(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
2023年12月14日(14.12.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/238793 A1

(51) 国際特許分類:
C03C 3/085 (2006.01) *C03C 3/097* (2006.01)
C03C 3/093 (2006.01) *C03C 10/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/020637

(22) 国際出願日： 2023年6月2日(02.06.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-092818 2022年6月8日(08.06.2022) JP
特願 2023-047597 2023年3月24日(24.03.2023) JP
特願 2023-066361 2023年4月14日(14.04.2023) 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: 横田 裕基(**YOKOTA Yuki**); 〒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). 若井 裕太郎(**WAKAI Yutaro**); 〒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). 高橋 能弘(**TAKAHASHI Takahiro**); 〒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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：
— 国際調査報告（条約第21条(3)）

WO 2023/238793 A1

(54) **Title:** ZNO-AL2O3-SIO2 GLASS AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称： ＺｎＯ－Ａｌ２Ｏ３－ＳｉＯ２系ガラス及びその製造方法

(57) **Abstract:** Provided is glass that has excellent translucency, thermostability, and thermal shock resistance, and can be used as an alternative for Li_2O-Al_2O_3-SiO_2 crystallized glass. This ZnO-Al_2O_3-SiO_2 glass is characterized by containing 40-90 mass% SiO_2, 5-35 mass% Al_2O_3, more than 0 but not more than 35 mass% ZnO, and 0-5 mass% Li_2O+Na_2O+K_2O.

(57) 要約： Li_2O－Al_2O_3－SiO_2系結晶化ガラスに替わる、優れた透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性を有するガラスを提供する。 質量％で、SiO_2 ４０～９０％、Al_2O_3 ５～３５％、ＺｎＯ ０超～３５％、Li_2O＋Na_2O＋K_2O ０～５％を含有することを特徴とするＺｎＯ－Al_2O_3－SiO_2系ガラス。

明　細　書

発明の名称 ：

ＺｎＯ－Ａｌ２Ｏ３－ＳｉＯ２系ガラス及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は低熱膨張特性を有するＺｎＯ－Al_2O_3－SiO_2系ガラス及びＺｎＯ－Al_2O_3－SiO_2系結晶化ガラスに関する。

背景技術

[0002] 従来、石油ストーブ、薪ストーブ等の前面窓、電子部品焼成用セッター、半導体製造用炉心管、寸法測定用部材、通信用部材、建築用部材、化学反応用容器、電磁調理用トッププレート、耐熱食器、耐熱カバー、防火戸用窓ガラス、天体望遠鏡用部材、線熱膨張係数調整材等の材料として、結晶化ガラスが用いられている。例えば特許文献１～３には、主結晶としてβ－石英固溶体（Li_2O・Al_2O_3・ｎSiO_2［ただし２≦ｎ≦４］）やβ－スポジュメン固溶体（Li_2O・Al_2O_3・ｎSiO_2［ただしｎ≧４］）等のLi_2O－Al_2O_3－SiO_2系結晶を析出してなる結晶化ガラスが開示されている。

[0003] 当概結晶化ガラスは、線熱膨張係数が低く、機械的強度も高いため、優れた熱的特性を有している。また、結晶化工程において熱処理条件を適宜調整することにより、析出結晶の種類を制御することが可能であり、透光性のある結晶化ガラスを容易に作製することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特公昭３９－２１０４９号公報

特許文献2：特公昭４０－２０１８２号公報

特許文献3：特開平１－３０８８４５号号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、近年、リチウムイオン電池の普及に伴い、リチウム原料価格が高騰しており、$Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$系結晶化ガラスを安定的に製造し、市場に供給することが難しくなっている。

[0006] このような背景から、$Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$系結晶化ガラスに替わる、透光性があり、かつ優れた熱的特性を有する低膨張材料が求められていた。

[0007] 本発明の目的は、$Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$系結晶化ガラスに替わる、優れた透光性及び熱的特性、特に耐熱性、耐熱衝撃性を有する$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスを提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 鋭意検討の結果、本発明者は、ガラス組成を適宜設計することにより、線熱膨張係数が低く、かつ優れた透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性を有する低熱膨張ガラスを得られることを見出した。なお、本発明では、$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスを、主成分がZnO、Al_2O_3、SiO_2である組成物として、取り扱う。

[0009] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、質量%で、SiO_2 40～90%、Al_2O_3 5～35%、ZnO 0超～35%、$Li_2O+Na_2O+K_2O$ 0～5%を含有することを特徴とする。

[0010] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、質量%で、Fe_2O_3 0%超を含有することが好ましい。

[0011] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、質量%で、HfO_2 10%以下を含有することが好ましい。

[0012] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、Pt 30ppm以下、Rh 30ppm以下を含有することが好ましい。

[0013] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、質量%で、MoO_3 0%超を含有することが好ましい。

[0014] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、質量%で、SnO_2 0%超を含有することが好ましい。

[0015] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、質量％で、Ｃｒ$_2$Ｏ$_3$　０％超を含有することが好ましい。

[0016] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、質量比で、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$／ＺｎＯ　０．１４～２３００を含有することが好ましい。

[0017] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、質量比で、ＺｎＯ／（ＳｉＯ$_2$＋Ｂ$_2$Ｏ$_3$）０超～０．７５であることが好ましい。

[0018] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、質量比で、（Ｌｉ$_2$Ｏ＋Ｎａ$_2$Ｏ＋Ｋ$_2$Ｏ）／Ｆｅ$_2$Ｏ$_3$が１００００以下であることが好ましい。

[0019] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、質量％で、ＺｎＯ＋Ｂ$_2$Ｏ$_3$＋Ｐ$_2$Ｏ$_5$　０超～５５％であることが好ましい。

[0020] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、質量比で、（ＺｎＯ＋Ｂ$_2$Ｏ$_3$＋Ｐ$_2$Ｏ$_5$）／ＺｎＯが１．００１以上であることが好ましい。

[0021] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、３０～７５０℃における線熱膨張係数が、６０×１０$^{-7}$／℃以下であることが好ましい。

[0022] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、厚さ４ｍｍ、波長５５５ｎｍにおける透過率が０．１％以上であることが好ましい。

[0023] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、ヤング率が６５ＧＰａ以上であることが好ましい。

[0024] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、結晶化ガラスであってもよい。なお、本発明において、ＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスが結晶化ガラスである場合、当該結晶化ガラスを「ＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系結晶化ガラス」と呼ぶこともある。

[0025] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスの製造方法は、上記いずれかのガラスを製造するための方法であって、ガラス原料を溶融して溶融ガラスを得る工程、及び、前記溶融ガラスを成形する工程、を備え、前記溶融ガラスを成形する方法が、オーバーフロー法、フロート法、ダウンドロー法、スロットダウン法、リドロー法、無容器法、ブロー法、プレス法、ロール法、ブッシング法及び管引き法から選択される少なくとも１種以上であることを

特徴とする。

[0026] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスの製造方法は、さらに、前記溶融ガラスを成形する工程で得られたガラスに熱処理を施して結晶化させる工程を備えていてもよい。

[0027] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、調理器用トッププレート、防火窓、耐熱食器または建築用部材に用いられることが好ましい。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、Ｌｉ$_2$Ｏ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系結晶化ガラスに替わる、優れた透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性を有するＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスを提供することができる。

発明を実施するための形態

[0029] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス（以下において、単に「ガラス」ともいう）は、質量％で、ＳｉＯ$_2$　４０～９０％、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$　５～３５％、ＺｎＯ　０超～３５％、Ｌｉ$_2$Ｏ＋Ｎａ$_2$Ｏ＋Ｋ$_2$Ｏ　０～５％を含有することを特徴とする。上記のように、各成分の含有量及び特性を規制した理由を以下に説明する。なお、以下の各成分の含有量に関する説明において、特に断りのない限り、「％」は「質量％」を意味する。

[0030] ＳｉＯ$_2$はガラスの骨格を形成する成分である。また、分相の起こりやすさに特に関与しうる成分でもある。ＳｉＯ$_2$の含有量は４０～９０％であり、５０～９０％、４５～８５％、４０～８２％、４１～８０％、５０～８０％、５２％～７９％、５３％～７８％、５３．５～７７％、特に５４～７６％であることが好ましい。ＳｉＯ$_2$の含有量が少なすぎると、線熱膨張係数が高くなる傾向があり、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスが得られにくくなる。また、化学的耐久性が低下する傾向がある。一方、ＳｉＯ$_2$の含有量が多すぎると、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。さらに、ガラス融液の表面にＳｉＯ$_2$の含有量が多いスカムが発生しやすくなり、そのスカムからクリストバライト等の失透が析出し、製造負荷が高まりやすくなる。

[0031] Ａｌ$_2$Ｏ$_3$はガラスの骨格を形成する成分である。また、分相の起こりやす

さ等に関与しうる成分でもある。Al_2O_3の含有量は５～３５％であり、７～３３％、９～３０％、１０～２８％、特に１１～２５％であることが好ましい。Al_2O_3の含有量が少なすぎると、線熱膨張係数が高くなる傾向があり、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスが得られにくくなる。また、化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。一方、Al_2O_3の含有量が多すぎると、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。さらに、ムライト等の結晶が析出してガラスが失透する傾向があり、ガラスが破損しやすくなる。

[0032] ＺｎＯはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分であり、$ZnAl_2O_4$（ガーナイト）等のＺｎ含有結晶の構成成分でもある。ＺｎＯの含有量は０超～３５％であり、１～３５％、３～３５％、５～３５％、７～３５％、９～３５％、９～３２％、９～２８％、９～２５％、９～２３％、特に９～２１％であることが好ましい。ＺｎＯの含有量が少なすぎると、ムライト等の結晶が析出してガラスが失透する傾向がある。また、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。一方、ＺｎＯの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。また、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。

[0033] Ｚｎカチオン、Ａｌカチオン、Ｏアニオンは、ガラス及び結晶化ガラス中で電荷補償する形で配座していることがある。よって、電気的に中性な配座が形成され、かつ共有結合性の高い化学結合が形成されている場合、特に化学的に安定しやすい。化学的に安定した配座構造を有するガラスは、耐薬品性に優れ、耐熱衝撃性も高い。このため、質量比で、Al_2O_3／ＺｎＯ（Al_2O_3含有量をＺｎＯ含有量で除した値）は、０．１４～２３００、０．１

４～１０００、０．１４～５００、０．１～１００、０．１～１００、０．１４～４．５、０．１４～４、０．１４～３．５、０．１４～３、０．１４～２．５、０．１４～２、０．３～２、０．５～２、０．６～２、０．６～１．９、特に０．７～１．９であることが好ましい。

[0034] Li_2O、Na_2O、K_2Oはそれぞれガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。$Li_2O+Na_2O+K_2O$（Li_2O、Na_2O、K_2Oの合量値）は０～５％であり、０～４．５％、０～４％、０～３．５％、０～３％、０～２．５％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．９％、０～０．８％、０～０．７％、０～０．６％、０～０．５％、０～０．４％、０～０．３５％、０～０．３％、０～０．２％、０～０．１％、特に０～０．０５％であることが好ましい。$Li_2O+Na_2O+K_2O$が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、Li_2O、Na_2O、K_2Oは不純物として混入し易いため、これらを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、$Li_2O+Na_2O+K_2O$の含有量の下限は、０％超、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、特に０．００１％以上であることが好ましい。

[0035] Li_2Oはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。Li_2Oの含有量は０～５％、０～４．５％、０～４％、０～３．５％、０～３％、０～２．５％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．９％、０～０．８％、０～０．７％、０～０．６％、０～０．５％、０～０．４％、特に０～０．３９％であることが好ましい。Li_2Oの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得

ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、Li_2Oは不純物として混入し易いため、Li_2Oを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。よって、製造コストの増加を抑制する場合には、Li_2Oの含有量の下限は、０％超、０．０００１％以上、０．０００２％以上、０．０００３％以上、０．０００４％以上、０．０００５％以上、特に０．００１％以上であることが好ましい。

[0036] Na_2Oはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分であり、ガラスの分相に関与しうる成分でもある。Na_2Oの含有量は０～５％、０～４．５％、０～４％、０～３．５％、０～３％、０～２．５％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．９％、０～０．８％、０～０．７％、０～０．６％、０～０．５％、０～０．４％、特に０～０．３９％であることが好ましい。Na_2Oの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、Na_2Oは不純物として混入し易いため、Na_2Oを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、Na_2Oの含有量の下限は、０％超、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００２％以上、０．００４％以上、０．００６％以上、０．００８％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。

[0037] K_2Oはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整す

るための成分であり、ガラスの分相に関与しうる成分でもある。K_2Oの含有量は０～５％、０～４．５％、０～４％、０～３．５％、０～３％、０～２．５％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．９％、０～０．８％、０～０．７％、０～０．６％、０～０．５％、０～０．４％、特に０～０．３９％であることが好ましい。K_2Oの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、K_2Oは不純物として混入し易いため、K_2Oを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、K_2Oの含有量の下限は、０％超、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、特に０．００１％以上であることが好ましい。

[0038] 本発明の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラスは、上記成分以外にも、下記の成分を含有してもよい。

[0039] Fe_2O_3は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、酸化還元反応によって、酸素系のガスを放出する成分であり、ガラスの清澄性にも関与しうる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分であり、ガラスの分相にも関与しうる成分である。Fe_2O_3の含有量は０％超、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．０００７％以上、０．０００９％以上、０．００１１％以上、０．００１３％以上、０．００１５％以上、０．００２％以上、０．００３％以上、０．００４％以上、０．００５％以上、０．００６％以上、０．０．００７％以上、０．００８％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。一方で、Fe_2O_3の含有量が多すぎると、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。また、Ｆｅを含む失透が析出し、製造負荷が高

まりやすくなる。よって、Fe_2O_3の含有量は２０％以下、１５％以下、１０％以下、５％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。なお、本発明のガラスの用途に応じて、Fe_2O_3の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色（例えば、黒色）の外観が必要になる場合は、Fe_2O_3の含有量は０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0040] Li_2O、Na_2O、K_2Oはそれぞれガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、これらはガラスの光学的塩基度に関与し、Li_2O、Na_2O、K_2Oの量が多いほど、光学的塩基度が上昇する傾向にある。一方、Fe_2O_3は様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分である。ガラスの光学的塩基度が高いとＦｅイオンは３価でガラス中に存在しやすくなり、ガラスの光学的塩基度が低いとＦｅイオンは２価で存在しやすくなる。３価のＦｅイオンは紫外域～可視域の光を吸収しやすく、２価のＦｅイオンは赤外域の光を吸収しやすい。本発明のガラスの用途に応じて、紫外域、可視域、赤外域の透光性を調整する必要があり、ガラスの光学的塩基度およびＦｅイオンの価数を好適に制御することが好ましい。このため、（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）／Fe_2O_3（Li_2O、Na_2O、Ｋ２の合計量をFe_2O_3の含有量で除した値)は、０以上、０．１以上、０．２以上、０．３以上、０．４以上、特に０．５以上であることが好ましい。このようにすることで、ガラスの粘度を下げつつ、紫外域、可視域、赤外域の透光性を調整しやすくなる。また、（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）／Fe_2O_3は１００００以下、１０００以下、１００以下、５０以下、４０以下、３０以下、２５以下、特に１５以下であることが好ましい。このようにすることで、ガラスの粘度が下がり過ぎず、成形しやすくなる。

[0041] HfO_2はガラスのヤング率や剛性率などを向上させる成分であり、かつ、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。なお、本発明のガラ

スの用途に応じて、HfO_2の含有量を制御し、所望の強度を得られるように設計する必要がある。HfO_2の含有量が多すぎると、ガラスや結晶化ガラスの機械的強度が高くなりすぎてしまい、加工等が困難になり、所望の表面状態ひいては所望の優れた透光性を得にくくなる。また、HfO_2は原料が高価なため、製造コストの増大につながる。以上から、HfO_2の含有量は１０％以下、９％以下、８％以下、７％以下、６％以下、５％以下、４％以下、３％以下、２％以下、１％以下、０．５％以下、０．４％以下、０．３％以下、特に０．２％以下であることが好ましい。なお、HfO_2の含有量の下限は特に限定されず、０％以上であるが、HfO_2は使用する原料から混入しうる成分であり、その混入量は原料構成によって変化する。このため、HfO_2は、現実的には０．０００１％以上、０．０００３％以上、特に０．０００５％以上含有しても良い。

[0042] Ｐｔはイオンやコロイド、金属等の状態でガラスに混入しうる成分であり、黄色～茶褐色の着色を発現させる。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。Ｐｔの含有量は３０ｐｐｍ以下、２８ｐｐｍ以下、２６ｐｐｍ以下、２４ｐｐｍ以下、２２ｐｐｍ以下、２０ｐｐｍ以下、１８ｐｐｍ以下、１６ｐｐｍ以下、１４ｐｐｍ以下、１２ｐｐｍ以下、１０ｐｐｍ以下、８ｐｐｍ以下、６ｐｐｍ以下、４ｐｐｍ以下、２ｐｐｍ以下、１．６ｐｐｍ以下、１．４ｐｐｍ以下、１．２ｐｐｍ以下、１ｐｐｍ以下、０．９ｐｐｍ以下、０．８ｐｐｍ以下、０．７ｐｐｍ以下、０．６ｐｐｍ以下、０．５ｐｐｍ以下、０．４５ｐｐｍ以下、０．４ｐｐｍ以下、０．３５ｐｐｍ以下、特に０．３ｐｐｍ以下であることが好ましい。Ｐｔの含有量が多すぎると、Ｐｔを含む失透が析出し、製造負荷が高まりやすい。なお、Ｐｔの含有量の下限は特に限定されず、０ｐｐｍであってもよいが、一般的な溶融設備を用いた場合、均質なガラスを得るためにＰｔ部材の使用が必要になることがある。このため、Ｐｔを完全に除去しようとすると、製造コストが増加する傾向にある。着色に悪影響を及ぼさない場合においては、製造コストの増加を抑制するために、Ｐｔの含有量の下限は０．０００１ｐｐｍ以上、０．００１ｐｐ

