

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3817399号
(P3817399)

(45) 発行日 平成18年9月6日(2006.9.6)

(24) 登録日 平成18年6月16日(2006.6.16)

(51) Int.C1.

F 1

G 1 1 B 5/39 (2006.01)

G 1 1 B 5/39

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-366240

(22) 出願日

平成11年12月24日(1999.12.24)

(65) 公開番号

特開2001-184613(P2001-184613A)

(43) 公開日

平成13年7月6日(2001.7.6)

審査請求日

平成15年9月29日(2003.9.29)

(73) 特許権者 503136004

株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ

神奈川県小田原市国府津2880番地

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(72) 発明者 早川 純

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 星屋 裕之

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気抵抗センサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基体上に、反強磁性層と、強磁性固定層と、非磁性中間層と、軟磁性自由層と、非磁性かつ導電性の酸化遮蔽層と、Ta、Nb、Ti、Hf、Wあるいはこれらの合金から選ばれた金属の酸化保護層とが順次積層された磁気抵抗効果膜を有し、

前記金属酸化保護層はすべて実質的に酸化されており、

前記強磁性固定層と前記軟磁性自由層との間の強磁性的結合の大きさを示す層間結合磁界が実質的にゼロとなるように前記非磁性酸化遮蔽導電層の膜厚を設定したことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】

前記金属酸化層の膜厚は1.0nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項3】

情報を記録する磁気記録媒体と、

基体上に、反強磁性層と、強磁性固定層と、非磁性中間層と、軟磁性自由層と、非磁性かつ導電性の(酸化遮蔽)層と、Ta、Nb、Ti、Hf、Wあるいはこれらの合金から選ばれた金属の酸化保護層とが順次積層された磁気抵抗効果膜を有し、前記金属酸化保護層はすべて実質的に酸化されており、前記強磁性固定層と前記軟磁性自由層との間の強磁性的結合の大きさを示す層間結合磁界が実質的にゼロとなるように前記非磁性酸化遮蔽導電層の膜厚を設定した磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドを保持するヘッドライダーと、
 前記ヘッドライダーを前記記録媒体の所定記録位置に誘導するアクチュエータと、
 前記記録媒体を回転するスピンドルモーターと、
 前記記録媒体から読み出した情報を処理する信号処理系とを有する磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気的に記録された情報を再生する磁気抵抗効果素子に関し、特にこれを再生ヘッドとして用いる高密度磁気記録再生装置に関するものである。

【0002】

10

【従来の技術】

巨大磁気抵抗効果（GMR効果）を用いたヘッドの一つとして、特開平4-358310号には、スピンドル構造と呼ばれる構造が記されている。

【0003】

特開平6-236527号には非磁性導電材料からなる背部層を強磁性層に隣接させて設けたスピンドル型磁気抵抗センサーの記載がある。

【0004】

フィジカル レビュウ レター誌75巻4306～4309項（Physical Review Letters、vol. 75 (1995) pp 4306～4309）にはCo/Cu/Co 3層膜における層間結合磁界のCu背部層の膜厚依存性についての記述がある。

20

【0005】

ジャーナル アプライド フィジックス誌82巻6142～6151項（Journal of Applied Physics、vol. 85 (1997) pp 6142～6151）には表面酸化物膜を用いた巨大磁気抵抗効果の増大に関する記述がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

近年の記録装置の高密度化において、従来の技術では、記録密度の充分に高い磁気記録装置、特にその再生部に外部磁界に対して十分な感度と出力で作用する磁気抵抗効果素子を実現し、さらに出力の安定性が十分に制御された良好な特性を得ることができず、記録装置としての機能を実現することが困難であった。そのために、磁気ヘッドの高性能化が要求されている。

30

【0007】

磁気ヘッドの再生部には巨大磁気抵抗効果素子であるスピンドルとよばれる構造が提唱されている。スピンドルとは、強磁性層／非磁性中間層／軟磁性層の構造を有し、前記強磁性層は感知すべき磁界の範囲においてその磁化が隣接させた反強磁性層との磁気的な結合により実質的に固定されている。前記軟磁性層の磁化が外部磁界に対して回転することで、前記強磁性層と軟磁性層の磁化の相対角度に対応して電気抵抗変化が生じ出力を得ることができる。ここで強磁性層と軟磁性層の間の磁気的結合の大きさを示す磁界を層間結合磁界と呼ぶことにする。また、上記強磁性層の磁化の固定方法を固定バイアス法、反強磁性膜を固定バイアス膜、磁化の固定された強磁性層を強磁性固定層と呼ぶことにする。同様に上記軟磁性層を軟磁性自由層と呼ぶことにする。

