

(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  
2020年9月24日(24.09.2020)



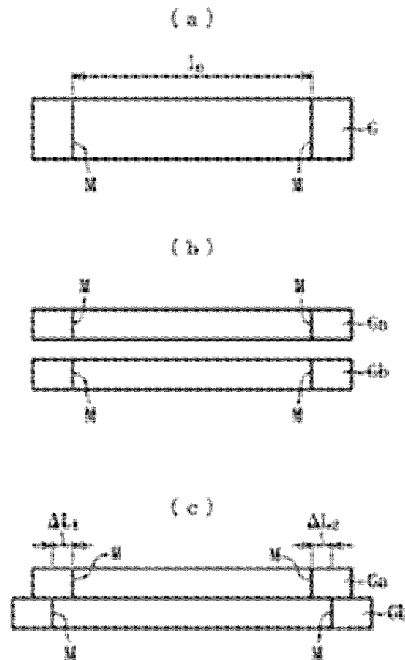
(10) 国際公開番号

WO 2020/189337 A1

- (51) 国際特許分類:  
C03C 3/085 (2006.01) C03C 3/093 (2006.01)  
C03C 3/087 (2006.01) C03C 3/097 (2006.01)  
C03C 3/091 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/009669
- (22) 国際出願日: 2020年3月6日(06.03.2020)
- (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 2019-052377 2019年3月20日(20.03.2019) 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: 林 昌宏 (HAYASHI Masahiro); 〒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).  
藤井 未侑 (FUJII Mayu); 〒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, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: GLASS SUBSTRATE

(54) 発明の名称: ガラス基板



(57) Abstract: This glass substrate is characterized by having a strain point of 695-740 °C, a temperature of 1300 °C or less at  $10^{4.5}$  dPa · s, a liquid phase viscosity of  $10^{4.5}$  dPa · s or more, a Young's modulus of 78 GPa or more, and a thermal shrinkage rate of 20 ppm or less when subjected to heat treatment for one hour at 500°C.

(57) 要約: 本発明のガラス基板は、歪点が695～740℃、 $10^{4.5}$  dPa · sにおける温度が1300℃以下、液相粘度が $10^{4.5}$  dPa · s以上、ヤング率が78 GPa以上、且つ500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が20 ppm以下であることを特徴とする。

[続葉有]



WO 2020/189337 A1

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))

## 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、具体的には、有機ＥＬ（ＯＬＥＤ）ディスプレイ、液晶ディスプレイに好適なガラス基板に関し、更に酸化物ＴＦＴ、低温 $p-Si$ ・ＴＦＴ（ＬＴＰＳ）駆動のディスプレイに好適なガラス基板に関する。

### 背景技術

[0002] 従来から、液晶ディスプレイ等のフラットパネルディスプレイ、ハードディスク、フィルター、センサー等の基板として、ガラス基板が広く使用されている。近年では、従来の液晶ディスプレイに加えて、ＯＬＥＤディスプレイが、自発光、高い色再現性、高視野角、高速応答、高精細等の理由から、盛んに開発されると共に、一部では既に実用化されている。

[0003] また、スマートフォン等のモバイル機器の液晶ディスプレイ、ＯＬＥＤディスプレイは、小面積でありながら、多くの情報を表示することが要求されるため、超高精細の画面が必要になる。更に動画表示を行うため、高速応答も必要になる。

[0004] このような用途では、ＯＬＥＤディスプレイ、或いはＬＴＰＳで駆動する液晶ディスプレイが好適である。ＯＬＥＤディスプレイは、画素を構成するＯＬＥＤ素子に電流が流れることで発光する。このため、駆動ＴＦＴ素子として、低抵抗、高電子移動度の材料が使用される。この材料として、上記のＬＴＰＳ以外に、ＩＧＺＯ（インジウム、ガリウム、亜鉛酸化物）に代表される酸化物ＴＦＴが注目されている。酸化物ＴＦＴは、低抵抗、高移動度であり、且つ比較的低温で形成が可能である。従来の $p-Si$ ・ＴＦＴ、特にＬＴＰＳは、非結晶 $Si$ （ $a-Si$ ）の膜を多結晶化する際に用いるエキシマレーザの不安定性に起因して、大面積のガラス基板に素子を形成する際にＴＦＴ特性がばらつき易く、ＴＶ用途等では、画面の表示ムラが生じ易かつ

た。一方、酸化物ＴＦＴは、大面積のガラス基板に素子を形成する場合に、ＴＦＴ特性の均質性に優れるため、有力なＴＦＴ形成材料として注目されており、一部では既に実用化されている。

[0005] 高精細のディスプレイに用いられるガラス基板には、多くの特性が要求される。特に、以下の（１）及び（２）の特性が要求される。

[0006] （１）ガラス中のアルカリ成分が多いと、熱処理中にアルカリイオンが成膜された半導体物質中に拡散し、膜の特性の劣化を招く。よって、アルカリ成分（特に、Ｌｉ成分、Ｎａ成分）の含有量が少ないこと、或いは実質的に含有しないこと。

[0007] （２）成膜、脱水素、半導体層の結晶化、アニール等の工程で、ガラス基板は数百℃に熱処理される。熱処理の際に起こる問題として、ガラス基板の熱収縮等が原因で起こるパターズレが挙げられる。ディスプレイが高精細である程、熱処理温度は高温になるが、パターズレの許容幅は逆に小さくなる。よって、ガラス基板には、熱処理時に寸法変化が小さいことが要求される。熱処理時の寸法変化の要因は熱収縮、成膜後の膜応力等が主である。よって、熱処理時の寸法変化を小さくするために、歪点が高いこと、ヤング率（又は比ヤング率）が高いこと、例えば７８ＧＰａ以上であることが要求される。

[0008] 更に、ガラス基板を製造する観点から、ガラス基板には、以下の（３）～（５）の特性が要求される。

（３）成形設備を長寿命化するために、成形温度が低いこと。

（４）泡、ブツ、脈理等の溶融欠陥を防止するために、溶融性に優れていること。

（５）ガラス基板中の失透結晶の混入を避けるために、耐失透性に優れていること。

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0009] 熱収縮率を低減するアプローチの一つとして、上記の通り、歪点を高く設

計することが挙げられる。しかしながら、歪点が高過ぎると、熔融温度や成形温度が高くなるため、熔融設備や成形設備の寿命が短くなるというデメリットがある。

[0010] また、熱収縮率を小さくするアプローチの一つとして、上記の通り、成形時の冷却速度を遅くする方法がある。しかし、冷却速度を遅くすると、ガラス基板の生産効率が低下するというデメリットがある。

[0011] 本発明は、上記事情に鑑み成されたものであり、その技術的課題は、生産効率を低下させずに、熱処理時の寸法変化を低減し得る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

[0012] 本発明者等は、鋭意検討の結果、ガラス基板のガラス特性を所定範囲に規制することにより、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。すなわち、本発明のガラス基板は、歪点が $695 \sim 740^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度が $1300^{\circ}\text{C}$ 以下、液相粘度が $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、ヤング率が $78 \text{ GPa}$ 以上、且つ $500^{\circ}\text{C}$  1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が $20 \text{ ppm}$ 以下であることを特徴とする。ここで、「歪点」は、ASTM C336の方法に基づいて測定した値を指す。

