

(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 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/050241 A1

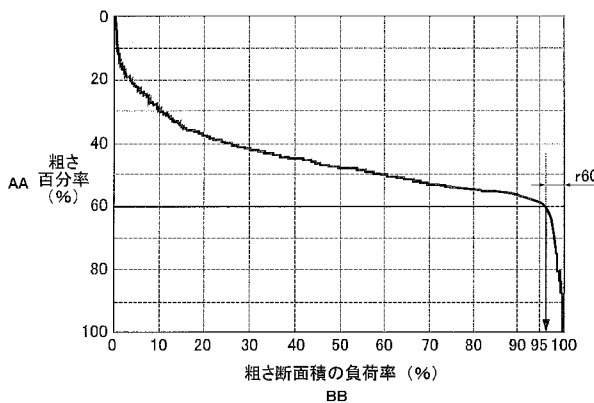
- (51) 国際特許分類:
G11B 5/73 (2006.01) *G11B 5/84* (2006.01)
C03C 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067940
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-218412 2012 年 9 月 28 日(28.09.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): HOYA 株式会社(HOYA CORPORATION) [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; および
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 植田 政明(UEDA, Masaaki) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 HOYA 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: グローバル・アイピー東京特許業務法人(GLOBAL IP TOKYO); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 8 丁目 3 番 30 号 カーメル I I 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, 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, 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

[続葉有]

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

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

〔図2〕



粗さ断面積の負荷率曲線
CC

AA Roughness percentage (%)
BB Load factor of roughness cross-sectional area (%)
CC Load factor curve of roughness cross-sectional area

(57) Abstract: This glass substrate for a magnetic disk has a pair of main surfaces, a lateral wall surface, and chamfer surfaces between the main surfaces and the lateral wall surface. With respect to the surface characteristics of the lateral wall surface and/or the chamfer surfaces of this glass substrate for a magnetic disk, the arithmetic mean roughness (Ra) is 0.015 μm or less and the load factor of the roughness cross-sectional area at a roughness percentage of 60% is 95% or more in the load factor curve of the roughness cross-sectional area.

(57) 要約: 本発明の磁気ディスク用ガラス基板は、一对の主表面と、側壁面と、主表面と側壁面との間の面取面とを有する。この磁気ディスク用ガラス基板は、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、算術平均粗さ(Ra)が0.015 μm 以下であって、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上である。

WO 2014/050241 A1

WO 2014/050241 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、磁気ディスク用ガラス基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、及び磁気ディスク用ガラス基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 今日、パーソナルコンピュータ、あるいはDVD (Digital Versatile Disc) 記録装置等には、データ記録のためにハードディスク装置(HDD: Hard Disk Drive)が内蔵されている。特に、ノート型パーソナルコンピュータ等の可搬性を前提とした機器に用いられるハードディスク装置では、ガラス基板に磁性層が設けられた磁気ディスクが用いられ、磁気ディスクの面上を僅かに浮上させた磁気ヘッドで磁性層に磁気記録情報が記録され、あるいは読み取られる。この磁気ディスクの基板として、金属基板(アルミニウム基板)等に比べて塑性変形し難い性質を持つことから、ガラス基板が好適に用いられる。

[0003] また、ハードディスク装置における記憶容量の増大の要請を受けて、磁気記録の高密度化が図られている。例えば、磁性層における磁化方向を基板の面に対して垂直方向にする垂直磁気記録方式を用いて、磁気記録情報エリア(記録ビット)の微細化が行われている。これにより、1枚のディスク基板における記憶容量を増大させることができる。さらに、記憶容量の一層の増大化のために、磁気ヘッドの記録再生素子部をさらに突き出すことによって磁気記録層との距離を極めて短くして、情報の記録再生の精度をより高める(S/N比を向上させる)ことも行われている。なお、このような磁気ヘッドの記録再生素子部の制御はDFH (Dynamic Flying Height)制御機構と呼ばれ、この制御機構を搭載した磁気ヘッドはDFHヘッドと呼ばれている。

このようなD F Hヘッドと組み合わされてH D Dに用いられる磁気ディスク用ガラス基板の主表面は、磁気ヘッドやそこからさらに突き出された記録再生素子部との衝突や接触を避けるために、極めて平滑な表面となるように作製されている。

- [0004] 磁気ディスク用ガラス基板は、一对の主表面と、側壁面と、主表面と側壁面との間の面取面とを有している。従来、磁気ディスク用ガラス基板の側壁面及び／又は面取面の表面粗さを所定値以下とすること、あるいは側壁面及び／又は面取面を所望の形状とすることによって、H D D内のスピンドルとの擦れによるパーティクルの発生を防止し、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合を抑制できることが知られている。例えば特許文献1には、側壁面、面取面の表面粗さをR m a xで1 μ m以下とすることや、ガラス基板の側壁面と面取面との間、及びガラス基板の主表面と面取面との間のうちの少なくとも一方に、半径0. 0 0 3 m m以上0. 2 m m未満の曲面を介在させること等が記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2 0 0 6－2 3 6 5 6 1号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 磁気ディスク用ガラス基板の主表面の表面粗さを十分に小さくしたにも関わらず、当該ガラス基板に磁気層を成膜して磁気ディスクを作製したときに、磁気ヘッドを用いた長時間のL U L耐久性試験において、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合が生ずる場合があった。

そこで、本発明は、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合を起こし難い磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、磁気ディスク用ガラス基板の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本願発明者は、主表面の表面粗さを十分に小さくしたにも関わらず、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合を起こす原因を究明するために鋭意検討した。その結果、不具合が生じたガラス基板の主表面には、異物が付着していることがわかった。この異物は、コロイダルシリカの微粒子であって、その発生源を調査したところ、ガラス基板の外周面及び内周面の側壁面及び／又は面取面にも付着していることがわかった。これらのことから、異物は、鏡面仕上げの研磨に用いたコロイダルシリカの砥粒の一部であって、コロイダルシリカの微粒子がガラス基板に残留したものと推定された。

[0008] 本願発明者は、主表面にコロイダルシリカの微粒子が付着している場合がある理由を、以下のとおり考えている。

ガラス基板の外周面及び内周面の側壁面及び／又は面取面の表面粗さを十分に小さくした場合でも、微細な溝形状や穴形状が表面に存在する。それらの中で、比較的深い溝（深溝）や深い穴が数多く存在するときには、その深溝にコロイダルシリカの微粒子が入り込むことで側壁面及び／又は面取面に付着する。換言すれば、コロイダルシリカの微粒子が深溝によって捕捉される。特に、コロイダルシリカの砥粒による主表面研磨において、ガラス基板をキャリアに保持させて行う場合には、研磨中にガラス基板とキャリアの間隙にコロイダルシリカの砥粒が入り込み、さらに側壁面及び／又は面取面の深溝に入り込むと考えられる。砥粒として用いられるコロイダルシリカの微粒子のサイズは従来50nm程度であったが、近年では20nm以下のサイズとなっており、より深溝に入り込みやすくなっている。このようにして側壁面及び／又は面取面に付着したコロイダルシリカの微粒子は、最終研磨後のガラス基板の洗浄によっては除去されない場合がある。側壁面及び／又は面取面に付着したコロイダルシリカの微粒子は、最終研磨後の工程、すなわち磁気ディスク用ガラス基板の製造工程（例えば、検査、梱包等）、あるいは磁気ディスクの製造工程において、側壁面及び／又は面取面から主表面に移着したと考えられる。コロイダルシリカの微粒子が主表面に移着した場合

