

(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2005-243220

(P2005-243220A)

(43) 公開日 平成17年9月8日(2005.9.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1

テーマコード(参考)

**G 11 B 5/66**

G 11 B 5/66

5 D 006

**G 11 B 5/64**

G 11 B 5/64

5 E 049

**G 11 B 5/65**

G 11 B 5/65

**G 11 B 5/738**

G 11 B 5/738

**G 11 B 5/82**

G 11 B 5/82

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-17820 (P2005-17820)  
 (22) 出願日 平成17年1月26日 (2005.1.26)  
 (31) 優先権主張番号 10/788687  
 (32) 優先日 平成16年2月26日 (2004.2.26)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 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 100068504  
 弁理士 小川 勝男  
 (74) 代理人 100095876  
 弁理士 木崎 邦彦  
 (72) 発明者 ホア・ヴァン・ド  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多層下部層を有する反強磁性結合磁性層を備えた磁気記録ディスク

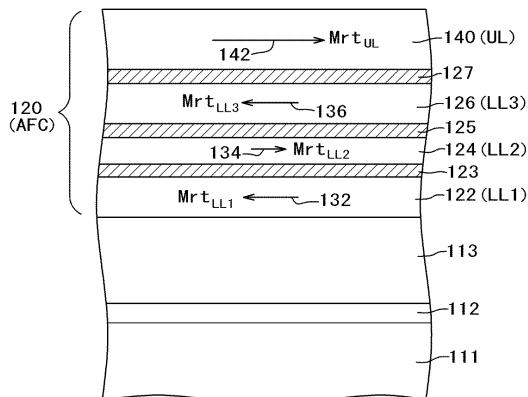
## (57) 【要約】

【課題】S<sub>0</sub>NRの低下を回避できる AFC構造を備えた磁気記録ディスクを提供する。

【解決手段】磁気記録ディスクは、3つの下部強磁性層(LL1、LL2、LL3)と1つの上部強磁性層(UL)とを有し、4つの強磁性層が反強磁性結合層を横切って互いに反強磁性結合(AFC)している。ULは、3つの下部層の、残留磁化と厚さとの積(Mrt)より大きく、かつLL1およびLL3のMrt値の総和より大きいMrtを有する。中間の下部層LL2は、他の下部層LL1およびLL3のMrtより小さいMrtを有し、その結果として、AFC構造の合成Mrtは、単一の下部層のみを有する従来のAFC構造の合成Mrtより小さくなる。このAFC構造は、かかる合成Mrtの低下を、前記3つのいずれの下部層のMrtをも従来のAFC構造の単一の下部層の最大Mrt以上に増大させることなく達成する。

【選択図】図2

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板と、

前記基板の上に設けられるとともに、残留磁化  $M_r$  と、厚さ  $t$  と、残留磁化と厚さとの積  $M_r t$  を有する第 1 の下部強磁性層と、

前記第 1 の下部強磁性層の上に設けられる第 1 の反強磁性結合層と、

前記第 1 の反強磁性結合層の上に設けられるとともに、前記第 1 の下部強磁性層の前記  $M_r t$  より小さい  $M_r t$  を有する第 2 の下部強磁性層と、

前記第 2 の下部強磁性層の上に設けられる第 2 の反強磁性結合層と、

前記第 2 の反強磁性結合層の上に設けられるとともに、前記第 2 の下部強磁性層の前記  $M_r t$  より大きい  $M_r t$  を有する第 3 の下部強磁性層と、

前記第 3 の下部強磁性層の上に設けられる第 3 の反強磁性結合層と、

前記第 3 の反強磁性結合層の上に設けられるとともに、前記第 1 および第 3 の下部強磁性層の前記  $M_r t$  値の総和より大きい  $M_r t$  を有する上部強磁性層と、  
を有することを特徴とする磁気記録ディスク。

## 【請求項 2】

前記各下部強磁性層は、実質的に同じ材料によって形成され、前記第 2 の下部強磁性層は、前記第 1 および第 3 の下部強磁性層の前記厚さより小さい厚さ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 3】

前記第 3 の反強磁性結合層の上に設けられる第 4 の下部強磁性層と、  
前記第 4 の下部強磁性層の上に設けられる第 4 の反強磁性結合層と、  
前記第 4 の反強磁性結合層の上に設けられる第 5 の下部強磁性層と、  
前記第 5 の下部強磁性層の上に設けられる第 5 の反強磁性結合層とをさらに含み、  
前記上部強磁性層は、前記第 5 の反強磁性結合層の上に直接形成されるとともに、前記第 1 、第 3 および第 5 の下部強磁性層の前記  $M_r t$  値の総和より大きい  $M_r t$  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 4】

前記上部強磁性層は、Co、Pt、Cr および B を含む合金であり、前記各下部強磁性層は、Co と Cr を含む合金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 5】