「 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度」は、白金球引き上げ法により測定した値を指す。「液相粘度」は、液相温度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を指す。「液相温度」は、標準篩30メッシュ( $500 \mu\text{m}$ )を通過し、50メッシュ( $300 \mu\text{m}$ )に残るガラス粉末を白金ボートに入れて、 $1100^{\circ}\text{C}$ から $1350^{\circ}\text{C}$ に設定された温度勾配炉中に24時間保持した後、白金ボートを取り出し、ガラス中に失透結晶(結晶異物)が認められた温度を指す。「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。「 $500^{\circ}\text{C}$  1時間の熱処理を行った時の熱収縮率」は、以下の方法で測定した。まず図1(a)に示すように、測定試料として $160 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ の短冊状試料Gを準備した。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を形成した。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を作製した。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った。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( $\Delta L_1$ 、 $\Delta L_2$ )をレーザー顕微鏡によって読み取り、下記の式により熱収縮率を算出した。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。

$$[0013] \quad \text{熱収縮率 (ppm)} = [\{\Delta L_1 (\mu\text{m}) + \Delta L_2 (\mu\text{m})\} \times 10^3] / 10 \text{ (mm)}$$

[0014] 本発明のガラス基板では、歪点が695～740℃、 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度が1300℃以下、液相粘度が $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、ヤング率が78GPa以上、且つ500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が20ppm以下に規制されている。これにより、生産効率を低下させずに、熱処理時の寸法変化を低減し得るガラス基板を得ることができる。

[0015] 本発明のガラス基板では、歪点が740℃以下、且つ500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が20ppm以下に規制されている。両特性は、従来の製造設備、製造方法では両立し難いが、例えば、徐冷経路を従来よりも長くし、徐冷速度を従来も遅くする方法を採択すれば、両特性を両立することが可能になる。但し、この方法では、ガラス基板の生産性が低下する虞があるが、G10.5の超大型サイズのガラス原板を成形した後に、そのガラス原板からG6サイズのガラス基板を2枚採取すれば、ガラス基板の生産効率の維持することができる。

[0016] また、本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、 $\text{SiO}_2$  60～70%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  10～15%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0～5%、 $\text{Li}_2\text{O}$  0～0.1%、 $\text{Na}_2\text{O}$  0～0.1%、 $\text{K}_2\text{O}$  0～1%、 $\text{MgO}$  0～8%、C

a O 0～10%、S r O 0～10%、B a O 0～10%、Z n O 0～10%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0～10%、S n O<sub>2</sub> 0～1%を含有することが好ましい。

## 図面の簡単な説明

[0017] [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。

## 発明を実施するための形態

[0018] 本発明のガラス基板において、500℃1時間の熱処理を行った時の熱収縮率は20ppm以下であり、好ましくは19ppm以下、18ppm以下、17ppm以下、16ppm以下、15ppm以下、14ppm以下、13ppm以下、特に12ppm以下である。このようにすれば、LTPSの製造工程で熱処理を受けても、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、好ましくは1ppm以上、2ppm以上、3ppm以上、4ppm以上、特に5ppm以上である。

[0019] 歪点が高い程、熱収縮率を低下させることができる。歪点は695℃以上であり、好ましくは697℃以上、700℃以上、702℃以上、705℃以上、710℃以上、711℃以上、712℃以上、713℃以上、714℃以上、特に715℃以上である。一方、歪点が高過ぎると、熔融温度や成形温度が高くなるため、ガラス基板の生産効率が低下し易くなる。よって、歪点は740℃以下であり、好ましくは735℃以下、730℃以下、725℃以下、720℃以下、特に715℃以下である。歪点の最も好ましい範囲は715～735℃である。

[0020] 10<sup>4.5</sup>dPa・sにおける温度が低い程、成形設備にかかる負荷を低減することができる。10<sup>4.5</sup>dPa・sにおける温度は1300℃以下であり、好ましくは1290℃以下、1280℃以下、1275℃以下、1270℃以下、1265℃以下、1260℃以下、1255℃以下、特に1250℃以下である。一方、10<sup>4.5</sup>dPa・sにおける温度が低過ぎると、歪点を高く設計できなくなる。よって、10<sup>4.5</sup>dPa・sにおける温度は、好ましく

は1150℃以上、1170℃以上、1180℃以上、1185℃以上、1190℃以上、1195℃以上、特に1200℃以上である。

[0021] オーバーフローダウンドロー法等で板状に成形する場合、耐失透性が重要になる。ガラス組成中に $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 及びアルカリ土類金属酸化物（RO）を含むガラスの成形温度を考慮すると、液相温度は、好ましくは1300℃以下、1280℃以下、1270℃以下、1250℃以下、1240℃以下、1230℃以下、1220℃以下、1210℃以下、特に1200℃以下である。また、液相粘度は $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上であり、好ましくは $10^{4.6} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.7} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.8} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.9} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{5.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{5.2} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、特に $10^{5.3} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上である。

[0022] 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78 GPa以上であり、好ましくは78.5 GPa以上、79 GPa以上、79.5 GPa以上、特に80～120 GPaである。

[0023] 本発明のガラス基板は、上記特性以外にも、以下の特性を有することが好ましい。

[0024] 熱膨張係数の好適な上限範囲は $45 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下、 $42 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下、 $41 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下、特に $40 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下であり、好適な下限範囲は $35 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、 $36 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、特に $37 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上である。熱膨張係数が上記範囲外になると、各種膜（例えば、a-Si、p-Si）の熱膨張係数と不整合になり、膜剥がれ、熱処理時の寸法変化等の不具合が発生し易くなる。なお、「熱膨張係数」は、30～380℃の温度範囲で測定した平均熱膨張係数を指し、例えばディラトメーターで測定可能である。

[0025] 10質量% HF水溶液に室温で30分間浸漬した時のエッチング深さは、好ましくは20 μm以上、23 μm以上、25 μm以上、27 μm以上、28 μm以上、29～50 μm、特に30～40 μmになることが好ましい。エッチング深さが小さ過ぎると、スリミング工程でガラス基板を薄板化し難

くなる。なお、エッチング深さは、エッチングレートの指標になる。すなわち、エッチング深さが大きいと、エッチングレートが速くなり、エッチング深さが小さいと、エッチングレートが遅くなる。

[0026]  $\beta$ -OH値は、好ましくは0.50/mm以下、0.45/mm以下、0.40/mm以下、0.35/mm以下、0.30/mm以下、0.25/mm以下、0.20/mm以下、0.15/mm以下、特に0.10/mm以下である。 $\beta$ -OH値を低下させると、歪点を高めることができる。 $\beta$ -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)低含水量の原料を選択する。(2)ガラス中の水分量を減少させる成分(Cl、SO<sub>3</sub>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<sub>2</sub>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大きくする。(7)電気熔融法を採用する。ここで、「 $\beta$ -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。

