

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5625012号  
(P5625012)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 5/39 (2006.01)  
H 01 L 43/08 (2006.01)  
G 01 R 33/09 (2006.01)G 11 B 5/39  
H 01 L 43/08  
G 01 R 33/06Z  
R

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-91964 (P2012-91964)  
 (22) 出願日 平成24年4月13日 (2012.4.13)  
 (65) 公開番号 特開2012-230751 (P2012-230751A)  
 (43) 公開日 平成24年11月22日 (2012.11.22)  
 審査請求日 平成24年12月18日 (2012.12.18)  
 (31) 優先権主張番号 13/093, 365  
 (32) 優先日 平成23年4月25日 (2011.4.25)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 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・ブールバード、10200  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 ディミタール・ブイ・ディミトロフ  
 アメリカ合衆国、55439 ミネソタ州、エディナ、ウェスト・シックスティエイト・ストリート、5709  
 (72) 発明者 ソン・ダイアン  
 アメリカ合衆国、55347 ミネソタ州、エデン・プレーリー、レノックス・サークル、17560

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気抵抗センサおよび装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

磁気抵抗センサであって、  
 浮上面(A B S)に沿って上部電極と下部電極との間に配置された磁気反応性スタックと、  
 前記磁気反応性スタックと前記下部電極との間の、前記浮上面から所定距離離れた領域に位置する第1の多層絶縁構造とを備え、

前記第1の多層絶縁構造は、第1の電気絶縁層および第1の非磁性導電層を含み、  
 前記第1の非磁性導電層は、その一方の主面が前記磁気反応性スタックと接触し、  
 前記第1の電気絶縁層は、

前記第1の非磁性導電層の他方の主面と前記下部電極との間に介在する部分と、  
 前記第1の非磁性導電層の側端を覆うとともに前記磁気反応性スタックと接触する第1の絶縁側壁とを有する、磁気抵抗センサ。

## 【請求項 2】

前記上部電極と前記磁気反応性スタックとの間の、前記浮上面から所定距離離れた領域に位置する第2の電気絶縁層をさらに備える、請求項1に記載の磁気抵抗センサ。

## 【請求項 3】

前記第2の電気絶縁層は、前記第2の電気絶縁層と第2の非磁性導電層とを含む第2の多層絶縁構造の一部であり、

前記第2の非磁性導電層は、その一方の主面が前記磁気反応性スタックと接触し、

10

20

前記第2の電気絶縁層は、

前記第2の非磁性導電層の他方の主面と前記上部電極との間に介在する部分と、

前記第2の非磁性導電層の側端を覆うとともに前記磁気反応性スタックと接触する第2の絶縁側壁とを有する、請求項2に記載の磁気抵抗センサ。

**【請求項4】**

前記下部電極および第1の上部非磁性導電層は、同様の化学機械研磨速度を有する、請求項1に記載の磁気抵抗センサ。

**【請求項5】**

前記第1の非磁性導電層は、Ru、Ta、Cr、およびNiCrのうち1つを含む、請求項1に記載の磁気抵抗センサ。

10

**【請求項6】**

浮上面(ABS)に沿って上部電極と下部電極との間に配置された3層スタックを備え、前記3層スタックは、非磁性層によって隔てられた第1の自由層および第2の自由層を含み、さらに、

前記浮上面(ABS)の遠位において前記3層スタックの後端に隣接するバックバイアス磁石と、

前記3層スタックおよび前記下部電極のそれぞれの、前記浮上面から所定距離離れた領域に接触する第1の多層絶縁積層と、を備える装置であって、

前記第1の多層絶縁積層は、第1の電気絶縁層および第1の非磁性導電層を含み、

前記第1の非磁性導電層は、その一方の主面が前記3層スタックと接触し、前記第1の電気絶縁層は、前記第1の非磁性導電層の他方の主面と前記下部電極との間に介在する部分と、前記第1の非磁性導電層の側端を覆うとともに前記3層スタックと接触する第1の絶縁側壁とを有する、装置。

20

**【請求項7】**

前記下部電極および前記第1の非磁性導電層は、同様の化学機械研磨速度を有する、請求項6に記載の装置。

**【請求項8】**

前記上部電極および前記3層スタックのそれぞれの、前記浮上面から所定距離離れた領域に接触する第2の電気絶縁層をさらに備える、請求項6または7に記載の装置。

30

**【請求項9】**

前記第2の電気絶縁層は、第2の非磁性導電層を有する第2の多層絶縁積層の一部であり、

前記第2の非磁性導電層は、その一方の主面が前記3層スタックと接触し、

前記第2の電気絶縁層は、

前記第2の非磁性導電層の他方の主面と前記上部電極との間に介在する部分と、

前記第2の非磁性導電層の側端を覆うとともに前記3層スタックと接触する第2の絶縁側壁とを有する、請求項8に記載の装置。

**【請求項10】**

前記3層スタックの前記第1および第2の自由層のそれぞれの磁化の配向は、互いに垂直であり、浮上面に対して45度である、請求項6～9のいずれか1項に記載の装置。

40

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、上部電極と下部電極との間に磁気反応性スタックが配置された磁気抵抗センサ、および、浮上面(ABS)に沿って上部電極と下部電極との間に3層スタックが配置された装置に関するものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

