



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0108238
(43) 공개일자 2009년10월15일

(51) Int. Cl.

H01L 27/115 (2006.01) H01L 21/8247 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0033558

(22) 출원일자 2008년04월11일

심사청구일자 2008년04월11일

(71) 출원인

광주과학기술원

광주 북구 오룡동 1번지

(72) 발명자

황현상

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원신소재공학과

(74) 대리인

김삼용, 김상철, 이재관

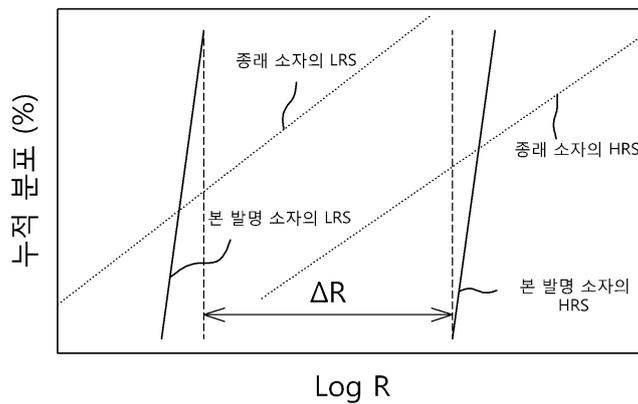
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 비휘발성 저항변화 메모리 소자

(57) 요약

균일한 스위칭 특성을 갖는 비휘발성 저항변화 메모리 소자가 개시되어 있다. 비휘발성 저항변화 메모리 소자는 하부전극, 하부전극 상에 형성되며, 콘택홀을 갖는 절연막, 콘택홀의 측벽 상에 형성된 절연 스페이서, 절연 스페이서가 형성된 콘택홀 내에 위치하는 산화물 저항막 및 산화물 저항막 상에 형성되는 상부전극을 포함한다. 따라서, 산화물 저항막과 하부전극 사이의 접촉 면적을 미세하게 한정함으로써 국부적인 곳에서 필라멘트가 형성되므로, 낮은 전계에서도 전도성 필라멘트를 형성시킬 수 있으며, 유효 전류 밀도를 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

하부전극;

상기 하부전극 상에 형성되며, 콘택홀을 갖는 절연막;

상기 콘택홀의 측벽 상에 형성된 절연 스페이서;

상기 절연 스페이서가 형성된 콘택홀 내에 위치하는 산화물 저항막; 및

상기 산화물 저항막 상에 형성되는 상부전극을 포함하는 비휘발성 저항변화 메모리 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 하부전극은,

Ti, Cu, Ni, Pt, Ru, Ir 및 Al으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 함유하는 것을 특징으로 하는 비휘발성 저항변화 메모리 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 산화물 저항막은,

TiO_{2-x} , Al_2O_{3-x} , NiO_{1-x} , Nb_2O_{5-x} , Ta_2O_{5-x} , ZrO_{2-x} , CuO_x 및 Fe_2O_{3-x} 으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 함유하며, 상기 X는 0.01-0.5인 것을 특징으로 하는 비휘발성 저항변화 메모리 소자.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 산화물 저항막은,

화학기상증착법, 물리기상증착법 또는 산화공정으로 형성하는 것을 특징으로 하는 비휘발성 저항변화 메모리 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 비휘발성 메모리 소자에 관한 것으로 더욱 상세하게는 비휘발성 저항 변화 메모리 소자에 관한 것이다.

배경기술

<2> 1960년대부터 연구되어온 비휘발성 저항변화 메모리(ReRAM, Resistance Random Access Memory) 소자는 금속산화물을 이용한 MIM(Metal Insulator Metal) 구조로서, 적기적 신호를 가하였을 때 저항이 커서 전도가 되지 않는 상태에서 저항이 작아 전도가 가능한 상태로 바뀌는 메모리 스위칭 특징이 나타난다.

<3> 저항변화 메모리 소자는 접근시간(Acess Time)이 빠르며, 낮은 전압에서도 소자의 동작이 가능하기 때문에 전력 소비가 작은 특징이 있다, 또한, 빠른 읽기 및 쓰기가 가능하며, 간단한 기억소자 구조를 갖기 때문에 공정상의 결함을 줄일 수 있어 생산단가를 낮출 수 있다.

<4> 그러나, 저항변화 메모리 소자는 필라멘트의 형성 및 끊어짐(ON/OFF)을 유도하여 소자를 동작시키는데, 종래의 비휘발성 저항변화 메모리의 경우, 소정 전계에서 단위 면적당 형성되는 필라멘트의 개수가 균일하지 않으며 반복적인 스위칭 동작에서 서로 다른 필라멘트가 형성될 수 있어 기가/테라 비트급 메모리 장치 적용하기 어렵다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

<5> 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 균일한 스위칭 특성을 갖는 비휘발성 저항 변화 메모리 소자를 제공하는데 있다.

