(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
G11B 5/127

(45) 공고일자 2005년06월17일
(11) 등록번호 10-0463626
(24) 등록일자 2004년12월16일

(21) 출원번호 10-1997-0002634
(22) 출원일자 1997년01월29일
(65) 공개번호 10-1997-0060068
(43) 공개일자 1997년08월12일

(30) 우선권주장 96-012956 1996년01월29일 일본(JP)
96-309699 1996년11월20일 일본(JP)

(73) 특허권자 소니 가부시끼 가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 도꾸다께 후사시게
일본 도꾜도 시나가와꾸 기따시나가와 6쪼메 7-35 소니 가부시끼가이샤 내

혼다 준이찌
일본 도꾜도 시나가와꾸 기따시나가와 6쪼메 7-35 소니 가부시끼가이샤 내

이노우에 요시히꼬
일본 도꾜도 시나가와꾸 기따시나가와 6쪼메 7-35 소니 가부시끼가이샤 내

(74) 대리인 구영창
장수길

심사관 : 장현숙

(54) 자기헤드

요약

침전된 작은 결정 입자의 결정 배향이 제어될 수 있고, 적층 자기 막의 두께 방향에서 연자기 특성이 용이하게 조절될 수 있는 적층 자기 막을 갖는 자기 헤드가 제공된다. 자기 헤드는 각각이 $Fe_xM_yN_z$,의 조성물(composition)을 갖는 얇은 자기층들과 금속 층들을 적층시켜 형성된 적층 자기 막을 가진다. 적층 자기 막은 열처리되어 금속 층을 형성하는 금속 원자들이 얇은 자기 막 내로 확산된다. 따라서, 적층 자기 막은 확산된 금속 원자들에 의해 제어되는 결정 방향을 갖는 aFe의 작은 결정 입자들을 포함한다. 따라서, 적층 자기 막은 그 두께 방향으로도 역시 훌륭한 연자기 특성을 가진다.

대표도

도 7

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 적층 자기 막의 예를 도시하는 단면도.

도 2는 적층 자기 막1의 X-선 회절 패턴과 열 처리된 상태에서의 샘플 A의 X-선 회절 패턴을 도시하는 특성 그레프.

도 3은 적층 자기 막1의 X-선 회절 패턴과 열 처리된 후의 샘플 A의 X-선회절 패턴을 도시하는 특성 그래프.

도 4는 본 발명에 따른 적층 자기 막의 또 다른 예를 도시하는 단면도.

도 5는 열처리되기 전의 적층 자기 막(10)의 X-선 회절 패턴을 도시하는 특성 그래프.

도 6은 열처리 후의 적층 자기 막(10)의 X-선 회절 패턴을 도시하는 특성 그래프.

도 7은 본 발명에 따른 자기 헤드의 실시예를 도시하는 사시도.

도 8은 본 발명에 따른 자기 헤드의 실시예의 필수부분을 도시하는 확대 평면도.

도 9는 본 발명에 따른 자기 헤드의 금속 자기 막을 도시하는 확대 단면도.

도 10은 트랙 폭 제한 홈이 기판에 형성되어 있는 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시하는 사시도.

도 11은 반응 방지 막이 기판에 형성되어 있는 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시하는 사시도.

도 12는 얇은 Fe-M-N 자기 층이 반응 방지 막 상에 형성되어 있는 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시하는 사시도.

도 13은 Pt 층이 얇은 Fe-M-N 자기 층 상에 형성되어 있는 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시하는 사시도.

도 14는 얇은 Fe-M-N 자기 층이 Pt 층 상에 상에 형성되어 있는 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시하는 사시도.

도 15는 반응 방지 막과 금속 자기 막이 기판에 형성되어 있는 상태가 도시되어 있는 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시 하는 사시도.

도 16은 기판이 결합되고 합체된 본 발명에 따른 자기 헤드를 제조하기 위한 순차적 공정의 한 단계를 도시하는 사시도.

도 17은 금속 자기 막의 X-선 회절 패턴을 도시하는 챠트.

도 18은 자기 층의 개수와 상대적인 출력간의 관계를 도시하는 특성 그래프.

도 19는 하나의 Pt층의 평균 두께와 상대적인 출력을 도시하는 특성 그래프.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

20 : 자기 헤드

21, 22 : 한 쌍의 우측 및 좌측 반쪽

21a, 22a : 표면

23, 24 : 자기 코아 기판

23a, 24a : 주 표면

25, 26 : 금속 자기 막

25a, 26a : 금속 자기 막과 마주보는 표면

27, 28, 29, 30 : 트랙 폭 제한 홈

31 : 비자성 재료

32 : 코일 수용 홈

33, 34 : 반응 방지 막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이른바 침전형 미정질 연자기 박막(precipitation-type microcrystal magnetic thin film)과 같은 적층 자기 막(laminated magnetic film), 적층 자기 막 제조 방법 및 이 적층 자기 막을 갖는 자기 헤드(magnetic head)에 관한 것이다.

최근에, 자기 기록 분야(magnetic recording field)에서 신호의 기록 밀도가 향상됨에 따라, 큰 보자력(coercive force)과 높은 잔류 자속 밀도(residual magnetic flux density)를 가지며, 비자성 지지 요소(non-magnetic support member)를 강자성 금속 재료(ferromagnetic metal material)로 직접 코팅함으로써 제조되는 금속 테이프와 같은 자기 기록 매체가 채택되고 있다. 이러한 상황에서, 자기 헤드는 높은 포화 자속 밀도(saturation magnetic flux density)와 높은 투자율(magnetic permeability)을 갖는 재료로 만들어진 코아(core)를 포함하도록 요구되어 왔다.

이러한 요건을 충족시키기 위해, 부 코아 재료로서 페라이트(ferrite)가 채택되고, 주 코아 재료로서 높은 포화 자속 밀도를 갖는 금속 자기 막이 페라이트 층상에 형성되어 자기 갭 부분(magnetic gap portion)이 금속 자기 막에 의해 형성되도록 한 구조를 갖는 갭부분-금속형(metal-in-gap) 자기 헤드(이후부터 MIG 헤드라함)가 제안되었다. MIG형 자기 헤드는 만족스럽게 금속 테이프에 신호를 기록하고 이로부터 신호를 재생할 수 있다.

기록 밀도가 상당히 향상된 이러한 상황에서, 상기와 같은 유형의 자기 헤드는 높은 보자력을 갖는 금속 테이프와 같은 자기 기록 매체에 신호를 기록하고 이로부터 신호를 재생하도록 큰 기록 자계(large recording magnetic field)가 얻어질 수 있는 높은 포화 자속 밀도를 갖고, 연자기 특성(soft magnetic characteristic)을 나타내는 금속 자기 재료로 만들어져야 한다.

주 성분으로 철(Fe)을 포함하는 소위 침전형 미정질(microcrystal) 금속 자기 막은 높은 포화 자속 밀도와 평면 방향(in-plane direction)으로 뛰어난 연자기 특성을 가지기 때문에, 이 막은 자기 헤드를 만드는데 있어서 종래의 금속 자기 재료를 대체하여 실제로 사용되고 있다.

침전형 미정질 금속 자기 막은 일반적으로 비결정 막(non-crystalline film)이 형성되고 다음으로 이 막이 열처리 되어, 주로 철로 이루어진 결정 입자(particles)들이 확산 및 침전되도록 함으로써 형성된다. 침전형 미정질 금속 자기 막의 예로는 Fe-Ta-N이 있다. Fe-Ta-N 형태의 침전형 미정질 금속 자기 막은 연자기 비정질 막(amorphous film)과 동등한 높은 투자율과 철과 같은 높은 포화 자속 밀도를 가진다. 따라서, 침전형 미정질 금속 자기 막은 상술한 자기 헤드를 제조하는데 적합한 금속 자기 재료이다.

그러나, 침전형 미정질 금속 자기 막은 열처리 후 확산 및 침전되는 결정 입자들을 포함한다. 그러나, 침전형 미정질 금속 자기 막은 미정질 입자들의 결정 배향을 제어하는데 어려움이 있다. 즉, 침전형 미정질 금속 자기 막은 무작위(random) 결정 배향을 갖는 침전된 미정질 입자를 포함한다.

따라서, 침전형 미정질 금속 자기 막이 자기 헤드를 제조하기 위한 금속 자기 재료로서 쓰인다면, 뛰어난 동평면 연자기 특성에도 불구하고 그 두께 방향으로의 연자기 특성은 양호하지 못하다. 따라서, 자기 헤드가 앞에서 언급한 침전형 미정질 금속 자기 막을 사용하여 제조된다하더라도, 자기 헤드의 효율은 만족스럽지 못하며, 재생 출력에 있어서의 필요한 개선은 이루어지지 못한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 침전된 미정질 입자의 결정 방향이 제어되고, 그 두께 방향으로 제어될 수 있는 연자기 특성을 갖는 적층 자기 막을 사용하여서 충분히 개선된 재생 출력을 갖는 자기 헤드를 제공하는 것이다.

이러한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 발명자들은 많은 연구를 하여, 다음과 같은 사실을 발견하였다. 즉, 금속 층이 얇은 자기 층 상에 적층되고 나서 얇은 자기 층과 금속 층이 열처리 되면 금속 층을 이루는 금속 원자들이 얇은 자기 층내로 확산되어, 얇은 자기 층에 확산 및 침전된 미정질 입자들의 결정 배향의 방향이 제어되도록 한다는 것이다.

본 발명의 한 특징에 따르면, 자기 코아를 형성하며, 자기 갭이 형성되어 있는 한 쌍의 반쪽 부분의 표면이 서로 맞대어 접촉되도록 서로 일체로 결합되게 배치된 한 쌍의 반쪽 부분, 및 자기 갭이 형성되는 자기 코아를 형성하기 위해 한 쌍의 반쪽 부분의 적어도 어느 한 쪽의 표면 상에 형성된 금속 자기 막을 포함하는 자기 헤드가 제공된다. 여기서, 금속 자기 막은 얇은 자기 층과 금속 층을 적층함으로써 형성된 적층 자기 막이고, 각각의 얇은 자기 층은 M이 Ta, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo, 및 W 중 적어도 어느 하나이며, x, y, z는 각각 원자 퍼센트를 나타내고, $71 \leq x \leq 85$, $6 \leq y \leq 15$, $9 \leq z \leq 16$의 관계를 유지하는 $Fe_xM_yN_z$로 표현되는 조성물(composition)이다.

상기 구조를 갖는 본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막으로서 적층 자기 막을 가진다. 따라서, 상술한 자기 헤드의 금속 자기 막에서의 결정 방향이 제어되기 때문에 그 두께 방향으로의 금속 자기 막의 연자기 특성이 개선될 수 있다.

자기 헤드는 각각의 금속 층이 각각의 얇은 자기 층 상에 형성되는 구조를 가질 수도 있다.

