

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4090437号
(P4090437)

(45) 発行日 平成20年5月28日(2008.5.28)

(24) 登録日 平成20年3月7日(2008.3.7)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 5/66 (2006.01)
G 11 B 5/738 (2006.01)G 11 B 5/66
G 11 B 5/738

請求項の数 12 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-30169 (P2004-30169)
 (22) 出願日 平成16年2月6日 (2004.2.6)
 (65) 公開番号 特開2004-273100 (P2004-273100A)
 (43) 公開日 平成16年9月30日 (2004.9.30)
 審査請求日 平成18年12月19日 (2006.12.19)
 (31) 優先権主張番号 10/386834
 (32) 優先日 平成15年3月11日 (2003.3.11)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 503116280
 ヒタチグローバルストレージテクノロジー
 ズネザーランドビーブイ
 オランダ国 アムステルダム 1076
 エイズィ パルナスストーレン ロカテリ
 ケード 1
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (74) 代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (74) 代理人 100095876
 弁理士 木崎 邦彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】反強磁性的に結合したCoCrFe合金第1強磁性体薄膜を用いた磁気記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サブストレートと、

前記サブストレート上にありCrとチタン(Ti)のみの合金である非強磁性の下地層と、

前記下地層の上に直接かつ接触して形成されており、コバルト(Co)とクロム(Cr)と鉄(Fe)からなる合金である第1の強磁性薄膜と、

前記第1の強磁性薄膜上のRuからなる非強磁性スペーサ薄膜と、

前記スペーサ薄膜上にあり、CoPtCrBからなる合金であり、前記スペーサ薄膜を通して前記第1の強磁性薄膜と反強磁性的に交換結合している第2の強磁性薄膜と、
を有することを特徴とする磁気記録ディスク。

【請求項2】

さらに、前記サブストレートと前記下地層の間にシード層を有し、前記下地層が直接前記シード層上に接触して形成されていることを特徴とする請求項1記載のディスク。

【請求項3】

前記シード層は、ルテニウム(Ru)とアルミニウム(Al)のみの合金であることを特徴とする請求項2記載のディスク。

【請求項4】

前記シード層は、ニッケル(Ni)とアルミニウム(Al)のみの合金であることを特徴とする請求項2記載のディスク。

【請求項 5】

前記サブストレートはガラスであることを特徴とする請求項 1 記載のディスク。

【請求項 6】

さらに、前記第 2 の強磁性薄膜上に形成された保護膜を有することを特徴とする請求項 1 記載のディスク。

【請求項 7】

前記第 1 の強磁性薄膜は、 $\text{Co}_{(100-x-y)}\text{Cr}_x\text{Fe}_y$ 、但し x は 2 と 25 の間で、 y は 2 と 30 の間である、の組成を持つことを特徴とする請求項 1 記載のディスク。

【請求項 8】

前記第 1 の強磁性薄膜は、0.5 と 3.5 nm の間の厚さを持つことを特徴とする請求項 1 記載のディスク。

【請求項 9】

前記第 1 の強磁性薄膜は t_1 の厚さと M_1 の磁化を持ち、前記第 2 の強磁性薄膜は t_2 の厚さと M_2 の磁化を持ち、前記第 1 と第 2 の強磁性薄膜の単位面積当たりの磁化モーメント ($M_1 \times t_1$) と ($M_2 \times t_2$) は、それぞれ互いに異なっていることを特徴とする請求項 1 記載のディスク。

【請求項 10】

ガラスのサブストレートと、

前記サブストレート上にあり、Cr と CrV 合金と CrTi 合金からなるグループから選択された下地層と、

2 と 25 原子パーセントの間である Cr と 2 と 30 原子パーセントの間である Fe と Co のみの合金であり前記下地層の上に直接かつ接触する第 1 の強磁性薄膜と、前記第 1 の強磁性薄膜上にあり Ru からなる非強磁性スペーサ薄膜と、前記スペーサ薄膜上にあり CoPtCrB からなる合金の第 2 の強磁性薄膜とを有し、前記スペーサ薄膜は前記第 2 の強磁性薄膜が当該スペーサ薄膜を通して前記第 1 の強磁性薄膜に反強磁性的に交換結合されるように誘導するために十分な厚さを持つ、前記下地層上にある磁気記録層と、

