(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113924276 B
(45)授权公告日 2024.10.01

(21)申请号 202080042072.6
(22)申请日 2020.06.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113924276 A
(43)申请公布日 2022.01.11
(30)优先权数据
2019-122243 2019.06.28 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.12.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/025596 2020.06.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/262702 JA 2020.12.30
(73)专利权人 HOYA株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 东修平
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 张志楠 王博
(51)Int.Cl.
C03B 33/08(2006.01)
C03C 3/089(2006.01)
C03C 17/00(2006.01)
B24B 1/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 107438585 A,2017.12.05
US 2002108400 A1,2002.08.15
审查员 郭钊颖

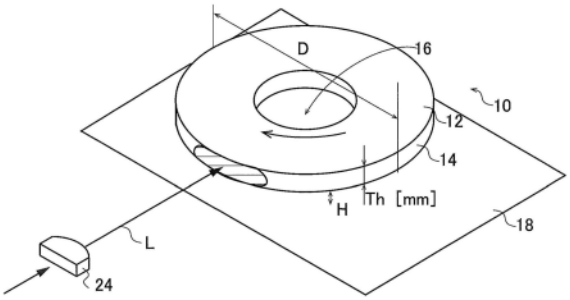
权利要求书2页 说明书16页 附图3页

(54)发明名称

玻璃板的制造方法和磁盘的制造方法

(57)摘要

在利用激光进行圆盘形状的玻璃板的端面的形状加工时,为了抑制玻璃板的主表面内的应变(延迟值),使圆盘形状的玻璃板从底座悬浮,在使上述玻璃板悬浮的状态下,一边通过非接触方式加热上述玻璃板,一边对上述玻璃板的端面照射激光,使上述激光相对于上述端面在上述圆盘形状的玻璃板的圆周方向上相对移动,同时将上述端面加工成目标形状。



CN 113924276 B

1.一种玻璃板的制造方法,其为包括对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工的处理的玻璃板的制造方法,其特征在于,包括:

使载置于底座的圆盘形状的玻璃板从底座悬浮而成为玻璃板与所述底座和支撑器具不接触的状态的步骤;和

在使所述玻璃板悬浮的状态下,一边通过非接触方式加热所述玻璃板整体,一边对所述玻璃板的端面照射激光,使所述激光相对于所述端面在所述圆盘形状的玻璃板的圆周方向上相对移动,同时将所述端面加工成目标形状的步骤。

2.如权利要求1所述的玻璃板的制造方法,其特征在于,所述玻璃板的悬浮是利用超声波、气体的压力或静电力中的至少一种对所述玻璃板赋予悬浮力或吸引力而进行的。

3.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,所述玻璃板通过非接触方式被加热,以使主表面的面内的温度差为50℃以下。

4.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,在将所述端面加工成目标形状的步骤中,按照在所述端面形成倒角面的方式设定所述激光的照射条件。

5.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,照射到所述端面的所述激光的光束在所述圆周方向的长度W2相对于所述玻璃板的直径D之比W2/D为0.03～0.2。

6.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,通过所述激光的照射形成的所述玻璃板的直径与所述激光照射前的所述玻璃板的直径相比增大。

7.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,所述激光沿着所述端面移动的移动速度为0.7mm/秒～140mm/秒。

8.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,所述玻璃板的厚度Th为0.7mm以下。

9.如权利要求1或2所述的玻璃板的制造方法,其中,所述玻璃板的制造方法包括对将所述端面加工成目标形状的所述玻璃板的主表面进行磨削或研磨的步骤,

在将所述端面加工成目标形状后且所述主表面的磨削或研磨前,不进行所述端面的研磨,或者即便进行所述端面的研磨,所述端面的研磨导致的加工余量也为5μm以下。

10.一种玻璃板的制造方法,其为包括对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工的处理的玻璃板的制造方法,其特征在于,包括:

按照不接触支撑台或支撑器具的方式配置圆盘形状的玻璃板的步骤;和

一边加热与所述支撑台或支撑器具不接触的状态的所述玻璃板整体,一边对所述玻璃板的端面照射激光,使所述激光相对于所述端面在所述圆盘形状的玻璃板的圆周方向上相对移动,同时将所述端面加工成目标形状的步骤。

11.如权利要求10所述的玻璃板的制造方法,其中,所述玻璃板通过非接触方式被加热,以使主表面的面内的温度差为50℃以下。

12.如权利要求10或11所述的玻璃板的制造方法,其中,在将所述端面加工成目标形状的步骤中,按照在所述端面形成倒角面的方式设定所述激光的照射条件。

13.如权利要求10或11所述的玻璃板的制造方法,其中,照射到所述端面的所述激光的光束在所述圆周方向的长度W2相对于所述玻璃板的直径D之比W2/D为0.03～0.2。

14.如权利要求10或11所述的玻璃板的制造方法,其中,通过所述激光的照射形成的所述玻璃板的直径与所述激光照射前的所述玻璃板的直径相比增大。

15.如权利要求10或11所述的玻璃板的制造方法,其中,所述激光沿着所述端面移动的移动速度为0.7mm/秒～140mm/秒。

16.如权利要求10或11所述的玻璃板的制造方法,其中,所述玻璃板的厚度Th为0.7mm以下。

17.如权利要求10或11所述的玻璃板的制造方法,其中,所述玻璃板的制造方法包括对将所述端面加工成目标形状的所述玻璃板的主表面进行磨削或研磨的步骤,

在将所述端面加工成目标形状后且所述主表面的磨削或研磨前,不进行所述端面的研磨,或者即便进行所述端面的研磨,所述端面的研磨导致的加工余量也为5μm以下。

18.一种磁盘的制造方法,其特征在于,在通过权利要求1～17中任一项所述的玻璃板的制造方法所制造的玻璃板的主表面形成磁性膜。

19.一种玻璃板的制造装置,其至少具有:

底座,其载置圆盘形状的玻璃板;

用于使所述玻璃板从所述底座悬浮而成为与所述底座和支撑器具不接触的状态的单元;

加热单元,其用于利用非接触的方法对从所述底座悬浮的所述玻璃板整体进行加热;以及

用于对所述玻璃板的端面照射激光的单元。

20.一种玻璃板的制造装置,其至少具有:

按照不接触支撑台或支撑器具的方式配置圆盘形状的玻璃板的单元;

加热单元,其用于利用非接触的方法对配置成与所述支撑台或支撑器具不接触的所述玻璃板整体进行加热;以及

用于对所述玻璃板的端面照射激光的单元。

21.一种玻璃板,其是圆盘形状的玻璃板,其是在通过权利要求1～17中任一项所述的玻璃板的制造方法或权利要求19或20所述的玻璃板的制造装置所制造的玻璃板,其中,

所述玻璃板是磁盘用玻璃基板或者磁盘用玻璃基板的原料,

在所述玻璃板的中心位置具有圆孔,

所述玻璃板具有一对主表面、外周端面和沿着所述圆孔的内周端面,

所述外周端面和/或所述内周端面具有:侧壁面,其沿着与所述主表面大致正交的方向延伸;以及倒角面,其介于所述侧壁面和所述主表面之间,形成为向外侧凸起的弯曲形状,大致正交是指侧壁面相对于主表面的倾斜角度在88度～92度的范围,

所述玻璃板的厚度Th为0.7mm以下,

在所述主表面中,合计12处的延迟值的最大值与最小值之差为30nm以下,所述合计12处为:设所述内周端面为0%、外周端面为100%的位置时在距离所述内周端面在径向外侧25%、50%、75%这3个半径位置的每一个半径位置处存在于圆周上相隔90度的4处的位置。

22.如权利要求21所述的玻璃板,其中,所述倒角面的沿所述主表面的径向的长度C相对于所述玻璃板的厚度Th之比C/Th为0.1～0.7。

23.如权利要求21或22所述的玻璃板,其中,所述外周端面和/或所述内周端面的算术平均粗糙度Ra为0.02μm以下。

玻璃板的制造方法和磁盘的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及包括对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工的处理的玻璃板的制造方法和使用了该玻璃板的制造方法的磁盘的制造方法。

背景技术

[0002] 用于数据记录的硬盘装置使用了磁盘,该磁盘在圆盘形状的非磁性的磁盘用玻璃基板设有磁性层。

[0003] 在制造磁盘用玻璃基板时,对于作为最终产品即磁盘用玻璃基板的基础的圆盘状的玻璃坯板的端面来说,为了不使微细的颗粒附着于主表面而对磁盘的性能产生不良影响,优选使容易产生颗粒的端面的表面光滑。另外,从以良好的精度将磁盘组装到HDD装置中的方面出发,进一步优选将玻璃板的端面统一成目标形状,以使在玻璃基板的主表面形成磁性膜时适合把持玻璃基板的外周端面的夹具的把持。

[0004] 作为用于使玻璃板的端面为目标形状的方法,已知利用激光对玻璃板的边缘进行倒角加工的方法。例如,在将作为玻璃板的玻璃构件整体保持为高于常温的规定温度的状态下,按照照射点沿着玻璃构件的角部移动的方式对上述玻璃板照射激光,由此将上述角部的至少一部分加热到比其他部分更高的温度,以使其软化并进行倒角(专利文献1)。

