

明 細 書

発明の名称：

アニール処理用板材、アニール処理用板材の製造方法、及び基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ブランク材のアニール処理に用いられるアニール処理用板材、アニール処理用板材の製造方法、及び基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 今日、パーソナルコンピュータ、DVD (Digital Versatile Disc) 記録装置等には、データ記録のためにハードディスク装置 (HDD: Hard Disk Drive) が内蔵されている。ハードディスク装置では、基板に磁性層が設けられた磁気ディスクが用いられ、磁気ディスクの面上を僅かに浮上させた磁気ヘッドで磁性層に磁気記録情報が記録され、あるいは読み取られる。この磁気ディスクの基板として、金属基板 (アルミニウム基板)、あるいは、金属基板等に比べて塑性変形し難い性質を持つガラス基板が好適に用いられる。

[0003] 例えば、磁気ディスク用ガラス基板は、板状のガラスブランク材に対して研削、研磨等の機械加工をすることにより作製される。ガラスブランク材には、機械加工を施す前に、歪みを除去するためにアニール処理が施される場合がある。従来より行われているアニール処理として、セッターと呼ばれる板材とガラスブランク材とを交互に積み重ねた積層体に対して熱処理を行う方法が知られている (特許文献1)。このようなアニール処理を行うことで、歪の除去を行うだけでなく、ガラスブランク材の平坦度を小さくでき、ガラスブランク材の表面性状を良好なものとすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6238282号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記従来の方法では、アニール処理の後、積層体からセッターとガラスブランク材を交互に取り出すことにより、ガラスブランク材は回収される。しかし、セッターを取り出したときに、ガラスブランク材が、セッターの下面に張り付いて、セッターと共に積層体から取り出される場合がある。この場合、ガラスブランク材を回収するために、セッターに張り付いたガラスブランク材をセッターから分離させる（取り外す）作業が必要となるため、作業効率が低下し、ガラス基板の生産性が低下する。また、セッターの下面に張り付いて持ち上げられたガラスブランク材は、落下して、割れや欠けが生じたり、傷がついたりする場合がある。このように損傷したガラスブランク材は、ガラス基板の素板として不適となり、ガラス基板の歩留まりが低下するおそれがある。

[0006] 本発明は、積層されたアニール処理用板材とブランク材との分離を容易に行うことができるアニール処理用板材を提供することを目的とする。また、本発明は、そのようなアニール処理用板材の製造方法、及び、そのようなアニール処理用板材を用いた磁気ディスク用基板の製造方法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

[0007] 本発明の一態様は、アニール処理用板材であり、
板状のブランク材のアニール処理に用いられ、前記ブランク材を両側から挟むように積層される複数の板材のうちの1つであって、
少なくとも一方の主表面が前記ブランク材と接する一対の主表面を有し、
前記主表面に開口し、前記板材を貫通する1又は複数の貫通孔を備える、
ことを特徴とする。

[0008] 前記主表面は、積層された前記板材と前記ブランク材との間に空気が流れ込むよう調整された算術平均粗さを有していることが好ましい。

[0009] 前記板材の主表面、及び、当該主表面と接する前記ブランク材の主表面の算術平均粗さの合計が0.2 μm 以上であることが好ましい。

- [0010] 前記板材の主表面の算術平均粗さは、当該主表面と接する前記ブランク材の主表面の算術平均粗さより大きいことが好ましい。
- [0011] 前記板材の主表面の算術平均粗さは、 $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$ であることが好ましい。
- [0012] 前記貫通孔の少なくとも1つは、当該少なくとも1つの貫通孔を囲む前記板材の縁が前記ブランク材の主表面に当接するよう前記板材の主表面に開口していることが好ましい。
- [0013] 前記板材の主表面に開口した前記貫通孔の形状は円形状であり、前記貫通孔の直径は $1 \sim 6 \text{ mm}$ であることが好ましい。
- [0014] 前記貫通孔は、複数設けられ、前記板材の主表面内に分散して開口していることが好ましい。
- [0015] 複数の前記貫通孔は、前記板材の主表面を面積が等しい複数の領域に分けたとき、前記領域のそれぞれに同じ数で配置されることが好ましい。
- [0016] 前記ブランク材には、円孔が形成される位置が設定されており、前記貫通孔は、前記板材の主表面のうち、前記位置が設定されたブランク材の部分と接する領域に開口していることが好ましい。
- [0017] 前記貫通孔を囲む前記板材の側壁は、前記板材の主表面と平行な方向に沿った前記貫通孔の断面積が前記板材の主表面に近づくに連れて大きくなるよう面取りされていることが好ましい。
- [0018] 本発明の別の一態様は、アニール処理用板材の製造方法であり、板状のブランク材のアニール処理に用いられ、前記ブランク材を両側から挟むように積層される複数の板材のうちの1つの板材の製造方法であって、当該板材は、少なくとも一方の主表面が前記ブランク材と接する一対の主表面を有し、前記主表面に開口し、当該板材を貫通する1又は複数の貫通孔を備え、前記製造方法は、成形用型内に充填された当該板材の原料粉体を成形する成形処理を備え、前記成形用型は、当該板材に前記貫通孔が形成されるよう前記成形用型の

内壁面から突出する突出部を有している、ことを特徴とする。

[0019] 本発明の別の態様は、基板の製造方法であって、

前記アニール処理用板材あるいは前記アニール処理用板材の製造方法により製造されたアニール処理用板材の少なくとも2つの板材を、板状のブランク材を両側から挟むように積層した積層体を加熱し、前記ブランク材をアニールするアニール処理を備える、ことを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、積層されたアニール処理用板材とブランク材との分離を容易に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]アニール処理用板材の一例を示す外観斜視図である。