ｍ以上、０．００５ｐｐｍ以上、０．０１ｐｐｍ以上、０．０３ｐｐｍ以上、０．０５ｐｐｍ以上、特に０．０７ｐｐｍ以上であることが好ましい。

[0043] Ｒｈはイオンやコロイド、金属等の状態でガラスに混入しうる成分であり、黄色～茶褐色の着色を発現させる。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。Ｒｈの含有量は３０ｐｐｍ以下、２８ｐｐｍ以下、２６ｐｐｍ以下、２４ｐｐｍ以下、２２ｐｐｍ以下、２０ｐｐｍ以下、１８ｐｐｍ以下、１６ｐｐｍ以下、１４ｐｐｍ以下、１２ｐｐｍ以下、１０ｐｐｍ以下、８ｐｐｍ以下、６ｐｐｍ以下、４ｐｐｍ以下、２ｐｐｍ以下、１．６ｐｐｍ以下、１．４ｐｐｍ以下、１．２ｐｐｍ以下、１ｐｐｍ以下、０．９ｐｐｍ以下、０．８ｐｐｍ以下、０．７ｐｐｍ以下、０．５ｐｐｍ以下、０．４ｐｐｍ以下、０．３５ｐｐｍ以下、特に０．３ｐｐｍ以下であることが好ましい。Ｒｈの含有量が多すぎると、Ｒｈを含む失透が析出し、製造負荷が高まりやすい。なお、Ｒｈの含有量の下限は特に限定されず、０ｐｐｍであってもよいが、一般的な溶融設備を用いた場合、均質なガラスを得るためにＲｈ部材の使用が必要になることがある。このため、Ｒｈを完全に除去しようとすると、製造コストが増加する傾向にある。着色に悪影響を及ぼさない場合においては、製造コストの増加を抑制するために、Ｒｈの含有量の下限は０．０００１ｐｐｍ以上、０．００１ｐｐｍ以上、０．００５ｐｐｍ以上、０．０１ｐｐｍ以上、０．０３ｐｐｍ以上、０．０４ｐｐｍ以上、０．０５ｐｐｍ以上、特に０．０７ｐｐｍ以上であることが好ましい。

[0044] また、Ｐｔ＋Ｒｈ（ＰｔとＲｈの合量）は６０ｐｐｍ以下、５６ｐｐｍ以下、５２ｐｐｍ以下、４８ｐｐｍ以下、４４ｐｐｍ以下、４２ｐｐｍ以下、３８ｐｐｍ以下、３４ｐｐｍ以下、３０ｐｐｍ以下、２６ｐｐｍ以下、２２ｐｐｍ以下、１８ｐｐｍ以下、１４ｐｐｍ以下、１０ｐｐｍ以下、６ｐｐｍ以下、４．５ｐｐｍ、４ｐｐｍ以下、３．７５ｐｐｍ以下、３．５ｐｐｍ以下、３ｐｐｍ以下、２．７５ｐｐｍ以下、２．５ｐｐｍ以下、２．２５ｐｐｍ以下、２ｐｐｍ以下、１．７５ｐｐｍ以下、１．２５ｐｐｍ以下、１ｐｐｍ以下、０．９ｐｐｍ以下、０．８ｐｐｍ以下、０．７ｐｐｍ以下、０．６

ｐｐｍ以下、０．５ｐｐｍ以下、０．４ｐｐｍ以下、特に０．３ｐｐｍ以下であることが好ましい。なお、Ｐｔ＋Ｒｈの下限は特に限定されず、０ｐｐｍであってもよいが、一般的な溶融設備を用いた場合、均質なガラスを得るためにＰｔ部材やＲｈ部材の使用が必要になることがある。このため、ＰｔとＲｈを完全に除去しようとすると、製造コストが増加する傾向にある。着色に悪影響を及ぼさない場合においては、製造コストの増加を抑制するために、Ｐｔ＋Ｒｈの下限は０．０００１ｐｐｍ以上、０．００１ｐｐｍ以上、０．００５ｐｐｍ以上、０．０１ｐｐｍ以上、０．０３ｐｐｍ以上、０．０５ｐｐｍ以上、特に０．０７ｐｐｍ以上であることが好ましい。

[0045] MoO_3は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。MoO_3の含有量は０％超、特に０．０００１％以上が好ましい。一方で、MoO_3の含有量が多すぎると、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。また、Ｍｏを含む失透が析出し、製造負荷が高まりやすくなる。よって、MoO_3の含有量は２０％以下、１５％以下、１０％以下、５％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。なお、本発明のガラスの用途に応じて、MoO_3の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において、有色の外観が必要になる場合は、MoO_3の含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0046] SnO_2は清澄剤として作用する成分である。また、ガラスや結晶化ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。SnO_2の含有量は０％以上、０％超、０．０００１％以上、０．００１％以上、０．００５％以上、０．０１％以上、０．０３％以上、０．０５％以上、０．１％以上、０．１５％以上、特に０．２％以上であることが好ましい。SnO_2の含有量が多すぎると、線熱膨張

係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。SnO_2の含有量の上限には特別な限定はないが、現実的には２０％である。２０％超含有すると、Ｓｎを含む失透が析出し、製造負荷が高まりやすくなる。

[0047] Cr_2O_3は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。Cr_2O_3の含有量は０％超、０．００００１％以上、０．００００５％以上、０．０００１％以上、特に０．０００５％以上が好ましい。一方で、Cr_2O_3の含有量が多すぎると、Ｃｒを含む失透が析出し、製造負荷が高まりやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。よって、Cr_2O_3の含有量は２０％以下、１５％以下、１０％以下、５％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。なお、本発明のガラスの用途に応じて、Cr_2O_3の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、前記好適範囲に加えて、０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．１５％以上、０．１８％以上、０．２％以上、０．２５％以上、０．３％以上、０．４％以上、０．５％以上、０．６％以上、中でも特に０．７％以上としてもよい。

[0048] B_2O_3はガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、分相の起こりやすさに特に関与しうる成分でもある。B_2O_3の含有量は０～３０％、０超～３０％、０超～２５％、１～２５％、２～２０％、２．５～１９％、３～１８％、３．５～１７％、４～１６％、特に４．５～１５％であることが好ましい。B_2O_3の含有量が多すぎると、溶融時のB_2O_3の蒸発量が多くなり、ガラス融液の表面に、B_2O_3の含有量が少なく相対的にSiO_2の含有量が多くなったスカムが発生しやすくなる

。結果的に、そのスカムからクリストバライト等の失透が析出しやすくなり、製造負荷が高くなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなることで、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。

[0049] ＺｎＯ、SiO_2、B_2O_3は、ガラスの分相の起こりやすさに関与する成分である。これらの含有量の比を好適に制御することにより、バイノーダル型分解による分相を発現させやすくなり、結果的に、所望の透光性を得やすくなる。なお、バイノーダル型分解による分相を発現させた場合に所望の透光性を得やすくなる理由は後述する。ＺｎＯ／（SiO_2＋B_2O_3）（ＺｎＯ含有量をSiO_2とB_2O_3の合計量で除した値)は、０超～０．７５、０超～０．７、０超～０．６５、０超～０．６、０．０５～０．６、特に０．１～０．６であることが好ましい。

[0050] ＭｇＯはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数を低下させたり、屈折率を調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＭｇＯの含有量は０～３０％、０～２５％、０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～４％、０～３％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、特に０～０．１％であることが好ましい。ＭｇＯの含有量が多すぎると、逆に線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、ＭｇＯは不純物として混入し易いため、ＭｇＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＭｇＯの含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが

好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、ＭｇＯを積極的に含有させてもよい。例えば、調理用トッププレート等において外観が有色の場合、表面の凹凸の状態が悪化することによる透光性への影響を許容できるため、ＭｇＯの含有量は、０．５％以上、１％以上、２％以上、３％以上、４％以上、５％以上、特に５．５％以上としてもよい。

[0051] B_2O_3はガラスの分相の起こりやすさに関与する成分である。また、Ｍｇイオンの電場強度は他のカチオンと比べて高く、B_2O_3とＭｇＯを含むガラスでは分相が起こりやすいことが分かっている。これらの比を好適に制御することにより、バイノーダル型分解による分相を発現させやすくなり、結果的に、所望の透光性を得やすくなる。これにより、例えば、調理用トッププレート用途において有色の外観が求められる場合は、ガラスに添加する着色成分由来の色をガラスの外観に反映しやすくなるため、ガラスの色調を調整しやすくなり、より一層美観性の高い有色ガラスを得やすくなる。従って、ＭｇＯ／（ＭｇＯ＋B_2O_3）（ＭｇＯ含有量をＭｇＯとB_2O_3の合計量で除した値)は、０超～０．９９、０超～０．９５、０超～０．９０、０超～０．８５、０．０１～０．８、０．１～０．８、０．２５～０．８、特に０．３～０．８であることが好ましい。なお、バイノーダル型分解による分相を発現させた場合に所望の透光性を得やすくなる理由は後述する。

[0052] ＣａＯはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＣａＯの含有量は０～３０％、０～２５％、０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～４％、０～３％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、特に０～０．１％であることが好ましい。ＣａＯの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすく

なる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、ＣａＯは不純物として混入し易いため、ＣａＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＣａＯの含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。

[0053] ＳｒＯはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＳｒＯの含有量は０～３０％、０～２５％、０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～４％、０～３％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、特に０～０．１％であることが好ましい。ＳｒＯの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、ＳｒＯは不純物として混入し易いため、ＳｒＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＳｒＯの含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。

[0054] ＢａＯはガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＢａＯの含有量は０～３０％、０～２５％、０～２０％、０～１５％、０～１

０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～４％、０～３％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、特に０～０．１％であることが好ましい。ＢａＯの含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、ＢａＯは不純物として混入し易いため、ＢａＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＢａＯの含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。

[0055] ZrO_2はガラスのヤング率や剛性率などを向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスの線熱膨張係数や屈折率などを調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ZrO_2の含有量は０～１０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～４％、０～３％、０～２％、０～１．５％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、特に０～０．０１％であることが好ましい。ZrO_2の含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下して溶融し難くなったり、粘度が高くなって清澄し難くなるほか、ガラスの成形が困難になって生産性が低下しやすくなる。なお、ZrO_2は不純物として混入し易いため、ZrO_2を完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＺｎＯの含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以

上であることが好ましい。

[0056] TiO_2は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。特に、チタンと鉄が共存する場合はイルメナイト（$FeTiO_3$）様の着色が発現することが分かっている。また、チタンと錫が共存する場合は黄色が強まることが知られている。また、TiO_2は分相の起こりやすさに特に関与しうる成分でもある。TiO_2の含有量は０～２０％、０～１９％、０～１８％、０～１７％、０～１６％、０～１５％、０～１４％、０～１３％、０～１２％、０～１１％、０～１０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～１％、０～０．５％、特に０～０．１％であることが好ましい。TiO_2の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。ただし、TiO_2は不純物として混入し易いため、TiO_2を完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、TiO_2の含有量の下限は、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００５％以上、０．０１％以上、特に０．０２％以上であることが好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、TiO_2の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、TiO_2の含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0057] P_2O_5は低熱膨張ガラスの線熱膨張係数を低下させたり、屈折率を調整するための成分である。また、特にガラスの分相に関与しうる成分である。P_2O_5の含有量は０～２０％、０超～２０％、０．１～２０％、０．５～２０％、１～１９％、２～１８％、３～１７％、４～１６％、５～１５％、６～１４％、特に７～１４％であることが好ましい。P_2O_5の含有量が多すぎると、逆に線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優

れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、P_2O_5は不純物として混入し易いため、P_2O_5を完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、P_2O_5の含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。

[0058] ＺｎＯ、B_2O_3及びP_2O_5は、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分であり、ガラスの分相に関与しうる成分でもある。よって、ガラスの溶融性及び成形性を向上させつつ、バイノーダル型分解による分相を発現させて、所望の透光性を実現するには、ＺｎＯ＋B_2O_3＋P_2O_5（ＺｎＯ、B_2O_3及びP_2O_5の合計量）は０％超、０．１％以上、０．５％以上、１％以上、２％以上、３％以上、４％以上、５％以上、６％以上、７％以上、８％以上、特に９％以上が好ましい。一方で、ＺｎＯ＋B_2O_3＋P_2O_5が多すぎると、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなることで、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。よって、ＺｎＯ＋B_2O_3＋P_2O_5は５５％以下、５０％以下、４０％以下、３０％以下、２０％以下、１９％以下、１８％以下、１７％以下、１６％以下、１５％以下、１４％以下、１３％以下、１２％以下、特に１１％以下であることが好ましい。

[0059] Ｚｎカチオン、Ｂカチオン、Ｐカチオン、Ｏアニオンは、ガラス及び結晶化ガラス中で電荷補償し合う形で配座していることがある。電気的に中性な配座が形成され、かつ、共有結合性の高い化学結合が形成されている場合、特に化学的に安定しやすい。化学的に安定した配座構造を有するガラスは、耐薬品性及び耐熱衝撃性が高くなる。また、ＺｎＯ、B_2O_3、P_2O_5はそれぞれ、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる

成分である。従って、これらの比を好適に制御することで、ガラスの耐薬品性及び耐熱衝撃性を高めつつ、生産性を向上させることができる。このため、質量比で、（ＺｎＯ＋B_2O_3＋P_2O_5）／ＺｎＯ（ＺｎＯ、B_2O_3、P_2O_5の合量をＺｎＯ含有量で除した値）は、１．００１以上、１．０５以上、１．１以上、１．２以上、１．３以上、１．５以上、２以上、５以上、特に１０以上であることが好ましく、２０００以下、１６００以下、１０００以下、６００以下、特に１００以下であることが好ましい。

[0060] Y_2O_3はガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、低熱膨張ガラスのヤング率を向上させ、線熱膨張係数及び屈折率を調整するための成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。Y_2O_3の含有量は０～１０％、０～９％、０～８％、０～７％、０～６％、０～５％、０～４．５％、０～４％、０～３．５％、０～３％、０～２．５％、０～２％、特に０～１．５％であることが好ましい。Y_2O_3の含有量が多すぎると、線熱膨張係数が大きくなりすぎてしまい、耐熱性及び耐熱衝撃性に優れたガラスを得ることが困難になる。さらに、ガラス融液の均質性が低下しやすくなる。また、ガラスの化学的耐久性が低下し、ガラス表面が変質しやすくなる。結果的に、表面の凹凸の状態が悪化し、所望の透光性を得にくくなる。なお、Y_2O_3は不純物として混入し易いため、Y_2O_3を完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、P_2O_5の含有量の下限は、０．０００１％以上、０．０００３％以上、０．０００５％以上、０．００１％以上、０．００３％以上、０．００５％以上、０．００７％以上、０．００９％以上、特に０．０１％以上であることが好ましい。

[0061] As_2O_3やSb_2O_3は毒性が強く、ガラスの製造工程や廃ガラスの処理時等に環境を汚染する可能性がある。このため、Sb_2O_3＋As_2O_3（Sb_2O_3とAs_2O_3の合量）は２％以下、１％以下、０．７％以下、０．７％未満、０．６５％以下、０．６％以下、０．５５％以下、０．５％以下、０．４５％以下、０．４％以下、０．３５％以下、０．３％以下、０．２５％以下、

０．２％以下、０．１５％以下、０．１％以下、０．０５％以下、０．０４％以下、０．０３％以下、０．０２％以下、０．０１％以下、０．００５％以下、０．００３％以下、０．００２％以下、０．００１％以下、０．０００５％以下、０．０００３％以下、０．０００１％以下、特に実質的に含有しない（具体的には０．０００１％未満である）ことが好ましい。

[0062] ＮｉＯは適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＮｉＯの含有量は０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～８％、０～６％、０～４％、０～２％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、０～０．０１％、特に０～０．００５％であることが好ましい。ＮｉＯの含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。ただし、ＮｉＯは製造工程におけるＳＵＳ部材等から混入し易いため、ＮｉＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＮｉＯの含有量の下限は、０超、０．０００１％以上、０．０００２％以上、特に０．０００３％以上であることが好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、ＮｉＯの含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、ＮｉＯの含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0063] MnO_2は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。MnO_2の含有量は０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～８％、０～６％、０～４％、０～２％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、０～０．０１％、特に０～０．００５％であることが好

ましい。MnO_2の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。ただし、MnO_2は不純物として混入し易いため、MnO_2を完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、MnO_2の含有量の下限は、0超、0．0001％以上、0．0002％以上、特に0．0003％以上であることが好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、MnO_2の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、MnO_2の含有量は0．01％以上、0．05％以上、0．08％以上、0．1％以上、0．2％以上、特に0．3％以上としてもよい。

[0064] V_2O_5は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。V_2O_5の含有量は0～20％、0～15％、0～10％、0～8％、0～6％、0～4％、0～2％、0～1％、0～0．5％、0～0．25％、0～0．1％、0～0．01、％特に0～0．005％であることが好ましい。V_2O_5の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。ただし、V_2O_5は不純物として混入し易いため、V_2O_5を完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、V_2O_5の含有量の下限は、0超、0．0001％以上、0．0002％以上、特に0．0003％以上であることが好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、V_2O_5の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、V_2O_5の含有量は0．01％以上、0．05％以上、0．1％以上、0．2％以上、0．25％以上、0．3％以上、0．4％以上、0．5％以上、0．6％以上、0．7％以上、特に0．75％以上として