[0027]  $\beta$ -OH値 =  $(1/X) \log(T_1/T_2)$

X：ガラス肉厚(mm)

T<sub>1</sub>：参照波長3846cm<sup>-1</sup>における透過率(%)

T<sub>2</sub>：水酸基吸収波長3600cm<sup>-1</sup>付近における最小透過率(%)

[0028] 本発明のガラス基板は、ガラス組成として、モル%で、SiO<sub>2</sub> 60~70%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10~15%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0~5%、Li<sub>2</sub>O 0~0.1%、Na<sub>2</sub>O 0~0.1%、K<sub>2</sub>O 0~1%、MgO 0~8%、CaO 0~10%、SrO 0~10%、BaO 0~10%、ZnO 0~10%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0~10%、SnO<sub>2</sub> 0~1%を含有することが好ましい。各成分の含有範囲を上記のように限定した理由を下記に示す。なお、各成分の含有範囲の説明において、%表示は、モル%を意味する。

[0029] SiO<sub>2</sub>の含有量が少な過ぎると、耐薬品性、特に耐酸性が低下し易くなると共に、歪点が低下し易くなる。一方、SiO<sub>2</sub>の含有量が多過ぎると、フッ化水素酸又はフッ化水素酸の混合溶液によるエッチング速度が遅く易く、ま

た高温粘度が高くなって、熔融性が低下し易く、更に $\text{SiO}_2$ 系結晶、特にクリストバライトが析出して、液相粘度が低下し易くなる。よって、 $\text{SiO}_2$ の好適な上限含有量は70%、69.5%、69%、68.5%、68%、特に67.5%であり、好適な下限含有量は60%、61%、62%、62.5%、63%、63.5%、64%、64.5%、特に65%である。最も好ましい含有範囲は65～67.5%である。

[0030]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が少な過ぎると、歪点が低下して、熱収縮量が大きくなると共に、ヤング率が低下して、ガラス基板が撓み易くなる。一方、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が多過ぎると、耐BHF（バッファードフッ酸）性が低下し、ガラス表面に白濁が生じ易くなると共に、耐クラック抵抗性が低下し易くなる。更にガラス中に $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 系結晶、特にムライトが析出して、液相粘度が低下し易くなる。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の好適な上限含有量は15%、14.5%、特に14%であり、好適な下限含有量は10%、10.5%、11%、11.5%、特に12%である。最も好ましい含有範囲は12～14%である。

[0031]  $\text{B}_2\text{O}_3$ は、融剤として働き、粘性を下げて熔融性を改善する成分である。 $\text{B}_2\text{O}_3$ の含有量が少な過ぎると、融剤として十分に作用せず、また耐BHF性や耐クラック性が低下し易くなる。更に液相温度が上昇し易くなる。一方、 $\text{B}_2\text{O}_3$ の含有量が多過ぎると、歪点、耐熱性、耐酸性が低下し易くなり、特に歪点が低下し易くなる。またガラスが分相し易くなる。 $\text{B}_2\text{O}_3$ の好適な上限含有量は5%、特に4.5%であり、好適な下限含有量は0%、1%、1.5%、2%、特に2.5%である。最も好ましい含有範囲は2.5～4.5%である。

[0032] アルカリ金属酸化物（ $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ ）は、ガラス基板上に形成される各種の膜や半導体素子の特性を劣化させるため、その含有量をそれぞれ0.1%（望ましくは0.06%、0.05%、0.02%、特に0.01%）まで低減することが好ましい。

[0033]  $\text{MgO}$ は、歪点を下げずに高温粘性を下げて、熔融性を改善する成分である。また、 $\text{MgO}$ は、RO中では最も密度を下げる効果が有するが、過剰に

導入すると、 $\text{SiO}_2$ 系結晶、特にクリストバライトが析出して、液相粘度が低下し易くなる。更に、 $\text{MgO}$ は、 $\text{BHF}$ と反応して生成物を形成し易い成分である。この反応生成物は、ガラス基板表面の素子上に固着したり、ガラス基板に付着したりして、素子やガラス基板を白濁させる虞がある。更にドロマイト等の $\text{MgO}$ の導入原料から $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等の不純物がガラス中に混入し、ガラス基板の透過率が低下する虞がある。よって、 $\text{MgO}$ の好適な上限含有量は8%、7.5%、7%、6.5%、特に6%であり、好適な下限含有量は0%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%、3.5%、4%、特に4.5%である。最も好ましい含有範囲は4.5~6%である。

[0034]  $\text{CaO}$ は、 $\text{MgO}$ と同様にして、歪点を下げずに高温粘性を下げて、熔融性を顕著に改善する成分である。しかし、 $\text{CaO}$ の含有量が多過ぎると、 $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--RO}$ 系結晶、特にアノーサイトが析出して、液相粘度が低下し易くなると共に、耐 $\text{BHF}$ 性が低下して、反応生成物がガラス表面の素子上に固着したり、ガラス基板に付着したりして、素子やガラス基板を白濁させる虞がある。よって、 $\text{CaO}$ の好適な上限含有量は10%、9.5%、9%、特に8.5%であり、好適な下限含有量は0%、1%、2%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%、5.5%、5.6%、6%、特に6.5%である。最も好ましい含有範囲は6.5~8.5%である。

[0035]  $\text{SrO}$ は、耐薬品性、耐失透性を高める成分であるが、 $\text{RO}$ 全体の中で、その割合を高め過ぎると、熔融性が低下し易くなると共に、密度、熱膨張係数が上昇し易くなる。よって、 $\text{SrO}$ の含有量は、好ましくは0~10%、0~9%、0~8%、0~7%、0~6%、特に0~5%である。

[0036]  $\text{BaO}$ は、耐薬品性、耐失透性を高める成分であるが、その含有量が多過ぎると、密度が上昇し易くなる。また、 $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3\text{--RO}$ 系ガラスは、一般的に熔融し難いため、高品質のガラス基板を安価、且つ大量に供給する観点から、熔融性を高めて、泡、異物等による不良率を軽減することが非常に重要になる。しかし、 $\text{BaO}$ は、 $\text{RO}$ の中では、熔融性を高める効果が乏しい。よって、 $\text{BaO}$ の好適な上限含有量は10%、9%、8%

、7%、6%、特に5%であり、好適な下限含有量は0%、0.1%、0.3%、特に0.2%である。

[0037]  $ZnO$ は、熔融性、耐 $BHF$ 性を改善する成分であるが、その含有量が多過ぎると、ガラスが失透し易くなったり、歪点が低下したりして、耐熱性を確保し難くなる。よって、 $ZnO$ の含有量は、好ましくは0~10%、0~5%、0~3%、0~2%、特に0~1%である。

[0038]  $P_2O_5$ は、 $SiO_2-AI_2O_3-CaO$ 系結晶（特にアノーサイト）と $SiO_2-AI_2O_3$ 系結晶（特にムライト）の液相線温度を低下させる成分である。しかし、 $P_2O_5$ を多量に導入すると、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0~10%、0~5%、0~3%、0~2%、0~1%、特に0~0.1%である。