[図2]板材の外周の形状を示す断面図である。

[図3] (a)、(b)は、積層体から板材を取り出した状態を示す図である。

[図4] (a)～(d)は、貫通孔を通る空気の流れを説明する図である。

[図5] (a)～(c)は、貫通孔を通る空気の流れの別の例を説明する図である。

[図6]は、積層体から板材の積み下ろしを行うための治具を示す図である。

[図7]板材の貫通孔付近の断面を示す図である。

[図8]板材の変形例を示す図である。

[図9]板材の他の変形例を示す図である。

[図10]図1の板材を用いて行うアニール処理を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態に係るアニール処理用板材、アニール処理用板材の製造方法、及び磁気ディスク用基板の製造方法について詳細に説明する。

[0023] (アニール処理用板材)

本実施形態のアニール処理用板材（以降、板材という）について説明する。本実施形態には、後述する種々の実施形態が含まれる。

図1に、本実施形態の板材10を示す。

板材 10 は、ブランク材の一例であるガラスブランク材のアニール処理に用いられる複数の板材のうちの 1 つである。板材 10 は、アニール処理を行う際、板状のガラスブランク材を両側から挟むように積層される。

[0024] 板材 10 は、少なくとも一方の面がガラスブランク材と接する一对の主表面 1 a、1 b を有している。板材 10 の主表面 1 a、1 b は、略円形である。本明細書において、「略円形」には、真円形状および楕円形状が含まれ、その外周形状は単一の曲率半径の円弧のみからなるものであってもよい、異なる曲率半径の複数の円弧からなるものであってもよい。

[0025] 板材 10 の直径は、ガラスブランク材の直径の、例えば 1.05 ~ 1.5 倍である。ここで、板材 10 の直径がガラスブランク材の直径より小さいと、アニール処理を行う間に、板材 10 に積層されたガラスブランク材の外周部が板材 10 の外周側の端面に沿って変形し、板材 10 の外形形状がガラスブランク材 20 に転写されることで、ガラスブランク材の主表面にその痕（転写痕）が付き、ガラスブランク材の平坦度が悪化する場合がある。一方、板材 10 の直径が大きすぎると、アニール処理の際に、加熱炉（後述）内に配置できる積層体の数が少なくなり、ガラスブランク材の生産性が低下する場合がある。また、ガラスブランク材と板材 10 を積層したときの互いの中心位置のずれ量が大きくなり、積層体の重心が偏って安定性が悪くなり、搬送時に積層体が倒れたり、傾いたりする場合がある。このような観点から、板材 10 の直径は、ガラスブランク材 20 の直径の 1.05 ~ 1.2 倍であることが好ましい。

[0026] 板材 10 の主表面 1 a、1 b は、板材 10 と積層されたガラスブランク材が主表面 1 a、1 b からはみ出ないようガラスブランク材の主表面よりも大きいことが好ましい。これにより、ガラスブランク材の全域にわたって平坦度を小さくでき、研削処理及び研磨処理におけるガラスブランク材の削り代を低減できる、あるいは、研削処理又は研磨処理を省略することができる。このため、磁気ディスク用ガラス基板の生産性が向上する。

[0027] 板材 10 の平坦度は、ガラスブランク材の平坦度を小さくするために、ガ

ラスブランク材の平坦度より小さいことが好ましい。板材10の平坦度は、例えば、 $10\mu\text{m}$ 以下である。平坦度は、平坦度測定機を用いて測定される。

[0028] 板材10の材料の熱膨張係数は、ガラスブランク材の材料の熱膨張係数との差が近いことが好ましい。板材10とガラスブランク材との熱膨張係数の差が大きいと、両者の熱膨張量及び熱収縮量の違いにより、アニール処理の際にガラスブランク材に大きな応力が発生し、アニール処理後にガラスブランク材に残存するおそれがある。このため、常温からアニール処理温度の温度域において、ガラスブランク材の熱膨張係数に対する板材10の熱膨張係数の比は $0.9\sim 1.1$ であることが好ましい。熱膨張係数は、JIS R 1618 : 2002に準拠して熱機械分析により測定された線膨張率をいう。ガラスブランク材20の材料がアルミノシリケートガラスである場合、板材10の熱膨張係数は、例えば、 100°C から 300°C の温度域において、 $3\sim 10\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。

[0029] 板材10の材料の熱伝導率は、ガラスブランク材20の材料の熱伝導率よりも大きいことが好ましい。板材10の熱伝導率が大きいことで、アニール処理の際に、板材10と積層されたガラスブランク材に熱を十分に伝えることができる。熱伝導率は、JIS R 1611 : 2010に準拠して計算される値をいう。板材10の熱伝導率は、例えば、常温から 300°C において、 $1\sim 150\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である。

[0030] 板材10の材料として、例えば、金属酸化物、金属炭化物、金属窒化物、金属ホウ化物、あるいは、これらの2種以上を含む材料が挙げられる。これらの材料の具体例として、アルミナ (Al_2O_3)、炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si_3N_4)、ジルコニア (ZrO_2)、サイアロン ($\text{Si}_3\text{N}_4\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)、ステアタイト、スピネル、コーズライト等が挙げられる。中でも、アルミナ (Al_2O_3)、炭化ケイ素 (SiC) が好ましく用いられる。

[0031] 板材10の厚さは、例えば、 $1\sim 3\text{mm}$ である。板材10の厚さの具体例として、 1.5mm が挙げられる。

[0032] 板材10の端面形状は、主表面1a、1bと直交するよう直線状に延びる形状であってもよく、主表面1a、1bと交差する端部において面取りされた形状であってもよい。面取りされた端面の形状として、例えば、図2に示す断面形状を挙げることができる。図2は、板材10の外周の形状を示す断面図である。図2に示す例において、面取りされた端部は、板材10の内部に対して凸状に湾曲した形状であり、面取りされた端部における主表面1a、1bと平行な方向の長さL1は、例えば0.2～0.4mmであり、好ましくは0.3mmである。面取りされた端部における主表面1a、1bと直交する方向（板厚方向）の長さL2は、例えば0.05～0.2mmであり、好ましくは0.1mmである。

