

(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
2021年1月7日(07.01.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/002189 A1

(51) 国際特許分類:

C03C 3/091 (2006.01) C03C 3/087 (2006.01)
C03B 17/06 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
C03C 3/085 (2006.01) H05B 33/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/023576

(22) 国際出願日: 2020年6月16日(16.06.2020)

(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 2019-122939 2019年7月1日(01.07.2019) 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).

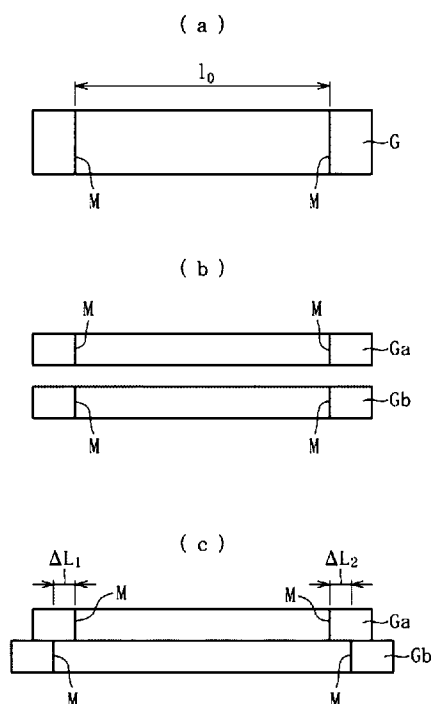
(72) 発明者: 斉藤 敦己(SAITO Atsuki); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).

(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, JO, 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,

(54) Title: GLASS SUBSTRATE

(54) 発明の名称: ガラス基板



(57) Abstract: Provided is a glass substrate having low electrostatic properties. This glass substrate is characterized by containing, as a glass composition, at most 0.03 mass% of Li_2O , 0.001-0.1 mass% of Na_2O , and 0.001-1 mass% of K_2O , wherein the mass ratio of $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ is less than 1.

(57) 要約: 帯電性が低いガラス基板を提供する。ガラス組成として、質量%で、 Li_2O 0.03%以下、 Na_2O 0.001~0.1%、 K_2O 0.001~1%を含有し、質量比で、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 1未満であることを特徴とするガラス基板。

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： ガラス基板

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス基板に関し、特に有機ＥＬディスプレイを含むディスプレイ基板全般に好適なガラス基板に関する。

背景技術

[0002] 有機ＥＬディスプレイ等の電子デバイスは、薄型で動画表示に優れ、消費電力も少ないことから、テレビ・スマートフォンなどディスプレイ等の用途に使用されている。

[0003] 有機ＥＬディスプレイの基板として、ガラス基板が広く使用されている。この用途のガラス基板には、主に以下の特性が要求される。

(１) 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防止するため、アルカリ金属酸化物の含有量が少ないこと、

(２) ガラス基板を低廉化するため、生産性に優れること、特に耐失透性や溶融性に優れること、

(３) $p-Si/a-Si$ ・ＴＦＴの製造工程において、熱収縮によるガラス基板の変形が少ないこと、

(４) $p-Si/a-Si$ ・ＴＦＴの製造工程において、ガラス基板の帯電性が低いこと。

(５) $p-Si/a-Si$ ・ＴＦＴの製造工程に適した平滑な表面をもつこと。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記(４)、(５)について詳述すると、ガラス基板が絶縁体であるために、 $p-Si/a-Si$ ・ＴＦＴの製造工程において露光ステージ等とガラス基板の接触が起因となり、ガラス基板が帯電する。この帯電はＴＦＴ画素に用いられる各成膜のピッチにズレを生じる大きな要因の一つである。

[0005] (5)に記載の通り、良質なTFTを形成するためには表面が平滑であることが望ましく、ディスプレイ基板として使用されるガラス基板は、研磨を必要とするフロートプロセスを用いたガラス基板であったとしても、かなり平滑な自由表面に近い表面品位が求められる。しかしながら、ガラス基板の表面が平滑であればあるほどガラス基板は帯電しやすくなる。つまり、(4)の課題は(5)の課題とトレードオフの関係にある。

[0006] 現状、帯電を抑制するために、露光ステージやガラス基板の裏面を粗化しているが、露光ステージは粗化しても使用を繰り返すうちに粗化された面が平滑化されてしまう。また、ガラス基板の裏面を粗化するためには、薬液エッチングやガスエッチングを施す必要があり、成膜面にエッチング残渣が混入する等の問題が生じる。また、製造プロセスに上記プロセスを追加しなければならず、当然コストアップに繋がってしまう。

[0007] さらに、近年のディスプレイの薄板化に伴い、帯電による歩留まりの低下が大きな問題となっている。その原因は、ガラス基板を薄板化すると露光ステージ等とのなじみが良くなり、その結果ガラス基板と露光ステージ等との接触面積が増加し帯電しやすくなるためである。

[0008] 以上に鑑み、本発明は、帯電性が低いガラス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

[0009] 本発明者は、種々の実験を繰り返した結果、ガラス基板に含有される微量のアルカリ酸化物の含有量を厳密に制御することにより、上記技術的課題を解決し得ることを見出し、本発明として提案するものである。即ち、本発明のガラス基板は、ガラス組成として、質量%で、 Li_2O 0.03%以下、 Na_2O 0.001~0.1%、 K_2O 0.001~1%を含有し、質量比で、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 1以下であることを特徴とする。ここで、「 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 」とは、 Na_2O の含有量を K_2O の含有量で除した値である。

[0010] 本発明のガラス基板は、ガラス組成として、質量%で、 B_2O_3 9%以下を含有することが好ましい。

[0011] 本発明のガラス基板は、ガラス組成として、質量%で、 TiO_2 2%以下を含有することが好ましい。

[0012] 本発明のガラス基板は、300秒後の表面電位／初期の表面電位が0.8以下であることが好ましい。ここで、「300秒後の表面電位」とは、フッ素ゴムをガラス基板に300秒間接触させた後のガラス基板の表面電位である。「初期の表面電位」とは、フッ素ゴムをガラス基板に接触させた直後のガラス基板の表面電位である。「300秒後の表面電位／初期の表面電位」とは、300秒後の表面電位を初期の表面電位で除した値である。この値が小さい程、ガラス基板の表面から電荷が拡散しやすく帯電性が低いということになる。なお、表面電位の測定には表面電位センサー等を利用することができる。

