

明 細 書

発明の名称：

情報記録媒体用ディスク、ディスク中間体、及び情報記録媒体用基板

技術分野

[0001] 本発明は、基板を被覆層で被覆した情報記録媒体用ディスク及びディスク中間体、情報記録媒体用基板に関する。

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（HDD）装置（磁気記録装置）が用いられている。HDD装置には、記憶媒体として、円環形状の基板に磁性層を設けた情報記録媒体用ディスクが用いられる。HDD装置の記憶容量を増やすためには、情報記録媒体用ディスクの磁性層の記録密度を高めることに加え、情報記録媒体用ディスクを薄くして、情報記録媒体用ディスクの搭載枚数を増やすことが好ましい。

[0003] HDD装置に組み込まれる情報記録媒体用ディスクである磁気ディスクには、磁性層に記録された情報の安定した読み取りを行うために、高速回転させたときのフラッタリング（面ぶれ）を少なくすることが求められている。しかし、情報記録媒体用ディスクの搭載枚数を増やすために情報記録媒体用ディスクを薄くすると、情報記録媒体用ディスクの強度が不足し、フラッタリングは大きくなる。そのため、板厚の薄い情報記録媒体用ディスクの作製には、ヤング率の高い硬い材料からなる基板を用いることが好ましい。ところが、硬い材料は削り難く、基板の表面粗さを小さくするために研磨や研削を長時間行う必要があるため、基板を効率よく生産することができないという問題がある。

[0004] 従来の情報記録媒体用ディスクに用いられる基板として、セラミック材料の基板の表面にガラスのコーティング膜を設けた積層構造の基板が知られている（特許文献1）。ガラスのコーティング膜はセラミック材料と比べ軟ら

かく削りやすいため、短時間で積層基板の表面粗さを小さくでき、表面性状の良好な情報記録媒体用ディスクを効率よく生産できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭61-48123号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、情報記録媒体用ディスクの搭載枚数を増やすために、上記従来の積層基板の板厚を薄くすると、セラミック材料の基板が薄くなるので、強度が不足し、情報記録媒体用ディスクのフラッタリングは大きくなる。ここで、フラッタリングを抑制するために、情報記録媒体用ディスクの剛性を高くしたとしても、情報記録媒体用ディスクとして、効果的にフラッタリングを抑えることができないことがわかってきた。

[0007] そこで、本発明は、情報記録媒体用ディスクのフラッタリングを抑制しつつ、板厚の薄さに起因する情報記録媒体用ディスクの問題を改善できる情報記録媒体用ディスク及びディスク中間体、情報記録媒体用基板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] 本開示は、以下の態様を包含する。

態様 1

板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、
前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、
前記ディスクは、ヤング率 E [GPa] 及び密度 d [g/cm³] から計算される比弾性率 E/d [×10⁶m²/s²] が40以上であって、
前記ディスクの内周端部を固定した状態で前記ディスクに対して、2[m

秒]で30[G]の衝撃を前記ディスクの主表面の法線方向に与えた際に、前記ディスクの外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が0.25mm以下である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。

[0009] 態様2

板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、
前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、
前記ディスクは、1000から4000Hzにおける前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm]と前記ディスクの板厚 D [mm]との積 $F \cdot D$ が47.0以下であって、
前記ディスクの内周端部を固定した状態で前記ディスクに対して、2[m秒]で30[G]の衝撃を前記ディスクの主表面の法線方向に与えた際に、前記ディスクの外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が0.25mm以下である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。

[0010] 態様3

板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、
前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、
前記ディスクは、1000から4000Hzにおける前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm]と前記ディスクの板厚 D [mm]との積 $F \cdot D$ が47.0以下であって、
板厚方向の厚さに関して、前記基板の厚さ t [mm]に対する前記両主表面を被覆する前記被覆層それぞれの厚さ T [mm]の比 T/t は0.01～0.4であり、前記基板の厚さ t は0.43mm以下であり、前記被覆層の厚さ T は0.1mm以下であって、
前記ディスクは、ヤング率 E [GPa]及び密度 d [g/cm³]から計算

される比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] が 40 以上である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。

[0011] 態様 4

板厚が 0.51 mm 以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、

前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、

板厚方向の厚さに関して、前記基板の厚さ t [mm] に対する前記両主表面を被覆する前記被覆層それぞれの厚さ T [mm] の比 T/t は 0.01 ~ 0.4 であり、前記基板の厚さ t は 0.43 mm 以下であり、前記被覆層の厚さ T は 0.1 mm 以下であって、

前記ディスクは、1000 から 4000 Hz における前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm] と前記ディスクの板厚 D [mm] との積 $F \cdot D$ が 47.0 以下である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。

[0012] 態様 5

前記基板は、セラミック、アルミニウム合金、及びガラスのいずれか 1 種の材料からなり、

前記被覆層は、ガラス又はニッケル合金を材質とする、態様 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0013] 態様 6

前記ディスクは、1000 から 4000 Hz における前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm] と前記ディスクの板厚 D [mm] との積 $F \cdot D$ が 45.0 以下である、態様 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[0014] 態様 7

前記ディスクの板厚 D [mm] および比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] と、25℃で測定される 3000 Hz における前記ディスクの Q 値である Q_a

とが以下の式 1

$$65.0 < (Q_a \times E / d) / 1000 \times D < 270.0$$

を満たす、態様 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[0015] 態様 8

前記ディスクの板厚 D [mm] および比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] と、 25°C で測定される 3000Hz における前記ディスクの Q 値である Q_a

とが以下の式 2

$$150 < (Q_a \times E / d) / 1000 \times D < 700$$

を満たす、態様 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[0016] 態様 9

前記ディスクの板厚が 0.45mm 以下である、態様 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[0017] 態様 10

前記被覆層は、ガラスを材質とし、前記基板との界面から板厚方向に、前記被覆層の厚さ T の少なくとも 5% の深さ領域に位置する界面層領域に結晶相を含む、態様 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0018] 態様 11

前記界面層領域の板厚方向の断面において、板厚方向と直交する前記被覆層の延在方向の単位長さあたり 50% 以上の長さの領域に前記結晶相は存在する、態様 10 に記載の情報記録媒体用ディスク。

[0019] 態様 12

前記被覆層は、ガラスを材質とし、前記基板との界面と反対側の前記被覆層の表面から板厚方向に、前記被覆層の前記厚さ T の少なくとも 5% の深さ領域に位置する表層領域に結晶相を含まない、態様 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0020] 態様 13

前記基板の前記主表面の算術平均粗さ R_a は $0.01 \sim 0.75 \mu\text{m}$ である、態様 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0021] 態様 1 4

前記被覆層の前記基板との界面と反対側の前記被覆層の表面から前記基板までの板厚方向の距離の最大値と最小値の差が $7.5 \sim 12.5 \mu\text{m}$ である、態様 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0022] 態様 1 5

前記基板の前記主表面は、当該主表面の中心を通る前記基板の板厚方向の断面形状を示す断面曲線から得られるうねり曲線において凹凸が交互に繰り返し表れる部分を有し、

板厚方向と直交する前記被覆層の延在方向の前記凹凸の繰り返し単位の長さは $100 \sim 150 \mu\text{m}$ である、態様 1 から 10 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0023] 態様 1 6

前記側壁面における前記被覆層の厚さは、前記基板の前記主表面における前記被覆層の厚さ T よりも厚い、態様 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0024] 態様 1 7

前記ディスクの直径が 95 mm 以上である、態様 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0025] 態様 1 8

前記ディスクの内周端部を固定した状態で前記ディスクに対して、 2 [msec] で 50 [G] の衝撃を前記ディスクの主表面の法線方向に与えた際に、前記ディスクの外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が 0.30 mm 以下である、態様 1 から 13 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0026] 態様 1 9

前記ディスクは直径が 95 mm 以上であり、 1000 から 4000 Hz における前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F が 80 nm 以下である、態様 1 から 14 のいずれか 1 つに記載の情報記録

媒体用ディスク。

[0027] 態様 2 0

前記基板の、前記被覆層との界面を形成する前記主表面の表面粗さの最大高さ R_z は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ である、態様 1 から 15 のいずれか 1 つに記載の情報記録媒体用ディスク。

[0028] 態様 2 1

情報記録媒体用ディスクの素板となる、板厚が 0.59 mm 以下のディスク中間体であって、

一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、

前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、

板厚方向の厚さに関して、前記基板の厚さ t [mm] に対する前記被覆層それぞれの厚さ T [mm] の比 T/t は $0.1 \sim 0.75$ であり、前記基板の厚さ t は 0.43 mm 以下であり、前記被覆層の厚さ T は 0.15 mm 以下であって、

前記ディスク中間体はヤング率 E [GPa] 及び密度 d [g/cm^3] から計算される比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2$] が 40 以上である、ことを特徴とするディスク中間体。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]一実施形態である情報記録媒体用ディスクの外観形状を表す図である。

[図2]情報記録媒体用ディスクの層構成を示す図である。

[図3]被覆層の断面を示す反射電子像である。

[図4]積層基板の断面を示す顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、実施形態の情報記録媒体用ディスクおよびディスク中間体、情報記録媒体用基板について詳細に説明する。

[0031] 本実施形態の情報記録媒体用ディスク（以降、単に磁気ディスクという）は、下記説明する 4 つの形態の磁気ディスクを含む。

[0032] (第1の形態)

図1は、第1の形態である磁気ディスク1の外観形状を表す図である。図2は、磁気ディスク1の層構成を示す図である。磁気ディスク1は、板厚が0.51mm以下であり、図2に示すように、基板3と、被覆層5と、図示されない金属膜(後述)と、を備える。

[0033] 磁気ディスク1の板厚が0.51mm以下であることで、磁気ディスク1のHDD装置への搭載枚数を増やすことができ、HDD装置の記憶容量を増やすことができる。磁気ディスク1の板厚は、好ましくは0.50mm以下、0.48mm以下、0.46mm以下、0.45mm以下、0.43mm以下、0.42mm以下、0.40mm以下、0.38mm以下、0.35mm以下、0.32mm以下、0.30mm以下、0.28mm以下、0.25mm以下、0.22mm以下、0.20mm以下、0.18mm以下である。磁気ディスク1の板厚の下限値は、特に制限されないが、例えば0.15mmである。

[0034] 基板3は、内孔が設けられた円環状の板材である。基板3は、一方の主表面3aおよび他方の主表面3bを有し、さらに両主表面3a、3bをつなぐ側壁面(不図示)を有する。主表面3a、3bは、互いに平行な一対の面である。側壁面は、基板3の外周端部及び内周端部のそれぞれにある。

[0035] 被覆層5は、基板3の両主表面3a、3bおよび側壁面を被覆する層である。

[0036] 磁気ディスク1は、ヤング率 E [GPa] 及び密度 d [g/cm³] から計算される比弾性率 E/d [10⁶・m²/s²] が40以上であることが好ましい。比弾性率 E/d が大きくなるほど、フラッタリング(フラッタ振動)は少なくなることが知られている。磁気ディスク1の比弾性率 E/d が40以上であると、高速回転したときの磁気ディスク1のフラッタリングは大きく抑制される。

