



(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： ガラス基板および光接続部品

技術分野

[0001] 本開示は、ガラス基板および光接続部品に関する。

本出願は、2023年6月9日出願の日本出願第2023-095677号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、複数のガラスファイバを保持する多孔ガラス板を開示する。この多孔ガラス板は、複数のガラスファイバがそれぞれ挿入される複数の貫通孔が形成されたガラス板本体を有する。ガラス板本体は、例えば、レーザー改質とエッチングとを組み合わせたプロセス、或いはレーザーを用いた孔空け技術を用いて形成される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2020/027125号

発明の概要

[0004] 本開示の一実施形態に係るガラス基板は、第一面、および第一面とは反対側に位置する第二面を含み、ガラス材料によって形成された基板本体を備える。基板本体には、第一面から第二面まで貫通し、少なくとも一本のガラスファイバを挿入可能な少なくとも一本の貫通孔が形成されている。ガラスファイバの外径は、 $125\mu\text{m}$ 以下である。貫通孔の内径は、ガラスファイバの外径よりも大きく、貫通孔の内面の表面粗さ R_z は、 $1\mu\text{m}$ 以下である。表面粗さ R_z に対する貫通孔の内径の比率は、 127 以下である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、本実施形態に係る光接続部品が電子部品に接続された状態を示す斜視図である。

[図2A]図2 Aは、図1の光接続部品を示す斜視図である。

[図2B]図2 Bは、図2 Aの光接続部品を電子部品側から見た平面図である。

[図3]図3は、図1の光接続部品が備えるガラス基板を示す斜視図である。

[図4]図4は、図3のガラス基板の一部を拡大して示す斜視図である。

[図5]図5は、表面粗さ R_z の算出方法を説明するためのグラフである。

[図6A]図6 Aは、図4のガラス基板の各貫通孔にガラスファイバが挿入された状態を示す斜視図である。

[図6B]図6 Bは、図6 AのA1－A1線に沿ったガラス基板の断面図である。

[図7A]図7 Aは、ガラス基板の別例を拡大して示す斜視図である。

[図7B]図7 Bは、図7 AのA2－A2線に沿ったガラス基板の断面図である。

[図8]図8は、ガラス基板の貫通孔の形状の別例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

上述したような製造方法を用いてガラス板本体に貫通孔を形成した場合、その製造方法に起因して貫通孔の内面に表面荒れが発生する傾向がある。表面荒れによって貫通孔の内面に凹凸が形成されると、凹凸によるガラスファイバへの応力集中の発生に起因して、ガラスファイバに断線などの損傷が生じ得る。このようなガラスファイバの損傷の発生を低減するために、例えば、貫通孔の内面に生じ得る凹凸の高さを加味して貫通孔の内径を予め大きくすることが考えられる。しかしながら、このように貫通孔の内径を大きくすると、貫通孔に挿入されるガラスファイバの位置精度が低下するおそれがある。

[0007] 本開示は、ガラスファイバの損傷を低減しつつ、ガラスファイバの位置精度を高めることができるガラス基板および光接続部品を提供する。

[0008] [本開示の効果]

本開示によるガラス基板および光接続部品によれば、ガラスファイバの損

傷を低減しつつ、ガラスファイバの位置精度を高めることができる。

[0009] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0010] (1) 本開示の一実施形態に係るガラス基板は、第一面、および第一面とは反対側に位置する第二面を含み、ガラス材料によって形成された基板本体を備える。基板本体には、第一面から第二面まで貫通し、少なくとも一本のガラスファイバを挿入可能な少なくとも一本の貫通孔が形成されている。ガラスファイバの外径は、 $125\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。貫通孔の内径は、ガラスファイバの外径よりも大きい。貫通孔の内面の表面粗さ R_z は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。表面粗さ R_z に対する貫通孔の内径の比率は、 127 以下である。

[0011] 上記のガラス基板は、例えば、接続相手の電子部品に対してガラスファイバが所定の接続位置に維持されるように、ガラスファイバを保持する。このような電子基板に対するガラスファイバの光結合効率は、ガラスファイバの位置精度に大きく依存する。例えば、ガラスファイバの μm オーダーの位置ずれが、ガラスファイバの大きな光接続損失を生じさせ得る。このような光接続損失を低減する観点からは、ガラスファイバの位置が μm オーダーで精密に維持されていることが望ましい。上記のガラス基板では、ガラスファイバが挿入される貫通孔の内面の表面粗さ R_z が $1\text{ }\mu$ 以下に設定され、更に、標準的な $125\text{ }\mu\text{m}$ 以下の外径を有するガラスファイバが貫通孔に挿入されることを想定して、表面粗さ R_z に対する貫通孔の内径の比率が 127 以下に設定されている。この場合、貫通孔の内面に形成され得る凹凸によるガラスファイバへの応力集中に起因するガラスファイバの損傷が生じない程度に、且つ貫通孔の内面とガラスファイバとの間に接着剤を許容可能な程度に、貫通孔の内径を極力小さくできる。つまり、内面に形成され得る最大高さの凸部、および貫通孔に注入される接着剤を許容可能な最小限のスペースを、貫通孔の内面とガラスファイバとの間に維持しながら、貫通孔に挿入されるガラスファイバの位置ずれを μm オーダーで極力小さくできる。その結果、貫通孔の凹凸によるガラスファイバへの応力集中に起因するガラスファイバ

の損傷の発生を低減しつつ、ガラス基板に保持されるガラスファイバの位置精度を高めることが可能となる。

[0012] (2) 上記(1)に記載のガラス基板において、基板本体には、複数のガラスファイバをそれぞれ挿入可能な複数の貫通孔が形成されていてもよい。この場合、複数のガラスファイバのそれぞれの損傷の発生を低減しつつ、ガラス基板に保持される各ガラスファイバの位置精度を高めることが可能となるので、上述した効果を効果的に得ることができる。

[0013] (3) 上記(1)又は(2)に記載のガラス基板において、貫通孔の内面には、貫通孔が延びる延在方向及び貫通孔の周方向に沿って並ぶ複数の凸部が形成されていてもよい。延在方向において互いに隣り合う二つの凸部の配列ピッチは、周方向において互いに隣り合う二つの凸部の配列ピッチよりも大きくてもよい。この場合、延在方向の各凸部の配列ピッチと周方向の各凸部の配列ピッチとが等しい場合に比べて、延在方向に沿って形成される凸部の数を減らすことができる。つまり、第一面から第二面までガラスファイバを貫通孔へ延在方向に沿って挿入させる間にガラスファイバが接触する凸部の数を減らすことができる。その結果、凸部によってガラスファイバに応力集中が発生する機会を低減でき、応力集中に起因するガラスファイバの損傷をより確実に低減できる。

[0014] (4) 上記(1)から(3)のいずれかに記載のガラス基板において、貫通孔は、第一面に接続され、第一面に近づくにつれて拡径する拡径部を含んでもよい。貫通孔の中心軸を通る平面での基板本体の切断面において、拡径部の内面は、第一面に近づくにつれて中心軸から遠ざかるように曲げられた曲線状であってもよい。例えば、ガラスファイバを第一面から貫通孔に挿入する場合に、第一面付近の貫通孔の内面に形成され得る凹凸によってガラスファイバに応力集中が生じやすい。これに対し、上記の構成では、貫通孔が、第一面に近づくにつれて拡径する拡径部を含んでおり、拡径部の内面は、第一面に近づくにつれて中心軸から遠ざかるように曲げられた曲線状である。この場合、拡径部の内面に形成され得る凹凸によるガラスファイバへの応

力集中の発生を低減できるので、応力集中に起因するガラスファイバの損傷をより確実に低減することが可能となる。

[0015] (5) 上記(4)に記載のガラス基板において、切断面において、拡径部の内面は、第一面に近づくにつれて内面の曲率が大きくなるように曲げられていてもよい。この場合、拡径部の内面に形成され得る凹凸によるガラスファイバへの応力集中の発生をより確実に低減できるので、応力集中に起因するガラスファイバの損傷をより一層確実に低減することが可能となる。

[0016] (6) 上記(1)から(5)のいずれかに記載のガラス基板において、第一面から第二面にわたって延びる溝が形成されていてもよい。この場合、貫通孔の内面に形成される溝は、ガラスファイバを基板本体に固定するために貫通孔に注入される接着剤の余剰分を逃がす逃げ溝として利用できる。この逃げ溝を利用すれば、貫通孔への接着剤の注入量を考慮して貫通孔を予め大きく設計するなどの調整をしなくて済むため、貫通孔の内面の形状をガラスファイバの形状に対応した形状に維持しつつ、貫通孔の内径を極力小さくすることができる。これにより、貫通孔に挿入されるガラスファイバの位置精度を高めるとの上述した効果をより確実に得ることができる。