[0005] 在进行该倒角加工时,通常玻璃构件以载置于预定的支撑台上的状态固定于支撑台,在进行加热后,对玻璃构件的角部照射激光。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利第2612332号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 但是,若利用上述现有的方法进行加工,可知处理后的基板会残留较大的应变。对其原因进行了调查,结果可知,热通过这些接触部分从加热的玻璃构件散至玻璃构件的支撑台,因此实质上无法均匀地加热玻璃构件,其结果,加工中的温度历程根据玻璃构件的主表面的面内的位置而异,玻璃构件的主表面内的应变(延迟值)的最大值与最小值之差、即应变分布(应变的偏差)变大。若该应变分布大,则在之后的玻璃构件的加工工序等各种工序中玻璃构件有可能容易产生弯曲或裂纹。

[0011] 因此,本发明的目的在于提供一种玻璃板的制造方法和磁盘的制造方法,其中,在通过激光照射对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工而制造玻璃板时,能够抑制玻璃板的主表面内的面内的应变(延迟值)的分布。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明的一个方式为一种玻璃板的制造方法,其包括对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工的处理。该制造方法包括:

[0014] 使圆盘形状的玻璃板从底座悬浮的步骤;和

[0015] 在使上述玻璃板悬浮的状态下,一边通过非接触方式加热上述玻璃板,一边对上述玻璃板的端面照射激光,使上述激光相对于上述端面在上述圆盘形状的玻璃板的圆周方向上相对移动,同时将上述端面加工成目标形状的步骤。

[0016] 本发明的一个方式也为一种玻璃板的制造方法,其包括对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工的处理。该制造方法包括:

[0017] 按照圆盘形状的玻璃板与底座不接触的方式进行配置的步骤;和

[0018] 一边通过非接触方式加热配置于上述气氛内的上述玻璃板,一边对上述玻璃板的端面照射激光,使上述激光相对于上述端面在上述圆盘形状的玻璃板的圆周方向上相对移动,同时将上述端面加工成目标形状的步骤。

[0019] 上述玻璃板优选通过非接触方式被加热,以使主表面的面内的温度差为50℃以下。

[0020] 在将上述端面加工成目标形状的步骤中,优选按照在上述端面形成倒角面的方式设定上述激光的照射条件。

[0021] 此时,优选按照上述倒角面的沿上述主表面的径向的长度C相对于上述玻璃板的厚度Th之比C/Th为0.1～0.7的方式设定上述条件。

[0022] 通过上述激光形成的端面的算术平均粗糙度Ra优选为0.02μm以下。

[0023] 照射到上述端面的上述激光的光束在上述圆周方向的长度W2相对于上述玻璃板的直径D之比W2/D优选为0.03～0.2。

[0024] 优选的是,照射到上述端面的上述激光的截面强度分布为单模,将上述端面中的照射位置上的上述激光的光束在上述玻璃板的厚度方向的宽度设为W1[mm],将上述玻璃板的厚度设为Th[mm],将上述激光的功率密度设为Pd时,W1＞Th,Pd×Th为0.8～3.5[W/mm]。

[0025] 优选按照通过上述激光的照射形成的上述玻璃板的直径与上述激光照射前的上述玻璃板的直径相比增大的方式来设定上述功率密度Pd。

[0026] 上述激光沿着上述端面移动的移动速度优选为0.7～140[mm/秒]。

[0027] 上述玻璃板的杨氏模量优选为70[GPa]以上。

[0028] 上述玻璃板的线膨胀系数优选为100×10^{-7}[1/K]以下。

[0029] 上述玻璃板的厚度Th优选为0.7mm以下。

[0030] 上述玻璃板的制造方法优选包括对将上述端面加工成目标形状的上述玻璃板的主表面进行磨削或研磨的步骤,

[0031] 在将上述端面加工成目标形状后且上述主表面的磨削或研磨前,不进行上述端面的研磨,或者即便进行上述端面的研磨,上述端面的研磨导致的加工余量也为5μm以下。

[0032] 本发明的另一方式为一种磁盘的制造方法,其特征在于,在通过上述玻璃板的制造方法所制造的玻璃板的主表面形成磁性膜。

[0033] 发明的效果

[0034] 根据上述玻璃板的制造方法和磁盘的制造方法,在通过激光照射对圆盘形状的玻璃板的端面进行形状加工而制造玻璃板时,能够抑制玻璃板的主表面内的面内的应变(延迟值)的分布。

附图说明

[0035] 图1是对作为一个实施方式的玻璃板的制造方法中的激光的照射进行说明的图。

[0036] 图2是对激光的照射位置处的光束的形状的一例进行说明的图。

[0037] 图3是对激光的照射位置处的光束和光强度分布进行说明的图。

[0038] 图4是对利用激光进行的形状加工后的端面的形状进行说明的图。

[0039] 图5(a)～(c)是对激光的照射条件的差异导致的端面形状的差异进行说明的图。

具体实施方式

[0040] 图1是对作为一个实施方式的玻璃板的制造方法中的激光的照射进行说明的图。图2是对激光的照射位置处的光束的形状的一例进行说明的图。图3是对激光的照射位置处的光束和光强度分布进行说明的图。图4是对利用激光进行的形状加工后的端面的形状进行说明的图。

[0041] 通过本实施方式的玻璃板的制造方法进行形状加工的玻璃板为圆盘形状,形成为在圆盘形状的中心位置开有圆孔的形状,以形成与外周端为同心圆状的内周端。换言之,本实施方式的玻璃板为圆环形状的玻璃板。除了圆环形状以外,本实施方式的玻璃板的圆盘形状也可以为未开有上述圆孔的圆盘形状。作为通过本实施方式的玻璃板的制造方法进行形状加工的玻璃板的示例,不限于磁盘用玻璃基板,可以举出HDD用玻璃隔板或其他产品(均包括加工前中间体)。

[0042] 为了由该玻璃板制作将端面统一为目标形状的玻璃板,或者,为了使玻璃板的端面与主表面的连接部分不成为带棱角的边缘部,对玻璃板实施在玻璃板的主表面与端面的连接部分形成倒角的形状加工。

[0043] 特别是,在制造开有圆孔的圆盘形状的磁盘用玻璃基板时,对于作为最终产品即磁盘用玻璃基板的基础的圆盘形状的玻璃板的端面的形状来说,为了以良好的精度将磁盘组装到HDD装置中,进而为了在玻璃基板的主表面形成磁性膜时利用夹具牢固地把持玻璃基板的端面,希望统一成目标形状。此外,为了不使微细的颗粒附着于主表面而对磁盘的性能产生不良影响,希望使容易产生颗粒的端面的表面光滑。为此,本实施方式中,为了进行用于倒角的形状加工而使用激光。

[0044] 具体而言,如图1所示,开有圆孔16的圆盘形状的玻璃板10具有主表面12和端面14。在图1所示的示例中,外周端面为利用激光L进行形状加工的端面14,但也可以将沿着圆孔16的内周端面作为利用激光进行形状加工的对象。至少使内周端面和外周端面中的一者为利用激光进行形状加工的对象即可。

[0045] 本实施方式中,使玻璃板10为水平状态,在该状态下对端面14照射激光,使激光L相对于端面14沿圆盘形状的玻璃板10的圆周方向相对移动,同时将端面14加工成目标形状。也可以使玻璃板10的主表面12为垂直状态,在该状态下对端面14照射激光L,将端面14加工成目标形状。玻璃板10的配置方向没有特别限制。激光L例如从端面14的法线方向照射到端面14。对于激光L来说,使从后述激光光源20射出的激光L通过包含准直仪等的光学系统22而成为平行光后,借由会聚透镜24使激光L会聚后,将扩展的激光L照射至端面14。

[0046] 另一方面,将玻璃板10的中心位置作为旋转中心,使玻璃板10以恒定速度旋转。这样,使激光L和端面14在圆盘形状的玻璃板10的圆周方向上相互相对地移动,同时,激光L照

射至玻璃板10的端面14的整个圆周。也可以代替使玻璃板10旋转而使激光L的照射位置沿端面14移动,只要使激光L与端面14相对移动即可。

[0047] 此处,激光L对端面14的照射可以从进行所照射的端面14的位置的法线方向进行,也可以从法线方向倾斜。例如,可以从法线方向以45度以下的角度倾斜。除了完全的法线方向(倾斜角度0度)以外,上述法线方向还包括相对于法线方向的倾斜角度为10度以内的范围内作为允许范围。

[0048] 在使用上述激光L的形状加工中,玻璃板10被预先加热至高温后,使激光L和端面14在圆盘形状的玻璃板10的圆周方向上相互相对地移动。此时,为了使激光L照射玻璃板10的端面14的整个圆周,通常将玻璃板10载置固定于支撑台,或者利用支撑器具夹持固定玻璃板10来进行。但是,由于达到高温的玻璃板10的热会从支撑台或支撑器具散出,因此实质上无法均匀地加热玻璃板10。其结果,在玻璃板10中的主表面12内温度历程不同,玻璃板10容易产生应变分布。

