

明 細 書

発明の名称：

スペーサ、基板の積層体、基板の製造方法、及び磁気ディスク用基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、スペーサ、基板の積層体、基板の製造方法、及び磁気ディスク用基板の製造方法に関する。スペーサは、複数の基板の積層体を形成して複数の基板の端面処理を行う際に、積層体中の隣り合う基板の間に介在させて、隣り合う基板同士を離間させるシート状の部材である。

背景技術

[0002] データ記録のためのハードディスク装置には、円盤状の非磁性体の磁気ディスク用ガラス板に磁性層が設けられた磁気ディスクが用いられる。

磁気ディスク用ガラス板を製造するとき、ガラス板の主表面および端面（内側端面及び外側端面）は研削あるいは研磨が行われる。ガラス板の端面の研磨では、ガラス板の端面の研磨の作業効率を高めるために、複数枚のガラス板を主表面の法線方向に重ね合わせたガラス板の積層体を形成し、多数のガラス板の端面を、研磨ブラシ等の研磨治具で同時に研磨する方法が用いられる。積層体には、ガラス板同士が密着し、あるいはガラス板の主表面同士が擦れて傷をつけることを防止するために、端面研磨用ガラス板のスペーサが、ガラス板の間に介在するように設けられ、ガラス板同士を離間させる。

[0003] ガラス板の端面研磨では、外側端面及び内側端面の両方の研磨が行われる。このため、上記のようにガラス板の積層体の研磨を行う場合、例えば、外側端面研磨用治具にガラス板を積層し、押圧状態で外側端面の研磨を行った後に、内側端面研磨を行う。この場合、外側端面の研磨と内側端面の研磨との工程間で、押圧したガラス積層体を解放し、さらには積層体を解体する（ガラス板を分離する）必要がある。

このようなガラス積層体の押圧の解放さらには解体を行わなくても外側端

面及び内側端面の研磨ができるガラス板積層治具が知られている（特許文献1）。

- [0004] 上記ガラス板積層治具は、磁気記録媒体用ガラス板の円孔に挿入され、ガラス板積層体の内側端面を支持し、磁気記録媒体用ガラス板の位置合わせをするシャフトを有する。このシャフトは、シャフトの両端にクランプボルトを嵌合可能にするクランプボルト嵌合部を備え、シャフトの周囲にガラス板積層体を支持する軸止部を備える。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2013-73636号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上記ガラス板積層治具を用いる場合、ガラス板積層体の押圧の解放及び解体が不要となるため、生産効率が向上する。

しかし、上記ガラス板積層治具は、装置構成が複雑であり扱い難く、また、上記ガラス板積層治具に合わせて研磨ブラシ等の研磨治具を構成する必要があり、端面研磨を行う際の汎用性が低い。また、上記ガラス板積層治具では、積層枚数が100枚以上のように設定されあるいは固定されるため、内側端面研磨及び外側端面研磨の研磨時間の相違を考慮してガラス板の生産効率が高くなるように、内側端面研磨及び外側端面研磨の積層枚数を自由に割り振ることはできない。この点で、上記ガラス板積層治具を端面研磨に用いることが不都合な場合がある。

- [0007] 一方、ガラス板の積層体を解体することなく（ガラス板を分離することなく）、ガラス板の積層方向の押圧を解放して外側端面の研磨から内側端面の研磨のために、あるいは内側端面から外側端面の研磨のために、積層治具を取り替えることは可能である。しかし、この場合、押圧状態の積層体の圧力を解放するので、隣り合うガラス板の間に設けられるスペーサの形状の復元

に起因して、スペーサが位置ずれし、さらにこのスペーサの位置ずれによって隣り合うガラス板同士の位置ずれを起こす場合もある。ガラス板が位置ずれした状態でガラス板の積層体を押圧し直して端面研磨を行うと、ガラス板の、隣り合うガラス板に対する相対位置が変化し、その結果、面取面や側壁面における取代量がばらつく。

また、スペーサが位置ずれすることにより、端面に設けられた面取面の研磨が適切に行えない場合がある。例えば、隣り合うガラス板の間に介在するスペーサが位置ずれによって面取面の側に移動すると、面取面で挟まれた凹部の底近傍に研磨ブラシが当たる当たり方が変わり、均一な研磨ができない場合がある。

位置ずれの有無を目視で確認することは難しいため、位置ずれのない積層体を得るには、積層体を解体して再度ガラス板及びスペーサを所定位置に配置して積層体を再構成することをしなければならないが、積層体の解体及び再構成は煩雑な作業となる。

このように押圧状態のガラス板の積層体から圧力を解放したとき、スペーサの形状の復元による変形に起因してスペーサが位置ずれし、あるいはさらにガラス板が位置ずれすることは好ましくない。

[0008] そこで、本発明は、ガラス板等の基板の積層体内の隣り合う基板間に介在させて、隣り合う基板同士を離間させるスペーサにおいて、押圧された積層体から圧力を解放した時に生じるスペーサの位置ずれあるいはさらに基板の位置ずれを抑制することができるスペーサ、さらには、このスペーサを含む基板の積層体、このスペーサを含む積層体を用いて端面研磨を行う基板の製造方法、及び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

[0009] 本発明の一態様は、複数の基板の積層体を形成して当該複数の基板の端面処理を行う際に、前記積層体中の隣り合う基板の間に介在させて、隣り合う基板同士を離間させるシート状のスペーサである。

前記スペーサの面積は、前記基板よりも小さく、

前記スペーサを複数の前記基板の間に挟んで形成した積層体に対して、積層方向に圧力 0.60MPa を加えた押圧状態から無押圧状態に圧力の解放をしたとき、前記圧力の解放によって変化する前記積層体の厚さから計算される前記スペーサ1枚あたりの厚さの変化量 ΔW は $30\mu\text{m}$ 以下である。

