

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6914656号
(P6914656)

(45) 発行日 令和3年8月4日(2021.8.4)

(24) 登録日 令和3年7月16日(2021.7.16)

(51) Int. Cl.		F I	
C03C	17/09 (2006.01)	C03C	17/09
C03C	17/10 (2006.01)	C03C	17/10
H05K	3/00 (2006.01)	H05K	3/00 K
H05K	3/40 (2006.01)	H05K	3/00 N
C03B	33/02 (2006.01)	H05K	3/40 K

請求項の数 16 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-551545 (P2016-551545)	(73) 特許権者	000004008 日本板硝子株式会社 東京都港区三田三丁目5番27号
(86) (22) 出願日	平成27年9月29日 (2015.9.29)	(74) 代理人	100107641 弁理士 鎌田 耕一
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/004952	(72) 発明者	常友 啓司 東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
(87) 国際公開番号	W02016/051781	(72) 発明者	橘爪 秀樹 東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
(87) 国際公開日	平成28年4月7日 (2016.4.7)	(72) 発明者	大川 和哉 東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
審査請求日	平成30年3月28日 (2018.3.28)		
審判番号	不服2019-17557 (P2019-17557/J1)		
審判請求日	令和1年12月25日 (2019.12.25)		
(31) 優先権主張番号	特願2014-204957 (P2014-204957)		
(32) 優先日	平成26年10月3日 (2014.10.3)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 貫通電極付ガラス基板の製造方法、導電部付ガラス基板、及び貫通電極付ガラス基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス基板にレーザーを照射することによって、前記ガラス基板のレーザーが照射された部分に変質部を形成する変質部形成工程と、

前記変質部が形成された前記ガラス基板の一方の主面に、前記変質部の位置に応じて第一導電部を前記第一導電部の表面が露出するように形成する第一導電部形成工程と、

前記ガラス基板の前記変質部が形成されていない部分に対するエッチングレートよりも前記変質部に対するエッチングレートが大きいエッチング液を用いて少なくとも前記変質部をエッチングすることによって、前記第一導電部形成工程の後に、前記ガラス基板に貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、

前記貫通孔の内部に前記第一導電部と電気的に接続される貫通電極を形成する貫通電極形成工程と、を備え、

前記ガラス基板の周波数 1 GHz における、比誘電率 ϵ_r が 1.1 以下であり、かつ、誘電正接 $\tan \delta$ が 0.012 以下である、

貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項2】

前記変質部形成工程において、前記変質部が前記一方の主面から前記一方の主面と反対側の前記ガラス基板の他方の主面まで前記ガラス基板の厚さ方向に延びるように前記変質部を形成する、請求項1に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項3】

前記変質部形成工程において、前記変質部が、前記ガラス基板の内部から前記ガラス基板の前記一方の主面まで前記ガラス基板の厚さ方向に延びるとともに、前記ガラス基板の厚さ方向に前記一方の主面と反対側の前記ガラス基板の他方の主面から離れているように前記変質部を形成する、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 4】

前記変質部形成工程において、前記変質部が、前記ガラス基板の内部から前記ガラス基板の前記一方の主面と反対側の前記ガラス基板の他方の主面まで前記ガラス基板の厚さ方向に延びるとともに、前記ガラス基板の厚さ方向に前記一方の主面から離れているように前記変質部を形成する、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 5】

前記変質部形成工程において、前記変質部が前記ガラス基板の厚さ方向に前記一方の主面及び前記一方の主面と反対側の前記ガラス基板の他方の主面から離れているように前記変質部を形成する、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 6】

前記他方の主面から前記ガラス基板を研磨して前記貫通孔形成工程の前に前記変質部を露出させる研磨工程をさらに備えた、請求項 3 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 7】

前記他方の主面から前記ガラス基板を研磨して前記貫通孔を形成する前に前記変質部を露出させる研磨工程をさらに備えた、請求項 5 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 8】

前記第一導電部形成工程において、前記ガラス基板を平面視したときに、前記第一導電部の一部と前記変質部とが重なるように前記第一導電部を形成する、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 9】

前記第一導電部を前記エッチング液から保護するための保護膜を前記貫通孔形成工程の前に前記第一導電部の表面に形成する保護膜形成工程をさらに備えた、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 10】

前記貫通電極形成工程において、前記貫通電極をなす導電材料を付着させるためのシート層を前記貫通孔の内周面に形成したうえで、めっきによって前記貫通電極を形成する、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 11】

前記一方の主面と反対側の前記ガラス基板の他方の主面に第二導電部を形成する第二導電部形成工程をさらに備えた、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 12】

前記第一導電部形成工程において、スパッタリング、蒸着、及びメッキの少なくとも 1 つによって前記第一導電部を形成する、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 13】

前記一方の主面と反対側の前記ガラス基板の他方の主面に、前記貫通電極の位置に応じて第二導電部を形成する第二導電部形成工程をさらに備えた、請求項 1 に記載の貫通電極付ガラス基板の製造方法。

【請求項 14】

貫通電極付ガラス基板を製造するための導電部付ガラス基板であって、
レーザーが照射されることによって形成された変質部を有するガラス基板と、
前記変質部と重なる一部を有する第一導電部とを備え、
前記変質部は、前記ガラス基板の厚み方向に沿って延びており、かつ、所定のエッチング液に対して、前記ガラス基板の前記変質部が形成されていない部分よりエッチングされ

10

20

30

40

50

やすく、

前記第一導電部は、前記第一導電部の表面が露出するように形成されており、
前記ガラス基板の周波数 1 GHz における、比誘電率 ϵ_r が 1.1 以下であり、かつ、誘電正接 $\tan \delta$ が 0.012 以下である、
導電部付ガラス基板。

【請求項 15】

前記ガラス基板の周波数 1 GHz における、比誘電率 ϵ_r が 6 以下であり、かつ、誘電正接 $\tan \delta$ が 0.008 以下である、請求項 14 に記載の導電部付ガラス基板。

【請求項 16】

貫通孔を有するガラス基板と、
前記貫通孔と重なる一部を有する第一導電部と、
前記貫通孔の内部に形成され、前記第一導電部に電氣的に接続されている貫通電極と、
を備え、
前記第一導電部は、前記貫通電極の位置に応じて前記ガラス基板の一方の主面を部分的に覆い、かつ、前記第一導電部の表面が露出するように形成されており、
前記ガラス基板の周波数 1 GHz における、比誘電率 ϵ_r が 1.1 以下であり、かつ、誘電正接 $\tan \delta$ が 0.012 以下である、

10

貫通電極付ガラス基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、貫通電極付ガラス基板の製造方法及び貫通電極付ガラス基板を製造するためのガラス基板に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、LSI (Large-Scale Integration) の実装技術として、シリコン貫通電極 (TSV: Through Silicon Via) を用いた実装技術が知られている。貫通電極を有するシリコン基板は、例えば、インターポーザとして広く用いられている。インターポーザは、配線のデザインルールがそれぞれ異なる、IC (Integrated Circuit) 及びプリント基板のように、端子間距離が異なる基板同士を中継する基板である。

