

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G11B 5/39 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년09월12일 10-0621504 2006년08월31일
----------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1999-0000127 1999년01월06일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-1999-0067750 1999년08월25일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 1998-001138 1998년01월06일 일본(JP)

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

(72) 발명자 이나구마테루오
일본도쿄도시나가와꾸기따시나가와6쵸메7-35소니가부시끼가이샤내

오노에세이지
일본도쿄도시나가와꾸기따시나가와6쵸메7-35소니가부시끼가이샤내

가노히로시
일본도쿄도시나가와꾸기따시나가와6쵸메7-35소니가부시끼가이샤내

이께다요시또
일본도쿄도시나가와꾸기따시나가와6쵸메7-35소니가부시끼가이샤내

오노테라세이이찌
일본도쿄도시나가와꾸기따시나가와6쵸메7-35소니가부시끼가이샤내

(74) 대리인 장수길
 구영창
 주성민

심사관 : 이선택

(54) 자기 저항 헤드 및 이를 이용한 자기 기록/재생 장치

요약

자기 저항 헤드는 자기 저항 효과하에서 자기 테이프로부터의 신호를 검출하기 위해서, 한 쌍의 연자성 재료로 만들어진 실드 간에 개재된 자기 저항 소자를 포함하되, 상기 자기 저항 소자는 선정된 방위각으로 비스듬히 상기 자기 테이프가 공급 또는 이동되는 방향에 수직 방향으로 배치된 자기 센서를 갖고, 상기 자기 저항 헤드는 회전 드럼 상에 설치되어 나선형(helical) 주사 방법에 의해 자기 테이프 상의 신호를 판독한다.

기록/재생 장치는 나선형 주사 방법에 의해 자기 테이프로부터의 신호를 기록 및/또는 판독하기 위해서 판독 헤드로서 자기 저항 헤드 및 기록 헤드로서 유도형 자기 헤드가 설치된 회전 드럼을 포함한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 MR 헤드의 실시예의 개략 투시도.

도 2는 본 발명에 따른 MR 헤드가 탑재된 회전 드럼의 예의 개략 투시도.

도 3은 판독 폭이 방위각에 따라 변화될 때 방위각과 MR 헤드 저항 간의 관계를 도시한 특성 곡선.

도 4는 MR 소자 폭이 방위각에 따라 변화될 때 방위각과 MR 헤드 저항 간의 관계를 도시한 특성 곡선.

도 5는 비자성, 비도전성 막이 MR 헤드의 제조 공정 중에 형성된 기관의 개략 평면도.

도 6은 비자성, 비도전성 막이 형성된 기관의 개략 단면도.

도 7은 MR 소자용 박막이 형성된 기관의 개략 평면도.

도 8은 MR 소자 박막이 형성된 기관의 개략 단면도.

도 9는 영구 자석막이 내장된 기관의 개략 평면도.

도 10은 기관 내에 내장된 영구 자석막의 형태를 도시한 기관의 개략 평면도.

도 11은 영구 자석막이 내장된 기관의 개략 단면도.

도 12는 MR 소자용 박막의 패터닝 공정을 도시한 기관의 개략 평면도.

도 13은 MR 소자용 박막의 패터닝 공정을 도시한 기관의 개략 단면도.

도 14는 도전막의 패터닝 공정을 도시한 기관의 개략 평면도.

도 15는 도전막의 패터닝 공정을 도시한 기관의 개략 단면도.

도 16은 상층 갭의 형성 공정을 도시한 기관의 개략 평면도.

도 17은 상층 갭의 형성 공정을 도시한 기관의 개략 단면도.

도 18은 외부 단자의 형성 공정을 도시한 기관의 개략 평면도.

도 19는 외부 단자의 형성 공정을 도시한 기관의 개략 단면도.

도 20은 복수의 MR 소자가 형성된 기관의 개략 평면도.

도 21은 MR 소자가 수평으로 놓여진 블록으로 기관을 절단하는 공정을 도시한 기관의 개략 평면도.

도 22는 도 21 내의 기관에 제2 기관을 적층하는 공정을 도시한 기관의 투시도.

도 23은 접동면의 원형 연마 공정을 도시한, 도 22 내의 적층 기관의 개략 투시도.

도 24는 기관을 헤드 칩으로 절단하는 공정을 도시한, 도 22 내의 적층 기관의 개략 평면도.

도 25는 MR 헤드에 의한 기록 패턴의 개략도.

도 26은 나선형 주사형의 자기 기록/재생 장치에서 사용된 회전 드럼의 예의 개략 투시도.

도 27은 도 26 내의 회전 드럼을 포함하는 자기 테이프 공급 메커니즘의 예의 개략 평면도.

도 28은 그 내부 구조를 도시한 회전 드럼의 단면도.

도 29는 회전 드럼 및 관련 회로의 회로 구성을 도시한 개략 블록도.

도 30은 도 26 내의 회전 드럼 내에 탑재된 MR 헤드의 예의 일부 투시도.

도 31은 MR 헤드가 자기 테이프로부터의 신호를 판독하는 방법을 도시한 개략 투시도.

도 32는 연속적 테이크-업 증발 장치(continuous take-up evaporation machine) 예의 개략도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

2, 4 : 기관

3 : 자기 헤드 소자(MR 소자)

5 : 회전 드럼

6 : 자기 테이프

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 회전 드럼 상에 탑재되어 나선형(helical) 주사 방법에 의해 기록 매체로서의 자기 테이프를 판독하는데 적용된 자기 저항 헤드, 및 자기 저항 헤드를 사용한 자기 기록/재생 장치에 관한 것이다.

자기 테이프를 기록 매체로 사용하는 공지된 자기 기록/재생 장치는 비디오 테이프 레코더, 오디오 테이프 레코더, 컴퓨터 용 데이터 기억 시스템 등을 포함한다. 자기 기록/재생 장치는 고 기록 밀도를 증가시킴으로써 큰 기억 용량을 구비하는 것이 요구된다.

고 기록 밀도와 큰 기억 용량 모두에 대한 이러한 요구를 만족시키기 위해서, 자기 저항(magnetoresistive) 또는 자기-리럭턴스(magnetic-reluctance) 헤드(이하 "MR 헤드"라 부름)를 사용하는 자기 기록/재생 장치가 제안되었고, 실용화를 위해 개발중에 있다.

MR 헤드는 자기 센서로서 자기-리럭턴스 또는 자기 저항 소자(이하 "MR 소자"라 부름)를 사용한다. 유도형의 자기 헤드 보다 고감도를 가지고, 고 재생 출력을 제공한다. 그러므로, 판독 자기 헤드로서 MR 헤드의 사용은 고 기록 밀도 및 큰 기억 용량을 실행하는 것이 기대된다.

기록 매체로서 하드 디스크를 판독 및 기록하기 위해 적용된 고정 헤드 시스템은 MR 헤드를 사용한 자기 기록/재생 장치로서 전형적으로 공지된다. 고정 헤드 시스템에서, 자기 센서로서의 MR 소자가 헤드 이동 방향에 대해 90도 각도로 배치되고, 어떤 자화 천이 영역도 없는 보호 대역(guard band)이 인접한 트랙으로부터 자속을 검출하지 않는 기록 트랙의 양단에 제공된다.

보호 대역은 MR 헤드의 고 기록 밀도 및 큰 기억 용량을 얻는데 상당히 불리하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러므로, 본 발명의 목적은 종래의 자기 기록/재생 장치보다 고 기록 밀도 및 큰 기억 용량이 가능한 MR 헤드, 및 이 MR 헤드를 이용한 기록/재생 장치를 제공하는 것이다.

보호 대역 없이 제공된 나선형 주사 시스템이 실행되지만, MR 헤드를 사용한 나선형 주사 시스템은 없다.

본 발명은 기록 헤드로서 MR 헤드를 사용한 보호 대역 없고 고 트랙 기록 밀도를 얻을 수 있는 나선형 주사 시스템이 제공된다.

본 발명에 따르면, 자기 저항 효과하에서 자기 테이프로부터의 신호를 검출하기 위해 한 쌍의 연자성 재료(soft magnetic material)의 실드간에 개재된 MR 소자를 포함하는 MR 헤드,

자기 테이프가 공급(feeding) 또는 이동되는 방향에 수직 방향으로, 선정된 방위각(azimuth angle)으로, 비스듬히 배치된 자기 센서를 구비한 MR 소자, 및

나선형 주사 방법에 의해 자기 테이프 상의 신호를 판독하기 위해서 회전 드럼 상에 탑재되는 자기 저항 헤드가 제공된다.

본 발명에 따르면, 또한 나선형 주사 방법에 의해, 자성층으로 금속 자성 박막을 갖는 자기 테이프로부터의 신호를 기록 및/또는 판독하기 위해 탑재된 회전 드럼,

자기 저항 효과하에서 자기 테이프로부터의 신호를 검출하기 위해서 한쌍의 연자성 재료로 만들어진 실드 간에 개재된 자기 저항 소자를 갖는 판독 헤드로서의 자기 저항 헤드 - 상기 자기 저항 소자는 비스듬히 배치된 자기 센서를 선정된 방위각으로, 자기 테이프가 공급되거나 이동되는 방향에 수직 방향으로 제공함 - 를 갖는 판독 헤드로서의 자기 저항 헤드, 및

기록 헤드로서의 유도 자기 헤드를 포함한다.

MR 소자는 연자성 재료로 만들어져 한 쌍의 실드 간에서 개재된다. 이 차폐 구조의 MR 헤드를 선정된 방위각으로 배치함으로써, 기록 및 재생이 임의의 보호 대역을 사용하지 않고도 행해질 수 있다. 이 MR 헤드가 채택된 나선형 주사 시스템은 종래의 자기 기록/재생 시스템보다 상당히 고 기록 밀도 및 큰 기억 용량을 얻을 수 있도록 채택된다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 목적 및 다른 목적, 특징 및 이점들은 첨부한 도면을 사용할 때 본 발명의 바람직한 실시예의 다음의 상세한 설명으로부터 보다 명확해질 것이다.

이제 도 1을 참조하여, 본 발명에 따른 자기 헤드가 설명된다. 자기 헤드는 일반적으로 참조 번호 (1)로 지시된다. 이것은 기관(2), 박막 형성 공정에 의해 기관(2) 상에 형성된 자기 헤드 소자(3), 및 자기 헤드 소자(3) 상에 연결된 다른 기관(4)를 포함한다. 도 2에서 도시될 바와 같이, 자기 헤드(1)는 회전 드럼(5) 상에 탑재되어 나선형 주사 방법에 의해 자기 테이프(6)로부터의 신호를 판독한다.

도 1에 도시된 바와 같이, 자기 헤드 소자(3)는 자기 헤드(1)에 대해 테이프 공급 방향(A)에 수직이 아닌, 자기 테이프(6)의 이동 및 공급 방향에 대해 임의의 각(소위 방위각)으로 배치된다.

기관(2 및 4)은 상단면 각각이 테이프 접동면(sliding surface)(2a 및 4a)으로서 작용하는 전체적으로 직사각형의 박판으로 각각 형성된다. 테이프 접동면(2a 및 4a)은 자기 테이프(6)가 원활하게 활주할 수 있도록 자기 테이프(6)의 공급 또는 이동 방향에 따라 아치(arcuate) 형태로 형성된다.

자기 헤드 소자(3)는 자기 저항 또는 자기 리력턴스 효과하에서 자기 테이프(6)로부터의 신호를 검출하는 MR 소자이다.

일반적으로, MR 소자는 자기 테이프에 대하여 신호를 판독 및 기록하기 위해 전자기 유도를 사용하는 유도 자기 헤드 소자보다 고 밀도를 갖는 기록에 보다 적절하다. 그러므로, 자기 헤드 소자(3)로서 MR 소자를 이용함으로써, 고 기록 밀도를 얻을 수 있다.

도면에서, 자기 헤드 소자(3)는 그 특징을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 크기가 확대되어 도시되었다는 것에 유의한다. 그러나, 실제로 자기 헤드 소자(3)는 기판(2 및 4)보다 매우 작다. 특히, 예를 들어, 테이프 공급 방향에서 기판(2)의 길이는 0.8mm인 반면, 자기 헤드 소자(3)가 형성된 기판(2)의 일부분은 테이프 공급 방향으로 대략 5 μ m 길이이다. 그러므로, 자기 테이프(6)는 대부분 자기 헤드(1)의 기판(2 및 4)의 상단면(2a 및 4a)만을 활주한다.

