(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
2024年12月12日(12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/253132 A1

(51) 国際特許分類:
C03C 3/091 (2006.01) *C03C 3/095* (2006.01)
C03C 3/093 (2006.01) *C03C 13/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/020548

(22) 国際出願日： 2024年6月5日(05.06.2024)

(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 2023-094429 2023年6月7日(07.06.2023) JP

(71) 出願人: 日本板硝子株式会社 (**NIPPON SHEET GLASS COMPANY, LIMITED**) [JP/JP]; 〒1086321 東京都港区三田三丁目５番２７号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 藤原 浩輔 (**FUJIWARA Kosuke**); 〒1086321 東京都港区三田三丁目５番２７号 日本板硝子株式会社内 Tokyo (JP). 中村 文 (**NAKAMURA Aya**); 〒1086321 東京都港区三田三丁目５番２７号 日本板硝子株式会社内 Tokyo (JP). 倉上 拓真 (**KURAKAMI Takuma**); 〒1086321 東京都港区三田三丁目５番２７号 日本板硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人青藍国際特許事務所 (**SEIRAN IP FIRM**); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満四丁目３番２５号 梅田プラザビル別館８階 Osaka (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,

(54) **Title:** GLASS COMPOSITION, GLASS FIBER, AND GLASS FILLER

(54) 発明の名称： ガラス組成物、ガラス繊維、及びガラスフィラー

(57) **Abstract:** The present disclosure provides a glass composition which has a low linear expansion coefficient and a high Young's modulus, and is suitable for mass production. The present disclosure provides: (i) a glass composition which contains, in mass%, $56 \leq SiO_2 \leq 70$, $0.1 \leq B_2O_3 \leq 8$, $15 \leq Al_2O_3 \leq 24$, $4 \leq MgO \leq 14$, $0 \leq CaO \leq 4$, $0 \leq ZnO \leq 10$, $0 \leq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leq 4$, and $0.1 \leq ZrO_2 \leq 5$, and does not substantially contain TiO_2; (ii) a glass composition which contains, in mass%, $56 \leq SiO_2 \leq 70$, $0.1 \leq B_2O_3 \leq 8$, $15 \leq Al_2O_3 \leq 24$, $4 \leq MgO \leq 14$, $0 \leq CaO \leq 4$, $0.1 \leq ZnO \leq 3$, and $0 \leq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leq 4$, and does not substantially contain TiO_2 and ZrO_2; and (iii) a glass composition which contains, in mass%, $56 \leq SiO_2 \leq 70$, $0.1 \leq B_2O_3 \leq 8$, $15 \leq Al_2O_3 \leq 24$, $4 \leq MgO \leq 14$, $0 \leq CaO \leq 4$, $0 \leq ZnO \leq 10$, $0 \leq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leq 4$, and $1 \leq ZrO_2 \leq 5$.

(57) 要約：本開示は、低い線膨張率と高いヤング率を有し、量産に適したガラス組成物を提供する。本開示は、質量％で表示して、ｉ）５６≦SiO_2≦７０、０．１≦B_2O_3≦８、１５≦Al_2O_3≦２４、４≦ＭｇＯ≦１４、０≦ＣａＯ≦４、０≦ＺｎＯ≦１０、０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、０．１≦ZrO_2≦５の成分を含有し、TiO_2を実質的に含有しないガラス組成物；ｉｉ）５６≦SiO_2≦７０、０．１≦B_2O_3≦８、１５≦Al_2O_3≦２４、４≦ＭｇＯ≦１４、０≦ＣａＯ≦４、０．１≦ＺｎＯ≦３、０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４の成分を含有し、TiO_2及びZrO_2を実質的に含有しないガラス組成物；ｉｉｉ）５６≦SiO_2≦７０、０．１≦B_2O_3≦８、１５≦Al_2O_3≦２４、４≦ＭｇＯ≦１４、０≦ＣａＯ≦４、０≦ＺｎＯ≦１０、０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、１≦ZrO_2≦５の成分を含有するガラス組成物、を提供する。

WO 2024/253132 A1

［続葉有］

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 ： ガラス組成物、ガラス繊維、及びガラスフィラー

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス組成物に関し、またガラス繊維及びガラスフィラーに関し、さらにガラス繊維又はガラスフィラーを含む成形体等の製品に関する。

背景技術

[0002] 電子機器には、電気絶縁部材及び機構部材を構成するために、樹脂組成物が広く使用されている。電気絶縁部材の例は、ＳＭＴ（surface mount technology）、ＦＰＣ（flexible printed circuits）、ボード間、ＣＰＵ（central processing unit）ソケット、メモリカード、カードエッジ、光コネクタ等に用いるコネクタハウジング、ＬＣＤ（liquid crystal display）バックライト、コイル、フラット、トランス、磁気ヘッド等に用いるリアクタンス用ボビン、リレーケース、リレーベーススイッチ、リフローディップスイッチ、タクトスイッチ等に用いる開閉器、センサーケース、コンデンサケーシング、ボリュームケーシング、トリマーケーシングである。機構部材の例は、光ピックアップ用のレンズホルダ及びピックアップベース、マイクロモータ用の絶縁体及び端子、並びにレーザプリンタ用ドラムである。樹脂組成物は、ＦＰＣ用ベースフィルム、銅張積層板用ベースフィルム等のフィルムとしても使用されている。また、電子機器が備えるプリント回路板（printed circuit board）の一種にも樹脂組成物から構成される基板がある。電子部品が実装される前のプリント配線板（printed wiring board）にも樹脂組成物から構成される基板がある。以下、本明細書では、プリント回路板及びプリント配線板の双方を合わせて、「プリント基板（printed board）」と記載する。

[0003] 上記の樹脂組成物は、熱可塑性樹脂とガラス繊維とを含み、必要に応じ、硬化剤、改質剤等をさらに含む。プリント基板には無機充填材がさらに含まれることがある。無機充填材としては、ガラスフィラーが使用されることが

ある。近年、電子機器の小型化の要求と、高機能化を目的とした薄型化の要求とに応えるため、樹脂組成物には寸法安定性が求められ、それに応じてその構成材料にも低い熱膨張係数や高い弾性率が求められている。特許文献１には、線熱膨張係数が低く、ヤング率の高いガラス組成物やそのガラス組成物から構成されたガラス繊維が開示されている。

[0004] 特許文献１の実施例に開示されているガラス組成物は、SiO_2、B_2O_3、Al_2O_3、ＭｇＯ等と共に、質量基準で０．７％以上３．０％以下の酸化チタン（TiO_2）を含み、酸化ジルコニウム（ZrO_2）の含有率は０．６％以下に制限されている。特許文献２の実施例に開示されているガラス組成物は、SiO_2、B_2O_3、Al_2O_3、ＭｇＯ等と共に、質量基準で４．０％以上７．５％以下の酸化亜鉛（ＺｎＯ）を含んでいる。特許文献２には、酸化ジルコニウム（ZrO_2）を含むガラス組成物は開示されていない。なお、特許文献２に開示されている温度範囲（５０～２００℃）におけるＥガラスの線熱膨張係数は、５３×10^{-7}／℃であるが（特許文献２比較例１）、後述するやや広い温度範囲（５０～３５０℃）におけるＥガラスの同係数は、６０×10^{-7}／℃とやや大きくなる（本願比較例１）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１１－１０５５５４号公報

特許文献2：国際公開第２０１２／１０４９９９号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 電子機器の小型化や高機能化を目的とした薄型化に伴い、電子機器を構成する樹脂組成物には寸法安定性が求められ、その構成材料であるガラス繊維及びガラスフィラーには、低い線熱膨張係数や高い弾性率が求められている。そこで、本発明は、低い線熱膨張整数及び高いヤング率を有し、かつ量産にも適した、新たなガラス組成物を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦ＺｎＯ≦１０、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

０．１≦ZrO_2≦５、

の成分を含有し、TiO_2を実質的に含有しないガラス組成物、を提供する。

[0008] 本発明は、別の側面から、質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０．１≦ＺｎＯ≦３、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

の成分を含有し、TiO_2及びZrO_2を実質的に含有しないガラス組成物、を提供する。

[0009] 本発明は、また別の側面から、質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦ＺｎＯ≦１０、

０≦（Ｌｉ$_2$Ｏ＋Ｎａ$_2$Ｏ＋Ｋ$_2$Ｏ）≦４、

１≦ＺｒＯ$_2$≦５、

の成分を含有するガラス組成物、を提供する。

[0010] 本発明は、以下のように記載することもできる。

本発明は、質量％で表示して、

５６≦ＳｉＯ$_2$≦７０、

０．１≦Ｂ$_2$Ｏ$_3$≦８、

１５≦Ａｌ$_2$Ｏ$_3$≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦（Ｌｉ$_2$Ｏ＋Ｎａ$_2$Ｏ＋Ｋ$_2$Ｏ）≦４、の成分を含有し、

ａ）及びｃ）からなる群より選択される少なくとも１つ、又はｂ）が成立する、ガラス組成物、を提供する。

ａ）０≦ＺｎＯ≦１０、及び０．１≦ＺｒＯ$_2$≦５、の成分をさらに含有し、ＴｉＯ$_2$を実質的に含有しない。

ｂ）０．１≦ＺｎＯ≦３、の成分をさらに含有し、

ＴｉＯ$_2$及びＺｒＯ$_2$を実質的に含有しない。

ｃ）０≦ＺｎＯ≦１０、及び１≦ＺｒＯ$_2$≦５、の成分をさらに含有する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、低い線熱膨張係数及び高いヤング率を有し、量産に適した新たなガラス組成物が提供される。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の説明は本発明を特定の実施形態に限定する趣旨ではない。本明細書において、「実質的に含有しない」及び「実質的に含有されていない」は、含有率が、０．１質量％未満、０．０５質量％未満、０．０１質量％未満、さらに０．００５質量％未満、特に０．００３質量％未満、場合によっては０．００１質量％未満であることを意味する。「実質的に」は、ガラス原料、製造装置、成形装置等に由来する

微量の不純物の含有を許容する趣旨である。「主成分」は、質量基準で含有率が最も大きい成分を意味する。「Ｔ－Fe_2O_3」は、三酸化二鉄（Fe_2O_3）に換算した全酸化鉄を意味する。「Ｔ－SnO_2」は、二酸化錫（SnO_2）に換算した全酸化錫を意味する。「アルカリ金属酸化物」は、酸化リチウム（Li_2O）、酸化ナトリウム（Na_2O）及び酸化カリウム（K_2O）を意味する。以下に述べる含有率の上限及び下限は、任意に組み合わせることができる。以下、ガラス組成物は単にガラス、線熱膨張係数は単に線膨張係数、とそれぞれ記載することがある。

[0013] ［ガラス組成物］

＜成分＞

（SiO_2）

SiO_2は、ガラスの骨格を形成する成分であり、ガラス組成物の主成分である。また、SiO_2は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分であり、ガラスの耐水性を向上させる成分である。さらに、SiO_2は、ガラスの線膨張係数を下げる成分である。そして、SiO_2は誘電率及び誘電正接を下げる作用を有する成分である。SiO_2の含有率は、５６質量％以上７０質量％以下である。SiO_2の含有率の下限は、５７質量％以上、５８質量％以上、５８．５質量％以上、５９質量％以上、５９．５質量％以上、６０質量％以上、さらには６０．１質量％以上でありうる。SiO_2の含有率の上限は、６８質量％以下、６６質量％以下、６５質量％以下、６４質量％以下、６３．５質量％以下、６３質量％以下、６２．５質量％以下、６２質量％以下、さらに６１．９質量％以下、場合によっては６１．８質量％以下でありうる。

