

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
H01L 27/105 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0113245
(43) 공개일자 2006년11월02일

(21) 출원번호 10-2005-0036520

(22) 출원일자 2005년04월30일

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 이성래
서울 강남구 논현동 동양파라곤아파트 101동 201호
송진오
서울 영등포구 여의도동 여의도시범아파트 11동 805호
최철민
서울 노원구 상계1동 은빛아파트 102동 1006호

(74) 대리인 리앤목특허법인
이해영

심사청구 : 있음

(54) Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$) 을 하지층 또는 상지층으로사용한 다층 구조를 지닌 소자

요약

본 발명은 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자에 관한 것이다. 기판; 상기 기판 상에 적층된 하지층; 상기 하지층 상에 형성된 자성층 및 비자성층들로 이루어진 자기 저항 구조체를 포함하는 자기 저항 소자에 있어서, 상기 하지층은 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 소자 구조를 제공한다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 및 도 1b는 종래의 자기 저항 소자의 일례를 개략적으로 나타낸 구조도이다.

도 2는 본 발명에 의한 자기 저항 소자의 실시예를 개략적으로 나타낸 구조도이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명에 의한 자기 저항 소자를 GMR 구조에 적용한 실시예의 구조를 나타낸 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명에 의한 자기 저항 소자를 TMR 구조에 적용한 실시예의 구조를 나타낸 도면이다.

도 5a는 종래 기술에 의한 Ta를 하지층으로 형성시킨 자기 저항 소자의 이미지이며, 도 5b 본 발명에 의한 비정질 Zr_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 하지층으로 형성시킨 자기 저항 소자의 이미지를 나타낸 것이다.

도 6은 종래 기술에 의한 Ta를 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편과 본 발명에 의한 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편에 대해 어닐링 온도를 변화시키면서 측정한 TMR 비를 나타낸 그래프이다.

도 7은 종래 기술에 의한 Ta를 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편과 본 발명에 의한 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편에 대해 어닐링 온도를 변화시키면서 측정한 저항 값을 나타낸 그래프이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

10, 100... 자기 저항 소자

11, 21... 기판 12, 22... 하지층

13, 23... 제 1강자성층 14, 24... 스페이서층

15, 25... 제 2강자성층 16, 26... 반강자성층

17, 27... 상지층 18, 29... 터널장벽층

28... 버퍼층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자기 저항 구조체를 포함하는 다층 구조를 지닌 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 상지층 또는 하지층으로 형성시켜, 고온 열처리 등의 공정을 거치는 경우에도 TMR ratio 값(Tunnel Magnetoresistance Ratio : 자기 저항비)나 교환 결합력 등의 주요 특성이 저하되는 것을 효과적으로 억제 할 수 있는 소자 구조체에 관한 것이다.

박막 증착 기술과 표면 처리 기술의 발달에 의해 전자 스핀간의 교환 상호 작용 거리인 수 nm 두께에서 자성 박막을 정밀하게 성장시키고, 이를 이용한 초소형 소자를 제작하는 것이 일반화 되었다. 따라서, 수 마이크로 미터 이상 두께를 지닌 자성 물질에서는 관찰할 수 없었던 여러 현상들이 발견되었고 이를 가전 제품 및 산업 부품 등에 응용하는 단계에 이르렀다. 예를 들어, 초고밀도의 정보 저장 장치에 정보를 기록하는 자기 기록용 헤드, 미디어, MRAM(Magnetic Random Access Memory : 자기 메모리) 등이 대표적이다.

자기 저항 소자는 거대 자기 저항 소자와 터널링 자기 저항 소자가 널리 연구되고 있다. 거대 자기 저항은 전자가 자성층을 통과할 때, 두 자성층의 자화 배열에 따라 저항값이 변화하는 것을 응용한 것으로, 이는 스핀 의존 산란(spin dependent)로 설명 가능하다. 또한, 투과 자기 저항 현상은 두 자성층 사이에 절연체가 존재하는 구조에서 강자성체의 상대적인 자화 방향에 따라 터널링 전류가 달라지는 현상을 일컫는다.

종래 기술에 의한 일반적인 자기 저항 헤드의 구조를 도 1a 및 도 1b에 나타내었다. 도 1a는 GMR 헤드의 일반적인 형태를 나타낸 것이다. 통상 GMR 헤드는 스핀 밸브형 자기 저항 소자가 널리 사용되고 있으며, 여러 가지 형태가 있으나, 여기서는 그 중 한가지만 설명한다.