자기 헤드(1)에서, 기판(2 및 4)은 Ni-Zn 페라이트 또는 Mn-Zn 페라이트와 같은 연자성 재료로 만들어지고 자기 헤드 소자(3)을 차폐하는 역할을 한다. 그러므로, 자기 헤드(1)는 자기 헤드 소자(3)가 실드(기판 2 및 4) 간에 개재된 차폐된 MR 헤드 구조를 구비한다.

자기 헤드(MR 헤드)(1)가 보호 대역이 없이 자기 기록/재생 시스템에 유익하게 기여하는 방위각을 갖는다는 것이 중요하다. 이 방위각은 또한 많은 다른 점에서 유익하다.

고 기록 밀도용 자기 기록/재생 장치에서, 차폐된 MR 판독 헤드의 사용은 감소된 트랙 폭에 기인하여 출력을 감소시킬 것이다. 그러므로, 고 기록 밀도의 자기 기록/재생 장치를 달성시키기 위해서, 출력은 가능한 크게 증가되어야만 하고 출력 노이즈 성분은 가능한 크게 억제되어야 한다. 출력에서의 노이즈는 자기 헤드의 DC 저항에 기인한 노이즈, 출력 증폭기에 기인한 노이즈, 및 기록 매체에 기인한 노이즈의 세종류가 있다. 이들은 가능한 크게 억제되어야만 한다.

이들 노이즈중, 자기 헤드 저항에 기인한 노이즈가 이하 기술될 것이다. 자기 헤드의 DC 저항 R에 기인한 저항 노이즈의 전압 NV는 다음 수학적 식 1로 표현된다.

$$\text{수학적 식 1} \\ NV = \sqrt{4kTR\Delta f}$$

여기서, k 는 볼츠만 상수(Boltzmann constant)이고, T 는 소자 온도 및 Δf 는 단위 주파수이다.

그러므로, 저항 노이즈의 비교 전압 NVr은 다음 수학적 식 2에 의해 표현될 수 있다. 도시된 바와 같이, MR 헤드의 저항을 가능한 크게 줄일 필요가 있다.

$$\text{수학적 식 2} \\ NVr = 10\log\left(\frac{R}{R_0}\right)$$

종래의 유도형 자기 헤드는 매우 낮은 DC 저항으로 설계될 수 있다. 또한 코일이 충분한 출력 전압을 제공하기 위해 자기 코어에 20번 감겨있다면, DC 저항은 1 Ω 이하일 수 있다. 저항이 $R_0 = 1\Omega$ 이고 도선(lead wire)의 저항을 포함하는 MR 헤드의 저항이 $R = 30\Omega$ 이라 가정한다. 이들 값이 노이즈 전압의 비교를 위해 수학적 식 2에 놓일 때, $NVr = 14.8$ dB이고 저항 노이즈가 높게 보일 수 있다. 저항 노이즈보다 다른 노이즈, 이를테면 증폭기 노이즈 및 매체 노이즈가 충분히 낮을 때, MR 헤드는 MR 헤드가 자기 테이프에 대하여 10m/sec의 속도로 이동하는 작은 나선형 주사 테이프 기록/재생 시스템보다 6 내지 12 dB 더 큰 단위 트랙 폭 당 출력을 제공하지만, 저항 노이즈는 신호-대 노이즈비(S/N)를 더 낮게 할 수 있을 것이다. 현재 가능한 테이프 시스템에서 증폭기 노이즈 및 매체 노이즈를 고려하여, 저항은 1Gbits/in² 이상의 기록 밀도를 위해 30 Ω 이하이어야만 한다.

MR 헤드의 저항은 도선의 두께가 증가하고, 도선의 폭이 증가하고, MR 소자의 저항이 감소하고 또는 다른 방법에 따라 감소될 수 있다. 실드의 사용이 도선 두께에서의 감소를 제한하지만, 이를 위해 새로운 장비가 필요하기 때문에 도선 두께의 감소는 제조 단가에 더해지고, MR 헤드 저항의 감소 범위는 MR 소자의 막 상태에 따라서 제한된다. 그러나, MR 헤드 저항의 감소, 즉, MR 헤드 저항의 감소에 대해 최대 확장 가능한 정도로 도선폭을 증가시키기 위한 나머지 방법은 수율을 감소하는 것이 아니라 현재 고 정밀 제조 공정이 그대로 사용되게 하는 것이다. 이 방법이 MR 헤드 저항의 감소에 바람직하게 사용되어야 한다.

차폐된 MR 헤드에서, MR 소자에 연결하기 위한 도선의 저항을 포함한 MR 헤드의 저항은 MR 헤드를 배치함으로써 감소될 수 있어 갭 평면(gap plane)이 헤드의 이동 방향으로 기울어진다(방위각이 증가됨). 만일 트랙 폭이 좁아진다면, 절대 출력을 개선할 필요가 있다. 그러므로, 출력을 증가시키기 위해 MR 소자의 폭을 증가시킬 뿐만 아니라 도선의 폭을 증가시키도록 방위각을 증가시킴으로써 MR 헤드 저항을 감소시키는 것이 중요하다.

만일 방위각이 MR 소자를 증가시킴으로써 방위각을 증가시킬 때 지나치게 증가된다면, MR 소자는 증가된 저항을 가져 방위각의 증가는 MR 헤드 저항을 감소시키는 데 덜 효과적일 것이다.

예를 들어, 실제 MR 헤드는 방위각 $\theta = 0^\circ$ 에서 기술될 것이고, MR 소자폭은 $5\mu\text{m}$, MR 소자는 접동면으로부터 $1.5\mu\text{m}$ 더 높고, MR 소자의 두께는 40nm 이고, 도선은 130nm 의 두께와 $900\mu\text{m}$ 의 길이를 갖는다. MR 헤드의 저항은 MR 소자의 변수가 불변하는 동안 방위각의 크기에 대응하여 변화된 도선폭으로만 측정된다. 측정 결과는 도 3에서 그래프로 도시된다. 그러므로, 5° 이하의 방위각은 MR 헤드 저항을 감소시키는 효과가 낮다는 것을 도시한다. 더 증가된 방위각으로, MR 헤드 저항이 더 감소되어, 저항 노이즈는 고 S/N 비가 제공될 수 있는 동안 감소된다.

큰 출력에 대한 요구를 만족시키기 위해서, MR 소자는 상응하게 넓어야만 한다. 그러나, MR 소자 폭이 큰 방위각에 대응하여 도선 두께와 유사하게 증가될 때, MR 헤드의 저항이 도 4에 그래프로 도시될 것이다. MR 소자 폭이 고정될 때, MR 헤드 저항은 방위각이 증가함에 따라 또한 감소될 것이다. MR 소자폭이 큰 방위각에 대응하여 증가됨에 따라 MR 소자 자체의 저항은 증가한다. 45° 이상의 방위각을 갖는 MR 헤드 저항은 0° 의 방위각을 가진 MR 헤드 저항을 초과한다.

전술한 것을 고려하여, 본 발명에 따른 MR 헤드(1)는 바람직하게 5° 내지 45° 의 방위각을 가져야만 한다.

상술한 예로서, MR 소자 폭이 더 감소될 때, MR 헤드 출력이 감소되어 MR 헤드 저항의 더한 감소가 요구되고 중요성이 증가된다. 증가된 방위각에 따른 도선폭의 증가는 제조 단가의 추가 없이 MR 헤드 저항의 문제를 해결하기 위한 열쇠이다.

MR 헤드 내의 방위각으로 MR 소자의 배치는 또한 MR 헤드의 보다 용이한 제조에서 많은 이점이 있다.

그러나, 예를 들어, $3\mu\text{m}$ 의 트랙 폭을 갖는 고 밀도 기록 패턴의 재생에 있어서, 갭은 동일한 방위각을 갖는 트랙으로부터 어떤 크로스토크(cross talk)도 일으키지 않을 폭으로 설계되어야 한다. 즉, 갭 폭은 $9\mu\text{m}$ 이상일 수 없다. 크로스토크, 트랙 선형성 및 트랙킹 서보 성능의 영향이 고려될 때 최대 $6\mu\text{m}$ 이어야 한다.

그러나, 현재 보급되어 있는 비디오 테이프 레코더에서 채택된 관독 자기 헤드는 저렴하고 단일 공정으로 용이하게 가공될 수 있는 MnZn 페라이트, 샌더스트(Sendust) 또는 유사한 것으로부터 형성된 자기 코어(소위 벌크 헤드(bulk head))를 사용한다. $6\mu\text{m}$ 의 갭 폭을 갖는 벌크 헤드를 형성하기 위해서, 갭폭은 갭 수확식을 따르는 기계 가공으로 결정되어야 하며, 이것은 제조 공정을 복잡하게 하므로 제조 단가를 증가시키게 할 것이다.

또한, 자기 코어가 비자성 기관 상의 연자성 재료의 박막으로부터만 형성된 적층 헤드 및 ETF 헤드를 고려하여, 적층 및 갭 형성동안 비자성 기관 상에 형성된 연자성 재료의 박막을 교체함으로써 갭 폭을 감소시키는 것이 가능하다. 그러나, 크로스토크는 갭 폭의 정확성이 예를 들어, $\pm 0.5\mu\text{m}$ 이하가 아니라면, 기록에 영향을 줄 것이다. 그러므로 이들 자기 헤드는 충분한 수율로 생산될 수 없다.

상술한 바와 같이, 종래의 자기 헤드는 갭 폭의 요구된 정확성 뿐만 아니라 소정의 방위각을 얻을 수 없으므로, 이러한 종래의 자기 헤드를 가지고 좁은 트랙 상에 기록을 실행하려고 할 때 제조 단가의 증가 없이 제조될 수 없다.

$3\mu\text{m}$ 의 트랙 폭을 갖는 고 밀도 기록 패턴의 재생을 위해서, 예를 들어, MR 헤드에 있어서, 갭 폭에 대응하는 MR 소자의 자기 센서의 길이는 유도형 자기 헤드의 설계로서 설계된다. 그러나, MR 소자 형성의 정확성이 최소 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 이하이다. 더욱이, MR 헤드에서 방위각으로의 MR 소자의 배치는 MR 소자 폭이 크게 설계되도록 한다. 그러므로 자기 센서를 제조하기 용이하다. 특히, 자기 센서는 방위각이 0° 일 때 $5\mu\text{m}$ 의 폭을 갖을 수 있고, 35° 의 방위각으로 $6.1\mu\text{m}$ 만큼 넓어질 수 있다.

그러므로, 증가된 방위각의 경우, 자기 센서 폭에 대한 정확성 요구가 상응하게 완화된다. 기록 트랙의 폭이 좁은 설계는 제조 단가의 증가가 거의 없다. 특히, 나선형 주사 테이프 패스 헤드에서와 같은 한정된 두께를 가져야 하는 자기 헤드 칩의 경우, 방위각으로의 MR 소자의 배치는 패턴 폭이 커지게 할 것이고, 따라서 자기 헤드의 보다 용이한 제조에 기여한다.

다음에, 전술한 자기 헤드(1)가 본 발명에 따라서 제조되는 방법이 이하 논의될 것이다. 다음의 설명에서 참조될 몇몇 도면들은 자기 헤드(1)의 특성을 보다 잘 이해할 수 있도록 도 1에서와 같이 크기가 확대되었다는 것을 알아야만 한다. 즉, 모든 부재들은 실제로 동일한 치수비로 도시되어 있지 않다.

다음의 설명에서, 자기 헤드(1)의 다양한 부재, 이들의 재료, 크기 및 두께가 상세하게 설명될 것이다. 그러나, 본 발명이 단지 이들에 국한되지 않는다는 것을 알아야만 한다. 예를 들어, 하드 디스크 유닛 또는 유사물에 이미 사용된 소위 차폐된 SAL(Soft Adjacent Layer)에 기초한 MR 소자는 다음에서 예로서 설명될 것이다. 그러나, 말할 필요없이 본 발명에 따른 자기 헤드는 차폐된 SAL에 기초한 MR 소자 이외에 임의의 다른 MR 소자에도 적용가능하다.

