

(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.

H01L 43/08 (2006.01)  
G11B 5/39 (2006.01)

F 1

H01L 43/08  
H01L 43/08  
G11B 5/39

B

Z

テーマコード(参考)

5D034  
5FO92

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)  
 (22) 出願日 平成23年12月8日 (2011.12.8)  
 (31) 優先権主張番号 12/972,182  
 (32) 優先日 平成22年12月17日 (2010.12.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 500373758  
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー  
 アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ・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・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・ブレイン、マーシュ・ポイント・ウェスト、3780

最終頁に続く

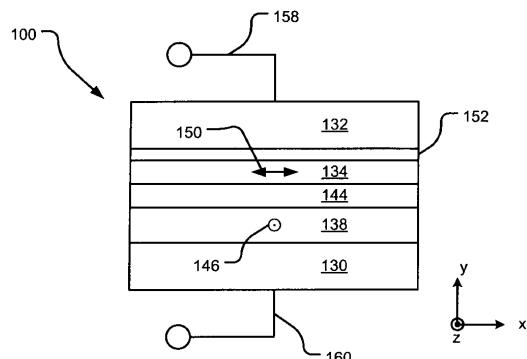
(54) 【発明の名称】磁気層構造、磁気層構造にバイアスをかける方法、および変換器

## (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はほぼ垂直な磁気配向へと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。

【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気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、読み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250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】**

10

20

30

40

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いるため、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、読み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み取り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】

読み取り素子は、反強磁性(AM:anti-ferromagnetic)層、ピン止め層、スペーサ層および自由層を含み得る。AM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。読み取り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、読み取り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、読み取り素子の電気抵抗が高くなる。センス電流が電極を通って読み取り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】

読み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、側面を読み取った結果としてもたらされる可能性があるか、または、読み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、読み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み取素子の磁化配向が変化するのを防ぎつつ、データビットからの磁界が読み取素子の磁化配向に影響を及ぼすことを可能とする。しかしながら、読み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み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み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】

40

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。

【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み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み取素子よりもトラック幅の狭い読み取素子が得られる。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み取素子により、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、従来の読み取素子と比べて、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隔の広がりが抑制される。

【図面の簡単な説明】

50

## 【0010】

【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AFM層および軟磁性側面シールドを備えた例示的な読み取り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】

## 【0011】

10

図1は、自由層が安定している例示的な磁気構造100を示す。第1の電気リード線158および第2の電気リード線160は、磁気構造100を電源(図示せず)に電気的に接続し、磁気構造100の層の正面に対して垂直に磁気構造100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100は磁気メモリセルとして実現される。

## 【0012】

20

磁気構造100は自由層134およびピン止め層138を含み、これら自由層134とピン止め層138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144が介在している。ピン止め層138の極性は底部AFM層130によってピン止めされる。底部AFM層130は、ピン止め層138の(符号146によって概略的に示される)極性を、図示される磁気構造100に向かう方向であって、図示される磁気構造100に対してほぼ垂直に、かつ、さまざまな磁気構造100の正面に対して平行に(たとえば、負のz方向に)規定する。

## 【0013】

30

上部AFM層132は、自由層134の(符号150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100にほぼ平行に、かつ、さまざまな磁気構造100の層の正面とほぼ平行に(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100に対して厳密に平行な自由層134の極性バイアスと、さまざまな磁気構造100の層の正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134の極性バイアスは、図示される磁気構造100に対して15度以内の平行をなし、さまざまな磁気構造100の層の正面に対して15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100が十分に機能することも可能となり得る。

## 【0014】

30

自由層134の磁気極性が負のz方向に回転すると、符号146および150がより逆平行になる。これは、第1の電気リード線158と第2の電気リード線160との間を流れるセンス電流に対する磁気構造100の抵抗が増大していることを示す。逆に、自由層134の磁気極性が正のz方向に回転すると、符号146および150はより平行になる。これは、第1の電気リード線158と第2の電気リード線160との間を流れるセンス電流に対する磁気構造100の抵抗が低下していることを示す。

## 【0015】

40

調整層152は、上部AFM層132と自由層134との間に位置決めされる。調整層152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134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134のバイアスレベルは、調整層152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152により、上部AFM層132と自由層134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134上の上部AFM層132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152であれば、上部AFM層132と自由層134とがともに近接して配置されず、このため、自由層134上の上部AFM層132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100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100の所望の感度が得られるよう選択され

50

る。言いかえれば、調整層 152 は、上部 A FM 層 132 から自由層 134 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。

【0016】

スペーサ層のない実現例と比較すると、磁気構造 100 に調整層 152 を組込むことにより、上部 A FM 層 132 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 152 は、上部 A FM 層 132 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 FM 層 132 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 152 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 152 の保磁力に影響が及ぼされる。