前記磁気記録層上に形成された保護膜と、を有することを特徴とする磁気記録ディスク。

【請求項 11】

さらに、前記サブストレートと前記下地層の間にシード層を有し、前記下地層は Cr と Ti のみの合金であり前記シード層上に直接かつ接触して形成されていることを特徴とする請求項 10 記載のディスク。

【請求項 12】

前記シード層は、RuAl 合金と NiAl 合金から成るグループから選択されることを特徴とする請求項 11 記載のディスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には磁気記録媒体に係わり、より詳細には反強磁性的に結合 (AFC) した磁気記録層を持つ磁気記録ディスクに関する。

【0002】

この出願は、2000年8月4日に米国出願された出願番号09/631,908、「反強磁性的に結合した核形成層として硼素を含まない第 1 強磁性体薄膜を用いた磁気記録媒体」に関連しており、ここではこれを参照している。

【背景技術】

【0003】

ハード・ディスク・ドライブの磁気記録ディスクなど、従来の磁気記録媒体には一般に記録媒体として、スパッタ成膜によるコバルト・プラチナ合金 (CoPt) などによる粒状の強磁性層が用いられてきた。磁気層の各磁化ドメインは多くの小さい磁化粒で構成さ

10

20

30

40

50

れている。磁化されたドメイン間の遷移は記録されたデータの「ビット」を表している。IBMの米国特許第4789598(特許文献1)と5523173(特許文献2)はこの形式の従来の硬質ディスクを説明している。

【0004】

磁気記録ディスクの記録密度が増加するに従い、残留磁束密度 M_r (M_r は強磁性体の単位体積当たりの磁気モーメントを単位とする)と磁性体層の厚さ t との積が減少してきた。同様に、磁性体層の保持磁界あるいは保磁力(H_c)が増加してきた。これが $M_r t / H_c$ 比の減少へとつながった。この減少の理由は、パラメータ $M_r t / H_c$ が、高密度で磁化ビットを分解する読み出しぱドの能力に関係していることにある。 $M_r t / H_c$ を減らすと、この能力が増加する。 $M_r t$ を減らすためには、磁性体層の厚さ t を薄くすることも可能であるが、層の中に記憶されている情報も劣化する可能性があるので限度がある。磁化の劣化は、小さな磁化粒の熱活性化(超常磁性効果)に起因している。磁化粒の熱的な安定性は主として $K_u V$ により決まる。ここで K_u は層の磁気異方性定数であり、 V は磁化粒の体積である。層の厚さが薄くなると、 V も減少する。もし、層の厚さが薄くなりすぎると、通常のディスク・ドライブの動作環境では記憶された磁化情報はもはや安定ではなくなる。

【0005】

この問題の解決への一つのアプローチは、より高度の異方性を持つ材料(より高い K_u)へ移行することである。しかしながら、 K_u を増やすことは、およそ K_u / M_s (M_s は飽和磁化)と等しい保磁力 H_c が大きくなりすぎ、従来の記録ヘッドで書き込むことが困難になることから制約される。同様のアプローチは、 M_r が M_s に関係しているので、 M_r を下げるために一定の厚さの層の磁性体層の M_s を下げることであるが、これも書き込み可能な保磁力で制約される。他の解決方法は、粒間の交換を増やし、磁化粒の有効体積を増加させることである。しかしながら、このアプローチは磁性体層の固有の信号対雑音比(S/NR)を劣化させることが分かった。

