



(10) 授权公告号 CN 111095406 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 09

(21) 申请号 201980004575.1

池西干男

(22) 申请日 2019.01.31

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111095406 A

专利代理师 孟伟青 褚瑶杨

(43) 申请公布日 2020.05.01

(51) Int.Cl.

G11B 17/038 (2006.01)

G11B 23/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

2018-234741 2018.12.14 JP

62/624,987 2018.02.01 US

(56) 对比文件

JP 2001155460 A, 2001.06.08

JP 2001307452 A, 2001.11.02

US 2003179494 A1, 2003.09.25

JP 2005347171 A, 2005.12.15

JP 2002230933 A, 2002.08.16

JP 2003059224 A, 2003.02.28

JP 2012084206 A, 2012.04.26

CN 103493134 A, 2014.01.01

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/003533 2019.01.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/151459 JA 2019.08.08

(73) 专利权人 HOYA株式会社

地址 日本东京都

审查员 吴兴华

(72) 发明人 江田伸二 越阪部基延 丹野义刚

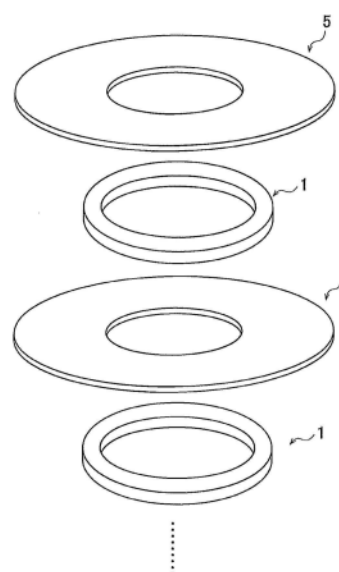
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

玻璃间隔件、硬盘驱动器装置以及玻璃间隔件的制造方法

(57) 摘要

玻璃间隔件的玻璃材料的在22[°C]的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega/\text{sq}]$ 。另外,玻璃间隔件的玻璃材料表面的在22[°C]的表面电阻率小于上述玻璃材料内部的在22[°C]的表面电阻率。另外,玻璃间隔件包含选自 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。



1. 一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其特征在于,

所述玻璃间隔件的玻璃材料的在22℃的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 \Omega / \text{sq}$,

所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面的表面粗糙度 R_z 为 $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下。

2. 一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其特征在于,

所述玻璃间隔件的玻璃材料的在22℃的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 \Omega / \text{sq}$,

在所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面,形成有沿着所述玻璃间隔件的外周延伸的槽。

3. 如权利要求2所述的玻璃间隔件,其中,所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面的表面粗糙度 R_z 为 $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下。

4. 如权利要求3所述的玻璃间隔件,其中,所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面的偏度为1.2以下。

5. 一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其特征在于,

所述玻璃间隔件的玻璃材料的在22℃的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 \Omega / \text{sq}$,

所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面的偏度为1.2以下。

6. 如权利要求5所述的玻璃间隔件,其中,所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面的表面粗糙度 R_z 为 $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下。

7. 如权利要求5所述的玻璃间隔件,其中,在所述玻璃间隔件的不与所述磁盘相接的外周端面,形成有沿着所述玻璃间隔件的外周延伸的槽。

8. 一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其特征在于,

所述玻璃间隔件的玻璃材料的在22℃的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 \Omega / \text{sq}$,

所述玻璃间隔件的玻璃材料表面的在22℃的表面电阻率小于所述玻璃材料内部的在22℃的表面电阻率。

9. 如权利要求1~8中任一项所述的玻璃间隔件,其中,所述玻璃间隔件包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 和 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。

10. 如权利要求1~8中任一项所述的玻璃间隔件,其中,所述玻璃间隔件的与所述磁盘相接的主表面的表面粗糙度 R_a 为 $1.0 \mu\text{m}$ 以下。

11. 如权利要求9所述的玻璃间隔件,其中,所述玻璃间隔件的与所述磁盘相接的主表面的表面粗糙度 R_a 为 $1.0 \mu\text{m}$ 以下。

12. 一种硬盘驱动器装置,其包含权利要求1~11中任一项所述的玻璃间隔件和所述磁盘。

13. 如权利要求12所述的硬盘驱动器装置,其中,所述磁盘是在玻璃基板上形成了磁性膜的盘。

14. 如权利要求13所述的硬盘驱动器装置,其中,所述磁盘的主表面的表面粗糙度 R_a 为 0.3nm 以下。

15. 如权利要求12所述的硬盘驱动器装置,其搭载8片以上的所述磁盘。

16. 如权利要求13或14所述的硬盘驱动器装置,其搭载8片以上的所述磁盘。

17. 一种玻璃间隔件的制造方法,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件的制造方法,其特征在于,具有下述步骤:

制作作为所述玻璃间隔件的原料的玻璃间隔件原料的步骤;和

通过对所述玻璃间隔件原料的表面进行还原而使所述表面的在22℃的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 \Omega / \text{sq}$ 的步骤。

18. 如权利要求17所述的玻璃间隔件的制造方法,其中,所述玻璃间隔件包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 和 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。

玻璃间隔件、硬盘驱动器装置以及玻璃间隔件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在磁记录用硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件、使用了该玻璃间隔件的硬盘装置以及玻璃间隔件的制造方法。

背景技术

[0002] 随着近年来云计算的兴起,在面向云的数据中心中,为了实现存储容量的大容量化,使用了许多硬盘驱动器装置(以下也称为HDD装置)。

[0003] 在HDD装置中,在HDD装置内的磁盘彼此之间设有用于使磁盘彼此分开进行保持的环状的间隔件。该间隔件起到使磁盘彼此不接触、磁盘彼此高精度地分开并配置在规定的功能的位置的功能。作为该间隔件的材料,以往使用了制造成本低的金属材料。

