

(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2005-339768

(P2005-339768A)

(43) 公開日 平成17年12月8日(2005.12.8)

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

G 1 1 B 5/66

F I

G 1 1 B 5/66

テーマコード (参考)

5 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-123456 (P2005-123456)  
 (22) 出願日 平成17年4月21日 (2005.4.21)  
 (31) 優先権主張番号 10/853631  
 (32) 優先日 平成16年5月24日 (2004.5.24)  
 (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ビー  
 オランダ国 アムステルダム 1076  
 エイズィ パルナスストーリー 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】 改良された信号対ノイズ比を持つ3層積層媒体を用いる磁気記録システム

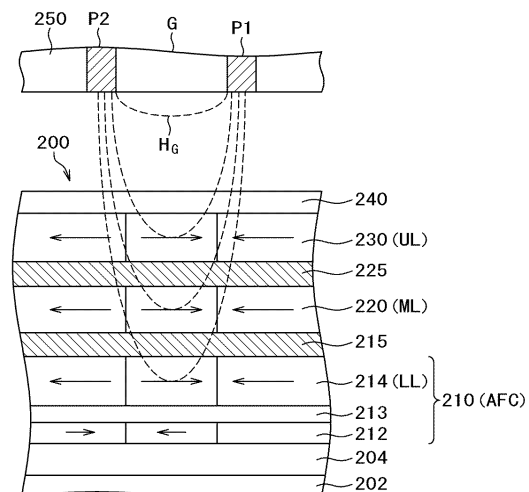
## (57) 【要約】

【課題】 2個よりも多い磁性層を持ちながら、良好な磁気記録特性を有する積層型媒体を用いる磁気記録システムを提供する。

【解決手段】 磁気記録システムが少なくとも3個の磁性層を持つ積層磁性構造を有する磁気記録媒体200を使用し、該媒体中の磁性層LL, ML, ULは書き込みヘッド250からの距離が増加するにしたがって低下する固有保磁力 $H_0$ を持つ。それぞれの磁性層の中央における書き込み磁場 $H_G$ は、その層の $H_0$ よりも大きい。磁性層は種々異なる組成および/または厚さを持ち、よって $H_0$ の値も異なる。中間磁性層MLおよび上部磁性層ULに使用される合金は、比較的低い $IS_0$  NRを持つ故に通常は磁気記録媒体には使用されない比較的「高モーメントの」合金であるが、積層磁性構造全体としての $S_0$  NRは積層の効果の故に改善される。中間磁性層MLならびに上部磁性層ULは十分な薄さで作ることができる。

【選択図】 図7

図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

固有保磁力  $H_{0LL}$  を有する下部強磁性層 (LL)、 $H_{0LL}$  よりも大きな固有保磁力  $H_{0ML}$  を有する中間強磁性層 (ML)、 $H_{0ML}$  よりも大きな固有保磁力  $H_{0UL}$  を有する上部強磁性層 (UL)、LLとMLの間にある第1の非強磁性スペーサ層、およびMLとULの間にある第2の非強磁性スペーサ層を含む磁気記録媒体と、

書込みギャップによって隔てられた複数の書込み極を持ち、該ギャップにおいて磁場  $H_G$  を発生してLL、MLおよびULの領域における磁化方向を変化させることができ、前記領域内におけるLL、MLおよびULの磁化方向は平行であり、前記媒体の近傍に保たれ、かつLLの中央における磁場は  $H_{0LL}$  よりも大きく、MLの中央における磁場は  $H_{0ML}$  よりも大きく、ULの中央における磁場は  $H_{0UL}$  よりも大きい誘導書込みヘッドと、  
有することを特徴とする磁気記録システム。 10

## 【請求項 2】

前記それぞれの非強磁性スペーサ層の厚さが約1.5 nmよりも小さいことを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 3】

$H_{0LL}$  が  $H_{0UL}$  よりも25 % 以上小さいことを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 4】

$H_{0ML}$  が  $H_{0UL}$  よりも15 % 以上小さいことを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 5】 20

$H_{0UL}$  が  $H_G$  の70 % 以上であることを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 6】

LL、MLおよびULのそれぞれがCoPtCrB合金を含んでいることを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 7】

UL中のPtの量がML中のPtの量よりも多く、ML中のPtの量がLLのPtの量よりも多いことを特徴とする請求項6記載のシステム。

## 【請求項 8】

LLのBの量がMLおよびULのそれぞれに含まれるBの量よりも少ないことを特徴とする請求項6記載のシステム。 30

## 【請求項 9】

LLのCrの量がMLおよびULのそれぞれに含まれるCrの量よりも多いことを特徴とする請求項6記載のシステム。

## 【請求項 10】

LLが反強磁性結合 (AFC) 層の上部強磁性層であり、該AFC層が下部強磁性層と、前記上部強磁性層と、前記下部および上部強磁性層の間に位置しており、かつ前記下部および上部強磁性層を反強磁性交換結合せしめる厚さと組成を有する反強磁性結合膜とを含むことを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 11】 40