もよい。

[0065] Cr_2O_3及びV_2O_5は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。調理用トッププレート等の用途において、黒色の外観のガラスが望まれる場合、複数の着色成分を含有させることが考えられるが、Cr_2O_3及びV_2O_5は特に、ガラスの黒色化に寄与しやすい成分であり、ガラスの漆黒性をより一層向上させることができる。よって、ガラスの漆黒性を向上させるには、$Cr_2O_3+V_2O_5$（Cr_2O_3及びV_2O_5の合量値）は、０．０５％以上、０．１％以上、０．２％以上、０．３％以上、０．４％以上、０．５％以上、０．６％以上、０．７％以上、０．８％以上、特に０．９％以上であることが好ましい。ただし、$Cr_2O_3+V_2O_5$の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなるため、$Cr_2O_3+V_2O_5$の含有量は、２０％以下、１０％以下、５％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。

[0066] ＣｏＯは適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＣｏＯの含有量は０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～８％、０～６％、０～４％、０～２％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、０～０．０１、％特に０～０．００５％であることが好ましい。ＣｏＯの含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。ただし、ＣｏＯは不純物として混入し易いため、ＣｏＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＣｏＯの含有量の下限は、０超、０．０００１％以上、０．０００２％以上、特に０．０００３％以上であることが好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、ＣｏＯの含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が

必要になる場合は、ＣｏＯの含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0067] ＣｕＯは適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。ＣｕＯの含有量は０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～８％、０～６％、０～４％、０～２％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、０～０．０１％、特に０～０．００５％であることが好ましい。ＣｕＯの含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなる。また、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。ただし、ＣｕＯは不純物として混入し易いため、ＣｕＯを完全に除去しようとすると、原料バッチが高価になり製造コストが増加する傾向にある。製造コストの増加を抑制する場合には、ＣｕＯの含有量の下限は、０超、０．０００１％以上、０．０００２％以上、特に０．０００３％以上であることが好ましい。なお、本発明のガラスの用途に応じて、ＣｕＯの含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、ＣｕＯの含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0068] Nd_2O_3は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。Nd_2O_3の含有量は０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～８％、０～６％、０～４％、０～２％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、０～０．０１％、特に０～０．００５％であることが好ましい。Nd_2O_3の含有量が多すぎると、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。なお、本発明のガラスの用途に応じて、Nd_2O

$_3$の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、Nd_2O_3の含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0069] WO_3は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。また、ガラスの分相に関与しうる成分である。WO_3の含有量は０～２０％、０～１５％、０～１０％、０～８％、０～６％、０～４％、０～２％、０～１％、０～０．５％、０～０．２５％、０～０．１％、０～０．０１％、特に０～０．００５％であることが好ましい。WO_3の含有量が多すぎると、ガラスが着色しやすくなり、所望の透光性を得難くなる。なお、本発明のガラスの用途に応じて、WO_3の含有量を制御し、透光性を調整してもよい。例えば、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、WO_3の含有量は０．０１％以上、０．０５％以上、０．０８％以上、０．１％以上、０．２％以上、特に０．３％以上としてもよい。

[0070] Fe_2O_3、TiO_2、NiO、MoO_3、Cr_2O_3、MnO_2、V_2O_5、CoO、CuO、Nd_2O_3、WO_3は適量を含有させることにより、ガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。本発明のガラスの用途に応じて、Fe_2O_3、TiO_2、NiO、MoO_3、Cr_2O_3、MnO_2、V_2O_5、CoO、CuO、Nd_2O_3、WO_3の合量（Fe_2O_3＋TiO_2＋NiO＋MoO_3＋Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋CoO＋CuO＋Nd_2O_3＋WO_3）を制御し、透光性を調整する必要がある。特に、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合は、Fe_2O_3＋TiO_2＋NiO＋MoO_3＋Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋CoO＋CuO＋Nd_2O_3＋WO_3は、０超、０．０００１％以上、０．０００２％以上、０．０００３％以上、０．０５％以上、０．１％以上、０．２％以上、０．３％以上、０．

５％以上、０．７％以上、特に０．９％以上であることが好ましい。ただし、Fe_2O_3＋TiO_2＋NiO＋MoO_3＋Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋CoO＋CuO＋Nd_2O_3＋WO_3の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下しやすくなるため、Fe_2O_3＋TiO_2＋NiO＋MoO_3＋Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋CoO＋CuO＋Nd_2O_3＋WO_3の含有量は、２０％以下、１０％以下、５％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。

[0071] SiO_2とAl_2O_3はガラスの骨格を形成する成分である。一方、Fe_2O_3、TiO_2、NiO、MoO_3、Cr_2O_3、MnO_2、V_2O_5、CoO、CuO、Nd_2O_3、WO_3はガラスの粘度を低下させて、ガラスの溶融性及び成形性を向上させる成分である。また、様々な波長の光を吸収する、ガラスの着色成分でもある。本発明のガラスの用途に応じて、Fe_2O_3、TiO_2、NiO、MoO_3、Cr_2O_3、MnO_2、V_2O_5、CoO、CuO、Nd_2O_3、WO_3の合量を制御し、透光性を調整する必要があるが、同時に、溶融ガラスの粘度を制御して、所望の形状に成形する必要がある。特に、調理用トッププレート等において有色の外観が必要になる場合に、様々な成形法で成形しやすい粘度にするために、SiO_2とAl_2O_3の合量（SiO_2＋Al_2O_3）とFe_2O_3、TiO_2、NiO、MoO_3、Cr_2O_3、MnO_2、V_2O_5、CoO、CuO、Nd_2O_3、WO_3の合量（Fe_2O_3＋TiO_2＋NiO＋MoO_3、Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋CoO＋CuO＋Nd_2O_3＋WO_3）の比は好適に制御することが好ましく、これらの比（SiO_2＋Al_2O_3）／（Fe_2O_3＋TiO_2＋NiO＋MoO_3、Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋CoO＋CuO＋Nd_2O_3＋WO_3）は0超、５以上、１０以上、１５以上、２０以上、２５以上、３０以上、３５以上、４０以上、特に４５以上であることが好ましく、１００００以下、５０００以下、特に３０００以下、であることが好ましい。

[0072] 本発明のガラスはさらに、ガラスの化学的耐久性や所望する透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性等を得られる場合に限り、上記成分以外にも、SO_3、Cl

$_2$、La_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5、RfO_2等を合量で１０％まで含有してもよい。ただし、上記成分の原料バッチは高価であり製造コストが増加する傾向にあるため、特段の事情が無い場合は添加しなくても良い。これら成分の合量は質量％で５％以下、４％以下、３％以下、２％以下、１％以下、０．５％以下、０．４％以下、０．３％以下、０．２％以下、０．１％以下、０．０５％以下、０．０５％未満、０．０４９％以下、０．０４８％以下、０．０４７％以下、０．０４６％以下、特に０．０４５％以下であることが好ましい。

[0073] 本発明のガラスはさらに、ガラスの化学的耐久性や所望する透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性等を得られる場合に限り、上記成分以外にも、例えばH_2、CO_2、CO、H_2O、He、Ne、Ar、N_2等の微量成分をそれぞれ０．１％まで含有してもよい。また、Ag、Au、Pd、Ir、Sc、Ce、Pr、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Ac、Th、Pa、U等は意図的に添加すると原料コストが高くなり、結果として製造コストが高くなる傾向にあるが、AgやAuなどを含有させたガラスに光照射や熱処理を行うと、これら成分の凝集体が形成され、それを起点に意図的に結晶化を促進することが出来る。また、Pdなどには種々の触媒作用があり、これら含有させることで、ガラスに特異な機能を付与することが可能となる。こうした事情を鑑みて、結晶化促進やその他の機能の付与等を目的とする場合、上記成分をそれぞれ１％以下、０．５％以下、０．３％以下、０．１％以下含有してもよく、そのような目的が特にない場合は５００ppm以下、３００ppm以下、１００ppm以下、特に１０ppm以下であることが好ましい。

[0074] なお、本発明のガラスは結晶化ガラスであってもよい。この場合の各成分の含有量範囲は、上述したものと同様である。結晶化ガラス中の結晶種としては、$ZnAl_2O_4$（ガーナイト）、Al_2SiO_5、ZrO_2等が挙げられる。

[0075] 本発明のガラスは、質量％で、SiO_2 ４０～９０％、Al_2O_3 ５～３

５％、ＺｎＯ　０超～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$が０～５％、Fe_2O_3　０％超を含有することが好ましい。

より好ましくは、質量％で、SiO_2　４０～９０％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　０超～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$が０％～５％、Fe_2O_3　０％超、HfO_2　０～５％を含有する。

より好ましくは、質量％で、SiO_2　４０～９０％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　０超～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$　０％～５％、Fe_2O_3　０％超、HfO_2　０～５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（$SiO_2+B_2O_3$）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　６～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$　０．００１～３％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（$SiO_2+B_2O_3$）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　１２～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$　０．００１～１％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（$SiO_2+B_2O_3$）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　１８～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$　０．００１～０．５％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（$SiO_2+B_2O_3$）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　１８～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$　０．００１～０．３９％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐ

ｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（SiO_2＋B_2O_3）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　１８～３５％、Li_2O＋Na_2O＋K_2O　０．００１～０．３９％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下、MoO_3　０％超、SnO_2　０％超、Cr_2O_3　０％超を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（SiO_2＋B_2O_3）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　１８～３５％、Li_2O＋Na_2O＋K_2O　０．００１～０．３９％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下、MoO_3　０．０００１％以上、SnO_2　０．０１％以上、Cr_2O_3　０％超を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（SiO_2＋B_2O_3）が０．０５～０．７である。

さらに好ましくは、質量％で、SiO_2　４５～８５％、Al_2O_3　５～３５％、ＺｎＯ　１８～３５％、Li_2O＋Na_2O＋K_2O　０．００１～０．３９％、Fe_2O_3　０．００２％以上、HfO_2　０～０．５％、Ｐｔ　５ｐｐｍ以下、Ｒｈ　５ｐｐｍ以下、MoO_3　０．０００１％以上、SnO_2　０．１％以上、Cr_2O_3　０．０００１％以上を含有し、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２、ＺｎＯ／（SiO_2＋B_2O_3）が０．０５～０．７、（ＺｎＯ＋B_2O_3＋P_2O_5）／ＺｎＯ　１．００１以上であり、Fe_2O_3＋TiO_2＋ＮｉＯ＋MoO_3、Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋ＣｏＯ＋ＣｕＯ＋Nd_2O_3＋WO_3が０％超、（SiO_2＋Al_2O_3）／（Fe_2O_3＋TiO_2＋ＮｉＯ＋MoO_3＋Cr_2O_3＋MnO_2＋V_2O_5＋ＣｏＯ＋ＣｕＯ＋Nd_2O_3＋WO_3）が１０以上である。

[0076] 上記組成を有する本発明のガラスは、低熱膨張、かつ所望する透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性を達成しやすくなる。

[0077] なお、本発明のガラスが結晶化ガラスである場合も、上記組成を有するこ

とで低熱膨張、かつ所望する透光性、耐熱性及び耐熱衝撃性を達成しやすくなる。

[0078] 本発明のガラスは、β－ＯＨ値が０超～２／ｍｍ、０．００１～２／ｍｍ、０．０１～１．５／ｍｍ、０．０２～１．５／ｍｍ、０．０３～１．２／ｍｍ、０．０４～１．５／ｍｍ、０．０５～１．４／ｍｍ、０．０６～１．３／ｍｍ、０．０７～１．２／ｍｍ、０．０８～１．１／ｍｍ、０．０８～１／ｍｍ、０．０８～０．９／ｍｍ、０．０８～０．８５／ｍｍ、０．０８～０．８／ｍｍ、０．０８～０．７５／ｍｍ、０．０８～０．７４／ｍｍ、０．０８～０．７３／ｍｍ、０．０８～０．７２／ｍｍ、０．０８～０．７１／ｍｍ、特に０．０８～０．７／ｍｍであることが好ましい。β－ＯＨ値が上記範囲内にあると、ガラスの品質が低下しにくくなる。すなわち、β－ＯＨ値が小さすぎると、ガラスバッチを溶融する際に発生する水蒸気量が減少する。そのため、水蒸気の発生によるガラスバッチの撹拌作用が軽減されて、ガラスバッチの初期反応が促進されづらくなり、製造負荷が高まりやすい。一方、β－ＯＨ値が大きすぎると、Ｐｔ等の金属部材や耐火物部材とガラス融液の界面で泡が発生しやすくなり、ガラス製品の品質が低下しやすくなる。また、ガラス転移点、屈伏点、歪点、徐冷点、軟化点が低下したり、線熱膨張係数が高くなって耐熱性や耐熱衝撃性が悪化する恐れがあるため、高温下での使用に適さなくなる。なお、β－ＯＨ値は使用する原料、溶融雰囲気、溶融温度、溶融時間などによって変化するため、必要に応じてこれらの条件を変更し、β－ＯＨ値を調整することができる。例えば、原料中の水酸化物の量を増加させたり、バーナー加熱により溶融を行ったり、溶融温度を高くすることで、β－ＯＨ値を大きくすることができる。さらに、密閉下においては溶融時間を長くすることで、非密閉下においては溶融時間を短くすることで、β－ＯＨ値を大きくすることができる。

[0079] 本発明のガラスは、３０～３８０℃における線熱膨張係数が、６０×１０$^{-7}$／℃以下、５６×１０$^{-7}$／℃以下、５２×１０$^{-7}$／℃以下、４８×１０$^{-7}$／℃以下、４４×１０$^{-7}$／℃以下、４０×１０$^{-7}$／℃以下、３６×１０$^{-7}$／

℃以下、３４×１０⁻⁷／℃以下、３２×１０⁻⁷／℃以下、２９．５×１０⁻⁷／℃以下、２７．５×１０⁻⁷／℃以下、２５．５×１０⁻⁷／℃以下、２３．５×１０⁻⁷／℃以下、２１．５×１０⁻⁷／℃以下、１９．５×１０⁻⁷／℃以下、１８×１０⁻⁷／℃以下、１７．５×１０⁻⁷／℃以下、１７×１０⁻⁷／℃以下、１６．５×１０⁻⁷／℃以下、１５．５×１０⁻⁷／℃以下、１５×１０⁻⁷／℃以下、１４．５×１０⁻⁷／℃以下、１４×１０⁻⁷／℃以下、特に１３．５×１０⁻⁷／℃以下であることが好ましい。

[0080] また、本発明のガラスは、３０～７５０℃における線熱膨張係数が、６０×１０⁻⁷／℃以下、５６×１０⁻⁷／℃以下、５２×１０⁻⁷／℃以下、４８×１０⁻⁷／℃以下、４４×１０⁻⁷／℃以下、４０×１０⁻⁷／℃以下、３６×１０⁻⁷／℃以下、３４×１０⁻⁷／℃以下、３２×１０⁻⁷／℃以下、２９．５×１０⁻⁷／℃以下、２７．５×１０⁻⁷／℃以下、２５．５×１０⁻⁷／℃以下、２３．５×１０⁻⁷／℃以下、２１．５×１０⁻⁷／℃以下、１９．５×１０⁻⁷／℃以下、１８×１０⁻⁷／℃以下、１７．５×１０⁻⁷／℃以下、１７×１０⁻⁷／℃以下、１６．５×１０⁻⁷／℃以下、１５．５×１０⁻⁷／℃以下、１５×１０⁻⁷／℃以下、１４．５×１０⁻⁷／℃以下、１４×１０⁻⁷／℃以下、特に１３．５×１０⁻⁷／℃以下であることが好ましい。線熱膨張係数が大きすぎると、耐熱性及び耐熱衝撃性が低く、高温下での使用が困難となる。また、位置安定性が必要とされる用途には適用しにくくなる。特に、調理用トッププレートでの使用が想定される場合、熱や歪による破損を避けるため、線熱膨張係数は低い方が好ましい。線熱膨張係数の下限に特別な制限はないが、現実的には、３０～３８０℃における線熱膨張係数は－７０×１０⁻⁷／℃、３０～７５０℃における線熱膨張係数は－６０×１０⁻⁷／℃である。

[0081] 本発明のガラスの透過率は、用途によって、波長ごとに好適に制御されるべきである。具体的には、紫外域において高い透光性が求められる用途においては、厚さ４ｍｍ、波長３００ｎｍにおける透過率が、０．１％以上、１％以上、５％以上、１０％以上、２０％以上、２４％以上、２８％以上、３０％以上、４０％以上、４３％以上、４４％以上、特に４５％以上であるこ

とが好ましい。特に、樹脂のＵＶ硬化（ＵＶキュアリング）、印刷物の蛍光検出、誘虫用途などで使用する場合、波長３００ｎｍにおける透過率は高い方が好ましい。一方、紫外域において低い透光性が求められる用途においては、厚さ４ｍｍ、波長３００ｎｍにおける透過率が、５０％以下、４０％以下、３０％以下、２０％以下、１０％以下、５％以下、４％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。特に、化学容器や光学フィルターなどでＵＶカット能を求められる場合は、波長３００ｎｍにおける透過率が低い方が好ましい。なお、好適な透過率は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0082] 本発明のガラスは、近紫外域において高い透光性が求められる用途では、厚さ４ｍｍ、波長３８０ｎｍにおける透過率が、０．１％以上、１％以上、５％以上、１０％以上、２０％以上、３０％以上、３６％以上、４０％以上、５０％以上、６０％以上、７０％以上、８０％以上、８２％以上、８３％以上、特に８４％以上であることが好ましい。特に、ディスプレイなどの無色透明度が求められる用途においては、波長３８０ｎｍにおける透過率が高い方が好ましい。波長３８０ｎｍにおける透過率が低すぎると、黄色く着色し、所望する無色透明度を得にくくなる。一方、近紫外域において低い透光性が求められる用途においては、厚さ４ｍｍ、波長３８０ｎｍにおける透過率が、５０％以下、４０％以下、３０％以下、２０％以下、１０％以下、４％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。特に、化学容器や紫外光～青色光遮光用途などで用いられる場合や、調理機用トッププレート等で有色の外観が求められる場合などは、波長３８０ｎｍにおける透過率が低い方が好ましい。なお、好適な透過率は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0083] 本発明のガラスは、可視域において高い透光性が求められる用途では、厚さ４ｍｍ、波長５５５ｎｍにおける透過率が、０．１％以上、１％以上、５％以上、１０％以上、２０％以上、３０％以上、４０％以上、５０％以上、６０％以上、７０％以上、８０％以上、８２％以上、８４％以上、８５％以