[0033] 板材10は、図1に示すように、主表面1a、1bに開口し、板材10を貫通する1又は複数の貫通孔2を備える。貫通孔2は、具体的に、積層された板材10とガラスブランク材との間の隙間に空気が流れ込むような主表面1a、1b上の位置に開口している。このような貫通孔2が板材10に設けられていることで、アニール処理の後、積層体30（図10参照）から板材10を取り出す際、下記説明するように、板材10とガラスブランク材20（図10参照）との間に空気が流れ込んで、ガラスブランク材20が板材10に張り付くことが抑制される。このような観点から、貫通孔2の少なくとも1つは、当該少なくとも1つの貫通孔2の開口端を囲む板材10の縁がガラスブランク材20の主表面に当接するよう設けられている。

[0034] 図3（a）、（b）は、積層体から板材を取り出した状態を示す図であり、図3（a）は、従来の板材100を用いた場合、図3（b）は、本実施形態の板材10を用いた場合をそれぞれ示す。

従来の板材100には、板材100を貫通する貫通孔は設けられておらず、アニール処理後の積層体から、板材100を持ち上げると、図3（a）に示すように、ガラスブランク材20が板材100の下面に張り付いて、板材100と共に持ち上げられる。これは、板材100の下面と、ガラスブランク材20の上面との間の僅かな隙間が、ガラスブランク材20の自重により

広がろうとして、この隙間の圧力が周囲の圧力（大気圧）より低くなるためと考えられる。このようなガラスブランク材 20 の張り付きは、ガラスブランク材 20 を回収する作業効率を高めようと板材 100 の積み下ろしを素早く行うほど、顕著に発生する。

一方、本実施形態の板材 10 には、図 3（b）に示すように、貫通孔 2 が設けられているため、板材 10 を持ち上げたとき、板材 10 とガラスブランク材 20 との間の隙間に貫通孔 2 を介して空気が流れ込むことができる。このため、ガラスブランク材 20 は板材 10 に張り付くことがなく、板材 10 だけが持ち上がる。図 3（b）に示す例では、貫通孔 2 は、大気に開放されているため、板材 10 を持ち上げたときに、板材 10 の上方の空気が貫通孔 2 を通って下方に流れ込むことができる。このように、本実施形態によれば、板材 10 に対するガラスブランク材 20 の張り付きを抑制でき、板材 10 とガラスブランク材 20 の分離を容易に行うことができる。このため、ガラスブランク材 20 を効率よく回収することができる。また、板材 10 に張り付いたガラスブランク材 20 が落下してしまうことを防止できる。

[0035] ここで、図 4 を参照して、貫通孔 2 を通る空気の流れについて説明する。

図 4（a）～図 4（d）では、板材 10A、10B、10C 及びガラスブランク材 20A、20B を、台座 60 の上に交互に重ねた積層体を例として、貫通孔 2 を通る空気の流れが矢印で示されている。なお、板材 10A～10C には、貫通孔 2 が 2 つずつ設けられている。図 4（a）～図 4（d）において、ガラスブランク材 20A、20B の主表面は、表面粗さが誇張しされている。本明細書において、表面粗さとは、算術平均粗さ R_a （JIS B 0601：2001）をいう。

互いに向かい合う板材の主表面とガラスブランク材の主表面の間には、板材及びガラスブランク材の表面粗さに起因した隙間が存在しており、板材の貫通孔 2 と連通している。このため、板材 10A とガラスブランク材 20A との間では、図 4（a）の両矢印で示すように、空気が流れることができる。ここで、板材 10A を持ち上げると、板材 10A の上方から、貫通孔 2 を

介して、板材 10A とガラスブランク材 20A の間の隙間に空気が流れ込むことができる。なお、このとき、ガラスブランク材 20A の側方から、板材 10A とガラスブランク材 20A の間の隙間を通して貫通孔 2 に流れ込む空気の流れも形成される。このように、板材 10A を持ち上げたときに、板材 10A とガラスブランク材 20A との間を空気が流れることで、板材 10A にガラスブランク材 20A が張り付くことが抑制される。

[0036] また、板材 10B の貫通孔 2 は、ガラスブランク材 20A と板材 10B の間の隙間、及び、ガラスブランク材 20B と板材 10B の間の隙間と連通しているため、板材 10A が積層体から取り出された状態では、図 4 (b) の両矢印で示すように、空気が流れることができる。このため、ガラスブランク材 20A を持ち上げたときに、板材 10B がガラスブランク材 20A に張り付くことなく、ガラスブランク材 20A を取り出すことができる。

また、ガラスブランク材 20A が積層体から取り出された状態では、図 4 (c) の両矢印で示すように、空気が流れることができるため、板材 10B を持ち上げたときに、板材 B にガラスブランク材 20B が張り付くことが抑制される。

[0037] なお、板材 10C の貫通孔 2 は、ガラスブランク材 20B と板材 10C の間の隙間と連通しているが、板材 10C と台座 60 との間に隙間がない場合は、当該隙間及び貫通孔 2 を通る空気の流れは形成されない。このため、積層体の最下段に位置する板材 10C と台座 60 との間に空気が流れ込むことができるよう、図 5 (a) ~ 図 5 (c) に示すように対策が講じられていることが好ましい。

