

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-72725
(P2024-72725A)

(43)公開日 令和6年5月28日(2024.5.28)

(51)国際特許分類

C 0 3 C 13/02 (2006.01)
C 0 3 C 13/00 (2006.01)

F I

C 0 3 C 13/02
C 0 3 C 13/00

テーマコード(参考)

4 G 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全12頁)

(21)出願番号 特願2022-183742(P2022-183742)
(22)出願日 令和4年11月16日(2022.11.16)

(71)出願人 000004008
日本板硝子株式会社
東京都港区三田三丁目5番27号
(74)代理人 110004314
弁理士法人青藍国際特許事務所
(74)代理人 100107641
弁理士 鎌田 耕一
(72)発明者 中村 文
東京都港区三田三丁目5番27号 日本
板硝子株式会社内
Fターム(参考) 4G062 AA05 BB01 DA06 DB04
DB05 DC01 DC02 DC03
DD01 DE01 DF01 EA01
EA02 EA03 EB01 EB02
EC01 ED04 EE01 EE02
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガラス繊維およびガラス繊維用組成物

(57)【要約】

【課題】 耐酸性およびヤング率のバランスに優れたガラス繊維に適したガラス組成物を提供する。

【解決手段】 質量%で表示して、SiO₂:50~65%、Al₂O₃:10~35%、MgO:10~20%、CaO:0~7%、TiO₂:0~5%、ZrO₂:0~5%を含み、SiO₂、TiO₂およびZrO₂の含有率の合計が58%以上であり、TiO₂およびZrO₂の含有率の合計が0.1%以上であり、MgOの含有率が10%以上16%未満である場合には、0.1%以上のZrO₂を含む、ガラス繊維用ガラス組成物。とする。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で表示して、

SiO ₂	50 ~ 65 %
Al ₂ O ₃	10 ~ 35 %
MgO	10 ~ 20 %
CaO	0 ~ 7 %
TiO ₂	0 ~ 5 %
ZrO ₂	0 ~ 5 %

を含み、

SiO₂、TiO₂およびZrO₂の含有率の合計が58%以上であり、

TiO₂およびZrO₂の含有率の合計が0.1%以上であり、

MgOの含有率が10%以上16%未満である場合には、0.1%以上のZrO₂を含む、ガラス繊維用ガラス組成物。

10

【請求項 2】

質量%で表示して、

SiO ₂	55 ~ 62 %
Al ₂ O ₃	15 ~ 30 %
MgO	12 ~ 20 %
CaO	0 ~ 4 %
TiO ₂	0 ~ 3 %
ZrO ₂	0 ~ 3 %

を含む、請求項 1 に記載のガラス組成物。

20

【請求項 3】

質量%で表示して、TiO₂の含有率とZrO₂の含有率との合計が0.5%以上5%以下である、請求項 1 に記載のガラス組成物。

【請求項 4】

質量%で表示して、SiO₂の含有率が57.5 ~ 61.5%の範囲にある、請求項 1 に記載のガラス組成物。

【請求項 5】

質量%で表示して、Li₂Oの含有率が0 ~ 1.5%の範囲にある、請求項 1 に記載のガラス組成物。

30

【請求項 6】

質量%で表示して、Na₂Oの含有率とK₂Oの含有率との合計が0 ~ 1%の範囲にある、請求項 1 に記載のガラス組成物。

【請求項 7】

質量%で表示して、B₂O₃の含有率が0 ~ 1.5%の範囲にある、請求項 1 に記載のガラス組成物。

【請求項 8】

質量%で表示して、Y₂O₃の含有率とLa₂O₃の含有率との合計が0 ~ 5%の範囲にある、請求項 1 に記載のガラス組成物。

40

【請求項 9】

ヤング率が98 GPa以上である、請求項 1 に記載のガラス組成物。

【請求項 10】

Wが0.3質量%以下である、請求項 1 に記載のガラス組成物。

ここで、前記 W は、質量を前記ガラス組成物の比重と同じ値のグラム数とした前記ガラス組成物を、比重1.2、温度99 の硫酸80 mLに60分間浸漬したときの質量減少率である。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 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。

