(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H01L 43/08 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0084235
(43) 공개일자 2006년07월24일

(21) 출원번호 10-2005-0004957
(22) 출원일자 2005년01월19일

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 이성래
서울 강남구 논현동 동양파라곤아파트 101-201
송진오
서울 영등포구 여의도동 시범아파트 11-805

(74) 대리인 리앤목특허법인
이해영

심사청구 : 있음

(54) C o F e Z r 을 포함하는 터널링 자기 저항 소자 및 그제조 방법

요약

본 발명은 CoFeZr 강자성층을 포함하는 터널링 자기저항 소자 및 그 제조방법에 관한 것이다. 반강자성층, 고정층, 터널링 장벽층과 자유층을 포함하는 자기저항 구조체에 있어서, 상기 고정층 및/또는 자유층을 CoFeZr를 포함된 터널링 자기저항 소자 및 그 제조 방법을 제공하여 구조적 안정성 및 열적 안정성이 향상시킬 수 있다.

대표도

도 2a

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술에 의한 터널링 자기 저항 소자를 나타낸 도면이다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자의 제조 공정을 나타낸 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 CoFeZr을 자유층에 사용한 터널링 자기 저항 소자의 특성을 나타낸 그래프이다.

도 5a 내지 도 5c는 고정층 및 자유층을 CoFeZr로 형성한 터널링 자기 저항 소자의 TMR 값을 나타낸 그래프이다.

도 6a 및 도 6b는 고정층, 자유층 및 터널링 장벽층의 물질을 달리하며 자기 저항 소자의 TMR 값을 측정한 그래프이다.

도 7a 내지 도 7e는 Zr의 성분비(at%)에 따른 TEM 사진을 나타낸 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 터널링 자기 저항 소자에 관한 것으로 보다 상세하게는 고정층 또는 자유층에 CoFeZr을 사용하거나, 고정층 및 자유층 모두에 CoFeZr을 사용하여 자기 저항비 및 열적 안정성을 향상시킨 터널링 자기 저항 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

자기 저항 소자(magnetic resistance device)는 자기 에너지(magnetic energy)에 의해 저항이 변하는 원리를 이용한 소자로서 거대 자기 저항 소자(GMR : giant magneto-resistance device) 및 터널링 자기 저항 소자(tunneling magneto-resistance device)가 있다. 터널링 자기 저항 소자의 일반적인 형태를 도 1에 도시하였다.

도 1을 참조하면, 기판(미도시) 상에 반강자성층이 형성되고, 상기 반강자성층 상에 제 1강자성층, 터널 장벽층 및 제 2강자성층이 순차적으로 형성된다. 여기서 제 1강자성층 및 제 2강자성층을 그 기능에 따라 고정층(pinned layer) 및 자유층(free layer)이라 할 수 있다. 도 1에 나타낸 바와 같은 터널링 자기저항 소자는 고정층/터널 장벽층/자유층 구조의 접합에서 강자성층들의 상대적인 자화방향에 따라 터널링 전류가 달라지는 현상인 자기 터널 접합(Magnetic Tunnel Junction) 원리를 이용하는 것이다. 터널링 자기 저항 소자는 자기 저항 헤드 또는 MRAM(Magnetic Random Access Memory) 등에 사용된다.

고정층은 반강자성층에 의해 그 자기 정렬 방향이 고정되며, 자유층은 그 자기 정렬 방향이 외부의 영향으로 전환된다. 고정층과 자유층의 자기 정렬 방향이 반대인 경우 고정층과 자유층에 전류를 인가하면 높은 자기 저항으로 인해 적은 전류가 터널 장벽층을 통과하여 흐른다. 역으로 고정층과 자유층의 자기 정렬 방향이 동일하면 자기 저항이 낮아 터널 장벽층을 통해 많은 전류가 흐른다. 여기서 자기 저항 비(Magnetoresistive Ratio; MR 비)는 하기 수학식 1에 의해 계산된다.

수학식 1

$$MR\text{비} = \frac{\text{고}MR - \text{저}MR}{\text{저}MR}$$

MR비가 높으면 고정층과 자유층의 스핀 방향을 판별하기가 용이하여 MRAM과 같은 비휘발성 메모리 소자의 데이타 기록 및 재생 성능이 우수한 자기 저항 소자를 제조할 수 있다. 따라서, 고정층과 자유층에 사용할 수 있는 균질한 표현 형상을 지니며 MR 비가 높은 자성체 물질이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명에서는 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 표면 정밀도가 높고 높은 TMR(Tunneling Magnetoresistive Ratio) 특성을 가지는 터널링 자기저항 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에서는 상기 목적을 달성하기 위하여,

반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자에 있어서,

상기 자유층은 CoFeZr를 포함하여 형성된 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자를 제공한다.

