



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월14일

(11) 등록번호 10-1536634

(24) 등록일자 2015년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 43/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0131070

(22) 출원일자 2013년10월31일

심사청구일자 2013년10월31일

(65) 공개번호 10-2014-0056107

(43) 공개일자 2014년05월09일

(30) 우선권주장

13/665,505 2012년10월31일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110105728 A

JP2009032382 A

JP2012003833 A

JP2004146028 A

(73) 특허권자

시게이트 테크놀로지 엘엘씨

미국 캘리포니아 95104 쿠퍼티노 사우스 디 엔자
블러바드 10200

(72) 발명자

코빙턴, 마크 윌리엄

미국 55410 미네소타 에디나 에버트 애비뉴 사우스 5916

(74) 대리인

특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 20 항

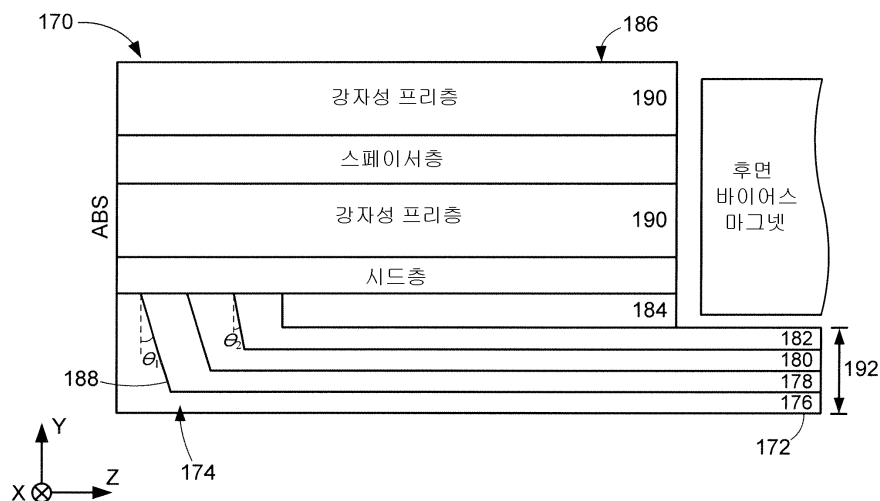
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 전류 집중 피처를 갖는 자기 엘리먼트

(57) 요약

일반적으로, 자기 엘리먼트는 다양한 데이터 저장 환경들에서 감지하는 데이터 비트에 관할 수 있다. 예시의 자기 엘리먼트는 에어 베어링 표면(ABS) 가까이에 전류를 수평 배향에서 수직 배향으로 전이시키도록 구성된 전류 집중 피처를 갖는 자기 쉴드에 접촉하는 적어도 자기 스택으로 구성될 수 있다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

데이터를 감지하기 위한 장치로서,

에어 베어링 표면(ABS; air bearing surface)으로부터 제 1 스트라이프 높이(stripe height)를 가지는 자기 스택(magnetic stack)을 포함하고,

상기 자기 스택은, 상기 ABS로부터 제 2 스트라이프 높이로 구성되는 전류 집중 피쳐(current constriction feature)를 가지고 상기 ABS에 평행하게 배향되는 적어도 하나의 측벽에 의해 분리되는 다수의 강자성 층들을 포함하는 라미네이팅된(laminated) 자기 쉴드(magnetic shield)에 접촉하고,

상기 제 2 스트라이프 높이는 상기 제 1 스트라이프 높이 미만이며,

상기 적어도 하나의 측벽은 상기 ABS 가까이 수평 배향에서 수직 배향으로 전류를 전이(transition)시키도록 배향되는,

데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 자기 스택은 고정 자화 기준 구조(fixed magnetization reference structure) 없이 제 1 및 제 2 자기적 프리층들을 포함하는,

데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 자기적 프리층들은 상기 ABS에서 떨어져 위치된 후면 바이어스 마그넷에 의해 디폴트 자화(default magnetization)로 설정되는,

데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 후면 바이어스 마그넷은, 상기 ABS에 평행하게 측정할 때, 상기 자기 스택의 스택 두께보다 큰 바이어스 두께를 갖는,

데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 자기 쉴드는 상기 ABS로부터 상기 제 1 스트라이프 높이 및 상기 제 2 스트라이프 높이를 초과하는 제 3 스트라이프 높이를 가지고,

상기 자기 쉴드는 상기 제 3 스트라이프 높이의 미리결정된 폭을 갖는 상기 전류 집중 피쳐에서만 상기 자기 스택에 접촉하는,

데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 자기 쉘드는 전이 영역에 의해 정의된, 상기 ABS에서 떨어진 감소된 두께를 포함하는,
데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전이 영역은 연속적인 곡선 형상으로 구성되는,
데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 전류 집중 피쳐는 상기 감소된 두께보다 큰 높아진 두께로 구성되는,
데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 감소된 두께는 전류의 수평 배향에 부합하는,
데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

절연 재료가 상기 자기 스택과 상기 감소된 두께 사이에 배치되는,
데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 전류 집중 피쳐는 상기 제 2 스트라이프 높이로 상기 ABS로부터 연속적으로 연장하는,
데이터를 감지하기 위한 장치.