図 5 (a) に示す例では、板材 10C の台座 60 側の主表面の表面粗さが大きく、板材 10C と台座 60 との間に隙間が存在しており、図 5 (a) に示す両矢印のように、空気が流れることができる。このため、ガラスブランク材 20B を持ち上げたときに、板材 10C がガラスブランク材 20B に張り付くことなく、ガラスブランク材 20B を取り出すことができる。

図 5 (b) に示す例では、台座 60 の表面の表面粗さが大きく、板材 10

Cと台座60との間に隙間が存在しており、図5（b）に示す両矢印のように、空気が流れることができる。このため、ガラスブランク材20Bを持ち上げたときに、板材10Cがガラスブランク材20Bに張り付くことなく、ガラスブランク材20Bを取り出すことができる。

図5（c）に示す例では、台座60の表面を含む部分に、空洞領域Sが形成されている。空洞領域Sは、板材10Cの貫通孔2と連通するとともに、板材10Cの外周側の空間と連通している。このため、図5（c）に示す両矢印のように、空気が流れることができる。このため、ガラスブランク材20Bを持ち上げたときに、板材10Cがガラスブランク材20Bに張り付くことなく、ガラスブランク材20Bを取り出すことができる。

[0038] 上記説明した隙間及び貫通孔2を流れる空気は、隙間及び貫通孔2と連通する大気中の空気に制限されず、大気とは別に外部から供給された空気であってもよい。そのような空気は、例えば、板材10の積み下ろしを行うための治具50（図6参照）を用いて供給することができる。図6は、積層体から板材10及びガラスブランク材を取り出す治具50を示す図である。治具50は、吸盤51、及び、図示されない吸引機構を備えており、板材10の主表面を吸盤51に対して吸引しながら搬送することができる。また、治具50は、貫通孔2に向けて空気を供給する図示されない供給機構を備えている。治具50から貫通孔2に向けて空気が供給されることで、貫通孔2を介して、板材10と、この板材10と接するガラスブランク材20との間に空気が流れ込むため、吸引した板材10を持ち上げたときに、ガラスブランク材20が板材10に張り付くことを抑制でき、板材10とガラスブランク材20の分離を容易に行うことができる。

[0039] 一実施形態によれば、板材10の主表面の算術平均粗さ R_a1 、及び、当該主表面と接するガラスブランク材20の主表面の算術平均粗さ R_a2 の合計が $0.2\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。算術平均粗さの合計が $0.2\mu\text{m}$ 以上であると、積層された板材10とガラスブランク材20との間に十分な隙間が確保されるので、貫通孔2を介して板材10とガラスブランク材20

0との間の隙間に空気が流れ込むことができ、ガラスブランク材20と板材10に対する張り付きが抑制される。なお、算術平均粗さ R_a は、スタイラス（触針）を用いた触針式粗さ計（接触式粗さ測定機）により測定される。

この実施形態において、さらに一実施形態によれば、 $R_{a1} > R_{a2}$ を満たすことが好ましい。このような関係を満たすことにより、ガラスブランク材20の板材10に対する張り付きを抑制する効果が大きくなる。

[0040] 一実施形態によれば、板材10の主表面の算術平均粗さ R_{a1} は、 $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$ であることが好ましい。 R_{a1} が $0.2 \mu\text{m}$ 未満であると、板材10とガラスブランク材20の間を空気が通り難く、ガラスブランク材20が板材10に張り付きやすいため、ガラスブランク材20を板材10から取り外す作業に時間がかかって、作業効率が低下しやすくなる。また、 R_{a1} が $0.2 \mu\text{m}$ 未満であると、算術平均粗さを小さくするための板材10の製造コストが増大する。一方、 R_{a1} が $1.0 \mu\text{m}$ を超えると、ガラスブランク材20と板材10の接触によって、板材10から微粒子が脱離し、発塵するおそれがある。板材から脱離した微粒子は、ガラスブランク材20の表面に付着して、ガラスブランク材20を汚染し、ガラスブランク材20の表面を傷つける場合がある。また、 R_{a1} が $1.0 \mu\text{m}$ を超える場合、特に $1.3 \mu\text{m}$ 以上である場合は、算術平均粗さを大きくするための特別な工程が必要となり、板材10の製造コストが増大する。板材10の主表面の好ましい算術平均粗さ R_{a1} は、例えば $0.6 \mu\text{m}$ である。

[0041] ガラスブランク材20の主表面の算術平均粗さ R_{a2} は、例えば、 $0.001 \sim 1.3 \mu\text{m}$ である。算術平均粗さ R_{a2} の好ましい具体例として、 $0.7 \mu\text{m}$ が挙げられる。

[0042] 一実施形態によれば、板材10の主表面1a、1bに開口した貫通孔2の形状は円形状であり、貫通孔2の直径は $1 \sim 6 \text{mm}$ であることが好ましい。貫通孔2の直径が 6mm を超えていると、板材10と積層されたガラスブランク材20が、アニール処理を行う間に貫通孔2内に僅かに入り込むように変形して、貫通孔2の開口形状がガラスブランク材20に転写され、ガラス

ブランク材 20 の主表面にその痕（転写痕）が付く場合がある。このため、ガラスブランク材 20 の平坦度が悪化する場合がある。このような痕が付いたガラスブランク材 20 は、磁気ディスク用ガラス基板の素板として不適となりやすい。また、貫通孔 2 の直径が 1 mm 未満であると、板材 10 とガラスブランク材 20 との間に空気が流れ込み難く、空気の流れが悪くなりやすい。このため、ガラスブランク材 20 を板材 10 から分離させるのに時間がかかり、作業効率が低下するおそれがある。また、貫通孔 2 の直径が 1 mm 未満であると、貫通孔 2 の製造コストが増大する。貫通孔 2 の直径は、より好ましくは、2 ～ 5 mm である。