[0037] 磁気ディスク1のヤング率 E は、日本工業規格JIS R1602-1995に基づいて測定することができる。なお、試験片は、磁気ディスク1か

ら長さ50mm、幅10mm、厚さを磁気ディスク1の板厚と同じ厚さの直方体として切り出し、常温で測定することができる。また、磁気ディスク1の密度 d は、基板3の密度を d_1 、基板3の板厚を t 、被覆層5の密度を d_2 、被覆層5の板厚を T としたとき、 $d = \{ (d_1 \times t) + (d_2 \times 2T) \} / (t + 2T)$ で計算される。なお、磁気ディスク1は、磁性層（磁気記録層）を含む金属膜を備えるが、金属膜の膜厚は100nm以下程度であるため、金属膜は、磁気ディスク1の板厚において無視することができ、比弾性率 E/d や、後述する最大振幅及び積 $F \cdot D$ 等の磁気ディスク1の特性において無視することができる。

[0038] 磁気ディスクの1の比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] は、好ましくは25.0以上、27.0以上、28.0以上、37.5以上、38.2以上、38.5以上、39.0以上、さらに好ましくは40.0以上、41.0以上、45.0以上、65.0以上である。また、比弾性率 E/d の下限値は、特に制限されるものでないが、例えば20.0である。磁気ディスク1のヤング率 E は、比弾性率 E/d を高める観点から、75.0GPa以上であることが好ましく、78.0GPa以上、80GPa以上、86GPa以上、96.0GPa以上、101.0GPa以上、106.0GPa以上、110.0GPa以上、115.0GPa以上、120.0GPa以上であることがより好ましい。一方、ヤング率が高くても、密度が高いと、磁気ディスク1自体の重みで振動が大きくなる場合がある。そのため、磁気ディスク1の密度 d は、基板3がセラミックからなる場合には $4.5 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $4.0 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上、さらに $4.2 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $4.0 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上であることが好ましく、基板3がアルミニウム合金からなる場合には $2.90 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下 $2.65 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上、さらに $2.86 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下 $2.80 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上であることが好ましく、基板3がガラスからなる場合には $2.65 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $2.45 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上、さらに $2.60 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $2.50 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上であることが好ましい。

[0039] 第1の形態の磁気ディスク1は、磁気ディスク1の内周端部を固定した状

態で磁気ディスク1に対して、2[m秒]で30[G]の衝撃を磁気ディスク1の主表面の法線方向に与えたときの、磁気ディスク1の外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が0.25mm以下である。外部からの衝撃によって生じる振動は、回転する磁気ディスクとその周りの空気の流れによって生じる定常回転状態で生じる定常状態のフラッタ振動とは異なり、時間とともに減衰する。従来、磁気ディスクに大きな衝撃を与えたときの最大振幅を小さくすることにより、HDD内においてパーティクルの発生が抑制されることが知られている。パーティクルは、磁気ディスクが主表面の面外方向に変位する振動によって、HDD内のランプや、隣に並ぶ磁気ディスクと接触し、さらには、磁気ディスクの収容容器の天井面と接触することにより、磁気ディスクの接触した部分が欠け、発生する。しかし、板厚が0.51mm以下という薄さの磁気ディスクでは、小さな衝撃を受けたときでも振幅が大きくなり、HDD内のランプ等の他の部材との接触が起き、パーティクルの発生を抑制できない場合があることがわかった。そのため、第1の形態の磁気ディスク1では、30[G]の衝撃を与えたときの最大振幅を0.25mm以下に制限している。比弾性率 E/d が40以上であり、かつ、上記最大振幅が0.25mm以下である第1の形態の磁気ディスク1は、例えば、基板3及び被覆層5それぞれの材料及び厚さを調整することにより得ることができる。上記最大振幅は、磁気ディスク1の内周端部を固定した状態で磁気ディスク1に対して、2[m秒]で50[G]の衝撃を磁気ディスク1の主表面の法線方向に与えた際に、0.30mm以下であることが好ましい。小さな衝撃を受けたときの振幅が小さいことに加え、より大きな衝撃を受けたときの振幅も小さいことで、外部から受ける種々の衝撃に対しパーティクルの発生を効果的に抑えることができる。

[0040] 上記衝撃試験は、例えば、エア・ブラウン株式会社のAVEX-SM-110-MP型試験機により実施することができる。最大振幅の測定は、直径が95mmまたは直径が97mmの磁気ディスク1を用いて行うことが好ましい。衝撃試験の際に固定される磁気ディスク1の内周端部の部分は、直径25mmの円の

内側の領域（磁気ディスク1の中心から半径12.5mmの領域）と対応する部分であることが好ましい。このような内周端部の部分は、直径が95mmまたは直径が97mmの磁気ディスク1をHDD装置に組み付けたときに固定される内周端部の部分と略同一の大きさの領域である。

[0041] 第1の形態の磁気ディスク1によれば、比弾性率 E/d が40以上であり、衝撃試験を30[G]で行ったときの上記最大振幅が0.25mm以内であることにより、フラッタリングを抑制しつつ、HDD内でのパーティクルの発生を抑制することができる。

[0042] （第2の形態）

第2の形態の磁気ディスク1は、第1の形態の磁気ディスク1において、比弾性率 E/d が上記範囲にあることに代えて、下記説明する積 $F \cdot D$ が所定の範囲にある磁気ディスクであり、この点を除いて、第1の形態の磁気ディスク1と同様に構成される。

[0043] 第2の形態の磁気ディスク1は、1000から4000Hzにおける磁気ディスク1のフラッタ振動量の総和RSS（Root of Sum of Squares）で表されるフラッタリング特性 F [nm]と磁気ディスク1の板厚 D [mm]との積 $F \cdot D$ が47.0以下である。フラッタリング特性 F は、具体的に1000Hzから4000Hzの範囲内で周波数を変化させたときの振動量の総和であってフラッタ振動の振幅の二乗の積算値の平方根である。1000Hzから4000Hzの領域のRSSは、例えば、 ρ を磁気ディスク1の室温での密度 [g/cm³]、 Q を磁気ディスク1の3000Hzにおける室温での Q 値、 E を磁気ディスク1の室温でのヤング率 [GPa]とし、 ν を磁気ディスク1の室温でのポアソン比として、磁気ディスク1の $2 \cdot \rho (1 - \nu)^2 \cdot Q / E$ を25 [g/cm³/GPa]未満とすることにより低下させる（例えば80nm未満とする）ことができることが知られている（再表2020/032146号公報参照）。磁気ディスク1の外周端部における振幅は、 $\rho \cdot (1 - \nu)^2 / E / \xi$ （ ξ は磁気ディスク1の減衰比である）に比例し、減衰比 ξ は、 $1 / (2 \cdot Q)$ （ Q は Q 値である）と表されるので、上記

振幅は、 $2 \cdot \rho \cdot (1 - \nu)^2 \cdot Q / E$ に比例する。

[0044] Q値（品質係数（Quality Factor））は、1周期の間に振動する磁気ディスク1に蓄えられる振動エネルギーを、振動する磁気ディスク1から散逸するエネルギーで割ったもので、この値が小さいほど振動の減衰は大きい。例えば、3000HzにおけるQ値は以下のようにして得られる。まず、レーザドップラ振動計（LDV）を用いてスピNSTANDで回転させた磁気ディスク1に振動を発生させ、この磁気ディスク1の略外周端部にレーザを当てて振動を測定し、得られたデータを適宜フーリエ変換して周波数応答関数（横軸：周波数（単位：Hz）、縦軸：NRRO（Non Repeatable Runout 非反復振れ）Amplitude（単位：nm））を得る。次に、周波数応答関数において観察されるピークのそれぞれについて、半値幅法（NRROのピーク値から3dB低い値に対応する周波数 f_1 、 f_2 （ $> f_1$ ）と、当該ピーク値に対応する周波数 f_0 （共振周波数）と、を用いて算出する方法）を用いてQ値（ $= f_0 / (f_2 - f_1)$ ）を求める。得られた測定結果を、横軸周波数、縦軸Q値とするXY平面にプロットし、最小二乗法による直線近似を行い、近似直線を求める。求めた近似直線上においてあるいは必要に応じて近似直線を外挿して3000Hzの時のQ値を得ることができる。なお、レーザドップラ振動計による評価に用いる磁気ディスク1は、外径95～97mm、内径25mm、板厚0.51mm以下の範囲のものとする。また、磁気ディスクの回転数は6900rpm、測定位置は磁気ディスク中心からの半径位置が46.5～47.5mm（外周端から1mm内側）、室温にて測定される。

[0045] なお、1000Hz未満の周波数帯域のフラッタ振動については、昨今のヘッドのサーボ技術の進歩により影響が少なくなっており、他方、4000Hz超の帯域についてはそもそもフラッタ振動が小さい。したがって、1000～4000Hzの帯域についてのフラッタ振動を低減することが重要になっている。

[0046] 磁気ディスクの板厚が厚い場合は、振動の大きさは板厚の大きさに大きく

影響を受け、フラッターリングによる振動は抑制されるが、磁気ディスクの板厚が薄い場合は、フラッターリングによる振動は大きくなる。しかし、磁気ディスクの板厚が薄い場合であっても、フラッターリング特性 F [nm] と板厚 D [mm] との積 $F \cdot D$ [nm・mm] を 47.0 以下に制御することで、磁気ディスクと他の部材との接触による傷またはパーティクルの発生、さらには磁気ディスクへの読み書きエラーの発生を防止することができる。本発明者の検討によれば、板厚が薄い磁気ディスクの回転中のフラッターリングの大きさは、磁気ディスクの板厚を D としたとき、フラッターリング特性 F [nm] と板厚 D [mm] との積 $F \cdot D$ [nm・mm] を指標として評価することができ、上記積 $F \cdot D$ が 47.0 以下である場合に、高速回転したときの磁気ディスク 1 のフラッターリングを大きく抑制できることがわかった。そのため、第 2 の形態の磁気ディスク 1 では、上記積 $F \cdot D$ を 47.0 以下に制限している。すなわち、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下であることで、高速回転したときの磁気ディスク 1 のフラッターリングを大きく抑制できる。フラッターリング特性 F は、基板 3 及び被覆層 5 の材料および厚さに依存する特性である。したがって、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下である磁気ディスク 1 は、基板 3 及び被覆層 5 それぞれの材料及び厚さを調整することにより得ることができる。磁気ディスク 1 の直径が 95 mm である場合の、磁気ディスク 1 のフラッターリング特性 F は 80 nm 以下であることが好ましい。直径が 95 mm 以上である磁気ディスク 1 は、フラッターリングが大きくなりやすいため、このようにフラッターリング特性 F が小さいことは、フラッターリングを抑制する上で有効である。積 $F \cdot D$ は、板厚が 0.51.0 mm 以下の磁気ディスク 1 のフラッターリングを抑制する効果をさらに向上させる観点から、45.0 以下、43.0 以下、40.0 以下、さらに 35.0 以下、32.0 以下、さらに 30.0 以下、24.0 以下、20.0 以下であることがより好ましい。