[0017] (7) 本開示の一実施形態に係る光接続部品は、上記(1)から(6)のいずれかに記載のガラス基板と、貫通孔に挿入され、接着剤で基板本体に固定されているガラスファイバと、を備えてもよい。この光接続部品は、上述したいずれかのガラス基板を備えるので、上述したように、ガラスファイバの損傷の発生を低減しつつ、ガラスファイバの位置精度を高めることが可能となる。

[0018] (8) 上記(7)に記載の光接続部品において、ガラスファイバは、貫通孔が延びる延在方向に沿って延び、貫通孔に挿入された第一直線部分と、延在方向に交差する交差方向に沿って延びる第二直線部分と、第一直線部分と第二直線部分との間において、湾曲しながら第一直線部分と第二直線部分とを結ぶように延びる湾曲部分と、を含んでもよい。この場合、ガラスファイバの低背化を図りつつ、ガラスファイバの損傷の低減およびガラスファイバ

の位置精度向上という上述した効果を得ることができる。

[0019] [本開示の実施形態の詳細]

本開示に係るガラス基板および光接続部品の具体例を、以下で図面を参照しながら説明する。本開示は、以下の例示に限定されるものではなく、請求の範囲に示され、請求の範囲と均等の範囲における全ての変更が含まれることが意図される。図面の説明において同一または相当する要素には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。図面について、理解の容易化のため、一部が簡略化または誇張して描いている場合があり、寸法比率等は図面に記載のものに限定されない。図面には必要に応じてX Y Z座標系が示される。X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向は、互いに交差（例えば直交）する。

[0020] 図1は、本実施形態に係る光接続部品1が電子基板2に接続された状態を示す斜視図である。図2Aは、図1の光接続部品1を示す斜視図である。図2Bは、図2Aの光接続部品1を電子基板2側から見た平面図である。

[0021] 図1に示されるように、光接続部品1は、例えば、ファイバリボン10と、ファイバ固定部品20と、を備える。ファイバリボン10は、その途中に湾曲部分を有しており、ファイバリボン10の第1端は、ファイバ固定部品20を介して電子基板2に接続されている。ファイバリボン10の第2端は、例えばコネクタを介して構内配線に接続される。電子基板2は、例えば、光の入出力を行うシリコンフォトニクスチップ（SPC: Silicon Photonics Chip）などのチップ基板としてよい。

[0022] ファイバリボン10は、例えば、Y軸方向に沿って一列に並べられた複数の光ファイバ13と、複数の光ファイバ13をリボン用樹脂によってまとめて被覆する被覆樹脂層15と、を備える。複数の光ファイバ13のそれぞれは、例えば、単一コアを有するシングルコア光ファイバであってもよいし、複数のコアを有するマルチコア光ファイバであってもよい。各光ファイバ13は、ガラスファイバ11を少なくとも含む。

[0023] 図2Aに示されるように、ガラスファイバ11は、例えば、直線部分P1

(本開示の「第二直線部分」の一例)と、湾曲部分P2と、直線部分P3(本開示の「第一直線部分」の一例)と、を含む。直線部分P1は、被覆樹脂層15からX軸方向(本開示の「交差方向」の一例)に延びている。湾曲部分P2は、直線部分P1からZ軸方向(本開示の「延在方向」の一例)に曲げられている。直線部分P3は、湾曲部分P2からZ軸方向に延び、ファイバ固定部品20に連結されている。湾曲部分P2は、直線部分P1と直線部分P3との間において、湾曲しながら直線部分P1と直線部分P3とを結ぶように延びている。湾曲部分P2は、例えば、ガラスファイバ11の加熱により形成される。

[0024] ファイバ固定部品20は、少なくともガラス基板25を含む。ガラス基板25は、電子基板2上に載置され、電子基板2に接続される各ガラスファイバ11を保持する。ファイバ固定部品20は、ガラス基板25上に載置されて各ガラスファイバ11を支持するフェルールを更に含んでもよい。ガラス基板25は、例えば、紫外線硬化型の接着剤によって電子基板2に固定されている。ガラス基板25は、紫外線を透過可能なガラス材料によって形成されている。ガラス基板25の材料としては、例えば、熔融石英ガラスまたはホウケイ酸ガラスなどが挙げられる。紫外線を透過可能とは、例えば、厚さ1mmの材料に波長350nm以上かつ400nm以下の紫外線を照射したときの透過率が10%以上であることをいう。

[0025] 図3は、ガラス基板25を示す斜視図である。図4は、図3のガラス基板25の一部を拡大して示す斜視図である。図3に示されるように、ガラス基板25は、例えば、矩形板状の基板本体26を含む。基板本体26は、矩形状の表面26a(本開示の「第一面」の一例)と、表面26aとは反対側に配置される矩形状の裏面26b(本開示の「第二面」の一例)と、を含む。表面26aおよび裏面26bのそれぞれは、X軸方向およびY軸方向に沿って延びており、Z軸方向に沿って互いに並んでいる。裏面26bは、電子基板2(図1参照)とZ軸方向に対面する。裏面26bは、例えば、上述した紫外線硬化型の接着剤で電子基板2に固定されている。表面26aと裏面2

6 b との間の基板本体 2 6 の厚さは、例えば 1 m m 程度としてよい。

[0026] 基板本体 2 6 には、裏面 2 6 b から表面 2 6 a まで Z 軸方向に貫通する複数の貫通孔 2 7 が形成されている。複数の貫通孔 2 7 は、Y 軸方向に沿って並ぶ複数のガラスファイバ 1 1（図 1 参照）にそれぞれ対応するように、Y 軸方向に沿って一列に並べられている。Z 軸方向に沿って見た各貫通孔 2 7 の形状は、例えば円形状である。各貫通孔 2 7 の内径 D 2 7（図 4 参照）は、Z 軸方向に沿った各位置において一定であってよい。すなわち、各貫通孔 2 7 は、表面 2 6 a から裏面 2 6 b まで一定の内径 D 2 7 を有してよい。

[0027] 各貫通孔 2 7 は、例えば、レーザーを用いた孔開け技術を用いて作成可能である。各貫通孔 2 7 を形成する際、フォトリソグラフィと、反応性イオンエッチング（Reactive Ion Etching : R I E）などのドライエッチングと、を組み合わせたプロセスを用いてもよい。本実施形態では、各貫通孔 2 7 は、レーザーの照射とエッチングとを用いて形成される。例えば、レーザーの照射によって基板本体 2 6 の一部が改質され、その改質された部分がエッチングによって除去される。その結果、基板本体 2 6 に各貫通孔 2 7 が形成される。

[0028] 図 4 に示されるように、内面 2 7 a には、レーザー照射およびエッチングといった形成方法に起因する表面荒れが生じている。その結果、内面 2 7 a には、微細な凹凸が形成されている。図 4 には、説明の便宜上、内面 2 7 a に形成される複数の凸部 2 7 b が示されているが、実際には、内面 2 7 a には複数の凹部も形成されている。複数の凸部 2 7 b は、例えば、内面 2 7 a において、貫通孔 2 7 の中心軸 C L が延びる Z 軸方向、および中心軸 C L を中心とする周方向 D に沿って、互いに並んで配置されている。各凸部 2 7 b は、例えば、Z 軸方向に延びる形状を有する。

[0029] 図 4 に示される例では、Z 軸方向において互いに隣り合う 2 つの凸部 2 7 b の配列ピッチ W 1 は、周方向 D において互いに隣り合う 2 つの凸部 2 7 b の配列ピッチ W 2 よりも大きい。互いに隣り合う 2 つの凸部 2 7 b の配列ピッチ W 1 , W 2 は、例えば、内面 2 7 a の法線方向に沿って見た場合にお

る2つの凸部27bの中心間の距離としてよい。

[0030] 内面27aの凹凸高さの程度は、例えば、表面粗さ R_z によって評価できる。表面粗さ R_z は、基準長さにおける輪郭曲線の山高さの最大値と谷深さの最大値との和によって算出される。表面粗さ R_z は、JIS B 0601：2013「製品の幾何特性使用（GPS）－表面性状：輪郭曲線方式－用語、定義及び表面性状パラメータ」で規定される最大高さ粗さを意味する。表面粗さ R_z は、JIS B 0601：2013の記載に準拠して測定される値である。

[0031] 図5は、表面粗さ R_z の算出方法を説明するためのグラフである。図5の横軸は、貫通孔27の周方向Dに沿った内面27aの位置を示している。図5の縦軸は、内面27aの凹凸高さを示している。図5のグラフG10において、内面27aの周方向に沿った基準長さの中で、最も高い凸部27bの高さ（最大山高さ）が Z_p として表され、最も低い凹部の深さ（最大谷深さ）が Z_v として表されている。この場合、表面粗さ R_z は、最大山高さ Z_p と最大谷深さ Z_v との差（ $Z_p - Z_v$ ）によって定義される。

[0032] 表面粗さ R_z の大きさ、すなわち内面27aの凸部27bの高さによっては、貫通孔27に挿入されるガラスファイバ11が内面27aの凸部27bに接触し、ガラスファイバ11と凸部27bとの接触部分において応力集中が生じるおそれがある。このような応力集中の発生は、ガラスファイバ11に断線などの損傷を生じさせ得る。従って、ガラスファイバ11の損傷を低減する観点から、内面27aの表面粗さ R_z は小さいことが望ましい。