청구항 12

데이터를 감지하기 위한 자기 센서로서,

에어 베어링 표면(ABS; air bearing surface)으로부터 제 1 스트라이프 높이(stripe height)를 가지는 자기 스택(magnetic stack)을 포함하고,

상기 자기 스택은, 상기 ABS로부터 제 2 스트라이프 높이로 구성되는 전류 집중 피쳐(current constriction feature)를 가지고 상기 ABS에 평행하게 배향되는 적어도 하나의 측벽에 의해 분리되는 다수의 금속성 강자성 층들을 포함하는 라미네이팅된(laminated) 자기 쉘드(magnetic shield)에 접촉하고,

상기 ABS 가까이에 수평 배향에서 수직 배향으로 전류를 전이(transition)시키도록 상기 제 2 스트라이프 높이는 상기 제 1 스트라이프 높이 미만인,

데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 전류 집중 피쳐는 상기 ABS에 평행하게 배향된 적어도 하나의 측벽 및 상기 ABS에 대해 경사진 적어도 하

나의 측벽을 포함하는,
데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 14

제 12 항에 있어서,
상기 자기 쉴드는 상이한 전기 저항률을 갖는 제 1 및 제 2 쉴드층들을 포함하는,
데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 15

제 13 항에 있어서,
상기 제 1 및 제 2 쉴드층들은 상이한 두께들을 갖는,
데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 16

제 13 항에 있어서,
상기 제 1 및 제 2 쉴드층들 각각은 가변 두께들을 갖고,
상기 제 1 쉴드층은, 상기 전류 집중 피처에서 상기 제 2 쉴드층의 제 2 두께보다 큰 상기 전류 집중 피처에서 제 1 두께를 갖는,
데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 17

제 13 항에 있어서,
각각의 쉴드층은 상기 ABS 가까이에 상기 전류 집중 피처를 정의하는 전이 영역 및 상기 ABS에서 떨어져서 감소된 두께 영역을 포함하는,
데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 18

제 17 항에 있어서,
자기적 절연층은 상기 감소된 두께 영역을 따르는 후면 바이어스 마그넷 및 상기 자기 스택으로부터 상기 제 1 스트라이프 높이 및 상기 제 2 스트라이프 높이 사이의 상기 자기 쉴드를 분리하는,
데이터를 감지하기 위한 자기 센서.

청구항 19

데이터를 감지하기 위한 데이터 센서로서,
에어 베어링 표면(ABS; air bearing surface)으로부터 제 1 스트라이프 높이(stripe height)를 가지는 자기 스택 - 상기 자기 스택은, 상기 ABS로부터 상기 제 1 스트라이프 높이 미만인 제 2 스트라이프 높이를 가지는 전류 집중 피처(current constriction feature)를 가지고 상기 ABS에 평행하게 배향되는 적어도 하나의 측벽에 의해 분리되는 다수의 금속성 강자성 층들을 가지는 자기 쉴드(magnetic shield)에 접촉함 -; 및
상기 ABS 가까이에 전류를 수평 배향에서 수직 배향으로 전이시키기 위한 수단을 포함하는,
데이터를 감지하기 위한 데이터 센서.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 전이시키기 위한 수단은, 제 1 및 제 2 전이 영역들을 각각 갖는 제 1 및 제 2 금속 쉘드층들의 두께를 변경하는 것을 포함하는,

데이터를 감지하기 위한 데이터 센서.

발명의 설명

배경 기술

[0001] 본 개시의 다양한 실시예들은 일반적으로 데이터 감지를 할 수 있는 자기 엘리먼트에 관한 것이다.

발명의 내용

[0002] 몇몇 실시예들에 따르면, 자기 엘리먼트는 에어 베어링 표면(ABS; air bearing surface) 가까이에 전류를 수평 배향에서 수직 배향으로 전이시키도록 구성된 전류 집중 피쳐(current constriction feature)를 갖는 자기 쉘드에 접촉하는 적어도 자기 스택으로 구성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0003] 도 1은 데이터 저장 디바이스의 예시적인 부분의 블록 표현이다.
 도 2는 도 1에 디스플레이된 데이터 저장 디바이스의 부분 단면 블록도를 제공한다.
 도 3은 다양한 실시예들에 따라서 구성된 예시의 자기 엘리먼트의 부분 단면 블록도를 나타낸다.
 도 4는 일부 실시예들에 따라서 구성된 예시의 자기 엘리먼트의 부분 단면 블록도를 디스플레이한다.
 도 5는 다양한 실시예들에 따라서 구성된 예시의 자기 엘리먼트의 부분 단면 블록도이다.
 도 6은 몇몇 실시예들에 따라서 구성되고 동작되는 예시의 자기 엘리먼트로부터의 동작 데이터를 도시한다.
 도 7은 다양한 실시예들에 따라서 수행된 자기 엘리먼트 제조 루틴의 흐름도를 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0004] 데이터 저장 산업이 더 높은 데이터 용량, 더 빠른 데이터 액세스 시간, 및 감소된 폼 팩터들을 위해 노력을 계속하기 때문에, 더 작은 데이터 저장 컴포넌트들 및 더 조밀한(tighter) 치수 허용치들이 더 일반적이 되었다. 이러한 정밀한 구조적 구성들은 데이터 신호 진폭 및 효율적인 데이터 액세스를 억제하는 휴지(quiescent) 상태 바이어싱 불안정 및 노이즈를 유발할 수 있다. 데이터 저장 컴포넌트들의 강한 자속과 가까운 물리적 근접성의 조합은 정확하고 신속한 데이터 감지에 도움이 되지 않는 불규칙한 자기적 성질을 유발할 수 있다. 따라서, 감소된 폼 팩터의, 높은 데이터 비트 밀도 저장 디바이스들에 있어서의 자기적 불안정성 완화에 대한 계속되는 산업적 요구가 존재한다.

