

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G11B 5/39 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년08월30일 10-0617282 2006년08월22일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2004-7014087	(65) 공개번호	10-2004-0105212
(22) 출원일자	2004년09월08일	(43) 공개일자	2004년12월14일
번역문 제출일자	2004년09월08일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2002/002684	(87) 국제공개번호	WO 2003/079331
국제출원일자	2002년03월20일	국제공개일자	2003년09월25일

(73) 특허권자	후지쯔 가부시끼가이샤 일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라쿠 가미코다나카 4초메 1-1
(72) 발명자	오시마히로타카 일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라쿠 가미코다나카 4-1-1 후지쯔 가부시끼가이샤 내 시미즈유타카 일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라쿠 가미코다나카 4-1-1 후지쯔 가부시끼가이샤 내 다나카아츠시 일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라쿠 가미코다나카 4-1-1 후지쯔 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인	문두현 문기상

심사관 : 김종기

(54) CPP 구조 자기 저항 효과 소자

요약

자기 저항 효과막(43)은 헤드 슬라이더의 매체 대향면(28)으로부터 후방(後方)으로 확장된다. 자기 저항 효과막의 상측 경계면(43b)에는 상측 전극층(46)이 중첩된다. 상측 전극층(46)에는, 매체 대향면(28)에 노출되는 전단(前端)으로부터 상측 경계면(43b)을 따라 후방으로 확장되는 저(低)저항 영역(46a)과, 저저항 영역(46a)의 후단(後端)으로부터 상측 경계면(43b)을 따라 후방으로 확장되고, 저저항 영역보다도 높은 저항률을 갖는 고저항 영역(46b)이 형성된다. 자기 저항 효과막(43)에서는 고저항 영역(46b)의 작용에 의해 센스 전류의 유로(流路)가 매체 대향면(28) 측에 근접된다. 매체 대향면(28)을 따라 집중적으로 센스 전류가 유통(流通)된다. 매체 대향면(28)의 근방에서 자기 저항 효과막(43) 내에 충분한 회전량으로 자화(磁化)의 회전이 실현되면, CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 저항 변화량이 유지된다. 충분한 감도가 확보된다.

대표도

도 5

색인어

자기 저항 효과 소자, 고저항 영역, 자기 저항 효과막, 매체 대향면

명세서

기술분야

본 발명은, 예를 들어, 터널 접합막이나 스핀 밸브막과 같은 자기 저항 효과막을 이용하는 자기 저항 효과 소자에 관한 것이며, 특히 임의의 기준면에 적층되는 자기 저항 효과막에 기준면과 직교하는 수직 방향으로 센스 전류를 유통(流通)시키는 CPP(Current Perpendicular-to-the-Plane) 구조 자기 저항 효과 소자에 관한 것이다.

배경기술

임의의 기준면을 따라 적층 형성되는 스핀 밸브막과 같은 자기 저항 효과막이 널리 알려져 있다. CPP 구조 자기 저항 효과 소자를 실현할 때에, 자기 저항 효과막은 상측(上側) 전극 및 하측(下側) 전극에 의해 사이에 삽입된다. 상측 전극 및 하측 전극의 사이에서는 기준면과 직교하는 수직 방향으로 센스 전류가 유통된다.

이러한 CPP 구조 자기 저항 효과 소자는, 예를 들어, 매체 대향면에서 자기 기록 매체에 대향되는 헤드 슬라이더에 탑재된다. 헤드 슬라이더에서는, 매체 대향면과 직교하는 1개의 가상(假想) 평면을 따라 자기 저항 효과막이 확장된다. 자기 기록 매체로부터 자기 저항 효과막에 신호 자계(磁界)가 작용하면, 자기 저항 효과막 내의 자화(磁化)는 회전된다.

금후, 자기 기록 매체에서 기록 밀도의 향상이 더 추진되면, 자기 기록 매체로부터 누출(漏出)되는 신호 자계는 약해질 것으로 예상된다. 신호 자계가 약해지면, 자기 저항 효과막에서는 매체 대향면으로부터 멀어짐에 따라 자화의 회전량이 현저하게 감소된다. 이러한 자화의 회전량 감소는 소자의 감도(感度) 저하를 초래한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 상기 실상(實狀)을 감안하여 안출된 것으로서, 자기 기록 매체로부터 누출되는 신호 자계에 대하여 충분한 감도를 확보할 수 있는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위해, 제 1 발명에 의하면, 헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단(前端)을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방(後方)으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 자기 저항 효과막의 경계면을 따라 후방으로 확장되는 전극층을 구비하며, 전극층에는, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 상기 경계면을 따라 후방으로 확장되는 저(低)저항 영역과, 저저항 영역의 후단(後端)으로부터 상기 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 저저항 영역보다도 높은 저항률(抵抗率)을 갖는 고(高)저항 영역이 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자가 제공된다.

이러한 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에 의하면, 고저항 영역의 작용에 의해 자기 저항 효과막 내의 센스 전류의 유로(流路)를 헤드 슬라이더의 매체 대향면 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, 자기 저항 효과막에서는, 매체 대향면을 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다. 매체 대향면의 근방에서 자기 저항 효과막 내에 충분한 회전량으로 자화의 회전이 실현되면, CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 감도가 확보될 수 있다.

