

明 細 書

発明の名称：

磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク製造方法、磁気記録媒体ガラス基板製造方法、磁気記録媒体製造方法、および、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク製造方法、磁気記録媒体ガラス基板製造方法、磁気記録媒体製造方法、および、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造装置に関するものである。

背景技術

[0002] 磁気記録媒体ガラス基板（磁気ディスク基板）を製造する方式としては、代表的には、（１）溶融ガラス塊を一对のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を経て作製する方式（以下、「プレス方式」と称す場合がある。特許文献１～３参照）、および、（２）フロート法、ダウンドロー法などによって形成されたシート状ガラスを円盤状に切断加工する工程を経て作製する方法（以下、「シート状ガラス切断方式」と称す場合がある。特許文献４参照）が挙げられる。

[0003] 特許文献４に例示する従来のシート状ガラス切断方式では、シート状ガラスを円盤状に加工する円盤加工工程を経た後に、研磨工程として、ラッピング工程（粗研磨処理）と、ポリッシング工程（精密研磨処理）とを実施して、磁気記録媒体ガラス基板を得ていた。しかしながら、特許文献４に示されるシート状ガラス切断方式では、研磨工程として、ラッピング工程（粗研磨処理）を省いて、ポリッシング工程（精密研磨処理）のみを実施することが開示されている。

[0004] これに対して、特許文献１～３に例示される従来のプレス方式では、通常、下型上に溶融ガラス塊を配置した後、上型と下型とにより、溶融ガラス塊に対して鉛直方向から押圧力を加えて溶融ガラス塊をプレス成形する方式（

以下、「垂直ダイレクトプレス」と称す場合がある）でプレス成形工程を実施した後、さらに、ラッピング工程、ポリッシング工程等を経て磁気記録媒体ガラス基板を得る。

[0005] ここで、特許文献2に示されるプレス方式では、上型、下型および上型と下型との間に配置される平行スペーサの材料として高剛性材料を使用するなどにより、ラッピング工程を省略することも提案されている。

[0006] また、特許文献3に示されるプレス方式では、生産性の低下を防ぎつつ、反りの小さい板状ガラスを得るために、プレス成形後に、プレス成型品上に冷却用上型を載置する方法が提案されている。この方法では、冷却用上型を使用することによりプレス成型品の上下面の冷却状態を均衡させる。

[0007] また、特許文献3に示されるプレス方式では、垂直ダイレクトプレス以外にも、プレス成形工程を、水平方向に対向配置された一对のプレス成型型により、溶融ガラス塊に対して水平方向から押圧力を加える方式（以下、「水平ダイレクトプレス」と称す場合がある。）で実施することも提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2009-149477号公報（請求項1、段落番号0012等）

特許文献2：特開2003-54965号公報（特許請求の範囲、段落番号0040、0043、図4～図8等）

特許文献3：特許第4380379号（段落0031、図1～図9等）

特許文献4：特開2003-36528号公報（図3～図6、図8等）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 一方、磁気記録媒体ガラス基板の生産性を高める上では、磁気記録媒体ガラス基板の平坦性および板厚の均一性の確保、ならびに、板厚の調整等を主

目的として実施されるラッピング工程の省略または短時間化は非常に効果的である。この理由は、ラッピング工程は、その実施にラッピング装置が必要であり、磁気記録媒体ガラス基板を作製するための工数が多くなると共に、加工時間の増大を招くためである。また、ラッピング工程によってガラス表面にクラックを生じさせることもあり、ラッピング工程の省略化が検討されているのが現状である。ここでラッピング工程の省略または短時間化という観点では、シート状ガラス切断方式と、プレス方式とを比較すると、フロート法、ダウンドロー法などにより作製された平坦性の高いシート状ガラスを利用して加工を行うシート状ガラス切断方式の方が有利である。しかしながら、プレス方式は、シート状ガラス切断方式と比較して、ガラスの利用効率が高いというメリットもある。

[0010] 垂直ダイレクトプレスを利用して作製された磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク（以下、単に「ガラスブランク」と略す場合がある。）に後加工を施すことで磁気記録媒体を作製する際に、ラッピング工程を省略または短時間化するためには、ガラスブランクの板厚偏差を小さくすると共に、平坦性を高くすることが必要である。ここで、垂直ダイレクトプレスによりガラスブランクを製造する場合、下型の温度は、高温の溶融ガラス塊が融着しないように溶融ガラス塊の温度よりも十分に低い温度に設定される。そのため、溶融ガラス塊が下型上に配置されてからプレス成形を開始するまでの間、溶融ガラス塊は下型に接している面から熱を奪われる。したがって、下型上に配置された溶融ガラス塊の下面の粘度が局所的に上昇する。その結果、プレス成形は、大きな粘度分布（温度分布）が生じた溶融ガラス塊に対して行われることになるため、プレスによって伸びにくい部分が生じる。また、プレス成形後の冷却速度もプレス成形されて板状に延伸されたガラス成形体の部位ごとに異なる。このため、垂直ダイレクトプレスを利用して作製されるガラスブランクでは、板厚偏差が増大したり、平坦性が低下し易い。また、上述したメカニズムを考慮すれば、特許文献1に示されるように、たとえ冷却用上型を用いた垂直ダイレクトプレスであっても、ガラスブランクの板

厚偏差の増大および平坦性の低下を抜本的に抑制することは困難である。

[0011] これに対して、特許文献3に例示される水平ダイレクトプレスでは、溶融ガラス塊が、プレス成形型に接触すると略同時に板状にプレス成形される。すなわち、垂直ダイレクトプレスと比べて、水平ダイレクトプレスでは、プレス成形時における溶融ガラス塊の粘度分布が均一であるため、溶融ガラス塊を薄く均一に延伸させることが容易である。このため、垂直ダイレクトプレスと比べて、水平ダイレクトプレスの方が、原理的には、ガラスブランクの板厚偏差の増大および平坦性の低下を抜本的に抑制することが容易であると考えられる。

[0012] 一方、近年の磁気記録媒体の記録密度の更なる向上に伴い、磁気記録媒体の作製に用いるガラス製の磁気記録媒体ガラス基板やガラスブランクには、板厚偏差および平坦性をより一層改善することが求められている。

[0013] しかしながら、本発明者らが鋭意検討したところ、特許文献3に記載の水平ダイレクトプレスを利用して作製されたガラスブランクでは、特に平坦性の点において、上述したニーズに対応することができなかった（第一の事情）。

[0014] また、特許文献3に例示される水平ダイレクトプレスに用いられる一体型のプレス成形型では、プレス成形面と平行な方向に重力が作用する。このため、下型が実質的に固定配置され、上型が重力方向と平行な方向に移動する垂直ダイレクトプレスと比較して、水平ダイレクトプレスでは、プレス成形型の移動方向に対してプレス成形面が傾斜しやすい傾向にある。よって、水平ダイレクトプレスにおいて、板厚偏差を小さくするためには、互いに対向するプレス成形面間を平行に維持した状態でプレス成形する必要がある。このためには、プレス成形時におけるプレス成形型の水平方向への駆動を極めて精密に制御しなければならない。しかしながら、プレス成形型の駆動装置を改善しても、プレス成形型の駆動をより精密に行うには限界があるため、板厚偏差の改善は難しく、また、コストも高くなるため、実用性に欠ける。このため、特許文献3に例示されるプレス成形型を用いたとしても、板厚偏

差および平坦度をより一層改善することが困難である（第二の事情）。

[0015] 第一の本発明、第二の本発明および第三の本発明は、平坦度の改善を図ることを共通課題としている。ここで、第一の本発明および第三の本発明は上記第一の事情に鑑みてなされたものであり、平坦性に優れたガラスブランクを作製することができる磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク製造方法、ならびに、これを用いた磁気記録媒体ガラス基板製造方法、および、磁気記録媒体製造方法を提供することを課題（第一の課題）とする。

[0016] また、第二の本発明は、上記第二の事情に鑑みてなされたものであり、水平ダイレクトプレスによりガラスブランクを製造する際においても、板厚偏差および平坦度のより小さいガラスブランクを製造できる磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法、ならびに、当該磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法を用いた磁気記録媒体ガラス基板製造方法、磁気記録媒体製造方法、および、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造装置を提供することを課題（第二の課題）とする。

課題を解決するための手段

[0017] 共通課題を含む上記第一の課題は以下の第一の本発明により達成される。
すなわち、

第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、該第二のプレス工程を経た後に、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを離間して、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に挟持された板状ガラスを取り出す取出工程と、を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造し、少なくとも第一のプレス工程および第二のプレス工程の実施期間中において、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二の

プレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、第一のプレス工程において、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、熔融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に熔融ガラス塊をプレスすること、および、第二のプレス工程の継続時間を磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）になるよう制御することを特徴とする。

[0018] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の一実施態様は、第二のプレス工程の継続時間を、第二のプレス工程の終了時における板状ガラスの温度が、少なくとも、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することが好ましい。

[0019] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、熔融ガラスをガラス流出口から垂下させ、鉛直方向の下方側へと連続的に流出する熔融ガラス流の先端部を切断することで、熔融ガラス塊を形成する熔融ガラス塊形成工程を含むことが好ましい。

[0020] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、熔融ガラスの粘度が、 $500\text{dPa}\cdot\text{s}\sim 1050\text{dPa}\cdot\text{s}$ の範囲内であることが好ましい。

[0021] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型が、熔融ガラス塊の落下方向に対して直交する方向に対向配置されていることが好ましい。

[0022] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のプレス工程を実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の面内温度差の絶対値が $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることが好ましい。

[0023] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第二のプレス工程におけるプレス圧力を、経時的に減少させることが好ましい。

- [0024] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、プレス圧力を、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に挟持される板状ガラスの温度が、当該板状ガラスを構成するガラス材料の屈伏点 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内にまで低下した時点で、減少させることが好ましい。
- [0025] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第二のプレス工程の実施中において、板状ガラスの一方の面と第一のプレス成形型のプレス成形面とを常に隙間無く密着させると共に、板状ガラスの他方の面と第二のプレス成形型のプレス成形面とを常に隙間無く密着させることが好ましい。
- [0026] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第二のプレス工程の継続時間を、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $4\text{ }\mu\text{m}$ 以下（ $4\text{ }\mu\text{m}$ 以内）になるように制御することが好ましい。
- [0027] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の少なくとも板状ガラスと接触する領域が、略平坦な面であることが好ましい。
- [0028] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、該第二のプレス工程を経た後に、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを離間して、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に挟持された板状ガラスを取り出す取出工程と、を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工

程を少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板を製造し、少なくとも第一のプレス工程および第二のプレス工程の実施期間中において、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、第一のプレス工程において、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に溶融ガラス塊をプレスすること、および、第二のプレス工程の継続時間を磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）になるよう制御することを特徴とする。

[0029] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法の一実施態様は、第二のプレス工程の継続時間を、第二のプレス工程の終了時における前記板状ガラスの温度が、少なくとも、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することが好ましい。

[0030] 第一の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法の他の実施態様は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることが好ましい。

[0031] 第一の本発明の磁気記録媒体の製造方法は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、該第二のプレス工程を経た後に、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを離間して、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に挟持された板状ガラスを取り出す取出工程と、を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板を製造し、さらに、磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気

記録媒体を製造し、少なくとも第一のプレス工程および第二のプレス工程の実施期間中において、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、第一のプレス工程において、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に溶融ガラス塊をプレスすること、および、第二のプレス工程の継続時間を磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）になるよう制御すること、を特徴とする。

[0032] 第一の本発明の磁気記録媒体の製造方法の一実施態様は、第二のプレス工程の継続時間を、第二のプレス工程の終了時における前記板状ガラスの温度が、少なくとも、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することが好ましい。

[0033] 第一の本発明の磁気記録媒体の製造方法の他の実施態様は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることが好ましい。

[0034] 共通課題を含む上記第二の課題は以下の第二の本発明により達成される。
すなわち、

第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造し、少なくとも第一のプレス成形型が、プレス成形面を有するプレス成形型本体と、プレス成形時に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型側に押し出された際に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型の一部と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、プレス成形工程が、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型と、が接触するまで、第

一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることで溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型と、により板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、を含むことを特徴とする。

[0035] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の一実施態様は、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型の各々が、プレス成形面を有するプレス成形型本体と、プレス成形時に、プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型側に押し出された際に、プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型の一部と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、第一のステップが、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型のガイド部材と、が接触するまで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることにより実施され、第二のステップが、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型のガイド部材とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型のプレス成形型本体と、により板状ガラスをさらにプレスし続けることにより実施されることが好ましい。

[0036] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、溶融ガラスをガラス流出口から垂下させ、鉛直方向の下方側へと連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を切断することで、溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程を含むことが好ましい。

[0037] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、溶融ガラスの粘度が、 $500 \text{ dPa} \cdot \text{s} \sim 1050 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ の範囲内であることが好ましい。

[0038] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型が、溶融ガラ

ス塊の落下方向に対して直交する方向に対向配置されていることが好ましい。

- [0039] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第二のステップの継続時間を磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）になるように制御することが好ましい。
- [0040] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第二のステップの継続時間を、第二のステップの終了時における板状ガラスの温度が、少なくとも、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することが好ましい。
- [0041] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のステップを実施する直前における、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度と、の差の絶対値が $0^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることが好ましい。
- [0042] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のステップを実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の面内温度差の絶対値が $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることが好ましい。
- [0043] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、少なくともプレス成形工程の実施期間中における、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、かつ、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に溶融ガラス塊をプレス成形することが好ましい。
- [0044] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、板状ガラスの温度が、少なくとも板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるまで記第二のステップが継続されることが好ましい。

- [0045] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第二のステップにおけるプレス圧力を、経時的に減少させることが好ましい。
- [0046] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、プレス圧力を、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に挟持される板状ガラスの温度が、当該板状ガラスを構成するガラス材料の屈伏点 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内にまで低下した時点で、減少させることが好ましい。
- [0047] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）であることが好ましい。
- [0048] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $4\mu\text{m}$ 以下（ $4\mu\text{m}$ 以内）であることが好ましい。
- [0049] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の少なくとも板状ガラスと接触する領域が、略平坦な面であることが好ましい。
- [0050] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型の各々が、プレス成形型本体とガイド部材とを、プレス成形面と直交する方向であって、かつ、プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型側に、同時に押し出す第一の押出部材と、該第一の押出部材によって、ガイド部材とプレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型の一部とが接触した後に、プレス成形型本体を、プレス成形面と直交する方向であって、かつ、プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型側に押し出す第二の押出部材と、を更に備えることが好ましい。
- [0051] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法は、落下中の溶融ガラ

ス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板を製造し、少なくとも第一のプレス成形型が、プレス成形面を有するプレス成形型本体と、プレス成形時に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型側に押し出された際に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型の一部と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、プレス成形工程が、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型と、が接触するまで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることで溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型と、により板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、を含むことを特徴とする。

[0052] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法の一実施態様は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることが好ましい。

[0053] 第二の本発明の磁気記録媒体の製造方法は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板を製造し、さらに、磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を製造し、少なくとも第一のプレス成形型が、プレス成形面

を有するプレス成形型本体と、プレス成形時に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型側に押し出された際に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型の一部と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、プレス成形工程が、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型と、が接触するまで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることで溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型と、により板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、を含むことを特徴とする。

[0054] 第二の本発明の磁気記録媒体の製造方法の一実施態様は、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることが好ましい。

[0055] 第二の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造装置は、溶融ガラス流を鉛直方向下方側へと垂下する流出口を備えた溶融ガラス流出管と、溶融ガラス流出管から流出する溶融ガラス流の垂下する方向に対して略直交する方向であって、溶融ガラス流の垂下する方向の両側に対向配置され、溶融ガラス流の両側から貫入させることにより溶融ガラス流の先端部を切断して溶融ガラス塊を形成する一対のシアブレードと、鉛直方向下方側へと落下する溶融ガラス塊の落下する方向に対して略直交する方向であって、溶融ガラス塊の落下する方向の両側に対向配置され、溶融ガラス塊を両側から挟み込むことにより溶融ガラス塊を板状ガラスにプレス成形する第一のプレス成形型および第二のプレス成形型と、を少なくとも備え、少なくとも第一のプレス成形型が、プレス成形面を有するプレス成形型本体と、プレス成形時に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型側に押し出された際に、プレス成形面に対向配置された第二のプレス成形型の一部と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間

の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、プレス成型型本体とガイド部材とを、プレス成型面と直交する方向であって、かつ、プレス成型面に対向配置された第二のプレス成型型側に、同時に押し出す第一の押出部材と、該第一の押出部材によって、ガイド部材とプレス成型面に対向配置された第二のプレス成型型の一部とが接触した後に、プレス成型型本体を、プレス成型面と直交する方向であって、かつ、プレス成型面に対向配置されたプレス成型型側に押し出す第二の押出部材と、を少なくとも備えることを特徴とする。

[0056] 第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法は、溶融ガラス塊を、対向配置され、かつ、実質的に同一温度である一对のプレス成型型を用いてダイレクトプレスすることにより、板状ガラスを成形する成形工程を含む磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法であって、成形工程においては、溶融ガラス塊の温度が、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下になるまで、溶融ガラス塊を一对のプレス成型型で押し続けることを特徴とする。

[0057] 第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の一実施態様は、溶融ガラス塊の温度がガラス材料の歪点以下になるまで、溶融ガラス塊と一对のプレス成型型とを密着させた状態を維持した後、アニール処理を行うことが好ましい。

[0058] 第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、成形工程は、板状ガラスの板厚を決定するための第一のプレス工程と、板状ガラスの平坦度を向上させるための第二のプレス工程とを含み、第一のプレス工程と第二のプレス工程とは、一对のプレス成型型を用いて連続的に行われることが好ましい。

[0059] 第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、板状ガラスの板厚が 2 mm 以下であり、かつ、平坦度が $10\text{ }\mu\text{ m}$ 以下となるように、成形工程を実施することが好ましい。

[0060] 第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法は、第三の本発明の磁

気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法により磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを作製し、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを加工しての磁気記録媒体ガラス基板を作製することを特徴とする。

- [0061] 第三の本発明の磁気記録媒体の製造方法は、第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法により磁気記録媒体ガラス基板を作製し、磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を作製することを特徴とする。

発明の効果

- [0062] 第一の本発明および第三の本発明によれば、平坦性に優れたガラスブランクを作製することができる磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク製造方法、ならびに、これを用いた磁気記録媒体ガラス基板製造方法、および、磁気記録媒体製造方法を提供することができる。
- [0063] 第二の本発明によれば、水平ダイレクトプレスによりガラスブランクを製造する際においても、板厚偏差および平坦度のより小さいガラスブランクを製造できる磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法、ならびに、当該磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法を用いた磁気記録媒体ガラス基板製造方法、磁気記録媒体製造方法、および、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0064] [図1]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の一部分を説明する模式断面図である。
- [図2]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。
- [図3]落下中の溶融ガラス塊の一例を示す模式断面図である。
- [図4]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。
- [図5]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図6]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図7]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図8]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図9]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図10]第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられるプレス成形型の一例を示す模式断面図である。

[0065] [図11]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の一部分を説明する模式断面図である。

[図12]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図13]落下中の溶融ガラス塊の一例を示す模式断面図である。

[図14]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図15]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図16]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図17]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図18]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図19]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例において、全工程の他の部分を説明する模式断面図である。

[図20]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられるプレス成

形型のより具体的な構成の一例を示す模式断面図である。

[図21]第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられるプレス成形型の他の例を示す模式断面図である。

[図22]比較例 A 1 で用いたプレス成形型の模式断面図である。

[図23]比較例 A 2 で用いたプレス成形型の模式断面図である。

発明を実施するための形態

[0066] <第一の本実施形態>

(磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法)

第一の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法(以下、「ガラスブランクの製造方法」と略す場合がある)は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、該第二のプレス工程を経た後に、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを離間して、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に挟持された板状ガラスを取り出す取出工程と、を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造し、少なくとも第一のプレス工程および第二のプレス工程の実施期間中において、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、第一のプレス工程において、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に溶融ガラス塊をプレスすること、および、

上記第二のプレス工程の継続時間を上記ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下($10\mu\text{m}$ 以内)になるよう制御することを特徴とする。ここで、本願明細書において、「磁気記録媒体ガラス基板」とは、非晶質ガラス(アモルファスガラス)製の磁気記録媒体用のガラス基板を意味する。

[0067] 第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、第一のプレス工程において、従来のプレス方式と同様にガラス材料の歪点よりも十分に温度が高く、変形容易な状態を保った溶融ガラス塊に対して、プレスを行い、板状に成形する。ここで、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に溶融ガラス塊をプレスする。これに加えて、第一のプレス工程のおよび第二のプレス工程の実施期間中において、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とは、実質的に同一である。このため、第一のプレス工程で板状に成形されつつある溶融ガラス塊、および、第二のプレス工程において一对のプレス成形型間に挟持された状態の板状ガラス、の両面は常に対称的に冷却され続けることになる。このため、下型と長時間接触することで粘度分布が生じた状態の溶融ガラス塊をプレス成形する垂直ダイレクトプレスと比べて、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、プレス成形された後の板状ガラスの両面の温度差が殆ど生じず、両面の温度差に起因する平坦性の低下を確実に抑制できる。

[0068] 一方、第一のプレス工程を終えた直後の板状ガラスは、温度が高く流動性が高い（粘度が低い）。このため、板状ガラスが極めて容易に変形しやすく、平坦性が悪化し易い状態にある。しかしながら、第一のプレス工程に続いて実施される第二のプレス工程においては、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とによりプレスし続ける。そして、この際、第二のプレス工程の継続時間を、ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）になるように制御する。なお、第二のプレス工程の継続時間は、ガラスブランクの平坦度が $4\mu\text{m}$ 以下（ $4\mu\text{m}$ 以内）になるように制御することが好ましい。それゆえ、作製されるガラスブランクの平坦性をより優れたものとすることができる。なお、第二のプレス工程の継続時間が短いと外乱により冷却過程の板状ガラスに歪が生じ、当該歪がガラスブランクの平坦度を悪化させる。したがって、第二のプレス工程の継続時間を変え、得られたガラスブ

シートの平坦度を測定し、その結果、平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）になるように第二のプレス工程の継続時間を設定し、ガラスブランクを製造する。ただし、第二のプレス工程の継続時間を長くし過ぎると生産性が低下するので、第二のプレス工程の継続時間はガラスブランクの平坦度と生産性を考慮して設定すればよい。これらの観点では、第二のプレス工程の継続時間は、具体的には2秒～40秒の範囲内が好ましく、2秒～30秒の範囲内がより好ましい。

[0069] また、ガラスブランクの平坦度を $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）に制御するためには、第二のプレス工程では、板状ガラスの流動性が喪失して、変形が事実上不可能となる温度域まで、板状ガラスをプレスし続けるように第二のプレス工程の継続時間を選択することが特に好ましい。この場合、第一のプレス工程を終えた直後の板状ガラスの変形を抑制した状態を維持しつつ、板状ガラスを固化させることができる。それゆえ、作製されるガラスブランクの平坦性をより優れたものとすることができる。ここで、第二のプレス工程における継続時間は、第二のプレス工程の終了時における板状ガラスの温度が、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することが好ましく、歪点に 5°C を加えた温度以下となるように選択することがより好ましく、歪点以下となるように選択することがさらに好ましい。一方、第二のプレス工程の終了時における板状ガラスの温度の下限温度としては特に限定されないが、第二のプレス工程の実施に要する時間の増大による生産性低下を抑制する観点からは、実用上、歪点以上であることが好ましい。したがって、第二のプレス工程における継続時間の上限値も、この観点から選択されることが好ましい。

[0070] 第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、少なくとも第一のプレス工程および第二のプレス工程の実施期間中において、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であることが必要である。ここで、「実質的に同一」とは、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス

成形面の温度との温度差の絶対値が 10°C 以内であることを意味する。この温度差の絶対値は、 5°C 以内がより好ましく、 0°C が最も好ましい。ここで、プレス成形面内において、温度分布が存在する場合、「プレス成形面の温度」とは、プレス成形面の中心部近傍の温度を意味する。なお、参考までに述べれば、垂直ダイレクトプレス方式では、溶融ガラス塊をプレス成形中の上型のプレス成形面と下型のプレス成形面との温度差の絶対値は、プレス成形の条件にもよるが、一般的に $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 程度である。

[0071] また、第一のプレス工程においては、第一のプレス成形型のプレス成形面と、第二のプレス成形型のプレス成形面とを、溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に溶融ガラス塊をプレスする。ここで、「略同時に接触させる」とは、溶融ガラス塊と一方のプレス成形面とが接触した時点と、溶融ガラス塊と他方のプレス成形面とが接触した時点と、の時間差の絶対値が 0.1 秒以内であることを意味する。この時間差の絶対値は、 0.05 秒以内がより好ましく、 0 秒が最も好ましい。なお、参考までに述べれば、垂直ダイレクトプレス方式では、溶融ガラス塊が下型のプレス成形面に接触した後、さらに上型のプレス成形面に接触するまでに要する時間は、プレス成形の条件にもよるが、一般的に 1.5 秒 ~ 3 秒程度である。