、その上方に磁性層が積層されて磁性層の表面に微小凹凸が形成される。そして、この微小凹凸がヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合の原因となる。近年、磁気ディスクの高記録密度化に伴って磁気ヘッドにD F H機構が搭載されたため磁気ディスク表面と磁気ヘッドの素子部との間隙が極めて小さくなってきており（例えば、2 nm以下）、従来よりも小さい微粒子であっても磁気ディスクの主表面に残留していることで、上記不具合が生じやすくなってきている。

[0009] ここで、ガラス基板の側壁面及び／又は面取面に形成される深溝の数が多いほど、コロイダルシリカの微粒子がより多く側壁面及び／又は面取面に付着する可能性が高くなると考えられる。従来からガラス基板の表面粗さに用いられる指標（Ra, Rmax等）は、このような深溝の数を反映したものになっていないため、ガラス基板の側壁面及び／又は面取面の表面粗さを従来指標による見かけ上十分に小さくした場合であっても多くのコロイダルシリカの微粒子がガラス基板に残留する場合があったと考えられる。

上述した点を鑑み、本願発明者は、コロイダルシリカの微粒子等の微細な研磨砥粒がガラス基板の側壁面又は面取面に残留し難い表面の特性について考案し、それによってヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合を抑制できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0010] すなわち、本発明の第1の観点は、一对の主表面と、側壁面と、主表面と側壁面との間の面取面とを有するドーナツ型の磁気ディスク用ガラス基板であって、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、算術平均粗さ(Ra)が0.015 μ m以下であって、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上であることを特徴とする。

[0011] 上記磁気ディスク用ガラス基板において、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ断面積の負荷率が20～80%の範囲における粗さ百分率の変化量は25%以下であることが好ましい。

- [0012] 上記磁気ディスク用ガラス基板において、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、最大高さ(Rz)が0.15 μm 以下であることが好ましい。
- [0013] 上記磁気ディスク用ガラス基板において、算術平均粗さ(Ra)及び／又は最大高さ(Rz)と粗さ断面積の負荷率曲線は、側壁面及び／又は面取面上の所定サイズの領域について測定されたものであることが好ましい。
- [0014] 上記磁気ディスク用ガラス基板において、前記側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面は、前記ガラス基板の外周側の面であることが好ましく、側壁面であることがより好ましい。
- [0015] 本発明の第2の観点は、上記磁気ディスク用ガラス基板の表面に少なくとも磁気記録層が成膜されたことを特徴とする磁気ディスクである。
- [0016] 本発明の第3の観点は、一对の主表面と、側壁面と、主表面と側壁面との間の面取面とを有するドーナツ型のガラス基板に対して、研磨砥粒を含む研磨液を用いて主表面の研磨を行う研磨処理を有する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、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、算術平均粗さ(Ra)が0.015 μm 以下であって、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上であることを特徴とする。

発明の効果

- [0017] 上述の磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、磁気ディスク用ガラス基板の製造方法によれば、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合を起こし難くすることができる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1A]実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の外観形状を示す図。
[図1B]実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の外周側の端部の断面を拡大して示す図。
[図2]実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の粗さ断面積の負荷率曲線を示す図。

[図3]実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の側壁面又は面取面の断面形状の一例を示す図。

[図4]実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の粗さ断面積の負荷率曲線を示す図。

[図5A]実施形態におけるガラス基板の研磨方法を説明する図。

[図5B]実施形態におけるガラス基板の研磨方法を説明する図。

[図5C]実施形態におけるガラス基板の研磨方法を説明する図。

[図6]実施形態におけるガラス基板の研磨方法を説明する図。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法について詳細に説明する。

[0020] [磁気ディスク用ガラス基板]

本実施形態における磁気ディスク用ガラス基板の材料として、アルミノシリケートガラス、ソーダライムガラス、ボロシリケートガラスなどを用いることができる。特に、化学強化を施すことができ、また主表面の平坦度及び基板の強度において優れた磁気ディスク用ガラス基板を作製することができるという点で、アルミノシリケートガラスを好適に用いることができる。

[0021] 本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の組成を限定するものではないが、本実施形態のガラス基板は好ましくは、酸化物基準に換算し、モル%表示で、 SiO_2 を50～75%、 Al_2O_3 を1～15%、 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O から選択される少なくとも1種の成分を合計で5～35%、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 及び ZnO から選択される少なくとも1種の成分を合計で0～20%、ならびに ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 及び HfO_2 から選択される少なくとも1種の成分を合計で0～10%、有する組成からなるアルミノシリケートガラスである。

[0022] 本実施形態のガラス基板は好ましくは、例えば特開2009-99239号公報に開示されるように、質量%表示にて、 SiO_2 を57～75%、 Al_2O_3 を5～20%、（ただし、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計量が74%以上）、 Z

rO_2 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 および TiO_2 を合計で0%を超え、6%以下、 Li_2O を1%を超え、9%以下、 Na_2O を5～18%（ただし、質量比 Li_2O/Na_2O が0.5以下）、 K_2O を0～6%、 MgO を0～4%、 CaO を0%を超え、5%以下（ただし、 MgO と CaO の合計量は5%以下であり、かつ CaO の含有量は MgO の含有量よりも多い）、 $SrO+BaO$ を0～3%、有する組成からなるアモルファスのアルミノシリケートガラスであってもよい。

[0023] 本実施形態のガラス基板は、 T_g が650℃以上の耐熱ガラスであってもよい。このようなガラス基板には、エネルギーアシスト磁気記録方式用の磁性膜を形成することが可能であり、さらに高記録密度化を達成することができる。

[0024] なお、上述したガラスは、アモルファスのアルミノシリケートガラスとするとなご好ましい。アモルファスのアルミノシリケートガラスは、結晶化ガラスのように結晶構造を含まないため均一な構造であり、極めて平滑な表面を得ることができるためである。

[0025] 図1Aおよび図1Bに、実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の外観形状を示す。図1Aに示すように、本実施形態における磁気ディスク用ガラス基板は、内孔2が形成された、ドーナツ型の薄板のガラス基板である。磁気ディスク用ガラス基板のサイズは問わないが、例えば、公称直径2.5インチの磁気ディスク用ガラス基板として好適である。

図1Bは、実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の外周側の端部の断面を拡大して示す図である。図1Bに示すように、磁気ディスク用ガラス基板は、一对の主表面1pと、一对の主表面1pに対して直交する方向に沿って配置された側壁面1tと、一对の主表面1pと側壁面1tとの間に配置された一对の面取面1cとを有する。図示しないが、磁気ディスク用ガラス基板の内周側の端部についても同様に、側壁面と面取面が形成されている。なお、面取面は、断面視において円弧状に形成されていてもよい。

[0026] 本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板は、側壁面及び面取面の少なくと

もいずれか一方の面の表面性状に関して、少なくとも以下の2つの要件1、2を満たすような形状となっている。

(要件1) 算術平均粗さ(Ra)が0.015 μm 以下であること

(要件2) 粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上であること(図2参照)

