

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-134481
(P2012-134481A)

(43) 公開日 平成24年7月12日 (2012.7.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 43/08 (2006.01)	H O 1 L 43/08 B	5 D 0 3 4
G 1 1 B 5/39 (2006.01)	H O 1 L 43/08 Z	5 F 0 9 2
	G 1 1 B 5/39	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-268940 (P2011-268940)	(71) 出願人	500373758
(22) 出願日	平成23年12月8日 (2011.12.8)		シーゲイト テクノロジー エルエルシー
(31) 優先権主張番号	12/972, 182		アメリカ合衆国、95014 カリフォル
(32) 優先日	平成22年12月17日 (2010.12.17)		ニア州、クパチーノ、サウス・デ・アンザ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・ブルバード、10200
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	アントニア・ツォウカトス
			アメリカ合衆国、55311 ミネソタ州
			、メープル・グローブ、シックスティセブ
			ンス・アベニュー・ノース、17262
		(72) 発明者	エリック・ウォルター・シングルトン
			アメリカ合衆国、55359 ミネソタ州
			、メープル・プレイン、マーシュ・ポイン
			ト・ウェスト、3780
			最終頁に続く

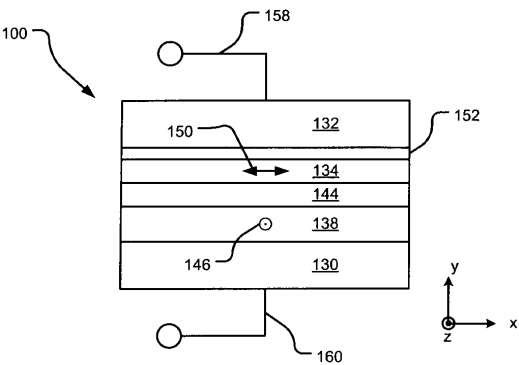
(54) 【発明の名称】 磁気層構造、磁気層構造にバイアスを加える方法、および変換器

(57) 【要約】

【課題】磁気層構造を開示する。

【解決手段】磁気層構造は、ピン止め層と、ピン止め層の磁気配向を規定する第1の反強磁性層と、自由層と、自由層に対して、ピン止め層の磁気配向にほぼ垂直な磁気配向へとバイアスを加える第2の反強磁性層と、第2の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、第2の反強磁性層および自由層に接触し、自由層のバイアスを所望のレベルに調整する調整層とを含む。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気層構造であって、
ピン止め層と、
ピン止め層の磁気配向を規定する第 1 の反強磁性層と、
自由層と、
ピン止め層の磁気配向に対してほぼ垂直な磁気配向へと自由層にバイアスをかける第 2 の反強磁性層と、
第 2 の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、第 2 の反強磁性層および自由層に接触し、自由層のバイアスを所望のレベルに調整する調整層とを含む、磁気層構造。

10

【請求項 2】

自由層に隣接し自由層の主面に沿って位置決めされる 1 つ以上の側面シールドをさらに含む、請求項 1 に記載の磁気層構造。

【請求項 3】

側面シールドが軟磁性材料を含む、請求項 2 に記載の磁気層構造。

【請求項 4】

側面シールドが非磁性材料を含む、請求項 2 に記載の磁気層構造。

【請求項 5】

2 つの電極をさらに含み、各々が、層構造の両側に位置決めされ、自由層の主面に対してほぼ垂直な軸に沿って層構造を介して電流を導くよう構成される、請求項 1 に記載の磁気層構造。

20

【請求項 6】

自由層からピン止め層を磁氣的に隔てるスペーサ層をさらに含む、請求項 1 に記載の磁気層構造。

【請求項 7】

堆積後の破損から第 2 の反強磁性層を保護するキャッピング層をさらに含む、請求項 1 に記載の磁気層構造。

【請求項 8】

ピン止め層、第 1 の反強磁性層、自由層および第 2 の反強磁性層が、読取素子センサを含む、請求項 1 に記載の磁気層構造。

30

【請求項 9】

ほぼ垂直とは、 $+/-15$ 度の垂直である、請求項 1 に記載の磁気層構造。

【請求項 10】

第 1 および第 2 の反強磁性層は、 IrMn または PtMn を含み、 30 以上および 50 以下の厚さを有する、請求項 1 に記載の磁気層構造。

【請求項 11】

調整層は、自由層および第 2 の反強磁性層をデカップルしつつ、自由層の磁気モーメントの分散を低減させる、請求項 1 に記載の磁気層構造。

【請求項 12】

自由層が第 1 の自由層および第 2 の自由層を含む、請求項 1 に記載の磁気層構造。

40

【請求項 13】

磁気層構造にバイアスをかける方法であって、
第 1 の反強磁性層を用いて、ピン止め層の磁気配向を規定するステップと、
第 2 の反強磁性層を用いて、自由層の磁気配向にバイアスをかけるステップとを含み、
ピン止め層の規定された磁気配向は、自由層のバイアスがかけられた磁気配向に対してほぼ垂直であり、前記方法はさらに、
第 2 の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、第 2 の反強磁性層および自由層に接触する調整層を用いて、自由層のバイアスを所望のレベルに調整するステップを含む、方法。