[0005] 이에 따라, 자기 엘리먼트는 에어 베어링 표면(ABS) 가까이에 전류를 수평 배향에서 수직 배향으로 전이시키도록 구성된 전류 집중 피쳐를 갖는 자기 쉘드에 접촉하는 자기 스택으로 구성될 수 있다. ABS에 가까운 자기 스택의 미리결정된 영역에 수직으로 배향된 전류를 제공하도록 전류 집중 피쳐를 튜닝하기 위한 능력은, 미디어 플럭스에 대한 자기적 노이즈, 불규칙한 자기적 성질, 및 불량한 민감도를 생성할 수 있는 자기 스택의 부분들로 전류가 흘러가는 것을 억제한다. 전류 억제 피쳐는, 데이터 저장 컴포넌트들의 더욱 강건한 자기적 및 전기적 절연을 허용할 수 있는, ABS에서 떨어진 추가적인 스페이스를 제공하도록 더 튜닝될 수 있다.

[0006] 튜닝된 전류 집중 피쳐들이 다양한 비-제한적인 환경들에서 실행될 수 있지만, 도 1은 일반적으로 다양한 실시예들에 따라서 튜닝된 자기 엘리먼트를 활용할 수 있는 예시의 데이터 저장 디바이스(100)의 평면 블록도를 예시한다. 데이터 저장 디바이스(100)는, 액츄에이팅 어셈블리(102)가 (저장된 데이터 비트들(108)이 미리결정된 데이터 트랙들(110) 상에 위치되는) 자기 저장 매체(106) 상의 다양한 위치에 걸쳐 트랜스듀싱 헤드(104)를 위치시킬 수 있는, 비-제한적인 구성으로 도시된다. 저장 매체(106)는, 에어 베어링 표면(ABS)을 생성하기 위해 사용 동안 회전하는 하나 또는 그 초과 스핀들 모터들(112)에 부착될 수 있으며, 상기 에어 베어링 표면 위에서는 액츄에이팅 어셈블리(102)의 슬라이더 부분(114)이 매체(106)의 미리결정된 부분 위에, 트랜스듀싱 헤드(104)를 포함하는 헤드 집벌 어셈블리(HGA; head gimbal assembly)(116)를 위치시키기 위해 비행한다.

- [0007] 트랜스듀싱 헤드(104)는 저장 매체(106)의 선택된 데이터 트랙들(110) 각각으로부터 데이터를 프로그래밍하고 관독하도록 동작하는 하나 또는 그 초과와 트랜스듀싱 엘리먼트들, 예컨대, 자기 기록기, 자기적으로 반응성인 관독기, 및 자기 쉘드들로 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 액츄에이팅 어셈블리(102)의 제어된 모션은 데이터를 기록하고, 관독하고, 재기록하기 위해 저장 매체 표면들 상에 정의된 데이터 트랙들(110)과 트랜스듀서들의 얼라인먼트에 부합한다.
- [0008] 데이터 비트들(108)이 데이터 트랙들(110) 내에서 더욱 조밀하게 위치되기 때문에, 전류가 헤드(104)의 트랜스듀싱 영역들의 원치않는 부분들을 통해서 의도하지 않게 전도됨에 따라서, 헤드(104)는 불안정적으로 되어 불규칙적인 데이터 신호들을 제공할 수 있다. 즉, 헤드(104)의 자기적으로 민감한 외양들의 물리적 크기는 자기 엘리먼트의 자기적으로 불안정한 또는 무반응의 비-최적화된 부분들을 통해서 수많은 전류 경로를 제공할 수 있다. 이러한 의도하지 않은 성질을 염두에 두고, 효율적이고 정확한 데이터 액세스를 위해 자기적으로 최적화된 미리결정된 영역들로 전류를 지향시키는 자기 엘리먼트 내부에 피쳐들이 설계될 수 있다.
- [0009] 본 개시물을 통해서, 용어 "스택"은 자기 쉘딩, 관독, 및 기록할 수 있는 하나 또는 그 초과와 접촉 자기 및 비-자기 층들일 수 있는 비제한적인 용어들로 의미된다. 따라서, 용어 "스택"은, 예컨대, 자기저항(magnetoresistive) 효과를 제공하고, 자기 극성을 인접 데이터 저장 매체로 유도하고, 그리고 자기 엘리먼트의 데이터 감지 영역으로부터 벗어나게 자속을 지향시키는 것과 같은, 미리결정된 특징들에 따라서 자속 및 전류를 전도하기 위해 ABS 상에 위치한 컴포넌트에 대응하는 것으로 이해될 것이다.