前記各下部強磁性層は、さらに Ta を含むことを特徴とする請求項 4 記載のディスク。

## 【請求項 6】

前記各反強磁性結合層は、ルテニウム (Ru) 、クロム (Cr) 、ロジウム (Rh) 、イリジウム (Ir) 、銅 (Cu) およびこれらの合金から成る群から選択される材料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 7】

前記基板と前記第 1 の下部強磁性層との間であって前記基板の上に配置される下地層をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載のディスク。

## 【請求項 8】

前記上部強磁性層の上に形成される保護膜をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載のディスク。

## 【請求項 9】

基板と、

前記基板の上に設けられるとともに、印加磁界がないときに 2 つの残留磁化状態を有する反強磁性結合構造であって、

(a) 残留磁化  $M_r$  と、厚さ  $t$  と、残留磁化と厚さとの積  $M_r t$  を有する第 1 の下部強磁性層と、(b) 前記第 1 の下部強磁性層の上に設けられる第 1 の反強磁性結合層と、  
(c) 前記第 1 の反強磁性結合層の上に設けられるとともに、前記第 1 の下部強磁性層の前記  $M_r t$  より小さい  $M_r t$  を有する第 2 の下部強磁性層と、(d) 前記第 2 の下部強磁

10

20

30

40

50

性層の上に設けられる第2の反強磁性結合層と、(e)前記第2の反強磁性結合層の上に設けられるとともに、前記第2の下部強磁性層の前記Mr<sub>t</sub>より大きいMr<sub>t</sub>を有する第3の下部強磁性層と、(f)前記第3の下部強磁性層の上に設けられる第3の反強磁性結合層と、(g)前記第3の反強磁性結合層の上に設けられるとともに、前記第1および第3の下部強磁性層の前記Mr<sub>t</sub>値の総和より大きいMr<sub>t</sub>を有する上部強磁性層と、を有し、

前記上部強磁性層と前記第3の下部強磁性層の磁化方向は、各残留磁化状態において実質的に反平行であり、前記第2の下部強磁性層と前記第1の強磁性層の磁化方向は、各残留磁化状態において実質的に反平行であり、前記上部強磁性層の一方の残留磁化状態における磁化方向は、他方の残留磁化状態における該強磁性層の磁化方向に対して実質的に反平行であることを特徴とする磁気記録ディスク。10

#### 【請求項10】

前記各下部強磁性層は、実質的に同じ材料によって形成され、前記第2の下部強磁性層は、前記第1および第3の下部強磁性層の前記厚さより小さい厚さを有することを特徴とする請求項9記載のディスク。

#### 【請求項11】

前記上部強磁性層は、Co、Pt、CrおよびBを含む合金であり、前記各下部強磁性層は、CoとCrを含む合金であることを特徴とする請求項9記載のディスク。

#### 【請求項12】

前記各下部強磁性層は、さらにTaを含む合金であることを特徴とする請求項11記載のディスク。20

#### 【請求項13】

前記各反強磁性結合層は、ルテニウム(Ru)、クロム(Cr)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、銅(Cu)およびこれらの合金から成る群から選択される材料であることを特徴とする請求項9記載のディスク。

#### 【請求項14】

前記基板と前記第1の下部強磁性層との間であって前記基板の上に配置される下地層をさらに含むことを特徴とする請求項9記載のディスク。

#### 【請求項15】

前記上部強磁性層の上に形成される保護膜をさらに含むことを特徴とする請求項9記載のディスク。30

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、磁気記録ハードディスクドライブにおいて用いられる磁気記録ディスクに係り、特に、反強磁性結合(AFC)磁性層を有する磁気記録ディスクに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

磁気記録ハードディスクの記憶密度が増大するにつれ、磁気記録層における残留磁化と厚さとの積(Mr<sub>t</sub>)の低下及び保磁力(H<sub>c</sub>)の増大が起こっている。Mr<sub>t</sub>は、記録層の厚さtと記録層の残留(零印加磁界)磁化Mrとの積である(ここで、Mrは、強磁性体材料の単位体積あたりの磁気モーメントを単位として測定される)。H<sub>c</sub>は、ディスクドライブ記録ヘッドがデータを記録層上において記録するために必要とする短時間スイッチング磁界または固有保磁力(H<sub>o</sub>)に関連する。Mr<sub>t</sub>およびH<sub>c</sub>における前記傾向は、Mr<sub>t</sub>/H<sub>c</sub>比の低下をもたらした。40

##### 【0003】

Mr<sub>t</sub>の低下を達成するためには、磁性層の厚さtを低減させるとよいが、前記層に記憶される磁気情報がより減衰しやすくなるため、ある限度までしか低減させることはできない。この磁化の減衰は、微小磁性体粒子の熱活性化(超常磁性効果)に起因すると考えられてきた。磁性体粒子の熱安定性は、大体において、K<sub>u</sub>Vにより判断される。ここで50

