

(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
2022年5月19日(19.05.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/102598 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 3/091 (2006.01) C03C 3/087 (2006.01)
C03C 3/083 (2006.01) G09F 9/30 (2006.01)
C03C 3/085 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/041107
- (22) 国際出願日: 2021年11月9日(09.11.2021)
- (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 2020-190229 2020年11月16日(16.11.2020) JP
- (71) 出願人: 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 牧田 雅貴(MAKITA Masaki); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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).

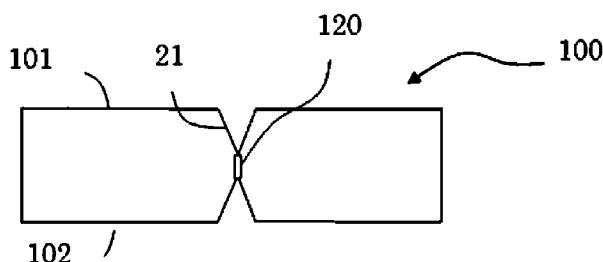
添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: GLASS SUBSTRATE

(54) 発明の名称: ガラス基板

[図2]



(57) Abstract: A glass substrate of the present invention comprises, as a glass composition in mol%: SiO₂ 65.0 to 80.0%; Al₂O₃ 2.0 to 15.0%; B₂O₃ 0 to 15.0%; Li₂O + Na₂O + K₂O 0.001 to less than 0.1%; MgO 0 to 15.0%; CaO 0 to 15.0%; SrO 0 to 15.0%; BaO 0 to 15.0%; SnO₂ 0.01 to 1.0%; As₂O₃ 0 to less than 0.050%; and Sb₂O₃ 0 to less than 0.050%.

(57) 要約: 本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、SiO₂ 65.0~80.0%、Al₂O₃ 2.0~15.0%、B₂O₃ 0~15.0%、Li₂O+Na₂O+K₂O 0.001~0.1%未満、MgO 0~15.0%、CaO 0~15.0%、SrO 0~15.0%、BaO 0~15.0%、SnO₂ 0.01~1.0%、As₂O₃ 0~0.050%未満、Sb₂O₃ 0~0.050%未満を含有する。



WO 2022/102598 A1

明 細 書

発明の名称： ガラス基板

技術分野

[0001] 本発明はガラス基板に関し、特にマイクロLEDディスプレイに好適なガラス基板に関する。

背景技術

[0002] タイリング方式のマイクロLEDディスプレイが開発されている（特許文献1参照）。このディスプレイでは、発光素子としてマイクロLEDを用いた表示パネルを複数枚並べることで一枚のディスプレイを構成している。

[0003] タイリング方式のマイクロLEDディスプレイでは、タイル同士の境目を視認し難くする必要がある。そのため、従来のディスプレイのように、ガラス基板の周辺部に駆動部を配置することができない。よって、各タイル上の発光素子はガラス裏面側から駆動させる必要があり、この場合、ガラス基板の板厚方向に貫通孔を作製して、ガラス基板の表裏面の導通を取る必要がある。

[0004] ガラス基板の板厚方向に貫通孔を作製する方法として、例えばレーザー光の照射によりガラス基板の内部に改質部を作製した後、HFエッチングにより改質部を除去することにより、貫通孔を形成する方法が知られている（特許文献2参照）。この方法で作製された貫通孔は断面視でテーパ形状になる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-205525号公報

特許文献2：特許第6333282号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、ディスプレイの高精細化により画素密度が高くなると、配線密

度も同時に高くなり、これに伴い、貫通孔のテーパ角を小さくすることが重要になる。

[0007] 貫通孔のテーパ角は、エッチング時の板厚方向への孔の伸展速度と、孔径の拡大速度の比により決まると考えられる。そして、孔径の拡大速度を遅くすると、テーパ角を小さくすることができる。ここで、孔径の拡大速度は、母ガラスのHFエッチングレートと同義である。このため、テーパ角の小さい貫通孔を作製するために、HFエッチングレートが低下させることが重要になる。そして、HFエッチングレートを低くするためには、ガラス組成中の SiO_2 の含有量を増加させればよい。

[0008] また、ディスプレイ用途のガラス基板は、低廉化が進んでいる。ガラス基板を低廉化するには、生産性（溶融性、成形性、耐失透性）を高めると共に、オーバーフローダウンドロー法で成形して表面品位を高めることが重要になる。しかし、上記のように SiO_2 の含有量を増加させると、溶融性が低下して、溶融コストが高騰する。更に成形温度が高くなり、オーバーフローダウンドロー法で用いる成形体の寿命が短くなり易い。結果として、ガラス基板の原板コストが高騰してしまう。

[0009] 更に SiO_2 以外のガラス成分を調整してガラス基板の生産性を高めようとすると、ガラスが分相し易くなる。ガラスが分相すると、透過率が低下することに加え、HFエッチング時にガラス表面が白濁し易くなり、またガラス表面に凹凸が生じ易くなる。結果として、ディスプレイ用途に使用できなくなる。

[0010] そこで、本発明は、上記事情に鑑み創案されたものであり、その技術的課題は、HFエッチングレートが低く、分相が生じ難いと共に、生産性に優れたガラス基板を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者は、種々の実験を繰り返した結果、ガラス基板のガラス組成を厳密に規制することにより、上記技術的課題を解決できることを見出し、本発明として、提案するものである。すなわち、本発明のガラス基板は、ガラス

組成として、モル%で、 SiO_2 65.0~80.0%、 Al_2O_3 2.0~15.0%、 B_2O_3 0~15.0%、 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 0~15.0%、 CaO 0~15.0%、 SrO 0~15.0%、 BaO 0~15.0%、 SnO_2 0~1.0%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有する。なお、「 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 」は、 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O の含量である。

[0012] また、本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 69.6~80.0%、 Al_2O_3 7.1~13.0%、 B_2O_3 2.0~7.5%、 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 3.4~10.0%、 CaO 0.1~5.5%、 SrO 0.1~15.0%、 BaO 0.3~3.0%、 SnO_2 0.01~1.0%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有することが好ましい。

[0013] また、本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 69.6~80.0%、 Al_2O_3 7.1~12.5%、 B_2O_3 2.7~7.5%、 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 3.4~10.0%、 CaO 0.1~5.5%、 SrO 0.5~3.8%、 BaO 0.3~3.0%、 SnO_2 0.01~1.0%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有することが好ましい。

[0014] また、本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 69.7~80.0%、 Al_2O_3 2.0~15.0%、 B_2O_3 2.5~15.0%、 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 0~15.0%、 CaO 0~8.2%、 SrO 0~15.0%、 BaO 1.1~15.0%、 SnO_2 0.01~1.0%、 TiO_2 0.005~0.1%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有することが好ましい。

[0015] また、本発明のガラス基板は、HFエッチングレートが $3.00\mu\text{m}/\text{分}$ 以下であることが好ましい。ここで、「HFエッチングレート」は、以下の方法により測定した値を指す。まず試料の両面を光学研磨した後、アニールし、一部をマスクングした。 $2.5\text{mol}/\text{L}$ のHF溶液 300mL について、ウォーターバススターラーを用いて 30°C に設定し、約 600rpm で攪拌した。このHF溶液中にガラス基板を20分間浸漬した。その後、マスクを除去し、試料を洗浄し、マスク部分と浸食部分の段差をサーフコーダ（ET4000A：小坂研究所社製）で測定した。その値を浸漬時間で除することでエッチングレートを算出した。

[0016] また、本発明のガラス基板は、高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度が 1760°C 以下であることが好ましい。なお、「高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度」は、例えば、白金球引き上げ法等で測定可能である。

[0017] また、本発明のガラス基板は、貫通孔を有することが好ましい。

[0018] また、本発明のガラス基板は、マイクロLEDディスプレイに用いることが好ましい。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、HFエッチングレートが低く、分相が生じ難いと共に、生産性に優れたガラス基板を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]板厚方向に改質部が形成されたガラス基板の模式的断面図である。

[図2]エッチング工程途中のガラス基板の模式的断面図である。

[図3]貫通孔を有するガラス基板の模式的断面図である。

[図4]貫通孔内部の狭窄部が板厚方向の中央部でない場合のガラス基板の模式的断面図である。

[図5]貫通孔内部に狭窄部を有しない場合のガラス基板の模式的断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 65.0

～80.0%、 Al_2O_3 2.0～15.0%、 B_2O_3 0～15.0%、 $Li_2O+Na_2O+K_2O$ 0.001～0.1%未満、 MgO 0～15.0%、 CaO 0～15.0%、 SrO 0～15.0%、 BaO 0～15.0%、 SnO_2 0～1.0%、 As_2O_3 0～0.050%未満、 Sb_2O_3 0～0.050%未満を含有することを特徴とする。上記のように各成分の含有量を限定した理由を以下に示す。なお、各成分の含有量の説明において、%表示は、特に断りがある場合を除き、モル%を表す。

[0022] SiO_2 は、ガラスの骨格を形成する成分である。 SiO_2 の含有量が少な過ぎると、耐薬品性が低下する。特にHFエッチングレートが増加するため、貫通孔を形成する際の孔径の拡大速度が増加し、貫通孔のテーパ角が大きくなる。よって、 SiO_2 の下限量は65.0%であり、より好ましくは68.0%、より好ましくは68.6%、より好ましくは68.8%、より好ましくは68.9%、より好ましくは69.1%、より好ましくは69.6%、より好ましくは69.7%、特に好ましくは69.9%である。また、ガラス基板をHF溶液によりエッチングした際に、 SiO_2 は溶液中に溶解し、残渣を生じない成分である。従ってガラス中に SiO_2 を多く含有させることで、エッチング時に生じる残渣量が減少して、エッチング装置において残渣詰まりが生じ難くなって、残渣を処理する際の負荷が小さくなり、残渣の処理に必要なコストが小さくなる。特に SiO_2 の含有量が69.7%以上の時、前述の効果を大きくなり、且つHFエッチングレートが低くなり、貫通孔のテーパ角を小さくすることができる。一方、 SiO_2 の含有量が多過ぎると、高温粘度が高くなり、熔融時に必要な熱量が多くなり、熔融コストが高騰すると共に、 SiO_2 の導入原料の溶け残りが発生して、歩留まり低下の原因になる虞がある。よって、 SiO_2 の上限量は80.0%であり、より好ましくは78.0%、より好ましくは76.0%、より好ましくは75.8%、より好ましくは75.5%、より好ましくは75.3%、特に好ましくは75.1%である。

