

明 細 書

発明の名称： スペーサ及びハードディスクドライブ装置

技術分野

[0001] 本発明は、ハードディスクドライブ装置内において磁気ディスクに接するように設けられる円環形状のスペーサ及びハードディスクドライブ装置に関する。

背景技術

[0002] 近年のクラウドコンピューティングの隆盛に伴って、クラウド向けのデータセンターでは記憶容量の大容量化のために多くのハードディスクドライブ装置（以下、HDD装置ともいう）が用いられている。

[0003] HDD装置には、HDD装置内の磁気ディスク同士の間、磁気ディスク同士を離間させて保持するための円環形状のスペーサが設けられている。このスペーサは、磁気ディスク同士が接触せず、磁気ディスク同士が精度高く所定の位置に離間して配置されるように機能する。

HDD装置内では、複数枚の磁気ディスクの間にスペーサを挟んで、磁気ディスク及びスペーサの内孔にスピンドルを通して磁気ディスクとスペーサの積層体を作り、クランプ部材でこの積層体を一方の側からクランプ部材で押圧することにより、磁気ディスク及びスペーサは固定される。

[0004] 例えば、情報記録媒体用基板に接する部分の平均表面粗さが0.001～0.005 μm であるガラススペーサが知られている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4136268号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記に記載されたスペーサを用いて磁気ディスクを固定したHDD装置内では、クランプ部材に最も近い磁気ディスクの主表面の平坦度が大幅に悪化

することがわかった。この平坦度の悪化は、磁気ディスクが高速回転する時にフラッタリングが生じ易くなるため好ましくない。また、磁気ヘッドの退避場所であるランプ部材と磁気ディスクとの接触も生じやすくなるため好ましくない。

[0007] そこで、本発明は、クランプ固定状態における磁気ディスクにおける平坦度の悪化を抑制するハードディスクドライブ装置に用いるスペーサを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様は、ハードディスクドライブ装置内において主表面が磁気ディスクに接するように設けられる円環形状のスペーサである。

前記スペーサは、一对の主表面と、内周面と、外周面と、を有し、前記一对の主表面のそれぞれと前記外周面との間には面取面があり、

前記一对の主表面のうち少なくとも一方の主表面の外周領域の少なくとも一部は、前記スペーサの中心から外周面側に向かう半径方向において他方の主表面側に傾斜した傾斜領域を有する、ことを特徴とする。

[0009] 前記他方の主表面側に傾斜した傾斜領域の落ち代量は0.1～2 μm であることが好ましい。

[0010] 前記傾斜領域は、前記スペーサの内部から外部に向かう方向に凸の湾曲面である、ことが好ましい。

前記磁気ディスクの厚さは、前記スペーサの厚さの80%以下である、ことが好ましい。

[0011] 前記スペーサの材料はガラスを含む、ことが好ましい。

[0012] 前記スペーサのヤング率は、前記磁気ディスクを構成する基板のヤング率より小さい、ことが好ましい。

[0013] 前記スペーサの表面に導電性の膜を有する、ことが好ましい。

[0014] 前記磁気ディスクの厚さは、0.55 mm以下である、ことが好ましい。

[0015] 本発明の他の一態様は、前記スペーサと前記磁気ディスクを含むハードディスクドライブ装置である。

[0016] 本発明の他の一態様は、10枚以上の磁気ディスクと、前記スペーサと、を含む、ハードディスクドライブ装置である。磁気ディスクの基板は、ガラス製であることが好ましい。

発明の効果

[0017] 上述のスペーサによれば、クランプ固定状態における磁気ディスクにおける平坦度の悪化を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]一実施形態の磁気ディスク用スペーサの外観斜視図である。
[図2]一実施形態のスペーサと磁気ディスクとの配置を説明する図である。
[図3]一実施形態のスペーサが組み込まれるHDD装置の構造の一例を説明する要部断面図である。
[図4]一実施形態のスペーサの主表面の形状を詳細に説明する図である。
[図5]HDD装置内のトップクランプによる磁気ディスクの固定状態を説明する図である。
[図6]図7に示された一実施形態のスペーサのA-A断面図である。
[図7]一実施形態のスペーサを一の主表面側から見た図である。図中、斜線部は、外周領域を表す。
[図8]実施形態のスペーサの主表面の形状の3つの例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明のスペーサについて詳細に説明する。