[0004] 另外,在将玻璃基板用作磁盘用基板的情况下,间隔件与磁盘会相互接触,因此伴随着HDD装置内的温度变化,在金属制间隔件与玻璃制磁盘之间热膨胀产生差异,磁盘发生弯曲,其结果,磁头的悬浮性变差。从硬盘装置的读取、写入的方面考虑,磁头的悬浮性变差是不优选的。因此,近年来,为了应对使用玻璃基板作为磁盘用基板的情况,减小热膨胀的差异,正在研究使用玻璃制间隔件(以下称为玻璃间隔件)。

[0005] 但是,玻璃通常为绝缘体,因此由于高速旋转的磁盘和玻璃间隔件与空气的摩擦,在磁盘或玻璃间隔件上容易积存静电。若磁盘、间隔件带电,不仅容易吸附异物或微粒,而且由于积存的静电向磁头的放电,磁头的记录元件或再生元件有时会被破坏,故不优选。

[0006] 因此,已知一种间隔件,其在利用蚀刻处理液对间隔件的表面进行了蚀刻处理后,在间隔件的表面形成了导电性覆膜(专利文献1)。

[0007] 由此,认为能够抑制磁盘、间隔件带电,能够减少异物或微粒的吸附。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2003-308672号公报

发明内容

[0011] 发明所要解决的课题

[0012] 但是,在间隔件的表面形成导电性覆膜的情况下,利用一般的非电解镀法形成膜时,存在附着力不充分、防止灰尘产生的能力不足的问题。另外,还存在间隔件的制造工序繁杂、制造成本增加的问题。

[0013] 另一方面,为了在面向云的数据中心中实现存储容量的大容量化,对于各HDD装置也希望存储容量比以往更加大容量化。

[0014] 在目前的磁盘中,使磁头相对于磁盘的悬浮距离极小化,在HDD装置搭载有很多的磁盘,但无法充分应对上述HDD装置的存储容量的大容量化。因此考虑增加搭载于HDD装置中的磁盘的片数。

[0015] 通过增加磁盘的片数,由于磁盘所带的静电向磁头的放电,磁头的记录元件、再生

元件被破坏的可能性升高,除此以外,由于磁盘、间隔件的带电,异物、微粒在磁盘或间隔件上的吸附增大的可能性提高。

[0016] 因此,本发明的目的在于提供一种玻璃间隔件、使用了该玻璃间隔件的硬盘驱动器装置以及玻璃间隔件的制造方法,该玻璃间隔件能够抑制磁盘或玻璃间隔件的带电,以使HDD装置内的磁盘所带的静电向磁头的放电被抑制、或者使异物或微粒在磁盘上的吸附减少。

[0017] 用于解决课题的手段

[0018] 本发明的一个方式为一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其中,

[0019] 上述玻璃间隔件的玻璃材料的在22[°C]的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega / \text{sq}]$,

[0020] 上述玻璃间隔件的不与上述磁盘相接的外周端面的表面粗糙度 R_z 为 $1.5 [\mu\text{m}]$ 以上。

[0021] 本发明的另一方式也为一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其中,

[0022] 上述玻璃间隔件的玻璃材料的在22[°C]的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega / \text{sq}]$,

[0023] 在上述玻璃间隔件的不与上述磁盘相接的外周端面,形成有沿着上述玻璃间隔件的外周延伸的槽。

[0024] 本发明的另一方式也为一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其中,

[0025] 上述玻璃间隔件的玻璃材料的在22[°C]的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega / \text{sq}]$,

[0026] 上述玻璃间隔件的不与上述磁盘相接的外周端面的偏度为1.2以下。

[0027] 上述玻璃间隔件的不与上述磁盘相接的外周端面的表面粗糙度 R_z 优选为 $1.5 [\mu\text{m}]$ 以上。

[0028] 在上述玻璃间隔件的不与上述磁盘相接的外周端面,优选形成有沿着上述玻璃间隔件的外周延伸的槽。

[0029] 上述玻璃间隔件的不与上述磁盘相接的外周端面的偏度优选为1.2以下。

[0030] 本发明的另一方式也为一种玻璃间隔件,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件,其中,

[0031] 上述玻璃间隔件的玻璃材料表面的在22[°C]的表面电阻率小于上述玻璃材料内部的在22[°C]的表面电阻率。

[0032] 上述玻璃间隔件的玻璃材料的在22°C的表面电阻率优选为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega / \text{sq}]$ 。

[0033] 另外,上述玻璃间隔件优选包含选自 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。

[0034] 上述玻璃间隔件的与上述磁盘相接的主表面的表面粗糙度 R_a 优选为 $1.0 [\mu\text{m}]$ 以下。

[0035] 上述外周端面的表面粗糙度 R_z 优选为 $20 [\mu\text{m}]$ 以下。

[0036] 本发明的又一方式为一种硬盘驱动器装置,其包含上述玻璃间隔件和上述磁盘。

[0037] 上述磁盘优选是在玻璃基板上形成了磁性膜的盘。

[0038] 上述磁盘的主表面的表面粗糙度 R_a 优选为 $0.3 [\text{nm}]$ 以下。

[0039] 优选搭载8片以上的上述磁盘。

[0040] 本发明的另一方式作为一种玻璃间隔件的制造方法,其是在硬盘驱动器装置内按照与磁盘相接的方式设置的环状的玻璃间隔件的制造方法,其具有下述步骤:

[0041] 制作作为上述玻璃间隔件的原料的玻璃间隔件原料的步骤;和

[0042] 通过对上述玻璃间隔件原料的表面进行还原而降低上述表面的表面电阻率的步骤。

[0043] 上述玻璃间隔件优选包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。

[0044] 上述玻璃间隔件优选的是,

[0045] 包含 P_2O_5 ,

[0046] 包含 Li_2O 或 Na_2O 中的任一种,

[0047] 包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 和 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物。