[0013] 本発明のガラス基板は、500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が30ppm以下であることが好ましい。「500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率」は、以下の方法で測定する。まず図1(a)に示すように、測定試料として160mm×30mmの短冊状試料Gを準備する。この短冊状試料Gの長辺方向の両端部のそれぞれに、#1000の耐水研磨紙を用いて、端縁から20～40mm離れた位置でマーキングMを形成する。その後、図1(b)に示すように、マーキングMを形成した短冊状試料GをマーキングMと直交方向に沿って2つに折り割って、試料片Ga、Gbを作製する。そして、一方の試料片Gbのみを、常温から500℃まで5℃／分で昇温させ、500℃で1時間保持した後に、5℃／分で降温させる熱処理を行う。上記熱処理後、図1(c)に示すように、熱処理を行っていない試料片Gaと、熱処理を行った試料片Gbを並列に配列した状態で、2つの試料片Ga、GbのマーキングMの位置ずれ量(ΔL_1 、 ΔL_2)をレーザー顕微鏡にしたがって読み取り、下記の式により熱収縮率を算出する。なお、下記の式の10mmは、初期のマーキングM間の距離である。なお、熱収縮率が高いと、TFIの画素ピッチにズレが生じ、表示不良の原因となる。

[0014] 熱収縮率(ppm) = $[\{\Delta L_1(\mu\text{m}) + \Delta L_2(\mu\text{m})\} \times 10^3] / 10$

(mm)

- [0015] 本発明のガラス基板は、歪点が700℃以上であることが好ましい。「歪点」はASTM C336及びC338の方法に基づいて測定した値である。なお、歪点が高い程、p-Si・TFTの製造工程で熱収縮が生じ難くなる。
- [0016] 本発明のガラス基板は、30～380℃における平均熱膨張係数が $45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが好ましい。「30～380℃における平均熱膨張係数」はディラトメーターで測定した値である。
- [0017] 本発明のガラス基板は、ヤング率が73GPa以上であることが好ましい。「ヤング率」は、JIS R1602に基づく動的弾性率測定法（共振法）に基づいて測定した値を指す。
- [0018] 本発明のガラス基板は、液相粘度が $10^{4.0}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上であることが好ましい。「液相粘度」は、標準篩30メッシュ（篩目開き500 μm ）を通過し、50メッシュ（篩目開き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時間保持して、結晶（初相）の析出する温度での粘度を周知の白金球引き上げ法にしたがって求めた値である。
- [0019] 本発明のガラス基板は、 β -OH値が0.30/mm以下であることが好ましい。「 β -OH値」は、FT-IRを用いてガラスの透過率を測定し、下記の式を用いて求めた値を指す。
- $$\beta\text{-OH値} = (1/X) \log(T_1/T_2)$$
- X：ガラス肉厚（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（%）
- [0020] 本発明のガラス基板は、板厚が0.01～1.0mmであることが好ましい。
- [0021] 本発明のガラス基板の製造方法は、上記のガラスをフュージョン法、ダウンドロー法、又はフロート法にて製造することを特徴とする。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、帯電性が低いガラス基板を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]熱収縮率の測定方法を説明するための説明図である。

[図2]ガラスA、B、Cの帯電性測定結果である。

発明を実施するための形態

[0024] 本発明のガラス基板は、ガラス組成として、質量%で、 Li_2O 0.03%以下、 Na_2O 0.001~0.1%、 K_2O 0.001~1%を含有し、質量比で、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 1未満であ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、特段の断りがない限り、%表示は質量%を表す。

[0025] Li はアルカリ金属の中で最も小さい元素である。そのため、 Li はガラス中で移動しやすく、電荷の拡散への寄与が最も大きい。そのため、 Li は帯電性の低下という観点からは、最も効果が高い元素といえる。しかしながら、 Li はその移動のしやすさ故に、熱処理を含むTFT作製の工程で半導体物質中に最も拡散しやすく、TFTの性能を低下させる傾向にある。そのため、 Li_2O の含有量は0.03%以下、0.02%以下、0.01%以下、0.005%以下、0.001%以下、特に0.0005%以下であることが好ましい。

[0026] Na はアルカリ金属の中で Li の次に電荷の拡散への寄与が大きい。また、TFT作製の工程での半導体物質中への拡散についても Li の次に起こりやすい。したがって、 Na は帯電性を低下させ、 Li よりTFTの性能を低下させにくいため、 Na_2O は Li_2O よりも多く含有することが好ましい。具体的には、 Na_2O の好適な上限含有量は0.1%、0.09%、0.08%、0.07%、特に0.06%であり、好適な下限含有量は0.001%、0.005%、0.01%、0.02%、特に0.03%である。

[0027] K は Li 、 Na に比べイオン半径が大きくガラス中で移動しにくい、帯電はガラス基板の最表面で起こっているため、移動しにくい K でも十分に電荷を拡散でき、帯電性を低下させることが可能である。さらに、 K は Li 、

NaよりTF Tの性能を低下させにくいため、 K_2O は Li_2O 、 Na_2O よりも多く含有することが好ましい。具体的には、 K_2O の好適な上限含有量は1%、0.9%、0.8%、0.7%、0.6%、特に0.4%であり、好適な下限含有量は0.001%、0.01%、0.1%、0.15%、0.2%、0.25%、特に0.3%である。

[0028] また、NaはKを共に含有することで移動しにくくなる。さらに帯電性を低減し、TF Tの性能を低下させにくくするためには、 Na_2O/K_2O が1.0以下、0.9以下、0.8以下、0.7以下、特に0.6以下であることが好ましい。

[0029] 表1は、ガラスA、B、Cのアルカリ含有量を示している。

[0030] [表1]

質量%	A	B	C
Li_2O	0.0006	0.0014	0.0006
Na_2O	0.011	0.06	0.023
K_2O	0.001	0.26	0.0009

[0031] 図2は、ガラスA、B、Cの帯電性測定結果を示している。図2より、 K_2O を多く含有しているガラスBは、時間経過に伴い表面電位が顕著に低下していることが分かる。なお、ガラスA、B、CはTF T工程にて使用できるガラスであり、帯電性を低下させるためには、アルカリ量を規定することが非常に効果的であることが分かる。