図1は、一実施形態のガラススペーサ（以下、単にスペーサという）1の外観斜視図であり、図2は、スペーサ1と磁気ディスク5との配置を説明する図である。図3は、スペーサ1が組み込まれるHDD装置の構造の一例を説明する要部断面図である。以下説明するスペーサ1の材料は、ガラスを含むが、スペーサ1はガラスに必ずしも含むことに限定されない。スペーサ1の他の材料として、ステンレス、チタン、アルミニウム、あるいはアルミニウム合金等の金属材料や、セラミックスなどを用いることもできる。

[0020] スペーサ1は、図2に示すように、磁気ディスク5とスペーサ1が交互に

重ねられてHDD装置に組み込まれる。図3に示すように、複数枚の磁気ディスク5は、回転するスピンドル16にスペーサ1を間に挟んで挿入され、磁気ディスク5とスペーサ1の積層体の上方から、ネジ等で固定されたクランプ部材12により押圧されてスピンドル16に固定されることにより、磁気ディスク5が所定間隔をもって取付けられる。クランプ部材12は、スペーサ1により下方から支持されている最上層の磁気ディスク5を直接、かつ局部的に押圧する。クランプ部材12には、磁気ディスク5を押圧するための突起14がスピンドル16の中心軸周りに円形に設けられている。突起14の先端の、クランプ部材の半径方向における断面は、円弧形状である。このようにして、最上層の磁気ディスク5がクランプ部材12から押圧されてクランプされる。そして、その押圧力によって積層体全体もクランプされる。

[0021] なお、以下の実施形態で説明するスペーサ1は、2つの磁気ディスク5の間に磁気ディスク5に接するように設けられるスペーサを対象とする。

[0022] スペーサ1は、図1に示すように、円環形状を成しており、外周面2、内周面3、及び互いに対向する主表面4を備える。一对の主表面は略平行である。また、内周面3及び外周面2は、一对の主表面4に略垂直である。スペーサ1の表面には、適宜、面取面（図示せず）を設けてもよい。ここで、略平行とは、例えば平行度が $5\mu\text{m}$ 以下であることを言う。また、略垂直とは、例えば $85\sim 95$ 度であることを言う。

内周面3は、スピンドル16と接する面であり、スピンドル16の外径よりもわずかに大きい内径の孔を囲む壁面である。

主表面4は、磁気ディスク5と接する2つの面である。スペーサ1の主表面4は磁気ディスク5の主表面と接触し摩擦力によって磁気ディスク5を固定する。このように固定された磁気ディスク5は、スピンドル16の回転により高速に回転することができ、図示されない読み取り・書き込む磁気ヘッドにより磁気情報の読み取りあるいは書き込みが行われる。

[0023] 磁気ディスク5を押圧して固定するクランプ部材12は、高い機械的強度

と剛性を有し、加工性が容易な点から、ステンレス鋼あるいはアルミニウム合金などが用いられる。また、最上層の磁気ディスク5を確実に押圧して固定するために、円弧形状に延びる突起14が円形に設けられる。

[0024] 図4は、スペーサ1の主表面4の断面形状（スペーサ1の半径方向に沿って切断した断面形状）を詳細に説明する図である。図4に示す例では、以下説明する傾斜面（傾斜領域あるいは傾斜部）1Aの傾斜が強調して示されている。ここで、傾斜面、傾斜領域、あるいは傾斜部という語は、一对の主表面4のうち、少なくとも一方の主表面4の外周領域の少なくとも一部に存在する、スペーサ1の中心から外周面側に向かう半径方向において他方の主表面4側に傾斜した部分のことである。

スペーサ1の少なくとも一方の側にある主表面4は、主表面4の一部において、スペーサ1の主表面4と外周面2との間の角部に向かって、スペーサ1の表面の高さが徐々に低くなるように傾斜した傾斜面1Aとなっている。換言すれば、傾斜面1Aは、スペーサ1の厚さが薄くなるように傾斜している。また、傾斜面1Aは、磁気ディスク5から離れるように傾斜している。また、傾斜面1Aは、角部に向かうにつれてスペーサ1の他方の側にある主表面4に近づくように傾斜している。図4に示す例では、上側の主表面4に傾斜面1Aが設けられているが、傾斜面1Aは上下両側の主表面4に設けられてもよい。