前記AFC層の反強磁性結合膜が、ルテニウム (Ru)、クロム (Cr)、ロジウム (Rh)、イリジウム (Ir)、銅 (Cu)、およびそれらの合金から成る群から選ばれる材料で形成されていることを特徴とする請求項10記載のシステム。

## 【請求項 12】

前記媒体が基板を有する磁気記録ディスクであり、LL、MLおよびULが該基板上に存在し、かつ該システムが磁気記録ディスクドライブであることを特徴とする請求項1記載のシステム。

## 【請求項 13】

さらに前記基板上で、該基板とLLの間に位置する下地層を含むことを特徴とする請求項12記載のシステム。

## 【請求項 14】 50

さらにULを覆って形成された保護被覆を含むことを特徴とする請求項12記載のシステム。

【請求項15】

さらに前記書込みヘッドを支持するためのスライダを含むことを特徴とする請求項12記載のシステム。

【請求項16】

基板と

該基板上にあり、下部強磁性膜、上部強磁性膜、および前記下部および上部強磁性膜の間に位置して前記下部および上部強磁性膜を反強磁性交換結合する反強磁性結合膜を含み、前記上部強磁性膜が前記基板上の下部強磁性層 (LL) であり、固有保磁力  $H_{0LL}$  を有する反強磁性結合 (AFC) 層と、

10

LL上にある第1の非強磁性スペーサ層と、

該第1の非強磁性スペーサ層上にあり、 $H_{0LL}$  よりも大きな固有保磁力  $H_{0ML}$  を有する中間強磁性層 (ML) と、

ML上にある第2の非強磁性スペーサ層と、

該第2の非強磁性スペーサ層上にあり、 $H_{0ML}$  よりも大きな固有保磁力  $H_{0UL}$  を有する上部強磁性層 (UL) と、を含む磁気記録ディスクと、

該ディスクの表面近傍に保持されている空気軸受スライダと、

該スライダの後縁にあり、書込みギャップによって隔てられた複数の書込み極を有し、該ギャップにおいて磁場  $H_G$  を発生してLL、MLおよびULの領域における磁化方向を変化させることができ、前記領域内におけるLL、MLおよびULの磁化方向は平行であり、かつLLの中央における磁場は  $H_{0LL}$  よりも大きく、MLの中央における磁場は  $H_{0ML}$  よりも大きく、ULの中央における磁場は  $H_{0UL}$  よりも大きい誘導書込みヘッドと、を有することを特徴とする磁気記録ディスクドライブ。

20

【請求項17】

前記それぞれの非強磁性スペーサ層の厚さが約1.5 nmよりも小さいことを特徴とする請求項16記載のディスクドライブ。

【請求項18】

$H_{0LL}$  が  $H_{0UL}$  よりも25 % 以上小さいことを特徴とする請求項16記載のディスクドライブ。

30

【請求項19】

$H_{0ML}$  が  $H_{0UL}$  よりも15 % 以上小さいことを特徴とする請求項16記載のディスクドライブ。

【請求項20】

$H_{0UL}$  が  $H_G$  の70 % 以上であることを特徴とする請求項16記載のディスクドライブ。

【請求項21】

LL、MLおよびULのそれぞれがCoPtCrB合金を含んでいることを特徴とする請求項16記載のディスクドライブ。

【請求項22】

UL中のPtの量がML中のPtの量よりも多く、ML中のPtの量がLL中のPtの量よりも多いことを特徴とする請求項21記載のディスクドライブ。

40

【請求項23】

LL中のBの量がMLおよびULのそれぞれに含まれるBの量よりも少ないことを特徴とする請求項21記載のディスクドライブ。

【請求項24】

LL中のCrの量がMLおよびULのそれぞれに含まれるCrの量よりも多いことを特徴とする請求項21記載のディスクドライブ。

【請求項25】

前記AFC層の反強磁性結合膜が、ルテニウム (Ru)、クロム (Cr)、ロジウム (Rh)、イリジウム (Ir)、銅 (Cu)、およびそれらの合金から成る群から選ばれる材料で形成されてい

50

ることを特徴とする請求項 16 記載のディスクドライブ。

【請求項 26】

さらに前記基板上で、該基板と前記 AFC 層の下部強磁性膜の間に位置する下地層を含むことを特徴とする請求項 16 記載のディスクドライブ。

【請求項 27】

さらに UL を覆って形成された保護被覆を含むことを特徴とする請求項 16 記載のディスクドライブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的には磁気記録ディスクドライブに係り、より詳しくは固有の媒体信号対ノイズ比 ( $S_0NR$ ) が改良された「積層媒体」磁気記録ディスクを使用する磁気記録ディスクドライブに関する。

【背景技術】

【0002】

ディスク上の磁気記録媒体が粒状の合金（たとえば CoPt 合金）であるような磁気記録ディスクドライブでは、固有媒体ノイズは線記録密度が高くなるに従って増大する。媒体ノイズは記録される磁気遷移の不規則性から生じ、その結果、リードバック信号ピークが不規則にシフトする。媒体ノイズが増大すれば、ビット誤り率が高くなる。したがって、磁気記録ディスクドライブにおける高い面積密度を得るためには、記録媒体の固有媒体ノイズを低下させること、すなわち信号対ノイズ比 ( $S_0NR$ ) を高めることが必要である。