50

【請求項 1 2】

ストランド、ローピング、ヤーン、クロス、チョップドストランド、グラスウール、及びミルドファイバーからなる群より選択される少なくとも 1 つに該当する形態を有する、請求項 1 1 に記載のガラス繊維。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス繊維と、ガラス繊維に適したガラス組成物に関する。

【背景技術】

【0002】

実用に供されているガラス繊維の多くはそのヤング率が 90 GPa 以下であるガラス組成物により構成されている。ただし、ヤング率が 90 GPa を超えるガラス組成物も知られている。例えば、特許文献 1 には、多量の希土類酸化物を配合したガラス組成物が開示されている。特許文献 1 のガラス組成物における Y_2O_3 および La_2O_3 の含有率の合計は、20 ~ 60 重量%の範囲にある。しかし、希土類酸化物の含有率が高いと製造コストが上昇する。これを考慮し、特許文献 2 には、多量の希土類酸化物を必要とすることなく、ガラス組成物のヤング率を向上させる技術が開示されている。特許文献 2 のガラス組成物は、ヤング率を向上させる成分として、モル%で表示して 15 ~ 30% の MgO を含有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2006 / 057405 号

【特許文献 2】特許第 6391875 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 2 では、ガラス組成物の耐酸性については検討されていない。そこで、本発明は、ヤング率が高く、耐酸性に優れたガラス繊維と、そのようなガラス繊維の製造に適した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】

【0005】

本発明者は、ガラス成分の配合比率について検討を重ね、耐酸性およびヤング率のバランスに優れたガラス繊維に適したガラス組成物を完成させた。

【0006】

本発明は、

質量%で表示して、

SiO_2 50 ~ 65 %

Al_2O_3 10 ~ 35 %

MgO 10 ~ 20 %

CaO 0 ~ 7 %

TiO_2 0 ~ 5 %

ZrO_2 0 ~ 5 %

を含み、

SiO_2 、 TiO_2 および ZrO_2 の含有率の合計が 58 % 以上であり、

TiO_2 および ZrO_2 の含有率の合計が 0.1 % 以上であり、

MgO の含有率が 10 % 以上 16 % 未満である場合には、0.1 % 以上の ZrO_2 を含む、ガラス繊維用ガラス組成物、を提供する。

【0007】

また、本発明は、本発明によるガラス繊維用ガラス組成物を含むガラス繊維、を提供す

10

20

30

40

50

る。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、耐酸性およびヤング率のバランスに優れたガラス繊維と、そのようなガラス繊維に適したガラス繊維用ガラス組成物が提供される。

【発明を実施するための形態】

【0009】

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、以降のガラス組成物の成分の含有率は、すべて質量%により示し、基本的に質量%は「%」と表示する。本明細書において、「実質的に含有しない」および「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、0.005質量%未満、さらに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、製造装置などに由来する微量の不純物の含有を許容する趣旨である。「アルカリ金属酸化物」は、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O を意味し、 R_2O と表記することがある。以下に述べる含有率の上限および下限は、上限および下限が個別に記載されている場合、上限および下限が範囲として記載されている場合の両方において、任意に組み合わせることができる。

10

【0010】

[ガラス組成物]

20

<成分>

以下、本実施形態のガラス組成物を構成しうる各成分について説明する。

【0011】

(SiO_2)

SiO_2 は、ガラスの骨格を形成する成分であり、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整し、耐酸性を向上させる成分でもある。 SiO_2 の含有率は、例えば50~65%である。 SiO_2 の含有率の下限は、55%以上、57%以上、57.5%以上、58%以上、59%以上、59.6%以上、59.8%以上、さらに60%以上であってもよい。 SiO_2 の含有率の上限は、63%以下、62.3%以下、62%以下、61.8%、61.5%以下、さらに61%以下であってもよい。 SiO_2 の含有率は、55~62%、さらに57.5~61.5%であってもよい。