[0014] （B_2O_3）

B_2O_3は、ガラスの骨格を形成する成分である。また、B_2O_3は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分でもある。一方で、過度のB_2O_3の含有はガラスのヤング率を低下させ、ガラスの線膨張係数を増大させる。さらに、B_2O_3は誘電率及び誘電正接を下げる作用を有する成分である。B_2O_3の

含有率は、０．１質量％以上８質量％以下である。B_2O_3の含有率の下限は、０．５質量％以上、１質量％以上、１．５質量％以上、２質量％以上、２．５質量％以上、２．６質量％以上、２．７質量％以上、２．８質量％以上、２．９質量％以上、３質量％以上、３．１質量％以上、３．２質量％以上、３．３質量％以上、３．４質量％以上、場合によっては３．５質量％以上でありうる。B_2O_3の含有率の上限は、７質量％以下、６質量％以下、さらには５．８質量％以下、５．５質量％以下、５質量％以下、４．５質量％以下、４．４質量％以下、４．３質量％以下、４．２質量％以下、４．１質量％以下、４．０質量％以下、３．９質量％以下、場合によっては３．５質量％以下でありうる。B_2O_3の含有率は、０．１質量％以上６質量％以下であってもよい。

[0015] （Al_2O_3）

Al_2O_3は、ガラスの骨格を形成する成分である。また、Al_2O_3は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分でもある。さらに、Al_2O_3は、ガラスのヤング率を向上させる成分であり、ガラスの線膨張係数を下げる成分でもある。そして、Al_2O_3は、ガラスの誘電率及び誘電正接を調整する成分である。Al_2O_3の含有率が１５質量％以上２４質量％以下では、ガラスの失透温度の上昇が抑えられるとともに、ガラスの融点が過度に高くなることがなく、原料を熔融する際の均一性が増す。Al_2O_3の含有率の下限は、１６質量％以上、１７質量％以上、１８質量％以上、１８．５質量％以上、１９質量％以上、１９．５質量％以上、２０質量％以上、２０．１質量％以上、さらには２０．５質量％以上でありうる。Al_2O_3の含有率の上限は、２３．５質量％以下、２３質量％以下、２２．５質量％以下、２２質量％以下、さらには２１．８質量％以下、２１．５質量％以下、場合によっては２１質量％以下、２０．９質量％以下、２０．８質量％以下、２０．７質量％以下、２０．６質量％以下、２０．５質量％以下でありうる。

[0016] （ＭｇＯ）

ＭｇＯは、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分であり、ガラ

スのヤング率を向上させる成分でもある。また、ＭｇＯは、ガラスの誘電率及び誘電正接を調整する成分である。ＭｇＯの含有率は、４質量％以上１４質量％以下である。ＭｇＯの含有率の下限は、５質量％以上、６質量％以上、６．５質量％以上、７質量％以上、７．５質量％以上、８質量％以上、８．５質量％以上、さらには９質量％以上でありうる。ＭｇＯの含有率の上限は、１３質量％以下、１２質量％以下、１１質量％以下、１０質量％以下、９．５質量％以下、９質量％以下、８．５質量％以下、場合によっては８質量％以下でありうる。

[0017] （ＣａＯ）

ＣａＯは任意成分である。ＣａＯは、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。一方で、過度のＣａＯの含有はガラスのヤング率を低下させ、ガラスの線膨張係数を増大させる。ＣａＯの含有率の下限は、０．０５質量％以上、０．０６質量％以上、０．０７質量％以上、０．０８質量％以上、０．０９質量％以上、０．１質量％以上でありうる。ＣａＯの含有率の上限は、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１．５質量％以下、１質量％以下、０．８質量％以下、０．６質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下、０．２質量％以下、さらに０．１５質量％以下でありうる。ＣａＯは実質的に含有されていなくてもよい。

[0018] （ＭｇＯ＋ＣａＯ）

ガラスの熔融性や成形性に関し、ＭｇＯ及びＣａＯの含有率の和（ＭｇＯ＋ＣａＯ）の値が重要となることがある。ガラスの製造に適した熔融性や成形性を得る観点からは、（ＭｇＯ＋ＣａＯ）の下限は、４質量％以上、５質量％以上、６質量％以上、７質量％以上、８質量％以上、８．５質量％以上、さらには９質量％以上でありうる。また、（ＭｇＯ＋ＣａＯ）の上限は、１４質量％以下、１３質量％以下、１２質量％以下、１１質量％以下、１０質量％以下、９．５質量％以下、９質量％以下、場合によっては８．５質量％以下、さらには８質量％以下でありうる。

[0019] （ＭｇＯ／ＣａＯ）

ＣａＯの含有率に対するＭｇＯの含有率の比（ＭｇＯ／ＣａＯ）の値もガラス形成時の失透温度及び粘度、さらにガラスのヤング率や線膨張係数を調整する上で重要となる場合がある。ここでも含有率は質量基準である。（ＭｇＯ／ＣａＯ）の下限は、３０以上、５０以上、８０以上、９０以上、さらに９５以上、場合によっては１００以上でありうる。（ＭｇＯ／ＣａＯ）の上限は、特に限定されないが、１００００以下、１０００以下、さらに５００以下でありうる。

[0020] （ＳｒＯ）

ＳｒＯは任意成分である。ＳｒＯは、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。一方で、過度のＳｒＯの含有はガラスのヤング率を低下させ、ガラスの線膨張係数を増大させる。ＳｒＯの含有率の上限は、５質量％以下、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、さらに０．１質量％以下でありうる。ＳｒＯは実質的に含有されていなくてもよい。

[0021] （ＢａＯ）

ＢａＯも任意成分である。ＢａＯは、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。一方で、過度のＢａＯの含有はガラスのヤング率を低下させ、ガラスの線膨張係数を増大させる。ＢａＯの含有率の上限は、５質量％以下、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、さらに０．１質量％以下でありうる。ＢａＯは実質的に含有されていなくてもよい。

[0022] （ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）

ガラスの熔融性や成形性に関し、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ及びＢａＯの含有率の合計（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）の値が重要となることがある。ガラスの製造に適した熔融性や成形性を得る観点からは、（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）の下限は、４質量％以上、５質量％以上、６質量％以上、７質量％以上、８質量％以上、８．５質量％以上、さらには９質量％以上でありうる。また、（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）の上限は、１

４質量％以下、１３質量％以下、１２質量％以下、１１質量％以下、１０質量％以下、９．５質量％以下、９質量％以下、場合によっては８．５質量％以下、さらには８質量％以下でありうる。

[0023] （ＺｎＯ、ZrO_2）

ＺｎＯ及びZrO_2は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。また、ＺｎＯ及びZrO_2は、ガラスのヤング率を向上させる成分であり、ガラスの線膨張係数を下げる成分でもある。さらに、ＺｎＯ及びZrO_2は、ガラスの誘電率及び誘電正接を調整する成分である。ＺｎＯ及びZrO_2の含有率の和（ＺｎＯ＋ZrO_2）は、失透温度の上昇を抑制しながら、熔融ガラスの失透温度及び粘度をガラスの製造に適した範囲とする観点から、０．１質量％以上１５質量％以下の範囲に調整されうる。この範囲は、低い線膨張係数及び高いヤング率を確保する観点からも好適である。（ＺｎＯ＋ZrO_2）の下限は、０．５質量％以上、１質量％以上、１．１質量％以上、１．３質量％以上、さらに１．５質量％以上、場合によっては２質量％以上、２．５質量％以上、３質量％以上、さらに３質量％超でありうる。（ＺｎＯ＋ZrO_2）の上限は、１４質量％以下、１３質量％以下、１２質量％以下、１１質量％以下、１０質量％未満、９質量％以下、８質量％以下、７．５質量％以下、７質量％以下、さらに６．５質量％以下、６質量％以下、５．８質量％以下、５．５質量％以下、５質量％以下、場合によっては４．５質量％以下、４質量％以下、３．５質量％以下、３質量％以下、２．５質量％以下、さらに２質量％以下でありうる。ＺｎＯ及びZrO_2のそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれら各成分の含有率の下限は０であってもよい。（ＺｎＯ＋ZrO_2）は、０．１質量％以上８質量％以下であってもよい。

[0024] ＺｎＯの含有率の下限は、０．１質量％以上、０．５質量％以上、１質量％以上、１．１質量％以上、１．３質量％以上、１．５質量％以上、２質量％以上、２．１質量％以上、２．５質量％以上、３質量％以上、さらには３．５質量％以上でありうる。ＺｎＯの含有率の上限は、１０質量％以下、９質量％以下、８質量％以下、７．５質量％以下、７質量％以下、６．５質量

％以下、６質量％以下、５．５質量％以下、５．３質量％以下、５．２質量％以下、５．１質量％以下、５質量％以下、４．５質量％以下、４質量％以下、３．５質量％以下、３質量％以下、２．９質量％以下、２．８質量％以下、２．７質量％以下、２．５質量％以下、さらには２質量％以下であってもよい。また、ＺｎＯは実質的に含有されていなくてもよい。

[0025] ZrO_2の含有率の下限は、０．１質量％以上、０．１５質量％以上、０．２質量％以上、０．２５質量％以上、０．３質量％以上、０．３５質量％以上、０．４質量％以上、０．４５質量％以上、さらに０．５質量％以上でありうる。ZrO_2の含有率の上限は、５質量％以下、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１．５質量％以下、１．４質量％以下、１．２質量％以下、さらに１質量％以下でありうる。特にTiO_2を実質的に含まないガラスにおいて、ZrO_2の含有率は、１質量％以下、０．８質量％以下、０．７質量％以下、さらに０．６質量％以下であってもよい。。一方、TiO_2を含むガラスにおいて、ZrO_2の含有率は、１質量％以上、１．１質量％以上、さらに１．２質量％以上であってもよく、５質量％以下であってもよい。また、TiO_2の含有率に関わらず、ZrO_2は実質的に含有されていなくてもよい。ただし、低い誘電正接の達成に適したZrO_2の含有率は、０．７質量％以上、さらに０．８質量以上である。

[0026] （B_2O_3＋ＺｎＯ＋ZrO_2）

B_2O_3、ＺｎＯ及びZrO_2の含有率の合計（B_2O_3＋ＺｎＯ＋ZrO_2）の値も各種特性を調整する上で重要となる場合がある。（B_2O_3＋ＺｎＯ＋ZrO_2）の適切な調整は、失透温度の過度な上昇を抑制しながら熔融ガラスの失透温度および粘度を、ガラスの製造に適した範囲とする上で有効である。（B_2O_3＋ＺｎＯ＋ZrO_2）の下限は、０．１質量％以上、０．５質量％以上、１質量％以上、１．５質量％以上、２質量％以上、２．５質量％以上、３質量％以上、３．５質量％以上、４質量％以上、さらに４．５質量％以上、場合によっては５質量％以上でありうる。（B_2O_3＋ＺｎＯ＋ZrO_2）の上限は、１８質量％以下、１６質量％以下、１５質量％以下、１４質量％以下、１３

質量％以下、１２質量％以下、１１質量％以下、１０質量％以下、９質量％以下、８質量％以下、７質量％以下、さらに６質量％以下でありうる。

[0027] （ＭｇＯ＋ＺｎＯ）

ＭｇＯ及びＺｎＯの含有率の和（ＭｇＯ＋ＺｎＯ）の値も各種特性を調整する上で重要となる場合がある。（ＭｇＯ＋ＺｎＯ）の適切な調整は、失透温度の過度な上昇を抑制しながら熔融ガラスの失透温度および粘度を、ガラスの製造に適した範囲とする上で有効である。（ＭｇＯ＋ＺｎＯ）の下限は、４質量％以上、５質量％以上、６質量％以上、７質量％以上、８質量％以上、さらに９質量％以上、場合によっては１０質量％以上でありうる。（ＭｇＯ＋ＺｎＯ）の上限は、１７質量％以下、１６．５質量％以下、１６質量％以下、１５．５質量％以下、１５質量％以下、１４．５質量％以下、１４質量％以下、１３．８質量％以下、さらに１３．７質量％以下でありうる。

