



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

G11B 5/39 (2006.01)*G11B 5/31* (2006.01)

(45) 공고일자

2007년06월04일

(11) 등록번호

10-0723901

(24) 등록일자

2007년05월25일

(21) 출원번호 10-2005-0052937

(65) 공개번호 10-2006-0102462

(22) 출원일자 2005년06월20일

(43) 공개일자 2006년09월27일

심사청구일자 2005년06월20일

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00084935 2005년03월23일 일본(JP)

(73) 특허권자 후지쓰 가부시끼가이샤
일본국 가나가와肯 가와사키시 나카하라구 가미고다나카 4초메 1-1(72) 발명자 미야케 유코
일본 가나가와Ken 가와사키시 나카하라쿠 가미고다나카 4-1-1후지쓰 가
부시끼가이샤 나이가토 마사야
일본 가나가와Ken 가와사키시 나카하라쿠 가미고다나카 4-1-1후지쓰 가
부시끼가이샤 나이(74) 대리인 김태홍
신정건

(56) 선행기술조사문현

JP07201019 A

KR1019970022969 A

KR1019970060076 A

KR1019980081369 A

JP11154609 A

US 2005-0053802 A

심사관 : 김종기

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 연자성 박막 및 자기 기록 헤드

(57) 요약

본 발명은 높은 Bs이면서 연자기 특성이 양호한 연자성 박막 및 이것을 이용한 자기 기록 헤드를 제공하는 것을 특징으로 한다.

하부 자극(16)과 상부 자극(24)이 절연층(20)을 사이에 두고 적층되고, 후단에 하부 자극(16)과 상부 자극(24)이 접하는 후측 캡(27)이 형성되며, 매체면에 대향하는 선단에 자기 캡(30)이 형성되고, 후측 캡(27)을 복수 회 감은 코일(22)이 형성

된 박막 자기 헤드(10)에 있어서, 상부 자극(24)의 자기 캡(30)에 근접한 층에 FeCo가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고 결정 구조가 bcc 구조이며 (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막(25)이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

내포도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

하부 자극과 상부 자극이 절연층을 사이에 두고 적층되고, 후단에 상기 하부 자극과 상부 자극이 접하는 후측 캡이 형성되며, 매체면에 대향하는 선단에 자기 캡이 형성되고, 후측 캡을 복수 회 감은 코일이 형성된 박막 자기 헤드에 있어서,

상기 자기 캡이 비자성 도전성 재료층에 의해 형성되고,

상기 상부 자극의 자기 캡에 근접한 층에, 상기 비자성 도전성 재료층을 하지층으로 하여 FeCo가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고, 결정 구조가 bcc 구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 기록 헤드.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 자기 캡의 비자성 도전성 재료가 Ru, Rh, Pt, Pd, Au 또는 이들 합금인 것을 특징으로 하는 자기 기록 헤드.

청구항 10.

주자극과 리턴요크가 절연층을 통해 적층되고, 후단에 상기 주자극과 리턴요크가 접하는 후측 캡이 형성되며, 후측 캡을 복수 회 감은 코일이 형성된 수직 자기 기록 단자극 헤드에서,

매체면에 대향하는 상기 주자극이, 비자성 도전성 재료층을 하지층으로 하여 전해 도금에 의해 형성된, FeCo 가 $\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}$ ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고, 결정 구조가 bcc구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막인 것을 특징으로 하는 수직 자기 기록 단자극 헤드.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 주자극의 하지층의 비자성 도전성 재료가 Ru, Rh, Pt, Pd, Au 또는 이들 합금인 것을 특징으로 하는 수직 자기 기록 단자극 헤드.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연자성 박막 및 이것을 이용한 자기 기록 헤드에 관한 것이다.

하드디스크용 자기 기록 헤드는, 특히 그 상부 자극은 선단에 충분한 자속이 발생하도록 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ 의 후막이며, 또한 단차를 갖는 형상으로 형성하기 위해 석출의 효율이 높고, 선택 성막이 우수한 도금법에 의해 형성되어 있다.

기록 밀도가 향상됨에 따라, 이러한 기록 헤드의 자극 재료에 대하여 포화 자속 밀도(Bs)가 높은 재료가 요구되고 있다.

일본 특허 공개 제2002-280217호 공보에서는, 합금으로 가장 높은 Bs를 갖는 재료인 FeCo 도금막의 특성 및 제조 방법에 대해서 출원되어 있다. 또한 일본 특허 공개 제2004-127479A호 공보에서는, FeCoNi의 연자기 특성 향상의 방법으로서 Ru를 하지층으로 하는 것이 제안되어 있다. $Bs > 2.3 \text{ T}$ (테슬라)의 FeCo 도금막의 연자기 특성 향상의 방법으로서, 일본 특허 공개 제2005-86012호 공보에서는, bcc(211)와 bcc(110)의 강도비를 제어하는 방법이 제안되어 있다.

