

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-158513

(P2012-158513A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 3 B 11/00 (2006.01)	C O 3 B 11/00 E	4 G 0 5 9
G 1 1 B 5/84 (2006.01)	G 1 1 B 5/84 Z	4 G 0 6 2
C O 3 C 3/083 (2006.01)	G 1 1 B 5/84 A	5 D 1 1 2
C O 3 C 3/085 (2006.01)	C O 3 C 3/083	
C O 3 C 3/087 (2006.01)	C O 3 C 3/085	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-5576 (P2012-5576)	(71) 出願人	000113263
(22) 出願日	平成24年1月13日 (2012.1.13)		H O Y A 株式会社
(31) 優先権主張番号	61/437, 967		東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(32) 優先日	平成23年1月31日 (2011.1.31)	(74) 代理人	110000165
(33) 優先権主張国	米国 (US)		グローバル・アイビー東京特許業務法人
		(72) 発明者	磯野 英樹
			東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O
			Y A 株式会社内
		Fターム (参考)	4G059 AA08 AB03 AB09 AB11 AC03

最終頁に続く

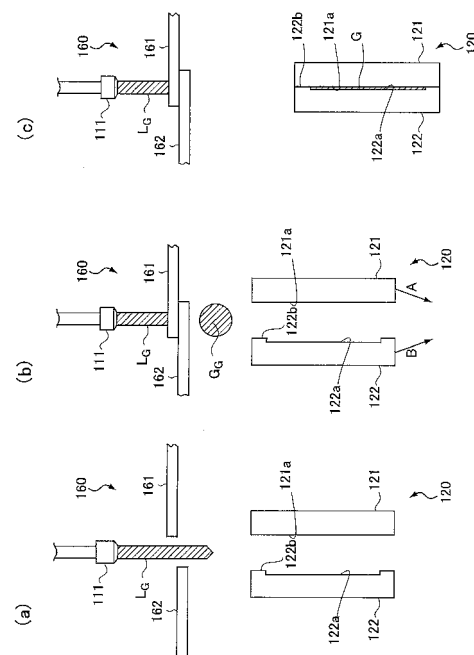
(54) 【発明の名称】 磁気ディスク用ガラス基板の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 真円度に優れた磁気ディスク用ガラス基板を効率よく製造する方法を提供する。

【解決手段】 一对の主表面を有する磁気ディスク用ガラス基板Gの製造方法であって、溶融したガラスの塊GGを落下させる落下工程と、前記塊の落下経路の両側から、互いに対向する一对の型121、122の面121a、122aで前記塊GGを同じタイミングで挟み込みプレス成形することにより、板状ガラス素材Gを成形するプレス工程と、前記板状ガラス素材Gを加工する加工工程と、を有し、前記塊GGの落下方向の速度成分について、前記一对の型121、122に対する前記塊GGの相対速度を0に近づけるべく、前記プレス工程は、前記塊GGが落下する方向に前記一对の型121、122が移動しながら、前記塊GGを挟み込むことを特徴とする磁気ディスク用ガラス基板Gの製造方法。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の主表面を有する磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、
溶融したガラスの塊を落下させる落下工程と、
前記塊の落下経路の両側から、互いに対向する一対の型の面で前記塊を同じタイミングで挟み込みプレス成形することにより、板状ガラス素材を成形するプレス工程と、
前記板状ガラス素材を加工する加工工程と、を有し、
前記塊の落下方向の速度成分について、前記一対の型に対する前記塊の相対速度を 0 に近づけるべく、前記プレス工程は、前記塊が落下する方向に前記一対の型が移動しながら、前記塊を挟み込むことを特徴とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

10

【請求項 2】

前記塊の落下方向の速度成分について、前記一対の型に対する前記塊の相対速度を 0 とする、請求項 1 に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

【請求項 3】

前記一対の型の温度は、前記ガラスの歪点以下の温度である、請求項 1 又は 2 に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

【請求項 4】

前記ガラスは、酸化物基準に換算した際に、モル % 表示で、
 SiO_2 を 50 ~ 75 %、
 Al_2O_3 を 1 ~ 15 %、
 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O から選択される少なくとも 1 種の成分を合計で 5 ~ 35 %、
 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 及び ZnO から選択される少なくとも 1 種の成分を合計で 0 ~ 20 %、及び、
 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 及び HfO_2 から選択される少なくとも 1 種の成分を合計で 0 ~ 10 %、
有する組成からなる、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

20

【請求項 5】

前記溶融したガラスの粘度が、500 ポワズ ~ 1050 ポワズの範囲内である、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

30

【請求項 6】

前記加工工程は、
固定砥粒を用いて前記主表面を研削する研削工程と、
前記研削工程の後に、遊離砥粒を用いて前記主表面を研磨する研磨工程と、
を有する、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一対の主表面を有する磁気ディスク用ガラス基板の製造方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

今日、パーソナルコンピュータ、ノート型パーソナルコンピュータ、あるいは 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が内蔵されている。特に、ノート型パーソナルコンピュータ等の可搬性を前提とした機器に用いられるハードディスク装置では、ガラス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 (DFH (Dynamic Flying Height) 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には、金属基板等に比べて塑性変形をしにくい性質を持つことから、ガラス基板が好適に用いられている。

50

【0003】

また、ハードディスク装置における記憶容量の増大の要請を受けて、磁気記録の高密度化が図られている。例えば、磁性層における磁化方向を基板の面に対して垂直方向にする垂直磁気記録方式を用いて、磁気記録情報エリアの微細化が行われている。これにより、1枚のディスク基板における記憶容量を増大させることができる。しかも、記憶容量の一層の増大化のために、磁気ヘッドの磁気記録面からの浮上距離を極めて短くして磁気記録情報エリアを微細化することも行われている。このような磁気ディスクの基板においては、磁性層の磁化方向が基板面に対して略垂直方向に向くように、磁性層が平らに形成される。このために、ガラス基板の表面凹凸は可能な限り小さく作製されている。

また、磁気ヘッドの浮上距離が短いことによりヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害を引き起こし易い。これらの障害は磁気ディスク面上の微小な凹凸あるいはパーティクルによって発生するため、ガラス基板の主表面の他にガラス基板の端面の表面凹凸も可能な限り小さく作製されている。

【0004】

ところで、磁気ディスクに用いるガラス基板は、例えば、以下の方法で製造される。具体的には、当該方法では、受けゴブ形成型である下型上に、溶融ガラスからなるガラスゴブ（ガラス材の塊）が供給され、下型と対向ゴブ形成型である上型を使用してガラスゴブがプレス成形されて板状ガラス素材を作製した後、情報記録媒体用ガラス基板に加工される（特許文献1）。

【0005】

この方法では、下型上に溶融ガラスからなるガラスゴブを供給した後上型用胴型の下面と下型用胴型の上面を当接させ、上型と上型用胴型との摺動面および下型と下型用胴型との摺動面を超えて外側に肉薄板状ガラス成形空間を形成し、さらに上型を下降してプレス成形を行い、プレス成形直後に上型を上昇する。これにより、磁気ディスク用ガラス基板の元となる板状ガラス素材が成形される。この後、研削工程及び研磨工程を経て磁気ディスク用ガラス基板が得られる。

【0006】

研削工程では、例えば、アルミナ系遊離砥粒を用いた研削が行われる。この工程では、粒子サイズが異なる遊離砥粒を用いて第1研削工程と第2研削工程が行われる。第2研削工程で用いる遊離砥粒の粒子サイズは第1研削工程で用いる遊離砥粒の粒子サイズに比べて小さく設定される。これにより、粗い研削と細かい研削をこの順番で行う。

研磨工程は、例えば、酸化セリウム等の遊離砥粒および硬質樹脂材ポリッシャ等を用いた第1研磨工程と、例えばコロイダルシリカおよび軟質樹脂材ポリッシャ等を用いた第2研磨工程とを含む。第1研磨工程で用いる砥粒の粒子サイズは、研削工程中の第2研削工程で用いる砥粒の粒子サイズに比べて小さい。さらに、第2研磨工程で用いる砥粒の粒子サイズは、第1研磨工程で用いる砥粒の粒子サイズに比べて小さい。

