는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서 상부 전극의 물질 변화에 따른 스위칭 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5a 내지 도 5b는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서 산화막을 구비하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6a 내지 도 6d는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 유연소자로 형성하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7a 내지 도 7c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 크로스바 어레이 구조로 형성하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8a 내지 도 8e는 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 생체 분해 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9a 내지 도 9c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서 나노 파티클층을 구비하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10a 내지 도 10c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 도시하는 도면이다.
- 도 11a 내지 도 11d는 유연 소자로 구현되는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 도시하는 도면이다.
- 도 12a 내지 도 12d는 크로스바 어레이 구조로 형성되는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0033] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물,

또는 대체물을 포함한다.

- [0034] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0035] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0036] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0037] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0039] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0041] 도 1a 내지 도 1b는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 도시하는 도면이다.
- [0042] 구체적으로, 도 1a의 참조부호 110는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 구조를 나타내고, 도 1b의 참조부호 120은 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 동작을 나타낸다.
- [0043] 도 1a 내지 도 1b를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 기존의 합성 유기물 대신 추가적인 화학적 처리 공정 및 정제 없이 자연상태에서 쉽게 구할 수 있는 글루코스를 스위칭 재료로 이용함으로써, 전자소자의 제조 비용을 절감하고, 인체에 부착 또는 삽입에 적합한 소자를 제공할 수 있다.
- [0044] 또한, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 인체에 삽입하여 일정시간이 경과하면 자연스럽게 인체에 흡수 됨으로써, 치료 목적으로 적합한 소자를 제공할 수 있다.
- [0045] 이를 위해, 저항 스위칭 메모리 소자는 기관(111 및 121), 저항 변화층(Resistive Switching Layer; 112 및 122) 및 복수의 상부 전극(113 및 123)을 포함할 수 있다.
- [0046] 이하에서는, 참조부호 110을 참조하여 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 구조에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0047] 우선, 일실시예에 따른 저항 변화층(112)은 기관(111) 상에 형성되고, 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비할 수 있다.
- [0048] 바람직하게는, 저항 변화층(112)은 기관(111) 상에 56nm 두께의 박막으로 형성될 수 있다.
- [0049] 일측에 따르면, 기관(111)은 저항 변화층(112)의 하부에 위치하는 적어도 하나 이상의 하부 전극을 더 포함할 수 있다.
- [0050] 다시 말해, 기관(110)은 전극 물질을 구비하여 하부 전극으로서의 역할을 수행할 수도 있다.
- [0051] 또한, 상부 전극(113) 및 하부 전극 중 적어도 하나는 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 텅스텐(W), 아연(Zn), 백금(Pt), 몰리브덴(Mo) 및 철(Fe) 중에서 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다.

- [0052] 한편, 기판(111)은 P-도핑된 실리콘(P^+Si) 기판, 폴리이미드(Polyimide) 기판, PDMS(Polydimethylsiloxane) 기판, 유리(Glass) 기판 및 라이스페이퍼(Rice Paper) 중 적어도 하나의 기판일 수 있다.
- [0053] 일측에 따르면, 저항 변화층(112)은 글루코스($C_6H_{12}O_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0054] 보다 구체적으로, 저항 변화층(112)은 다수의 α -D-Glucose 파우더 및 DI 워터(Deionize Water)를 용매로 형성되는 글루코스 용액을 기판 상에 증착하여 형성될 수 있다.
- [0055] 바람직하게는, 저항 변화층(112)은 글루코스($C_6H_{12}O_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더를 사용하여 DI 워터를 용매로 몰 농도 0.5M으로 생성되는 글루코스 용액으로부터 형성될 수 있다.
- [0056] 또한, 저항 변화층(112)은 스핀 코팅(Spin coating) 방식으로 제작된 글루코스 용액을 기판(111) 상에 3000rpm으로 30초동안 전사하여 박막을 증착함으로써 형성될 수 있다.
- [0057] 이후에, 기판(111)은 유기오염 및 파티클(Particle)과 같은 오염 물질을 제거하기 위해서 아세톤, 메탄올 및 DI 워터 순으로 초음파 세척을 각각 10분씩 실시한 후에 질소 건을 이용하여 수분을 제거할 수 있다.
- [0058] 한편, 기판(111)은 P-도핑된 실리콘(P^+Si) 기판인 경우에, P^+Si 박막의 소수성을 친수성으로 만들어주기 위하여 UV 처리를 20분 동안 수행할 수 있다. 또한, 기판(111)은 박막 증착 후 50도에서 2시간 열처리한 후에 진공 상태에서 6시간 동안 건조 공정을 수행할 수 있다.
- [0059] 다음으로, 일실시예에 따른 복수의 상부 전극(113)은 저항 변화층(112) 상에 형성될 수 있다.
- [0060] 바람직하게는, 복수의 상부 전극(113)은 최종 열처리가 끝난 저항 변화층(112) 박막 상에 증발기(Evaporator)를 이용하여 120nm의 알루미늄 물질을 증착하여 형성될 수 있다.
- [0061] 이하에서는 참조부호 120의 도면을 참조하여 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 상세한 동작에 대해 설명하기로 한다.
- [0062] 예를 들면, 참조부호 120에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 상부 전극(123)은 알루미늄(Al) 물질로 형성될 수 있다.
- [0063] 구체적으로, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 초기 상태(Initial state)에서 상부 전극(123)의 알루미늄 물질과 저항 변화층(122)의 글루코스 물질 간의 계면에 형성된 산화 알루미늄 층으로 인해 제한적인 전류 흐름을 나타낼 수 있다.
- [0064] 다음으로, 저항 스위칭 메모리 소자는 저저항 상태(LRS; Low-Resistance State)에서 상부 전극(123) 및 하부 전극 양단에 포지티브 전압(Positive Voltage)이 인가되면, 산화 알루미늄층의 산소 이온이 상부 전극(123)의 상부 계면 영역으로 이동하게 되어, 전도성 필라멘트가 형성될 수 있다.
- [0065] 다음으로, 저항 스위칭 메모리 소자는 고저항 상태(HRS; High-Resistance State)에서 상부 전극(123) 및 하부 전극 양단에 네거티브 전압(Negative Voltage)이 인가되면, 산소 이온이 하부로 이동하게 되어 전도성 필라멘트가 제거될 수 있다.
- [0066] 즉, 본 발명은 글루코스를 저항 스위칭 메모리의 스위칭 재료로서 용이하게 활용할 수 있고, 이를 통해 전자소자의 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0067] 본 발명은 글루코스 물질을 저항 스위칭 메모리의 스위칭 소자로 이용하는 실시예에 대하여 설명하나, 본 발명의 글루코스 기반의 스위칭 소자는 이에 한정되지 않고, 트랜지스터, 광소자, 다이오드, 태양 전지 및 센서와 같은 다양한 전자 소자에 적용될 수 있다.
- [0069] 도 2a 내지 도 2b는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에 구비된 저항 변화층의 투과도 실험 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- [0070] 도 2a 내지 도 2b를 참조하면, 도 2a의 참조부호 210은 유리기판 위에 제작된 글루코스 박막(저항 변화층)의 투과도 측정 결과를 나타내고, 도 2b의 참조부호 220은 글루코스 박막(저항 변화층) 및 글루코스 용액의 광학 촬영 이미지를 나타낸다.
- [0071] 구체적으로, 참조부호 210에 따르면, 유리기판 위에 제작된 일실시예에 따른 글루코스 박막(저항 변화층)은 가

시광 영역에서 90%에 가까운 투과도를 나타냈다.

- [0072] 또한, 참조부호 220에 따르면, 일실시예에 따른 글루코스 박막(저항 변화층) 및 일실시예에 따른 글루코스 박막(저항 변화층)을 제조하기 위한 글루코스 용액은 가시광 영역에서 투명성을 나타냈다.
- [0073] 즉, 일실시예에 따른 저항 변화층은 가시광 영역에서 투명성을 나타내는 소자로서, 차세대 투명전자소자로서의 적용 가능성을 나타냈다.
- [0075] 도 3a 내지 도 3i는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0076] 도 3a 내지 도 3i를 참조하면, 도 3a의 참조부호 310은 저항 스위칭 메모리 소자의 초기 HRS 상태를 LRS 상태로 스위칭시키기 위한 포밍 프로세스(Forming Process)의 I-V 특성을 나타내고, 도 3b의 참조부호 320은 저항 스위칭 메모리 소자의 I-V 스위칭 특성을 나타낸다.
- [0077] 또한, 도 3c의 참조부호 330은 저항 스위칭 메모리 소자의 인듀런스(Endurance) 특성을 나타내고, 도 3d의 참조부호 340은 저항 스위칭 메모리 소자의 리텐션(Retention) 특성을 나타낸다.
- [0078] 또한, 도 3e의 참조부호 350은 저항 스위칭 메모리 소자의 세트(Set) 전압 및 리셋(Reset) 전압의 히스토그램을 나타내고, 도 3f의 참조부호 360은 저항 스위칭 메모리 소자의 I-V 스위칭 특성의 선형 필터링(Linear Fitting) 결과를 나타낸다.
- [0079] 또한, 도 3g의 참조부호 370은 XPS 깊이 프로파일(Depth Profile)의 측정 결과를 나타내고, 도 3h 및 도 3i의 참조부호 380 및 390 각각은 참조부호 370에서 ①의 피크(Peak)와 ②의 피크(Peak) 각각의 가우시안 비회선(Gaussian Deconvolution)의 분석 결과를 나타낸다.
- [0080] 구체적으로, 참조부호 310 내지 320에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 약 10^3 정도의 온/오프(On/Off) 전류비를 나타내고, 3.460 V의 세트(Set) 평균 전압 및 -1.840 V의 리셋(Reset) 평균 전압을 나타냈다.
- [0081] 즉, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 우수한 스위칭 특성을 나타냈다.
- [0082] 다음으로, 참조부호 330에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 HRS 상태에서 LRS 상태로의 스위칭 동작을 100번 반복하는 동안에 안정적인 스위칭 결과를 나타냈다.
- [0083] 즉, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 우수한 인듀런스 특성을 나타냈다.
- [0084] 다음으로, 참조부호 340에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 10^4 초 동안 데이터 저장능력을 측정한 결과, 리텐션 특성이 우수한 것으로 나타났다.
- [0085] 다음으로, 참조부호 350에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 세트 전압의 평균이 3.460V이고 표준편차가 0.218이며, 리셋 전압의 평균이 -1.840V이고 표준편차가 0.190로 나타났다.
- [0086] 즉, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 스위칭 전압 분포가 균일한 것으로 나타났다.
- [0087] 다음으로, 참조부호 360에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 알루미늄 물질로 형성된 상부 전극 및 저항 변화층 사이의 계면에 형성된 산화 알루미늄의 전도성 필라멘트에 의한 스위칭 현상을 확인할 수 있다.
- [0088] 다음으로, 참조부호 370 내지 390에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 상부 전극이 알루미늄 물질로 형성되고 기판이 P-도핑된 실리콘(P+ Si) 기판인 경우에, 에치 타임(Etch time)이 증가하게 되어 계면쪽으로 가까워질수록 산화 알루미늄에 해당하는 숄더 피크(Shoulder Peak)가 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 가우시안 비회선 분석을 통해 산화 알루미늄의 피크를 확인할 수 있다.
- [0090] 도 4a 내지 도 4c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서 상부 전극의 물질 변화에 따른 스위칭 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0091] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 도 4a의 참조부호 410은 알루미늄(Al) 물질로 상부 전극을 형성한 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 나타내고, 도 4b의 참조부호 420은 몰리브덴(Mo) 물질로 상부 전극을 형성한 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 나타낸다.
- [0092] 또한, 도 4c의 참조부호 430은 백금(Pt) 물질로 상부 전극을 형성한 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을

나타낸다.