[0032] 上記成分以外にも、例えば、以下の成分を含有してもよい。

[0033] B_2O_3 は、熔融性と耐失透性を高める成分である。一方で、歪点・ヤング率を低下させてしまうため、熱収縮率の増大や、パネル作製工程でのピッチずれが起きやすくなってしまう。したがって、 B_2O_3 の含有量は9%以下、8%以下、7%以下、6%以下、5%以下、4%以下、3%以下、特に2%以下であることが好ましい。

[0034] TiO_2 はヤング率を向上させる効果がある。一方で、耐失透性が悪化した

り、ガラスに着色をもたらす恐れがある。したがって、 TiO_2 の含有量は2%以下、1%以下、0.5%以下、特に0.1%以下であることが好ましい。

[0035] SiO_2 は、ガラスの骨格を形成する成分であり、また歪点を高める成分であり、更に耐酸性を高める成分である。一方で、 SiO_2 の含有量が多いと、高温粘度が高くなり、熔融性が低下することに加えて、クリストバライト等の失透結晶が析出し易くなり、液相温度が高くなる。またHFによるエッチングレートも低下してしまう。したがって、 SiO_2 の含有量は55~70%、58~65%、特に59~62%であることが好ましい。

[0036] Al_2O_3 は、ガラスの骨格を形成する成分であり、また歪点を高める成分であり、更にヤング率を高める成分である。一方で Al_2O_3 の含有量が多いと、ムライトや長石系の失透結晶が析出し易くなり、液相温度が高くなる。したがって、 Al_2O_3 の含有量は8~30%、15~25%、17~23%、18~22%、18~21%、特に18~20%であることが好ましい。

[0037] MgO は、高温粘性を下げて、熔融性を高めるとともにヤング率を上昇させる成分である。一方で MgO の含有量が多いと、ムライトや Mg 、 Ba 由来の結晶およびクリストバライトの結晶析出を促進してしまう。また、歪点を著しく低下させてしまう。したがって、 MgO の含有量は0~10%、2~6%、2~5%、2.5~5%、特に2.5~4.5%であることが好ましい。

[0038] CaO は、歪点を低下させずに、高温粘性を下げて、熔融性を顕著に高める成分である。また CaO は、アルカリ土類金属酸化物の中では、導入原料が比較的安価であるため、原料コストを低廉化する成分である。更にヤング率を高める成分である。そして、 CaO は、上記 Mg を含む失透結晶の析出を抑制する効果を有する。一方で CaO の含有量が多いと、アノーサイトの失透結晶が析出し易くなると共に、密度が上昇し易くなる。したがって、 CaO の含有量は0~10%、2~8%、3~7%、3.5~6%、特に3.5~5.5%であることが好ましい。

[0039] MgO/CaO は、高耐失透性と高比ヤング率を両立するために重要な成分比率である。 MgO/CaO が小さいと、比ヤング率が低下し易くなる。一方、 MgO/CaO が大きいと、 Mg を含む失透結晶にしたがって液相温度が上昇し易くなる。したがって、 MgO/CaO は0～3、0.4～1.5、0.5～1.0、0.5～0.9、特に0.6～0.8であることが好ましい。ここで、「 MgO/CaO 」とは、 MgO の含有量を CaO の含有量で除した値である。

[0040] SrO は、分相を抑制し、また耐失透性を高める成分である。更に歪点を低下させずに、高温粘性を下げて、溶融性を高める成分である。一方、 SrO の含有量が多いと、 CaO を多く含むガラス系では、長石系の失透結晶が析出し易くなり、耐失透性が低下し易くなる。更に密度が高くなったり、ヤング率が低下する傾向にある。したがって、 SrO の含有量は0～15%、0～10%、0～5%、0～4%、0～3%、0～2%、0～1.5%、0～1%、特に0～1%未満であることが好ましい。

[0041] BaO は、アルカリ土類金属酸化物の中では、ムライト系やアノーサイト系の失透結晶の析出を抑制する効果が高い成分である。一方、 BaO の含有量が多いと、密度が増加したり、ヤング率が低下し易くなると共に、高温粘度が高くなり過ぎて、溶融性が低下し易くなる。したがって、 BaO の含有量は0～15%、6～12%、7～11%、8～10.7%、特に9～10.5%である。

[0042] アルカリ土類金属酸化物は、歪点、耐失透性、溶融性を高めるために非常に重要な成分である。アルカリ土類金属酸化物が少ないと、歪点が上昇するが、 Al_2O_3 系の失透結晶の析出を抑制し難くなり、また高温粘性が高くなって、溶融性が低下し易くなる。一方、アルカリ土類金属酸化物が多いと、溶融性が改善されるが、歪点が低下し易くなり、また高温粘性の低下による液相粘度の低下を招く虞がある。したがって、 $MgO+CaO+SrO+BaO$ は10～40%、16～20%、17～20%、17～19.5%、特に18～19.3%であることが好ましい。ここで、「 $MgO+CaO+S$

$r\text{O} + \text{BaO}$ 」とは、 MgO 、 CaO 、 SrO 、及び BaO の含量を意味する。

[0043] ZnO は、熔融性を高める成分であるが、 ZnO を多量に含有させると、ガラスが失透し易くなり、また歪点が低下し易くなる。したがって、 ZnO の含有量は0～5%、0～3%、0～0.5%、特に0～0.2%であることが好ましい。

[0044] ZrO_2 、 Y_2O_3 、 Nb_2O_5 、 La_2O_3 には、歪点、ヤング率等を高める働きがある。しかし、これらの成分の含有量が多いと、密度が増加し易くなる。したがって、 ZrO_2 、 Y_2O_3 、 Nb_2O_5 、 La_2O_3 の含有量は、それぞれ0～5%、0～3%、0～1%、0～0.1%未満、特に0～0.05%未満であることが好ましい。

[0045] SnO_2 は、高温域で良好な清澄作用を有する成分であると共に、歪点を高める成分であり、また高温粘性を低下させる成分である。一方、 SnO_2 の含有量が多いと、 SnO_2 の失透結晶が析出し易くなる。したがって、 SnO_2 の含有量は0～1%、0.001～1%、0.01～0.5%、特に0.05～0.3%であることが好ましい。

[0046] ガラス特性が損なわれない限り、清澄剤として、 F_2 、 Cl_2 、 SO_3 、 C 、或いは Al 、 Si 等の金属粉末を5%まで添加することができる。また、清澄剤として、 CeO_2 等も1%まで添加することができる。

