

(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
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)



(10) 国際公開番号

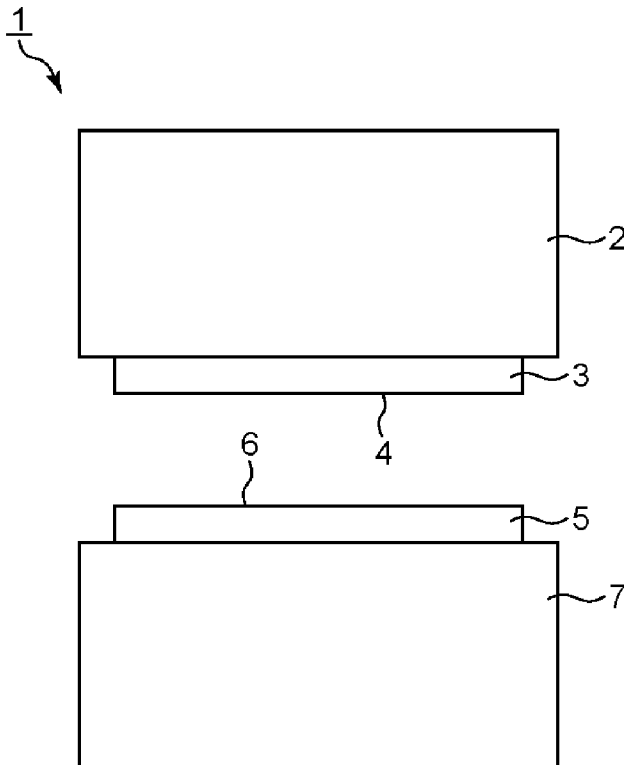
WO 2014/103295 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/84 (2006.01) *C03C 19/00* (2006.01)
C03C 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007570
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 25 日(25.12.2013)
- (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 2012-284731 2012 年 12 月 27 日(27.12.2012) JP
- (71) 出願人: H O Y A 株式会社(HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合二丁目 7 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 塚田 和也(TSUKADA, Kazuya); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島 2 丁目 2 番 2 号大阪中之島ビル 2 階 Osaka (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING GLASS SUBSTRATE FOR HARD DISKS

(54) 発明の名称: ハードディスク用ガラス基板の製造方法



(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing a glass substrate for hard disks, which is characterized by comprising: a surface roughening step wherein the surface of a glass blank, which has been obtained by press molding after melting glass, is roughened; and a surface grinding step which is carried out after the surface roughening step. This method for producing a glass substrate for hard disks is also characterized in that the ratio of the upper surface roughness (Ra1) to the lower surface roughness (Ra2) of the glass blank before the surface roughening step, namely Ra1/Ra2 ratio is 0.2-0.7, and the Ra1/Ra2 ratio is adjusted to 0.9-1.1 by means of the surface roughening step.

(57) 要約: 本発明は、ハードディスク用ガラス基板の製造方法であって、ガラスを溶融した後にプレス法で成形したガラスブランクの表面を粗面化する粗面化工程、及び、その後に行われる表面研削工程を備えること、並びに前記粗面化工程前のガラスブランクの上面粗さ Ra1 と下面表面粗さ Ra2 の比 (Ra1/Ra2) が 0.2~0.7 であり、前記粗面化工程によって前記 Ra1/Ra2 を 0.9~1.1 に調整することを特徴とする、ハードディスク用ガラス基板の製造方法に関する。



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：ハードディスク用ガラス基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ハードディスク（HDD）に搭載する磁気ディスクとして用いられるハードディスク（磁気情報記録媒体）用ガラス基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] HDD等の磁気情報記録媒体用のガラス基板は、通常、フロート法やダイレクトプレス法により得られた平板状のガラス素板に対し、研削工程、研磨工程、化学強化工程などを行うことによって作製される。

[0003] ダイレクトプレス法は高いガラス転移点をもち、高い強度を有するガラス組成群に適する製法であり、フロート法では得られにくい高いヤング率・強度のガラス基板を得ることができる。しかしながら、ダイレクトプレス法においては、熔融されたガラスを金型で加圧することによりガラスブランクスといわれるガラス製の中間成形体を作るが、このガラスブランクスでは生産性向上を狙いとして付着などの問題が生じないように、成型時の金型形状及び成形条件が調整される。ところが、それ故にガラスブランクスの上下面において粗面性に差が生じてしまうことがある。

[0004] 一方、HDDの高密度化の要求によりガラス基板も高透明化、平坦化が望まれており、ガラスブランクスの表面粗さ（Ra）、ウネリなどの品質の向上が、これまで以上に必要とされている。この品質要求に応えるには、高精度な加工技術が必須であり、精密なコントロールに基づく研削、研磨法が必要になると考えられる。

[0005] これまでに、ガラス基板の製造方法における研削の加工レートを上げるために、研削工程前にガラス基板表面を粗面化する方法が知られている（例えば、特許文献1および2参照）。

[0006] しかしながら、これまでに知られている、研削工程前に粗面化する手法は

いずれもフロート法によって得られる、表面が鏡面化したガラス素板に対して行われるものであり、その目的も粗面化することで研削時の砥粒剤とガラス素板との摩擦力を上げ、滑りを抑えることで加工レートの向上を主とするものであった。

[0007] フロート法と異なり、ダイレクトプレス法で作られたガラスブランクスは、上述したようにその上下面において粗面差があるために、高密度化の品質に応える加工を施すと、上面、下面での粗面差が上下の加工性のばらつきを拡大させ、高品質を狙い精密に仕上げようとする程、品質を下げてしまうという問題があった。

[0008] また、HDDドライブの負荷軽減や磁性メディアのフラッタリング軽減に優位に作用する基板の薄板化によって、薄板であるために平坦度を整えるためのひずみや欠陥除去するための取り代の制限が大きくなったり、ダイレクトプレス法によるガラスブランクスの上下面の粗面性の差によって片面平坦度の不足、平坦度バラツキ、強いては品質低下の問題も生じていた。

[0009] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、ダイレクトプレス法で得られるガラスブランクスを用いた場合でも高精度に加工でき、高密度化の要求に応えうる品質を確保することができる、ハードディスク用ガラス基板を製造する方法を提供することを目的とする。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2012-164417号公報

特許文献2：特開2010-205382号公報

発明の概要

[0011] 本発明者は、鋭意検討した結果、下記構成を有する製造方法によって、前記課題が解決することを見出し、かかる知見に基づいて更に検討を重ねることによって本発明を完成した。

[0012] すなわち、本発明の一局面に係るハードディスク用ガラス基板の製造方法は、ガラスを溶融した後にプレス法で成形したガラスブランクスの表面を粗

面化する粗面化工程、及び、その後に行われる表面研削工程を備えること、並びに、前記粗面化工程前のガラスブランクスの上面粗さ $Ra1$ と下面表面粗さ $Ra2$ の比 ($Ra1 / Ra2$) が $0.2 \sim 0.7$ であり、前記粗面化工程によって前記 $Ra1 / Ra2$ を $0.9 \sim 1.1$ に調整することを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、ガラスブランクスの成形用金型及びプレス機の一例を示す図である。

[図2]図2は、ガラスブランクス成形用プレス機が配置された回転テーブルの斜視図である。

[図3]図3は、本実施形態におけるガラス基板に対するブラスト処理の実施状況（第1工程）を示す模式図である。

[図4]図4は、本実施形態におけるガラス基板に対するブラスト処理の実施状況（第2工程）を示す模式図である。

[図5]図5は、実施の形態におけるガラス基板に対するブラスト工程のガラス基板への粒子の吹き付け状況を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本実施形態に係るハードディスク用ガラス基板の製造方法は、ガラスを溶融した後にプレス法で成形したガラスブランクスの表面を粗面化する粗面化工程、及び、その後に行われる表面研削工程を備えること、並びに、前記粗面化工程前のガラスブランクスの上面粗さ $Ra1$ と下面表面粗さ $Ra2$ の比 ($Ra1 / Ra2$) が $0.2 \sim 0.7$ であり、前記粗面化工程によって前記 $Ra1 / Ra2$ を $0.9 \sim 1.1$ に調整することを特徴とする。

[0015] このような構成によれば、ハードディスク用ガラス基板の製造方法において、ダイレクトプレス法によって得られるガラスブランクスをを用いた場合でも、ガラスブランクスの上下面において粗面性を整えることができ、その後続く研削加工および研磨加工において精密制御が可能となる。それにより、非常に高い品質（低 Ra 、低ウネリ、低ディフェクトなど）のガラス基板

を得ることができる。また、薄板基板においても高品質を達成することができる。以上のように、本発明のハードディスク用ガラス基板の製造方法は産業利用上きわめて有用である。

[0016] 以下、本発明に係る実施形態についてより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0017] 通常の方法（例えば、後述するブランク製造工程）により得られるガラスブランクは、概ね上下面の表面粗さの比： $Ra1/Ra2$ が0.2～0.7となっている。