- [0010] 도 2는 도 1의 데이터 저장 디바이스(100)에 이용될 수 있고 튜닝된 전류 집중 피쳐를 포함할 수 있는 예시의 자기 엘리먼트(120)의 단면 블록도를 디스플레이한다. 자기 엘리먼트(120)는 일부 실시예들에 따라서 시드층(124)과 캡층(126) 사이에 배치된 자기 스택(122) 및 에어 베어링 표면(ABS) 상의 자기 쉘드들(128)로 구성된 것으로 도시된다.
- [0011] 자기 스택(122)은 다양한 상이한 데이터 비트 감지 라미네이션들, 예컨대, 자기저항, 터널 자기저항, 및 스핀 밸브로서 구성될 수 있지만, 도 2에 도시된 실시예에서는 비-자기 스페이서층(132)에 의해 분리된 듀얼 강자성 프리층들(130)을 갖는 "삼층(trilayer)" 센서로서 구성된다. 삼층 자기 스택(122)은, 고정 자화 기준 구조(fixed magnetization reference structure)와 접촉하는 것과는 대조적으로, 인접하지만 물리적으로는 분리되어 있는 후면 바이어스 마그넷(134)에 의해 디폴트 자화(default magnetization)로 바이어싱된 한 쌍의 자기적으로 민감한 강자성층들을 특징으로 할 수 있다. 즉, 자기 스택(122)은 임의의 고정 자화가 부족하며, 이는 수직(128) 및 측면 쉘드들에 대한 자기적 응력 및 쉘드-쉘드 간격(136)을 감소시킨다.
- [0012] 프리층들(130)의 자기적 배향들은, 층들의 자화가 휴지 상태와 활성화 상태 사이에서 전환하는 시저링 메커니즘(scissoring mechanism)을 통해 하나의 또는 둘 다의 프리층들(130)의 미리결정된 디폴트 자화가 변경되면서 외부 데이터 비트에 직면될 때, 측정가능한 자기저항 효과를 제공하도록 작용할 수 있다. 후면 바이어스 마그넷(134)의 크기, 배치, 및 자기 보자력(magnetic coercivity)은 프리층들(130) 내에서 유사한 또는 유사하지 않은 휴지 자화들을 강건하게 설정하기 위해 강자성 프리층들(130)의 이방성과 결합하여 작용하는 미리결정된 바이어스 자화를 제공하도록 튜닝 및 구성될 수 있다.
- [0013] 후면 바이어스 마그넷(134)의 이용은 데이터 비트들을 감지하기 위해 프리층(130) 자화들의 정밀한 자기적 동작을 허용하기 위해 프리층들(130)의 이방성 및 Z 축을 따른 ABS로부터 측정된 바와 같이 자기 스택(122)의 스트라이프 높이(138)와 관련하여 튜닝될 수 있다. 그러나, 더 큰 바이어스 마그넷 세기는 조밀하게 패킹된 데이터 비트들 사이를 구별하기 위해 더 강한 자기 바이어싱에 부합할 수 있다. 더 큰 바이어스 마그넷의 구성은 증가된 데이터 비트 분해능을 제공할 수 있지만, 플럭스가 자기 스택(122) 대신에 인접하는 자기 쉘드들(128)로 의도하지 않게 통과함에 따라서 자속 손실 및 자기적 불안정성을 제공할 수 있다.
- [0014] 이러한 바이어스 자화가 어떻게 완화되는지 예시하기 위해, 도 3은, 후면 바이어스 마그넷(142)이 다양한 실시예들에 따라서 자기 쉘드들(144) 및 자기 스택(146)의 구성에 대해 어떻게 튜닝될 수 있는지 일반적으로 예시하는 예시의 자기 엘리먼트(140)의 부분 단면 블록도를 도시한다. 후면 바이어스 마그넷(142)은 각각의 프리층들(150)에 디폴트 자화들을 설정하기 위해 프리층들(150)의 이방성에 협력하여 작용하는 바이어스 필드를 생성하는 잔여 자화(M_{RM})를 제공하는 자기 보자력으로 구성될 수 있다. 직사각형 자기 쉘드(144) 형상은 ABS에 반대방향인, 자기 스택(146)의 프리층들(150)의 후면 표면에 대면하는 마그넷 두께(148)를 제한할 수 있지만, 다양한 실시예들은 자기 쉘드(144)의 높아진 두께(156) 부분을 따르는 더 작은 쉘드-쉘드 간격과는 대조적으로 감소된 두께(154) 부분을 따라 증가된 쉘드-쉘드 간격을 제공하기 위해 자기 쉘드(144) 내에 전이 영역(152)을 위치시