[0047] 第 2 の形態の磁気ディスク 1 によれば、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下であり、衝撃試験を 30 [G] で行ったときの上記最大振幅が 0.25 mm 以内であることにより、フラッターリングを抑制しつつ、HDD 内でのパーティクルの

発生を抑制することができる。

[0048] (第3の形態)

第3の形態の磁気ディスク1は、第1の形態の磁気ディスク1において、上記衝撃試験における最大振幅が上記範囲にあることに代えて、上記積 $F \cdot D$ が47.0以下であり、かつ、被覆層5の厚さ T 、基板3の厚さ t 、及び厚さの比 T/t が所定の範囲にある磁気ディスクであり、この点を除いて、第1の形態の磁気ディスク1と同様に構成される。

[0049] 第3の形態の磁気ディスク1は、板厚方向の厚さに関して、基板3の厚さ t [mm] に対する基板3の両側の被覆層5それぞれの厚さ T [mm] の比 T/t は0.01~0.4であり、基板3の厚さ t は0.49mm以下であり、被覆層5の厚さ T は0.15mm以下である。比 T/t が0.4以下であることにより、磁気ディスク1の板厚が制限されていても、被覆層5の厚さ T が過度に厚くなることなく、基板3の厚さ t は確保される。これにより、磁気ディスク1の剛性は確保され、フラッタリングを抑制することに寄与する。一方、比 T/t が0.01以上であることにより、被覆層5の厚さ T が過度に薄くなることなく、これにより、磁気ディスク1の平坦度の悪化を抑制することができる。本発明者の検討によれば、磁気ディスク1を作製する際、被覆層5の表面に設けた金属膜の熱処理を行ったときに、被覆層5の厚さ T が過度に薄いと、被覆層5が局所的に基板3から剥がれ、その結果、磁気ディスク1の平坦度が悪化する場合があることがわかった。基板3の厚さ t が0.49mm以下であることにより、磁気ディスク1の板厚を0.51mm以下としつつ、被覆層5の厚さ T を確保しやすくなる。被覆層5の厚さ T が薄すぎると、上述のように磁気ディスク1の平坦度が悪化する場合がある。また、被覆層5の厚さ T が0.15mm以下であることにより、磁気ディスク1の板厚を0.51mm以下としつつ、基板3の厚さ t を確保しやすくなる。基板3の厚さ t が薄すぎると、上述のように磁気ディスク1の剛性を確保し難く、フラッタリングを抑制し難くなる。すなわち、磁気ディスク1の比 T/t 、厚さ t 、厚さ T が上記範囲にあることにより、磁気デ

ディスク1のフラッタリングを抑制しつつ、磁気ディスク1の表面性状の悪化を抑制できる。なお、以上の効果を有効に発揮させる観点から、基板3のヤング率は、被覆層5のヤング率よりも高いことが好ましい。

[0050] 上記比 T/t は、好ましくは0.01~0.4、0.01~0.3であり、より好ましくは0.085~0.3である。基板3の厚さ t は、好ましくは0.49mm以下であり、より好ましくは0.43mm以下、さらには0.38mm以下である。被覆層5の厚さ T は、好ましくは0.025mm以下、より好ましくは0.01mm以下、0.006mm以下である。

[0051] なお、磁気ディスク1の平坦度（JIS B0621-1984に規定される平面度）は $15\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下である。このような平坦度を有する磁気ディスク1は、高速回転させたときのフラッタリングをさらに少なくする効果が得られる。平坦度の測定は、例えば、干渉式平坦度測定機を使用し、所定の測定波長（例えば 680nm ）で位相測定干渉法（フェイズシフト法）により実施することができる。磁気ディスク1の板厚偏差（最大板厚と最小板厚の差）は、 $15\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下である。

[0052] 第3の形態の磁気ディスク1によれば、上記比 T/t が0.01~0.4であり、厚さ t が0.43mm以下であり、厚さ T が0.1mm以下であって、積 $F \cdot D$ が47.0以下であり、比弾性率 E/d が40以上であることにより、フラッタリングを抑制しつつ、磁気ディスク1のフラッタリングの抑制と良好な表面性状とを両立させることができる。

[0053] （第4の形態）

第4の形態の磁気ディスク1は、比弾性率 E/d が上記範囲にあることを要件としておらず、この点を除いて、第3の形態の磁気ディスク1と同様に構成される。

[0054] 第4の形態の磁気ディスク1によれば、上記比 T/t が0.01~0.4であり、厚さ t が0.43mm以下であり、厚さ T が0.1mm以下であって、積 $F \cdot D$ が47.0以下であることにより、フラッタリングを抑制しつ

つ、磁気ディスク1のフラッタリングの抑制と良好な表面性状とを両立させることができる。

[0055] 以上の第1～第4の形態の磁気ディスク1はそれぞれ、次のように追加的な構成を備えることが好ましい。

第1及び第2の形態の磁気ディスク1は、第3及び第4の形態の磁気ディスク1と同様に、比 T/t 、基板3の厚さ t 、被覆層5の厚さ T が構成されていることが好ましい。これにより、磁気ディスク1のフラッタリングの抑制と良好な表面性状とを両立させる効果が得られる。

第1の形態の磁気ディスク1は、第2、第3及び第4の形態の磁気ディスク1と同様の積 $F \cdot D$ を備えることが好ましい。これにより、フラッタリングを抑制する効果が増す。

第2及び第4の形態の磁気ディスク1は、第1及び第3の形態の磁気ディスク1と同様の比弾性率 E/d を備えることが好ましい。これにより、フラッタリングを抑制する効果が増す。

第3及び第4の形態の磁気ディスク1は、第1及び第2の形態の磁気ディスク1と同様の、衝撃を与えたときの最大振幅を備えることが好ましい。これにより、HDD内のパーティクルの発生を抑制する効果が得られる。

[0056] 磁気ディスク1は、上記したように、金属膜を備える。金属膜は、例えば、被覆層5の主表面上に、主表面に近いほうから順に積層された、付着層、下地層、磁性層（磁気記録層）、保護層、潤滑層を少なくとも備える。このうち、付着層、下地層、磁性層は、例えば、被覆層5の主表面を主表面とする積層基板を、真空引きを行った成膜装置内に導入し、DC（Direct Current）マグネトロンスパッタリング法にてAr雰囲気中で、被覆層5の主表面上に順次成膜される。付着層としては、例えばCrTiを用いることができ、下地層としては、例えばRuやMgOを含む材料を用いることができる。なお、適宜、軟磁性層やヒートシンク層が追加されてもよい。上記成膜後、例えばCVD（Chemical Vapor Deposition）法により C_2H_4 を用いて保護層を成膜し、同一チャンバ内で、表面に窒素を導入する窒化処理を行い、その後

、例えばP F P E（ポリフルオロポリエーテル）をディップコート法により保護層上に塗布することにより、潤滑層を形成することができる。このようにして磁気ディスク1を作製することができる。

[0057] 磁気ディスク1のより一層の高密度記録化のためには、磁気記録層は、磁気異方性エネルギーの高い磁性材料を含むことが好ましい。この点から好ましい磁性材料としては、F e - P t 系磁性材料またはC o - P t 系磁性材料を挙げることができる。なおここで「系」とは、含有することを意味する。すなわち、磁気ディスク1は、磁気記録層としてF e およびP t、またはC o およびP t を含む磁気記録層を有することが好ましい。かかる磁性材料を含む磁気記録層およびその成膜方法については、W O 2 0 1 1 / 0 1 9 0 1 0 A 1 の段落0 0 7 4 および同公報の実施例の記載を参照できる。また、そのような磁気記録層を有する磁気ディスク1は、エネルギーアシスト磁気記録方式（E A M R）と呼ばれる記録方式による磁気記録装置に適用することが好ましい。エネルギーアシスト記録方式の中で、近接場光等の照射により磁化反転をアシストする記録方式は熱アシスト磁気記録方式（H A M R）、マイクロ波によりアシストする記録方式はマイクロ波アシスト磁気記録方式（M A M R）と呼ばれる。それらの詳細については、W O 2 0 1 1 / 0 1 9 0 1 0 A 1 の段落0 0 7 5 を参照できる。なお、磁気記録層を形成するための磁性材料として、従来のC o P t C r 系材料を用いてもよい。

[0058] 第1の形態の磁気ディスク1の基板3及び被覆層5はそれぞれ、磁気ディスク1の比弾性率 E/d が40以上であり、衝撃試験を30[G]で行ったときの磁気ディスク1の最大振幅が0.25mm以下となるような材料から構成されることが好ましい。

第2の形態の磁気ディスク1の基板3及び被覆層5はそれぞれ、磁気ディスク1の積 $F \cdot D$ が47.0以下であり、衝撃試験を30[G]で行ったときの磁気ディスク1の最大振幅が0.25mm以下となるような材料から構成されることが好ましい。

第3の形態の磁気ディスク1の基板3及び被覆層5はそれぞれ、磁気ディ

スク 1 の比弾性率 E/d が 40 以上であり、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下となるような材料から構成されることが好ましい。

第 4 の形態の磁気ディスク 1 の基板 3 及び被覆層 5 はそれぞれ、磁気ディスク 1 の積 $F \cdot D$ が 47.0 以下となるような材料から構成されることが好ましい。

[0059] 基板 3 の材料は、磁気ディスク 1 の比弾性率 E/d を 40 以上とすることが容易な点で、好ましくは、セラミック、アルミニウム合金、及びガラスの材料のいずれかである。

セラミック材料は、炭化ケイ素 (SiC)、サファイア (Al_2O_3)、アルミナ (Al_2O_3)、窒化アルミニウム (AlN)、窒化ケイ素 (Si_3N_4)、炭化チタン (TiC) 及び窒化チタン (TiN) のいずれかであることが好ましく、中でも、磁気ディスク 1 の積 $F \cdot D$ を 47.0 以下とすることが容易な点で、炭化ケイ素 (SiC)、サファイア (Al_2O_3)、アルミナ (Al_2O_3) であることが好ましい。

アルミニウム合金材料は、 Si を 3.0～40.0 質量%の範囲で含有するアルミニウム合金または Fe を 0.1～5.0 質量%の範囲で含有するアルミニウム合金など、ヤング率 E [GPa] が 75 以上の高い剛性を有するものが好ましい。

ガラス材料は、シリカ (SiO_2) を高純度 (例えば 90 質量%以上) で含むシリカ系ガラス、酸化アルミニウム成分 (Al_2O_3) を 20 質量%以上含有するアルミノシリケートガラス、結晶化ガラスなど、ヤング率 E [GPa] が 80 以上の高い剛性を有するものが好ましい。

[0060] 被覆層 5 は、好ましくは、ガラス又はニッケル合金である。

ガラス材料は、研削や研磨による表面性状の調整がしやすい点で好ましい材料である。ガラス材料には、アルミノシリケートガラス、ソーダライムガラス、ソーダアルミノ珪酸ガラス、アルミノボロシリケートガラス、ボロシリケートガラス、ポリシラザン SiO_2 などが好ましく用いられる。また、ガラス材料は、磁性層の熱処理を行う際の耐熱性を確保する観点から、ガラス