[0028] （Li_2O、Na_2O、K_2O）

アルカリ金属酸化物（Li_2O、Na_2O、K_2O）は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。アルカリ金属酸化物の含有率の合計（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）の値が０質量％以上４質量％以下では、失透温度の過度な上昇を抑制しながら熔融ガラスの失透温度及び粘度を、ガラスの製造に適した範囲とすることができる。また、ガラスの融点の上昇を抑え、ガラス原料のより均一な熔融を実施できながらも、ガラス転移温度が過度に低下することなく、高いガラスの耐熱性を確保できる。（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）の下限は、０．１質量％以上、０．１５質量％以上、０．２質量％以上、０．２５質量％以上、さらに０．３質量％以上でありうる。微量のアルカリ金属酸化物の添加は、ガラス中の泡の低減に有効である。（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）の上限は、３質量％以下、２質量％以下、２質量％未満、１．５質量％以下、１質量％以下、１質量％未満、０．９質量％以下、０．８質量％以下、０．７質量％以下、０．６質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下でありうる。アルカリ金属酸化物は、実質的に含有されていなくてもよい。Li_2O、Na_2O、及びK_2Oのそれぞれは任意成分

である。言い換えるとこれら各成分の含有率の下限は０であってもよい。

[0029] Li_2Oの含有率の下限は、０．１質量％以上、さらには０．２質量％以上でありうる。Li_2Oの含有率の上限は、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１．５質量％以下、１質量％以下、１質量％未満、０．９質量％以下、０．８質量％以下、０．７質量％以下、０．６質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下、さらには０．２質量％以下でありうる。Li_2Oは実質的に含有されていなくてもよい。

[0030] Na_2O及びK_2Oの含有率の上限及び下限は、それぞれ、Li_2Oの含有率の上限及び下限として述べた値でありうる。Na_2O及びK_2Oの含有率の和（Na_2O+K_2O）は、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、２質量％未満、１．５質量％以下、１質量％以下、１質量％未満、０．９質量％以下、０．８質量％以下、０．７質量％以下、０．６質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下、０．２質量％以下、さらには０．１５質量％以下、場合によっては０．１質量％以下ありうる。（Na_2O+K_2O）の含有率の下限は、０．１質量％以上、さらには０．２質量％以上であってもよい。Na_2Oは実質的に含有されていなくてもよい。K_2Oも実質的に含有されていなくてもよい。

[0031] （TiO_2）

TiO_2は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。また、TiO_2は、ガラスのヤング率を向上させる成分であり、ガラスの線膨張係数を下げる成分でもある。さらに、TiO_2は、ガラスの熔融性及び化学的耐久性を向上させ、ガラスの紫外線吸収特性を向上させる成分である。TiO_2の含有率の下限は、０．１質量％以上、０．２質量％以上、０．３質量％以上、０．５質量％以上、１質量％以上、場合によっては１．２質量％以上であってもよい。ただし、ヤング率、線膨張係数、さらに量産適合性をバランスよく調整する上では、TiO_2は過剰に含有させないことが望ましい。TiO_2の含有率の上限は、５質量％以下、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１．５質量％以下、１．４質量％以下、１．３質量％以下、１質量

％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、０．３質量％以下、０．２質量％以下、さらには０．１質量％以下でありうる。TiO_2は実質的に含有されていなくてもよい。

[0032] （TiO_2＋ZrO_2）

TiO_2及びZrO_2の含有率の和（TiO_2＋ZrO_2）の値もガラス形成時の失透温度及び粘度、さらにガラスのヤング率や線膨張係数を調整する上で重要となる場合がある。（TiO_2＋ZrO_2）の下限は、０．１質量％以上、０．２質量％以上、０．３質量％以上、さらに０．４質量％以上、場合によっては０．５質量％以上でありうる。（TiO_2＋ZrO_2）の上限は、５質量％以下、４質量％以下、３．５質量％以下、３．３質量％以下、３質量％以下、２．５質量％以下、場合によっては２質量％以下、１．５質量％以下、１．２質量％以下、１質量％以下、０．７質量％以下、さらに０．６質量％以下でありうる。ただし、実施形態によっては、TiO_2及びZrO_2は、ともに実質的に含有されていなくてもよい。

[0033] （Ｆｅ）

ガラス中において、Ｆｅは、通常、Fe^{2+}又はFe^{3+}の状態で存在する。Fe^{3+}はガラスの紫外線吸収特性を高める成分であり、Fe^{2+}はガラスの熱線吸収特性を高める成分である。Ｆｅの含有率の上限は、Ｔ－Fe_2O_3により表示して５質量％以下、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．４質量％以下、さらには０．３質量％以下でありうる。Ｆｅの含有率の下限は、Ｔ－Fe_2O_3により表示して０．１質量％以上、０．１５質量％以上、さらに０．２質量％以上でありうる。特にアルカリ金属酸化物の含有率が低いガラス組成において、微量の酸化鉄はガラスの清澄を促進し、泡の低減に寄与しうる。Ｆｅは実質的に含有されていなくてもよい。

[0034] （CeO_2、SnO_2）

CeO_2及びSnO_2は任意成分である。特にアルカリ金属酸化物の含有率が低いガラス組成において、微量のCeO_2及びSnO_2はガラスの清澄の促進に

寄与することがある。CeO_2及びSnO_2は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。また、CeO_2及びSnO_2は、ガラスのヤング率を向上させる成分であり、ガラスの線膨張係数を下げる成分でもある。CeO_2及びSnO_2の含有率の上限は、それぞれ０．１質量％以上であってもよい。CeO_2及びSnO_2の含有率の上限は、それぞれ２質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．３質量％以下、さらに０．２質量％以下でありうる。CeO_2は実質的に含まれていなくてもよい。SnO_2も実質的に含まれていなくてもよい。なお、SnO_2の含有率は、Ｔ－SnO_2により表示した値である。

[0035] （SO_3）

SO_3も任意成分である。微量のSO_3は、ガラスに残存する泡を低減し、ガラスの量産適合性の向上に寄与しうる。SO_3の含有率の下限は、０．００１質量％以上、さらに０．００２質量％以上であってもよい。SO_3の含有率の上限は、０．５質量％以下、０．２質量％以下、０．１質量％以下、０．０５質量％以下、０．０４質量％以下、０．０３質量％以下、０．０２質量％以下、さらに０．０１質量％以下でありうる。SO_3は実質的に含有されていなくてもよい。

[0036] （F_2、Cl_2）

フッ素（F_2）及び塩素（Cl_2）も任意成分である。特にアルカリ金属酸化物の含有率が低いガラス組成において、F_2及びCl_2はガラスの清澄の促進に寄与しうる。ただし、F_2及びCl_2は、揮発し易いため、溶融時に飛散する可能性がある。F_2及びCl_2の含有率の上限は、それぞれ、５質量％以下、４質量％以下、３質量％以下、２質量％以下、１質量％以下、０．５質量％以下、０．２質量％以下、さらに０．１質量％以下でありうる。F_2は実質的に含有されていなくてもよい。F_2の含有率の下限は、０．１質量％以上、０．２質量％以上、０．３質量％以上、０．３５質量％以上、さらには０．４質量％以上であってもよい。Cl_2も実質的に含有されていなくてもよい。

[0037] （成分の合計）

上述の各成分、すなわちSiO_2からF_2及びCl_2までに述べた各成分の合計は、９５質量％以上、９７質量％以上、さらに９９質量％以上、場合によっては９９．５質量％以上でありうる。（SiO_2＋B_2O_3＋Al_2O_3＋ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＺｎＯ）で示される各成分の含有率の合計の下限は、７５質量％以上、８５質量％以下、９０質量％以上、さらに９５質量％以上、場合によっては９７質量％以上であってもよい。（SiO_2＋B_2O_3＋Al_2O_3＋ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＺｎＯ）で示される各成分の含有率の合計の上限は、９９質量％以下であってもよい。（Li_2O＋Na_2O＋K_2O＋TiO_2＋ZrO_2＋Ｔ－Fe_2O_3）で示される各成分の合計の下限は、０．５質量％以上、０．７質量％以上、さらに１質量％以上であってもよい。（Li_2O＋Na_2O＋K_2O＋TiO_2＋ZrO_2＋Ｔ－Fe_2O_3）で示される各成分の合計の上限は、１９質量％以下、１０質量％以下、５質量％以下、さらに３質量％以下であってもよい。

[0038] （その他の成分）

その他の任意成分としては、P_2O_5、HfO_2、Ga_2O_3、La_2O_3、Pr_2O_3、Nd_2O_3、Pm_2O_3、Sm_2O_3、Eu_2O_3、Gd_2O_3、Tb_2O_3、Dy_2O_3、Ho_2O_3、Er_2O_3、Tm_2O_3、Yb_2O_3、Lu_2O_3、WO_3、Nb_2O_5、Sc_2O_3、Y_2O_3、MoO_3、Ta_2O_5、MnO_2、Cr_2O_3、ＣｕＯ、ＣｏＯ、ＰｂＯ、Bi_2O_3、Br_2、I_2、As_2O_3、及びSb_2O_3からなる群より選ばれる少なくとも１種を挙げることができる。ただし、その他の任意成分がこれらに限定されるわけではない。その他の任意成分は、それぞれ３質量％以下の含有率で含有されていてもよい。その他の任意成分の許容される含有率は、それぞれ、２質量％以下、２質量％未満、１質量％未満、０．５質量％未満、さらには０．１質量％以下でありうる。その他の任意成分は、それぞれ実質的に含有されていなくてもよい。Y_2O_3及びLa_2O_3は、ガラス形成時の失透温度及び粘度を調整する成分である。また、Y_2O_3及びLa_2O_3は、ガラスのヤング率を向上させる成分である。例えば、Y_2O_3及びLa_2O_3の含有率の和（Y_2O_3＋La_2O_3）は、５質量％以下、３％質量％未満、２質量％未満、１質量％未満、０．９質量％以下、０．５質量％未満、さらには０．１質量％以下であ

りうる。例えば、As_2O_3及びSb_2O_3は、環境保護の観点からは、それぞれ実質的に含有されていないことが望ましい。上記に列挙したその他の任意成分の含有率の合計は、５質量％以下、３％質量％未満、２質量％未満、１質量％未満、０．５質量％未満、さらには０．１質量％以下でありうる。

[0039] ＜好ましい組成＞

好ましい組成を以下に例示する。各成分について括弧内で併記する範囲は、より好ましい範囲である。

（組成Ａ１）

質量％で表示して、

$58 \leqq SiO_2 \leqq 64$（$58.5 \leqq SiO_2 \leqq 63$）、

$1 \leqq B_2O_3 \leqq 6$（$1.5 \leqq B_2O_3 \leqq 5$）、

$17 \leqq Al_2O_3 \leqq 23$（$18 \leqq Al_2O_3 \leqq 22$）、

$4 \leqq MgO \leqq 13$（$7 \leqq MgO \leqq 12$）、

$0 \leqq CaO \leqq 3$（$0 \leqq CaO \leqq 1$）、

$1 \leqq ZnO \leqq 8$（$1.1 \leqq ZnO \leqq 7$）、

$0 \leqq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leqq 3$（$0 \leqq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leqq 2$）、