30

【0003】

非特許文献 1 に記載されているように、シリコン基板に TSV を形成するにあたり、トランジスタなどの素子や電極などの回路を形成させる工程の前後又はその工程の間に、TSV を形成させる方法が知られている。

【0004】

TSV 技術は、シリコン基板が高価であることに加え、シリコンが半導体であることに起因してシリコン基板に貫通孔を形成する前後に絶縁処理を行う必要があるため、コストが高いという問題を有する。そこで、例えば、インターポーザのコストを低減するために、安価なガラス基板にガラス貫通電極 (TGV: Through Glass Via) を形成した貫通電極付ガラス基板が注目されている。

40

【0005】

TGV 技術においては、ガラス基板に貫通孔を形成する必要がある。ガラス基板に貫通孔を形成する技術としては、例えば、特許文献 1 に記載されているように、パルス発振 YAG レーザーの照射によって貫通穴を形成する技術が知られている。また、特許文献 2 には、感光性ガラス基板に微細な穴を形成する方法が記載されている。特許文献 2 に記載の方法では、感光性ガラス基板上の所定の位置にフォトマスクを配置し、紫外線を照射し、潜像が形成される。次に、感光性ガラス基板を加熱処理して潜像を結晶化させる。次に、潜像が形成された部分の中央に潜像より小さい加工先穴をレーザー光により形成する。次に、フッ酸によりエッチングする。これにより、結晶化された部分が選択的にエッチングされて穴が形成される。特許文献 3 には、板ガラスの両面から相対向した同一軸心上の上

50

下一対のコアドリルにより板ガラスに穿孔する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-061667号公報

【特許文献2】特開2001-105398号公報

【特許文献3】特開昭54-126215号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】吉永孝司及び野村稔、「3次元LSI実装のためのTSV技術の研究開発の動向」、科学技術動向、科学技術・学術政策研究所、2010年4月号、No.109、p.23-34

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ガラス基板に貫通孔を形成することによりガラス基板の機械的強度が低下する可能性がある。このため、貫通電極付ガラス基板の製造にあたって、貫通孔が形成されたガラス基板の一方の主面に回路などの導電部を形成する場合、ガラス基板に回路など導電部を形成するときにガラス基板の取扱いが難しい。一方、ガラス基板の一方の主面に回路などの導電部を形成した後にガラス基板に貫通孔を形成する場合、ガラス基板へのレーザーの照射によってガラス基板に貫通孔を形成することが難しい。なぜなら、レーザーの照射に伴う発熱によって、ガラス基板に形成された回路などの導電部に損傷が生じる可能性があるからである。TSV技術においては、ドライエッチングを応用したBoschプロセスなどの手法が、シリコン基板に貫通孔を形成する方法として確立されている。しかし、ドライエッチングによるガラス基板への貫通孔の形成は、長時間を要し、実用的であるとは言い難い。

20

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みて、貫通電極付ガラス基板の製造方法において、ガラス基板に回路など導電部を形成するときのガラス基板の取扱いのしやすさを確保し、かつ、ガラス基板に形成された回路などの導電部の損傷を抑制しつつ比較的短時間でガラス基板に貫通孔を形成することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、

ガラス基板にレーザーを照射することによって、前記ガラス基板のレーザーが照射された部分に変質部を形成する変質部形成工程と、

前記変質部が形成された前記ガラス基板の一方の主面に、前記変質部の位置に応じて第一導電部を形成する第一導電部形成工程と、

前記ガラス基板の前記変質部が形成されていない部分に対するエッチングレートよりも前記変質部に対するエッチングレートが大きいエッチング液を用いて少なくとも前記変質部をエッチングすることによって、前記第一導電部形成工程の後に、前記ガラス基板に貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、

40

前記貫通孔の内部に貫通電極を形成する貫通電極形成工程と、を備えた、

貫通電極付ガラス基板の製造方法を提供する。

【0011】

また、本発明は、

貫通電極付ガラス基板を製造するためのガラス基板であって、

レーザーが照射されることによって形成された変質部と、

前記ガラス基板の一方の主面に形成されるべき導電部と前記変質部との位置合わせのための位置合わせ部とを備えた、ガラス基板を提供する。

50

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、第一導電部形成工程の後に、ガラス基板に貫通孔が形成されるので、第一導電部形成工程では、ガラス基板が高い機械的強度を有する。このため、ガラス基板に回路など導電部を形成するときにガラス基板を取扱いやすい。また、ガラス基板にレーザーを照射することによって変質部を形成し、上記のエッチングレートを用いるエッチング液を用いて変質部をエッチングしてガラス基板に貫通孔を形成するので、ガラス基板に形成された回路などの導電部の損傷を抑制しつつ比較的短期間でガラス基板に貫通孔を形成できる。

【図面の簡単な説明】

10

【0013】

【図1】第1実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法の工程を示す断面図

【図2】貫通電極付ガラス基板を製造するためのガラス基板の平面図

【図3】貫通電極付ガラス基板がインターポーザとして用いられている一例を示す断面図

【図4】第2実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法の工程を示す断面図

【図5】第3実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法の工程を示す断面図

【図6】第4実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法の工程を示す断面図

【図7】第5実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法の工程を示す断面図

【発明を実施するための形態】

【0014】

20

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明は、本発明の一例に関するものであり、本発明はこれらによって限定されるものではない。

【0015】

<第1実施形態>

第1実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、変質部形成工程と、第一導電部形成工程と、貫通孔形成工程と、貫通電極形成工程とを備えている。図1の(a)に示すように、変質部形成工程は、ガラス基板10にレーザーLを照射することによって、ガラス基板10のレーザーLが照射された部分に変質部12を形成する工程である。図1の(b)に示すように、第一導電部形成工程は、変質部12が形成されたガラス基板10の一方の主面に、変質部12の位置に応じて第一導電部20aを形成する工程である。図1の(d)に示すように、貫通孔形成工程は、ガラス基板10の変質部12が形成されていない部分に対するエッチングレートよりも変質部12に対するエッチングレートが大きいエッチング液を用いて少なくとも変質部12をエッチングすることによって、第一導電部形成工程の後に、ガラス基板10に貫通孔14を形成する工程である。貫通電極形成工程は、図1の(e)に示すように、貫通孔14の内部に貫通電極30を形成する工程である。

30

【0016】

まず、変質部形成工程について説明する。本工程及び後述する後工程であるエッチングによる貫通孔形成工程に関し、特開2008-156200号公報に記載の方法を適用することができる。変質部形成工程において、レーザーLは、例えば、所定のパルス幅を有するパルスレーザーである。レーザーLの照射は、例えば、波長のパルスレーザーをレンズで集光してガラス基板10に照射することによって行われる。この場合、レーザーLのパルス幅は、特に制限されない。レーザー照射装置のコストを抑制しつつ、レーザーLの尖頭値を所定値以上にする観点から、レーザーLのパルス幅は、例えば、1ns(ナノ秒)~200nsであり、好ましくは1ns~100ns、より好ましくは5ns~50nsである。

40

【0017】

レーザーLは、例えば、Nd:YAGレーザーの高調波、Nd:YVO4レーザーの高調波、又はNd:YLFレーザーの高調波である。この場合、高調波は、例えば、第2高調波、第3高調波、又は第4高調波である。第2高調波の波長は、532nm~535nm