転移点 (T_g) が、好ましくは 750°C 以上であり、より好ましくは 770°C 以上である。

ニッケル合金は、基板 3 の剛性を補って磁気ディスク 1 の剛性を高められる点で好ましい材料である。ニッケル合金には、ニッケルリン (NiP) 合金が好ましく用いられ、さらに磁気ディスク製造時の加熱による磁化を防止するため、タングステンWを10～30質量%の範囲で含有するNiWP系めっき被覆層、またはモリブデンMoを0.1～10質量%の範囲で含有するNiPMo系めっき被覆層が好ましく用いられる。

[0061] 基板 3 及び被覆層 5 の材料の好ましい組み合わせとして、例えば、

- ・ アルミナ等のセラミック (基板) と、ガラスまたはニッケル合金 (被覆層) 、
- ・ 高剛性アルミニウム合金 (基板) と、ガラスまたはニッケル合金 (被覆層) 、
- ・ 高剛性ガラス (基板) と、ガラスまたはニッケル合金 (被覆層) 、

が挙げられる。ここで、高剛性アルミニウム合金及び高剛性ガラスとは、磁気ディスク 1 の比弾性率 E/d が 40 以上となる、あるいは、板厚が 0.51 mm 以下の磁気ディスク 1 において衝撃試験を 30 [G] で行ったときの磁気ディスク 1 の最大振幅が 0.25 mm 以下、好ましくは衝撃試験を 50 [G] で行ったときの磁気ディスク 1 の最大振幅が 0.30 mm 以下となるアルミニウム合金又はガラスをいう。上記のように、高剛性アルミニウム合金材料は、Siを3.0～40.0質量%の範囲で含有するアルミニウム合金またはFeを0.1～5.0質量%の範囲で含有するアルミニウム合金など、ヤング率 $E\text{ [GPa]}$ が 75 以上の高い剛性を有するものが好ましい。また、高剛性ガラス材料は、シリカ (SiO_2) を高純度 (例えば 90 質量%以上) で含むシリカ系ガラス、酸化アルミニウム成分 (Al_2O_3) を 20 質量%以上含有するアルミノシリケートガラス、結晶化ガラス、単結晶ガラスなど、ヤング率 $E\text{ [GPa]}$ が 80 以上の高い剛性を有するものが好ましい。

[0062] 一方、高剛性アルミニウム合金以外のアルミニウム合金あるいは高剛性ガラス以外のガラスを基板の材料として用いた場合には、被覆層と組み合わせた場合であっても磁気ディスク1の板厚が0.51mm以下では所望の耐衝撃性やフラッタリング特性を得ることができない。

[0063] 第1～第4の形態の磁気ディスク1はそれぞれ、下記説明する構成をさらに備えることが好ましい。

[0064] 磁気ディスク1の板厚D [mm] および比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] と、25℃で測定される3000Hzにおける磁気ディスク1のQ値である Q_a とが以下の式1：

$$65.0 < (Q_a \times E/d) / 1000 \times D < 270.0 \quad (\text{式1})$$

を満たすことが好ましい。本発明者の検討によれば、特に磁気ディスク1が比弾性率 E/d が小さい場合に、式1を満たしていると、積 $F \cdot D$ が小さくなりやすくなることがわかった。例えば、比弾性率 E/d が75 [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] 未満の磁気ディスク1では、式1を満たすことにより、積 $F \cdot D$ が40.0以下になりやすく好ましい。積 $F \cdot D$ が小さい磁気ディスク1は、板厚が0.51mm以下である磁気ディスク1においてフラッタリングを抑制する効果がさらに向上する点で好ましい。式1を満たすことにより、剛性が比較的low、最大振幅が大きい磁気ディスク1であっても、フラッタリングを抑えた板厚の薄い磁気ディスク1が得られる。

[0065] 一方で、磁気ディスク1の板厚D [mm] および比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] と、25℃で測定される3000Hzにおける磁気ディスク1のQ値である Q_a とが以下の式2：

$$150 < (Q_a \times E/d) / 1000 \times D < 700 \quad (\text{式2})$$

を満たすことも好ましい。本発明者の検討によれば、特に磁気ディスク1が比弾性率 E/d が大きい場合に、式2を満たしていると、積 $F \cdot D$ が小さくなりやすくなることがわかった。例えば、比弾性率 E/d が75 [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] 以上の磁気ディスク1では、式2を満たすことにより、積 $F \cdot D$ が40.0以下になりやすく好ましい。積 $F \cdot D$ が小さい磁気ディスク1は、板

厚が0.51mm以下である磁気ディスク1においてフラッタリングを抑制する効果がさらに向上する点で好ましい。

[0066] 図3は、被覆層5の断面を示す反射電子(BSE)像である。図3に示すように、被覆層5は、ガラスを材質とし、さらに、基板3との界面5a(基板3の主表面3aと接する面)から板厚方向(図3の上下方向)に、被覆層5の厚さTの少なくとも5%の深さ領域に位置する界面層領域Taに結晶相5cを含むことが好ましい。結晶相5cは、図3において、被覆層5中、被覆層5の界面5a近傍の白っぽく見える部分(図3の矩形で囲んだ部分を参照)である。本発明者の検討によれば、界面層領域Taに結晶相5cが含まれていることで、被覆層5が基板3に対し強固に結着し、基板3から剥がれ難いことがわかった。このような被覆層5を磁気ディスク1が備えていることにより、磁性層の熱処理を行った際の被覆層5の局所的な剥がれを抑制でき、磁気ディスク1の平坦度が悪化することを抑制できる。

[0067] この場合に、図3に示すように、界面層領域Taの板厚方向の断面において、板厚方向と直交する被覆層5の延在方向(図3の左右方向)の単位長さあたり合計50%以上の長さの領域に結晶相5cは存在することが好ましい。このように界面5a近傍に結晶相5cが高い密度で存在することで、被覆層5の基板3からの剥がれを抑制する効果が大きくなる。結晶相5cが存在する合計の領域は、上記単位長さあたり、好ましくは70%以上であり、より好ましくは90%以上である。このような結晶相を高い密度で含む界面層領域Taを得るためには、例えば、被覆層5となるガラスを基板3の表面に塗布後、所定時間(例えば30~120分)、所定温度(例えば700~1200℃)に保持することが好ましい。

[0068] 被覆層5は、ガラスを材質とし、さらに、被覆層5の基板3との界面5aと反対側の表面(被覆層5の主表面)5bから板厚方向(図3の上下方向)に、被覆層5の厚さTの少なくとも5%の深さ領域に位置する表層領域Tbに結晶相5cを含まないことが好ましい。結晶相5cをなすガラスは、非晶質相(図3において結晶相5cの周りの暗く見える被覆層5の部分)をなす

ガラスと比べ硬く、削り難い。そのため、基板3の主表面に形成した被覆層5を研削又は研磨したときに、不均一な表面性状となり、磁気ディスク1の表面性状を悪化させるおそれがある。このような結晶相を含まない、あるいは、結晶相の少ない表層領域Tbを得るためには、例えば、被覆層5となるガラスを基板3の表面に塗布後、所定時間、所定温度で保持した後の冷却速度を速くする（例えば10～30℃/分）ことが好ましい。なお、結晶相が少ないとは、結晶相が存在する領域が、被覆層5の延在方向の単位長さ当たり例えば合計10%以下の長さ領域であることをいう。

[0069] 基板3の主表面3a、3bの算術平均粗さRa（JIS B0601：2001）は0.01～0.75μmであることが好ましく、0.05～0.5μmであることがより好ましい。このような算術平均粗さRaを有する基板3の主表面3a、3bには、比較的大きな凹凸が存在しており、基板3と接する被覆層5の部分が、そのうちの凹部に入り込んでいることで、被覆層5を基板3に強固に結着させるアンカー効果が得られる。そのため、被覆層5が基板3から剥がれるのを抑制する効果は向上する。特に、ガラスからなる被覆層5の界面層領域Taでは、基板3の主表面3a、3bの凹凸と接する部分を起点として結晶成長が起こりやすいことが本発明者により確認されている。そのため、基板3の主表面3a、3bの算術平均粗さRaが上記範囲にあると、被覆層5の界面層領域Taに結晶相5cを多く形成させることができ、被覆層5を基板3に対しより強固に結着させることができる。

[0070] 基板3の表面は被覆層5により被覆されているが、基板3の主表面3a、3bの断面画像を取得することができ、算術平均粗さRaを求めることができる。具体的には、まず、磁気ディスク1の主表面を、イオンポリッシング法を用いて、磁気ディスク1の中心を通り主表面に垂直な面で切出して、基板3の主表面3a、3bが露出した試料を作成する。この断面について、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて例えば5000倍の倍率の断面画像を得る。当該画像から、基板3の、被覆層5と接する界面を形成する基板3の主表面3a、3bの凹凸曲線を、例えば断面画像の二値化処理あるいは目視に

よるトレース処理を行って取得し、当該凹凸曲線上の任意の場所にある幅 $20\ \mu\text{m}$ の領域を抽出して算術平均粗さ R_a を求める。

[0071] 被覆層 5 の基板 3 との界面 5 a と反対側の表面（被覆層 5 の主表面） 5 b から基板 3 までの板厚方向の距離の最大値と最小値の差は $7.5 \sim 12.5\ \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $8.5 \sim 11.5\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。このような磁気ディスク 1 は、基板 3 の主表面 3 a、3 b に大きな凹凸を有しているので、被覆層 5 の基板 3 に対するアンカー効果が大きくなり、被覆層 5 の基板 3 からの剥がれを抑制する効果は大きくなる。被覆層 5 の主表面と基板 3 との距離は、基板 3 の主表面 3 a、3 b の算術平均粗さ R_a を求める上述の方法に従い、基板 3 及び被覆層 5 の主表面の凹凸曲線を取得し、例えば、当該凹凸曲線上の任意の場所にある幅 $20\ \mu\text{m}$ の領域を抽出して求めることができる。

[0072] 図 4 は、積層基板の断面である。図 4 に示すように、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて例えば 200 から 500 倍の倍率で撮影された積層基板の断面画像において、基板 3 の主表面 3 a、3 b は、当該主表面 3 a、3 b の中心を通る基板 3 の板厚方向（図 4 の上下方向）の断面形状を示す断面曲線から得られるうねり曲線において凹凸が交互に繰り返し表れる部分を有していることが好ましい。この場合に、板厚方向と直交する被覆層 5 の延在方向（図 4 の左右方向）の凹凸の繰り返し単位の長さ P （図 4 において、対応する基板 3 の主表面 3 a の長さを P で示す）は $100 \sim 150\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。本発明者の検討によれば、凹凸の繰り返し単位の長さ P が $100 \sim 150\ \mu\text{m}$ であると、被覆層 5 の基板 3 に対して強固に結着する効果が大きくなることが確認されている。図 4 の顕微鏡写真の下端部に付加したスケールバーは $100\ \mu\text{m}$ の長さを示す。うねり曲線は、基板 3 の主表面 3 a、3 b の表面性状を測定し、測定結果として得られる断面曲線から算出することができる。具体的には、触針式の測定装置（JIS B0651:2001）を用いて測定を行い、断面曲線を得る。そして、JIS B0632:2001 に準じて、所定のカットオフ値（ λ_c および λ_f ）を設定し、 λ

cと λf との間の波長成分のみを通過させる位相補償フィルタ（帯域フィルタ）を断面曲線に適用することで、 λc と λf との間の波長成分からなるうねり曲線を算出する。凹凸の繰り返し単位の長さは、例えば、測定長さの範囲内に表れる凹凸の長さ（うねり曲線の波長）Pの平均である。