본 발명에 있어서, 상기 고정층은 CoFeZr을 포함하여 형성될 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 반강자성층은 IrMn을 포함하여 형성된 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 터널 장벽층은 $TiAlO_x$, $ZrAlO_x$, AlO_x, Ga_2O_3, AlN, AlON, TaOx, ZrOx 또는 MgOx 중에서 선택되는 물질로 형성된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에서는 반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자에 있어서, 상기 고정층은 CoFeZr를 포함하여 형성된 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자를 제공한다.

또한, 본 발며에서는 상기 목적을 달성하기 위하여 반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법에 있어서, 상기 자유층은 상기 터널 장벽층 상에 CoFeZr을 포함하는 물질을 도포하여 형성시키는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법을 제공한다.

본 발명에 있어서, 상기 자유층은 CoFe 타겟에 Zr 칩을 부착하여 하나의 타겟을 사용하거나, Co, Fe 및 Zr을 각각 별개의 타겟으로 사용하여 스퍼터링에 의해 상기 터널 장벽층 상에 형성시키는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 터널 장벽층은 상기 고정층 상에 TiAl, ZrAl, Al, Ga, Ta, Zr 또는 Mg 중 적어도 어느 한 물질을 증착시키고 열산화 처리를 하여 형성시키는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 고정층은 상기 반강자성층 상에 CoFeZr을 포함하는 물질을 도포하여 형성시키는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에서는 반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법에 있어서, 상기 고정층은 상기 반강자성층 상에 CoFeZr을 포함하는 물질을 도포하여 형성시키는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법을 제공한다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자 및 그 제조 방법에 대해 상세히 설명하고자 한다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 제 1내지 제 3실시예에 따른 터널링 자기 저항 소자의 구조를 간략하게 나타낸 도면이다.

도 2a를 참조하면, 기판(미도시) 상에 반강자성층이 형성되어 있으며, 반강자성층 상에 고정층, 터널 장벽층 및 CoFeZr 자유층이 순차적으로 형성되어 있다. 반강자성층은 통상 사용되는 물질을 제한 없이 사용할 수 있으며, 예를 들어 IrMn 등이 사용되며, 선택적으로 NiFe 및 IrMn 등을 다층 구조로 형성시켜 사용할 수 있다. 반강자성층 상에는 강자성 물질로 형성된 고정층이 형성되어 있다. 고정층은 반강자성층에 의해 스핀 배열, 즉 자화 방향이 일정하게 고정된 층으로 통상 NiFe 또는 CoFe로 형성된다. 고정층 상에는 터널 장벽층이 형성되어 있다. 터널 장벽층은 비전도체 물질로 형성되며, 통상 산화물로 형성된다. 예를 들어, $TiAlO_x$, $ZrAlO_x$, AlO_x, Ga_2O_3, AlN, AlON, TaO_x, ZrO_x 또는 MgO_x 등이 있다.

터널 장벽층 상에는 CoFeZr 자유층이 형성되어 있다. 본 발명의 제 1실시예에 의한 터널 자기 저항 소자는 자유층이 CoFeZr로 형성된 것을 특징으로 한다. 자기 저항 소자는 자유층의 스위칭 거동이 잘 일어날 수록 좋은 특성을 지닌다. Zr을 CoFe에 부가하여 비정질 특성을 나타내며, 보자력이 감소하여 sensitive한 스위칭 거동을 나타낸다.

도 2b는 본 발명의 제 2실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 2b를 참조하면, 기판(미도시) 상에 반강자성층이 형성되어 있으며, 반강자성층 상에 CoFeZr 고정층, 터널 장벽층 및 자유층이 순차적으로 형성되어 있다. 반강자성층, 터널 장벽층 및 자유층은 통상 사용되는 물질을 제한 없이 사용할 수 있다.

CoFeZr을 고정층으로 사용하는 경우, 그 상부에 형성되는 터널 장벽층과 자유층 등의 구조적 안정성을 도모할 수 있다. 상세히 설명하면, 터널링 자기 저항 소자를 사용하는 경우, 그 동작시의 안정성을 확보하기 위하여 열적 안정성과 구조적 안정성이 보장되어야 한다. 열적 안정성을 확보하기 위해서는 고온에서 동작 시 원하는 자화 방향의 전환을 가져와야 하며, 구조적 안정성을 확보하기 위해서는 소자를 형성시키는 경우, 원하는 표면 정밀도를 지녀 그 상부에 형성되는 다층 구조가 안정적으로 형성되어야 한다. CoFeZr을 고정층으로 사용하는 경우, CoFeZr의 표면 정밀도가 우수하여 그 상부의 터널 장벽층과 자유층 등의 안정적인 성장을 도모할 수 있다.