30

【0012】

(Al_2O_3)

Al_2O_3 は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整し、ガラスの耐水性の向上に寄与する成分である。 Al_2O_3 の含有率は、例えば10~35%である。 Al_2O_3 の含有率の下限は、例えば15%以上、17%以上、19%以上、19.5%以上、19.7%以上、さらに20%以上であってもよい。 Al_2O_3 の含有率の上限は、30%以下、28%以下、25%以下、22%以下、21%以下、20.8%以下、さらに20.6%以下であってもよい。 Al_2O_3 の含有率は、15~30%、さらに19.7~20.6%であってもよい。ただし後述するとおり、 MgO の含有率が16%未満の範囲にある場合、 Al_2O_3 の含有率は、22~29%、さらに23.5~28%であってもよい。

40

【0013】

(B_2O_3)

B_2O_3 は、ガラスの骨格を形成し、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する任意成分である。 B_2O_3 の含有率は、例えば0~1.5%である。 B_2O_3 の含有率の下限は、0.02%以上であってもよい。 B_2O_3 の含有率の上限は、1.2%以下、1%以下、0.5%以下、0.3%以下、0.1%以下、さらに0.08%以下であってもよい。 B_2O_3 は、実質的に含有されていなくてもよい。

【0014】

(MgO)

50

MgOは、ヤング率の向上に寄与し、失透温度、粘度等に影響を与える成分である。MgOの含有率は、例えば10～20%である。MgOの含有率の下限は、12%以上、14%以上、16%以上、16.5%以上、16.6%以上、16.8%以上、さらに17%以上であってもよい。MgOの含有率の上限は、19%以下、18%以下、17.8%以下、17.7%以下、さらに17.6%以下であってもよい。MgOの含有率は、12～20%、さらに、14～19%であってもよい。MgOの含有率が16%未満である場合は、ZrO₂の添加が推奨される。

【0015】

(CaO)

CaOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する任意成分である。CaOの含有率は、例えば0～7%である。CaOの含有率の下限は、0.1%以上、0.3%以上、0.5%以上、さらに0.7%以上であってもよい。CaOの含有率の上限は、5%以下、3%以下、2%以下、1.5%以下、1.4%以下、1.3%以下、1.2%以下、さらに1%以下であってもよい。

10

【0016】

(アルカリ金属酸化物)

アルカリ金属酸化物(R₂O)は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する任意成分である。アルカリ金属酸化物の含有率の合計、具体的には[Li₂O]+[Na₂O]+[K₂O]、は、例えば0～3%である。アルカリ金属酸化物の含有率の下限は、0.05%以上、0.1%以上、0.2%以上、さらに0.3%以上であってもよい。R₂Oの含有率の上限は、2%以下、1.5%以下、1.2%以下、1.0%以下、0.9%以下、さらに0.8%以下であってもよい。R₂Oの含有率が高いと、ヤング率が十分に上昇しない場合がある。

20

【0017】

Li₂Oの含有率は、例えば0～1.5%である。Li₂Oの含有率の下限は、0.1%以上、0.2%以上であり、0.3%以上、さらに0.4%以上であってもよい。Li₂Oの含有率の上限は、1%以下、0.8%以下、0.6%以下、さらに0.5%以下であってもよい。Li₂Oの含有率の好ましい一例は、0.1～0.8%である。Li₂Oは、ヤング率を低下させる影響を抑制しながら失透温度等の特性を調整することに関しては、Na₂OおよびK₂Oより有利である。Li₂Oの含有率は、Na₂Oの含有率より高くてもよく、K₂Oの含有率より高くてもよく、Na₂Oの含有率およびK₂Oの含有率の合計より高くてもよい。もっとも、Li₂Oは、実質的に含有されていなくてもよい。