$0.2 \leqq ZrO_2 \leqq 4$（$0.3 \leqq ZrO_2 \leqq 3$）、

の成分を含有し、TiO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[0040] 組成Ａ１は、低い線熱膨張整数及び高いヤング率を有し、かつ量産適合性にも優れている。優れた量産適合性の一例は、作業温度から失透温度を差し引いたΔＴが正の値となることである。

[0041] （組成Ａ２）

質量％で表示して、

$58.5 \leqq SiO_2 \leqq 62$

$1.5 \leqq B_2O_3 \leqq 5$、

$18 \leqq Al_2O_3 \leqq 22$、

$7 \leqq MgO \leqq 12$、

０≦ＣａＯ≦１、

１．１≦ＺｎＯ≦７、

０．１≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦２、

０．３≦ZrO_2≦３、

の成分を含有し、９≦（ＭｇＯ＋ＺｎＯ）≦１３．８を満たし、TiO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[0042] 組成Ａ２は、低い線熱膨張整数及び高いヤング率を有し、かつ量産適合性にも優れている。優れた量産適合性の一例は、低い作業温度及び大きなΔＴである。ここで、低い作業温度とは、例えば１３９５℃以下であり、大きなΔＴとは、例えば１０℃以上である。

[0043] （組成Ｂ）

質量％で表示して、

５８≦SiO_2≦６４（５８．５≦SiO_2≦６３）、

１≦B_2O_3≦６（１．５≦B_2O_3≦５）、

１７≦Al_2O_3≦２３（１８≦Al_2O_3≦２２）、

４≦ＭｇＯ≦１３（７≦ＭｇＯ≦１２）、

０≦ＣａＯ≦３（０≦ＣａＯ≦１）、

０．５≦ＺｎＯ≦２．８（１．１≦ＺｎＯ≦２．８）、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦３（０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦２）、

の成分を含有し、TiO_2及びZrO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[0044] 組成Ｂは、組成Ａ１－Ａ２及びＣとは異なり、ZrO_2を実質的に含有していない。組成Ｂは、低い線熱膨張整数及び高いヤング率を有し、かつ量産適合性にも優れている。

[0045] （組成Ｃ）

質量％で表示して、

５８≦SiO_2≦６４（５８．５≦SiO_2≦６３）、

１≦B_2O_3≦６（１．５≦B_2O_3≦５）、

１７≦Al_2O_3≦２３（１８≦Al_2O_3≦２２）、

４≦ＭｇＯ≦１３（７≦ＭｇＯ≦１２）、

０≦ＣａＯ≦３（０≦ＣａＯ≦１）、

１≦ＺｎＯ≦８（１．１≦ＺｎＯ≦７）、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦３（０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦２）、

０．１≦TiO_2≦４（０．３≦TiO_2≦３）、

１．１≦ZrO_2≦４（１．１≦ZrO_2≦３）、

の成分を含有するガラス組成物。

[0046] 組成Ｃは、組成Ａ１－Ａ２及びＢとは異なり、TiO_2及びZrO_2を共に含有している。組成Ｃは、低い線熱膨張整数及び高いヤング率を有し、かつ量産適合性にも優れている。また、組成Ｃは、低い誘電正接の実現にも適している。

[0047] 組成Ａ１、Ａ２、Ｂ及びＣは、０．１≦Ｔ－Fe_2O_3≦３（より好ましい範囲として０．１≦Ｔ－Fe_2O_3≦２）をさらに含んでいてもよく、この範囲のＴ－Fe_2O_3と共に、０．００１≦SO_3≦０．５（より好ましい範囲として０．００２≦SO_3≦０．３）をさらに含んでいてもよい。また、組成Ａ１、Ａ２、Ｂ及びＣは、＜成分＞の欄で述べたとおり、各成分の含有率の上限及び／又は下限を変更することができる。さらに、組成Ａ１、Ａ２、Ｂ及びＣは、＜成分＞の欄で述べたとおり、成分の合計が調整されていてもよく、その他の成分を含有していてもよい。

[0048] ＜特性＞

本実施形態のガラス組成物がとりうる特性について、以下、説明する。

（熔融特性）

熔融ガラスの粘度が１０００ｄＰａ・ｓｅｃ（１０００ｐｏｉｓｅ）となるときの温度は、当該ガラスの作業温度と呼ばれ、ガラスの成形に適する温度である。ガラスの作業温度が１１００℃以上であれば、ガラス繊維径等の寸法のばらつきを小さくできる。作業温度が１４５０℃以下であれば、ガラ

スを熔融する際の燃料費を低減でき、ガラス製造装置が熱による腐食を受け難くなり、装置寿命が延びる。作業温度の下限は、１２００℃以上、１３００℃以上、１３２０℃以上、１３３０℃以上、１３４０℃以上、さらには１３５０℃以上でありうる。作業温度の上限は、１４２０℃以下、１４１０℃以下、１４００℃以下、１３９５℃以下、１３９０℃以下、１３８５℃以下、１３８２℃以下、さらに１３８０℃以下でありうる。

[0049] 作業温度から失透温度を差し引いた温度差ΔＴが大きいほど、ガラス成形時に失透が生じ難く、均質なガラスを高い歩留りで製造できる。ΔＴは、０℃以上、５℃以上、１０℃以上、さらには１５℃以上でありうる。ΔＴの上限は、特に制限されないが、例えば１００℃以下、８０℃以下、７０℃以下、６５℃以下、６０℃以下、５５℃以下、さらに５０℃以下である。なお、失透温度は、熔融ガラス素地中に結晶が生成し、成長しはじめるときの温度であり、後述する方法によって測定できる。

[0050] （線膨張係数）

線膨張係数は、正確には５０～３５０℃における平均線膨張係数である。ガラスの低い線膨張係数は、ガラスを含む樹脂組成物の寸法安定性の向上に寄与する。線膨張係数の下限は、２０×10^{-7}／℃以上、２５×10^{-7}／℃以上、２６×10^{-7}／℃以上、さらには２７×10^{-7}／℃以上でありうる。線膨張係数の上限は、３５×10^{-7}／℃以下、３４×10^{-7}／℃以下、３３×10^{-7}／℃以下、さらには３２×10^{-7}／℃以下、場合によっては３１×10^{-7}／℃以下でありうる。

[0051] （ガラス転移温度）

ガラス転移温度（ガラス転移点）は、ガラスの耐熱性の指標となる。ガラスを含有する樹脂組成物が熱処理に供される場合には、高いガラス転移温度が望まれる。ガラス転移温度の下限は、６５０℃以上、７００℃以上、７１０℃以上、７２０℃以上、さらに７３０℃以上でありうる。ガラス転移温度の上限は、８００℃以下、７９０℃以下、７８０℃以下、さらに７７０℃以下でありうる。

[0052] （ヤング率）

ガラスの高いヤング率は、ガラス繊維又はガラスフィラーを含む樹脂組成物の機械特性や寸法安定性の向上に寄与する。ヤング率は、通常の超音波法により測定したガラス中を伝播する弾性波の縦波速度及び横波速度と、アルキメデス法により測定したガラスの密度とから算出することができる。ヤング率の下限は、８５ＧＰａ以上、８６ＧＰａ以上、８７ＧＰａ以上、８８ＧＰａ以上、８９ＧＰａ以上、さらには９０ＧＰａ以上でありうる。ヤング率の上限は、１００ＧＰａ以下でありうるし、９９ＧＰａ以下、９８ＧＰａ以下、９７ＧＰａ以下、９６ＧＰａ以下、さらには９５ＧＰａ以下でありうる。

[0053] （誘電率、誘電正接）

ガラスの低い誘電率は、ガラス繊維又はガラスフィラーを含む樹脂組成物の誘電特性の向上に寄与する。測定周波数１ＧＨｚの誘電率は、６．５以下、６．４以下、６．３以下、６．２以下、６．１以下、６．０以下、５．９以下、５．８以下、５．７以下、５．６以下、５．５以下、さらには５．４以下であり、場合によっては５．３以下である。誘電率は、厳密には比誘電率を意味するが、本明細書では慣用に従って単に誘電率と表記する。誘電率は室温（２５℃）での値である。誘電率は、５．０以上であってもよい。

[0054] ガラスの低い誘電正接も、ガラス繊維又はガラスフィラーを含む樹脂組成物の誘電特性の向上に寄与する。測定周波数１ＧＨｚの誘電正接は、０．００６０以下、０．００５５以下、０．００５０以下、０．００４５以下、０．００４４以下、０．００４３以下、０．００４２以下、０．００４１以下、０．００４０以下、０．００３９以下、０．００３８以下、０．００３７以下、０．００３６以下、０．００３５以下、０．００３４以下、０．００３３以下、０．００３２以下、０．００３１以下、０．００３０以下、さらには０．００２９以下、０．００２８以下、０．００２７以下、０．００２６以下、０．００２５以下、０．００２４以下、０．００２３以下、０．００２２以下、０．００２１以下、０．００２０以下であり、場合によっては

０．００１９以下、０．００１８以下、０．００１７以下、０．００１６以下、０．００１５以下である。誘電正接は室温（２５℃）での値である。誘電正接は、０．００１０以上であってもよい。

[0055] ［ガラス製品］

＜ガラス繊維＞

本実施形態のガラス繊維は、上述したガラス組成物により構成される。本実施形態によれば、繊維径が小さい場合においても当該ガラス繊維における失透の発生及び泡の混入をより抑制できることから、本実施形態のガラス繊維は繊維径の小さいガラス繊維でありうる。

[0056] ガラス繊維の平均繊維径は、例えば０．１～５０μｍである。平均繊維径は０．１μｍ以上、０．２μｍ以上、０．３μｍ以上、０．４μｍ以上、０．５μｍ以上、１μｍ以上、２μｍ以上、さらには３μｍ以上であってもよく、５０μｍ以下、４０μｍ以下、３０μｍ以下、２５μｍ以下、２０μｍ以下、１５μｍ以下、１０μｍ以下、８μｍ以下、６μｍ以下、５μｍ以下、４．６μｍ以下、さらに４．３μｍ以下であってもよい。量産に適した特性温度を有するガラス組成物は、細いガラス繊維として安定して製造することに適している。好ましい一形態において、平均繊維径は、さらに細く、例えば３．９μｍ以下、さらに３．５μｍ以下である。ガラス繊維は、例えばガラス長繊維（フィラメント）である。

[0057] ガラス繊維は、ロービング、ロービングクロス、連続ストランドマット、ミルドファイバー、フラットファイバー、フィラメントマット、チョップドストランド、ヤーン、ガラスクロス及びガラステープからなる群より選ばれる少なくとも１種の形状を有していてもよい。

[0058] フラットファイバーは、断面が楕円等の偏平な形状であるガラス繊維を切断した形状を有する。フラットファイバーの断面の短径Ｄ１に対して長径Ｄ２は大きく、Ｄ２／Ｄ１は、例えば１．２以上である。短径Ｄ１は、例えば０．５～２５μｍである。長径Ｄ２は、例えば０．６～３００μｍである。フラットファイバーの長さＬは、例えば１０～１００００μｍである。フ

ラットファイバーは、公知の方法により得ることができる。フラットファイバーの断面形状は、長径Ｄ２に沿って延びる表面が端部よりも中央部において後退した凹形状を有していてもよい。

[0059] ガラス繊維は、本実施形態のガラス組成物を熔融する工程と、熔融したガラス組成物をガラス繊維へと成形する工程と、を含む方法により製造できる。

[0060] ＜ガラスフィラー＞

本実施形態のガラスフィラーは、上述したガラス組成物により構成される。ガラスフィラーは、フレーク状ガラス、ガラス粉末、ガラスビーズ、及びファインフレークからなる群から選ばれる少なくとも１種でありうる。