【請求項 14】

50

自由層に隣接し自由層の主面に沿って位置決めされる１つ以上の側面シールドを用いて、外部の電磁および／または熱的干渉から自由層を遮蔽するステップをさらに含む、請求項１３に記載の方法。

【請求項１５】

第１の反強磁性層、ピン止め層、自由層および第２の反強磁性層の両側に位置決めされる２つの電極間における自由層の主面に対してほぼ垂直な軸に沿って電流を導くステップをさらに含む、請求項１３に記載の方法。

【請求項１６】

自由層および第２の反強磁性層をデカップルしつつ自由層の磁気モーメントの分散を低減させるステップをさらに含む、請求項１３に記載の方法。

10

【請求項１７】

磁気ディスクドライブ用の変換器であって、

リーダを含み、前記リーダは、

ピン止め層と、

ピン止め層の磁気配向を規定する第１の反強磁性層と、

自由層と、

ピン止め層の磁気配向に対してほぼ垂直な磁気配向へと自由層にバイアスをかける第２の反強磁性層と、

第２の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、第２の反強磁性層および自由層に直接接触し、自由層のバイアスを所望のレベルに調整する調整層とを含む、変換器。

20

【請求項１８】

リーダはさらに、自由層に隣接し自由層の主面に沿って位置決めされ、外部の電磁干渉から自由層を遮蔽する１つ以上の側面シールドを含む、請求項１７に記載の変換器。

【請求項１９】

リーダはさらに２つの電極を含み、各々は、層構造の両側に位置決めされ、自由層の主面に対してほぼ垂直な軸に沿って層構造を介して電流を導くよう構成される、請求項１７に記載の変換器。

【請求項２０】

調整層は、自由層および第２の反強磁性層をデカップルしつつ、自由層の磁気モーメントの分散を低減させる、請求項１７に記載の変換器。

30

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【０００１】

発明の詳細な説明

情報および通信システムでは、磁気媒体記憶容量および性能に対する要求が非常に高くなっており、処理されるデータの量が次第に膨大になりつつある。面記録密度が高くなっているため、読出し信号の解読時にノイズから効果的に遮蔽されるより小型でより感度のよい読取素子ヘッドおよび磁気ベースの記憶装置が所望される。

【０００２】

読取素子は、反強磁性（ＡＦＭ：anti-ferromagnetic）層、ピン止め層、スペーサ層および自由層を含み得る。ＡＦＭ層は、ピン止め層の磁化配向を固定する交換－結合磁界を放出する。自由層の磁化配向は、磁気媒体から検出された信号に従って回転する。スペーサ層は、ピン止め層の磁気配向を自由層から隔てる役割を果たす。読取素子が磁気媒体上の磁気ビットを通り過ぎると、ビットの磁気配向により、自由層の磁気配向がずらされる。

40

【０００３】

ピン止め層および自由層の磁化配向が平行である場合、読取素子の電気抵抗が低くなる。ピン止め層および自由層の磁化配向が逆平行である場合、読取素子の電気抵抗が高くなる。センス電流が電極を通して読取素子センサに流れ込み、抵抗の変化がリードバック電圧に影響を及ぼす。結果として、磁気媒体上のビットの配向またはメモリセルに記憶され

50

たビットの検知を、リードバック電圧の変化によって検出することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

読取素子センサ上のノイズ干渉は、エッジ効果に起因するものである。エッジ効果は、側面を読取った結果としてもたらされる可能性があるか、または、読取素子センサの製造中にもたらされる幾何学的特徴である可能性がある。エッジ効果を防止するために、硬質の磁気側面シールドが、読取素子の積層された金属層の各々の側面に配置される。硬質の磁気側面シールドは、自由層をエッジ効果から遮蔽し、平行または逆平行な磁化配向へと自由層にバイアスをかける。磁化のバイアスにより、比較的小さな干渉信号によって読取素子の磁化配向が変化することを防ぎつつ、データビットからの磁界が読取素子の磁化配向に影響を及ぼすことを可能にする。しかしながら、読取素子がますます小型化されているため、実際には、硬質の磁気側面シールドを読取素子の積層された金属層の各々の側面に配置することができない。さらに、硬質の磁気側面シールドと読取素子との境界面もノイズの源になる可能性がある。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

この明細書中において記載および主張される実現例は、磁気層構造を提供する。この磁気層構造は、ピン止め層と、ピン止め層の磁気配向を規定する第1の反強磁性層と、自由層と、ピン止め層の磁気配向に対してほぼ垂直な磁気配向へと自由層にバイアスをかける第2の反強磁性層と、第2の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、これらの第2の反強磁性層および自由層に接触し、自由層のバイアスを所望のレベルに調整する調整層とを含む。