[0018] 前記表面研削工程とは、ガラスブランクの表面を必要な平坦度および表面粗さにするために加工する工程であるが、その前にガラスブランクの表面粗さが、上下面である程度同等となるように粗面化を施すことにより、その後の研削工程、ひいては研磨工程において精密なコントロールを行うことが可能となる。

[0019] なお、粗面化工程前のガラスブランクの上下面の表面粗さの比： $Ra1/Ra2$ が0.2未満であると、上下面におけるRaの差が乖離しすぎているので、ある程度のRaやウネリなどの低下は達成することができるが、十分な効果が発揮されないおそれもある。一方、ガラスブランクの上面粗さRa1と下面表面粗さRa2の比（ $Ra1/Ra2$ ）が0.2～0.7であれば、上述したような本発明の効果は存分に発揮される。

[0020] 本実施形態の粗面化工程を経ることにより、上下面のRa比（ $Ra1/Ra2$ ）が0.9～1.1に調整でき、その後の工程における精密なコントロールを可能にする。具体的には、粗面化工程後の $Ra1/Ra2$ が0.9～1.1に調整されたことにより、次工程の研削加工での上下面の研削の偏りが解消し、均一な研削が可能となり上下面の取り代差、取り代のばらつきが解消され、平坦度が大幅に向上する。また、研磨圧（負荷）の偏りによる加工ダメージを大きく抑制できるため、均質でダメージが少なく粗さも抑えた加工面が上下面の両方において達成される。更に研削加工で良好な面質が上下面で提供されたことにより、次工程の研磨（仕上げ）工程での加工負荷が

大幅に減少し精密でソフトな加工が可能となるため、非常に高品質（低 R_a 、低ウネリ、低ディフェクト）のガラス基板を実現できる。

[0021] 粗面化工程前（後述の形状加工工程後に測定したもの）の R_a1 の範囲は $0.5\mu m \sim 1.5\mu m$ 、 R_a2 の範囲は $2.0\mu m \sim 4.0\mu m$ 程度であり、ガラスブランク製造において使われる型や型の成形使用経過時間により値は変わるが、 R_a1/R_a2 比は $0.2 \sim 0.7$ になる。

[0022] 粗面化工程の詳細については後述するが、粗面化工程後の R_a1 、 R_a2 の範囲は粗面化工程の加工条件・時間により設定でき、粗さの低い上面側だけを下面に合わせるように粗面形成を行うこともできるし、下面の粗さに近似したあとも粗面化を継続し粗さを上乘せすることもできる。粗面化後の R_a1 、 R_a2 は $3\mu m \sim 6\mu m$ 程度であることが好ましいが、特に限定はされない。

[0023] なお、前記表面粗さ（ R_a ）測定は、例えば、株式会社小坂製のサーフコーダーSEF3500を用いて日本工業規格にのっとり行うことができる。また、本実施形態において、表面粗さ（ R_a ）の定義については、JIS B00601:2001（ISO 4287:1996に準拠）に基づいている。

[0024] また、本実施形態において必須の工程である、前記表面研削工程は、一般に第1研削工程と呼ばれている、成形されたガラスブランクスの両方の主表面に対して、寸法精度および形状精度の向上を目的として研削処理を行う工程である。詳細については後述する。本発明においては、第1研削工程やその前の形状加工工程で端面付近において受けたダメージ・傷を取り払い、後続の粗研磨工程、精密研磨工程の精度を高める目的において第2研削工程を用いることもできる。

[0025] 本実施形態に係るハードディスク用ガラス基板の製造方法は、前記粗面化工程と前記表面研削工程とを少なくとも備えている限り、その他の工程については特に限定されず、従来公知の製造方法で用いられ得る工程を適宜使用することができる。

[0026] ハードディスク用ガラス基板の製造方法としては、通常、例えば、熔融工程（ガラスブランク製造工程）、円盤加工工程、粗研削工程（第1研削工程）、精研削工程（第2研削工程）、粗研磨工程（1次研磨工程）、洗浄工程、化学強化工程、鏡面研磨工程（2次研磨工程）、及び最終洗浄工程等を備える方法等が挙げられる。そして、前記各工程を、この順番で行うものであってもよいし、化学強化工程と鏡面研磨工程（2次研磨工程）との順番が入れ替わったものであってもよい。さらに、これら以外の工程を備える方法であってもよい。例えば、上記以外に、熱処理工程、形状加工工程、コアリング工程、端面研磨工程や検査工程を行ってもよい。

[0027] 以下に、本実施形態に係るハードディスク用ガラス基板の製造方法の一実施態様について説明する。

[0028] <ガラスブランク製造工程>

まず、ガラス素材としては、たとえば一般的なアルミノシリケートガラスが用いられる。アルミノシリケートガラスは、58質量%～75質量%の SiO_2 と、5質量%～23質量%の Al_2O_3 と、3質量%～10質量%の Li_2O と、4質量%～13質量%の Na_2O と、を主成分として含有する。ガラス素材は、アルミノシリケートガラスに限られるものではなく、ソーダライムガラス、ホウケイ酸ガラスなど、任意の素材であってもよい。

[0029] 次に、ダイレクトプレス法により、ハードディスク用ガラス基板の中間成形体であるガラスブランクを製造する。このガラスブランクは、熔融ガラスを供給し、その熔融ガラスを冷却しながら加圧成形して製造されるのが一般的である。本実施形態のガラスブランクの製造においては、上記の工程の他に、前記ガラスブランクの平坦度を修正し、内部歪みを除去するために熱処理が施してもよい。また、ドーナツ状基板にするためにコアリング工程が設けてもよい。

[0030] 図1は、本実施形態のガラスブランクをプレス成形で作成するための金型及びプレス機の模式図である。

[0031] なお、以下の図面において各符号は、1 成型用プレス機、2 プレス機

上部、3 上型、4 第1の成形面、5 下型、6 第2の成形面、7 プレス機下部、8 回転軸、9 回転テーブル、21 流出ノズル、23 溶融ガラス、201 ガラスブランク、202、3 主表面、100 プラスト装置、101A, 101B 支持台、110A, 110B ノズル、300 エアーノズルを示す。

[0032] 図1において、ガラスブランク成形用のプレス機1は、溶融ガラスが供給され、供給された該溶融ガラスを加圧するための第1の成形面6を備える下型5及びプレス機下部7と、下型5の第1の成形面6との間で溶融ガラスを加圧するための第2の成形面4を備える上型3及びプレス機上部2とを有している。

[0033] 図2は、回転テーブルに並べられたプレス機下部7とプレス機上部2によってガラスブランクをプレス成形される機構を表した斜視図である。プレス機下部7は、回転テーブル9に円周方向に並べて埋設されている。該回転テーブル9は、回転軸8の周りを特定の速度 v (m/s) にて回転駆動可能となるように設けられている。

[0034] またプレス機下部7の上に金型の下型5が設置されているが、回転台上の所定の位置において溶融ガラス23が流出ノズル21によって下型5へ供給される。溶融ガラス23が供給された下型5は、プレス機下部7とともに回転テーブルによって移送され、別の位置においてプレス機上部2に設置された上型3を、下型5の位置まで下降させて溶融ガラスを加圧する。

[0035] 金型の内部には、複数のヒーターが埋め込まれるように設置されている。該ヒーターは、周方向に均一角度で配置されるように、一周又は複数周状であって同心円状に埋め込まれていることが、金型の温度制御をしやすいという点で好ましい。なお、プレス機下部7には、前記プレス機上部2と同様に複数のヒーターを配置されていてもよいし配置されていなくてもよいが、プレスされる加圧時間によってはプレス機下部7に配置されていた方が好ましい。

[0036] よって、本実施形態におけるガラスブランクの製造は、主として下型5

に形成された第1の成形面6に溶融ガラスを供給する溶融ガラス供給工程と、上型3に形成された第2の成形面4で、第1の成形面6に供給された溶融ガラスを加圧しながら冷却してガラスブランクスを得る加圧工程とを備えるものである。

[0037] 下型5の成形面6、上型3の成形面4には次工程の研削工程の研削レート向上及び研削バラツキの抑制の目的で所定の粗面を形成しており、ガラスブランクス表面に加圧工程時に各型の成形面の粗面形状が転写されるようにしている。

[0038] このガラスブランクスの上下面の粗面形状に関して既に述べたように上下面の表面粗さに差が生じてしまう。それは以下の理由によると考えられる。

[0039] 加圧成形はまず下型の成形面に溶融ガラスが接触し、ブレードで切断した後上型の成形面と接触し加圧されるという順次工程を経るために、どうしても下型と上型の溶融ガラスへの接触時間の差が生じてしまい、上型の成形面と下型の成形面の転写能に差が生じることとなる。従って、転写されやすいガラスブランクスの下面は粗面の粗さが高く、転写がより抑制されてしまう上面は粗面の粗さが低くなる。本実施形態ではその表面粗さの比 R_{a1}/R_{a2} は0.2～0.7に制御されている。0.2未満だと粗さの差があまりにも大きく、ブランクス成形速度に支障を来し、生産性を落としてしまう懸念がある。また0.7より大きくすることは本発明の効果の発揮という面においては有効であるが、0.7以上にするために上型の転写性をよくする手段をとる必要がでてくるため、プレス時間を長くしたり、粗面を粗くする手段が上げられるが、生産性下落やプレス型へのブランクスの付着を招き、大きな問題となるおそれがある。