[0061] フレーク状ガラスは、鱗片状ガラスとも呼ばれ、フレーク状の形状を有する。フレーク状ガラスの平均粒子径は、例えば０．２～１５０００μｍである。フレーク状ガラスのアスペクト比は、例えば２～１０００である。アスペクト比は、平均粒子径を平均厚さで除して求めることができる。平均厚さは、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いて１００枚以上のフレーク状ガラスの厚さｔを測定し、その平均値を算出して求めることができる。フレーク状ガラスその他のガラスフィラーの平均粒子径は、レーザ回折散乱法により測定された粒度分布において累積体積百分率が５０％に相当する粒子径（Ｄ５０）により定めることができる。フレーク状ガラスは、公知のブロー法、カップ法等により得ることができる。

[0062] ガラス粉末は、粉末状のガラスであり、ガラスを粉砕することによって製造される。ガラス粉末の平均粒子径は、例えば１～５００μｍである。ガラス粉末の粒子径は、ガラス粉末の粒子と同体積の球体の直径として定義される。ガラス粉末は、公知の方法により得ることができる。

[0063] ガラスビーズは、球形又は略球形の形状を有する。ガラスビーズの平均粒子径は、例えば１～５００μｍである。ガラスビーズの粒子径は、ガラスビーズの粒子と同体積の球体の直径として定義される。ガラスビーズは、公知の方法により得ることができる。

[0064] ファインフレークは、薄片状ガラスであり、薄物のフレーク状ガラスである。ファインフレークは、例えば、平均厚さが０．１～２．０μｍのフレーク状ガラスで構成されていてもよく、また例えば、厚さ０．０１～２．０μｍの範囲にあるフレーク状ガラスを９０質量％以上の割合で含有していてもよい。この程度に平均厚さが薄く、厚さのバラツキが小さいファインフレークは、樹脂を補強する効果が高く、樹脂の成形収縮率を低減する効果にも優れている。ファインフレークは、樹脂成形体の厚さ等の制限を従来よりも緩和することにも適している。ファインフレークは、好ましくは平均厚さが０．１～１．０μｍのフレーク状ガラスで構成されている。ファインフレークは、好ましくは厚さ０．０５～１．０μｍの範囲にあるフレーク状ガラスを９０質量％以上の割合で含有している。ファインフレークは、フレーク状ガラスについて述べた方法により得ることができる。

[0065] ガラスフィラーは、本実施形態のガラス組成物を熔融する工程と、熔融したガラス組成物をガラスフィラーへと成形する工程と、を含む方法により製造できる。

[0066] ［ガラス繊維及び／又はガラスフィラーを含む製品］

本実施形態のガラス繊維及びガラスフィラーは、以下に例示する各種製品において使用することができる。各種製品は、成形体、フィラー含有製品、樹脂製品等としての側面を有する。

[0067] ＜成形体＞

本実施形態の成形体は、上述したガラス繊維を含み、所定の形状に成形されている。成形体は、以下に限定されるわけではないが、ゴム強化用コード、不織布、プリプレグ、強化プラスチック、プリント基板、無機硬化体、フィルター、断熱材、吸音材、及びバッテリーセパレータからなる群より選ばれる少なくとも１種でありうる。

[0068] ＜フィラー含有製品＞

本実施形態のフィラー含有製品は、上述したガラスフィラーを含む。フィラー含有製品は、以下に限定されるわけではないが、強化プラスチック、塗

料、インク、プリント基板、無機硬化体、及び化粧品からなる群より選ばれる少なくとも１種でありうる。

[0069] ＜樹脂製品＞

本実施形態の樹脂製品は、上述したガラス繊維及び／又はガラスフィラーと、樹脂とを含む。樹脂製品は、電気絶縁部材又は機構部材でありうる。これらの部材の例は上述したとおりである。樹脂は、熱可塑性樹脂であってもよい。熱可塑性樹脂は、特に限定されないが、例えば、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリエステル、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリブチレン、ポリブチレンテレフタレート、これらの共重合体等である。ポリブチレンテレフタレートを用いると、ガラスフィラーとの混合による成形品の反り抑制や寸法安定性の改善効果が大きくなる。フレーク状ガラス、フラットファイバー及びファインフレークは、比表面積が相対的に大きく、熱可塑性樹脂との間の接合力の確保に適している。

[0070] ［本実施形態により提供される技術］

本実施形態により提供される技術は、以下のとおりである。

（技術１）

質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦ＺｎＯ≦１０、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

０．１≦ZrO_2≦５、

の成分を含有し、TiO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[0071] （技術２）

質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０．１≦ＺｎＯ≦３、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

の成分を含有し、TiO_2及びZrO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[0072] （技術３）

質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦ＺｎＯ≦１０、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

１≦ZrO_2≦５、

の成分を含有するガラス組成物。

[0073] （技術４）

質量％で表示して、７５≦（SiO_2＋B_2O_3＋Al_2O_3＋ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＺｎＯ）≦９９、の成分を含有する、技術１から技術３のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0074] （技術５）

質量％で表示して、１≦（ＺｎＯ＋ZrO_2）≦１５、の成分を含有する、技術１から技術４のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0075] （技術６）

質量％で表示して、１≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O＋TiO_2＋ZrO_2＋Ｔ

－Fe_2O_3）≦１９、の成分を含有する、技術１から技術５のいずれか１つに記載のガラス組成物。ただし、Ｔ－Fe_2O_3は、Fe_2O_3に換算した全酸化鉄である。

[0076] （技術７）

質量％で表示して、２≦B_2O_3≦６、の成分を含有する、技術１から技術６のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0077] （技術８）

質量％で表示して、５≦ＭｇＯ≦１３、の成分を含有する、技術１から技術７のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0078] （技術９）

質量％で表示して、０≦ＣａＯ≦１、の成分を含有する、技術８に記載のガラス組成物。

[0079] （技術１０）

ＳｒＯを実質的に含有しない、技術１から技術９のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0080] （技術１１）

ＢａＯを実質的に含有しない、技術１から技術１０のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0081] （技術１２）

質量％で表示して、０≦ＺｎＯ≦８、の成分を含有する、技術１から技術１１のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0082] （技術１３）

質量％で表示して、４≦（ＭｇＯ＋ＺｎＯ）≦１７、の成分を含有する、技術１から技術１２のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0083] （技術１４）

質量％で表示して、０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦１、の成分を含有する、技術１から技術１３のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0084] （技術１５）

質量％で表示して、０．１≦（$Li_2O+Na_2O+K_2O$）≦１、の成分を含有する、技術１４に記載のガラス組成物。

[0085] （技術１６）

質量％で表示して、０≦（Na_2O+K_2O）≦１、の成分を含有する、技術１から技術１５のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0086] （技術１７）

質量％で表示して、０≦（TiO_2+ZrO_2）≦４、の成分を含有する、技術１から技術１６のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0087] （技術１８）

質量％で表示して、０≦Ｔ－Fe_2O_3≦５、の成分を含有する、技術１から技術１７のいずれか１つに記載のガラス組成物。ただし、Ｔ－Fe_2O_3は、Fe_2O_3に換算した全酸化鉄である。

[0088] （技術１９）

質量％で表示して、０≦Y_2O_3≦３、の成分を含有する、技術１から技術１８のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0089] （技術２０）

質量％で表示して、０≦Ｔ－SnO_2≦２、の成分を含有する、技術１から技術１９のいずれか１つに記載のガラス組成物。ただし、Ｔ－SnO_2は、SnO_2に換算した全酸化錫である。

[0090] （技術２１）

質量％で表示して、０≦CeO_2≦２、の成分を含有する、技術１から技術２０のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0091] （技術２２）

質量％で表示して、０≦F_2≦５、の成分を含有する、技術１から技術２１のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0092] （技術２３）

質量％で表示して、０≦SO_3≦０．５、の成分を含有する、技術１から技術２２のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0093] （技術２４）

粘度が１０００ｄＰａ・ｓｅｃであるときの温度を作業温度としたとき、前記作業温度が１４５０℃以下である、技術１から技術２３のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0094] （技術２５）

粘度が１０００ｄＰａ・ｓｅｃであるときの温度を作業温度としたとき、前記作業温度から失透温度を差し引いた温度差ΔＴが０℃以上である、技術１から技術２４のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0095] （技術２６）

ヤング率が８５～１００ＧＰａである、技術１から技術２５のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0096] （技術２７）

５０～３５０℃における平均線膨張係数が２０～３５×10^{-7}／℃である、技術１から技術２６のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0097] （技術２８）

周波数１ＧＨｚにおける誘電率が６．５以下である、技術１から２７のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0098] （技術２９）

周波数１ＧＨｚにおける誘電正接が０．００６０以下である、技術１から２８のいずれか１つに記載のガラス組成物。

[0099] （技術３０）

技術１から２９のいずれか１つに記載のガラス組成物を含む、ガラス繊維。

[0100] （技術３１）

ロービング、ロービングクロス、連続ストランドマット、ミルドファイバー、フラットファイバー、フィラメントマット、チョップドストランド、ヤーン、ガラスクロス及びガラステープからなる群より選ばれる少なくとも１種の形状を有する、技術３０に記載のガラス繊維。

[0101] （技術３２）

技術１から２９のいずれか１つに記載のガラス組成物を含む、ガラスフィラー。

[0102] （技術３３）

フレーク状ガラス、ガラス粉末、ガラスビーズ、及びファインフレークからなる群から選ばれる少なくとも１種である、技術３２に記載のガラスフィラー。

[0103] （技術３４）

技術３０に記載のガラス繊維を含み、ゴム強化用コード、不織布、プリプレグ、強化プラスチック、プリント基板、無機硬化体、フィルター、断熱材、吸音材、及びバッテリーセパレータからなる群より選ばれる少なくとも１種である、成形体。

[0104] （技術３５）

技術３２に記載のガラスフィラーを含み、強化プラスチック、塗料、インク、プリント基板、無機硬化体、及び化粧品からなる群より選ばれる少なくとも１種である、フィラー含有製品。

[0105] （技術３６）

技術１から２９のいずれか１つに記載のガラス組成物を熔融する工程と、熔融した前記ガラス組成物をガラス繊維へと成形する工程と、を含む、ガラス繊維の製造方法。

[0106] （技術３７）

技術１から２９のいずれか１つに記載のガラス組成物を熔融する工程と、熔融した前記ガラス組成物をガラスフィラーへと成形する工程と、を含む、ガラスフィラーの製造方法。

実施例

[0107] 以下、実施例及び比較例を挙げて本発明の実施形態をさらに具体的に説明する。

（実施例及び比較例）

表１～４に示した組成となるように、珪砂等の通常のガラス原料を調合し、実施例及び比較例毎にガラス原料のバッチを作製した。電気炉を用いて、各バッチを１５００～１６００℃まで加熱して熔融させ、組成が均一になるまで約４時間そのまま維持した。その後、熔融したガラス（ガラス熔融物）の一部を鉄板上に流し出し、電気炉中で室温まで徐冷し、バルクとしてのガラス組成物（板状物、ガラス試料）を得た。なお、実施例１６、２８、３５～３７及び比較例３においてはSnO_2源として酸化錫（IV）（SnO_2）を用いた。実施例１７、１９、３８、３９においてはCeO_2源として酸化セリウム（IV）（CeO_2）を用いた。実施例１９～２３、２９、３１～３６，３８～４２においてはSO_3源として硫酸ナトリウムを、実施例２６、３７においてはSO_3源として硫酸リチウム一水和物を用いた。