[0023] Al_2O_3 は、ガラスの骨格を形成する成分であり、耐薬品性を高める成分

である。Al₂O₃の含有量が少な過ぎると、耐薬品性が低下し、特にHFエッチングレートが増加し易くなる。よって、Al₂O₃の下限量は2.0%であり、より好ましくは5.2%、より好ましくは7.1%、より好ましくは7.3%、より好ましくは7.5%、より好ましくは7.7%、より好ましくは8.0%、より好ましくは8.6%、より好ましくは8.7%、より好ましくは8.8%、より好ましくは8.9%、より好ましくは9.0%、特に好ましくは9.1%である。一方、Al₂O₃の含有量が多過ぎると、HFエッチング時の板厚の減少量に対して生じる残渣量が多くなり、エッチング装置への残渣詰まり等が生じ易くなる。よって、Al₂O₃の上限量は15.0%であり、より好ましくは13.0%、より好ましくは12.9%、より好ましくは12.5%、より好ましくは12.3%、より好ましくは12.0%、より好ましくは11.8%、より好ましくは11.5%、より好ましくは11.0%、より好ましくは10.9%、特に好ましくは10.5%である。

[0024] B₂O₃は、熔融性や耐失透性を高める成分である。B₂O₃の含有量が少な過ぎると、熔融性や耐失透性が低下し易くなる。よって、B₂O₃の下限量は0%であり、好ましくは0.1%、より好ましくは0.5%、より好ましくは0.6%、より好ましくは1.0%、より好ましくは1.5%、より好ましくは2.0%、より好ましくは2.1%、より好ましくは2.5%、より好ましくは2.7%、より好ましくは2.8%、より好ましくは3.1%、より好ましくは3.4%、より好ましくは3.5%、特に好ましくは4.0%である。また、ガラス基板をHF溶液によりエッチングした際に、B₂O₃は溶液中に溶解し、残渣を生じない成分である。従ってガラス中にB₂O₃を含有させることで、エッチング時に生じる残渣量が減少し、エッチング装置において残渣詰まりが生じ難くなり、残渣を処理する際の負荷が小さくなり、残渣の処理に必要なコストが小さくなる。特にB₂O₃の含有量が2.5%以上の時、前述の効果を享受し易くなる。一方、B₂O₃の含有量が多過ぎると、ガラスが分相し易くなる。ガラスが分相すると、ガラス基板が白濁し、

ガラス基板の透過率が低下する。また白濁が確認されない場合であっても、分相の影響によりHFエッチング時にガラス表面が白濁し易くなり、またガラス表面に凹凸が生じ易くなる。更にSiO₂が少ない分相領域が生じて、HFエッチングレートが速くなってしまふ。よって、B₂O₃の上限量は15.0%であり、より好ましくは10.0%、より好ましくは7.5%、より好ましくは7.4%、より好ましくは7.3%、より好ましくは7.0%、より好ましくは6.5%、より好ましくは6.0%、より好ましくは5.5%、特に好ましくは5.0%である。

[0025] Li₂O、Na₂O及びK₂Oは、ガラス原料から不可避免的に混入する成分であり、その含量又は個別含有量は0.001~0.1%未満であり、好ましくは0.005~0.09%、より好ましくは0.01~0.05%である。Li₂O、Na₂O及びK₂O含量又は個別含有量が多過ぎると、熱処理工程で成膜された半導体物質中にアルカリイオンが拡散する事態を招く虞がある。

[0026] MgOは、耐HF性を高める成分であり、また高温粘性を下げて、熔融性を高める成分である。MgOの含有量が少な過ぎると、HFエッチングレートが増加して、貫通孔のテーパ角が大きくなり易い。また熔融性が低下し易くなる。また、ヤング率が低下して、ガラス基板が撓み易くなり、結果としてガラス基板が破損し易くなる。よって、MgOの下限量は0%であり、より好ましくは1.0%、より好ましくは1.1%、より好ましくは1.1%、より好ましくは3.0%、より好ましくは3.4%、より好ましくは3.5%、特に好ましくは4.0%である。特にMgOの含有量が3.4%以上である場合、テーパ角が小さい貫通孔を形成し易くなる。一方、MgOの含有量が多過ぎると、ガラスが分相し易くなる。またムライト等の失透結晶が生じ易くなり、液相粘度が低下し易くなる。よって、MgOの上限量は15.0%であり、より好ましくは13.8%、より好ましくは13.7%、より好ましくは13.8%、より好ましくは13.0%、より好ましくは11.9%、より好ましくは11.0%、より好ましくは10.0%、より

好ましくは9.9%、より好ましくは9.5%、特に好ましくは9.0%である。

[0027] CaOは、高温粘性を下げて、熔融性を高める成分である。CaOの含有量が少な過ぎると、上記効果を享受し難くなる。よって、CaOの下限量は0%であり、より好ましくは0.1%、より好ましくは0.2%、より好ましくは0.5%、特に好ましくは1.0%である。一方、CaOの含有量が多過ぎると、ガラスが分相し易くなる。またエッチング時に生じる残渣量が増加し、一部の孔の内部に残渣が溜まり易くなる。結果として、その孔の深さ方向へのエッチングレートが低下して、孔形状がばらつき易くなる。加えてエッチング装置において残渣詰まりが生じ易くなり、残渣を処理する際の負荷が大きくなる。この際生じる残渣の質量は、アルカリ土類、Al、Fから構成される塩の式量に比例するため、アルカリ土類の原子量が大きい程、この課題が顕在化し易くなる。特にエッチングにより貫通孔を形成する際は、ガラス基板の板厚の減少量に加えて貫通孔の体積分の残渣が生じる。貫通孔を多数設ける場合、貫通孔の個数に比例して残渣が生じるため、従来のスリミング工程で問題が生じなかったガラス基板であっても、上記課題が顕在化して、製造コストが高騰してしまう。よって、CaOの上限量は15.0%であり、より好ましくは10.0%、より好ましくは8.5%、より好ましくは8.2%、より好ましくは8.0%、より好ましくは5.5%、より好ましくは5.4%、より好ましくは5.3%、より好ましくは5.0%、より好ましくは4.5%、特に好ましくは4.0%である。特に、CaOが5.5%以下である場合、上記の残渣に由来する課題を解決し易くなる。

[0028] SrOは、高温粘性を下げて、熔融性を高める成分である。SrOの含有量が少な過ぎると、上記効果を享受し難くなる。よって、SrOの下限量は0%であり、より好ましくは0.1%、より好ましくは0.2%、より好ましくは0.5%、より好ましくは0.6%、より好ましくは0.7%、より好ましくは0.8%、より好ましくは0.9%、より好ましくは1.0%。より好ましくは1.5%、より好ましくは2.0%、特に好ましくは2.2

%である。一方、SrOの含有量が多過ぎると、ガラスが分相し易くなる。また残渣量が増加し、上記の残渣に由来する課題が生じて、孔形状がばらつき易くなり、また製造コストが高騰する。よって、SrOの上限量は15.0%であり、より好ましくは12.0%、より好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、より好ましくは4.0%、より好ましくは3.9%、より好ましくは3.8%、より好ましくは3.5%、より好ましくは3.1%、特に好ましくは3.0%である。特に、SrOが3.8%以下である場合、上記の残渣に由来する課題を解決し易くなる。

[0029] BaOは、耐失透性を高める成分であり、またガラスを分相し難くする成分である。BaOの含有量が少な過ぎると、上記効果を享受し難くなる。よって、BaOの下限量は0%であり、より好ましくは0.1%、より好ましくは0.3%、より好ましくは0.4%、より好ましくは0.5%、より好ましくは0.8%、より好ましくは0.9%、より好ましくは1.0%、より好ましくは1.1%、より好ましくは1.4%、より好ましくは1.5%、より好ましくは2.0%、特に好ましくは2.1%である。一方、BaOの含有量が多過ぎると、HFエッチングレートが増加し易くなる。また残渣の質量が大きくなり、前述した残渣に由来する課題が生じて、孔形状がばらつき易くなり、また製造コストが高騰する。よって、BaOの上限量は15.0%であり、より好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、より好ましくは3.0%、より好ましくは2.9%、より好ましくは2.8%、特に好ましくは2.5%である。特に、BaOが3.0%以下である場合、上記の残渣に由来する課題を解決し易くなる。

[0030] SnO₂は、高温域で良好な清澄作用を有する成分であると共に、高温粘性を低下させ、熔融性を高める成分である。そのためガラス基板を歩留まり良く生産するためにはSnO₂を含有することが必須であり、その含有量は好ましくは0~1.0%、より好ましくは0.01~0.8%、より好ましくは0.01~0.5%、特に好ましくは0.05~0.5%である。SnO₂の含有量が0.01%より少ないと、上記効果を享受し難くなる。一方、Sn

O_2 の含有量が多過ぎると、 SnO_2 の失透結晶が析出し易くなり、歩留まり低下の原因になる虞がある。

[0031] TiO_2 は、高温粘性を下げ、溶融性を高める成分であり、また紫外域の吸光度を高める成分である。紫外域の吸光度、特に深紫外域の吸光度が高くなると、フェムト秒又はピコ秒レーザーを照射した際に多光子吸収が生じ易くなり、ガラスへの改質部の作製が容易となる。従って、ガラス基板にレーザー改質部を作製し、その後のエッチングによって改質部を除去して、ガラス基板に貫通孔を形成する場合、 TiO_2 の導入が有利である。よって、 TiO_2 の下限量は、好ましくは0%、より好ましくは0.0005%、より好ましくは0.001%、特に好ましくは0.005%である。一方、 TiO_2 を多量に含有させると、ガラス基板が着色して、ガラス基板の透過率が低下し易くなる。よって、ガラス基板をディスプレイ用途に用いる場合、 TiO_2 の上限值は、好ましくは0.1%、より好ましくは0.1%未満、より好ましくは0.08%、特に好ましくは0.05%である。

[0032] ZnO は、溶融性を高める成分である。しかし、 ZnO を多量に含有させると、ガラス基板が着色して、ガラス基板の透過率が低下し易くなる。よって、ガラス基板をディスプレイ用途に用いる場合、 ZnO の含有量は少ない方が望ましく、その含有量は、好ましくは0~0.4%未満、より好ましくは0~0.3%、より好ましくは0~0.2%、特に好ましくは0~0.1%である。

[0033] 上記成分以外にも、例えば、任意成分として、以下の成分を添加してもよい。なお、上記成分以外の他の成分の含有量は、本発明の効果を的確に享受する観点から、合量で5%以下、特に1%以下が好ましい。

[0034] P_2O_5 は、耐HF性を高める成分である。しかし、 P_2O_5 を多量に含有させると、ガラスが分相し易くなる。よって、 P_2O_5 の含有量は、好ましくは0~2.5%、より好ましくは0.0005~1.5%、更に好ましくは0.001~0.5%、特に好ましくは0.005~0.3%である。

