(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.^{7}
G11B 5/39

(11) 공개번호 10-2004-0111073
(43) 공개일자 2004년12월31일

(21) 출원번호 10-2004-0044332
(22) 출원일자 2004년06월16일

(30) 우선권주장 10/464,254 2003년06월17일 미국(US)

(71) 출원인 히다치 글로벌 스토리지 테크놀로지스 네덜란드 비.브이.
네덜란드 암스테르담 1076 에이제트 로케텔리케이드 1

(72) 발명자 헤임데이빗유진
미국 캘리포니아주 94062 레드우드 시티 그랜드 스트릿 502

피나바시무스타파마이클
미국 캘리포니아주 95037 모건 힐 비아 소렌토 에비뉴 483

(74) 대리인 김진환

심사청구 : 없음

(54) 가파른 단부벽을 갖는 편향 자석을 구비한 자기저항 센서

요약

자기저항 센서는 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 편향 자석을 구비한다. 편향 자석과 자유층 사이의 오프셋은 스페이서 층의 두께를 조정함으로써 최적화된다. 디스크 드라이브는 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 최적화된 편향 자석을 갖는 자기저항 센서를 구비한 판독 요소를 포함한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 자기저항 센서를 구비한 디스크 드라이브를 도시하고 있고,

도 2는 본 발명에 따른 자기저항 센서를 구비한 기록 헤드와 슬라이더를 도시하고 있고(실척은 아님),

도 3a 내지 도 3f는 여러 제조 단계 중의 종래 기술에 따른 자기저항 센서의 디스크측을 도시하고 있으며,

도 3a는 센서 스택의 층이 기판에 적층된 상태를 도시하고 있고,

도 3b는 센서 스택의 층에서 포토레지스트 리프트오프(liftoff) 구조의 형성을 도시하고 있고,

도 3c는 이온 밀링 후의 편향 자석의 형성을 도시하고 있고,

도 3d는 리드(leads) 형성 후의 센서를 도시하고 있고,

도 3e는 포토레지스트의 리프트오프 후의 센서를 도시하고 있고,

도 3f는 통상의 리드 오버레이(overlay)를 갖는 대안의 센서를 도시하고 하고,

도 4a 내지 도 4h는 여러 제조 단계 중의 본 발명에 따른 자기저항 센서의 디스크측을 도시하고 있으며(실척은 아님),

도 4a는 센서 스택의 층이 기판상에 적층된 상태를 도시하고 있고,

도 4b는 센서 스택의 층위에 형성된 패턴화 포토레지스트(patterned photoresist)를 도시하고 있고,

도 4c는 이온 밀링의 결과를 도시하고 있고,

도 4d는 비자기 스페이서 재료의 형성 후의 센서를 도시하고 있고,

도 4e는 강한(hard) 편향 재료의 형성 후의 센서를 도시하고 있고,

도 4f는 리드 형성 후의 센서를 도시하고 있고,

도 4g는 패턴화 포토레지스트의 제거 후의 센서를 도시하고 있고,

도 4h는 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 리드 오버레이를 구비한 본 발명의 변형예를 도시하고 있고,

도 5는 오프셋 및 간격의 함수로서 이용 가능한 편향 필드 크기에 대한 그래프의 예를 도시하고 있다.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

400 자기저항 센서

402 : 기판

406 : 센서 스택

408 : 자유층

412 : 패턴화 층

414a, 414b, 414c : 스페이서 재료

416a, 416b, 416c : 강한 편향 재료

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자기 디스크 드라이브에 통상적으로 사용되는 자기저항 센서에 관한 것으로, 보다 구체적으로 말하면 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 편향 자석을 구비한 자기저항 센서에 관한 것이다.

현대의 컴퓨터 시스템에서는 디지털 정보를 자기적으로 기록하는 데 사용되는 디스크 드라이브가 대부분의 데이터를

기억한다. 디스크 드라이브는 별도의 동심 데이터 트랙을 갖는 적어도 하나의 회전 디스크를 구비한다. 각 디스크 드라이브는 통상적으로 트랙 상의 데이터를 기록 및 판독하기 위하여 별도의 기록 요소 및 판독 요소를 갖는 적어도 하나의 기록 헤드를 또한 구비한다.

대부분의 현대의 디스크 드라이브에 있어서, 판독 요소는 자기저항 스핀 밸브 센서를 포함한다. 자기 스핀 밸브 센서는 센서 트랙으로 또한 공지된 샌드위치 층을 포함하며, 이 샌드위치 층은 강자기 고정층, 비자기 전도성층 및 강자기 자유층을 포함한다. 센서 스택은 2개의 자기 실드(shield) 사이에 배치된다. 2개의 자기 실드 사이의 거리가 판독 갭(read gap)을 결정한다. 판독 갭의 사이즈는 고밀도 기록을 수용하는 센서의 용량에 강한 영향을 끼친다. 스핀 밸브 센서의 저항은 디스크 상의 기록된 자기 전이로부터의 자기장과 같이 인가된 자기장의 방향 및 크기와 관련하여 변경된다. 저항 변화를 검출하기 위하여, 감지 전류가 전기 리드 를 통해 센서를 통과한다. 전기 리드는 리드 층, 보다 간단하게는 리드로서 또한 공지되어 있다. 통상적으로, 강한 편향 재료는 센서 스택의 단부 근처의 층에 배치되어, 센서 스택에 안정화 자기 편향 필드(magnetic biasing field)를 부여하는 영구 자석을 형성한다. 영구 자석은 강한 편향 자석 또는 편향 자석으로서 또한 공지되어 있다.