【0007】

以上のように、ガラス基板における表面加工では、第1研削工程、第2研削工程、第1研磨工程、第2研磨工程が、この順番に行われ、ガラス基板の表面粗さ等の表面品質が徐々によくなるように加工する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第3709033号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、上述の方法で成形されるガラス基板の表面精度は、上述の磁気記録の高密度化および磁気記録情報エリアの微細化のために求められる主表面の表面精度に対して十分でない。

10

20

30

40

50

例えば、板状ガラス素材を成形する際、ガラス材が上型および下型の型表面に融着するのを防止するために型表面に離型剤を塗布するが、この離型剤を用いるために板状ガラス素材の主表面の表面粗さは大きい。また、上型および下型の表面温度差が大きく、ガラスコブ（ガラス材の塊）が供給される下型は高温となる。この表面温度差は、成形された板状ガラス素材の厚さ方向およびこの板の面内で温度分布をつくるため、型から取り出されて冷却された板状ガラス素材の収缩量も板状ガラス素材の厚さ方向およびこの板の面内で分布を持つ。このため、板状ガラス素材は反り易く、その結果、成形されたときの板状ガラス素材の平坦度は低い。

【0010】

このような板状ガラス素材の平坦度は、研削（第1研削工程）により向上させることができる。例えば、平坦度の向上のために研削工程における取り代（削り量）を大きくする。しかし、研削工程における取り代を大きくすると、板状ガラス素材の表面に深いクラックが入るため、深いクラックが残留しないように、後工程である研磨工程においても取り代（研磨量）は必然的に大きくなる。しかし、遊離砥粒および樹脂ポリッシュを用いる研磨工程において取り代を大きくすると、板状ガラス素材の主表面の外周エッジ部近傍が丸く削られて、エッジ部の「だれの問題」が発生する。すなわち、板状ガラス素材の外周エッジ部近傍が丸く削られるため、この板状ガラス素材をガラス基板として用いて磁気ディスクを作製したとき、主表面上の外周エッジ部近傍の磁気ヘッドの浮上距離が、主表面上の別の部分における磁気ヘッドの浮上距離より大きくなる。また、外周エッジ部近傍が丸みを持った形状となるため、表面凹凸が発生する。この結果、外周エッジ部近傍において磁気ヘッドの浮上距離が不安定となり、記録及び読み出しの動作が正確にできなくなったり、磁気ヘッドと磁気ディスクが衝突して読み書きが不可能となることがある。これが「だれの問題」である。

また、研磨工程における取り代が大きくなるため、研磨工程は長時間を要する等により実用上好ましくない。

【0011】

そこで、本発明者はプレス成型後の板（ディスク）状ガラス素材の平坦度を向上すべく、「溶融したガラスの塊を落下させる落下工程と、前記塊の落下経路の両側から、互に対向する一对の型の面で前記塊を同じタイミングで挟み込みプレス成形することにより、対向する一对の主表面を有する板状ガラスに成形するプレス工程と」を有する方法を検討している。この方法では、離型剤を使用する必要がなく、また、1対の型の間に温度差が生じにくいいため平坦度を良好にすることが可能である。

【0012】

しかし、本発明者が検討を重ねていく中で、製造されるディスク状のガラス素材の形状が、落下軸方向が他軸方向よりも長くなることが明らかとなってきた。このような不定形のガラスを磁気ディスク用ガラス基板として使用する場合には、例えば、スクライブ工程と呼ばれる工程にて、一方の主表面側から他方の主表面側にクラックを成長させることによりカッティングし、ディスク状に加工する必要がある。しかし、不定形のガラスは、特に面内の残留応力が不均一であるため、スクライブ工程により、クラックの成長する方向が不安定となり、ディスク状となったガラス基板の外周部に欠けが生じ、歩留まりが著しく低下するという問題が生じる。そこで、上記方法によりディスク状のガラス素材を製造する上で、形状を真円に近づける必要がでてきている。

【0013】

また、ディスク状のガラス素材の形状を真円に近づけることにより外形の加工量が少なくなるため、無駄となる素材も少なくなり、コストの削減にも繋がる。

更に、ディスク状のガラス素材の真円度が例えば10 μm 以下であると、外周部を加工する必要がなくなるため、外周部からのガラス成分の溶出（例えばアルカリ溶出）を抑制することができる。

【0014】

一方、溶融したガラスの塊を落下させるために、切断刃を用いて溶融したガラスを切断

する場合には、板状ガラス素材中に切断痕が残ることがあり、これが加工後の磁気ディスク用ガラス基板の欠陥として残ってしまうこともわかってきた。この点について検討したところ、プレス成型するときのガラスの粘度を下げることで改善することがわかってきた。なお、ガラスの粘度を下げることは、プレス圧を下げることにつながるため、加工しやすくなり生産性が向上するというメリットもある。

しかし、ガラスの粘度を下げていくと、前述の「ディスク状のガラス素材の形状が、落下軸方向が他軸方向よりも長くなる」ことがさらに顕著となることが明らかとなってきた。

【0015】

そこで、本発明は、真円度に優れた磁気ディスク用ガラス基板を効率よく製造する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】

【0016】

上記課題を解決するため、本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、一对の主表面を有する磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、溶融したガラスの塊を落下させる落下工程と、前記塊の落下経路の両側から、互いに対向する一对の型の面で前記塊を同じタイミングで挟み込みプレス成形することにより、板状ガラス素材を成形するプレス工程と、前記板状ガラス素材を加工する加工工程と、を有し、前記塊の落下方向の速度成分について、前記一对の型に対する前記塊の相対速度を0に近づけるべく、前記プレス工程は、前記塊が落下する方向に前記一对の型が移動しながら、前記塊を挟み込むことを特徴とする。

【0017】

また、前記塊の落下方向の速度成分について、前記一对の型に対する前記塊の相対速度を0とすることが好ましい。

【0018】

また、前記一对の型の温度は、前記ガラスの歪点以下の温度であることが好ましい。

【0019】

また、前記ガラスは、酸化物基準に換算した際に、モル％表示で、 SiO_2 を50～75％、 Al_2O_3 を1～15％、 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O から選択される少なくとも1種の成分を合計で5～35％、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 及び ZnO から選択される少なくとも1種の成分を合計で0～20％、及び、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 及び HfO_2 から選択される少なくとも1種の成分を合計で0～10％、有する組成からなることが好ましい。

【0020】

また、前記溶融したガラスの粘度が、500ポワズ～1050ポワズの範囲内であることが好ましい。

【0021】

また、前記加工工程は、固定砥粒を用いて前記主表面を研削する研削工程と、前記研削工程の後に、遊離砥粒を用いて前記主表面を研磨する研磨工程と、を有することが好ましい。

【発明の効果】

【0022】

本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法によれば、真円度に優れた磁気ディスク用ガラス基板を効率よく製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】(a)は、磁気ディスク用ガラス基板を用いて作製される磁気ディスクの一例を示す概略構成図であり、(b)は、磁気ディスクの断面図であり、(c)は、磁気ヘッドが磁気ディスクの表面を浮上する状態を示す図である。

【図2】本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法の一実施形態のフローを示す図で

ある。

【図 3】プレス成形において用いられる装置の平面図である。

【図 4】(a) は、溶融ガラスと切断ユニットが接触する前の側面図であり、(b) は、切断ユニットが溶融ガラスを切り出した後の側面図であり、(c) は、プレスユニットが溶融ガラスの塊をプレス成形している状態の側面図である。

【図 5】(a) は、固定砥粒による研削に用いる装置の全体図であり、(b) は、(a) に示す装置に用いられるキャリアを説明する図である。

【図 6】板状ガラス素材を研削するときの状態を説明する図である。

【図 7】(a) は、溶融ガラスと切断ユニットが接触する前の変形例 1 の側面図であり、(b) は、切断ユニットが溶融ガラスを切り出した後の側面図であり、(c) は、プレスユニットが溶融ガラスの塊をプレス成形している状態の側面図である。

