

(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
2024年4月4日(04.04.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/070320 A1

(51) 国際特許分類:

C03B 33/02 (2006.01) H01L 23/12 (2006.01)
B23K 26/53 (2014.01) H01L 23/15 (2006.01)
C03C 15/00 (2006.01) H05K 1/03 (2006.01)

JP]; 〒1100016 東京都台東区台東一丁目
5番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/029923

(22) 国際出願日: 2023年8月21日(21.08.2023)

(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 2022-157982 2022年9月30日(30.09.2022) JP

(71) 出願人: T O P P A N ホールディングス
株式会社 (TOPPAN HOLDINGS INC.) [JP/

(72) 発明者: 澤田石 将士 (SAWADAISHI, Masashi);
〒1100016 東京都台東区台東一丁目 5 番 1
号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

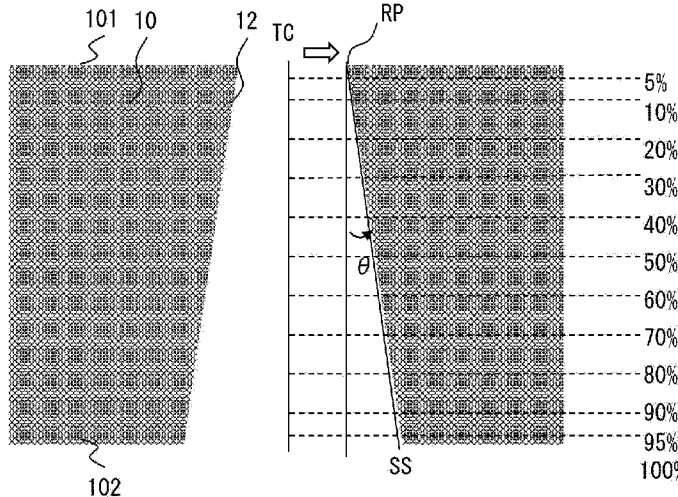
(74) 代理人: 弁 理 士 法 人 第 一 国 際 特 許
事 務 所 (DAI-ICHI INTERNATIONAL PATENT
OFFICE, P.C.); 〒1010041 東京都千代田区神田
須田町二丁目 8 番地 2 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: GLASS SUBSTRATE, MULTILAYER WIRING SUBSTRATE, AND GLASS SUBSTRATE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: ガラス基板、多層配線基板、およびガラス基板の製造方法

図 1



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide: a glass substrate in which it is possible to form a through-electrode having favorable transmission properties; and a multilayer wiring substrate equipped with said glass substrate. A glass substrate according to one embodiment of the present invention has a first surface and a second surface, and includes at least one through-hole penetrating from the first surface to the second surface, the glass substrate being characterized in that: the side surface of the through-hole has an angle of inclination in a range of 7-15° at a position of a segment 5-95% from the first surface; and when the side surface of the through-hole is defined as a left-side surface and a right-side surface in a cross-sectional view, the difference between the angle of inclination of the left-side surface and



HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, 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))

the angle of inclination of the right-side surface is 1.0° or lower.

(57) 要約: 本発明では、良好な伝送特性を備えた貫通電極を形成することが可能なガラス基板およびそのようなガラス基板を備えた多層配線基板を提供することを目的とする。本発明のガラス基板の一つは、第一面と第二面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔を備えるガラス基板であって、前記貫通孔の側面は、前記第一面から5%以上95%以下の区間の位置において、傾斜角度が7°以上15°以下の範囲となり、断面視において、前記貫通孔の側面を左側面および右側面とした場合、左側面の傾斜角度と右側面の傾斜角度の差が1.0°以下となる、ことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

ガラス基板、多層配線基板、およびガラス基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス基板、多層配線基板、およびガラス基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、回路基板を積層した三次元実装技術が用いられている。このような実装技術においては、回路基板に貫通電極を形成することが行われる。貫通電極は、絶縁体で構成された基板に貫通孔を形成し、この貫通孔に導電体を配置することによって形成される。回路基板の高集積化に伴い、貫通孔についても更なる微細化が必要となる。

[0003] 例えば、特許文献 1 は、板状ガラスにエキシマレーザ光を照射して複数の貫通孔を有するガラス基板を提供する技術を開示している。特許文献 2 は、UVレーザビームによってガラス品の前面を照射する工程を含む、ガラスに孔の高密度アレイを作製する方法を開示する。また、特許文献 3 は、貫通孔を含む基板と、前記貫通孔の内側面に沿って配置された導電体と、を備え、前記貫通孔は、前記第 1 面から前記第 2 面までの区間のうち前記第 1 面から 6.25%、18.75%、31.25%、43.75%、56.25%、68.75%、81.25%、93.75%の距離の位置における前記貫通孔の中心軸に対する内側面の傾斜角度（前記第 1 面側が拡がる角度を正の傾斜角度とする）の合計値が、8.0° 以上である条件を満たす貫通孔の形状を開示する。特許文献 4 は、第 1 面 13 及び第 1 面の反対側に位置する第 2 面 14 を含むとともに貫通孔 20 が設けられた基板 12 と、基板の貫通孔に位置する貫通電極 22 と、を備える貫通電極基板を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2010/087483号

特許文献2：特表2014-501686号公報

特許文献3：特許第6809511号公報

特許文献4：特許第6965589号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1から3に記載された内容で貫通孔は、貫通孔の側面粗さによる、貫通電極の伝送特性への影響については、検討されていない。このため、特許文献1から3に記載された側面は伝送特性から見た側面の平坦性が不十分であり、貫通孔側面の傾斜角度の均一性にも課題がある。

[0006] また、貫通電極を形成するためには、特許文献4において開示されているように、スパッタリングにて金属層を形成した後に、無電解めっき処理を実施し、貫通孔の側面に電解めっき処理を行うための金属層を形成する必要がある。特許文献4において開示されるように、無電解めっき処理では、適応可能な金属が限られ、例えばNiが選択される。Niが磁性体材料であること、また、難エッチング金属であることから貫通穴に配線を形成した後の除去工程にて、配線層部に影響し配線が粗化されること、並びに配線下部へのアンダーカットの発生することから、貫通電極の伝送特性が課題となっている。上記内容より容易に貫通電極の形成可能な貫通孔を有するガラス基板が求められている。

[0007] そこで、本発明では、良好な伝送特性を備えた貫通電極を形成することが可能なガラス基板およびそのようなガラス基板を備えた多層配線基板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

[0008] 上記の課題を解決するために、代表的な本発明のガラス基板の一つは、第一面と第二面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔を備えており、前記貫通孔の側面は、前記第一面から5%以上95%以下の区間の位置において、傾斜角度が7°以上15°以下の範囲とな

り、断面視において、前記貫通孔の側面を左側面および右側面とした場合、左側面の傾斜角度と右側面の傾斜角度の差が 1.0° 以下となる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、良好な伝送特性を備えた貫通電極を形成することが可能なガラス基板およびそのようなガラス基板を備えた多層配線基板を提供することが可能となる。

上記した以外の課題、構成および効果は、以下の発明を実施するための形態における説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、円錐台形状の貫通孔の断面および傾斜角度の測定方法を示す図である。

[図2]図2は、貫通孔の側面粗さの測定方法を示す図である。

[図3]図3は、第一実施形態における実施例1の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[図4]図4は、第一実施形態における実施例2の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[図5]図5は、第一実施形態における実施例3の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[図6]図6は、第一実施形態における比較例1の貫通孔の断面形状を示す図である。

[図7]図7は、第一実施形態における比較例1の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[図8]図8は、第一実施形態における比較例2の貫通孔の断面形状を示す図である。

[図9]図9は、第一実施形態における比較例2の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[図10]図10は、第一実施形態における比較例3の貫通孔の断面形状を示す図である。

[図11]図 1 1 は、第一実施形態における比較例 3 の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[図12A]図 1 2 A は、表 4 をグラフにして示す図である。

[図12B]図 1 2 B は、貫通電極を形成した場合を示す模式的に示す図である。

[図13A]図 1 3 A は、第一実施形態における各実施例および各比較例の貫通孔の断面の S E M 画像を示す図である。

[図13B]図 1 3 B は、第一実施形態における各実施例の貫通孔の稜線を説明する図である。

[図13C]図 1 3 C は、第一実施形態における貫通孔に貫通電極を形成した場合を示す図である。

[図14]図 1 4 は、実施形態における実施例 1 の貫通電極の伝送特性と、比較例 1 の貫通電極の伝送特性を示す図である。

[図15]図 1 5 は、第一実施形態に係る多層配線基板 1 の構成の一例を示す図である。

[図16]図 1 6 は、第一実施形態に係る多層配線基板 1 の構成の他の例を示す図である。

[図17]図 1 7 は、ガラス基板を第一支持体に張り合わせる工程を示す図である。

[図18]図 1 8 は、レーザ改質部を形成する工程を示す図である。

[図19]図 1 9 は、第一配線層を形成する工程を示す図である。

[図20]図 2 0 は、第二支持体を接着する工程を示す図である。

[図21]図 2 1 は、第一支持体を剥離する工程を示す図である。

[図22]図 2 2 は、貫通孔を形成する工程を示す図である。

[図23]図 2 3 は、貫通電極を形成する工程を示す図である。

[図24]図 2 4 は、絶縁樹脂層を形成する工程を示す図である。

[図25]図 2 5 は、第二支持体および第二接着層を剥離する工程を示す図である。

[図26]図 2 6 は、第一配線層および第二配線層を形成する工程を示す図であ

る。

[図27]図27は、半導体素子とBGA基板のインターポーザ基板として、多層配線基板を用いる場合を示す図である。

[図28]図28は、図27の場合の断面を示す図である。

[図29]図29は、通信用の電子デバイスに多層配線基板および半導体素子が用いられる場合を示す図である。

[図30]図30は、図29の場合の断面を示す図である。

[図31]図31は、本開示において形成される貫通孔および貫通電極の特徴を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の範囲は、図示され記載された例示的な実施形態及び実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、本開示における実施形態及び実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

また、ある実施形態及び実施例の構成の一部を他の実施形態及び実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態及び実施例の構成に他の実施形態及び実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施形態及び実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

さらに、本発明が目的とするものと均等な効果をもたらす全ての実施形態をも含むものである。

図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲なども、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

[0012] なお、本開示において、「面」とは、板状部材の面のみならず、板状部材に含まれる層について、板状部材の面と略平行な層の界面も指すことがある

。また、「上面」、「下面」とは、板状部材や板状部材に含まれる層を図示した場合の、図面上の上方又は下方に示される面を意味する。なお、「上面」、「下面」については、「第一面」、「第二面」と称することもある。

[0013] また、「側面」とは、板状部材や板状部材に含まれる層における面や層の厚みの部分を意味する。さらに、面の一部及び側面を合わせて「端部」ということがある。

また、「貫通孔の側面」とは、物体に設けられた貫通孔について、貫通孔を形成している物体上の界面を意味する。

また、「上方」とは、板状部材又は層を水平に載置した場合の垂直上方の方向を意味する。さらに、「上方」及びこれと反対の「下方」については、これらを「Z軸プラス方向」、「Z軸マイナス方向」ということがあり、水平方向については、「X軸方向」、「Y軸方向」ということがある。

[0014] さらに、Z軸方向の距離を「高さ」と称し、X軸方向とY軸方向で規定されるXY平面上の距離を「幅」と称する。また、層状の物体に対して高さを言う場合、「厚み」とも称する。

また、「ガラス基板に設けた貫通電極」とは、ガラス基板を多層配線基板の一部として用いる場合に、ガラス基板の第1面及び第二面を電氣的に導通するために設けた導電経路を意味し、必ずしも、ガラス基板を単一の導電材料で完全に貫通している必要はない。第1面からの導電通路と第二面からの導電通路が接続されていれば、貫通電極に含まれる。さらに、貫通電極の形態は、貫通孔（有底のものも、完全な貫通のものも、いずれの形態をも含む）を導電材料で埋め込んだフィルド型でもよいし、貫通孔の側壁部分のみを導電材料で覆ったコンフォーマルのいずれをも含む。

[0015] また、「平面形状」、「平面視」とは、上方から面又は層を視認した場合の形状を意味する。さらに、「断面形状」、「断面視」とは、板状部材又は層を特定の方向で切断した場合の水平方向から視認した場合の形状を意味する。

さらに、「中心部」とは、面又は層の周辺部ではない中心部を意味する。

そして、「中心方向」とは、面又は層の周辺部から面又は層の平面形状における中心に向かう方向を意味する。

[0016] <測定方法>

本発明の第一実施形態に係るガラス基板に設けた貫通孔の形状を説明するために、まず、貫通孔 1 2 の傾斜角度の測定方法、側面粗さの測定方法を以下に示す。

[0017] ここで、ガラス基板貫通孔の側壁の位置による傾斜角を測定し、その値を記述するにあたっての注意点を示す。

貫通孔における特定の位置を、ガラス基板の片面からの深さ方向の位置で指定した場合、その位置での側面の角度は、その位置での側面表面の形状をどの程度のスケールにて観察するか大きく依存する。

つまり、ガラス基板の貫通孔全体を俯瞰するようなスケールにて、側壁のある位置での側壁の傾斜角を観察した場合と、測定点付近の側壁を拡大し、その位置での側壁の微小な凹凸が明瞭となり、角度を指定した点が、その凹凸のどこに相当するかを厳密に判定して、その位置での接線の傾斜角をもって、目的の角度とする場合とでは、結果が大きく異なる可能性がある。

本開示におけるガラス基板貫通孔の傾斜角とは、前者にあたるものであり、側面表面の凹凸に過度に影響されることなく、貫通孔全体を俯瞰的に見た場合の傾向を反映した傾斜角を意味する。

測定法の一例として、貫通孔全体が俯瞰でき、かつ、側面の表面の微細な凹凸が目視できないスケール、解像度での断面写真において、測定点およびその近傍での傾斜の傾向をできるだけ反映するように測定点における接線を設定することが挙げられる。

[0018] (貫通孔の傾斜角度の測定方法)

図 1 に本発明の第一実施形態で得られる貫通孔 1 2 の形状を説明している。図 1 は、円錐台形状の貫通孔 1 2 の断面および傾斜角度の測定方法を示す図である。図 1 に示される貫通孔 1 2 の断面は、貫通孔 1 2 を第一面 1 0 1 側より、ガラス基板の厚さ方向においてスクライブにて割断（裁断）して断

面（裁断面）を出し、SEM（Scanning Electron Microscope：走査電子顕微鏡）によって観察されたSEM画像を画像解析ソフトを使用して解析したものである。図1において、パターン模様で示した箇所がガラス基板10を示している。図1に示す貫通孔12の形状は円錐台形状をしており、貫通孔12は第一面側101に貫通孔の径が極小となる極小値を持つ。なお、図1に示される目盛り5%、10%、・・・95%は、ガラス基板10の第一面101から第二面102までの長さを割合で示している。

ガラス基板10の第一面側101の開口部の中心部に、第一面101と垂直になるように中心線TCを引く。次に、矢印に示されるように中心線TCを貫通孔12の両側のいずれか一方に向かって平行移動させ、平行移動させた中心線TCが貫通孔12の径が極小値を取る点と接触させ、接触させた点を基準点RPとする。そして、基準点RPから5%から100%のそれぞれの目盛り位置の高さの断面の位置に接線ssを引き、接線ssの傾斜角度を測定し、その傾斜角度を、5%から95%のそれぞれの断面の位置における傾斜角度であるとする。なお、傾斜角度は、貫通孔12の径が下方にむけて広がる方向を正とする。

[0019] 上述のように、第一実施形態においては、傾斜角度の測定方法は、（1）貫通孔12の中心線を作成する、（2）中心線を開口部が極小値となる位置に水平移動し基準点を作成する、（3）基準点から貫通孔の特定の位置に接線を引き角度を測定する、という手順（1）から（3）を含む。特に（2）基準点を作成する手順を用いることにより、貫通孔全体を俯瞰するようなスケールでかつ側壁の微細な凹凸の影響を受けない信頼性の高い測定を行うことができる。

