

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、主表面における極めて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、特許文献 3 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樹脂等の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 2012-99173 号公報

特許文献3：特開 2009-99249 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。

例えばフロート法等により製造されたシート状ガラス板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研削加工を行う場合、ガラス基板表面はいわゆる鏡面であるため、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するという問題がある。これにより生産性が大幅に低下してしまう。

[0008] なお、上記特許文献3には、鏡面板ガラスの固定砥粒研削工程の前に、固定砥粒が研磨作用する程度まで鏡面板ガラス表面を機械的または化学的方法で粗面化（例えばアルミナ等の遊離砥粒を用いたラッピング）する技術が開示されているが、別の工程を追加することになるため、生産性は低下する。しかも、遊離砥粒によるラッピングは、鏡面板ガラスに対して安定した加工が可能であるものの、切り込み（加工変質層）が深く入るため、後の工程の加工負荷が増大するという問題がある。

[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、研削加工できない時間を減らし、加工速度を落とさずに当該研削加工を行うことが可能で、高品質のガラス基板を低コストで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] 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定盤とを用いてガラス基板の主表面を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、主表面が鏡面のガラス基板であり、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し、前記第一段階と前記第二段階とを有する前記研削加工処理は、同一の装置を用いて行う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。

[0011] (構成2)

前記第一段階における荷重を P_1 (g/cm^2)、前記第二段階における荷重を P_2 (g/cm^2) としたとき、 $P_1/P_2 = 3.0$ 以下であ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である。

(構成3)

前記第一段階における荷重 P_1 を維持する時間を t_1 とし、前記第二段階における荷重 P_2 を維持する時間を t_2 としたとき、 $t_1 < t_2$ であることを特徴とする構成2に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

[0012] (構成4)

投入する前記ガラス基板の表面粗さが、 R_a で $0.05\mu\text{m}$ 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である。

[0013] (構成5)

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である。

(構成6)

前記第二段階終了後のガラス基板の表面粗さが、 R_a で $0.080\mu\text{m} \sim 0.130\mu\text{m}$ であ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である。

[0014] (構成7)

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である。

発明の効果

[0015] 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る。また、本発明によれば、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。これにより、高品質のガラス基板を低コストで製造することが可能である。さらに、それ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

[0016] [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]本発明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4]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。

発明を実施するための形態

[0017] 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定盤とを用いてガラス基板の主表面を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、主表面が鏡面のガラス基板であり、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し、前記第一段階と前記第二段階とを有する前記研削加工処理は、同一の装置を用いて行う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。

[0018] 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、フロート法やダウンドロー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て主表面が鏡面のガラス基板を得る。また、これ以外に、熔融ガラスからプレスで作製した主表面が鏡面のガラス基板を用いてもよい。

[0019] 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。

[0020] 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、研削工具（固定砥粒砥石）である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。

[0021] 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4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6を用いてシ

ート上に固定したものである。また、図1に別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、図4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、上記凝集体3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。

[0022] 上記凝集体3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、ダイヤモンド固定砥粒の平均粒径、及び砥粒密度と言った場合は、上記凝集体の平均粒径、及び樹脂中の上記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。

[0023] 本発明における研削加工処理は、上記のとおり、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し、これら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行うことを特徴とする。

[0024] 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。

[0025] 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模式図であり、ダイヤモンド固定砥粒である凝集体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（予想図）。

[0026] 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、本発明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P1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（シーケンス図上においては階段状に）上げてよい。

[0027] 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P2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。

なお、ここでいう「荷重P1、P2」とは、ある一定の時間維持される値を指しており、上昇途中の荷重などは含まない。

[0028] 上記第一段階における荷重P1は、 $130 \sim 200 \text{ g/cm}^2$ の範囲とすることが好ましい。荷重P1が 130 g/cm^2 よりも小さいと、粗面化が不十分となるので前述の研削加工できない時間を十分に短縮できず、加工速度が低下する恐れがある。すなわち、第一段階後の表面粗さが十分に大きくならな

