

(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2005-85401

(P2005-85401A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/31	G 1 1 B 5/31	D 5 D 0 0 6
G 1 1 B 5/65	G 1 1 B 5/31	A 5 D 0 3 3
	G 1 1 B 5/31	C
	G 1 1 B 5/65	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-318063 (P2003-318063)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年9月10日 (2003. 9. 10)	(74) 代理人	100075812 弁理士 吉武 賢次
		(74) 代理人	100088889 弁理士 橘谷 英俊
		(74) 代理人	100082991 弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100096921 弁理士 吉元 弘
		(74) 代理人	100103263 弁理士 川崎 康

最終頁に続く

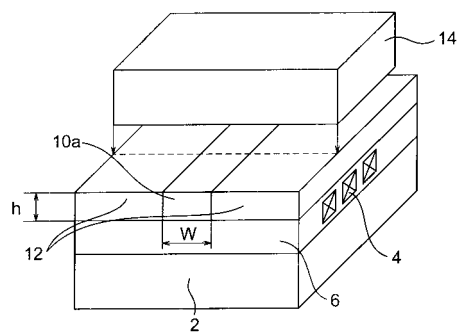
(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 高密度の記録が可能でかつDCイレースを抑制することを可能にする。

【解決手段】 媒体走行面に現れる記録トラック幅Wが100nm以下でかつスロート高さHとの比 $R = H / W$ が1以上である主磁極10aと、主磁極のトラック幅方向両脇に主磁極よりも飽和磁束密度が低い軟磁性材料なる軟磁性ガイド12と、を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

媒体走行面に現れる記録トラック幅 W が 100 nm 以下でかつスロート高さ H との比 $R = H / W$ が 1 以上である主磁極と、

前記主磁極のトラック幅方向両脇に前記主磁極よりも飽和磁束密度が低い軟磁性材料となる軟磁性ガイドと、

を備えたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記主磁極と前記軟磁性ガイドとの間に非磁性膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記主磁極のビット長方向に前記主磁極よりの飽和磁束密度の低い材料からなる軟磁性層が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気ヘッド。

【請求項 4】

非磁性体により規定された記録トラックを有する記録媒体と、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の磁気ヘッドとを備えたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 5】

前記主磁極の幅は前記記録媒体上のトラック幅の 50% 以上であることを特徴とする請求項 4 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 6】

前記主磁極の幅は前記記録媒体上のトラック幅と略等しいことを特徴とする請求項 5 記載の磁気記録再生装置。

【請求項 7】

前記磁気ヘッドの主磁極の幅 W は、記録媒体上の 1 ビットをトラック幅方向に構成する磁性粒子のうち、左右端の磁性粒子の重心間距離 L とすると、 W は L 以上であることを特徴とする請求項 4 記載の磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ハードディスクドライブにおける磁気記録密度の急激な上昇に対応するため記録トラック幅も急激に減少させる要求がある。1 インチ平方当たり数百 G ビット (数百 Gbps (Giga bits per square inch)) の時代には、垂直磁気記録により飽和磁束密度 (B_s) が 2 T 以上の磁性材料が用いられ、記録トラック幅が $0.1\text{ }\mu\text{ m}$ 以下となることが予想される。このように高飽和磁束密度材料でかつ狭いトラックを主磁極に形成するには、DC イレージョンや製造歩留まりの問題がある。DC イレージョンとは、狭トラック化によって磁極側面に発生する磁化による反磁界の影響で主磁極の磁化が媒体走行面を向いてしまい、その結果、媒体走行面に向けた磁化によって、ヘッドが走行するだけで、媒体書き込みもしくは消去が生じてしまう現象を云う。この DC イレージョンが生じることが報告されている (例えば、非特許文献 1 参照)。特に、媒体走行面に現れる記録トラック幅 W が 100 nm 以下でかつスロート高さ H との比 $R = H / W$ が 1 以上である主磁極を有する磁気ヘッドの場合に主磁極の磁化が媒体走行面方向を向きやすい。

【0003】

主磁極の磁化は、主磁極の幅方向を向いていることが DC イレージョン防止のため必要であるが、反磁界の影響で媒体走行面の方向を向いてしまう。主磁極の磁化が媒体走行面の方向を向くのを防ぐための方策として媒体走行面までの長さ (以下、スロート高さという) を小さくすることが必要である。スロート高さを小さくすることは、デプス加工プロセスでその加工長さを厳密に制御することで実現できるが、再生素子との位置ずれ関係や

10

20

30

40

50

デプス加工精度との兼ね合いで、デプス加工プロセスでのスロートハイトの低減にはコスト増大の問題が避けられない。

【0004】

もうひとつの方策は主磁極へのバイアス手段を設けて物理的に磁化安定させる構造を適用することにある。この方策は、再生ヘッドに見られる。例えば、磁気抵抗(MR)再生素子の場合には、MR膜の両脇を磁化固着するバイアス構造が用いられている。それらは、MR膜に積層してバイアス膜が形成される構造や、MR膜の両脇に硬磁性体などからなるバイアス膜が設置される構造である。それら再生ヘッドのバイアス構造において重要なことは、別トラックからの再生信号を拾わないためにバイアス膜に積層される、もしくは隣接するMR膜は決して動いてはいけないことである。MR素子とくに現在一般に使われているGMR素子では信号磁界を感知する磁化自由層(以下、フリー層とも云う)は10nm以下と薄いため、磁化を完全に固着する硬磁性体バイアスが可能となる。

