(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. 6
G11B 5/10

(45) 공고일자 2003년05월16일
(11) 등록번호 10-0372984
(24) 등록일자 2003년02월07일

(21) 출원번호 10-1996-0029933
(22) 출원일자 1996년07월24일

(65) 공개번호 특1997-0007804
(43) 공개일자 1997년02월21일

(30) 우선권주장 95-188812 1995년07월25일 일본(JP)
96-137963 1996년05월31일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 지요다구 간다 스루가다이 4-6

(72) 발명자 와따나베 가쯔로
일본 이바라기껭 히다찌시 이시나자까쪼 1-19-5-502

가와베 다까시
일본 가나가와껭 오다와라시 찌요 177-C-101

다도꼬로 시게루
일본 가나가와껭 오다와라시 고우즈 2400-501

가미오 히로시
일본 가나가와껭 오다와라시 이이다오까 183

이마가와 다까오
일본 이바라끼껭 미또시 유리가오까쪼 3-18

(74) 대리인 구영창
장수길

심사관 : 장현숙

(54) 자기저항효과형자기헤드및자기기록재생장치

요약

바크하우젠(Barkhausen) 노이즈가 없고, 재생 특성의 변동이 작은 자기 저항효과형 자기 헤드 및 자기 기록 재생 장치를 제공한다.
본 발명은 종 바이어스 인가층을 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막, 비정질 강자성 박막 또는 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막으로 이루어지는 하지막과, 그 위에 형성된 경자성 박막으로 이루어지는 자기 저항효과형 자기 헤드 및 그것을 이용한 자기 기록 재생 장치이다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 자기 저항 효과형 자기 헤드의 부분 단면도.
도 2는 단층의 경자성 박막과 본 발명의 체심 입방 구조를 갖는 강자성 박막을 하지막에 이용한 경자성 박막의 자기 특성을 비교하는 도면.
도 3은 단층의 경자성 박막과 본 발명의 체심 입방 구조를 갖는 강자성 박막을 하지막에 이용한 경자성 박막의 X선 프로파일을 비교하는 도면.
도 4는 본 발명의 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드의 한 실시 형태의 감자부(感磁部) 근방의 단면도.
도 5는 본 발명의 체심입방 구조를 갖는 강자성 박막을 하지막으로 이용하는 MR 헤드의 트랙 방향의 감도 분포를 도시하는 도면.
도 6은 본 발명의 자화 모델을 도시하는 도면.
도 7은 Cr 하지(下地)를 이용한 종래의 MR 헤드의 트랙 방향의 감도 분포를 도시하는 도면.
도 8은 Cr 하지를 이용한 종래의 자화 모델을 도시하는 도면.
도 9는 본 발명의 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드의 다른 실시형태의 감자부 근방의 단면도.
도 10은 자기 저항 효과 적층막의 막 구성을 도시하는 도면.
도 11은 본 발명의 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드 감자부 근방의 단면도.
도 12는 본 발명의 자기 저항 효과 적층막을 이용한 MR 헤드의 다른 실시 형태의 감자부 근방의 단면도.
도 13은 단층의 경자성 박막과 본 발명의 비정질 강자성 박막을 하지막으로 이용한 경자성 박막의 X선 프로파일을 비교하는 도면.
도 14는 본 발명의 MR 헤드를 이용한 한 실시 형태의 자기 디스크 장치를 도시하는 도면.
도 15는 종래 기술의 MR 헤드의 막 구성을 도시하는 도면.
도 16은 다른 종래 기술의 MR 헤드의 막 구성을 도시하는 도면.
도 17은 본 발명의 자기 저항 효과 적층막을 이용한 MR 헤드의 한 실시 형태의 감자부 근방의 단면도.
도 18은 본 발명의 자기 저항 효과형 자기 헤드의 감자부의 사시도.
도 19는 본 발명의 자기 저항 효과형 자기 헤드의 감자부의 사시도.
도 20은 본 발명의 자기 저항 효과형 자기 헤드의 감자부의 사시도.
도 21은 본 발명의 재생용 자기 저항 효과형 자기 헤드와 기록용 유도형 자기 헤드를 갖는 박막 자기 헤드의 사시도.
도 22는 본 발명의 재생용 자기 저항 효과형 자기 헤드와 기록용 유도형 자기 헤드를 갖는 박막 자기 헤드의 사시도.
<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
10 : 비자성 기판
13 : 연자성 박막
14, 33, 56 : 비자성 도전성 박막
15 : 자기 저항 효과막
17 : 전극막
18, 20 : 절연막
24 : 종(從) 바이어스 인가층
26 : 경자성 박막
31 : 반강자성층
32, 34 : 자성 박막
35 : 보호막
36 : 트랙 폭 방향
45 : Co막
51 : 연자성 박막의 자화
52 : 자기 저항 효과막의 자화
53 : 경자성 박막의 자화
54 : 80 at% Ni-Fe 합금막
60 : 자기 저항 효과 소자
83 : 상부 자성막
84 : 하부 자성막
85 : 코일 도체
90 : 헤드 슬라이더
91 : 기록 매체
92 : 액츄에이터
93 : 스핀들 모터
94 : 신호 처리 회로계
100 : 감자부

111 : 하부 실드층
112 : 상부 실드층
121 : 하부 갭층
122 : 상부 갭층
201 : 베이스
202 : 스핀들
203 : 모터
204a, 204b, 204c, 204d, 204e : 자기 디스크
205a, 205b, 205c, 205d, 205e : 자기 헤드
206 : 캐리지
207 : 보이스 코일
208 : 마그네트
209 : 보이스 코일 모터 제어 회로
210 : 라이트/리드 회로
211 : 인터페이스
212 : 상위 장치
213 : 보이스 코일 모터
251 : 비자성 하지막
252 : 강자성을 도시하는 하지막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자기적으로 기록된 정보의 재생에 이용되는 자기 저항 효과형 자기 헤드 및 자기 기록 재생 장치에 관한 것이다.
최근의 자기 디스크 장치의 소형화, 고밀도화의 진행에 따라, 디스크와 헤드의 상대 속도에 의존하지 않고 높은 재생 출력 전압이 얻어지는 자기 저항 효과형자기 헤드(MR 헤드)가 실용화되고 있다. 현재 자기 디스크 장치에 탑재되어 있는 MR 헤드에는 자성막의 자화 방향과 신호 검출 전류가 흐르는 방향과의 이루는 각도에 의존하여 전기 저항이 변화하는 이방성 자기 저항 효과가 이용되고 있고, 헤드구조나 박막 재료의 개량에 의해 고성능화가 도모되고 있다. 수 Gb/in ^{2} 정도의 높은 면 기록 밀도가 되면, 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드에서는 감도 부족이 예상되기 때문에, 비자성 도전성 박막을 통해 적층된 2층의 자성 박막 양쪽의 자화 방향이 이루는 각도에 따라 전기 저항이 변화하는 거대 자기 저항 효과를 이용한 헤드가 연구되고 있다. 어떠한 MR 헤드에서도, 자기 저항 효과막의 자화가 회전함으로써 전기 저항의 변화가 발생하고 있으므로, 노이즈가 없는 재생 파형을 얻기 위해서는 자벽 이동을 억제해야만 한다.
자벽 이동에 기인하는 바크하우젠(Barkhausen) 노이즈를 억제하는 수단으로서, USP5,005,096에는 감자부(感磁部) 이외의 부분에서 경자성(硬磁性) 박막을 비자성 하지막(下地膜)을 통하여 자기 저항 효과막 상에 적층한 구조가, USP 5,018,037, USP5,079,035에 자기 저항 효과막의 양쪽 옆에 경자성 박막을 배치한 구조가 개시되어 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

바크하우젠 노이즈를 억제하기 위해 자기 저항 효과형 자기 헤드에 이용되는 경자성 박막에는 2개의 자기 특성이 요구된다. 그 중 하나는 보자력이 큰 것이다. MR 헤드에는 기록 매체로부터의 신호 자계나, 기록 헤드로부터의 기록 자계가 작용하기 때문에, 이와 같은 외부 자계하에서도 안정한 재생 특성을 갖기 위해서는 경자성 박막으로부터 자기 저항 효과막으로 들어가는 종 바이어스 자계가 변동하지 않도록 충분한 크기의 보자력이 필요하게 된다. 또 하나는 자화의 막 면내 성분이 큰 것, 즉 면내 방향으로 자계를 인가하여 측정한 자화 곡선의 각형 비가 큰 것이다. 경자성 박막의 자화 성분 중, 종 바이어스 자계로서 유효하게 작용하는 것은 막 면내 성분이기 때문에, 외부 자계가 작용해도 종 바이어스 자계가 변동하지 않기 위해서는 이 막 면내 성분이 크고, 자화 곡선의 각형 비가 큰 것이 필요하다.
도15는 USP5,005,096에 기재되어 있는 MR 헤드의 구조를 도시하는 도면이다. 본 종래 기술은 Cr 등의 비자성 하지막(251) 상에 형성된 경자성 박막(26)으로부터 발생하는 자계에 의해 자기 저항 효과막(15)의 바크하우젠 노이즈를 억제하고자 하는 것이다. 비자성 하지막(251)을 이용함으로써, 보자력 및 각형 비가 큰 경자성 박막(26)을 얻는 것은 가능하지만, 경자성 박막(26)으로부터 발생하는 자계의 일부가 MR 소자부(연자성(軟磁性) 박막(13), 비자성 도전성 박막(14), 자기 저항 효과막(15)로 구성됨)을 통해 환류하기 때문에, 도10에 도시되어 있는 바와 같이, 감자부와 그 양단에 자기 저항 효과막(15)의 자화가 역 방향이 된다. 따라서, 자화 저항 효과막(15)의 자화 상태는 대단히 불안정

하고, 바크하우젠 노이즈를 억제하는 것은 곤란하다.
도 16은 USP5,018,037, USP5,079,035에는 자화 저항 효과막 내에 역 방향의 자화 성분을 갖는 영역을 존재시키지 않기 위해, 경자성 박막으로부터 발생한 자계가 특정한 한 방향으로만 작용하도록 MR 소자부의 양쪽에 경자성 박막을 배치한 구조가 개시되어 있다. 연자성 박막(13), 비자성 도전성 박막(14), 자기 저항 효과막(15)로 구성되는 적층막(이하, 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막이라 기재함)이 실질적으로 감자부에만 남도록 에칭한 후, 그 양쪽에 경자성 박막(26)을 형성하고, 또, 경자성 박막(26)상에 전극을 형성하는 것이다.
그 때. 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막과, 경자성 박막(26) 및 전극 사이에 자기적 및 전기적인 접촉을 보유하기 위해, 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막의 단부가 완만한 경사가 형성되도록 애칭하는 것이 필요하게 되고, 경자성 박막(26)의 일부가 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막으로 이루어지는 완만한 경사 상에 형성되게 된다. 그런데, 연자성 박막(13) 또는 자기 저항 효과막(15)의 결정 구조가 일반적으로 면심 입방 격자이기 때문에, 이들의 막 상에 형성된 경자성 박막의 특성, 특히 보자력이 다른 부분에 비해 현저하게 열화해 버린다는 문제가 있다.
또, 경자성 박막(26)으로서 일반적으로 이용되고 있는 Co-Cr-Pt계 경자성 박막이나 Co-Cr계 경자성 박막의 경우, 연자성 박막(13) 또는 자기 저항 효과막(15)상 이외의 부분에서, 충분한 크기의 자화의 막 면내 성분, 즉 큰 각형 비를 얻는 것이 곤란하다는 문재가 있다. 박막에는 결정의 최밀면이 막면과 평행하게 되도록 성장하는 성질이 있고, 이들의 경자성 박막인 경우, (001)면이 막면과 평행하게 배향 하기 쉽다. 한편, 자화 용이 방향은 <001> 방향이고, 자화는 막면에 대해 수직인 방향을 향하기 쉽게 되기 때문에, 종 바이어스 자계로서 유효하게 작용하는 막 면내 성분이 작게 되어 버린다는 것이다.
이들의 문제는 적당한 하지막을 설치하여 그 위에 경자성 박막을 형성함으로써 해결할 수 있다. 자기 기록 매체의 연구에 의하면, Cr 등의 비자성 하지막이 유효인 것이 알려져 있지만, MR 헤드에 이용되어 있는 경자성 박막에 비자성 하지막을 설치하면, 경자성 박막(26)과, 연자성 박막(13) 및 자기 저항 효과막(15) 사이의 자기적 교환 결합을 차단하게 되고, 연자성 박막(13) 및 자기 저항 효과막(15)의 단부의 자화를 안정화시키는 작용이 행해지지 않게 되어 버린다. 이것에 의해, 이들 강자성 박막의 자화가 불안정하게 되고, 바크하우젠 노이즈의 발생이나, 재생 특성의 변동이 일어나기 쉽게 된다.
이상, 종래 기술에 기재되어 있는 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드에 대해 과제를 기술했지만, 거대 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드에서도 MR 소자부가 결정 구조가 면심 입방 격자인 강자성 박막으로 구성되어 있기 때문에, 공통의 과제가 된다.
본 발명의 목적은 경자성 박막의 보자력 및 각형비(角形比)의 향상을 도모하고, 결정 구조가 면심 입방 격자인 강자성 박막 상에서도 경자성 박막의 보자력의 저하를 억제하고, 또 경자성 박막과, MR 소자부를 구성하는 강자성 박막 사이에 자기적 교환 결합을 유지함으로써, 바크하우젠 노이즈가 없고 재생 특성이 안정한 자기 저항 효과형 자기 헤드 및 자기 기록 재생 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적은 자기 저항 효과를 이용하여 자기적 신호를 전기적 신호로 변환하는 자기 저항 효과막과, 상기 자기 저항 효과막에 신호 검출 전류를 흘리기 위한 한쌍의 전극과, 상기 자성 저항 효과막에 종 바이어스 자계를 인가하기 위해 설치된 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서, 상기 종 바이어스 인가층을 강자성 박막으로 이루어지는 하지막과, 그 상에 형성된 경자성 박막을 가짐으로써 달성된다.
여기에서, 강자성 박막으로 이루어지는 하지막으로서는 결정 구조가 체심 입방 격자(體心 立方 格子)인 강자성 박막, 비정질 강자성 박막을 이용할 수 있다. 또, 강자성 박막으로 이루어지는 하지막 대신에 반강자성 박막으로 이루어지는 하 지막을 이용함으로써도 상기 목적은 달성된다.
또, 자기 저항 효과막이 이방성 자기 저항 효과를 나타내는 재료인 경우에는 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하는 수단을 구비하는 것이 필요하다. 그 대표적인 방법은 자기 저항 효과막과 비자성 도전성 박막을 사이에 두고 인접하여 설치된 연자성 박막에 의해 인가하는 것이다.
또, 자기 저항 효과막으로서, 비자성 도전성 박막을 중간층으로서 제1 자성 박막과 제2 자성 박막이 적층되어 있고, 상기 제1 자성 박막의 자화 방향이 인접하여 설치된 반강자성층에 의해 고정되어 있고, 외부 자계를 인가하지 않은 상태에서 상기 제2 자성 박막의 자화 방향이 상기 제1 자성 박막의 자화 방향에 대해 거의 수직이고, 상기 제1 자성 박막의 자화 방향과 상기 제2 자성 박막의 자화 방향의 상대적인 각도에 의해 전기 저항이 변화하는 자기 저항 효과 적층막을 이용할 수도 있다.
경자성 박막의 재료로서, Co와 M_1 (M_1은 Cr, Ta, Ni, Pt 및 Re의 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원소)를 주 성분으로 한 합금, 또는 Co와 M_1으로 이루어지는 합금에 M_2 (M_2는 산화 실리콘, 산화 지르코늄, 산화 알루미늄 및 산화 탄탈군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 산화물)을 첨가한 산화 첨가 합금을 이용한다. Co-Cr-Pt계 합금 이외의 대표적인 것으로서, Co-Re계 합금, Co-Cr계 합금, Co-Ta-Cr계 합금, Co-Ni-Pt계 합금 등이 있다.
경자성 박막의 하지막이 되는 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막의 재료로서는 Fe-Cr 합금외, Fe, Fe-Ni계 합금, Fe-Co계 합금, Fe--Ni-Co계 합금 또는 이것에 M_3 (M_3는 Si, V, Cr, Nb, Mo, Ta 및 W의 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원소)를 첨가한 합금을 이용한다.
Fe-Ni계 합금의 경우는 Fe-0 25 at% Ni이고, Fe-Co계 합금에서는 Fe-0~80 at% Co이며, Fe-Ni-Co계 합금에서는 $Fe_{100-a-b}Ni_aCo_b$로 표시했을 때의 $0 \leq a \leq 25$, $0 \leq b \leq 80$의 조성 범위이다. Fe 및 이들 Fe계 합금에 상기 비자성 원소를 첨가한 합금에서는 안정한 체심 입방 격자 구조를 나타내고, 또한 자기 디스크 장치의 사용 환경

온도인 약 100℃에서 강자성을 나타내는 조성 범위가 강자성 하지막으로서 사용할 수 있다. Fe와 상기 첨가 원소와의 조성에서, 첨가량의 상한은 Si에서는 32 at%, V에서는 48 at%, Cr에서는 45 at%이고, Nb, Mo, Ta 및 W에서는 6 at%이다. Fe-Cr 합금이 특히 바람직하고, Cr5 45 at%가 고내식성인 점에서 바람직하다.

비정질 강자성 박막으로 이루어지는 하지막의 재료로서는 Co와M $_5$ (M $_5$ 는 Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, Y, Ru, Rh, Pd, Cu, Ag, Au 및 Pt의 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원소)를 주성분으로 한 비정질 합금을 이용한다.

또, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성막의 재료로서는 Cr과 Mn과 M $_4$ (M $_4$ 는 Cu, Au, Ag, Co, Ni 및 백금족 원소의 군에서 선택되는 적어도 1종류 이상의 원소)를 주성분으로 한 합금을 이용한다.