[0043] 一実施形態によれば、ガラスブランク材 20 は、円孔が形成される位置（円孔形成位置）が設定されている。円孔は、例えば、ガラスブランク材 20 の外周と同心の円形の孔である。この場合に、貫通孔 2 は、板材 10 の主表面 1 a、1 b のうち、円孔形成位置が設定されたガラスブランク材 20 の部分と接する領域に設けられていることが好ましい。このような領域に貫通孔 2 が設けられていると、仮にガラスブランク材 20 に転写痕がついたとしても、ガラスブランク材 20 から除去されるので、ガラスブランク材 20 の転写痕の影響はない。なお、円孔形成位置は、ガラスブランク材 20 の主表面の中心を含む部分に設定される。

[0044] 一実施形態によれば、図 7 に示すように、貫通孔 2 を囲む板材 10 の側壁 3 は、板材 10 の主表面 1 a 又は 1 b と平行な方向（図 7 の左右方向）に沿った貫通孔 2 の断面積が、板材 10 の主表面 1 a 又は 1 b に近づくに連れて大きくなるよう面取りされていることが好ましい。図 7 は、貫通孔 2 付近の板材 10 の断面を示す図である。図 7 に示す例では、面取りされた板材 10 の側壁 3 の部分は、板材 10 の板厚方向に対して傾斜した傾斜壁面 3 a を有している。板材 10 の側壁 3 がこのように面取りされていることによって、アニール処理において上記した転写痕がつくようにガラスブランク材 20 が変形した場合に、その変形量を小さくすることができ、ガラスブランク材 20 の平坦度の悪化を抑えることができる。このような傾斜壁面 3 a は、円孔

形成位置を除いたガラスブランク材 20 の部分と接する板材 10 の主表面 1 a、1 b の領域に貫通孔 2 が設けられている場合に有効である。傾斜壁面 3 a を除いた側壁 3 の壁面（両側の傾斜壁面 3 a の間の壁面）を延長した方向に対する傾斜壁面 3 a の傾斜角は、 $30 \sim 60^\circ$ であることが好ましく、例えば 45° である。なお、面取りされた板材 10 の側壁 3 の部分の断面形状は、図 7 に示すような直線的な形状に制限されず、貫通孔 2 の内側に向かって凸状あるいは凹状に、屈曲又は湾曲した形状であってもよい。

[0045] 一実施形態によれば、貫通孔 2 は、複数設けられ、主表面 1 a、1 b 内に分散して開口していることが好ましい。これにより、ガラスブランク材 20 の板材 10 への張り付きを抑制する効果が増す。貫通孔 2 の数は、例えば、1 個、2 個、3 個、4 個、5 個以上である。

複数の貫通孔 2 は、図 8 に示すように、板材 10 の主表面 1 a、1 b を面積が等しい複数の領域に分けたとき、複数の領域のそれぞれに同じ数の貫通孔 2 が配置されることが好ましく、例えば、当該領域ごとに貫通孔 2 の 1 つが配置されることが好ましい。図 8 は、板材 10 の変形例を示す図である。図 8 に示す例では、板材 10 の主表面 1 a、1 b の中心で直交する 2 本の仮想線（破線）によって、主表面 1 a、1 b がそれぞれ 4 つの領域に区切られ、それぞれの領域に貫通孔 2 が 1 つ配置されている。

一方で、貫通孔 2 の数が増えると、ガラスブランク材 20 に転写痕が発生する可能性が高くなる。このため、板材 10 に設けられる貫通孔 2 の好ましい数は、1～4 である。また、この実施形態では、上述したように、貫通孔 2 を、円孔形成位置が設定されたガラスブランク材 20 の部分と接する主表面 1 a、1 b の領域に設けることも好ましい。また、貫通孔 2 のそれぞれの開口面積を小さくすること、あるいは、貫通孔 2 の開口面積の合計を小さくすることも好ましい。

[0046] 板材 10 の貫通孔 2 の開口形状は、略円形に制限されず、多角形、あるいは、板材 10 の延在方向に沿って一方向又は複数の方向に延びる形状、等であってもよい。一方向に延びる形状の例として、図 9 に示すように、板材 1

0の円周方向に沿って延びる形状を挙げることができる。図9は、板材10の他の変形例を示す図である。また、複数の方向に延びる形状として、3つ以上の方向に延びる形状（例えばY字状、十字状）を挙げることができる。

また、貫通孔2の延在方向は、板厚方向と平行な方向に制限されず、板厚方向に対し傾斜した方向であってもよい。また、貫通孔2は、貫通孔2の延在方向の両側の部分の間を、湾曲または屈曲して延びていてもよい。

[0047] 以上の板材10は、アルミニウムブランク材など、ガラスブランク材以外のブランク材のアニール処理にも用いることができる。

[0048] （板材の製造方法）

次に、本実施形態の板材の製造方法について説明する。本実施形態には、後述する種々の実施形態が含まれる。

板材の製造方法は、ガラスブランク材のアニール処理に用いられ、板状のガラスブランク材を両側から挟むように積層される複数の板材のうちの1つの製造方法である。

当該板材は、少なくとも一方の面がガラスブランク材と接する一对の主表面を有し、主表面に開口し、当該板材を貫通する1又は複数の貫通孔を備えている。すなわち、当該板材は、上記説明した板材10と同様である。

本製造方法は、成形用型内に充填された板材の原料粉体を成形する成形処理を備えている。

成形用型は、板材に貫通孔が形成されるよう成形用型の内壁面から突出する突出部を有している。

本製造方法によれば、成形処理によって、貫通孔を備えた板材を作製することができ、貫通孔を有しない板材の素板に対し穿孔して貫通孔を設ける場合と比べ、低コストで作製できる。例えば、上記金属化合物の材料からなる板材は、硬く、ドリル等の工具、あるいは、レーザを用いて孔を開ける作業にコストがかかる。