[0010] 前記スペーサは樹脂製であることが好ましい。

前記スペーサにおける純水に対する接触角は、 50 度以下である、ことが好ましい。

[0011] 前記スペーサの表面粗さ R_a は $0.2\mu\text{m}$ 以上である、ことが好ましい。

前記スペーサは耐水性を有する、ことが好ましい。

[0012] 本発明の他の一態様は、複数の基板と、当該複数の基板の隣り合う基板間に前記スペーサを備えた積層体である。

[0013] 本発明のさらに他の一態様は、前記積層体の側面の処理を含む、基板の製造方法である。

[0014] 本発明のさらに他の一態様も、前記基板の積層体の側面の処理を含む基板の製造方法である。

前記積層体の側面の処理は、

前記積層体を押圧状態にする処理と、

前記押圧状態の前記積層体の側面を処理する第1側面処理と、

前記第1端面処理後、前記積層体の押圧状態を解放する処理と、

前記押圧状態を解放した前記積層体を2以上の積層体に分離すること、前記押圧状態を解放した前記積層体と他の積層体とを積層方向に結合すること、または前記押圧状態を解放した前記積層体をそのまま維持することのいずれかを行う中間処理と、

前記中間処理後、当該中間処理を行った前記積層体を押圧状態にする処理と、

前記中間処理後の前記押圧状態の前記積層体の側面をさらに処理する第2側面処理と、を含む。

[0015] 前記積層体の積層方向の両端にある基板に、治具を用いて加圧することに

よって前記積層体を前記押圧状態にする、ことが好ましい。

[0016] 前記基板はガラス板である、ことが好ましい。

[0017] 本発明のさらに他に一態様は、磁気ディスク用基板の製造方法である。当該磁気ディスク用基板の製造方法は、

前記積層体の側面の処理を含む基板の製造方法により、磁気ディスク用基板の素となる基板を製造する処理と、

前記積層体の側面の処理後の前記基板の主表面に、少なくとも研磨処理を行う後処理と、を備える。

発明の効果

[0018] 上述のスペーサ、基板の積層体、基板の製造方法、及び磁気ディスク用基板の製造方法によれば、押圧状態の積層体から圧力を解放した時に生じるスペーサの位置ずれあるいはさらに基板の位置ずれを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1] (a) は、一実施形態で作製されるガラス板の一例の斜視図であり、(b) は、(a) に示すガラス板の端面の断面の一例を示す図であり、(c) は、一実施形態で用いるスペーサの一例を示す図である。

[図2] 一実施形態で用いるガラス板の積層体の側面を研磨する研磨処理の一例を説明する図である。

[図3] 一実施形態のスペーサの、押圧状態から無押圧状態に圧力を解放したときのスペーサの厚さの変化量 ΔW を説明する図である。

[図4] (a), (b) は、一実施形態の第1端面研磨後、第2端面研磨を行う時のガラス板の積層体の形態の変化を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0020] 上述したように、スペーサをガラス板間に挟んでガラス板同士を離間させ押圧状態にしたガラス板の積層体では、内側端面の研磨と外側端面の研磨との間で、積層体の押圧状態から圧力が解放されるが、このときの圧力の解放に伴ってガラス板やスペーサが位置ずれする場合がある。このような位置ずれは、スペーサの特性に依存することが知見された。特に、押圧状態から圧

力を解放したときのスペーサの厚さが大きく変化する程、上記位置ずれが頻発し、位置ずれ量も大きいことがわかった。これらの知見より、以下開示する態様を想到した。

[0021] スペーサは、複数の基板の積層体を形成してこの複数の基板の端面処理を行う際に、積層体中の隣り合う基板の間に介在させて、隣り合う基板同士を離間させるシート状部材である。スペーサは、基板と同様の形状を成していてもよく、例えば円盤形状である。ここで、スペーサの基板と接する面の面積は、基板よりも小さい。

基板の端面処理のうち、例えば端面研磨処理では、基板の積層体を積層方向（基板の厚さ方向）に押圧した状態で、酸化セリウム等を研磨剤として含む研磨液を基板の端面（外側端面あるいは内側端面）に供給しながら研磨治具、例えば研磨ブラシ、研磨パッドあるいはスポンジ等で端面を研磨する。

このとき、スペーサを複数の基板の間に挟んで積層して形成した積層体に対して、積層方向に圧力 0.60 MPa を加えた押圧状態から無押圧状態に圧力の解放をしたとき、スペーサ 1 枚あたりの厚さの変化量 ΔW は $30 \mu\text{m}$ 以下である。スペーサ 1 枚あたりの厚さの変化量 ΔW は、圧力の解放によって変化する積層体の厚さから計算される。

[0022] このようにスペーサ 1 枚あたりの上述の変化量 ΔW が $30 \mu\text{m}$ 以下である場合、基板やスペーサの位置ずれによる端面処理後の不具合（例えば、端面研磨処理では、表面粗さの部分的な増大や、研磨による基板間の取代量のばらつき）が少なくなる。

変化量 ΔW は、例えば以下のようにスペーサの特性として測定される。まず、110枚の基板、1枚のスペーサ、5枚の基板、をいずれも乾燥状態で下方からこの順に積層して積層体を作成し、押圧状態（圧力 0.60 MPa ）にした時の当該積層体の厚みを基準として、圧力を開放したときの積層体の厚さの変化量を測定し、その値を変化量 A とする。他方、スペーサを含まないようにしたこと以外は上記の積層体と同様の積層体を作成し、上記と同様に圧力解放前後の積層体の厚さの変化量を測定し、その値を変化量 B とす