図2は、側壁面及び／又は面取面の粗さ断面積の負荷率曲線において、上記要件2について示した図である。

[0027] ここで、「粗さ百分率」とは、対象となる表面(または表面形状の測定データ)において、ある高さにおいて当該表面を当該表面に平行な平面で切断することを想定したときに、その切断高さのレベル(切断レベル)を、最高高さを0%、最低高さを100%としたときのパーセントで表示した値である。「粗さ断面積の負荷率」とは、特定の切断レベルにおいて当該表面を切断したときの切断面の面積の、当該表面が存在するエリアの面積(すなわち、切断面に直交する方向からみたときの当該表面のエリアの面積であって、当該表面の表面積ではない。)に対する割合をパーセントで表示した値である。「粗さ断面積の負荷率曲線」とは、対象となる表面について、縦軸に粗さ百分率をとり、横軸に粗さ断面積の負荷率をとったときの、両者の関係を表した曲線である。

[0028] 側壁面及び／又は面取面の算術平均粗さ(Ra)が0.015 μm よりも大きい場合、表面の凸凹に異物が捕捉されることによって異物が付着しやすくなるため、要件1が規定されている。

要件2が規定される理由について、図2及び図3を参照して説明する。図3は、側壁面及び／又は面取面に対応するガラス基板の断面の微小領域を例示する図であり、紙面の縦方向に粗さ百分率を表示している。ここで、図3に示すように、側壁面及び／又は面取面の表面性状において、粗さ百分率が60%を超える溝(凹部)を「深溝」という。このような深溝は極めて微小で狭い溝であるが、ガラス基板を作製時に主表面をコロイダルシリカ等の微粒子で研磨するときにその微粒子が深溝内に入り込み、側壁面及び／又は面

取面に残留することがある。深溝内に入り込んだ微粒子は主表面に移着（再放出）してヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合の原因となりうる。そのため、側壁面及び／又は面取面に残留するコロイダルシリカの微粒子の数を極力低減する目的で、側壁面及び／又は面取面の表面性状において深溝の数は少ないことが好ましい。かかる観点から、粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上とする。これによって、深溝（つまり、粗さ百分率が60%を超える溝）の数が極めて少なくなる（負荷率は全体の5%未満となる）。図2の粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率（%）を100（%）から引いた値を r_{60} とすると、 r_{60} の値は側壁面及び／又は面取面に形成される深溝の数と相関が高いと考えられる。

[0029] 特に、主表面をコロイダルシリカ等の微粒子で研磨するときにガラス基板をキャリアに装着して行う場合には、微粒子がガラス基板の外周側端部とキャリアとの間の間隙に入り込むため、側壁面及び／又は面取面に深溝が形成されていると、その深溝にコロイダルシリカ等の微粒子が捕捉されやすくなる。よって、ガラス基板の外周側と内周側の側壁面及び／又は面取面のうち外周側について、上記要件2を満足することが好ましい。また、ガラス基板の外周側の側壁面及び面取面のうち側壁面は、主表面の研磨時にキャリアの内周面と接触し、それによってコロイダルシリカ等の微粒子がガラス基板の外周側の側壁面に押し当てられることで、微粒子が外周側の側壁面上の深溝に埋め込まれるように作用する。よって、このような作用を生じ難くするため、ガラス基板の外周側の側壁面及び面取面のうち、特に側壁面について上記要件2を満足することがより好ましい。

[0030] なお、本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板は、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関して、以下の要件3をさらに満たすことが好ましい。

（要件3）粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ断面積の負荷率が20～

80%の範囲における粗さ百分率の変化量は25%以下であること（図4参照）。

図4は、側壁面及び／又は面取面の粗さ断面積の負荷率曲線において、上記要件3について示した図である。

[0031] 要件3を満たすことがさらに好ましい理由は、以下のとおりである。上記要件2を満たす限り、粗さ断面積の負荷率が20～80%の範囲は、ガラス基板の表面性状において、深溝が含まれない領域である。要件3を満たすことにより、この領域において、深さが比較的浅い溝がより均一に形成された表面性状となるため、コロイダルシリカの微粒子が深溝以外の領域に入り込み、あるいは付着する可能性を小さくすることができる。

[0032] なお、上記磁気ディスク用ガラス基板において、算術平均粗さ(Ra)及び粗さ断面積の負

荷率曲線は、側壁面及び／又は面取面上の所定サイズの領域について測定されたもの（面粗さ）であることが好ましい。磁気ディスク用ガラス基板の側壁面及び／又は面取面には、スジ状の溝（あるいはスクラッチ）が存在する場合があるが、算術平均粗さ(Ra)及び粗さ断面積の負荷率曲線について線粗さで測定すると、その測定方向次第で、上記スジ状の溝が測定結果に反映されない場合があるためである。

[0033] また、本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板は、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関して、最大高さ(Rz)が0.15 μm 以下であることが好ましい。最大高さ(Rz)が0.15 μm 以下とすることで、側壁面又は面取面に発生する溝の深さが浅くなるため、コロイダルシリカの微粒子が表面に付着（残留）し難くなる。

[0034] [磁気ディスク用ガラス基板の製造方法]

以下、本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法について、処理毎に説明する。ただし、各処理の順番は適宜入れ替えてもよい。

[0035] （1）板状ガラスの成形および粗研削処理

例えばフロート法によって板状ガラスを形成した後、この板状ガラスから

、磁気ディスク用ガラス基板の元となる所定形状のガラス素板が切り出される。フロート法の代わりに、例えば上型と下型を用いたプレス成形によってガラス素板を成形してもよい。なお、ガラス素板は、これらの方法に限らず、ダウンドロー法、リドロー法、フュージョン法などの公知の製造方法を用いて製造することもできる。

なお、ガラス素板の両主表面に対して、必要に応じて、遊離砥粒を用いた粗研削加工を行ってもよい。

[0036] (2) 内孔形成処理

円筒状のダイヤモンドドリルを用いて、円板状ガラス素材の中心部に内孔を形成し、円環状のガラス基板とする。

[0037] (3) 形状加工処理

内孔形成処理の後、端部（外周端部及び内周端部）に面取面を形成するための形状加工処理が行われる。形状加工処理では先ず、円環状のガラス基板の外周端部及び内周端部に対して、例えば粒度 # 400 の電着ダイヤモンド砥石等を用いて研削を行い、比較的高速で面取り形状を作り込む。次いで、例えば粒度 # 2000 のレジンボンドダイヤモンド砥石等、研磨レートは低いが端部表面にダメージを与えない砥石を用いて、面取面を鏡面に近い表面性状まで研磨する。

