

(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
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/090655 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 19/00 (2006.01) *B24B 37/26* (2012.01)
B24B 7/24 (2006.01) *G11B 5/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078156
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 6 日(06.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-293389 2010 年 12 月 28 日(28.12.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (KONICA MINOLTA OPTO, INC.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河合 秀樹 (KAWAI, Hideki) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 達久 (KATO, Tatsuhisa) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 遠藤 毅 (ENDO, Takeshi) [JP/JP]; 〒

1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 小松 隆史 (KOMATSU, Takafumi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

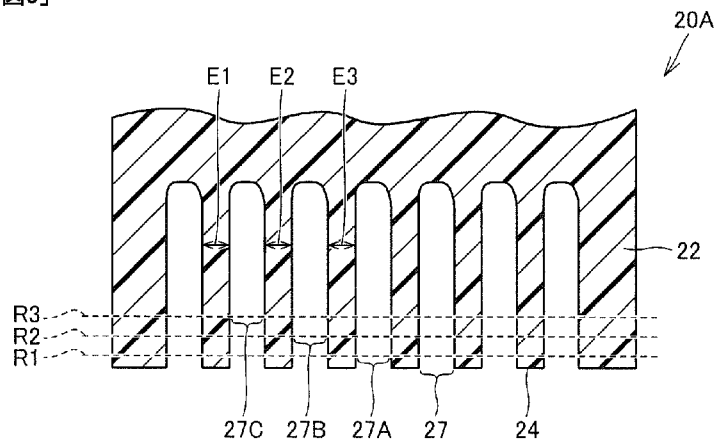
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, 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

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING GLASS SUBSTRATE

(54) 発明の名称: ガラス基板の製造方法

【図5】



(57) Abstract: Provided is a method for producing a glass substrate comprising a polishing step which repeatedly uses a polished surface (24) of a polishing pad (20A) in which a plurality of openings (27) are formed on the polished surface (24) to perform a polishing process to each of a plurality of glass substrates, and which performs a dressing process to the polished surface (24) every time the polished surface (24) has been used for a predetermined number of times, wherein at the start of use of the polished surface (24), a first average area of the plurality of openings (27) is defined based on the area of each of the plurality of openings (27), and every time a dressing process is performed on the polished surface (24), a second average area of the plurality of openings (27) is defined based on the area of each of the plurality of openings (27), thereby an average value is defined based on the first average area and the second average area after the polishing process. The first average area and the second average area after the polishing process are within the range of 64% to 144% with respect to the above average value.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/090655 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

研磨面 (24) 内に複数の開口部 (27) が形成された研磨パッド (20A) の研磨面 (24) を繰
り返し使用して、複数のガラス基板の各々に対して研磨処理を施すとともに、研磨面 (24) が所定回
数使用される毎に研磨面 (24) にドレス加工を施す研磨工程を備え、研磨面 (24) の使用開始時
には複数の開口部 (27) の各々の面積に基づいて複数の開口部 (27) の第 1 平均面積が規定され、研
磨面 (24) にドレス加工が実施される毎には複数の開口部 (27) の各々の面積に基づいて複数の開
口部 (27) の第 2 平均面積が規定され、第 1 平均面積および研磨工程を通しての第 2 平均面積に基
づいてそれらの平均値が規定され、第 1 平均面積および研磨工程を通しての第 2 平均面積は、上記平均値
に対して 64% 以上 144% 以下の範囲内である、ガラス基板の製造方法。

明 細 書

発明の名称： ガラス基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス基板の製造方法に関し、特に、情報記録媒体の製造に用いられるガラス基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] HDD (Hard Disk Drive) などの情報記録装置には、磁気ディスクまたは光磁気ディスクなどの円板状の情報記録媒体が内蔵される。情報記録媒体は、情報記録媒体用ガラス基板（以下、ガラス基板ともいう）から製造される。ガラス基板の主表面上に、磁気、光、または光磁気等の性質を利用した記録層を含む磁気薄膜層が形成される。記録層が磁気ヘッドによって磁化されることによって、所定の情報が磁気ディスク等の情報記録媒体に記録される。

[0003] 情報記録媒体用ガラス基板の製造方法においては、ガラス基板の主表面に対して化学強化処理が施される前に、研磨パッドを使用してガラス基板の主表面に対して研磨処理が施される（特開 2010-082721 号公報（特許文献 1）、特開 2005-149668 号公報（特許文献 2）、および特開 2009-101504 号公報（特許文献 3）などを参照）。一般的に、主表面に対する上記の研磨処理においては、粗研磨工程および精密研磨工程がこの順番で実施される。

[0004] まず、粗研磨工程においては、ガラス基板の主表面にスラリー（研磨液）として酸化セリウムが供給される。ガラス基板の主表面は、硬質のウレタンパッド等を使用して、比較的粗く研磨される。粗研磨工程を経ることによって、ガラス基板の主表面の平行度、平坦度、および厚さなどが調整される。

[0005] 次に、精密研磨工程においては、ガラス基板の主表面にスラリーとしてコロイダルシリカが供給される。ガラス基板の主表面は、軟質の発泡ウレタンパッド等を使用して、比較的精密に研磨される。精密研磨工程を経ることに

よって、主表面の凹凸が均一になり、ガラス基板の主表面の平行度および平坦度がより一層高くなる。

[0006] 図14を参照して、精密研磨工程に使用される一般的な研磨パッド20について説明する。ガラス基板（図示せず）の両主表面を研磨する研磨パッド20は、所定の定盤（図示せず）上に固定される研磨層22を備える。研磨層22は、たとえば発泡樹脂から構成される。研磨層22は、研磨面24と、複数の発泡ポア26とを有している。発泡ポア26の上端から研磨面24内に向けて、開口部27が露出している。

[0007] 一般的な精密研磨工程においては、研磨パッド20の研磨面24が、ガラス基板の主表面に対して押圧される。ガラス基板と研磨面24との間にコロイダルシリカ等が供給された状態で、研磨面24によってガラス基板の主表面が研磨される。精密研磨工程を経ることによって、ガラス基板の主表面の平滑度および平坦度が調整される。

[0008] ここで、磁気ディスク等の情報記録媒体は、HDDなどの情報記録装置の内部において高速で回転する。情報の記録および再生のために、情報記録媒体の表面に形成された磁気記録層上を磁気ヘッドが飛行する。近年、記録密度の増加に伴って、磁気ヘッドと情報記録媒体（磁気薄膜層）との間の距離（DFH: Dynamic Flying Height）が小さくなる傾向にある。ガラス基板の主表面に形成された磁気薄膜層と磁気ヘッドとの接触（いわゆるヘッドクラッシュ現象）を抑制するために、ガラス基板の主表面の平滑度および平坦度に対する要求はますます高くなっている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2010-082721号公報
特許文献2：特開2005-149668号公報
特許文献3：特開2009-101504号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 図 1 4 を参照して、研磨パッド 2 0 の研磨面 2 4 は、ガラス基板の主表面を研磨するために繰り返し使用されることによって、徐々に磨り減る。研磨面 2 4 の位置は、徐々に（図 1 4 紙面上方に向かって）後退する。研磨面 2 4 は、所定の枚数のガラス基板の研磨に使用される毎に、ドレス加工が施される。たとえば、研磨面 2 4 が磨り減って、図 1 4 に示す状態から点線 R 1 に示す位置のやや手前にまで研磨面 2 4 が到達（後退）した後、研磨面 2 4 にドレス加工が施される。ドレス加工によって、研磨面 2 4 は点線 R 1 に沿った平坦な面を呈する。
- [0011] 研磨面 2 4 は表面粗さが良好な状態に再生され、再びガラス基板の研磨に供される。研磨面 2 4 が磨り減って、研磨面 2 4 が点線 R 2 に示す位置のやや手前にまで到達した後、研磨面 2 4 に再びドレス加工が施される。ドレス加工によって、研磨面 2 4 は点線 R 2 に沿った平坦な面を呈する。その後、研磨面 2 4 は再びガラス基板の研磨に供される。
- [0012] 研磨面 2 4 が磨り減って、研磨面 2 4 が点線 R 3 に示す位置のやや手前にまで到達した後、研磨面 2 4 に再びドレス加工が施される。研磨面 2 4 は、点線 R 3 に沿った平坦な面を呈し、研磨面 2 4 は再びガラス基板の研磨に供される。定期的に研磨面 2 4 にドレス加工が施されることによって、研磨面 2 4 の表面粗さは良好な状態が保たれる。便宜上、点線 R 1 と点線 R 2 との間隔、および点線 R 2 と点線 R 3 との間隔を広く図示しているが、実際にはこれらの間隔は数 μm である。
- [0013] ここで、特開 2 0 0 5 - 1 4 9 6 6 8 号公報（特許文献 2）は、初期状態（研磨パッドの使用開始時）における研磨面に関する発明を開示しているが、研磨面の状態変化にまでは言及していない。特開 2 0 1 0 - 0 8 2 7 2 1 号公報（特許文献 1）は、開口径の変化については言及していない。特開 2 0 0 9 - 1 0 1 5 0 4 号公報（特許文献 3）は、開口径が変化する事による影響について述べているが、基板の微小うねり形状については言及していない。ガラス基板の従来の製造方法においては、研磨面の状態変化によって、

発泡ポアの開口部の面積、または開口部の研磨面に対する面積占有率等が大きく変化している。ガラス基板の主表面に微小うねり等の形状の不規則性が発生し、ガラス基板の品質にばらつきが生じていた。

[0014] 本発明は、上記の実情に鑑みて為されたものであって、情報記録媒体用ガラス基板の主表面における微小うねり形状等の品質ばらつきを低減することが可能な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