る。

これらの値から変化量 ΔW は下記式で算出される。

$$(\text{変化量 } \Delta W) = (\text{変化量 } A) - (\text{変化量 } B)$$

ここで、積層体の厚さは、押圧状態からの圧力の解放によってスペーサの厚さが復元するために増加する。ここで、材質によってはスペーサの厚さの復元に多少の時間がかかる場合があることから、変化量A、及び変化量Bは、圧力の解放から1分後の量とすることが好ましい。

[0023] 一実施形態によれば、変化量 ΔW は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。これにより、圧力の解放時、基板あるいはスペーサの位置ずれを抑えることができる。一方、変化量 ΔW がゼロに近く、スペーサの厚さの変化が全くないものは、基板の表面に傷をつける虞れがあるので好ましくない。この点から変化量 ΔW は $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 以上であると好ましく、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であるとより好ましい。

なお、変化量 ΔW が $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であればよく、無負荷状態（初期状態）のスペーサ1枚の平均厚さ $W1$ は特に制限されない。スペーサの材料によっては、スペーサの平均厚さ $W1$ を薄くすることにより変化量 ΔW を上記範囲にすることは可能であるが、過度に薄いスペーサは耐久性が低い（破損し易い、破れ易い）ことから耐久性の点で好ましくない。スペーサ1枚の平均厚さ $W1$ は、例えば $50\sim1500\text{ }\mu\text{m}$ である。平均厚さ $W1$ は小さいほど単位長さあたりの積層枚数が増えるため好ましい。この観点から $W1$ は $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより一層好ましい。他方、平均厚さ $W1$ が小さくなりすぎると破損しやすくなり繰り返し使用できる回数が少なくなる。この観点から平均厚さ $W1$ は $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上であると好ましい。

[0024] 以下で説明する基板は、ガラス板である。しかし、基板は、ガラス板の他に、アルミ合金基板、シリコン基板、チタン基板等の板を含む。また、基板の形状は、例えば中心に穴のある円盤状が挙げられるが、円盤形状以外の形状、例えば、中心に穴のない円形状、四角形状なども挙げられる。基板の

板厚には特に制限はないが、積層枚数を増やして処理効率を上げる観点から基板の厚さは2 mm以下であることが好ましく、0.7 mm以下であることがより好ましく、0.6 mm以下であることがより一層好ましい。また、基板では、内側端面及び外側端面の2か所の端面の研磨処理が必要であり、かつ、製造コストの低減が厳しく求められる、磁気ディスク用ガラス基板の製造に特に適している。

基板に施す端面処理は、基板の端面と基板の端面に当接させた研磨治具とを当接部において相対的に移動させて研磨する端面研磨処理、あるいは端面を研削する処理を含む。なお、端面処理では、基板の端面と研磨治具の双方を当接部において移動させる端面研磨処理の形態の他に、片方のみを移動させて研磨する端面研磨処理の形態も含む。この場合、スペーサが、基板の端面からはみ出すことがないように、スペーサの面積は、基板よりも小さい。

また、端面処理において、1回目の処理と2回目の処理の間に、積層体に対して積層方向に圧力を加えた押圧状態から無押圧状態に、圧力を解放する場合、端面処理は、基板の異なる端面を処理する形態、及び同じ端面を2回処理する形態を含む。2回の処理は、例えば、研削処理と研磨処理、あるいは粗研磨処理と精研磨処理のように、処理精度が異なる形態を含む。

[0025] 図1(a)は、一実施形態のスペーサを挟んで端面研磨を行うガラス板の一例の斜視図である。図1(b)は、図1(a)に示すガラス基板の端面の断面の一例を示す図である。

図1(a)に示すガラス板1は、中心部に円孔を有する円盤形状の薄板のガラス板である。ガラス板1は磁気ディスク用ガラス基板として用いることができる。ガラス板1を磁気ディスク用ガラス基板として用いる場合、磁気ディスク用ガラス基板のサイズは問わないが、磁気ディスク用ガラス基板は、例えば、公称直径2.5インチや3.5インチの磁気ディスク用ガラス基板のサイズである。公称直径3.5インチの磁気ディスク用ガラス基板の場合、例えば、外径が95 mm、円孔の内径が25 mm、板厚が0.3~2.0 mmである。このガラス板1の主表面上に磁性層が形成されて磁気ディス

クが作られる。

- [0026] ガラス板 1 は、一对の主表面 1 1 p, 1 2 p、端面に形成された側壁面 1 1 w、及び、側壁面 1 1 wと主表面 1 1 p, 1 2 pの間に介在する面取面 1 1 c, 1 2 cを、備える。

側壁面 1 1 wは、ガラス板 1 の板厚方向の中心位置を含む。面取面 1 1 c, 1 2 cの主表面 1 1 p, 1 2 pに対する傾斜角度は、特に制限されず、例えば 45°である。また、側壁面 1 1 w及び面取面 1 1 c, 1 2 cの境界は、図示されるようなエッジを有する形状に限定されるものではなく、滑らかに連続する曲面状であってもよい。