[0038] (4) 端面研磨処理

次に、円環状のガラス基板の端面研磨（エッジポリッシング）が行われる。

端面研磨では、磁性スラリーを磁力線に保持させることにより磁性スラリーの塊を形成させ、この塊と、ガラス基板の内周端面及び外周端面とを接触させて相対移動させることにより、ガラス基板の内周端面と外周端面の研磨を行う。側壁面と面取面とを同時に研磨することができる。なお、端面研磨処理における取り代は、例えば $1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ 程度である。磁性スラリーには、磁気粘性流体と、研磨砥粒として、例えば、酸化セリウムや酸化ジルコニウム等の微粒子が用いられる。磁気粘性流体は、例えば、 $0.1 \sim 10\ \mu$

mのFeからなる磁性体微粒子を $3 \sim 5 \text{ g} / \text{cm}^3$ 含む非極性オイル、及び界面活性剤を含んだ流体が用いられる。非極性オイルあるいは極性オイルは、例えば、室温（ 20°C ）において非磁化状態で $1 \sim 20 \text{ (Pa} \cdot \text{秒)}$ の粘度を有する。端面研磨を行うことにより、ガラス基板の端面での塵等が付着した汚染、傷等の損傷の除去を行うことができ、サーマルアスペリティ障害の発生の防止や、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。本実施形態の端面研磨は、従来のブラシによる端面研磨の方式に比べて、極めて精密で品質の高い加工が可能である。具体的には、表面の粗さやうねりも極めて小さくし、表面に深溝を発生し難くすることができる。

[0039] ここで、端面研磨についてより詳細に説明する。図5A～図5C、及び図6は、本実施形態における端面研磨での研磨方法の一例を説明する図である。

端面研磨を行う装置10は、磁気を発生させる手段と磁性スラリーを用いてガラス基板の端面の研磨を行う。端面研磨を行う装置10の概要を説明すると、図5Aに示すように、装置10は、永久磁石である一対の磁石12、14と、スペーサ16と、非磁性体、例えばステンレスからなる円筒形状のパイプ18と、を含む。パイプ18内に、磁石12、14及びスペーサ16が内蔵されている。端面研磨を行うガラス基板は、図示されない保持具によって把持されている。保持具に把持されたガラス基板の内孔にパイプ18を貫通させ、後述する磁性スラリーの塊20（図5C、図6参照）とガラス基板の内周端面とを接触させる。また、図6に示すように、パイプ18を、ガラス基板の外周端面の近傍にも配置してもよい。このパイプ18内の磁石12、14によって形成された塊20と、ガラス基板の外周端面とを接触させた状態で相対的に移動させることにより、ガラス基板の外周端面の研磨が行われる。装置10のパイプ18及びガラス基板を保持する図示されない保持具は、図示されない駆動モータと機械的に接続されている。パイプ18と保持具が回転してガラス基板の端面と塊20とを相対的に移動させることによ

り、例えば500～2000rpmで相対的に回転させることにより、ガラス基板の内周端面及び外周端面を研磨することができる。なお、各パイプ18と保持具を固定し、ガラス基板のみを回転させることによって、ガラス基板の端面と塊20とを相対的に移動させてもよい。

なお、図6では、ガラス基板の内周端面と外周端面の研磨は同時に行っている場合を示しているが、このような場合に限られない。ガラス基板の内周端面と外周端面の研磨はそれぞれ別個に行ってもよい。

[0040] 端面研磨をより具体的に説明すると、磁石12と磁石14は、互いに近接して、磁気発生手段として機能し、図5Bに示すような磁力線19を形成する。この磁力線19は、磁石12、14の中心から外側に向けて突出するように進み、かつ、ガラス基板の厚さ方向に進む。磁石12、14との間には、例えば、図5Cに示すような磁性スラリーの塊20をパイプ18の外周につくるために、非磁性体からなるスペーサ16が設けられる。

磁気発生手段における磁束密度は、磁性スラリーの塊20を形成させる程度に設定すればよいが、端面研磨を効率よく行う点で、0.3～5テスラであることが好ましい。

なお、図5A～図5C、及び図6に示す例では、磁気発生手段として永久磁石を用いたが、電磁石を用いることもできる。また、スペーサ16を用いず、パイプ18に磁石12、14が固定されて、磁石12のN極の端面と磁石14のS極の端面との間の離間距離を一定に確保することもできる。

[0041] 磁性スラリーに含まれる研磨砥粒として、酸化セリウム、コロイダルシリカ、酸化ジルコニア、アルミナ砥粒、ダイヤモンド砥粒等の公知のガラス基板の研磨砥粒を用いることができる。研磨砥粒の粒径については、例えば0.5～3 μ mである。この範囲の研磨砥粒を用いることにより、ガラス基板の内側端面を良好に研磨することができる。研磨砥粒は、磁性スラリー中に、例えば1～20vol%含まれる。

[0042] 本実施形態の端面研磨処理を行うことで、ガラス基板は、側壁面及び／又は面取面の表面性状に関して、算術平均粗さ(Ra)を0.015 μ m以下とし

、かつ粗さ断面積の負荷率

曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率を95%以上とすることができる。

[0043] (5) 精研削処理

精研削工程では、遊星歯車機構を備えた両面研削装置を用いて円環状のガラス基板の主表面に対して研削加工を行う。精研削処理で使用する固定砥粒としては、例えば、ダイヤモンド砥粒がレジンボンド等の結合剤で固定された研削パッドを使用することができる。両面研削装置は、上下一対の定盤（上定盤および下定盤）を有しており、上定盤および下定盤の間に、キャリアに装着された円環状のガラス基板が挟持される。そして、上定盤または下定盤のいずれか一方、または、双方を移動操作することにより、ガラス基板と各定盤とを相対的に移動させることで、ガラス基板の両主表面を研削することができる。

[0044] (6) 第1研磨（主表面研磨）処理

次に、研削されたガラス基板の主表面に第1研磨が施される。第1研磨は、精研削により主表面に残留したキズ、歪みの除去、うねり、微小うねりの調整を目的とする。

第1研磨処理においても、遊星歯車機構を備えた両面研削装置が用いられる。この研磨装置において、下定盤の上面および上定盤の底面には、全体として円環形状の平板の研磨パッドが取り付けられており、遊星歯車機構の動作中には、キャリアに装着されたガラス基板に対して研磨パッドが押圧される。研磨パッドの材質は、例えば発泡ウレタンであり、砥粒を含浸させたものを好適に用いることができる。研磨装置には、例えば平均粒径が0.1～5 μ m程度の酸化セリウム又は酸化ジルコニウムを研磨砥粒として含有する研磨液が用いられる。平均粒径（D50）とは、体積分率で計算した累積体積分度が粒径の小さいほうから計算して50%となる粒径を意味している。

[0045] 第1研磨処理では、ガラス基板の主表面の表面凹凸について、粗さ(Ra)を0.5nm以下とし、かつマイクロウェーブネス(MW-Rq)を0.5nm以下と

するように研磨が行われる。ここで、マイクロウェーブネスは、主表面における波長帯域100～500 μm の粗さとして算出されるRMS (Rq) 値で表すことができ、例えば、光学式の表面形状測定装置を用いて計測できる。

主表面の粗さは、JIS B0601:2001により規定される算術平均粗さRaで表され、例えば、AFMで計測できる。本願においては、1 μm $\times$ 1 μm 角の測定エリアにおいて、512 $\times$ 512ピクセルの解像度で測定したときの算術平均粗さRaを用いることができる。

[0046] (7) 化学強化処理

次に、第1研磨後のガラス基板は化学強化される。

化学強化液として、例えば硝酸カリウムと硫酸ナトリウムの混合塩の熔融液等を用いることができる。

このように、ガラス基板を化学強化液に浸漬することによって、ガラス基板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、ガラス基板が強化される。