【図 8】(a), (b) は、溶融ガラスの塊が作られる前の状態を示す側面図であり、(c) は、ゴブ形成型によって溶融ガラスの塊が作られた状態を示す側面図であり、(d) は、プレスユニットが溶融ガラスの塊をプレス成形している状態を示す側面図である。

【図 9】(a) は、光学ガラスの塊を落下させる前の側面図であり、(b) は、光学ガラスの塊が落下している状態の側面図であり、(c) は、プレスユニットが光学ガラスの塊をプレス成形している状態の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法について詳細に説明する。

(磁気ディスクおよび磁気ディスク用ガラス基板)

まず、図 1 を参照して、磁気ディスク用ガラス基板を用いて作製される磁気ディスクについて説明する。図 1 (a) は、磁気ディスク用ガラス基板を用いて作製される磁気ディスクの一例を示す概略構成図である。図 1 (b) は、磁気ディスクの概略断面図である。図 1 (c) は、磁気ヘッドが磁気ディスクの表面を浮上する状態を示す図である。

【0025】

図 1 (a) に示されるように、磁気ディスク 1 はリング状であり、回転軸を中心として回転する。図 1 (b) に示されるように、磁気ディスク 1 は、ガラス基板 2 と、少なくとも磁性層 3 A, 3 B と、を備える。磁性層 3 A, 3 B は、リング状のガラス基板 2 の主表面に形成されている。

なお、磁性層 3 A, 3 B 以外には、例えば、図示されない付着層、軟磁性層、非磁性下地層、垂直磁気記録層、保護層および潤滑層等が成膜される。付着層には、例えば Cr 合金等が用いられる。付着層は、ガラス基板 2 との接着層として機能する。軟磁性層には、例えば CoTaZr 合金等が用いられる。非磁性下地層には、例えば Ru 合金等が用いられる。垂直磁気記録層には、例えばグラニューラー磁性層等が用いられる。保護層には、例えば水素化カーボンからなる材料が用いられる。潤滑層には、例えばフッ素系樹脂等が用いられる。

【0026】

磁気ディスク 1 について、より具体的な例を用いて説明する。本実施形態では、スパッタリング装置を用いて、ガラス基板 2 の両主表面に、CrTi の付着層、CoTaZr/Ru/CoTaZr の軟磁性層、Ru の下地層、CoCrPt-SiO₂・TiO₂ のグラニューラー磁性層、水素化カーボン保護膜を順次成膜される。さらに、成膜された最上層にディップ法によりパーフルオロポリエーテル潤滑層が成膜される。

【0027】

磁気ディスク 1 は、ハードディスク装置で用いられる場合、例えば 7200 rpm の回転速度で回転軸を中心として回転する。図 1 (c) に示されるように、ハードディスク装置の磁気ヘッド 4 A, 4 B のそれぞれは、磁気ディスク 1 の高速回転に伴って、磁気ディスク 1 の表面から距離 H だけ浮上する。磁気ヘッド 4 A, 4 B が浮上する距離 H は、例えば、5 nm である。この状態で、磁気ヘッド 4 A, 4 B は、磁性層に情報を記録し、あるいは読み出しを行う。この磁気ヘッド 4 A, 4 B の浮上によって、磁気ディスク 1 に対し

て摺動することなく、しかも近距離で磁性層に対して記録あるいは読み出しを行うことにより、磁気記録情報エリアの微細化と磁気記録の高密度化を実現する。

このとき、磁気ディスク1のガラス基板2の中央部から外周エッジ部5まで、目標とする表面精度で正確に加工され、距離 $H = 5 \text{ nm}$ を保った状態で磁気ヘッド4A、4Bを正確に動作させることができる。

このようなガラス基板2の表面凹凸の加工は、後述するように、取り代の小さい固定砥粒を用いた研削と、その結果、取り代を小さくすることができる第1研磨および第2研磨を経て作製される。

【0028】

このような磁気ディスク1に用いられるガラス基板2の主表面の表面凹凸は、平坦度が例えば $4 \mu\text{m}$ 以下であり、表面の粗さが例えば 0.2 nm 以下である。平坦度が $4 \mu\text{m}$ 以下は、最終製品としての磁気ディスク用基板に求められる目標平坦度である。

【0029】

平坦度は、例えば、Nidek社製フラットネステスターFT-900を用いて測定することができる。

主表面の粗さ(Ra)は、例えば、エスアイアイナノテクノロジーズ社製走査型プローブ顕微鏡(原子間力顕微鏡)を用いて、 $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ の範囲を 512×256 ピクセルの解像度で測定したときに得られる表面粗さの算術平均Raとすることができる。

【0030】

ガラス基板2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、また主表面の平坦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という点で、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。

アルミノシリケートガラスとして、モル%表示で、 SiO_2 を $50 \sim 75\%$ 、 Al_2O_3 を $1 \sim 15\%$ 、 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O から選択される少なくとも1種の成分を合計で $5 \sim 35\%$ 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 及び ZnO から選択される少なくとも1種の成分を合計で $0 \sim 20\%$ 、及び、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 及び HfO_2 から選択される少なくとも1種の成分を合計で $0 \sim 10\%$ を用いることが好ましい。また、アミノシリケートガラスとして、モル%表示で、 SiO_2 を $57 \sim 74\%$ 、 ZnO を $0 \sim 2.8\%$ 、 Al_2O_3 を $3 \sim 15\%$ 、 Li_2O を $7 \sim 16\%$ 、 Na_2O を $4 \sim 14\%$ 、を主成分として含有する、化学強化用ガラス材を用いることもできる。

【0031】

(磁気ディスク用ガラス基板の製造方法)

次に、図2を参照して、磁気ディスク用ガラス基板の製造方法のフローを説明する。図2は、磁気ディスク用ガラス基板の製造方法の一実施形態のフローを示す図である。

図2に示されるように、まず、板状ガラス素材をプレス成形により作製する(ステップS10)。次に、成形された板状ガラス素材をスクライプする(ステップS20)。次に、スクライプされた板状ガラス素材を形状加工する(ステップS30)。次に、板状ガラス素材に対して、固定砥粒による研削を施す(ステップS40)。次に、板状ガラス素材の端面研磨を行う(ステップS50)。次に、板状ガラス素材の主表面に、第1研磨を施す(ステップS60)。次に、第1研磨後の板状ガラス素材に化学強化を施す(ステップS70)。次に、化学強化された板状ガラス素材に第2研磨を施す(ステップS80)。

以下、各工程について、詳細に説明する。

【0032】

(a) プレス成形工程

まず、図3を参照して、プレス成形工程(ステップS10)について説明する。図3は、プレス成形において用いられる装置の平面図である。図3に示されるように、装置101は、4組のプレスユニット120、130、140、150と、切断ユニット160と、を備える。

10

20

30

40

50

切断ユニット１６０は、溶融ガラス流出口１１１から溶融ガラスが流出する経路上に設けられる。切断ユニット１６０によって溶融ガラスが切断されることにより、溶融ガラスの塊が鉛直方向下向きに落下する。プレスユニット１２０、１３０、１４０、１５０は、塊の落下経路の両側から、互いに対向する一对の型の面で塊を同じタイミングで挟み込みプレス成形することにより、板状ガラス素材を成形する。

図３に示される例では、４組のプレスユニット１２０、１３０、１４０、１５０は、溶融ガラス流出口１１１を中心として９０度おきに設けられている。

ここで、溶融したガラスの粘度は、５０ポワズ～１０５０ポワズであることが好ましい。このような構成とすると、短時間でガラス材料を所望の形状に成形可能となる。溶融したガラスの粘度が５０ポワズ未満であると、ガラス材料の塊を形成することが難しくなり、１０５０ポワズを超えると短時間のプレスで薄板状のガラスブランクを成形することが難しくなる。また、溶融したガラスの粘度が、５００ポワズ～１０５０ポワズの範囲内であることがより好ましい。