40

【0008】

一方、スピンドル膜の電気抵抗率変化量（R）を向上する手段として、近年、表面酸化膜の利用が検討されている。これはスピンドル膜表面に酸化膜を設けてRを増大する手段であるが、酸化膜を表面に設けた場合、酸化膜から酸素が磁性層に拡散し、磁性層が酸化され磁気特性が劣化、或いは酸化膜中の酸化物に起因する応力が磁性層に伝搬し磁気特性が劣化する等の問題点があった。

【0009】

本発明の目的は、上記の問題点を解決して、従来構造より高出力の得られるスピンドル

50

型の磁気抵抗効果膜および磁気ヘッドを提供することにある。更には、該磁気ヘッドを用いた磁気記録装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明では、高密度記録を実現するための手段として、巨大磁気抵抗効果膜を用いた磁気センサーを磁気ヘッドに搭載した磁気記録装置を用いる。ここで磁気センサーとしては、反強磁性膜／強磁性固定層／非磁性導電層／軟磁性自由層／非磁性酸化遮蔽導電層／酸化物形成保護膜より構成されるスピンドル型巨大磁気抵抗効果膜を用いる。

【0011】

本発明の課題解決手段は3つある。第1に、Rの向上を図るために軟磁性自由層上に酸化物形成保護膜を設けた点である。酸化物形成保護膜の材料としては、Ta、Ni、Nb、Ti、Hf、Wなどの酸化物が使用できるが、R向上の観点からTa酸化物が好ましい。

10

【0012】

第2に、酸化物形成保護層と軟磁性自由層の間に酸化遮蔽導電層を設けた点である。非磁性酸化遮蔽導電層は、酸化物形成保護膜からの酸素の拡散あるいはその酸化物に起因する応力が軟磁性自由層まで伝播することを防ぎ、前記自由層の軟磁気特性劣化を防止する。これにより、スピンドル膜の感度低下が防止でき、さらには出力低下が防止できる。また、前記導電層を設けることにより、非磁性酸化遮蔽導電層と酸化物形成保護膜の界面で伝導電子が弾性散乱され、伝導電子の平均自由行程長が伸び従来のスピンドル構造よりもRが向上する。非磁性酸化遮断導電層の材料としては、Cu、Pd、Pt、Os、Rh、Re、Ru、Ag、Au等が一般的であるが、非磁性かつ導電性である限り、上記の材料に限られない。

20

【0013】

第3に、層間結合磁界がゼロとなるように非磁性酸化遮蔽導電層の膜厚を選択する点である。層間結合磁界が増加するとスピンドル膜の感度が低下するため、層間結合磁界は低い方が望ましい。非磁性酸化遮蔽導電層を設けた場合、層間結合磁界は前記導電層の膜厚に伴い変化するので層間結合磁界が実質的にゼロとなるように非磁性酸化遮蔽導電層の厚さを選択することができる。これにより、層間結合磁界の増大に起因する感度低下を防止することができる。

30

【0014】

【発明の実施の形態】

以下の実施例での磁気ヘッドは全て、DCマグネットロンスパッタリング装置を用い、Ar 3 mTorr の雰囲気中で、厚さ1mm、直径3インチのガラス基板上に以下の材料を順次積層して作製した。スパッタリングターゲットとしてMnチップを配置した46at% Pt-54at% Mn、CoFe、Cu、NiFe、Taの各ターゲットを用いた。また、NiFeターゲット上にNiチップを配置して組成を調整した。

【0015】

積層膜は、各ターゲットを配置したカソードに各々DC電力を印加して装置内にプラズマを発生させておき、各カソードごとに配置されたシャッターを一つずつ開閉して順次各層を形成した。膜形成時には永久磁石を用いて基板に平行におよそ800eの磁界を印加して、一軸磁気異方性を誘導させた。酸化物形成保護膜は、酸素を含有する雰囲気にTa層表面を暴露することにより形成した。基体上の素子の形成はフォトレジスト工程によってパターニングした。その後、基体はスライダー加工し、磁気記録装置に搭載した。