자기 헤드(1)의 생산을 위해서, 예를 들어, 직경 3 인치의 디스크형 기관(12)이 먼저 준비된다. 기관(12)은 유리 마감된다. 복수의 자기 헤드 소자(13)는 유리 마감 기관(12) 상에 형성된다. 다음에, 그 위에 형성된 복수의 자기 헤드 소자를 구비한 기관(12)은 복수의 자기 헤드(1)로 최종적으로 절단된다.

기관(12)은 또한 리딩측(leading side)을 보호하고 자기 헤드 소자(13)의 하층을 차폐하는 역할을 한다. 이것은 하드(hard) 연자성 재료로 만들어 진다. 특히, 기관(12)은 예를 들어 Ni-Zn 페라이트 또는 Mn-Zn 페라이트로부터 형성되는 것이 바람직하다.

다음에, Al₂O₃의 층(21)이 기관(12) 상에 형성되어 도 15 및 16에 도시된 바와 같이 자기 헤드 소자(13)의 하층 껍을 제공한다. Al₂O₃층은 자기 헤드 소자(13)의 하층이 비자성 및 비도전성이어야 하기 때문에 이와 같은 사용에 바람직하다. 이러한 비자성, 비도전성 층(21)의 두께가 기록될 신호의 주파수 등에 대응하는 적절한 값을 갖도록 설정될 수 있고, 특히 예를 들어 190nm일 수 있다.

다음에, SAL에 기초한 MR 소자(이하 "MR 소자 박막"이라함)를 형성할 박막(22)이 도 7 및 8에 도시된 바와 같이 비자성, 비도전성층(21) 상에 형성된다. 특히, Ta(5nm의 두께), NiFeNb(43nm), Ta(5nm) NiFe(40nm) 및 Ta(1nm)의 층이 이 순서로 스퍼터링에 의해 MR 소자 박막(22)층에 형성된다. 이 경우에, NiFe층은 자기 저항 또는 자기 리터턴스 효과를 갖는 연자성막이고 자기 헤드 소자(13)의 자기 센서를 제공한다. NiFeNb층은 NiFe층에 바이어스 자계를 인가하는 연자성층(소위 SAL)이다. MR 소자 부재의 재료 및 두께는 상술한 하나에만 국한되지 않는다는 것을 알아야한다. 적절한 재료 및 두께가 MR 소자가 사용되는 자기 기록/재생 시스템을 위한 필요 조건으로 사용될 수 있다.

다음에, MR 소자의 안정된 동작을 위해서, 포토리소그래피가 사용되어 도 9 내지 11을 통해 도시된 바와 같이 각각의 자기 헤드 소자의 MR 소자 박막(22)에 두 개의 직각 영구 자석층(23a 및 23b)을 내장한다. 참조 번호 B로 표시되고, 도 9에 원으로 둘러싸이고, 자기 헤드 소자(13)에 대응하는 부분은 본 발명이 이후에 참조하여 설명할 도 10 및 11 및 도 12 내지 23에서 확대되어 도시된다.

영구 자석층(23a 및 23b)은 예를 들어, 약 50 μ m의 세로 길이 t₃ 및 약 10 μ m의 가로 길이 t₄를 갖는다. 두 개의 영구 자석층(23a 및 23b)은 예를 들어 약 5 μ m의 거리 t₅로 서로 이격된다. 두 개의 영구 자석층(23a 및 23b)사이의 간격 t₅는 자기 헤드 소자(13)의 트랙 폭일 것이다. 즉, 자기 헤드 소자(13)의 트랙 폭은 본 실시예에서 대략 5 μ m이다. 그러나, 본 발명에 따라서, 트랙 폭은 약 5 μ m로 한정되지 않고 MR 소자가 채택된 자기 기록/재생 시스템의 필요 조건에 따라서 적절하게 설정될 수 있다. 영구 자석층(23a 및 23b)을 내장하기 위해서, 먼저 포토레지스트를 사용하여 예를 들어 각각의 자기 헤드 소자에 대해서 두 개의 연장된 개구를 갖는 마스크를 형성한다. 다음에, 개구에 노출된 MR 소자 박막(22)을 제거하도록 에칭이 실행된다. 이 에칭은 건식 및 습식 모드 중 어느 것으로도 행해질 수 있다는 것을 알 것이다. 그러나, 공정의 용이함 및 다른 요인을 고려하여 이온 에칭이 바람직하다.

다음에, 영구 자석층이 스퍼터링 또는 다른 방법에 의해 형성된다. 영구 자석층(23)이 바람직하게 1,000 Oe 이상의 보자력을 갖는 재료, 예를 들어 CoNiPt 또는 CoCrPt로부터 형성되어야만 한다는 것을 알 것이다. 그 후에, 마스킹 포토레지스트가 그 위에 형성된 영구 자석층을 따라 제거된다. 그러므로, 선정된 패턴을 갖는 영구 자석층(23a 및 23b)이 도 9 내지 11에 도시된 바와 같이 MR 소자 박막(22) 내에 내장될 것이다.

다음에, MR 소자 박막(22)은 도 12 및 13으로부터 도시될 바와 같이, 최종적으로 MR 소자(이하 "MR 소자(22a)라 함)로 작용할 그 일부(22a)를 에칭하지 않고 남겨두고, 포토리소그래피에 의해 에칭된다.

이 때, MR 소자(22a)에 감지 전류(sense current)를 공급하는 단자일 박막(22)의 일부분(22b 및 22c)이 또한 에칭되지 않고 남겨진다. 특히, 포토레지스트를 사용하여 MR 소자(22a) 및 각 자기 헤드 소자의 일부분(22b 및 22c)에 대해 개구를 갖는 마스크를 먼저 형성한다. 상술한 바와 같이, 일부분(22b 및 22c)은 MR 소자(22a)에 감지 전류를 공급하는 단자일 것이다.

다음에, 개구에 노출된 MR 소자 박막(22)을 제거하기 위해서 에칭이 행해진다. 이 에칭은 건식 및 습식 모드 중 어느 하나로 행해질 것이라는 것을 알 것이다. 그러나, 공정의 용이함 및 다른 요인들을 고려하여 이온 에칭이 바람직하다.

그 후에, 마스크 포토레지스트가 제거되면, 도 14 및 15에 도시된 바와 같이, MR 소자(22a), 일부분(22b 및 22c)이 남겨져 MR 소자 박막(22)의 MR 소자(22a)에 감지 전류를 공급하는 단자가 될 것이다.

MR 소자(22a)는 예를 들어 약 4 μ m의 폭 t_6 를 갖는다. 폭 t_6 는 즉, MR 소자(22a)의 테이프 접동면의 한 단에서 다른 단까지의 깊이 d에 대응한다. 그러므로, MR 소자(22a)의 깊이 d는 본 실시예에서 예를 들어 대략 4 μ m이다. 그러나, 이 깊이는 이 값에 한정되지 않고, MR 소자가 사용되는 자기 기록/재생 시스템을 위한 필요 조건에 따라서 적절히 설정될 것이다.

또한 단자가 될 일부분(22b 및 22c)은, 예를 들어 약 1,500 μ m의 길이 t_7 , 약 50 μ m의 폭 t_8 , 및 이들 간의 약 10 μ m의 간격 t_9 을 갖는다.

다음에, 포토리소그래피를 사용하여 일부분(22b 및 22c)을 하부 전기 저항의 도전막으로 대체하고, 이로 인해 도 14 및 15에 도시된 바와 같이 MR 소자(22a)에 감지 전류를 공급하기 위한 단자(24a 및 24b)를 형성한다. 특히, 포토레지스트를 사용하여 일부분(22b 및 22c)에 대해서 개구를 갖는 마스크를 먼저 형성한다. 다음에, 에칭을 행하여 MR 소자(22a)에 감지 전류를 공급하는 단자일 일부분(22b 및 22c)에 남아있는 MR 소자 박막(22)을 제거한다. 마스크 포토레지스트는 그대로 남는다. 다음에 도전층이 포토레지스트 상에 형성된다. 도전층은, 예를 들어 Ti층(두께 15nm), Cu층(100nm) 및 Ti(15nm)를 이 순서로 스퍼터링에 의해 포토레지스트 상에 형성함으로써 형성된다. 그 후에, 마스크 포토레지스트가 포토레지스트 상에 형성된 도전층에 의해 제거된다. 그러므로, 도전층으로부터 형성된 단자(24a 및 24b)가 도 14 및 15에 도시된 바와 같이 제공된다.

다음으로, 자기 헤드 소자(13)의 상층 갭이 될 비자성, 비도전층(25)이 도 16 및 도 17에 도시된 바와 같이 스퍼터링 또는 다른 방법에 의해서 형성된다. 비자성, 비도전층(25)은 절연 특성 및 마찰 저항을 고려하여 바람직하게 Al₂O₃로 형성되어야만 한다. 비자성, 비도전층(25)은 기록될 신호의 주파수 및 다른 요인들에 따라 적절히 설정된 두께, 특히 예를 들어 180nm를 가질 수 있다.

다음으로, 외부에 전기적 접속을 위한 외부 단자(26a 및 26b)가 도 18 및 19에서 도시된 바와 같이 리드 아웃 도체(24a 및 24b)의 한 단, 즉 상술한 단자에 형성된다. 특히, 먼저 포토레지스트가 실시되고 외부 단자(26a 및 26b)가 될 부분을 위한 포토레지스트만 레지스트가 제거된 포토레지스트 패턴이 포토리소그래피에 의해 형성된다. 외부 단자(26a 및 26b)는 영구 자석층(23a 및 23b)에 연결되지 않은 각각의 리드 아웃 도체(24a 및 24b)의 세로단에 형성될 것이다. 또한 외부 단자(26a 및 26b)의 길이 t_5 는 리드 아웃 도체(24a 및 24b)의 단으로부터, 예를 들어 대략 600 μ m이다. 다음으로, 포토레지스트가 마스크 포토레지스트로부터 노출된 마스크 및 비자성, 비도전층(25)으로 사용되고 에칭에 의해 제거된다. 이 에칭은 건식 또는 습식 모드 중 어느 것으로 실행될 것이다. 그러나, 공정 또는 다른 요인들의 용이함을 고려하여 이온 에칭이 바람직하다는 것을 알 것이다.

다음으로, 포토레지스트 패턴을 그대로 남긴 채, 외부 단자를 위해 도전층이 형성된다. 특히, 500nm 두께의 Cu층 및 500nm의 Au층이 스퍼터링 또는 외부 단자를 위한 도전층을 형성하기 위한 다른 방법에 의해 이 순서로 형성된다. 그 다음에, 포토레지스트가 그 위에 형성된 외부 단자 도전층에 따라 제거되어, 외부 단자(26a 및 26b)가 리드 아웃 도체(24a 및 24b)의 단에 형성된다.

상술한 공정으로, MR 소자(13)가 제1 기판(12) 상에 완벽하게 형성되고, 그러므로 복수의 MR 소자(13)가 도 20에 도시된 바와 같이 제1 기판(12) 상에 형성된다.

다음으로, 복수의 MR 소자(13)가 위에 형성된 제1 기판(12)이 도 21에 도시된 바와 같이, MR 소자가 각각 길이에 따라 놓여진 직각 블록으로 절단된다. 각 직각 블록상에 놓여진 MR 소자는 바람직하게 고성능을 가능한 많이 얻을 수 있어야만 한다. 설명의 간략화를 위해서, 한 직각 블록 내에 다섯개의 이와 같은 MR 소자가 도면에 도시되지만, 실제로 그 수가 더 많을 것이다. 이 블록은 1,500 μm 의 폭 t_{17} 을 갖는다.

도 22에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 약 700 μm 의 두께를 갖는 제2 기판(16)이 제1 기판(12)으로부터 절단된 직각 블록에 연결된다. 제2 기판(16)은 테이프 접동 방향의 후단에서의 보호 부재 및 MR 헤드의 상층 실드의 역할을 한다. 제2 기판(16)은 예를 들어, 합성 접착제를 사용하여 직각 블록(13)에 부착된다. 제2 기판(16)은 제1 기판(12)의 높이 t_{17} 보다 적은 높이 t_{19} 를 가져 MR 소자의 외부 단자(21a 및 21b)가 외부로부터의 접속이 용이하도록 노출된다. 제2 기판(16)은 Ni-Zn 페라이트 또는 Mn-Zn 페라이트와 같은 강 연자성 재료로부터 형성된다.