[0015] 本発明に基づくガラス基板の製造方法は、研磨面内に複数の開口部が形成された研磨パッド、および複数のガラス基板を準備する準備工程と、上記研磨パッドの上記研磨面を繰り返し使用して複数の上記ガラス基板の各々に対して研磨処理を施すとともに、上記研磨面が所定の回数使用される毎に上記研磨面にドレス加工を施す研磨工程と、を備え、上記研磨面の使用開始時には、上記研磨面の使用開始時における複数の上記開口部の各々の面積に基づいて、上記研磨面の使用開始時における複数の上記開口部の第1平均面積が規定され、上記研磨面に上記ドレス加工が実施される毎には、上記ドレス加工が実施される毎における複数の上記開口部の各々の面積に基づいて、上記ドレス加工が実施される毎における複数の上記開口部の第2平均面積が規定され、上記第1平均面積および上記研磨工程を通しての上記第2平均面積に基づいて、上記第1平均面積および上記研磨工程を通しての上記第2平均面積の平均値が規定され、上記第1平均面積および上記研磨工程を通しての上記第2平均面積は、上記第1平均面積および上記研磨工程を通しての上記第2平均面積の上記平均値に対して、64%以上144%以下の範囲内である。

[0016] 好ましくは、上記準備工程において準備される上記研磨パッドは、上記研磨面を構成する樹脂層を含み、上記準備工程においては、複数の凹凸パターンを有する成形用金型を使用して、複数の上記凹凸パターンを上記樹脂層に転写することによって、上記研磨面内に複数の上記開口部が形成された上記研磨パッドが準備される。

[0017] 好ましくは、上記準備工程において準備される上記研磨パッドは、上記研磨面を構成する樹脂層を含み、上記準備工程においては、上記樹脂層のうち上記開口部に対応する部分に熱加工を施すことによって、上記研磨面内に複数の上記開口部が形成された上記研磨パッドが準備される。

[0018] 好ましくは、上記準備工程において準備される上記研磨パッドは、上記研磨面を構成する樹脂層を含み、上記準備工程においては、上記樹脂層のうち上記開口部に対応する部分に機械加工を施すことによって、上記研磨面内に複数の上記開口部が形成された上記研磨パッドが準備される。

[0019] 好ましくは、上記研磨面の使用開始時および上記研磨面に上記ドレス加工が実施される毎において、上記研磨面内に形成される複数の上記開口部のうち隣り合う上記開口部同士の間隔の平均間隔値が規定され、上記平均間隔値は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲内である。

[0020] 好ましくは、上記研磨面の使用開始時および上記研磨面に上記ドレス加工が実施される毎において、上記研磨面内に形成された複数の上記開口部の総面積が規定され、上記研磨面の使用開始時および上記研磨面に上記ドレス加工が実施される毎における上記総面積は、上記研磨面の面積に対して20%以上60%以下の範囲内である。

[0021] 好ましくは、上記第1平均面積および上記研磨工程を通しての上記第2平均面積の上記平均値は、 $0.25\pi \times 10^{-12}(\text{m}^2)$ 以上 $1.00\pi \times 10^{-8}(\text{m}^2)$ 以下の範囲内である。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、情報記録媒体用ガラス基板の主表面における微小うねり形状等の品質ばらつきを低減することが可能なガラス基板の製造方法を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]実施の形態におけるガラス基板の製造方法によって製造されるガラス基板を示す斜視図である。

[図2]実施の形態におけるガラス基板の製造方法によって製造されたガラス基

板の主表面に、磁気薄膜層が形成されることによって製造された磁気ディスクを示す斜視図である。

[図3]実施の形態におけるガラス基板の製造方法の各工程を示す図である。

[図4]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用される研磨パッドを示す底面図である。

[図5]図4中のV－V線矢視断面図である。

[図6]隣り合う開口部同士の間隔を説明するための研磨パッドの底面図である。

[図7]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用され得る研磨パッドの第1変形例を示す底面図である。

[図8]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用され得る研磨パッドの第2変形例を示す底面図である。

[図9]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に用いられる研磨パッドの製造方法に使用されるスタンプを示す平面図である。

[図10]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に用いられる研磨パッドの製造方法に使用されるスタンプを使用して、上記研磨パッドを作製する様子を示す断面図である。

[図11]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用され得る研磨パッドの製造方法の第1変形例を示す断面図である。

[図12]実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用され得る研磨パッドの製造方法の第2変形例を示す断面図である。

[図13]実施例および比較例に関する研磨パッドの各特性を示す図である。

[図14]ガラス基板の製造方法の精密研磨工程に使用される一般的な研磨パッドを示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 本発明に基づいた各実施の形態および各実施例について、以下、図面を参照しながら説明する。各実施の形態および各実施例の説明において、個数、量などに言及する場合、特に記載がある場合を除き、本発明の範囲は必ずし

もその個数、量などに限定されない。各実施の形態および各実施例の説明において、同一の部品、相当部品に対しては、同一の参照番号を付し、重複する説明は繰り返さない場合がある。

[0025] [実施の形態]

（ガラス基板 1・磁気ディスク 10）

図 1 および図 2 を参照して、まず、実施の形態に基づく情報記録媒体用ガラス基板の製造方法によって得られるガラス基板 1、およびガラス基板 1 を備えた磁気ディスク 10 について説明する。図 1 は、磁気ディスク 10（図 2 参照）に用いられるガラス基板 1 を示す斜視図である。図 2 は、ガラス基板 1 を備えた情報記録媒体としての磁気ディスク 10 を示す斜視図である。

[0026] 図 1 に示すように、磁気ディスク 10 に用いられるガラス基板 1（情報記録媒体用ガラス基板）は、中心に孔 1H が形成された環状の円板形状を呈している。ガラス基板 1 は、表主表面 1A、裏主表面 1B、内周端面 1C、および外周端面 1D を有している。表主表面 1A、裏主表面 1B、内周端面 1C、および外周端面 1D には、化学強化層（図示せず）が形成されている。

[0027] ガラス基板 1 の大きさは、たとえば 0.8 インチ、1.0 インチ、1.8 インチ、2.5 インチ、または 3.5 インチである。ガラス基板の厚さは、破損防止の観点から、たとえば 0.30～2.2 mm である。本実施の形態におけるガラス基板の大きさは、外径が約 64 mm、内径が約 20 mm、厚さが約 0.8 mm である。ガラス基板の厚さとは、ガラス基板上の点対象となる任意の複数の点で測定した値の平均によって算出される値である。

[0028] 図 2 に示すように、磁気ディスク 10 は、上記したガラス基板 1 の表主表面 1A 上に磁気薄膜層 2 が形成されることによって構成される。図 2 中では、表主表面 1A 上にのみ磁気薄膜層 2 が形成されているが、裏主表面 1B 上にも磁気薄膜層 2 が形成されていてもよい。

[0029] 磁気ヘッドの滑りをよくするために、磁気薄膜層 2 の表面に潤滑剤を薄くコーティングしてもよい。潤滑剤としては、たとえば液体潤滑剤であるパーフロロポリエーテル（PFPE）をフレオン系などの溶媒で希釈したものが

挙げられる。

[0030] 必要により下地層や保護層を設けてもよい。磁気ディスク10における下地層は磁性膜に応じて選択される。下地層の材料としては、たとえば、Cr、Mo、Ta、Ti、W、V、B、Al、またはNiなどの非磁性金属から選ばれる少なくとも一種以上の材料が挙げられる。

[0031] 下地層は単層とは限らず、同一または異種の層を積層した複数層構造としても構わない。たとえば、Cr/Cr、Cr/CrMo、Cr/CrV、NiAl/Cr、NiAl/CrMo、NiAl/CrV等の多層下地層としてもよい。

[0032] 磁気薄膜層2の摩耗や腐食を防止する保護層としては、たとえば、Cr層、Cr合金層、カーボン層、水素化カーボン層、ジルコニア層、シリカ層などが挙げられる。これらの保護層は、下地層、磁性膜など共にインライン型スパッタ装置で連続して形成できる。また、これらの保護層は、単層としてもよく、あるいは、同一または異種の層からなる多層構成としてもよい。

[0033] 上記保護層上に、あるいは上記保護層に替えて、他の保護層を形成してもよい。たとえば、上記保護層に替えて、Cr層の上にテトラアルコキシランをアルコール系の溶媒で希釈した中に、コロイダルシリカ微粒子を分散して塗布し、さらに焼成して酸化ケイ素(SiO₂)層を形成してもよい。

[0034] (ガラス基板の製造方法)

次に、図3に示すフローチャート図を用いて、本実施の形態におけるガラス基板(情報記録媒体用ガラス基板)の製造方法について説明する。

[0035] 本実施の形態におけるガラス基板の製造方法は、粗ラッピング工程(ステップS10)、形状加工工程(ステップS20)、粗面化工程(ステップS30)、精ラッピング工程(ステップS40)、端面研磨工程(ステップS50)、主表面研磨工程(ステップS60)、および化学強化工程(ステップS70)を備える。化学強化処理工程(ステップS70)を経ることによって得られたガラス基板(図1におけるガラス基板1に相当)に対して、磁気薄膜形成工程(ステップS80)が実施されることによって、磁気ディス

ク 10 が得られる。

[0036] 以下、これらの各ステップ S 10 ～ S 80 の詳細について順に説明する、以下には、各ステップ S 10 ～ S 80 間に適宜行なわれる簡易的な洗浄については記載していない。

[0037] 粗ラッピング工程（ステップ S 10）においては、たとえば直径が 66 mm ϕ 、厚さが 1.2 mm のガラス基板が準備される。ガラス基板は、熔融ガラスが、上型、下型、および銅型を用いてダイレクトプレスされることによって製造される。ガラス基板の素材は、たとえばアルミノシリケートガラスである。ガラス基板は、ダウンドロー法またはフロート法などによって形成されたシート状のガラスから、研削砥石を用いて切り出されることによって製造されてもよい。

[0038] 準備されたガラス基板に対して、粗ラッピング加工が施される。この粗ラッピング加工によって、ガラス基板の寸法精度および形状精度が向上する。この粗ラッピング加工は、両面ラッピング装置を用いて行なわれる。使用される砥粒は、たとえば、粒度が #400（粒径約 40 μm ～ 60 μm ）のアルミナである。両面ラッピング装置のキャリア内に収納されたガラス基板に対して、上定盤の荷重が約 100 kg に設定される。両面ラッピング装置による研磨によって、ガラス基板の両主表面は、面精度が 0 μm ～ 1 μm 、表面粗さ Rmax が約 6 μm に仕上げられる。