[0072] なお、従来の垂直ダイレクトプレスにおいても、上型と下型とにより溶融ガラス塊を板状ガラスに成形した後、板状ガラスを上型と下型とによりプレスし続けた状態で板状ガラスを歪点近傍まで冷却すれば、ガラスブランクの平坦性の大幅な改善が期待できる。しかしながら、この場合、 1 枚のガラスブランクのプレス成形に要する時間が大幅に増大するため、大幅な生産性の低下が避けられず、実用性に欠ける（特許文献1、段落0009参照）。このため、本願出願人は、垂直ダイレクトプレスにおいては、板状ガラスを上型と下型とによりプレスし続けた状態で板状ガラスを歪点近傍まで冷却する技術の採用・実用化を断念し、特許文献1に例示したような冷却用上型を利用するなどの様々な代替技術により、生産性とガラスブランクの平坦性の改善との両立を図ってきた。

[0073] このような経緯から、一对のプレス成形型によりプレス成形を行う点で垂直ダイレクトプレスと同様のプレス方式である水平ダイレクトプレスによりガラスブランクを量産する場合においても、できるだけ早期に第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを離間して、板状ガラスを取り出すことが極めて重要であると考えられる。これにより、溶融ガラス塊を板状ガラスに成形し終えた後は、生産性とガラスブランクの平坦性の改善との両立を図ることが容易となるからである。したがって、水平ダイレクトプレスによりガラスブランクを量産する場合、溶融ガラス塊が板状ガラスとなった後も、この板状ガラスの温度が歪点に 10°C を加えた温度以下の温度となるまで、板状ガラスをプレスし続ける第二のプレス工程の実施は、ガラスブランクの生産性を大幅に低下させるだけで、実用上に欠けるものと考えられる。しかしながら、本発明者らが鋭意検討したところ、水平ダイレクトプレスにおいて、第二のプレス工程を実施したとしても、実用性を損なう程の大幅な生産性の低下が起こらないことを見出した。この理由は以下の通りである。

[0074] まず、垂直ダイレクトプレスでは、下型に溶融ガラス塊を配置してから、プレス成形を行う。このため、下型と長時間接触して、大きな温度分布（粘度分布）が生じた溶融ガラス塊を、上型と下型とにより必ずプレス成形しなければならない。これに対して、水平ダイレクトプレスでは、落下中の溶融ガラス塊を、一对のプレス成形型により挟み込むようにプレス成形する。すなわち、プレス成形が開始されるまでの間に、溶融ガラス塊が一方のプレス成形型と接触し続けることがないため、結果として、プレス成形開始時の溶融ガラス塊の温度分布（粘度分布）は極めて均一である。したがって、水平ダイレクトプレスおよび垂直ダイレクトプレスにより、同程度の厚みのガラスブランクを作製するために、溶融ガラス塊をプレス成形により薄く均等に延伸させるためには、水平ダイレクトプレスに対して、垂直ダイレクトプレスでは、溶融ガラス塊の温度分布も考慮して、溶融ガラス塊の平均温度をより高く設定する必要がある。このため、プレス成形開始時の溶融ガラス塊の平均温度と歪点との温度差は、水平ダイレクトプレスよりも垂直ダイレクト

プレスの方が大きくなる。この事実（第一の事実）は、溶融ガラス塊を板状に成形した後、さらに歪点近傍までに冷却するためには、水平ダイレクトプレスおよび垂直ダイレクトプレスの双方のプレス方式において溶融ガラス塊および板状ガラスの冷却速度が同じであれば、垂直ダイレクトプレスよりも水平ダイレクトプレスの方がより短時間で冷却できることを意味する。

[0075] そして、溶融ガラス塊および板状ガラスの冷却速度は、プレス方式を問わずプレス成形型の熱容量が同程度であると仮定した場合、溶融ガラス塊と接触する一对のプレス成形型の温度によって決定される。すなわち、プレス成形開始時において、低温のプレス成形型を使用すれば冷却速度が増大し、高温のプレス成形型を使用すれば冷却速度は減少する。ここで、垂直ダイレクトプレスでは、プレス成形が開始されるまでの間に下型と溶融ガラス塊とが長時間に亘って接触するため、プレス成形が開始されるまでの間で、下型は溶融ガラス塊により加熱されることになる。したがって、垂直ダイレクトプレスでは、一对のプレス成形型のうち、必ず一方のプレス成形型（下型）が高温となった状態で、プレス成形が開始されることになる。この事実（第二の事実）は、垂直ダイレクトプレスよりも水平ダイレクトプレスの方が、溶融ガラス塊および板状ガラスの冷却速度をより大きくすることが極めて容易であることを意味する。

[0076] よって、以上の2つの事実を考慮すれば、溶融ガラス塊を板状に成形した後、さらに歪点近傍までに冷却するために要する時間は、垂直ダイレクトプレスよりも水平ダイレクトプレスの方が、大幅に短縮できることは明らかである。したがって、水平ダイレクトプレスにおいて、第二のプレス工程を実施したとしても、垂直ダイレクトプレスで発生したような実用性を損なう程の大幅な生産性の低下は生じない。

[0077] 以上に説明した第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、第一のプレス工程、第二のプレス工程および取出工程を少なくとも含むものであれば特に限定されないが、通常は、溶融ガラス塊形成工程を有することが好ましい。以下に、溶融ガラス塊形成工程も含めて、各工程についてより詳細に

説明する。なお、以下の説明において、既に上述した点については説明を省略する。

[0078] ー溶融ガラス塊形成工程ー

溶融ガラス塊形成工程では、プレス成形の対象物である溶融ガラス塊を作製する。溶融ガラス塊の作製方法としては特に限定されないが、通常は、溶融ガラスをガラス流出口から垂下させ、鉛直方向の下方側へと連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を切断することで、溶融ガラス塊を形成する。なお、溶融ガラス流からその先端部を分離するように実施される切断には、一对のシアブレードを用いることができる。また、溶融ガラスの粘度としては先端部の切断や、プレス成形に適した粘度であれば特に限定されないが、通常は、 $500 \text{ dPa} \cdot \text{s} \sim 1050 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ の範囲内で、一定の値に制御されることが好ましい。

[0079] 次に、溶融ガラス塊形成工程の具体例を図面を用いてより詳細に説明する。溶融ガラス塊形成工程では、図1に示すように、上端部が不図示の溶融ガラス供給源に接続された溶融ガラス流出管10の下端部に設けられたガラス流出口12から、溶融ガラス流20を鉛直方向の下方側へと連続的に流出させる。一方、ガラス流出口12よりも下方側には、溶融ガラス流20の両側に、各々、第一のシアブレード（下側ブレード）30と、第二のシアブレード（上側ブレード）40とが、溶融ガラス流20の垂下する方向の中心軸Dに対して略直交する方向に、配置されている。そして、下側ブレード30および上側ブレード40は、各々、中心軸Dに対して直交し、かつ、図中、左側から右側へと進行する矢印X1方向、および、中心軸Dに対して直交し、かつ、図中、右側から左側へと進行する矢印X2方向に移動することで、溶融ガラス流20の両側から、溶融ガラス流20の先端部22側へと接近する。なお、溶融ガラス流20の粘度は、溶融ガラス流出管10や、その上流の溶融ガラス供給源の温度を調整することで制御される。

[0080] また、下側ブレード30、上側ブレード40は、略板状の本体部32、42と、本体部32、42の端部側に設けられ、鉛直方向下方側へと連続的に

流出する溶融ガラス流 20 の先端部 22 を、溶融ガラス流 20 の垂下する方向と略直交する方向から切断する刃部 34、44 とを有する。なお、刃部 34 の上面 34 U および刃部 44 の下面 44 B は、水平面と略一致する面を成し、刃部 34 の下面 34 B および刃部 44 の上面 44 U は、水平面に対して交差するように傾斜した面を成す。また、鉛直方向に対して、刃部 34 の上面 34 U と、刃部 44 の下面 44 B とは、略同程度の高さ位置となるように、下側ブレード 30 および上側ブレード 40 が配置される。

[0081] 次に、図 2 に示すように、下側ブレード 30 および上側ブレード 40 を、各々、矢印 X1 方向および矢印 X2 方向にさらに移動させることで、刃部 34 の上面 34 U と、刃部 44 の下面 44 B とが、部分的にはほぼ隙間無く重なり合うように、下側ブレード 30 および上側ブレード 40 をそれぞれ水平方向に移動させる。すなわち、中心軸 D に対して下側ブレード 30 および上側ブレード 40 を垂直に交差させる。これにより、溶融ガラス流 20 に対して、その中心軸 D の近傍まで下側ブレード 30 および上側ブレード 40 が貫入して、先端部 22 が、略球状の溶融ガラス塊 24 として切断される。なお、図 2 は、先端部 22 が、溶融ガラス塊 24 として溶融ガラス流 20 の本体部分から分離される瞬間の様子を示したものである。そして、図 3 に示すように溶融ガラス流 20 から切断された溶融ガラス塊 24 は、さらに鉛直方向の下方 Y1 側に落下する。

[0082] ー第一のプレス工程ー

第一のプレス工程では、図 3 に示す落下中の溶融ガラス塊 24 を、溶融ガラス塊 24 の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する。ここで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型は、溶融ガラス塊 24 の落下方向に対して 90 度 ± 1 度の範囲内の角度を成すように略直交する方向に対向配置されていることが好ましく、溶融ガラス塊 24 の落下方向に対して直交する方向に対向配置されていることが特に好ましい。このように溶融ガラス塊 24 の落下方向に対して一对のプレス成形型を対向配置することによ

り、溶融ガラス塊 24 を両側から均等にプレスして板状に成形することがより容易となる。

[0083] また、第一のプレス工程を実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の温度は、溶融ガラス塊 24 を構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下であることが好ましく、溶融ガラス塊 24 を構成するガラス材料の歪点に 5°C を加えた温度以下であることがより好ましい。プレス成形面の温度を、上述した範囲内とすることにより、プレス成形時に、溶融ガラス塊 24 とプレス成形面とが融着するのを確実に抑制することができる。第一のプレス工程を実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の温度の下限値は特に限定されるものではないが、溶融ガラス塊 24 の急冷によるガラスブランクの割れ防止、プレス成形時の粘度の急激な増加による溶融ガラス塊 24 の延伸性の著しい低下を防止するなどの実用上の観点から溶融ガラス塊 24 を構成するガラス材料の歪点以上であることが好ましい。

[0084] また、第一のプレス工程を実施する直前における、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度と、の差の絶対値は $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることが好ましく、 $0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることがより好ましく、 0°C であることが特に好ましい。この場合、溶融ガラス塊 24 のプレスにより板状に形成された板状ガラスの両面での温度差が生じるのをより確実に抑制でき、結果的に平坦度をより向上させることができる。

[0085] また、第一のプレス工程を実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の面内温度差の絶対値は、 $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることが好ましく、 $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることがより好ましく、 0°C であることが特に好ましい。プレス成形面内における温度分布を上述した範囲内とすることにより、プレス成形に際して、溶融ガラス塊 24 を薄く均等に延伸させることがより容易となる。この結果、より薄い板厚を有するガラスブランクを製造する場合においても、平坦性に優れ板

厚偏差も小さいガラスブランクを得ることがより容易となる。なお、「プレス成形面の面内温度」とは、プレス成形に際して、プレス成形面と、板状に延伸された溶融ガラス塊 24 とが接触する最大領域内において測定される温度を意味する。

[0086] 次に、第一のプレス工程について図面を用いてより具体的に説明する。まず、図 3 に示す溶融ガラス塊 24 は、図 4 に示すように、溶融ガラス塊 24 の落下方向 Y1 に対して直交する方向に対向配置された第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 の間に進入する。ここで、プレス成形を実施する前の第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 は、落下方向 Y1 に対して線対称を成すと共に直交する方向に、互いに離間して対向配置されている。そして、溶融ガラス塊 24 が、第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 の鉛直方向中央部近傍に到達するタイミング合わせて、溶融ガラス塊 24 を両側から押圧してプレス成形するために、第一のプレス成形型 50 が、落下方向 Y1 に対して直交し、かつ、図中、左側から右側へと進行する矢印 X1 方向へと移動し、第二のプレス成形型 60 が、落下方向 Y1 に対して直交し、かつ、図中、右側から左側へと進行する矢印 X2 方向へと移動する。なお、第一のプレス成形型 50 の矢印 X1 方向への移動速度と、第二のプレス成形型 60 の矢印 X2 方向への移動速度とは、同一または略同一に設定される。

[0087] ここで、プレス成形型 50、60 は、略円盤形状を有するプレス成形型本体 52、62 と、このプレス成形型本体 52、62 の外周端を囲うように配置されたガイド部材 54、64 とを有する。なお、図 4 は断面図であるため、図 4 中において、ガイド部材 54、64 は、プレス成形型本体 52、62 の上下両側に位置するように描かれている。また、プレス成形型 50 を矢印 X1 方向へ移動させ、プレス成形型 60 を矢印 X2 方向に移動させる駆動部材については、図中、記載を省略してある。

[0088] プレス成形型本体 52、62 の一方の面は、プレス成形面 52A、62A となっている。そして、図 4 では、第一のプレス成形型 50 と第二のプレス

成形型 60 とは、それぞれのプレス成形面 52 A、62 A が対向するように対向配置されている。また、ガイド部材 54 には、プレス成形面 52 A に対して X1 方向に少しだけ突出した高さ位置にガイド面 54 A が設けられ、ガイド部材 64 には、プレス成形面 62 A に対して X2 方向に少しだけ突出した高さ位置にガイド面 64 A が設けられている。このため、プレス成形に際しては、ガイド面 54 A とガイド面 64 A とが突き当たり接触するため、プレス成形面 52 A とプレス成形面 62 A との間には隙間が形成される。このため、この隙間厚みが、第一のプレス成形型 50 と第二のプレス成形型 60 との間でプレス成形されて板状となる溶融ガラス塊 24 の厚み、すなわち、ガラスブランクの厚みとなる。また、プレス成形面 52 A、62 A は、第一のプレス工程の実施により、溶融ガラス塊 24 が、第一のプレス成形型 50 のプレス成形面 52 A と第二のプレス成形型 60 のプレス成形面 62 A との間で、鉛直方向に完全に押し広げられて板状ガラスに成形された際に、プレス成形面 52 A、62 A の少なくとも上記の板状ガラスと接触する領域（溶融ガラス延伸領域）S1、S2 が、略平坦な面を成すように形成される。なお、図 4 に示す例では、溶融ガラス延伸領域 S1 を含むプレス成形面 52 A、および、溶融ガラス延伸領域 S2 を含むプレス成形面 62 A の全面が、通常の、実質的に曲率が 0 である平坦面を成している。また、当該平坦面には、プレス成形型を製造する際の通常の平坦化加工や鏡面研磨加工等を施すことで形成される微小な凹凸のみが存在し、これら微小な凹凸と比べてより大きい凸部および／または凹部は存在しない。

[0089] ガラスブランクは、溶融ガラス塊 24 をプレス成形面 52 A、62 A により押圧してプレス成形することにより作製される。このため、プレス成形面 52 A、62 A の表面粗さとガラスブランクの主表面の表面粗さとはほぼ同等になる。ガラスブランクの主表面の表面粗さ（中心線平均粗さ R_a ）は、後述する後工程として実施されるスクライブ加工、および、ダイヤモンドシートを用いた研削加工を行う上で、0.01～10 μm の範囲とすることが望ましいため、プレス成形面の表面粗さ（中心線平均粗さ R_a ）も 0.01

～10 μ mの範囲とすることが好ましい。

[0090] 図4に示す溶融ガラス塊24は、更に下方へと落下し、2つのプレス成形面52A、62A間に進入する。そして、図5に示すように、落下方向Y1と平行を成すプレス成形面52A、62Aの上下方向の略中央部近傍に到達した時点で、溶融ガラス塊24の両側表面が、プレス成形面52A、62Aに同時または略同時に接触する。

[0091] ここで、落下中の溶融ガラス塊24の粘度増大によりプレス成形し難しくなったり、あるいは、落下速度が大きくなりすぎて、プレス位置の変動が生じないようにする観点も考慮して、落下距離は、1000mm以下の範囲内で選択することが好ましく、500mm以下の範囲内で選択することがより好ましく、300mm以下の範囲内で選択することがさらに好ましく、200mm以下の範囲内で選択することが最も好ましい。なお、落下距離の下限は特に限定されないが、実用上は100mm以上であることが好ましい。なお、当該「落下距離」とは、図2に例示したように先端部22が溶融ガラス塊24として分離される瞬間、すなわち、下側ブレード30と上側ブレード40とが垂直方向に重なる位置から、図5に例示したようなプレス成形の開始時点（プレス成形の開始の瞬間）の位置、すなわち、落下方向Y1と平行を成すプレス成形面52A、62Aの直径方向の略中央部近傍までの距離を意味する。

[0092] その後、図6に示すように、溶融ガラス塊24を、その両側から第一のプレス成形型50および第二のプレス成形型60により押圧し続けると、溶融ガラス塊24は、溶融ガラス塊24とプレス成形面52A、62Aとが最初に接触した位置を中心に均等な厚みで押し広げられる。そして、図7に示すようにガイド面54Aとガイド面64Aとが接触するところまで、第一のプレス成形型50および第二のプレス成形型60により押圧し続けることで、プレス成形面52A、62A間に、円盤状もしくは略円盤状の板状ガラス26に成形される。

[0093] ここで、図7に示す板状ガラス26は、最終的に得られるガラスブランク

と実質的に同一の形状・厚みを有するものである。そして、板状ガラス 26 の両面のサイズおよび形状は、熔融ガラス延伸領域 S1、S2（図 7 中、不図示）のサイズおよび形状と一致する。また、図 5 に示すプレス成形の開始時点の状態から、図 7 に示すガイド面 54A とガイド面 64A とが接触した状態となるまでに要する時間（以下、「プレス成形時間」と称す場合がある。）は、熔融ガラス塊 24 を薄板化する観点から、0.1 秒以内とすることが好ましい。また、プレス成形に際して、ガイド面 54A とガイド面 64A とが接触した状態となることにより、プレス成形面 52A とプレス成形面 62A との平行状態を維持することが容易となる。なお、プレス成形時間の下限は特に限定されないが、実用上は 0.05 秒以上であることが好ましい。

[0094] なお、図 4～図 7 に示したプレス成形型 50 は、プレス成形型本体 52 と、ガイド部材 54 とを有し、プレス成形型 60 も同様の構造を有する。しかしながら、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられる一対のプレス成形型は、熔融ガラス塊 24 を板状にプレス成形可能なものであれば図 4～図 7 に示したタイプのものに限定されない。たとえば、一対のプレス成形型として、図 4～図 7 に示すプレス成形型 50、60 からガイド部材 54、64 を除いたプレス成形型本体 52、62 から構成されるタイプ（ガイド部材レスタイプ）を用いてもよい。また、図 4～図 7 に示したプレス成形型 50、60 は、プレス成形型本体 52、62 とガイド部材 54、64 とが一体的に構成された一体型タイプであってもよいし、別部材として構成された分離型タイプであってもよい。なお、プレス成形型 50、60 が分離型タイプの場合、第一のプレス工程では、プレス成形型本体 52 とガイド部材 54 とが、同時かつ一体的に矢印 X1 方向に移動し、プレス成形型本体 62 とガイド部材 64 とが、同時かつ一体的に矢印 X2 方向に移動する。

[0095] なお、プレス成形型 50、60 は、各々ガイド部材 54、64 を有するため、図 7 に示すようにガイド部材 54 とガイド部材 64 とが接触した状態では、プレス成形面 52A とプレス成形面 62A とは、平行に保たれる。このため、図 4～図 6 に示すようにプレス成形型 50 が矢印 X1 方向に移動し、

プレス成形型 60 が矢印 X 2 方向に移動する過程において、プレス成形面 52 A と、プレス成形面 62 A とが、平行な状態を維持できなくても、得られるガラスブランクの板厚偏差を非常に小さくすることが容易である。それゆえ、プレス成形型 50、60 を駆動する駆動装置には、図 4 ～図 7 に示す一連のプロセスにおいて、プレス成形面 52 A とプレス成形面 62 A とが常に正確な平行状態を維持するように制御する制御能力は要求されない。

[0096] ー第二のプレス工程ー

第二のプレス工程では、第一のプレス成形型 50 と第二のプレス成形型 60 との間に形成された板状ガラス 26 を、第一のプレス成形型 50 と第二のプレス成形型 60 とによりプレスし続ける。すなわち、図 7 に示す第一のプレス工程が完了した直後の状態を維持しつつ、第一のプレス成形型 50 と第二のプレス成形型 60 とにより板状ガラス 26 をプレスし続ける。そして、この際、第二のプレス工程の継続時間を、ガラスブランクの平坦度が $10\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) になるように制御する。

[0097] なお、プレス成形面 52 A、62 A と溶融ガラス塊 24 とが接触する第一のプレス工程の開始直後から、第二のプレス工程が完了する時点までの間においては、プレス成形面 52 A とプレス成形面 62 A との間に位置するガラス (溶融ガラス塊 24 および板状ガラス 26) の温度は、プレス成形に使用するガラス材料にもよるが、一般的に、 $1200 \pm 50^\circ\text{C}$ 程度から $480^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ 程度にまで大幅に低下する。これに加えて、第二のプレス工程では、板状ガラス 26 のプレスも継続するため、板状ガラス 26 の流動性も時間の経過と共に低下する。特に、板状ガラス 26 のプレスを、板状ガラス 26 を構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるまで継続した場合、板状ガラス 26 の流動性はほぼ完全に喪失する。それゆえ、第二のプレス工程では、このような温度の大幅な低下に伴い、板状ガラス 26 の径方向における熱収縮が進行することになる。一方、第二のプレス工程においては、板状ガラス 26 の両面と接触するプレス成形面 52 A、62 A は、板状ガラス 26 の熱を吸収し続けて平面方向に熱膨張するか、あるいは、板状ガ

ラス 2 6 から十分な熱を吸収し終えることで平面方向の熱膨張が停止、もしくは、緩やかな熱収縮に転じることになると考えられる。

[0098] すなわち、第二のプレス工程では、板状ガラス 2 6 の両面とプレス成形面 5 2 A、6 2 A との間で、両部材の間における熱膨張・熱収縮の度合に差が生じることになる。このため、第二のプレス工程においては、熱収縮しつつある板状ガラス 2 6 の両面には、プレス成形面 5 2 A、6 2 A により、板状ガラス 2 6 の径方向に伸張させようとする力、すなわち、熱収縮とは逆方向の力が作用することになる。しかし、第二のプレス工程では、第二のプレス工程の進行に伴い板状ガラス 2 6 の流動性が大幅に低下するため、板状ガラス 2 6 に過剰な応力が作用すると板状ガラス 2 6 の脆性破壊が生じ易くなる。このため、板状ガラス 2 6 の両面に熱収縮とは逆方向の力が常に作用し続けると、板状ガラス 2 6 の平面方向に過剰な応力が作用し、板状ガラス 2 6 が割れてしまうことになる。

[0099] このような板状ガラス 2 6 の割れを防止するためには、(1) プレス成型 5 0、6 0 を構成する材料として、板状ガラス 2 6 を構成するガラス材料に、熱膨張係数が近い材料を用いた上で、(2) 第二のプレス工程において、板状ガラス 2 6 の温度とプレス成形面 5 2 A、6 2 A の温度とを同期させて冷却することが考えられる。しかしながら、第二のプレス工程では大幅な温度変化を伴うため、上述したような冷却を実施しようとする、冷却速度を非常に小さくする必要がある。しかしながら、この場合、第二のプレス工程の実施に要する時間が大幅に増大するため、量産性が大幅に低下し、実用性に欠ける可能性がある。

[0100] 以上に説明した点を考慮すれば、第二のプレス工程における板状ガラス 2 6 の割れをより確実に防止するためには、第二のプレス工程において、プレス圧力を経時的に減少させることが好ましい。この場合、プレス圧力の減少によって、板状ガラス 2 6 の両面と、プレス成形面 5 2 A、6 2 A との間の摩擦係数が減少する。そして、その結果、板状ガラス 2 6 の両面とプレス成形面 5 2 A、6 2 A との間でスリップが生じ、板状ガラス 2 6 の両面に、割

れの原因となる熱収縮とは逆方向の力が作用するのを遮断し易くなる。ここで、「プレス圧力が経時的に減少する」とは、第二のプレス工程において、時間の経過に対してプレス圧力が減少する場合のみならず、時間の経過に対してプレス圧力が一時的に増大または一定値を維持する場合であっても、時間に対するプレス圧力の変化を1次方程式で近似した場合に、傾きがマイナスになる場合も含まれる。また、プレス圧力は、時間の経過と共に段階的に減少させてもよく、時間の経過と共に連続的に減少させてもよい。

[0101] なお、プレス圧力を、時間の経過と共に段階的に減少させる場合、プレス圧力を、第一のプレス成形面50と第二のプレス成形面60との間に挟持される板状ガラス26の温度が、板状ガラス26を構成するガラス材料の屈伏点 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内にまで低下した時点で、減少させることが好ましい。これにより、比較的単純なプレス圧力の操作で、より効果的に板状ガラス26の割れを抑制することができる。なお、この場合、板状ガラス26の割れの確実な抑制と、平坦性の悪化抑制とをバランス良く両立させる観点から、プレス圧力は、減少前を100%とすると、減少後は1%~10%程度の範囲内とすることが好ましい。

