

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3669975号
(P3669975)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005. 7. 13)

(24) 登録日 平成17年4月22日(2005. 4. 22)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

K

G 1 1 B 5/31

Z

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-181810 (P2002-181810)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成14年6月21日(2002. 6. 21)		T D K株式会社
(65) 公開番号	特開2004-30723 (P2004-30723A)		東京都中央区日本橋1丁目13番1号
(43) 公開日	平成16年1月29日(2004. 1. 29)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成15年11月27日(2003. 11. 27)		弁理士 長谷川 芳樹
前置審査		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100129296
			弁理士 青木 博昭
		(72) 発明者	山中 昇
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号 テ
			ィーディーケイ株式会社内
		(72) 発明者	太田 憲和
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号 テ
			ィーディーケイ株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基台と、再生用の磁気抵抗効果素子と、書込み用の誘導型の電磁変換素子と、通電されることで発熱する発熱層と、を備え、

前記基台上に、前記磁気抵抗効果素子と前記電磁変換素子がこの順で積層されており、

前記発熱層は、前記電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面側の端部の方に近い位置に形成されており、

前記発熱層は、前記磁気抵抗効果素子及び前記電磁変換素子の両方について記録媒体との間隔を制御するためのものである、

ことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】

前記電磁変換素子は、第1の磁極、及び、前記磁気抵抗効果素子との間に前記第1の磁極を挟むとともに前記第1の磁極と磁氣的に連結された第2の磁極を有し、

前記発熱層と前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面側の前記端部との距離は、前記発熱層と前記記録媒体対向面側における前記第1の磁極と前記第2の磁極との中間地点との距離よりも短いことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】

前記発熱層は、前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面とは反対側に形成されていることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】

10

20

前記磁気抵抗効果素子は、磁性材料からなる下部シールド層と磁性材料からなる上部シールド層との間に配されており、

前記発熱層と前記下部シールド層とは、同一の層の上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記発熱層と前記磁気抵抗効果素子とは、同一の層の上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】

前記磁気抵抗効果素子は、磁性材料からなる下部シールド層と磁性材料からなる上部シールド層との間に配されており、

前記発熱層と前記上部シールド層とは、同一の層の上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】

前記発熱層は、前記磁気抵抗効果素子と前記電磁変換素子との間に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】

前記磁気抵抗効果素子は、前記電磁変換素子と所定の基台との間に位置しており、前記発熱層は、前記基台と前記磁気抵抗効果素子との間に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】

前記発熱層と前記磁気抵抗効果素子との間に、磁性材料からなるシールド層が形成されていることを特徴とする請求項 1～8 のうち何れか一項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】

前記シールド層は、前記発熱層における一方の面の少なくとも一部を覆う第 1 層と、他方の面の少なくとも一部を覆う第 2 層と、前記発熱層の前記記録媒体対向面側に位置すると共に前記第 1 層と前記第 2 層とを接続する第 3 層とを備えることを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】

前記磁気抵抗効果素子は、磁性材料からなる下部シールド層と磁性材料からなる上部シールド層との間に配されており、

前記下部シールド層と前記シールド層の前記第 1 層とは同一の層の上に形成されており、
前記上部シールド層と前記発熱層とは同一の層の上に形成されていることを特徴とする請求項 10 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 12】

前記発熱層は、所定の位置で折り返したラインを蛇行させた構造となっていることを特徴とする請求項 1～請求項 11 のうち何れか一項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】

薄膜磁気ヘッドを備えるヘッドジンバルアセンブリであって、

前記薄膜磁気ヘッドは、基台と、再生用の磁気抵抗効果素子と、書込み用の誘導型の電磁変換素子と、通電されることで発熱する発熱層と、を備え、

前記基台上に、前記磁気抵抗効果素子と前記電磁変換素子がこの順で積層されており、

前記発熱層は、前記電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面側の端部の方に近い位置に形成されており、

前記発熱層は、前記磁気抵抗効果素子及び前記電磁変換素子の両方について記録媒体との間隔を制御するためのものである、

ことを特徴とするヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項 14】

薄膜磁気ヘッドを備えるハードディスク装置であって、

前記薄膜磁気ヘッドは、基台と、再生用の磁気抵抗効果素子と、書込み用の誘導型の電

10

20

30

40

50

磁変換素子と、通電されることで発熱する発熱層と、を備え、

前記基台上に、前記磁気抵抗効果素子と前記電磁変換素子がこの順で積層されており、

前記発熱層は、前記電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面側の端部の方に近い位置に形成されており、

前記発熱層は、前記磁気抵抗効果素子及び前記電磁変換素子の両方について記録媒体との間隔を制御するためのものである、

ことを特徴とするハードディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気抵抗効果素子（MR（Magnetoresistive）素子）と誘導型の電磁変換素子とを積層した複合型の薄膜磁気ヘッド、ヘッドジンバルアセンブリ、及びハードディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ハードディスク装置への記録再生時に、薄膜磁気ヘッドは、記録媒体であるハードディスクから浮上するように構成されている。具体的には、薄膜磁気ヘッドをジンバルに搭載し、該ジンバルを可撓性のサスペンションアームの先端部に取り付けることでヘッドジンバルアセンブリ（HGA）を構成する。そして、ハードディスクの回転に伴う空気流が薄膜磁気ヘッドの下方に流れることでサスペンションアームが撓み、該ヘッドが浮上する。