[0040] <熱処理工程>

熱処理工程は、本実施形態において必須の工程ではないが、ガラスブランクスの平坦度の修正および内部歪みの除去を目的とする工程である。熱処理の方法としては特に限定されないが、たとえばセッター（アルミナ、ジルコニア等）を用いて、ガラスブランクスと交互に積み重ねて熱処理炉に入れて

熱を加える方法を採用することができる。

[0041] 熱処理の条件としては特に制限されない。たとえば、熱処理時の温度としては、ガラスブランクスの T_g から $T_g + 100$ (°C) の温度範囲で行うことができる。当該温度範囲内で熱処理を行うことにより、ガラスブランクスの平坦度を十分に修正することができるとともに、ガラスブランクスの形状の悪化を低減し、さらにセッターとの間の融着に起因する粘着痕の発生する可能性を低減することができる。

[0042] <コアリング工程>

コアリング工程は、得られたガラスブランクスの表面の中心部にダイヤモンドコアドリルを用いて内孔（中心孔）を形成する工程である。このコアリング工程によって、ガラスブランクスの中心が決定される。なお、本実施形態において、ガラスブランクスのとは、コアリング工程を終え、後述する主平面の研削工程（第1研削工程）が行われる前のガラス成形物をいう。

[0043] <形状加工工程>

次に、形状加工工程においては、コアリング（内周カット）処理が施されたガラスブランクスを、中心部の孔に対向する内周端面、および、外周端面を、ダイヤモンド砥石によって研削し、所定の寸法に調整された後、面取り加工も実施される。例えば2.5インチ型ハードディスクの場合は外径を65mm、内径（中心部の円孔1Hの直径）を20mmとした後、所定の面取り加工が実施される。このときのガラスブランクスの端面の面粗さは、 R_{max} で2 μ m程度である。

[0044] <粗面化工程>

粗面化工程は、本実施形態の製造方法において必須の工程である。

[0045] 本工程では、上述のようにして得られた、上下の面の粗さが異なるドーナツ状のガラスブランクスを、後続の工程において精密制御加工が可能となるように、前記 R_{a1}/R_{a2} を0.9～1.1の範囲に調整する。この調整は、例えば、機械的方法又は化学的方法によって表面を粗面化することによって行うことができる。

[0046] (機械的方法)

粗面化する機械的方法としては、例えば、平面研磨機において遊離砥粒研磨を用いて行うことができる。遊離砥粒研磨とは硬度の高いアルミナ粒子もしくは炭化ケイ素粒子などを流動させながら上定盤と下定盤間にガラス基板を、挟み圧をかけ、定盤を回転させながら表面を削り粗面化する方法である。

[0047] あるいは、その他の機械的方法として、好ましくは、ブラスト処理を用いて粗面化を行うことができる。

[0048] 本実施形態においてブラスト処理とは、上述した工程によって形成されたガラスブランクスの主表面（上下面）に複数の粒子（砥粒）（例えば、100～300g程度）を吹き付けることによって、ガラスブランクスの主表面の粗面化を行なう処理である。

[0049] 図3～図5を参照して、ブラスト処理について説明する。図3および4は、ガラスブランクスに対するブラスト処理に用いられるブラスト装置の構成を示す模式図、図5は、ガラスブランクスに対するブラスト処理の実施状況を示す模式図である。

[0050] 図3～図4に参照されるようなブラスト装置100を用いて、ガラスブランクスの主表面にブラスト処理を施す。ブラスト装置は、ガラスブランクス201を支持する支持台101と、支持台101によって支持されたガラスブランクス201の主表面に粒子（砥粒）を吹きつけるノズル110とを含む。ブラスト装置は、支持台101を動かすこと、または、ノズル110を動かすことで、ガラスブランクス1の主表面202、203の全面に略均等にブラスト処理を施すことができる。

[0051] まず、ブラスト装置100は、ノズル110Aを用いて、支持台101Aに保持されたガラスブランクス201の主表面202のブラスト処理を行う（第1工程）（図3）。

[0052] 次に、主表面202のブラスト処理が終了すると、エアーノズル300からエアーをガラスブランクス201に対して吹き付けて、支持台101A側

に載置されたガラスブランク1を、反対側の支持台101B側に反転させる。その後、ガラスブランク201の他方の主表面203に対して、ノズル110Bを用いて、粒子を吹き付ける工程（第2工程）を実施する。この第2工程におけるガラスブランク1の主表面203に対する粒子（砥粒）の吹き付け条件は、第1工程と同じである。

[0053] 前記第1工程においても第2工程においても、ノズル110の先端部には、噴出孔が形成されており、この噴出孔から粒子（砥粒）が噴出される。ノズル110から噴出された粒子（砥粒）は、中心線CLを中心として、吹き付け開口角 A° の範囲で広がりながらガラスブランク201に吹き付けられる。ガラスブランク201にブラスト処理を施す際には、ノズル110は、中心線CLが主表面2, 3に対して略垂直となるように配置される。

[0054] 図5は、ブラスト装置100によってブラスト処理が施される前のガラスブランク（ガラス基板前駆体）201を示す模式的な平面図である。図5中のR30は、ノズル110から噴出された粒子（砥粒）によって、ブラスト処理（研磨）される領域（ブラスト領域）を示している。

[0055] 図5に示すように、ノズル110は、ガラスブランク201の表面を、たとえばジグザグ状に走査（図中ラインP）するように移動する。これにより、ノズル110から噴出された粒子（砥粒）は、ガラスブランク201の表面の全面に対してブラスト処理を行なうことができる。なお、ノズル110を固定し、ガラスブランク201側を移動させてもよい。

[0056] 粒子（砥粒）の大きさは研削速度と研削量効率に影響を与える。粒子（砥粒）の径が大きすぎるとガラスブランク1にダメージを与え、径が小さすぎるとガラスブランク1を研削することができない。粒子（砥粒）としては、アルミナ粒子、セラミック粒子、SiC等、硬度が十分であるものを使用するのがよい。粒子（砥粒）には、最大粒子径が $50\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ のものをを用いることが好ましい。

[0057] 粒子（砥粒）の吹き付け圧が低い場合、ガラスブランク201を粗面化することができないおそれがある。吹き付け圧が高すぎるとガラスブランク

ス 201 が欠ける場合がある。ガラスブランク ス 201 の取り代（研削厚さ）は、粒子（砥粒）の径と相関がある。粒子（砥粒）の径が大きい場合、比較的 に多めに粗面化を行なう必要がある。これは研削初期時に、粒子径によってクラックが発生するためである。粒子（砥粒）の吹き付け圧は、0.1 MPa ～ 1 MPa 程度であることが好ましい。

[0058] ブラスト処理は、ガラスブランク ス 201 に対して複数の粒子（砥粒）を水に分散させた状態にて吹き付けを行なってもよい。粒子を水に分散させて行なうことで、研削で発生したガラスくずを同時に除去できるなどの効果がある。このブラスト処理により、所定の主表面粗さを有するガラスブランク スが得られる。

[0059] （化学的手法）

機械的手法以外にも、化学的手法によって粗面化工程を行うこともできる。本実施形態における粗面化する化学的方法として、ガラスブランク スを薬液に浸漬することによるエッチング作用を用いる方法が挙げられる。

[0060] 化学的方法に用いる薬液として酸性フッ化アンモニウム、フッ化水素等を水と混合したものが挙げられる。酸性フッ化アンモニウム又はフッ化水素等によるエッチング作用で粗面化することにより、クラックが生じないといった利点がある。

[0061] また、その他の化学的方法としてフロスト加工も好ましく用いられる。フロスト加工とは粗面化剤を加えたエッチング用の薬液を用いてガラス表面を処理する加工をいう。粗面化剤によりガラス表面が局所的にマスクされた状態でエッチングが進行するので、効率的にガラス表面を粗面化できる。粗面化剤としては HF_2^- を供給するものが好ましい。例えば HF 、 NaF 、 KF_2 、 CaF_2 等が挙げられる。また薬液の濃度や温度を調整することで粗面化状態を調整できる。

[0062] 上述したような機械的手法または化学的手法による粗面化工程を経ることにより、ガラスブランク スの上下面の表面粗さの比 R_{a1}/R_{a2} が 0.9 ～ 1.1 に調整される。また、上述したように、粗面化後の R_{a1} 、 R_{a2} は