[0025] このように主表面4のある半径方向の位置から外周面2の側に傾斜面1Aを設けるのは、磁気ディスク5をクランプ部材12により押圧して固定した状態における磁気ディスク5の反りによる平坦度の悪化を抑制するためである。図5は、クランプ部材12による磁気ディスク5の固定状態を断面視にて説明する図である。

従来の傾斜面1Aのないスペーサ1を用いた場合、図5に点線で示すように、磁気ディスク5は、突起14に押圧されて上方向に反り上がる。これは、以下のようなメカニズムにより生じると考えられる。すなわち、近年、磁気ディスク5が比較的薄板材となってきたため、突起14の円弧形状の先端

から受ける局所的な押圧力が磁気ディスク５に拡散されず、突起１４の押圧力がスペーサ１に伝達される。その結果、突起１４からの押圧力を受けて、突起１４の先端の直下方向のスペーサ１の主表面４の部分（主表面４の中周部分）が局所的に凹み、これにより、主表面４の形状は凹んだ部分から外周面側の部分（主表面４の外周領域）が上方に向かって盛り上がるように変形をする。この主表面４の変形に倣うようにスペーサ１とクランプ部材１２に挟まれた磁気ディスク５は点線のように上方に反り上がると考えられる。

[0026] これに対して、実施形態のスペーサ１では、図４に示すように、主表面４の一部は、スペーサ１の主表面４と外周面２との間の角部に向かって、スペーサ１の厚さが薄くなるように傾斜した傾斜面１Ａとなっている。このため、突起１４の押圧力を受ける主表面４の部分（主表面４の中周領域）が局所的に凹んでもこの部分に対して外周面側の部分（主表面４の外周領域）は凹んだ部分から上方に向かって盛り上がることはない。すなわち、突起１４の押圧力による主表面４の凹みを相殺することができる。換言すれば、突起１４の力を受けた主表面４が変形することを見込んで、突起１４の力を受ける部分に対して外周面２の側の主表面４の部分をスペーサ１の厚さが薄くなるように傾斜した傾斜面１Ａとなっているので、外周面２の側の部分が上方に向かって盛り上がることはない。このため、磁気ディスク５は図５に示す点線のように上方に反り上がることはない。傾斜面１Ａは、換言すれば、スペーサ１の主表面４と外周面２との間の角部に向かって、磁気ディスク５から離れるように傾斜している。

[0027] 図６は、主表面と外周面との間に面取面があるスペーサの断面図である。また図７は、円環形状を成したスペーサを、一の主表面側から見た図であり、図６は、図７に示されたスペーサのＡ－Ａ断面図である。図７において、斜線部は、主表面の外周領域であり、当該外周領域の少なくとも一部に、スペーサの中心から外周面側に向かう半径方向において他方の主表面側に傾斜した傾斜領域１Ａ（先に記載したとおり、本明細書においては、「傾斜面」「傾斜部」等と呼ぶこともある。）が存在している。一方、図６に示される

スペーサは、外周面 2、内周面 3、及び互いに対向する主表面 4 を備え、主表面 4 と外周面 2 との間には面取面 6 がある。図 6 に示されているように、主表面 4 と内周面 3 との間に面取面 6 A があっても良い。

[0028] 一実施形態では、傾斜領域 1 A は、スペーサの内部から外部に向かう方向に凸の湾曲面であることが好ましい。傾斜領域 1 A をこのような形状にすることにより、突起 1 4 の押圧力を受けて変形した主表面 4 の形状が上方あるいは下方に湾曲することなくほぼ水平に維持することができる。突起 1 4 の力を受ける前の傾斜領域 1 A の落ち代量 D（内周面 3 の側の傾斜面 1 A の開始位置 S から、外周面 2 の側の傾斜領域 1 A の終了位置までの厚さ方向の位置の変化量。ただし傾斜領域はあくまで主表面の一部であり、面取面には含まれない。）は、例えば $2.0 \mu\text{m}$ 以下である。落ち代量 D が $2.0 \mu\text{m}$ を超える場合、スペーサ 1 の製造に時間がかかり生産コストが増大する可能性がある。同様の観点から、落ち代量 D は、 $1.5 \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。また、落ち代量 D は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。落ち代量 D が $0.1 \mu\text{m}$ 未満の場合、クランプ固定状態における磁気ディスク 5 の平坦度の悪化の抑制効果が小さくなる可能性がある。