편향 자석의 배치 및 위치는 스핀 밸브 센서의 성능을 위하여 중요한 것이다. 통상적인 종래 기술의 스핀 밸브에서, 센서 스택은, 그 센서 스택에 둥글거나 경사진 단부를 남겨 두는 포토레지스트 리프트오프 구조를 이용하여 형성된다. 그 후, 강한 편향 재료는 이들 경사진 단부 위에 적층되어 맞대기 접합부를 형성한다. 각 맞대기 접합부는 상당한 폭을 가져서, 자극(magnetic pole)이 각 맞대기 접합부에서 비교적 넓게 분포된다. 스핀 밸브 센서에 필요한 트랙폭이 점점 협소해짐에 따라, 맞대기 접합부의 폭은 전체 트랙폭의 매우 큰 비율을 점유하게 된다. 또한, 맞대기 경사 접합부는, 센서를 완전히 안정화시키기 위하여 강한 편향 재료를 보다 두꺼운 층으로 할 필요가 있으므로, 어느 정도 비효율적이다. 맞대기 접합부와 관련한 불리한 결과는 요구되는 트랙폭이 작아짐에 따라 더욱 문제가 되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 강한 편향 재료와 센서 스택의 접합부가 협소하고 보다 효율적으로 되는 자기 스핀 밸브 센서를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

바람직한 실시예에 따르면, 2개의 편향 자석에 의해 자기적으로 안정화되는 센서 스택을 구비하는 자기저항 스핀 밸브 센서가 제공된다. 상기 편향 자석은 실질적으로 수직의 단부벽을 구비한다. 편향 자석의 가파른 수직 단부벽은 센서 스택과의 접합부를 매우 협소하게 한다. 또한, 자유층에 대한 편향 자석의 위치를 최적화하도록 비자기 스페이서 층이 사용된다. 신규의 자기저항 센서는 개선된 공간 해상도(spatial resolution)를 갖는다. 또한, 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 편향 자석과 센서 스택 사이의 접합부가 효과적이다. 이러한 효과는 보다 얇은 편향 자석을 사용할 수 있게 하고, 그 결과 감도 손실이 작아지게 된다.

다른 실시예에 따르면, 판독 요소가 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 2개의 편향 자석에 의해 자기적으로 안정화되는, 자기저항 스핀 밸브 센서를 구비하고 있는 디스크 드라이브가 제공된다.

본 발명의 다른 양태 및 이점은 본 발명의 원리를 예시적으로 도시하는 도면과 관련한 이하의 상세한 설명으로부터 명백하게 될 것이다.

예시 목적으로 도면에 도시되고 이하에 상세하게 설명되는 바와 같이, 본 발명은 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 편향 자석을 구비한 신규의 자기저항 스핀 밸브 센서로 구현된다. 편향 자석과 자유층 사이의 오프셋을 최적화하기 위하여 비자기 스페이서 층이 사용된다. 본 발명은 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 편향 자석을 구비한 자기 스핀 밸브 센서를 채용하는 판독 요소를 포함하는 디스크 드라이브로 또한 구현될 수 있다. 감도를 저하시키지 않으면서 우수한 센서 안정성을 얻는다.

도 1을 참조하면, 자기 디스크 드라이브(100)는, 스핀들(104)에 의해 지지되 고 모터(도시 생략)에 의해 회전되는 적어도 하나의 회전 가능한 자기 디스크(102)를 구비한다. 판독 및 기록 중에 자기 디스크(102)의 표면 위에 위치된 상태로 기록 헤드(108)가 부착되어 있는 적어도 하나의 슬라이더(106)가 있다. 기록 헤드(108)는 자기 디스크(102) 상에 데이터를 기록하기 위한 기록 요소를 구비한다. 기록 헤드는 자기 디스크로부터 데이터를 판독하기 위한 판독 요소로서 사용되는 본 발명에 따른 (이하에 상세하게 설명되는) 자기저항 스핀 밸브 센서를 또한 구비한다. 슬라이더(106)가 서스펜션(110)에 부착되어 있고, 이 서스펜션(110)은 액츄에이터(112)에 부착되어 있다. 액츄에이터(112)는 114에서 디스크 드라이브(100)의 하우징에 피벗식으로 부착되어 있고, 보이스 코일 모터(118)에 의해 피벗점을 중심으로 회전한다. 디스크가 회전하면, 액츄에이터(112)는 해당 데이터 트랙에 액세스하도록 자기 디스크(102) 표면 위의

반경방향 아치형 경로(120)를 따라 슬라이더(106)와 서스펜션(110)을 위치 결정한다.

도 1을 다시 참조하면, 디스크 드라이브(100)의 작동 중에, 슬라이더(106)에 대한 회전 디스크(102)의 상대 운동은 슬라이더(106)와 자기 디스크(102) 표면 사이에 공기 베어링을 발생시키며, 이 공기 베어링은 슬라이더(106)에 상향 힘을 가한다. 이러한 상향 힘은 슬라이더(106)를 디스크(102) 표면을 향해 압박하는 서스펜션(110)의 스프링 힘과 균형을 이룬다. 대안으로, 슬라이더(106)는 작동 중에 디스크(102) 표면과 부분적으로 또는 연속적으로 접촉할 수 있다.

도 2는 슬라이더(200)를 상세하게 도시하고 있다. 기록 헤드(218)는 바람직하게는 슬라이더(200)의 후행면(206) 상에 구성된다. 도 2는 기록 헤드(218)의 기 록 요소의 코일(214)의 권선(210)과 상부 극(208; upper pole)을 도시하고 있다. 두 자기 실드(220) 사이에 배치된 판독 센서(204)를 구비한 판독 요소는 슬라이더 바디(202)와 기록 요소 사이에 형성되어 있다. 기록 요소 및 판독 요소와의 접속을 허용하는 전기 접속 패드(212)가 예시되어 있다. 슬라이더(200)의 디스크측 부분(222)은 통상적으로 공기 베어링(도시 생략)을 갖는다. 기록 헤드(218)의 디스크측 도면은 슬라이더(200)의 디스크측 부분(222)에서의 도면(view)이다.