스핀 밸브형 자기 저항 소자(10)는, Si 웨이퍼 등의 기판(11) 상에 하지층(12), 제 1강자성층(13), 스페이서층(14), 제 2강자성층(15), 반강자성층(16) 및 상지층(17)이 순차적으로 형성된 구조를 가진다. 하지층(12)은 일반적으로 탄탈륨(Ta)을

사용한다. 상기 제 1강자성층(13)은 통상 CoFe합금 등의 강자성체에 의해 형성되며, 인가되는 자장에 의해 자화 방향이 변화될 수 있어 자유층이라 한다. 그리고, 상기 스페이서층(14)은 Cu 등의 비자성체로 형성되며, 상기 제 1강자성층(13)을 제 2강자성층(15)과 분리시킨다. 상기 제 2강자성층(15)은 CoFe합금 등의 강자성체로 형성되며 고정층이라고도 한다. 상기 반강자성층(16)은 주로, Mn을 포함하는 합금으로 이루어진다. 예컨대 IrMn합금, FeMn합금, NiMn합금 등에 형성되며, 상기 제 2강자성층(15)의 자화 방향을 고정시키는 역할을 한다. 여기서, 상기 반강자성층(16)은, 상기 제 1강자성층(13), 스페이서층(14) 및 상기 제 2강자성층(15)과 함께, 센서부를 이루게 된다. 상기 상지층(17)은 그 하부에 형성된 센서부 등을 보호하는 기능을 하며, 주로 Ta에 의해 이루어진다.

이와 같은 거대 자기 저항 소자의 동작에 대해 설명하면 다음과 같다. 자기 저항 소자에 외부 자장이 인가되면, 제 2강자성층(15)의 자화 방향에 대한 제 1강자성층(13)의 자화 방향이 변한다. 그 결과, 상기 제 1강자성층(13)과 상기 제 2강자성층(15) 사이의 자기 저항이 변한다. 이러한 자기 저항의 변화를 통해, 자기기록 매체, 즉 HDD 등에 저장되어 있는 자기 정보가 감지될 수 있게 된다. 이와 같이, 상기 제 1강자성층(13)과 상기 제 2강자성층(15) 사이의 자기 저항의 변화에 의해 자기 기록 매체의 정보를 읽을 수 있게 되는 것이다. 이때, 자기 저항 소자의 사용시에 자기저항비(MRB; 최소자기저항에 대한 자기저항 변화량) 및 교환결합력(H_{ex} ; 반강자성층이 제 2강자성층의 자화 방향을 고정시키는 힘)이 안정되게 유지되어야 한다.

도 1b는 일반적인 터널링 자기 저항 소자(100)를 나타낸 도면이다. 기판(11) 상에 하지층(12)이 형성되며, 하지층(12) 상에 제 1 강자성층(13), 터널 장벽층(18), 제 2강자성층(15) 및 반강자성층(16)이 순차적으로 형성된다. 반강자성층(16) 상에 상지층(17)이 형성된다. 터널링 자기 저항 소자는 강자성체의 상대적인 자화 방향에 따라 터널링 전류가 달라지는 현상인 자기 터널 접합(Magnetic Tunnel Junction) 원리를 이용한 것이다.

상술한 바와 같은 자기 저항 소자에는, 그 제조 과정 및 사용 중에, 고온의 열이 가해지는 경우가 있다. 자기 저항 소자를 사용 중에는 외부 전류에 의해 대략 섭씨 약 150도까지 가열되며, 순간적으로 과열되는 경우에는 그 이상의 온도에 이르기기도 한다. 또한, 제조 과정에서는 사용 중에 가해지는 온도보다 더 높은 섭씨 약 300도 이상의 열이 가해지게 된다. 이처럼 자기 저항 소자가 고온으로 가열되면, 각 층의 원자들의 운동이 활발해져서 인접된 층들 사이에서의 원자들의 상호 확산(interdiffusion)이나 상호 믹싱(intermixing) 등이 발생하게 된다. 이와 같은 상호 확산이나 상호 믹싱 현상 자기 저항 소자의 각 층들의 계면의 거칠기와 결정립의 크기 등에 의해 크게 영향을 받게 된다. 또한, 결정적으로는 상호 확산이나 상호 믹싱에 의해 자기 저항비나 교환 결합력 등의 주요 특성이 저하되는 경우도 있다.