20

【0006】

この明細書中において記載および主張される実現例は、磁気層構造にバイアスをかける方法を提供する。当該方法は、第1の反強磁性層を用いてピン止め層の磁気配向を規定するステップと、第2の反強磁性層を用いて自由層の磁気配向にバイアスをかけるステップとを含み、ピン止め層の規定された磁気配向は、自由層のバイアスがかけられた磁気配向に対してほぼ垂直であり、上記方法はさらに、第2の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、これらの第2の反強磁性層および自由層に接触する調整層を用いて、自由層のバイアスを所望のレベルに調整するステップを含む。

30

【0007】

この明細書中において記載および主張される実現例はまた、リーダを備える磁気ディスクドライブ用の変換器を提供する。当該リーダは、ピン止め層と、ピン止め層の磁気配向を規定する第1の反強磁性層と、自由層と、ピン止め層の磁気配向に対してほぼ垂直な磁気配向へと自由層にバイアスをかける第2の反強磁性層と、第2の反強磁性層と自由層との間に位置決めされ、これらの第2の反強磁性層および自由層に直接接触し、自由層のバイアスを所望のレベルに調整する調整層とを含む。

【0008】

他の実現例もこの明細書中において記載および列挙される。

40

【発明の効果】

【0009】

一実現例においては、ここで開示される技術に従った読取素子により軟磁性側面シールドが可能となり、結果として、硬質の磁気側面が遮蔽された対応する読取素子よりもトラック幅の狭い読取素子が得られる。接合部と永久磁性体との相互作用が排除されるので、軟磁性側面シールドはより狭くされてもよい。さらに、ここで開示される読取素子により、検出分解能が高まり、ノイズ干渉が低下する。これらの利点により、従来の読取素子と比べて、付加的な上部AFM層によってもたらされる漸増的なシールド間間隔の広がり抑制される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】自由層が安定している例示的な磁気構造を示す図である。

【 図 2 】二重 A F M 層および軟磁性側面シールドを備えた例示的な読取素子の空気軸受面を示す図である。

【 図 3 】ここで開示される技術に従って磁気構造を製造するための例示的な工程を示す図である。

【 図 4 】ここで開示される技術に従って磁気層構造にバイアスをかけるための例示的な動作を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

10

図 1 は、自由層が安定している例示的な磁気構造 1 0 0 を示す。第 1 の電気リード線 1 5 8 および第 2 の電気リード線 1 6 0 は、磁気構造 1 0 0 を電源（図示せず）に電氣的に接続し、磁気構造 1 0 0 の層の主面に対して垂直に磁気構造 1 0 0 を介してセンス電流を導く。一実現例においては、磁気構造 1 0 0 は磁気メモリセルとして実現される。

【 0 0 1 2 】

磁気構造 1 0 0 は自由層 1 3 4 およびピン止め層 1 3 8 を含み、これら自由層 1 3 4 とピン止め層 1 3 8 との間には、非磁性で導電性または非導電性のスペーサ層 1 4 4 が介在している。ピン止め層 1 3 8 の極性は底部 A F M 層 1 3 0 によってピン止めされる。底部 A F M 層 1 3 0 は、ピン止め層 1 3 8 の（符号 1 4 6 によって概略的に示される）極性を、図示される磁気構造 1 0 0 に向かう方向であって、図示される磁気構造 1 0 0 に対してほぼ垂直に、かつ、さまざまな磁気構造 1 0 0 の主面に対して平行に（たとえば、負の z 方向に）規定する。

20

【 0 0 1 3 】

上部 A F M 層 1 3 2 は、自由層 1 3 4 の（符号 1 5 0 によって概略的に示される）極性に対して、図示される磁気構造 1 0 0 にほぼ平行に、かつ、さまざまな磁気構造 1 0 0 の層の主面とほぼ平行に（たとえば、x 方向に）バイアスをかける。いくつかの実現例においては、図示される磁気構造 1 0 0 に対して厳密に平行な自由層 1 3 4 の極性バイアスと、さまざまな磁気構造 1 0 0 の層の主面とを整列させることは困難である。一実施例においては、自由層 1 3 4 の極性バイアスは、図示される磁気構造 1 0 0 に対して 1 5 度以内の平行をなし、さまざまな磁気構造 1 0 0 の層の主面に対して 1 5 度以内の平行をなす。範囲が大きければ大きいほど、磁気構造 1 0 0 が十分に機能することも可能となり得る。