【0006】

特許文献3(米国特許6280813)では、磁気記録媒体について説明しているが、その磁気記録層は非強磁性体のスペーサ薄膜を通して、少なくとも2枚の強磁性体の薄膜を相互に反強磁性的に結合させたものである。AFC媒体と呼ばれるこの形式の磁気媒体においては、二つの反強磁性的に結合した薄膜の磁化モーメントは、アンチパラレルであり、結果として記憶層の実残留磁化・厚さ積($M_r t$)は、二つの強磁性薄膜における $M_r t$ 値の差になる。この $M_r t$ の削減は、体積 V を減らすことなく達成される。したがって、記録媒体の熱的な安定性は損なわれない。強磁性体の薄膜の一方は、他方より厚くするが、印加磁界がゼロの時にネット・モーメントは低いがゼロにはならないように厚さを選択する。AFC媒体の1つの実施例では、双方の強磁性薄膜は、スパッタ成膜したCoPtCrB合金薄膜であって、二つのCoPtCrB薄膜間の反強磁性的結合を最大にする厚さの R_u スペーサ薄膜で分離されている。

【0007】

【特許文献1】米国特許第4789598号明細書

【0008】

【特許文献2】米国特許第5523173号明細書

【特許文献3】米国特許第6280813号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

AFC媒体の強磁性薄膜の組成に硼素を含むCoPtCrBのような合金を用いることにより、薄膜面内にこれらの薄膜のC軸が存在するようにCoPtCrBの成長を促進する特殊なオンセットあるいは核形成層(ニュークリエーション層)を用いることが必要になる。ニュークリエーション層は、一般的に非強磁性のCoCr合金であるが、製造ラインで追加のスパッタ装置が必要になる。前に引用した審査中の特許出願において、AFC

10

20

30

40

50

媒体の下部の強磁性薄膜は、硼素を含まない強磁性 CoCr 合金であって、それと Cr あるいは Cr 合金の下地層との間にニュークリエーション層を必要としない。この強磁性 CoCr 合金は十分な飽和磁束密度 (Ms) と粒状組織を持ち、AFC 記録層に優れた磁気記録性能を発揮させると同時に、ニュークリエーション層として作用しながらスペーサ層を通して上部の CoPtCrB 強磁性薄膜の C 軸が面内方向に成長するように誘導する。

【0010】

磁気記録媒体における継続的な問題点は、ディスク・ドライブの全般的な信号対雑音比に大きく寄与する固有媒体雑音である。媒体雑音を減らした AFC 媒体が求められている。

【課題を解決するための手段】

10

【0011】

本発明は、非強磁性のスペーサ薄膜を介して反強磁性的に相互に結合している少なくとも二つの強磁性薄膜を有する AFC 磁気記録媒体に関するものである。この反強磁性的に結合した (AFC) 記録層においては、2つの強磁性薄膜の磁気モーメントはアンチパラレルに配向されており、AFC 記録層の実残留磁気・厚さの積 (Mr_t) は、二つの強磁性薄膜の Mr_t 値の差である。この Mr_t 値の削減は記録媒体の熱安定性を下げるところなく達成されている。AFC 記録層の下部の強磁性薄膜は強磁性 CoCrFe 合金で、それと Cr 合金下地層との間にニュークリエーション層を必要としない。第 1 のすなわち下部の強磁性薄膜である CoCrFe 合金の AFC 媒体の固有媒体雑音は低減されている。

【0012】

20

本発明の本質と利点をさらによく理解するためには、付図と共に以下の詳細説明を参照すべきである。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、媒体雑音を減らした AFC 媒体を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

《AFC 媒体ディスクの全体構造》

本発明の磁気記録ディスクは、1枚ないしはそれ以上の非強磁性スペーサ薄膜により隣接する強磁性薄膜に反強磁性的 (AF) に結合する2枚ないしはそれ以上の強磁性薄膜で出来ている磁気記録層を持つ形式である。図1は、反強磁性的に結合した (AFC) 磁気層 20 を有するディスク 10 の断面構成を示す。