[0033] 本実施形態において、内面27aの表面粗さ R_z は、 $0\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下に設定されている。表面粗さ R_z の上限値は、 $1\mu\text{m}$ 以下に限らず、 $0.8\mu\text{m}$ 以下、 $0.6\mu\text{m}$ 以下、または $0.4\mu\text{m}$ 以下などの値であってもよい。貫通孔27の内径 D_{27} は、表面粗さ R_z に応じて小さくなるように設定される。本実施形態では、表面粗さ R_z に対する内径 D_{27} の比率が127以下となるように、内径 D_{27} が設定されている。例えば、表面粗さ R_z が $1\mu\text{m}$ である場合、貫通孔27の内径 D_{27} は、 $127\mu\text{m}$ であってよい。

。

[0034] 内面 27 a の表面粗さ R_z は、基板本体 26 に貫通孔 27 を形成する際のレーザー照射条件およびエッチング条件の変更によって調整可能である。例えば、基板本体 26 に対してレーザーを照射する際の照射ピッチの変更、およびエッチング処理時間の変更を行うことにより、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の表面粗さ R_z を有する内面 27 a を得ることができる。

[0035] 図 6 A は、図 4 のガラス基板 25 の各貫通孔 27 にガラスファイバ 11 が挿入された状態を示す斜視図である。図 6 B は、図 6 A の A1-A1 線に沿ったガラス基板 25 の断面図である。図 6 A に示されるように、各ガラスファイバ 11 は、コア 11 a と、コア 11 a を取り囲むクラッド 11 b と、含む。コア 11 a およびクラッド 11 b は、例えば、石英系ガラスを含む。各ガラスファイバ 11 の外径 D_{11} は、例えば、 $125\text{ }\mu\text{m}$ としてよい。各ガラスファイバ 11 の外径 D_{11} は、例えば、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $125\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってよい。

[0036] 図 6 B に示されるように、各ガラスファイバ 11 は、基板本体 26 の表面 26 a から各貫通孔 27 に挿入され、紫外線硬化型の接着剤 A が各貫通孔 27 に注入される。この接着剤 A が硬化することによって、各ガラスファイバ 11 が基板本体 26 に固定される。基板本体 26 に固定された各ガラスファイバ 11 のコア 11 a は、基板本体 26 が搭載される電子基板 2（図 1 参照）の各入出力部に光接続される。

[0037] 図 6 B において、ガラスファイバ 11 の外径 D_{11} が $125\text{ }\mu\text{m}$ であり、貫通孔 27 の内径 D_{27} が $127\text{ }\mu\text{m}$ であり、表面粗さ R_z が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下である場合を想定する。この場合、貫通孔 27 にガラスファイバ 11 が挿入された状態（厳密には、ガラスファイバ 11 の光軸が貫通孔 27 の中心軸 CL に一致するように配置された状態）において、ガラスファイバ 11 と内面 27 a との隙間 G_1 は $2\text{ }\mu\text{m}$ となる。表面粗さ R_z が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下である場合、内面 27 a からの凸部 27 b の最大高さ H は $1\text{ }\mu\text{m}$ であるため、その凸部 27 b とガラスファイバ 11 との間には、少なくとも $1\text{ }\mu\text{m}$ の隙間 G_2 が維持

される。この場合、凸部27bによるガラスファイバ11への応力集中に起因するガラスファイバ11の損傷の発生を低減しながら、ガラスファイバ11を貫通孔27に挿入することが可能となる。

[0038] ガラスファイバ11は、上述したように、接着剤Aによって基板本体26に固定されるので、ガラスファイバ11と内面27aとの間に、接着剤Aを注入可能なスペースを要する。本実施形態では、ガラスファイバ11と凸部27bとの間に少なくとも1 μ mの隙間G2が維持されているので、ガラスファイバ11と内面27aとの間に接着剤Aを注入可能なスペースが維持されている。従って、本実施形態では、ガラスファイバ11と内面27aとの間に接着剤Aを許容可能なスペースを維持しつつ、ガラスファイバ11に損傷が生じないようにガラスファイバ11を貫通孔27に挿入することが可能である。

[0039] 以上に説明した、本実施形態に係るガラス基板25および光接続部品1によって得られる効果について説明する。

[0040] ガラス基板25は、電子基板2に対してガラスファイバ11が所定の接続位置に維持されるように、ガラスファイバ11を保持する。ここで、電子基板2に対するガラスファイバ11の光結合効率は、ガラスファイバ11の位置精度に大きく依存する。例えば、ガラスファイバ11の μ mオーダーの位置ずれが、ガラスファイバ11の大きな光接続損失を生じさせ得る。このような光接続損失を低減する観点からは、ガラスファイバ11の位置が μ mオーダーで精密に維持されていることが望ましい。

[0041] 本実施形態では、ガラスファイバ11が挿入される内面27aの表面粗さR_zが1 μ m以下に設定され、更に、標準的な125 μ m以下の外径D₁₁を有するガラスファイバ11が貫通孔27に挿入されることを想定して、表面粗さR_zに対する貫通孔27の内径D₂₇の比率が1.27以下に設定されている。この場合、内面27aの凸部27bによるガラスファイバ11への応力集中に起因するガラスファイバ11の損傷が発生しない程度に、且つ内面27aとガラスファイバ11との間に接着剤Aを許容可能な程度に、貫通孔

27の内径D27を極力小さくできる。

[0042] つまり、内面27aの凸部27b、および貫通孔27に注入される接着剤Aを許容可能な最小限のスペースを、内面27aとガラスファイバ11との間に維持しながら、貫通孔27に挿入されるガラスファイバ11の位置ずれを μm オーダーで極力小さくできる。その結果、凸部27bによるガラスファイバ11への応力集中に起因するガラスファイバ11の損傷の発生を低減しつつ、ガラス基板25に保持されるガラスファイバ11の位置精度を高めることが可能となる。

[0043] 本実施形態において、基板本体26には、複数のガラスファイバ11をそれぞれ挿入可能な複数の貫通孔27が形成されている。この場合、複数のガラスファイバ11のそれぞれの損傷の発生を低減しつつ、ガラス基板25に保持される各ガラスファイバ11の位置精度を高めることが可能となるので、上述した効果を効果的に得ることができる。

[0044] 本実施形態において、Z軸方向において互いに隣り合う二つの凸部27bの配列ピッチW1は、周方向Dにおいて互いに隣り合う二つの凸部27bの配列ピッチW2よりも大きい。この場合、Z軸方向の各凸部27bの配列ピッチW1と周方向Dの各凸部27bの配列ピッチW2とが等しい場合に比べて、Z軸方向に沿って形成される凸部27bの数を減らすことができる。つまり、表面26aから裏面26bまでガラスファイバ11を貫通孔27へZ軸方向に沿って挿入させる間にガラスファイバ11が接触する凸部27bの数を減らすことができる。その結果、凸部27bへのガラスファイバ11の接触によってガラスファイバ11に応力集中が発生する機会を低減でき、応力集中に起因するガラスファイバ11の損傷をより確実に低減できる。

[0045] 本実施形態において、光接続部品1は、ガラス基板25と、貫通孔27に挿入され、接着剤Aで基板本体26に固定されているガラスファイバ11と、を備えている。光接続部品1は、上述したガラス基板25を備えるので、上述したように、ガラスファイバ11の損傷の発生を低減しつつ、ガラスファイバ11の位置精度を高めることが可能となる。

[0046] 本実施形態において、ガラスファイバ11は、Z軸向に沿って延び、貫通孔27に挿入された直線部分P1と、X軸方向に沿って延びる直線部分P3と、直線部分P1と直線部分P3との間において、湾曲しながら直線部分P1と直線部分P3とを結ぶように延びる湾曲部分P2と、を含んでいる。この場合、ガラスファイバ11の低背化を図りつつ、ガラスファイバ11の損傷の低減およびガラスファイバ11の位置精度の向上といった上述した効果を得ることができる。

[0047] 本開示は、上述した実施形態に限られず、請求の範囲に記載された趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

[0048] 図7Aは、ガラス基板25の別例であるガラス基板25Aを拡大して示す斜視図である。図7Bは、図7AのA2-A2線に沿ったガラス基板25Aの断面図である。図7Aのガラス基板25Aと、上述した実施形態のガラス基板25との相違点は、基板本体に形成される各貫通孔の形状である。

[0049] 図7Bに示されるように、基板本体26Aの各貫通孔27Aは、定径部P21と、拡径部P22と、を含む。定径部P21は、裏面26bから表面26aに向かってZ軸方向に延び、一定の内径を有する。拡径部P22は、定径部P21から表面26aまでZ軸方向に延び、表面26aに近づくにつれて拡径する。定径部P21の内径D21は、例えば、ガラスファイバ11の外径D11（図6A参照）よりも大きく、且つ表面粗さRzに対する内径D21が $127\mu\text{m}$ 以下となるように設定される。例えば、ガラスファイバ11の外径D11が $125\mu\text{m}$ であり、表面粗さRzが $1\mu\text{m}$ 以下である場合には、定径部P21の内径D21は、 $127\mu\text{m}$ としてよい。