30

【 0 0 1 4 】

自由層 1 3 4 の磁気極性が負の z 方向に回転すると、符号 1 4 6 および 1 5 0 がより逆平行になる。これは、第 1 の電気リード線 1 5 8 と第 2 の電気リード線 1 6 0 との間を流れるセンス電流に対する磁気構造 1 0 0 の抵抗が増大していることを示す。逆に、自由層 1 3 4 の磁気極性が正の z 方向に回転すると、符号 1 4 6 および 1 5 0 はより平行になる。これは、第 1 の電気リード線 1 5 8 と第 2 の電気リード線 1 6 0 との間を流れるセンス電流に対する磁気構造 1 0 0 の抵抗が低下していることを示す。

【 0 0 1 5 】

調整層 1 5 2 は、上部 A F M 層 1 3 2 と自由層 1 3 4 との間に位置決めされる。調整層 1 5 2 の厚さは所望のバイアスレベル（すなわち磁気結合）を自由層 1 3 4 にもたらすよう調整または最適化される。言い換えれば、自由層 1 3 4 のバイアスレベルは、調整層 1 5 2 の材料および / または厚さを選択することによって所望のレベルに調整される。たとえば、特に薄い調整層 1 5 2 により、上部 A F M 層 1 3 2 と自由層 1 3 4 とがともに近接して配置されることとなり、こうして、自由層 1 3 4 上の上部 A F M 層 1 3 2 からの極性バイアスが特に強く（または堅固に）なるだろう。逆に、特に厚い調整層 1 5 2 であれば、上部 A F M 層 1 3 2 と自由層 1 3 4 とがともに近接して配置されず、このため、自由層 1 3 4 上の上部 A F M 層 1 3 2 からの極性バイアスがそれほど強く（またはより柔軟性のあるものに）ならない。バイアスレベルの強さは、磁気構造 1 0 0 が十分に安定した状態で維持されることを可能にしつつ、磁気構造 1 0 0 の所望の感度が得られるよう選択され

40

50

る。言い換えれば、調整層 1 5 2 は、上部 A F M 層 1 3 2 から自由層 1 3 4 をデカップルし、自由層の磁気モーメントの分散を減らす。

【 0 0 1 6 】

スペーサ層のない実現例と比較すると、磁気構造 1 0 0 に調整層 1 5 2 を組込むことにより、上部 A F M 層 1 3 2 の高いピン止め磁界強度を維持することを可能にしつつ、ピン止め磁界の分散を低減させる。さらに、調整層 1 5 2 は、上部 A F M 層 1 3 2 のピン止め磁界の保磁力を低下させる。保磁力が低いことは、上部 A F M 層 1 3 2 の極性に対する外部の温度信号および / または磁気信号の影響を低減させるのに望ましい。調整層 1 5 2 の材料や厚さが異なることにより、ピン止め磁界強度、ピン止め磁界の分散および調整層 1 5 2 の保磁力に影響が及ぼされる。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 は、二重 A F M 層 2 3 0、2 3 2 および軟磁性側面シールド 2 2 2 を備えた例示的な読取素子 2 0 0 の空気軸受面を示す。読取素子 2 0 0 は、読取素子 2 0 0 の空気軸受面 (A B S : air bearing surface) において上向きにされた磁気媒体から見た図として示される。読取素子 2 0 0 は、第 1 および第 2 の電気リード層としても機能する第 1 のシールド 2 1 6 と第 2 のシールド 2 1 8 との間に位置する。第 1 のシールド 2 1 6 および第 2 のシールド 2 1 8 は、読取素子 2 0 0 の層の主面に対して垂直に読取素子 2 0 0 を通るようセンス電流を導く。読取素子 2 0 0 は、この実現例においては、ともに積層された第 1 の自由層 2 3 4 および第 2 の自由層 2 3 6 を含む。他の実現例においては、1 つの自由層またはともに積層された 3 つ以上の自由層しか存在しない。

20

【 0 0 1 8 】

読取素子 2 0 0 はまた、ピン止め層積層構造を含み、このピン止め層積層構造は、第 1 のピン止め層 2 3 8、第 2 のピン止め層 2 4 0、および、ピン止め層 2 3 8 と 2 4 0 との間の中間層 2 4 2 を含む。中間層 2 4 2 は、2 つのピン止め層 2 3 8 および 2 4 0 と界面をなす非磁性で導電性の逆平行結合 (A P C : anti-parallel coupling) である。いくつかの実現例においては、層 2 3 8、2 4 0、2 4 2 がともに合成反強磁性体 (S A F : synthetic anti-ferromagnet) を形成する。非磁性の導電性または非導電性スペーサまたはバリア層 2 4 4 は、自由層積層構造 2 3 4、2 3 6 とピン止め層積層構造との間に位置する。