30

【0018】

Na₂Oの含有率は、例えば0～1%である。Na₂Oの含有率の上限は、0.5%以下、0.2%以下、0.18%以下、0.15%以下、0.13%以下、0.1%以下、さらに0.08%以下であってもよい。Na₂Oは、実質的に含有されていなくてもよい。K₂Oの含有率は、例えば0～0.5%である。K₂Oの含有率の上限は、0.3%以下、0.1%以下、0.08%以下、さらに0.06%以下、さらに0.04%以下であってもよい。K₂Oは、実質的に含有されていなくてもよい。

【0019】

Na₂Oの含有率およびK₂Oの含有率の合計は、0～1%、0～0.5%、さらに0～0.3%の範囲内であってもよい。

40

【0020】

(TiO₂およびZrO₂)

TiO₂およびZrO₂は、耐酸性の向上に寄与しうる任意成分である。ただし、TiO₂およびZrO₂から選択される少なくとも1つは添加することが望ましい。特にZrO₂は、MgOによるヤング率向上の効果を補い得る成分であることが見い出された。TiO₂の含有率およびZrO₂の含有率の合計の下限は、0.1%以上、0.3%以上、0.5%以上、0.8%以上、1%以上、さらに1.5%以上であってもよい。TiO₂の含有率およびZrO₂の含有率の合計の上限は、5%以下、4%以下、3.5%以下、

50

3%以下、さらに2.5%以下であってもよい。本実施形態では、例えば、 TiO_2 の含有率および ZrO_2 の含有率の合計は、0.5~5%、0.8~4%、1~3.5%の範囲にあってもよい。

【0021】

TiO_2 および ZrO_2 は、それぞれ例えば0~5%の範囲で添加される。 TiO_2 の含有率および ZrO_2 の含有率は、それぞれ0.1%以上、0.3%以上、0.5%以上、1%以上、さらに1.2%以上であってもよい。 TiO_2 の含有率および ZrO_2 の含有率は、それぞれ4%以下、3%以下、2.5%以下、さらに2%以下であってもよい。ただし、 TiO_2 または ZrO_2 は、実質的に含有されていなくてもよい。

【0022】

10

(ZnO)

ZnOは添加が許容される任意成分である。ZnOは、例えば0~3%、さらに0~1.5%の範囲で添加される。ZnOの含有率の上限は、1.4%以下、1%以下、さらに0.5%以下であってもよい。ZnOは、実質的に含有されていなくてもよい。

【0023】

(F₂)

F₂も清澄などのために添加が許容される任意成分である。F₂は、例えば0~0.5%、さらに0~0.1%の範囲で添加される。F₂の含有率の上限は、0.08%以下であってもよい。F₂は、実質的に含有されていなくてもよい。

【0024】

20

(SiO₂+TiO₂+ZrO₂)

SiO₂、TiO₂およびZrO₂の含有率の合計(SiO₂+TiO₂+ZrO₂)は、例えば58%以上である。SiO₂、TiO₂およびZrO₂の含有率の合計は、58.5%以上、59%以上、59.5%以上、60%以上、60.5%以上、さらに61%以上であってもよい。(SiO₂+TiO₂+ZrO₂)が高いガラス組成物は、優れた耐酸性の実現に適している。(SiO₂+TiO₂+ZrO₂)の上限は、特に制限されないが、例えば、63.5%以下、63%以下、さらに62.5%以下である。

【0025】

(SiO₂+Al₂O₃+MgO)

SiO₂、Al₂O₃、およびMgOの成分の含有率の合計(SiO₂+Al₂O₃+MgO)は、95%以上、96%以上、97%以上、さらに97.5%以上であってもよい。(SiO₂+Al₂O₃+MgO)は、例えば99%以下、さらに98.5%以下であってもよい。