[0048] 发明的效果

[0049] 根据上述的玻璃间隔件、硬盘驱动器装置以及玻璃间隔件的制造方法,能够抑制磁盘或玻璃间隔件的带电。

附图说明

[0050] 图1是一个实施方式的间隔件的外观立体图。

[0051] 图2是说明一个实施方式的间隔件和磁盘的配置的图。

[0052] 图3是说明一个实施方式的组装有间隔件的HDD装置的结构的一例的要部截面图。

[0053] 图4是说明一个实施方式的间隔件的表面电阻率的测定的图。

具体实施方式

[0054] 以下,对本发明的玻璃间隔件、硬盘驱动器装置以及玻璃间隔件的制造方法进行详细说明。

[0055] 图1是一个实施方式的玻璃间隔件(以下简称为间隔件)1的外观立体图,图2是说明间隔件1与磁盘5的配置的图。图3是说明组装有间隔件1的HDD装置的结构的一例的要部截面图。

[0056] 关于间隔件1,如图2所示,磁盘5与间隔件1交替重叠,被组装到HDD装置中。如图3所示,多片磁盘5隔着间隔件1被嵌插在与电机12连接并旋转的主轴14上,进一步在其上藉由上端夹头16利用螺钉进行固定,由此以规定间隔进行组装。

[0057] 如图2所示,按照间隔件1位于2个磁盘5之间的方式,间隔件1与磁盘5交替配置,使相邻的磁盘5间的间隙保持在规定的距离。需要说明的是,以下的实施方式中说明的间隔件1以按照与磁盘5相接的方式设置在2个磁盘5之间的间隔件作为对象,但作为本发明的对象的间隔件也包括仅与最上层或最下层的磁盘5相接的间隔件。需要说明的是,根据HDD装置的规格,有时也不设置仅与最上层或最下层的磁盘5相接的间隔件1。

[0058] 如图1所示,间隔件1形成环状,具备外周端面2、内周端面3以及相互对置的主表面4。

[0059] 内周端面3是与主轴14相接的面,是包围具有比主轴14的外径稍大的内径的孔的

壁面。

[0060] 主表面4是与磁盘5相接的相互平行的2个面。间隔件1与磁盘5密合并通过摩擦力固定磁盘5。这样,间隔件1与磁盘5相互接触,因此伴随着HDD装置内的温度变化,在间隔件1与磁盘5之间热膨胀产生差异,发生位置偏移而产生摩擦。由此,作为绝缘体的玻璃容易产生静电。另外,由于高速旋转的间隔件1与空气的摩擦,在间隔件1上容易产生静电。若在间隔件1产生这样的静电,间隔件1带电,则不仅容易吸附异物或微粒,而且由于积存的静电向磁头的放电,磁头的记录元件或再生元件有时会被破坏,故不优选。

[0061] 因此,间隔件1使用不易积存静电、带电也小的表面电阻率小的玻璃。在间隔件1产生的静电发生扩散,通过导电性的主轴14流到外部(接地部分)。因此,即使在磁盘5产生静电,也会通过导电性的主轴14从磁盘5流到外部(接地部分),除此以外,静电还通过间隔件1和主轴14流到外部,因此静电难以积存。因此,在间隔件1和与间隔件1相接的磁盘5中能够抑制带电。

[0062] 这种玻璃材料可以通过确定玻璃的组成、或者如后所述对作为间隔件1的基础的玻璃间隔件原料的表面进行还原处理而得到。

[0063] 根据间隔件1的一个方式,间隔件1的玻璃材料的在22[°C]的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega/\text{sq}]$ 。

[0064] 表面电阻率通过四探针法(依照JIS K7194)或者以下说明的图4所示的双环方式进行测定。可以使用两种测定方法中的任一种,四探针法用于以电阻为 $10^3 \sim 10^6 [\Omega]$ 的玻璃为测定对象的情况,双环方式用于以电阻为 $10^6 \sim 10^9 [\Omega]$ 的玻璃为测定对象的情况,这从要求精度高的表面电阻率的方面出发是优选的。四探针法为下述测定方法:在4个连续排列的端子的外侧的2个端子间流通电流,测定内侧的2个端子间的电压,由此获得电阻的信息。

[0065] 图4是说明间隔件1的表面电阻率的测定(双环方式)的图。需要说明的是,在无法直接测定间隔件1的表面电阻率的情况下,代替间隔件1,可以将以与间隔件1相同的玻璃组成实施了相同处理的相同厚度的试验片利用图4所示的方法进行测定。对试验片测得的表面电阻率可称为间隔件1的表面电阻率。

[0066] 在表面电阻率的测定中,如图4所示,在间隔件1(或试验片)的上表面设置圆形的主电极20,在下表面设置圆形的对电极22,进而,按照包围主电极20的周围且中心位置与主电极20的中心位置相同的方式在上表面设置环状电极24。在主电极20与对电极22之间施加直流电源26的电压,利用电流计28计测在将连接直流电源26与对电极22的配线和环状电极24连接的配线中流通的电流。表面电阻率如下算出:将主电极20与对电极22之间的施加电压(100[V])除以利用电流计28计测的电流值,将所得到的值设为电阻 $R_s [\Omega]$,根据下述式(1)计算出表面电阻率 $\rho_s [\Omega/\text{sq}]$ 。

[0067] 表面电阻率 $\rho_s = \pi \cdot (D+d) / (D-d) \cdot R_s$ (1)

[0068] 此处,D是环状电极24的内径[mm],d是主电极20的直径[mm], π 是圆周率。例如使用试验片的情况下,在使用 $45\text{mm} \times 50\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的尺寸时, $D=38.1\text{mm}$ 、 $d=25.4\text{mm}$,进而设环状电极24的外径为 50.8mm 、对电极22的直径为 50mm 。主电极20、对电极22以及环状电极24使用导电糊料。

