

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/122303 A1

- (51) 国際特許分類:  
C03B 11/00 (2006.01) G11B 5/84 (2006.01)  
C03B 7/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055753
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 11 日(11.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-083725 2010 年 3 月 31 日(31.03.2010) JP  
特願 2010-224029 2010 年 10 月 1 日(01.10.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): H  
O Y A 株式会社(HOYA CORPORATION) [JP/JP];  
〒1610032 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号  
Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大澤 誠  
(OSAWA, Makoto) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿  
区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会  
社内 Tokyo (JP). 村上 明 (MURAKAMI, Akira)  
[JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合 2 丁目 7  
番 5 号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 杉山  
伸博(SUGIYAMA, Nobuhiro) [JP/JP]; 〒1610032 東  
京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A

株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 崇 (SATOU,  
Takashi) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合  
2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内 Tokyo  
(JP). 磯野 英樹(ISONO, Hideki) [JP/JP]; 〒1610032  
東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y  
A 株式会社内 Tokyo (JP). 越坂部 基延(OSAK-  
ABE, Kinobu) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中  
落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内  
Tokyo (JP). 谷野 秀和(TANINO, Hidekazu) [JP/JP];  
〒1610032 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号  
H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 本橋 孝朗  
(MOTOHASHI, Takao) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新  
宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会  
社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: アイアット国際特許業務法人 (IAT  
WORLD PATENT LAW FIRM); 〒1640012 東京都  
中野区本町 4 丁目 4 4-18 ヒューリック中  
野ビル 7 階 Tokyo (JP).

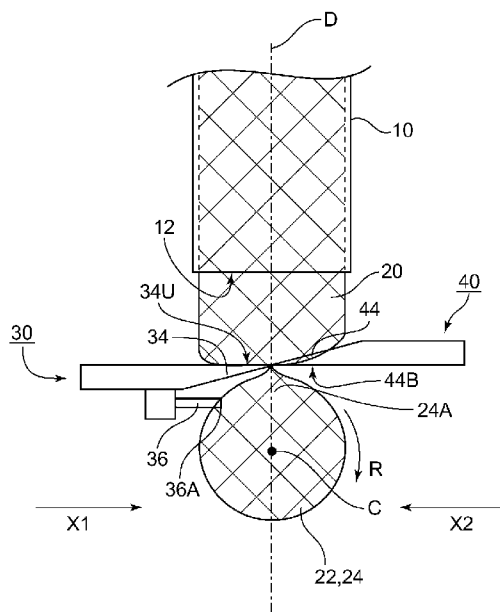
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,  
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING GLASS BLANK, METHOD FOR PRODUCING MAGNETIC RECORDING MEDI-  
UM SUBSTRATE, AND METHOD FOR PRODUCING MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: ガラスブランクの製造方法、磁気記録媒体基板の製造方法および磁気記録媒体の製造方  
法

[図2]



(57) Abstract: In order to position a shear mark at the vicinity of the center section of a glass blank when producing the glass blank by press-molding a molten glass lump from the horizontal direction by means of a pair of press molds, disclosed is a method for producing a glass blank that, when a molten glass lump (24) is dropped between a pair of press molds disposed facing each other in the horizontal direction, performs press molding while the separation mark (24A) formed on the upper surface of the molten glass lump (24) is caused to face at least one of the mold surfaces of the pair of press molds. Further disclosed is a method using same for producing a magnetic recording medium substrate and a magnetic recording medium.

(57) 要約: 1 対のプレス成形型により水平方向から溶融ガラス塊をプレス成形してガラスブランクを製造する際に、シアマークをガラスブランクの中央部近傍に位置させること。水平方向に対向配置された一対のプレス成形型の間に、溶融ガラス塊 24 が落下してきた際に、溶融ガラス塊 24 の上部表面に形成された分離痕 24 A が一対のプレス成形型の少なくとも一方の成形面側に対向させた状態でプレス成形するガラスブランクの製造方法、および、これを用

いた磁気記録媒体基板および磁気記録媒体の製造方法。



PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

ガラスブランクの製造方法、磁気記録媒体基板の製造方法および磁気記録媒体の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、ガラスブランクの製造方法、磁気記録媒体基板の製造方法および磁気記録媒体の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 磁気記録媒体基板（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等参照）、および、（２）フロート法、ダウンドロー法などによって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２等参照）が挙げられる。

[0003] 特許文献２等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、磁気記録媒体基板を得ていた。しかしながら、特許文献２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等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

基板を得る。

[0005] また、特許文献 1 に示されるプレス方式では、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形型により、熔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）で実施することが提案されている。そして、水平ダイレクトプレスを採用した場合のメリットおよびデメリットとして、（１）一对のプレス成形型を高速で移動させなければならないという困難性があること、（２）熔融ガラス塊を、その温度が高い状態でプレス成形できること、（３）より薄い厚さのガラス基板前駆体（ガラスブランク）が得られること、および、（４）研磨工程を軽減または省略できること、以上の４点が、特許文献 2 には開示されている。しかし、特許文献 2 にはどのような研磨工程が軽減、省略可能かは開示されていない。

[0006] また、特許文献 1 等に例示されるプレス成形工程を実施する場合、プレス成形される熔融ガラス塊は、通常、鉛直方向の下方側へと垂下する熔融ガラス流の先端部を、一对のシアブレードを交叉させて切断することにより形成される。このため、熔融ガラス塊の表面には、シアブレードとの接触により生じた分離痕が形成される。したがって、垂直ダイレクトプレスにより、磁気記録媒体基板用のガラスブランクを作製した場合、ガラスブランクの両面に、分離痕に起因する微小な筋、溝、気泡等の異質な部分（以下、「シアマーク」と称す場合がある）が残留してしまうことになる。このため、このようなシアマークを有するガラスブランクの研磨代を小さくして、磁気記録媒体基板の生産性を向上等させるために、下型の成形面の中央部に窪み部を設けることが提案されている（特許文献 3 参照）。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献 1：特許第 4 3 8 0 3 7 9 号（段落 0 0 3 1、図 1～図 9 等）

特許文献 2：特開 2 0 0 3－3 6 5 2 8 号公報（図 3～図 6、図 8 等）

特許文献 3：特開 2 0 0 1－1 9 2 2 1 6 号公報（請求項 1、段落番号 0 0 0

2～0007、図1等)

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] 一方、磁気記録媒体基板の生産性を高める上では、磁気記録媒体基板の平坦度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。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という観点では、シート状ガラス切断方式の方と、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度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。

[0009] 垂直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、平坦度を改善することが必要である。その理由は、ガラスブランクから磁気記録媒体基板を生産する過程で、ラッピング工程後、ガラス板の平坦度を修正する工程はなく、ラッピング工程を省略化するためには、磁気記録媒体基板の平坦度と同等のガラスブランクを用意しなければならないからである。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、平坦度が悪化し易い。

[0010] したがって、プレス方式により磁気記録媒体基板を製造する際に、ラッピング工程を省略または短時間化するためには、プレス成形の開始直前における溶融ガラス塊の粘度分布を均一にすればよい。このためには、ガラス流出口から鉛直方向の下方側へと流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成し、落下する溶融ガラス塊を、水平ダイレクトプレスによりプレス成形すればよい。この場合、溶融ガラス塊は、プレス成形されるまでの間、下型のような溶融ガラス塊よりも温度の低い部材に一時的に接触・保持されないため、プレス成形の開始直前において、溶融ガラス塊の粘度分布は均一に保たれる。よって、垂直ダイレクトプレスを利用してガラスブランクを作製した場合と比べて、水平ダイレクトプレスを利用してガラスブランクを作製した場合では、板厚偏差の増大および平坦度の低下を抜本的に抑制することが極めて容易である。それゆえ、この点のみに着目すれば、ラッピング工程の省略または短時間化は、容易に実現できると考えられる。

[0011] しかしながら、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、シアマークは、ガラスブランクの中央部近傍に残留するのに対して、水平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、ガラスブランクの中央部近傍からずれた位置にシアマークが残留する。そして、ガラスブランクの中央部近傍からずれた位置に残留するシアマークは、ガラスブランクを磁気記録媒体基板に加工する際に、中心孔を形成する中心孔形成工程を経た後にも、磁気記録媒体基板の主表面となる位置に残留する場合がある。したがって、水平ダイレクトプレスを採用することで、板厚偏差および平坦度が大幅に改善されたとしても、シアマークを除去するために、ラッピング工程を省略または短時間化することが困難となる。

[0012] 第一の本発明は上記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て作製されたガラスブランクを製造した場合に、シアマークがガラスブランクの中央部近傍に局在するガラスブランクの製造方法、当該ガラスブランクの製造方法を利用した磁気記録媒体基板の製造方法および磁気記録媒体の製造方法を提供することを課題とする。

[0013] また、第二の本発明は、上記問題を解決するためになされたものであって、溶融ガラスをプレス成形して、板厚偏差が小さく、平坦度が高く、しかも中心孔あけ加工とともにシアマークを除去することができる磁気記録媒体基板用のガラスブランクを作製するガラスブランクの製造方法を提供すること、および、前記方法で作製したガラスブランクを、ラッピング工程を行わずに磁気記録媒体基板に加工する磁気記録媒体基板の製造方法、ならびに、前記方法で作製した基板を用いて磁気記録媒体を製造する方法を提供することを課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、上記第一の本発明が対象とする課題を解決するため鋭意検討した結果、以下に示す知見を得た。まず、溶融ガラス流を切断すると溶融ガラス塊の上部と溶融ガラス流の下端に分離痕が生じる。そして、溶融ガラス流の下端の分離痕は、周りの高温のガラスにより加熱されて次の切断までに消失する。しかしながら、溶融ガラス塊の上部に形成された分離痕は、消失せずにそのまま残留する。このため、溶融ガラス塊の上部に形成された分離痕が、ガラスブランクにシアマークを生じさせる。そこで、本発明者らは、水平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において、ガラスブランクの中央部近傍からずれた位置にシアマークが残留する原因を、落下する溶融ガラス塊を高速度カメラで撮影し、撮影画像をスロー再生することで検討した。

[0015] まず、プレス成形型の成形面に接触した溶融ガラス塊は、成形面によって熱を奪われ、成形面に貼り付くように固化する。そして、溶融ガラス塊内部の低粘性のガラスが、プレスによって1対の成形面で挟まれた空間内に広が

る。ここで、熔融ガラス塊が、切断時における向きを変えずに落下すると、プレス開始時の分離痕の位置は熔融ガラス塊の上部に存在することになる。そして、このまま熔融ガラス塊がプレスされれば、分離痕は、板状に薄くプレス成形された板状ガラスの外縁へと押し出されることになる。しかし、実際には、板状ガラスの中央部近傍の領域を除く主表面に分離痕が位置するようにプレス成形されていた。それゆえ、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には、磁気記録媒体基板の主表面となる位置にシアマークが残留するものと考えられる。なお、上述した位置に分離痕が移動する理由は、熔融ガラス塊の内部の低粘性のガラスが、分離痕を成形面側へと押し出すためであると推定される。

[0016] したがって、ガラスブランクに残留するシアマークが、磁気記録媒体基板を作製する際に実施される中心孔形成工程において除去される領域内に存在するためには、プレス成形時に、熔融ガラス塊の表面に存在する分離痕は、熔融ガラス塊の表面のその他のどの部分よりも、プレス成形型の成形面に実質的に最初に接触できることが必要である。この場合、プレス成形により、熔融ガラス塊の表面に存在する分離痕を中心として、熔融ガラス塊を等方的に延伸させることができ、結果として、ガラスブランクの中央部近傍にシアマークを残留させることができる。このため、シアマークを除去するために、大きな研削代および／または研磨代を確保する必要が無く、ラッピング工程の省略または短時間化が実現できる。

[0017] 第一の本発明は、以上に説明した知見に基づきなされたものである。すなわち、

第一の本発明のガラスブランクの製造方法は、連続的に流出する熔融ガラス流の先端部を分離して熔融ガラス塊を形成する熔融ガラス塊形成工程と、当該熔融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する熔融ガラス塊を、熔融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造し、プレス成形が、熔融ガラス流



の先端部を分離する際に溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面に対向した状態で、溶融ガラス塊と、分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施され、1枚のガラスブランクが、1枚の中心孔を有する磁気記録媒体基板を作製するために用いられることを特徴とする。

[0018] 第一の本発明のガラスブランクの製造方法の一実施態様は、溶融ガラス塊が、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分離することにより形成され、プレス成形工程において、溶融ガラス流の先端部を分離する際に溶融ガラス塊の上部表面に形成された分離痕が、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択されるいずれか一方の成形面に対向した状態で、溶融ガラス塊と、分離痕に対向する成形面とを接触させることができるように、溶融ガラス塊を回転させるために、

(1) 溶融ガラス塊形成工程の実施中において、溶融ガラス塊として分離される溶融ガラス流の先端部、および、

(2) 溶融ガラス塊形成工程の終了直後からプレス成形工程の開始直前までの期間において、落下中の溶融ガラス塊、

から選択される少なくとも一方の被プレス成形ガラス素材に、鉛直方向と平行を成す被プレス成形ガラス素材の中心軸に対して直交する方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に0を超えるように、鉛直方向に対して交叉する方向から外力を付与する外力付与工程を実施することが好ましい。

[0019] 第一の本発明のガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、溶融ガラス流の垂下する方向と直交する平面における溶融ガラス流の先端部近傍の断面の形状が、長径と短径とを有する略楕円形状を成し、溶融ガラス流の先端部の分離が、溶融ガラス流の垂下する方向と略直交し、かつ、溶融ガラス流の先端部近傍の断面の長径方向と略一致する方向から、溶融ガラス流に対して、一対のシアブレードを互いに反対方向かつ鉛直方向に対して交叉する方向

から貫入させることにより実施されることが好ましい。

[0020] 第一の本発明のガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、溶融ガラス流の先端部の分離が、溶融ガラス流の垂下する方向と略直交する方向から、溶融ガラス流に対して、一対のシアブレードを互いに反対方向かつ鉛直方向に対して交叉する方向から貫入させることにより実施され、一対のシアブレードの刃部が分岐し、その形状がV字形状およびU字形状から選択されるいずれか一方の形状であることが好ましい。

[0021] 第一の本発明のガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、プレス成形工程を実施する直前の溶融ガラス塊の表面に存在する分離痕が、溶融ガラス塊の中心点と、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択されるいずれか一方の成形面と、を最短距離で結ぶ直線上に位置していることが好ましい。

[0022] 第一の本発明のガラスブランクの製造方法の他の実施態様は、プレス成形工程の実施により、溶融ガラス塊が、第一のプレス成形型の成形面と第二のプレス成形型の成形面との間で完全に押広げられて板状ガラスに成形された際に、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型の成形面の少なくとも板状ガラスと接触する領域が、平坦面を形成していることが好ましい。

[0023] 第一の本発明の磁気記録媒体基板の製造方法は、連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程と、当該溶融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する溶融ガラス塊を、溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造した後、さらに、ガラスブランクの主表面の中央部に中心孔を形成する中心孔形成工程と、主表面を研磨する研磨工程と、を少なくとも経て、1枚の上記ガラスブランクから1枚の磁気記録媒体基板を製造し、プレス成形が、溶融ガラス流の先端部を分離する際に溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面

に対向した状態で、溶融ガラス塊と、分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施されることを特徴とする。

[0024] 第一の本発明の磁気記録媒体の製造方法は、連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程と、当該溶融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する上記溶融ガラス塊を、溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造し、さらに、ガラスブランクの主表面の中央部に中心孔を形成する中心孔形成工程と、主表面を研磨する研磨工程と、を少なくとも経て、1枚の上記ガラスブランクから1枚の磁気記録媒体基板を製造した後に、磁気記録媒体基板の主表面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、プレス成形が、溶融ガラス流の先端部を分離する際に溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面に対向した状態で、溶融ガラス塊と、分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施されることを特徴とする。

[0025] 第一の本発明のシアブレードは、略板状の本体部と、当該本体部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の先端部を、溶融ガラス流の垂下する方向と略直交する方向から切断する刃部と、本体部の下面側に設けられ、本体部側から刃部側へと伸びると共に、溶融ガラス流の切断に際して、刃部が溶融ガラス流へと接近し、喰い込む動作に連動して、先端部を押圧する押圧部材と、を少なくとも備えたことを特徴とする。

[0026] 第一の本発明のシアブレードの一実施態様は、押圧部材が、本体部に対して脱着可能に設けられ、本体部の下面に、押圧部材を取り付けるための取付部が設けられていることが好ましい。

[0027] また、本発明者らは、上記第二の本発明が対象とする課題を解決するため鋭意検討した結果、以下に示す知見を得た。溶融ガラス流を切断すると溶融

ガラス塊の上部と溶融ガラス流の下端に切断痕が生じるが、溶融ガラス流の下端の切断痕は、周りの高温のガラスにより加熱されて次の切断までに消失する。問題となるシアマークは溶融ガラス塊上部にできる切断痕である。

[0028] 落下する溶融ガラス塊をプレスする際の様子を高速度カメラで撮影し、スロー再生すると、プレス成形面に接触したガラスはプレス成形面によって熱を奪われ、プレス成形面に貼り付くように固化する。そして、ガラス塊内部の低粘性のガラスがプレスによってプレス成形面で挟まれた空間に広がる。

[0029] 溶融ガラス塊が向きを変えずに落下すると、プレス開始時のシアマークの位置は溶融ガラス塊上部にあることになる。このままガラスがプレスされればシアマークは薄板ガラスの外縁へと押し出されることになるが、実際にはガラス塊内部の低粘性のガラスがシアマークをプレス成形面へと押しやり、薄板ガラスの主表面にシアマークが残ってしまう。

[0030] シアマークをプレス開始時にプレス成形面に接触させ、プレス成形面に貼り付けるように固化することができれば、溶融ガラス塊内部の低粘性ガラスによってシアマークの位置をコントロール不能な位置に押しやられずにすむ。そのためには、シアマークが形成されている位置を一番最初にプレスする必要がある。

[0031] さらにシアマークを中心にガラスを均等に周囲に押し広げることができるので、シアマークをガラスブランクの中央部に局在させることができる。以下に示す第二の本発明のガラスブランク製造方法によって製造されるガラスブランクは、中心孔を有する磁気記録媒体に加工させるので、中心孔を形成する領域にシアマークを局在させることにより、中心孔あけ加工時にシアマークも除去することができる。したがって、主表面からシアマークを除去するために研削しろや研磨代を大きくとる必要がなくなる。

[0032] 第二の本発明は、上記第二の本発明が対象とする課題を解決するために、このような知見に基づきなされてものである。すなわち、

第二の本発明のガラスブランクの製造方法は、ガラス流出口から流出する溶融ガラス流から溶融ガラス塊を分離し、プレス成形型を用いて薄板ガラス

をプレス成形し、中心孔を有する磁気記録媒体基板に加工するためのガラスブランクを作製するガラスブランクの製造方法において、溶融ガラス塊を分離、落下させ、空中の溶融ガラス塊を対向するプレス成形面でプレスし、薄板ガラスを成形すること、および、溶融ガラス流から分離した部位がプレス成形面を向くように溶融ガラス塊の向きを変え、プレスを開始すること、を特徴とする。