[0047] As_2O_3 と Sb_2O_3 は、清澄剤として有効であり、本発明のガラス基板は、これらの成分の導入を完全に排除するものではないが、環境的観点から、これらの成分を極力使用しないことが好ましい。更に、ガラス中に As_2O_3 を多量に含有させると、耐ソラリゼーション性が低下する傾向にあるため、その含有量は0.1%以下、特に実質的に含有しないことが好ましい。ここで、「実質的に As_2O_3 を含有しない」とは、ガラス組成中の As_2O_3 の含有量が0.05%未満の場合を指す。また、 Sb_2O_3 の含有量は0.2%以下、0.1%以下、特に実質的に含有しないことが好ましい。ここで、「実質的に Sb_2O_3 を含有しない」とは、ガラス組成中の Sb_2O_3 の含有量が0

、0.5%未満の場合を指す。

[0048] Fe_2O_3 はガラス原料由来の不純物として混入を避けるのは難しい成分である。そのため、 Fe_2O_3 成分の導入を完全に排除することはできない。清澄剤としての役割も果たすことができるため、積極的に含有する場合もあるが、本発明のガラスはガラスの紫外域の透過率をなるべく高く保つために行える限り含有しないことが好ましい。紫外域の透過率を高くすることで、客先工程で紫外域のレーザーを使用する場合の効率を上げることができる。具体的に、ガラス組成中の Fe_2O_3 含有量は0.020%以下、好ましくは0.015%以下、さらに好ましくは0.011%以下、特に好ましくは0.010%以下である。

[0049] Cl は、低アルカリガラスの溶融を促進する効果があり、 Cl を添加すれば、溶融温度を低温化できると共に、清澄剤の作用を促進することができる。また溶融ガラスの $\beta\text{-OH}$ 値を低下させる効果を有する。一方、 Cl の含有量が多いと、歪点が低下し易くなる。したがって、 Cl の含有量は0.5%以下、特に0.001~0.2%であることが好ましい。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。

[0050] 本発明のガラス基板は、以下のガラス特性を有することが好ましい。

[0051] 300秒後の表面電位／初期の表面電位は0.8以下、0.7以下、0.6以下、0.5以下、0.4以下、0.38以下、0.36以下、0.34以下、0.32以下、特に0.30以下であることが好ましい。このようにすれば、ガラス基板の表面から電荷が拡散し易く帯電性が低くなり、結果としてパターングレ等の不具合が生じ難くなる。

[0052] 500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率は30ppm以下、20ppm以下、特に15ppm以下であることが好ましい。このようにすれば、パターングレ等の不具合が生じ難くなる。なお、熱収縮率が低過ぎると、ガラス基板の生産効率が低下し易くなる。よって、熱収縮率は1ppm以上、2ppm以上、3ppm以上、4ppm以上、特に5ppm以上であること

が好ましい。

[0053] 歪点は 700°C 以上、 710°C 以上、特に 720°C 以上であることが好ましい。歪点が低いと、製造工程において、ガラス基板が熱収縮し易くなる。なお、歪点の上限は特に限定されないが、製造設備の負担を考慮すると 800°C 以下であることが好ましい。

[0054] $30\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均熱膨張係数は、 $45\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下、 $34\times 10^{-7}\sim 43\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、特に $38\times 10^{-7}\sim 41\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であることが好ましい。 $30\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均熱膨張係数が上記範囲外になると、周辺部材の熱膨張係数と整合せず、周辺部材の剥離やガラス基板の反りが発生し易くなる。また、この値が大きいと、熱処理時の温度ムラを起因とするピッチずれが発生しやすくなる。

[0055] ヤング率が高い程、ガラス基板が変形し難くなる。ヤング率は 73 GPa 以上、 75 GPa 以上、特に 77 GPa 以上であることが好ましい。一方、ヤング率が高い組成は、耐薬品性が悪化する傾向にある。よって、ヤング率は 120 GPa 以下、 110 GPa 以下、 100 GPa 以下、 95 GPa 以下、 90 GPa 以下、特に 88 GPa 以下であることが好ましい。

[0056] 比ヤング率は、 $29.5\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 超、 $30\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上、 $30.5\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上、 $31\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上、 $31.5\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上、特に $32\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上であることが好ましい。比ヤング率が高いと、ガラス基板が自重で撓み易くなる。

[0057] 液相温度は 1350°C 未満、 1300°C 以下、 1280°C 以下、特に 1260°C 以下であることが好ましい。液相温度が高いと、オーバーフローダウンドロー法等での成形時に失透結晶が発生して、ガラス基板の生産性が低下し易くなる。

[0058] 液相粘度は $10^{4.0}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 以上、 $10^{4.2}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 以上、 $10^{4.4}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 以上、 $10^{4.6}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 以上、特に $10^{4.8}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ 以上であることが好ましい。液相粘度が低いと、オーバーフローダウンドロー法等での成形時に失透結晶が発生して、ガラス基板の生産性が低下し易くなる。

[0059] 高温粘度 $10^{2.5}$ dPa・s における温度は 1660°C 以下、 1640°C 以下、 1630°C 以下、特に 1620°C 以下であることが好ましい。高温粘度 $10^{2.5}$ dPa・s における温度が高くなると、ガラス溶解が困難になり、ガラス基板の製造コストが高騰する。

[0060] 本発明のガラスにおいて、 β -OH 値を低下させると、歪点を高めるほか、熱収縮率を大幅に低減することができる。 β -OH 値は $0.30/\text{mm}$ 以下、 $0.25/\text{mm}$ 以下、 $0.20/\text{mm}$ 以下、 $0.15/\text{mm}$ 以下、特に $0.10/\text{mm}$ 以下であることが好ましい。 β -OH 値が大き過ぎると、歪点が低下し易くなる。なお、 β -OH 値が小さ過ぎると、熔融性が低下し易くなる。したがって、 β -OH 値は $0.01/\text{mm}$ 以上、特に $0.02/\text{mm}$ 以上であることが好ましい。

[0061] 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) ガラス中の水分量を減少させる成分 (Cl、 SO_3 等) を添加する。(3) 炉内雰囲気中の水分量を低下させる。(4) 熔融ガラス中で N_2 バブリングを行う。(5) 小型熔融炉を採用する。(6) 熔融ガラスの流量を速くする。(7) 電気熔融法を採用する。

