

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G11B 5/31

(11) 공개번호 특2001-0030480  
(43) 공개일자 2001년04월16일

(21) 출원번호	10-2000-0055971
(22) 출원일자	2000년09월23일
(30) 우선권주장	99-271365 1999년09월24일 일본(JP)
(71) 출원인	가부시끼가이샤 도시바 니시무로 타이쵸
(72) 발명자	일본국 가나가와켄 가와사끼시 사이와이꾸 호리가와쵸 72반지 요다히로아끼 일본가나가와켄가와사끼시사이와이꾸오구라297-203 다떼야마고오이찌 일본찌바켄이찌가와시미나미야와따4-5-15크레아레도시바모토야마따405 오오이나따유우스께 일본도쿄도후주시도시바쵸2-1-디108
(74) 대리인	안국찬, 장수길

심사청구 : 있음

(54) 자기 헤드, 그 제조 방법 및 수직 자기 기록 장치

요약

본 발명은 주 자극, 보조 자극, 코일, 리턴 요오크의 매체 대향면으로부터의 후퇴량을 미소량으로 정확하고도 재현성 높게 제어함으로써 발생 자계를 안정하게 배가시키는 것이 가능한 자기 헤드, 그 제조 방법 및 자기 기록 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

매체 대향면에 대하여 평행하게 배치된 박막 상에 박막형의 자기 요소를 적층시켜 자기 헤드를 구성한다. 그리고, 박막에는 개구를 형성하고, 주 자극의 일부가 이 개구로 연장된 선단부를 갖도록 형성된다. 이와 같이 하면, 박막형의 자기 요소의 매체 대향면으로부터의 후퇴량을 고정밀도로 제어할 수 있고, 동시에 주 자극 선단부의 돌출량도 박막의 막두께에 따라 매우 미소하고도 정밀하게 제어할 수 있다. 그 결과로서, 주 자극 선단부에서의 기록 자계 강도를 극한의 값까지 증대시킬 수 있고, 고밀도 대응의 보유력이 높은 매체에 기록할 수 있는 헤드를 제공할 수 있다.

대표도

도 1a

색인어

기록용 자기 헤드, 재생용 자기 헤드, DLC 윤활막, 수직 자기 기록 장치

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 수직 자기 헤드의 단면 구조를 도시한 개념도, 도 1a의 자기 헤드를 매체 대향면측으로부터 바라본 평면도, 및 액츄에이터 아암의 선단부에 마운트된 자기 헤드가 디스크 상에 로딩되고 소정의 트랙 상에 배치되어 기록 재생을 행하는 구성을 도시한 개념도.

도 2의 (a) 내지 (e)는 본 발명의 자기 헤드의 제조 방법을 개념적으로 도시한 공정 단면도.

도 3의 (a) 내지 (d)는 본 발명의 자기 헤드의 제조 방법을 개념적으로 도시한 공정 단면도.

도 4는 주 자극 선단부가 매립된 상태를 도시한 요부 확대 단면도.

도 5의 (a), (b)는 본 발명의 제1 변형예를 개념적으로 도시한 단면도.

도 6의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 제2 변형예, 제3 변형예, 및 제4 변형예를 개념적으로 도시한 단면도.

도 7은 자기 기록 재생 장치의 개략 구성을 예시한 요부 사시도.

도 8은 액츄에이터 아암으로부터 전방의 자기 헤드 조립체를 디스크측에서 바라본 확대 사시도.

도 9의 (a), (b)는 부상량이 소정의 플러스의 값인 경우의 헤드 슬라이더와 자기 디스크의 관계를 도시한

개념도, 및 「접촉 주행형」의 헤드 슬라이더와 자기 디스크의 관계를 도시한 개념도.

도10은 슬라이더를 매체 대향면으로부터 본 개념 사시도.

도11은 반전 패턴이 형성된 기판의 표면을 예시한 사시도.

도12는 종래의 수직 기록 재생용의 자기 헤드의 단면 구조를 도시한 개념도.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

10A, 100A : 기록용 자기 헤드

11, 111 : 주 자극

12, 112 : 보조 자극

13, 113 : 리턴 요오크

14, 114A : 기록 코일

18, 118 : 매체 대향면

20A, 100B : 재생용 자기 헤드

30 : DLC 윤활막

114B : 재생 코일

153A : 에어로패턴

155 : 액츄에이터 아암

200 : 기록 매체

215 : 수직 기록층

216 : 받침 연자성막

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자기 헤드, 그 제조 방법 및 수직 자기 기록 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 주로 하드 디스크 드라이브(Hard Disk Drive) 등에 있어서 사용되는 수직 자기 기록 매체를 위한 평면형 주 자극 타입의 기록용 또는 재생용 자기 헤드, 그 제조 방법 및 수직 자기 기록 장치에 관한 것이다.

하드 디스크 드라이브 등의 자기 기록 재생 장치는 고밀도화가 급속하게 진행되어, 앞으로의 기록 밀도의 범위는 40 내지 100 Gbps<sup>2</sup>[기가비트/(인치<sup>2</sup>)]가 되는 추세이다. 그러나, 종래의 면내 기록 방식(길이 기록 방식)을 이용하여 이 기록 밀도를 달성하려고 하면, 자기적으로 기록한 데이터가 열의 영향으로 소실되어 버리는 소위 열 교란 문제가 현안으로 떠오를 가능성이 높다. 이 점에서 수직 기록 방식이 유리하다고 생각된다.

매체의 열 교란에 대한 내성은 단위 체적당의 자화 에너지(Ku)와 입자의 체적(V)의 곱에 비례한다. 면내 기록 방식에 있어서 선 기록 밀도를 높이기 위해서는, 자화한 매체의 반자계를 낮추기 위해서 매체의 막두께를 얇게 할 필요가 있다. 그러면, 체적(V)이 작아져서 열 교란 내성이 저하된다. 이를 회피하기 위해서 Ku를 높여가는 것인데, 그러면 항자력이 커져서 기록이 곤란해진다.

한편, 수직 기록 방식의 경우는 자화 방향이 매체의 막두께 방향이므로 매체의 막두께를 얇게 할 필요가 없으며, 비교적 작은 Ku로도 열 교란 내성이 양호하여 보다 고밀도화를 달성하기 쉽다.

그러나, 수직 기록 방식의 경우도 더욱 면밀도를 향상시키기 위해서는 역시 Ku를 높일 필요가 있다. 그리고, 본 발명자의 독자적인 검토 결과, 종래의 기록 헤드는 큰 자계를 안정하게 얻을 수 있는 기록 헤드를 재현성 높게 제조한다는 점에 관하여 구조상의 문제를 갖는 것이 판명되었다. 이하, 이 문제에 대하여 상세하게 설명한다.

도12는 종래의 수직 기록 재생용의 자기 헤드의 단면 구조를 도시한 개념도이다. 즉, 동도면은 기록용 자기 헤드(100A)와 재생용 자기 헤드(100B)가 매체(200) 상에 배치된 상태를 나타낸다.

기록용 자기 헤드(100A)는 주 자극(111), 보조 자극(112), 리턴 요오크(113), 및 기록 매체(200)에 형성된 받침 연자성막(216)에 의해서 링 형상의 자로를 형성하고, 이 자로와 교차하도록 기록 코일(114A)이 배치된 구성을 갖는다.

또한, 재생용 자기 헤드(100B)는 주 자극(111), 보조 자극(112), 리턴 요오크(113), 및 기록 매체(200)에 형성된 받침 연자성막(216)에 의해서 링 형상의 자로를 형성하고, 이 자로와 교차하도록 재생 코일(114B)이 배치된 구성을 갖는다.

기록 헤드(100A)의 리턴 요오크(113)는 기판(S) 상에 적층된 연자성막에 의해 구성되어 있다. 한편, 재

생 헤드(100B)의 리턴 요오크(113)는 연자성 재료로 이루어진 기판(S)에 의해 구성되어 있다.

또한, 매체(200)와 대향하는 매체 대향면(118)에는 DLC(Diamond Like Carbon) 등으로 이루어진 윤활막(117)이 형성되어 있다.

기록 헤드(100A)에 있어서는 기록 코일(114A)에 전류를 통전하여 비교적 두꺼운 보조 자극(112)에 의해 많은 자속을 발생시키고, 그것을 주 자극(111)에 집중시킴으로써 큰 자계를 매체(200)에 누설시켜 수직 기록층(215)을 자화하여 기록한다. 또, 도12에 도시한 매체(200)에는 바이어스층(218)이 형성되어 있다.

또한, 재생 헤드(100B)에 있어서는 링 형상의 자로와 교차하여 배치된 재생 코일(114B)에 발생하는 유도 전류를 검출함으로써 재생한다.

기록 헤드(100A)에 있어서는 주 자극(111)에 충분히 많은 자속을 공급하기 위해서, 보조 자극(112)은 주 자극(111)보다도 두껍게 형성할 필요가 있다. 매체(200)로부터 보조 자극(112)까지의 거리가 매체(200)로부터 주 자극(111)까지의 거리와 동일한 정도가 되면, 주 자극(111)에 자속을 집중시키는 것이 어려워지고, 더 나아가서는 큰 누설 자계를 얻지 못하게 된다. 이로 인해, 보조 자극(112)은 매체(200)의 대향면으로부터 미소량(도면중에 있어서 부호 L로 표시)만큼 리세스(후퇴)한 상태로 배치할 필요가 있다.

한편, 리턴 요오크(113)도 그 모서리부 근방에서 자계의 집중에 의해 매체를 기록하지 않도록 매체 대향면으로부터 후퇴하여 배치할 필요가 있다.