또한, 제 2 발명에 의하면, 헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 자기 저항 효과막의 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되는 상측 전극층과, 적어도 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 하측 경계면에 접촉하는 하측 전극을 구비하며, 상측 전극층에는, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되는 저저항 영역과, 저저항 영역의 후단으로부터 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 저저항 영역보다도 높은 저항률을 갖는 고저항 영역이 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자가 제공된다.

이러한 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는, 상측 전극층의 저저항 영역 및 하측 전극으로부터 자기 저항 효과막에 센스 전류가 공급된다. 이 때, 자기 저항 효과막에서는 고저항 영역의 작용에 의해 센스 전류의 유로를 헤드 슬라이더의 매체 대향면 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, 자기 저항 효과막에서는 매체 대향면을 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다. 매체 대향면의 근방에서 자기 저항 효과막 내에 충분한 회전량으로 자화의 회전이 실현되면, CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 감도가 확보될 수 있다.

이상과 같은 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는, 고저항 영역은 전극층 내나 상측 전극층 내에 수용되는 산소 원자에 의거하여 형성되는 것이 좋다. 이렇게 하여 형성되는 산화 금속 영역에서는 저저항의 금속 영역에 비하여 높은 전기 저항값이 실현된다. 산소 원자의 수용 시에, 전극층이나 상측 전극층에는 제조 과정에서, 예를 들어, 산소 가스의 도입이나 산소 플라즈마의 조사가 실시되는 것이 좋다.

또한, 고저항 영역은 전극층 내나 상측 전극층 내에 수용되는 이온 원자에 의거하여 형성될 수도 있다. 이렇게 하여 실현되는 국소적인 불순물의 도입이나 금속 결정의 결함 등에 의거하여 저저항의 순수(純粹) 금속 영역에 비하여 높은 전기 저항값이 실현된다. 순수 금속에는, 예를 들어, 합금이 포함된다. 이온 원자의 수용 시에, 전극층이나 상측 전극층에는 제조 과정에서, 예를 들어, 이온 주입이 실시되는 것이 좋다.

그 이외에, 전극층 내나 상측 전극층 내에는 결정립(結晶粒)의 크기에 의거하여 저저항 영역 및 고저항 영역이 구획될 수도 있다. 이 경우에는, 저저항 영역에는 고저항 영역의 결정립에 비하여 큰 결정립이 포함되는 것이 좋다. 결정립의 소재는 저저항 영역 및 고저항 영역에서 동일한 것이 좋다. 결정립이 작으면 작을수록 전기 저항값을 높일 수 있다. 예를 들어, 결정립에 레이저가 조사되면, 결정립을 크게 성장시킬 수 있다.

또한, 전극층 내나 상측 전극층 내에는, 막 두께의 상위(相違)에 의거하여 저저항 영역 및 고저항 영역이 구획될 수도 있다. 이 경우에는, 경계면이나 상측 경계면을 따라 제 1 두께로 확장되고, 저저항 영역을 구성하는 영역과, 마찬가지로 경계면이나 상측 경계면을 따라 제 1 두께보다도 작은 제 2 두께로 확장되고, 고저항 영역을 구성하는 영역이 전극층 내나 상측 전극층 내에 형성되는 것이 좋다.

또한, 제 3 발명에 의하면, 헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 경계면에 접촉하는 전극과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면으로부터 후퇴(後退)한 전단으로부터 상기 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 전극보다도 높은 저항률을 갖는 고저항층을 구비하는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자가 제공된다.

이러한 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에 의하면, 고저항층의 작용에 의해 자기 저항 효과막의 경계면에서는 전극의 접촉을 헤드 슬라이더의 매체 대향면 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, 자기 저항 효과막에서는, 매체 대향면을 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다. 매체 대향면의 근방에서 자기 저항 효과막 내에 충분한 회전량으로 자화의 회전이 실현되면, CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 감도가 확보될 수 있다.

또한, 제 4 발명에 의하면, 헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 상측 경계면에 접촉하는 상측 전극과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면으로부터 후퇴한 전단으로부터 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 적어도 상측 전극보다도 높은 저항률을 갖는 고저항층과, 적어도 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 하측 경계면에 접촉하는 하측 전극을 구비하는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자가 제공된다.

이러한 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 상측 및 하측 전극으로부터 자기 저항 효과막에 센스 전류가 공급된다. 이 때, 자기 저항 효과막의 경계면에서는 고저항층의 작용에 의해 상측 전극의 접촉을 헤드 슬라이더의 매체 대향면 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, 자기 저항 효과막에서는, 매체 대향면을 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다. 매체 대향면의 근방에서 자기 저항 효과막 내에 충분한 회전량으로 자화의 회전이 실현되면, CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 자기 저항 효과 소자에서는 충분한 감도가 확보될 수 있다.

이상과 같은 CPP 구조 자기 저항 효과막은, 예를 들어, 하드디스크 구동 장치(HDD)와 같은 자기 디스크 구동 장치에 일체로 구성되는 헤드 슬라이더에 탑재될 수도 있고, 자기 테이프 구동 장치와 같은 기타 자기 기록 매체 구동 장치에 일체로 구성되는 헤드 슬라이더에 탑재될 수도 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 하드디스크 구동 장치(HDD)의 내부 구조를 개략적으로 나타내는 평면도.