30

【0015】

基板 (サブストレート) 11 は、NiP の表面メッキをつけた、ガラス、SiC/Si、セラミック、石英や AlMg 合金ベースなどの任意の適当な材料である。シード層 12 はオプションの層で、下地層 13 の成長を高めるために用いられることがある。シード層 12 は、もっとも一般的には、サブストレート 11 がガラスのように非金属の場合に用いられる。シード層 12 は厚さがおよそ 1 から 50 nm の範囲の Ta、CrTi、NiAl あるいは RuAl のような材料の一つであって、これらは好ましい結晶配向に次の層の成長を促進するためのシード材料として有用である。プリシード層 (図示せず) が、ガラスのサブストレート 11 とシード層 12 の間に用いられる場合もある。下地層 13 は、もしあれば、シード層 12 の上に、そうでなければサブストレート 11 の上に直接成膜され、CrV あるいは CrTi などのクロムあるいはクロム合金の非磁性材料である。下地層 13 は通常は約 10 nm であるが、5 から 100 nm の範囲の厚さである。

40

【0016】

AFC 磁性体層 20 は非強磁性スペーサ薄膜 26 により分離された2枚の強磁性薄膜 22 と 24 で出来ている。非強磁性スペーサ薄膜 26 の厚さと組成は、隣接する薄膜 22 と 24 の磁化モーメント 32 と 34 が、それぞれ非強磁性スペーサ薄膜 26 を通して AF 結合され、ゼロ印加磁場においてアンチパラレルになるように選ばれる。層 20 の2つの AF 結合した薄膜 22 と 24 は、上側の薄膜 22 がより大きい磁化モーメントを持ちながら

50

、アンチパラレルに配向された磁化モーメントを持つ。強磁性薄膜 22 と 24 は、4 から 20 の原子パーセント (a t. %) のプラチナと、10 から 23 a t. % のクロムと、2 から 20 a t. % の硼素を含む CoPtCrB 合金で出来ている。非強磁性スペーサ薄膜 26 はルテニューム (Ru) で出来ている。

【0017】

AFC 磁性体層 20 の第 1 強磁性薄膜 24 は硼素を含む CoPtCrB 合金で出来ているので、下地層 13 の上に非常に薄い (通常は 1 から 5 nm) コバルト合金のオンセットあるいは核形成層 (ニュークリエーション層) 14 が成膜される。ニュークリエーション層 14 は、その C 軸が薄膜の面内方向に配向されるように薄膜 24 の六方晶系最密充填 (HCP) CoPtCrB 合金の成長を向上するように選択された組成を持つ。第 1 CoPtCrB 薄膜 24 の適正な結晶構造により、今度は、Ru スペーサ薄膜 26 を通し、その C 軸を面内方向に配向するように、第 2 CoPtCrB 薄膜 22 の成長を促進させる。

10

【0018】

もし CoPtCrB 薄膜 24 をニュークリエーション層なしに Cr 合金の下地層 13 上に直接成長させた場合は、その C 軸は薄膜の面内方向には成長せず、結果として低い記録性能となる。高性能の媒体に必要である記録層の微粒化を達成するためには、硼素の存在が重要であることはよく知られている。したがって、ニュークリエーション層 14 により、記録層として硼素を含む合金を使用することが出来る。ニュークリエーション層 14 は、通常は Cr >= 31 a t. % の CoCr 合金のような、非強磁性 Co 合金である。この CoCr 組成は非強磁性あるいは僅かに強磁性の相を発生させる。