[0039] 形状加工工程（ステップ S 20）においては、ガラス基板の外周端面および内周端面が研削される。ガラス基板の外径は 65 mm、内径（中心部の孔 1H の直径）は 20 mm となる。ガラス基板の外周端面および内周端面の表面粗さ Rmax は、たとえば約 2 μm に仕上げられる。このとき、ガラス基板の外周端面および内周端面に面取り加工が施されてもよい。

[0040] 粗面化工程（ステップ S 30）においては、平面研磨機が使用される。平面研磨機は、遊離砥粒を用いてガラス基板を機械的に研磨する。ガラス基板の表面全体が、略均一の表面粗さ（Ra = 約 0.01 μm ～ 0.4 μm ）に仕上げられる。粗面化工程において設定される表面粗さは、次述する精ラッ

ピング工程で使用する固定砥粒の粒度との関係で決定されるとよい。

[0041] 精ラッピング工程（ステップS40）においては、ラッピング装置が使用される。ラッピング装置は、粗面化されたガラス基板の両主表面を、ダイヤモンドシートなどの固定砥粒研磨パッドを使用して研削する。ガラス基板の両主表面は、表面粗さ R_a が $0.1\mu\text{m}$ 以下、平坦度が $7\mu\text{m}$ 以下に仕上げられる。

[0042] ガラス基板の両主表面は、上述の粗面化工程（ステップS30）において予め粗面化されているため、精ラッピング工程を経ることによって、微細な固定砥粒の引っ掛かりがガラス基板の両主表面に形成される。固定砥粒がガラス基板の主表面を滑るという不具合の発生が抑制されている。このため、精ラッピング工程における加工レートは、ガラス基板の両主表面に対する研磨開始時から高い値に設定されることが可能となっている。

[0043] 端面研磨工程（ステップS50）においては、ブラシが使用される。ガラス基板を回転させた状態で、ガラス基板の外周端面および内周端面がブラシによって研磨される。ガラス基板は、外周端面および内周端面の表面粗さ R_{max} が約 $0.4\mu\text{m}$ 、表面粗さ R_a が約 $0.1\mu\text{m}$ に仕上げられる。端面研磨工程が完了した後、ガラス基板は水洗浄される。

[0044] 主表面研磨工程（ステップS60）は、粗研磨工程（ステップS61）および精密研磨工程（ステップS62）を含む。まず、粗研磨工程（ステップS61）が実施される。粗研磨工程（ステップS61）においては、精ラッピング工程（ステップS40）の際に残留した傷および歪が除去される。スウェードパッドを使用する両面研磨装置が、ガラス基板の両主表面を研磨する。スラリー（研磨剤）としては、 CeO_2/TREO が99質量%以上、かつアルカリ土類金属の含有量の総質量が10質量ppm以下の酸化セリウムが使用される。

[0045] 次に、精密研磨工程（ステップS62）が実施される。ここでは、後述する軟質の研磨パッド20Aを使用して、ガラス基板の両主表面が高い精度で研磨される。スラリー（研磨剤）としては、上述の粗研磨工程（ステップS

61) で使用された酸化セリウムよりも粒径の細かいシリカ砥粒が使用される。研磨パッド20Aの詳細については、図4および図5を参照して後述する。

[0046] 化学強化工程（ステップS70）においては、上述の主表面研磨工程（ステップS60）が完了したガラス基板に対して、化学強化処理が施される。ガラス基板の表面（表層）に存在するイオン（ガラス基板がアルミノシリケートガラスの場合、 Li^+ および Na^+ ）が、ガラス基板の表面に存在するイオンよりもイオン半径の大きなイオン（ Na^+ および K^+ ）にイオン交換される。

[0047] 当該イオン交換によって、ガラス基板の表面（ガラス基板の両主表面からたとえば約 $5\mu\text{m}$ の深さまで）に、圧縮応力が発生する。圧縮応力の発生によって、ガラス基板の表面が強化され、ガラス基板としての剛性が向上する。本実施の形態におけるガラス基板の製造方法としては、以上のように構成される。

[0048] 磁気薄膜形成工程（ステップS80）においては、化学強化処理が完了したガラス基板（図1に示すガラス基板1に相当）の両主表面（またはいずれか一方の主表面）に対し、磁気薄膜層が形成される。磁気薄膜層は、Cr合金からなる密着層、CoFeZr合金からなる軟磁性層、Ruからなる配向制御下地層、CoCrPt合金からなる垂直磁気記録層、C系からなる保護層、およびF系からなる潤滑層が順次成膜されることによって形成される。磁気薄膜層の形成によって、図2に示す磁気ディスク10に相当する垂直磁気記録ディスクを得ることができる。

[0049] 本実施の形態における磁気ディスクは、磁気薄膜層から構成される垂直磁気ディスクの一例である。磁気ディスクは、いわゆる面内磁気ディスクとして磁性層等から構成されてもよい。

[0050] （研磨パッド20A）

図4および図5を参照して、本実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用される研磨パッド20Aについて説明する。図4は、研磨パッド20

A（の研磨面24）を示す底面図である。図5は、図4におけるV-V線矢視断面図である。研磨パッド20Aは、上述の精密研磨工程（ステップS62）において、ガラス基板の両主表面を研磨するために使用される。

[0051] 研磨パッド20Aは、所定の定盤（図示せず）上に固定される研磨層22を備える。研磨層22は、たとえば樹脂から構成される。研磨面24内に複数の開口部27が形成されている。複数のガラス基板の各々に対して研磨処理を施すために、研磨パッド20Aの研磨面24は繰り返し使用される。研磨面24は徐々に磨り減り、研磨面24の位置は徐々に（図5紙面上方に向かって）後退する。研磨面24が所定の回数使用される毎に、研磨面24にはドレス加工が施される。

[0052] たとえば、研磨面24が磨り減って、図5に示す状態から点線R1に示す位置のやや手前にまで研磨面24が到達（後退）した後、研磨面24にドレス加工が施される。ドレス加工によって、研磨面24は点線R1に沿った平坦な面を呈する。研磨面24は表面粗さが良好な状態に再生され、再びガラス基板の研磨に供される。研磨パッド20Aにおいては、1回のドレス加工によって、たとえば数 μm 程度だけ研磨面24が削り取られる。

[0053] 同様に、研磨面24が点線R2に示す位置のやや手前にまで到達した後、研磨面24にドレス加工が施される。研磨面24は、点線R2に沿った平坦な面を呈し、研磨面24は再びガラス基板の研磨に供される。さらに、研磨面24が点線R3に示す位置のやや手前にまで到達した後、研磨面24にドレス加工が施される。研磨面24は、点線R3に沿った平坦な面を呈し、研磨面24は再びガラス基板の研磨に供される。

[0054] 定期的に研磨面24にドレス加工が施されることによって、研磨面24の表面粗さは良好な状態が保たれる。研磨パッド20Aにおいては、研磨面24がガラス基板の研磨に供されつつ、このドレス加工がたとえば百回程度繰り返される。便宜上、点線R1と点線R2との間隔、および点線R2と点線R3との間隔を広く図示しているが、実際にはこれらの間隔は数 μm である。

- [0055] ここで、研磨面 24 の使用開始時（図 5 に示す状態）における研磨パッド 20A は、研磨面 24 の使用開始時における複数の開口部 27 の各々の面積に基づいて、研磨面 24 の使用開始時における複数の開口部 27 の平均面積 A_1 （第 1 平均面積）を有している。換言すると、平均面積 A_1 とは、研磨面 24 の使用開始時（図 5 に示す状態）における研磨面 24 内におけるすべての開口部 27 の面積を平均した値である。
- [0056] 研磨面 24 の使用（すなわち、研磨工程）が開始され、その後に行なわれたドレス加工によって研磨面 24 が点線 R1 に沿った平坦な面を呈したとする。この場合における研磨パッド 20A は、点線 R1 に沿った研磨面 24 における複数の開口部 27 の各々の面積に基づいて、点線 R1 に沿った研磨面 24 における複数の開口部 27 の平均面積 B_1 （第 2 平均面積）を有している。平均面積 B_1 とは、点線 R1 に沿った研磨面 24 内におけるすべての開口部 27 の面積を平均した値である。
- [0057] その後、ドレス加工によって研磨面 24 が点線 R2 に沿った平坦な面を呈したとする。この場合における研磨パッド 20A は、点線 R2 に沿った研磨面 24 における複数の開口部 27 の各々の面積に基づいて、点線 R2 に沿った研磨面 24 における複数の開口部 27 の平均面積 B_2 （他の第 2 平均面積）を有している。平均面積 B_2 とは、点線 R2 に沿った研磨面 24 内におけるすべての開口部 27 の面積を平均した値である。
- [0058] さらにその後、ドレス加工によって研磨面 24 が点線 R3 に沿った平坦な面を呈したとする。この場合における研磨パッド 20A は、点線 R3 に沿った研磨面 24 における複数の開口部 27 の各々の面積に基づいて、点線 R3 に沿った研磨面 24 における複数の開口部 27 の平均面積 B_3 （さらに他の第 2 平均面積）を有している。平均面積 B_3 とは、点線 R3 に沿った研磨面 24 内におけるすべての開口部 27 の面積を平均した値である。
- [0059] 研磨パッド 20A が使用される（研磨工程が実施される）間において、研磨面 24 にドレス加工が施される毎に、上記の平均面積 B_1 、 B_2 、 B_3 のように、平均面積（第 2 平均面積）が順次得られる。使用開始時における平均面

積 A_1 および研磨工程を通しての平均面積 $B_1, B_2, B_3 \dots$ に基づいて、これら全体を平均することによって平均値 D が算出される。平均値 D とは、使用開始時における平均面積 A_1 および研磨工程を通しての平均面積 $B_1, B_2, B_3 \dots$ を平均した値である。

[0060] ここで、本実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用される研磨パッド20Aにおいては、使用開始時における平均面積 A_1 および研磨工程を通しての平均面積 $B_1, B_2, B_3 \dots$ の各値が、いずれも、それら平均した値（平均値 D ）に対して64%以上144%以下の範囲内となっている。本実施の形態におけるガラス基板の製造方法に使用される研磨パッド20Aに形成された複数の開口部27は、当該条件を満足するように形成されている。

