

(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)



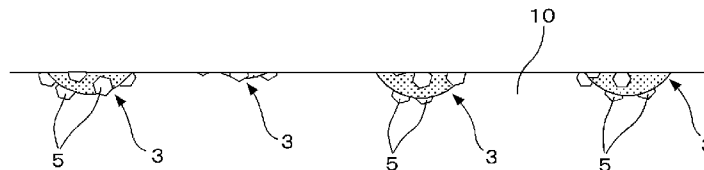
(10) 国際公開番号
WO 2014/104376 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/84 (2006.01) *C03C 19/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/085291
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 31 日(31.12.2013)
- (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 2012-289282 2012 年 12 月 31 日(31.12.2012) 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 2 丁目 7 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 長田 太志(OSADA Taiji); 〒1618525 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. 石井 智(ISHII Satoshi); 〒1618525 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). 深田 順平(FUKADA Junpei); 〒1618525 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: 大塚 武史(OTSUKA Takefumi); 〒1040045 東京都中央区築地 4 丁目 3 番 1 2 号 秀和第二築地レジデンス 2 1 0 号室 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, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING GLASS SUBSTRATE FOR MAGNETIC DISK AND METHOD FOR PRODUCING MAGNETIC DISK

(54) 発明の名称: 磁気ディスク用ガラス基板の製造方法及び磁気ディスクの製造方法

【図2】



(57) Abstract: The present invention provides a method for producing a glass substrate for a magnetic disk which is capable of producing a glass substrate for which flatness of the substrate after grinding processing by fixed abrasive grains is superior, and which is of high quality. This method for producing a glass substrate for a magnetic disk uses a lubricating fluid, and a pair of top and bottom platens for which fixed abrasive grains including diamond particles have been deployed on grinding surfaces thereof, and while supplying the lubricating fluid between the platens and the glass substrate, sandwiches both main surfaces of the glass substrate with the top and bottom platens so as to perform grinding at the same time. A sheet-like glass plate produced with a float glass process is used for the glass substrate, and on one of the main surface sides has a top portion of high tin content. The grinding step is set so that a difference in processing speed occurs between the top platen-side and the bottom platen-side, and the main surface side that has a top portion of higher tin content in the glass substrate is set on the platen side of slower processing speed and grinding is performed.

(57) 要約: 本発明は固定砥粒による研削加工後の基板の平坦度が良好で、高品質のガラス基板を製造可能な磁気ディスク用ガラス基板の製造方法を提供する。本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、潤滑液と、ダイヤモンド粒子を含む固定砥粒が研削面に配備された一対の上下定盤を用い、潤滑液を定盤とガラス基板の間へ供給しつつ、上下定盤でガラス基板の両主表面を挟んで同時研削する。ガラス基板はフロート法で製造したシート状の板ガラスを用い、一方の主表面側にはスズ含有量の多い表層部分を有する。研削加工は上定盤側と下定盤側とで加工速度の差が生じるようにし、加工速度が遅い方の定盤側にガラス基板のスズ含有量の多い表層部分を有する主表面をセットして研削する。

WO 2014/104376 A1

明 細 書

発明の名称：

磁気ディスク用ガラス基板の製造方法及び磁気ディスクの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ハードディスクドライブ（HDD）等の磁気ディスク装置に搭載される磁気ディスク用ガラス基板の製造方法および磁気ディスクの製造方法に関する。

背景技術

[0002] ハードディスクドライブ（HDD）等の磁気ディスク装置に搭載される情報記録媒体の一つとして磁気ディスクがある。磁気ディスクは、基板上に磁性層等の薄膜を形成して構成されたものであり、その基板として従来はアルミ基板が用いられてきた。しかし、最近では、高記録密度化の追求に呼応して、アルミ基板と比べて磁気ヘッドと磁気ディスクとの間隔をより狭くすることが可能なガラス基板の占める比率が次第に高くなってきている。また、ガラス基板表面は磁気ヘッドの浮上高さを極力下げることができるよう、高精度に研磨して高記録密度化を実現している。近年、HDDの更なる大記録容量化、低価格化の要求は増すばかりであり、これを実現するためには、磁気ディスク用ガラス基板においても更なる高品質化、低コスト化が必要になってきている。

[0003] 上述したように高記録密度化にとって必要な低フライングハイト（浮上量）化のために磁気ディスク表面の高い平滑性は必要不可欠である。磁気ディスク表面の高い平滑性を得るためには、結局、高い平滑性の基板表面が求められるため、高精度にガラス基板表面を研磨する必要がある。このようなガラス基板を作製するために、研削（ラッピング）処理にて板厚の調整と平坦度（平面度）を低減した後、さらに研磨処理を行って表面粗さや微小うねりを低減することによって、主表面における高い平滑性を実現してきた。

[0004] ところで、従来、遊離砥粒を用いていた研削（ラッピング）工程（例えば特

許文献 1 等)において、ダイヤモンドパッドを用いた固定砥粒による研削方法が提案されている(例えば特許文献 2 等)。ダイヤモンドパッドとは、ダイヤモンド粒子や、いくつかのダイヤモンド粒子がガラス、セラミック、金属、または樹脂などのバインダーで固められた凝集体を、樹脂(例えばアクリル系樹脂等)などの支持材を用いて固定したペレットをシートに貼り付けたものである。これ以外にも、ダイヤモンドを含む樹脂の層をシート上に形成した後に、樹脂層に溝を形成して突起状としたものでもよい。なお、ここで言うダイヤモンドパッドは必ずしも一般的な呼び名ではないが、本明細書では便宜上「ダイヤモンドパッド」と呼ぶこととする。

[0005] 従来の遊離砥粒では形状が歪な砥粒が定盤とガラスとの間に介在し不均一に存在するために、砥粒への荷重が一定にならず荷重が集中した場合、定盤表面は鋳鉄による低弾性であるため、ガラスに深いクラックが入り、加工変質層が深く、またガラスの加工表面粗さも大きくなるので、後工程の鏡面研磨工程で多くの除去量が必要であったため、加工コストの削減が困難であった。これに対し、ダイヤモンドパッドを用いた固定砥粒による研削では、シート表面に砥粒が均一に存在しているため、荷重が集中することなく、加えて樹脂を用いて砥粒をシートに固定しているため、砥粒に荷重が加わっても砥粒を固定している樹脂の高弾性作用により、加工面のクラック(加工変質層)は浅く、加工表面粗さの低下が可能となり、後工程への負荷(取代など)が低減され、加工コストの削減が可能になる。

この研削(ラッピング)工程の終了後は、高精度な平面を得るための鏡面研磨加工を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1: 特開 2001-6161 号公報

特許文献2: 特開 2012-209010 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述のように、ダイヤモンドパッドを用いた固定砥粒による研削方法によれば、加工面の表面粗さの低下が可能となり、後の鏡面研磨工程への負荷が低減され、ガラス基板の加工コストの削減が可能になるものの、本発明者の検討によれば次のような課題があることが判明した。

すなわち、フロート法により製造されたシート状の板ガラスを所定の形状に切り出したガラス基板に対して、直接、上記特許文献2に開示されているような従来のダイヤモンドパッドを用いた固定砥粒による両面同時研削加工を行う場合、加工後の平坦度が悪化し、磁気ディスクとなしたときに十分な平滑性を達成できない場合があった。

[0008] なお、上記研削加工の後に、鏡面研磨加工が行われるが、この鏡面研磨加工の取代は極めて僅かなものであり、研削加工によって生じた平坦度の悪化を改善することは困難である。従って、研削加工によってガラス基板の平坦度を十分に低減させる必要がある。