[0039]  $SnO_2$ は、ガラス中の泡を低減する清澄剤としての働きを有する。一方、 $SnO_2$ の含有量が多過ぎると、ガラス中に $SnO_2$ の失透結晶が発生し易くなる。 $SnO_2$ の好適な上限含有量は1%、0.5%、0.4%、特に0.3%であり、好適な下限含有量は0%、0.01%、0.03%、特に0.05%である。最も好ましい含有範囲は0.05~0.3%である。

[0040] 上記成分以外にも、他の成分を導入してもよい。その導入量は、好ましくは5%以下、3%以下、特に1%以下である。

[0041]  $ZrO_2$ は、化学的耐久性を高める成分であるが、その導入量が多くなると、 $ZrSiO_4$ の結晶が発生し易くなる。 $ZrO_2$ の好適な上限含有量は1%、0.5%、0.3%、0.2%、特に0.1%であり、化学的耐久性の観点から0.001%以上導入することが好ましい。最も好ましい含有範囲は0.001%~0.1%である。なお、 $ZrO_2$ は、原料から導入してもよいし、耐火物からの溶出により導入してもよい。

[0042]  $TiO_2$ は、高温粘性を下げた熔融性を高める成分であり、また化学的耐久性を高める成分であるが、過剰に導入すると、紫外線透過率が低下し易くなる。 $TiO_2$ の含有量は、好ましくは3%以下、1%以下、0.5%以下、0.1%以下、0.05%以下、0.03%、特に0.01%以下である。な

お、 $\text{TiO}_2$ を極少量導入（例えば0.0001%以上）すると、紫外線による着色を抑制する効果が得られる。最も好ましい含有範囲は0.0001～0.01%である。

[0043]  $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ は、清澄剤として作用する成分であるが、環境負荷化学物質であるため、できるだけ使用しないことが望ましい。 $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ の含有量は、それぞれ0.3%未満、0.1%未満、0.09%未満、0.05%未満、0.03%未満、0.01%未満、0.005%未満、特に0.003%未満が好ましい。

[0044] 鉄は、不純物として、原料から混入する成分であるが、鉄の含有量が多過ぎると、紫外線透過率が低下する虞がある。紫外線透過率が低下すると、TFIを作製するフォトリソグラフィー工程や紫外線による液晶の配向工程、更にはプラスチックOLED製造工程におけるレーザーリフトオフ工程で不具合が発生する虞がある。よって、鉄の好適な下限含有量は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ に換算して、0.0001%、0.0005%、0.001%、特に0.0015%であり、好適な上限含有量は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ に換算して、0.01%、0.009%、0.008%、0.007%、特に0.006%である。最も好ましい含有範囲は0.0015%～0.006%である。

[0045]  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ は、不純物として、原料から混入する成分であるが、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の含有量が多過ぎると、ガラス基板端面から光を入射し、散乱光によりガラス基板内部の異物検査を行う場合に、光の透過が生じ難くなり、異物検査に不具合が生じる虞がある。特に、基板サイズが730mm×920mm以上の場合に、この不具合が発生し易くなる。また、ガラス基板の板厚が小さい（例えば0.5mm以下、0.4mm以下、特に0.3mm以下）と、ガラス基板端面から入射する光が少なくなるため、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の含有量を規制する意義が大きくなる。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の好適な上限含有量は0.001%、0.0008%、0.0006%、0.0005%、特に0.0003%であり、好適な下限含有量は0.00001%である。最も好ましい含有範囲は0.00001～0.0003%である。

[0046]  $\text{SO}_3$ は、不純物として、原料から混入する成分であるが、 $\text{SO}_3$ の含有量が多過ぎると、溶融や成形中にリボイルと呼ばれる泡を発生させて、ガラス中に欠陥を生じさせる虞がある。 $\text{SO}_3$ の好適な上限含有量は0.005%、0.003%、0.002%、特に0.001%であり、好適な下限含有量は0.0001%である。最も好ましい含有範囲は0.0001%～0.001%である。

[0047] 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、楔形の樋状耐火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楔形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作製し易く、また大面積化や薄型化も容易である。

[0048] オーバーフローダウンドロー法以外にも、例えば、その他のダウンドロー法（スロットダウン法、リドロー法等）、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。

[0049] 本発明のガラス基板において、板厚は、特に限定されないが、好ましくは0.5mm以下、0.4mm以下、0.35mm以下、特に0.3mm以下である。板厚が小さい程、デバイスを軽量化し易くなる。一方、板厚が小さい程、ガラス基板が撓み易くなるが、本発明のガラス基板は、ヤング率や比ヤング率が高いため、撓みに起因する不具合が生じ難い。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。

## 実施例 1

[0050] 以下、実施例に基づいて、本発明を詳細に説明する。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。

[0051] 表1～5は、本発明の実施例（試料No. 1～51）を示している。

[0052]

[表1]

|       |                                |                       | No.1   | No.2   | No.3   | No.4   | No.5   | No.6   | No.7   | No.8   | No.9   | No.10  |
|-------|--------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | SiO <sub>2</sub>               | mol%                  | 67.32  | 67.97  | 67.34  | 64.92  | 64.87  | 64.75  | 65.86  | 65.80  | 65.87  | 66.80  |
| ガラス組成 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | mol%                  | 12.57  | 12.70  | 12.27  | 13.93  | 13.97  | 14.14  | 13.98  | 14.02  | 14.05  | 13.00  |
|       | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | mol%                  | 3.00   | 3.00   | 2.80   | 3.98   | 3.99   | 4.04   | 3.01   | 3.02   | 3.05   | 3.05   |
|       | Na <sub>2</sub> O              | mol%                  | 0.0109 | 0.0131 | 0.0152 | 0.0109 | 0.0098 | 0.0133 | 0.0120 | 0.0131 | 0.0155 | 0.0128 |
|       | K <sub>2</sub> O               | mol%                  | 0.0021 | 0.0014 | 0.0021 | 0.0029 | 0.0014 | 0.0022 | 0.0014 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0028 |
|       | MgO                            | mol%                  | 6.02   | 5.69   | 7.01   | 6.04   | 5.05   | 4.94   | 6.04   | 5.04   | 4.93   | 7.07   |
|       | CaO                            | mol%                  | 6.49   | 6.49   | 6.24   | 7.00   | 7.98   | 6.98   | 6.99   | 7.97   | 6.97   | 6.97   |
|       | SrO                            | mol%                  | 2.02   | 1.43   | 1.23   | 2.02   | 2.03   | 2.52   | 2.02   | 2.03   | 2.51   | 1.47   |
|       | BaO                            | mol%                  | 2.46   | 2.60   | 2.98   | 1.99   | 1.99   | 2.51   | 1.98   | 1.99   | 2.50   | 1.51   |
|       | TiO <sub>2</sub>               | mol%                  | 0.0025 | 0.0034 | 0.0025 | 0.0021 | 0.0025 | 0.0034 | 0.0025 | 0.0042 | 0.0017 | 0.0008 |
|       | ZrO <sub>2</sub>               | mol%                  | 0.0027 | 0.0055 | 0.0109 | 0.0055 | 0.0028 | 0.0045 | 0.0055 | 0.0082 | 0.0100 | 0.0108 |
|       | SnO <sub>2</sub>               | mol%                  | 0.0895 | 0.0895 | 0.0893 | 0.0898 | 0.0900 | 0.0911 | 0.0897 | 0.0899 | 0.0909 | 0.0880 |
|       | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | mol%                  | 0.0038 | 0.0038 | 0.0034 | 0.0042 | 0.0051 | 0.0047 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0039 | 0.0037 |
|       | $\beta$ -OH                    | /mm                   | 0.15   | 0.15   | 0.14   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.15   | 0.15   | 0.15   | 0.15   |
|       | 密度                             | g/cm <sup>3</sup>     | 2.569  | 2.575  | 2.593  | 2.585  | 2.587  | 2.608  | 2.589  | 2.592  | 2.613  | 2.559  |
|       | 熱膨張係数                          | ×10 <sup>-7</sup> /°C | 38.2   | 37.8   | 38.9   | 38.9   | 39.7   | 39.8   | 38.7   | 39.6   | 40.0   | 38.0   |
|       | ヤング率                           | GPa                   | 82.3   | 82.2   | 82.9   | 82.8   | 82.4   | 81.8   | 83.4   | 83.1   | 82.6   | 83.6   |
|       | 歪点                             | °C                    | 722    | 725    | 719    | 717    | 716    | 715    | 726    | 727    | 726    | 723    |
|       | 10 <sup>4.5</sup> dPa·sにおける温度  | °C                    | 1255   | 1260   | 1250   | 1226   | 1227   | 1231   | 1240   | 1240   | 1245   | 1243   |
|       | 液相温度                           | °C                    | 1188   | 1191   | 1183   | 1177   | 1216   | 1205   | 1227   | 1247   | 1216   | 1199   |
|       | 液相粘度(log $\eta$ at TL)         | dPa·s                 | 5.2    | 5.2    | 5.2    | 5.0    | 4.6    | 4.8    | 4.6    | 4.5    | 4.8    | 4.9    |
|       | 熱収縮率(500°C1時間)                 | ppm                   | 12.2   | 11.9   | 12.6   | 12.8   | 12.9   | 13.0   | 11.8   | 11.7   | 11.8   | 12.1   |