20

【0019】

図 1 の層 20 の構造のような非強磁性遷移金属スペーサ薄膜を経由する強磁性薄膜の AF 結合は、広く研究され、論文にも書かれている。一般には、スペーサ薄膜の厚さを増やしていくと、交換カップリングは強磁性から非強磁性へと変動する。特定の材料の組み合わせに関わるこの変動する結合関係は、パーキン等の「金属超格子構造: Co / Ru、Co / Cr と FeCr における交換結合と磁気抵抗の変動」Phys. Rev. Lett., Vol. 64, p. 2034 (1990) に述べられている。材料の組み合わせには、Co、Fe、Ni とこれらの Ni - Fe、Ni - Co や Fe - Co などの合金の強磁性薄膜と、Ru、クロム (Cr)、ロジューム (Rh)、イリジューム (Ir)、銅 (Cu) やこれらの合金の非強磁性スペーサ薄膜が含まれる。このような材料の各組み合わせについて、もし知られていないならば、変動交換結合関係を決定し、二つの強磁性薄膜間の反強磁性結合を確かなものにするために、非強磁性スペーサ薄膜の厚さを選択しなければならない。変動の期間は非強磁性スペーサ材料によって決まるが、しかし変動結合の強度と位相はまた、強磁性材料と界面の質に依存する。

30

【0020】

層 20 のこの AFC 構造について、隣接する薄膜 22 と 24 の磁化モーメント 32 と 34 の配向はそれぞれアンチパラレルに配列され、そして破壊的に付加される。矢印 32 と 34 は、AF 結合薄膜 26 を通して直接上下になっている個々の磁化ドメインのモーメント配向を示している。

40

【0021】

図 1 は二つの薄膜構造と单ースペーサ薄膜を持つ AFC 磁気層 20 について示しているが、一方 AFC ディスクは強磁性薄膜の間に AF 結合スペーサ薄膜を持つ追加の強磁性薄膜を持つこともある。

《CoCrFe 下部強磁性薄膜を有する AFC ディスクの構造》

ガラスのサブストレートと CoPtCrB の单層磁気層を有する高性能な商業的に入手可能なディスクは、6 層まで必要となる。これらの層は、ガラス・サブストレート上のブリシード層 (図 1 には表示せず) と、シード層と、下地層と、非強磁性 (または僅かに強磁性) の CoCr ニュークリエーション層と、CoPtCrB 磁気層と、保護膜である。サーチュラス M12 のような一般的な製造用スパッタリング設備は、2 台の加熱装置と 1 台の冷却装置を用いるとして、現状では実際のスパッタに利用可能なのは 7 台の装置であ

50

る。AFC磁気層は、1個の磁気層を3個の層で置き換えるので、1枚のAFCディスクを作成するのに必要なスパッタリング・カソードの数は8個である。この数は、上記で説明した構成のサーキュラスM12上で現在利用可能な数よりも大きい。他の形式の製造用スパッタ設備もおそらく限られた数のスパッタリング・カソードしか持たないので、AFC媒体の実用が困難になる。

【0022】

ある種の材料が、AFC層で下部強磁性薄膜としての働きをし、またRuスペーサ層を通して第2CoPtCrB薄膜の面内でのC軸成長を促進する二つの目的の役に立つことが出来る。これにより、ニュークリエーション層とAFC層の下側の強磁性薄膜を組み合わせて1つの層にすることが可能になり、したがって1台のスパッタリング・カソードだけが必要となる。これにより、AFCディスク構成のスパッタ層の総数が減り、それにより見込まれる製造上の問題点が解決される。前に引用した審査中の特許出願が、425e 10 mu / cccの飽和磁束密度 (Ms)を持つ強磁性Co₇₈Cr₂₂が、AFC構成においてオンセットあるいはニュークリエーション層、そして下層薄膜として有効であることを示した。

【0023】

本発明においては、CoCrFe合金は、AFC記録においてオンセットあるいはニュークリエーション層、そして下部薄膜の双方に有効であり、AFC媒体の信号対雑音比を大幅に向上させる。FeをCo合金に添加することは、粒間交換結合を加えることになることが知られており、通常は記録特性に害があると見なされていたので、これは驚くべき結果である。前に引用した‘813特許で説明されているように、粒間交換結合は媒体雑音を増やすことが知られているので、媒体雑音を減らすためには孤立磁化粒を持つ、すなわち粒間交換結合の無い粒状強磁性材料を用いるのが有利である。このように、AFC媒体において、CoCrFeの下部薄膜が媒体雑音を減らすことは予想外であった。