[0050] 拡径部P22の内径D22は、定径部P21から表面26aに近づくにつれて徐々に大きくなるように変化している。図7Bの断面において、拡径部P22の内面27aは、表面26aに近づくにつれて貫通孔27Aの中心軸CLから遠ざかるように曲げられた曲線状である。その結果、図7Bの断面において、拡径部P22の内面27aが表面26aに近づくほど、内面27aと貫通孔27Aの中心軸CLとのX軸方向の距離d22が大きくなってい

る。図 7 B の断面は、貫通孔 2 7 A の中心軸 C L に沿って切断された基板本体 2 6 の切断面、すなわち、貫通孔 2 7 A の中心軸 C L を通る平面での基板本体 2 6 の切断面である。

[0051] 図 7 B の断面において、拡張部 P 2 2 の内面 2 7 a は、表面 2 6 a に近づくほど内面 2 7 a の曲率が大きくなるように曲げられている。その結果、拡張部 P 2 2 と定径部 P 2 1 との接続部分 P 2 3 において内面 2 7 a の曲率は最小となり、表面 2 6 a において内面 2 7 a の曲率は最大となる。表面 2 6 a における拡張部 P 2 2 の内径 D 2 2 は、定径部 P 2 1 の内径 D 2 1 よりも大きくなっている。例えば、定径部 P 2 1 の内径 D 2 1 が $127\mu\text{m}$ 以下である場合、表面 2 6 a における拡張部 P 2 2 の内径 D 2 2 は、 $250\mu\text{m}$ 以下であってよい。図 7 B の断面において、説明の便宜上、内面 2 7 a に形成され得る凹凸を省略して示しているが、実際には、上述した実施形態と同様、内面 2 7 a には凹凸が形成され得る。

[0052] このような形態であっても、上述した実施形態と同様の効果を得ることができる。更に、ガラス基板 2 5 A では、貫通孔 2 7 A が、表面 2 6 a に近づくにつれて拡張する拡張部 P 2 2 を含んでおり、拡張部 P 2 2 の内面 2 7 a は、表面 2 6 a に近づくにつれて中心軸 C L から遠ざかるように曲げられた曲線状である。この場合、拡張部 P 2 2 の内面 2 7 a の凹凸によるガラスファイバ 1 1 への応力集中の発生を低減できるので、応力集中に起因するガラスファイバ 1 1 の損傷をより確実に低減することが可能となる。

[0053] ガラス基板 2 5 A では、拡張部 P 2 2 の内面 2 7 a は、表面 2 6 a に近づくにつれて内面 2 7 a の曲率が大きくなるように曲げられている。この場合、拡張部 P 2 2 の内面 2 7 a の凹凸によるガラスファイバ 1 1 への応力集中の発生をより確実に低減できるので、応力集中に起因するガラスファイバ 1 1 の損傷をより一層確実に低減することが可能となる。

[0054] 図 8 の (a) から (f) は、貫通孔 2 7 の形状の別例を示す平面図である。図 8 の (a) から (f) には、ガラスファイバ 1 1 の外形が二点鎖線で併せて示されている。例えば、Z 軸方向に沿って見た貫通孔 2 7 の形状は、図

8の（a）の貫通孔27Bのように、矩形であってもよいし、図8の（b）の貫通孔27Cのように、楕円であってもよいし、図8の（c）の貫通孔27Dのように、三角であってもよいし、図8の（d）の貫通孔27Eのように、ひし形であってもよい。或いは、Z軸方向に沿って見た貫通孔27の形状は、他の多角形であってもよい。

[0055] 図8の（e）に示されるように、円形の貫通孔27Fに二本の溝28a，28bが形成されていてもよい。二本の溝28a，28bは、表面26aから裏面26bにわたってZ軸方向に沿って延びていてもよい。各溝28a，28bは、例えば、貫通孔27Fのうち中心軸CLを挟んで互いに対面する一对の位置に形成されてよい。Z軸方向に沿って見た各溝28a，28bの形状は、例えば矩形であってもよい。

[0056] これらの溝28a，28bは、ガラスファイバ11を固定するための接着剤Aの余剰分を逃がす逃げ溝として利用できる。この逃げ溝を利用すれば、貫通孔27Fへの接着剤Aの注入量を考慮して貫通孔27Fを予め大きく設計するなどの調整をしなくて済むため、貫通孔27Fの形状をガラスファイバ11の形状に沿った形状に維持しつつ、貫通孔27Fの内径を極力小さくすることができる。これにより、貫通孔27Fに挿入されるガラスファイバ11の位置精度を高めるとの上述した効果をより確実に得ることができる。図8の（f）に示されるように、三本の溝29a，29b，29cが貫通孔27Gに形成されてもよい。このように貫通孔に形成される溝の数は、適宜変更可能である。

[0057] 上述した実施形態では、ガラス基板25が一つのファイバリボン10を保持する場合を説明した。しかし、本開示のガラス基板は、複数のファイバリボンを保持してもよい。本開示のガラス基板に形成される貫通孔の数は、貫通孔に挿入されるガラスファイバの数に応じて適宜変更可能である。例えば、ガラス基板には、一本のガラスファイバを保持するための一つの貫通孔が形成されてもよい。

符号の説明

- [0058] 1…光接続部品
- 2…電子基板
- 10…ファイバリボン
- 11…ガラスファイバ
- 11a…コア
- 11b…クラッド
- 13…光ファイバ
- 15…被覆樹脂層
- 20…ファイバ固定部品
- 27, 27A, 27B, 27C, 27D, 27E, 27F, 27G…貫通孔
- 25, 25A…ガラス基板
- 26a…表面（本開示の「第一面」の一例）
- 26b…裏面（本開示の「第二面」の一例）
- 27a…内面
- 27b…凸部
- 28a, 28b, 29a, 29b, 29c…溝
- A…接着剤
- CL…中心軸
- D…周方向
- D11…外径
- D21, D22…内径
- D27…内径
- d22…距離
- G1, G2…隙間
- P1…直線部分（本開示の「第二直線部分」の一例）
- P2…湾曲部分
- P3…直線部分（本開示の「第一直線部分」の一例）
- P21…定径部