、 $K_u$  は、層の磁気異方性定数であり、 $V$  は、磁性体粒子の体積である。層厚さを低減させると、 $V$  は減少する。層厚さがあまりにも薄いと、 $K_u V$  が小さくなりすぎて、記憶される磁気情報は、ディスクドライブの正常動作条件において、もはや安定しなくなってしまう。

#### 【0004】

この問題を解決するひとつの方法は、より高い異方性を有する材料（より高い $K_u$ ）に移行することである。しかしながら、 $K_u$  の増大は、 $K_u / M_s$  ( $M_s$  = 飽和磁化) と略等しい保磁力 $H_c$  が過剰に増大して、従来の記録ヘッドにより記録することができなくなる点によって制限される。ひとつの同様の方法は、磁性層の $M_s$  を固定層厚さに関して低減させることであり、これによって、 $M_r$  は、 $M_s$  に関連しているため、低減させられるが、これもまた記録可能な保磁力によって制限される。10

#### 【0005】

本出願と同じ譲受人に譲渡された米国特許第 6 2 8 0 8 1 3 号明細書（特許文献 1）に、磁気記録層が、非強磁性スペーサ層を横切って互いに反強磁性結合される少なくとも 2 つの強磁性体層である磁気記録媒体が説明されている。AFC 媒体と呼ばれるこのタイプの磁気媒体において、2 つの反強磁性結合層の磁気モーメントは、残留磁化において反平行に配向されて、その結果として、記録層の正味即ち合成 $M_{rt}$  は、上部および下部強磁性層間ににおける差となる。上部強磁性層は、一般に、下部強磁性層より高い $M_{rt}$  を有するため、合成 $M_{rt}$  は、 $M_{rt_{UL}} - M_{rt_{LL}}$  によって与えられる。この $M_{rt}$  の低下は、体積 $V$  の減少を伴うことなしに達成される。したがって、記録媒体の熱安定性が低下することはない。20

#### 【0006】

図 1 に、従来技術にしたがった反強磁性結合 (AFC) 磁性層 20 を有するディスクの断面構造が示されている。ディスク基板 11 は、ガラス、SiC/Si、セラミック、石英または NiP 表面被覆を有する AlMg 合金基材などの何らかの適切な材料である。シード層 12 は、下地層 13 の成長を高めるために用いられる任意の層である。シード層 12 は、基板 11 がガラス等の非金属である場合に最も一般的に用いられる。シード層 12 は、約 1 ~ 50 nm の範囲内の厚さを有するとともに、後に堆積される層のある一定の好適な結晶配向における成長を促進させるシード材料として有用である Ta、CrTi、NiAl または RuAl 等の材料の内の 1 つである。プレシード層（図示せず）もまた、ガラス基板 11 とシード層 12 との間において用いられる。下地層 13 は、シード層がある場合にはシード層上に、さもなければ基板 11 上に直接堆積せしめられるとともに、クロムまたは CrV、CrTi または CrMo 等のクロム合金などの非磁性材料である。下地層 13 は、5 ~ 100 nm の範囲内の厚さを有しており、一般的な値は約 10 nm である。非晶質炭素等の保護膜（図示せず）は、最上層として AFC 層 20 の上に形成される。30

#### 【0007】

AFC 磁性層 20 は、反強磁性結合層として作用する非強磁性スペーサ層 23 により分離される下部強磁性層 (LL) 22 と上部強磁性層 (UL) 24 とによって構成される。この非強磁性スペーサ層 23 の厚さと組成は、隣接する層 22、24 の磁気モーメント $M_{rt_{22}}、M_{rt_{24}}$  がそれぞれ非強磁性スペーサ層 23 を介して AF 結合されるとともに、零印加磁界、すなわち残留磁化状態において反平行となるように選択される。層 20 の 2 つの AF 結合層 22、24 は、反平行に配向される磁気モーメントを有しており、上部層 24 がより大きいモーメントを有する。このため、 $M_{rt_{UL}}$  は、 $M_{rt_{LL}}$  より大きく、AFC 層 20 の合成 $M_{rt}$  は、 $(M_{rt_{UL}} - M_{rt_{LL}})$  となる。40

#### 【0008】

図 1 の AFC 構造の層 20 のような非強磁性遷移金属スペーサ層を介した強磁性層の AF 結合は、広く研究されるとともに、文献に説明されている。一般に、交換結合は、スペーサ層の厚さが増大すると、強磁性から反強磁性へと振動する。選択材料の組合せにおけるかかる振動性結合関係は、非特許文献 1 において説明されている。材料の組合せには、50