[0049] 成形処理では、例えば、冷間等方圧加圧法（CIP）を用いて成形を行った後に、脱脂、焼結を行うことができる。焼結は、常圧焼結法により行ってもよ

いが、ガス圧焼結法や、焼結後に熱間等方圧加圧法（HIP）を行うことにより押し固めることが好ましい。

以上の板材の製造方法を用いて、アルミニウムブランク材など、ガラスブランク材以外のブランク材のアニール処理に用いられる板材を製造することもできる。

[0050]（磁気ディスク用基板）

次に、本実施形態の磁気ディスク用基板について説明する。なお、本実施形態は、公称2.5～3.5インチサイズ（直径65～95mm）、板厚0.1～1.5mm、好ましくは板厚0.3～0.9mmの磁気ディスク用ガラス基板の製造に好適である。

磁気ディスク用ガラス基板は、円板形状である。なお、磁気ディスク用ガラス基板は、磁気ディスク用ガラス基板の外周と同心円形状の中心孔がくり抜かれたリング状であってもよい。磁気ディスク用ガラス基板の両面の円環状領域に磁性層（記録領域）が形成されることで、磁気ディスクが形成される。

[0051]（磁気ディスク用ブランク材）

磁気ディスク用ブランク材の一例である磁気ディスク用ガラスブランク材（以降、単にガラスブランク材という）は、プレス成形処理により作製されるガラス板であり、後述する研削処理が行われる前のものである。なお、ガラスブランク材は、プレス成形処理によって作製されたものに制限されず、フロート法、フュージョン法等の方法を用いて作製されたものであってもよい。ガラスブランク材の形状は略円形である。また、ガラスブランク材は後述する円孔形成処理により形成される円孔を有していてもよい。

ガラスブランク材の材料として、アルミノシリケートガラス、ソーダライムガラス、ボロシリケートガラスなどを用いることができる。特に、化学強化を施すことができ、また主表面の平面度及び基板の強度において優れた磁気ディスク用ガラス基板を作製することができる点で、アルミノシリケートガラスを好適に用いることができる。

[0052] (磁気ディスク用基板の製造方法)

次に、本実施形態の磁気ディスク用基板の製造方法を説明する。本実施形態には、後述する種々の実施形態が含まれる。

まず、一对の主表面を有する板状の磁気ディスク用ガラス基板の素材となる熔融ガラス塊をプレス成形することによりガラスブランク材を作製する（プレス成形処理）。次に、ガラスブランク材の歪を除去するための熱処理を行う（アニール処理）。アニール処理後、ガラスブランク材の中心部分に円孔を形成しリング形状（円環状）とする（円孔形成処理）。

次に、ガラスブランク材に対して端面研削による形状加工を行う（形状加工処理）。これにより、リング形状（円環状）のガラス基板が生成される。次に、固定砥粒による主表面研削を行い（研削処理）、平坦となったガラス基板に対して端面研磨を行う（端面研磨処理）。次に、ガラス基板の主表面に第1研磨を行う（第1研磨処理）。次に、必要に応じてガラス基板に対して化学強化を行う（化学強化処理）。次に、化学強化されたガラス基板に対して第2研磨を行う（第2研磨処理）。以上の処理を経て、磁気ディスク用ガラス基板が得られる。以下、各処理について、詳細に説明する。

[0053] (a) プレス成形処理

熔融ガラス流を切断器により切断し、切断された熔融ガラス塊を一对の型のプレス面の間に挟みこみ、プレスしてガラスブランク材を成形する。本実施形態においては、後述するように、下型の上面に熔融ガラス流の先端部を落下させた後、その上流側の位置で熔融ガラス流を切断して熔融ガラスの塊とし、この熔融ガラス塊を上から上型によって下方に加圧することで、ガラスブランク材を成形する。

所定時間プレスを行った後、型を開いてガラスブランク材が取り出される。

[0054] (b) アニール処理

アニール処理では、複数の板材を用いて、ガラスブランク材を両側から挟むように積層した積層体を加熱し、ガラスブランク材をアニールする。板材

には、上記説明した板材 10 が用いられる。積層体は、具体的に、図 10 に示すように、板材 10 とガラスブランク材 20 とを交互に積み重ねて構成される。板材 10 の数は、ガラスブランク材 20 の数（例えば 10 ～ 30 枚）より 1 枚多く、積層体 30 の最上段及び最下段を含む位置に配置される。アニール処理は、積層体 30 に対して最上段に荷重をかけ、加熱炉 40 内で保温することにより行われる

[0055] (c) 円孔形成処理

ガラスブランク材に対して、コアリング、スクライビング等により円形状の孔（円孔）を形成することで、円孔があいたディスク状のガラスブランク材を得る。

[0056] コアリングは、一方の端が開口した筒状のコアドリルによってガラスブランク材を一方の主表面から切削することで、円孔の円周部を削り取り中心部（コア）のガラスをくり抜き、貫通孔を形成する方法である。なお、円孔の円周部（内側円）を削り取るとともに、ガラスブランク材の外側輪郭線となる円形の切断線（外側円）をコアドリルによって削り取ってもよい。その後、ガラスブランク材の外側円よりも外側の部分および内側円よりも内側の部分が除去されることで、ディスク状のガラスブランク材が得られる。