P 2 2 … 拡径部

P 2 3 … 接続部分

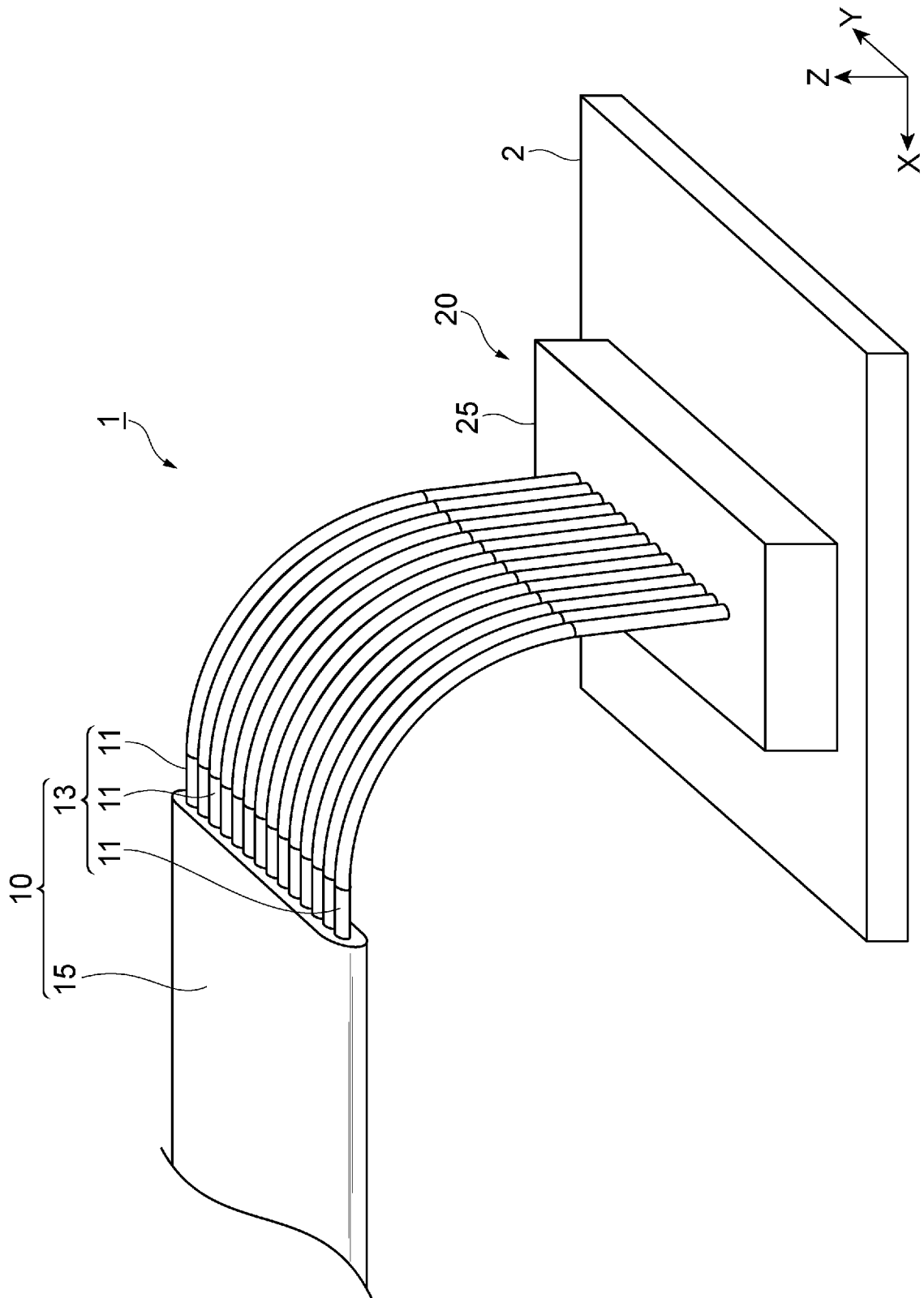
W 1 , W 2 … 配列ピッチ

請求の範囲

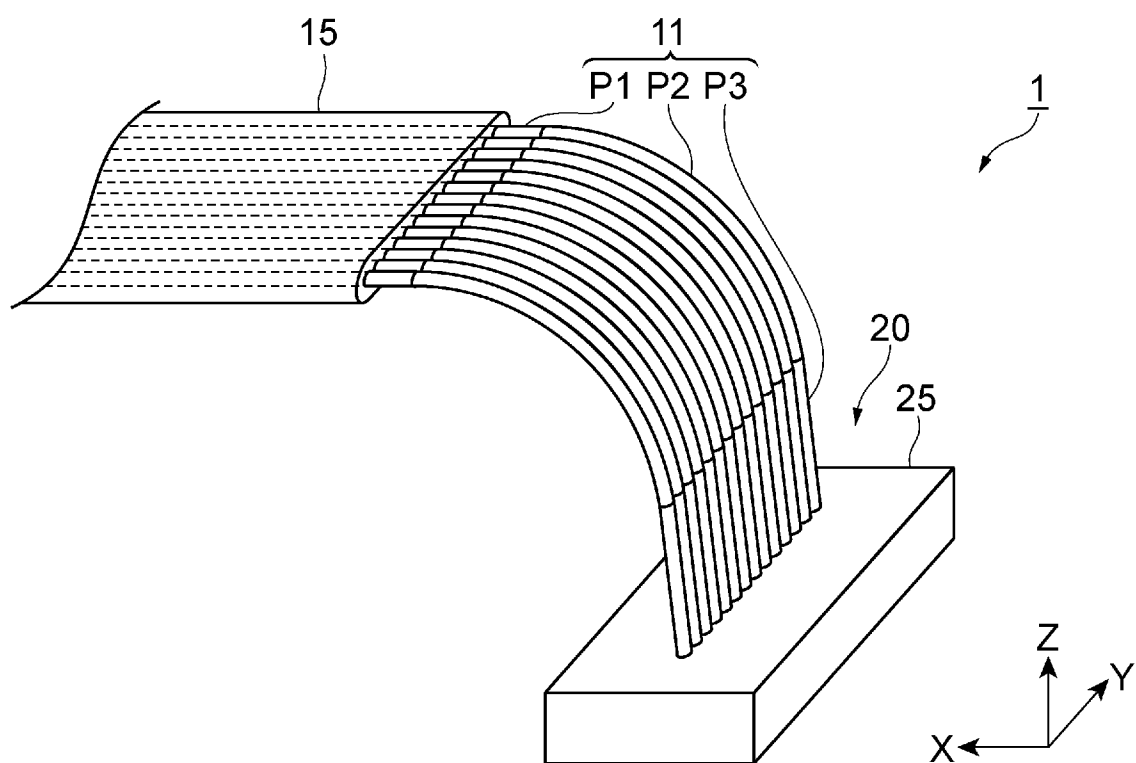
- [請求項1] 第一面、および前記第一面とは反対側に位置する第二面を含み、ガラス材料によって形成された基板本体を備え、
- 前記基板本体には、前記第一面から前記第二面まで貫通し、少なくとも一本のガラスファイバを挿入可能な少なくとも一本の貫通孔が形成されており、
- 前記ガラスファイバの外径は、 $125\mu\text{m}$ 以下であり、
- 前記貫通孔の内径は、前記ガラスファイバの前記外径よりも大きく、
- 前記貫通孔の内面の表面粗さ R_z は、 $1\mu\text{m}$ 以下であり、
- 前記表面粗さ R_z に対する前記貫通孔の前記内径の比率は、 127 以下である、
- ガラス基板。
- [請求項2] 前記基板本体には、複数の前記ガラスファイバをそれぞれ挿入可能な複数の前記貫通孔が形成されている、
- 請求項1に記載のガラス基板。
- [請求項3] 前記貫通孔の前記内面には、前記貫通孔が延びる延在方向及び前記貫通孔の周方向に沿って並ぶ複数の凸部が形成されており、
- 前記延在方向において互いに隣り合う二つの前記凸部の配列ピッチは、前記周方向において互いに隣り合う二つの前記凸部の配列ピッチよりも大きい、
- 請求項1または請求項2に記載のガラス基板。
- [請求項4] 前記貫通孔は、前記第一面に接続され、前記第一面に近づくにつれて拡径する拡径部を含み、
- 前記貫通孔の中心軸を通る平面での前記基板本体の切断面において、前記拡径部の内面は、前記第一面に近づくにつれて前記中心軸から遠ざかるように曲げられた曲線状である、
- 請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のガラス基板。

- [請求項5] 前記切断面において、前記拡径部の前記内面は、前記第一面に近づくにつれて前記内面の曲率が大きくなるように曲げられている、請求項4に記載のガラス基板。
- [請求項6] 前記貫通孔の内面には、前記第一面から前記第二面にわたって延びる溝が形成されている、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のガラス基板。
- [請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の前記ガラス基板と、前記貫通孔に挿入され、接着剤によって前記基板本体に固定されている前記ガラスファイバと、を備える、光接続部品。
- [請求項8] 前記ガラスファイバは、前記貫通孔が延びる延在方向に沿って延び、前記貫通孔に挿入された第一直線部分と、前記延在方向に交差する交差方向に沿って延びる第二直線部分と、前記第一直線部分と前記第二直線部分との間において、湾曲しながら前記第一直線部分と前記第二直線部分とを結ぶように延びる湾曲部分と、を含む、請求項7に記載の光接続部品。

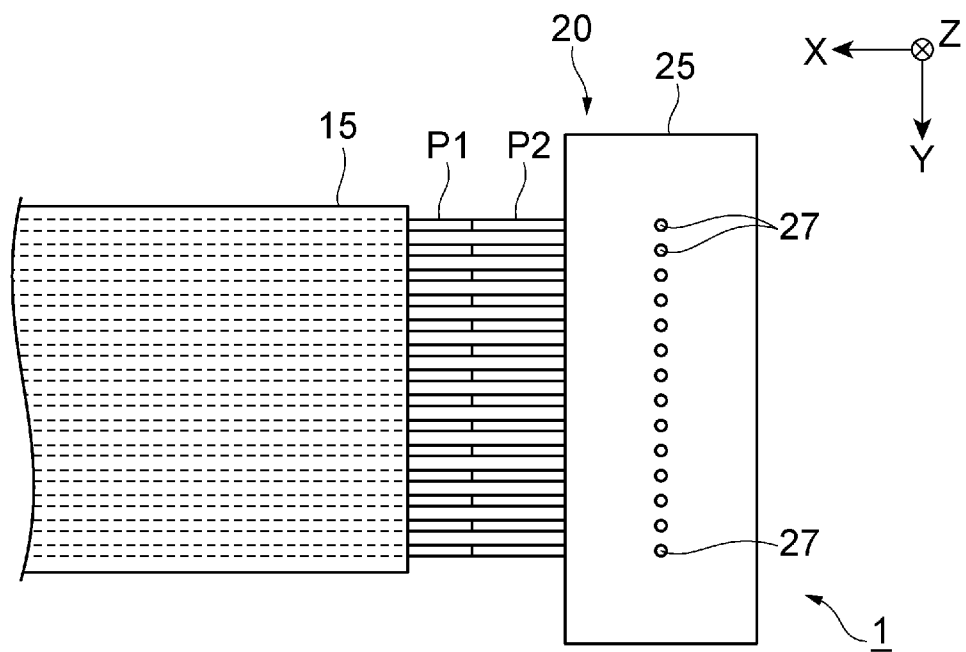
[図1]