다음으로, MR 소자의 표면 부분, 즉, 테이프 접동면일 제1 및 제2 기판(12 및 13)의 어셈블리가 도 23에 도시된 바와 같이 아치형(arcuate shape)을 갖도록 연마된다. 특히, MR 소자의 행을 포함하는 각 직각 블록은 MR 소자(22a)의 전면이 테이프 접동면에 노출되고 선정된 깊이 d 를 가질 때까지 원형 연마된다. 그러므로, 테이프 접동면은 도 23에 도시된 바와 같이 아치형을 갖는다. 테이프 접동면의 원형 연마형태가 테이프 장력 또는 다른 요인들에 적절할 것이지만, 다른 특정한 것에 국한되지 않는다는 것을 주지해야 한다.

최종적으로, 직각 블록, 즉, 내부의 MR 소자의 행은 도 24에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 약 1,400 μm 의 높이, 약 200 μm 의 폭 및 1,500 μm 의 높이를 갖도록 각각의 개별적 MR 소자 상의 자기 테이프 경로를 위해 개별적 MR 소자로 절단된다. 도 24에 도시된 바와 같이, 직각 블록이 제1 및 제2 기판(12 및 13)이 서로 결합된 판에 수직이 아닌 각 θ 로 절단된다. 각 θ 는 MR 소자가 사용된 자기 기록/재생 시스템의 필요 조건에 따라 변화될 수 있다. 각 θ 는 상술한 이유로 5°내지 45°의 범위 정도이어야만 한다. 본 실시예에서, 각 θ 는 25°로 설정된다. 이 절단 각 θ 는 헤드 이동 방향, 소위 방위각에 대해서 자기 헤드 소자(13)의 각이다.

그러므로 생성된 자기 헤드(1)의 사용을 위해서, 칩 베이스에 부착되고, 전술한 외부 단자(21a 및 21b)는 칩 베이스 상에 제공된 단자에 전기적으로 연결된다. 그 다음에 그렇게 칩 베이스에 부착된 자기 헤드(1)가 도 2에 도시된 바와 같이 회전 드럼(4) 상에 탑재된다.

자기 헤드(1)가 0°의 방위각을 가질 때, 즉, MR 소자가 헤드 이동 방향에 수직으로 배치되면, 기록 헤드의 방향이 기록 패턴의 방향과 평행하지 않기 때문에 테이프형 기록 매체 상에 기록된 기록 트랙이 헤드 이동 방향에 수직이어야 하고, 재생 출력이 상당히 감소되게 하여 소위 방위 손실이 일어날 것이다. 또한, 방위각이 0°일 때, 기록 트랙의 자기 천이 방향은 인접한 기록 트랙의 것과 평행하다. 자기 헤드(1)가 기록 트랙과 완벽하게 동일한 트랙을 따르는 한 어떤 문제도 발생하지 않을 것이다. 그러나, 만일 자기 헤드(1)가 기록 트랙보다 약간 이동된 트랙을 따른다면, 인접한 트랙으로부터의 트랙 신호를 판독할 것이다. 회전 드럼을 이용한 나선형 주사 기록/재생에서, 주사 메커니즘으로 인해 고정확성을 갖는 기록 트랙을 따르는 것이 힘들다. 또한 인접한 트랙으로부터 신호의 검출을 피하기 위해서 서로로부터 기록 트랙을 이격하는 측정이 있다. 그러나, 기록 매체는 영역 내에서 증가되어야만 하고, 이것은 기록 밀도가 감소되게 한다.

반대로, 본 발명에 따라 전술한 방위각을 갖는 자기 헤드에서, 기록이 실행될 기록 트랙의 자기 천이 방향이 도 25에 도시된 바와 같이 방위각의 두 배의 각 편차를 가지고 이웃하는 기록 트랙에 인접하기 때문에, 판독 자기 헤드는 기록 트랙 상으로부터 편차된다고 해도 방위 손실로 인해 이웃하는 트랙으로부터의 적은 신호만을 검출한다. 이 특성은 기록 트랙을 충실히 따라갈 수 있는 기록 자기 헤드에 이용될 수 있다. 이 목적을 위해서, 자기 헤드 소자(3)의 자기 센서가 기록 트랙의 효과적인 폭 T_w 보다 큰 폭 K_w 를 갖도록 설계되고 최대 출력을 제공하도록 서보 제어된다. 기록 트랙이 이웃하는 트랙에 영향을 받지 않기 때문에, 기록 트랙은 서로 이격되지 않을 것이고 그러므로 고 밀도의 기록 및 재생이 얻어질 수 있다.

더욱이, 자기 헤드 소자(3)의 트랙 피치 방향에서의 폭 T_w' 은 헤드 이동 방향에서 볼 때 방위각 θ 의 $1/\cos\theta$ 만큼 작다. 두 개의 자기 헤드가 있고, 하나는 방위각이 없고 다른 하나는 방위각이 있으며, 모두는 동일하게 효과적인 트랙 폭 T_w 를 갖는다는 가정하에서, 후자의 자기 헤드는 트랙의 적은 영역을 차지할 것이다. 그러므로, 방위각을 갖는 자기 헤드는 고 기록 밀도의 특성을 갖는다는 이점이 있다.

전술한 바와 같이, 판독 자기 헤드는 방위각을 갖지 않지만 후자 보다 많은 이점을 갖는 전자와 동일한 방식으로 생성된다. 그러므로, 보다 고밀도 자기 기록/재생 시스템을 위한 필요 불가결한 수단일 것이다.

나선형 주사 자기 기록 시스템과 결합된 판독을 위한 전술한 MR 헤드를 사용하여, 비교할 수 없이 고 기록 밀도를 갖는 기록 시스템을 확립할 수 있다. 이와 같은 기록/재생 시스템이 다음에 기술될 것이다.

이하 기술될 나선형 주사 자기 기록 시스템을 일체한 자기 기록/재생 장치는 판독 자기 헤드로서의 전술한 MR 헤드가 설치된 회전 드럼을 사용한다.

자기 기록/재생 장치에 채택된 회전 드럼 유닛의 구성의 예가 도 26 및 27에 도시된다. 도 26은 회전 드럼 유닛(41)을 개략적으로 도시한 투시도이고, 도 27은 회전 드럼 유닛(41)을 일체한 자기 테이프 공급 메커니즘(50)을 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 26에 도시된 바와 같이, 회전 드럼 유닛(41)은 고정 원통 드럼(42), 이동 원통 드럼(43), 회전 드럼(43)을 구동하기 위한 모터(44), 회전 드럼(43) 상에 설치된 한 쌍의 유도형 자기 헤드(45a 및 45b) 및 회전 드럼(43) 상에 또한 설치된 한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b)로 구성된다.

고정 드럼(42)은 회전하지 않도록 고정된다. 고정 드럼(42)은 자기 테이프(47)의 공급 방향을 따라 수평축 상에 형성된 리딩 가이드(leading guid)(48)를 구비한다. 후술될 바와 같이, 자기 테이프(47)는 기록 및 재생 동안 리딩 가이드(48)를 따라 공급된다. 회전 드럼(43)은 고정 드럼(42)과 동심원으로 배치된다.

회전 드럼(43)은 자기 테이프(47)의 판독 또는 기록 동안 선정된 속도로 모터(44)에 의해 구동된다. 회전 드럼(43)은 고정 드럼(42)과 실제적으로 동일한 직경을 갖도록 원형으로 형성되고, 고정 드럼(42)과 동심원으로 배치된다. 회전 드럼(43)은 고정 헤드(42)에 대향할 축상에 한 쌍의 유도형 자기 헤드(45a 및 45b) 및 한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b)가 설치되어 있다.

유도형 자기 헤드(45a 및 45b) 각각은 그들 사이의 자석 갭과 서로 연결되고 감겨진 코일을 갖는 한 쌍의 자기 코어이다. 유도형 자기 헤드는 자기 테이프(47)에 신호를 기록하기 위한 것이다. 이들 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)는 회전 드럼(43)의 중심에 대해 180°의 각을 형성하고 자기 헤드(45a 및 45b)의 자기 갭이 회전 드럼(43)의 주변을 벗어나 투영되도록 회전 드럼(43) 상에 설치된다. 이들 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)는 신호를 방위각으로 자기 테이프(47)에 기록하기 위해서 서로 상호적으로 설정된 각각의 방위각을 갖는다는 것을 알아야 한다.

반면에, MR 헤드(46a 및 46b)는 자기 테이프(47)로부터 신호를 검출하기 위한 자기 센서로서 MR 소자를 갖는다. 즉, 이들은 자기 테이프(47)의 재생(playback)을 위한 판독 전용 헤드이다. 이들 MR 헤드(46a 및 46b)는 회전 드럼(43)의 중심에 대해 180°의 각을 형성하고 자기 헤드(46a 및 46b)의 자기 갭이 회전 드럼(43)의 주변을 벗어나 투영되도록 회전 드럼(43) 상에 설치된다. 이들 유도형 자기 헤드(46a 및 46b)는 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)에 의해 자기 테이프(47)상에 방위각으로 기록된 신호를 자기 테이프(47)로부터 판독하기 위해 서로 상호적으로 설정된 각각의 방위각을 갖는다.

이러한 자기 기록/재생 장치로, 자기 테이프(47)가 회전 드럼 유닛(41) 상에서 활주되어 자기 테이프(47)에 또는 그로부터 신호를 기록 또는 판독한다.

특히, 자기 테이프(47)는 가이드 롤러(52 및 53)을 통해 공급 릴(51)로부터 공급되고 판독 및 기록되기 쉬운 회전 드럼 유닛(41) 상에 감겨진다. 회전 드럼 유닛(41)에서 이와 같이 판독되고 기록된 자기 테이프(47)는 가이드 롤러(54 및 55), 캡스턴(56) 및 가이드 롤러(57)를 통해 테이크-업 릴(take-up reel)(58)에 피드백된다. 즉, 자기 테이프(47)는 캡스턴 모터(59)에 의해 구동된 캡스턴(56)에 의해 선정된 장력 및 속도로 공급되고, 가이드 롤러(57)를 통해 테이크-업 릴(58) 상에 감겨진다.

회전 드럼(43)은 도 26의 화살표 A 방향으로 모터(44)에 의해 구동된다. 반면에, 자기 테이프(47)는 고정 및 회전 드럼(42 및 43)에 대해 비스듬하게 고정 드럼(42)의 리딩 가이드(48)를 따라 접동하여 공급된다. 즉, 자기 테이프(47)는 테이프 입구로부터 리딩 가이드(48)를 따라 도 26 내의 화살표 B의 테이프 공급 방향으로 고정 및 회전 드럼(42 및 43) 상에 접동하여 공급된다. 이 후에, 자기 테이프(47)는 도 26 내의 화살표 C 방향으로 테이프 입구에 공급된다.

다음으로, 회전 드럼 유닛(41)의 내부 구조가 이하 기술될 것이다.

도 28에 도시된 바와 같이, 회전축(61)이 고정 및 회전 드럼(42 및 43)의 중심에 삽입된다. 이들 고정 및 회전 드럼(42 및 43) 및 회전축(61)은 도전성 재료로 만들어진다는 것을 알아야 한다. 즉, 이들은 전기적으로 도전성이고 고정 드럼(42)는 접지된다.

고정 드럼(42)의 슬리브 내에는, 회전축(61)이 고정 드럼(42)에 대해서 회전가능하게 지지된 두 개의 베어링(62 및 63)이 제공된다. 반면에, 회전 드럼(43)은 회전축(61)의 상단에 고정된 플랜지(64)의 내벽에 형성된다. 그러므로, 회전 드럼(43)이 회전축(61)을 따라 회전된다.

또한, 회전 드럼 유닛(41)은 고정 및 회전 드럼(42 및 43) 간에 신호 전송을 위한 무접점 신호 송신기를 회전 변환기의 내부에 제공한다. 회전 변환기(65)는 고정 드럼(42) 상에 설치된 고정자 코어(stator core)(66) 및 회전 드럼(43) 상에 설치된 회전자 코어(rotator core)(67)를 갖는다.