[0035] CuO は、ガラスを着色させる成分である。よって、ガラス基板をディス

プレイ用途に用いる場合、CuOの含有量は少ない方が望ましく、その含有量は、好ましくは0~0.1%、より好ましくは0~0.1%未満、特に好ましくは0~0.05%である。

[0036] Y_2O_3 、 Nb_2O_5 、 La_2O_3 には、ヤング率等の力学的特性を高める成分であるが、これらの成分の含量及び個別含有量が多過ぎると、原料コストが増加し易くなる。よって、 Y_2O_3 、 Nb_2O_5 、 La_2O_3 の含量及び個別含有量は、好ましくは0~5%、より好ましくは0~1%、更に好ましくは0~0.5%、特に好ましくは0~0.5%未満である。

[0037] 上記のように、 SnO_2 は、清澄剤として好適であるが、ガラス特性が損なわれない限り、清澄剤として、 SnO_2 に代えて、或いは SnO_2 と共に、F、 SO_3 、C、或いはAl、Si等の金属粉末を各々1%まで（好ましくは0.8%まで、特に0.5%まで）添加することができる。また、清澄剤として、 CeO_2 も添加することができるが、 CeO_2 の含有量が多過ぎると、ガラスが着色するため、その含有量の上限は、好ましくは0.1%、より好ましくは0.05%、特に好ましくは0.01%である。

[0038] 清澄剤として、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 も有効である。しかし、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 は、環境負荷を増大させる成分である。よって、本発明のガラス基板は、これらの成分を実質的に含有しないことが好ましく、その範囲は0~0.050%未満である。

[0039] Clは、ガラスバッチの初期溶融を促進させる成分である。また、Clを添加すれば、清澄剤の作用を促進することができる。これらの結果として、溶融コストを低廉化しつつ、ガラス製造窯の長寿命化を図ることができる。しかし、Clの含有量が多過ぎると、歪点が低下し易くなり、ディスプレイ用途に用いる場合、トータルピッチずれ等の問題を招来させる虞がある。よって、Clの含有量は、好ましくは0~3%、より好ましくは0.0005~1%、特に好ましくは0.001~0.5%である。なお、Clの導入原料として、塩化ストロンチウム等のアルカリ土類金属酸化物の塩化物、或いは塩化アルミニウム等の原料を使用することができる。

- [0040] Fe_2O_3 は、ガラス原料から不可避免的に混入する成分であり、またガラスを着色させる成分である。 Fe_2O_3 の含有量が少な過ぎると、原料コストが高騰し易くなる。一方、 Fe_2O_3 の含有量が多過ぎると、ガラス基板が着色して、ディスプレイ用途に使用し難くなる。 Fe_2O_3 の含有量は、好ましくは0～300質量ppm、より好ましくは80～250質量ppm、特に好ましくは100～200質量ppmである。
- [0041] ZrO_2 は、ガラス製造窯に用いられる耐火物から不可逆的に混入する成分である。 ZrO_2 の含有量が多過ぎると、失透結晶が析出し易くなる。一方、 ZrO_2 の含有量を少なくしようとする、溶融温度を下げなければならず、その場合、ガラスの溶融が困難になる。よって、 ZrO_2 の含有量は、好ましくは0～0.5%、より好ましくは0.0001～0.5%、より好ましくは0.001～0.4%、特に好ましくは0.005～0.3%である。
- [0042] 本発明のガラス基板は、以下の特性を有することが好ましい。
- [0043] HFエッチングレートは、好ましくは3.00 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下、2.00 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下、1.00 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下、0.75 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下、0.70 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下、0.65 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下、特に好ましくは0.60 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下である。このようなエッチングレートであれば、貫通孔を作製する際に孔径が拡大し難いため、テーパ角を小さくすることができる。結果として、ガラス基板に高密度に貫通孔を作製することができる。
- [0044] 30～380 $^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均熱膨張係数は、好ましくは $30 \times 10^{-7} \sim 50 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは $32 \times 10^{-7} \sim 48 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは $33 \times 10^{-7} \sim 45 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 、より好ましくは $34 \times 10^{-7} \sim 44 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ 、特に好ましくは $35 \times 10^{-7} \sim 43 \times 10^{-7} / ^{\circ}\text{C}$ である。このようにすれば、TFTに使用されるSiの熱膨張係数に整合し易くなる。
- [0045] ヤング率は、好ましくは65GPa以上、より好ましくは70GPa以上、より好ましくは75GPa以上、より好ましくは77GPa以上、特に好ましくは78GPa以上である。ヤング率が低過ぎると、ガラス基板の撓み

に起因した不具合が発生し易くなる。

[0046] 歪点は、好ましくは 650°C 以上、より好ましくは 680°C 以上、より好ましくは 686°C 超、特に好ましくは 690°C 以上である。このようにすれば、TF T製造プロセスにおいて、ガラス基板の熱収縮を抑制することができる。

[0047] 液相温度は、好ましくは 1350°C 以下、より好ましくは 1350°C 未満、より好ましくは 1300°C 以下、特に好ましくは $1000\sim 1280^{\circ}\text{C}$ である。このようにすれば、成形時に失透結晶が発生して、生産性が低下する事態を防止し易くなる。更にオーバーフローダウンドロー法で成形し易くなるため、ガラス基板の表面品位を高め易くなると共に、ガラス基板の製造コストを低廉化することができる。なお、液相温度は、耐失透性の指標であり、液相温度が低い程、耐失透性に優れる。

[0048] 液相粘度は、好ましくは $10^{4.0}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上、より好ましくは $10^{4.1}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上、より好ましくは $10^{4.2}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上、特に好ましくは $10^{4.3}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上である。このようにすれば、成形時に失透が生じ難くなるため、オーバーフローダウンドロー法で成形し易くなり、結果として、ガラス基板の表面品位を高めることが可能になり、またガラス基板の製造コストを低廉化することができる。なお、液相粘度は、耐失透性と成形性の指標であり、液相粘度が高い程、耐失透性と成形性が向上する。

[0049] 高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度は、好ましくは 1760°C 以下、より好ましくは 1700°C 以下、より好ましくは 1690°C 以下、より好ましくは 1680°C 以下、特に好ましくは $1400\sim 1670^{\circ}\text{C}$ である。高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度が高過ぎると、ガラスバッチを溶解し難くなって、ガラス基板の製造コストが高騰する。なお、高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度は、熔融温度に相当し、この温度が低い程、熔融性が向上する。

[0050] $\beta\text{-OH}$ 値は、ガラス中の水分量を示す指標であり、 $\beta\text{-OH}$ 値を低下させると、歪点を高めることができる。また、ガラス組成が同じ場合でも、 β

—OH値が小さい方が、歪点以下温度での熱収縮率が小さくなる。 β —OH値は、好ましくは0.35/mm以下、より好ましくは0.30/mm以下、より好ましくは0.28/mm以下、より好ましくは0.25/mm以下、特に好ましくは0.20/mm以下である。なお、 β —OH値が小さ過ぎると、溶融性が低下し易くなる。よって、 β —OH値は、好ましくは0.01/mm以上、特に好ましくは0.03/mm以上である。

[0051] β —OH値を低下させる方法として、以下の方法が挙げられる。(1) 含水量の低い原料を選択する。(2) ガラス中に β —OH値を低下させる成分(CI、SO₃等)を添加する。(3) 炉内雰囲気中の水分量を低下させる。(4) 溶融ガラス中でN₂バブリングを行う。(5) 小型溶融炉を採用する。(6) 溶融ガラスの流量を多くする。(7) 電気溶融法を採用する。

[0052] ここで、「 β —OH値」は、FT—IRを用いてガラスの透過率を測定し、下記の数式1を用いて求めた値を指す。

[0053] [数1]

$$\beta\text{—OH値} = (1/X) \log(T_1/T_2)$$

X：板厚 (mm)

T₁：参照波長3846 cm⁻¹における透過率 (%)

T₂：水酸基吸収波長3600 cm⁻¹付近における最小透過率 (%)

[0054] 本発明のガラス基板は、オーバーフローダウンドロー法で成形されてなることが好ましい。オーバーフローダウンドロー法は、耐熱性の樋状構造物の両側から溶融ガラスを溢れさせて、溢れた溶融ガラスを樋状構造物の下端で合流させながら、下方に延伸成形してガラス基板を製造する方法である。オーバーフローダウンドロー法では、ガラス基板の表面となるべき面は樋状耐火物に接触せず、自由表面の状態で作成される。このため、未研磨で表面品位が良好なガラス基板を安価に製造することができ、薄型化も容易である。

[0055] オーバーフローダウンドロー法以外にも、例えば、ダウンドロー法(スロットダウン法等)、フロート法等でガラス基板を成形することも可能である。

- [0056] 本発明のガラス基板において、板厚は、特に限定されるものではないが、0.7 mm未満、0.6 mm以下、0.6 mm未満、特に0.05~0.5 mmが好ましい。板厚が薄くなる程、貫通孔の孔径を小さくすることができる。結果として、貫通孔を高密度に作製することができる。なお、板厚は、成形時の流量や板引き速度等で調整可能である。
- [0057] 本発明のガラス基板は、マイクロLEDディスプレイ、特にタイリング方式のマイクロLEDディスプレイの基板に用いることが好ましい。タイリング方式のマイクロLEDディスプレイでは、貫通孔を介して、ガラス基板の表裏面の導通をとることで、ガラス表面の発光素子をガラス裏面から駆動することができる。本発明のガラス基板は、貫通孔を高密度に作製し得るため、タイリング方式のマイクロLEDディスプレイを高精細化することができる。
- [0058] 本発明のガラス基板は、貫通孔を有することが好ましく、貫通孔は複数であることが好ましい。このようにすれば、マイクロLEDディスプレイ、特にタイリング方式のマイクロLEDディスプレイの基板に使用し易くなる。
- [0059] 貫通孔の作製方法について、図を示しながら説明する。図1は、板厚方向に改質部が形成されたガラス基板の模式的断面図である。ガラス基板100は、主表面として、第一の表面101と第二の表面102を有しており、改質部120は、第一の表面101と第二の表面102を板厚方向に貫通するように形成されている。そして、改質部120は、ガラス基板100にフェムト秒又はピコ秒パルスレーザーを照射することにより形成することができる。
- [0060] なお、レーザーのビーム形状としては、ガウシアンビーム形状又はベッセルビーム形状を用いることが好ましく、特にベッセルビーム形状を用いることが好ましい。ベッセルビーム形状であれば、ワンショットで板厚方向に貫くように改質部120を形成し得るため、改質部の形成時間を短縮することができる。ベッセルビーム形状は、例えばアルコキシレンズを用いることで形成することができる。