[0061] なお、好ましくは、使用開始時における平均面積 A_1 および研磨工程を通しての平均面積 $B_1, B_2, B_3 \dots$ の各値が、いずれも、それら平均した値（平均値 D ）に対して72%以上132%以下の範囲内であるとよい。さらに好ましくは、使用開始時における平均面積 A_1 および研磨工程を通しての平均面積 $B_1, B_2, B_3 \dots$ の各値が、いずれも、それら平均した値（平均値 D ）に対して81%以上121%以下の範囲内であるとよい。

[0062] 複数の開口部27がこれらの条件を満足していない場合（つまり、研磨面24にドレス加工が実施される毎の複数の開口部27の断面積の変化が大きい場合）、開口部27を形成する研磨層22の鉛直方向における弾性が、研磨面24にドレス加工が実施される毎に大きく変化する。研磨層22の鉛直方向における弾性の大きな変化に伴って、研磨対象であるガラス基板の主表面に微小うねり等の形状の不規則性が発生し、精密研磨工程を経たガラス基板の品質にばらつきが生じる。

[0063] 複数の開口部27が上記の条件を満足していることによって、使用開始時およびドレス加工が施される毎において、ガラス基板の主表面に対する研磨面24の研磨特性は、略均一となる。研磨パッド20Aの研磨面24に繰り返しドレス加工が施されたとしても、研磨対象であるガラス基板の主表面に微小うねり等の形状の不規則性が発生しにくく、精密研磨工程（ステップS

62) を経たガラス基板の品質にばらつきが生じることも抑制される。

[0064] 開口部27が円形である場合には、上記の条件を半径に換算することもできる。すなわち、上記の平均面積から算出される平均値Dを、半径に換算して平均値rを得る。この平均値rに対して、使用開始時およびドレス加工が施される毎における複数の開口部27の平均半径が、80%以上120%以下の範囲内となるように、複数の開口部27が形成されればよい。

[0065] なお、好ましくは、平均値rに対して、使用開始時およびドレス加工が施される毎における複数の開口部27の平均半径が、85%以上115%以下の範囲内となるように、複数の開口部27が形成されるとよい。さらに好ましくは、平均値rに対して、使用開始時およびドレス加工が施される毎における複数の開口部27の平均半径が、90%以上110%以下の範囲内となるように、複数の開口部27が形成されるとよい。

[0066] また、使用開始時における平均面積 A_1 および研磨工程を通しての平均面積 $B_1, B_2, B_3 \dots$ を平均した値である平均値Dは、 $0.25\pi \times 10^{-12}$ (m^2) 以上 $1.00\pi \times 10^{-8}$ (m^2) 以下の範囲内であるとよい。好ましくは、上記の平均値Dは、 $6.25\pi \times 10^{-12}$ (m^2) 以上 $0.25\pi \times 10^{-8}$ (m^2) 以下の範囲内であるとよい。さらに好ましくは、上記の平均値Dは、 $0.25\pi \times 10^{-10}$ (m^2) 以上 $0.04\pi \times 10^{-8}$ (m^2) 以下の範囲内であるとよい。

[0067] 平均値Dが $0.25\pi \times 10^{-12}$ (m^2) 未満の場合、凝集したスラリーが開口部27に詰まり、研磨面24の磨耗が平衡（均一）に行なわれにくくなる。平均値Dが $1.00\pi \times 10^{-8}$ (m^2) より大きい場合、研磨するガラス基板表面の微小うねりが増大する恐れがある。

[0068] 開口部27が円形である場合には、上記の面積条件を直径に換算することもできる。すなわち、上記の平均面積から算出される平均値Dを、直径に換算して平均値dを得る。この平均値dが、 $1\mu m$ 以上 $200\mu m$ 以下の範囲内となるように、複数の開口部27が形成されればよい。なお、好ましくは、上記の平均値dが $5\mu m$ 以上 $100\mu m$ 以下の範囲内となるように複数の

開口部 27 が形成されるとよい。より好ましくは、上記の平均値 d が $10\ \mu\text{m}$ 以上 $40\ \mu\text{m}$ 以下の範囲となるように、複数の開口部 27 が形成されるとよい。

[0069] ここで、図 5 を参照して、複数の開口部 27 のうち、隣り合う開口部 27 同士の間隔に規定される間隔 E_1 , E_2 , E_3 , $\dots$ (使用開始時の値およびドレス加工毎の値を含む) の平均値 (平均間隔値) は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内であるとよい。間隔 E_1 , E_2 , E_3 , $\dots$ とは、換言すると、隣り合う開口部 27 同士の間隔に位置する研磨層 22 の壁厚さである。なお、図 6 を参照して、ここで言う「隣り合う開口部 27 同士の間隔」とは、各開口部 27, 27 の断面形状における面積重心 G 同士を結ぶ線分によって、研磨面 24 (研磨層 22) が切り取られた (図 6 中の線分 E_{10} , E_{11} , E_{12} によって示される) 長さのことである。図 5 を再び参照して、好ましくは、複数の開口部 27 のうち、隣り合う開口部 27 同士の間隔に規定される間隔 E_1 , E_2 , E_3 , $\dots$ の平均値 (平均間隔値) は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内であるとよい。

[0070] 当該平均値 (平均間隔値) が $5\ \mu\text{m}$ 未満である場合、開口部 27 を形成する研磨層 22 の壁厚さが薄くなり、開口部 27 を形成する研磨層 22 が精密研磨工程の際に倒れやすくなる。当該平均値 (平均間隔値) が $100\ \mu\text{m}$ より大きくなると、研磨面 24 とガラス基板の主表面との間に発生する摩擦力が大きくなり、ガラス基板の主表面が良好に研磨されにくくなる。

[0071] また、研磨面 24 の使用開始時および研磨面 24 にドレス加工が実施される毎において、研磨面 24 内における複数の開口部 27 の総面積が得られる。当該総面積は、研磨面 24 の使用開始時および研磨面 24 にドレス加工が実施される毎において、研磨面 24 の面積に対して、 20% 以上 60% 以下の範囲内であるとよい。

[0072] 換言すると、研磨面 24 の使用開始時および研磨面 24 にドレス加工が実施される毎において、複数の開口部 27 の研磨面 24 に対する面積占有率は、 20% 以上 60% 以下の範囲内であるとよい。なお、好ましくは、当該面

積占有率は、25%以上40%以下の範囲内であるとよい。当該面積占有率が20%未満の場合、研磨面24とガラス基板の主表面との間に発生する摩擦力が大きくなり、円滑な研磨が困難となり、パッドやガラス基板の破損に繋がる可能性がある。当該面積占有率が60%より大きい場合、開口部27を形成する研磨層22の壁厚さが薄くなり、研磨面24の磨耗が平衡（均一）に行なわれにくくなる。

[0073] 以上説明したように、研磨パッド20Aが精密研磨工程（ステップS62）に使用されることによって、使用開始時およびドレス加工が施される毎において、ガラス基板の主表面に対する研磨面24の研磨特性は、略均一となる。研磨パッド20Aに繰り返しドレス加工が施されたとしても、研磨対象であるガラス基板の主表面に微小うねり等の形状の不規則性が発生しにくく、精密研磨工程（ステップS62）を経たガラス基板の品質にばらつきが生じることも抑制される。

[0074] [実施の形態の変形例]

上述の実施の形態におけるガラス基板の製造方法（図4参照）においては、略同一の面積を有する複数の開口部27が、研磨面24内に規則正しく並んで形成された研磨パッド20Aが準備された。複数の開口部27の平面形状は、正円形状である。

[0075] 図7を参照して、研磨パッド20Bのように、複数の開口部27の形状は二等辺三角形形状であってもよい。複数の開口部27の形状は、二等辺三角形形状に限られず、任意の形状（楕円形、多角形、および配列形態など）とすることができる。複数の開口部27の形状は、不均一であってもよい。

[0076] 複数の開口部27が上記の実施の形態で説明した条件を満足していることによって、使用開始時およびドレス加工が施される毎において、ガラス基板の主表面に対する研磨面24の研磨特性は、略均一となる。結果として、研磨パッド20Bに繰り返しドレス加工が施されたとしても、研磨対象であるガラス基板の主表面に微小うねり等の形状の不規則性が発生しにくく、精密研磨工程（ステップS62）を経たガラス基板の品質にばらつきが生じるこ

とも抑制される。

[0077] また、図8を参照して、研磨パッド20Cのように、複数の開口部27の大きさは相互に異なってもよい。複数の開口部27の大きさが不揃いであっても、複数の開口部27が上記の実施の形態で説明した条件を満足していることによって、使用開始時およびドレス加工が施される毎において、ガラス基板の主表面に対する研磨面24の研磨特性は、略均一となる。結果として、研磨パッド20Cに繰り返しドレス加工が施されたとしても、研磨対象であるガラス基板の主表面に微小うねり等の形状の不規則性が発生しにくく、精密研磨工程（ステップS62）を経たガラス基板の品質にばらつきが生じることも抑制される。

[0078] （研磨パッド20Aの製造方法）

図9は、研磨パッド20Aの製造に使用されるスタンパ30を示す底面図である。図10は、スタンパ30を使用して研磨パッド20Aを製造する様子を示す断面図である。研磨パッド20A（図示せず）を製造する際には、平坦面34に複数の突起部37が凸設されたスタンパ30（成形用金型）が準備される。スタンパ30は、たとえばステンレス製である。複数の突起部37の凹凸パターン形状は、研磨パッド20Aに形成される複数の開口部27の形状に対応している。

[0079] 図10に示すように、所定の温度に加熱されることによって変形可能に溶融した樹脂（研磨層22を構成する材料）が、型枠39内に流し込まれる。溶融樹脂は、型枠39とスタンパ30との間で脱熱されることによって硬化する。当該硬化によって、スタンパ30の複数の突起部37から複数の開口部27が転写形成された研磨パッド20A（図5参照）が製造される。