【0003】

一方、ハードディスクの高密度化に伴い、薄膜磁気ヘッドとハードディスクとの空隙すなわちヘッド浮上量は、20nmから15nm、更には10nmと極限まで小さくなってきている。このようにヘッド浮上量が微小な状況下では、書込み用の電磁変換素子及び再生用の磁気抵抗効果素子のハードディスクからの距離を適切に制御する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、基台上に再生用の磁気抵抗効果素子と書込み用の誘導型電磁変換素子とをこの順で積層した複合型の薄膜磁気ヘッドでは、ハードディスクが基台側から電磁変換素子側に向かって回転するため、同方向に空気流が流れる。この場合、磁気抵抗効果素子の近傍を最も記録媒体に近接させるために、基台側の浮上量が多くなるとともに磁気抵抗効果素子の浮上量が小さくなるように、ハードディスクに対向する面の形状を設計することが通例である。しかし、このように、薄膜磁気ヘッドが浮上時に前方（ハードディスクの回転方向）にうつむくように傾斜した姿勢となるため、ハードディスクからの距離は、誘導型電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子の方が大きくなってしまふ。つまり、たとえヘッド浮上量を小さな値に設定できたとしても、その浮上量はあくまでハードディスクに近い電磁変換素子の辺りにおける値であり、磁気抵抗効果素子についてはハードディスクとの間隔を微小化し切れていないという問題があった。磁気抵抗効果素子とハードディスクとの距離が遠いと、高い再生出力を得られ難いという事態を招いてしまふ。

【0005】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、磁気抵抗効果素子と記録媒体の間隔を低減することで高い再生出力を得られる薄膜磁気ヘッド、ヘッドスライダ、ヘッドジンバルアセンブリ、及びハードディスク装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、基台と、再生用の磁気抵抗効果素子と、書込み用の誘導型の電磁変換素子と、通電されることで発熱する発熱層と、を備え、前記基台上に、前記磁気抵抗効果素子と前記電磁変換素子がこの順で積層されており、前記発熱層は、前記電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面側の端部の方に近い位置に形成されており、前記発熱層は、前記磁気抵抗効

10

20

30

40

50

果素子及び前記電磁変換素子の両方について記録媒体との間隔を制御するためのものであることを特徴としている。

【0007】

本発明の薄膜磁気ヘッドでは、電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、磁気抵抗効果素子における記録媒体対向面側の端部の方が、発熱層までの距離が小さくなっている。従って、記録媒体からの浮上時に電磁変換素子側が記録媒体に近づくように薄膜磁気ヘッドがうつむく姿勢になった場合でも、発熱層の熱による熱膨張量は、電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子の方が大きくなる。これにより、磁気抵抗効果素子の記録媒体との間隔が低減され、高い再生出力を得ることができる。

【0008】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記電磁変換素子は、第1の磁極、及び、上記磁気抵抗効果素子との間に上記第1の磁極を挟むとともに上記第1の磁極と磁気的に連結された第2の磁極を有し、上記発熱層と上記磁気抵抗効果素子における上記記録媒体対向面側の上記端部との距離が、上記発熱層と上記記録媒体対向面側における上記第1の磁極と上記第2の磁極との中間地点との距離よりも短くなるように構成してもよい。

【0009】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記発熱層は、上記磁気抵抗効果素子における上記記録媒体対向面とは反対側に形成されていることが好適である。このように記録媒体対向面側から見た磁気抵抗効果素子の裏側に発熱層を形成することで、発熱層の熱によって電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子を加熱し易くなる。

【0010】

また、上記磁気抵抗効果素子は、磁性材料からなる下部シールド層と磁性材料からなる上部シールド層との間に配されており、発熱層と下部シールド層とは、同一の層の上に形成されていることが好ましい。また、発熱層と上部シールド層とが、同一の層の上に形成されるようにしてもよい。このような構成とした場合、発熱層と下部シールド又は上部シールド層とを例えばめっき法等の同一の処理で形成することができるため、薄膜磁気ヘッドの製造が容易になる。更に、発熱層と磁気抵抗効果素子とを、同一の層の上に形成してもよい。この場合も、発熱層と磁気抵抗効果素子とを例えばスパッタリング法等の同一の処理で形成できるため、薄膜磁気ヘッドの製造が容易である。

【0011】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記発熱層は、上記磁気抵抗効果素子と上記電磁変換素子との間に形成されているようにしてもよい。このような位置に発熱層を形成した場合においても、発熱層からの距離を電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子の方を短くすることで、熱膨張量は、電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子の方が大きくなる。

【0012】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記磁気抵抗効果素子は、上記電磁変換素子と所定の基台との間に位置しており、上記発熱層は、上記基台と上記磁気抵抗効果素子との間に形成されていることも好ましい。このような位置に発熱層を形成した場合、発熱層の熱によって電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子を加熱し易くなる。

【0013】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、上記発熱層と上記磁気抵抗効果素子との間に、磁性材料からなるシールド層が形成されていることが好適である。発熱層への通電時に磁界が発生するが、このようなシールド層に該磁界を吸収させることで、磁気抵抗効果素子が不要な磁界を感知する事態を防止できる。

【0014】

この場合に、上記シールド層は、上記発熱層における一方の面の少なくとも一部を覆う第1層と、他方の面の少なくとも一部を覆う第2層と、上記発熱層の上記記録媒体対向面側に位置すると共に上記第1層と上記第2層とを接続する第3層とを備えることが好適である。磁気抵抗効果素子が位置する側を下側とし、電磁変換素子が位置する側を上側とすると、このように第3層で発熱層の記録媒体対向面側を覆うと共に第1層と第2層によって

10

20

30

40

50

それぞれ下側と上側を覆うことで、磁気抵抗効果素子が不要な磁界を感知することを一層防止できる。

【0015】

更にこの場合、上記磁気抵抗効果素子は、磁性材料からなる下部シールド層と磁性材料からなる上部シールド層との間に配されており、下部シールド層と上記シールド層の上記第1層とは同一の層の上に形成されており、上部シールド層と上記発熱層とは同一の層の上に形成されていることが好適である。このような構成とした場合、下部シールド層とシールド層における第1層とを同一の処理で形成できると共に、上部シールド層と発熱層とを同一の処理で形成することが可能である。