과제 해결수단

<6> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 하부전극, 상기 하부전극 상에 형성되며, 콘택홀을 갖는 절연막, 상기 콘택홀의 측벽 상에 형성된 절연 스페이서, 상기 절연 스페이서가 형성된 콘택홀 내에 위치하는 산화물 저항막 및 상기 산화물 저항막 상에 형성되는 상부전극을 포함하는 비휘발성 저항변화 메모리 소자를 제공한다.

효 과

<7> 본 발명에 따르면, 산화물 저항막과 하부전극 사이의 접촉 면적을 미세하게 한정함으로써 국부적인 곳에서 필라멘트가 형성되므로, 낮은 전계에서도 전도성 필라멘트를 형성시킬 수 있으며, 유효 전류 밀도를 향상시킬 수 있다.

<8> 또한, 전도성 필라멘트를 소수 개 형성함으로써 반복적인 스위칭 동작에서 같은 전도성 필라멘트를 형성 또는 소멸시킬 수 있으므로 안정적인 스위칭 특성을 구현할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<9> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

<10> 도 1a 내지 도 1e는 본 발명의 일 실시예에 따른 비휘발성 저항변화 메모리 소자의 제조공정을 나타내는 단면도들로서, 메모리 소자의 단위 셀에 한정되어 도시한다.

<11> 도 1a를 참조하면, 하부 전극(110)이 제공된다. 상기 하부전극(110)은 Ti, Cu, Ni, Pt, Ru, Ir 또는 Al 막일 수 있다.

<12> 도 1b를 참조하면, 상기 하부전극(110) 상에 콘택홀(125)을 갖는 절연막(120)을 형성한다. 상기 절연막(120)은 SiO₂일 수 있다. 상기 콘택홀(125)의 너비는 약 50nm 이하로 형성할 수 있다.

<13> 상기 콘택홀(125)이 형성된 기판 상에 스페이서 절연막(130)을 형성한다.

<14> 상기 스페이서 절연막(130)은 실리콘 질화막일 수 있으며, 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 이용하여 균일한 두께를 갖도록 콘포말(conformal)하게 형성할 수 있다.

<15> 도 1c를 참조하면, 상기 스페이서 절연막(130)을 이방성 식각(anisotropic etch)하여 상기 콘택홀(125)의 측벽 상에 절연 스페이서(131)를 형성한다. 상기 절연 스페이서(131)가 형성된 콘택홀(125) 내에 상기 하부 전극(110)이 노출될 수 있다. 상기 노출된 하부 전극(110)의 폭은 약 1nm 내지 약 10nm일 수 있다.

<16> 도 1d를 참조하면, 상기 절연 스페이서(131)가 형성된 콘택홀(125) 내에 산화물 저항막(140)을 형성한다. 상기 산화물 저항막(140)은 전이금속산화막일 수 있다. 구체적으로, TiO_{2-x}, Al₂O_{3-x}, NiO_{1-x}, Nb₂O_{5-x}, Ta₂O_{5-x}, ZrO_{2-x}, CuO_x, Fe₂O_{3-x} 등과 같은 이성분계 산화물을 산소공공(oxygen vacancy)이 있는 비화학양론적(non-stoichiometric) 조성으로 제조하여 저항 변화 물질로 이용할 수 있다. 일 예로서, X는 0.01-0.5 일 수 있다.

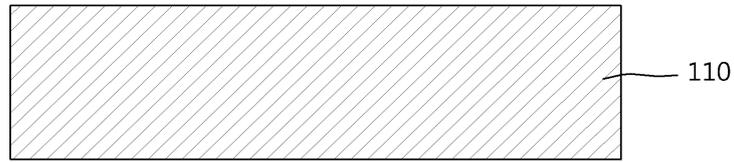
<17> 상기 산화물 저항막(140)의 두께는 상기 절연막(120)의 두께에 비해 작을 수 있다. 구체적으로, 상기 산화물 저항막(140)의 두께는 상기 2nm 내지 50nm일 수 있다.

<18> 상기 산화물 저항막(140)은 스퍼터링(Sputtering), 펄스레이저 증착법(PLD, Pulsed Laser Deposition), 증발법(Thermal Evaporation), 전자빔 증발법(Electron-beam Evaporation) 등과 같은 물리기상증착법(PVD, Physical Vapor Deposition), 분자선 에피택시 증착법(MBE, Molecular Beam Epitaxy), 또는 화학기상증착법(CVD, Chemical Vapor Deposition)을 사용하여 형성할 수 있다. 이 경우에, 상기 절연 스페이서(131)가 형성된 콘택홀(125)을 완전히 채우도록 산화물막을 형성한 후, 상기 산화물막을 화학기계적 연마(CMP) 및 에치백(etchback)함으로써, 상기 산화물 저항막(140)을 형성할 수 있다.