열처리로 인해 금속 층이 금속 자기 층 내로 확산될 수 있고 금속 층이 금속 자기 층 내에 확산 및 침전되는 작은 결정 입자들의 결정 배향을 제어할 수 있다면, 본 발명에 따른 금속 층은 자기 금속 층의 위나 아래에 형성될 수 있다. 금속 층이 금속 자기 층 상에 형성되던지 그 아래에 형성되던지 금속 층의 위치에 관계없는 유사한 동작 때문에 금속 층은 유사한 효과를 달성한다.

자기 헤드는 금속 층을 구성하기 위해 그 한 요소가 Rh, Ir, Ag, Pt, Pd 및 Au로 이루어진 그룹 중 하나로부터 선택되는 구조를 가진다. 금속 층은 Pt층인 것이 양호하다.

자기 헤드는 금속 자기 막을 형성하기 위한 금속 층의 만족스러운 확산 효과를 얻기 위해 금속 층들이 하나의 층에 대해 0.2nm 내지 10nm의 평균 두께를 갖는 구조를 가지는 것이 양호하다.

만일 하나의 금속 층의 평균 두께가 0.2nm 보다 작다면, 만족스러운 확산 효과를 얻을 수 없다. 10nm보다 크다면, 쉐이프 효과(shape effect)를 갖는 지나치게 큰 두께는 폴스 갭(false gap)의 역할을 하는 금속 층을 초래한다. 이 경우에, 재생된 출력 특성에 스웰(swell)이 발생한다.

금속 층과 얇은 자기 층은 얇은 막을 형성하기 위해 진공 기화 방법(vacuum evaporation method), 스퍼터링 방법(sputtering method) 또는 이온 플레이팅 방법(ion plating method)과 같은 진공 방법에 의해 형성된다. 예를 들어, 스퍼터링에 의해 형성되는 다수의 층의 두께가 0.2nm이면, 금속 층은 하나의 얇은 막의 상태로 되지 않고 입자들이 섬처럼 찍히는 상태로 형성된다. 따라서, 금속 층의 두께는 각층에 대한 평균 두께로 표현된다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막을 형성하는 얇은 자기 층이 금속층의 확산 효과에 의해 만족스러운 영향을 받도록 하기 위해, 하나의 층이 0.05㎛ 내지 1㎛의 두께를 갖는 금속 자기 막을 형성하는 얇은 자기 막을 가지는 것이 바람직하다.

얇은 자기 막의 두께가 0.05㎛보다 작다면, 얇은 자기 막을 형성하기 위한 스퍼터링과 같은 막 형성 프로세스의 수가 증가하여 생산성이 저하된다. 더 심각한 것은, 금속 층의 개수가 증가하여 유효 포화 자속 밀도를 저하시킨다는 것이다. 얇은 자기막의 두께가 1㎛보다 크다면, 금속 층의 확산 효과가 저하될 것이다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 층의 전체 두께가 금속 자기 막의 전체 두께의 6%를 넘지 않는 구조를 가지는 것이 바람직하다.

얇은 Fe-M-N 자기 층이 형성되고, 어닐링이 그 후에 행해진다. 이 때, Fe-metal 조성물이 발생된다. Fe-metal 조성물은 포지티브 자기변형에 강한 하드 자기 물질(positive magnetostrictive hard magnetic materials)이기 때문에, 금속 자기 막에서의 Fe-metal 조성물의 증가는 감속 자기 막의 보자력이 지나치게 커지고, 금속 자기 막의 자기 변형이 의도되지 않은 포지티브 값으로 많이 이동하게 되는 결과를 초래한다. 상술한 현상을 방지하도록 Fe-metal의 양을 제한하기 위해, 금속층의 전체 두께가 금속 자기 막의 전체 두께의 6%, 보다 양호하게는 최대 3%를 넘지 않게 하는 것이 양호하다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 상술한 현상을 방지하도록 Fe-metal 조성물의 양을 제한하기 위해 금속 층이 얇은 자기 층의 5 wt%를 넘지 않는 구조를 가지는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 자기 코아를 형성하기 위한 반쪽 부분이 페라이트로 구성되고, 반응 방지 막(reaction preventive film)으로서 역할하는 Pt층 또는 SiO_2층은 페라이트 층과 금속 자기 막 사이에 형성되도록 한 구조를 가지는 것이 양호하다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 다수의 상술한 조건들을 만족시키는 구조를 가진다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막이 얇은 Fe-M-N 자기 층과 금속층을 적층시켜서 형성된 적층된 자기 막인 구조를 갖기 때문에, Fe-metal 조성물은 금속 자기 막 내에 발생되어 자기적으로 견고한 부분(magnetically hard portions)이 발생된다. 위에서 언급한 부분은 자기 도메인의 이동을 방지하는 역할을 하기 때문에, 회전 자화가 강화되고 금속 자기 막의 고주파 영역에서의 투자율이 상승된다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막을 형성하는 하나의 금속 층의 평균 두께가 0.2nm 내지 10nm가 되게 하고, 금속 자기 막을 형성하는 하나의 얇은 자기 막의 두께는 0.05㎛ 내지 1㎛가 되게 하는 구조를 가진다. 따라서, 금속 층의 확산 효과로 인해 바람직한 배향이 얇은 자기 층 전체 구조에서 쉽게 발생한다. 금속 층이 상술한 두께를 가지도록 만듦으로써 금속 층이 폴스 갭(false gap)으로서 역할하지 않는다.

또한, 본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막에서의 금속 층의 전체 두께의 비가 금속 자기 막의 전체 두께의 6%를 넘지 않거나 얇은 자기 막의 5 wt%를 넘지 않게 한 구조를 가진다. 따라서, 유효 포화 자속 밀도에서의 감소가 상당히 방지될 수 있다.

본 발명의 다른 목적, 특징, 및 이점들이 첨부된 도면과 연계하여 기술되는 이후의 바람직한 실시예의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 바람직한 실시예가 도면을 참조하여 기술될 것이다.

본 발명에 따른 적층 자기 막은 얇은 자기 층과 금속 층을 적층시켜 형성되는 구조를 가진다. 얇은 자기 층은 M이 Ta, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo, 및 W 중 적어도 어느 하나이며, x, y, z는 각각 원자 퍼센트를 나타내고, 71≤x≤85, 6≤y≤15, 9≤z≤16의 관계를 유지하는 $Fe_xM_yN_z$로 표현되는 조성물이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 이 실시예에 따른 적층 자기 막 1은 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)와, Pt로 이루어지고 금속 층으로서의 역할을 하는 Pt층(3)을 적층시켜 형성된 구조를 가진다. 적층 자기 막(1)은 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)가 세라믹 기판(4)에 적층되고, Pt층(3)은 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)에 적층되는 구조를 가진다. 적층 자기 막(1)의 금속 층은 Pt로 이루어진 Pt층으로만 제한되지는 않는다. 금속 층은 주로 Rh, Ir, Ag, Pt, Pd 및 Au로 구성되는 그룹으로부터 선택된 재료로 주로 구성될 수도 있다.

앞에서 언급한 구조를 갖는 적층 자기 막(1)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)는 스퍼터링과 같은 방법으로 약 0.5㎛의 두께로 세라믹 기판(4) 상에 형성된다. Pt층(3)은 스퍼터링 등에 의해 약 3.0nm의 두께로 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 상에 형성된다. 적층 자기 막(1)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)는 비결정성 층으로서 형성되지만, 적층 자기막(1)의 Pt층(3)은 결정성 층으로서 형성된다.

상술한 층이 적층된 후에, 적층 자기 막(1)이 열처리된다. 열처리는 적층 자기 막(1)이 진공에서 1시간 동안 550℃로 가열되어 행해진다. 열처리 결과, 적층 자기 막(1)의 Pt층(3)을 형성하는 Pt원자는 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 확산된다. 동시에, aFe의 작은 결정 입자는 상기 열처리 결과로서 적층 자기 막(1)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)으로 확산 및 침전된다.

질소 원자를 적층 자기 막(1)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 효율적으로 섞기 위해서, Pt층(3)과 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)이 적층된다.

열처리가 행해지기 전의 상태에서, 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)는 2.8665Å의 격자 상수와 체심 입방 격자 구조(BCC)를 갖는 aFe를 포함한다. aFe는 그 BCC구조로 인해 배향(110)의 경향이 있으며, 2.02692Å의 격자 공간 d를 가진다. 반면, Pt층(3)은 3.9240Å의 격자 상수를 가지며, 면심 입방 격자 구조(FCC)를 가진다. Pt층(3)은 배향(111)의 경향이 있고, 2.2655Å의 격자 공간 d를 가진다.

반면, 질소 원자는 스퍼터링이 행해질 때 취해지는 경우에 Fe 및 Ta와 반응하지 않는 형상으로 형성된다. 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)와 Pt층(3)은 상술한 바와 같이 열처리되어 Pt원자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)으로 확산하게 된다. Pt층(3)의 격자 공간은 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)보다 다소 더 크기 때문에, 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)에서의 격자 공간이 확장된다. 따라서, 질소 원자가 확장된 격자 공간으로 도입되어 화학적으로 활성 요소인 Ta와 선택적으로 결합된다. 그 결과, aFe의 작은 결정 입자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)에 발생되어, 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)의 자기 특성이 개선된다.

본 실시예에 따른 금속 층은 주로 Rh, Ir, Ag, Pt, Pd 및 Au로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 하나의 유형으로 만들어진다. Rh의 격자 공간 d는 2.19653Å이고, Ir은 2.21645Å, Ag는 2.35592Å, Pd는 2.24635Å, Au는 2.35478이다. 앞의 각 금속 원소들 Rh, Ir, Ag, Pd 및 Au는 aFe의 격자 공간 d=2.02692 보다 다소 큰 격자 공간을 가지기 때문에, 질소 원자는 상기 Pt원자와 유사하게 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 효율적으로 섞일 수 있다.

적층 자기 막(1)은 Pt층(3)이 N, B, O, 및 C로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 요소를 포함하는 구조를 가질 수도 있다. 앞의 구조를 갖는 Pt층(3)은 격자 상수가 증가되는 경향이 있다. 그 결과, 질소 원자가 적층 자기 막(1)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 효율적으로 섞일 수 있어 바람직한 연자기 특성이 실현된다.

얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)에서의 격자 공간은 Pt층(3)을 구성하는 Pt원자와 또 다른 금속 원자를 합금하기 위한 수단에 의해 효과적으로 확장될 수 있음을 유의한다. 그러나, 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)의 확산 효율에 비해 Pt층(3)의 확산 효율을 지나치게 높히면, 후술되는 바와 같이, 결정 배향 제어 효과가 저하된다. 따라서, 합금될 때 Pt층(3)의 용융점(1)의 과도한 하강을 방지하고, Fe에 관한 고체 용해도(solid-solubility)의 과도한 상승을 방지하기 위한 주의가 필요하다.