이에 대하여, 주 자극(111)의 돌출부는 자계를 집중시키기 위해서 가늘게 형성되어 있으므로, 자기 저항이 높다. 따라서, 주 자극(111)에 대량의 자기를 흘려 보내어 그 선단부로부터 큰 자계를 누설시키기 위해서는 주 자극(111)의 돌출부를 가능한 한 짧게 하여 자기 저항을 감소시킬 필요가 있다. 즉, 보조 자극(112) 및 리턴 요오크(113)는 후퇴하면서 가능한 한 매체(200)에 접근시켜야 한다. 또한, 당연한 일이지만, 기록 코일(114A)도 수직 기록층(215)에 접근시키는 편이 보다 큰 자계를 주 자극(111)의 선단부에 발생시킬 수 있다.

이상 정리하면, 매체에 대한 기록 자기 강도를 높게 하기 위해서는 보조 자극(112), 리턴 요오크(113), 기록 코일(114A)을 모두 주 자극(111)보다도 미소량만큼 후퇴시키면서 매체(200)에 대하여 가능한 한 접근시킬 필요가 있다. 같은 사정은 재생 헤드(100B)에 대해서도 발생한다.

그러나, 도12에 예시한 바와 같은 종래의 수직 자기 헤드(100A, 100B)는 그 구조상 이러한 요구를 충분히 만족시키는 것을 안정하게 제조하는 것이 곤란했다.

우선, 기록용 자기 헤드(100A)의 제조 공정에 대하여 간단하게 설명하면 이하와 같다.

즉, 기판(S) 상에 리턴 요오크(113), 기록 코일(114A), 주 자극(111), 보조 자극(112)을 이 순서로 적층 패터닝한다. 다음에, 적층한 막면과 수직인 방향으로 절단하고, 그 절단면을 랩핑에 의해 가공하여 매체 대향면(118)을 형성한다. 마지막으로, DLC 윤활막(117)을 성막하여 기록 헤드(100A)가 완성된다.

그러나, 매체 대향면(118)을 형성할 때의 랩핑 공정의 오차가  $\pm 0.15 \mu\text{m}$  정도이므로, 고정밀도의 제어가 가장 요구되는 보조 자극(112)의 매체(200)에 대한 대향면측의 엣지 위치를 매체 대향면으로부터 평균  $0.15 \mu\text{m}$  후퇴하도록 목표로 하여 가공해도 최악의 경우  $0.3 \mu\text{m}$ 나 후퇴해 버린다. 그러면, 주 자극(111)으로부터 발생하는 자계 강도는  $0.15 \mu\text{m}$ 만 후퇴한 경우에 비교하여 약 70% 정도로 저하되어 버린다.

또, 리턴 요오크(113), 코일(114A 및 114B), 주 자극(111), 보조 자극(112)은 모두 자동 석판 인쇄에 의해 가공되므로, 어떠한 엣지 위치도 패터닝 오차( $\pm 0.1 \mu\text{m}$ )와 정렬 오차( $\pm 0.2 \mu\text{m}$ )에 의해  $\pm 0.3 \mu\text{m}$  정도 변동한다. 랩핑이  $0.15 \mu\text{m}$ 만큼 지나치게 제거되는 쪽으로 어긋난 경우에도 리턴 요오크(113)가 매체 대향면(118)에 노출되지 않도록 하기 위해서는 최악의 경우를 가정하면, 리턴 요오크(113)의 엣지 위치를  $0.9 \mu\text{m}$  정도나 매체 대향면(118)으로부터 후퇴시켜야 한다. 이 경우에는 기록 자계 강도는 또한 약 90% 정도까지 감소되었다. 마찬가지로, 기록 코일(114A)이 매체(200)로부터 이격되는 방향으로 어긋나게 형성된 경우는 또한 80% 정도까지 발생 자계 강도가 감소한다.

결국, 모든 오차가 최악의 방향으로 어긋난 경우를 가정하면  $0.7 \times 0.9 \times 0.8 = 0.5$ 가 되고, 기록 자계 강도는 절반이나 감소되어 버린다. 기록 자계 강도가 저하되면 열에 의한 데이터의 소실이 발생하기 쉬워지고, 원리적으로 열 교란에 강하다는 수직 자기 기록 방식의 잇점을 실제로는 전혀 활용할 수 없다.

### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 과제의 인식에 기초하여 이루어진 것이다. 즉, 그 목적은 주 자극, 보조 자극, 코일, 리턴 요오크의 매체 대향면으로부터의 후퇴량을 각각 0.05 내지  $0.1 \mu\text{m}$  정도의 미소량으로 정확하고도 재현성 높게 제어함으로써 발생 자계를 안정하게 배가시키는 것이 가능한 자기 헤드, 그 제조 방법 및 자기 기록 장치를 제공하는 데에 있다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 따르면, 매체 대향면에 대하여 평행하게 배치된 박막 상에 박막형의 자기 요소를 적층시켜 자기 헤드를 구성한다. 또, 박막에는 개구를 형성하고, 주 자극의 일부가 이 개구로 연장된 선단부를 갖도록 형성된다. 여기서, 「자기 요소」라 함은 자기 헤드를 구성하는 주요한 자기적 요소를 의미하고, 기록용 자기 헤드의 경우에는 주 자극, 박막 리턴 요오크, 기록 코일 등을 일컫고, 재생용 자기 헤드의 경우에는 주 자극, 박막 자기 요오크나 GMR 등의 검출 소자를 일컫는다.

본 발명에 따르면, 박막형의 자기 요소, 즉 보조 자극부, 박막 리턴 요오크, 박막 코일 등의 매체 대향면으로부터의 후퇴량을 고정밀도로 제어할 수 있고, 동시에 주 자극 선단부의 돌출량도 박막의 막두께에

따라 매우 미소하고도 정밀하게 제어할 수 있다. 그 결과로서, 주 자극 선단부에서의 기록 자계 강도를 극한의 값까지 증대시킬 수 있고, 고밀도 대응의 보유력이 높은 매체에 기록할 수 있는 헤드를 제공할 수 있다.

즉, 본 발명의 자기 헤드는 수직 자기 기록 매체에 자화 정보를 기록하는 자기 헤드로서, 상기 수직 자기 기록 매체에 대항하는 주요면과 이 주요면에 대하여 반대측의 이면을 갖고, 상기 주요면으로부터 상기 이면에 이르는 개구가 형성된 박막과, 상기 개구 내로 연장된 폴 팁(pole tip)을 갖는 주 자극을 구비한 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 자기 헤드는 수직 자기 기록 매체에 기록된 자화 정보를 재생하는 자기 헤드로서, 상기 수직 자기 기록 매체에 대항하는 주요면과 이 주요면에 대하여 반대측의 이면을 갖고, 상기 주요면으로부터 상기 이면에 이르는 개구가 형성된 박막과, 상기 개구 내로 연장된 요오크 팁(yoke tip)을 갖는 제1 자기 요오크를 구비한 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 자기 헤드는 수직 자기 기록 매체에 자화 정보를 기록하거나 또는 기록된 자화 정보를 재생하는 자기 헤드로서, 상기 수직 자기 기록 매체에 대항하는 주요면과 이 주요면에 대하여 반대측의 이면을 갖고, 상기 주요면으로부터 상기 이면에 이르는 개구가 형성된 박막과, 상기 개구 내로 연장된 선단부를 갖는 주 자극과, 상기 주 자극과 자기적으로 결합하는 박막 자기 요소로서 일면이 상기 이면에 접촉하는 단부를 갖는 박막 자기 요소를 구비한 것을 특징으로 한다.

즉, 박막의 개구에 주 자극 또는 자기 요오크의 팁을 돌출시키고, 박막 상에 헤드를 구성하는 박막 자기 요소를 형성한다. 여기서, 「단부」라 함은 자기 요오크나 보조 자극 등에 있어서의 매체 대향면측의 부분을 일컫는다.

본 발명은 이상 설명한 형태로 실시되며, 이하에 상세하게 기술하는 효과를 발휘할 수 있다.

우선, 본 발명에 따르면, 박막 헤드를 구성하는 박막의 막면과 매체면을 평행한 위치 관계로 했으므로, 보조 자극의 후퇴량, 박막 리턴 요오크의 후퇴량, 코일의 후퇴량을 각각 매체 대향면측에 적층한 박막의 막두께에 따라서 규정할 수 있다. 박막의 막두께는 0.01  $\mu\text{m}$  규격으로 정확하게 규정할 수 있으므로, 매우 고효율의 자로를 형성할 수 있고, 기록계에 있어서는 박막 기록 코일에서 발생하는 자속을 고효율로 주 자극 선단부에 수속시켜, 주 자극 선단부의 매체측 단부에서 기록 자계를 극한의 값까지 증대시킬 수 있으며, 고밀도 대응의 보유력이 높은 매체에 기록할 수 있는 헤드를 제공할 수 있다.

또한, 재생계에서는 매체의 자속을 고효율로 GMR/TMR 적층 소자로 유도할 수 있고, 그 결과 큰 출력을 얻을 수 있다.

당연히, 상기 후퇴량은 DLC막 이외의 절연막 등에 의해 제어하는 것도 가능하다. 또한, 비교적 두꺼운 DLC막을 주 자극 선단부와 매체의 거리를 이격시키지 않고 주 자극 선단부의 주위에 배치할 수 있으므로, 접촉 주행시에 다소의 마모가 발생해도 상기 DLC막이 없어지는 일은 없으며, 내접촉 주행 신뢰성도 대폭 향상된다.

또한, 본 발명에 따르면, 복잡한 에어로패턴을 갖는 슬라이더를 자기 헤드와 동시에 형성할 수 있다. 그 결과로서, 제조 비용을 대폭 저감하는 것도 가능해진다.