- [0061] 図2は、エッチング工程途中のガラス基板の模式的断面図である。図3は、貫通孔を有するガラス基板の模式的断面図である。なお、説明の便宜上、図1～3では、改質部120、貫通孔20を1つ示しているが、実際は多数の改質部120、貫通孔20を備えている。
- [0062] 改質部120を有する厚みtBのガラス基板100について、第一の表面101と第一の表面102の双方からエッチングが行われる。エッチング時には、図3に示すように第一の表面101と第一の表面102から伸展した非貫通孔21の間には、まだ除去されていない改質部120が存在している。更にエッチングを進めると、図4に示すように第一の表面101と第二の表面102からそれぞれ進展した孔が繋がり、貫通孔20が形成される。
- [0063] エッチングにより、ガラス基板の板厚はtBからtAまで減少し、改質部120は除去され、貫通孔20が形成される。貫通孔20は、断面視でテーパ形状を有し、そのテーパ角 θ は、第一の表面101と第二の表面102における孔直径 $\Phi 1$ 、狭窄部における孔直径 $\Phi 2$ 、板厚tAを用いて、以下の式1から計算できる。
- [0064] $\theta = \arctan((\Phi 1 - \Phi 2) / tA)$ 式1
- [0065] エッチング後の板厚tA、第一の表面101と第二の表面102における孔径 $\Phi 1$ は、例えば三次元形状測定機（例えばCNC三次元測定機：ミットヨ社製）、サーフコーダ（ET4000A：小坂研究所社製）により測定することができる。また、透過型光学顕微鏡（例えばECLIPSE LV100ND：NIKON社製）によりガラス基板の第一面、第二面及び断面を観察し、画像処理を行うことで前述した板厚及び孔径を測定してもよい。狭窄部における孔直径 $\Phi 2$ は次のように求める。前記評価方法における断面観察時に焦点をガラス内部に移動し、貫通孔20に焦点を合わせる。この画像から狭窄部の長さを測長し、その値を孔直径 $\Phi 2$ とする。
- [0066] ディスプレイ用途に用いる場合、テーパ角は、好ましくは 13° 以下であり、より好ましくは 11° 以下であり、より好ましくは 10° 以下であり、より好ましくは 9° 以下であり、より好ましくは 8° 以下であり、特に好

ましくは 7° 以下である。テーパ角が大き過ぎると、貫通孔を高密度に形成し難くなる。結果として、ガラス基板上に半導体を高密度に実装し難くなる。また、テーパ角は、好ましくは 0° 以上であり、より好ましくは 1° 以上であり、より好ましくは 2° 以上であり、より好ましくは 3° 以上であり、より好ましくは 4° 以上であり、特に好ましくは 5° 以上である。テーパ角が小さ過ぎると、貫通孔内壁に導電部を形成するためのメッキ工程において、スパッタによるシード層を作製する時に貫通孔の深い位置まで成膜することが難しくなる。

[0067] 貫通孔同士の中心間距離は、好ましくは $200\mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $160\mu\text{m}$ 以下であり、特に好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下である。貫通孔同士の中心間距離が大き過ぎると、貫通孔を高密度に形成し難くなる。結果として、ガラス基板上に半導体を高密度に実装し難くなる。また、貫通孔同士の中心間距離は、好ましくは孔径の1.5倍以上であり、より好ましくは1.7倍以上であり、特に好ましくは2.0倍以上である。貫通孔同士の中心間距離が小さ過ぎると、貫通孔同士の孔端部の距離が短くなり、孔端部からガラス基板が破損し易くなる。

[0068] エッチングに用いるエッチング液の種類は、ガラス基板100よりも改質部120のエッチングレートが速いエッチング液であれば特に限定されず、例えばHFやKOHが好ましい。エッチング液としては、エッチングレートが速いため、HFが特に好ましい。また、HF溶液に対して、HCl、 H_2SO_4 、 HNO_3 等の酸から一種又は二種以上添加して、混合溶液としてもよい。このような混合溶液とすることで、ガラス表面及び孔内壁への残渣の付着を低減し易くなる。

[0069] エッチング液の温度は特に限定されないが、温度を高くすることが有効である。HFを含むエッチング液の場合、その温度範囲は好ましくは $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ であり、より好ましくは $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ である。エッチング液の温度を高くすると、改質部のエッチング速度が相対的に速くなり易い。結果として、貫通孔の形成時間を短縮し得ると共に、板厚の減少量を小さくすることができ

る。一方、エッチング液の温度が高過ぎると、エッチング液中でHFが揮発して、HFの濃度ムラが生じ、孔形状のばらつきが大きくなる。

[0070] エッチング時にエッチング液の攪拌又は超音波をエッチング液に印加することが好ましい。特に超音波を印加すると、孔内壁への残渣の固着及び再付着を抑制することができる。超音波の周波数は、好ましくは100kHz以下であり、より好ましくは45kHz以下である。これにより、超音波によるキャビテーションの効果を高めることができる。

[0071] 図4は、貫通孔内部の狭窄部が板厚方向の中央部でない場合のガラス基板の模式的断面図である。図4に示すような貫通孔は、例えばエッチングをガラス基板100の第一の表面101から行った後、対向する第二の表面102から行うことで作製することができる。この時のテーパ角 $\theta 1$ と $\theta 2$ は、以下の式2及び式3から計算することができる。

$$\theta 1 = \arctan \left((\Phi 1 - \Phi 3) / (2 * t A 1) \right) \quad \text{式2}$$

$$\theta 2 = \arctan \left((\Phi 2 - \Phi 3) / (2 * t A 2) \right) \quad \text{式3}$$

[0072] 図5は、貫通孔内部に狭窄部を有しない場合のガラス基板の模式的断面図である。図5に示すような貫通孔は、例えばエッチングをガラス基板100の第一の表面101のみから行うことで作製することができる。この時のテーパ角は、第一の表面101における孔径 $\Phi 1$ 、第二の表面102における孔径 $\Phi 2$ 及び板厚 $t A$ を用いて、式4から計算することができる。

$$\theta = \arctan \left((\Phi 1 - \Phi 2) / (2 * t A) \right) \quad \text{式4}$$

実施例

[0073] 以下、本発明を実施例に基づいて説明する。なお、以下の実施例は単なる例示である。本発明は、以下の実施例に何ら限定されない。

[0074] 表1は、本発明の実施例（試料No. 1～12）を表している。

[0075]

[表1]

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	
ガラス組成 (mol%)	SiO ₂	69.7	69.9	69.9	69.9	74.6	75.3	74.7	75.0	69.9	70.0	70.3	70.1
	Al ₂ O ₃	10.1	10.0	10.0	10.0	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0	5.0
	B ₂ O ₃	4.9	4.8	4.8	5.0	5.0	4.8	5.0	5.0	10.0	9.6	9.5	9.8
	Li ₂ O	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Na ₂ O	0.011	0.011	0.011	<0.011	<0.011	0.011	<0.011	0.011	0.011	<0.011	<0.011	<0.011
	K ₂ O	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
	MgO	6.1	3.1	3.0	3.0	6.1	2.9	3.0	3.0	3.0	6.1	3.0	3.0
	CaO	3.1	6.0	3.1	3.0	3.1	5.9	3.0	3.0	3.0	3.1	6.0	3.0
	SrO	3.1	3.1	6.0	3.0	3.1	3.0	6.0	3.0	3.0	3.1	3.0	5.9
	BaO	3.0	3.0	3.1	6.0	3.0	3.0	3.1	5.9	6.0	3.0	3.0	3.0
	SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	As ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	0.0085	0.0085	0.0078	0.0098	0.0052	0.0083	0.0084	0.0086	0.0087	0.0074	0.0075	0.0078
	Fe ₂ O ₃	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006
	ZrO ₂	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.001	0.001
Cl	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.004	0.002	0.004	0.004	0.002	0.004	
F	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.013	0.013	0.014	<0.0014	<0.0014	0.013	<0.0013	0.014	0.014	<0.0013	<0.0013	<0.0013	
分相性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	
密度[g/cm ³]	2.5658	2.5768	2.6232	2.6589	2.5306	2.5490	2.5978	2.6384	2.6315	2.5168	2.5368	2.5875	
CTE[× 10 ⁻⁷ /°C]	37.8	40.4	41.3	41.4	37.9	40.1	41.3	41.8	42.4	38.2	40.6	41.6	
ヤング率[GPa]	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	
Ps[°C]	697	690	698	696	687	679	672	663	644	654	652	650	
Ta[°C]	755	747	746	744	744	734	725	717	689	705	700	695	
Ts[°C]	995	991	991	995	1027	1023	1007	964	未測定	1036	1044	1010	
10 ¹⁴ dPa·s[°C]	1340	1341	1342	1354	1360	1346	1332	1347	1250	1283	1256	1246	
10 ⁶ dPa·s[°C]	1512	1516	1517	1538	1556	1543	1526	1546	1436	1468	1436	1428	
10 ²³ dPa·s[°C]	1623	1627	1629	1658	1683	1671	1654	1663	1557	1588	1553	1546	
TL[°C]	1244	1215	1209	1131	>1304	>1302	>1404	>1402	1199	≧1246	≧1254	≧1251	
初相	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	CrI	
Log ₁₀ η TL	4.8	5.0	5.0	5.9	<4.4	<4.4	<3.6	<3.7	未測定	≦4.4	≦4.0	≦4.0	
HFエッチングレート[μ m/min]	0.56	0.69	0.72	0.75	1.62	1.80	1.55	1.08	1.74	2.37	2.70	2.32	
β-OH	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	

[0076] まず表中のガラス組成になるように、ガラス原料を調合したガラスバッチを白金坩堝に入れ、1600~1650°Cで24時間溶融した。ガラスバッチの溶解に際しては、白金スターラーを用いて攪拌し、均質化を行った。次いで、溶融ガラスをカーボン板上に流し出し、板状に成形した後、徐冷点付近の温度で30分間徐冷した。得られた各試料について、分相性、密度、30~380°Cの温度範囲における平均熱膨張係数CTE、ヤング率、歪点Ps、徐冷点Ta、軟化点Ts、高温粘度10^{4.0}dPa·sにおける温度、高温粘度10^{3.0}dPa·sにおける温度、高温粘度10^{2.5}dPa·sにおける温度、液相温度TL、初相、液相温度TLにおける粘度log₁₀η TL、