C o、F e、N i およびこれらの合金であるN i - F e、N i - C o およびF e - C o 等により製作される強磁性層と、R u、クロム(C r)、ロジウム(R h)、イリジウム(I r)、銅(C u) およびこれらの合金等の非強磁性スペーサ層とが含まれる。このような各々の材料の組合せに関して、振動性交換結合関係を、それがまだ公知でなければ、判断して、2つの強磁性層間における反強磁性結合が確保されるように非強磁性スペーサ層の厚さを選択しなければならない。振動周期は、非強磁性スペーサ材料に依存するが、振動性結合の強さと位相は、強磁性材料と界面品質とに依存する。

### 【0009】

このA F C構造20において、隣接する強磁性層22、24の磁気モーメント32、34の配向は、それぞれ反平行に揃えるとともに、以って破壊的に合算される。このA F C構造の2つの強磁性層は、記録に関して異なる機能を果たすため、前記層の材料特性は、実質的に異なる。上部層24は、一般に、ほとんどいかなる粒子間交換結合も有さない微小磁性粒子を有するとともに、高い固有保持力( $H_0 \sim 8 \text{ kOe}$ )を有する。上部層24のかかる特性は、最良のS<sub>o</sub>NRが得られるように適合せしめられる。上部層22は、一般に、C<sub>o</sub><sub>6.8</sub>Pt<sub>1.3</sub>Cr<sub>1.9</sub>B<sub>1.0</sub>等のCoPtCrB合金である。下部層22は、一般に大きな粒子間交換結合及び低い固有保磁力( $H_0 \sim 1 \text{ kOe}$ )を有する材料である。かかる特性は、孤立再生パルスの半値幅であるPW50の低下を容易にする。前記材料は、一般にC<sub>o</sub><sub>8.9</sub>Cr<sub>1.1</sub>等の低いCr含有率([Cr] < 15 at%)を有するCoCr合金である。下部層に用いられる材料を高性能媒体の上部層として用いることはできない。非強磁性スペーサ層23は、一般にルテニウム(Ru)である。

10

20

30

### 【0010】

【特許文献1】米国特許第6280813号明細書

【非特許文献1】パークリンら(Parkin et al.)の「金属超格子構造Co/Ru、Co/CrおよびFe/Crにおける交換結合および磁気抵抗の振動(Oscillations in Exchange Coupling and Magnetoresistance in Metallic Superlattice Structures: Co/Ru, Co/Cr and Fe/Cr)」、フィジカル・レビュー・レターズ(Phys. Rev. Lett.)、Vol. 64、p. 2034(1990年)

### 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

### 【0011】

A F C媒体は、磁気記録ディスクの性能を有意に向上させる。合成M<sub>r t</sub>が低いということは、低記録密度において測定される記録信号の孤立再生パルスの半値幅であるPW50が低い値であることを意味する。PW50値は、達成可能な線密度を決定し、PW50が低い値であることが望ましい。したがって、A F C媒体の拡張性は、主として、その構造を用いてPW50をどの程度低下させることができるかによって決まり、これは、M<sub>r t</sub><sub>CO M P O S I T E</sub> = (M<sub>r t</sub><sub>U L</sub> - M<sub>r t</sub><sub>L L</sub>)であるため、どの程度の大きさのM<sub>r t</sub>値を下部強磁性層において達成することができるかによって決まる。

### 【0012】

しかしながら、現在のA F C媒体には、下部強磁性層において用いられる最大M<sub>r t</sub>値があつて、この最大M<sub>r t</sub>値を超えると、たとえPW50をなお低下させ、かつ合成M<sub>r t</sub>をなお低下させても、媒体の固有信号対雑音比(S<sub>o</sub>NR)が悪化してしまうことになる。たとえば、より厚い下部強磁性層(下部層のM<sub>r t</sub>を最大値より0.05 memu/cm<sup>2</sup>だけ大きくする)を有するA F C構造を製作して、最大下部層M<sub>r t</sub>を用いた基準A F C構造より3.5%低いPW50値を達成することができる。しかし、その結果として、S<sub>o</sub>NRの約3.5dBという許容不能な低下が引き起こされる。

40

### 【0013】

A F C媒体において、下部層を過剰に厚くすると係るS<sub>o</sub>NRの低下が起こる理由として、2つの理由が考えられる。第1に、下部強磁性層をより厚くすると、その異方性と体積との積(K<sub>u</sub>V)が増大する。K<sub>u</sub>Vは、熱搖らぎに対する層の影響を決定し、K<sub>u</sub>Vが高いほど、層の影響は低くなる。熱活性化反転がA F C媒体の微小な層間交換磁界に下