도 3a 내지 도 3f는 여러 제조 단계 중의 종래 기술에 따른 자기저항 헤드(300)의 디스크측을 도시하고 있다. 도 3a는 센서 스택의 층(304)이 알루미나와 같은 적합한 기판(302)에 적층되어 있는 상태를 도시하고 있다. 도 3b는 센서 스택의 층(304) 위에 형성된 포토레지스트 리프트오프 구조(306)의 횡단면도를 도시하고 있다. 포토레지스트 리프트오프 구조(306)는 후속 층(후술함)의 형성 후에 포토레지스트 재료의 리프트오프 또는 제거를 촉진하는 오버행(overhang) 특징부(307)를 갖는다. 도 3c는 이온 밀링을 이용하여 센서 스택(305)을 형성한 후의 센서(300)를 도시하고 있다. 도 3c는 적층된 강한 편향 재료(308a, 308b, 308c)를 또한 도시하고 있다. 센서 스택(305)의 단부(320, 322)에 인접한 강한 편향 재료는 영구 편향 자석(308a, 308b)을 형성한다. 영구 편향 자석(308a, 308b)으로 인한 자기장은 센서 스택(305)을 안정화시킨다. 강한 편향 재료는 통상적으로 CoPtCr 등과 같은 합금이다. 일반적으로, 편향 자석을 형성하는 데 사용된 재료는 퍼멀로이와 같은 실드 재료보다 더 물리적으로 경질이다.

도 3d는 전기 리드(310a, 310b)의 형성을 도시하고 있다. 전기 리드(310a, 310b)를 형성하는 데 사용된 재료는 포토레지스트 리프트오프 구조(306)의 위에도 310c로 적층되어 있다. 도 3e는 포토레지스트 리프트오프 구조(306)의 리프트오프 또는 제거 후의 센서(300)를 도시하고 있다. 종래 기술의 변형예에서, 전기 리드(310a, 310b)는 도 3f에 도시된 바와 같이 센서 스택(305)의 일부 위에 형성되어 있다.

도 4a 내지 도 4h는 여러 제조 단계 중의 본 발명에 따른 자기저항 센서(400)의 디스크측을 도시하고 있다. 도 4a 내지 도 4h는 대표적인 것이고 반드시 실척은 아니며, 당업자는 본 발명의 센서를 제조하는 다른 단계를 인지할 것이다. 도 4a는 알루미나와 같은 적합한 기판(402) 상에 샌드위치 층(404)으로 이루어지는 센서 스택을 도시하고 있다. 샌드위치 층(404)은 자유층(408)과, 고정층 및 덮개층(capping layer; 별도로 도시하지 않음)과 같은 추가의 층을 포함한다. 도 4b는 샌드위치 층(404) 위에 형성된 포토레지스트의 패턴화 층(412)을 도시하고 있다. 포토레지스트의 패턴화 층(412)은 종래 기술과 관련하여 이전에 설명한 공지의 리프트오프 구조(도 3b의 306)를 구비하지 않고, 대신에 실질적으로 수직의 벽을 구비한다. 도 4c는 이온 밀링 작업을 실행한 결과를 도시하고 있다. 센서 스택(406)과 자유층(408)은 이온 밀링 후에 남아 있는 샌드위치 층(404)의 일부이다. 이온 밀링 작업은 기초를 이루는 기판(402)의 일부를 제거하기에 충분히 적극적이다.

도 4d는 적층된 비자기 스페이서 재료(414a, 414b, 414c)를 도시하고 있다. 비자기 스페이서 재료(414a, 414b, 414c)는 통상적으로 크롬과 같은 적합한 재료로 형성될 수 있다. 스페이서 재료(414a, 414b, 414c)로 사용된 일부 재료는, 편향 자석의 형성(이하에 상세하게 설명함) 이전에 크롬과 같은 적합한 재료의 얇은 시드 층(도시 생략)을 스페이서 재료(414a, 414b, 414c) 상에 형성할 것을 필요로 한다. 2개의 스페이서 재료(414a, 414b)는 센서 스택(406)의 각 측면에 비자기 스페이서 층을 형성한다. 다른 스페이서 재료(414c)는 패턴화 포토레지스트(412)상에 형성되고, 후속하여 포토레지스트(412)와 함께 제거된다.

비자기 스페이서 층의 형성 중에, 소량의 비자기 스페이서 재료가 센서 스택의 단부벽에 또한 형성된다. 이는 도 4g의 삽입부(420)에 상세하게 도시되어 있다. 적층된 비자기 스페이서 재료(438)는 편향 자석(416b)과 자유층(410) 사이의 간격(422)에 기여한다.

도 4e는 비자기 스페이서 재료(414a, 414b, 414c) 위에 형성된 강한 편향 재료(416a, 416b, 416c)를 도시하고 있다. 센서 스택(406) 근처에 형성된 강한 편향 재료의 부분(416a, 416b)은 영구 편향 자석을 형성하고, 이는 안정화 필드를 제공할 것이다. 강한 편향 자석(416a, 416b)의 단부벽(434, 436)은 실질적으로 수직이다. 도 4f는 센서(400) 상에 형성된 리드 재료(418a, 418b, 418c)를 도시하고 있다.

도 4g는 포토레지스트의 패턴화 층(412)을 제거한 후의 센서를 도시하고 있다. 포토레지스트의 패턴화 층(412)을 제거하는 바람직한 방법은 당업계에 공지되어 있는 화학-기계 연마 공정이다. 이 방법은 통상의 리프트오프 구조를 구비하지 않는 패턴화 포토레지스트 층을 제거하기 위하여 가벼운 스크러빙 작용과 함께 적 합한 포토레지스트 용제를

사용하는 것을 포함한다.