[0009] 本発明はこのような従来の課題を解決すべくなされたものであって、その目的は、固定砥粒による研削加工において、加工後の基板の平坦度が良好な、高品質のガラス基板を製造可能な磁気ディスク用ガラス基板の製造方法、およびそれによって得られるガラス基板を利用した磁気ディスクの製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者は、従来のダイヤモンドパッドを用いた固定砥粒による両面同時研削加工を行う場合、加工後の平坦度が悪化する原因を調査した結果、研削加工後に、ガラス基板のスズ含有量の多い表層部分を有する主表面側の表面粗さが反対側の主表面に比べて大きくなっていた。つまり、研削加工によってガラス基板の両主表面に表面粗さの差が生じた場合に、トワイマン効果によって、残留応力差を生じることにより基板の反りが発生したものと考えられる。

[0011] なお、フロート法で製造したシート状の板ガラスは、その製法に由来して一

方の主表面側にはスズ含有量の多い表層部分を有している。本明細書では、以下、このガラス基板のスズ含有量の多い表層部分を有する主表面を便宜上、単に「スズ面」と呼び、その反対側のスズ含有量の非常に少ない主表面を単に「非スズ面」と呼ぶこととする。

[0012] 本発明者はさらに調査した結果、フロート法で製造した板ガラスを用いたガラス基板の場合、固定砥粒による研削加工においては、スズ面の方が非スズ面よりも加工速度が速いことが判明した。また、ダイヤモンド粒子等の固定砥粒が研削面に配備された一対の上定盤と下定盤とを用い、潤滑液を定盤とガラス基板の間へ供給しつつ、上記一対の上下定盤でガラス基板の両主表面を挟んで研削する両面同時研削加工において、一般的に、加工速度が速いと被加工面の表面粗さが大きくなる。また、加工速度が速いガラス基板のスズ面側を、加工速度の速い定盤（例えば上定盤）で加工した場合、加工速度が速くなる相乗効果によってガラス基板の両主表面の表面粗さの差が大きくなり、その結果、基板の反りが発生するものと推測される。

[0013] 本発明は、本発明者の検討により得られた上記知見に基づき、さらに鋭意研究の結果なされたものである。

すなわち、上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を有する。

（構成１）

潤滑液と、ダイヤモンド粒子を含む固定砥粒が研削面に配備された一対の上定盤と下定盤とを用い、前記潤滑液を前記研削面とガラス基板の間へ供給しつつ、前記一対の上下定盤で前記ガラス基板の両主表面を挟んで研削する研削加工処理を含む磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、前記ガラス基板は、フロート法で製造したシート状の板ガラスを所定の形状に切り出したガラス基板であり、一方の主表面側には他方の主表面側よりスズ含有量の多い表層部分を有しており、前記研削加工処理は、前記上定盤側と前記下定盤側とで加工速度の差が生じるようにし、加工速度が遅い方の定盤側に前記ガラス基板の前記スズ含有量の多い表層部分を有する主表面をセットして研削することを特徴とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[0014] (構成2)

研削加工後の基板の平坦度が、 $2.5\mu\text{m}$ 以内となるように研削することを特徴とする構成1に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

(構成3)

研削加工後の基板の両主表面の表面粗さの差が、 R_a で $0.01\mu\text{m}$ 以内となるように研削することを特徴とする構成1又は2に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[0015] (構成4)

研削加工後の基板の両主表面の表面粗さが、いずれも R_a で $0.130\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする構成1乃至3のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

(構成5)

複数枚のガラス基板を同時研削加工する際に、前記ガラス基板の前記スズ含有量の多い表層部分を有する主表面がすべて同じ向きになるようにセットすることを特徴とする構成1乃至4のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[0016] (構成6)

相対的に加工速度が高い定盤側において、さらに固定砥粒の突き出し量を相対的に加工速度が低い定盤側よりも大きくすることを特徴とする構成1乃至5のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

(構成7)

前記研削加工処理は、研削加工を行う荷重よりも高荷重で前記ガラス基板表面を粗面化する第一段階と、該第一段階の後、前記第一段階の荷重よりも低荷重で前記ガラス基板表面の研削加工を行う第二段階とを有することを特徴とする構成1乃至6のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[0017] (構成8)

前記研削加工処理における加工速度は、 $3.0\mu\text{m}/\text{分} \sim 9.0\mu\text{m}/\text{分}$

であることを特徴とする構成 1 乃至 7 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

(構成 9)

構成 1 乃至 8 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法により製造された磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁気記録層を形成することを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、従来の固定砥粒を用いた研削加工における基板の平坦度の悪化を改善することができる。これにより、高品質のガラス基板を製造することが可能である。

さらに、本発明によって得られるガラス基板を利用し、信頼性の高い磁気ディスクを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明に用いられるダイヤモンドパッドの構成を示す概略断面図である。

[図2]研削加工時の状態を説明するための模式図である。

[図3]研削加工処理における印加荷重のシーケンスの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態を詳述する。

本発明は、上記構成 1 にあるように、潤滑液と、ダイヤモンド粒子を含む固定砥粒が研削面に配備された一对の上定盤と下定盤とを用い、前記潤滑液を前記定盤とガラス基板の間へ供給しつつ、前記一对の上下定盤で前記ガラス基板の両主表面を挟んで研削する研削加工処理を含む磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、前記ガラス基板は、フロート法で製造したシート状の板ガラスを所定の形状に切り出したガラス基板であり、一方の主表面側には他方の主表面側よりスズ含有量の多い表層部分を有しており、前記研削加工処理は、前記上定盤側と前記下定盤側とで加工速度の差が生じるようにし、加工速度が遅い方の定盤側に前記ガラス基板の前記スズ含有量の多い表

層部分を有する主表面をセットして研削することを特徴とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法である。また、上記構成2にあるように、研削加工後の基板の平坦度が $2.5\mu\text{m}$ 以内となるように研削することが好適である。

[0021] 磁気ディスク用ガラス基板は、通常、粗研削工程（粗ラッピング工程）、形状加工工程、精研削工程（精ラッピング工程）、端面研磨工程、主表面研磨工程、化学強化工程、等を経て製造される。

本発明の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法においては、フロート法で製造されたシート状ガラスから所定の大きさに切り出したガラス基板を用いる。前に説明したように、フロート法で製造したシート状の板ガラスは、その製法に由来して一方の主表面側にはスズ含有量の多い表層部分を有している。本発明は、このフロート法で製造した板ガラスから得られたガラス基板を用いる場合の特有の課題を解決するものである。

[0022] 次に、このガラス基板に寸法精度及び形状精度を向上させるための研削加工（ラッピング）を行う。この研削加工は、通常両面ラッピング装置を用い、ダイヤモンド等の硬質砥粒を用いてガラス基板主表面の研削を行う。こうしてガラス基板主表面を研削加工することにより、所定の板厚、平坦度に加工するとともに、所定の表面粗さを得る。

[0023] 本発明は、この研削加工の改善に関わるものである。本発明における研削加工処理は、ダイヤモンド粒子を含む固定砥粒を用いた研削加工であり、たとえば、両面ラッピング装置において、ダイヤモンドパッドがそれぞれ貼り付けられた上定盤と下定盤の間にキャリアにより保持したガラス基板を密着させ、さらに前記ガラス基板を上下定盤によって所定圧で挟圧しながら、ガラス基板と上下定盤とを相対的に移動させることにより、ガラス基板の両主表面を同時に研削する。この際、加工作用面を冷却したり、加工を促進するために潤滑液（クーラント）が供給される。

[0024] 本発明に使用する研削工具（固定砥粒砥石）であるダイヤモンドパッド1は、図1にその構成の概略を示したが、いくつかのダイヤモンド粒子5（図2参照）がガラス、セラミック、金属、または樹脂などのバインダーで固めら