도 2c는 본 발명의 제 3실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자를 나타낸 도면이다. 도 2c를 참조하면, 기판(미도시) 상에 반강자성층이 형성되어 있으며, 반강자성층 상에 CoFeZr 고정층, 터널 장벽층 및 CoFeZr 자유층이 순차적으로 형성되어 있다. 여기서, 반강자성층, 터널 장벽층은 종래 사용되는 물질을 이용할 수 있으며, 제한은 없다. 상기 도 2a 및 도 2b에서는 각각 자유층 및 고정층에 CoFeZr을 사용하였으나, 여기서는 자유층과 고정층 모두에 CoFeZr을 사용한 것을 특징으로 한다. 자유층과 고정층 모두에 CoFeZr을 사용하게되면, 터널링 자기 저항 소자의 구조적 안정성과 자유층의 스위칭 거동이 용이한 특성을 모두 얻을 수 있는 장점이 있다.

이하, 도 3을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법에 대해 상세히 설명하고자 한다. 도 3은 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법을 간략하게 나타낸 순서도이다.

먼저, 기판을 마련하고 기판 상에 스퍼터링 장비 등에 의해 반강자성 물질을 증착시킨다. 반강자성 물질은 통상 사용되는 것을 타겟으로 제작하여 증착에 이용할 수 있으며, 예를 들어 IrMn 등을 사용할 수 있다.(101 단계)

다음으로, 반강자성층 상에 고정층을 증착시킨다.(103 단계) 상기 도 2a 내지 도 2c에서는 고정층과 자유층에 선택적으로 CoFeZe을 형성시킨 것을 나타내었다. 여기서, 제 2실시예 및 제 3실시예에서 나타낸 바와 같이 고정층에 CoFeZr을 형성시키는 과정을 설명하면 다음과 같다. 마그네트론 스퍼터를 이용하는 경우, 초기 진공도는 10^{-7}Torr 이하의 진공도를 유지하며, Ar과 같은 플라즈마 발생용 가스를 주입하여 약 10^{-3} 내지 10^{-2}Torr 정도에서 공정을 진행한다. CoFeZr은 CoFe 합금 타겟에 Zr의 칩을 부착하여 스퍼터링을 실시함으로써 반강자성층 상에 고정층을 형성시킬 수 있다. 또한, Co, Fe 및 Zr 각각 별개의 타겟을 스퍼터의 챔버 내에 장착시키고 Co-sputtering을 실시함으로써 합금 형태로 증착시킬 수 있다.

다음으로, 상기 고정층 상에 터널 장벽층을 형성시킨다.(105 단계) 상술한 바와 같이 터널 장벽층은 비전도체 물질로 형성되며 예를 들어, $ZrAlO_x$, AlO_x, Ga_2O_3, AlN, AlON, TaO_x, ZrO_x 또는 MgO_x 등을 사용할 수 있다. 이들은 주로 산화물 형태이며, 고정층 상에 ZrAl, Al, Ta 또는 Mg 등의 금속을 먼저 증착시키고 나서, 산소 가스에 노출시키고 섭씨 약 200도 이상의 고온을 유지하여 산화 처리를 함으로써 형성시킨다.

다음으로 상기 터널 장벽층 상에 자유층을 형성시킨다.(107 단계) 상기 도 2a 및 상기 도 2c에서 자유층을 CoFeZr로 형성시킨 실시예를 나타내었으며, 이 경우에도 상술한 고정층의 증착 방법에 관한 103 단계의 제조 방법이 그대로 적용될 수 있다. 즉, CoFe 합금 타겟에 Zr의 칩을 부착하여 스퍼터링을 실시함으로써 터널 장벽층 상에 자유층을 형성시킬 수 있다. 그리고, Co, Fe 및 Zr 각각 별개의 타겟을 스퍼터의 챔버 내에 장착시키고 Co-sputtering을 실시함으로써 증착시킬 수 있다.

마지막으로 열처리를 실시하여(109 단계) 자유층 등의 표면 조도를 감소시키고 소자를 활성화시켜 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항를 완성한다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자의 특성에 대해 보다 상세하게 설명하고자 한다.

도 4a 및 도 4b는 상기 도 2a에 나타낸 본 발명의 제 1실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자에 대해 Zr의 at%에 따른 TMR 값과 그 표면 조도를 측정한 그래프를 나타낸 도면이다. 이때 사용된 시편은 Ta 5nm/CoFe 17nm/IrMn 7.5nm/CoFe 3nm/Al 1.6nm(증착 후 열산화처리)/CoFeZr 3nm/Ta 5nm의 구조를 지닌 것이다. 여기서, Ta은 터널링 자기 저항 소자의 하지층 및 상지층으로 사용된 것이다.