킨다.

- [0015] 감소된 쉘드 두께(154)에 의해 제공된 쉘드-쉘드 간격에 있어서의 증가는, ABS에 평행한 Y 축을 따른 마그넷 스택(146)의 경계를 초과하여 연장하는 더 큰 바이어스 마그넷 두께(148)를 허용할 수 있으며, 이는 프리층들(150)에 대한 추가적인 바이어스 자화를 생성할 수 있다. 전이 영역(152)의 형상 및 크기를 변경시킴으로 인한 감소된 쉘드 두께(152)의 튜닝은, 하부 쉘드(144)를 통한 바이어싱 자화의 손실을 감소시키고 후면 바이어스 마그넷(142)의 절연을 증가시키기 위해 전기적으로 그리고 자기적으로 절연 재료들로 충전될 수 있는 물리적 스페이스를 쉘드(144)와 바이어스 마그넷(142) 사이에 더 제공할 수 있다.
- [0016] 전이 영역(152) 및 후면 바이어스 마그넷(142)을 튜닝하는 것은 쉘드(144)로 누출하는 것 대신에 자기 스택(146)에 효율적으로 도달하는 바이어스 자화를 촉진시킬 수 있는 한편, 증가된 절연, 바이어스 마그넷 두께(148), 및 쉘드-쉘드 간격으로 자기 엘리먼트(140)를 구성하는 것은 후면 바이어스 마그넷(142)에 대한 근접성으로 인해 데이터 비트들에 반응이 없을 수 있는 프리층들(150)의 최적화되지 않은 부분들과는 대조적으로, 예를 들어, 시저링(scissoring)에 의해 미리결정된 방식으로 인접하는 데이터 비트들에 반응하도록 구성된 프리층들(150)의 부분들에만 전류가 흐르도록 제한되어 있는 것과 부합할 수 있다.
- [0017] ABS에서 미리결정된 두께(158) 및 ABS로부터 스트라이프 높이(160)로 튜닝된 집중 피쳐(156)로 하부 쉘드(144)를 구성하는 것은, ABS에 가까운 자기 스택(146)의 영역들로의 전류의 증가된 제어를 허용하지만, 자기 스택(146)의 의도하지 않은 부분들을 통해서 전류가 흘러 불규칙적인 그리고 약한 데이터 재판독 신호 생성을 초래하기 때문에, 이러한 튜닝된 구성은 높은 데이터 비트 밀도 데이터 저장 환경들을 동반하는 증가된 휴지 자기 바이어싱 및 데이터 판독 신호 진폭을 초래하지 않을 수 있다. 도 4는 전류 흐름을 제어하고 자기 불안정성을 완화시키기 위해 다양한 실시예들에 따라서 구성된 예시의 자기 엘리먼트(170)의 부분 단면 블록도를 제공한다.
- [0018] ABS 가까이에서 전류 집중 피쳐(174)를 제공하도록 하부 자기 쉘드(172)를 튜닝하는 것을 통해서, 수많은 자기 쉘드 층들(176, 178, 180, 182, 및 184)은 자기 스택(186)을 통해서 흐르는 전류를 제어하도록 집합적으로 또는 고유하게 형상화될 수 있다. 집중 피쳐(174)의 튜닝된 구성은, 일부 실시예들에서, ABS에 대해 미리결정된 배향들 θ_1 및 θ_2 로 각진 쉘드 측벽들(188)의 형상을 포함할 수 있으며, 이는 자기 스택(186)의 미리결정된 부분들로 전류를 점차적으로 포커싱한다. 도 4에 도시된 예시의 실시예에서, 집중 피쳐(174)의 쉘드 측벽들(188)은 쉘드(172)와 자기 스택(186) 사이의 인터페이스에서 각각의 쉘드 층(176, 178, 180 및 182)의 감소된 폭을 제공하기 위해 각도 배향(angular orientation)에 있어서 점진적으로 감소한다.
- [0019] ABS에서 떨어진 쉘드(172)의 부분과는 대조적으로 집중 피쳐(174)에서 다른 미리결정된 두께들을 갖는 자기 쉘드 층들(176-184)의 튜닝은, 프리층들(190)의 자기 구성 및 동작과 자기 스택(186)으로의 전류 인입을 부합시키도록 기능할 수 있지만, 또한 형상 이방성으로서 데이터 비트들을 더욱 빠르고 정확하게 감지할 수 있는 전류를 제공하기 위해 제 2 두께(192)를 따르는 수평 배향에서 전류 집중 피쳐(174)에서 수직 방향으로 전류를 재지향시킬 수 있고, 전류 집중 피쳐(174)의 크기는 더욱 효율적으로 자기 스택(186)을 통과하고 더 높은 진폭의 데이터 재판독 신호들을 제공할 수 있도록 전류 배향을 회전시킬 수 있다.
- [0020] 측벽(188) 각도 배향들, 길이들, 및 자기층 두께들이 집중 피쳐(174)를 통한 전류 흐름을 제어하도록 조절될 수 있지만, 이러한 튜닝된 구성들은 다양한 자기층들(176-184)의 재료 조성을 튜닝함으로써 전류 및 전류 밀도를 더 제어할 수 있다. 도 5는 일반적으로 ABS 가까이에서 미리결정된 폭(212)을 제공하는 전류 집중 피쳐(210)를 제공하도록 각각 형상화된 층들(204, 206, 및 208)의 라미네이션으로서 하부 자기 쉘드(202)를 구성함으로써 전류 밀도를 제어하기 위해 몇몇 실시예들에 따라서 튜닝된 예시적인 자기 엘리먼트(200)의 부분을 예시한다.
- [0021] 각각의 프리층들(220)의 이방성 및 후면 바이어스 마그넷(222)에 대한 근접성에 적어도 기인할 수 있는, 자기적 프리층들(220)이 데이터 재판독 신호들의 효율적인 생성에 도움이 되지 않는 자화들로 바이어싱되는 경우, 자기 쉘드(202)는 전류가 자기 스택(218)의 부분들을 통해서 흐르는 것을 방지하기 위해 재료, 층들의 수, 및 각각의 층 두께들(214 및 216)에 대한 다양한 실시예들에서 튜닝될 수 있다.
- [0022] 다수의 금속 강자성층들(204, 206, 및 208)을 이용하여 자기 쉘드(202)를 튜닝하는 것은, 각각의 쉘드 층들의 재료 조성, 예컨대, 전기 저항을 통해서 전류 밀도 조작을 허용한다. 비-제한적인 예시로서, 제 1 금속 쉘드층(204)은 제 2 금속 쉘드층(206)의 상이한 제 2 두께(216) 및 재료보다 더 낮은 전기 저항을 갖는 제 1 두께(214) 및 재료로 구성될 수 있다. 이러한 쉘드(202) 구성은, 더 낮은 저항을 가진 제 1 금속층(204) 내에 전류를 집중시킬 수 있으며, ABS를 향해서 전류를 더 포커싱한다.
- [0023] 전류 전송을 제어하기 위해 금속층들(204, 206 및 208)의 재료 및 크기를 튜닝하는 비제한적인 능력은 ABS에 평

행하게 배향된 층 측벽(228)에 의해 분리된 수직 두께들(224 및 226)을 변화시키면서 전류 집중 피쳐(210)를 형상화하는 것을 더 수반할 수 있다. 두께들(224 및 226)과 두께들(214 및 216) 사이의 차이는 미리결정된 폭(212)에서 수직 배향으로 전류를 변환할 수 있다. 미리결정된 폭(212) 및 전류 집중 피쳐(210)는 또한, 수평 배향으로부터 Z 축을 따라서 미리결정된 폭(212)의 수직 배향으로 전류를 더욱 효율적으로 재지향시키기 위해, 예컨대, 도 5에 도시된 연속적 곡선 전이(continuously curvilinear transition), 도 4의 가변 전이들, 및 베벨링된 전이들과 같은 각각의 금속 쉘드층(204, 206, 208)의 전이 영역들(230)을 형상화함으로써 테일러링(tailor)될 수 있다.