【００３３】

プレスユニット１２０、１３０、１４０、１５０の各々は、図示しない移動機構によって駆動されて、溶融ガラス流出口１１１に対して進退可能となっている。すなわち、溶融ガラス流出口１１１の真下に位置するキャッチ位置（図３においてプレスユニット１４０が実線で描画されている位置）と、溶融ガラス流出口１１１から離れた退避位置（図３において、プレスユニット１２０、１３０及び１５０が実線で描画されている位置及び、プレスユニット１４０が破線で描画されている位置）との間で移動可能となっている。

【００３４】

切断ユニット１６０は、キャッチ位置と溶融ガラス流出口１１１との間の溶融ガラスの経路上に設けられる。切断ユニット１６０は、溶融ガラス流出口１１１から流出される溶融ガラスを適量に切り出して、溶融ガラスの塊（以降、ゴブともいう）を形成する。切断ユニット１６０は、第１切断刃１６１と第２切断刃１６２とを有する。

第１切断刃１６１と第２切断刃１６２とは、一定のタイミングで溶融ガラスの経路上で交差するよう駆動される。第１切断刃１６１と第２切断刃１６２とが交差したとき、溶融ガラスが切り出されてゴブが得られる。得られたゴブは、キャッチ位置に向かって鉛直方向下向きに落下する。

【００３５】

プレスユニット１２０は、第１の型１２１と、第２の型１２２と、第１駆動部１２３と、第２駆動部１２４と、を有する。

第１の型１２１と第２の型１２２の各々は、ゴブをプレス成形するための面を有するプレート状の部材である。この２つの面の法線方向が略水平方向となり、この２つの面が互いに平行に対向するよう配置されている。

【００３６】

第１駆動部１２３は、第１の型１２１を第２の型１２２に対して進退させる。一方、第２駆動部１２４は、第２の型１２２を第１の型１２１に対して進退させる。第１駆動部１２３及び第２駆動部１２４は、第１の型１２１の面と第２の型１２２の面とを急速に近接させる機構を有する。第１駆動部１２３及び第２駆動部１２４は、例えば、エアシリンダやソレノイドとコイルばねを組み合わせた機構である。

なお、プレスユニット１３０、１４０及び１５０の構造は、プレスユニット１２０と同様であるため、説明は省略する。

【００３７】

プレスユニットの各々は、キャッチ位置に移動した後、第１駆動部と第２駆動部の駆動により、落下するゴブを第１の型と第２の型の間で挟み込んで所定の厚さに成形すると共に急速に冷却し、円形状の板状ガラス素材Ｇを作製する。その後、プレスユニットは退避位置に移動し、第１の型と第２の型を引き離し、成形された板状ガラス素材Ｇを落下させる。

【００３８】

プレスユニット120、130、140、150の退避位置の下には、それぞれ、第1コンベア171、第2コンベア172、第3コンベア173、第4コンベア174が設けられている。第1～第4コンベア171～174の各々は、対応する各プレスユニットから落下する板状ガラス素材Gを受け止めて図示しない次工程の装置に板状ガラス素材Gを搬送する。

【0039】

本実施形態では、プレスユニット120、130、140及び150が、順番にキャッチ位置に移動して、ゴブを挟み込んで退避位置に移動するよう構成されている。そのため、各プレスユニットでの板状ガラス素材Gの冷却を待たずに、連続的に板状ガラス素材Gの成形を行うことができる。

なお、1つのプレスユニット120のみを用いて、連続的にゴブを挟み込んで板状ガラス素材Gの成形を行うこともできる。この場合、第1の型121と第2の型122は、ゴブG_Gをプレス成形した直後に開放され、次に落下する溶融ガラスの塊をプレス成形する。

【0040】

ここで、図4に示される側面図を参照して、本実施形態のプレス成形工程について説明する。図4(a)は、溶融ガラスL_Gと切断ユニット160が接触する前の側面図である。図4(b)は、切断ユニット160が溶融ガラスL_Gを切り出した後の側面図である。図4(c)は、プレスユニット120が溶融ガラスの塊G_Gをプレス成形している状態の側面図である。

【0041】

図4(a)に示されるように、溶融ガラス材料L_Gは、溶融ガラス流出口111から連続的に流出される。図4(b)に示されるように、所定のタイミングで切断ユニット160を駆動し、第1切断刃161と第2切断刃162によって、溶融ガラス材料L_Gを切断する。これにより、切断された溶融ガラスは、その表面張力によって、概略球状のゴブG_Gとなる。図4(b)に示される例では、切断ユニット160を駆動する度に、例えば、直径15mm程度のゴブG_Gが形成されるように、溶融ガラス材料L_Gの時間当たりの流出量や切断ユニット160の駆動間隔が調整される。

【0042】

ゴブG_Gが第1の型121と第2の型122の隙間に入るタイミングで、ゴブG_Gが落下する方向に第1の型121と第2の型122とが移動すると共に、第1の型121と第2の型122とがゴブG_Gを挟み込むように、第1駆動部123と第2駆動部124が駆動される。具体的には、第1の型121は、図4(b)のAで示される矢印の方向に移動する。また、第2の型122は、図4(b)のBで示される矢印の方向に移動する。これにより、図4(c)に示されるように、第1の型121と第2の型122の間にゴブG_Gが捕獲(キャッチ)される。

【0043】

なお、第1の型121の内周面121aと第2の型122の内周面122aの間隔を一定に維持し、板状の空間を形成するように、第2の型122の内周面122aには、突起状のスペーサ122bが設けられている。

【0044】

第1の型121及び第2の型122には、図示しない温度調節機構が設けられている。第1の型121及び第2の型122の温度は、温度調節機構により、溶融ガラスL_Gの歪点以下の温度に調整されていることが好ましい。

【0045】

ゴブG_Gが第1の型121の内周面121a又は第2の型122の内周面122aに接触してから、第1の型121と第2の型122とがゴブG_Gを完全に閉じ込める状態になるまでの時間は約0.06秒と極めて短い。このため、ゴブG_Gは極めて短時間の内に第1の型121の内周面121a及び第2の型122の内周面122aに沿って広がり略円形状に成形され、さらに、急激に冷却されて非晶質のガラスとして固化する。これによ

10

20

30

40

50

て、板状ガラス素材Gが作製される。

なお、本実施形態において成形される板状ガラス素材Gは、例えば、直径75～80mm、厚さ約1mmの円形状の板である。

【0046】

第1の型121と第2の型122が閉じられた後、プレスユニット120は速やかに退避位置に移動する。続いて、他のプレスユニット130がキャッチ位置に移動し、このプレスユニット130によって、ゴブG_Gのプレスが行われる。

【0047】

プレスユニット120が退避位置に移動した後、板状ガラス素材Gが十分に冷却されるまで（例えば、屈服点よりも低い温度となるまで）、第1の型121と第2の型122は閉じた状態を維持する。この後、第1駆動部123及び第2駆動部124が駆動されて第1の型121と第2の型122が離間し、板状ガラス素材Gは、プレスユニット120を離れて落下し、下部にあるコンベア171に受け止められる（図3参照）。

【0048】

本実施形態では、0.1秒以内（約0.06秒）という極めて短時間の間に第1の型121と第2の型122が閉じられ、第1の型121の内周面121aと第2の型122の内周面122aの全体に、略同時に溶融ガラスが接触することになる。このため、第1の型121の内周面121aと第2の型122の内周面122aが局所的に加熱されることが抑制され、内周面121aと内周面122aに歪みは殆ど生じない。

【0049】

また、ゴブG_Gから第1の型121及び第2の型122に熱が移動する前に、ゴブG_Gが円形状に成形されるため、成形される板状ガラス素材Gの温度分布は略一様となる。このため、溶融ガラスの冷却時、ガラス材料の収縮量の分布は小さく、板状ガラス素材Gの歪みが発生しにくい。したがって、作製された板状ガラス素材Gの主表面の平坦度は、従来のプレス成形により作製される板状ガラス素材に比べて向上し、磁気ディスク用ガラス基板として必要な主表面の目標平坦度にすることができる。