도 2는 구체적인 일례에 따른 부상(浮上) 헤드 슬라이더의 구조를 개략적으로 나타내는 확대 사시도.

도 3은 부상면에서 관찰되는 판독 기입 헤드의 상태를 개략적으로 나타내는 정면도.

도 4는 구체적인 일례에 따른 자기 저항 효과(MR)막의 구조를 개략적으로 나타내는 확대 정면도.

도 5는 도 3의 5-5선에 따른 확대 부분 단면도.

도 6은 도 3의 6-6선에 따른 확대 부분 단면도로서, 상부 자극(磁極)을 확대하여 나타내는 평면도.

도 7은 도 6에 대응하는 하부 자극(磁極)의 확대 평면도.

도 8은 도 5에 대응하는 것으로서, 다른 실시예에 따른 CPP 구조 MR 판독 소자의 일부를 나타내는 확대 부분 단면도.

도 9는 도 3에 대응하는 것으로서, CPP 구조 MR 판독 소자의 일 변형예를 나타내는 정면도.

도 10은 도 5에 대응하는 것으로서, 또 다른 실시예에 따른 CPP 구조 MR 판독 소자의 일부를 나타내는 확대 부분 단면도.

실시예

이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 실시예를 설명한다.

도 1은 자기 기록 매체 구동 장치의 구체적인 일례, 즉, 하드디스크 구동 장치(HDD)(11)의 내부 구조를 개략적으로 나타낸다. 이 HDD(11)는, 예를 들어, 평평한 직육면체의 내부 공간을 구획하는 박스형의 케이스 본체(main enclosure)(12)를 구비한다. 수용 공간에는 기록 매체로서의 1매 이상의 자기 디스크(13)가 수용된다. 자기 디스크(13)는 스핀들 모터(14)의 회전축에 장착된다. 스핀들 모터(14)는, 예를 들어, 7200rpm이나 10000rpm과 같은 높은 속도로 자기 디스크(13)를 회전시킬 수 있다. 케이스 본체(12)에는 케이스 본체(12)와의 사이에서 수용 공간을 밀폐하는 덮개, 즉, 커버(도시 생략)가 결합된다.

수용 공간에는, 수직 방향으로 연장되는 지축(支軸)(15) 둘레로 요동하는 캐리지(16)가 더 수용된다. 이 캐리지(16)는 지축(15)으로부터 수평 방향으로 연장되는 강체(剛體)의 요동 암(arm)(17)과, 이 요동 암(17)의 선단(先端)에 부착되어 요동 암(17)으로부터 전방(前方)으로 연장되는 탄성(彈性) 서스펜션(18)을 구비한다. 지지하는 바와 같이, 탄성 서스펜션(18)의 선단에서는, 이른바 짐벌 스프링(gimbal spring)(도시 생략)의 작용에 의해 부상 헤드 슬라이더(19)는 캔틸레버(cantilever) 지지된다. 부상 헤드 슬라이더(19)에는, 자기 디스크(13)의 표면을 향하여 탄성 서스펜션(18)으로부터 압력이 작용한다. 자기 디스크(13)의 회전에 의거하여 자기 디스크(13) 표면에서 생성되는 기류(氣流)의 작용에 의해 부상 헤드 슬라이더(19)에는 부력(浮力)이 작용한다. 탄성 서스펜션(18)의 압력과 부력의 밸런스에 의해 자기 디스크(13)의 회전 중에 비교적 높은 강성(剛性)으로 부상 헤드 슬라이더(19)를 계속하여 부상시킬 수 있다.

이러한 부상 헤드 슬라이더(19)의 부상 중에 캐리지(16)가 지축(15) 둘레로 요동하면, 부상 헤드 슬라이더(19)는 반경(半徑) 방향으로 자기 디스크(13) 표면을 횡단할 수 있다. 이러한 이동에 의거하여 부상 헤드 슬라이더(19)는 자기 디스크(13) 상의 원하는 기록 트랙에 위치 결정된다. 이 때, 캐리지(16)의 요동은, 예를 들어, 보이스코일 모터(VCM)와 같은 액추에이터(21)의 작용을 통하여 실현되는 것이 좋다. 지지하는 바와 같이, 복수매의 자기 디스크(13)가 케이스 본체(12) 내에 일체로 구성될 경우에는, 인접하는 자기 디스크(13)끼리의 사이에서 1개의 요동 암(17)에 대하여 2개의 탄성 서스펜션(18)이 탑재된다.

도 2는 부상 헤드 슬라이더(19)의 구체적인 일례를 나타낸다. 이 부상 헤드 슬라이더(19)는 평평한 직육면체로 형성되는 Al_2O_3 -TiC(알티)체의 슬라이더 본체(22)와, 이 슬라이더 본체(22)의 공기 유출단(流出端)에 접합되어, 판독 기입 헤드(23)를 내장하는 Al_2O_3 (알루미나)체의 헤드 소자 내장막(24)을 구비한다. 슬라이더 본체(22) 및 헤드 소자 내장막(24)에는, 자기 디스크(13)에 대항하는 매체 대항면, 즉, 부상면(25)이 규정된다. 자기 디스크(13)의 회전에 의거하여 생성되는 기류(26)는 부상면(25)에 수용된다.