[0102] また、第二のプレス工程において、プレス圧力を経時的に減少させる代わりに、プレス圧力を経時的に波状に変化させてもよい。この場合、たとえば、時間の経過に対して、プレス圧力を矩形波状や、サイン波状等のように周期的に変化させることができる。この場合、時間の経過に対して、プレス圧力が極小値近傍を示した際に、板状ガラス26の両面と、プレス成形面52A、62Aとの間の摩擦係数が減少する。そして、その結果、板状ガラス26の両面とプレス成形面52A、62Aとの間でスリップが生じ、板状ガラス26の両面に、割れの原因となる熱収縮とは逆方向の力が作用するのを遮断し易くなる。

[0103] なお、第二のプレス工程では、板状ガラス26は、直径方向のみならず、厚み方向にも僅ではあるが熱収縮が生じる。このため、第二のプレス工程の実施中において、プレス成形面52Aや、プレス成形面62Aと、板状ガラ

ス 2 6 との間に僅かな隙間が生じてしまう場合がある。この場合、プレス成形面 5 2 A およびプレス成形面 6 2 A と、板状ガラス 2 6 とが隙間無く密着しているときと比べて、隙間が生じたときは、両部材間の熱伝導効率が低下する。そして、その結果、板状ガラス 2 6 の両面、あるいは、面内において、温度分布が生じ易くなる。このような温度分布は、板状ガラス 2 6 内における粘度分布（流動性のムラ）を生じさせることになるため、板状ガラス 2 6 に反りが生じ易くなり、得られるガラスブランクの平坦性を悪化させ易くなる。

[0104] 以上に説明した点を考慮するならば、第二のプレス工程の実施中において、板状ガラス 2 6 の一方の面と第一のプレス成形型 5 0 のプレス成形面 5 2 A とを常に隙間無く密着させると共に、板状ガラス 2 6 の他方の面と第二のプレス成形型 6 0 のプレス成形面 6 2 A とを常に隙間無く密着させることが好ましい。この場合、一对のプレス成形型としては、板状ガラス 2 6 の厚み方向の熱収縮に対してプレス成形面の追従性に優れたプレス成形型を用いることができる。このようなプレス成形型としては、具体的には、プレス成形型 5 0、6 0 からガイド部材 5 4、6 4 を除いたプレス成形型本体 5 2、6 2 から構成されるガイド部材レスタイプのプレス成形型や、プレス成形型本体 5 2、6 2 とガイド部材 5 4、6 4 とが別部材として構成された分離型タイプのプレス成形型 5 0、6 0 を用いることができる。なお、分離型タイプのプレス成形型 5 0、6 0 を用いる場合、第二のプレス工程では、プレス成形型本体 5 2 のみを矢印 X 1 方向に押圧し、プレス成形型本体 6 2 のみを矢印 X 2 方向に押圧することで、板状ガラス 2 6 に対してプレス圧力を加える。

[0105] ー取出工程ー

第二のプレス工程を経た後は、第一のプレス成形型 5 0 と第二のプレス成形型 6 0 とを離間して、第一のプレス成形型 5 0 と第二のプレス成形型 6 0 との間に挟持された板状ガラス 2 6 を取り出す取出工程を行う。この取出工程は、たとえば、以下に説明するように実施できる。まず、図 8 に示すよう

に、第一のプレス成形型 50 と第二のプレス成形型 60 とを互いに離間させるように、第一のプレス成形型 50 を矢印 X 2 方向へ移動させ、第二のプレス成形型 60 を矢印 X 1 方向へ移動させる。これにより、プレス成形面 62 A と、板状ガラス 26 とを離型させる。次いで、図 9 に示すように、プレス成形面 52 A と、板状ガラス 26 とを離型させて、板状ガラス 26 を鉛直方向の下方 Y 1 側に落下させて取り出す。なお、プレス成形面 52 A と板状ガラス 26 とを離型させる際には、板状ガラス 26 の外周方向から力を加えて板状ガラス 26 を剥がすように離型することができる。この場合、板状ガラス 26 に大きな力を加えることなく、取出しを行うことができる。なお、取出しに際しては、プレス成形面 52 A と板状ガラス 26 とを離型した後に、プレス成形面 62 A と板状ガラス 26 とを離型してもよい。そして、最後に、取出した板状ガラス 26 を必要に応じてアニール処理して歪を低減・除去し、磁気記録媒体ガラス基板を加工するための母材、すなわち、ガラスブランクを得る。

[0106] ーガラスブランクー

以上に説明した第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法により得られたガラスブランクは、その平坦度を $10\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) とすることができ、 $4\ \mu\text{m}$ 以下 ($4\ \mu\text{m}$ 以内) とすることも極めて容易である。なお、ラッピング工程等の平坦性の改善を主たる目的として実施される後工程を省略または短縮する観点からは、平坦度は $4\ \mu\text{m}$ 以下 ($4\ \mu\text{m}$ 以内) とすることが好ましい。

[0107] なお、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法は板厚がより薄く、平坦性のよいガラスブランクの製造に好適である。具体的には板厚が $2\ \text{mm}$ 以下であり、かつ、平坦度が $10\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) であるガラスブランクの製造に好適である。より好ましい板厚は $1.5\ \text{mm}$ 以下、さらに好ましい板厚は $1.2\ \text{mm}$ 以下、一層好ましい板厚は $1.0\ \text{mm}$ 以下である。

[0108] ープレス成形型ー

プレス成形型 50、60 を構成する材料としては、耐熱性、加工性、耐久

性を考慮すると金属または合金が好ましい。この場合、溶融ガラスの温度を考慮すると、プレス成形型 50、60 を構成する金属または合金の耐熱温度は 1000℃以上が好ましく、1100℃以上がより好ましい。プレス成形型 50、60 を構成する材料としては、具体的には、球状黒鉛鋳鉄（FCD）、合金工具鋼（SKD61 など）、高速鋼（SKH）、超硬合金、コルモノイ、ステライトなどが好ましい。なお、プレス成形に際しては、水や空気などの冷却媒体を用いてプレス成形型 50、60 を冷却し、プレス成形型 50、60 の温度の上昇を抑制してもよい。また、プレス成形面 52A、62A の面内の温度分布を均一化するために、冷却媒体を利用してプレス成形面 52A、62A の中央部近傍を冷却したり、および／または、プレス成形型 50、60 の外周側にヒータ等の加熱部材を配置して、プレス成形面 52A、62A の外縁側を加熱してもよい。

[0109] また、第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 のプレス成形面 52A、62A の少なくとも板状ガラス 26 と接触する領域（溶融ガラス延伸領域 S1、S2）は、たとえば、ガラスブランクの表面に、板厚の $1/3 \sim 1/4$ 程度の深さを有する V 字溝等を形成するための凸部などの大きな凹凸部が形成された面でもよいが、通常は、略平坦な面であることが好ましい。なお、プレス成形面 52A、62A の全面を略平坦な面としてもよい。この理由は、ガラスブランクに大きな V 字状の溝が形成された場合、V 字溝部分の応力集中に起因すると推定される割れ欠陥が発生し易くなるためである。また、これに加えて、溶融ガラス延伸領域 S1、S2 に、大きな凹凸部が形成されると、第二のプレス工程における板状ガラス 26 の径方向の熱収縮を阻害する。このため、板状ガラス 26 の平面方向に過剰な応力が発生し、板状ガラス 26 が割れやすくなるためである。

[0110] ここで、当該「略平坦な面」とは、通常の、実質的に曲率が 0 である平坦面に加えて、僅かに凸面または凹面を成すような非常に小さな曲率を有する面も意味する。また、「略平坦な面」には、プレス成形型を製造する際の通常の平坦化加工や鏡面研磨加工等を施すことで形成される微小な凹凸が存在

することは、当然、許容されるが、この微小な凹凸と比べて、より大きい凸部および／または凹部が必要に応じて設けられていてもよい。

[0111] ここで、微小な凹凸と比べてより大きい凸部としては、流動抵抗の悪化を招いたり、溶融ガラス塊の部分的な冷却を促進する可能性が小さく高さが $20\ \mu\text{m}$ 以下の実質的に点状および／または実質的に線状の凸部であれば、許容される。なお、当該高さは $10\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $5\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、微小な凹凸と比べてより大きい凸部が、実質的に点状および実質的に線状ではなく、頂面の最小幅が数ミリメートルまたはそれを超えるオーダーの台形状の凸部、または、この台形状の凸部と同程度の高さ・サイズを有するドーム状の凸部である場合には、上述したような流動抵抗の悪化を招いたり、溶融ガラス塊の部分的な冷却を促進する可能性が小さくなるため、その高さは $50\ \mu\text{m}$ 以下であれば、許容される。なお、当該高さは、 $30\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $10\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、台形状の凸部の底面と側面との交点部分の応力集中による割れの発生を抑制する観点から、台形状の凸部の側面は、その傾斜角が、頂面に対して 0.5 度以下の角度を成す平面を成すか、この平面を凹面とした曲面とすることが好ましい。なお、当該角度は 0.1 度以下がより好ましい。

[0112] また、微小な凹凸と比べてより大きい凹部としては、プレス成形時にこの凹部に流入する溶融ガラスの流動性の悪化を招いたり等しないように、深さが $20\ \mu\text{m}$ 以下の実質的に点状および／または実質的に線状の凹部であれば、許容される。なお、当該深さは $10\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $5\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、微小な凹凸と比べてより大きい凹部が、実質的に点状および実質的に線状ではなく、頂面の最小幅が数ミリメートルまたはそれを超えるオーダーの逆台形状の凹部、または、この逆台形状の凹部と同程度の深さ・サイズを有する逆ドーム状の凹部である場合には、上述したような流動性の悪化を招く可能性が小さくなるため、その深さは $50\ \mu\text{m}$ 以下であれば、許容される。なお、当該深さは、 $30\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $10\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、台形状の凸部の底面と側面との交点部分の応力集中

による割れの発生を抑制する観点から、台形状の凸部の側面は、その傾斜角が、底面に対して0.5度以下の角度を成す平面を成すか、この平面を凹面とした曲面とすることが好ましい。なお、当該角度は0.1度以下がより好ましい。

[0113] 第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、プレス成型型として、既述したように、(1)ガイド部材レスタイプのプレス成型型、(2)プレス成型型本体52、62とガイド部材54、64とが一体的に構成された一体型タイプのプレス成型型50、60、(3)プレス成型型本体52、62とガイド部材54、64とが別部材として構成された分離型タイプのプレス成型型50、60などが利用できる。これら3種類のプレス成型型の中でも、より高い平坦性と、より小さい板厚偏差とを最もバランス良く両立させることができる観点からは、分離タイプのプレス成型型50、60を用いることが最も好ましい。

[0114] ここで、分離タイプのプレス成型型50、60は、具体的には以下に示す構造を有するものを用いることが好ましい。すなわち、分離タイプのプレス成型型50（またはプレス成型型60）としては、水平方向と略直交するプレス成型面52Aを有するプレス成型型本体52と、プレス成型時に、プレス成型面52Aに対向配置された他方のプレス成型型60側に押し出された際に、他方のプレス成型型60の一部と接触することで、一对のプレス成型型50、60のプレス成型面52A、62A間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材54と、プレス成型型本体52とガイド部材54とを、プレス成型面52Aと略直交する方向であって、かつ、他方のプレス成型型60側に、同時に押し出す第一の押出部材と、第一の押出部材によって、ガイド部材54と他方のプレス成型型60の一部とが接触した後に、プレス成型型本体52を、プレス成型面52Aと略直交する方向であって、かつ、他方のプレス成型型60側に押し出す第二の押出部材と、を少なくとも備えることが好ましい。

[0115] 図10は、第一の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク

の製造方法に用いられるプレス成形型の一例を示す模式断面図であり、具体的には、分離タイプのプレス成形型 50、60 の一例を示す図である。図 10 中、図 4 ～図 9 に示すものと同様のものについては同じ符号が付してある。また、図 10 に示すプレス成形型 50S は、プレス成形型 50 に対応しているが、プレス成形型 60 も同様の構造を採用できる。ここでプレス成形型 50S は、その主要部が、プレス成形型本体 52 と、ガイド部材 54 と、第一の押出部材 56 と、第二の押出部材 58 と、から構成されている。各々の部材の中心軸（図中、一点鎖線 X）は一致しており、中心軸は水平方向と略一致している。

[0116] ここで、プレス成形型本体 52 は、一方の端面が円形のプレス成形面 52A を構成する円柱体から構成されている。なお、プレス成形型本体 52 の形状は、図 10 に示す例では、円柱状であるが、略柱状形状であれば、その形状は特に限定されない。プレス成形面 52A は、図 10 に示す例では、略な平坦な面を成している。

[0117] ガイド部材 54 は、軸方向 X の長さが円柱体からなるプレス成形型本体 52 の軸方向 X の長さよりも長く、内周側にプレス成形型本体 52 を収容すると共に、第一の押出部材 56 により押し出された際に一方の端面（ガイド面 54A）が他方のプレス成形型を構成するガイド部材（図中、不図示）と接触する円筒体から構成されている。ここで、軸方向 X におけるガイド部材 54 の長さとプレス成形型本体 52 の長さとの差、言い換えれば、軸方向 X におけるガイド面 54A とプレス成形面 52A との高低差 H は、作製されるガラスブランクの板厚のほぼ半分の長さに相当する。なお、ガイド部材 54 の形状は、円筒状であるが、筒状であれば、その形状は特に限定されない。

[0118] 第一の押出部材 56 は、円盤状部材から構成されている。ここで、この円盤状の第一の押出部材 56 の一方の面（押出面 56A）は、プレス成形型本体 52 の他方の端面（被押出面 52B）とガイド部材 54 の他方の端面（被押出面 54B）とに接触する平坦面からなる。また、プレス成形型本体 52 の被押出面 52B に対向する領域の一部に、第一の押出部材 56 の厚み方向

に貫通する貫通穴 5 6 H が設けられている。なお、押出面 5 6 A と反対側の面 5 6 B は、不図示の第一の駆動装置に接続されている。このため、プレス成形に際しては、この第一の駆動装置によって、第一の押出部材 5 6 を介して、プレス成形型本体 5 2 とガイド部材 5 4 とを同時に、図中の軸方向 X の第一の押出部材 5 6 が配置された側からプレス成形型本体 5 2 およびガイド部材 5 4 が配置された側へと押し出すことができる。

[0119] なお、図 10 に示す例では、第一の押出部材 5 6 の形状は円盤状であるが、略板状であればその形状は特に限定されない。また、貫通穴 5 6 H は、プレス成形型本体 5 2 および第一の押出部材 5 6 の中心軸 X に沿って、円形の開口を有する穴として設けられているが、プレス成形型本体 5 2 の被押出面 5 2 B に対向する領域の一部であれば、第一の押出部材 5 6 の任意の位置に、任意の数の貫通穴 5 6 H を設けることができる。また、貫通穴 5 6 H の開口形状も適宜選択することができる。ただし、貫通穴 5 6 H は、プレス成形型本体 5 2 の中心軸 X に対して、点対称に設けられることが特に好ましい。

[0120] 第二の押出部材 5 8 は、貫通穴 5 6 H 内に配置されると共に、プレス成形型本体 5 2 の被押出面 5 2 B 側に接続された棒状部材から構成される。なお、第二の押出部材 5 8 は、図 10 に示す例では円柱状の棒状を成すが、プレス成形型本体 5 2 を X 軸方向に移動させることができるのであれば、その形状は特に限定されない。なお、第二の押出部材 5 8 の被押出面 5 2 B 側に接続された一方の端と反対側の端は、不図示の第二の駆動装置に接続されている。このため、プレス成形に際しては、この第二の駆動装置によって、第二の押出部材 5 8 を介して、プレス成形型本体 5 2 のみを、第二の押出部材 5 8 が配置された側からプレス成形型本体 5 2 が配置された側へと、X 軸方向に沿って押し出すことができる。

[0121] ーガラス材料ー

第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられるガラス材料としては、磁気記録媒体ガラス基板として好適な物性、特に、高熱膨張係数、さらに高剛性、あるいは耐熱性等を有し、かつ、水平ダイレクトプレスによ

り板状にプレス成形が容易なものであれば特に限定されない。熱膨張係数については、磁気記録媒体を保持する保持具の熱膨張係数に近いことが望まれる。具体的には、 $100 \sim 300^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が $70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが好ましく、 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることがより好ましく、 $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることがさらに好ましく、 $85 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが一層好ましい。平均線膨張係数の上限値は特に限定されるものではないが、実用上は、 $120 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが好ましい。磁気記録媒体の高速回転時に生じるたわみを低減する上から高剛性のガラス材料が望まれるが、具体的には、ヤング率が 70 GPa 以上であることが好ましく、 75 GPa 以上であることがより好ましく、 80 GPa 以上であることがさらに好ましく、 85 GPa 以上であることが一層好ましい。ヤング率の上限値は特に限定されるものではないが、実用上は、 120 GPa 以下であることが好ましい。さらに、耐熱性の優れたガラス材料を用いることにより、磁気記録媒体の製造過程で基板を高温で処理することが可能になることから、ガラス材料のガラス転移温度は 600°C 以上が好ましく、 610°C 以上がより好ましく、 620°C 以上がさらに好ましく、 630°C 以上が一層好ましい。なお、ガラス転移温度の上限値は特に限定されないが、プレス成形時の温度が高温となるのを抑制するなどの実用上の観点からは 780°C 以下であることが好ましい。高熱膨張係数、高剛性、耐熱性を兼備するガラス材料を使用することは、高記録密度の磁気記録媒体に好適なガラス基板を得る上から有効である。

- [0122] ガラス材料の組成としては、磁気記録媒体ガラス基板として好適な物性の実現が容易な組成を適宜選択でき、たとえば、従来の垂直ダイレクトプレス用のガラス材料のガラス組成を適宜選択できるが、アルミノシリケートガラスを選択することが好ましい。なお、アルミノシリケートガラスとしては、耐熱性、高剛性および高熱膨張係数をバランス良く両立させることが容易であることから、特に、下記に示す組成が特に好ましい。すなわち、このガラスのガラス組成（以下、「ガラス組成1」という。）は、

モル％表示にて、

SiO_2 を50～75％、

Al_2O_3 を0～5％、

Li_2O を0～3％、

ZnO を0～5％、

Na_2O および K_2O から選択される少なくとも1種の成分を合計で3～15％、

MgO 、 CaO 、 SrO および BaO から選択される少なくとも1種の成分を合計で14～35％、ならびに、

ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 および HfO_2 から選択される少なくとも1種の成分を合計で2～9％、

含み、

モル比 $\{(\text{MgO} + \text{CaO}) / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})\}$ が0.

8～1の範囲であり、かつ、モル比 $\{\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{MgO} + \text{CaO})\}$ が0～0.30の範囲である。

[0123] ガラス組成1の100～300℃における平均線膨張係数の好ましい範囲は $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、ガラス転移温度の好ましい範囲は630℃以上、ヤング率の好ましい範囲は80GPa以上である。ガラス組成1は、高Ku磁性材料を使用したエネルギーアシスト方式の磁気記録媒体ガラス基板の材料として好適である。

[0124] 高熱膨張係数を備え、耐酸性、耐アルカリ性に優れ、基板表面からのアルカリ溶出も少なく、化学強化にも好適なガラス材料として、以下のガラス組成（以下、「ガラス組成2」という。）を有するものを示すことができる。すなわち、ガラス組成2は、

モル％表示にて、

SiO_2 と Al_2O_3 を合計で70～85％、ただし、 SiO_2 の含有量が50％以上、 Al_2O_3 の含有量が3％以上、

Li_2O 、 Na_2O および K_2O を合計で10％以上、

MgOとCaOを合計で1～6%、ただし、CaOの含有量がMgOの含有量よりも多い、

ZrO₂、TiO₂、La₂O₃、Y₂O₃、Yb₂O₃、Ta₂O₅、Nb₂O₅およびHfO₂を合計で0%を超えて4%以下、

含む組成である。

[0125] (磁気記録媒体ガラス基板の製造方法)

第一の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法は、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法により作製されたガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板を製造することを特徴とする。以下にガラスブランクを加工して磁気記録媒体ガラス基板とする際の各工程の具体例についてより詳細に説明する。

[0126] まず、プレス成形して得られたガラスブランクに対してスクライブが行われる。スクライブとは、成形されたガラスブランクを所定のサイズのリング形状とするために、ガラスブランク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ガラスブランクは、部分的に加熱され、ガラス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、真円形状のディスク状ガラスとなる。なお、ガラスブランクの状態において、外径のサイズが最終的な磁気記録媒体ガラス基板（磁気ディスク用ガラス基板）の外径と略同じ場合（後述する端面研磨のみでサイズを修正可能な場合）には、スクライブ工程の代わりに円孔となる中心部に対してコアリングを行ってもよい。

[0127] スクライブ加工する場合、ガラスブランクの主表面の粗さが1 μm以下であれば、スクライバを用いて好適に切断線を設けることができる。なお、ガラスブランクの主表面の粗さが1 μmを超える場合、スクライバが表面凹凸に追従せず、切断線を一様に設けることが困難となる場合がある。この場合は、ガラスブランクの主表面を平滑化してからスクライブを行う。

- [0128] 次に、スクライブしたガラス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。チャンファリングでは、リング形状のガラス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。
- [0129] 次にディスク状ガラスの端面研磨が行われる。端面研磨では、ガラスの内周側端面及び外周側端面を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、ガラス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ージョンの原因となるイオン析出の発生を防止することができる。
- [0130] 次に、ディスク状ガラスの主表面に第1研磨が施される。第1研磨は、主表面に残留したキズ、歪みの除去を目的とする。第1研磨による取り代は、たとえば数 μm ～10 μm 程度である。取り代の大きい研削工程を行わずに済むため、ガラスには、研削工程に起因するキズ、歪み等は生じない。よって、第1研磨工程における取り代は少なく済む。
- [0131] 第1研磨工程、及び後述する第2研磨工程では、両面研磨装置が用いられる。両面研磨装置は、研磨パッドを用い、ディスク状ガラスと研磨パッドとを相対的に移動させて研磨を行う装置である。両面研磨装置はそれぞれ所定の回転比率で回転駆動されるインターナルギア及び太陽ギアを有する研磨用キャリア装着部と、この研磨用キャリア装着部を挟んで互いに逆回転駆動される上定盤及び下定盤とを有する。上定盤および下定盤のディスク状ガラスと対向する面には、それぞれ後述する研磨パッドが貼り付けられている。インターナルギアおよび太陽ギアに噛合するように装着した研磨用キャリアは遊星歯車運動をして、太陽ギアの周囲を自転しながら公転する。
- [0132] 研磨用キャリアにはそれぞれ複数のディスク状ガラスが保持されている。上定盤は上下方向に移動可能であって、ディスク状ガラスの表裏の主表面に研磨パッドを加圧する。そして研磨砥粒（研磨材）を含有するスラリー（研磨液）を供給しつつ、研磨用キャリアの遊星歯車運動と、上定盤および下定

盤が互いに逆回転することにより、ディスク状ガラスと研磨パッドとは相対的に移動して、ディスク状ガラスの表裏の主表面が研磨される。なお、第1研磨工程では、研磨パッドとしてたとえば硬質樹脂ポリッシャ、研磨材としてはたとえば酸化セリウム砥粒、が用いられる。

[0133] 次に、第1研磨後のディスク状ガラスは化学強化される。化学強化液として、たとえば硝酸カリウムの溶融塩等を用いることができる。化学強化では、化学強化液が、たとえば300℃～400℃に加熱され、洗浄したガラスが、たとえば200℃～300℃に予熱された後、ガラスが化学強化液中に、たとえば3時間～4時間浸漬される。この浸漬の際には、ガラスの両主表面全体が化学強化されるように、複数のガラス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。

[0134] このように、ガラスを化学強化液に浸漬することによって、ガラスの表層の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カリウムイオンにそれぞれ置換され、約50～200 μm の厚さの圧縮応力層が形成される。これにより、ガラスが強化されて良好な耐衝撃性が備わるようになる。なお、化学強化処理されたガラスは洗浄される。たとえば、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。

[0135] 次に、化学強化されて十分に洗浄されたガラスに第2研磨が施される。第2研磨による取り代は、たとえば1 μm 程度である。

[0136] 第2研磨は、主表面を鏡面状に仕上げることを目的とする。第2研磨工程では、第1研磨工程と同様に、両面研磨装置を用いてディスク状ガラスに対する研磨が行われるが、使用する研磨液（スラリー）に含有される研磨砥粒、および研磨パッドの組成が異なる。第2研磨工程では、第1研磨工程よりも、使用する研磨砥粒の粒径を小さくし、研磨パッドの硬さを柔らかくする。たとえば、第2研磨工程では、研磨パッドとしてたとえば軟質発泡樹脂ポリッシャ、研磨材としてはたとえば、第1研磨工程で用いる酸化セリウム砥粒よりも微細な酸化セリウム砥粒やコロイダルシリカ等が用いられる。