50

m近傍であり、第3高調波の波長は、355nm～357nm近傍であり、第4高調波の波長は、266nm～268nmの近傍である。このようなレーザーLを用いることによって、ガラス基板10に安価に変質部12を形成できる。

【0018】

ガラス基板10に微小な貫通孔を形成できるように、レーザーLの照射スポットを所定値以下にする観点から、レーザーLの波長は、例えば、535nm以下であり、好ましくは360nm以下であり、より好ましくは350nm～360nmである。

【0019】

レーザーLが有するエネルギーは、特に制限されないが、ガラス基板10の材質又はガラス基板10に形成すべき変質部12の寸法などに応じたエネルギーであることが好ましい。レーザーLが有するエネルギーは、例えば、5μJ/パルス～100μJ/パルスである。レーザーLのエネルギーを増加させることによって、それに比例するように変質部12の長さを長くすることができる。レーザーLのビーム品質M²は、例えば、2以下である。この場合、ガラス基板10に微小な貫通孔を形成しやすい。

【0020】

波長におけるガラス基板10の吸収係数は、例えば、50cm⁻¹以下である。この場合、レーザーLのエネルギーがガラス基板10の表面近傍で吸収されることを軽減して、ガラス基板10の内部に変質部12が形成されやすくなる。波長におけるガラス基板10の吸収係数は、好ましくは、0.1cm⁻¹～20cm⁻¹である。なお、波長におけるガラス基板10の吸収係数が0.1cm⁻¹未満であっても、ガラス基板10の内部に変質部12を形成することはできる。波長における吸収係数が50cm⁻¹以下であるガラスは、公知のガラスから選択することができる。

【0021】

ガラス基板10を構成するガラスとしては、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノシリケートガラス、ソーダ石灰ガラス、チタン含有シリケートガラス、又は無アルカリガラスを好ましく用いることができる。この場合、波長におけるガラス基板10の吸収係数は、少なくとも0.1cm⁻¹以上である。

【0022】

波長におけるガラス基板10の吸収係数を高めるために、ガラス基板10を構成するガラスは、Bi(ビスマス)、W(タングステン)、Mo(モリブデン)、Ce(セリウム)、Co(コバルト)、Fe(鉄)、Mn(マンガン)、Cr(クロム)、V(バナジウム)、Zn(亜鉛)、Cu(銅)、及びTi(チタン)からなる群から選ばれる金属の酸化物の少なくとも1種を着色成分として含んでいてもよく、さらに必要に応じて着色成分として機能する上記以外の金属の酸化物が含まれていてもよい。

【0023】

ガラス基板10を構成するガラスがホウケイ酸ガラスである場合、コーニング社の7059又はパイレックス(登録商標)を用いることができる。

【0024】

ガラス基板10を構成するガラスがアルミノシリケートガラスである場合、以下のような組成を有するガラス組成物を用いてもよい。

質量%で表して、

SiO₂ 58～66%、

Al₂O₃ 13～19%、

Li₂O 3～4.5%、

Na₂O 6～13%、

K₂O 0～5%、

R₂O 10～18%(ただし、R₂O=Li₂O+Na₂O+K₂O)、

MgO 0～3.5%、

CaO 1～7%、

SrO 0～2%、

10

20

30

40

50

BaO 0 ~ 2 %、
 RO 2 ~ 10 % (ただし、 $RO = MgO + CaO + SrO + BaO$)、
 TiO_2 0 ~ 2 %、
 CeO_2 0 ~ 2 %、
 Fe_2O_3 0 ~ 2 %、
 MnO 0 ~ 1 % (ただし、 $TiO_2 + CeO_2 + Fe_2O_3 + MnO = 0.01 \sim 3\%$)、
 SO_3 0.05 ~ 0.5 %の組成を有するガラス組成物。

【0025】

また、以下のような組成を有するガラス組成物を用いてもよい。

質量%で示して、

SiO_2 60 ~ 70 %、
 Al_2O_3 5 ~ 20 %、
 $Li_2O + Na_2O + K_2O$ 5 ~ 25 %、
 Li_2O 0 ~ 1 %、
 Na_2O 3 ~ 18 %、
 K_2O 0 ~ 9 %、
 $MgO + CaO + SrO + BaO$ 5 ~ 20 %、
 MgO 0 ~ 10 %、
 CaO 1 ~ 15 %、
 SrO 0 ~ 4.5 %、
 BaO 0 ~ 1 %、
 TiO_2 0 ~ 1 %、
 ZrO_2 0 ~ 1 %、

からなる組成を有するガラス組成物。

【0026】

さらに、以下のような組成を有するガラス組成物を用いてもよい。

質量%で示して、

SiO_2 59 ~ 68 %、
 Al_2O_3 9.5 ~ 15 %、
 Li_2O 0 ~ 1 %、
 Na_2O 3 ~ 18 %、
 K_2O 0 ~ 3.5 %、
 MgO 0 ~ 15 %、
 CaO 1 ~ 15 %、
 SrO 0 ~ 4.5 %、
 BaO 0 ~ 1 %、
 TiO_2 0 ~ 2 %、
 ZrO_2 1 ~ 10 %、

を含むガラス組成物。

【0027】

また以下のガラス組成物を用いることができる。

質量%で表して、

SiO_2 50 ~ 70 %、
 Al_2O_3 14 ~ 28 %、
 Na_2O 1 ~ 5 %、
 MgO 1 ~ 13 %、及び
 ZnO 0 ~ 14 %、

を含むガラス組成物。

【0028】

さらに、以下のガラス組成物を用いてもよい。

10

20

30

40

50

質量%で表して、

SiO₂ 56 ~ 70%、
 Al₂O₃ 7 ~ 17%、
 Li₂O 4 ~ 8%、
 MgO 1 ~ 11%、
 ZnO 4 ~ 12%、
 Li₂O + MgO + ZnO 14 ~ 23%、
 B₂O₃ 0 ~ 9%、および
 CaO + BaO 0 ~ 3%
 TiO₂ 0 ~ 2%、

10

からなるガラス組成物。

【0029】

ガラス基板10を構成するガラスがソーダ石灰ガラスである場合、例えば板ガラスに広く用いられるガラス組成物を用いることができる。

【0030】

また、ガラス基板10を構成するガラスがチタン含有シリケートガラスである場合、例えば、TiO₂を5モル%以上含有することによって波長におけるガラス基板10の吸収係数を1以上にすることができ、TiO₂を10モル%以上含有することによって波長におけるガラス基板10の吸収係数を4以上にすることができる。さらに、必要に応じて、上述した着色成分として機能する金属の酸化物が含まれていてもよい。

20

【0031】

ガラス基板10を構成するガラスがチタン含有シリケートガラスである場合、例えば、以下のガラス組成物を用いることができる。

モル%で表示して、

50 (SiO₂ + B₂O₃) 79モル%、
 5 (Al₂O₃ + TiO₂) 25モル%、
 5 (Li₂O + Na₂O + K₂O + Rb₂O + Cs₂O + MgO + CaO + SrO + BaO)
) 25モル%、