도 4g에 도시된 실시예에서 제공되는 편향 자석은 실질적으로 수직의 단부벽을 구비한다. 이들 실질적으로 수직의 단부벽은 종래 기술에서 제공하는 경사진 단부벽에 대하여 특유의 이점을 갖는다. 강한 편향 자석의 단부벽에서의 자극 분포는 경사진 단부벽에 비하여 수직의 단부벽에서 공간적으로 집중되어 있다. 따라서, 수직 단부벽을 갖는 영구 편향 자석은 센서 스택에 안정화 필드를 제공하는 데에 보다 효과적이다. 따라서, 강한 편향 재료 층의 두께가 감소되어, 고밀도로 기록된 기억 정보에 상응하는 보다 작은 판독 갭을 제공할 수 있다.

단부벽이 실질적으로 수직인 경우에 강한 편향 재료의 효율은 개선된다. 편향 자석의 효율은 강한 편향 자석이 센서 스택의 자유층에 대하여 최적으로 상대 위치된 경우에 또한 개선된다. 영구 자석을 자유층에 대하여 최적으로 위치 결정하기 위하여 중요한 2가지 치수가 도 4g의 삽입부(420)에 도시되어 있다. 제1 치수는, 도 4g에 중심선(425)으로 도시된 자유층(42)의 기하학적 중심과 중심선(426)으로 표시된 한 편향 자석(416b)의 기하학적 중심 사이의 수직 오프셋(424)이다. 원리적으로, 자유층(410)에 대한 각 편향 자석(416a, 416b) 사이의 오프셋(424)은 최적화되어야 한다. 명확하게 하도록, 단지 한 편향 자석(416b)의 위치를 이하에서 상세하게 설명한다. 중심선(425)으로 도시된 자유층(410)의 기하학적 중심과 중심선(426)으로 도시된 한 편향 자석(416b)의 기하학적 중심 사이의 수직 오프셋(424)은 비자기 스페이서 층(414b)의 두께(415)를 조정함으로써 제어된다. 영구 자석의 효과에 영향을 끼치는 제2 치수는 편향 자석(416b)과 자유층(410) 사 이의 물리적 간격(422)이다. 이 간격(422)은 통상적으로 상당히 작고, 일반적으로는 약 3 내지 8 ㎚이다. 간격(422)은 비자기 스페이서 층(414b)의 두께(415)와 관련되어 있다. 일부 비자기 스페이서 재료(438)는 비자기 스페이서 층(414b)의 적층 중에 노출된 센서 스택(406)의 단부벽(440)에 형성된다. 이러한 비자기 스페이서 층 재료(438)의 양은 비자기 스페이서 층(414b)의 두께(415)에 상당한 수준으로 의존한다. 비자기 스페이서 층 재료(438)의 양이 대개 완성 센서(400)에서 자유층(410)과 편향 자석(416b) 사이의 간격(422)을 결정한다. 비자기 스페이서 층(414b)에 적층된 (도시하지는 않았지만, 일반적으로 매우 얇은) 임의의 시드 층도 또한 간격에 기여한다.

도 4h는 리드(418a, 418b)의 부분(430, 432)이 센서 스택(406) 위에 형성되어 있는 변형예를 도시하고 있다. 이러한 리드 오버레이 구조는 실질적으로 수직의 단부벽(434, 436)을 갖는 편향 자석(416a, 416b)을 또한 최적화한다(이하에서 상세하게 설명함).

도 5는 한 영구 자석으로부터 자유층에 이용될 수 있는 안정화 필드의 계산된 크기의 그래프를 도시하고 있다. 도 5의 데이터를 자유층의 자기 모멘트보다 4배 이상 큰 자기 모멘트를 갖는 편향 자석에 대하여 계산하였다. 상이한 자기 모멘트를 갖는 편향 자석으로 인한 결과는 도 5의 데이터를 스케일링함으로써 용이하게 얻어진다. 도 5의 크기는 오프셋과 간격이 없는 상태로 얻은 최대 필드(maximum field)로 표준화된다. 일반적으로, 자유층에 대한 영구 자석의 최적 위치의 정량적 기준은, 간격과 오프셋의 절대 크기의 조합이 적어도 최대 가능 필 드와 비교하여 예정값만큼 큰 크기를 갖는 안정화 필드를 발생시키는 때이다. 예컨대, 필드의 예정값이 가능한 최대 필드의 적어도 60%로 선택되는 경우에, 간격은 약 8㎚이고 오프셋은 없는 것, 또는 간격이 약 2㎚이고 오프셋의 크기가 약 8 ㎚로 되는 것이 성공적인 조합일 수 있다. 편향 필드(bias field)의 수용 가능한 값의 공통적인 사전 선택값은 최대 필드값의 적어도 50%이다. 또한, 60% 이상의 보다 정확한 값을 사전 선택할 수 있다. 보다 단순한 공정 제어 표준은 오프셋 및 간격에 별도의 한계를 설정하는 것이다. 예컨대, 사전 설정된 안정화 필드의 값이 최대 필드의 적어도 70%로 선택되는 경우에, 간격은 약 5㎚ 미만이어야 하고, 오프셋의 크기는 약 7㎚ 미만이어야 한다.

본 발명의 실시예는 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 편향 자석을 구비하는 자기저항 센서를 제공한다. 또한, 편향 자석은 센서 스택에서 자유층에 대하여 최적으로 위치 결정된다. 종래 기술에서 제공하는 센서와 비교하면, 본 발명의 센서는 자유층에 안정화 필드를 제공하는 데 매우 효율적으로 사용되는 편향 자석을 구비한다. 효율이 높기 때문에, 영구 자석의 두께는 감소될 수 있으며, 그 결과 기록된 트랙의 방향을 따라 높은 선형 기록 밀도를 지원할 수 있는 센서를 얻을 수 있다. 또한, 영구 자석의 단부에서의 보다 국부적 자극(磁極)으로 인하여, 개선된 크로스 트랙 해상도를 얻는다.