또, 본 발명에 따르면, 종래보다도 대폭 미세화한 주 자극 선단부를 저비용으로 제조하는 것도 가능해진다. 즉, 지금까지 FIB(Focused Ion Beam Etching)나 EB(Electron Beam) 등에 의한 직접 묘화는 미세 가공에는 적합하지만 생산성이 매우 좋지 않으므로, 슬라이더와 같은 장치의 양산에는 사용되지 않았다. 이에 대하여 본 발명에 따르면, 주 자극 선단부는 DLC막에 형성되는 개구에 의해 규정되므로, 개구를 형성하는 편칭 패턴만 노광하거나 또는 가공하면 된다. 이 개구는 소자 면적의 1/10000 이하의 미세 면적이므로, FIB(Focused Ion Beam Etching)나 EB(Electron Beam) 직접 묘화를 사용할 수 있고, 지금까지 얻을 수 없었던 미세한 자극을 형성하는 것도 가능해진다. 그 결과로서, 종래보다도 기록 비트 크기를 축소하여 기록 밀도를 대폭 향상시키는 것도 가능해진다.

이상 상세하게 기술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 열 교란을 억제하면서 높은 기록·재생 효율을 갖는 수직 기록 재생 자기 헤드를 높은 재현성으로 실현할 수 있어 산업상의 잇점이 매우 크다.

이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.

도1a는 본 발명의 수직 자기 헤드의 단면 구조를 도시한 개념도이다. 즉, 동도면은 본 발명의 기록용 자기 헤드(10A)와 재생용 자기 헤드(20A)가 매체(200) 상에 배치되어 있는 상태를 나타낸다. 동도면에 있어서는 좌우 방향이 기록 트랙의 길이 방향이며, 지면에 대하여 수직인 방향이 기록 트랙의 폭방향에 대응한다. 또한, 매체(200)로서는 바이어스층(218)과 받침 연자성막(216)과 수직 기록층(215)을 적층시킨 것을 예시했다. 각층의 재료로서는, 예를 들어 바이어스층(218)은 PtMn, 받침 연자성막(216)은 NiFe, 수직 기록층은 CoCrPt를 사용할 수 있다.

본 발명의 기록용 자기 헤드(10A)는 박막(30) 상에 적층된 박막 자기 요소(11 내지 14)를 갖는다. 구체적으로는, 주 자극 선단부(11), 보조 자극부(12), 박막 리턴 요오크부(13) 및 매체(200)에 형성된 받침 연자성막(216)에 의해서 링 형상의 자로를 형성하도록 구성되고, 이 자로와 교차하도록 박막 기록 코일(14)이 배치되어 있다. 각 요소부의 간극은 예를 들어 산화 알루미늄 등으로 이루어진 절연층(32)에 의해서 절연 지지되어 있다.

박막(30)은 수직 자기 기록 매체(200)에 대항하는 주요면으로서의 매체 대향면(18)과, 이것의 반대측의 이면을 갖는다. 박막(30)은, 구체적으로는 매체 대향면(18)에 대하여 평행하게 배치된 DLC(Diamond Like Carbon) 윤활막 등에 의해 구성할 수 있다. 헤드를 구성하는 각 박막 자기 요소(11 내지 14)의 막면도 매체(200)에 대하여 평행해지도록 배치되어 있다. 그리고, 자기 헤드를 구성하는 각 박막 자기 요소(11 내지 14)는 DLC 윤활막(30)의 이면[매체 대향면(18)의 반대측 면]에 위치 정합하여 배치되어 있

다. 또, DLC 윤활막(30)에는 개구(30H)가 형성되고, 주 자극 선단부(11)의 풀 팁(10T)은 이 개구(30H)를 충전하며, 그 선단부면이 윤활막(30)의 하면과 동일 수준까지 연장되도록 형성되어 있다. 즉, 주 자극(12)은 개구(30H) 내로 연장된 풀 팁(10T)과, 박막(30)의 이면 상에 형성된 보디를 갖는다. 그리고, 풀 팁(10T)의 돌출량은 DLC 윤활막(30)의 막두께(예를 들어 0.1  $\mu\text{m}$  정도로 할 수 있음)에 따라서 정확하게 제어되고 있다. 즉, 주 자극(12)은 풀 팁(10T)의 선단부보다도 박막(30)의 막두께에 따라 규정되는 양만큼 후퇴하여 배치되어 있다.

한편, 보조 자극부(12), 박막 리턴 요오크부(13) 및 박막 기록 코일(14)은 모두 DLC(Diamond Like Carbon) 윤활막(30)의 이면에 위치 정합하여 배치되어 있다. 즉, 각 박막 자기 요소는 윤활막(30)의 이면에 접촉하는 단부를 갖는다. 그 결과로서, 이들 각 요소부의 매체(200)에 대한 후퇴량도 DLC 윤활막(30)의 막두께에 따라서 정확하게 제어되고 있다.

본 발명에 따르면, 이와 같이 자기 헤드(10A)를 구성하는 각 요소가 되는 박막을 그 막면이 매체(200)에 대하여 평행해지도록 배치함으로써, 보조 자극(12)의 매체 대향면측 엣지 위치, 박막 리턴 요오크(13)의 매체 대향면측 엣지의 위치, 코일(14)의 매체 대향면측 엣지의 위치의 후퇴량을 각각 매체 대향면측에 적층한 DLC 윤활막(30) 등의 박막의 막두께에 따라서 정확하게 하고도 용이하게 규정할 수 있다. 박막(30)의 막두께는 0.01  $\mu\text{m}$  규격으로 정확하게 제어할 수 있으므로, 보조 자극(12), 박막 리턴 요오크(13), 코일(14)의 미소 후퇴량을 매우 정확하게 제어할 수 있고, 더 나아가서는 기록 자계 강도를 극한의 값까지 증대시키는 것이 가능해진다.

또, 보조 자극(12) 및 박막 리턴 요오크(13)의 매체 대향면측의 엣지(E)는 동글게 하는 것이 바람직하다. 그 이유는 동글게 하지 않는 경우는 자속이 엣지 부분에 집중하여, 엣지(E)로부터 매체측에 누설되는 자속 성분이 증가하여 매체에 불필요한 신호를 기록하는 경우가 있기 때문이다.

도 1b는 도 1a의 자기 헤드를 매체 대향면측으로부터 바라본 평면도이다. 동도면에 도시한 바와 같이, 기록 헤드의 풀 팁(10T)은 매체 주행 방향(A)을 따른 길이(W1)를 트랙 방향의 길이(W2)보다도 작게 하는 것이 바람직하다. 그 이유를 이하에 설명한다.

액츄에이터 아암(155)의 선단부에 마운트된 자기 헤드(10)는 로터리 액츄에이터(158)에 의해 도 1c와 같이 디스크(200) 상에 로딩되고, 소정의 트랙(T) 상에 배치되어 기록 재생을 행한다. 디스크(200)는 화살표(A) 방향으로 회전한다. 자기 정보는 가능한 한 트랙(T)의 원주 방향을 따라서 기록하는 것이 바람직하다. 그러나, 로터리 액츄에이터(158)에 의해서 자기 헤드(10)를 이동시키므로, 디스크(200)의 내주부로부터 외주부에 걸치는 부분에서 자기 헤드의 풀 팁(T10)은 원주 방향에 대하여 평행한 방향으로부터 몇번 정도는 어긋나게 된다. 도 1c에 도시한 바와 같이, 디스크(200)의 외주부에서 풀 팁(10T)이 트랙의 원주와 평행해지도록 배치하면, 자기 헤드가 내주측으로 이동할수록 풀 팁(10T)의 방향은 트랙의 원주 방향으로부터 어긋난다. 그러면, 기록 비트(Br)도 트랙 방향(매체 회전 방향)에 대하여 경사지게 형성된다.

수직 기록의 경우, 풀 팁(10T)의 트레일링측 엣지(매체의 회전 방향의 하류측)에 의해 정보가 매체에 기록되는데, 풀 팁(10T)이 트랙의 원주 방향에 대하여 평행하지 않게 되면 풀 팁(10T)의 측면으로도 기록하게 되어 엣지 노이즈가 된다. 도 1c에 있어서는 이 엣지 노이즈 영역이 Te로서 표시되어 있다. 또한, 정상적인 신호 영역인 유효 트랙폭(Tw)도 좁아진다. 트랙 방향에 대한 풀 팁(10T)의 어긋남 각도를  $\theta$ 라고 하면, 유효 트랙폭(Tw)은 코사인  $\theta$ 를 곱한 값이 된다.

이에 대하여, 풀 팁(T10)의 크기(W1)를 얇게 하면 엣지 노이즈의 영역을 좁게 할 수 있고, 인접 트랙을 접근시키는 것이 가능해진다. 고밀도화를 위해서는 주 자극의 길이(W1)는 폭(W2)의 1/10 정도로 하는 것이 바람직하다.

다음에, 본 발명의 재생용 자기 헤드(20A)에 대하여 설명하면, 주 자극 선단부(21), 박막 자기 요오크(22), 검출 소자(23), 박막 자기 요오크(24) 및 받침 연자성막(216)에 의해서 링 형상의 자로를 형성하도록 구성되어 있다. 검출 소자(23)로서는 예를 들어 GMR(Giant Magneto Resistive) 소자나 TMR(Tunneling Magneto Resistive) 소자 등의 자기 저항 효과 소자를 이용하면 고감도의 재생 헤드를 실현할 수 있다. 검출 소자(23)의 양단부에는 한 쌍의 리드(50, 50)가 접속되어, 센스 전류를 공급한다.