【0003】

媒体  $S_0NR$  は、媒体に含まれる単位面積当りの磁性粒子の数を  $N$  とする  $20 \log (N^{1/2})$  に一次比例し、 $S_0NR$  は dB (デシベル) の単位で表わされる。したがって、 $N$  を増やすことによって  $S_0NR$  の増大を達成し得る。しかし、記録されている磁化の熱安定性を保つために必要な個々粒子の面積 ( $A$ ) によって、 $N$  は制限される。この制限が生ずるのは、熱による減衰に対する保護に関わるエネルギー項が  $K_U V$  (式中、 $K_U$  は異方性であり、 $V$  は個々の磁性粒子の体積である) であるためである。記録されている磁化の熱安定性を保証するには、 $K_U V$  をある値よりも大きく保たねばならない。単に粒子面積  $A$  を減らして  $N$  を増やすだけでは、 $V$  が小さくなるであろう。なぜなら、 $V = A t$  (式中  $t$  は粒子の高さ、すなわち磁気記録層の厚さである) であるため、 $V$  が小さくなれば  $K_U V$  が小さくなり、熱に対する安定性が低下するからである。

【0004】

この問題を防ぐためのアプローチの一つは、 $V$  が小さくなる割合だけ、異方性  $K_U$  を増大させることである。しかし、このアプローチは磁気記録ヘッドが発生する利用可能な磁気書き込み磁場によって制約される。媒体に書き込む (すなわち記録されている磁化を変化させる) ために必要な磁場は当該媒体の短時間または固有保磁力  $H_0$  で表わされ、粒子の磁化または磁気モーメントを  $M$  とする  $K_U / M$  に比例する。したがって  $K_U$  を増大させれば  $H_0$  も大きくなり、従来の記録ヘッドでは媒体に書き込みを行うことができなくなる可能性がある。それ故、磁気記録ディスクドライブを確実な信頼性で作動させるには、媒体は  $S_0NR$  を十分に高くし、書き込み可能であるために  $H_0$  を十分に低くし、熱に対して安定であるために  $K_U V$  を十分に高くせねばならない。

【0005】

媒体  $S_0NR$  の改善は「積層型」媒体を用いることによって達成できる。積層型媒体では、単一磁性層の代わりに、非磁性のスペーサ層によって隔てられ、磁氣的に減結合された 2 個以上の別々の磁性層から成る積層体が用いられる。この発見は S. E. ランバート等 (非特許文献 1) によってなされ、米国特許 (特許文献 1) が付与されている。特許文献 2 には、2 個以上の磁性層を持つ積層型媒体において、下部磁性層が反強磁性結合された (AFC) 層であることを特徴とする積層型媒体が記述されている。積層型媒体で  $S_0NR$  が増大するのは、 $N$  が増加する (たとえば 2 個の磁性層を用いる時には実質的に 2 倍となり、3 個

10

20

30

40

50

の磁性層を用いる時には3倍となる)ためである。積層型媒体には、単一の磁性層に使用されたと同一の磁性合金組成物がすべての磁性層に使用されるので、 $K_U$ の高い磁性合金材料を使用する必要はない。したがって $K_U$ は単一層媒体の場合と全く変わらない。また、積層体中のそれぞれの磁性層の厚さが単一磁性層と同一であっても、2個の磁性層に含まれる粒子は非磁性のスペーサ層によって磁氣的に減結合されているので、粒子の体積 $V$ は同一のままである。それ故 $S_0NR$ は $K_U$ を低下させることなく高められるのであり、そのため熱安定性が減殺されることはない。

【0006】

【非特許文献1】S. E. ランバート等、「積層による薄膜金属媒体のノイズ削減」、IEEE 磁気学処理、Vol. 26、No. 5、1990年9月、pp. 2706 2709

10

【特許文献1】米国特許第5051288号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2002/0098390号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、媒体の $S_0NR$ を高めるための積層型媒体アプローチでは著しく厚い媒体が必要になる。たとえば、2個の磁性層が使用される場合には磁性層全体の厚さは2倍になる。全体の厚さが増大すると、別の問題、すなわち書き込みが困難になるという問題が起こる。これは、記録ヘッドからの書き込み磁場が書き込みヘッドから離れるに従って低下し、従って下部磁性層における書き込み磁場が上部磁性層におけるそれよりも弱くなるためである。積層型媒体における下部磁性層の $H_0$ が書き込み磁場よりも大きければ、下部磁性層の磁化を切り換えることはできず、したがって積層型媒体にデータを書き込むことはできない。そのため、2個以上の磁性層を有する使用可能な積層型媒体を製作することは、従来はできなかった。