10

【0005】

一方、このバイアス構造を記録ヘッドに適用すると、主磁極の厚さが一般に100nm程度はあるため、バイアスする硬磁性体を数百ナノメートル~数ミクロンオーダーで形成することが必要となり、漏れ磁束が再生シールド流入によるシールド軟磁性劣化、それによる再生分解能劣化への影響、さらに主磁極軟磁性の見かけ上の劣化が生じるためコイル励磁も増大させる必要があり、実用的ではない。したがって、実用的な主磁極バイアス構造が必要である。

【0006】

さらに、主磁極はデプス研磨加工でトラック幅が変化しないようにスロートハイト方向に同じトラック幅いわゆる直線で形成される。したがって、スロートハイトが大きいと磁束が途中から主磁極外に漏れだし十分な磁束を主磁極表面に供給できなくなる。これは、主磁極が細線で形成されているため、主磁極のコンダクタンスが極めて低いことに起因する。これを防ぐため、MIG(Metal In Gap)ヘッドのように低飽和磁束密度材料と高飽和磁束材料を積層させる構造が提案されている。しかしながら膜厚方向に積層することは磁極幅方向エッジに発生する磁化量を増大することになり、さらに磁化がトラック幅方向を向きづらくなる。

20

【0007】

また、記録再生装置としての問題点もある。記録密度を決定する要素の一つであるトラック密度は記録ヘッドのトラック幅によって主に規定されるが、100nm以下の記録トラックになると、その寸法公差は10nm(±5nm)以下が必要となる。記録ヘッドのように孤立パターンでパターンを残す場合、フォトリソグラフィやEB(Electron Beam)リソグラフィで規定される寸法以下にプロセス後の寸法を持っていくことは可能であるが、トラック幅公差はリソグラフィの公差で決定されるため、リソグラフィシステム限界以下に持っていくことはできない。公差の問題は歩留まりの低下を意味する。また、トラックピッチからトラック幅を差し引いたガードバンドもトラック幅の約10%(10nm以下)を想定するとその精度の位置決め精度が要求されるため、高速シークやトラック追従が困難となる。したがって、記録再生装置としてみた場合、従来の記録ヘッドのトラック幅でその記録密度が決められるシステムでは、トラック幅および位置決め精度100nm以下の要求により、記録ヘッド歩留まり低下によるコスト増大や高速応答性などの問題を抱えるようになる。

30

40

【非特許文献1】中本 他：日本応用磁気学会誌、Vol.27, No.3(2003)pp124-128

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

数百Gbps以上の高記録密度ハードディスクドライブにおいて、トラック幅を縮小させていくと、主磁極の磁化が媒体走行面を向いてしまうことによるDCイレージの問題や主磁極コンダクタンス低下にともなう記録磁界低減、さらにトラック幅公差小となり製造歩留まりの低下、ヘッド位置決め公差小による高速応答の困難などの問題が発生する。

50

【0009】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、高密度の記録が可能でかつDCイレージを抑制することができる磁気ヘッドおよび磁気記録再生装置を提供することを網的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の態様による磁気ヘッドは、媒体走行面に現れる記録トラック幅 W が100nm以下でかつスロートハイト H との比 $R = H / W$ が1以上である主磁極と、前記主磁極のトラック幅方向両脇に前記主磁極よりも飽和磁束密度が低い軟磁性材料なる軟磁性ガイドと、を備えたことを特徴とする。

10

【0011】

なお、前記主磁極と前記軟磁性ガイドとの間に非磁性膜が設けられていてもよい。

【0012】

なお、前記主磁極のビット長方向に前記主磁極よりの飽和磁束密度の低い材料からなる軟磁性層が設けられていてもよい。

【0013】

また、本発明の第2の態様による磁気記録再生装置は、非磁性体により規定された記録トラックを有する記録媒体と、上記の磁気ヘッドとを備えたことを特徴とする。

【0014】

なお、前記主磁極の幅は前記記録媒体上のトラック幅の50%以上であることが好ましい。

20

【0015】

なお、前記主磁極の幅は前記記録媒体上のトラック幅と略等しくてもよい。

【0016】

なお、前記磁気ヘッドの主磁極の幅 W は、記録媒体上の1ビットをトラック幅方向に構成する磁性粒子のうち、左右端の磁性粒子の重心間距離 L とすると、 W は L 以上であることが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、高密度の記録が可能でかつDCイレージを抑制することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の実施形態を以下、図面を参照して説明する。

【0019】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドを、図1乃至図3を参照して説明する。図1は本実施形態による磁気ヘッドを媒体走行面から見た斜視図、図2は本実施形態による磁気ヘッドのデプス方向の断面図、図3は本実施形態による磁気ヘッドを媒体走行面から見た図である。この実施形態による磁気ヘッドは、リターンヨーク2と、このリターンヨーク2上に形成された絶縁層6と、この絶縁層6内に埋め込まれたコイル4と、コイル4の中心に形成されたバックコア8と、コイル4上に絶縁層6を介して形成された主磁極10aと、主磁極10aのトラック幅方向の両脇に形成された軟磁性ガイド12と、主磁極10aおよび軟磁性ガイド12上に形成された補助ヨーク14とを備えている。

40

【0020】

本実施形態においては、リターンヨーク2、絶縁体6、主磁極10a、および軟磁性ガイド12のそれぞれの媒体対向面は同一の平面(媒体走行面)18上に有る。また、主磁極10aは、幅 W が100nm以下かつスロートハイト H とのアスペクト比 $R (= H / W)$ が2以上であることが好ましい。そして、主磁極10aの両脇に形成される軟磁性ガイド12は、主磁極10aよりも飽和磁束密度が低い材料からなっており、軟磁性ガイド12の体積は主磁極10aよりも大きいほうが望ましい。