본 발명의 자기 재생 헤드(20)에 있어서도 요오크 선단부(21)의 요오크 팁(20T)은 DLC 윤활막(30)에 형성된 개구(30H)를 충전하고, 그 선단부면이 윤활막(30)의 하면과 동일 수준까지 연장되도록 형성되어 있다. 즉, 자기 요오크(22)는 개구(30H) 내로 연장된 요오크 팁(20T)과, 박막(30)의 이면 상에 형성된 보디를 갖는다. 그리고, 박막 자기 요오크(22)의 보디와 자기 요오크(24)는 모두 윤활막(30)의 상면에 위치 정합하여 배치되어 있다. 즉, 요오크 팁(20T)의 돌출량은 윤활막(30)의 막두께에 따라서 정확하게 제어되고, 동시에 박막 자기 요오크(22)의 보디와 자기 요오크(24)의 후퇴량도 윤활막(30)의 막두께에 따라서 정확하게 제어되고 있다. 따라서, 기록 헤드(10A)에 관하여 전술한 바와 같이 각 요소의 위치 관계를 정확하게 하고도 용이하게 제어하고, 고감도의 헤드를 높은 재현성으로 제조할 수 있다.

다음에, 본 발명의 자기 헤드(10A, 20A)의 제조 방법에 대하여 설명한다.

도 2의 (a) 내지 도 3의 (d)는 본 발명의 자기 헤드의 제조 방법을 개념적으로 도시한 공정 단면도이다.

우선, 도 2의 (a)에 도시한 바와 같이 실리콘(Si) 등으로 이루어진 기판(41) 상에 구리(Cu) 등의 산이나 알칼리에 용이하게 용해되는 재료로 이루어지는 박리층(42)을 성막하고, 또한 DLC 윤활막(30)을 성막한다.

다음에, 도 2의 (b)에 도시한 바와 같이 DLC막(30)에 개구(30H)를 형성한다. 구체적으로는, FIB(Focused Ion Beam Etching)나 엑시머 레이저 노광 또는 EB(Electron Beam) 직접 묘화 등의 방법에 의해서 도시하지 않은 마스크를 형성하고, 반응성 에칭을 이용하여 0.15  $\mu\text{m} \times 0.15 \mu\text{m}$  정도의 개구(30H)를 형성한다.

다음에, 도 2의 (c)에 도시한 바와 같이 자기 헤드의 주 자극 선단부를 형성한다. 구체적으로는, FeCo,

NiFe에 의한 주 자극 선단부(11, 21)를 각각 도금 등의 방법에 의해 개구(30H)에 매립, 패터닝한다.

다음에, 도2의 (d)에 도시한 바와 같이 DLC막(30) 상에 NiFe 등을 도금 등의 방법에 의해 퇴적하여 패터닝함으로써 보조 자극(12), 박막 리턴 요오크(13), 박막 자기 요오크(22, 24)를 형성한다. 또, Cu 등을 도금 등의 방법에 의해 퇴적하여 패터닝함으로써 박막 기록 코일(14)을 형성한다.

다음에, 도2의 (e)에 도시한 바와 같이 AlOx(산화 알루미늄) 등의 절연층(32A)을 성막하고, CMP(Chemo Mechanical Polishing)에 의해 평탄화한다.

다음에, 도3의 (a)에 도시한 바와 같이 기록 헤드(10)의 보조 자극(12)과 박막 리턴 요오크(13)를 자기적으로 결합한다. 구체적으로는, NiFe 등을 소정의 패턴으로 퇴적한다.

다음에, 도3의 (b)에 도시한 바와 같이 재생 헤드(20A)의 검출 소자(23)를 형성한다. 구체적으로는, 우선 AlOx 절연층(32B)을 퇴적하여 CMP에 의해 평탄화한 후에, 도면중 우측의 재생 헤드만 AlOx 절연층(32B) 상에 GMR 소자 또는 TMR 소자 등으로 이루어지는 검출 소자(23)를 형성한다.

다음에, 도3의 (c)에 도시한 바와 같이 절연층으로 매립한다. 구체적으로는, AlOx 등의 절연층(32C)을 성막하고 CMP에 의해 평탄화한다.

마지막으로, 도3의 (e)에 도시한 바와 같이 기관 전체를 산이나 알칼리에 침지하여 Cu 등으로 이루어진 박리층(42)을 용해하고, 기관(41)과 자기 헤드(10A, 20A)를 분리한다.

또, 주 자극 선단부(11), 보조 자극(12), 박막 리턴 요오크(13) 등은 반강자성체와 적층함으로써 자기 제어한 자성막을 이용하면 노이즈가 억제된 자기 헤드를 얻을 수 있다. 또한, 반강자성체의 일방향 이방성을 분산시키면 등방막으로 되어 효율도 좋아진다.

이상 설명한 본 발명의 제조 방법에 따르면, 기록 헤드(10A)의 보조 자극(12), 박막 기록 코일(14), 박막 리턴 요오크(13)의 매체 대향면으로부터의 후퇴량은 모두 DLC 윤활막(30)의 막두께(0.1 μm 정도)에 따라서 정확하게 제어할 수 있다. 또한, 재생용 자기 헤드(20A)의 박막 자기 요오크(22, 24), GMR/TMR 소자(23)의 후퇴량도 각각의 기관(41) 상에서의 적층 박막의 두께에 따라서 정밀하고도 용이하게 규정할 수 있다.

또, 도1a에 예시한 자기 헤드(10A, 20A)는 풀 팁(10T), 요오크 팁(20T)의 선단부면이 DLC 윤활막(30)의 하면과 동일 수준으로 되어 있다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 예를 들어 풀 팁(10T), 요오크 팁(20T)의 선단부면이 윤활막(30) 내에 피복되어도 좋다.

도4는 이와 같이 풀 팁(10T)이 피복된 상태를 예시한 요부 확대 단면도이다. 즉, 풀 팁(10T)은 그 선단부면이 윤활막(30a)에 의해 피복되어 있다. 이러한 구성으로 하면, 풀 팁(10T)의 선단부면을 보호하여 매체와의 접촉 등에 따른 마모를 방지할 수 있다.

이와 같이 풀 팁(10T)을 매립하려면, 도2의 (b)에 관하여 전술한 공정에 있어서 DLC 윤활막(30)에 개구(30H)를 형성할 때, 박리층(42)까지 이르는 관통 구멍이 아니라 윤활막(30)의 도중까지 개구하면 된다.

또는, 도3의 (d)에 도시한 바와 같이 기관(41)으로부터 분리한 후에 풀 팁(10T), 요오크 팁(20T)의 선단부면을 피복하도록 매체 대향면 상에 새롭게 소정의 막두께의 DLC 윤활막(30a)을 퇴적해도 좋다. 이 경우에는 도4의 박막층(30a)은 DLC 윤활막에 의해 구성하는 것이 바람직하지만, 박막(30b)은 반드시 DLC 윤활막에 의해 구성할 필요는 없다. 즉, 박막(30b)의 재료는 다른 부재와의 상성(相性)이나 형성 프로세스의 용이성 등을 고려하여 적절하게 선택하는 것이 가능하다.

다음에, 본 발명의 변형예에 대하여 설명한다.

우선, 본 발명에 있어서는 자기 헤드를 구성하는 각 박막 자기 요소의 후퇴량을 결정하는 DLC 윤활막(30)의 막두께에 분포를 둠으로써, 각 요소의 후퇴량을 변화시키는 것도 가능하다.

도5의 (a), (b)는 본 발명의 제1 변형예를 개념적으로 도시한 단면도이다. 동도면에 대해서는 도1a 내지 도4에 관하여 전술한 것과 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.

도5의 (a)에 도시한 자기 헤드(10B)는 박막 기록 코일(14)의 후퇴량이 보조 자극(12)이나 박막 리턴 요오크(13)에 비해 한층 더 작게 설정되어 있다. 즉, 박막 기록 코일(14)은 매체(200)에 대하여 보다 접근하여 배치되고, 보다 큰 기록 자계를 풀 팁(10T)의 선단에 발생시키는 것이 가능하게 되어 있다.

또, DLC 윤활막(30)을 계단형으로 적층함으로써 각 요소부의 후퇴량에 오프 셋(off-set)을 부여하고, 정확하게 후퇴량을 변화시키는 것도 가능하다.

도5의 (b)는 이와 같이 복수의 윤활막을 이용하여 오프 셋을 부여한 자기 헤드의 일례를 도시한 요부 확대 단면도이다.

즉, 동도면의 자기 헤드(10C)에 있어서는 4층의 박막(30a 내지 30d)이 형성되어 있다. 그리고, 풀 팁(10T)은 박막(30b 내지 30d)을 관통하여 배치되어 있다. 또한, 박막 기록 코일(14)은 박막(30c, 30d)을 관통하여 배치되고, 박막 리턴 요오크부(13)는 박막(30d)을 관통하여 배치되며, 보조 자극부(12)는 박막(30d) 상에 배치되어 있다. 최하층의 박막(30a)은 모든 요소를 피복하는 보호막으로서 작용한다.

즉, 자기 헤드(10C)의 각 박막 자기 요소에는 박막(30a 내지 30d)의 적층 막두께에 따라서 다른 오프 셋이 부여되고, 매체 대향면(18)으로부터의 후퇴량이 각각 다르게 형성되어 있다.

이와 같이, 복수의 박막을 적층시키면 자기 헤드의 각 요소의 후퇴량을 각각의 박막의 막두께에 따라서 정확하게 변화시키는 것이 가능해진다.

여기서, 도5의 (b)에 예시한 바와 같은 구조를 간단하게 형성하는 하나의 방법으로서, 복수의 박막(30a 내지 30d)의 각각을 엿칭 특성이 다른 재료에 의해 구성하는 방법이 있다. 예를 들어, 최하층의 박막(30a)은 DLC 윤활막에 의해 구성한다. 그리고, 그 위에 적층시키는 세층의 박막(30b 내지 30d)의 박막의 재료를 적절하게 다른 것으로 한다.