부상면(25)에는 공기 유입단(流入端)으로부터 공기 유출단을 향하여 연장되는 2개의 레일(27)이 형성된다. 각 레일(27)의 정상면(頂上面)에는 이른바 ABS(Air Bearing Surface)(28)가 규정된다. ABS(28)에서는 기류(26)의 작용에 따라 상승한 부력이 생성된다. 헤드 소자 내장막(24)에 매립된 판독 기입 헤드(23)는, 후술되는 바와 같이, ABS(28)에서 전단(前端)을 노출시킨다. 다만, ABS(28)의 표면에는, 판독 기입 헤드(23)의 전단에 피복(被覆)되는 DLC(diamond-like-carbon) 보호막이 형성될 수도 있다. 또한, 부상 헤드 슬라이더(19)의 형태는 이러한 형태에 한정되지 않는다.

도 3은 부상면(25)의 상태를 상세하게 나타낸다. 판독 기입 헤드(23)는 박막 자기 헤드, 즉, 유도(誘導) 기입 헤드 소자(31)와 CPP 구조 전자 변환 소자, 즉, CPP 구조 자기 저항 효과(MR) 판독 소자(32)를 구비한다. 유도 기입 헤드 소자(31)는, 지지하는 바와 같이, 예를 들어, 도전 코일 패턴(도시 생략)에서 발생하는 자계를 이용하여 자기 디스크(13)에 2치(binary) 정보를 기입할 수 있다. CPP 구조 MR 판독 소자(32)는, 지지하는 바와 같이, 자기 디스크(13)로부터 작용하는 자계에 따라 변화하는 저항에 의거하여 2치 정보를 검출할 수 있다. 유도 기입 헤드 소자(31) 및 CPP 구조 MR 판독 소자(32)는, 상승한 헤드 소자 내장막(24)의 상층 반층(半層), 즉, 오버코트막을 구성하는 Al_2O_3 (알루미나)막(33)과 하층 반층, 즉, 언더코트막을 구성하는 Al_2O_3 (알루미나)막(34) 사이에 삽입된다.

유도 기입 헤드 소자(31)는 ABS(28)에서 전단을 노출시키는 상부 자극층(35)과, 마찬가지로 ABS(28)에서 전단을 노출시키는 하부 자극층(36)을 구비한다. 상부 및 하부 자극층(35, 36)은, 예를 들어, FeN이나 NiFe로 형성되는 것이 좋다. 상부 및 하부 자극층(35, 36)은 협동하여 유도 기입 헤드 소자(31)의 자성(磁性) 코어를 구성한다.

상부 및 하부 자극층(35, 36)의 사이에는, 예를 들어, Al_2O_3 (알루미나)체의 비자성(非磁性) 갭층(gap layer)(37)이 삽입된다. 지지하는 바와 같이, 도전 코일 패턴에서 자계가 발생되면, 비자성 갭층(37)의 작용에 의해, 상부 자극층(35)과 하부 자극층(36)을 왕래하는 자속(磁束)은 부상면(25)으로부터 누출된다. 이렇게 하여 누출되는 자속이 기록 자계(寫字磁界)를 형성한다.

CPP 구조 MR 판독 소자(32)는 알루미나막(34), 즉, 하지 절연층의 표면을 따라 확장되는 하측 전극(38)을 구비한다. 이 하측 전극(38)에는 리드(lead) 도전층(38a)과, 리드 도전층(38a)의 표면으로부터 상승되는 도전 단자편(端子片)(38b)이 형성된다. 하측 전극(38)은 도전성을 구비할 뿐만 아니라 동시에 연자성(軟磁性)을 구비할 수도 있다. 하측 전극(38)이, 예를 들어, NiFe와 같은 도전성의 연자성체로 구성되면, 이 하측 전극(38)은 동시에 CPP 구조 MR 판독 소자(32)의 하부 실드층으로서 기능할 수 있다.

하측 전극(38)은 알루미나막(34)의 표면에서 확장되는 절연층(41)에 매립된다. 이 절연층(41)은 도전 단자편(38b)의 벽면에 접하면서 리드 도전층(38a)의 표면을 따라 확장된다. 여기서, 도전 단자편(38b) 및 절연층(41)은 소정의 기초층을 구성한다. 도전 단자편(38b)의 정상면 및 절연층(41)의 표면은 기초층 상에서 끊임없이 연속되는 일 평탄화면(42), 즉, 기준면을 규정한다.

평탄화면(42) 상에는 전자 변환막, 즉, 자기 저항 효과(MR)막(43)이 적층된다. 이 MR막(43)은 ABS(28)에서 노출되는 전단으로부터 평탄화면(42)을 따라 후방(後方)으로 확장된다. 이 MR막(43)은 적어도 도전 단자편(38b)의 정상면에 가로놓인다. 도전 단자편(38b)은 적어도 ABS(28)에서 노출되는 전단에서 MR막(43)의 하측 경계면(43a)에 접촉한다. 이렇게 하여 MR막(43)과 하측 전극(38) 사이에는 전기적 접속이 확립된다. MR막(43)의 구조의 상세(詳細)는 후술된다.