[0137] 第2研磨工程で研磨されたディスク状ガラスは、再度洗浄される。洗浄で

は、中性洗剤、純水、IPAが用いられる。第2研磨により、たとえば、主表面の平坦度が $4\text{ }\mu\text{m}$ 以下（ $4\text{ }\mu\text{m}$ 以内）であり、主表面の粗さ（ R_a ）が 0.2 nm 以下の磁気ディスク用ガラス基板が得られる。この後、磁気ディスク用ガラス基板に、磁性層等の各層が成膜されて、磁気ディスクが作製される。

[0138] なお、化学強化工程は、第1研磨工程と第2研磨工程との間に行われるが、この順番に限定されない。第1研磨工程の後に第2研磨工程が行われる限り、化学強化工程は、適宜配置することができる。たとえば、第1研磨工程、第2研磨工程、化学強化工程の順（以下、工程順序1）でもよい。ただし、工程順序1では、化学強化工程により生じうる表面凹凸が除去されないことになるため、第1研磨工程、化学強化工程、第2研磨工程の工程順序が、より好ましい。

[0139] なお、磁気記録媒体ガラス基板の製造に際して、加工に使用するガラスブランクの平坦度と、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とを、実質同一とすることもできる。磁気記録媒体ガラス基板に要求される平坦度としては、例えば2.5インチのガラス基板に対して近年では $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下（ $10\text{ }\mu\text{m}$ 以内）が要求されているが、このような平坦度は、第一の本実施形態のガラスブランク製造方法により作製されたガラスブランクにより容易に達成することができるためである。ここで、「加工に使用するガラスブランクの平坦度と、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが、実質同一である」とは、求められる磁気記録媒体ガラス基板（磁気ディスク用ガラス基板）の平坦度を100%とした場合に、ガラスブランクの平坦度が105%以下であることを意味する。

[0140] なお、加工に使用するガラスブランクの平坦度と、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度と、実質同一とする場合、ラッピング工程などの平坦度の改善を主目的のひとつとして実施される工程を省略することができる。

[0141] （磁気記録媒体の製造方法）

第一の本実施形態の磁気記録媒体の製造方法は、第一の本実施形態の磁気

記録媒体ガラス基板の製造方法により作製された磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を製造することを特徴とする。

[0142] 磁気記録媒体は磁気ディスク、ハードディスクなどと呼ばれ、デスクトップパソコン、サーバ用コンピュータ、ノート型パソコン、モバイル型パソコンなどの内部記憶装置（固定ディスクなど）、画像および／または音声を記録再生する携帯記録再生装置の内部記憶装置、車載オーディオの記録再生装置などに好適である。

[0143] 磁気記録媒体は、たとえば、磁気記録媒体ガラス基板の主表面上に、この主表面に近いほうから順に、少なくとも付着層、下地層、磁性層（磁気記録層）、保護層、潤滑層を積層した構成とすることができる。たとえば磁気記録媒体ガラス基板を、減圧した成膜装置内に導入し、DCマグネトロンスパッタリング法にてAr雰囲気中で、磁気記録媒体ガラス基板の主表面上に付着層から磁性層までを順次成膜する。付着層としてはたとえばCrTi、下地層としてはたとえばCrRuを用いることができる。上記成膜後、たとえばCVD法によりC₂H₄ガスを用いて保護層を成膜し、同一チャンバ内で、表面に窒素を導入する窒化処理を行うことにより、磁気記録媒体を形成することができる。その後、たとえばPFPE（ポリフルオロポリエーテル）をディップコート法により保護層上に塗布することにより、潤滑層を形成することができる。

[0144] 磁気記録媒体のサイズとしては特に限定されないが、磁気記録媒体ガラス基板が耐衝撃性に優れたガラス材料から構成されるため、持ち運びに便利であり、かつ、外部からの衝撃に曝される可能性の高い2.5インチまたはこれ以下のサイズであることが好適である。

[0145] <第二の本実施形態>

（磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法およびこれを用いた製造装置）

第二の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法

（以下、「ガラスブランクの製造方法」と略す場合がある。）は、落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク（以下、「ガラスブランク」と略す場合がある。）を製造する。

[0146] ここで、少なくとも第一のプレス成形型が、プレス成形面を有するプレス成形型本体と、プレス成形時に、プレス成形面に対向配置されたプレス成形型側に押し出された際に、プレス成形面に対向配置されたプレス成形型の一部と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備える。

[0147] そして、プレス成形工程が、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型と、が接触するまで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることで溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型と、により板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、を含むものである。

[0148] ここで、プレス成形工程の第一のステップでは、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させる。このため、溶融ガラス塊が第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形され、板状ガラスとなる。また、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることで、第一のプレス成形型のガイド部材と第二のプレス成形型とが接触する。よって、この時点で、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離が略一定に保たれることになる。このため、プレス成形面間に挟持された状態の板状ガラスの板厚偏差を非常に小さくすることができる。よって、この結果、得られるガラスブランクの板厚偏差も非常に小さくすることができる。

[0149] しかし、第一のステップが終了した直後の状態では、板状ガラスは高温で流動性が高く、変形し易い状態にある。このため、第一のステップが終了した直後に、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを互いに離間して、板状ガラスを取り出すと、板状ガラスの両面は何らの部材によっても支持されないため、板状ガラスが容易に変形してしまう。このため、作製されるガラスブランクの平坦性が悪化する。それゆえ、第一のステップが終了した後においても、しばらくの間は、第一のプレス成形型のガイド部材と第二のプレス成形型とを互い接触させた状態を維持して、板状ガラスの両面をプレス成形面により支持することが好ましいと考えられる。これにより、板状ガラスの両面をプレス成形面により支持した状態で板状ガラスの変形を防ぎつつ、板状ガラスを冷却し、流動性が低下または喪失した後に取り出せば、ガラスブランクの平坦性が悪化するのを抑制できると考えられるためである。

[0150] しかし、プレス成形面と接触する板状ガラスは、プレス成形型により熱を奪われて、冷却される過程で、収縮する。このため、第一のステップが終了した直後のプレス成形面間の距離が、その後も維持され続けると、プレス成形面と板状ガラスとの間に隙間が形成される。よって、板状ガラスの収縮も考慮すると、板状ガラスの両面を常にプレス成形面により支持し続けることは困難である。それゆえ、第一のステップが終了した後、さらにしばらくの間、第一のプレス成形型のガイド部材と第二のプレス成形型とを互い接触させた状態を維持したとしても、板状ガラスの変形を抑制することは難しい。

[0151] しかしながら、第二のステップでは、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型と、により板状ガラスをさらにプレスし続ける。すなわち、第一のプレス成形型のプレス成形型本体のみを第二のプレス成形型のプレス成形面側へとより接近させるように、板状ガラスをさらにプレスし続ける。このため、板状ガラスがその厚み方向に収縮したとしても、プレス成形面が板状ガラスの両面に隙間無く密着し続けて、板状ガラスの両面を支持する。よって、このように板状ガラスの両面をプレス成形面に

より常に支持した状態で、板状ガラスを冷却し、流動性が低下または喪失した後に取り出せば、ガラスブランクの平坦性が悪化するのをより確実に抑制できる。

[0152] また、第二のステップでは隙間に存在する空気等の気体よりも熱伝導性の高い固体部材から構成されるプレス成型型のプレス成型面と板状ガラスとが隙間無く密着し続けるため、板状ガラスの熱がプレス成型型により、効率的に奪われる。このため、プレス成形中の板状ガラスの流動性の低下は、プレス成型面と板状ガラスとの間に隙間が形成される場合と比べて、より促進される。したがって、板状ガラスとプレス成型面とが離間した時点（第二のステップが完了した時点）においては、板状ガラスの流動性がより低下して変形し難い状態または変形不可能な状態となる。よって、この観点でも、プレス成形後の板状ガラスの変形が生じ難く、ガラスブランクの平坦度をより小さくすることができる。

[0153] なお、第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、第一のプレス成型型のみが、プレス成型型本体およびガイド部材を少なくとも備えたものであってもよい。この場合、第二のプレス成型型は、たとえば、一方の端面がプレス成型面を構成する柱状体からなるプレス成型型などを用いることができる。この場合、第一のステップにおいて、第一のプレス成型型のガイド部材が、第二のプレス成型型のプレス成型面に接触する。そして、第二のステップでは、第一のプレス成型型のガイド部材と、第二のプレス成型型のプレス成型面とを接触させた状態で、第一のプレス成型型のプレス成型型本体と、第二のプレス成型型と、により板状ガラスをさらにプレスし続ける（以下、このようなプレス成形プロセスを、「第一のプレスプロセス」と称す場合がある）。

[0154] また、第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、第一のプレス成型型および第二のプレス成型型の各々が、プレス成型面を有するプレス成型型本体と、プレス成形時に、プレス成型面に対向配置されたプレス成型型側に押し出された際に、プレス成型面に対向配置されたプレス成型型の一部

と接触することで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備えていてもよい。この場合、第一のステップが、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型のガイド部材と、が接触するまで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型を互いに接近させることにより実施される。そして、第二のステップが、第一のプレス成形型のガイド部材と、第二のプレス成形型のガイド部材とを接触させた状態で、第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、第二のプレス成形型のプレス成形型本体と、により板状ガラスをさらにプレスし続けることにより実施される（以下、このようなプレス成形プロセスを、「第二のプレスプロセス」と称す場合がある）。

[0155] なお、第二のステップを実施する上で、第一のプレスプロセスおよび第二のプレスプロセスのいずれにおいても用いられる、プレス成形型本体およびガイド部材を少なくとも備えるプレス成形型は、プレス成形型本体とガイド部材とが、対向配置された他方のプレス成形型側へと別個に移動可能な機能を有していることが特に好ましい。

[0156] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、第一のプレスプロセスおよび第二のプレスプロセスのいずれのプロセスで実施することもできる。しかしながら、同程度の板厚偏差および平坦度を有するガラスブランクを得る上では、プレス成形に要する時間を、第一のプレスプロセスに対して、より短縮でき、たとえば、1 / 3 程度にまで短縮することも可能となる観点から、第二のプレスプロセスで実施することが特に好ましい。この理由は、第一のプレスプロセスよりも第二のプレスプロセスの方が、使用する一对のプレス成形型の構造が、より近似した構造または同一の構造となるため、一对の成形型間に位置する板状ガラスの冷却も、両面からより対称的に実施できるためである。

[0157] 以上に説明した第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、プレス成形工程を少なくとも含むものであれば特に限定されないが、通常は、溶融

ガラス塊形成工程を有することが好ましい。また、プレス成形工程を経た後は、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とを離間して板状ガラスを取り出す取出工程が実施される。以下に、溶融ガラス塊形成工程および取出工程も含めて、各工程についてより詳細に説明する。なお、以下の説明において、既に上述した点については説明を省略する。

[0158] ー溶融ガラス塊形成工程ー

溶融ガラス塊形成工程では、プレス成形の対象物である溶融ガラス塊を作製する。溶融ガラス塊の作製方法としては特に限定されないが、通常は、溶融ガラスをガラス流出口から垂下させ、鉛直方向の下方側へと連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を切断することで、溶融ガラス塊を形成する。なお、溶融ガラス流の先端部の切断には、一対のシアブレードを用いることができる。また、溶融ガラスの粘度としては先端部の切断や、プレス成形に適した粘度であれば特に限定されないが、通常は、 $500 \text{ dPa} \cdot \text{s} \sim 1050 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ の範囲内で、一定の値に制御されることが好ましい。なお、プレス成形直前の溶融ガラス塊の粘度も上記の範囲内とすることが好ましい。

[0159] 次に、溶融ガラス塊形成工程の具体例を図面を用いてより詳細に説明する。溶融ガラス塊形成工程では、図11に示すように、上端部が不図示の溶融ガラス供給源に接続された溶融ガラス流出管110の下端部に設けられたガラス流出口112から、溶融ガラス流120を鉛直方向の下方側へと連続的に流出させる。一方、ガラス流出口112よりも下方側には、溶融ガラス流120の両側に、各々、第一のシアブレード（下側ブレード）130と、第二のシアブレード（上側ブレード）140とが、溶融ガラス流120の垂下する方向の中心軸Dに対して略直交する方向に、配置されている。そして、下側ブレード130および上側ブレード140は、各々、中心軸Dに対して直交し、かつ、図中、左側から右側へと進行する矢印X1方向、および、中心軸Dに対して直交し、かつ、図中、右側から左側へと進行する矢印X2方向に移動することで、溶融ガラス流120の両側から、溶融ガラス流120の先端部122側へと接近する。なお、溶融ガラス流120の粘度は、溶融

ガラス流出管 110 や、その上流の溶融ガラス供給源の温度を調整すること
で制御される。

[0160] また、下側レベル 130、上側レベル 140 は、略板状の本体部 132、142 と、本体部 132、142 の端部側に設けられ、鉛直方向下方側へと連続的に流出する溶融ガラス流 120 の先端部 122 を、溶融ガラス流 120 の垂下する方向と略直交する方向から切断する刃部 134、144 とを有する。なお、刃部 134 の上面 134U および刃部 144 の下面 144B は、水平面と略一致する面を成し、刃部 134 の下面 134B および刃部 144 の上面 144U は、水平面に対して交差するように傾斜した面を成す。また、鉛直方向に対して、刃部 134 の上面 134U と、刃部 144 の下面 144B とは、略同程度の高さ位置となるように、下側レベル 130 および上側レベル 140 が配置される。

[0161] 次に、図 12 に示すように、下側レベル 130 および上側レベル 140 を、各々、矢印 X1 方向および矢印 X2 方向にさらに移動させることで、刃部 134 の上面 134U と、刃部 144 の下面 144B とが、部分的にはほぼ隙間無く重なり合うように、下側レベル 130 および上側レベル 140 をそれぞれ水平方向に移動させる。すなわち、中心軸 D に対して下側レベル 130 および上側レベル 140 を垂直に交差させる。これにより、溶融ガラス流 120 に対して、その中心軸 D の近傍まで下側レベル 130 および上側レベル 140 が貫入して、先端部 122 が、略球状の溶融ガラス塊 124 として切断される。なお、図 12 は、先端部 122 が、溶融ガラス塊 124 として溶融ガラス流 120 の本体部分から分離される瞬間の様子を示したものである。そして、図 13 に示すように溶融ガラス流 120 から切断された溶融ガラス塊 124 は、さらに鉛直方向の下方 Y1 側に落下する。

[0162] ーゾレズ成形工程（第一のステップ）ー

第一のステップでは、図 13 に示す落下中の溶融ガラス塊 124 を、溶融ガラス塊 124 の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のゾレズ成形型および第二のゾレズ成形型によりゾレズし、板状に成形する。こ

ここで、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型は、溶融ガラス塊 1 2 4 の落下方向に対して 90 度 ± 1 度の角度を成すように略直交する方向に対向配置されていることが好ましく、溶融ガラス塊 1 2 4 の落下方向に対して直交する方向に対向配置されていることが特に好ましい。このように溶融ガラス塊 1 2 4 の落下方向に対して一対のプレス成形型を対向配置することにより、溶融ガラス塊 1 2 4 を両側から均等にプレスして板状に成形することがより容易となる。

[0163] また、第一のステップを実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の温度は、溶融ガラス塊 1 2 4 を構成するガラス材料の歪点に 10℃を加えた温度以下であることが好ましく、溶融ガラス塊 1 2 4 を構成するガラス材料の歪点に 5℃を加えた温度以下であることがより好ましい。プレス成形面の温度を、上述した範囲内とすることにより、プレス成形時に、溶融ガラス塊 1 2 4 とプレス成形面とが融着するのを確実に抑制することができる。第一のステップを実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の温度の下限値は特に限定されるものではないが、溶融ガラス塊 1 2 4 の急冷によるガラスブランクの割れ防止、プレス成形時の粘度の急激な増加による溶融ガラス塊 1 2 4 の延伸性の著しい低下を防止するなどの実用上の観点から溶融ガラス塊 1 2 4 を構成するガラス材料の歪点以上であることが好ましい。

[0164] また、第一のステップを実施する直前における、第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、第二のプレス成形型のプレス成形面の温度と、の差の絶対値は 0℃～10℃の範囲内であることが好ましく、0℃～5℃の範囲内であることがより好ましく、0℃であることが特に好ましい。この場合、溶融ガラス塊 1 2 4 のプレスにより板状に形成された板状ガラスの両面での温度差が生じるのをより確実に抑制でき、結果的に平坦度をより向上させることができる。

[0165] また、第一のステップを実施する直前における、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型のプレス成形面の面内温度差の絶対値は、0℃～10

0℃の範囲内であることが好ましく、0℃～50℃の範囲内であることが好ましく、0℃であることが特に好ましい。プレス成形面内における温度分布を上述した範囲内とすることにより、プレス成形に際して、溶融ガラス塊124を薄く均等に延伸させることがより容易となる。この結果、より薄い板厚を有するガラスブランクを製造する場合においても、平坦性に優れ板厚偏差も小さいガラスブランクを得ることがより容易となる。なお、「プレス成形面の面内温度」とは、プレス成形に際して、プレス成形面と、板状に延伸された溶融ガラス塊124とが接触する最大領域内において測定される温度を意味する。

[0166] 次に、第一のステップについて図面を用いてより具体的に説明する。まず、図13に示す溶融ガラス塊124は、図14に示すように、溶融ガラス塊124の落下方向Y1に対して直交する方向に対向配置された第一のプレス成形型150および第二のプレス成形型160の間に進入する。ここで、プレス成形を実施する前の第一のプレス成形型150および第二のプレス成形型160は、落下方向Y1に対して線対称を成すと共に直交する方向に、互いに離間して対向配置されている。そして、溶融ガラス塊124が、第一のプレス成形型150および第二のプレス成形型160の鉛直方向中央部近傍に到達するタイミングに合わせて、溶融ガラス塊124を両側から押圧してプレス成形するために、第一のプレス成形型150が、落下方向Y1に対して直交し、かつ、図中、左側から右側へと進行する矢印X1方向へと移動し、第二のプレス成形型160が、落下方向Y1に対して直交し、かつ、図中、右側から左側へと進行する矢印X2方向へと移動する。なお、第一のプレス成形型150の矢印X1方向への移動速度と、第二のプレス成形型160の矢印X2方向への移動速度とは、同一または略同一に設定される。

[0167] ここで、プレス成形型150、160は、略円盤形状を有するプレス成形型本体152、162と、このプレス成形型本体152、162の外周端を囲うように配置されたガイド部材154、164とを有する。なお、図14は断面図であるため、図14中において、ガイド部材154、164は、プ

レス成形型本体 152、162 の上下両側に位置するように描かれている。
また、プレス成形型 150 を矢印 X1 方向へ移動させ、プレス成形型 160
を矢印 X2 方向に移動させる駆動部材については、図中、記載を省略してあ
る。

- [0168] プレス成形型本体 152、162 の一方の面は、プレス成形面 152A、
162A となっている。そして、図 14 では、第一のプレス成形型 150 と
第二のプレス成形型 160 とは、それぞれのプレス成形面 152A、162
A が対向するように対向配置されている。また、ガイド部材 154 には、プ
レス成形面 152A に対して X1 方向に少しだけ突出した高さ位置にガイド
面 154A が設けられ、ガイド部材 164 には、プレス成形面 162A に対
して X2 方向に少しだけ突出した高さ位置にガイド面 164A が設けられて
いる。このため、プレス成形に際しては、ガイド面 154A とガイド面 16
4A とが突き当たり接触するため、プレス成形面 152A とプレス成形面 1
62A との間には隙間が形成される。このため、この隙間厚みが、第一のプ
レス成形型 150 と第二のプレス成形型 160 との間でプレス成形されて板
状となる溶融ガラス塊 124 の厚み、すなわち、ガラスブランクの厚みとな
る。また、プレス成形面 152A、162A は、第一のステップの実施によ
り、溶融ガラス塊 124 が、第一のプレス成形型 150 のプレス成形面 15
2A と第二のプレス成形型 160 のプレス成形面 162A との間で、鉛直方
向に完全に押し広げられて板状ガラスに成形された際に、プレス成形面 15
2A、162A の少なくとも上記の板状ガラスと接触する領域（溶融ガラス
延伸領域）S1、S2 が、略平坦な面を成すように形成される。なお、図 1
4 に示す例では、溶融ガラス延伸領域 S1 を含むプレス成形面 152A、お
よび、溶融ガラス延伸領域 S2 を含むプレス成形面 162A の全面が、通常
の、実質的に曲率が 0 である平坦面を成している。また、当該平坦面には、
プレス成形型を製造する際の通常の平坦化加工や鏡面研磨加工等を施すこと
で形成される微小な凹凸のみが存在し、これら微小な凹凸と比べてより大き
い凸部および／または凹部は存在しない。

[0169] ガラスブランクは、溶融ガラス塊 124 をプレス成形面 152 A、162 A により押圧してプレス成形することにより作製される。このため、プレス成形面 152 A、162 A の表面粗さとガラスブランクの主表面の表面粗さとはほぼ同等になる。ガラスブランクの主表面の表面粗さ（中心線平均粗さ R_a ）は、後述する後工程として実施されるスクライブ加工、および、ダイヤモンドシートを用いた研削加工を行う上で、 $0.01 \sim 10 \mu m$ の範囲とすることが望ましいため、プレス成形面の表面粗さ（中心線平均粗さ R_a ）も $0.01 \sim 10 \mu m$ の範囲とすることが好ましい。

[0170] 図 14 に示す溶融ガラス塊 124 は、更に下方へと落下し、2つのプレス成形面 152 A、162 A 間に進入する。そして、図 15 に示すように、落下方向 Y1 と平行を成すプレス成形面 152 A、162 A の上下方向の略中央部近傍に到達した時点で、溶融ガラス塊 124 の両側表面を、プレス成形面 152 A、162 A に接触させる。この際、プレス成形面 152 A と、プレス成形面 162 A とは、図 15 に示すように、溶融ガラス塊 124 に対して略同時に接触させることが好ましい。ここで、「略同時に接触させる」とは、溶融ガラス塊と一方のプレス成形面とが接触した時点と、溶融ガラス塊と他方のプレス成形面とが接触した時点と、の時間差の絶対値が 0.1 秒以内であることを意味する。この時間差の絶対値は、0.05 秒以内がより好ましく、0 秒（同時）が最も好ましい。なお、参考までに述べれば、垂直ダイレクトプレス方式では、溶融ガラス塊が下型のプレス成形面に接触した後、さらに上型のプレス成形面に接触するまでに要する時間は、プレス成形の条件にもよるが、一般的に 1.5 秒～3 秒程度である。

[0171] また、プレス成形面 152 A と、プレス成形面 162 A とは、図 15 に示すように、溶融ガラス塊 124 に対して略同時に接触させると共に、少なくともプレス成形工程の実施期間中において、第一のプレス成形型 150 のプレス成形面 152 A の温度と、第二のプレス成形型 160 のプレス成形面 162 A の温度とを、実質的に同一とすることが好ましい。これにより、第一のステップにおいて板状に成形されつつある溶融ガラス塊 124、および、

第二のステップにおいて一对のプレス成形型 150、160 間に挟持された状態の板状ガラス、の両面は常に対称的に冷却され続けることになる。この場合、下型と長時間接触することで粘度分布が生じた状態の溶融ガラス塊をプレス成形する垂直ダイレクトプレスと比べて、プレス成形された後の板状ガラスの両面の温度差が殆ど生じず、両面の温度差に起因する平坦性の低下をより確実に抑制できる。

[0172] ここで、「実質的に同一」とは、第一のプレス成形型 150 のプレス成形面 152 A の温度と、第二のプレス成形型 160 のプレス成形面 162 A の温度との温度差の絶対値が 10℃以内であることを意味する。この温度差の絶対値は、5℃以内がより好ましく、0℃が最も好ましい。なお、プレス成形面 152 A、162 A 内において、温度分布が存在する場合、「プレス成形面の温度」とは、プレス成形面の中心部近傍の温度を意味する。なお、参考までに述べれば、垂直ダイレクトプレス方式では、溶融ガラス塊をプレス成形中の上型のプレス成形面と下型のプレス成形面との温度差の絶対値は、プレス成形の条件にもよるが、一般的に 50℃～100℃程度である。

[0173] また、落下中の溶融ガラス塊 124 の粘度増大によりプレス成形し難しくなったり、あるいは、落下速度が大きくなりすぎて、プレス位置の変動が生じないようにする観点も考慮して、落下距離は、1000mm以下の範囲内で選択することが好ましく、500mm以下の範囲内で選択することがより好ましく、300mm以下の範囲内で選択することがさらに好ましく、200mm以下の範囲内で選択することが最も好ましい。なお、落下距離の下限は特に限定されないが、実用上は100mm以上であることが好ましい。なお、当該「落下距離」とは、図12に例示したように先端部122が溶融ガラス塊124として分離される瞬間、すなわち、下側ブレード130と上側ブレード140とが垂直方向に重なる位置から、図15に例示したようなプレス成形の開始時点（プレス成形の開始の瞬間）の位置、すなわち、落下方向 Y1 と平行を成すプレス成形面 152 A、162 A の直径方向の略中央部近傍までの距離を意味する。