【0016】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、所定の位置で折り返したラインを蛇行させた構造となっていることが好適である。発熱層をこのような形状にすれば、折り返されて隣り合うラインの部分から発生するそれぞれの磁界同士が打ち消し合うことになり、磁気抵抗効果素子が不要な磁界を感知することを抑制できる。

【0017】

本発明のヘッドジンバルアセンブリ及びハードディスク装置は、それぞれ薄膜磁気ヘッドを備え、上記薄膜磁気ヘッドは、基台と、再生用の磁気抵抗効果素子と、書込み用の誘導型の電磁変換素子と、通電されることで発熱する発熱層と、を備え、前記基台上に、前記磁気抵抗効果素子と前記電磁変換素子がこの順で積層されており、前記発熱層は、前記電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、前記磁気抵抗効果素子における前記記録媒体対向面側の端部の方に近い位置に形成されており、前記発熱層は、前記磁気抵抗効果素子及び前記電磁変換素子の両方について記録媒体との間隔を制御するためのものであることを特徴としている。

【0018】

本発明のヘッドジンバルアセンブリ及びハードディスク装置では、電磁変換素子における記録媒体対向面側の端部よりも、磁気抵抗効果素子における記録媒体対向面側の端部の方が、発熱層までの距離が小さくなっている。従って、記録媒体からの浮上時に電磁変換素子側が記録媒体に近づくように薄膜磁気ヘッドがうつむく姿勢になった場合でも、発熱層の熱による熱膨張量は、電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子の方が大きくなる。これにより、磁気抵抗効果素子の記録媒体との間隔が低減され、高い再生出力を得ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る薄膜磁気ヘッド、ヘッドジンバルアセンブリ、及びハードディスク装置の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、同一要素には同一符号を用いるものとし、重複する説明は省略する。

【0020】

図1は、本実施形態の薄膜磁気ヘッドを備えたハードディスク装置を示す図である。ハードディスク装置1は、ヘッドジンバルアセンブリ(HGA: Head Gimbals Assembly)15を作動させて、高速回転するハードディスク2の記録面(図1の上面)に、薄膜磁気ヘッド10によって磁気情報を記録及び再生するものである。ヘッドジンバルアセンブリ15は、薄膜磁気ヘッド10が形成されたヘッドスライダ11を搭載したジンバル12と、これが接続されたサスペンションアーム13とを備え、支軸14周りに例えばボイスコイルモータによって回転可能となっている。ヘッドジンバルアセンブリ15を回転させると、ヘッドスライダ11は、ハードディスク2の半径方向、すなわちトラックラインを横切る方向に移動する。

【0021】

図2は、ヘッドスライダ11の拡大斜視図である。ヘッドスライダ11は、略直方体形状をなし、アルティック($Al_2O_3 \cdot TiC$)からなる基台11a上に、薄膜磁気ヘッド10が形成されている。同図における手前側の面は、ハードディスク2の記録面に対向する

10

20

30

40

50

記録媒体対向面であり、エアベアリング面（A B S : Air Bearing Surface）Sと称される。ハードディスク2が回転する際、この回転に伴う空気流によってヘッドスライダ11が浮上し、エアベアリング面Sはハードディスク2の記録面から離隔する。薄膜磁気ヘッド10には記録用パッド18a、18b及び再生用パッド19a、19bが取り付けられており、図1に示したサスペンションアーム13には、各パッドに接続される、電気信号の入出力用の配線（図示省略）が取り付けられている。また、薄膜磁気ヘッド10を保護するために、図中破線で示したオーバーコート層21が設けられている。尚、エアベアリング面Sに、DLC（Diamond Like Carbon）等のコーティングを施してもよい。

【0022】

図3は、薄膜磁気ヘッド10におけるエアベアリング面Sに対して垂直な方向の概略図であり、本実施形態の要部を模式的に示す。薄膜磁気ヘッド10は、基台11a上に、再生用のGMR素子（磁気抵抗効果素子；Giant Magneto Resistive）40を有する再生ヘッド部30と、書込み用の誘導型の電磁変換素子としての記録ヘッド部60とを積層した複合型薄膜磁気ヘッドとなっている。GMR素子は、磁気抵抗変化率が高い巨大磁気抵抗効果を利用したものである。

10

【0023】

記録ヘッド部60は、いわゆる面内記録方式を採用しており、下部磁極（第1の磁極）61と、GMR素子40との間に下部磁極61を挟むとともに下部磁極61に磁氣的に連結された上部磁極（第2の磁極）64と、一部が下部磁極61と上部磁極64との間に位置する薄膜コイル70とを主として備えている。上部磁極64は、エアベアリング面S側に位置する磁極部分層64aと、これに接続されると共に薄膜コイル70の上方を迂回するヨーク部分層64bとから構成されている。

20

【0024】

更に、本実施形態では、GMR素子40におけるエアベアリング面Sとは反対側、すなわちエアベアリング面Sから見たGMR素子40の裏側に、Cu、NiFe、Ta、Ti、CoNiFe合金、FeAlSi合金等で形成された発熱層80が設けられている。発熱層80には図中上方に伸びたCu等の導電材料からなる導電部84a、84bが電氣的に接続されており、該導電部84a、84bの上端にはそれぞれ電極パッド86a、86bが取り付けられている。

【0025】

図4は、発熱層84の平面図である。図中左側に、エアベアリング面Sが位置する。このように、発熱層84は、一本のラインを蛇行させた構造となっており、ラインの両端にはそれぞれ引出し電極85a、85bが接続されている。引出し電極85a、85bは、それぞれ図3に示した導電部84a、84bに接続されている。発熱層84の寸法については、例えば蛇行させるラインのピッチを3 μ mとし、ライン幅を2 μ m、隣り合うラインの間隔を1 μ mとする。電極パッド86a、86b間に電圧を印加して発熱層80に通電することで（例えば20mA程度の電流を流す）、発熱層80が発熱するようになっている。