[0029] 傾斜面 1 A の開始位置 S は、スペーサ 1 の円環形状の中心から、スペーサ 1 の半径方向に沿った主表面の長さを L（L をスペーサ 1 の主表面の幅とも呼ぶ）とすると、当該主表面の外周面側のエッジの位置から半径方向に長さ L の 20% 以上の距離離間した位置にあることが好ましい。傾斜面 1 A の開始位置 S が主表面の外周面側のエッジの位置から半径方向に長さ L の 20% 未満離間した位置にある場合、クランプ固定状態における磁気ディスク 5 の平坦度の悪化の抑制効果が小さくなる可能性がある。

なお、図 8 は、スペーサ 1 の主表面 4 の形状の例を断面視にて説明するものである。図 8 には、主表面 4 の外周領域の形状（断面視）のうち代表的な 3 例が示されている。いずれの図においても、傾斜面の傾斜は強調して描かれており、また面取面 6 は図示されていない。

スペーサ 1 の主表面において、主表面 4 と外周面 2 との間の角部（ただし

、主表面4と外周面2との間に面取面6がある場合は、主表面4と面取面6との間の角部）に向かって、スペーサ1の表面の高さが徐々に低くなる（または、スペーサ1の厚さが徐々に薄くなる）ように傾斜した傾斜面となっている場合を、「縁だれ型形状」と呼ぶこととする（図4および図8（a）参照のこと。）。

スペーサ1の主表面において、内周面3側に向かって表面高さが下がるような別の傾斜面が存在する場合（すなわち、主表面の半径方向の断面形状が上に凸の円弧状の場合。以下、円弧型形状と呼ぶ。図8（b）参照のこと。））、傾斜面1Aの開始位置Sは、上に凸の円弧上におけるスペーサの厚み方向の頂点位置とすることができる。なお、半径方向の主表面のプロファイル上に、上に凸の円弧形状が複数存在する場合、スペーサの厚み方向に最も高い位置を傾斜面1Aの開始位置Sとすることができる。

また、スペーサ1の主表面の形状が、半径方向の断面視において、内周面側のエッジから外周面側のエッジに向かって単調に下降する場合（非直線的だが単調に減少する場合を含む。以下、「略直線型形状」と呼ぶ。図8（c）参照のこと。））、傾斜面1Aの開始位置Sは、主表面上の内周面側のエッジとすることができる。

[0030] なお、落ち代量Dは、例えば光学式干渉計で測定することができる。具体的には、例えばNIDEK社製のフラットネステスターFT-17により測定できる。スペーサ1の主表面の形状データを取得後、スペーサ1の半径方向の断面形状の分析により（すなわち、任意の半径方向に沿ったスペーサ主表面の高さデータを断面図として表示して分析する）、傾斜面1Aの開始位置Sと傾斜面1Aの終了位置（主表面と外周側の面取面との境界部）におけるそれぞれの高さを測定し、厚さ方向の差分（それぞれの高さの差）を算出する。この測定をスペーサ1の中心を基準として90度毎に繰り返して4つのデータを取得し、それらの平均値を1つの主表面の落ち代量Dとすることができる。なお、後述のように、磁気ディスク用基板の製造時と同様の方法でスペーサ1の主表面の研削や研磨を実施する場合、基本的に両面同時加工