れた凝集体3を樹脂（例えばアクリル系樹脂等）などの支持材を用いて固定したペレット4をシート2に貼り付けたものである。勿論、図1に示す構成はあくまでも一例であり、本発明はこれに限定する趣旨ではない。例えば、ダイヤモンドを含む樹脂の層をシート上に形成した後に、樹脂層に溝を形成して突起状としたダイヤモンドパッドを使用してもよい。凝集体に含まれる個々のダイヤモンド粒子の大きさは、平均粒径で1～5 μm であることが好ましい。

[0025] 上記凝集体の粒径（平均粒径）や樹脂中の砥粒密度の異なるものを製造することは可能である。なお、本実施の形態においては、ダイヤモンド固定砥粒が上記凝集体である場合について説明する。従って、本発明において、ダイヤモンド固定砥粒と言った場合は、特に断りのない限り、上記凝集体を意味するものとし、また、ダイヤモンド砥粒の平均粒径、及び砥粒密度と言った場合は、上記凝集体の平均粒径、及びペレット中の凝集体密度を意味するものとする。

但し、本発明は、ダイヤモンド固定砥粒が上記凝集体である場合に限定するものではない。ダイヤモンド固定砥粒が凝集体ではなく、ダイヤモンド粒子の粒1個であるようなダイヤモンドパッドを使用することもできる。

[0026] 本発明における研削加工処理は、上記のとおり、両面同時研削加工において、上定盤側と下定盤側とで加工速度の差が生じるようにし、加工速度が遅い方の定盤側にガラス基板のスズ含有量の多い表層部分を有するスズ面をセットして研削する。

本発明によれば、たとえばガラス基板のスズ面を加工速度の速い方の定盤側にセットした場合に比べて平坦度が向上するように加工することが可能である。そして、研削加工後の基板の平坦度が、2.5 μm 以内となるように研削することが可能である。

[0027] 前にも説明したとおり、フロート法で製造した板ガラスを用いたガラス基板の場合、固定砥粒による研削加工においては、スズ面の方が非スズ面よりも加工速度が速く、研削後の表面粗さが大きくなる。そこで、本発明におい

ては、加工速度が遅い方の定盤側にガラス基板のスズ面をセットして研削することにより、研削加工後の基板の表面粗さが両主表面で同程度になるように加工することができる。その結果、研削加工後に基板の反りが発生するのを防止することが可能になり、平坦度の良好なガラス基板が得られる。

[0028] 例えば、上下定盤のうち、下定盤側の加工速度を上定盤側の加工速度に比べて遅くする場合、下定盤側にガラス基板のスズ面をセットして研削することが好適である。また、反対に、上定盤側の加工速度を下定盤側の加工速度に比べて遅くする場合、上定盤側にガラス基板のスズ面をセットして研削することが好適である。

[0029] 本発明における研削加工処理においては、固定砥粒による両面同時研削加工において、上定盤側と下定盤側とで加工速度の差が生じるように設定する必要がある。仮に、上定盤側と下定盤側とで加工速度が同程度であると、ガラス基板のスズ面と非スズ面との加工速度の差に起因する表面粗さの差が両主表面で生じるため、基板の反りの発生を防止することができない。

[0030] 上定盤側と下定盤側の加工速度の差は、ガラス基板のスズ面と非スズ面との加工速度の差を可能な限り相殺できるように設定することが好ましい。フロート法で製造した板ガラスを用いるガラス基板の場合、スズ面と非スズ面の加工速度は、スズ面の方が10～20%程度速いため、このスズ面と非スズ面の加工速度の差により生じる基板の両主表面での表面粗さの差を実質的に相殺できるように、上定盤側と下定盤側の加工速度の差を設定することが好適である。すなわち、スズ面側を加工する定盤の加工速度を、反対側と比較して10～20%遅くすることが好ましい。

[0031] 上下定盤側の加工速度は、例えば上下定盤の回転速度や、太陽歯車（サンギア）の回転速度と内歯歯車（インターナルギア）の回転速度とにより決定されるワークキャリアの自転、公転等によって調節することが可能である。よって、これらを上下定盤側で夫々調節することにより、上定盤側と下定盤側で所望の加工速度の差が生じるように設定することができる。

[0032] 本発明においては、平坦度の良好なガラス基板を得るために、研削加工後

の基板の平坦度が $2.5\mu\text{m}$ 以内となるように研削することが好ましい。さらに好ましくは、 $2.0\mu\text{m}$ 以内となるように研削することである。研削加工後の基板の平坦度が $2.5\mu\text{m}$ よりも大きいと、後の研磨加工では平坦度を改善することは困難である。なお、基板の平坦度は、後述の実施例で説明する方法によって測定することができる。

[0033] 本発明の研削加工処理においては、上記のように加工速度が遅い方の定盤側にガラス基板のスズ面をセットして、研削加工後の基板の両主表面の表面粗さRaの差 (ΔRa) が、 $0.01\mu\text{m}$ 以内となるように研削することが望ましい。これによって、研削加工後の基板の平坦度を $2.5\mu\text{m}$ 以内にすることが可能である。さらに好ましくは、研削加工後の基板の両主表面の表面粗さRaの差 (ΔRa) が、 $0.005\mu\text{m}$ 以内となるように研削することである。これによって、研削加工後の基板の平坦度をさらに良好な $2.0\mu\text{m}$ 以内にすることが可能である。なお、基板の表面粗さは、後述の実施例で説明する方法によって測定することができる。

[0034] 本発明においては、上記研削加工後のガラス基板の両主表面の表面粗さが、いずれもRaで $0.130\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。このように上記研削加工による仕上がりの粗さを低く抑えることによって、後の研磨工程の加工負荷を減らすことができる。

[0035] 通常、磁気ディスク用ガラス基板の製造においては、複数枚（例えば1バッチ100枚程度）のガラス基板を同時研削加工するが、加工速度が遅い方の定盤側に複数枚のガラス基板のスズ面がすべて同じ向きになるようにセットして加工を行うことが好適である。これによって、加工後のすべてのガラス基板の平坦度を良好に仕上げることができる。

[0036] ところで、フロート法で製造された板ガラスのような鏡面ガラス表面を有する基板に対して、直接、ダイヤモンドパッドを用いた固定砥粒による研削加工を行う場合、基板表面は鏡面であるため、加工初期に、ダイヤモンド砥粒が基板表面になかなか食い込まず滑ってしまい、研削加工できない時間が発生しやすい。

[0037] 本発明においては、相対的に加工速度が高い定盤側において、さらに固定砥粒の突き出し量を加工速度が低い定盤側よりも相対的に大きくすることが好適である。すなわち、相対的に加工速度が高い定盤側において、さらに固定砥粒の突き出し量を加工速度の低い定盤側よりも相対的に大きくし、その定盤側で非スズ面を加工するようにすることが好ましい。

本発明では、投入基板の主表面が鏡面であるために、固定砥粒砥石の表面にスラッジが溜まりやすい。生産性向上のために同じ固定砥粒砥石を用いて多数枚の基板処理を行う場合は、上下定盤で固定砥粒の突き出し量を制御することが好適であることを本発明者は突き止めた。

すなわち、相対的に加工速度が高い定盤側の固定砥粒の突き出し量を、加工速度が低い定盤側よりも相対的に大きくすることで、多数枚の基板を加工した場合の基板間の平坦度のバラツキが改善することができる。これは、研削加工されにくい非スズ面側において、研削加工初期の固定砥粒の食い込み特性が改善することにより、固定砥粒が非スズ面に食い込むタイミングが揃うことに起因すると考えられる。