いため、第二段階においても固定砥粒が滑ってしまい、研削レートが低下する恐れがある。また、荷重 P_1 が 130 g/cm^2 よりも小さいと、ガラス基板と定盤との間の密着性が不足する場合がある。こうなると、上定盤がガラス基板の上面に作用する荷重と、下定盤がガラス基板の下面に作用する加重の差が大きくなり、ガラス基板の下面の全体または一部が研削されない問題が発生する場合がある。これは、重力の影響によってクーラントが下定盤の上に溜まりやすいため、下定盤とガラス基板との間にクーラントの膜が生じるためと推察される。 130 g/cm^2 よりも高い荷重をかけて上下の定盤でしっかりとガラス基板を挟みこむことで、この問題を解消することができる。

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恐れがある。また、ガラス基板が割れたりヒビが発生する場合がある。

[0029] 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。第一段階よりも低い荷重であって前記範囲内の荷重で粗面化された表面を研削加工することで、加工面の表面粗さを低く抑えることが可能になる。

また、 P_1/P_2 は 1.20 以上であることが好ましい。こうすることで、加工速度をより高くするとともに粗さを低減することができる。より具体的には、研削加工後の表面粗さを $0.12 \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

また、 $P_1/P_2 = 3.0$ 以下であることが好ましい。 P_1/P_2 が 3.0 より大きいと、第一段階から第二段階に移行する際に一時的にガラス基板と定盤との間の密着性が不足し、ガラス基板の下面の全体または一部が研削されない問題が発生する場合がある。

[0030] 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、第一段階での粗面化が不十分となったり、加工レートが低下したりするなど研削能力が劣化するので好ましくない。一方、傾き k が $15\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sec})$ 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、砥粒が破砕して研削能力が低下したり、ガラス基板が割れる恐れがある。さらに、研削パッドの使用可能回数（ライフ）の観点から、 $4\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sec})$ 以上とするとより好ましい。

[0031] 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 $10 \sim 600$ 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。

[0032] 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 $10 \sim 90$ 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。このような場合、上述の荷重 P_1 が $130\text{g}/\text{cm}^2$ よりも小さい場合と同様のメカニズムによって、上定盤がガラス基板の上面に作用する荷重と、下定盤がガラス基板の下面に作用する加重の差が一時的に大きくなると思われる。そのため、ガラス基板の全体または一部が適正に研削されないために、平坦度が悪い部分が残ると推察される。

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。

[0033] 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。 $t_1 \geq t_2$ であると、加工後に表面粗さが低くならない場合がある。すなわち、本発明では高い研削レートと加工後の低粗さを両立できる技術であるが、低荷重による第二段階の加工時間が不足すると、第一段階によって粗くなった粗さを第二段階で低くしきれなくなることがある。また、スクラッチが残留する恐れがある。これらは後に続く研磨工程の取代増加などにより解消できるものの、製造コスト上昇の一因となりうる。

また、 $P_1 \times t_1$ （面積） $< P_2 \times t_2$ （面積）であることが好ましい。こうすることで、研削処理後の表面粗さを十分に低減することが可能になる。

[0034] 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、 $2.0 \mu\text{m}/\text{分}$ 以上、より好ましくは $3.0 \mu\text{m}/\text{分}$ 以上とすることが好ましい。この範囲であれば、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。

[0035] 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 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ 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、 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 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 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

[0036] なお、本発明において、上記平均粒径（D50）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。

[0037] 以上説明したように、本発明では、研削処理は、同じ固定砥粒砥石（ダイヤモンドパッド）を使用し、一度のプロセスにおいて「通常研削より高い荷重＋通常荷重」を連続的に行う。そして、生産性を上げるために、基板を交換して、同様のプロセスが繰り返される。このとき、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ことを突き止めた。従来のようなラッピング後のガラス基板を加工する場合、投入基板の表面粗さが大きいため、研削加工によって砥石表面に蓄積されるスラッジは、次々に投入される新たなガラス基板表面によって除去されるが、本発明のような鏡面のガラス基板を直接研削加工する場合にはその効果が得られない。

すなわち、生産性向上のために同じ固定砥粒砥石を用いて多数回の処理を行う場合は、研削砥粒の突き出し量を精密に制御することが必要であることを突き止めた。

[0038] 本発明における研削処理では、研削砥粒（つまりダイヤモンド固定砥粒）の突出し量が好適に調整された研削砥石を用いて、ガラス基板主表面の研削を行うことが好適である。