40

【0016】

層間結合磁界は、磁気抵抗曲線のマイナーループから求めることができる。磁気抵抗の大きさが最大値と最小値の差の1/2となる磁場の平均値が層間結合磁界の大きさである。磁気抵抗曲線のマイナーループは、市販の磁気抵抗効果測定装置を用い、磁気抵抗効果膜に直流電流を流した状態で外部磁場を印可し、大きさを-500eから500eまでスイープさせ、4端子法で測定した。

50

【0017】

実施例 1 :

図 1 に本発明をスピナルブ型磁気ヘッドに適用した例を示す。磁気抵抗効果積層膜 10 は、ガラス製の基体 50 (図では glass と表記) 上に反強磁性膜 11 、強磁性固定層 12 、非磁性中間層 13 、軟磁性自由層 14 、非磁性酸化遮蔽導電層 15 、酸化物形成保護膜 16 を積層してなる。軟磁性自由層 14 は、Co 基合金膜 141 、Ni 基合金膜 142 からなる。

【0018】

酸化物形成保護膜 16 は、酸素を含有する雰囲気にさらされる行程によりすべて実質的に酸化されている。非磁性酸化遮蔽導電層 15 は酸化物形成保護膜からの酸素の拡散あるいは前記保護膜中の酸化物に起因する応力が軟磁性自由層 14 まで伝播することを防ぎ、軟磁性自由層の軟磁気特性劣化を防ぐ機能を有する。

10

【0019】

比較例 1 として、酸化遮蔽導電膜を持たない構造のスピナルブ型磁気ヘッドを作製した。その積層構造を図 3 に示す。酸化遮蔽導電膜を持たない他、磁気抵抗効果膜の構造は図 1 と同じである。

【0020】

比較例 2 として、酸化物形成保護膜が酸化されておらず、酸化遮蔽導電層も持たない構造のスピナルブ型磁気ヘッドも作製した。その積層構造を図 4 に示す。作製手順は図 1 ~ 図 3 に示した磁気ヘッドと同様であるが、酸素を含有する雰囲気に表面が暴露される行程を経ていない。Ta 層の膜厚が 3 nm と厚いのは、大気中の酸素による自然酸化が Ta 層と NiFe 層の界面まで進行するのを防止するためである。

20

【0021】

図 7 (a) には、酸化物形成保護膜の効果を示すため、図 3 の磁気ヘッドと、図 4 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線を比較して示した。図 7 (a) 上側が図 3 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線を、図 7 (a) 下側が図 4 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線をそれぞれ示している。保護膜が酸化されていない磁気ヘッドに比べて、保護膜が酸化されている磁気ヘッドの方が、磁気抵抗比 (R / R) の最大値が 0.5 % 程度増大した。

【0022】

図 7 (b) には、酸化遮蔽導電膜の効果を示すため、図 1 の磁気ヘッドと、図 3 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線を比較して示した。図 7 (b) 上側が図 1 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線を、図 7 (b) 下側が図 3 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線をそれぞれ示している。酸化遮蔽導電膜を有する磁気ヘッドの方が、前記遮蔽膜を有しない磁気ヘッドに比べて、R / R の最大値が 1.0 % 程度増大していることが確認できる。

30

【0023】

図 8 (a) には、図 7 (a) で示した 2 つの 2 つのスピナルブ型磁気ヘッドの、軟磁性自由層の磁気特性を示すマイナーループを比較して示した。

【0024】

図 8 (a) 上側が図 1 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線を、図 8 (a) 下側が図 4 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線をそれぞれ示している。保護膜が酸化されていない磁気ヘッドに比べて、保護膜が酸化されている磁気ヘッドの方が角形比が大きい。角形比が大きいと R / R が向上するため、角形比は大きい方が好ましい。

40

【0025】

図 8 (b) には、図 7 (b) で示した 2 つの 2 つのスピナルブ型磁気ヘッドの、軟磁性自由層の磁気特性を示すマイナーループを比較して示した。図 8 (b) 上側が図 1 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線を、図 8 (b) 下側が図 3 の磁気ヘッドの磁気抵抗曲線をそれぞれ示している。酸化遮蔽導電膜を有する磁気ヘッドのマイナーループの方が、該遮蔽膜を有しない磁気ヘッドのマイナーループに比べて角形比が更に大きくなっている。

