

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3808392号
(P3808392)

(45) 発行日 平成18年8月9日(2006.8.9)

(24) 登録日 平成18年5月26日(2006.5.26)

(51) Int.Cl.

G 1 1 B 5/39 (2006.01)

F I

G 1 1 B 5/39

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-89536 (P2002-89536)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成14年3月27日(2002.3.27)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2003-288706 (P2003-288706A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年10月10日(2003.10.10)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成17年3月9日(2005.3.9)		弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	岸 均
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	山崎 達也
		(56) 参考文献	特開平05-012626(JP, A)
			特開2001-023130(JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド及びこれを搭載した磁気記憶装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁気抵抗効果素子の媒体対向面側に、磁気記録媒体から磁界を読み取り前記磁気抵抗効果素子に該磁界を伝達する磁気伝達膜を備えた磁気ヘッドであって、

前記磁気伝達膜は、前記磁気記録媒体側となる磁化情報読み取り面と、前記磁気抵抗効果素子側となる磁化情報伝達面とを有し、

前記磁化情報読み取り面が、磁化情報伝達面と比較して、磁気記録媒体のトラック幅方向では薄く、該トラック幅方向と垂直な方向では厚く形成されてなり、

前記磁化情報読み取り面の面積が、磁化情報伝達面の面積以上であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】

請求項1記載の磁気ヘッドにおいて、

前記磁気抵抗効果素子は、スピナルバルブ型磁気抵抗効果素子、トンネル型磁気抵抗効果素子及び異方性磁気抵抗効果素子から選択されたいずれか1つである、ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項3】

請求項1または2記載の磁気ヘッドを搭載したことを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気ディスク装置等の磁気記憶装置に搭載され、磁気記録媒体からの磁界を検出する再生用の磁気ヘッドに関する。特に、磁気記憶装置の小型化、大容量化に伴い高密度記録化された磁気記録媒体に対応した磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年における、磁気記憶装置の高密度化・大容量化への要請は著しい。これに伴い、例えば磁気ディスク装置での磁気ディスクの高記録密度化並びに磁気ヘッドの高感度化及び微細化が求められている。近い将来には、 100 Gbit/inch^2 の高記録密度な媒体が実現され、ここに記録されるトラック幅は $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 程度に狭くなると予想されている。

10

【0003】

図1は、従来、広く採用されているスピバルブ型の磁気抵抗効果素子を用いた再生用の磁気ヘッドの概要構成を例示した図である。この磁気ヘッド100は、スピバルブ素子101の両端に、磁区制御のためのハードバイアス膜103及び電極端子膜105が形成された構造を有している。磁気ディスク上に微細な幅で書き込まれたトラックからの信号磁界 H_{sig} を隣接するトラックの影響を受けずに読み取るためには、磁気ヘッド100のトラック方向の幅（以下、読取り幅 CWT と称す）を磁気ディスクのトラック幅よりも狭く形成する必要がある。例えば、前述した 100 Gbit/inch^2 のような高い信号密度で記録されたトラックの磁気情報を読み取るためには $0.1\text{ }\mu\text{m}$ よりも小さい読取り幅 CWT としたスピバルブ素子101を作製しなければならない。このようなスピ

20

【0004】

また、図2は高出力な磁気ヘッドとして近年、開発が進められているトンネル型の磁気抵抗効果素子（ TMR 素子）を用いた TMR ヘッドの概要構成を示した図である。この TMR ヘッド200では電極端子膜205が上下に形成され、図2に示されるように、 TMR 素子201の読取り幅 CWT に対して垂直となる方向にセンス電流 P_{ER} が流される。なお、参照符号203で示すのはハードバイアス膜である。

【0005】

この TMR ヘッド200では読取り幅 CWT に反比例して電氣的な抵抗値が上昇する。ところが、このように抵抗値が大きくなった TMR 素子201では、流すことのできる電流値が小さくなることから読み出された電気信号にノイズが乗り易くなるという問題があり TMR ヘッドの実現を困難とする理由の一つとなっている。

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような問題を解決するため、従来、図3に示されるようにスピバルブ型素子301の媒体対向面 MES 側に磁気伝達膜（以下、フラックスガイドと称す）310を設けた磁気ヘッドの構造について提案がある。この磁気ヘッド300は、スピバルブ型素子301の媒体対向面 MES 側に磁性材料で形成したフラックスガイド310を配置させた構造である。