H F エッチングレート及び β -OH 値を評価した。

- [0077] 分相性は、目視でガラス基板に白濁が確認されなかったものを「○」、白濁が確認されたものを「×」として、評価したものである。
- [0078] 密度は、周知のアルキメデス法によって測定した値である。
- [0079] 30～380℃の温度範囲における平均熱膨張係数CTEは、ディラトメーターで測定した値である。
- [0080] ヤング率は、周知の共振法で測定した値を指す。
- [0081] 歪点 P_s 、徐冷点 T_a 、軟化点 T_s は、ASTM C336及びC338の方法に基づいて測定した値である。
- [0082] 高温粘度 $10^{4.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 、 $10^{3.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 、 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度は、白金球引き上げ法で測定した値である。
- [0083] 液相温度 T_L は、標準篩30メッシュ(500 μm)を通過し、50メッシュ(300 μm)に残るガラス粉末を白金ボートに入れて、温度勾配炉中に24時間保持した後、結晶が析出する温度である。そして、その結晶を初相として、評価した。なお、表中で「Cri」は、クリストバライトを指している。
- [0084] 液相粘度 $\log_{10} \eta_{TL}$ は、液相温度 T_L におけるガラスの粘度を白金球引き上げ法で測定した値である。
- [0085] HFエッチングレートは、上記の方法により測定した値である。
- [0086] 表1から明らかなように、試料No. 1～12は、ガラス組成が所定範囲内に規制されているため、HFエッチングレートが3.00 $\mu\text{m}/\text{分}$ 以下であり、高温粘度 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度が1700℃以下である。よって、試料No. 1～12は、HFエッチングレートが低く、生産性に優れているため、マイクロLEDディスプレイ、特にタイリング方式のマイクロLEDディスプレイの基板に好適である。なお、試料No. 1～9は、ガラスに分相が生じていないため、マイクロLEDディスプレイ、特にタイリング方式のマイクロLEDディスプレイの基板に好適である。
- [0087] 表2～5は、本発明の実施例(試料No. 13～61)を表している。

[0088] [表2]

	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.19	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	
ガラス組成 (mol%)	SiO ₂	72.1	72.0	71.8	72.1	72.3	72.2	72.2	72.4	74.9	74.5	75.0	
	Al ₂ O ₃	10.1	10.0	10.1	10.0	7.6	7.8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	
	B ₂ O ₃	4.9	5.1	5.2	4.9	7.2	7.2	7.5	7.4	4.9	5.1	5.2	4.9
	Li ₂ O	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Na ₂ O	0.011	0.022	0.011	<0.011	0.011	0.011	0.011	<0.011	0.011	0.011	0.011	0.022
	K ₂ O	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003
	MgO	5.1	2.6	2.5	2.6	5.1	2.6	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5
	CaO	2.6	5.1	2.5	2.6	2.6	5.1	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5
	SrO	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	2.6	5.0	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5
	BaO	2.6	2.6	2.6	5.1	2.6	2.6	2.6	5.1	2.6	2.6	2.6	5.0
	SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	As ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	0.0101	0.0093	0.0104	0.0105	0.0091	0.0092	0.0102	0.0113	0.0105	0.0100	0.0093	0.0112
	Fe ₂ O ₃	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006
	ZrO ₂	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Cl	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	
F	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.013	0.023	0.013	<0.012	0.012	0.013	0.012	<0.012	0.013	0.012	0.012	0.025	
分相性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
密度[g/cm ³]	2.5122	2.5220	2.5595	2.5928	2.4848	2.4992	2.5367	2.5709	2.4901	2.5032	2.5419	2.5737	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	34.3	36.3	39.0	38.4	34.8	36.7	37.8	38.7	34.2	36.0	37.5	37.9	
ヤング率[GPa]	未測定	74.9	74.0	73.2	72.4	72.3	73.3	72.5	74.1	74.0	未測定	72.3	
T _g [°C]	706	701	702	693	689	662	662	654	690	682	682	677	
T _α [°C]	763	764	765	763	723	719	718	711	752	742	743	738	
T _β [°C]	1027	1023	1027	1031	939	977	977	973	1025	1010	1011	1010	
10 ⁴ Pa・s[°C]	1390	1393	1401	1404	1369	1378	1399	1372	1419	1407	1404	1406	
10 ⁵ Pa・s[°C]	1566	1578	1593	1593	1560	1564	1566	1576	1616	1608	1605	1600	
10 ⁶ Pa・s[°C]	1683	1691	1731	1720	1684	1673	1670	1715	1754	1742	1740	1721	
TL[°C]	1255	1233	1244	1223	1229	1226	1210	1184	1301	1308	1275	1271	
初相	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	Cri	
Log ₁₀ カTL	5.0	5.3	5.2	5.4	5.0	5.0	5.2	5.3	4.8	4.7	4.9	4.9	
HFエッチングレート[μm/min]	0.42	0.50	0.46	0.51	0.64	0.67	0.57	0.52	0.39	0.43	0.37	0.35	
β-OH[°/mm]	0.16	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	0.23	0.18	未測定	0.17	0.16	

[0089]

[表3]

	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	
ガラス組成 (mol%)	SiO ₂	74.6	74.7	74.9	74.9	72.4	72.3	72.6	72.3	75.2	75.1	75.0	75.0
	Al ₂ O ₃	10.0	10.0	10.0	9.9	12.5	12.5	12.4	12.4	5.0	5.0	5.0	4.9
	B ₂ O ₃	2.5	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	7.1	7.3	7.4	7.4
	Li ₂ O	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Na ₂ O	0.011	0.011	0.033	0.045	0.011	0.011	0.011	0.023	0.011	0.011	0.011	0.011
	K ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001
	MgO	5.0	2.5	2.5	2.5	4.9	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5
	CaO	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5
	SrO	2.5	2.5	4.9	2.5	2.5	2.5	4.9	2.5	2.5	2.5	4.9	2.5
	BaO	2.5	2.5	2.6	5.0	2.5	2.5	2.6	5.1	2.5	2.5	2.6	5.0
	SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	As ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	P ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	0.0092	0.0101	0.0088	0.0096	0.0093	0.0094	0.0096	0.0097	0.0098	0.0099	0.0100	0.0111
	Fe ₂ O ₃	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
	ZrO ₂	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
Cl	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
F	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.012	0.012	0.035	0.046	0.012	0.013	0.013	0.026	0.012	0.011	0.011	0.012	
分相性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
密度[g/cm ³]	2.5206	2.5207	2.5652	2.5971	2.5442	2.5507	2.5872	2.6199	2.4830	2.4792	2.5203	2.5574	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	33.4	35.7	36.7	37.4	33.2	35.4	36.3	37.0	33.7	35.9	36.7	37.6	
ヤング率[GPa]	78.3	77.5	76.4	75.0	80.4	79.1	78.5	77.7	71.0	71.6	71.6	71.2	
Ps[°C]	736	732	729	729	746	748	748	747	691	686	670	659	
Ta[°C]	799	796	794	794	807	811	812	812	752	744	724	712	
Ts[°C]	1063	1060	1062	1066	1056	1060	1065	1069	-	-	-	988	
10 ⁴ dPa·s[°C]	1427	1430	1438	1447	1404	1407	1412	1423	1337	1358	1353	1357	
10 ⁵ dPa·s[°C]	1603	1609	1616	1631	1573	1576	1582	1592	1582	1557	1552	1558	
10 ⁶ dPa·s[°C]	1710	1721	1727	1743	1680	1682	1687	1697	1704	1683	1677	1685	
TL[°C]	1380	1303	1268	1232	>1383	1230	1251	1191	1272	1256	1247	1249	
初相	Cri	Cri	Cri	Cri	Mul	Cri	Ano	Ano	Cri	Cri	Cri	Cri	
Lo ₂₅ からTL	4.3	4.9	5.3	5.7	<4.2	5.5	5.3	6.0	-	-	-	4.7	
HFエッチングレート[μm/min]	0.37	0.41	0.41	0.43	0.49	0.54	0.57	0.59	1.84	2.09	1.80	1.44	
β-OH[°/mm]	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.14	0.13	0.15	0.12	

[0090]

[表4]

	No.37	No.38	No.39	No.40	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48
ガラス組成 (mol%)	SiO ₂	69.9	69.9	70.0	70.0	72.3	72.4	72.3	72.3	72.4	72.3	72.2
	Al ₂ O ₃	12.4	12.4	12.5	12.4	10.0	7.5	7.4	10.0	10.0	10.0	10.0
	B ₂ O ₃	5.0	5.0	4.8	5.0	2.6	5.0	2.5	5.0	5.0	4.9	5.1
	Li ₂ O	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Na ₂ O	0.011	0.011	0.011	0.023	0.011	0.021	0.011	0.011	0.011	0.011	0.022
	K ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.005	0.001	0.001	0.001	0.002
	MgO	5.0	2.5	2.5	2.5	6.0	6.0	5.9	7.5	7.5	5.1	5.0
	CaO	2.5	5.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	2.5	0.1	5.0	0.0
	SrO	2.5	2.5	5.0	2.5	3.0	3.0	3.0	0.0	2.5	0.0	5.0
	BaO	2.5	2.5	2.6	5.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.6
	SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	As ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	0.010	0.009	0.009	0.011	0.009	0.009	0.009	0.011	0.012	0.009	0.009
	Fe ₂ O ₃	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006
	ZrO ₂	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002
	Cl	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
F	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.012	0.012	0.013	0.024	0.012	0.025	0.016	0.012	0.012	0.012	0.024	
分相性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
密度[g/cm ³]	2.5316	2.5380	2.5738	2.6061	2.5750	2.5426	2.5554	2.4642	2.5017	2.4722	2.5461	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	33.7	35.6	36.8	37.2	37.4	37.8	37.3	30.3	32.2	32.9	34.8	
ヤング率[GPa]	78.0	76.7	76.1	74.6	78.8	75.2	77.5	77.4	76.0	76.1	74.5	
P _s [°C]	723	723	720	719	719	676	707	709	708	702	704	
T _a [°C]	783	783	782	782	779	734	767	770	770	764	766	
T _s [°C]	1025	1028	1029	1034	1029	986	1026	1024	1027	1020	1026	
10 ³³ dPa·s[°C]	1358	1365	1371	1380	1386	1353	1393	1383	1398	1387	1394	
10 ³² dPa·s[°C]	1522	1528	1536	1546	1570	1543	1584	1556	1572	1561	1572	
10 ³¹ dPa·s[°C]	1626	1631	1639	1650	1688	1654	1710	1666	1681	1671	1682	
T _l [°C]	1257	1173	1191	1113	1319	1254	1346	未測定	未測定	未測定	未測定	
初相	Mul	Cri Mul	Ano	Ano	Cri	Cri	Cri	未測定	未測定	未測定	未測定	
Log ₁₀ TL	4.8	5.7	5.6	6.5	4.5	4.7	4.8	未測定	未測定	未測定	未測定	
HFエッチングレート[μm/min]	0.59	0.66	0.72	0.75	0.49	0.66	0.42	0.46	0.46	0.49	0.50	
β-OH [1/mm]	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.14	0.11	0.19	0.19	0.20	0.18	

[0091]