30

【0026】

再び図3を参照して、発熱層80の位置について詳説する。発熱層80は、GMR素子40と同一の層上に位置するとともに（二点鎖線参照）、電磁変換素子のエアベアリング面S側の端部、詳しくはエアベアリング面S側における上部磁極64と下部磁極61との間の中間地点Pよりも、GMR素子40におけるエアベアリング面S側の端部Qの方に近い位置に形成されている。つまり、距離L2よりも距離L1の方が短くなっている。

40

【0027】

次に、このような構成の薄膜磁気ヘッド10、ヘッドスライダ11、ヘッドジンバルアセンブリ15、及びハードディスク装置1の効果の説明する。図5に示すように、ハードディスク2が図中矢印方向に回転すると、空気流によって薄膜磁気ヘッド10は浮上し、電磁変換素子の上部磁極64側がハードディスク2に近づくようにうつむく姿勢（前傾姿勢）となる。この際、発熱層80に通電すると、当該発熱層80の熱によって周囲の層が熱

50

膨張する。ここで、上記のように距離 L_1 が距離 L_2 よりも短く設定されているため、熱膨張量が上部磁極 64 の磁極部分層 64a よりも GMR 素子 40 の方が大きくなる (GMR 素子 40 が熱膨張した状態を二点鎖線で示す)。これにより、GMR 素子 40 のハードディスク 2 との間隔が低減され、高い再生出力を得ることができる。

【0028】

更に、図 3 に示すように、発熱層 80 と GMR 素子 40 との間には、NiFe, FeAlSi 合金等々の磁性材料からなるシールド層 82 が形成されている。発熱層 80 への通電時に磁界が発生するが、このようなシールド層 82 に該磁界を吸収させることで、再生時に GMR 素子 40 が不要な磁界を感知する事態を防止できる。

【0029】

また、シールド層 82 は、発熱層 80 における底面の少なくとも一部を覆う第 1 層 82a と、上面の少なくとも一部を覆う第 2 層 82b と、発熱層 80 のエアベアリング面 S 側に位置すると共に第 1 層 82a と第 2 層 82b とを接続する第 3 層 82c とから構成されている。このように第 3 層 82c で発熱層 80 のエアベアリング面 S 側を覆うと共に第 1 層 82a と第 2 層 82b によってそれぞれ下側と上側を覆うことで、GMR 素子 40 が不要な磁界を感知することを効果的に防止できる。また、発熱層 80 からの磁界の遮蔽率を向上させるために、第 1 層 82a、第 2 層 82b、及び第 3 層 82c のエアベアリング面 S から見た幅を、発熱層 80 の幅よりも広くすることが好ましい。更に、第 1 層 82a 及び第 2 層 82b は、発熱層 80 の一部でなく全面を覆うような寸法にしてもよい。

【0030】

次に、図 6 (a) ~ 図 6 (d) の模式図を参照して、本発明に係る他の実施形態を説明する。各図に示すように、GMR 素子 40 の下方には下部シールド層 32 が形成され、GMR 素子 40 と電磁変換素子との間には上部シールド層 38 が形成されている。上部シールド層 38 及び下部シールド層 32 は、例えばパーマロイ等の磁性材料からなる。そして、図 6 (a) に示す形態では、破線で両者の底部を繋いでいることから判るように、発熱層 80 は、下部シールド層 32 と同一の層上に形成されている。この場合、発熱層 80 と下部シールド層 32 を例えばめっき法等の同一の処理で形成できるため、薄膜磁気ヘッドの製造過程を簡略化できる。また、図 6 (b) に示す形態では、発熱層 80 は、上部シールド層 38 と同一の層上に形成されている。この場合、発熱層 80 と上部シールド層 38 を同一処理で形成できるため、薄膜磁気ヘッドの製造が容易である。

【0031】

図 6 (c) に示す形態では、発熱層 80 は、基台 11a と GMR 素子 40 との間、すなわち GMR 素子 40 よりも基台 11a 側に形成されている。このような位置に発熱層 80 を形成すれば、図 3 に示した形態よりも距離 L_1 と距離 L_2 との差異を大きくできるため、発熱層 80 の熱によって電磁変換素子よりも GMR 素子 40 を加熱し易くなる。また、図 6 (d) に示す形態では、発熱層 80 は、GMR 素子 40 と下部磁極 61 との間に、且つ、エアベアリング面側における上部磁極 64 と下部磁極 61 との中間地点よりも GMR 素子 40 に近い位置に形成されている。このような構成にした場合も、電磁変換素子よりも GMR 素子 40 の熱膨張量を多くすることができる。

【0032】

次に、図 7 を参照して、発熱層 80 の他の例を説明する。本例の発熱層 80 は、折り返し点 81 で折り返した一本のラインを蛇行させた構造となっている。また、引出し電極 85a を通じて電流が入力される入力部 80i と引出し電極 85b を通じて電流が出力される出力部 80o とが、発熱層 80 における折り返し点 81 が位置する側と反対側において互いに近接して位置している。そして、ラインの入力部 80i から折り返し地点 81 までの部分 80A は、折り返し地点 81 から出力部 80o までのラインの部分 80B と略平行になっている。

【0033】

このような構成の発熱層 80 とした場合、次のような効果が得られる。すなわち、発熱層 80 に図中矢印で示す方向に通電した際に、アンペールの右ねじの法則から分かるように

10

20

30

40

50

、折り返されて隣り合うラインの部分 80A と部分 80B との周囲に発生するそれぞれの磁界同士が打ち消し合うことになり、GMR 素子 40 が不要な磁界を感知することを抑制できる。