[0108] 特性の評価法を以下に説明する。

（作業温度）

得られたガラス組成物について、通常の白金球引き上げ法により粘度と温度との関係を調べ、その結果から作業温度を求めた。ここで、白金球引き上げ法とは、溶融ガラス中に白金球を浸し、その白金球を等速運動で引き上げる際の負荷荷重（抵抗）と、白金球に働く重力及び浮力等との関係を、微小の粒子が流体中を沈降する際の粘度と落下速度との関係を示したストークス（Ｓｔｏｋｅｓ）の法則にあてはめることにより、粘度を測定する方法である。

[0109] （失透温度）

粒子径１．０～２．８ｍｍの大きさに粉砕したガラス組成物を白金ボートに入れ、温度勾配（９００～１５００℃）を設けた電気炉中で２時間保持し、結晶の出現した位置に対応する電気炉の最高温度から失透温度を求めた。ガラスが白濁して結晶が観察できない場合は、白濁の出現した位置に対応する電気炉の最高温度を失透温度とした。ここで、粒子径は、ふるい分け法により測定された値である。なお、電気炉内の場所に応じて異なる温度（電気炉内の温度分布）は、予め測定されており、電気炉内の所定の場所に置かれ

たガラス組成物は、予め測定された、当該所定の場所の温度で加熱される。温度差ΔＴは、作業温度から失透温度を差し引いた温度差である。

[0110] （線膨張係数）

得られたガラス組成物について、市販の膨張計〔（株）リガク、熱機械分析装置、ＴＭＡ８５１０〕を用いて５０～３５０℃における平均線膨張係数を測定した。また、ＴＭＡ装置から得た熱膨張曲線に基づいて、ガラス転移温度T_gを得た。

[0111] （ヤング率）

ヤング率Ｅは、通常の超音波法により、ガラス中を伝播する弾性波の縦波速度ｖｌと横波速度ｖｔを測定し、別にアルキメデス法により測定したガラスの密度ρから、$E=3\rho\cdot v_t^2\cdot(v_l^2-4/3\cdot v_t^2)/(v_l^2-v_t^2)$の式により求めた。

[0112] （誘電率、誘電正接）

周波数１ＧＨｚにおける誘電率及び誘電正接は、空洞共振器摂動法による誘電率測定装置を用いて測定した。測定温度は２５℃、測定用サンプルの寸法は、底面が１辺１．５ｍｍの正方形である高さ１００ｍｍの直方体とした。

[0113] （泡数）

珪砂等の通常のガラス原料を調合し、実施例および比較例ごとにガラス原料のバッチを作製した。電気炉を用いて、１５０ｇの各バッチを試験温度である１６００℃で加熱して熔解させ、組成が均一になるまで２時間そのまま維持した。その後、熔融したガラス（ガラス熔融物）の一部を鉄板上に流し出し、電気炉中で室温まで徐冷し、ガラス試料を得た。このガラス試料中の泡個数を光学顕微鏡で観察し、ガラス１００ｇ当たりの泡個数を算出した。ガラス１００ｇ中の泡個数が４００個未満のものをＡ、４００個以上２０００個未満のものをＢ、２０００個以上１００００個未満のものをＣ、１００００個以上のものをＤとした。

[0114] 測定結果を表１～４に示す。なお、表中のガラス組成は、すべて質量％で

表示した値である。また、表中のFe_2O_3及びSnO_2は、それぞれT－Fe_2O_3及びT－SnO_2を示す。

[0115]

[表1]

成分(質量%)又は物性	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16
SiO_2	61.96	62.46	62.12	61.02	63.16	61.29	62.15	62.28	61.03	58.97	60.89	61.68	59.24	61.54	60.44	62.34
B_2O_3	3.26	3.26	3.25	3.26	3.28	3.25	4.40	2.17	4.35	5.42	3.80	3.88	5.41	4.42	3.80	3.26
Al_2O_3	20.63	20.64	20.52	20.64	20.72	20.57	20.85	20.58	21.43	20.58	20.59	21.03	20.51	20.97	20.91	20.61
MgO	8.94	8.47	7.81	8.75	9.34	9.07	9.61	8.69	9.18	8.72	8.41	10.83	9.04	10.75	8.57	8.40
CaO	0.14	0.14	0.14	0.08	0.09	0.09	-	0.31	0.08	0.08	0.08	0.10	0.09	0.10	0.14	0.14
ZnO	3.81	3.82	5.06	5.09	-	2.54	2.57	3.81	2.54	5.07	5.08	1.30	2.53	-	5.08	3.81
$SiO_2+B_2O_3+Al_2O_3+MgO+CaO+ZnO$	98.74	98.79	98.90	98.84	96.59	96.81	99.58	97.84	98.61	98.84	98.85	98.82	96.82	97.78	98.94	98.56
MgO+CaO	9.08	8.61	7.95	8.83	9.43	9.16	9.61	9.00	9.26	8.80	8.49	10.93	9.13	10.85	8.71	8.54
MgO+ZnO	12.75	12.29	12.87	13.84	9.34	11.61	12.18	12.50	11.72	13.79	13.49	12.13	11.57	10.75	13.65	12.21
Li_2O	-	0.14	0.14	0.28	-	-	0.17	-	0.13	0.28	0.28	0.29	-	0.19	0.28	0.14
Na_2O	0.10	0.19	0.19	0.10	0.10	-	-	0.16	-	0.10	0.10	0.10	-	0.10	0.19	0.19
K_2O	0.10	0.10	0.10	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	0.20	0.43	0.43	0.38	0.20	-	0.17	0.16	0.13	0.38	0.38	0.39	-	0.29	0.47	0.43
TiO_2	-	-	-	-	1.28	1.27	-	0.65	-	-	-	-	1.27	0.66	-	-
ZrO_2	0.96	0.58	0.57	0.58	1.93	1.92	-	1.15	0.96	0.58	0.58	0.59	1.91	1.17	0.19	0.58
$ZnO+ZrO_2$	4.77	4.40	5.63	5.67	1.93	4.46	2.57	4.96	3.50	5.65	5.66	1.89	4.44	1.17	5.27	4.39
$B_2O_3+ZnO+ZrO_2$	8.03	7.66	8.88	8.93	5.21	7.71	6.97	7.13	7.85	11.07	9.46	5.77	9.85	5.59	9.07	7.65
TiO_2+ZrO_2	0.96	0.58	0.57	0.58	3.21	3.19	-	1.80	0.96	0.58	0.58	0.59	3.18	1.83	0.19	0.58
Fe_2O_3	0.10	0.20	0.10	0.20	-	-	0.25	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	-	0.10	0.40	0.20
Y_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SnO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24
CeO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 [g/cm^3]	2.525	2.512	2.524	2.539	2.488	2.531	2.492	2.539	2.510	2.535	2.533	2.499	2.526	2.490	2.536	2.518
ヤング率 [GPa]	91	90	90	91	91	91	90	92	91	90	90	91	90	91	91	90
平均線膨張係数 [×10^{-7}/℃]	30	30	30	30	29	29	30	29	29	31	30	32	30	32	30	30
ガラス転移温度 [℃]	760	750	747	737	764	749	742	760	742	707	732	746	722	740	725	743
失透温度 [℃]	1378	1361	1367	1371	1386	1374	1359	1386	1344	1338	1348	1352	1330	1374	1356	1392
作業温度 [℃]	1393	1405	1406	1378	1410	1378	1385	1387	1369	1343	1377	1368	1343	1374	1358	1405
ΔT [℃]	15	44	39	7	24	4	26	1	25	5	29	16	13	0	2	13
誘電率	5.3	5.2	5.3	5.3	5.5	5.6	5.1	5.3	5.1	5.3	5.2	5.2	5.6	5.4	5.1	5.2
誘電正接	0.0027	0.0035	0.0036	0.0034	0.0018	0.0015	0.0034	0.0026	0.0022	0.0033	0.0033	0.0034	0.0014	0.0028	0.0039	0.0036
泡数	C	C	C	B	D	D	B	C	B	B	C	C	C	B	B	A

[0116] [表2]

成分(質量%)又は物性	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	実施例25	実施例26	実施例27	実施例28	実施例29	実施例30	実施例31	実施例32
SiO_2	60.91	61.89	60.76	61.02	60.88	61.68	61.00	61.26	61.54	61.87	60.36	61.13	60.91	61.78	60.52	61.46
B_2O_3	3.83	3.23	3.25	3.26	3.80	3.88	3.46	3.79	3.87	3.89	3.79	4.36	3.80	3.89	3.78	3.86
Al_2O_3	20.76	20.46	20.55	20.64	20.59	21.03	20.53	20.88	20.97	21.57	21.36	20.83	20.60	21.06	20.95	20.95
MgO	9.87	8.40	8.59	8.75	8.41	10.83	8.08	8.53	10.49	11.24	8.96	8.82	9.04	11.21	8.54	10.79
CaO	0.10	0.14	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.10	-	0.09	0.08	0.09	0.11	-	0.10
ZnO	2.56	3.78	5.07	5.09	5.08	1.30	5.70	5.07	2.59	-	3.80	3.82	3.81	1.95	3.79	1.29
$SiO_2+B_2O_3+Al_2O_3+MgO+CaO+ZnO$	98.03	97.90	98.30	98.84	98.84	98.82	98.85	99.61	99.56	98.57	98.36	99.04	98.25	100.00	97.58	98.45
MgO+CaO	9.97	8.54	8.67	8.83	8.49	10.93	8.16	8.61	10.59	11.24	9.05	8.90	9.13	11.32	8.54	10.89
MgO+ZnO	12.43	12.18	13.66	13.84	13.49	12.13	13.78	13.60	13.08	11.24	12.76	12.64	12.85	13.16	12.33	12.08
Li_2O	0.28	0.14	0.28	0.28	0.28	0.29	0.28	-	0.19	0.38	0.19	0.23	0.28	-	0.28	0.28
Na_2O	0.10	0.19	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-	0.10	-	0.10	0.10	0.10	-	0.10	0.10
K_2O	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	0.38	0.43	0.38	0.38	0.38	0.39	0.38	-	0.29	0.38	0.29	0.33	0.38	-	0.38	0.38
TiO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.27	-
ZrO_2	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58	0.59	0.57	0.19	-	0.79	1.15	0.39	0.58	-	1.15	0.59
$ZnO+ZrO_2$	3.14	4.35	5.65	5.67	5.66	1.89	6.27	5.26	2.59	0.79	4.95	4.21	4.39	1.95	4.94	1.88
$B_2O_3+ZnO+ZrO_2$	6.97	7.58	8.90	8.93	9.46	5.77	9.73	9.05	6.46	4.68	8.74	8.57	8.19	5.84	8.72	5.74
TiO_2+ZrO_2	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58	0.59	0.57	0.19	-	0.79	1.15	0.39	0.58	-	1.42	0.59
Fe_2O_3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.26	0.20	-	0.20	-	0.20	0.20
Y_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SnO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-	-
CeO_2	0.81	-	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F_2	-	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59	-	0.42	0.38
SO_3	-	-	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	-	-	0.002	-	-	0.002	-	0.003	0.001
密度 [g/cm^3]	2.526	2.515	2.553	2.539	2.533	2.499	2.541	2.530	2.508	2.490	2.535	2.516	2.527	2.505	2.529	2.500
ヤング率 [GPa]	91	90	91	91	90	91	91	91	91	92	91	90	90	92	91	91
平均線膨張係数 [$\times 10^{-7}/°C$]	32	31	31	31	30	32	30	29	32	32	30	30	32	32	30	32
ガラス転移温度 [℃]	738	708	739	737	732	746	730	748	744	743	738	724	706	759	711	729
失透温度 [℃]	1362	1367	1352	1371	1348	1352	1368	1372	1369	1369	1335	1351	1348	1365	1356	1341
作業温度 [℃]	1373	1382	1377	1378	1377	1368	1382	1377	1376	1380	1368	1393	1362	1380	1366	1359
ΔT [℃]	11	15	25	7	29	16	14	5	7	11	33	42	14	15	10	18
誘電率	5.3	5.2	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.2	5.3	5.3	5.2
誘電正接	0.0035	0.0032	0.0034	0.0034	0.0033	0.0034	0.0033	0.0031	0.0040	0.0030	0.0026	0.0038	0.0031	0.0037	0.0026	0.0033
泡数	B	C	B	A	B	A	B	C	B	B	B	B	B	B	B	A