도2의 (a) 내지 도3의 (d)에 예시한 바와 같은 방법에 의해 제조하는 경우를 가정하면, 우선 박막(30b 내지 30d)을 적층시키고, 이 세층을 관통하는 개구를 형성하며 주 자극 선단부(11)를 형성한다. 다음에, 박막(30b)에 대한 엿칭 속도는 작고, 박막(30c, 30d)에 대한 엿칭 속도가 큰 엿칭 방법을 이용하여 박막(30c, 30d)을 관통하는 개구를 형성하고, 박막 기록 코일(14)을 형성한다. 이러한 선택적인 엿칭은 박막(30b 내지 30d)의 재료와 엿칭의 가스 종류나 조건을 적절하게 설정함으로써 가능하다.

다음에, 박막(30c)에 대한 엿칭 속도가 작고 박막(30d)에 대한 엿칭 속도가 큰 엿칭 방법을 이용하여 박막(30d)을 관통하는 개구를 형성하고, 박막 리턴 요오크부(13)를 형성한다.

이상 설명한 바와 같이, 엿칭 선택비가 커지도록 박막의 재료와 엿칭 방법을 적절하게 설정하면, 도5의 (b)에 예시한 바와 같은 박막의 적층 구조를 용이하게 형성할 수 있다.

도6의 (a)는 본 발명의 제2 변형예를 개념적으로 도시한 단면도이다. 동도면에 대해서도 도1a 내지 도5의 (b)에 관하여 전술한 것과 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다. 동도면에 도시한 재생용 자기 헤드(20B)는 요오크 팁(20T)의 양측에 한 쌍의 재생 실드(26, 26)를 갖는다. 이 재생 실드(26, 26)는 연자성 재료에 의해 형성되고, 매체로부터 요오크 팁(20T)에 흐르는 자기를 제한함으로써 공간 분해능을 향상시키는 작용을 갖는다. 이러한 재생 실드(26, 26)는 윤활막(30)의 대향면측에 형성함으로써, 요오크 팁(20T)과의 위치 관계를 매우 정밀하고도 용이하게 제어할 수 있다. 따라서, 본 변형예에 따르면 신호 자계를 불필요하게 감소시키지 않고 재생 실드를 소정의 위치에 배치할 수 있고, 노이즈 성분이 되는 주위의 자계를 효과적으로 차단하는 것이 가능해진다.

도6의 (b)는 본 발명의 제3 변형예를 개념적으로 도시한 단면도이다. 동도면에 대해서도 도1a 내지 도6의 (a)에 관하여 전술한 것과 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.

동도면에 도시한 재생용 자기 헤드(20C)에 있어서는 자기 요오크(22, 24)가 자기 갭(G)을 거쳐서 대향하여 배치되어 있다. 이 자기 갭(G)의 바로 아래에 있는 기록 비트로부터의 신호 자속은 자기 요오크(22), 검출 소자(23), 자기 요오크(24)로 이루어지는 자기 회로를 흐르고, 검출 소자(23)에 의해 검출된다.

도6의 (c)는 본 발명의 제4 변형예를 개념적으로 도시한 단면도이다. 동도면에 대해서도 도1a 내지 도6의 (b)에 관하여 전술한 것과 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.

동도면에 도시한 재생용 자기 헤드(20D)에 있어서도 자기 요오크(22, 24)가 자기 갭(G)을 거쳐서 대향하여 배치되어 있다. 이 자기 갭(G)의 바로 아래에 있는 기록 비트로부터의 신호 자속은 자기 요오크(22), 검출 소자(23), 자기 요오크(24)로 이루어지는 자기 회로를 흐르고, 검출 소자(23)에 의해 검출된다.

또한, 본 변형예에 있어서는 검출 소자(23)에 대하여 한 쌍의 리드(50, 50)가 상하로 접속되어 있다. 즉, 센스 전류는 검출 소자(23)에 대하여 수직 방향으로 흐르게 된다. 이와 같이 하면, 검출 소자(23)의 감도가 높은 부분에만 센스 전류를 집중시킬 수 있으며, 검출 감도를 한층 더 개선하는 것이 가능해진다.

이상 설명한 본 발명의 자기 헤드는, 예를 들어 기록 재생 일체형의 자기 헤드로 조립되고, 자기 기록 재생 장치에 탑재할 수 있다.

도7은 이러한 자기 기록 재생 장치의 개략 구성을 예시한 요부 사시도이다. 즉, 본 발명의 자기 기록 재생 장치(150)는 로터리 액츄에이터를 이용한 형식의 장치이다. 동도면에 있어서, 수직 기록용 자기 디스크(200)는 스피들(152)에 장착되고, 도시하지 않은 구동 장치 제어부로부터의 제어 신호에 응답하는 도시하지 않은 모터에 의해 회전한다. 자기 디스크(200)에 격납하는 정보의 기록 재생을 행하는 헤드 슬라이더(153)는 박막형의 서스펜션(154)의 선단부에 부착되어 있다. 여기서, 헤드 슬라이더(153)는 예를 들어 전술한 어떠한 실시 형태에 관한 자기 헤드를 그 선단 부근에 탑재하고 있다.

자기 디스크(200)가 회전하면, 헤드 슬라이더(153)의 매체 대향면(ABS)은 자기 디스크(200)의 표면으로부터 소정의 부상량을 갖고 보유 지지된다.

서스펜션(154)은 도시하지 않은 구동 코일을 보유 지지하는 보빈부 등을 갖는 액츄에이터 아암(155)의 일단부에 접속되어 있다. 액츄에이터 아암(155)의 타단부에는 리니어 모터의 일종인 보이시 코일 모터(156)가 배치되어 있다. 보이시 코일 모터(156)는 액츄에이터 아암(155)의 보빈부에 감아올려진 도시하지 않은 구동 코일과, 이 코일을 협지하도록 대향하여 배치된 영구 자석 및 대향 요오크로 이루어지는 자기 회로로 구성된다.

액츄에이터 아암(155)은 고정축(157)의 상하 두 군데에 배치된 도시하지 않은 볼 베어링에 의해서 보유 지지되고, 보이시 코일 모터(156)에 의해 회전 미끄럼 이동을 자유롭게 행할 수 있게 되어 있다.

도8은 액츄에이터 아암(155)으로부터 전방의 자기 헤드 조립체를 디스크측에서 바라본 확대 사시도이다. 즉, 자기 헤드 조립체(160)는 예를 들어 구동 코일을 보유 지지하는 보빈부 등을 갖는 액츄에이터 아암(155)을 갖고, 액츄에이터 아암(155)의 선단부에는 서스펜션(154)이 접속되어 있다.

서스펜션(154)의 선단부에는 상술한 실시 형태의 기록용 또는 재생용 자기 헤드를 구비한 헤드 슬라이더(153)가 부착되어 있다. 서스펜션(154)은 신호의 기록 및 판독용의 리드선(164)을 갖고, 이 리드선(164)과 헤드 슬라이더(153)에 조립된 자기 헤드의 각 전극이 전기적으로 접속되어 있다. 도면중

부호 165는 자기 헤드 조립체(160)의 전극 패드이다.

여기서, 헤드 슬라이더(153)의 매체 대향면(ABS)과 자기 디스크(200)의 표면 사이에는 소정의 부상량이 설정되어 있다.

도9의 (a)는 부상량이 소정의 플러스의 값인 경우의 헤드 슬라이더(153)와 자기 디스크(200)의 관계를 도시한 개념도이다. 동도면에 예시한 바와 같이, 통상대부분의 자기 기록 재생 장치에 있어서는 자기 헤드(10)를 탑재한 슬라이더(153)는 자기 디스크(200)의 표면으로부터 소정의 거리만큼 부상한 상태로 동작한다. 본 발명에 있어서는 이러한 「부상 주행형」의 자기 기록 재생 장치에 있어서도 종래보다도 고감도로 저노이즈의 기록·판독을 행할 수 있다. 즉, 전술한 각 실시 형태에 관한 자기 헤드를 채용함으로써, 주 자극 선단부와 보조 자극이나 박막 자기 요오크 등과의 사이의 위치 관계를 최적의 조건으로 유지할 수 있고, 고감도이면서 저노이즈로 자기 디스크(200)에 신호를 기록하고, 또한 신호 자속을 재생할 수 있다. 즉, 고출력과 고감도화가 실현되고, 열 교란을 억제하면서 기록 밀도를 높게 할 수 있다.

한편, 기록 밀도가 더욱 높아지면 부상 높이를 저하시키고, 보다 자기 디스크(200)에 가까운 부분을 활공시켜 정보를 판독할 필요가 발생한다. 예를 들어, 1인치 평방당 30 G(기가) 비트 정도의 기록 밀도를 얻기 위해서는 이미 부상하고 있는 데에 따른 공간 손실이 너무 커지고, 극히 낮은 부상에 의한 헤드(10)와 자기 디스크(200)의 파손 문제도 무시할 수 없어진다.

그에 따라, 자기 헤드(10)와 자기 디스크(200)를 반대로 적극적으로 접촉시켜 주행시키는 방식도 고려할 수 있다.

도9의 (b)는 이러한 「접촉 주행형」의 헤드 슬라이더(153)와 자기 디스크(200)의 관계를 도시한 개념도이다. 본 발명의 자기 헤드는 DLC 윤활막을 구비하고, 또한 기록 코일과 자기 저항 효과 소자는 소정의 높이만큼 자기 디스크로부터 격리되어 있다. 따라서, 도9의 (b)에 예시한 바와 같은 「접촉 주행형」의 자기 기록 재생 장치에 있어서도 주 자극 선단부와 보조 자극이나 박막 자기 요오크 등과의 사이의 위치 관계를 최적으로 유지하여, 종래보다도 더욱 고밀도의 기록 재생을 안정하게 행할 수 있게 된다.