10

【0017】

図 2 は、二重 A FM 層 230、232 および軟磁性側面シールド 222 を備えた例示的な読み取り素子 200 の空気軸受面を示す。読み取り素子 200 は、読み取り素子 200 の空気軸受面 (ABS : 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。読み取り素子 200 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 216 と第 2 のシールド 218 との間に位置する。第 1 のシールド 216 および第 2 のシールド 218 は、読み取り素子 200 の層の主面に対して垂直に読み取り素子 200 を通るようセンス電流を導く。読み取り素子 200 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 234 および第 2 の自由層 236 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

【0018】

読み取り素子 200 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 238、第 2 のピン止め層 240、および、ピン止め層 238 と 240 との間の中間層 242 を含む。中間層 242 は、2 つのピン止め層 238 および 240 と界面をなす非磁性で導電性の逆平行結合 (APC : anti-parallel coupling) である。いくつかの実現例においては、層 238、240、242 がともに合成反強磁性体 (SAF : 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ヤ層 244 は、自由層積層構造 234、236 とピン止め層積層構造との間に位置する。

30

【0019】

ピン止め層 238 および 240 の極性は底部 A FM 層 230 によってピン止めされる。底部 A FM 層 230 は、図示される ABS に向かう方向であって図示される ABS の面に対してほぼ垂直に、かつ、さまざまな読み取り素子 200 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 238 の（符号 246 によって概略的に示される）極性を規定する。A FM 層 232 の（符号 248 によって概略的に示される）極性は、中間層 242 によってもたらされるピン止め層 238 と 240 との間の強固な逆平行結合によって極性 246 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 238 の極性は図示される ABS とは反対の方向に向けられ、A FM 層 232 の極性は図示される ABS 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 238 および 240 の極性は、図示される ABS 面に対して平行である。

40

【0020】

上部 A FM 層 232 は、積層された自由層 234、236 の（符号 250 によって概略的に示される）極性に対して、図示される ABS に対してほぼ平行に、かつ、さまざまな読み取り素子 200 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 ABS に対して厳密に平行な積層された自由層 234 および 236 の極性バイアスとさまざまな読み取り素子 200 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 234 および 236 の極性バイアスは、図示される ABS に対して 15 度以内の平行をなし、さまざまな読み取り素子 200 の層の主面に対して 15 度以内の平行をなす。範囲が大きければ大きいほど、読み取り素子 200 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み取り素子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み取り素子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。言いかえれば、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、読み取り素子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、読み取り素子200の所望の感度が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が適用された読み取り素子200が準備される。たとえば、シード層は、読み取り素子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、読み取り素子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】

読み取り素子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を読み取り素子200の側面上に用いることにより、電磁干渉(たとえば、側面読み取り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、読み取り素子200およびシール

10

20

30

40

50

ド216、218の厚さをまとめて100nm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222はNiFeである。他の実現例においては、側面シールド222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222、上部シールド218および底部シールド216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222、上部シールド218および底部シールド216は非磁性材料から作られている。

#### 【0026】

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AFM層230は、IrMnおよび/またはPtMnで作られていてもよく、30~250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238および240の各々はまた、CoPt、CoPtCr、FePt、CoPtCrTaなどの高い保磁力材料でできいてもよく、ならびに/または、CoPt、CoPtCr、FePtおよび/もしくはCoPtCrTaに由来するさまざまな材料でできいてもよく、20~150Å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238および240の各々は、CoFe、CoNiFeおよび/またはCoFeBなどの低保磁力材料で作られていてもよい。中間層242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10Å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242は存在しない。スペーサ層244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30Åまでの厚さを有していてもよい。

10

20

30

#### 【0027】

自由層234および236は、NiFeおよび/またはCoFeで作られていてもよく、20~50Åの厚さを有していてもよい。調整層252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10Å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252は存在しない。上部AFM層232は、IrMnおよび/またはPtMnで作られていてもよく、30~100Åの厚さを有していてもよい。AFMキャップ254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50Å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、AFMキャップ254は存在しない。軟磁性側面シールド222はNiFe合金で作られていてもよく、50~200Åの厚さを有していてもよい。側面シールドキャップ256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100Å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256は存在しない。第1のシールド216および第2のシールド218の各々は、NiFe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。

#### 【0028】

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、ディスクリートトラック記録(DTR:discrete track recording)および/またはビットパターン化媒体(BPM: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200~250までの熱的信頼性が実現可能である。

40

#### 【0029】

図3は、ここで開示される技術に従って読み取素子を製造するための例示的な工程300を示す。堆積工程310においては、底部シールド、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AlTiCウェハ)上に堆積される。第2の堆積工程315においては、調整層が読み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315は、20から400の温度で行なわれる。