ただし、5 TiO₂ 25モル%である、ガラス組成物。

【0032】

30

また上記のチタン含有シリケートガラスにおいて、

$(Al_2O_3 + TiO_2) / (Li_2O + Na_2O + K_2O + Rb_2O + Cs_2O + MgO + CaO + SrO + BaO) = 0.9$ 、

であることが好ましい。

【0033】

さらに上記チタン含有シリケートガラスにおいて、

70 (SiO₂ + B₂O₃) 79モル%、
 10 TiO₂ 15モル%、
 10 Na₂O 15モル%、

であることが好ましい。

40

【0034】

加えて上記チタン含有シリケートガラスにおいて、前記ガラスの熱膨張係数が $100 \times 10^{-7} \text{ } ^{-1}$ 以下であることが好ましい。

【0035】

ガラス基板10を構成するガラスが無アルカリガラスである場合、例えば以下のガラス組成物を用いることができる。

モル%で表示して、

45 (SiO₂ + B₂O₃) 80モル%、
 7 Al₂O₃ 15モル%、
 0 TiO₂ 5モル%、

50

2 (MgO + CaO + SrO + BaO) 20モル%
を含み、実質的にアルカリ金属酸化物を含まないガラス組成物。

【0036】

ガラス基板10をインターポーザとして用いる場合、信号の伝送特性を向上させるために、高周波帯域での誘電損失を低減させることが重要である。ガラス基板に高周波の電圧を印加した場合、電力損失は比誘電率 ϵ_r と誘電正接 $\tan \delta$ との積に比例する。このため、周波数1GHzにおける、比誘電率 ϵ_r が11以下であり、かつ、誘電正接 $\tan \delta$ が0.012以下であるガラスでガラス基板10が構成されていることが好ましい。この場合、ガラス基板10を構成するガラスの、1GHzにおける比誘電率 ϵ_r は6以下であることがより好ましい。また、ガラス基板10を構成するガラスの、1GHzにおける誘電正接 $\tan \delta$ は、0.008以下であることがより好ましい。

10

【0037】

インターポーザとして用いられるガラス基板10を構成するのに適したガラスは、周波数1GHzにおける、比誘電率 ϵ_r が11以下であり、かつ、誘電正接 $\tan \delta$ が0.012以下である限り、特に制限されない。例えば、表1に記載のガラスをインターポーザとして用いられるガラス基板10を構成するのに適したガラスとして挙げることができる。なお、周波数1GHzにおける、比誘電率 ϵ_r 及び誘電正接 $\tan \delta$ は、空洞共振器摂動法を用いて測定することができる。この方法は、共振器内に微小な誘電体又は磁性体を挿入した際に生じる共振周波数の変化を測定し、摂動法を用いて材料の複素誘電率や複素透磁率を算出する方法である。表1に記載のガラスの比誘電率 ϵ_r 及び誘電正接 $\tan \delta$ の測定は、25

20

【0038】

【表 1】

		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
組成 [モル%]	SiO ₂	60.00	37.50	81.00	66.60	66.27	65.95	70.40
	B ₂ O ₃	10.00	12.50	13.00	10.80	6.32	1.68	
	Al ₂ O ₃			2.00	10.93	12.00	14.48	0.86
	ZnO					5.85	8.24	
	MgO				2.80	4.27	6.82	5.96
	CaO				6.56			9.45
	SrO				1.67			
	BaO				0.29			
	Li ₂ O					5.20		
	Na ₂ O	15.00	25.00	4.00	0.06		2.73	12.57
	K ₂ O				0.17			0.52
	SnO ₂				0.09	0.09	0.09	
	Fe ₂ O ₃				0.04			0.03
	TiO ₂	15.00	25.00					0.02
比誘電率 ε _r	8.09	10.46	4.44	5.09	5.36	5.83	6.73	
誘電正接 tan δ	0.0082	0.0073	0.0054	0.0037	0.0081	0.0110	0.0082	

10

20

【0039】

ガラス基板 10 を構成するガラスが、高い剛性を有すると、レーザー L を照射したときに、ガラス基板 10 の上面及び下面において割れが発生しづらい。このため、例えば、ガラス基板 10 を構成するガラスのヤング率が 80 GPa 以上であることが好ましい。

30

【0040】

なお、吸収係数は、厚さ d (たとえば約 0.1 cm) のガラスのサンプルの透過率および反射率を測定することによって算出できる。まず、厚さ d (cm) のガラスのサンプルについて、透過率 T (%) と、入射角 12° における反射率 R (%) とを測定する。透過率 T 及び反射率 R は、島津製作所社製の分光光度計 UV 3100 型を用いて測定できる。そして、測定値から以下の式を用いてガラスの吸収係数 を算出できる。

$$= \ln((100 - R) / T) / d$$

【0041】

レンズの焦点距離 F (mm) は、例えば 50 mm ~ 500 mm であり、好ましくは 100 mm ~ 200 mm である。

40

【0042】

また、パルスレーザーのビーム径 D (mm) は、例えば 1 mm ~ 40 mm であり、好ましくは 3 mm ~ 20 mm である。ここで、ビーム径 D は、レンズに入射する際のパルスレーザーのビーム径であり、ビームの中心の強度に対して強度が [1/e²] 倍となる範囲の直径を意味する。

【0043】

焦点距離 F をビーム径 D で除した値、すなわち [F/D] の値は、7 以上であり、好ましくは 7 以上 40 以下であり、より好ましくは 10 以上 20 以下である。この値は、ガラ

50

スに照射されるレーザーの集光性に関する値である。F/Dが7以上であると、ビームウェスト近傍でレーザーパワーが強くなりすぎることを防止でき、ガラス基板10の内部にクラックが発生することを防止できる。

【0044】

レーザーLをガラス基板10に照射する前にガラス基板10に対して前処理を行うこと、例えば、レーザーLの吸収を促進するような膜を形成することは不要である。ただし、場合によっては、そのような処理を行ってもよい。

【0045】

図1の(a)に示すように、ガラス基板10のレーザーLが照射された部分に変質部12が形成される。変質部12は、通常、光学顕微鏡を用いた観察によって他の部分と見分けることができる。変質部12は、レーザー照射によって光化学的な反応が起き、E'センターや非架橋酸素などの欠陥が生じた部位やレーザー照射の急熱・急冷によって発生した、高温領域における疎なガラス構造を保持した部位等である。変質部12は、ガラス基板10の通常部よりも所定のエッチング液に対して、エッチングされやすい。