[0049] 具体而言,若对现有的使用激光L的形状加工进行说明,为了在玻璃板10的激光L的照射位置附近的端面14处使激光L照射至玻璃板10的整个厚度方向,调整支撑台或支撑器具的尺寸或与主表面的接触位置。换言之,为了使玻璃板10的外周端面和/或内周端面在玻璃板10的整个圆周露出到外部,调整支撑台或支撑器具的尺寸或与玻璃板10的主表面12的接触位置。此时,与支撑台或支撑器具接触的玻璃板10的主表面12上的接触位置为距离外周端面规定距离以上的内侧且距离内周端面规定距离以上的外侧的主表面12上的区域。换言之,上述接触位置可以说是在玻璃板10的主表面12上除最外周部和最内周部以外的部分(也称为中周部分)。

[0050] 考虑到将玻璃板10载置于支撑台或支撑器具上时的位置偏差,上述规定距离例如可以设为5mm以上。假定将规定距离设为5mm的情况下,中周部分是距离外周端面5mm以上且距离内周端面5mm以上的主表面12上的区域。

[0051] 将玻璃板10载置于支撑台或支撑器具上后,通常一边继续玻璃板10的加热一边使激光L照射至玻璃板10的端面14。但是,以往,被加热的玻璃板10的一部分热会通过支撑台或支撑器具散出,因此实质上无法均匀地加热玻璃板10的主表面12,产生了温度的分布。其结果,温度历程根据玻璃板10中的主表面12内的位置而不同,因此在玻璃板10的中周部分产生异常的应变,容易产生应变分布。

[0052] 进而,根据发明人的研究可知,与支撑台或支撑器具接触所引起的玻璃板10的应变无论与上述端面14的规定距离的大小如何,在中周部分均具有某种程度的扩展而产生。由此,在玻璃板10的主表面12的径向,将内周端设为0%、外周端设为100%时,可知在与内周端和外周端分别距离约25%以上的中周部分能够检测出。因此,在评价应变分布时,例如,可以通过在距离玻璃板10的内周端在径向上25%、50%、75%的中周部分的任意多个位置处测定应变来进行评价。关于这3个径向的测定位置,例如使用外径95mm、内径25mm的圆环状玻璃作为玻璃板的情况下,距离内周端分别为8.75mm、17.5mm、26.25mm(与中心的距离分别为21.25mm、30mm、38.75mm)。

[0053] 另一方面,本实施方式中,如图1所示,通过使玻璃板10从底座的载置面18悬浮,使玻璃板10与载置面18为非接触状态,然后,一边利用不接触玻璃板10的方法将玻璃板10加热,一边对玻璃板10的端面照射激光L。加热装置省略了图示。玻璃板10的非接触加热例如

可以通过利用加热器等的热辐射或在传热炉内加热来进行。或者,使用与激光L不同的加热用的激光对玻璃板10整体进行加热。加热用的激光的照射点径没有特别限定,由于容易提高加热效率,因此优选为玻璃板10的直径(外径)的3/4以上。另外,可以使加热用的激光扫描玻璃板10的主表面12的整个面,也可以使用多个激光。作为该加热用激光,例如可以使用CO_2激光。CO_2激光的光通常被玻璃吸收99%以上,因此能够有效地加热玻璃板。

[0054] 这样,热不会通过与支撑台或支撑器具的接触部从玻璃板10流出,因此容易均匀地加热玻璃板10。其结果,玻璃板10的中周部分的热历史容易一致,因而能够抑制中周部分的异常应变的产生。

[0055] 这样,在对玻璃板10的端面照射激光L时,使玻璃板10从载置面18悬浮,形成玻璃板10与载置面18不接触的状态,一边利用不接触玻璃板10的方法将玻璃板10加热,一边对玻璃板10的端面照射激光L。此时,使激光L相对于端面14在圆盘形状的玻璃板10的圆周方向上相对移动。由此,能够将端面14加工成目标形状。

[0056] 玻璃板10的悬浮可以通过使用了利用超声波、气体的压力或静电力等的公知技术对玻璃板10赋予悬浮力或吸引力来进行。悬浮量H只要稳定就没有特别限制,例如可以为0.1mm以上,更优选为0.5~5mm。通过该悬浮,能够抑制热从支撑台或支撑器具流出。

[0057] 例如,在超声波的情况下,利用驻波引起的气体的疏密,或者进一步利用声辐射压力。若平行配置作为声源的振子与反射板形成驻波的声场,则在气压降低的驻波节点的位置由于疏密差而产生悬浮力,能够在该位置处使对象物浮动。但是,由于该悬浮力小,因此优选利用声辐射压力产生的悬浮力。对于声辐射压力来说,若将对象物体平行地载置于弯曲振动模式或纵向振动模式的振动板上,则声辐射压力作用于阻挡声波传播的对象物体的底面,由此产生悬浮力。由这种悬浮力引起的悬浮量例如能够为0.1mm以上,更优选为0.5~5mm。通过该悬浮,能够抑制通过支撑台或支撑器具的流出。

[0058] 另外,通过与玻璃板10的主表面12相向地配置超声波产生面,在超声波产生面的表面形成被压缩的薄空气膜,由此形成超声波产生面与玻璃板10分离的排斥力,使玻璃板10处于不与超声波产生面接触的状态,另一方面,将从超声波产生面抽吸空气而形成的负压作为吸引力,能够使玻璃板10在与超声波产生面分离的状态下被固定,即能够以非接触状态夹持玻璃板10。因此,通过旋转超声波产生面,能够容易地控制玻璃板10的旋转。根据情况,也可以不使用吸引力,仅利用超声波使玻璃板10相对于底座为非接触状态,固定(夹持)在超声波产生面上。

[0059] 该情况下,优选进行使悬浮量固定的超声波控制,以使加工中悬浮量不发生变化。

[0060] 在利用气体的压力时,可以采用利用了伯努利效应的非接触夹头等。例如,在底座的上方与底座相向地设置圆筒室,在该室内产生高速的回旋流(涡流),利用在回旋中心部产生的负压和从圆筒室流出到外部的排出气体产生的正压来吸引对象物体,能够使对象物体从底座悬浮。在利用气体的压力时,由于不接触而固定玻璃板10的力比较强,因此通过连同包含夹头部的底座进行旋转,能够容易地控制玻璃板10的旋转。另外,也可以使对象物体带电,利用静电力使其悬浮。这种悬浮方法可以单独使用,也可以从上述超声波、气体的压力、静电力等中复合使用任意2种以上。

[0061] 这样,使圆盘形状的玻璃板10从底座悬浮,在使玻璃板10悬浮的状态下,一边通过非接触方式将玻璃板10加热,一边对玻璃板10的端面照射激光L,使激光L相对于端面14在

玻璃板10的圆周方向上相对移动,同时将端面14加工成目标形状。通过激光L向玻璃板10的照射,能够使玻璃板10的端面14的形状统一而不与目标形状偏离,能够形成倒角面,进而能够抑制玻璃板10的主表面12的面内的应变(延迟值)的偏差,即能够抑制应变分布。例如,在载置于底座的载置面18的状态下进行加热,通过照射激光L进行了形状加工的玻璃板10的面内的中周部中的延迟值的最大值与最小值之差超过30nm,与此相对,在使玻璃板10从本实施方式的载置面18悬浮的状态下进行加热,通过照射激光L进行了形状加工的情况下,能够使玻璃板10的延迟值的上述差为30nm以下、优选为20nm以下。而且,能够使端面14的表面光滑。玻璃板10的面内的中周部中的延迟值的上述差更优选为10nm以下、进一步优选为5nm以下。若延迟值的上述差大,在后续工序中,在加热工艺中玻璃板有可能产生翘曲、或产生裂纹。特别是,在玻璃板最终成为磁盘用玻璃基板的情况下,在之后的磁性膜在基板表面的成膜工序中被加热至高温,因此减小延迟值的上述差很重要。

[0062] 根据一个实施方式,在使用激光L的形状加工前进行的玻璃板10的预加热中,玻璃板优选通过非接触方式被加热,以使主表面12的面内的中周部的温度差为50℃以下。由此,能够在圆周上均匀地形成倒角面的形状,同时能够降低延迟值的上述差。更优选按照上述温度差为20℃以下的方式通过非接触方式进行加热。