[0053] [表2]

|                                                                      |                                | No.11         | No.12         | No.13         | No.14         | No.15         | No.16         | No.17         | No.18         | No.19         | No.20         |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                                      |                                | mol%          |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| ガラス組成                                                                | SiO <sub>2</sub>               | 66.88         | 66.80         | 66.92         | 66.77         | 66.76         | 67.87         | 67.72         | 67.76         | 67.94         | 64.89         |
|                                                                      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.04         | 13.00         | 13.00         | 13.02         | 13.01         | 12.02         | 12.02         | 11.98         | 11.98         | 13.97         |
|                                                                      | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 2.96          | 3.00          | 2.97          | 3.00          | 3.03          | 3.00          | 3.03          | 3.04          | 2.97          | 3.98          |
|                                                                      | Na <sub>2</sub> O              | 0.0107        | 0.0109        | 0.0108        | 0.0120        | 0.0115        | 0.0126        | 0.0149        | 0.0107        | 0.0140        | 0.0131        |
|                                                                      | K <sub>2</sub> O               | 0.0021        | 0.0014        | 0.0021        | 0.0014        | 0.0022        | 0.0028        | 0.0014        | 0.0021        | 0.0021        | 0.0014        |
|                                                                      | MgO                            | 5.94          | 6.01          | 4.96          | 5.01          | 5.06          | 6.95          | 7.03          | 6.06          | 5.96          | 7.03          |
|                                                                      | CaO                            | 8.06          | 6.96          | 9.03          | 8.05          | 7.04          | 8.02          | 7.05          | 8.01          | 7.02          | 6.02          |
|                                                                      | SrO                            | 1.48          | 2.01          | 1.48          | 2.02          | 2.50          | 1.01          | 1.53          | 1.53          | 2.00          | 2.02          |
|                                                                      | BaO                            | 1.52          | 2.11          | 1.52          | 2.02          | 2.48          | 1.02          | 1.50          | 1.51          | 2.00          | 1.98          |
|                                                                      | TiO <sub>2</sub>               | 0.0042        | 0.0034        | 0.0025        | 0.0017        | 0.0026        | 0.0024        | 0.0016        | 0.0008        | 0.0021        | 0.0013        |
| $\beta$ -OH<br>密度                                                    | ZrO <sub>2</sub>               | 0.0162        | 0.0109        | 0.0135        | 0.0098        | 0.0055        | 0.0063        | 0.0075        | 0.0064        | 0.0070        | 0.0082        |
|                                                                      | SnO <sub>2</sub>               | 0.0882        | 0.0893        | 0.0884        | 0.0894        | 0.0903        | 0.0865        | 0.0874        | 0.0876        | 0.0886        | 0.0896        |
|                                                                      | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.0042        | 0.0038        | 0.0046        | 0.0051        | 0.0051        | 0.0053        | 0.0058        | 0.0050        | 0.0042        | 0.0042        |
|                                                                      | $\beta$ -OH<br>密度              | 0.15<br>2.555 | 0.15<br>2.581 | 0.15<br>2.563 | 0.15<br>2.581 | 0.15<br>2.604 | 0.15<br>2.527 | 0.15<br>2.548 | 0.15<br>2.551 | 0.15<br>2.572 | 0.18<br>2.582 |
| 熱膨張係数<br>$\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$                           |                                | 38.4          | 39.0          | 39.3          | 39.6          | 39.4          | 37.5          | 37.9          | 38.6          | 39.1          | 38.3          |
| ヤング率<br>GPa                                                          |                                | 83.7          | 83.0          | 83.2          | 82.4          | 82.2          | 83.7          | 83.3          | 82.8          | 82.7          | 83.2          |
| 歪点<br>$10^{4.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度<br>$^{\circ}\text{C}$ |                                | 722           | 721           | 721           | 720           | 720           | 717           | 716           | 717           | 715           | 718           |
| 液相温度<br>$^{\circ}\text{C}$                                           |                                | 1243          | 1246          | 1244          | 1247          | 1250          | 1245          | 1247          | 1247          | 1253          | 1227          |
| 液相粘度(log $\eta$ at TL)<br>dPa $\cdot$ s                              |                                | 1208          | 1210          | 1239          | 1216          | 1211          | 1258          | 1222          | 1221          | 1234          | 1193          |
| 熱収縮率(500 $^{\circ}\text{C}$ 1時間)<br>ppm                              |                                | 12.2          | 12.3          | 12.3          | 12.4          | 12.4          | 12.8          | 12.9          | 12.8          | 13.0          | 12.7          |