[0033] 第二の本発明のガラスブランクの製造方法の一実施形態は、水平断面において、長径および短径を有するように溶融ガラス流の断面形状を制御し、シアブレードを用いて長径方向から溶融ガラス流を切断することが好ましい。

[0034] 第二の本発明のガラスブランクの製造方法の他の実施形態は、切断刃がV字形状もしくはU字形状の一对のシアブレードを交差することで、溶融ガラス流を切断することが好ましい。

[0035] 第二の本発明のガラスブランクの製造方法の他の実施形態は、溶融ガラス流切断時、溶融ガラス塊にトルクを加えて溶融ガラス塊の向きを変えることが好ましい。

[0036] 第二の本発明の磁気記録媒体基板の製造方法は、第二の本発明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と、主表面の中央に中心孔を設ける孔開け工程と、を少なくとも経て、磁気記録媒体基板を製造することを特徴とする。

[0037] 第二の本発明の磁気記録媒体の製造方法は、第二の本発明の磁気記録媒体基板の製造方法により作製された磁気記録媒体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。

## 発明の効果

[0038] 以上に説明したように、第一の本発明によれば、水平ダイレクトプレスにて作製されたガラスブランクを製造した場合に、シアマークがガラスブランクの中央部近傍に局在するガラスブランクの製造方法、当該ガラスブランクの製造方法を利用した磁気記録媒体基板の製造方法および磁気記録媒体の製

造方法を提供することができる。

- [0039] また、第二の本発明によれば、熔融ガラスをプレス成形して、板厚偏差が小さく、平坦度が高く、しかも中心孔あけ加工とともにシアマークを除去することができる磁気記録媒体基板用のガラスブランクを作製するガラスブランクの製造方法を提供することができる。また、上記方法で作製したガラスブランクを、ラッピング工程を行わずに磁気記録媒体基板に加工する磁気記録媒体基板の製造方法、ならびに、前記方法で作製した基板を用いて磁気記録媒体を製造する方法を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0040] [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]被プレス成形ガラス素材の上半球に対してX軸方向に作用する力のベクトルの一例を説明するグラフである。
- [図4]被プレス成形ガラス素材の上半球に対してX軸方向に作用する力のベクトルの一例を説明するグラフである。
- [図5]落下中の熔融ガラス塊の一例を示す模式断面図である。
- [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11] 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12] 一对のシアブレードによる溶融ガラス流の先端部の分離の一例を示す模式断面図である。

[0041] [図13] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、水平方向から見たときの、ガラス流出口より流出する溶融ガラス流をシアブレードを用いて切断する様子を示したものである。

[図14] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、溶融ガラス流を切断して溶融ガラス塊を分離するとともに、溶融ガラス塊上部に水平方向から力を加え、その向きを変える様子を示すものである。

[図15] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、分離した溶融ガラス塊が回転しながら落下する様子を示すものである。

[図16] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、対向するプレス成形面の間に溶融ガラス塊が回転しながら落下する様子を示すものである。

[図17] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、溶融ガラス塊のプレス開始の様子を示すプレス成形型および溶融ガラス塊の垂直断面を示したものである。

[図18] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、プレスによってガラスを薄板状に押し伸ばす過程を示すプレス成形型およびガラスの垂直断面である。

[図19] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、プレスによって薄板ガラスに成形したときのプレス成形型および薄板ガラスの垂直断面を示すものである。

[図20] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、プレス成形面を薄板ガラスに追従させながら薄板ガラスを冷却する様子を示すプレス成形型および薄板ガラスの垂直断面図である。

[図21] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、薄板ガ

ラスをプレス成形面の一方から離型する様子を示す垂直断面図である。

[図22] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法を示すもので、薄板ガラスをプレス成形型から取り出す様子を示したものである。

### 符号の説明

- [0042] 1 0 ガラス流出管  
1 2 ガラス流出口  
2 0 熔融ガラス流  
2 2 先端部（被プレス成形ガラス素材）  
2 4 熔融ガラス塊（被プレス成形ガラス素材）  
2 4 A 分離痕  
2 6 薄板ガラス  
3 0 下側ブレード（シアブレード）  
3 2 本体部  
3 2 B （本体部の）下面  
3 4 刃部  
3 4 A （刃部の）先端  
3 4 U （刃部の）上面  
3 4 B （刃部の）下面  
3 6 押圧部材  
3 6 A （押圧部材の）先端  
3 8 取付部  
4 0 上側ブレード（シアブレード）  
4 2 本体部  
4 2 B （本体部の）下面  
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



５２ プレス成形型本体

５２Ａ 成形面

５４ ガイド部材

５４Ａ ガイド面

６０ 第二のプレス成形型

６２ プレス成形型本体

６２Ａ 成形面

６４ ガイド部材

６４Ａ ガイド面

- [0043]
- |         |          |
|---------|----------|
| １       | ガラス流出管   |
| ２       | 溶融ガラス流   |
| ３－１、３－２ | シアブレード   |
| ４       | 溶融ガラス塊   |
| ５、６     | プレス成形型   |
| ５－１、５－２ | プレス成形型本体 |
| ６－１、６－２ | ガイド部材    |

## 発明を実施するための形態

[0044] <第一の本実施形態>

[ガラスブランクの製造方法]

第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程と、当該溶融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する上記溶融ガラス塊を、溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造する。ここで、プレス成形は、溶融ガラス流の先端部を分離する際に上記溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面に対向した状態で、溶融ガラス

塊と、分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施され、1枚の上記ガラスブランクが、1枚の中心孔を有する磁気記録媒体基板を作製するために用いられることを特徴とする。

[0045] 第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、溶融ガラス流から分離して形成された溶融ガラス塊が落下して、第一のプレス成形型の成形面と第二のプレス成形型の成形面との間に到達した状態では、分離時に溶融ガラス塊の表面に形成された分離痕が、少なくとも一方の成形面側に対向する。そして、この状態で、溶融ガラス塊は、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とにより、押圧され、プレス成形される。すなわち、シアマークの原因となる分離痕が、少なくとも一方の成形面側に対向した状態で、プレス成形工程が実施される。それゆえ、ガラスブランクに残留するシアマークは、ガラスブランクの中央部近傍に局在することになる。この場合、シアマークは、磁気記録媒体基板を作製する際に、中心孔を形成するためにガラスブランクの中央部部分（中心孔形成領域）と共に除去される。このため、シアマークを除去するために、大きな研削代および／または研磨代を確保する必要が無く、ラッピング工程の省略または短時間化が実現できる。

[0046] なお、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法により製造された1枚のガラスブランクからは、1枚の磁気記録媒体のみが作製される。この場合、1枚のガラスブランクを作製する際に用いる溶融ガラス塊の体積は、ガラスの利用効率の観点から、1枚の磁気記録媒体基板の体積の2倍以下の範囲内が好ましく、1.3倍以下の範囲内がより好ましい。なお、参考までに述べれば、ガラスブランクを円盤形状とみなし、その直径を $\phi b$ 、厚みを $t b$ 、磁気記録媒体基板の直径を $\phi_{sub}$ とすると、下式（1）を満たす場合には、1つの溶融ガラス塊の体積と等しい1枚のガラスブランクからは、2枚以上の磁気記録媒体基板が作製できないことになる。

$$\cdot \text{式 (1)} \quad \phi_{sub} \times 2 > \phi b$$

[0047] 一方、溶融ガラス塊の体積 $V_{gob}$ は、温度変化によるガラスの体積変化を無視すれば、

ガラスブランクの体積と等しく、具体的には、下式（２）で表される。

$$\cdot \text{式（２）} \quad V_{\text{gob}} = \pi \times (\phi_b / 2)^2 \times t_b$$

よって、下式（３）を満たす場合には、１つの溶融ガラス塊の体積と１枚のガラスブランクからは、１枚の磁気記録媒体基板しか作製できないことになる。

$$\cdot \text{式（３）} \quad V_{\text{gob}} < \pi \times \phi_{\text{sub}}^2 \times t_b$$

[0048] なお、第一のプレス成形型および第二のプレス成形型は、溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉する方向に対向配置されていればよいが、通常は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特に好ましい。以下の説明においては、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前提として説明する。

[0049] また、溶融ガラス流の先端部から分離された溶融ガラス塊は、何ら回転することなくそのまま第一のプレス成形型および第二のプレス成形型間に落下して、プレス成形されてもよく、あるいは、瞬間的に回転した後もしくは回転しながら第一のプレス成形型および第二のプレス成形型間に落下してプレス成形されてもよい。ここで、溶融ガラス塊が、何ら回転することなくそのまま第一のプレス成形型および第二のプレス成形型間に落下する場合、溶融ガラス塊の表面に形成される分離痕は、溶融ガラス塊が溶融ガラス流の先端部から分離された時点において、溶融ガラス塊の側面に位置することが必要である。

[0050] 一方、溶融ガラス塊は、通常、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分離することにより形成される。この場合、溶融ガラス流から分離された直後の溶融ガラス塊には、その上部表面に分離痕が形成されることになる。この場合は、プレス成形工程において、溶融ガラス流の先端部を分離する際に溶融ガラス塊の上部表面に形成された分離痕が、第一のプレス成形型の成形面および第二のプレス成形型の成形面から選択されるいずれか一方の成形面に対向した状態で、溶融ガラス塊と、分離痕に対向す

る成形面とを接触させることができるように、溶融ガラス塊を回転させるために、（１）溶融ガラス塊形成工程の実施中において、溶融ガラス塊として分離される溶融ガラス流の先端部、および、（２）溶融ガラス塊形成工程の終了直後からプレス成形工程の開始直前までの期間において、落下中の溶融ガラス塊、から選択される少なくとも一方の被プレス成形ガラス素材に、鉛直方向と平行を成す被プレス成形ガラス素材の中心軸に対して直交する方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に０を超えるように、鉛直方向に対して交叉する方向から外力を付与する外力付与工程を実施することが必要である。

[0051] 被プレス成形ガラス素材に対して外力付与工程を実施することにより、溶融ガラス流から分離して形成された溶融ガラス塊は回転することになる。このため、溶融ガラス塊が落下して、第一のプレス成形型の成形面と第二のプレス成形型の成形面との間に到達した段階では、分離時に溶融ガラス塊の上部表面に位置していた分離痕が、溶融ガラス塊の側面側に移動し、いずれか一方の成形面側に対向することになる。そして、この状態で、溶融ガラス塊は、第一のプレス成形型と第二のプレス成形型とにより、水平方向から押圧され、プレス成形される。すなわち、シアマークの原因となる分離痕が、いずれか一方の成形面側に対向した状態で、プレス成形工程が実施される。それゆえ、ガラスブランクに残留するシアマークは、ガラスブランクの中央部近傍に局在することになる。この場合、シアマークは、磁気記録媒体基板を作製する際に、中心孔を形成するためにガラスブランクの中央部部分（中心孔形成領域）と共に除去できる。このため、シアマークを除去するために、大きな研削代および／または研磨代を確保する必要が無く、ラッピング工程の省略または短時間化が実現できる。

[0052] ここで、溶融ガラス塊が、いずれか一方の成形面に対向するように回転すればよい。この場合、「溶融ガラス塊が、いずれか一方の成形面に対向する」とは、プレス成形工程を実施する直前の溶融ガラス塊の表面に存在する分離痕が、（１）溶融ガラス塊の中心点と、第一のプレス成形型の成形面およ

び第二のプレス成形型の成形面から選択されるいずれか一方の成形面と、を最短距離で結ぶ直線上に位置している場合のみならず、(2) 当該直線に対して、溶融ガラス塊の中心点を起点として45度程度以下の角度を成す範囲内に位置する場合も含む。なお、当該角度は、30度以下が好ましく、15度以下がより好ましい。上記(1)示す場合、プレス成形に際して、真っ先に分離痕と成形面とが接触し、この状態で溶融ガラス塊が、プレス成形されるため、ガラスブランクのほぼ中央部にシアマークが位置することになる。また、上記(2)に示す場合、プレス成形に際して、まず最初に、分離痕近傍の溶融ガラス塊の表面と、成形面とが接触することになる。この場合も、上記(1)と比べると、多少の位置ずれが生じ易くなるものの、ガラスブランクの中央部近傍にシアマークが位置することになる。なお、より確実にガラスブランクの中央部またはその近傍に、シアマークを存在させることができる観点からは、上記(1)に示す態様が最も好ましい。

[0053] 溶融ガラス塊形成工程における溶融ガラス塊の形成方法としては特に限定されないが、通常は、一对のシアブレードを用いて実施される。この場合、溶融ガラス流の先端部の分離が、溶融ガラス流の垂下する方向と略直交する方向から、溶融ガラス流に対して一对のシアブレードを交叉することにより実施される。なお、シアブレードの刃部の形状は、溶融ガラス流の先端部の分離(切断)に適した形状であれば特に限定されないが、V字形状またはU字形状から選択されるいずれか一方の形状であることが好ましい。

[0054] なお、一对のシアブレードを用いる場合、溶融ガラス塊の形成に際して一对のシアブレードが互いに接近または離間する移動方向と、プレス成形に際して一对のプレス成形型が互いに接近または離間する移動方向とは、水平面において略平行であることが必要である。具体的には、これら2つの移動方向が水平面において成す角度は、10度以下であることが必要であり、5度以下であることが好ましく、0度が最も好ましい。2つの移動方向が水平面において略平行である場合には、溶融ガラス塊が回転することにより、分離痕が溶融ガラス塊の上部表面から側面側へと移動した際に、プレス成形工程

を実施する直前の溶融ガラス塊の表面に存在する分離痕が、一対のプレス成形型のいずれか一方の成形面に確実に対向することができる。なお、溶融ガラス塊の形成には、一般的に一対のシアブレードが用いられるが、特許文献2には、上述した2つの移動方向の水平面における位置関係については何らの開示も無い。

[0055] 図1、図2は、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法の一例を説明する模式断面図であり、具体的には、一対のシアブレードにより溶融ガラス流の先端部を切断する過程を示した図である。ここで、図1は、溶融ガラス流の先端部を切断する前の状態を示し、図2は、溶融ガラス流の先端部を切断終了の前後の状態を示したものである。

[0056] まず、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、矢印X1方向および矢印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。

[0057] ここで、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34Uおよび刃部44の下面44Bは、水平面と略一致する面を成し、刃部34の下面34Bおよび刃部44の上面44Uは、水平面に対して交叉するように傾斜した面を成す。さらに、下側ブレード30は、本体部32の下面32B側に設けられ、本体部32側から刃部34側へと伸びると共に、溶融ガラス流20の切断に際して、刃部34が溶融ガラス流20へと接近

し、喰い込む動作に連動して、先端部 22 を押圧する押圧部材 36 を更に備えている。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。

[0058] なお、図 1 に示す例では、この押圧部材 36 は、本体部 32 に対して脱着可能に設けられた棒状部材であり、略板状の本体部 32 と、略平行となるように本体部 32 の下部に取り付けられている。また、本体部 32 には、この押圧部材 36 を取付けるための取付部 38 が設けられている。そして、押圧部材 36 の刃部 34 側の先端 36 A の位置は、長さの異なる押圧部材 36 へ交換したり、あるいは、取付部 38 に対して押圧部材 36 を水平方向にスライドさせることなどにより調整可能である。ここで、矢印 X1 方向において、ガラス流出管 10 の中心軸 D を基準として、押圧部材 36 の先端 36 A の位置は、刃部 34 の先端 34 A の位置と比べて、中心軸 D からより離れた位置となる範囲で調整される。先端 36 A の位置が、この範囲を外れた場合、先端部 22 の分離（切断）に際して、刃部 34 よりも先に押圧部材 36 が先端部 22 に接触することになり、分離された先端部 22 が、真下ではなく、斜め下方向に落下する可能性が高くなるからである。なお、押圧部材 36 は、本体部 32 に脱着不可能に一体的に設けられたものでもよく、また、棒状以外に板状などのその他の形状であってもよい。

[0059] なお、熔融ガラス流 20 の粘度は、先端部 22 の分離や、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。

[0060] 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 を垂直に交叉させる。これにより、熔融ガラス流 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、略球状の熔融ガラス塊24として分離（切断）される。この際、分離痕（切断痕）24Aが、熔融ガラス塊24の上部表面に形成される。

[0061] また、切断と略前後して、押圧部材36の先端36Aが、分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）22および／または熔融ガラス流20から完全に分離された熔融ガラス塊（被プレス成形ガラス素材）24の上部側面に接触し、押圧する。この場合、被プレス成形ガラス素材22、24の上半球側には、鉛直方向と平行を成す被プレス成形ガラス素材22、24の中心軸Dに対して直交する方向（図中、矢印X1、矢印X2と平行なX軸方向）に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に0を超えるように、鉛直方向に対して交叉する方向から外力が付与されることになる。

[0062] ここで、図3および図4は、被プレス成形ガラス素材22、24の上半球に対してX軸方向に作用する力のベクトルの一例を説明するグラフである。ここで、図3および図4中、横軸はX軸方向を意味し、原点0を起点として、右側方向が切断時における下側ブレード30の進行方向であるX1方向を表し、左側方向が切断時における上側ブレード40の進行方向であるX2方向を表す。また、図3および図4中に示すベクトル、 $V(30A)$ 、 $V(40)$ 、 $V(36)$ は、各々、下側ブレード30、上側ブレード40、押圧部材36に起因するベクトル、すなわち、切断前後において、被プレス成形ガラス素材22、24の上部に加わる下側ブレード30、上側ブレード40、押圧部材36に起因する3つの外力のうち、X軸方向に作用する成分の力を意味する。

[0063] ここで、下側ブレード30および上側ブレード40に起因する2つのベクトル $V(30A)$ および $V(40)$ は、向きが正反対で、大きさが実質的に同一のベクトルである。そして、切断に際して、下側ブレード30および上側ブレード40が、熔融ガラス流20に貫入し始めると、 $V(30A)$ および $V(40)$ のベクトルの大きさは、0から増大して極大値を示した後、切



断が完了し、溶融ガラス塊 24 の上部表面が、下側ブレード 30 および上側ブレード 40 から離間した時点で、再び 0 になる。すなわち、これら 2 つのベクトル  $V(30A)$  および  $V(40)$  は、溶融ガラス塊形成工程において、ほぼ打ち消し合う関係になり、 $V(30A)$  および  $V(40)$  の大きさの差分が見かけ上、実質的に 0 を維持する。

