

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3978420号  
(P3978420)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int. Cl.

F I

**G 1 1 B 5/31 (2006.01)**  
**G 1 1 B 5/60 (2006.01)**  
**G 1 1 B 21/21 (2006.01)**

G 1 1 B 5/31 A  
G 1 1 B 5/31 K  
G 1 1 B 5/31 Q  
G 1 1 B 5/60 C  
G 1 1 B 5/60 Z

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-369912 (P2003-369912)	(73) 特許権者	503116280
(22) 出願日	平成15年10月30日(2003.10.30)		ヒタチグローバルストレージテクノロジーズ
(65) 公開番号	特開2005-135501 (P2005-135501A)		ズネザーランドビービー
(43) 公開日	平成17年5月26日(2005.5.26)		オランダ国 アムステルダム 1076
審査請求日	平成18年3月27日(2006.3.27)		エイズィ パルナスストーレン ロカテリ
早期審査対象出願			ケード 1
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(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	白松 利也
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 研究開発本部内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドスライダ及び磁気ヘッド支持機構の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スライダ基板の上に、磁気記録素子の端子と、磁気再生素子の端子とを形成するステップと、

前記スライダ基板の上に、洗浄工程で用いる水溶液中における前記磁気記録素子もしくは前記磁気再生素子の電極電位を不働態領域にずらす電位の材料を用いて加熱体である通電部の端子を形成するステップと、

前記通電部の端子を、前記磁気記録素子もしくは前記磁気再生素子と電氣的に接続するステップとを備えた磁気ヘッドスライダの製造方法。

【請求項2】

前記スライダ基板の上に下地絶縁膜を形成するステップと、

この下地絶縁膜上に前記通電部を形成するステップと、

この通電部の絶縁層を形成するステップと、

この絶縁層上に前記磁気再生素子を形成するステップと、

前記磁気再生素子上に前記磁気記録素子を形成するステップと、

前記磁気再生素子及び前記磁気記録素子の絶縁保護膜を形成するステップとを更に備え

この絶縁保護膜上に前記通電部の端子と磁気記録素子の端子と磁気再生素子の端子とを形成する請求項1に記載の磁気ヘッドスライダの製造方法。

【請求項3】

前記磁気記録素子の下部磁極を前記通電部と電氣的に接続するステップを更に備えた請求項 1 または 2 に記載の磁気ヘッドスライダの製造方法。

【請求項 4】

スライダ基板上に、磁気記録素子の端子と、磁気再生素子の端子とを形成するステップと、

前記スライダ基板上に、洗浄工程で用いる水溶液中における前記磁気記録素子もしくは前記磁気再生素子の電極電位を不働態領域にずらす電位の材料を用いて加熱体である通電部の端子を形成するステップと、

前記通電部の端子を、前記磁気記録素子もしくは前記磁気再生素子と電氣的に接続するステップと、

前記通電部の端子と電氣的に絶縁させてサスペンションを取り付けるステップとを備えた磁気ヘッド支持機構の製造方法。

【請求項 5】

前記磁気記録素子の下部磁極を前記通電部と電氣的に接続するステップを更に備えた請求項 4 に記載の磁気ヘッド支持機構の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気ディスク装置の高記録密度化を実現するための薄膜磁気スライダ、磁気ヘッド支持機構、磁気ディスク装置、および磁気ヘッドの製造方法に係わり、特に磁気ディスクと磁気ヘッドの距離を調整する機能を持った浮上量調整スライダおよびそれを用いた磁気ヘッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気ディスク装置は、回転する磁気ディスクと、記録再生素子を搭載しサスペンションを備える磁気ヘッド支持機構によって支持され、磁気ディスクの径方向に位置決めされる薄膜磁気ヘッドスライダ（以下「スライダ」と称す）を有し、スライダが相対的に磁気ディスク上を走行して磁気ディスク上に記録された磁気情報を読み書きする。前記スライダは空気潤滑軸受として空気のくさび膜効果によって浮上し、磁気ディスクとスライダが直接は固体接触しないようになっている。磁気ディスク装置の高記録密度化と、それによる装置の大容量化あるいは小型化を実現するためには、スライダと磁気ディスクの距離、すなわちスライダ浮上量を縮め、線記録密度を上げることが有効である。

【0003】

従来からスライダ浮上量の設計においては、加工ばらつきや使用環境気圧差、使用環境温度差などによる浮上量低下を見込み、最悪条件でもスライダとディスクが接触しないように、浮上量マージンを設けてきた。ヘッド個体毎に、または使用環境に応じて浮上量を調整する機能を設けたスライダを実現すれば上記マージンを廃することができ、スライダとディスクの接触を防ぎつつ記録再生素子の浮上量を大幅に縮めることができる。例えば、薄膜抵抗体から成る加熱装置を記録素子と再生素子の近傍に設け、スライダの一部を必要に応じて加熱して熱膨張、突出させ、記録素子及び再生素子と磁気記録媒体との距離を調整するスライダ構造が提案されている（例えば、特許文献1（第3頁および図1）参照）。

【0004】

一方、従来のスライダでは磁気再生素子を外部に電氣的に接続するための再生用中継端子と磁気記録素子を外部に電氣的に接続するための記録素子の端子がある。スライダの中には、再生素子の端子（2端子）と記録素子の端子（2端子）に加えて、製造プロセス中の研磨及び洗浄の工程において水溶液中での磁性膜の腐食を抑制するための磁極腐食防止用端子（1端子）を必要とするスライダがある。（例えば、特許文献2（第3頁および図1）参照）。磁極腐食防止用端子を必要とするスライダの端子数は全て合わせて5個となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開平5 - 2 0 6 3 5号