- [0027] 図 1 (c) は、一実施形態で用いるスペーサの一例を示す図である。

図 1 (c) に示すスペーサ 20 は、中心部に円孔を有する円盤形状のシート状部材である。スペーサ 20 は、ガラス板 1 の内側端面及び外側端面の端面研磨を行うために円盤形状のガラス板 1 の積層体を形成する際、積層体の隣り合うガラス板間に介在させて、隣り合うガラス板 1 同士を離間させる。すなわち、積層体は、複数のガラス板 1 と、ガラス板 1 の 1 つとこのガラス板 1 上に積層する別のガラス板 1 の 1 つとの間に挟まれて配置され、隣り合うガラス板 1 を互いに離間させる、スペーサ 20 と、を備える。図 1 (c) において、スペーサ 20 の円盤形状を成した面であって、積層体においてガラス板 1 と接する面を主表面という。

- [0028] スペーサ 20 の円盤形状の円孔の内径は、円盤形状のガラス板 1 の円孔の内径よりも大きく、スペーサ 20 の円盤形状の外径は、円盤形状のガラス板 1 の外径よりも小さい。すなわち、スペーサ 20 のガラス板 1 と接する部分である主表面の面積は、ガラス基板 1 の主表面の面積よりも小さい。スペーサ 20 をガラス板 1 の間に挟んだ時、スペーサ 20 の内側の端及び外側の端が、面取面 1 1 c, 1 2 cの位置、具体的には、面取面 1 1 cと主表面 1 1 pとの境界の位置より飛び出さず、面取り面 1 1 c、1 2 cの端からの所定の距離離れるように、スペーサ 20 の円孔の内径及び円盤形状の外径が定められている。前記所定の距離は、例えば 5 μ m ~ 5 mmである。スペーサ 2

0の内側の端及び外側の端の、面取面11c, 12cからの距離が変化すると、端面研磨時、研磨ブラシ等の研磨治具が面取面11c, 12cに当たる当たり方が、ガラス板1間でばらつき、面取面11c, 12cの研磨の程度（端面の表面粗さ）がばらつく。このため、スペーサ20の円孔の内径及び円盤形状の外径が精度よく設定されている。

このようなスペーサ20に関して、スペーサ20とガラス基板1とを交互に積層して形成した積層体に対して、積層方向に押圧治具を用いて圧力0.60MPaを加えた押圧状態から無押圧状態に圧力の解放をしたとき、圧力の解放によって変化する、スペーサ20の1枚当たりの厚さの変化量 ΔW は30 μ m以下である。

一実施形態によれば、スペーサ20の材料は、基板の表面を傷つけにくい観点から、樹脂製であることが好ましい。例えば、ナイロン、アクリル、アラミド、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリウレタン（PU）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、等の樹脂のシート材やフィルム材、あるいはそれらの樹脂の繊維の織物や不織布であることが好ましい。この樹脂には、フィラーや無機系材料等の添加剤が含まれていてもよい。スペーサ20の材料は、樹脂製以外に、パルプ繊維を抄紙した紙や、パルプ繊維や樹脂繊維の両方を抄紙した紙や合成紙等であってもよい。また、スペーサ20は、上記のシート材等を複数積層したものでもよい。

[0029] 図2は、積層体30の側面を研磨することで、ガラス板1の端面を研磨する研磨処理の一例を説明する図である。

図2に示すように、積層体30は、ガラス板1と隣り合うガラス板1の間にスペーサ20を介在させて、ガラス板1同士を離間させている。このとき、積層体30は、圧力Pを積層方向（ガラス板1の厚さ方向）の両側から加えて、積層体30を押圧状態にする。積層体30を押圧状態にするのは、積層体30と研磨治具を相対的に回転させて端面を研磨するとき、積層体30内の一部のガラス板1が隣接するガラス板1と異なる回転動作をして不均一な研磨が行われることを防止するためである。図2では、研磨治具として研

磨ブラシ 32 が例示されている。研磨では積層体 30 を積層方向に押圧した状態で、研磨液をガラス板 1 の端面（外側端面あるいは内側端面）に供給しながら研磨治具で研磨する。端面研磨では、例えば研磨治具とガラス板 1 の端面（外側端面あるいは内側端面）が相対的に移動するように、研磨治具とガラス板 1 を回転させる。

[0030] 図 3 は、一実施形態のスペーサ 20 の、押圧状態から無押圧状態に圧力を解放したときのスペーサ 20 の 1 枚当たりの厚さの変化量 ΔW を模式的に説明する図である。図 3 では、理解し易いように、 $W2 + \Delta W$ と $W1$ の差を大きく強調して示しているが、 $W2 + \Delta W$ と、 $W1$ の差が小さく、略ゼロに近い場合もある。押圧状態のスペーサ 20 は、図 3 中、斜線領域に示すように、無押圧状態（初期状態）の 1 枚当たりの平均厚さ $W1$ に比べて圧縮されて厚さが薄くなって、1 枚当たりの平均厚さ $W2$ になっている。この状態で例えば 3 分以上放置した後、圧力を解放すると、元の形状に復元しようとしてスペーサ 20 の厚さは厚くなる。この厚さの変化量が ΔW である。

[0031] このようなスペーサ 20 の 1 枚当たりの厚さ変化量 ΔW が大きいと、内側端面の研磨と外側端面の研磨との間で積層体 30 の圧力を解放して無押圧状態にすると、隣り合うガラス板 1 の間に設けられるスペーサ 20 が復元によって大きく位置ずれし、さらにこのスペーサ 20 の位置ずれによってガラス板 1 が隣り合うガラス板 1 に対して位置ずれを起こし易くなる。位置ずれした状態でガラス板 1 の積層体を再度押圧して端面研磨を行うと、位置ずれをしたガラス板 1 の、隣り合うガラス板に対する相対位置が変化して、研磨のための取代量がばらつく。また、スペーサ 20 の端（内側の端あるいは外側の端）の位置が、面取面 11c、12c の側に移動する場合、面取面 11c、12c の研磨が、ガラス板 1 間でばらつく。