[0062] ここで、「 β -OH 値」は、FT-IR を用いてガラスの透過率を測定し、下記の式を用いて求めた値を指す。

[0063] β -OH 値 = $(1/X) \log(T_1/T_2)$

X : ガラス肉厚 (mm)

T_1 : 参照波長 3846 cm^{-1} における透過率 (%)

T_2 : 水酸基吸収波長 3600 cm^{-1} 付近における最小透過率 (%)

[0064] HF によるエッチングレートは、好ましくは $0.8\text{ }\mu\text{m}/\text{分}$ 以上、 $0.9\text{ }\mu\text{m}/\text{分}$ 以上、特に $1\text{ }\mu\text{m}/\text{分}$ 以上である。HF によるエッチングレートが低いと、スリミング工程でガラス基板を薄板化し難くなる。ここで、「HF のエッチングレート」は、鏡面研磨したガラス表面の一部をポリイミドテープでマスクした後、 20°C の 5 質量% HF 水溶液で 30 分間の条件でエッチングをした時のエッチング深さから算出した値を指す。

[0065] 本発明のガラス基板は、平板形状であり、板厚方向の中央部にオーバーフロー合流面を有することが好ましい。つまり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とは、楔形の耐火物の両側から熔融ガラスを溢れさせて、溢れた熔融ガラスを楔形の下端で合流させながら、下方に延伸成形して平板形状に成形する方法である。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耐火物に接触せず、自由表面の状態で成形される。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、大面積化や薄肉化も容易である。

[0066] オーバーフローダウンドロー法以外にも、例えば、スロットダウン法、リドロロー法、フロート法、ロールアウト法でガラス基板を成形することも可能である。

[0067] ガラス基板の板厚は、特に限定されないが、デバイスを軽量化し易くするためには、1.0 mm以下、0.5 mm以下、0.4 mm以下、0.35 mm以下、特に0.3 mm以下であることが好ましい。一方、板厚が小さ過ぎると、ガラス基板が撓み易くなる。よって、ガラス基板の板厚は0.001 mm以上、特に0.01 mm以上であることが好ましい。なお、板厚は、ガラス製造時の流量や板引き速度等で調整可能である。

[0068] 次に、ガラス基板の製造方法について説明する。

[0069] ガラス基板の製造工程は、一般的に、熔融工程、清澄工程、供給工程、攪拌工程、成形工程を含む。熔融工程は、ガラス原料を調合したガラスバッチを熔融し、熔融ガラスを得る工程である。清澄工程は、熔融工程で得られた熔融ガラスを清澄剤等の働きにしたがって清澄する工程である。供給工程は、各工程間に熔融ガラスを移送する工程である。攪拌工程は、熔融ガラスを攪拌し、均質化する工程である。成形工程は、熔融ガラスを平板形状のガラスに成形する工程である。なお、必要に応じて、上記以外の工程、例えば熔融ガラスを成形に適した状態に調節する状態調節工程を攪拌工程後に取り入れてもよい。

[0070] 従来の低アルカリガラスを工業的に製造する場合、一般的に、バーナーの燃焼炎による加熱により溶融されていた。バーナーは、通常、溶融窯の上方に配置されており、燃料として化石燃料、具体的には重油等の液体燃料やLPG等の気体燃料等が使用されている。燃焼炎は、化石燃料と酸素ガスと混合することにより得ることができる。しかし、この方法では、溶融時に溶融ガラス中に多くの水分が混入するため、 β -OH値が上昇し易くなる。したがって、本発明のガラスを製造するに当たり、加熱電極による通電加熱を行うことが好ましく、バーナーの燃焼炎による加熱を行わずに、加熱電極による通電加熱で溶融することが好ましい。これにより、溶融時に溶融ガラス中に水分が混入し難くなるため、 β -OH値を低下させ易くなる。更に、加熱電極による通電加熱を行うと、溶融ガラスを得るための質量当たりのエネルギー量が低下すると共に、溶融揮発物が少なくなるため、環境負荷を低減することができる。

[0071] 加熱電極による通電加熱は、溶融窯内の溶融ガラスに接触するように、溶融窯の底部又は側部に設けられた加熱電極に交流電圧を印加することにより行うことが好ましい。加熱電極に使用する材料は、耐熱性と溶融ガラスに対する耐食性を備えるものが好ましく、例えば、酸化錫、モリブデン、白金、ロジウム等が使用可能であり、特にモリブデンが好ましい。

[0072] 本発明のガラス基板は、アルカリ金属酸化物を多くは含まない低アルカリガラスであるため、電気抵抗率が高い。したがって、加熱電極による通電加熱を低アルカリガラスに適用する場合、溶融ガラスだけでなく、溶融窯を構成する耐火物にも電流が流れて、溶融窯を構成する耐火物が早期に損傷する虞がある。これを防ぐため、炉内耐火物として、電気抵抗率が高いジルコニア系耐火物、特にジルコニア電鍍レンガを使用することが好ましく、更に、ジルコニア系耐火物中の ZrO_2 の含有量は85質量%以上、特に90質量%以上であることが好ましい。

実施例

[0073] 以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

[0074] 表2、3は、本発明の実施例（試料N o. 1～23）、比較例（試料N o. 24）を示している。なお、表中で「N. A.」は、未測定であることを意味する。

[0075] [表2]