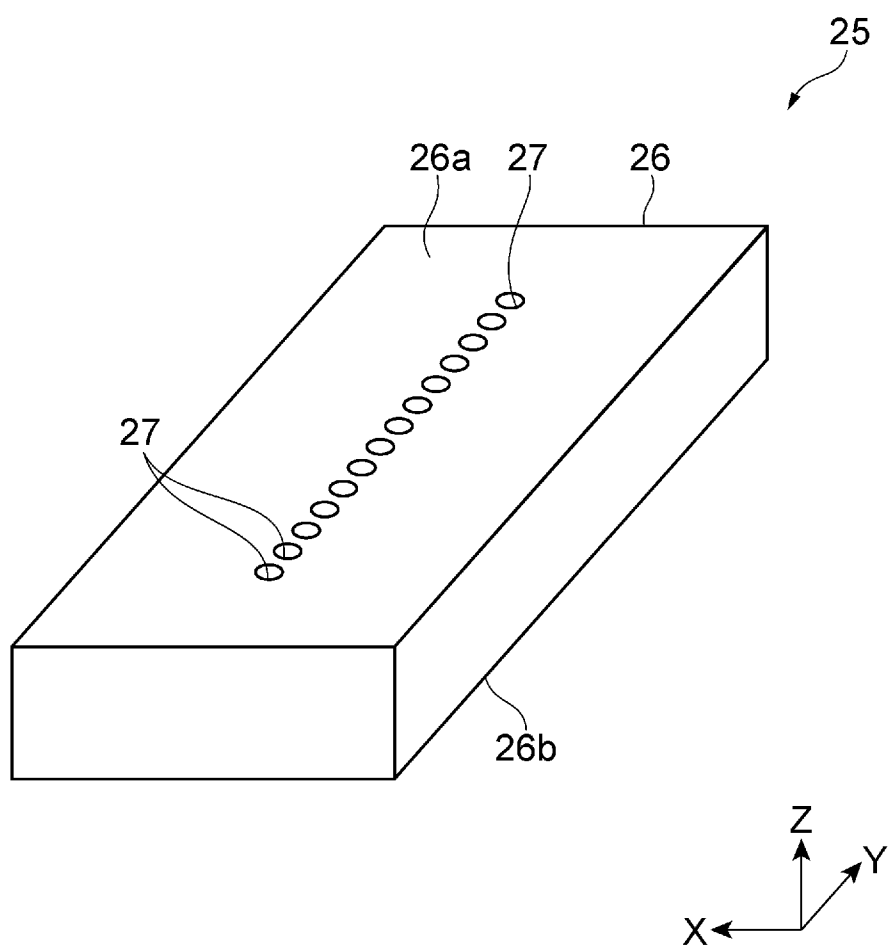
[図2A]



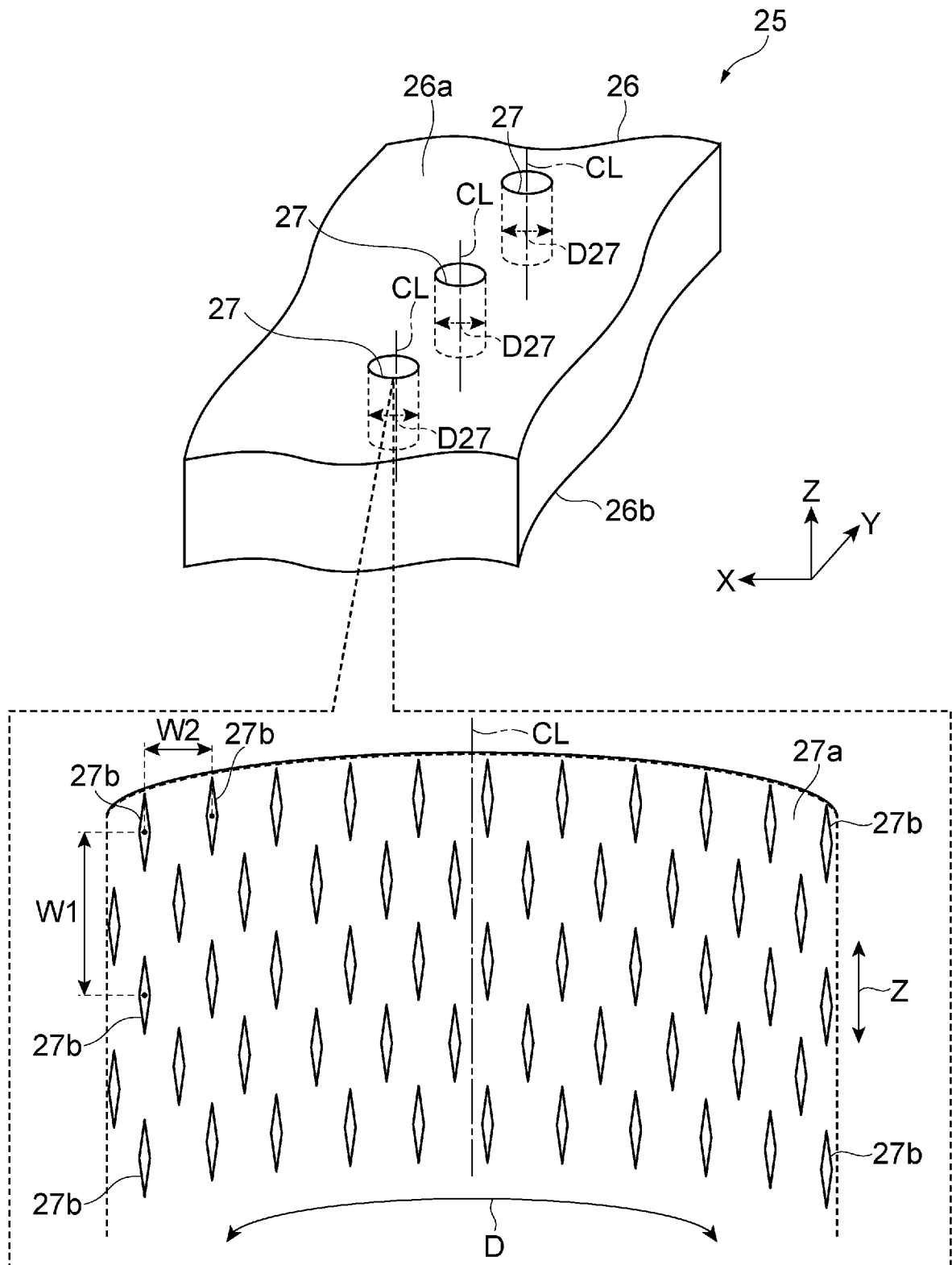
[図2B]



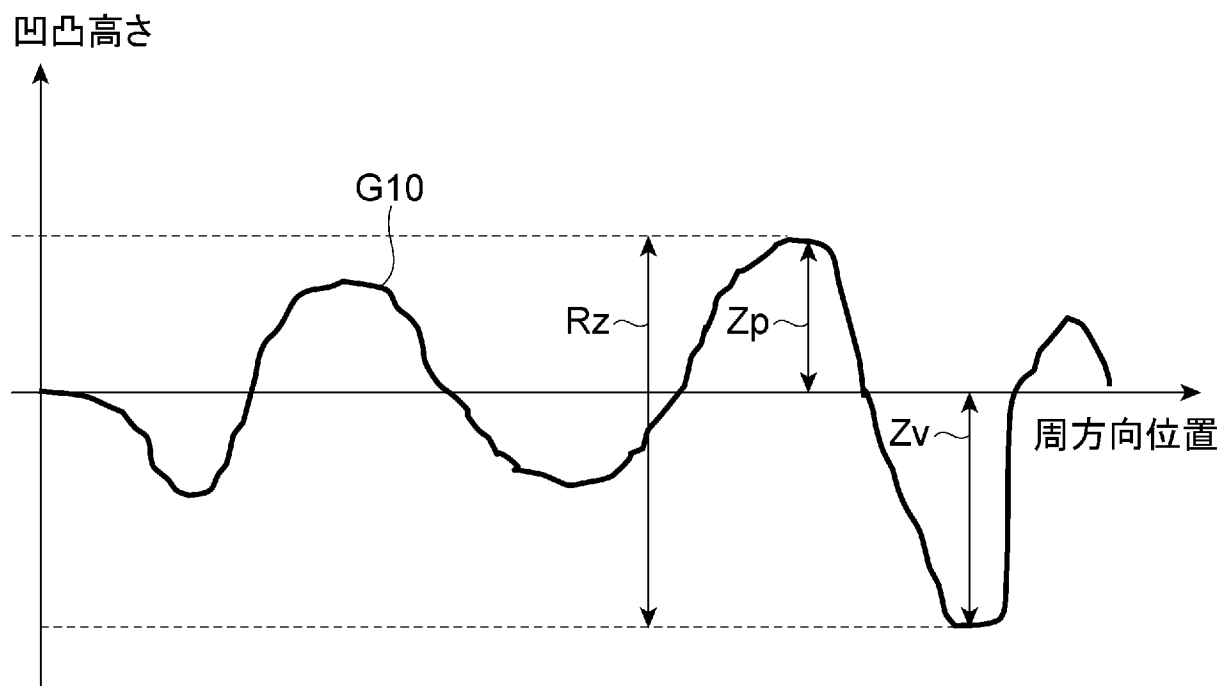
[図3]