以下、本発明に関連する背景技術として、本願よりも先に、本願と同一出願人により出願された特願2011-59180号(特開2011-198456号公報)に開示の発

50

明（以下「先願発明」という）について説明する。

【0003】

シールドとシールドとの間隔の減少は、2つの自由層を有する3層読取機の使用によって実現することができる。3層構造では、磁化がハサミ状の配向である2つの自由層を用いて媒体の磁束を検出する。合成反強磁性（S AF）および反強磁性（AFM）層は不要であり、自由層のバイアスは、自由層双方の端部が浮上面（air bearing surface）にあるときの、後端の永久磁石と減磁界との組合せから生じる。PMは、ABS面よりも奥にあるので、PM材料特性およびバイアス磁界を犠牲にすることなくシールドとシールドの間隔をより小さくする機能は妨げられない。ストライプ高さおよび後端の磁気バイアスが小さい3層読取機は、高い読出信号を有するが、磁気的には不安定でプロセス変動の影響を非常に受けやすい。10

【0004】

図1は、磁気読取／書込ヘッド10の浮上面（ABS）に垂直な面に沿う、磁気読取／書込ヘッド10および磁気ディスク12の概略断面図である。磁気読取／書込ヘッド10の浮上面ABSは、磁気ディスク12のディスク面16に対向する。磁気ディスク12は、磁気読取／書込ヘッド10に対して、矢印Aで示す方向に移動または回転する。好ましくは、浮上面ABSとディスク面16との間隔は、磁気読取／書込ヘッド10と磁気ディスク12との接触を回避しつつ最小にされる。

【0005】

磁気読取／書込ヘッド10の書込部分は、上部極18と、絶縁体20と、導電コイル22と、下部極／上部シールド24とを含む。導電コイル22は、上部極18と上部シールド24との間の適所に絶縁体20を利用して保持される。導電コイル22は、図1では2層のコイルとして示されているが、磁気読取／書込ヘッド設計の分野では周知のように、任意の数の層のコイルで形成してもよい。20

【0006】

磁気読取／書込ヘッド10の読取部分は、下部極／上部シールド24と、下部シールド28と、磁気抵抗（MR）スタック30とを含む。MRスタック30は、下部極24および下部シールド28それぞれの終端の間に位置する。下部極／上部シールド24は、シールドとしての機能と、上部極18と共に使用される共有極としての機能双方を有する。

【0007】

図2は、図1の代表的な磁気読取／書込ヘッド10の浮上面ABSの概略図である。図2は、図1の磁気読取／書込ヘッド10の浮上面ABSに沿って現れる、磁気読取／書込ヘッド10の磁気的に重要な要素の場所を示す。図2において、磁気読取／書込ヘッド10のすべての間隔および絶縁層は、明確にするために省略している。下部シールド28と下部極／上部シールド24との間を離すことによってMRスタック30の場所を設けている。検知電流を、下部極／上部シールド24および下部シールド28を介してMRスタック30を通して流す。図1および図2において検知電流が下部極／上部シールド24および下部シールド28を通して注入されている間、他の構成は、MRスタックを下部極／上部シールド24および下部シールド28から電気的に絶縁し、さらなるリードが検知電流をMRスタック30に与える。検知電流がMRスタック30を通して流れると、読取センサは抵抗応答を示し、結果として出力電圧が変化する。検知電流はMRスタック30の面に対して垂直に流れるので、磁気読取／書込ヘッド10の読取部は、面に垂直に電流を流す（CPP（current perpendicular to plane））タイプの装置である。磁気読取／書込ヘッド10は例示にすぎず、本発明の様々な実施例にしたがい他のCPP構成を使用してもよい。30

【0008】

図3は、3層MRスタック51を含む3層CPP MRセンサ50の一実施例のABSの図を示す。MRスタック51は、金属キャップ層52と、第1の自由層54と、非磁性層56と、第2の自由層58と、金属シード層60とを含む。3層MRスタック51は、下部極／上部シールド24と下部シールド28との間に配置される。4050

## 【0009】

動作時は、検知電流  $I_s$  が 3 層 MR スタック 5 1 の層 5 2 ~ 6 0 の面に対して垂直に流れ、第 1 の自由層 5 4 および第 2 の自由層 5 8 それぞれの磁化方向の間に形成される角度の余弦に比例する抵抗を受ける。次に、3 層 MR スタック 5 1 の両端電圧を測定することにより抵抗の変化を求め、結果として得られる信号を用いて磁気媒体から符号化された情報を復元する。なお、3 層 MR スタック 5 1 構成は例示にすぎず、本発明の様々な実施例にしたがい 3 層 MR スタック 5 1 の他の層構成を使用してもよいことに留意されたい。