このため、上述したように、スペーサ 20 の 1 枚当たりの厚さの変化量 ΔW を $30 \mu m$ 以下にする。

[0032] 上述したガラス板 1 の端面研磨は、ガラス板の製造方法の一部の処理である。ガラス板の製造法について、磁気ディスク用ガラス基板の製造方法を例

として以下説明する。

[0033] ガラス板 1 の元となるガラス素板は、例えば、フロート法あるいはダウンドロー法を用いて作製された一定の板厚の板である。あるいは、ガラス素板は、ガラスの塊を、金型を用いてプレス成形した板であってもよい。ガラス素板の板厚は、最終製品である磁気ディスク用ガラス基板になる時の目標板厚に対して、研削及び研磨の取代量の分だけ厚く、例えば、数 μm ～数百 μm 程度厚い。

[0034] 次に、ガラス素板から円盤形状のガラス板 1 になるように形状加工が行われる。形状加工では、例えば、スクライバを用いて、ガラス素板上にスクライバ線を機械的に形成してスクライバ線に沿って切断してもよいし、レーザー光を用いてガラス素板の一部を変質させてクラックを入り易くして、ガラス素板を加熱して切断してもよい。

次に、円盤形状に形状加工されたガラス素板の切断面に、面取面 11c, 12c を形成する形状加工を行う。面取面 11c, 12c は、例えば、総型砥石等を用いて形成される。これによって、図 1 (b) に示す形状を有するガラス板 1 が作製される。

[0035] 次に、ガラス板 1 の端面研磨が行われる。ガラス板 1 の端面研磨では、図 2 に示すように、ガラス板 1 の間にスペーサ 20 を挟んで複数のガラス板 1 及びスペーサ 20 を積層した積層体 30 を積層方向に圧力 P を加えた押圧状態で、積層体 30 の側面（ガラス板 1 の内側端面によって作られる内側側面あるいはガラス板 1 の外側端面によって作られる外側側面）に研磨液が供給され、研磨治具、例えば研磨ブラシ 32 を用いて研磨される。

積層体 30 を用いたガラス板 1 の内側端面に対応する内側側面の研磨では、積層体 30 の上面あるいは下面に位置するガラス板 1 の主表面の外側側面近傍領域を、図示されない固定治具を用いて押圧して積層体 30 を固定する。この後、積層体 30 の、ガラス板 1 の円孔に対応する空間に研磨治具を挿入して内側から研磨治具を押し当てて内側側面を研磨する。

積層体 30 を用いたガラス板 1 の外側端面に対応する外側側面の研磨では

、積層体30の、ガラス板1の円孔に対応する空間に図示されない固定治具を挿入して、積層体30の上面あるいは下面に位置するガラス板1の主表面の内側側面近傍領域を、図示されない固定治具を用いて押圧して積層体30を固定する。この後、積層体30の外側側面に、外側から研磨治具を押し当てて外側側面を研磨する。

[0036] 次に、端面研磨の行われたガラス板1の主表面の研削、研磨が行われる。

ガラス板1の研削では、遊星歯車機構を備えた両面研削装置を用いて、ガラス板1の主表面に対して研削加工が行われる。具体的には、ガラス板1の外側端面を、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板1の両側の主表面の研削を行う。両面研削装置は、研削部材を装着した上下一対の定盤（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板1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、クーラントを供給しながらガラス板1と各定盤とを相対的に移動させることにより、ガラス板1の両主表面を研削することができる。例えば、ダイヤモンドを樹脂で固定した固定砥粒をシート状に形成した研削部材を定盤に装着して研削処理をすることができる。

[0037] 次に、研削後のガラス板1の主表面に対して第1研磨が行われる。具体的には、ガラス板1の外側端面を、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板1の両側の主表面の研磨が行われる。第1研磨は、研削処理後の主表面に残留したキズや歪みの除去、あるいは微細な表面凹凸（マイクロウェーブネス、粗さ）の調整を目的とする。

第1研磨では、固定砥粒による上述の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板1を研磨する。第1研磨では、遊離砥粒を含んだ研磨スラリが用いられる。第1研磨に用いる遊離砥粒として、例えば、酸化セリウム、あるいはジルコニア等の砥粒が用いられる。両面研磨装置も、両面研削装置と同様に、上下一対の定盤の間にガラス板1が挟持される。下定盤の上面及び上定盤の底面には、全体として円盤形状の平板の研磨パッド（例えば、樹脂ポリッシャ）

が取り付けられている。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ることで、ガラス板 1 と各定盤とを相対的に移動させることにより、ガラス板 1 の両主表面を研磨する。研磨砥粒の大きさは、平均粒径（D50）で $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

[0038] 第 1 研磨後、ガラス板 1 を化学強化してもよい。この場合、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、ガラス板 1 を化学強化液中に浸漬する。これにより、イオン交換によってガラス板 1 の表面に圧縮応力層を形成することができる。化学強化は、第 2 研磨の後に行ってもよい。なお化学強化の要否については、ガラス組成や必要性を考慮して適宜選択すればよい。

[0039] 次に、ガラス板 1 に対して第 2 研磨が行われる。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、ガラス板 1 の外側端面を、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させながら、ガラス板 1 の両側の主表面の研磨を行う。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が異なることと、樹脂ポリッシャの硬度が異なる。樹脂ポリッシャの硬度は第 1 研磨時よりも小さいことが好ましい。例えば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板 1 の主表面との間に供給され、ガラス板 1 の主表面が研磨される。第 2 研磨に用いる研磨砥粒の大きさは、平均粒径（D50）で $5 \sim 50 \text{ nm}$ の範囲内であることが好ましい。