도 4a는 Zr의 at%에 따른 TMR 값을 측정한 것으로, 열처리 하기 전 상태(as-deposited)와 섭씨 약 250도에서 열처리를 실시한 후의 값을 모두 측정하였다. 도 4a를 참조하면, 열처리를 하지 않은 상태에서는 Zr을 첨가하여도 TMR 비의 증가가 그리 크지 않으나, 열처리를 한 상태에서는 점차적으로 TMR 값이 증가하는 것을 알 수 있다. 약 Zr이 20 at% 상태였을 때 가장 높은 TMR 값을 나타냈으면 그 뒤로 점차적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서, 약 20at%에서 최적의 특성을 나타냄을 알 수 있다.

도 4b는 종래 기술에 의한 터널링 자기 저항 소자 및 본 발명의 제 1실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자의 표면 조도(RMS roughness: root mean square roughness)를 나타낸 그래프로서, 자유층을 CoFe로 형성시킨 시편과 CoFeZr을 사용한 시편에 대해 비교한 것이다. 도 4b를 참조하면, 자유층을 CoFe로 형성시킨 경우와 CoFeZr로 형성시킨 경우 모두 약

1nm에서 약 3nm의 두께로 점차 그 두께를 증가시키는 경우 표면 조도가 감소하지만 약 3nm 이상의 두께 범위에서는 두꺼워질 수록 표면 조도가 점차 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고, 종래 기술에 의한 CoFe 자유층에 비해 본 발명의 제 1실시예에 의한 CoFeZr의 표면 조도 값이 작아서 표면 정밀도가 크게 향상된 것을 알 수 있다.

도 5a 내지 도 5c는 상기 도 2c에 나타낸 본 발명의 실시예에 의한 터널링 자기 저항 소자의 TMR 값을 측정한 그래프이다. 여기서 측정 대상이 된 시편은 Ta 5nm/NiFe 2nm/IrMn 7.5nm/CoFeZr Xnm/TiAl 1.6nm(증착 후 열산화처리)/CoFeZr Xnm/Ta 5nm의 구조를 지니고 있다.

도 5a는 본 발명의 제 2실시예에 따른 터널링 자기 저항 소자에 대해 열처리 온도(annealing temperature)에 따른 TMR 값을 측정한 그래프이다. 도 5a를 참조하면, 고정층과 자유층을 사용된 CoFeZr의 두께(Xnm)를 2, 3, 4 및 5nm로 변화시켜 각각의 TMR 값을 측정한 것을 알 수 있다. 측정된 모든 두께 범위의 시편은 동일하게 섭씨 약 300도까지는 열처리 온도를 증가시키는 경우 TMR 값이 점차적으로 증가하지만, 그 이후에는 높은 기울기로 감소하는 것을 알 수 있다. 약 30%의 TMR 값을 지닌 경우 메모리 소자 등에 충분히 활용 가능하므로 섭씨 약 350도의 동작 온도에서도 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있다.

도 5b 및 도 5c는 고정층, 자유층 및 터널 산화층의 물질을 변화시키면서 시편에 대해 저온에서의 TMR 값 및 노멀라이징 TMR 값을 측정한 그래프이다. 여기서 측정 대상으로 사용된 시편은 Ta 5nm/NiFe 2nm/IrMn 7.5nm/X 3nm/Y 1.6nm(증착 후 열산화처리)/X 3nm/Ta 5nm의 구조를 지니고 있다. 고정층과 자유층에 사용된 물질 X는 CoFe만으로 형성시키거나, CoFeZr만으로 형성된 것이며, 터널 장벽층으로 사용된 물질 Y는 TiAl 또는 Al을 증착시켜 열산화 처리를 한 것이다.

도 5b는 10K, 50K, 100K, 150K, 200K, 250K 및 300K에서 TMR 값을 측정한 것으로 전반적으로 TiAl 산화물을 터널 장벽층으로 사용한 경우 높은 TMR 값을 나타냄을 알 수 있다. 다만, 실질적으로 약 30% 이상의 TMR 값을 나타내면 자기 저항 소자로 활용 가능성이 충분하다. 도 5c는 10K에서의 TMR 값을 1로 두고 나머지 온도에서의 TMR 값을 상대적인 양으로 나타낸 그래프이다. 도 5b를 참조하면, 역시 TiAl 산화물을 터널 장벽층으로 사용한 경우 상대적으로 일정한 TMR 값을 나타내는 것을 알 수 있다. 특히 자유층 및 고정층을 모두 CoFeZr로 사용한 경우 그 TMR 값을 보다 안정적으로 유지하는 것을 알 수 있다.