[0038] 上記の固定砥粒の突出し量は、以下のようにして測定することができる。

研削加工実施前の上下定盤の研削砥石（通常、円盤状に形成されている）に対して、内周から外周までの距離を100%としたとき、内周から10%、50%、90%の位置から、それぞれ2.5mm×2.5mmの大きさの合計6サンプル（パッド片）を切り出す。この6サンプルのそれぞれについて、例えばレーザー顕微鏡を用いて得られた観察画像から任意の固定砥粒の例えば5個を選択し、砥粒と砥粒周辺の樹脂部との高低差を測定し、全砥粒の高低差の平均値をもってその研削砥石の固定砥粒の突出し量と定義する。

[0039] 固定砥粒の突出し量を調整するためには、例えばドレス処理によって行うことが可能である。具体的には、たとえば、研削加工に使用する両面研削装置をドレス処理にも適用し、上下定盤に配備されたダイヤモンドパッドのような研削砥石表面に、適当な厚みバラツキに管理された砥石を接触させ、両面研削装置の上下定盤を回転させた状態でドレス処理を行うことができる。ド

レス処理に用いる砥石の材質は特に制約されないが、例えばアルミナ砥石などが好適である。また、この場合、厚みバラツキの異なる複数の砥石を用いて、段階的にドレス処理を行うようにしてもよい。

上下定盤での固定砥粒の突き出し量の差は、安定した効果を得るためには $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。また、この固定砥粒の突き出し量の差が $10\text{ }\mu\text{m}$ より大きいと、突き出し量が多い定盤側でスクラッチが発生する恐れがあるので、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

[0040] また、本発明における研削加工処理においては、研削加工を行う荷重よりも高荷重でガラス基板表面を粗面化する第一段階と、該第一段階の後、該第一段階の荷重よりも低荷重でガラス基板表面の研削加工を行う第二段階とによって研削加工を行うことも好適である。

鏡面ガラス表面をダイヤモンドパッドで直接研削加工するためには、まず、ダイヤモンド砥粒をガラス基板表面に食い込ませるためガラス表面に対して通常の研削加工時よりも高い荷重負荷をかける必要がある。高い負荷はそれだけ砥粒の切り込み深さが深くなるため、ガラス表面の粗さを粗くさせる（粗面化する）ことができる。上記第一段階は、このように鏡面ガラス表面にダイヤモンド砥粒を食い込ませて粗面化する段階である。

[0041] このような加工途中の第一段階でガラス表面が粗面化された後には、研削加工に対して高い負荷は必要なく、むしろ負荷を下げて砥粒の切り込み深さを浅くした条件で本来の研削加工（本加工）を行う。上記第二段階はこの本加工を行う段階である。図2は、研削加工時の状態を説明するための図であり、ダイヤモンド砥粒3がガラス基板10に食い込んで研削している状態を示している（イメージ図）。

[0042] 以上の第一段階と第二段階とを有する研削加工を行うことにより、加工速度を落とさずに当該研削加工を行うことが可能となる。さらに、それら研削加工の詳細条件を調節することで、仕上がり加工面の表面粗さを低く抑えることも可能となる。

図3は、この研削加工処理における印加荷重のシーケンスの一例を示す図で

ある。

図3の横軸は時間、縦軸は印加荷重である。スタートから荷重を次第に上げていき、荷重が P_1 に達した時点（A点）で一定時間（ t_1 ）を維持する。ここまでの上記第一段階であり、ガラス表面を粗面化する。

なお、A点へ至る荷重の印加を多段階のステップに分けて行ってもよい。すなわち、荷重を段階的に（シーケンス上においては階段状に）上げててもよい。

そして、B点から荷重を次第に下げていき、通常の研削加工荷重 P_2 に達した時点（C点）で一定時間（ t_2 ）を維持し、D点で研削加工を終了する。この間が上記第二段階であり、本加工を行う段階である。

[0043] 上記第一段階における荷重 P_1 は、 $130 \sim 200 \text{ g/cm}^2$ の範囲とすることが好ましい。荷重 P_1 が 130 g/cm^2 よりも小さいと前述の研削加工で足りない時間を十分に短縮できず、加工速度が低下してしまう。一方、荷重 P_1 が 200 g/cm^2 よりも大きいと、砥粒による切込みが深くなりすぎて、スクラッチが多く発生し、本加工や後続の研磨工程の取代を大きくする必要が出てくるため加工時間が長くなってしまう。

また、上記第二段階における荷重 P_2 は、 $50 \sim 120 \text{ g/cm}^2$ の範囲とすることが好ましい。研削加工の条件を調節することで加工面の表面粗さを低く抑えることも可能になる。

また、 $P_1/P_2 = 3.0$ 以下であることが好ましい。これによって、加工速度の向上に加えて研削加工後の低粗さをも達成することが可能となる。

[0044] また、加工開始から上記A点（荷重 P_1 ）に至る第一段階の荷重印加速度（傾き k ）を、 $0.5 \sim 15 \text{ g/(cm}^2 \cdot \text{sec)}$ とすることが好ましい。傾き k が $0.5 \text{ g/(cm}^2 \cdot \text{sec)}$ より小さい（印加速度が遅い）場合、低い荷重のため砥粒が滑って食い込まず、むしろ砥粒が磨耗することになり、研削能力が劣化するので好ましくない。一方、傾き k が $15 \text{ g/(cm}^2 \cdot \text{sec)}$ より大きい（印加速度が速い）場合、ガラス基板に対して砥粒に急激な負荷が印加されるため、砥粒が破碎して研削能力が低下したり、ガラス基板が割れてしまったりする。

[0045] また、上記第一段階における荷重 P_1 で粗面化する時間 t_1 は、例えば 10 ～ 600 秒の範囲とすることが好ましい。 t_1 が 10 秒より短いと、ガラス主表面への砥粒の食い込みが不十分となり加工速度が遅くなる恐れがある。一方、 t_1 が 600 秒より長いと、深いスクラッチが発生しやすくなり、仕上りの主表面が粗くなる恐れがある。

また、B 点（荷重 P_1 ）から荷重を次第に下げていき、通常の研削加工荷重 P_2 に達する C 点までの時間は、例えば 10 ～ 90 秒の範囲とすることが好ましい。BC 間の時間が 10 秒より短いと、急激な荷重変動により基板平坦度が悪化する可能性がある。一方、BC 間の時間が 90 秒より長くなると、 P_1 （第一段階）から P_2 （第二段階）に移行する間にガラスが過剰に研削されるため板厚のコントロールが難しくなったり、深いスクラッチが発生して仕上りの主表面粗さが増大する恐れがある。

[0046] また、上記第二段階における荷重 P_2 で研削加工を行う時間 t_2 は、30 秒以上とすることが好ましい。荷重 P_2 にて一定量を加工しないと荷重 P_1 で形成した溝を取りきれず、それがスクラッチとして残る恐れがある。 t_2 の上限は、研削加工処理での仕上がり品質等を考慮して適宜決定される。なお、 $t_1 < t_2$ とすると、仕上りの粗さを低下させることができるので好ましい。

[0047] また、本発明においては、研削加工処理全体における加工速度は、概ね 3.0 ～ 9.0 $\mu\text{m}/\text{分}$ の範囲であり、加工速度を落とさずに研削加工を行なうことが可能である。なお、上記研削加工処理全体における加工速度とは、全研削厚みを全加工時間（第一段階と第二段階を含む）で除した値のことを云う。

[0048] また、本発明においては、上記ダイヤモンド固定砥粒の平均粒径が 20 ～ 40 μm であることが好適である。さらに、ダイヤモンド固定砥粒の個々の粒径は、10 ～ 50 μm であることが好ましい。上記ダイヤモンド砥粒の平均粒径あるいは個々の粒径が上記を下回ると鏡面状ガラス基板に対する切り込みが浅くなりガラス基板への食い込みが進行しない。一方、上記ダイヤモンド