[表5]

	No.49	No.50	No.51	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60	No.61
ガラス組成 (mol%)	SiO ₂	72.3	72.1	72.7	72.2	72.3	72.4	72.3	72.4	72.2	72.3	72.5	72.6
	Al ₂ O ₃	10.0	10.0	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	9.9	9.9	9.9	9.9	9.8
	B ₂ O ₃	5.0	5.1	4.7	5.2	5.0	4.9	5.0	5.0	5.1	5.0	4.9	4.9
	Li ₂ O	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Na ₂ O	0.011	0.011	0.022	0.011	0.022	0.022	0.022	0.023	0.023	0.023	0.034	0.023
	K ₂ O	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	MgO	2.5	0.1	0.0	0.0	5.0	5.0	2.5	2.5	0.1	0.0	2.5	2.5
	CaO	0.0	7.5	5.0	2.5	2.5	0.0	5.0	0.0	5.0	2.5	2.5	0.0
	SrO	7.4	2.5	5.0	7.4	0.0	2.5	0.0	5.0	2.5	5.0	0.0	2.5
	BaO	2.6	2.5	2.6	2.6	5.0	5.1	5.0	5.1	5.0	5.1	7.6	7.5
	SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	As ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Sb ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	0.0079	0.0085	0.0087	0.0088	0.0103	0.0096	0.0103	0.0098	0.0106	0.0099	0.0116	0.0090
	Fe ₂ O ₃	0.006	0.005	0.005	0.000	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005
	ZrO ₂	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	Cl	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002
F	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.014	0.012	0.025	0.013	0.024	0.024	0.025	0.025	0.025	0.025	0.037	0.025	
分相性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
密度[g/cm ³]	2.5920	2.5282	2.5689	2.6045	2.5413	2.5782	2.5490	2.6254	2.5984	2.6355	2.6185	2.6588	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	38.8	39.0	39.5	40.8	34.3	35.9	36.5	38.5	39.9	41.1	38.6	40.1	
ヤング率[GPa]	73.4	73.9	73.4	73.2	74.7	73.5	73.5	72.5	73.1	72.5	72.3	71.8	
Ps[°C]	699	697	694	695	702	705	696	697	692	699	694	694	
Ta[°C]	763	759	755	756	765	768	759	761	755	752	758	759	
Ts[°C]	1026	1015	1018	1017	1027	1034	1022	1029	1019	1015	1028	1030	
10 ^{4.0} dPa·s[°C]	1398	1379	1390	1392	1400	1399	1395	1408	1391	1397	1414	1407	
10 ^{3.0} dPa·s[°C]	1579	1560	1572	1576	1576	1573	1577	1593	1572	1582	1600	1587	
10 ^{2.5} dPa·s[°C]	1690	1676	1684	1694	1687	1690	1692	1698	1685	1684	1718	1695	
TL[°C]	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	
初相	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	
Log ₁₀ η TL	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	
HFエッチングレート[μm/min]	0.58	0.56	0.57	0.59	0.49	0.50	0.52	0.56	0.57	0.61	0.59	0.66	
β-OH [°/mm]	0.17	0.20	0.23	0.17	0.18	0.16	0.19	0.16	0.18	0.17	0.18	0.16	

[0092] まず表中のガラス組成になるように、ガラス原料を調合したガラスバッチを白金坩堝に入れ、1650~1680°Cで24時間熔融した。ガラスバッチの溶解に際しては、白金スターラーを用いて攪拌し、均質化を行った。次いで、熔融ガラスをカーボン板上に流し出し、板状に成形した後、徐冷点付近の温度で30分間徐冷した。得られた各試料について、分相性、密度、30~380°Cの温度範囲における平均熱膨張係数CTE、ヤング率、歪点Ps、徐冷点Ta、軟化点Ts、高温粘度10^{4.0}dPa·sにおける温度、高温粘度10^{3.0}dPa·sにおける温度、高温粘度10^{2.5}dPa·sにおける温度、液相温度TL、初相、液相温度TLにおける粘度log₁₀η TL、

H F エッチングレート及び $\beta - O H$ 値を前述の方法により評価した。なお、表中で「M u l」はムライトを指しており、「A n o」はアノーサイトを指している。

[0093] 試料N o. 1 3 ~ 6 1 は、ガラス組成が所定範囲内に規制されているため、H F エッチングレートが $3.00 \mu m / 分$ 以下であり、ガラスに分相が生じていなかった。よって、試料N o. 1 3 ~ 6 1 は、マイクロL E D ディスプレイ、特にタイリング方式のマイクロL E D ディスプレイの基板に好適である。

[0094] 更に、試料N o. 1、4 ~ 5、8 ~ 1 0、2 4 ~ 4 3 に対して、下記方法により微細孔の作製を行い、孔のテーパ角を確認した。

[0095] まず $35 mm \times 20 mm$ の矩形状である表面を有し、厚さが $500 \mu m$ である各ガラス基板を準備した。このガラス基板にベッセルビーム形状に成形したフェムト秒パルスレーザーをピッチ間隔が $160 \mu m$ となるように照射し、ガラス基板の中央部 $12.8 mm \times 9.6 mm$ の領域に約 5000 個の改質部を形成した。

[0096] 次に、このガラス基板について、エッチングを所定の時間行った。具体的には、エッチング液を入れたP P 製試験管にガラス基板を入れ、超音波をエッチング液に印加してエッチングを行い、ガラス基板に孔を形成した。この際、テフロン（登録商標）製治具を用いて、ガラス基板を試験管底部から $40 mm$ 離れた状態で固定した。作製された貫通孔の形状及びガラス基板の形状は図4に示すような形状となり、その形状パラメーターを透過型光学顕微鏡（E C L I P S E L V 1 0 0 N D : N I K O N 社製）を用いて前述の方法により測定した。

[0097] なお、エッチング液には $2.5 mol / L$ のH F、 $1.0 mol / L$ のH C l 溶液の混酸を使用し、エッチング液の温度を $30^{\circ}C$ とした。また、超音波印加中の温度上昇を防ぐため、チラーを用いて超音波装置内の水を循環させ、水温を $30^{\circ}C$ に保った。超音波振動の印加には、超音波洗浄機（V S - 1 0 0 I I I : アズワン社製）を用いた。これにより $28 kHz$ の超音波を

エッチング液に印加した。

[0098] 準備したガラス基板の板厚、エッチング後のガラス基板の形状及びエッチングにより作製された孔の形状を表6～14に示す。なお、表中の「HFエッチングレート」は、表1～5に記載の値であり、 2.5 mol/L のHF溶液について測定されたものである。一方、孔を形成する際のエッチングではエッチング液である 2.5 mol/L のHF、 1.0 mol/L のHCl溶液の混酸を使用し、また超音波を印加しているため、孔を形成した際のエッチングレートは表中の「HFエッチングレート」とは異なる値となる。

[0099] [表6]

ガラス試料	No.1	No.1	No.1	No.4	No.4	No.4	No.5	No.5
エッチング時間[min]	10	20	40	10	20	30	10	15
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	貫通	非貫通	非貫通	貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 tB[μm]	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 tA[μm]	482	466	432	474	447	423	450	434
板厚減少量 Δt [μm]	18	34	68	26	53	77	50	66
孔径 $\phi 1$ [μm]	17	31	57	20	34	62	32	45
孔径 $\phi 2$ [μm]	17	30	56	18	33	61	29	42
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\phi 3$ [μm]	0	0	3	0	0	2	0	0
孔深さ tA1[μm]	113	173	216	114	152	212	100	113
孔深さ tA2[μm]	90	146	216	89	145	212	86	115
テーパ角 $\theta 1$ [$^{\circ}$]	4.4	5.2	7.2	4.9	6.4	8.1	9.2	10.7
テーパ角 $\theta 2$ [$^{\circ}$]	5.4	5.9	7.1	5.8	6.5	8.0	9.7	10.5
平均テーパ角 θ [$^{\circ}$] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	4.9	5.5	7.1	5.4	6.5	8.0	9.4	10.6
HFエッチングレート[$\mu\text{m}/\text{min}$]	0.58	0.58	0.56	0.75	0.75	0.75	1.62	1.62

[0100] [表7]

ガラス試料	No.8	No.8	No.8	No.9	No.9	No.9	No.10	No.10
エッチング時間[min]	10	20	30	5	10	15	5	10
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 tB[μm]	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 tA[μm]	469	442	412	477	453	431	472	442
板厚減少量 Δt [μm]	31	58	88	23	47	69	28	58
孔径 $\phi 1$ [μm]	24	44	64	22	36	52	24	44
孔径 $\phi 2$ [μm]	24	43	62	21	35	45	19	45
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\phi 3$ [μm]	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ tA1[μm]	99	144	193	59	89	115	63	93
孔深さ tA2[μm]	88	143	192	63	103	123	47	88
テーパ角 $\theta 1$ [$^{\circ}$]	6.8	8.6	9.5	10.7	11.4	12.8	10.5	13.5
テーパ角 $\theta 2$ [$^{\circ}$]	7.9	8.6	9.2	9.5	9.6	10.4	11.4	14.3
平均テーパ角 θ [$^{\circ}$] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	7.3	8.6	9.3	10.1	10.5	11.6	11.0	13.9
HFエッチングレート[$\mu\text{m}/\text{min}$]	1.08	1.08	1.08	1.74	1.74	1.74	2.37	2.37

[0101] [表8]

ガラス試料	No.10	No.24	No.24	No.24	No.25	No.25	No.25	No.26
エッチング時間[min]	15	10	20	40	10	20	30	10
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 $tB[\mu\text{m}]$	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 $tA[\mu\text{m}]$	411	485	472	457	492	480	472	492
板厚減少量 $\Delta t[\mu\text{m}]$	89	15	28	43	8	20	28	8
孔径 $\phi 1[\mu\text{m}]$	60	15	28	42	9	21	28	13
孔径 $\phi 2[\mu\text{m}]$	50	14	25	42	9	21	28	9
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\phi 3[\mu\text{m}]$	0	0	0	1	0	0	0	0
孔深さ $tA1[\mu\text{m}]$	103	112	174	231	109	158	199	105
孔深さ $tA2[\mu\text{m}]$	110	87	126	225	38	130	166	26
テーパ角 $\theta 1[^\circ]$	16.3	3.7	4.2	5.1	2.5	3.7	4.1	3.4
テーパ角 $\theta 2[^\circ]$	12.8	4.5	5.6	5.2	6.8	4.5	4.8	10.1
平均テーパ角 $\theta[^\circ]$ ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	14.6	4.1	4.9	5.1	4.6	4.1	4.4	6.8
HFエッチングレート [$\mu\text{m}/\text{min}$]	2.37	0.35	0.35	0.35	0.37	0.37	0.37	0.41