적층 자기 막(1)의 Pt층(3)은 FCC 구조를 갖는 결정체 층의 형태이므로, aFe의 작은 결정 입자는 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 침전될 때 실질적으로 동일한 결정 배향을 가진다. 즉, FCC 구조로 인해 배향(111)을 갖는 Pt층(3)은 aFe의 작은 결정 입자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 확산될 때 평면(110)으로 배향되도록하는 결정 배향 제어 효과를 가진다. 그 결과, aFe의 결정 방향은 적층 자기막(1)에서 제어되어 적층 자기 막(1)이 만족스런 연자기 효과를 가지게 된다.

얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로의 Pt층(3)의 확산하게 되면 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 침전되는 Fe의 결정 배향이 제어될 수 있다는 사실을 확인하기 위해, 다음과 같은 실험이 행해졌다.

처음에, 상술된 적층 자기 막(1)과의 비교를 위해 샘플 A가 제조되었다. 샘플 A는 얇은 Fe-Ta-N 자기 층이 적층 자기 막(1)에서와 유사하게 세라믹 기판 상에 적층되는 구조를 가진다. 또한, SiO_2층이 얇은 Fe-Ta-N층 상에 적층되었다. 샘플 A는 세라믹 기판과 얇은 Fe-Ta-N층의 두께가 적층 자기 막(1)과 동일한 구조를 가짐에 유의해야 한다. 또한, SiO_2층의 두께는 Pt층(3)과 동일하다.

열처리 전의 적층 자기 막(1)과 샘플 A의 X-선 회절 패턴이 X-선 회절 장치에 의해 관측되었다. 열처리 전의 적층 자기 막(1)과 샘플 A의 X-선 회절 패턴의 분석 결과가 도 2에 도시되어 있다.

도 2로부터 이해할 수 있는 바와 같이, Pt층(3)의 평면 배향(110)의 피크만이 관측된다. 따라서, 적층 자기 막(1)은 Pt층(3)은 결정체 층이고, 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)는 비결정 층인 구조를 가진다는 사실이 이해될 수 있다. 샘플 A에 대한 그래프에서, 어떠한 피크도 관측되지 않으므로, SiO_2층과 얇은 Fe-Ta-N 자기 층은 비정질 층(amorphous layers)이라는 사실이 이해될 것이다.

다음으로, 적층 자기 막(1)과 샘플 A가 열처리되었다. 열처리는 적층 자기막(1)과 샘플 A가 진공에서 1시간 동안 550℃로 가열되도록 행해졌다. 열처리 후, 적층 자기 막(1)과 샘플 A의 X-선 회절 패턴이 X-선 회절 장치에 의해 관측되었다. 적층 자기 막(1)과 샘플 A의 X-선 회절 패턴이 도 3에 도시되어 있다.

도 3으로부터 이해될 수 있는 바와 같이, Pt층(3)의 평면 배향(111)의 피크는 사라졌다. 따라서, Pt층(3)을 형성하는 Pt원자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 확산된다는 사실을 이해할 수 있을 것이다. 동시에, aFe의 평면 배향(110)이 적층 자기 막(1)의 그래프에서 관측되었다. 그 결과, 적층 자기막(1)에 침전된 aFe는 평면 배향 (110)을 갖는 결정 구조의 형태이다.

반면, aFe의 평면 배향 (110)의 작은 피크가 도 3에 도시된 바와 같이 샘플A의 그래프에서 관측되었다. 이로부터 이해될 수 있는 바와 같이, aFe의 작은 결정 입자가 상술한 열처리로 인해 고도의 확산이 실현된 평면 배향 (110)을 가진 채 얇은 Fc-Ta-N 자기 층 내에 침전된다.

적층 자기 막(1)과 샘플 A의 X-선 회절 패턴을 비교해 보면, 적층 자기 막(1)의 침전된 aFe의 작은 결정 입자의 평면 배향 (110)이 강화되었음을 이해할 수 있다. 이렇게 구현된 결과는 결정층인 Pt층(3)을 형성하는 Pt원자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)로 확산된다는 사실로부터 발생된다.

상술한 바와 같이, Pt층(3)을 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)와 접촉하도록 위치시킴으로써, 적층 자기 막(1)에서 aFe의 작은 결정 입자의 평면 배향(110)은 강화될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 적층 자기 막은 금속 층과 얇은 자기 층이 적층되어 얇은 자기 층 내로 침전된 작은 결정 입자의 결정 배향이 제어되는 구조를 가진다. 그 결과, 금속 층을 형성하기 위한 재료, 금속 층의 두께, 및 열처리 조건을 바꿈으로써 적층된 자기 막의 두께 방향에서의 투자율이 제어될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 적층된 자기 막은 필요한 연자기 특성을 가질 수 있다.

반면, 적층된 자기막(1)은 금속 층인 Pt층(3)이 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 상에 적층되는 구조를 가진다. 그러나, 이 실시예에 따른 적층된 자기 막(1)은 상술한 구조로 제한되지 않는다. 적층 자기 막(1)은 Pt층(3)과 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)가 서로 접촉하고, Pt층(3)을 형성하는 Pt원자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2) 내로 확산하는 구조를 가진다. 즉, 적층 자기 막(1)은 Pt층(3)이 세라믹 기판(4) 상에 형성되고, 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)는 Pt층(3) 상에 적층되는 구조로 형성될 수도 있다. 또한, 상술한 구조를 가지며 앞에서 설명한 바와 같이 열처리되는 적층 자기 막(1)은 필요한 연자기 특성을 가질 수 있다.

본 발명에 따른 적층 자기 막은 하나의 층으로 된 얇은 Fe-Ta-N 자기 층(2)를 갖는 상술한 구조로 제한되지 않는다. 다수의 얇은 자기 막이 금속 층을 통해 적층되는 또 다른 구조가 채택될 수도 있다.

예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이 36개의 얇은 자기 막을 갖는 적층 자기 막(10)이 채택될 수도 있다. 적층 자기 막(10)은 36개의 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)와 각각이 이 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)들 사이에 형성되어 있는 Pt층(13)으로 구성된다. 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)와 Pt층(13)으로 구성되는 적층 구조가 세라믹 기판(14) 상에 형성된다. 또한, 적층된 자기 막(10)은 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)와 Pt층(13)으로 구성된 적층 구조와 세라믹 기판(14) 사이에 반응 방지 막(15)를 가진다. 적층 막(10)의 금속 층은 Pt로만 제한되지 않는다. 금속 층은 Pd 또는 Au로 만들어 질 수도 있다.

적층 자기 막(10)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)은 36개의 층으로 구성되고 전체 두께 약 4㎛를 가진다. Pt층(13)은 약 2.0nm의 두께를 가진다.

앞의 구조를 갖는 적층 자기 막(10)은 얇은 Fe-Ta-N 막(12)와 Pt층(13)이 세라믹 기판(14) 상에서 교대로 형성되도록 스퍼터링과 같은 박막 형성 방법에 의해 제조된다. 다음으로, 적층 자기 막(10)은 적층 자기 막(1)과 유사하게 열처리된다.

이러한 방법으로 제조된 적층 자기 막(10)은 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)가 Pt층(13) 상에 스택되는 구조를 갖기 때문에, Pt층(13)을 형성하는 Pt원자가 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)으로 확산된다. 각각의 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)은 적층 자기 막(10)의 두께 방향으로 2개의 Pt층(13) 사이에 유지되기 때문에, Pt원자는 각각의 Pt층(13)으로부터 확산된다. 동시에, aFe의 작은 결정 입자들이 적층 자기 막(10)의 각각의 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)으로 확산 및 침전된다.

aFe의 작은 결정 입자들의 결정 배향은 aFe의 작은 결정 입자들이 침전될 때 Pt원자의 영향에 의해 제어된다.

앞의 사실들을 확인하기 위해, 열처리 전의 적층 자기 막(10)의 X-선 회절 패턴과 열처리된 후의 X-선 회절 패턴이 X-선 회절 장치에 의해 관측되었다. 도 5는 열처리가 행해지기 전의 적층 자기 막(10)의 X-선 회절 패턴을 도시한다. 도 6은 열처리가 행해진 후의 적층 자기 막(10)의 X-선 회절 패턴을 도시한다. 또한, 금속 층을 형성하기 위한 금속 원자로서 Au가 채택된 경우에 실현된 적층 자기 막(10)의 X-선 회절 패턴이 도 5와 도 6에 도시되어 있다.

도 5로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 금속 층이 Pt층(13)인 경우, 단지 Pt결정의 평면(111)만이 관측되었다. 금속 층이 Au층(13)인 경우, 단지 Au 결정의 평면(111)만이 관측되었다. 두 경우 모두에 있어서, 적층 자기 막(10)의 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)는 비결정층이고, 금속 층들은 결정층이다.

적층 자기 막(10)이 열처리되면, 금속 층 내의 Pt결정의 평면 (111)과 Au 결정의 평면(111)을 나타내는 X-선 회절 피크는 도 6에 도시된 바와 같이 사라지게 된다는 또다른 사실을 알 수 있다. 앞의 두 경우 모두에서, aFe의 작은 결정 입자들의 평면(110)에 대응하는 X-선 회절 피크가 관측된다.

그 결과, 적층 자기 막(10)의 금속 층을 형성하는 금속 원자들은 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(10) 내로 확산되고, 평면 배향(110)을 갖는 aFe의 작은 결정 입자들은 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)에 침전된다는 사실을 이해할 수 있을 것이다.

적층 자기 막(10)의 다수의 얇은 Fe-Ta-N 자기 막(12)는 Pt층(13)을 통해 적층되기 때문에, Pt층(13)을 형성하는 Pt원자의 확산은 신속하게 이루어진다. 이는 앞에서 언급한 구조를 갖는 적층 자기 막(10)은 하나의 층으로 된 얇은 Fe-Ta-N 자기 층에 비해 aFe의 작은 결정 입자의 강화된 평면 배향(110)을 가진다는 사실에 이르게 된다.

본 발명에 따른 자기 헤드의 실시예의 구조가 도면을 참조하여 이제 기술될 것이다.

본 발명에 따른 자기 헤드(20)은, 도 7과 도 8에 도시된 바와 같이, 자기 기록 매체의 접합 부분들 사이의 실질적으로 중앙 부분에 위치한 자기 갭 g의 두 측상에 개별적으로 제조된 자기 헤드(20)의 코아의 한 쌍의 우측 및 좌측 반쪽(21 및 22)를 접촉시킴으로써 형성된다. 여기서, 자기 코아의 한 쌍의 반쪽 부분(21 및 22)는 서로 맞대고 있는 표면(21a 및 22a)을 형성하는 자기 갭을 접촉시킴으로써 일체로된다.