## 【0010】

3 層 MR スタック 5 1 における第 1 の自由層 5 4 および第 2 の自由層 5 8 それぞれの磁化の配向は、反平行であり、最初に他の磁界または磁力がない状態では ABS と平行に設定されている。自由層がこのように反平行方向に整列するのは、これら 2 つの自由層の間の静磁場相互作用のためであり、読み取り機の幅 (RW) がストライプ高さ (SH) よりも大きい時に生じる。読み取り機の感度を高めるためには、好ましくは、2 つの自由層の整列が互いに直交する整列で各々が ABS に対して約 45 度の角度をなす。これは、各自由層をバイアスする、3 層 MR スタック 5 1 の後方にあるバックバイアス磁石 (図 3 には示されていない) によって実現される。図 3 の断面 A - A に沿う代表的な CPP MR センサ 5 0 の概略断面図である図 4 は、ABS よりも奥に設けられ下部極 / 上部シールド 2 4 と下部シールド 2 8 との間に位置するバックバイアス磁石 6 2 を示す。ABS の後方の 3 層センサスタック 5 1 の長さは、ストライプ高さ SH であり、以下で示されるように、記載される実施例において重要な変数である。

10

20

## 【0011】

図 3 における断面 B - B に沿う、3 層 CPP MR センサ 5 0 の ABS に対して垂直な概略断面図が図 5 に示される。示されている浮上面 ABS を有する 3 層 MR スタック 5 1 A は、記録媒体 1 2 の上方に配置されている。示されているバックバイアス磁石 6 2 は、浮上面 ABS よりも奥にある 3 層 MR スタック 5 1 A の上方に配置されている。

## 【0012】

3 層 MR スタック 5 1 A の層構造は、3 層 MR スタック 5 1 と同一である。バックバイアス磁石 6 2 の磁化は、矢印 6 3 で示され、浮上面 ABS に向かう下向きの垂直方向である。3 層 MR スタック 5 1 の第 1 の自由層 FL 1 および第 2 の自由層 FL 2 の磁化が、それぞれ矢印 5 3 A および 5 5 A によって概略的に示される。先に述べたように、バックバイアス磁石 6 2 がなければ、磁化 5 3 A および 5 5 A は、ABS に対して平行でかつ互いに反平行となる。バックバイアス磁石 6 2 の存在によって、磁化 5 3 A および 5 5 A は強制的に図示のようなハサミ状の関係にされる。

30

## 【0013】

図 5 A のグラフの曲線 5 7 A は、3 層 MR スタック 5 1 A における、記録媒体 1 2 からの磁界強度  $H_{media}$  を示す。図 5 A に示されるように、センサの磁界強度は、ABS からの距離の関数として指数的に低下する。図 5 に示されるセンサ形状においては、読み取り機の幅 RW は、3 層スタック 5 1 A のストライプ高さ SHA よりも大きい。自由層 FL 1 および FL 2 の磁化 5 3 A および 5 5 A がハサミ状の関係にあるので、結果として感度が増す。なぜなら、これらの磁化はどちらも媒体の磁束  $H_{media}$  に対して自由に反応するからである。しかしながら、製造中のプロセス変動によって生じた小さな変化が、センサ出力の許容できないほど大きな変動を引起す、または、製品歩留まりを許容できないレベルまで低下させることになる磁気的に不安定な部品さえ生じさせる可能性がある。

40

## 【0014】

図 5 に示されるセンサ形状の変形が図 6 に示される。示されているバックバイアス磁石 6 2 は、浮上面 ABS の遠位において、3 層 MR スタック 5 1 B の上方に配置される。3 層 MR スタック 5 1 B の層構造は、3 層 MR スタック 5 1 と同一である。3 層 MR スタック 5 1 B と 3 層 MR スタック 5 1 A の違いは、3 層 MR スタック 5 1 B のストライプ高さ SHB が、3 層 MR スタック 5 1 B の読み取り機幅 RW の 2 倍以上の長さであることである。センサスタック 5 1 A および 5 1 B 双方の読み取り機幅 RW は同一である。バックバイアス磁

50

石 6 2 の磁化は、矢印 6 3 で示され、浮上面 A B S に向かう下向きの垂直方向である。第 1 の自由層 F L 1 および第 2 の自由層 F L 2 の磁化は、それぞれ矢印 5 3 B および 5 5 B で概略的に示される。

【 0 0 1 5 】

3 層 M R スタック 5 1 A の磁化の配向と異なり、3 層 M R スタック 5 1 B の後端における各自由層の磁化は、安定しており、矢印 6 3 で示されるバックバイアス磁石 6 2 の磁化に対して平行である。3 層 M R スタック 5 1 B のストライプ高さが大きいため、矢印 5 3 B および 5 5 B によって示されるように、自由層 F L 1 および F L 2 の磁化は自然に緩和され A B S 近くでは分岐した配向となる。これは、F L 1 と F L 2 との間の静磁相互作用のためである。3 層センサスタック 5 1 B の安定性および堅牢性は、3 層 M R スタック 5 1 A のものをはるかに上回る。しかしながら、高められた安定性にはコストが伴う。ストライプ高さが増した結果、3 層 M R スタック 5 1 B の長さのほとんどは、磁気抵抗検知信号に寄与しない。むしろ、センサスタックの後端が電気的分路として機能することにより、センサ出力が低下する。