[0020] なお、具体的な傾斜角度測定では、貫通孔12を第一面101側より、スクライプおよび精密ブレイカーを使用し、貫通孔12を中央部で割断（裁断）して、貫通孔12の断面を表出させる。割断の方法としては、例えば3点曲げを適用することができる。その後、表出した断面についてSEM観察を実施し、断面のSEM画像を画像解析することによって、貫通孔12の角度

測定を実施している。

[0021] (側面粗さの計測方法)

続いて、貫通孔 1 2 の側面粗さの測定方法について説明する。貫通孔 1 2 の側面粗さに測定については、側面角度の測定と同様に貫通孔 1 2 の断面を SEM によって観察し、観察された SEM 画像を画像解析ソフトを使用して解析する。貫通孔の側面粗さを計測するためには、通常は、貫通孔の第一面 1 0 1 から第二面 1 0 2 に至る範囲を測定範囲とする。ただし、仮に、貫通孔に凹凸が存在している場合には、当該凹凸部を除いた範囲を 2 つ以上の測定範囲として設定し、それらの測定範囲の結果を平均して側面粗さとする。また、側面粗さの算出に当たっては、同じ条件で作成した貫通孔 5 つ (サンプル数 $n = 5$) について、同様の測定を行い、これらの平均値を当該条件で作成した貫通孔の側面粗さとして規定する。

図 2 は、貫通孔の側面粗さの測定方法を示す図である。図 2 (a) は、貫通孔 1 2 の断面の SEM 画像を示す。図 2 (b) は、貫通孔 1 2 の断面を観察した SEM 画像より、貫通孔 1 2 の側面の輪郭を抽出した図を示す。抽出された輪郭データより平均分散粗さおよび凹凸巾の測定を実施する。図 2 (c) は、平均分散粗さの計算式および凹凸巾を模式的に示す図である。図 2 (b) において抽出された輪郭データに関し、第一面 1 0 1 を基準として設定した設定領域 L において、輪郭の粗さを示す粗さ曲線 $f(x)$ を測定する。平均分散粗さ (以下、単に「分散粗さ」ともいう。) R_a は、式 (1) に示されるように、粗さ曲線 $f(x)$ の絶対値を 2 乗したものを、設定領域 L にわたって積分したうえで設定領域 L の長さで割ったものである。また、ラフネス幅 (以下、「凹凸巾」ともいう。) a は、粗さ曲線 $f(x)$ のうち、粗さの最大値を示すピーク部と粗さの最小値を示すボトム部との差である。

なお、一つ貫通孔において、複数の粗さ曲線 $f(x)$ が設定された場合には、それらから算出された粗さの値の平均値によって当該貫通孔の平均粗さを算出することとなる。

[0022] (伝送特性の測定方法)

伝送特性の測定には、入力波に対する伝搬波の度合いの周波数依存性を示すSパラメータ（S21）を用いる。S21は電力比（透過波電力／入力波電力）の対数で表され、絶対値が小さいほうが伝送損失が小さいことを示す。

Sパラメータ（S21）の測定にはネットワークアナライザを用いた。測定サンプルとしては、ガラス基板に形成した貫通電極11の周辺を導体で囲み、導体を接地した状態としたものを作製し、これによって、貫通電極11の第一面101側から第二面102側の間におけるS21を測定した。

[0023] <第一実施形態に係る実施例および比較例>

第一実施形態における貫通孔12に実施形状について説明する。第一実施形態では、後述する図22に示されるように、レーザ改質部65が形成されたガラス基板10に対して、ガラス基板10の第二面102側からエッチングが行われる。このため、形成された貫通孔12は、第二面102から第一面101に向かって径が窄まる円錐台形状を有する。貫通孔12の側面の傾斜角度は、ガラス基板10に対するレーザ加工条件、エッチング条件によって変化する。

本発明の各実施例では、表1に示すパルス幅およびショット数の照射条件によってガラス基板にレーザ加工を行い、その後のエッチングにより貫通孔12を形成している。第一実施形態における実施例1においてはパルス幅が5psかつショット数が1、実施例2においてはパルス幅が15psかつショット数が1、実施例3においてはパルス幅が25psかつショット数が1である。

また、比較例は、第一実施形態に示した製造方法とレーザ加工方法を変更して作成した貫通孔である。つまり、比較例1においてはパルス幅が30psかつショット数が1、比較例2においてはパルス幅が30nsかつショット数が50、比較例3においてはパルス幅が50μsかつショット数が5である。

なお、各実施例および各比較例のいずれについても、ガラス基板10の第

二面 102 側の開口径は平均 $80\ \mu\text{m}$ であり、この場合、計測値の平均値に標準偏差の 3 倍を加えた値である 3σ は $4.5\ \mu\text{m}$ 以下であった。また、形成されたレーザ改質部 65 の第二面 102 における開口径 ϕ について、開口径 ϕ の最大値 ϕ_{Max} と最小値 ϕ_{Min} の差は $10\ \mu\text{m}$ 以下であった。

[0024] [表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2	比較例3
パルス幅	5ps	15ps	25ps	30ps	30ns	50us
ショット数	1	1	1	1	50	5

[0025] (貫通孔の傾斜角度)

以下を用いて、第一の実施形態における各実施例、比較例の貫通孔の形状、特性形状を説明する。

図3は、第一実施形態における実施例1の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

図4は、第一実施形態における実施例2の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

図5は、第一実施形態における実施例3の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

図6は、第一実施形態における比較例1となる貫通孔の断面形状を示す図である。

図7は、第一実施形態における比較例1の貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

図8は、第一実施形態における比較例2の貫通孔の断面形状を示す図である。

図9は、第一実施形態における比較例2となる貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

図10は、第一実施形態における比較例3となる貫通孔の断面形状を示す図である。

図11は、第一実施形態における比較例3となる貫通孔の傾斜角度の測定結果を示す図である。

[0026] 表2は、各実施例および各比較例における貫通孔12の側面の傾斜角度を測定した結果を表形式に取りまとめたものである。第一実施形態に係る各実施例では、貫通孔12に側面角度が5%から95%の位置までほぼ一定となる。各比較例では、5%から95%の各位置で貫通孔12の側面の傾斜角度がばらつくことがわかる。表2に示されるように、貫通孔の側面は、前記第一面から5%以上95%以下の区間の位置において、傾斜角度が7°以上15°以下の範囲となる。また、断面視において、前記貫通孔の側面を左側面および右側面とした場合、左側面の傾斜角度と右側面の傾斜角度の差が1.0°以下となる。

[0027] また、各実施例では、第二面（100%）から95%距離までの傾斜角度と5%から95%距離の傾斜角度の間の差が+/-1.0°以下となる。第二面（100%）から95%距離までの傾斜角度は7°以上15°以下の範囲となり、また、5%から95%距離の傾斜角度は7°以上15°以下の範囲となる。

一方、各比較例では、第二面（100%）から95%距離までの傾斜角度と5%から95%距離の傾斜角度の間の差が+/-1.0°以上となる。

このように、本発明の各実施例と比較例では、貫通孔の側面の傾斜角度が変化する傾向が大きく異なることがわかる。

[0028] [表2]

	実施例1		実施例2		実施例3		比較例1		比較例2		比較例3	
	左側面	右側面	左側面	右側面	左側面	右側面	左側面	右側面	左側面	右側面	左側面	右側面
100%	14.3	14.5	10.1	10.1	7.9	8.4	9.8	10.5	12.5	13.4	21.5	22.1
95%	14.1	14.2	9.8	10.3	8.1	8.9	8.3	9.1	10.4	11.6	19.6	18.1
90%	14.9	14.3	9.5	9.1	8.5	8.1	8.9	9.1	9.4	3.2	5.1	2.1
80%	13.8	14.8	9.1	9.8	8.3	8.6	7.1	6.7	8.5	6.8	3.4	5.6
70%	14.5	13.4	9.6	9.7	7.7	8.9	8.5	5.9	7.4	5.5	3.1	1.1
60%	14.3	14.9	8.9	9.4	8.6	9.1	8.3	7.1	9.5	8.4	-2.4	2.3
50%	14.1	14.1	10.1	8.9	8.1	7.6	6.5	8.7	9.3	3.7	3.7	6.5
40%	14.7	13.9	9.4	9.3	8.1	8.2	5.7	4.5	2.5	2.6	8.5	2.5
30%	14.3	14.5	9.2	9.6	8.9	8.1	8.6	3.9	8.2	4.6	4.6	1.9
20%	14.6	14.2	9.7	9.5	8.5	7.8	3.4	8.1	3.5	8.1	8.7	6.8
10%	14.2	14.8	9.5	9.7	8.4	8.6	4.5	5.5	2.1	4.5	9.4	3.6
5%	14.4	14.5	9.6	9.8	7.4	8.5	6.3	4.3	3.1	6.1	9.2	8.6
平均	14.4	14.3	9.5	9.6	8.2	8.4	6.9	6.6	6.7	5.9	6.6	5.4
標準偏差	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	1.8	2.0	3.2	2.7	5.6	4.9

これらのことから、良好な伝送特性を得るためには、貫通孔の形状は、側面の傾斜角度について、第一面から5%以上95%以下の区間の位置において、傾斜角度が7°以上かつ15°以下の範囲であり、断面視において、前

記貫通孔の側面を左側面および右側面とした場合、左側面の傾斜角度と右側面の傾斜角度の差が1. 0°以下であることが望ましいことが分かる。

[0029] (平均分散粗さおよび凹凸巾)

次に、表3を用いて実施形態における各実施例および各比較例に関し、貫通孔12の側面の平均分散粗さおよび凹凸巾について説明する。表3に示されるように、第一実施形態の各実施例では、分散粗さが1, 000nm以下かつ凹凸巾が1, 500nm以下となる。各比較例では、分散粗さが1, 500nm以上かつ凹凸巾が1, 500nm以上となり、貫通孔側面の粗さに差があることが確認されている。

[0030] [表3]

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2	比較例3
分散粗さ	30.5nm	501.3nm	985.1nm	1623.5nm	1829.4nm	1789.5nm
凹凸巾	316.2nm	982.1nm	1323.5nm	1756.4nm	199.61nm	1985.4nm

[0031] (開口径)

表4および図12Aを用いて、第一実施形態における貫通孔の第一面と第二面の開口径の関係性を説明する。表4は、実施例1の条件下でガラス基板10の厚さを100μmから200μmに変更した場合の貫通孔12の第一面101における開口部の径および第二面102における開口部の径を示す。図12Aは、表4をグラフにして示す図である。実施形態によれば、第二面102の開口径に関わらず、第二面102の開口径と第一面101の開口径の関係性は、第一面側開口径Φ1／第二面側開口径Φ2≥0.4となる。

[0032] [表4]

第二面開口径: Φ2	第一面開口径: Φ1	Φ1/Φ2
100.3	58.3	0.58
95.5	53.9	0.56
91.1	49.8	0.55
85.8	47.4	0.55
80.4	44.2	0.55
75.4	39.8	0.53
70.5	33.5	0.48
65.7	26.3	0.40

単位: μm

[0033] 次に表5に、第一実施形態における各実施例および各比較例の第一面開口

径と第二面開口径を示す。表5には、第一実施形態における各実施例および各比較例において計測された、貫通孔12の第一面101側の開口径 $\Phi 1$ と第二面102側の開口径 $\Phi 2$ の典型的な値が示される。

[0034] [表5]

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2	比較例3
第二面開口径 $\Phi 2$	71.6	80.5	72.6	75.3	78.5	69.8
第一面開口径 $\Phi 1$	33.2	60.7	46.1	54.6	45.6	57.1

単位「 μm 」

[0035] ここで、図12Bを参照して、開口径と伝送特性の関係を説明する。図12Bは、貫通電極12を形成した場合を示す模式的に示す図である。貫通孔12の開口径は、 $\Phi 1 / \Phi 2 \geq 0.4$ という関係に示されるように、 $\Phi 2$ にくらべて $\Phi 1$ を小さくすることができる。例えば、後述する通信用デバイスとして用いられる場合には貫通電極11を利用してコイルが形成されるところ、 $\Phi 1$ と $\Phi 2$ の関係からコイルの設計自由度を確保することが可能となる。また、パッド間の距離 D_p を確保できるため、コイルを含む回路を形成した場合にQ値を小さくすることができ、伝送損失を抑制することが可能である。上記内容より、貫通電極の信号を安定化（信号損失の低減）が可能となる。

[0036] (断面形状)

次に、貫通孔12の側面形状について説明する。図13Aから図13Cは、第一実施形態の各実施例および比較例に関し貫通孔の側面を説明する図である。図13Aから図13Cは、第一実施形態における各実施例および各比較例の貫通孔の断面のSEM画像を示す図である。

[0037] 図13Aから図13Cに示されるSEM画像は、ガラス基板の厚さ方向における貫通孔の裁断面を撮影したものであり、倍率は1000倍である（SEM画像に含まれるスケールの1目盛りは5 μm である）。

SEM画像において、コントラストが高く白色に見える箇所は、試料表面の傾斜面の角度が切り替わり、傾斜面の稜線となっている領域である。このため、白線で見える箇所は、試料表面の粗さのピークまたはボトムを示す箇所であり、これらの貫通孔の側面に形成されている稜線の存在状況や配置の

程度によって、貫通電極の伝送特性に影響を与える貫通孔の側面の粗さを把握することができる。

[0038] 図13Aに示す第一実施形態の各実施例では、ガラス基板10の第一面101に平行な方向や略平行な方向に延びる白線の稜線が現れ、帯状の縞模様が形成されている。

ここで、図13Bを参照して、貫通孔の断面の稜線について説明する。図13Bは、第一実施形態における各実施例の貫通孔の稜線を説明する図である。図13B(a)は図13Aの実施例3を拡大して示す図である。また、図13B(b)は、SEM画像において観察される貫通孔について、側面および断面の稜線を実線で示す図である。

図13B(b)に示される例では、略平行な稜線のうち、稜線の間隔がもっとも広くなる場合は、稜線R11と稜線R12の間である。図13B(b)に示される例では、第一面101と垂直な方向の側面上の稜線の間隔はRs以下である。図13B(a)に示されるように、実施例3においては、稜線の間隔は、15.5 μm 以下である。

同様の手法で、稜線の状況を観察すると、実施例1においては、第一面101と垂直な方向における稜線と稜線の間隔は、2 μm 以上3 μm 以下の範囲である。また、実施例2においては、ガラス基板10の第一面101と垂直な方向における稜線と稜線の間隔は、5 μm 以上6 μm 以下の範囲である。

[0039] また、図13Aから明らかなように、第一実施形態における実施例3から1に変化するにつれて、つまり、貫通孔の側面の平滑度である分散粗さが小さくなるにつれて、貫通孔12の側面において、ガラス基板10の第一面101に平行な方向に延びる稜線として視認できる白線が緻密になり、稜線と稜線の間隔が狭くなる。これとは反対に、分散粗さが大きくなるほど（すなわち、実施例1から実施例3に変化し、さらに、比較例1から3に変化するにつれて）、稜線と稜線との間隔が大きくなるとともに、第一面101と平行ではない方向に延びる稜線も増えてくる。そして、更には、第一面101

と垂直な方向に延びる稜線や第一面101と平行な方向と垂直な方向との間の方向（以下、「斜方向」ともいう。）に延びる稜線の発生頻度が多くなることが分かる。これらは、分散粗さが小さくなるほど、垂直方向に延びる稜線および斜方向に延びる稜線の割合が少なくなること示している。例えば、実施例2においては、平均分散粗さが500nmであって、凹凸巾が980nmの場合、第一面101に平行な方向と第一面101と垂直な方向の間の方向に延びる白線が視認可能になる。

[0040] 一方、実施形態における比較例1から3のように貫通孔の側面が粗くなる（分散平均粗さ1,000nmより大きくかつ凹凸巾1,500nmより大きい）場合、ガラス基板10の第一面101に垂直な方向に、または第一面101と垂直な方向と第一面101に平行な方向の間の方向に、延びる白線の割合が増えてくる。すなわち、斜方向において、稜線が複数視認可能になる。このような貫通孔12側面の平滑性（粗さ）がSEM画像に表れ、また、貫通電極の伝送特性に影響することがわかる。