【0024】

図2は本発明におけるAFCディスク10'の好適な構造例を示す。この実施例における各種の層の厚さと組成を下記に示す。

プリシード層：Cr₅₀Ti₅₀ (20~50nm)

シード層12：Ru₅₀Al₅₀ (8~20nm)

下地層13：Cr₈₀Ti₂₀ (6~20nm)

下地層13の直接上の下部AFC薄膜24'：

Co_(100-x-y)Cr_xFe_y、但し2<x<25、2<y<30

スペーサ層26：RuあるいはCr (0.4~1.0nm)

表面のAFC薄膜22：Co_(100-x-y-z)Pt_yCr_xB_z、但し6<y<25、10<x<25、6<z<15

本実施例においては、特別なニュークリエーション層なしに底部AFC薄膜として機能するCoCrFe合金は、およそ2から30at.%のFe成分と、およそ2から25at.%のCr成分を持つ。Fe濃度は底部AFC薄膜に必要な厚さとMr_tにより主として決定される。CrとFeのat.%により、所定の厚さについてのCoCrFe薄膜のMr_tが決まる。Feの上限は、CoCrFe合金のHCP構造が失われる辺りの量であって、したがって上部CoPtCrB薄膜の面内C軸成長との兼ね合いで決定される。Cr上限は約25at.%であり、CoCrFe合金が非強磁性になる辺りの量である。CoCrFe薄膜の要求される厚さは最適の薄膜成長と記録性能により決まり、通常はおよそ0.5と3.5nmの間である。

【0025】

図3は、数枚のディスクについて、孤立波パルスと異なった記録密度(1000磁束変化/インチまたはkfc)での実測雑音との実測比(S₀NR)を示す。これらの媒体は、下地層と表面のAFC薄膜の双方とも同じ厚さと同じ合金で、同じ成長条件下にて成長したものである。表面AFC薄膜はMr_t=0.39emu/cm²を持つ。複合Mr_tは凡例に明細があり、表面AFC薄膜のMr_tから下層AFC薄膜のMr_tを差し引く

10

20

30

40

50

ことで得られる。図3は、下部薄膜としてCoCrFe合金を用いたAFC媒体は、前述で引用した審査中の特許出願で説明された下部薄膜としてCoCr合金を用いたAFC媒体よりかなり高いSNRを持つことを示す。図3はまた、幾つかのMr_t値を持つCoCr下部薄膜によるAFC媒体に比較しても、CoCrFe下部薄膜によるAFC媒体では、改良されたSNRが得られることを示す。

【0026】

本発明について、好適な実施例を参照しながら個々に示し、あるいは説明してきたが、この分野に熟練した人にとって、本発明の精神や趣旨や教示から外れることなく、形態や細部について各種の変更を行ない得ることは明白である。したがって、開示された本発明は、説明の目的のためであって、特許請求の範囲で規定された範囲によってのみ規定されるものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】前に引用した審査中の特許出願で従来技術として説明したAFC磁気記録ディスクの概略断面図である。

【図2】本発明によるAFC磁気記録ディスクの概略断面図である。

【図3】CoCrFeの下部AFC薄膜を持つ幾つかのディスクに関する、異なった記録密度(1000磁束変化/1インチまたは、kfc)で記録された磁化遷移についての孤立信号パルス波形と実測された雑音(SNR)との実測比率のグラフである。

【符号の説明】

【0028】

10' ...磁気記録ディスク、11...サブストレート、12...シード層、13...下地層、
20' ...磁気記録層(AFC記録層)、22...上部強磁性薄膜、24' ...下部強磁性薄膜