装置を用いるため、一对の主表面それぞれの落ち代量Dはほぼ同等になる。

なお、個々の半径方向のプロファイルデータの中には、主表面の外周領域が落ち込まず、主表面上において外周側のエッジの位置が最も高い場合がある。そのような場合は、上記の落ち代量とは反対の符号をつけて算出すればよい。例えば、当該外周側のエッジの高さと、主表面プロファイル上において最も低い高さとを求め、両者の厚さ方向の差分を算出し、上記の落ち代量とは反対の符号を付与すればよい。こうすることで、他の落ち代量データと合わせて計算することができるので、主表面4についての落ち代量の平均値を正しく把握することができる。このような傾斜面1Aの、主表面4の水平な部分に対する傾斜角度は、例えば0度～5度以下であり、傾斜面1Aは、傾斜角度が例えば20度以上の面取面とは異なる。

[0031] 一実施形態によれば、スペーサ1とともにHDDに搭載する磁気ディスク5の厚さは、スペーサ1の厚さの80%以下であることが好ましい。磁気ディスク5の厚さは、スペーサ1の厚さの70%以下であることがより好ましく、50%以下であることがより一層好ましい。磁気ディスク5の厚さが薄くなるほど、クランプ部材12による押圧力が磁気ディスク5を貫通してスペーサ1に影響を与えやすくなるため、スペーサ1の表面は押圧力を受けた部分を中心にして凹状に変形しやすくなる。スペーサ1が凹状に変形すると、磁気ディスク5がそれに倣い、大きく撓むことになる。すると、磁気ディスク5の外周端が、板厚方向において所定の位置からずれてしまい、例えばランプに接触するなどの問題が起きる。しかし、本実施形態のスペーサ1を用いることで、上記のような場合においてスペーサ1の凹みを相殺することができるので、磁気ディスク5の撓みを好適に防止することができる。すなわち、磁気ディスク5の反りを抑制することができる。スペーサ1の厚さは例えば0.5～3mmであり、磁気ディスク5の厚さは例えば0.2～0.8mmである。また、磁気ディスク5の基板材料に特に制限はないが、例えばガラス基板やアルミニウム合金基板を用いることができる。このうち、比較的剛性が高いことにより、スペーサ1の効果が高いという観点で、ガラス

基板がより好適である。

- [0032] また、一実施形態によれば、スペーサ1のヤング率は、磁気ディスク5を構成する基板のヤング率より小さいことが好ましい。これにより、クランプ部材12からの局所的な押圧力は磁気ディスク5を変形させることなく、また傷つけることなくスペーサ1に伝わりやすくなるとともに、クランプ部材12による押圧力を受けたスペーサ1の主表面の部分が凹みやすくなり、結果として、スペーサ1の主表面の凹みを防止することができる。また、換言すれば、スペーサ1が上記押圧力を受け止めて、傾斜面1Aの形状を水平面にするように変形することを容易にすることができる。スペーサ1のヤング率は例えば60～200[GPa]であり、磁気ディスク5を構成する基板のヤング率は例えば70～110[GPa]である。なお、スペーサ1の材料としてアモルファスのガラスを用いる場合、スペーサ1のヤング率は例えば60～100[GPa]とすることが好ましい。
- [0033] スペーサ1の材質は、特に限定されるものではなく、ガラスを材料とする場合、アルミノシリケートガラス、ソーダライムガラス、ソーダアルミノケイ酸ガラス、アルミノボロシリケートガラス、ボロンシリケートガラス、石英ガラスまたは結晶化ガラスなどが挙げられる。これらの中でも、スペーサ1の表面の平滑度を高めやすく、比較的加工しやすいという点で、アモルファスのガラスとすることが好ましい。アルミノシリケートガラスは例えば、二酸化ケイ素(SiO_2):59～63質量%、酸化アルミニウム(Al_2O_3):5～16質量%、酸化リチウム(Li_2O):2～10質量%、酸化ナトリウム(Na_2O):2～12質量%、酸化ジルコニウム(ZrO_2):0～5質量%を成分とするアモルファスのガラスを用いることができる。ソーダライムガラスは例えば、 SiO_2 :65～75質量%、 Al_2O_3 :1～6質量%、 CaO :2～7質量%、 Na_2O :5～17質量%、 ZrO_2 :0～5質量%を成分とするアモルファスのガラスを用いることができる。
- [0034] スペーサ1の元となるガラス素材は、フロート法やダウンドロー法などにより製造した板状ガラスを円環形状に切り出したもの、プレス法で熔融ガラ