[0063] 为了通过这种激光L的照射使端面14为目标形状,可以举出下述照射条件。

[0064] 照射到端面14的激光L的截面强度分布优选为单模。即,激光L的截面强度分布为高斯分布。将这种激光L在端面14中的照射位置上的光束在玻璃板10的厚度方向的宽度如图2所示设为W1[mm],将玻璃板10的厚度如图1、3所示设为Th[mm],将激光L的功率密度设为Pd[W/mm^2]时,在激光L的照射中,使用W1＞Th、Pd×Th为0.8～3.5[W/mm]的条件。此处,按照超出玻璃板10的厚度方向的两侧的方式照射激光L的光束。另外,通过使激光L超出端面14的两侧的宽度相同,能够在玻璃板10的厚度方向的两侧均等地进行倒角,能够使2个倒角面14c的形状相同。功率密度Pd是将激光L的总功率P[W]除以激光L照射的部分的光束的面积所得到的值。在激光L的光束形成短轴半径为W1/2、长轴半径为W2/2的椭圆形(参照图2)时,功率密度Pd被规定为4×P/W1/W2/π[W/mm^2](π为圆周率)。

[0065] 此处,作为激光L的一例,使用CO_2激光,但只要是对玻璃具有吸收的振荡波长,就不限于CO_2激光。例如,可以举出CO激光(振荡波长～5μm或振荡波长～10.6μm)、Er-YAG激光(振荡波长～2.94μm)等。在使用CO_2激光的情况下,波长优选为3μm以上。此外,更优选使波长为11μm以下。若波长短于3μm,玻璃难以吸收激光L,有时无法将玻璃板10的端面14充分加热。另外,若波长长于11μm,则激光装置的获得有时困难。需要说明的是,对激光光源20的振荡形式没有特别限定,可以为连续振荡光(CW光)、脉冲振荡光、连续振荡光的调制光中的任一种。但是,在脉冲振荡光和连续振荡光的调制光的情况下,激光L的相对移动速度快时在移动方向上有可能产生倒角面14c的形状不均。该情况下,振荡和调制的频率优选为1kHz以上、更优选为5kHz以上、进一步优选为10kHz以上。

[0066] 光束的宽度W1和后述的长度W2可以通过使用例如2片柱面透镜来调整激光L在玻璃板10的照射位置从而进行设定。另外,宽度W1可以由光束轮廓仪求出,长度W2可以由利用光束轮廓仪得到的光束形状与玻璃板的直径D求出。

[0067] 通过使激光L的宽度W1大于玻璃板10的厚度Th,还能使激光L充分地照射至端面14的主表面12侧(厚度方向两侧)的侧端,利用热使玻璃板10的一部分软化熔融,由此能够形

成倒角面。

[0068] 若使激光L的宽度W1相对于玻璃板10的厚度Th的比例Th/W1过大(即,Th/W1过于接近1),则受到激光强度分布的梯度陡峭的范围的影响,玻璃板10的边缘部分的加热减弱,同时玻璃板10的端面14的厚度方向的中心部分的加热增强。因此,容易成为后述球面形状的端面,故不优选。另外,若使Th/W1过小,则激光L对端面14的加热变得过小,有时难以形成倒角面14c。从上述方面出发,Th/W1优选为0.3～0.9的范围内。

[0069] 另一方面,在激光L的功率密度Pd过低的情况下,端面14的加热不充分,未形成倒角面。另一方面,在功率密度Pd过高的情况下,端面14整体因热而变圆成球状,球状的厚度方向的厚度大于玻璃板10的厚度Th。

[0070] 因此,作为照射条件,优选设为W1＞Th、Pd×Th＝0.8～3.5[W/mm]。Pd×Th优选为3.0[W/mm]以下、更优选为1.0～2.8[W/mm]、进一步优选为1.2～2.3[W/mm]。

[0071] 由于Pd×Th＝0.8～3.5[W/mm],因此在玻璃板10的厚度Th变薄而照射条件偏离Pd×Th＝0.8～3.5[W/mm]的情况下,意味着能够提高功率密度Pd。通过提高功率密度Pd,能够利用功率密度Pd弥补激光L所致的玻璃板10的照射面积变小的量,能够形成倒角面14c。

[0072] 需要说明的是,为了在玻璃板10的厚度方向的两侧同时形成相同形状的倒角面,优选使激光L的宽度方向的光束的中心位置与玻璃板10的厚度方向的玻璃板10的中央的位置对齐。

[0073] 通过使用这种条件,可以使玻璃板10的端面14的形状不偏离目标形状而统一成目标形状,能够形成倒角面14c。而且,能够使端面14的表面光滑。

[0074] 如上所述,可以限制Pd×Th的值的范围来形成倒角面14c,但通过控制Pd×Th的值和移动速度的值而对端面14照射激光L,能够有效地在玻璃板10的端面14形成倒角面14c。另外,通过更详细地控制Pd×Th的值和移动速度的值,不仅是倒角面14c,还能形成与玻璃板10的主表面12垂直的面、即侧壁面14t。由此,可以使端面14的形状相对于目标形状没有偏差而统一。而且,能够使端面14的表面光滑。这种情况下,形成倒角面14c前的玻璃板10的端面14在玻璃板10的厚度方向的至少中心部具有与主表面12垂直的面。通过对玻璃板10的端面14照射激光L,使玻璃板10的端面14的厚度方向的两侧的边缘部(主表面12与端面14的边界部分)、例如弯曲成直角的角部软化和/或熔融,将端面14的边缘部倒角成带圆弧的形状,同时能够在倒角后的端面14形成被玻璃板10的厚度方向的两侧的倒角面夹持的与主表面12垂直的面(侧壁面14t)。特别是,端面14优选具备与主表面12垂直的长度为厚度Th的10分之1以上的面(侧壁面14t)和倒角面14c。上述垂直的面(侧壁面14t)的长度T(参照图4)更优选为厚度Th的5分之1以上。

[0075] 根据一个实施方式,通过照射激光L而与倒角面14c一同形成的上述垂直的面(侧壁面14t)不同于通过照射激光L而形成倒角面14c前的与端面14的主表面12垂直的面,是新形成的面,表面粗糙度Rz和算术平均粗糙度Ra因激光L的照射而降低。另外,从圆盘形状的玻璃板10的中心位置至垂直的面(侧壁面14t)的半径方向的距离变大。

[0076] 需要说明的是,与主表面12垂直的面(侧壁面14t)是指,将相对于主表面12为90度±2度的范围作为允许范围的面。

[0077] 以下,利用磁盘用玻璃基板的制造方法,对包括上述玻璃板10的形状加工的玻璃板的制造方法进行说明。

[0078] 与图1所示的玻璃板10同样地,磁盘用玻璃基板也是设有圆孔的圆盘形状的薄板的玻璃基板。磁盘用玻璃基板的尺寸没有限制,磁盘用玻璃基板例如为公称直径2.5英寸或3.5英寸的磁盘用玻璃基板的尺寸。在公称直径3.5英寸的磁盘用玻璃基板的情况下,例如,外径(标称值)为95mm～97mm。在公称直径2.5英寸的磁盘用玻璃基板的情况下,例如,外径(标称值)为65mm～67mm。磁盘用玻璃基板的厚度例如为0.20mm～0.65mm、优选为0.30mm～0.65mm、优选为0.30mm～0.53mm。在该玻璃基板的主表面上形成磁性层来制作磁盘。

[0079] 玻璃基板具有与图4所示的玻璃板10的外周端同样的端面形状。玻璃板10具备:一对主表面12、12;形成于外周端部的端面14的侧壁面14t;和介于侧壁面14t与主表面12、12之间的倒角面14c、14c,与外周端部的端面14同样地,在内周端部的端面也具备:未图示的侧壁面;和介于该侧壁面与主表面12、12之间的未图示的倒角面。该形状为使用激光L的端面14的形状加工中的目标形状。下面,对目标形状进行说明。

[0080] 侧壁面14t是在与主表面12大致正交的方向延伸的面。大致正交是指,侧壁面14t相对于主表面12的倾斜角度在88度～92度的范围。倒角面14c与主表面12平滑地连接,向侧壁面14t延伸。倒角面14c形成向外侧突出的弯曲形状,与侧壁面14t平滑地连接。因此,图4所示的倒角面14c沿着主表面12的径向的长度C[mm]是相对于主表面12在倾斜角度超过2度且小于88度的范围倾斜的部分的长度。

[0081] 沿着主表面12的径向和厚度方向切断倒角面14c时的倒角面14c的曲线形状为下述形状:随着向径向外侧前进,倒角面14c相对于主表面12的倾斜角度连续地增大。

[0082] 在制作这种玻璃基板时,例如,可以利用激光从预先制作的大玻璃板切割出比玻璃板10的尺寸略大的玻璃坯。

[0083] 切割出玻璃坯前的大平板玻璃例如是使用浮法或下拉法制作的一定板厚的玻璃板。或者,也可以是利用模具将玻璃块压制成型而得到的玻璃板。玻璃板的板厚与成为最终产品即磁盘用玻璃基板时的目标板厚相比厚出磨削和研磨的加工余量,例如,厚几μm～几百μm左右。

[0084] 需要说明的是,除了利用激光切割出玻璃坯的方法以外,也可以如现有这样使用下述方法:利用划线器在玻璃板形成切口线,通过加热等沿着切口线产生裂纹,将其割断。另外,也可以通过使用氢氟酸等蚀刻液的湿法蚀刻来切割出玻璃坯。