[0024] 자기 쉘드(202) 및 전류 집중 피쳐(210)에 대한 매우 다양한 튜닝가능한 특징들로 인해, 전류 밀도는 ABS 가까이 자기 스택(218)에 대한 미리결정된 전류 밀도를 제공하기 위해 미리결정된 폭(212)에서 균일하거나 또는 불-균일하게 제어될 수 있다. ABS에서 떨어져 감소된 쉘드-쉘드 간격 및 전류 집중 피쳐(210)를 갖는 자기 쉘드(202)의 튜닝된 구성은, 상부 쉘드와 자기 스택(218) 사이의 인터페이스에서 미리결정된 전류 폭을 제공하는 도 2의 상부 쉘드와 같은 유사하게 또는 유사하지 않게 구성된 상부 쉘드에 의해 보완될 수 있다. 예를 들어, 상부 쉘드는 도 3의 쉘드(144)와 매우 흡사한 전이 영역으로 전류 집중 피쳐를 정의하는 단일 연속층일 수 있지만, 하부 쉘드는 도 4의 쉘드(172)와 유사한 다수의 금속층들을 갖는다.

[0025] 자기 엘리먼트의 상부 쉘드 및 하부 쉘드의 부합하는 또는 유사하지 않은 튜닝된 구성들에는 상관없이, 하나 또는 그 초과 전류 집중 피쳐들의 존재는, 직면된 데이터 비트들에 대한 증가된 데이터 신호 및 응답이 활용될 수 있는 자기 스택(218)의 미리결정된 최적화된 부분들을 통해서 전류가 통과하는 것을 보장할 수 있다. 도 6은 미리결정된 전류 밀도를 전류 집중 피쳐에 제공하도록 튜닝된 예시의 자기 엘리먼트로부터의 운용 데이터를 그래프화한다. 라인(240)은, 스트라이프 높이를 따르는 전류의 확산을 제한하면서 전류 집중 피쳐의 형상, 재료 및 다양한 저항의 결과로서 전류 밀도가 어떻게 ABS에 가깝게 상승될 수 있는지를 예시한다.

[0026] ABS에서 떨어진 자기 스택의 부분들에서의 전류의 경감은, 높아진 진폭 및 최적화된 안정성을 가진 데이터 신호들을 생성하기 위해 자기 스택의 가장 자기적으로 민감한 부분들이 전류에 의해 서비스되는 것을 허용한다. 다양한 튜닝가능한 특징들은 미리결정된 전류, 자기 바이어싱, 및 자기 쉘드를 제공하기 위해 자기 엘리먼트가 공급되는 것을 허용한다. 도 7은 다양한 실시예들에 따라서 마그넷 스택을 튜닝하도록 수행된 예시의 자기 엘리먼트 제조 루틴(250)을 제공한다. 초기에, 결정(252)은 하부 자기 쉘드의 라미네이팅된 층 구성 또는 단일층 구성을 결정함으로써 루틴(250)을 시작한다.

[0027] 단계(252)에서 라미네이팅된 하부 쉘드의 선택은, 제 1 쉘드 층이 전류 집중 피쳐를 제공하기 위해 증착되어 후속하여 프로세싱되는 단계(254)로 루틴(250)을 진행시킨다. 단계(252)는, 전류 집중 피쳐의 상이한 수평 및 수직 두께들 및 부분들을 정의하는 전이 영역을 갖는 제 1 쉘드 층을 형상화하기 위해, 경사 입사 스퍼터링과 같은 특정 증착 방법, 또는 에칭과 같은 증착-후 프로세싱 수단으로 제한하지 않는다. 후속하여, 단계(256)는 전류 집중 피쳐를 완성하고 자기 쉘드의 ABS 섹션 가까이 미리결정된 폭을 제공하기 위해 제 2 쉘드 층을 증착하고 프로세싱한다.

[0028] 연속적인 단일층 하부 쉘드가 결정(252)으로부터 선택되면, 단계(258)는 형상화된 전이 영역에 의해 정의된 전류 집중 피쳐 및 ABS에서 떨어진 감소된 두께 캐비티로 단일 자기 재료를 증착 및 프로세싱한다. 하부 쉘드 내의 층들의 수와 상관없이, 단계(260)는 자기 스택 층들을 연속적으로 형성함으로써 하부 전류 집중 피쳐의 구성을 따른다. 단계(260)는 특정 유형의 자기 스택 또는 스택 층 증착 수단들로 제한되지 않지만, 몇몇 실시예들에서는, 듀얼 강자성 층들 및 어떠한 고정 자화 기준 구조도 갖지 않는 삼층 스택이다.

[0029] 전류 집중 피쳐의 미리결정된 폭에만 자기 스택을 접촉시키도록 형성된 자기 스택을 통해서, 결정(262)은 상부 자기 쉘드가 어떻게 구성될지를 평가한다. 결정(252)과 매우 흡사하지만, 하부 쉘드의 구성에 부합하도록 하는 어떠한 요구도 없이, 결정(262)은 단계들(264 및 266)에서 증착되고 프로세싱된 다수의 금속층들의 라미네이션 또는 단계(268)에서 증착되고 프로세싱된 단일 연속층으로서 구성될 수 있다. 다양한 쉘드 층들의 구성을 통해서, 수많은 튜닝된 특징들, 예컨대, 두께, 재료, 전이 영역 형상, 및 미리결정된 폭 크기는, 후면 바이어스 마그넷이 절연 재료에 의해 쉘드들로부터 절연되고 더 크게 되도록 더 큰 쉘드-쉘드 간격이 되도록 허용하면서 미리결정된 전류 흐름 및 밀도를 제공하도록 조절될 수 있다.