上、８６％以上、８７％以上、特に８８％以上であることが好ましい。波長５５５ｎｍ付近は人間が光を明るさとして認知しやすい波長域であり、特に、ディスプレイなどの高輝度が求められる用途においては、波長５５５ｎｍにおける透過率が高い方が好ましい。一方、可視域において低い透光性が求められる用途においては、厚さ４ｍｍ、波長５５５ｎｍにおける透過率が、５０％以下、４０％以下、３０％以下、２０％以下、１０％以下、８％以下、６％以下、４％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。特に、化学容器や紫外光～緑色光遮光用途などで用いられる場合や、調理機用トッププレート等で有色の外観が求められる場合などは、波長５５５ｎｍにおける透過率が低い方が好ましい。なお、好適な透過率は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0084] 本発明のガラスは、近赤外域で高い透光性が求められる用途では、厚さ４ｍｍ、波長８００ｎｍにおける透過率が、０．１％以上、１％以上、５％以上、１０％以上、２０％以上、３０％以上、４０％以上、５０％以上、６０％以上、７０％以上、８０％以上、８２％以上、８４％以上、８５％以上、８６％以上、８７％以上、特に８８％以上であることが好ましい。特に、静脈認証等の医療用途などで使用する場合、波長８００ｎｍにおける透過率は高い方が好ましい。一方、近赤外域において低い透光性が求められる用途においては、厚さ４ｍｍ、波長８００ｎｍにおける透過率が、５０％以下、４０％以下、３０％以下、２０％以下、１０％以下、８％以下、６％以下、４％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。特に、化学容器や可視光遮光用途などで用いられる場合や、調理機用トッププレート等で有色の外観が求められる場合などは、波長８００ｎｍにおける透過率が低い方が好ましい。なお、好適な透過率は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0085] 本発明のガラスは、赤外域において高い透光性が求められる用途では、厚さ４ｍｍ、波長１２００ｎｍにおける透過率が、０．１％以上、１％以上、

５％以上、１０％以上、２０％以上、３０％以上、４０％以上、５０％以上、６０％以上、７０％以上、８０％以上、８１％以上、８３％以上、８５％以上、８６％以上、８７％以上、特に８８％以上であることが好ましい。特に、赤外カメラやリモコン等の赤外通信用途などで使用する場合、波長１２００ｎｍにおける透過率は高い方が好ましい。一方、赤外域において低い透光性が求められる用途においては、厚さ４ｍｍ、波長１２００ｎｍにおける透過率が、５０％以下、４０％以下、３０％以下、２０％以下、１０％以下、８％以下、６％以下、４％以下、３％以下、２％以下、特に１％以下であることが好ましい。特に、赤外光遮断用途などで用いられる場合は、波長１２００ｎｍにおける透過率が低い方が好ましい。なお、好適な透過率は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0086] 本発明のガラスのヤング率は、６５ＧＰａ以上、６７ＧＰａ以上、７０ＧＰａ以上、７２ＧＰａ以上、７５ＧＰａ以上、７８ＧＰａ以上、特に８０ＧＰａ以上であることが好ましい。このようにすれば、本発明のガラスの表面に反射膜等を付与したとしても、ガラスが反り難くなり、結果として本発明品の高機能化につながる。

[0087] 本発明のガラスは、剛性率が２０～５５ＧＰａ、２５～５０ＧＰａ、２７～４８ＧＰａ、２９～４６ＧＰａ、特に３０～４５ＧＰａであることが好ましい。剛性率が低すぎても高すぎても、ガラスが破損しやすくなる。

[0088] 本発明のガラスは、ポアソン比が０．３５以下、０．３２以下、０．３以下、０．２８以下、０．２６以下、特に０．２５以下であることが好ましい。ポアソン比が大きすぎると、本発明のガラスが破損しやすくなる。

[0089] 本発明のガラスは、密度が２．２０～３．５０ｇ／ｃｍ^3、２．３０～３．４０ｇ／ｃｍ^3、２．４０～３．３５ｇ／ｃｍ^3、２．５０～３．３０ｇ／ｃｍ^3、特に２．５５～３．２５ｇ／ｃｍ^{3}であることが好ましい。密度が小さすぎると、ガラスのガス透過性が大きくなり、長期保管した際にガラスが汚染される恐れがある。一方、密度が大きすぎると単位面積当たりの重量が大

きくなり、取り扱いが困難になる。

[0090] 一般に、スピノーダル型分解（第二相以降の相が、体積分率が最も大きい第一相に入り組んだ形で存在し、連続的に混合した分相様式）の分相が生じると、各相の化学的耐久性等の違いから、ガラス表面に凹凸ができやすくなる。鋭意検討の結果、本発明者は、本発明のガラスをガラス転移点以上の温度でアニールすることにより、二相以上の異なる相に分相しうることを突き止め、その分相状態は多くの例でバイノーダル型分解（第二相以降の相が、体積分率が最も大きい第一相の中に点在し、かつ球状等の形状で混合した分相様式）になることを見出した。また、ガラス組成やアニール条件などを好適に制御することで、バイノーダル型分解による分相を任意に発現させ、所望の透光性を得やすいガラス表面に仕上げられることを見出した。このような事情から、本発明のガラスは単一のガラス相のみで構成されて良く、二相以上を含んだ状態であっても良い。なお、本発明のガラスは、例えば、調理用トッププレート用途として白色または乳白色の外観が求められる場合は、二相以上を含んだ状態であることが特に好ましい。この場合、アニール条件などを好適に制御することで、容易に白色または乳白色の外観のガラスを得ることができる。なお、第二相以降の相はガラス状態、結晶状態、気体状態、液体状態のいずれであっても良い。また、第二相以降の相は金属酸化物、金属、有機物などによって構成されてよく、組成についても限定されるものではない。また、第二相以降の相の形状はシート状、粒状、球状、円状、楕円状、線状などが好ましく、前記形状単独でも良いし、それぞれを組み合わせた形状でも良い。尚、分相の様子はフッ酸等の液体によるエッチングをした後に、ＳＥＭ（走査電子顕微鏡）やＡＦＭ（原子間力顕微鏡）等で表面形状を測定することで把握可能である。また、ＦＴ－ＩＲ分光法やラマン分光法などを用いて、試料中の化学結合状態を確認し、非破壊で分相に関する情報を得ることも可能であり、本願明細書に記載の分相状態は、当業者であれば容易に思いつく方法で把握可能である。

[0091] 第二相以降の相のサイズは、それぞれの最長部で１００μｍ以下、５０μ

ｍ以下、３０μｍ以下、１０μｍ以下、５μｍ以下、４μｍ以下、３μｍ以下、２μｍ以下、１μｍ以下、０．５μｍ以下、０．３μｍ以下、０．２μｍ以下、特に、０．１μｍ以下であることが好ましい。第二相以降の相の最長部が長すぎると、ガラスの表面粗さが大きくなり、所望の透光性を得にくくなる。なお、第二相以降の相のそれぞれの最長部の下限は特に限定されないが、現実的には０．０１ｎｍ以上である。

[0092] 第二相以降の相が結晶状態であった場合、結晶の晶系は六方晶系、三方晶系、立方晶系、正方晶系、直方晶系、単斜晶系のいずれかであることが好ましい。三斜晶系であっても良いが、この場合、結晶内で複屈折が発生しやすく、結果として光が散乱し、所望の透光性を得にくくなる。三斜晶系である場合は、結晶と第一相の屈折率差が低くなるように第一相の組成を設計する必要がある。

[0093] 本発明のガラスが二相以上を含んだ状態である場合、第二相以降の相と第一相の屈折率差が大きいと、各相の境界で光が散乱し、所望の透光性を得にくくなる。各相の屈折率差は、屈折率測定における代表的な波長であるｎｄ（５８７．６ｎｍ）、ｎＣ（６５６．３ｎｍ）、ｎＦ（４８６．１ｎｍ）、ｎｅ（５４６．１ｎｍ）、ｎｇ（４３５．８ｎｍ）、ｎｈ（４０４．７ｎｍ）、ｎｉ（３６５．０ｎｍ）、ｎＦ’（４８０．０ｎｍ）、ｎ７８５（７８５ｎｍ）、ｎ１３１０（１３１０ｎｍ）、ｎ１５５０（１５５０ｎｍ）のそれぞれにおいて、１．５以内、１．３以内、１．１以内、０．９以内、０．７以内、０．５以内、０．３以内、０．１以内、０．０９以内、０．０７以内、０．０５以内、０．０３以内、０．０１以内、０．００８以内、０．００６以内、０．００４以内、０．００２以内、０．０００９以内、００．０００７以内、０．０００５以内、０．０００３以内、０．０００２以内、特に０．０００１以内であることが好ましい。尚、各相の屈折率は、精密屈折率計（島津製作所社製ＫＰＲ－２０００）等を用いて測定可能である。

[0094] 本発明のガラスの屈折率ｎｄ（５８７．６ｎｍ）は、好ましくは２．５０以下、２．４０以下、２．２０以下、２．００以下、１．８０以下、１．７

０以下、１．６０以下、１．５８以下、１．５５以下、１．５４以下、特に１．５３以下である。また、好ましくは１．２０以上、１．２５以上、１．３０以上、１．３５以上、１．３８以上、１．４０以上、１．４２以上、特に１．４３以上である。屈折率が高すぎると表面や端面で光が散乱し、所望の透光性を得にくくなる恐れがある。一方、屈折率が低すぎると、本発明のガラスと空気との屈折率差が小さくなり、本発明のガラスを視認することが難しくなり、製造中の取り扱いが困難になる恐れがある。

[0095] 本発明のガラスの明度Ｌ*は、用途によって、好適に制御されるべきである。高い明度が求められる用途においては、厚さ４ｍｍの明度Ｌ*が５以上、１０以上、２０以上、３０以上、４０以上、５０以上、６０以上、７０以上、８０以上、８５以上、９０以上、９４以上、９５以上、９６以上、９６．１以上、９６．３以上、特に９６．５以上であることが好ましい。明度Ｌ*が小さすぎると、色度の大きさに関わらず灰色がかり、外観が暗く見える傾向があるので、特に、ディスプレイなどの高輝度が求められる用途においては、明度Ｌ*が大きい方が好ましい。一方、低い明度が求められる用途においては、厚さ４ｍｍの明度Ｌ*が４５以下、４０以下、３５以下、３０以下、２５以下、２０以下、１５以下、特に１０以下であることが好ましい。特に、化学容器や可視光遮光用途などで用いられる場合や調理機用トッププレート等で黒色の外観が求められる場合などは、明度Ｌ*が低い方が好ましい。なお、好適な明度Ｌ*は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0096] 本発明のガラスについて、高い無色透明度が求められる用途では、厚さ４ｍｍにおける色度ａ*が±５０以内、±４０以内、±３０以内、±２０以内、±１０以内、±５以内、±３以内、±１以内、±０．９以内、±０．８以内、±０．７以内、±０．６以内、特に±０．５以内であることが好ましい。明度ａ*がマイナス方向に大きすぎると緑色に、プラス方向に大きすぎると赤色に見える傾向がある。一方、緑色または赤色に濃く着色する必要がある場合は、厚さ４ｍｍにおける色度ａ*が±６以上、±７以上、±８以上、特に±

９以上であることが好ましい。また、黒色に着色する場合は、厚さ４ｍｍにおける色度ａ*が＋１０以上、＋１２以上、＋１４以上、＋１６以上、＋１７以上、＋１８以上、＋１９以上、特に＋２０以上であることが好ましい。なお、好適な色度ａ*は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0097] 本発明のガラスについて、高い無色透明度が求められる用途では、厚さ４ｍｍにおける色度ｂ*が±５０以内、±４５以内、±４０以内、±３０以内、±２０以内、±１０以内、±５以内、±３以内、±１以内、±０．９以内、±０．８以内、±０．７以内、±０．６以内、特に±０．５以内であることが好ましい。明度ｂ*がマイナス方向に大きすぎると青色に、プラス方向に大きすぎると黄色に見える傾向がある。一方、青色または黄色に濃く着色する必要がある場合は、厚さ４ｍｍにおける色度ｂ*が±６以上、±７以上、±８以上、特に±９以上であることが好ましい。また、黒色に着色する場合は、厚さ４ｍｍにおける色度ｂ*が＋１０以上、＋１２以上、＋１６以上、＋２０以上、＋２４以上、＋２８以上、＋３２以上、＋３６以上、＋４０以上、＋４２以上、＋４４以上、＋４６以上、＋４８以上、特に＋５０以上であることが好ましい。なお、好適な色度ｂ*は用途によって変化するため、上記に記載した具体的な数値範囲のみに限定されるわけではない。

[0098] 本発明のガラスでは、ガラスの熱膨張曲線の傾きが変化する温度をガラス転移点（ガラス転移温度）として取り扱う。本発明のガラスは、ガラス転移点が７１０℃以上、７１２℃以上、７１４℃以上、７１６℃以上、７１８℃以上、７２０℃以上、７２２℃以上、７２４℃以上、７２６℃以上、７２８℃以上、特に７３０℃以上であることが好ましい。ガラス転移点が低すぎると、ガラスが流動しすぎてしまい、所望の形状に成形することが難しくなる。また、ガラス転移点が低すぎると、高温下での使用時にガラスが変形しやすくなる。

[0099] 本発明のガラスでは、ガラス転移点以上の温度において、ガラスの熱膨張曲線の傾きが変化する温度を屈伏点として取り扱う。本発明のガラスは、屈

伏点が７５０℃以上、７５２℃以上、７５４℃以上、７５８℃以上、７６２℃以上、７６４℃以上、７６６℃以上、７６８℃以上、特に７７０℃以上であることが好ましい。屈伏点が低すぎると、ガラスが流動しすぎてしまい、所望の形状に成形することが難しくなる。また、屈伏点が低すぎると、高温下での使用時にガラスが変形しやすくなる。

[0100] 本発明のガラスの液相温度は、好ましくは１６００℃以下、１５８０℃以下、１５６０℃以下、１５４０℃以下、１５２０℃以下、１５００℃以下、１４８０℃以下、１４６０℃以下、１４４０℃以下、１４２０℃以下、１４１０℃以下、１４００℃以下、１３８０℃以下、１３６０℃以下、１３４０℃以下、１３２０℃以下、１３００℃以下、１２９０℃以下、１２８０℃以下、１２７０℃以下、１２６０℃以下、１２５０℃以下、１２４０℃以下、１２３０℃以下、１２００℃以下、１１９０℃以下、特に１１８０℃以下であることが好ましい。液相温度が高すぎると製造時に失透しやすくなる。一方、１４８０℃以下であれば、ロール法などでの製造が容易になり、１４１０℃以下であれば、オーバーフロー法などでの製造が容易になり、１３５０℃以下であればブッシング法などでの製造が容易になり、１３００℃以下であれば、ダンナー法などでの製造が容易になる。本発明のガラスの液相粘度は、好ましくは$10^{2.7}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{2.8}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{3.0}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{3.2}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{3.4}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{3.6}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{3.8}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{4.0}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{4.2}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{4.4}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{4.6}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{4.8}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{5.0}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{5.2}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{5.4}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{5.6}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{5.8}$ｄＰａ・ｓ以上、$10^{5.9}$ｄＰａ・ｓ以上、特に$10^{6.0}$ｄＰａ・ｓ以上である。このようにすれば、成形時にガラスが失透し難くなる。

[0101] 本発明のガラスは、代表的な化学的耐久性である耐水性が高いことが好ましい。具体的には、ＪＩＳ Ｒ３５０２（１９９５）に準拠した方法でアルカリ溶出量を測定した際に、Li_2O、Na_2O、K_2Oの溶出量がそれぞれ２

ｍｇ以下、１．８ｍｇ以下、１．６ｍｇ以下、１．４ｍｇ以下、１．２ｍｇ以下、１．０ｍｇ以下、０．８ｍｇ以下、０．６ｍｇ以下、０．４ｍｇ以下、０．２ｍｇ以下、０．１ｍｇ以下、０．００５ｍｇ以下、特に０．００３ｍｇ以下であることが好ましい。耐水性が低いと、ガラス表面でのアルカリ金属とプロトン等とのイオン交換が進行しやすく、イオン交換が進行した部分が変質し、割れ等が発生しやすくなる。

[0102] 本発明のガラスは、主面の平均表面粗さＲａが５０ｎｍ以下、２５ｎｍ以下、１５ｎｍ以下、１０ｎｍ以下、９ｎｍ以下、８ｎｍ以下、７ｎｍ以下、６ｎｍ以下、５ｎｍ以下、４ｎｍ以下、３ｎｍ以下、２ｎｍ以下、特に１ｎｍ以下であることが好ましい。表面粗さＲａが大き過ぎると、外部からガラス表面に入射した光が散乱されやすく、かつガラス内部からガラス外部に向けて光が出射されにくくなり、所望の透光性を得にくくなる。また、ガラスが破損しやすくなる。一方、平面の表面粗さＲａが小さすぎると、ガラス表面が帯電しやすくなり、ガラスと、ガラス表面に接触させた物体との引力が大きくなり、所望する離型性が得られにくくなることがある。また、ガラス表面の帯電が原因となって、所望の電気的応答性が得られにくくなることがある。前記事情を鑑み、本発明のガラスの平面の表面粗さＲａは、０．０１ｎｍ以上、０．０３ｎｍ以上、０．０５ｎｍ以上、０．０７ｎｍ以上、０．０９ｎｍ以上、特に０．１ｎｍ以上であることが好ましい。