[0085] 在利用激光进行从大平板玻璃切割出玻璃坯的处理时,作为激光,例如使用YAG激光器、或者Nd:YAG激光器等固态激光器。因此,激光的波长例如在1030nm～1070nm的范围。这种情况下,激光例如为脉冲激光,脉冲宽度设为10×10^{-12}秒以下(10皮秒以下)。激光的光能可以根据脉冲宽度和脉冲宽度的重复频率而适当调整。通过该激光的照射,能够在沿着欲切断的交界线上的离散位置处间断地形成缺陷。

[0086] 之后,对于形成有缺陷的玻璃板的以上述交界线为界的外侧部分与内侧部分中的外侧部分,使其加热高于内侧部分,或者对外侧部分进行加热,将玻璃板的外侧部分和内侧部分分离。

[0087] 或者,也可以沿着上述交界线连续照射其他种类的激光,从而通过激光的照射使沿着欲切断的交界线上离散地形成的缺陷以线状连续。例如,作为其他种类的激光,可以使用CO_2激光。通过该激光,可以形成线状的缺陷,以连接间断形成的缺陷。在这种情况下,根据需要,可以使以上述交界线为界的外侧部分和内侧部分中的外侧部分的加热高于内侧部

分,或者对外侧部分进行加热,由此将玻璃板的外侧部分和内侧部分分离。这样,能够从平板玻璃切割出圆板形状的玻璃坯。如此形成的圆板形状的玻璃坯的端面的表面粗糙度Rz例如为1～10μm,算术平均粗糙度Ra例如为0.1～1μm。

[0088] 此外,为了在切割出的圆板状的玻璃坯开出同心圆的圆孔,与上述方法同样地,通过激光照射并利用划线器开出圆孔,或者通过蚀刻开出圆孔。开有圆孔的玻璃坯成为制作磁盘用玻璃基板时的玻璃坯板。

[0089] 为了在如此得到的图1所示的圆盘形状的玻璃板10的端面14(外周端部的端面和内周端部的端面)形成倒角面14c,利用激光L进行形状加工。在利用激光L的形状加工中,如上所述,利用公知的技术使其从载置面18悬浮,对以悬浮状态加热的玻璃板10(玻璃坯板)的端面14(例如,从端面14的法线方向)照射激光L,使端面14和激光L在圆盘形状的玻璃板10的圆周方向相对移动,同时将端面14的形状加工成目标形状。激光L优选为具有单模的截面强度分布的激光,作为激光L的照射条件,优选宽度W1＞厚度Th,并使Pd×Th为0.8～3.5[W/mm^2]。由此,能够使玻璃板10的端面14的形状相对于目标形状没有偏差而统一,能够形成倒角面。

[0090] 另外,为了对至少在厚度方向的中心部具有与主表面12垂直的面的倒角前的玻璃板10的端面14照射激光L,由此使玻璃板10的端面14的边缘部软化和/或熔融,将端面14的边缘部倒角成带圆弧的形状,进而为了在进行倒角的同时,在倒角后的端面14也形成与玻璃板10的主表面垂直的面(侧壁面14t),控制Pd×Th的值和移动速度的值,对端面14照射激光L。由此,能够使玻璃板10的端面14的形状相对于目标形状没有偏差而统一,能够形成与主表面12垂直的面(侧壁面14t)和倒角面14c。

[0091] 图5(a)～(c)是对激光L的照射条件的差异导致的端面14的形状的差异进行说明的图。图5(a)～(c)中,将照射条件中的厚度Th固定为0.7mm、将宽度W1固定为1.0mm、将Th/W1固定为0.7,进而将长度W2固定为10mm、将照射位置处的移动速度固定为2mm/秒,变更功率密度Pd而变更Pd×Th,示出此时的端面14的形状的示例。需要说明的是,作为加工前的玻璃板,使用玻璃化转变温度Tg为500℃、直径为95mm、端面14与主表面12垂直的玻璃板。端面14的表面粗糙度Rz为5μm,算术平均粗糙度Ra为0.5μm。激光L照射至玻璃坯板的外周端面。

[0092] 图5(a)示出了未照射激光L的状态、即Pd＝0[W/mm^2]的示例。图5(b)示出了Pd＝1.9[W/mm^2]的照射条件下的端面14的形状,图5(c)示出了Pd＝4.0[W/mm^2]的照射条件下的端面14的形状。

[0093] 图5(c)所示的端面14的部分为球面形状,玻璃板10的外径减小,相应地,玻璃板10的厚度方向的长度比玻璃板10的厚度(主表面间的长度)长,作为具有一定厚度的玻璃基板是不优选的形状。

[0094] 因此,关于利用激光L的照射条件,优选按照在端面14形成与主表面12大致正交的侧壁面14t和连接侧壁面14t的两侧的端与主表面12的端的倒角面14c的方式来设定照射条件。为了不使玻璃板10的外径减小、或者不使上述球面形状的厚度方向的长度比玻璃板10的厚度(主表面间的长度)长,例如,功率密度Pd的范围优选设定为1.2[W/mm^2]～3.0[W/mm^2]。

[0095] 根据一个实施方式,作为端面14的目标形状,优选按照倒角面14c沿着主表面12的径向的长度C相对于厚度Th之比C/Th为0.1～0.7的方式来设定照射条件Pd×Th。通过使C/

Th为0.1～0.7,能够发挥出在端面14与主表面12的连接部分没有角部的倒角面14c的功能。另外,在C/Th小于0.1的情况下,倒角面14c的形成不充分,在后续成膜工序等中边缘有可能容易缺损。另外,在C/Th超过0.7的情况下,主表面12上的数据记录区域有可能减少。因此,通过在1.2～2.3[W/mm]的范围内调整Pd×Th,能够调整C/Th。C/Th更优选为0.25～0.5。

[0096] 根据一个实施方式,作为端面14的目标形状,优选按照侧壁面14t沿着厚度方向的长度T[mm]相对于厚度Th之比T/Th为0.1～0.8的方式来设定照射条件。T/Th小于0.1的情况下,侧壁面14t的形成不充分,难以测定玻璃板10的外径或内径,因此有可能产生测量偏差而难以进行生产管理。另外,在C/Th超过0.8的情况下,倒角面14c的形成不充分,在后续成膜工序等中边缘有可能容易缺损。

[0097] 根据一个实施方式,通过激光L形成的端面14(倒角面14c、侧壁面14t)的算术平均粗糙度Ra(JIS B0601:2001)优选为0.02μm以下。进而,表面粗糙度Rz(JIS B0601:2001)优选为0.3μm以下、0.2μm以下更优选为、进一步优选为0.02μm以下。表面粗糙度Rz和算术平均粗糙度Ra例如可以利用激光式的光学显微镜进行测定。通过利用上述照射条件的激光L进行端面14的照射,能够使倒角面14c和侧壁面14t平滑。

[0098] 另外,如图1所示,在使激光L的照射位置沿着圆盘形状的玻璃板10的圆周方向相对移动地进行形状加工时,优选按照下述方式有效地利用激光L进行端面14的加热,即,以一定程度增长玻璃板10的圆盘形状的圆周方向的长度W2(参照图2),缓慢地提高利用激光L加热所致的端面14的温度,在照射位置的圆周方向的中心点达到最大温度。如此,能够增大激光L的照射位置处的移动速度,因此能够缩短加工时间。根据一个实施方式,照射到端面14的激光L的光束在玻璃板10的圆盘形状的圆周方向的长度W2相对于玻璃板10的直径D之比W2/D优选为0.03～0.2。W2/D小于0.03的情况下,长度W2相对变短,因此无法充分地实现缓慢提高端面14的温度。W2/D超过0.2的情况下,长度W2相对变长,因此,该情况下,激光L照射到玻璃板10的位置(激光L的照射方向上的位置)会因玻璃板10的曲率而大幅变化,其结果,光束扩展,在圆周方向上难以有效地进行加热。根据一个实施方式,如图2所示,照射到端面14的激光L的光束优选为椭圆形。

[0099] 需要说明的是,若端面14通过激光L的照射缓慢增大功率密度Pd,则由于端面14的形状变圆,玻璃板10的直径D增加几十μm～几百μm,若进一步增大功率密度Pd,则变圆的范围变宽,厚度方向的长度变宽而成为球面形状,由此玻璃板10的直径D减小。即,形状加工后的玻璃板10的直径D根据功率密度Pd的大小而变化。图5(c)所示的示例是功率密度Pd过度增大,端面14由于过度加热而成为球面形状,玻璃板10的直径变短的示例。图5(c)所示的玻璃板10的外径与作为目标的玻璃板10的直径相比较小,故不优选。另外,由于端面14的过度加热,球面形状也容易产生偏差,无法使玻璃板10的直径统一,故不优选。因此,优选的是,按照通过激光L的照射形成的玻璃板10的直径与激光L照射前的玻璃板10的直径相比增大的方式来设定功率密度Pd。