スを成形したもの、管引き法で製造したガラス管を適当な長さにスライスしたものなどいずれの方法によるものでもよい。このように成形された円環形状のガラスの端面（外周面または内周面）や主表面に対し、磁気ディスク用基板を製造するときと同様の研削（面取加工を含む）及び研磨を施すことができる。端面の研削及び研磨の方法は、特に限定されるものではなく、例えば＃８０～＃１０００のダイヤモンド砥粒を含む総形砥石により研削あるいは研磨を行うことができる。また、端面の研削及び研磨は、研磨ブラシや研磨パッドを用いて行ってもよい。さらに、端面の研削及び研磨は、フッ酸やケイフッ酸を含むエッチング液を用いて化学的に行ってもよい。主表面４の傾斜面１Ａは、主表面４の研削や研磨、あるいはこれらの両方を利用して形成することができる。例えば、研磨処理において、アルミナやシリカの砥粒を含むスラリーと、スウェードタイプの軟質の発泡ポリウレタン製の研磨パッドとを用いることで、上述の落ち代量Ｄを大きくすることができる。他方、セリウムの砥粒を含むスラリーとスウェードタイプの研磨パッドを用いることで、主表面の外周領域を上方に反らせることができる。さらに、スラリーの濃度や研磨パッドの硬度、その他の条件を変更したり、組み合わせることで、傾斜面のない平坦な主表面にしたり、傾斜面の開始位置Ｓを調節することもできる。

[0035] 円環形状のスペーサ１の寸法は、搭載されるＨＤＤの仕様によって適宜変更すればよいが、公称３．５インチ型のＨＤＤ装置向けであれば、外径は例えば３０～３４ｍｍであり、内径は例えば２５ｍｍであり、厚さは例えば０．５～３ｍｍである。また、面取面（内周面側または外周面側）を設ける場合、面取面の主表面に対する角度は例えば２０～７０度であり、主表面の半径方向の幅は例えば５０～５００μｍである。面取面の形は、半径方向の断面視において直線でも曲線でもよい。

また、磁気ディスク５の寸法も、搭載されるＨＤＤの仕様によって適宜変更すればよいが、公称３．５インチ型のＨＤＤ装置向けであれば、外径は例えば８５～１００ｍｍであり、内径は例えば２５ｍｍであり、厚さは例えば

0.2～0.8 mmである。

- [0036] 一実施形態によれば、スペーサ1の表面には導電性の膜が設けられていることが好ましい。導電膜の材料の例としては、ニッケルリン（NiP）等のニッケル合金や、酸化スズ（SnO₂）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化チタン、酸化スズにフッ素をドーピングしたFTO、酸化亜鉛に酸化アルミニウム（Al₂O₃）をドーピングしたAZO、等の導電性酸化物などを挙げることができる。このように導電性の膜をスペーサ1の表面に設けることにより、磁気ディスク5に帯電した静電気を、スペーサ1から金属製のスピンドル16を介して外部に流すことができ、HDD装置内での磁気ディスク5に帯電した静電気による異物や微粒子の吸着を低減することができる。また、スペーサ1の基材の表面からの発塵を防止することもできる。

導電性の膜を有するスペーサ1の基材は、ガラス製であってもよく、セラミックス製や金属製であってもよい。

- [0037] 一実施形態によれば、スペーサ1とともにHDDに搭載する磁気ディスク5の厚さは、0.55 mm以下であることが好ましい。0.55 mm以下の磁気ディスク5の場合、クランプ部材12による押圧力が磁気ディスク5を貫通してスペーサ1に影響を与えやすくなるので、スペーサ1の表面は押圧力を受けた部分を中心にして凹状に変形しやすくなる。さらに、磁気ディスク5の板厚が薄いため、凹状のスペーサ1に倣いやすい。その結果磁気ディスク5は撓みやすくなる。しかし、この場合においても、上述した傾斜面1Aを有するスペーサ1は上記撓みを抑制、さらには防止することができるので好適である。

- [0038] このようなスペーサ1と磁気ディスク5を備えるHDD装置では、搭載する磁気ディスク5の枚数が増加するほど、磁気ディスク5を固定するためにクランプ部材12による押圧力を高くする必要がある。このため、従来の傾斜面1Aのないスペーサでは、搭載する磁気ディスク5の枚数が増加するほど磁気ディスク5の反りが大きくなる。しかし、傾斜面1Aのあるスペーサ1を用いることで、クランプ部材12による押圧力を高くしても磁気ディス