[0069] 表面电阻率超过 $10^9 [\Omega/\text{sq}]$ 的情况下,间隔件1带电的抑制不足,表面电阻率小于 $10^3 [\Omega/\text{sq}]$ 的情况下,玻璃组成中的导电性成分过多,玻璃的表面容易被氧化,因此耐候性

不充分。另外,表面电阻率小于 $10^3[\Omega/\text{sq}]$ 的情况下,在间隔件1的安装/拆下时有可能产生极其微小电弧。表面电阻率为 $10^3\sim 10^9[\Omega/\text{sq}]$ 的情况下,即使由于高速旋转的间隔件1与空气的摩擦而在间隔件1上产生静电,或者即使由于高速旋转的磁盘5与空气的摩擦而产生的静电移动到间隔件1,间隔件1的静电也会发生扩散,藉由主轴14流到外部,间隔件1的静电稳定地衰减,因此也难以产生带电,难以产生放电。

[0070] 根据间隔件1的另一个方式,包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物。这些氧化物容易被还原,若包含这些氧化物则导电性容易提高,是优选的。优选在该氧化物中进一步包含 P_2O_5 。 P_2O_5 具有促进上述4种氧化物各自的还原的效果。在设表面电阻率为 $10^3\sim 10^9[\Omega/\text{sq}]$ 的情况下,通过调整 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 中的至少1种氧化物的含量,能够实现上述表面电阻率的范围。需要说明的是,从上述方面出发,表面电阻率更优选为 $10^8[\Omega/\text{sq}]$ 以下、进一步优选为 $10^7[\Omega/\text{sq}]$ 以下。

[0071] 根据间隔件1的另一个方式,包含 P_2O_5 ,包含 Li_2O 或 Na_2O 中的任一种,包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 和 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物。

[0072] 需要说明的是,分散有导电性金属的微粒的玻璃或结晶化玻璃作为面向间隔件1的玻璃是不优选的。这些玻璃由于包含金属成分或结晶成分的微粒等,它们从表面脱落会在表面形成大的凹部。这些凹部容易积存灰尘等微小异物或颗粒,并且还难以清洗,因此之后有可能会污染磁盘的表面。从这些方面出发,作为面向间隔件1的玻璃,优选为非晶态的玻璃。

[0073] 根据间隔件1的又一个方式,间隔件1的玻璃材料表面的在 $22[^\circ\text{C}]$ 的表面电阻率小于玻璃材料内部的在 $22[^\circ\text{C}]$ 的表面电阻率。这样,在表面与内部之间使表面电阻率不同,具体而言,使表面的表面电阻率小于内部,由此能够使在间隔件1中产生的静电高效地流到与表面电阻率低的间隔件1的表面相接的主轴14。另外,由于只要降低表面的表面电阻率即可,因此如后所述具有能够以低成本进行生产的优点。需要说明的是,这种情况下的间隔件1的内部的表面电阻率例如在 $22[^\circ\text{C}]$ 为 $10^{10}[\Omega/\text{sq}]$ 以上。为了实现这样的方式,作为一例,间隔件1包含选自由 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分,并如后所述对成为间隔件1前的玻璃间隔件原料的表面进行还原,由此能够提高表面的导电性。在该氧化物中优选进一步包含 P_2O_5 。

[0074] 即,根据关于间隔件1的制造的一个实施方式,

[0075] • 制作成为在HDD装置内按照与磁盘5相接的方式设置的环1的基础的玻璃间隔件原料。玻璃间隔件原料可以为下述等基于任一方法制成的原料:通过浮法或溢流下拉法等由熔解玻璃原料而成的熔融玻璃制作板状玻璃,将该板状玻璃切割成环状的原料;通过压制法将熔融玻璃成型得到的原料;将利用拉管法制造的玻璃管以适当的长度进行切片而得到的原料。

[0076] • 对所制作的玻璃间隔件原料的端面(外周端面或内周端面)、主表面实施磨削和/或研磨。

[0077] • 接着,对玻璃间隔件原料的表面进行还原。由此,玻璃间隔件原料的表面的导电性提高。即,能够得到玻璃材料表面的在 $22[^\circ\text{C}]$ 的表面电阻率小于玻璃材料内部的在 $22[^\circ\text{C}]$ 的表面电阻率的间隔件1。根据一个实施方式,玻璃间隔件原料的表面的还原可以通过将玻璃间隔件原料置于还原性气体的气氛中进行。

[0078] 此处,玻璃材料内部的表面电阻率可以如下获得:对玻璃材料表面进行切削使内部露出而形成新的表面,对于具有这种新的表面的试样,通过上述表面电阻率的测定方法获得玻璃材料内部的表面电阻率。需要说明的是,作为与电阻率有关的其他参数包括体积电阻率,但于是对测定对象的整个物体进行测定,因此无法仅测定表面的电阻。另外,通常表面电阻率与体积电阻率的数值是不同的。此外,磁盘中产生的静电可以通过磁盘与间隔件1的接触而传递并释放,因此间隔件1中的表面的表面电阻率很重要。因此,在间隔件1中使用表面电阻率比使用体积电阻率更合适。

[0079] 根据一个实施方式,间隔件1优选包含选自 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。因此,玻璃间隔件原料也优选包含选自 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 WO_3 以及 Bi_2O_3 组成的组中的至少1种氧化物作为玻璃成分。更优选在该氧化物中进一步包含 P_2O_5 。

[0080] 例如以 TiO_2 为例进行说明,通过还原处理由 Ti^{4+} 变为 Ti^{3+} ,从而导电性提高。 Ti^{3+} 的存在例如可以通过ESR(电子自旋共振法)来确认。关于其他元素(钨、铌、铋),同样地通过还原处理而使导电性提高。