50

【0021】

次に、本実施形態による磁気ヘッドの製造工程を、図4乃至図8を参照して説明する。

まず、アルチック基板（図示せず）上にアルミナアンダーコート膜（図示せず）、さらに下部シールド膜（図示せず）、下部ギャップ膜（図示せず）を形成し、下部ギャップ膜上にMR再生素子（図示せず）を形成し、その上を覆うように上部ギャップ膜（図示せず）を形成し、上部ギャップ膜上に、上部シールドとリターンヨークを兼ねてパーマロイ（NiFe合金）膜（図示せず）を2 μ mを形成する。パーマロイ膜上に、絶縁層に囲まれた励磁用コイルを形成し、コイルの中心に同じくパーマロイでできたバックコアを形成する。その上に、FeCoNi合金からなる主磁極膜10を約0.1 μ m形成する（図4参照）。なお、この主磁極膜10の飽和磁束密度Bsは、2.3Tである。

10

【0022】

次に、主磁極膜10上に、リソグラフィー技術を用いて約50nm幅のT型レジストパターン20を形成する（図5参照）。このT型レジストパターン20をマスクとして、イオンミリングを行い、T型レジストパターン20で覆われた以外の主磁極膜10を除去し、主磁極10aを形成する（図6参照）。

【0023】

続いて、パーマロイからなる軟磁性ガイド膜12を約0.1 μ m形成し（図7参照）、さらにリフトオフすることで主磁極10aの両脇にパーマロイ膜12を隣接させる。さらに、前述した図5乃至図7に示した同様のプロセスをパーマロイ膜12に対して行い、パーマロイ膜12に両脇に隣接する絶縁膜を形成する。すると、図8に示すような、トラック幅Wが50nmの主磁極10aの両脇を幅0.3 μ mの軟磁性ガイド12が挟み、さらに、軟磁性ガイド12の両脇に幅約0.1 μ mのSiO₂からなる絶縁膜13で挟まれた構造を得ることができる。その後、主磁極10aおよび軟磁性ガイド12を覆うように、厚さ約2 μ mの補助ヨーク14を媒体走行面18より約100nmリセスした位置に形成する（図1、図2参照）。

20

【0024】

このように形成された磁気ヘッドにおいては、主磁極10aはバックコア8まで約7 μ m程伸びている。その上に媒体走行面18から約100nmリセスして補助ヨーク14が積層された構成となっている。媒体走行面18には、幅50nmの主磁極10aとその両脇に幅が約0.3 μ mの軟磁性ガイド12が設けられた構成となっている。その下には、絶縁体6を介してリターンヨーク兼上部シールド2が形成されている。

30

【0025】

このような磁気ヘッドを作製し、保磁力が10kOeであるFePt膜からなる連続媒体上を記録信号を入力せずに走行させ、その後、MR再生ヘッドで出力を測定した。本実施形態の構造による磁気ヘッドを用いた場合、DCイレーズは確認されなかった。また、マイクロトラックプロファイルの測定結果から、記録トラック幅は約50nmで、軟磁性ガイド12からの記録は確認されなかった。

【0026】

これに対して、両脇に軟磁性ガイドがない構造の磁気ヘッドを比較例として作製し、同様に走行させ、出力を評価した。この比較例の場合、平均15%の出力減少が確認された。

40

【0027】

以上のことから、本実施形態による磁気ヘッドは、DCイレーズが抑制できることがわかる。また、軟磁性ガイド12は補助ヨークの役割も果たす。そのため、より長いスロートハイトでも磁束が漏れ出ず、主磁極10aの先端まで供給される。その結果、主磁極10aから発生する磁界は軟磁性ガイド12がない比較例に比べて低下しない。そのため、デプス加工プロセスでの加工マージンが大きくすることができ、その結果加工歩留まりを上昇させることが可能となり、製造原価を低減することができる。

【0028】

また、主磁極10aと、補助ヨーク14と、リターンヨーク2の位置関係は本実施形態

50

の場合に限らず、図 9 に示すような構成としてもよい。すなわち、主磁極 10 a のデプス方向の長さを第 1 実施形態の場合に比べて短い、主磁極 10 a と、その両脇の軟磁性ガイド 12 は補助ヨーク 14 に接触しているように構成されている。この場合も第 1 実施形態と同じ効果が得られる。

【0029】

また、図 10 に示すように、図 9 に示す磁気ヘッドのリターンヨーク 2 と補助ヨーク 14 との配置関係が逆となるように位置を入れ替えても同じ効果が得られる。また、図 11 に示すように、図 2 に示す本実施形態による磁気ヘッドのリターンヨーク 2 と補助ヨーク 14 との配置関係が逆となるように位置を入れ替えても同じ効果が得られる。

【0030】

10

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態による磁気ヘッドを、図 12 を参照して説明する。図 12 は、本実施形態による磁気ヘッドの媒体走行面から見た図である。本実施形態による磁気ヘッドは、図 3 に示す第 1 実施形態による磁気ヘッドにおいて、主磁極 10 a と軟磁性ガイド 12 との間および絶縁層 6 と軟磁性ガイド 12 との間に非磁性膜 11 を設けた構成となっている。

【0031】

この実施形態による磁気ヘッドの製造方法は、第 1 実施形態において、主磁極 10 a と軟磁性ガイド 12 の図 7 に示す製造工程で、パーマロイからなる軟磁性膜 12 を成膜する前に、例えば Ta からなる非磁性膜 11 を 5 nm 形成する。他は製造工程は第 1 実施形態と同様である。