[0103] 本発明のガラスは、端面の平均表面粗さＲａが１００ｎｍ以下、５０ｎｍ以下、２５ｎｍ以下、１５ｎｍ以下、１０ｎｍ以下、９ｎｍ以下、８ｎｍ以下、７ｎｍ以下、６ｎｍ以下、５ｎｍ以下、４ｎｍ以下、３ｎｍ以下、２ｎｍ以下、特に１ｎｍ以下であることが好ましい。端面の表面粗さＲａが大き過ぎると、ガラス端面からガラス内部に光が入射しにくくなり、かつガラス内部からガラス外部に向けて光が出射されにくくなり、所望の透光性を得にくくなる。また、ガラスが破損しやすくなる。一方、端面の表面粗さＲａが小さすぎると、ガラス端面でガラスを物理的に支持しようとした際に、ガラスと支持体の接触面積が小さくなったり、摩擦抵抗が小さくなり、確実に支

持することが困難になる恐れがある。前記事情に鑑み、本発明のガラスの端面の表面粗さＲａは、０．０１ｎｍ以上、０．０３ｎｍ以上、０．０５ｎｍ以上、０．０７ｎｍ以上、０．０９ｎｍ以上、０．１ｎｍ以上であることが好ましい。

[0104] 本発明のガラスは、未研磨の表面を有することが好ましい。ガラスの理論強度は、本来、非常に高いが、理論強度よりも遥かに低い応力でも破壊に至ることが多い。これは、ガラスの表面にグリフィスフローと呼ばれるナノオーダーの小さな欠陥がガラス成形後の工程、例えば研磨工程等で生じるからである。よって、本発明のガラスの表面を未研磨とすれば、本来の機械的強度を損ない難くなり、ガラスが破壊し難くなる。また、研磨工程を省略し得るため、製造コストを低廉化することができる。なお、例えば本発明のガラスが板状である場合、両主面の有効面全体を未研磨の表面とすれば、本発明のガラスは更に破壊し難くなる。また、有効面全体を未研磨の表面にするためには、成形時点で有効面に相当する部分を自由表面にすることが効果的である。更に、成形時に、有効面に相当する部分が固体部材等と接触したとしても、成形後に固体部材等と接触した部分をガラス転移点以上の温度で再加熱することで、自由表面に似た滑らかな表面を作り出すことが出来る。

[0105] 本発明のガラスのうねりは、１０μｍ以下、５μｍ以下、４μｍ以下、３μｍ以下、２μｍ以下、１μｍ以下、０．８μｍ以下、０．７μｍ以下、０．６μｍ以下、０．５μｍ以下、０．４μｍ以下、０．３μｍ以下、０．２μｍ以下、０．１μｍ以下、０．０８μｍ以下、０．０５μｍ以下、０．０３μｍ以下、０．０２μｍ以下、特に０．０１μｍ以下であることが好ましい。うねりが大き過ぎると、特定の位置におけるガラス表面への入射光の入射角度に分布が発生しやすくなり、ガラス表面での光散乱量が平均して大きくなり、所望の透光性を得にくくなる。うねりの下限は特に限定されないが、現実的には、０．０１ｎｍ以上である。

[0106] 本発明のガラスの肉厚は、１０ｍｍ以下、９ｍｍ以下、８ｍｍ以下、７ｍｍ以下、６ｍｍ以下、５ｍｍ以下、特に４ｍｍ以下であることが好ましい。

試料の肉厚が厚すぎると、ガラス内部での光の減衰率が大きくなり、所望の透光性を得にくくなる。また、本発明のガラスがディスプレイ用途で使用される際は、肉厚が１０００μｍ以下、５００μｍ、２００μｍ以下、１００μｍ以下、７０μｍ以下、５０μｍ以下、３０μｍ以下、１～２０μｍ、特に５～１０μｍであることが好ましい。

[0107] 本発明のガラスの最大厚さと最小厚さの差は、５０μｍ以下、２５μｍ以下、１０μｍ以下、５μｍ以下、１μｍ以下、５００ｎｍ以下、３００ｎｍ以下、１００ｎｍ以下、５０ｎｍ以下、２５ｎｍ以下、１５ｎｍ以下、１０ｎｍ以下、９ｎｍ以下、８ｎｍ以下、７ｎｍ以下、６ｎｍ以下、５ｎｍ以下、４ｎｍ以下、３ｎｍ以下、２ｎｍ以下、特に１ｎｍ以下であることが好ましい。最大厚さと最小厚さの差が大き過ぎると、表裏面いずれかの方向から入射した光の入射角と、もう一方の面から出射する際の出射角とが、異なる角度になって、不所望に光が散乱し、ぎらついた外観になりやすい。

[0108] 尚、ガラスの主面及び端面の表面粗さＲａは、ＪＩＳ　Ｂ０６０１：２００１に準拠した方法で測定できる。また、うねりは、触針式の表面形状測定装置を用いて、ＳＥＭＩ　ＳＴＤ　Ｄ１５－１２９６「ＦＰＤガラス基板の表面うねりの測定方法」に準拠した方法で測定できる。肉厚はデジタルノギスや点接触式の粗さ計などの一般的な装置を用いて測定可能である。

[0109] 本発明のガラスは、化学強化等を施しても良い。化学強化処理の条件はガラス組成、各相の体積分率、溶融塩の種類などを考慮して、処理時間や処理温度を適切に選択すればよい。例えば、化学強化しやすくなるように、残存ガラス相に含まれうるNa_2Oを多く含んだガラス組成を選択しても良い。また、溶融塩はＬｉ、Ｎａ、Ｋ等の一価のカチオンやＭｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｚｎ等の二価のカチオンを単独で含んでも良いし、複数含んでいても良い。さらに、通常の一段階強化だけでなく、多段階での化学強化を選択しても良い。なお、溶融塩としては、硝酸塩（硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、硝酸リチウム等）、炭酸塩（炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸リチウム等）、硫酸塩（硫酸カリウム、硫酸ナトリウム、硫酸リチウム等）、塩化物塩

（塩化カリウム、塩化ナトリウム、塩化リチウム等）やこれらを組み合わせたものを用いることが出来る。中でも、溶融塩として融点の低い硝酸塩等を用いることが好ましく、特に硝酸ナトリウムを用いることが好ましい。イオン交換する温度は３３０～５５０℃、３５０～５００℃、特に３９０～４５０℃であることが好ましく、イオン交換する時間は３０分～１２時間、４５分～１０時間であることが好ましい。なお、必要とされる用途や強度に応じて、上記強化条件は任意に変えてもよく、好適な条件は必ずしも上記に限られるものではない。

[0110] 本発明のガラスに化学強化等によって圧縮応力を付与する際は、圧縮応力値（ＣＳ）が５０ＭＰａ以上、１００ＭＰａ以上、１５０ＭＰａ以上、２００ＭＰａ以上、２３０ＭＰａ以上、２６０ＭＰａ以上、特に３００ＭＰａ以上であることが好ましい。圧縮応力値が小さすぎるとビッカース硬度や曲げ強度が低くなる虞がある。

[0111] 本発明のガラスに化学強化等によって圧縮応力を付与する際は、圧縮応力深さ（ＤＯＣ）は１０μｍ以上、５０μｍ以上、１００μｍ以上、１１０μｍ以上、特に１２０μｍ以上であることが好ましい。圧縮応力深さが小さすぎると破壊強度が低くなる虞がある。なお、圧縮応力値（ＣＳ）、圧縮応力深さ（ＤＯＣ）は、散乱光光弾性応力計ＳＬＰ－１０００（株式会社折原製作所製）及び表面応力計ＦＳＭ－６０００（株式会社折原製作所製）を用いて測定可能である。

[0112] 本発明のガラスは、加傷４点曲げ強度が１５０ＭＰａ以上、２００ＭＰａ以上、２３５ＭＰａ以上、２４５ＭＰａ以上、特に２５０ＭＰａ以上であることが好ましい。加傷４点曲げ強度が低すぎると、スマートフォンのカバーガラス等として使用した際、落下時に割れやすくなる。なお、加傷４点曲げ強度の上限は特に限定されないが、現実的には１５００ＭＰａ以下である。また、加傷４点曲げ強度は、次のような手順で測定可能である。まず、５０ｍｍ×５０ｍｍ×０．６ｍｍ厚に加工したガラス板を垂直にした状態で、１．５ｍｍ厚のＳＵＳ板をガラス板の主面及びその反対面にあてがい、ガラス

板を固定する。これに対してP180番手のサンドペーパー越しに振り子状のアーム先端を衝突させ、加傷させる。アーム先端はφ５ｍｍの鉄製のシリンダーであり、アーム重量は５５０gである。アームを振り下ろす高さは衝突点から５ｍｍとする。加傷させたガラス板について４点曲げ強度を測定する。

[0113] なお、本発明のガラスが結晶化ガラスである場合も、上記と同様の特性を有することが好ましい。

[0114] 本発明のガラスの形状は、通常は板状（特に平板状）であるが、これに限定されず、用途に応じて適宜選択すればよい。

[0115] 次に本発明のガラスの製造方法を説明する。

[0116] 本発明のガラスの製造方法は、ガラス原料を溶融して溶融ガラスを得る工程、及び、溶融ガラスを成形する工程を備える。

[0117] 具体的には、まず、上記組成のガラスとなるように調製した原料バッチ（ガラス原料）を、ガラス溶融炉に投入し、１２００～１８００℃で溶融し、溶融ガラスを得た後、成形する。ガラス溶融時は、バーナー等を用いた火炎溶融法、電気加熱による電気溶融法、レーザー照射による溶融法、プラズマによる溶融法、液相合成法、気相合成法の溶融方法のうち、いずれか一つの方法または二つ以上の方法を組み合わせて用いて良い。

[0118] 成形方法は、オーバーフロー法、フロート法、ダウンドロー法、スロットダウン法、リドロー法、無容器法、ブロー法、プレス法、ロール法、ブッシング法及び管引き法から選択される少なくとも１種以上であることが好ましい。また、成形後をガラス転移点以上の温度で再加熱しても良い。このようにすれば、表面品位が良好な本発明のガラスを製造することができる。

[0119] オーバーフロー法で成形する場合、樋状耐火物の下頂端部分におけるガラスの粘度は、$10^{3.5}$～$10^{5.0}$ｄＰａ・ｓが好ましい。樋状構造物の下頂端部分に何も力を加えなければ、ガラスは表面張力によって縮みながら下方へ落下していく。これを防ぐためにガラス生地の両側をローラーで挟み込みガラス生地が縮まないように幅方向に引き伸ばす必要がある。本発明のガラスを成形する場合、ガラス自身が有する熱量が小さいため、樋状耐火物から離

れた瞬間からガラスの冷却速度は急激に速くなる。よって、樋状耐火物の下頂端部分でのガラスの粘度は、好ましくは$10^{5.0}$ｄＰａ・ｓ以下、$10^{4.8}$ｄＰａ・ｓ以下、$10^{4.6}$ｄＰａ・ｓ以下、$10^{4.4}$ｄＰａ・ｓ以下、$10^{4.2}$ｄＰａ・ｓ以下、特に$10^{4.0}$ｄＰａ・ｓ以下である。このようにすれば、幅方向に引っ張り応力を付与した際に、破損を防止しつつ板幅を広げることが可能になると共に、安定して下方へ延伸することが可能になる。

[0120] 次に得られたガラスをアニールする。アニールの目的は主に、歪や残留応力の除去である。この場合、室温～歪点（≒ガラス転移点－５～－２０℃）の温度帯に、少なくとも１分以上、より好ましくは３分以上、１６分以上、最も好ましくは３０分超滞在させて熱処理することが好ましい。このようにすることで、単一のガラス相のみで構成されるガラスを得やすくなり、結果としてガラスの化学的耐久性が高まり、ガラスの表面を任意に制御しやすくなり、所望する透光性を得やすくなる。他方、アニールによって、歪や残留応力の除去とともに、ガラスに分相を形成させても良い。この場合、歪点より高い温度帯に、少なくとも１分以上、より好ましくは３分以上、１６分以上、最も好ましくは３０分超滞在させて熱処理することが好ましい。このようにすることで、ガラスを分相させることができ、その分相状態は多くの例でバイノーダル型分解になる。なお、本発明のガラスを分相させた場合、SiO_2を多く含む第一相とそれ以外の第二相以降の相に分かれるが、第二相以降の相の化学的耐久性は第一相よりも低いことが多い。このような場合、各相の化学的耐久性等の違いから、ガラス表面に凹凸ができやすくなるが、前述した好適なガラス組成に設計することで、凹凸の状態は、所望の透光性を得られる程度に抑えることができる。また、微細な凹凸を付与することで、本発明のガラスと本発明のガラスに接触するモノとの離型性を高められるほか、ガラス表面の表面積を自由表面状態よりも大きくすることで、摩擦力を高めたり、物理的、化学的吸着力を高めたりすることができ、本発明のガラスを高機能化することにつながる。なお、音波や電磁波を印加、照射しながらアニールしても良い。

[0121] なお上述したように、本発明のガラスは、調理用トッププレート等の用途として白色または乳白色の外観が求められる場合、二相以上に分相させることが好ましい。当該白色または乳白色の外観を有するガラスを得るには、成形後の本発明のガラスを、歪点より高い温度帯に、少なくとも１分以上滞在させて熱処理することが好ましい。具体的には、熱処理する温度は、７００℃以上、８００℃以上、８５０℃以上、特に９００℃以上であることが好ましく、１５００℃以下、１２００℃以下、１１００℃以下であることが好ましい。熱処理する温度が高すぎると、ガラスが固体状態から融液状態へと変化してしまい、所望形状を得にくくなる。一方で、熱処理する温度が低すぎると、効率的に分相を進行させることが困難となり、結果的に、製造コストの増大につながる。熱処理する時間は、１分以上、１時間以上、５時間以上、１０時間以上、２０時間以上、特に２４時間以上であることが好ましく、１０００時間以下、５００時間以下、１００時間以下、５０時間以下であることが好ましい。熱処理する時間が上記範囲外の場合、所望の特性を有するガラスを得難くなる。

[0122] さらに、高温にした本発明のガラスを冷却する際の冷却速度はある特定の温度勾配としても良く、二水準以上の温度勾配としても良い。耐熱衝撃性を十分に得たい場合、冷却速度を制御して残存ガラス相の構造緩和を十分に行うことが望まれる。その場合、アニールの最高温度から２５℃までの平均冷却速度は、本発明のガラスの表面から最も遠いガラス内部の部分において３０００℃／分、１０００℃／分以下、５００℃／分以下、４００℃／分以下、３００℃／分以下、２００℃／分以下、１００℃／分以下、５０℃／分以下、２５℃／分以下、１０℃／分以下、特に５℃／分以下であることが好ましい。また、長期間にわたる寸法安定性を得たい場合は、さらに２．５℃／分以下、１℃／分以下、０．５℃／分以下、０．１℃以下／分以下、０．０５℃／分以下、特に０．０１℃／分以下であることが好ましい。風冷、水冷等による物理強化処理を行う場合を除き、低熱膨張ガラスの冷却速度はガラス表面の冷却速度とガラス表面から最も遠い肉厚内部との冷却速度が近いこ

とが望ましい。表面から最も遠いガラス内部の部分における冷却速度を表面の冷却速度で除した値は、０．０００１～１、０．００１～１、０．０１～１、０．１～１、０．５～１、０．８～１、０．９～１、特に１であることが好ましい。１に近いことで、本発明のガラスの全位置において、残留歪が生じにくく、長期の寸法安定性を得やすくなる。なお、表面の冷却速度は、接触式測温や放射温度計で見積もることができる。ガラス内部の温度は高温状態の低熱膨張ガラスを冷却媒体中に浸漬し、冷却媒体の熱量及び熱量変化率を計測して得られた数値データと、低熱膨張ガラスと冷却媒体の比熱、熱伝導度等から見積もることができる。

[0123] 得られた本発明のガラスは切断しても構わない。例えば、ワイヤーソーを用いて切断する場合、ワイヤーソーに研磨砥粒を含むスラリーを供給しながら切断することが好ましい。

[0124] 溶融ガラスを成形する工程で得られたガラスに熱処理を施して結晶化する工程を備えていても良い。

[0125] 具体的には、アニール後のガラスを熱処理して結晶化させることで、結晶化ガラスを得ることが可能である。結晶化条件としては、以下の通りである。まず、核形成を７００℃～１２００℃（好ましくは７５０～９００℃）で０．１～６０時間（好ましくは０．２５～５０時間、より好ましくは１～４０時間）行い、続いて結晶成長を８００～１３００℃（好ましくは８５０～１１００℃）で０．１～５０時間（好ましくは０．２～１０時間、より好ましくは０．２５～５時間）行う。なお、核形成及び結晶成長の各工程における熱処理は、ある特定の温度のみで行って良く、二水準以上の温度に保持し段階的に熱処理しても良く、温度勾配を与えながら加熱しても良い。また、核形成を行わず、結晶成長の熱処理のみを行っても良い。このようにすることで、たとえば、以下の結晶を析出させた結晶化ガラスを得ることができる。具体的には、$ZnAl_2O_4$（ガーナイト）、ウィレマイト（ケイ酸亜鉛）、Al_2SiO_5（ケイ酸アルミニウム）、ジルコニア、ジルコニアチタネート、スズ含有ジルコニア系酸化物、チタニア、アルミノチタネート、β－石

英固溶体、α－石英、β－石英、β－スポジュメン固溶体、スポジュメン、ジルコン、コーディエライト、エンスタタイト、マイカ、ネフェリン、アノーサイト、リチウムダイシリケート、リチウムメタシリケート、ウォラストナイト、ディオプサイト、クリストバライト、トリジマイト、長石、スピネル系結晶、金属コロイドなどである。また、これら結晶は一種類のみを含有しても良く、二種類以上を含有しても良い。

