

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3965257号

(P3965257)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月1日(2007.6.1)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 5/60 (2006.01)

G 1 1 B 5/60 Z

G 1 1 B 21/21 (2006.01)

G 1 1 B 21/21 1 O 1 P

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平11-117614	(73) 特許権者	503136004
(22) 出願日	平成11年4月26日(1999.4.26)		株式会社日立グローバルストレージテクノ
(65) 公開番号	特開2000-21109(P2000-21109A)		ロジーズ
(43) 公開日	平成12年1月21日(2000.1.21)		神奈川県小田原市国府津2880番地
審査請求日	平成17年2月18日(2005.2.18)	(74) 代理人	100100310
(31) 優先権主張番号	特願平10-118181		弁理士 井上 学
(32) 優先日	平成10年4月28日(1998.4.28)	(72) 発明者	徳山 幹夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
			日立製作所 機械研究所内
		(72) 発明者	土山 龍司
			茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
			日立製作所 機械研究所内
		(72) 発明者	石井 美恵子
			茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
			日立製作所 機械研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドスライダとそれを搭載した磁気ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁気ディスクに情報を記録再生する磁気ヘッドを搭載した磁気ヘッドスライダであって

、
この磁気ヘッドスライダのディスク対向面に浮上用パッドを設け、この浮上用パッドは、平面部と、この平面部の空気流入側に設けたこの平面部より低い
段差面とを備え、この段差面に突起を形成し、この突起の高さは前記段差面から前記平面部までの高さ以
上とした磁気ヘッドスライダ。

【請求項2】

前記浮上用パッドの空気流入側の前縁が、前記ディスク対向面の空気流入側の前縁と一
致している請求項1に記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項3】

磁気ディスク面上を浮上し、この磁気ディスク面に情報を記録再生する磁気ヘッドを搭
載した磁気ヘッドスライダであって、平面部と、この平面部の空気流入側に設けたこの平面部より低い段差面とを有する浮上
用パッドを、前記磁気ヘッドスライダのディスク対向面の空気流入側で前記磁気ヘッドス
ライダの幅方向の両側と、前記磁気ヘッドスライダのディスク対向面の空気流出側とに設
け、

前記空気流入側に設けた浮上用パッドは前記段差面に突起を有し、この突起の高さは前

10

20

記段差面から前記平面部までの高さ以上である磁気ヘッドスライダ。

【請求項 4】

前記空気流出側に設けた浮上用パッドは、前記平面部に前記磁気ヘッドを備えた請求項 3 に記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項 5】

磁気ディスクと、この磁気ディスクを回転するスピンドルモータと、前記磁気ディスクに情報を記録又は再生する磁気ヘッドとを備えた磁気ヘッドスライダと、この磁気ヘッドスライダを支持するサスペンションと、このサスペンションを回転させ前記磁気ヘッドスライダを前記磁気ディスク上で移動させる機構とを備え、

平面部と、この平面部の空気流入側に設けたこの平面部より低い段差面と、この段差面に形成したこの段差面から前記平面部までの高さ以上の高さの突起とを有する浮上用パッドを前記磁気ヘッドスライダのディスク対向面に設けた磁気ディスク装置。

10

【請求項 6】

磁気ディスクと、この磁気ディスクを回転するスピンドルモータと、前記磁気ディスクに情報を記録又は再生する磁気ヘッドとを備えた磁気ヘッドスライダと、この磁気ヘッドスライダを支持するサスペンションと、このサスペンションを回転させ前記磁気ヘッドスライダを前記磁気ディスク上で移動させる機構とを備え、

前記磁気ヘッドスライダは、平面部と、この平面部の空気流入側に設けたこの平面部より低い段差面とを有する浮上用パッドを前記磁気ヘッドスライダのディスク対向面の空気流入側で前記磁気ヘッドスライダの幅方向の両側と、前記磁気ヘッドスライダのディスク対向面の空気流出側とに設け、前記空気流入側に設けた浮上用パッドには前記段差面にこの段差面から前記平面部までの高さ以上の高さの突起と備え、前記空気流出側に設けた浮上用パッドには前記平面部に前記磁気ヘッドを備えた磁気ディスク装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ディスク装置用磁気ヘッドスライダ及び磁気ディスク装置に係り、特に、高信頼性と高密度記録を実現するための低浮上の磁気ヘッドスライダとそれを搭載した磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、磁気ディスク装置ではスライダの低浮上量化と、浮上量の安定化が進められている。

30

【0003】

例えば、特開平 6 - 3 2 5 5 3 0 号公報に開示されているような、スライダの浮上用レール（気体軸受レール）の流入側に、浮上用レールの平面部から窪み方向の段差をもって構成する面（段差面）を設け、この段差面の深さ（段差の高さ）を極小にすることにより、周速に依存しないで、一定浮上量を実現するスライダが提案されている。この公知例によれば、浮上用レールを、流入側に設けた段差面と、段差部と、それに続く平面部とで構成し、段差面の深さ（段差面と平面部の高さの差）を 7 0 0 nm より小さくすることにより、ディスクの周速に依存しないで、一定の浮上量で浮上するスライダを提供できることが開示されている。

40

【0004】

以後、このような微小な深さ（高さ）の段差（ステップ）を持つスライダを、微小ステップスライダと呼ぶ。

【0005】

また、特開平 7 - 2 1 7 1 7 号公報には、スライダに 2 つの流入パッド及び 1 つの流出パッドを設け、両パッドの側縁は予想最大傾斜に略等しい傾斜角をなして配位することにより、平滑磁気ディスク上でもスライダと磁気ディスクが線接触を行って、スライダとディスクのステックションを防止するスライダが開示されている。