하지막으로서, 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막, 비정질 강자성 박막 또는 결정 구조가 체심 입방 격자인 반장자성 박막을 이용함으로써, 이하의 작용을 발생할 수 있다.

경자성 박막의 자화 용이 방향인 <001> 방향은 막 면(面) 방향에 수직인 방향으로부터 막 면 방향으로 경사지고, 또는 완전히 막 면 방향을 향함으로써, 보자력 및 각형 비가 향상할 수 있다.

또, 경자성 박막은 결정 구조가 면심 입방 격자인 강자성 박막 상에 형성될 때에, 경자성 박막 내에 결정 자기 이방성이 작은 면심 입방 격자를 갖는 결정 입자의 성장을 억제하고, 보자력의 저하를 억제하는 것이다. 상기 경자성 박막의 재료에서는 결정 자기 이방성이 큰 최밀 육방 격자외에도 결정 자기 이방성이 작은 면심 입방 격자를 갖는 결정이 존재하는 것이 알려져 있다. 경자성 박막이 형성되는 층이 면심 입방 격자를 갖는 경우에는 경자성 박막의 결정 구조도 영향을 받아, 면심 입방 격자를 갖는 결정 입자가 형성되기 쉽게 된다. 상기한 하지막을 이용함으로써, 이와 같은 보자력의 저하를 억제할 수 있다.

경자성 박막은 도16과 같이 다른 결정 구조를 갖는 층 상에 형성되는 경우에, 상기 하지막을 설치함으로써, 아래의 층의 차이에 의존하지 않고, 균일한 자기 특성을 갖는 경자성 박막을 얻을 수 있다.

또, 경자성 박막과 MR 소자부를 구성하는 강자성 박막 사이에, 자기적 교환 결합을 작용시킴으로써, MR소자부를 구성하는 강자성 박막 내의 자화 방향을 경자성 박막으로부터 발생하고 MR 소자의 감자부에 들어가는 종 바이어스 자계의 방향과 동일 방향으로 안정화시킬 수 있다.

본 발명의 하지막의 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막은 그 상부에 제작되는 경자성 박막의 결정 배향성을 변화시켜 막 면내 방향의 자화 성분을 증대시키는 효과가 크다. 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막의 특성의 재료인 Fe 및 Cr을 주 성분으로 하는 합금은 안정한 체심 입방 격자를 갖고, 공지한 일반적인 제조법에 의해 체심 입방 격자를 갖는 강자성 박막이 된다. 또, 바람직한 조성인 Cr이 5 45 원자%의 Fe-Cr계 합금 박막은 실용적인 내식성을 가짐과 동시에, 자기 디스크 장치의 동작시의 환경 온도인 약 100 ℃에서도 강자성을 나타내고, 본 발명의 바람직한 하지막이 된다.

자기 저항 효과형 자기 헤드의 종 바이어스 인가층에 경자성 박막을 이용하는 경우, 경자성 박막의 고유 보자력은 외부로부터 작용하는 자계에 비해 충분히 크게 되어야 한다. 그런데, 일반적으로 자기 저항 효과막 또는 횡 바이어스 자계를 인가하기 위해 설치되는 연자성 박막으로서 이용되고 있는 Ni-Fe계 합금 박막 상에 경자성 박막을 성막하면, 그 고유 보자력은 글라스 기판 상에 제작한 경우에 비해 현저히 작게 되기 때문에, 종 바이어스 인가층으로서 사용할 수 없다. 고유 보자력을 저하시키기 위해, 경자성 박막을 비자성층을 통해 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막 상에 적층하는 수단이 이용되지만, 이 경우에도 바크하우젠 노이즈를 충분히 억제할 수 없다. 이것은 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막 내에서 경자성 박막의 자화 방향과 반대 방향으로 자화가 향하고 있는 부분이 있기 때문에, 자화 방향이 불안정하지만, 자벽이 발생하기 때문에, 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막의 자화를 경자성 박막의 자화 방향과 동일 방향으로 안정화하면, 바크하우젠 노이즈를 억제할 수 있다.

경자성 박막의 고유 보자력의 저하를 억제하여 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막의 자화를 경자성 박막의 자화 방향과 동일 방향으로 안정화하는 것은 이들막 상에 먼저 하지막으로서 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막을 성막한후, 경자성 박막을 성막하는 수단이 가장 유효하다. 이것은 하지막으로서 결정 구조가 체심 입방 격자인 박막을 설치함으로써, 결정 자기 이방성이 작은 면심 입방 격자를 갖는 결정 입자의 성장을 억제하고, 결정 자기 이방성이 큰 최밀 육방 격자의 성장을 촉진시키기 때문이다. 또, 하지막에 강자성체를 이응함으로써, 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막과 경자성 박막 사이에 교환 결합이 발생하고, 자화 방향이 동일 방향으로 안정화된다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 경자성 박막으로 부터 발생하는 종 바이어스 자계의 효과와, 교환 결합에 의한 자화의 안정화의 효과가 작용하기 때문에, 바크하우젠 노이즈와 억제 효과가 향상한다. 역으로 말하면, 교환 결합에 의한 자화 안정화의 효과가 여분으로 작용하기 때문에, 경자성 박막의 고유 보자력이 종래보다도 다소 적어도 종래와 동등한 노이즈 억제 효과를 얻을 수 있으므로, 경자성 박막의 재료 및 성분 조건의 선택 범위가 넓어져 제작이 용이하게 된다. 또, 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막과 경자성 박막 사이의 교환 결합 자계의 크기는 이들 막 사이에 개재하는 강자성 박막이 얇은 만큼 크게 되기 때문에, 강자성 박막의 막 두께는 얇은 것이 바람직하다. 얇은 하지막을 이용하면, 경자성 박막과 자기 저항 효과막 또는 연자성 박막과의 거리 쪽이 실드막과의 거리보다도 필연적으로 짧게 되기 때문에, 경자성 박막으로부터 발생하는 자계가 실드막에 흡수되어 감자부에서의 종 바이어스 자계가 부족하여, 바크하우젠 노이즈 의 억제 효과가 저하하는 것도 회피할 수 있다.

하지막으로서, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막 또는 비정질 강자성 박막을 이용해도, 상술과 동일 효과가 얻어지고, 바크하우젠 노이즈를 억제할 수 있다.

종 바이어스 자계의 크기는 종 바이어스 인가층을 구성하는 강자성막으로부터 발생하는 자속량에 의존하기 때문에, 강자성막의 잔류 자속 밀도와 막 두께를 변경시킴으로써 조정하는 것이 일반적이다. 하지막을 갖는 경자성 박막에서는 경자성 박막의 잔류 자속 밀도와 막 두께의 곱과 하지막의 잔류 자속 밀도와 막 두께의 곱을 더한 것이 실효적으로 작용하게 된다. 종 바이어스 자계의 제어 면에서는 하지막으로부터 자속이 발생하지 않은 반강자성 박막을 이용한 경우가 가장 제어하기 쉽다고 생각된다. 하지막이 강자성 박막인 경우는 결정 구조가 체심 입방 격자이어도 비정질이어

도 막 두께의 오차를 고려하면 잔류 자속 밀도가 작은 쪽이 제어하기 쉽다고 생각된다.
본 발명은 자계에 의해 전기 저항이 변화하는 자기 저항 효과막, 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하는 횡 바이어스막 및 상기 자기 저항 효과막과 횡 바이어스막 사이에 설치된 분리막을 갖는 자기 저항 효과 소자막으로 이루어지고, 이 자기 저항 효과 소자막의 양단부에 접하여 설치된 상기 자기 저항 효과막에 종 바이어스를 인가하는 한 쌍의 종 바이어스 인가층 및 상기 자기 저항 효과막에 신호 검출 전류를 흘리는 상기 영구 자석막 상에 설치된 한쌍의 진극막을 갖고, 이 영구 자석막의 두께는 상기 자기 저항 효과 소자막의 두께보다 얇고, 종 바이어스 인가층이 전술한 구성을 갖는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 헤드가 있다.
상술한 경자성 박막은 특히, Co-Pt 합금, Co-Cr-Pt 합금 또는 이들 합금에 Ti 산화물, V 산화물, Zr 산화물, Nb 산화물, Mo 산화물, Hf 산화물, Ta 산화물, W 산화물, Al 산화물, Si 산화물, Cr 산화물 중 적어도 1 원소를 포함하는 합금 중 어느 것으로 되는 것이 바람직하다.
이 경자성 박막은 (식1) 또는 (식2)의 조성으로 이루어지는 것이 바람직하다.

$Co_aCr_bPt_c$ (식1)

또는

$(Co_aCr_bPt_c)_{1-x}(MO_y)_x$ (식2)

(단, X = 0.01 0.20, y : 0.4 3, a : 0.7 0.9, b : 0 0.15, C : 0.03~ 0.15, M : Ti, V, Zr, Mo, Hf, Ta, W, Al, Si 및 Cr 중 적어도 하나)
상기 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하기 위한 연자성막은 니켈-철 할금, 코발트, 니켈-철-코발트 합금의 한 종류와, 산화 지르코늄, 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화 티탄, 산화 베릴륨, 산화 마그네슘, 희토류 산화 화합물, 질화 지르코늄, 질화 하프늄, 질화 알루미늄, 질화 티탄, 질화 베릴륨, 질화 마그네슘, 질화 실리콘 및 희토류 질소 화합물 중에서 선택된 한 종류 이상의 화합물로 이루어지는 것이 바람직하다.
상기 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하기 위한 연자성 박막의 비저항이 70 μΩcm 이상인 것이 바람직하다.
상기 횡 바이어스막이 니켈을 78 84 원자 %를 갖는 니켈-철계 합금으로 이루어지는 것이 바람직하다.
본 발명은 기판 상에 설치된 한쌍의 종 바이어스 인가층과, 이 영구 자석막상의 각각에 형성된 한쌍의 전극, 상기 종 바이어스 인가층 사이에 접하여 설치된 자기 저항 효과 소자막을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서, 상기 소자막은 상기 기판측에 의해 산화 니켈로 이루어지는 반강자성막, 2층의 강자성막, 비자성금속막 및 연자성막이 순차 형성되고, 종 바이어스 인가층은 전술한 구성을 갖는 것을 특징으로 한다.
상기 2층의 강자성막은 상기 기판측으로부터 Ni 70 95 원자 %의 철 합금층과 Co층으로 이루어지는 것이 바람직하다.
상기 제2층의 강자성막은 상기 반강자성측으로부터 연자성막 및 이 연자성막에 의해 자기 변화율이 큰 연자성막으로 이루어지는 것이 바람직하다.
본 발명은 기판 상에 설치된 한 쌍의 종 바이어스 인가층과, 이 인가층 상의 각각에 형성된 한쌍의 전극과, 상기 영구 자석 사이에 접하여 설치된 자기 저항 효과 소자막을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서, 상기 소자는 상기 기판측에 의해 반강자성막, 강자성막, 비자성막, 연자성막, 비자성막, 강자성막 및 반강자성막이 순차 적층되고, 종 바이어스 인가층은 전술한 구성을 갖는 것을 특징으로 한다.
전술한 종 및 횡 바이어스 막에 포함되는 화합물량은 자기 저항 효과형 자기 헤드는 화합물의 산소 또는 질소를 제거한 원자의 비율이 산소 및 질소를 제거한 전체 원자에 대해 3 내지 20 %인 것이 바람직하다. 이것은, 화합물의 양이 3 % 이하에서는 전기 저항의 증가가 작고, 또한 20 % 이상에서는 포화 자속 밀도가 저하하여, 바이어스막으로서 충분한 값이 없어지기 때문이다. 본 발명의 바이어스막의 비저항은 거의 화합물의 첨가량에 비례하여 증대하지만, 자기 저항 효과형 자기 헤드는 70 μΩcm 이상의 비저항을 갖는 것이 바람직하다. 이것은 바이어스막의 비저항이 자기 저항 효과막의 비저항에 비해 충분히 크지 않으면 자기 저항 효과형 헤드의 출력이 저하하기 때문이다. 자기 저항 효과막의 비저항은 20 30 μΩcm이고, 바이어스막의 비저항은 적어도 이 2배가 기준이 되기 때문이다.
본 발명의 바이어스막은 증착, 스퍼터링법, 이온 빔 스퍼터링법 등의 방법에 의해 제작할 수 있다. 스퍼터링 또는 이온 빔 스퍼터링시의 타겟은 니켈, 철, 코발트 등으로 이루어지는 합금의 분말과 화합물의 분말을 적당한 방법에 의해 혼합하고, 소결, 성형하거나, 또는 니켈, 철, 코발트 등으로 이루어지는 금속 타겟 상에 화합물의 칩을 배치한 타겟이 좋고, 이와 같은 타겟을 이용함으로써 니켈, 철, 코발트 등으로 이루어지는 합금과 화합물을 동시에 증착할 수 있다. 또 본 발명의 바이어스막은 스퍼터링 장치 내에 니켈, 철, 코발트 등으로 이루어지는 금속 타겟과, 화합물의 타겟을 배치하고, 타겟으로부터 방출되는 각각의 입자가 기판 상에서 실질적으로 혼합되도록 한 방법에 의해서도 제조가능하다.
반강자성막에는 산화 니켈, 철 망간 합금 박막, 크롬망간 합금, 크롬 알루미늄 합금막 등이 이용된다.
본 발명에서의 경자성막은 외부 자계에 대해 그 자화의 변화가 어려운 자성막이고, 보자력이, 예를 들면 100 에로스텟 이상으로 하면, 50 에르스텟의 자계를 가해도 그 자화 방향은 거의 변화하지 않기 때문에, 반강자성막과 마찬가지의 효과가 있다. 다시 말하면, 다른 자성막에 밀착하여 형성할 때에 교환 결합 바이어스에 의한 한 방향 이방성을 인가할 수 있는 특성을 갖고 있기 때문에, 자기 저항 효과막에 종 바이어스 자계를 형성하는 것이다.
상기 자성막에는 Ni 70 95 원자% 및 Fe 5 30 원자%의 합금 또는 이것에 Co 1 5 원자%를 포함하는 합금, 또는 Co 30 85 원자%, Ni 2 30 원자% 및 Fe 2 50 원자%의 면심 입방 구조의 합금을 이용하는 것이 바람직하고, 이외에 퍼멀로이, 퍼멘더 합금 등을 이용해도 좋다. 다시 말하면, 강자성에서 양호한 연자기 특성을 갖는 것을 이용하는 것이 바람직하다. 이것은 양호한 적층 구조의 형성을 가능하게 하고, 연자기 특성이 우수하며, 또 큰 자기 저항 효과를 발생하기 때문이다.

상기 비자성 도전막에는 Au, Ag, Cu를 이용하는 것이 바람직하고, 이외, Cr, Pt, Pd, Ru, Rh 등 또는 이들 합금을 이용해도 좋다. 다시 말하면, 실온에서 자발자화를 가지지 않고, 전자의 양호한 투과성을 가는 것을 이용하는 것이 바람직하다.

또, 비자성 도전막 대신에, 매우 얇은 비자성 절연막을 사용할 수도 있다. 다시 말하면, 이 막은 자성막과 자성막 사이를 전자가 이동할 수 있는 것이면 족하기 때문에, 예를 들면 터널 효과를 사용해도 좋다. 이 경우에, 상기 비자성 절연막은 전자의 터널링이 가능한 정도로 얇을 필요가 있고, 일반적으로는 100 Å 이하, 실질적으로는 50 Å 이하로 형성한다. 상기 형성의 수단으로서는 상기 연자성막의 표면 산화 또는 상기 연자성막 상에 개별적으로 형성한 금속막, 예를 들면 알루미늄의 표면의 산화막을 상기 비자성 절연막으로서 이용하는 것이 바람직하다. 이외에 산화 알루미늄막 등을 성막하여 이용해도 좋다. 즉, 자성막 사이의 자기적인 결합을 차단하는 특성을 갖는 것을 이용하는 것이 바람직하다.

또, 상기 기판은 이들 막을 형성하기 위한 하지로, 자기 디스크 장치의 슬라이더로서의 기능을 갖는 것에서도 좋고, 그 재료로서는 5% 이하의 TiC를 포함하는 알루미나, 안정화 지르코니아 등의 세라믹 소결체가 바람직하다.

이러한 막 구성을 가짐으로써, 자기 저항 효과 소자는 그 전기 저항이 미약한 외부 자계에 대해 변화하는 기능을 갖고, 그러나 그 전기 저항의 변화 비율이 5% 내지 10%로 큰 효과를 갖는다. 이 때문에, 본 발명의 자기 기록 재생 장치는 아날로그 상태에서 기록된 신호를 재생시에는 직접 디지탈화하는 기능을 더 갖고, 또 디스크 면적 주변의 기록 용량, 즉 기록 밀도를 높이는 효과를 갖는다.

또, 막 구성으로서는 기판 상에 산화 알루미늄, 산화 니켈 등의 평탄한 막을 형성하여 이루어지는 것, 또는 기판 상에 철, 티탄, 탄탈, 지르코늄, 하프늄, 니오브, 코발트 철, 합금 등의 막을 하지로서 더 형성하여 이루어지는 것이어도 좋다. 기체 상의 막은 그 표인 상에 다층막을 평탄하게 형성하는 효과를 갖고, 기체 표면 상에 균질 또한 평탄한 막 구조를 갖는 것이 바람직하고, 각각의 막 두께는 금속 막에서는 20 내지 200 Å, 금속 이외의 막에서는 5 내지 1000 Å 정도인 것이 바람직하다.

본 발명의 박막 자기 헤드는 신호를 기록 매체에 기록하는 인덕티브형 기록 헤드와, 그 신호를 재생하는 자기 저항 효과형 재생 헤드를 조합시켜 이루어지는 것으로, 상기 재생 헤드가 비자성 도전막을 사이에 끼운 자성막의 샌드위치 구조를 갖고, 상기 기록 헤드가 상기 기판과 상기 재생 헤드 사이에 형성된다.