[0080] 図11を参照して、研磨パッド20Aの製造方法としては、研磨層22に対してレーザー発振器40などを使用した熱加工が施されてもよい。熱加工としては、所定の電極形状を有する電極を用いた放電加工が行なわれてもよい。この場合も、研磨層22はウレタンなどの樹脂層から構成される。当該熱加工によって、研磨層22の一部が溶融し、複数の開口部27が形成され

る。複数の開口部 27 の形状は、上述の研磨パッド 20 B（図 7 参照）のように、円形に限られず、熱加工によって任意の形状に形成されることができる。複数の開口部 27 の大きさは、上述の研磨パッド 20 C（図 8 参照）のように、同一に限られず、熱加工によって任意の大きさに形成されることができる。

[0081] 図 12 を参照して、研磨パッド 20 A の製造方法としては、研磨層 22 に対してドリル 50 などを使用した機械加工（研削加工）が施されてもよい。この場合も、研磨層 22 はウレタンなどの樹脂層から構成される。当該機械加工によって、研磨層 22 の一部が削り取られ、複数の開口部 27 が形成される。複数の開口部 27 の形状は、上述の研磨パッド 20 B（図 7 参照）のように、円形に限られず、機械加工によって任意の形状に形成されることができる。複数の開口部 27 の大きさは、上述の研磨パッド 20 C（図 8 参照）のように、同一に限られず、機械加工によって任意の大きさに形成されることができる。

[0082] [実施例および比較例]

以下、図 13 を参照して、本発明に基づいて行なった実施例と、当該実施例に関する比較例とについてそれぞれ説明する。ここでは、ガラス基板に対して精密研磨処理を行なうために、実施例 1 ～ 13 として 13 種類の研磨パッドと、比較例 1 として 1 種類の研磨パッドとを作製した。なお、比較例 1 における研磨パッドは、冒頭において図 14 を参照して説明した研磨パッド 20 に相当している。

[0083] 実施例 1 ～ 10, 13 および比較例 1 における各研磨パッドの研磨面は、外径が 1200 mm ϕ となる円形のものを使用した。実施例 11, 12 における各研磨パッドの研磨面は、それぞれ四辺が 20 mm および 15 mm となる角型のものを使用した。実施例 1 ～ 13 および比較例 1 における各研磨パッドの研磨層の厚さは 540 μ m ～ 650 μ m の範囲内にあるものを使用した。研磨面に形成した複数の開口部の深さは、研磨面に対して垂直な方向において、200 μ m より大きい。なお、外径、研磨層の厚さ、および開口部

の深さは、本発明においては上記の値に限られるものではない。

[0084] 実施例 1 ～ 13 および比較例 1 における各研磨パッドを使用して、ガラス基板の主表面に対して精密研磨加工を行なった。この際、各研磨パッドは、一般的な 16B 型の両面ポリッシュ装置に取り付けられた。ガラス基板の研磨時間は 20 分間とした。1 回の研磨加工で 100 枚のガラス基板に対して一括して 1 枚ずつ精密研磨処理を施した。1 枚のガラス基板の両主表面に精密研磨処理を行なう度に、研磨パッドの研磨面に対して 1 回のドレス加工を行なった。精密研磨処理における加工諸条件は一定とした。なお、研磨に用いる装置は 9B 型等のように、本実施例より小型の装置を用いてもよい。

[0085] ドレス加工においては、研磨パッドの研磨面上にダイヤモンドペレットからなる砥石を乗せて、荷重を加えて研磨面を均一に研磨した。1 回のドレス加工においては、約 2 μm だけ研磨面が後退するように研磨面を研磨した。これにより、ドレス加工が 100 回行なわれることによって、使用開始時に比べて、100 枚のガラス基板に対する精密研磨処理を終えた研磨面は 200 μm だけ後退することになる。

[0086] ここで、図 13 に示すように、実施例 1 ～ 13 における研磨パッドは、使用開始時およびドレス加工が実施される毎にそれぞれ規定される複数の開口部の平均半径が、それらの平均値 r に対して 80% 以上 120% 以下の範囲内となるように設定されている。具体的には、実施例 1 ～ 9 においては上記平均半径が 82% 以上 118% 以下の範囲内となるものを使用し、実施例 10 においては上記平均半径が 97% 以上 106% 以下の範囲内となるものを使用し、実施例 11 においては上記平均半径が 96% 以上 116% 以下の範囲内となるものを使用し、実施例 12 においては上記平均半径が 97% 以上 105% 以下の範囲内となるものを使用し、そして、実施例 13 においては上記平均半径が 89% 以上 118% 以下の範囲となるものを使用した。

[0087] すなわち、実施例 1 ～ 13 における研磨パッドに形成された複数の開口部は、上述の実施の形態で説明した条件（平均値 r に対して、使用開始時およびドレス加工が施される毎における複数の開口部 27 の平均半径が 80% 以

上 1 2 0 % 以下の範囲内) を満足している。

[0088] 一方、比較例 1 における研磨パッドは、使用開始時およびドレス加工が実施される毎にそれぞれ規定される開口部の平均半径が、それらの平均値 r に対して 5 7 % 以上 1 6 7 % 以下の範囲内となるように設定されている。比較例 1 における研磨パッドに形成された複数の開口部は、上述の実施の形態で説明した条件（平均値 r に対して、使用開始時およびドレス加工が施される毎における複数の開口部 2 7 の平均半径が 8 0 % 以上 1 2 0 % 以下の範囲内）を満足していない。

[0089] （実施例 1 ～ 1 0, 1 3 と比較例 1 との対比）

実施例 1 ～ 1 0, 1 3 および比較例 1 における各研磨パッドを使用して精密研磨処理を施した 1 0 0 枚のガラス基板のそれぞれに対して、磁性膜を成膜した。磁性膜が成膜された 1 0 0 枚のガラス基板のそれぞれに対してグライド検査を実施し、研磨パッドの使用開始時（以下、使用前ともいう）および研磨パッドに対してドレス加工を 1 0 0 回行なった後（以下、使用後ともいう）におけるガラス基板のグライド検査収率を測定した。

[0090] ここで、グライド検査収率（グライド試験合格率ともいう）とは、磁性膜の表面に存在する所定の高さ以上の突起を一定高さで浮上する磁気ヘッドで全周にわたって検知する検査において、グライド試験に合格する確率を示している。

[0091] 実施例 1 の研磨パッドにおいては、研磨パッドの使用前におけるグライド検査収率が 9 3 % であり、研磨パッドの使用後におけるグライド検査収率が 9 1 % であった。使用前と使用後とのグライド検査収率の差は 2 % である。実施例 1 の研磨パッドにおいては、使用前および使用後の双方において、ガラス基板の主表面における品質が一定の範囲内に維持されていることがわかる。

[0092] 同様に、実施例 2 ～ 1 0, 1 3 においても、使用前と使用後とのグライド検査収率の差は最大で実施例 7 の 1 3 % である。実施例 2 ～ 1 0, 1 3 の研磨パッドにおいても、使用前および使用後の双方において、ガラス基板の主

表面における品質が一定の範囲内に維持されていることがわかる。

[0093] 一方、比較例１の研磨パッドにおいては、研磨パッドの使用前におけるグライド検査収率が９６％であり、研磨パッドの使用後におけるグライド検査収率が７２％であった。使用前と使用後とのグライド検査収率の差は２４％である。比較例１の研磨パッドにおいては、ガラス基板の主表面における品質が一定の範囲内に維持されておらず、ガラス基板の主表面において微小うねり成分などの品質にばらつきが存在していることがわかる。

[0094] 比較例１における研磨パッドを使用して精密研磨処理を施した１００枚のガラス基板の中から、グライド検査の不合格品となったガラス基板について検査した。検査には光学表面アナライザ（OSA（Optical Surface Analyzer）KLA-TENCOL社製、OSA 6100）を用い、解析に用いる空間周波数は２００μm以上１０００μm以下に設定した。その結果、これらの不合格品となったガラス基板においては微小うねり成分が所定の基準値を超えていた。このことから、ガラス基板の主表面における微小うねり成分などの品質のばらつきを低減するためには、使用開始時およびドレス加工が実施される毎にそれぞれ規定される開口部の平均半径が、それらの平均値 r に対して８０％以上１２０％以下の範囲内となるように設定されるとよいことがわかる。

[0095] （実施例１０～１３と比較例１との対比）

ここで、実施例１０、１３における研磨パッドは、図９および図１０に示すスタンプ３０を用いて作製された。スタンプ３０は、ステンレス製であり、凹凸パターンとしての複数の突起部３７の外形形状はそれぞれ円柱状である。複数の突起部３７の平坦面３４からの突出高さはそれぞれ約２５０μmである。複数の突起部３７の直径はそれぞれ約８０μmであり、研磨パッドに作成する開口部の形状に応じて微小なテーパを持つ形状とした。複数の突起部３７の間隔（ピッチ）は１８０μmである。

[0096] 実施例１１における研磨パッドは、図１１に示す方法によって作製された。具体的には、２０mm四方の無発泡のウレタンシートを公知の方法によっ

て作製し、エキシマレーザーによるレーザー加工により、研磨面からの深さが $300\mu\text{m}$ 、直径が $90\mu\text{m}$ 、間隔（ピッチ）が $200\mu\text{m}$ となる複数の円柱状の凹部を形成した（いずれも設計値）。当該凹部は、研磨面内に開口部を形成している。当該凹部は、所定の電極形状を有する電極を使用する放電加工などの他の手段によって形成されてもよい。

[0097] 実施例12における研磨パッドは、図12に示す方法によって作製された。具体的には、 15mm 四方の無発泡のウレタンシートを公知の方法によって作製し、ボール盤による機械加工などによって、研磨面からの深さが $300\mu\text{m}$ 、直径が $90\mu\text{m}$ 、間隔（ピッチ）が $200\mu\text{m}$ となる複数の円柱状の凹部を形成した（いずれも設計値）。当該凹部は、研磨面内に開口部を形成している。

[0098] 一方、比較例1における研磨パッドは、公知（たとえば特開2010-082721号公報）の方法を使用して、パッド表面をバフ加工し、発泡ポアが研磨面内に開口部を有するように作製した。