質量%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	58.9	58.6	62.0	63.8	61.2	61.0	61.1	60.4	59.5	60.0	59.4	60.3
Al ₂ O ₃	16.5	19.3	19.0	16.9	15.8	18.7	18.6	20.1	18.5	19.1	19.5	19.1
B ₂ O ₃	10.3	6.5	6.2	0.3	0.0	0.7	0.7	3.4	2.9	2.9	2.9	3.1
MgO	0.3	2.5	0.8	1.8	0.0	3.2	3.4	3.7	4.2	3.7	3.3	3.7
CaO	8.0	6.3	7.2	5.9	8.7	5.0	3.8	5.5	4.8	5.5	5.4	5.5
SrO	4.5	0.5	2.5	0.8	1.9	0.6	3.2	2.5	2.0	3.1	0.8	2.7
BaO	0.5	5.7	1.5	10.0	11.4	10.1	8.7	3.9	7.2	4.6	7.9	4.6
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
Li ₂ O	0.0001	0.0007	0.0001	0.0003	0.0001	0.0003	0.0009	0.0002	0.0005	0.0004	0.0007	0.0003
Na ₂ O	0.030	0.055	0.011	0.080	0.043	0.046	0.047	0.041	0.021	0.080	0.007	0.047
K ₂ O	0.74	0.35	0.57	0.26	0.78	0.45	0.30	0.40	0.55	0.83	0.56	0.81
SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Na ₂ O/K ₂ O	0.04	0.16	0.02	0.31	0.06	0.10	0.16	0.10	0.04	0.10	0.01	0.06
300秒後の表面電位/初期の表面電位	0.12	0.31	0.20	0.41	0.25	0.35	0.38	0.24	0.30	0.28	0.31	0.23
熱収縮率[ppm]	21	19	18	13	12	12	13	15	17	17	16	16
Ps[°C]	654	687	708	742	747	749	746	725	718	722	727	726
Ta[°C]	709	743	768	802	804	808	806	782	775	778	784	783
Ts[°C]	944	977	1017	1051	1034	1043	1042	1007	1002	1006	1013	1010
α [$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$]	37.8	36.8	34.8	39.3	45.4	39.0	39.1	36.3	38.8	38.2	38.1	37.7
密度[g/cm ³]	2.459	2.521	2.466	2.617	2.643	2.638	2.686	2.551	2.596	2.569	2.588	2.561
ヤング率[GPa]	73.0	78.0	77.0	81.0	83.3	83.4	80.0	83.0	82.4	82.3	82.1	82.4
比ヤング率[Gpa·cm ³ /g]	29.7	30.9	31.2	31.0	31.5	31.6	29.8	32.5	31.7	32.1	31.7	32.2
TL[°C]	1084	1123	1174	1225	1221	1220	1213	1184	1158	1188	1181	1201
Log η at TL[dPa·s]	5.7	5.6	5.5	5.5	5.2	5.3	5.3	5.2	5.4	5.2	5.3	5.1
10 ^{4.5} dPa·sにおける温度[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1255	1250	1255	1262	1258
10 ^{4.0} dPa·sにおける温度[°C]	1268	1285	1334	1401	1368	1365	1365	1314	1310	1314	1322	1318
10 ^{3.0} dPa·sにおける温度[°C]	1428	1440	1497	1574	1542	1529	1528	1469	1465	1472	1481	1476
10 ^{2.5} dPa·sにおける温度[°C]	1532	1540	1602	1682	1654	1634	1632	1567	1566	1572	1584	1576

[0076]

[表3]

質量%	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	60.0	60.8	59.4	60.4	59.4	59.9	59.1	59.1	60.3	59.2	60.3	64.1
Al ₂ O ₃	19.3	19.4	17.5	18.1	18.9	18.7	10.0	21.0	22.3	20.9	22.1	16.9
B ₂ O ₃	3.0	4.6	5.6	2.7	3.7	1.9	25.0	3.1	0.0	3.1	0.0	0.3
MgO	3.7	3.0	1.8	2.7	2.9	3.2	1.0	3.6	4.7	3.5	4.7	1.8
CaO	5.3	4.3	5.9	4.6	5.0	4.3	4.0	5.0	0.0	4.9	0.0	5.9
SrO	2.6	4.9	3.9	3.5	1.9	2.7	0.0	3.1	12.1	3.0	12.0	0.8
BaO	5.2	1.8	4.8	7.3	7.4	8.3	0.0	4.5	0.0	4.5	0.0	10.0
TiO ₂	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li ₂ O	0.0008	0.0002	0.0001	0.0007	0.0005	0.0000	0.0008	0.0001	0.0003	0.0008	0.0008	0.0006
Na ₂ O	0.034	0.073	0.098	0.072	0.045	0.083	0.027	0.088	0.067	0.005	0.013	0.023
K ₂ O	0.60	0.87	0.88	0.28	0.61	0.73	0.67	0.42	0.27	0.69	0.68	0.0009
SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Na ₂ O/K ₂ O	0.06	0.08	0.11	0.26	0.07	0.11	0.04	0.21	0.25	0.01	0.02	25.56
300秒後の表面電位/初期の表面電位	0.17	0.26	0.16	0.32	0.21	0.24	0.18	0.25	0.39	0.29	0.21	0.87
熱収縮率[ppm]	16	16	19	15	16	14	28	15	11	18	12	13
Ps[°C]	723	722	695	721	716	733	573	724	772	708	757	742
Ta[°C]	780	780	753	780	774	791	630	780	829	764	813	802
Ts[°C]	1008	1013	988	1016	1008	1027	N.A.	1005	1048	992	1037	1051
α [$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$]	38.1	35.2	38.8	39.2	N.A.	N.A.	32.2	38.6	37.2	40.6	39.6	39.3
密度[g/cm ³]	2.572	2.520	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.217	2.573	2.631	2.576	2.628	2.617
ヤング率[GPa]	82.5	80.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	54.0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	81.0
比ヤング率[Gpa·cm ³ /g]	32.1	31.9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	31.0
TL[°C]	1196	1208	1185	1195	1201	1200	1072	1181	1333	1210	1375	1225
Log η at TL[dPa·s]	5.1	5.1	5.1	5.3	5.0	5.2	5.6	5.2	4.1	4.8	3.8	5.5
10 ^{4.5} dPa·sにおける温度[°C]	1256	1271	1251	1278	1260	1286	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{4.0} dPa·sにおける温度[°C]	1316	1333	1314	1341	1320	1348	1266	1304	1350	1303	1346	1401
10 ^{3.0} dPa·sにおける温度[°C]	1473	1495	1479	1505	1480	1513	1451	1457	1503	1463	1502	1574
10 ^{2.5} dPa·sにおける温度[°C]	1575	1601	1586	1608	1584	1620	1565	1556	1600	1570	1602	1682

[0077] 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℃で24時間溶融した。ガラスバッチの溶解にあたっては、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、300秒後の表面電位／初期の表面電位、熱収縮率、歪点Ps、徐冷点Ta、軟化点Ts、30～380℃の温度範囲における平均熱膨張係数 α 、密度、ヤング率、比ヤング率、液相温度TL、液相粘度log η at TL、高温粘度10^{4.5}dPa・sにおける温度、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における温度を評価した。