[0041] また、図13Cは、第一実施形態における貫通孔に貫通電極を形成した場合の断面のSEM画像を示す図である。ここに示されるように、矢印で差し示されて破線で囲まれた箇所は、端部が立つ形状を有している。言い換えると、貫通孔12の側面とガラス基板10の第二面102との間には、ゆるやかに変化する箇所がなく、断面視において角度が一変している。つまり、貫通孔12の側面とガラス基板10の第二面102とは、端部が立つ形状を有しており、1000倍のSEM画像において、側面と第二面の領域とが明確に識別できる形状となっている。

[0042] （伝送特性）

続いて、図14を用いて、第一実施形態における各実施例および各比較例の貫通電極の伝送特性について説明する。図14は、実施形態における実施例1の貫通電極の伝送特性と、比較例1の貫通電極の伝送特性を示す図である。図14では貫通電極における伝送特性として伝送損失S21を測定した結果を示す。なお、実施例1から3は伝送特性が同じ傾向を示したため、代

表して実施例 1 を示している。また、比較例 1 から 3 についても伝送特性がほとんど同じ傾向を示したので、代表して比較例 1 を示している。電極を形成するためのシード層の形成およびめっき処理等の形成条件は、実施例および比較例のいずれも共通とした。図 14 に示されるように、いずれの周波数領域においても、実施例の伝送損失のほうが比較例の伝送損失よりも小さいことが示される。したがって、貫通孔の側面については、分散粗さ、凹凸巾の値が小さいほど、貫通孔に形成される貫通電極における損失が小さくなり、伝送特性が良いことが分かる。

[0043] (ガラス基板の厚みを変更した場合の伝送特性)

また、各実施例および各比較例について、ガラス基板 10 の厚みを変更した場合の伝送特性 S 2 1 についても測定した。この結果を表 6 に示す。表 6 に示されるように、ガラス基板 10 の厚みを $100\ \mu\text{m}$ 、 $150\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ に設定したうえで、各実施例および各比較例に基づく条件で貫通孔及び貫通電極を作成し、伝送特性を計測した。表 6 に示されるように、第一実施形態における各実施例では、各比較例に比べ伝送特性 S 2 1 が良好な値を示していることが確認される。

なお、各比較例に示される貫通電極の形成条件は、先行技術文献 4 に示された貫通電極の形成条件と同様である。先行技術文献 4 に記載されるように、Ni を含む電解めっき液を用いた無電解めっきの技術を用いて貫通電極を形成している。なお、メッキの厚みは各実施例および各比較例において共通である。

[0044] 表 6 に示す伝送特性は、単一の貫通電極の伝送特性となっており、複数個の貫通電極を必要とする多層配線基板では、単一貫通電極の伝送特性の向上が大きな性能向上につながる。第一実施形態に係る各実施例を使用することで、既存技術と比較し、高周波数帯での貫通電極の良好な伝送特性を実現した多層配線基板を得ることが可能となる。

なお、伝送特性の観点から、実施例 1 から 3 に示される貫通電極が比較例 1 から 3 に示される貫通電極よりも良好な結果が得られている。実施例の中

で比較すると、実施例 1 が最も好ましく、実施例 2、実施例 3 の順に良好であるといえることができる。

[0045] [表6]

周波数	ガラス厚	実施例1		実施例2		実施例3		比較例1		比較例2		比較例3	
		測定値	判定	測定値	判定	測定値	判定	測定値	判定	測定値	判定	測定値	判定
5GHz	100um	0.0079	良好	0.0082	良好	0.0087	良好	0.0090	良好	0.0090	良好	0.0090	良好
	150um	-0.0083	良好	-0.0087	良好	-0.0094	良好	-0.0098	-	-0.0099	-	-0.0099	-
	200um	-0.0091	良好	-0.0101	良好	-0.0106	良好	-0.0111	-	-0.0112	-	-0.0112	-
10GHz	100um	-0.0140	良好	-0.0148	良好	-0.0154	良好	-0.0157	-	-0.0157	-	-0.0157	-
	150um	-0.0145	良好	-0.0156	良好	-0.0165	良好	-0.0169	-	-0.0170	-	-0.0170	-
	200um	-0.0161	良好	-0.0189	良好	-0.0189	良好	-0.0193	-	-0.0194	-	-0.0194	-
20GHz	100um	0.0293	良好	0.0302	良好	0.0309	良好	0.0314	良好	0.0314	良好	0.0314	良好
	150um	-0.0288	良好	-0.0298	良好	-0.0315	良好	-0.0321	-	-0.0321	-	-0.0321	-
	200um	-0.0312	良好	-0.0379	良好	-0.0352	良好	-0.0357	-	-0.0358	-	-0.0358	-
28GHz	100um	-0.0442	良好	-0.0456	良好	-0.0463	良好	-0.0469	-	-0.0469	-	-0.0469	-
	150um	0.0441	良好	0.0450	良好	0.0468	良好	0.0471	-	0.0471	-	0.0471	-
	200um	-0.0486	良好	-0.0595	良好	-0.0537	良好	-0.0542	-	-0.0544	-	-0.0544	-
56GHz	100um	0.0851	良好	0.0914	良好	0.1040	良好	0.1337	-	0.1457	-	0.1517	-
	150um	-0.0976	良好	-0.1013	良好	-0.1160	良好	-0.1537	-	-0.1873	-	-0.1915	-
	200um	-0.1094	良好	-0.1213	良好	-0.1340	良好	-0.1854	-	-0.1984	-	-0.2184	-
84GHz	100um	-0.1891	良好	-0.2014	良好	-0.2114	良好	-0.2527	-	-0.2727	-	-0.2827	-
	150um	0.2004	良好	0.2212	良好	0.2114	良好	0.2827	-	0.3127	-	0.3193	-
	200um	-0.2114	良好	-0.2421	良好	-0.2114	良好	-0.3027	-	-0.3374	-	-0.3474	-

[0046] <第一実施形態に係る多層配線基板の構成>

図 1 5 は、第一実施形態に係る多層配線基板 1 の構成の一例を示す図である。また、図 1 6 は、第一実施形態に係る多層配線基板 1 の構成の他の例を示す図である。多層配線基板 1 は、ガラス基板 1 0、第一配線層 2 1、および第二配線層 2 2 を含む。ガラス基板 1 0 の第一面 1 0 1 側には第一配線層 2 1、ガラス基板 1 0 の第二面 1 0 2 側には第二配線層 2 2 が配置されている。ガラス基板 1 0 は、第一面 1 0 1 側から第二面 1 0 2 側まで貫通する貫通孔 1 2 を備える。貫通電極 1 1 は、貫通孔 1 2 の側面に沿って形成された導電体によって構成される。貫通電極 1 1 は第一配線層 2 1 の一部と第二配線層 2 2 に一部とを電氣的に接続する。第一配線層 2 1 および第二配線層 2 2 は絶縁樹脂層 2 5 を含む。第一配線層 2 1 および第二配線層 2 2 は複数の層が積層された構成でもよく、その層数は必要に応じて設定してよい。貫通電極 1 1 は、第一配線層 2 1 と第二配線層 2 2 の間に電氣的な接続を確立するための電極である。導通電極 3 1 は、多層配線基板 1 において基板の厚さ方向に導通を確保するための電極である。また、半導体素子用接合パッド 5 0 は、多層配線基板 1 に搭載する半導体回路を接続するための部材である。基板用接合パッド 5 4 は、多層配線基板 1 と他の基板または他の半導体素子とを接合するための部材である。

なお、貫通電極は、ガラス基板 10 の第一面 101 側から第二面 102 側を電氣的に接続が可能であれば、図 15 に示すように貫通孔 12 の側面のみ導電体を配置してもよいし、図 16 に示すように貫通孔 12 に導電体を埋め込んでも構わない。

なお、第一実施形態では、第一配線層 21 の貫通電極 11 の Z 軸方向上に導通電極 31 配置することが可能となる。

[0047] なお、図 15 および図 16 において、貫通孔 12 の形状は詳細を省略して示している。図 17 から図 26 においても同様に省略してある。

[0048] また、多層配線基板 1 の厚みは、例えば、 $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の範囲である。

[0049] <第一実施形態における多層配線基板の製造方法>

続いて、多層配線基板 1 の製造方法について、図 17 から図 26 を用いて説明する。まず、ガラス基板 10 に貫通孔 12 を形成する工程について説明する。

[0050] [第一支持体の接着工程]

図 17 は、ガラス基板 10 を第一支持体 62 に張り合わせる工程を示す図である。ガラス基板 10 の厚みは、エッチング後の厚みを考慮したうえ、用途に応じて適宜設定することができる。

[0051] 図 17 に示されるように、第一接着層 61 において、ガラス基板 10 と第一支持体 62 が貼り合わされており、ガラス基板 10、第一接着層 61、第一支持体 62 を含む積層構造体 63 が形成される。

[0052] なお、ガラス基板 10 と第一支持体 62 は、第一接着層 61 によって仮固定されている。

ガラス基板 10 に第一支持体を貼り合わせるためには、例えば、ラミネーター、真空加圧プレス、減圧貼り合わせ機等を使用することができる。

[0053] 第一支持体 62 は、例えば、ガラス基板 10 と同一の材料であることが望ましい。ガラス基板 10 の SiO_2 比率が 55 質量%以上 81 質量%以下の範囲である無アルカリガラスである場合、第一支持体 62 も無アルカリガラス

であることが望ましい。また第一支持体 6 2 の厚みについては、ガラス基板 1 0 の厚みに応じて、適宜設定することができる。ただし、製造工程中に搬送可能な厚みであることが望ましく、支持体の厚みは、例えば $300\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1,500\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲とする。

[0054] ガラス基板 1 0 については、例えば SiO_2 比率が 55 質量%以上 81 質量%以下の範囲である無アルカリガラスを用いることができる。ガラス基板 1 0 の SiO_2 比率が 81 質量%より大きい場合、エッチングの加工速度が低下し、貫通孔 1 2 の側面の角度の平坦性が低下し、後述する貫通電極 1 1 の形成時に付き回り不良が発生してしまう。また、 SiO_2 比率が 55 質量%より小さい場合、ガラス中にアルカリ金属が含まれる可能性が高くなり、電子デバイス搭載後の多層配線基板の信頼性に影響する。 SiO_2 比率が 55 質量%以上 81 質量%以下の無アルカリガラスであれば、適宜設定比率を設定して構わない。

[0055] [レーザ改質工程]

続いて、図 1 8 は、レーザ改質部を形成する工程を示す図である。ガラス基板 1 0 の貫通孔形成予定部にレーザを照射することによって、ガラス基板 1 0 にレーザ改質部 6 5 が形成される。レーザ改質部 6 5 は、ガラス基板 1 0 に対し $\Phi 3\text{ }\mu\text{m}$ 以下の形状で加工されており、ガラス基板 1 0 の厚み方向に連続的に形成される。この時、レーザ改質部 6 5 の周辺（以下、レーザ照射周辺部」ともいう。）には、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上の微小なクラック（以下、「マイクロクラック」ともいう。）が発生していないことが望ましい。レーザ改質部 6 5 の周辺に $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上のマイクロクラックが発生すると、エッチング加工後の貫通孔 1 2 に側面で分散粗さが 1000 nm 以上となり、凹凸巾も 1500 nm 以上となる。この結果、平滑な側面の貫通孔 1 2 を得ることが困難となる。

また、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上のマイクロクラックが発生した場合、後述するように、エッチング後の貫通孔 1 2 の側面では、SEM画像において、ガラス基板 1 0 の第一面 1 0 1 平行な方向に延びる稜線以外にも、第一面 1 0 1 と垂直な

方向に延びる稜線および、第一面101に平行な方向と第一面101と垂直な方向の間の方向に延びる稜線を視認可能になる。

[0056] レーザ改質部65の加工については、例えば、フェムト秒レーザまたはピコ秒レーザを用い、且つレーザ発振波長は1064nm、532nm、または355nmのうちのいずれかの波長を使用することが好ましい。レーザのパルス幅が25ピコ秒以上ではレーザ改質部65の周辺に5μm以上のマイクロクラックが発生し易くなることから、レーザパルス幅は25ピコ秒以下であることが望ましい。また、複数回のパルス照射による加工を行うとマイクロクラックが発生し易くなることから、1パルスでレーザ改質部65を形成することが望ましい。レーザ改質部65の周辺に5μm以上のマイクロクラックが発生しない条件であれば、レーザ発振波長およびレーザ出力は、ガラス基板10の厚みに応じて、適宜設定して構わない。すなわち、レーザ改質工程（第1の工程）において、ガラス基板に対して、貫通孔形成予定部にレーザを照射し、レーザ照射周辺部に発生するマイクロクラックの最大長さが5μmである、ということもできる。

[0057] [第一配線層の形成]

続いて、図19は、第一配線層21を形成する工程を示す図である。図19に示されるように、積層構造体63のガラス基板10上の第一面101に導電層と絶縁樹脂層からなる第一配線層21の形成を行う。ここでは、ガラス基板10上には耐フッ酸金属層を含むシード層を形成した後に、セミアディティブ（SAP）工法で第一面101に貫通電極接続部41（または貫通電極間の配線）を形成する。不要となったシード層を除去した後に、絶縁樹脂層25を形成する。

[0058] なお、シード層の形成について、ガラス基板10上の耐フッ酸金属層は、クロム、ニッケル、または双方を含む合金層であり、スパッタ処理にて10nm以上1,000nmの範囲で形成することができる。その後、耐フッ酸金属上に導電金属皮膜を所望の厚みで形成する。導電金属皮膜は、例えば、Cu、Ni、Al、Ti、Cr、Mo、W、Ta、Au、Ir、Ru、Pd

、Pt、AlSi、AlSiCu、AlCu、NiFe、ITO、IZO、AZO、ZnO、PZT、TiN、Cu₃N₄から適宜設定することができる。

[0059] セミアディティブ工法においては、めっきによる配線パターンを形成するために、フォトレジストを使用して所望のパターンを形成する。一般的には、ドライフィルムレジストを用いるが、液体のレジストを使用しても構わない。所望のパターンを露光、現像しパターン形成した後に、電解めっきにてめっき被膜を形成し、不要となったレジストを剥離し、シード層をエッチングすることで配線形成を行うことができる。

[0060] [絶縁樹脂層]

次に絶縁樹脂層25の形成について、絶縁樹脂層25は熱硬化性樹脂であり、その材料は、エポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂の少なくとも一つを含み、かつシリカSiO₂フィラーを含む材料である。絶縁樹脂層25の材料は、必要に応じて適宜選択することができる。但し、感光性絶縁樹脂材料を用いる場合は、フォトリソグラフィ性を確保するためにシリカSiO₂フィラーの充填が困難となるため、感光性絶縁樹脂材料も使用可能であるが、熱硬化樹脂を用いる方がより好ましい。

[0061] [第二支持体の接着工程]

次に、図20は、第二支持体を接着する工程を示す図である。図20に示されるように、積層構造体63の第一配線層21上に第二接着層71を形成し、第二接着層71上に第二支持体70を配置し接着する。

第二支持体70については、例えばガラスを用いることができ、ガラス基板10と同一の材料であることが望ましい。ガラス基板10が無アルカリガラスである場合、第二支持体70も無アルカリガラスであることが望ましい。また第二支持体70の厚みについては、ガラス基板60の厚みに応じて、適宜設定することができる。ただし、搬送可能な厚みであることが望ましく、その範囲は、300μm以上1,500μm以下の範囲である。

[0062] [剥離工程]

次に、図 2 1 は、第一支持体を剥離する工程を示す図である。図 2 1 に示されるように、ガラス基板 1 0 と第一支持体 6 2 を第一接着層 6 1 において剥離する。

[0063] [貫通孔の形成]

続いて、図 2 2 は、貫通孔 1 2 を形成する工程を示す図である。

[0064] [エッチング工程]

レーザ改質部 6 5 が形成されたガラス基板 1 0 に対し、所定のエッチング液でエッチング処理を施すことで貫通孔 1 2 が形成される。また、同時に、ガラス基板 1 0 の第二面もエッチングされ、ガラス基板 1 0 の厚さが減少することとなる。

[0065] [エッチング液]