본 발명은 자기 저항 효과 소자에서의 자성막의 형상 이방성의 증대에 의한 감도의 저하를 저감시키는 것이 가능하다. 이것은 자성막을 얇게 함으로써 저감할수 있다. 자성막의 형상 이방성의 크기는 대강 그 두께에 비례하기 때문이다. 한편, 본 발명의 자기 저항 효과막의 합계의 두께는 결국 표면 산란에 의한 출력의 저하를 방지하기 위해 100 300 Å 정도로 할 필요가 있지만, 비자성막에서 분리된 개개의 자성막, 특히 막 중앙의 연자성막의 두께는 100 Å이하, 특히 10에서 20 Å 이하로 해도 출력의 저하를 전혀 발생시키지 않기 때문이다. 이 작용은 자기 저항 효과의 발현 기구가 그 자성막/비자성막/자성막의 계면에 기인함으로써 발생한다.

또, 본 발명에 탑재되는 자기 저항 효과 소자의 자성막의 두께는 5 1000 Å, 특히 10 100 Å인 것이 바람직하다. 자성막이 실온에서 충분한 자화를 갖고, 또한 전류를 유효하게 자기 저항 효과에 활용하기 때문이다.

각 자성막을 격리하는 비자성 도전막의 두께는 2 1000 Å인 것이 바람직하다. 이 비자성 도전막의 두께는 전자의 전도를 방해하지 않고, 특히 자성막 사이의 반강자성적 또는 강자성적인 결합을 충분히 작게 유지할 필요가 있기 때문이고, 특정한 두께, 예를 들면 Cu이면 10Å 내지 30Å 정도인 것이 바람직하다.

본 발명의 자기 저항 효과 소자의 구성의 한 예는 기판 상에 NiO, NiFe, Cu, NiFe, Cu, NiFe, NiO를 순차 적층한 막에 한쌍의 전극을 배치하게 된다. 또는, 기판 상에 NiO, Co/NiFe, Cu, Co/NiFe, Cu, Co/NiFe, NiO를 순차 적층한 막에 한쌍의 전극을 배치하게 된다.

또는, 본 발명의 자기 저항 효과 소자는 기판 상에 NiO, CoNiFe, Cu, NiFe, Cu, Co/NiFe, NiO를 순차 적층한 막에 한쌍의 전극을 배치하게 된다. 이것은 이들 구성이 표면 산란에 의한 출력의 저하를 매우 효율적으로 방지하고, 실효상 출력을 향상시키는 효과가 있음과 동시에, 중앙의 막을 얇게 하는 것을 가능하게 하여 자성막의 형상 이방성에 의한 소자의 감도의 열화를 출력의 저하없이 방지할 수 있기 때문이다.

본 발명의 자기 기록 재생 장치는 이와 같이 자기 저항 효과 소자를 재생부로 하고, 높은 기록 밀도, 즉 기록 매체 상에 기록되는 기록 파장을 짧게 할 수 있다. 또, 기록 트랙의 폭이 좁은 기록을 실현할 수 있어서 충분한 재생 출력을 얻으며, 기록을 양호하게 보유할 수 있다.

(제1 실시예)

본 발명의 하지막 상의 경자성 박막의 자기 특성의 개선에 대해, 하지막으로서 결정 구조가 체심 입방 격자인 Fe-Cr계 합금 박막을 이용한 경우에 대해 설명한다. 도2(a)는 종래 기술의 Co-Cr-Pt계 경자성 박막의 단층막의 막 면내 방향의 자기 특성과, 도2(b)는 본 발명의 Fe-Cr계 합금 박막 상에 제작한 Co-Cr-Pt계 경자성박막(이하, Fe-Cr/Co-Cr-Pt라 기재함)의 막 면내 방향의 자기 특성을 비교한 것이다. 박막의 제조는 스퍼터링법에 의해 행하고, Co-Cr-Pt계 경자성 박막의 막 두께 는 하지막의 유무에 관계없이 40 nm이고, Fe-Cr계 합금 박막의 막 두께는 10 nm이다. 또, Co-Cr-Pt계 경자성 박막의 조성은 49 at% Co-14 at% Cr-17 at% Pt이고, Fe-Cr계 합금 박막의 조성은 90 at% Fe-10 at% Cr이다. 단층막에서는 보자력이 610 Oe, 잔류 자속 밀도와 막 두께의 곱(이하, 자화량이라 칭함)의 값이 200 G · μm로, 잔류 자속 밀도와 포화 자속 밀도의 비(이하 각형비라 칭함)은 0.73이다. 한편, Fe-Cr/Co-Cr-Pt에서는 보자량이 1035 Oe, 자화량의 값이 430 G · μm이고, 각형 비는 0.90이다. 여기에서, 자화량은 자성막으로부터 발생하는 자계의 크기를 표시하고, 자기 저항 효과막에 인가되는 종 바이어스 자계에 상당한다. MR 헤드를 안정하고 고감도로 동작시키기 위해서는 종 바이어스 인가층의 자화량으로서는 자기 저항 효과막의 자화량의 1 2배의 자화량이 적당하기 때문에, Fe-Cr/Co-Cr Pt에서는 종 바이어스 자계를 인가하기 위해 충분한 크기가 얻어지고 있다.

MR 헤드의 최적 자화량의 크기는 자기 저항 효과막의 막 두께 등에 의해 변화하기 때문에, 그 경우에는 경자성 박막의 막 두께를 그 크기에 따라 변화시키면 좋다. 또, Fe-Cr계 합금 박막을 하지막으로서 설치한 경우, 보자력도, 각형비도 크게 개선되고 있다. 보자력은 종 바이어스 자계의 안정성 등에서 큰 쪽이 좋고, 각형비도 큰 쪽이 경과성 박막의 막 두께를 감소할 수 있는 효과가 있다.

단층막의 경우에, 보자력 및 자화량이 작은 것은 경자성 박막의 결정이 막면에 수직으로 <001> 방향이 배향하고 있기 때문이다. 도3은 Co-Cr-Pt 단층막, 및 Fe-Cr/Co-Cr-Pt의 적층막의 X선 회절 프로파일이다. 어느 막도 <001> 결정 축이 막 면에 수직으로 배향하고 있고, (002)면으로부터의 회절선이 관찰된다. 그러나, 회 절선의 강도는 단층막의 쪽이 약 6배 정도 크고, <001>의 배향도가 보다 높은 것을 나타내고 있다. Co-Cr-Pt막은 육방정(六方晶)이고, <001> 방향으로 강한 자기 이방성을 갖고 있다. 따라서, 단층막과 같은 강한 <001> 배향은 수직 이방성을 발생시키고, 자화의 막 면내 성분을 감소시킨다. Fe-Cr계 합금 박막을 하지막으로서 설치한 경우에는 그 막의 결정 구조가 체심 입방 격자이고, 막면에 수직으로 <001> 결정 축이 배향하고 있으며, 이 막 상부에 Co-Cr-Pt막의 결정 배향성이 변화하고, <001> 배향이 변화하는 것으로 생각된다.

(제2 실시예)

하지막의 두께가 5 20 nm로 얇은 경우에는 도4와 같이 연자성 박막(13)/비자싱 도전성 박막(14)/자기 저항 효과막(15)를 신호 검출 영역에만 잔류하도록 양쪽을 잘라내고, 종 바이어스 인가층(24) 및 전극막(17)을 배치하면, 종 바이어스 인가층(24)로부터 발생하는 자계에 의해 자기 저항 효과막(15)만이 아닌 연자성 박막(13)에도 종 바이어스 자계를 인가할 수 있기 때문에, 연자성 박막(13)에 기인하는 바크하우젠 노이즈를 억제하는 것이 가능하게 된다. 또, 신호 검출 영역에만 자기 저항 효과막(15)가 존재하고 있기 때문에, 오프 트랙 특성이 우수한 헤드가 얻어진다. 연자성 박막(13)/비자성 도전성 박막(14)/자기 저항 효과막(15)의 양쪽을 잘라낼 때, 기판 측에 위치하는 연자성 박막(13)의 폭이 다른 막보다도 넓게 된다. 일반적으로 연자성 박막(13)으로서 결정 구조가 면심 입방 격자인 Ni-Fe계 박막이 이용되기 때문에, 하지막을 이용하지 않은 경우에는 경자성 박막의 재생 트랙측은 면심 입방 격자 상에 성막되고, 이 부분에서 보자력의 저하가 발생하고 바크하우젠 노이즈가 발생한다. 또, 하지막으로서 비자성 박막을 이용하면, 연자성 박막의 자기 저항 효과막보다도 폭이 넓게 되어 있는 부분의 자화 방향이 불안정하게 되고, 이것이 바크하우젠 노이즈로 되어 나타난다. 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막이나 반강자성 박막 또는 비정질 강자성 박막을 하지막으로서 이용하면, 경자성 박막의 보자력이 저하하지 않고, 또 경자성 박막과 연자성 박막 사이에 교환 결합이 발생하기 때문에, 연자성 박막의 자화가 안정하고, 바크하우젠 노이즈를 억제할 수 있다.

또, 출력을 저하시키지 않고 바크하우젠 노이즈를 억제하는 데는 종 바이어스 자계의 크기를 적절한 값으로 조정하는 것이 중요하다. 막 두께의 오차에 의한 종 바이어스 자계의 변동을 고려하면, 강자성을 나타내는 하지막(252)는 포화 자속 밀도가 높은 Fe 박막보다는 Fe에 Ni, Co, Si, V, Cr, Nb 등을 첨가하여 포화 자속 밀도를 갖춘 Fe계 합금 박막 또는 비정질 강자성 박막 쪽이 변동을 작게 억제할 수 있다. 또, 반강자성 박막은 반강자성을 나타내는 막 두께 이상이면, 막 두께에 관계없이 그 자신에서는 자계가 발생하지 않기 때문에, 종 바이어스 자계의 제어에 관해 가장 바람직하다고 말한다.

여기에서 기술한 실시예에서는 기판 측으로부터 차례로, 연자성 박막(13), 자기 저항 효과막(15), 전극막(17)을 배치한 자기 저항 효과형 헤드를 도시했지만, 반드시 이 순서로 배치하지 않아도 좋다.

본 실시 형태는 자기 저항 효과막으로서 이방성 자기 저항 효과를 나타내는 재료를 이용한 것이다. 또, 이하에 설명하는 박막의 성막에는 스퍼터링법을 이용하 고 있다.

세라믹으로 이루어지는 비자성 기판(10) 상에 절연막(20)으로서 알루미나막을 약 10 μm 형성하고, 표면에 정밀 연마를 실시한다. 하부 실드층(111)로서 Co-Hf-Ta계 합금 비정질박막을 약 2 μm 형성하고, 이온 밀링법을 이용하여 소정의 형상으로 가공한다. 하부 캡층(121)로서 알루미나막을 0.3 μm 성막한 후, 횡 바이어스 자계를 인가하기 위한 연자성 박막(13)으로서 Ni-Fe-Cr계 합금 박막 40 nm, 비자성 도전상 박막(14)로서 Ta 박막 20 nm, 자기 저항 효과막(15)로서 Ni-Fe계 합금박막 30 nm를 순차 성막하고, 연자성 박막과 비자성 도전성 박막과 자기 저항 효과 막과의 적층막(이하, 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막이라 기재함)을 소정 형상으로 가공한다. 신호 검출 영역이라는 위치에 리프트오프 마스크재를 형성하고, 이온 밀링법에 의해 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막의 단부에 완만한 경사가 형성되는 조건으로, 이들의 적층막을 감자부에만 남도록 에칭한다. 종 바이어스 인가층(24)로서 결정 구도가 체심 입방 격자로 강자성을 나타내는 하지막(252)인 Fe-Cr계 합금 박막 10 nm, 경자성 박막(26)인 Co-Pt-Cr-계 경자성 박막 40 nm를 순차 형성하고, 이것에 이어 자기 저항 효과막(15)의 전기 저항의 변화를 판독하기 위한 전극막(17)이 되는 Au 박막을 0.2 μm 성막한 후, 리프트오프 마스크재를 제거함으로써 신호 검출 영역이 형성된다. 이 위에, 두께 0.3 μm의 알루미나로 이루어지는 상부 갭층(122)와, 두께 약 2 μm의 Ni-Fe계 합금으로 이루어지는 상부 실드층(112)를 순차 형성한다. 또, 상부에 절연막(18)을 형성한 후, 기록용 유도형 자기 헤드를 제조하는 상세한 설명은 생략한다.

소자 형성 종료 후, 자기 저항 효과막의 길이 방향(도면의 수평 방향)에 5 KOe의 직류 자계를 인가하여 종 바이어스 인가층(24)의 착자(着磁)를 행한다. 이후, 기판을 절단하고, 슬라이더에 가공하여 MR 헤드의 제조를 완료한다.

본 실시의 형태에서는 횡 바이어스 자계를 인가하는 수단으로서 자기 저항 효과막(15)와 비자성 도전성 박막(14)를 통해 인접하여 설치된 연자성 박막(13)에 의해 인가하는 방법을 이용하고 있지만, 이것은 횡 바이어스 자계의 인가 수단의 한 방법이고, 다른 방법을 이용할 수도 있다.

또, 종 바이어스 인가층(24)로서 Fe-Cr 10nm/Co-Cr-Pt 40 nm의 적층막을 이용하고 있지만, 이것은 실시 형태의 한 예이고, 종 바이어스 인가층의 자화량이 자기 저항 효과막의 자화량의 1 2배 정도이면, 이 막 두께 구성, 또는 이들 재료가 아니어도 좋다. 자화량의 조정은 강자성을 나타내는 하지막(252)에 경자성 박막(26)이 강자성적으로 결합하고 있기 때문에, 이들 각각의 막 두께를 변화시킴으로써 행할 수 있다. 또, 종 바이어스 인가층의 자화량이 충분히

커지면, 착자 방향을 자기 저항 효과막의 길이 방향에서 높이 방향(지면에 대해 수직 방향)으로 경사짐으로써 조정하는 것도 가능하다.

도5 ~ 도8은 경자성 박막과 자기 저항 효과막 사이에 작용하는 자기적 교환 결합의 효과에 대해 검토하기 위해, 본 발명의 MR 헤드(도5 및 도6)와, 하지막으로서 비자성의 Cr을 이용한 비교의 MR 헤드(도7 및 도8)의 트랙 방향의 감도의 분포를 도시한 것이다. 먼저,이 트랙 프로파일의 측정법에 대해 설명한다. 이 트랙 프로파일은 디스크 상의 약 0.4 μm의 대단히 좁은 트랙 상에 신호를 기록하고, 이 신호를 MR 헤드를 디스크의 반경 방향으로 이동시키면서 판독하며, MR 헤드의 각각의 부분의 재생 출력을 구한 것이다. 따라서, 도면의 횡축은 이동 거리이고, 종축은 그 위치에서의 재생 출력이다. 이와 같은 측정에 의해, MR 헤드의 감도의 트랙 방향의 분포를 조사하면, MR 헤드의 재생 감도는 트랙 중앙부에서 크고, 단부에서 작으며, 산형의 분포를 하고 있는 것을 알 수 있다. 실제의 재생 전압은 이들 신호의 트랙 방향의 적분값에 상당하는 것으로 생각된다. 도7의 비자성 하지막의 MR 헤드에서는 기하학적인 트랙 폭(전극의 간격)이 2.8 μm인 헤드에서, 자기적 트랙 폭(T_{WM})은 2.4 μm로, 0.4 μm 감소하고 있다. 여기에서, 자기적 트랙 폭은 도면의 각점에서의 출력을 트랙 방향으로 적분하고, 그 적분 커브의 값이 전체의 5% 에서 전체의 95 %가 되는 폭으로 정의한다. 따라서, 자기적 트랙 폭은 MR 헤드의 실효적인 트랙 폭에 상당한다. 비자성 하지막의 MR 헤드에서, 자기적 트랙 폭이 감소하는 원인은 도8의 자화 모델로 도시하는 바와 같이 자기 저항 효과막의 단부의 자화가 디스크의 법선 방향을 향하고 있기 때문이라고 생각된다. 이와 같이 자화가 법선 방향을 향하면, 매체로부터의 신호 자계에 따라 자기 저항 효과막의 자화가 회전할 수 없어, 결과적으로 이 부분에서 감도가 저하한다. 이 헤드에서는 신호 검출 영역의 단부에 이와 같은 불감대가 있기 때문에, 재생 전압은 낮다. 한편, 강자성 박막을 하지막에 이용한 본 발명의 MR 헤드(도5)에서는 2.25 μm의 기하하적인 트랙 폭에 대해 자기적 트랙 폭(T_{WM})은 2.25 μm이고, 기하학적 트랙 폭과 실효적인 트랙 폭은 거의 동일하다. 이것은 본 발명의 MR 헤드에서는 자기 저항 효과막의 단부에 서 자화가 디스크의 법선 방향을 향하지 않고, 따라서 비자성 하지막을 이용한 MR 헤드와 같은 불감대가 존재하지 않아 결과로서 높은 출력을 갖는다. 또, 자화 분포의 도면에서 신호 검출 영역의 자화가 경사지게 경사져 있는 것은 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계가 인가되어 있기 때문이다.