[0047] (8) 第2研磨（最終研磨）処理

次に、化学強化されて十分に洗浄されたガラス基板に第2研磨が施される。第2研磨は、主表面の鏡面研磨を目的とする。第2研磨による取り代は、5 μm 以下とすることが好ましい。

第2研磨では例えば、第1研磨で用いたものと同様の研磨装置を用いることができる。このとき、第1研磨と異なる点は、遊離砥粒の種類及び粒子サイズが異なることと、樹脂ポリッシャの硬度が異なることである。樹脂ポリッシャは、例えば、発泡ポリウレタンのスウェードタイプの軟質ポリッシャを用いることができる。また、アスカーC硬度で70～90の範囲内とすることが好ましい。

第2研磨に用いる遊離砥粒として、例えば、スラリーに混濁させたコロイダルシリカ等の微粒子が用いられる。コロイダルシリカの砥粒の平均粒径（

D50)は、例えば50nm以下であり、20nm以下であるとより好ましい。平均粒径が20nm以下のコロイダルシリカの砥粒を使用することで、極めて平滑な主表面を得ることができる。

研磨されたガラス基板を洗浄することで、磁気ディスク用ガラス基板が得られる。

[0048] なお、本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法では、(4)の端面研磨処理を経たガラス基板が、側壁面及び／又は面取面の表面性状に関して、算術平均粗さ(Ra)が0.015 μ m以下であり、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上となっている。そのため、第2研磨処理で使用されるコロイダルシリカの平均粒径が20nm以下の大きさの場合であっても、コロイダルシリカの微粒子が側壁面及び／又は面取面の溝（あるいは谷）に入り込み、側壁面及び／又は面取面に付着することを防止することができる。

[0049] [磁気ディスク]

磁気ディスクは、磁気ディスク用ガラス基板を用いて以下のようにして得られる。

磁気ディスクは、例えば磁気ディスク用ガラス基板（以下、単に「基板」という。）の主表面上に、主表面に近いほうから順に、少なくとも付着層、下地層、磁性層（磁気記録層）、保護層、潤滑層が積層された構成になっている。

例えば基板を、真空引きを行った成膜装置内に導入し、DCマグネトロンスパッタリング法にてAr雰囲気中で、基板の主表面上に付着層から磁性層まで順次成膜する。付着層としては例えばCrTi、下地層としては例えばCrRuを用いることができる。磁性層としては、例えばCoPt系合金を用いることができる。また、L₁₀規則構造のCoPt系合金やFePt系合金を形成して熱アシスト磁気記録用の磁性層とすることもできる。上記成膜後、例えばCVD法によりC₂H₄を用いて保護層を成膜し、続いて表面に窒素を導入する窒化処理を行うことにより、磁気記録媒体を形成することがで

きる。その後、例えばP F P E（パーフルオロポリエーテル）をディップコート法により保護層上に塗布することにより、潤滑層を形成することができる。

作製された磁気ディスクは、好ましくは、D F H (Dynamic Flying Height) コントロール機構を搭載した磁気ヘッドとともに、磁気記録再生装置としてのH D D (Hard Disk Drive)に組み込まれる。

[0050] [実施例、比較例]

本実施形態の磁気ディスク用ガラス基板の効果を確認するために、製造したガラス基板から2.5インチの磁気ディスクを作製し、L U L 耐久試験を行って、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合の発生有無を調べた。

製造した磁気ディスク用ガラス基板のガラスの組成は、下記の通りである。

[ガラスの組成]

質量%表示で、S i O₂を65.08%、A l₂O₃を15.14%、L i₂Oを3.61%、N a₂Oを10.68%、K₂Oを0.35%、M g Oを0.99%、C a Oを2.07%、Z r O₂を1.98%、F e₂O₃を0.10%、有する組成からなるアモルファスのアルミノシリケートガラスであり、ガラス転移温度が510℃である。

[0051] [実施例、比較例の磁気ディスク用ガラス基板の作製]

実施例の磁気ディスク用ガラス基板については、上記製造方法の各処理を順序通りに行うことで作製した。ここで、

(1)のガラス素板の成形は、プレス成形方法を用いた。粗研削では、アルミナ系遊離砥粒を用いた。

(3)の形状加工処理では、粒度#400の電着ダイヤモンド砥石、粒度#2000のレジンボンドダイヤモンド砥石を順に用いて、ガラス基板の外周端部及び内周端部に面取面を形成した。

(4)の端面研磨では、図5に示した研磨用装置を用いて、磁性スラリー

による端面研磨を行った。このとき、ガラス基板の端面の研磨のために用いる研磨スラリーは、Feの微粒子を非磁性オイルに分散させた磁性流体に、酸化セリウムの研磨砥粒を分散させたものを用いた。なお、(4)の処理における面取面の取り代及び加工条件を適宜調整することによって、表1の実施例を作り分けた。

(5)の精研削では、ダイヤモンド砥粒をレジンボンドで固めた固定砥粒を定盤に貼り付けた研削装置を用いて研削した。

(6)の第1研磨では、遊星歯車機構を備えた研磨装置を用いて研磨した。酸化セリウム砥粒を含む研磨液、及び研磨パッドとして硬質ウレタンパッドを使用した。

(7)の化学強化では、化学強化液として硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの混合液等を用いて化学強化を行った。

(8)の第2研磨は、第1研磨と同様に、遊星歯車機構を備えた研磨装置を用いて行った。ポリシャを軟質ポリシャ(スウェード)の研磨パッド(アスカC硬度で75の発泡ポリウレタン)を用いた。遊離砥粒としてコロイダルシリカ(平均粒径(D50):30nm)を用いた。なお、粒度分布を確認したところ、粒径が20nmのコロイダルシリカも含まれていた。以上により、磁気ディスク用ガラス基板を得た。作製された磁気ディスク用ガラス基板は公称2.5インチサイズ(内径20mm、外径65mm、板厚0.635mm)の磁気ディスク用の基板である。主表面の表面粗さをAFMで測定したところ、Raで0.2nm以下であった。

[0052] 一方、比較例の磁気ディスク用ガラス基板を作製するに当たり、(3)の形状加工において、粒度#400の電着ダイヤモンド砥石を用いて面取面を形成した。なお、比較例では、粒度#2000のレジンボンドダイヤモンド砥石を用いた研削を行わなかった。また、(4)の端面研磨において、ガラス基板の端面を、酸化セリウムを遊離砥粒として用いて、研磨ブラシにより研磨した。さらに、(3)及び(4)の処理における面取面の取り代及び加工条件を適宜調整することによって比較例を作り分けた。(3)及び(4)

以外の処理については、実施例と同様とした。

[0053] 端面研磨に用いる酸化セリウム砥粒の平均粒径を調整することによって、表1に示すように、実施例及び比較例の磁気ディスク用ガラス基板の面取面及び側壁面の表面粗さを調整した。また、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は、磁気研磨の研磨条件のうちガラス基板と磁石との相対速度を増減することによって調整した。実施例1～3の面取面及び側壁面の最大高さ(Rz)は0.15 μm 以下であった。

なお、作製した磁気ディスク用ガラス基板の面取面及び側壁面の算術平均粗さ(Ra)、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は、以下の測定条件にてレーザ顕微鏡を用いて、50 μm 四方の評価領域にて表面形状を測定したデータから得たものである。