30

【0026】

(CaO+R₂O)

CaOおよびアルカリ金属酸化物(R₂O)の添加は、ガラス組成物の失透温度の調整に適している。CaOの含有率およびR₂Oの含有率の合計(CaO+R₂O)は、0~2.5%であってもよい。(CaO+R₂O)の下限は、0.05%以上、0.1%以上、0.3%以上、0.5%以上、0.7%以上、さらに1%以上であってもよい。(CaO+R₂O)の上限は、例えば2.3%以下、2.2%以下、2%以下、さらに1.8%

40

【0027】

(その他の成分)

ガラス組成物は、上記以外の成分を含んでいてもよい。ガラス組成物が含むその他の成分としては、Fe₂O₃、Y₂O₃、La₂O₃、SrO、BaO、Cl₂、SnO₂、CeO₂、P₂O₅、SO₃を例示できる。

【0028】

Fe₂O₃は、例えば0~1%の範囲で添加される。Fe₂O₃の含有率の上限は、0.5%、0.3%以下、0.2%以下、0.15%以下、さらに0.1%以下であってもよい。Fe₂O₃は、実質的に含有されていなくてもよい。なお、酸化鉄は、その一部がF

50

e Oとしてもガラス組成物中に存在するが、その含有率は、慣用に従ってF e₂O₃に換算して示すこととする。

【0029】

Y₂O₃およびL a₂O₃は、ヤング率の向上に寄与する任意成分である。ただし、これらの成分は、その原料が相対的に高価である。Y₂O₃およびL a₂O₃の含有率の合計は、例えば0～5%である。Y₂O₃およびL a₂O₃の含有率の合計の上限は、3%以下、2%以下、1%以下、さらに0.5%以下であってもよい。Y₂O₃は、実質的に含有されていなくてもよい。L a₂O₃も、実質的に含有されていなくてもよい。

【0030】

S r O、B a O、C l₂、S n O₂、C e O₂、P₂O₅、およびS O₃の含有率は、それぞれ例えば0～0.5%である。これらの成分のそれぞれの含有率の上限は、0.3%以下、0.2%以下、さらに0.1%以下であってもよい。これらの各成分は、それぞれ実質的に含有されていなくてもよい。

10

【0031】

(M g Oを16%以上含有する組成例)

本実施形態のガラス組成物は、以下の成分を含んでいてもよい。

S i O ₂	50～65%
B ₂ O ₃	0～1.5%
A l ₂ O ₃	10～35%
M g O	16～20%
C a O	0～7%
L i ₂ O	0～1.0%
N a ₂ O	0～0.2%
K ₂ O	0～0.1%
T i O ₂	0～5%
Z r O ₂	0～5%

20

を含み、

S i O₂、T i O₂およびZ r O₂の含有率の合計が58%以上であり、T i O₂およびZ r O₂の含有率の合計が0.1%以上である。

【0032】

30

(M g Oの含有率が16%未満であり、Z r O₂を含む組成例)

本実施形態のガラス組成物は、以下の成分を含んでいてもよい。

S i O ₂	50～65%
B ₂ O ₃	0～1.5%
A l ₂ O ₃	10～35%
M g O	10～16% (ただし16%を除く)
C a O	0～7%
L i ₂ O	0～1.0%
N a ₂ O	0～0.2%
K ₂ O	0～0.1%
T i O ₂	0～5%
Z r O ₂	0.1～5%

40

を含み、

S i O₂、T i O₂およびZ r O₂の含有率の合計が58%以上である。

【0033】

M g Oの含有率がやや低く、Z r O₂を含む上述の組成例においても、各成分の含有率は、上述した範囲を参照して適宜調整するとよい。ただし、A l₂O₃の含有率は、やや高めに調整してもよく、例えば、22～29%、さらに23.5～28%であってもよい。

【0034】

50

< 特性 >

(ヤング率)