10

【0046】

変質部形成工程では、例えば、ガラス基板10の内部にフォーカスされるようにレーザーLをガラス基板10に照射する。変質部12は、貫通孔形成工程においてガラス基板10に貫通孔を容易に形成できるように形成されている。このため、例えば、ガラス基板10の厚さ方向の中央付近にフォーカスされるようにレーザーLがガラス基板10に照射される。また、変質部12をガラス基板10に形成できる限り、ガラス基板10の外部にフォーカスされるようにレーザーLが照射されてもよい。例えば、ガラス基板10のレーザーLが入射する側の面から所定の距離(たとえば1.0mm)だけ離れた位置にフォーカスされるようにレーザーLが照射されてもよく、ガラス基板10のレーザーLが入射する側の面と反対側の面から所定の距離(たとえば1.0mm)だけ離れた位置にフォーカスされるようにレーザーLが照射されてもよい。換言すると、ガラス基板10に変質部12が形成できる限り、レーザーLは、ガラス基板10の、レーザーLが入射する側の面からレーザーLが進行する方向と逆の方向に1.0mm以内の範囲にある位置(ガラス基板10の、レーザーLが入射する側の面を含む)、レーザーLが入射する側の面と反対側の面から、ガラス基板10を透過したレーザーLが進行する方向に1.0mm以内にある位置(ガラス基板10の、レーザーLが入射する側の面と反対側の面を含む)、又はガラス基板10の内部にフォーカスされてもよい。

20

30

【0047】

変質部12の大きさは、レンズに入射する際のレーザーLのビーム径D、レンズの焦点距離F、ガラス基板10を構成するガラスの吸収係数、パルスレーザーのパワーなどによって変化する。これらのパラメータを調整することによって、例えば、直径が10 μ m以下でガラス基板10の厚み方向における長さが100 μ m以上である円柱状の変質部12を形成することができる。

【0048】

変質部形成工程において選択される条件の一例を表2に示す。

【0049】

40

【表 2】

条件		範囲
ガラスの吸収係数[cm ⁻¹]		0.1~20
レーザーL	パルス幅[ns]	5~50
	波長[nm]	350~360
	ビーム径D[mm]	3~20
	エネルギー[μJ/パルス]	5~100
レンズの焦点距離F[mm]		100~200

10

【0050】

変質部形成工程において、図1の(a)に示すように、変質部12がガラス基板10の一方の主面からその一方の主面と反対側のガラス基板10の他方の主面までガラス基板10の厚さ方向に延びるように変質部12を形成してもよい。換言すると、変質部形成工程において、変質部12がガラス基板10の一方の主面及びガラス基板10の他方の主面で露出するように変質部12が形成される。この場合、変質部12を露出させるために、貫通孔形成工程に先立ってガラス基板10の研磨を行う必要がない。また、貫通孔形成工程の当初から、所定のエッチング液が、ガラス基板10の他方の主面側で変質部12に接する

20

【0051】

次に、第一導電部形成工程について説明する。図1の(b)に示すように、第一導電部20aが、ガラス基板10における変質部12の位置に応じて、ガラス基板10の一方の主面上に形成される。具体的に、第一導電部形成工程において、ガラス基板10を平面視したときに、第一導電部20aの一部と変質部12とが重なるように第一導電部20aが形成される。ガラス基板10における変質部12の位置には、図1の(e)に示すように、貫通電極30が最終的に形成される。このため、貫通電極30と第一導電部20aとの電気的な接続を確保するために、ガラス基板10の一方の主面において、変質部12の真上に第一導電部20aの一部が形成されることが好ましい。

30

【0052】

このように、第一導電部20aは、ガラス基板10の一方の主面における第一導電部20aの配置が、ガラス基板10における変質部12の位置と所定の位置関係となるように形成される必要がある。このため、第一導電部形成工程において、ガラス基板10における変質部12の位置を正確に把握する必要がある。しかし、変質部12をガラス基板10の変質部12以外の部分と見分けることが難しい可能性がある。そこで、例えば、図2に示すように、貫通電極付ガラス基板を製造するためのガラス基板10は、変質部12と、ガラス基板10の一方の主面に形成されるべき導電部(第一導電部20a)と変質部12との位置合わせのための位置合わせ部16とを備えているとよい。変質部12は、上記の通り、ガラス基板10にレーザーが照射されることによって形成されている。位置合わせ部16は、例えば、図2に示すように、ガラス基板10の一方の主面において変質部12の真上に形成されたマークである。また、位置合わせ部16は、ガラス基板10の一方の主面における変質部12の真上の地点から所定の距離だけ離れて形成されたマークであってもよい。位置合わせ部16は、ガラス基板10の一方の主面に形成されるべき導電部(第一導電部20a)と変質部12との位置合わせのために用いられるものである限り、特に限定されない。

40

【0053】

この場合、第1実施形態の貫通電極付ガラス基板の製造方法は、変質部形成工程の後であって、かつ、第一導電部形成工程の前、又は、変質部形成工程の前に、変質部12と、第一導電部形成工程において形成されるべき第一導電部20aとの位置合わせを行うため

50

の位置合わせ部 1 6 を形成する位置合わせ部形成工程をさらに備える。

【 0 0 5 4 】

なお、変質部 1 2 をガラス基板 1 0 の変質部 1 2 以外の部分と見分けることが容易である場合、位置合わせ部 1 6 を省略してもよい。このとき、形成された変質部のいずれか、又は、貫通孔の形成が予定されていない変質部を、位置合わせ部 1 6 として用い、変質部 1 2 と第一導電部 2 0 a との位置合わせに利用してもよい。

【 0 0 5 5 】

ガラス基板 1 0 における変質部 1 2 の位置を確認したうえで、第一導電部 2 0 a が形成される。第一導電部 2 0 a を形成する方法は特に制限されない。例えば、ガラス基板 1 0 の一方の主面の第一導電部 2 0 a を形成すべき部分以外の部分をマスキングしつつ、Cu (銅) 等の金属材料をガラス基板 1 0 の一方の主面にスパッタリング又は蒸着させること
10
によって、第一導電部 2 0 a を形成できる。また、ガラス基板 1 0 の一方の主面の全体にめっきによって金属薄層を形成した後にフォトリソグラフィによって金属薄層の不要な部分
20
を除去して、第一導電部 2 0 a を形成してもよい。また、導電性を有するインクをインクジェットによってガラス基板 1 0 の一方の主面に付着させて第一導電部 2 0 a を形成してもよい。第一導電部 2 0 a は、貫通電極付ガラス基板において、例えば、回路パターン又は電極として機能する。このように、貫通孔 1 4 が形成される前に第一導電部 2 0 a が形成されるので、第一導電部形成工程では、ガラス基板 1 0 が高い機械的強度を有する。このため、ガラス基板 1 0 に導電部を形成するときにガラス基板 1 0 の取扱いが容易である。

【 0 0 5 6 】

第 1 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、図 1 の (c) のように、保護膜形成工程をさらに備えていてもよい。保護膜形成工程は、第一導電部 2 0 a を貫通孔形成工程で使用されるエッチング液から保護するための保護膜 2 2 を貫通孔形成工程の前に第一導電部 2 0 a の表面に形成する工程である。保護膜 2 2 は、貫通孔形成工程の後に除去できるように剥離可能な膜であることが好ましい。保護膜 2 2 としては、例えば、耐エッチング性を有するシリコーン樹脂又は耐エッチング性を有するフィルムを用いることができる。場合によっては、保護膜形成工程は省略可能である。