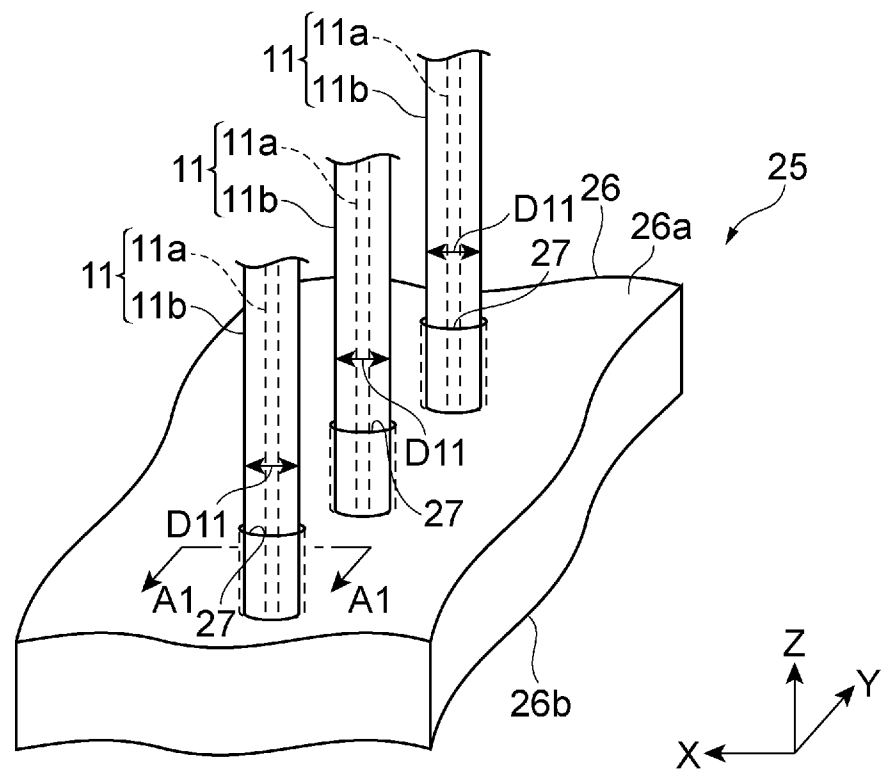
[図4]



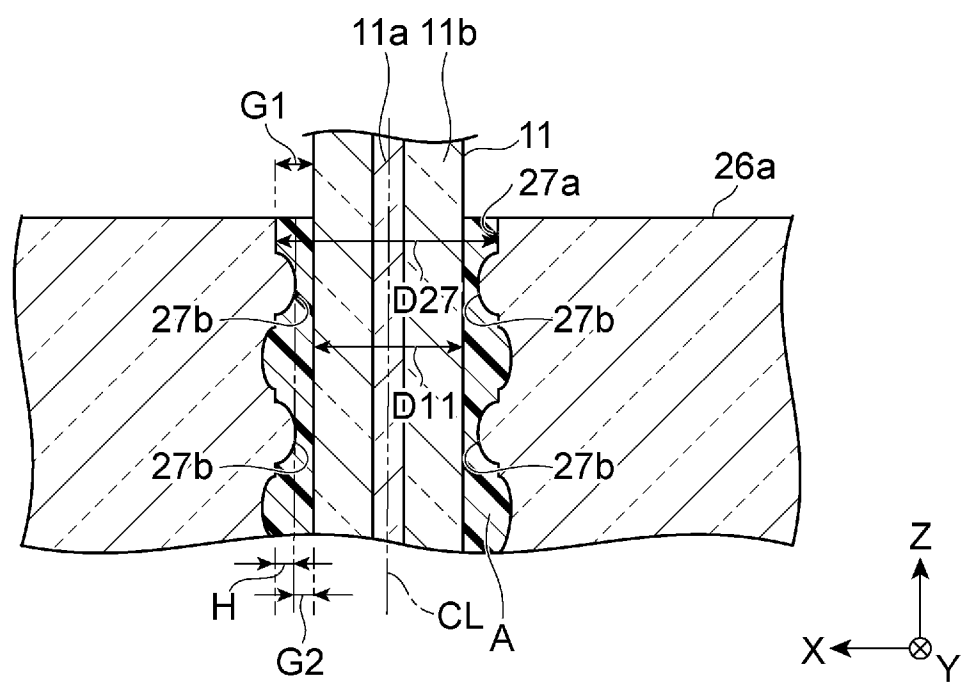
[図5]



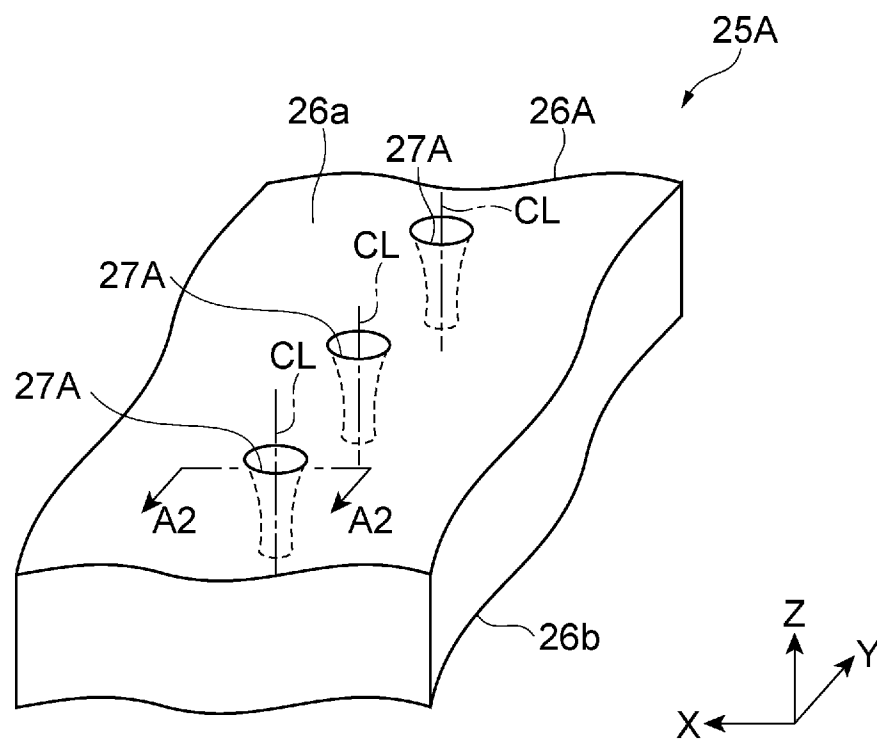
[図6A]



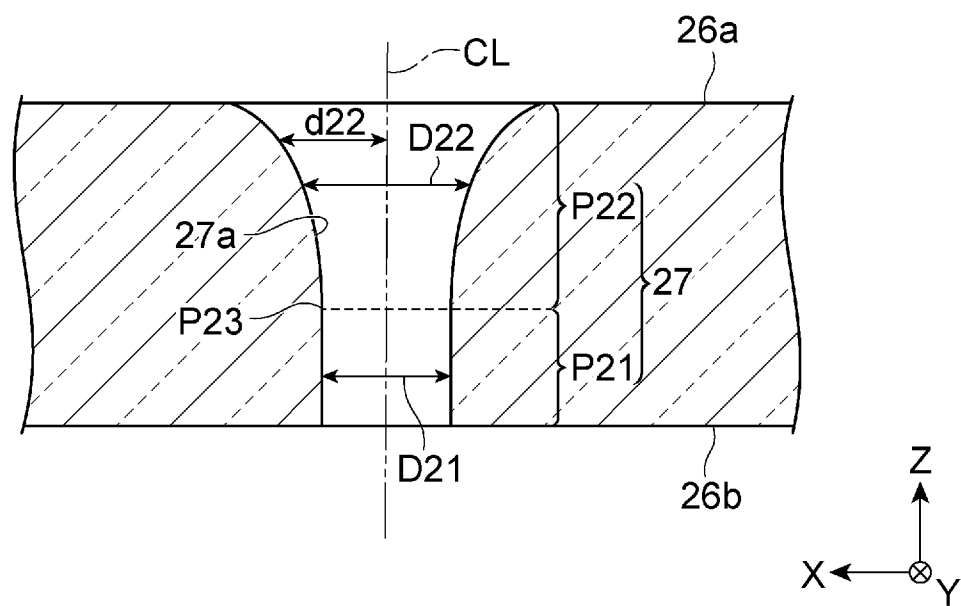
[図6B]