도 6a 및 도 6b는 자유층과 고정층의 물질을 변화시키면서 열처리 하지 않은 상태 및 열처리 한 상태에서의 TMR 값을 나타낸 그래프이다.

도 6a는 Ta 5nm/NiFe 2nm/IrMn 7.5nm/X 3nm/Al 1.6nm(증착 후 열산화처리)/Y 3nm/Ta 5nm 구조의 시편, 즉 고정층 물질(X)과 자유층 물질(Y)을 변화시키면서 형성시킨 시편에 대해 약 250도에서 열처리를 실시한 후 측정한 TMR 그래프이다. 도 6a를 참조하면, 고정층과 자유층 모두를 CoFe/CoFe로 형성시킨 경우에 비해 본 발명의 제 1실시예 내지 제 3실시예에 해당하는 CoFe/CoFeZr, CoFeZr/CoFe 및 CoFeZr/CoFeZr 조합의 시편들의 TMR 값이 전반적으로 높은 것을 알 수 있다.

도 6b는 Ta 5nm/NiFe 2nm/IrMn 7.5nm/X 3nm/TiAl 1.6nm(증착 후 열산화처리)/Y 3nm/Ta 5nm 구조의 시편, 즉 고정층 물질(X)과 자유층 물질(Y)을 변화시키면서 형성시킨 시편에 대해 약 300도에서 열처리를 실시한 후 측정한 TMR 그래프이다. 도 6a의 시편들과의 차이점은 터널링 산화층으로 Al 산화물 대신 TiAl 산화물을 사용한 것과 열처리를 섭씨 300도에서 실시했다는 것이다. 도 6b를 참조하면, 열처리를 하지 않은 상태에서는 본 발명의 제 3실시예에 해당하는 CoFeZr/CoFeZr 조합의 TMR 값이 가장 낮았으나, 섭씨 300도에서 열처리를 실시한 결과 TMR 값이 크게 상승하여 고정층과 자유층 모두를 CoFe/CoFe로 형성시킨 종래 기술의 경우에 비해 본 발명의 제 1실시예 내지 제 3실시예에 해당하는 CoFe/CoFeZr, CoFeZr/CoFe 및 CoFeZr/CoFeZr 조합의 시편들의 TMR 값이 모두 높은 것을 알 수 있다.

도 7a 내지 도 7e는 CoFe에 부가되는 Zr의 at%를 조절하여 형성한 시편의 표면을 TEM(tunneling electron microscopy)으로 찍은 사진을 나타낸 도면이다.

도 7a는 종래의 고정층 또는 자유층에 사용되는 CoFe 사진으로 그 표면의 결정립들의 크기가 크며 표면 정밀도가 낮은 것을 알 수 있다. 도 7b 내지 도 7e는 CoFe에 Zr을 각각 11.06, 17.84, 20.06 및 28.71 at% 첨가하는 것으로 Zr의 첨가비가 증가할 수록 표면 비정질 상태가 점차 증가하여 표면이 조밀해 짐을 알 수 있다. 이와 같은 TEM 사진에 의해서도 Zr이 CoFe에 부가됨으로써 표면 비정질 상태가 진행되면 표면 정밀도가 크게 향상됨을 확인할 수 있다.

상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 예를 들어, 상기 도 2a 내지 도 2c에 나타낸 터널링 자기 저항 소자의 구조는 가장 간단한

터널 접합을 도시한 것으로, 부가적으로 버퍼층 등의 중간층을 더 포함하는 터널링 자기 저항 소자를 형성시키는 것도 가능하다. 따라서, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 터널링 자기 저항 소자의 고정층 또는 자유층을 선택적으로 CoFeZr로 형성시키거나, 고정층과 자유층 모두를 CoFeZr로 형성시킴으로써 구조적으로 안정된 표면 정밀도를 지닌 터널링 자기 저항 소자를 제공할 수 있다. 고온 및 저온 모두에서 열적으로 안정적이며 sensitive 한 스핀 배열 및 스위칭 거동을 지닌 터널링 자기 저항 소자를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자에 있어서,

상기 자유층은 CoFeZr를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 고정층은 CoFeZr을 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 반강자성층은 IrMn을 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 터널 장벽층은 $TiAlO_x$, $ZrAlO_x$, AlO_x, Ga_2O_3 , AlN, AlON, TaOx, ZrOx 또는 MgOx 중에서 선택되는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 5.

반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자에 있어서,

상기 고정층은 CoFeZr를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 반강자성층은 IrMn을 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 7.

제 5항에 있어서,

상기 터널 장벽층은 $TiAlO_x$, $ZrAlO_x$, AlO_x, Ga_2O_3 , AlN, AlON, TaOx, ZrOx 또는 MgO_x 중에서 선택되는 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자.