이상의 결과로부터, 비자성 하지막을 이용한 MR 헤드와, 본 발명의 MR 헤드에서는 신호 검출 영역 단부의 자화 상태에 차이가 있는 것을 판명했다. 이 차이는 경자성 박막과, 자기 저항 효과막 및 연자성 박막 사이의 자기적 교환 결합의 유무에 의한 것이다. 본 발명의 MR 헤드에서는 경자성 박막과 자기 저항 효과막의 자화는 자성 하지막을 통해 자기적인 교환 결합하고 있기 때문에, 자기 저항 효과막 및 연자성 박막의 단부의 자화는 경자성 박막의 자화 방향과 동일 방향을 향한다. 이 경우, 경자성 박막의 자화는 MR 헤드의 트랙 방향에 착자되어 있기 때문에, 자기 저항 효과막 및 연자성 박막의 자화도 마찬가지로 트랙 방향을 향한다. 한편, 비자성의 하지막을 이용한 MR 헤드의 경우에는 경자성 박막과 자기 저항 효과막 및 연자성 박막 사이에는 자기적 교환 결합은 없다. MR 헤드는 세라믹으로 이루어지는 절연막이나 금속막의 복잡한 적층 구조체이고, 복잡한 구조로부터 극도로 큰 응력 집중이 발생하기 쉽다는 것은 잘 알려져 있다. 따라서, 신호 검출 영역의 단부와 같이, 에칭된 단부에서는 응력이 집중하기 쉽다. 자기 저항 효과막은 응력을 받으면, 그 자기 왜곡에 따라 자화가 응력의 방향으로 향하기 쉽게(자기 왜곡에 의해서는 향하기 어렵게) 된다. 비자성 하지막을 이용한 MR 헤드의 신호 검출 영역부의 자화 회전은 이와 같은 응력에 기인하는 것으로 생각된다. 본 발명과 같이, 경자성 박막이 단부 영역에서 자기적 교환 결합을 하는 경우에는 신호 검출 영역 단부에 발생하기 쉬워서, 이와 같은 자화의 불안정을 방지하는 것이 가능하다.

(제3 실시예)

도1은 이 자기 저항 효과형 자기 헤드의 구조를 도시하는 사시도이고, 도9는 감자부 근방의 단면도이다. 세라믹으로 이루어지는 비자성 기판(10) 상에 절연막(20)으로서 알루미나막을 약 10 μm 형성하고, 표면에 정밀 연마를 실시한다. 하부 실드층(111)로서 스퍼터링법에 의해 Co-Hf-Ta계 합금 비정질 박막을 약 2 μm 형성하고, 이온 밀링을 이용하여 소정의 형상으로 가공한다. 하부 캡층(121)로서 알루미나막을 0.3 μm 성막한 후, 횡 바이어스 자계를 인가하기 위한 연자성 박막(13)으로서 Ni-Fe-Cr계 합금 박막 40 nm, 비자성 도전성 박막(14)로서 Ta 박막 20 nm, 자기 저항 효과막(15)로서 Ni-Fe계 합금 박막 30 nm을 순차 성막하고, 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막을 소정의 형상으로 가공한다. 신호 검출 영역으로하는 위치의 리프트오프 마스크재를 형성한다. 스피터링 에칭에 의해 자기 저항 효과막 표면을 클리닝한 후, 종 바이어스 인가층(24)로서 결정 구조가 체심 입방 격자로 강자성을 나타내는 하지막(252)인 Fe 박막 10 nm, 경자성 박막(26)인 Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm를 순차 형성하고, 이것에 이어서 자기 저항 효과막(15)의 전기 저항의 변화를 판독하기 위한 전극막(17)이 되는 Au 박막을 0.2 μm 성막한다. 성막에는 스퍼터링법을 이용하고, Ar 가스압은 5 mTorr, 기판 온도는 실온에서 행했다. 또, 글라스 기판 상에 제작한 Fe 박막 10 nm와 Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm로 이루어지는 적층막의 보자력은 1200 Oe, 잔류 자속 밀도 Br과 포화 자속 밀도 Bs의 비 Br/Bs(이하, 각형 비라 칭함)은 0.80, 잔류 자속 밀도는 0.93 T이었다. 본 실시예에서는 종 바이어스 인가층으로서 Fe/Co-Cr-Pt 적층막을 이용했지만, 이것은 종 바이어스 인가층(24)의 대표적인 것이고, 특히 이 적층막에 한정되지 않는다. 또, 종 바이어스 인가층(24)인 Fe/Co-Cr-Pt 적층막 및 전극막(17)인 Au 박막이 부착하고 있는 리프트오프 마스크재를 제거함으로써, 신호 검출 영역이 형성된다. 이 위에,두께 0.3 μm의 알루미나로 이루어지는 상부 캡층(122)와, 두께 약 2 μm의 Ni-Fe계 합금으로 이루어지는 상부 실드층(112)를 순차 형성한다. 또, 상부에 절열막(18)을 형성 후, 기록용 유도형 자기 헤드를 제조하는 상세한 설명은 생략한다. 이 후, 기판을 절단하고, 슬라이더에 가공하여 자기 저항 효과형 헤드의 제조를 완료한다.

이상과 같이 제조한 자기 저항 효과형 자기 헤드에 대해, 바크하우젠 노이즈의 유무를 검토했다. 비교를 위해, 종 바이어스 인가층을 Co-Pt-Cr계 경자성 박막 80 nm(하지막 없음) 및 하지막이 비자성의 Cr 박막 10 nm로 경자성 박막이 Co-Pt-Cr계 경자성 박막 52 nm로 한 자기 저항 효과형 헤드에 대해서도 평가를 행했다. 또, 글라스 기판 상에 제작한 두께 80 nm의 Co-Pt-Cr계 경자성 박막의 자기 특성은 보자력이 450 Oe, 각형 비가 0.55, 잔류 자속 밀도가 0.

49 T이고, 10 nm의 Cr 박막을 통해 글라스 기판 상에 제작한 두께 52 nm의 Co-Pt-Cr계 경자성 박막의 자기 특성은 보자력이 1500 Oe, 각형비가 0.85, 잔류 자속 밀도가 0.75 T이고, Fe 박막 10 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm의 적층막의 자기 특성은 다르지만, 잔류 자속 밀도와 막 두께의 곱이 동일하기 때문에, 종 바이어스 인가층으로부터 발생하는 자속 의 양은 거의 동일하다고 생각된다. 바크하우젠 노이즈의 평가는 잔류 자속 밀도와 자성체 막 두께의 곱이 150 G · μm의 박막 매체에 5 kFCI로 기록한 기록 패턴을 부상량 0.12 μm, 센스 전류 10 mA로 재생할 때의 재생 파행을 관측하여, 바크하우젠 노이즈의 억제율로서 관측한 헤드 수에 대해 바크하우젠 노이즈가 나타나지 않은 헤드의 수를 구해 비교했다. 종 바이어스 인가층으로서 Fe 박막 10 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm을 이용한 헤드의 바크하우젠 노이즈의 억제율이 100%인 것에 비하여, Co-Pt-Cr계 경자성 박막 80 nm의 헤드에서는 10%, Cr 박막 10 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 52 nm의 헤드에서는 65 %였다. 하지막이 없는 Co-Pt-Cr계 경자성 박막 80 nm의 헤드에서 바크하우젠 노이즈의 억제률이 낮은 것은 Co-Pt-Cr계 경자성 박막이 결정 구조가 면심 입방 격자인 자기 저항 효과막상에 직접 성막되어 있기 때문에 보자력이 작게 되어 있고, 외부 자계가 작동하면 종 바이어스 인가층의 자화도 움직여 버리고, 종 바이어스 자계가 유효하게 작용하지 않기 때문이다. 또, 하지막으로서 비자성의 Cr 박막을 이용한 Cr 박막 10 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 52 nm의 헤드에서는 도7과 같이 신호 검출 영역에서는 자화 방향이 종 바이어스 인가층으로부터의 자계에 의해 종 바이어스 인가층과 동일 방향을 향한다. 그러나, 종 바이어스 인가층하에서는 자기 저항 효과막의 자화 방향은 소자 단부의 정자(靜磁)적인 작용에 의해 종 바이어스 인가층의 자화 방향과 역 방향이 된다. 따라서, 자기 저항 효과막 내에서 자화 방향이 반대 방향이 되는 부분에 자벽이 발생하고, 바크하우젠 노이즈가 발생하는 것으로 생각된다.

본 실시예에서는 종 바이어스 인가층(24)로서 Fe 10 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm의 적층막을 이용했지만, 하지막은 Fe 박막 이외의 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막이나 비정질 강자성 박막 또는 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막을 이용해도 좋다.

결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막은 Fe-Ni계 합금, Fe-Co계 합금, Fe-Ni-Co계 합금, 또 Fe 및 이들 합금에 첨가 원소로서 Si, V, Cr, Nb, Mo, Ta, W를 1종류 이상 첨가한 합금을 이용할 수 있다. 이것을 하지막으로서 이용하는 경우, 경자성 박막의 결정 성장을 재촉하고, 또 입자 사이의 자기적인 상호 작용을 작게 하여 큰 보자력을 얻기 위해서는 하지막의 두께는 두꺼운 쪽이 좋지만, 한쪽 자기 저항 효과막과 경자성 박막 사이의 교환 결합은 하지막이 두꺼운 만큼 감소해 버린다. 따라서, 하지막의 막 두께는 경자성 박막의 성장이 결정 구조가 면심 입방 구조인 자기 저항 효과막의 영향을 받지 않게 되는 막 두께인 5 20 nm 정도가 바람직하다.

비정질 강자성 박막은 Co와, Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, Y, Ru, Rh, Pd, Cu, Ag, Au, Pt 중에서 선택되는 1종류 이상의 원소를 주성분으로 하는 비정질 합금을 이용할 수 있고, 대표적인 것으로서 Co-Zr-Nb계 박막, Co-Zr-Ta계 박막, Co-Hf-Nb계 박막, Co-Hf-Ta계 박막 등이 예로 들 수 있다. 비정질 강자성 박막/경자성 박막과 체심 입방 격자 강자성 박막/경자성 박막의 보자력을 비교하면, 하지막의 막 두께가 30 nm 이상으로 두꺼운 경우에는 체심 입방 격자 강자성 박막을 이용한 쪽이 큰 값이 얻어지지만, 5 20 nm 정도에서는 비정질 강자성 박막을 이용한 경우에서도 체심 입방 격자 강자성 박막을 이용한 경우와 같은 정도이거나 약간 작 은 값이었다. 이것은 5 20 nm 정도의 막 두께에서는 막 두께가 두꺼운 경우와 비교하여 체심 입방 격자 강자성 박막의 결정성이 약하고, 결정 입자의 성장도 충분하지 않기 때문에, 비정질 강자성 박막을 이용한 경우와 너무 차이가 발생하지 않는 것이라고 생각된다. 또, 종 바이어스 인가층으로부터 발생하는 자속의 양이 Fe 박막 10 nm/Co-Pt-Cr-계 경자성 박막 32nm와 동일한 Co-Hf-Ta계 비정질 강자성 박막 16 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm를 적용한 자기 저항 효과형 자기 헤드의 바크하우젠 노이즈의 억제율은 Fe 박막 10 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 32 nm을 이용한 경우와 마찬가지로 100%이었다.

결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막은 Cr과 Mn과, Cu, Au, Ag, Co, Ni 및 백색족 원소로부터 선택되는 1종류 이상의 원소를 주 성분으로 하는 합금을 이용할 수 있다. 이들 반강자성 박막인 경우, 약 20 nm보다도 얇게 되면 반강자성을 나타내지 않게 되기 때문에, 막 두께는 20 nm이상 필요하다.

경자성 박막은 Co와, Cr, Ta, Ni, Pt, Re로부터 선택되는 1 종류 이상의 원소를 주 성분으로 하는 합금을 이용할 수 있고, Co-Pt-Cr계 경자성 박막외의 대표적인 것으로서, Co-Re계 경자성 박막, Co-Cr계 경자성 박막, Co-Ta-Cr계 경자성 박막, Co-Ni-Pt계 경자성 박막 등이 있다. 또, 이들 경자성 합금 박막에 산화 실리콘, 산화 지르코늄, 산화 알루미늄, 산화 탄탈을 1종류 이상 첨가한 산화물 첨가 합금 박막도 이용할 수 있다.

본 발명의 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드는 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막의 성막까지는 전술한 실시 형태와 마찬가지로 행한 후, 연자성 박막/비자성 도전성 박막/자기 저항 효과막을 소정 형상으로 가공한다. 신호 검출 영역이라는 위치에 리프트오프 마스크재를 형성하고, 종 바이어스 인가층(24)로서 체심 입방 구조를 갖는 강자성을 나타내는 하지막(252)인 Fe-Cr계 합금 박막, 경자성 박막(26)인 Co-Cr-Pt계 경자성 박막을 순차 성막한다. 이어서, 전극막(17)이 되는 Au 박막을 형성한 후, 리프트오프 마스크재를 제거함으로써, 신호 검출 영역이 형성된다. 이 후의 공정은 전술한 실시 형태와 동일하다.

하지막으로서, Cr 등의 비자성막을 이용한 경우에는 도15와 같이 경자성 박막으로부터 발생하는 자계가 경자성 박막하의 MR 소자부를 구성하는 강자성 박막을 환류하기 위해, 감자부와 감자부 이외의 부분에서 자기 저항 효과막의 자화가 서로 역 방향을 향하게 되어 버린다. 한편, 강자성 하지막을 이용한 경우에, 감자부의 자화는 종 바이어스 인가층으로부터 발생하는 자계에 의해 감자부 이외의 자화는 종 바이어스 인가층과 자기 저항 효과막의 자기적 교환 결합에 의해 종 바이어스 인가층의 착자 방향과 동일 방향을 향한다. 따라서, 자기 저항 효과막에는 자벽이 존재하지 않기 때문에, 바크하우젠 노이즈가 없는 MR 헤드가 얻어진다.

(제4 실시예)

본 발명은 거대 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드에도 적용할 수 있다. 거대 자기 저항 효과를 나타내는 적층막의 구성 중에서, 가장 간단한 기본이 되는 것이 도10에 도시하는 바와 같은 반강자성층(31)/자성 박막(32)/비자성 도전성

박막(33)/자성 박막(34)라는 구성이다. 자성 박막(32)의 자화 방향은 반강자성층(31)과의 교환 상호 작용에 의해 트랙 방향과 수직인 방향(지면과 수직 인 방향)으로 고정되어 있다. 자성 박막(34)에는 트랙 방향에 자기 이방성이 유도되고 있고, 외부 자계를 인가하지 않은 상태에서는 자성 박막(32)와 자성 박막(34)의 자화 방향은 수직으로 되어 있다. 외부 자계가 인가되면, 자성 박막(34)의 자화가 회전하고, 자성 박막(32)의 자화를 이루는 각도가 변화하며, 이것에 의해 전기 저항이 변화한다. 일반적으로 반강자성층(31)에는 Fe-Mn계 반강자성막, Ni-Mn계 반강자성막, NiO 반강자성막 등이 이용되고, 자성 박막(32 및 34)에는 Ni-Fe계 박막이, 비자성 도전성 박막(33)에는 Cu 박막이 이용된다. 또, 종 바이어스 자계는 자화가 회전하는 자성박막(34)에 인가한다.

(제5 실시예)

도11은 이와 같은 막 구성으로 이루어지는 자기 저항 효과 적층막을 갖는 MR 헤드의 한 실시 형태의 감자부 근방의 단면도이다. 하부 갭층(121)까지는 이방성 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드의 실시 형태와 마찬가지의 방법에 의해 제작한다. 하부 갭층(121) 상에 반강자성층(31)로서 NiO 반강자성 박막 100 nm, 자성 박막(32)로서 Ni-Fe계 합금 박막 5 nm, 비자성 도전성 박막(33)으로서 Cu 박막 3 nm, 자성 박막(34)로서 Ni-Fe계 합금 박막 12 nm를 성막한 후, 보호막(35)로서 Ta 박막을 3 nm 성막한다. 이 적층막을 소정의 형상으로 가공하고, 신호 검출 영역이라는 위치에 리프트오프 마스크재를 형성한다. 이온 밀링법에 의해 자기 저항 효과 적층막의 단부에 완만한 경사가 형성되는 조건으로, 감자부에만 남도록 스퍼터에칭에 의해 Ta 박막을 제거한 후, 본 발명의 종 바이어스 인가층(24), 예를 들면 체심 입방 구조를 갖는 강자성을 나타내는 하지막(252)인 Fe-10 at% Cr 합금 박막 5 nm 및 경자성 박막(26)인 Co-Pt-Cr계 경자성 박막 14 nm를 형성하고, 이것에 이어 전극막(17)이 되는 Au 박막을 0.2 μm 성막한다. 여기에서, 글라스 기판 상에 제작한 Fe -10at% Cr 합금 박막 5 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 14 nm의 보자력은 1500 Oe, 각형비는 0.85, 잔류 자속 밀도는 0.87 T이었다. 다음에, 리프트오프 마스크재를 제거하고 신호 검출 영역을 형성하지만, 이 이후의 공정은 전술한 실시예와 동일하므로 생략한다.

비교를 위해, 종 바이어스 인가층으로서 Cr 박막 5 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 27 nm를 이용한 마찬가지의 구성을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드도 제작하고, 바크하우젠 노이즈의 억제율을 비교했지만, Fe-10at% Cr 합금 박막 5 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 14 nm를 이용한 헤드에서는 100 %인 것이 대해, Cr 박막 5 nm/Co-Pt-Cr계 경자성 박막 27 nm을 이용한 헤드에서는 70 %이었다. 또, 글라스 기판 상에 제작한 Cr 박막 5 nm/Co-Pt-Cr계 경화성 박막 27 nm의 자기 특성은 보자력이 1700 Oe, 각형비가 0.90, 잔류 자속 밀도가 0.59 T이었다.

박막 형성 공정이 전부 완료한 후에, 반강자성층(31)와 자성 박막(32) 사이에 자기적 교환 결합을 발생시켜, 자성 박막(32)의 자화 방향을 트랙 방향과 수직인 방향(지면과 수직인 방향)으로 고정하기 위해서, 반강자성층의 네일 점 이상의 온도로부터 직류 자계를 인가하면서 온도를 떨어뜨리는 열 처리 공정이 필요하게 된다. 종 바이어스 인가층을 자기 저항 효과 적층막의 길이 방향(도면의 수평 방향)에 착자한 후, 기판의 절단, 슬라이더 가공을 행하고, MR 헤드의 제조가 완료한다.