마찬가지로, 평탄화면(42) 상에서는 ABS(28)를 따라 연장되는 한 쌍의 자구(磁區) 제어 하드막(44)이 형성된다. 자구 제어 하드막(44)은 평탄화면(42) 상에서 ABS(28)를 따라 MR막(43)을 사이에 삽입한다. 자구 제어 하드막(44)은, 예를 들어, CoPt나 CoCrPt와 같은 금속 재료로 형성되는 것이 좋다. 이들 자구 제어 하드막(44)에서는, 지지하는 바와 같이, MR막(43)을 횡단하는 일 방향을 따라 자화가 확립될 수 있다. 이러한 자구 제어 하드막(44)의 자화에 의거하여 바이어스 자계가 형성되면, MR막(43) 내에서, 예를 들어, 자유층 강자성층(free layer)의 단자구화(單磁區化)는 실현될 수 있다.

평탄화면(42) 상에는 피복 절연막(45)이 더 피복된다. 이 피복 절연막(45)은 절연층(41)과의 사이에 자구 제어 하드막(44)을 삽입한다. 피복 절연막(45) 중에서 MR막(43)의 정상면, 즉, 상측 경계면(43b)은 ABS(28)에 인접하여 노출된다.

피복 절연막(45)의 표면에는 상측 전극층(46)이 확장된다. 상측 전극층(46)은 적어도 ABS(28)에서 노출되는 전단에서 MR막(43)의 상측 경계면(43b)에 접촉한다. 이렇게 하여 MR막(43)과 상측 전극층(46) 사이에는 전기적 접속이 확립된다. 상측 전극층(46)의 상세는 후술된다.

도 4는 MR막(43)의 구체적인 일례를 나타낸다. 이 MR막(43)은 이른바 스핀 밸브막으로 구성된다. 즉, MR막(43)에서는, Ta 하지층(51), 자유층 강자성층(52), 중간 도전층(53), 고정층 강자성층(pinned layer)(54), 자화 방향 구속층(pinning layer), 즉, 반강자성층(55) 및 도전 보호층(56)이 차례로 중첩된다. 반강자성층(55)의 작용에 따라 고정층 강자성층(54)의 자화는 일 방향으로 고정된다. 여기서, 자유층 강자성층(52)은, 예를 들어, Ta 하지층(51)의 표면에 적층되는 NiFe층(52a)과, NiFe층(52a)의 표면에 적층되는 CoFe층(52b)으로 구성되는 것이 좋다. 중간 도전층(53)은, 예를 들어, Cu층으로 구성되는 것이 좋다. 고정층 강자성층(54)은, 예를 들어, CoFe와 같은 강자성 재료로 형성되는 것이 좋다. 반강자성층(55)은, 예를 들어, IrMn이나 PdPtMn과 같은 반강자성 합금 재료로 형성되는 것이 좋다. 도전 보호층(56)은, 예를 들어, Au층이나 Pt층으로 구성되는 것이 좋다.

그 이외에, MR막(43)에는 이른바 터널 접합막이 이용될 수도 있다. 터널 접합막에서는, 상술한 중간 도전층(53) 대신에, 자유층 강자성층(52)과 고정층 강자성층(54) 사이에 중간 절연층이 삽입되는 것이 좋다. 이러한 중간 절연층은, 예를 들어, Al₂O₃층으로 구성되는 것이 좋다.

자기 정보의 판독 시에 CPP 구조 MR 판독 소자(32)가 자기 디스크(13)의 표면에 대향되면, MR막(43)에서는, 주지하는 바와 같이, 자기 디스크(13)로부터 작용하는 자계의 방향에 따라 자유층 강자성층(52)의 자화 방향이 회전된다. 이렇게 하여 자유층 강자성층(52)의 자화 방향이 회전되면, MR막(43)의 전기 저항은 크게 변화한다. 따라서, 상측 전극층(46) 및 하측 전극(38)으로부터 MR막(43)에 센스 전류가 공급되면, 상측 전극층(46) 및 하측 전극(38)으로부터 취출(取出)되는 전기 신호의 레벨은 전기 저항의 변화에 따라 변화한다. 이 레벨의 변화에 따라 2치 정보는 판독될 수 있다.

여기서, 도 5를 참조하면서 상측 전극층(46)의 구조를 상술(詳述)한다. 상측 전극층(46)에는, ABS(28)에 노출되는 전단으로부터 MR막(43)의 상측 경계면(43b)을 따라 후방으로 확장되는 저(低)저항 영역(46a)이 구획된다. 상측 경계면(43b)에서는, 저저항 영역(46a)의 후단으로부터 고저항 영역(46b)이 후방으로 확장된다. 이 고저항 영역(46b)은 저저항 영역(46a)보다도 높은 저항률을 갖는다. 저저항 영역(46a)은 고저항 영역(46b)의 표면을 따라 후방으로 확장될 수도 있고, 도 6으로부터 명확히 알 수 있듯이, 피복 절연막(45)의 표면을 따라 고저항 영역(46b)을 우회(迂回)하면서 후방으로 확장될 수도 있다. 이렇게 하여 저저항 영역(46a)의 후단은 접속용 도전 패드(도시 생략)에 접속된다.