40

【0007】

上記磁気ヘッド300は、例えば図1に示した通常の磁気ヘッドと比較して、スピバルブ素子301が奥まった位置（磁気ディスクより遠くなる位置）に形成され、空間が確保されている。そして、この空間にフラックスガイド310が配置される。上記構造の磁気ヘッド300では、磁気ディスクからの信号磁界 H_{sig} がフラックスガイド310を介して磁気抵抗効果素子301のフリー層301FRに伝播する。このような構造とすれば、磁気ヘッド300の実効的な読取り幅をフラックスガイド310の幅 FWT で規定できる。すなわち、フラックスガイドを採用した磁気ヘッドでは、スピバルブ型素子301の読取り幅がトラック幅より大きい場合でも高密度記録に対応できるようになる。

【0008】

50

ところが、上記のように従来のフラックスガイド310の幅FWTはスピバルブ型素子301の読取り幅より狭く、その形状は一般に薄いシート状である。よって、フラックスガイド310の磁気記録媒体側となる磁化情報読取り面MEFの面積は、磁気抵抗効果素子301内のフリー層301FRの面積と比較して小さくなる。そのために、フラックスガイド310で伝達できる磁化量がフリー層301FRで感知できる最大の磁化量に比べて小さくなる。その結果、スピバルブ型素子301の磁界に対する感度が低くなり、再生効率が低下するという問題が生じてしまう。

【0009】

したがって、本発明の目的は、磁気抵抗効果素子に十分な磁化を供給できる磁気伝達膜を備えた、高感度な再生用の磁気ヘッドを提供することである。

10

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的は請求項1に記載の如く、磁気抵抗効果素子の媒体対向面側に、磁気記録媒体から磁界を読取り前記磁気抵抗効果素子に該磁界を伝達する磁気伝達膜を備えた磁気ヘッドであって、

前記磁気伝達膜は、前記磁気記録媒体側となる磁化情報読取り面と、前記磁気抵抗効果素子側となる磁化情報伝達面とを有し、

前記磁化情報読取り面が、磁化情報伝達面と比較して、磁気記録媒体のトラック幅方向では薄く、該トラック幅方向と垂直な方向では厚く形成されてなり、

前記磁化情報読取り面の面積が、磁化情報伝達面の面積以上である磁気ヘッドにより達成される。

20

【0013】

また、請求項2に記載の如く、請求項1に記載の磁気ヘッドにおいて、前記磁気抵抗効果素子は、スピバルブ型磁気抵抗効果素子、トンネル型磁気抵抗効果素子及び異方性磁気抵抗効果素子から選択されたいずれか1つとすることができる。

【0014】

請求項1または2に記載の発明によれば、磁気伝達膜が磁気記録媒体から磁界を磁気抵抗効果素子側に十分に伝達できる形状となるので高感度な再生用の磁気ヘッドを構成できる。

【0015】

30

そして、請求項3に記載の如く、請求項1または2に記載の磁気ヘッドを搭載した磁気記憶装置は、高感度な再生用の磁気ヘッドを少なくとも備えているので、磁気記録媒体に記録された磁気情報を高精度に再生できる磁気記憶装置として提供できる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【0017】

図4は実施例に係る再生用の磁気ヘッド10の主要部を示した斜視図である。また、図5は図4でのA-A矢視により磁気ヘッド10の構成を示した図、図6は図5で示す磁気ヘッド10のフラックスガイドの形状を示した図である。

40

【0018】

なお、図5では、図4では図示を省略している、上部シールド15及び下部シールド16が図示されている。

【0019】

図4で、磁気抵抗効果素子(MR素子)11の両側にはハードバイアス膜18及び電極端子膜19が形成されている。MR素子11の媒体対向面MES側には、図示せぬ磁気記録媒体からの信号磁界Hsigを読取り、このMR素子11に信号磁界Hsigを伝達する磁気伝達膜(フラックスガイド)13が配設されている。