[0117] [表3]

成分（質量%）又は物性	実施例33	実施例34	実施例35	実施例36	実施例37	実施例38	実施例39	実施例40	実施例41	実施例42	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
SiO_2	61.24	61.87	60.78	62.02	60.77	61.90	61.03	61.58	60.67	59.37	54.83	65.00	63.50	61.00	61.38	59.44
B_2O_3	3.25	4.38	3.23	4.42	3.79	4.38	3.24	4.36	3.22	6.55	5.95	–	4.50	2.00	5.02	3.68
Al_2O_3	20.55	20.77	20.87	20.16	21.03	20.78	20.64	20.66	20.84	20.71	14.52	25.00	20.00	20.50	22.92	19.94
MgO	8.35	9.24	7.76	10.12	8.68	9.26	8.42	9.32	7.81	9.74	0.38	10.00	8.50	11.50	9.43	5.27
CaO	0.08	0.18	0.17	0.22	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	22.80	–	0.20	1.00	0.10	0.05
ZnO	5.07	2.56	5.03	2.58	3.80	2.56	3.79	2.55	5.02	–	–	–	–	4.00	–	10.45
$SiO_2+B_2O_3+Al_2O_3+MgO+CaO+ZnO$	98.54	99.00	97.86	99.52	98.16	98.97	97.20	98.58	97.64	96.46	98.48	100.00	96.70	100.00	98.85	98.83
MgO+CaO	8.43	9.42	7.95	10.34	8.77	9.35	8.50	9.41	7.89	9.83	23.18	10.00	8.70	12.50	9.53	5.32
MgO+ZnO	13.42	11.80	12.81	12.70	12.48	11.82	12.21	11.87	12.83	9.74	0.38	10.00	8.50	15.50	9.43	15.72
Li_2O	0.28	0.19	0.23	0.14	0.19	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	–	–	–	–	0.99	–
Na_2O	0.10	0.10	0.10	0.10	–	0.10	0.10	0.10	0.10	–	0.49	–	0.10	–	0.05	0.37
K_2O	–	0.15	–	–	–	–	–	–	–	–	0.30	–	0.10	–	0.01	0.14
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	0.38	0.44	0.33	0.24	0.19	0.34	0.33	0.33	0.33	0.23	0.79	–	0.20	–	1.05	0.51
TiO_2	–	–	0.15	–	0.27	–	0.40	–	0.15	1.28	–	–	2.50	–	0.02	–
ZrO_2	0.58	–	1.33	–	1.15	–	1.34	–	1.33	1.93	–	–	–	–	–	0.56
$ZnO+ZrO_2$	5.65	2.56	6.36	2.58	4.95	2.56	5.13	2.55	6.35	1.93	–	–	–	4.00	–	11.01
$B_2O_3+ZnO+ZrO_2$	8.90	6.94	9.59	7.00	8.74	6.94	8.37	6.91	9.57	8.48	5.95	–	4.50	6.00	5.02	14.69
TiO_2+ZrO_2	0.58	–	1.48	–	1.42	–	1.74	–	1.48	3.21	–	–	2.50	–	0.02	0.56
Fe_2O_3	0.15	0.20	0.10	–	–	0.15	0.20	0.20	0.20	0.10	0.25	–	0.30	–	0.05	0.10
Y_2O_3	0.35	0.36	–	–	–	–	–	–	0.35	–	–	–	–	–	–	–
SnO_2	–	–	0.23	0.24	0.23	–	–	–	–	–	–	–	0.30	–	–	–
CeO_2	–	–	–	–	–	0.54	0.53	–	–	–	–	–	–	–	–	–
F_2	–	–	–	–	–	–	–	0.91	–	–	0.48	–	–	–	–	–
SO_3	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	–	–	–	–	–	–
密度 [g/cm^3]	2.540	2.495	2.550	2.501	2.534	2.498	2.542	2.493	2.550	2.489	2.629	2.479	2.453	2.557	2.452	2.586
ヤング率 [GPa]	91	90	91	90	91	90	91	90	91	90	83	94	87	93	89	89
平均線膨張係数 [×10^{-7}/℃]	30	31	29	31	29	30	29	31	30	31	60	29	29	33	33	29
ガラス転移温度 [℃]	735	742	729	731	729	736	734	697	735	706	681	819	752	762	722	723
失透温度 [℃]	1356	1336	1362	1355	1354	1347	1332	1338	1354	1315	1090	1498	1363	1376	1337	1422
作業温度 [℃]	1379	1390	1388	1390	1387	1388	1368	1368	1372	1324	1205	1462	1427	1359	1371	1374
ΔT [℃]	23	54	28	35	33	41	36	30	18	9	115	-36	64	-17	34	-48
誘電率	5.3	5.2	5.4	5.3	5.4	5.2	5.4	5.1	5.3	5.5	6.5	5.2	5.4	5.5	5.3	5.4
誘電正接	0.0034	0.0040	0.0026	0.0041	0.0026	0.0040	0.0024	0.0036	0.0024	0.0016	0.0040	0.0042	0.0039	0.0038	0.0053	0.0041
泡数	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	A	D	C	B	B	D

[0118] [表4]

成分（質量%）又は物性	比較例7	比較例8	比較例9	比較例10	比較例11	比較例12	比較例13	比較例14	比較例15	比較例16
SiO_2	61.56	70.74	55.39	60.34	63.91	60.00	60.66	60.13	60.15	59.29
B_2O_3	4.53	1.14	4.35	3.71	1.14	4.41	3.22	5.24	4.26	4.26
Al_2O_3	14.43	15.34	21.43	24.43	18.27	22.23	20.36	22.79	20.65	21.76
MgO	12.62	10.48	11.05	6.43	14.10	11.07	7.49	3.43	4.35	5.94
CaO	0.12	0.10	0.11	0.49	0.14	0.28	0.07	2.95	4.72	0.10
ZnO	5.19	1.30	6.36	3.71	1.33	1.29	6.27	4.90	4.98	3.73
$SiO_2+B_2O_3+Al_2O_3+MgO+CaO+ZnO$	98.45	99.10	98.69	99.11	98.89	99.28	98.07	99.44	99.11	95.08
MgO+CaO	12.74	10.58	11.16	6.92	14.24	11.35	7.56	6.38	9.07	6.04
MgO+ZnO	17.81	11.78	17.41	10.14	15.43	12.36	13.76	8.33	9.33	9.67
Li_2O	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Na_2O	0.40	0.10	0.39	0.38	-	0.29	0.38	0.37	0.38	4.17
K_2O	0.15	-	0.15	0.14	-	0.15	0.15	-	0.14	-
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	0.55	0.30	0.54	0.52	-	0.44	0.53	0.37	0.52	4.17
TiO_2	-	-	-	-	-	0.28	0.64	-	-	-
ZrO_2	1.00	0.60	0.77	0.37	1.01	-	0.76	0.19	0.38	0.75
$ZnO+ZrO_2$	6.19	1.90	7.13	4.08	2.34	1.29	7.03	5.09	5.36	4.48
$B_2O_3+ZnO+ZrO_2$	10.72	3.04	11.48	7.79	3.48	5.70	10.25	10.33	9.62	8.74
TiO_2+ZrO_2	1.00	0.60	0.77	0.37	1.01	0.28	1.40	0.19	0.38	0.75
Fe_2O_3	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-
Y_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SnO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CeO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 [g/cm^3]	2.538	2.438	2.608	2.510	2.540	2.506	2.551	2.505	2.538	2.494
ヤング率 [GPa]	88	85	94	90	94	92	90	87	88	85
平均線膨張係数 [$\times10^{-7}$/℃]	30	30	37	30	34	34	31	30	34	42
ガラス転移温度 [℃]	715	754	717	766	775	751	740	742	742	703
失透温度 [℃]	1405	1480	1377	1483	1427	1380	1397	1447	1337	1383
作業温度 [℃]	1335	1455	1282	1417	1370	1361	1384	1414	1390	1394
ΔT [℃]	-70	-25	-95	-66	-57	-19	-13	-33	53	11
誘電率	5.7	5.1	5.8	5.3	5.4	5.5	5.6	5.2	5.5	5.9
誘電正接	0.0032	0.0025	0.0046	0.0050	0.0022	0.0051	0.0042	0.0045	0.0044	0.0164
泡数	C	-	B	D	D	C	C	D	D	D

[0119] 各実施例からは、線膨張係数２９～３２×１０$^{-7}$／℃、ヤング率９０～９２ＧＰａ、作業温度１３２４～１４１０℃、差ΔＴ（作業温度－失透温度）０～５４℃の結果が得られた。

[0120] 比較例１のガラス組成物はＥガラス組成を有する。Ｅガラスは５０～３５０℃における平均線膨張係数及びヤング率に劣る。比較例２のガラス組成物はＳガラス組成を有する。Ｓガラスは、作業温度が高くＡＴが負であって、量産性に劣る。比較例３のガラス組成物は、特許文献１実施例２のガラス組成を有する。このガラスは、ヤング率に劣り、作業温度がやや高い。比較例

４のガラス組成物は、特許文献２実施例２のガラス組成を有する。このガラスは、５０～３５０℃における平均線膨張係数に劣る。なお、比較例４の線膨張係数が特許文献２における測定値（２９×１０$^{-7}$／℃）より高い（３３×１０$^{-7}$／℃）理由は、測定した温度範囲の相異による。また、本発明者が追試したところ、比較例４は、ΔＴが負であって、量産性に劣る。比較例５－１６のガラス組成物も、平均線膨張係数、ヤング率、及び差ΔＴの少なくとも１つが十分ではなかった。

請求の範囲

[請求項1] 質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦ＺｎＯ≦１０、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

０．１≦ZrO_2≦５、

の成分を含有し、TiO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[請求項2] 質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０．１≦ＺｎＯ≦３、

０≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦４、

の成分を含有し、TiO_2及びZrO_2を実質的に含有しないガラス組成物。

[請求項3] 質量％で表示して、

５６≦SiO_2≦７０、

０．１≦B_2O_3≦８、

１５≦Al_2O_3≦２４、

４≦ＭｇＯ≦１４、

０≦ＣａＯ≦４、

０≦ＺｎＯ≦１０、

$0 \leqq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leqq 4$、

$1 \leqq ZrO_2 \leqq 5$、

の成分を含有するガラス組成物。

[請求項4] 質量%で表示して、$75 \leqq (SiO_2 + B_2O_3 + Al_2O_3 + MgO + CaO + ZnO) \leqq 99$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項5] 質量%で表示して、$1 \leqq (ZnO + ZrO_2) \leqq 15$、の成分を含有する、請求項１又は３に記載のガラス組成物。

[請求項6] 質量%で表示して、$1 \leqq (Li_2O + Na_2O + K_2O + TiO_2 + ZrO_2 + T - Fe_2O_3) \leqq 19$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