[특허 문헌 1] 일본 특허 공개 제2002-280217호 공보

[특허 문헌 2] 일본 특허 공개 제2004-127479A호 공보

[특허 문헌 3] 일본 특허 공개 제2005-86012호 공보

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

특허 문헌 1에서는, Bs가 종래의 도금막에 비하여 높지만, 자왜(magnetic distortion)가 큰 조성물이기 때문에 연자기 특성을 얻기 어렵고, 보자력이 크다는 문제가 있었다. 보자력이 높으면 고주파 응답성이 나빠지기 때문에 될 수 있는 한 작은 것이 바람직하여, 개선이 필요하였다. 특히 문헌 2에서는 FeCoNi는 Ni를 함유하기 때문에 Bs가 저하되고, 2.3 T (테슬라)를 얻을 수 없는 재료이기 때문에 2.3 T 이상의 Bs를 갖는 FeCo 연자성화 기술이 요구된다. 특허 문헌 3에서는 2.3 T 이상의 Bs를 얻을 수 있지만, 하지층으로서 NiFe계 재료를 필요로 하는 것과, 결정 배향 제어 마진이 좁고 제어하기 어려운 것 등의 문제가 있다.

본 발명은 상기 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은 자극 재료로서 도금의 하지층에 비자성 도전성 재료, 자성 도전성 재료와 함께 사용이 가능하며, 양산 시의 변동에도 대응할 수 있고, 게다가 높은 Bs이면서 연자기 특성이 양호한 연자성 박막을 제공하는 것이며, 또한, 이 연자성 박막을 자극 재료로서 이용하여, 기록 특성이 우수한 자기 기록 헤드를 제공하는 것이다.

본 발명에 따른 연자성 박막은 FeCo가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고, 결정 구조가 bcc 구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

또한, 이 연자성 박막은 비자성 도전성 재료를 하지층으로 하여 상기 하지층 위에 도금막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또는, 이 연자성 박막은 Fe, Co, Ni 중 2 원소 이상을 함유하는 합금으로 이루어지는 자성 도전성 박막을 하지층으로 하며, 상기 하지층 위에 도금막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한, 하지층은 시트 저항 $5.3 \Omega/cm^2$ 이하가 되는 막 두께로 형성하면 적합하다.

하지층 하층으로의 밀착층으로서 Ta, Ti, Cr, Nb 중 1 원소로 이루어지는 단층막을 형성하면 적합하다.

본 발명에 따른 박막 자기 헤드는 하부 자극과 상부 자극이 절연층을 사이에 두고 적층되고, 후단에 상기 하부 자극과 상부 자극이 접하는 후측 갭(back gap)이 형성되며, 매체면에 대향하는 선단에 자기 갭이 형성되고, 후측 갭을 복수 회 감은 코일이 형성된 박막 자기 헤드에 있어서, 상기 상부 자극의 자기 갭에 근접한 층에, FeCo가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고, 결정 구조가 bcc 구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 자기 갭이 비자성 도전성 재료층에 의해 형성되고, 상기 비자성 도전성 재료층을 하지층으로 하며, 상기 하지층 위에 연자성 박막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명에 따른 박막 자기 헤드는 주자극과 리턴 요크가 절연층을 사이에 두고 적층되고, 후단에 상기 주자극과 리턴 요크가 접하는 후측 갭이 형성되며, 매체면에 대향하는 선단측 주자극의 양측에 비자성 도전성 재료층이 형성되고, 매체면에 대향하는 리턴 요크의 선단측에 트레일링 실드가 형성된 수직 자기 기록 단자극 헤드에 있어서, 상기 주자극 및 트레일링 실드 중 적어도 한쪽은, 상기 비자성 도전성 재료층을 하지층으로 하여 형성된 FeCo가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고 결정 구조가 bcc 구조이며 (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막인 것을 특징으로 한다.

본 발명에 의해, FeCo 도금막의 Bs를 2.3 T 이상으로 유지한 상태로 317 A/m보다도 낮은 저보자력화가 가능해지며, 한 편 $\mu = 700$ 정도로 높은 투자율로 향상시킨 연자성 박막을 제공할 수 있다.

따라서, 이 연자성 박막을 자극 재료로서 이용함으로써, 고주파 응답성이 우수한 기록 헤드를 제공할 수 있고, 기록 특성을 향상시킬 수 있다. 특히 비자성 하지막과 조합한 기술에서는 자기 기록 헤드의 수평 기록 방식의 자기 기록 헤드에 적용했을 경우, 제조 프로세스를 간략화 할 수 있고, 스퍼터 자성 재료 두께 분량 만큼 상부 자극의 함몰 높이를 줄일 수 있고, 코어 폭 정밀도를 쉽게 얻을 수 있는 메리트가 있다. 또한, 수직 기록 단자극 헤드의 주자극에 적용한 경우는 양산성이 우수한 도금으로의 주자극 형성이 가능해진다. 트레일링 실드는 그 형성 부위의 형상 및 애스펙트 비에서 도금으로만 형성할 수 있는 공정이며, 본 발명을 적용함으로써 프로세스를 간이화하고, 장해 발생의 확률을 저감시킬 수 있다. 또한, 높은 Bs이면서 높은 μ (투자율) 재료이기 때문에 수직 기록 단자극 헤드의 기록 분해능을 향상시키는 것이 가능해진다.

발명의 구성

본 실시 형태는 도 1, 도 2, 도 3과 같은 헤드 구성부에 적용이 가능한 기술이다.

도 1, 도 2는 소위 플랫 탑 타입 구조의 헤드이지만, 스티치드 타입 구조로의 적용도 가능하다. 도 1, 도 2는 연자성 박막을 수평 기록 헤드의 상부 자극에, 도 3은 연자성 박막을 수직 기록 헤드의 주자극 또는, 트레일링 실드에 적용한 것을 도시한 것이다.