[0099] 実施例10～13および比較例1における研磨パッドのそれぞれに対し、隣り合う開口部同士の間隔（隣り合う開口部同士の間に位置する研磨層の壁厚さ）を、使用開始時およびドレス加工が10回実施される毎に測定し、これらの平均値（平均間隔値）を算出した。なお、隣り合う開口部同士の間隔は、 $500\mu\text{m}$ 四方の面内での平均値として測定したものである。その結果、平均値（平均間隔値）は、実施例10～13では $100\mu\text{m}$ ～ $106\mu\text{m}$ 、比較例1では $22\mu\text{m}$ であった。

[0100] 実施例10～13および比較例1における研磨パッドのそれぞれに対し、複数の開口部の研磨面に対する面積占有率を、使用開始時およびドレス加工が10回実施される毎に測定し、これらの平均値を算出した。なお、この面積占有率は、 $500\mu\text{m}$ 四方の面内での平均値として測定したものである。その結果、開口部の面積占有率の平均値は、実施例10～13では35%～38%、比較例1では35%であった。

[0101] 実施例10～13および比較例1における研磨パッドのそれぞれに対し、

複数の開口部の平均直径を、使用開始時およびドレス加工が10回実施される毎に測定し、これらの平均値を算出した。なお、複数の開口部の平均直径は、500 μm 四方の面内での平均値として測定したものである。その結果、複数の開口部の直径の平均値は、実施例10～13では81～95 μm 、比較例1では18 μm であった。

[0102] 実施例10～13と比較例1との対比から、上述の実施の形態において説明した研磨パッドの製造方法によれば、使用開始時およびドレス加工が実施される毎にそれぞれ規定される複数の開口部の平均半径が、それらの平均値 r に対して80%以上120%以下の範囲内となるように設定可能であることがわかる。

[0103] 以上、本発明に基づいた実施の形態および各実施例について説明したが、今回開示された各実施の形態および各実施例はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の技術的範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0104] 1 ガラス基板、1 A 表主表面、1 B 裏主表面、1 C 内周端面、1 D 外周端面、1 H 孔、2 磁気薄膜層、10 磁気ディスク、20, 20 A～20 C 研磨パッド、22 研磨層（樹脂層）、24 研磨面、26 発泡ポア、27 開口部、30 スタンパ（成形用金型）、34 平坦面、37 突起部、39 枠体、40 レーザー発振器、50 ドリル、E1～E3 間隔、R1～R3 点線。

請求の範囲

[請求項1] 研磨面（24）内に複数の開口部（27）が形成された研磨パッド（20A）、および複数のガラス基板（1）を準備する準備工程と、
前記研磨パッド（20A）の前記研磨面（24）を繰り返し使用して複数の前記ガラス基板（1）の各々に対して研磨処理を施すとともに、前記研磨面（24）が所定の回数使用される毎に前記研磨面（24）にドレス加工を施す研磨工程と、を備え、

前記研磨面（24）の使用開始時には、前記研磨面（24）の使用開始時における複数の前記開口部（27）の各々の面積に基づいて、前記研磨面（24）の使用開始時における複数の前記開口部（27）の第1平均面積が規定され、

前記研磨面（24）に前記ドレス加工が実施される毎には、前記ドレス加工が実施される毎における複数の前記開口部（27）の各々の面積に基づいて、前記ドレス加工が実施される毎における複数の前記開口部（27）の第2平均面積が規定され、

前記第1平均面積および前記研磨工程を通しての前記第2平均面積に基づいて、前記第1平均面積および前記研磨工程を通しての前記第2平均面積の平均値が規定され、

前記第1平均面積および前記研磨工程を通しての前記第2平均面積は、前記第1平均面積および前記研磨工程を通しての前記第2平均面積の前記平均値に対して、64%以上144%以下の範囲内である、
ガラス基板の製造方法。

[請求項2] 前記準備工程において準備される前記研磨パッド（20A）は、前記研磨面（24）を構成する樹脂層（22）を含み、

前記準備工程においては、複数の凹凸パターンを有する成形用金型（30）を使用して、複数の前記凹凸パターンを前記樹脂層（22）に転写することによって、前記研磨面（24）内に複数の前記開口部（27）が形成された前記研磨パッド（20A）が準備される、

請求項 1 に記載のガラス基板の製造方法。

[請求項3] 前記準備工程において準備される前記研磨パッド（20A）は、前記研磨面（24）を構成する樹脂層（22）を含み、

前記準備工程においては、前記樹脂層（22）のうち前記開口部（27）に対応する部分に熱加工を施すことによって、前記研磨面（24）内に複数の前記開口部（27）が形成された前記研磨パッド（20A）が準備される、

請求項 1 に記載のガラス基板の製造方法。

[請求項4] 前記準備工程において準備される前記研磨パッド（20A）は、前記研磨面（24）を構成する樹脂層（22）を含み、

前記準備工程においては、前記樹脂層（22）のうち前記開口部（27）に対応する部分に機械加工を施すことによって、前記研磨面（24）内に複数の前記開口部（27）が形成された前記研磨パッド（20A）が準備される、

請求項 1 に記載のガラス基板の製造方法。

[請求項5] 前記研磨面（24）の使用開始時および前記研磨面（24）に前記ドレス加工が実施される毎において、前記研磨面（24）内に形成される複数の前記開口部（27）のうち隣り合う前記開口部（27）同士の間隔の平均間隔値が規定され、

前記平均間隔値は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲内である、

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のガラス基板の製造方法。

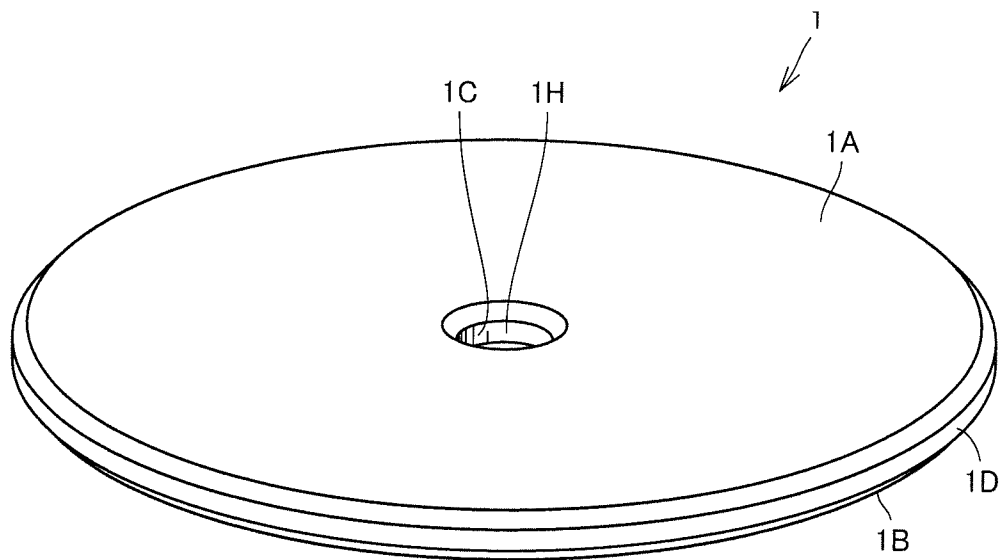
[請求項6] 前記研磨面（24）の使用開始時および前記研磨面（24）に前記ドレス加工が実施される毎において、前記研磨面（24）内に形成された複数の前記開口部（27）の総面積が規定され、

前記研磨面（24）の使用開始時および前記研磨面（24）に前記ドレス加工が実施される毎における前記総面積は、前記研磨面（24）の面積に対して20%以上60%以下の範囲内である、

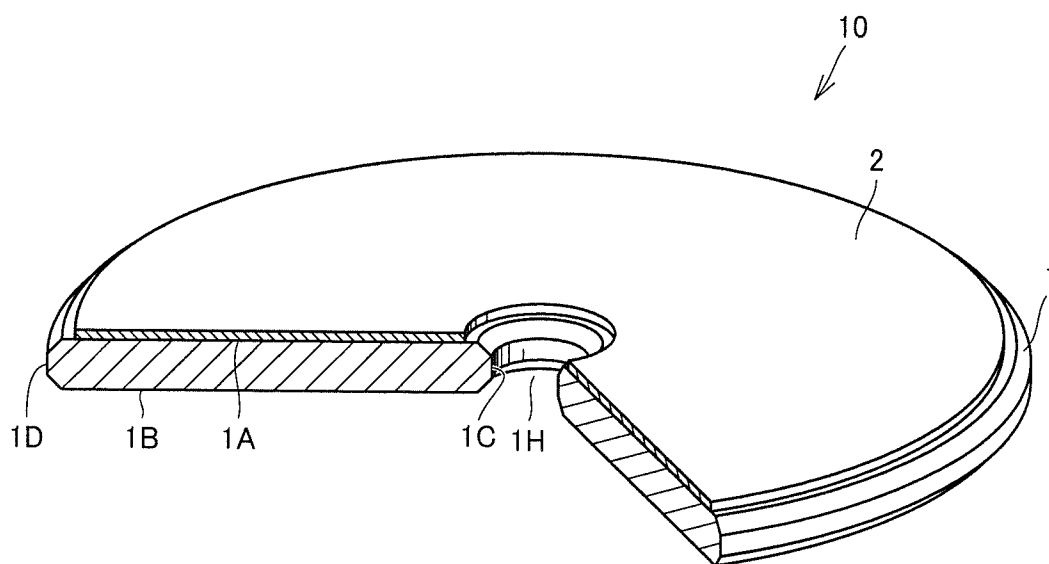
請求項 1 から 5 のいずれかに記載のガラス基板の製造方法。

[請求項7] 前記第1平均面積および前記研磨工程を通しての前記第2平均面積の前記平均値は、 $0.25\pi \times 10^{-12} \text{ (m}^2\text{)}$ 以上 $1.00\pi \times 10^{-8} \text{ (m}^2\text{)}$ 以下の範囲内である、
請求項1から6のいずれかに記載のガラス基板の製造方法。