[0081] 作为还原处理的示例,可以举出在还原性气氛中对制成规定形状的玻璃间隔件原料进行热处理。通过进行这样的还原处理,玻璃间隔件原料的表面被还原,因此能够降低玻璃材料表面的表面电阻率。关于对玻璃间隔件原料的表面进行还原处理,与对还包括玻璃间隔件内部的玻璃整体进行还原处理相比,能够更简便且低成本地进行,故优选。另外,通过调节还原处理的条件,能够将表面电阻率调节为所期望的范围内。作为用作还原性气氛的还原性气体,可以举出例如氢气。以下对还原性气氛下的玻璃的热处理工序进行详细说明。

[0082] 首先,将成为间隔件1的玻璃间隔件原料配置于真空·气体置换炉内,进行减压。接着,向炉内导入还原性气体。然后,将炉内升温至任意的温度,将该温度保持几分钟~几十小时左右,对玻璃间隔件原料进行热处理。炉内的温度为比玻璃化转变温度 T_g 低 400°C 的温度($T_g-400^\circ\text{C}$)以上且软化点以下时,能够缩短处理时间,故更优选。需要说明的是,炉内的温度越高,另外处理时间越长,则还原处理的效果越高,因此越能够降低表面电阻值。即,可以通过炉内的温度、处理时间来调节表面电阻值。

[0083] 在上述还原性气氛下的热处理工序中,使用氢气作为还原性气体时,在用氢气置换炉内的气氛前,可以用氮气等氧以外的气体对气氛进行置换。通过用氮气等对炉内的气氛进行一次置换,可以排除炉内的氧,预防之后导入氢气时的起火等,能够安全地对炉内进行加热。

[0084] 另外,在玻璃间隔件原料(还原处理前)的制造工序中,可以包括在还原性气氛中熔解玻璃而得到熔融玻璃的工序。还原性气氛优选为强还原性气氛。由此,在玻璃间隔件原料的内部也能赋予导电性。这种情况下,能够不对玻璃间隔件原料进行还原处理而直接使用,也可以进一步进行还原处理。需要说明的是,不进行还原处理时的玻璃原料的表面电阻率例如在 $22[^\circ\text{C}]$ 为 $10^{10}[\Omega/\text{sq}]$ 以上。

[0085] 作为这种间隔件1中的玻璃的示例,可以举出以下的玻璃组成。

[0086] P_2O_5 37质量%以下、

[0087] B_2O_3 5质量%以下、

- [0088] Li_2O 2质量%以下、
[0089] N_2O 10质量%以下、
[0090] K_2O 15质量%以下、
[0091] TiO_2 45质量%以下、
[0092] Nb_2O_5 60质量%以下、
[0093] WO_3 50质量%以下、
[0094] Bi_2O_3 38质量%以下。
[0095] 更优选例如为下述的玻璃组成。
[0096] P_2O_5 20质量%以上30质量%以下、
[0097] B_2O_3 1质量%以下、
[0098] Li_2O 0.5质量%以下、
[0099] N_2O 2质量%以下、
[0100] K_2O 6质量%以下、
[0101] TiO_2 20质量%以上30质量%以下、
[0102] Nb_2O_5 25质量%以上40质量%以下、
[0103] WO_3 5质量%以上20质量%以下、
[0104] Bi_2O_3 5质量%以下。
[0105] 具体而言,例如可以为下述的玻璃组成。
[0106] P_2O_5 26.81质量%、
[0107] B_2O_3 0质量%、
[0108] Li_2O 0.08质量%、
[0109] N_2O 0质量%、
[0110] K_2O 4.03质量%、
[0111] TiO_2 26.04质量%、
[0112] Nb_2O_5 31.76质量%、
[0113] WO_3 11.29质量%、
[0114] Bi_2O_3 0质量%。

[0115] 对于这种玻璃组成的玻璃,作为原材料准备与玻璃的构成成分对应的氟化物、氧化物、氢氧化物、碳酸盐和硝酸盐,按照所得到的玻璃的玻璃组成为上述组成的方式对原材料进行称量、调合,并将原材料充分混合。将所得到的调合原料(分批原料)在1300℃下加热2~3小时,制成熔融玻璃。对该熔融玻璃喷吹水和含碳化合物、即0.1wt%~5wt%乙醇水溶液进行附加。之后,搅拌熔融玻璃以使其均质化,澄清后,将熔融玻璃浇注到预热至适当温度的模具中。将浇注后的玻璃成型为板状,在玻璃化转变温度 T_g 附近热处理1小时左右,自然冷却至室温,由此得到板状玻璃。

[0116] 对于所得到的板状玻璃,通过电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)测定各玻璃成分的含量,确认了各组成。

[0117] 根据一个实施方式,间隔件1的主表面4的表面粗糙度 R_a 优选为1.0 μm 以下。间隔件1与磁盘5密合,通过摩擦力将磁盘5固定,因此其表面平滑度越高则接触面积越大,摩擦力也越大。从该方面考虑,主表面4的表面粗糙度 R_a 例如为1.0 μm 以下。表面粗糙度 R_a 优选为

0.5 μm 以下。需要说明的是,间隔件1的主表面4的表面粗糙度 R_a 越小,则与磁盘5的密合力越大。

[0118] 此处,之后作为表面粗糙度参数进行说明的 R_a 、 R_z 以及偏度 S_k 依据JIS B 0601-2001。 R_a 是算术平均粗糙度, R_z 是最大高度。表面粗糙度例如由使用采用触针的触针式表面粗糙度仪测量出的数据进行计算。需要说明的是,所使用的触针可以使用末端曲率半径为2 μm 、圆锥的锥形角度为60°的触针。关于其他测定/计算参数,可以使测定长度为80 μm 、测定分辨率(间距)为0.1 μm 、扫描速度为0.1mm/秒、低通滤波器的取样长度值(L_s)为2.5 μm 、高通滤波器的取样长度值(L_c)为80 μm 。