[レーザ顕微鏡]

分解能：0.7 nm

観察倍率：1000倍

Z軸測定ピッチ：0.1 μm

カットオフ値 λ_s ：0.08 μm

カットオフ値 λ_c ：0.25 mm

[0054] 実施例及び比較例の磁気ディスク用ガラス基板の側壁面上の100 μm 四方の領域について顕微鏡及びSEMで観察し、付着する異物の数を評価した。評価基準は以下のとおりであり、○及び◎が合格である。

[評価基準]

◎：0～1個

○：2～5個

△：6～19個

×：20個以上

[0055]

[表1]

	算術平均粗さ (Ra)	粗さ百分率が 60 % における 粗さ断面積の負荷率	付着する異物の数
比較例 1	0.020 μ m	85 %	× (42 個)
比較例 2	0.014 μ m	93 %	× (21 個)
比較例 3	0.018 μ m	96 %	△ (16 個)
実施例 1	0.014 μ m	95 %	○ (5 個)
実施例 2	0.010 μ m	96 %	◎ (1 個)
実施例 3	0.009 μ m	97 %	◎ (0 個)

[0056] 表 1 に示すように、算術平均粗さ (Ra) を 0.015 μ m 以下とし、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が 60 % における粗さ断面積の負荷率は 95 % 以上とすることによって、付着する異物の数の評価が基準を満たすことがわかる。これは、測定領域において異物が入り込む深溝の数が非常に少なかったためであると考えられる。

[0057] 次に、実施例 1 と算術平均粗さ (Ra)、及び粗さ百分率が 60 % における粗さ断面積の負荷率を同一の値を維持しつつ、磁気研磨の研磨条件のうち磁性材料である Fe の微粒子の粒子サイズを適宜変化させることによって、粗さ断面積の負荷率が 20 ~ 80 % の範囲における粗さ百分率の変化量を、表 2 に示すように調整した（実施例 4 ~ 9）。実施例 4 ~ 9 の磁気ディスク用ガラス基板について付着する異物の数を評価したところ、表 2 に示すように、粗さ断面積の負荷率が 20 ~ 80 % の範囲における粗さ百分率の変化量を 25 % 以下とすることによって、付着する異物の数の評価がさらに良好になったことがわかる（実施例 7 ~ 9）。これは、側壁面上で深さが比較的浅い溝がより均一に形成されたため、異物がさらに残留し難くなったためであると考えられる。

[0058]

[表2]

	粗さ断面積の負荷率が20～80%の範囲における粗さ百分率の変化量	付着する異物の数
実施例 4	35.0%	○ (5個)
実施例 5	30.6%	○ (5個)
実施例 6	28.2%	○ (3個)
実施例 7	25.0%	◎ (1個)
実施例 8	21.6%	◎ (0個)
実施例 9	14.8%	◎ (0個)

[0059] さらに、得られた実施例及び比較例の磁気ディスク用ガラス基板に磁性層等を形成した磁気ディスクを作製し、LUL耐久試験（60万回）を行って評価した。LUL耐久試験とは、磁気ディスクを構成するハードディスクドライブ（HDD）を温度70℃、湿度80%の恒温恒湿層に入れた状態で、ヘッドを、ランプ上とIDストッパーの間を動きを止めずに往復運動（シーク動作）させ、試験後のヘッドの汚れや磨耗等の異常発生を調査する試験のことである。8万回／日×7.5日＝60万回のLUL試験の結果、ヘッドABS面を顕微鏡で拡大して目視し、コンタミネーションの付着や磨耗、カケが見られる場合は不合格として評価した。

[0060] 上記実施例及び比較例におけるLUL耐久試験では、実施例は合格であり、比較例は不合格であった。LUL耐久試験で不合格であった比較例の原因を調べたところ、ガラス基板と磁性層との間に粒子が付着しており、この粒子の組成分析を行ったところ、粒子はコロイダルシリカの微粒子であることがわかった。すなわち、第2研磨に用いたコロイダルシリカの砥粒の残存物がガラス基板の主表面に付着したことが、上記耐久試験の不合格の原因であることがわかった。これより、側壁面及び／又は面取面を実施例のような表面性状とすることで、ヘッドクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害等の不具合を起こし難くなることがわかる。

[0061] 以上、本発明の磁気ディスク用ガラス基板について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよいのは勿論である。

請求の範囲

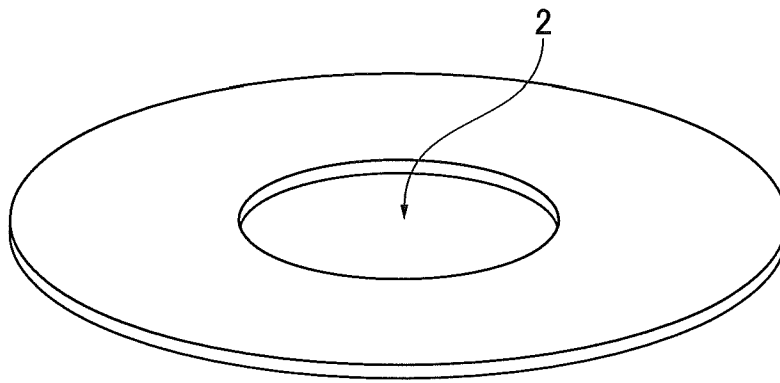
- [請求項1] 一対の主表面と、側壁面と、主表面と側壁面との間の面取面とを有するドーナツ型の磁気ディスク用ガラス基板であって、
側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、算術平均粗さ(Ra)が $0.015\mu\text{m}$ 以下であって、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上であることを特徴とする、磁気ディスク用ガラス基板。
- [請求項2] 側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ断面積の負荷率が20～80%の範囲における粗さ百分率の変化量は25%以下であることを特徴とする、
請求項1に記載された磁気ディスク用ガラス基板。
- [請求項3] 側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、最大高さ(Rz)が $0.15\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、
請求項1又は2に記載された磁気ディスク用ガラス基板。
- [請求項4] 算術平均粗さ(Ra)及び／又は最大高さ(Rz)と粗さ断面積の負荷率曲線は、側壁面及び／又は面取面上の所定サイズの領域について測定されたものであることを特徴とする、
請求項1～3のいずれかに記載された磁気ディスク用ガラス基板。
- [請求項5] 前記側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面は、前記ガラス基板の外周側の面であることを特徴とする、
請求項1～4のいずれかに記載された磁気ディスク用ガラス基板。
- [請求項6] 前記ガラス基板の外周側の面は、側壁面であることを特徴とする、
請求項5に記載された磁気ディスク用ガラス基板。
- [請求項7] 請求項1～6に記載された磁気ディスク用ガラス基板の表面に少なくとも磁気記録層が成膜されたことを特徴とする、
磁気ディスク。

[請求項8] 一対の主表面と、側壁面と、主表面と側壁面との間の面取面とを有するドーナツ型のガラス基板に対して、研磨砥粒を含む研磨液を用いて主表面の研磨を行う研磨処理を有する磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、