자기 코아의 반쪽(21 및 22)는 부 코아 섹션인 대응하는 자기 코아 기판(23 및 24)와 주 코아 섹션인 금속 자기 막(25 및 26)으로 구성된다. 각각의 자기 코아 기판(23 및 24)는 금속 자기 막(25 및 26)과 더불어 폐 자기 경로(closed magnetic passage)를 형성하는 부 코아 섹션을 형성하기 위해 Mn-Zn 페라이트 또는 Ni-Zn 페라이트와 같은 연자기 산화물(soft magnetic oxide)로 구성된다. 면(21a 및 22a)를 형성하는 자기 갭과 마주보는 자기 코아 기판(23 및 24)의 주 표면(23a 및 24a)에 인정하는 자기 코아 기판(23 및 24)는 자기 갭 g의 트랙 폭 Tw를 제한하기 위해 트랙 폭 제한 홈(27, 28, 29, 및 30)을 가진다. 각각의 트랙 폭 제한 홈(27, 28, 29, 및 30)은 자기 갭 g의 양단의 각각에 인접한 위치로부터 자기 헤드의 깊이 방향으로 형성된 원호형(circular arc shape)을 갖는다. 각각의 트랙 폭 제한 홈(27, 28, 29, 및 30)은 자기 기록 매체와의 접촉 특성을 유지하고 미끄럼으로 인해 발생하는 비대칭 마모를 방지하기 위해 유리와 같은 비자성 재료(31)로 채워진다.

면(21a)를 형성하는 자기 갭에 마주보는 자기 코아 기판(23 및 24) 중 자기 코아 기판(24)의 주 표면(24a)는 자기 갭 g의 깊이를 제한하고 코일(도시되지 않음)을 감기 위해 U자형 대면측을 갖는 코일 수용 홈(coil receiving groove, 32)를 가진다. 코일 수용 홈은 다른 자기 코아 기판(23)에도 형성될 수 있다.

반면, 금속 자기 막(25 및 26)은 자기 코아 기판(23 및 24)와 더불어 폐 자기경로를 형성하는 주 코아 섹션으로서 역할한다. 금속 자기 막(25 및 26)은 면(21a 및 22a)를 형성하는 자기 갭에 대향하며 자기 코아 기판(23 및 24)에 대향하는 표면인 대응하는 주 표면(23a 및 24a)에 형성된다. 금속 자기 막(25, 26) 각각은 정면 갭부에서 후면 갭부까지 형성된다. 따라서, 금속 자기 막(25 및 26)의 대향 면(25a 및 26a)은 자기 코아의 반쪽(21 및 22)의 면(21a 및 22a)을 형성하는 자기 갭 내에 형성된다. 금속 자기 막(25 및 26)은 자기 코아 기판(23 및 24)에 대향하는 주 표면(23a 및 24a) 뿐만 아니라 트랙 폭 제한 홈(27, 28, 29, 및 30)의 내측 표면 상에 형성된다. 금속 자기 막(25)는 코일 수용 홈(32)의 안쪽 부분의 전체 면이나 그 일부에도 역시 형성된다.

자기 헤드(20)의 금속 자기 막(25 및 26)은 각각이 얇은 자기 층과 금속 층으로 구성되는 적층 자기 막으로 형성된다.

얇은 자기 층은 x, y, z 각각이 원자 퍼센트를 나타내며, $71 \le x \le 85$, $6 \le y \le 15$, $9 \le z \le 16$의 관계를 유지하고, M은 Ta, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo, 및 W 중 적어도 어느 하나인 조성물 $Fe_xM_yN_z$을 가진다. 금속 층은 그 성분으로서 Pt, Pd, 및 Au 중 어느 하나를 포함한다. 본 실시예에 따른 자기 헤드(20)은 Pt층이다.

자기 헤드(20)은 반응 방지 막(33 및 34)가 대응하는 자기 코아 기판(23 및 24) 상에 형성되고, 금속 자기 막(25 및 26)은 상기 반응 방지 막(33 및 34) 상에 형성되어 자기 코아 기판(23 및 24)와 금속 자기 막(25 및 26)을 형성하기 위한 일반적인 금속 층인 페라이트들간의 확산 반응이 폴스 갭의 발생을 억제하기 위해 방지된다.

상술한 바와 같이, 자기 헤드(20)은 금속 자기 막(25 및 26)이 각각이 얇은 Fe-M-N 자기 층과 Pt층으로 구성되는 적층 자기 막으로 형성되는 구조를 가진다. 각각의 금속 자기 막(25 및 26)은, 단지 금속 자기 막(25)만이 설명되어 있는 도 9에 도시된 바와 같이, 얇은 Fe-M-N 자기 층(35)와 Pt층(36)을 반응 방지 막(33) 상에 교대로 적층시킴으로써 형성되는 적층 자기 막으로 형성된다.

얇은 Fe-M-N 자기 막 층(35)와 Pt층(36)은 진공 기화 방법과 같은 박막을 형성하기 위한 진공 방법, 스퍼터링 방법 또는 이온 플레이팅 방법에 의해 형성될 수도 있다. 이 경우에, 스퍼터링 프로세스에서의 증가는 장치를 멀티-타겟형 구조(multi-target type)로 형성함으로써 해결될 수 있다.

반응 방지 막(33)이 Pt층으로 형성될 때, 반응 방지 막(33)은 확산 효과도 역시 가질 수 있다. 반응 방지 막(33)은 상술한 유형의 자기 헤드의 일반적인 기저막인 SiO_2층일 것이다. 반응 방지 막(33)이 Pt층일 때, 확산 반응은 페라이트로 구성된 자기 코아 기판(23 및 24)과 금속 자기 막(25 및 26) 사이의 인터페이스에서 발생하는 확산 반응은 방지될 수 있으며, 따라서 자기 갭 g로부터 발생되는 원래의 자기 플럭스를 간섭하는 반응 층의 형성이 방지될 수 있다.

반응 방지 막(33)의 확산 반응 방지 기능을 보다 신뢰성있게 하기 위해서, 반응 방지 막(33)은 Pt대신에 Fe의 용융점인 1500℃보다 낮지 않은 용융점을 갖는, 예를 들어, Ti, Mo, V, Cr, W, Co 또는 Ni와 같은 금속 원소로 만들 수도 있다. 반응 방지 막(33)은 SiO_2 대신에 Si_3N 또는 Al_2O_3와 같은 조성물로 만들어질 수도 있고, 또한 이러한 조성물과 앞서 언급한 금속 원소들의 적층 막으로 형성될 수도 있다.

반응 방지 막(33)의 두께는 약 1nm 내지 약 10nm가 되는 것이 양호하다. 만일 두께가 1nm보다 작다면, 반응 방지 효과는 양호하지 못할 것이다. 만일 두께가 10nm보다 크다면, 반응 방지 막(33)이 폴스 갭으로 작용할 위험이 있다. 만일 반응 방지 막(33)이 비자성 막이면, 반응 방지 막(33)은 폴스 갭으로 작용하지 않도록 박막이어야 한다.

자기 헤드(20)의 금속 자기 막(25)를 형성하는 적층 자기 막의 최상위 막은 얇은 자기 Fe-M-N 층(25) 또는 Pt층(26)일 수 있다.

사실상, 다른 자기 코아 기판(24) 상에 형성된 금속 자기 막(26)도 또한 금속 자기 막(25)와 유사하게 얇은 Fe-M-N 자기층과 Pt층으로 구성되는 다중 층 구조로 형성된다.

자기 헤드(20)의 각각의 금속 자기 막(25 및 26)을 구성하는 각각의 얇은 Fe-M-N 자기 층(35)의 두께는 0.05㎛ 내지 0.5㎛가 되도록 만들어져야 한다. 각각의 금속 자기 막(25 및 26)을 형성하는 각각의 Pt층(36)의 평균 두께는 0.3nm 내지 7nm이다.

게다가, 자기 헤드(20)의 금속 자기 막(25 및 26)의 Pt층(36)의 전체 두께는 금속 자기 막(25 및 26)의 전체 두께의 6% 이하이다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 얇은 자기 막 내의 Fe 및 M에 관한 Pt와 금속 자기 막 내의 Pt층의 Pt 비율은 5 원자% 이하가 되도록 한 구조를 가질 수도 있다.

상술한 바와 같이, 자기 헤드(20)은 얇은 Fe-M-N 자기 층(35) 및 Pt층(36)이 금속 자기 막(25 및 26)으로서 자기 코아의 한 쌍의 반쪽(21 및 22)의 면(21a 및 22a)를 형성하는 자기 갭 상에 적층된다.

제조 방법이 기술될 때 설명되겠지만, 얇은 Fe-M-N 자기 층(35)는 형성된 막을 열처리함으로써 비결정 상태로부터 미정질(microcrystal)이 발생하도록 형성된다. 이렇게 제조된 자기 헤드(20)에서, Pt층(36)의 확산 효과는 열처리가 행해진 후 aFe의 강한 배향 (110)이 얇은 Fe-M-N 자기 층(35)에 생기도록 한다. 그 결과, 금속 자기 막(25 및 26)의 자화의 균일성이 향상되어, 연자기 특성이 개선된다.

자기 헤드(20)에서, Fe-Pt 조성물이 금속 자기 막(25 및 26)에 발생되어 견고한 자기 부력이 발생된다. 발생된 부분은 자기 도메인의 이동을 방지하는 역할을 하기 때문에, 회전 자화가 강화되고, 따라서, 금속 자기 막(25 및 26)의 고주파 영역에서의 투자율이 상승된다.

자기 헤드(20)은 금속 자기 막(25 및 26)을 형성하는 각각의 Pt층(36)의 평균 두께는 0.3nm 내지 7nm로 만들어지고, 금속 자기 막(25 및 26)을 형성하는 각각의 얇은 Fe-M-N 자기 층(35)의 두께는 0.05㎛ 내지 0.5㎛가 되도록 하는 구조를 가지기 때문에, Pt층(36)의 확산 효과로 인해 발생하는 얇은 Fe-M-N 자기 층(35)에서의 상술한 바람직한 배향이 전체 막에 걸쳐 용이하게 발생한다. 각각의 Pt층(36)은 상술한 두께를 가지기 때문에, Pt층(36)은 폴스 갭으로서 역할하지 않는다.

본 실시예에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막(25 및 26)의 Pt층(36)의 전체 두께 비율이 금속 자기 막(25 및 26)의 전체 두께의 6% 이하인 구조를 가진다. 따라서, 유효 포화 자속 밀도의 감소가 상당히 제한될 수 있다.

본 실시예에 따른 자기 헤드의 제조 방법이 순차적으로 기술될 것이다.

먼저, 예를 들어 Mn-Zn 페라이트로 만들어진 플레이트 형 기판(37)이 도 10에 도시된 바와 같이 준비된다. 다음으로, 각각이 실질적으로 반원 단면형을 갖는 다수의 (도 10에 도시된 것에는 2개의) 트랙 폭 제한 홈(38 및 39)이 도 10에 도시된 바와 같이 기판(37)의 주 표면(37a) 상에 형성된다. 트랙 폭 제한 홈(38 및 39)은, 예를 들어, 기판(37)의 폭 방향으로 형성된다. 트랙 폭 제한 홈(38 및 39)는 트랙의 선정된 폭과 동일한 거리만큼 따로 떨어져 형성된다.