エッチング液は、フッ酸を 0. 2 質量%以上 2 0. 0 質量%以下の範囲とし、硝酸を 4. 0 質量%以上 2 5. 0 質量%以下の範囲とし、フッ酸および硝酸以外の無機酸を 0. 5 質量%以上 1 1. 0 質量%以下の範囲として含有するものが用いられる。フッ酸および硝酸以外の無機酸としては、例えば、塩酸、硫酸、リン酸、スルファミン酸等が挙げられ、ガラス基板 1 0 中に含まれるケイ素以外の成分の種類に応じて、少なくとも 1 つの無機酸を含有させる。望ましくは、塩酸および硫酸を含有させたエッチング液であり、ガラス基板 1 0 に対するエッチングレートとしては、0. 1 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以上 1 0 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下の範囲になるように適宜調整される。ガラス基板 1 0 に対するエッチングレートは、望ましくは 0. 2 5 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以上 4 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下の範囲であり、より望ましくは 0. 2 5 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以上 0. 5 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下の範囲である。エッチング温度としては、特に限定されず、適宜調整することができるが、例えば 1 0 $^{\circ}\text{C}$ 以上 3 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下の範囲となる。

[0066] なお、エッチングによる貫通孔 1 2 の形成工程では、フッ酸の濃度を下げて複数回のエッチングを行うようにしてもよい。例えば、初回でのエッチング処理はガラス基板 1 0 に対するエッチングレートを 4 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以上 1 0 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下の範囲とし、二回目のエッチング処理をガラス基板 1 0 に対する

エッチングレートを $0.5\mu\text{m}/\text{分}$ 以上 $4\mu\text{m}/\text{分}$ 以下の範囲とし、その後、三回目のエッチング処理をガラス基板10に対するエッチングレートを $0.25\mu\text{m}/\text{分}$ 以上 $0.5\mu\text{m}/\text{分}$ 以下の範囲とすることが挙げられる。エッチングの処理回数については、貫通孔の側面の粗さが所望の範囲になるように適宜処理回数を設定してよい。

[0067] [貫通電極の形成]

次に、図23を参照して、貫通電極11の形成工程について説明する。図23は、貫通電極11を形成する工程を示す図である。

[0068] 貫通孔12が形成されたガラス基板10に対し、第二面102から、電解めっき処理のための金属層を形成する。金属層については、電解めっき処理のシード層として機能する金属であればよく、例えば、Cu、Ti、Cr、W、Ni等を含む金属である。金属層には上記金属のうち少なくとも1つが用いられ、また金属層の最表面にCu層が形成されていることが望ましい。Ti、Cr、W、Niについては、Cu層の下部のガラス基板10との密着層として使用されることが望ましい。金属層の厚みは、貫通孔12の側面を覆うことができる範囲に適宜設定される。形成方法としては、例えばスパッタリングを用いた蒸着による形成方法を採用することが可能である。

[0069] 続いて、上記金属層をシード層として用いる電解めっき処理によって、貫通電極11を形成する。貫通孔12内を選択的に成長させるために、ガラス基板10の第二面102において貫通孔12および貫通孔12の周りの所定の範囲にレジスト等の絶縁体でマスクを形成しておき、電解めっき処理を行う。電解めっき処理に用いる材料については、例えばCuを用いることが可能であり、他の金属としては、Au、Ag、Pt、Ni、Sn等を含む金属を用いることも可能である。多層配線基板の用途に応じて、上記金属の導電体で貫通孔12内が充填されるように電解めっき処理を行っても構わない。

[0070] [絶縁樹脂層の形成]

また、図24を参照して、絶縁樹脂層25の形成工程について説明する。図24は、絶縁樹脂層を形成する工程を示す図である。貫通電極を形成する

ための電解めっき処理をした後は、レジスト等の絶縁体を除去し、またガラス基板 10 の第一面 101 および第二面 102 に形成された金属膜を除去し、ガラス基板 10 に形成された複数の貫通電極 11 それぞれを電氣的に独立させた後に、図 25 に示されるように、第二面側に絶縁樹脂層 25 の形成を行う。

[0071] [第二支持体の剥離]

続いて、図 25 を参照して、第二支持体 70 および第二接着層 71 の剥離工程について説明する。図 25 は、第二支持体 70 および第二接着層 71 を剥離する工程を示す図である。図 25 に示されるように、第一配線層 21 の上方に形成された第二接着層 71 および第二支持体 70 を、第一面 101 側の第一配線層 21 と第二接着層 71 の界面より剥離する。これによって、図 25 に示されるように、第一面 101 側に第一配線層 21、第二面 102 側に第二配線層 22 が形成された状態のガラス基板 10 が得られる。

第二支持体 70 を第二配線層 22 から剥離するにあたっては、第二接着層 71 に使用した材料に応じて、UV 光の照射、加熱処理、物理剥離等から使用材料に応じた剥離方式を適宜選択することができる。また、第一配線層 21 と第二接着層 71 との接合面に、第二接着層 71 の残差が生じる場合、プラズマ洗浄、超音波洗浄、水洗、アルコールを使用した溶剤洗浄などを行ってもよい。

[0072] [第一配線層および第二配線層の形成]

続いて、図 26 を参照して、ガラス基板 10 に形成される第一配線層 21 および第二配線層 22 の形成について説明する。図 26 は、第一配線層 21 および第二配線層 22 を形成する工程を示す図である。貫通電極 11 が形成されたガラス基板 10 に対し、第一面 101 に第一配線層 21 を形成し、第二面 102 に第二配線層 22 を形成する。第一配線層 21 および第二配線層 22 の形成工程においては、最初に、感光性のレジストまたはドライフィルムレジスト等によってパターンを有するマスクを形成した後に、電解めっき処理によって配線を形成する。その後、物理密着処理、もしくは、化学的な

密着処理を施した後に、絶縁樹脂層 2 5 を積層する。導通電極 3 1 については、レーザ加工等によって絶縁樹脂層 2 5 に孔を形成した後に、無電解めっき、もしくは、スパッタリングによる蒸着処理によって金属皮膜を形成する。上記金属皮膜にレジストを用いてパターンを有するマスクを形成し、電解めっきによって形成した孔に導電体を充填する。その後、マスクおよび余分の金属皮膜を除去する。上記工程は必要な層数に応じて複数回繰り返すことで、第一配線層 2 1 および第二配線層 2 2 が形成される。なお、第一配線層 2 1 および第二配線層 2 2 は多層配線基板 1 の反りを抑制するために、同じ層数であることが望ましい。第一配線層 2 1 および第二配線層 2 2 の層厚が異なる場合は、第一配線層 2 1 と第二配線層 2 2 に層数を変えても構わない。多層配線基板に用途に応じて、第一配線層 2 1 の層数および第二配線層 2 2 の層数は適宜設定してよい。

[0073] <第二実施形態>

図 2 7 は、半導体素子 1 0 0 と B G A (Ball Grid Array : ボールグリッドアレイ) 基板 9 0 のインターポーザ基板として、多層配線基板 1 を用いる場合を示す図である。図 2 8 は、図 2 7 の場合の断面を示す図である。また、図 2 9 は、通信用の電子デバイスに多層配線基板 1 および半導体素子 1 0 0 が用いられる場合を示す図である。図 3 0 は、図 2 9 の場合の断面を示す図である。電子デバイスとしては、層厚が 8 0 0 μ m 以下のものが用いられる。

上記電子デバイスは、貫通電極の伝送特性の影響によって、適応用途が限られており、本発明のガラス基板を使用することで電子デバイスの高周波数帯領域での適応が可能となる。

[0074] (本開示の貫通孔および貫通電極の特徴)

図 3 1 は、本開示において形成される貫通孔および貫通電極の特徴を説明する図である。図 3 1 は、例えば、図 2 6 の領域 R a を拡大して示す図である。図 3 1 に示されるように、貫通孔 1 2 (または貫通電極 1 1) の直上に、導通電極 3 1 を形成することができる。これは、貫通孔 1 2 が所謂、有底

形状であるためである。有底形状にすることで、貫通孔 1 2 上に直接に導通電極 3 1 を形成することが可能となる。このため、電極全体としての伝送距離が短縮され、伝送特性の向上および貫通孔 1 2 の微細化が可能となる。

また、実施形態において説明したように、本開示における貫通孔 1 2 の側面には側面形状が変化する変曲点がなく、表面が滑らかである。したがって、貫通孔 1 2 にめっき処理を行う場合、均一な金属膜等を形成することができるため、貫通孔 1 2 側面において寄生容量の発生を抑制することができる。貫通孔 1 2 の形状は、変曲点を有する形状や、ガラス基板の第一面から第二面まで径がほとんど変化しない所謂ストレート形状とすることも可能であるが、伝送特性の観点からは、寄生容量の発生を抑制することができる本開示に示す形状が望ましい。

[0075] <作用・効果>

本開示において形成される貫通孔は、円錐台形状を有している。貫通孔 1 2 に貫通電極 1 1 を形成する場合、シード層となる金属層を形成するためにスパッタを行う場合、複数の金属のなかから選択することが可能である。特許文献 4 においては Ni が選択されるところ、本開示においては必ずしも Ni を用いなくとも貫通電極を形成することができるため、貫通電極を容易に形成することができる。

以上、本発明の実施形態、並びに本発明の実施形態に係る製造方法、実施例によれば、貫通孔の側面を平滑に形成することで可能であり、貫通電極の伝送特性を既存技術に対し向上させることが可能となる。本発明を使用することで、高周波帯で良好な伝送特性を備えた多層配線基板の提供が可能となる。

[0076] (他の実施態様)

本開示は次の態様も含む。

(態様 1)

第一面と第二面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも 1 つの貫通孔を備えるガラス基板であって、

前記貫通孔の側面は、前記第一面から 5 % 以上 95 % 以下の区間の位置において、傾斜角度が 7° 以上 15° 以下の範囲となり、

断面視において、前記貫通孔の側面を左側面および右側面とした場合、左側面の傾斜角度と右側面の傾斜角度の差が 1.0° 以下となる、ガラス基板。

(態様 2)

態様 1 に記載のガラス基板であって、

前記貫通孔の側面は、

前記第二面と距離 95 % の位置までの傾斜角度は 7° 以上 15° 以下の範囲となる、ガラス基板。

(態様 3)

態様 1 または 2 に記載のガラス基板であって、

第二面側の開口径 $\Phi 2$ と、第一面側の開口径 $\Phi 1$ の関係が、 $\Phi 1 / \Phi 2 \geq 0.4$ 以上となる、ガラス基板。

(態様 4)

態様 1 から 3 のいずれか 1 つに記載のガラス基板であって、

前記ガラス基板の厚さ方向における前記貫通孔の裁断面における側面形状の

分散粗さが $1,000\text{ nm}$ 以下かつ凹凸巾が $1,500\text{ nm}$ 以下である、ことを特徴とするガラス基板。

(態様 5)

態様 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のガラス基板であって、

前記分散粗さは、前記側面の輪郭データに基づいて粗さ曲線を抽出し、前記粗さ曲線に設定区間を設定し、前記設定区間において式 1 によって算出された算術平均粗さであり、

前記凹凸巾は、前記設定区間において、最も高い部分と最も低い部の間の差である、ガラス基板。

[数1]

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)|^{(2)} dx \cdots \text{式 1}$$

Ra は算術平均粗さ

f (x) は粗さ曲線

L は設定区間の長さ

(態様6)

態様1から5のいずれか1つに記載のガラス基板であって、

前記ガラス基板のSiO₂比率は55質量%以上81質量%以下の範囲となる、ガラス基板。

(態様7)

態様1から6のいずれか1つに記載のガラス基板を含む多層配線基板であって、

前記多層配線基板に搭載される電子デバイスの層厚は800μm以下であり、

前記多層配線基板の厚みは100μm以上200μm以下の範囲となる、多層配線基板。

(態様8)

態様1から7のいずれか1つに記載のガラス基板の製造方法であって、

ガラス基板に対して、貫通孔形成予定部にレーザを照射する第1の工程、

レーザ照射された前記ガラス基板をエッチングし、貫通孔を形成する第2の工程

を有するガラス基板の製造方法。

(態様9)

態様8に記載のガラス基板の製造方法であって、

前記ガラス基板の前記第一面には耐フッ酸金属膜が形成されており、

前記第2の工程において、前記ガラス基板の前記第二面からエッチングが行われる、ガラス基板の製造方法。

(態様10)

態様 8 または 9 に記載のガラス基板の製造方法であって、

前記第 1 の工程において、照射されるレーザは、レーザ発振波長が 1 0 6 4 n m、5 3 2 n m、または 3 5 5 n m のうちのいずれかの波長でありかつパルス幅が 2 5 ピコ秒以下である、ガラス基板の製造方法。

(態様 1 1)

態様 8 から 1 0 のいずれか 1 つに記載のガラス基板の製造方法であって、前記第 1 の工程において、前記レーザ照射周辺部に発生するマイクロクラックの最大長さが 5 μ m である、ガラス基板の製造方法。

(態様 1 2)

態様 8 から 1 1 のいずれか 1 つに記載のガラス基板の製造方法であって、前記第 2 の工程において、エッチングレートを変更した複数回のエッチングが行われる、ガラス基板の製造方法。

(態様 1 3)

態様 8 から 1 2 のいずれか 1 つに記載のガラス基板の製造方法であって、前記第 2 の工程において、フッ酸を 0 . 2 質量%以上 2 0 . 0 質量%以下の範囲とし、硝酸を 4 . 0 質量%以上 2 5 . 0 質量%以下の範囲とし、フッ酸および硝酸以外の無機酸を 0 . 5 質量%以上 1 1 . 0 質量%以下の範囲として含有するエッチング液が用いられる、ガラス基板の製造方法。

符号の説明

[0077] 1 : 多層配線基板、1 0 : ガラス基板、1 1 : 貫通電極、1 2 : 貫通孔、2 1 : 第一配線層、2 2 : 第二配線層、2 5 : 絶縁樹脂層、3 1 : 導通電極、5 0 : 半導体素子用接合パッド、5 4 : 基板用接合パッド、6 1 : 第一接着層、6 2 : 第一支持体、6 3 : 積層構造体、6 5 : レーザ改質部、7 0 : 第二支持体、7 1 : 第二接着層、9 0 : B G A 基板、1 0 0 : 半導体素子、1 0 1 : ガラス基板 1 0 の第一面、1 0 2 : ガラス基板 1 0 の第二面、T C : 貫通孔の中心線、s s : 貫通孔の側面との接線

請求の範囲

- [請求項1] 第一面と第二面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔を備えるガラス基板であって、
前記貫通孔の側面は、前記第一面から5%以上95%以下の区間の位置において、傾斜角度が7°以上15°以下の範囲となり、
断面視において、前記貫通孔の側面を左側面および右側面とした場合、左側面の傾斜角度と右側面の傾斜角度の差が1.0°以下となる、ガラス基板。
- [請求項2] 請求項1に記載のガラス基板であって、
前記貫通孔の側面は、
前記第二面と距離95%の位置までの傾斜角度は7°以上15°以下の範囲となる、ガラス基板。
- [請求項3] 請求項1に記載のガラス基板であって、
第二面側の開口径 $\Phi 2$ と、第一面側の開口径 $\Phi 1$ の関係が、 $\Phi 1 / \Phi 2 \geq 0.4$ 以上となる、ガラス基板。
- [請求項4] 請求項1に記載のガラス基板であって、
前記ガラス基板の厚さ方向における前記貫通孔の裁断面における側面形状の
分散粗さが1,000nm以下かつ凹凸巾が1,500nm以下である、ことを特徴とするガラス基板。
- [請求項5] 請求項4に記載のガラス基板であって、
前記分散粗さは、前記側面の輪郭データに基づいて粗さ曲線を抽出し、前記粗さ曲線に設定区間を設定し、前記設定区間において式1によって算出された算術平均粗さであり、
前記凹凸巾は、前記設定区間において、最も高い部分と最も低い部の間の差である、ガラス基板。

[数1]