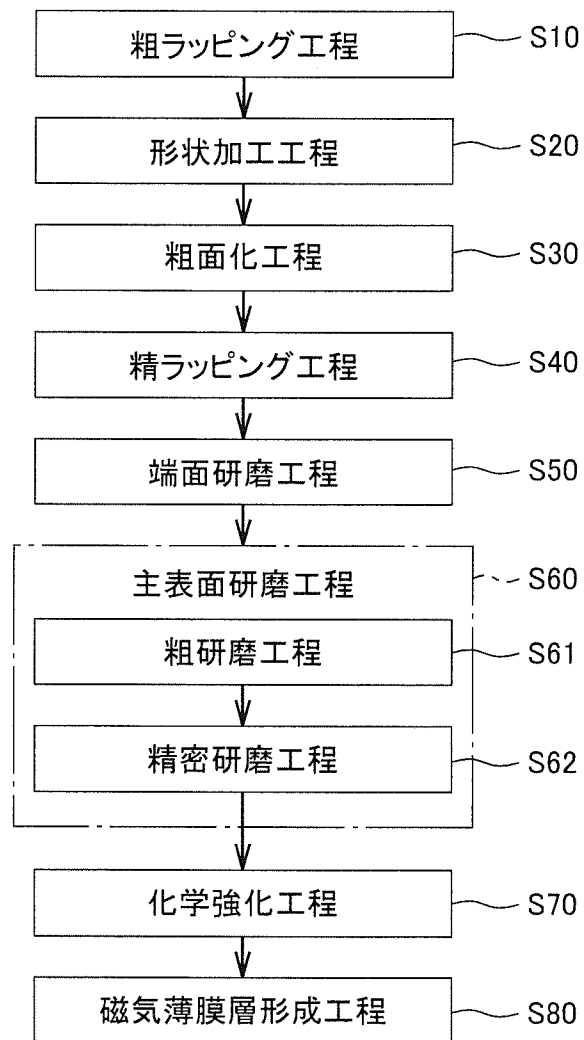
[図1]



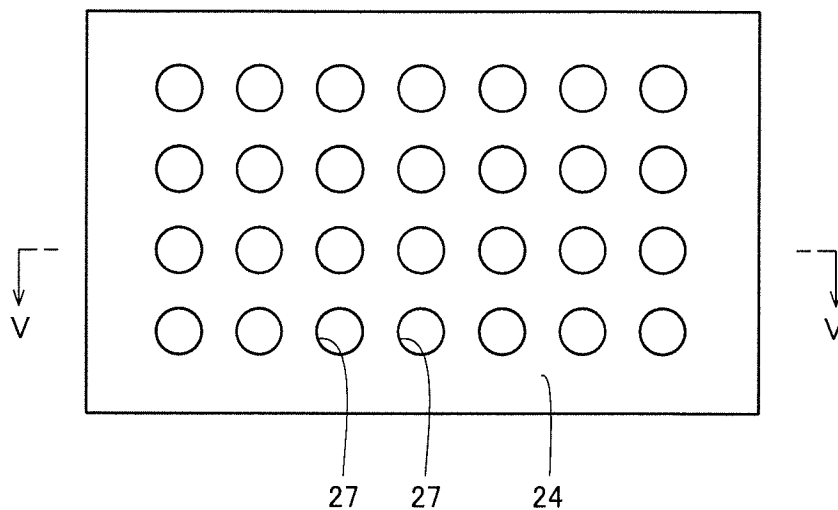
[図2]



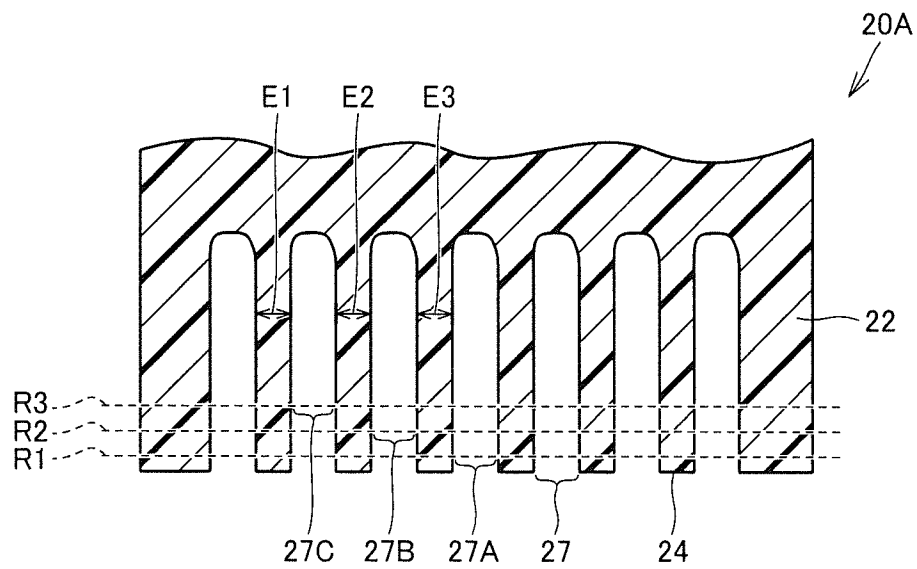
[図3]



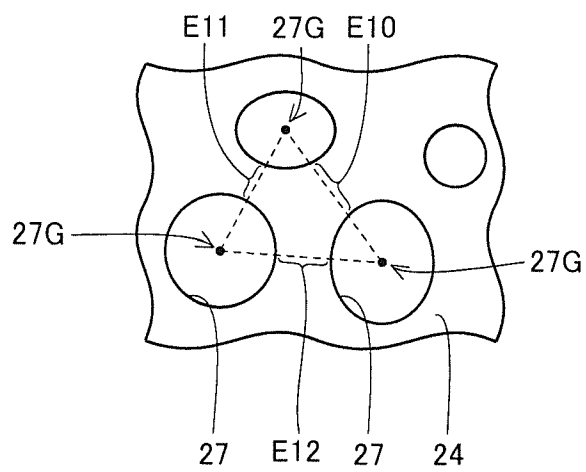
[図4]



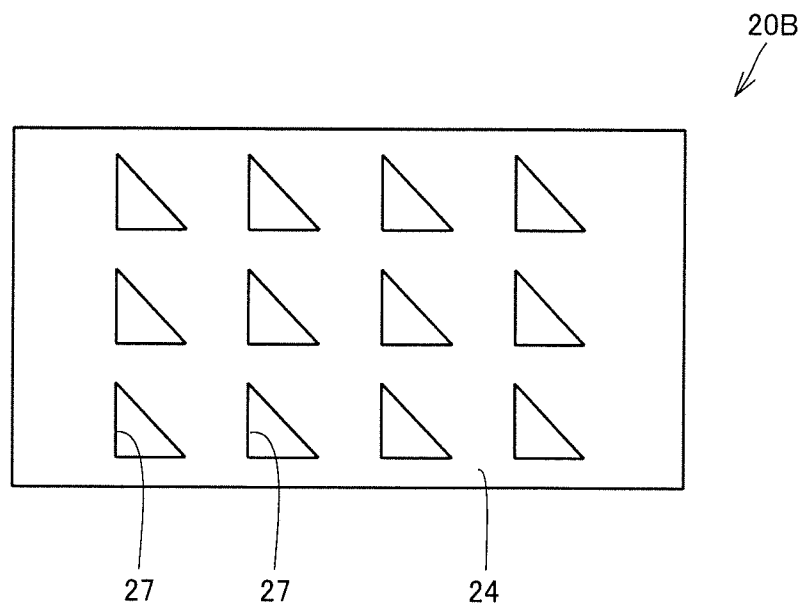
[図5]



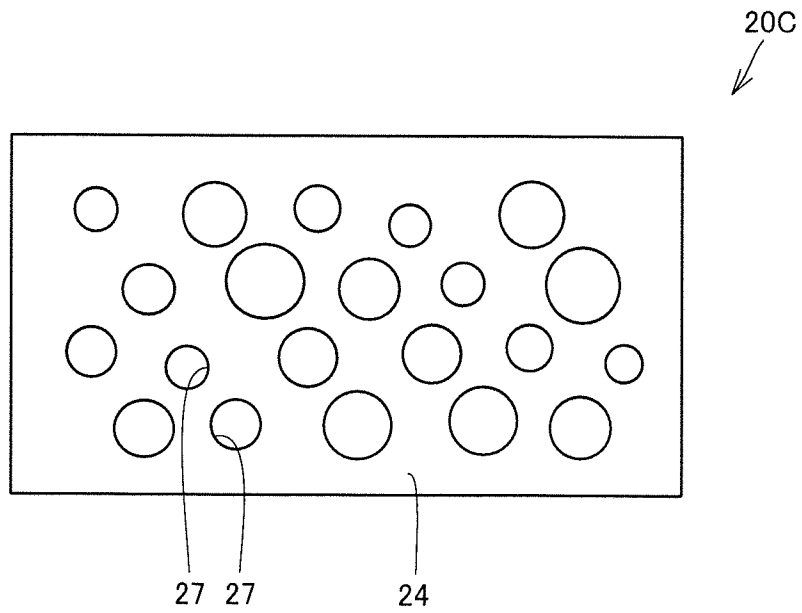
[図6]



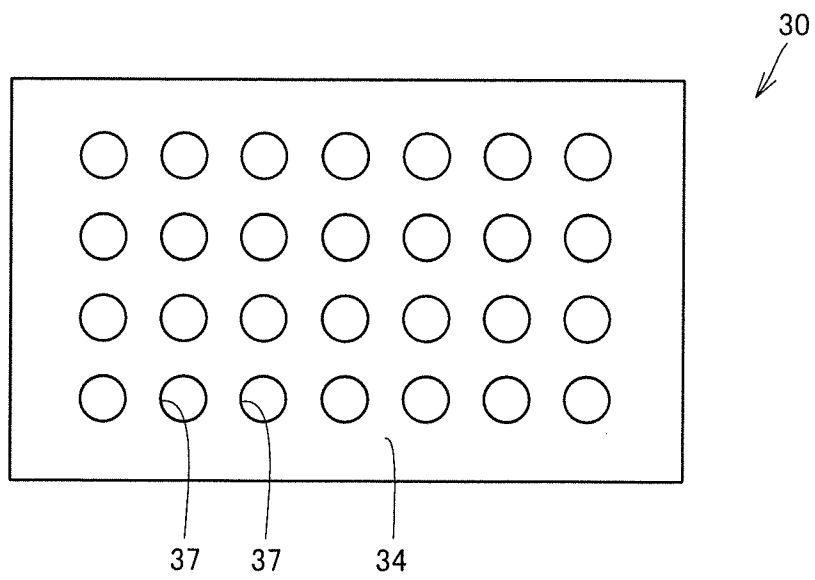
[図7]