[0126] また、アニールによって結晶を析出させても良く、音波や電磁波を印加、照射することで結晶化を促進しても良い。さらに、高温にした本発明の結晶化ガラスを冷却する際の冷却速度はある特定の温度勾配としても良く、二水準以上の温度勾配としても良い。冷却速度は、上記のガラスの冷却速度と同様にすることが望ましい。

実施例

[0127] 次に実施例に基づいて本発明を説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。表１～６、１４～１６に本発明の実施例に係るガラス（結晶化前の非晶質のガラス）の組成（試料Ｎｏ．１～３６、４１～５８）を、表７～１２、１７～１９に、表１～６、１４～１６の各ガラスの特性値を、表１３に表１のＮｏ．１～４の各ガラスを熱処理して得られた結晶化ガラスＮｏ．３７～４０の特性値を、表２０に表１６のＮｏ．５５を熱処理して得られたガラスの特性値を示している。

[0128]

[表1]

	単位	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
SiO_2	質量%	49.1	49.1	41.8	42.5	54.6	46.3
Al_2O_3		28.0	28.0	26.6	27.0	25.0	34.2
ZnO		22.4	22.3	21.2	21.6	20.0	19.1
SnO_2		0	0.26	0.22	0.25	0.26	0.26
TiO_2		0.01	0.0001	0.03	3.18	0	0
ZrO_2		0.01	0.0001	9.64	4.90	0.03	0
HfO_2		0.0002	0	0.17	0.08	0.0005	0
Li_2O		0.0005	0.01	0.02	0.12	0.0002	0.0003
Na_2O		0.23	0.10	0.09	0.09	0.09	0.12
K_2O		0.002	0.21	0	0.01	0.002	0.0008
MgO		0.0001	0	0	0.15	0	0
CaO		0.17	0	0.007	0.004	0	0
SrO		0	0.0003	0	0.1	0	0.001
BaO		0	0	0.24	0	0.002	0
P_2O_5		0	0	0.01	0.02	0	0
B_2O_3		0.11	0	0	0.001	0	0
Fe_2O_3		0.035	0.02	0.019	0.011	0.003	0.004
V_2O_5		0	0.00031	0.00007	0.00022	0	0
Cr_2O_3		0.00006	0.000001	0	0.00005	0.00015	0.00007
MoO_3		0.0001	0.0002	0.00015	0	0.00001	0.00038
NiO		0	0	0.00001	0.00046	0	0.000001
CuO		0	0	0	0	0	0
MnO_2		0	0	0	0	0	0
Nd_2O_3		0	0	0	0	0	0
WO_3		0	0	0	0	0	0
CoO		0		0	0	0	0
Sb_2O_3	ppm	0.3	0.03	0.6	1.5	0	0.7
As_2O_3		0.3	0.03	0.3	2.2	0.1	0.4
SO_3		1.7	185	1.6	320	0	2.1
Pt		0	0	0.1	1.5	2.1	3.4
Rh		0	0	0.1	0.05	0.02	1.5
Li+Na+K	質量%	0.2325	0.32	0.11	0.22	0.0922	0.1211
Al/Zn	-	1.25	1.26	1.25	1.25	1.25	1.79
Zn/ (Si+B)	-	0.46	0.45	0.51	0.51	0.37	0.41
(Li+Na+K)/Fe	-	6.64	16.00	5.79	20.00	30.73	30.28
Mg/(Mg+B)	-	0.00091	-	-	0.99	-	-
Zn+B+P	-	22.51	22.3	21.21	21.621	20	19.1
(Zn+B+P)/Zn	-	1.005	1.000	1.000	1.001	1.000	1.000
Cr+V	質量%	0.00006	0.000311	0.00007	0.00027	0.00015	0.00007
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.04516	0.020611	0.04923	3.19173	0.00316	0.004451
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	1707.3	3740.7	1389.4	21.8	25189.9	18085.8

[0129]

[表2]

	単位	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
SiO_2	質量%	47.3	60.2	66.0	72.1	78.6	67.3
Al_2O_3		24.5	21.9	18.7	15.3	11.8	19.1
ZnO		27.9	17.5	14.9	12.2	9.4	11.5
SnO_2		0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.22
TiO_2		0	0	0	0	0	0.015
ZrO_2		0	0	0	0	0	0.0001
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0.08	0.08	0.07	0.05	0	0.0001
K_2O		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0
MgO		0.007	0	0	0	0	1.85
CaO		0	0	0	0	0	0.02
SrO		0	0	0	0	0	0.0001
BaO		0	0	0.007	0	0	0
P_2O_5		0	0	0	0	0	0.015
B_2O_3		0	0	0	0	0	0
Fe_2O_3		0.003	0.003	0	0.0002	0.001	0.006
V_2O_5		0	0.000001	0.000003	0	0	0.001
Cr_2O_3		0.00005	0.00059	0.00004	0.00003	0.0008	0.001
MoO_3		0.00057	0.00102	0.00153	0.000001	0.0005	0.0001
NiO		0	0	0	0	0	0.001
CuO		0	0	0	0	0	0.001
MnO_2		0	0	0	0	0	0.001
Nd_2O_3		0	0	0	0	0	0.001
WO_3		0	0	0	0	0	0.001
CoO		0	0	0	0	0	0.001
Sb_2O_3	ppm	0.6	0	0.01	0.5	0	0.001
As_2O_3		0.3	0.01	0	0.2	0	0.001
SO_3		1.5	0	0	1.0	0	1
Pt		0.01	0.09	0.7	1.4	10.2	0
Rh		0.01	11.0	0.8	0.03	5.3	0
Li＋Na＋K	質量%	0.082	0.082	0.072	0.052	0.002	0.0001
Al/Zn	-	0.88	1.25	1.26	1.25	1.26	1.66
Zn/ (Si+B)	-	0.59	0.29	0.23	0.17	0.12	0.17
(Li＋Na＋K)/Fe	-	27.33	27.33	-	260.00	2.00	0.02
Mg/(Mg+B)	-	1	-	-	-	-	1
Zn+B+P	-	27.9	17.5	14.9	12.2	9.4	11.515
(Zn+B+P)/Zn	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.001
Cr+V	質量%	0.00005	0.000591	0.000043	0.00003	0.0008	0.002
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.00362	0.004611	0.001573	0.000231	0.0023	0.0291
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	19834.3	17805.2	53846.2	378355.0	39304.3	2969.1

[0130]

[表3]

	単位	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18
SiO_2	質量%	68.1	69.1	67.0	53.2	59.1	59.6
Al_2O_3		14.5	14.9	14.3	20.7	19.4	22.7
ZnO		11.5	11.9	11.4	11.0	0.01	0.02
SnO_2		0.22	0.23	0.22	0.20	0.24	0.24
TiO_2		0.024	0.015	0.014	0.011	0.021	0.021
ZrO_2		0.002	0.002	0.002	0	0	0
HfO_2		0.0001	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0.0001	0	0	0	0
Na_2O		0	0	0.0001	0	0.0001	0.0001
K_2O		0	0	0	0.0001	0	0
MgO		1.84	3.78	0.02	0.02	5.94	6.03
CaO		0.02	0.03	0	0.02	0.04	0.05
SrO		0	0	0	0	0	0.011
BaO		0.0001	0	0	0	0	0
P_2O_5		0.007	0.008	0.017	9.67	10.4	6.28
B_2O_3		3.8	0	7	5.2	4.8	5
Fe_2O_3		0.006	0.007	0.005	0.007	0.007	0.008
V_2O_5		0.001	0.0001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cr_2O_3		0.0001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MoO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
NiO		0.001	0.001	0.0001	0.001	0.001	0.001
CuO		0.001	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.001
MnO_2		0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.001
Nd_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001
WO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CoO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sb_2O_3	ppm	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
As_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
SO_3		1	1	1	1	1	1
Pt		0	0	0	0	0	0
Rh		0	0	0	0	0	0
Li+Na+K	質量%	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Al/Zn	-	1.26	1.25	1.25	1.88	1940.00	1135.00
Zn/ (Si+B)	-	0.16	0.17	0.15	0.19	0.00	0.00
(Li+Na+K)/Fe	-	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg/(Mg+B)	-	0.33	1	0.0028	0.0038	0.55	0.55
Zn+B+P	-	15.307	11.908	18.417	25.87	15.21	11.3
(Zn+B+P)/Zn	-	1.331	1.001	1.616	2.352	1521	565
Cr+V	質量%	0.0011	0.0011	0.002	0.002	0.002	0.002
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.0381	0.0301	0.0271	0.0261	0.0361	0.0371
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	2168.0	2790.7	3000.0	2831.4	2174.5	2218.3

[0131]

[表4]

	単位	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24
SiO_2	質量%	56.4	53.1	64.9	60.3	51.1	44.3
Al_2O_3		22.2	20.9	23.7	22.0	21.7	20.6
ZnO		0.01	11.0	0.03	11.7	5.7	5.4
SnO_2		0.22	0.20	0.23	0.20	0.38	0.37
TiO_2		0.014	0.013	0.018	0.015	0.001	0.001
ZrO_2		0	0	0	0	0	0
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
K_2O		0	0	0	0	0	0
MgO		5.87	0.02	6.3	0.01	5.75	5.44
CaO		0.05	0.01	0.05	0.02	0.04	0.04
SrO		0	0	0	0	0	0
BaO		0	0	0	0	0	0
P_2O_5		10.2	9.72	0.01	0.008	10.3	19.2
B_2O_3		5	5	4.7	5.7	5.1	4.7
Fe_2O_3		0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.008
V_2O_5		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cr_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MoO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
NiO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CuO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MnO_2		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Nd_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
WO_3		0.0001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CoO		0.001	0.0001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sb_2O_3	ppm	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.001	0.001
As_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.001
SO_3		1	1	1	1	1	1
Pt		0	0	0	0	0	0
Rh		0	0	0	0	0	0
Li＋Na＋K	質量%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Al/Zn	-	2220.00	1.90	790.00	1.88	3.81	3.81
Zn/ (Si+B)	-	0.00	0.19	0.00	0.18	0.10	0.11
(Li＋Na＋K)/Fe	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg/(Mg+B)	-	0.54	0	0.573	0	0.53	0.54
Zn+B+P	-	15.21	25.72	4.7	17.408	21.1	29.3
(Zn+B+P)/Zn	-	1521	2.338	158	1.488	3.702	5.426
Cr+V	質量%	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.0301	0.0291	0.035	0.031	0.018	0.018
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	2611.3	2543.0	2531.4	2654.8	4044.4	3605.6

[0132]

[表5]

	単位	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30
SiO_2	質量%	54.3	47.6	54.7	54.8	54.7	54.6
Al_2O_3		21.4	20.2	21.5	21.5	21.5	21.6
ZnO		5.7	5.3	5.7	5.7	5.7	5.7
SnO_2		0.41	0.38	0.41	0.40	0.40	0.40
TiO_2		0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2		0	0	0	0	0	0
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
K_2O		0	0	0	0	0	0.000
MgO		2.89	2.74	2.87	2.88	2.87	2.88
CaO		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
SrO		0	0	0	0	0	0
BaO		0	0	0	0	0	0
P_2O_5		10.1	18.9	10.1	10.1	10.1	10.1
B_2O_3		5.2	4.8	4.7	4.6	4.7	4.7
Fe_2O_3		0.007	0.007	0.006	0.007	0.008	0.007
V_2O_5		0.0008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cr_2O_3		0.0003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MoO_3		0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
NiO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CuO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MnO_2		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Nd_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
WO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CoO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sb_2O_3	ppm	0.0007	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
As_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
SO_3		1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Pt		0	0	0	0	0.001	0.01
Rh		0	0	0	0	0	0
Li＋Na＋K	質量%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Al/Zn	-	3.75	3.81	3.77	3.77	3.77	3.79
Zn/ (Si+B)	-	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
(Li＋Na＋K)/Fe	-	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg/(Mg+B)	-	0.36	0.36	0.38	0.39	0.38	0.38
Zn+B+P	-	21.0	29.0	20.5	20.4	20.5	20.5
(Zn+B+P)/Zn	-	3.68	5.47	3.60	3.58	3.60	3.60
Cr+V	質量%	0.0011	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.0201	0.017	0.017	0.018	0.019	0.018
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	3766.2	3988.2	4482.4	4238.9	4010.5	4233.3

[0133]

[表6]

	単位	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36
SiO_2	質量%	56.6	60.6	68.6	69.9	67.4	70.3
Al_2O_3		21.6	20.8	15.3	15.6	15.2	14.8
ZnO		0.22	0.12	0.25	0.14	11.7	11.0
SnO_2		0.41	0.22	0.43	0.46	0.41	0.65
TiO_2		0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2		0	0	0	0	0	0
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0.0001	0.0001	0	0	0	0
K_2O		0	0	0.0001	0.0001	0.0001	0
MgO		0.9	2.02	1.85	1.56	0.02	1.31
CaO		2.14	0.72	1.18	2.22	0	0.43
SrO		1.03	0.16	0.002	0.002	0	0
BaO		0	0	3.03	2.13	0	0
P_2O_5		14.9	10.4	0.005	0.005	0.005	0.44
B_2O_3		2.2	4.9	9.3	8	5.2	1.1
Fe_2O_3		0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007
V_2O_5		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cr_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MoO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
NiO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CuO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
MnO_2		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Nd_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
WO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CoO		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Sb_2O_3	ppm	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
As_2O_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
SO_3		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Pt		0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Rh		0	0.001	0.001	0.01	0.01	0.01
Li＋Na＋K	質量%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0
Al/Zn	-	98.18	173.33	61.20	111.43	1.30	1.35
Zn/ (Si+B)	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.15
(Li＋Na＋K)/Fe	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0
Mg/(Mg+B)	-	0.29	0.29	0.17	0.16	0	0.54
Zn+B+P	-	17.32	15.42	9.555	8.145	16.905	12.54
(Zn+B+P)/Zn	-	78.73	128.50	38.22	58.18	1.44	1.14
Cr+V	質量%	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.017	0.018	0.017	0.017	0.017	0.018
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	4600.0	4522.2	4935.3	5029.4	4858.8	4727.8

[0134]

[表7]

	単位	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
ガラス							
密度	g/cm^3	2.845	2.851	3.070	3.007	2.767	2.844
β-OH	/mm	0.15	0.05	0.01	0.35	0.10	0.18
線熱膨張係数 30-380℃	$\times10^{-7}$/℃	27.5	27.1	31.9	31.6	25.2	28.4
線熱膨張係数 30-750℃		33.0	32.8	38.2	42.0	29.7	33.1
ガラス転移点Tg	℃	747	750	751	732	755	773
屈伏点Tf		789	790	790	777	797	808
10^4		未測定	1484	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{3.5}$		未測定	1497	未測定	未測定	未測定	未測定
10^3		未測定	1515	1454	未測定	未測定	未測定
$10^{2.5}$		未測定	1539	1458	未測定	未測定	未測定
10^2		未測定	1574	1469	1454	未測定	未測定
液相温度		未測定	未測定	1450	未測定	未測定	未測定
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	5.7	6.2
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	1.60	1.90
1MHz ε×tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	9.1	11.8
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	14.4	16.9
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	11.8	13.7
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	10.1	11.5
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	93.1	100.9
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	37.7	40.7
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	0.24	0.24
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	33.6	35.5
透過率 @1200nm	%	未測定	未測定	未測定	未測定	90.5	89.8
透過率 @800nm		未測定	未測定	未測定	未測定	91.5	90.7
透過率 @555nm		未測定	未測定	未測定	未測定	91.3	90.5
透過率 @380nm		未測定	未測定	未測定	未測定	91.3	90.4
透過率 @300nm		未測定	未測定	未測定	未測定	92.2	91.4
L*	-	未測定	未測定	未測定	未測定	96.3	95.9
a*		未測定	未測定	未測定	未測定	-0.1	-0.1
b*		未測定	未測定	未測定	未測定	0.4	0.4
外観	-	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
主面の表面粗さRa	nm	未測定	未測定	未測定	未測定	1.5	2.0
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	0.0002	9.0
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	0.004	0.12

[0135]

[表8]

	単位	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
ガラス							
密度	g/cm^3	2.965	2.681	2.592	未測定	未測定	2.5582
β-OH	/mm	0.22	0.62	0.13	0.40	0.28	0.10
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}$/℃	28.9	22.8	20.3	17.0	14.1	20.8
線熱膨張係数 30-750℃		38.2	26.8	22.9	19.9	15.3	25.0
ガラス転移点Tg	℃	729	751	>900	>900	>900	764
屈伏点Tf		768	815	>900	>900	>900	未測定
10^4		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	1377
$10^{3.5}$		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	1458
10^3		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	1551
$10^{2.5}$		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	1685
10^2		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	1783
液相温度		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	1522
誘電率 1MHz ε	-	6.6	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	1.60	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε×tanδ		10.6	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	17.4	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		14.1	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		11.8	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	93.1	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		38.7	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	0.20	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	31.4	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	89.7	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @800nm		90.7	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @555nm		90.7	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @380nm		90.6	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @300nm		91.6	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
L*	-	96.0	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
a*		-0.1	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
b*		0.4	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
外観	-	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
主面の表面粗さRa	nm	22.0	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa		4.5	未測定	未測定	未測定	未測定	0.0001
うねり	μm	0.03	未測定	未測定	未測定	未測定	0.001

[0136]

[表9]

	単位	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18
ガラス							
密度	g/cm^3	2.506	2.561	2.461	2.4804	2.3421	2.3857
β-OH	/mm	0.10	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
線熱膨張係数 30-380℃	$\times10^{-7}$/℃	20.8	23.4	19.6	19.1	22.0	24.1
線熱膨張係数 30-750℃		27.2	27.3	27.3	26.8	26.0	27.6
ガラス転移点Tg	℃	710	754	688	701	740	761
屈伏点Tf		未測定	801	826	815	828	859
10^4		1374	1380	1377	1320	1370	1330
$10^{3.5}$		1454	1459	1458	1396	1447	1401
10^3		1546	1551	1551	1482	1535	1484
$10^{2.5}$		1655	1659	1658	1583	1636	1583
10^2		1785	1790	1783	1700	1753	1702
液相温度		1400	1518	1392	1340	1319	1438
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε×tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @800nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @555nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @380nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @300nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
L*	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
a*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
b*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
外観	-	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
主面の表面粗さRa	nm	0.0	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定