다음으로, 반응 방지 막(40)은, 도 11에 도시된 바와 같이, 트랙 폭 제한 홈(38 및 39)를 포함하는 기판(37)의 주 표면(37a) 상에 스퍼터링등에 의해 형성된다. 반응 방지 막(40)으로서, 두께 4nm를 갖는 SiO_2층이 반응 방지 효과를 개선하기 위해 형성된다.

다음으로, 도 12에 도시된 바와 같이, 상술한 조성물을 갖는 얇은 Fe-M-N자기 층(41)이 반응 방지 막(40) 상에 형성된다. 다음으로, 도 13에 도시된 바와 같이, Pt층(42)가 얇은 Fe-M-N 자기 층(41) 상에 형성되고, 그 다음에, 얇은 Fe-M-N 자기 층(41)이 Pt층(42) 상에 다시 형성된다. 얇은 Fe-M-N 자기 층(41)와 Pt층(42)는 상술한 바와 같이 순차적으로 적층되어 얇은 Fe-M-N 자기 층(41)과 Pt층(42)로 구성되는 적층 자기 막인 금속 자기 막(43)은 도 15에 도시된 바와 같이 형성된다. 얇은 Fe-M-N 자기 층(41)은 상술한 상태에서 비결정 상태에 있다는 것에 주목해야 한다.

얇은 Fe-M-N 자기 층(41)로서, Fe-Ta-N의 작은 결정의 얇은 자기 막이 형성된다. 즉, 금속 자기 막(43)은 Fe-Ta-N층/Pt층.../얇은 Fe-Ta-N층/Pt층과 같은 다층 구조를 가진다.

비록 제1 층은 얇은 Fe-Ta-N층이고, 마지막 층은 Pt층이지만, 제1층과 마지막 층은 유사한 효과를 얻기 위해 얇은 Fe-M-N 자기 층(41) 또는 Pt층 중 어느 하나일 수 있다. 비록 얇은 Fe-Ta-N층이 얇은 Fe-M-N 자기 층(41)으로서 채택되지만, 심볼 M으로 지시된 금속 부는 유사한 효과를 얻기 위해 다른 금속 원소일 수도 있다.

상술한 바와 같이, Fe-Ta-N 및 Pt층의 작은 결정 입자의 얇은 자기 막으로된 적층 막인 금속 자기 막의 전체 두께를 4㎛로 만들기 위해, 반응 방지 막(40)의 SiO_2 층의 두께는 4nm로 만들어진다. 게다가, 금속 자기 막(43)의 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자의 얇은 자기 막인 얇은 Fe-M-N 자기 층(41)의 개수는 6개가 되도록 만들어진다.

다음으로, 기판(37)과 유사한 기판이 준비되고 앞에서 언급한 프로세스와 유사한 프로세스가 행해져서 트랙 폭 제한 홈, 반응 방지 막, 및 금속 자기 막이 형성되었다. 게다가, U자형 계면(facing side)의 형태로 된 절단면을 갖는 코일 수용 홈이 기판에 형성되고, 코일 수용 홈은 트랙 폭 제한 홈이 형성된 기판에 수직한 방향으로 형성된다.

다음으로, 자기 갭을 위한 스페이서(spacer) 역할을 하는 SiO_2 막이 각 기판의 금속 자기 막 상에 형성된다. SiO_2 막은 100nm의 두께를 가진다.

도 16에 도시된 바와 같이, 기판(37)의 것과 유사한 코일 수용 홈(44)를 갖는 기판(37)과 기판(45)는 트랙 폭 제한 홈(38, 39, 46, 및 47)의 위치를 정렬시킨 채 서로 맞대어 접촉되어 있다. 다음으로, 유리 막대가 코일 수용 홈(44) 내에 삽입되고, 그 다음에 유리 막대에 의해 기판(37)과 기판(45)를 융합하기 위해 열처리가 행해진다.

유리 막대에 의해 기판(37)과 기판(45)를 융합하기 위한 열처리 결과, 비결정 상태였던 얇은 Fe-M-N 자기 막(41) 내에 작은 결정이 형성되어 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막이 형성된다.

이 때, Pt층(42)의 확산 효과는 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기막인 얇은 Fe-M-N 자기 층(41) 내에 aFe의 강한 평면 배향 (110)이 발생되게 한다. 따라서, 금속 자기 막(43)의 자화의 균일성이 개선되어 연자기 특성이 개선된다.

이 때, Fe-Pt 조성물이 금속 자기 막(43) 내에 발생하여 자기적으로 견고한 부분이 금속 자기 막(43) 내에 발생된다. 상기 부분은 자기 도메인의 이동을 방지하는 역할을 하기 때문에, 회전 자화가 강화되어 금속 자기 막(43)의 고주파 영역에서의 투자율이 높아진다.

상술한 바와 같이, 코일 수용 홈(44)를 갖는 기판(45)는 트랙 폭 제한 홈(46 및 47)과 그 자신인 기판(45) 내에 SiO_2층을 가지는데, 이 SiO_2층은 반응 방지 막(48)과 얇은 금속 자기 막(49)으로서의 역할을 하며, Fe-Ta-N과 Pt층의 작은 결정입자로 된 얇은 자기 막인 얇은 Fe-M-N 자기 층의 적층 자기 막이다. 자기 막의 장력에 기인한 유리의 파손과 같은 결함의 발생을 방지하기 위해, 상술된 막이 스퍼터링 등에 의해 형성될 때 코일 수용 홈(44) 내의 전체 표면 상에 막이 형성되는 것을 방지하도록 마스크(mask) 등이 사용될 수 있다. 상기 마스크가 사용되더라도, 재생을 의미하는 출력은 영향을 받지 않는다.

마지막으로, 자기 기록 매체의 결합면으로서 사용되는 주 표면이 실린더형 모양으로 그라인딩(grinding)된다. 다음으로, 도 16에 도시된 라인 a-a와 라인 b-b에 의해 지시된 부분에서 슬라이싱(slicing)이 행해져서 도 7 및 도 8에 도시된 자기 헤드(20)가 제조된다.

비록 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막이 얇은 Fe-M-N 자기층으로서 채택된 구조에 대해 설명하였지만, 기호 M으로 지시된 금속 부분은 유사한 효과를 얻기 위해 다른 금속 원소일 수 있다. 게다가, 유사한 제조 프로세스가 채택될 수 도 있다.

사실상, 본 발명은 상술한 자기 헤드에만 국한되지 않으며, 본 발명의 영역내의 다양한 자기 헤드에도 역시 적용될 수 있다.

비록 얇은 금속 자기 막이 자기 갭과 평행하게 형성되는 구조를 갖는 본 발명에 따른 자기 헤드에 대해 설명했지만, 본 발명은 비스듬하게 잘라서 형성된 비스듬한 표면 상에 각각 형성된 서로 마주보는 금속 자기 막의 표면에 자기 갭이 형성되는 구조를 갖는 자기 헤드에도 역시 적용될 수 있다. 또한, 본 발명은 물론 자기 갭이 방위각을 갖는 것과 같은 구조의 자기 헤드에도 적용될 수 있다.

예

본 발명의 예가 이제 실험 결과와 함께 기술될 것이다.

예1

예1에서는, 금속 자기 막의 얇은 Fe-M-N 자기 층의 개수가 얇은 Fe-M-N 자기 층의 평면 배향에 미치는 영향이 조사되었다.

얇은 Fe-M-N 자기 막인 얇은 Fe-Ta-N 자기 층과 Pt층을 적층시킴으로써 형성된 적층 자기 막이 Mn-Zn 페라이트로 만들어진 기판 상에 형성되었다. 다음으로, 적층 자기 막이 550℃에서 열처리되었고, 그 다음에, X-선 회절 패턴이 조사되었다. 이 예에서, 적층 자기 막의 전체 두께는 4㎛로 고정되었고 각 Pt층의 평균 두께는 3nm로 고정되었다. 게다가, X-선

회절 패턴을 조사하기 위해 각각 6, 12, 24, 36, 및 48개의 얇은 자기 막을 갖는 5가지 유형의 적층 자기 막이 준비되었다. 결과가 도 17에 도시되어 있다. 도 17은 기판 상에 형성된 두께 4㎛를 갖는 얇은 Fe-M-N 막만을 갖는 단일 층 막의 결과도 도시하고 있다.

도 17로부터 알수 있는 바와 같이, aFe의 평면(110)의 피크는 얇은 자기 막의 개수에 비례하여 커진다. 즉, Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막이 Pt층을 통해 적층되는 경우, Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막으로 형성되는 얇은 막이 형성된 후 열처리를 행함으로써 작은 결정이 비결정 상태로 형성되는 때, 얇은 Pt막의 확산 효과는 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막내의 평면 배향 (110)을 강화시킨다. 따라서, 막 두께 방향으로의 연자기 특성이 개선된다는 사실이 확인되었다. 앞의 효과들은 심볼 M으로 지시된 금속 부분이 Fe-Ta-N의 작은 결정으로 된 얇은 자기 막 외에도 다른 금속 원소으로 된 얇은 Fe-M-N 자기 층으로부터도 얻어질 수 있다.

예2

이 예에서는, 금속 자기 막의 얇은 Fe-M-N 자기 층의 개수(두께)와 상기 금속 자기 막의 전체 두께에 관한 금속 자기 막의 Pt층의 전체 두께에 대한 비가 자기 헤드로부터 재생되는 출력에 미치는 영향이 조사되었다.

즉, 금속 자기 막의 전체 두께가 4㎛이고, Pt층의 평균 두께는 3nm로 고정되며, 얇은 Fe-M-N 자기 층의 개수는 6, 12, 24, 36, 48, 72, 및 96인 구조를 갖는 적층 자기 막인 금속 자기 막을 각각 갖는 7가지 유형의 본 발명에 따른 자기 헤드가 준비되었다. 게다가, 두께 4㎛를 가지며 금속 자기 막으로서의 역할을 하는 얇은 Fe-M-N 자기 층만을 갖는 자기 헤드도 준비되었다. 다음으로, 준비된 자기 헤드들로부터 재생된 출력이 측정되었다. 이 예에서도 역시, Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막이 얇은 Fe-M-N 자기 층으로서 채택되었다.

상대 속도를 3.8 m/s로 하고 주파수 f를 7MHz로 하여 헤드 고정형 드럼 테스터를 사용하여 재생된 출력이 측정되었다. 기록 헤드로서, 얇은 Fe-Ru-Ga-Si 막이 자기 갭 상에 평행하게 형성된 MIG 헤드가 채택되었다. 결과가 도 18에 도시되어 있다.

도 18은 두께 4㎛의 얇은 Fe-M-N 자기 층만을 갖는 자기 헤드로부터 재생된 출력이 OdB로 만들어질 때의 상대적인 출력으로서 상기 언급한 헤더로부터의 재생된 출력을 도시한다. 도 18에서, 종축은 상대적인 출력을 나타내고, 횡축은 얇은 Fe-M-N 자기 층인 자기 층의 개수, 하나의 금속 층의 두께, 및 금속 자기 막의 전체 두께에 관한 금속 자기 막 내의 Pt층의 전체 두께 비율인 Pt층 두께 비를 나타낸다.