20

【0008】

必要なのは、2個よりも多い磁性層を持ちながら、良好な磁気記録特性を有する積層型媒体である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は3個以上の磁性層がある積層型磁性構造を有する磁気記録媒体を用いる磁気記録システムにおいて、これら複数の磁性層が書き込みヘッドからの距離が増すに従って低下する固有保磁力 $H_0$ を持つことを特徴とする磁気記録システムである。前記積層構造における下部磁性層は1個の反強磁性結合(AFC)層の上部強磁性膜であり、該積層構造における中間層および上層は個々の磁性層である。それぞれの磁性層の中央における書き込み磁場はそれぞれの層の $H_0$ よりも大きいので、各磁性層の磁化は書き込み磁場によって切り換えられ得る。これら磁性層は異なった組成および/または厚さを有し、そのため異なった $H_0$ の値を有している。磁性層に使用される合金がCoPtCrB合金である場合、固有保磁力は主としてPtおよび/またはCrの分量を変えることによって変えられる。中間磁性層および上部磁性層に用いられる合金は比較的「高モーメントの」合金であって、 $S_0NR$ が比較的低い。通常は磁気記録媒体に使用されないものである。中間磁性層および上部磁性層は、これらの層が書き込みヘッドにより近く位置するようにきわめて薄く作り、それによって各磁性層がより強い書き込み磁場に露出されるようにすることができる。中間磁性層および上部磁性層が比較的低い $S_0NR$ を持っていても、積層の効果によって積層型磁性構造全体の $S_0NR$ は改善される。

30

40

【0010】

本発明の性質と効果をより良く理解するためには、以下の詳細な説明を添付図面と共に参照されたい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、 $S_0NR$ が改善された積層型記録媒体を有する磁気記録システムを提供す

50

ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明と比較するために、まず、従来技術による磁気記録ディスクおよび磁気記録ハードディスクドライブの構成を説明する。図1は、従来の磁気記録ハードディスクドライブの構成図である。このディスクドライブは、ディスクドライブのハウジングまたはベース16上に支えられた磁気記録ディスク12と回転ボイスコイルモータ（VCM）アクチュエータ14を含んでいる。ディスク12は回転の中心13を持ち、ベース16に取り付けられたスピンドルモータ（図示せず）に駆動されて矢印15の方向に回転する。アクチュエータ14は軸17の周りに回転し、硬質のアクチュエータ・アーム18を含んでいる。サスペンション20は通常は可撓性で、フレクシャ23を含み、アーム18の末端に取り付けられている。ヘッドキャリアまたは空気軸受スライダ22が、フレクシャ23に取り付けられている。磁気記録読取り/書込みヘッド24は、スライダ22の後縁表面25に形成されている。フレクシャ23とサスペンション20があるので、スライダは回転中のディスク12が発生する空気軸受上で「縦揺れ」および「横揺れ」することができる。典型的には、スピンドルモータによって回転する1個のハブに重ねて装着された複数のディスクがあり、それぞれのディスク表面に別々のスライダ及び読取り/書込みヘッドが組み合わされている。

10

【0013】

図2はスライダ22の末端と、図1の22線方向でディスク12を切った断面の拡大図である。スライダ22はフレクシャ23に取り付けられており、ディスク12に向いている空気軸受面（ABS）27と、通常はABSに垂直な後縁表面25を有する。ABS 27は回転しているディスクからの気流に空気の軸受を発生させ、この空気軸受がスライダ22を、ディスク12の表面にきわめて近接した状態、あるいは殆ど接触に近い状態で支持する。読取り/書込みヘッド24は後縁表面25上に形成されており、後縁表面25上の端子パッド29との電気的接続によってディスクドライブの読取り/書込み電子回路に接続されている。ディスク12は、磁気記録層50と保護被覆52を示すために断面図で示してある。

20

【0014】

図3は、図2の33線方向から見た図であって、ディスク12から見た読取り/書込みヘッド24の末端を示す。読取り/書込みヘッド24は、スライダ22の後縁表面25上に順次被着され、リソグラフィ法によってパターンニングされた複数層の薄膜から成る。書込みヘッドは書込みギャップ30で隔てられた2個の磁性書込み極P1/S2およびP2を含んでいる。磁気抵抗センサすなわち読取りヘッド70は、2個の、典型的にはアルミナで形成されている絶縁ギャップ層G1及びG2の間に位置している。ギャップ層G1およびG2は磁気シールドS1とP1/S2の間に位置しており、P1/S2は書込みヘッド24の第1書込み極としての役割も果たす。

30

【0015】

図4は、提案されている積層型磁性構造を有する従来技術の磁気記録ディスク100の断面図であり、該構造はすべてディスク基板102上に形成された3個の磁性層、すなわち反強磁性結合された（AFC）層110の最上層114である下部強磁性層（LL）、中間強磁性層（ML）120及び上部強磁性層（UL）130で構成されている。またディスク100は、1個以上のシード層または下地層から成る下地層構造104、非強磁性のスペーサ層115ならびに125、および在来の保護被覆140も含んでいる。