ただし、$T - Fe_2O_3$は、Fe_2O_3に換算した全酸化鉄である。

[請求項7] 質量%で表示して、$2 \leqq B_2O_3 \leqq 6$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項8] 質量%で表示して、$5 \leqq MgO \leqq 13$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項9] 質量%で表示して、$0 \leqq CaO \leqq 1$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項10] ＳｒＯを実質的に含有しない、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項11] ＢａＯを実質的に含有しない、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項12] 質量%で表示して、$0 \leqq ZnO \leqq 8$、の成分を含有する、請求項１又は３に記載のガラス組成物。

[請求項13] 質量%で表示して、$4 \leqq (MgO + ZnO) \leqq 17$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項14] 質量%で表示して、$0 \leqq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leqq 1$、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項15] 質量％で表示して、０．１≦（Li_2O＋Na_2O＋K_2O）≦１、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項16] 質量％で表示して、０≦（Na_2O＋K_2O）≦１、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項17] 質量％で表示して、０≦（TiO_2＋ZrO_2）≦４、の成分を含有する、請求項１又は３に記載のガラス組成物。

[請求項18] 質量％で表示して、０≦Ｔ－Fe_2O_3≦５、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

ただし、Ｔ－Fe_2O_3は、Fe_2O_3に換算した全酸化鉄である。

[請求項19] 質量％で表示して、０≦Y_2O_3≦３、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項20] 質量％で表示して、０≦Ｔ－SnO_2≦２、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

ただし、Ｔ－SnO_2は、SnO_2に換算した全酸化錫である。

[請求項21] 質量％で表示して、０≦CeO_2≦２、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項22] 質量％で表示して、０≦F_2≦５、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項23] 質量％で表示して、０≦SO_3≦０．５、の成分を含有する、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項24] 粘度が１０００ｄＰａ・ｓｅｃであるときの温度を作業温度としたとき、前記作業温度が１４５０℃以下である、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項25] 粘度が１０００ｄＰａ・ｓｅｃであるときの温度を作業温度としたとき、前記作業温度から失透温度を差し引いた温度差ΔＴが０℃以上である、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項26] ヤング率が８５～１００ＧＰａである、請求項１から３のいずれか

１項に記載のガラス組成物。

[請求項27] ５０～３５０℃における平均線膨張係数が２０～３５×１０$^{-7}$／℃である、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項28] 周波数１ＧＨｚにおける誘電率が６．５以下である、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項29] 周波数１ＧＨｚにおける誘電正接が０．００６０以下である、請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物。

[請求項30] 請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物を含む、ガラス繊維。

[請求項31] ロービング、ロービングクロス、連続ストランドマット、ミルドファイバー、フラットファイバー、フィラメントマット、チョップドストランド、ヤーン、ガラスクロス及びガラステープからなる群より選ばれる少なくとも１種の形状を有する、請求項３０に記載のガラス繊維。

[請求項32] 請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物を含む、ガラスフィラー。

[請求項33] フレーク状ガラス、ガラス粉末、ガラスビーズ、及びファインフレークからなる群から選ばれる少なくとも１種である、請求項３２に記載のガラスフィラー。

[請求項34] 請求項３０に記載のガラス繊維を含み、ゴム強化用コード、不織布、プリプレグ、強化プラスチック、プリント基板、無機硬化体、フィルター、断熱材、吸音材、及びバッテリーセパレータからなる群より選ばれる少なくとも１種である、成形体。

[請求項35] 請求項３２に記載のガラスフィラーを含み、強化プラスチック、塗料、インク、プリント基板、無機硬化体、及び化粧品からなる群より選ばれる少なくとも１種である、フィラー含有製品。

[請求項36] 請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物を熔融する工程と、熔融した前記ガラス組成物をガラス繊維へと成形する工程と、

を含む、ガラス繊維の製造方法。

[請求項37] 請求項１から３のいずれか１項に記載のガラス組成物を熔融する工程と、熔融した前記ガラス組成物をガラスフィラーへと成形する工程と、を含む、ガラスフィラーの製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/020548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 3/091(2006.01)i; ***C03C 3/093***(2006.01)i; ***C03C 3/095***(2006.01)i; ***C03C 13/00***(2006.01)i
FI: C03C3/091; C03C3/093; C03C3/095; C03C13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C3/091; C03C3/093; C03C3/095; C03C13/00

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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 07-172863 A (CENTRAL GLASS CO., LTD.) 11 July 1995 (1995-07-11) table 1	1-6, 8-13, 17-29
A		7, 14-16, 31-37
X	JP 01-028249 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 30 January 1989 (1989-01-30) p. 1, right column, lines 13-17, table 1	1, 3-8, 10-14, 16-29, 32-33, 35
A		2, 9, 15, 30-31, 34, 36-37
X	JP 61-163696 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 24 July 1986 (1986-07-24) claims, table 1	1, 3-6, 8-14, 16-18, 20-29, 32-33, 35, 37
A		2, 7, 15, 19, 30-31, 34, 36

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
16 July 2024	**06 August 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/020548

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 59-137341 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 07 August 1984 (1984-08-07) examples, table 1	1, 3-6, 8-14, 16-18, 20-29, 32-33, 35, 37
A		2, 7, 15, 19, 30-31, 34, 36
X	JP 57-027945 A (ANCHOR HOCKING CORP.) 15 February 1982 (1982-02-15) claims, examples, table II	1, 4-13, 17-29
A		2-3, 14-16, 30-37
X	JP 63-050345 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 03 March 1988 (1988-03-03) claims, examples, table 1	1, 4-5, 7, 9-14, 16-29, 32-33, 35, 37
A		2-3, 6, 8, 15, 30-31, 34, 36
X	JP 02-164741 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 25 June 1990 (1990-06-25) claims, examples, table 1-1	1, 4, 7-10, 12-14, 16-29, 32-33, 35, 37
A		2-3, 5-6, 11, 15, 30-31, 34, 36
X	JP 59-116147 A (OBARA KOUGAKU GLASS SEIZOUSHIYO KK) 04 July 1984 (1984-07-04) claims, examples, tables -1	2, 4, 6-10, 12-16, 18-29
A		1, 3, 5, 11, 17, 30-37
X	JP 2023-512885 A (TAISHAN FIBERGLASS INC.) 30 March 2023 (2023-03-30) claims, paragraphs [0002], [0026], [0033]-[0037], table 2	3-31, 34, 36
A		1-2, 32-33, 35, 37
X	JP 2000-187828 A (OHARA INC.) 04 July 2000 (2000-07-04) claims, tables 3-4	3-16, 18-25, 27-29
A		1-2, 17, 26, 30-37

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/020548

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 07-172863 A	11 July 1995	(Family: none)	
JP 01-028249 A	30 January 1989	(Family: none)	
JP 61-163696 A	24 July 1986	US 4943470 A claims, table 1	
JP 59-137341 A	07 August 1984	(Family: none)	
JP 57-027945 A	15 February 1982	US 4287260 A claims, examples, table II	
JP 63-050345 A	03 March 1988	(Family: none)	
JP 02-164741 A	25 June 1990	(Family: none)	
JP 59-116147 A	04 July 1984	US 4501819 A claims, examples, table 1	
JP 2023-512885 A	30 March 2023	EP 4276080 A1 claims, paragraphs [0002], [0027], [0032], table 2 WO 2022/148275 A1 CN 112624620 A KR 10-2022-0107238 A	
JP 2000-187828 A	04 July 2000	US 2001/0016552 A1 claims, tables 2, 4 JP 2000-185940 A US 6245411 B1 EP 939395 A1 EP 939396 A1 CN 1228396 A CN 1228395 A KR 10-1999-0072857 A KR 10-1999-0072858 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/020548

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03C 3/091(2006.01)i; C03C 3/093(2006.01)i; C03C 3/095(2006.01)i; C03C 13/00(2006.01)i
FI: C03C3/091; C03C3/093; C03C3/095; C03C13/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

C03C3/091; C03C3/093; C03C3/095; C03C13/00

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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 07-172863 A (セントラル硝子株式会社) 11.07.1995 (1995-07-11) 表1	1-6, 8-13, 17-29
A		7, 14-16, 31-37
X	JP 01-028249 A (松下電工株式会社) 30.01.1989 (1989-01-30) 第1頁右欄第13－17行, 第1表	1, 3-8, 10-14, 16-29, 32-33, 35
A		2, 9, 15, 30-31, 34, 36-37
X	JP 61-163696 A (日本特殊陶業株式会社) 24.07.1986 (1986-07-24) 特許請求の範囲, 第1表	1, 3-6, 8-14, 16-18, 20-29, 32-33, 35, 37
A		2, 7, 15, 19, 30-31, 34, 36

☑ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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
16.07.2024	06.08.2024

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）

磯部　香 4T 3637

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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 59-137341 A (日本特殊陶業株式会社) 07.08.1984 (1984-08-07) 実施例, 第1表	1, 3-6, 8-14, 16-18, 20-29, 32-33, 35, 37
A		2, 7, 15, 19, 30-31, 34, 36
X	JP 57-027945 A (ANCHOR HOCKING CORP) 15.02.1982 (1982-02-15) 特許請求の範囲, 実施例, 表II	1, 4-13, 17-29
A		2-3, 14-16, 30-37
X	JP 63-050345 A (松下電工株式会社) 03.03.1988 (1988-03-03) 特許請求の範囲, 実施例, 第1表	1, 4-5, 7, 9-14, 16-29, 32-33, 35, 37
A		2-3, 6, 8, 15, 30-31, 34, 36
X	JP 02-164741 A (松下電工株式会社) 25.06.1990 (1990-06-25) 特許請求の範囲, 実施例, 第1表の1	1, 4, 7-10, 12-14, 16-29, 32-33, 35, 37
A		2-3, 5-6, 11, 15, 30-31, 34, 36
X	JP 59-116147 A (株式会社　小原光学硝子製造所) 04.07.1984 (1984-07-04) 特許請求の範囲, 実施例, 表-1	2, 4, 6-10, 12-16, 18-29
A		1, 3, 5, 11, 17, 30-37
X	JP 2023-512885 A (ＴＡＩＳＨＡＮ　ＦＩＢＥＲＧＬＡＳＳ　ＩＮＣ.) 30.03.2023 (2023-03-30) 特許請求の範囲, [0002], [0026], [0033]-[0037], 表2	3-31, 34, 36
A		1-2, 32-33, 35, 37
X	JP 2000-187828 A (株式会社オハラ) 04.07.2000 (2000-07-04) 特許請求の範囲, 表3-4	3-16, 18-25, 27-29
A		1-2, 17, 26, 30-37

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/JP2024/020548

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 07-172863 A	11.07.1995	（ファミリーなし）	
JP 01-028249 A	30.01.1989	（ファミリーなし）	
JP 61-163696 A	24.07.1986	US 4943470 A 特許請求の範囲，第1表	
JP 59-137341 A	07.08.1984	（ファミリーなし）	
JP 57-027945 A	15.02.1982	US 4287260 A 特許請求の範囲，実施例，表II	
JP 63-050345 A	03.03.1988	（ファミリーなし）	
JP 02-164741 A	25.06.1990	（ファミリーなし）	
JP 59-116147 A	04.07.1984	US 4501819 A 特許請求の範囲，実施例，表 1	
JP 2023-512885 A	30.03.2023	EP 4276080 A1 特許請求の範囲，[0002]，[0027]，[0032]，表2 WO 2022/148275 A1 CN 112624620 A KR 10-2022-0107238 A	
JP 2000-187828 A	04.07.2000	US 2001/0016552 A1 特許請求の範囲，表2，4 JP 2000-185940 A US 6245411 B1 EP 939395 A1 EP 939396 A1 CN 1228396 A CN 1228395 A KR 10-1999-0072857 A KR 10-1999-0072858 A	