[0102] [表9]

ガラス試料	No.26	No.26	No.27	No.27	No.27	No.28	No.28	No.28
エッチング時間[min]	20	30	10	20	30	10	20	30
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 $tB[\mu\text{m}]$	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 $tA[\mu\text{m}]$	480	472	482	479	472	486	473	465
板厚減少量 $\Delta t[\mu\text{m}]$	20	28	8	21	28	14	27	35
孔径 $\phi 1[\mu\text{m}]$	23	30	12	24	32	13	25	32
孔径 $\phi 2[\mu\text{m}]$	22	30	12	23	31	12	25	32
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\phi 3[\mu\text{m}]$	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ $tA1[\mu\text{m}]$	155	196	97	154	193	95	155	192
孔深さ $tA2[\mu\text{m}]$	92	154	38	112	159	50	128	170
テーパ角 $\theta 1[^\circ]$	4.2	4.4	3.7	4.4	4.7	4.0	4.6	4.8
テーパ角 $\theta 2[^\circ]$	6.7	5.5	8.8	5.9	5.6	7.2	5.5	5.4
平均テーパ角 $\theta[^\circ]$ ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	5.5	5.0	6.2	5.2	5.1	5.6	5.1	5.1
HFエッチングレート [$\mu\text{m}/\text{min}$]	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.43	0.43	0.43

[0103]

[表10]

ガラス試料	No.29	No.29	No.29	No.30	No.30	No.30	No.31	No.31
エッチング時間[min]	10	20	30	10	20	30	10	20
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 tB[μm]	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 tA[μm]	495	491	483	485	468	460	488	475
板厚減少量 Δt [μm]	5	9	17	15	32	40	12	25
孔径 $\Phi 1$ [μm]	14	26	35	15	29	38	15	31
孔径 $\Phi 2$ [μm]	13	25	34	14	27	37	16	30
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\Phi 3$ [μm]	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ tA1[μm]	107	164	197	99	155	199	32	154
孔深さ tA2[μm]	50	155	178	85	154	188	98	144
テーパ角 $\theta 1$ [$^{\circ}$]	3.6	4.6	5.0	4.3	5.2	5.5	5.3	5.7
テーパ角 $\theta 2$ [$^{\circ}$]	7.7	4.7	5.4	4.9	5.0	5.6	4.6	6.0
平均テーパ角 θ [$^{\circ}$] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	5.7	4.6	5.2	4.6	5.1	5.5	4.9	5.8
HFエッチングレート[$\mu\text{m}/\text{min}$]	0.49	0.49	0.49	0.54	0.54	0.54	0.57	0.57

[0104] [表11]

ガラス試料	No.31	No.32	No.32	No.32	No.33	No.33	No.34	No.34
エッチング時間[min]	30	10	20	30	10	20	10	20
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 tB[μm]	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 tA[μm]	462	485	471	457	466	430	459	418
板厚減少量 Δt [μm]	38	15	29	43	34	70	41	82
孔径 $\Phi 1$ [μm]	40	16	31	40	32	56	33	57
孔径 $\Phi 2$ [μm]	39	17	31	40	33	56	36	61
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\Phi 3$ [μm]	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ tA1[μm]	192	103	150	188	83	129	74	112
孔深さ tA2[μm]	182	92	143	188	78	117	83	118
テーパ角 $\theta 1$ [$^{\circ}$]	5.9	4.5	5.9	6.1	10.9	12.3	12.4	14.4
テーパ角 $\theta 2$ [$^{\circ}$]	6.1	5.4	6.1	6.0	11.9	13.5	12.1	14.5
平均テーパ角 θ [$^{\circ}$] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	6.0	5.0	6.0	6.1	11.4	12.9	12.2	14.4
HFエッチングレート[$\mu\text{m}/\text{min}$]	0.57	0.59	0.59	0.59	1.84	1.84	2.09	2.09

[0105]

[表12]

ガラス試料	No.35	No.35	No.36	No.36	No.37	No.37	No.37	No.38
エッチング時間[min]	10	20	10	20	10	20	30	10
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 tB [μm]	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 tA [μm]	466	435	479	452	486	467	455	481
板厚減少量 Δ [μm]	34	65	21	48	14	33	45	19
孔径 $\Phi 1$ [μm]	32	55	29	50	16	30	41	17
孔径 $\Phi 2$ [μm]	34	53	29	48	16	29	32	18
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\Phi 3$ [μm]	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ tA1 [μm]	81	114	90	126	121	166	209	115
孔深さ tA2 [μm]	68	116	75	133	88	150	196	44
テーパ角 $\theta 1$ [°]	11.3	13.5	10.1	11.2	3.8	5.2	5.6	4.3
テーパ角 $\theta 2$ [°]	14.2	12.9	11.1	10.2	5.2	5.5	4.7	11.7
平均テーパ角 θ [°] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	12.7	13.1	10.6	10.7	4.5	5.4	5.2	8.0
HFエッチングレート [$\mu m/min$]	1.90	1.90	1.44	1.44	0.59	0.59	0.59	0.66

[0106] [表13]

ガラス試料	No.38	No.38	No.39	No.39	No.39	No.40	No.40	No.40
エッチング時間[min]	20	30	10	20	30	10	20	30
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通
エッチング前板厚 tB [μm]	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 tA [μm]	463	448	490	456	442	482	466	443
板厚減少量 Δ [μm]	37	52	20	44	58	18	34	57
孔径 $\Phi 1$ [μm]	32	45	18	34	48	18	35	51
孔径 $\Phi 2$ [μm]	31	45	18	33	47	20	34	48
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\Phi 3$ [μm]	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ tA1 [μm]	161	199	104	159	198	108	157	207
孔深さ tA2 [μm]	113	177	58	134	186	66	143	184
テーパ角 $\theta 1$ [°]	5.8	6.5	4.8	6.2	6.9	4.6	6.3	7.0
テーパ角 $\theta 2$ [°]	7.9	7.2	8.8	7.1	7.2	8.5	6.8	7.5
平均テーパ角 θ [°] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	6.8	6.9	6.8	6.6	7.1	6.6	6.5	7.2
HFエッチングレート [$\mu m/min$]	0.66	0.66	0.72	0.72	0.72	0.75	0.75	0.75

[0107]

[表14]

ガラス試料	No.41	No.41	No.41	No.42	No.42	No.42	No.43	No.43	No.43
エッチング時間[min]	10	20	30	10	20	30	10	20	40
貫通 or 非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	非貫通	貫通
エッチング前板厚 [μm]	500	500	500	500	500	500	500	500	500
エッチング後板厚 [μm]	432	464	450	479	459	440	490	480	453
板厚減少量 Δt [μm]	18	36	50	21	41	60	10	20	42
孔径 $\phi 1$ [μm]	15	27	35	18	34	47	13	22	42
孔径 $\phi 2$ [μm]	13	26	37	18	33	47	13	22	42
貫通孔内部の狭窄部の孔径 $\phi 3$ [μm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
孔深さ $tA1$ [μm]	97	169	216	105	172	219	101	154	242
孔深さ $tA2$ [μm]	81	166	214	93	172	218	72	137	216
テーパ角 $\theta 1$ [$^{\circ}$]	4.3	4.6	5.0	4.8	5.7	6.1	3.7	4.1	5.0
テーパ角 $\theta 2$ [$^{\circ}$]	4.7	4.4	4.9	5.4	5.4	6.1	5.0	4.5	5.5
平均テーパ角 θ [$^{\circ}$] ($(\theta 1 + \theta 2) / 2$)	4.5	4.5	5.0	5.1	5.6	6.1	4.4	4.3	5.2
HFエッチングレート[$\mu\text{m}/\text{min}$]	0.49	0.49	0.49	0.66	0.66	0.66	0.42	0.42	0.42

[0108] これらの結果から、HFエッチングレートが小さい程、微細孔を作製した際のテーパ角が小さくなることが分かる。また、HFエッチングレートが小さい程、孔深さを増加させるためにエッチング時間を増加させても、テーパ角が大きくなり難いことが分かる。

符号の説明

- [0109] 100 ガラス基板
 101 第一の表面
 100 第二の表面
 120 改質部
 20 貫通孔
 21 非貫通孔

請求の範囲

- [請求項1] ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 65.0~80.0%、 Al_2O_3 2.0~15.0%、 B_2O_3 0~15.0%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 0~15.0%、 CaO 0~15.0%、 SrO 0~15.0%、 BaO 0~15.0%、 SnO_2 0~1.0%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有する、ガラス基板。
- [請求項2] ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 69.6~80.0%、 Al_2O_3 7.1~13.0%、 B_2O_3 2.0~7.5%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 3.4~10.0%、 CaO 0.1~5.5%、 SrO 0.1~15.0%、 BaO 0.3~3.0%、 SnO_2 0.01~1.0%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有する、請求項1に記載のガラス基板。
- [請求項3] ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 69.6~80.0%、 Al_2O_3 7.1~12.5%、 B_2O_3 2.7~7.5%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 3.4~10.0%、 CaO 0.1~5.5%、 SrO 0.5~3.8%、 BaO 0.3~3.0%、 SnO_2 0.01~1.0%、 As_2O_3 0~0.050%未満、 Sb_2O_3 0~0.050%未満を含有する、請求項1又は2に記載のガラス基板。
- [請求項4] ガラス組成として、モル%で、 SiO_2 69.7~80.0%、 Al_2O_3 2.0~15.0%、 B_2O_3 2.5~15.0%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 0.001~0.1%未満、 MgO 0~15.0%、 CaO 0~8.2%、 SrO 0~15.0%、 BaO 1.1~15.0%、 SnO_2 0.01~1.0%、 TiO_2 0.0005~0.1%、 As_2O_3 0~0.050%未満、S

b_2O_3 0～0.050%未満を含有する、請求項1～3の何れかに記載のガラス基板。

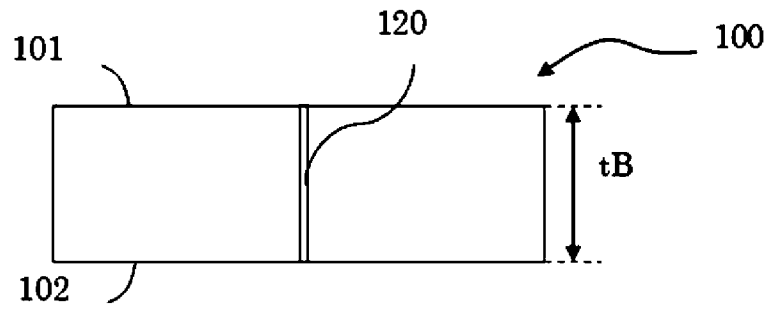
[請求項5] HFエッチングレートが $3.00\mu\text{m}/\text{分}$ 以下である、請求項1～4の何れかに記載のガラス基板。