[0078] 300秒後の表面電位／初期の表面電位は、既述の方法で測定したものである。

- [0079] 熱収縮率は、既述の方法で測定したものである。
- [0080] 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。
- [0081] $30 \sim 380^\circ\text{C}$ の温度範囲における平均熱膨張係数 α は、ディラトメーターで測定した値である。
- [0082] 密度は、周知のアルキメデス法にしたがって測定した値である。
- [0083] ヤング率は、周知の共振法を用いて測定した値である。比ヤング率は、ヤング率を密度で割った値である。
- [0084] 液相温度 T_L は、標準篩 30 メッシュ（篩目開き $500\ \mu\text{m}$ ）を通過し、50 メッシュ（篩目開き $300\ \mu\text{m}$ ）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 時間保持して、結晶（初相）の析出する温度を測定した値である。
- [0085] 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。
- [0086] 高温粘度 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 、 $10^{4.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 、 $10^{3.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 及び $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度は、白金球引き上げ法で測定した値である。
- [0087] 表から明らかなように、試料 No. 1～23 は、300 秒後の表面電位／初期の表面電位が 0.74 以下と帯電性が低く、有機 EL ディスプレイ等の基板として好適に使用可能であると考えられる。一方、試料 No. 24 は、 K_2O の含有量が少なかったため、300 秒後の表面電位／初期の表面電位が 0.87 と帯電性が高かった。
- [0088] 参考として、本発明のガラス基板の他のガラス組成例を表 4、5 に示す。
- [0089]

[表4]

質量%	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
SiO ₂	60.4	60.8	60.6	60.5	62.7	62.6	62.2	61.5	63.1	63.1	62.5	62.0
Al ₂ O ₃	18.5	18.5	18.5	18.5	17.6	17.7	17.6	17.7	17.5	16.2	17.6	17.6
B ₂ O ₃	0.7	0.6	0.5	0.5	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	0.9	0.8
MgO	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3.2	2.8	2.8
CaO	3.8	3.8	3.8	3.8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.9	4.6	4.5
SrO	3.3	3.3	3.3	3.4	1.9	1.9	1.9	1.9	2.2	2.4	2.1	1.9
BaO	9.0	9.0	9.0	9.0	9.4	9.4	9.4	9.4	9.1	9.6	8.9	9.4
TiO ₂	0.00	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li ₂ O	0.0004	0.0008	0.0009	0.0005	0.0000	0.0001	0.0002	0.0008	0.0010	0.0003	0.0004	0.0009
Na ₂ O	0.017	0.065	0.055	0.022	0.016	0.047	0.039	0.051	0.035	0.055	0.070	0.044
K ₂ O	0.78	0.41	0.66	0.79	0.30	0.26	0.06	0.54	0.19	0.27	0.37	0.76
SnO ₂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2
Na ₂ O/K ₂ O	0.02	0.16	0.08	0.03	0.05	0.18	0.61	0.09	0.18	0.20	0.19	0.06
300秒後の表面電位/初期の表面電位	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
熱収縮率[ppm]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ps[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ta[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
α [$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
密度[g/cm ³]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
ヤング率[GPa]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
比ヤング率[Gpa·cm ³ /g]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
TL[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Log η at TL[dPa·s]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{4.5} dPa·sにおける温度[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{4.0} dPa·sにおける温度[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{3.5} dPa·sにおける温度[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{2.5} dPa·sにおける温度[°C]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

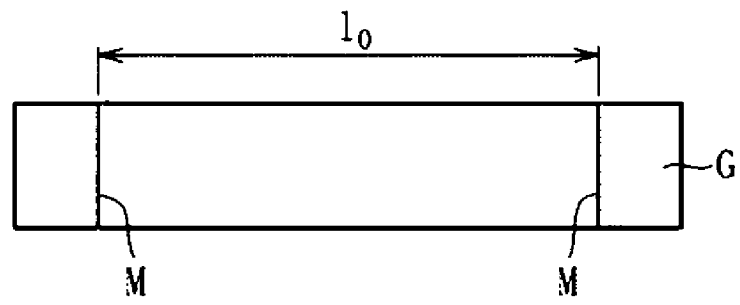
[0090]

請求の範囲

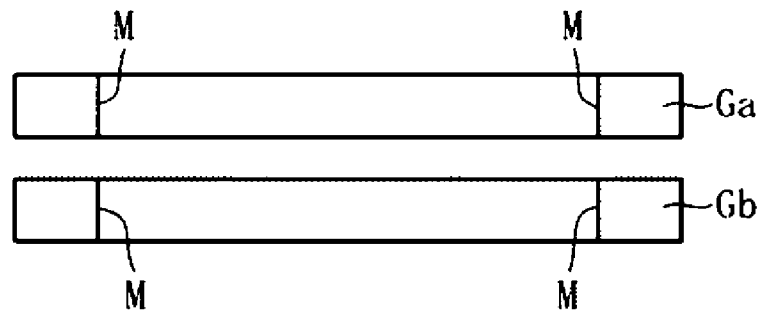
- [請求項1] ガラス組成として、質量%で、 Li_2O 0.03%以下、 Na_2O 0.001~0.1%、 K_2O 0.001~1%を含有し、質量比で、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 1未満であることを特徴とするガラス基板。
- [請求項2] ガラス組成として、質量%で、 B_2O_3 9%以下を含有することを特徴とする請求項1に記載のガラス基板。
- [請求項3] ガラス組成として、質量%で、 TiO_2 2%以下を含有することを特徴とする請求項1又は2に記載のガラス基板。
- [請求項4] 300秒後の表面電位／初期の表面電位が0.8以下であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項5] 500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が30ppm以下であることを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項6] 歪点が700℃以上であることを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項7] 30~380℃における平均熱膨張係数が $45 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下であることを特徴とする請求項1~6のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項8] ヤング率が73GPa以上であることを特徴とする請求項1~7のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項9] 液相粘度が $10^{4.0}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上であることを特徴とする請求項1~8のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項10] $\beta\text{-OH}$ 値が0.30/mm以下であることを特徴とする請求項1~9のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項11] 板厚が0.01~1.0mmであることを特徴とする請求項1~10のいずれかに記載のガラス基板。
- [請求項12] 請求項1~11のいずれかに記載のガラス基板をオーバーフローダウンドロー法にて製造することを特徴とするガラス基板の製造方法。

[図1]