【 0 0 0 6 】

【特許文献2】特開2 0 0 3 - 7 7 1 0 5号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、浮上量調整のために通電加熱する加熱装置用の端子を新たに設置すると、実装が困難になるという課題がある。従来スライダには、記録素子の端子、再生素子の端子と磁極腐食防止用端子を合わせて5個の端子がある。これに対し、浮上量調整のために加熱装置用マイクロ熱アクチュエータ用の端子を新設すると端子の数が7個になり端子の実装が困難である。さらに、本発明の熱式浮上量調整スライダが実用化される次世代のスライダは更に小型化されるため、7個の端子をスライダに実装するのはより困難となる。

10

【 0 0 0 8 】

また、7個の端子を無理に実装しようとする、磁極腐食防止用端子を実装するスペースは浮上面近くにしかそのスペースを取ることが出来ない。

【 0 0 0 9 】

スライダの製造工程では、浮上面形状を形成する研磨加工とその加工残渣を取り除くための洗浄工程がある。その際、端子側に保護材を付けるが、研磨加工により削れてしまい、磁極腐食防止用端子が露出してしまうことがある。加工残渣を取り除くための洗浄の際に使用するブラシは帯電していることが良くあるため、ブラシと磁極腐食防止用端子が接触すると磁極腐食防止用端子が帯電してしまい、腐食が起こる危険性がある。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、通電加熱する加熱装置を搭載した熱式浮上量調整スライダの端子数を減らし、従来サイズの薄膜磁気ヘッドだけでなく、次世代の小型サイズの薄膜磁気ヘッドにおいても端子の実装を可能とすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために、本発明では、スライダ基板上に、磁気記録素子の端子と磁気再生素子の端子と洗浄工程で用いる水溶液中における磁気記録素子もしくは磁気再生素子の電極電位を不働態領域にずらす電位の材料を用いた加熱体である通電部の端子とを形成し、通電部の端子を磁気記録素子もしくは磁気再生素子と電気的に接続して磁気再生素子を形成するようにした。

30

【 0 0 1 2 】

あるいは、スライダ基板上に、磁気記録素子の端子と磁気再生素子の端子と洗浄工程で用いる水溶液中における磁気記録素子もしくは磁気再生素子の電極電位を不働態領域にずらす電位の材料を用いた加熱体である通電部の端子とを形成し、通電部の端子を磁気記録素子もしくは磁気再生素子と電気的に接続し、この通電部の端子と電気的に絶縁させたサスペンションを取り付けて磁気ヘッド支持機構を形勢するようにした。

40

【 0 0 1 3 】

また、前記磁気記録素子の下部磁極と導通接続している記録素子の端子は磁気ヘッドを支持するサスペンションの配線に導通し、かつ、アースに接続して形成されているようにした。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、熱式浮上量調整スライダの加熱装置すなわち通電部の端子の一方を下部磁極もしくはシールドに電気的に接続して磁極の腐食防止用端子の役割を持たせることにより、端子数を7端子から6端子へと1つ減らす事が可能となる。これにより、従来スライダだけでなく、次世代の小型化されたスライダにおいても端子の実装ができ、限ら

50

れた面積で必要な全ての電氣的接続が可能となる。また、磁極をアースすることにより、浮上中に静電気がスライダに溜まってスライダ/ディスク間の放電が起こるのを防ぎ、信頼性を高めるといふ効果も奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の実施形態に係わる薄膜磁気ヘッドスライダ、およびそのスライダを用いた薄膜磁気ヘッドの製造方法ならびにこのスライダを用いた磁気ヘッド支持機構を有する磁気ディスク装置について、図面を用いて以下説明する。

【0016】

(装置全体)

本発明の一実施例による磁気ディスク装置の概略構成を図1に示す。

【0017】

磁気ディスク装置は、磁気情報が格納されスピンドルモータによって回転する磁気ディスク10と、記録生素子を搭載しサスペンションを有する磁気ヘッド支持機構(ロードビーム)15によって支持され、磁気ディスクの径方向に位置決めされたスライダ1を有し、スライダが相対的に磁気ディスク10上を走行して磁気ディスク上に記録された磁気情報を読み書きする。前記スライダは空気潤滑軸受として空気のくさび膜効果によって浮上し、磁気ディスクとスライダが直接は固体接触しないようになっている。回転する磁気ディスクと対面し、空気流を受けるスライダの後端がスライダの流出端面となる。

【0018】

磁気ディスク装置の高記録密度化と、それによる装置の大容量化あるいは小型化を実現するためには、スライダ1と磁気ディスク10の距離、すなわちスライダ浮上量を縮め、線記録密度を上げることが有効である。近年、スライダ浮上量は10nm程度あるいは10nm以下まで縮められている。

【0019】

スライダ1は、サスペンションを有する板ばね状の磁気ヘッド支持機構(ロードビーム)15に取り付けられており、磁気ヘッド支持機構(ロードビーム)によって磁気ディスク面への押し付け荷重を与えられ、磁気ヘッド支持機構(ロードビーム)15とともにボイスコイルモータ16によって磁気ディスク10の径方向にシーク動作し、磁気ディスク面全体で記録再生を行う。スライダ1は、装置の停止時あるいは読み書き命令が一定時間無い時に、磁気ディスク10上からランブ14上に待避する。