【 0 0 5 7 】

次に、貫通孔形成工程について説明する。貫通孔形成工程は、第一導電部形成工程の後
30
に行われる。貫通孔形成工程には、ガラス基板 1 0 の変質部 1 2 が形成されていない部分に対するエッチングレートよりも変質部 1 2 に対するエッチングレートが大きいエッチング液を用いて行われる。すなわち、貫通孔形成工程はウェットエッチングによって行われる。このようなエッチング液としては、たとえばフッ酸(フッ化水素(HF)の水溶液)を用いることができる。また、硫酸(H₂SO₄)やその水溶液、硝酸(HNO₃)やその水溶液、または塩酸(塩化水素(HCl)の水溶液)を用いてもよい。また、これらの酸の混合物を用いてもよい。エッチング液としてフッ酸を用いた場合、変質部 1 2 のエッチングが進みやすく、短時間に貫通孔 1 4 を形成できる。エッチング液として硫酸を用いた場合、変質部 1 2 以外のガラスがエッチングされにくく、テーパ角度の小さいストレートな貫通孔 1 4 を形成できる。
40

【 0 0 5 8 】

エッチング時間及びエッチング液の温度は、変質部 1 2 の形状や寸法に応じて適宜選択される。なお、エッチング時のエッチング液の温度を高くすることによって、エッチング速度を高めることができる。また、エッチング条件によって、貫通孔 1 4 の直径を制御することができる。

【 0 0 5 9 】

ガラス基板 1 0 の第一導電部 2 0 a が形成された主面と反対側の主面からエッチングが行われる。変質部 1 2 におけるエッチングレートとガラス基板 1 0 の変質部 1 2 以外の部分におけるエッチングレートとの差によって、ガラス基板 1 0 の厚みがエッチングにより減少する速度よりも速い速度でガラス基板 1 0 の厚み方向に延びる変質部 1 2 がエッチン
50

グされる。これにより、図1の(d)に示すように、ガラス基板10の変質部12が存在していた位置に貫通孔14が形成される。第一導電部20aは、エッチング液に侵されず、ガラス基板10と第一導電部20aとの界面で、エッチングが停止する。これにより、ガラス基板10に形成された第一導電部20aの損傷を抑制できる。

【0060】

次に、貫通電極形成工程について説明する。貫通孔14の内部に貫通電極30を形成できる限り、貫通電極30を形成する方法は特に制限されない。例えば、Cu(銅)などの金属を用いためっきによって、貫通孔14の内部に貫通電極30を形成できる。ガラス基板10に直接めっきを施すことは難しい。このため、例えば、貫通電極30をなす導電材料を付着させるためのシード層を少なくとも貫通孔14の内周面に形成したうえで、めっきによって貫通電極30を形成する。シード層は、貫通孔14の内周面を含むガラス基板10の表面を例えばPd(パラジウム)を含む触媒と接触させることによって形成することができる。これにより、ガラス基板10に無電解めっきを施すことができる。ガラス基板10をめっきする金属は、特に制限されないが、導電性を高め、製造コストを低減する観点から、Cu(銅)であることが好ましい。ガラス基板10の、第一導電部20aが形成されている主面と反対側の主面及び貫通孔14の内周面にめっきを施す。無電解めっきによって、所定の厚みを有する金属層32が、ガラス基板10の第一導電部20aが形成されている主面と反対側の主面に形成されると、ガラス基板10の第一導電部20aの反対側で導電性が確保される。この場合、電解めっきによってより効率的にめっきを行ってもよい。すなわち、無電解めっきと電解めっきとを組み合わせることでガラス基板10に対してめっきを施してもよい。

【0061】

図1の(f)に示すように、ガラス基板10の第一導電部20aが形成されている主面と反対側の主面にめっきによって形成された金属層32は、例えば、研磨によって除去されてもよい。そのうえで、例えば、図1の(g)に示すように、ガラス基板10の第一導電部20aが形成されている主面と反対側の主面に第二導電部20bを形成する。このとき、保護膜22を除去する。第二導電部20bは、第一導電部20aを形成する方法として上述した方法と同様の方法で形成できる。なお、第一導電部20aを形成する方法と、第二導電部20bを形成する方法とが異なってもよい。このように、第1実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、ガラス基板10の一方の主面と反対側のガラス基板10の他方の主面に第二導電部20bを形成する第二導電部形成工程をさらに備えていてもよい。このようにして、貫通電極付ガラス基板1aを製造できる。

【0062】

図1の(h)に示すように、ガラス基板10の第一導電部20aが形成されている主面と反対側の主面にめっきによって形成された金属層32の一部を除去することによって、第二導電部20bを形成してもよい。例えば、フォトリソグラフィによって、ガラス基板10の第一導電部20aが形成されている主面と反対側の主面にめっきによって形成された金属層のうち、第二導電部20bとして必要な部分のみを残し、かつ、不要な部分を除去する。この場合、レジストの除去とともに保護膜22を除去することもできる。このようにして、貫通電極付ガラス基板1bを製造できる

【0063】

このようにして、貫通電極付ガラス基板1a又は貫通電極付ガラス基板1bが得られる。貫通電極付ガラス基板1aは、例えば、図3に示すように、インターポーザとして用いられる。例えば、第一導電部20aが、IC、受光素子、又は発光素子等の電子デバイス50aに電氣的に接続され、第二導電部20bが、半田ボール40などを介して印刷回路基板(図示省略)に電氣的に接続される。

【0064】

<第2実施形態>

次に、第2実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法について説明する。第2実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、特に説明する場合を除き、第1実施形

10

20

30

40

50

態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法と同様に行われる。

【 0 0 6 5 】

図 4 の (i) に示すように、変質部形成工程において、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の内部からガラス基板 1 0 の一方の主面までガラス基板 1 0 の厚さ方向に延びるように前記変質部 1 2 を形成する。すなわち、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の一方の主面に露出するように変質部 1 2 を形成する。ここで、ガラス基板 1 0 の一方の主面は、第一導電部 2 0 a が形成されるべき、ガラス基板 1 0 の主面である。さらに、変質部形成工程において、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の厚さ方向にガラス基板 1 0 の一方の主面と反対側のガラス基板 1 0 の他方の主面から離れているように変質部 1 2 を形成する。すなわち、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の他方の主面で露出しないように変質部 1 2 を形成する。

10

【 0 0 6 6 】

このように変質部 1 2 が形成されたガラス基板 1 0 を用いて、図 4 の (j) に示すように、ガラス基板 1 0 の一方の主面に変質部 1 2 の位置に応じて第一導電部 2 0 a を形成する。また、必要に応じて、第一導電部 2 0 a の表面に保護膜 2 2 を形成する。その後、図 4 の (k) に示すように、貫通孔形成工程の前に、ガラス基板 1 0 を他方の主面側から研磨して変質部 1 2 を露出させる。すなわち、第 2 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、ガラス基板 1 0 の他方の主面からガラス基板 1 0 を研磨して貫通孔形成工程の前に変質部を露出させる研磨工程をさらに備えている。