본 실시 형태에서는 기판 측으로부터 차례로, 반강자성층(31)/자성 박막(32)/비자성 도전성 박막(33)/자성 박막(34), 전극 박막(17)을 배치한 MR 헤드를 도시했지만, 반드시 이 순서로 배치하지 않아도 좋다. 단, 자성 박막(34)/비자성 도전성 박막(33)/자성 박막(32)/반강자성층(31)으로 하는 경우에는, 반강자성층(31)은 Fe-Mn계 반강자성막, Ni-Mn계 반강자성막 등의 도전성 반강자성막이 바람직하다.

(제6 실시예)

반강자성층/자성 박막/비자성 도전성 박막/자성 박막으로 이루어지는 자기 저항 효과 적층막을 갖는 MR 헤드에서도, 도12에 도시하는 바와 같이 자기 저항 효과 적층막 등의 양단에 종 바이어스 인가층(24) 및 전극(17)을 배치한 구조로 할 수 있다.

거대 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드에서도, 종 바이어스 인가층의 자화량이 헤드의 안정성 및 재생 출력에 큰 영향을 끼친다. 종 바이어스 인가층의 최적인 자화량은 자성 박막(34)의 자화량의 1 3배 정도이다.

이상에서는 본 발명의 종 바이어스 인가층으로서, 주로 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막에 대해 설명했지만, 비정질 강자성 박막 또는 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막을 이용한 경우에도 마찬가지의 효과가 얻어진다.

비정질 강자성 박막의 재료로서는 Co와, Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, Y, Ru, Rh, Pd, Cu, Ag, Au, Pt 중에서 선택되는 적어도 1종류 이상의 원소를 주 성분으로 하는 비정질 합금을 이용할 수 있고, 대표적인 것으로서 Co-Zr-Nb계 박막, Co-Zr-Ta계 박막, Co-Kf-Nb계 박막, Co-Hf-Ta계 박막 등을 예로 든다. 이들 재료의 경우, 스퍼터링법으로 제조하지만, Co가 90at%보다도 많으면 비정질로 되지 않고, 또 70at%보다도 작으면 자성을 상실해 버리기 때문에 Co함유량의 상한은 90at%이고, 하한은 70at%이다.

도13은 Co-Cr-Pt 단층막 및 비정질 강자성 박막의 특정한 예인 Co-Zr-Nb계 박막 20 nm를 하지막으로 하고, 그 위에 Co-Cr-Pt계 경자성 박막을 적층한 Co-Zr-Nb/Co-Cr-Pt의 X선 회절 프로파일이다. Co-Zr-Nb/Co-Cr-Pt의 프로파일을 보면, Co-Zr-Nb계 박막에 의한 브로드한 회절선과 Co-Cr-Pt의 (002) 면으로부터의 회절선이 관찰되고, Co-Cr-Pt 박막은 <001> 결정 축이 막 면에 수직으로 배향하고 있는 것을 알 수 있다. Co-Zr-Nb/Co-Cr-Pt의 Co-Cr-Pt(002) 회절선의 강도를 Co-Cr-Pt 단층막, 및 도2에 도시한 Fe-Cr/Co-Cr-Pt와 비교하여 보면 Co-Cr-Pt 단층막에 대해서는 약 1/3로 작게 되어 있지만, Fe-Cr/Co-Cr-Pt에 대해서는 약 2배로 크게 되어 있고, 이것은 Co-Zr-Nb/Co-Cr-Pt에서 <001>의 배향도는 단층막보다도 낮고, Fe-Cr/Co-Cr-Pt보다는 높은 것을 나타내고 있다. Co-Cr-Pt는 <001> 방향으로 강한 자기 이방성을 갖고 있기 때문에, Co-Cr-Pt(002) 회절선의 강도가 작은 쪽이 자화의 막 면내 성분이 많은 것을 나타내기 때문에, Co-Zr-Nb계 비정질 강자성 박막을 하지막으로서 이용함으로써, Fe-Cr계 강자성 박막을 이용한 경우만큼은 아니지만, 경자성 박막의 자기 특성을 개선할 수 있다.

결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막의 재료로서는 Cr과, Mn과 Cu, Au, Ag, Co, Ni 및 백금족 원소로부터 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원소를 주성 분으로 하는 합금을 이용할 수 있다. 이 반강자성 재료에서 바람직한 조성 범위는 첨가 원소를 X로서$(Cr_{100-c}Mn_{c})_{100-d}X_{d}$로 표시했을 때, $30 \leq c \leq 70$, $0 \leq d \leq 30$이고, 이것은 교환 결합 작용이 최대가 되는 조성이다. 또, 막 두께에 대해서는 20 nm보다도 얇게 되면 반강자성을 나타내지 않게 되기 때문에, 이 이상의 막 두께가 필요하다. 경자성 박막의 자기 특성의 개선의 효과는 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막을 이용한 경우와 거의 동등하다.

이 반강자성 박막을 하지막으로서 이용할 때에는 반강자성 박막의 자화 방향을 자기 저항 효과막의 길이 방향으로 정리하기 위해, 직류 자계 중에서 열 처리를 실시하는 것이 바람직하다. 여기에서, 자기 저항 효과막이 거대 자기 저항 효과를 이용한 MR 헤드인 경우에는 도10에 도시한 바와 같이 자성 박막(32)의 자화 방향을 고정하기 위해서 반자성층(31)이 설치되어 있고, 반강자성층(31)의 착자 방향과 종바이어스 인가층의 하지막인 반강성 박막의 착자 방향이 다르기 때문에, 각각 블럭킹 온도가 다른 재료를 이용하거나, 또는 종 바이어스 인가층이 하지막인 반강성 박막으로서, 열 처리를 실시하지 않아도 교환 결합이 발생하는 조성을 선택하는 것이 필요하게 된다.

(제7 실시예)

도14는 본 발명의 MR 헤드를 적용한 자기 디스크 장치의 한 실시 형태의 개략 구조를 도시하는 도면이다. 여기에서는 자기 기록 재생 장치로서의 자기 디스크 장치에 본 발명의 MR 헤드를 적용한 실시 형태를 도시하지만, 본 발명의 MR 헤드는 예를 들면, 자기 테이프 장치 등과 같은 자기 기록 재생 장치에도 적용가능한 것은 분명하다.

이 자기 디스크 장치의 개략 구조를 설명한다. 도9에 도시하는 바와 같이 자기 디스크 장치는 스핀들(202), 스핀들(202)를 축으로서 등간격으로 적층된 복수의 자기 디스크(204a, 204b, 204c, 204d, 204e)와 스핀들(202)를 구동하는 모터(203)을 구비하고 있다. 또, 이동가능한 캐리지(206)과, 캐리지(206)에 보유된 자기 헤드(205a, 205b, 205c, 205d, 205e) 군과, 이 캐리지(206)을 구동하는 보이스 코일 모터(213)을 구성하는 마그네트(208) 및 보이스 코일(207)과, 이것을 지지하는 베이스(201)을 구비하여 구성시킨다. 또, 자기 디스크 제어 장치 등의 상위 장치(212)로부터 송출되는 신호에 따라, 보이스 코일 모터(213)을 제어하는 보이스 코일 모터 제어 회로(209)를 구비하고 있다. 또, 상위 장치(212)로부터 송출되어 온 데이타를 자기 디스크(204a) 등의 기록 방식에 대응하고, 자기 헤드에 흘러야 할 전류로 변환하는 기능과, 자기 디스크(204a) 등으로부터 전송되어 온 데이타를 증폭하고, 디지탈 신호로 변환하는 기능을 갖는 라이트/리드 회로(210)을 구비하고, 이 라이트/리드 회로(210)은 인터페이스(211)을 통해 상위 장치(212)와 접속되어 있다.

다음에, 이 자기 디스크 장치에서, 자기 디스크(204d)의 데이타를 판독하는 경우의 동작을 설명한다. 상위 장치(212)로부터 인터페이스(211)을 통해 보이스 코일 모터 제어 회로(209)에 판독해야 할 데이타의 지시를 제공한다. 보이스 코일 모터 제어 회로(209)로부터의 제어 전류에 의해 보이스 코일 코일(213)이 캐리지(206)을 구동시키고, 자기 디스크(204d) 상의 지시된 데이타가 기억되어 있는 트랙의 위치에, 자기 헤드(205a, 205b, 205c, 205d, 205e)의 군을 고속으로 이동시키고, 정확하게 위치 부착한다. 이 위치 부착은 자기 디스크(204d) 상에 데이타와 함께 기록되어 있는 서보 정보를 자기 헤드(205d)가 판독하고, 위치에 관한 신호를 보이스 코일 모터 제어 회로(209)에 제공함으로써 행해진다. 또, 베이스(201)에 지지된 모터(203)은 스핀들(202)에 부착된 복수의 자기 디스크(204a, 204b, 204c, 204d, 204e)를 회전시킨다. 다음에, 라이트/리드 회로(210)으로부터의 신호에 따라, 지시된 소정의 자기 디스크(204d)를 선택하고, 지시된 영역의 선두 위치를 검출 후, 자기 헤드(205d)의 데이타 신호를 판독한다. 이 판독은 라이트/리드 회로(210)에 접속되어 있는 자기 헤드(205d)가 자기 디스크(204d) 사이에서 신호의 수수를 행함으로써 행해진다. 판독된 데이타는 소정의 신호로 변환되고, 상위 장치(212)에 송출된다.

여기에서는 자기 디스크(204d)의 데이타를 판독하는 경우의 동작을 설명했지만, 다른 자기 디스크의 경우도 마찬가지이다. 또, 도14에서는 5개의 자기 디스크로 이루어지는 자기 디스크 장치를 나타내고 있지만, 반드시 5개일 괼요는 없다.

(제8 실시예)

반강자성층/자성 박막/비자성 도전성 박막/자성 박만으로 이루어지는 자기 저항 효과 적층막을 갖는 자기 저항 효과형 헤드에서도, 도17에 도시하는 바와 같이 자기 저항 효과 적층막의 양쪽을 잘라 내고, 종 바이어스 인가층(24) 및 전극막(]7)을 배치하는 구조로 할 수 있다. 이 경우에도 종 바이어스 인가층에 자 성을 갖는 하지막(252)를 이용함으로써, 기판측의 자성 박막(32)의 자화를 안정하게 하고, 바크하우젠 노이즈를 억제할 수 있다.

상술한 실시예에서는 기판측으로부터 차례로 반강자성층(31)/자성 박막(32)/비자성 도전성 박막(33)/자성 박막(34), 전극막(17)을 배치한 자기 저항 효과형 헤드에 도시했지만, 반드시 이 순서로 배치하지 않아도 좋다. 단, 자성 박막(34)/비자성 도전성 박막(33)/자성 박막(32)/반강자성층(31)로 하는 경우에는 반강자성층(31)은 도전성의 반강자성막이 바람직하다.

(제9 실시예)

도18은 본 실시예의 자기 저항 효과형 헤드의 구조이다. 먼저, 연자성 박막(13), 비자성 도전성 박막(14) 및 자기 저항 효과막(15)를 순차 성막했다. 자기 저항 효과막(15)로서 80 at% NiFe를 이용했다. 그 후, 중앙 능동 영역 상에 스텐실 형상의 포토레지스트를 형성했다. 이어서,이 레지스트재에 의해 마스크되어 있지 않은 영역의 상기 연자성 박막(13), 상기 비자성 도전성 박막(14) 및 상기 자기 저항 효과막(15)를 이온 밀링에 의해 제거했다. 이 때, 기판을 이온빔에 대해 적절한 각도를 유기한 채 회전시킴으로써 부채꼴 테이퍼(45)를 형성했다. 다음에, 단부 수동 영역을 형성하는 경자성 박막(26)과 체심 입방 격자의 강자성을 나타내는 하지막(252)로 이루어지는 종 바이어스 인가층(24) 및 전극막(17)을 부착했다. 경자성 박막(26)으로서 $Co_{0.82}Cr_{0.09}Pt_{0.09}$막 또는 $Co_{0.80}Cr_{0.08}Pt_{0.09}(ZrO_{2})_{0.03}$막, 강자성을 나타내는 하지막(252)로서 제2 실시예의 Fe-Cr합금을 이용했다. 금회의 경자성 박 막(26)과 강자성을 나타내는 하지막(252)는 RF 스퍼터법에 의해 형성하고, 타겟 상에 ZrO_{2} 칩을 배치함으로써 CoCrPt막 속의 ZrO_{2}

농도를 조절했다. 영구 자석막(7)의 막 두께는 중앙 능동 영역에 제공하는 바이어스 자계가 $Co_{0.82}Cr_{0.09}Pt_{0.09}$ 막과 $Co_{0.80}Cr_{0.08}Pt_{0.09}(ZrO_2)_{0.03}$ 막으로 동일하게 되도곡 각각 50 nm, 52 nm로 선택했다. 각각의 보자력은 600 Oe 및 1200 Oe이었다. 스텐실 상에 부착한 영구 자석막 및 전극막은 리프트오프에 의해 스텐실과 함께 제거했다. 연자성 박막(13)은 자기 저항 효과막(15)에 횡 바이어스 자계(44)를 인가하는 것이고, 종 바이어스 인가층(24)는 자기 저항 효과막(15)에 종 바이어스 자계(46)을 인가하는 것이다. 종 바이어스 인가층은 자기 저항 효과막(15)를 소정의 형상으로 작성한 후 연자성 박막(13), 비자성 도전성 박막(14) 및 자기 저항 효과막(15)의 합계의 두께보다 않게 적층되고, 자기 저항 효과막(15)의 부분에 남겨지지 않도록 제거되고, 자기 저항 효과막(15)와의 단부에 남도록 테이퍼가 형성된다. 또, 그 후 전극막(8)이 형성되고, 자기 저항 효과막(15)와의 접촉부에서 테이퍼가 형성된다. 참조 번호(121)은 0.4 μm의 두께의 알루미나의 하부 갭층이고, 참조 번호(111)은 약 2 μm의 NiFe 합금으로 이루어지는 하부 실드층이며, 참조 번호(20)은 기판(12)의 표면에 알루미나의 절연막을 10 μm의 두께로 형성하고 연마하여 비자성 기판(10)의 표면을 평활하게 하기 위한 것이다. 비자성 기판(10)은 TiC 함유 알루미나 소결체가 이용된다. 비자성 도전성 박막(14)는 200 Å의 Ta막이 이용된다. 자기 저항 효과막(15)는 두께 400 Å의 80at% Ni-Fe 합금이 이용된다.

이들 헤드의 전기 자기 변환 특성을 측정한 결과, 출력 변동 20 %, 파형 변동 10 %인 $Co_{0.82}Cr_{0.09}Pt_{0.09}$ 막을 이용한 헤드에 대해, $Co_{0.80}Cr_{0.08}Pt_{0.09}(ZrO_2)_{0.03}$ 막을 이용한 헤드에서는 출력 변동 5% 이내, 파형 변동 5 % 이내로 저감할 수 있었다. 따라서, $Co_{0.80}Cr_{0.08}Pt_{0.09}(ZrO_2)_{0.03}$ 막을 경자성 박막(26)에 이용함으로써 BHN 및 파형 변동 억제 효과가 높게 되는 것을 확인했다.

중앙 능동 영역은 MR막, 횡 바이어스를 인가하는 소프트 바이어스막인 연자성 박막(13)과 상기 2자성막을 분리하는 비자성 도전성 박막(14)를 갖는다. 단부 수동 영역은 중앙 능동 영역에 종 바이어스를 인가하는 종 바이어스 인가층(24)로 구성된다. 단부 접합 영역은 중앙 능동 영역에 2개의 테이퍼를 갖고 있다.

이 경자성막(7)은 영구 자석막으로부터의 누설 자계와, 영구 자석막과 중앙능동 영역과의 접합 영역에서의 결합 자계에 의해 중앙 능동 영역에 종 바이어스를 제공한다. 영구 자석막은 BHN 억제를 위해 자기 매체로부터의 자계에 대해 안정하게 중앙 능동 영역에 자계를 인가할 필요가 있다. 이것을 위해서는 영구 자석막의 보자력으로써 1000 Oe 이상이 필요하다.

(제10 실시예)

도19는 본 실시예의 자기 저항 효과 헤드의 사시도이다.

본 실시예는 제5 실시예와 동일한 구조로, 자기 저항 효과형 헤드의 막의 적층 구조가 다르다. 알루미나로 이루어지는 하부 갭층(121) 상에 순차 두께 50 nm의 NiO로 이루어지는 반강자성층(31), 자기 저항 효과막(15)으로서 두께 1 nm의 80 at%Ni-Fe 합금막(54)와 두께 1 nm의 Co막(45), 두께 2 nm의 Cu로부터 비자성 도전성 박막(56) 및 두께 5 nm의 NiFe 합금의 연자성막으로 이루어지는 횡 바이어스 인가용 연자성 박막(13)이 형성된 것이다.

본 실시예에서 자기 저항 효과막(15)는 2개의 자성막(NiFe)로 얇은 비자성막(Cu)를 끼우고, 편쪽의 자성막에 접한 반강자성막(NiO)고 이루어지는 구조이다. 이 구조에 의해, 제조 공정의 불안정과, 전류의 분류에 의한 감도 저하를 방지한 것이다. 또, 반강자성막으로서는 종래 재료의 FeMn에 비해 제조 공정에서의 부식이 없는 산화물 NiO를 이용하고, 이것에 의해 양산 공정에서의 고신뢰화를 도모했다. 또, 헤드의 출력은 헤드에 흐르는 전류와 스핀 벨브막의 저항 변화량의 곱에 의해 결정되고, 반강자성막 자신은 저항 변화에는 기여하지 않는다. 따라서, 반강자성막으로서 절연 물질인 NiO를 이용함으로써, 입력한 전류를 효율좋게 저항 변화에 기여시키고, 높은 자계 감도를 얻을 수 있도록 되었다. 이상과 같이, 본 실시예에서는 약 5 Gb/in^2 의 기록 밀도를 실현할 수 있다.