【0050】

また、内周面121a及び内周面122aの表面の粗さは、板状ガラス素材Gの算術平均粗さR_aが0.01μm～10μmとなるように、好ましくは、0.01μm～1μmとなるように、調整することができる。

【0051】

ここで、一般に、ゴブG_Gが落下する方向にプレスユニットを移動させずにプレスユニットがゴブG_Gを挟み込む場合、プレスユニットに対するゴブG_Gの相対速度が大きくなる。ゴブG_Gが鉛直方向に移動しながらプレスユニットに挟み込まれることにより、作製される板状ガラス素材Gは、水平方向に比べて鉛直方向の長さが長い楕円状の形状となる。

それに対し、本実施形態では、ゴブG_Gがプレスユニットに入るタイミングで、ゴブG_Gが落下する方向にプレスユニットを移動させながらプレスユニットがゴブG_Gを挟み込むため、プレスユニットに対するゴブG_Gの相対速度は小さくなる。これにより、作製される板状ガラス素材Gの真円度を向上させることが出来る。板状ガラス素材Gの真円度を向上させることにより、後述するチャンファリング工程における取り代を小さくすることができ、研削工程や研磨工程においてクラックが発生するのを抑制することができる。

【0052】

更に、プレスユニットとゴブG_Gとが接触するタイミングにおいて、ゴブG_Gが落下する速度と同じ速度となるように、すなわち、プレスユニットに対するゴブG_Gの相対速度が0となるように、ゴブG_Gが落下する方向にプレスユニットを移動させることが好ましい。

【0053】

(b) スクライブ工程

次に、スクライブ工程（ステップS20）について説明する。プレス成形工程の後、ス

10

20

30

40

50

クライブ工程では、成形された板状ガラス素材Gに対してスクライブが行われる。

ここでスクライブとは、成形された板状ガラス素材Gを所定のサイズのリング形状とするために、板状ガラス素材Gの表面に超鋼合金製あるいはダイヤモンド粒子からなるスクライバにより2つの同心円（内側同心円および外側同心円）状の切断線（線状のキズ）を設けることをいう。2つの同心円の形状にスクライブされた板状ガラス素材Gは、部分的に加熱され、板状ガラス素材Gの熱膨張の差異により、外側同心円の外側部分および内側同心円の内側部分が除去される。これにより、リング形状の板状ガラス素材となる。

なお、板状ガラス素材をスクライブを必要としない程度の外径、真円度とし、このような板状ガラス素材に対してコアドリル等を用いて円孔を形成することによりリング形状とすることもできる。

【0054】

（c）形状加工工程（チャンファリング工程）

次に、形状加工工程（ステップS30）について説明する。形状加工工程では、スクライブされた板状ガラス素材Gの形状加工が行われる。形状加工は、チャンファリング（外周端部および内周端部の面取り）を含む。

リング形状の板状ガラス素材Gの外周端部および内周端部に、ダイヤモンド砥石により面取りが施される。

【0055】

（d）固定砥粒による研削工程

次に、固定砥粒による研削工程（ステップS40）について説明する。固定砥粒による研削工程では、リング形状の板状ガラス素材Gに対して、固定砥粒による研削が施される。固定砥粒による研削による取り代は、例えば、数 μm ～100 μm 程度である。固定砥粒の粒子サイズは、例えば10 μm 程度である。

【0056】

ここで、図5及び図6を参照して、板状ガラス素材Gを研削する工程について説明する。図5（a）は、固定砥粒による研削に用いる装置の全体図である。図5（b）は、この装置に用いられるキャリアを示す図である。図6は、板状ガラス素材Gの研削中の状態を説明する図である。

図5（a）及び図6に示されるように、装置400は、下定盤402と、上定盤404と、インターナルギヤ406と、キャリア408と、ダイヤモンドシート410と、太陽ギヤ412と、インターナルギヤ414と、容器416と、ポンプ420と、を有する。また、容器416は、クーラント418を有する。

【0057】

装置400は、下定盤402と上定盤404との間に、インターナルギヤ406を上下方向から挟む。インターナルギヤ406内には、研削時に複数のキャリア408が保持される。図5（b）に示される例では、インターナルギヤ406は5つのキャリア408を保持する。

下定盤402および上定盤404に平面的に接着したダイヤモンドシート410の面が研削面となる。すなわち、板状ガラス素材Gは、ダイヤモンドシート410を用いた固定砥粒による研削が行われる。

【0058】

研削すべき複数の板状ガラス素材Gは、図5（b）に示されるように、各キャリア408に設けられた円形状の孔に配置されて保持される。板状ガラス素材Gの一对の主表面は、研削時、下定盤402および上定盤404に挟まれてダイヤモンドシート410に当接する。

一方、板状ガラス素材Gは、下定盤402の上で、外周にギヤ409を有するキャリア408に保持される。このキャリア408は、下定盤402に設けられた太陽ギヤ412、インターナルギヤ414と噛合する。太陽ギヤ412を矢印方向に回転させることにより、各キャリア408はそれぞれの矢印方向に遊星歯車として自転しながら公転する。これにより、板状ガラス素材Gは、ダイヤモンドシート410を用いて研削が行われる。

10

20

30

40

50

【0059】

図5(a)に示されるように、装置400は、容器416内のクーラント418をポンプ420によって上定盤404内に供給し、下定盤402からクーラント418を回収し、容器416に戻すことにより、循環させる。このとき、クーラント418は、研削中に生じる切子を、研削面から除去する。具体的には、装置400は、クーラント418を循環させる際に、下定盤402内に設けられたフィルタ422で濾過し、そのフィルタ422に切子を滞留させる。

【0060】

研削装置400では、ダイヤモンドシート410を用いて研削を行うが、ダイヤモンドシート410の代わりに、ダイヤモンド粒子を設けた固定砥粒を用いることができる。例えば、複数のダイヤモンド粒子を樹脂で結合することによりペレット状にしたものを固定砥粒による研削に用いることができる。

【0061】

(e) 端面研磨工程

次に、端面研磨工程(ステップS50)について説明する。固定砥粒による研削後、端面研磨工程では、板状ガラス素材Gの端面研磨が行われる。

端面研磨では、板状ガラス素材Gの内周側端面及び外周側単面にブラシ研磨により鏡面仕上げを行う。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スラリーが用いられる。端面研磨を行うことにより、板状ガラス素材Gの端面での塵等が付着した汚染、ダメージあるいはキズ等の損傷の除去を行うことにより、ナトリウムやカリウム等のコロ

【0062】

(f) 第1研磨(主表面研磨)工程

次に、第1研磨工程(ステップS60)について説明する。端面研磨工程の後、第1研磨工程では、板状ガラス素材Gの主表面に第1研磨が施される。第1研磨による取り代は、例えば数 μm ~50 μm 程度である。

第1研磨は、固定砥粒による研削により主表面に残留したキズ、歪みの除去を目的とする。第1研磨では、固定砥粒による研削(ステップS40)で用いた装置400を用いる。固定砥粒による研削と異なり、第1研磨工程では、固定砥粒の代わりにスラリーに混濁した遊離砥粒を用いる。また、第1研磨工程では、クーラントは用いない。また、第1研

磨工程では、ダイヤモンドシート410の代わりに樹脂ポリッシャが用いられる。第1研磨に用いる遊離砥粒として、例えば、スラリーに混濁させた酸化セリウム等の微粒子(粒子サイズ:直径1~2 μm 程度)が用いられる。

【0063】

(g) 化学強化工程

次に、化学強化工程(ステップS70)について説明する。第1研磨工程の後、化学強化工程では、第1研磨後の板状ガラス素材Gが化学強化される。

化学強化液として、例えば、硝酸カリウム(60%)と硫酸ナトリウム(40%)の混合液等を用いられる。化学強化では、化学強化液が、例えば300℃~400℃に加熱され、洗浄した板状ガラス素材Gが、例えば200℃~300℃に予熱された後、板状ガラス素材Gが化学強化液中に、例えば3時間~4時間浸漬される。この浸漬の際には、板状ガラス素材Gの両主表面全体が化学強化されるように、複数の板状ガラス素材Gが端面で保持されるように、ホルダに収納した状態で行うことが好ましい。