고정자 및 회전자 코어(66 및 67)는 페라이트와 같은 자성 재료로 만들어지고, 회전축(61)에 대해서 원형으로 형성된다. 고정자 코어(66)에는 한 쌍의 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)에 대응하는 한 쌍의 신호 전송 링(66a 및 66b), 한 쌍의 MR 헤드(45a 및 45b)에 대응하는 신호 전송 링(66c), 및 한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b)를 구동하는데 필요한 전원을 공급하는 전원 전송링(66d)이 동심원으로 위에 배치되어 있다. 유사하게, 회전자 코어(67)에는 한 쌍의 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)에 대응하는 한 쌍의 신호 전송 링(67a 및 67b), 한 쌍의 Mr 헤드(46a 및 46b)에 대응하는 신호 전송 링(67c), 및 한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b)를 구동하기 위해 요구된 전원을 공급하는 전원 전송 링(67d)이 위에 동심원으로 배치되어 있다.

상기 링(66a, 66b, 66c, 66d, 67a, 67b, 67c 및 67d)은 회전축(61)에 대해서 원형으로 감겨진 코일로부터 각각 형성된다. 고정자 코어(66)의 링(66a, 66b, 66c 및 66d)은 회전자 코어(67)의 각각의 링(67a, 67b, 67c 및 67d)에 대향하여 배치된다. 이와같이 구성된 회전 변환기(65)는 고정자 코어(66)의 링(66a, 66b, 66c 및 66d) 및 회전자 코어(67)의 링(67a, 67b, 67c 및 67d) 사이에 무접점 방식으로 신호 및 전원을 전송한다.

더욱이, 회전 드럼 유닛(41)은 회전 드럼(43)을 회전시키도록 구동하는 모터(44)에 연결된다. 모터(44)는 회전자(68) 및 고정자(69)를 갖는다. 회전자(68)는 회전축(61)의 하단에 설치되고 구동 자석(70)이 위에 제공된다. 반면에, 고정자(69)는 고정 드럼(42)의 하단에 설치되고 구동 코일(71)이 바닥에 탑재된다. 전류가 구동 코일에 공급될 때, 회전자(68)가 회전하도록 구동될 것이다. 그러므로, 회전자(68)에 설치된 회전축(61)이 회전되고 또한 회전축(61)에 고정된 회전 드럼(43)이 회전하도록 구동된다.

다음으로, 전술한 바와 같이 구성된 회전 드럼 유닛(41)에 의한 기록 및 재생이 회전 드럼 유닛(41)의 회로 구성 및 이와 관련된 회로를 개략적으로 도시한 도 29를 참조하여 기술될 것이다.

회전 드럼 유닛(41)에 의해 자기 테이프(47)로 신호를 기록하기 위해서, 우선 전류가 모터(44)의 구동 코일(71)에 공급되어 회전 드럼(43)이 회전하도록 구동된다. 회전 드럼(43)이 회전하는 동안, 도 29에 도시된 바와 같이 기록될 신호가 외부 회로(80)로부터 기록 증폭기(81)에 공급된다.

기록 증폭기(81)는 외부 회로(80)로부터의 기록될 신호를 증폭하고, 증폭된 신호를 유도형 자기 헤드(45a)에 의해 신호 기록이 실행될 때에 유도형 자기 헤드(45a) 중 하나에 대응하는 고정자 코어(66)의 신호 전송 링(66a)에 공급한다.

다른 유도형 자기 헤드(45b)에 의해 신호 기록이 행해질 때, 기록 증폭기(81)는 유도형 자기 헤드(45b)에 대응하는 고정자 코어(66)의 신호 전송 링(66b)에 증폭된 신호를 공급할 것이다.

한 쌍의 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)가 상술된 바와 같이 회전 드럼(43)의 중심과 180°의 각도를 형성하도록 배치되기 때문에, 유도형 자기 헤드(45a 및 45b)는 그들 간에 180°의 위상차로 신호를 번갈아 기록할 것이다. 즉, 기록 증폭기(71)는 기록될 증폭 신호가 유도형 자기 헤드(45a)중 하나에 공급될 타이밍, 및 신호가 그들 간에 180°의 위상차로 다른 유도형 자기 헤드(45b)에 공급될 타이밍 간에 대체 전환이 이루어질 것이다.

하나의 유도형 자기 헤드(45a)에 대응하는 고정자 코어(66)의 신호 전송 링(66a)에 공급된 기록될 증폭 신호는 무접점 방식으로 회전자 코어(67)의 신호 전송 링(67a)에 전달된다. 회전자 코어(67)의 신호 전송 링(67a)에 이와 같이 전송된 신호는, 자기 테이프(47)에 기록하는 유도형 자기 헤드(45a)에 공급된다.

유사하게, 다른 유도형 자기 헤드(45b)에 대응하는 고정자 코어(66)의 신호 전송 링(66b)에 공급된 기록될 증폭 신호는 무접점 방식으로 회전자 코어(67)의 신호 전송 링(67b)에 전달된다. 회전자 코어(67)의 신호 전송 링(67b)에 공급된 신호는 자기 테이프(47) 상에 기록되는 유도형 자기 헤드(45b)에 전달된다.

회전 드럼 유닛(41)에 의해 자기 테이프(47)로부터의 신호를 재생하기 위하여, 우선 모터(44)의 구동 코일(71)에 전력이 공급되어 회전 드럼(43)이 회전하도록 구동된다. 회전 드럼(43)이 회전하는 동안, 고주파 전류가 도 29에 도시된 바와 같이 발전기(82)로부터 전력 구동부(83)에 공급된다.

발전기(72)로부터의 HF 전류는 전력 구동부(83)에 의해 선정된 AC 전류로 변환된 다음, 고정자 코어(66)의 전력 전송 링(66d)에 공급된다. 고정자 코어(66)의 전력 전송 링(66d)에 공급된 AC 전류는 무접점 방식으로 회전자 코어(67)의 전력 전송 링(67d)에 전송된다. 회전자 코어(67)의 전력 전송 링(67d)에 전송된 AC 전류는 정류기(84)에 의해 DC 전류로 정류되고 DC 전류를 선정된 전압으로 조정하는 조정기(85)에 공급된다.

조정기(85)에 의해 선정된 전압으로 설정한 전류는 감지 전류로서 한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b)에 공급된다. MR 헤드(46a 및 46b)에는 전류가 또한 조정기(85)로부터 공급되는 재생 증폭기(86)가 연결된다.

MR 헤드(46a 및 46b)는 외부 자기장의 크기에 따라 저항이 변하는 MR 소자를 각각 갖는다. 즉, MR 헤드(46a 및 46b)의 MR 소자는, 감지 전류가 저항 변동으로 인한 전압 변동을 반영하도록 자기 테이프(47)로부터 신호 자기장에 의해 저항이 변화된다.

재생 증폭기(86)는 전압 변동에 대응하는 신호를 재생 신호로서 공급한다. 재생 증폭기(86)는, 신호 재생이 MR 헤드(46a) 중 하나에 의해 행해지는 타이밍에서 MR 헤드(46a)에 의해 검출된 재생 신호, 및 신호 재생이 다른 MR 헤드(46b)에 의해 행해지는 타이밍에서 다른 MR 헤드(46b)에 의해 검출된 재생 신호를 공급하도록 적응된다는 것을 알아야 한다.

한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b)가 상술된 바와 같이 회전 드럼(43)의 중심과 180°의 각도를 형성하도록 배치되기 때문에, MR 헤드(46a 및 46b)는 그들 간의 180°의 위상차로 신호를 번갈아 판독할 것이다. 즉, 재생 증폭기(86)는 기록될 증폭 신호가 MR 헤드(46a) 중 하나에 공급되는 타이밍, 및 신호가 그들 간의 180°의 위상차로 MR 헤드(46b)에 공급되는 타이밍 간에 번갈아 전환이 이루어질 것이다.

재생 증폭기(86)로부터의 재생 신호는 회전자 코어(67)의 신호 전송 링(67c)에 공급되고 무접점 방식으로 링(67c)으로부터 고정자 코어(66)의 신호 전송 링(66c)에 전송된다. 고정자 코어(66)의 신호 전송 링(66c)에 전송된 재생 신호는 다른 재생 증폭기(87)에 의해 증폭된 다음, 선정된 보상이 행해지는 보상 회로(88)에 공급된 다음, 외부 회로(80)에 전달된다.

도 29에 도시된 회로 구성에서, 한 쌍의 유도형 자기 헤드(45a 및 45b), 한 쌍의 MR 헤드(46a 및 46b), 정류기(84), 조정기(85), 및 재생 증폭기(86)는 회전 드럼(43) 상에 장착되고 회전 드럼(43)에 따라 회전된다. 한편, 기록 증폭기(81), 발전기(82), 전력 구동부(83), 재생 증폭기(87) 및 보상 회로(88)는 회전 드럼 유닛(41)의 고정부 상에 배치되거나 또는 회전 드럼 유닛(41)으로부터 분리되어 형성된 외부 회로에 포함된다.

다음으로, 회전 드럼(43) 상에 설치된 MR 헤드(46a 및 46b)가 도 30을 참조하여 더욱 설명될 것이다. MR 헤드(46a 및 46b)가 그 방위각이 반비례한다는 것을 제외하고 동일한 구조를 갖는다는 것을 주목해야 한다. 따라서, MR 헤드(46a 및 46b)는 다음의 설명에서 총체적으로 "MR 헤드(46)"라 할 것이다.

MR 헤드(46)는 회전 드럼(43) 상에 설치되고 자기 저항 또는 자기 리터턴스 효과를 이용하는 나선형 주사 방법에 의해 자기 테이프(47)로부터의 신호를 판독한다. 일반적으로, MR 헤드는 보다 높은 감도를 갖고 신호 기록 및 재생을 위하여 전자기 유도를 이용하여 유도형 자기 헤드보다 높은 재생 출력을 생성한다. 따라서, MR 헤드는 고밀도의 기록을 달성하는 용도에 적당하다. 자기 테이프로부터의 신호를 판독하기 위하여 MR 헤드(46)를 이용하는 것은 자기 기록/재생 장치의 보다 높은 기록 밀도의 성능을 달성하도록 할 것이다.

MR 헤드(46)는 상술된 구조를 갖는다. 도 30에 도시된 바와 같이, 상기는 Ni-Zn 다결정 강자성체 등과 같은 연자성 재료로 만들어진 한 쌍의 자기 실드(91 및 92), 및 일반적으로 직사각형 형태를 갖고 절연체(93)에 내장되고 한 쌍의 실드(91 및 92) 간에 개재된 MR 소자 유닛(94)을 일체화한다. 한 쌍의 단자가 각각 MR 소자 유닛(94)의 대향단으로부터 도출되어 있고 후자에는 이들 단자를 거쳐 감지 전류가 공급될 수 있다는 것을 주목해야 한다.

MR 소자 유닛(94)은 MR 소자층, SAL 층, 및 MR 소자와 SAL 층 간에 배치된 절연체층의 적층 구조이다. MR 소자는 Ni-Fe 등과 같이 이방성 자기 저항 또는 자기 리터턴스 효과(AMR) 하의 외부 자기장에 따라 저항이 변하는 연자성 재료로 만

들어진다. SAL 층은 이른바 SAL 바이어싱 방법에 의해 바이어스 자기장을 MR 소자에 인가하도록 되어 있고, 퍼멀로이 등과 같이, 낮은 보자력 및 높은 투과율을 나타내는 자성체로 만들어진다. 절연체층은 MR 소자 및 SAL 층 간의 절연성을 제공하여 전기적 분류 손실을 방지하기 위해 제공된다. 상기는 Ta 등과 같은 절연 재료로 만들어진다.

MR 소자 유닛(94)은 일반적으로 직사각형 형태를 갖도록 형성된다. 상기는 일측면이 MR 헤드(46)의 자기 테이프 접동면(95)에 노출되도록 절연체층(93)에 내장되어 한 쌍의 실드(91 및 92) 간에 개재되어 있다. 보다 상세하게는, MR 소자 유닛(94)의 측면 방향은 자기 테이프 접동면(95)에 실질적으로 수직 배치되는 한편, 그 세로 방향은 자기 테이프 접동 방향에 실질적으로 직교한다.

MR 헤드(46)의 자기 테이프 접동면(95)은 MR 소자 유닛(94)의 일측이 노출되도록 자기 테이프(47)의 접동 방향을 따라 원형으로 연마되고, 또한 자기 테이프(47)의 접동 방향에 직교한 방향을 따라 원형으로 연마된다. 따라서, MR 헤드(46)는 MR 소자 유닛(94)에서 또는 MR 소자 유닛(94)에 근접한 곳에서 대부분 돌출하여, MR 소자 유닛(94)이 자기 테이프(47)와의 우수한 접촉을 갖는다.