【0020】

なお、ここではロード・アンロード機構を備えた装置を示したが、装置停止中はスライダ1が磁気ディスク10のある特定の領域で待機するコンタクト・スタート・ストップ方式の磁気ディスク装置でも本発明の効果は同様に得られる。

【0021】

(スライダ)

図1におけるスライダのみを拡大して図2に示し、図2のコイル部分の拡大図を図12に示す。スライダ1は、アルミナとチタンカーバイドの焼結体(以後アルチックと略す)に代表される材料の基板(ウエハ)部分1aと、薄膜磁気ヘッド部分1bとから成る。薄膜磁気ヘッド部分1bは基板1a上に薄膜プロセスで形成された磁気記録素子(2の上段部)と磁気生素子(2の下段部)、磁気記録素子および磁気生素子と導通接触して形成された引きだし線となる内部の金属膜3c、磁気記録素子(2の上段部)を外に電氣的に接続するための記録素子の端子4、磁気生素子(2の下段部)を外に電氣的に接続するための生素子の端子5、スライダの一部を加熱して熱膨張、突出させ、記録生素子の浮上量を調整するための加熱装置となる通電部11、加熱装置となる通電部11と導通接触して形成された引きだし線となる内部の金属膜17、加熱装置となる通電部の端子30から成る。

【0022】

スライダ1は例えば従来のスライダでは、長さ1.25mm、幅1.0mm、厚さ0.

10

20

30

40

50

3 mmのほぼ直方体形状をしており、浮上面6、空気流入端面7、空気流出端面8、両側の側面、背面の計6面から構成される。なお、次世代の小型スライダでは質量減による位置決め精度の向上や低コスト化等のため、小型化の方向である。例えば規格では従来の約70パーセントの大きさになり、長さ0.85 mm、0.7 mm、厚さ0.23 mmである。浮上面6にはイオンミリングやエッチングなどのプロセスによって微細な段差（ステップ軸受）が設けられており、図示されていないディスクと対向して空気圧力を発生し、背面に負荷される荷重を支える空気軸受の役目を果たしている。本発明のスライダは厚み0.1 mmのスライダに対しても有効であることを確認した。スライダ厚み0.1 mmは、後述のスライダとサスペンションの接着・配線における、サスペンションの端子とスライダの端子の形成において、一辺80 μmの大きさの端子をスライダの流出端面に設けることを可能にするのに十分な厚さである。

10

#### 【0023】

浮上面6には前記のように段差が設けられ、実質的に平行な3種類の面に分類される。最もディスクに近いレール面6a、レール面より約100 nm乃至200 nm深いステップ軸受面である浅溝面6b、レール面より約1 μm深くなっている深溝面6cの3種類である。ディスクが回転することで生じる空気流が、ステップ軸受である浅溝面6bからレール面である6aへ進入する際に、先ずぼまりの流路によって圧縮され、正の空気圧力を生じる。一方、レール面6aや浅溝面6bから深溝面6cへ空気流が進入する際には流路の拡大によって、負の空気圧力が生じる。なお、図2は溝の深さを強調して示してある。

#### 【0024】

20

スライダ1は空気流入端7側の浮上量が空気流出端側8の浮上量より大きくなるような姿勢で浮上するように設計されている。従って流出端近傍の浮上面がディスクに最も接近する。流出端近傍では、レール面6aが周囲の浅溝面6b、深溝面6cに対して突出しているため、スライダピッチ姿勢およびロール姿勢が一定限度を超えて傾かない限り、レール面6aが最もディスクに近づくことになる。磁気記録再生素子2は、レール面6aの薄膜ヘッド部分1bに属する部分に形成されている。磁気ヘッド支持機構（ロードビーム）から押し付けられる荷重と、浮上面6で生じる正負の空気圧力とがうまくバランスし、磁気記録再生素子2からディスクまでの距離を10 nm程度の適切な値に保つよう、浮上面6の形状が設計されている。

#### 【0025】

30

なお、ここでは浮上面6が実質的に平行な3種類の面6a、6b、6cから形成される、二段ステップ軸受浮上面のスライダについて説明したが、4種類以上の平行な面から形成されるステップ軸受浮上面のスライダでも本発明は同様の効果が得られる。

#### 【0026】

（薄膜ヘッド構造）

図2に示したスライダを空気流出端側から見た図を図3に示し、磁気記録素子2aと磁気再生素子2bが形成された薄膜ヘッド部分1bの断面拡大図として図3のX-X断面図を図4に示し、図3のY-Y断面図を図5に示す。また、図3のコイル部分の拡大図を図13に示した。図2、図3、図4、図5を用いて本実施例を詳細に説明する。

#### 【0027】

40

本発明の磁気ヘッド製造方法における製造工程では、まず、基板1a上に下地絶縁膜9を形成し、次に下地絶縁膜9上にパーマロイからなる加熱装置となる通電部11を形成し、アルミナ等からなる加熱体となる通電部11の絶縁層12を形成する。さらに、加熱体となる通電部から引き出された内部金属膜17を形成する。加熱体となる通電部については後で詳細に説明する。

#### 【0028】

次に、絶縁層12上に下部シールド膜18、アルミナ等から成る下部ギャップ膜19を形成し、さらに、磁気再生素子である磁気抵抗効果型素子（以下「MR素子」と称す）20と、MR素子20の磁気信号を引き出すための一对の電極21を形成する。次に、アルミナ等から成る上部ギャップ膜22、上部シールド膜23を形成し、さらに、アルミナ等