또한, 본 발명에 따르면 이러한 저부상량의 슬라이더를 간단하게 작성하는 것도 가능해진다.

도10은 슬라이더(153)를 매체 대향면으로부터 본 개념 사시도이다. 즉, 자기 헤드(10)는 슬라이더(153)의 매체 주행 방향에 대하여 트레일링측(T)(후방측)에 배치되고, 리딩측(L)(전방측)에는 에어로패턴(153A)이 형성되어 있다. 이 에어로패턴(153A)은 매체의 주행에 수반되어 발생하는 매체 근방의 공기의 흐름을 유체 역학적으로 보아 최적의 모드로 제어하는 작용을 갖고, 특정한 형상과 깊이를 필요로 한다.

본 발명에 따르면, 자기 헤드의 제조와 동시에 이 에어로패턴(153A)도 형성할 수 있다. 즉, 도2의 (a) 내지 (e)에 도시한 일련의 공정전에 기판(41)의 표면에 에어로패턴(153A)의 반전 패턴을 형성하면 된다.

도11은 이러한 반전 패턴이 형성된 기판(41)의 표면 구조를 예시한 사시도이다. 즉, 동도면의 예에서는 기판(41)의 표면에 4개의 슬라이더에 대응하는 영역(153S)이 형성되어 있다. 각각의 슬라이더 형성 영역(153S)에는 자기 헤드 형성 영역에 대응하는 오목부(10S)와, 에어로패턴의 반전 패턴에 대응하는 오목부(153i)가 형성되어 있다.

이와 같이 기판(41)을 패턴닝하고, 그러한 후에 도2의 (a) 내지 도3의 (d)에 관하여 전술한 일련의 공정을 실시하면, 기판(41)의 오목부는 슬라이더의 매체 대향면에 전사된다. 그리고, 도3의 (c)에 도시한 매립후에 절단 라인(63)을 따라서 기판(41)을 절단하고, 도3의 (d)에 도시한 바와 같이 기판(41)을 분리하면 저부상량의 슬라이더(153)의 부상면의 에어로패턴(153A)을 번거로운 기계 가공 공정이나 가공 프레스를 거치지 않고 웨이퍼 공정만으로 가공할 수 있다. 그 결과로서, 1/3 이상의 대폭적인 저비용화를 도모할 수 있다.

이상, 구체예를 참조하면서 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명했다. 그러나, 본 발명은 이들 구체예로 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 자기 헤드를 구성하는 각 요소의 재료나 형상 등에 관해서는 당업자가 선택할 수 있는 범위의 전체를 마찬가지로 활용하여 동일한 효과를 발휘할 수 있다.

또, 자기 기록 재생 장치에 관해서도 기록만 또는 재생만을 실시하는 것이어도 좋고, 또한 매체는 하드 디스크만으로 한정되지 않으며, 그 밖의 가요성 디스크나 자기 카야드 등의 모든 자기 기록 매체를 사용하는 것이 가능하다. 또, 자기 기록 매체를 장치로부터 분리 가능한 소위 「제거할 수 있는(removable)」 형식의 장치이더라도 좋다.

### 발명의 효과

본 발명에 따르면, 주 자극, 보조 자극, 코일, 리턴 요오크의 매체 대향면으로부터의 후퇴량을 미소량으로 정확하고도 재현성 높게 제어함으로써 발생 자계를 안정하게 배가시키는 것이 가능한 자기 헤드, 그 제조 방법 및 자기 기록 장치를 제공할 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

수직 자기 기록 매체에 자화 정보를 기록하는 자기 헤드로서,  
 상기 수직 자기 기록 매체에 대향하는 주요면과 이 주요면에 대하여 반대측의 이면을 갖고,  
 상기 주요면으로부터 상기 이면에 이르는 개구가 형성된 박막과,

상기 개구 내로 연장된 폴 팁을 갖는 주 자극을 구비한 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 주 자극은 상기 박막의 상기 이면 상에 있어서 상기 폴 팁의 선단부보다도 상기 박막의 막두께에 따라 규정되는 양만큼 후퇴하여 형성된 보디를 갖는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 폴 팁은 상기 박막의 상기 주요면과 동일 수준의 선단부면을 갖는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 주 자극과 자기적으로 결합된 리턴 요오크와,

상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 주 자극과 상기 리턴 요오크에 의해 형성되는 자로와 교차하도록 배치된 기록 코일을 또한 구비하고,

상기 리턴 요오크 및 상기 기록 코일의 적어도 어느 하나는 상기 박막의 상기 이면에 접촉되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 5**

제3항에 있어서, 상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 주 자극과 자기적으로 결합된 리턴 요오크와,

상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 주 자극과 상기 리턴 요오크에 의해 형성되는 자로와 교차하도록 배치된 기록 코일을 또한 구비하고,

상기 리턴 요오크 및 상기 기록 코일의 적어도 어느 하나는 상기 박막의 막두께에 따라 규정되는 양만큼 상기 폴 팁의 선단부보다도 후퇴되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 주 자극과 상기 리턴 요오크와 상기 기록 코일은 상기 박막의 상기 주요면과 평행한 주요면을 갖는 박막에 의해 각각 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 7**

제3항에 있어서, 상기 박막의 상기 주요면측에 적층되고 상기 폴 팁의 선단부를 피복하는 제2 막을 또한 구비한 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 8**

수직 자기 기록 매체에 기록된 자화 정보를 재생하는 자기 헤드로서,

상기 수직 자기 기록 매체에 대항하는 주요면과 이 주요면에 대하여 반대측의 이면을 갖고,

상기 주요면으로부터 상기 이면에 이르는 개구가 형성된 박막과,

상기 개구 내로 연장된 요오크 팁을 갖는 제1 자기 요오크를 구비한 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 제1 자기 요오크는 상기 박막의 상기 이면 상에 있어서 상기 요오크 팁의 선단부보다도 상기 박막의 막두께에 따라 규정되는 양만큼 후퇴하여 형성된 보디를 갖는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 요오크 팁은 상기 박막의 상기 주요면과 동일 수준의 선단부면을 갖는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 제1 자기 요오크와 자기적으로 결합된 제2 자기 요오크와,

상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 제1 및 제2 자기 요오크와 자기적으로 결합된 자기 검출 소자를 또한 구비하고,

상기 제2 자기 요오크 및 상기 자기 검출 소자의 적어도 어느 하나는 상기 박막의 상기 이면에 접촉되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 제1 자기 요오크와 자기적으로 결합된 제2 자기 요오크와,

상기 박막의 상기 이면측에 배치되고 상기 제1 및 제2 자기 요오크와 자기적으로 결합된 자기 검출 소자를 또한 구비하고,

상기 제2 자기 요오크 및 상기 자기 검출 소자의 적어도 어느 하나는 상기 박막의 막두께에 따라 규정되는 양만큼 상기 요오크 팁의 선단부보다도 후퇴되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 및 제2 자기 요오크와 상기 자기 검출 소자는 상기 박막의 상기 주요면과 평행한 주요면을 갖는 박막에 의해 각각 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

#### 청구항 14

제10항에 있어서, 상기 박막의 상기 주요면측에 적층되고 상기 요오크 팁의 선단부를 피복하는 제2 막을 또한 구비한 것을 특징으로 하는 자기 헤드.

#### 청구항 15

제1항에 기재된 자기 헤드를 구비하고, 수직 자기 기록 매체에 대하여 자기 정보를 기록하는 것을 특징으로 하는 수직 자기 기록 장치.

#### 청구항 16

제8항에 기재된 자기 헤드를 구비하고, 수직 자기 기록 매체에 기록된 자기 정보를 재생하는 것을 특징으로 하는 수직 자기 기록 장치.

#### 청구항 17

수직 자기 기록 매체에 자화 정보를 기록하거나 또는 기록된 자화 정보를 재생하는 자기 헤드의 제조 방법으로서,

기판 상에 박리층을 형성하는 공정과,

상기 박리층 상에 박막을 형성하는 공정과,

상기 박막에 개구를 형성하는 공정과,

상기 개구를 충전하도록 상기 박막 상에 자성층을 형성하는 공정과,

상기 박막 상에 상기 자성층과 자기적으로 결합시켜야 하는 박막 자기 요소를 형성하는 공정과,

상기 박리층을 에칭함으로써 상기 기판을 분리하여 상기 박막의 주요면과 평행한 매체 대향면을 형성하는 공정을 구비한 것을 특징으로 하는 자기 헤드의 제조 방법.

#### 청구항 18

제17항에 있어서, 상기 자성층은 수직 자기 기록 매체에 자화 정보를 기록하는 주 자극이고,

상기 박막 자기 요소는 리턴 요오크와 기록 코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 헤드의 제조 방법.

#### 청구항 19

제17항에 있어서, 상기 자성층은 수직 자기 기록 매체에 기록된 자화 정보를 재생하는 제1 자기 요오크이고,

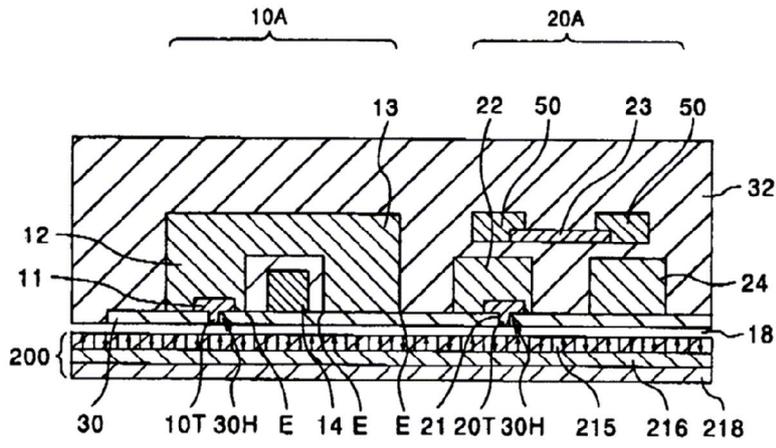
상기 박막 자기 요소는 제2 자기 요오크와 자기 검출 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 헤드의 제조 방법.