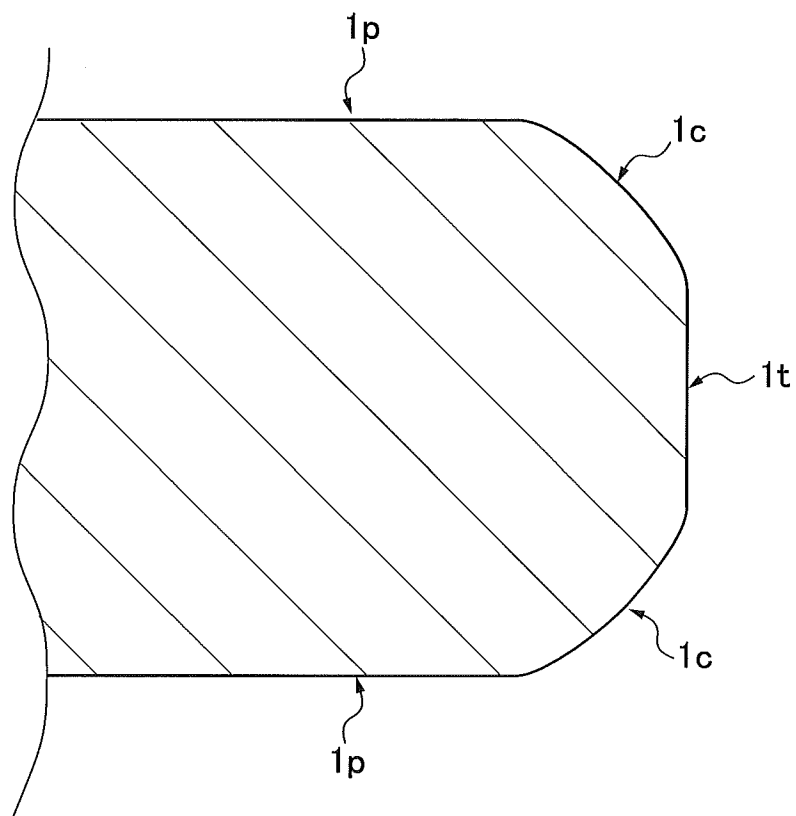
前記ガラス基板は、側壁面及び面取面の少なくともいずれか一方の面の表面性状に関し、算術平均粗さ(Ra)が $0.015\mu\text{m}$ 以下であって、かつ粗さ断面積の負荷率曲線において、粗さ百分率が60%における粗さ断面積の負荷率は95%以上であることを特徴とする、

磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。

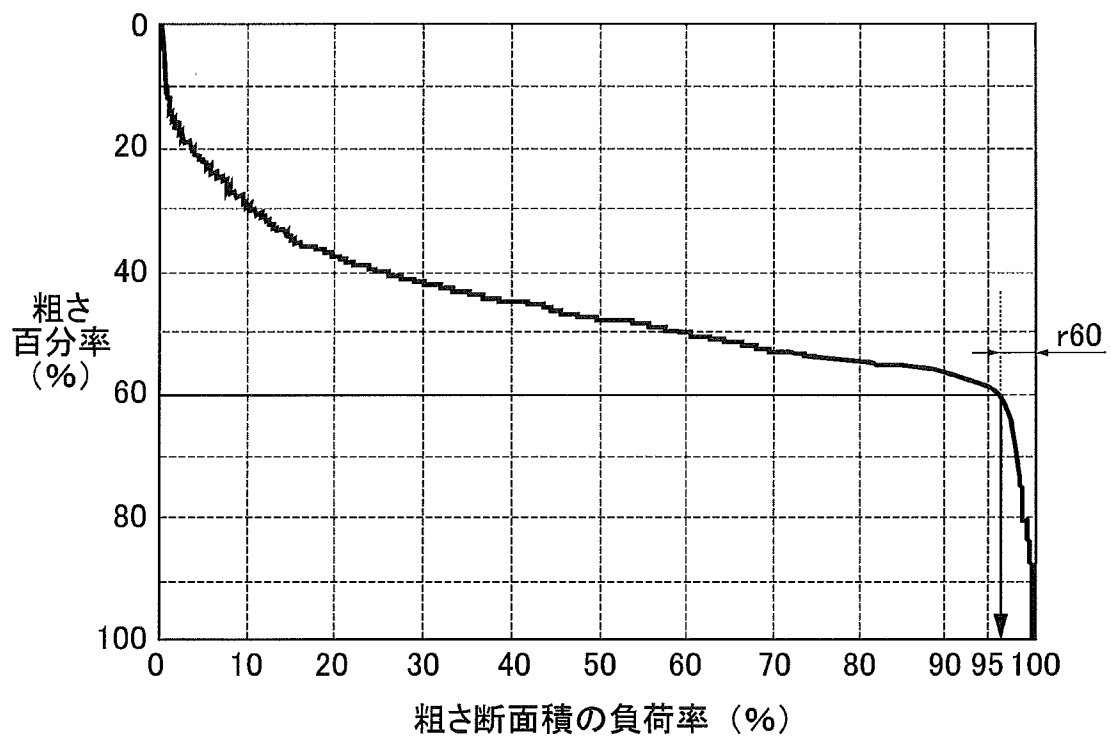
[図1A]



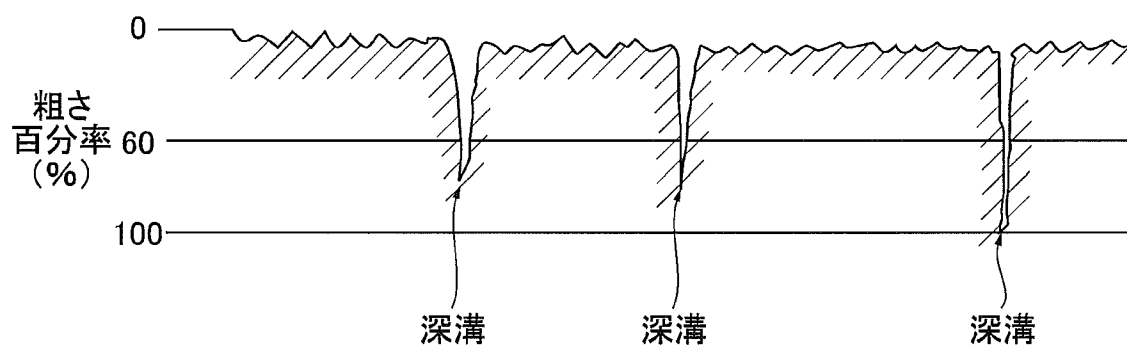
[図1B]