本実施形態のガラス組成物のヤング率は、例えば 98 GPa 以上である。ヤング率の下限は、99 GPa 以上、99.5 GPa 以上、場合によっては 100 GPa 以上とすることもできる。ヤング率の上限は、特に限定されないが、例えば 115 GPa 以下、さらに 110 GPa 以下であってもよい。

【 0035 】

(耐酸性)

耐酸性は、実施例の欄において述べる試験により得た質量減少率 W (%) により評価することができる。本実施形態のガラス組成物の W は、例えば 0.3 質量 % 以下である。 W の上限は、0.25 質量 % 以下、さらに 0.1 質量 % 以下とすることもできる。

10

【 0036 】

[ガラス繊維]

本実施形態のガラス組成物は、ガラス繊維の製造に適している。ガラス繊維は、ガラス長繊維であってもガラス短繊維であってもよい。ガラス繊維は、例えばストランド、ローピング、ヤーン、クロス、チョップドストランド、グラスウール、及びミルドファイバーからなる群より選択される少なくとも 1 つに該当する形態であってもよい。クロスは、例えばローピングクロス、ヤーンクロスである。

【 0037 】

ただし、上記各形態のガラス組成物は、その優れた特性から、ガラス繊維以外のガラス成形体としても使用できる。ガラス成形体の一例は、粒子状ガラスである。粒子状ガラスは、ガラス繊維としての外形が失われる程度にまで微細に破断し、或いはガラス繊維と同様、目的とする形状に応じたノズルを使用して、製造されうる。上記各形態のガラス組成物は、失透を回避しながら粒子状ガラスを製造することにも適している。本発明の一形態において、粒子状ガラスは、上記各形態のガラス組成物を含み、或いは上記各形態のガラス組成物により構成されている。

20

【 0038 】

粒子状ガラスは、例えば、鱗片状ガラス、ガラス粉末、ガラスビーズ、およびファインフレイクからなる群から選ばれる少なくとも 1 種に相当するものであってもよい。粒子状ガラスは、FRP への使用、すなわち樹脂に代表される被補強体の補強その他に使用できる。

30

【 0039 】

粒子状ガラスにも使用できることを考慮すると、上述のガラス組成物は、ガラス繊維または粒子状ガラス用のガラス組成物としても把握できる。

【 0040 】

[不織布、ゴム補強用コード]

本発明により提供される各ガラス繊維は、従来のガラス繊維と同様の用途に供することができる。本発明の一形態からは、ガラス繊維を含むガラス繊維不織布が提供される。また、本発明の一形態からは、ガラス繊維が束ねられたストランドを含むゴム補強用コードが提供される。ガラス繊維はその他の用途に供することもできる。その他の用途には、樹脂に代表される被補強体の補強が挙げられる。

40

【 0041 】

[実施例]

以下、実施例および比較例により本発明の実施形態をさらに具体的に説明する。なお、以下の表においても、組成の含有率は、質量 % により表示されている。

< ガラス組成物の調製 >

表 1 及び 2 に示した各組成となるように、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、各バッチを 1500 ~ 1600 まで加熱して溶融させ、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、溶融したガラス (ガラス溶融物) の一部を鉄板上に流し出し、電気炉中で室温

50

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。これらのガラス組成物について、以下のとおり特性を評価した。結果を表 1 及び 2 に併せて示す。

【 0 0 4 2 】

（ヤング率）

ヤング率は、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 v_l と横波速度 v_t 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、 $E = 3 \cdot \rho \cdot v_l^2 \cdot (v_l^2 - 4 / 3 \cdot v_t^2) / (v_l^2 - v_t^2)$ の式により求めた。

【 0 0 4 3 】

（耐酸性）

直径 $15 \mu\text{m}$ のガラス単繊維を長さ 20mm に切断し、ガラスの比重と同じグラム数量り取り、このガラス繊維を 99mL 、比重 1.2 の硫酸水溶液 80mL に 60 分間浸漬したときの質量減少率を求め、この質量減少率を W とした。