3 μm ～6 μm 程度であることが好ましいが、特に限定はされない。

[0063] <表面研削（第1研削）工程>

次に、第1研削工程においては、成形されたガラスブランクスの両方の主表面に対して、寸法精度および形状精度の向上を目的として、表面研削処理が施される。

[0064] 研削処理は、例えば、遊星歯車機構を利用した両面研削（ラッピング）装置を用いて行なわれる。具体的には、上記で得られたガラスブランクスの両主表面に上下からラップ定盤を押圧させ、研削液を両主表面上に供給し、ガラスブランク스와ラップ定盤とを相対的に移動させて、研削処理が行なわれる。研削処理によって、ガラス基板としてのおおよその平行度、平坦度および厚みなどが予備調整され、おおよそ平坦な主表面を有するガラス基板（ガラス母材）が得られる。研削液としては、例えば、粒度#400のアルミナ砥粒（粒径約40～60 μm ）を含有する研削液を用い、上定盤の荷重を100kg程度に設定することによって、ガラスブランクスの両面を面精度0 μm ～1 μm 、表面粗さRmaxで6 μm 程度に仕上げてよい。

[0065] 好ましくは、ダイヤモンド粒子を樹脂もしくはセラミック、金属に担持させた固定砥粒式の研削パッドを用いて研削を行ってもよく、それにより研削速度と研削後の品質のバランスが良くなるという利点がある。ダイヤモンドの粒子径は目的によって適宜変更可能であるが、第1研削で使用する平均粒径は2 μm ～10 μm が好ましい。ダイヤモンドの粒子径が、第1ラッピングには2 μm 未満は加工速度が不足し、平坦度が悪化するばかりか、ガラス基板の主表面（上下面）に生じた前工程起因のクラックの除去を行えない場合がある。ダイヤモンドの粒子径が10 μm を超えると、逆にダイヤモンドによってガラス基板1の主表面2, 3にクラックが発生するおそれがある。

[0066] 第1研削工程後に白色光干渉式表面形状測定機Optiflat（Phase Shift Technology社製）を用いてガラス基板の平坦度を測定する。平坦度のレベルにより本発明の粗面化工程を実施することで研削が精密に行われていることの指標の一つとなる。

[0067] <第2研削（ラッピング）工程>

次に、第2研削工程においては、ガラス基板の両主表面について、第1研削工程と同様に、研削処理が施される。この第2研削工程を行なうことにより、前工程の第1ラッピングまたは端面加工においてガラス基板の両主表面に形成された微細なキズや突起物などの、微細な凹凸形状及び加工ダメージを予め除去しておくことができ、後工程の主表面の研磨時間を精密に制御が可能となり、その短縮化も可能となる。

[0068] 第2研削工程にダイヤモンド粒子を担持させた研削パッドを用いる場合は第1研削で用いたダイヤモンド粒子の粒径より小さいものを用いることが好ましく、そうすることにより、次工程である研磨にふさわしい表面性状を形成出来る。好ましくは、平均粒径の $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ のダイヤモンド粒子が用いられる。近年の高密度化に伴い、ダイヤモンド粒子径は小さくなりつつあるが、加工性のバランスが必要であることから、 $1.5\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ がさらに好ましい。

[0069] なお、この第1、第2研削工程では、ガラス基板主表面（上下面）で $50\mu\text{m}\sim 2300\mu\text{m}$ 程度の研削を行なう。

[0070] <内周研磨工程>

次に、内周研磨工程においては、ガラス基板の内周端面について、ブラシ研磨による鏡面研磨が行なってもよい。具体的には、研磨ブラシに研磨剤を含む研磨液を供給し、ガラス基板の内周端面に接触するように研磨ブラシを配置した上で、ガラス基板を回転させながら、研磨ブラシをあてることにより、ガラス基板の内周端面を研磨する。上記の研磨材は通常、酸化セリウムが選択され適度な濃度で研磨液として供給される。また研磨ブラシは、端面に傷をつけることなく軟らかい研磨できるように適度な硬さと直径をもつブラシが選定される。

[0071] <外周研磨工程>

次に、さらに外周研磨工程を行ってもよく、この工程においては、ガラス基板の外周端面について、ブラシ研磨による鏡面研磨が行なわれる。具体的

には、研磨ブラシに研磨剤を含む研磨液を供給し、ガラス基板の外周端面に接触するように研磨ブラシを配置した上で、ガラス基板を回転させながら、研磨ブラシをあてることにより、ガラス基板の外周端面を研磨する。上記の研磨材および研磨ブラシは、ガラス基板の内周端面の研磨の際に使用される研磨材および研磨ブラシと同様に選定される。

[0072] <粗研磨工程>

粗研磨工程は、後続する鏡面研磨工程において最終的に必要とされる面粗さが効率よく得られるように、ガラス基板の両主表面を、研磨剤スラリーを用いて研磨加工する工程である。この工程で採用される研磨方法としては特に限定されず、両面研磨機を用いて研磨することが可能である。

[0073] 使用する研磨パッドは、研磨パッドの硬度が研磨による発熱により低下すると研磨面の形状変化が大きくなるため、硬質パッドを使用することが好ましく、たとえば発泡ウレタンを使用することが好ましい。研磨液は、平均一次粒子径が $0.6 \sim 2.5 \mu\text{m}$ の酸化セリウムを使用し、酸化セリウムを溶媒に分散させてスラリー状にしたものが好ましい。溶媒としては特に限定されず、中性の水や、酸性・アルカリ性の水溶液を採用することができる。また、これら溶媒には、分散剤を添加することができる。溶媒と酸化セリウムとの混合比率は、 $1 : 9 \sim 3 : 7$ 程度である。平均一次粒子径が $0.6 \mu\text{m}$ 未満の場合には、研磨パッドは、両主表面を良好に研磨できない傾向がある。一方、平均一次粒子径が $2.5 \mu\text{m}$ を超える場合には、研磨パッドは、端面の平坦度を悪化させたり、傷を発生する可能性がある。

[0074] 研磨剤スラリーの供給量としては特に限定されず、たとえば、 $5 \sim 10 \text{ L} / \text{分}$ である。

[0075] 粗研磨工程におけるガラス基板の研磨量は、 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ 程度とするのが好ましい。ガラス基板の研磨量が $20 \mu\text{m}$ 未満の場合には、キズや欠陥が十分に除去されない傾向がある。一方、ガラス基板の研磨量が $40 \mu\text{m}$ を超える場合には、ガラス基板は、必要以上に研磨されることになり、製造効率が低下する傾向がある。

[0076] 粗研磨工程を終えたガラス基板は、中性洗剤、純水、IPA等で洗浄することが好ましい。洗浄工程を設けても良く、前工程の研磨剤酸化セリウム、酸化ジルコニウム、またはケイ酸ジルコニウムのいずれかを除去する目的で硫酸およびまたはフッ化水素酸などを含む洗浄液を用いてガラス基板の表面をエッチングしながら洗浄する。ガラス基板の表面に付着していた酸化セリウム、酸化ジルコニウム、またはケイ酸ジルコニウムなどの研磨スラリーは、硫酸およびまたはフッ化水素酸などの強酸性の洗浄液によって適切に除去される。その後、ガラス基板は酸性の洗浄液を用いて洗浄される。

[0077] 洗浄工程において用いられる洗浄液は、ガラス基板の耐化学性によっても異なるが、硫酸であれば1%～30%程度の濃度が好ましく、フッ化水素酸であれば0.2%～5%程度の濃度が好ましい。これらの洗浄液を用いた洗浄は、水溶液が貯留された洗浄機の中で超音波を印加しながら行なわれるとよい。この際に用いられる超音波の周波数は、78kHz以上であることが好ましい。

[0078] <化学強化工程>

化学強化工程は、ガラス基板を強化処理液に浸漬し、ガラス基板の耐衝撃性、耐振動性及び耐熱性等を向上させる工程である。

[0079] 化学強化工程は、ガラス基板に化学強化を施す工程である。化学強化に用いる強化処理液としては、たとえば、硝酸カリウム（60%）と硝酸ナトリウム（40%）の混合溶液などを挙げることができる。化学強化においては、強化処理液を300℃～400℃に加熱し、ガラス基板を200～300℃に予熱し、強化処理液中に3～4時間浸漬することによって行うことができる。この浸漬の際に、ガラス基板の両主表面全体が化学強化されるように、複数のガラス基板の端面を保持するホルダに収納した状態で行うことが好ましい。

[0080] なお、化学強化工程後に、ガラス基板を大気中に待機させる待機工程や、水浸漬工程を採用して、ガラス基板の表面に付着した強化処理液を除去するとともに、ガラス基板の表面を均質化することが好ましい。このような工程

を採用することにより、化学強化層が均質に形成され圧縮歪が均質となり変形が生じ難く平坦度が良好で、機械的強度も良好となる。待機時間や水浸漬工程の水温は特に限定されず、たとえば大気中に1～60秒待機させ、35～100℃程度の水に浸漬させるとよく、製造効率を考慮して適宜決めればよい。

[0081] <鏡面研磨工程>

鏡面研磨工程は、ガラス基板の両主表面をさらに精密に研磨加工する工程である。鏡面研磨工程では、粗研磨工程で使用する両面研磨機と同様の両面研磨機を使用することができる。

[0082] 研磨パッドは、粗研磨工程で使用する研磨パッドよりも低硬度の軟質パッドを使用することが好ましく、例えば発泡ウレタンやスウェードを使用するのが好ましい。