50

【0006】

また、上述したスライダの低浮上量化を実現するために、ディスク面は平滑化されている。現在のディスク表面の平均粗さ R_a は 10 nm 以下に低減されている。磁気ディスクの回転が停止している時にはスライダがディスク面と接触し、ディスクの回転時にはディスク面上に浮上するコンタクトスタートストップ方式（以後、CSS方式と称す）が採用されている。このCSS方式を採用する装置では、ディスク面の平滑化に伴い、ディスク回転停止時に、スライダがディスク面に引っ付く（吸着する）、いわゆる吸着問題が発生する。スライダがディスクに吸着すると、ディスクが回転しない等の障害が発生する。この問題を解決するために、微小突起を設けてディスク面との接触面積を低減するスライダが、特開平4-28070号公報や、特開平9-245451号公報に開示されている。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記の特開平6-325530号公報に開示されているような、微小ステップスライダではディスク面の平滑化に伴い、吸着問題が発生する。この吸着問題を回避するために、特開平4-28070号公報や特開平9-245451号公報の微小突起を浮上用レール面の後方又は前後、或いは負圧ポケット等に設けても、以下の課題がある。

【0008】

(1) CSS時、或いは、スライダが回転ディスク上に浮上中に何らかの理由により、スライダの浮上用レール、或いは微小突起がディスク面と接触した場合、スライダの浮上面（ディスク対向面）が摩擦力により引っ張られ、スライダがサスペンションのピボット（荷重作用点）を中心に回転し、前のめりの姿勢となって、スライダの段差面の前縁がディスク面と接触する。段差面の前縁は鋭いエッジとなっており、ディスク面と接触すると、その前縁によりディスクが損傷を受けるという問題がある。特に、スライダの浮上量が低くまた、低浮上量を実現するために平滑ディスクを用いる磁気ディスク装置では摩擦力が大きく深刻である。このため、スライダが前のめりの姿勢となり、前縁がディスク面と接触することを防ぐことが、ディスク損傷を防ぎ、信頼性を確保するための重要な課題である。

20

【0009】

この問題を解決するために、段差面の前縁に面取りを施し（曲率を設け）て、接触面積を増大させることにより接触応力（面圧）を低減する方法は、段差面の開口（ディスク表面との距離）が大きくなり、この開口部から進入する塵埃が増加し、浮上用レールに付着して、浮上量変動を発生させる危険性がある。浮上量変動が発生すると、データの読み出し・書き込みの誤動作となる。このため、段差面の前縁（エッジ部）によるディスク損傷を防止するための有効な手段とならない。

30

【0010】

(2) また、スライダの浮上量変動の主要因として、雰囲気圧力の低下がある。具体的には、磁気ディスク装置を高地で使用する場合には、雰囲気圧力が低下するために浮上量が低下する。浮上量が低下すると、スライダとディスクが接触して損傷するという問題が発生する。この、気圧低下による浮上低下量を低減することが、スライダの低浮上量化を実現し、かつスライダとディスクとの接触を避けて信頼性を確保するための重要な課題である。

40

【0011】

更に、スライダの浮上用レール上に微小突起を設けると、その突起の高さによっては浮上量を低くすることが制限され、低浮上化が実現できない場合がある。

【0012】

そこで、本発明の目的は、スライダが前のめりの姿勢となった場合でも、段差面の前縁がディスク面と接触することを防ぎ、気圧低下による浮上低下量を低減して安定して読み書きできる磁気ヘッドスライダを提供し、かつ信頼性の高い磁気ディスク装置を提供することにある。

【0013】

50

【課題を解決するための手段】

上記、目的を達成するために、ステップスライダが前のめりの姿勢となり、段差面の前縁がディスク面と接触することを防ぐために、段差面を有するように構成された浮上用レールを設け、浮上用レールの流入側に設けられた段差面（ステップ面）上に微小突起を設ける。微小突起の高さは、前述の段差深さ（高さ）と略同じか、それよりも高くなっている。なお、この微小突起を設けることにより、気圧低下による浮上量変動を低減できる。

【0014】

本発明のスライダは、浮上用レールの段差面（ステップ面）に微小突起を設けている。また、段差面の前縁はスライダの流入端と略一致する位置に設けてある。

【0015】

10

【発明の実施の形態】

本発明の第1実施例を図1から図6、および図14を用いて説明する。

【0016】

図1は本発明の一実施例のスライダの浮上面側の斜視図を示している。

【0017】

スライダ1はブリード面11の上に、浮上力を発生させる3つの浮上用パッド10を設けている。そのうちの2つは、スライダ1の流入側（ディスク回転に伴い発生する空気流の流入側）の両端に、残りの1つは流出側の中央に設けてある。浮上用パッド10は平面部13と、空気流の流入側に設けた段差部14（平面部13に対して略垂直方向の面）と段差面12とで構成している。ここで、3つの平面部13は略同一水平面上に形成されている。また、段差面12は平面部13と略平行に、平面部13から略垂直方向に微小な深さ（段差部14）を持って構成されている。3つの段差面12は略同一水平面上に形成されている。そして、流入側の2つの浮上パッド10の段差面12には、微小突起17を設けてある。微小突起17は、段差面12の外側角部16aの近くに形成されている。流出側の浮上用パッドの平面部13の後方には、薄膜磁気ヘッド20が形成されている。磁気ヘッド20のギャップ部21は平面部13とほぼ同一面にあり、コイル部22、リード端子23はスライダ1の流出端の端面に設けられている。