40

【0016】

AFC層110は、反強磁性結合膜113によって反強磁性結合された2個の強磁性層または強磁性膜（下部膜112及び上部膜114）から構成されており、AFC層110の実効 $M_{rt_{LL}}$ は $M_{rt_{114}} - M_{rt_{112}}$ で与えられる。反強磁性結合膜113は、当業者間では周知であるように、膜112および114を反強磁性結合せしめる厚さと組成を持っており、典型的にはルテニウム（Ru）、クロム（Cr）、ロジウム（Rh）、イリジウム（Ir）、銅（Cu）、およびそれらの合金から成る群から選ばれた材料で形成されている。

【0017】

積層構造の合成 $M_{rt}$ は、 $M_{rt_{UL}} + M_{rt_{ML}} + |(M_{rt_{114}} - M_{rt_{112}})|$  である。

50

## 【0018】

ディスク100は、次のような構造を持つ。

## 【0019】

$\text{Cr}_{50}\text{Ti}_{50} / \text{Ru}_{50}\text{Al}_{50} / \text{Cr}_{90}\text{Ti}_{10} /$

層112 =  $\text{Co}_{89}\text{Cr}_{11}$  ( $\text{Mrt}_{112} = 0.13 \text{ memu/cm}^2$ ) / Ru (0.6 nm) /

層114 =  $\text{Co}_{63}\text{Pt}_{12}\text{Cr}_{14}\text{B}_{11}$  ( $\text{Mrt}_{114} = 0.37 \text{ memu/cm}^2$ ) / Ru (1.2 nm) /

ML =  $\text{Co}_{63}\text{Pt}_{12}\text{Cr}_{14}\text{B}_{11}$  ( $\text{Mrt}_{\text{ML}} = 0.37 \text{ memu/cm}^2$ ) / Ru (1.2 nm) /

UL =  $\text{Co}_{63}\text{Pt}_{12}\text{Cr}_{14}\text{B}_{11}$  ( $\text{Mrt}_{\text{UL}} = 0.37 \text{ memu/cm}^2$ ) / 炭素被覆

$\text{Cr}_{50}\text{Ti}_{50} / \text{Ru}_{50}\text{Al}_{50} / \text{Cr}_{90}\text{Ti}_{10}$  は下地層構造104である。LLおよびMLは1.2 nm Ruの非強磁性スペーサ層115によって磁氣的に減結合されており、MLおよびULは1.2 nm Ruの非強磁性スペーサ層125によって磁氣的に減結合されている。先に引用した特許文献2中で提案されているように、層114、120及び130は同一の組成（すなわち $\text{Co}_{63}\text{Pt}_{12}\text{Cr}_{14}\text{B}_{11}$ 合金）と厚さを持つ。この組成は手頃な高さの固有保磁力（ $H_0$  が8 kOe以下）を有する合金であると考えられている。

10

## 【0020】

図4中の強磁性層それぞれの磁気モーメントは、矢印で示されている。層130および120の磁気モーメントおよびAFC層110の実効磁気モーメントの向きは、印加された磁場内で飽和された後の残留磁気状態では平行である。 $\text{Mrt}_{114}$  は $\text{Mrt}_{112}$  よりも大きいものとして（これら2層内に描かれた矢印の相対的な長さによって示されているように表現されているので、層110のモーメントは層114モーメントに平行である。

20

## 【0021】

図5は、100 nmの書込みギャップを持つ記録ヘッドについて、正規化磁場（ $H/H_G$ 、 $H_G$  は書込みヘッドの書込みギャップにおける磁場）とヘッドの極先端からの垂直距離  $y$  との関係を示す典型的プロファイルである。典型的には、当該磁性層の中央における磁場が、その層に書き込みを行なうために利用できる磁場の測定値として使用される。図4にあるような、提案された3個の磁性層を持つ積層構造における各層の中央が磁場のプロファイル上にマークされており、3個のCoPtCrB合金磁性層それぞれの厚さは10 nm、2個の非磁性スペーサ層それぞれの厚さは1 nm、ヘッドからULの上部までの距離は18 nmであると仮定されている。図5から、磁性層UL、ML及びLLの中央における磁場は、書込みギャップ内に発生する磁場（ $H_G$ ）のそれぞれ70%、59% および50% であることが見て取れる。LLで利用できる書込み磁場がMLにおけるそれに比べて著しく低下することから見て、従来技術において提案されているもののような3磁性層構造に書き込みを行えるとは考え難い。

30

## 【0022】

UL、MLおよびLL（層114）の組成と厚さは同一であるから、従来技術におけるこれらの層は同一の固有保磁力を持つであろう。（LLがAFC層110における上部強磁性層114である場合、ヘッドが書き込むことを要するのはこの層だけである。何故なら、反強磁性交換磁場によって下層112の磁化切り換えが引き起こされるからである。したがって、層112の組成がLLの $H_0$ に及ぼす影響は無視できる。）これらの層の組成を固有保磁力がほぼ0.70  $H_G$  となるように選べば、書込みヘッドはULに書き込みを行うことはできても、LLには書き込むことができないであろう。また、これらの層の組成を固有保磁力がほぼ0.50  $H_G$  となるように選べば、書込みヘッドはこれらの層のすべてに書き込みを行うことができるが、積層構造は記録媒体としては受け入れ難いものとなるであろう。それは、上部強磁性層と中間強磁性層では劣悪な性能しか得られず、しかも固有保磁力が約0.70  $H_G$  の単一層に比べ、 $S_0$ NRの改善は微々たるものだからである。