[0083] 研磨剤スラリーとしては、粗研磨工程と同様の酸化セリウム等を含有するスラリーを用いることができる。ただし、ガラス基板の表面をより滑らかにするために、砥粒の粒径がより細かくバラツキが少ない研磨剤スラリーを用いるのが好ましい。たとえば、平均粒径が40～70nmのコロイダルシリカを溶媒に分散させてスラリー状にしたものを研磨剤スラリーとして用いることが好ましい。溶媒としては特に限定されず、中性の水や、酸性・アルカリ性の水溶液を採用することができる。また、これら溶媒には、分散剤を添加することができる。溶媒とコロイダルシリカとの混合比率は、1：9～3：7程度が好ましい。

[0084] 研磨剤スラリーの供給量としては特に限定されず、たとえば、0.5～1L／分である。

[0085] 鏡面研磨工程での研磨量は、2～5μm程度とするのが好ましい。研磨量をこのような範囲とすることにより、得られるガラス基板は、ガラス基板の表面に発生した微小な荒れやうねり、あるいはこれまでの工程で発生した微小なキズ痕といった微小欠陥が良好に除去される。その結果、本発明のガラス基板の製造方法は、得られるガラス基板の平坦度を向上させることができ

、端部領域において磁気ヘッドがより安定して浮上し得るガラス基板を作製することができる。

[0086] また、本工程では、鏡面研磨工程の研磨条件を適宜調整することにより、ガラス基板の両主表面の平坦度を $3\ \mu\text{m}$ 以下、ガラス基板の両主表面の面粗さ R_a を $0.1\ \text{nm}$ まで小さくすることができる。

[0087] <最終洗浄工程>

最終洗浄工程は、ガラス基板を洗浄し、清浄にする工程である。洗浄方法としては特に限定されず、鏡面研磨工程後のガラス基板の表面を清浄にできる洗浄方法であればよい。本発明では、スクラブ洗浄を採用する。

[0088] スクラブ洗浄としては、たとえば、洗剤または純水等の洗浄液が用いられる。スクラブ洗浄に用いられる洗浄液の pH は、 9.0 以上 12.2 以下であるとよい。この範囲内であれば、 ζ 電位を容易に調整でき、効率的にスクラブ洗浄を行なうことが可能となる。スクラブ洗浄としては、洗剤によるスクラブ洗浄と、純水によるスクラブ洗浄との双方を行なってもよい。洗剤および純水を用いることによって、より適切にガラス基板 1 を洗浄できる。洗剤によるスクラブ洗浄と純水によるスクラブ洗浄との間に、ガラス基板 1 を純水でさらにリンス処理してもよい。

[0089] スクラブ洗浄を行なった後に、ガラス基板に対して超音波洗浄をさらに行なってもよい。洗剤および純水によるスクラブ洗浄を行なった後に、硫酸水溶液等の薬液による超音波洗浄、純水による超音波洗浄、洗剤による超音波洗浄、IPA による超音波洗浄、およびまたは、IPA による蒸気乾燥等を更に行なってもよい。

[0090] 洗浄されたガラス基板は、必要に応じて超音波による洗浄および乾燥工程を行う。乾燥工程は、ガラス基板の表面に残る洗浄液をイソプロピルアルコール (IPA) 等により除去した後、ガラス基板の表面を乾燥させる工程である。たとえば、スクラブ洗浄後のガラス基板に水リンス洗浄工程を 2 分間行ない、洗浄液の残渣を除去する。次いで、IPA 洗浄工程を 2 分間行い、ガラス基板の表面に残る水を IPA により除去する。最後に、IPA 蒸気乾

燥工程を2分間行い、ガラス基板の表面に付着している液状のIPAをIPA蒸気により除去しつつ乾燥させる。ガラス基板の乾燥工程としては特に限定されず、たとえばスピン乾燥、エアークナイフ乾燥などの、ガラス基板の乾燥方法として公知の乾燥方法を採用することができる。

[0091] <検査工程>

最終洗浄工程を経たガラス基板をさらに出荷前に検査工程に供してもよい。検査工程は、上記工程を経たガラス基板に対して、キズ、割れ、異物の付着等の有無を検査する工程である。検査は、目視や光学表面アナライザ（たとえば、KLA-TENCOL社製の「OSA6100」）を用いて行う。検査後、ガラス基板は、異物等が表面に付着しないように、清浄な環境中で、専用収納カセットに収納され、真空パックされた後、出荷される。

[0092] 本明細書は、上述したように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

[0093] 本発明の一局面に係るハードディスク用ガラス基板の製造方法は、ガラスを熔融した後にプレス法で成形したガラスブランクスの表面を粗面化する粗面化工程、及び、その後に行われる表面研削工程を備えること、並びに、前記粗面化工程前のガラスブランクスの上面粗さ $Ra1$ と下面表面粗さ $Ra2$ の比（ $Ra1/Ra2$ ）が $0.2 \sim 0.7$ であり、前記粗面化工程によって前記 $Ra1/Ra2$ を $0.9 \sim 1.1$ に調整することを特徴とする。

[0094] このような構成によって、ガラスブランクスの上下面において粗面性を整え、その後続く研削加工および研磨加工において精密制御が可能となる。それにより、非常に高い品質（低 Ra 、低ウネリ、低ディフェクトなど）のガラス基板を得ることができる。また、薄板基板においても高品質を達成することができる。

[0095] また、前記ガラス基板の製造方法において、前記粗面化工程が、機械的方法又は化学的方法で行われることが好ましい。それにより、より確実にガラスブランクスの上下面において本発明の目指す粗面性を整えることができると考えられる。

- [0096] また、前記ガラス基板の製造方法では、前記表面研削工程において、ダイヤモンド粒子を固定砥粒としたパッドを用いて前記粗面化工程を経たガラスブランクスを研削することが好ましい。それにより、研削速度が高いうえに、より精密に研削工程を行うことができる。また遊離砥粒方式の場合、砥粒の汚染による洗浄性の課題が生じやすい。
- [0097] さらに前記表面研削工程において、前記ダイヤモンド粒子の平均粒径が4 μm 以下であることが好ましい。それにより、さらに精密に研削工程を行うことができる。
- [0098] また、前記ガラス基板の製造方法では、前記粗面化工程において、前記機械的方法としてブラスト処理を行うことが好ましい。それにより、より確実にガラスブランクスの上下面において本発明で所望する粗面性を精度よく整えることができると考えられる。
- [0099] また、前記粗面化工程において、前記化学的方法として薬液によるエッチング作用を使用することも好ましい。それにより、より確実にガラスブランクスの上下面において粗面性を整えることができると考えられる。
- [0100] さらに、前記化学的方法において、前記薬液のpHが7.0～3.0の範囲であることが好ましい。
- [0101] また、前記ガラス基板の製造方法において、前記ガラスブランクスの厚みが1 mm以下であることが好ましい。このような薄板基板においても、本発明の製造方法は効果を発揮しうるからである。

実施例

- [0102] 以下に、実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は実施例により何ら限定されるものではない。

- [0103] (試験例1)

[ガラス熔融工程]

ガラス素材として、61質量%の SiO_2 、3質量%の Al_2O_3 、2.7質量%の Na_2O 、6.9質量%の K_2O 、5.7質量%の MgO 、11.5質量%の CaO 、9質量%の ZrO_2 を含むアルミノシリケートガラスを得る為

、各原料を調合し白金るつぽを用いて1500℃で溶融した。

[0104] [ガラスブランク製造工程]

溶融ガラスを1300℃の溶融ノズルより流出させた。流出したガラスを一对のブレードで、10gごとに溶融ガラスを切断し、ガラスブランクを得た。ブレードは平面視形状がV字形状となっているものを選択し、V字の内角を80°とした。V字が交わる部分の平面視形状は円弧形状のものを用いた。

[0105] プレス成型は、下型成形面の中央に供給したガラスゴブを下型に対向する上型を用い、上型および下型の金型にはタングステン系材料を用いた。またプレス時間は1秒間とし、成形後のブランクの板厚が均等となるように突き当て成形を行った。成形後の板厚は平均1.1mmであった。

[0106] [熱処理工程]

得られたガラスブランク(Tg:670℃)に対して、内部歪みを除去するために670℃にて3時間の熱処理を行った。

[0107] [コアリング・形状加工工程]

円筒状のダイヤモンド砥石を備えたコアドリルを用いてブランクの中心部に直径が約18.7mmの円形の中心孔を開けた。鼓状のダイヤモンド砥石を用いて、ブランクの外周端面および内周端面を、外径65mm、内径20mmに内・外径加工した。

[0108] この後、株式会社小坂製のサーフコーダーSEF3500を用いて日本工業規格に則り、ガラスブランクの上下面の粗さ測定を行った。なお、粗さの定義については、JIS B00601:2001(ISO 4287:1996に準拠)に基づいて測定した。カットオフ値は0.8mm、スタイラス先端半径は5μmとした。Ra1/Ra2の測定結果は表1に示した。

[0109] [粗面化工程]