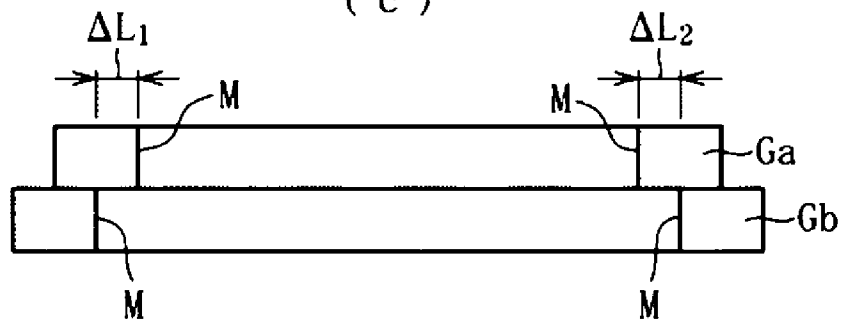
(a)



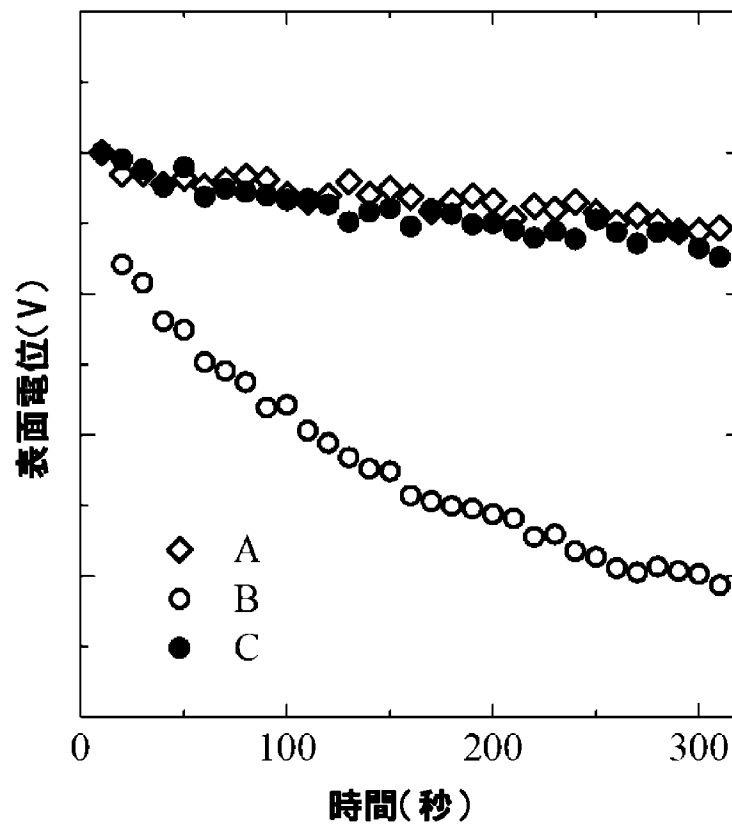
(b)



(c)



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/023576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 3/091(2006.01)i; C03B 17/06(2006.01)i; C03C 3/085(2006.01)i; C03C 3/087(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/02(2006.01)i
FI: C03C3/091; C03C3/085; C03C3/087; C03B17/06; H05B33/14 A; H05B33/02

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)
C03C1/00-14/00; C03B17/06; H01L51/50; H05B33/02

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2007/020824 A1 (NHTEXHNO GLASS CORPORATION)	1-12
Y	22.02.2007 (2007-02-22) paragraphs [0010], [0058], [0065], examples 14, 20, 21	12
X	JP 2006-265001 A (ASAHI GLASS CO., LTD.)	1-12
Y	05.10.2006 (2006-10-05) paragraphs [0072], [0075], [0077], [0093], [0094], example A5	12
X	JP 63-176332 A (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.)	1-11
Y	20.07.1988 (1988-07-20) page 1, lower right column, lines 3-6, page 1, lower right column, line 16 to page 2, upper left column, line 4, page 2, lower right column, lines 12-15, sample no. 6	12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
28 August 2020 (28.08.2020)

Date of mailing of the international search report
08 September 2020 (08.09.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/023576

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2007/020824 A1	22 Feb. 2007	US 2009/0131238 A1 paragraphs [0010], [0069], [0070], examples 14, 20, 21 US 2010/0273634 A1 US 2012/0129679 A1 DE 112006002185 B DE 112006004278 A KR 10-2012-0125648 A KR 10-2008-0033517 A CN 101243020 A SG 169374 A TW 200710056 A TW 201336798 A CN 104250066 A CN 104261675 A TW 201446697 A	
JP 2006-265001 A	05 Oct. 2006	(Family: none)	
JP 63-176332 A	20 Jul. 1988	(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; C03B 17/06(2006.01)i; C03C 3/085(2006.01)i; C03C 3/087(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/02(2006.01)i FI: C03C3/091; C03C3/085; C03C3/087; C03B17/06; H05B33/14 A; H05B33/02										
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）） C03C1/00-14/00; C03B17/06; H01L51/50; H05B33/02										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020年									
国際調査で利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	WO 2007/020824 A1 (NHテクノグラス株式会社) 22.02.2007 (2007-02-22) 段落[0010], [0058], [0065], 実施例14, 20, 21	1-12								
Y		12								
X	JP 2006-265001 A (旭硝子株式会社) 05.10.2006 (2006-10-05) 段落[0072], [0075], [0077], [0093], [0094], 例A5	1-12								
Y		12								
X	JP 63-176332 A (日本板硝子株式会社) 20.07.1988 (1988-07-20) 第1頁右下欄第3-6行, 第1頁右下欄第16行-第2頁左上欄第4行, 第2頁右下欄第12-15 行, 試料No. 6	1-11								
Y		12								
☐ 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 28.08.2020		国際調査報告の発送日 08.09.2020								
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） 若土 雅之 4T 3774 電話番号 03-3581-1101 内線 3416								

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/JP2020/023576

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2007/020824	A1	22.02.2007	US 2009/0131238 A1 paragraphs [0010], [0069], [0070], Ex. 14, 20, 21 US 2010/0273634 A1 US 2012/0129679 A1 DE 112006002185 B DE 112006004278 A KR 10-2012-0125648 A KR 10-2008-0033517 A CN 101243020 A SG 169374 A TW 200710056 A TW 201336798 A CN 104250066 A CN 104261675 A TW 201446697 A	
JP	2006-265001	A	05.10.2006	(ファミリーなし)	
JP	63-176332	A	20.07.1988	(ファミリーなし)	