[0119] 使用触针测定表面粗糙度参数的情况下,在间隔件1的厚度方向扫描触针,计测表面粗糙度。由此,即使在间隔件1的端面的整个面形成了多个圆周方向的微细槽的情况下,也能精确地评价表面粗糙度。对于该表面,在槽延伸的圆周方向上扫描触针而进行测定时,触针沿着槽进行扫描,因此有时无法评价槽的凹凸。即,在测定对象的表面形成有沿一个方向延伸的槽时,在与该槽的延伸方向垂直的方向上扫描触针。

[0120] 作为上述表面粗糙度参数的值,对进行评价的部分的表面例如测定5次,可以使用所得到的5个值的平均值。

[0121] 外周端面2是不与磁盘5和主轴14相接的端面。外周端面2的表面粗糙度 R_z 、即最大高度 R_z 优选为1.5 μm 以上。表面粗糙度 R_z 优选为20 μm 以下。

[0122] 使外周端面2的表面粗糙度 R_z 为1.5 μm 以上是因为,从对磁盘5和间隔件1如图2所示进行层积并嵌插到HDD装置10的主轴14而组装有磁盘5和间隔件1的HDD装置10中取出特定的磁盘5时,为了取出间隔件1,组装装置的把持夹具能够容易地把持并抽出。换言之,在把持夹具把持间隔件1的外周端面2而从主轴14取出时,使其不易滑动。磁盘5和间隔件1利用上端夹头16被按压固定,因此间隔件1容易与磁盘5密合,利用组装装置的把持夹具进行的抽出容易失败。使表面粗糙度 R_z 小于1.5 μm 时,抽出的失败急剧增多。

[0123] 若使表面粗糙度 R_z 超过20 μm ,通过把持夹具把持间隔件时,把持夹具的表面被外周端面2的表面凹凸削去,产生颗粒等异物的可能性提高。从该方面考虑,表面粗糙度 R_z 优选为20 μm 以下。为了进一步降低产生颗粒等异物的可能性,表面粗糙度 R_z 更优选为10 μm 以下。

[0124] 另外,表面粗糙度 R_z 小于2.0 μm 时即使未发生抽出失败的情况下,由于抽出时的摩擦强,因此有时也会产生颗粒。因此, R_z 更优选为2.0 μm 以上。

[0125] 根据一个实施方式,优选在外周端面2形成有沿着间隔件1的外周延伸的槽(痕迹)。换言之,该槽优选为在间隔件1的外周端面2沿着圆周方向形成的槽。该槽更优选形成在外周端面2的整个面。在具有倒角面的情况下,该槽可以不形成在倒角面的表面。这样的槽能够提高组装装置的把持夹具与外周端面2的摩擦力,因此能够进一步减少抽出的失败。这种槽可以通过激光式的光学显微镜或SEM等进行确认。

[0126] 从能够确保摩擦力以免发生抽出失败的方面考虑,槽的宽度以平均值计优选为10 μm 以上。另一方面,槽过大时,在槽与槽之间的凸形状的棱线上容易产生毛刺。详细情况如后所述,若存在毛刺则把持时容易产生颗粒。由此,该槽宽以平均值计优选为300 μm 以下。槽宽的平均值可以由外周端面2的厚度方向上的规定长度范围内的槽的根数粗略地进行计算。槽的深度以平均值计优选为20 μm 以下、更优选为10 μm 以下。

[0127] 需要说明的是,出于组装时防止磁盘5弯曲等目的,在间隔件的外周端面有时沿着圆周方向设有1~3根左右的凹结构。该凹结构的深度通常为100 μm 以上,明显大于上述槽(痕纹),因此目视能够容易确认,与上述槽(痕纹)是不同的。需要说明的是,也可以将上述凹结构与上述槽(痕纹)进行合用。这种情况下,至少在上述凹结构以外的外周端面设置上述槽(痕纹)即可。

[0128] 根据一个实施方式,作为确定外周端面2的表面凹凸形状的参数的偏度 S_k 优选为1.2以下。偏度 S_k 超过1.2时,形成尖锐的突起形状比较稀疏存在的表面形状,因此在把持间隔件1时尖锐的突起形状部分被破坏、或把持夹具的表面被削去而产生颗粒等异物的可能性提高。需要说明的是,偏度 S_k 的下限值没有特别限制,例如为-2。即,偏度 S_k 更优选为-2~+1.2的范围内。从尖锐的突起形状减少的方面考虑,偏度 S_k 更优选为0.5以下、进一步优选为0以下。

[0129] 在外周端面2形成上述槽(痕纹)的情况下,若槽与槽之间的凸形状存在大的毛刺,则偏度 S_k 容易超过1.2。从该方面考虑,偏度 S_k 也优选为1.2以下。

[0130] 偏度 S_k 是通过将表面粗糙度的计测数据的三次方平均除以表面粗糙度的计测数据的均方根高度的三次方而无因次化的参数。偏度 S_k 对表面粗糙度的突起形状和谷状的对象性进行评价,具有正负值,偏度 S_k 的正值越大,则表示陡峭的突起部形状越多、谷形状越平缓的表面凹凸,偏度 S_k 的负绝对值越大,表示谷状越陡峭、平稳的突起形状越多的表面凹凸。

[0131] 这样,通过具有规定范围的偏度和表面粗糙度 R_z 的表面凹凸,能够提高组装装置的把持夹具与外周端面2的摩擦力,抑制间隔件1的抽出失败,并且抑制颗粒等异物的产生。