ク5の反りが生じにくくなる。この点で、9枚以上の磁気ディスク5を搭載するHDD装置において、傾斜面1Aを備えるスペーサ1は有効に機能する。また、10枚以上の磁気ディスク搭載するHDD装置においては、傾斜面1Aを備えるスペーサ1の使用はよりいっそう有効である。また、11枚以上の磁気ディスクを搭載するHDD装置においては、傾斜面1Aを備えるスペーサ1の使用はさらによりいっそう有効である。

[0039] 図4に示すスペーサ1の主表面4は、主表面の一部において、主表面4と外周面2との間の角部に向かって、スペーサ1の厚さが薄くなるように傾斜した傾斜面1Aとなっており、外周面側に向かって延びる傾斜面1Aに対して内周面側の部分は傾斜のない水平面となっている。しかし、水平面に代えて、傾斜面1Aの開始位置から、主表面4と内周面3との間の角部に向かって、スペーサ1の厚さが薄くなるように傾斜した傾斜面となってもよい。この場合、傾斜面1Aの開始位置Sは、上方に最も突出した場所となる。

[0040] なお、本発明の一の変形例は、ハードディスクドライブ装置内において主表面が磁気ディスクに接するように設けられる円環形状のスペーサである。

前記スペーサの少なくとも一方の側にある前記主表面は、前記主表面の一部において、前記スペーサの前記主表面と外周面との間の角部に向かって、前記磁気ディスクから離れるように傾斜した傾斜面となっている。言い換えると、前記スペーサの少なくとも一方の側にある前記主表面は、前記主表面の一部において、前記スペーサの前記主表面と外周面との間の角部に向かって、前記スペーサの他方の側にある主表面に近づくように傾斜した傾斜面となっている。ここで「角部」とは、主表面と外周面との間に面取面がある場合は、主表面と面取面との間のエッジを指すものとする。

[0041] さらに本発明の別の変形例は、ハードディスクドライブ装置内において主表面が磁気ディスクに接するように設けられる円環形状のスペーサである。

前記スペーサの少なくとも一方の側にある前記主表面は、前記主表面の一部において、前記スペーサの前記主表面と外周面との間の角部に向かって、前記スペーサの厚さが薄くなるように傾斜した傾斜面となっている。

実施例

[0042] 磁気ディスクを9枚搭載するHDDを用いて、スペーサの主表面の外周領域の落ち代量Dと、クランプ前後の磁気ディスク（一番上に固定したもの）の平坦度（反り量）の変化量との関係を調べた。具体的には、まず、HDDのスピンドルから一番上の磁気ディスクとその直下のスペーサとを取り外し、取り外した磁気ディスクの平坦度を測定した。次に、落ち代量Dを測定した任意のスペーサを、落ち代量を測定した面を上側にしてスピンドルに取り付け、続けて予め平坦度を測定した磁気ディスクをスピンドルに取り付け、最後にクランプ部材による締め付けを実施し、その状態のまま磁気ディスクの上面の平坦度を測定した。測定の妨げとなるもの（ランプ部材等）は予めHDDから取り外しておいた。

なお、磁気ディスクの平坦度（反り量）は、フェイズシフトテクノロジー社製のオプチフラットを用いて磁気ディスクの表面の最大高低差として測定した。

[0043] スペーサと磁気ディスクの仕様は下記の通りである：

- ・スペーサ：アモルファスガラス製（ヤング率：72GPa）、外周面の直径32mm、内周面の直径25mm、板厚1.8mm、面取面は、内外周側ともに半径方向の長さが250 μ mで内外周面に対する角度を45度とした。主表面の幅Lは3.0mmである。