粗面化工程において、図3～5に示したブラスト装置を用いて、粒子(砥粒)を吹き付けることによりガラスブランクの粗面化を行なった。粒子(砥粒)としてアルミナ粒子を用い、アルミナ粒子110μm、ノズル110

の開口径6.5 mmとした。表面粗さを制御するために、吹き付け圧および吹き付け時間（研削取り代）を変化させて、それぞれ表1に記載のRa1/Ra2に変化させた（実施例1～3および比較例4～5）。比較例1～3のガラス基板は、粗面化工程を行わずに、後工程を実施した。

[0110] [表面研削（第1研削）工程]

第1研削工程においては、砥粒としてダイヤモンドをアクリル樹脂でシート状にしたものを用いて、ガラス基板の主表面（上下面）の加工を行なった。ダイヤモンドの粒子径は4 μ mのものを用いた。

[0111] 第1研削後の平坦度をNIDEK社製FT-11（平坦度測定機）を用いて測定し表1に記載した。

[0112] [第2研削工程]

第2研削工程では、砥粒としてダイヤモンドをアクリル樹脂でシート状にしたものを用いて、ガラス基板の主表面（上下面）の加工を行なった。ダイヤモンドの粒子径は1.5 μ mのものを用いた。

[0113] この第1、第2研削工程では、ガラス基板1主表面（上下面）で250 μ m程度の研削を行なった。

[0114] [内外周研磨工程]

端面研磨工程においては、ブラシ研磨方法により、ガラス基板を回転させながらガラス基板の外周端面及び内周端面の表面の粗さを、Rmaxで30 nm以下、Raで10 nm以下になるように研磨した。そして、このような端面研磨を終えたガラス基板の表面を水洗浄した。

[0115] [粗研磨工程]

粗研磨工程においては、研磨装置（ハマイ社製）で、酸化セリウムを10%濃度で含む研磨スラリーと、発泡ポリウレタンからなるスエード状研磨パッドを用いて、ガラス基板の主表面の研磨を行った。

[0116] 研磨条件としては、荷重120 g/cm²とし、上定盤の回転数15 rpm、下定盤の回転数50 rpmとした。ただし、これら加工中に適宜変更しながら行った。

[0117] 次に、上記基板を洗浄し付着している研磨材を除去した。

[0118] [化学強化工程]

化学強化工程においては、上記工程を終えたガラス基板に化学強化を施した。具体的には、まず、硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの固体を溶融させた混合熔融液を用意した。なお、この混合熔融液は、硝酸カリウムと硝酸ナトリウムとの混合比が質量比で8 : 2となるように混合させたものである。そして、この混合熔融液を、400℃まで加熱して、その加熱した混合熔融液に、洗浄したガラス素板を、60分間浸漬させた。

[0119] [鏡面研磨工程]

続いて研磨装置（ハマイ社製）を用いて鏡面研磨工程を行った。この鏡面研磨工程においても発泡ポリウレタン製のスエード状の研磨パッドに替えてガラス基板の主表面の研磨を行った。なお、研磨剤としては、pH2の酸性液の12%濃度のコロイダルシリカ液を用いた。研磨条件としては、荷重110g/cm²とし、上定盤の回転数5rpm、下定盤の回転数15rpmとした。ただし、これら加工中に適宜変更しながら行った。

[0120] [最終洗浄工程]

ガラス基板をスクラブ洗浄した。洗浄液として、KOHとNaOHとを質量比で1 : 1に混合したものを超純水（DI水）で希釈し、洗浄能力を高めるために非イオン界面活性剤を添加して得られた液体を用いた。洗浄液の供給は、スプレー噴霧によって行った。スクラブ洗浄後、ガラス基板の表面に残る洗浄液を除去するために、水リンス洗浄工程を超音波槽で2分間行い、IPA洗浄工程を超音波槽で2分間行い、最後に、IPA蒸気によりガラス基板の表面を乾燥させた。

[0121] (評価方法)

(表面粗さ、Ra)

ガラス基板の表面粗さRaは、Veeco社のAFMを用いて1μm平方の範囲で各5枚×面内3点を測定した平均値とした。

[0122] (微小ウネリ)

微小ウネリ $\mu W a$ は、「Z y g o C o r p o r a t i o n」の非接触表面形状測定機（N e w V i e w 5 0 0 0）を用いて測定した。微小ウネリ $\mu W a$ とは、光学的な干渉（ニュートンリング）によって測定され、基準平面と実際の平面とのずれ量を干渉縞として計測する。測定原理は、基板の表面に白色光を照射し、位相の異なる参照光と測定光の干渉の強度変化を測定することで、表面の微妙な形状変化を測定する方法である。得られた測定データから、30～200 μm の周期の凹凸を抽出した表面うねり高さの平均値を微小ウネリ $\mu W a$ と定義する。

[0123] （ディフェクトカウント）

欠陥（ディフェクト）検査は、試験装置として、K L A - T e n c o r 社製光学式欠陥検査装置 C a n d e l a - O S A 6 1 0 0 を使用した。

[0124] 欠陥検査では、各実施例および各比較例で100枚ずつ加工したガラス基板を全数検査し、付着物が10以下で、スクラッチが2以下と判定された基板を良品と判定し、良品数が95枚以上の場合をA（優良）、95枚未満90枚以上の場合をB（良）、90枚未満85枚以上の場合をC（可）、85枚未満の場合をD（不良）と評価した。

[0125]

[表1]

	粗面化前の Ra1/Ra2	粗面化前Ra		粗面化後の Ra1/Ra2比	粗面化後Ra		第1研削後の 平坦度	最終面品質			
		Ra1	Ra2		Ra1	Ra2		Ra(Å)	μ -Wa(Å)	ディエクトラウト	良品判定
実施例1	0.25	0.8	3.2	1	3.3	3.3	1.5	1.2	1	6	A
実施例2	0.5	1.1	2.2	0.95	3.8	4	2	1.3	0.9	5	A
実施例3	0.65	1.5	2.3	1.05	4.4	4.2	1.3	1.05	0.8	7	A
比較例1	0.25	0.8	3.2	粗面化前-	-	-	7.5	2.5	5.5	35	D
比較例2	0.5	1.1	2.2	粗面化前-	-	-	8	3	6.6	40	D
比較例3	0.65	1.5	2.3	粗面化前-	-	-	6.8	2.4	4.5	30	D
比較例4	0.25	0.8	3.2	0.8	2.65	3.3	5.2	2	4	25	C
比較例5	0.65	1.5	2.3	0.8	2.15	2.7	5.2	2	4	25	C

[0126] 表 1 に示すように、本発明にかかる製造方法により得られたガラス基板はいずれも第 1 研削後の平坦度に優れ、バラツキも減少していた。さらに、最終品質においても、表面粗さ（ R_a ）、ウネリ特性に優れ、欠陥も大幅に減少されていることを示し、ディフェクトカウントも大きく減少していた。よって、本発明の製造方法によれば、非常に優れた品質のガラス基板が得られることが示された。

[0127] これに対し、表面研削工程前の粗面化工程を経なかった比較例 1～3 や、粗面化工程後の $R_a 1 / R_a 2$ が 0.9 未満であった比較例 4 および 5 では、第 1 研削後の平坦度、最終品質の表面粗さ（ R_a ）、ウネリ特性においていずれも実施例よりも劣っており、ディフェクトカウントが多かった。

[0128] （試験例 2）

ガラスブランク成形工程後の板厚を 0.90 mm とし、最終的に得られた基板の厚みを 0.65 mm とする以外は、前記試験例 1 の実施例 1～3 および比較例 1～5 と同様の条件で各工程を行い、薄板ガラス基板を作成した。

[0129] 得られた実施例 4～6 および比較例 6～10 のガラス基板に対し、試験例 1 と同じ評価方法にて各評価を行った。その評価結果を表 2 に示す。

[0130]

[表2]

	粗面化前の Ra1/Ra2	粗面化前Ra		粗面化後の Ra1/Ra2比	粗面化後Ra		第1研削後の 平坦度	最終面品質			
		Ra1	Ra2		Ra1	Ra2		Ra(Å)	μ -Wa(Å)	ディエクトラウト	良品判定
実施例4	0.22	0.7	3.2	1	3.8	3.8	2	1.1	1.1	7	A
実施例5	0.48	1.2	2.48	0.95	3.4	3.58	2.5	1.2	1	6	A
実施例6	0.68	1.5	2.2	1.05	4.85	4.6	1.8	1	0.9	8	A
比較例6	0.22	0.7	3.2	粗面化前-	-	-	8.5	3.8	7.8	70	D
比較例7	0.48	1.2	2.48	粗面化前-	-	-	9.5	4.3	7.5	80	D
比較例8	0.68	1.5	2.2	粗面化前-	-	-	9	3.6	7.5	75	D
比較例9	0.22	0.7	3.2	0.8	2.6	3.3	6.2	2.8	5	40	D
比較例10	0.68	1.5	2.2	0.8	2.2	2.75	6.2	2.8	5	43	D