#### 【0030】

第3の堆積工程320においては、第2のAFM層およびAFM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AFM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AFM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250～8000e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、読み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】

読み取素子規定工程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ティング処理により、所望の読み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気的に絶縁する。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、読み取素子工程を効率的にすることができます。

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気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1～5kGauss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ティング工程を引き続行なってよい。

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

## 【0036】

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。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。

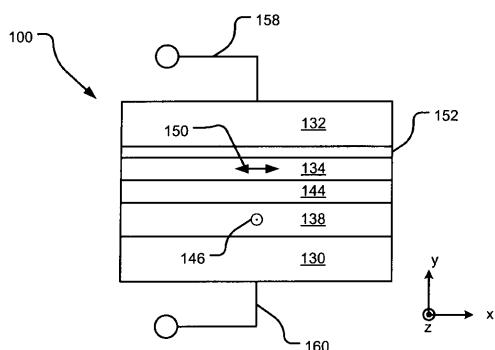
## 【符号の説明】

## 【0037】

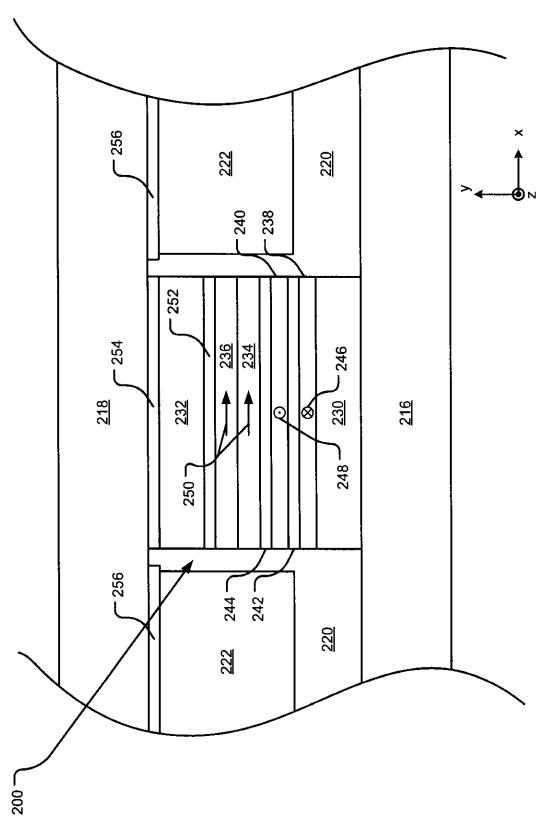
100 磁気構造、130 底部AFM層、132 上部AFM層、134 自由層、  
138 ピン止め層、144 スペーサ層、152 調整層。

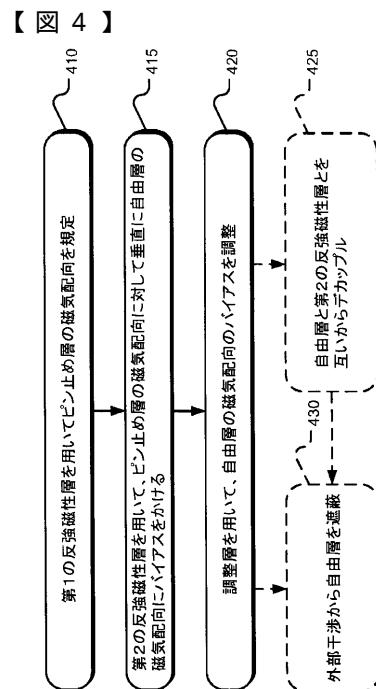
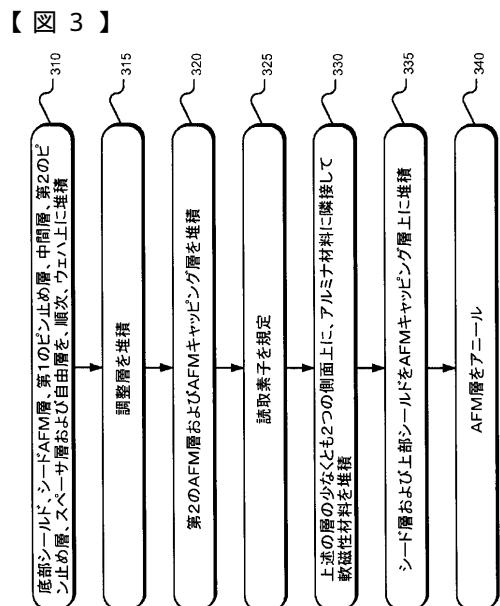
10

【図1】



【図2】





---

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

【外國語明細書】

2012134481000001.pdf