【 0 0 1 6 】

強固な安定性および増大した感度を有する 3 層読み取りセンサを提供する、問題の解決策を図 7 ~ 図 10 に示す。

【 0 0 1 7 】

先願発明の一構造例が図 7 において CPP MR センサ 7 0 によって示される。CPP MR センサ 7 0 において、3 層 M R スタック 7 1 のストライプ高さは、図 6 に示される読み取り機の幅 R W の少なくとも 2 倍である。CPP MR センサ 7 0 は、下部極 / 上部シールド 2 4 と下部シールド 2 8 との間に位置付けられた 3 層 M R スタック 7 1 からなり、後部ギャップ磁石 6 2 が、図 4 に示される CPP MR センサ 5 0 におけるように 3 層 M R スタック 5 1 の後方にある。違いは、CPP MR センサ 7 0 では絶縁層 7 2 が 3 層 M R スタック 7 1 と下部シールド 2 8 との間に位置している点である。絶縁層 7 2 が下部シールド 2 8 の後端から A B S に近いある距離のところまで延びることにより、下部シールド 2 8 から 3 層 M R スタック 7 1 を通って下部極 / 上部シールド 2 4 に向かう電流の流れを狭くしている。矢印で示されるように、A B S 付近の電流の流れを狭くすることによって、3 層 M R スタック 7 1 の後端における電気的分路が妨げられ、結果としてセンサ出力が増す。

【 0 0 1 8 】

先願発明の別の構造例が図 8 に示される。CPP MR センサ 8 0 は、下部極 / 上部シールド 2 4 と下部シールド 2 8 との間に配置され大きなストライプ高さを有する 3 層 M R スタック 7 1 からなり、後方ギャップ磁石 6 2 が 3 層 M R スタック 7 1 の後ろにある。この場合、絶縁層 7 3 は、下部極 / 上部シールド 2 4 と 3 層 M R スタック 7 1 との間に配置される。絶縁層 7 3 は、下部極 / 上部シールド 2 8 の後端から、A B S に近いある距離のところまで延びることにより、矢印で示される、上部シールド 2 4 から 3 層 M R スタック 7 1 を通って下部シールド 2 8 に向かう電流の流れを狭くしている。A B S 付近の電流の流れを狭くすることによって、3 層 M R スタック 7 1 の後端における電気的分路が妨げられ、結果としてセンサ出力が増す。

【 0 0 1 9 】

先願発明のさらに別の構造例が図 9 に示される。CPP MR センサ 9 0 は、下部極 / 上部シールド 2 4 と下部シールド 2 8 との間に配置され大きなストライプ高さを有する 3 層 M R スタック 7 1 からなり、後方ギャップ磁石 6 2 が 3 層 M R スタック 7 1 の後ろにある。この場合、絶縁層 7 3 は、下部極 / 上部シールド 2 4 と 3 層 M R スタック 7 1 との間に配置され、絶縁層 7 2 は、下部シールド 2 8 と 3 層 M R スタック 7 1 との間に配置される。絶縁層 7 2 および 7 3 は、上部シールド 2 4 および下部シールド 2 8 の後端から、A B S に近いある距離のところまで延びることにより、下部極 / 上部シールド 2 4 と下部シールド 2 8 との間、または下部シールド 2 8 と下部極 / 上部シールド 2 4 との間の、3 層 M R スタック 7 1 を通した電流の流れを狭くしている。A B S 付近の電流の流れを狭くす

10

20

30

40

50

ることによって、3層MRスタック71の後端における電気的分路が妨げられ、結果としてセンサ出力が増す。

【0020】

先願発明のさらに別の構造例が図10に示される。CPP MRセンサ100は、下部極/上部シールド24と下部シールド28との間に配置され大きなストライプ高さを有する3層MRスタック71からなり、後方ギャップ磁石62が3層MRスタック71の後ろにある。絶縁層72は下部シールド28の後端からABSまで伸びている。この場合、ABS近くの絶縁層72の部分は、処理されて絶縁層72から導電部74に変換されている。導電部74は、矢印で示されるように、下部シールド28から3層MRスタック71を通って下部極/上部シールド24に向かう電流の流れを狭くしている。電流が3層MRスタック71を流れるときにABS付近の電流の流れを狭くすることにより、3層MRスタック71の後端における電気的分路が妨げられ、結果としてセンサ出力が増す。