[0064] そして、分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）22 が、押圧部材 36 の先端 36A により押圧された場合には、図 3 に示すように、2 つの常に打ち消し合うベクトル  $V(30A)$  および  $V(40)$  に加えて、向きが X1 方向のベクトル  $V(36)$  が新たに作用することになる。このため、 $V(36)$  が新たに作用した分だけ、X 軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に 0 を遥かに超えることになる。また、溶融ガラス流 20 から分離された溶融ガラス塊（被プレス成形ガラス素材）24 が、押圧部材 36 の先端 36A により押圧された場合には、図 3 に示すベクトル  $V(30A)$  および  $V(40)$  の大きさは共に 0 となり、図 4 に示すように、ベクトル  $V(36)$  のみが作用することになる。このため、X 軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に 0 を遥かに超えることになる。

[0065] なお、図 2 に示す例においては、溶融ガラス流 20 に対して下側ブレード 30 および下側ブレード 40 が貫入しつつある図 3 に示す態様のみで、ベクトル  $V(36)$  を作用させてもよいし、溶融ガラス流 20 に対して下側ブレード 30 および下側ブレード 40 が貫入し終えた後の図 4 に示す態様のみで、ベクトル  $V(36)$  を作用させてもよいし、図 3 および図 4 に示す態様の双方で、ベクトル  $V(36)$  を作用させてもよい。

[0066] そして、図 3 および／または図 4 に示す態様で、被プレス成形ガラス素材 22、24 に外力を加えられた場合、ベクトル  $V(36)$  の作用する位置は、図 2 中において被プレス成形ガラス素材 22、24 の中心点 C に対して上部左側の位置であるため、被プレス成形ガラス素材 22、24 は、中心点 C に対して、図 2 において時計回り方向 R に回転することになる。このため、

図5に示すように、熔融ガラス塊24が鉛直方向の下方Y1（落下方向）側へと落下する過程で、分離直後において、熔融ガラス塊24の中心点Cに対して鉛直方向真上側に位置した分離痕24Aが、中心点Cに対して時計回り方向に移動することになる。

[0067] なお、図2に示す例では、下側ブレード30に取り付けられ、これと連動して被プレス成形ガラス素材22、24の上部側を押圧する押圧部材36を用いている。しかしながら、被プレス成形ガラス素材22、24を押圧する押圧部材36としては、下側ブレード30、上側ブレード40から分離した位置に配置して被プレス成形ガラス素材22、24を押圧してもよい。また、押圧部材36による押圧は、図3および図4に例示したように、被プレス成形ガラス素材22、24のX軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に0を超えるように実施されるのであれば、被プレス成形ガラス素材22、24に対する押圧位置・押圧方向は、任意に選択できる。たとえば、被プレス成形ガラス素材22、24の下部側を、押圧部材36により水平方向に押圧することができる。なお、被プレス成形ガラス素材22、24のX軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に0を超えない場合（0近傍である場合）とは、たとえば、熔融ガラス流20の先端部22を、単純に分離することだけを目的として、一对のシアブレードを水平方向に対して移動させ、互いの面が摺動するように、各々のシアブレードをX1方向およびX2方向に対して略同一の速度で移動させる場合等を意味する。また、図3および図4に例示したように、回転させることを目的としたX軸方向に作用する力のベクトルを生じさせる外力は、被プレス成形ガラス素材22、24に対して、鉛直方向に対して交叉する方向から付与するのであれば、外力を付与する方向、被プレス成形ガラス素材22、24に対して外力が付与される位置等は特に限定されない。しかしながら、この外力を付与する場合、外力を付与する方向上に、被プレス成形ガラス素材22、24の中心点C（但し、分離前の先端部22については、熔融ガラス塊24となった場合に中心点となる位置）が位置しないようにすることが特に好ましい

。外力を付与する方向上に被プレス成形ガラス素材 22、24 の中心点 C が位置する場合、回転が生じにくくなるためである。なお、より正確に言えば、外力を付与する方向上に被プレス成形ガラス素材 22、24 の中心点 C が位置する場合、その瞬間においては、回転が生じる力が生じない。しかし、溶融ガラス塊 24 は常に落下して中心点 C の位置が下方へと移動する上に、先端部 22 も極めて短時間のうちに分離されて溶融ガラス塊 24 として落下するため、外力を付与し続ける期間内においては、中心点 C が下方に移動することになる。このため、回転は生じにくくなるものの、回転が全く生じないことは無い。

[0068]   なお、溶融ガラス塊 24 の回転を目的とした被プレス成形ガラス素材 22、24 に対する外力の付与は、押圧部材 36 を用いる代わりに、シアブレードの形状や、一对のシアブレードの移動の速度・タイミングを制御することによっても可能である。たとえば、図 1 および図 2 において、押圧部材 36 を有さない下側ブレードを用いる場合、(1) 下面 44B よりも分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）22 の上部表面に対する接触時間の長い下面 34B に多数の突起を設けたり、下面 34B の表面を粗面化処理したり、下面 34B の表面を溶融ガラスに対してより濡れ性の高い材料でコーティングしたりするなどにより、分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）22 の上部表面に対して、X1 方向にさらに外力を加わり易くすることができる。この場合、分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）22 の上部表面と、下面 34B との摩擦力が増大し、分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）22 の上部表面が、下面 34B の移動に巻き込まれる形で X1 方向に移動しやすくなるためである。この場合、切断中において、ベクトル V（30A）の大きさが、ベクトル V（40）の大きさを常に上回ることになるので、X 軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に 0 を遥かに超えることになる。

[0069]   (2) また、先に、上側ブレード 40 を X2 方向に移動させて溶融ガラス流 20 に貫入させている最中に、押圧部材 36 を有さない下側ブレードを上

側ブレード４０に対して相対的により高速でＸ１方向に移動させて溶融ガラス流２０中に貫入させた場合、下側ブレード３０および上側ブレード４０の溶融ガラス流２０に対する貫入により生じる２つの相反する方向の外力の他に、分離されつつある先端部（被プレス成形ガラス素材）２２の上部表面に対する接触時間が、下面４４Ｂよりも長い下面３４Ｂによって、先端部（被プレス成形ガラス素材）２２の上部表面が、矢印Ｘ１方向側に強く擦られる第３の外力が作用することになる。この場合、切断の直前直後の段階では、第３の外力が強く作用することになり、Ｘ軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に０を遥かに超えることになる。

[0070] 分離直後において、溶融ガラス塊２４の中心点Ｃに対して鉛直方向真上側に位置した分離痕２４Ａが、中心点Ｃに対して、図５において時計回り方向に移動した溶融ガラス塊２４は、さらに鉛直方向の下方Ｙ１側に落下する。そして、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および第二のプレス成形型の間に進入する。ここで、図６に示すように、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ように、互いに離間して配置されている。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に合わせて、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が矢印Ｘ１方向へと移動し、第二のプレス成形型６０が矢印Ｘ２方向へと移動する。

[0071] 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６は断面図であるため、図６中において、ガイド部材５４、６４は、プレス成形型本体５２、６２の両側に位置するように描かれている。ここで、プレス成形型本体５２、６２の一方の面は、成形面５２Ａ、６２Ａとなっている。そして、図６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、２つの成形面５２

A、62A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、成形面52A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54Aが設けられ、ガイド部材64には、成形面62A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64A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54Aとガイド面64Aとが接触するため、成形面52Aと成形面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、図6に示すように、成形面52A、62Aは、プレス成形工程の実施により、溶融ガラス塊24が、第一のプレス成形型50の成形面52Aと第二のプレス成形型60の成形面62との間で、鉛直方向に完全に押広げられて板状ガラスに成形された際に、成形面52A、62Aの少なくとも上記の板状ガラスと接触する領域が、平坦面を形成するように形成されている。

[0072] 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、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。

[0073] ガラスブランクは、溶融ガラス塊24を成形面52A、62A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、成形面52A、62A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（中心線表面粗さRa）は、後述する後工程として実施されるスクライプ加工、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、10μm以下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（中心線表面粗さRa）も10μm以下の範囲とするこ

とが好ましい。

[0074] 図6に示す熔融ガラス塊24が、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7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、熔融ガラス塊24の両側表面が、プレス成形面52A、62Aに接触する。この場合、分離痕24Aと、熔融ガラス塊24の中心点Cに対して分離痕24Aと点対称の位置にある熔融ガラス塊24の表面部分とが、最初に、プレス成形面62Aと、プレス面52Aと略同時に接触することが好ましい。このプレス成形工程を実施する直前の段階において、熔融ガラス塊24の中心点Cと、プレス成形面62Aとを最短距離で結ぶ直線X3に対して、分離痕24Aは、中心点Cを起点として0度の角度を成す位置に存在することになる。

[0075] なお、プレス成形の開始時点まで、熔融ガラス塊24は、回転し続けながら落下する態様であってもよい（以下、「回転継続型落下」と称す）。また、被プレス成形ガラス素材22、24に対して、X軸方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に0を超えるように、鉛直方向に対して交叉する方向から外力が加わった際に、瞬間的に回転した後、プレス成形の開始時点まで、この状態を維持しつつ熔融ガラス塊24が落下する態様であってもよい（以下、「回転停止型落下」と称す）。しかしながら、いずれの場合であっても、図7に示すプレス成形工程を実施する直前段階では、既述したように、分離痕24Aが、直線X3に対して、熔融ガラス塊24の中心点Cを起点として45度以下の角度（以下、「回転角」と称す場合がある）を成す範囲内に位置することが必要である。

[0076] ここで、プレス成形の開始時点における回転角を上記範囲内とするためには、（1）回転停止型落下の場合は、回転させる際の外力の向き・強さ等を制御することができ、（2）回転継続落下の場合は、a）回転させる際の外力の向き・強さ、および、b）落下距離等を制御することができる。ここで、「落下距離」とは、図2に例示したような分離痕24Aが最初に形成され

る位置、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7に例示したようなプレス成形の開始時点の位置、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。なお、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75mm以上であることが好ましい。

[0077] プレス成形の開始時点における回転角を上記範囲内に調整する方法としては、たとえば、下記に示す方法(1)、(2)を採用することができる。

(1) 溶融ガラス塊24の分離条件(たとえば、シアブレード30、40の駆動タイミング)と、プレス成形型50、60の駆動タイミングとを一定とした状態で、溶融ガラス塊24の落下の様子を高速度カメラでモニターする。そして、このモニター結果を元に、プレス成形の開始時点における回転角が上記範囲内となるように、落下距離を調整する。

(2) 落下距離を一定とした状態で溶融ガラス塊24の落下の様子を高速度カメラでモニターする。そして、このモニター結果を元に、プレス成形の開始時点における回転角が上記範囲内となるように、溶融ガラス塊24の分離条件(たとえば、シアブレード30、40の駆動タイミング)とを調整する。

[0078] なお、プレス成形開始時点における第一のプレス成形型50および第二のプレス成形型60の温度は、溶融ガラス塊24を構成するガラス材料のガラス転移温度未満に設定されることが好ましい。これにより、溶融ガラス塊24がプレス成形された際に、薄く延伸された溶融ガラス塊24と、成形面52A、62Aとの間で融着が発生するのをより確実に防止できる。

[0079] そして、熔融ガラス塊 24 の表面が、成形面 52A、62A に接触すると、熔融ガラス塊 24 は、成形面 52A、62A に貼り付くように固化する。そして、図 8 に示すように、熔融ガラス塊 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、熔融ガラス塊 24 は、熔融ガラス塊 24 と成形面 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 9 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、成形面 52A、62A 間に、円盤状もしくは略円盤状の薄板ガラス 26 に成形される。したがって、図 7 に示すように、分離痕 24A が、最初に成形面 62A と接触した場合には、薄板ガラス 26 の成形面 62A と対向する面に分離痕 24A（図 9 中、不図示）が位置することになる。

[0080] ここで、図 9 に示す薄板ガラス 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。また、図 7 に示すプレス成形の開始時点の状態から、図 9 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、成形面 52A と成形面 62A との平行状態を維持することが容易となる。なお、プレス成形時間の上限は特に限定されない。

[0081] なお、図 9 に示す状態となった後は、ガイド面 54A とガイド面 64A とが接触した状態を維持して、薄板ガラス 26 の両面と成形面 52A、62A とが密着した状態を維持するように、第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 に対して印加するプレス圧力よりも十分に小さい圧力を加え続けることができる。そして、この状態を数秒間継続し、薄板ガラス 26 を冷却する。ここで、第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 の間に挟持された状態での薄板ガラス 26 の冷却は、薄板ガラス 26 を構



成するガラス材料の屈伏点以下となるまで実施することが好ましい。なお、上述した状態で、プレス圧力をより大きくすると、薄板ガラス 26 が破損する場合がある。

[0082] 次に、図 10 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 X2 方向へ移動させ、第二のプレス成形型 60 を X1 方向へ移動させる。これにより、成形面 62A と、薄板ガラス 26 とを離型させる。次いで、図 11 に示すように、成形面 52A と、薄板ガラス 26 とを離型させて、薄板ガラス 26 を鉛直方向の下方 Y1 側に落下させて取り出す。なお、成形面 52A と薄板ガラス 26 とを離型させる際には、薄板ガラス 26 の外周方向から力を加えて薄板ガラス 26 を剥がすように離型することができるし、薄板ガラスの表面を空冷してガラスを収縮させることで離型することもできる。この場合、薄板ガラス 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、プレス成形に際しては、水、空気などの冷却用媒体を用いて第一のプレス成形型 50 および第二のプレス成形型 60 を冷却し、成形面 52A、62A の温度が過度に上昇しないように制御してもよい。

[0083] 最後に、取出した薄板ガラス 26 をアニールして歪を低減・除去し、磁気記録媒体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。そして、このガラスブランクの主表面の中央部近傍には、分離痕 24A に起因するシアマークが局在する。このため、磁気記録媒体基板を作製する際に実施される中心孔の形成加工によって、シアマークを含む領域を除去することができる。

[0084] なお、溶融ガラス流 20 の粘度が 500 dPa・s 未満である場合、溶融ガラス流 20 を空中に垂下した状態で、必要量の溶融ガラス塊 24 を分離することが難しくなる場合がある。このため、溶融ガラス流 20 の粘度が 500 dPa・s 未満の場合、ガラス流出口 12 の下方に溶融ガラス流 20 の先端部 22 を支持し、溶融ガラス塊 24 を得るのに必要な量の溶融ガラスを蓄積してから溶融ガラス塊 24 を分離する。そして、このようにして得られた

、溶融ガラス塊 24 に対して、中心点 C を起点として、溶融ガラス塊 24 が回転するように外力を加えて落下させ、分離痕 24 A の位置が成形面 52 A または成形面 62 A を向くようにしてプレス成形を開始すればよい。

[0085] 落下中の溶融ガラス塊 24 をプレス成形することにより、プレス成形開始直前の溶融ガラス塊 24 の粘度分布を均一化し、溶融ガラス塊 24 を均等な厚さで薄く伸ばしやすくする。磁気記録媒体基板に設ける中心孔の内径が小さい場合は、ガラスブランクに形成されるシアマークのサイズを小さくし、ガラスブランクの中心孔が形成される範囲内にシアマークが収まるようにする。

[0086] この場合、溶融ガラス流 20 の垂下する方向と直交する平面における溶融ガラス流 20 の先端部 22 近傍の断面の形状が、長径と短径とを有する略楕円形状を成し、溶融ガラス流 20 の先端部 22 の分離が、溶融ガラス流 20 の垂下する方向と略直交し、かつ、溶融ガラス流 20 の先端部 22 近傍の断面の長径方向と略一致する方向から、溶融ガラス流に対して、一対のシアブレードを互いに反対方向かつ鉛直方向に対して交叉する方向から貫入させることが有効である。このようにして、溶融ガラス流 20 の先端部 22 を分離することで、シアマークを小さくすることができる。そして、この場合、中心孔の内径が小さくても、ガラスブランクの中心孔が形成される範囲内にシアマークを局在させることができる。なお、溶融ガラス流 20 の先端部 22 近傍の断面形状を略楕円形状とするためには、たとえば、ガラス流出口 12 の開口形状を細長くする方法や、溶融ガラス流 20 を、その垂下する方向の両側から挟んで、断面形状が細長くなるように変形させる方法などが採用できる。また、シアマークを小さくする手法としては、刃部が分岐し、その形状が V 字形状もしくは U 字形状の一対のシアブレードを用いて溶融ガラス流を切断する方法も有効である。この場合、図 2 に例示したように、溶融ガラス流 20 の先端部 22 の分離は、溶融ガラス流 20 の垂下する方向と略直交する方向から、溶融ガラス流 20 に対して、一対のシアブレード 30、40 を互いに反対方向かつ鉛直方向に対して交叉する方向から貫入させることで

実施される。

[0087] また、ガラスブランクに形成されるシアマークの大きさは、ガラス流出口 12 の内周長に応じて増減する。ガラス流出口 12 の内周長の増加に伴い、シアマークの大きさも増加し、ガラス流出口 12 の内周長の減少に伴い、シアマークの大きさも減少する。したがって、シアマークの大きさを中心孔径より小さくするには、単位時間当たりの溶融ガラス流 20 の流出量が所定量になる範囲内でガラス流出口 12 の内周長を小さく、すなわちガラス流出口 12 の内径を小さくすればよい。例えば、流出する溶融ガラスの粘度を  $700 \text{ dPa} \cdot \text{s}$  としたとき、ガラス流出口 12 の内周長を  $47 \text{ mm}$ （ガラス流出口 12 が円形である場合は内径約  $15 \text{ mm}$  に相当）とすると、単位時間当たりの溶融ガラス流 20 の流出量が  $500 \text{ g/分}$ （ガラスブランク 50 枚分）、シアマークの大きさが  $18 \text{ mm}$  となり、シアマークを 2.5 インチサイズの磁気記録媒体基板の中心孔径  $20 \text{ mm}$  より小さくすることができる。また、流出する溶融ガラス流 20 の粘度を上記の値のままとし、ガラス流出口 12 の内周長が  $41 \text{ mm}$ （内径約  $13 \text{ mm}$  に相当）とすると、単位時間当たりの溶融ガラス流 20 の流出量が  $350 \text{ g/分}$ （ガラスブランク 35 枚分）、シアマークの大きさが  $15 \text{ mm}$  となり、シアマークを 2.5 インチサイズの磁気記録媒体基板の中心孔径  $20 \text{ mm}$  より小さくすることができる。このようにして磁気記録媒体基板の中心孔径に収まるようにシアマークの大きさを制御することができる。

[0088] 図 12 は、一对のシアブレードによる溶融ガラス流の先端部の分離の一例を示す模式断面図である。ここで、図 11 は、具体的には、図 1 において、中心軸 D と直交する面における溶融ガラス流 20 の断面（水平断面）が略楕円形状を成す場合について示した図である。ここで、図中、一点鎖線 S は、水平断面が楕円形状の溶融ガラス流 20 の長径方向と一致する方向を意味し、矢印 X1 方向および矢印 X2 方向と平行を成す。図 11 に示す例では、溶融ガラス流 20 の垂下する方向（中心軸 D）と直交し、かつ、溶融ガラス流 20 の水平断面の長径方向 S と一致する方向から、溶融ガラス流 20 に対し