도 1은 박막 자기 헤드(10)의 부분 단면도이다.

자기 헤드(10)는 자기 기록 헤드(12)와 재생 헤드(14)를 갖는다. 이 자기 헤드(10)의 구조 그 자체는 공지되어 있기 때문에 이하에 간단히 그 구조를 설명한다.

재생 헤드(14)는 FeNi로 이루어지는 하부 실드층(15)과 상부 실드층(16) 사이에 알루미나 등으로 이루어지는 절연층(17)이 형성되고, 절연층(17) 안에 공지된 MR 소자 센스부(18)가 형성되게 된다.

상부 실드층(16)은 자기 기록 헤드(12)의 하부 자극을 겸용한다.

하부 자극(16) 위에는 알루미나 등으로 이루어지는 절연층(20)이 형성되고, 절연층(20) 안에는 코일(22)이 형성되며, 또한, 절연층(22) 위에는 2층의 상부 자극(24)이 형성되어 있다.

이 상부 자극은 본 발명에 따르는 FeCo 도금층(25)과, 이 도금층(25) 위에 형성되는 FeNi 도금층(26)의 2층으로 이루어져 있다.

자기 기록 헤드(12)의 후단측에 하부 자극(16)과 상부 자극(24)이 접하는 후측 캡(27)이 형성되며, 이 후측 캡(27)에 코일(22)이 복수 회 감겨져 있다. 또한, 매체면(도시하지 않음)에 대향하는 선단에 자기 캡(기록 캡)(30)이 형성되어 있다. 하부 자극(16)의 선단층(16a)과 자기 캡(30) 사이에 하부 자극(16)보다도 Bs가 높은 재료, 예컨대 FeCo로 이루어지는 높은 Bs 층(31)이 스파터링에 의해 형성되어 있다.

본 실시 형태에서는 상부 자극(24)의 FeCo 도금층(25)이 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고, 결정 구조가 bcc 구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막인 것을 특징으로 한다.

또한, 자기 캡(30)은 후술하는 바와 같이, Ru를 대표로 하는 비자성 도전성 재료층에 의해 형성되며, 상기 비자성 도전성 재료층을 하지층으로 하고, 상기 하지층 위에 상부 자극(24)의 상기 FeCo 도금층(연자성 박막)(25)이 형성되어 있다.

자기 캡(30)을 구성하는 비자성 도전층은 상부 자극(24)을 전해 도금으로 형성할 경우 급전층으로 되는 것이며, 또한, 이 비자성 도전층의 재질에 의해, 후술하는 바와 같이, FeCo 도금층(25)의 결정 배향성 제어를 행할 수 있다.

도 2는 박막 자기 헤드(10)의 다른 실시 형태를 도시하는 부분 단면도이다. 도 1에 도시하는 것과 동일한 부재는 동일한 부호를 붙이고, 설명을 생략한다.

본 실시 형태에서는 높은 Bs층(31) 위에 알루미나(Al_2O_3) 또는, SiO_2 등의 절연 재료로 이루어지는 자기 캡(32)이 형성되어 있다. 또한, 상부 자극(24)은 자성 도전성 재료로 이루어지는 도금 하지층(28)과, 이 도금 하지층(28)을 급전층으로 하여 전해 도금에 의해 형성된 FeCo 도금층(25)과, FeNi 도금층(26)의 3층으로 이루어져 있다.

본 실시 형태에서도 FeCo 도금층(25)은 $FeCo$ 가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고, 결정 구조가 bcc 구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막인 것을 특징으로 한다.

또, 16b는 자기 분리층이다.

도 3은 공지된수직 자기 기록 단자극 헤드(33)를 갖는 박막 자기 헤드(10)의 또 다른 실시 형태를 도시하는 부분 단면도이며, 상기 실시 형태와 동일한 부재는 동일 부호로 도시하며, 설명을 생략한다.

본 실시 형태에서는 절연층(34) 위에 후술하는 바와 같은 재료로 이루어지는 비자성 도전층(35)이 형성되고, 비자성 도전층(35)을 급전층으로 하여 비자성 도전층(35) 위에 FeCo 도금층으로 이루어지는 주자극(36)이 형성되어 있다. 또한, 이 주자극(36) 위에 후술하는 바와 같은 재료로 이루어지는 비자성 도전층(37)이 형성되어 있다. 또한, 리턴 요크(38)의 매체면(도시하지 않음)측의 선단에 비자성 도전층(37)을 도금의 하지층으로 하여 FeCo 도금층으로 이루어지는 트레일링 실드(40)가 형성되어 있다. 또한, 트레일링 실드는 기록 밀도가 높아지며 높은 자계 구배가 필요한 헤드에서는 형성이 필요한 구조이지만, 기록 밀도에 의해서는 꼭 형성이 필요한 것은 아니다. 따라서, 도 3에서는 트레일링 실드형의 수직 기록 단자극 헤드를 도시하고 있지만, 본 기술은 트레일링 실드형이 아닌 수직 기록 단자극 헤드의 적용도 가능하다.

본 실시 형태에서는 주자극(36) 및 트레일링 실드(40) 중 적어도 한쪽 FeCo 도금층은, FeCo가 Fe_xCo_{1-x} ($60 \leq x \leq 75$ wt%)로 표시되는 조성을 갖고 결정 구조가 bcc 구조이며 (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막인 것을 특징으로 한다.