【0034】

次に、図 8 ～図 10 を参照して、図 3 に示した薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例を説明する。尚、公知の製造過程については、説明を簡略化する。

【0035】

まず、アルティック ($Al_2O_3 \cdot TiC$) 等からなる基板 16 に、スパッタリング法によって、例えばアルミナ (Al_2O_3) 等の絶縁材料からなる下地層 17 を厚さ約 $1\mu m \sim 10\mu m$ で形成する。基板 16 及び下地層 17 は、後にヘッドスライダの基台 11a となるものである。次に、下地層 17 の上に、例えばめっき法によって、パーマロイ等の磁性材料からなる下部シールド層 32 を厚さ約 $1\mu m \sim 3\mu m$ で形成する。また、下部シールド層 32 を形成するのと同時に、同じく下地層 17 上に、下部シールド層 32 の作製と同一の処理 (例えばめっき法) によってパーマロイ等の磁性材料からなるシールド層 82 (図 3 参照) の第 1 層 82a を形成する。第 1 層 82a の高さは下部シールド層 32 と同程度にする。下部シールド層 32 と第 1 層 82a を同一の材料にする場合は、両者を同時に形成できる。その後、下部シールド層 32 及び第 1 層 82a が形成されていた部分以外は、下部シールド層 32 と表面が同程度の高さになるまでアルミナ等の絶縁層で埋める。

【0036】

次に、下部シールド層 32 上に、公知の手法によって GMR 素子 40 を形成する。GMR 素子 40 は、実際は複数の膜から構成されるが、図においては単層で示している。次に、下部シールド層 32 及び GMR 素子 40 を覆うように、例えばスパッタリング法によって Al_2O_3 等からなる絶縁層 36 を形成する。尚、図 8 においては、ここで積層された絶縁層と、下部シールド層 32 及び第 1 層 82a の周囲に既に埋められた上記の絶縁層とを一体的に絶縁層 36 として示している。

【0037】

続いて、GMR 素子 40 及び絶縁層 36 を覆うように、例えばめっき法によって上部シールド層 38 を厚さ約 $1.0\mu m \sim 4.0\mu m$ で形成する。また、上部シールド層 38 を形成するのと同時に、同じく絶縁層 36 上に、上部シールド層 38 の作製と同一の処理 (例えばめっき法) によって Cu, NiFe, Ta, Ti, CoNiFe 合金, FeAlSi 合金等の導電性材料からなる発熱層 80 を形成する。発熱層 80 の高さは、例えば上部シールド層 38 と同程度にする。上部シールド層 38 と発熱層 80 を同一の材料にする場合は、両者を同時に形成できる。尚、発熱層 80 を形成する過程で、図 4 に示した引出し電極 85a, 85b を例えばスパッタリング法によって形成してもよい。

【0038】

次に、上部シールド層 38 及び発熱層 80 上に、例えばスパッタリング法によって、 Al_2O_3 等の絶縁材料からなる絶縁層 39 を厚さ約 $0.1\mu m \sim 0.5\mu m$ で形成する。以上により、再生ヘッド部 30 が得られる。

【0039】

図 9 を参照して、次の製造過程を説明する。絶縁層 39 を形成した後、該絶縁層 39 及び下層の絶縁層 36 における、第 1 層 82a の GMR 素子 40 側の端部の上方に、例えばフォトリソグラフィ及びドライエッチングによってスルーホールを形成する。そして、該スルーホール内に、例えばスパッタリング法によってシールド層 82 の第 3 層 82c を形成する。第 3 層 82c の材料は、第 1 層 82a の材料と同一にすることが好ましい。

【0040】

次いで、絶縁層 39 上に、パーマロイからなる下部磁極 61 を例えばスパッタリング法で形成する。また、下部磁極 61 を形成するのと同時に、同じく絶縁層 39 上に、下部磁極 61 の作製と同一の処理 (例えばスパッタリング法) によって第 2 層 82b を第 1 層 82a と同一材料で形成し、シールド層 82 を完成させる。シールド層 82 の第 2 層 82b の高さは、例えば下部磁極 61 と同程度にする。第 2 層 82b と下部磁極 61 を同一の材料

10

20

30

40

50

にする場合は、両者を同時に形成できる。

【0041】

上記のように、本実施形態では、下部シールド層32とシールド層82における第1層82aを同一の層（下地層17）上に形成し、上部シールド層38と発熱層80を同一の層（絶縁層36）上に形成し、更に、下部磁極61と第3層82bを同一の層（絶縁層39）上に形成している。従って、同一層の上に位置する各層を同一の処理で形成できるため、薄膜磁気ヘッドの製造が容易になる。

【0042】

図10を参照して、後続の製造過程を説明する。まず、下部磁極61上に例えばスパッタリング法で非磁性層62を形成し、この非磁性層62上にフォトレジスト層63を形成する。また、非磁性層62には、フォトリソグラフィ及びドライエッチングによってコンタクトホール62hを形成する。更に、フォトレジスト層63上に、フォトリソグラフィ及びめっき法等を利用して一段目の薄膜コイル70を厚さ約1 μ m～約3 μ mで形成した後、薄膜コイル70上にフォトレジスト層72を形成する。薄膜コイル70の一部は、下部磁極61と上部磁極64との間に位置する。

10

【0043】

一段目の薄膜コイル70を形成した後に、上部磁極64の磁極部分層64aを形成し、その後2層目の薄膜コイル70を形成する。その後、薄膜コイル70の中央部に相当する位置において非磁性層62をエッチングすることでコンタクトホール62hを形成し、上部磁極64の後側部分となるヨーク部分層64bを形成する。本実施形態では薄膜コイル70及びフォトレジスト層72は2段積層するが、段数や形成手順はこれに限られない。