[0073] 基板3の側壁面における被覆層5の厚さT2は、基板3の主表面3a、3bにおける被覆層5の厚さT1よりも厚いことが好ましい。基板3側壁面における被覆層5の厚さT2が厚いことにより、磁気ディスク1の側壁面において基板3を被覆層5で確実に被覆して基板3が露出することを防止することができる。磁気ディスク1の外周端部に面取面が形成されていると、衝撃試験を30[G]で行ったときの上記最大振幅が0.25mm以下であることによりHDD内でパーティクルの発生を抑制する効果が向上する。面取面とは、磁気ディスク1の両主表面と接続する、磁気ディスク1の側壁面の両端部に形成された、板厚方向に対し傾斜した方向に延びる面である。なお、基板3の側壁面における被覆層5の厚さT2は、板厚方向に厚さの分布を有している場合は、最大厚さをいう。被覆層5の厚さT2と厚さT1の比 $T2/T1$ は、面取面を確保しつつ、基板3の主表面方向の長さを確保して磁気ディスク1の剛性を良好に保つ観点から、1.01～1.5であることが好ましく、1.05～1.15であることがより好ましい。

[0074] 磁気ディスク1の直径は95mm以上（公称3.5インチ規格以上）であることが好ましい。このように直径の大きい磁気ディスク1は、広い面積で磁性層を設けられるのでHDD装置の記憶容量を増やすことに寄与する反面、フラッタリングが大きくなりやすく、読み取り書き込みの不具合が発生しやすい。また、外部からの衝撃により生じる磁気ディスク1の振動の振幅は、磁気ディスク1の外径が大きいほど大きくなるとともに、減衰はしにくくなる。本実施形態の磁気ディスク1は、上述のように、フラッタリングが抑制されているので、HDD装置における読み取り書き込みの不具合を抑制しつつ記憶容量を増やすことができる。また、衝撃試験を30[G]で行ったときの磁気ディスク1の上記最大振幅が0.25mm以下である場合は、磁

気ディスク1の直径が大きくても、上述したように、HDD内でのパーティクルの発生は抑制される。磁気ディスク1の直径の上限は、特に制限されないが、例えば、98mmである。

[0075] 磁気ディスク1の内孔の直径は、例えば、25mm、20mmであり、磁気ディスク1の直径が95mm以上である場合の内孔の直径は、好ましくは25mmである。

[0076] 基板3の主表面3a、3bの表面粗さの最大高さRz（JIS B 0601：2001）は0.1～50μmであることが好ましく、5～50μmであることがより好ましい。最大高さRzが上記範囲にある基板3の主表面3a、3bには、局所的に大きな凹凸が存在しており、基板3と接する被覆層5の部分が、そのうちの凹部に深く入り込んでいることで、被覆層5を基板3に強固に結着させるアンカー効果が増す。また、ガラスからなる被覆層5の界面層領域Taにおいて、基板3の大きな凹凸と接する部分を起点として結晶成長を容易に起こさせることができる。基板3の主表面3a、3bの表面粗さの最大高さRzは、基板3の主表面3a、3bの算術平均粗さRaを求める上述の方法に従い走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて5000倍の倍率の断面画像を取得し、具体的には、当該画像から基板3と被覆層5の界面に平均線を引き、界面の長さ方向に対して20μmの範囲において界面で最も高い点を通る平均線に並行な線と、界面で最も低い点を通る平均線に並行な線の距離を最大高さRzとすることができる。

[0077] （ディスク中間体）

次に、一実施形態のディスク中間体について説明する。

本実施形態のディスク中間体は、上記説明した板厚0.51mm以下の磁気ディスク1を形成するための素板となる、板厚が0.59mm以下の板材である。磁気ディスク1は、例えば、ディスク中間体の主表面を研磨し、さらに、磁性層を含む金属膜を形成することで作製される。

ディスク中間体は、基板と、被覆層とを備える。

基板は、一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつな

ぐ側壁面を有する板である。基板は、磁気ディスク1の基板3と同様に構成される。

被覆層は、基板の両主表面および側壁面を被覆する層である。被覆層は、その厚さ及び表面性状を除いて、磁気ディスク1の被覆層5と同様に構成される。

ディスク中間体は、板厚方向の厚さに関して、基板の厚さ t [mm] に対する被覆層それぞれの厚さ T [mm] の比 T/t は $0.1 \sim 0.75$ であり、基板の厚さ t は 0.43 mm 以下であり、被覆層の厚さ T は 0.15 mm 以下である。ディスク中間体の比 T/t 、厚さ t 、厚さ T が上記範囲にあることにより、ディスク中間体から作製された磁気ディスク1のフラッタリングを抑制しつつ、磁気ディスク1の表面性状の悪化を抑制する効果が得られる。

ディスク中間体はヤング率 E [GPa] 及び密度 d [g/cm³] から計算される比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] が 40 以上である。比弾性率 E/d が 40 以上であることで、ディスク中間体から作製した磁気ディスク1において、高速回転したときのフラッタリングが大きく抑制される。

[0078] (情報記録媒体用基板)

次に、一実施形態の情報記録媒体用基板について説明する。

本実施形態の情報記録媒体用基板（以降、磁気ディスク用基板あるいは基板という）は、上記説明した磁気ディスク1に用いられる、上記説明した基板3であって、セラミック、アルミニウム合金、及びガラスのいずれか1種の材料からなる基板である。セラミック、アルミニウム合金、及びガラスは、上述したセラミック、アルミニウム合金、及びガラスと同様である。このような基板3を用いて作製した磁気ディスク1によれば、上述した磁気ディスク1の効果が得られる。

[0079] (磁気ディスク及びディスク中間体、基板の作製方法)

以上の磁気ディスク1及びディスク中間体、基板3は、例えば、以下の処理を行って作製することができる。まず、基板3の素板となる、基板3の元

材が作製される。この後、基板 3 の元材に形状加工が施される。次に、基板 3 の元材の表面に被覆層 5 が形成され、基板 3 に被覆層 5 を積層した積層基板が得られる。この後、端面の研磨、主表面の研削、主表面の第 1 研磨、及び、主表面の第 2 研磨が積層基板に施される。上記ディスク中間体は被覆層を形成した後の状態のもの（積層基板）であり、端面の研磨、主表面の研削または研磨が施されたものであってもよい。なお、以上の処理を常に行う必要はなく、以上の処理の順序を適宜入れ替えてもよく、適宜省略してよい。例えば上記のうち、端面研磨、主表面の第 2 研磨については実施されなくてもよい。最後に実施された処理の後、磁性層を含む金属膜が積層基板の主表面に形成される。以下、各処理について、説明する。

[0080] (a) 基板の元材の作製

基板 3 の元材は、好ましくは、セラミック、アルミニウム合金又はガラスの円柱状の塊であるワークをスライスする方法により用意される。基板材料の塊をスライスすることで、板厚の薄い複数の基板 3 の元材を効率よく作製することができる。また、ワークをスライスする切断刃や切断時間を調整することで、スライスされた基板 3 の元材の主表面を所望の表面性状に調節し、磁気ディスク 1 の基板 3 について上記説明した算術平均粗さ R_a 及び最大高さ R_z の範囲を得ることができる。また、基板 3 について取得されるうねり曲線において、上記説明した凹凸の繰り返し単位の長さの範囲を得ることができる。磁気ディスク 1 において、基板 3 の表面は被覆層 5 で被覆されており、磁気ディスク 1 の表面性状は被覆層 5 の研削又は研磨により調整できるので、基板 3 の元材の主表面の研削又は研磨を省略することができ、磁気ディスク 1 の生産性を向上させることができる。基板 3 の元材は、上記スライスする方法に代えて、プレス成型等の他の方法により作製されてもよい。

[0081] (b) 形状加工

次に、形状加工が行われる。形状加工では、まず、基板 3 の元材の作製後、公知の加工方法を用いて円孔と外周を形成することにより、円孔があいた円盤形状の基板 3 を得る。その後、基板 3 の端面の面取りを実施する。これ

により、基板 3 の端面には、主表面 3 a, 3 b と接続し板厚方向に傾斜した面取面を含む側壁面が形成される。面取工程では、縞型砥石を用いて基板 3 の端面を研削することによって、面取面を含んだ側壁面を形成してもよい。なお、形状加工は、上記スライスを行う前の基板材料の塊に対して行ってもよい。すなわち、基板 3 の元材は、形状加工された基板材料の塊を用いて作製されてもよい。この場合、基板 3 の元材を作製後の形状加工は省略される。

[0082] (c) 被覆層の形成

次に、被覆層 5 が形成される。ガラスの被覆層 5 は、例えば、ガラスペーストを基板 3 の表面に吹き付け、焼成することにより形成される。具体的には、ノズル開口部からガラスペーストを基板 3 の表面に吹き付けながらノズルを基板 3 に対し相対移動させることにより、 $10 \sim 300 \mu\text{m}$ の範囲の厚みで基板 3 にガラスペーストがコーティングされる。塗布後、ガラスペーストに用いた材質に応じてガラス転移温度以上の温度で加熱し、その後所定の速度で冷却することでガラスに残留する歪が無い状態で被覆層 5 を形成することができる。具体的には冷却時間は加熱時間よりも長い時間で設定される。このようにして被覆層 5 は形成され、積層基板が作製される。なお、塗布されるガラスの厚さは、研削又は研磨の取り代を考慮して定められ、例えば $10 \sim 300 \mu\text{m}$ 、好ましくは $40 \sim 150 \mu\text{m}$ とされる。

[0083] (d) 端面研磨

次に積層基板の端面研磨が行われる。端面研磨は、例えば研磨ブラシと積層基板の外周端面及び内周端面との間に遊離砥粒を含む研磨液を供給して研磨ブラシと積層基板とを相対的に移動させることにより研磨を行う処理である。端面研磨では、積層基板の内周端面及び外周端面を研磨対象とし、内周端面及び外周端面を鏡面状態にする。

[0084] (e) 研削（粗研削、精研削）

粗研削では、積層基板の両側の主表面の研削が行われる。研削材として、例えば遊離砥粒が用いられる。粗研削では、積層基板が目標とする板厚寸法

及び主表面の平坦度に略近づくように研削される。なお、粗研削は、成形された積層基板の寸法精度あるいは表面粗さに応じて行われるものであり、場合によっては行われなくてもよい。

次に、積層基板の主表面に精研削が施される。例えば、遊星歯車機構の両面研削装置を用いて、積層基板の主表面に対して研削を行う。この場合、例えば固定砥粒を定盤に設けて研削する。あるいは遊離砥粒を用いた研削を行うこともできる。なお、精研削は、場合によっては行なわれなくてもよい。

[0085] (f) 第1研磨(粗研磨)