ド砥粒の平均粒径あるいは個々の粒径が上記を上回ると仕上りの粗さが粗くなるため後工程の取り代負荷が大きくなる。

なお、前にも説明したとおり、ここでダイヤモンド固定砥粒とは、前記凝集体を意味する。

また、凝集体に含まれる個々のダイヤモンド粒子の大きさは、平均粒径で1～5 μm であることが好ましい。

[0049] なお、本発明において、上記平均粒径とは、レーザー回折法により測定された粒度分布における粉体の集団の全体積を100%として累積カーブを求めたとき、その累積カーブが50%となる点の粒径（以下、「累積平均粒子径（50%径）」と呼ぶ。）を言う。本発明において、累積平均粒子径（50%径）は、具体的には、粒子径・粒度分布測定装置を用いて測定して得られる値である。

[0050] 本発明において、研削加工処理に投入するガラス基板の表面粗さは、通常はRaで0.001～0.01 μm である。また、本発明において、上記第一段階終了後のガラス基板の表面粗さは、概ねRaで0.100～0.150 μm の範囲である。この範囲に粗面化されることにより、続く第二段階の研削加工が良好に行われる。

また、上記第二段階終了後、つまり研磨加工終了後のガラス基板の表面粗さに関しては前に説明したとおりである。

[0051] 以上説明したように、高荷重でガラス基板表面を粗面化する第一段階と、該第一段階の荷重よりも低荷重でガラス基板表面を研削加工する第二段階とによって本発明の研削加工処理を行うことにより、前述の研削加工できない時間の発生による生産性の低下を改善することができ、また、第一段階と第二段階とを有する研削加工処理は、同一の装置を用いて連続して行うことができるので、生産性を上げることが可能である。また、加工速度を落とさずに、しかも加工面の表面粗さを低く抑えることが可能となり、後の工程の加工負荷も減らすことができる。

[0052] また、本発明における研削加工処理を以上説明したような第一段階と第二段

階とによって行う場合、上定盤側と下定盤側とで加工速度の差が生じるように条件を設定し、ガラス基板のスズ面側が加工速度の遅い方の定盤で加工されるようにすることが必要である。

さらに、2つの段階に分けて研削加工する場合は、第二段階（より好ましくは第二段階の中でも終わりの方）においてガラス基板のスズ面が除去されるようにするとよい。本発明では上下定盤で加工速度に差をつけているため、第一段階などの加工初期の段階でガラス基板のスズ面を全て取りきってしまうと、両主表面のうち一方のみ取代が多くなり、研削加工処理後の粗さが両主表面で異なる場合が出てくるためである。

[0053] 本発明においては、ガラス基板を構成するガラス（の硝種）は、アモルファスのアルミノシリケートガラスとすることが好ましい。このようなガラス基板は表面を鏡面研磨することにより平滑な鏡面に仕上げることができ、また加工後の強度が良好である。このようなアルミノシリケートガラスとしては、例えば、 SiO_2 を主成分として Al_2O_3 を20重量%以下含むガラスが好ましい。さらに、 SiO_2 を主成分として Al_2O_3 を15重量%以下含むガラスとするとより好ましい。具体的には、 SiO_2 を62重量%以上75重量%以下、 Al_2O_3 を5重量%以上15重量%以下、 Li_2O を4重量%以上10重量%以下、 Na_2O を4重量%以上12重量%以下、 ZrO_2 を5.5重量%以上15重量%以下、主成分として含有するとともに、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ の重量比が0.5以上2.0以下、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ の重量比が0.4以上2.5以下であるリン酸化物を含まないアモルファスのアルミノシリケートガラスを用いることができる。

[0054] また、耐熱性ガラスとしては、例えば、モル%表示にて、 SiO_2 を50～75%、 Al_2O_3 を0～5%、 BaO を0～2%、 Li_2O を0～3%、 ZnO を0～5%、 Na_2O および K_2O を合計で3～15%、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO を合計で14～35%、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 および HfO_2 を合計で2～9%、含み、モル比 $[(\text{MgO} + \text{CaO}) / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})]$

〕が0.85～1の範囲であり、且つモル比 $[Al_2O_3 / (MgO + CaO)]$ が0～0.30の範囲であるガラスを好ましく用いることができる。

また、 SiO_2 を56～75モル%、 Al_2O_3 を1～9モル%、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O からなる群から選ばれるアルカリ金属酸化物を合計で6～15モル%、 MgO 、 CaO および SrO からなる群から選ばれるアルカリ土類金属酸化物を合計で10～30モル%、 ZrO_2 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Nb_2O_5 および Ta_2O_5 からなる群から選ばれる酸化物を合計で0%超かつ10モル%以下、含むガラスであってもよい。

本発明において、ガラス組成における Al_2O_3 の含有量が15重量%以下であると好ましい。さらには、 Al_2O_3 の含有量が5モル%以下であるとお好ましい。

[0055] 本発明における研削加工処理の終了後は、高精度な平面を得るための鏡面研磨加工を行う。本発明においては、研削加工において、本発明による研削加工処理を適用したことにより、平坦度の良好な基板を得ることができ、また加工表面粗さの低下も可能となるため、後の鏡面研磨加工工程での除去量が少なく済み、加工負荷が低減され、加工コストの削減が可能になる。

[0056] ガラス基板の鏡面研磨方法としては、酸化セリウムやコロイダルシリカ等の金属酸化物の研磨材を含有するスラリー（研磨液）を供給しながら、ポリウレタン等のポリシャの研磨パッドを用いて行うのが好適である。高い平滑性を有するガラス基板は、たとえば酸化セリウム系研磨材を用いて研磨した後（第1研磨加工）、さらにコロイダルシリカ砥粒を用いた仕上げ研磨（鏡面研磨）（第2研磨加工）によって得ることが可能である。

[0057] 本発明においては、鏡面研磨加工後のガラス基板の表面は、算術平均表面粗さ R_a が0.2nm以下、さらに好ましくは0.13nm以下である鏡面とされることが好ましい。なお、本発明において R_a 、 R_{max} というときは、日本工業規格（JIS）B0601に準拠して算出される粗さのことである。

また、本発明において表面粗さ（例えば、最大粗さ R_{max} 、算術平均粗さ

R a) は、原子間力顕微鏡 (A F M) で測定したときに得られる表面形状の表面粗さとすることが実用上好ましい。なお、A F Mの測定領域は、 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ の範囲である。

[0058] 本発明においては、第1研磨加工後、第2研磨加工前に、化学強化処理を施すことが好ましい。化学強化処理の方法としては、例えば、ガラス転移点の温度を超えない温度領域で、イオン交換を行う低温型イオン交換法などが好ましい。化学強化処理とは、溶融させた化学強化塩とガラス基板とを接触させることにより、化学強化塩中の相対的に大きな原子半径のアルカリ金属元素と、ガラス基板中の相対的に小さな原子半径のアルカリ金属元素とをイオン交換し、ガラス基板の表層に該イオン半径の大きなアルカリ金属元素を浸透させ、ガラス基板の表面に圧縮応力を生じさせる処理のことである。化学強化処理されたガラス基板は耐衝撃性に優れているので、例えばモバイル用途のHDDに搭載するのに特に好ましい。化学強化塩としては、硝酸カリウムや硝酸ナトリウムなどのアルカリ金属硝酸塩を好ましく用いることができる。

なお、上記化学強化処理に投入される時点で、ガラス基板のスズ面側のスズ含有量の多い表層部分はほぼ除去されていることが好ましい。化学強化処理前に、このスズ含有量の多い表層部分が残っていると、化学強化処理によって基板の反りが発生するという不具合を生じるためである。