본 발명의 특정 실시예를 설명하고 예시하였지만, 당업자는 설명하지는 않았지만 본 발명의 범위 내에 있는 다른 실시예를 알 수 있을 것이다.

발명의 효과

본 발명에 따른 센서는 자유층에 안정화 필드를 제공하는 데 매우 효율적으로 사용되는 편향 자석을 구비한다. 또한, 효율이 높기 때문에, 영구 자석의 두께가 감소될 수 있고, 그 결과 기록된 트랙의 방향을 따라 높은 선형 기록 밀도를 지원할 수 있는 센서를 얻을 수 있다. 또한, 영구 자석의 단부에서의 보다 국부적 자극으로 인하여, 개선된 크로스 트랙 해상도를 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

강자기 고정층과 강자기 자유층을 포함하며 제1 단부 및 제2 단부를 갖는 센서 스택과,

상기 센서 스택의 상기 제1 단부에 배치되고 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 제1 편향 자석과,

상기 센서 스택의 제2 단부에 배치되고 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 제2 편향 자석

을 구비하는 자기저항 센서.

청구항 2.

제1 단부 및 제2 단부를 갖는 강자기 자유층을 포함하는 센서 스택과,

상기 센서 스택의 상기 제1 단부에 배치되고 소정의 두께를 갖는 비자기 스페이서 층과,

상기 강자기 자유층의 상기 제1 단부에서 상기 비자기 스페이서 층위에 배치된 편향 자석(bias magnet)

을 구비하며,

상기 편향 자석은 실질적으로 수직의 단부벽을 갖고, 상기 자유층에 영향을 끼치는 자기 안정화 필드를 제공하며, 상기 자기 안정화 필드는 소정의 크기를 가지며,

상기 비자기 스페이서 층의 상기 두께는, 상기 자기 안정화 필드의 상기 크 기가 사전 선택된 범위의 값 내에 있도록 조정되는 것인 자기저항 센서.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 비자기 스페이서 층은 크롬으로 이루어지는 것인 자기저항 센서.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 자기 안정화 필드의 사전 선택된 범위의 값은 최대 가능한 값의 적어도 50%인 것인 자기저항 센서.

청구항 5.

제2항에 있어서, 상기 자유층이 기하학적 중심을 갖고, 상기 편향 자석이 기하학적 중심을 가지며, 상기 자유층의 기하학적 중심과 상기 편향 자석의 기하학적 중심 사이의 오프셋은 약 8 ㎚ 미만인 것인 자기저항 센서.

청구항 6.

제2항에 있어서, 상기 자유층과 상기 편향 자석 사이의 간격은 약 5 ㎚ 미만인 것인 자기저항 센서.

청구항 7.

자기 디스크와,

상기 자기 디스크에 정보를 기록하는 기록 요소와,

상기 자기 디스크로부터 정보를 판독하는 자기저항 센서

를 포함하는 디스크 드라이브로서,

상기 자기 저항 센서는, 강자기 고정층과 강자기 자유층을 포함하며 제1 단 부 및 제2 단부를 갖는 센서 스택과, 상기 센서 스택의 상기 제1 단부에 배치되고 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 제1 편향 자석과, 상기 센서 스택의 제2 단부에 배치되고 실질적으로 수직의 단부벽을 갖는 제2 편향 자석을 구비하는 것인 디스크 드라이브.

청구항 8.

자기 디스크와,

상기 자기 디스크에 정보를 기록하는 기록 요소와,

상기 자기 디스크로부터 정보를 판독하는 자기저항 센서

를 포함하는 디스크 드라이브로서,

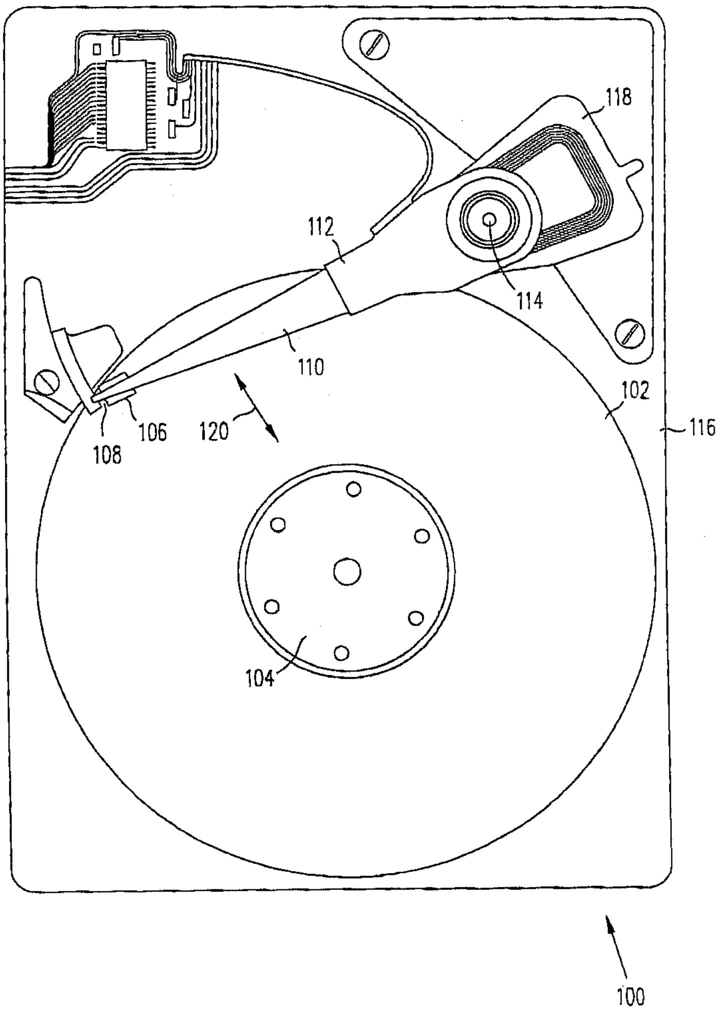
상기 자기저항 센서는, 제1 단부 및 제2 단부를 갖는 강자기 자유층을 포함하는 센서 스택과, 상기 센서 스택의 상기 제1 단부에 배치되고 소정의 두께를 갖는 비자기 스페이서 층과, 상기 강자기 자유층의 상기 제1 단부에서 상기 비자기 스페이서 층위에 배치된 편향 자석을 구비하며,