第 1 研磨及び第 2 研磨の他にさらに別の研磨を加えてもよく、2つの主表面の研磨を1つの研磨で済ませてもよい。また、上記各処理の順番は、適宜変更してもよい。

第 2 研磨後のガラス板 1 は、洗浄される。

こうして、ガラス板 1 の主表面を研磨して、磁気ディスク用ガラス基板に要求される条件を満足した磁気ディスク用ガラス基板を得ることができる。

[0040] このようにガラス板の製造方法における端面研磨において、積層体 30 の

押圧状態から無押圧状態に圧力を解放しても、スペーサ20の1枚当たりの厚さの変化量 ΔW を $30\mu\text{m}$ 以下にすることにより、スペーサ20が位置ずれし難く、あるいはさらにガラス板1が位置ずれし難くなる。このため、積層体30内のガラス板1の研磨のばらつきが抑えられる。

[0041] 一実施形態によれば、スペーサ20の、純水に対する接触角は、 50° 以下であることが好ましい。研磨液の主成分は水であるので、純水に対する接触角を 50° 以下とすることで、スペーサ20の表面は濡れ易くなる。接触角の下限は特に制限されないが、例えば 0° 以上である。このような親水性のスペーサ20を用いることにより、押圧状態においても積層体20内のガラス板1とスペーサ20との間に適量の水が保持されるため、密着性が増してガラス板1やスペーサ20のズレが生じにくくなる。また、スペーサ20との接触による傷がガラス板1の主表面に入りにくくなる。また、予め積層体を濡らすことなく、乾燥状態で積層体を形成して押圧状態として研磨処理を行った場合でも、研磨液の水分を、素早くガラス板1とスペーサ20との間に染み込ませることができる。このことは、乾燥状態で積層体を形成できることを意味し、特に軽量で張りがなく剛性が極めて小さいスペーサの取扱いが容易になるため、生産効率が向上する。特に軽量で張りがなく剛性が極めて小さいスペーサは、濡れると様々なものに貼付き易くなるとともに、貼り付ける際にシワになりやすいため、積層体の形成が困難になりやすい。

なお、接触角の測定では、スペーサ20の表面に研磨液 $1\mu\text{l}$ （マイクロリットル）を滴下し、研磨液を滴下してから10秒後の接触角を、接触角測定装置を用いて測定する。なお、スペーサ20の表面が汚れている場合は予め清掃し、完全に乾いた状態で測定する。

[0042] また、一実施形態によれば、スペーサ20は、研磨液に濡れても強度が高い状態を維持するために、スペーサ20は耐水性を有することが好ましい。こうすることで、スペーサ20が濡れた状態で、積層体に組み込まれても、スペーサ20が破損しにくくなるため、耐久性が向上する。また、スペーサ20を繰り返し使用できるので生産コストを低減できる。

耐水性は、例えば、スペーサ 20 の材料として水に溶けにくい材料を用いること、スペーサの表面に水の染み込みを防止する表面層を設けることあるいは表面処理を実施すること、により実現できる。また、スペーサ 20 を織物や不織布など繊維で構成する場合は、例えば、水に溶けにくい繊維を用いればよく、あるいは表面に耐水性コーティングが施された繊維を用いればよい。

[0043] 上述したように、複数のガラス基板 1 とスペーサ 20 とを備えた積層体 30 の側面を研磨することにより、ガラス板 1 それぞれの端面を研磨するので、ガラス板 1 の生産効率が高く、しかも、ガラス板 1 間で略均一な研磨を行なうことができる。

[0044] 一実施形態によれば、スペーサ 20 の表面粗さ R_a （算術平均粗さ JIS B0601：2001）は $0.2\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。スペーサ 20 の表面粗さ R_a が $0.2\ \mu\text{m}$ 未満の場合、ガラス板 1 等の基板に対する密着力が強くなりすぎて基板からスペーサ 20 を剥がすことが困難になり、作業性が低下し、場合によってはスペーサ 20 を基板から剥がすことができない。他方、表面粗さ R_a が $5.0\ \mu\text{m}$ を超えると、基板の表面にキズをつける場合がある。このため表面粗さ R_a の上限は $5.0\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。なお、スペーサ 20 の主表面の表面粗さ R_a の測定は、触針式粗さ計を用いて行われる。

[0045] 一実施形態によれば、ガラス板 1 の積層体 30 の側面の処理は、
ガラス板 1 とスペーサ 20 を交互に積層した積層体 30 を押圧状態にする処理と、

押圧状態の積層体 30 の側面を処理する第 1 側面処理と、

第 1 側面処理後、積層体 30 の押圧状態を解放する処理と、

押圧状態を解放した積層体 30 を 2 以上の積層体に分離すること、押圧状態を解放した積層体 30 と他の積層体とを積層方向に結合すること、または押圧状態を解放した積層体 30 をそのまま維持することのいずれかを行う中間処理と、