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)|^2 dx \cdots \text{式 1}$$

R a は算術平均粗さ

f (x) は粗さ曲線

L は設定区間の長さ

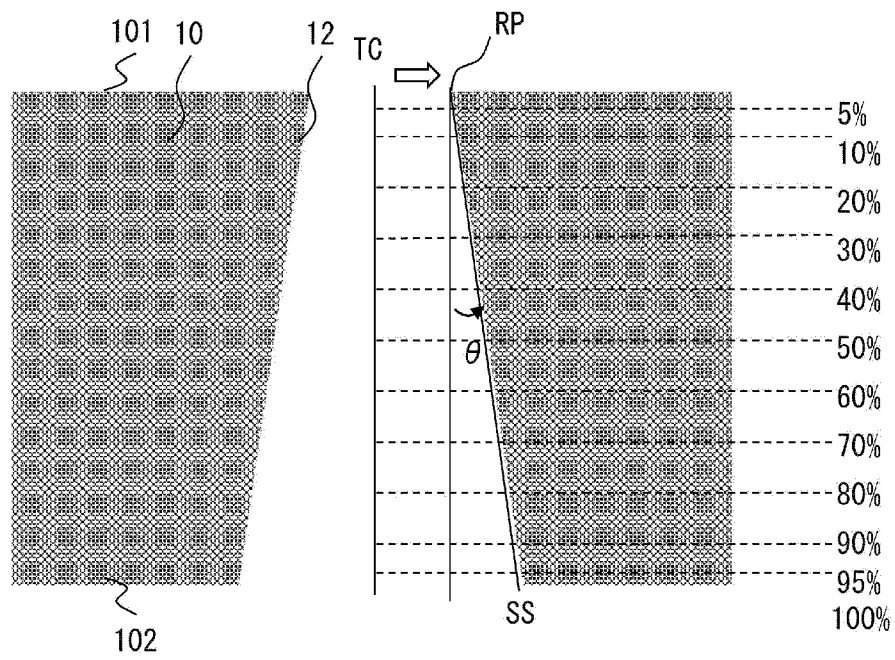
- [請求項6] 請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のガラス基板であって、
前記ガラス基板の S i O₂ 比率は 5 5 質量%以上 8 1 質量%以下の
範囲となる、ガラス基板。
- [請求項7] 請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のガラス基板を含む多層配線
基板であって、
前記多層配線基板に搭載される電子デバイスの層厚は 8 0 0 μ m 以
下であり、
前記多層配線基板の厚みは 1 0 0 μ m 以上 2 0 0 μ m 以下の範囲と
なる、多層配線基板。
- [請求項8] 請求項 1 に記載のガラス基板の製造方法であって、
ガラス基板に対して、貫通孔形成予定部にレーザを照射する第 1 の
工程、
レーザ照射された前記ガラス基板をエッチングし、貫通孔を形成す
る第 2 の工程
を有するガラス基板の製造方法。
- [請求項9] 請求項 8 に記載のガラス基板の製造方法であって、
前記ガラス基板の前記第一面には耐フッ酸金属膜が形成されており
、
前記第 2 の工程において、前記ガラス基板の前記第二面からエッチ
ングが行われる、ガラス基板の製造方法。
- [請求項10] 請求項 8 に記載のガラス基板の製造方法であって、
前記第 1 の工程において、照射されるレーザは、レーザ発振波長が
1 0 6 4 n m、5 3 2 n m、または 3 5 5 n m のうちのいずれかの波
長でありかつパルス幅が 2 5 ピコ秒以下である、ガラス基板の製造方

法。

- [請求項11] 請求項8に記載のガラス基板の製造方法であって、
前記第1の工程において、前記レーザ照射周辺部に発生するマイクロクラックの最大長さが5 μ mである、ガラス基板の製造方法。
- [請求項12] 請求項8に記載のガラス基板の製造方法であって、
前記第2の工程において、エッチングレートを変更した複数回のエッチングが行われる、ガラス基板の製造方法。
- [請求項13] 請求項8に記載のガラス基板の製造方法であって、
前記第2の工程において、フッ酸を0.2質量%以上20.0質量%以下の範囲とし、硝酸を4.0質量%以上25.0質量%以下の範囲とし、フッ酸および硝酸以外の無機酸を0.5質量%以上11.0質量%以下の範囲として含有するエッチング液が用いられる、ガラス基板の製造方法。

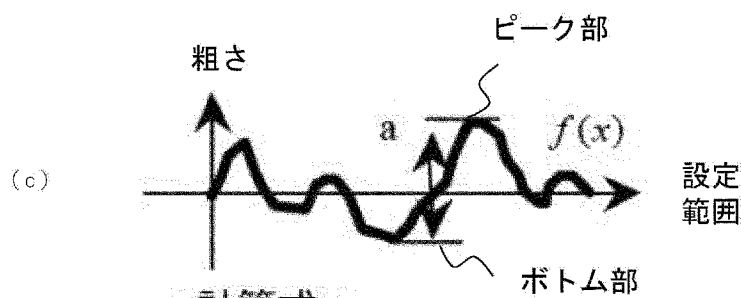
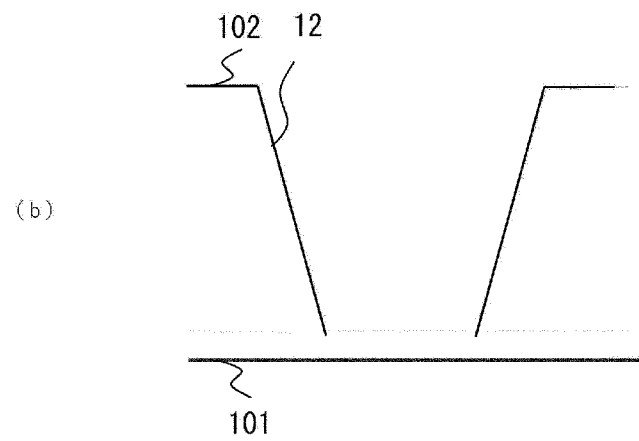
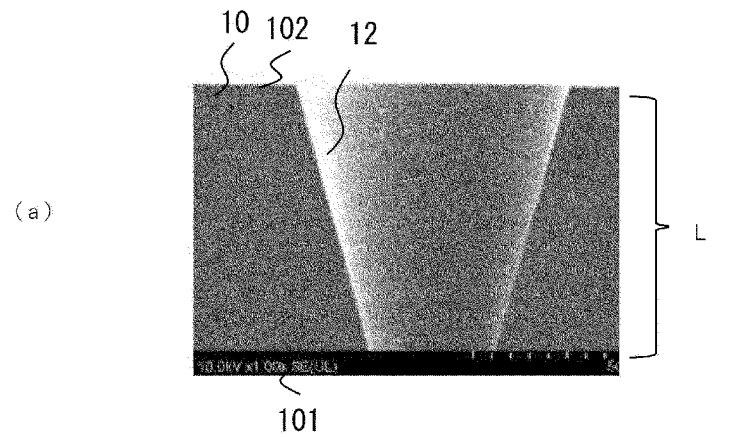
[図1]

図 1



[図2]

図 2



<計算式>

平均粗さ、(平均分散粗さ)

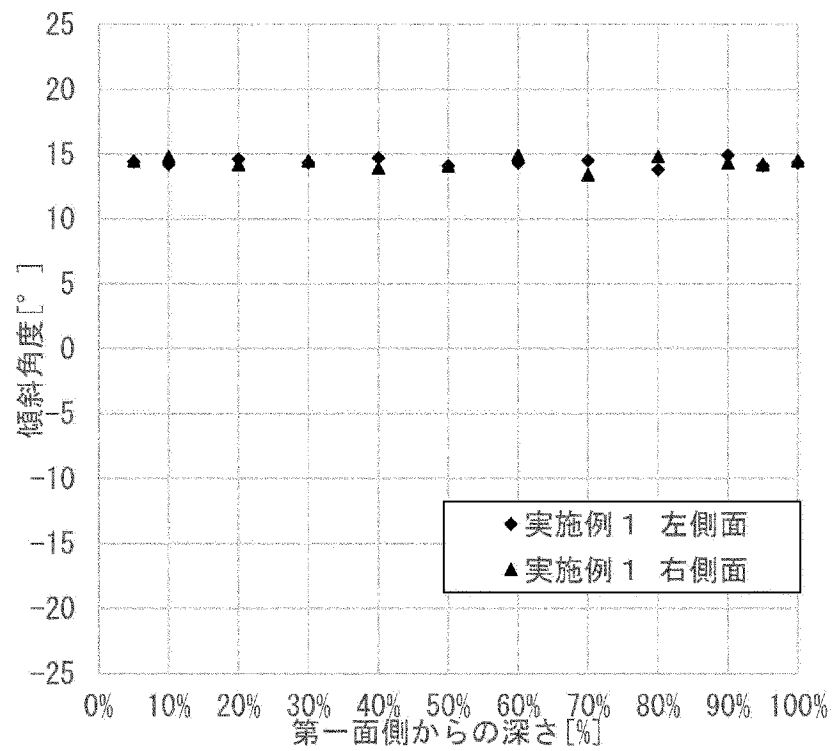
$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx \quad \dots \text{式 (1)}$$

L 設定領域の長さ

ラフネス幅: a

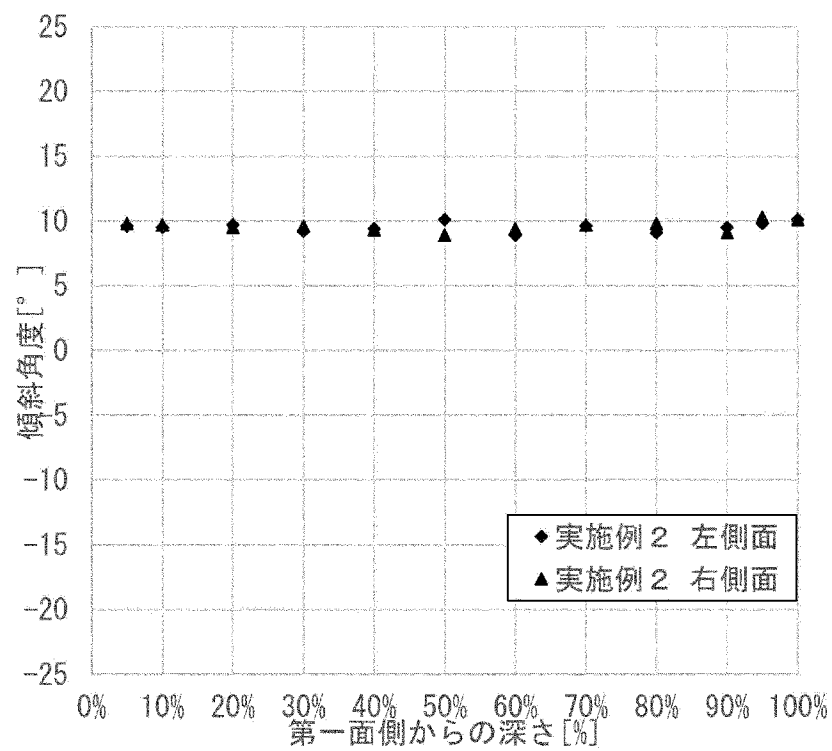
[図3]

図 3



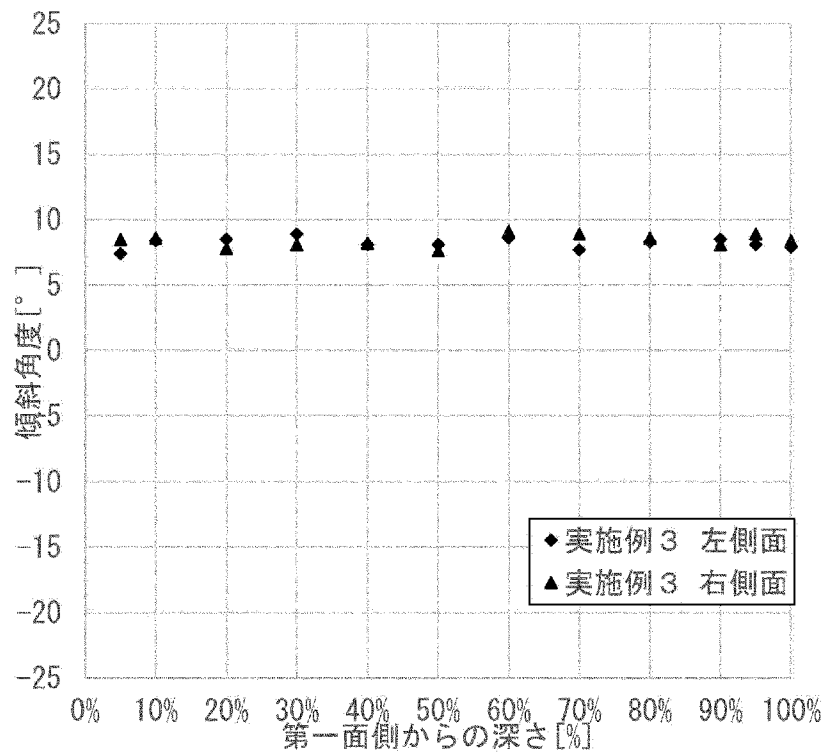
[図4]

図 4



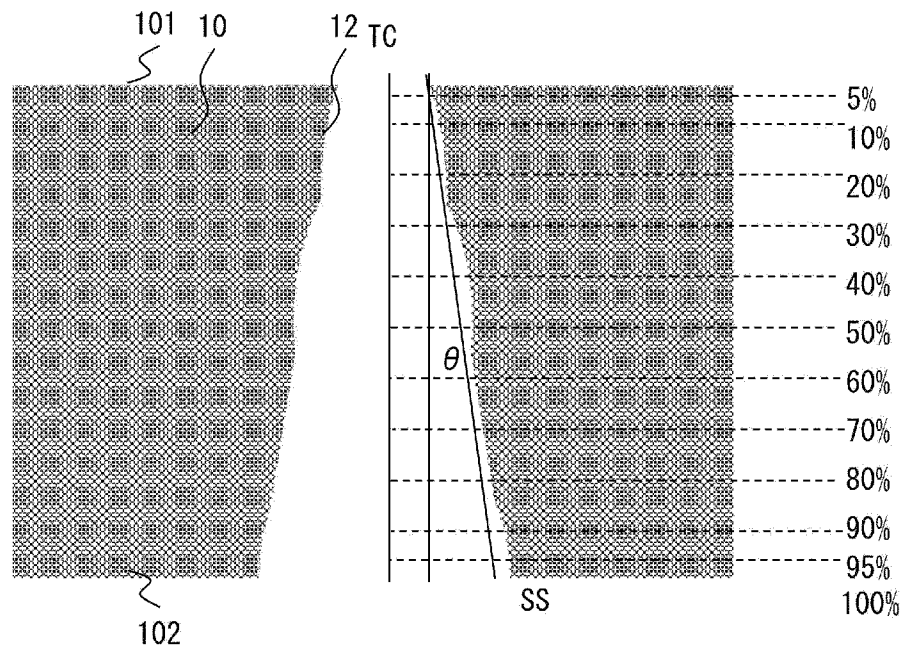
[図5]

図 5



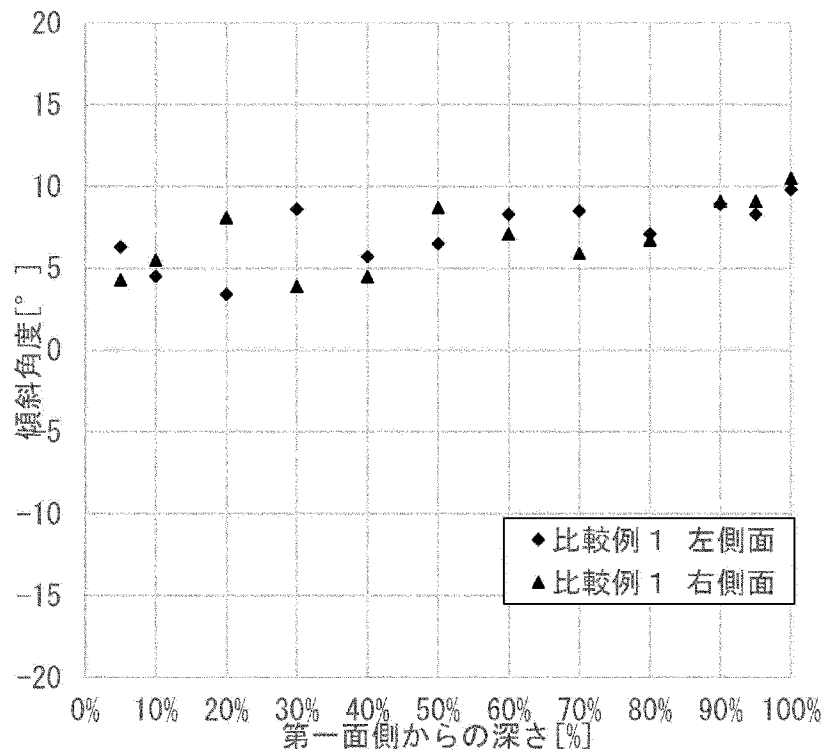
[図6]