상기 편향 자석은 실질적으로 수직의 단부벽을 갖고, 상기 자유층에 영향을 끼치는 자기 안정화 필드를 제공하며, 상기 자기 안정화 필드는 소정의 크기를 가지며,

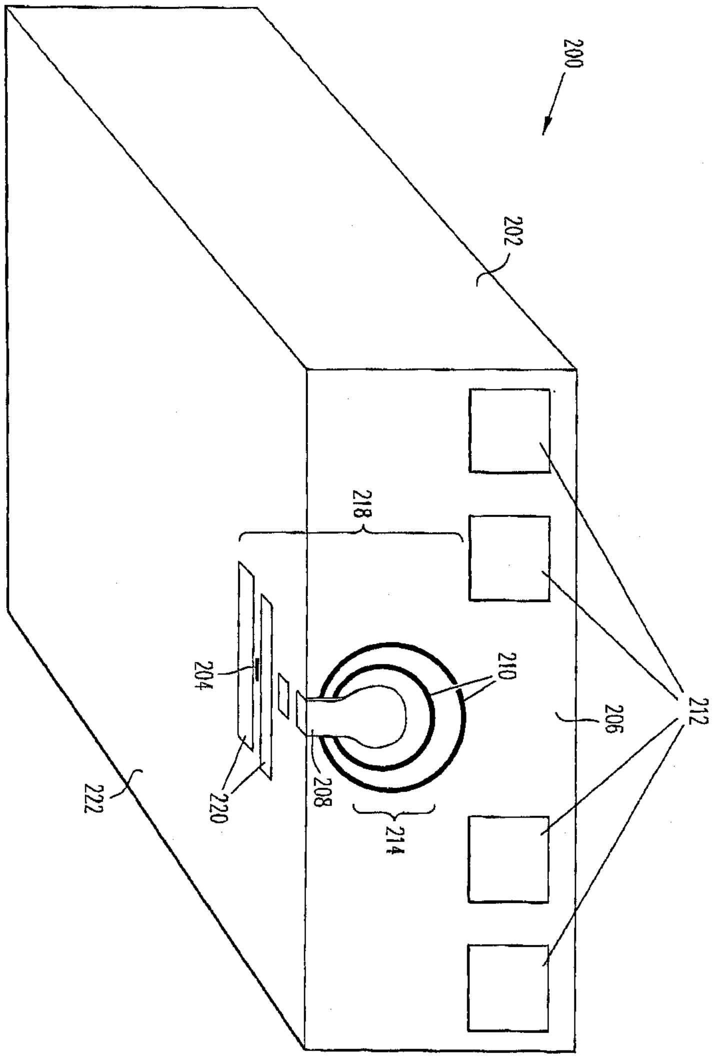
상기 비자기 스페이서 층의 상기 두께는, 상기 자기 안정화 필드의 상기 크기가 사전 선택된 범위의 값 내에 있도록 조정되는 것인 자기저항 센서.

도면

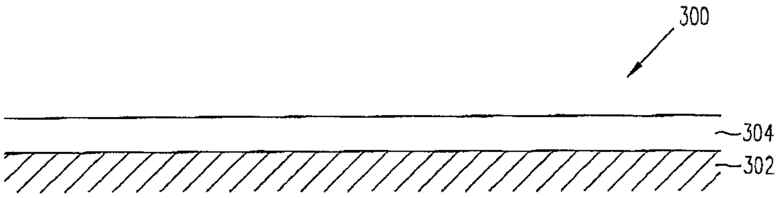
도면1



도면2

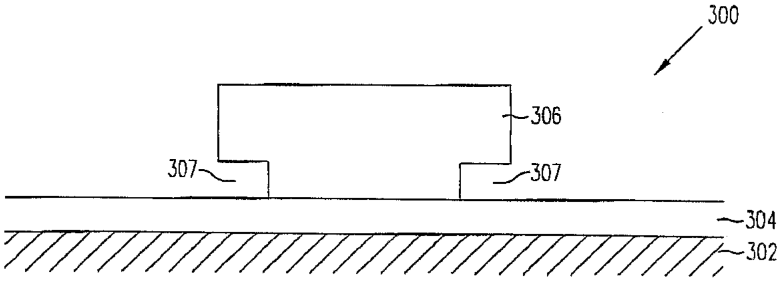


도면3a



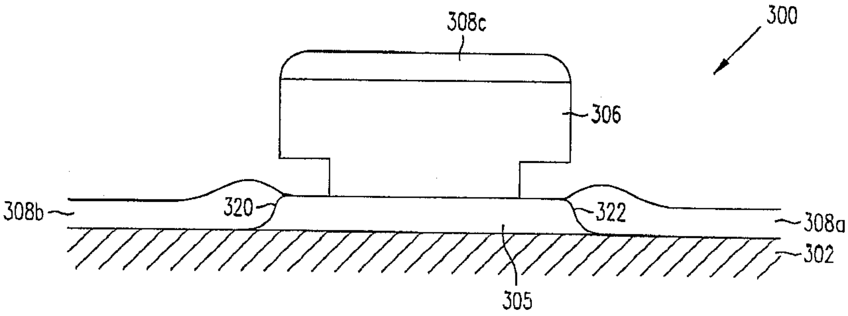
(종래 기술)