[0059] また、本発明は、以上の磁気ディスク用ガラス基板を用いた磁気ディスクの製造方法についても提供する。本発明において磁気ディスクは、本発明による磁気ディスク用ガラス基板の上に少なくとも磁性層を形成して製造される。磁性層の材料としては、異方性磁界の大きな六方晶系であるC o C r P t系やC o P t系強磁性合金を用いることができる。磁性層の形成方法としてはスパッタリング法、例えばD Cマグネトロンスパッタリング法によりガラス基板の上に磁性層を成膜する方法を用いることが好適である。またガラス基板と磁性層との間に、下地層を介挿することにより磁性層の磁性グレインの配向方向や磁性グレインの大きさを制御することができる。例えば、C r

系合金など立方晶系下地層を用いることにより、例えば磁性層の磁化容易方向を磁気ディスク面に沿って配向させることができる。この場合、面内磁気記録方式の磁気ディスクが製造される。また、例えば、RuやTiを含む六方晶系下地層を用いることにより、例えば磁性層の磁化容易方向を磁気ディスク面の法線に沿って配向させることができる。この場合、垂直磁気記録方式の磁気ディスクが製造される。下地層は磁性層同様にスパッタリング法により形成することができる。

[0060] また、磁性層の上に、保護層、潤滑層をこの順に形成するとよい。保護層としてはアモルファスの水素化炭素系保護層が好適である。例えばプラズマCVD法により保護層を形成することができる。また、潤滑層としては、パーフルオロポリエーテル化合物の主鎖の末端に官能基を有する潤滑剤を用いることができる。取り分け、極性官能基として水酸基を末端に備えるパーフルオロポリエーテル化合物を主成分とすることが好ましい。潤滑層はディップ法により塗布形成することができる。

本発明によって得られるガラス基板を利用することにより、信頼性の高い磁気ディスクを得ることができる。

実施例

[0061] 以下に実施例を挙げて、本発明の実施の形態について具体的に説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(実施例1)

以下の(1)基板準備工程、(2)形状加工工程、(3)端面研磨工程、(4)主表面研削加工処理、(5)主表面研磨工程(第1研磨工程)、(6)化学強化工程、(7)主表面研磨工程(第2研磨工程)を経て本実施例の磁気ディスク用ガラス基板を製造した。

[0062] (1) 基板準備工程

フロート法により製造された厚さ1mmのアルミノシリケートガラスからなる大板ガラスを準備し、正方形の小片となるようにダイヤモンドカッターを用いて裁断した。次いで、ダイヤモンドカッターを用いて、外径65mm、

中心部に内径20mmの円孔を有する円盤形状に加工した。このアルミノシリケートガラスとしては、重量%で表して、

SiO_2 58~66%、 Al_2O_3 13~19%、 Li_2O 3~4.5%、 Na_2O 6~13%、 K_2O 0~5%、 R_2O 10~18%、（ただし、 $\text{R}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ）

MgO 0~3.5%、 CaO 1~7%、 SrO 0~2%、 BaO 0~2%、 RO 2~10%、（ただし、 $\text{RO} = \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ ）

TiO_2 0~2%、 CeO_2 0~2%、 Fe_2O_3 0~2%、 MnO 0~1%、（ただし、 $\text{TiO}_2 + \text{CeO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO} = 0.01 \sim 3\%$ ）の組成を含有する化学強化用ガラスを使用した。

[0063] (2) 形状加工工程

次に、ダイヤモンド砥石を用いてガラス基板の中央部分に孔を空けると共に、外周端面および内周端面に所定の面取り加工を施した。なお、一般に、2.5インチ型HDD（ハードディスクドライブ）では、外径が65mmの磁気ディスクを用いる。

[0064] (3) 端面研磨工程

次いで、公知の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端面（内周、外周）の表面を研磨した。

[0065] (4) 主表面研削加工処理

この主表面研削加工処理は両面研削装置を用い、ダイヤモンドパッドが貼り付けられた上下定盤の間にキャリアにより保持したガラス基板をセットして行なった。ダイヤモンドパッドとしては、複数のダイヤモンド粒子をガラスでビトリファイド結合させた凝集体を樹脂で固定して固定砥粒とした固定砥粒砥石を使用した。ここで、凝集体の平均粒径は約 $25\mu\text{m}$ 、凝集体中の個々のダイヤモンド粒子の平均粒径（D50）は $2.5\mu\text{m}$ とした。また、潤滑液を使用しながら行った。なお、研削加工処理前のガラス基板の主表面は鏡面であった。また、主表面の粗さを触針式粗さ計で測定したところ、Raで5n

mであった。

[0066] 具体的には、定盤の回転数を10～100rpmの範囲で適宜選択し、ガラス基板への荷重は、図3に示すシーケンスに従って印加した。本実施例では、第一段階（粗面化）の荷重（P1）を150g/cm²に設定した。また、第二段階（本加工）の荷重（P2）を100g/cm²に設定した。上定盤回転数は20rpm、下定盤回転数は30rpmにそれぞれ設定した。また、太陽歯車（サンギア）の回転数は8rpm、内歯歯車（インターナルギア）の回転数は3rpmと設定した。この条件の場合、上定盤と基板の相対速度が下定盤と基板の相対速度よりも10～20%速くなり、結果、上定盤側の方が下定盤側よりも加工速度が速くなる。そして、ガラス基板のスズ面を加工速度の遅い下定盤側に向けてセットし、キャリア内に収納したガラス基板の両面を同時研削加工した。

なお、図3における傾きkは10g/(cm²・sec)、t1は60秒、BC間の時間は15秒、t2はt1よりも長い200秒とした。

上記研削加工処理を終えたガラス基板を、中性洗剤、水の各洗浄槽（超音波印加）に順次浸漬して、超音波洗浄を行なった。

[0067] この研削加工処理は、合計1バッチ100枚の加工を行なった。加工後のガラス基板について、斜入射干渉法フラットネステスターを用いて、平坦度の測定を行った。また、触針式表面粗さ計を用いて、加工後のガラス基板の両主表面の表面粗さ（Ra）の測定を行った。加工後のガラス基板の平坦度と、両主表面の表面粗さの差（ΔRa）の測定結果を表1に示した。なお、表1の数値は、基板100枚の平均値である。また、研削加工処理直前のガラス基板の平坦度の平均値は、2.5μmであった。

[0068] （5）主表面研磨工程（第1研磨工程）

次に、上述した研削加工で残留した傷や歪みを除去するための第1研磨工程を両面研磨装置を用いて行なった。両面研磨装置においては、研磨パッドが貼り付けられた上下研磨定盤の間にキャリアにより保持したガラス基板を密着させ、このキャリアを太陽歯車（サンギア）と内歯歯車（インターナルギ

ア) とに噛合させ、上記ガラス基板を上下定盤によって挟圧する。その後、研磨パッドとガラス基板の研磨面との間に研磨液を供給して回転させることによって、ガラス基板が定盤上で自転しながら公転して両面を同時に研磨加工するものである。具体的には、ポリシャとして硬質ポリシャ（硬質発泡ウレタン）を用い、第1研磨工程を実施した。研磨液としては酸化セリウムを研磨剤として分散した水とし、荷重 100 g/cm^2 として実施した。上記第1研磨工程を終えたガラス基板を洗浄し、乾燥した。

[0069] (6) 化学強化工程

次に、上記洗浄を終えたガラス基板に化学強化を施した。化学強化は硝酸カリウムと硝酸ナトリウムを混合して溶融させた化学強化液を用意し、この化学強化溶液にガラス基板を浸漬して化学強化処理を行なった。