도 4 및 도 5에는, 결정 구조가 bcc 구조이며, (110)면에 결정 배향되어 있는 전해 도금막으로 이루어지는 연자성 박막의 자기적 특성을 도시한다. 도 4는 FeCo 도금막 조성에 대한 보자력(Hc)의 변화, 도 5는 FeCo 도금막 두께에 대한 Hc의 변화를 도시한 도면이다. 도 4에 도시한 바와 같이, FeCo 도금막을 bcc(110) 배향시킨 것은 넓은 조성 범위에서 낮은 보자력(Hc)을 나타내고 있다.

도 6은 FeCo 도금막의 포화 자속 밀도(Bs)의 조성 의존성을 나타내는 그래프이다. 도 6에 나타내는 바와 같이, $Bs \geq 2.3$ T의 높은 Bs를 갖는 FeCo 도금막은 $60\text{wt\%} \leq x \leq 75$ wt%의 조성 범위에서 얻어진다.

이 때문에, 결정 배향성 제어에 의해 저보자력(Hc)화되는 조성 범위는 필요한 조성 범위를 충분히 포함하고 있다.

또한, 도 5에 도시하는 바와 같이, 이러한 결정 배향성 제어를 막 두께 방향으로 행함으로써, 초기층에서 후막까지 저보자력(Hc)으로 안정된다. 이와 같이, 높은 Bs를 유지한 상태로 보자력의 저감이 가능해지며, 연자기 특성이 향상됨으로써 고주파 응답성이 우수한 기록 헤드를 제공하는 것이 가능해진다.

또한, 도 7에 도시하는 바와 같이, bcc(110) 배향 제어하여 저보자력(Hc)화한 FeCo 도금막은 투자율이 $\mu = 700$ 정도로 높은 투자율로 향상되기 때문에 FeCo 단층에서 상부 자극을 형성하는 것이나 수직 자기 기록 단자극 헤드의 트레일링 실드에 적용하는 것이 가능해진다.

FeCo의 결정 배향성의 제어는 예컨대 시드층(도금 하지층(28, 30, 35, 37))에 의해 가능하며, 적어도 하지층으로서 비자성 도전성 재료, 특히 Ru, Rh, Pt와 같은 귀금속을 1 원소, 또는, 상기 원소를 함유하는 합금으로 이루어지는 비자성 도전 재료, 또는, Fe, Co, Ni 중 2 원소 이상의 합금으로 이루어지는 자성 도전 재료를 사용함으로써 얻어진다.

도 8에, 하지층의 차이에 의한 XRD 회절 피크를 나타낸다. 여기서는 NiP, FeCo, NiFe, Ru를 하지층의 예로 들고 있지만, 다른 도전성 재료라도 같은 경향을 갖는다. 도 8에 도시하는 바와 같이, 하지층의 차이에 의해 XRD의 bcc(110) 회절 피크 강도가 현저히 다르다. 종축의 레인지가 크기 때문에 약한 다른 회절 피크가 보이지 않게 되어 있지만, bcc(110) 회절 피크 강도가 강한 막은 bcc(110)에 거의 완전히 배향하고 있다. 그러나, 회절 강도가 약한 막은 배향성을 갖지 않고, 랜덤하게 되어있는 경우에도 있다.

B-H 커브를 도 9, 도 10에 도시한다. 예로서, NiP를 하지층으로 했을 때의 FeCo 도금막의 B-H 커브를 도 9에, Ru를 하지층으로서 성막했을 때의 FeCo 도금막의 B-H 커브를 도 10에 도시한다. 이와 같이, 하지층이 다르고 FeCo 도금막의 결정 배향성이 다른 막에서는 B-H 커브가 다르며, NiP를 하지층으로 하여 결정 배향성 제어를 할 수 없는 FeCo 도금막의 B-H 커브는 거의 같은 방식으로 Hc도 충분히 작아지고 있지만, Ru를 하지층으로 성막하여 bcc(110) 배향으로 제어된 FeCo 도금막의 B-H 커브는 용이축, 곤란축 방향과 함께 Hc를 낮게 할 수 있다.

또한, 비자성 도전성 막을 하지층으로 하고, bcc(110) 배향으로 제어한 FeCo 도금막을 수평 자기 기록 헤드에 적용하면, 비자성 도전성 하지층(시드층)이 자기 기록 캡 층을 겹칠 수 있으며, 프로세스의 단축이 가능해지며 상부 자극의 합물 높이(트리밍 높이)를 줄이고, 자성층의 재부착이 없는 등에 의한 코어 폭 정밀도를 쉽게 얻을 수 있는 등 프로세스 상의 메리트도 있다.

bcc(110) 배향으로 제어한 FeCo 도금막을 수직 기록 단자극 헤드의 주자극에 적용한 경우는 하지층(시드층) 제거시 하지층의 주자극으로의 재부착에 의한 주자극 형상의 열화가 없어지는 제조상·특성상의 메리트가 커진다. 또한, bcc(110) 배향으로 제어한 FeCo 도금막을 수직 자기 기록 단자극 헤드 트레일링 실드에 적용한 경우는 도전성 하지층을 도금 후에 제거하는 공정에서의 재부착에 의한 트레일링 실드의 형상 열화 및 주위와의 쇼트 등의 걱정 사항이 없어지기 때문에 프로세스로서 유리하다. 또한, 트레일링 실드와 코일의 하지부를 겹힐 수도 있다는(도 3 참조) 메리트도 있다.