[0054] [表3]

|                                | No.21             | No.22  | No.23  | No.24  | No.25  | No.26  | No.27  | No.28  | No.29  | No.30  |
|--------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                | mol%              | 64.90  | 64.88  | 65.75  | 65.80  | 65.85  | 65.86  | 66.83  | 66.86  | 66.80  |
| SiO <sub>2</sub>               | mol%              | 14.10  | 14.01  | 14.03  | 14.01  | 13.99  | 14.01  | 12.98  | 13.01  | 13.99  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | mol%              | 3.93   | 4.05   | 3.00   | 3.04   | 2.98   | 3.99   | 4.03   | 3.97   | 3.01   |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | mol%              | 0.0122 | 0.0155 | 0.0131 | 0.0099 | 0.0112 | 0.0109 | 0.0108 | 0.0109 | 0.0131 |
| Na <sub>2</sub> O              | mol%              | 0.0007 | 0.0007 | 0.0014 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0014 | 0.0022 |
| K <sub>2</sub> O               | mol%              | 5.95   | 5.96   | 7.03   | 5.93   | 4.98   | 7.05   | 5.97   | 6.01   | 6.04   |
| MgO                            | mol%              | 5.98   | 6.98   | 6.02   | 6.09   | 6.05   | 6.04   | 7.03   | 6.00   | 6.03   |
| CaO                            | mol%              | 2.51   | 0.00   | 2.02   | 2.51   | 3.01   | 2.48   | 1.96   | 1.03   | 2.01   |
| SrO                            | mol%              | 2.50   | 3.99   | 2.02   | 2.50   | 3.02   | 2.52   | 1.99   | 2.01   | 2.02   |
| BaO                            | mol%              | 0.0026 | 0.0017 | 0.0034 | 0.0043 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0034 |
| TiO <sub>2</sub>               | mol%              | 0.0100 | 0.0134 | 0.0131 | 0.0111 | 0.0056 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0027 | 0.0044 |
| ZrO <sub>2</sub>               | mol%              | 0.0909 | 0.0912 | 0.0896 | 0.0907 | 0.0919 | 0.0899 | 0.0887 | 0.0894 | 0.0897 |
| SnO <sub>2</sub>               | mol%              | 0.0039 | 0.0052 | 0.0046 | 0.0047 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0042 | 0.0051 | 0.0047 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | mol%              | 0.18   | 0.18   | 0.15   | 0.15   | 0.14   | 0.15   | 0.18   | 0.18   | 0.15   |
| $\beta$ -OH                    | /mm               | 2.603  | 2.609  | 2.586  | 2.610  | 2.633  | 2.612  | 2.549  | 2.564  | 2.576  |
| 密度                             | g/cm <sup>3</sup> | 39.3   | 39.0   | 38.2   | 39.3   | 40.4   | 40.1   | 37.6   | 37.8   | 37.4   |
| 熱膨張係数<br>×10 <sup>-1</sup> /°C | GPa               | 82.3   | 81.7   | 84.1   | 83.1   | 82.4   | 83.2   | 82.4   | 81.7   | 83.5   |
| ヤング率                           | °C                | 716    | 715    | 727    | 726    | 725    | 717    | 721    | 715    | 729    |
| 歪点                             | °C                | 1232   | 1228   | 1241   | 1247   | 1250   | 1235   | 1242   | 1246   | 1261   |
| 10 <sup>4.5</sup> dPa・sにおける温度  | °C                | 1200   | 1186   | 1200   | 1205   | 1191   | 1222   | 1195   | 1213   | 1219   |
| 液相温度                           | dPa・s             | 4.8    | 4.9    | 4.9    | 4.9    | 5.1    | 4.6    | 5.0    | 4.8    | 4.9    |
| 液相粘度(log $\eta$ at TL)         | ppm               | 12.9   | 13.0   | 11.7   | 11.8   | 11.9   | 12.8   | 12.3   | 13.0   | 11.5   |
| 熱収縮率(500°C1時間)                 |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

ガラス組成

[0055] [表4]

|                                | No.31  | No.32  | No.33  | No.34  | No.35  | No.36  | No.37  | No.38  | No.39  | No.40  |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 64.87  | 66.15  | 65.77  | 66.80  | 66.79  | 66.22  | 66.88  | 66.64  | 67.87  | 66.77  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.99  | 13.84  | 14.00  | 14.03  | 14.00  | 14.51  | 14.03  | 14.04  | 12.99  | 14.03  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 4.04   | 3.96   | 4.00   | 2.99   | 3.01   | 3.02   | 2.99   | 3.03   | 2.99   | 2.96   |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.0122 | 0.0130 | 0.0110 | 0.0130 | 0.0109 | 0.0109 | 0.0108 | 0.0121 | 0.0108 | 0.0133 |
| K <sub>2</sub> O               | 0.0015 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0029 | 0.0022 | 0.0014 | 0.0021 | 0.0014 | 0.0021 | 0.0029 |
| MgO                            | 6.97   | 6.00   | 6.07   | 6.00   | 6.04   | 6.06   | 6.00   | 6.09   | 6.00   | 5.12   |
| CaO                            | 5.99   | 6.95   | 6.06   | 7.07   | 6.03   | 6.05   | 5.99   | 6.08   | 5.99   | 6.01   |
| SrO                            | 0.00   | 0.97   | 1.51   | 0.97   | 2.02   | 2.03   | 2.98   | 0.99   | 2.01   | 1.99   |
| BaO                            | 4.02   | 2.02   | 2.48   | 2.02   | 1.98   | 1.99   | 1.01   | 3.02   | 2.02   | 3.00   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.0026 | 0.0042 | 0.0017 | 0.0025 | 0.0042 | 0.0034 | 0.0025 | 0.0017 | 0.0025 | 0.0026 |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.0056 | 0.0082 | 0.0099 | 0.0109 | 0.0165 | 0.0110 | 0.0136 | 0.0100 | 0.0055 | 0.0067 |
| SnO <sub>2</sub>               | 0.0910 | 0.0892 | 0.0902 | 0.0891 | 0.0897 | 0.0900 | 0.0891 | 0.0904 | 0.0892 | 0.0912 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.0043 | 0.0042 | 0.0038 | 0.0038 | 0.0042 | 0.0038 | 0.0046 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0056 |
| $\beta$ -OH                    | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.15   | 0.15   | 0.15   | 0.15   | 0.15   | 0.15   | 0.14   |
| 密度                             | 2.608  | 2.557  | 2.577  | 2.563  | 2.576  | 2.581  | 2.563  | 2.589  | 2.567  | 2.606  |
| 熱膨張係数                          | 38.6   | 37.2   | 37.7   | 37.2   | 37.2   | 37.0   | 37.1   | 37.2   | 37.3   | 38.5   |
| ヤング率                           | 82.9   | 83.1   | 82.8   | 84.0   | 83.6   | 84.1   | 83.9   | 83.3   | 82.8   | 82.6   |
| 歪点                             | 716    | 719    | 719    | 730    | 731    | 733    | 733    | 733    | 727    | 730    |
| 10 <sup>4.5</sup> dPa・sにおける温度  | 1230   | 1235   | 1238   | 1252   | 1254   | 1251   | 1253   | 1258   | 1260   | 1259   |
| 液相温度                           | 1207   | 1192   | 1189   | 1221   | 1202   | 1239   | 1214   | 1208   | 1188   | 1204   |
| 液相粘度(log $\eta$ at TL)         | 4.7    | 4.9    | 5.0    | 4.8    | 5.0    | 4.6    | 4.9    | 5.0    | 5.2    | 5.0    |
| 熱収縮率(500℃1時間)                  | 12.9   | 12.6   | 12.6   | 11.4   | 11.3   | 11.0   | 11.0   | 11.0   | 11.7   | 11.4   |