[0070] (7) 主表面研磨工程（第2研磨工程）

次いで上記の第1研磨工程で使用したのと同じ両面研磨装置を用い、ポリシャを軟質ポリシャ（スウェード）の研磨パッドに替えて第2研磨工程を実施した。この第2研磨工程は、上述した第1研磨工程で得られた平坦な表面を維持しつつ、例えばガラス基板主表面の表面粗さを R_a で 0.2 nm 程度以下の平滑な鏡面に仕上げるための鏡面研磨加工である。研磨液としてはコロイダルシリカを分散した水とし、荷重 100 g/cm^2 として実施した。上記第2研磨工程を終えたガラス基板を洗浄し、乾燥した。

[0071] また、上記工程を経て得られたガラス基板の主表面の表面粗さを原子間力顕微鏡（AFM）にて測定したところ、 $R_{\text{max}} = 1.53\text{ nm}$ 、 $R_a = 0.13\text{ nm}$ と超平滑な表面を持つガラス基板を得た。AFMの測定エリアは、 $5\text{ }\mu\text{m} \times 5\text{ }\mu\text{m}$ である。また、そのガラス基板の表面を原子間力顕微鏡（AFM）及び電子顕微鏡で分析したところ、鏡面状であり、突起や傷等の表面欠陥は観察されなかった。

また、得られたガラス基板の外径は 65 mm 、内径は 20 mm 、板厚は 0.635 mm であった。

こうして、本実施例の磁気ディスク用ガラス基板を得た。

[0072] (比較例 1)

上記実施例 1 の研削加工処理において、ガラス基板のスズ面を加工速度の速い上定盤側に向けてセットして、研削加工を実施した。そして、この研削加工処理以外は実施例 1 と同様にして磁気ディスク用ガラス基板を得た。

[0073] (比較例 2)

上記実施例 1 の研削加工処理において、上下定盤の加工速度が略同じとなるように条件を設定し、ガラス基板のスズ面を上定盤側に向けてセットして、研削加工を実施した。そして、この研削加工処理以外は実施例 1 と同様にして磁気ディスク用ガラス基板を得た。

[0074] (実施例 2～5)

上記実施例 1 の研削加工処理において、上定盤側の加工速度をそれぞれ 5, 10, 20, 30%遅くなるように設定し、ガラス基板のスズ面を上定盤側に向けてセットして、研削加工を実施した。そして、この研削加工処理以外は実施例 1 と同様にして磁気ディスク用ガラス基板を得た。

上記各例の研削加工後のガラス基板について、平坦度と、両主表面の表面粗さの差 (ΔR_a) の測定結果を表 1 に示した。

[0075] [表1]

表1	ガラス基板のスズ面をセットする向き	平坦度(μm)	$\Delta R_a(\mu m)$
実施例1	下定盤側(上定盤側よりも加工速度が低い)	2.3	0.009
比較例1	上定盤側(下定盤側よりも加工速度が高い)	3.4	0.021
比較例2	上定盤側(上下定盤の速度は同等)	2.8	0.015
実施例2	上定盤側(下定盤側よりも加工速度が5%低い)	2.2	0.008
実施例3	上定盤側(下定盤側よりも加工速度が10%低い)	2.0	0.005
実施例4	上定盤側(下定盤側よりも加工速度が20%低い)	1.9	0.005
実施例5	上定盤側(下定盤側よりも加工速度が30%低い)	2.1	0.006

[0076] 上記表 1 の結果から、以下のことがわかる。

1. 加工速度の遅い下定盤側にガラス基板のスズ面をセットして研削加工を行った実施例 1 においては、加工後の基板の平坦度が良好である。また基板の両主表面の表面粗さの差も小さく、研削後の基板粗さが両面で略同じになるように加工されている。さらに、実施例 1 と実施例 2～5 との対比から、

上定盤の加工速度を遅くしてスズ面を上定盤側にセットしたほうが、加工後の基板の平坦度が良好になることがわかる。これは、固定砥粒による研削加工であるため、比較的大きなスラッジが発生しやすく、下定盤側にスラッジが溜まりやすいことと関係していると考えられる。すなわち、下定盤側の研削パッド表面はスラッジが付着しやすく、研削レートが低下しやすい傾向にあるため、下定盤側の加工速度を高くすることで加工が安定し、平坦度及び表面粗さの差が改善したと考えられる。そして、加工速度の差を10～20%とすることで、最も良好な結果となることがわかる。

2. これに対し、加工速度の速い上定盤側に、同じく加工速度の速いガラス基板のスズ面をセットして研削加工を行った比較例1においては、加工後の基板の平坦度が悪化し、基板の反りが発生した。また、基板の両主表面の表面粗さの差は大きく、平坦度が悪化した要因であった。

また、上下定盤の加工速度は略同じに設定した比較例2においても、加工後の基板の平坦度が悪化し、基板の反りが発生した。また、基板の両主表面の表面粗さの差も実施例1と比べると大きく、平坦度が悪化した要因であった。比較例2においては、ガラス基板のスズ面と非スズ面との加工速度の差が両主表面の表面粗さの差につながったと考えられる。

[0077] (実施例6～9)

次に、ダイヤモンドパッドにおけるダイヤモンド固定砥粒（凝集体）の突き出し量について、上下定盤面で差をつけて基板を製造した。上定盤側の平均突き出し量を5 μm で一定とし、下定盤側のダイヤモンド固定砥粒の平均突き出し量を表2のように変化させた。突き出し量は、上下の定盤に対するドレス処理の回数を変えることによって行った。

この点以外は、実施例4と同様にして研削処理を行い、得られた100枚のガラス基板の平坦度を測定し、最大値と最小値の差を求めて平坦度のバラツキとした。各実施例の平坦度のバラツキの大きさについて、実施例4（上下定盤で固定砥粒の平均突き出し量は同等）の値を1.00（100%）として相対値で示した。

[0078] [表2]

表2	上下定盤における固定砥粒の平均突き出し量の差	平坦度のバラツキ (Max-Min)
実施例6	下定盤側は上定盤側よりも0.5 μm 小さい	1.05
実施例4	上下定盤で同等	1.00(基準)
実施例7	下定盤側は上定盤側よりも0.5 μm 大きい	0.96
実施例8	下定盤側は上定盤側よりも1 μm 大きい	0.92
実施例9	下定盤側は上定盤側よりも2 μm 大きい	0.89

[0079] 表2より、相対的に加工速度が高い定盤側（ここでは下定盤側）の固定砥粒の突き出し量を、上定盤側よりも大きくすることで、平坦度のバラツキが改善することがわかる。これは、研削加工されにくい非スズ面側において、研削加工初期の固定砥粒の食い込み特性が改善したことにより、固定砥粒が非スズ面に食い込むタイミングが揃ったことに起因すると考えられる。すなわち、固定砥粒の食い込みのタイミングが遅れた基板は、他の基板よりも研削パッドの圧力を僅かに高く受けることになり、その分食い込みが発生した直後は加工速度が高くなると考えられる。そのような加工途中における研削状態のバラツキも平坦度に影響していると考えられる。

以上の結果及び考察から、相対的に加工速度が高い定盤側において、さらに固定砥粒の突き出し量を加工速度の低い定盤側よりも相対的に大きくし、その定盤側で非スズ面を加工するようにすることが好ましいことがわかる。

[0080] (実施例10)

上記実施例1で得られた磁気ディスク用ガラス基板に以下の成膜工程を施して、垂直磁気記録用磁気ディスクを得た。

すなわち、上記ガラス基板上に、Ti系合金薄膜からなる付着層、CoTaZr合金薄膜からなる軟磁性層、Ru薄膜からなる下地層、CoCrPt合金からなる垂直磁気記録層、カーボン保護層、潤滑層を順次成膜した。保護層は、磁気記録層が磁気ヘッドとの接触によって劣化することを防止するためのもので、水素化カーボンからなり、耐磨耗性が得られる。また、潤滑層は、アルコール変性パーフルオロポリエーテルの液体潤滑剤をディップ法に