그런데 상술한 바와 같은 종래 구성의 자기 저항 소자는 고온으로 가열되는 경우, 상호 확산 및 상호 믹싱이 매우 활발하게 진행되므로 상기 자기 저항비나 교환 결합력 등의 주요 특성치의 감소량이 매우 커지게 된다. 또한 사용 중에 자기정보를 정확하게 감지하지 못하는 경우가 발생된다. 특히, 고밀도의 자기 기록 매체의 경우에는 그 자기 기록 매체로부터 인가되는 자장이 작아지게 되므로, 상술한 바와 같은 문제점이 더욱 심해지는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 고온의 제조 과정 또는 사용 환경을 거치는 경우에도 자기 저항비 등의 자기 저항 소자의 주요 특성치가 안정적으로 유지될 수 있으며, 저항 소자 등의 전반에 걸쳐 널리 응용시킬 수 있는 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는,

기판, 상기 기판 상에 형성된 하지층 및 상기 하지층 상에 형성된 자기 저항 구조체를 포함하는 자기 저항 소자에 있어서,

상기 하지층은 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 자기 저항 소자를 제공한다.

본 발명에 있어서, 상기 자기 저항 구조체 상에 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 상지층이 더 형성된 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서,

상기 자기 저항 구조체는,

자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 비자성의 스페이서층;

상기 스페이서층 상에 형성되며 자화 방향이 고정된 제 2강자성층; 및

상기 제 2강자성층 상에 형성되며, 상기 자성층의 자화 방향을 고정시키는 반강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 제 1강자성층 및 제 2강자성층은 CoFe를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 반강자성층은 Mn을 포함하는 합금에 의해 이루어진 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는,

반강자성층;

상기 반강자성층의 상부에 형성되며, 상기 반강자성층에 의해 자화 방향이 고정된 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 비자성의 스페이서층; 및

상기 스페이서층 상에 형성되며, 자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 2강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는,

자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 터널 장벽층;

상기 터널 장벽층 상에 형성되며 자화 방향이 고정된 제 2강자성층; 및

상기 제 2강자성층 상에 형성되며, 상기 자성층의 자화 방향을 고정시키는 반강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는,

반강자성층;

상기 반강자성층의 상부에 형성되며, 상기 반강자성층에 의해 자화 방향이 고정된 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 터널 장벽층; 및

상기 터널 장벽층 상에 형성되며, 자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 2강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에서는 기관, 상기 기관 상에 형성된 자기 저항 구조체 및 상기 자기 저항 구조체 상에 형성된 상지층을 포함하는 자기 저항 소자에 있어서,

상기 상지층은 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 자기 저항 소자를 제공한다.

이하, 본 발명에 따른 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자 및 그 제조 방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하고자 한다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자를 나타낸 도면이다. 도면을 참조하면, 기판(21)과 기판(21) 상에 순차적으로 형성된 하지층(22) 및 자기 저항 구조체(20)가 포함된다. 자기 저항 구조체(20)는 상기 자기 저항 소자가 구체적으로 자기 저항 헤드인 경우에는 센서부가 될 것이고, MRAM 등 메모리 소자인 경우에는 메모리부가 될 것이다.

도 2와 같은 다층 구조를 구체적으로 GMR 구조에 적용시킨 실시예를 도 3a 및 3b에 나타내었다. 도 3a 및 도 3b는 스핀 밸브(spin valve type)형 자기 저항 소자를 나타낸 것이다. 구체적으로 스핀 밸브형 자기 저항 소자는 반강자성층의 위치에 따라 Top 구조 및 Bottom 구조로 나눌 수 있다.

도 3a는 Top 구조를 나타낸 것으로 이를 상세히 설명하면 다음과 같다. 기판(21) 상에 하지층(22)이 형성되며, 하지층(22) 상에는 센서부(20')가 형성되어 있다. 센서부(20')는 제 1강자성층(23), 스페이서층(24), 제 2강자성층(25) 및 반강자성층(26)이 순차적으로 형성된 구조를 지닌다. 선택적으로 상기 하지층(22)과 제 1강자성층(23) 사이에는 버퍼층(28)을 더 포함할 수 있다. 그리고, 센서부(20') 상부에는 상지층(27)을 더 구비할 수 있다.