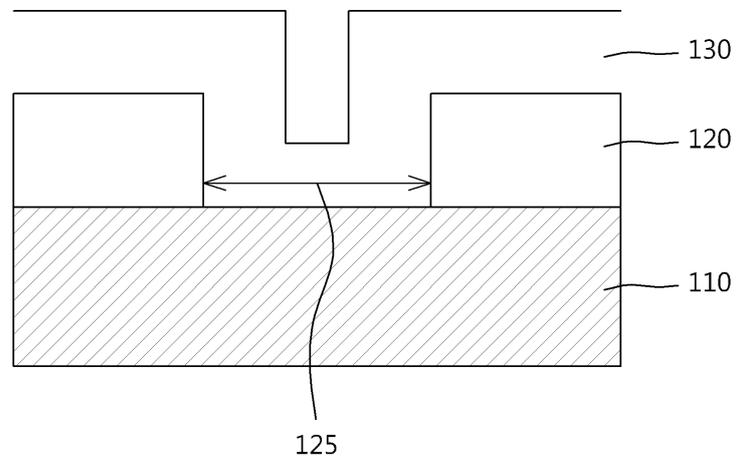
<19> 이와는 달리, 상기 산화물 저항막(140)은 상기 노출된 하부전극(110)을 산화하여 형성할 수 있다. 이 경우에, 상기 산화물 저항막(140)의 두께를 용이하게 조절할 수 있으며, 상기 하부 전극(110)은 Ti 막, Cu 막 또는 Ni 막일 수 있다.

도면

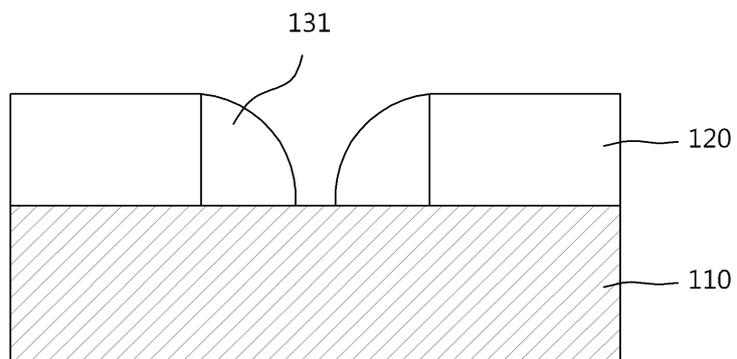
도면1a



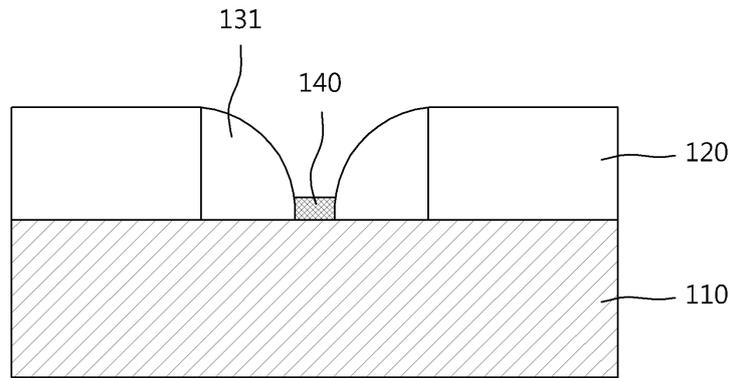
도면1b



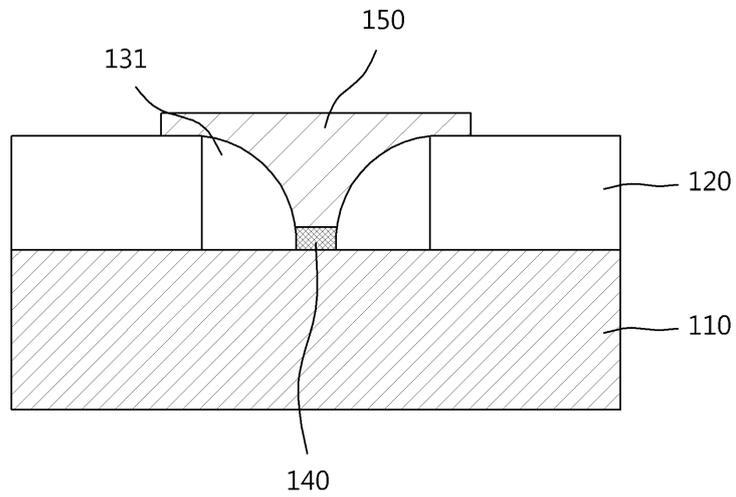
도면1c



도면1d



도면1e



도면2