[請求項6] 高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度が 1760°C 以下である、請求項1～5の何れかに記載のガラス基板。

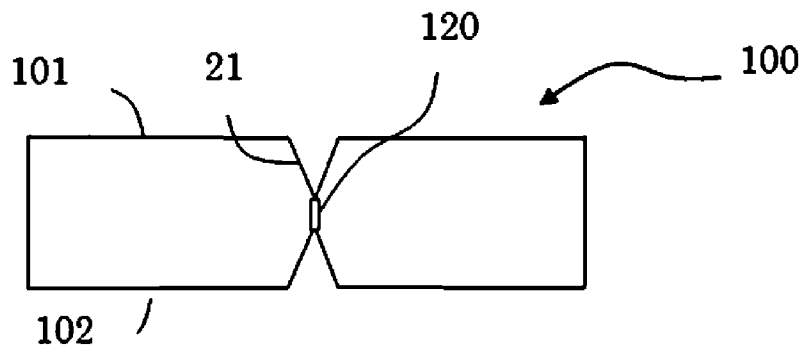
[請求項7] 貫通孔を有する、請求項1～6の何れかに記載のガラス基板。

[請求項8] マイクロLEDディスプレイに用いる、請求項1～7の何れかに記載のガラス基板。

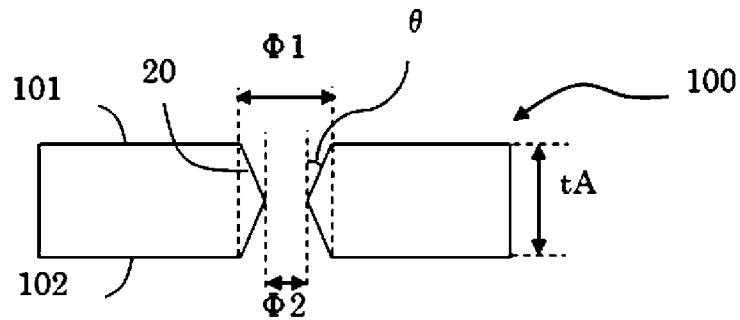
[図1]



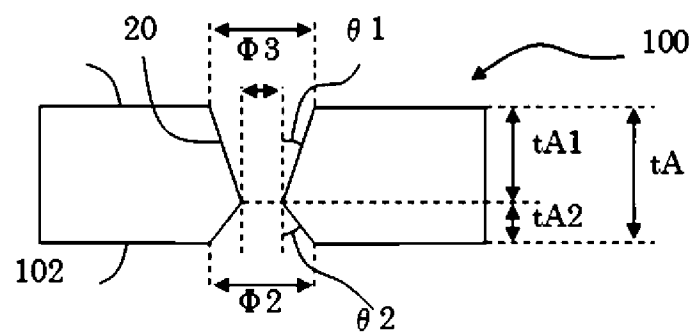
[図2]



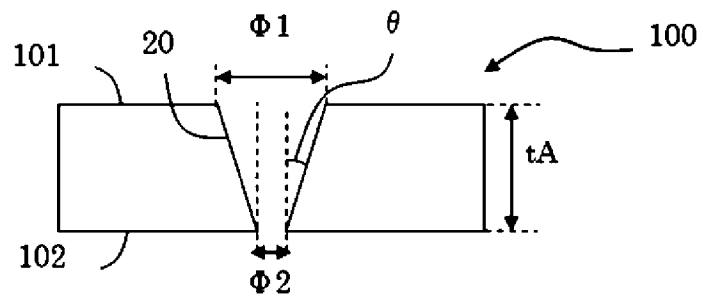
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/041107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>C03C 3/091</i> (2006.01)i; <i>C03C 3/083</i> (2006.01)i; <i>C03C 3/085</i> (2006.01)i; <i>C03C 3/087</i> (2006.01)i; <i>G09F 9/30</i> (2006.01)i FI: C03C3/091; C03C3/083; C03C3/085; C03C3/087; G09F9/30 310		
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) C03C3/091; C03C3/083; C03C3/085; C03C3/087; G09F9/30		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) INTERGLAD		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018/025883 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 08 February 2018 (2018-02-08) claims 1-13, paragraphs [0076], [0091], [0121]-[0131], [0137], table 1, examples 1-7	1, 5-6, 8
Y		7-8
A		2-4
Y	JP 2019-066613 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 25 April 2019 (2019-04-25) paragraphs [0001]-[0003], [0027], [0050]-[0052]	7-8
A		1-6
Y	WO 2019/084077 A1 (CORNING INCORPORATED) 02 May 2019 (2019-05-02) paragraphs [0002], [0003], [0026], [0027], [0035], [0040], fig. 1, 3-9	7-8
A		1-6
X	WO 2017/038075 A1 (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 09 March 2017 (2017-03-09) paragraphs [0001]-[0003], [0041], [0093]-[0102], [0127], [0128], table 1, glass sample 3, table 5, example 11, fig. 7	1, 5, 7
Y		8
A		2-4, 6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 11 January 2022		Date of mailing of the international search report 25 January 2022
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/JP2021/041107

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-533171 A (CORNING INC.) 09 November 2017 (2017-11-09) paragraphs [0001]-[0003], [0023], [0068], [0069], [0072], [0075], [0076], [0172], [0185], tables 2-5, sample 229, tables 2-18, sample 331	1-6
A		7-8
A	WO 2020/184175 A1 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 17 September 2020 (2020-09-17) entire text, all drawings	1-8
A	WO 2020/149040 A1 (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 23 July 2020 (2020-07-23) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2000-044278 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 15 February 2000 (2000-02-15) entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/041107

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2018/025883	A1	08 February 2018	US 2019/0161387 A1 claims 1-13, paragraphs [0089], [0104], [0136]-[0170], [0175], table 1, examples 1-7 CN 109562979 A TW 201805258 A	
JP	2019-066613	A	25 April 2019	TW 201911267 A	
WO	2019/084077	A1	02 May 2019	US 2021/0187910 A1 paragraphs [0002], [0003], [0026], [0027], [0035], [0040], fig. 1, 3-9 JP 2021-501990 A CN 111356664 A KR 10-2020-0074196 A TW 201940449 A	
WO	2017/038075	A1	09 March 2017	US 2018/0340262 A1 paragraphs [0001]-[0003], [0117], [0139], [0192]-[0204], [0227], tables 1, 5, glass sample 3, example 11, fig. 7 CN 107922254 A KR 10-2018-0048891 A TW 201722881 A	
JP	2017-533171	A	09 November 2017	US 2016/0122229 A1 paragraphs [0002], [0003], [0023], [0093], [0094], [0097], [0101], [0102], table 2, samples 229, 331 WO 2016/069821 A1 EP 3212588 A1 TW 201623176 A KR 10-2017-0070245 A CN 107108334 A TW 201802051 A	
WO	2020/184175	A1	17 September 2020	(Family: none)	
WO	2020/149040	A1	23 July 2020	(Family: none)	
JP	2000-044278	A	15 February 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03C 3/091(2006.01)i; C03C 3/083(2006.01)i; C03C 3/085(2006.01)i; C03C 3/087(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i FI: C03C3/091; C03C3/083; C03C3/085; C03C3/087; G09F9/30 310		
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）） C03C3/091; C03C3/083; C03C3/085; C03C3/087; G09F9/30 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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） INTERGLAD		
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 Y A	WO 2018/025883 A1 (旭硝子株式会社) 08.02.2018 (2018-02-08) 請求項1-13、段落 [0076]、[0091]、[0121] - [0131]、[0137]、表1の実施例1-7	1, 5-6, 8 7-8 2-4
Y A	JP 2019-066613 A (大日本印刷株式会社) 25.04.2019 (2019-04-25) 段落 [0001] - [0003]、[0027]、[0050] - [0052]	7-8 1-6
Y A	WO 2019/084077 A1 (CORNING INCORPORATED) 02.05.2019 (2019-05-02) 段落 [0002] - [0003]、[0026] - [0027]、[0035]、[0040]、図1、3-9	7-8 1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 11.01.2022	国際調査報告の発送日 25.01.2022	
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） 大塚 晴彦 4T 1784 電話番号 03-3581-1101 内線 3465	

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 Y A	WO 2017/038075 A1 (日本板硝子株式会社) 09.03.2017 (2017-03-09) 段落 [0001] - [0003]、[0041]、[0093] - [0102]、[0127] - [0128]、表1のガラスサンプル3、表5の実施例11、図7	1, 5, 7 8 2-4, 6
X A	JP 2017-533171 A (コーニング インコーポレイテッド) 09.11.2017 (2017-11-09) 段落 [0001] - [0003]、[0023]、[0068] - [0069]、[0072]、[0075] - [0076]、[0172]、[0185]、表2-5の試料229、表2-18の試料331	1-6 7-8
A	WO 2020/184175 A1 (日本電気硝子株式会社) 17.09.2020 (2020-09-17) 全文、全図	1-8
A	WO 2020/149040 A1 (日本板硝子株式会社) 23.07.2020 (2020-07-23) 全文、全図	1-8
A	JP 2000-044278 A (日本電気硝子株式会社) 15.02.2000 (2000-02-15) 全文、全図	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/JP2021/041107

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/025883 A1	08.02.2018	US 2019/0161387 A1 claims 1-13, paragraphs 0089, 0104, 0136-0170, 0175, TABLE 1, examples 1-7 CN 109562979 A TW 201805258 A	
JP 2019-066613 A	25.04.2019	TW 201911267 A	
WO 2019/084077 A1	02.05.2019	US 2021/0187910 A1 paragraphs 0002-0003, 0026-0027, 0035, 0040, FIGs. 1, 3-9 JP 2021-501990 A CN 111356664 A KR 10-2020-0074196 A TW 201940449 A	
WO 2017/038075 A1	09.03.2017	US 2018/0340262 A1 paragraphs 0001-0003, 0117, 0139, 0192-0204, 0227, TABLEs 1, 5, Glass sample 3, Example 11, FIG.7 CN 107922254 A KR 10-2018-0048891 A TW 201722881 A	
JP 2017-533171 A	09.11.2017	US 2016/0122229 A1 paragraphs 0002-0003, 0023, 0093-0094, 0097, 0101-0102, TABLE 2, Sample 229, 331 WO 2016/069821 A1 EP 3212588 A1 TW 201623176 A KR 10-2017-0070245 A CN 107108334 A TW 201802051 A	
WO 2020/184175 A1	17.09.2020	(ファミリーなし)	
WO 2020/149040 A1	23.07.2020	(ファミリーなし)	
JP 2000-044278 A	15.02.2000	(ファミリーなし)	