20

【0032】

本実施形態による磁気ヘッドにおいては、主磁極 10 a と軟磁性ガイド 12 との間に非磁性膜 11 が挿入されている。このような構成とすることにより、主磁極 10 a に発生する反磁界の影響を低減させつつ、体積が大きな軟磁性ガイド 12 との交換結合を切ることが可能となり、コイル 4 による励磁に対して主磁極 10 a と軟磁性ガイド 12 が独立に動作し易くなる。

【0033】

本実施形態と異なり、主磁極 10 a と軟磁性ガイド 12 が交換結合している場合には、軟磁性ガイド 12 全体を動かして主磁極 10 a の磁化を動かす必要がある。そのため大きな励磁電流が必要となる。

30

【0034】

これに対して、本実施形態の場合のように、交換結合を切り、主磁極 10 a、軟磁性ガイド 12 をそれぞれ独立に近く動かす場合には、主磁極の体積と飽和磁束密度との積が、軟磁性ガイドのそれに比較して小さいため、より小さな励磁電流で動かすことができる。そのためより高周波記録に適している。なお、非磁性膜 11 を Ta のように fcc 構造の膜を選ぶことで、軟磁性ガイド 12 の結晶性が向上し、その軟磁性を向上させることができる。その結果、励磁磁界応答の良いヘッドが供給できる。

【0035】

なお、軟磁性ガイド 12 を主磁極 10 a の両脇だけでなく、さらに図 13 に示すように主磁極 10 a の下に配置したり、図 14 に示すように主磁極 10 a の上下に配置することで、軟磁性ガイド 12 が第 2 実施形態に比べてさらに補助ヨークとしての効果を発揮できる。このため、これら軟磁性ガイド 12 により主磁極 10 a の磁束コンダクタンスが増大するとともに、主磁極 10 a の先端に供給される磁束量の減少を低下させることが可能となり、十分な磁束が主磁極媒体対向面に供給されることで記録効率を上昇させることができる。また、デプス加工マージンが広がり製造コストを低下させることができる。なお、図 13 および図 14 においては、主磁極 10 a と軟磁性ガイド 12 との間には非磁性膜（図示せず）が設けられている。

40

【0036】

また、本実施形態の磁気ヘッドの軟磁性ガイド 12 を磁極先端から 20 nm リセスさせ

50

た場合の上面図を図15に示す。この構成の磁気ヘッドは、第1実施形態の図7に示す工程において、パーマロイからなる軟磁性膜12を成膜した状態で、図16に示すように、FIB (Focused Ion Beam) 25により媒体走行面18から奥行き20nm、幅0.3 μ mをエッチング加工し、その後は、第1実施形態の製造工程と同じ工程を行って製作したものである。このように媒体走行面18からリセスさせることで、軟磁性ガイド12から記録媒体に流入する磁束で、記録媒体に記録されることを防ぐ効果がある。特に、高周波記録をする場合には、記録媒体の保磁力を低めに設定することで磁気ヘッドから発生する必要記録磁界を押さえることが可能となり、励磁電流が小さくすることができ、高周波対応もし易くなる。このように、軟磁性ガイド12を媒体走行面18に出さず、走行面より20nm程度リセスさせることで、主磁極10aの磁化制御を行い、DCイレーズを防ぎつつ、また補助ヨークとしての効果を保つので、主磁極10aからの磁界発生を減らさず、記録媒体の保磁力設定を小さくすることによる軟磁性ガイド12からの書きにじみを抑制することができる。このような構造で、高周波対応かつ高密度記録(すなわち、狭トラック幅)の両立ができる磁気ヘッドが提供できる。

10

【0037】

次に、図17に示すように、記録媒体が、例えばFePt材料が横50nm、縦25nmの矩形ドット52にパターンニングされて絶縁体54に埋め込まれ、ドット間が5nmに設定されたパターンドメディア50である場合のDCイレーズ抑制と隣接トラックへの書きにじみ抑制についての実験結果を述べる。このパターンドメディア50と、記録ヘッドを組み合わせ、主磁極10aの幅(ヘッドトラック幅)を変化させて記録を行い、記録後、MFM (Magnetic Force Microprobe)にて記録ドットを観察して書き込み及び読み出しに必要な記録ビット幅(ビットトラック幅)を求めた。図18に、この実験の概要を示すトラック長手方向の断面図を示す。図19に、この実験から得られた、記録ビット幅の主磁極10aの幅の依存性のグラフを示す。図19からわかるように、ドット52の幅は50nmであるが、ヘッドトラック幅が20nmではビットとして観察されず、30nmから以上は一斉に磁化反転が生じ、物理的に規定されたドット幅、すなわち50nmの記録ビットとして観察される。

20

【0038】

したがって、記録媒体が連続媒体の場合には、あくまでも記録ヘッドがトラック幅すなわち記録密度を決めるが、パターンドメディアの場合にはドット形状・密度が記録密度を決める。したがって、パターンドメディアでは、ある範囲以上のヘッドトラック幅があれば良いことがわかる。これは、ヘッドトラック幅の寸法公差にたいして大きなメリットがある。パターンドメディアに対して第1乃至第2実施形態で説明した磁気ヘッドと組み合わせても、DCイレーズ抑制やコンダクタンス増大など第1乃至第2実施形態で説明した効果を得ることが可能となる。なお、ヘッドがメディア内週および外周にある場合、ヘッドのyawing angleの影響で記録主磁極の高さ成分(図1、10aの高さh)がトラック幅に現れて書き込み幅が広がってしまう問題がある。パターンドメディアの場合は、あらかじめ記録媒体上のトラック幅を、ディスク外周から内周に向かって、小さくなりさらに大きくなるように構成することにより主磁極の高さ成分の影響を許容することができる。