- [0093] 구체적으로, 참조부호 410 내지 430에 따르면, 상부 전극을 알루미늄 물질보다 산화 경향이 낮은 폴리브덴 또는 백금 물질을 사용 하더라도 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 스위칭 특성이 저하되지 않는 것으로 나타났다.
- [0095] 도 5a 내지 도 5b는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서 산화막을 구비하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0096] 다시 말해, 도 5a 내지 도 5b는 도 1a 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 다른 실시예를 설명하는 도면으로서, 이후 도 5a 내지 도 5b를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0097] 도 5a 내지 도 5b를 참조하면, 도 5a의 참조부호 510은 저항 스위칭 메모리 소자의 저항 변화층과 복수의 상부 전극 사이에 산화막(511)을 형성하는 실시예를 나타내고, 도 5b의 참조부호 520은 백금(Pt) 물질로 형성된 상부 전극 및 산화막(511)을 구비하는 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 나타낸다.
- [0098] 구체적으로, 참조부호 510에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 저항 변화층과 복수의 상부 전극 사이에서 산화 알루미늄(Al_2O_3), 산화 마그네슘(MgO) 및 산화 아연(ZnO) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 산화막(511)을 더 포함할 수 있다.
- [0099] 다시 말해, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 복수의 상부 전극이 마그네슘(Mg) 물질로 형성되는 경우에 산화 마그네슘 산화막(511)이 형성될 수 있다. 또한, 산화막(511)은 생체 친화적인 산화 아연 물질로 형성될 수도 있다.
- [0100] 일측에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리는 ALD 증착 방식을 통해 산화 알루미늄 산화막(511)을 저항 변화층 상에 증착할 수 있다.
- [0101] 즉, 참조부호 520의 스위칭 특성에 따르면, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 증착 형성된 산화 알루미늄 산화막(511)으로 인해, 상부 전극을 백금 물질로 형성한 경우에도 알루미늄 물질로 상부 전극을 형성하였을 때와 유사한 스위칭 특성을 보이는 것으로 나타났다.
- [0102] 다시 말해, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 산화막(511)을 형성함으로써, 소자의 스위칭 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0104] 도 6a 내지 도 6d는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 유연소자로 형성하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 다시 말해, 도 6a 내지 도 6d는 도 1a 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 다른 실시예를 설명하는 도면으로서, 이후 도 6a 내지 도 6d를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0106] 도 6a 내지 도 6d를 참조하면, 도 6a의 참조부호 610은 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 유연(Flexible) 소자로 구현하는 실시예를 나타내고, 도 6b의 참조부호 620은 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 실물 이미지를 나타낸다.
- [0107] 또한, 도 6c의 참조부호 630은 원통 유리병에 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자를 고정된 후 스위칭 특성을 측정하는 광학 이미지를 나타내고, 도 6d의 참조부호 640은 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 나타낸다.
- [0108] 이하에서는 참조부호 610 및 620을 참조하여 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 구조에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0109] 우선, 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자는 기판으로 유연성이 높은 폴리이미드(Polyimide) 필름(611)을 사용할 수 있다.
- [0110] 일측에 따르면, 폴리이미드 필름(611)의 상부에는 투명 전극(ITO; 612)이 형성될 수 있다.
- [0111] 또한, 투명 전극(612)의 상부에는 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(613) 및 복수의 상부 전극(614)이 순차적으로 형성될 수 있다.

- [0112] 한편, 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자는 PDMS(Polydimethylsiloxane) 기판(615)에 전사될 수 있다.
- [0113] 즉, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 유연 소자로 구현되어, 플렉서블 장치 또는 웨어러블 장치에 적용될 수 있다.
- [0114] 참조부호 630 및 640에 따르면, 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성은 P-도핑된 실리콘(P+ Si) 기판에서 측정된 스위칭 특성과 유사한 결과를 나타내는 것으로 확인 되었다.
- [0116] 도 7a 내지 도 7c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 크로스바 어레이 구조로 형성하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0117] 다시 말해, 도 7a 내지 도 7c는 도 1a 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 다른 실시예를 설명하는 도면으로서, 이후 도 7a 내지 도 7c를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0118] 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 도 7a의 참조부호 710은 크로스바 어레이(Cross-bar Array) 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 구조를 나타내고, 도 7b 내지 도 7c의 참조부호 720 내지 730은 저항 스위칭 메모리 소자의 인체 흡수 특성을 나타낸다.
- [0119] 이하에서는 참조부호 710을 참조하여, 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 구조에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0120] 우선, 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자는 기판(711)이 형성되고, 기판(711) 상부에 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(714)이 형성되며, 저항 변화층(714) 상에 복수의 상부 전극(715)이 형성될 수 있다.
- [0121] 예를 들면, 기판(711)은 물에서 용해가 가능한 Sodium Carboxym-EthylCellulose 기판일 수 있다.
- [0122] 일측에 따르면, 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자는 기판(711) 및 저항 변화층(714) 사이에 형성된 복수의 하부 전극(713)을 더 포함할 수 있다.
- [0123] 한편, 기판(711) 및 복수의 하부 전극(713) 사이에는 버퍼층(Buffer Layer; 712)이 더 구비될 수 있다. 즉, 복수의 하부 전극(713)은 버퍼층(712) 상에 형성될 수도 있다.
- [0124] 예를 들면, 버퍼층(712)은 산화 게르마늄(GeO_x) 물질로 형성될 수 있으며, 버퍼층(712)을 통해 기판(711)의 수용성 러프니스(Roughness of Water-soluble)를 개선할 수 있다.
- [0125] 또한, 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 하부 전극(713) 및 상부 전극(715)은 막대(Bar)의 형상으로 구현될 수 있다.
- [0126] 일측에 따르면, 상부 전극(715)은 하부 전극(713)과 십자(+) 형태로 교차(Cross)되어 배치 되도록 형성될 수 있다.
- [0127] 이하에서는 참조부호 720 내지 730을 참조하여 저항 스위칭 메모리 소자의 생체 흡수 특성에 대해 설명하기로 한다.
- [0128] 구체적으로, 참조부호 720는 유기체(소고기)의 표면에 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 부착한 후 시간 경과에 따른 특성 변화 이미지를 나타내고, 참조부호 730은 시간 경과에 따른 특성 변화를 그래프로 나타낸다.
- [0129] 예를 들면, 참조부호 720 내지 730에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 참조부호 710를 통해 설명한 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자일 수 있다.
- [0130] 또한, 참조부호 720 내지 730에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 기판은 Sodium Carboxym-EthylCellulose 기판 또는 라이스 페이퍼(Rice Paper) 기판과 같은 인체 내에서 분해가 가능한 물질로 형성된 기판일 수 있다.
- [0131] 보다 구체적으로, 참조부호 720 내지 730에 따르면, 유기체(소고기)의 표면에 부착된 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 20분 동안 소자로서 동작한 후에 자동적으로 분해되는 것을 확인할 수 있었다.

- [0132] 즉, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 인체에 삽입되어 일정시간이 경과하면 자연스럽게 인체에 흡수되는 소자로 구현됨으로써, 치료 목적을 비롯한 다양한 용도의 전자소자에 적용될 수 있다.
- [0134] 도 8a 내지 도 8e는 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 생체 분해 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0135] 도 8a 내지 도 8e에서는 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자를 이용한 생체 분해 특성의 실험 결과에 대해 설명 하나, 도 1a 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서도 유사한 실험 결과를 도출할 수 있다.
- [0136] 도 8a 내지 도 8e를 참조하면, 도 8a의 참조부호 810은 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 생체 분해 특성 실험 과정을 나타낸다.
- [0137] 또한, 도 8b의 참조부호 820은 상부 전극 및 하부 전극을 마그네슘(Mg) 물질로 형성하고, 기판을 유리(Glass) 기판으로 형성한 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 생체 분해 특성 실험 결과를 나타낸다.
- [0138] 또한, 도 8c의 참조부호 830은 상부 전극 및 하부 전극을 마그네슘(Mg) 물질로 형성하고, 기판을 라이스 페이퍼(Rice Paper) 기판으로 형성한 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 생체 분해 특성 실험 결과를 나타낸다.
- [0139] 한편, 도 8d 내지 8e의 참조부호 840 내지 850은 참조부호 820의 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성 및 인듀런스(Endurance) 특성을 나타낸다.
- [0140] 구체적으로, 참조부호 810에 따르면, 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자 상에 물을 주입할 수 있으며, 물 주입을 통해 저항 스위칭 메모리 소자가 분해되는 것을 확인할 수 있다.
- [0141] 보다 구체적으로, 참조부호 820 내지 830의 실험 결과에 따르면, 유리 기판에 형성된 저항 스위칭 메모리 소자는 활성 영역(Active Area)이 모두 분해되어 유리 기판만 존재 하고, 라이스 페이퍼 기판에 형성된 저항 스위칭 메모리 소자는 라이스 페이퍼 기판까지 모두 분해된 것을 확인할 수 있다.
- [0142] 한편, 참조부호 840 내지 850에 따르면, 유리 기판 상에 형성된 저항 스위칭 메모리 소자는 보통의 스위칭 특성 및 인듀런스 특성을 나타내는 것으로 확인 되었다.
- [0143] 즉, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 수분에 의해 분해되는 전자소자로 구현 됨으로써, 치료 목적을 비롯한 다양한 용도의 전자소자에 적용될 수 있다.
- [0145] 도 9a 내지 도 9c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자에서 나노 파티클층을 구비하는 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0146] 다시 말해, 도 9a 내지 도 9c는 도 1a 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 다른 실시예를 설명하는 도면으로서, 이후 도 9a 내지 도 9c를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0147] 도 9a 내지 도 9c를 참조하면, 도 9a의 참조부호 910은 나노 파티클층을 구비한 저항 스위칭 메모리 소자의 구조를 나타내고, 도 9b 내지 도 9c의 참조부호 920 내지 930은 나노 파티클을 구성하는 물질이 각각 은(Ag)과 니켈(Ni)인 경우에 저항 스위칭 메모리 소자의 스위칭 특성을 나타낸다.
- [0148] 이하에서는 참조부호 910을 참조하여, 나노 파티클층을 구비한 저항 스위칭 메모리 소자의 구조에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0149] 우선, 저항 스위칭 메모리 소자는 기판(911)이 형성되고, 기판 상에 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(913) 및 복수의 상부 전극(914)이 형성될 수 있다.
- [0150] 일측에 따르면, 저항 스위칭 메모리 소자는 기판(911) 및 저항 변화층(913) 사이에 형성되고, 복수의 나노 파티클(912)을 구비하는 나노 파티클층이 더 구비될 수 있다.
- [0151] 예를 들면, 나노 파티클층에 포함된 복수의 나노 파티클(912)은 은(Ag) 및 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 물질로 형성될 수 있다.
- [0152] 이하에서는 참조부호 920 내지 930을 참조하여, 은 또는 니켈 물질로 형성된 나노 파티클을 포함하는 저항 스위