40

## 【0023】

次に、本発明の実施例による積層型磁気ディスクの構成及び特性を説明する。上記従来技術における、LLに書き込みを行えない問題に対する解決法の一つは、各層を薄くすることである。たとえば、3個のCoPtCrB合金磁性層それぞれが同一の合金組成で厚さが2 nmであり、2個の非磁性スペーサ層それぞれの厚さが1 nmであれば、磁性層UL、MLおよびLL（層214）の中心における磁場は、それぞれ書込みギャップ内に発生する磁場（ $H_G$ ）のそ

50

れぞれ75 %、72 % および68 % であることが図6から見て取れる。この場合、CoPtCrB合金はほぼ $0.68H_G$ の固有保磁力を持つことができ、ヘッドによる書き込みが可能になるであろう。しかしこの解決法では、いずれの層における $K_U$ 値も許容できないほど低下してしまう結果を招き、これらの層の熱安定性が失われる。したがって記録媒体への使用は許されない。

#### 【0024】

本発明の実施例では、LL、MLおよびULのそれぞれは異なった組成および/または厚さを持つため、磁性層の保磁力は書き込みヘッドからの距離が増大するに従って低下する。図7に実施例の構成を図解説明する。

#### 【0025】

図7は、基板202を持ち、3個の磁性層で構成された積層磁性構造を備えた磁気記録ディスク200の断面図である。LLは反強磁性結合された(AFC)層210の上層214であり、MLは中間強磁性層220であり、ULは上部強磁性層230である。ディスク200には、1個以上のシード層または下地層から成る下地層構造204、非強磁性スペーサ層215および225、及び在来の保護被覆240も含まれている。AFC層210は、反強磁性結合膜213によって反強磁性結合されている強磁性の下層212と強磁性の上層214で構成されている。書き込みヘッド250はディスク200の上方に保持され、書き込みギャップGによって隔てられた書き込み極P1およびP2を含んでいる。書き込みヘッドは、ディスクドライブ技術で良く知られているような、空気軸受スライダの後縁表面上に作製されている在来の薄膜型ヘッドである。書き込みヘッドはギャップGにおいて磁場 $H_G$ を発生する。磁場の線は図7中の破線で示されており、書き込み磁場の強度は極P1、P2の先端からの距離が増すに従って低下する。矢印はそれぞれの層における磁化の方向を示し、UL、MLおよびLL内の垂線は、これらの層における磁化された領域間の遷移を示す。

#### 【0026】

ディスク200では、MLは層ULの合金よりも固有保磁力が低い合金で形成されており、このためMLは記録ヘッドによる書き込みが可能となるが、 $Mrt_{UL}$ が低下することはない。同様にLL(層214)を層MLの合金よりも固有保磁力が低い合金で作ることができ、それによって $Mrt_{ML}$ を低下させることなくLLの記録ヘッドによる書き込みが可能になる。層LL、MLおよびULに用いられる合金がCoPtCrB合金であれば、固有保磁力は主としてPtの分量を減らすことによって低下する。また、ULおよびMLは比較的「高モーメントの」合金であり、このため所定の $Mrt_{UL}$ および $Mrt_{ML}$ のための層の厚さを薄くすることができる。モーメントは、主としてCrの分量を減らすことで高められる。したがって、典型的には、MLならびにULはLLよりも低いCr濃度を有するであろう。

#### 【0027】

上記実施例の適切な積層構造は、次に示すような組成の磁性層を有するであろう。

#### 【0028】

UL:  $Co_{63}Pt_{(13-15)}Cr_{(10-16)}B_{(8-15)}$

ML:  $Co_{63}Pt_{(12-13)}Cr_{(10-16)}B_{(8-15)}$

LL(層214):  $Co_{63}Pt_{(11-12)}Cr_{(10-22)}B_{(<7)}$

ULおよびMLに用いられる上記の組成は、一般的には在来の磁気記録には不適當である。その理由は、それらが一般に無視できない程の粒子間交換結合を伴う高モーメント合金であって、 $S_0NR$ を許容できないほど低下させるからである。またMLおよびLLに使用される合金は比較的固有保磁力の低い合金であって、やはり $S_0NR$ を許容できないほど低下させる。従来の高性能媒体は「低モーメント」合金であって、固有保磁力が高く、Pt含有量は14 % 以下であり、Cr(>約18原子%)および/またはB(>約10原子%)は比較的高い。粒子が磁氣的に減結合されて良好な $S_0NR$ が得られるように、CoPt合金にCrおよびBのような分結剤を添加する必要がある。これらの分結剤を多く加えるほど粒子の減結合は著しくなるが、合金のモーメントは低下する。また、高い固有保磁力も $S_0NR$ を最大化する。本発明では、MLおよびULに用いられる合金は、 $S_0NR$ が比較的低い高モーメント合金である。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 2 9 】