또, 본 실시예에서 연자성 박막(13)에 제9 실시예와 마찬가지로 NiFe 합금에 산화물을 분산시킨 막을 형성함으로써 높은 재생 출력이 얻어진다.

(제11 실시예)

도20은 본 실시예의 자기 저항 효과형 헤드의 사시도이다.

반강자성재로 이루어지는 바이어스막(27및 28)은 교환 결합에 의한 이방성을 인가한다. 종 바이어스 인가층은 제2 실시예와 마찬가지인 구성을 갖는다. 비자성 도전막(14)에 끼워진 자성막(22)의 용이 자화 방향은 한축 이방성의 유도에 의해 인가한다. 이것은 자성막의 성장 중에 소정의 방향으로 자계를 인가함으로써 달성된다. 본 도면의 실시예는 이방성의 인가를 바이어스 막과 유도 자기 이방성으로 실현한 예이고, 막 면내에서 서로 직교한다. 감지해야 할 자계의 크기에 비교하여 자성막(21)의 이방성을 크게, 자성막(22)의 이방성을 작게함으로써, 자성막(21)의 자화를 외부 자계에 대해 거의 고정하고, 자성막(22)의 자화만이 외부 자계에 대해 크게 반응하도록 된다. 또, 화살표(60)의 방향에 관한 감지해야 할 자계에 대해, 자성막(21)의 자화는 이방성(61)에 의해 자화와 외부 자계가 평행한 용이 축 여자 상태에, 역으로 자성막(22)의 이방성에 의해 자화와 외부 자계가 수직인 곤란 축 여자 상태로 되어 있다. 이 효과에 의해 상기 응답을 더 현저한 것으로 할 수 있음과 동시에, 외부 자계에 대해 자성막(22)의 자화가 회전에 의한 곤란축 여자로 소자가 구동되는 상태를 실현하고, 자벽 이동에 의한 여자에 따른 노이즈를 방지하며, 고주파에서의 동작을 가능하게 할 수 있다.

본 발명의 자기 저항 효과 소자를 구성하는 막은 고주파 마그네트론 스퍼터링 장치에 의해 이하와 같이 제작했다. 아르곤 3 mTorr의 분위기 속에서 두께 1미리, 직경 3 인치의 세라믹 기판 및 Si 단결정 기판 상에 이하의 재료를 차례로 적층하여 제작했다. 스퍼터링 타겟으로서 산화 니켈, 코발트, 니켈-20at% 철 합금, 동의 타겟을 이용했다. 니켈-철 중으로의 코발트의 첨가에는 니켈-20at% 철 합금 타겟 상에 코발트의 칩을 배치했다. 또, 코발트 중으로의 니켈, 철의 첨가에는 코발트 타겟 상에 니켈 및 철의 칩을 배치했다. 적층막은 각 타겟을 배치한 캐소드에 각각 고주파 전력을 인가하여 장치 내에 플라즈마를 발생시키고 있고, 각 캐소드마다 배치된 셔터를 하나씩 개폐하여 순차 각층을 형성했다. 막 형성시에는 기판 면내에서 직교하는 2쌍의 전자석을 이용하여 기판에 평행하게 및 50 에르스텟의 자계를

인가하여 한축 이방성을 가짐과 함께, 산화 니켈막의 교환 결합 바이어스의 방향을 각각 방향으로 유도했다.
이방성의 유도는 기판 근방에 부착한 2쌍의 전자석에 의해, 각 자성막의 형성시에 유도해야 할 방향으로 자계를 가하여 행했다. 또는, 다층막 형성 후에 반강자성막의 네일 온도 근방에서 자계 중 열 처리를 행하고, 반강자성 바이어스 방향을 자계의 방향으로 유도했다.
자기 저항 효과 소자의 성능의 평가는 막을 단편 형상으로 패터닝하고, 전극을 형성하여 행했다. 이 때, 자성막의 한축 이방성의 방향과 소자의 전류 방향과 평행하게 되도록 했다. 전기 저항은 전극 단자 사이에 일정한 전류를 통해 소자의 면내에 전류 방향에 수직인 방향으로 자계를 인가하여 소자의 전기 저항을 전극 단자 사이의 전압으로서 측정하고, 자기 저항 변화율로서 감지했다.
표1의 시료 No.0.l에서 표시한 상하에 NiO막을 갖는 구성의 소자의 자계에 대한 저항 변화율을 표시한 도면이다. 바이어스막(27, 28)에 NiO막을, 자성막(21, 22)에 $Ni_{80}Fe_{20}$ 합금 박막을, 비자성 도전막에 Cu막을 이용한 것에 대응하고 있다. 즉, 자계의 방향에 강하게 유도된 자성막의 효과는 곡선의 좌 반 만큼의 루프로서 검출된다. 또, 강하게 유도되어 있지 않은 자성막의 효과는 중앙 부근의 급격한 저 항 변화로서 표현되고 있다. 본 발명의 자기 저항 효과 소자의 재생 출력은 이 저항 변화율의 크기에, 또는 감도는 포화 자계의 작음에 각각 대응하기 때문에, 본발명의 소자 출력은 크고, 감도가 높다는 것을 알 수 있다.
또, 비자성 도전막으로서 Cu에, Ag, Au를 첨가한 때 및 Ag, Au로 다층막을 형성한 시료에서도 마찬가지의 효과가 얻어졌다.
Cu막의 두께를 변화한 NiO/NiFe/Cu/Nife의 막에서 자기적 결합의 강도는 Cu의 두께와 함께 대략 10 Å 주기로 반강자성/강자성 사이에서 진동한다. 자계에 대한 감도가 높은 자기 저항 효과 소자를 얻는 것은 이 자기적 결합을 대략 제로로 하는 것이 필수이다. 비자성 도전막으로서 Cu를 이용한 경우에는 그 두께를 11 Å 22 Å의 범위로 함으로써 자성막 사이의 자기적 결합을 제로로 할 수 있다. 이것에 의해, 초기에 수 에르스텟의 약한 외부 자계에 응답하여 전기 저항이 크게 변화하는, 즉 감도가 높은 자기 저항 효과 소자를 얻을 수 있다.
NiFe 자성막에 Co를 첨가하면 저항 변화율은 NiFe만 대략 4%에서 5.5 %까지 향상한다. 이것은 NiFe에 추가하여 Co를 첨가하는 것이 적층막의 자기 저항 효과를 개선하는 것을 나타내고 있다.
표1 은 자기 저항 효과막의 구성을 변경하여 제작한 자기 저항 효과 소자의 특성 예를 도시한다. 막 구성은 지면 좌측이 기체측에서 순차 우측으로 적층한 것이다.
표 1

시료		저항변화률 (%)	포화자계 (Oe)	평가
No. 1	Nio/NiFe/Cu/NiFe/Cu/NiFe/Nio 300/ 60 /21 / 40 /21 /60 /300	6.5	12	◎
2	NiO/Co/Cu/NiFe/Cu/Co/NiO 300/ 50/ 21/ 40/ 21/ 50/300	7.5	13	◎
3	NiO/NiFe/Cu/NiFe/Cu/NiFe/Cu/NiFe/NiO 300/ 60/ 21/ 40/ 21/ 40/ 21/ 60/ 300	5.5	11	◎
4	NiO/Co/Cu/Co/NiFe/Co/Cu/Co/NiO 300/ 60/21/15/ 40/ 15/ 21/ 60/ 300	7.5	16	◎
5	NiO/NiFe/Cu/NiFe 300/ 60/ 21/ 40	4.5	15	○
6	NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe 300/ 60/ 15/ 21/ 15/ 40	5.5	14	◎
7	NiO/NiFe/Co/Cu/NiFe/Cu/Co/NiFe/NiO 300/ 60/ 15/ 21/ 40/ 21 /15/ 60/ 300	7.9	14	◎

표1에서는 소자의 특성을 저항 변화율과 포화 자계로 표시했다. 소자로서의 재생 출력은 이 저항 변화율의 크기에, 감도는 포화 자계의 작음에 각각 대응한다. 표1의 결과로부터 명백해지는 바와 같이 본 발명의 자기 저항 소자(No1 5)는 4% 이상의 저항 변화율과 적당한 자기 특성을 갖는 것이고, 종래의 적층막(No.6, 7)에 비해 저항 변화율에서 우수하다. 특히, 시료 No. 1, 2, 4는 포화 자계 10 에르스텟 정도의 적당한 자계 감도와 저항 변화율 6에서 7 %의 높은 출력을 나타내고 있다.
(제12 실시예)
도21은 상기 소자에 추가하여 기록용 헤드를 형성한 기록 재생 분리형 헤드의 개념도이다. 기록 재생 분리형 헤드는 본 발명의 소자를 이용한 재생 헤드와, 인덕티브형의 기록 헤드 및 누설 자계에 의한 재생 헤드의 혼란을 방지하기 위한 실드부로 이루어진다. 여기에서는 수평 자기 기록용 기록 헤드와의 탑재를 도시했지만, 본 발명의 자기 저항 효과 소자를 수직 자기 기록용 헤드와 조합시켜, 수직 기록을 이용해도 좋다. 헤드는 기체(50) 상에 하부 실드층(111), 자기 저항 효과 소자(60) 및 전극(40), 상부 실드층(112)로 이루어지는 재생 헤드와, 하부 자성막(84), 코일(41), 상부 자성막(83)으로 이루어지는 기록 헤드를 형성하게 된다. 이 헤드에 의해, 기록 매체 상에 신호를 기록하고, 또는 기록 매체로부터 신호를 판독하는 것이다. 재생 헤드의 감지 부분과, 기록 헤드의 자기 갭은 이와 같이 동일 슬라이더 상에 중복된 위치에 형성함으로써, 동일 트랙에 동시에 위치 결정할 수 있다. 이 헤드를 슬라이더에 가공하고, 자기 기록 재

생 장치에 탑재했다.
헤드 슬라이더(90)을 겸하는 기판(50) 상에 자기 저항 효과 소자(60) 및 전극(40) 형성하고, 이것을 기록 매체(91) 상에 위치 결정하여 재생을 행한다. 기록매체(91)은 회전하고, 헤드 슬라이더(90)은 기록 매체(91) 상을 0.2 μm 이하의 높이, 또는 접촉 상태에서 대향하여 상대 운동한다. 이 기구에 의해, 자기 저항 효과 소자(60)은 기록 매체(91)에 기록된 자기적 신호를 그 누설 자계로부터 판독할 수 있는 위치에 설정된다. 자기 저항 효과 소자(60)은 복수의 자성막과 비자성 도전막을 번갈아 적층한 막과 바이어스막, 특히 반강자성막으로 이루어진다. 본 발명의 특징은 이 적층막의 일부의 자성막, 바람직하게는 적층한 자성막 중 한층 거른 막에 기록 매체 대향하는 면(63)에 대해 수직인 화살표(61)의 방향으로 강한 이방성을 유도하고, 그 자화를 이 방향으로 대강 고정한다. 또, 자성막의 다른 막은 자기 저항 효과막의 막 면내애서 화살표(61)과 수직인 방향, 다시 말하면 화살표(62)의 방향으로 비교적 약한 이방성을 인가하여 그 자화를 이 방향으로 유도한다. 이와 같은 구성에 의해, 기록 매체 상에 자기적으로 기록된 신호는 매체 상에 누설 자계(64)로서 자기 저항 효과 소자(60)으로 도달하고, 그 성분, 특히 자기 저항 효과막의 막 면내의 성분에 따라 화살표(62)의 방향으로부터 화살표(65)와 같이 자화가 회전하고, 비자성 도전막을 통해 인접한 2개의 자성막이 서로 자화 방향을 이루는 각도가 변화하여 자기 저항 효과가 발생하고 재생 출력을 얻는다. 자기 저항 효과 소자의 신호를 감지하는 부분은 자기 저항 효과 소자(60)의 전류가 흐르는 부분, 즉 전극(40)에서 끼워지는 부분이지만, 이 부분의 기록 매체(91) 표면에 평행한 방향의 폭(42)는 기록 트랙의 폭(44)보다 좁고, 특히 그 비가 0.8 이하로 되어 서로의 위치 어긋남에 의한 인접하는 트랙의 혼신을 방지한다.
(제13 실시예)
도21은 본 발명의 자기 기록 재생 장치에서, 박막 자기 헤드의 구성의 다른 실시예이다. 기판(50) 상에 하부 및 상부 자성막(83, 84)와 이것에 기자력을 인가하는 코일(41)로 이루어지는 기록 헤드와, 하부 실드층(111)을 형성하고, 그 후에 자기 저항 효과 소자(60) 및 전극(40), 상부 실드층(112) 사이에 형성한다. 즉, 비교적 구조에 민감한 자기 저항 효과막을 기록 헤드 상에, 후에 형성하여 기록 헤드 제작에 따른 응력이나 열 영향을 없애고, 또 기폭 헤드와의 일치합을 용이하게 하여 자기 기록 재생 장치의 트랙의 폭 방향의 제도(制度)를 향상하고, 생산성을 향상하는 것이다.
본 발명에 의하면, 이방성 자기 저항 효과 및 거대 자기 저항 효과를 이용하 여 자기 저항 효과형 자기 헤드의 바크하우젠 노이즈를 억제하기 위해 설치되는 종 바이어스 인가층을 강자성 박막, 비정질 강자성 박막 또는 반강자성 박막으로 이루어지는 하지막과, 그 위에 형성된 경자성 박막으로 구성함으로써, 자기 저항 효과막이나 바이어스 막 등의 결정 구조가 면심 입방 격자인 자성 박막 상에 종 바이어스 인가층을 형성해도 보자력의 저하를 억제할 수 있다. 또, 자기 저항 효과막이나 바이어스막과 경자성 박막 사이에 교환 결합이 발생하기 때문에, 이들 박막의 자화가 안정하게 되고, 바크하우젠 노이즈가 없는 자기 저항 효과형 헤드를 제공할 수 있다.
또, 본 발명에 의하면, 영구 자석막을 자기 저항 효과 소자의 양단부에 형성함으로써 전기 자기 변환 특성이 안정되고, 바크하우젠 노이즈 및 파동 변동이 작을 수 있는 것이다. 또, 본 발명에 의하면, 재생 출력이 크고, 고 기록 밀도의 자기 기록 재생 장치를 달성할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
자기 저항 효과를 이용하여 자기적 신호를 전기적 신호로 변환하는 자기 저항 효과막과, 상기 자기 저항 효과막에 신호 검출 전류를 흘리는 한쌍의 전극과, 상기 자기 저항 효과막에 종(從) 바이어스 자계를 인가하는 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서,
상기 종 바이어스 인가층은, 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 강자성 박막 또는 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 반강자성 박막 중 하나로 구성되는 하지막; 및
상기 하지막 상에 형성된 경자성 박막
을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 2.
자기 저항 효과를 이용하여 자기적 신호를 전기적 신호로 변환하는 자기 저항 효과막과, 상기 자기 저항 효과막에 신호 검출 전류를 흘리는 한 쌍의 전극과, 상기 자기 저항 효과막에 종 바이어스 자계를 인가하는 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서,
상기 종 바이어스 인가층은,
비정질 강자성 박막인 하지막과, 상기 비정질 강자성 하지막 상에 형성된 경자성 박막을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 3.
제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 자기 저항 효과막이 이방성 자기 저항 효과를 나타내는 강자성층으로 이루어지고,
상기 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하는 수단을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 4.
제3항에 있어서, 상기 횡 바이어스 자계가 상기 자기 저항 효과막과 비자성도전성 박막을 통해 인접하여 설치된 연자성 박막에 의해 인가되는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 5.
제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 자기 저항 효과막이 비자성 도전성 박막을 중간층으로 하여 제1 자성 박막과 제2

자성 박막이 적층되어 있고, 상기 제 1 자성 박막의 자화 방향이 인접하여 설치된 반강자성층에 의해 고정되어 있고, 외부 자계를 인가하지 않은 상태에서 상기 제2 자성 박막의 자화 방향이 상기 제1 자성 박막의 자화 방향에 대해 거의 수직이고, 상기 제1 자성 박막의 자화 방향과 상기 제2 자성 박막의 자화 방향의 상대적인 각도에 의해 따라 전기 저항이 변화하는 자기 저항 효과 적층막인 것을 특지으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 6.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 경자성 박막이 Co와 M_1 (M_1 은 Cr, Ta, Ni, Pt 및 Re의 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원소)를 주 성분으로 한 합금, 또는 Co와 M_1 으로 이루어지는 합금에 M_2 (M_2 는 산화 실리콘, 산화 지르코늄, 산화 알루미늄 및 산화 탄탈 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 산화물)을 첨가한 산화물 첨가 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 7.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막이 Fe, Fe-Ni계 합금, Fe-Co계 합금, 또는 Fe-Ni-Co계 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막이 Fe, Fe-Ni계 합금, Fe-Co계 합금, 또는 Fe-Ni-Co계 합금에 M_3 (M_3 는 Si, V, Cr, Nb, Mo, Ta 및 W의 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원료)를 첨가한 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 결정 구조가 체심 입방 결자인 강자성 박막인 Fe 및 Cr을 주성분으로 하는 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 Fe 및 Cr을 주성분으로 하는 합금이 Cr 5~45 원자% 인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 11.

제1항 및 제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반강자성 박막으로 이루어지는 하지막이 Cr과 Mn과 M_4 (M_4 는 Cu, Au, Ag, Co, Ni 및 백금족 원소의 군에서 선택되는 적어도 1종류 이상의 원소)를 주성분으로 한 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 12.