이러한 지면 구조를 갖는 MR 헤드(46)에 의한 자기 테이프(47)로부터의 신호 재생인 경우, 자기 테이프(47)는 도 31에 도시된 바와 같이 MR 소자 유닛(94) 상에 접동된다. 도 31의 화살표는 자기 테이프(47)가 자화되는 방법을 개략적으로 도시한다.

자기 테이프(47)가 MR 소자 유닛(94) 상에 접동하는 동안, MR 소자 유닛(94)에는 MR 소자 유닛(94)의 대향단에 연결된 단자(94a 및 94b)를 거쳐 감지 전류가 공급되고, 감지 전류의 전압 변동을 검출한다. 보다 상세하게는, MR 소자 유닛(94)에는 MR 소자 유닛(94)의 한 단에 연결된 단자(94a)로부터 선정된 전압 V_c 가 인가되고, MR 소자의 다른 단에 연결된 단자(94b)는 회전 드럼(43)에 연결된다. 회전 드럼(43)은 회전축(61)을 거쳐 고정 드럼(42)에 전기적으로 연결되고 고정 드럼(42)은 접지된다. 그러므로, MR 소자 유닛(94)에 연결된 단자(94b)중 하나가 회전 드럼(43), 회전축(61) 및 고정 드럼(42)을 통해 접지된다.

자기 테이프가 MR 소자 유닛(94) 상에 미끄러지면서 입력되는 중에 감지 전류가 MR 소자 유닛(94)에 공급될 때, MR 소자 유닛(94)에 형성된 MR 소자는 자기 테이프(47)로부터의 자계에 따라 가변되는 저항을 가져서, 감지 전류에 대한 전압이 가변할 것이다. 감지 전류의 전압 변동의 검출을 통해, 자기 테이프(47)로부터의 신호 자계는 자기 테이프(47) 상에 기록된 신호를 재생하도록 검출될 수 있다.

MR 헤드(46)의 MR 소자 유닛(94)에 형성된 MR 소자가 자기 저항 효과(magnetoresistive effect)를 나타내는 소자가 될 수 있음을 알아야 한다. 그것은 예를 들어, 더 큰 자기 저항 효과를 보장하기 위해 보다 많은 층들의 적층으로부터 형성된 거대한 자기 저항(GMR) 소자가 될 수 있다. 바이어스 자계는 SAL 바이어싱 방법 이외의 것, 예를 들어 영구 자석 바이어싱, 셉트 전류 바이어싱, 자기-바이어싱, 교환 바이어싱, 바버 폴 바이어싱(barber pole biasing), 분할 소자 바이어싱, 서보 바이어싱 등에 의해 MR 소자에 인가될 수 있다. 거대 자기 저항 효과 및 다양한 바이어싱 방법은 예를 들어, Maruzen사에 의해 발행되고 (Kazuhiko Hayashi에 의해 번역된) John C. Mallinson에 의한 "MAGNETO-RESISTIVE HEADS - Fundamentals and Applications"에 언급되어 있다.

다음, 본 발명의 실시예에 사용된 자기 테이프(47)가 이하 설명될 것이다.

자기 테이프(47)는 비자성 지지체 또는 기판 및 지지부 상에 형성된 자성층으로서 금속 자성 박막으로 구성된다. 자성층인 금속 자성 박막의 두께 및 잔류 자화량은 MR 판독 헤드의 특성을 최적화하기 위해 종래 자기 테이프보다 더 작도록 제조된다.

자기 박막의 두께는 선속도(line speed)를 변화시킴으로써 제어될 수 있고, 잔류 자화량은 박막의 증착 중에 산소의 공급량을 변화시킴으로써 제어될 수 있다.

이러한 두가지 파라미터를 변화시킴으로써, MR 자기 판독 헤드가 포화되는 것을 방지할 수 있고, MR 판독 헤드가 최대 왜곡이 없는 출력(maximum distortion-free output)을 제공할 수 있도록 할 수 있다. 더 구체적으로는, 금속 자성 박막의 잔류 자화량(M_r) 및 두께(δ)의 산출값 $M_r \times \delta$ 은 1 내지 5 menu/cm²로 제어된다.

만약 산출값 $M_r \times \delta$ 이 1 menu/cm² 미만이면, 어떠한 충분한 재생 출력도 보장될 수 없다. 반대로, 만약 산출값 $M_r \times \delta$ 이 5 menu/cm²를 초과하면, MR 판독 헤드는 포화될 것이며, 재생 출력에서 왜곡을 초래할 것이다.

금속 자성 박막의 두께(δ) 및 잔류 자화량(M_r)는 상기 1 내지 5 menu/cm²내에 자유롭게 설정될 수 있다. 그러나, 만약 파라미터(δ 및 M_r)이 너무 작게 설정되면, 1 menu/cm² 이상의 산출값 $M_r \times \delta$ 을 보장하기 어렵다. 반대로, 만약 그것이 너무 크다면, 문제의 왜곡이 재생 출력시 발생할 것이다.

그러므로, 금속 자성 박막의 두께(δ)는 바람직하게 30 내지 120 nm의 범위 내에 있어야 하며, 잔류 자화량(M_r)은 200 내지 400 emu/cc의 범위 내에 있어야 한다.

또한, 자기 테이프(47)의 면내 보자력(intra-plane coercivity)은 저잡음 및 고해상을 구현하기 위해 1,000 Oe 이상이 되도록 유지되어야 한다. 그러나, 만약 보자력이 2,500 Oe를 초과하면, 어떠한 충분한 기록도 가능하지 않으며 재생 출력은 더 낮아질 것이다. 그래서, 보자력은 바람직하게 1,000 내지 2,500 Oe의 범위 내에 있어야 한다.

고해상 및 저잡음의 호환을 위해, 자기 테이프(47)의 면내 방향 각형비는 바람직하게 0.6 내지 0.9의 범위 내에 있어야 한다.

이러한 파라미터가 상기와 같이 규정되는 이유는 실험의 결과를 기초로 하여 이하 더 상세히 설명된다.

먼저, 두께가 10 μ m, 폭이 150mm인 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)막이 우선 준비된다. 주 성분으로서 아크릴 에스테르를 함유하는 수용성 레이텍스(water-soluble latex)가 언더코트(undercoat)를 형성하기 위해 10,000,000/nm²의 밀도로 막 표면에 증착된다.

다음, Co-O 금속 자성 박막이 다음 조건하에 언더코트시 형성된다.

막 형성 조건:

잉곳(Ingot) Co

입사각 45°- 90°

테이프 선속도 0.17 m/sec

산소 공급률 3.3×10^{-6} m³/sec

증착 중의 진공도 7×10^{-2} Pa

도 32에 도시된 바와 같이 그 내부에 냉각 캔(102), 냉각 캔(102), 공급 롤(105) 및 테이크-업 롤(106)에 대항하는 증발원(104)이 배치된 진공 챔버(101)를 구비하는 연속적인 테이크-업 증발 장치가 사용되었다. 진공 챔버(101) 내에, 비자성 지지체(103)가 공급 롤(105)로부터 입력되고, 냉각 캔(102) 주위로 이동되며 테이크-업 롤(106)에 의해 테이크 업된다. 자기 지지부(103)가 냉각 캔(102)을 따라 입력되는 동안, 그것은 그 위에 증발된 금속 자성 박막을 갖는다.

증발원(104)가 전자 빔 소스(107)로부터 방사된 전자 빔(B)에 의해 가열되어 가열된 금속 재료로부터 증기 흐름을 발생시킨다. 셔터(108)는 비자성 지지체(103) 상의 증기 흐름의 입사각을 제한하도록 제공되고, 산소 공급 파이프 또한 증기 흐름 내로 매우 작은량의 산소를 혼합하기 위해 셔터(108) 부근에 제공된다.

그래서 제조된 자기 기록 매체에서, 어떠한 반자계(demagnetizing field)도 고려되지 않는 자화 용이축이 금속 자성 박막의 주 표면에 대해 약 20°경사진 것을 알게 된다.

이후, 약 10 nm의 탄소막이 형성된 자성층 상에 스퍼터링 또는 CVD 방법에 의해 형성되었다.

다음, 탄소 및 폴리우레탄의 백코트(backcoat)가 자성층에 대항하는 비자성 지지체(103)의 측면에 0.6 μ m의 두께로 형성되고, 플루오로폴리에테르(perfluoropolyether)의 윤활제가 탄소막의 표면에 증착되었다. 그 후, 비자성 지지체(103)가 자기 테이프를 형성하기 위해 8 mm의 폭으로 절단되었다.

샘플 테이프가 그의 전자기 변환 특성에 대해 테스트되었다. 더 구체적으로, 제조된 8-mm VTR이 각 샘플 테이프 상에 0.5 μm 의 기록 파장으로 정보 신호를 기록하는데 사용되었다. 각 샘플 테이프는 실드 MR 헤드를 사용함으로써 판독되었다. 재생 출력은 그의 노이즈 레벨 및 오류율에 대해 측정되었다.

샘플 테이프를 재생하는데 사용된 MR 헤드 소자는 800 emu/cc의 포화 자화 및 40 nm의 층 두께를 갖는 FeNi-AMR(이방성 자기 저항 효과 소자)이다. MR 소자는 NiZn에 의해 차폐되고 내부-실드 거리는 0.17 μm 이다. 트랙 폭은 18 μm 이고 방위각은 25°이다. 실시예 1 내지 20의 20가지 유형 및 비교예 1 내지 8의 8가지 유형에 대한 측정이 행해졌다.

금속 자성 박막의 산출값 $M_r \times \delta$ (잔류 자화량 M_r 곱하기 두께 δ) 및 노이즈 레벨(캐리어 신호 이하인 주파수 1 MHz)이 변화될 때의 (0.5 μm 의 파장으로 기록된) 측정 재생 출력이 표 1에 도시된다.

표 1에서, 비교예 1의 산출값 $M_r \times \delta$ 은 0.5 memu/cm²로 설정되고, 실시예 1의 산출값은 1.0 memu/cm²로, 실시예 2의 산출값은 2.0 memu/cm²로, 실시예 3의 산출값은 3.0 memu/cm²로, 실시예 4의 산출값은 4.0 memu/cm²로, 실시예 5의 산출값은 5.0 memu/cm²로 설정되고, 비교예 2의 산출값은 6.0 memu/cm²로 설정되었다. 재생 출력 및 노이즈 레벨은 실시예 1의 것들을 그 근거로서 택한다. 오류율은 부호 오류율이다.

[표 1]

	$M_r \times \delta$ (memu/cm ²)	재생 출력 (dB)	노이즈 레벨 (dB)	에러율
비교예 1	0.5	-3.4	-2.0	2×10^{-4}
실시예 1	1.0	0	0	7×10^{-5}
실시예 2	2.0	3.2	2.0	3×10^{-5}
실시예 3	3.0	4.3	2.8	5×10^{-5}
실시예 4	4.0	6.1	3.4	7×10^{-5}
실시예 5	5.0	7.3	4.2	1×10^{-4}
비교예 2	6.0	7.2(왜곡)	5.5	5×10^{-3}

표 1로부터 명백하듯이, 산출값 $M_r \times \delta$ 은 (비교예 1에서와 같이) 1 memu/cm²미만일 때, 어떠한 충분한 재생 출력도 얻을 수 없다. 산출값 $M_r \times \delta$ 이 (비교예 2에서와 같이) 5 memu/cm²를 초과할 때, MR 소자는 포화되어 왜곡된 재생 파형 및 오류율이 불량해졌다. 그러므로, 산출값 $M_r \times \delta$ 은 바람직하게 1 내지 5 memu/cm² 이내가 되어야 한다고 말할 수 있다.

표 1은 산출값 $M_r \times \delta$ 를 도시하며, 동일한 산출값 $M_r \times \delta$ 은 잔류 자화량 M_r 및 막 두께 δ 의 무제한 수의 가능한 조합을 포함할 수 있다. 그러므로, 이와 같은 조합이 더 상세히 고려된다.

표 2는 금속 자성 박막의 막 두께 δ 가 변화했을 때의 재생 출력, 노이즈 레벨 및 에러율을 도시한다. 표 2에서, 재생 출력과 노이즈 레벨은 실시예 6의 것들을 그 기본으로써 취한다. 박막의 잔류 자화량은 모든 실시예와 비교예에 대해 360emu/cc 이었다.