칭 메모리 소자의 스위칭 특성에 대해 설명하기로 한다.

- [0153] 구체적으로, 참조부호 920 내지 930에 따르면, 은 나노 파티클을 구비한 저항 스위칭 메모리 소자의 세트(Set) 전압은 0.95V, 리셋(Reset) 전압은 -0.4V로 나타났고, 니켈 나노 파티클을 구비한 저항 스위칭 메모리 소자의 세트(Set) 전압은 1.1V, 리셋(Reset) 전압은 -0.5V로 나타났다.
- [0154] 즉, 나노 파티클을 구비한 저항 스위칭 메모리 소자는 나노 파티클을 구비하지 않은 저항 스위칭 메모리 소자에 비해 낮은 구동 전압에서 동작하는 것으로 나타났다.
- [0155] 다시 말해, 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자는 나노 파티클층을 통해 저전압 구동이 가능하여, 소비 전력을 저감할 수 있다.
- [0157] 도 10a 내지 도 10c는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 도시하는 도면이다.
- [0158] 다시 말해, 도 10a 내지 도 10c는 도 1a 내지 도 4c를 통해 설명한 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 설명하는 도면으로서, 이후 도 10a 내지 도 10c를 통해 설명하는 내용 중 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0159] 도 10a 내지 도 10c를 참조하면, 1010단계에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판(1011)을 형성할 수 있다.
- [0160] 다음으로, 1020단계에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판(1011) 상에 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer; 1021)을 형성할 수 있다.
- [0161] 일측에 따르면, 1020단계에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 글루코스($C_6H_{12}O_6$)의 화학식을 가지는 다수의 α -D-Glucose 파우더 및 DI 워터(Deionize Water)를 용매로 글루코스 용액을 형성할 수 있다.
- [0162] 또한, 1020단계에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 글루코스 용액을 기판 상에 증착하여 저항 변화층(1021)을 형성할 수 있다.
- [0163] 일측에 따르면, 1020단계에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판 상에 복수의 나노 파티클을 구비하는 나노 파티클층을 형성할 수도 있다.
- [0164] 예를 들면, 복수의 나노 파티클은 은(Ag) 및 니켈(Ni) 중 적어도 하나의 물질로 형성되는 나노 파티클일 수 있고, 저항 변화층(1021)은 나노 파티클층 상에 형성될 수도 있다.
- [0165] 다음으로, 1030단계에서 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 저항 변화층(1021) 상에 복수의 상부 전극(1031)을 형성할 수 있다.
- [0167] 도 11a 내지 도 11d는 유연 소자로 구현되는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 도시하는 도면이다.
- [0168] 다시 말해, 도 11a 내지 도 11d는 도 6a 내지 도 6d를 통해 설명한 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 설명하는 도면으로서, 이후 도 11a 내지 도 11d를 통해 설명하는 내용 중 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0169] 도 11a 내지 도 11d를 참조하면, 1110단계에서 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 캐리어 글래스(Carrier Glass; 1111) 상에 기판으로 사용되는 폴리이미드(Polyimide) 필름(1112)을 형성할 수 있다.
- [0170] 다음으로, 1120단계에서 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 투명 전극(ITO; 1121), 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer; 1122) 및 복수의 상부 전극(1123)을 순차적으로 형성할 수 있다.
- [0171] 다음으로, 1130단계에서 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 투명 전극(1121), 저항 변화층(1122) 및 복수의 상부 전극(1123)이 형성된 폴리이미드 필름(1122) 상에서 캐리어 글래스(1111)를 박리할 수 있다.
- [0172] 다음으로, 1140단계에서 유연 소자로 구현된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 투명 전극(1121), 저항 변

화층(1122) 및 복수의 상부 전극(1123)이 형성된 폴리이미드 필름(1122)을 PDMS(Polydimethylsiloxane; 1141) 기판에 전사할 수 있다.

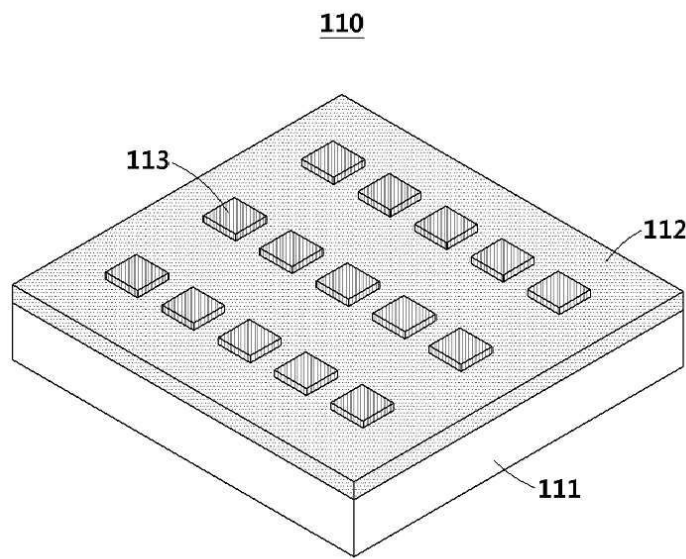
- [0174] 도 12a 내지 도 12d는 크로스바 어레이 구조로 형성되는 일실시예에 따른 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 도시하는 도면이다.
- [0175] 다시 말해, 도 12a 내지 도 12d는 도 7a 내지 도 7c를 통해 설명한 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법을 설명하는 도면으로서, 이후 도 12a 내지 도 12d를 통해 설명하는 내용 중 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자를 통해 설명한 내용과 중복되는 설명을 생략하기로 한다.
- [0176] 도 12a 내지 도 12d를 참조하면, 1210단계에서 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판(1211)을 형성하고, 기판(1211) 상부에 버퍼층(1212)을 형성할 수 있다.
- [0177] 다음으로, 1220단계에서 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판(1211) 상에 복수의 하부 전극(1221)을 형성할 수 있다.
- [0178] 다시 말해, 1220단계에서 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 기판(1211) 상에 형성된 버퍼층(1212)의 상부에 복수의 하부 전극(1221)을 형성할 수 있다.
- [0179] 다음으로, 1230단계에서 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 글루코스($C_6H_{12}O_6$) 물질을 구비하는 저항 변화층(Resistive Switching Layer; 1231)을 형성할 수 있다.
- [0180] 다음으로, 1240단계에서 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 저항 변화층(1231) 상에 복수의 상부 전극(1241)을 형성할 수 있다.
- [0181] 일측에 따르면, 1240단계에서 크로스바 어레이 구조로 형성된 저항 스위칭 메모리 소자의 제조 방법은 저항 변화층(1231) 상에서 상부 전극(1241)이 하부 전극(1221)과 십자(+) 형태로 교차(Cross)되어 배치 되도록 형성될 수 있다.
- [0183] 결국, 본발명을 이용하면, 기존의 합성 유기물 대신 추가적인 화학적 처리 공정 및 정제 없이 자연상태에서 쉽게 구할 수 있는 글루코스를 이용함으로써 전자소자의 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0184] 또한, 본 발명은 인체에 무해하며 친환경적인 글루코스를 저항 스위칭 메모리의 스위칭 재료로 활용함으로써, 인체에 부착 또는 삽입에 적합한 전자소자를 제공할 수 있다.
- [0185] 또한, 본 발명은 인체에 삽입하여 일정시간이 경과하면 자연스럽게 인체에 흡수되는 전자소자를 개발함으로써, 치료 목적에 적합한 전자 소자를 제공할 수 있다.
- [0187] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0188] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

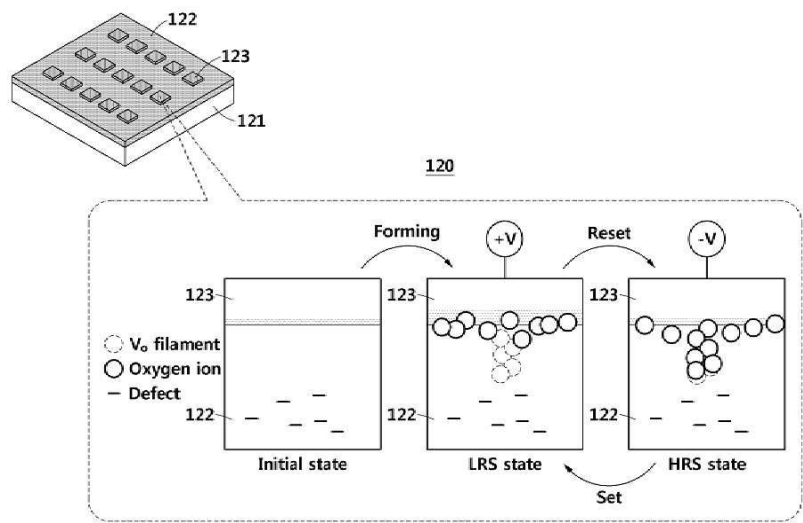
- [0190] 100: 저항 스위칭 메모리 소자 111: 기판
112: 저항 변화층 113: 상부 전극