여기서, 기판(21)은 일반적인 자기 저항 소자에 사용되는 것이면 제한없이 사용될 수 있다. 예를 들어, Si 기판을 사용하며, Si 기판 상부를 산화시켜 그 표면에 SiO_2 를 형성시켜 사용할 수 있다. 여기서, 본 발명은 하지층(22)을 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)로 형성시킨 것을 특징으로 한다. Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)은 비정질 물질로서, 하지층(22)으로 자성 물질을 형성시키는 것보다 자기 저항 소자의 TMR 값을 더 향상시킬 수 있다. 여기서, 센서부(20') 상에 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 상지층으로 형성시킨 것이 바람직하다. 센서부(20')를 구성하는 물질들은 종래 기술에 의한 자기 저항 소자에서 일반적으로 사용되는 것을 이용할 수 있다.

도 3b는 GMR Bottom 구조를 나타낸 도면이다. 이를 상세히 설명하면 다음과 같다. 기판(21) 상에 하지층(22)이 형성되며, 하지층(22) 상부에 센서부(20')가 형성되어 있다. 센서부(20')는 반강자성층(26), 제 1강자성층(23), 스페이서층(24) 및 제 2강자성층(25)이 순차적으로 형성된 구조를 지닌다. 하지층(22)과 반강자성층(26) 사이에는 버퍼층(28)을 더 포함할 수 있으며, 센서부(20') 상에는 상지층(27)을 더 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명에서는, 하지층(22)을 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)로 형성시킨 것을 특징으로 한다. 또한, 상지층(27)은 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)이 포함되도록 형성된 것이 바람직하다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명에 의한 자기 저항 소자를 TMR 구조에 응용한 실시예를 나타낸 도면이다. 도 4a는 Top 구조를 나타내고, 도 4b는 Bottom 구조를 나타낸 것이다.

도 4a를 참조하면, 기판(21) 상에 하지층(22)이 형성되어 있고, 하지층(22) 상에는 센서부(20')가 형성되어 있다. 센서부(20')는 제 1강자성층(23), 터널 장벽층(29), 제 2강자성층(25) 및 반강자성층(26)이 순차적으로 적층된 구조를 가지고 있다. 여기서, 상기 하지층(22) 및 제 1강자성층(23) 사이에는 버퍼층(28)이 더 형성될 수 있으며, 상기 센서부(20') 상부에는 상지층(27)이 더 형성된 것이 바람직하다. 본 발명에서는 하지층(22)이 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 한다. 그리고, 상지층(27)도 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하여 형성된 것이 바람직하다. 센서부(20') 및 버퍼층(28)을 구성하는 물질은 종래 기술에 의한 자기 저항 소자에 사용되는 물질을 제한없이 사용할 수 있다.

도 4b를 참조하면, 기판(21) 상에 하지층(22)이 형성되어 있으며, 하지층(22) 상에는 센서부(20')가 형성되어 있다. 상기 센서부(20')는 반강자성층(26), 제 1강자성층(21), 터널 장벽층(29) 및 제 2강자성층(25)이 순차적으로 적층된 구조를 가지고 있다. 여기서, 하지층(22) 및 반강자성층(26) 사이에는 버퍼층(28)이 더 포함될 수 있다. 그리고, 센서부(20') 상에는 상지층(27)이 더 형성되는 것이 바람직하다. 본 발명에서는 상기 하지층(22)이 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하여 형성된 것을 특징으로 한다. 그리고, 상지층(27)도 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하여 형성된 것이 바람직하다. 센서부(20') 및 버퍼층(28)을 구성하는 물질은 종래 기술에 의한 자기 저항 소자에서 사용된 물질을 이용할 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 자기 저항 소자의 하부에 하지층(22)으로 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하여 형성된 것을 특징으로 한다. 그리고, 상지층(27)으로 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하여 형성된 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명에 의한 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 포함하는 자기 저항 소자의 제조 방법에 대해 상세하게 설명하고자 한다. 도 3a와 같은 GMR Top 구조의 자기 저항 소자를 스퍼터링 공정에 의해 형성시키는 경우 다음과 같은 방법에 따른다. 먼저 상기 기판(21)을 마련하며, 선택적으로 기판 표면에 소정 두께의 산화막을 형성시켜 사용할 수 있다. 그리고, 기판(21) 상에 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 하지층(22)을 형성시킨다. 선택적으로 하지층(22) 상에 퍼멀로이(NiFe) 등의 물질을 증착시켜 버퍼층(28)을 형성시킬 수 있다. 하지층(22) 또는 버퍼층(28) 상에 제 1강자성층(23), 스페이서층(24), 제 2강자성층(25) 및 반강자성층(26)을 순차적으로 형성시킨다. 또한, 반강자성층(26) 상부에 비정질 퍼멀로이(NiFe) 등을 포함하는 상지층(27)을 더 형성시킬 수 있다.