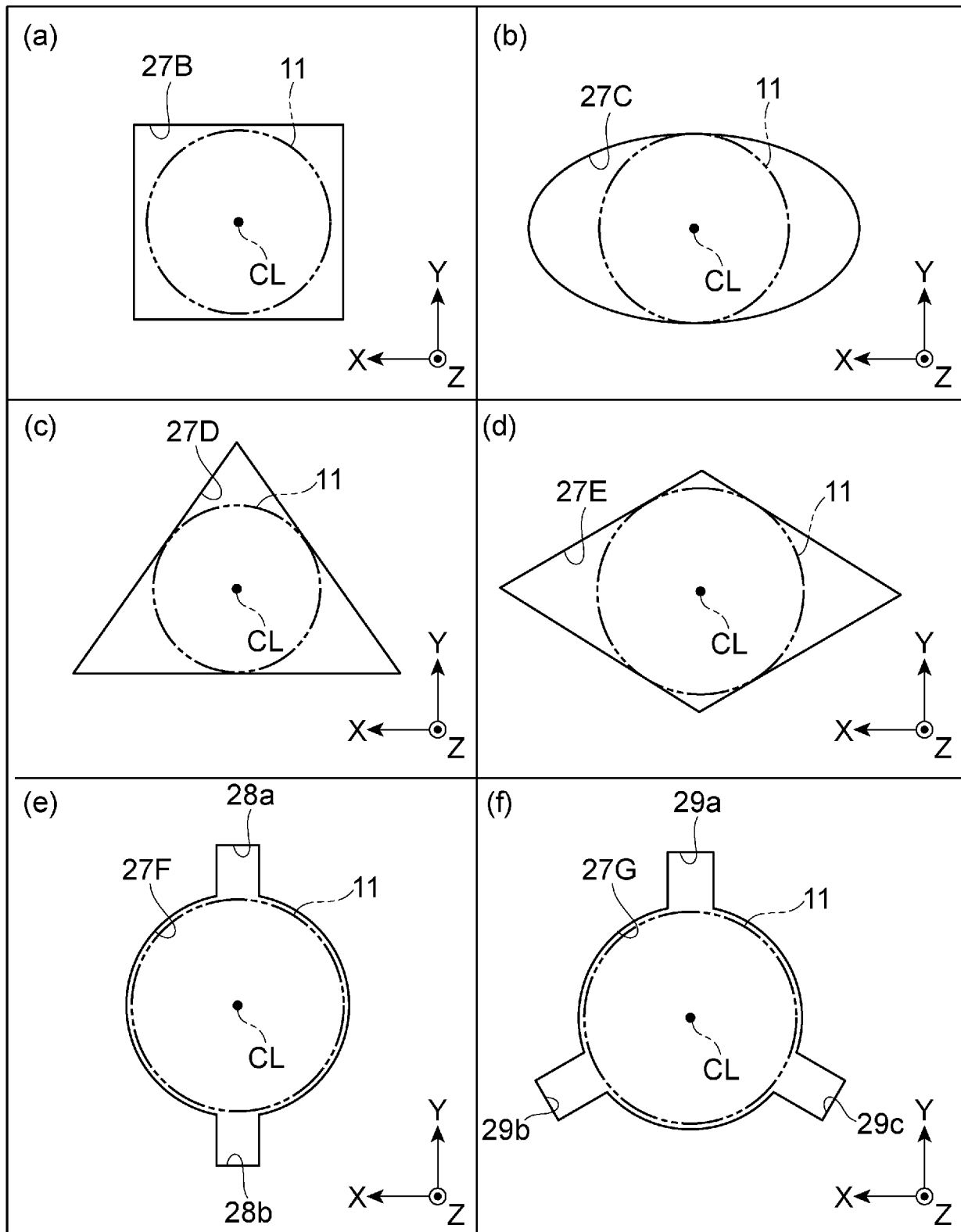
[図7A]



[図7B]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/020393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/26**(2006.01)i; **G02B 6/02**(2006.01)i; **G02B 6/36**(2006.01)i

FI: G02B6/26; G02B6/02 411; G02B6/36

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)

G02B6/24; G02B6/255-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/36-6/43

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2003-149502 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 21 May 2003 (2003-05-21) paragraphs [0040]-[0041], [0044]-[0048], [0056]-[0057], fig. 1	1, 3-5, 7
Y		2, 8
X	JP 7-239425 A (KYOCERA CORPORATION) 12 September 1995 (1995-09-12) paragraphs [0008]-[0010], [0013], fig. 1-2	1, 4-7
Y		2, 8
Y	WO 2021/095490 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 20 May 2021 (2021-05-20) paragraphs [0042]-[0045], [0048]-[0050], fig. 1-5	2, 8
A	坂本明彦、和田正紀、森下裕一、野呂治人、結晶化ガラスフェルール、月刊マテリアル インテグレーション, 25 August 2000, vol. 13, no. 9, pp. 25-30, (Materials integration), non- official translation (SAKAMOTO, Akihiko, WADA, Masaki. MORISHITA, Yuichi. NORO, Naoto. Crystallized glass ferrule.) fig. 5	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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

01 July 2024

Date of mailing of the international search report

16 July 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-195105 A (KYOCERA CORPORATION) 09 July 2003 (2003-07-09) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2001-264582 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 26 September 2001 (2001-09-26) fig. 9	1-8
A	WO 2014/105902 A1 (COMMSCOPE, INC. OF NORTH CAROLINA) 03 July 2014 (2014-07-03) paragraphs [0040]-[0043], fig. 1-4	1-8
P, A	WO 2023/141029 A1 (CORNING RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION) 27 July 2023 (2023-07-27) paragraphs [0127]-[0128], fig. 13	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/020393

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2003-149502	A	21 May 2003	US 2003/0095753 A1 paragraphs [0058]-[0059], [0062]-[0066], [0074]-[0075], fig. 1 TW 200300505 A CN 1420376 A	
JP	7-239425	A	12 September 1995	(Family: none)	
WO	2021/095490	A1	20 May 2021	US 2022/0413229 A1 paragraphs [0060]-[0063], [0067]-[0069], fig. 1-5 CN 114600019 A TW 202132827 A	
JP	2003-195105	A	09 July 2003	(Family: none)	
JP	2001-264582	A	26 September 2001	(Family: none)	
WO	2014/105902	A1	03 July 2014	EP 2939056 A1 CN 104903767 A	
WO	2023/141029	A1	27 July 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/02(2006.01)i; G02B 6/36(2006.01)i

F1: G02B6/26; G02B6/02 411; G02B6/36

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（IPC））

G02B6/24; G02B6/255-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/36-6/43

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

1922-1996年

日本国公開実用新案公報

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024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	JP 2003-149502 A（日本電気硝子株式会社）21.05.2003（2003 - 05 - 21） 段落[0040]-[0041], [0044]-[0048], [0056]-[0057], 図1	1, 3-5, 7
Y		2, 8
X	JP 7-239425 A（京セラ株式会社）12.09.1995（1995 - 09 - 12） 段落[0008]-[0010], [0013], 図1-2	1, 4-7
Y		2, 8
Y	WO 2021/095490 A1（住友電気工業株式会社）20.05.2021（2021 - 05 - 20） 段落[0042]-[0045], [0048]-[0050], 図1-5	2, 8
A	坂本明彦、和田正紀、森下裕一、野呂治人、結晶化ガラスフェルール、月刊マテリアルインテグレーション、2000.08.25, Vol. 13, No. 9, pp. 25-30 図5	1-8
A	JP 2003-195105 A（京セラ株式会社）09.07.2003（2003 - 07 - 09） 全文, 全図	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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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

01.07.2024

国際調査報告の発送日

16.07.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

野口 晃一 2L 5708

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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 2001-264582 A (住友電気工業株式会社) 26.09.2001 (2001 - 09 - 26) 図9	1-8
A	WO 2014/105902 A1 (COMMSCOPE, INC. OF NORTH CAROLINA) 03.07.2014 (2014 - 07 - 03) 段落[040]-[043], 図1-4	1-8
P, A	WO 2023/141029 A1 (CORNING RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION) 27.07.2023 (2023 - 07 - 27) 段落[00127]-[00128], 図13	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/020393

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2003-149502	A	21.05.2003	US 2003/0095753 A1 段落[0058]-[0059], [0062]-[0066], [0074]- [0075], 図 1 TW 200300505 A CN 1420376 A	
JP	7-239425	A	12.09.1995	(ファミリーなし)	
WO	2021/095490	A1	20.05.2021	US 2022/0413229 A1 段落[0060]-[0063], [0067]-[0069], 図1-5 CN 114600019 A TW 202132827 A	
JP	2003-195105	A	09.07.2003	(ファミリーなし)	
JP	2001-264582	A	26.09.2001	(ファミリーなし)	
WO	2014/105902	A1	03.07.2014	EP 2939056 A1 CN 104903767 A	
WO	2023/141029	A1	27.07.2023	(ファミリーなし)	