次に、積層基板の主表面に第1研磨が施される。第1研磨は、遊離砥粒を用いて、定盤に貼り付けられた研磨パッドを用いる。第1研磨は、例えば固定砥粒による精研削を行った場合に主表面に残留したクラックや歪みの除去をする。第1研磨では、主表面の端部の形状が過度に落ち込んだり突出したりすることを防止しつつ、主表面の表面粗さ、例えば算術平均粗さ R_a を低減することができる。

第1研磨に用いる遊離砥粒は特に制限されないが、例えば、酸化セリウム砥粒、あるいはジルコニア砥粒などが用いられる。なお、第1研磨は、場合によっては行なわれなくてもよい。

[0086] (g) 第2研磨(鏡面研磨)

次に、積層基板に第2研磨が施される。第2研磨は、主表面の鏡面研磨を目的とする。第2研磨においても、第1研磨と同様の構成の研磨装置を用いて研磨する。第2研磨では、第1研磨に対して遊離砥粒の種類及び粒子サイズを変え、樹脂ポリッシャの硬度が軟らかいものを研磨パッドとして用いて鏡面研磨を行う。こうすることで主表面の端部の形状が過度に落ち込んだり突出したりすることを防止しつつ、主表面の粗さを低減することができる。主表面の粗さは、算術平均粗さ R_a (JIS B 0601 2001) は、0.2 nm以下であることが好ましい。この後、積層基板は洗浄される。

[0087] この後、積層基板の主表面に、付着層、下地層、磁性層(磁気記録層)、保護層、潤滑層を順に積層し、金属膜を形成することにより、磁気ディスク

1 が製造される。そして、磁気ディスク 1 と、磁気ヘッドとを含む HDD が製造される。

[0088] ここで、基板 3 の材料として、上述の高剛性アルミニウム合金材料を用いた場合の磁気ディスク 1 の製造方法について説明する。高剛性アルミニウム合金には、例えば、S i を 3. 0 ～ 4 0. 0 質量% の範囲で含有するアルミニウム合金または F e を 0. 1 ～ 5. 0 質量% の範囲で含有するアルミニウム合金を用いることができる。ニッケル合金の膜には、例えば、少なくともリンを含む N i - P (ニッケル-リン) 系合金のめっき膜を用いることができる。

[0089] まず、高剛性アルミニウム合金の板材から円盤形状の元材を切り出し、所定の温度及び時間で加熱して焼鈍し、その後、主表面の切削加工と端面の形状加工を行う。端面の形状加工においては、総型バイトや一本バイトなどの工具を用いて端面を所定の形状に研削又は切削加工する。焼鈍は端面や表面の加工後に行ってもよい。その後、ニッケル合金のめっき膜を例えば 3 ～ 7 0 μ m の厚さで表面に形成し、積層基板を作製する。ここで、めっき膜の厚みは積層基板全体の厚みに対して十分小さいので、研削又は切削加工により形成した端面の形状は、めっき膜の形成後もほぼ同形状で維持される。その後、積層基板の表面を研磨する。研磨加工工程は、表面品質向上と生産性向上の両立の観点から、上記説明した積層基板の研磨と同様に 2 段階以上の研磨工程を採用するのが好ましい。具体的な研磨方法については、第 1 研磨 (粗研磨) でアルミナ砥粒を含む研磨液を用いることが好ましい点を除き、上記説明した積層基板の研磨とほぼ同様にできる。

[0090] (実験 1)

第 1 の形態の磁気ディスク 1 の効果を調べるため、仕様の異なる磁気ディスクを種々作製した。

[0091] (磁気ディスクの作製)

直径 1 0 0 m m、長さ 3 0 m m の円筒状の基板材料の塊を、切断刃を用いてスライスして基板の元材を作製し、作製した基板の元材に直径 2 5 m m の

円孔と直径9.5mmの外周を形成し、基板を作製した（実施例11～14、17、18、比較例11、12、15）。このうち、実施例17を除いて、基板の表面にガラスペーストを基板の表面に吹き付け、焼成することにより被覆層を形成し、積層基板を得た。なお、実施例17は、基板の表面全体を覆うように、NiPの膜を無電解めっきにより形成した。

これとは別に、上記した要領で、アルミニウム合金の板材から切り出した円盤形状の元材を、焼鈍、主表面の切削加工、端面の形状加工を行って基板を作製し、基板の表面全体を覆うように、NiPの膜を無電解めっきにより形成した（実施例16、比較例13、14）。

各実施例及び比較例の積層基板に、端面研磨、研削、第1研磨、第2研磨を施した。

得られた各実施例及び比較例の積層基板に、さらに、主表面に磁性層を含む金属膜（厚さ30nm以下）を形成し、磁気ディスクを作製した。

[0092] 表中に示した基板及び被覆層の材質の組成あるいは種類は、下記の通りである。

（基板）

- ・「高剛性アルミ合金1」：Siを3.0～40.0質量%含むアルミニウム合金
- ・「高剛性ガラス1」：SiO₂を90質量%以上含むシリカ系ガラス
- ・「高剛性ガラス2」：結晶化ガラス
- ・「ガラス」：アルミノシリケートガラス
- ・「アルミ合金」：Mgを3.5質量%以上含むアルミニウム合金

（被覆層）

- ・「ガラス」：パーヒドロポリシラザン
- ・「NiP」：少なくともPを3～10質量%含み、残部がNiのニッケル合金

[0093] （比弾性率E/d）

磁気ディスクの比弾性率E/dを、上記した要領で求め、比弾性率E/d

が40以上である場合を、十分な剛性を有し、フラッタリングを抑制できると評価し、40未満である場合をフラッタリングを抑制する効果は小さいと評価した。

[0094] (最大振幅)

磁気ディスクを、高速度カメラを備える評価装置に取り付けて最大振幅を求めた。この評価装置では、任意の大きさの外部衝撃（加速度）を加えることが可能であり、それに伴い発生する磁気ディスクの外周端部の動き（振動）を動画として撮影することができる。そして、その動画を解析することで、主表面の法線方向における外周端部の変位を測定することができる。

この評価装置を用いて、磁気ディスクに対して2[m秒]で30[G]の衝撃を、磁気ディスクの主表面の法線方向に加える衝撃試験を行い、外周端部の主表面の法線方向への振動を測定した。測定結果である波形データから、磁気ディスクの外周端部の変位量0の中心に対して法線方向のいずれかの向きにおける最大変位量を最大振幅として求めた。同じ要領で、衝撃の大きさを50[G]にして衝撃試験を行い、最大振幅を求めた。

[0095] なお、実際のHDDでは、磁気ヘッドのランプロード機構のためのランプが組み込まれており、各磁気ディスクを装着した際に、両主表面から0.25mmの隙間が空くようになっている。すなわち、ランプ間の磁気ディスクが入る隙間は磁気ディスクの厚み+0.5mmである。実際のHDDでは、磁気ディスクの厚さが変化してもこの隙間が一定となるように設計されている。一方、評価装置にはこのランプは設けられていない。したがって、磁気ディスクの振動によって、実際のHDDにおいてランプ等の他の部材（隣接する磁気ディスク、ランプ、あるいはHDDの収納容器）に接触するか否かの判断は、磁気ディスクの振動の最大振幅で判断され、最大振幅が0.25mm以下であれば、ランプとの接触は起こらないと判断することができる。最大振幅が0.25mmを越える場合、別の部材と接触する可能性がきわめて高い。最大振幅は、3枚の磁気ディスクについて調べ、各最大振幅の平均値を用いた。本件の評価では、磁気ディスクは回転しておらず静止状態で評

価した。

[0096] (品質評価)

作製した磁気ディスクの品質評価は、市販されているHDDを分解して、各実施例及び比較例の磁気ディスクとスペーサをスピンドルに取り付け、さらにエンジニアリングプラスチック製の模擬のランプ部材を磁気ディスク表面に張り出すように取りつけた。ランプ部材と磁気ディスクとの隙間は、0.25mmの隙間が空くようにした。そして、磁気ディスクを留めた状態のまま、2[m秒]で30[G]の衝撃を磁気ディスク1の主表面の法線方向に加える衝撃試験を行った。この試験は、磁気ディスク1の外周端部とランプ部材とを数回以上あえて衝突させる加速試験である。その後、磁気ディスク表面のランプ部材と接触した周辺のパーティクル分布を観察した。なお、数値化困難のため、相対評価とした。

ランク1：パーティクルがほとんどなし

ランク2：パーティクルの数が中程度

ランク3：パーティクルの数が多い

下記表1にその評価結果を示す。

ランクの値が小さい程、品質評価が優れていることを意味し、ランク1が最高評価を表わす。

[0097]

[表1]

	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14	比較例 15	実施例 16	実施例 17
板厚(mm)	0.35	0.42	0.26	0.17	0.15	0.43	0.43
基板の材質	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	高剛性アルミ合金 1	高剛性ガラス 1
被覆層の材質	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	NiP	NiP
ヤング率 E(GPa)	277	298	259	263	273	114	105
密度 d(g/cm ³)	3.52	3.62	3.43	3.45	3.50	2.8	2.58
比弾性率 E/d(×10 ⁶ m ² /s ²)	78.8	82.4	75.5	76.2	78.0	40.7	40.7
最大振幅 (mm)(30G)	0.16	0.11	0.21	0.25	0.27	0.18	0.16
最大振幅 (mm)(50G)	0.22	0.18	0.28	0.32	0.34	0.25	0.22
品質評価	ランク 1	ランク1	ランク1	ランク2	ランク3	ランク1	ランク1

[0098] [表2]

	実施例 18	比較例 11	比較例 12	比較例 13	比較例 14
板厚(mm)	0.4	0.5	0.5	0.5	0.635
基板の材質	高剛性 ガラス 2	ガラス	ガラス	アルミ合 金	アルミ合 金
被覆層の 材質	ガラス	ガラス	ガラス	NiP	NiP
ヤング率 E(GPa)	108	92	75.4	76	76
密度 d(g/cm ³)	2.6	2.50	2.40	2.80	2.80
比弾性率 E/d(×10 ⁶ m ² /s ²)	41.5	36.8	31.4	27.1	27.1
最大振幅 (mm)(30G)	0.14	0.07	0.15	0.17	0.09
最大振幅 (mm)(50G)	0.21	0.17	0.21	0.23	0.14
品質評価	ランク 1	ランク1	ランク1	ランク1	ランク1

[0099] 実施例 11～14、16～18と比較例 11～15の比較からわかるように、HDDへ多くの磁気ディスクを収納するために板厚の薄い（ここでは0.43mm以下）磁気ディスクであったとしても、比弾性率E／dが40以

上であり、衝撃試験を30 [G]で行ったときの最大振幅が0.25 mm以下であることにより、フラッタリングを抑制しつつ、パーティクルの数を低減できる。

比較例14は、板厚が0.51 mmを超えるので、HDD装置への搭載枚数を増やし、記憶容量を増やすことは難しい。

比較例15は、最大振幅が0.25 mmを超えており、パーティクルの数を低減する効果は小さい。

なお、衝撃の大きさを30 Gから50 Gに変更して上記衝撃試験を行い、品質評価を行ったところ、実施例11～13、16～18はランク1であったが、実施例14はランク2、比較例15はランク3であった。