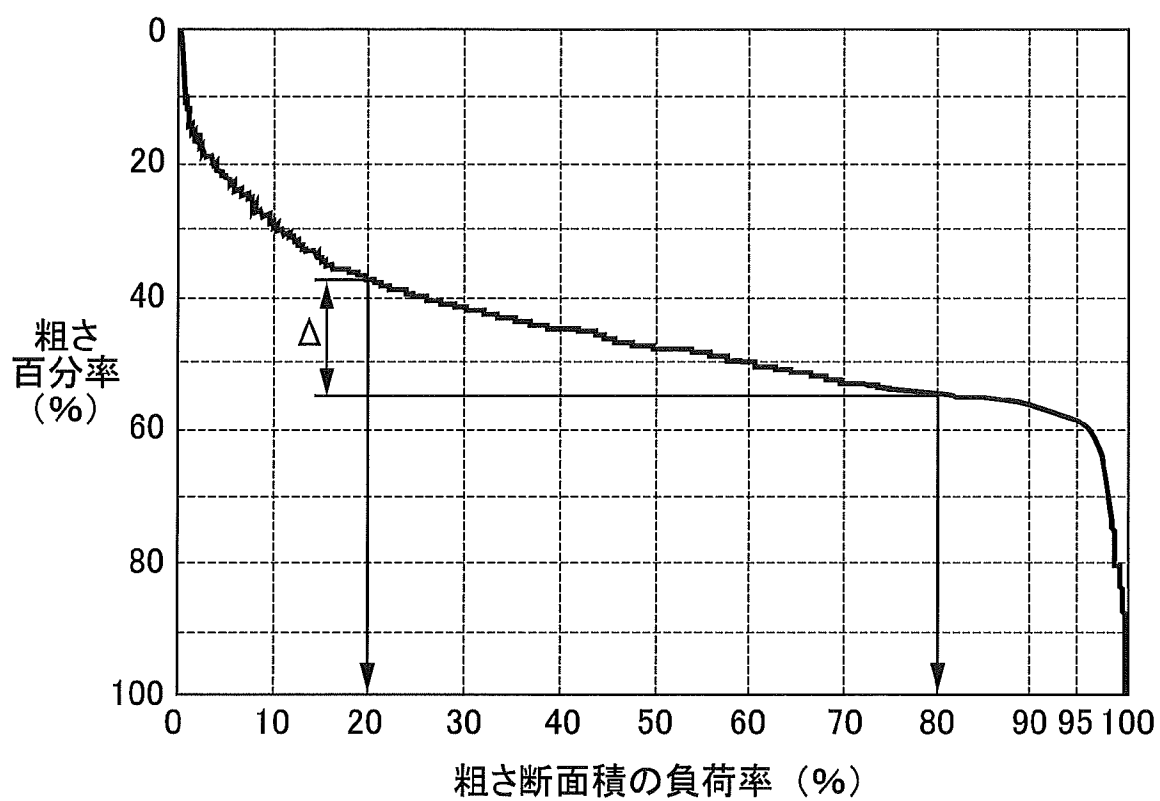
[図2]

粗さ断面積の負荷率曲線

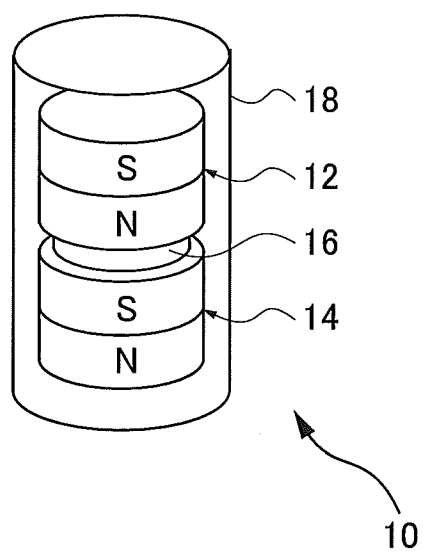
[図3]



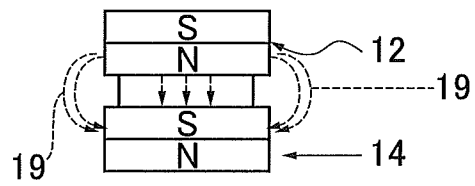
[図4]

粗さ断面積の負荷率曲線

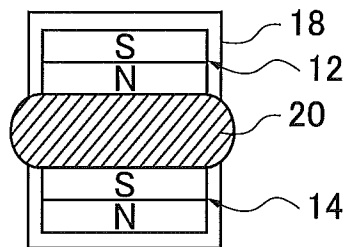
[図5A]



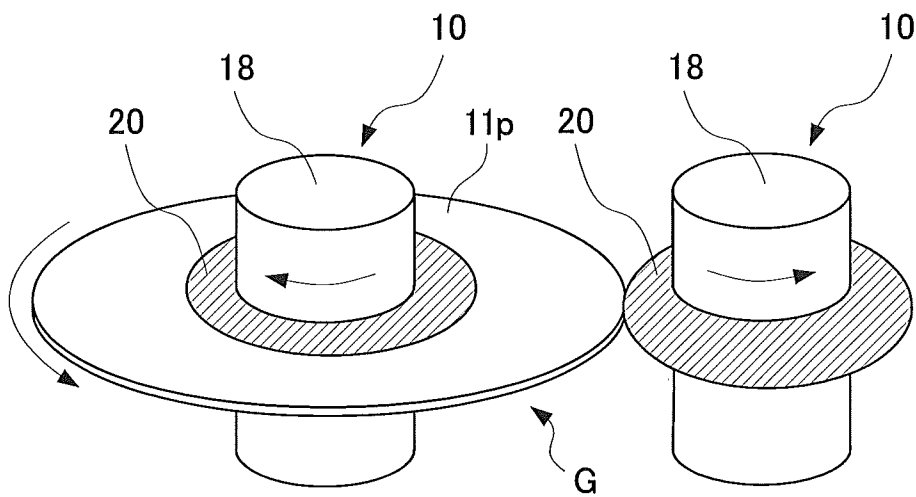
[図5B]



[図5C]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/73(2006.01)i, C03C19/00(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)

G11B5/73, C03C19/00, G11B5/84

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 2007-042263 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 15 February 2007 (15.02.2007), entire text & US 2009/0226767 A1 & WO 2007/007650 A1 & CN 101203909 A	1-8
A	JP 2007-272995 A (Hoya Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text (Family: none)	1-8
A	JP 2000-132829 A (Hoya Corp.), 12 May 2000 (12.05.2000), entire text & JP 2003-36522 A & US 6383404 B1 & US 2002/0142191 A1 & SG 84541 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
12 September, 2013 (12.09.13)

Date of mailing of the international search report
24 September, 2013 (24.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067940

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 2001-243617 A (Hoya Corp.), 07 September 2001 (07.09.2001), entire text & US 2001/0053444 A1 & US 6706427 B2 & US 2004/0170870 A1	1-8
A	JP 8-007264 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 12 January 1996 (12.01.1996), entire text & US 5604014 A	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. G11B5/73(2006.01)i, C03C19/00(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. G11B5/73, C03C19/00, G11B5/84			
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 3年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 3年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 3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 2007-042263 A（昭和電工株式会社）2007.02.15, 全文 & US 2009/0226767 A1 & WO 2007/007650 A1 & CN 101203909 A	1-8	
A	JP 2007-272995 A（H O Y A株式会社）2007.10.18, 全文 （ファミリーなし）	1-8	
A	JP 2000-132829 A（ホーヤ株式会社）2000.05.12, 全文 & JP 2003-36522 A & US 6383404 B1 & US 2002/0142191 A1 & SG 84541 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 2 . 0 9 . 2 0 1 3		国際調査報告の発送日 2 4 . 0 9 . 2 0 1 3	
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） 原田 貴志 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 5 5 1	5 D 4 6 9 0

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 2001-243617 A (ホーヤ株式会社) 2001.09.07, 全文 & US 2001/0053444 A1 & US 6706427 B2 & US 2004/0170870 A1	1-8
A	JP 8-007264 A (富士電機株式会社) 1996.01.12, 全文 & US 5604014 A	1-8