20

【0018】

本実施例で、浮上パッド10を段付きのパッドとした理由は、従来の浮上用レールで空気流入側に設けた傾斜部の効果を得るためである。すなわち、浮上力を得るために段付きパッドとしたものである。

30

【0019】

また、本実施例における具体的数値の一例は次の通りである。スライダ1の長さは1.2 mm、幅を1 mm、厚さを0.3 mmとし、浮上パッドの段差面12と平面部13の面積は各々0.4 mm×0.1 mmとし段差部14の高さを0.09 μmとしてある。また平面部13からスライダ面までの高さ（ブリード11の深さ（高さ））は6 μmとしている。更に、微小突起17は円柱状をしておりその直径は0.06 mmで段差面12からの高さは0.13 μmである。このため、微小突起17は平面部13から0.04 μm突出している。なお、スライダ1は前述の大きさに限定されるものではなく、現状でも更に微小化する傾向にある。

40

【0020】

次に、本発明の効果を図2と図3を用いて説明する。図2には、本発明の磁気ヘッドスライダの側面図を示したものである。図3は微小突起が有る場合と無い場合の、磁気ディスクとスライダの接触状態を示したものである。

【0021】

CSS時、或いはスライダ1と回転中の磁気ディスク70が何らかの理由で接触した場合に、スライダ1と磁気ディスク70との接触点には図2のような力が作用する。なお、図示していないが、サスペンションに設けたピボットからスライダ1に磁気ディスク方向への押付け力が作用している。スライダ1と磁気ディスク70との摩擦力FによるモーメントM_fが、サスペンションのスライダ押し付け荷重による回転モーメントM_wよりも大き

50

くなると、スライダ1はピボットを中心に前のめりに回転し、段差面の前縁が磁気ディスク表面と接触する。

【0022】

スライダが前のめりになる条件は $M_w < M_f$ となる。ここで、 $M_w = W \times l$ 、 $M_f = F \times d$ の式で表わされ、 W はサスペンションのスライダ押し付け荷重、 l はピボット（荷重作用点）からスライダとディスク接触点（回転中心）までの距離、 F はスライダとディスクの摩擦力、 d はスライダの厚さである。

【0023】

上記の式により、スライダが前のめりを防止するためには、押し付け荷重 W を大きくするか、ピボットからスライダとディスクとの接触点までの距離 l を長くするか、スライダ厚さ d を薄くすることが有効で有る。しかし、 W の増加はC/S時のスライダとディスクとの摩耗量を増大させることなどから好ましくない。また、 d を小さくするためには、磁気ヘッドの大きさも小さくする必要があり難しい。このため、 l を増加させることが有効で有る。

【0024】

図2に示すように、スライダの流入側に設けられた浮上用パッドの段差面に微小突起17を設けると、上記の M_w が増大して、スライダが前のめりに回転しにくくなる。具体的には、スライダの全長を L 、段差面の長さを l_s 、ピボットはスライダの略中心に設け、微小突起を段差面の中心に設けたと仮定すると、以下ようになる。

【0025】

従来の微小ステップスライダの回転モーメントを M_{w1} とすると、

$$M_{w1} = W \times (L/2 - l_s) \quad (1)$$

本発明の微小ステップスライダのモーメントを M_{w2} とすると

$$M_{w2} = W \times (L/2) \quad (2)$$

本発明では、段差面12の流入側に微小突起17が設けられている。このために、スライダ1が前のめりになり、回転する時の回転中心は、微小突起17と磁気ディスク70との接触点となる。回転する条件は前述したように式(2)で表される。一方、従来型のスライダでは、微小突起17が無い場合、段差面12と平面部13の境界、つまり平面部13の流入端が回転中心（ディスクとの接触点）となる。このため、段差面12の長さ l_s だけ l が短くなり、スライダが前のめりし易くなる。換言すると、本発明のように、段差面12に微小突起17を設けると、 l を長くできるので、スライダが前のめりし難くなる。

【0026】

以上の式から、段差面に微小突起を設けることにより、モーメントを大きく出来るので、スライダを前のめりし難くすることができる。

【0027】

また、本発明ではスライダが前のめりになった場合でも、スライダが磁気ディスク表面を損傷させにくいという効果がある。図3(1)に示すように、段差面12に微小突起17を設けない場合には、前述したように摩擦力 F により、スライダが前のめりしやすい。また、前のめりすると段差面12の前縁16がディスク70の表面と接触しディスク面を損傷させる。段差面12の前縁16は塵埃の進入を防ぎ、また、段差面12の深さ D_s を小さくするために、鋭いエッジとなっている。このために、ディスク表面と接触すると接触応力がディスク表面の応力限界を容易に超えて、ディスクが損傷する。ディスクが損傷すると情報の読み出し・書き込みの誤動作となり装置の信頼性を損なう。

【0028】

一方、微小突起17を設けた場合は、図3(2)に示すように、前のめりした場合にも、段差面12の前縁16がディスク70の表面と接触して、ディスク面を損傷させることは少ない。なお、本図に示すように微小突起17の高さは平面部13の角部が接触しない高さにすれば良く、平面部13よりも低くても良い。

【0029】

また、微小突起17を設けずに、スライダが幅方向（短手方向）に回転しながら前のめり

10

20

30

40

50

になった場合は、段差面 12 の前縁 16 の角部 16a がディスク面と接触する。角部 16a による接触は、前縁 16 による接触時よりもディスク面を損傷させ易い。一方、段差面 12 の外側の端に微少突起 17 を設けてある場合は、微小突起 17 がディスク 70 の表面と接触し、角部 16a が磁気ディスク 70 面と接触することはない。このため、本発明により、ディスクとの接触でスライダが前のめりとなった場合にも、ディスク 70 を損傷を防止できる。