30

【0039】

次に、図17に示したパターンドメディア50であって、ヘッドトラック10aとドット52が50%以上オーバーラップすれば記録できるFePt媒体を使用して、オフトラック量に対して、対象となるトラックと、この対象となるトラックの隣接トラックへの記録特性を求める実験を行った。この実験は、FePt材料が横50nm、縦25nmの矩形ドットにパターンニングされ、ドット間が5nmに設定されたパターンドメディア50と、記録ヘッドを組み合わせ、主磁極10aの幅をパラメータにヘッドをオフトラックさせて記録を行い、記録後MFMにて記録ドットを観察して記録ビット幅を求めた。

40

【0040】

図20に、この実験の概要を示すトラック幅方向の断面図を示す。図中トラック-1は-方向の隣接トラックで、トラック1は+方向の隣接トラック、トラック0が対象となる

50

本来のトラックである。図 20 に示すように、オフトラック量は、対象となるトラックの中心線からヘッドトラックの中心線（主磁極の中心線）までの距離を表している。

【0041】

この実験においては、ヘッドトラック幅が 70 nm、50 nm、30 nm である 3 種類の磁気ヘッドを作成した。ヘッドトラック幅が 70 nm の場合の実験結果を図 21 に示す。この場合、トラック 0 のマージンは ± 30 nm あるが、トラック - 1、+ 1 への書きにじみから、記録時のオフトラックとして ± 10 nm の余裕があることがわかる。

【0042】

ヘッドトラック幅が 30 nm の場合の実験結果を図 22 に示す。この場合、隣接トラックへの書きにじみに対しては ± 40 nm の余裕があるが、トラック 0 に対しては ± 10 nm となる。したがって、ドット幅よりもヘッドトラックが細い場合は、本来のトラック（トラック 0）がトラック位置ずれの許容限界を決める。

【0043】

さらに、図 23 に示すように、ヘッドトラック幅（50 nm）とドットトラック幅（50 nm）が等しい場合、本来のトラック（トラック 0）への記録特性から、さらに隣接トラック（トラック - 1、+ 1）への書きにじみは、 ± 20 nm の余裕があることが分かる。

【0044】

したがって、ガードバンド幅（ドット間距離）がドットトラック幅に対して 10% 程度に小さい場合には、ドットトラック幅とヘッドトラック幅をほぼ等しくすることが総合的な位置あわせに対してマージンが大きいことが分かる。

【0045】

次に、図 24 に示すように、複数個のドット 52 がトラック幅方向に並んで 1 ビットを形成するパターンドメディア 50 を用いた場合についての実験結果を説明する。なお、図 24 においては、1 ビットを構成するドット 52 の個数 N は 2 である。実験に用いたパターンドメディア 50 は、図 25 (a)、(b) に示すように、径 d が約 25 nm の FePt 材からなるドット 52₁、52₂ が SiO₂ からなる絶縁層 54 を介し、2 つ並んで 1 つの記録ビットとなるパターンドメディアである。なお、1 つの記録ビットとなるドット 52₁、52₂ 間の距離は 1 nm である。図 25 (a) はトラック幅方向のパターンドメディアの断面図であり、図 25 (b) はパターンドメディアの平面図である。

【0046】

この図 25 に示すパターンドメディアを使用して、上述した場合と同様な実験を行った。ビットとビットとの間は 5 nm とした。まず、ヘッドトラック幅 70 nm のヘッドを用いて、図 25 (a)、(b) に示すように記録ヘッド（主磁極 10a）をドット 52 と徐々にオーバーラップさせ、その後のビット幅を MFM にて観察した。図 26 は、記録ビットのオーバーラップ量依存性を示すグラフである。図 26 からわかるように、主磁極 10a とドット 52 がオーバーラップしていき、オーバーラップ量が最初のドット 52₁ の直径（50 nm）の半分以上に達すると、まずは 1 ドット分磁化反転する。さらにオーバーラップ量が増大して、もう一つのドット 52₂ の半分以上とオーバーラップするところでドット 52₂ が磁化反転し、50 nm の記録ビットが観察される。つまり、一つのドットの半分以上オーバーラップすると磁化反転し記録されることがわかる。したがって、1 ビットを書き込むに必要なヘッドトラック幅の最小値は、1 ビットをトラック幅方向に構成する複数の磁性粒子のうち、右脇に存在する磁性粒子の半分から左脇の磁性粒子の半分までをオーバーラップする値となる。一般的には磁性粒子形状はトラック幅方向に線対称な形状であるので、ヘッドトラック幅 W は 1 ビットをトラック幅方向に構成する磁性粒子のうち、左右端の磁性粒子の重心間距離 L とすると、 W は L 以上である。

【0047】

さらに隣接トラックへの書きにじみを起こさないためには、トラック幅方向に見たドットの平均粒径を D 、トラック間のガードバンド距離を G として、 $W < (\text{トラック幅} + 2G + 2(D/2))$ となる。トラック幅 50 nm（トラック幅方向の磁性粒子の数 $N = 2$

、 $D = 25$ 、 $G = 5$ を入れてみると、 $37.5 < W < 85$ (nm)となり、記録ヘッドのトラック幅公差が大きくなることがわかる。

【0048】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態による磁気記録再生装置について説明する。図1乃至図25に関して説明した第1乃至第2実施形態による記録ヘッドは、例えば、記録再生一体型の磁気ヘッドアセンブリに組み込まれ、磁気記録再生装置に搭載することができる。