ここまでの基本構成は従来と同様であるが、本実施例のフラックスガイド13は特殊な形状を有している。

50

【0020】

すなわち、本フラックスガイド13では磁気記録媒体側となる磁化情報読取り面MEFと、MR素子側となる磁化情報伝達面MRFとは異なる形状となるように形成されている。特に、磁化情報読取り面MEFの形状は、読取り幅方向CWTでは磁化情報伝達面MRFより薄く、その垂直方向CVT（図4では上下方向）では磁化情報伝達面MRFより厚くなるように形成されている。また、磁化情報読取り面MEFの面積は、磁化情報伝達面MRFの面積より大きくなるように形成することが望ましい。このフラックスガイド13の特徴的な形状は図6によく示されている。

【0021】

フラックスガイド13が磁気記録媒体からの信号磁界Hsigを受け取れる磁化量は、磁化情報読取り面MEFの面積に依存するので、この面積を広く形成するのが好ましい。同様に、MR素子11のフリー層11FRに伝達できる磁化量は、磁化情報伝達面MRFの面積に依存するので、こちらより面積が広い方が好ましい。

10

【0022】

しかし、上記磁化情報伝達面MRFは、MR素子11のフリー層11FRに磁化を伝達するのでフリー層11FRと同一形状とされた場合が最大の面積となる。即ち、最大となるのは図4に例示したように磁化情報伝達面MRFがフリー層11FRと略同一形状となる場合である。また、図6では、磁化情報伝達面MRFの幅w1がフリー層11FRの幅と同じ、厚みt1がフリー層11FRの厚さと同じになる場合である。

【0023】

一方、磁化情報読取り面MEFは、フラックスガイド13の機能を考えた場合はCWT方向での厚み（幅w2）は薄い方が好ましいが、CVT方向の厚みt2はより厚くても問題はない。

20

【0024】

ところで、従来のフラックスガイドを有しない一般的な磁気ヘッドでは、磁気記録媒体からMR素子の厚さ方向に流入する磁界を制限するために上下にシールドが形成されている。この上下シールド間距離がいわゆるギャップ長である。このギャップ長は、実際に信号磁界Hsigを読み取るフリー層の厚さに比べると著しく厚くなっていた（例えばギャップ長約80nmに対し、フリー層厚さ約4nm）。そして、先に示した図3の如く、従来のフラックスガイド310を設けた場合には、MR素子は磁気記録媒体から離れる方向に引っ込んで形成されている。そして、図3では図示を省略しているが、フラックスガイド310の上下には厚めの上下にシールドが形成されていた。すなわち、この上下にシールドが存在している領域を利用すればCVT方向に厚い磁化情報読取り面MEFを有するフラックスガイド13を形成できる。このように形成したのが本実施例に係る磁気ヘッド10のフラックスガイド13であり、その形状的な特徴が図5により良く確認できる。なお、フラックスガイド13の磁化情報読取り面MEFのCVT方向の厚さはギャップ長近傍まで広げることができる。

30

【0025】

また、本磁気ヘッドの磁化情報読取り面MEFの面積は、磁化情報伝達面MRFからMR素子に伝達する磁化量をより多くするために、磁化情報伝達面MRFの面積以上の広さを有するように設計されている。理論的には磁化情報読取り面MEFの面積と磁化情報伝達面MRFの面積とが略同じであれば、磁化情報読取り面MEFが磁気記録媒体から受けた信号磁界Hsigをそのまま磁化情報伝達面MRFからMR素子のフリー層11FRに供給できる。しかし、フラックスガイド13内を磁化が伝達される際にはロスや外乱の影響があるので、これらを配慮しておくことが望ましい。

40

【0026】

そこで、本実施例の磁気ヘッド10では、磁化情報読取り面MEFの面積が磁化情報伝達面MRFの面積以上となるように形成して、十分な磁化がフリー層11FRへ確実に供給できる構造としている。

【0027】

50

上記のように本実施例の磁気ヘッド10では、磁化情報読取り面MEFが磁化情報伝達面MRFと比較して、幅(w)はより狭く、厚さ(t)はより厚くなるように形成し、かつ磁化情報読取り面MEFの面積が磁化情報伝達面MRFの面積と同等、或いはそれ以上となるように形成されている。このような構造のフラックスガイド13は伝達できる磁化量が従来のフラックスガイドと比較して大きくなる。よって、このフラックスガイド13を備えた本実施例の磁気ヘッド10は、読取り幅を実質的に狭めながら高感度に磁気情報を再生できる。