[표 2]

	막 두께 (nm)	재생 출력 (dB)	노이즈 레벨 (dB)	에러율
비교예 3	20	-3.2	-1.8	2×10^{-4}
실시예 6	30	0	0	9×10^{-5}

실시예 7	50	3.6	1.4	7×10^{-5}
실시예 8	80	5.3	2.8	5×10^{-5}
실시예 9	100	6.2	3.7	3×10^{-5}
실시예 10	120	7.4	4.3	7×10^{-4}
비교예 4	150	7.2(왜곡)	5.6	3×10^{-3}

비교예 4에서와 같이, 막 두께 δ가 150nm를 초과하면, MR 소자는 포화되게 되어, 과형 왜곡으로 된다. 비교예 4에서와 같이, 막 두께 δ가 20nm이면, 충분한 재생 출력이 얻어질 수 없고, 보자력도 또한 떨어지게 되어 재생이 감소하게 된다. 이들 실험 결과에 의해 증명된 바와 같이, kr 두께 δ는 최적으로 30 내지 120nm 범위 이내이어야 한다.

다음에, 잔류 자화량 MR이 120nm으로 고정된 막 두께 δ에 따라 변화되었을 때의 재생 출력, 노이즈 레벨과 에러율이 평가되었다. 결과가 표 3에 도시된다. 표 3에서, 재생 출력과 노이즈 레벨은 실시예 11의 것들을 그 기본으로써 취한다.

[표 3]

	잔류 자화량 (emu/cc)	재생 출력 (dB)	노이즈 레벨 (dB)	에러율
비교예 5	150	-2.4	-1.8	5×10^{-4}
실시예 11	200	0	0	1×10^{-4}
실시예 12	250	2.1	2.4	7×10^{-5}
실시예 13	300	3.8	3.4	5×10^{-5}
실시예 14	350	4.2	3.9	7×10^{-5}
실시예 15	400	6.3	4.4	8×10^{-4}
비교예 6	450	6.2(왜곡있음)	5.4	3×10^{-3}

비교예 5에서와 같이, 잔류 자화량 Mr이 작으면, 실시예와 비교해서 어떠한 충분한 재생 출력이 얻어질 수 없다. 이와 반대로, 잔류 자화량 Mr이 비교예 6에서와 같이 너무 크면, 보자력이 낮고, 노이즈가 크며 해상도도 낮다.

다음에, 자기 기록 매체의 면내 보자력을 변화시킴에 따라 재생 출력, 노이즈 레벨 및 에러율이 평가되었다. 결과가 표 4에 도시된다. 표 4에서, 재생 출력과 노이즈 레벨은 실시예 16의 것들을 그 기본으로써 취한다.

[표 4]

	보자력 (Oe)	재생 출력 (dB)	노이즈 레벨 (dB)	직사각형 비율	에러율
비교예 7	800	-2.1	1.2	0.91	3×10^{-4}
실시예 16	1000	0	0	0.84	8×10^{-5}
실시예 17	1500	1.5	-0.8	0.80	7×10^{-5}
실시예 18	2000	3.3	-1.3	0.76	7×10^{-5}
실시예 19	2300	2.8	-1.9	0.70	3×10^{-4}
실시예 20	2500	2.0	-2.3	0.62	7×10^{-4}
비교예 8	3000	-0.5	-2.6	0.58	5×10^{-3}

비교예 7에서, 표 4로부터 알 수 있는 바와 같이 보자력은 작고 노이즈 레벨은 높다. 비교예 8에서, 보자력은 지나치게 크고 기록이 힘들다. 재생 출력이 감소되는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 보자력은 바람직하게 1,000 내지 2,500 Oe 범위 이내이어야 한다.

표 4는 보자력이 변함에 따라 측정된 면내 직사각형 비를 도시한다. 알 수 있는 바와 같이, 직사각형 비는 재생 출력과 노이즈 레벨과 결합하여 바람직하게 0.6 내지 0.9 범위 이내이어야 한다.

금속 자성 박막은 Co, Co-Ni, Co-Cr 및 그 산화물중에서 선택된 Co-기본 재료로 형성되어야 한다.

본 발명에서 사용된 자기 테이프(47)는 자성층을 위한 보호층을 가질 수 있다. 보호층은 통상적으로 금속 자성 박막을 위한 보호층으로서 사용될 수 있는 것일 수 있다. 예를 들어, CrO₂, Al₂O₃, BN, Co 산화물, MgO, SiO₂, Si₃O₄, SiNx, SiC, SiNx-SiO₂, ZrO₂, TiO₂, TiC 등중에서 선택될 수 있다. 재생층은 단일 층, 다층 또는 합성층일 수 있다.

물론, 자기 테이프(47)는 이와 같은 구성에 제한되어 있지 않지만, 언더코트(undercoat)가 비자성 지지체 상에 형성될 수 있고, 백코트(backcoat)가 금속 자성 박막 대향의 비자기 지지체의 측면 상에 형성될 수 있거나, 또는 윤활제, 방청제 또는 이와 유사한 물질의 탑 코트(topcoat)가 금속 자성 박막 또는 보호층의 표면 상에 형성될 수 있다.

발명의 효과

상기 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 MR 헤드는 보호대역없이 기록하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 나선형 주사와의 조합으로 종래의 기록/재생 시스템보다 비교하여 높은 기록 밀도 및 큰 기억 용량을 달성할 수 있는 기록/재생 시스템을 구현하는 것을 가능하게 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

한쌍의 연자성 재료로 된 실드(shields) 사이에 개재되어 자기 저항 효과 하에 자기 테이프로부터의 신호를 검출하는 자기 저항 소자를 구비한 자기 저항 헤드로서,

상기 자기 저항 소자는 자기 테이프가 공급되거나 이동되는 방향에 수직 방향에 대하여 선정된 방위각으로 비스듬하게 위치된 자기 센서를 가지며,

상기 자기 저항 헤드는 회전 드럼 상에 설치되어 나선형 주사 방법에 의해 상기 자기 테이프 상의 신호를 판독하는 자기 저항 헤드.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 자기 저항 소자의 자기 센서는 자기 테이프 상의 기록 트랙보다 폭이 넓은 자기 저항 헤드.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 자기 저항 소자의 자기 센서는 폭이 10 μ m이하인 자기 저항 헤드.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 방위각은 5° 내지 45° 인 자기 저항 헤드.

청구항 5.

위에 설치된 회전 드럼을 가지며, 금속 자성 박막을 자성층으로서 갖는 자기 테이프로부터의 신호를 나선형 주사 방법에 의해 기록 및/또는 판독하는 기록/재생 장치에 있어서,

상기 자기 저항 효과 하에 자기 테이프로부터의 신호를 검출하기 위해 한쌍의 연자성 금속재료로 된 실드 사이에 개재된 자기 저항 소자를 갖는 판독 헤드로서의 자기 저항 헤드 - 상기 자기 저항 소자는 자기 테이프가 공급되거나 또는 이동되는 방향에 수직 방향으로 선정된 방위각으로 비스듬히 배치된 자기 센서를 가짐-, 및

기록 헤드로서의 유도 자기 헤드

를 구비하는 기록/재생 장치.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 금속 자성 박막의 잔류 자화량 M_r 과 두께 δ 의 곱 $M_r \cdot \delta$ 은 1 내지 5 memu/cm^2 인 기록/재생 장치.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 금속 자성 박막의 잔류 자화량 M_r 은 200 내지 400 emu/cc 인 기록/재생 장치.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 금속 자성 박막의 두께 δ 는 30 내지 120nm인 기록/재생 장치.

청구항 9.

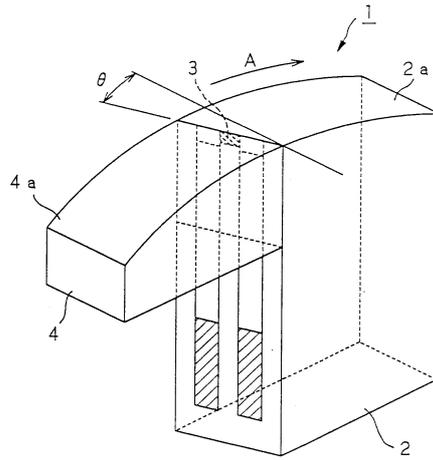
제6항에 있어서, 상기 자기 테이프의 면내 방향에서의 보자력은 1,000 내지 2,500 Oe인 기록/재생 장치.

청구항 10.

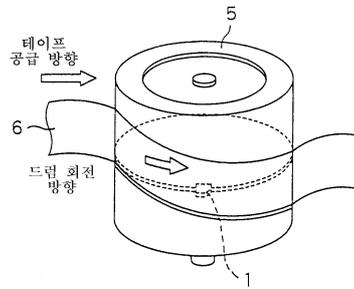
제6항에 있어서, 상기 자기 테이프에 수직인 방향에서의 직사각형 비는 0.6 내지 0.9인 기록/재생 장치.