【0049】

図27は、このような磁気記録再生装置の概略構成を例示する要部斜視図である。すなわち、本実施形態による磁気記録再生装置150は、ロータリーアクチュエータを用いた形式の装置である。同図において、長手記録用または垂直記録用磁気ディスク200は、スピンドル152に装着され、図示しない駆動装置制御部からの制御信号に応答する図示しないモータにより矢印Aの方向に回転する。磁気ディスク200は、長手記録用または垂直記録用の記録層を有する。磁気ディスク200は、磁気ディスク200に格納される情報の記録再生を行うヘッドスライダ153は、薄膜状のサスペンション154の先端に取り付けられている。ここで、ヘッドスライダ153は、前述したいずれかの実施形態による磁気ヘッドをその先端付近に搭載している。

10

【0050】

磁気ディスク200が回転すると、ヘッドスライダ153の媒体対向面(ABS)は磁気ディスク200の表面から所定の浮上量をもって保持される。

20

【0051】

サスペンション154は、図示しない駆動コイルを保持するボビン部などを有するアクチュエータアーム155の一端に接続されている。アクチュエータアーム155の他端には、リニアモータの一種であるボイスコイルモータ156が設けられている。ボイスコイルモータ156は、アクチュエータアーム155のボビン部に巻き上げられた図示しない駆動コイルと、このコイルを挟み込むように対向して配置された永久磁石および対向ヨークからなる磁気回路とから構成される。

【0052】

アクチュエータアーム155は、固定軸157の上下2箇所に設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ156により回転摺動が自在にできるようになっている。

30

【0053】

図28は、アクチュエータアーム155から先の磁気ヘッドアセンブリをディスク側から眺めた拡大斜視図である。すなわち、磁気ヘッドアセンブリ160は、例えば駆動コイルを保持するボビン部などを有するアクチュエータアーム151を有し、アクチュエータアーム155の一端にはサスペンション154が接続されている。

【0054】

サスペンション154の先端には、前述したいずれかの磁気ヘッドを具備するヘッドスライダ153が取り付けられている。再生用ヘッドを組み合わせても良い。サスペンション154は信号の書き込みおよび読み取り用のリード線164を有し、このリード線164とヘッドスライダ153に組み込まれた磁気ヘッドの各電極とが電氣的に接続されている。図中165は磁気ヘッドアセンブリ160の電極パッドである。

40

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの構成を示す斜視図。

【図2】第1実施形態による磁気ヘッドのデプス方向の断面図。

【図3】第1実施形態による磁気ヘッドを媒体走行面から見た図。

【図4】第1実施形態による磁気ヘッドの製造工程を示す斜視図。

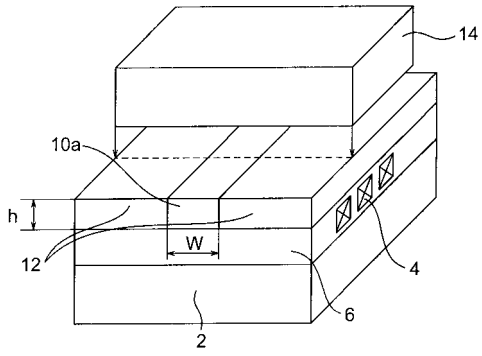
【図5】第1実施形態による磁気ヘッドの製造工程を示す斜視図。

【図6】第1実施形態による磁気ヘッドの製造工程を示す斜視図。

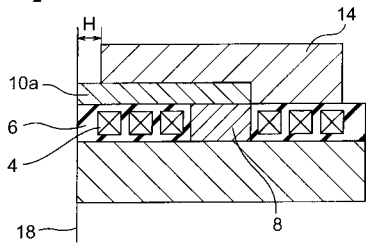
50

- 【図 7】第 1 実施形態による磁気ヘッドの製造工程を示す斜視図。
- 【図 8】第 1 実施形態による磁気ヘッドの製造工程を示す斜視図。
- 【図 9】第 1 実施形態の第 1 変形例による磁気ヘッドのデプス方向の断面図。
- 【図 10】第 1 実施形態の第 2 変形例による磁気ヘッドのデプス方向の断面図。
- 【図 11】第 1 実施形態の第 3 変形例による磁気ヘッドのデプス方向の断面図。
- 【図 12】本発明の第 2 実施形態による磁気ヘッドの構成を示す斜視図。
- 【図 13】第 2 実施形態の第 1 変形例による磁気ヘッドの構成を示す図。
- 【図 14】第 2 実施形態の第 2 変形例による磁気ヘッドの構成を示す図。
- 【図 15】第 2 実施形態の第 3 変形例による磁気ヘッドの構成を示す図。
- 【図 16】第 2 実施形態の第 3 変形例による磁気ヘッドの製造工程を示す斜視図。 10
- 【図 17】パターンメディアの一例の構成を説明する平面図。
- 【図 18】パターンメディアを用いた実験の概要を示すトラック長手方向の断面図。
- 【図 19】記録ビット幅の主磁極の幅の依存性を示すグラフ。
- 【図 20】パターンメディアを用いた実験の概要を示すトラック長手方向の断面図。
- 【図 21】ヘッドトラック幅が 70 nm の場合の記録ビット幅の記録オフトラック依存性を示すグラフ。
- 【図 22】ヘッドトラック幅が 30 nm の場合の記録ビット幅の記録オフトラック依存性を示すグラフ。
- 【図 23】ヘッドトラック幅が 50 nm の場合の記録ビット幅の記録オフトラック依存性を示すグラフ。 20
- 【図 24】パターンメディアの他の例の構成を説明する平面図。
- 【図 25】パターンメディアを用いた実験の概要を示すトラック長手方向の断面図。
- 【図 26】記録ビット幅のオーバーラップ幅依存性を示すグラフ。
- 【図 27】磁気記録再生装置の概略構成を示す要部斜視図。
- 【図 28】アクチュエータアームから先の磁気ヘッドアセンブリをディスク側から眺めた拡大斜視図。
- 【符号の説明】
- 【0056】
- 2 リターンヨーク
- 4 コイル 30
- 6 絶縁膜
- 8 バックコア
- 10 主磁極膜
- 10a 主磁極
- 11 非磁性膜
- 12 軟磁性ガイド
- 14 補助ヨーク
- 18 媒体走行面