[0132] 与间隔件1相接的磁盘5优选为在玻璃基板形成有磁性膜的磁盘。间隔件1由玻璃材料构成,磁盘5也由玻璃材料构成,因此间隔件1和磁盘5的热膨胀也能基本相同,能够抑制热膨胀差导致的位置偏移所引起的颗粒产生。

[0133] 另外,根据一个实施方式,间隔件1与磁盘5密合,通过摩擦力将磁盘5固定,因此从接触面积增大、摩擦力增大的方面考虑,与间隔件1相接的磁盘5的主表面的表面粗糙度 R_a 优选为0.3[nm]以下。

[0134] 这样的间隔件1适合于搭载8片以上的磁盘5的HDD装置。在HDD装置中搭载比通常的6片更多的8片以上的磁盘5时,需要利用上端夹头16更牢固地按压(夹住)磁盘5和间隔件1,需要增大由上端夹头16施加的按压压力。由此,组装在HDD装置中的间隔件1与磁盘5的密合力增大。但是,由于间隔件1与磁盘5的热膨胀差异而产生位置偏移的情况下,上述按压力大,因此容易产生颗粒。出于同样的理由,实施方式的间隔件1更适合用于搭载9片以上的磁盘5的HDD装置,进而更适合用于搭载10片以上的磁盘5的HDD装置。

[0135] [实施例1]

[0136] 为了确认间隔件1的效果,制作间隔件1并进行了以下的实验。

[0137] 所制作的间隔件1的内径为25mm、外径为32mm、厚度为2mm,倒角面的角度为45度,倒角面的半径方向的宽度为150 μm 。

[0138] 关于间隔件1,将由上述包含氧化物的玻璃材料制作的板状玻璃切割成环状后,按照端面和主表面的 R_a 、 R_z 等表面粗糙度为规定范围内的方式进行磨削、研磨。之后,在氢气氛下进行热处理,对整个表面进行还原处理。即,间隔件1使用经还原处理的间隔件。

[0139] 另外,为了获得所制作的间隔件1的表面电阻率 ρ_s 的信息,利用与间隔件1相同的上述包含氧化物的相同玻璃组成制作出块状的板材玻璃。将板状玻璃切割成规定形状,对主表面进行与间隔件1相同的磨削、研磨,制成与间隔件1为相同厚度、且主表面的表面粗糙度与间隔件1的主表面的表面粗糙度同等的板状玻璃后,在氢气氛下进行热处理,对整个表面进行还原处理而制成试验片。

[0140] 关于试验片的表面电阻率 ρ_s ,通过图4所示的测定方法测定电阻 R_s ,求出表面电阻率 ρ_s 。设施加电压=100[V]、 $D=38.1\text{mm}$ 、 $d=25.4\text{mm}$ 、环状电极24的外径=50.8mm、对电极22的直径=50mm,主电极20、对电极22以及环状电极24使用了导电糊料。通过测定得到的表面电阻率 ρ_s 在22[°C]为 $4.2 \times 10^7 [\Omega/\text{sq}]$ 。此时,厚度方向中心部的表面电阻率 ρ_s 为 $2.7 \times 10^{10} [\Omega/\text{sq}]$ 。

[0141] 将所制作的7个间隔件1分别插入8片玻璃制磁盘(形成有磁性膜等)间,组装到HDD装置中,在恒温恒湿槽中,一边使磁头进行寻道操作一边连续运行1周,结果没有发生特别的故障。具体而言,未发生下述情况:因带有静电而使异物等附着于磁盘上,其被夹于磁头与磁盘之间,从而使HDD装置压坏;也不会因在磁头与磁盘之间产生微小的放电而使磁头发生静电击穿。即,将间隔件1用于HDD装置时,可确认到能够抑制磁盘5和间隔件1的静电引起的带电。

[0142] [实施例2~6]

[0143] 制作与实施例1中制作的间隔件1和试验片为相同玻璃组成的间隔件1和试验片,对此时进行的还原处理的条件(炉内的温度和处理时间)进行各种变更,调查试验片的表面和内部的表面电阻率 ρ_s 的变化(实施例2~6)。关于内部的表面电阻率 ρ_s ,对试验片的表面进行磨削和研磨,使厚度方向的中心部分露出而进行计测。包括实施例1的计测结果如下述表1所示。

[0144] [表1]

[0145]

实施例	表面电阻率 [Ω/sq]	
	表面	内部
1	4.2×10^7	2.7×10^{10}
2	1.1×10^3	2.7×10^{10}
3	3.5×10^4	2.7×10^{10}
4	6.1×10^5	2.7×10^{10}
5	4.8×10^6	2.7×10^{10}
6	9.5×10^8	2.7×10^{10}

[0146] 关于表1所示的实施例2~6,分别将7个间隔件1分别插入8片玻璃制磁盘(形成有磁性膜等)间,组装到HDD装置中,在恒温恒湿槽中,一边使磁头进行寻道操作一边连续运行1周,但未发生特别的故障。具体而言,未发生下述情况:因带有静电而使异物等附着于磁盘上,其被夹于磁头与磁盘之间,从而使HDD装置压坏;也不会因在磁头与磁盘之间产生微小的放电而使磁头发生静电击穿。即,可确认到:变更还原处理的条件而使表面的表面电阻率为 $10^3 \sim 10^9 [\Omega/\text{sq}]$ 、表面的表面电阻率小于内部的间隔件1能够抑制磁盘5和间隔件1的静电引起的带电。

[0147] 以上,对本发明的玻璃间隔件、硬盘驱动器装置以及玻璃间隔件的制造方法进行了详细说明,但本发明不限于上述实施方式和实施例等,当然可以在不脱离本发明主旨的范围内进行各种改良和变更。