【 0 0 1 9 】

ピン止め層 2 3 8 および 2 4 0 の極性は底部 A F M 層 2 3 0 によってピン止めされる。底部 A F M 層 2 3 0 は、図示される A B S に向かう方向であって図示される A B S の面に対してほぼ垂直に、かつ、さまざまな読取素子 2 0 0 の層の主面に対して平行に (たとえば、負の z 方向) に、ピン止め層 2 3 8 の (符号 2 4 6 によって概略的に示される) 極性を規定する。A F M 層 2 3 2 の (符号 2 4 8 によって概略的に示される) 極性は、中間層 2 4 2 によってもたらされるピン止め層 2 3 8 と 2 4 0 との間の強固な逆平行結合によって極性 2 4 6 に対して逆平行 (たとえば z 方向に) 向けられる。別の実現例においては、ピン止め層 2 3 8 の極性は図示される A B S とは反対の方向に向けられ、A F M 層 2 3 2 の極性は図示される A B S の方向に向けられる。さらに別の実現例においては、ピン止め層 2 3 8 および 2 4 0 の極性は、図示される A B S 面に対して平行である。

30

40

【 0 0 2 0 】

上部 A F M 層 2 3 2 は、積層された自由層 2 3 4、2 3 6 の (符号 2 5 0 によって概略的に示される) 極性に対して、図示される A B S に対してほぼ平行に、かつ、さまざまな読取素子 2 0 0 の層の主面に対してほぼ平行に (たとえば、 x 方向に)、バイアスをかける。いくつかの実現例においては、図示される A B S に対して厳密に平行な積層された自由層 2 3 4 および 2 3 6 の極性バイアスとさまざまな読取素子 2 0 0 の層の主面とを整列させることは困難である。一実施例においては、積層された自由層 2 3 4 および 2 3 6 の極性バイアスは、図示される A B S に対して 1 5 度以内の平行をなし、さまざまな読取素子 2 0 0 の層の主面に対して 1 5 度以内の平行をなす。範囲が大きければ大きいほど、読取素子 2 0 0 が十分に機能することも可能となり得る。

50

【0021】

磁気媒体からの磁界信号により、積層された自由層234および236の磁気極性が図示されるABS内へと（たとえば負のz方向に）回転させられると、符号248および250はより逆平行になる。これは、第1のシールド216と第2のシールド218との間を通るセンス電流に対する読取素子200の抵抗が増大していることを示す。逆に、磁気媒体からの磁界信号により、積層された自由層234および235の磁気極性が図示されるABSから外へ（たとえばz方向に）回転させられると、符号248および250はより平行になる。これは、第1のシールド216と第2のシールド218との間を通るセンス電流に対する読取素子200の抵抗が低下していることを示す。

【0022】

調整層252は、上部AFM層232と自由層234、236との間に位置決めされる。調整層252の厚さは、自由層234および236に所望のバイアスレベル（すなわち磁気結合）をもたらすよう調整または最適化される。言い換えれば、自由層234および236のバイアスレベルは、調整層252の材料および/または厚さを選択することによって、所望のレベルに調整される。たとえば、特に薄い調整層252により、上部AFM層232と自由層234、236とがともに近接して配置されることとなり、こうして、自由層234および236上の上部AFM層232からの極性バイアスが特に強く（または堅固に）なるだろう。逆に、特に厚い調整層252であれば、上部AFM層232と自由層234および236とがともに近接して配置されず、このため、自由層234および236上の上部AFM層232からの極性バイアスがそれほど強く（またはより柔軟性のあるものに）ならない。バイアスレベルの強さは、読取素子200が十分に安定した状態で維持されることを可能にしつつ、読取素子200の所望の感度を得られるよう選択される。

【0023】

AFMキャップ254をAFM層232上に配置して、腐食および後続の処理ステップからAFM層232を保護する。いくつかの実現例においては、付加的なシード層がAFM層232と第2のシールド218との間に配置されて、第2のシールド218が適用された読取素子200が準備される。たとえば、シード層は、読取素子200に第2のシールド218を配置するめっき工程を受容するよう適合される。

【0024】

スペーサ層のない実現例と比較すると、読取素子200に調整層252を組込むことにより、上部AFM層232の高いピン止め磁界強度を維持することを可能にしつつ、ピン止め磁界の分散を低減させる。さらに、調整層252は、上部AFM層232のピン止め磁界の保磁力を低下させる。保磁力が低いことは、上部AFM層232の極性に対する外部の温度信号および/または磁気信号の影響を低減させるのに望ましい。調整層252の材料や厚さが異なることにより、ピン止め磁界強度、ピン止め磁界の分散および調整層252の保磁力に影響が及ぼされる。いくつかの実現例においては、図2に図示のとおり、調整層252が、隣接する上部AFM層232ではなくAFM層の2つの層の間に挟まれる。他の実現例においては、ピン止め磁界の分散を最小限にしつつ、ピン止め磁界強度を最大限にするために複数のスペーサ層（軟磁性および/または非磁性）が存在する。調整層252は、ピン止め磁界の大幅な劣化をもたらすことなく、ピン止め磁界の分散を50%ほども低下させ得る。