도면3b



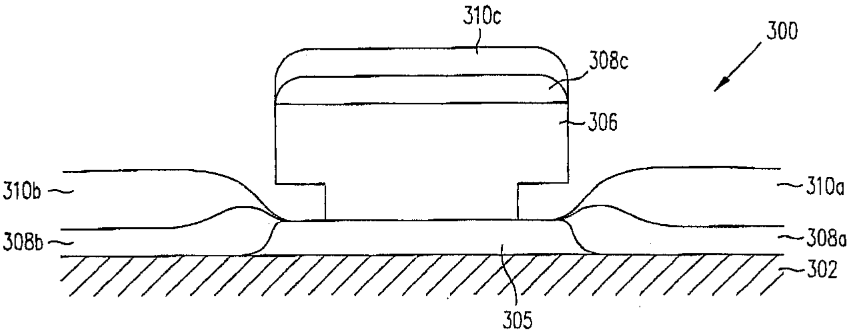
(종래 기술)

도면3c



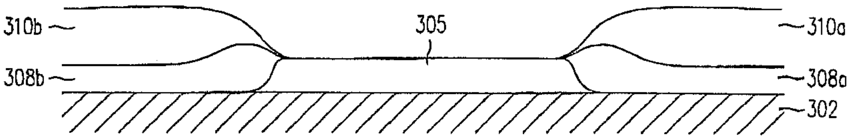
(종래 기술)

도면3d



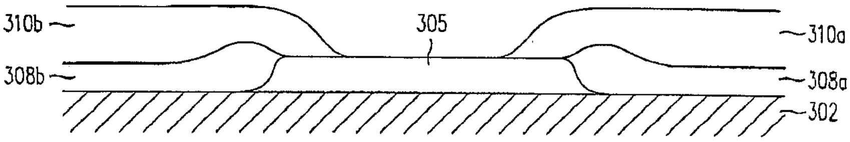
(종래 기술)

도면3e



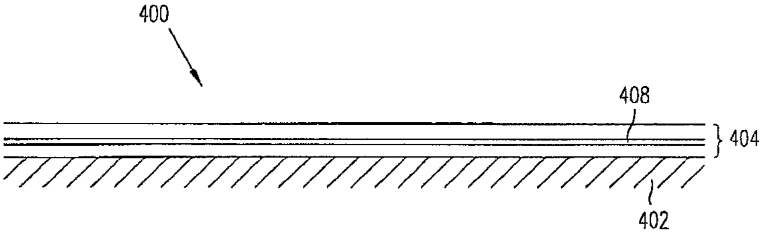
(종래 기술)

도면3f

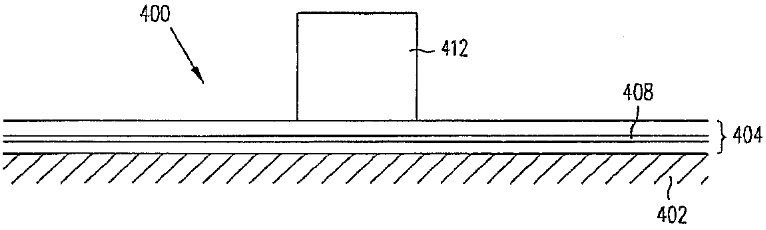


(종래 기술)