図 6



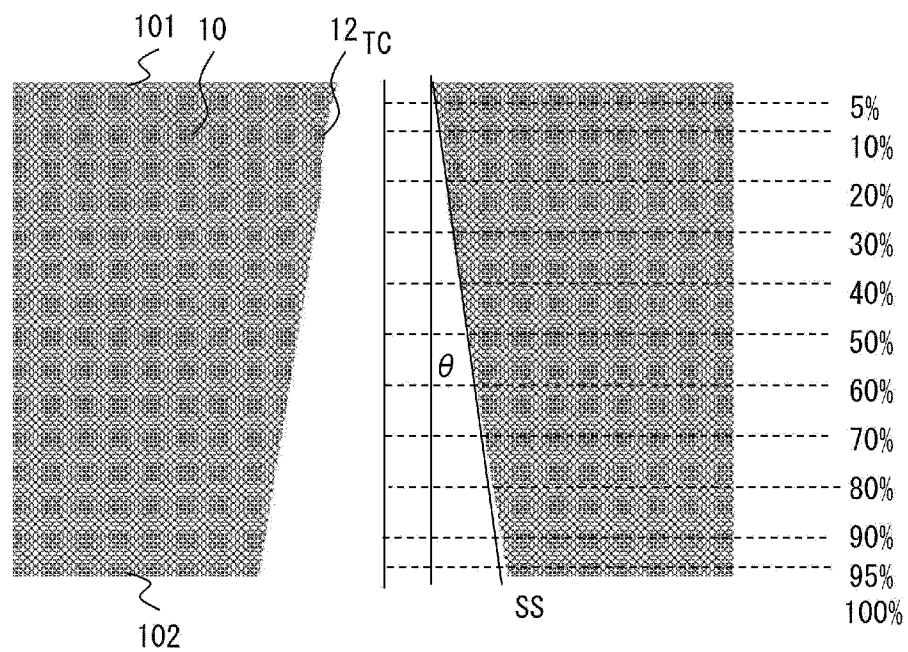
[図7]

図 7



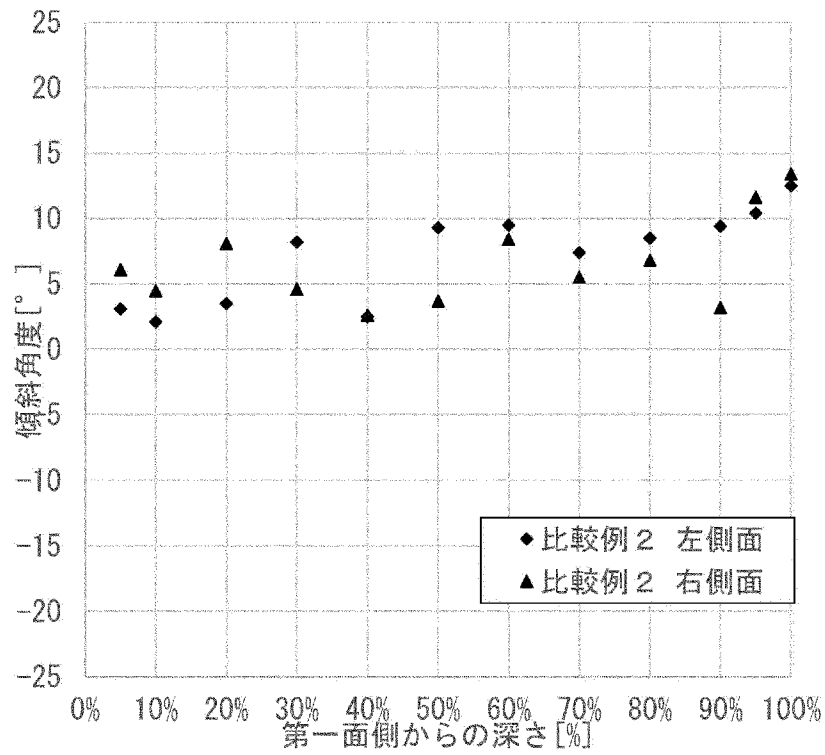
[図8]

図 8



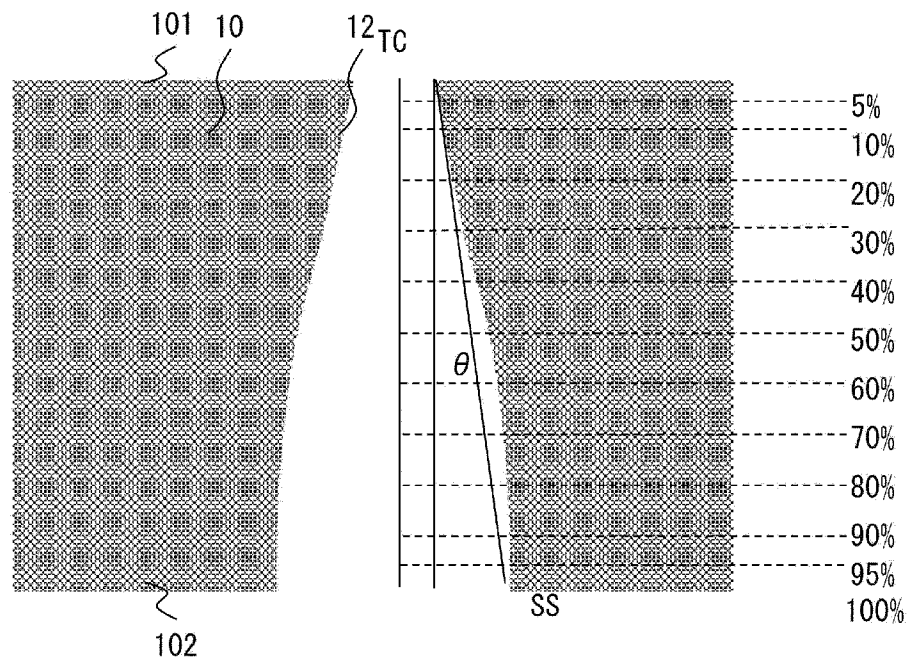
[図9]

図 9



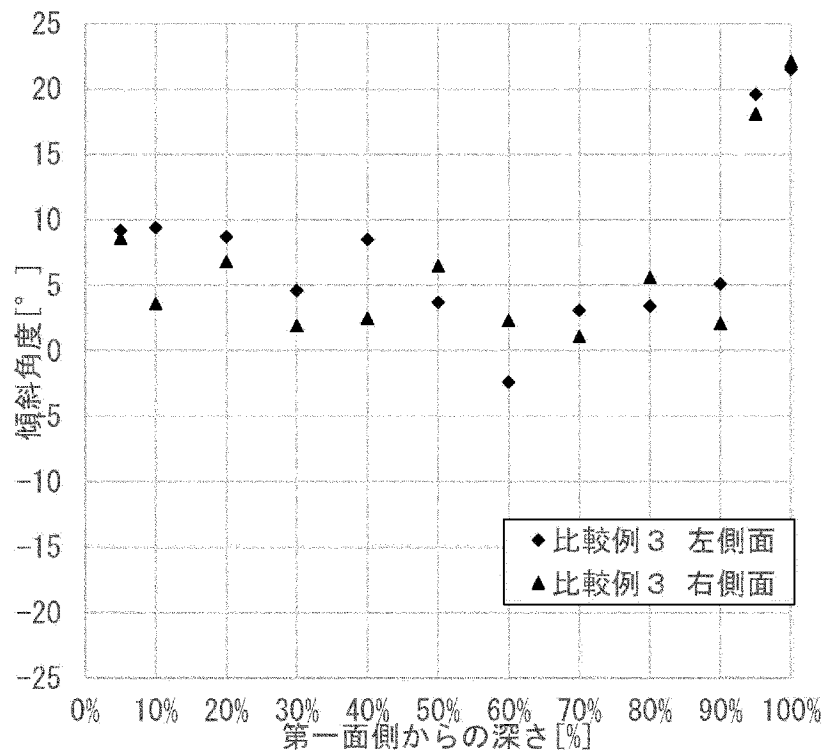
[図10]

図 10



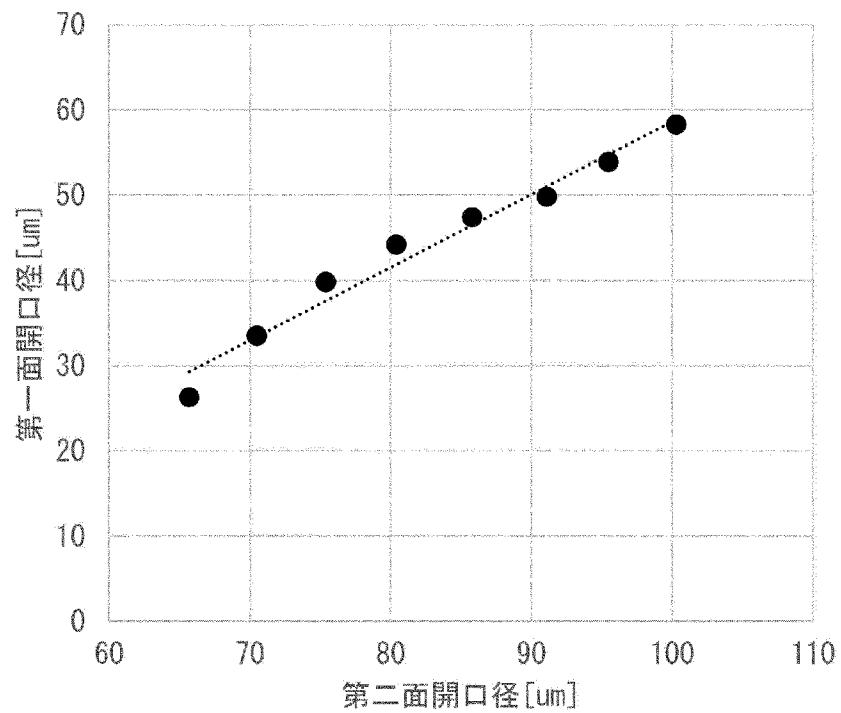
[図11]

図 1 1



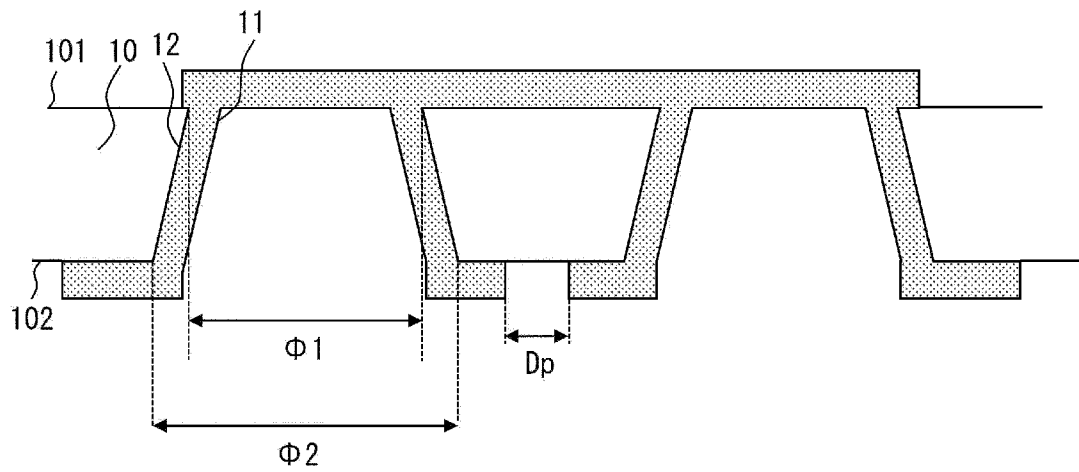
[図12A]

図 1 2 A



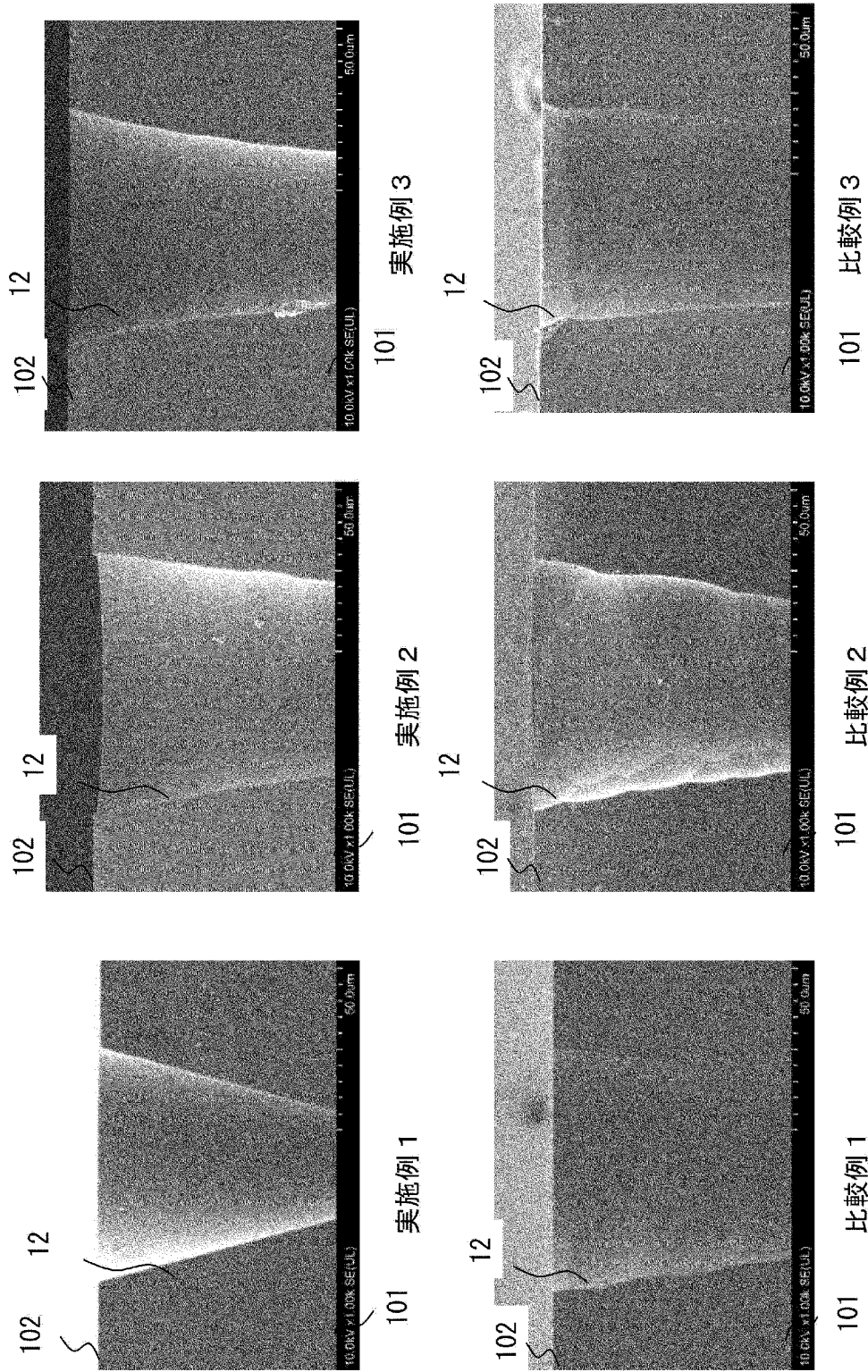
[図12B]