【0030】

図 4 に平面部 13 と段差面 12 高さの差である、段差面の深さ D_s と浮上力 Q の関係を計算により求めた結果を示す。計算条件は、スライダの長さを 1.25 mm、幅を 1 mm とし、浮上パッドの段差面 12 を 0.3 mm × 0.25 mm、平面部 13 を 0.3 mm × 0.05 mm、平面部 13 からブリード 11 までの高さを 6 μ m とした。また、スライダの空気流出端の浮上量を 30 nm、流入端の浮上量を 90 nm とし、段差部 14 の高さ D_s をパラメータとして、算出したものである。

10

【0031】

図から、 D_s が小さくなればなるほど、周速 6 m/s と 12 m/s の浮上力の差がなくなる。 D_s が 0.3 μ m から 0.2 μ m にかけて、速度差による浮上力の差は急激に小さくなる。そして、 D_s が 0.2 μ m 以下になると、浮上力の差は 10% 以下となる。この値は加工・組立誤差等による浮上量の変動に比べて十分に小さい。このため、 D_s を 0.2 μ m 以下にすれば安定浮上を実現することができる。本実施例では 0.2 μ m としているため、ディスクの周速に依存しないで一定の浮上力を得られ、浮上量変動が小さく、ディスク全周で一定浮上量となるスライダを実現できる。

20

【0032】

図 5 に計算により求めた、微少突起を設けたスライダの浮上面の圧力分布を示す。

【0033】

段差面 12 に微小突起 17 を設けることにより、微小突起 17 によって発生する負圧力の影響により、周囲の気圧が下がっても浮上量の低下を小さくできる。具体的には、磁気ディスク装置を高度 3000 m の高地で使用する場合には、周囲の気圧が通常の大気圧（1 気圧）よりも小さくなり、スライダの浮上量が低下する。このため従来のスライダでは、浮上量の低下を防止するために、負圧力発生機構を別に設ける必要があった。本発明の段差面 12 に微小突起 17 を設けたスライダでは、図 5 に示すように微小突起 17 の後方に負圧力の発生領域ができる。このため、従来のスライダのように負圧力発生部を新たに設けなくともよい。これにより、高度差（0 m と 3000 m の差）による浮上量の低下を、微小突起 17 が無いスライダに比べて、小さくすることができる。

30

【0034】

なお、本実施例の構成では微小突起 17 が無い場合のと比べ、浮上量の低下が約 1/2 以下になることを計算により確認した。

【0035】

詳細なメカニズムの説明はここでは省略するが、スライダの浮上量 F_s 、荷重 W 、と負圧力 F_n とは下記の関係が成立している。また、この関係が成立する浮上量でスライダが浮上している。

40

【0036】

$$F_s = W + F_n$$

(3)

本実施例では、大気圧が小さくなると、従来スライダと同様に浮上力 F_s が小さくなり、同時に負圧力 F_n も小さくなる。このため、スライダの浮上量は気圧の低下により浮上量に変化することは無い。この効果は、前述したように微小な深さ（高さ）の段差面に微小突起を設けることにより達成される。また、従来の負圧力を併用するスライダと同様に、ディスク周速の変化による浮上力変動を小さくできる利点もある。

【0037】

図 6 に図 2 の A 部を拡大して示している。但し、図 6 では微少突起 17 の高さは平面部 13 より突出した高さとしている。図 6 に示すように、段差面 12 に微小突起 17 が設けら

50

れており、その微小突起17の高さ D_p は、段差面12から平面部13までの高さ D_s （平面部13から段差面12までの深さ D_s ）よりも高いため、微小突起17が磁気ディスク70の表面と接触している。このため、微小突起17を設けた側の平面部13と磁気ディスク70とは接触していない。平面部13と磁気ディスク70との接触面積は、微小突起17の高さ D_p を調整することにより任意に変えることができる。

【0038】

本実施例では、微小突起17が平面部13より高いため、空気流入側の浮上用パッド10の平面部13が磁気ディスク70面と接触しない。また、空気流出側に設けた浮上用パッドは平面部13で接触するのではなく所定の傾斜で磁気ディスク70と接触する。このために、スライダ1とディスク70との接触面積を大幅に低減することができる。スライダが磁気ディスクに吸着する、吸着力は両者の接触面積に比例することが知られている。さらに、本実施例では、微小突起17により接触面積を低減できるので吸着力を低減することができる。

10

【0039】

次に本実施例における各部の寸法について説明する。前述のように、平面部13から段差面12までの深さ D_s は $0.09\mu\text{m}$ に設定されている。浮上用パッド10の平面部13からブリード面11迄の深さ D_b は $6\mu\text{m}$ である。このブリード深さ D_b はブリード面が浮上力を発生しない範囲で、加工量を低減することを目的に、なるべく小さい値としているが $6\mu\text{m}$ である必要はない。また、微小突起17の高さ D_p は、 D_s より大きくするために、 $D_p > 0.13\mu\text{m}$ としている。

20

【0040】

ここで、微小突起17の直径は 0.06mm としている。これは、直径を小さくすると（例えば 0.01mm 以下）、磁気ディスクの接触により摩耗し、逆に大きくすると（例えば 0.1mm 以上）、磁気ディスクとの吸着が発生するためである。摩耗と吸着は荷重 W と磁気ディスク面の粗さにより変化することは言うまでもない。