도 18에서 알 수 있는 바와 같이, 사이에 끼워져 있는 Pt층을 포함한 적층 자기 막으로 인해 재생된 출력이 개선되었다. 게다가, 얇은 Fe-M-N 층의 개수와 Pt층의 개수가 어떤 개수까지 증가되었고, aFe의 배향 (110)이 강화되어 재생된 출력이 더욱 개선되었다. 금속 층에 관해, 재생된 출력은 그 두께가 0.5㎛보다 작은 범위에서 개선되었다. 따라서, Pt층의 확산 효과는 앞서 언급한 바람직한 배향이 막 전체에 용이하게 발생되게 한다는 사실이 확인되었다.

얇은 Fe-M-N 자기 층의 개수와 Pt층의 개수가 너무 크고 Pt층의 두께 비가 약 6%를 넘으면, 재생되는 출력은 저하된다. 자기 층의 두께에 관해, 반응 방지 막은 만일 그 두께가 0.05㎛보다 작다면 다시 저하될 것이다.

앞서 언급한 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 금속 자기 막으로서 얇은 Fe-M-N 자기 층과 Pt층으로 된 적층 자기 막을 사용하면 Pt층의 확산 효과로 인해 aFe의 배향 (110)이 발생되도록 유발된다. 따라서, 금속 자기 막의 자화의 균일성이 개선되고 연자기 특성도 개선된다. 얇은 Fe-M-N 자기 막의 두께를 0.05㎛ 내지 0.5㎛로 만듦으로써, aFe의 배향 (110)이 Pt층의 확산 효과로 인해 용이하게 발생될 수 있다. 따라서, 금속 자기 막의 자화의 균일성이 더욱 강화되고 연자기 특성은 더욱 개선된다. 앞의 효과들은 기호 M으로 지시된 금속 부분이 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막 뿐만 아니라 다른 금속 원소로 되어 있는 얇은 Fe-M-N 자기 층으로부터도 얻어질 수 있다.

예3

이 예에서는 금속 자기 막 내의 Pt층 내의 평균 두께와 금속 자기 막의 전체 두께에 관한 Pt층의 전체 두께 비가 자기 헤드의 재생된 출력에 미치는 영향이 조사되었다.

즉, 금속 자기 막의 전체 두께가 4㎛이고, 얇은 Fe-M-N 층의 개수가 36개이며, Pt층의 평균 두께는 0.3nm, 1.5nm, 3nm, 6nm, 9nm, 12nm인 적층 자기 막을 각각 갖는 본 발명에 따른 6개 종류의 자기 헤드가 준비되었다. 4㎛ 두께를 갖는 얇은 Fe-M-N 자기 층만을 금속 자기 막으로서 갖는 또 다른 자기 헤드도 준비되었다. 상기 언급한 자기 헤드로부터 재생된 출력이 예 2에서와 유사하게 측정되었다. 이 예에서는 Fe-Ta-N의 작은 결정 입자로 된 얇은 자기 막이 얇은 Fe-M-N 자기 층으로서 채택되었다.

결과가 도 19에 도시되어 있다. 도 19는 상기 언급한 자기 헤드의 재생 출력을 상대적인 출력으로서 도시하여 금속 자기 막으로서 두께 4㎛의 얇은 Fe-M-N 자기 층만을 갖는 자기 헤드의 재생 출력이 OdB로 만들어졌다. 도 19에서, 종축은 상대적인 출력을 나타내고, 횡축은 하나의 Pt층의 평균 두께 및 금속 자기 막의 전체 두께에 관한 금속 자기 막 내의 Pt층의 전체 두께의 비율인 Pt층 두께비를 나타낸다.

도 19에서 알 수 있는 바와 같이, 사이에 끼워진 Pt층을 갖는 적층 자기 막은 재생된 출력을 개선시킨다. 하나의 Pt층의 평균 두께가 0.3nm 이상일 때, 재생된 출력은 더욱 개선될 수 있다.

그러나, 하나의 Pt층의 평균 두께가 7nm보다 더 크다면 재생된 출력은 다시 저하된다는 사실을 이해할 수 있다. 이 경우, 금속 자기 막의 전체 두께에 관한 Pt층의 전체 두께비인 Pt층 두께비는 의도와는 달리 6%를 넘어선다.

상술한 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, Pt층의 두께가 0.3nm 내지 7nm인 구조는 aFe의 배향 (110)이 보다 쉽게 발생하도록 한다. 그 결과, 금속 자기 막의 자화의 균일성은 더욱 강화되고, 연자기 특성도 더욱 개선될 수 있다.

상술한 결과로부터 금속 자기 막 내의 Pt층의 전체 두께가 금속 자기 막 전체의 6% 이하인 구조는 유효 포화 자속 밀도의 저하를 만족스럽게 방지한다는 또다른 사실을 이해할 수 있다.

앞의 효과들은 기호 M에 의해 지시된 금속 부분이 얇은 Fe-Ta-N 자기층뿐만 아니라 다른 금속 원소인 얇은 Fe-M-N 자기 층으로부터도 얻을 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 적층 자기 막은 금속 층을 이루는 금속 분자들이 얇은 자기 층 내로 확산되도록 한다. 금속 분자의 확산 효과는 얇은 자기층 내에 발생되는 aFe의 작은 결정 입자들이 강한 결정 배향을 갖는 결과를 낳는다. 따라서, 적층 자기 막은 얇은 자기 막과 함께 적층된 금속 층을 조절함으로써 aFe의 작은 결정 입자의 결정 배향을 제어할 수 있다. 따라서, 상술한 적층 자기 막은 그 두께 방향으로 훌륭한 연자기 특성을 가질 수 있다.

본 발명에 따른 적층 자기 막의 제조 방법은 얇은 자기 층과 금속 층을 적층시키고 이를 열처리하는 단계를 포함한다. 따라서, 본 발명에 따른 방법은 얇은 자기 층과 금속 층의 적층 순서에 관계없이 제어되는 결정 배향을 갖는 aFe의 작은 결정 입자들을 침전시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 방법은 그 두께 방향으로 훌륭한 연자기 특성을 갖는 적층 자기 막을 제조할 수 있다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 얇은 Fe-M-N 자기 층과 Pt층을 적층시켜 형성된 적층 자기 막이, 자기 갭이 형성되는 자기 코아의 한 쌍의 반쪽 부분 중 적어도 하나의 표면 상에 금속 자기 막으로서 형성된다. 자기 헤드의 제조를 위한 프로세스에서, 얇은 Fe-M-N 자기 층이 비결정 상태의 작은 결정 입자들을 형성하기 위해 처리된 후에 열처리가 행해진다. 이 때, Pt층의 그라운드 효과(ground effect)는 열처리된 Fe-M-N 자기 층 내에 강한 aFe (110) 배향이 발생하도록 한다. 그 결과, 금속 자기 막의 자화의 균일성이 강화되고 연자기 특성이 개선될 수 있다.

본 발명에 따른 자기 헤드는 금속 자기 막이 얇은 Fe-M-N 자기 층과 Pt층을 적층시켜 형성된 적층 자기 막인 구조를 가지기 때문에, Fe-Pt 조성물은 금속 자기 막 내에 발생되어 자기적으로 견고한 부분이 발생된다. 상술한 부분은 자기 도메인의이동을 방지하기 때문에, 회전 자화는 강화되고, 따라서 금속 자기 막 내의 고주파 영역에서의 투자율이 상승될 수 있다.

비록 본 발명이 어떤 특정성을 가진 바람직한 형태로 기술되었지만, 바람직한 형태의 본 명세서는 첨부된 본 발명의 청구범위의 진정한 사상과 범위로부터 벗어나지 않는 범위에서 상세 구조나 조합 및 배치가 변경될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

자기 헤드에 있어서,

자기 갭이 형성되는 표면들이 서로 접촉되도륵 서로 일체로 결합되게 배열되어 자기 코아를 형성하는 한 쌍의 반쪽 부분; 및

상기 자기 갭이 형성되는 상기 자기 코아를 형성하기 위해 상기 한 쌍의 상기 반쪽 부분의 적어도 어느 하나의 상기 표면 상에 형성된 금속 자기 막을 포함하며,

상기 금속 자기 막은 얇은 자기층들과 금속 층들을 적층시켜 형성된 적층 자기 막이며, 상기 각각의 얇은 자기 층은 $Fe_xM_yN_z$(여기서, M은 Ta, Zr, Hf, Nb, Ti, Mo 및 W 중 적어도 어느 하나이고, N은 질소이며, x, y, z는 각각 원자 퍼센트를 나타내고, $71 \leq x \leq 85$, $6 \leq y \leq 15$, $9 \leq z \leq 16$의 관계를 유지하는데, 단 $x+y+z=100$이다)로 표현되는 조성(composition)을 갖는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 금속 층을 형성하기 위해 Rh, Ir, Ag, Pt, Pd, 및 Au로 구성되는 그룹으로부터 하나의 원소가 선택되는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 각각의 금속 층은 상기 각각의 얇은 자기 층 상에 형성되는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 금속 층들은 N, B,O, 및 C로 구성되는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 금속 층들은 하나의 층에 대해 0.2nm 내지 10nm의 평균 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 얇은 자기 층들은 하나의 층에 대해 0.05㎛ 내지 1㎛의 평균 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 금속 층들의 전체 두께는 상기 금속 자기 막의 전체 두께의 6%를 넘지 않는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 금속 층들은 상기 얇은 자기 층의 5 wt%를 넘지 않는것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 9.

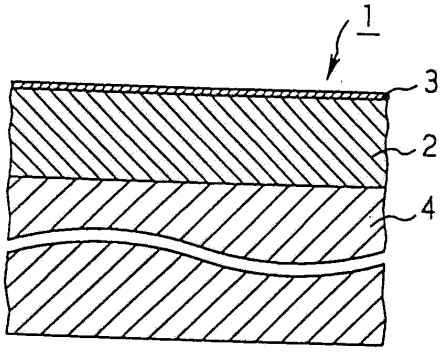
제1항에 있어서, 상기 자기 코아를 형성하기 위한 상기 반쪽 부분들은 페라이트로 형성되고, 반응 방지막으로서의 역할을 하는 Pt층은 상기 페라이트 층과 상기 금속 자기 막 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

청구항 10.