제2항에 있어서, 상기 비정질 강자성 박막이 Co와 M_5 (M_5 는 Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, Y, Ru, Rh, Pd, Cu, Ag, Au 및 Pt의 군에서 선택되는 적어도 1 종류 이상의 원소)를 주성분으로 한 비정질 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 13.

자계에 의해 전기 저항이 변화하는 자기 저항 효과막, 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하는 횡 바이어스막 및 상기 자기 저항 효과막과 횡 바이어스막 사이에 설치된 분리막을 갖는 자기 저항 효과 소자막을 포함하고, 상기 자기 저항 효과 소자막의 양단부에 접하여 설치된 상기 자기 저항 효과막에 종 바이어스 자계를 인가하는 한쌍의 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서,

상기 종 바이어스 인가층이 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막 및 비정질 강자성 박막 중 어느 하나로 이루어지는 하지막과, 상기 강자성 박막으로 이루어지는 하지막 상에 형성된 경자 성 박막을 갖고, 상기 종 바이어스 인가층의 두께는 상기 자기 저항 효과 소자막의 두께보다 얇은 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 14.

자계에 의해 전기 저항이 변화하는 자기 저항 효과막과, 상기 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하는 연자성막으로 이루어지는 횡 바이어스막과, 상기 횡 바이어스막과 자기 저항 효과막을 자기적으로 분리하는 비자성막으로 이루어지는 분리막과, 상기 자기 저항 효과막, 횡 바이어스막 및 분리막의 양단부에 접하여 설치된 상기 자기 저항 효과막에 종 바이어스 자계를 인가하는 종 바이어스 인가층과, 상기 자기 저항 효과막에 전류를 흘리는 한쌍의 전극을 구비한 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서,

상기 종 바이어스 인가층이 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막 및 비정질 강자성 박막 중 어느 하나로 이루어지는 하지막과, 상기 강자성 박막으로 이루어지는 하지막 상에 형성된 경자성 박막을 갖고,

상기 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하기 위한 연자성막이 니켈-철 합금, 코발트, 니켈-철-코발트 합금 중 한 종류와, 산화 지르코늄, 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화 티탄, 산화 베릴륨, 산화 마그네슘, 희토류 산소 화합물, 질화 지르코늄, 질화 하프늄, 질화 알루미늄, 질화 티탄, 질화 베릴륨, 질화 마그네슘, 질화 실리콘 및 희토류 질소 화합물 중에서 선택된 한 종류 이상의 화합물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 15.

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 자기 저항 효과막에 횡 바이어스 자계를 인가하기 위한 연자성 박막의 비저항이 70 μΩcm 이상인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 횡 바이어스막이 니켈을 78~84 원자%를 갖는 니켈-철계 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 17.
기판 상에 설치된 한쌍의 종 바이어스 인가층과, 상기 종 바이어스 인가층 각각에 형성된 한쌍의 전극과, 상기 종 바이어스 인가층 사이에 접하여 설치된 자기 저항 효과 소자막을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서,
상기 소자막은 상기 기판측에서 산화 니켈로 이루어지는 반강자성막, 2층의 강자성막, 비자성 금속막 및 연자성막이 순차 형성되고, 상기 종 바이어스 인가층이 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막 및 비정질 강자성 박막 중 어느 하나로 이루어지는 하지막과, 상기 강자성 박막으로 이루어지는 하지막 상에 형성된 경자성 박막을 갖는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 18.
제17항에 있어서, 상기 2층의 강자성막은 상기 기판측에서 Ni 70~95 원자%를 포함하는 철 합금층과 Co층으로 이루어지고, 상기 연자성막은 상기 철 합금층 또는 상기 기판측에서 Co층과 상기 철 합금층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 19.
제17항 또는 제18항에 있어서, 상기 2층의 강자성막은 상기 반강자성 측에서 연가성막 및 상기 연자성막 보다 자기 저항 변화율이 큰 연자성막으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 20.
기판 상에 설치된 한 쌍의 종 바이어스 인가층과, 상기 종 바이어스 인가층 상의 각각에 형성된 한쌍의 전극과, 상기 종 바이어스 인가층 사이에 접하여 설치된 자기 저항 효과 소자막을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서, 상기 소자는 상기 기판측에서 반강자성막, 강자성막, 비자성막, 연자성막, 비자성막, 강자성막 및 반강자성막이 순차 적층되고, 상기 종 바이어스 인가층이 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막 및 비정질 강자성 박막 중 어느 하나로 이루어지는 하지막과, 상기 강자성 박막으로 이루어지는 하지막 상에 형성된 경자성 박막을 갖는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 21.
제20항에 있어서, 상기 반강자성막은 산화 니켈이고, 상기 기판 측의 강자성막은 Ni 70 95 원자%를 포함하는 철 합금층과 Co층으로 이루어지고, 상기 연자성막은 상기 철 합금층 및 후자의 강자성막이 상기 기판측에서 Co층과 상기 철 합금 층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 22.
정보를 기록하는 자기 기록 매체와, 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 강자성 박막 또는 체심 입방 격자의 결정 구조를 갖는 반강자성 박막 중 하나로 이루어진 하지막 상에 경자성 박막을 형성함으로써 제공되는 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 소자를 구비하고 상기 정보를 판독 및 기입하는 자기 헤드와, 상기 자기 기록 매체 상의 소정의 위치로 상기 자기 헤드를 이동시키는 액츄에이터수단, 및 상기 자기 헤드를 사용하여 판독 및 기입 동안 상기 정보의 송신 및 수신을 제어하고 상기 액츄에이터 수단의 이동을 제어하는 제어 수단을 갖는 자기 디스크 장치.

청구항 23.
제20항에 있어서, 상기 비자성 도전막이 Au, Ag, Cu 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 24.
정보를 기록하는 자기 기록 매체와, 결정 구조가 체심 입방 격자인 강자성 박막으로 이루어지는 하지막 및 상기 강자성 박막으로 이루어지는 하지막상에 형성된 경자성 박막으로 구성되는 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 소자를 구비하고 상기 정보의 판독 또는 기록을 행하는 자기 헤드와, 상기 자기 헤드를 상기 자기 기록 매체 상의 소정 위치로 이동시키는 액츄에이터 수단과, 상기 자기 헤드의 판독 또는 기록에 의한 상기 정보의 송수신과 상기 액츄에이터 수단의 이동을 제어하는 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치.

청구항 25.
정보를 기록하는 자기 기록 매체와, 결정 구조가 체심 입방 격자인 반강자성 박막으로 이루어지는 하지막 및 상기 반강자성 박막으로 이루어지는 하지막 상에 형성된 경자성 박막으로 구성되는 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 소자를 구비하고, 상기 정보의 판독 또는 기록을 행하는 자기 헤드와, 상기 자기 헤드를 상기 자기 기록 매체 상의 소정 위치로 이동시키는 액츄에이터 수단과, 상기 자기 헤드의 판독 또는 기록에 의한 상기 정보의 송수신과 상기 액츄에이터 수단의 이동을 제어하는 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치.

청구항 26.
자기 저항 효과를 이용하여 자기적 신호를 전기적 신호로 변환하는 자기 저항 효과막과, 신호 검출 전류를 상기 자기 저항 효과막에 공급하는 한쌍의 전극과, 종 바이어스 자계를 상기 자기 저항 효과막에 인가하는 한쌍의 종 바이어스 인가층을 갖는 자기 저항 효과형 자기 헤드에 있어서,
상기 자기 저항 효과막은 상기 한 상의 종 바이어스 인가층 사이에 배치되고, 상기 자기 저항 효과막의 2개의 절개부는 각각의 종 바이어스 인가층에 인접하고,
상기 종 바이어스 인가층은
비정질 강자성 박막으로 구성된 하지막; 및
상기 하지막 상에 형성된 경자성 박막을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 27.
제26항에 있어서, 상기 자기 저항 효과막은 비등방성 자기저항 효과를 나타내는 강자성 층을 포함하고, 횡 바이어스법은 횡 바이어스 자계를 상기 자기 저항 효과막에 인가하는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 28.

제26항에 있어서, 상기 자기 저항 효과막은 제1 자성 박막, 비자성 도전 박막의 중간층 및 제2 자성 박막을 포함하는 다층막을 포함하고, 상기 제1 자성박막내의 자화의 방향은 상기 제1 자성 박막과 상기 제1 자성 박막에 인접하여 형성된 반강자성층 사이에 교환 상호작용에 의해 고정되고, 상기 제2 자성박막 내의 자화의 방향은 외부 자기장의 부재하에 상기 제1 자성 박막내의 자화의 방향에 거의 수직이고, 상기 자기 저항 막의 전기 저항은 상기 제1 자성 박막과 상기 제2 자성 박막 내의 자화의 방향들 사이의 상대적인 각의 변화에 따라 변화하는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 29.

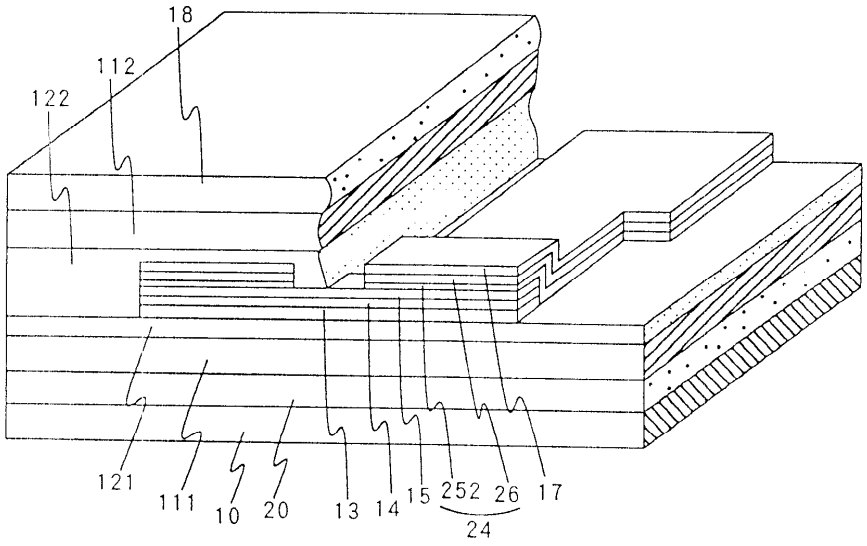
제26항에 있어서, 상기 경자성 박막은 그 주성분으로 Co와 M1(M1은 Cr, Ta, Ni, Pt 및 Re로부터 선택된 적어도 하나의 원소)을 포함하는 합금 또는 Co, M1, M2(M2는 산화 실리콘, 산화 지르코늄, 산화 알루미늄 및 산화 탄탈륨의 군에서 선택된 적어도 하나의 산화물)를 포함하는 산화물을 첨가한 합금을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

청구항 30.

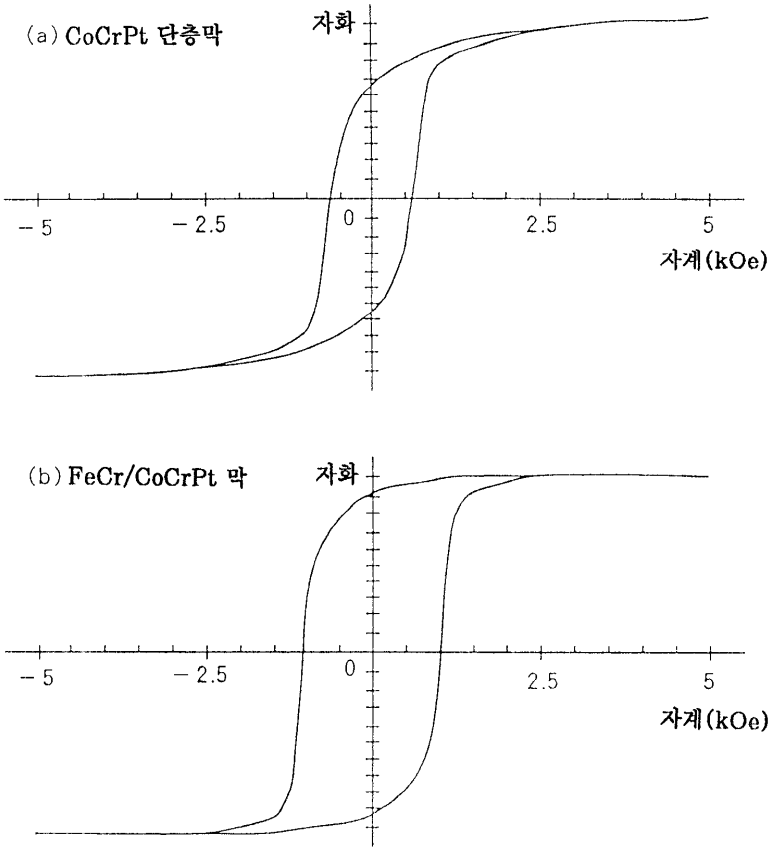
제26항에 있어서, 상기 비정질 강자성 박막은 Co 및 M4(M4는 Ti, V, Zr, Nb, Mo, Hf,Ta, Y, Ru, Rh, Pd, Cu, Ag, Au, Pt의 군에서 선택된 적어도 하나의 원소)를 포함하는 비정질 합금인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과형 자기 헤드.

도면

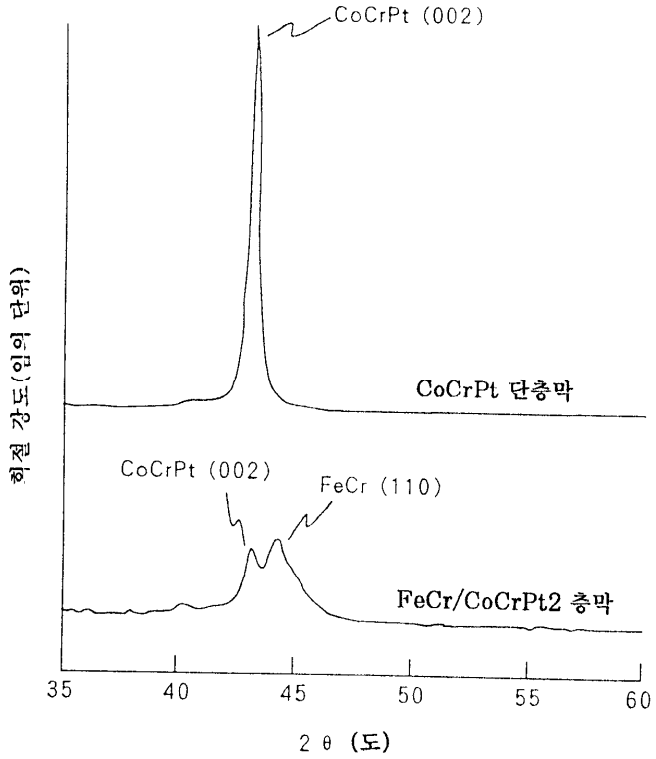
도면1



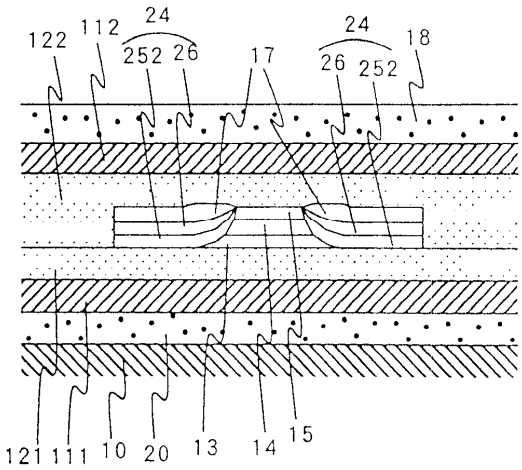
도면2


(a) CoCrPt 단층막
자화
-5
-2.5
0
2.5
5
자계(kOe)
(b) FeCr/CoCrPt 막
자화
-5
-2.5
0
2.5
5
자계(kOe)

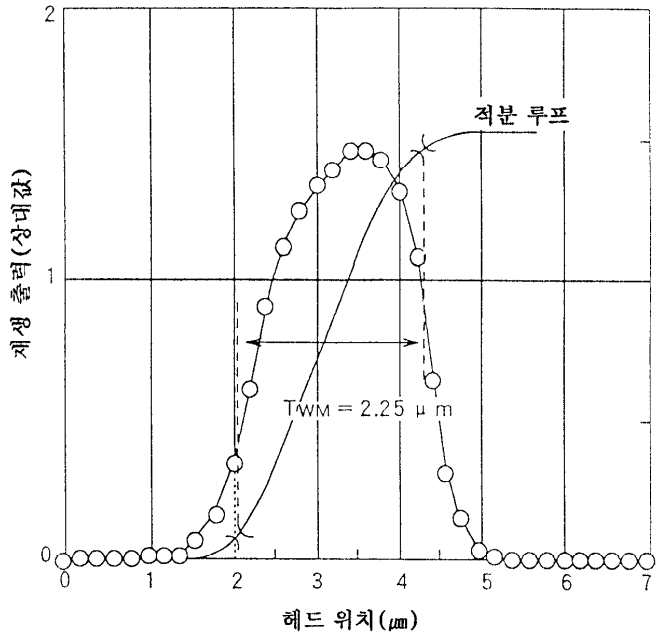
도면3


CoCrPt (002)
회절 강도(임의 단위)
CoCrPt 단층막
CoCrPt (002)
FeCr (110)
FeCr/CoCrPt2 층막
35
40
45
50
55
60
2θ (도)