#### 청구항 20

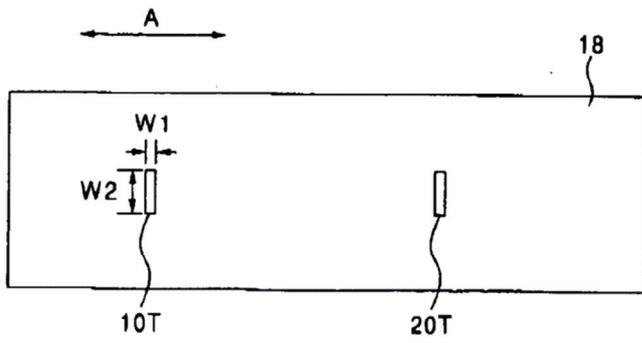
제17항에 있어서, 상기 매체 대향면을 형성하는 공정후에 상기 매체 대향면 상에 윤활층을 적층하는 공정을 또한 구비한 것을 특징으로 하는 자기 헤드의 제조 방법.

**도면**

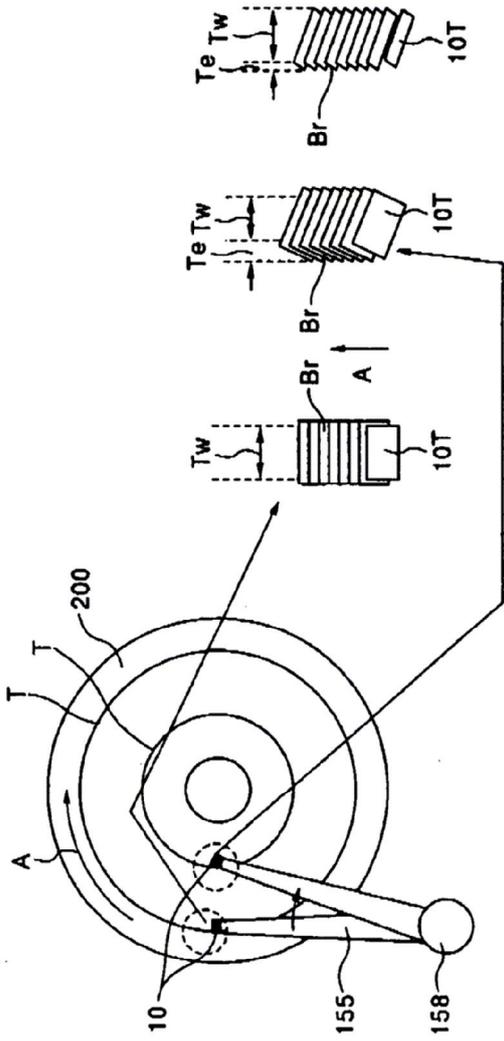
도면 1a



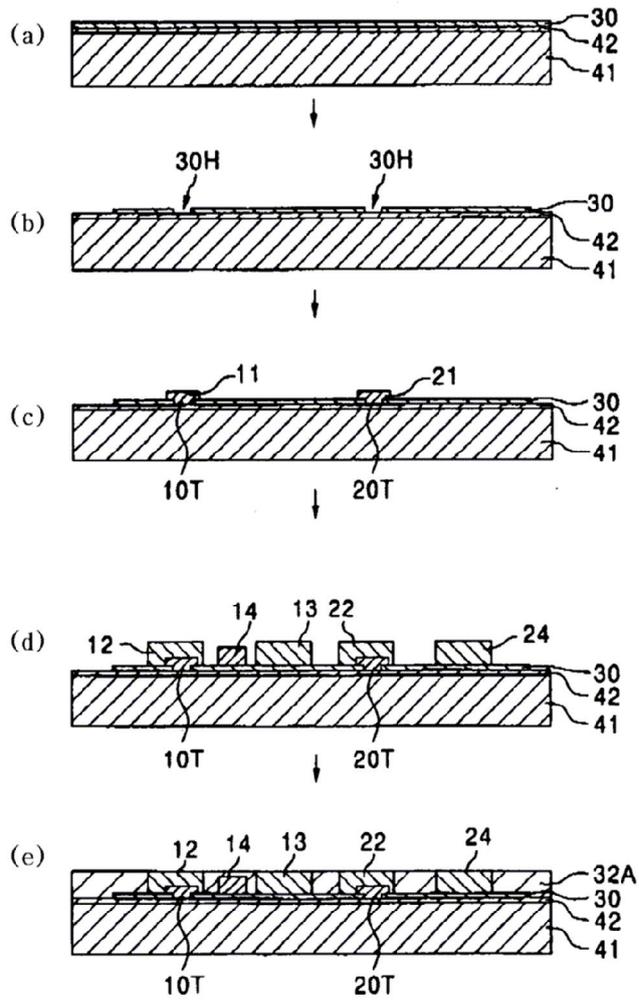
도면 1b



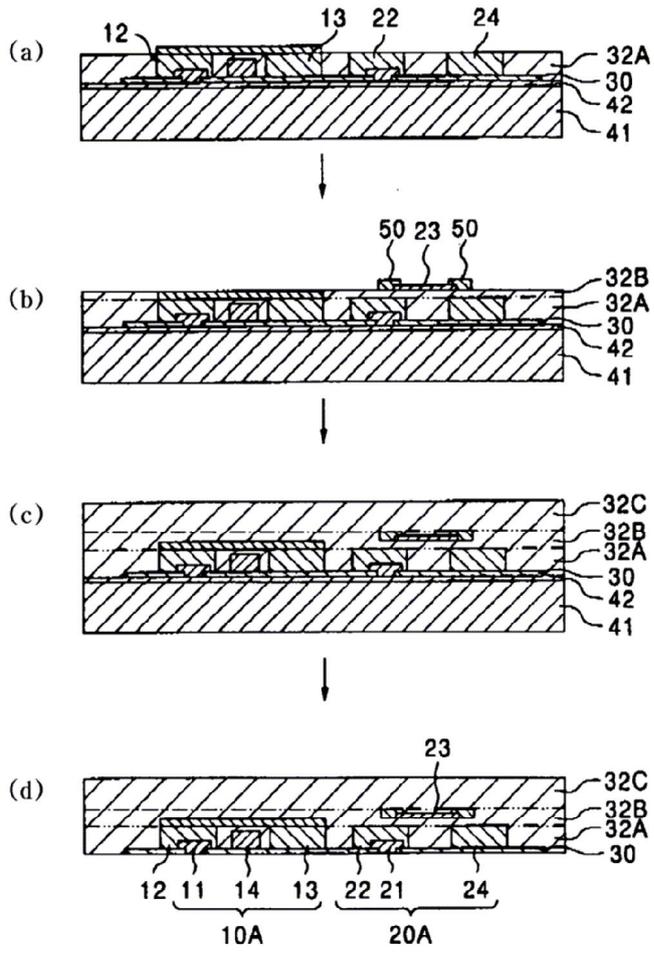
도면1c



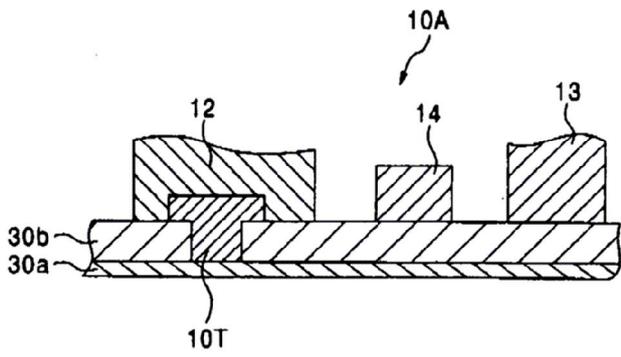
도면2



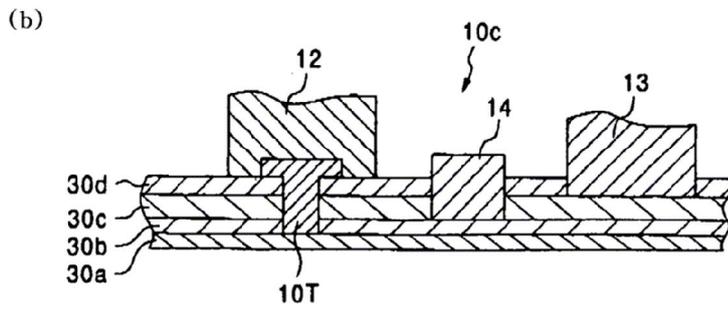
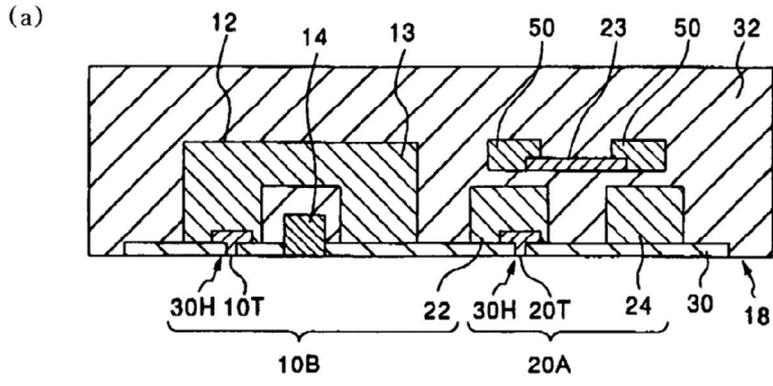
도면3