제 1강자성층(23) 및 제 2강자성층(25) 재료로 CoFe를 사용하는 경우, 구체적인 증착용의 타겟은 $Co_{90}Fe_{10}$ 를 사용할 수 있다. 그리고, 상기 스페이서층(24)을 형성시키는 경우, Cu 등을 사용할 수 있으며, 반강자성층(26)을 형성시키는 경우 예를 들어 타겟으로 $Ir_{21}Mn_{79}$ 등을 사용할 수 있다.

여기서, 본 발명에 의한 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용하는 다층 구조를 지닌 소자의 제조 방법에서, 하지층(22) 및 상지층(28)을 제외한 센서부(20')와 버퍼층(28) 등은 종래 기술에 의한 일반적인 제조 방법을 그대로 적용할 수 있다.

구체적인 실험 조건을 기술하면 다음과 같다. 각 층들의 증착용 타겟의 순도는 모두 99.95% 이상으로 사용하고, 스퍼터링 가스로는 Ar가스를 사용할 수 있다. 그리고, 증착 전의 초기 진공도는 5×10^{-8} Torr 이하, 증착용 전력은 50~130W를 사용할 수 있다.

기타, 도 3b, 도 4a 또는 도 4b 등의 실시예에 의한 자기 저항 소자의 경우, 종래의 자기 저항 헤드의 제조 공정에 상술한 도 3a의 하지층(22) 및 상지층(27)을 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)로 형성시키는 공정을 추가하면 제조 가능하다.

상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 자기 저항 소자는 자기 저항 소자의 하지층 또는 상지층을 Ta로 형성시킨 것과는 달리, 하지층(22) 또는 상지층(23)이 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)로 형성된 것을 특징으로 한다.

도 3a, 도 3b, 도 4a 또는 도 4b에 나타난 본 발명의 실시예에 의한 자기 저항 소자는, 하지층(22)이 고온(약 500℃ 정도)에서도 매우 안정적인 성질을 나타낸다. 그 이유는 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 하지층(22)이 종래 기술에 의한 자기 저항 소자의 하지층(12)에 비해, 매우 평활한 표면을 가지게 된다. 따라서, 하지층(22) 상부에 적층되는 각 층들의 계면도 평활한 상태를 유지할 수 있다.

종래 기술 및 본 발명에 의한 자기 저항 소자의 하지층의 표면 거칠기를 상호 비교하기 위하여, Ta를 하지층으로 사용한 경우의 표면 거칠기와 본 발명에 의한 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층으로 사용한 경우의 표면 거칠기를 도 5a 및 도 5b를 참고하여 살펴보기로 한다.

도 5a는 종래 기술에서 주로 사용하는 Ta를 기판 상에 증착한 시편의 표면을 나타낸 이미지이며, 도 5b 본 발명에 의한 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 기판 상에 증착한 시편의 이미지를 나타낸 것이다. 도 5a에 나타난 Ta의 표면 거칠기(RMS: root mean square)는 약 0.43nm 였다. 반면에 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 나타낸 도 5b의 경우 표면 거칠기가 0.113nm 였다. 따라서, Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)가 Ta에 비해 표면 평탄성이 거의 4배 정도 향상된 것을 알 수 있다.