[0030] 루틴(250)의 다양한 튜닝가능한 특징들은 자기적 응답 및 안정성을 증가시킬 수 있는 다양한 상이한 전류 집중 피쳐들을 생성할 수 있다. 그러나, 루틴(250)은, 다양한 단계들 및 결정들이 생략되고, 변화되고, 부가될 수 있기 때문에, 제한되지 않는다. 예를 들어, 단계들은 자기 스택으로부터 물리적으로 분리되고 그리고 자기 스택에 인접하게 후면 바이어스 마그넷을 구성하도록 부가될 수 있다. 다른 비-제한적인 예시로서, 상부 및 하부

자기 쉘드들 중 하나 또는 모두 상에 2개 초과인 쉘드 층들을 추가하기 위한 단계들이 루틴(250)에 추가될 수 있다.

[0031]

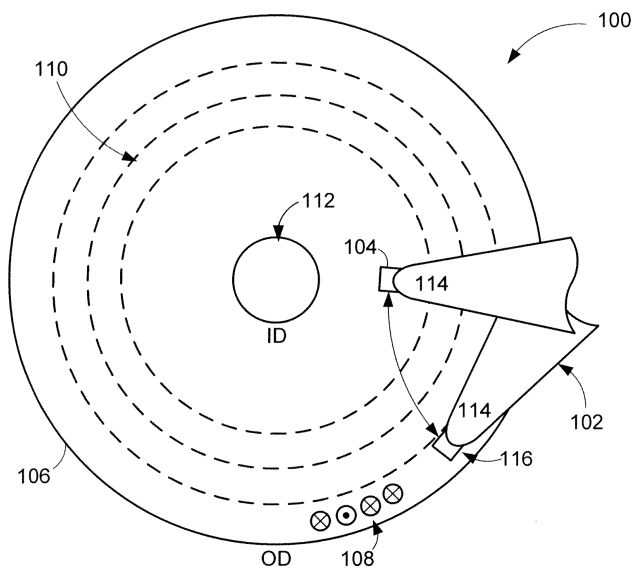
전류 집중 피치를 제공하기 위한 하나 또는 그 초과인 자기 쉘드들의 튜닝은, 미리결정된 전류 밀도를 갖는 전류가 자기저항 감지 진폭 및 안정성을 증가시키기 위해 자기 스택의 ABS 부분을 통해서 대부분 통과하는 것으로 보장할 수 있다. 전류 집중 피치의 튜닝된 구성은 자기 쉘드들로 누출하지 않고 절연 재료가 후면 바이어스 마그네틱에서 자기 스택으로 바이어싱 플럭스를 포커싱하게 하기 위해 ABS에서 떨어져 증가된 쉘드-쉘드 간격을 추가로 제공할 수 있다. 이러한 튜닝된 자기 성질로 인해 자기 엘리먼트는 특히 감소된 폼 팩터, 높은 데이터 비트 밀도 데이터 저장 디바이스들에서 더욱 효율적이고 정확할 수 있다.

[0032]

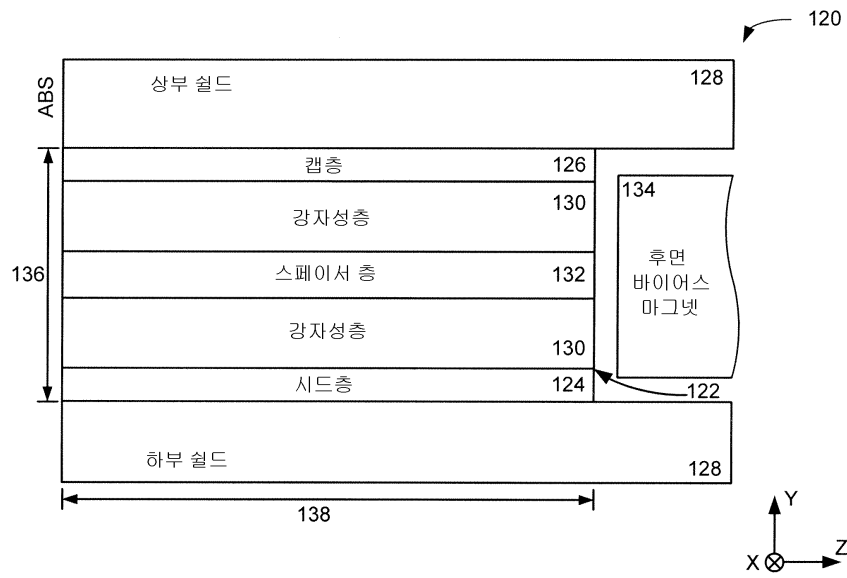
본 개시물의 다양한 실시예들의 수많은 특징들 및 이점들이 다양한 실시예들의 구조 및 기능의 세부사항들과 함께 앞선 설명에서 설명되었지만, 이렇게 상세화된 설명은 오직 예시적이며, 세부사항들에서, 특히 첨부된 청구항들이 설명되는 용어들의 광의의 일반적 의미로 나타난 전체 범위에 대해 본 개시물의 원리들 내에서 부분들의 구조 및 배열들에서 변경들이 행해질 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 특정 엘리먼트들이 본 기술의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 특정 애플리케이션에 의존하여 변경될 수 있다.