[0131] 表2に示すように、試験例1と同じく、本発明の製造方法によって得られたガラス基板は、いずれの評価においても比較例よりもはるかに優れていた。

[0132] 特に、実施例1～3と実施例4～6とを比較すると、ガラスブランクスの厚みが1.1mmから0.9mmとなり仕上げの厚みも0.80mmから0.60mmと薄板化し、研削、研磨による取り代が減少したにもかかわらずガラス基板の品質は試験例1同様にきわめて良好であった。これに対し、比較例6～10のガラス基板は薄板化によりいずれの評価品質も試験例1の各比較例に対してさらに悪化していることを考え合わせると、本発明がいかに優れた効果を発揮するかが理解されるであろう。

[0133] (試験例3)

ガラスブランクスの粗面化工程を化学的エッチング方法で行う以外は試験例1と同様に行い基板を作成した。

[0134] なお、化学的エッチング方法としては、酸性フッ化アンモニウムを含む処理液にガラス基板を浸漬させた。その浸漬時間、処理液温度、フッ化アンモニウム濃度等の条件を変更することにより、それぞれ表2に記載のRa1/Ra2に変化させた(実施例7～9および比較例11～12)。

[0135] 得られた実施例7～9および比較例11～12のガラス基板に対し、試験例1と同じ評価方法にて各評価を行った。その評価結果を表3に示す。

[0136]

[表3]

	粗面化前の Ra1/Ra2	粗面化前Ra		粗面化後の Ra1/Ra2比	粗面化後Ra		第1研削後の 平坦度	最終面品質			
		Ra1	Ra2		Ra1	Ra2		Ra(Å)	μ-Wa(Å)	ディフレクト外	良品判定
実施例7	0.25	0.8	3.18	1	4	4	2	1.2	1	4	A
実施例8	0.5	1.1	2.2	0.95	3.8	4	2.5	1.3	0.9	3	A
実施例9	0.65	1.5	2.3	1.05	4.4	4.2	1.8	1.05	0.8	4	A
比較例11	0.25	0.8	3.2	0.8	2.6	3.3	5.2	2	4	19	D
比較例12	0.65	1.5	2.3	0.8	2.2	2.75	5.2	2	4	18	D

[0137] 表 3 に示すように、試験例 1 と同じく、本発明の製造方法によって得られたガラス基板は、いずれの評価においても比較例よりもはるかに優れていた。化学的エッチング方法はガラスブランク成形で生じている加工ダメージ、傷を削減できる効果をもつため、試験例 1 のブラスト法により粗面化工程を経たガラス基板と比較すると、ディフェクトカウントがより少なくなり、良品判定においてより優れることが示された。

[0138] この出願は、2012 年 12 月 27 日に提出された日本国特許出願特願 2012-284731 を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

[0139] 本発明を表現するために、前述において図面等を参照しながら実施形態を通して本発明を適切かつ十分に説明したが、当業者であれば前述の実施形態を変更及び／又は改良することは容易になし得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態又は改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態又は当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

産業上の利用可能性

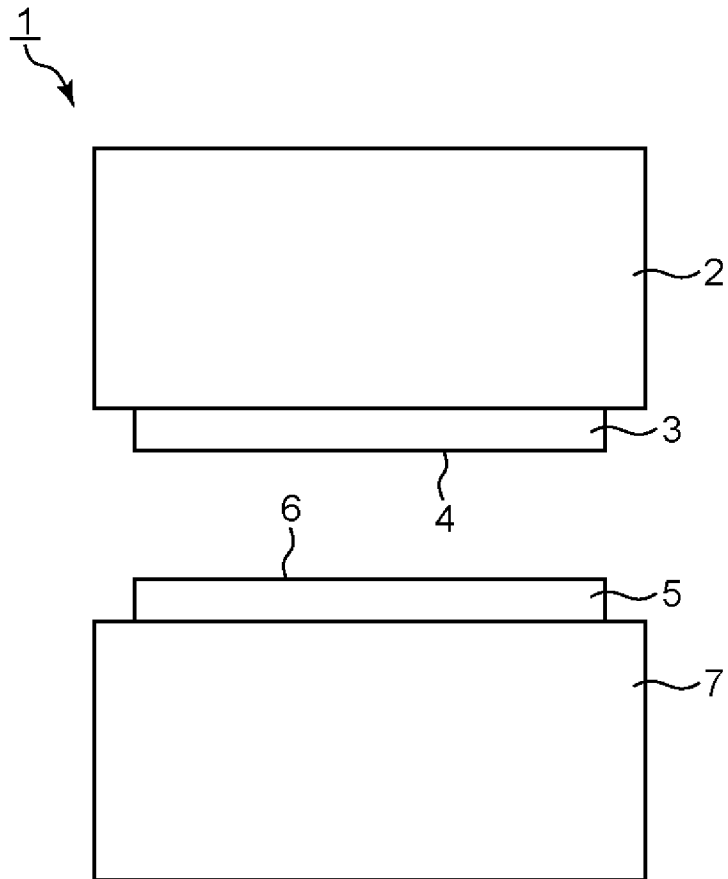
[0140] 本発明は、ハードディスク用ガラス基板およびその製造方法の技術分野において、広範な産業上の利用可能性を有する。

請求の範囲

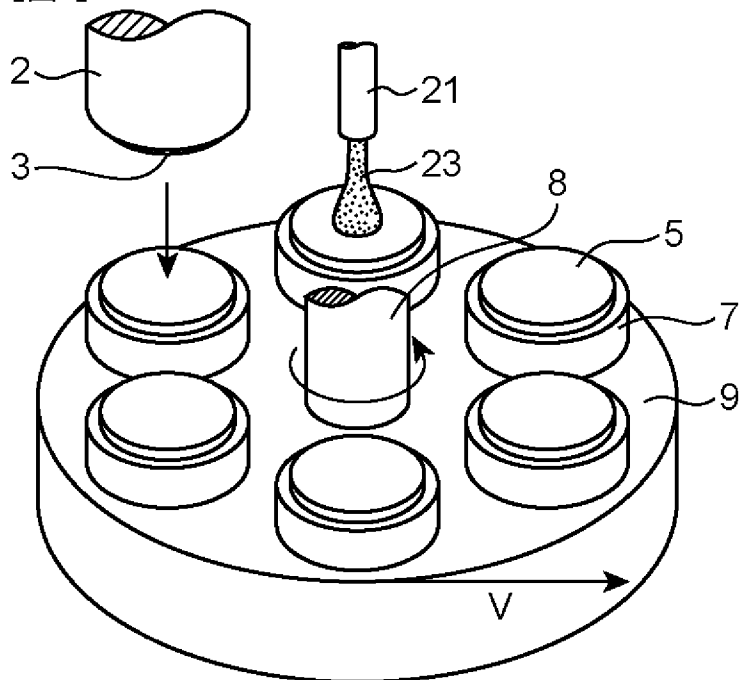
- [請求項1] ハードディスク用ガラス基板の製造方法であって、
 ガラスを溶融した後にプレス法で成形したガラスブランクスの表面を粗面化する粗面化工程、及び、その後に行われる表面研削工程を備えること、並びに
 前記粗面化工程前のガラスブランクスの上面粗さ $R_a 1$ と下面表面粗さ $R_a 2$ の比 ($R_a 1 / R_a 2$) が $0.2 \sim 0.7$ であり、前記粗面化工程によって前記 $R_a 1 / R_a 2$ を $0.9 \sim 1.1$ に調整することを特徴とする、ハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項2] 前記粗面化工程は、機械的方法又は化学的方法で行われることを特徴とする、請求項1に記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項3] 前記表面研削工程において、ダイヤモンド粒子を固定砥粒としたパッドを用いて前記粗面化工程を経たガラスブランクスを研削することを特徴とする、請求項1又は2に記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項4] 前記表面研削工程において、前記ダイヤモンド粒子の平均粒径が $4 \mu m$ 以下であることを特徴とする、請求項3に記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項5] 前記粗面化工程において、前記機械的方法としてブラスト処理を行うことを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項6] 前記粗面化工程において、前記化学的方法として薬液によるエッチング作用を使用することを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項7] 前記薬液の pH が $7.0 \sim 3.0$ の範囲であることを特徴とする、請求6に記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項8] 前記ガラスブランクスの厚みが $1 mm$ 以下であることを特徴とする