도 6은 종래 기술에 의한 Ta를 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편과 본 발명에 의한 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 자기 저항 소자 시편에 대해 어닐링 온도를 변화시키면서 측정한 TMR 비를 나타낸 그래프이다. 구체적으로 형성시킨 자기 저항 소자는 순차적으로 X/CoFe(17nm)/IrMn(7.5nm : 반강자성층)/CoFe(3nm : 고정층)/TiAl

(1.6nm 형성 후 산화 처리 : 터널링 베리어)/CoFe(3nm : 자유층)/Y의 순서로 형성시킨 것이다. 그리고, 선택적으로 하지층 및/또는 상지층을 Ta 또는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)로 형성시켰다. 도 6을 참조하면, TMR 비의 경우, 4가지 시편 모두 온도에 따른 변화가 유사하며, 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

도 7은 종래 기술에 의한 Ta를 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편과 본 발명에 의한 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 상지층 또는 하지층으로 형성시킨 시편에 대해 어닐링 온도를 변화시키면서 측정한 저항 값을 나타낸 그래프이다. 여기서 사용된 시편은 상술한 도 6에서 사용된 시편과 동일한 4가지 시편을 사용하였다. 도 7을 참조하면, 각각의 온도에서 열처리 후의 저항 값은 하지층 및 상지층 모두를 Ta로 형성시킨 시편이 가장 높은 것을 알 수 있다. 즉, 하지층 및/또는 상지층을 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)로 형성시킨 경우, 종래 기술에 의한 자기 저항 소자보다 낮은 저항값을 가지게 됨을 알 수 있다. 자기 저항 소자의 구체적인 응용시 저항 값이 높게 되면, 발열 현상 등에 의해 매우 제한된 범위에서만 사용되기 때문에 저항값이 낮은 것은 그 응용 범위가 매우 넓다는 것을 의미한다.

상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 따라서, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 자기저항소자는, 하지층 및/또는 상지층을 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)으로 형성함으로써, 고온으로 가열되는 경우에도 자기저항비 등의 주요 특성이 크게 저하되지 않으면서, 표면 조도를 향상시키고 저항 특성을 개선시키는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판, 상기 기판 상에 형성된 하지층 및 상기 하지층 상에 형성된 자기 저항 구조체를 포함하는 다층 구조를 지닌 소자에 있어서,

상기 하지층은 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 자기 저항 구조체 상에 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 상지층이 더 형성된 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기 저항 구조체는,

자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 비자성의 스페이서층;

상기 스페이서층 상에 형성되며 자화 방향이 고정된 제 2강자성층; 및

상기 제 2강자성층 상에 형성되며, 상기 자성층의 자화 방향을 고정시키는 반강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 4.

제 3항에 있어서,

상기 제 1강자성층 및 제 2강자성층은 CoFe를 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 5.

제 3항에 있어서,

상기 반강자성층은 Mn을 포함하는 합금에 의해 이루어진 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 6.

제 1항 또는 제 2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기 저항 구조체는,

반강자성층;

상기 반강자성층의 상부에 형성되며, 상기 반강자성층에 의해 자화 방향이 고정된 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 비자성의 스페이서층; 및

상기 스페이서층 상에 형성되며, 자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 2강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 7.

제 1항 또는 제 2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기 저항 구조체는,

자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 터널 장벽층;

상기 터널 장벽층 상에 형성되며 자화 방향이 고정된 제 2강자성층; 및

상기 제 2강자성층 상에 형성되며, 상기 자성층의 자화 방향을 고정시키는 반강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 8.

제 1항 또는 제 2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기 저항 구조체는,

반강자성층;

상기 반강자성층의 상부에 형성되며, 상기 반강자성층에 의해 자화 방향이 고정된 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 터널 장벽층; 및

상기 터널 장벽층 상에 형성되며, 자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 2강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 9.

기관, 상기 기관 상에 형성된 자기 저항 구조체 및 상기 자기 저항 구조체 상에 형성된 상지층을 포함하는 자기 저항 소자에 있어서,

상기 상지층은 비정질 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)를 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 10.

제 9항에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는,

자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 비자성의 스페이서층;

상기 스페이서층 상에 형성되며 자화 방향이 고정된 제 2강자성층; 및

상기 제 2강자성층 상에 형성되며, 상기 자성층의 자화 방향을 고정시키는 반강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 11.

제 9항에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는,

반강자성층;

상기 반강자성층의 상부에 형성되며, 상기 반강자성층에 의해 자화 방향이 고정된 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 비자성의 스페이서층; 및

상기 스페이서층 상에 형성되며, 자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 2강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 12.

제 9항에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는,

자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 터널 장벽층;

상기 터널 장벽층 상에 형성되며 자화 방향이 고정된 제 2강자성층; 및

상기 제 2강자성층 상에 형성되며, 상기 자성층의 자화 방향을 고정시키는 반강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

청구항 13.