[0100] 激光L沿着端面14移动的移动速度优选为0.7～140mm/秒。此处,移动速度是指相对于端面14的相对移动速度。从加工效率的方面出发,利用激光L进行的形状加工优选的是,在激光L绕玻璃板10旋转1周时完成形状加工。此处,在移动速度超过140mm/秒的情况下,难以把握完成形状加工的时机,有可能难以使形状加工的起点和终点一致。另外,若移动速度低于0.7mm/秒,端面14的形状会因Pd×Th的微小变化而改变,因此难以控制端面14

的形状。例如,即便得到了具有图4所示的侧壁面14t和倒角面14c的形状,但仅少量增加Pd×Th,端面14也会被过度加热而容易成为图5(c)所示的形状,因此难以进行稳定的生产。从这些方面出发,上述移动速度优选为0.7～140mm/秒。

[0101] 需要说明的是,移动速度更优选为20～140mm/秒。若移动速度为20mm/秒以上,相对于Pd×Th变化的端面14的形状变化比较稳定,而且通过缩短加工时间而使生产率提高。因此,移动速度更优选为20～100mm/秒。

[0102] 需要说明的是,为了促进利用激光L形成倒角,优选在利用该激光L进行倒角的形状加工时使玻璃板10的温度为高于室温的温度。此时,优选为Tg-50℃(Tg为玻璃板10的玻璃化转变温度)以下。此外,进行倒角的形状加工时的玻璃板10的温度更优选为150～400℃的范围。若玻璃板10的温度小于150℃,有时无法充分地获得倒角面14c的形成。若玻璃板10的温度高于400℃,有时玻璃板10发生变形而难以使激光L照射至端面14。作为加热玻璃板10的方法,例如,可以在实施该倒角加工前加热玻璃板10,另外,也可以一边进行该倒角加工一边加热玻璃板10。其中,一边通过激光L的照射进行倒角一边进行玻璃板10的加热时,由于与激光L所致的加热的乘数效应而难以控制温度,因此端面14的形状的偏差有时变大。因此,在加热玻璃板10的情况下,优选在通过激光L的照射进行倒角前进行玻璃板10的加热。这种情况下,优选在倒角时对玻璃板10适当地进行保温。

[0103] 对于如此进行了端面14的形状加工的玻璃板10,内周端部的端面也利用激光L进行了形状加工,之后,对玻璃板10进行各种处理以具有适合最终产品的特性。

[0104] 例如,对形状加工后的端面14进行端面研磨处理。通过上述形状加工,能够减小倒角面14c和侧壁面14t的表面粗糙度,因此能够使端面研磨处理中的加工余量少于现有这样使用成形磨石来加工倒角面14c的情况,能够提高生产成本和生产效率。在一个实施方式中,可以完全不进行端面研磨处理。

[0105] 在由玻璃板10制作磁盘用玻璃基板的情况下,之后,将玻璃板10作为成为磁盘用玻璃基板前的中间体的玻璃板,进行玻璃板10的主表面12的磨削/研磨处理。

[0106] 在磨削/研磨处理中,在玻璃板10的磨削后进行研磨。

[0107] 在磨削处理中,使用具备行星齿轮机构的双面磨削装置对玻璃板10的主表面12进行磨削加工。具体而言,一边将玻璃板10的外周端部的端面14保持在设置于双面磨削装置的保持部件的保持孔内,一边对玻璃板10的两侧的主表面12进行磨削。双面磨削装置具有上下一对定盘(上定盘和下定盘),在上定盘和下定盘之间夹持玻璃板10。并且,一边使上定盘或下定盘中的任意一者或两者进行移动操作并供给冷却剂,一边使玻璃板10和各定盘相对移动,由此可以对玻璃板10的两主表面12进行磨削。

[0108] 例如,将用树脂固定有金刚石的固定磨粒形成为片状,将所形成的磨削部件安装至定盘,从而可以进行磨削处理。

[0109] 接着,对磨削后的玻璃板10的主表面12实施第1研磨。具体而言,一边将玻璃板10的外周端部的端面14保持在设置于双面研磨装置的研磨用载具的保持孔内,一边对玻璃板10的两侧的主表面12进行研磨。第1研磨的目的在于除去磨削处理后的主表面12所残留的伤痕或应变,或者对微小的表面凹凸(微观波纹度、粗糙度)进行调整。

[0110] 第1研磨处理中,使用与利用固定磨粒的上述磨削处理中所用的双面磨削装置具有同样构成的双面研磨装置,一边提供研磨浆料一边对玻璃板10进行研磨。第1研磨处理

中,使用包含游离磨粒的研磨浆料。作为第1研磨中所用的游离磨粒,例如使用氧化铈、或者氧化锆等磨粒。双面研磨装置也与双面磨削装置同样地在上下一对定盘之间夹持玻璃板10。在下定盘的上表面和上定盘的底面安装有整体为圆环形的平板的研磨垫(例如树脂抛光材料)。并且,通过使上定盘或下定盘中的任意一者或两者移动操作,从而使玻璃板10和各定盘相对移动,由此对玻璃板10的两主表面12进行研磨。研磨磨粒的尺寸以平均粒径(D50)计优选为0.5~3μm的范围内。

[0111] 第1研磨后,可以对玻璃板10进行化学强化。这种情况下,作为化学强化液,使用例如硝酸钾与硫酸钠的混合熔融液等,将玻璃板10浸渍于化学强化液中。由此,能够通过离子交换在玻璃板10的表面形成压缩应力层。

[0112] 接着,对玻璃板10实施第2研磨。第2研磨处理的目的在于主表面12的镜面研磨。在第2研磨中,也使用与第1研磨中所用的双面研磨装置具有同样构成的双面研磨装置。具体而言,一边将玻璃板10的外周端部的端面14保持在设置于双面研磨装置的研磨用载具的保持孔内,一边对玻璃板10的两侧的主表面12进行研磨。在第2研磨处理中,相对于第1研磨处理,游离磨粒的种类和颗粒尺寸不同以及树脂抛光材料的硬度不同。树脂抛光材料的硬度优选低于第1研磨处理时。例如将包含胶态二氧化硅作为游离磨粒的研磨液供给至双面研磨装置的研磨垫与玻璃板10的主表面12之间,对玻璃板10的主表面12进行研磨。第2研磨中所用的研磨磨粒的尺寸以平均粒径(d50)计优选为5~50nm的范围内。

[0113] 需要说明的是,关于是否需要化学强化处理,考虑玻璃组成及必要性适当选择即可。除了第1研磨处理和第2研磨处理以外,也可以进一步加入其它的研磨处理,也可以通过1个研磨处理来完成2个主表面12的研磨处理。另外,上述各处理的顺序可适当变更。

[0114] 这样,对玻璃板10的主表面12进行研磨,可以得到满足磁盘用玻璃板10所要求的条件的磁盘用玻璃基板。

[0115] 之后,在对主表面12进行研磨而制作的玻璃板10至少形成磁性层,制作出磁盘。

[0116] 这样,在玻璃板10的制造方法中,对进行了形状加工后的玻璃板10的主表面12进行磨削或研磨。这种情况下,在端面14的形状加工后、主表面12的磨削或研磨前,不进行端面14的研磨,或者即便进行端面14的研磨,也能使端面14的研磨所致的加工余量为5μm以下。因此,能够使玻璃板10的外径的变化为10μm以下。这是因为,通过激光L能够形成表面凹凸小的倒角面14c和侧壁面14t。

[0117] 近年来,由于大数据分析等,对于硬盘驱动装置增大存储容量的要求愈发强烈。因此,正在研究增加1台硬盘驱动装置所搭载的磁盘的片数。通过增大组装到硬盘驱动装置中的磁盘的片数来实现存储容量的增大时,在磁盘驱动装置内的有限空间内需要减薄在磁盘厚度中占大部分的磁盘用玻璃基板的板厚。

[0118] 此处,若减薄磁盘用玻璃基板的板厚,则玻璃基板的刚性降低,容易产生大的振动,并且该振动难以平息。若玻璃基板的振动的振幅大,则与相邻排列的磁盘接触的情况增多,另外,位于隔开一定间隔配置的多个磁盘的最上部的磁盘有时也会与硬盘驱动装置的磁盘收纳容器的顶面接触。在这种接触中,磁盘的一部分有时会缺损而产生颗粒。

[0119] 因此,磁盘用玻璃基板的刚性低是不优选的。从该方面出发,关于上述形状加工中使用的玻璃板10,根据一个实施方式,玻璃板10的杨氏模量优选为70[GPa]以上、更优选为80[GPa]以上、更进一步优选90[GPa]以上。

[0120] 另外,在使玻璃板10为磁盘用玻璃基板的原料时,玻璃板10的厚度Th优选为0.7mm以下、更优选为0.6mm以下。厚度Th越小,越能增加搭载于硬盘驱动装置内的磁盘的片数。

[0121] 对这种玻璃板10的组成没有限定,优选为下述组成。

[0122] (玻璃1)