【0021】

絶縁層72は、ABSが多数の工程によってラッピングされた後に、導電領域74に変換してもよい。こうした工程のうちいくつかをここで説明する。1つの方策は、同時にスパッタリングされたFeとSiO<sub>2</sub>を絶縁層として使用することである。結果として得られるFe/SiO<sub>2</sub>層は、非晶質であり電気抵抗がある。ABSの優先的な熱処理により、ABSをレーザビームに当てることで約350～400という適当な温度にすると、Fe分離が生じ、ABS近くに導電チャネルが形成される。もう1つの方策は、TiO<sub>x</sub>バリア層を絶縁層として使用することである。通常の雰囲気または水素中でTiO<sub>x</sub>絶縁層を含むABSをラッピングすると、TiO<sub>x</sub>層に欠陥が形成されこれが導電チャネルを形成することにより、ABSで電流が流れる。

【0022】

ABSで導電チャネルに変換されてABSでセンサスタック71を通る電流の流れを狭くする絶縁層を、下部極/上部シールド24とスタック71との間および下部シールド28とスタック71との間に配置することもできる。なお、上記センサスタックは例示にすぎず、本発明の様々な実施例にしたがい他の構成を使用してもよいことに留意されたい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

下部シールド導電体28に絶縁層72を採用すると、製造および装置性能の問題を引起すことが分かった。図7に示されるCPP MRセンサ70の製造における重要なステップは、下部シールド導電体28および絶縁層72の上部、つまり表面Sを、3層MRスタック71が堆積される前に平坦化することである。平坦化は、当業者にとってその技術が周知である化学機械研磨(CMP)によって行われる。異種材料のCMP研磨速度が異なることから問題が生じる。これは、シールド28と絶縁層72との交点付近の表面における山や谷といった、表面Sの不連続性、絶縁材料における皿状変形(dishing)、ならびに他の問題に繋がる。結果として得られる平坦化後の表面Sの予測不能性は、装置性能の不安定さ、処理中のロット間変動、および製造費用の上昇を招く。

【0024】

下部シールド導電体28に絶縁層72を採用すると、製造および装置性能の問題を引起すことが分かった。図7に示されるCPP MRセンサ70の製造における重要なステップは、下部シールド導電体28および絶縁層72の上部、つまり表面Sを、3層MRスタック71が堆積される前に平坦化することである。平坦化は、当業者にとってその技術が周知である化学機械研磨(CMP)によって行われる。異種材料のCMP研磨速度が異なることから問題が生じる。これは、シールド28と絶縁層72との交点付近の表面における山や谷といった、表面Sの不連続性、絶縁材料における皿状変形(dishing)、ならびに他の問題に繋がる。結果として得られる平坦化後の表面Sの予測不能性は、装置性能の不安定さ、処理中のロット間変動、および製造費用の上昇を招く。

【0025】

10

20

30

40

50

上記先願発明の問題点を解消するため、本発明は、表面Sの平坦化をより確実にすることにより、装置性能の安定性を向上するとともに、処理中のロット間変動、および製造費用の上昇を抑制する、磁気抵抗センサおよび装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0026】

上記課題を解決する本発明の磁気抵抗センサは、浮上面(ABS)に沿って上部電極と下部電極との間に配置された磁気反応性スタックと、磁気反応性スタックと下部電極との間の、浮上面から所定距離離れた領域に位置する第1の多層絶縁構造とを備える。第1の多層絶縁層構造は、第1の電気絶縁層および第1の非磁性導電層を含み、第1の非磁性導電層は、その一方の主面が磁気反応性スタックと接触する。第1の電気絶縁層は、第1の非磁性導電層の他方の主面と下部電極との間に介在する部分と、第1の非磁性導電層の側端を覆うとともに磁気反応性スタックと接触する第1の絶縁側壁とを有する。

10

【0027】

上記課題を解決する本発明の装置は、浮上面(ABS)に沿って上部電極と下部電極との間に配置された3層スタックを備え、3層スタックは、非磁性層によって隔てられた第1の自由層および第2の自由層を含み、さらに、ABSの遠位において3層スタックの後端に隣接するバックバイアス磁石と、3層スタックおよび下部電極のそれぞれの、浮上面から所定距離離れた領域に接触する第1の多層絶縁積層とを備える。第1の多層絶縁積層は、第1の電気絶縁層および第1の非磁性導電層を含み、第1の非磁性導電層は、その一方の主面が3層スタックと接触し、第1の電気絶縁層は、第1の非磁性導電層の他方の主面と下部電極との間に介在する部分と、第1非磁性導電層の側端を覆うとともに3層スタックと接触する第1の絶縁側壁とを有する。