[0057] スクライビングは、超硬合金製あるいはダイヤモンド粒子からなるカッター（スクライバ）によりガラスブランク材の一方の主表面に円形の切断線を設け、その後ガラスブランク材を加熱することにより円形の切断線をガラスブランク材の厚さ方向に伸展させ、円形の切断線の内部を押圧して分離する方法である。なお、円孔の輪郭線となる円形の切断線と同時に、ガラスブランク材の外側輪郭線となる円形の切断線を同時に形成してもよい。この場合、ガラスブランク材の外側輪郭線となる円形の切断線（外側円）と、円孔の輪郭線となる円形の切断線（内側円）とを同心円となるように形成する。その後、ガラスブランク材を部分的に加熱することにより、ガラスブランク材の熱膨張の差異によって、ガラスブランク材の外側円よりも外側の部分および内側円よりも内側の部分が除去され、ディスク状のガラスブランク材が得

られる。

[0058] (d) 形状加工処理

形状加工処理では、ガラスブランク材の外周端部に対する面取り加工を行う。ガラスブランク材に円孔を形成した場合は、円孔の内周端部に対する面取り加工も行う。

[0059] (e) 研削処理

研削処理では、遊星歯車機構を備えた両面研削装置を用いて、ガラスブランク材の主表面に対して研削加工を行う。具体的には、ガラスブランク材の外周側端面を、両面研削装置の保持部材に設けられた保持孔内に保持しながらガラスブランク材の両主表面の研削を行う。両面研削装置は、上下一対の定盤（上定盤および下定盤）を有しており、上定盤および下定盤の間にガラス基板が挟持される。そして、上定盤または下定盤のいずれか一方、または、双方を移動操作させ、ガラスブランク材と各定盤とを相対的に移動させることにより、ガラスブランク材の両主表面を研削することができ、これにより、板厚を調整し、さらに平坦度を向上させることができる。

[0060] (f) 端面研磨処理

端面研磨処理では、ガラスブランク材の研削処理により得られたガラス基板の外周側端面に対して、ブラシ研磨により鏡面仕上げを行う。ガラス基板に円孔を形成した場合は、円孔の内周側端面に対しても、鏡面仕上げを行う。このとき、酸化セリウム等の微粒子を遊離砥粒として含む砥粒スラリーが用いられる。

[0061] (g) 第1研磨処理

第1研磨処理は、例えば固定砥粒による研削を行った場合に主表面に残留したキズや歪みの除去、あるいは、微小な表面凹凸（マイクロウェーブネス、粗さ）の調整を目的とする。具体的には、ガラス基板の外周側端面を、両面研磨装置の研磨用キャリアに設けられた保持孔内に保持しながらガラス基板の両側の主表面の研磨が行われる。

[0062] 第1研磨処理では、固定砥粒による研削処理に用いる両面研削装置と同様

の構成を備えた両面研磨装置を用いて、研磨スラリを与えながらガラス基板が研磨される。第1研磨処理では、固定砥粒による研削と異なり、固定砥粒の代わりに遊離砥粒を含む研磨スラリが用いられる。

[0063] 両面研磨装置は、両面研削装置と同様に、上下一対の定盤（上定盤および下定盤）を有しており、上定盤および下定盤の間にガラス基板が挟持される。下定盤の上面及び上定盤の底面には、全体として円環形状の平板の研磨パッド（例えば、樹脂ポリリッシャ）が取り付けられている。上定盤または下定盤のいずれか一方、または、双方を移動操作させることで、ガラス基板と各定盤とを相対的に移動させることにより、ガラス基板の両主表面が研磨される。

[0064] なお、第1研磨処理後のガラス基板を化学強化液中に浸漬することで、ガラス基板を化学強化してもよい（化学強化処理）。化学強化液として、例えば硝酸カリウムと硫酸ナトリウムの混合熔融液等を用いることができる。

[0065] （h）第2研磨（最終研磨）処理

第2研磨処理は、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研磨に用いる両面研磨装置と同様の構成を有する両面研磨装置が用いられる。具体的には、ガラス基板の外周側端面を、両面研磨装置の研磨用キャリアに設けられた保持孔内に保持しながらガラス基板の両側の主表面の研磨が行われる。第2研磨処理が第1研磨処理と異なる点は、遊離砥粒の種類及び粒子サイズが異なることと、樹脂ポリリッシャの硬度が異なることである。具体的には、粒径5～100nm程度のコロイダルシリカを遊離砥粒として含む研磨液が両面研磨装置の研磨パッドとガラス基板の主表面との間に供給され、ガラス基板の主表面が研磨される。研磨されたガラス基板を中性洗剤、純水、イソプロピルアルコール等を用いて洗浄することで、磁気ディスク用ガラス基板が得られる。

[0066] 本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法では、貫通孔2を備える板材10を用いてアニール処理を行うため、アニール処理後に板材10とガラスブランク材20の分離を容易に行うことができ、ガラスブランク材2

0を効率よく回収することができる。このため、また、磁気ディスク用ガラス基板の生産性が向上する。また、アニール処理後に板材10を取り出す際、ガラスブランク材20が落下してしまうことを防止できる。これにより、磁気ディスク用ガラス基板の素板として不適となることを抑制でき、磁気ディスク用ガラス基板の歩留まりの低下を抑制できる。

[0067] 以上の基板の製造方法を用いて、磁気ディスク用アルミニウム基板など、磁気ディスク用ガラス基板以外の基板を製造することもできる。

[0068] (実験例)

本実施形態の板材の効果を調べるために、種々の仕様の板材及びガラスブランク材を用いてアニール処理を行った。

アニール処理は、下記表1～3に示した仕様の板材及びガラスブランク材の組み合わせで積層体を組んで行った。各サンプルとも、台座の上に、同じ仕様の板材61枚、及び同じ仕様のガラスブランク材60枚を1枚ずつ交互に配置することで積層体を組み、最上段の板材の上に500gの錘を載せて、図10に示す加熱炉40内で、500～550℃で、30～120分の保温条件で、アニール処理を行った。なお、最下段に配置した板材及び台座は、図5(b)に示す形態とした。