本発明は、積層構造におけるLLに書き込みができない問題を、 $S_0NR$  を低下させることなく解決する。複数層の $H_0$  を調節することにより、その時に与えられる合成Mrtの故に、磁性層はヘッドによって書き込み可能となる。このために、LLの固有保磁力は書き込みヘッドによってLLの中心に発生する磁場に等しいか、あるいはそれよりも小さくなり、書き込みヘッドのLLに対する書き込み能力は大きく変化する。これらの固有保磁力が低い高モーメント合金は、通常は $S_0NR$  の低下を示すという理由により選ばれないであろう。しかし本発明では、個々の高モーメント層が在来の合金よりも0.5 dB低ければ、3個の磁性層を有する構造に書き込みを行なえることから得られる効果 (+ 1.8 dB) のために、全体として著しい $S_0NR$ の改善がもたらされるのである。

10

## 【 0 0 3 0 】

好ましい実施形態では、LLの固有保磁力 $H_{0LL}$  はULの固有保磁力 $H_{0UL}$  より少なくとも25 % 低く、MLの固有保磁力 $H_{0ML}$  はULの固有保磁力 $H_{0UL}$  より少なくとも15 % 低く、ULの固有保磁力 $H_{0UL}$  は $H_G$  の70 % 以上である。一例として、 $H_G = 15$  kOeの書き込みヘッドが使用されれば、3個の磁性層から成る積層構造は、厚さ10 nmの高モーメント $Co_{62}Pt_{15}Cr_{12}B_{11}$  で構成されたUL、厚さ10 nmの高モーメント $Co_{63}Pt_{13}Cr_{12}B_{11}$  で構成されたML、厚さ10 nmの低モーメント $Co_{63}Pt_{12}Cr_{18}B_7$  で構成された、LL内の層214、および厚さ1 nmのRuで構成された複数のスペーサ層を持つであろう。この結果、各層の固有保磁力は、およそ $H_{0UL} = 10$  kOe、 $H_{0ML} = 8$  kOe および $H_{0LL} = 7$  kOeとなり、UL、MLおよびLLの中心における書き込み磁場は、それぞれ約10.5 kOe、8.8 kOeおよび7.5 kOeとなるであろう。

20

## 【 0 0 3 1 】

本明細書中で使用される場合、ULおよびLLは、それぞれ積層構造中の最上磁性層および最下磁性層を指す。本発明が3個よりも多い磁性層を持つ積層構造の形で実施される場合、そのような構造は2個以上の中間磁性層 (ML) を持つであろう。

## 【 0 0 3 2 】

本発明を好ましい実施例について詳細に説明してきたが、当業者には、形態や細部における種々の変更が本発明の精神ならびに範囲から逸脱することなく行なわれ得ることが理解されるであろう。したがって、開示された発明は単に例示的なものであり、添付の特許請求範囲に明記されている範囲以外の制限を受けることはないと考えられるべきである。

## 【 図面の簡単な説明 】

30

## 【 0 0 3 3 】

【図1】従来の磁気記録ハードディスクドライブのカバーを取り外した上面を模式的に示した図である。

【図2】スライダの末端と、図1の22線方向でディスクを切った断面の拡大図である。

【図3】図2の33線方向から見た図であって、ディスクから見た読取り/書き込みヘッドの末端を示す。

【図4】提案されている積層型磁性構造を備えた従来技術の磁気記録ディスクの断面図である。

【図5】書き込みヘッドからの正規化磁場とヘッドからの垂直距離の関係を、提案されている同一の磁性層を備えた従来技術の積層型磁気ディスクについて示したプロファイルであり、下層の中心における磁場が書き込みギャップ磁場の0.5倍であることを示す図である。

40

【図6】書き込みヘッドからの正規化磁場とヘッドからの垂直距離の関係を、同一ではあるが図5に示したよりも著しく薄い磁性層を備えた積層型磁気ディスクについて示したプロファイルであり、下層の中心における磁場が書き込みギャップ磁場の0.68倍であることを示す図である。

【図7】本発明によるヘッドとディスクの断面図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 4 】

200... 磁気記録ディスク、

202... 基板、

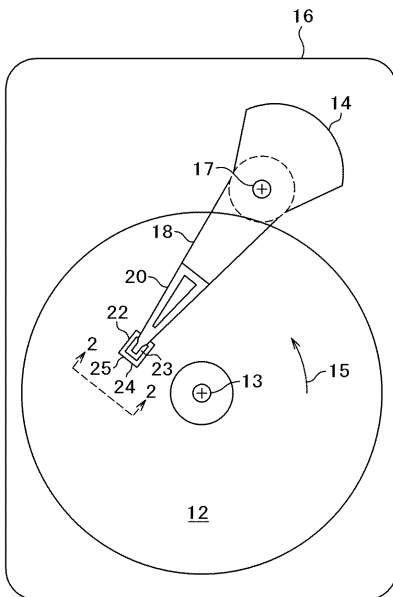
50

204... 下地層、  
 210... 反強磁性結合 (AFC) 層、  
 212... 強磁性の下層、  
 213... 反強磁性結合膜、  
 214... 強磁性の上層、  
 215... 非強磁性スペーサ層、  
 220... 中間強磁性層、  
 225... 非強磁性スペーサ層、  
 230... 上部強磁性層、  
 240... 保護被覆、  
 250... 書込みヘッド。