[0123] SiO_2 56~80摩尔%、

[0124] Li_2O 1~10摩尔%、

[0125] B_2O_3 0~4摩尔%、

[0126] MgO与CaO的总含量(MgO+CaO)9~40摩尔%。

[0127] 玻璃1的比重为2.75g/cm^3以下,玻璃化转变温度Tg为650℃以上。

[0128] (玻璃2)

[0129] SiO_2 56~80摩尔%、

[0130] Li_2O 1~10摩尔%、

[0131] B_2O_3 0~4摩尔%、

[0132] MgO与CaO的总含量(MgO+CaO)4~40摩尔%,

[0133] SiO_2与ZrO_2的总含量相对于Al_2O_3含量的摩尔比((SiO_2+ZrO_2)/Al_2O_3)为2~13。

[0134] 玻璃2的比重为2.50g/cm^3以下,玻璃化转变温度Tg为500℃以上,20℃的比弹性模量为30GPa·cm^3/g以上。

[0135] (玻璃3)

[0136] 一种非晶质的氧化物玻璃,以摩尔%表示,含有:

[0137] SiO_2 56~65%、

Al_2O_3 5~20%、

B_2O_3 0~4%、

MgO 3~28%、

[0138]

Li_2O 1~10%,

[0139] 含有:

[0140] SiO_2与Al_2O_3的总含量(SiO_2+Al_2O_3)65~80%、

[0141] MgO与CaO的总含量(MgO+CaO)11~30%、

[0142] MgO、CaO、SrO和BaO的总含量(MgO+CaO+SrO+BaO)12~30%、

[0143] MgO含量、0.7×CaO含量、Li_2O含量、TiO_2含量和ZrO_2含量之和(MgO+0.7CaO+Li_2O+TiO_2+ZrO_2)16%以上、

[0144] 5×Li_2O含量、3×Na_2O含量、3×K_2O含量、2×B_2O_3含量、MgO含量、2×CaO含量、3×SrO含量和BaO含量之和(5Li_2O+3Na_2O+3K_2O+2B_2O_3+MgO+2CaO+3SrO+BaO)32~58%、

[0145] SiO_2含量、Al_2O_3含量、B_2O_3含量、P_2O_5含量、1.5×Na_2O含量、1.5×K_2O含量、2×SrO含量、3×BaO含量和ZnO含量之和(SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3+P_2O_5+1.5Na_2O+1.5K_2O+2SrO+3BaO+ZnO)86%以下、以及

[0146] SiO_2含量、Al_2O_3含量、B_2O_3含量、P_2O_5含量、Na_2O含量、K_2O含量、CaO含量、2×SrO含量和3×BaO含量之和(SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3+P_2O_5+Na_2O+K_2O+CaO+2SrO+3BaO)92%以下,

[0147] CaO含量相对于MgO含量的摩尔比(CaO/MgO)为2.5以下,

[0148] Na_2O含量相对于Li_2O含量的摩尔比(Na_2O/Li_2O)为5以下，

[0149] Li_2O含量相对于MgO与CaO的总含量的摩尔比($Li_2O/(MgO+CaO)$)为0.03～0.4，

[0150] SiO_2含量相对于Li_2O、Na_2O和K_2O的总含量的摩尔比($SiO_2/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)为4～22，

[0151] SiO_2与ZrO_2的总含量相对于Al_2O_3的摩尔比($(SiO_2+ZrO_2)/Al_2O_3$)为2～10，

[0152] TiO_2与Al_2O_3的总含量相对于MgO与CaO的总含量的摩尔比($(TiO_2+Al_2O_3)/(MgO+CaO)$)为0.35～2，

[0153] MgO与CaO的总含量相对于MgO、CaO、SrO和BaO的总含量的摩尔比($(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)$)为0.7～1，

[0154] BaO含量相对于MgO、CaO、SrO和BaO的总含量的摩尔比($BaO/(MgO+CaO+SrO+BaO)$)为0.1以下，

[0155] P_2O_5含量相对于B_2O_3、SiO_2、Al_2O_3和P_2O_5的总含量的摩尔比($P_2O_5/(B_2O_3+SiO_2+Al_2O_3+P_2O_5)$)为0.005以下，

[0156] 玻璃化转变温度为670℃以上且杨氏模量为90GPa以上，

[0157] 比重为2.75以下，

[0158] 100～300℃的平均线膨胀系数为40×10^{-7}～70×10^{-7}/℃的范围。

[0159] 根据一个实施方式，玻璃板10优选由玻璃化转变温度Tg为500℃以上的玻璃构成，更优选玻璃化转变温度Tg为650℃以上。玻璃化转变温度Tg越高，越能抑制对玻璃板10进行热处理时的热收缩和因热收缩而发生的变形。因此，考虑到在基板1形成磁盘的磁性膜等时的热处理，优选使玻璃化转变温度Tg为500℃以上，更优选为650℃以上。

[0160] 根据一个实施方式，玻璃板10优选由线膨胀系数为100×10^{-7}[1/K]以下的材料构成，更优选由线膨胀系数为95×10^{-7}[1/K]以下的材料构成，再进一步优选由线膨胀系数为70×10^{-7}[1/K]以下的材料构成，特别优选线膨胀系数为60×10^{-7}[1/K]以下。玻璃板10的线膨胀系数的下限没有特别限定，在玻璃板10的情况下，例如为5×10^{-7}[1/K][1/K]。此处所说的线膨胀系数是通过100℃与300℃之间的热膨胀差求出的线膨胀系数。通过使用这样的线膨胀系数，在形成磁性膜等时的加热处理中能够抑制热膨胀，在成膜装置的把持部件固定玻璃板10并把持外周端部的端面14时，能够抑制把持部分周围的玻璃板10的热变形。例如，在现有的铝合金制基板中，线膨胀系数为242×10^{-7}[1/K]，而一个实施方式的玻璃板10中的线膨胀系数为51×10^{-7}[1/K]。

[0161] [实验例]

[0162] 在本实施方式的玻璃板10的制造方法中，在激光L的照射时使玻璃板10从底座的载置面18悬浮，由此调查了抑制玻璃板10的主表面12内的面内的应变分布的效果。玻璃板10的外径为95mm，内孔的内径为25mm，厚度Th为0.7mm。玻璃板10的玻璃组成为上述玻璃1。

[0163] 在激光L的照射前以及激光L的照射中进行的加热中，调整加热，以使玻璃板10的加热温度在与玻璃板10的中心距离30mm的位置处为350℃。

[0164] (应变分布测定)

[0165] 在主表面12的应变分布中，使用了延迟值的偏差。作为延迟值的偏差，求出主表面12的圆周方向和径向的12处测定点的延迟值的最大值与最小值之差。关于12处测定点的径向的位置，设圆盘形状的玻璃板10的内周端面为0％、外周端面为100％的位置，为距离内周

端面在径向外侧25％、50％、75％的3处位置。另一方面，测定点的圆周方向的位置为圆周上相隔90度的4处位置(0、90、180、270度的位置)。在上述12处测定点照射线性偏振光的光，测定透过了玻璃板10的偏振光的延迟值。

[0166] (温度分布测定)

[0167] 关于被加热的玻璃板10的温度分布，使用玻璃板10的测量温度的偏差。在温度分布的测定中，不向端面14照射激光L，利用与照射激光L时相同的方法加热玻璃板10，在与此时开始照射激光L的时机相同的时机测定主表面12的上述12处测定点的温度。在温度测定中，使用非接触温度计(热成像仪)。求出12处测定点的温度的最高温度与最低温度之差，将该差作为温度的偏差。

[0168] 关于激光L的照射条件，设宽度W1＝1mm、长度W2＝10mm，Pd为5.1[W/mm^2]。激光L沿端面14移动的移动速度为20[mm/秒]。

[0169] 下述表1中示出比较例1、2和实施例1～4中的应变分布测定和温度分布测定的结果。

[0170] 比较例1中，将玻璃板10载置于具有圆孔内径45mm、外径75mm的圆筒形底座的热板型加热器上进行加热。比较例2中，将玻璃板10载置于具有圆孔内径35mm、外径85mm的圆筒形底座的热板型加热器上进行加热。

[0171] 实施例1、2中，使玻璃板10从载置面18悬浮，使用能够从上方调节加热区域的点型卤素灯加热器来加热玻璃板10。在实施例1、2之间，卤素灯加热器与玻璃板10之间的距离、以及卤素灯加热器的输入功率不同。

[0172] 实施例3中，使玻璃板10从载置面18悬浮，使用能够从上方调节加热区域的点型碳加热器来加热玻璃板10。

[0173] 实施例4中，向主表面12照射照射区域是直径100mm的圆形的激光来进行加热。

[0174] 实施例1～4中，将利用伯努利效应的非接触夹头作为底座配置于主表面12的下表面侧，悬浮固定玻璃板10。

[0175] [表1]

[0176]

	温度的偏差[℃]	应变(延迟值)的偏差[nm][nm]
比较例 1	100	54
比较例 2	70	43
实施例 1	70	29
实施例 2	50	20
实施例 3	20	9
实施例 4	10	5