【0041】

また、本実施例では、微小突起17の平面部13から磁気ディスク面方向への突出量を 40nm （ $D_p - D_s = 0.13\mu\text{m} - 0.09\mu\text{m}$ ）としている。ここで、微小突起17の高さ D_p は、磁気ディスク面との接触を避けるために、前記突出量（ $D_p - D_s$ ）を、平面部13の浮上量より小さくし、且つ、磁気ディスク面の粗さより大きくするためである。今磁気ディスク面の平均粗さ R_a が 2nm の場合、最大面粗さ R_{max} は R_a の約3倍の値の 6nm となるため、 6nm 以上とする必要がある。

30

【0042】

スライダの空気流出側の浮上用パッドの浮上量 h_0 と空気流入側の浮上用パッドの浮上量 h_i は、スライダが傾斜しているため、その隙間比（ h_i / h_0 ）は通常2から8の値となる。本実施例では、 $h_i / h_0 = 3$ としており、 $h_0 = 20\text{nm}$ 、 $h_i = 60\text{nm}$ となる。このため、突出量が 40nm となっても回転する磁気ディスクと接触することはない。

【0043】

上述した理由から、浮上量を狭小化する場合には、磁気ディスクとの接触を避けるために突起高さ D_p を小さくする必要がある。また、突出量（ $D_p - D_s$ ）は最大面粗さ R_{max} （ $= 3R_a$ ）よりも大きければ良いので、 R_{max} が小さくなれば D_p を小さくして良い。

40

【0044】

前述のように、段差面12に微小突起17を設けることにより、スライダの前のめり防止し、また、スライダの前のめりが発生した場合にもディスク損傷を防止できる。さらに、周の圧力の低下による浮上量低下を防止し、吸着力も低減できる。ここで、 D_p が D_s より低くても、吸着力の低減以外の効果は保たれる。

【0045】

本発明の第2の実施例を図7と図8を用いて説明する。図7は本発明の本発明の他の実施例のスライダの浮上面側の斜視図を示している。図8は図7の浮上面側の平面図を示して

50

いる。

【0046】

本実施例と第1の実施例の違いは、本実施例では、流入側の2つの浮上用パッド10の位置を、スライダの内側にずらして設けている点である。図8に示すように、段差面12の前縁16がスライダ1の本体の前縁15よりも後方にわずかにずれている。また、浮上用パッドの側縁もスライダの側縁より内側にずれている。これにより、スライダを短冊状のバーから、機械加工により一つ一つ切断するときにチップング（欠け）が発生した場合にも、チップングにより浮上用パッドの形状が変わることがない。このため、機械加工による生産性を向上することができる。また、本実施例においても第1の実施例と同様の効果を有する。

10

【0047】

本発明の第3の実施例を図9を用いて説明する。図9は、本発明の他の実施例のスライダの浮上面側の斜視図を示している。

【0048】

本実施例と第1実施例の違いは、本実施例では流入側の浮上用パッド10の後方に後方段差面18を設けている点である。後方段差面18は段差面12と略同一の平面上にあり（略同一高さであり）、浮上用パッドの外側の側面13aに沿って設けられている。後方後方段差面18を設けることにより、平面部13の後方に流入する空気流が制限され、後方段差面18側の平面部18の後方が、負圧力を発生する、負圧力発生領域18aとなる。負圧力は周囲の圧力の低下と共に弱くなるので、微小突起17による負圧力の効果と同様に、雰囲気圧力が低下しても、スライダの浮上低下量は小さい。また、負圧力が大きいほうが減圧による浮上低下量が小さい。このために、実施例1に比べて、周囲の圧力の低下による浮上量変動が小さく、より信頼性の高いスライダを提供することができる。また、第1の実施例と同様な効果も期待できる。

20

【0049】

本発明の第4の実施例を図10を用いて説明する。図10は、本発明の他の実施例のスライダの浮上面側の斜視図を示している。

【0050】

本実施例と第3実施例の違いは、本実施例では流入側の2つの浮上用パッド10の段差面12を、中央段差面19により連結した点である。中央段差面19を設けることにより、2つの浮上用パッド間から流入する空気流が制限されて、浮上用パッドの後方の広い領域で負圧力が発生する。また、段差面13からブリード面11までの深さを2 μ mとして、負圧力を増大させている。この深さを調整することにより、負圧力の大きさを調整できる。このため、第3の実施例よりもさらに負圧力を大きくでき、周囲の気圧の低下による浮上量の低下を第3実施例よりも小さくできる。さらに、負圧力の増大により、ディスク周速の違いによる浮上量変動もさらに低減することができる。また、第1の実施例と同様な効果も期待できる。

30

【0051】

本発明の第5の実施例を図11を用いて説明する。図11は、本発明の他の実施例のスライダの浮上面側の斜視図を示している。

40

【0052】

本実施例と第1実施例の違いは、スライダ本体と同一の大きさの、浮上用パッドを一つだけ設けた点である。また、平面部13の周りに段差面12を設けている。本実施例のように、磁気ヘッド取り付け面以外の全周に段差面12を設けると、スライダに流入する空気流が斜めから流入した場合でも（スライダがディスク周方向に対して角度を持って設定された場合）、段差面12が浮上量を発生するために、ディスクの全周で一定の浮上量を実現できる。さらに、浮上用パッドを1つだけ搭載しているので、スライダの小型化が容易に可能である。また、段差面12の流入側には、第1実施例と同様に微小突起17を設けているため、第1実施例と同様な効果も期待できる。