50

部層の磁化を反転させ、以って所望の反平行残留磁化構造を生じさせることは十分に立証されている。したがって、下部層の  $K_u V$  が高いほど（下部層の  $M_{r t}$  が高いほど）、相対的に微小さな交換磁界が下部層の磁化を完全に反転させることはより困難になる。第 2 に、交換磁界の大きさは、下部層の  $M_{r t}$  に反比例し、これによってまた反強磁性相互作用が下部層の磁化を反転させることは、下部層がより厚くなるため、より困難になる。したがって、下部層の  $M_{r t}$  を増大させると、下部層の磁化を反転させて反平行残留磁化構造を形成させることをより困難にする 2 つの効果が生じる。

#### 【0014】

これらの要因により、一部の下部層粒子をそのそれぞれの上部層粒子と反平行にならないことがあり、記録信号に余分な雑音を生じしめて、測定される  $S_o NR$  の低下を引き起こす可能性がある。高モーメント層を  $R_u$  層に隣接して追加することにより交換磁界を増大させることは、この問題を回避するひとつの潜在的方法であるが、かかる高モーメント層の追加は、 $S_o NR$  を低下させるため、実際には  $S_o NR$  を低下させることなしに交換磁界を有意に変化させることは非常に困難である。したがって、AFC 媒体の下部強磁性層の厚さを最大値を超えて増大させることができないという問題は、これらの構造における普遍的な問題である。

#### 【0015】

合成  $M_{r t}$  および PW50 の低下を利用することができるが、 $S_o NR$  の低下を引き起こすことのない AFC 構造を備えた磁気記録ディスクが必要とされている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0016】

本発明は、3つの下部強磁性層（LL1、LL2、LL3）と1つの上部層（UL）とを有する AFC 構造を備えた磁気記録ディスクにおいて、全ての4つの強磁性層が対応する反強磁性結合層を横切って互いに反強磁性結合される磁気記録ディスクである。UL は、3つの各々の下部層 LL1、LL2、LL3 の  $M_{r t}$  より大きく、かつ LL1 および LL3 の  $M_{r t}$  値の総和より大きい  $M_{r t}$  を有する。中間の下部層 LL2 は、他の各々の下部層 LL1 および LL3 の  $M_{r t}$  より小さい  $M_{r t}$  を有し、その結果として、AFC 構造の合成  $M_{r t}$  は、従来の AFC 構造の合成  $M_{r t}$  より小さくなる。本発明の AFC 構造は、3つのいずれの下部層の  $M_{r t}$  をも従来の AFC 構造の单一下部層の最大  $M_{r t}$  以上に増大させることなく、この合成  $M_{r t}$  の低下を達成することができ、したがって下部層の  $M_{r t}$  が過剰に大きくなることによって引き起こされる  $S_o NR$  の低下が回避される。

#### 【0017】

本発明の本質と利点とをより完全に理解するために、以下の詳細な説明を添付図面とともに参照されたい。

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本発明によれば、AFC 媒体の  $S_o NR$  を損なうことなく、より低い  $M_{r t}$  と PW50 とを達成することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

本発明は、AFC 媒体の現在の制約事項を克服するとともに、 $S_o NR$  を損なうことなくより低い  $M_{r t}$  と PW50 とを達成することを可能にする AFC 媒体である。この構造は、図 2 に示されており、基板 111 上のシード層 112 と下地層 113 との上に形成される AFC 層 120 からなる。

#### 【0020】

この AFC 層 120 は、3つの下部強磁性層（LL1、LL2、LL3）（それぞれ図 2 の 122、124、126）と1つの上部層（UL）（図 2 の 140）とからなる。強磁性層 140 は、AFC 構造 120 の最上層であるため、上部強磁性層と呼ばれる。これらの4つの強磁性層は、3つの反強磁性結合層 123、125、127 によって分離され

10

20

30

40

50

る。全ての4つの強磁性層122、124、126、140は、互いに反強磁性結合する。AFC層120は、2つの残留磁化状態(零印加磁界)を有する。これらの状態の一方における各層の磁化方向は、矢印132、134、136、142によって示されている。他方の状態においては、全ての前記矢印の方向が反転する。

#### 【0021】

ULは、3つの各々の下部層LL1、LL2、LL3のMr<sub>t</sub>より大きく、かつLL1およびLL3のMr<sub>t</sub>値の総和より大きいMr<sub>t</sub>を有する。中間の下部層LL2は、その他の各々の下部層LL1およびLL3のMr<sub>t</sub>より小さいMr<sub>t</sub>を有する。(これらの相対的なMr<sub>t</sub>値は、矢印132、134、136、142の相対的な長さによって表されている。) AFC構造の合成Mr<sub>t</sub>は、下記(1)式によって与えられる。