[0177] 使玻璃板10从载置面18悬浮而进行加热的实施例1～4中，应变(延迟值)的偏差为30[nm]以下，与使玻璃板10接触载置面18而进行加热的比较例1、2相比较小，是优选的。实施例2～4中，上述偏差为20[nm]以下，更加优选。另外，由实施例1和比较例2的比较可知，通过使玻璃板10悬浮，即便是相同的温度偏差，也能减小应变的偏差。

[0178] 由此可知：通过使玻璃板10从底座的载置面18悬浮，可抑制玻璃板10的主表面12内的面内的应变分布。

[0179] 以上,对本发明的玻璃板的制造方法和磁盘的制造方法进行了详细说明,但本发明的玻璃板的制造方法和磁盘的制造方法不限定于上述实施方式,当然可以在不脱离本发明主旨的范围内进行各种改良及变更。

[0180] 符号说明

[0181] 10 玻璃板

[0182] 12 主表面

[0183] 14 端面

[0184] 14c 倒角面

[0185] 14t 侧壁面

[0186] 16 圆孔

[0187] 18 载置面

[0188] 20 激光光源

[0189] 22 光学系统

[0190] 24 会聚透镜

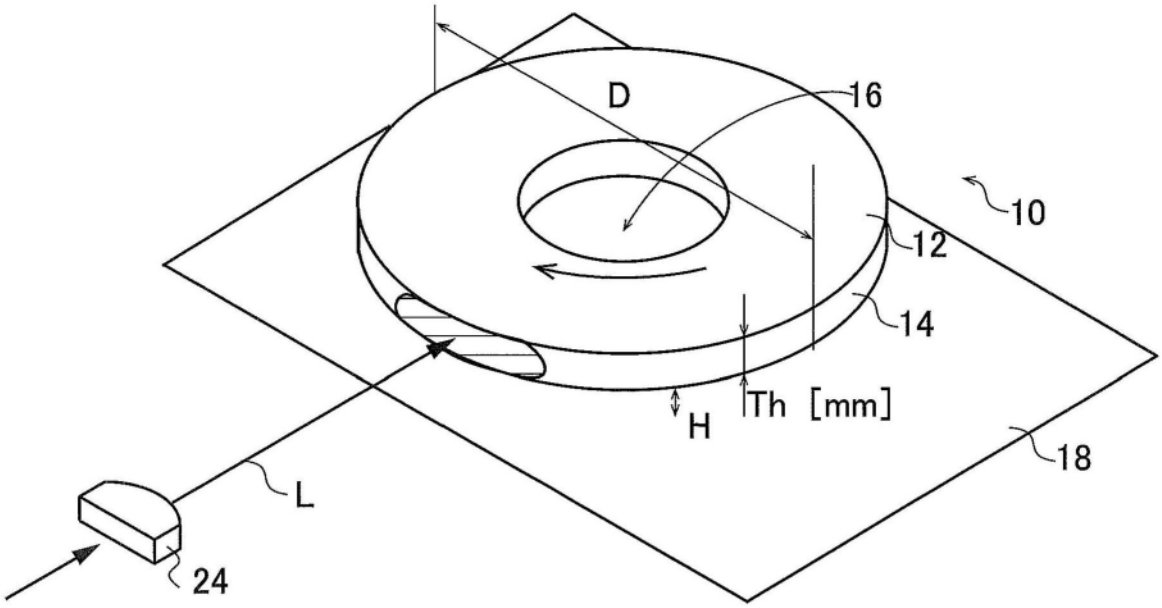


图1

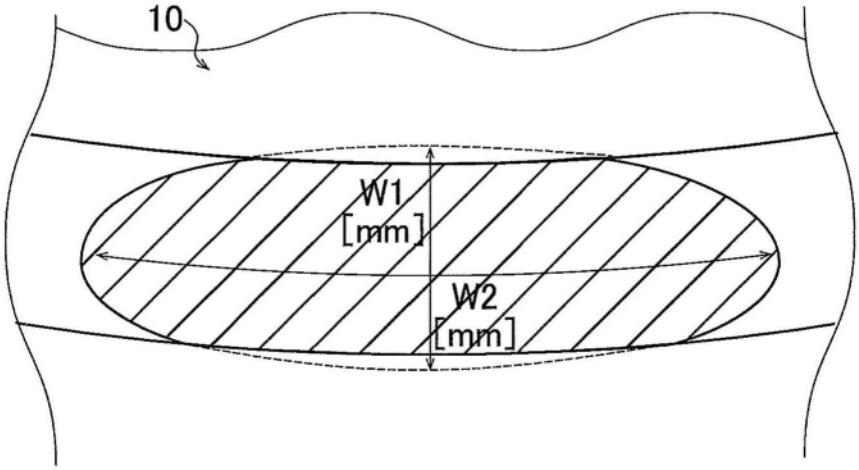


图2

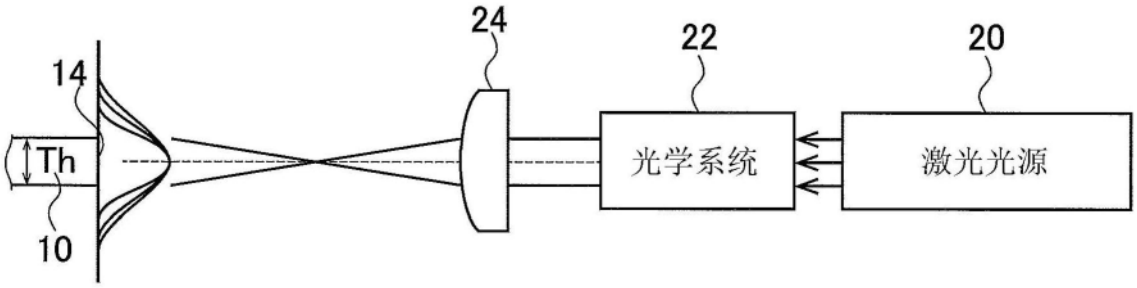


图3

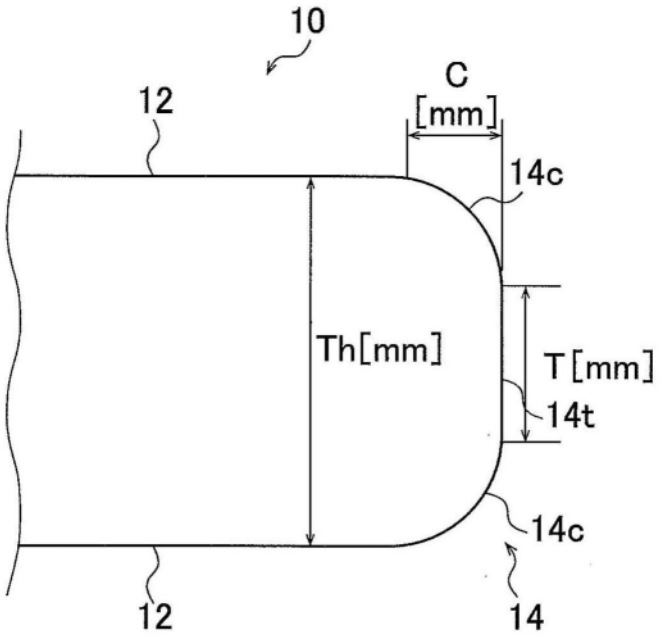


图4

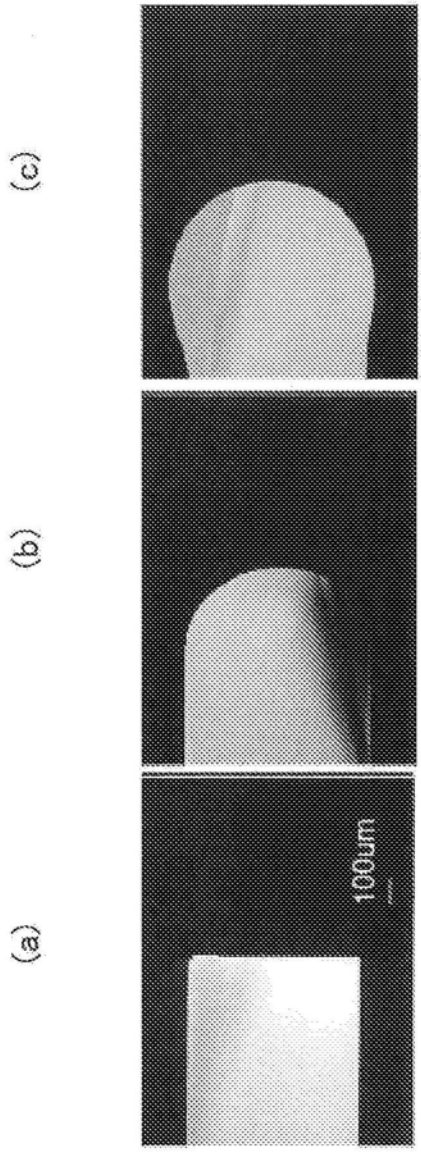


图5