【0053】

50

本発明の第6の実施例を図12を用いて説明する。図12は、本発明の他の実施例のスライダの浮上面側の斜視図を示している。

【0054】

本実施例と第4実施例の違いは、後方段差面18を平面部18の両側面から後方に延伸して設けた点と、各々の平面部18に微小突起17を設けた点で有る。本実施例のように、磁気ヘッド取り付け面以外の全周に段差面12を設けると、第4実施例と同様に、スライダに流入する空気流が斜めから流入した場合でも、段差面12が浮上量を発生するために、ディスク全周で一定の浮上量を実現できる。さらに、微小突起17の数を増加させることにより、負圧力の効果を増大させて、より安定な浮上量スライダを供給する事ができる。また、段差面12の流入側には第1実施例と同様に微小突起17が設けられているので、第1実施例と同様な効果も期待できる。

10

【0055】

上述した微小突起17は2つに限るものではなく、浮上力を妨げない限り最適な数を複数個設けることも可能である。また、磁気ディスク70とスライダ1の接触及び摺動に耐える硬さの材料からなり、エッチング等の薄膜プロセス等により形成される。

【0056】

また、微小突起17の形状を円柱状とすることにより、磁気ディスク70と接触する微小突起17のエッジの長さを矩形とした場合に比較して短くできる。このため、接触面積を小さくでき、吸着力を低減できる。また微小突起17の先端は平面に限らず、磁気ディスクとの接触応力を低減するために半球面や曲率を設けることも可能である。

20

【0057】

また、微小突起17は、エッチングにより簡単に製作することができる。

【0058】

図13に具体的な浮上用パッドおよび微小突起17の形成方法を示す。

【0059】

まず、(a)に示すようなスライダ基板20上に、(b)に示す第1マスク21を設け、1段目のエッチングを行い、浮上用パッドを形成する。その後、(c)に示す第2マスク22を設け、(d)に示す2段目のエッチングにより、段差面12と微小突起17を形成する。これにより、微小突起17の高さ D_p と段差面12の深さ(高さ) D_s が等しいスライダができる。つまり、この時点で平面部13と同一面の高さの微小突起17を有するスライダができる。

30

【0060】

なお、吸着防止を目的に、微小突起17の高さ D_p を、段差面12の深さ(高さ) D_s より高くしたい場合には、(e)に示す第3マスクを設け、平面部13をエッチングすることにより得られる。CSS方式を採用する装置など、吸着問題を解決する必要のある磁気ディスク装置では、(e)まで行なう必要がある。

【0061】

このエッチング処理方法としては、化学エッチング、レーザ誘起化学エッチング、プラズマエッチング等の化学エッチング、反応性イオンミリング等の物理化学的エッチング、電解エッチング等の電気化学的エッチングがある。これらのエッチング方法を用いることにより、種々の形状の浮上用パッド、微小突起を形成することが可能である。さらに段差面の深さ、突起高さも調節することができる。

40

【0062】

本方法では微小突起17をスライダ基板20と同一材料としたが、同様の薄膜プロセスを用い、突起をカーボン、ダイヤモンドライクカーボン、水素入りあるいは窒素が添加されたカーボンで製作することも可能である。これらの材料を用いることにより、微小突起17の耐摩耗性を向上させることができる。また、ディスク70と接触する、平面部13と微小突起17に保護膜を形成することにより耐摩耗性能を向上させることができる。耐摩耗性の向上により、平面部13と微小突起17の接触寿命を延ばすと共に、発塵を低減できるので装置の信頼性を向上することができる。前記保護膜は蒸着、スパッタ、CVD(

50

ケミカル・ペーパー・デポジット) 法等により形成される。

【0063】

図14は本発明の磁気ヘッドスライダ1を搭載した磁気ディスク装置を示している。

【0064】

磁気ヘッドスライダ1(以後スライダ1と略す)はサスペンション81に支持されており、サスペンション81はガイドアーム82に連結されている。ガイドアーム82はボイスコイルモータ84によりピボットベアリング83を中心にして回転して、スライダ1をスピンドルモータ60で回転する磁気ディスク70の所定の半径位置に移動させる。このようにして、磁気ヘッドスライダ1が、磁気ディスク70上にデータを読み書きする構成となっている。これらの機構はベース90とカバー(図示せず)により密閉されている。

10

【0065】

本実施例の磁気ディスク装置はCSS方式であるが、ディスクの回転停止時にスライダ1をディスク70の外に待避させる、ロードアンロード方式を採用する磁気ディスク装置にも本発明のスライダを搭載する事ができる。

【0066】

本発明の磁気ヘッドスライダは、磁気ディスク面の面粗さが小さい平滑磁気ディスクにおいて特に有効である。具体的には、面記録密度10Gb/inch²以上を実現するためには、磁気ヘッドスライダの浮上量を20nm以下に低減することが必須であり、また、これを実現するためには、磁気ディスクの平均面粗さRaを2nm以下に低減することが必要である。

20

【0067】

なお、Raの測定は触針式の面粗さ計を用い、1mmの測長を行ない両側0.1mmを無視し、カットオフ周波数25Hzで行なう。AFS(アトミックフォースマイクロスコプ)では、10μm角の測定範囲で行なう。

【0068】

Ra≤2nmの平滑ディスクでは、何らかの理由により、浮上中のスライダがディスク面と接触した場合にでも、摩擦係数が大きく、そのため、従来のスライダでは大きな摩擦力Fが発生する。Fが大きくなると、従来のスライダでは容易に前のめりに回転しディスク面を損傷させる。一方、本発明によれば、磁気ディスクの平均面粗さRa<2nmの条件でも、スライダがディスク面と接触して、スライダがディスク面を損傷させることは無い。これにより、低浮上量で高信頼性のスライダを提供でき、大容量の磁気ディスク装置を実現できる。