[0137]

[表10]

	単位	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24
ガラス							
密度	g/cm^3	2.364	2.479	2.414	2.5417	2.4753	2.4245
β-OH	/mm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}$/℃	23.1	19.4	25.0	22.2	26.2	25.5
線熱膨張係数 30-750℃		26.6	25.7	28.5	29.3	35.9	未測定
ガラス転移点Tg	℃	752	705	787	730	717	691
屈伏点Tf		843	825	896	810	773	736
10^4		1336	1321	1355	1328	1251	1272
$10^{3.5}$		1410	1395	1410	1383	1320	1343
10^3		1496	1480	1480	1452	1399	1425
$10^{2.5}$		1596	1580	1575	1542	1493	1521
10^2		1713	1696	1708	1661	1605	1636
液相温度		1359	1341	未測定	1489	1265	1374
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε×tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @800nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @555nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @380nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @300nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
L*	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
a*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
b*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
外観	-	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
主面の表面粗さRa	nm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定

[0138]

[表11]

	単位	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30
ガラス							
密度	g/cm^3	2.425	2.367	2.428	2.4282	2.4289	2.4311
β-OH	/mm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
線熱膨張係数 30-380℃	$\times10^{-7}$/℃	21.2	21.1	21.0	21.0	20.8	21.2
線熱膨張係数 30-750℃		27.7	25.1	27.3	27.6	27.6	28.9
ガラス転移点Tg	℃	721	801	728	727	724	723
屈伏点Tf		832	未測定	803	799	797	838
10^4		1326	1357	1335	1330	1331	未測定
$10^{3.5}$		1401	1434	1408	1405	1405	未測定
10^3		1487	1521	1492	1490	1491	未測定
$10^{2.5}$		1587	1622	1589	1590	1591	未測定
10^2		1705	1740	1702	1708	1709	未測定
液相温度		1328	1536	未測定	1344	未測定	1355
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε×tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @800nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @555nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @380nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @300nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
L*	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
a*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
b*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
外観	-	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
主面の表面粗さRa	nm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定

[0139]

[表12]

	単位	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36
ガラス							
密度	g/cm^3	2.331	2.313	2.350	2.3459	2.4853	2.5133
β-OH	/mm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}/℃$	19.5	18.1	未測定	未測定	未測定	未測定
線熱膨張係数 30-750℃		20.8	20.0	未測定	未測定	未測定	未測定
ガラス転移点Tg	℃	794	766	未測定	未測定	未測定	未測定
屈伏点Tf		851	898	未測定	未測定	未測定	未測定
10^4		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{3.5}$		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
10^3		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{2.5}$		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
10^2		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
液相温度		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε×tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @800nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @555nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @380nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @300nm		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
L*	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
a*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
b*		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
外観	-	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
主面の表面粗さRa	nm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定

[0140]

[表13]

	単位	No.37	No.38	No.39	No.40
結晶化ガラス（結晶化条件 1000℃-2h）					
密度	g/cm^3	未測定	未測定	3.212	3.143
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}/℃$	未測定	未測定	50.1	47.6
線熱膨張係数 30-750℃		未測定	未測定	52.3	49.9
透過率 @1200nm	%	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @800nm		未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @555nm		未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @380nm		未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @300nm		未測定	未測定	未測定	未測定
L*	-	未測定	未測定	未測定	未測定
a*		未測定	未測定	未測定	未測定
b*		未測定	未測定	未測定	未測定
外観	-	白色	白色	白色	白色
結晶種		未測定	未測定	$ZnAl_2O_4$, ZrO_2	$ZnAl_2O_4$, ZrO_2
結晶化ガラス（結晶化条件 775℃-24h → 900℃-2h）					
密度	g/cm^3	3.064	3.035	3.212	3.143
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}/℃$	43.2	43.5	49.6	47.5
線熱膨張係数 30-750℃		46.1	46.3	52.2	50.2
透過率 @1200nm	%	20.4	22.6	86.6	82.3
透過率 @800nm		8.3	8.0	82.8	64.2
透過率 @555nm		1.6	1.1	64.4	23.2
透過率 @380nm		0.0	0.0	5.1	0.1
透過率 @300nm		0.0	0.0	0.5	0.1
L*	-	14.3	11.2	83.5	56.3
a*		7.3	8.6	-1.8	9.9
b*		20.2	17.2	34.2	44.0
外観	-	無色透明	無色透明	白色	白色
結晶種		$ZnAl_2O_4$, Al_2SiO_5	$ZnAl_2O_4$, Al_2SiO_5	$ZnAl_2O_4$, ZrO_2	$ZnAl_2O_4$, ZrO_2
結晶化ガラス（結晶化条件 775℃-24h → 1000℃-2h）					
密度	g/cm^3	3.004	3.008	3.215	3.142
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}/℃$	43.6	43.4	49.9	48.8
線熱膨張係数 30-750℃		45.9	45.8	52.3	51.3
透過率 @1200nm	%	28.6	31.1	85.0	82.8
透過率 @800nm		13.9	16.0	81.4	64.7
透過率 @555nm		4.5	5.2	68.7	21.4
透過率 @380nm		0.1	0.1	12.0	0.0
透過率 @300nm		0.0	0.2	0.5	0.0
L*	-	25.7	27.9	85.8	54.6
a*		5.0	5.8	-2.6	11.5
b*		23.3	26.9	23.8	48.3
外観	-	白色	白色	黄色	茶褐色
結晶種		$ZnAl_2O_4$, Al_2SiO_5	$ZnAl_2O_4$, Al_2O_3, SiO_2	$ZnAl_2O_4$, ZrO_2	$ZnAl_2O_4$, Al_2SiO_5

[0141]

[表14]

	単位	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46
SiO_2	質量%	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8
Al_2O_3		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
ZnO		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
SnO_2		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TiO_2		0	0	0	0.1	0	0
ZrO_2		0	0	0	0	0	0
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0	0	0	0	0	0
K_2O		0	0	0	0	0	0
MgO		0	0	0	0	0	0
CaO		0	0	0	0	0	0
SrO		0	0	0	0	0	0
BaO		0	0	0	0	0	0
P_2O_5		0	0	0	0	0	0
B_2O_3		0	0	0	0	0	0
Fe_2O_3		0.002	0.002	0.002	0.002	0.100	0.002
V_2O_5		0.001	0	0	0	0	0
Cr_2O_3		0	0	0	0	0	0.1
MoO_3		0	0	0	0	0	0
NiO		0	0.1	0	0	0	0
CuO		0.1	0	0	0	0	0
MnO_2		0	0	0.1	0	0	0
Nd_2O_3		0	0	0	0	0	0
WO_3		0	0	0	0	0	0
CoO		0	0	0	0	0	0
Sb_2O_3	ppm	0.1	0	0.001	0	15	30.0
As_2O_3		0	0.10	0	0.001	30.0	70.0
SO_3		30.0	20	10.0	50	40	100.0
Pt		0.001	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Rh		0.01	0.2	0.4	0.6	0.8	0.001
Li＋Na＋K	質量%	0	0	0	0	0	0
Al/Zn	-	1	1	1	1	1	1
Zn/ (Si+B)	-	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
(Li＋Na＋K)/Fe	-	0	0	0	0	0	0
Mg/(Mg+B)	-	-	-	-	-	-	-
Zn+B+P	-	20	20	20	20	20	20
(Zn+B+P)/Zn	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cr+V	質量%	0.001	0	0	0	0	0.1
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.103	0.102	0.102	0.102	0.100	0.102
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	774.8	782.4	782.4	782.4	798.0	782.4

[0142] [表15]

	単位	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51	No.52
SiO_2	質量%	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	58.9
Al_2O_3		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
ZnO		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
SnO_2		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TiO_2		0	0	0	0	0	0.1
ZrO_2		0	0	0	0	0	0
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0	0	0	0	0	0
K_2O		0	0	0	0	0	0
MgO		0	0	0	0	0	0
CaO		0	0	0	0	0	0
SrO		0	0	0	0	0	0
BaO		0	0	0	0	0	0
P_2O_5		0	0	0	0	0	0
B_2O_3		0	0	0	0	0	0
Fe_2O_3		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
V_2O_5		0	0	0	0.1	0	0.1
Cr_2O_3		0	0	0	0	0	0.1
MoO_3		0	0.1	0	0	0	0.1
NiO		0	0	0	0	0	0.1
CuO		0	0	0	0	0	0.1
MnO_2		0	0	0	0	0	0.1
Nd_2O_3		0.1	0	0	0	0	0.1
WO_3		0	0	0.1	0	0	0.1
CoO		0	0	0	0	0.1	0.1
Sb_2O_3	ppm	100	0	0	0	0	0
As_2O_3		150	0	0	0	0	0
SO_3		150	300	450	500	25	10
Pt		1.3	1.6	1.8	0.01	2	2.5
Rh		1.3	0.2	4.5	0.2	2.1	0.2
Li＋Na＋K	質量%	0	0	0	0	0	0
Al/Zn	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zn/ (Si+B)	-	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.3396
(Li＋Na＋K)/Fe	-	0	0	0	0	0	0
Mg/(Mg+B)	-		-	-	-	-	-
Zn+B+P	-	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
(Zn+B+P)/Zn	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cr+V	質量%	0	0	0	0.1	0	0.2
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	1.002
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	78.7

[0143] [表16]

	単位	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58
SiO_2	質量%	58.9	58.7	55.6	55.2	50.2	40.4
Al_2O_3		20.0	20.0	22.1	22.1	22.1	22.1
ZnO		20.0	20.0	0.01	0.2	5.2	15.0
SnO_2		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
TiO_2		0	0	0	0	0	0
ZrO_2		0	0	0	0	0	0
HfO_2		0	0	0	0	0	0
Li_2O		0	0	0	0	0	0
Na_2O		0	0	0.02	0.02	0.02	0.02
K_2O		0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO		0	0	5.8	5.8	5.8	5.8
CaO		0	0	0	0	0	0
SrO		0	0	0	0	0	0
BaO		0	0	0	0	0	0
P_2O_5		0	0	10.3	10.3	10.3	10.3
B_2O_3		0	0	5	5	5	5
Fe_2O_3		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
V_2O_5		0.25	0.8	0.25	0.8	0.8	0.8
Cr_2O_3		0.75	0.2	0.75	0.2	0.2	0.2
MoO_3		0	0	0	0	0	0
NiO		0	0	0	0	0	0
CuO		0	0	0	0	0	0
MnO_2		0	0	0	0	0	0
Nd_2O_3		0	0	0	0	0	0
WO_3		0	0	0	0	0	0
CoO		0	0.2	0	0.2	0.2	0.2
Sb_2O_3	ppm	0	0	0	0	0	0
As_2O_3		0	0	0	0	0	0
SO_3		30	30	50	50	50	50.0
Pt		4	6.5	0.8	0.8	0.8	0.8
Rh		0.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
Li+Na+K	質量%	0	0	0.03	0.03	0.03	0.03
Al/Zn	-	1	1	2210.00	110.50	4.25	1.47
Zn/ (Si+B)	-	0.34	0.34	0.00017	0.00332	0.09	0.33
(Li+Na+K)/Fe	-	0	0	15.00	15.00	15.00	15.00
Mg/(Mg+B)	-	-	-	0.54	0.54	0.54	0.54
Zn+B+P	-	20	20	15.31	15.5	20.5	30.3
(Zn+B+P)/Zn	-	1.000	1.000	1531	77.5	3.942	2.020
Cr+V	質量%	1	1	1	1	1	1
Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co	質量%	1.002	1.202	1.002	1.202	1.202	1.202
(Si+Al)/(Ti+Fe+V+Cr+Mo+Ni+Cu+Mn+Nd+W+Co)	-	78.7	65.5	77.5	64.3	60.1	52.0

[0144] [表17]

	単位	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46
ガラス							
密度	g/cm^3	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
β-OH	/mm	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}$/℃	23.9	23.6	24.0	23.8	23.7	23.7
線熱膨張係数 30-750℃	$\times 10^{-7}$/℃	27.8	28.2	27.4	28.7	28.9	27.7
ガラス転移点Tg	℃	736	740	735	737	740	743
屈伏点Tf	℃	779	774	777	779	778	779
10^4	℃	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{3.5}$	℃	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
10^3	℃	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{2.5}$	℃	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
10^2	℃	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
液相温度	℃	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε × tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	90.3	90.2	76.4	90.6	90.6	71.9
透過率 @800nm	%	90.5	89.9	77.2	90.8	90.8	82.4
透過率 @555nm	%	90.1	90.0	64.0	90.3	90.2	89.7
透過率 @380nm	%	81.8	79.3	78.4	79.6	76.8	64.2
透過率 @300nm	%	28.1	5.7	25.9	23.5	12.9	0.4
L*	-	95.9	84.1	96.1	96.0	95.8	75.5
a*	-	-0.5	0.8	-0.5	-0.6	-1.0	-14.7
b*	-	1.5	34.3	1.8	2.3	1.7	19.9
外観	-	無色透明	茶色	無色透明	無色透明	薄緑色	緑色
主面の表面粗さRa	nm	0.01	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa	nm	0.0001	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
うねり	μm	0.001	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定

[0145]

[表18]

	単位	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51	No.52
ガラス							
密度	g/cm^3	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
β-OH	/mm	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.04
線熱膨張係数 30-380℃	$\times10^{-7}$/℃	24.2	23.9	23.8	23.8	24.0	未測定
線熱膨張係数 30-750℃		28.0	27.7	28.1	27.6	27.6	未測定
ガラス転移点Tg	℃	739	739	737	743	738	738
屈伏点Tf		780	777	773	779	785	785
10^4		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{3.5}$		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
10^3		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
$10^{2.5}$		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
10^2		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
液相温度		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε×tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	87.7	90.3	90.0	90.4	81.9	73.8
透過率 @800nm		63.5	86.4	90.1	90.5	81.1	88.5
透過率 @555nm		55.4	90.1	89.7	90.1	79.1	32.3
透過率 @380nm		68.0	81.3	76.5	77.9	38.8	82.7
透過率 @300nm		14.4	27.2	2.7	18.1	0.1	29.0
L*	-	95.3	95.8	96.0	91.1	62.8	35.9
a*		-0.2	-0.5	-0.5	-2.0	10.7	-10.4
b*		0.3	2.0	2.0	3.2	-34.4	16.6
外観	-	薄水色	無色透明	無色透明	緑色	青色	群青色～黒色
主面の表面粗さRa	nm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定

[0146]

[表19]

	単位	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58
ガラス							
密度	g/cm^3	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
β-OH	/mm	0.05	0.09	0.06	0.15	0.12	0.09
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}$/℃	未測定	未測定	未測定	19.6	未測定	未測定
線熱膨張係数 30-750℃		未測定	未測定	未測定	27.3	未測定	未測定
ガラス転移点Tg	℃	738	738	738	未測定	未測定	未測定
屈伏点Tf		785	785	785	未測定	未測定	未測定
10^4		未測定	未測定	未測定	1377	未測定	未測定
$10^{3.5}$		未測定	未測定	未測定	1458	未測定	未測定
10^3		未測定	未測定	未測定	1551	未測定	未測定
$10^{2.5}$		未測定	未測定	未測定	1658	未測定	未測定
10^2		未測定	未測定	未測定	1783	未測定	未測定
液相温度		未測定	未測定	未測定	1395	未測定	未測定
誘電率 1MHz ε	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
誘電正接 1MHz tanδ	10^{-3}	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
1MHz ε × tanδ		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @150℃	Ω·cm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @250℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
体積抵抗値 @350℃		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ヤング率 (E)	GPa	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
剛性率 (G)		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
ポアソン比 (ν)	-	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
比弾性率	$GPa \cdot cm^3/g$	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定
透過率 @1200nm	%	44.5	60.9	51.2	70.8	未測定	未測定
透過率 @800nm		41.7	38.1	31.9	10.5	未測定	未測定
透過率 @555nm		11.1	5.4	3.8	2.1	未測定	未測定
透過率 @380nm		6.7	48.4	45.8	0.2	未測定	未測定
透過率 @300nm		0.0	2.9	2.7	0.0	未測定	未測定
L*	-	23.6	18.7	11.7	12.8	未測定	未測定
a*		-11.2	-12.5	-20.3	-9.1	未測定	未測定
b*		-4.2	7.9	17.6	-2.4	未測定	未測定
外観	-	群青色～黒色	群青色～黒色	群青色～黒色	群青色～黒色	群青色～黒色	群青色～黒色
主面の表面粗さRa	nm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	0.2
端面の表面粗さRa		未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	0.0
うねり	μm	未測定	未測定	未測定	未測定	未測定	0.003

[0147]

[表20]

	単位	No.59
ガラス（熱処理条件 950℃-24h）		
密度	g/cm^3	未測定
線熱膨張係数 30-380℃	$\times 10^{-7}/℃$	未測定
線熱膨張係数 30-750℃		未測定
透過率 @1200nm	%	89.9
透過率 @800nm		86.0
透過率 @555nm		47.8
透過率 @380nm		9.7
透過率 @300nm		3.8
L*	-	75.2
a*		6.5
b*		31.6
外観	-	乳白色
結晶種		なし