청구항 8.

반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법에 있어서,

상기 자유층은 상기 터널 장벽층 상에 CoFeZr을 포함하는 물질을 도포하여 형성시키는 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

청구항 9.

제 8항에 있어서,

상기 자유층은 CoFe 타겟에 Zr 칩을 부착하여 하나의 타겟을 사용하거나, Co, Fe 및 Zr을 각각 별개의 타겟으로 사용하여 스퍼터링에 의해 상기 터널 장벽층 상에 형성시키는 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

청구항 10.

제 8항에 있어서,

상기 터널 장벽층은 상기 고정층 상에 TiAl, ZrAl, Al, Ga, Ta, Zr 또는 Mg 중 적어도 어느 한 물질을 증착시키고 열산화 처리를 하여 형성시키는 것을 특징으로 하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

청구항 11.

제 8항에 있어서,

상기 고정층은 상기 반강자성층 상에 CoFeZr을 포함하는 물질을 도포하여 형성시키는 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

청구항 12.

반강자성층, 고정층, 터널 장벽층 및 자유층을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법에 있어서,

상기 고정층은 상기 반강자성층 상에 CoFeZr을 포함하는 물질을 도포하여 형성시키는 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

청구항 13.

제 12항에 있어서,

상기 고정층은 CoFe 타겟에 Zr 칩을 부착하여 하나의 타겟을 사용하거나, Co, Fe 및 Zr을 각각 별개의 타겟으로 사용하여 스퍼터링에 의해 상기 반강자성층 상에 형성시키는 것을 특징으로 하는 CoFeZr을 포함하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

청구항 14.

제 12항에 있어서,

상기 터널 장벽층은 상기 고정층 상에 TiAl, ZrAl, Al, Ga, Ta, Zr 또는 Mg 중 적어도 어느 한 물질을 증착시키고 열산화 처리를 하여 형성시키는 것을 특징으로 하는 터널링 자기 저항 소자의 제조 방법.