이러한 상측 전극층(46)은, 예를 들어, NiFe와 같은 도전성의 연자성체로 구성되는 것이 좋다. 상측 전극층(46)에서 도전성뿐만 아니라 동시에 연자성이 확립되면, 상측 전극층(46)은 동시에 CPP 구조 MR 판독 소자(32)의 상부 실드층으로서 기능할 수 있다. 상술한 하부 실드층, 즉, 하측 전극(38)과 상측 전극층(46)의 간격은 자기 디스크(13) 상에서 기록 트랙의 선방향(線方向)으로 자기 기록의 분해능(分解能)을 결정한다.

이 때, 고저항 영역(46b)은 상측 전극층(46) 내에 수용되는 산소 원자에 의거하여 형성되는 것이 좋다. 산소 원자의 수용 시에, 상측 전극층(46)에는 제조 과정에서, 예를 들어, 산소 가스의 도입이나 산소 플라즈마의 조사가 실시되는 것이 좋다. 또한, 고저항 영역(46b)은 상측 전극층(46) 내에 수용되는 이온 원자에 의거하여 형성될 수도 있다. 이온 원자의 수용 시에, 상측 전극층(46)에는 제조 과정에서, 예를 들어, 이온 주입이 실시되는 것이 좋다. 그 이외에, 상측 전극층(46) 내에는 결정립의 크기에 의거하여 저저항 영역(46a) 및 고저항 영역(46b)이 구획될 수도 있다. 이 경우에는, 저저항 영역(46a)에는 고저항 영역(46b)의 결정립에 비하여 큰 결정립이 포함되는 것이 좋다. 결정립이 작으면 작을수록 전기 저항값을 높일 수 있다. 예를 들어, 결정립에 레이저가 조사되면, 결정립을 크게 성장시킬 수 있다.

이상과 같은 CPP 구조 MR 판독 소자(32)에서는, 상측 전극층(46)의 저저항 영역(46a) 및 하측 전극(38)으로부터 MR막(43)에 센스 전류가 공급된다. 이 때, 도 5 및 도 6으로부터 명확히 알 수 있듯이, MR막(43)에서는 고저항 영역(46b)의 작용에 의해 센스 전류의 유로를 ABS(28) 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, MR막(43)에서는 ABS(28)를 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다.

금후, 자기 디스크(13)에서 기록 밀도의 향상이 더 추진되면, 자기 디스크(13)로부터 누출되는 신호 자계는 약해질 것으로 예상된다. 신호 자계가 약해지면, MR막(43)에서는 ABS(28)의 근방에서 충분한 자화의 회전량이 확보되지만, ABS(28)로부터 멀어짐에 따라 자화의 회전량이 현저하게 감소한다. 이 때, 상술한 CPP 구조 MR 판독 소자(32)에서는, ABS(28)의 근방에 센스 전류를 집중시킬 수 있다. 따라서, 센스 전류는 큰 회전량으로 회전되는 자화에 충분히 노출될 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 MR 판독 소자(32)에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 감도의 저하는 회피된다.

또한, 도 7에 도시되는 바와 같이, 하측 전극(38)은 도전 단자편(38b)의 작용에 의해 기록 트랙의 중심선을 향하여 센스 전류를 집중시킬 수 있다. MR막(43)에서는 기록 트랙의 중심선을 따라 센스 전류가 유통된다. 센스 전류의 유로를 좁힐 수 있다. 감도의 향상을 기대할 수 있다. 한편, 하측 전극(38)이 MR막(43)의 하측 경계면(43a) 전체에 접촉하면, MR막(43)과 자구 제어 하드막(44)의 경계 부근에 센스 전류가 집중될 것으로 예상된다.

도 8에 도시되는 바와 같이, 상술한 상측 전극층(46) 대신에, ABS(28)에서 노출되는 전단에서 MR막(43)의 상측 경계면(43b)에 접촉하는 상측 전극(51)과, ABS(28)로부터 후퇴한 전단으로부터 상측 경계면(43b)을 따라 후방으로 확장되는 고저항층(52)이 이용될 수도 있다. 고저항층(52)은 적어도 상측 전극(51)보다도 높은 저항률을 갖는다. 여기서는, 상측 전극(51)은 MR막(43)이나 피복 절연막(45)과의 사이에 고저항층(52)을 삽입한다.

이 때, 상측 전극(51)은, 상술한 상측 전극층(46)과 동일하게, 예를 들어, NiFe와 같은 도전성의 연자성체로 구성되는 것이 좋다. 한편, 고저항층(52)은, 예를 들어, Al_2O_3 와 같은 임의의 절연 재료로 구성되는 것이 좋다. 특히, 고저항층(52)은 이른바 소프트 페라이트(soft ferrite)나 비정질(amorphous) 자성 재료와 같은 절연성의 연자성체로 구성되는 것이 바람직하다. 이러한 절연성의 연자성 재료에 의하면, 상측 전극(51)과 함께 고저항층(52)은 CPP 구조 MR 판독 소자(32)의 상부 실드층으로서 기능할 수 있다.

이러한 상측 전극(51)에 의하면, 상술한 바와 같이, MR막(43)에서는 고저항층(52)의 작용에 의해 센스 전류의 유로를 ABS(28) 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, MR막(43)에서는 ABS(28)를 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 MR 판독 소자(32)에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 감도의 저하는 회피된다.