20

【0044】

次に、上部磁極64及びシールド層82を覆うように、非磁性層66を形成する。尚、図3に示した導電部84a、84bは、概略以下の手法により形成することができる。すなわち、発熱層80及び引出し電極85a、85b（図4参照）を形成した後に、該引出し電極85a、85bがその後の積層材料で覆われないようにレジストパターンを形成する。そして、例えば非磁性層66を形成した後に、このレジストパターンをリフトオフする。次いで、例えばフレームめっき法によって導電部84a、84bを形成し、これらの上端部に電極パッド86a、86bを配設する。

【0045】

以上により、記録ヘッド部60が得られる。次いで、例えばスパッタリング法によって、 Al_2O_3 等の絶縁材料からなるオーバーコート層21を厚さ約20 μ m～約30 μ mで形成し、本実施形態の薄膜磁気ヘッド10が完成する。

30

【0046】

この段階では、一枚の基板16上に複数の薄膜磁気ヘッド10が形成された状態となっているため、まず、基板16を切断して薄膜磁気ヘッド10が列状に配置された複数本のバーを得る。更に、そのバーを切断して、それぞれが薄膜磁気ヘッド10を有するブロック単位に切断する。そして、イオンミリング等によってスライダレールを形成し、図2に示したヘッドスライダ11が得られる。更に、このヘッドスライダ11をジンバル12に搭載した後、サスペンションアーム13に接続して図1に示したヘッドジンバルアセンブリ15が完成する。ヘッドジンバルアセンブリ15を作製した後、ヘッドスライダ11がハードディスク2上を移動可能で、且つ、磁気信号の記録及び再生が可能となるように組み立てることで、図1に示したハードディスク装置1が完成する。

40

【0047】

このようなヘッドジンバルアセンブリ15及びハードディスク装置1は、上記の薄膜磁気ヘッド10を備えていることから、GMR素子40とハードディスク2との間隔を低減でき、高い再生出力を得ることができる。

【0048】

以上、本発明者らによってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、第2の磁極を磁極部分層とヨーク部

50

分層とに分けず、一体にしてもよい。

【0049】

また、薄膜磁気ヘッドを面内記録方式ではなく、垂直記録方式としてもよい。図11に、垂直記録方式を採用した薄膜磁気ヘッドの一例を示す。同図に示す薄膜磁気ヘッド10は、第2の磁極である主磁極64と、第1の磁極である補助磁極61との間の漏れ磁界によって、記録媒体に垂直記録をするものである。そして、発熱層80は、エアベアリング面Sにおける主磁極64と補助磁極61との中間地点よりも、GMR素子40のエアベアリング面S側の端部の方が近い位置に形成されている。このため、発熱層80の熱による熱膨張量は、電磁変換素子よりもGMR素子40の方が大きくなる。これにより、GMR素子40の記録媒体との間隔が低減され、高い再生出力を得ることができる。

10

【0050】

更に、再生ヘッド部において、GMR素子の代わりに、異方性磁気抵抗効果を利用するAMR (Anisotropy Magneto Resistive) 素子、トンネル接合で生じる磁気抵抗効果を利用するTMR (Tunnel-type Magneto Resistive) 素子等を利用してもよい。

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、発熱層の熱による熱膨張量が電磁変換素子よりも磁気抵抗効果素子の方が大きくなるため、磁気抵抗効果素子の記録媒体との間隔が低減され、高い再生出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

20

【図1】本発明に係るハードディスク装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】ヘッドスライダを示す斜視図である。

【図3】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの一実施形態を示す模式図である。

【図4】発熱層の一例を示す図である。

【図5】磁気抵抗効果素子が熱膨張している様子を示す図である。

【図6】図6(a)～図6(d)は、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの他の実施形態を示す模式図である。

【図7】発熱層の他の形態を示す図である。

【図8】薄膜磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図9】薄膜磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