도면

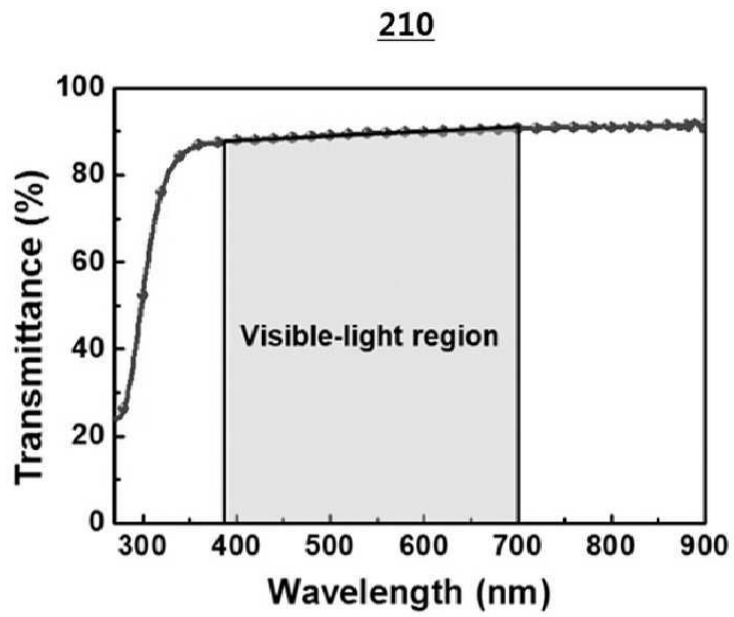
도면1a



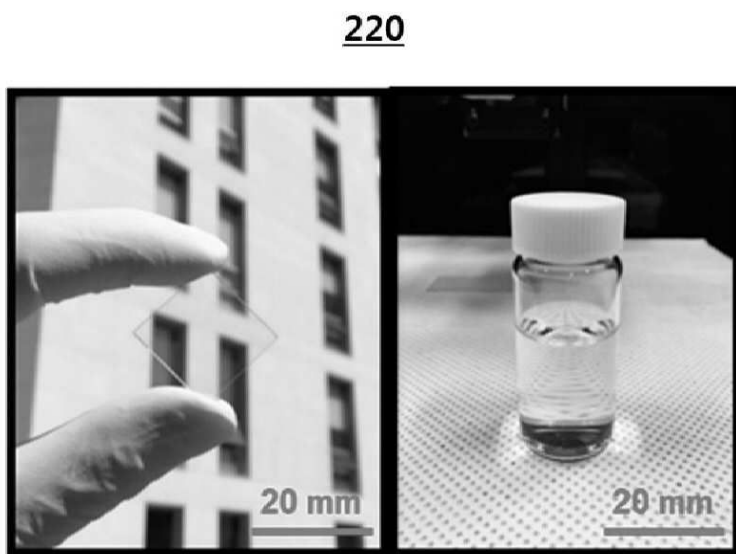
도면1b



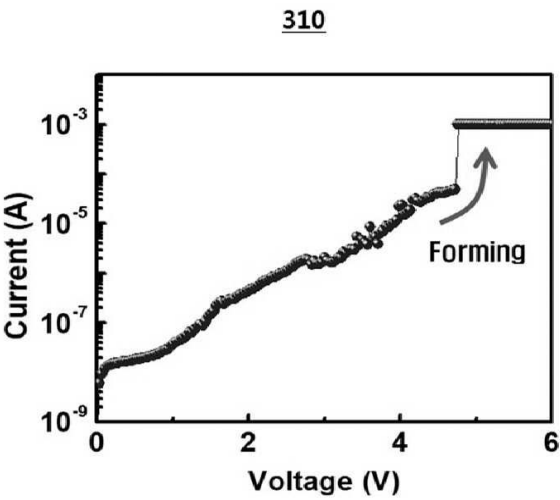
도면2a



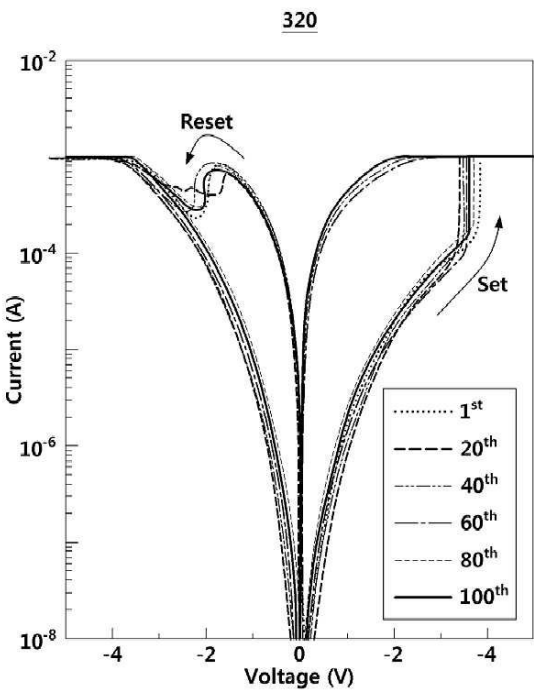
도면2b



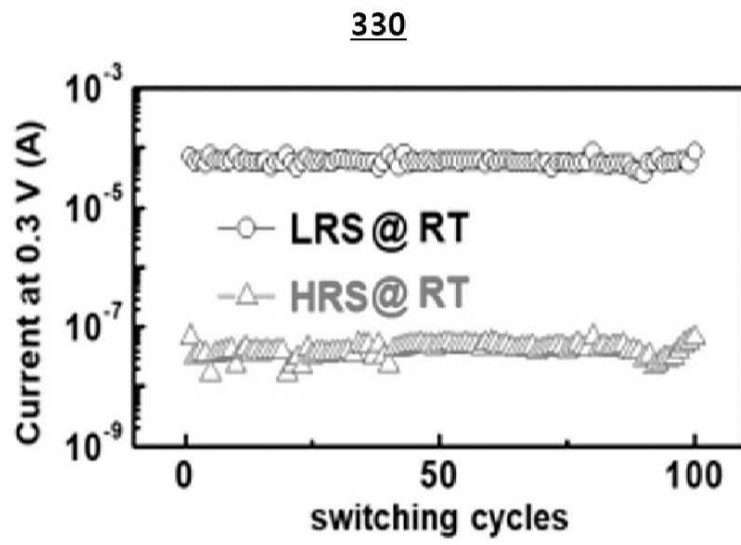
도면3a



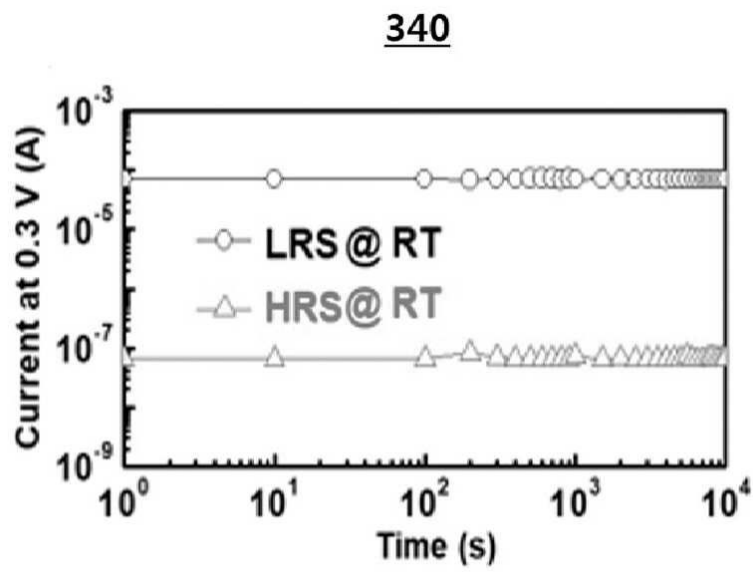
도면3b



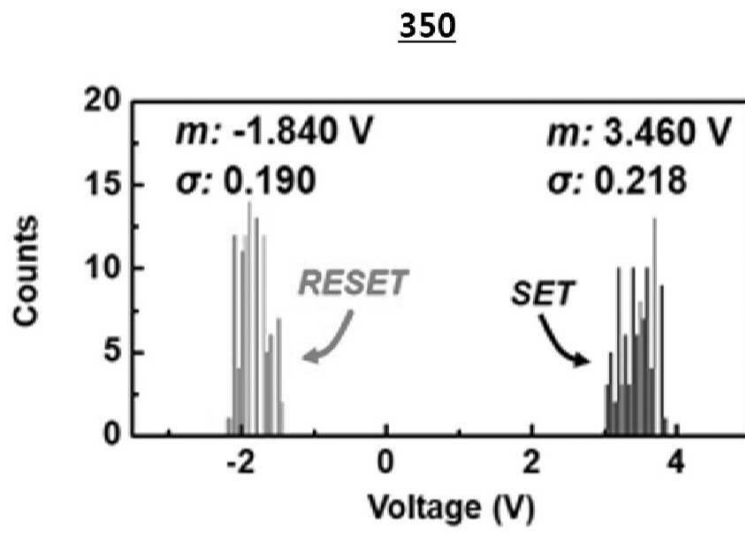
도면3c



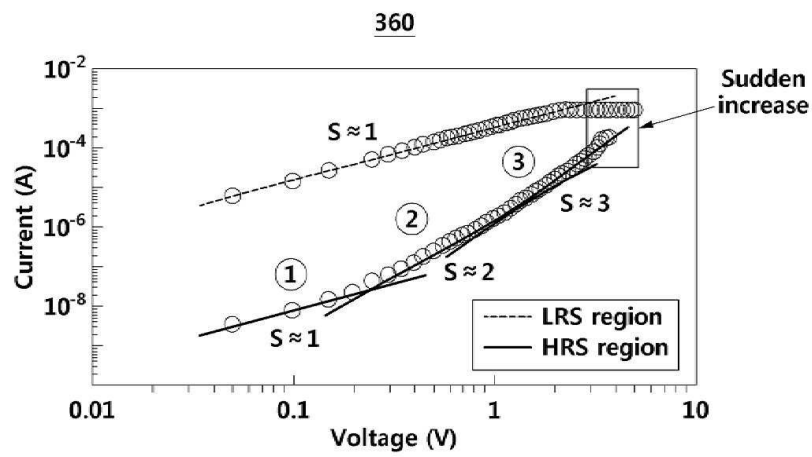
도면3d