[0039] たとえば上記研削砥粒の突出し量が低い研削砥石を用いると、研削砥石の表面にスラッジが溜まることによって、砥粒がガラス表面に接触することが阻害されてしまい、ガラス表面に対して十分に作用できない（ガラス表面に対する作用が弱い）砥粒が多く存在するため、上述の部分的な研削不良が発生し、結果的に加工後の平坦度不良の発生率が高まる。

[0040] これに対して、研削砥粒の突出し量が好適に調整された研削砥石を用いると、砥石の表面にスラッジが溜まっても、砥粒がガラス表面に接触することが阻害されることを抑制できるため、ガラス表面に研削砥粒が安定的に作用するようになり、研削ムラのない安定した研削加工を行えるようになる。

[0041] 上記の研削砥石の研削砥粒の突出し量は、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研削砥粒の例えば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研削砥粒の突出し量と定義する。

[0042] 研削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。

[0043] 本発明において、研削加工処理に投入するガラス基板の主表面は鏡面であり、表面粗さは、通常はRaで $0.05\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $0.001\sim0.01\mu\text{m}$ である。本発明では特に、研削処理に投入するガラス基板の表面粗さRaが $0.001\sim0.01\mu\text{m}$ と極めて低い板ガラスとすることができるため、後工程の取代を最小限に抑制できるので、低コストな磁気ディスクガラス基板を製造することが可能である。

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 $0.100\sim0.150\mu\text{m}$ 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、本発明においては、上記第二段階終了後のガラス基板の表面粗さが、Raで $0.080\sim0.130\mu\text{m}$ の範囲に仕上がる。このように仕上がりの粗さを低

く抑えることが可能となるので、後の工程の加工負荷を減らすことができる。

[0044] 以上説明したように、本発明の研削加工処理においては、従来の固定砥粒を用いた研削加工における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、本発明の研削加工処理によれば、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。

[0045] 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。

また、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することができる。

[0046] 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 $[\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{MgO} + \text{CaO})]$ 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。

[0047] なお、従来は、研削工程は、粗研削工程（第1の研削工程）と精研削工程（第2の研削工程）の2段階を経て行われることが一般的であるが、本発明による研削加工処理を適用することで、1回の工程で行うことが可能である。

[0048] この研削加工の終了後は、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、従来の遊離砥粒方式に対し、本発明による固定砥粒方式を適用したことにより、加工表面粗さの低下が可能となったため、後の鏡面研磨加工工程での除去量が少なくて済み、加工負荷が低

減され、加工コストの削減が可能になる。

[0049] 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。

[0050] 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 0.2 nm 以下、さらに好ましくは 0.13 nm 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（AFM）で $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ の正方形エリアを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、触針式表面粗さ計を用いて測定してもよい。

[0051] 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。

[0052] 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、R uやT i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。

[0053] 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C V D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

[0054] 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。

[0055] (1) 基板準備工程

フロート法により製造された厚さ 1 mm 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 65 mm、中心部に内径 20 mm 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。

[0056] (2) 形状加工工程

次に、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 65 mm の磁気ディスクを用いる。

[0057] (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。

[0058] (4) 主表面研削加工処理

この主表面研削加工処理は両面ラッピング装置を用い、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 (D_{50}) 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、 R_a で $5\ \text{nm}$ であった。

[0059] 具体的には、定盤の回転数を $10\sim100\ \text{rpm}$ 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 (P_1) を $150\ \text{g}/\text{cm}^2$ 、第二段階（本加工）の荷重 (P_2) を $100\ \text{g}/\text{cm}^2$ にそれぞれ設定して、上記ラッピング装置のサンギアとインターナルギアを回転させることによって、キャリア内に収納したガラス基板の両面を加工した。

なお、図3における傾き k は $10\ \text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sec})$ 、 t_1 は 60 秒、 B C 間の時間は 15 秒、 t_2 は t_1 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。

[0060] この研削加工処理では、1回の処理（1バッチ）につき 50 枚の加工を行なった。加工後のガラス基板について、触針式表面粗さ計を用いて、表面粗さの測定を行った。表面粗さ (R_a) と、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表1、表2に示した。なお、上記研削加工処理全体における加工速度は、全研削厚みを全加工時間（第一段階と第二段階を含む）で除した値である。また、暗室中において集光ランプを用いて、主表面にスクラッチが発生したガラス基板の数をカウントすることによりスクラッチの評価を実施した。