30

【図10】薄膜磁気ヘッドが完成した状態を示す図である。

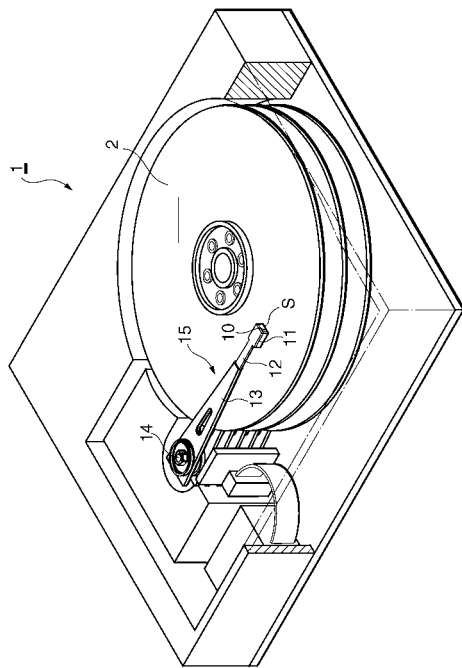
【図11】薄膜磁気ヘッドの変形例を示す図である。

【符号の説明】

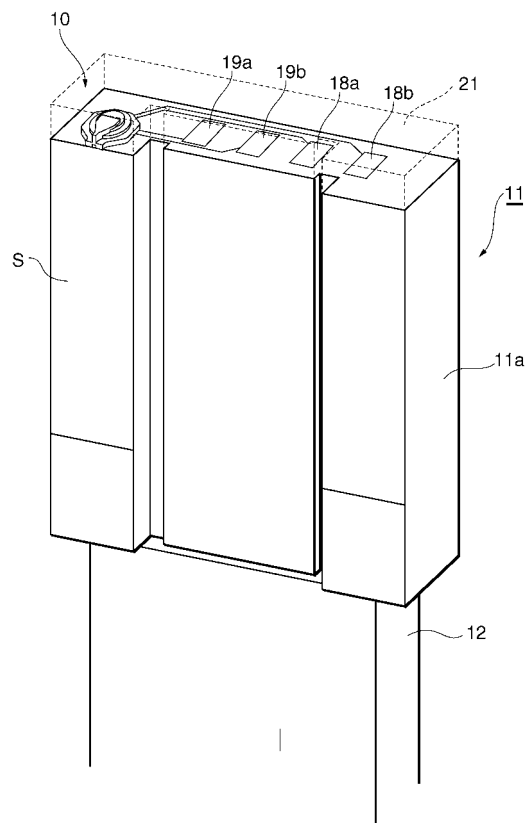
1・・・ハードディスク装置、2・・・ハードディスク(記録媒体)、10・・・薄膜磁気ヘッド、11・・・ヘッドスライダ、12・・・ジンバル、13・・・サスペンションアーム、15・・・ヘッドジンバルアセンブリ、16・・・基板、17・・・下地層、21・・・オーバーコート層、30・・・再生ヘッド部、32・・・下部シールド層、38・・・上部シールド層、40・・・GMR素子(磁気抵抗効果素子)、60・・・記録ヘッド部、61・・・下部磁極(第1の磁極)、64・・・上部磁極(第2の磁極)、64a・・・磁極部分層、64b・・・ヨーク部分層、66・・・記録シールドギャップ層、68・・・記録シールド層、70・・・薄膜コイル、72・・・フォトレジスト層、80・・・発熱層、81・・・折り返し地点、82・・・シールド層、82a・・・第1層、82b・・・第2層、82c・・・第3層、84a、84b・・・導電部、S・・・エアベアリング面(記録媒体対向面)。