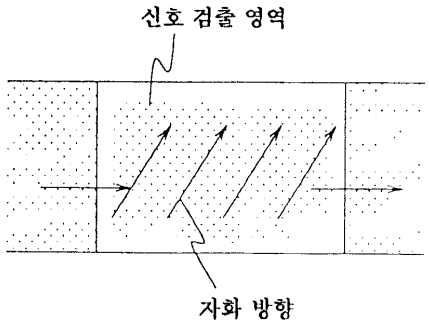
도면4


122
112
24
252
26
17
24
26
252
18
121
111
10
20
13
14
15

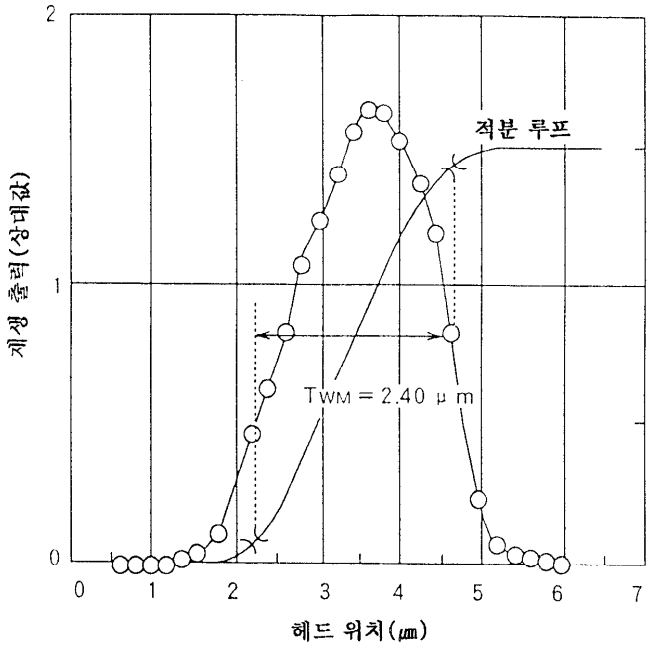
도면5


2
1
0
재생 출력(상대값)
적분 루프
TWM = 2.25 μ m
0
1
2
3
4
5
6
7
헤드 위치(㎛)

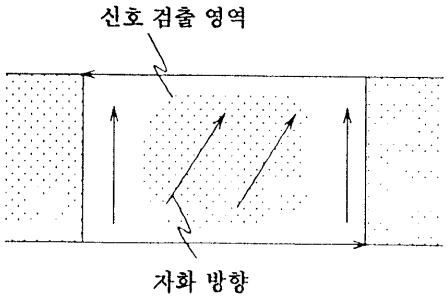
도면6


신호 검출 영역
자화 방향

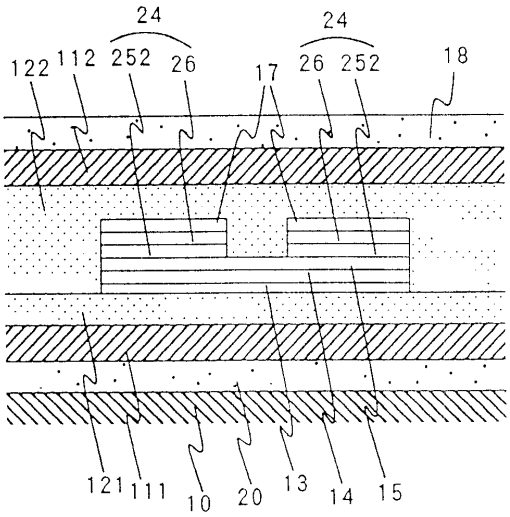
도면7


재생 출력(상대값)
2
1
0
적분 루프
TWM = 2.40 μ m
0 1 2 3 4 5 6 7
헤드 위치(㎛)

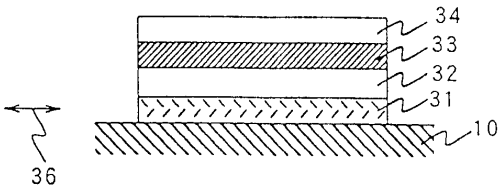
도면8


신호 검출 영역
자화 방향

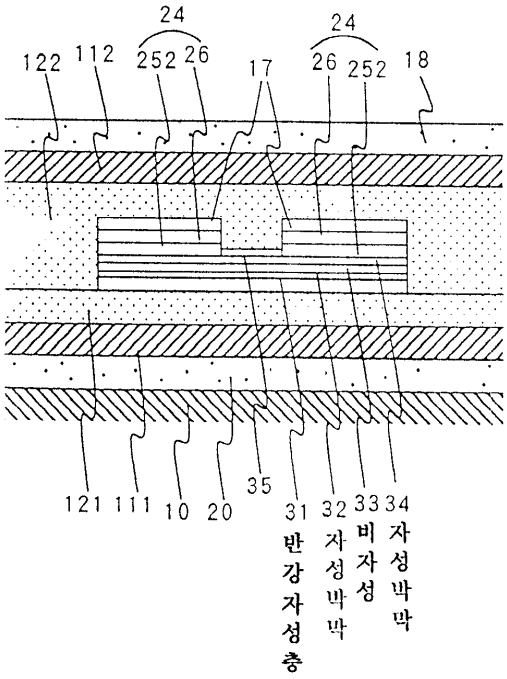
도면9


24
24
122
112
252
26
17
26
252
18
121
111
10
20
13
14
15

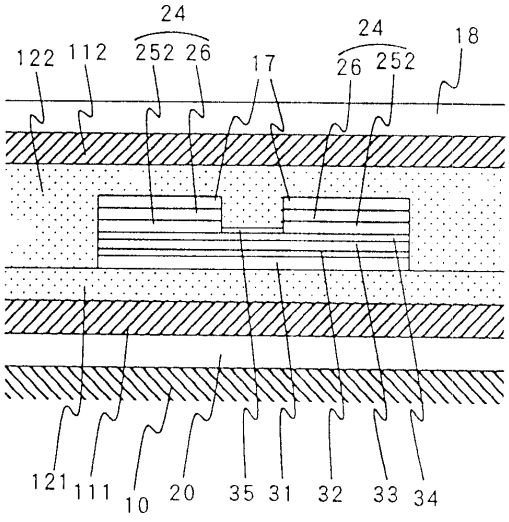
도면10



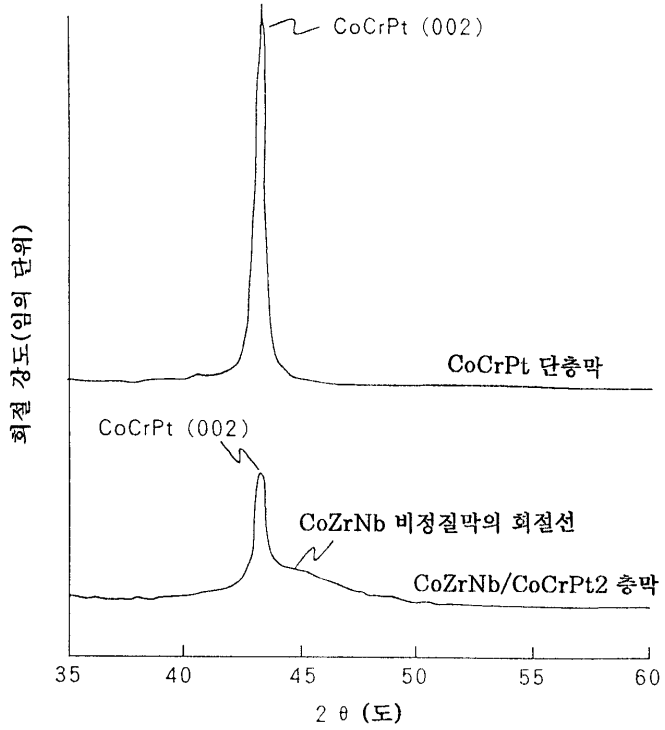
도면11



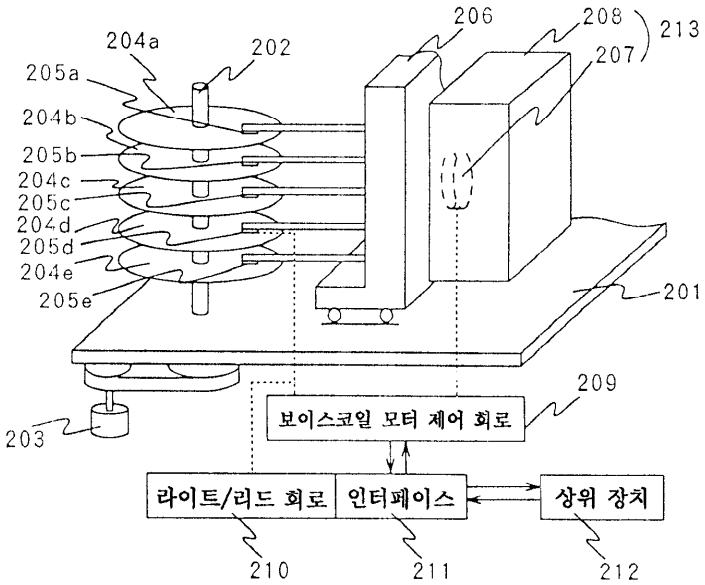
도면12



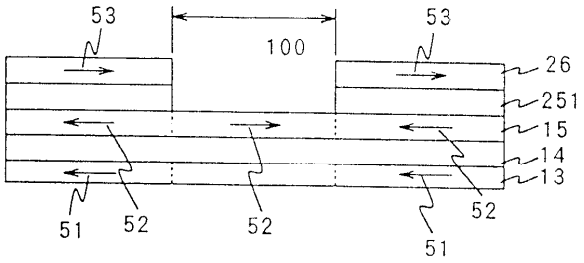
도면13


CoCrPt (002)
CoCrPt 단층막
CoCrPt (002)
CoZrNb 비정질막의 회절선
CoZrNb/CoCrPt2 층막
회절 강도(임의 단위)
35
40
45
50
55
60
2 θ (도)

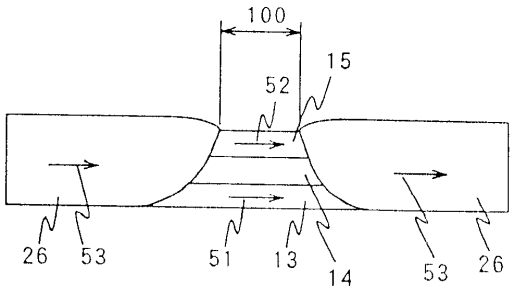
도면14


204a
202
206
208
213
207
205a
204b
205b
204c
205c
204d
205d
204e
205e
201
209
보이스코일 모터 제어 회로
203
라이트/리드 회로
인터페이스
상위 장치
210
211
212

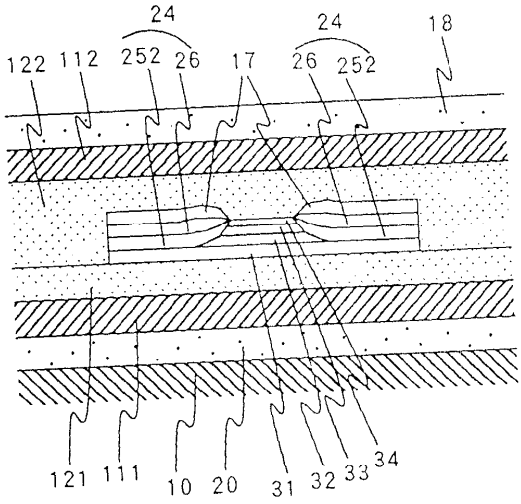
도면15



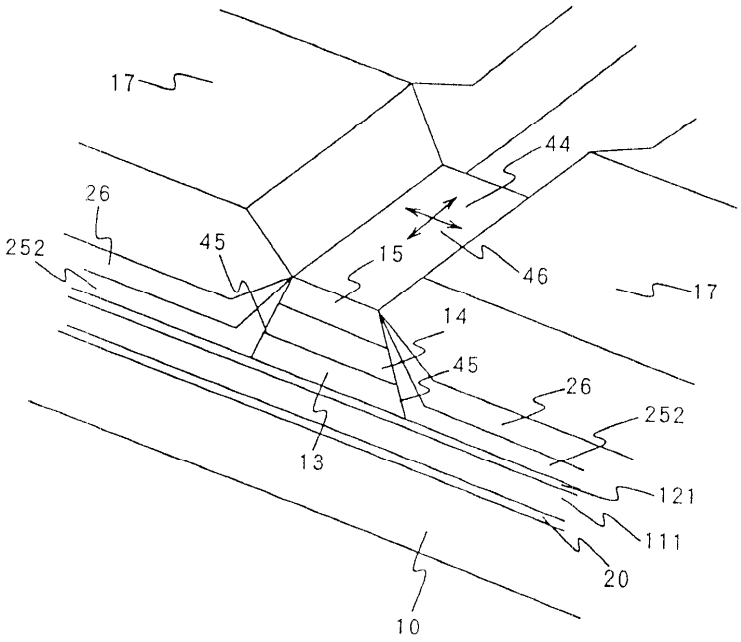
도면16



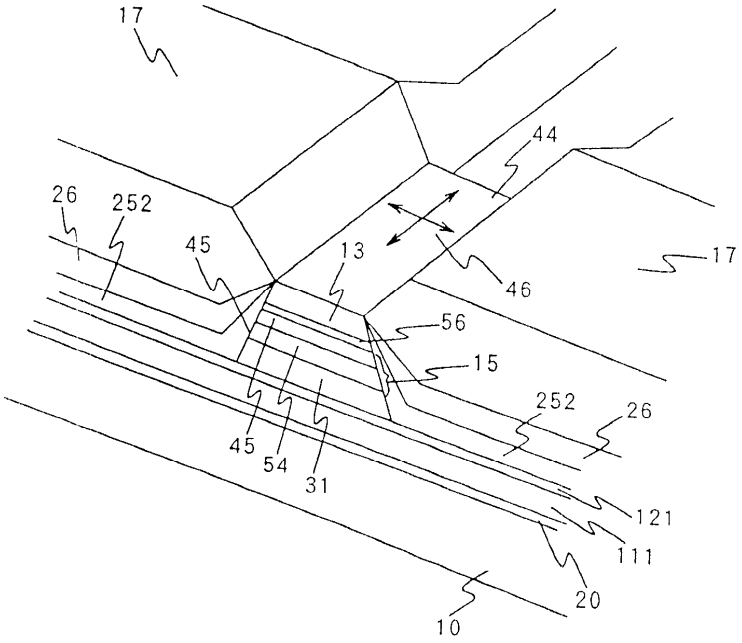
도면17



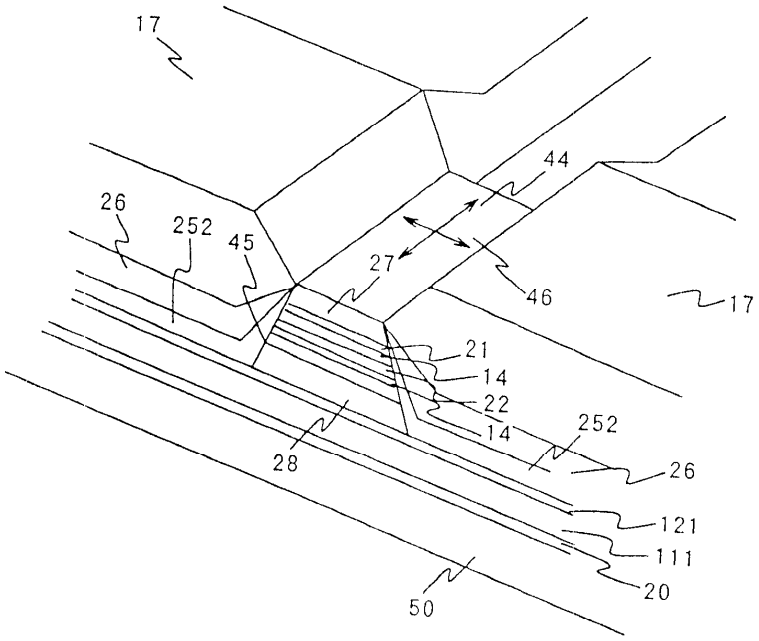
도면18


17
44
26
252
45
15
46
17
14
45
26
252
13
121
111
20
10

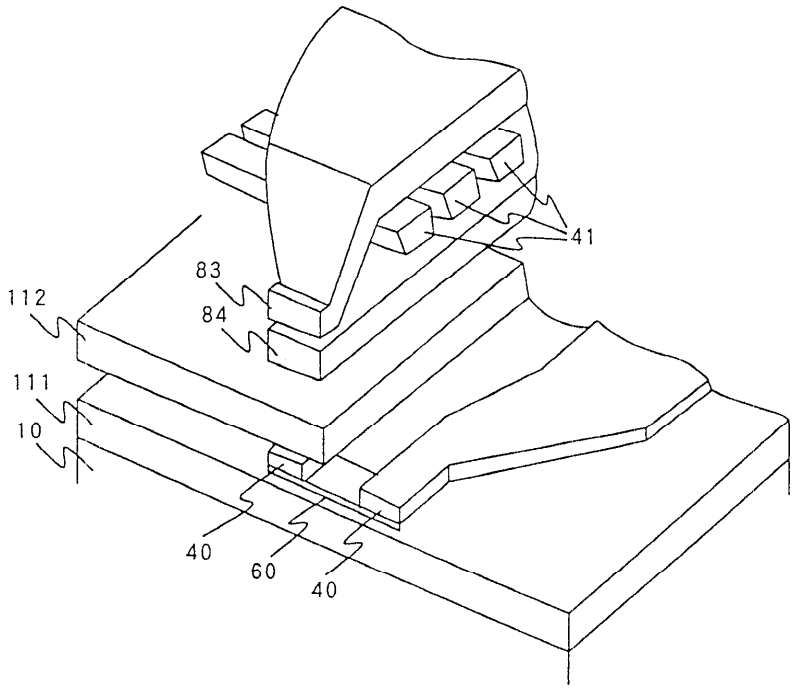
도면19


17
44
26
252
45
13
46
17
56
15
252
26
45
54
31
121
111
20
10

도면20


17
44
26
252
45
27
46
17
21
14
22
14
252
28
26
121
111
20
50

도면21


41
83
112
84
111
10
40
60
40

도면22