【0064】

このように、板状ガラス素材Gを化学強化液に浸漬することによって、板状ガラス素材Gの表層のリチウムイオン及びナトリウムイオンが、化学強化液中のイオン半径が相対的に大きいナトリウムイオン及びカリウムイオンにそれぞれ置換され、板状ガラス素材Gが強化される。

なお、化学強化処理された板状ガラス素材Gは洗浄される。例えば、硫酸で洗浄された後に、純水、IPA(イソプロピルアルコール)等で洗浄される。

【0065】

(h) 第2研磨（最終研磨）工程

次に、第2研磨工程（ステップS80）について説明する。第2研磨工程では、化学強化されて十分に洗浄された板状ガラス素材Gに第2研磨が施される。第2研磨による取り代は、例えば1 μm 程度である。

第2研磨は、主表面の鏡面研磨を目的とする。第2研磨では、固定砥粒による研削（ステップS40）および第1研磨（ステップS60）で用いた装置400を用いる。第2研磨では、遊離砥粒の種類及び粒子サイズが第1研磨と異なる。また、第2研磨では、樹脂ポリッシャの硬度が第1研磨とは異なる。

【0066】

第2研磨に用いる遊離砥粒として、例えば、スラリーに混濁させたコロイダルシリカ等の微粒子（粒子サイズ：直径0.1 μm 程度）が用いられる。

こうして、研磨された板状ガラス素材Gは、洗浄される。洗浄では、中性洗剤、純水、IPAが用いられる。

第2研磨により、主表面の平坦度が4 μm 以下であり、主表面の粗さが0.2 nm以下の表面凹凸を有する、磁気ディスク用ガラス基板2が得られる。

この後、磁気ディスク用ガラス基板2に、図1に示されるように、磁性層層3A、3Bが成膜されて、磁気ディスク1が作製される。

【0067】

以上が、図2に示されるフローの説明である。図2に示されるフローでは、スクライプ（ステップS20）及び形状加工（ステップS30）は、固定砥粒による研削（ステップS40）と第1研磨（ステップS60）の間に行われる。また、化学強化（ステップS70）は、第1研磨（ステップS60）と第2研磨（ステップS80）との間に行われる。

しかし、これらの工程の順番は、特に限定されるものではない。固定砥粒による研削（ステップS40）の後、第1研磨（ステップS60）、その後第2研磨（ステップS80）が行われる限り、スクライプ（ステップS20）、形状加工（ステップS30）および化学強化（ステップS70）の各工程は、適宜配置することができる。

【0068】

本実施形態では、成形された板状ガラス素材Gを、従来のように遊離砥粒を用いた2回の研削（第1研削及び第2研削）をせず、固定砥粒を用いた1回の研削をした後、第1研磨及び第2研磨を行う。このように研削工程を一工程省くことができるのは、主表面が磁気ディスク用ガラス基板として必要な目標平坦度を有する板状ガラス素材を成形することができるからである。

【0069】

従来における研削（第1研削工程及び第2研削工程）及び研磨（第1研磨工程及び第2研磨工程）における取り代は、成形される板状ガラス素材の平坦度の低さの解消のために150 μm を越えていた。すなわち、従来の第1研削工程および第2研削工程では取り代を大きく定めていた。研削で大きく削ると、平坦度は向上するが、クラックが深く進行する。

このため、第1研磨及び第2研磨における取り代は必然的に大きくなっていた。このような研磨における大きな取り代に起因して、上述したようにガラス基板の外周エッジ部近傍が丸く削られるエッジ部の「だれの問題」が発生する。なお、外周エッジ部近傍が丸く削られるのは、上述した第1研磨及び第2研磨を行う際、硬質あるいは軟質樹脂ポリッシャを用いることに起因する。

【0070】

このように本実施形態では、成形された板状ガラス素材の主表面に対して固定砥粒による研削を行い、さらに、この研削を行った板状ガラス素材の主表面に第1研磨を施すことができる。このため、本実施形態の方法では、研削による取り代を小さくでき、この結果、研削、第1研磨および第2研磨における取り代を10 μm ～150 μm とすることができる。

10

20

30

40

50

【0071】

また、本実施形態では、ゴブ G_G が落下する方向にプレスユニットを移動させながらプレスユニットがゴブ G_G を挟み込むことにより、板状ガラス素材 G の真円度を向上させることができ、その結果、研削工程や研磨工程においてクラックが発生するのを抑制することができる。

【0072】

(変形例1)

次に、変形例1の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法について説明する。本変形例の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、プレス成形工程が上述した実施形態と異なる。その他の工程は上述した実施形態と同様であるため、説明を省略する。以下、図7を参照して、本変形例のプレス成形工程について説明する。図7(a)は、本変形例において、溶融ガラス L_G と切断ユニット160が接触する前の側面図である。図7(b)は、本変形例において、切断ユニット160が溶融ガラス L_G を切り出した後の側面図である。図7(c)は、本変形例において、プレスユニット120が溶融ガラスの塊 G_G をプレス成形している状態の側面図である。

【0073】

本変形例の装置101は、ゴブ成型180を更に備える。ゴブ成型180は2つのブロック181, 182を備える。ブロック181, 182の上面には窪みが形成されており、2つのブロック181, 182を閉じることにより、ゴブ成型180の上面に凹部180cが形成される。

図7(a)に示されるように、溶融ガラス材料 L_G は、溶融ガラス流出口111から連続的に流出される。ブロック181, 182を溶融ガラス L_G の経路上で閉じることにより、切断ユニット160で切断された溶融ガラス L_G の塊が凹部180cによって受け止められる。

【0074】

図7(b)に示されるように、所定のタイミングで切断ユニット160を駆動し、第1切断刃161と第2切断刃162によって、溶融ガラス材料 L_G を切断する。これにより、切断された溶融ガラスはゴブ成型180に受け止められ、表面張力によって概略球状のゴブ G_G となる。その後、ブロック181, 182が開かれることにより、凹部180cにおいて形成されたゴブ G_G は鉛直下方に落下する。

【0075】

本変形例においても、ゴブ G_G が第1の型121と第2の型122の隙間に入るタイミングで、ゴブ G_G が落下する方向に第1の型121と第2の型122とが移動すると共に、第1の型121と第2の型122とがゴブ G_G を挟み込むように、第1駆動部123と第2駆動部124が駆動される。具体的には、第1の型121は、図7(b)のAで示される矢印の方向に移動する。また、第2の型122は、図7(b)のBで示される矢印の方向に移動する。これにより、図7(c)に示されるように、第1の型121と第2の型122の間にゴブ G_G が捕獲(キャッチ)される。

【0076】

本変形例によれば、溶融ガラス L_G の粘度が低く、切断ユニット160によって溶融ガラス L_G を切断するだけでは切断された溶融ガラスが略球状とならず、略球状のゴブを形成するのが難しい場合においても、ゴブ成型180によりゴブを形成することが出来る。

また、ゴブ G_G が落下する方向にプレスユニットを移動させながらプレスユニットがゴブ G_G を挟み込むことにより、プレスユニットに対するゴブ G_G の相対速度が小さくなる。その結果、板状ガラス素材 G の真円度が向上し、チャンファリング工程における取り代を小さくすることができ、研削工程や研磨工程においてクラックが発生するのを抑制することができる。

【0077】

(変形例2)

次に、変形例 2 の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法について説明する。本変形例の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、プレス成形工程が上述した実施形態と異なる。その他の工程は上述した実施形態と同様であるため、説明を省略する。以下、図 8 を参照して、本変形例のプレス成形工程について説明する。図 8 (a), (b) は、本変形例において、溶融ガラスの塊 G_G が作られる前の状態を示す側面図である。図 8 (c) は、本変形例において、ゴブ形成型 180 によって溶融ガラスの塊 G_G が作られた状態を示す側面図である。図 8 (d) は、本変形例において、プレスユニット 120 が溶融ガラスの塊 G_G をプレス成形して板状ガラス素材 G が作られた状態を示す側面図である。