도면

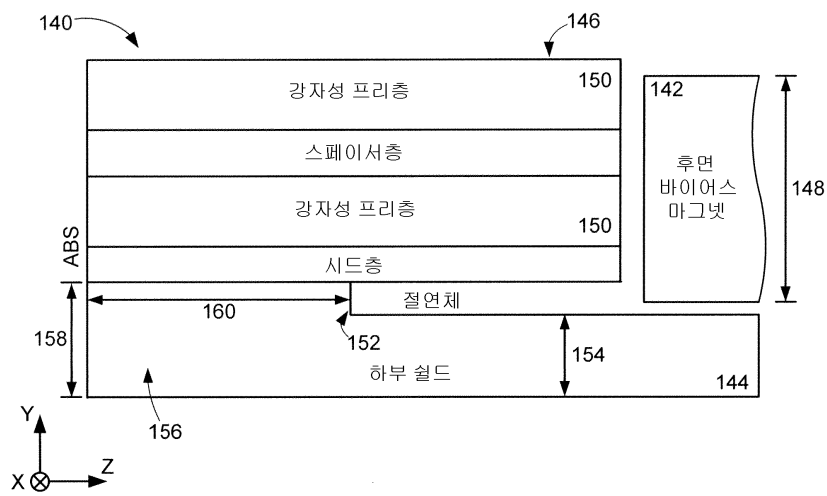
도면1



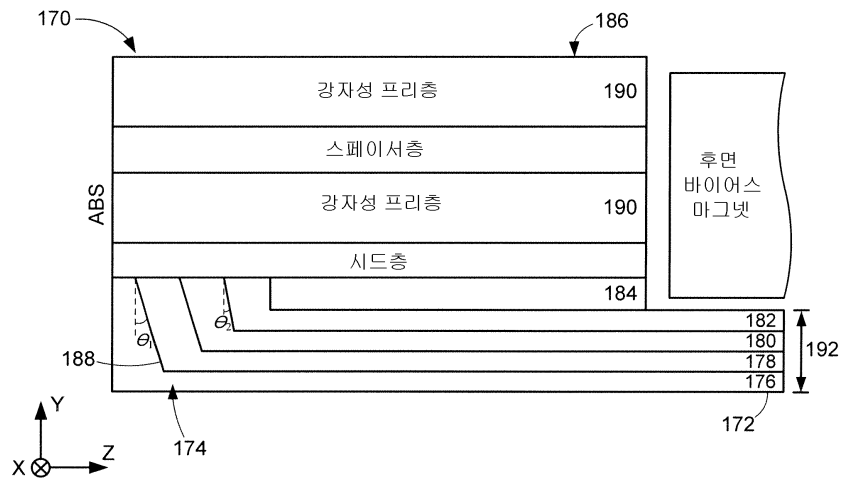
도면2



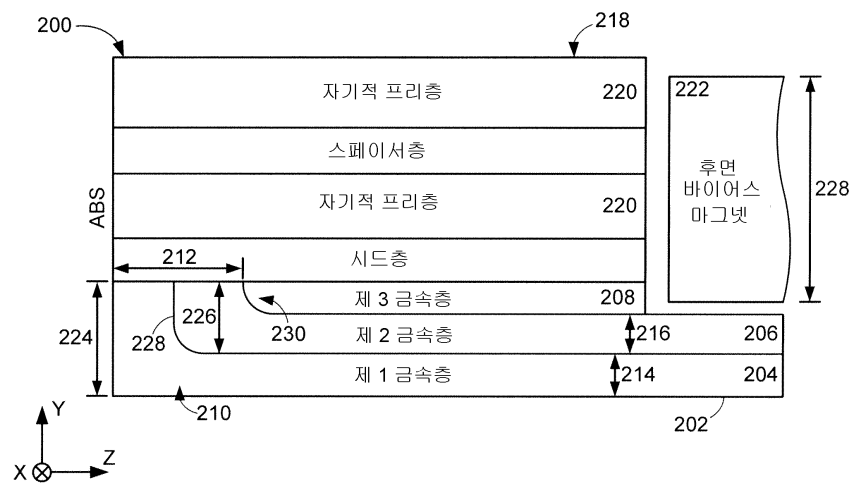
도면3



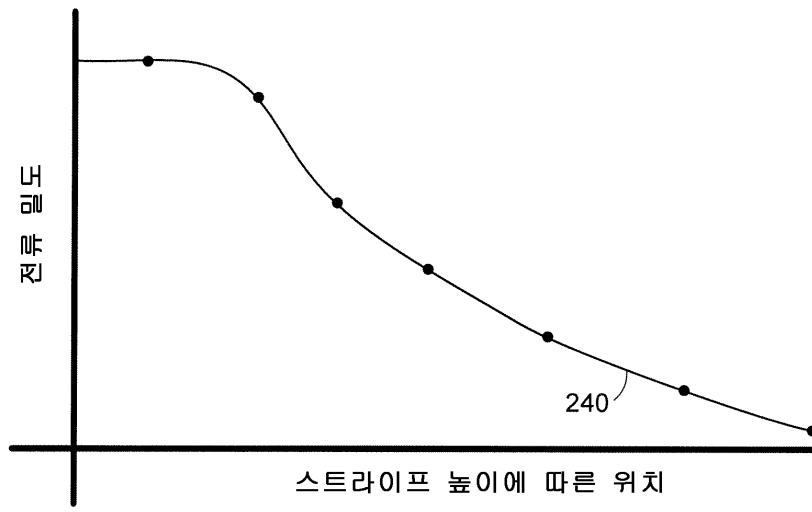
도면4



도면5



도면6



도면7