20

【図面の簡単な説明】

【0028】

図面の簡単な説明

【図1】本願の先願発明に係る、磁気読み取り/書き込みヘッドの浮上面(ABS)に垂直な面に沿う、磁気読み取り/書き込みヘッドおよび磁気ディスクの概略断面図である。

【図2】本願の先願発明に係る、図1の磁気読み取り/書き込みヘッドのABSの概略図である。

【図3】一実施例に係る、面に垂直に電流を流す(CPP)典型的な3層センサスタックのABSの概略図を示す。

30

【図4】本願の先願発明に係る、図3に示される断面A-Aに沿うセンサスタックの概略断面図である。

【図5】本願の先願発明に係る、図3の断面B-Bに沿う、ストライプ高さが小さい3層センサの概略断面図である。

【図5A】図5の3層センサの磁界強度のグラフである。

【図6】本願の先願発明に係る、図3の断面B-Bに沿う、ストライプ高さが大きい3層センサの概略断面図である。

【図6A】図6の3層センサの磁界強度のグラフである。

【図7】3層センサの4つの異なる構造例のうちの1つの概略断面図である。

【図8】3層センサの4つの異なる構造例のうちの1つの概略断面図である。

40

【図9】3層センサの4つの異なる構造例のうちの1つの概略断面図である。

【図10】3層センサの4つの異なる実施例のうちの1つの概略断面図である。

【図11】発明の一実施例の概略断面図である。

【図12】発明の別の実施例の概略断面図である。

【図13】発明の別の実施例の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

上記先願発明の問題点は、図11～図13に示される発明の実施例によって回避された。図11は、下部極/上部シールド24と下部シールド28との間に配置され大きなストライプ高さを有する3層MRスタック71を備えるCPP-MRセンサ110を示し、後

50

方ギャップ磁石 6 2 が 3 層 MR スタック 7 1 の後ろにある。絶縁層 7 2 は多層絶縁構造 7 4 に置き換えられている。多層絶縁構造 7 4 は、絶縁層 7 6 および非磁性金属導電層 7 8 を備える。非磁性金属導電層 7 8 の CMP 研磨速度が下部シールド 7 6 と同様であることにより、CMP 中の表面 S の平坦化が確実となる。絶縁層 7 6 は絶縁側壁 7 7 を含み、絶縁側壁 7 7 は、下部シールド 2 8 と非磁性導電層 7 8 との間に導電路がないことを確実にする。側壁 7 7 の厚さは 3 nm ~ 5 nm である。

#### 【 0 0 3 0 】

図 12 に示されるように、多層絶縁構造 7 4 を図 9 に示される実施例で採用することもできる。図 12 は、下部極 / 上部シールド 2 4 と下部シールド 2 8 との間に配置され大きなストライプ高さを有する 3 層 MR スタック 7 1 を備える CPP MR センサ 120 を示し、後方ギャップ磁石 6 2 が 3 層 MR スタック 7 1 の後ろにある。絶縁層 7 2 は多層絶縁構造 7 4 に置き換えられている。多層絶縁構造 7 4 は、絶縁層 7 6 および非磁性金属導電層 7 8 を備える。非磁性金属導電層 7 8 の CMP 研磨速度が下部シールド 7 6 と同様であることにより、CMP 中の表面 S の平坦化が確実となる。絶縁層 7 6 は絶縁側壁 7 7 を含み、絶縁側壁 7 7 は、下部シールド 2 8 と非磁性導電層 7 8 との間に導電路がないことを確実にする。側壁 7 7 の厚さは 3 nm ~ 5 nm である。

10

#### 【 0 0 3 1 】

絶縁層 7 6 および 7 6 は、特に Al2O3、SiO2 および SiON であり得る。非磁性金属導電層 7 8 および 7 8 は、特に Ru、Ta、Cr および NiCr であり得る。

20

#### 【 0 0 3 2 】

本発明について代表的な実施例を参照しながら説明してきたが、本発明の範囲を超えることなくさまざまな変更を行なうことができ均等物をその要素と置き換えてよいことを、当業者は理解するであろう。加えて、数多くの修正を行ない特定の状況または材料を本発明の本質的な範囲を超えることなく本発明の教示に合わせてもよい。したがって、クレームに記載の技術は開示された特定の実施例に限定されるのではなく、以下の請求項の範囲に含まれるすべての実施例を含むことが意図されている。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 3 3 】

12 磁気ディスク、24 下部極 / 上部シールド、28 下部シールド、62 バックバイアス磁石、71 3 層 MR スタック、74 多層絶縁構造、76 絶縁層、77 絶縁側壁、78 非磁性金属導電層、110 CPP MR センサ、S 表面、ABS 浮上面。