도면

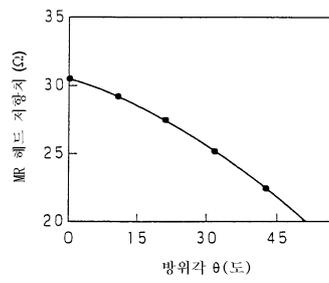
도면1



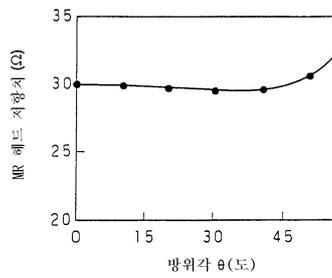
도면2



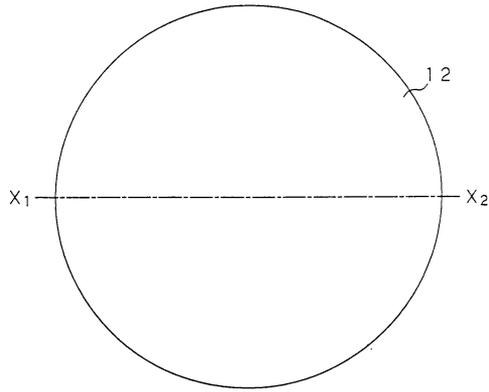
도면3



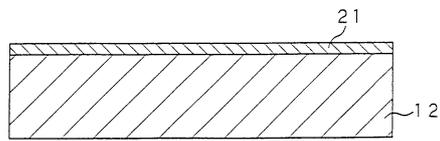
도면4



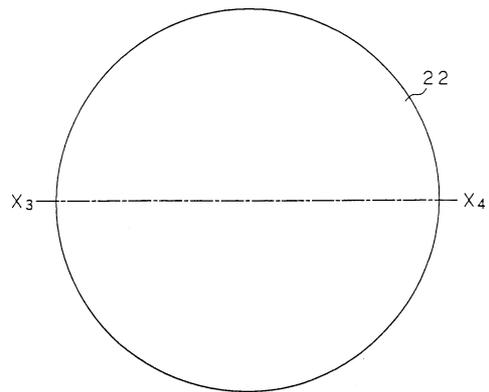
도면5



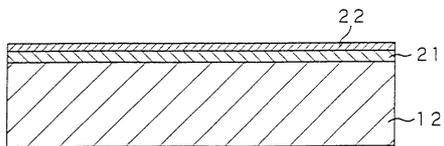
도면6



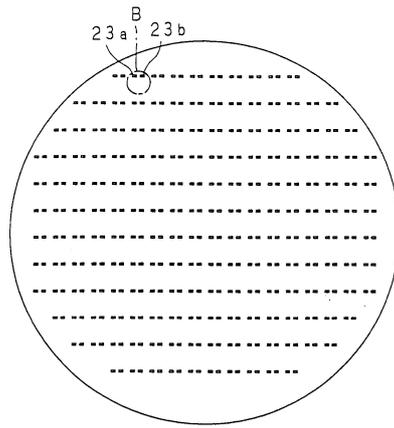
도면7



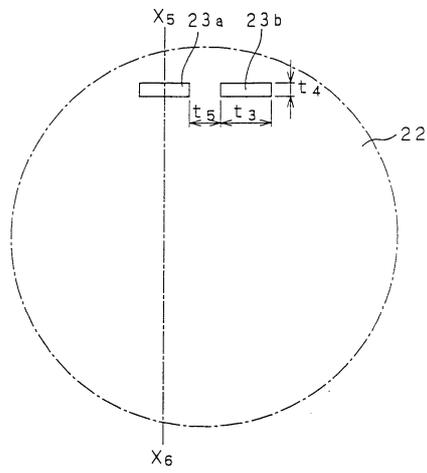
도면8



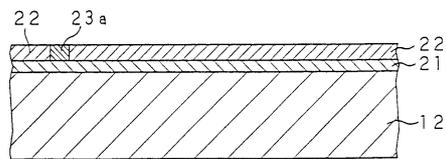
도면9



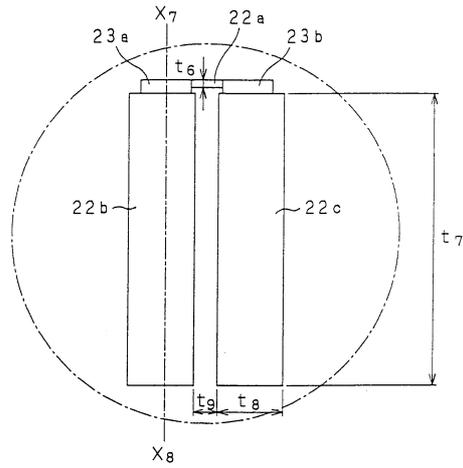
도면10



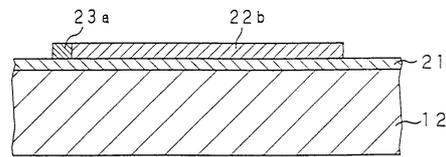
도면11



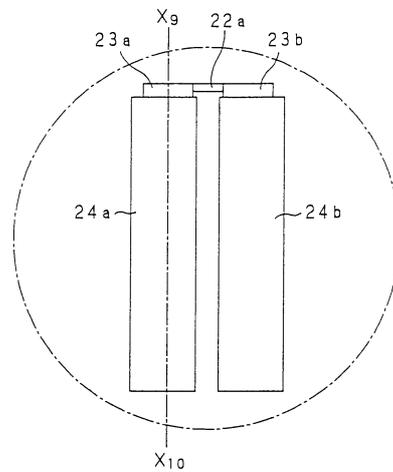
도면12



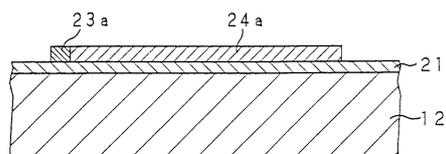
도면13



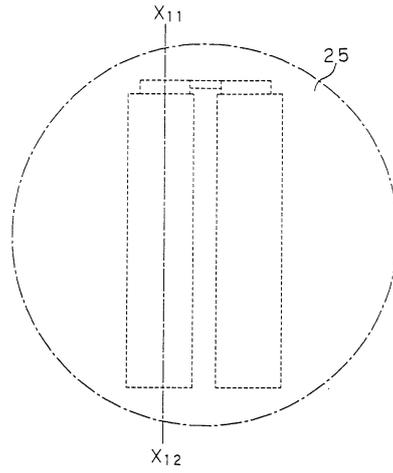
도면14



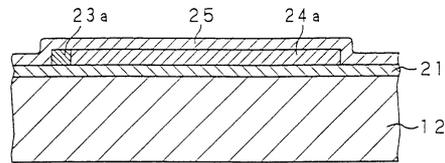
도면15



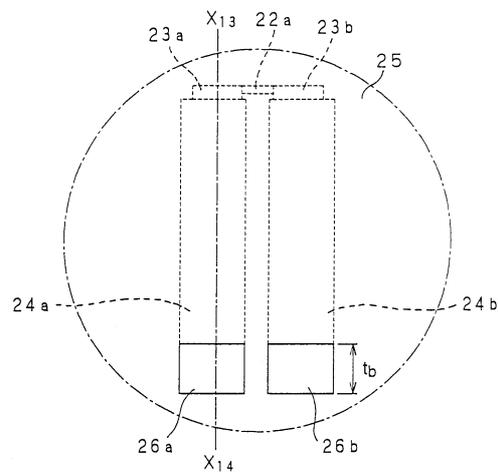
도면16



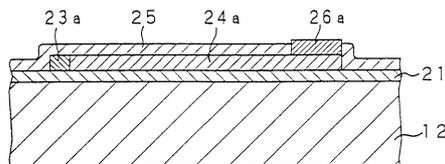
도면17



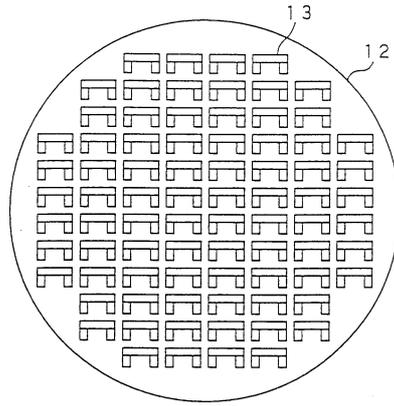
도면18



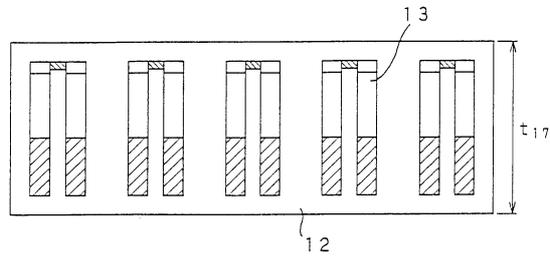
도면19



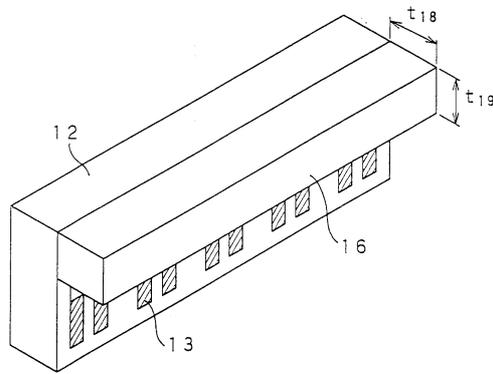
도면20



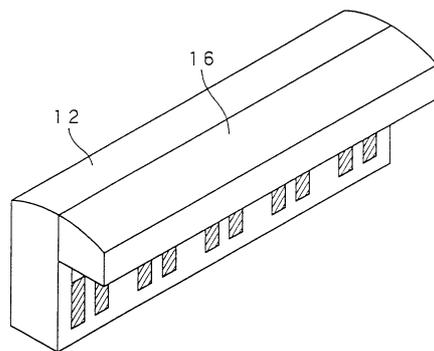
도면21



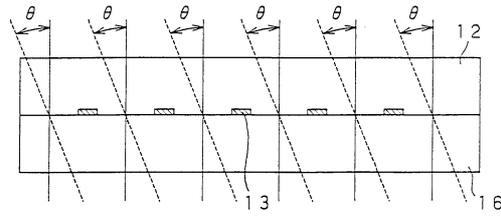
도면22



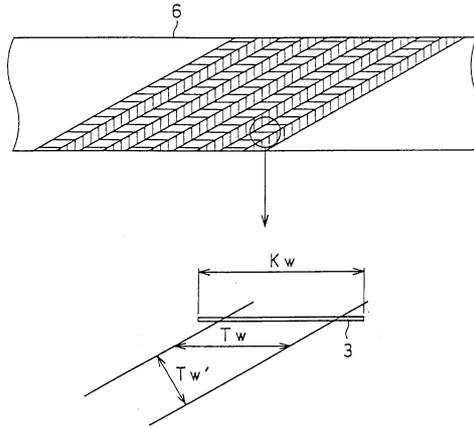
도면23



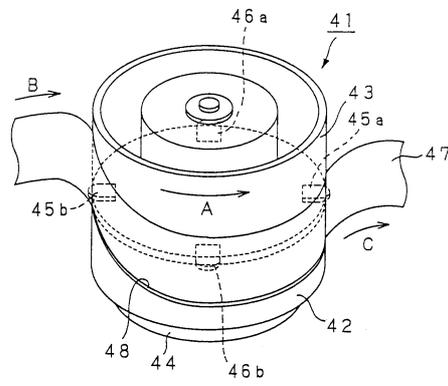
도면24



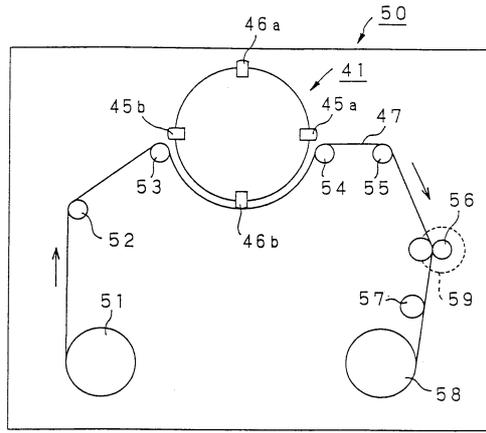
도면25



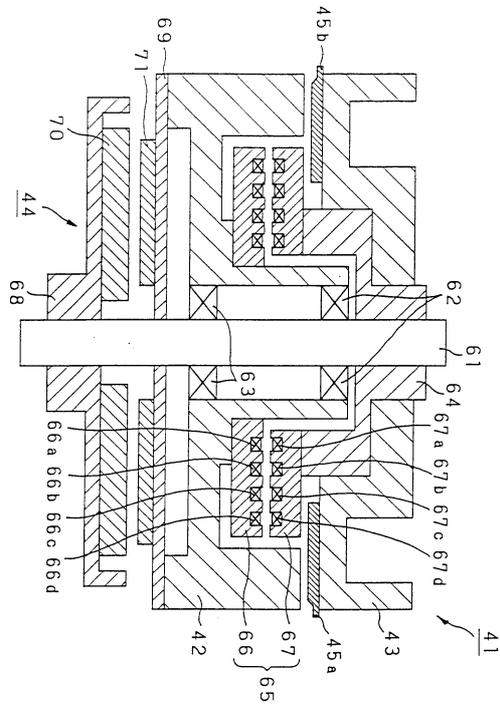
도면26



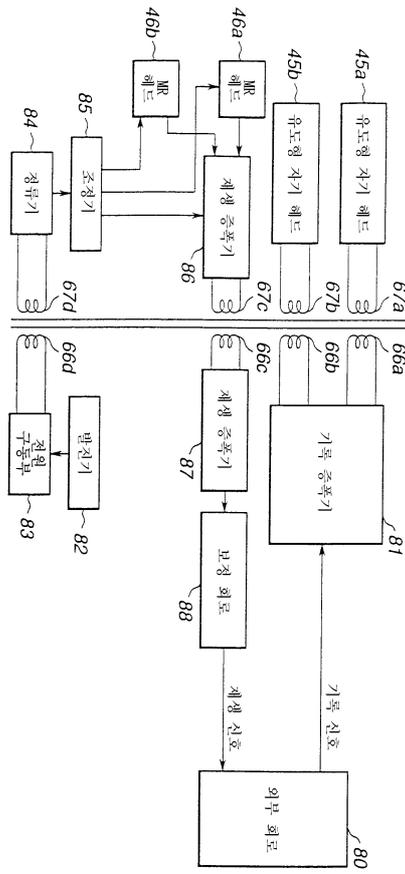
도면27



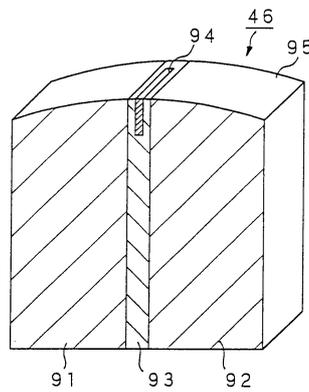
도면28



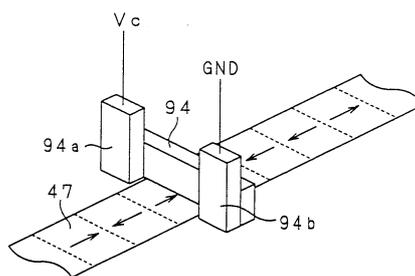
도면29



도면30



도면31



도면32