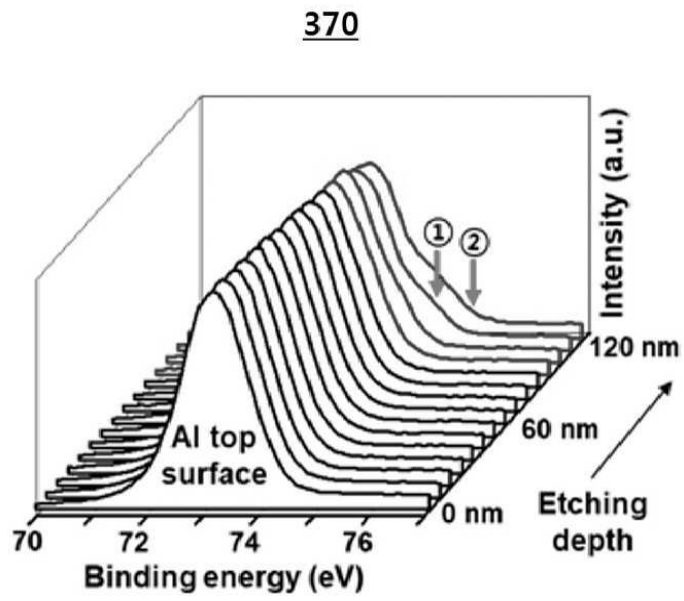
도면3e



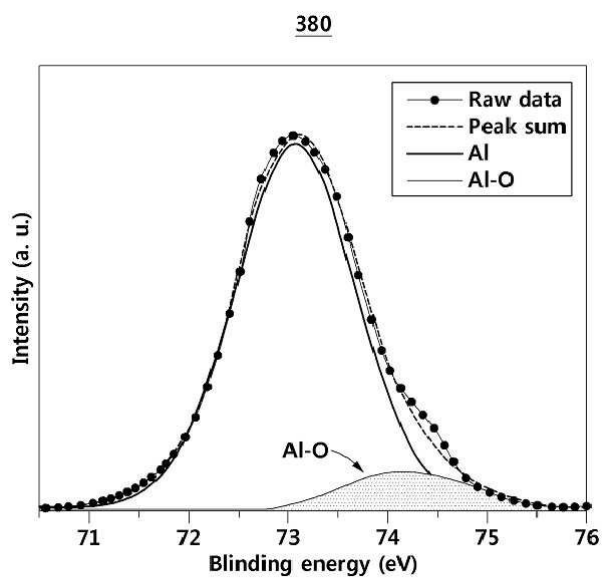
도면3f



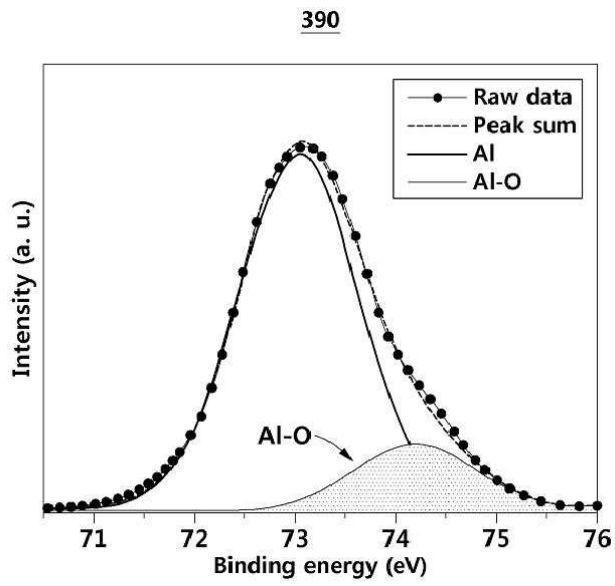
도면3g



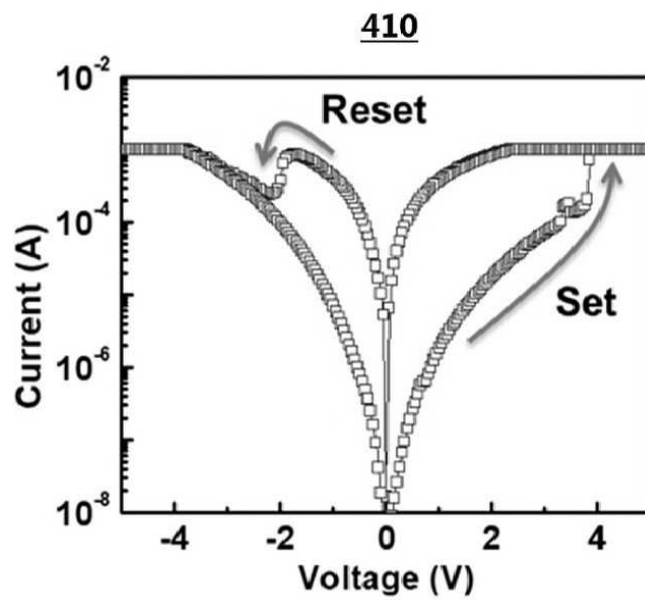
도면3h



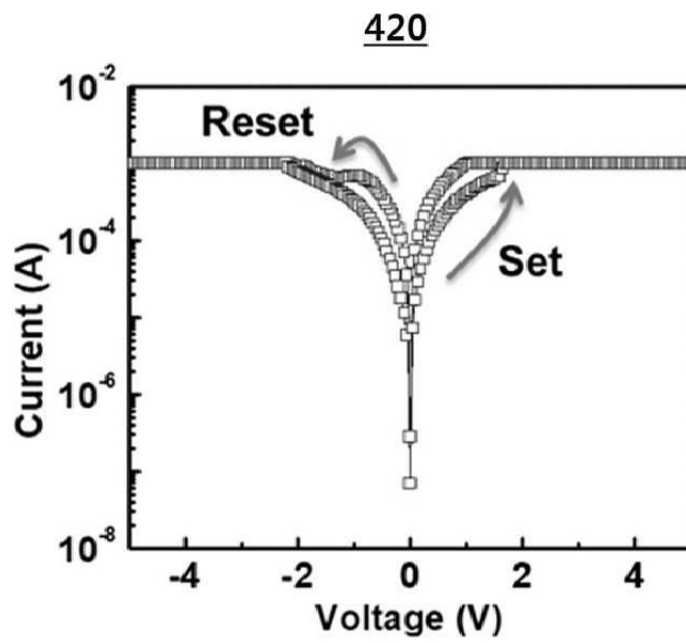
도면3i



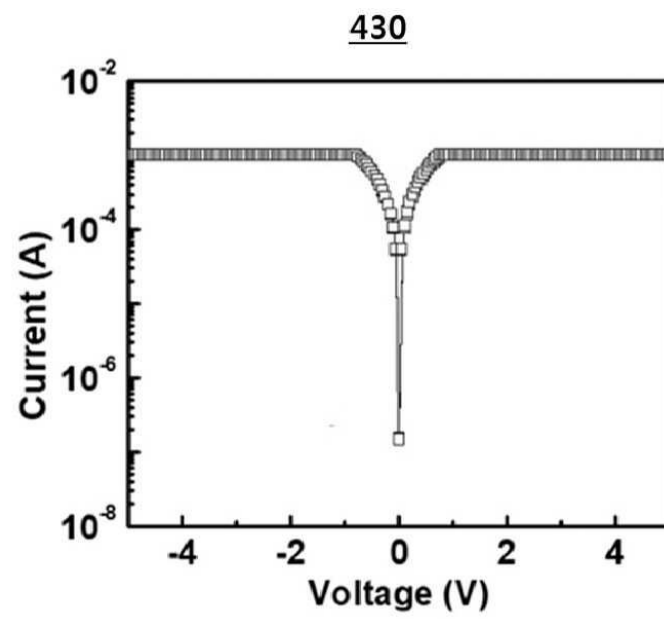
도면4a



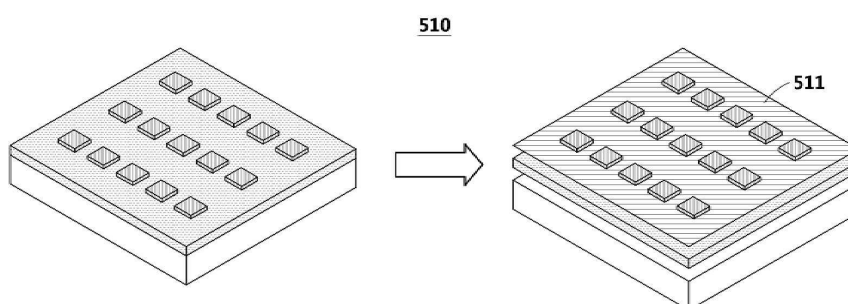
도면4b



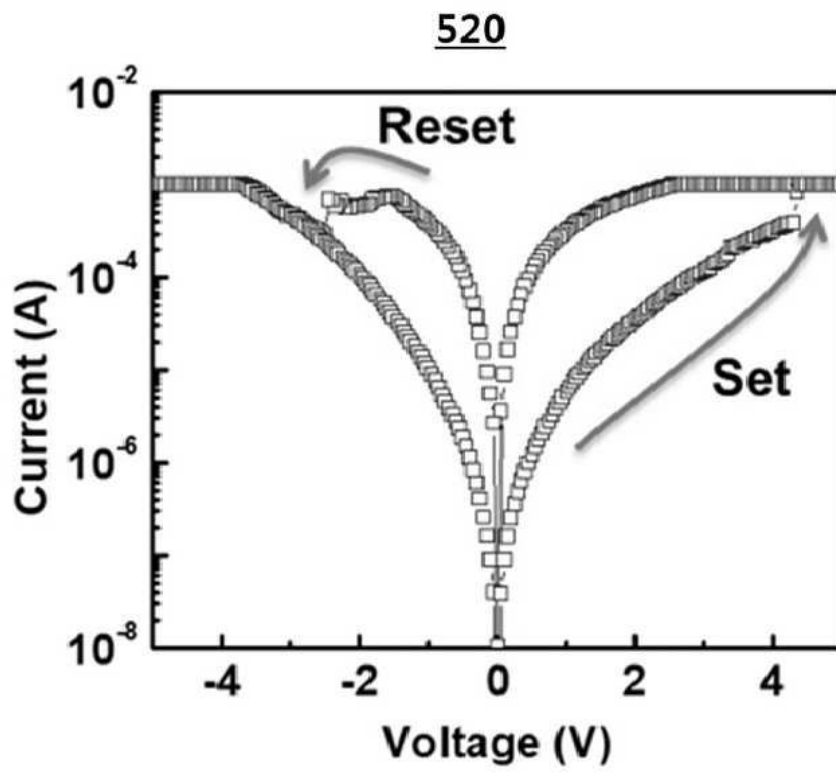
도면4c



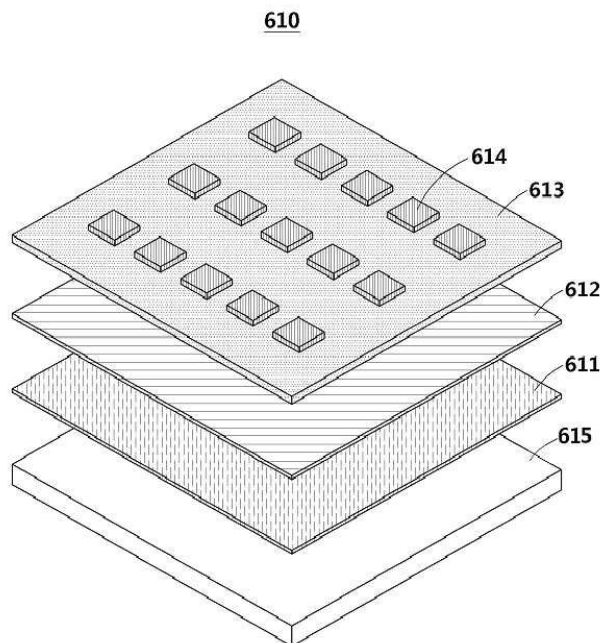