【0028】

上記MR素子11としては、スピンバルブ型磁気抵抗効果素子、トンネル型磁気抵抗効果素子及び異方性磁気抵抗効果素子を採用することができる。

10

【0029】

図7は、MR素子11としてスピンバルブ型の素子を採用した場合の磁気ヘッド10の具体例を示している。なお、図7ではフラックスガイド13とMR素子11とを図示し、他の構成は省略して示している。

【0030】

ここで例示されるスピンバルブ膜のフリー層11FRは積層フェリ型で形成されている。前述した条件に従って、ここでのフラックスガイド13の磁化情報伝達面MRFはフリー層11FRの膜厚とほぼ同じ厚さを有し、磁化情報読取り面MEF側はこれより厚く形成されている。また、幅方向では、磁化情報読取り面MEFの方が磁化情報伝達面MRFより狭く、面積は磁化情報読取り面MEFの方が広くなるように形成されている。

20

【0031】

図7では、フリー層11FRの第1フリー磁性層としてCoFe膜25、フリー中間層としてRu膜8及び第2フリー磁性層としてCoFe膜20が積層されている。この第1フリー磁性層の磁化方向と第1フリー磁性層の磁化方向とは反平行に結合され、磁気記録媒体からの信号磁界Hsigに応じて一体的に回転する。また、中間層11NIとしてCu膜25、ピンド磁性層としてCoFe膜25、反強磁性層としてPdPtMn層150が形成されている。

【0032】

図7のようにMR素子としてスピンバルブ膜を用いる場合には、磁化情報読取り面MEFとの間に電氣的に絶縁する絶縁膜20を形成しておくことが好ましい。また、図7では積層状態のフリー磁性層を有するスピンバルブ膜を用いたものを例示したが、勿論、単層で形成されたフリー磁性層を有するスピンバルブ膜を用いてもよい。

30

【0033】

図8、図9のそれぞれは、本実施例の磁気ヘッドに採用できるMR素子であるTMR素子、AMR素子の膜構成例を示している。

【0034】

図8に例示したTMR素子21は、Taの下地層5nmの上に、下から順にNiFe1nm及びCoFe2.5nmで形成したフリー層21FR、Cu3nmで形成した絶縁層21IN、CoFe3nmで形成したピンド層21PI、PdPtMn15nmで形成した反強磁性層21AN及びTa5nmで形成した保護層を備えている。

40

【0035】

このTMR素子21を用いた場合も、そのフリー層21FRに対応するようにフラックスガイドを形成すればよい。ただし、TMR素子21では図2で示したようにセンス電流PERは膜面に対して垂直に流れるのでフラックスガイドとTMR素子21との電氣的絶縁に配慮する必要がない。よって、フラックスガイドがフリー層21FRに接触するように形成するのが好ましい。

【0036】

また、図9に例示したAMR素子31は、Taの下地層5nmの上に、NiFe15nmで形成したAMR層31FR及びTa5nmで形成した保護層を備えている。このようにMR素子としてAMR素子31を用いた場合は、AMR層31FRに対応するようにフラ

50

ックスガイドを形成すればよい。

【0037】

前述した磁気ヘッド10は、従来の磁気ヘッドと同様にレジストを用いた現像、露光並びにエッチング、スパッタリング等を用いる薄膜形成技術を用いて製造することができる。以下では図10を参照しながら本磁気ヘッド10で特徴的な形状を有するフラックスガイドを作成する工程について説明する。ここでは磁気抵抗効果素子(MR素子)としてスピ

【0038】

図10(A)で示す工程以前に、従来の手法でスピバルブ素子11を形成し、その磁気記録媒体側にフラックスガイド13との絶縁を確保するためにSiO₂又はAl₂O₃による絶縁膜20を形成し、不要部分を除去する工程が完了している。

10

【0039】

本実施例のフラックスガイド13は、磁化読取り面MEFと磁化情報伝達面とが異なる形状となるので、1つの膜で部分的に厚さが変わる。このような膜の形成はリフトオフ法を応用して実現できる。