て、一対のシアブレード30、40を互いに反対方向かつ鉛直方向（中心軸D）に対して交叉する方向から貫入させる（下側ブレード30をX1方向へと移動させ、上側ブレード40をX2方向へと移動させることで貫入させる）。

[0089] 第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法では、水平ダイレクトプレスを利用してガラスブランクを製造するため、板厚偏差および平坦度の小さいガラスブランクを容易に得ることができる。なお、作製されるガラスブランクの板厚偏差は、 $10\mu\text{m}$ 以下が好ましく、平坦度は、 $10\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $8\mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $6\mu\text{m}$ 以下がさらに好ましく、 $4\mu\text{m}$ 以下が特に好ましい。

[0090] 第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、板厚に対する直径の比（直径／板厚）が50～150のガラスブランクの製造に好適である。ここで、直径とはガラスブランクの長径と短径との相加平均である。プレス成型50、60によってガラスブランクの外周端面を規制しないので、外周端面は自由表面となる。ここで、製造されるガラスブランクの真円度は特に限定されないが、 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内とすることが好ましい。

[0091] ガラスブランクの直径については特に制限はないが、直径の設定は、後述するようにガラスブランクから磁気記録媒体基板を加工する際に行うスクライプ加工や外周加工時の除去量を基板の直径に加えた値を目処に行うことが好ましい。

[0092] ガラスブランクの板厚は $0.75\sim 1.1\text{mm}$ の範囲が好ましく、 $0.75\sim 1.0\text{mm}$ の範囲がより好ましい。ガラスブランクの板厚、板厚偏差、平坦度、直径、真円度の測定は、三次元測定器、マイクロメータを用いて行えばよい。

[0093] 使用するガラスの組成は、磁気記録媒体基板に求められる性質に応じて適宜選択すればよく、たとえば、アルミノシリケートガラス、ソーダライムガラス、ソーダアルミノケイ酸ガラス、アルミノボロシリケートガラス、ボロシリケートガラス、などを挙げることができる。また、これらのガラスは加

熱処理により結晶化する結晶化ガラスであってもよく、加熱処理により結晶化した後に加工して磁気記録媒体基板に仕上げることもできる。

[0094] 磁気ディスク等の磁気記録媒体の製造に利用される磁気記録媒体基板に使用されるガラスには、化学的耐久性があり、剛性が大きく、高い熱膨張係数を有することが望まれる。さらに、抗折強度を高めることを重視する場合は、化学強化が可能な組成であることが求められ、また、磁気記録媒体の製造過程で高温熱処理を行う場合は、耐熱性の高い組成であることが望まれる。

[0095] 化学的耐久性があり、剛性が大きく、高い熱膨張係数を有するガラスとして、

酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

- 1)  $\text{SiO}_2$  を 50 ~ 75 %、
- 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を 0 ~ 15 %、
- 3)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  および  $\text{K}_2\text{O}$  から選択される少なくとも 1 種の金属酸化物を合計で 3 ~ 35 %、
- 4)  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$  および  $\text{ZnO}$  から選択される少なくとも 1 種の金属酸化物を合計で 0 ~ 35 %、ならびに、
- 5)  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  および  $\text{HfO}_2$  から選択される少なくとも 1 種の金属酸化物を合計で 0 ~ 15 % 含むガラスを例示することができる。

[0096] なお、清澄時の泡切れを改善するため、 $\text{Sn}$  酸化物および  $\text{Ce}$  酸化物を外割り合計含有量で 0.1 ~ 3.5 質量% の範囲で添加することが望ましい。この場合、 $\text{Sn}$  酸化物と  $\text{Ce}$  酸化物との合計含有量に対する  $\text{Sn}$  酸化物の含有量の質量比 ( $\text{Sn}$  酸化物の質量 / ( $\text{Sn}$  酸化物の質量 +  $\text{Ce}$  酸化物の質量)) は 0.01 ~ 0.99 である。以下、特記しない限り、ガラス成分の含有量、合計含有量はモル%にて表示するが、 $\text{Sn}$  酸化物、 $\text{Ce}$  酸化物の含有量は質量%にて表示するものとする。

[0097]  $\text{SiO}_2$  は、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラス安定性、化学的耐久性、特に耐酸性を向上させる働きをする必須成分である。 $\text{SiO}_2$  の含有

量が50%未満だと上記働きを十分得ることができず、75%を超えるとガラス中に未溶解物が生じたり、清澄時のガラスの粘性が高くなりすぎて泡切れが不十分になる場合がある。したがって、 $\text{SiO}_2$ の含有量は50~75%であることが好ましい。

[0098]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ もガラスのネットワーク形成に寄与し、ガラス安定性、化学的耐久性を向上させる働きをするとともに、化学強化時のイオン交換速度を増加させる働きもする。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が15%を超えるとガラスの溶融性が低下し、未溶解物が生じやすくなる場合がある。また、熱膨張係数が低下し、ヤング率低下する場合がある。したがって、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量は0~15%であることが好ましい。

[0099]  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ は、ガラスの溶融性および成形性を向上させる働きをする。また、熱膨張係数を増加させる働きもする。 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ の含有量が3%未満であると上記働きを十分得ることができない場合があり、35%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下したり、ガラスの熱的安定性が低下する場合がある。また、ガラス転移温度が低下し、耐熱性も低下する場合がある。したがって、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ の含有量は3~35%であることが好ましく、5~35%であることがより好ましい。なお、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ のうち、ガラス転移温度を低下させる働きが最も大きいものは $\text{Li}_2\text{O}$ である。

[0100]  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ は、ガラスの溶融性、成形性、ヤング率を向上させる働きをする。また、熱膨張係数、ヤング率を増加させる働きもする。しかし、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ の合計含有量が35%を超えると化学的耐久性やガラスの熱的安定性が低下する場合がある。したがって、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ の合計含有量は0~35%であることが好ましい。

[0101]  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ は、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を改善し、ガラス転移温度を高めて耐熱性を改善し、ヤング率や破壊靱性を高める働きをする。しかし、 $\text{ZrO}_2$ 、

$\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ の合計含有量が15%を越えるとガラスの溶融性が低下し、ガラス中にガラス原料の未溶解物が残ってしまう場合がある。したがって、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ の合計含有量は、0～15%であることが好ましい。

[0102] 上記の組成範囲に含まれる組成範囲を以下に例示する。なお、ガラス成分の含有量、合計含有量は、特記しない限りモル%にて表示するものとする。

[0103] 第1のガラスは、化学強化の効率を重視したものであり、その組成範囲は、

- 1)  $\text{SiO}_2$ の含有量：60～75%、
  - 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：3～12%、
  - 3)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：20～35%（好ましくは20～30%）、
  - 4)  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：0～5%、ならびに
  - 5)  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：0～7%、
- である。

[0104] 第2のガラスは、化学的耐久性を重視したものであり、その組成範囲は、

- 1)  $\text{SiO}_2$ の含有量：60～75%、
- 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：1～15%、
- 3)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：15～25%、
- 4)  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：1～6%、ならびに、
- 5)  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：

0. 1～9%（好ましくは0. 5～9%、より好ましくは1～9%）、である。

[0105] 第3のガラスは、高剛性を重視したものであり、その組成範囲は、

- 1)  $\text{SiO}_2$ の含有量：50～70%、
  - 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：1～8%、
  - 3)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：12～22%、
  - 4)  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：10～20%、ならびに、
  - 5)  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：3～10%、
- である。

[0106] 第4のガラスは、高耐熱性を重視したものであり、その組成範囲は、

- 1)  $\text{SiO}_2$ の含有量：50～70%、
  - 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：1～10%、
  - 3)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：5～17%（但し、 $\text{Li}_2\text{O}$ の含有量：0～5%、好ましくは0～1%）、
  - 4)  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：10～25%、
  - 5)  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：1～12%、
- である。

[0107] 第5のガラスは、高耐熱性、高剛性、および高熱膨張を重視したものであり、その組成範囲は、

- 1)  $\text{SiO}_2$ の含有量：50～75%、



- 2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：0～5%、
  - 3)  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ および $\text{K}_2\text{O}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：3～15%（但し、 $\text{Li}_2\text{O}$ の含有量：0～1%）、
  - 4)  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ および $\text{ZnO}$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：14～35%、ならびに、
  - 5)  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{HfO}_2$ から選択される少なくとも1種の金属酸化物の合計含有量：2～9%、
- である。

[0108] [磁気記録媒体基板の製造方法]

第一の本実施形態の磁気記録媒体基板の製造方法は、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の中央部に中心孔を形成する中心孔形成工程と、主表面を研磨する研磨工程と、を少なくとも経て、磁気記録媒体基板を製造することを特徴とする。

[0109] まず、第一の本実施形態のガラスブランクの製造方法により製造さ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。なお、ガラスブランクに残存するシアマークは内側同心円の内側に局在する。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、真円形状かつリング状のディスク状ガラスとなる。内側同心円の内側部分の除去が中心孔を形成する中心孔形成工程に相当し、この加工によってシアマークが除去される。

[0110] 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 $1\mu\text{m}$ 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  $1\text{ }\mu\text{m}$  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。

[0111] 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。

[0112] 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、ディスク状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。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。

[0113] 第1研磨による取り代は、たとえば数  $\mu\text{m}$  ～  $10\text{ }\mu\text{m}$  程度である。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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 次に、第1研磨後のディスク状ガラスは化学強化される。化学強化に使用する溶融塩として、たとえば硝酸カリウム（60質量%）と硝酸ナトリウム（40質量%）の混合溶融塩等を用いることができる。化学強化では、溶融塩が、たとえば300℃～400℃に加熱され、洗浄したディスク状ガラスが、たとえば200℃～300℃に予熱された後、ガラスが溶融塩中に、たとえば3時間～4時間浸漬される。この浸漬の際には、ディスク状ガラスの両主表面全体が化学強化されるように、複数のディスク状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。

[0117] このように、ディスク状ガラスを溶融塩に浸漬することによって、ディスク状ガラスの表層のリチウムイオンおよびナトリウムイオンが、溶融塩中のイオン半径が相対的に大きいナトリウムイオンおよびカリウムイオンにそれぞれ置換され、約50～200 $\mu\text{m}$ の厚さの圧縮応力層が形成される。これにより、ディスク状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。

[0118] 次に、化学強化されて十分に洗浄されたディスク状ガラスに第2研磨が施される。第2研磨による取り代は、たとえば1 $\mu\text{m}$ 程度である。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砲樹脂ポリッシャ、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、またはコロイダルシリカ等が用いられる。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。

[0119] 第2研磨により、たとえば、主表面の平坦度が $4\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、主表面の粗さが $0.2\text{ nm}$ 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。

[0120] 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、a) 第1研磨工程、b) 第2研磨工程、c) 化学強化工程の順（以下、「工程順序1」と称す場合がある）でもよい。但し、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、a) 第1研磨工程、b) 化学強化工程、c) 第2研磨工程の順で実施する工程順序が、より好ましい。

[0121] [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基板の製造方法によりより作製された磁気記録媒体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。

[0122] 第一の本実施形態の磁気記録媒体基板の製造方法により作製した磁気記録媒体基板（磁気ディスク用ガラス基板）の主表面上に、磁性層等の層を成膜して、磁気記録媒体基板（磁気ディスク）を作製する。たとえば、基板主表面側から、付着層、軟磁性層、非磁性下地層、垂直磁気記録層、保護層および潤滑層を順次積層する。付着層には、たとえばCr合金等が用いられ、ガラス基板との接着層として機能する。軟磁性層には、たとえばCoTaZr合金等が用いられ、非磁性下地層には、たとえばグラニューラ非磁性層等が

用いられ、垂直磁気記録層には、たとえばグラニューラ磁性層等が用いられる。また、保護層には、水素カーボンからなる材料が用いられ、潤滑層には、たとえばフッ素系樹脂等が用いられる。

[0123] より具体的には、ガラス基板に対して、インライン型スパッタリング装置を用いて、ガラス基板の両主表面に、CrTiの付着層、CoTaZr/Ru/CoTaZrの軟磁性層、CoCrSiO<sub>2</sub>の非磁性グラニューラ下地層、CoCrPt-SiO<sub>2</sub>・TiO<sub>2</sub>のグラニューラ磁性層、水素化カーボン保護膜を順次成膜する。さらに、成膜された最上層にディップ法によりパーフルオロポリエーテル潤滑層を成膜して磁気記録媒体（磁気ディスク）を得る。

[0124] <第二の本実施形態>

[ガラスブランクの製造方法]

第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、ガラス流出口から流出する溶融ガラス流から溶融ガラス塊を分離し、プレス成形型を用いて薄板ガラスをプレス成形し、中心孔を有する磁気記録媒体基板に加工するためのガラスブランクを作製するガラスブランクの製造方法において、溶融ガラス塊を分離、落下させ、空中の溶融ガラス塊を対向するプレス成形面でプレスし、薄板ガラスを成形すること、および、溶融ガラス流から分離した部位がプレス成形面を向くように溶融ガラス塊の向きを変え、プレスを開始すること、を特徴とする。

[0125] 以下、図面を参照しながら、第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法について説明する。図13は、ガラス流出管1の下端に開口したガラス流出口から流出する溶融ガラス流2を空中に垂下する。溶融ガラス流2の切断は一对のシアブレード3-1、3-2の先端を交差させ、ガラスを剪断して行う。シアブレード3-1の下面には溶融ガラス塊の上部を水平方向から押して回転のトルクを加えるための突起3-1-aが設けられている。突起3-1-aの水平方向の長さは調整可能となっている。溶融ガラスの流出粘度は、ガラス流出管1の温度を調整することによって、500 dPa・s～10

50 dPa・sの範囲で一定となるように制御される。

[0126] 図14は、シアブレード3-1、3-2の先端を隙間ができないように交差させて熔融ガラス流2の下部を切断し、熔融ガラス塊4を分離する瞬間の様子を示したものである。突起3-1-aが熔融ガラス塊4の分離直後に熔融ガラス塊4の上部を水平方向から押して時計まわりに回転させるためのトルクを加える。なお、突起3-1-aをシアブレードから分離してシアブレード3-1の動きに同期して熔融ガラス塊4の上部を水平方向に押して回転のトルクを加えるようにしたり、熔融ガラス塊の下部を水平方向に押して、熔融ガラス塊4を時計まわりに回転させるようにしてもよい。

[0127] 図15は、分離した熔融ガラス塊が時計まわりに回転しながら落下する様子を示したものである。切断、分離時に熔融ガラス塊4の頂部にはシアブレードによる剪断痕、いわゆるシアマーク4-aができるが、熔融ガラス塊4の回転とともにシアマーク4-aは水平方向に回転する。

[0128] 図16は、プレス成型型5、6の垂直断面を示したものである。プレス成型型5は、プレス成型面5-1-aを有するプレス成型型本体5-1、プレス成型型本体5-1の周りに取り付けられ、プレス成型時にプレス成型面同士の間隔が薄板ガラスの板厚と等しくなるようにプレス成型型6と当接してプレス成型面同士の間隔を定め、かつ薄板ガラスの主表面にプレス成型型本体5-1を追従される際にプレス成型型本体5-1をガイドするガイド部材5-2などによって構成される。

[0129] プレス成型型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。中でもプレス成型型として使用する際の耐熱温度が1000℃以上、好ましくは1100℃以上の金属または合金がより好ましい。具体的には、球状黒鉛鑄鉄（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。

[0130] プレス成型面をガラスに転写してガラスブランクの主表面を成形するため、プレス成型面の表面粗さとガラスブランク主表面の表面粗さとはほぼ同等

になる。ガラスブランク主表面の表面粗さは、後述するスクライブ加工とダイヤモンドシートを用いた研削加工を行う上で、 $0.01 \sim 10 \mu\text{m}$ 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も $0.01 \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲とすることが好ましい。

[0131] プレス成形型6は、プレス成形面6-1-aを有するプレス成形型本体6-1、プレス成形型本体6-1の周りに取り付けられ、プレス成形時にプレス成形面同士の間隔が薄板ガラスの板厚と等しくなるようにプレス成形型5と当接してプレス成形面同士の間隔を定め、かつ薄板ガラスの主表面にプレス成形型本体6-1を追従される際にプレス成形型本体6-1をガイドするガイド部材6-2などによって構成される。

[0132] 図16において、溶融ガラス塊4をプレスするため、前進駆動中のプレス成形型5、6の間に溶融ガラス塊4が回転しながら落下してくる。

[0133] 図17は、プレス成形面5-1-a、6-1-aによる溶融ガラス塊4のプレスが開始された瞬間を示したものである。ここで、シアマーク4-aが最初にプレス成形面6-1-aと接触している。この状態を実現するため、溶融ガラス塊4を回転させるためのトルクの大きさ、溶融ガラス塊4の落下距離を調整する。落下距離は溶融ガラス塊の粘度が上昇してプレス成形に適した粘度範囲を逸脱しないよう、また落下速度が大きくなり過ぎてプレスの位置が変動しないようにするため、 $1000\text{mm}$ 以下とすることが好ましく、 $500\text{mm}$ 以下とすることがより好ましく、 $300\text{mm}$ 以下とすることがさらに好ましく、 $200\text{mm}$ 以下とすることが一層好ましい。

[0134] 溶融ガラス塊の表面がプレス成形面に接触すると、プレス成形面に貼り付くように固化する。プレスを進行させると、溶融ガラス塊とプレス成形面とが最初に接触した位置を中心にガラスが均等な厚みで押し広げられ、円盤状もしくは略円盤状の薄板ガラスに成形される。

[0135] 図18は、上記プレスの過程でガラスが押し広げられる様子を示したものである。シアマーク周辺はプレス成形面6-1-aと最初に接触し、貼り付くように固化するため、薄板ガラスの中央部表面に残る。

- [0136] 図19は、ガイド部材5-1の当接面5-1-aとガイド部材6-1の当接面6-1-aを当接させてプレス成形面5-1-aとプレス成形面6-1-aの間隔をガラスブランクの板厚に相当する距離に規定した状態を示している。当接面5-1-aと当接面6-1-aの当接は、プレス成形面5-1-aとプレス成形面6-1-aとの平行状態を維持する働きもする。図17に示すプレス開始から図19に示す型閉めまでの時間を、溶融ガラス塊を薄板化するために0.1秒以内にすることが好ましい。
- [0137] 図20では、当接面5-1-aと当接面6-1-aとを当接した状態で、プレス成形面5-1-a、6-1-aとが薄板ガラスの主表面に密着した状態を維持するように、プレス成形型本体5-1、6-1にプレス圧力よりも十分小さい圧力を加えている。この状態でプレス圧力を大きくするとガラスを破損するおそれがある。この状態を数秒間継続し、薄板ガラスを冷却する。
- [0138] 次に、図21に示すようにプレス成形型5、6を後退してプレス成形面6-1-aから薄板ガラス4-Bを離型する。次いで、図22に示すようにプレス成形面5-1-aから薄板ガラス4-Bを離型し、取り出す。プレス成形面5-1-aから薄板ガラス4-Bを離型する際には、薄板ガラスの外周方向から力を加えて薄板ガラスを剥がすように離型すると薄板ガラスに大きな力を加えることなく、プレス成形型からの取り出しを行うことができる。
- [0139] 取り出した薄板ガラスをアニールして歪を低減、除去し、磁気記録媒体用基板を加工するための母材、すなわち、ガラスブランクとする。ガラスブランクの主表面中央にシアマークが局在するため、基板を作製する際の中心孔あけ加工によって、シアマークを含む領域を除去することができる。
- [0140] なお、500 dPa・s未満になると溶融ガラス流を空中に垂下した状態で必要量の溶融ガラス塊を分離することが難しくなる。流出時の粘度が500 dPa・s未満の溶融ガラスについては、ガラス流出口下方に溶融ガラス流の下端を支持し、溶融ガラス塊を得るのに必要な量の溶融ガラスを蓄積してから溶融ガラス塊を分離し、溶融ガラス塊に回転のトルクを加えて落下さ