ガラス組成

[0056] [表5]

|                                | No.41  | No.42  | No.43  | No.44  | No.45  | No.46  | No.47  | No.48  | No.49  | No.50  | No.51  |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 67.14  | 67.65  | 67.78  | 66.85  | 67.06  | 67.33  | 67.21  | 67.37  | 67.88  | 67.88  | 67.52  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 12.18  | 13.03  | 13.01  | 13.03  | 13.47  | 13.02  | 12.19  | 12.59  | 12.70  | 13.00  | 13.11  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 2.91   | 3.03   | 2.93   | 4.05   | 2.93   | 2.93   | 2.86   | 2.99   | 3.00   | 3.00   | 3.30   |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.0109 | 0.0110 | 0.0143 | 0.0130 | 0.0121 | 0.0110 | 0.0129 | 0.0098 | 0.0108 | 0.0109 | 0.0067 |
| K <sub>2</sub> O               | 0.0014 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0014 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0014 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0022 | 0.0004 |
| MgO                            | 6.87   | 5.07   | 5.57   | 5.99   | 5.57   | 5.06   | 6.93   | 6.00   | 6.00   | 5.70   | 6.16   |
| CaO                            | 6.26   | 6.56   | 6.55   | 6.46   | 6.55   | 6.55   | 7.23   | 6.59   | 6.30   | 6.30   | 6.50   |
| SrO                            | 1.30   | 1.51   | 0.53   | 1.49   | 1.51   | 2.50   | 1.28   | 2.33   | 1.70   | 1.40   | 1.59   |
| BaO                            | 3.21   | 3.02   | 3.51   | 2.01   | 2.79   | 2.49   | 2.17   | 2.02   | 2.30   | 2.60   | 1.69   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.0017 | 0.0026 | 0.0021 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0017 | 0.0033 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0028 |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.0077 | 0.0066 | 0.0072 | 0.0082 | 0.0099 | 0.0133 | 0.0129 | 0.0109 | 0.0055 | 0.0055 | 0.0101 |
| SnO <sub>2</sub>               | 0.0896 | 0.0904 | 0.0903 | 0.0891 | 0.0902 | 0.0903 | 0.0882 | 0.0892 | 0.0892 | 0.0897 | 0.0958 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.0059 | 0.0051 | 0.0043 | 0.0042 | 0.0038 | 0.0051 | 0.0046 | 0.0046 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0035 |
| $\beta$ -OH                    | 0.14   | 0.15   | 0.14   | 0.18   | 0.14   | 0.14   | 0.14   | 0.15   | 0.15   | 0.15   | 0.10   |
| 密度                             | 2.596  | 2.590  | 2.588  | 2.554  | 2.592  | 2.619  | 2.574  | 2.561  | 2.572  | 2.569  | 2.549  |
| 熱膨張係数                          | 38.8   | 38.5   | 38.1   | 37.5   | 38.4   | 40.4   | 39.1   | 37.7   | 38.1   | 37.3   | 37.1   |
| ヤング率                           | 82.4   | 82.0   | 82.1   | 82.1   | 82.9   | 82.0   | 83.4   | 82.4   | 82.5   | 81.7   | 83.0   |
| 歪点                             | 718    | 726    | 727    | 717    | 728    | 721    | 717    | 726    | 723    | 728    | 725    |
| 10 <sup>4.5</sup> dPa·sにおける温度  | 1250   | 1263   | 1262   | 1244   | 1256   | 1251   | 1241   | 1258   | 1256   | 1266   | 1255   |
| 液相温度                           | 1158   | 1202   | 1181   | 1173   | 1200   | 1227   | 1192   | 1201   | 1196   | 1207   | 1184   |
| 液相粘度(log $\eta$ at TL)         | 5.4    | 5.1    | 5.3    | 5.2    | 5.1    | 4.7    | 5.0    | 5.1    | 5.1    | 5.1    | 5.2    |
| 熱収縮率(500℃1時間)                  | 12.7   | 11.8   | 11.7   | 12.8   | 11.6   | 12.3   | 12.8   | 11.8   | 12.1   | 11.6   | 14.0   |

- [0057] 次のように、各試料を作製した。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、 $1600^{\circ}\text{C}$ 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、平板形状に成形した。得られた各試料について、 $\beta\text{-OH}$ 値、密度、熱膨張係数、ヤング率、歪点、 $10^{4.5}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ における温度、液相温度、液相粘度及び熱収縮率を評価した。
- [0058]  $\beta\text{-OH}$ 値は、上記式により算出した値である。
- [0059] 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。
- [0060] 熱膨張係数は、 $30\sim380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、ディラトメーターで測定した平均熱膨張係数である。
- [0061] ヤング率は、JIS R1602に基づく動的弾性率測定法（共振法）により測定した値である。
- [0062] 歪点は、ASTM C336の方法に基づいて測定した値である。
- [0063] 高温粘度 $10^{4.5}\text{ dPa}\cdot\text{s}$ における温度は、白金球引き上げ法で測定した値である。
- [0064] 液相温度は、各試料を粉砕して、標準篩30メッシュ（ $500\mu\text{m}$ ）を通過し、50メッシュ（ $300\mu\text{m}$ ）に残るガラス粉末を白金ボートに入れて、 $1100^{\circ}\text{C}$ から $1350^{\circ}\text{C}$ に設定された温度勾配炉中に24時間保持した後、白金ボートを取り出し、ガラス中に失透結晶（結晶異物）が認められた温度である。液相粘度は、液相温度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。
- [0065] 熱収縮率の測定試料を以下の方法で作製した。まず $160\text{mm}\times30\text{mm}$ のガラス基板を準備した。これを $900^{\circ}\text{C}$ まで昇温した後、約180秒かけて $500^{\circ}\text{C}$ まで降温し、その後自然放冷した。この徐冷条件は、オーバーフローダウンドロー法で徐冷経路を従来よりも長くし、徐冷速度を従来よりも遅くした徐冷条件に対応している。この測定試料について、上記の測定方法に従って、熱収縮率を測定した。

[0066] 試料N o. 1～51は、熱膨張係数が $37 \times 10^{-7} \sim 40 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、ヤング率が80 GPa以上、歪点が715℃以上、熱収縮率が14.0 ppm以下であるため、熱処理時の寸法変化を低減し得るものと考えられる。また、試料N o. 1～51は、 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度が1270℃以下、液相温度が1260℃以下、液相粘度が $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上であるため、ガラス基板の生産効率を高めることができる。