10

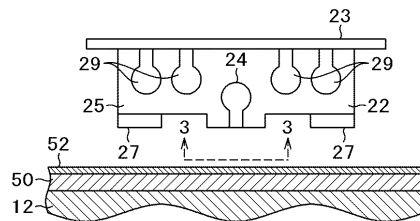
【図 1】

図 1



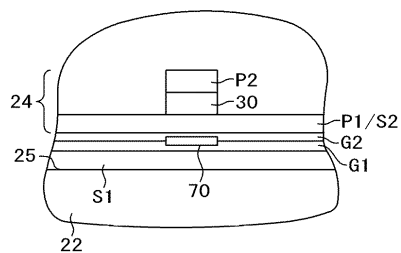
【図 2】

図 2



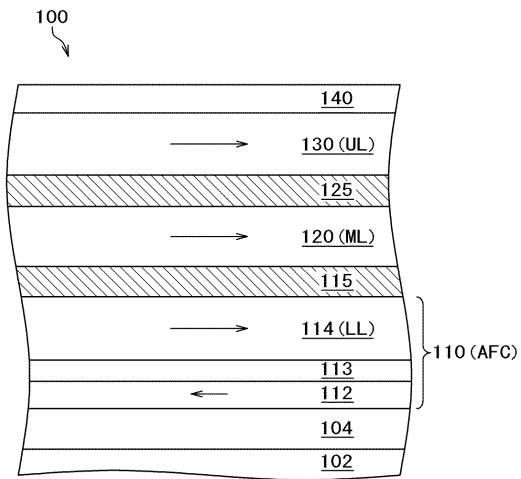
【図 3】

図 3



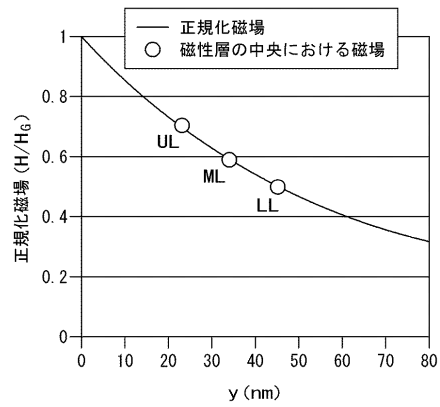
【図 4】

図 4



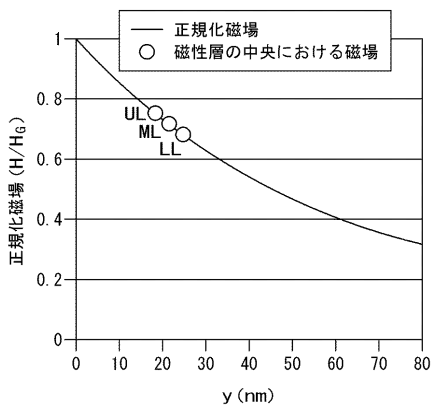
【図 5】

図 5



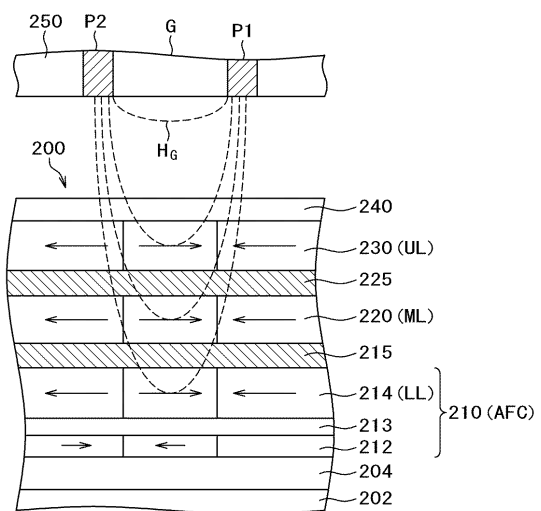
【図 6】

図 6



【図 7】

図 7



---

フロントページの続き

(72)発明者 ディヴィット・マルグリース

アメリカ合衆国 9 5 0 3 3、カリフォルニア州、ロスガトス、ハイウェイ 1 7 2 3 4 5 5

(72)発明者 ハル・ジェイ・ローゼン

アメリカ合衆国 9 5 0 3 2、カリフォルニア州、ロスガトス、パインアヴェニュー 1 7 1 3 1

(72)発明者 ナターシャ・エフ・サパー

アメリカ合衆国 9 5 0 0 8、カリフォルニア州、キャンベル、ユニオンアヴェニュー 3 8 1 D

Fターム(参考) 5D006 BB02 BB06 BB08 DA03