【 0 0 6 7 】

その後、ガラス基板 1 0 を、図 1 の (d) ~ (h) の工程に従って加工することによって、貫通電極付ガラス基板が製造される。ガラス基板 1 0 の厚み又はガラス基板 1 0 を構成するガラスの種類によっては、変質部 1 2 の形成に長時間を要する可能性がある。本実施形態によれば、ガラス基板 1 0 の厚み方向にガラス基板 1 2 を貫くように変質部 1 2 を形成しないので、変質部 1 2 を比較的短時間で形成することができる。また、他方の主面が研磨される前のガラス基板 1 0 を用いて第一導電部 2 0 a を形成できる。このため、第一導電部形成工程におけるガラス基板 1 0 の厚みが比較的大きいので、第一導電部 2 0 a を形成するときにガラス基板 1 0 の取扱いが容易である。また、最終的に製造される貫通電極付ガラス基板の厚みを小さくすることができる。

20

【 0 0 6 8 】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法について説明する。第 3 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、特に説明する場合を除き、第 2 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法と同様に行われる。

30

【 0 0 6 9 】

第 3 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、研磨によってガラス基板 1 0 の他方の主面に変質部 1 2 を露出させる代わりに、ガラス基板 1 0 の他方の主面をエッチングすることによってガラス基板 1 0 の他方の主面に変質部 1 2 を露出させる。

【 0 0 7 0 】

図 5 の (l) に示すように、変質部形成工程において、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の内部からガラス基板 1 0 の一方の主面までガラス基板 1 0 の厚さ方向に延びるように前記変質部 1 2 を形成する。すなわち、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の一方の主面に露出するように変質部 1 2 を形成する。ここで、ガラス基板 1 0 の一方の主面は、第一導電部 2 0 a が形成されるべき、ガラス基板 1 0 の主面である。さらに、変質部形成工程において、変質部 1 2 がガラス基板の厚さ方向にガラス基板 1 0 の一方の主面と反対側のガラス基板 1 0 の他方の主面から離れているように変質部 1 2 を形成する。

40

【 0 0 7 1 】

図 5 の (m) に示すように、ガラス基板 1 0 の一方の主面に変質部 1 2 の位置に応じて第一導電部 2 0 a を形成する。また、必要に応じて、第一導電部 2 0 a の表面に保護膜 2 2 を形成する。

【 0 0 7 2 】

50

その後、ガラス基板 10 の他方の主面からガラス基板 10 がウェットエッチングされるようにガラス基板 10 をエッチング液に浸す。当初は、ガラス基板 10 の他方の主面に変質部 12 が露出していないので、ガラス基板 10 の他方の主面の全体において均一なエッチングレートでガラス基板 10 がエッチングされる。ガラス基板 10 のエッチングが進むと、図 5 の (n) に示すように、ガラス基板 10 の他方の主面側に変質部 12 が露出する。エッチング液としては、ガラス基板 10 の変質部 12 が形成されていない部分に対するエッチングレートよりも変質部 12 に対するエッチングレートが大きいエッチング液が用いられる。このため、変質部 12 におけるエッチングレートとガラス基板 10 の変質部 12 以外の部分におけるエッチングレートとの差によって、ガラス基板 10 の厚みがエッチングにより減少する速度よりも速い速度でガラス基板 10 の厚み方向に延びる変質部 12 がエッチングされる。これにより、図 5 の (o) に示すように、貫通孔 14 が形成される。

10

【 0 0 7 3 】

その後、ガラス基板 10 を、図 1 の (e) ~ (h) の工程に従って加工することによって、貫通電極付ガラス基板が製造される。第 3 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法によれば、ガラス基板 10 の他方の主面に変質部 12 を露出させるための研磨工程を省略することができるので、貫通電極付ガラス基板の製造コストを低減できる。また、貫通孔 14 が形成されていない比較的厚みが大きいガラス基板 10 を用いて第一導電部 20 a を形成できる。このため、第一導電部 20 a を形成するときにガラス基板 10 の取扱いが容易である。また、最終的に製造される貫通電極付ガラス基板の厚みを小さくすること

20

【 0 0 7 4 】**< 第 4 実施形態 >**

次に、第 4 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法について説明する。第 4 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、特に説明する場合を除き、第 1 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法と同様に行われる。

【 0 0 7 5 】

図 6 の (p) に示すように、変質部形成工程において、変質部 12 がガラス基板 10 の内部からガラス基板 10 の他方の主面までガラス基板 10 の厚さ方向に延びるように前記変質部 12 を形成する。すなわち、変質部 12 がガラス基板 10 の他方の主面に露出するように変質部 12 を形成する。ここで、ガラス基板 10 の他方の主面は、第一導電部 20 a が形成されるべきガラス基板 10 の主面と反対側のガラス基板 10 の主面である。さらに、変質部形成工程において、変質部 12 がガラス基板の厚さ方向にガラス基板 10 の一方の主面から離れているように変質部 12 を形成する。

30

【 0 0 7 6 】

図 6 の (q) に示すように、ガラス基板 10 の他方の主面に変質部 12 の位置に応じて第一導電部 20 a を形成する。また、必要に応じて、第一導電部 20 a の表面に保護膜 22 を形成する。

【 0 0 7 7 】

その後、ガラス基板 10 の他方の主面からガラス基板 10 がウェットエッチングされるようにガラス基板 10 をエッチング液に浸す。エッチング液としては、ガラス基板 10 の変質部 12 が形成されていない部分に対するエッチングレートよりも変質部 12 に対するエッチングレートが大きいエッチング液が用いられる。このため、変質部 12 におけるエッチングレートとガラス基板 10 の変質部 12 以外の部分におけるエッチングレートとの差によって、ガラス基板 10 の厚みがエッチングにより減少する速度よりも速い速度でガラス基板 10 の厚み方向に延びる変質部 12 がエッチングされる。このため、図 6 の (r) に示すように、有底孔 18 が形成される。その後、ガラス基板 10 の厚み方向に均一なエッチングレートでガラス基板 10 のエッチングが進み、図 6 の (s) に示すように、貫通孔 14 が形成される。

40

【 0 0 7 8 】

50

< 第 5 実施形態 >

次に、第 5 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法について説明する。第 5 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法は、特に説明する場合を除き、第 1 実施形態に係る貫通電極付ガラス基板の製造方法と同様に行われる。

【 0 0 7 9 】

図 7 の (t) に示すように、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の一方の主面及び他方の主面から離れているように変質部 1 2 を形成したうえで、ガラス基板 1 0 の一方の主面に第一導電部 2 0 a を形成する。すなわち、変質部形成工程において、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の一方の主面及び他方の主面から離れているように変質部 1 2 を形成する。場合によっては、第一導電部 2 0 a の表面に保護膜 2 2 を形成する。

10

【 0 0 8 0 】

その後、ガラス基板 1 0 の他方の主面からガラス基板 1 0 がウェットエッチングされるようにガラス基板 1 0 をエッチング液に浸す。第 3 実施形態と同様に、当初は、ガラス基板 1 0 の他方の主面の全体において均一なエッチングレートでガラス基板 1 0 がエッチングされる。ガラス基板 1 0 のエッチングが進み、ガラス基板 1 0 の他方の主面側で変質部 1 2 が露出すると、変質部 1 2 におけるエッチングレートとガラス基板 1 0 の変質部 1 2 以外の部分におけるエッチングレートとの差によって、ガラス基板 1 0 の厚みがエッチングにより減少する速度よりも速い速度でガラス基板 1 0 の厚み方向に伸びる変質部 1 2 がエッチングされる。変質部 1 2 のエッチングが終了すると、図 7 の (u) に示すように、有底孔 1 8 が形成される。エッチングがさらに進むと、図 7 の (v) に示すように、貫通孔 1 4 が形成される。