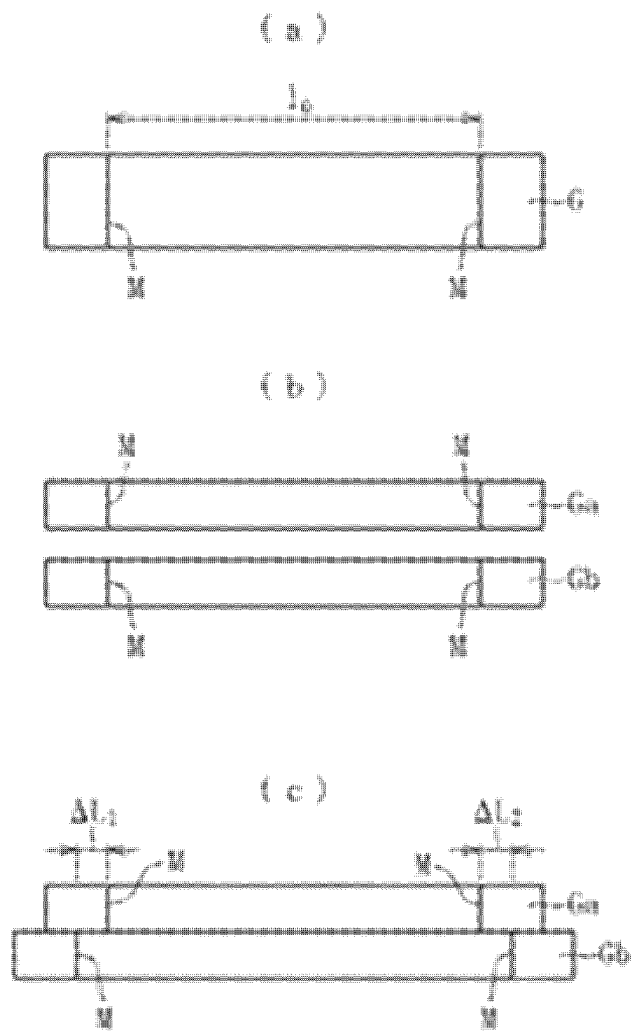
## 実施例 2

[0067] 表1～5に記載の試料N o. 1～51のガラス組成になるガラスバッチを試験溶融炉で溶融して、溶融ガラスを得た後、オーバーフローダウンドロー法で板厚0.5 mmのG10.5サイズのガラス原板を成形した。その後、このガラス原板を切断して、G6サイズのガラス基板を2枚採取した。なお、成形に際して、徐冷経路を従来よりも長くし、徐冷速度を従来よりも遅くすることにより、表1～5に記載の試料N o. 1～51に対応する熱収縮率を有するガラス基板を得た。

### 請求の範囲

- [請求項1] 歪点が $695\sim740^{\circ}\text{C}$ 、 $10^{4.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度が $1300^{\circ}\text{C}$ 以下、液相粘度が $10^{4.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上、ヤング率が $78\text{GPa}$ 以上、且つ $500^{\circ}\text{C}$ 1時間の熱処理を行った時の熱収縮率が $20\text{ppm}$ 以下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、モル％で、 $\text{SiO}_2$   $60\sim70\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$   $10\sim15\%$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$   $0\sim5\%$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$   $0\sim0.1\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$   $0\sim0.1\%$ 、 $\text{K}_2\text{O}$   $0\sim1\%$ 、 $\text{MgO}$   $0\sim8\%$ 、 $\text{CaO}$   $0\sim10\%$ 、 $\text{SrO}$   $0\sim10\%$ 、 $\text{BaO}$   $0\sim10\%$ 、 $\text{ZnO}$   $0\sim10\%$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$   $0\sim10\%$ 、 $\text{SnO}_2$   $0\sim1\%$ 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。

[図1]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/009669

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C03C3/085(2006.01)i, C03C3/087(2006.01)i, C03C3/091(2006.01)i, C03C3/093(2006.01)i, C03C3/097(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i  
FI: C03C3/091, C03C3/093, C03C3/097, C03C3/085, C03C3/087, G02F1/1333500  
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)

Int.Cl. C03C3/085, C03C3/087, C03C3/091, C03C3/093, C03C3/097, G02F1/1333

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         | JP 2013-151407 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 08.08.2013 (2013-08-08), examples 1-3, table 1, paragraphs [0066]-[0068], [0083], [0092], fig. 2 | 1-2                   |
| X         | WO 2012/121283 A1 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 13.09.2012 (2012-09-13), example 13, table 2                                                    | 1-2                   |
| X         | WO 2012/063643 A1 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 18.05.2012 (2012-05-18), example 9, table 2                                                     | 1-2                   |

☐ 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<br>14.05.2020                                                  | Date of mailing of the international search report<br>26.05.2020 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No.                          |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/009669

|                   |            |                                                                                                     |
|-------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| JP 2013-151407 A  | 08.08.2013 | (Family: none)                                                                                      |
| WO 2012/121283 A1 | 13.09.2012 | CN 103313948 A<br>example 13, table 2<br>KR 10-2013-0135903 A                                       |
| WO 2012/063643 A1 | 18.05.2012 | US 2013/0237401 A1<br>example 9, table 2<br>EP 2639205 A1<br>KR 10-2013-0041252 A<br>CN 103201228 A |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>C03C 3/085(2006.01)i; C03C 3/087(2006.01)i; C03C 3/091(2006.01)i; C03C 3/093(2006.01)i;<br>C03C 3/097(2006.01)i; G02F 1/1333(2006.01)i<br>FI: C03C3/091; C03C3/093; C03C3/097; C03C3/085; C03C3/087; G02F1/1333 500                                                                                                                                                                                                   |                                                                                            |                                                                       |
| 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））<br>C03C3/085; C03C3/087; C03C3/091; C03C3/093; C03C3/097; G02F1/1333                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                            |                                                                       |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2020年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2020年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2020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）<br>INTERGLAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                            |                                                                       |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            |                                                                       |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                                                        |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2013-151407 A（日本電気硝子株式会社）08.08.2013（2013-08-08）<br>実施例1-3、表1、段落0066-0068, 0083, 0092、図2 | 1-2                                                                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 2012/121283 A1（日本電気硝子株式会社）13.09.2012（2012-09-13）<br>実施例13、表2                            | 1-2                                                                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 2012/063643 A1（日本電気硝子株式会社）18.05.2012（2012-05-18）<br>実施例9、表2                             | 1-2                                                                   |
| <input 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<br>“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<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                            |                                                                       |
| 国際調査を完了した日<br>14.05.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                            | 国際調査報告の発送日<br>26.05.2020                                              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>若土 雅之 4T 1584<br><br>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/JP2020/009669

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献        | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|--------------------|-----|
| JP   | 2013-151407 | A  | 08.08.2013 | (ファミリーなし)          |     |
| WO   | 2012/121283 | A1 | 13.09.2012 | CN 103313948       | A   |
|      |             |    |            | 実施例13、表2           |     |
|      |             |    |            | KR 10-2013-0135903 | A   |
| WO   | 2012/063643 | A1 | 18.05.2012 | US 2013/0237401    | A1  |
|      |             |    |            | 実施例9、表2            |     |
|      |             |    |            | EP 2639205         | A1  |
|      |             |    |            | KR 10-2013-0041252 | A   |
|      |             |    |            | CN 103201228       | A   |