[0100] (実験2)

第2の形態の磁気ディスク1の効果を調べるため、仕様の異なる磁気ディスクを種々作製した。

[0101] (磁気ディスクの作製)

直径100 mm、長さ30 mmの円筒状の基板材料の塊を、切断刃を用いてスライスして基板の元材を作製し、作製した基板の元材に直径25 mmの円孔と直径95 mmの外周を形成し、基板を作製した(実施例21～24、27～30、比較例25)。このうち、実施例25、27を除いて、基板の表面にガラスペーストを基板の表面に吹き付け、焼成することにより被覆層を形成し、積層基板を得た。なお、実施例25、27は、基板の表面全体を覆うように、NiPの膜を無電解めっきにより形成した。各実施例及び比較例の積層基板に、端面研磨、および主表面に研削、第1研磨、第2研磨を施した。

これとは別に、上記した要領で、アルミニウム合金の板材から切り出した円盤形状の元材を、焼鈍、主表面の切削加工、端面の形状加工を行って基板を作製した(実施例20、25、26、比較例23)。このうち、実施例25、比較例23は、基板の表面全体を覆うように、NiPの膜を無電解めっきにより形成し、実施例20、26は、基板の表面にガラスペーストを基板

の表面に吹き付け、焼成することにより被覆層を形成し、積層基板を得た。
各実施例及び比較例の積層基板に、端面研磨、および主表面に研削、第1研磨、第2研磨を施した。

以上のようにして得られた各実施例及び比較例の積層基板に、さらに、主表面に磁性層を含む金属膜（厚さ30nm以下）を形成し、磁気ディスクを作製した。

得られた

[0102] 表中に示した基板及び被覆層の材質の組成あるいは種類は、表1及び表2に示した材質の組成あるいは種類と同様である。表3及び表4に示した基板の材質のうち、「高剛性アルミ合金2」は、Fe、Mn、Niの少なくとも1つを含有し、Fe、Mn、Niの含有量の合計が3.5～8.0質量%の範囲内であるアルミニウム合金を意味する。

[0103] (フラッタリング特性Fの算出)

レーザドップラ振動計を用いて、0～4000HzにおけるQ値を、上記説明した要領で求め、3000HzにおけるQ値を Q_a とした。得られたQ値に加え、予め算出した磁気ディスク1の密度、ヤング率、ポアソン比を用いて、フラッタ振動量の総和RSSを計算し、フラッタリング特性F[nm]とした。レーザドップラ振動計による評価では、磁気ディスク1の回転数は6900rpm、測定位置は磁気ディスク1中心からの半径位置が46.5mm（外周端から1mm内側）、室温（25℃）にて測定した。

[0104] 互いに異なる板厚の磁気ディスクについて評価をするため、得られたフラッタリング特性Fと、磁気ディスク1の板厚Dから積 $F \cdot D$ を計算し、積 $F \cdot D$ が47.0以下である場合を、フラッタリングを抑制できると評価し、47.0を超える場合をフラッタリングを抑制する効果は小さいと評価した。

[0105]

[表3]

	実施例 21	実施例 22	実施例 23	実施例 24	比較例 25	実施例 25	実施例 26
板厚 D(mm)	0.35	0.42	0.26	0.17	0.15	0.43	0.43
基板の材質	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	高剛性アルミ合金 2	高剛性アルミ合金 1
被覆層の材質	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	NiP	ガラス
フラッタリング特性 F(nm)	89.1	71.8	146.6	215.2	273.2	87	92
F・D	31.2	30.2	38.1	36.6	41.0	36.5	39.6
Qa	1180	800	1300	1460	1420	1400	1000
(Qa・E/d) /(1000D)	265.3	156.8	377.6	654.7	738.4	93.7	94.7
最大振幅 (mm)(30G)	0.16	0.11	0.21	0.25	0.27	0.24	0.18
最大振幅 (mm)(50G)	0.22	0.18	0.28	0.32	0.34	0.3	0.25
品質評価	ランク1	ランク1	ランク1	ランク2	ランク3	ランク1	ランク1

[0106] [表4]

	実施例 27	実施例 28	実施例 29	実施例 30	比較例 23	実施例 20
板厚 D(mm)	0.43	0.4	0.5	0.5	0.5	0.51
基板の材質	高剛性 ガラス1	高剛性 ガラス2	ガラス	ガラス	アルミ合金	高剛性アルミ合金 2
被覆層の材質	NiP	ガラス	ガラス	ガラス	NiP	ガラス
フラッタリング特性 F(nm)	92	74.4	81.1	81.9	96.4	91.2
F・D	39.6	29.8	40.6	41.0	48.2	46.5
Qa	900	1250	870	900	980	1290
(Qa・E/d) /(1000D)	85.2	129.8	64.0	56.6	53.2	56.1
最大振幅 (mm)(30G)	0.16	0.14	0.07	0.15	0.17	0.15
最大振幅 (mm)(50G)	0.22	0.21	0.17	0.21	0.23	0.22
品質評価	ランク1	ランク1	ランク1	ランク1	ランク2	ランク1

[0107] 実施例20～30と比較例23、25の比較からわかるように、HDDへ多くの磁気ディスクを収納するために板厚の薄い（ここでは0.51mm以

下) 磁気ディスクであったとしても、積 $F \cdot D$ が47.0以下であり、衝撃試験を30[G]で行ったときの最大振幅が0.25mm以下であることにより、フラッタリングを抑制しつつ、パーティクルの数を低減できる。

比較例23は、積 $F \cdot D$ が47.0を超えるため、フラッタリングを抑制する効果は小さい。なお、板厚が0.51mmを超えるとHDD装置への搭載枚数を増やし、記憶容量を増やすことは難しくなる。

比較例25は、最大振幅が0.25mmを超えており、パーティクルの数を低減する効果は小さい。

なお、衝撃の大きさを30Gから50Gに変更して上記衝撃試験を行い、品質評価を行ったところ、実施例24、比較例23はランク2、比較例25はランク3であった。

[0108] 実施例21～24、比較例25の比弾性率 E/d を計算したところ、いずれも75 [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] 以上であった。実施例21～24と比較例25との比較から、磁気ディスクの比弾性率 E/d が大きく、 $(Q_a \cdot E/d) / (1000D)$ が150～700である場合は、積 $F \cdot D$ が小さく、40.0以下になっていた。

また、実施例20、25～30、比較例23の比弾性率 E/d を計算したところ、いずれも75 [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] 未満であった。実施例20、25～28と、実施例29、30、比較例23との比較から、磁気ディスクの比弾性率 E/d が小さく、 $(Q_a \cdot E/d) / (1000D)$ が65.0～270.0である場合は、積 $F \cdot D$ が小さく、40.0以下になっていた。

[0109] (実験3)

第3及び第4の形態の磁気ディスク1の効果を調べるため、仕様の異なる磁気ディスクを種々作製した。

[0110] (磁気ディスクの作製)

直径100mm、長さ30mmの円筒状の基板材料の塊を、切断刃を用いてスライスして基板の元材を作製し、作製した基板の元材に直径25mmの円孔と直径95mmの外周を形成し、基板を作製した。基板の表面にガラス

ペーストを基板の表面に吹き付け、焼成することにより被覆層を形成し、積層基板を得た（実施例 31、33、34、38、40、比較例 32、37～39）。

これとは別に、上記した要領で、アルミニウム合金の板材から切り出した円盤形状の元材を、焼鈍、主表面の切削加工、端面の形状加工を行って基板を作製し、基板の表面全体を覆うように、NiPの膜を無電解めっきにより形成した（実施例 35、36、比較例 33、34）。

各実施例及び比較例の積層基板あるいはガラス基板に、端面研磨、研削、第1研磨、第2研磨を施した。

以上のようにして得られた各実施例及び比較例の積層基板あるいはガラス基板に、さらに、主表面に磁性層を含む金属膜（厚さ 30 nm 以下）を形成し、磁気ディスクを作製した。

得られた

[0111] 表中に示した基板及び被覆層の材質の組成あるいは種類は、表1～表4に示した材質の組成あるいは種類と同様である。

[0112] （被覆層及び基板の厚さ）

被覆層の厚さ T 及び基板の厚さ t は、断面を示す SEM 写真を用いて測定長さの領域内の複数個所で測った厚さの平均とした。

[0113] （平坦度及び積 $F \cdot D$ の評価）

作製した磁気ディスクにおいて、平坦度測定器を用いて平坦度を測定した。その結果、平坦度が $15 \mu\text{m}$ 以下だった場合を A と評価し、 $15 \mu\text{m}$ 超、 $20 \mu\text{m}$ 以下だった場合を B と評価し、 $20 \mu\text{m}$ 超だった場合を C と評価した。

[0114] また、上記した要領で求めた磁気ディスクの積 $F \cdot D$ について、 40.0 以下の場合を A と評価し、 40.0 超、 45.0 以下の場合を B と評価し、 45.0 超の場合を C と評価した。

[0115] 以上の評価を、比弾性率 E/d の大きさに応じて行うため、比弾性率 E/d が大きい ($75 [\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2]$ 以上)、表5に示す磁気ディスクについ

ては、積 $F \cdot D$ の評価が A 又は B であり、平坦度の評価が A である場合を、フラッタリングを抑制しつつ、良好な平坦度が得られると評価した。また、比弾性率 E/d が小さい ($75 [\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2]$ 未満)、表 6 に示す磁気ディスクについては、積 $F \cdot D$ 及び平坦度の評価が共に A である場合を、フラッタリングを抑制しつつ、良好な平坦度が得られると評価した。

[0116] [表5]

	実施例 31	実施例 33	実施例 34	実施例 40	比較例 37	比較例 38	比較例 39
板厚 D(mm)	0.35	0.26	0.17	0.15	0.38	0.44	0.426
基板の材質	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ	アルミナ
基板の厚さ t(mm)	0.31	0.21	0.14	0.13	0.2	0.24	0.42
被覆層の材質	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス
被覆層の厚さ T(mm)	0.02	0.025	0.015	0.01	0.09	0.12	0.003
厚さの比 T/t	0.065	0.119	0.107	0.077	0.45	0.5	0.007
フラッタリ ング特性 F(nm)	89.1	146.6	215.2	273.2	110.5	103.2	85.8
$F \cdot D$	31.2	38.1	36.6	41.0	42.0	45.4	36.6
ヤング率 E(GPa)	277	259	263	273	260	265	280
密度 d(g/cm ³)	3.52	3.43	3.45	3.50	3.40	3.47	3.65
比弾性率 $E/d(\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2)$	78.8	75.5	76.2	78.0	76.5	76.4	76.7
積 $F \cdot D$ 評 価	A	A	A	B	B	C	A
平坦度評 価	A	A	A	A	C	C	B

[0117]

[表6]