【0026】

図 9 は、酸化物形成保護膜と酸化遮蔽導電膜とを有する図 1 の磁気ヘッドと、保護膜が酸

50

化されておらず酸化遮蔽導電膜も有しない図4の磁気ヘッドにおいて、自由層のNiFe膜厚を1nmから3nmまで変えた場合におけるNiFe膜厚と抵抗変化量(R)との関係を示した図である。いずれのNiFe膜厚でも、酸化物形成保護膜と酸化遮蔽導電膜とを有する磁気ヘッドの方が保護膜が酸化されておらず酸化遮蔽導電膜も有しない磁気ヘッドより R が大きい。

【0027】

以上、酸化物形成保護膜を設けることにより、スピナルブ膜の R 、 R / R 、角形比が向上し、酸化物形成保護膜に加えて酸化物遮蔽導電膜を設けることにより、 R 、 R / R 、角形比が更に向上的する。

【0028】

図10は、酸化物形成保護層であるTa膜の厚みを変えた本願発明のスピナルブ型磁気ヘッドの R と Ta 膜厚の関係を示している。膜構造は、glass/MnPt/CoFe/Cu/CoFe/Cu/Taである。Ta膜厚が1.0nm以下の時に大きな R が得られることが確認できる。

【0029】

図11は、酸化遮蔽導電層であるCu膜の厚みを変えた場合における、本願発明のスピナルブ型磁気ヘッドの抵抗変化量(R)とCu膜厚の関係を示している。膜構造はglass/MnPt/CoFe/Cu/CoFe/NiFe/Cu/Taであるが、Ta層は膜厚が3nmであり、表面が酸化されており、全ては酸化されていない。これは酸化物形成保護膜の効果を除き、純粋に酸化物遮蔽導電層の膜厚変化の効果を見るためである。 R は Cu 膜厚の増加と共に増大し、 Cu 膜厚1.0nmで最大値を取り、更に膜厚が増大すると減少する。これは、層間結合磁界が Cu 膜厚と共に変化し、それにともなってスピナルブ膜の感度が変化するためである。

【0030】

このことを示すため、図12に層間結合磁界の酸化物遮蔽導電層厚依存性を示した。磁気ヘッドの膜構造は、図11で示したヘッドと同じである。図11で抵抗変化量が最大となる膜厚1.0nm近傍で、層間結合磁界の大きさはほぼゼロとなっている。以上、酸化遮蔽導電層の膜厚を適切に選択することにより、層間結合磁界の大きさを実質的にゼロ近傍に抑え、スピナルブ膜の感度低下を防ぐことができる。

【0031】

実施例2：

図2は本発明を別構造のスピナルブ型磁気抵抗効果膜に適用した例である。磁気抵抗効果積層膜10は、基体50上に反強磁性膜11、強磁性固定層12、非磁性中間層13、軟磁性自由層14、非磁性酸化遮蔽導電層15、酸化物形成保護膜16を積層してなる。図2の強磁性固定層12は、強磁性であるCo基合金膜121と、Ru膜122と、Co基合金膜123とが積層された構造を有し、シンセティックフェリ積層膜と呼ばれている。Ru膜122は、Co基合金膜121とCo基合金膜123の磁化を反平行に配列させる機能を有し、強磁性固定層12はその強磁性層であるCo基合金121と123の膜厚を変えることにより全体として磁化を持たせることができる。軟磁性自由層14は、Co基合金膜141、Ni基合金膜142からなる。酸化物形成保護膜と酸化物遮蔽導電膜を設けることにより、 R 、 R / R 、角形比が向上する。

【0032】

実施例3：

図5は、本発明を別構造のスピナルブ型磁気ヘッドに適用した例である。磁気抵抗効果積層膜10は、基体50上に反強磁性膜11、強磁性固定層12、非磁性中間層13、軟磁性自由層14を積層した基本構造からなり、強磁性固定層12は強磁性層124、非磁性酸化遮蔽導電層125、金属酸化物層126、強磁性層128からなる。強磁性固定層の金属酸化物層126は、酸素を含有する雰囲気にさらされる行程によりすべて実質的に酸化されている。実施例3と同様、酸化物形成保護膜と酸化物遮蔽導電膜を設けることにより、 R 、 R / R 、角形比が向上する。