図12B



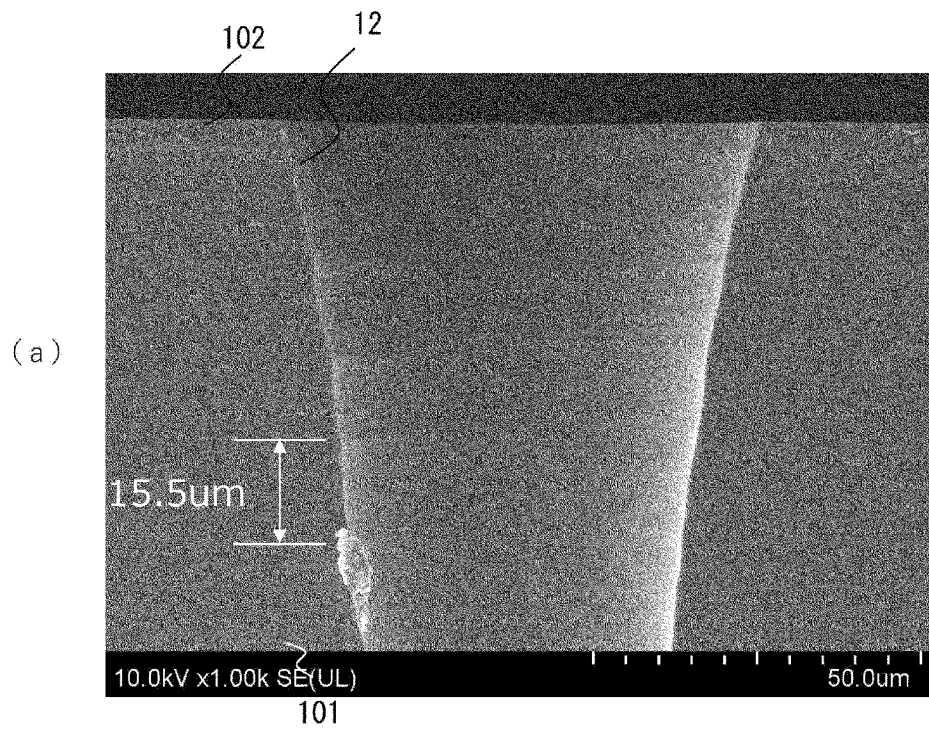
[図13A]

図13A

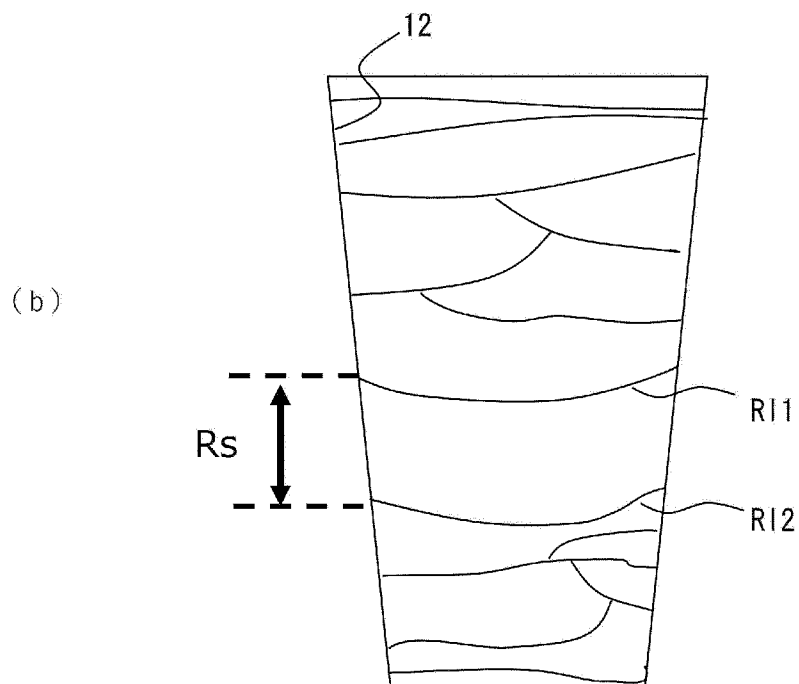


[図13B]

図13B

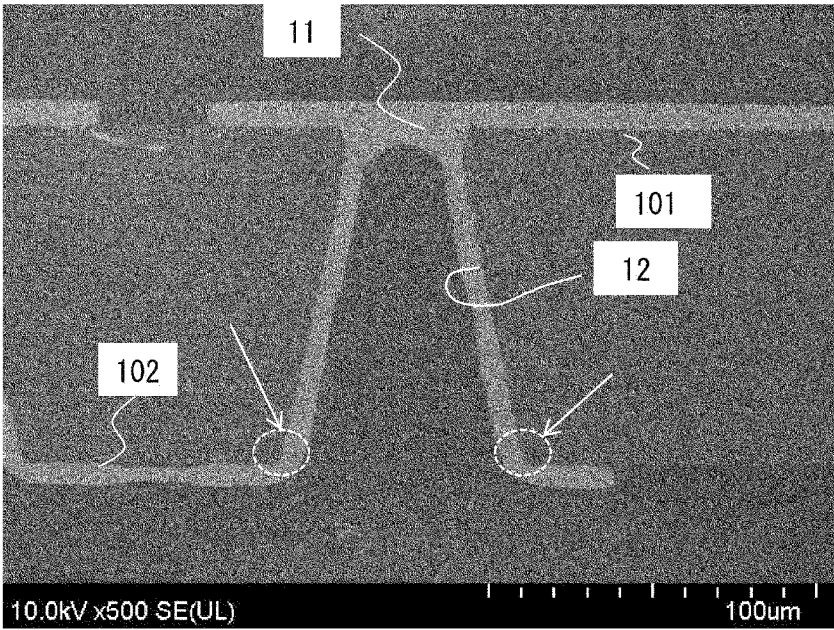


実施例 3



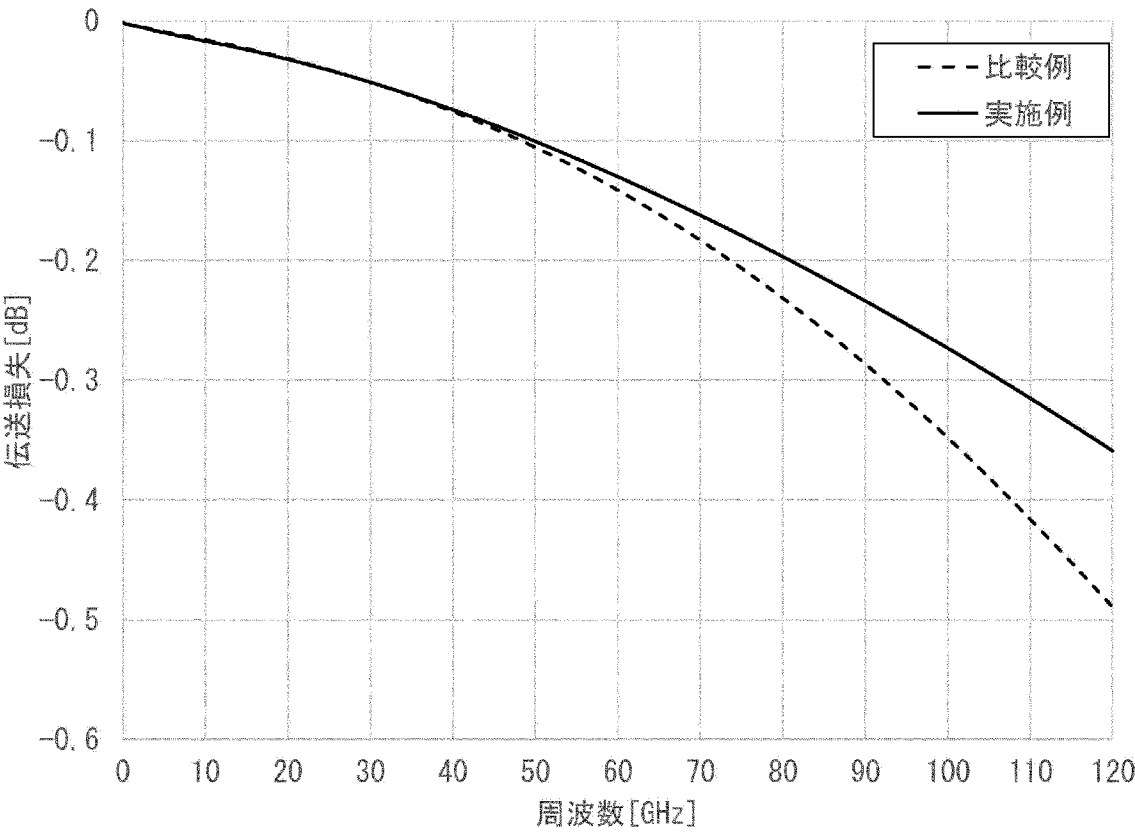
[図13C]

図13C



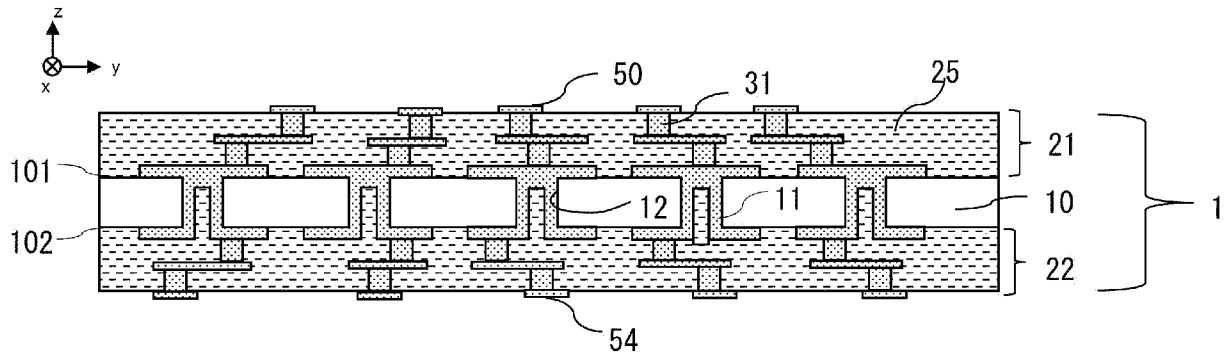
[図14]

図14



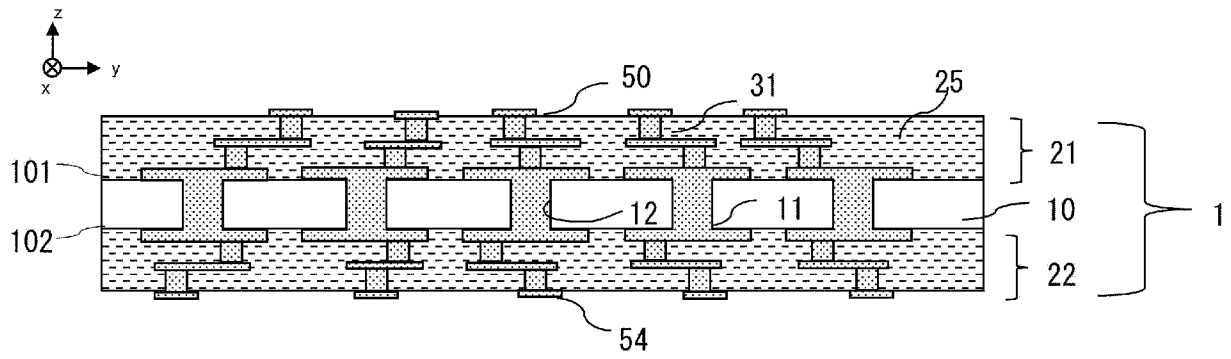
[図15]

図 1 5



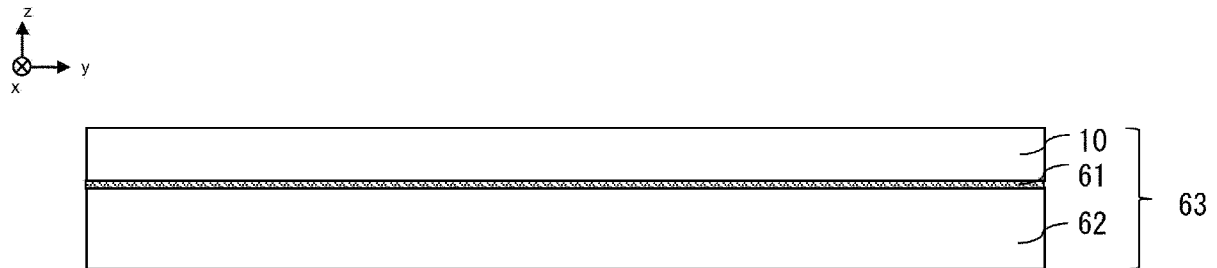
[図16]

図 1 6



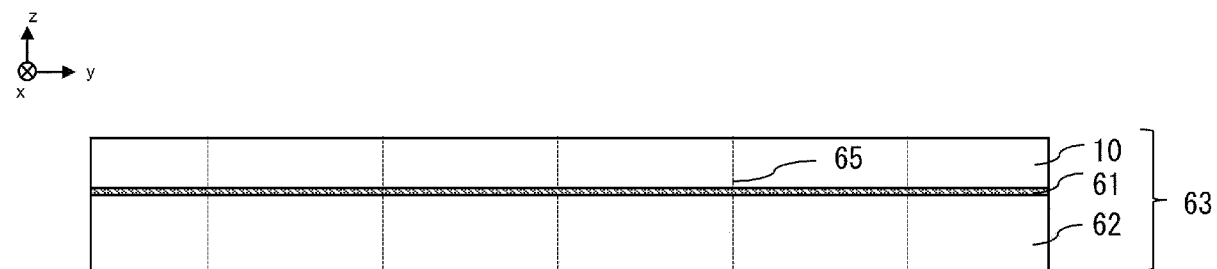
[図17]

図 1 7



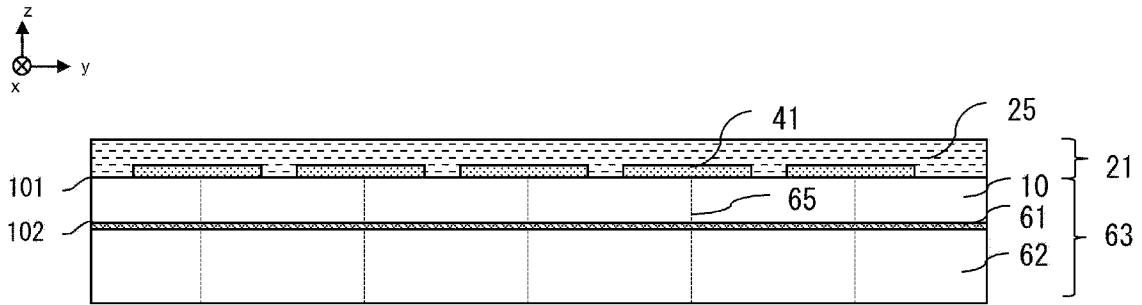
[図18]

図 1 8



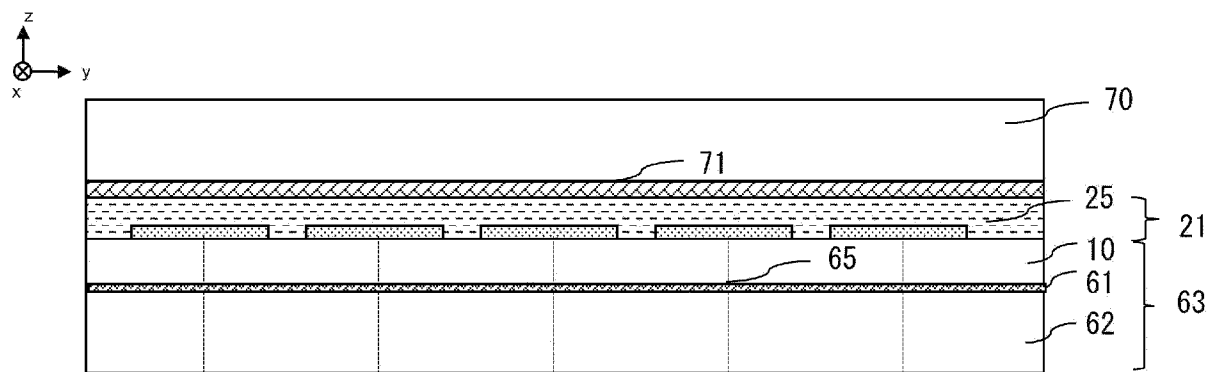
[図19]