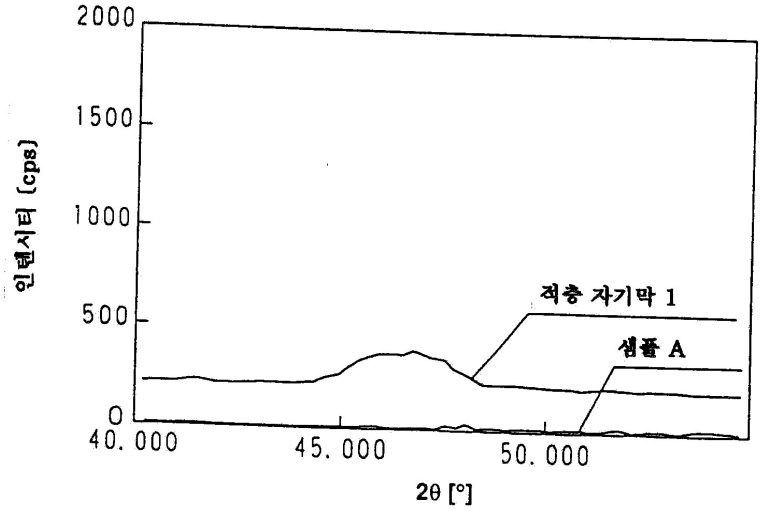
제1항에 있어서, 상기 자기 코아를 형성하기 위한 상기 반쪽 부분들은 페라이트로 형성되고, 반응 방지막으로서의 역할을 하는 SiO_2층은 상기 페라이트 층과 상기 금속 자기 막 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

도면

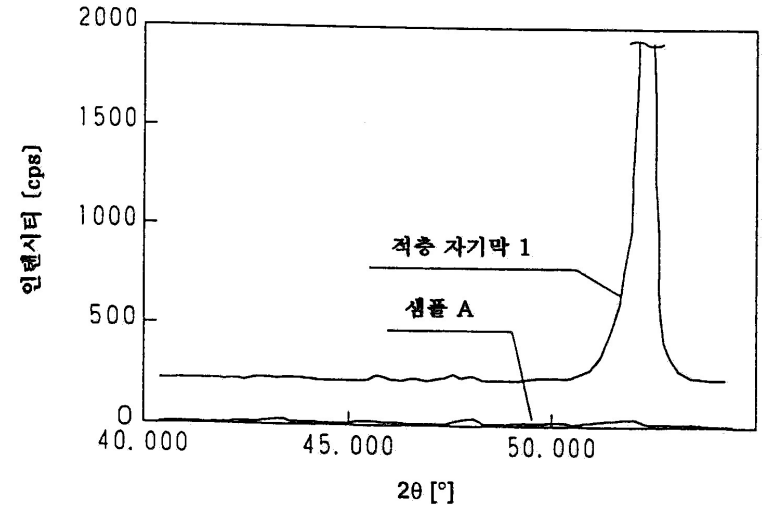
도면1



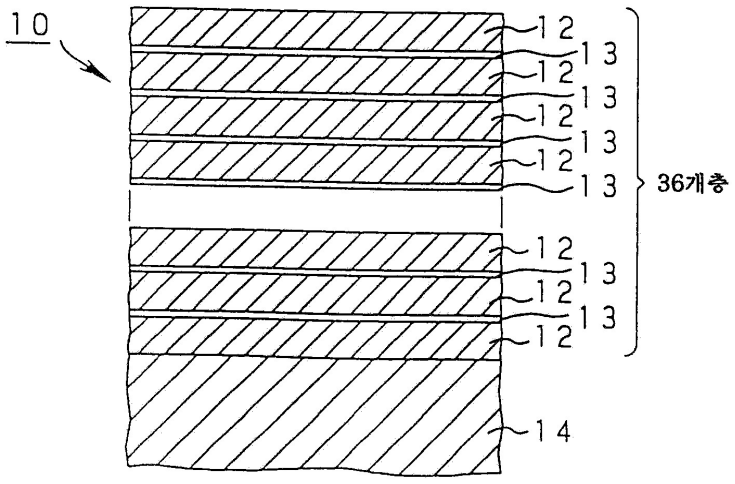
도면2


2000
1500
1000
500
0
인텐시티 (cps)
적층 자기막 1
샘플 A
40.000
45.000
50.000
2θ [°]

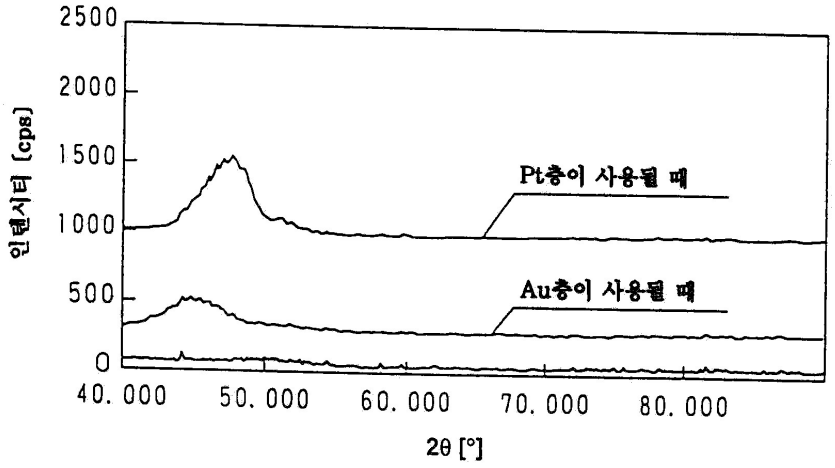
도면3


2000
1500
1000
500
0
인텐시티 (cps)
적층 자기막 1
샘플 A
40.000
45.000
50.000
2θ [°]

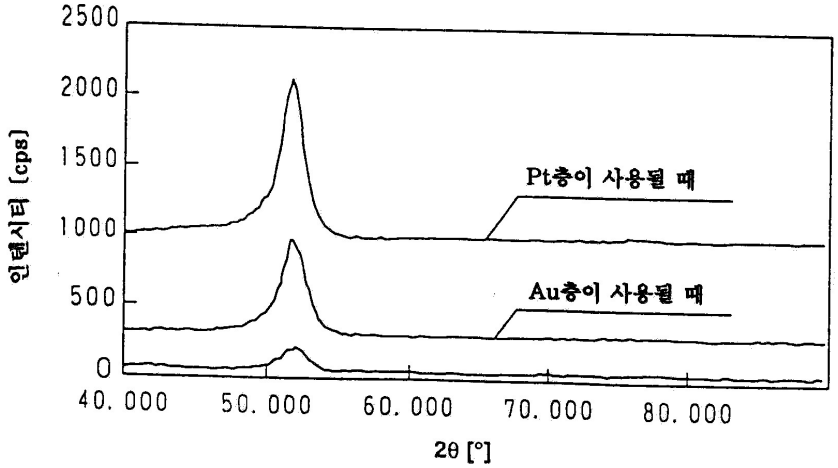
도면4


10
12
13
12
13
12
13
12
13
36개층
12
13
12
13
12
14

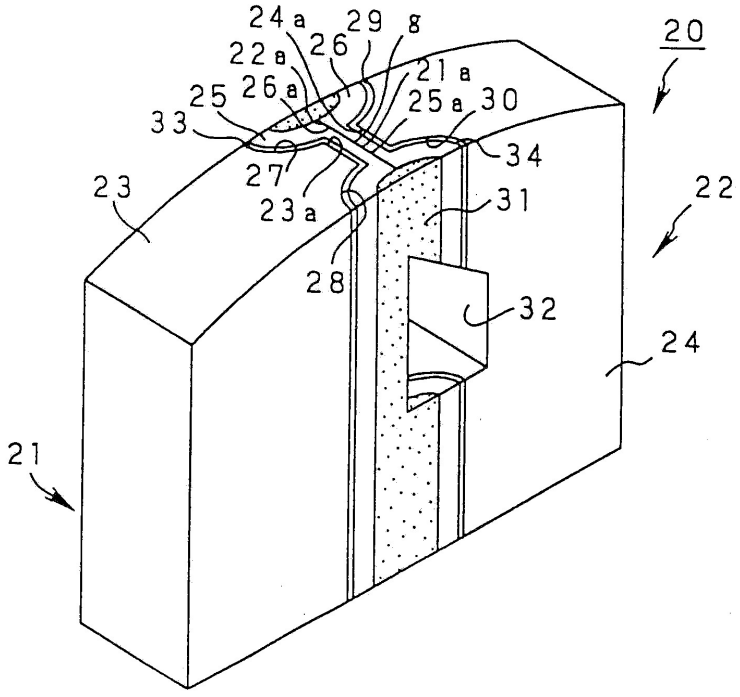
도면5


2500
2000
1500
1000
500
0
인텐시티 [cps]
Pt층이 사용될 때
Au층이 사용될 때
40.000
50.000
60.000
70.000
80.000
2θ [°]

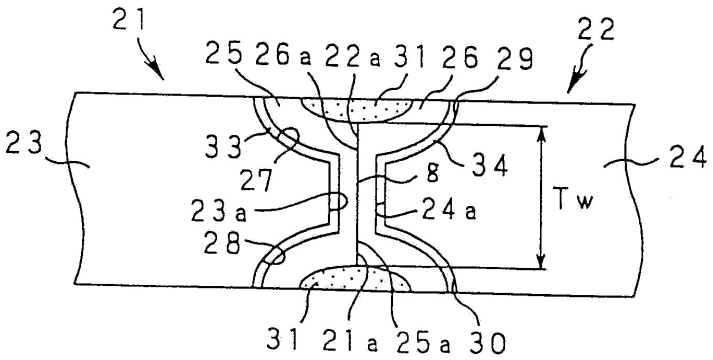
도면6


2500
2000
1500
1000
500
0
인텐시티 [cps]
Pt층이 사용될 때
Au층이 사용될 때
40.000
50.000
60.000
70.000
80.000
2θ [°]