10

#### 【0022】

$$Mr_{t \text{ composite}} = (Mr_{t \text{ UL}} - Mr_{t \text{ LL1}}) + Mr_{t \text{ LL2}} - Mr_{t \text{ LL3}} \quad (1)$$

図2のAFC媒体の記録特性を従来のAFC媒体(図1)の記録特性と比較するために、上部層UL140と第1の下部層LL1 122とを組成および厚さに関して図1の従来技術のAFC構造における2つの対応する層と同一にして、これらの対応するMr<sub>t</sub>値が同一になるようにすればよい。2つの中間の下部強磁性層LL2およびLL3は、標準のAFC構造の下部層(図1の層22)と同じ材料によって形成されうるが、LL2は、より肉薄とされる。LL2は、所定の磁性層(約0.2nmより大)として維持される限り、本質的に可能な限り肉薄に製作される。Mr<sub>t</sub><sub>LL2</sub> < Mr<sub>t</sub><sub>LL3</sub>であるため、上記(1)式から、AFC構造120の合成Mr<sub>t</sub>は、従来のAFC構造の合成Mr<sub>t</sub>(Mr<sub>t</sub><sub>UL</sub> - Mr<sub>t</sub><sub>LL1</sub>)より小さくなることがわかる。

20

#### 【0023】

重要なこととして、このAFC構造は、かかる合成Mr<sub>t</sub>の低下を、3つのいずれの下部層のMr<sub>t</sub>をも従来のAFC構造における単一の下部層の最大Mr<sub>t</sub>以上に増大させることなく達成することができるとともに、以って下部層のMr<sub>t</sub>が過剰に大きくなることによって引き起こされるS<sub>o</sub>NRの低下を回避する。本発明のAFC構造は、3つのいずれの下部層も従来のAFC構造における単一の下部層の組成および厚さからの組成変更または厚さの増大を要することなく製作されうる。AFC構造120の全ての強磁性層が反強磁性結合し、かつ最下部の3つの強磁性層LL1、LL2、LL3が、従来のAFC構造において用いられる合金のように、低い固有保磁力H<sub>o</sub>を有する薄い合金によって製作されるため、上部強磁性層ULに記録される磁化パターンが、他の強磁性層の磁化配向を決定する。

30

#### 【0024】

本発明のAFC構造は、S<sub>o</sub>NRの低下を伴うことなく従来のAFC構造よりPW50を向上させる。媒体の信号対雑音比(S<sub>o</sub>NR)は、特定の記録密度(磁化反転数/記録される磁気転移の直線距離)における雑音に対する孤立信号パルスの比である。研究対象となった構造は、LL2のMr<sub>t</sub>のみが変化する一方で、ULの厚さは一定に保たれるとともに、Mr<sub>t</sub><sub>LL1</sub> = Mr<sub>t</sub><sub>LL3</sub> = 0.13memu/cm<sup>2</sup>に固定された。これらの構造は、Mr<sub>t</sub><sub>LL</sub> = 0.13memu/cm<sup>2</sup>(それを超えるとS<sub>o</sub>NRが低下する、Mr<sub>t</sub><sub>LL</sub>の最大値に近似する)を有するとともに、ULが全ての構造に関して同じである基準AFC構造と比較された。

40

#### 【0025】

図3に、かかる一連の構造の合成Mr<sub>t</sub>が、変化するMr<sub>t</sub><sub>LL2</sub>のみの関数として示されている。Mr<sub>t</sub><sub>LL2</sub>が小さいほど、合成Mr<sub>t</sub>は小さくなる。Mr<sub>t</sub><sub>LL2</sub>を低下させることにより、合成Mr<sub>t</sub>を基準AFC構造より0.11memu/cm<sup>2</sup>だけ低下させることができる(0.35memu/cm<sup>2</sup>に対して0.24memu/cm<sup>2</sup>)。図4から、合成Mr<sub>t</sub>を低下させると、PW50が低下することがわかる。PW50の5%の低下が測定された。

#### 【0026】

50

図5A～5Dにおいて、1000ビット/インチ(kbpi)を単位として測定される4つの異なる記録密度における本発明のAFC構造と基準AFC構造とのSNRの比較が示されている。基準AFC構造と比べて低いPW50が測定された層において、SNRの有意な向上が、重要な中間記録密度領域に関して測定された(図5Bおよび図5C)。このように、本発明のAFC構造は、ある所定のUL厚さにおいて、SNRを損なうことなくPW50の低下を達成するとともに、従来のAFC媒体の根本的な制約事項の1つを克服する。