、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のハードディスク用ガラス基板の製造方法。

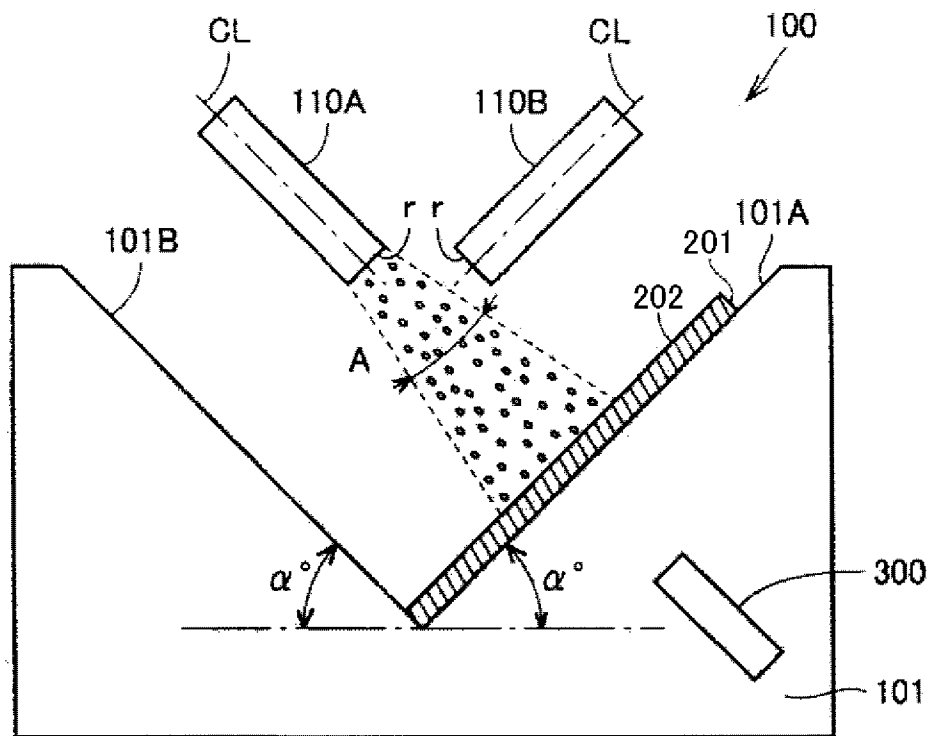
[図1]



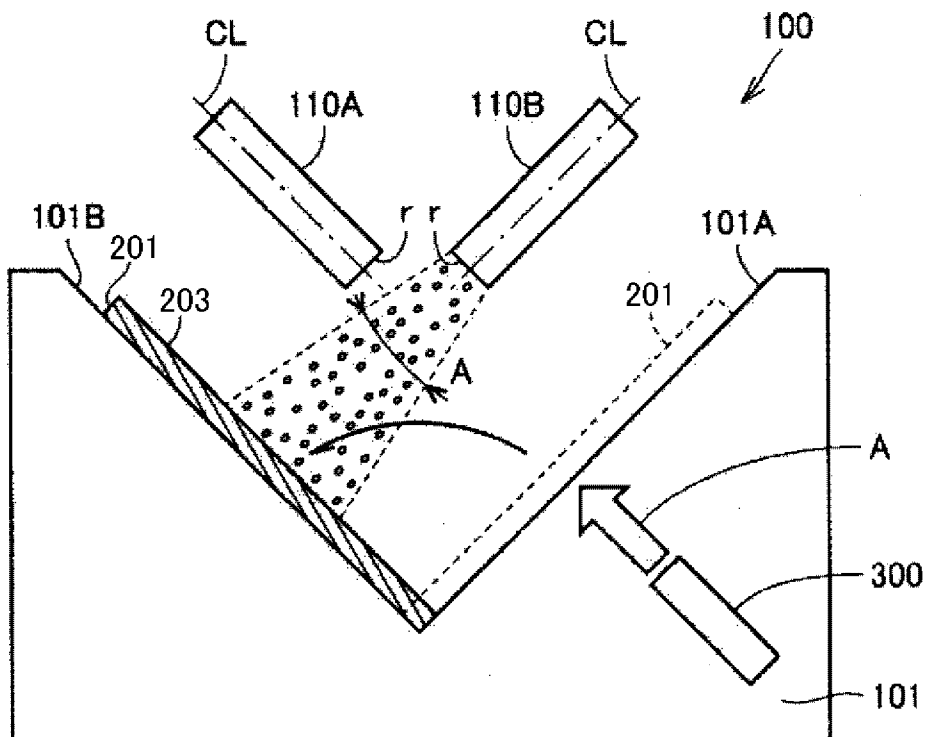
[図2]



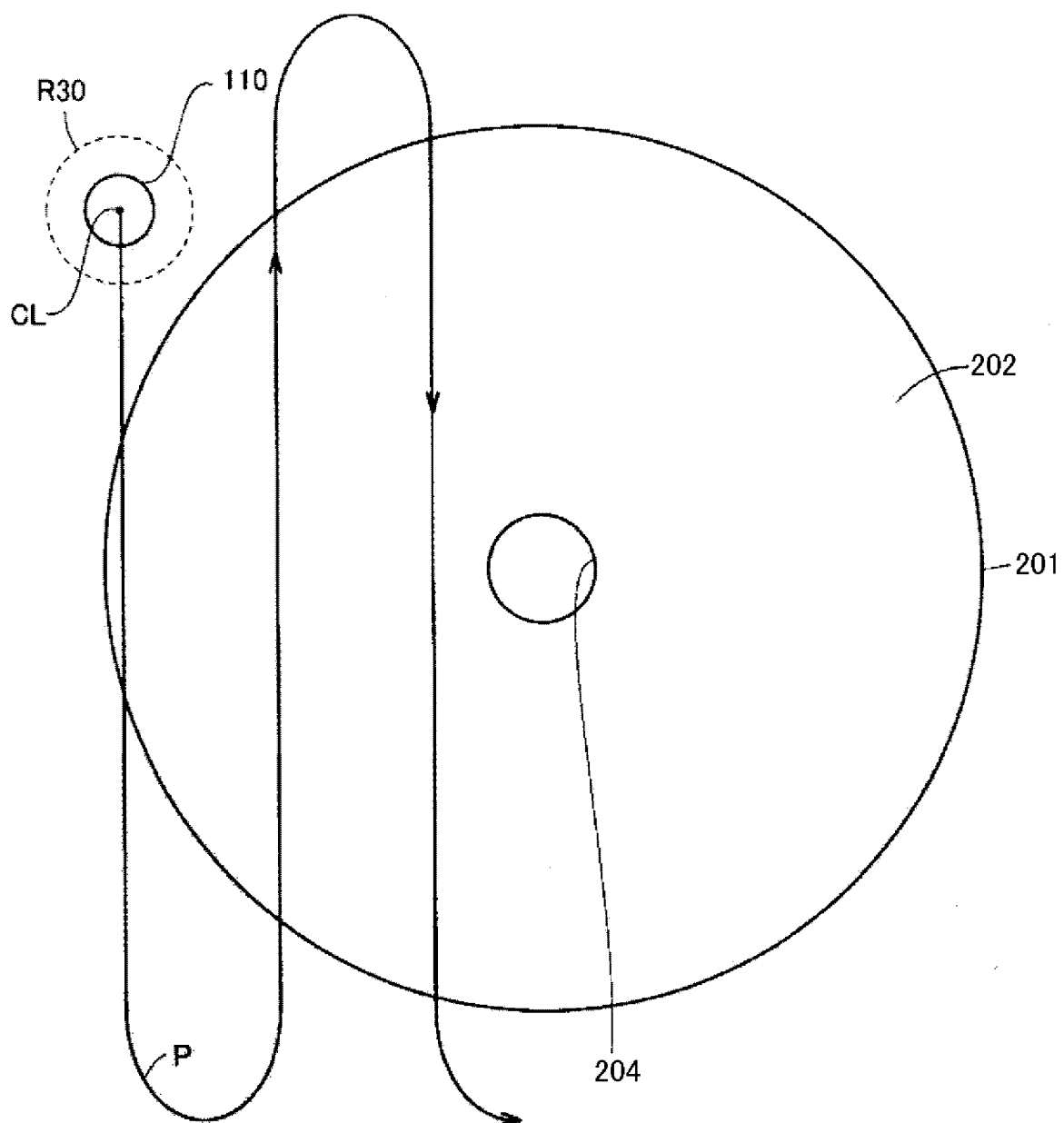
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/84(2006.01)i, C03C15/00(2006.01)i, C03C19/00(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)

G11B5/84, C03C15/00, C03C19/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2008-208012 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 11 September 2008 (11.09.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2012/043214 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 05 April 2012 (05.04.2012), entire text; all drawings & US 2013/0189546 A1	1-8
A	WO 2011/122303 A1 (Hoya Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), entire text; all drawings & US 2011/0283739 A1 & CN 102791642 A & SG 184234 A	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
18 March, 2014 (18.03.14)

Date of mailing of the international search report
25 March, 2014 (25.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007570

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-203941 A (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 22 October 2012 (22.10.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B5/84(2006.01)i, C03C15/00(2006.01)i, C03C19/00(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. G11B5/84, C03C15/00, C03C19/00

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 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 請求項の番号
A	JP 2008-208012 A（コニカミノルタオプト株式会社）2008.09.11, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-8
A	WO 2012/043214 A1（コニカミノルタオプト株式会社）2012.04.05, 全文, 全図 & US 2013/0189546 A1	1-8
A	WO 2011/122303 A1（HOYA株式会社）2011.10.06, 全文, 全図 & US 2011/0283739 A1 & CN 102791642 A & SG 184234 A	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

1 8 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 3 . 2 0 1 4

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

中野 和彦

5 D

3 5 6 4

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
A	JP 2012-203941 A (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2012.10.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8