도면5a



도면5b

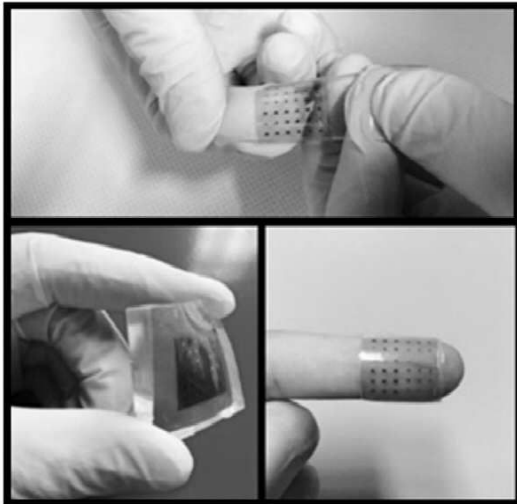


도면6a



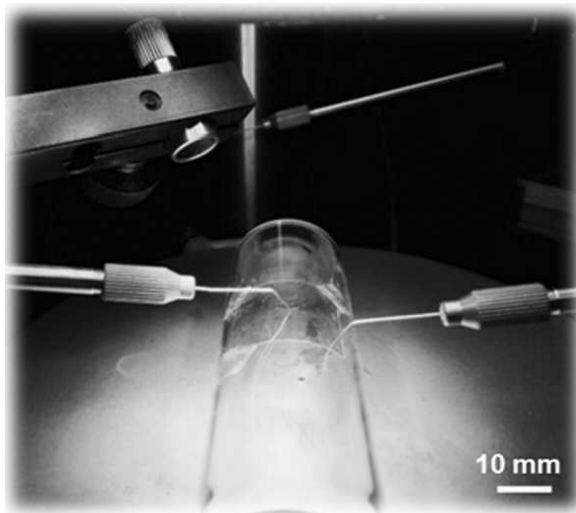
도면6b

620

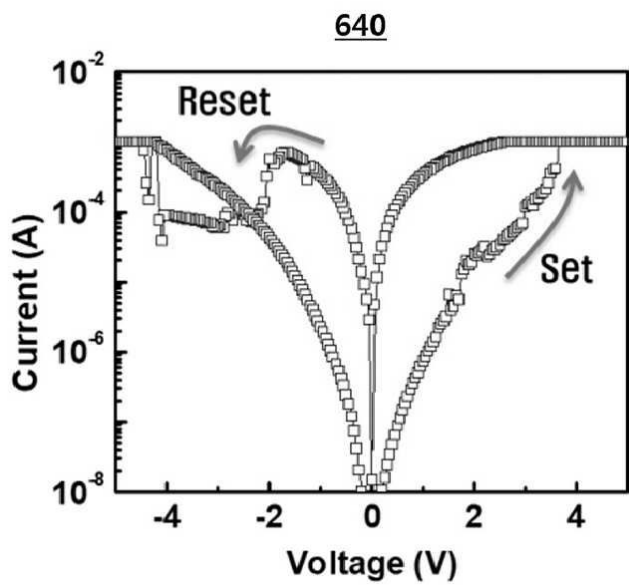


도면6c

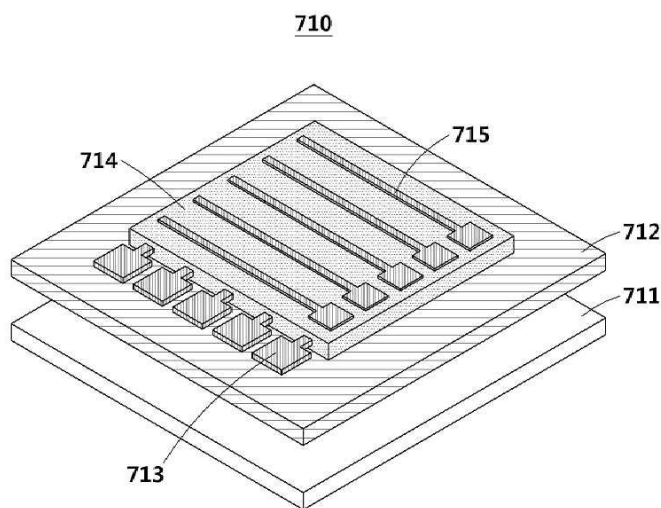
630



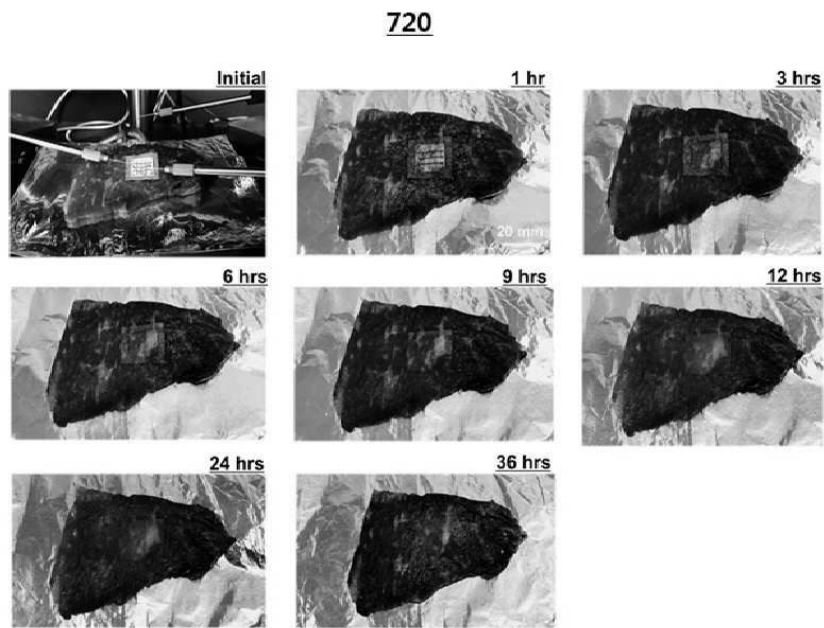
도면6d



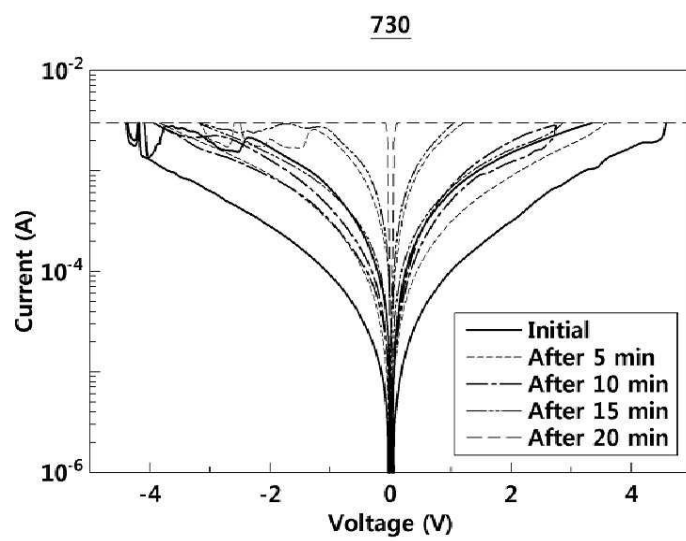
도면7a



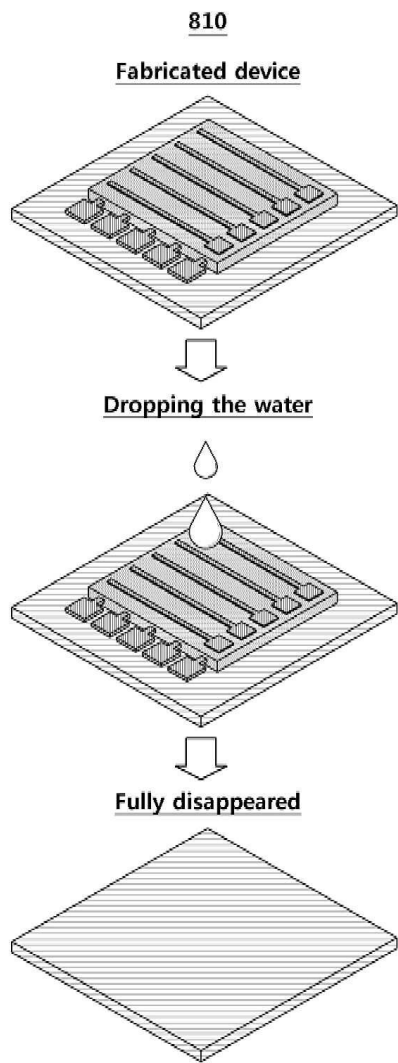
도면7b



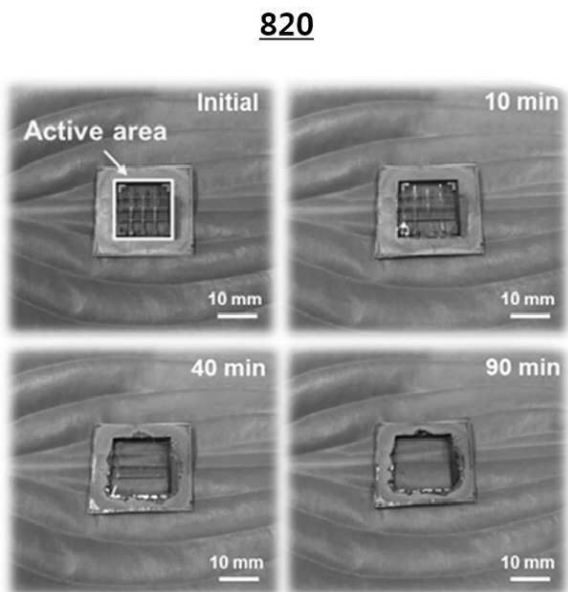
도면7c



도면8a