50

から成る上部シールド絶縁膜 24 を形成する。次に、上部シールド絶縁膜 24 上に磁気記録用素子の下部磁極 25 を形成し、下部磁極 25 から引き出され、加熱装置である通電部 11 から引き出された内部金属膜 17 の一方と下部磁極 25 を導通接続するための内部金属膜 3c を形成する。次いで、アルミナ等から成る磁気ギャップ膜 26、磁気記録用素子の上部磁極 27 を形成する。次に、上部磁極 27 に磁界を発生させるための電流を流すコイル 28 及び、有機絶縁膜 29 を形成する。さらに、MR 素子 20 に接合した電極 21 から引き出された再生用引き出し線 3b と、コイル 28 から引き出された記録用引き出し線 3a を形成する。次に、以上の素子群を保護絶縁するためのアルミナ等からなる保護絶縁膜(スライダ薄膜ヘッド部分) 1b を、成膜した素子全体を覆うように形成し、最後に、コイル 27 へ電流を外部より入力するための記録素子の端子 4 と、磁気信号を外部へ伝達するための再生素子の端子 5 を形成する。同時に、下部磁極 25 や上部磁極 27 の構成材料の一部である例えば Co・Ni・Fe 合金よりも、後の工程である浮上面研磨及び洗浄で使用する水溶液中で標準電極電位が高い金属又はセラミックス、例えば Au、Ag、Pt、Ru、Rh、Pd、Os、Ir 等の金属、又は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC、SiC、TiC、WC、B<sub>4</sub>C 等の導電性のあるセラミックスからなる群から選ばれた材料(例えば、金属単体、合金又は、化合物)により通電部の端子を形成する。この通電部の端子は下部磁極 25 が内部金属膜 2c を介して導通接触している加熱体である通電部から引き出された一対の内部金属膜 17 に導通接触したものであり、加熱体である通電部へ外部から電流を入力するものである。

10

**【0029】**

20

上記通電部の端子 30 の面積は、磁気記録素子の下部磁極 25 や上部磁極 27 の浮上面における断面積よりも大きく形成される。

**【0030】**

上記のようにして、後工程において腐食を抑制したい下部磁極 25 と上部磁極 27 を下部磁極 25 や上部磁極 27 の構成材料の一部である例えば Co・Ni・Fe 合金の単体における水溶液中での標準電極電位よりも高い電位である通電部端子 30 と導通接触させることによって、通電部端子 30 と導通後の下部磁極 25 と上部磁極 27 における水溶液中での電極電位を不働態領域に電位をずらすことで、下部磁極 25 と上部磁極 27 の腐食を抑制し、通電部端子 30 が磁極の腐食を防止する役割を果たせる。

**【0031】**

30

続いて図 6 を用いて本発明の磁気ディスク装置の製造工程を説明する。上記のように、薄膜磁気ヘッド部分 1b をスライダ基板 1a 上に複数個同時に形成した(工程 101)後、基板 1a を機械研削加工によりバー状態に切断する(工程 102)。次に、切断したバー状態の切断面を研磨加工し浮上面 6 を形成した(工程 103)後、洗浄を行う(工程 104)。続いて、浮上面 6 にディスクとの短時間かつ軽微な接触が起こっても摩耗しないよう、また浮上面における薄膜素子部の腐食を防ぐため、厚さ数 nm の炭素保護膜を形成する(工程 105)。次に、スライダを安定にさせるための浮上面のレール面 6a、浅溝面 6b、深溝面 6c を形成(工程 106)後、バー状に切断された複数の薄膜磁気ヘッドを 1 個ずつに切断する(工程 107)。再び洗浄を行い(工程 108)、薄膜磁気ヘッドスライダ 1 を完成させる。その後、完成したスライダを磁気ヘッド支持機構の一部をなすサスペンションに接着し、配線組立てを行い(工程 109)、洗浄を行う(工程 110)。最後に磁気ディスク装置の組立てを行う(工程 111)。工程 110 では、通電部の端子 30 は電氣的に浮かせ、サスペンション下地のステンレスと電氣的に絶縁させること、すなわち、導通させない配慮が好ましいことを確認した。理由は通電部の端子 30 すなわち磁極に通ずる配線がステンレスと導通すると異種金属同士が水溶液に接して閉回路を形成し、腐食が起こってしまう可能性があるからである。なお、上部シールド膜を下部磁極として兼ねるような薄膜磁気ヘッドには、上部シールド膜から内部金属膜 2c を導通接触して形成することで同様の効果が得られる。

40

**【0032】**

(加熱装置となる通電部の端子を磁極腐食防止用端子と共有する理由)

50

通電部の端子は記録素子の端子や再生素子の端子と比べて、下部磁極に電氣的に接続しても磁極に与える悪影響が少ない。その理由は、下部磁極に電氣的に接続されている通電部の端子はアースに接続されているため下部磁極に電荷が加わる心配が無いことと、シールドと加熱体である通電部の絶縁膜は自由に厚くできるため通電部とシールド間での放電の心配が無く通電部と下部磁極を接続しても再生素子に与える悪影響は無いことが挙げられる。記録素子の端子や再生素子の端子に磁極の腐食防止の役割を持たせるために、下部磁極に接続すると、磁極や再生素子に電荷が加わる可能性があり、記録再生特性を悪化させてしまう危険性がある。そのため、磁極の腐食を防止する役割を持たせる中継端子は加熱装置用中継端子が最も適している。

#### 【0033】

10

(加熱装置となる通電部の端子の一方をアースする)