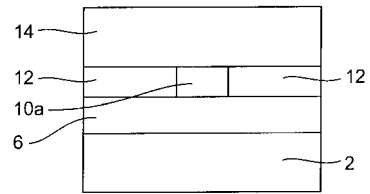
【 図 1 】



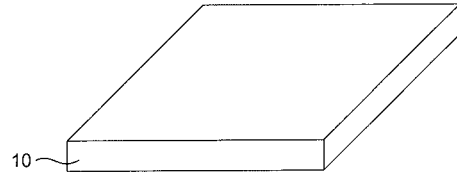
【 図 2 】



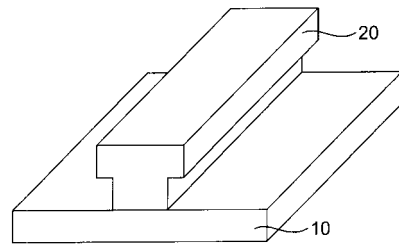
【 図 3 】



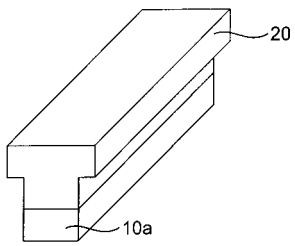
【 図 4 】



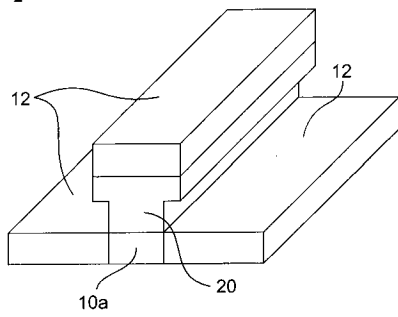
【 図 5 】



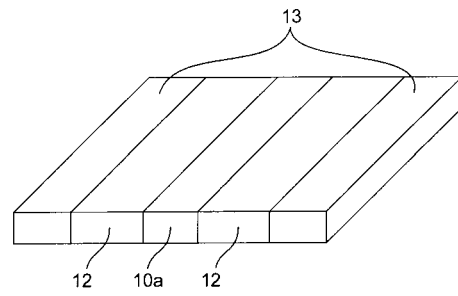
【 図 6 】



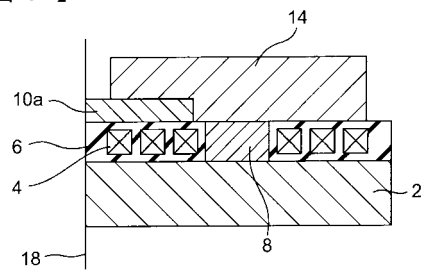
【 図 7 】



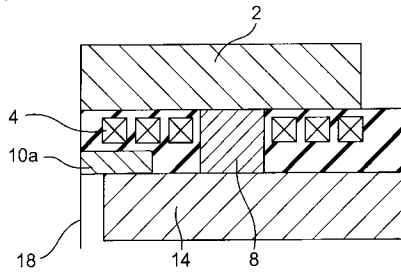
【 図 8 】



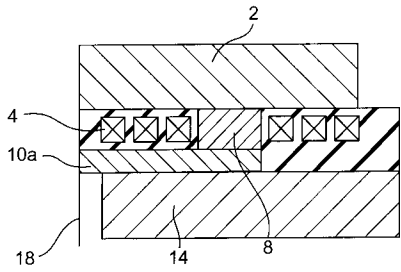
【 図 9 】



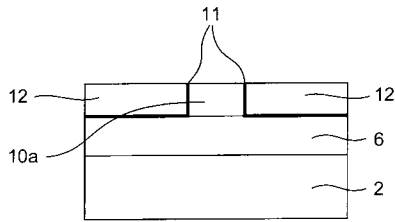
【図10】



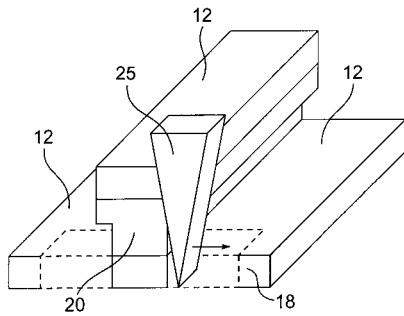
【図11】



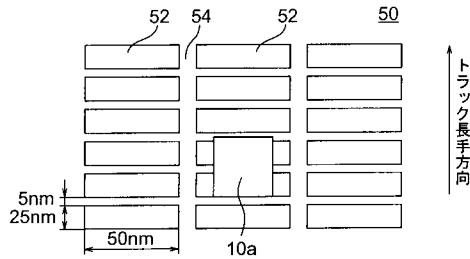
【図12】



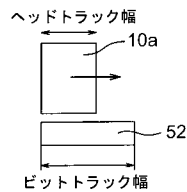
【図16】



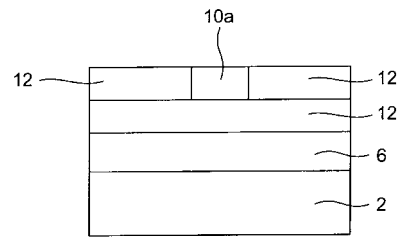
【図17】



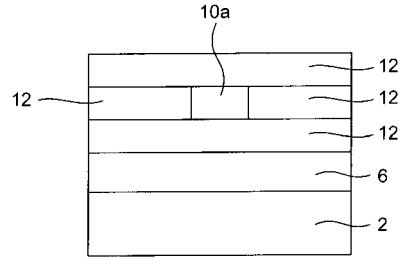
【図18】



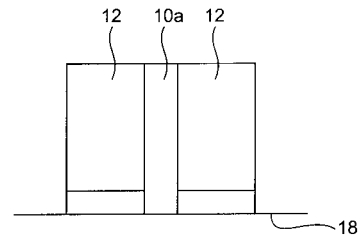
【図13】



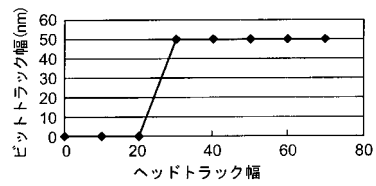