## 【0027】

ULに好適な材料は、約16～22at%(原子百分率)のCrと約12～20at%のPtと約7～20at%のBとを含むCoPtCrB合金である。Ta等のその他の元素が、このCoCrPtB合金に添加されうる。各々の下部層LL1、LL2、LL3に好適な材料は、約5～24at%のCrを含むCoCr合金である。B(6at%未満)、Ta(5at%未満)およびPt(10at%未満)等のその他の元素が、このCoCr合金に添加されうる。Taは、CoCr合金におけるCrの偏析に特に有利であるとともに、後に堆積せしめられる層のエピタキシャル成長を容易にする。ULは、さらにまた、互いに上下に積み重ねられるとともに、互いに直接的に交換結合する2つ以上のCoPtCrB合金の複合型ULであってもよい。本明細書において示されるULの組成範囲は、ULが複合型ULである場合には、多数の合金の平均的な組成を意味する。

## 【0028】

前記のAFC構造は、3つののみの下部層を有する実施例に制限されるものではない。たとえば、前記AFC構造は、1つ以上の追加の下部構造を含んでもよい。この下部構造は、1対の下部強磁性層(たとえばそれぞれ図2のLL2およびLL3に対応する下部層LL4およびLL5)と、LL4とLL5との間の反強磁性結合層(図2のLL2とLL3との間の層125に対応)とによって構成される。この構造は、その後、図2の反強磁性結合層127の上に配置され、追加の反強磁性結合層が、前記下部構造と上部層ULとの間ににおいて配置される。本例において、AFC構造の合成Mrтは、下記(2)式のように表される。

## 【0029】

$$Mrт_{COMPOSITE} = (Mrт_{UL} - Mrт_{LL1}) + Mrт_{LL2} - Mrт_{LL3} + Mrт_{LL4} - Mrт_{LL5} \quad (2)$$

このAFC構造のULのMrтは、LL1、LL3およびLL5のMrт値の総和より大きくなる。

## 【0030】

好適な実施例を参照して本発明を特に図示および説明したが、当業者には、本発明の精神および範囲から逸脱することなしに、形態および細部におけるさまざまな変更が加えられうることが理解されよう。したがって、前記開示の発明は、単なる例証とみなされるべきであり、その範囲は、添付の特許請求の範囲によってのみ制限されるものとする。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0031】