【0025】

読取素子200の側面は、非磁性の非導電性充填剤220（たとえばアルミナ）によって囲まれる。さらに、軟磁性側面シールド222を読取素子200の側面上に用いることにより、電磁干渉（たとえば、側面読取の際の問題点および漂遊磁界ノイズ）、主としてx方向の干渉および/またはz方向の干渉が抑制される。軟磁性側面シールド222は、側面シールドキャップ256によって上部シールド218から隔てられ、充填剤220によって底部シールド216から隔てられる。（硬質の磁性側面シールドとは逆に）軟磁性の側面シールド222を用いることにより、上述のとおり、読取素子200およびシール

10

20

30

40

50

ド 2 1 6、2 1 8 の厚さをまとめて 1 0 0 n m 以下にすることが可能となる。一実現例においては、側面シールド 2 2 2 は N i F e である。他の実現例においては、側面シールド 2 2 2 は非磁性である。さらに他の実現例においては、側面シールド 2 2 2、上部シールド 2 1 8 および底部シールド 2 1 6 は、同じ軟磁性材料から作られている。さらに他の実現例においては、シールド 2 2 2、上部シールド 2 1 8 および底部シールド 2 1 6 は非磁性材料から作られている。

【 0 0 2 6 】

ここで開示される技術の一実現例は以下の材料および厚さを利用している。底部 A F M 層 2 3 0 は、I r M n および / または P t M n で作られていてもよく、3 0 ~ 2 5 0 オングストローム () の厚さを有していてもよい。ピン止め層 2 3 8 および 2 4 0 の各々はまた、C o P t、C o P t C r、F e P t、C o P t C r T a などの高い保磁力材料でできていてもよく、ならびに / または、C o P t、C o P t C r、F e P t および / もしくは C o P t C r T a に由来するさまざまな材料でできていてもよく、2 0 ~ 1 5 0 Å の厚さを有していてもよい。他の実現例においては、ピン止め層 2 3 8 および 2 4 0 の各々は、C o F e、C o N i F e および / または C o F e B などの低保磁力材料で作られていてもよい。中間層 2 4 2 は、クロム、ルテニウムおよび / またはロジウムで作られていてもよく、最大で 1 0 Å までの厚さを有していてもよい。いくつかの実現例においては、中間層 2 4 2 は存在しない。スペーサ層 2 4 4 は酸化チタン、アルミナ、酸化マグネシウムおよび / または導電性材料 (たとえば、銅または銅合金) で作られていてもよく、最大で 3 0 Å までの厚さを有していてもよい。

10

20

【 0 0 2 7 】

自由層 2 3 4 および 2 3 6 は、N i F e および / または C o F e で作られていてもよく、2 0 ~ 5 0 Å の厚さを有していてもよい。調整層 2 5 2 は、クロム、ルテニウム、タンタルおよび / またはロジウムで作られていてもよく、最大で 1 0 Å までの厚さを有していてもよい。いくつかの実現例においては、調整層 2 5 2 は存在しない。上部 A F M 層 2 3 2 は、I r M n および / または P t M n で作られていてもよく、3 0 ~ 1 0 0 Å の厚さを有していてもよい。A F M キャップ 2 5 4 はクロム、ルテニウムおよび / またはロジウムで作られていてもよく、最大で 5 0 Å までの厚さを有していてもよい。いくつかの実現例においては、A F M キャップ 2 5 4 は存在しない。軟磁性側面シールド 2 2 2 は N i F e 合金で作られていてもよく、5 0 ~ 2 0 0 Å の厚さを有していてもよい。側面シールドキャップ 2 5 6 は、クロム、ルテニウムおよび / またはロジウムで作られていてもよく、最大で 1 0 0 Å までの厚さを有していてもよい。いくつかの実現例においては、側面シールドキャップ 2 5 6 は存在しない。第 1 のシールド 2 1 6 および第 2 のシールド 2 1 8 の各々は、N i F e 合金で作られていてもよく、1 ~ 2 ミクロンの厚さを有していてもよい。

30

【 0 0 2 8 】

さまざまな実現例においては、ここで開示される技術は、高密度で垂直な媒体、ディスクリットトラック記録 (D T R : discrete track recording) および / またはビットパターン化媒体 (B P M : bit patterned media) に適用可能である。さらに、ここで開示される技術は、少なくとも 2 0 0 ~ 2 5 0 °C までの熱的信頼性の実現可能である。

40

【 0 0 2 9 】

図 3 は、ここで開示される技術に従って読取素子を製造するための例示的な工程 3 0 0 を示す。堆積工程 3 1 0 においては、底部シールド、シード A F M 層、第 1 のピン止め層、中間層、第 2 のピン止め層、スペーサ層および自由層が、従来の変換器処理技術を用いて、順次、半導体ウェハ (たとえば A l T i C ウェハ) 上に堆積される。第 2 の堆積工程 3 1 5 においては、調整層が読取素子の自由層上に堆積される。多くの実現例においては、第 2 の堆積工程 3 1 5 は、2 0 0 °C から 4 0 0 °C の温度で行なわれる。