30

【図1】

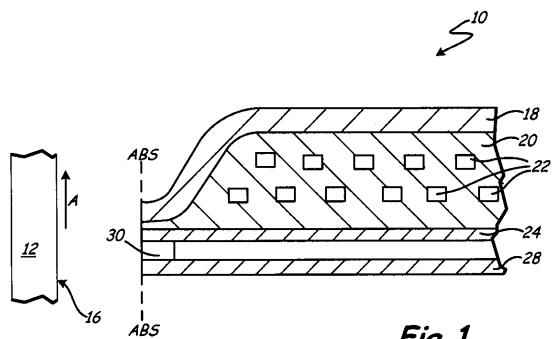


Fig. 1

【図3】

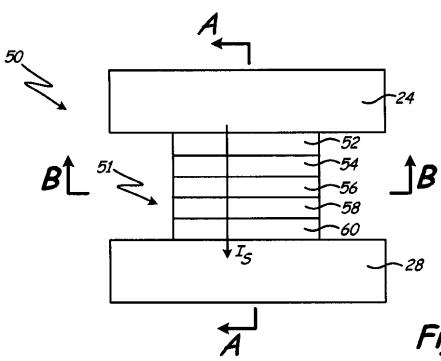


Fig. 3

【図2】

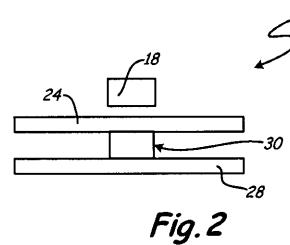


Fig. 2

【図4】

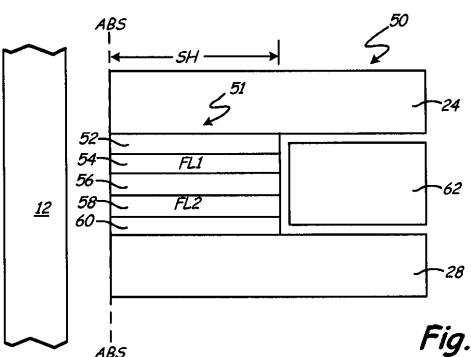


Fig. 4

【図5】

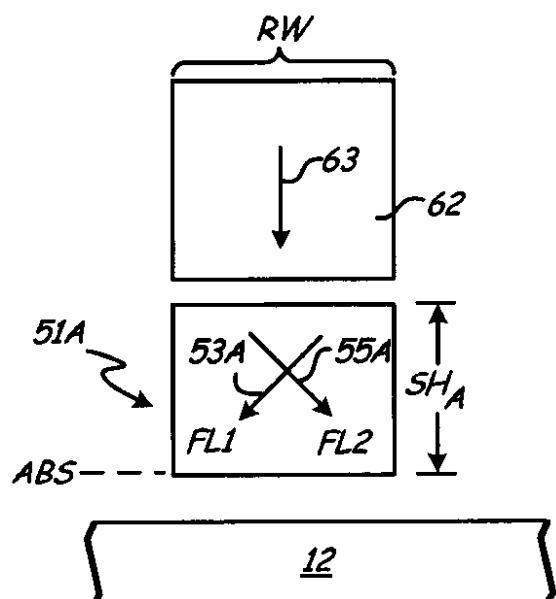


Fig. 5

【図5A】

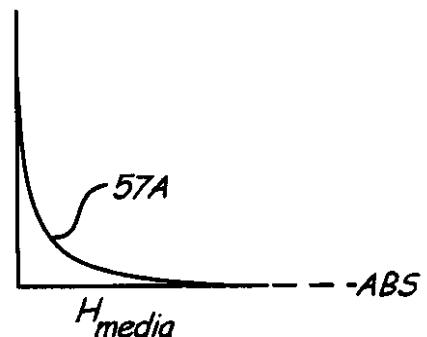
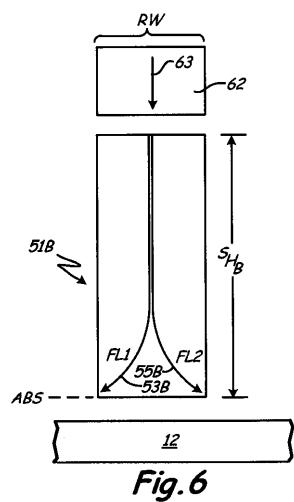


Fig. 5A

【図6】



【図6A】

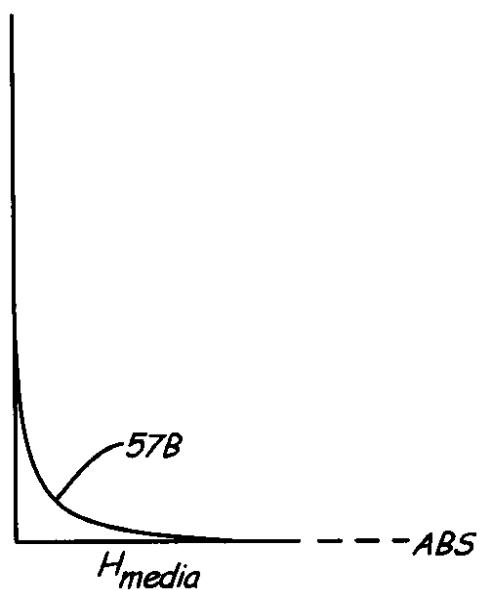
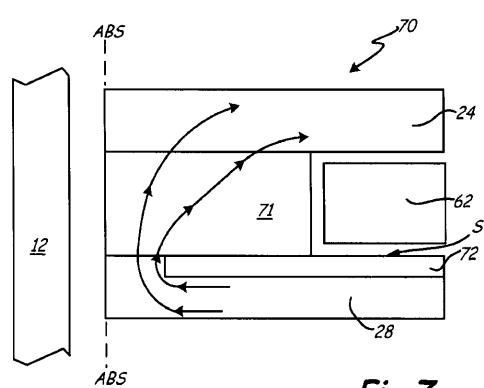
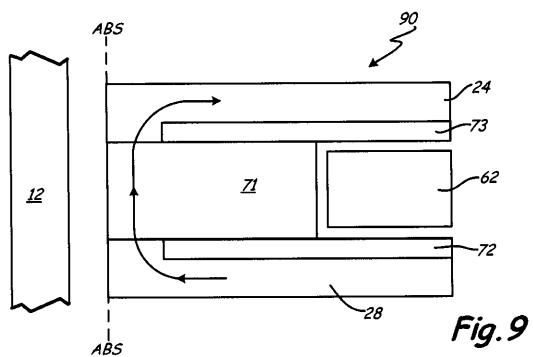