[0174] その後、図 1 6 に示すように、熔融ガラス塊 1 2 4 を、その両側から第一のプレス成形型 1 5 0 および第二のプレス成形型 1 6 0 により押圧し続けると、熔融ガラス塊 1 2 4 は、熔融ガラス塊 1 2 4 とプレス成形面 1 5 2 A、1 6 2 A とが最初に接触した位置を中心に均等な厚みで押し広げられる。そして、図 1 7 に示すようにガイド面 1 5 4 A とガイド面 1 6 4 A とが接触するところまで、第一のプレス成形型 1 5 0 および第二のプレス成形型 1 6 0 により押圧し続けることで、プレス成形面 1 5 2 A、1 6 2 A 間に、円盤状もしくは略円盤状の板状ガラス 1 2 6 に成形される。

[0175] ここで、図 1 7 に示す板状ガラス 1 2 6 は、最終的に得られるガラスブロックと実質的に同一の形状・厚みを有するものである。そして、板状ガラス 1 2 6 の両面のサイズおよび形状は、熔融ガラス延伸領域 S 1、S 2（図 1 7 中、不図示）のサイズおよび形状と一致する。また、図 1 5 に示すプレス成形の開始時点の状態から、図 1 7 に示すガイド面 1 5 4 A とガイド面 1 6 4 A とが接触した状態となるまでに要する時間（以下、「プレス成形時間」と称す場合がある。）は、熔融ガラス塊 1 2 4 を薄板化する観点から、0.1 秒以内とすることが好ましい。また、プレス成形に際して、ガイド面 1 5 4 A とガイド面 1 6 4 A とが接触した状態となることにより、プレス成形面 1 5 2 A とプレス成形面 1 6 2 A との平行状態を維持することが容易となる。なお、プレス成形時間の下限は特に限定されないが、実用上は 0.05 秒以上であることが好ましい。

[0176] なお、図 1 4 ～図 1 7 に示したように、プレス成形型 1 5 0 は、プレス成形型本体 1 5 2 と、ガイド部材 1 5 4 とを有し、プレス成形型 1 6 0 も同様の構造を有する。ここで、第一のステップでは、プレス成形型本体 1 5 2 とガイド部材 1 5 4 とが、同時かつ一体的に矢印 X 1 方向に移動し、プレス成形型本体 1 6 2 とガイド部材 1 6 4 とが、同時かつ一体的に矢印 X 2 方向に移動する。

[0177] また、プレス成形型 1 5 0、1 6 0 は、各々ガイド部材 1 5 4、1 6 4 を有するため、図 1 7 に示すようにガイド部材 1 5 4 とガイド部材 1 6 4 とが

接触した状態では、プレス成形面 152A とプレス成形面 162A とは、平行に保たれる。このため、図 14～図 16 に示すようにプレス成形型 150 が矢印 X1 方向に移動し、プレス成形型 160 が矢印 X2 方向に移動する過程において、プレス成形面 152A と、プレス成形面 162A とが、平行な状態を維持できなくても、得られるガラスブランクの板厚偏差を非常に小さくすることが容易である。それゆえ、プレス成形型 150、160 を駆動する駆動装置には、図 14～図 17 に示す一連のプロセスにおいて、プレス成形面 152A とプレス成形面 162A とが常に正確な平行状態を維持するように制御する精緻な制御能力は要求されない。

[0178] プレス成形工程（第二のステップ）

第二のステップでは、図 17 に示すように第一のプレス成形型 150 のガイド部材 154 と第二のプレス成形型 160 のガイド部材 164 とを接触させた状態で、第一のプレス成形型 150 のプレス成形型本体 152 を矢印 X1 方向に移動させるように駆動させ、第二のプレス成形型 160 のプレス成形型本体 162 を矢印 X2 方向に移動させるように駆動させる。これにより、板状ガラス 126 を、プレス成形型本体 152、162 によりさらにプレスし続ける。

[0179] なお、第一のステップを終えた直後の板状ガラス 126 は、温度が高く流動性が高い（粘度が低い）。すなわち、板状ガラスが極めて容易に変形しやすく、平坦性が悪化し易い状態にある。このため、板状ガラス 126 の冷却があまり進行せず、流動性の高い状態を維持したまま第二のステップが終了すると、第二のステップの終了後に板状ガラス 126 が変形が生じ、ガラスブランクの平坦性が悪化する可能性がある。それゆえ、第二のステップは、板状ガラス 126 の温度が、少なくとも、板状ガラス 126 を構成するガラス材料の歪点に 10℃を加えた温度以下となるまで、継続することが好ましい。すなわち、図 17 に示す第一のステップが完了した直後の状態を維持しつつ、板状ガラス 126 を構成するガラス材料の歪点に 10℃を加えた温度以下となるまで、プレス成形型本体 152 とプレス成形型本体 162 とによ

り板状ガラス 126 をプレスし続けることが好ましい。この場合、板状ガラス 126 の冷却が十分に進行し、流動性が喪失して、変形が事実上不可能となる温度域まで、板状ガラス 126 がプレスし続けられることになる。すなわち、第一のステップを終えた直後の板状ガラス 126 の変形を抑制した状態を維持しつつ、板状ガラス 126 を固化させることができる。それゆえ、作製されるガラスブランクの平坦性をより優れたものとすることができる。

[0180] ここで、第二のステップの継続時間は、ガラスブランクの平坦度が $10\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) になるように制御することが好ましく、ガラスブランクの平坦度が $4\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) になるように制御することがより好ましい。なお、第二のステップの継続時間が短いと外乱により冷却過程の板状ガラス 126 に歪が生じ、当該歪がガラスブランクの平坦度を悪化させ易くなる。このため、第二のステップの継続時間を変え、得られたガラスブランクの平坦度を測定し、その結果、平坦度が $10\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) になるように第二のステップの継続時間を設定し、ガラスブランクを製造することが好ましい。ただし、第二のステップの継続時間を長くし過ぎると生産性が低下するので、第二のステップの継続時間はガラスブランクの平坦度と生産性とを考慮して設定すればよい。これらの観点では、第二のステップの継続時間は、具体的には 2 秒～40 秒の範囲内が好ましく、2 秒～30 秒の範囲内が好ましい。

[0181] また、ガラスブランクの平坦度を $10\ \mu\text{m}$ 以下 ($10\ \mu\text{m}$ 以内) に制御するためには、第二のステップでは、板状ガラスの流動性が喪失して、変形が事実上不可能となる温度域まで、板状ガラスをプレスし続けるように第二のステップの継続時間を選択することが特に好ましい。この場合、第一のステップを終えた直後の板状ガラス 126 の変形を抑制した状態を維持しつつ、板状ガラス 126 を固化させることができる。それゆえ、作製されるガラスブランクの平坦性をより優れたものとすることができる。ここで、第二のステップにおける継続時間は、第二のステップの終了時における板状ガラスの温度が、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下

となるように選択することが好ましく、歪点に5℃を加えた温度以下となるように選択することが好ましく、歪点以下となるように選択することが好ましく、歪点以下となるように選択することが好ましく、歪点以下となるように選択することが好ましく、歪点以下となるように選択することが好ましい。一方、第二のスリーブの終了時における板状ガラスの温度の下限温度としては特に限定されないが、第二のスリーブの実施に要する時間の増大による生産性低下を抑制する観点からは、実用上、歪点以上であることが好ましい。したがって、第二のスリーブにおける継続時間の上限値も、この観点から選択されることが好ましい。

[0182] なお、プレス成形面152A、162Aと溶融ガラス塊124とが接触する第一のスリーブの開始直後から、第二のスリーブが完了する時点までの間においては、プレス成形面152Aとプレス成形面162Aとの間に位置するガラス(溶融ガラス塊124および板状ガラス126)の温度は、プレス成形に使用するガラス材料にもよるが、一般的に、 $1200 \pm 50^\circ\text{C}$ 程度から $480^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ 程度にまで大幅に低下する。それゆえ、第二のスリーブでは、このような温度の大幅な低下に伴い、板状ガラス126の径方向における熱収縮が進行することになる。そして、このような熱収縮は、板状ガラス126の温度がより低温の温度域、特に、板状ガラス126を構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下の温度域に到達するまで第二のスリーブを継続する場合により顕著となる。一方、第二のスリーブにおいては、板状ガラス126の両面と接触するプレス成形面152A、162Aは、板状ガラス126の熱を吸収し続けて平面方向に熱膨張するか、あるいは、板状ガラス126から十分な熱を吸収し終えることで平面方向の熱膨張が停止、もしくは、緩やかな熱収縮に転じることになると考えられる。

[0183] すなわち、第二のスリーブでは、板状ガラス126の両面とプレス成形面152A、162Aとの間で、両部材の間における熱膨張・熱収縮の度合いに差が生じることになる。このため、第二のスリーブにおいては、熱収縮しつつある板状ガラス126の両面には、プレス成形面152A、162Aにより、板状ガラス126の径方向に伸張させようとする力、すなわち、熱収縮とは逆方向の力が作用することになる。しかし、第二のスリーブでは、第二

のステップの進行に伴い板状ガラス 126 の流動性が低下するため、板状ガラス 126 に過剰な応力が作用すると板状ガラス 126 の脆性破壊が生じ易くなる。このため、板状ガラス 126 の両面に熱収縮とは逆方向の力が常に作用し続けると、板状ガラス 126 の平面方向に過剰な応力が作用し、板状ガラス 126 が割れてしまうことになる。

[0184] このような板状ガラス 126 の割れを防止するためには、(1) プレス成形型 150、160 を構成する材料として、板状ガラス 126 を構成するガラス材料に、熱膨張係数が近い材料を用いた上で、(2) 第二のステップにおいて、板状ガラス 126 の温度とプレス成形面 152 A、162 A の温度とを同期させて冷却することが考えられる。しかしながら、第二のステップでは大幅な温度変化を伴うため、上述したような冷却を実施しようとする、冷却速度を非常に小さくする必要がある。しかしながら、この場合、第二のステップの実施に要する時間が大幅に増大するため、量産性が大幅に低下し、実用性に欠ける可能性がある。

[0185] 以上に説明した点を考慮すれば、第二のステップにおける板状ガラス 126 の割れをより確実に防止するためには、第二のステップにおいて、プレス圧力を経時的に減少させることが好ましい。この場合、プレス圧力の減少によって、板状ガラス 126 の両面と、プレス成形面 152 A、162 A との間の摩擦係数が減少する。そして、その結果、板状ガラス 126 の両面とプレス成形面 152 A、162 A との間でスリップが生じ、板状ガラス 126 の両面に、割れの原因となる熱収縮とは逆方向の力が作用するのを遮断し易くなる。ここで、「プレス圧力が経時的に減少する」とは、第二のステップにおいて、時間の経過に対してプレス圧力が減少する場合のみならず、時間の経過に対してプレス圧力が一時的に増大または一定値を維持する場合であっても、時間に対するプレス圧力の変化を 1 次方程式で近似した場合に、傾きがマイナスになる場合も含まれる。また、プレス圧力は、時間の経過と共に段階的に減少させてもよく、時間の経過と共に連続的に減少させてもよい。

[0186] なお、プレス圧力を、時間の経過と共に段階的に減少させる場合、プレス圧力を、第一のプレス成形型 150 と第二のプレス成形型 160 との間に挟持される板状ガラス 126 の温度が、板状ガラス 126 を構成するガラス材料の屈伏点 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内にまで低下した時点で、減少させることが好ましい。これにより、比較的単純なプレス圧力の操作で、より効果的に板状ガラス 126 の割れを抑制することができる。なお、この場合、板状ガラス 126 の割れの確実な抑制と、平坦性の悪化抑制とをバランス良く両立させる観点から、プレス圧力は、減少前を 100% とすると、減少後は 1% ~ 60% 程度の範囲内とすることが好ましい。

[0187] ー取出工程ー

第二のステップを経た後は、第一のプレス成形型 150 と第二のプレス成形型 160 とを離間して、第一のプレス成形型 150 と第二のプレス成形型 160 との間に挟持された板状ガラス 126 を取り出す取出工程を行う。この取出工程は、たとえば、以下に説明するように実施できる。まず、図 18 に示すように、第一のプレス成形型 150 と第二のプレス成形型 160 とを互いに離間させるように、第一のプレス成形型 150 を矢印 X2 方向へ移動させ、第二のプレス成形型 160 を矢印 X1 方向へ移動させる。これにより、プレス成形面 162A と、板状ガラス 126 とを離型させる。次いで、図 19 に示すように、プレス成形面 152A と、板状ガラス 126 とを離型させて、板状ガラス 126 を鉛直方向の下方 Y1 側に落下させて取り出す。なお、プレス成形面 152A と板状ガラス 126 とを離型させる際には、板状ガラス 126 の外周方向から力を加えて板状ガラス 126 を剥がすように離型することができる。この場合、板状ガラス 126 に大きな力を加えることなく、取出しを行うことができる。なお、取出しに際しては、プレス成形面 152A と板状ガラス 126 とを離型した後に、プレス成形面 162A と板状ガラス 126 とを離型してもよい。そして、最後に、取出した板状ガラス 126 を必要に応じてアニール処理して歪を低減・除去し、磁気記録媒体ガラス基板を加工するための母材、すなわち、ガラスブランクを得る。

[0188] −ガラスブランク−

以上に説明した第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法により得られたガラスブランクは、その平坦度を、たとえば、 $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）とすることができ、 $4\mu\text{m}$ 以下（ $4\mu\text{m}$ 以内）とすることも極めて容易である。なお、ラッピング工程等の平坦性の改善を主たる目的として実施される後工程を省略または短縮する観点からは、平坦度は $4\mu\text{m}$ 以下（ $4\mu\text{m}$ 以内）とすることが好ましい。

[0189] なお、第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法も板厚がより薄く、平坦性のよいガラスブランクの製造に好適である。具体的には板厚が 2mm 以下であり、かつ、平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下（ $10\mu\text{m}$ 以内）であるガラスブランクの製造に好適である。より好ましい板厚は 1.5mm 以下、さらに好ましい板厚は 1.2mm 以下、一層好ましい板厚は 1.0mm 以下である。

[0190] −プレス成形型−

第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられるプレス成形型150は、プレス成形型本体152と、ガイド部材154とを少なくとも有する。そしてプレス成形型160も、プレス成形型本体162と、ガイド部材164とを少なくとも有し、プレス成形型150と同一の構造を有する。以下、プレス成形型150を例として説明する。まず、プレス成形型150は、プレス成形型本体152と、ガイド部材154とは別部材として構成されている。このため、第一のステップにおいては、プレス成形型本体152およびガイド部材154を一体的に、対向配置されたプレス成形型160側に押し出すように駆動させることができると共に、第二のステップにおいては、ガイド部材154に対してプレス成形型本体152のみを対向配置されたプレス成形型160側に相対的に押し出すように駆動させることが可能である。そして、プレス成形型150は、上述したような構造および機能を有するために、ガラスブランクの板厚偏差および平坦度をより小さくすることができる。

[0191] なお、板厚偏差を小さくすることのみに着目するならば、プレス成形型本

体 1 5 2 と、ガイド部材 1 5 4 とが一体的に形成されたプレス成形型を利用することができる。しかし、このタイプのプレス成形型では、ガイド部材 1 5 4 に対してプレス成形型本体 1 5 2 のみを対向配置されたプレス成形型 1 6 0 側に相対的に押し出すように駆動させることができない。このため、第一のステップを終えて、ガイド部材 1 5 4 とガイド部材 1 6 4 とが接触した状態を継続したとしても、板状ガラス 1 2 6 の両面を、プレス成形面 1 5 2 A、1 6 2 A により常に隙間無く密着させて支持することができない。それゆえ、ガラスブランクの平坦度は、悪化し易くなる。

[0192] また、平坦度を小さくすることのみに着目するならば、ガイド部材 1 5 4 を有さないプレス成形型（ガイド部材レスの成形型）を利用することができる。このタイプのプレス成形型では、熔融ガラス塊 1 2 4 がプレス成形されて板状ガラス 1 2 6 となった後も、板状ガラス 1 2 6 の両面を、プレス成形面 1 5 2 A、1 6 2 A により常に隙間無く密着させて支持することができる。しかし、ガイド部材 1 5 4、1 6 4 が存在しないため、プレス成形型を極めて精密に駆動しない限り、プレス成形面 1 5 2 A と、プレス成形面 1 6 2 A とが正確に平行を保った状態でプレス成形することが難しい。このため、ガラスブランクの板厚偏差は悪化し易くなる。

[0193] 以上に説明した点を考慮すれば、別部材として構成されたガイド部材 1 5 4 とプレス成形型本体 1 5 2 とを少なくとも有するプレス成形型 1 5 0（およびプレス成形型 1 6 0）は、ガラスブランクの板厚偏差および平坦性の双方を、バランスよく改善することができる点で極めて有利である。

[0194] プレス成形型 1 5 0、1 6 0 を構成する材料としては、耐熱性、加工性、耐久性を考慮すると金属または合金が好ましい。この場合、熔融ガラスの温度を考慮し、プレス成形型 1 5 0、1 6 0 を構成する金属または合金の耐熱温度は 1 0 0 0℃以上が好ましく、1 1 0 0℃以上がより好ましい。プレス成形型 1 5 0、1 6 0 を構成する材料としては、具体的には、球状黒鉛鑄鉄（F C D）、合金工具鋼（S K D 6 1 など）、高速鋼（S K H）、超硬合金、コルモノイ、ステライトなどが好ましい。なお、プレス成形に際しては、

水や空気などの冷却媒体を用いてプレス成形型 150、160 を冷却し、プレス成形型 150、160 の温度の上昇を抑制してもよい。また、プレス成形面 152A、162A の面内の温度分布を均一化するために、冷却媒体を利用してプレス成形面 152A、162A の中央部近傍を冷却したり、および／または、プレス成形型 150、160 の外周側にヒータ等の加熱部材を配置して、プレス成形面 152A、162A の外縁側を加熱してもよい。

[0195] また、第一のプレス成形型 150 および第二のプレス成形型 160 のプレス成形面 152A、162A の少なくとも板状ガラス 126 と接触する領域（溶融ガラス延伸領域 S1、S2）は、たとえば、ガラスブランクの表面に、板厚の $1/3 \sim 1/4$ 程度の深さを有する V 字溝等を形成するための凸部などの大きな凹凸部が形成された面でもよいが、通常は、略平坦な面であることが好ましい。なお、プレス成形面 152A、162A の全面を略平坦な面としてもよい。この理由は、ガラスブランクに大きな V 字状の溝が形成された場合、V 字溝部分の応力集中に起因すると推定される割れ欠陥が発生し易くなるためである。また、これに加えて、溶融ガラス延伸領域 S1、S2 に、大きな凹凸部が形成されると、第二のステップにおける板状ガラス 126 の径方向の熱収縮を阻害する。このため、板状ガラス 126 の平面方向に過剰な応力が発生し、板状ガラス 126 が割れやすくなるためである。

[0196] ここで、当該「略平坦な面」とは、通常の、実質的に曲率が 0 である平坦面に加えて、僅かに凸面または凹面を成すような非常に小さな曲率を有する面も意味する。また、「略平坦な面」には、プレス成形型を製造する際の通常の平坦化加工や鏡面研磨加工等を施すことで形成される微小な凹凸が存在することは、当然、許容されるが、この微小な凹凸と比べて、より大きい凸部および／または凹部が必要に応じて設けられていてもよい。

[0197] ここで、微小な凹凸と比べてより大きい凸部としては、流動抵抗の悪化を招いたり、溶融ガラス塊の部分的な冷却を促進する可能性が小さく高さが $20 \mu\text{m}$ 以下の実質的に点状および／または実質的に線状の凸部であれば、許容される。なお、当該高さは $10 \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $5 \mu\text{m}$ 以下がより好

ましい。また、微小な凹凸と比べてより大きい凸部が、実質的に点状および実質的に線状ではなく、頂面の最小幅が数ミリメートルまたはそれを超えるオーダーの台形状の凸部、または、この台形状の凸部と同程度の高さ・サイズを有するドーム状の凸部である場合には、上述したような流動抵抗の悪化を招いたり、溶融ガラス塊の部分的な冷却を促進する可能性が小さくなるため、その高さは $50\mu\text{m}$ 以下であれば、許容される。なお、当該高さは、 $30\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、台形状の凸部の底面と側面との交点部分の応力集中による割れの発生を抑制する観点から、台形状の凸部の側面は、その傾斜角が、頂面に対して 0.5 度以下の角度を成す平面を成すか、この平面を凹面とした曲面とすることが好ましい。なお、当該角度は 0.1 度以下がより好ましい。

[0198] また、微小な凹凸と比べてより大きい凹部としては、プレス成形時にこの凹部に流入する溶融ガラスの流動性の悪化を招いたり等しないように、深さが $20\mu\text{m}$ 以下の実質的に点状および／または実質的に線状の凹部であれば、許容される。なお、当該深さは $10\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $5\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、微小な凹凸と比べてより大きい凹部が、実質的に点状および実質的に線状ではなく、頂面の最小幅が数ミリメートルまたはそれを超えるオーダーの逆台形状の凹部、または、この逆台形状の凹部と同程度の深さ・サイズを有する逆ドーム状の凹部である場合には、上述したような流動性の悪化を招く可能性が小さくなるため、その深さは $50\mu\text{m}$ 以下であれば、許容される。なお、当該深さは、 $30\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。また、台形状の凸部の底面と側面との交点部分の応力集中による割れの発生を抑制する観点から、台形状の凸部の側面は、その傾斜角が、底面に対して 0.5 度以下の角度を成す平面を成すか、この平面を凹面とした曲面とすることが好ましい。なお、当該角度は 0.1 度以下がより好ましい。

[0199] なお、図14～図19に示したようにプレス成形型150（およびプレス成形型160）は、プレス成形型本体152とガイド部材154とを少なく

とも備え、第一のステップと第二のステップとを実施できるものであれば、その具体的な構造は特に限定されるものではないが、プレス成形型本体 1 5 2 とガイド部材 1 5 4 とに加えて、第一の押出部材および第二の押出部材を更に備えていることが好ましい。ここで、第一の押出部材は、プレス成形型本体 1 5 2 とガイド部材 1 5 4 とを、プレス成形面 1 5 2 A と直交する方向であって、かつ、プレス成形面 1 5 2 A に対向配置されたプレス成形型 1 6 0 側に、同時に押し出す機能を少なくとも有するものである。また、第二の押出部材は、第一の押出部材によって、ガイド部材 1 5 4 とプレス成形面 1 5 2 A に対向配置されたプレス成形型 1 6 0 の一部（ガイド部材 1 6 4）とが接触した後に、プレス成形型本体 1 5 2 を、プレス成形面 1 5 2 A と直交する方向であって、かつ、プレス成形面 1 5 2 A に対向配置されたプレス成形型 1 6 0 側に押し出す機能を少なくとも有するものである。

[0200] 図 2 0 は、第二の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法に用いられるプレス成形型の一例を示す模式断面図であり、具体的には、プレス成形型 1 5 0、1 6 0 のより具体的な構成の一例を示す図である。図 2 0 中、図 1 4 ～図 1 9 に示すものと同様のものについては同じ符号が付してある。また、図 2 0 に示すプレス成形型 1 5 0 S は、プレス成形型 1 5 0 に対応しているが、プレス成形型 1 6 0 も同様の構造を採用できる。ここでプレス成形型 1 5 0 S は、その主要部が、プレス成形型本体 1 5 2 と、ガイド部材 1 5 4 と、第一の押出部材 1 5 6 と、第二の押出部材 1 5 8 と、から構成されている。各々の部材の中心軸（図中、一点鎖線 X）は一致しており、中心軸は水平方向と略一致している。

[0201] ここで、プレス成形型本体 1 5 2 は、一方の端面が円形のプレス成形面 1 5 2 A を構成する円柱体から構成されている。なお、プレス成形型本体 1 5 2 の形状は、図 2 0 に示す例では、円柱状であるが、略柱状形状であれば、その形状は特に限定されない。プレス成形面 1 5 2 A は、図 2 0 に示す例では、略な平坦な面を成している。

[0202] ガイド部材 1 5 4 は、軸方向 X の長さが円柱体からなるプレス成形型本体

152の軸方向Xの長さよりも長く、内周側にプレス成形型本体152を収容すると共に、第一の押出部材156により押し出された際に一方の端面（ガイド面154A）が他方のプレス成形型を構成するガイド部材（図中、不図示）と接触する円筒体から構成されている。ここで、軸方向Xにおけるガイド部材154の長さとプレス成形型本体152の長さとの差、言い換えれば、軸方向Xにおけるガイド面154Aとプレス成形面152Aとの高低差Hは、作製されるガラスブランクの板厚のほぼ半分の長さに相当する。なお、ガイド部材154の形状は、円筒状であるが、筒状であれば、その形状は特に限定されない。

[0203] 第一の押出部材156は、円盤状部材から構成されている。ここで、この円盤状の第一の押出部材156の一方の面（押出面156A）は、プレス成形型本体152の他方の端面（被押出面152B）とガイド部材154の他方の端面（被押出面154B）とに接触する平坦面からなる。また、プレス成形型本体152の被押出面152Bに対向する領域の一部に、第一の押出部材156の厚み方向に貫通する貫通穴156Hが設けられている。なお、押出面156Aと反対側の面156Bは、不図示の第一の駆動装置に接続されている。このため、プレス成形に際しては、この第一の駆動装置によって、第一の押出部材156を介して、プレス成形型本体152とガイド部材154とを同時に、図中の軸方向Xの第一の押出部材156が配置された側からプレス成形型本体152およびガイド部材154が配置された側へと押し出すことができる。