【 0 0 3 0 】

第 3 の堆積工程 3 2 0 においては、第 2 の A F M 層および A F M キャッピング層が、順次、調整層上に堆積される。堆積中の基板温度および第 2 の A F M の厚さにより、自由層におけるバイアスが制御される。一実現例においては、自由層の第 2 の A F M ピン止めの

50

目的は、第1のAFMピン止め方向に対して垂直な方向に250～800 Oeのオーダで自由層のバイアスを設定することである。さらに、調整層の厚さはまた、自由層におけるピン止めに影響を及ぼす。自由層およびAFM層の厚さ、ならびに堆積中の基板温度がまた、読取素子に対する熱的安定性、繰返精度およびバイアスを維持するよう最適化される。

【0031】

読取素子規定工程325においては、フォトリソグラフィおよびイオンビームエッチング処理により、所望の読出しトラック幅に対するリーダの幾何学的形態が設定される。さらに、アルミナ材料が、上述の層のうち露出した側面上にわたって堆積される。アルミナ材料は、上述の層（たとえば、第4の堆積工程330において堆積される隣接する軟磁性材料）と同一平面の方向への送電からこの上述の層を電氣的に絶縁する。結果として、アルミナ材料により、上部シールドと底部シールドとの間の電気伝導が容易になり、読取素子工程を効率的にすることができる。

10

【0032】

第4の堆積工程330においては、軟磁性材料がアルミナ材料に隣接して堆積される。軟磁性材料は、外部の磁気干渉から自由層を磁氣的に遮蔽する役割を果たす。一実現例においては、軟磁性材料は、少なくとも自由層、調整層および第2のAFM層と同一平面上にある。軟磁性材料はまた、シードAFM層、第1のピン止め層、中間層、第2のピン止め層、スペーサ層およびAFMキャッピング層のうち1つ以上と同一平面上にあってもよい。いくつかの実現例においては、付加的なキャッピング層が軟磁性材料上にわたって施される。キャッピング層は、堆積後、規定プロセスを通じて上部の交換バイアス整合性を維持するのに十分な厚さを有する。

20

【0033】

第5の堆積工程335においては、シード層および上部シールドがAFMキャッピング層上に堆積される。アニール工程340においては、AFM層がAFM層の磁気配向を設定するようアニールされる。多くの実現例においては、第2のAFM層の磁気配向が、上述の層のうち1つ以上の層と同一平面をなす方向で、第1のAFM層の磁気配向に対して垂直に設定される。いくつかの実現例においては、アニール工程340が、摂氏215～235度の温度で1～5 kGaussで実行される。工程時には、底部シールドと上部シールドとの間に電気が流される。自由層の極性は磁気ビットに近づくにつれて変化する。自由層の極性が変化すると、上述の層構造の全体的な抵抗が変化する。上述の層に対して垂直な方向に流れる電流の抵抗が変化すると、底部シールドと上部シールドとの間の電圧差に影響が及ぼされる。結果として、電圧差の変化を用いて、磁気ビットの存在および/または配向を検出する。上述の積層の堆積が完了した後、変換器の従来通りの処理を変更することなく、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工程を引続き行なってもよい。

30

【0034】

図4は、ここで開示される技術に従って磁気層構造にバイアスをかけるための例示的な工程400を示す。規定工程410では、磁気層構造における第1の反強磁性層を用いて、ピン止め層の磁気配向を規定する。バイアス工程415では、磁気層構造における第2の反強磁性層を用いて、自由層の磁気配向に対して、工程410において規定されたピン止め層の磁気配向に垂直な方向へとバイアスをかける。

40

【0035】

調整工程420では、調整層を用いて、自由層の磁気配向を所望のレベルに調整する。調整工程420では、ノイズ干渉の低下と磁気層構造内の検出分解能とのバランスが取られる。少なくとも調整層の材料組成および厚さが、工程420における調整量に影響を及ぼす。任意のデカップル工程425では、自由層と第2の反強磁性層とが互いからデカップルされる。一実現例においては、自由層と第2の反強磁性層との間に位置決めされたスペーサ層により、工程425のデカップルがもたらされる。任意の遮蔽工程430では、外部干渉から自由層を遮蔽する。一実現例においては、自由層に隣接し当該自由層の主面に沿って配置された1つ以上の側面シールドにより、工程430の遮蔽がもたらされる。

50

【 0 0 3 6 】

上述の明細書、例およびデータは、本発明の具体的な実施例の構造および使用を包括的に説明するものである。本発明の精神および範囲から逸脱することなく本発明の多くの実施例が実現可能であるので、本発明は添付の特許請求の範囲に属している。さらに、さまざまな実施例の構造的特徴は、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、さらに別の実施例において組合わされてもよい。