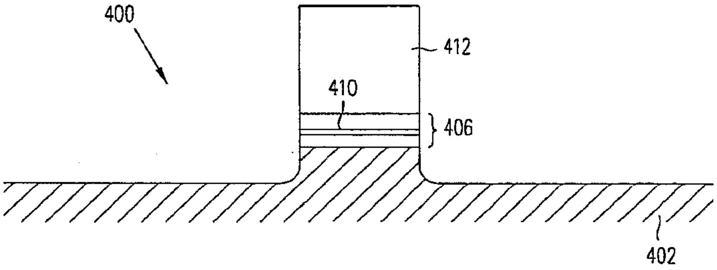
도면4a



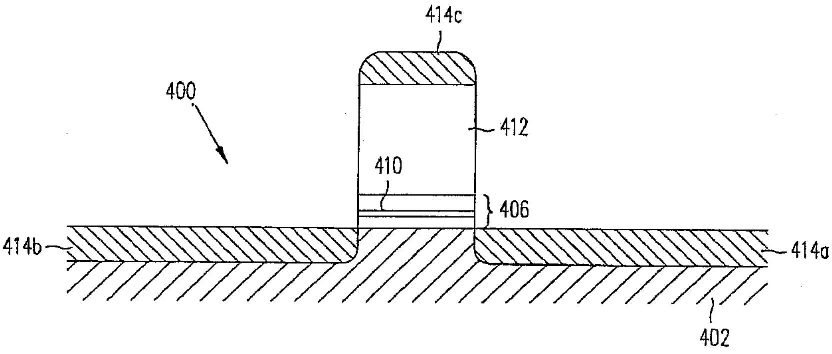
도면4b



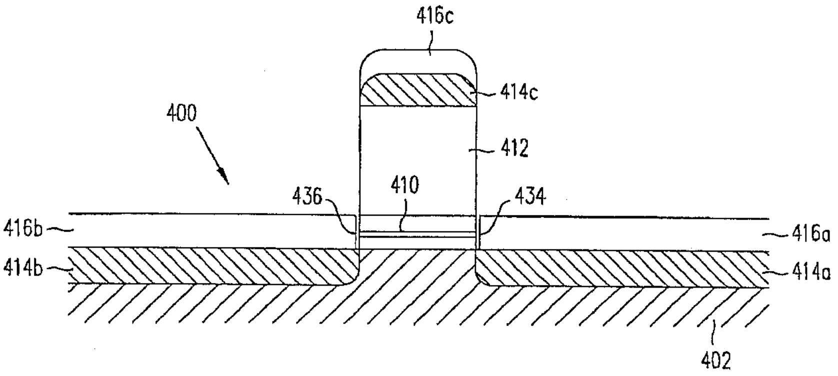
도면4c



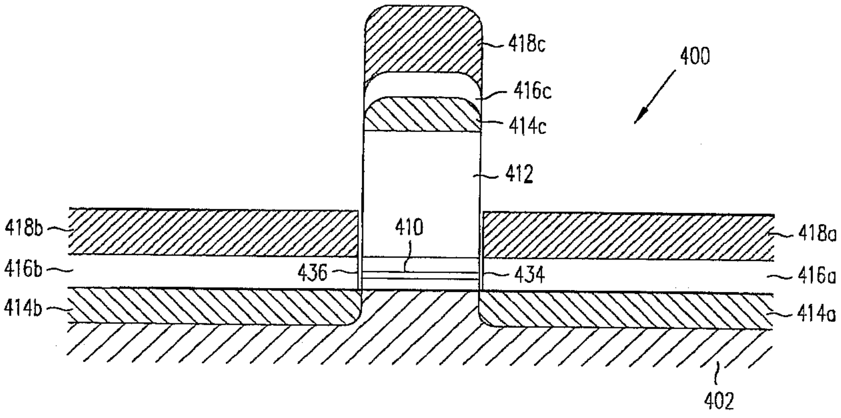
도면4d



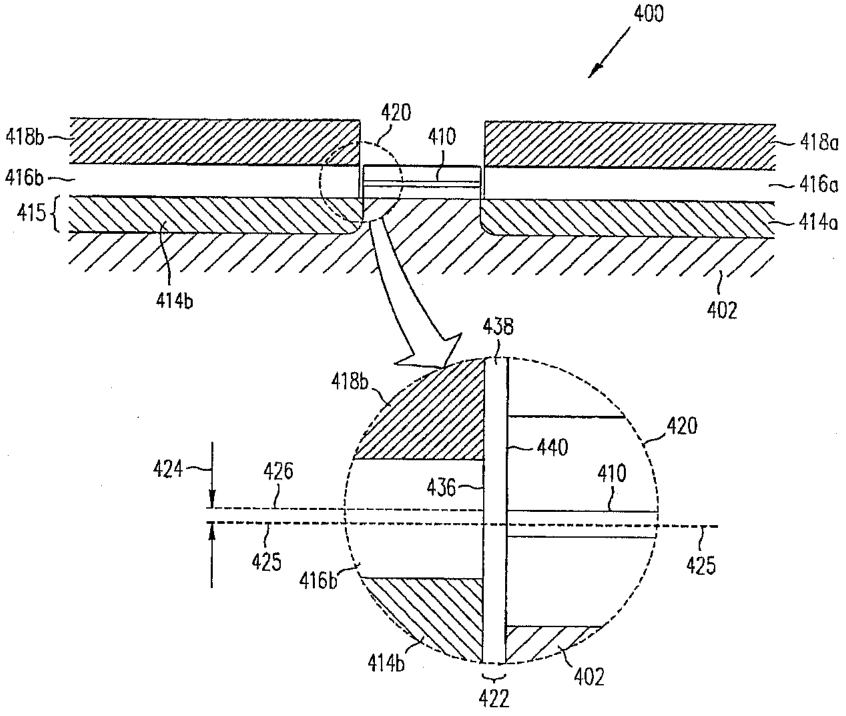
도면4e



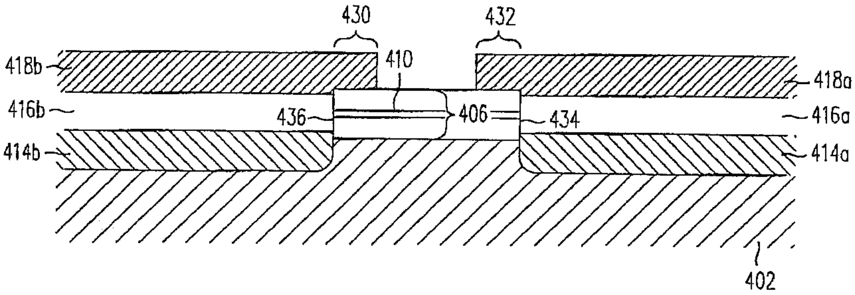
도면4f



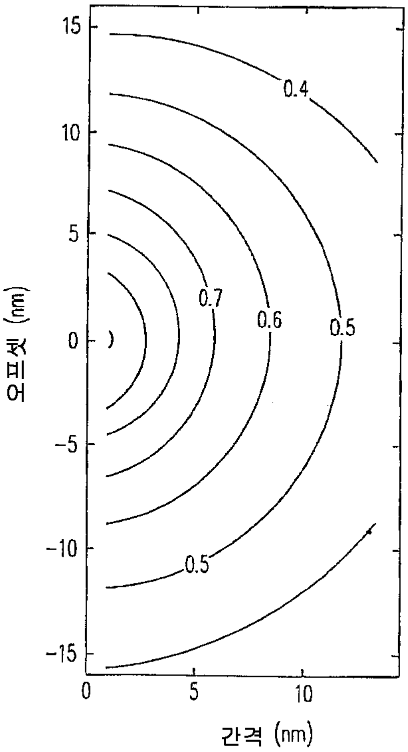
도면4g



도면4h


430
432
410
418b
418a
416b
416a
436
406
434
414b
414a
402

도면5


15
10
5
0
−5
−10
−15
0.4
0.7
0.6
0.5
0.5
0
5
10
오프셋 (nm)
간격 (nm)