Fig. 6A

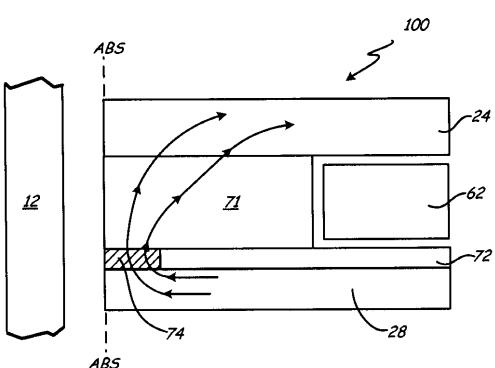
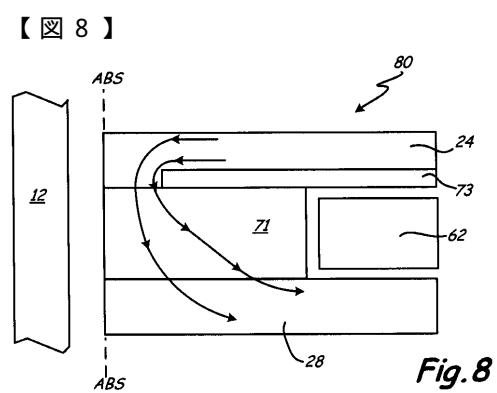
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

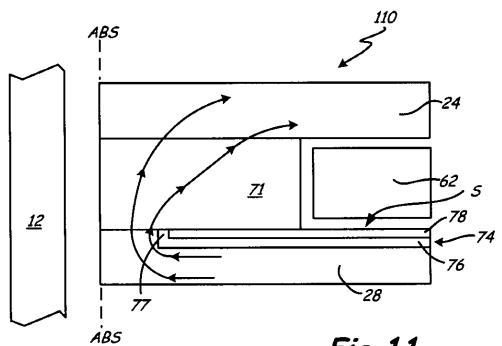


Fig. 11

【図13】

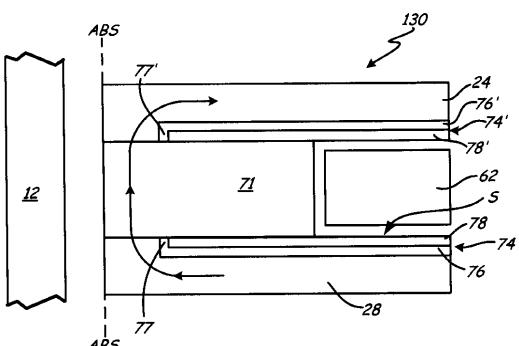


Fig. 13

【図12】

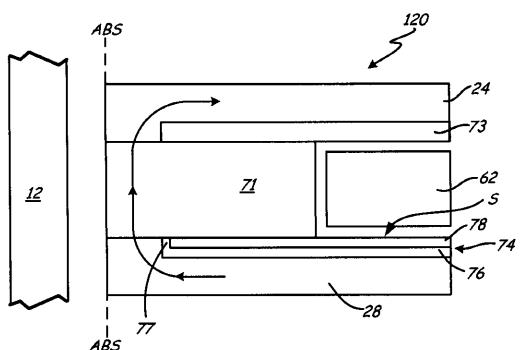


Fig. 12

---

フロントページの続き

(72)発明者 トウ・バン・グエン

アメリカ合衆国、55379 ミネソタ州、シャコピー、ワインザー・レーン、1476

(72)発明者 キャロライン・ピッチャー・バン・ドルン

アメリカ合衆国、55422 ミネソタ州、クリスタル、ダグラス・ドライブ・ノース、4641

審査官 中野 浩昌

(56)参考文献 国際公開第03/079331 (WO, A1)

特開2009-301661 (JP, A)

特開2009-032382 (JP, A)

特開2008-243267 (JP, A)

特開2010-092579 (JP, A)

特開2008-021398 (JP, A)

米国特許第07035062 (US, B1)

特開2005-012215 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/39

G01R 33/09

H01L 43/08