[0069] サンプル1～25の板材には、直径110mmの略円形のアルミナ製のものをを用いた。

板材の貫通孔の主表面上の位置は、板材の外周と同心で、かつ、直径が板材の直径の半分の長さの円の内側に位置するようにした。貫通孔の形状は、板厚方向に円筒状に延びる形状とした。

ガラスブランク材には、直径100mmの略円形のアルミノシリケートガラス製のものをを用いた。また、サンプル21～23のガラスブランク材には、フロート法で作製したものをを用い、それ以外のサンプルのガラスブランク材には、プレス成形処理により作製したものをを用いた。

[0070] アニール処理後、下記の要領で、張り付きの発生回数、転写痕の発生枚数、及び汚染されたガラスブランク材の枚数を数えた。

(1) 張り付きの発生回数

板材を、最上段に位置するものから1枚ずつ順に、積み降ろししたときに、ガラスブランク材の張り付きが生じた回数が、60回中、3回未満だった場合をA、3回以上10回未満だった場合をB、10回以上だった場合をCとし、A及びBを張り付きを抑制できたと評価し、Cを張り付きを抑制できなかったと評価した。板材の積み下ろしは、通常要する時間の半分の時間で行った。

(2) 転写痕の発生枚数

60枚のガラスブランク材の両側の主表面を目視で観察し、貫通孔に起因した転写痕が発生していた枚数が、60枚中、3枚未満だった場合をA+、3枚以上5枚未満だった場合をA、5枚以上10枚未満だった場合をB、10枚以上15枚未満だった場合をC、15枚以上だった場合をDとし、A+～Cを転写痕を抑制できたと評価し、Dを転写痕を抑制できなかったと評価した。

(3) 汚染されたガラスブランク材の枚数

60枚のガラスブランク材の両側の主表面及び端面を斜入射干渉法フラットネステスター（ニデック社製FT-17）で観察し、板材から発塵した大きさ1～100 μ mのサイズのパーティクルが付着していたガラスブランク材の枚数が、60枚中、5枚未満だった場合をA、5枚以上10枚未満だった場合をB、10枚以上だった場合をCとし、A及びBをガラスブランク材の汚染を抑制できたと評価し、Cをガラスブランク材の汚染を抑制できなかったと評価した。

結果を、表1～表3に示す。

[0071]

[表1]

サンプル番号	1	2	3	4	5
貫通孔の数	0	0	0	0	0
板 材 の Ra1(μm)	1.5	1.5	1	0.6	0.2
ブランク材の Ra2(μm)	0.7	0.001	0.7	0.7	0.7
Ra1+Ra2 (μm)	2.2	1.501	1.7	1.3	0.9
張り付きの 発生回数	A	B	B	C	C
汚染枚数	C	C	B	A	A

[0072] [表2]

サンプル番号	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
貫通孔の数	1	1	4	1	4	1	1	4	1	4
孔径(mm)	1	6	6	10	10	1	6	6	10	10
板 材 の Ra1(μm)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ブランク材の Ra2(μm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Ra1+Ra2 (μm)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
張り付きの 発生回数	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
転写痕の 発生枚数	A+	A	B	B	B	A+	A	B	B	C
汚染枚数	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0073] [表3]

サンプル番号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
貫通孔の数	1	1	4	1	4	1	1	4	1	1
孔径(mm)	1	6	6	10	10	6	6	6	6	6
板 材 の Ra1(μm)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.001	0.001	0.001
ブランク材の Ra2(μm)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.001	0.001	0.001	0.2	0.1
Ra1+Ra2 (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.201	0.101	0.002	0.201	0.101
張り付きの 発生回数	A	A	A	A	A	A	C	C	B	C
転写痕の 発生枚数	A+	A	B	B	C	A+	A	B	B	B
汚染枚数	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0074] サンプル6～25と、サンプル1～5の比較から、板材が貫通孔を有していることで、張り付きを抑制できることがわかる。なお、サンプル22、2

3、25において板材の積み下ろしを約2倍の時間（通常要する時間）をかけて行った点を除いて、同じ条件で実験したところ、張り付きの発生回数の評価はBであり、張り付きを抑制できることがわかった。一方、サンプル4、5において板材の積み下ろしを約2倍の時間をかけて行った点を除いて、同じ条件で実験したところ、張り付きの発生回数の評価はCであり、張り付きを抑制できないことがわかった。

[0075] サンプル6～10の結果からわかるように、貫通孔の数が少ないほど、また、貫通孔の孔径が小さいほど、転写痕の抑制効果が大きいことがわかる。特に、貫通孔の数が2個以下である場合、あるいは、貫通孔の孔径が6mm以下である場合に、転写痕の抑制効果が特に大きいことがわかる。また、サンプル11～15の結果、及び、サンプル16～20の結果より、同様のことがわかる。

[0076] なお、サンプル1～3と、サンプル4、5の比較から、板材の主表面の算術平均粗さRa1が小さいことで、ガラスブランク材の汚染枚数が抑えられることがわかる。

[0077] サンプル9、14、19において、板材の直径を、それぞれ、95mm、95mm、90mmに変更してアニール処理を行ったところ、板材の外周の縁に起因した転写痕が、いずれのサンプルでも、60枚中、15枚以上発生していた。

[0078] 以上、本発明のアニール処理用板材、アニール処理用板材の製造方法、及び基板の製造方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、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

- [0079] 1a、1b 主表面
2 貫通孔
3 側壁
3a 傾斜壁面

10、10A、10B、10C アニール処理用板材

20、20a、20B ガラスブランク材

30 積層体

40 加熱炉

50 治具

60 台座