【0040】

図10(A)で、まず、下層レジスト51上に上層レジスト52が突き出ている形態の2層レジストを形成する。なお、このとき右側の下層レジスト51の下にはスピバルブ素子11が存在している。

【0041】

20

次に図10(B)に示すように、上層レジスト52を含めた表面全体をフラックスガイドに用いる磁性材料でスパッタする。この磁性材料としてパーマロイ、CoFe、CoNiFe等を用いることができる。スパッタにより形成された磁性膜55は、上層レジスト52が存在しない部分はスパッタ量に応じた厚さの膜に形成される。しかし、上層レジスト52の下部となる部分は膜形成が阻害されるため、上層レジスト52の端部から奥側(図10(B)では左右両端側)へ行くほど膜厚は薄く形成される。

【0042】

その後、図10(C)で示すように、レジスト51、52及びこれに付着した不要な磁性膜55を除去することにより、台形の磁性膜55が完成する。なお、フラックスガイドとして上層レジスト52の下部の斜面となる形状が用いられるが、この形状は下層レジスト51に対する上層レジスト52の張り出し寸法で調整することが可能である。

30

【0043】

最後に、フォトリグラフ法を用いてスラックスガイドを形成する部分にレジストでマスクし、不要部分をエッチングすることにより所望の幅と奥行きを有したスラックスガイド部55FLを完成させる。これによりスピバルブ素子11の横に、前述した関係にある磁化情報読取り面MEF及び磁化情報伝達面MRFを備えたフラックスガイドが完成する。この後は通常の素子作製と同様にハードバイアス膜と電極を形成することで、磁気ヘッドを作製することができる。

【0044】

なお、TMR素子及びAMR素子を採用した磁気ヘッドの場合も、図10のスピバルブ膜11をそれぞれの素子に置き換えて同様に製造できる。

40

【0045】

上述した実施例はハードディスク等の磁気記録媒体からの信号磁界Hsigを高感度に再生する磁気ヘッドである。このような高感度な磁気ヘッドを搭載した磁気記憶装置は磁気記録媒体から信号磁界を高感度に再生できる。また、本実施例の磁気ヘッドと従来のインダクティブ型の薄膜ヘッドを併設すれば記録・再生ヘッドとすることができ、このような複合型の磁気ヘッドを搭載した磁気記憶装置は磁気記録媒体への磁気情報の記録及び再生が可能である。

【0046】

ここで、実施例で示した磁気ヘッド10を搭載した磁気記憶装置について簡単に説明する

50

。図 11 は磁気記憶装置の要部を示した図である。磁気記憶装置 70 には磁気記録媒体としてのハードディスク 71 が搭載され、回転駆動されるようになっている。このハードディスク 71 の表面に対向して所定の浮上量で、実施例の磁気ヘッド 10 を読み取り側に有する複合型磁気ヘッド 75 で磁気記録及び再生動作が行われる。なお、複合型磁気ヘッド 75 はアーム 72 の先端にあるスライダ 73 の前端部に固定されている。複合型磁気ヘッド 75 の位置決めは、通常のアクチュエータと電磁式微動アクチュエータを組合せた 2 段式アクチュエータを採用できる。

【0047】

なお、上記磁気ヘッド 10 のみを用いて磁気再生専用の磁気記憶装置として構成してもよいことは言うまでもない。

【0048】

以上本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0049】

【発明の効果】

以上詳述したところから明らかなように、請求項 1 または 2 に記載の発明によれば、磁気抵抗効果素子側に磁気記録媒体からの磁界に基づいた磁化を十分に伝達できる磁気伝達膜を備えているので、磁気記録媒体の磁化情報を高感度に再生できる磁気ヘッドを提供できる。

【0050】

また、請求項 3 に記載の発明によれば、上記のように優れた磁気ヘッドを搭載しているので、磁気記録媒体に記録された磁気情報を高精度に再生できる磁気記憶装置として提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来のスピナルブ型の磁気抵抗効果素子を用いた再生用の磁気ヘッドの概要構成を示した図である。