せ、シアマークの位置がプレス成形面を向くようにしてプレスを開始すればよい。

[0141] 落下中の溶融ガラス塊をプレス成形することにより、プレス開始直前の溶融ガラス塊の粘度分布を均一化し、ガラスを均等な厚さで薄く伸ばしやすくする。基板に設ける中心孔の内径が小さい場合は、シアマークのサイズを小さくし、中心孔が設けられる範囲内にシアマークが収まるようにする。

[0142] 具体的には、垂下する溶融ガラス流の水平断面が細長い形、すなわち、長径および短径を有する断面形状になるように溶融ガラス流の断面形状を制御する。例えば、ガラス流出口の形状を細長くして溶融ガラス流の断面形状を細長くしたり、溶融ガラス流の側面を対向する2方向から挟んで断面形状を細長くする。そして、シアブレードを用いて長径方向から溶融ガラス流を切断する。長径方向から溶融ガラス流を剪断することにより、シアマークを小さくすることができ、中心孔の内径が小さい場合でも中心孔を設ける範囲内にシアマークを局在させることができる。シアマークを小さくする手法としては、切断刃がV字形状もしくはU字形状の一对のシアブレードを交差して溶融ガラス流を切断する方法も有効である。

[0143] 以上の方法によれば、好ましくは、板厚偏差が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、平坦度が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下のガラスブランクを作製することができる。ガラスブランクの平坦度の好ましい範囲は $8\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましい範囲は $6\text{ }\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましい範囲は $4\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

[0144] 第二の本実施形態のガラスブランクの製造方法は、板厚に対する直径の比（直径／板厚）が $50\sim 150$ のガラスブランクの製造に好適である。ここで、直径とはガラスブランクの長径と短径の相加平均である。プレス成形型によってガラスブランクの外周面を規制しないので、前記外周面は自由表面となるが、成形されるガラスブランクの真円度は $\pm 0.5\text{ mm}$ 以内となる。

[0145] ガラスブランクの直径については特に制限はないが、前記直径の設定は、後述するようにガラスブランクから磁気記録媒体基板を加工する際に行うスクライプ加工や外周加工時の除去量を基板の直径に加えた値を目処に行うこ

とが好ましい。

[0146] ガラスブランクの板厚は0.75～1.1mmの範囲、好ましくは0.75～1.0mmの範囲、より好ましくは0.90～0.92mmの範囲である。ガラスブランクの板厚、板厚偏差、平坦度、直径、真円度の測定は、三次元測定器、マイクロメータを用いて行えばよい。

[0147] 使用するガラスの組成は、磁気記録媒体基板に求められる性質に応じて適宜選択すればよく、例えば、アルミノシリケートガラス、ソーダライムガラス、ソーダアルミノケイ酸ガラス、アルミノボロシリケートガラス、ボロシリケートガラス、などを挙げることができる。また、これらのガラスは加熱処理により結晶化する結晶化ガラスであってもよく、加熱処理により結晶化した後に加工して基板に仕上げることもできる。

[0148] 磁気ディスク等の磁気記録媒体の基板に使用されるガラスには、化学的耐久性があり、剛性が大きく、高い熱膨張係数を有することが望まれる。さらに、抗折強度を高めることを重視する場合は、化学強化可能な組成であることが求められ、また、磁気記録媒体の製造過程で高温熱処理を行う場合は、耐熱性の高い組成であることが望まれる。

[0149] 化学的耐久性があり、剛性が大きく、高い熱膨張係数を有するガラスとして、

酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

$\text{SiO}_2$ を50～75%、

$\text{Al}_2\text{O}_3$ を0～15%、

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ を合計で3～35%、

$\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 及び $\text{ZnO}$ を合計で0～35%、及び

$\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ を合計で0～15%含むガラスを例示することができる。

[0150] なお、清澄時の泡切れを改善するため、Sn酸化物及びCe酸化物を外割り合計含有量で0.1～3.5質量%添加することが望ましい。この場合、Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量に対するSn酸化物の含有量の質量比

( $S_n$ 酸化物の質量 / ( $S_n$ 酸化物の質量 +  $C_e$ 酸化物の質量)) は 0.01 ~ 0.99 である。以下、特記しない限り、ガラス成分の含有量、合計含有量はモル%にて表示するが、 $S_n$ 酸化物、 $C_e$ 酸化物の含有量は質量%にて表示するものとする。

[0151]  $SiO_2$ は、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラス安定性、化学的耐久性、特に耐酸性を向上させる働きをする必須成分である。 $SiO_2$ の含有量が50%未満だと上記働きを十分得ることができず、75%を超えるとガラス中に未溶解物が生じたり、清澄時のガラスの粘性が高くなりすぎて泡切れが不十分になる。したがって、 $SiO_2$ の含有量は50~75%であることが好ましい。

[0152]  $Al_2O_3$ もガラスのネットワーク形成に寄与し、ガラス安定性、化学的耐久性を向上させる働きをするとともに、化学強化時のイオン交換速度を増加させる働きもする。 $Al_2O_3$ の含有量が15%を超えるとガラスの溶融性が低下し、未溶解物が生じやすくなる。また、熱膨張係数が低下し、ヤング率も低下する。したがって、 $Al_2O_3$ の含有量は0~15%であることが好ましい。

[0153]  $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ は、ガラスの溶融性および成形性を向上させる働きをする。また、熱膨張係数を増加させる働きもする。 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の含有量が3%未満であると上記働きを十分得ることができず、35%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下したり、ガラスの熱的安定性が低下する。また、ガラス転移温度が低下し、耐熱性も低下する。したがって、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ の含有量は3~35%であることが好ましく、5~35%であることがより好ましい。なお、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ のうち、ガラス転移温度を低下させる働きが最も大きいものは $Li_2O$ である。

[0154]  $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $BaO$ 及び $ZnO$ は、ガラスの溶融性、成形性、ヤング率を向上させる働きをする。また、熱膨張係数、ヤング率を増加させる働きもする。しかし、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $BaO$ 及び $ZnO$ の含

計含有量が35%を超えると化学的耐久性やガラスの熱的安定性が低下する。したがって、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 及び $\text{ZnO}$ の合計含有量は0～35%であることが好ましい。

[0155]  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ は、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を改善し、ガラス転移温度を高めて耐熱性を改善し、ヤング率や破壊靱性を高める働きをする。しかし、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ の合計含有量が15%を越えるとガラスの溶融性が低下し、ガラス中にガラス原料の未溶解物が残ってしまう。したがって、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ の合計含有量は、0～15%であることが好ましい。

[0156] 上記の組成範囲に含まれる組成範囲を以下に例示する。なお、ガラス成分の含有量、合計含有量は、特記しない限りモル%にて表示するものとする。

[0157] 第1のガラスは、化学強化の効率を重視したものであり、その組成範囲は、

$\text{SiO}_2$ の含有量：60～75%、

$\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：3～12%、

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計含有量：20～35%（好ましくは23～35%）、

$\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 及び $\text{ZnO}$ の合計含有量：0～5%、

$\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ の合計含有量：0～7%、

である。

[0158] 第2のガラスは、化学的耐久性を重視したものであり、その組成範囲は、

$\text{SiO}_2$ の含有量：60～75%、

$\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：1～15%、

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計含有量：15～25%、

$\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 及び $\text{ZnO}$ の合計含有量：1～6%、

$\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ の合計含有量：0.1～9%（好ましくは0.5～9%、より好ましくは1～9%）、  
である。

[0159] 第3のガラスは、高剛性を重視したものであり、その組成範囲は、

$\text{SiO}_2$ の含有量：50～70%、

$\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：1～8%、

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計含有量：12～22%、

$\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 及び $\text{ZnO}$ の合計含有量：10～20%、

$\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ の合計含有量：3～10%、  
である。

[0160] 第4のガラスは、高耐熱性を重視したものであり、その組成範囲は、

$\text{SiO}_2$ の含有量：50～70%、

$\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：1～10%、

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計含有量：5～17%

（うち $\text{Li}_2\text{O}$ の含有量：0～5%、好ましくは0～1%）、

$\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 及び $\text{ZnO}$ の合計含有量：10～25%、

$\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 及び $\text{HfO}_2$ の合計含有量：1～12%、  
である。

[0161] 第5のガラスは、高耐熱性、高剛性、及び高熱膨張を重視したものであり、その組成範囲は、

$\text{SiO}_2$ の含有量：50～75%、

$\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量：0～5%、

$\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{K}_2\text{O}$ の合計含有量：3～15%

(うち  $\text{Li}_2\text{O}$  の含有量 : 0 ~ 1 % ) 、  
 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$  及び  $\text{ZnO}$  の合計含有量 : 14 ~ 35 %、  
 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  及び  $\text{HfO}_2$  の合計含有量 : 2 ~ 9 %、  
である。

[0162] [磁気記録媒体基板の製造方法]

第二の本実施形態の磁気記録媒体基板の製造方法は、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と、主表面の中央に中心孔を設ける孔開け工程と、を少なくとも経て、磁気記録媒体基板を製造することを特徴とする。

[0163] 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。なお、ガラスブランクに残存するシアマークは内側同心円の内側に局在する。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。内側同心円の内側部分の除去が中心孔あけ加工に相当し、この加工によってシアマークが除去される。

[0164] ガラスブランクの主表面の粗さが  $1\ \mu\text{m}$  以下であるため、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  $1\ \mu\text{m}$  を越える場合、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はできないので、主表面を平滑化してからスクライブを行う。

[0165] 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。

[0166] 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。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。

[0167] 第1研磨による取り代は、例えば数 $\mu\text{m}$ ～10 $\mu\text{m}$ 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。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。

[0168] 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。

[0169] 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、研磨パッドとして例えば硬質樹脂ポリリッシャ、研磨材としては例えば酸化セリウム砥粒、が用いられる。

[0170] 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、例えば硝酸カリウム（60%）と硝酸ナトリウム（40%）の混合液等を用いることができる。化学強化では、化学強化液が、例えば300℃～400℃に加熱され、洗浄したガラスが、例えば200℃～300℃に予熱された後、ガラスが化学強化液中に、例えば3時間～4時間浸漬される。この浸漬の際には、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。

[0171] 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、ガラスの表層のリチウムイオン及びナトリウムイオンが、化学強化液中のイオン半径が相対的に大きいナトリウムイオン及びカリウムイオンにそれぞれ置換され、約50～200 $\mu$ m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。例えば、硫酸で洗浄された後に、純水、IPA（イソプロピルアルコール）等で洗浄される。

[0172] 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、例えば1 $\mu$ m程度である。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。例えば、第2研磨工程では、研磨パッドとして例えば軟質発砲樹脂ポリリッシャ、研磨材としては例えば、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。

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。

[0173] 第2研磨により、主表面の平坦度が $4\mu\text{m}$ 以下であり、主表面の粗さが $0.2\text{nm}$ 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。

[0174] 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。例えば、第1研磨工程→第2研磨工程→化学強化工程（以下、工程順序1）の順でもよい。但し、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。

[0175] [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基板の製造方法によりより作製された磁気記録媒体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。

[0176] 前述の方法で作製した磁気記録媒体基板（磁気ディスク用ガラス基板）の主表面上に、磁性層等の層を成膜して、磁気記録媒体基板（磁気ディスク）を作製する。例えば、基板主表面側から、付着層、軟磁性層、非磁性下地層、垂直磁気記録層、保護層および潤滑層を順次積層する。付着層には、例えばCr合金等が用いられ、ガラス基板との接着層として機能する。軟磁性層には、例えばCoTaZr合金等が用いられ、非磁性下地層には、例えばグラニューラ非磁性層等が用いられ、垂直磁気記録層には、例えばグラニューラ磁性層等が用いられる。また、保護層には、水素カーボンからなる材料が用いられ、潤滑層には、例えばフッ素系樹脂等が用いられる。

[0177] より具体的には、ガラス基板に対して、インライン型スパッタリング装置を用いて、ガラス基板の両主表面に、CrTiの付着層、CoTaZr/Ru/CoTaZrの軟磁性層、CoCrSiO<sub>2</sub>の非磁性グラニューラ下地層、CoCrPt-SiO<sub>2</sub>・TiO<sub>2</sub>のグラニューラ磁性層、水素化カーボン保護膜を順次成膜する。さらに、成膜された最上層にディップ法によりパーフルオロポリエーテル潤滑層を成膜して磁気記録媒体（磁気ディスク）を得る。

## 実施例

[0178] <第一の本発明の実施例>

以下、実施例により第一の本発明をより詳細に説明するが、第一の本発明は以下の実施例に限られるものではない。

[0179] （実施例 1）

ーガラスブランクの作製および評価ー

表 1 に示す組成のガラスが得られるように酸化物、炭酸塩、硝酸塩、水酸化物などの原料を秤量し、十分混合して調合原料とした。この原料をガラス溶解炉内の溶融槽内に投入し、加熱、溶融し、得られた溶融ガラスを溶融槽から清澄槽へと流して清澄槽内で脱泡を行った。さらに、溶融ガラスを、作業槽へと流して作業槽内で攪拌、均質化し、作業槽の底部に取り付けたガラス流出管から流出させた。溶融槽、清澄槽、作業槽、ガラス流出パイプはそれぞれ温度制御され、各槽およびガラス流出パイプにおいて溶融ガラスの温度・粘度を所定の範囲に制御した。ガラス流出管より流出する溶融ガラスを鋳型に鋳込み成形した。得られたガラスを試料として、ガラス転移温度、液相温度を測定した。ガラス転移温度と液相温度の測定方法を以下に示す。

[0180] （1）ガラス転移温度  $T_g$

各ガラスのガラス転移温度  $T_g$  を、熱機械分析装置（TMA）を用いて測定した。

（2）液相温度

白金ルツボにガラス試料を入れ、所定温度にて 2 時間保持し、炉から取り

出し冷却後、結晶析出の有無を顕微鏡により観察し、結晶の認められない最低温度を液相温度(L. T.)とした。

各ガラスのガラス転移温度と液相温度とを表 1 に示す。

[0181] [表1]

|       |                                                                                                                                                                                         | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ガラス組成 | SiO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 66    | 68    | 61    | 64    | 66    | 64    |
|       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                          | 9     | 9     | 2     | 5     | 0.5   | 5     |
|       | Li <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                       | 12    | 8     | 14    | 4     | 0     | 1.5   |
|       | Na <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                       | 10    | 11    | 5     | 6     | 3     | 8.5   |
|       | K <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                        | 0     | 0.2   | 0     | 1     | 6     | 0     |
|       | Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O                                                                                                                                    | 22    | 19.2  | 19    | 11    | 9     | 10    |
|       | MgO                                                                                                                                                                                     | 0     | 1     | 0     | 0     | 6.5   | 4     |
|       | CaO                                                                                                                                                                                     | 0     | 1.8   | 13    | 13    | 13    | 13    |
|       | SrO                                                                                                                                                                                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | BaO                                                                                                                                                                                     | 0     | 0     | 0     | 3     | 0     | 0     |
|       | ZnO                                                                                                                                                                                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO                                                                                                                                                                     | 0     | 2.8   | 13    | 16    | 19.5  | 17    |
|       | ZrO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 3     | 1     | 5     | 4     | 5     | 4     |
|       | TiO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | HfO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | ZrO <sub>2</sub> +TiO <sub>2</sub> +La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +<br>Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +HfO <sub>2</sub> | 3     | 1     | 5     | 4     | 5     | 4     |
|       | 合計 (モル%)                                                                                                                                                                                | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
|       | SnO <sub>2</sub> (質量% 外割り)                                                                                                                                                              | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   |
|       | CeO <sub>2</sub> (質量% 外割り)                                                                                                                                                              | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   |
|       | SnO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub><br>(質量% 外割り)                                                                                                                                         | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
|       | SnO <sub>2</sub> /(SnO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub> )<br>(質量比)                                                                                                                        | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   |
| 特性    | 1250℃におけるガラスの<br>粘度(dPa・s)                                                                                                                                                              | 650   | 1000  | 50    | 850   | 1050  | 1000  |
|       | 液相温度(℃)                                                                                                                                                                                 | 840   | 920   | 1000  | 1080  | 1180  | 1210  |
|       | ガラス転移温度(℃)                                                                                                                                                                              | 500   | 505   | 535   | 665   | 700   | 633   |

[0182] 表 1 に示すガラス組成および特性を有するガラスを使用して順次、ガラスブランクを作製した。ガラスブランクの作製は、図 1 ～図 11 に示す方法により実施した。この際、溶融ガラス流 20 の粘度は 500 ～ 1050 dPa

・  $s$  の範囲で一定となるように調整した。

[0183] ガラス流出口 12 の開口部の形状は長径 28 mm、短径 8 mm の楕円状とし、熔融ガラス流 20 の切断はガラス流出口 12 の長径に平行な方向から刃部 34、44 の形状が V 字状の一对のシアブレード 30 A、40 により垂下する熔融ガラス流 20 を剪断して行った。また、プレス成形型 50、60 を構成するプレス成形型本体 52、62、ガイド部材 54、64 は、鋳鉄（FCD）製とした。

[0184] 次に、落下距離を 150 mm に固定した上で、熔融ガラス塊 24 が落下する様子を高速度カメラでモニターし、分離痕 24 A が成形面に対向した状態でプレス成形できるようにシアブレード 30 A、40 の駆動およびプレス成形型 50、60 の駆動のタイミングを調整した。そして、このような条件設定を行った後にプレス成形を実施した。なお、図 7 に示すプレス開始から図 9 に示すガイド面 54 A とガイド面 64 A とが接触し終える状態までの時間を 0.1 秒以内とし、プレス圧力を 6.7 MPa 程度とした。次いで、図 9 に示す状態を維持したまま、プレス圧力を下げて数秒程度、成形面 52 A、62 A を薄板ガラス 26 に密着した状態を保ち、薄板ガラス 26 を冷却させる。薄板ガラスは冷却過程で収縮するが、プレス成形型を薄板ガラスの収縮に追従させてガラスとプレス成形面の接触が維持されるようにして薄板ガラスを冷却する。次にプレス圧力を解除して、図 10 および図 11 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、薄板ガラス 26、すなわち、ガラスブランクを離型し、取り出した。