트레일링 실드의 재료 특성에는 투자율 μ 과 Bs가 충분히 높은 것이 요구되지만, bcc(110) 배향 제어되고 연자성화가 향상됨으로써 높은 투자율을 얻을 수 있기 때문에 트레일링 실드로서는 충분한 값이 되며 수직 기록 단자극 헤드의 기록 분해

능이 향상된다. 또한, 비자성 도전성 하지층이 아니라, 종래 기술과 같이 하지층으로서 자성 재료를 사용한 경우에도 배향 제어에 의해 연자성화가 가능하지만, 이 경우는 종래의 프로세스를 변경하는 일이 없기 때문에 현상태의 프로세스 능력을 유지한 상태로 헤드 특성을 향상시킬 수 있다.

[실시예]

본 실시 형태에 있어서의 FeCo 합금 박막의 제조 방법에 대해서 설명한다.

기판(하층)은 Al_2O_3 -TiC를 사용하고, 도금 하지막으로서 비자성 도전성재를 스퍼터 또는, 증착법으로 형성한다. 성막시, 기판과의 밀착성을 향상시키기 위해 기판상에 Ti를 5~10 nm 성막하였다. Ti 이외에도 Ta, Cr, Nb 등의 적용이 가능하다. 하지막의 두께는 도금막의 분포에 영향을 주는 시트 저항의 크기를 고려하여야 한다. 시트 저항은 금속의 비저항에 관련되며, 비저항이 높은 재료이면 두껍게 성막되어 있지 않으면, 시트 저항을 내릴 수 없다. 시트 저항에 대한 막 두께 분포의 의존성을 도 11에 도시한다. 요구되는 막 두께 분포는 적용하는 공정에 의존하지만, 예컨대, 수직 기록 단자극 헤드의 주자극에 적용하는 경우는 적어도 $\pm 5\%$ 이내로는 억제하고자 하기 때문에 시트 저항은 1.6 Ω/sq 이하로 억제되어야 한다. 또한, 인더티브 헤드에 적용하는 경우는 바람직하게는 $\pm 5\%$ 이내이지만, 좀더 변동이 있어도 문제없으면, 시트 저항을 올리는 것도 가능하다. 예컨대, Ru를 적용할 때에는 적어도 50 nm 이상의 막 두께가 있으면, 인더티브 헤드, 수직 기록 단자극 헤드의 주자극, 트레일링 실드, 모두 적용 가능하다.

표 1에 도금욕 조성을, 표 2에 성막 조건을 나타낸다. 도금액은 Co, Fe 이온을 공급하기 위해 각각의 금속 황산염 시약과, 붕산, 도전성 부여제, 응력 완화제로 이루어져 있다. 응력 완화제는 구조 중에 [=C-SO₂⁻][-C-N-]을 함유하는 유기물을 이용하고, 금회에는 사카린나트륨을 사용하였다. 이러한 응력 완화제 이외에는 예컨대 1, 3, 6 나프탈렌트리술폰산3나트륨, 1, 5 나프탈렌디술폰산2나트륨 등과 같이 구조 중에 [=C-SO₂⁻]를 갖고, [-N-]을 갖고 있지 않는 것도 일반적으로 알려진 시약이며, FeCo 도금욕으로의 첨가가 가능하지만, [=C-SO₂⁻][-C-N-]을 함유하는 유기 첨가제의 쪽이 FeCo의 응력 완화 효과가 크며 첨가제로서 보다 바람직하다. 또한, 응력 완화제의 막 속으로의 혼입량은 그것 자신의 화학 흡착력 이외에 액 속 다른 이온이 보조적으로 작용하여 변화된다. 예컨대, 액 중에 암모늄 이온과 같은 질소를 함유하는 이온이 존재하면, 질소의 화학 흡착력으로 응력 완화제의 막 속으로의 혼입을 촉진한다. 이것은 특히 레지스트 패턴이 존재할 때에 현저해지지만, 너무나도 촉진 효과가 높으면, 응력 완화 이외에 Bs 저하를 촉진하게 되기 때문에 바람직하지 않다. 응력 완화제에 구조 중에 [=C-SO₂⁻][-C-N-]을 함유하는 유기물을 이용하는 경우는 도전성 부여제의 조합을 고려하여야 한다. 도전성 부여제는 양이온이 알칼리 금속 또는, 수소 원소인 염화물, 황산염, 또는, 술파민산염 시약을 이용하며, 예컨대 염화나트륨, 염화칼륨, 염화리튬, 황산나트륨 등을 사용할 수도 있다. 금회에는 염화나트륨을 사용하였다. 이 Al_2O_3 -TiC 기판에 FeCo 연자성 합금 박막을 전해 도금법에 의해 성막하였다. 성막은 약 800 Oe의 직류 자계 안에서 행하였다.