도면

도면1



도면2a



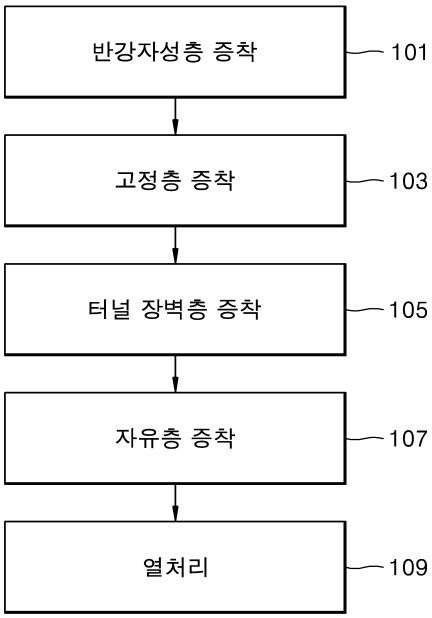
도면2b



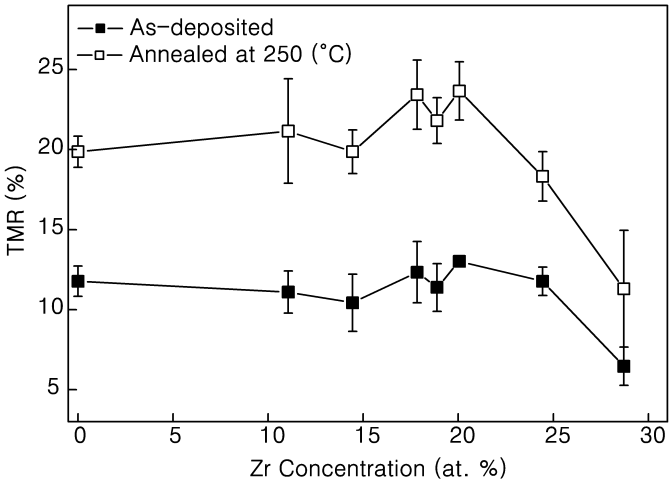
도면2c



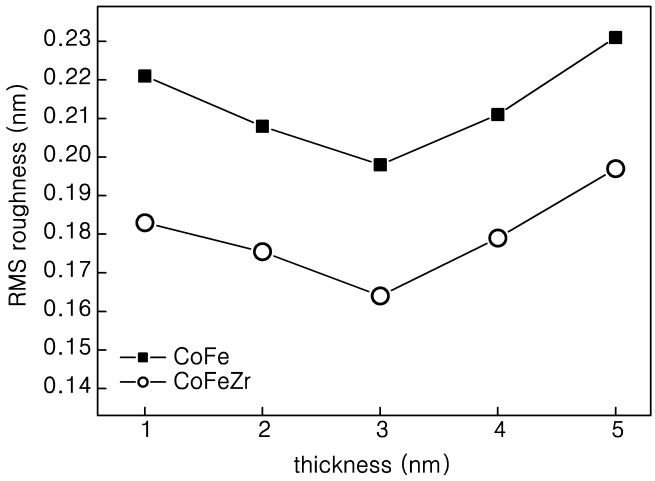
도면3



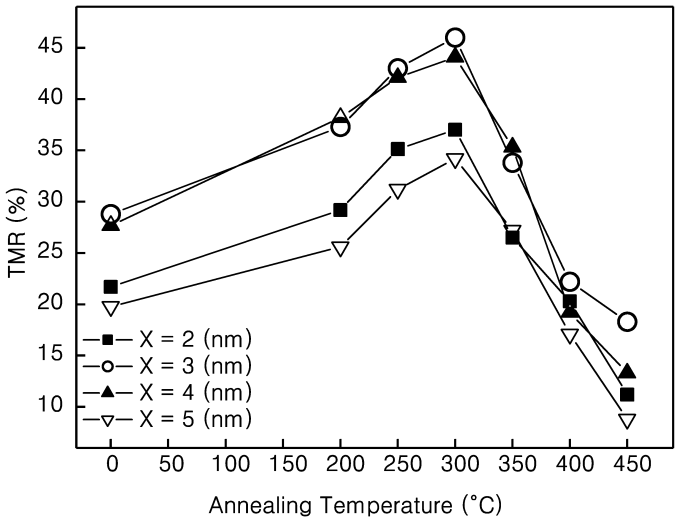
도면4a



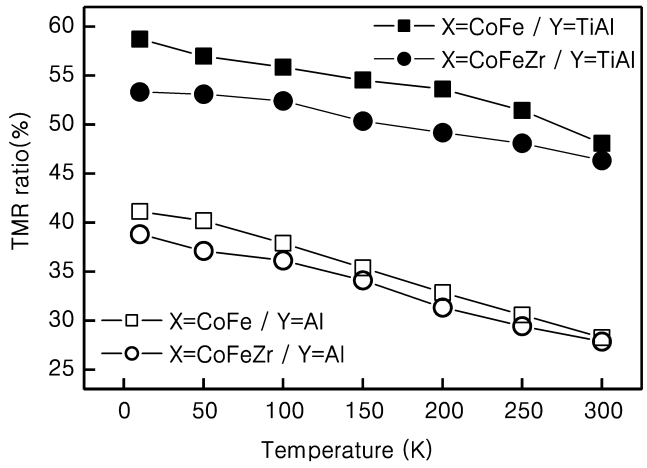
도면4b



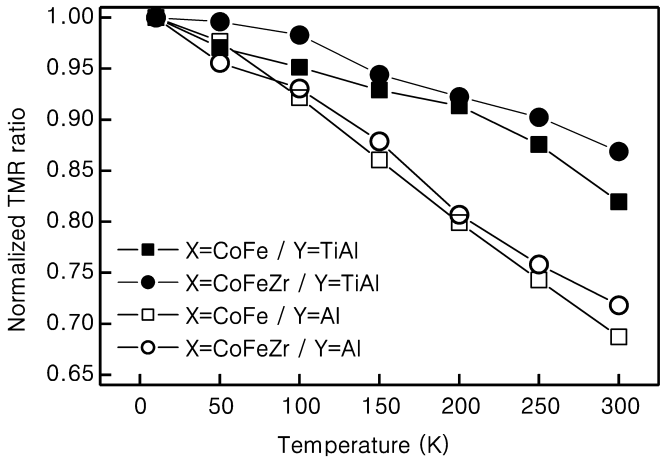
도면5a



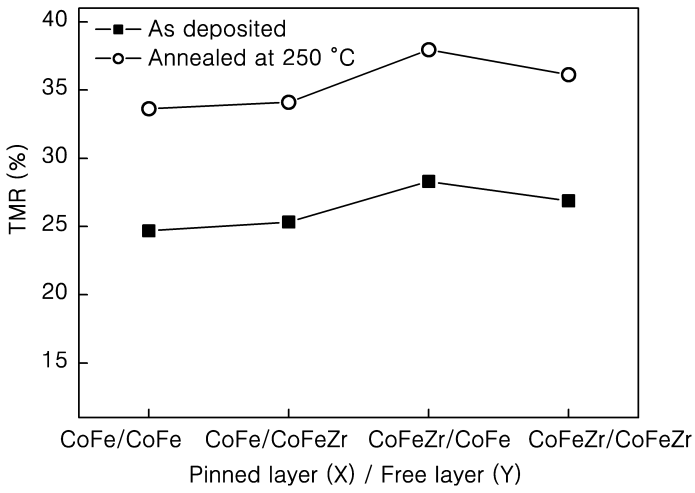
도면5b