[0061] (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）とに噛み合わせ、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水に分散させたものを用いた。

[0062] （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。化学強化処理は、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、この化学強化溶液中にガラス基板を浸漬することによって行なった。

[0063] （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、表面粗さをさらに低下させて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水に分散したものを使用した。上記第2研磨工程を終えたガラス基板を適宜洗浄し、乾燥した。

[0064] 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、 $R_{max} = 1.53 \text{ nm}$ 、 $R_a = 0.13 \text{ nm}$ と超平滑な表面を持つガラス基板を得た。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。

[0065] (実施例 2)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第一段階（粗面化）の荷重（ P_1 ）を 130 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、研削面のスクラッチ、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 1 に示した。

[0066] (実施例 3)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第一段階（粗面化）の荷重（ P_1 ）を 200 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、研削面のスクラッチ、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 1 に示した。

[0067] (実施例 4)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第二段階（本加工）の荷重（ P_2 ）を 50 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、実施例 1 と同様にして測定した表面粗さ（ R_a ）と、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 2 に示した。

[0068] (実施例 5)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第二段階（本加工）の荷重（ P_2 ）を 70 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、実施例 1 と同様にして測定した表面粗さ (R a) と、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 2 に示した。

[0069] (実施例 6)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第二段階 (本加工) の荷重 (P 2) を 120 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、実施例 1 と同様にして測定した表面粗さ (R a) と、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 2 に示した。

[0070] (実施例 7)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第一段階 (粗面化) の荷重 (P 1) を 120 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、研削面のスクラッチ、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 1 に示した。

[0071] (実施例 8)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第一段階 (粗面化) の荷重 (P 1) を 210 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、研削面のスクラッチ、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 1 に示した。

[0072] (実施例 9)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第二段階 (本加工) の荷重 (P 2) を 40 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理

を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、実施例 1 と同様にして測定した表面粗さ (R_a) と、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 2 に示した。

[0073] (実施例 1 O)

上記実施例 1 の研削加工処理において、第二段階 (本加工) の荷重 (P_2) を 130 g/cm^2 に設定したこと以外は実施例 1 と同様にして研削加工処理を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、実施例 1 と同様にして測定した表面粗さ (R_a) と、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 2 に示した。

[0074] (比較例)

上記実施例 1 の研削加工処理において、荷重を 100 g/cm^2 に設定して、最初から研削加工 (本加工) を実施した。そして、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。

研削加工後のガラス基板について、研削面のスクラッチ、研削加工処理全体における加工速度の測定結果を表 1 に示した。

[0075] [表1]

表1	第一段階 (粗面化) 荷重 P_1 (g/cm^2)	第二段階 (本加工) 荷重 P_2 (g/cm^2)	P_1/P_2	加工速度 ($\mu\text{m/分}$)	スクラッチ が発生した 基板の 数(枚)
比較例	なし	100	1.00	1.9	0
実施例 7	120	100	1.20	2.0	0
実施例 2	130	100	1.30	4.8	0
実施例 1	150	100	1.50	6.1	0
実施例 3	200	100	2.00	8.2	0
実施例 8	210	100	2.10	8.5	1

[0076] [表2]

表2	第一段階 (粗面化) 荷重 P1 (g/cm ²)	第二段階 (本加工) 荷重 P2 (g/cm ²)	P1/P2	加工速度 (μm/分)	Ra (μm)
実施例 9	150	40	3.75	3.2	0.085
実施例 4	150	50	3.00	3.5	0.088
実施例 5	150	70	2.14	4.9	0.093
実施例 1	150	100	1.50	6.1	0.096
実施例 6	150	120	1.25	6.9	0.112
実施例 10	150	130	1.15	7.2	0.123