전해 도금의 성막 조건에 대해서 설명한다. pH는 전류 효율과 철 이온의 산화 억제 관점에서, 2.0~3.0으로 성막하는 것이 바람직하다. 금회에는 pH 2.3으로 성막하였다. pH의 조정은 황산으로 행하였지만 염산으로의 조정도 가능하다. 높게 하기 위해서는 암모니아를 사용할 수 있지만 수산화나트륨은 도금액 중에 첨가와 동시에 수산화물의 침전을 쉽게 형성하기 때문에 사용하지 않는 편이 무난하다. 전류는 펠스 전류를 인가하였다. 펠스 전류 조건은 평균 전류 밀도를 3~50 mA/cm²로 하고, 뉴티 사이클 5~50%, 주파수 0.1~50 Hz으로 행하였다. 직류 전류로 성막하는 것도 가능하지만, 직류 전류로 성막한 경우, 표면 거칠기가 커지는 경향이 있으며, 펠스 성막한 FeCo 도금 합금 박막보다 표면 거칠기가 악화된다. 펠스 전류로 성막한 FeCo 도금막은 Ra≤5 nm를 나타내고, NiFe 도금막 배열의 양호한 평탄성을 나타내었다. 온도는 15~35°C로 행하였지만, 너무 온도를 높게 하면, 철의 산화가 촉진되어 욕 수명을 짧게 하기 때문에 30°C 이하로 성막하는 것이 바람직하다. 또한, 이 때 액의 산화를 억제하기 위해 N₂ 버블링을 행하고, 함부로 도금 욕조의 덮개를 개폐하는 것은 피하는 편이 좋다.

FeCo 도금막은 하지층에 상관없이 FeCo가 $\text{Fe}_x\text{Co}_{1-x}$ ($60 \leq x \leq 75$ wt%)이 되는 조성을 있어서, 2.3 T 이상의 Bs를 가지며, bcc(110) 배향으로 제어하여 성막함으로써, 도 4, 도 5에 도시하는 바와 같이, 결정이 초기층으로부터 1 μm 이상의 막 두께까지 보자력이 낮게 억제되었다. 도 7에 도시하는 바와 같이, 곤란축 방향 보자력이 저하함으로써 고주파 투자율도 높아졌다. 이러한, bcc(110)의 배향성 제어는 예컨대, 하지층에 의해 가능하며, 특히 Ru, Rh, NiFe, FeCo에서 효과가 현저하였다. 하지층은 상기한 재료에 한정되는 것이 아니라, 다른 귀금속 Pd, Pt, Au 및 Mo, W 등도 가능하지만, 초기층에서 후막까지 bcc(110) 배향성 제어성이 좋고 연자기 특성 향상의 효과가 가장 높았던 것은 Ru, Rh, FeCo 및 NiFe이며, FeCo가 하지막으로서 바람직하다. 또한, FeCo를 하지막으로 하였을 때에는 FeCo 하지막의 보자력과 FeCo 도금막의 보자력이 합성된 보자력이 되기 때문에, FeCo 하지막의 보자력을 가능한 한 작게 제어해 놓아야 한다. 또한, 이 기술은 bcc 구조를 갖

는 도금막에 대하여 유효하기 때문에, Bs는 예컨대 내식성 향상 등을 목적으로 한 FeCo+ α (α = Ni, Pd, Ru, Rh, Pt, Zr)에 대하여 적용하는 것도 가능하다. α 는 미량 혼입하는 것이지만, 그 경우, 원하는 Bs에 의해, α 의 농도를 결정할 수 있는 것이다. 본 발명에 있어서, FeCo 도금막이란, 이들 미량의 원소가 혼입되는 경우에도 포함하는 것으로서 정의된다.

[표 1]

시약	농도(g/l)
봉산	8~40
도전성 부여제	4~60
황산제1철	5~25
황산코발트	3~25
응력 완화제	0.2~3
계면활성제	0~1

[표 2]

성막조건	
온도(°C)	20~35
pH	2.0~3.0
평균 전류 밀도(mA/cm ²)	3~25
듀티비(%)	5~75
주파수(Hz)	0.1~50

발명의 효과

본 발명에 의해, FeCo 도금막의 Bs를 2.3 T 이상으로 유지한 상태로 317 A/m보다도 낮은 저보자력화가 가능해지며, 한편 μ 는 700 정도로 높은 투자율로 향상시킨 연자성 박막을 제공할 수 있다.

따라서, 이 연자성 박막을 자극 재료로서 이용함으로써, 고주파 응답성이 우수한 기록 헤드를 제공할 수 있고, 기록 특성을 향상시킬 수 있다. 특히 비자성 하지막과 조합한 기술에서는 자기 기록 헤드의 수평 기록 방식의 자기 기록 헤드에 적용했을 때에는 제조 프로세스를 간략화 할 수 있고, 스퍼터 자성 재료 두께 분량 만큼 상부 자극의 함몰 높이를 줄일 수 있고, 코어 폭 정밀도를 쉽게 얻을 수 있는 메리트가 있다. 또한, 수직 기록 단자극 헤드의 주자극에 적용한 경우는 양산성이 우수한 도금으로의 주자극 형성이 가능해진다. 트레일링 실드는 그 형성 부위의 형상 및 애스펙트 비에서 도금으로만 형성할 수 있는 공정이며, 본 발명을 적용함으로써 프로세스를 간이화하고, 장해 발생의 확률을 저감시킬 수 있다. 또한, 높은 Bs 이면서 높은 μ (투자율) 재료이기 때문에 수직 기록 단자극 헤드의 기록 분해능을 향상시키는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명을 적용하는 수평 기록 헤드의 단면 모식도.

도 2는 본 발명을 적용하는 수평 기록 헤드의 다른 실시 형태의 단면 모식도.

도 3은 본 발명을 적용하는 수직 자기 기록 단자극 헤드의 단면 모식도.