【図14】



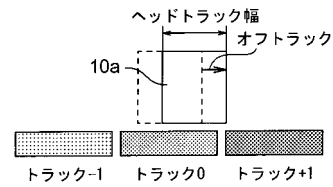
【図15】



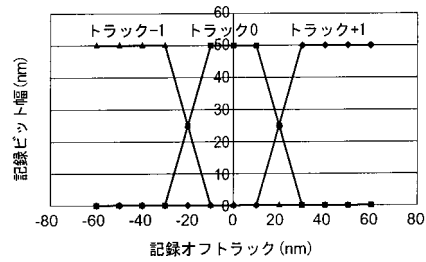
【図19】



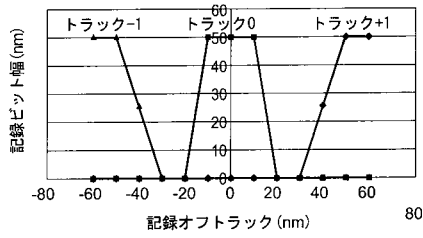
【図20】



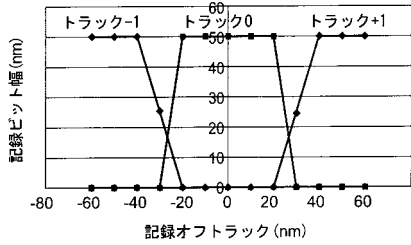
【図21】



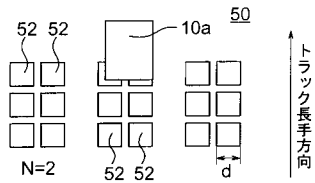
【図 2 2】



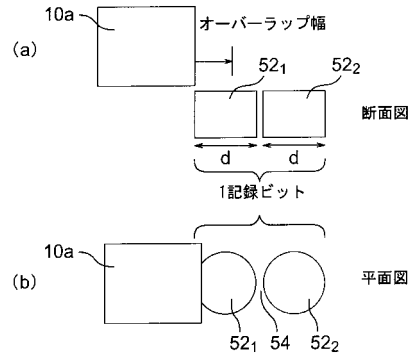
【図 2 3】



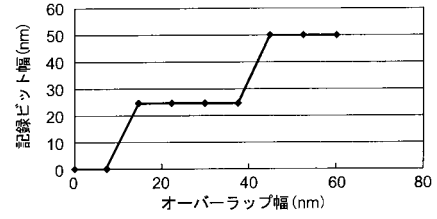
【図 2 4】



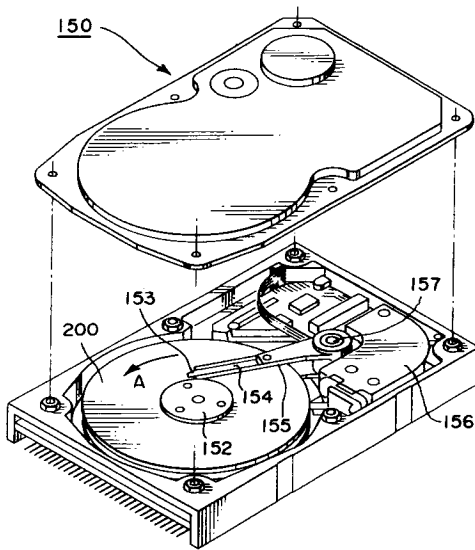
【図 2 5】



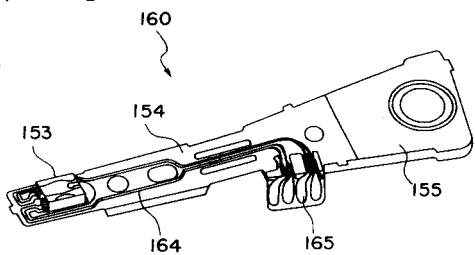
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 大 沢 裕 一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 柳 田 忠 孝
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 櫻 井 正 敏
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 喜々津 哲
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- Fターム(参考) 5D006 BB05 BB07 DA03
5D033 BA07 BA08 BA12 BA13 BA41 BB43 CA01