그 이외에, 이러한 상측 전극(51)에서는, 예를 들어, 도 9에 도시되는 바와 같이, ABS(28)에 노출되는 전단에서 상측 전극(51)의 표면으로부터 융기(隆起)되는 단자 돌기(53)가 형성될 수도 있다. 이러한 단자 돌기(53)에 의하면, 상측 전극(51)과 MR막(43)의 상측 경계면(43b)과의 접촉을 트랙 폭 방향으로 좁힐 수 있다. 따라서, 상술한 도전 단자편(38b)의 작용과 더불어, 보다 확실하게 기록 트랙의 중심선을 따라 센스 전류의 유로를 좁힐 수 있다. 감도의 향상을 한층 더 기대할 수 있다.

그 이외에, 상술한 상측 전극층(46) 대신에, 예를 들어, 도 10에 도시되는 바와 같이, MR막(43)의 상측 경계면(43b)을 따라 제 1 두께 T_c 로 확장되는 저저항 영역(54)과, 마찬가지로 상측 경계면(43b)을 따라 제 1 두께 T_c 보다도 작은 제 2 두께 T_n 으로 확장되는 고저항 영역(55)을 구비하는 상측 전극층(56)이 이용될 수도 있다. 여기서는, 상측 전극층(56)의 막 두께 변화에 의거하여 저항값의 고저(高低)가 확립된다. 이러한 상측 전극층(56)에 의하면, 상술한 바와 같이, MR막(43)에서는 고저항 영역(55)의 작용에 의해 센스 전류의 유로를 ABS(28) 측에 근접시킬 수 있다. 따라서, MR막(43)에서는 ABS(28)를 따라 집중적으로 센스 전류를 유통시킬 수 있다. 이렇게 하여 CPP 구조 MR 판독 소자(32)에서는 충분한 저항 변화량이 유지될 수 있다. 감도의 저하는 회피된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단(前端)을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방(後方)으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 자기 저항 효과막의 경계면을 따라 후방으로 확장되는 전극층을 구비하며, 전극층에는, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 상기 경계면을 따라 후방으로 확장되는 저(低)저항 영역과, 저저항 영역의 후단(後端)으로부터 상기 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 저저항 영역보다도 고저항률(抵抗率)을 갖는 고(高)저항 영역이 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 고저항 영역은 상기 전극층 내에 수용되는 산소 원자에 의거하여 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 고저항 영역은 상기 전극층 내에 수용되는 이온 원자에 의거하여 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 저저항 영역에는 상기 고저항 영역의 결정립(結晶粒)에 비하여 큰 결정립이 포함되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 전극층에는, 상기 경계면을 따라 제 1 두께로 확장되고 상기 저저항 영역을 구성하는 영역과, 상기 경계면을 따라 제 1 두께보다도 작은 제 2 두께로 확장되고 상기 고저항 영역을 구성하는 영역이 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 6.

헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 자기 저항 효과막의 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되는 상측 전극층과, 적어도 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 하측 경계면에 접촉하는 하측 전극을 구비하며, 상측 전극층에는, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단으로부터 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되는 저저항 영역과, 저저항 영역의 후단으로부터 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 저저항 영역보다도 고저항률을 갖는 고저항 영역이 형성되는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 7.

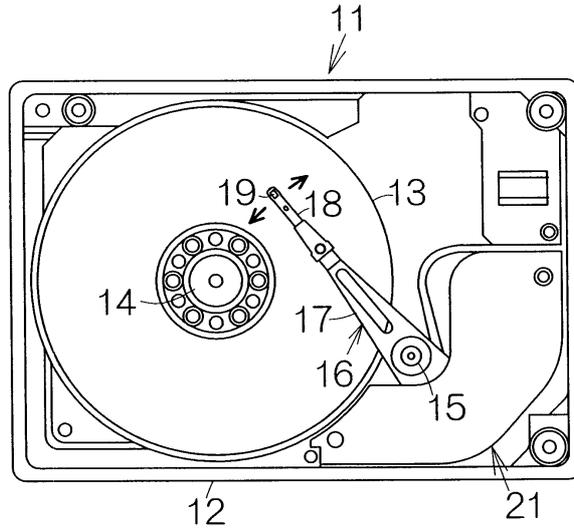
헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 경계면에 접촉하는 전극과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면으로부터 후퇴(後退)한 전단으로부터 상기 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 전극보다도 고저항률을 갖는 고저항층을 구비하는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

청구항 8.