제 9항에 있어서, 상기 자기 저항 구조체는.

반강자성층;

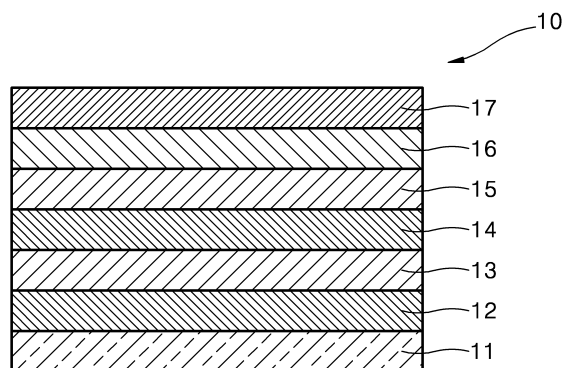
상기 반강자성층의 상부에 형성되며, 상기 반강자성층에 의해 자화 방향이 고정된 제 1강자성층;

상기 제 1강자성층 상에 형성된 터널 장벽층; 및

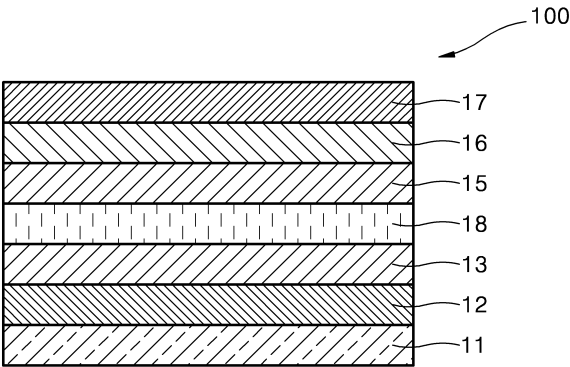
상기 터널 장벽층 상에 형성되며, 자장의 인가에 의해 자화 방향이 변경 가능한 제 2강자성층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 Ti_xAl_{1-x} ($0 < x < 1$)을 하지층 또는 상지층으로 사용한 다층 구조를 지닌 소자.