、

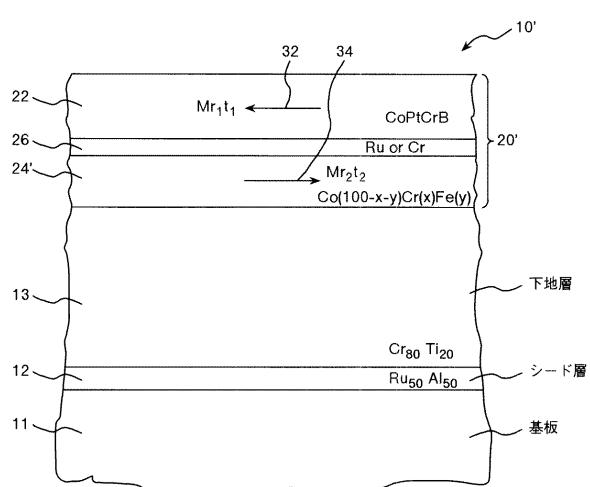
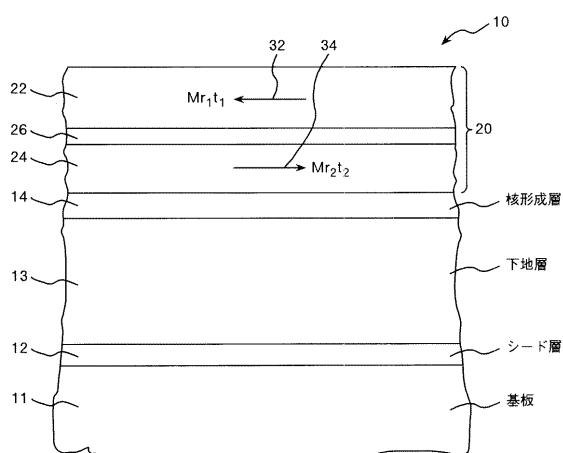
26...非強磁性スペーサ薄膜(AF結合薄膜)、32, 34...磁化モーメント。

【図1】

【図2】

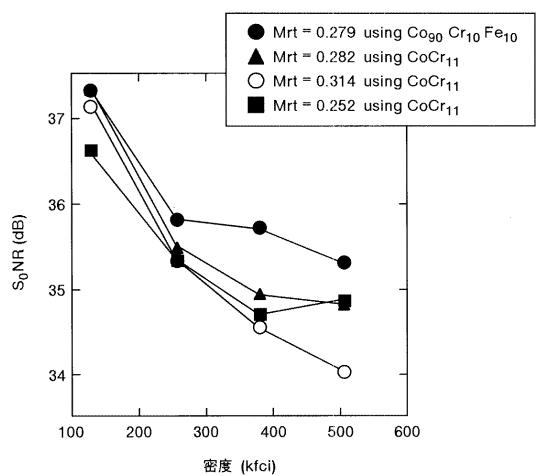
図 1

図 2



【図3】

図 3



フロントページの続き

(72)発明者 ホア・パン・ドゥ
アメリカ合衆国94555、カリフォルニア州、フリモント、フェザントストリート 33240

(72)発明者 マリー・エフ・デルナー
アメリカ合衆国95062、カリフォルニア州、サンタクルズ、フォレストアベニュー 148

(72)発明者 エリック・エドワード・フラートン
アメリカ合衆国95037、カリフォルニア州、モーガンヒル、クエイルコート 17212

(72)発明者 デービッド・ティ・マーグリース
アメリカ合衆国95033、カリフォルニア州、ロスガトス、サンタクルズハイウェイ 2345
5

(72)発明者 ナターシャ・エフ・サパー
アメリカ合衆国95008、カリフォルニア州、キャンベル、ユニオンアベニュー 381 D

審査官 馬場 慎

(56)参考文献 特開2002-279618 (JP, A)
国際公開第02/013190 (WO, A1)
特開2001-148110 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 5 / 62 - 5 / 82