前述のように、下部磁極25と上部磁極27は、コイルを流れる電流で磁極間に磁界を発生して磁気情報を記録する記録素子であるため、磁極部分に加熱装置11へ入力する電流が加わることは避けなければならない。そのため、下部磁極25が内部金属膜2cと加熱装置となる通電部から引き出された内部金属膜17を介して導通接続している片方の通電部の端子30はサスペンションの配線を介してアースに接続される必要がある。このようにして磁極の電位を強制的にゼロにすることにより、浮上中に静電気がスライダに溜まってスライダ/ディスク間の放電が起こるのを防ぎ、信頼性を高めるという効果がある。

#### 【0034】

なお、本発明の別の実施形態として、浮上量調整用の加熱装置がなくても、単にヘッドの帯電およびディスクへの放電を防ぐための中継端子をスライダ上に設けた構成がある。この構成図を図7に示す。放電防止用中継端子31は下部磁極25に通じるとともに、サスペンション配線に金ボールやハンダ等で導通していて、稼動時には接地され磁極の電位をゼロに保つしくみである。

20

#### 【0035】

(加熱体である通電部)

記録再生素子の近傍には、図4に示す如く、薄膜抵抗体による加熱である通電部11が薄膜プロセスを用いて形成されている。薄膜抵抗体である通電部として本実施例では、材質がパーマロイ、厚さが0.5 $\mu\text{m}$ 、幅が4.5 $\mu\text{m}$ の細線を、奥行き60 $\mu\text{m}$ 、幅60 $\mu\text{m}$ の領域に蛇行させ、間隙はアルミナで埋めて加熱体である通電部を形成した。抵抗値は約50である。通電部置11を、流出端側から見た図(図4のZ-Z断面図)を図8に示す。

30

#### 【0036】

(端子、配線の順番)

加熱体である通電部の端子は以下に述べる理由により、スライダの中央もしくは両端にあるのが望ましい。および記録再生素子用の合計6個の端子から、サスペンションジンバル上の配線パッドにボンディングされ、3本ずつの配線にわかれてジンバルの腕2本の上を通り、再び6本に合流し、サスペンションの根元まで配線が引き回される際に、スライダ中央の配線がサスペンション上で外側に来て、スライダ両端の配線がサスペンション上で中央に来る。現在4本配線のところに6本通そうとすると配線間隔を小さくせざるを得ないが、記録電流と再生電流の間を流れるとノイズの影響を受ける可能性がある。本発明では加熱体である通電部の端子の片方は下部磁極に導通接続しているため、通電部用配線は極力ノイズの影響を受け難くする必要がある。そのため、通電部の端子をスライダの中央にしてサスペンション上で一番外側に配線するか、スライダの両端にして、サスペンション上で一番中央に配線すれば、磁極がノイズの影響を受ける可能性を小さくすることができる。

40

(浮上量調整方法)

次に、本発明の実施例による実際の浮上量調整方法を説明する。

#### 【0037】

浮上量調整手続きは、設計時、出荷前検査時、使用時の三段階に大きく分けられる。設

50

計時は予想される最高の環境温度で、予想される最低の気圧で、連続ライトの時に、ばらつき下限のスライダのみがディスクと接触するように設計する。すなわち、浮上量調整を伴わない従来のスライダ設計と同様である。携帯機器用の磁気ディスク装置では環境温度の高低差が激しく、サーバ用の磁気ディスク装置では連続ライト時の磁極の発熱で熱突出が起こって浮上量が低下するのが激しいなど、用いられる機器によって設計条件が異なる。

#### 【0038】

出荷前の検査時には、個々のスライダの浮上量を検査し、メモリに記憶する。浮上量の検査方法を具体的に図9に示す。浮上調整量は供給電力に比例するので、まず印加電力をゼロ状態にしておき、その後徐々に印加電力を増やして行って、スライダとディスクの接触を検知したら、その時の印加電力と、浮上調整量と供給電力の間の比例係数から、当該スライダの浮上量を計算するという方法である。スライダとディスクの接触を検知する方法については後述する。なお、スライダ浮上量の個別ばらつきだけでなく、内外周差も同時にメモリに記憶すると更に浮上量調整の精度を上げることができる。

10

#### 【0039】

使用時は、基本的にはコンピュータなどのクライアント側からリードライト命令を受けた時、セレクトされたアクティブなヘッドのみに、当該スライダの浮上量に応じた電力を供給する。アイドル状態のヘッドには電力を供給しない。アクティブなヘッドに供給される電力量は、浮上調整量と供給電力の間の比例係数を用い、連続ライト時には減らし、高環境温度時には減らし、低環境温度時には増やす。

#### 【0040】

(最も簡単な基本的調整アルゴリズム)

最も基本的な制御アルゴリズムを図10に示す。気圧や温度を測るセンサを別途設ける方法もあるが、気圧、温度、個体差など全ての影響が入った状態で、接触が起こる(近すぎる)ことなく、かつ磁気情報の再生にエラーが起こる(遠すぎる)こともない、という2つの条件が満足されれば問題ないため、接触や再生エラーを監視してそれらが起こった時だけ加熱装置への入力電力を調整するフィードバック制御をするのが最も簡単な制御方法である。なお、ロードによる衝撃で素子が傷つくのを防ぐため、スライダをディスクにロードする時、特に装置起動時は、加熱装置となる通電部に通電せず浮上量を高くしておくのが有効である。接触の検知方法については後述する。