도면

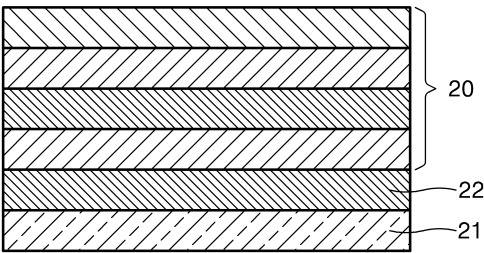
도면1a



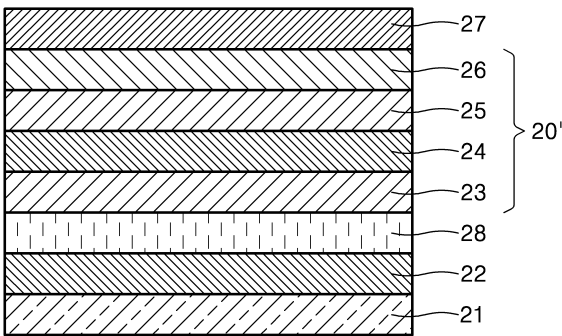
도면1b



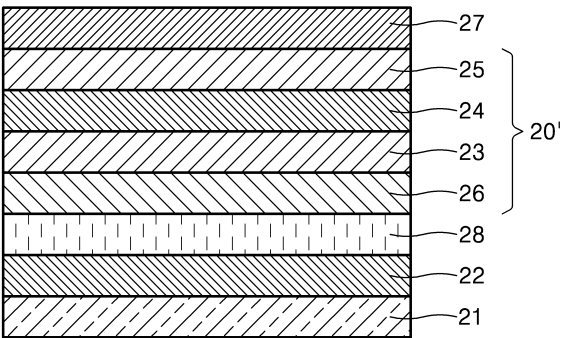
도면2



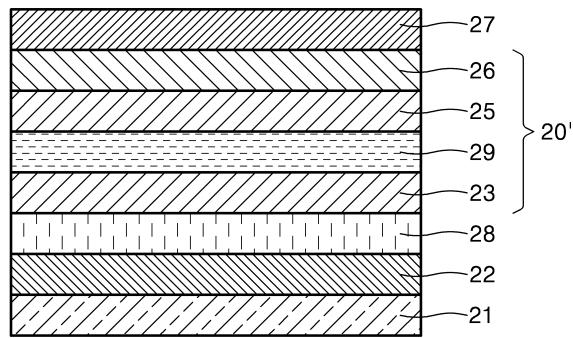
도면3a



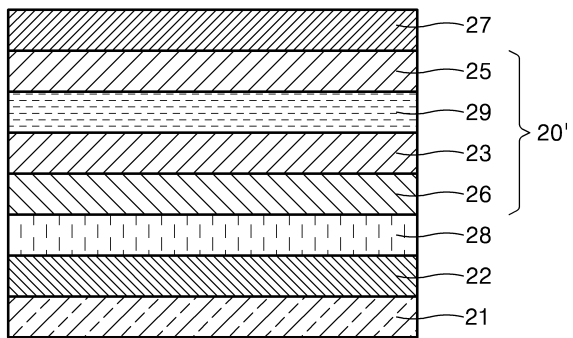
도면3b



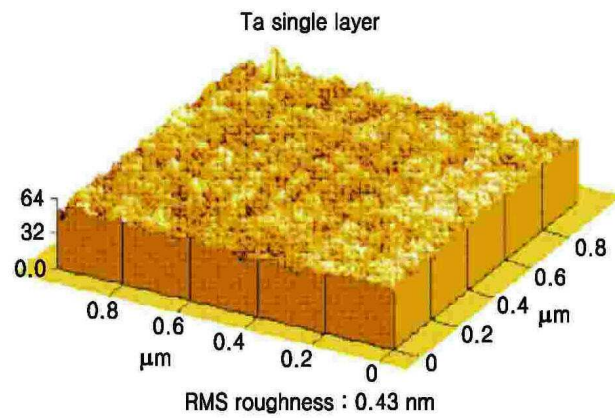
도면4a



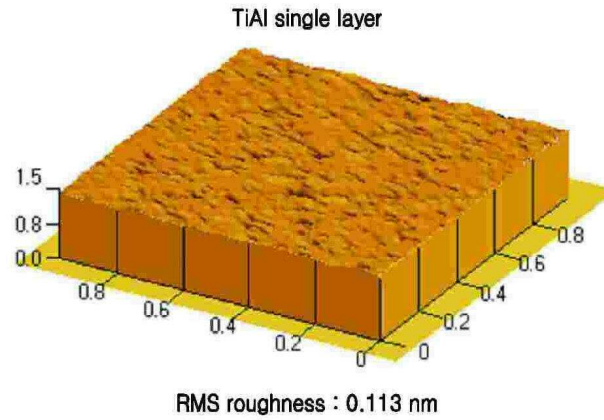
도면4b



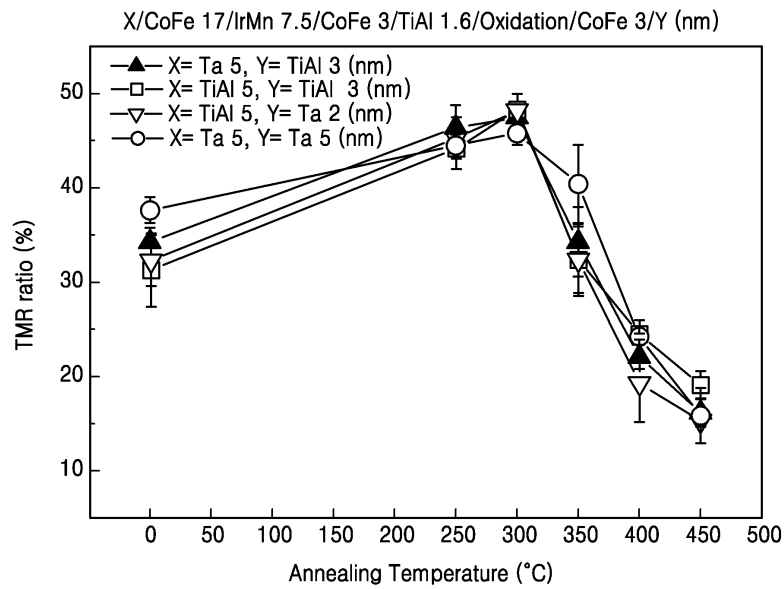
도면5a



도면5b



도면6



도면7