10

20

20

30

40

50

【0033】

実施例4：

図6は本発明を更に別構造のスピナルブ型磁気ヘッドに適用した例である。磁気抵抗効果積層膜10は、基体50上に反強磁性膜11、強磁性固定層12、非磁性中間層13、軟磁性自由層14を積層した基本構造からなり、強磁性固定層12は強磁性層124、非磁性酸化遮断導電層125、金属酸化物層126、非磁性酸化遮断導電層127、強磁性層128からなる。図6の金属酸化物層126は、図5と同様に酸素を含有する雰囲気にさらされる行程によりすべて実質的に酸化されている。酸化物形成保護膜と酸化物遮蔽導電膜を設けることにより、R、R/R、角形比が向上する。

【0034】

10

実施例5：

図13は本発明のスピナルブ型磁気ヘッドを搭載した記録再生分離型磁気ヘッドの構造を示した概念図である。基体50上に磁気抵抗効果積層膜10、電極40、下部シールド35、上部シールド兼下部コア36、再生ギャップ37、コイル42、上部コア83を形成してなり、対向面63を形成してなる。

【0035】

図14は、本発明の磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置が実際に記録再生を行う様子を示した模式図である。ヘッドスライダー90を兼ねる基体50上に磁気抵抗効果積層膜10、磁区制御膜41、電極40を形成し、これらからなる磁気ヘッドを記録媒体91上に記録トラック44上に位置決めして再生を行う。ヘッドスライダー90は記録媒体91上を、対向面63を対向して0.1mm以下の高さに浮上、もしくは接触して相対運動する。この機構により、磁気抵抗効果積層膜10は記録媒体91に記録された磁気的信号を、記録媒体91の漏れ磁界64から読み取る。

20

【0036】

図15は本発明の磁気記録再生装置の構成を示す模式図である。磁気的に情報を記録する記録媒体91をスピンドルモーター93にて回転させ、アクチュエーター92によってヘッドスライダー90を記録媒体91のトラック上に誘導する。即ち、磁気ディスク装置においてはヘッドスライダー90上に形成した再生ヘッド、及び記録ヘッドがこの機構によって記録媒体91上の所定の記録位置に近接して相対運動し、信号を順次書き込み、及び読み取る。アクチュエーター92はロータリーアクチュエーターであるのが好ましい。記録信号は信号処理系94を通じて記録ヘッドにて媒体上に記録し、再生ヘッドの出力を信号処理系94を経て信号を得る。さらに再生ヘッドを所望の記録トラック上へ移動せしめるに際して、本再生ヘッドからの高感度な出力を用いてトラック上の位置を検出し、アクチュエーターを制御して、ヘッドスライダーの位置決めを行うことができる。本図ではヘッドスライダー90、記録媒体91を各1個示したが、これらは複数であっても構わない。また、記録媒体91は媒体の両面に情報を記録してもよい。情報の記録がディスク画面の場合、ヘッドスライダー90はディスクの両面に配置する。

30

【0037】

図1に示した本願発明の磁気ヘッドおよび、図4に示した酸化物形成保護層が酸化されておらず酸化遮蔽導電層を持たない磁気ヘッドを図15の磁気記録装置に組み込み、再生出力を比較したところ、酸化物形成保護層が酸化されておらず酸化遮蔽導電層を持たない磁気ヘッドを用いた磁気記録装置では抵抗量変化比(R/R)が6%であったのに対し、本願発明の磁気ヘッドを用いた磁気記録装置のR/Rは8%と2%の出力向上が確認された。

40

【0038】

【発明の効果】

本発明によれば、酸化物形成保護膜及び酸化遮蔽導電層をスピナルブ膜に導入することにより、従来構造より感度が優れ高出力の得られるスピナルブ型磁気ヘッドを提供できる。また、本願発明の磁気ヘッドを用いることにより、高い記録密度において良好な再生出力と安定性を有する磁気記録再生装置を得ることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の磁気ヘッドの磁気抵抗効果積層膜の第一の構成例を示した図である。