30

【0069】

【発明の効果】

上述したように、本発明のスライダは、磁気ヘッドスライダと磁気ディスクがCSS時、あるいは、浮上中に回転ディスクと接触した場合にもスライダが前のめりになりにくく、また、前のめりになった場合でも、段差面の前縁がディスク面を損傷することが無い。また、周囲の気圧が低下しても一定浮上量を実現できる。さらに、このスライダと平滑ディスクを組み合わせることにより、大容量・高信頼性の磁気ディスク装置を供給することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例のスライダ浮上面の斜視図。

【図2】スライダが摩擦力により前のめりになる条件の検討図。

【図3】微小突起の機能説明図。

【図4】段差面の深さと浮上力の関係示す図。

【図5】スライダの圧力分布を示す図。

【図6】図2のA部拡大図。

【図7】第2実施例のスライダ浮上面の斜視図。

【図8】第2実施例のスライダ正面図。

【図9】第3実施例のスライダ浮上面の斜視図。

50

【図 1 0】 第 4 実施例のスライダ浮上面の斜視図。

【図 1 1】 第 5 実施例のスライダ浮上面の斜視図。

【図 1 2】 第 6 実施例のスライダ浮上面の斜視図。

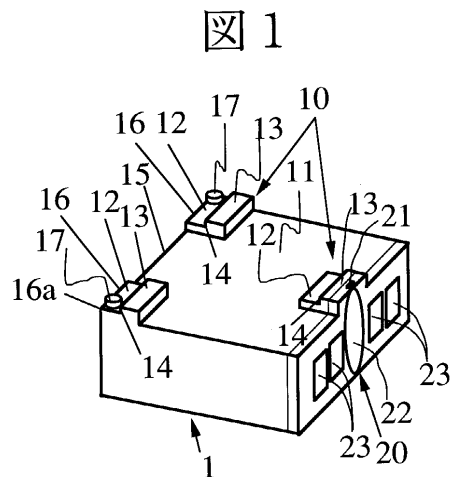
【図 1 3】 浮上用パッドの形成方法。

【図 1 4】 本発明を搭載する磁気ディスク装置。

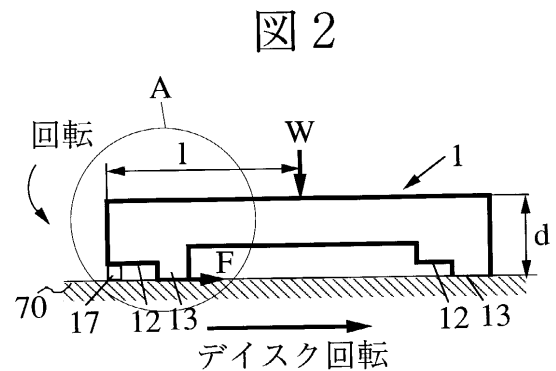
【符号の説明】

1 … 磁気ヘッドスライダ、10 … 浮上用パッド、11 … ブリード面、12 … 段差面、13 … 平面部、14 … 段差部、15 … スライダ前縁、16 … 段差面の前縁、16a … 角部、17 … 微小突起、20 … 磁気ヘッド、70 … 磁気ディスク。