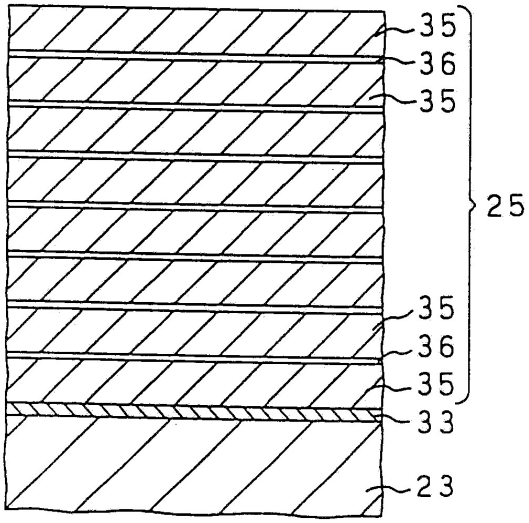
도면7


24a
29
g
22a
26
21a
25
26a
25a
30
33
34
27
23
23a
31
22
28
32
24
21
20

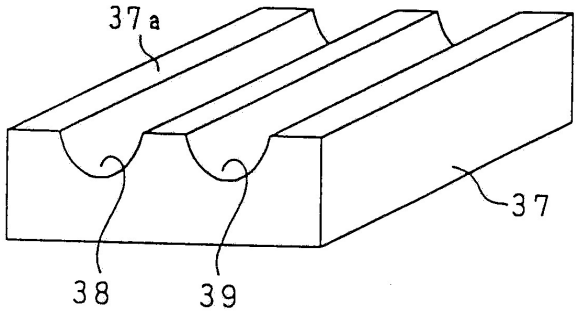
도면8


21
22
25
26a
22a
31
26
29
23
33
27
23a
28
8
34
24a
24
Tw
31
21a
25a
30

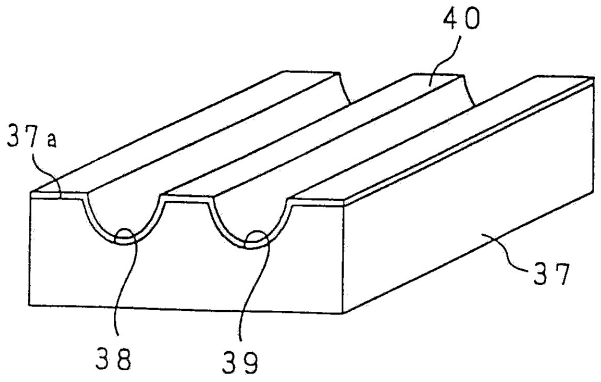
도면9


35
36
35
25
35
36
35
33
23

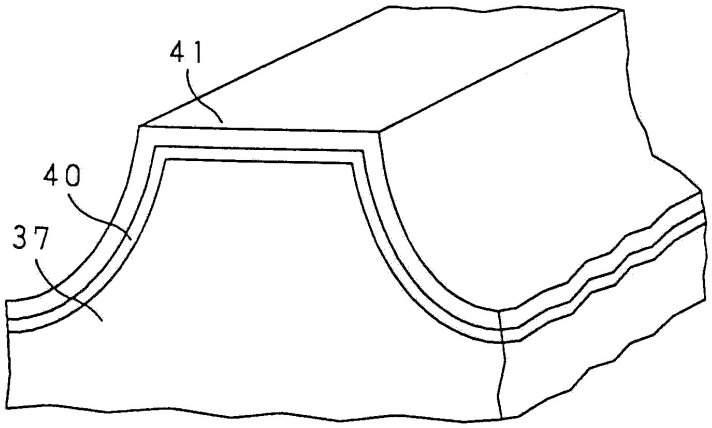
도면10


37a
37
38
39

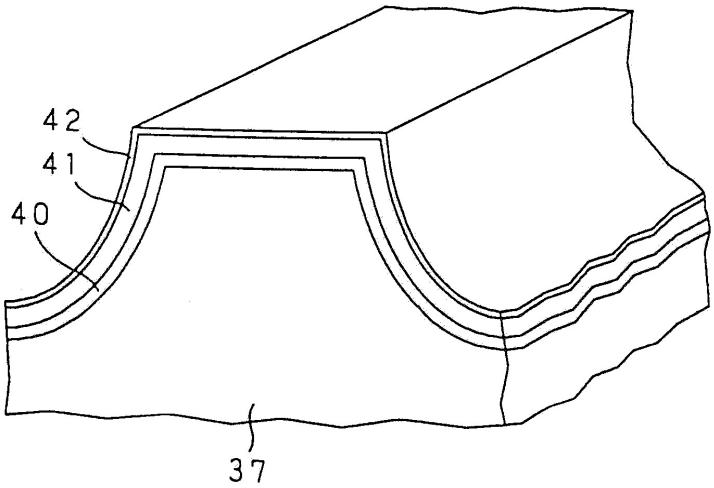
도면11



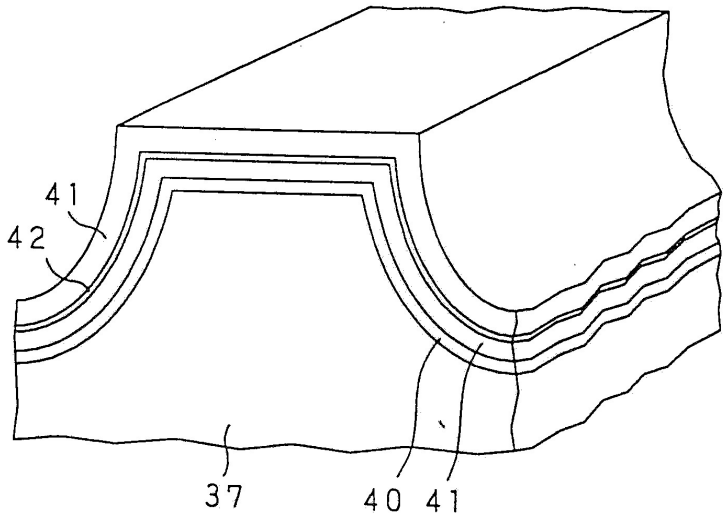
도면12



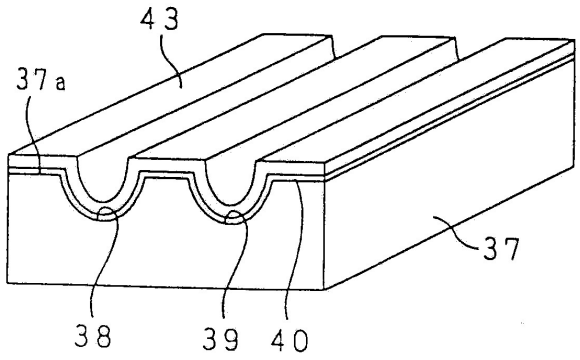
도면13



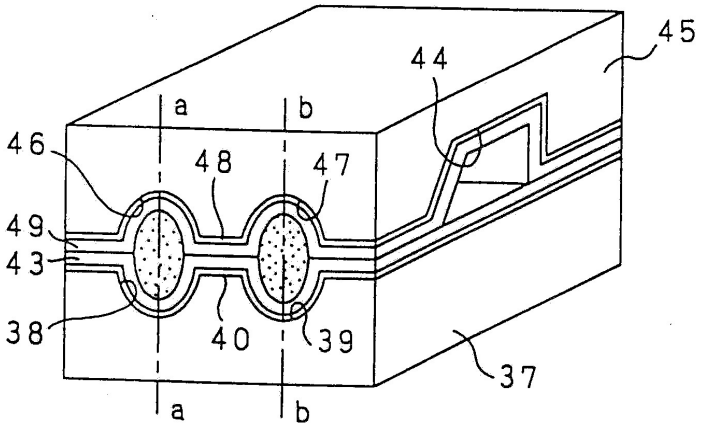
도면14



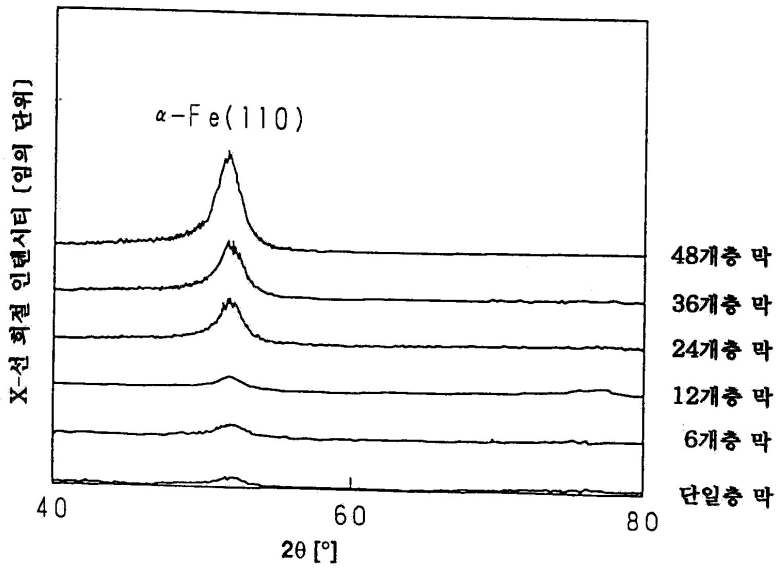
도면15



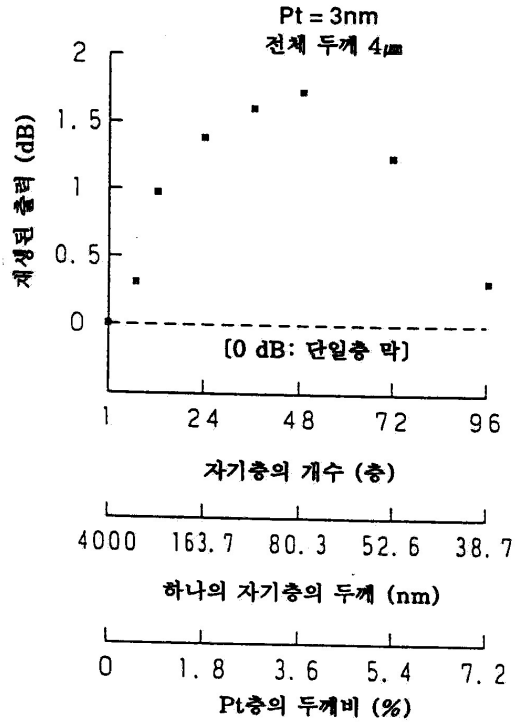
도면16



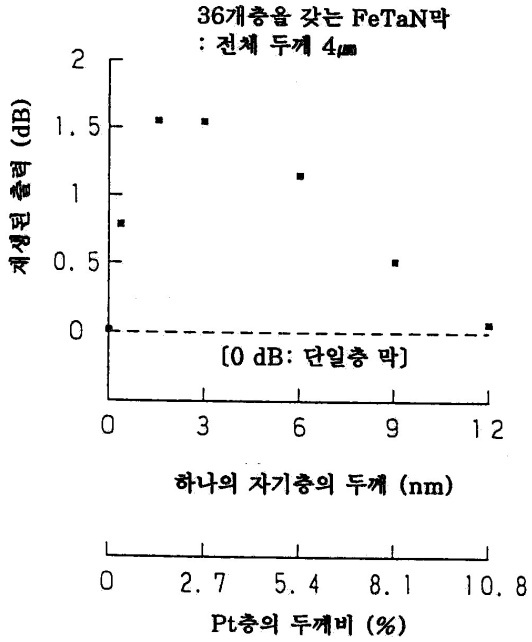
도면17


α-Fe(110)
X-선 회절 인텐시티 [임의 단위]
48개층 막
36개층 막
24개층 막
12개층 막
6개층 막
단일층 막
40
60
80
2θ [°]

도면18


Pt = 3nm
전체 두께 4㎛
재생된 출력 (dB)
2
1.5
1
0.5
0
[0 dB: 단일층 막]
1
24
48
72
96
자기층의 개수 (층)
4000
163.7
80.3
52.6
38.7
하나의 자기층의 두께 (nm)
0
1.8
3.6
5.4
7.2
Pt층의 두께비 (%)

도면19


36개층을 갖는 FeTaN막
: 전체 두께 4㎛
재생된 출력 (dB)
2
1.5
1
0.5
0
[0 dB: 단일층 막]
0
3
6
9
12
하나의 자기층의 두께 (nm)
0
2.7
5.4
8.1
10.8
Pt층의 두께비 (%)