【0078】

変形例 1 と同様、本変形例の装置 101 はゴブ形成型 180 を備える。また、上述した実施形態と異なり、本変形例の装置 101 は、切断ユニット 160 を備えていない。

図 8 (a) に示されるように、溶融ガラス材料 L_G は、溶融ガラス流出口 111 から連続的に流出される。ブロック 181, 182 を溶融ガラス L_G の経路上で閉じることにより、切断ユニット 160 で切断された溶融ガラス L_G の塊が凹部 180c によって受け止められる。

【0079】

次に、図 8 (b) に示されるように、所定のタイミングでブロック 181, 182 を鉛直下方に素早く移動させる。これにより、溶融ガラス L_G が切断される。切断された溶融ガラスはゴブ形成型 180 に受け止められ、表面張力によって概略球状のゴブ G_G となる。

次に、図 8 (c) に示されるように、ブロック 181, 182 が開かれることにより、凹部 180c において形成されたゴブ G_G は鉛直下方に落下する。

【0080】

本変形例においても、ゴブ G_G が第 1 の型 121 と第 2 の型 122 の隙間に入るタイミングで、ゴブ G_G が落下する方向に第 1 の型 121 と第 2 の型 122 とが移動すると共に、第 1 の型 121 と第 2 の型 122 とがゴブ G_G を挟み込むように、第 1 駆動部 123 と第 2 駆動部 124 が駆動される。具体的には、第 1 の型 121 は、図 8 (c) の A で示される矢印の方向に移動する。また、第 2 の型 122 は、図 8 (c) の B で示される矢印の方向に移動する。これにより、図 8 (d) に示されるように、第 1 の型 121 と第 2 の型 122 の間にゴブ G_G が捕獲 (キャッチ) される。

【0081】

本変形例によれば、切断ユニット 160 を用いることなくゴブを形成することが出来るため、ゴブに切断ユニット 160 による切断痕が形成されない。そのため、切断痕に起因するシアマークが板状ガラス素材に形成されることがない。

また、ゴブ G_G が落下する方向にプレスユニットを移動させながらプレスユニットがゴブ G_G を挟み込むことにより、プレスユニットに対するゴブ G_G の相対速度が小さくなる。その結果、板状ガラス素材 G の真円度が向上し、研削工程や研磨工程においてクラックが発生するのを抑制することができる。

【0082】

(変形例 3)

次に、変形例 3 の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法について説明する。本変形例の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、プレス成形工程が上述した実施形態と異なる。その他の工程は上述した実施形態と同様であるため、説明を省略する。以下、図 9 を参照して、本変形例のプレス成形工程について説明する。本変形例では、ゴブ G_G の代わりに不図示の軟化炉で加熱した光学ガラスの塊 C_p をプレスする。図 9 (a) は、光学ガラスの塊を落下させる前の側面図である。図 9 (b) は、光学ガラスの塊が落下している状態の側面図である。図 9 (c) は、プレスユニットが光学ガラスの塊をプレス成形している状態の側面図である。

【0083】

本変形例の装置 101 は、ガラス把持機構 112 を備える。図 9 (a) に示されるよう

に、ガラス把持機構 112 は、軟化炉で加熱した光学ガラスの塊 C_P を把持し、プレスユニット 120 の上部に移動する。

図 9 (b) に示されるように、ガラス把持機構 112 は光学ガラスの塊 C_P の把持を開放する。これにより、光学ガラスの塊 C_P が鉛直下方に落下する。

【0084】

本変形例においても、光学ガラスの塊 C_P が第 1 の型 121 と第 2 の型 122 の隙間に入るタイミングで、光学ガラスの塊 C_P が落下する方向に第 1 の型 121 と第 2 の型 122 とが移動すると共に、第 1 の型 121 と第 2 の型 122 とが光学ガラスの塊 C_P を挟み込むように、第 1 駆動部 123 と第 2 駆動部 124 が駆動される。具体的には、第 1 の型 121 は、図 9 (b) の A で示される矢印の方向に移動する。また、第 2 の型 122 は、図 9 (b) の B で示される矢印の方向に移動する。これにより、図 9 (c) に示されるように、第 1 の型 121 と第 2 の型 122 の間に光学ガラスの塊 C_P が捕獲（キャッチ）される。

【0085】

本変形例のように、軟化炉で加熱した光学ガラスの塊 C_P をプレスする場合においても、光学ガラスの塊 C_P が落下する方向にプレスユニットを移動させながらプレスユニットが光学ガラスの塊 C_P を挟み込むことにより、プレスユニットに対する光学ガラスの塊 C_P の相対速度が小さくなる。その結果、板状ガラス素材 G の真円度が向上し、研削工程や研磨工程においてクラックが発生するのを抑制することができる。

【実施例】

【0086】

以下、実施例、比較例を用いて、本発明の効果を確認するためのシミュレーション及び実験の結果について説明する。

【0087】

(実施例 1－9、比較例 1－9)

図 4 を参照して説明した第 1 の実施形態のプレス成形工程により、板状ガラス素材 G を作成した。軟化炉で加熱したゴブ G_G を鉛直方向下向きに落下させるとともに、プレス直前にプレスユニットを鉛直方向下向きに移動させてゴブ G_G をプレスした。プレスする直前のゴブ G_G の落下軸方向の速度を V_G 、落下軸方向のプレスユニットの速度を V_M とし、下記表 1、表 2 に示されるように V_G 、 V_M をそれぞれ変化させてゴブ G_G をプレスした際の板状ガラス素材 G の真円度を測定した。測定された真円度は、表 1、表 2 に示される通りである。

【0088】

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
V_G (m/s)	2	3	4.5	2	3	4.5	2	3	4.5
V_M (m/s)	2	3	4.5	1	2	3.5	3	4	5.5
真円度 (μm)	8	9	8	12	12	13	13	11	13

【0089】

【表 2】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8	比較例9
V_G (m/s)	2	3	4.5	2	3	4.5	2	3	4.5
V_M (m/s)	0	0	0	-2	-4	-8	10	10	10
真円度 (μm)	30	50	100	90	200	500	250	210	130

【0090】

表 2 に示されるように、比較例 1－9 では、プレス直前にゴブ G_G とプレスユニットの相対速度が 2 m/s 以上であり、板状ガラス素材 G の真円度は大きくなる。特に、ゴブ G_G とプレスユニットの相対速度が大きくなるにつれて、真円度も大きくなることが分かる

。

これに対し、表 1 に示されるように、実施例 1－9 はいずれも、プレス直前にプレスユニットを鉛直方向下向きに移動させて、ゴブ G_G とプレスユニットとの相対速度が 1 m/s 以下となるため、比較例 1－9 に比べて板状ガラス素材 G の真円度が小さくなる。すなわち、実施例 1－9 によれば、真円度に優れた板状ガラス素材 G を作製することができる。

。

【0091】

(実施例 1、10－12、比較例 1、10、11)

図 4 を参照して説明した第 1 の実施形態のプレス成形工程により、板状ガラス素材 G を作成した。各実施例、各比較例では、ゴブ G_G の温度を変えることにより、ゴブ G_G の粘度を異ならせた。

プレスする直前のゴブ G_G の落下軸方向の速度 V_G 、落下軸方向のプレスユニットの速度 V_M 、ゴブ G_G の粘度、測定された真円度は、表 3 に示される通りである。

【0092】

【表 3】

	実施例10	実施例1	実施例11	実施例12	比較例1	比較例10	比較例11
$V_G(\text{m/s})$	2	2	2	2	2	2	2
$V_M(\text{m/s})$	2	2	2	2	0	0	0
粘度(ポワズ)	1050	900	700	500	900	700	500
真円度 (μm)	8	8	8	8	30	50	100