20

#### 【0041】

なお、気圧差起因の浮上量変動およびヘッド個体差による浮上量変動を補償する方法については図示したように起動時のみでよいが、温度差起因の浮上量変動に関しては、規定の時間間隔毎に、あるいは使用中常に、接触および再生エラーを監視する必要がある。したがって、使用時の温度差変動が大きい機器に使用される磁気ディスク装置の場合は規定の時間間隔毎にあるいは使用中常に浮上量変動を補償すると有効である。

30

#### 【0042】

環境温度情報は装置に付属の温度センサから得ることもでき、そうすればより精度の高い浮上量調整が可能である。

#### 【0043】

(接触検知方法)

接触を検知する方法は、(1)アコースティックエミッション(AE)センサを用いる方法、(2)接触発熱によって再生信号に表れるノイズであるサーマルアスペリティを監視する方法、(3)接触摩擦力によってスライダがピボット回りに微小回転しオフトラックが起こるオフトラック信号(ポジションエラーシグナル)を監視する方法、などがある。

40

#### 【0044】

一方、磁気情報の再生エラーについてはいわゆるビットエラーレートを監視すればよい。再生エラーと違って記録エラーは監視するのが難しいが、記録時は記録素子のコイル発熱によって素子部が膨張して再生時より浮上量が低いのが一般的であるため、再生エラーが起こらない条件ならば記録エラーが起こる可能性も低い。

50

## 【 0 0 4 5 】

また、浮上量調整に関わる別の方法としては、再生信号の振幅を用いて再生素子と媒体間の距離をその場観測する方法があり、これを応用することもできる。

## 【 0 0 4 6 】

(システム構成)

図 1 1 に、本発明による浮上量調整機能を備えた磁気ディスク装置の、システム構成を示す。なお、本図においては、加熱体である通電部を加熱装置として表示した。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 本発明の薄膜磁気ヘッドスライダを搭載する磁気ヘッド支持機構を用いた磁気ディスク装置を示す図である。 10

【 図 2 】 本発明の実施例のスライダ斜視図である。

【 図 3 】 本発明の実施例のスライダ空気流出端面図である。

【 図 4 】 本発明の実施例のスライダ断面拡大図 ( 図 3 の X X 断面図 ) である。

【 図 5 】 本発明の実施例のスライダ断面拡大図 ( 図 3 の Y Y 断面図 ) である。

【 図 6 】 本発明の薄膜磁気ヘッドおよび磁気ディスク装置の製造工程を説明する図である。

【 図 7 】 放電防止構造を説明する図である。

【 図 8 】 図 3 の Z Z 断面図である。

【 図 9 】 浮上量検査方法を示すフロー図である。 20

【 図 1 0 】 浮上量調整方法を表すフロー図である。

【 図 1 1 】 本発明の磁気ディスク装置のシステム構成図である。

【 図 1 2 】 図 2 のコイル部分の拡大図である。

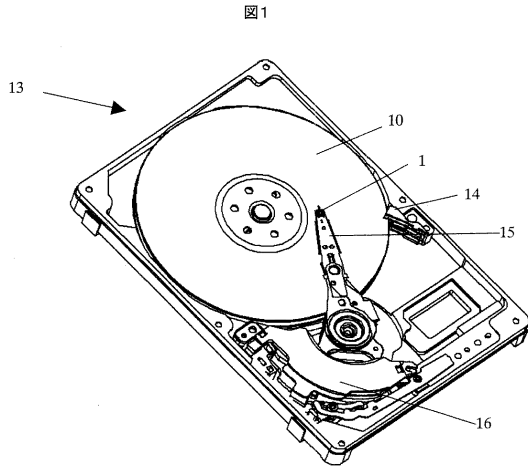
【 図 1 3 】 図 3 のコイル部分の拡大図である。

## 【 符号の説明 】

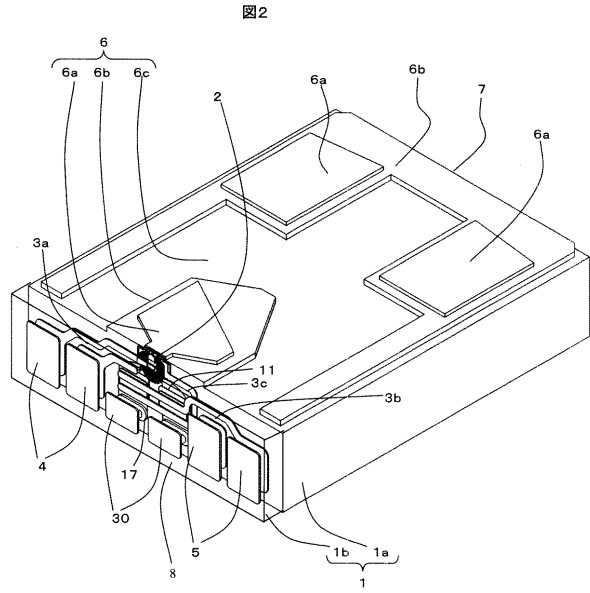
## 【 0 0 4 8 】

1 ... スライダ、 1 a ... スライダ基板部分、 1 b ... スライダ薄膜ヘッド部分、 2 ... 記録再生素子、 3 ... 引き出し線、 3 a ... 記録用引き出し線、 3 b ... 再生用引き出し線、 3 c ... 内部金属膜、 4 ... 記録素子の端子、 5 ... 再生である端子、 6 ... 浮上面、 6 a ... レール面、 6 b ... 浅溝面、 6 c ... 深溝面、 7 ... 空気流入端、 8 ... 空気流出端、 9 ... 下地絶縁膜、 1 0 ... 磁気ディスク、 1 1 ... 加熱体である通電部、 1 2 ... 絶縁層、 1 3 ... 磁気ディスク装置、 1 4 ... ランプ、 1 5 ... ロードビーム、 1 6 ... ボイスコイルモータ、 1 7 ... 内部金属膜、 1 8 ... 下部シールド膜、 1 9 ... 下部ギャップ膜、 2 0 ... 磁気抵抗効果型素子、 2 1 ... 磁気信号を引き出すための電極、 2 2 ... 上部ギャップ膜、 2 3 ... 上部シールド膜、 2 4 ... 上部シールド絶縁膜、 2 5 ... 下部磁極、 2 6 ... 磁気ギャップ膜、 2 7 ... 上部磁極、 2 8 ... コイル、 2 9 ... 絶縁膜、 3 0 ... 通電部の端子、 3 1 ... 放電防止用中継端子 30