スペーサの製造条件を種々調整することで、傾斜面の落ち代量Dの大きさが様々なスペーサを製造した。

- ・磁気ディスク：ガラス製基板に磁性膜等を成膜したもので、ガラス基板のヤング率は80GPa、直径97mm、内径25mm、板厚0.5mmとした。

[0044] <落ち代量D>

1つのスペーサの一方の主表面について90度毎に4つデータを取得し、平均値を算出した。

落ち代量Dの符号は、以下の通り定めた：

主表面プロファイルが、外周面側に向かうにつれて他方の主表面側に傾斜（つまり下降形状）の場合（すなわち本件発明のスペーサの場合）をプラス、逆に、外周面側に向かうにつれて高くなり、外周エッジ部が最も高い場合をマイナス、とした。

[0045] <平坦度の変化量>

磁気ディスクの平坦度は、基本的にはクランプ前よりもクランプ後の方が大きくなる場合が多いが、反対の場合もあるため、平坦度の変化量は絶対値で示した。当該平坦度の変化量が4 μm 以下であれば使用することが可能であり、3 μm 以下であれば好ましく使用可能、2.5 μm 以下であればより好ましく使用可能である。

[0046] [表1]

	落ち代量D (μm)	平坦度変化量（絶対値） (μm)
比較例 1	-0.2	7.8
比較例 2	-0.1	6.5
比較例 3	0	5.2
実施例 1	0.05	3.5
実施例 2	0.1	1.9
実施例 3	0.2	0.7
実施例 4	0.5	0.3
実施例 5	1.0	1.4
実施例 6	1.5	2.4
実施例 7	2.0	3.0
実施例 8	2.2	3.3

[0047] 上記結果のとおり、落ち代量Dを0超（プラス）にすることにより、平坦度変化量を4 μm 以下にすることがわかった。また、落ち代量Dを0.1～2.0 μm とすることにより、平坦度変化量を3 μm 以下にすることがわかった。さらに、落ち代量Dを0.1～1.5 μm とすることにより、平坦度変化量を2.5 μm 以下にすることがわかった。

[0048] 以上、本発明のスペーサ及びハードディスクドライブ装置について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態及び実施例等に限定されず、本発明の主

旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよいのはもちろんである。

符号の説明

- [0049] 1 ガラススペーサ
- 1 A 傾斜面
 - 2 外周面
 - 3 内周面
 - 4 主表面
 - 5 磁気ディスク
 - 10 ハードディスクドライブ装置
 - 12 クランプ部材
 - 14 突起
 - 16 スピンドル
 - 18 回転軸

請求の範囲

- [請求項1] ハードディスクドライブ装置内において主表面が磁気ディスクに接するように設けられる円環形状のスペーサであって、
- 前記スペーサは、一対の主表面と、内周面と、外周面と、を有し、
- 前記一対の主表面のそれぞれと前記外周面との間には面取面があり、
- 前記一対の主表面のうち少なくとも一方の主表面の外周領域の少なくとも一部に、前記スペーサの中心から外周面側に向かう半径方向において他方の主表面側に傾斜した傾斜領域が存在する、ことを特徴とするスペーサ。
- [請求項2] 前記他方の主表面側に傾斜した傾斜領域の落ち代量は $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ である、請求項1に記載のスペーサ。
- [請求項3] 前記傾斜領域は、前記スペーサの内部から外部に向かう方向に凸の湾曲面である、請求項1または2に記載のスペーサ。
- [請求項4] 前記磁気ディスクの厚さは、前記スペーサの厚さの80%以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載のスペーサ。
- [請求項5] 前記スペーサのヤング率は、前記磁気ディスクを構成する基板のヤング率より小さい、請求項1～4のいずれか1項に記載のスペーサ。
- [請求項6] 前記スペーサの材料はガラスを含む、請求項1～5のいずれか1項に記載のスペーサ。
- [請求項7] 前記スペーサの表面に導電性の膜を有する、請求項1～6のいずれか1項に記載のスペーサ。
- [請求項8] 前記磁気ディスクの厚さは、 0.55 mm 以下である、請求項1～7のいずれか1項に記載のスペーサ。
- [請求項9] 請求項1～8のいずれか1項に記載のスペーサを含む、ハードディスクドライブ装置。
- [請求項10] 10枚以上の磁気ディスクを含む、請求項9に記載のハードディスクドライブ装置。
- [請求項11] 前記磁気ディスクの基板は、ガラス製である、請求項9又は10に

記載のハードディスクドライブ装置。