【0093】

表 3 に示されるように、比較例 1、10、11 では、ゴブ G_G の粘度が低くなるにつれて、板状ガラス素材 G の真円度が大きくなる。これに対し、実施例 1、10－12 では、ゴブ G_G の粘度が低くなっても、板状ガラス素材 G の真円度は大きくならない。このように、プレス直前にプレスユニットを鉛直方向下向きに移動させて、ゴブ G_G とプレスユニットとの相対速度を 0 とすることにより、例えば、500 ポワズ～700 ポワズのような低い粘度のゴブ G_G をプレス成形する場合においても、真円度に優れた板状ガラス素材 G を作製することができる。

【0094】

以上、本発明の磁気ディスク用ガラス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や変形例に限定されるものではない。また、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】

【0095】

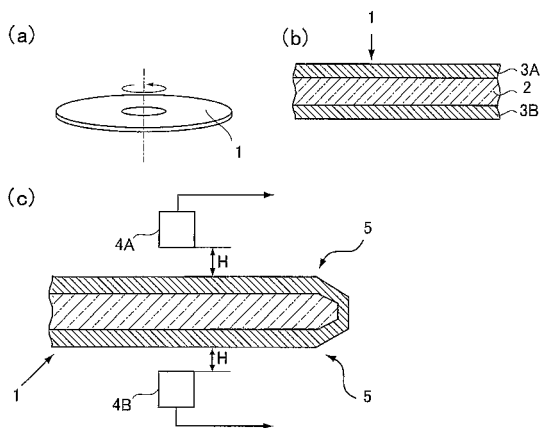
- 1 磁気ディスク
- 2 ガラス基板
- 3 A, 3 B 磁性層
- 4 A, 4 B 磁気ヘッド
- 5 外周エッジ部
- 101 装置
- 111 溶融ガラス流出口
- 112 ガラス把持機構
- 120、130、140, 150 プレスユニット
- 121 第 1 の型
- 121 a、122 a 内周面
- 122 第 2 の型
- 122 b スペーサ
- 123 第 1 駆動部
- 124 第 2 駆動部

160 切断ユニット
 161 第1切断刃
 162 第2切断刃
 171 第1コンベア
 172 第2コンベア
 173 第3コンベア
 174 第4コンベア
 180 ゴブ形成型
 180c 凹部
 181, 182 ブロック
 402 下定盤
 404 上定盤
 406 インターナルギヤ
 408 キャリヤ
 409 ギヤ
 410 ダイヤモンドシート
 412 太陽ギヤ
 414 インターナルギヤ
 416 容器
 418 クーラント
 420 ポンプ
 422 フィルタ

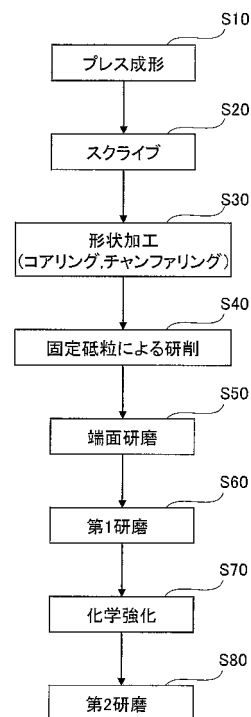
10

20

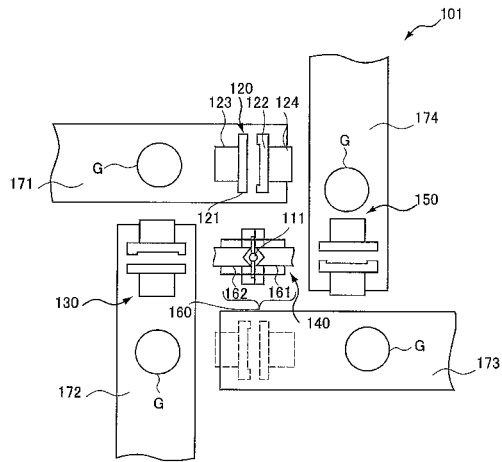
【図1】



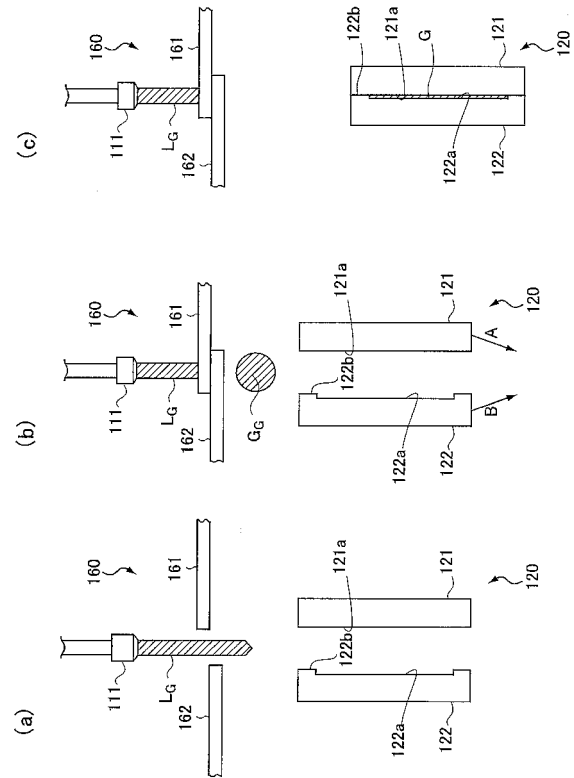
【図2】



【図 3】

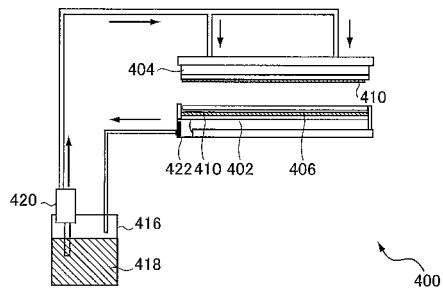


【図 4】

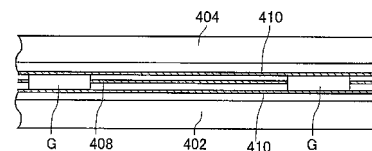


【図 5】

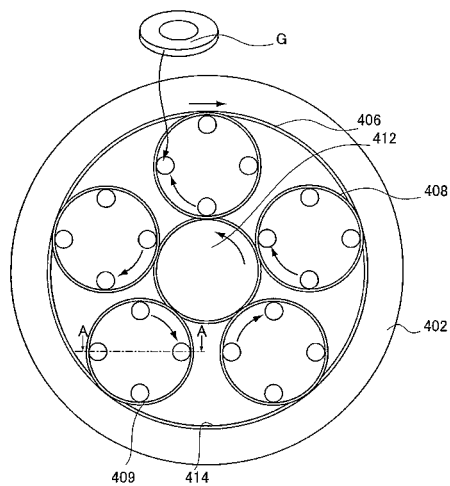
(a)



【図 6】



(b)



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
C 0 3 C 19/00 (2006.01) C 0 3 C 3/087
C 0 3 C 19/00 Z

F ターム(参考) 4G062 AA01 BB01 BB03 BB05 BB06 CC10 DA06 DA07 DB03 DB04
DC01 DD01 DE01 DE02 DE03 DE04 DF01 EA01 EA02 EA03
EA04 EA05 EA10 EB01 EB02 EB03 EB04 EB05 EC01 EC02
EC03 EC04 EC05 ED01 ED02 ED03 ED04 EE01 EE02 EE03
EE04 EF01 EF02 EF03 EF04 EG01 EG02 EG03 EG04 FA01
FA10 FB01 FB02 FB03 FC01 FC02 FC03 FD01 FE01 FF01
FG01 FG02 FG03 FH01 FH02 FH03 FJ01 FJ02 FJ03 FK01
FK02 FK03 FL01 GA01 GA10 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01
HH03 HH05 HH07 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17 HH18 HH20
JJ01 JJ03 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07 KK10
MM27 NN29 NN30 NN31 NN33 NN34
5D112 AA24 BA03 BA09 BA10