中間処理後、当該中間処理を行った積層体を押圧状態にする処理と、
中間処理後の押圧状態の積層体の側面をさらに処理する第2側面処理と、
と、を含む。

積層体30を押圧状態にする処理では、積層体30の積層方向の両端にある基板、例えばダミー基板に、押圧治具を用いて加圧することによって押圧状態にする。

[0046] 図4(a)は、一実施形態によるガラス板の端面研磨の処理の一例を説明する図である。

例えば、ガラス板1の内側端面を第1端面として、積層体30の内側側面を第1側面として第1端面研磨処理（第1側面処理）を行い、その後の第2端面研磨処理では、ガラス板1の外側端面を第2端面として、積層体30の外側側面を第2側面として処理（第2側面処理）をする。第2端面研磨処理では、積層体30と、第1端面研磨処理を別途行ったガラス板1の積層体33とを結合した結合積層体34に対して端面研磨を行う。あるいは、ガラス板1の外側端面を第1端面として、積層体30の外側側面を第1側面として第1端面研磨処理（第1側面処理）を行い、その後の第2端面研磨処理では、ガラス板1の内側端面を第2端面として、積層体30の内側側面を第2側面として処理（第2側面処理）をする。第2端面研磨処理では、積層体30と、第1端面研磨処理を別途行ったガラス板1の積層体33とを結合した結合層体34に対して端面研磨を行う。

[0047] 図4(b)は、図4(a)に示す形態と異なる別の実施形態によるガラス板の端面研磨の処理の一例を説明する図である。

例えば、ガラス板1の内側端面を第1端面として、積層体30の内側側面を第1側面として第1端面研磨処理（第1側面処理）を行い、その後の第2端面研磨処理では、ガラス板1の外側端面を第2端面として、積層体30の外側側面を第2側面として処理（第2側面処理）をする。第2端面研磨処理では、積層体30を2以上の分離積層体36に分離して1つの分離積層体36に対して端面研磨を行う。あるいは、ガラス板1の外側端面を第1端面と

して、積層体30の外側側面を第1側面として第1端面研磨処理（第1側面処理）を行い、その後の第2端面研磨処理では、ガラス板1の内側端面を第2端面とし、積層体30の内側側面を第2側面として処理（第2側面処理）をする。第2端面研磨処理では、積層体30を2以上の分離積層体36に分離したときの1つの分離積層体36に対して端面研磨を行う。

なお、図4（b）に示す例では、第1端面研磨処理後の積層体30の厚さを、図4（a）に示す結合積層体34の厚さと同じ厚さで示しているが、積層体30の厚さは結合積層体34の厚さと異なってもよい。

[0048] このように、結合積層体34あるいは分離積層体36を用いて第2端面研磨処理を行うことで、第1端面研磨処理におけるガラス板1の処理枚数と第2端面研磨処理における処理枚数とが大きく異なっても、第1端面研磨処理後第2端面研磨処理を行うまでの積層体の待ち時間を削減して、ガラス板1の研磨効率を向上させることができる。換言すれば、第1端面研磨処理と第2端面研磨処理それぞれの処理時間を近づけることができるので、どちらか一方の研磨処理がボトルネックとなることがなくなる。したがって、端面研磨処理全体の効率を向上させることができる。

例えば、研磨すべき内側側面に比べて研磨すべき外側側面の周長は長く、同じ研磨条件では、内側側面の研磨に比べて外側側面の研磨の取代量の総量は大きく、研磨時間がかかる。このため、内側側面を研磨した積層体30、33を結合した結合積層体34を用いてガラス板1の外側端面を一度に多量に研磨することによって、ガラス板1の研磨効率を向上させることができる。また、2つの積層体に分けて一度に積層体の第2側面を研磨することができる端面研磨装置を用いる場合、2つの分離積層体36の第2側面を同時に研磨することができるので、ガラス板1の研磨効率を向上させることができる。

[0049] 図4（a）、（b）に示す例は、い・BR>くれも第1端面研磨処理後の積層体30を、結合あるいは分離して第2端面研磨処理をするが、積層体30を結合あるいは分離することなく、そのまま維持した積層体30に第2端面研

磨処理を施してもよい。

また、図4（a）、（b）に示す例では、第1端面研磨処理及び第2端面研磨処理の処理対象の端面は、ガラス板1の異なる端面であるが、処理対象の端面は同じであってもよく、例えば、内側端面あるいは外側端面であってもよい。すなわち、第1端面研磨処理及び第2端面研磨処理において、内側端面あるいは外側端面のいずれか一方を連続して研磨してもよい。この場合、粗研磨及び精研磨のように、研磨の精度を異ならせてもよい。

[0050] 図4（a）、（b）に示す、第1端面研磨処理さらには第2端面研磨処理が施された積層体のガラス板1は、第1端面研磨処理さらには第2端面研磨処理を行った加工業者から別の加工業者に出荷され、別の加工業者において、ガラス板1の主表面等の研削、研磨を含む後処理を行ってもよい。すなわち、ガラス板1、すなわち端面処理後のガラス板1は中間財として用いることができる。この中間財のガラス板1も、本明細書では基板という。

また、第1端面研磨処理さらには第2端面研磨処理が施された積層体のガラス板1について、同じ加工業者においてガラス板1の主表面等の研削、研磨を含む後処理を行ってもよい。一実施形態によれば、積層体の第1端面研磨処理さらには第2端面研磨処理を含む上記基板の製造方法により、磁気ディスク用基板の素となるガラス板1（基板）を製造する処理と、積層体の第2端面研磨処理後のガラス板1（基板）の主表面に、少なくとも研磨処理を行う後処理と、を備える。

[0051] （実験例1）

このようなガラス板1の製造方法に用いるスペーサ20の効果を確認するために、スペーサ20を用いて積層したガラス板1（外径95.05mm、円孔の内径が24.95mm、厚さ0.7mm、外側端部及び内側端部の面取面は主表面方向の幅が150 μ mで角度が45°、外側端部（外径）及び内側端部（内径）の真円度はいずれも2 μ m以下）の端面研磨を行った。端面研磨による取代の目標値は、外側端部及び内側端部ともに直径換算で50 μ mとした。