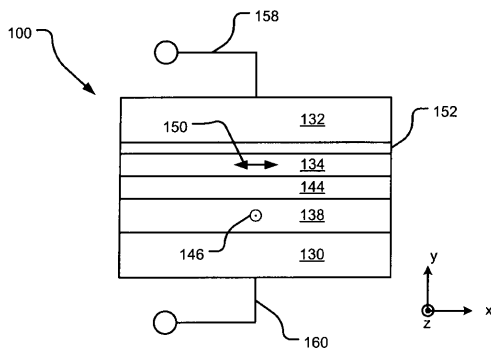
【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

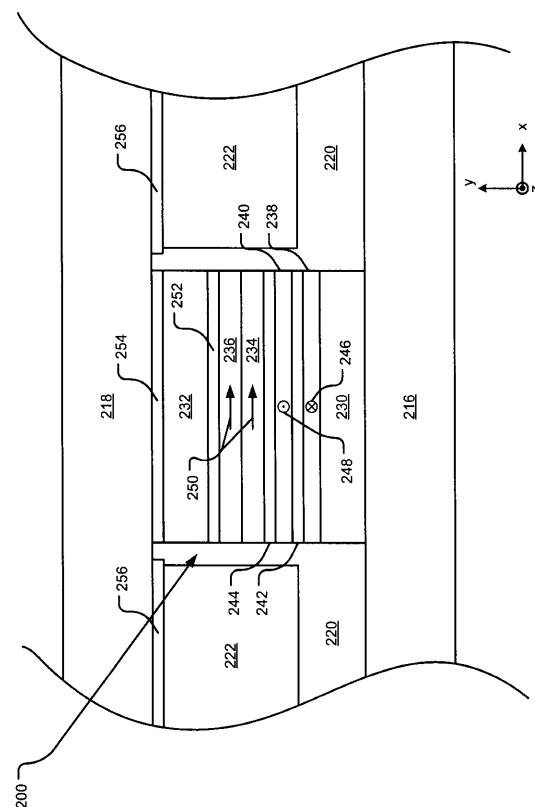
1 0 0 磁気構造、1 3 0 底部 A F M 層、1 3 2 上部 A F M 層、1 3 4 自由層、
1 3 8 ピン止め層、1 4 4 スペース層、1 5 2 調整層。

10

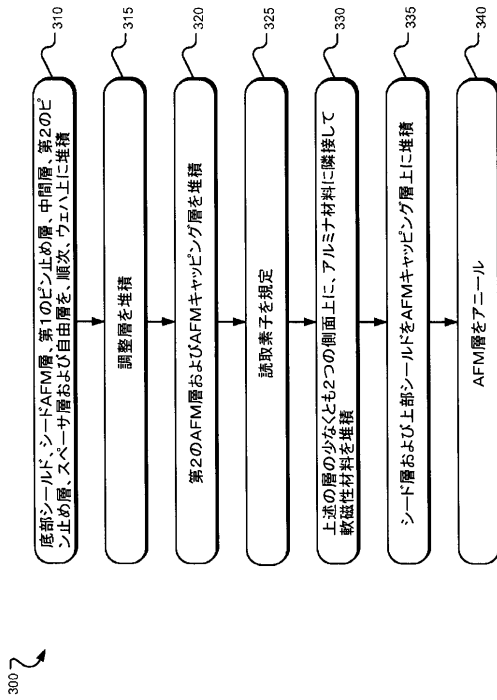
【 図 1 】



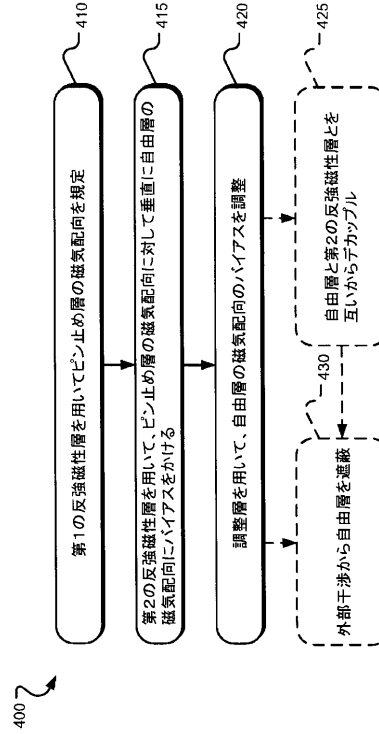
【 図 2 】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D034 BA02 BA04 BB08
5F092 AA05 AB03 AC08 AC12 AD03 BB17 BB22 BB23 BB31 BB34
BB35 BB36 BB42 BB65 BB71 BB81 BB90 BC04 BC07

【外国語明細書】
2012134481000001.pdf