[0148] 符号说明

[0149] 1 间隔件

[0150] 2 外周端面

[0151] 3 内周端面

[0152] 4 主表面

[0153] 5 磁盘

[0154] 10 硬盘驱动器装置

[0155] 12 电机

[0156] 14 主轴

[0157] 16 上端夹头

[0158] 20 主电极

[0159] 22 对电极

[0160] 24 环状电极

[0161] 26 直流电源

[0162] 28 电流计。

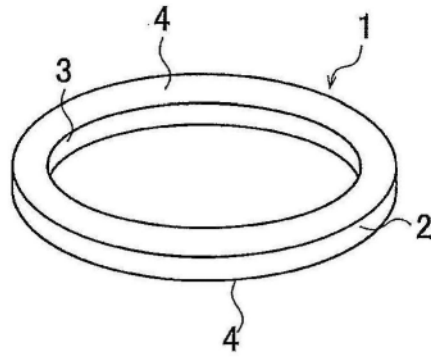


图1

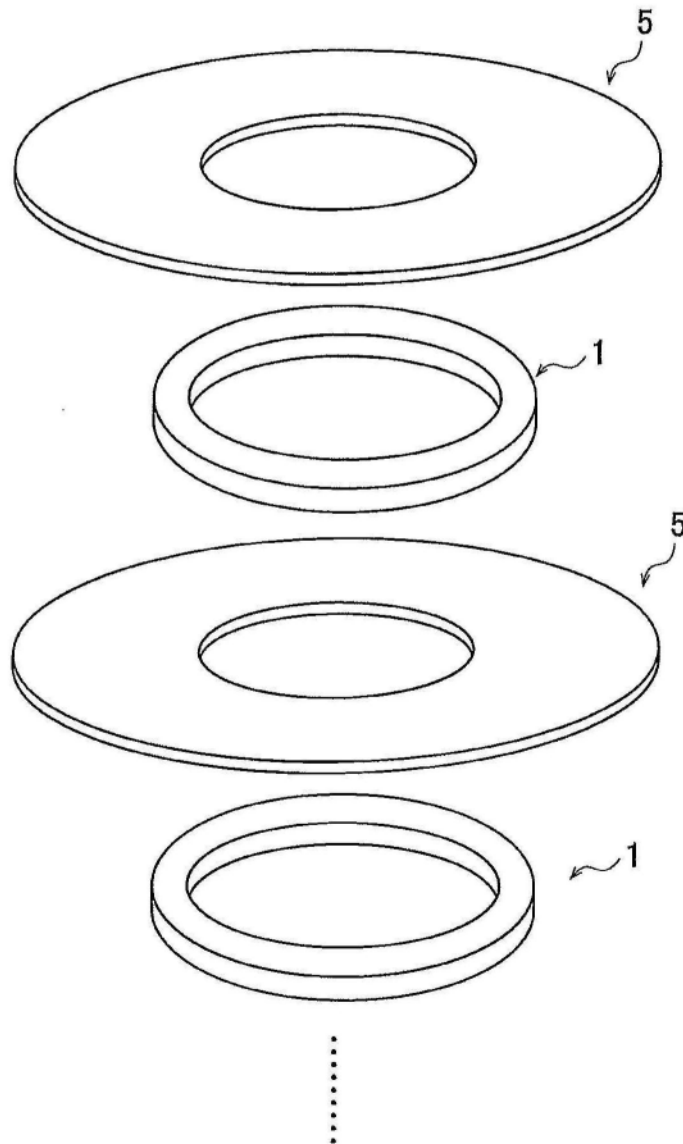


图2

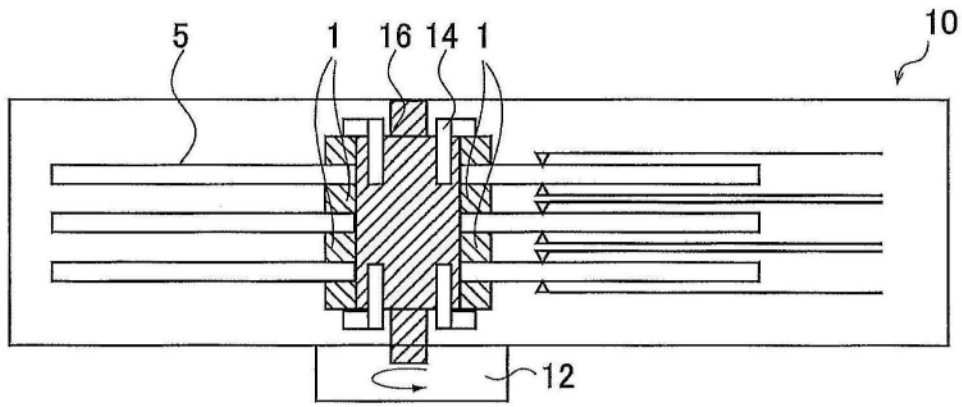


图3

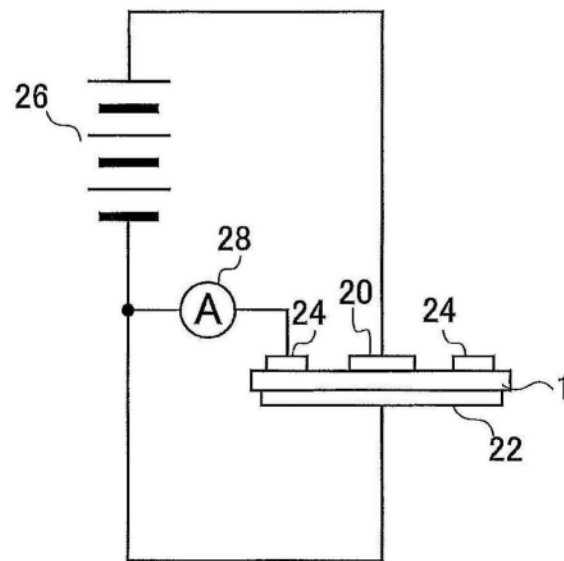


图4