【図 2】従来のトンネル型の磁気抵抗効果素子を用いた磁気ヘッドの概要構成を示した図である。

【図 3】従来のフラックスガイドを設けた磁気ヘッドの構造について示した図である。

【図 4】実施例に係る再生用の磁気ヘッドの主要部を示した斜視図である。

【図 5】図 4 での A - A 矢視により磁気ヘッドの構成を示した図である。

【図 6】磁気ヘッドのフラックスガイドの形状を示した図である。

【図 7】スピナルブ型の素子を採用した場合の磁気ヘッドの具体例を示した図である。

【図 8】本実施例の磁気ヘッドに採用できる TMR 素子の膜構成例を示した図である。

【図 9】本実施例の磁気ヘッドに採用できる AMR 素子の膜構成例を示した図である。

【図 10】実施例の磁気ヘッドのフラックスガイドの作製工程について示した図である。

【図 11】実施例の磁気ヘッドを搭載した磁気記憶装置の要部を示した図である。

【符号の説明】

10	磁気ヘッド
11	MR 素子（磁気抵抗効果素子）
11FR	フリー層
13	フラックスガイド（磁気伝達膜）
18	ハードバイアス膜
19	電極端子膜
Hsig	信号磁界（磁気記録媒体からの磁界）
CWT	読取り幅方向（トラック幅方向）
MEF	磁化情報読取り面
MR F	磁化情報伝達面