【図 2】本発明の磁気ヘッドの磁気抵抗効果積層膜の第二の構成例を示した図である。

【図 3】酸化遮蔽導電層を有しない磁気ヘッドの磁気抵抗効果積層膜の構成例を示した図である。

【図 4】酸化物形成保護膜を有しない磁気ヘッドの磁気抵抗効果積層膜の構成例を示した図である。

【図 5】本発明の磁気ヘッドの磁気抵抗効果積層膜の第三の構成例を示した図である。

【図 6】本発明の磁気ヘッドの磁気抵抗効果積層膜の第四の構成例を示した図である。

【図 7】(a)は本発明の磁気ヘッドと酸化物形成保護膜が酸化されていない磁気ヘッド 10 の磁気抵抗曲線(メジャーループ)を示した図である。

(b)は本発明の磁気ヘッドと酸化遮蔽導電膜を有しない磁気ヘッドの磁気抵抗曲線(メジャーループ)を示した図である。

【図 8】(a)は本発明の磁気ヘッドと酸化物形成保護膜が酸化されていない磁気ヘッドの磁気抵抗曲線(マイナーループ)を示した図である。

(b)は本発明の磁気ヘッドと酸化遮蔽導電膜を有しない磁気ヘッドの磁気抵抗曲線(マイナーループ)を示した図である。

【図 9】本発明の磁気ヘッドの抵抗変化量(R)の NiFe 膜厚依存性を示した図である。

【図 10】本発明の磁気ヘッドの抵抗変化量(R)の酸化物形成保護層厚さ依存性を示した図である。 20

【図 11】本発明の磁気ヘッドの抵抗変化量(R)の非磁性酸化遮蔽導電層厚さ依存性を示した図である。

【図 12】本発明の磁気ヘッドの層間結合磁界の非磁性酸化遮蔽導電層厚さ依存性を示した図である。

【図 13】本発明の磁気ヘッドを搭載した記録再生分離ヘッドの構造を示した模式図である。

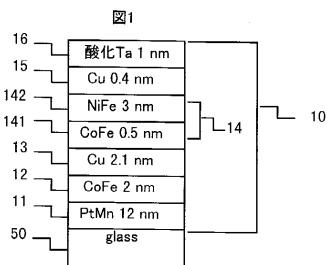
【図 14】本発明の磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置が、実際に記録再生を行う様子を示した模式図である。

【図 15】本発明の磁気ヘッドを搭載した磁気記録再生装置の構成を示す模式図である。 30

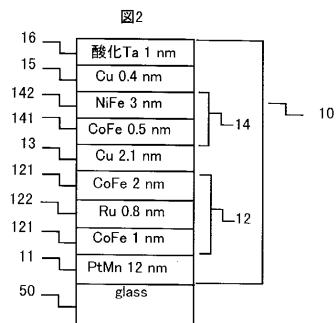
【符号の説明】

10...磁気抵抗効果積層膜、11...反強磁性膜、12...強磁性固定層、13...非磁性中間層、14...軟磁性自由層、15...非磁性酸化遮蔽導電層、16...酸化物形成保護膜、17...保護膜、35...下部シールド、36...上部シールド兼下部コア、40...電気端子、41...磁区制御膜、42...コイル、50...基体、63...対向面、64...記録媒体からの漏れ磁界、83...上部コア、90...スライダー、91...記録媒体、92...アクチュエーター、93...スピンドルモーター、94...信号処理回路、121...Co 基合金膜、122...Ru 膜、123...Co 基合金膜、124...強磁性層、125...非磁性酸化遮蔽導電層、126...金属酸化膜、127...非磁性酸化遮蔽導電層、128...強磁性層、141...Co 基合金膜、142...Ni 基合金膜。 40

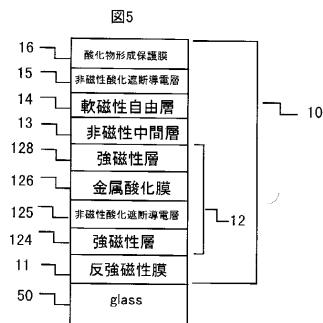
【 図 1 】



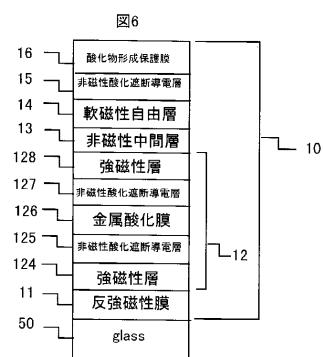
【 図 2 】



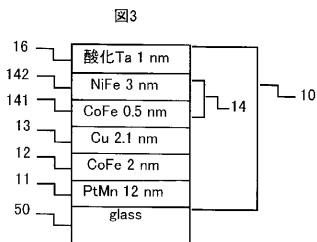
(図 5)



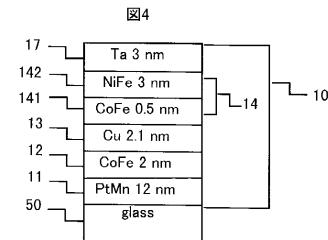
〔 四 6 〕



【 四 3 】



【 図 4 】



(四 7)