[0185] 得られたガラスブランクの直径、真円度、板厚、板厚偏差、平坦度を三次元測定器、マイクロメータを用いて測定したところ、表 1 に示す No. 1 ~ No. 6 のガラスからなるガラスブランクにおいて、いずれも直径は 75 mm、真円度は  $\pm 0.5$  mm 以内、板厚は 0.90 mm、板厚偏差は  $10 \mu\text{m}$  以下、平坦度は  $4 \mu\text{m}$  以下であった。なお、上記測定結果から、直径／板厚比は 83.3 であった。

[0186] また、得られたガラスブランクの主表面を観察したところ、一方の主表面

の中央部にシアマークが認められた。シアマークはガラスブランクの中心から半径 15 mm の円内に局在しており、磁気記録媒体基板の作製に際して内径 20 mm の中心孔を形成する際に、完全に除去できることが判った。なお、得られたガラスブランクはアニールして、歪を低減・除去した。

[0187] なお、熔融ガラス塊 24 が形成されてから、プレス成形が完了するまでの過程を高速カメラで撮影した。その結果、熔融ガラス塊 24 は、落下中に 90 度回転し、一对のシアブレード 30A、40 により分離された直後の熔融ガラス塊 24 の上部表面に位置していた分離痕 24A は、図 7 に例示するプレス成形開始時点において、熔融ガラス塊 24 表面のいずれの部分よりも最初に成形面 62A に接触していることが確認された。

[0188] ー磁気記録媒体基板の作製および評価ー

作製したガラスブランクを用い、磁気記録媒体基板の外周となる部分と中心孔と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、真円形状かつリング状のディスク状ガラスを得た。そして、この加工によってシアマークが完全に除去された。

[0189] 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、ガラスを熔融塩に浸漬して化学強化した。

[0190] 化学強化後、十分に洗浄したディスク状ガラスに対し、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基板を作製した。磁気記録媒体基板の外径は 65 mm、中心孔径は 20 mm、厚さは 0.8 mm で、主表面の平坦度が 4  $\mu$ m 以下、主表面の粗さが 0.2 nm 以下であった。

[0191] ー磁気記録媒体の作製および評価ー

作製した磁気記録媒体基板の両主表面上に、インライン型スパッタリング

装置を用いて、順に、CrTiの付着層、CoTaZr/Ru/CoTaZrの軟磁性層、CoCrSiO<sub>2</sub>の非磁性グラニューラ下地層、CoCrPt-SiO<sub>2</sub>・TiO<sub>2</sub>のグラニューラ磁性層、水素化カーボン保護膜を成膜し、最上層にディップ法によりパーフルオロポリエーテル潤滑層を成膜して磁気記録媒体（磁気ディスク）を得た。このようにして得た磁気ディスクをハードディスクドライブに組み込み、動作確認をしたところ所期の性能を得ることができた。

[0192] （比較例 1）

先端同士を突き当てて溶融ガラスを切断する突き当て式 2 枚ブレードを用いて溶融ガラス塊を分離した以外は実施例 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。なお、上記突き当て式シアブレードには、実施例 1 で用いたシアブレードに設けられたような押圧部材はない。得られたガラスブランクの直径、真円度、板厚、板厚偏差、平坦度を三次元測定器、マイクロメータを用いて測定したところ、表 1 に示す No. 1 ～ No. 6 のガラスからなるガラスブランクにおいて、いずれも直径は 75 mm、真円度は ±0.5 mm 以内、板厚は 0.90 mm、板厚偏差は 10 μm 以下、平坦度は 4 μm 以下であった。なお、上記測定結果から、直径／板厚比は 83.3 であった。

[0193] また、得られたガラスブランクを観察したところ、シアマークが認められた。シアマークはガラスブランクの外周端面や、その近傍の主表面に局在しており、磁気記録媒体基板の作製に際して内径 20 mm の中心孔を形成する際に、シアマークを完全に除去できないことが判った。また、磁気記録媒体基板の作製に際して、研削代を 50 μm 程度に設定してラッピング工程を実施しなければ、シアマークを完全に除去できなかった。

[0194] なお、溶融ガラス塊 24 が形成されてから、プレス成形が完了するまでの過程を高速カメラで撮影した。その結果、溶融ガラス塊 24 の回転が不足しており、分離痕 24 A がプレス成形面に対向する前にプレスが開始されていることがわかった。

[0195] （比較例 2）

実施例 1 と同様に、交差式シアブレードを使用し、溶融ガラス塊の分離を行った。そして、水平面における、一对のシアブレードの移動方向と、一对のプレス成形型の移動方向とを、略平行な状態から大幅にずらした状態でプレス成形を行った以外は実施例 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。得られたガラスブランクの表面を観察したところ、シアマークがガラスブランクの中央から離れた周辺部に形成されていた。したがって、中心孔形成工程だけではシアマークを除去することができなかった。

[0196] なお、溶融ガラス塊 24 が形成されてから、プレス成形が完了するまでの過程を高速カメラで撮影した。その結果、分離痕が、成形面と全く対向していない状態でプレスが開始されていることがわかった。

[0197] (比較例 3)

落下距離を 100 mm に変更した以外は実施例 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。得られたガラスブランクの表面を観察したところ、シアマークがガラスブランクの中央から離れた周辺部に形成されていた。したがって、中心孔形成工程だけではシアマークを除去することができなかった。

[0198] なお、溶融ガラス塊 24 が形成されてから、プレス成形が完了するまでの過程を高速カメラで撮影した。その結果、分離痕が、成形面と全く対向していない状態でプレスが開始されていることがわかった。

[0199] (比較例 4)

シアブレード 30 A、40 の駆動およびプレス成形型 50、60 の駆動のタイミングをずらした以外は実施例 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。得られたガラスブランクの表面を観察したところ、シアマークがガラスブランクの中央から離れた周辺部に形成されていた。したがって、中心孔形成工程だけではシアマークを除去することができなかった。

[0200] なお、溶融ガラス塊 24 が形成されてから、プレス成形が完了するまでの過程を高速カメラで撮影した。その結果、分離痕が、成形面と全く対向していない状態でプレスが開始されていることがわかった。

[0201] (実施例 2)

ガラス流出口 1 2 の開口部の形状を長径 30 mm、短径 10 mm の楕円状とし、実施例 1 と比べて、開口部の形状をやや大きめに変更した以外は、実施例 1 と同様にしてガラスブランクを作製した。得られたガラスブランクの表面を観察したところ、シアマークはガラスブランクの中央にあったものの、中心孔形成工程で形成する中心孔の範囲からシアマークの一部がはみ出しており、中心孔形成工程だけではシアマークを完全に除去することができなかった。しかしながら、ラッピング工程を実施することでシアマークを完全に除去することができた。なお、ラッピング工程における研削量は、比較例 1 の  $50\text{ }\mu\text{m}$  と比べて非常に小さい  $30\text{ }\mu\text{m}$  であった。

[0202] なお、熔融ガラス塊 24 が形成されてから、プレス成形が完了するまでの過程を高速カメラで撮影した。その結果、熔融ガラス塊 24 は、落下中に 90 度回転し、一对のシアブレード 30 A、40 により分離された直後の熔融ガラス塊 24 の上部表面に位置していた分離痕 24 A は、図 7 に例示するプレス成形開始時点において、熔融ガラス塊 24 表面のいずれの部分よりも最初に成形面 62 A に接触していることが確認された。

[0203] <第二の本発明の実施例>

以下、実施例により第二の本発明をより詳細に説明するが、第二の本発明は以下の実施例に限られるものではない。

[0204] (実施例 1)

表 2 に示す組成のガラスが得られるように酸化物、炭酸塩、硝酸塩、水酸化物などの原料を秤量し、十分混合して調合原料とした。この原料をガラス溶解炉内の熔融槽内に投入し、加熱、熔融し、得られた熔融ガラスを熔融槽から清澄槽へと流して清澄槽内で脱泡を行い、さらに作業槽へと流して作業槽内で攪拌、均質化し、作業槽の底部に取り付けたガラス流出管から流出した。熔融槽、清澄槽、作業槽、ガラス流出パイプはそれぞれ温度制御され、各工程においてガラスの温度、粘度が最適状態に保たれる。ガラス流出管より流出する熔融ガラスを鋳型に鋳込み成形した。得られたガラスを試料として、ガラス転移温度、液相温度を測定した。ガラス転移温度と液相温度の測



定方法を以下に示す。

[0205] (1) ガラス転移温度  $T_g$

各ガラスのガラス転移温度  $T_g$  を、熱機械分析装置 (TMA) を用いて測定した。

(2) 液相温度

白金ルツボにガラス試料を入れ、所定温度にて2時間保持し、炉から取り出し冷却後、結晶析出の有無を顕微鏡により観察し、結晶の認められない最低温度を液相温度 (L. T.) とした。

各ガラスのガラス転移温度と液相温度を表2に示す。

[0206]

[表2]

|       |                                                                                                                                                                                         | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ガラス組成 | SiO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 66    | 68    | 61    | 64    | 66    | 64    |
|       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                          | 9     | 9     | 2     | 5     | 0.5   | 5     |
|       | Li <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                       | 12    | 8     | 14    | 4     | 0     | 1.5   |
|       | Na <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                       | 10    | 11    | 5     | 6     | 3     | 8.5   |
|       | K <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                        | 0     | 0.2   | 0     | 1     | 6     | 0     |
|       | Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O                                                                                                                                    | 22    | 19.2  | 19    | 11    | 9     | 10    |
|       | MgO                                                                                                                                                                                     | 0     | 1     | 0     | 0     | 6.5   | 4     |
|       | CaO                                                                                                                                                                                     | 0     | 1.8   | 13    | 13    | 13    | 13    |
|       | SrO                                                                                                                                                                                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | BaO                                                                                                                                                                                     | 0     | 0     | 0     | 3     | 0     | 0     |
|       | ZnO                                                                                                                                                                                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO                                                                                                                                                                     | 0     | 2.8   | 13    | 16    | 19.5  | 17    |
|       | ZrO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 3     | 1     | 5     | 4     | 5     | 4     |
|       | TiO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                                                                                                                                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | HfO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|       | ZrO <sub>2</sub> +TiO <sub>2</sub> +La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +<br>Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +HfO <sub>2</sub> | 3     | 1     | 5     | 4     | 5     | 4     |
|       | 合計 (モル%)                                                                                                                                                                                | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
|       | SnO <sub>2</sub> (質量% 外割り)                                                                                                                                                              | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   |
|       | CeO <sub>2</sub> (質量% 外割り)                                                                                                                                                              | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   |
|       | SnO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub><br>(質量% 外割り)                                                                                                                                         | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
|       | SnO <sub>2</sub> /(SnO <sub>2</sub> +CeO <sub>2</sub> )<br>(質量比)                                                                                                                        | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   | 0.6   |
| 特性    | 1250℃におけるガラスの<br>粘度 (dPa・s)                                                                                                                                                             | 650   | 1000  | 50    | 850   | 1050  | 1000  |
|       | 液相温度 (℃)                                                                                                                                                                                | 840   | 920   | 1000  | 1080  | 1180  | 1210  |
|       | ガラス転移温度 (℃)                                                                                                                                                                             | 500   | 505   | 535   | 665   | 700   | 633   |

[0207] これらのガラスを使用して順次、ガラスブランクを作製した。ガラスブランクの作製は、図13～図22に示す方法による。溶融ガラスの流出粘度は500～1050 dPa・sの範囲で一定となるように調整した。

[0208] ガラス流出口の形状は長径28mm、短径8mmの楕円とし、溶融ガラス流の切断はガラス流出口の長径に平行な方向から一対のV字状のシアブレードで垂下する溶融ガラス流を剪断して行った。プレス成形型本体5-1、6

ー 1、ガイド部材 5-1、6-1 は、鋳鉄（FCD）製とした。

[0209] 溶融ガラス塊が分離してからプレスされるまでの落下距離が 200 mm 以内となるようにプレス成形型の高さを調整した。プレス開始から型閉めまでの時間を 0.1 秒以内とし、プレス圧力を 6.7 MPa 程度とした。次いで圧力を下げて数秒程度、両プレス成形面をガラスに密着した状態を保ち、ガラスを冷却させる。次にプレス圧力を解除し、プレス成形型を後退させ、ガラスブランクを離型し、取り出す。なお、上記一連の工程において、冷却媒体を用いてプレス成形型を冷却し、温度上昇を抑制するようにしてもよい。

[0210] 得られたガラスブランクの直径、真円度、板厚、板厚偏差、平坦度を三次元測定器、マイクロメータを用いて測定したところ、直径は 75 mm、真円度は  $\pm 0.5$  mm 以内、板厚は 0.90 mm、板厚偏差は 10  $\mu$ m 以下、平坦度は 4  $\mu$ m 以下であった。なお、上記測定結果から、直径／板厚比は 83.3 と求まる。

[0211] 得られたガラスブランクの主表面を観察したところ、一方の主表面の中央部にシアマークの痕跡が認められた。シアマークはガラスブランクの中心から半径 5 mm の円内に局在しており、内径 20 mm の中心孔をあける際、完全に除去される。ガラスブランクはアニールされ歪が低減、除去される。

[0212] （実施例 2）

実施例 1 において作製したガラスブランクを用い、磁気ディスク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、外側および外側に 2 つの同心円状の溝を形成する。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。この加工によってシアマークの痕跡が完全に除去される。

[0213] 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する。

[0214] 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ディスク用ガラス基板を作製した。基板の外径は65mm、中心孔径は20mm、厚さは0.8mmで、主表面の平坦度が4μm以下、主表面の粗さが0.2nm以下であり、ラッピング工程なしに所望形状の磁気記録媒体基板を得ることができた。

[0215] (実施例3)

実施例2において作製した磁気記録媒体基板（磁気ディスク用ガラス基板）の両主表面上に、インライン型スパッタリング装置を用いて、順に、CrTiの付着層、CoTaZr/Ru/CoTaZrの軟磁性層、CoCrSiO<sub>2</sub>の非磁性グラニューラ下地層、CoCrPt-SiO<sub>2</sub>・TiO<sub>2</sub>のグラニューラ磁性層、水素化カーボン保護膜を成膜し、最上層にディップ法によりパーフルオロポリエーテル潤滑層を成膜して磁気記録媒体（磁気ディスク）を得た。このようにして得た磁気ディスクをハードディスクドライブに組み込み、動作確認をしたところ所期の性能を得ることができた。

## 請求の範囲

[請求項1] 連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程と、

当該溶融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する上記溶融ガラス塊を、上記溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造し、

上記プレス成形が、

上記溶融ガラス流の先端部を分離する際に上記溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、上記第一のプレス成形型の成形面および上記第二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面に対向した状態で、上記溶融ガラス塊と、上記分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施され、

1枚の上記ガラスブランクが、1枚の中心孔を有する磁気記録媒体基板を作製するために用いられることを特徴とするガラスブランクの製造方法。

[請求項2] 請求項1に記載のガラスブランクの製造方法において、

前記溶融ガラス塊が、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分離することにより形成され、

前記プレス成形工程において、前記溶融ガラス流の先端部を分離する際に前記溶融ガラス塊の上部表面に形成された分離痕が、前記第一のプレス成形型の成形面および前記第二のプレス成形型の成形面から選択されるいずれか一方の成形面に対向した状態で、前記溶融ガラス塊と、前記分離痕に対向する成形面とを接触させることができるように、前記溶融ガラス塊を回転させるために、

(1) 前記溶融ガラス塊形成工程の実施中において、前記溶融ガラス塊として分離される前記溶融ガラス流の先端部、および、

(2) 前記溶融ガラス塊形成工程の終了直後から前記プレス成形工程の開始直前までの期間において、落下中の前記溶融ガラス塊、

から選択される少なくとも一方の被プレス成形ガラス素材に、鉛直方向と平行を成す上記被プレス成形ガラス素材の中心軸に対して直交する方向に作用する力のベクトルの大きさの総和が、実質的に0を超えるように、鉛直方向に対して交叉する方向から外力を付与する外力付与工程を実施することを特徴とするガラスブランクの製造方法。

[請求項3]

請求項2に記載のガラスブランクの製造方法において、

前記溶融ガラス流の垂下する方向と直交する平面における前記溶融ガラス流の先端部近傍の断面の形状が、長径と短径とを有する略楕円形状を成し、

前記溶融ガラス流の先端部の分離が、前記溶融ガラス流の垂下する方向と略直交し、かつ、前記溶融ガラス流の先端部近傍の断面の長径方向と略一致する方向から、前記溶融ガラス流に対して、一対のシアブレードを互いに反対方向かつ鉛直方向に対して交叉する方向から貫入させることにより実施されることを特徴とするガラスブランクの製造方法。

[請求項4]

請求項2または3に記載のガラスブランクの製造方法において、

前記溶融ガラス流の先端部の分離が、前記溶融ガラス流の垂下する方向と略直交する方向から、前記溶融ガラス流に対して、一対のシアブレードを互いに反対方向かつ鉛直方向に対して交叉する方向から貫入させることにより実施され、

上記一対のシアブレードの刃部が分岐し、その形状がV字形状およびU字形状から選択されるいずれか一方の形状であることを特徴とする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つに記載のガラスブランクの製造方法において、

前記プレス成形工程を実施する直前の前記溶融ガラス塊の表面に存

在する前記分離痕が、

前記溶融ガラス塊の中心点と、前記第一のプレス成形型の成形面および前記第二のプレス成形型の成形面から選択されるいずれか一方の成形面と、を最短距離で結ぶ直線上に位置していることを特徴とする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つに記載のガラスブランクの製造方法において、

前記プレス成形工程の実施により、前記溶融ガラス塊が、前記第一のプレス成形型の成形面と前記第二のプレス成形型の成形面との間で完全に押広げられて板状ガラスに成形された際に、

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成形面の少なくとも上記板状ガラスと接触する領域が、平坦面を形成していることを特徴とするガラスブランクの製造方法。

[請求項7] 連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程と、

当該溶融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する上記溶融ガラス塊を、上記溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造した後、さらに、

上記ガラスブランクの主表面の中央部に中心孔を形成する中心孔形成工程と、

上記主表面を研磨する研磨工程と、  
を少なくとも経て、1枚の上記ガラスブランクから1枚の磁気記録媒体基板を製造し、

上記プレス成形が、

上記溶融ガラス流の先端部を分離する際に上記溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、上記第一のプレス成形型の成形面および上記第

二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面に対向した状態で、上記溶融ガラス塊と、上記分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施されることを特徴とする磁気記録媒体基板の製造方法。

[請求項8]