10

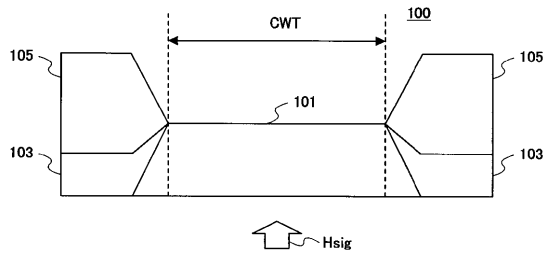
20

30

40

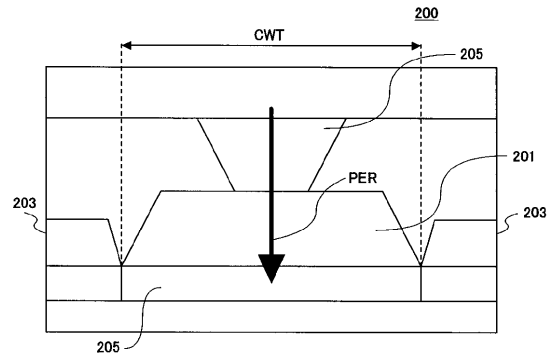
【図 1】

従来のスピバルプ型の磁気抵抗効果素子を用いた再生用の磁気ヘッドの概要構成を示した図



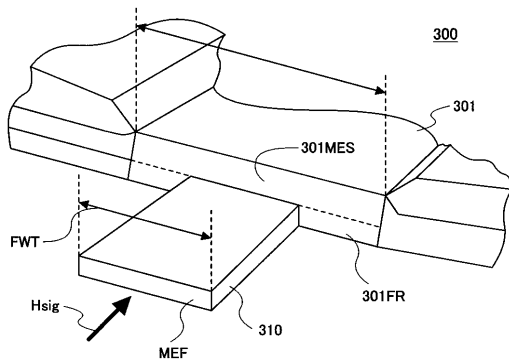
【図 2】

従来のトンネル型の磁気抵抗効果素子を用いた磁気ヘッドの概要構成を示した図



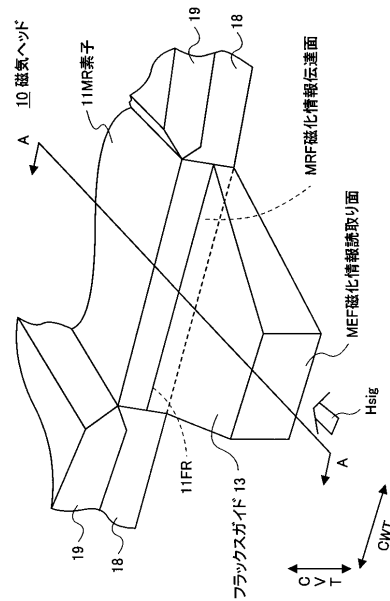
【図 3】

従来のフラックスガイドを設けた磁気ヘッドの概要構成を示した図



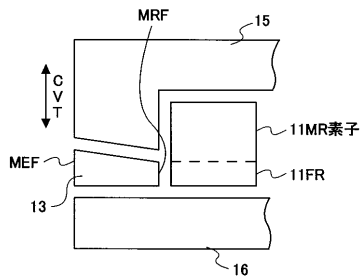
【図 4】

実施例に係る再生用の磁気ヘッドの主要部を示した斜視図



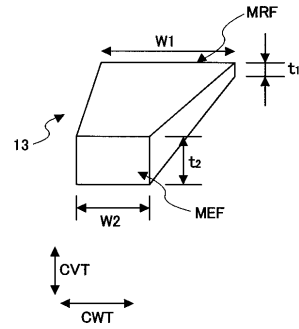
【図 5】

図4でのA-A矢視により磁気ヘッドの構成を示した図



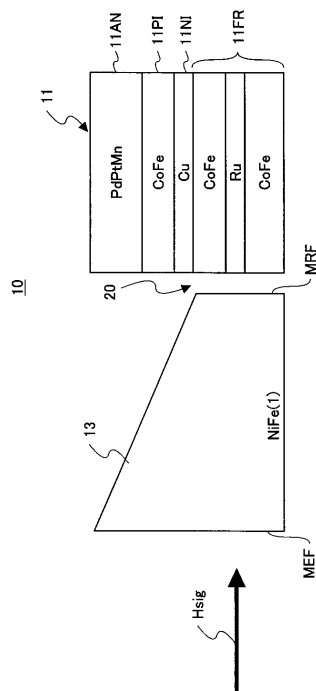
【図 6】

磁気ヘッドのフラックスガイドの形状を示した図



【図 7】

スピンバルブ型の素子を採用した場合の磁気ヘッドの具体例を示した図



【図 8】

本実施例の磁気ヘッドに採用できるTMR素子の膜構成例を示した図

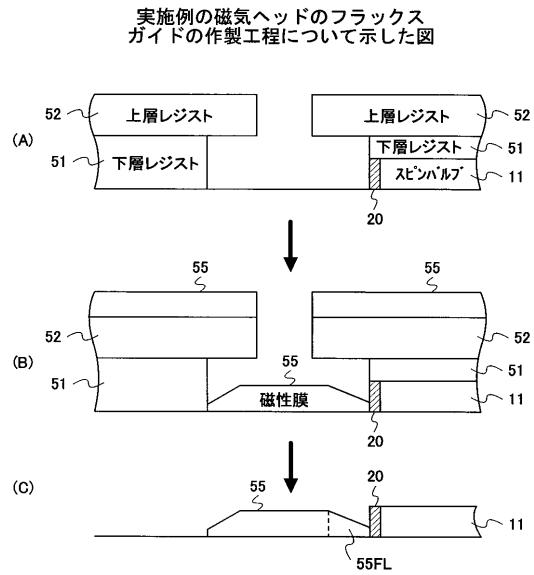
保護層 Ta 5nm	21
反強磁性層 PdPtMn 15nm	21AN
バインド層 CoFe 3nm	21PI
絶縁層 Cu 3nm	21IN
フリー層 NiFe 1nm / CoFe 2.5nm	21FR
下地層 Ta 5nm	

【図 9】

本実施例の磁気ヘッドに採用できるAMR素子の膜構成例を示した図

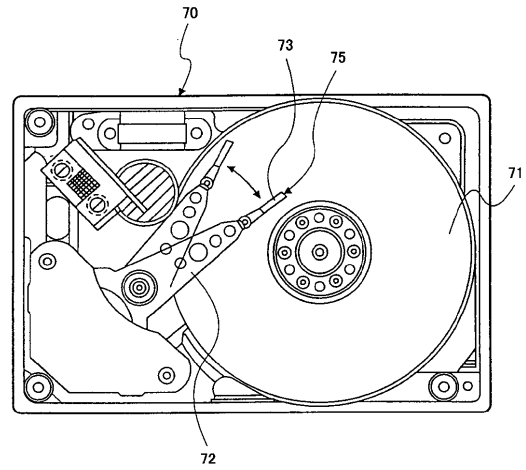
保護層 Ta 5nm	31
AMR層 NiFe 15nm	31FR
下地層 Ta 5nm	

【図 10】



【図 11】

実施例の磁気ヘッドを搭載した磁気記憶装置の要部を示した図



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G11B 5/39