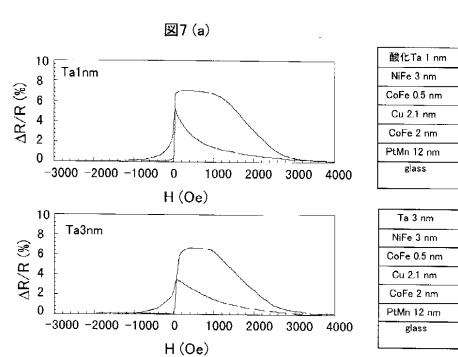
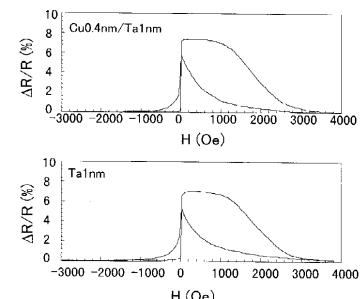
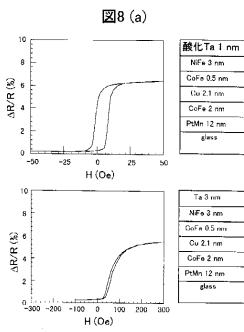


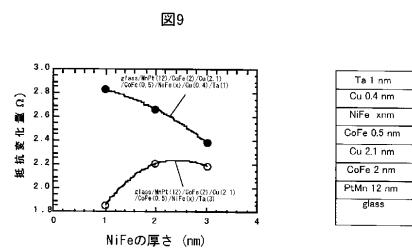
图 7 (b)



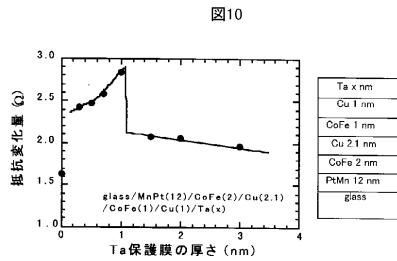
【図8】



【図9】

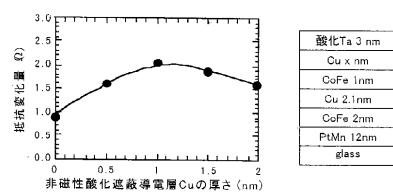


【図10】



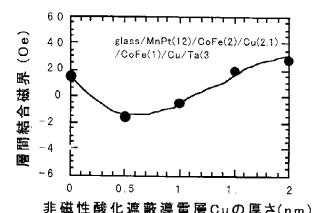
【図11】

図11

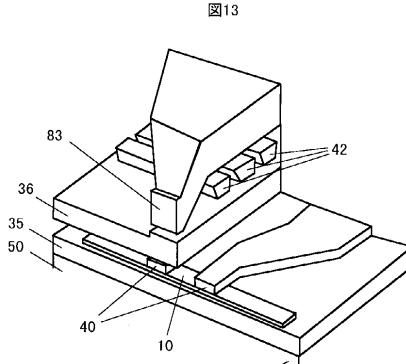


【図12】

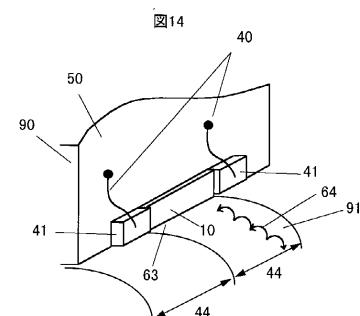
図12



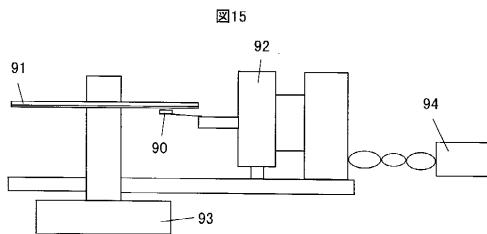
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 目黒 賢一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 渡辺 克朗

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

審査官 富澤 哲生

(56)参考文献 特許第2970590(JP, B2)

特許第2744883(JP, B2)

特開平10-198923(JP, A)

特開平10-154619(JP, A)

特開平10-021512(JP, A)

米国特許第5422571(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/39

H01L 43/08