	比較例 32	比較例 33	比較例 34	実施例 36	実施例 38	実施例 35
板 厚 D(mm)	0.5	0.5	0.635	0.43	0.4	0.43
基 板 の 材 質	ガラス	アルミ合 金	高剛性アル ミ合金 2	高剛性アル ミ合金 1	高剛性ガラ ス 2	高剛性アル ミ合金 2
基 板 の 厚 さ t(mm)	0.48	0.484	0.625	0.39	0.38	0.41
被 覆 層 の 材 質	ガラス	NiP	NiP	NiP	ガラス	NiP
被 覆 層 の 厚 さ T(mm)	0.01	0.008	0.005	0.02	0.01	0.01
厚 さ の 比 T/t	0.021	0.017	0.008	0.051	0.026	0.024
フラッタリ ング 特 性 F(nm)	81.9	96.4	71.7	92	74.4	87.0
F・D	41.0	48.2	45.5	39.6	29.8	37.4
Qa	900	980	1290	1000	1250	1400
(Qa・E/d) /(1000D)	56.6	53.2	56.1	94.7	129.8	93.7
ヤング率 E(GPa)	75.4	76	79	114	108	82
密 度 d(g/cm ³)	2.40	2.8	2.86	2.8	2.6	2.85
比弾性率 E/d(×10 ⁶ m ² /s ²)	31.4	27.1	27.6	40.7	41.5	28.8
積 F・D 評 価	B	C	C	A	A	A
平 坦 度 評 価	A	A	B	A	A	A

[0118] 実施例 31、33、34、40と比較例 37～39との比較からわかるように、HDDへ多くの磁気ディスクを収納するために板厚の薄い（ここでは 0.43mm以下）磁気ディスクであったとしても、比弾性率 E/d が大きい磁気ディスクについて、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下であり、比 T/t が 0.01～0.4 であり、基板の厚さ t が 0.43mm 以下であり、被覆層の厚さ T が 0.1mm 以下である場合は、積 $F \cdot D$ 評価が A 又は B であり、平坦度評価が A であり、フラッタリングを抑制しつつ、良好な表面性状が得られ

ることがわかる。

一方、比較例 37～39 は、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下であり、比 T/t が 0.01～0.4 であり、基板の厚さ t が 0.43 mm 以下であり、被覆層の厚さ T が 0.1 mm 以下であるとの要件を満たしておらず、積 $F \cdot D$ 評価が A 又は B、かつ、平坦度評価が A の結果にならなかった。したがって、比較例 37～39 では、フラッタリングを抑制しつつ、良好な表面性状を得ることはできない。

特に、比較例 39 は、比 T/t が 0.01 未満であり、平坦度評価が B であるため、磁気ディスクの平坦度を良好にする効果は小さい。

また、比較例 38 は、被覆層の厚さ T が 0.1 mm を超え、積 $F \cdot D$ 評価が C であるため、フラッタリングを抑制する効果は小さい。

[0119] 実施例 35、36、38 と比較例 32～34 との比較からわかるように、HDD へ多くの磁気ディスクを収納するために板厚の薄い（ここでは 0.43 mm 以下）磁気ディスクであったとしても、比弾性率 E/d が小さい磁気ディスクについて、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下であり、比 T/t が 0.01～0.4 であり、基板の厚さ t が 0.43 mm 以下であり、被覆層の厚さ T が 0.1 mm 以下である場合は、積 $F \cdot D$ 及び平坦度評価が共に A であり、フラッタリングを抑制しつつ、良好な表面性状が得られることがわかる。

一方、比較例 32～34 は、積 $F \cdot D$ が 47.0 以下であり、比 T/t が 0.01～0.4 であり、基板の厚さ t が 0.43 mm 以下であり、被覆層の厚さ T が 0.1 mm 以下であるとの要件を満たしておらず、積 $F \cdot D$ 及び平坦度評価が共に A の結果にならなかった。したがって、比較例 32～34 では、フラッタリングを抑制しつつ、良好な表面性状を得ることはできない。

特に、比較例 33 は、積 $F \cdot D$ が 47.0 を超えるため、フラッタリングを抑制する効果は小さい。

比較例 34 は、板厚が 0.51 mm を超えるので、HDD 装置への搭載枚数を増やし、記憶容量を増やすことは難しい。

比較例 34 は、比 T/t が 0.01 未満であり、平坦度評価が B であるため、磁気ディスクの平坦度を良好にする効果は小さい。

[0120] なお、実施例 35、36、38 と、比較例 32～34 との比較から、磁気ディスクの比弾性率 E/d が小さく ($75 [\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2]$ 未満)、 $(Q_a \cdot E/d) / (1000D)$ が 65.0～270.0 である場合は、積 $F \cdot D$ が小さく、40.0 以下になっていた。

[0121] 以上、本発明の情報記録媒体用ディスク、ディスク中間体、及び情報記録媒体用基板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

- [0122] 1 情報記録媒体用ディスク
3 情報記録媒体用基板
5 被覆層
5a 被覆層の主表面
5b 被覆層の基板との界面
5c 結晶相

請求の範囲

- [請求項1] 板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、
前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、
前記ディスクは、ヤング率 E [GPa] 及び密度 d [g/cm³] から計算される比弾性率 E/d が 40 [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] 以上であって、
前記ディスクの内周端部を固定した状態で前記ディスクに対して、
2 [ms] で30 [G] の衝撃を前記ディスクの主表面の法線方向に与えた際に、前記ディスクの外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が0.25mm以下である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。
- [請求項2] 板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、
前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、
前記ディスクは、1000から4000Hzにおける前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm] と前記ディスクの板厚 D [mm] との積 $F \cdot D$ が47.0以下であって、
前記ディスクの内周端部を固定した状態で前記ディスクに対して、
2 [ms] で30 [G] の衝撃を前記ディスクの主表面の法線方向に与えた際に、前記ディスクの外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が0.25mm以下である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。
- [請求項3] 板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、
一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ

側壁面を有する基板と、

前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、

前記ディスクは、1000から4000Hzにおける前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm]と前記ディスクの板厚 D [mm]との積 $F \cdot D$ が47.0以下であって、

板厚方向の厚さに関して、前記基板の厚さ t [mm]に対する前記両主表面を被覆する前記被覆層それぞれの厚さ T [mm]の比 T/t は0.01～0.4であり、前記基板の厚さ t は0.43mm以下であり、前記被覆層の厚さ T は0.1mm以下であって、

前記ディスクは、ヤング率 E [GPa]及び密度 d [g/cm³]から計算される比弾性率 E/d が40 [×10⁶m²/s²]以上であることを特徴とする情報記録媒体用ディスク。

[請求項4]

板厚が0.51mm以下の情報記録媒体用ディスクであって、

一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、

前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、

板厚方向の厚さに関して、前記基板の厚さ t [mm]に対する前記両主表面を被覆する前記被覆層それぞれの厚さ T [mm]の比 T/t は0.01～0.4であり、前記基板の厚さ t は0.43mm以下であり、前記被覆層の厚さ T は0.1mm以下であって、

前記ディスクは、1000から4000Hzにおける前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm]と前記ディスクの板厚 D [mm]との積 $F \cdot D$ が47.0以下である、ことを特徴とする情報記録媒体用ディスク。

[請求項5]

前記ディスクは、1000から4000Hzにおける前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F [nm]と前記ディスクの板厚 D [mm]との積 $F \cdot D$ が45.0以下である、

請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項6] 前記ディスクの板厚 D [mm] および比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] と、 25°C で測定される 3000Hz における前記ディスクの Q 値である Q_a とが以下の式1

$$65.0 < (Q_a \times E/d) / 1000 \times D < 270.0$$

を満たす、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項7] 前記ディスクの板厚 D [mm] および比弾性率 E/d [$\times 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2$] と、 25°C で測定される 3000Hz における前記ディスクの Q 値である Q_a とが以下の式2

$$150 < (Q_a \times E/d) / 1000 \times D < 700$$

を満たす、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項8] 前記基板は、セラミック、アルミニウム合金、及びガラスのいずれか1種の材料からなり、

前記被覆層は、ガラス又はニッケル合金を材質とする、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項9] 前記ディスクの板厚が 0.45mm 以下である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項10] 前記被覆層は、ガラスを材質とし、前記基板との界面から板厚方向に、前記被覆層の厚さ T の少なくとも5%の深さ領域に位置する界面層領域に結晶相を含む、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項11] 前記界面層領域の板厚方向の断面において、板厚方向と直交する前記被覆層の延在方向の単位長さあたり50%以上の長さの領域に前記結晶相は存在する、請求項10に記載の情報記録媒体用ディスク。

- [請求項12] 前記被覆層は、ガラスを材質とし、前記基板との界面と反対側の前記被覆層の表面から板厚方向に、前記被覆層の前記厚さ T の少なくとも

も5%の深さ領域に位置する表層領域に結晶相を含まない、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項13] 前記基板の前記主表面の算術平均粗さ R_a は $0.01 \sim 0.75 \mu\text{m}$ である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項14] 前記被覆層の前記基板との界面と反対側の前記被覆層の表面から前記基板までの板厚方向の距離の最大値と最小値の差が $7.5 \sim 12.5 \mu\text{m}$ である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項15] 前記基板の前記主表面は、当該主表面の中心を通る前記基板の板厚方向の断面形状を示す断面曲線から得られるうねり曲線において凹凸が交互に繰り返し表れる部分を有し、
板厚方向と直交する前記被覆層の延在方向の前記凹凸の繰り返し単位の長さは $100 \sim 150 \mu\text{m}$ である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項16] 前記側壁面における前記被覆層の厚さは、前記基板の前記主表面における前記被覆層の厚さ T よりも厚い、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項17] 前記情報記録媒体用ディスクの直径が 95 mm 以上である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項18] 前記ディスクの内周端部を固定した状態で前記ディスクに対して、 $2 [\text{m秒}]$ で $50 [\text{G}]$ の衝撃を前記ディスクの主表面の法線方向に与えた際に、前記ディスクの外周端部の板厚方向の振動による最大振幅が 0.30 mm 以下である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項19] 前記ディスクは直径が 95 mm 以上であり、 1000 から 4000 Hz における前記ディスクのフラッタ振動量の総和で表されるフラッタリング特性 F が 80 nm 以下である、請求項1から4のいずれか1

項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項20] 前記基板の、前記被覆層との界面を形成する前記主表面の表面粗さの最大高さ R_z は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ である、請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスク。

[請求項21] 情報記録媒体用ディスクの素板となる、板厚が 0.59 mm 以下のディスク中間体であって、

一方の主表面および他方の主表面を有し、さらに両主表面をつなぐ側壁面を有する基板と、

前記基板の両主表面および側壁面を被覆する被覆層と、を備え、

板厚方向の厚さに関して、前記基板の厚さ t [mm] に対する前記被覆層それぞれの厚さ T [mm] の比 T/t は $0.1 \sim 0.75$ であり、前記基板の厚さ t は 0.43 mm 以下であり、前記被覆層の厚さ T は 0.15 mm 以下であって、

前記ディスク中間体はヤング率 E [GPa] 及び密度 d [g/cm^3] から計算される比弾性率 E/d が $40 [\times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2]$ 以上である、ことを特徴とするディスク中間体。

[請求項22] 請求項1から4のいずれか1項に記載の情報記録媒体用ディスクに用いられる基板であって、セラミック、アルミニウム合金、及びガラスのいずれか1種の材料からなる、情報記録媒体用基板。