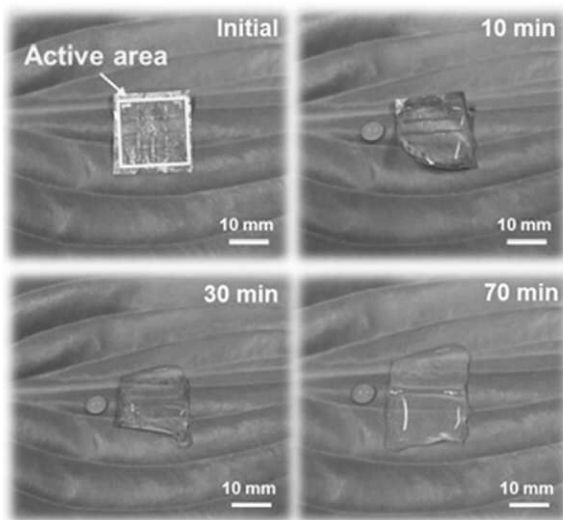


도면8b



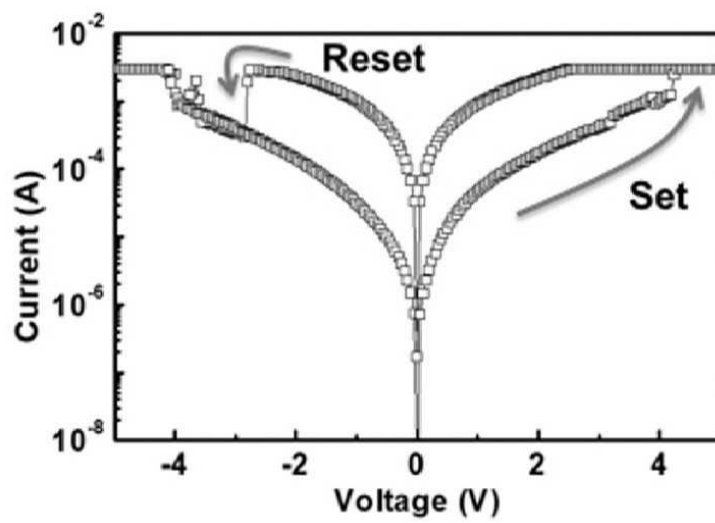
도면8c

830

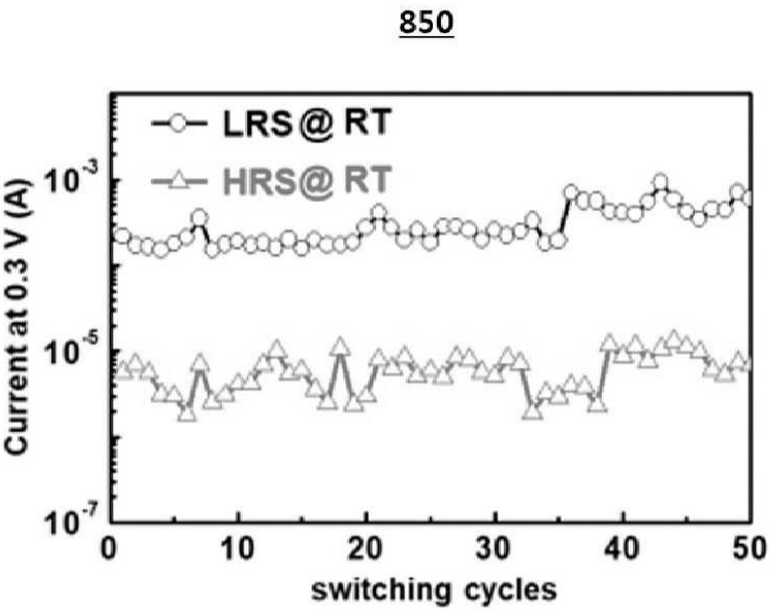


도면8d

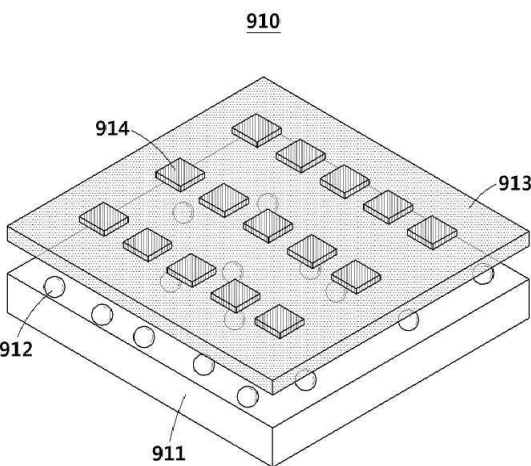
840



도면8e

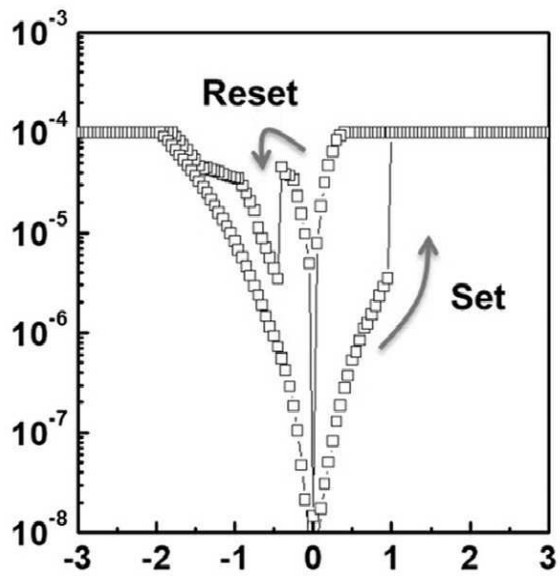


도면9a



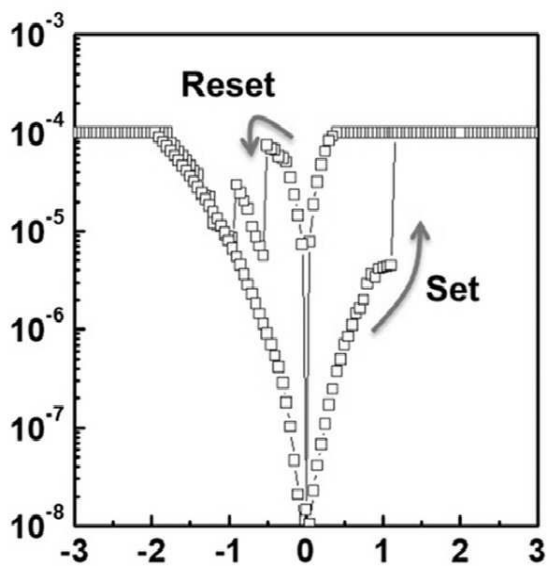
도면9b

920

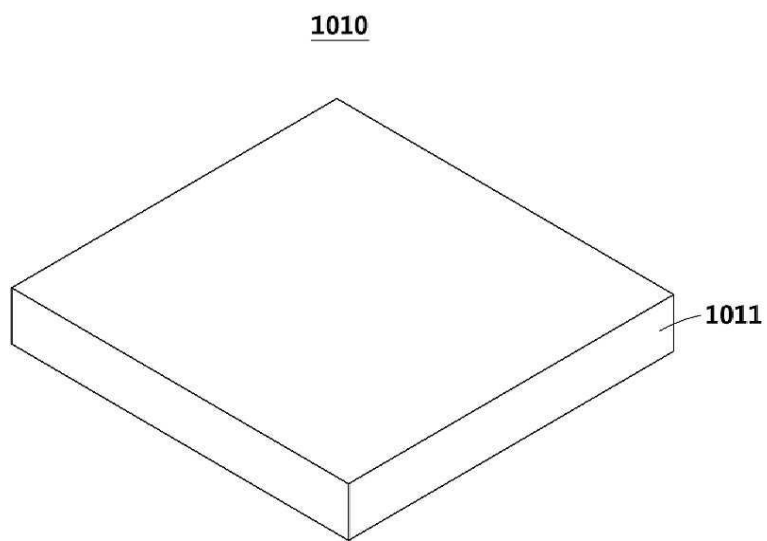


도면9c

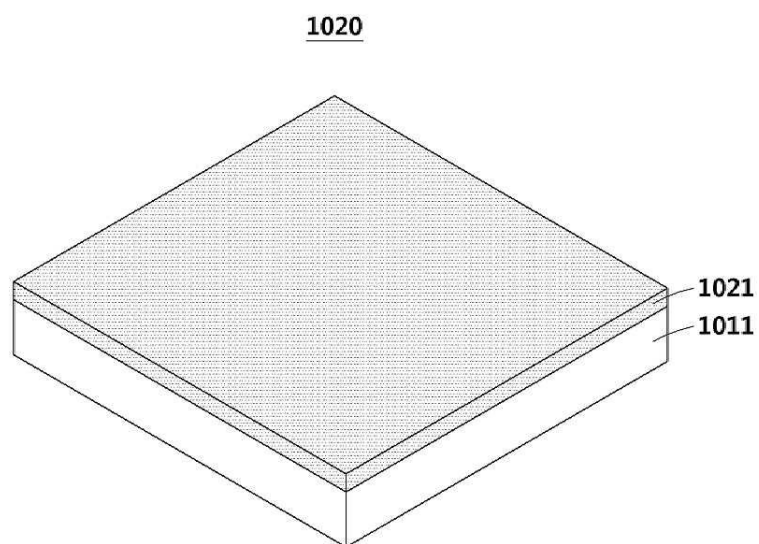
930