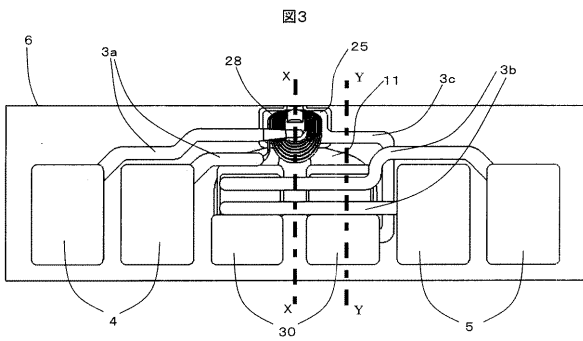
【 図 1 】



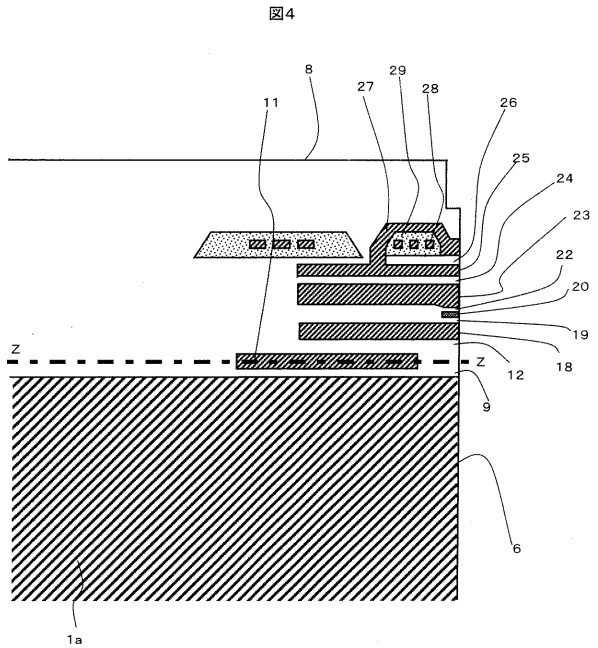
【 図 2 】



【 図 3 】

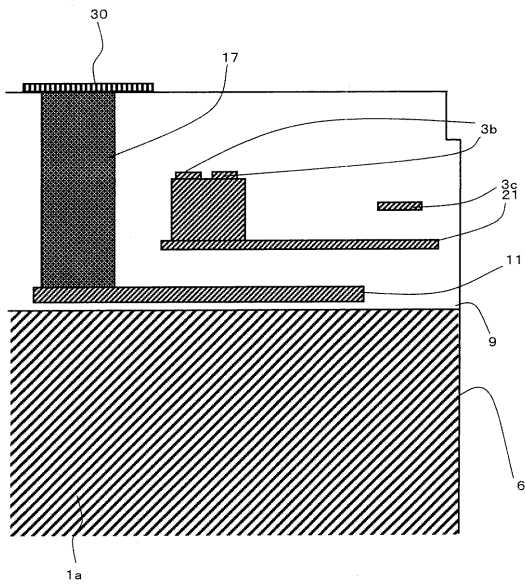


【 図 4 】



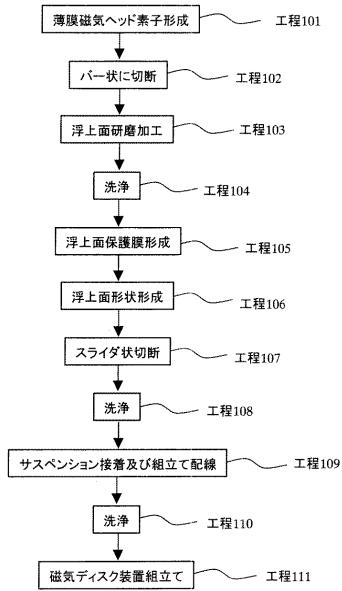
【 図 5 】

図5



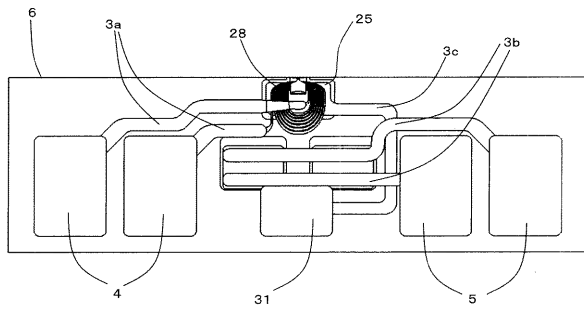
【 図 6 】

図6



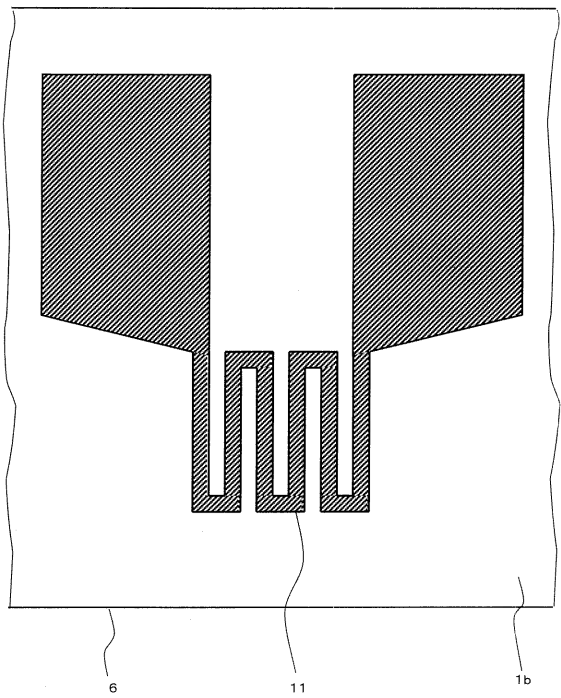
【 図 7 】

図7

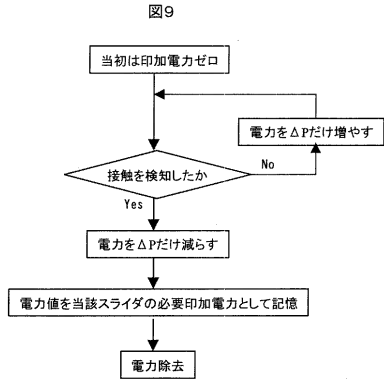


【 図 8 】

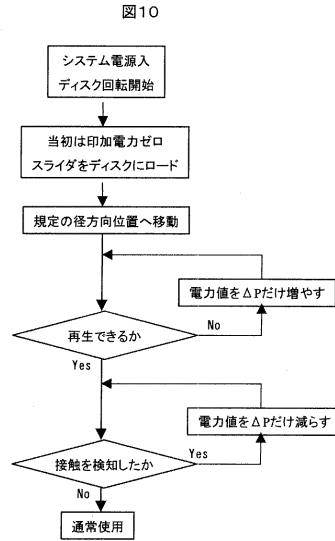
図8



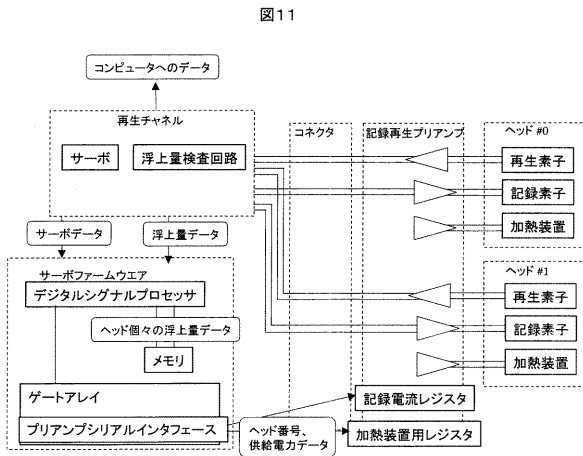
【 図 9 】



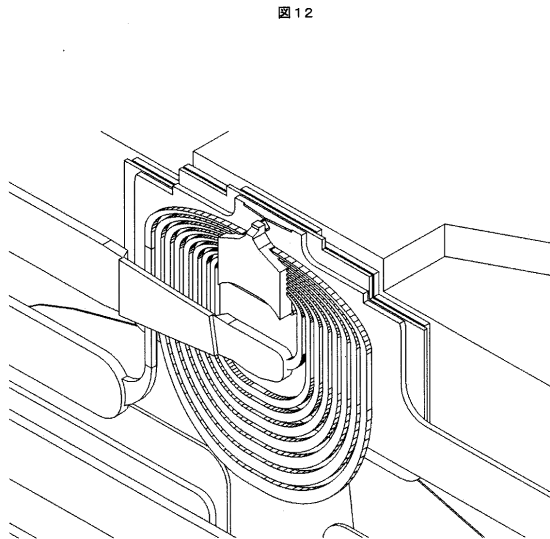
【 図 10 】



【 図 11 】

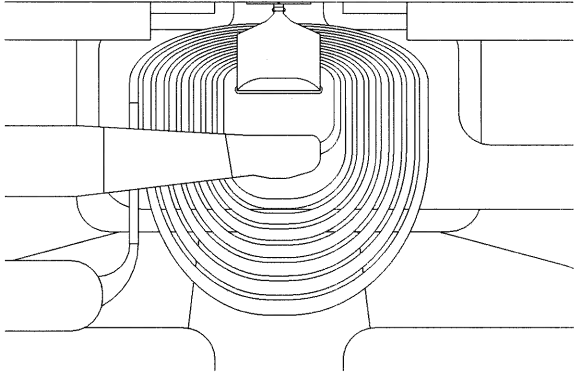


【 図 12 】



【 図 13 】

図13



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 1 1 B 21/21 E

(72)発明者 栗田 昌幸

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 研究開発本部内

(72)発明者 徳山 幹夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 研究開発本部内

(72)発明者 小平 英一

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内

(72)発明者 曾我 政彦

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内

審査官 石坂 博明

(56)参考文献 特開平05-020635(JP,A)

特開2003-168274(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 1 1 B 5 / 3 1

G 1 1 B 5 / 6 0

G 1 1 B 2 1 / 2 1