[0204] なお、図20に示す例では、第一の押出部材156の形状は円盤状であるが、略板状であればその形状は特に限定されない。また、貫通穴156Hは、プレス成形型本体152および第一の押出部材156の中心軸Xに沿って、円形の開口を有する穴として設けられているが、プレス成形型本体152の被押出面152Bに対向する領域の一部であれば、第一の押出部材156の任意の位置に、任意の数の貫通穴156Hを設けることができる。また、貫通穴156Hの開口形状も適宜選択することができる。ただし、貫通穴1

５６Ｈは、プレス成形型本体１５２の中心軸Ｘに対して、点対称に設けられることが特に好ましい。

[0205] 第二の押出部材１５８は、貫通穴１５６Ｈ内に配置されると共に、プレス成形型本体１５２の被押出面１５２Ｂ側に接続された棒状部材から構成される。なお、第二の押出部材１５８は、図２０に示す例では円柱状の棒状を成すが、プレス成形型本体１５２をＸ軸方向に移動させることができるのであれば、その形状は特に限定されない。なお、第二の押出部材１５８の被押出面１５２Ｂ側に接続された一方の端と反対側の端は、不図示の第二の駆動装置に接続されている。このため、プレス成形に際しては、この第二の駆動装置によって、第二の押出部材１５８を介して、プレス成形型本体１５２のみを、第二の押出部材１５８が配置された側からプレス成形型本体１５２が配置された側へと、Ｘ軸方向に沿って押し出すことができる。

[0206] なお、プレス成形に際して、熔融ガラス塊１２４を薄く均一に延伸させるのを容易にするために、プレス成形面１５２Ａの面内の温度分布が均一となるように制御できることが好ましい。このためには、（１）プレス成形面１５２Ａの外縁側近傍を加熱する加熱部材を設けたり、および／または、（２）プレス成形型本体１５２の内部であって、かつ、プレス成形面１５２Ａ側の少なくとも中央部近傍に、冷却用媒体を流す流路を設けたりすることができる。

[0207] ここで、加熱部材としては、たとえば、ガイド部材１５４の外周側に、筒状のヒータを配置したり、あるいは、軸方向Ｘと平行な棒状のヒータをガイド部材１５４の周方向に沿って等間隔に配置することができる。なお、これらのヒータは、ガイド部材１５４に内蔵されていてもよく、プレス成形型本体１５２の外周面側に埋め込まれるように配置されていてもよい。また、冷却用液体としては、水等の液体、空気等の気体、液体を噴霧して分散させた気体などを利用できる。

[0208] また、プレス成形型１５０、１６０としては、図２１に例示するプレス成形型を利用することもできる。図２１は、第二の本実施形態の磁気記録媒体

ガラス基板用ガラスブランクの製造方法に用いられるプレス成形型の他の例を示す模式断面図である。なお、図21中、図20に示すものと実質的に同一または類似の機能を有するものについては、同じ符号を付してある。

[0209] ここで、図21に示すプレス成形型200は、その主要部が、プレス成形型本体152と、ガイド部材154と、第一の押出部材156と、第二の押出部材158と、から構成されている。各々の部材の中心軸（図中、一点鎖線X）は一致しており、中心軸は水平方向と略一致している。なお、図21に示すプレス成形型200と、図20に示すプレス成形型150Sとは、プレス成形型本体152、ガイド部材154、第一の押出部材156および第二の押出部材158を有する点で共通しているが、主に以下の点が大きく異なる。すなわち、図20に示すプレス成形型150Sと比べて、図21に示すプレス成形型200では、（1）プレス成形型本体152およびガイド部材154は、プレス成形型本体152の外周面とガイド部材154の内周面とが実質的に離間するように配置されており、（2）プレス成形型本体152および第一の押出部材156は、プレス成形型本体152の被押出面152Bと第一の押出部材156の押出面156Aとが実質的に離間するように配置されており、（3）被押出面152Bの外周側に沿って、被押出面152Bと押出面156Aとの間に、支持部材170が配置されている。

[0210] ここで、プレス成形型本体152は、一方の端面が円形のプレス成形面152Aを構成する円盤状部材から構成されている。なお、プレス成形型本体152の形状は、図20に示す例では、円盤状であるが、略盤状であれば、その形状は特に限定されない。プレス成形面152Aは、図21に示す例では、略な平坦な面を成している。また、支持部材170は、被押出面152Bまたは押出面156Aのいずれか一方の面に固定して配置されており、他方の面とは離間可能である。なお、支持部材170は、たとえば、リング状部材などを用いることができる。

[0211] そして、図21に示すプレス成形型200では、第一の押出部材156により、ガイド部材154が、プレス成形型200に対向配置された他方のプ

レス成形型側へと押し出すことができる。この際、同時に、支持部材 170 を介してプレス成形型本体 152 もプレス成形型 200 に対向配置された他方のプレス成形型側へと押し出される。また、第二の押出部材 158 により、プレス成形型本体 152 のみをプレス成形型 200 に対向配置された他方のプレス成形型側へと押し出すことができる。なお、図 20 に示す例では、プレス成形に際して、プレス成形型本体 152 は、(1) 被押出面 152 B の中央部近傍あるいは(2) 外縁部近傍に押圧力が加えられる。このため、上記(1) および(2) に示すいずれの位置に押圧力が加えられてもプレス成形型本体 152 がたわまないように、プレス成形型本体 152 の厚み、材質、強度等、支持部材 170 の強度等、あるいは、プレス圧力等のプレス条件が選択されることが好ましい。

[0212] なお、図 14～図 19 に示した例は、第二のプレスプロセスについて示したものであるが、第一のプレスプロセスを実施する場合、一对のプレス成形型のうちの一方のプレス成形型のみを、たとえば、図 20 に示したプレス成形型 150 S あるいは図 21 に示したプレス成形型 200 を用いればよい。この場合、他方のプレス成形型としては、たとえば、単純な盤状部材または柱状部材等のプレス成形型本体部分のみから実質的に構成される後述するプレス成形型（たとえば、後述する図 23 に示すプレス成形型 310）が利用できる。この場合、たとえば、第一のステップでは、他方のプレス成形型的一部分（たとえば、プレス成形面）とガイド面 154 A とが接触し、第二のステップでは、他方のプレス成形型的一部分とガイド面 154 A とが接触した状態で、プレス成形型本体 152 が、さらに他方のプレス成形型側へと押し出される。

[0213] ーガラス材料ー

第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法に用いられるガラス材料としては、磁気記録媒体ガラス基板として好適な物性、特に、高熱膨張係数、さらに高剛性、あるいは耐熱性等を有し、かつ、水平ダイレクトプレスにより板状にプレス成形が容易なものであれば特に限定されない。熱膨張係数に

については、磁気記録媒体を保持する保持具の熱膨張係数に近いことが望まれる。具体的には、 $100 \sim 300^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が $70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが好ましく、 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることがより好ましく、 $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることがさらに好ましく、 $85 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが一層好ましい。平均線膨張係数の上限値は特に限定されるものではないが、実用上は、 $120 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが好ましい。磁気記録媒体の高速回転時に生じるたわみを低減する上から高剛性のガラス材料が望まれるが、具体的には、ヤング率が 70 GPa 以上であることが好ましく、 75 GPa 以上であることがより好ましく、 80 GPa 以上であることがさらに好ましく、 85 GPa 以上であることが一層好ましい。ヤング率の上限値は特に限定されるものではないが、実用上は、 120 GPa 以下であることが好ましい。さらに、耐熱性の優れたガラス材料を用いることにより、磁気記録媒体の製造過程で基板を高温で処理することが可能になることから、ガラス材料のガラス転移温度は 600°C 以上が好ましく、 610°C 以上がより好ましく、 620°C 以上がさらに好ましく、 630°C 以上が一層好ましい。なお、ガラス転移温度の上限値は特に限定されないが、プレス成形時の温度が高温となるのを抑制するなどの実用上の観点からは 780°C 以下であることが好ましい。高熱膨張係数、高剛性、耐熱性を兼備するガラス材料を使用することは、高記録密度の磁気記録媒体に好適なガラス基板を得る上から有効である。

[0214] ガラス材料の組成としては、磁気記録媒体ガラス基板として好適な物性の実現が容易な組成を適宜選択でき、たとえば、従来の垂直ダイレクトプレス用のガラス材料のガラス組成を適宜選択できるが、アルミノシリケートガラスを選択することが好ましい。なお、アルミノシリケートガラスとしては、耐熱性、高剛性および高熱膨張係数をバランス良く両立させることが容易であることから、特に、下記に示す組成が特に好ましい。

[0215] すなわち、このガラスのガラス組成（以下、ガラス組成1という。）は、モル％表示にて、

SiO_2 を50%～75%、

Al_2O_3 を0%～5%、

Li_2O を0%～3%、

ZnO を0%～5%、

Na_2O および K_2O から選択される少なくとも1種の成分を合計で3%～15%、

MgO 、 CaO 、 SrO および BaO から選択される少なくとも1種の成分を合計で14%～35%、ならびに、

ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 および HfO_2 から選択される少なくとも1種の成分を合計で2～9%、

含み、さらに、

モル比 $\{(\text{MgO} + \text{CaO}) / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})\}$ が0.

8～1の範囲であり、かつ、モル比 $\{\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{MgO} + \text{CaO})\}$ が0～0.30の範囲である。

[0216] ガラス組成1の100～300℃における平均線膨張係数の好ましい範囲は $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、ガラス転移温度の好ましい範囲は630℃以上、ヤング率の好ましい範囲は80GPa以上である。ガラス組成1は、高Ku磁性材料を使用したエネルギーアシスト方式の磁気記録媒体ガラス基板の材料として好適である。

[0217] また、高熱膨張係数を備え、耐酸性、耐アルカリ性に優れ、基板表面からのアルカリ溶出も少なく、化学強化にも好適なガラス材料として、以下のガラス組成（ガラス組成2という。）を有するものを示すことができる。

[0218] すなわち、ガラス組成2は、

モル％表示にて、

SiO_2 と Al_2O_3 を合計で70%～85%（ただし、 SiO_2 の含有量が50%以上、 Al_2O_3 の含有量が3%以上）、

Li_2O 、 Na_2O および K_2O を合計で10%以上、

MgO と CaO を合計で1%～6%（ただし、 CaO の含有量が MgO の含

有量よりも多い)、

ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 および HfO_2 を合計で0%を超えて4%以下、

含む組成である。

[0219] (磁気記録媒体ガラス基板の製造方法)

第二の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法は、第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法により作製されたガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板を製造することを特徴とする。以下にガラスブランクを加工して磁気記録媒体ガラス基板とする際の各工程の具体例についてより詳細に説明する。

[0220] まず、プレス成形して得られたガラスブランクに対してスクライブが行われる。スクライブとは、成形されたガラスブランクを所定のサイズのリング形状とするために、ガラスブランク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ガラスブランクは、部分的に加熱され、ガラス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、真円形状のディスク状ガラスとなる。

[0221] スクライブ加工する場合、ガラスブランクの主表面の粗さが $1\mu m$ 以下であれば、スクライバを用いて好適に切断線を設けることができる。なお、ガラスブランクの主表面の粗さが $1\mu m$ を超える場合、スクライバが表面凹凸に追従せず、切断線を一様に設けることが困難となる場合がある。この場合は、ガラスブランクの主表面を平滑化してからスクライブを行う。

[0222] 次に、スクライブしたガラス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。チャンファリングでは、リング形状のガラス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。

[0223] 次にディスク状ガラスの端面研磨が行われる。端面研磨では、ガラスの内

周側端面および外周側端面を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、ガラス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ージョンの原因となるイオン析出の発生を防止することができる。

[0224] 次に、ディスク状ガラスの主表面に第1研磨が施される。第1研磨は、主表面に残留したキズ、歪みの除去を目的とする。第1研磨による取り代は、たとえば数 μm ～10 μm 程度である。取り代の大きい研削工程を行わずに済むため、ガラスには、研削工程に起因するキズ、歪み等は生じない。よって、第1研磨工程における取り代は少なく済む。

[0225] 第1研磨工程、および後述する第2研磨工程では、両面研磨装置が用いられる。両面研磨装置は、研磨パッドを用い、ディスク状ガラスと研磨パッドとを相対的に移動させて研磨を行う装置である。両面研磨装置はそれぞれ所定の回転比率で回転駆動されるインターナルギアおよび太陽ギアを有する研磨用キャリア装着部と、この研磨用キャリア装着部を挟んで互いに逆回転駆動される上定盤および下定盤とを有する。上定盤および下定盤のディスク状ガラスと対向する面には、それぞれ後述する研磨パッドが貼り付けられている。インターナルギアおよび太陽ギアに噛合するように装着した研磨用キャリアは遊星歯車運動をして、太陽ギアの周囲を自転しながら公転する。

[0226] 研磨用キャリアにはそれぞれ複数のディスク状ガラスが保持されている。上定盤は上下方向に移動可能であって、ディスク状ガラスの表裏の主表面に研磨パッドを加圧する。そして研磨砥粒（研磨材）を含有するスラリー（研磨液）を供給しつつ、研磨用キャリアの遊星歯車運動と、上定盤および下定盤が互いに逆回転することにより、ディスク状ガラスと研磨パッドとは相対的に移動して、ディスク状ガラスの表裏の主表面が研磨される。なお、第1研磨工程では、研磨パッドとしてたとえば硬質樹脂ポリッシャ、研磨材としてはたとえば酸化セリウム砥粒、が用いられる。

[0227] 次に、第1研磨後のディスク状ガラスは化学強化される。化学強化液とし

て、たとえば硝酸カリウムの溶融塩等を用いることができる。化学強化では、化学強化液が、たとえば300℃～400℃に加熱され、洗浄したガラスが、たとえば200℃～300℃に予熱された後、ガラスが化学強化液中に、たとえば3時間～4時間浸漬される。この浸漬の際には、ガラスの両主表面全体が化学強化されるように、複数のガラス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。

[0228] このように、ガラスを化学強化液に浸漬することによって、ガラスの表面の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カリウムイオンにそれぞれ置換され、約50～200 μm の厚さの圧縮応力層が形成される。これにより、ガラスが強化されて良好な耐衝撃性が備わるようになる。なお、化学強化処理されたガラスは洗浄される。たとえば、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。

[0229] 次に、化学強化されて十分に洗浄されたガラスに第2研磨が施される。第2研磨による取り代は、たとえば1 μm 程度である。

[0230] 第2研磨は、主表面を鏡面状に仕上げることを目的とする。第2研磨工程では、第1研磨工程と同様に、両面研磨装置を用いてディスク状ガラスに対する研磨が行われるが、使用する研磨液（スラリー）に含有される研磨砥粒、および研磨パッドの組成が異なる。第2研磨工程では、第1研磨工程よりも、使用する研磨砥粒の粒径を小さくし、研磨パッドの硬さを柔らかくする。たとえば、第2研磨工程では、研磨パッドとしてたとえば軟質発泡樹脂ポリリッシャ、研磨材としてはたとえば、第1研磨工程で用いる酸化セリウム砥粒よりも微細な酸化セリウム砥粒、が用いられる。

[0231] 第2研磨工程で研磨されたディスク状ガラスは、再度洗浄される。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0.2nm以下の磁気ディスク用ガラス基板が得られる。この後、磁気ディスク用ガラス基板に、磁性層等の各層が成膜されて、磁気ディスクが作製される。

[0232] なお、化学強化工程は、第1研磨工程と第2研磨工程との間に行われるが

、この順番に限定されない。第1研磨工程の後に第2研磨工程が行われる限り、化学強化工程は、適宜配置することができる。たとえば、第1研磨工程、第2研磨工程、化学強化工程の順（以下、工程順序1）でもよい。ただし、工程順序1では、化学強化工程により生じうる表面凹凸が除去されないことになるため、第1研磨工程、化学強化工程、第2研磨工程の工程順序が、より好ましい。

[0233] なお、磁気記録媒体ガラス基板の製造に際して、加工に使用するガラスブランクの平坦度と、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とを、実質同一とすることもできる。磁気記録媒体ガラス基板に要求される平坦度としては、例えば2.5インチのガラス基板に対して近年では10 μ m以下（10 μ m以内）が要求されているが、このような平坦度は、第二の本実施形態のガラスブランク製造方法により作製されたガラスブランクにより容易に達成することができるためである。ここで、「加工に使用するガラスブランクの平坦度と、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが、実質同一である」とは、求められる磁気記録媒体ガラス基板の平坦度を基準（100%）とした場合、ガラスブランクの平坦度が105%以下であることを意味する。

[0234] なお、加工に使用するガラスブランクの平坦度と、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とを、実質同一とする場合、ラッピング工程などの平坦度の改善を主目的のひとつとして実施される工程を省略することができる。

[0235] （磁気記録媒体の製造方法）

第二の本実施形態の磁気記録媒体の製造方法は、第二の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法により作製された磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を製造することを特徴とする。

[0236] 磁気記録媒体は磁気ディスク、ハードディスクなどと呼ばれ、デスクトップパソコン、サーバ用コンピュータ、ノート型パソコン、モバイル型パソコン

ンなどの内部記憶装置（固定ディスクなど）、画像および／または音声を記録再生する携帯記録再生装置の内部記憶装置、車載オーディオの記録再生装置などに好適である。

[0237] 磁気記録媒体は、たとえば、磁気記録媒体ガラス基板の主表面上に、この主表面に近いほうから順に、少なくとも付着層、下地層、磁性層（磁気記録層）、保護層、潤滑層を積層した構成とすることができる。たとえば磁気記録媒体ガラス基板を、減圧した成膜装置内に導入し、DCマグネトロンスパッタリング法にてAr雰囲気中で、磁気記録媒体ガラス基板の主表面上に付着層から磁性層までを順次成膜する。付着層としてはたとえばCrTi、下地層としてはたとえばCrRuを用いることができる。上記成膜後、たとえばCVD法によりC₂H₄ガスを用いて保護層を成膜し、同一チャンバ内で、表面に窒素を導入する窒化処理を行うことにより、磁気記録媒体を形成することができる。その後、たとえばPFPE（ポリフルオロポリエーテル）をディップコート法により保護層上に塗布することにより、潤滑層を形成することができる。

[0238] 磁気記録媒体のサイズとしては特に限定されないが、磁気記録媒体ガラス基板が耐衝撃性に優れたガラス材料から構成されるため、持ち運びに便利であり、かつ、外部からの衝撃に曝される可能性の高い2.5インチまたはこれ以下のサイズであることが好適である。

[0239] <第三の本実施形態>

（磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法）

第三の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法（以下、「ガラスブランクの製造方法」と略す場合がある。）は、溶融ガラス塊を、対向配置され、かつ、実質的に同一温度である一対のプレス成形型を用いてダイレクトプレスすることにより、板状ガラスを成形する成形工程を含む磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランク（以下、「ガラスブランク」と略す場合がある。）の製造方法であって、成形工程においては、溶融ガラス塊の温度が、板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に10℃を加えた

温度以下になるまで、熔融ガラス塊を一对のプレス成形型で押し続けることを特徴とする。

[0240] 高温のプレス成形品は変形しやすいため、前記温度以下になるまで、熔融ガラス塊を一对のプレス成形型で押し続けることにより、変形を防ぎ、所望形状のガラスブランクを製造することができる。この場合、ガラス材料のガラス転移温度以下になるまで熔融ガラス塊を一对のプレス成形型で押し続けることが好ましい。

[0241] また、熔融ガラス塊の温度がガラス材料の歪点以下になるまで、熔融ガラス塊と一对のプレス成形型とを密着させた状態を維持した後、アニール処理を行うことが好ましい。

プレス成形後にアニール処理を行うことによってガラスブランク内部の歪を解消（開放）する場合、歪点より10℃高い温度以下になるまでプレスを継続するだけでは、ガラスブランクの内部に歪が残ってしまう恐れがある。しかし、温度が歪点以下になるまで、熔融ガラス塊と一对のプレス成形型とを密着させた密着させた状態を維持することによって、ガラスブランクの冷却過程をコントロールすることができ、ガラスブランク内部の歪を抜くことが可能となる。これにより、アニール処理しても平坦度が悪化しにくいガラスブランクを得ることができる。なお「密着させた状態」とは、一对のプレス成形型により熔融ガラス塊を押し続けている状態であってもよく、一对のプレス成形型が熔融ガラス塊に力を加えることなく熔融ガラス塊に対して密着を維持している状態でもよい。

[0242] また、成形工程は、板状ガラスの板厚を決定するための第一のプレス工程と、板状ガラスの平坦度を向上させるための第二のプレス工程とを含み、第一のプレス工程と第二のプレス工程は、一对のプレス成形型を用いて連続的に行われるものであってもよい。さらに、板状のガラスの板厚を2 mm以下とし、かつ、平坦度が10 μm以下（10 μm以内）となるように、成形工程を行うことが好ましい。なお、第三の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、より薄く平坦なガラスブランクを製造する場合に好適であることか

ら、板厚を 1.5 mm 以下とすることがより好ましく、1.2 mm 以下とすることが更に好ましく、1.0 mm 以下とすることが一層好ましい。

[0243] なお、第三の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法または第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の各態様と組み合わせてもよい。また、第三の本発明の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法は、第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法または第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法の各態様と組み合わせてもよい。

[0244] (磁気記録媒体ガラス基板の製造方法)

第三の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法は、第三の本実施形態のガラスブランクの製造方法によりガラスブランクを作製し、ガラスブランクを加工しての磁気記録媒体ガラス基板を作製することを特徴とする。なお、第三の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法では、第三の本実施形態のガラスブランクの製造方法により作製されたガラスブランクを用いる点を除けば、その他の製造条件は、既述した第一の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法および／または第二の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法と同様とすることができる。

[0245] (磁気記録媒体の製造方法)

第三の本実施形態の磁気記録媒体の製造方法は、第三の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法により磁気記録媒体ガラス基板を作製し、磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を作製することを特徴とする。なお、第三の本実施形態の磁気記録媒体の製造方法では、第三の本実施形態の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法により作製された磁気記録媒体ガラス基板を用いる点を除けば、その他の製造条件は、既述した第一の本実施形態の磁気記録媒体の製造方法および／または第二の本実施形態の磁気記録媒体の製造方法と同様とすることができる。

実施例

[0246] <第一の本発明の実施例>

以下に第一の本発明を実施例を挙げて説明するが、第一の本発明は以下の実施例にのみ限定されるものではない。

[0247] <<ガラスブランクの作製>>

各実施例および比較例では、2.5インチサイズの磁気記録媒体ガラス基板作製のガラスブランク（直径：約75mm、厚み：約0.9mm）を連続的に数百枚以上作製した。

[0248] （実施例A1）

図1～図9に示したプロセスにて、溶融ガラス塊形成工程、第一のプレス工程、第二のプレス工程および取出工程を実施し、ガラスブランクを作製した。なお、ガラス流出口12から流出する溶融ガラスの粘度は700dPa・sに調整し、第一のプレス成形型50および第二のプレス成形型60は、溶融ガラス塊24の落下方向に対して直交するように配置し、落下距離は150mmに設定した。

[0249] ここで、ガラスブランクの作製に使用したガラス材料の主要な物性値および組成は以下の通りである。

- ・ ガラス転移温度：495℃
- ・ 屈伏点：550℃
- ・ 歪点：490℃
- ・ 組成：ガラス組成2に相当する組成

[0250] また、第一のプレス工程および第二のプレス工程の具体的な実施条件、ならびに、プレス成形に用いたプレス成形型50、60の詳細は以下の通りである。

[0251] －第一のプレス工程の実施条件－

第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの温度を500℃、第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの温度を500℃、第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差を50℃、第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差を50℃に設定した。なお

、プレス成形型50、60の駆動は、プレス成形面52Aおよびプレス成形面62Aが、溶融ガラス塊24に同時に接触するように設定した。また、プレス成形時間は0.07秒とした。なお、プレス成形面52A、62Aの温度は、プレス成形面52A、62Aから深さ1mmの位置に配置した熱電対によりモニターした。この熱電対は、プレス成形面52A、62Aの中心部に1個と、中心部から半径30mmの位置であってかつ周方向に0°、90°、180°、270°の位置に各々1個配置されている。

[0252] 第二のプレス工程の実施条件

第二のプレス工程の継続時間を調整し、得られたガラスブロックの平坦度を測定したところ、第二のプレス工程の継続時間を2秒以上にとると、ガラスブロックの平坦度が4 μ mとなった。そこで、第二のプレス工程の継続時間を2秒に設定した。第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度（取出温度）を49.5℃である。第二のプレス工程実施中のプレス圧力は常に0.5MPaを維持するように設定した。なお、板状ガラス26の温度は、プレス成形面52A、62Aの中心部に配置された熱電対により測定された温度であるとして仮定して求めた値である。このようにして、ガラスブロックの平坦度を指標として第二のプレス工程の継続時間を制御し、平坦性の優れたガラスブロックを得た。

[0253] プレス成形型

プレス成形型50は、鑄鉄製で、プレス成形型本体52とガイド部材54とが一体的に構成された一体型タイプのもを用いた。また、プレス成形型60もプレス成形型50と同様の一体型タイプのもを用いた。なお、プレス成形面52A、62Aは、完全な平坦面からなる。また、使用した一体型タイプタイプのプレス成形型50、60には、プレス成形面52A、62Aの温度および面内温度分布が制御できるように、プレス成形型本体52、62の内側に、冷却水を流す流路が設けられると共に、プレス成形型50、60の外周側にヒータが配置されている。ここで、冷却水の流量およびヒータの加熱条件については、常にプレス成形型50のプレス成形面52Aの温度と、プ