【図1】従来技術にしたがったAFC磁気記録ディスクの略断面図である。

【図2】本発明にしたがったAFC磁気記録ディスクの略断面図である。

【図3】本発明のAFC構造の合成Mrтを中間の下部層のMrтの関数として示す図である。

【図4】本発明のAFC構造のPW50を中間の下部層のMrтの関数として示す図である。

【図5A】記録密度625KBPIにおける本発明のAFC構造と基準AFC構造とのSNRの比較を示す図である。

【図5B】記録密度469KBPIにおける本発明のAFC構造と基準AFC構造とのSNRの比較を示す図である。

【図5C】記録密度312KBPIにおける本発明のAFC構造と基準AFC構造とのS

10

20

30

40

50

○ N R の比較を示す図である。

【図 5 D】記録密度 156 K B P I における本発明の AFC 構造と基準 AFC 構造との S  
○ N R の比較を示す図である。

【符号の説明】

【0032】

111 ... 基板、

112 ... シード層、

113 ... 下地層、

120 ... AFC 構造、

122 ... 第 1 の下部強磁性層、

123 ... 第 1 の反強磁性結合層、

124 ... 第 2 の下部強磁性層、

125 ... 第 2 の反強磁性結合層、

126 ... 第 3 の下部強磁性層、

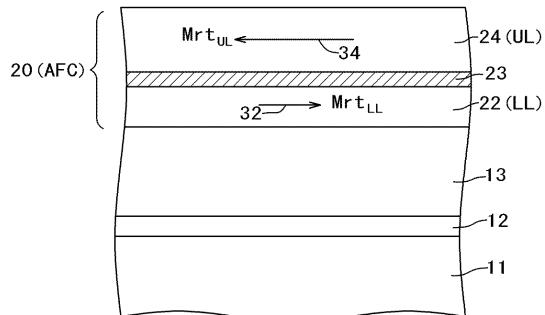
127 ... 第 3 の反強磁性結合層、

140 ... 上部強磁性層。

10

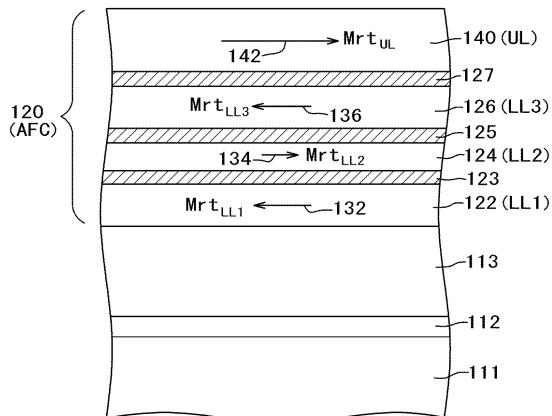
【図 1】

図 1



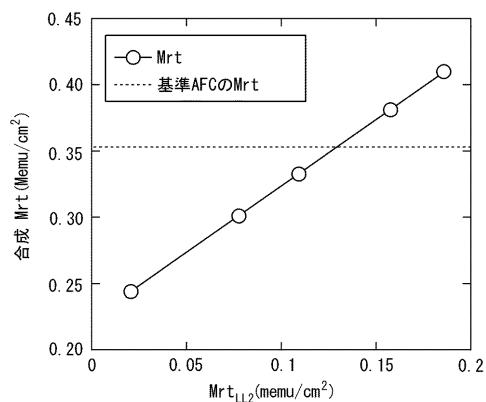
【図 2】

図 2



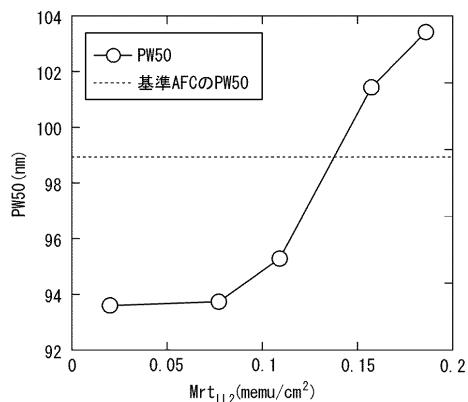
【図3】

図3



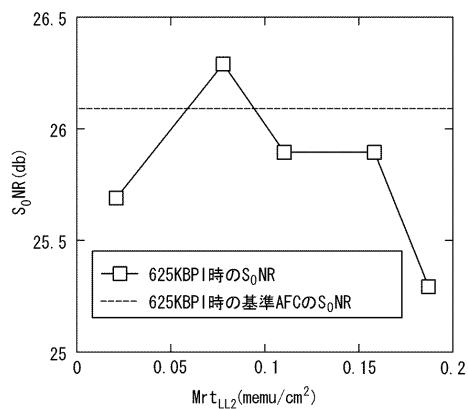
【図4】

図4



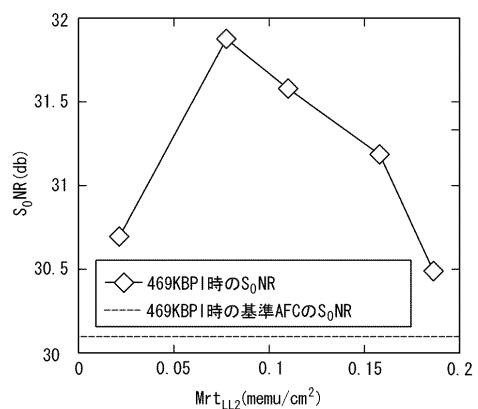
【図5A】

図5A



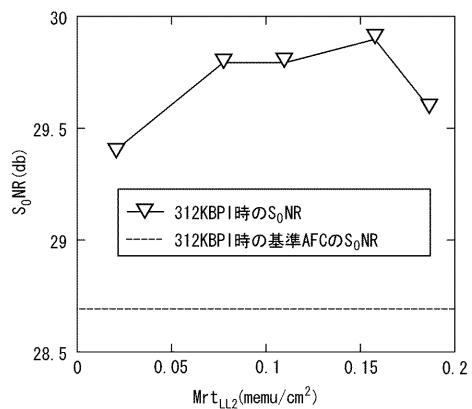
【図5B】

図5B



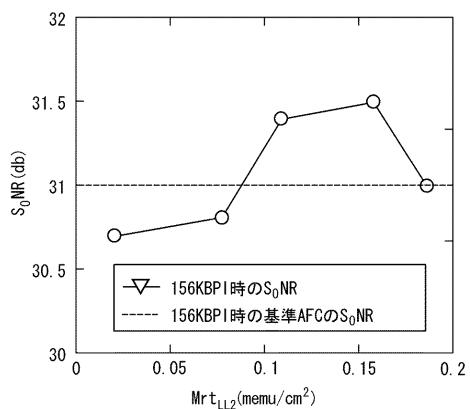
【図5C】

図5C



【図5D】

図5D



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード(参考)  
H 01F 10/16 H 01F 10/16

(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、クウェイルコート 17212

(72)発明者 ディヴィッド・マルグリース  
アメリカ合衆国95033、カリフォルニア州、ロスガトス、ハイウェイ17 23455

(72)発明者 アンドレアス・モーザー  
アメリカ合衆国95119、カリフォルニア州、サンノゼ、エル ポータルウェイ 314

Fターム(参考) 5D006 BB01 BB07 BB08 CA01 CA05 CA06 DA03 FA09  
5E049 AA04 BA06 CB02 DB02 DB12