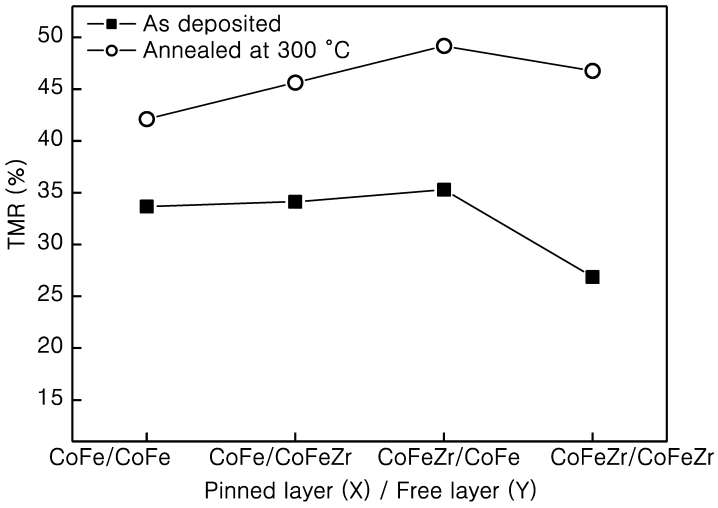
도면5c



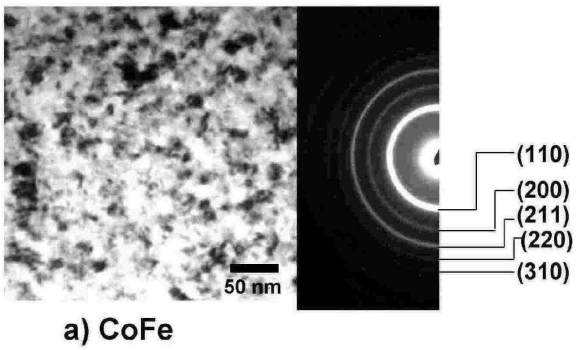
도면6a



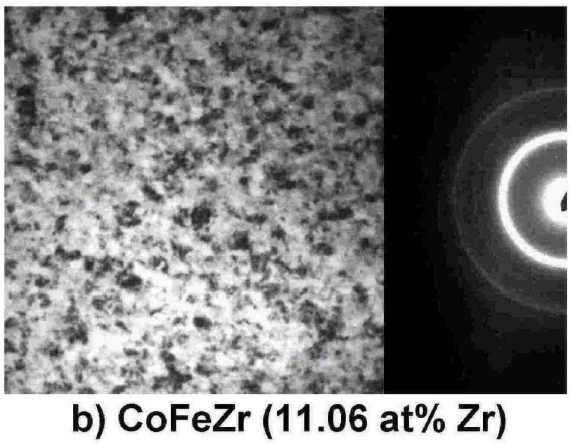
도면6b



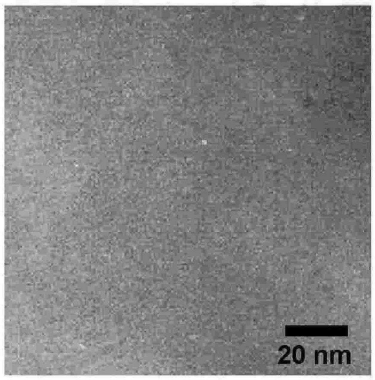
도면7a



도면7b

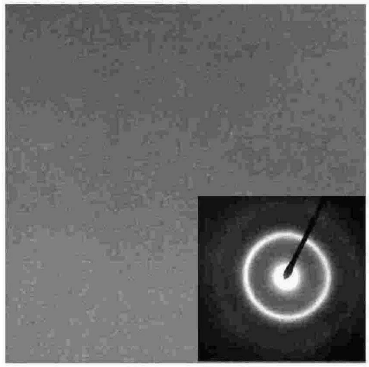


도면7c



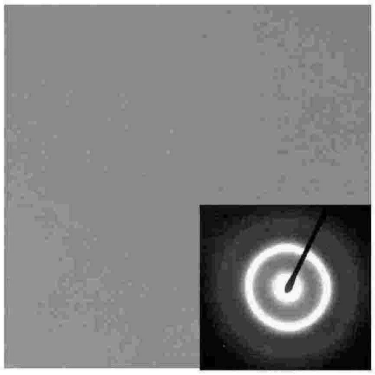
c) CoFeZr (17.84 at% Zr)

도면7d



d) CoFeZr (20.06 at% Zr)

도면7e



e) CoFeZr (28.71 at% Zr)