도 4는 FeCo 도금막 보자력의 조성 의존성을 도시한 그래프.

도 5는 FeCo 도금막 보자력의 막 두께 의존성을 도시한 그래프.

도 6은 FeCo 도금막 포화 자속 밀도의 조성 의존성을 도시한 그래프.

도 7은 FeCo 도금막 고주파 투자율 특성을 도시한 그래프.

도 8은 FeCo 도금막 X선 회절 피크를 도시한 그래프.

도 9는 bcc(110) 배향하고 있지 않는 FeCo 펄스 도금막의 B-H 곡선도.

도 10은 bcc(110) 배향시킨 FeCo 펄스 도금막의 B-H 곡선도.

도 11은 도금막 두께 분포의 시트 저항 의존성을 도시한 그래프.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10: 박막 자기 헤드 12: 자기 기록 헤드

14: 재생 헤드 15: 하부 실드 층

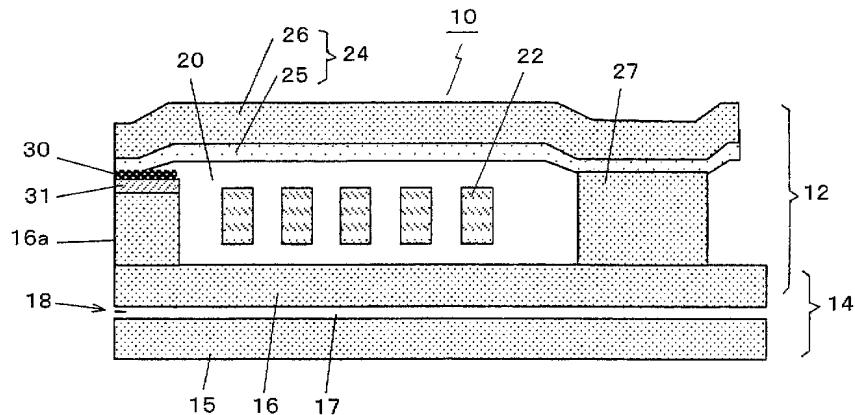
16: 상부 실드 층(하부전극) 17, 20: 절연층