より形成した。

得られた磁気ディスクについて、D F Hヘッドを備えたH D Dに組み込み、8 0℃かつ8 0% R Hの高温高湿環境下においてD F H機能を作動させつつ1 ヶ月間のロードアンロード耐久性試験を行ったところ、特に障害も無く、良好な結果が得られた。

符号の説明

- [0081] 1 ダイヤモンドパッド
2 シート
3 凝集体
4 ペレット
5 ダイヤモンド粒子
1 0 ガラス基板

請求の範囲

- [請求項1] 潤滑液と、ダイヤモンド粒子を含む固定砥粒が研削面に配備された一対の上定盤と下定盤とを用い、前記潤滑液を前記研削面とガラス基板の間へ供給しつつ、前記一対の上下定盤で前記ガラス基板の両主表面を挟んで研削する研削加工処理を含む磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、
- 前記ガラス基板は、フLOAT法で製造したシート状の板ガラスを所定の形状に切り出したガラス基板であり、一方の主表面側には他方の主表面側よりスズ含有量の多い表層部分を有しており、
- 前記研削加工処理は、前記上定盤側と前記下定盤側とで加工速度の差が生じるようにし、
- 加工速度が遅い方の定盤側に前記ガラス基板の前記スズ含有量の多い表層部分を有する主表面をセットして研削することを特徴とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項2] 研削加工後の基板の平坦度が、 $2.5\mu\text{m}$ 以内となるように研削することを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項3] 研削加工後の基板の両主表面の表面粗さの差が、 R_a で $0.01\mu\text{m}$ 以内となるように研削することを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項4] 研削加工後の基板の両主表面の表面粗さが、いずれも R_a で $0.130\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項5] 複数枚のガラス基板を同時研削加工する際に、前記ガラス基板の前記スズ含有量の多い表層部分を有する主表面がすべて同じ向きになるようにセットすることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
- [請求項6] 相対的に加工速度が高い定盤側において、さらに固定砥粒の突き出

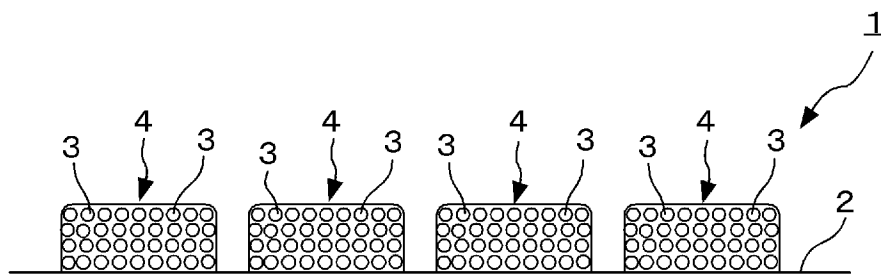
し量を相対的に加工速度が低い定盤側よりも大きくすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[請求項7] 前記研削加工処理は、研削加工を行う荷重よりも高荷重で前記ガラス基板表面を粗面化する第一段階と、該第一段階の後、前記第一段階の荷重よりも低荷重で前記ガラス基板表面の研削加工を行う第二段階とを有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

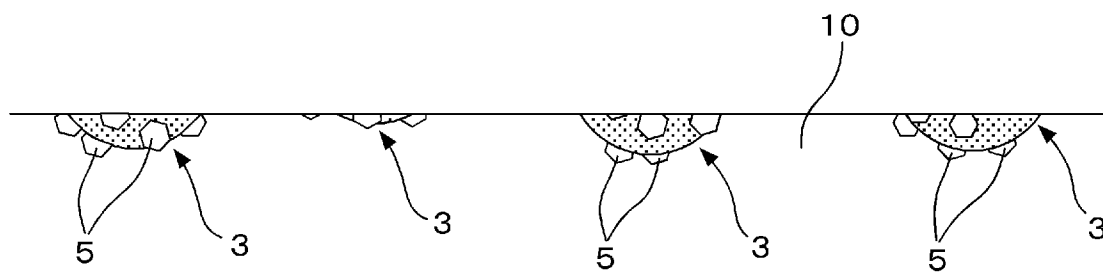
[請求項8] 前記研削加工処理における加工速度は、 $3.0\mu\text{m}/\text{分} \sim 9.0\mu\text{m}/\text{分}$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[請求項9] 請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法により製造された磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁気記録層を形成することを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

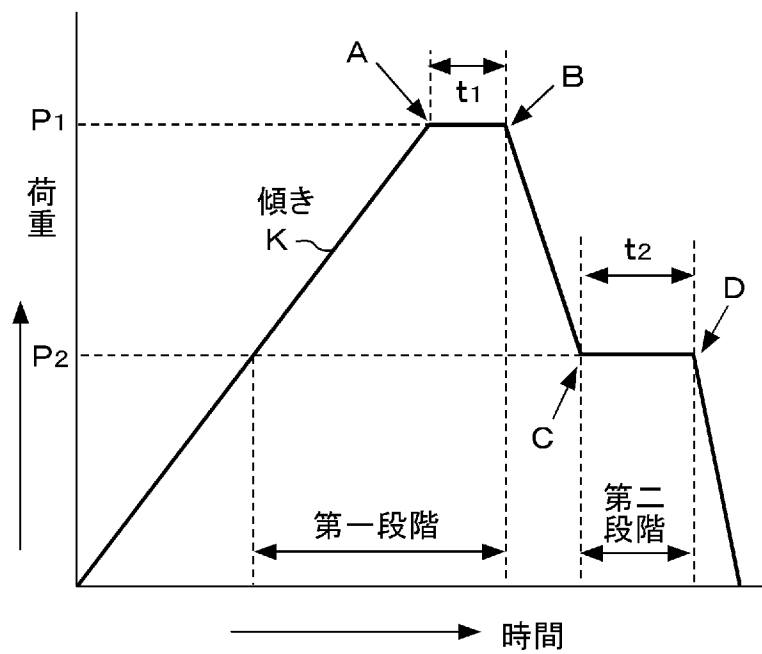
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/085291

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/84(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, 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.
X A	JP 2010-205382 A (Hoya Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), paragraphs [0050] to [0065], [0068] to [0073] & WO 2010/041623 A1 & US 2011/0204028 A1 & CN 102177546 A	9 1-4, 7, 8
X A	JP 2012-024863 A (Hoya Corp.), 09 February 2012 (09.02.2012), paragraphs [0030] to [0034], [0040], [0050]; fig. 1 (Family: none)	9 1, 6, 7
X A	WO 2010/041536 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 15 April 2010 (15.04.2010), paragraphs [0030] to [0039], [0074] to [0076] (Family: none)	9 1, 2, 7

☐ 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
20 March, 2014 (20.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

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. G11B5/84(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, 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
X A	J P 2 0 1 0 - 2 0 5 3 8 2 A (HOYA株式会社) 2 0 1 0 . 0 9 . 1 6 , 段落【0 0 5 0】 - 【0 0 6 5】、【0 0 6 8】 - 【0 0 7 3】 & WO 2 0 1 0 / 0 4 1 6 2 3 A 1 & US 2 0 1 1 / 0 2 0 4 0 2 8 A 1 & CN 1 0 2 1 7 7 5 4 6 A	9 1-4, 7, 8
X A	J P 2 0 1 2 - 0 2 4 8 6 3 A (HOYA株式会社) 2 0 1 2 . 0 2 . 0 9 , 段落【0 0 3 0】 - 【0 0 3 4】、【0 0 4 0】、	9 1, 6, 7

☒ 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

2 0 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 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）

斎藤 眞

5 D

3 7 9 3

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
X A	【0050】、図1 (ファミリーなし) WO 2010/041536 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.04.15, 段落【0030】－【0039】、【0074】－【0076】 (ファミリーなし)	9 1, 2, 7