スペーサは、種々の材料、及び厚さが種々異なるものを用いてスペーサの1枚当たりの厚さの変化量 ΔW を変化させた。101枚のガラス板1と、100枚のスペーサ20で構成される積層体30を用いて、ガラス板1の端面研磨を行った。ここで、積層体30の両端となる2枚のガラス基板1はダミー基板として使用したため、加工対象のガラス基板1はそれらを除く99枚である。ガラス板1とスペーサはいずれも乾燥状態のものを用意し、積層体形成装置を用いて、スペーサがガラス板1の主表面11pからからはみ出さず、かつ、両者の中心が合うように交互に積層した。

端面研磨では、押圧状態（圧力 $P = 0.60 \text{ MPa}$ ）の積層体30の内側側面の研磨を、積層方向を鉛直方向にした状態で端面研磨を行った後、積層体30を、積層方向を鉛直方向にした状態で、押圧状態から圧力を解放して無押圧状態にした後、積層体30の外側側面の研磨を行うために、積層体30を再度押圧状態（圧力 $P = 0.60 \text{ MPa}$ ）にして、積層体30の外側側面の研磨を行った。なお、再度押圧状態とする前に、ガラス板1、スペーサの位置ずれを直すような操作（例えば、積層体の解体と再積層など）は実施しなかった。

また、スペーサに対する純水の接触角はいずれも50度以下であり、スペーサ表面の粗さ R_a はいずれも $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲内であった。

[0052] 積層体30を押圧状態から無押圧状態にすることにより、スペーサ20やガラス板1の主表面方向の位置ずれが発生し、この位置ずれに起因して、外側端面の研磨結果がガラス板1間でばらつく。このため、ガラス板1の外側端面研磨後の全てのガラス板1の外側端面の真円度を測定して、真円度が大きく悪化したガラス板1の有／無を確認した。具体的には、99枚のガラス板の中で真円度が $10 \mu\text{m}$ 以上のガラス板が1枚でも見つかった場合を不合格とした。

下記表1には、スペーサの材質と、スペーサ厚さ（平均厚さ W_1 ）と、スペーサの1枚当たりの厚さの変化量 ΔW とそのときの合否結果を示す。実施例1～8及び比較例2～4ではシート材を用い、比較例1では、ポリエステ

ル樹脂の繊維からなる不織布を用いた。

[0053] [表1]

	材質	スペーサ厚さ (μm)	ΔW (μm)	合否結果
実施例 1	PP 樹脂	150	1	合格
実施例 2	PP 樹脂	200	6	合格
実施例 3	PP 樹脂	300	10	合格
実施例 4	PET 樹脂	200	13	合格
実施例 5	PU 樹脂	1000	18	合格
実施例 6	PU 樹脂	1200	30	合格
実施例 7	PP 樹脂	100	0.8	合格
実施例 8	PET 樹脂	400	20	合格
比較例 1	不織布	1000	34	不合格
比較例 2	PU 樹脂	200	35	不合格
比較例 3	PO 樹脂	150	37	不合格
比較例 4	PO 樹脂	200	40	不合格

[0054] 表 1 からわかるように、スペーサの 1 枚当たりの厚さの変化量 ΔW が、 $30\mu\text{m}$ 以下となるスペーサを用いることで、スペーサあるいはガラス板 1 の位置ずれが生じ難く、これによって外側端面の研磨結果のばらつきを小さくすることができることがわかる。なお、実施例 5, 6, 8 に示すようにスペーサ厚さ（平均厚さ $W1$ ）が $200\mu\text{m}$ 超であっても、変化量 ΔW が、 $30\mu\text{m}$ 以下になって合否結果は合格となる場合もあれば、実施例 1, 2, 4, 7 及び比較例 2 ~ 4 に示すように、スペーサ厚さが $200\mu\text{m}$ 以下であっても、変化量 ΔW が、 $30\mu\text{m}$ 以下になりあるいは $30\mu\text{m}$ 超となって、合否結果がばらつくことがわかる。すなわち、スペーサの厚さだけでは合否を判断できないことがわかる。

[0055] （実験例 2）

さらに、スペーサの表面粗さ R_a を種々変化させたこと以外は実施例 2 と同様の仕様のスペーサ 20 を用意し、実験例 1 と同様の端面研磨（積層体の

内側側面の研磨及び外側側面の研磨)を行い、端面研磨後の積層体の分離(解体)時における作業性を評価した。

積層体の分離には、公知の積層体分離装置を用いた。この装置は、1枚のガラス板1をバキュームチャックで分離した後、ガラス板1に張り付いたスペーサ20をエアブローで吹き飛ばす処理を行う。ただし、ガラス1とスペーサ20との吸着力が強すぎる場合、スペーサ20がうまく剥がれず、分離エラーとなる。この分離エラーの有無を評価した。1枚のスペーサ20でも分離エラーとなる場合、“分離エラー有り”とした。

[0056] [表2]

	Ra (μm)	分離エラーの有無
実施例 2A	0.1	有り
実施例 2B	0.2	無し
実施例 2C	1	無し
実施例 2D	3	無し
実施例 2E	5	無し

[0057] 表2からわかるように、スペーサ20の表面粗さRaを0.2 μm以上とすることにより、分離エラーが無く作業性が向上することがわかる。

[0058] 以上、本発明のスペーサ、基板の積層体、基板の製造方法、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したが、本発明のスペーサ、基板の積層体、基板の製造方法、及び磁気ディスク用基板の製造方法は、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

[0059] 1 ガラス板

11p, 12p 主表面

11w 側壁面

1 1 c, 1 2 c 面取面

2 0 スペース

3 0, 3 3 積層体

3 2 研磨ブラシ

3 4 結合積層体

3 6 分離積層体