[0077] 上記表 1、表 2 の結果から、以下のことがわかる。

1. 上記第一段階を設けず、荷重を研削加工（本加工）の荷重に設定して、最初から研削加工（本加工）を実施した比較例においては、研削加工できない時間が長くなり、加工速度が低下してしまう。
 2. これに対し、本発明の実施例によれば、従来の固定砥粒を用いた研削加工における研削加工できない時間を減らし、加工速度を落とさずに研削加工を行うことが可能となる。さらに、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。特に、第一段階における荷重 P 1 を、130～200 g/cm² の範囲とし、第二段階における荷重 P 2 を、50～120 g/cm² の範囲とすることにより、良好な結果が得られる。
- なお、第一段階における荷重 P 1 が 130 g/cm² よりも小さいと（実施例 7）、研削加工でき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/cm² よりも大きいと（実施例 8）、砥粒による切込みが深くなりすぎて、スクラッチが発生し、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全体の加工時間が長くなってしまふ。つまり、P 1 は、加工速度の観点から 130 g/cm² 以上が好ましく、スクラッチの観点から 200 g/cm² 以下であることが好ましい。
- また、P 1 / P 2 の値については、上記結果から、1.20 以上、または、3 以下であることが好ましい。

[0078] また、その他の例（比較例）として、P 1を100 (g/cm^2)、P 2を130 (g/cm^2)としてその他は実施例1と同様にしてガラス基板を処理し、評価したところ、Raが $0.132\mu\text{m}$ となり、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、製造コストを下げられないことがわかった。

[0079] また、表2の実施例のそれぞれの条件を用いて、常に新しいガラス基板を使用するようにして、連続50バッチの連続加工を行い、合計2500枚の加工後のガラス基板について調査したところ、実施例9の条件においてのみ、主表面の一部が研削されていない基板が1枚見つかった。このような未研削の基板は、スクラッチ検査と同じ方法を用いて発見することができる。

また、実施例4の条件からP 1のみを160 (g/cm^2)、140 (g/cm^2)と変化させて同様の連続加工を行ったところ（それぞれ実施例11、12とする。それぞれのP 1/P 2は、3.2、2.8となる）、140 (g/cm^2)とした場合は上記のような未研削の基板は見つからなかったが、160 (g/cm^2)とした場合には1枚見つかった。

すなわち、実施例4、9、11、12の結果より、P 1/P 2が3より大きくなると、連続加工をした際に、未研削の基板が発生する恐れがあることがわかった。

[0080] また、実施例1において使用したダイヤモンドパッドにおける研削砥粒（凝集体）の突き出し量を、 $0.3\mu\text{m}\sim 8\mu\text{m}$ の間で変化させた。

この点以外は、実施例1と同様にして研削処理を連続して行い、得られた2500枚のガラス基板の表面観察結果を以下の表3に示した。

[0081]

[表3]

表3	砥粒の突き出し量	2500 枚についての チェック結果
実施例 13	0. 3 μ m	未研削基板が15枚 発生
実施例 14	0. 5 μ m	未研削基板、スクラ ッチ発生基板なし
実施例 15	7 μ m	未研削基板、スクラ ッチ発生基板なし
実施例 16	8 μ m	24枚についてスクラ ッチを検出

[0082] 上記表3の結果から、研削処理に使用するダイヤモンドパッドの表面において、研削砥粒の突き出し量は、とりわけ0. 5 μ m～7 μ mの範囲であることが好ましい。

[0083] (磁気ディスクの製造)

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、DFHヘッドを備えたHDDに組み込み、80℃かつ80%RHの高温高湿環境下においてDFH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

[0084] 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
- 6 支持材
- 10 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定盤とを用いてガラス基板の主表面を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、主表面が鏡面のガラス基板であり、
- 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し、
- 前記第一段階と前記第二段階とを有する前記研削加工処理は、同一の装置を用いて行う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] 前記第一段階における荷重を P_1 (g/cm^2)、前記第二段階における荷重を P_2 (g/cm^2) としたとき、 P_1/P_2 が 3.0 以下であ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] 前記第一段階における荷重 P_1 を維持する時間を t_1 とし、前記第二段階における荷重 P_2 を維持する時間を t_2 としたとき、 $t_1 < t_2$ であることを特徴とする請求項 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] 投入する前記ガラス基板の主表面の表面粗さが、 R_a で $0.05\mu\text{m}$ 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] 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 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] 前記第二段階終了後のガラス基板の表面粗さが、 R_a で $0.080\mu\text{m} \sim 0.130\mu\text{m}$ であ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] 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。