レス成形型 60 のプレス成形面 62 A の温度との差が、 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内の範囲を維持するように制御した。

[0254] (実施例 A 2)

第二のプレス工程の継続時間をさらに長くして、板状ガラスの取出温度を 490°C に設定した以外は、実施例 A 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0255] (実施例 A 3)

プレス成形型 50、60 として、プレス成形型本体 52、62 とガイド部材 54、64 とが別部材として構成された分離型タイプのものを用いた以外は、実施例 A 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0256] (実施例 A 4)

第二のプレス工程実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のプレス工程の開始直後を基準 (100%) とした場合、板状ガラス 26 の温度が屈伏点 -25°C に達した時点で 50% となるように制御した。

[0257] (実施例 A 5)

第二のプレス工程実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のプレス工程の開始直後を基準 (100%) とした場合、板状ガラス 26 の温度が屈伏点 $+25^{\circ}\text{C}$ に達した時点で 50% となるように制御した。

[0258] (実施例 A 6)

第二のプレス工程実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のプレス工程の開始直後を基準 (100%) とした場合、板状ガラス 26 の温度が屈伏点 $+40^{\circ}\text{C}$ に達した時点で 50% となるように制御した。

[0259] (実施例 A 7)

第二のプレス工程実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第

二のプレス工程の開始直後を基準（１００％）とした場合、板状ガラス２６の温度が屈伏点－４０℃に達した時点で５０％となるように制御した。

[0260]（実施例Ａ８）

第二のプレス工程実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例Ａ３と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のプレス工程の開始直後を基準（１００％）とした場合、板状ガラス２６の温度が屈伏点に達した時点で５０％となるように制御した。

[0261]（実施例Ａ９）

板状ガラス２６の取出温度を４８５℃に設定し、かつ、プレス成形型５０、６０として分離型タイプのプレス成形型を用いた以外は、実施例Ａ２と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0262]（比較例Ａ１）

第二のプレス工程の継続時間を２秒未満として板状ガラスの取出温度を５２０℃に設定した以外は、実施例Ａ１と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0263]（比較例Ａ２）

第二のプレス工程の実施を省略した以外は、実施例Ａ１と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0264]（比較例Ａ３）

実施例Ａ１で用いたものと同様のガラス材料を用いて、垂直ダイレクトプレスによりガラスブランクを作製した。ガラスブランクの作製には、外周縁に沿って等間隔に下型が１２個配置され、プレスに際しては、一方向に３０度毎に移動と停止とを交互に繰り返しながら回転する回転テーブルを備えたプレス装置を用いた。また、回転テーブルの外周縁上に配置された１２個の下型に対応する１２個の下型停止位置に対して、回転テーブルの回転方向に沿ってＰ１～Ｐ１２の番号を付した際に、以下の下型停止位置の下型プレス面上または下型の側には、各々下記の部材が配置されている。

- ・下型停止位置Ｐ１：溶融ガラス供給装置

- ・ 下型停止位置 P 2 : 上型
- ・ 下型停止位置 P 9 : 取出手段 (真空吸着装置)

[0265] このプレス装置では、下型停止位置 P 1 にて、下型上に所定量の溶融ガラスが供給され、下型停止位置 P 2 にて、上型と下型とにより溶融ガラスを板状ガラスにプレス成形し、下型停止位置 P 9 にて、板状ガラス (ガラスブランク) を取り出す。また、下型が停止位置 P 2 ~ P 9 へと、移動する際に均熱・冷却工程が実施され、停止位置 P 9 ~ P 1 2 へと移動する際に、ヒーターを利用して下型の予熱が行われる。

[0266] 上型および下型の材質、および、プレス成形面の平滑性、平坦性は実施例 A 1 で用いたプレス成形型 5 0、6 0 と同様とした。なお、下型停止位置 P 1 に位置する下型上に供給される直前の溶融ガラスの粘度は、5 0 0 d P a · s となるように調整した。

[0267] プレス工程の実施条件

なお、プレス工程の実施条件の詳細は以下の通りである。プレス工程実施直前の上型プレス成形面の温度を 3 8 0 °C、プレス工程実施直前の下型プレス成形面の温度を 4 8 0 °C、プレス工程実施直前の上型プレス成形面の面内温度差を 3 0 °C、プレス工程実施直前の下型プレス成形面の面内温度差を 3 0 °C に設定した。なお、上型は、下型上に所定量の溶融ガラスが供給されてから 2 秒後に、下方に駆動させた。また、上型が下型上の溶融ガラスに接触してから、上型と下型とが離間するまでの時間 (プレス成形時間) は 0. 3 秒とした。以上に説明した条件でプレス工程を実施した場合、プレス工程終了時の板状ガラスの温度 (取出温度) は、5 0 0 °C であった。なお、上型および下型のプレス成形面の温度は、プレス成形面から深さ 5 m m の位置に配置した熱電対によりモニターした。この熱電対は、プレス成形面の中心部に 1 個と、中心部から半径 1 5 m m の位置であってかつ周方向に 0 °、9 0 °、1 8 0 °、2 7 0 ° の位置に各々 1 個配置されている。

[0268] (比較例 A 4)

取出温度が 4 9 5 °C となるようにプレス成形時間を延長した以外は、比較

例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、生産速度が非常に遅く、実用性がないため、ガラスブランクを数十枚程度作製した時点で、プレスを中止した。

[0269] (比較例 A 5)

プレス装置として、下型停止位置 P 3 のプレス面上に冷却用上型を更に配置した以外は、比較例 A 3 で用いたプレス装置と同様の装置を用いた。なお、冷却用上型は、下型停止位置 P 2 のプレス面上に配置されたプレス成形用の上型と、実質的に同一の構造を有するものである。ここで、下型停止位置 P 2 において実施されるプレス工程は、比較例 A 3 と同様の条件で実施した。

[0270] また、下型停止位置 P 3 において下型が停止している期間については、全体が 4 8 0 °C 程度に予熱された冷却用上型を、下型上に配置された板状ガラスに接触しない程度の距離まで接近させた状態を維持した。

[0271] (評価)

各実施例および比較例において作製したガラスブランクについて、平坦度、割れ、および、生産性について評価した。結果を表 1 ～表 3 に示す。なお、水平ダイレクトプレスによりガラスブランクを作製した全ての実施例および比較例 A 1, A 2 における第一のプレス工程および第二のプレス工程実施中のプレス成形面間の温度は、最大でも 5 5 0 °C 以下であり、垂直ダイレクトプレスによりガラスブランクを作製した比較例 A 3 ～A 5 におけるプレス工程実施中のプレス成形面間の温度は、4 5 0 °C ～5 0 0 °C の範囲内であった。

[0272]

[表1]

		実施例A1	実施例A2	実施例A3	実施例A4	実施例A5
使用したガラス材料の物性値	屈伏点[°C]	550	550	550	550	550
	歪点[°C]	490	490	490	490	490
プレス方式		水平ダイレクトプレス	水平ダイレクトプレス	水平ダイレクトプレス	水平ダイレクトプレス	水平ダイレクトプレス
成型型のタイプ		一体型	一体型	分離型	分離型	分離型
第一のプレス工程の諸条件	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの温度T1[°C]	500	500	500	500	500
	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの温度T2[°C]	500	500	500	500	500
	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	0	0	0	0
	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差[°C]	50	50	50	50	50
	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差[°C]	50	50	50	50	50
	第二のプレス工程の継続時間	2秒	2秒を超える	2秒	2秒	2秒
第二のプレス工程の諸条件	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	495	490	495	495	495
	第二のプレス工程実施中のプレス圧力	常に一定	常に一定	常に一定	板状ガラス26の温度が屈伏点-25°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+25°Cに達した時点で50%減少させた
	平坦度[μm]	4	4	4	4	4
評価結果	割れ	B	A	C	A	A
	生産性	B	C	B	B	B

[0273]

[表2]

使用したガラス材料の物性値	実施例A6		実施例A7		実施例A8		実施例A9		比較例A1		比較例A2	
	屈伏点[°C]		屈伏点[°C]		屈伏点[°C]		屈伏点[°C]		屈伏点[°C]		屈伏点[°C]	
プレス方式	歪点[°C]		歪点[°C]		歪点[°C]		歪点[°C]		歪点[°C]		歪点[°C]	
	水平ダイレクトプレス	550	水平ダイレクトプレス	550	水平ダイレクトプレス	550	水平ダイレクトプレス	550	水平ダイレクトプレス	550	水平ダイレクトプレス	550
	水平ダイレクトプレス	490	水平ダイレクトプレス	490	水平ダイレクトプレス	490	水平ダイレクトプレス	490	水平ダイレクトプレス	490	水平ダイレクトプレス	490
	分離型	500	分離型	500	分離型	500	分離型	500	一体型	500	一体型	500
	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの温度T1[°C]	500	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの温度T2[°C]	500	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの温度T1[°C]	500	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの温度T2[°C]	500	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの温度T1[°C]	500	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの温度T2[°C]	500
	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0
	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差[°C]	50	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差[°C]	50	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差[°C]	50	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差[°C]	50	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差[°C]	50	第一のプレス工程実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差[°C]	50
	第二のプレス工程の継続時間	2秒	第二のプレス工程の継続時間	2秒	第二のプレス工程の継続時間	2秒	第二のプレス工程の継続時間	2秒	第二のプレス工程の継続時間	2秒	第二のプレス工程の継続時間	2秒
	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	495	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	495	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	495	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	495	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	520	第二のプレス工程終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	520
	第二のプレス工程実施中のプレス圧力	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点-40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点-40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点-40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点-40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点-40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた
評価結果	平坦度[μm]	4	平坦度[μm]	4	平坦度[μm]	4	平坦度[μm]	4	平坦度[μm]	4	平坦度[μm]	4
	割れ	B	割れ	B	割れ	B	割れ	B	割れ	B	割れ	B
	生産性	B	生産性	B	生産性	B	生産性	B	生産性	B	生産性	B

[0274]

[表3]

		比較例A3	比較例A4	比較例A5
使用したガラス材料の物性値	屈伏点[°C]	550	550	550
	歪点[°C]	490	490	490
プレス方式		垂直ダイレクトプレス	垂直ダイレクトプレス	垂直ダイレクトプレス
プレス工程の諸条件	プレス工程実施直前の上型プレス成形面の温度T1[°C]	380	380	380
	プレス工程実施直前の下型プレス成形面の温度T2[°C]	480	480	480
	プレス成形面間の温度差 (T1-T2)	100	100	100
	プレス工程実施直前の上型プレス成形面の面内温度差[°C]	30	30	30
	プレス工程実施直前の下型プレス成形面の面内温度差[°C]	30	30	30
	プレス工程終了時の板状ガラスの温度(取出温度)[°C]	500	495	500
	冷却用上型の使用の有無	無し	無し	有り
評価結果	平坦度[μm]	20	15	15
	割れ	未評価		
	生産性	A	D	A

[0275] なお、表1～表3に示す、平坦度の評価方法、割れおよび生産性の評価方法・評価基準は以下の通りである。

[0276] ー平坦度ー

平坦度は、三次元形状測定装置（コムス株式会社製、高精度3次元形状測定システム、MAP-3D）を用いて測定し、10枚サンプルの平坦度の平均値を求めた。

[0277] ー割れー

ガラスブランクを連続して1000枚作製した場合に、得られたガラスブランクが割れたものをカウントし、割れの発生率を求めた。なお、表1～表3に示す評価結果の評価基準は以下の通りである。

A：割れの発生率が0%

B：割れの発生率が、0%を超え1%以下

C：割れの発生率が、1%を超え2%以下

D：割れの発生率が、2%以上

[0278] ー生産性ー

ガラスブランクを連続して1000枚作製した場合における単位時間当たりのガラスブランク生産枚数を求めた。なお、表1～表3に示す評価結果の評価基準は以下の通りである。

A：1時間当たりの生産枚数が3420枚以上

B：1時間当たりの生産枚数が3240枚以上3420枚未満

C：1時間当たりの生産枚数が3060枚以上3240枚未満

D：1時間当たりの生産枚数が3060枚未満

[0279] <<磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体の作製>>

<実施例B1>

実施例A1～A9において作製した各ガラスブランクをアニールし、歪を低減、除去した。次に、磁気記録媒体ガラス基板の外周となる部分と中心孔になる部分にスクライブ加工を施した。こうした加工で、外側および内側に2つの同心円状の溝を形成した。次いで、スクライブ加工した部分を部分的に加熱して、ガラスの熱膨張の差異により、スクライブ加工した溝に沿ってクラックを発生させ、外側同心円の外側部分と内側部分とを除去した。これにより、真円形状のディスク状ガラスを得た。

[0280] 次に、ディスク状ガラスをチャンファリングなどにより形状加工を施し、さらに端面研磨を行った。次に、ディスク状ガラスの主表面に第1研磨を施した後、ガラスを化学強化液に浸漬して化学強化した。化学強化後、十分に洗浄したガラスに対し、第2研磨を施した。第2研磨工程後、ディスク状ガラスを再度洗浄して磁気記録媒体ガラス基板を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板の外径は65mm、中心孔径は20mm、厚さは0.8mm、主表面の粗さは0.2nm以下であった。

[0281] なお、磁気記録媒体ガラス基板の作製に際しては、上述したようにラッピング工程などの平坦度の改善を主目的のひとつとして実施される工程は省略した。しかしながら、加工に用いた実施例A1～A8のガラスブランクの平

平坦度は $4\ \mu\text{m}$ であり、実施例 A 1 ～ A 8 のガラスブランクを用いて作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は $4\ \mu\text{m}$ であり、両者の平坦度には殆ど差が見られなかった。また、加工に用いた実施例 A 9 のガラスブランクの平坦度は $3\ \mu\text{m}$ であり、実施例 A 9 のガラスブランクを用いて作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は $3\ \mu\text{m}$ であり、両者の平坦度には殆ど差が見られなかった。なお、磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は、ガラスブランクの平坦度の測定と同様にして測定した。

[0282] 次に、作製した磁気記録媒体ガラス基板を用いて、この磁気記録媒体ガラス基板の主表面上に、付着層、下地層、磁性層、保護層、潤滑層をこの順に形成し、磁気記録媒体を得た。まず、真空引きを行った成膜装置を用いて、DCマグネトロンスパッタリング法にて、Ar雰囲気中で、付着層、下地層および磁性層を順次成膜した。このとき、付着層は、厚さ $20\ \text{nm}$ のアモルファスCrTi層となるように、CrTiターゲットを用いて成膜した。続いて枚葉・静止対向型成膜装置を用いて、Ar雰囲気中で、DCマグネトロンスパッタリング法にて下地層としてアモルファスCrRuからなる $10\ \text{nm}$ 厚の層を形成した。また、磁性層は、厚さ $200\ \text{nm}$ のアモルファスFePtまたはCoPt層となるように、FePtまたはCoPtターゲットを用いて成膜温度 400°C にて成膜した。磁性層までの成膜を終えた磁気記録媒体を成膜装置から加熱炉内に移し、 $650\sim700^\circ\text{C}$ の温度でアニールした。

[0283] 続いて、エチレンを材料ガスとしたCVD法により水素化カーボンからなる保護層を形成した。この後、PFPE（パーフロロポリエーテル）を用いてなる潤滑層をディップコート法により形成した。潤滑層の膜厚は $1\ \text{nm}$ であった。以上の製造工程により、磁気記録媒体を得た。

[0284] 実施例 A 1 ～ A 8 のガラスブランクを用いて得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $4\ \mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。また、実施例 A 9 のガラスブランクを用いて得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $3\ \mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に

用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。なお、磁気記録媒体の平坦度は、ガラスブランクの平坦度の測定と同様にして測定した。

[0285] <比較例 B 1>

比較例 A 1 において作製したガラスブランクを用いて、磁気記録媒体ガラス基板を作製した。なお、磁気記録媒体ガラス基板の作製に際しては、端面研磨後にかつ第一研磨の実施前に、研削代を $50\text{ }\mu\text{m}$ に設定してラッピング工程を更に実施した以外は、実施例 B 1 と同様にして磁気記録媒体ガラス基板を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板の外径は 65 mm 、中心孔径は 20 mm 、厚さは 0.8 mm 、主表面の粗さは 0.2 nm 以下であった。また、加工に用いたガラスブランクの平坦度は $15\text{ }\mu\text{m}$ であり、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は $4\text{ }\mu\text{m}$ であり、平坦度が大きく改善されていることが確認された。

[0286] 次に、得られた磁気記録媒体ガラス基板を用いて実施例 B 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $4\text{ }\mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。

[0287] <比較例 B 2>

ラッピング工程を省略した以外は、比較例 B 1 と同様にして磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体の平坦度は、加工に用いたガラスブランクの平坦度と実質同一であった。

[0288] <比較例 B 3>

比較例 A 5 において作製したガラスブランクを用いた以外は、比較例 B 1 と同様にして、磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板の外径は 65 mm 、中心孔径は 20 mm 、厚さは 0.8 mm 、主表面の粗さは 0.2 nm 以下であった。また、加工に用いたガラスブランクの平坦度は $15\text{ }\mu\text{m}$ であり、作製された磁気記録媒体ガ

ラス基板の平坦度は $4\ \mu\text{m}$ であり、平坦度が大きく改善されていることが確認された。

[0289] 次に、得られた磁気記録媒体ガラス基板を用いて比較例 B 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $4\ \mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。

[0290] <比較例 B 4>

ラッピング工程を省略した以外は、比較例 B 3 と同様にして磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体の平坦度は、加工に用いたガラスブランクの平坦度と実質同一であった。

[0291] <第二の本発明の実施例>

以下に第二の本発明を実施例を挙げて説明するが、第二の本発明は以下の実施例にのみ限定されるものではない。

[0292] <<ガラスブランクの作製>>

各実施例および比較例では、2.5 インチサイズの磁気記録媒体ガラス基板作製のガラスブランク（直径：約 75 mm 、厚み：約 0.9 mm ）を連続的に数百枚以上作製した。

[0293] （実施例 A 1）

図 11～図 19 に示したプロセスにて、溶融ガラス塊形成工程、プレス成形工程（第一のステップおよび第二のステップ）、ならびに、取出工程を実施し、ガラスブランクを作製した。なお、ガラス流出口 112 から流出する溶融ガラスの粘度は $700\text{ dPa}\cdot\text{s}$ に調整し、第一のプレス成形型 150 および第二のプレス成形型 160 は、溶融ガラス塊 124 の落下方向に対して直交するように配置し、落下距離は 150 mm に設定した。

[0294] ここで、ガラスブランクの作製に使用したガラス材料の主要な物性値および組成は以下の通りである。

・ガラス転移温度： 495°C

- ・ 屈伏点：550℃
- ・ 歪点：490℃
- ・ 組成：前記ガラス組成2に相当する組成

[0295] また、第一のステップおよび第二のステップの具体的な実施条件、ならびに、プレス成形に用いたプレス成形型150、160の詳細は以下の通りである。

[0296] ー第一のステップの実施条件ー

第一のステップ実施直前のプレス成形面152Aの温度を500℃、第一のステップ実施直前のプレス成形面162Aの温度を500℃、第一のステップ実施直前のプレス成形面152Aの面内温度差を50℃、第一のステップ実施直前のプレス成形面162Aの面内温度差を50℃に設定した。なお、プレス成形型150、160の駆動は、プレス成形面152Aおよびプレス成形面162Aが、熔融ガラス塊124に同時に接触するように設定した。また、プレス成形時間は0.07秒とした。なお、プレス成形面152A、162Aの温度は、プレス成形面152A、162Aから深さ30mmの位置に配置した熱電対によりモニターした。この熱電対は、プレス成形面152A、162Aの中心部に1個と、中心部から半径1mmの位置であってかつ周方向に0°、90°、180°、270°の位置に各々1個配置されている。

[0297] ー第二のステップの実施条件ー

第二のステップ終了時の板状ガラス126の温度（取出温度）を495℃となるように設定し、第二のステップ実施中のプレス成形型本体152、162のプレス圧力は常に0.5MPaを維持するように設定した。なお、板状ガラス126の温度は、プレス成形面152A、162Aの中心部に配置された熱電対により測定された温度であると仮定して求めた値である。

[0298] ープレス成形型ー

プレス成形型150は、鋳鉄製で、プレス成形型本体152とガイド部材154とが一体的に構成された一体型タイプのものを用いた。また、プレス

成形型 160 もプレス成形型 150 と同様の一体型タイプのものを用いた。なお、プレス成形面 152A、162A は、完全な平坦面からなる。また、使用したプレス成形型 150、160 には、プレス成形面 152A、162A の温度および面内温度分布が制御できるように、プレス成形型本体 152、162 の内部に、冷却水を流す流路が設けられると共に、プレス成形型 150、160 の外周側にヒータが配置されている。

[0299] (実施例 A2)

取出温度を 490℃ に設定した以外は、実施例 A1 と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0300] (実施例 A3)

取出温度を 505℃ に設定した以外は、実施例 A1 と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0301] (実施例 A4)

第二のステップ実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のステップの開始直後を基準 (100%) とした場合、板状ガラス 126 の温度が屈伏点 - 25℃ に達した時点で 50% となるように制御した。

[0302] (実施例 A5)

第二のステップ実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のステップの開始直後を基準 (100%) とした場合、板状ガラス 126 の温度が屈伏点 + 25℃ に達した時点で 50% となるように制御した。

[0303] (実施例 A6)

第二のステップ実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のステップの開始直後を基準 (100%) とした場合、板状ガラス 126 の温度が屈伏点 - 40℃ に達した時点で 50% となるように制御した。

[0304] (実施例 A7)

第二のステップ実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のステップの開始直後を基準（100%）とした場合、板状ガラス 126 の温度が屈伏点 + 40℃に達した時点で 50%となるように制御した。

[0305] （実施例 A 8）

第二のステップ実施中のプレス圧力を、経時的に減少させた以外は、実施例 A 3 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、プレス圧力は、第二のステップの開始直後を基準（100%）とした場合、板状ガラス 126 の温度が屈伏点に達した時点で 50%となるように制御した。

（実施例 A 9）

取出温度を 485℃に設定した以外は、実施例 A 2 と同様にしてガラスブランクを作製した。

[0306] （比較例 A 1）

プレス成型型として、図 22 に示すプレス成型型 300 を用いた以外は、基本的には実施例 A 1 と同様の条件でガラスブランクを作製した。ただし、第二のステップ実施中において、プレス圧力は、プレス成型型 300 全体に加えた。

[0307] なお、図 22 に示すプレス成型型 300 は、鋳鉄製で、図 20 に示すプレス成型型 150S を構成するプレス成型型本体 152 とガイド部材 154 とを一体化した構造を有するものである。このプレス成型型 300 は、円柱状で、一方の端面がプレス成型面 300A となっている。また、プレス成型面の外縁部分に沿ってガイド部材 154 と同様の機能を有するリング状の凸部 302 が設けられている。また、プレス成型面 300A と反対側の面には、棒状部材 304 が取り付けられ、この棒状部材 304 の他方の端には不図示の駆動装置が接続されている。なお、棒状部材 304 は、プレス成型型 300 の軸方向 X と同軸となるように取り付けられている。また、プレス成型型 300 のプレス成型面 300A の平滑性および平坦性、ならびに、プレス成型面 300A および凸部 302 の各部の寸法は、各実施例で用いた図 20 に

示す成形型 150S と実質的に同様である。

[0308] (比較例 A2)

プレス成形型として、図 23 に示すプレス成形型 310 を用いた以外は、基本的には実施例 A1 と同様の条件でガラスブランクを作製した。ただし、第一のステップは、板状ガラス 126 の厚みが、作製しようとするガラスブランクの厚みと同程度となった時点で終了し、その後は、プレス圧力を弱くして第二のステップを実施した。また、第二のステップ実施中において、プレス圧力は、プレス成形型 310 全体に加えた。

[0309] なお、図 23 に示すプレス成形型 310 は、鋳鉄製で、図 20 に示すプレス成形型 150S を構成するプレス成形型本体 152 に相当する構成を有するものである。このプレス成形型 310 は、円柱状で、一方の端面がプレス成形面 310A となっている。また、プレス成形面 310A と反対側の面には、棒状部材 312 が取り付けられ、この棒状部材 312 の他方の端には不図示の駆動装置が接続されている。なお、棒状部材 312 は、プレス成形型 310 の軸方向 X と同軸となるように取り付けられている。

[0310] (評価)

各実施例および比較例において作製したガラスブランクについて、平坦度、板厚偏差、および、割れについて評価した。結果を表 4 および表 5 に示す。なお、実施例および比較例における第一のステップおよび第二のステップ実施中の 2 つのプレス成形面の温度は、双方ともほぼ同一の温度を示し、また、最高でも 505℃ 以下であった。

[0311]

[表4]