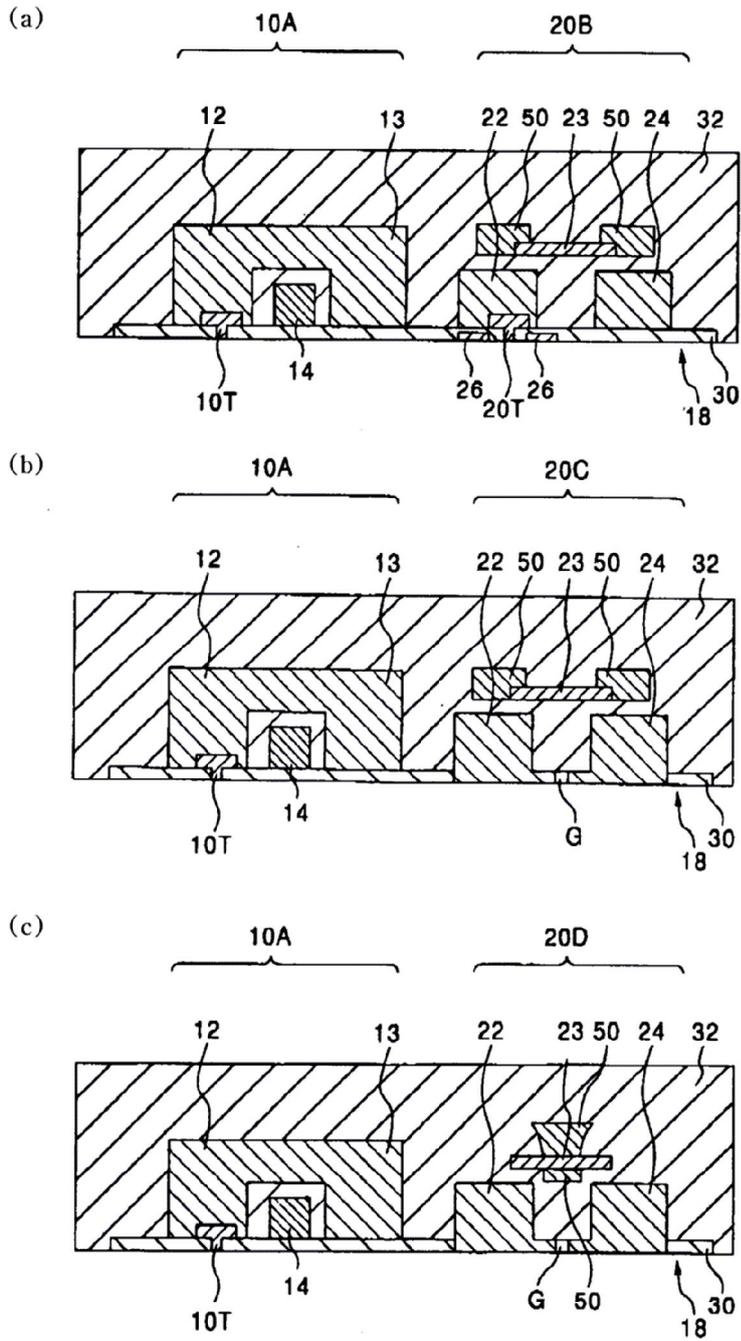
도면4



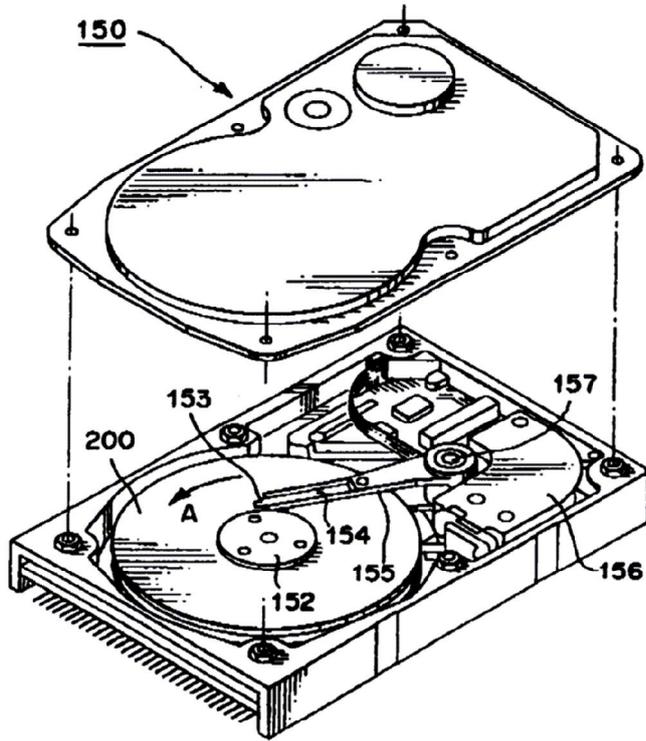
도면5



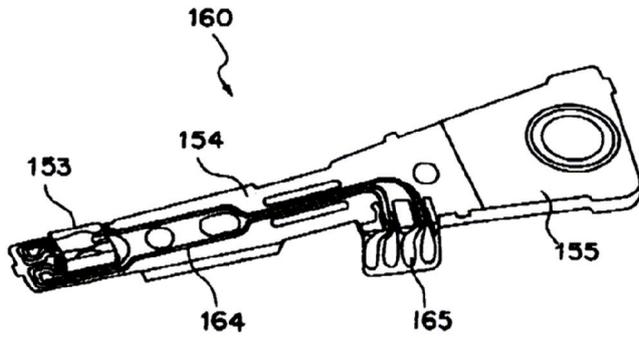
도면6



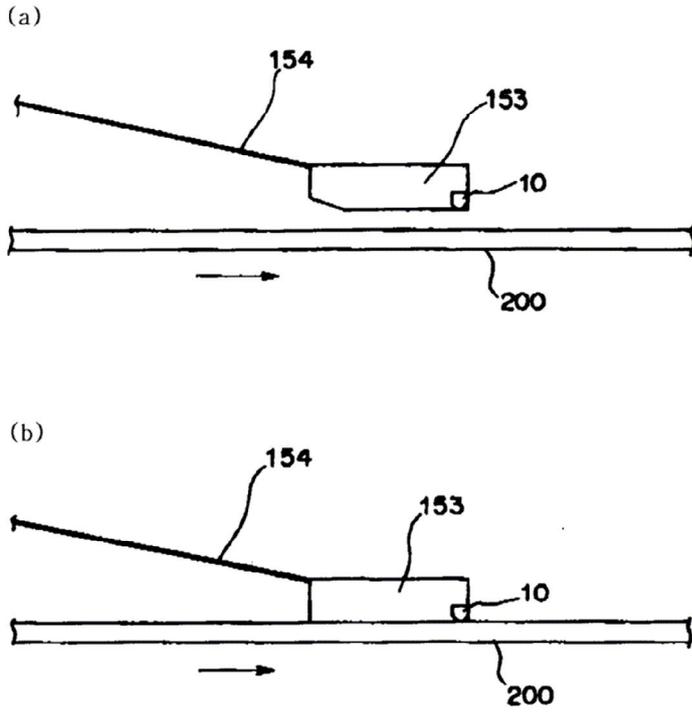
도면7



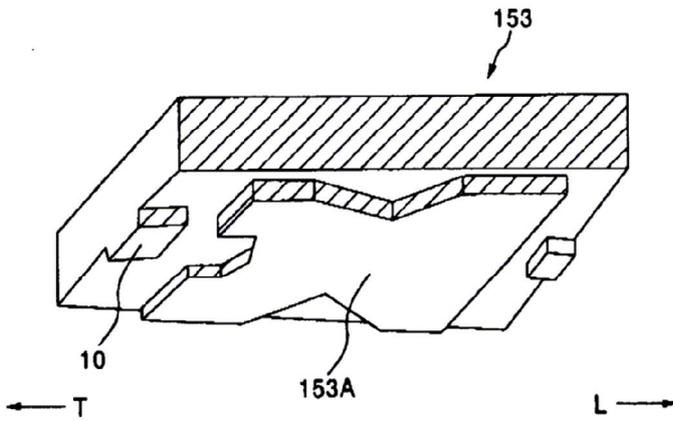
도면8



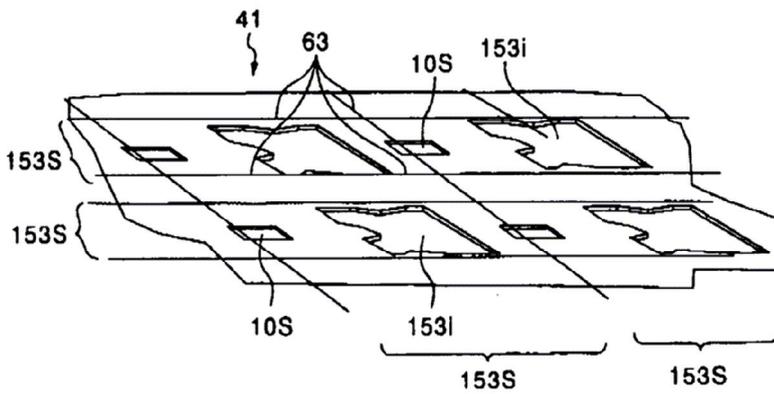
도면9



도면10



도면11



도면12