連続的に流出する溶融ガラス流の先端部を分離して溶融ガラス塊を形成する溶融ガラス塊形成工程と、

当該溶融ガラス塊形成工程を経た後に、下方へと落下する上記溶融ガラス塊を、上記溶融ガラス塊の落下方向に対して交叉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と、を少なくとも経てガラスブランクを製造し、さらに、

上記ガラスブランクの主表面の中央部に中心孔を形成する中心孔形成工程と、

上記主表面を研磨する研磨工程と、  
を少なくとも経て、1枚の上記ガラスブランクから1枚の磁気記録媒体基板を製造した後に、

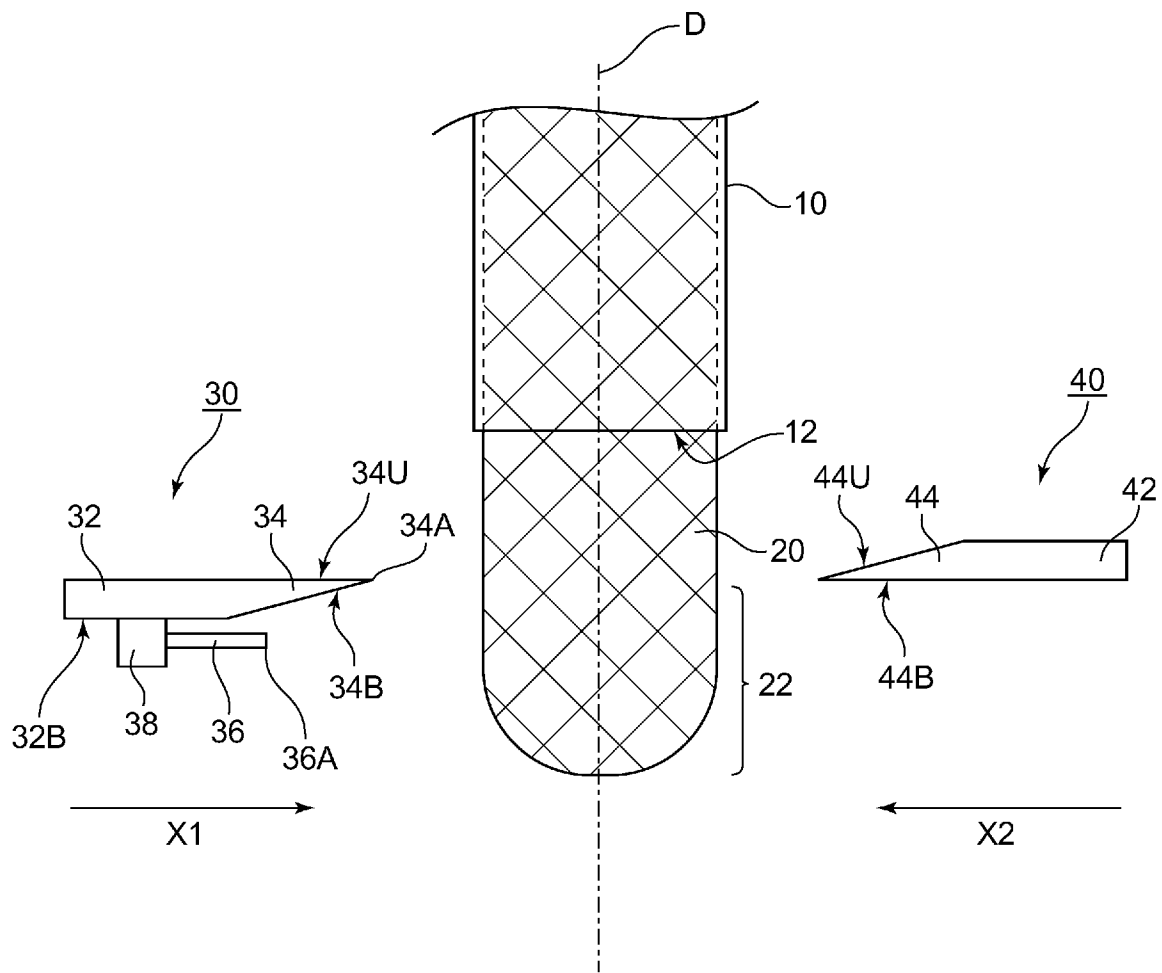
上記磁気記録媒体基板の主表面上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を少なくとも経て、磁気記録媒体を製造し、

上記プレス成形が、

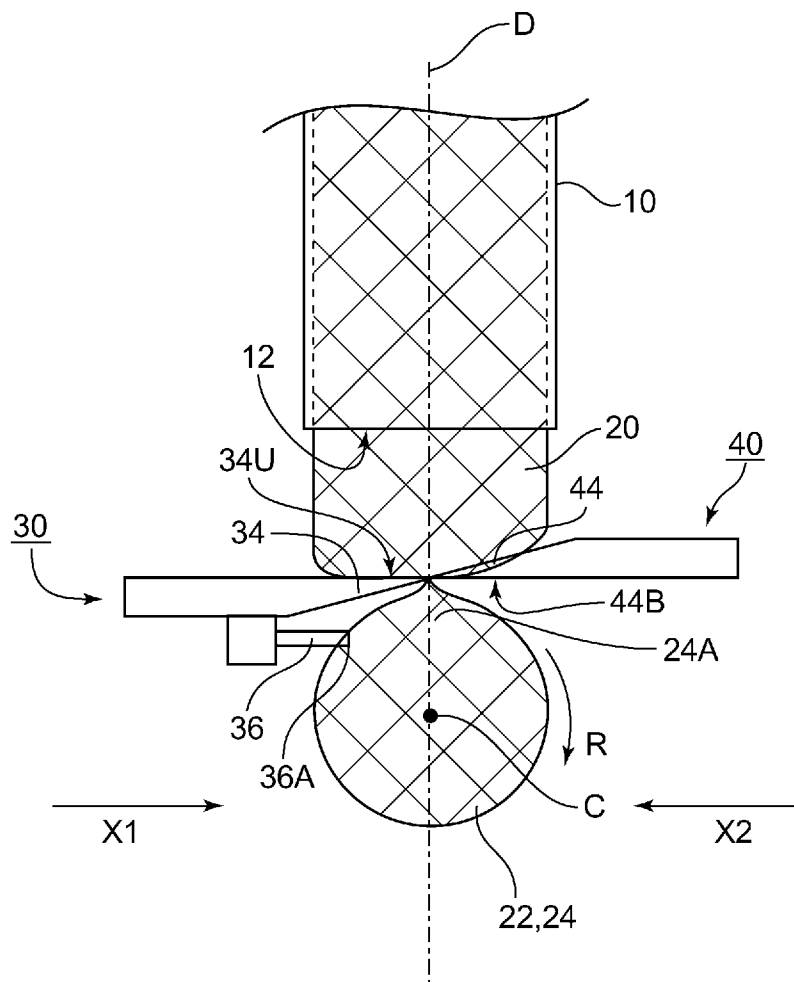
上記溶融ガラス流の先端部を分離する際に上記溶融ガラス塊表面に形成された分離痕が、上記第一のプレス成形型の成形面および上記第二のプレス成形型の成形面から選択される少なくとも一方の成形面に対向した状態で、上記溶融ガラス塊と、上記分離痕に対向する成形面とを接触させるように実施されることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。



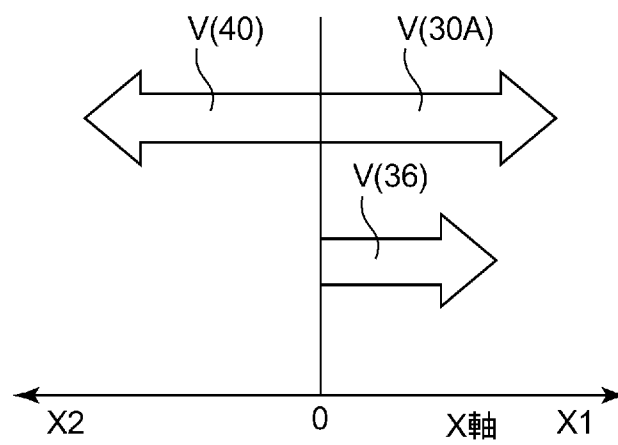
[図1]



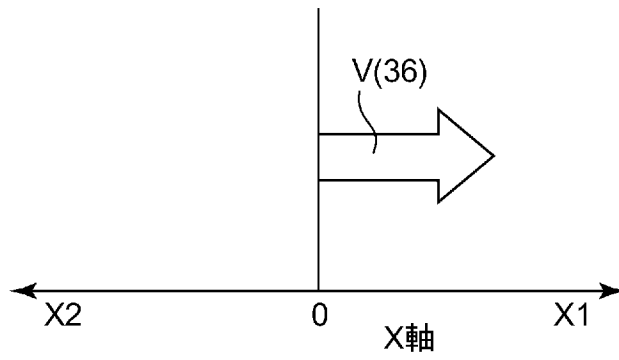
[図2]



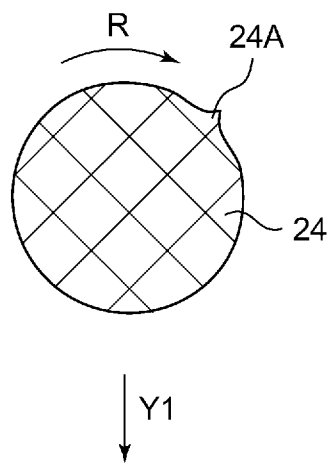
[図3]



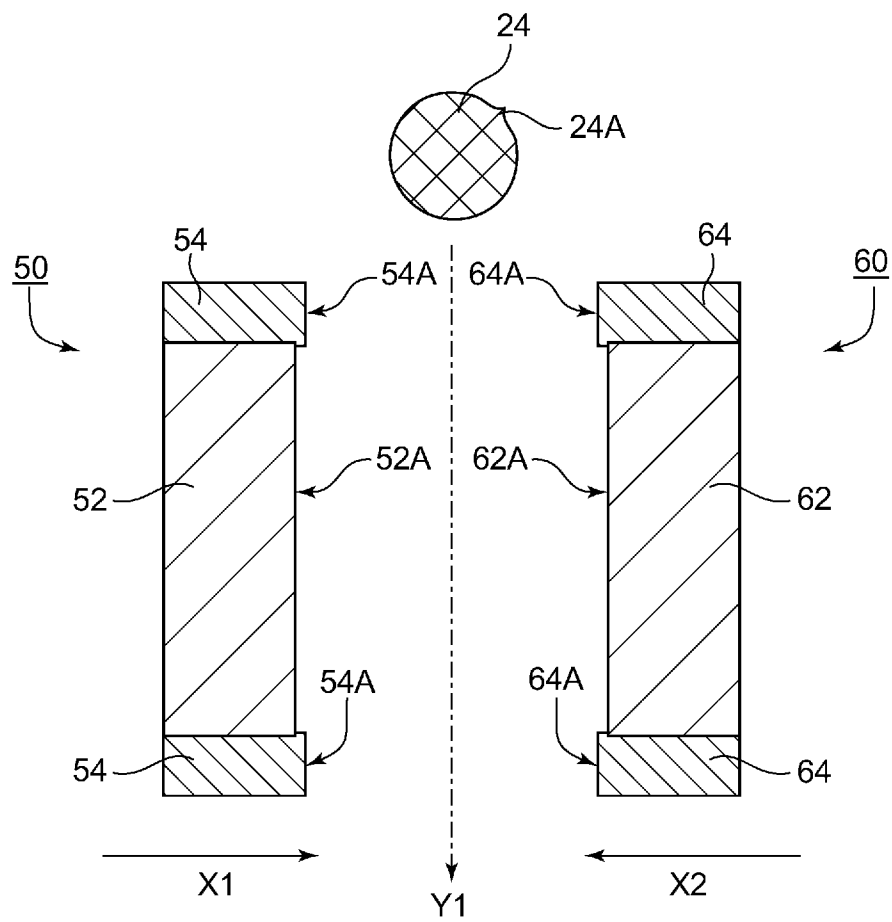
[図4]



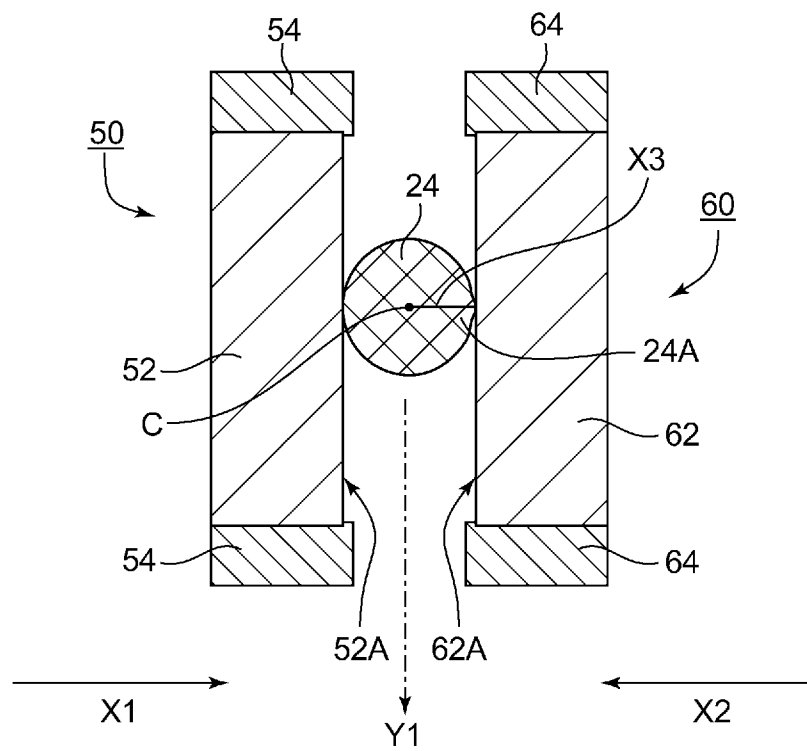
[図5]



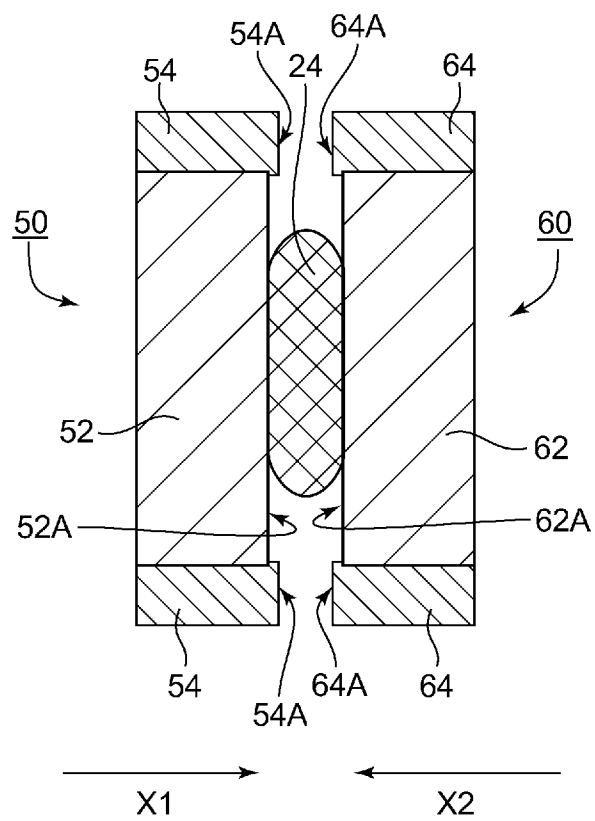
[図6]



[図7]

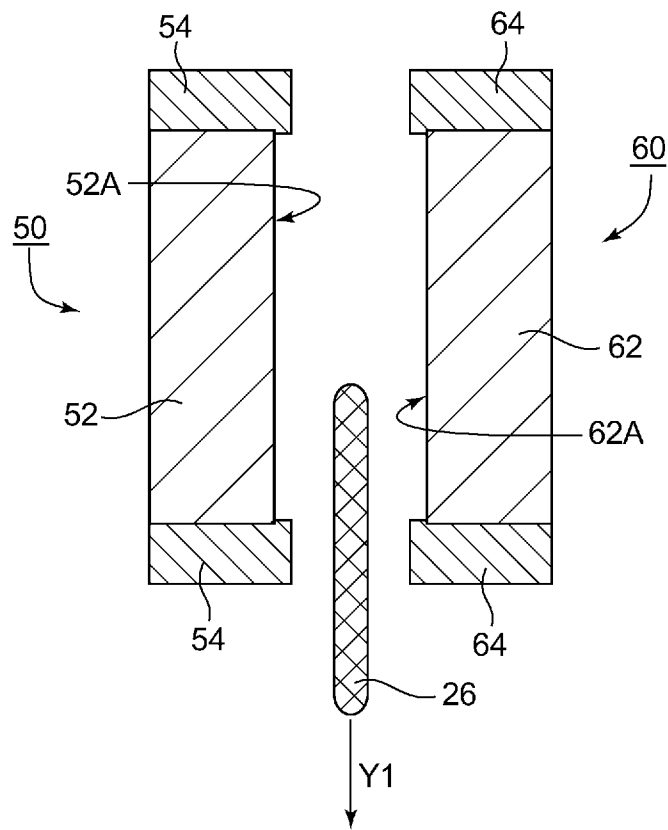


[図8]

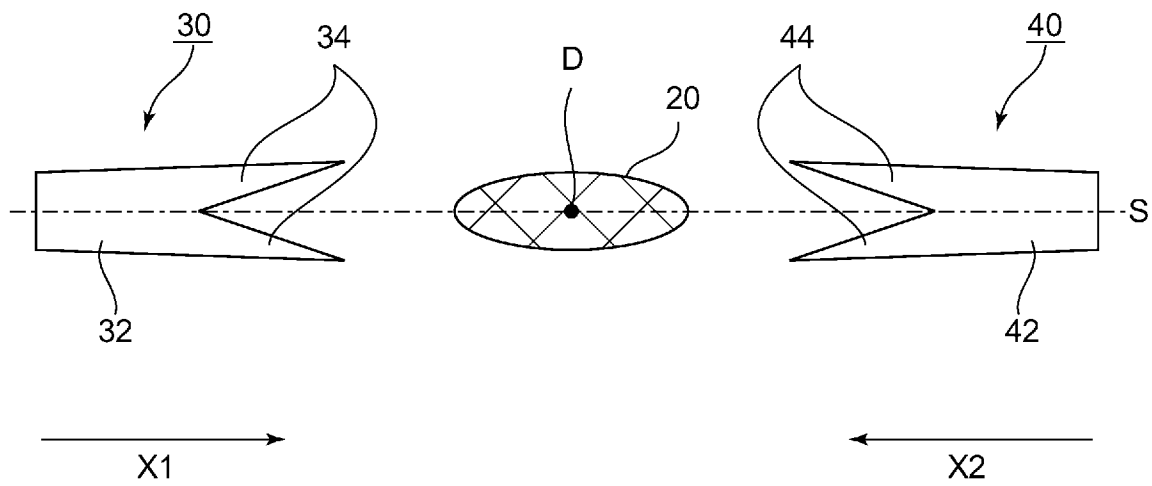




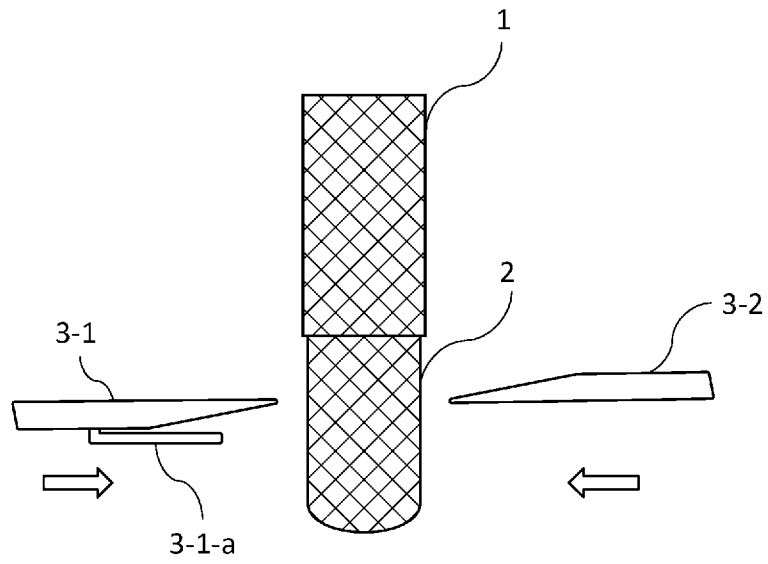
[図11]