		実施例A1	実施例A2	実施例A3	実施例A4	実施例A5
使用したガラス材料の物性値	屈伏点[°C]	550	550	550	550	550
	歪点[°C]	490	490	490	490	490
一对の成形型の構造		ガイド部材あり	ガイド部材あり	ガイド部材あり	ガイド部材あり	ガイド部材あり
第一のステップの諸条件	第一のステップ実施直前のプレス成形面52Aの温度T1[°C]	500	500	500	500	500
	第一のステップ実施直前のプレス成形面62Aの温度T2[°C]	500	500	500	500	500
	プレス成形面間の温度差($ T1 - T2 $)[°C]	0	0	0	0	0
	第一のステップ実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差[°C]	50	50	50	50	50
	第一のステップ実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差[°C]	50	50	50	50	50
第二のステップの諸条件	第二のステップ終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	495	490	505	505	505
	第二のステップ実施中のプレス圧力	常に一定	常に一定	常に一定	板状ガラス26の温度が屈伏点 -25°C に達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点 $+25^{\circ}\text{C}$ に達した時点で50%減少させた
評価結果	平坦度[μm]	4	4	4	4	4
	板厚偏差[μm]	10	10	10	10	10
	割れ	C	A	B	A	A

[0312]

[表5]

		実施例A6	実施例A7	実施例A8	実施例A9	比較例A1	比較例A2
使用したガラス材料の物性値	屈伏点[°C]	550	550	550	550	550	550
	歪点[°C]	490	490	490	490	490	490
一対の成形型の構造		ガイド部材あり	ガイド部材あり	ガイド部材あり	ガイド部材あり	図12(プレス成形型本体とガイド部材とが一体構造)	図13(ガイド部材なし)。
第一のステップの諸条件	第一のステップ実施直前のプレス成形面52Aの温度T1[°C]	500	500	500	500	500	500
	第一のステップ実施直前のプレス成形面62Aの温度T2[°C]	500	500	500	500	500	500
	プレス成形面間の温度差(T1-T2)[°C]	0	0	0	0	0	0
	第一のステップ実施直前のプレス成形面52Aの面内温度差[°C]	50	50	50	50	50	50
	第一のステップ実施直前のプレス成形面62Aの面内温度差[°C]	50	50	50	50	50	50
第二のステップの諸条件	第二のステップ終了時の板状ガラス26の温度(取出温度)[°C]	505	505	505	485	495	495
	第二のステップ実施中のプレス圧力	板状ガラス26の温度が屈伏点-40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点+40°Cに達した時点で50%減少させた	板状ガラス26の温度が屈伏点に達した時点で50%減少させた	常に一定	常に一定	常に一定
評価結果	平坦度[μm]	4	4	4	3	15	4
	板厚偏差[μm]	10	10	10	8	10	30
	割れ	B	B	A	A	A	B

[0313] なお、表4および表5に示す、平坦度、板厚偏差および割れの評価方法・評価基準は以下の通りである。

[0314] ー平坦度ー

平坦度は、三次元形状測定装置（コムス株式会社製、高精度3次元形状測定システム、MAP-3D）を用いて測定し、10枚サンプルの平坦度の平均値を求めた。

[0315] ー板厚偏差ー

板厚偏差は、作製されたガラスブランクの中心点と、半径30mmの位置であってかつ周方向に0°、90°、180°、270°の位置とにおける厚みをマイクロメータで測定し、これら5点の標準偏差を求めた。そして、

10枚のサンプルの標準偏差の平均値を求めた。

[0316] ー割れー

ガラスブランクを連続して1000枚作製した場合に、得られたガラスブランクが割れたものをカウントし、割れの発生率を求めた。なお、表4および表5に示す評価結果の評価基準は以下の通りである。

A：割れの発生率が0%

B：割れの発生率が、0%を超え1%以下

C：割れの発生率が、1%を超え2%以下

D：割れの発生率が、3%以上

[0317] <<磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体の作製>>

<実施例B1>

実施例A1～A9において作製した各ガラスブランクをアニールし、歪を低減、除去した。次に、磁気記録媒体ガラス基板の外周となる部分と中心孔になる部分にスクライブ加工を施した。こうした加工で、外側および内側に2つの同心円状の溝を形成した。次いで、スクライブ加工した部分を部分的に加熱して、ガラスの熱膨張の差異により、スクライブ加工した溝に沿ってクラックを発生させ、外側同心円の外側部分と内側部分とを除去した。これにより、真円形状のディスク状ガラスを得た。

[0318] 次に、ディスク状ガラスをチャンファリングなどにより形状加工を施し、さらに端面研磨を行った。次に、ディスク状ガラスの主表面に第1研磨を施した後、ガラスを化学強化液に浸漬して化学強化した。化学強化後、十分に洗浄したガラスに対し、第2研磨を施した。第2研磨工程後、ディスク状ガラスを再度洗浄して磁気記録媒体ガラス基板を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板の外径は65mm、中心孔径は20mm、厚さは0.8mm、主表面の粗さは0.2nm以下であった。

[0319] なお、磁気記録媒体ガラス基板の作製に際しては、上述したようにラッピング工程などの平坦度の改善を主目的のひとつとして実施される工程は省略した。しかしながら、加工に用いた実施例A1～A8のガラスブランクの平

平坦度は $4\ \mu\text{m}$ であり、実施例 A 1 ～ A 8 のガラスブランクを用いて作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は $4\ \mu\text{m}$ であり、両者の平坦度には殆ど差が見られなかった。また、加工に用いた実施例 A 9 のガラスブランクの平坦度は $3\ \mu\text{m}$ であり、実施例 A 9 のガラスブランクを用いて作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は $3\ \mu\text{m}$ であり、両者の平坦度には殆ど差が見られなかった。なお、磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は、ガラスブランクの平坦度の測定と同様にして測定した。

[0320] 次に、作製した磁気記録媒体ガラス基板を用いて、この磁気記録媒体ガラス基板の主表面上に、付着層、下地層、磁性層、保護層、潤滑層をこの順に形成し、磁気記録媒体を得た。まず、真空引きを行った成膜装置を用いて、DCマグネトロンスパッタリング法にて、Ar雰囲気中で、付着層、下地層および磁性層を順次成膜した。このとき、付着層は、厚さ $20\ \text{nm}$ のアモルファスCrTi層となるように、CrTiターゲットを用いて成膜した。続いて枚葉・静止対向型成膜装置を用いて、Ar雰囲気中で、DCマグネトロンスパッタリング法にて下地層としてアモルファスCrRuからなる $10\ \text{nm}$ 厚の層を形成した。また、磁性層は、厚さ $200\ \text{nm}$ のアモルファスFePtまたはCoPt層となるように、FePtまたはCoPtターゲットを用いて成膜温度 400°C にて成膜した。磁性層までの成膜を終えた磁気記録媒体を成膜装置から加熱炉内に移し、 $650\sim700^\circ\text{C}$ の温度でアニールした。

[0321] 続いて、エチレンを材料ガスとしたCVD法により水素化カーボンからなる保護層を形成した。この後、PFPE（パーフロロポリエーテル）を用いてなる潤滑層をディップコート法により形成した。潤滑層の膜厚は $1\ \text{nm}$ であった。以上の製造工程により、磁気記録媒体を得た。

[0322] 実施例 A 1 ～ A 8 のガラスブランクを用いて得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $4\ \mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。また、実施例 A 9 のガラスブランクを用いて得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $3\ \mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に

用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。なお、磁気記録媒体の平坦度は、ガラスブランクの平坦度の測定と同様にして測定した。

[0323] <比較例 B 1>

比較例 A 1 において作製したガラスブランクを用いて、磁気記録媒体ガラス基板を作製した。なお、磁気記録媒体ガラス基板の作製に際しては、端面研磨後にかつ第一研磨の実施前に、研削代を $50\ \mu\text{m}$ に設定してラッピング工程を更に実施した以外は、実施例 B 1 と同様にして磁気記録媒体ガラス基板を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板の外径は $65\ \text{mm}$ 、中心孔径は $20\ \text{mm}$ 、厚さは $0.8\ \text{mm}$ 、主表面の粗さは $0.2\ \text{nm}$ 以下であった。また、加工に用いたガラスブランクの平坦度は $15\ \mu\text{m}$ であり、作製された磁気記録媒体ガラス基板の平坦度は $4\ \mu\text{m}$ であり、平坦度が大きく改善されていることが確認された。

[0324] 次に、得られた磁気記録媒体ガラス基板を用いて実施例 B 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体の平坦度は、 $4\ \mu\text{m}$ であり、磁気記録媒体の作製に用いた磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とほぼ同程度であった。

[0325] <比較例 B 2>

ラッピング工程を省略した以外は、比較例 B 1 と同様にして磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体を作製した。得られた磁気記録媒体ガラス基板および磁気記録媒体の平坦度は、加工に用いたガラスブランクの平坦度と実質同一であった。

符号の説明

- [0326] 10 溶融ガラス流出管
12 ガラス流出口
20 溶融ガラス流
22 先端部
24 溶融ガラス塊

- 2 6 板状ガラス
- 3 0 下側ブレード（シアブレード）
- 3 2 本体部
- 3 4 刃部
- 3 4 U （刃部の）上面
- 3 4 B （刃部の）下面
- 4 0 上側ブレード（シアブレード）
- 4 2 本体部
- 4 4 刃部
- 4 4 U （刃部の）上面
- 4 4 B （刃部の）下面
- 5 0 第一のプレス成形型
- 5 0 S プレス成形型
- 5 2 プレス成形型本体
- 5 2 A プレス成形面
- 5 2 B 被押出面
- 5 4 ガイド部材
- 5 4 A ガイド面
- 5 4 B 被押出面
- 5 6 第一の押出部材
- 5 6 A 押出面
- 5 6 B 押出面 5 6 A と反対側の面
- 5 6 H 貫通穴
- 5 8 第二の押出部材
- 6 0 第二のプレス成形型
- 6 2 プレス成形型本体
- 6 2 A プレス成形面
- 6 4 ガイド部材

- 6 4 A ガイド面
- [0327] 1 1 0 溶融ガラス流出管
 - 1 1 2 ガラス流出口
 - 1 2 0 溶融ガラス流
 - 1 2 2 先端部
 - 1 2 4 溶融ガラス塊
 - 1 2 6 板状ガラス
 - 1 3 0 下側ブレード（シアブレード）
 - 1 3 2 本体部
 - 1 3 4 刃部
 - 1 3 4 U （刃部の）上面
 - 1 3 4 B （刃部の）下面
 - 1 4 0 上側ブレード（シアブレード）
 - 1 4 2 本体部
 - 1 4 4 刃部
 - 1 4 4 U （刃部の）上面
 - 1 4 4 B （刃部の）下面
 - 1 5 0 第一のプレス成形型
 - 1 5 0 S プレス成形型
 - 1 5 2 プレス成形型本体
 - 1 5 2 A プレス成形面
 - 1 5 2 B 被押出面
 - 1 5 4 ガイド部材
 - 1 5 4 A ガイド面
 - 1 5 4 B 被押出面
 - 1 5 6 第一の押出部材
 - 1 5 6 A 押出面
 - 1 5 6 B 押出面 1 5 6 A と反対側の面

1 5 6 H 貫通穴
 1 5 8 第二の押出部材
 1 6 0 第二のプレス成形型
 1 6 2 プレス成形型本体
 1 6 2 A プレス成形面
 1 6 4 ガイド部材
 1 6 4 A ガイド面
 1 7 0 支持部材
 2 0 0 プレス成形型

請求の範囲

[請求項1]

落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、

上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、

上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、

該第二のプレス工程を経た後に、上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型とを離間して、上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型との間に挟持された上記板状ガラスを取り出す取出工程と、

を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造し、

少なくとも上記第一のプレス工程および上記第二のプレス工程の実施期間中において、上記第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、上記第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、

上記第一のプレス工程において、上記第一のプレス成形型のプレス成形面と、上記第二のプレス成形型のプレス成形面とを、上記溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に上記溶融ガラス塊をプレスすること、および、

上記第二のプレス工程の継続時間を上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下になるよう制御することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項2]

請求項1に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第二のプレス工程の継続時間を、前記第二のプレス工程の終了

時における前記板状ガラスの温度が、少なくとも、前記板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項3] 請求項 1 または 2 に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

溶融ガラスをガラス流出口から垂下させ、鉛直方向の下方側へと連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を切断することで、前記溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程を含むことを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項4] 請求項 3 に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記溶融ガラスの粘度が、 $500\text{ dPa}\cdot\text{s} \sim 1050\text{ dPa}\cdot\text{s}$ の範囲内であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項5] 請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型が、前記溶融ガラス塊の落下方向に対して直交する方向に対向配置されていることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項6] 請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のプレス工程を実施する直前における、前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型のプレス成形面の温度が、前記溶融ガラス塊を構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、
- 前記第二のプレス工程におけるプレス圧力を、経時的に減少させることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。
- [請求項8] 請求項7に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、
- 前記プレス圧力を、前記第一のプレス成形型と前記第二のプレス成形型との間に挟持される前記板状ガラスの温度が、当該板状ガラスを構成するガラス材料の屈伏点 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内にまで低下した時点で、減少させることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。
- [請求項9] 請求項1～8のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、
- 前記第二のプレス工程の実施中において、前記板状ガラスの一方の面と前記第一のプレス成形型のプレス成形面とを常に隙間無く密着させると共に、前記板状ガラスの他方の面と前記第二のプレス成形型のプレス成形面とを常に隙間無く密着させることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。
- [請求項10] 請求項1～9のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、
- 前記第二のプレス工程の継続時間を、前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $4\mu\text{m}$ 以下になるように制御することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。
- [請求項11] 請求項1～10のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、
- 前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型のプレス成形面の少なくとも前記板状ガラスと接触する領域が、略平坦な面であ

ることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項12]

落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、

上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型との間に形成された板状ガラスを、

上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、

該第二のプレス工程を経た後に、上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型とを離間して、上記第一のプレス成形型と上記第二のプレス成形型との間に挟持された上記板状ガラスを取り出す取出工程と、を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、

上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板を製造し、

少なくとも上記第一のプレス工程および上記第二のプレス工程の実施期間中において、上記第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、上記第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、

上記第一のプレス工程において、上記第一のプレス成形型のプレス成形面と、上記第二のプレス成形型のプレス成形面とを、上記溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に上記溶融ガラス塊をプレスすること、および、

上記第二のプレス工程の継続時間を上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下になるよう制御することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板の製造方法。

[請求項13]

請求項12に記載の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法において、

前記第二のプレス工程の継続時間を、前記第二のプレス工程の終了時における前記板状ガラスの温度が、少なくとも、前記板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に10℃を加えた温度以下となるように選択することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板の製造方法。

[請求項14] 請求項12または13に記載の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法において、

前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、前記磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板の製造方法。

[請求項15] 落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成型型および第二のプレス成型型によりプレスし、板状に成形する第一のプレス工程と、

上記第一のプレス成型型と上記第二のプレス成型型との間に形成された板状ガラスを、

上記第一のプレス成型型と上記第二のプレス成型型とによりプレスし続ける第二のプレス工程と、

該第二のプレス工程を経た後に、上記第一のプレス成型型と上記第二のプレス成型型とを離間して、上記第一のプレス成型型と上記第二のプレス成型型との間に挟持された上記板状ガラスを取り出す取出工程と、を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、

上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板を製造し、さらに、

上記磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を製造し、

少なくとも上記第一のプレス工程および上記第二のプレス工程の実施期間中において、上記第一のプレス成型型のプレス成形面の温度と

、上記第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、

上記第一のプレス工程において、上記第一のプレス成形型のプレス成形面と、上記第二のプレス成形型のプレス成形面とを、上記溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に上記溶融ガラス塊をプレスすること、および、

上記第二のプレス工程の継続時間を上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下になるよう制御することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[請求項16] 請求項15に記載の磁気記録媒体の製造方法において、

前記第二のプレス工程の継続時間を、前記第二のプレス工程の終了時における前記板状ガラスの温度が、少なくとも、前記板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[請求項17] 請求項15または16に記載の磁気記録媒体の製造方法において、

前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、前記磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[請求項18] 落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造し、

少なくとも上記第一のプレス成形型が、

プレス成形面を有するプレス成形型本体と、

プレス成形時に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型側に押し出された際に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型の一部と接触することで、上記第一のプレス成形型および上記第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略

一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、

上記プレス成形工程が、

上記第一のプレス成形型のガイド部材と、上記第二のプレス成形型と、が接触するまで、上記第一のプレス成形型および上記第二のプレス成形型を互いに接近させることで上記溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、

上記第一のプレス成形型のガイド部材と、上記第二のプレス成形型とを接触させた状態で、上記第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、上記第二のプレス成形型と、により上記板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、

を含むことを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項19]

請求項18に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型の各々が、プレス成形面を有するプレス成形型本体と、

プレス成形時に、上記プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型側に押し出された際に、上記プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型の一部と接触することで、前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、

前記第一のステップが、

前記第一のプレス成形型のガイド部材と、前記第二のプレス成形型のガイド部材と、が接触するまで、前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型を互いに接近させることにより実施され、

前記第二のステップが、

前記第一のプレス成形型のガイド部材と、前記第二のプレス成形型

のガイド部材とを接触させた状態で、前記第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、前記第二のプレス成形型のプレス成形型本体と、により前記板状ガラスをさらにプレスし続けることにより実施されることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項20] 請求項18または19に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

溶融ガラスをガラス流出口から垂下させ、鉛直方向の下方側へと連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を切断することで、前記溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程を含むことを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項21] 請求項20に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記溶融ガラスの粘度が、 $500 \text{ dPa} \cdot \text{s} \sim 1050 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ の範囲内であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項22] 請求項18～21のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型が、前記溶融ガラス塊の落下方向に対して直交する方向に対向配置されていることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項23] 請求項18～22のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第二のステップの継続時間を前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10 \mu\text{m}$ 以下になるように制御することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項24] 請求項18～23のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板

用ガラスブランクの製造方法において、

前記第二のステップの継続時間を、前記第二のステップの終了時における前記板状ガラスの温度が、少なくとも、前記板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるように選択することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項25] 請求項 18～24 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のステップを実施する直前における、前記第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、前記第二のプレス成形型のプレス成形面の温度と、の差の絶対値が 0°C ～ 10°C の範囲内であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項26] 請求項 18～25 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のステップを実施する直前における、前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型のプレス成形面の面内温度差の絶対値が 0°C ～ 100°C の範囲内であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項27] 請求項 18～26 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

少なくとも前記プレス成形工程の実施期間中における、前記第一のプレス成形型のプレス成形面の温度と、前記第二のプレス成形型のプレス成形面の温度とが、実質的に同一であり、かつ、

前記第一のプレス成形型のプレス成形面と、前記第二のプレス成形型のプレス成形面とを、前記溶融ガラス塊に対して略同時に接触させた後に前記溶融ガラス塊をプレス成形することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項28] 請求項 18～27 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板

用ガラスブランクの製造方法において

前記板状ガラスの温度が、少なくとも前記板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に 10°C を加えた温度以下となるまで、前記第二のステップが継続されることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項29] 請求項 18～28 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第二のステップにおけるプレス圧力を、経時的に減少させることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項30] 請求項 29 に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記プレス圧力を、前記第一のプレス成形型と前記第二のプレス成形型との間に挟持される前記板状ガラスの温度が、当該板状ガラスを構成するガラス材料の屈伏点 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内にまで低下した時点で、減少させることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項31] 請求項 18～30 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $10\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項32] 請求項 18～31 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度が $4\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項33] 請求項 18～32 のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体ガラス基板

用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型のプレス成形面の少なくとも前記板状ガラスと接触する領域が、略平坦な面であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項34]

請求項18～33のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記第一のプレス成形型および前記第二のプレス成形型の各々が、

前記プレス成形型本体と前記ガイド部材とを、前記プレス成形面と直交する方向であって、かつ、前記プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型側に、同時に押し出す第一の押出部材と、

該第一の押出部材によって、前記ガイド部材と前記プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型の一部とが接触した後に、前記プレス成形型本体を、前記プレス成形面と直交する方向であって、かつ、前記プレス成形面に対向配置された他方のプレス成形型側に押し出す第二の押出部材と、を更に備えることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項35]

落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、

上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板を製造し、

少なくとも上記第一のプレス成形型が、

プレス成形面を有するプレス成形型本体と、

プレス成形時に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型側に押し出された際に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型の一部と接触することで、上記第一のプレ

ス成形型および上記第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、

上記プレス成形工程が、

上記第一のプレス成形型のガイド部材と、上記第二のプレス成形型と、が接触するまで、上記第一のプレス成形型および上記第二のプレス成形型を互いに接近させることで上記溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、

上記第一のプレス成形型のガイド部材と、上記第二のプレス成形型とを接触させた状態で、上記第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、上記第二のプレス成形型と、により上記板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、

を含むことを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板の製造方法。

[請求項36]

請求項35に記載の磁気記録媒体ガラス基板の製造方法において、前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、前記磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板の製造方法。

[請求項37]

落下中の溶融ガラス塊を、当該溶融ガラス塊の落下方向に対して交差する方向に対向配置された第一のプレス成形型および第二のプレス成形型によりプレス成形するプレス成形工程を、少なくとも経て、磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを製造した後、

上記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの主表面を研磨する研磨工程を少なくとも経て磁気記録媒体ガラス基板を製造し、さらに、

上記磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を製造し、

少なくとも上記第一のプレス成形型が、

プレス成形面を有するプレス成形型本体と、

プレス成形時に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型側に押し出された際に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型の一部と接触することで、上記第一のプレス成形型および上記第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、を少なくとも備え、

上記プレス成形工程が、

上記第一のプレス成形型のガイド部材と、上記第二のプレス成形型と、が接触するまで、上記第一のプレス成形型および上記第二のプレス成形型を互いに接近させることで上記溶融ガラス塊を板状ガラスに成形する第一のステップと、

上記第一のプレス成形型のガイド部材と、上記第二のプレス成形型とを接触させた状態で、上記第一のプレス成形型のプレス成形型本体と、上記第二のプレス成形型と、により上記板状ガラスをさらにプレスし続ける第二のステップと、

を含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[請求項38]

請求項37に記載の磁気記録媒体の製造方法において、

前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの平坦度と、前記磁気記録媒体ガラス基板の平坦度とが実質同一であることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

[請求項39]

溶融ガラス流を鉛直方向下方側へと垂下する流出口を備えた溶融ガラス流出管と、

上記溶融ガラス流出管から流出する溶融ガラス流の垂下する方向に対して略直交する方向であって、上記溶融ガラス流の垂下する方向の両側に対向配置され、上記溶融ガラス流の両側から貫入させることにより上記溶融ガラス流の先端部を切断して溶融ガラス塊を形成する一対のシアブレードと、

鉛直方向下方側へと落下する上記溶融ガラス塊の落下する方向に対

して略直交する方向であって、上記溶融ガラス塊の落下する方向の両側に対向配置され、上記溶融ガラス塊を両側から挟み込むことにより上記溶融ガラス塊を板状ガラスにプレス成形する第一のプレス成形型および第二のプレス成形型と、を少なくとも備え、

少なくとも上記第一のプレス成形型が、

プレス成形面を有するプレス成形型本体と、

プレス成形時に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型側に押し出された際に、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型の一部と接触することで、上記第一のプレス成形型および上記第二のプレス成形型のプレス成形面間の距離を略一定に保つ機能を少なくとも有するガイド部材と、

上記プレス成形型本体と上記ガイド部材とを、上記プレス成形面と直交する方向であって、かつ、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型側に、同時に押し出す第一の押出部材と、

該第一の押出部材によって、上記ガイド部材と上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型の一部とが接触した後に、上記プレス成形型本体を、上記プレス成形面と直交する方向であって、かつ、上記プレス成形面に対向配置された上記第二のプレス成形型側に押し出す第二の押出部材と、

を少なくとも備えることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造装置。

[請求項40]

溶融ガラス塊を、対向配置され、かつ、実質的に同一温度である一対のプレス成形型を用いてダイレクトプレスすることにより、板状ガラスを成形する成形工程を含む磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法であって、

前記成形工程においては、上記溶融ガラス塊の温度が、上記板状ガラスを構成するガラス材料の歪点に10℃を加えた温度以下になるまで、上記溶融ガラス塊を上記一対のプレス成形型で押し続けることを

特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項41] 請求項40に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記溶融ガラス塊の温度が前記ガラス材料の歪点以下になるまで、前記溶融ガラス塊と前記一对のプレス成形型とを密着させた状態を維持した後、アニール処理を行うことを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項42] 請求項40または41に記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記成形工程は、前記板状ガラスの板厚を決定するための第一のプレス工程と、前記板状ガラスの平坦度を向上させるための第二のプレス工程とを含み、

前記第一のプレス工程と前記第二のプレス工程とは、前記一对のプレス成形型を用いて連続的に行われることを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項43] 請求項40～42のいずれか1つに記載の磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法において、

前記板状ガラスの板厚が2 mm以下であり、かつ、平坦度が10 μ m以下となるように、前記成形工程を実施することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクの製造方法。

[請求項44] 請求項40～43のいずれか一つに記載の製造方法により前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを作製し、前記磁気記録媒体ガラス基板用ガラスブランクを加工して磁気記録媒体ガラス基板を作製することを特徴とする磁気記録媒体ガラス基板の製造方法。

[請求項45] 請求項44に記載の製造方法により前記磁気記録媒体ガラス基板を作製し、前記磁気記録媒体ガラス基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を作製することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。