まず、各表に記載の組成を有するガラスとなるように、各原料を酸化物、水酸化物、炭酸塩、硝酸塩等の形態で調合し、ガラスバッチを得た（表１～６、１４～１６に記載の組成は実際に作製したガラスの分析値。分析はＲＩＧＡＫＵ製走査型蛍光Ｘ線分析装置ＺＳＸシリーズで実施。なお表中において、各成分の和や比は、例えば「Ｌｉ＋Ｎａ＋Ｋ」等と酸素元素や係数を省略して表記している）。得られたガラスバッチを１２００～１８００℃で０．５～４００時間溶融後、得られた溶融ガラスを冷却しながら、ロール法にて圧延し、幅１００ｍｍ、厚さ５ｍｍになるように成形した。その後、徐冷炉を用いてガラス転移点－１５０～－５０℃で３０分間熱処理し、徐冷炉を室温まで－１００℃／ｈで降温することにより、Ｎｏ．１～３６、４１～５８のガラスを得た。

[0148] 表１記載のＮｏ．１～４のガラスに対して、表１３に記載の各条件で熱処理を行い結晶化させた。その後、７００℃で３０分間熱処理し、室温まで－１００℃／ｈで降温し、結晶化ガラスＮｏ．３７～４０を得た。

[0149] 表１６に記載のＮｏ．５５の組成のガラスバッチについて、上記と同様の方法で、成形まで行った後、徐冷炉を用いて９５０℃で２４時間熱処理を行い、徐冷炉を室温まで－１００℃／ｈで降温することにより、表２０に記載

のＮｏ．５９のガラスを得た。

[0150] 作製したガラス試料を物理研磨、化学研磨、化学エッチング、ファイアブラスト等により加工し、β－ＯＨ値、粘度、液相温度、液相粘度、密度、線熱膨張係数、ヤング率、剛性率、ポアソン比等の評価用試料を作製し、評価を行った。また、得られた溶融ガラスをオーバーフロー法により、長さ寸法４００ｍｍになるように成形し、徐冷炉を用いてガラス転移点－１５０～－５０℃で３０分間熱処理し、徐冷炉を室温まで－１００℃／ｈで降温することにより、ガラス板を得た。得られたガラス板の主面の表面粗さＲａ、端面の表面粗さＲａ、うねりを測定した。

[0151] 作製した試料のＰｔ、Ｒｈ含有量はＩＣＰ－ＭＳ装置（ＡＧＩＬＥＩＮＴ ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＹ製 Ａｇｉｌｅｎｔ８８００）を用いて、以下のようにして分析した。まず、作製したガラス試料を粉砕し純水で湿潤した後、過塩素酸、硝酸、硫酸、フッ酸などを添加して融解させた。その後、試料のＰｔ、Ｒｈ含有量をＩＣＰ－ＭＳ（誘導結合プラズマ質量分析法）で測定した。なお、予め準備しておいた濃度既知のＰｔ、Ｒｈ溶液を用いて作成した検量線に基づき、各測定試料のＰｔ、Ｒｈ含有量を求めた。測定モードはＰｔ：Ｈｅガス／ＨＭＩ（低モード）、Ｒｈ：ＨＥＨｅガス／ＨＭＩ（中モード）とし、質量数はＰｔ：１９８、Ｒｈ：１０３とした。また、作製した試料のLi_2O含有量は原子吸光分析装置（アナリティクイエナ製 ＣｏｎｔｒＡＡ６００）を用いて分析した。ガラス試料の融解の手順や、検量線を用いた点などは基本的にＰｔ、Ｒｈ分析と同様である。なお、その他成分に関しては、Ｐｔ、Ｒｈ、Li_2Oと同様にＩＣＰ－ＭＳないし原子吸光分析で測定した。あるいは、予めＩＣＰ－ＭＳまたは原子吸光分析装置を用いて調べた濃度既知のガラス試料を検量線用試料とし、ＸＲＦ（蛍光Ｘ線）分析装置（ＲＩＧＡＫＵ製ＺＳＸ Ｐｒｉｍｕｓ ＩＶ）で検量線を作成した後、その検量線に基づき、測定試料のＸＲＦ分析値から実際の各成分の含有量を求めた。ＸＲＦ分析の際、管電圧や管電流、露光時間等は分析成分に応じて随時調整した。

[0152] β－ＯＨ値は、赤外分光光度計（ＰｅｒｋｉｎＥｌｍｅｒ社製　ＦＴ－ＩＲ　Ｆｒｏｎｔｉｅｒ）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。尚、スキャンスピードは１００μｍ／ｍｉｎ、サンプリングピッチは１ｃｍ$^{-1}$、スキャン回数は１測定あたり１０回とした。

β－ＯＨ値＝（１／Ｘ）ｌｏｇ（T_1／T_2）

Ｘ：ガラス肉厚

Ｔ１：参照波数３８４６ｃｍ$^{-1}$における透過率

Ｔ２：ＯＨ基吸収波数３６００ｃｍ$^{-1}$付近における最小透過率

[0153] 線熱膨張係数は、２０ｍｍ×３．８ｍｍφに加工した試料を用いて、３０～３８０℃、及び３０～７５０℃の温度域で測定した平均線熱膨張係数により評価した。測定にはＮＥＴＺＳＣＨ製Ｄｉｌａｔｏｍｅｔｅｒを用いた。また、同一測定器を用いて、ガラス試料の３０～７５０℃の温度域の熱膨張曲線を計測し、その変曲点を算出することでガラス転移点と屈伏点を評価した。

[0154] 透過率、明度及び色度は、光学研磨相当の表面粗さを有する肉厚４ｍｍの試料を用い、分光光度計により評価した。測定には日本分光製分光光度計Ｖ－６７０を用いた。なお、Ｖ－６７０には積分球ユニットである「ＩＳＮ－７２３」を装着しており、測定した透過率は全光透過率に相当する。また、測定波長域は２００～２５００ｎｍ、スキャンスピードは２００ｎｍ／分、サンプリングピッチは１ｎｍ、バンド幅は２００～８００ｎｍの波長域で５ｎｍ、それ以外の波長域で２０ｎｍとした。測定前にはベースライン補正（１００％合わせ）とダーク測定（０％合わせ）を行った。ダーク測定時はＩＳＮ－７２３に付属された硫酸バリウム板を取り外した状態で行った。測定した透過率を用い、ＪＩＳＺ８７８１－４２０１３及びそれに対応する国際規格に基づいて三刺激値ＸＹＺを算出し、各刺激値から明度及び色度を算出した（光源Ｃ／１０°）。

[0155] ヤング率、剛性率、及びポアソン比は、１２００番アルミナ粉末を分散させた研磨液で表面を研磨した板状試料（４０ｍｍ×２０ｍｍ×２０ｍｍ）に

ついて、自由共振式弾性率測定装置（日本テクノプラス製ＪＥ－ＲＴ３）を用いて室温環境下にて測定した。なお、比弾性率は、得られたヤング率を密度で除することで算出した。

[0156] 密度はアルキメデス法で評価した。

[0157] 高温粘度は白金球引き上げ法により、以下のようにして評価した。塊状のガラス試料を適正な寸法に破砕し、アルミナ製坩堝に投入した。続いてアルミナ坩堝を加熱して、試料を融液状態とし、複数の温度におけるガラスの粘度の計測値を求め、Ｖｏｇｅｌ－Ｆｕｌｃｈｅｒ式の定数を算出して粘度曲線を作成し、各粘度（10^4ｄＰａ・ｓ、$10^{3.5}$ｄＰａ・ｓ、10^3ｄＰａ・ｓ、$10^{2.5}$ｄＰａ・ｓ及び10^2ｄＰａ・ｓ）における温度を算出した。

[0158] 液相温度は次の方法で評価した。まず、約１２０×２０×１０ｍｍの白金ボートに３００～５００マイクロメートルに揃えたガラス粉末を充填し、電気炉に投入し１４００～１８００℃で３０分間溶融した。その後、白金ボートを線形の温度勾配を有する電気炉に移し替え、２０時間保持し、失透を析出させた。測定試料を室温まで空冷した後、白金ボートとガラスの界面に析出した失透を観察し、失透析出箇所の温度を電気炉の温度勾配グラフから算出して液相温度とした。また、得られた液相温度をガラスの高温粘度曲線に内挿することで、液相温度に相当する粘度を液相粘度として評価した。

[0159] 誘電率、誘電正接、低温体積抵抗値は、１２００番アルミナ粉末を分散させた研磨液で表面を研磨した板状試料（５０ｍｍ×５０ｍｍ×３ｍｍ）について、インピーダンスアナライザを用いて室温環境下、周波数１ＭＨｚにて測定した。

[0160] ガラスの主面及び端面の表面粗さＲａは、ＪＩＳ　Ｂ０６０１：２００１に準拠した方法で測定した。

[0161] うねりは、触針式の表面形状測定装置を用いて、ＪＩＳ　Ｂ０６０１：２００１に記載のＷＣＡ（ろ波中心線うねり）を測定した値である。この測定は、ＳＥＭＩＳＴＤ　Ｄ１５－１２９６「ＦＰＤガラス基板の表面うねりの測定方法」に準拠した方法で行った。ここで、測定時のカットオフは０．８～

８ｍｍとし、成形時におけるガラスの圧延方向に対して垂直な方向に３００ｍｍの長さで測定した。

[0162] 本発明の実施例Ｎｏ．１～５９のガラスのうちそのほとんどは、線熱膨張係数が小さく、耐熱性及び耐熱衝撃性の高い材料であった。特に、Ｎｏ．１～３６、４１、４３～４４、４８～４９は、無色透明度が高かった。また、Ｎｏ．４２、４５～４７、５０～５８は茶色や群青色～黒色等に着色していた。なお、Ｎｏ．５９のガラスは二相以上に分相していることが確認でき、外観は乳白色であった。

産業上の利用可能性

[0163] 本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスは、調理器用トッププレート、防火窓、耐熱食器または建築用部材に用いられることが好ましい。具体的には、本発明のガラスは、例えば石油ストーブ、薪ストーブ等の前面窓、カラーフィルターやイメージセンサー用基板等のハイテク製品用基板、電子部品焼成用セッター、光拡散板、半導体製造用炉心管、半導体製造用マスク、光学レンズ、寸法測定用部材、通信用部材、建築用部材、化学反応用容器、電磁調理用トッププレート、耐熱食器、耐熱カバー、防火戸用窓ガラス、天体望遠鏡用部材、宇宙光学用部材、着色材、吸光材、温度調整材、遮音材、誘電部材、線熱膨張係数調整材、電池用部材、樹脂等の強度向上用部材、ディスプレイ用部材、化学強化用部材等として好適である。また、本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスが結晶化ガラスである場合には、調理器用トッププレート、防火窓、耐熱食器または建築用部材に用いられることが好ましい。尚、本発明のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスの用途は上記に限定されるものではない。また、上記の用途単独で使用されても良く、上記用途を組み合わせた用途で使用されても良い。組み合わせた例として、ディスプレイ機能を有する電磁調理用トッププレートや、化学強化処理を施したディスプレイを有するスマートフォン等が挙げられる。

請求の範囲

[請求項1] 質量％で、SiO_2 ４０～９０％、Al_2O_3 ５～３５％、ＺｎＯ ０超～３５％、$Li_2O+Na_2O+K_2O$ ０～５％を含有することを特徴とする$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項2] 質量％で、Fe_2O_3 ０％超を含有することを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項3] 質量％で、HfO_2 １０％以下を含有することを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項4] Ｐｔ ３０ｐｐｍ以下、Ｒｈ ３０ｐｐｍ以下を含有することを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項5] 質量％で、MoO_3 ０％超を含有することを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項6] 質量％で、SnO_2 ０％超を含有することを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項7] 質量％で、Cr_2O_3 ０％超を含有することを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項8] 質量比で、Al_2O_3／ＺｎＯが０．１４～２３００であることを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項9] 質量比で、ＺｎＯ／（$SiO_2+B_2O_3$）０超～０．７５であることを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項10] 質量比で、（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）／Fe_2O_3が１００００以下であることを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項11] 質量％で、$ZnO+B_2O_3+P_2O_5$ ０超～５５％であることを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-SiO_2$系ガラス。

[請求項12] 質量比で、（$ZnO+B_2O_3+P_2O_5$）／ＺｎＯが１．００１以上であることを特徴とする請求項１に記載の$ZnO-Al_2O_3-Si$

O_2系ガラス。

[請求項13] ３０～７５０℃における線熱膨張係数が、６０×１０$^{-7}$／℃以下であることを特徴とする請求項１に記載のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス。

[請求項14] 厚さ４ｍｍ、波長５５５ｎｍにおける透過率が０．１％以上であることを特徴とする請求項１に記載のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス。

[請求項15] ヤング率が６５Ｇｐａ以上であることを特徴とする請求項１に記載のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス。

[請求項16] 結晶化ガラスであることを特徴とする請求項１～１５のいずれか一項に記載のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス。

[請求項17] 請求項１～１５のいずれか一項に記載のガラスを製造するための方法であって、

ガラス原料を溶融して溶融ガラスを得る工程、及び、前記溶融ガラスを成形する工程、

を備え、

前記溶融ガラスを成形する方法が、オーバーフロー法、フロート法、ダウンドロー法、

スロットダウン法、リドロー法、無容器法、ブロー法、プレス法、ロール法、ブッシング

法及び管引き法から選択される少なくとも１種以上であることを特徴とするＺｎＯ－Ａｌ

２Ｏ３－ＳｉＯ$_2$系ガラスの製造方法。

[請求項18] さらに、前記溶融ガラスを成形する工程で得られたガラスに熱処理を施して結晶化させる工程を備えることを特徴とする請求項１７に記載のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラスの製造方法。

[請求項19] 調理器用トッププレート、防火窓、耐熱食器または建築用部材に用いられることを特徴とする請求項１～１５のいずれか一項に記載のＺ

ｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス。

[請求項20] 調理器用トッププレート、防火窓、耐熱食器または建築用部材に用いられることを特徴とする請求項１６に記載のＺｎＯ－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$－ＳｉＯ$_2$系ガラス。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/020637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 3/085(2006.01)i; ***C03C 3/093***(2006.01)i; ***C03C 3/097***(2006.01)i; ***C03C 10/02***(2006.01)i
FI: C03C3/085; C03C3/093; C03C3/097; C03C10/02

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

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

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 2019-112295 A (SCHOTT AG) 11 July 2019 (2019-07-11) paragraphs [0001], [0058], [0065]-[0067], examples	1-6, 8-20
X	US 2014/0238971 A1 (EUROKERA) 28 August 2014 (2014-08-28) paragraph [0007], fig. 1, 2	1-4, 6-11, 13-20
X	WO 2020/264229 A1 (CORNING INC.) 30 December 2020 (2020-12-30) paragraphs [0066]-[0100], examples, fig. 2	1-4, 8-11, 13-20
X	JP 2014-500844 A (CORNING INC.) 16 January 2014 (2014-01-16) paragraphs [0042]-[0048], examples, fig. 1	1-4, 6, 8-11, 13-20
X	JP 2006-36625 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 09 February 2006 (2006-02-09) paragraphs [0001], [0040], examples	1-4, 6-15, 17, 19

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 August 2023	**15 August 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/020637

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-112295 A	11 July 2019	US 2019/0194060 A1 paragraphs [0002], [0055], [0062]-[0064], examples EP 3502069 A1 CN 109956669 A KR 10-2019-0076883 A	
US 2014/0238971 A1	28 August 2014	JP 2016-516650 A paragraph [0007], fig. 1, 2 WO 2014/132122 A2 CN 105143126 A KR 10-2015-0123884 A	
WO 2020/264229 A1	30 December 2020	JP 2022-538415 A paragraphs [0061], [0096], examples, fig. 2 US 2020/0407268 A1 CN 114258387 A	
JP 2014-500844 A	16 January 2014	WO 2012/061464 A1 paragraphs [0039], [0045], examples, figures US 2012/0114955 A1 EP 2450320 A1 CN 103298760 A KR 10-2014-0005168 A	
JP 2006-36625 A	09 February 2006	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/020637

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03C 3/085(2006.01)i; C03C 3/093(2006.01)i; C03C 3/097(2006.01)i; C03C 10/02(2006.01)i
FI: C03C3/085; C03C3/093; C03C3/097; C03C10/02

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

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

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	JP 2019-112295 A (ショット アクチエンゲゼルシャフト) 11.07.2019 (2019-07-11) [0001],[0058],[0065]-[0067],実施例	1-6,8-20
X	US 2014/0238971 A1 (EUROKERA) 28.08.2014 (2014-08-28) [0007],図1,2	1-4,6-11,13-20
X	WO 2020/264229 A1 (CORNING INCORPORATED) 30.12.2020 (2020-12-30) [0066],[00100],実施例,図2	1-4,8-11,13-20
X	JP 2014-500844 A (コーニング インコーポレイテッド) 16.01.2014 (2014-01-16) [0042],[0048],実施例,図1	1-4,6,8-11,13-20
X	JP 2006-36625 A (日本電気硝子株式会社) 09.02.2006 (2006-02-09) [0001],[0040],実施例	1-4,6-15,17,19

☐ 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	国際調査報告の発送日
04.08.2023	15.08.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
永田　史泰 4T 3029
電話番号 03-3581-1101 内線 3465

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/020637

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-112295 A	11.07.2019	US 2019/0194060 A1 [0002],[0055],[0062]-[0064],実施例 EP 3502069 A1 CN 109956669 A KR 10-2019-0076883 A	
US 2014/0238971 A1	28.08.2014	JP 2016-516650 A [0007],図1,2 WO 2014/132122 A2 CN 105143126 A KR 10-2015-0123884 A	
WO 2020/264229 A1	30.12.2020	JP 2022-538415 A [0061],[0096],実施例,図2 US 2020/0407268 A1 CN 114258387 A	
JP 2014-500844 A	16.01.2014	WO 2012/061464 A1 [0039],[0045],実施例,図 US 2012/0114955 A1 EP 2450320 A1 CN 103298760 A KR 10-2014-0005168 A	
JP 2006-36625 A	09.02.2006	（ファミリーなし）	