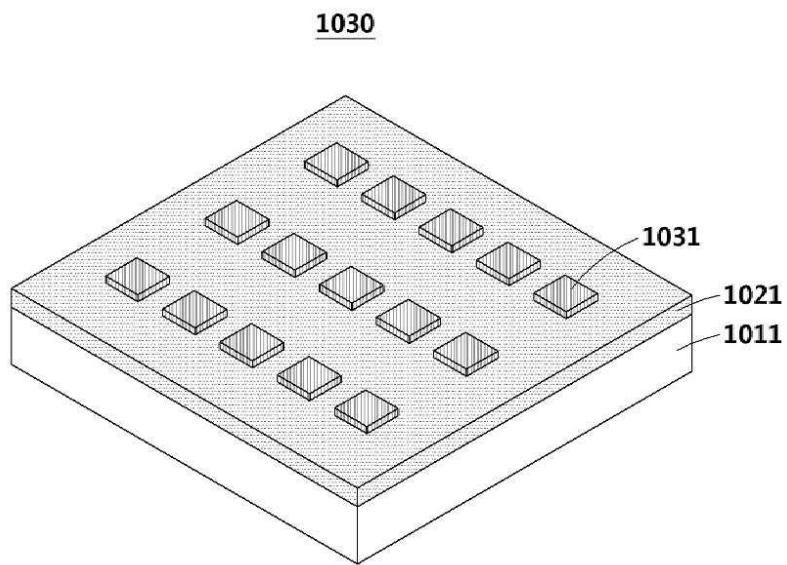
도면10a



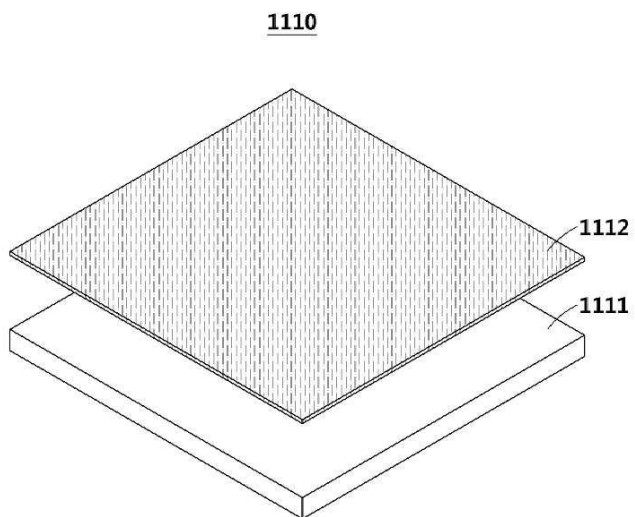
도면10b



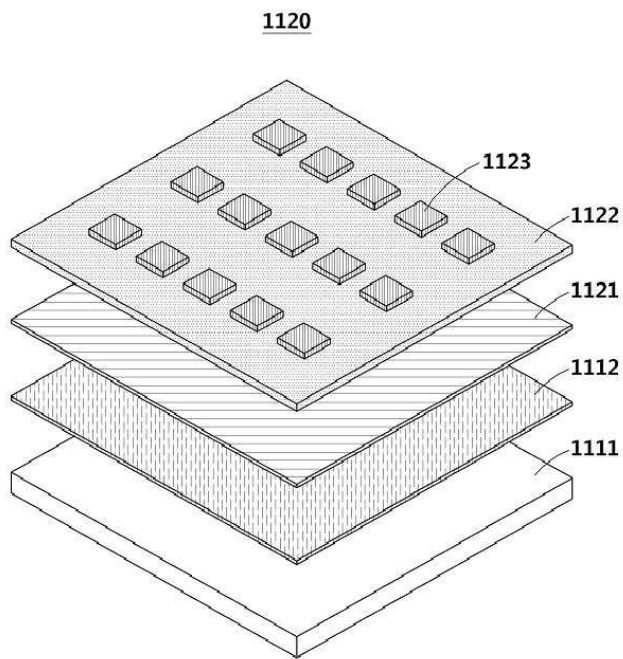
도면10c



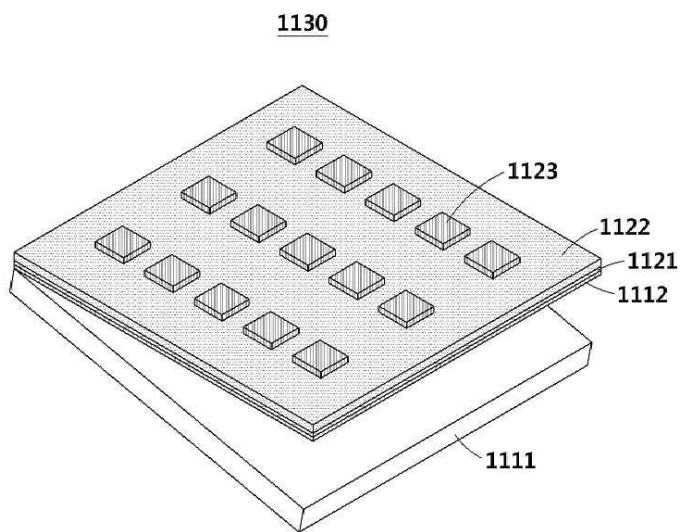
도면11a



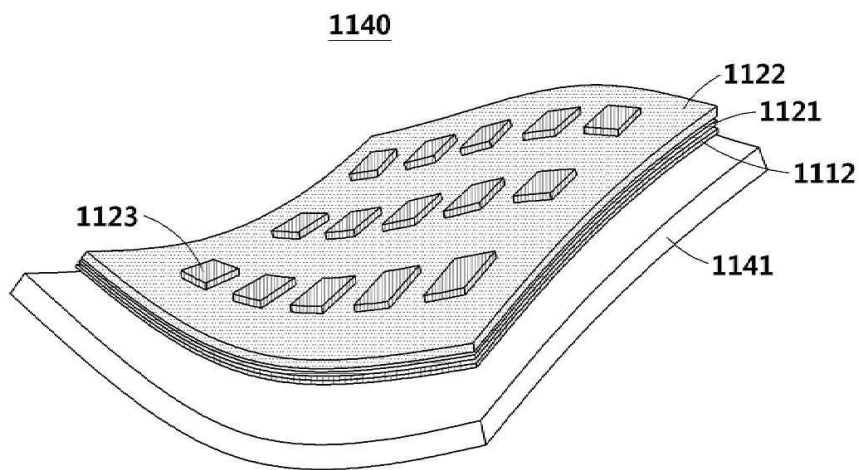
도면11b



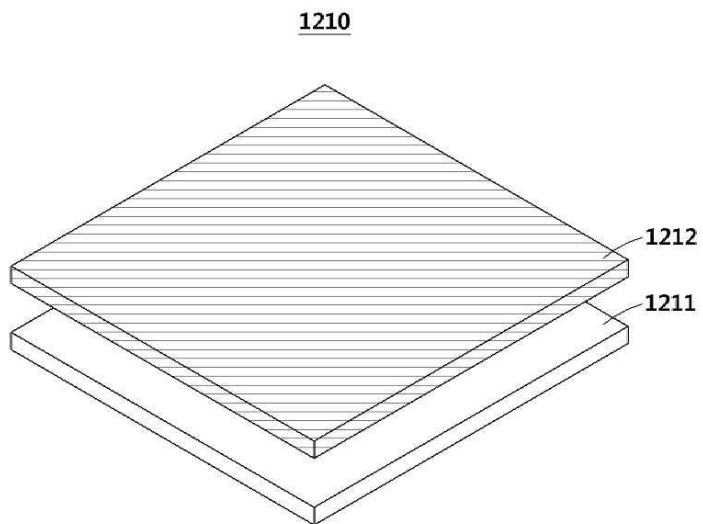
도면11c



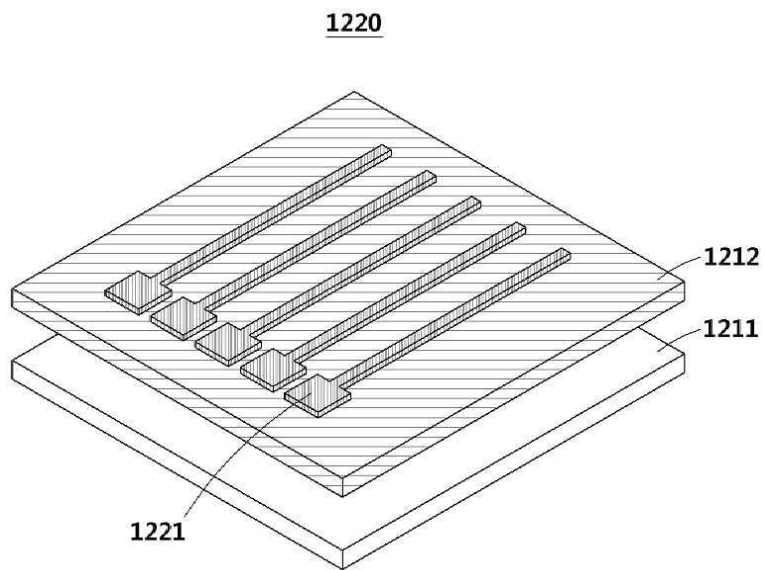
도면11d



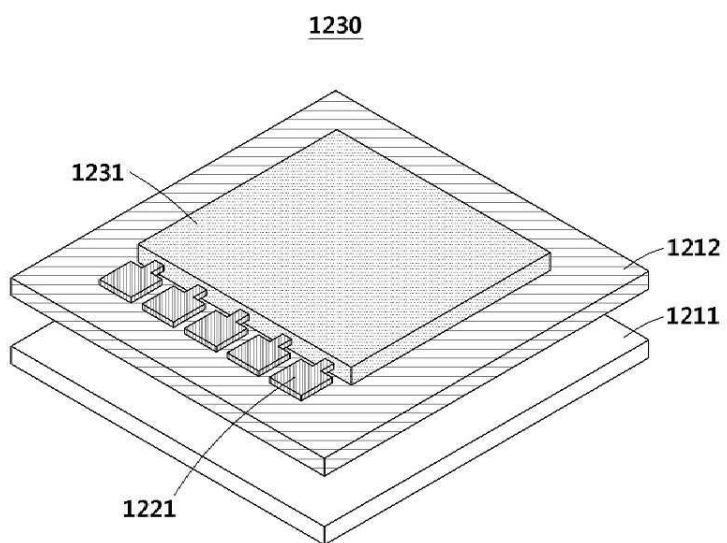
도면12a



도면12b



도면12c



도면 12d