図 19



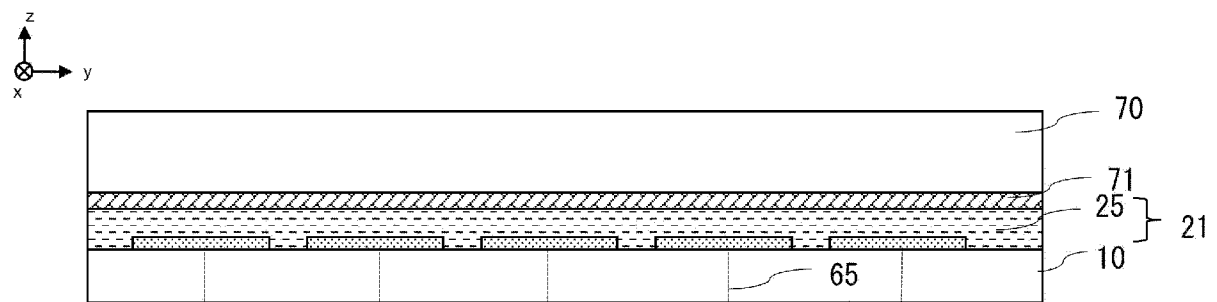
[図20]

図 20



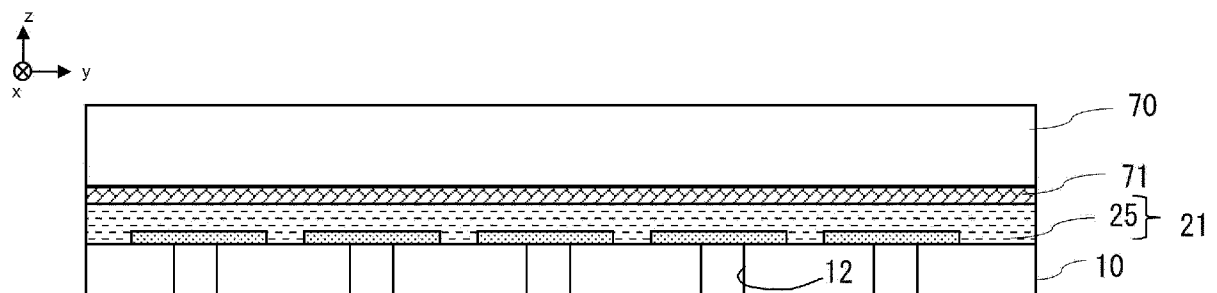
[図21]

図 21



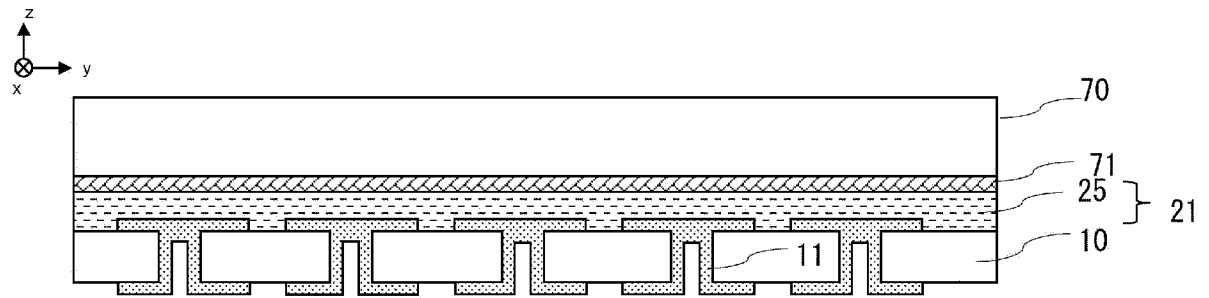
[図22]

図 22



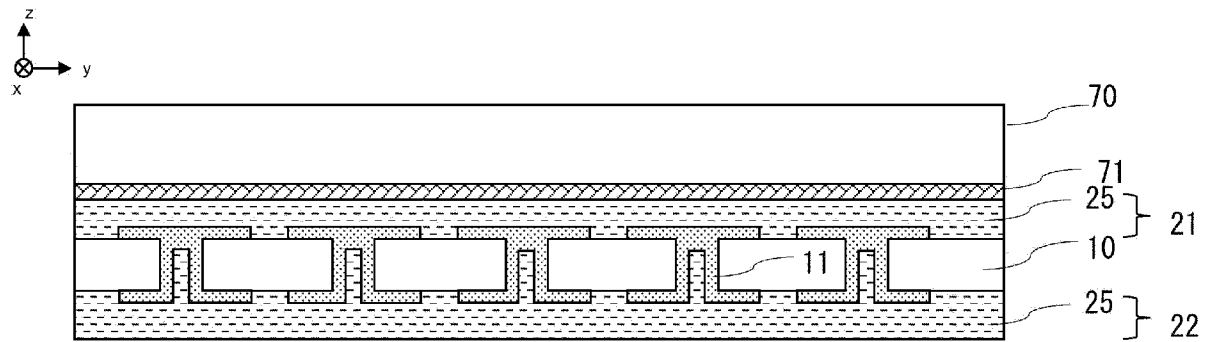
[図23]

図 2 3



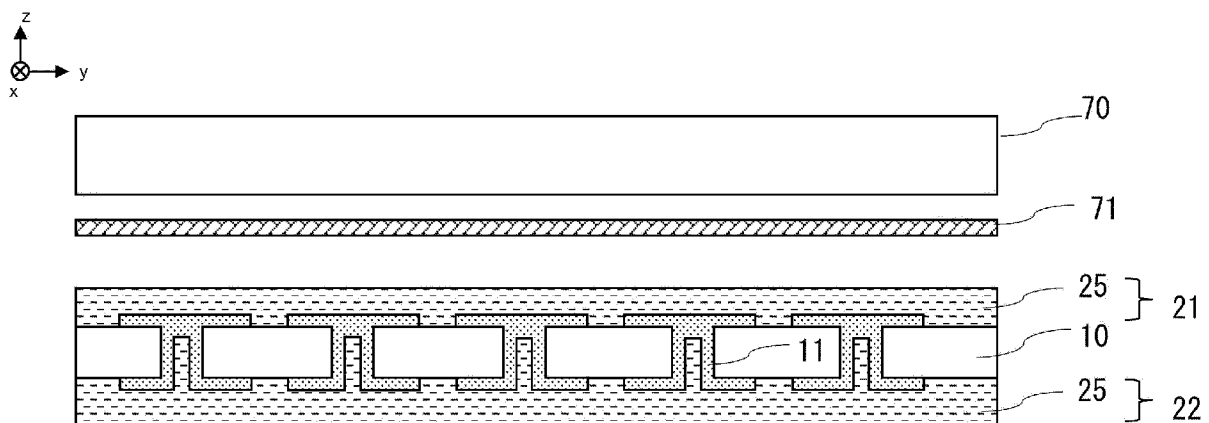
[図24]

図 2 4



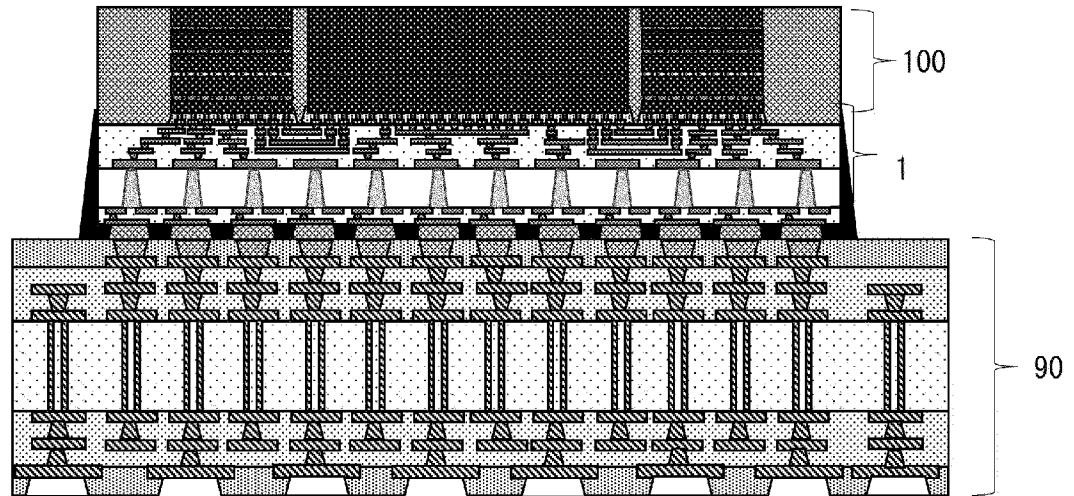
[図25]

図 2 5



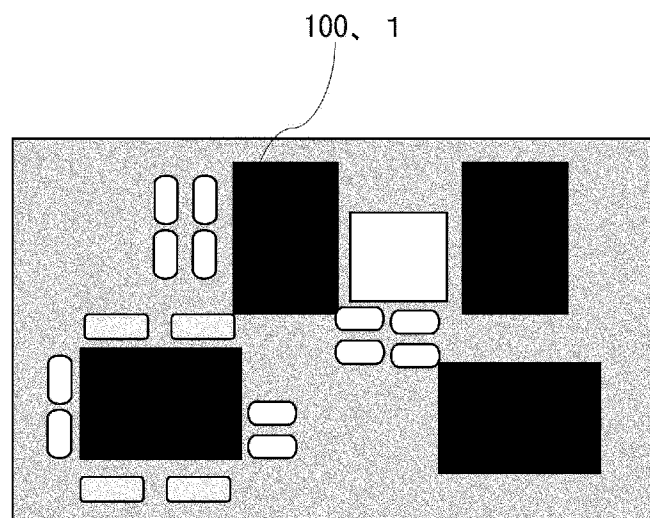
[図28]

図 28



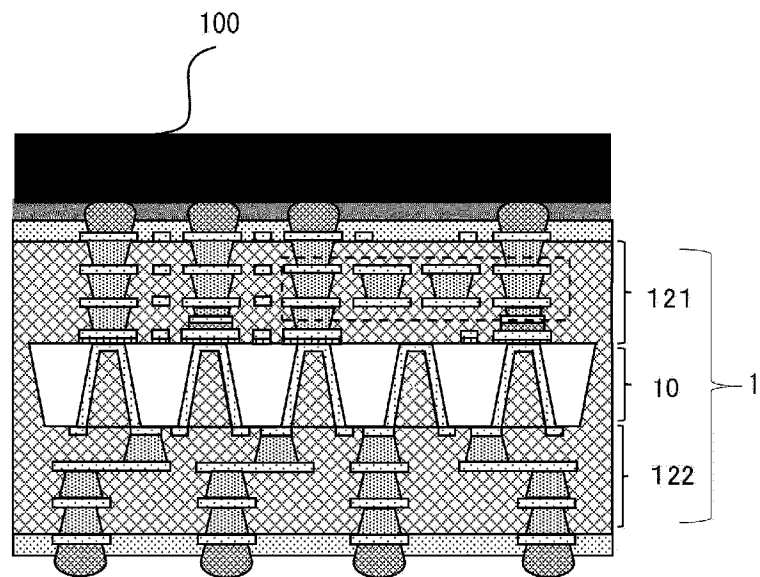
[図29]

図 29



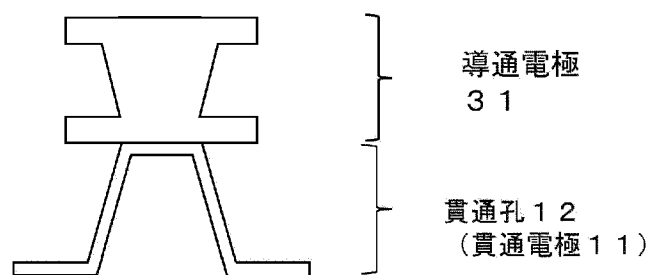
[図30]

図 3 0



[図31]

図 3 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/029923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B 33/02(2006.01)i; **B23K 26/53**(2014.01)i; **C03C 15/00**(2006.01)i; **H01L 23/12**(2006.01)i; **H01L 23/15**(2006.01)i; **H05K 1/03**(2006.01)i

FI: C03B33/02; B23K26/53; C03C15/00 B; C03C15/00 Z; H01L23/12 N; H01L23/14 C; H05K1/03 610C

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)

C03B33/00-33/14; B23K26/00-26/70; C03C15/00-15/22; H01L23/12; H01L23/15; H05K1/03

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2016-49542 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 11 April 2016 (2016-04-11)	1-5, 7-8, 10-13
Y	paragraphs [0022], [0028]-[0031], [0037], [0080]-[0082], [0089], [0096], fig. 8, example 4	6, 9
X	JP 2005-306702 A (NAMIKI PRECISION JEWEL CO., LTD.) 04 November 2005	1-5, 8, 10-12
Y	(2005-11-04)	9
A	paragraphs [0020], [0028]-[0030], example 1	6-7, 13
Y	WO 2022/196510 A1 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 22 September 2022	6
	(2022-09-22)	
	paragraphs [0002], [0008], [0042]	
Y	JP 2004-351494 A (SEIKO EPSON CORP.) 16 December 2004 (2004-12-16)	9
	paragraph [0014]	

☒ 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

07 November 2023

Date of mailing of the international search report

14 November 2023

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/029923

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019/235617 A1 (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 12 December 2019 (2019-12-12) entire text	1-13
A	JP 2019-530629 A (CORNING INC.) 24 October 2019 (2019-10-24) entire text	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/029923

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-49542	A	11 April 2016	(Family: none)	
JP	2005-306702	A	04 November 2005	(Family: none)	
WO	2022/196510	A1	22 September 2022	WO 2022/196019 A1 TW 202248155 A	
JP	2004-351494	A	16 December 2004	(Family: none)	
WO	2019/235617	A1	12 December 2019	US 2021/0118698 A1 entire text EP 3806141 A1 CN 112335037 A	
JP	2019-530629	A	24 October 2019	US 2018/0068868 A1 entire text EP 3510002 A1 CN 109843819 A KR 10-2019-0050808 A WO 2018/049044 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03B 33/02(2006.01)i; B23K 26/53(2014.01)i; C03C 15/00(2006.01)i; H01L 23/12(2006.01)i; H01L 23/15(2006.01)i; H05K 1/03(2006.01)i FI: C03B33/02; B23K26/53; C03C15/00 B; C03C15/00 Z; H01L23/12 N; H01L23/14 C; H05K1/03 610C		
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）） C03B33/00-33/14; B23K26/00-26/70; C03C15/00-15/22; H01L23/12; H01L23/15; H05K1/03 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2016-49542 A（アイシン精機株式会社）11.04.2016（2016-04-11） [0022], [0028]-[0031], [0037], [0080]-[0082], [0089], [0096], 図8, 実施例4	1-5, 7-8, 10-13
Y		6, 9
X	JP 2005-306702 A（並木精密宝石株式会社）04.11.2005（2005-11-04） [0020], [0028]-[0030], 実施例1	1-5, 8, 10-12
Y		9
A		6-7, 13
Y	WO 2022/196510 A1（日本電気硝子株式会社）22.09.2022（2022-09-22） [0002], [0008], [0042]	6
Y	JP 2004-351494 A（セイコーエプソン株式会社）16.12.2004（2004-12-16） [0014]	9
A	WO 2019/235617 A1（凸版印刷株式会社）12.12.2019（2019-12-12） 全文	1-13
☒ 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、一般的な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 07.11.2023		国際調査報告の発送日 14.11.2023
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） 末松 佳記 4T 1964 電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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 2019-530629 A (コーニング インコーポレイテッド) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24) 全文	1-13

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/JP2023/029923

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-49542	A	11.04.2016	(ファミリーなし)	
JP	2005-306702	A	04.11.2005	(ファミリーなし)	
WO	2022/196510	A1	22.09.2022	WO 2022/196019	A1
				TW 202248155	A
JP	2004-351494	A	16.12.2004	(ファミリーなし)	
WO	2019/235617	A1	12.12.2019	US 2021/0118698	A1
				全文	
				EP 3806141	A1
				CN 112335037	A
JP	2019-530629	A	24.10.2019	US 2018/0068868	A1
				全文	
				EP 3510002	A1
				CN 109843819	A
				KR 10-2019-0050808	A
				WO 2018/049044	A1