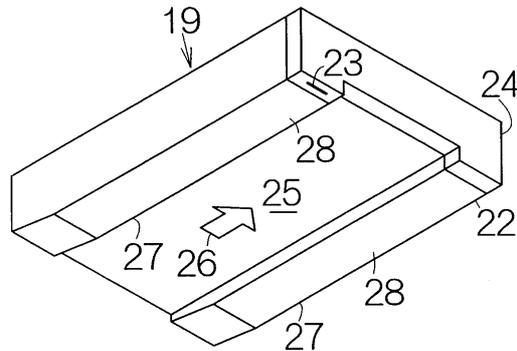
헤드 슬라이더의 매체 대향면을 따라 전단을 규정하고, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 교차하는 소정의 기준면을 따라 후방으로 확장되는 자기 저항 효과막과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 상측 경계면에 접촉하는 상측 전극과, 헤드 슬라이더의 매체 대향면으로부터 후퇴한 전단으로부터 상측 경계면을 따라 후방으로 확장되고, 적어도 상측 전극보다도 고저항률을 갖는 고(高)저항층과, 적어도 헤드 슬라이더의 매체 대향면에 면하는 전단에서 자기 저항 효과막의 하측 경계면에 접촉하는 하측 전극을 구비하는 것을 특징으로 하는 CPP 구조 자기 저항 효과 소자.

도면

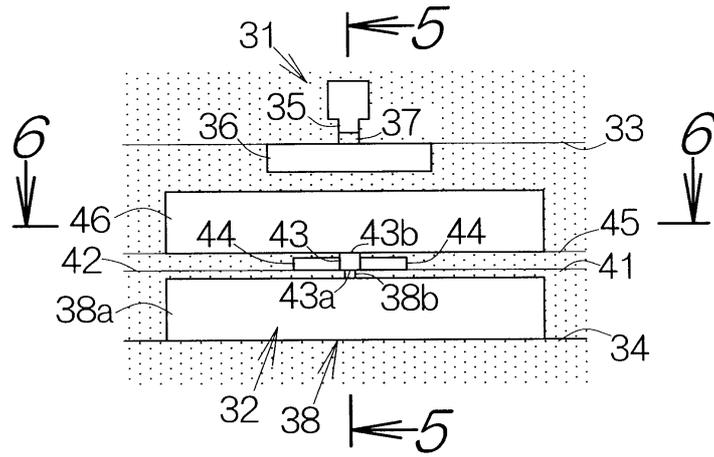
도면1



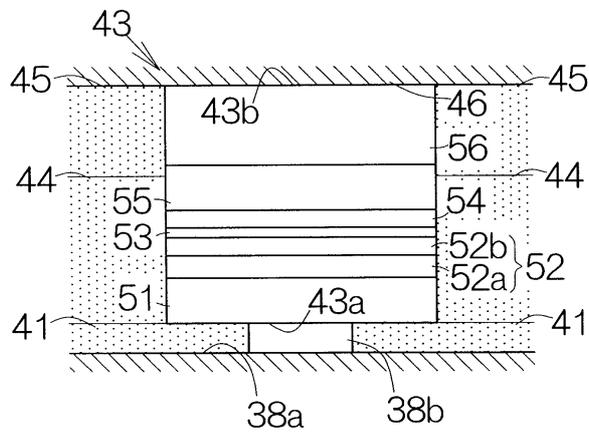
도면2



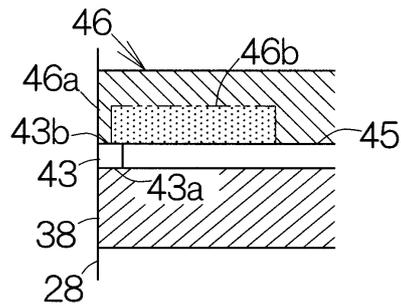
도면3



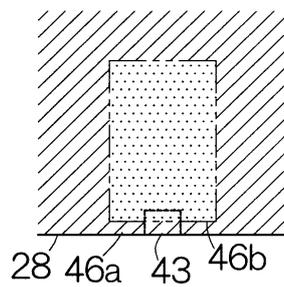
도면4



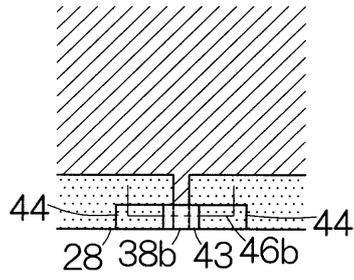
도면5



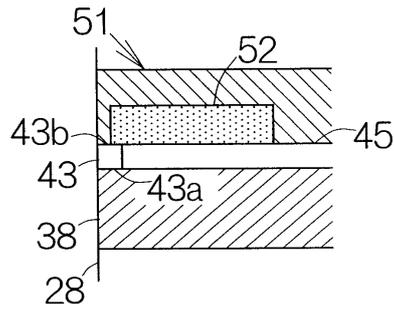
도면6



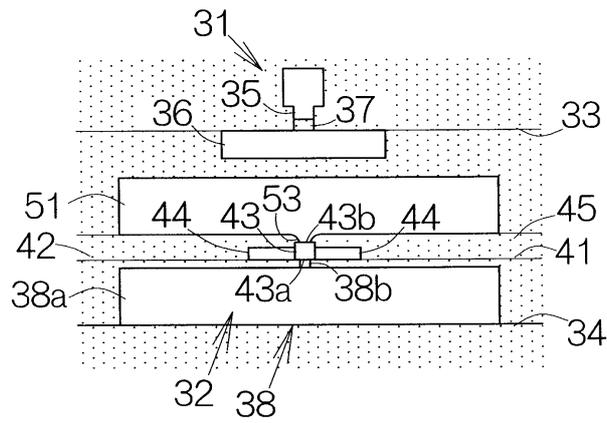
도면7



도면8



도면9



도면10