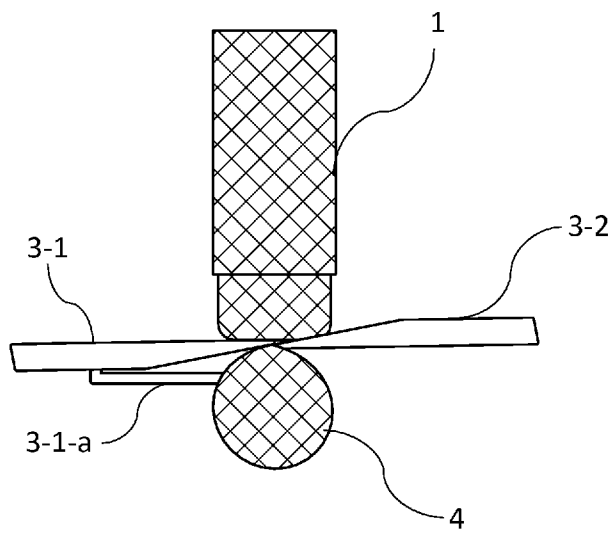
[図12]



[図13]

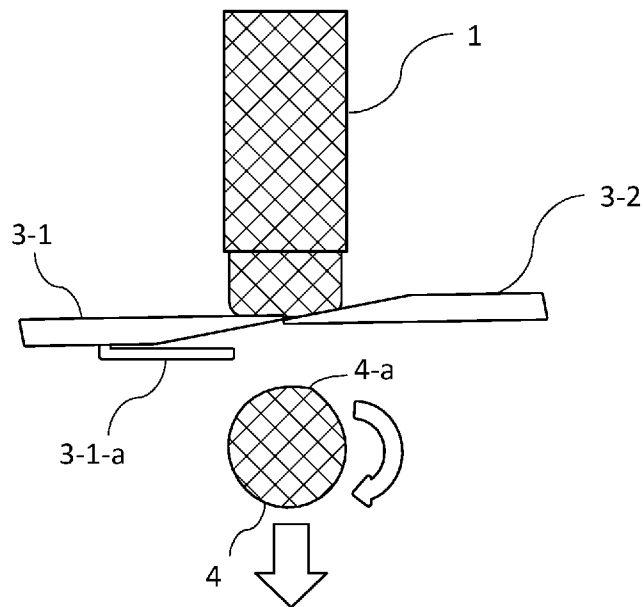


[図14]

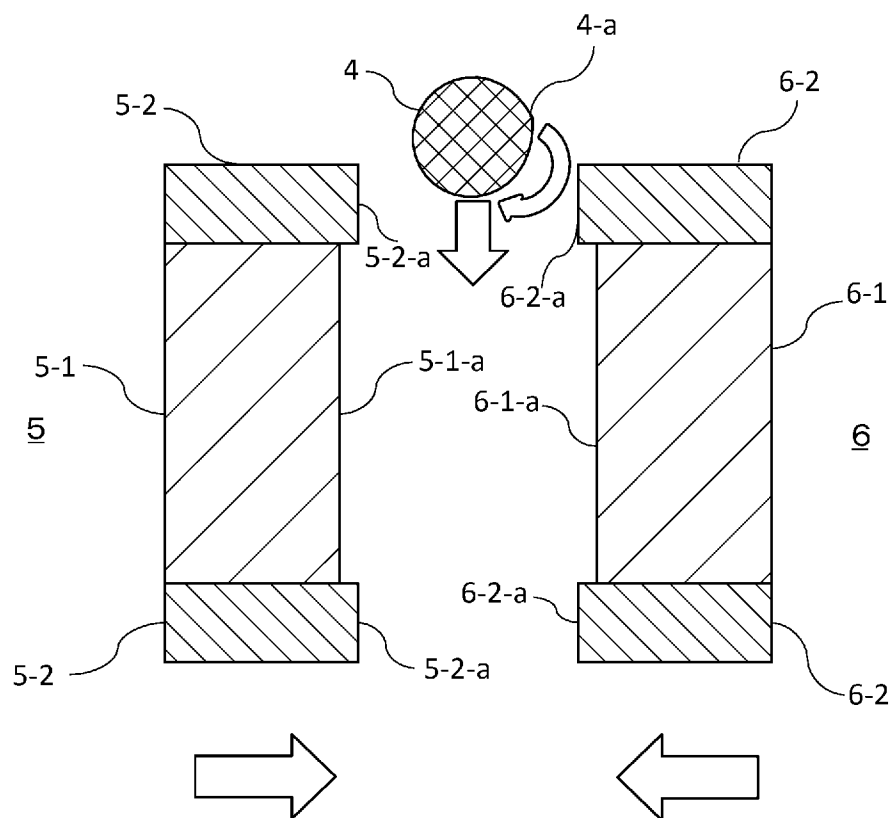




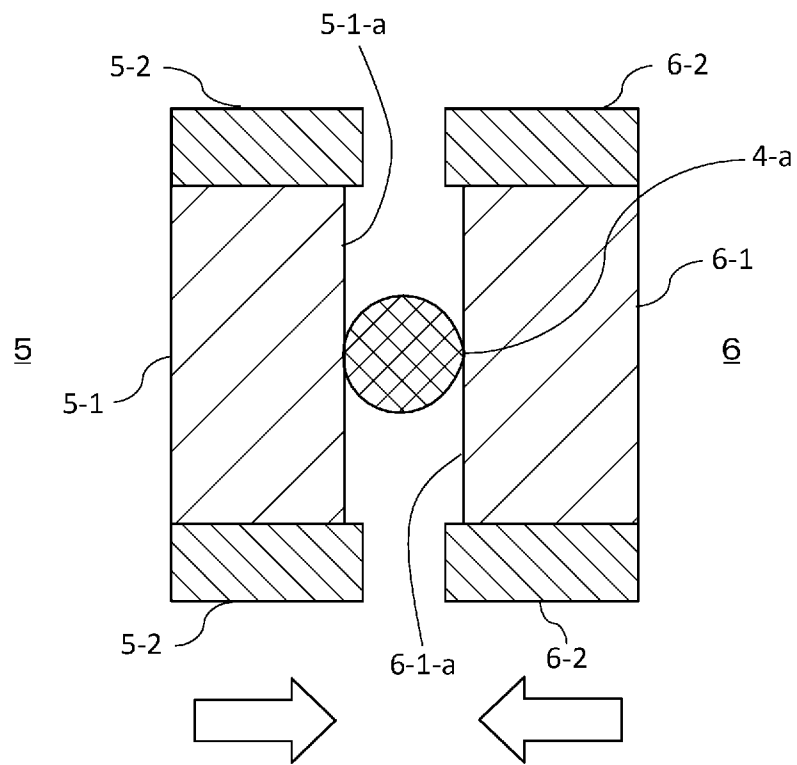
[図15]



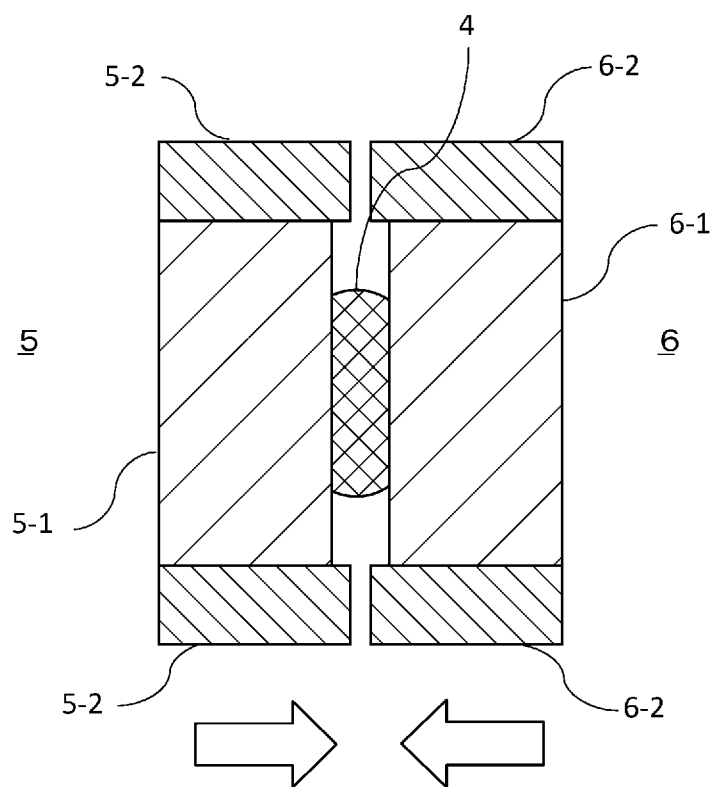
[図16]



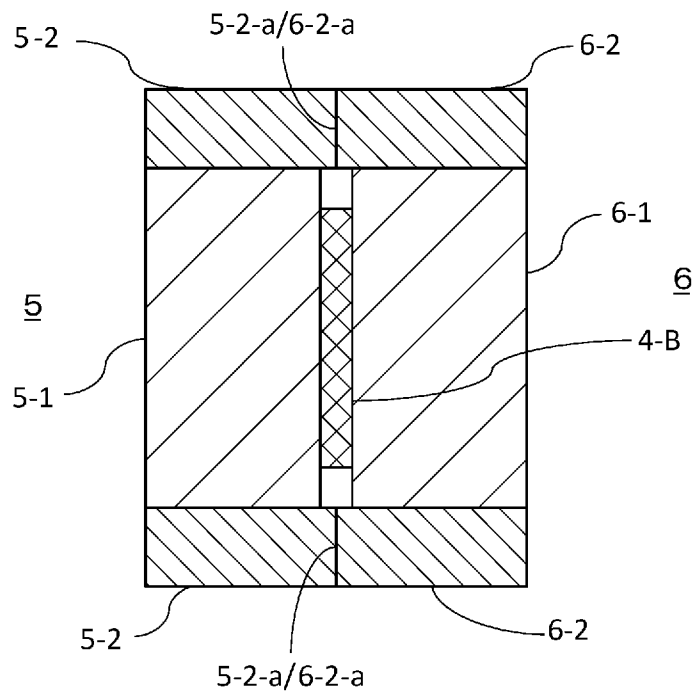
[図17]



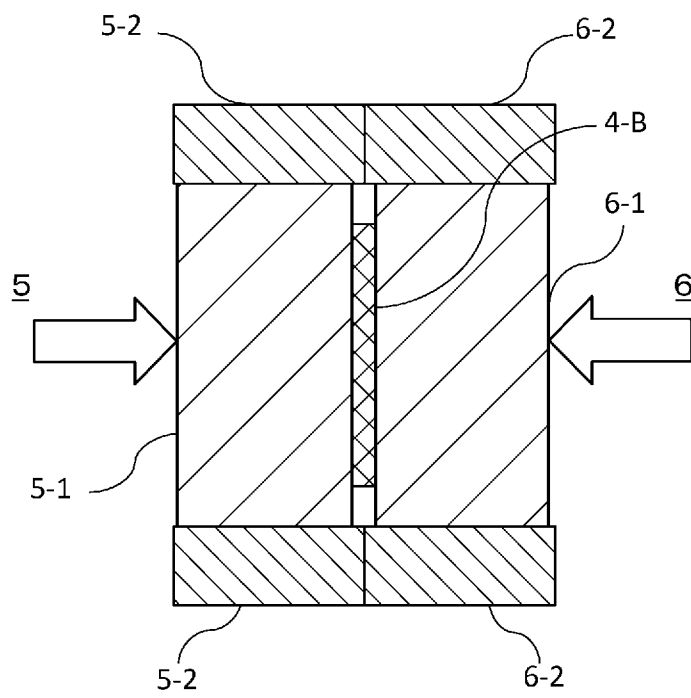
[図18]



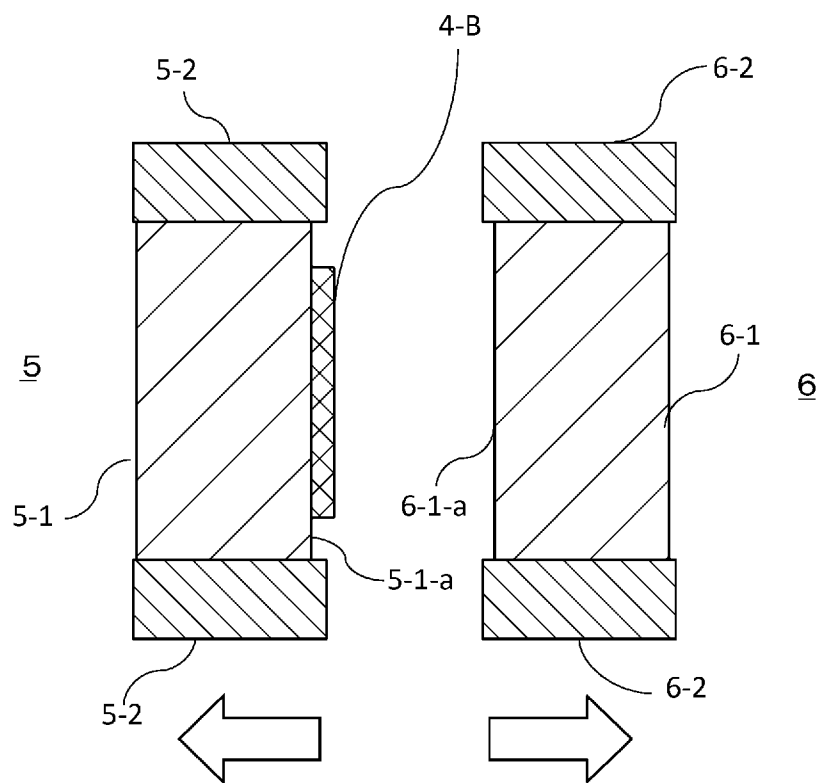
[図19]



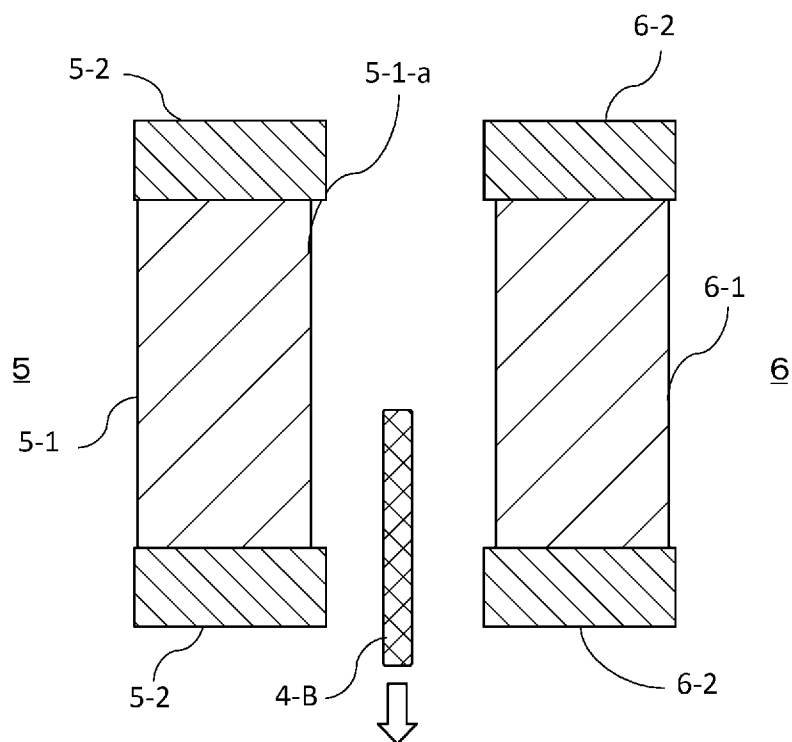
[図20]



[図21]



[図22]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055753

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B11/00(2006.01)i, C03B7/12(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03B11/00-11/16, C03B7/10-7/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                              | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 5-221663 A (Olympus Optical Co., Ltd.),<br>31 August 1993 (31.08.1993),<br>paragraph [0012]; fig. 2<br>(Family: none)                                                        | 1-8                   |
| A         | JP 2003-54965 A (Minolta Co., Ltd.),<br>26 February 2003 (26.02.2003),<br>claims; paragraph [0022]; drawings<br>(Family: none)                                                  | 1-8                   |
| A         | JP 4380379 B2 (Konica Minolta Opto, Inc.),<br>09 December 2009 (09.12.2009),<br>paragraphs [0001], [0031]; fig. 4<br>& US 2005/0204777 A1<br>paragraphs [0003], [0064]; fig. 10 | 1-8                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
02 June, 2011 (02.06.11)

Date of mailing of the international search report  
14 June, 2011 (14.06.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00(2006.01)i, C03B7/12(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00-11/16, C03B7/10-7/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 1 年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                           | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 5-221663 A（オリンパス光学工業株式会社）1993.08.31,<br>[0012], 図2（ファミリーなし）                                              | 1-8            |
| A               | JP 2003-54965 A（ミノルタ株式会社）2003.02.26,<br>特許請求の範囲, [0022], 図面（ファミリーなし）                                        | 1-8            |
| A               | JP 4380379 B2（コニカミノルタオプト株式会社）2009.12.09,<br>[0001], [0031], 図4<br>& US 2005/0204777 A1, [0003], [0064], 図10 | 1-8            |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

永田 史泰

4 T

3 0 2 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5