18: MR 소자 센스부 22: 코일

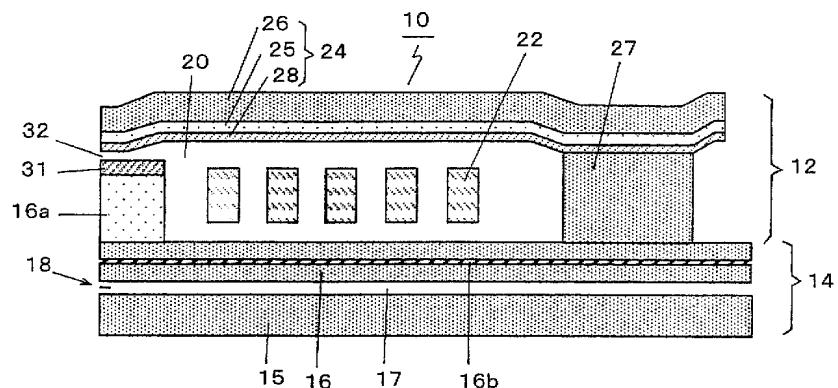
24: 상부전극 27: 후측 갭

도면

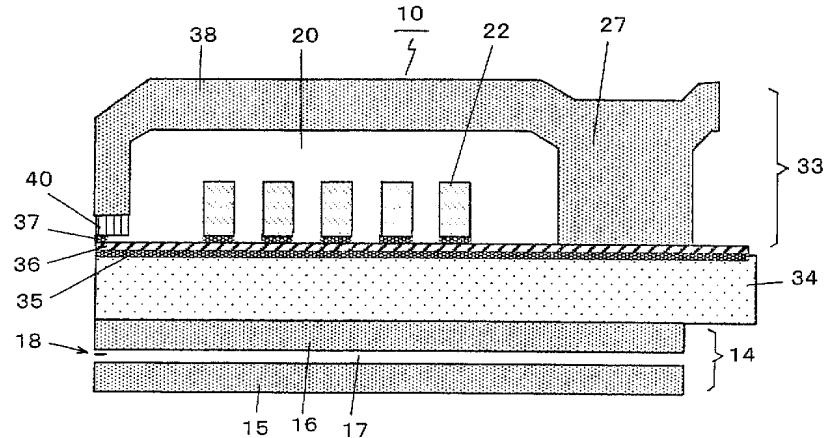
도면1



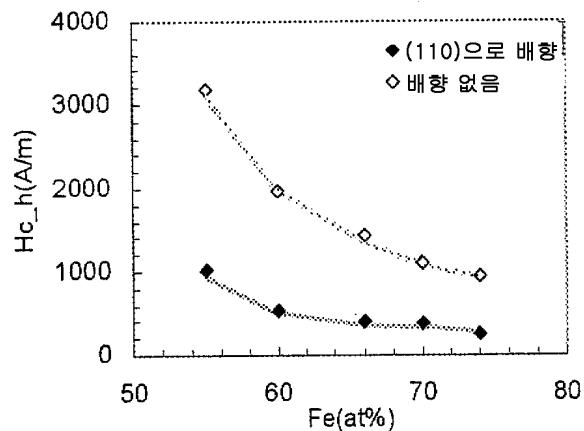
도면2



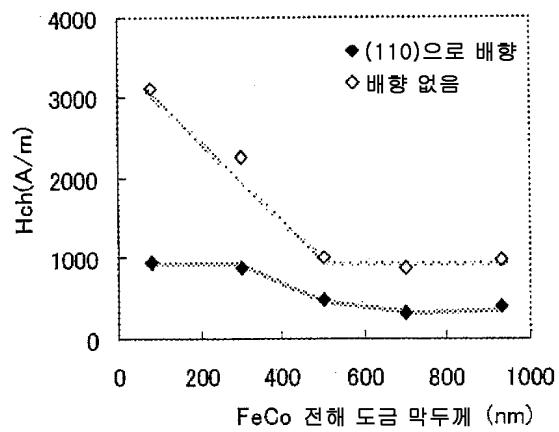
도면3



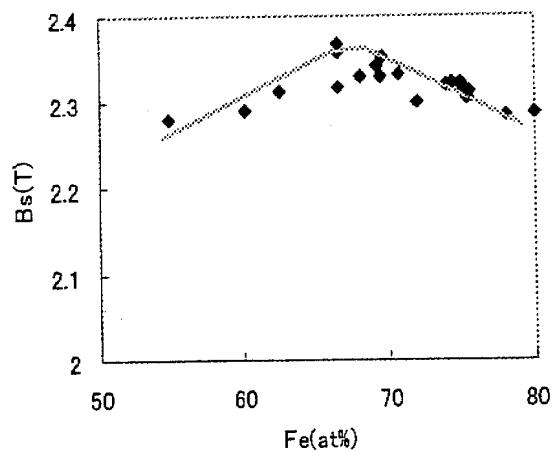
도면4



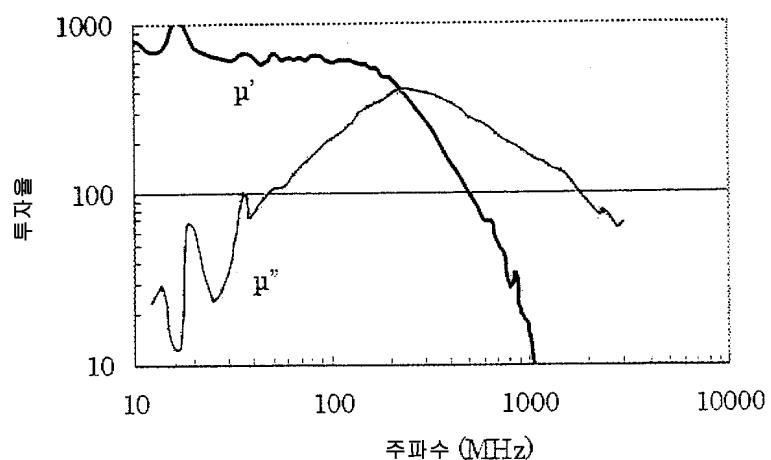
도면5



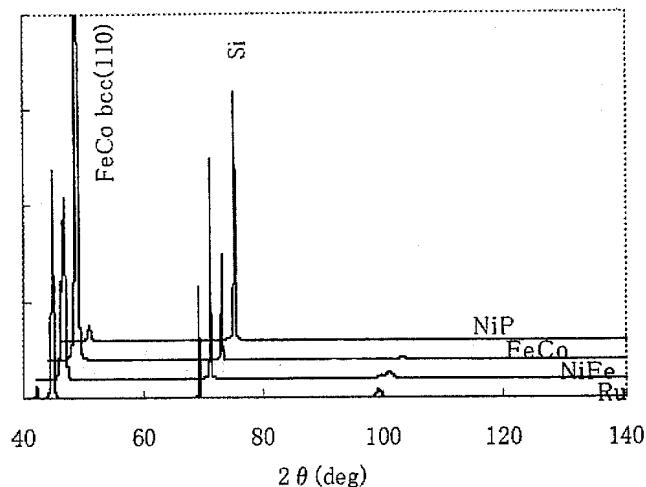
도면6



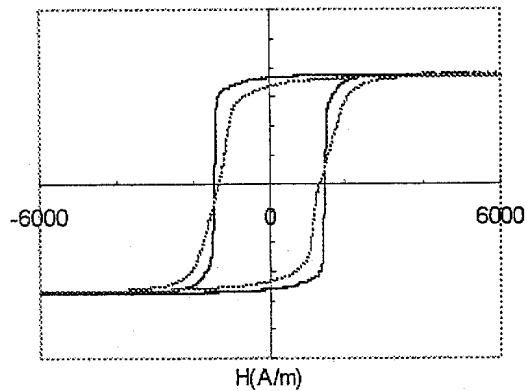
도면7



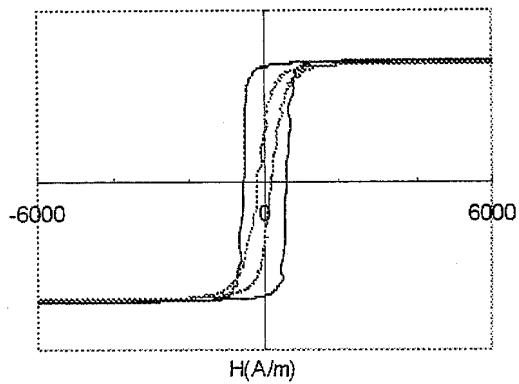
도면8



도면9



도면10



도면11