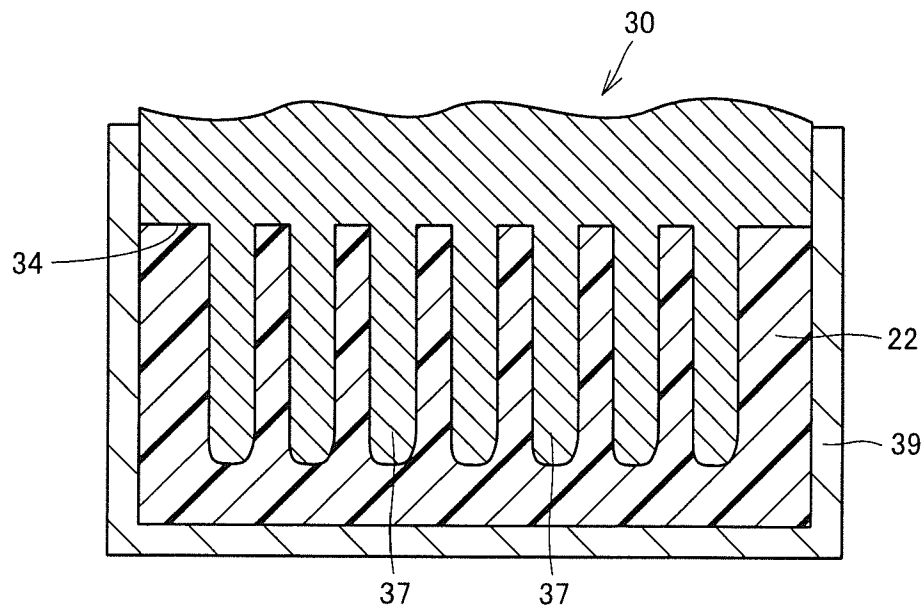
[図8]



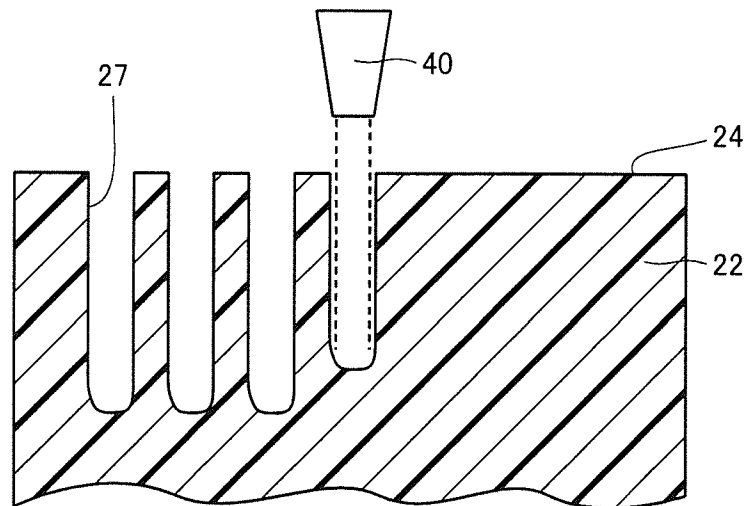
[図9]



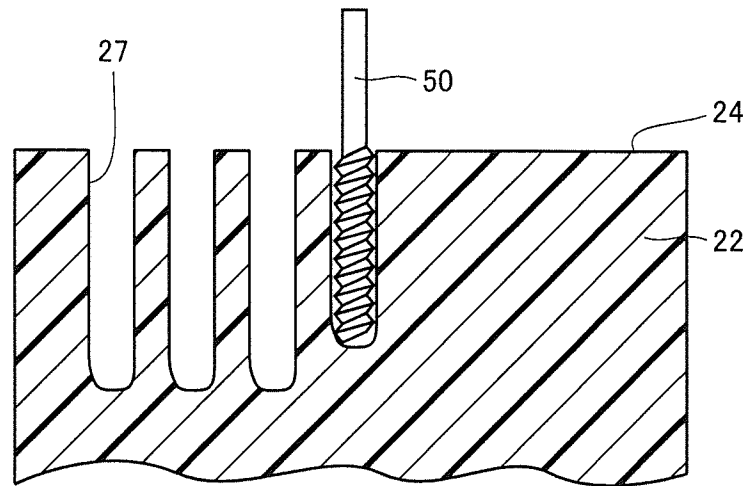
[図10]



[図11]



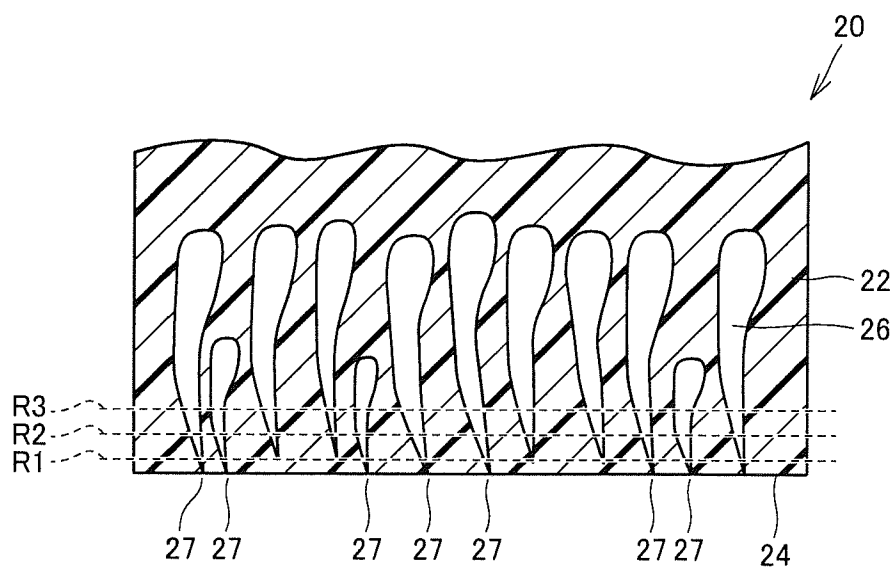
[図12]



[図13]

	平均値 r に 対する 開口部 平均半径	隣り合う 開口部同士 の間隔 (平均値)	開口部の 面積占有率 (平均値)	開口部の 直径 (平均値)	使用前の ガイド 検査収率	使用後の ガイド 検査収率	ガイド 検査収率 の減少値
実施例1	82-118%	25 μ m	35%	20 μ m	93%	91%	2%
実施例2	82-118%	21 μ m	22%	8 μ m	90%	84%	6%
実施例3	82-118%	51 μ m	22%	20 μ m	92%	83%	9%
実施例4	82-118%	116 μ m	22%	45 μ m	89%	78%	11%
実施例5	82-118%	10 μ m	35%	8 μ m	95%	86%	9%
実施例6	82-118%	56 μ m	35%	45 μ m	89%	86%	3%
実施例7	82-118%	5 μ m	48%	8 μ m	92%	79%	13%
実施例8	82-118%	13 μ m	48%	20 μ m	94%	82%	12%
実施例9	82-118%	29 μ m	48%	45 μ m	94%	86%	8%
実施例10	97-106%	101 μ m	35%	81 μ m	86%	83%	3%
実施例11	96-116%	106 μ m	36%	92 μ m	-	-	-
実施例12	97-105%	104 μ m	38%	95 μ m	-	-	-
実施例13	89-118%	100 μ m	35%	82 μ m	85%	78%	7%
比較例1	57-167%	22 μ m	35%	18 μ m	96%	72%	24%

[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078156

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C19/00(2006.01)i, B24B7/24(2006.01)i, B24B37/26(2012.01)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)

C03C15/00-23/00, B24B5/00-7/30, B24B21/00-39/06, 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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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	WO 2009/096294 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 06 August 2009 (06.08.2009), claims; examples; tables 1, 2; paragraphs [0030], [0051], [0068] & US 2009/0275268 A1 & CN 101678528 A	1-7
A	JP 2005-149668 A (Hoya Corp.), 09 June 2005 (09.06.2005), claims; paragraph [0016]; fig. 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2002-083790 A (Toray Industries, Inc.), 22 March 2002 (22.03.2002), claims; paragraphs [0037] to [0041] (Family: none)	2-4

☒ 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
21 February, 2012 (21.02.12)Date of mailing of the international search report
06 March, 2012 (06.03.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078156

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 10-329007 A (Sony Corp.), 15 December 1998 (15.12.1998), claims; fig. 2 & US 6010395 A	5
P, A	JP 2011-218517 A (Toray Coatex Co., Ltd.), 04 November 2011 (04.11.2011), claims; examples (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C03C19/00(2006.01)i, B24B7/24(2006.01)i, B24B37/26(2012.01)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. C03C15/00-23/00, B24B5/00-7/30, B24B21/00-39/06, 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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	WO 2009/096294 A1 (旭硝子株式会社) 2009.08.06, 特許請求の範囲、 実施例、表 1、2、【0030】、【0051】、【0068】 & US 2009/0275268 A1 & CN 101678528 A	1-7
A	JP 2005-149668 A (HOYA株式会社) 2005.06.09, 特許請求の範 囲、【0016】、図 4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2002-083790 A (東レ株式会社) 2002.03.22, 特許請求の範囲、 【0037】 - 【0041】 (ファミリーなし)	2-4

☒ 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 1 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 3 . 2 0 1 2

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)

大工原 大二

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

4 T

9 3 4 3

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 10-329007 A (ソニー株式会社) 1998. 12. 15, 特許請求の範囲、 図 2 & US 6010395 A	5
P, A	JP 2011-218517 A (東レコーテックス株式会社) 2011. 11. 04, 特許 請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1