40

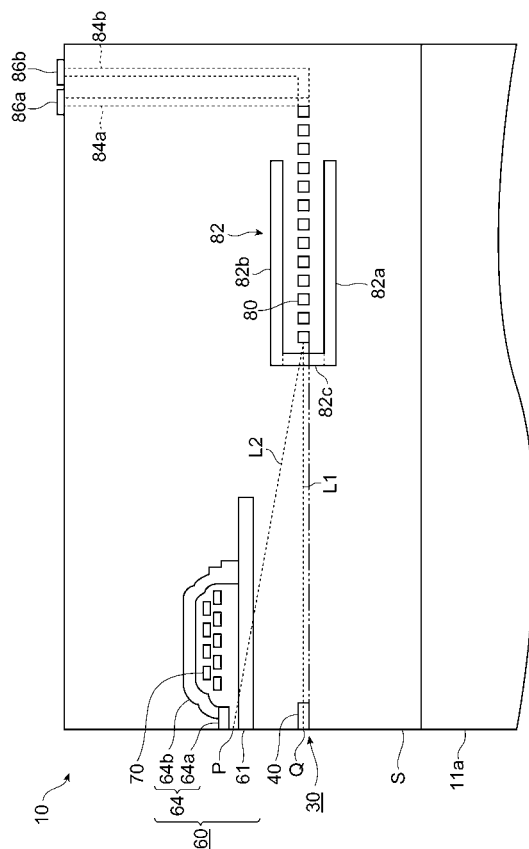
【図 1】



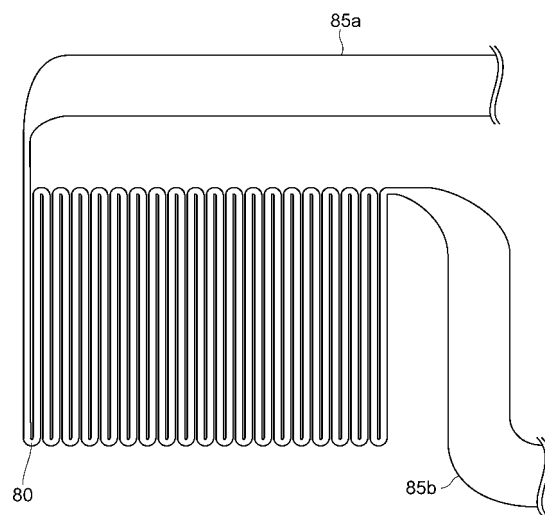
【図 2】



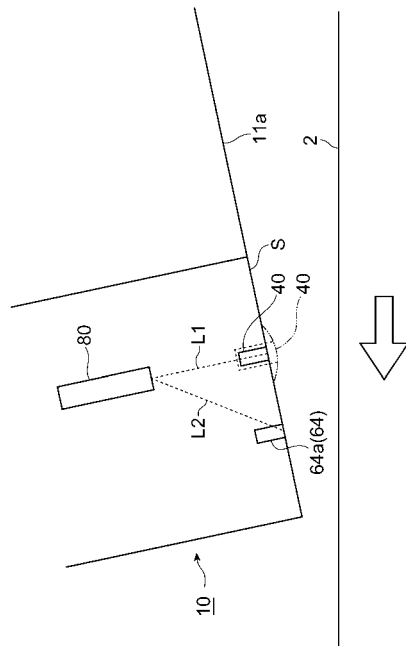
【図 3】



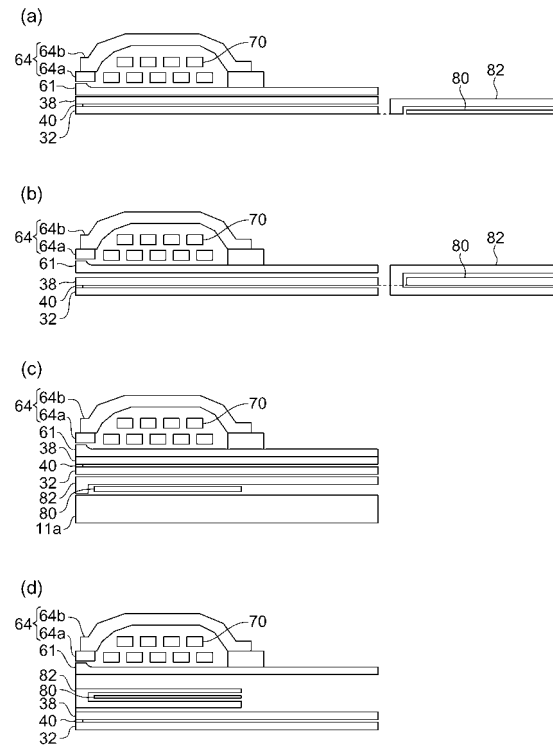
【図 4】



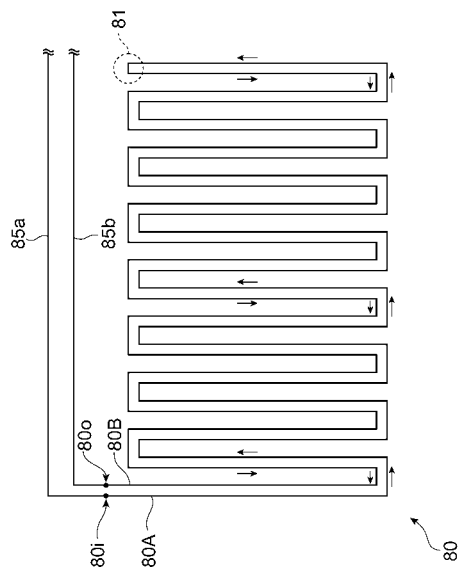
【図 5】



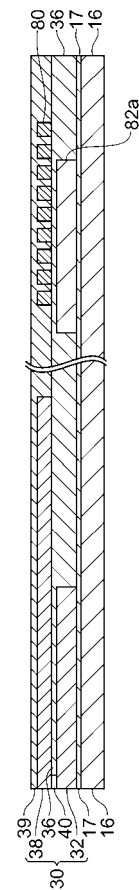
【図 6】



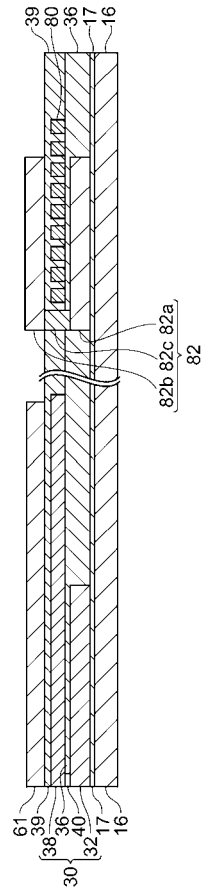
【図 7】



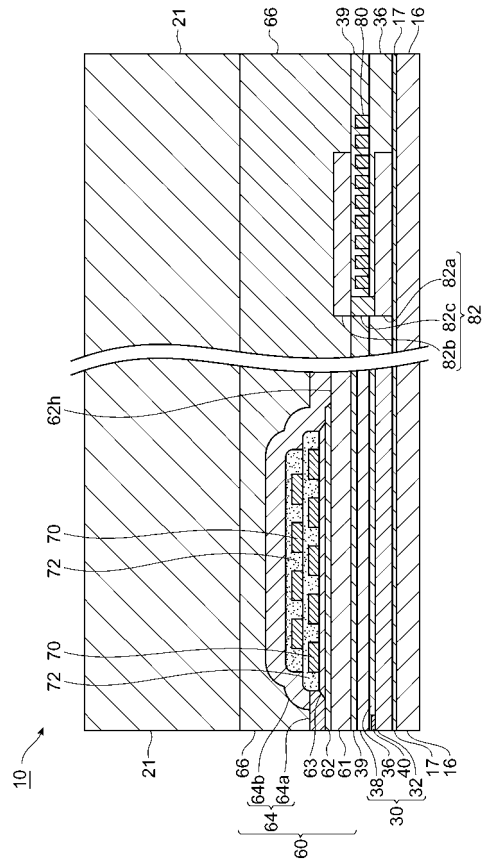
【図 8】



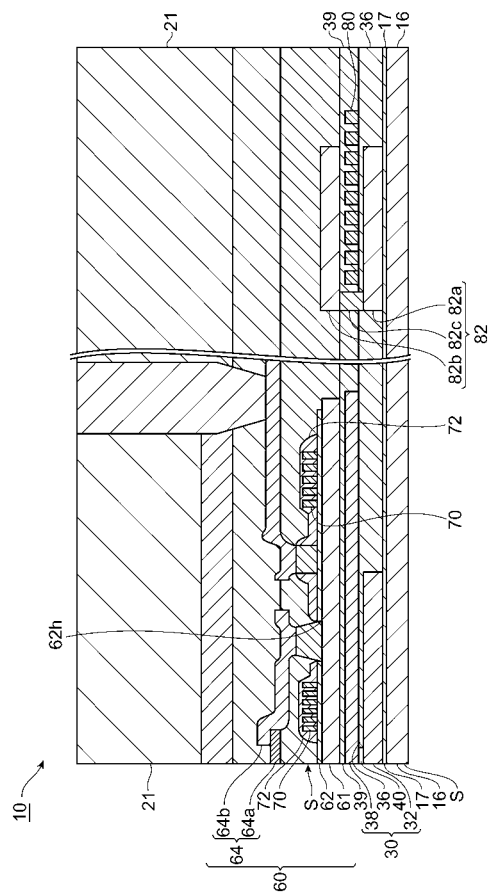
【 図 9 】



【 ☒ 1 0 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

審査官 中村 豊

(56)参考文献 特開平05-020635 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G11B 5/39

G11B 5/31