【図 1】

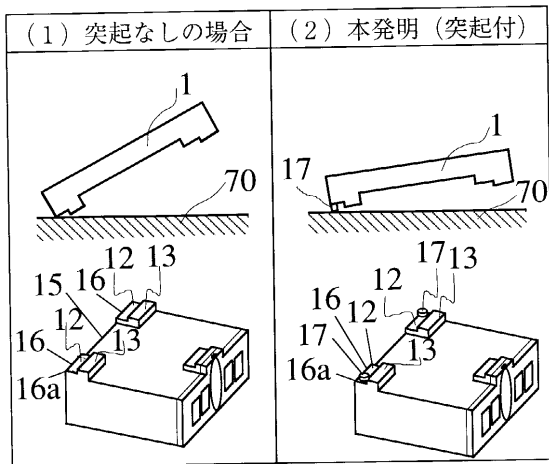


【図 2】



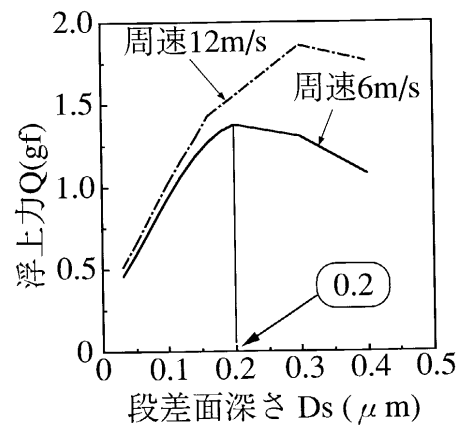
【図 3】

図 3



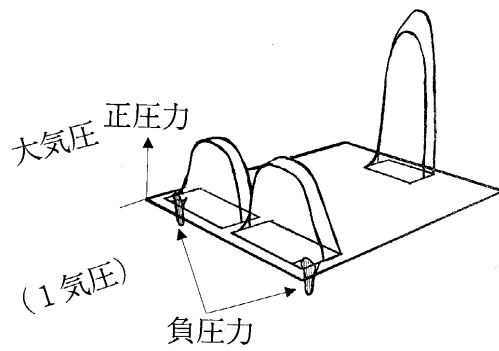
【図 4】

図 4



【図 5】

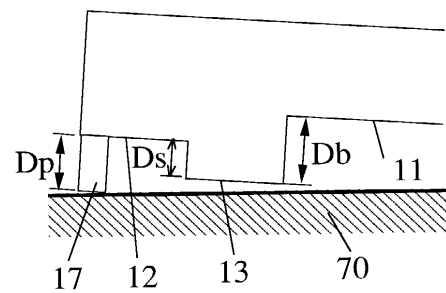
図 5



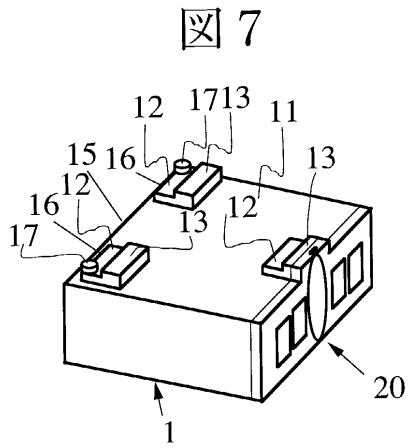
【図 6】

図 6

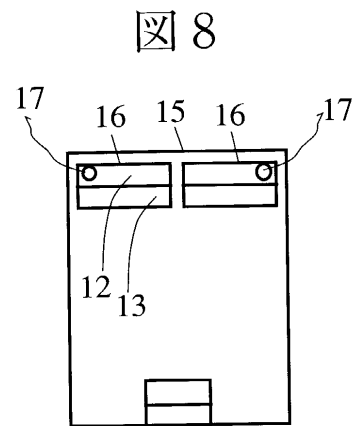
A部拡大



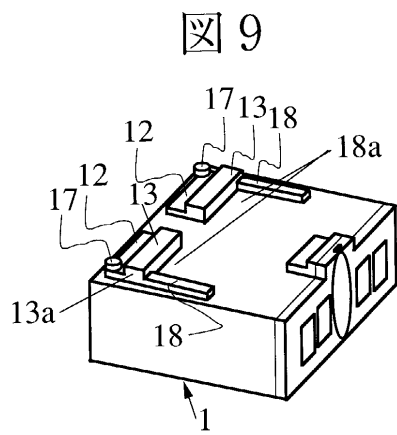
【図 7】



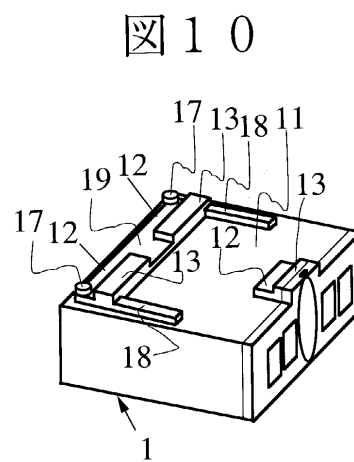
【図 8】



【図 9】

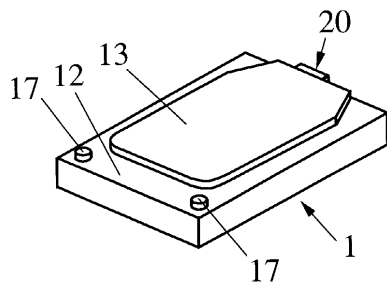


【図 10】



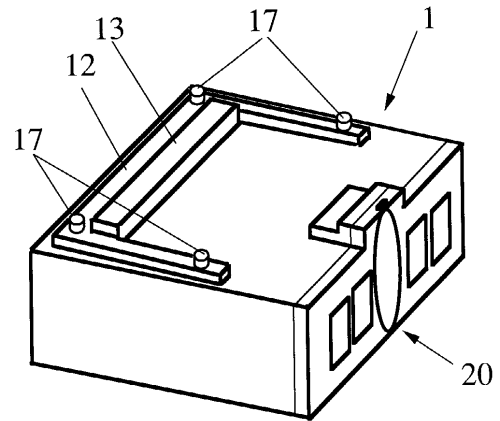
【図 1 1】

図 1 1



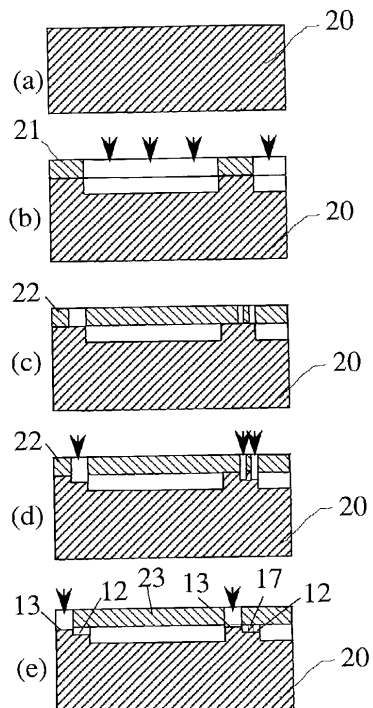
【図 1 2】

図 1 2



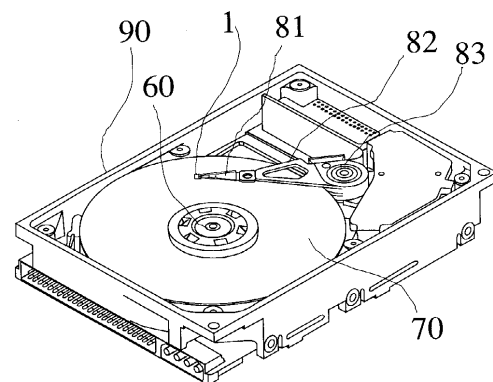
【図 1 3】

図 1 3



【図 1 4】

図 1 4



フロントページの続き

(72)発明者 川久保 洋一
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所 機械研究所内

審査官 鈴木 重幸

(56)参考文献 特開2000-173217 (JP, A)
特開平06-325530 (JP, A)
特開平09-293223 (JP, A)
特開平11-096715 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G11B 21/16 - 21/26
G11B 5/56 - 5/60