20

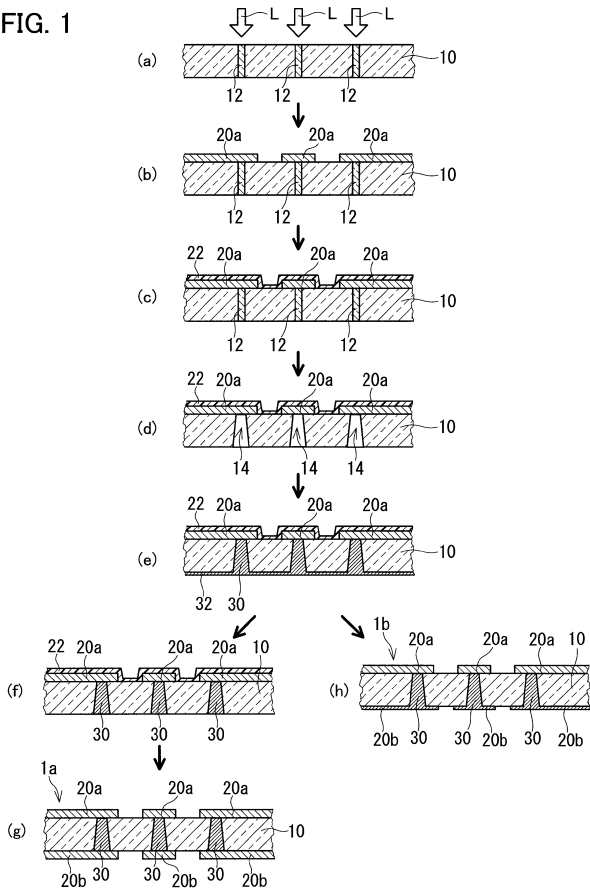
【 0 0 8 1 】

第 5 実施形態によれば、ガラス基板 1 0 の厚み方向における変質部 1 2 の長さを比較的短くできるので、変質部 1 2 を比較的短時間で形成することができる。一方、ガラス基板 1 0 の変質部 1 2 以外の部分に対するエッチング液のエッチングレートは比較的小さいので、変質部 1 2 がエッチングされた後から貫通孔 1 4 を形成されるまでにかかる時間が比較的長い。このため、ガラス基板 1 0 の厚み方向だけでなく、ガラス基板 1 0 の面方向にもエッチングが進むので、図 7 の (v) に示すように貫通孔 1 4 の内周面が形成するテーパ面のテーパ角度が大きくなる。このため、形成可能な貫通孔 1 4 の大きさが制約されてしまう可能性もある。従って、変質部形成工程において、変質部 1 2 がガラス基板 1 0 の一方の主面に露出するように、変質部 1 2 が形成されていることが望ましい。

30

【 図 1 】

FIG. 1



【 図 2 】

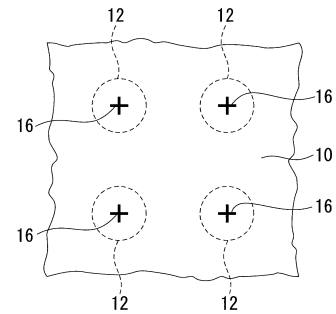


FIG. 2

【 図 3 】

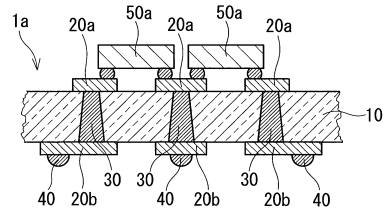


FIG. 3

【 図 4 】

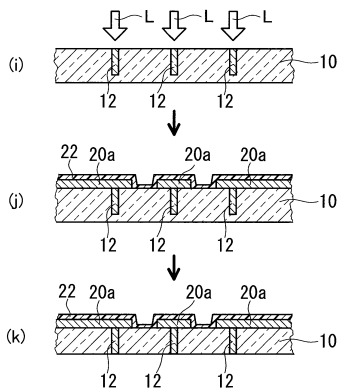


FIG. 4

【 図 5 】

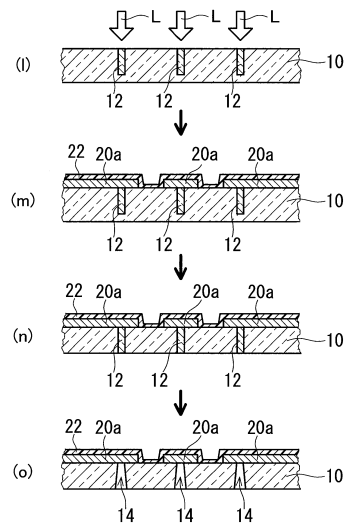


FIG. 5

【 図 6 】

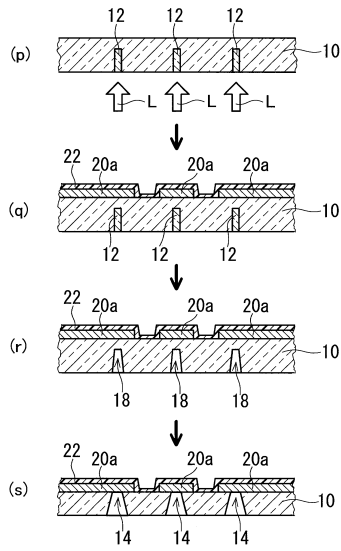


FIG. 6

【 図 7 】

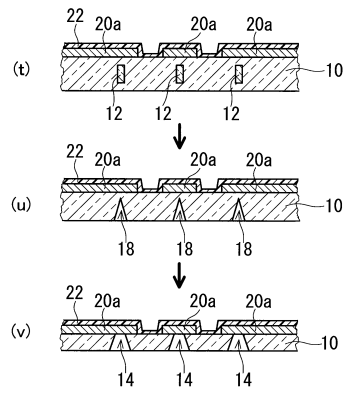


FIG. 7

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
C 0 3 C	15/00 (2006.01)	C 0 3 B	33/02	
C 0 3 C	23/00 (2006.01)	C 0 3 C	15/00	Z
		C 0 3 C	23/00	D

合議体

審判長 日比野 隆治

審判官 正 知晃

審判官 後藤 政博

- (56)参考文献 特開2012-186285(JP,A)
 特開2014-236291(JP,A)
 特開2014-158243(JP,A)
 特開2012-165035(JP,A)
 特開2011-37707(JP,A)
 特開2002-66769(JP,A)
 国際公開第2012/014710(WO,A1)
 特開2009-117771(JP,A)
 特開2008-156200(JP,A)
 特開2011-178642(JP,A)
 特開2002-43723(JP,A)
 特開2010-225664(JP,A)
 特開2015-38962(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C 15/00-23/00
 H05K 3/40
 H05K 3/42
 H01L 23/12
 B23K 26/53