【 0 0 4 4 】

なお、上記質量減少率は、浸漬前の質量を W_a 、浸漬後の質量を W_b として、以下の式に基づいて算出した。

$$\text{質量減少率}(\%) = \{ (W_a - W_b) / W_a \} \times 100$$

【 0 0 4 5 】

【表 1】

実施例	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	57.62	59.64	59.62	59.53	59.90	57.85	56.73	60.06
Al ₂ O ₃	20.41	20.24	20.24	20.21	21.18	24.54	27.28	20.39
B ₂ O ₃	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.05	0.00
MgO	18.49	16.67	16.63	17.30	17.41	14.20	12.65	16.79
CaO	0.94	0.93	0.93	0.93	0.00	0.90	0.88	0.93
Li ₂ O	0.50	0.49	0.49	0.00	0.50	0.48	0.47	0.50
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33
ZrO ₂	2.05	2.03	2.03	2.03	1.02	1.97	1.94	0.00
SiO ₂ +TiO ₂ +ZrO ₂	60.4	60.3	61.2	60.5	61.6	61.4	60.0	61.8
耐酸性 ΔW	0.070	0.205	0.024	0.050	0.200	0.080	0.120	0.240
ヤング率 E(GPa)	101.9	100.6	100.6	100.3	100.3	100.9	101.6	100.0

【 0 0 4 6 】

10

30

40

50

【表 2】

比較例	1	2
SiO ₂	57.29	59.11
Al ₂ O ₃	21.13	23.40
B ₂ O ₃	1.15	1.14
MgO	16.04	15.86
CaO	3.72	0.00
Li ₂ O	0.50	0.49
Na ₂ O	0.11	0.00
K ₂ O	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃	0.06	0.00
TiO ₂	0.00	0.00
ZrO ₂	0.00	0.00
SiO ₂ +TiO ₂ +ZrO ₂	57.29	59.11
耐酸性ΔW	0.312	0.200
ヤング率E(GPa)	100.0	97.5

10

20

【0047】

各実施例によると、98 GPa以上のヤング率および0.3質量%以下のWが達成された。一方、各比較例ではこれらの特性を満たすことはできなかった。

【0048】

以上のとおり、本明細書は、以下の技術を開示する。

【0049】

(技術1)

質量%で表示して、

SiO₂ 50～65%

Al₂O₃ 10～35%

MgO 10～20%

CaO 0～7%

TiO₂ 0～5%

ZrO₂ 0～5%

を含み、

SiO₂、TiO₂およびZrO₂の含有率の合計が58%以上であり、

TiO₂およびZrO₂の含有率の合計が0.1%以上であり、

MgOの含有率が10%以上16%未満である場合には、0.1%以上のZrO₂を含む、ガラス繊維用ガラス組成物。

30

40

【0050】

(技術2)

質量%で表示して、

SiO₂ 55～62%

Al₂O₃ 15～30%

MgO 12～20%

CaO 0～4%

TiO₂ 0～3%

ZrO₂ 0～3%

50

を含む、技術 1 のガラス組成物。

【0051】

(技術 3)

質量%で表示して、 TiO_2 の含有率と ZrO_2 の含有率との合計が0.5%以上5%以下である、技術 1 または 2 に記載のガラス組成物。

【0052】

(技術 4)

質量%で表示して、 SiO_2 の含有率が57.5~61.5%の範囲にある、技術 1 ~ 3 のいずれか 1 つのガラス組成物。

【0053】

(技術 5)

質量%で表示して、 Li_2O の含有率が0~1.5%の範囲にある、技術 1 ~ 4 のいずれか 1 つのガラス組成物。

【0054】

(技術 6)

質量%で表示して、 Na_2O の含有率と K_2O の含有率との合計が0~1%の範囲にある、技術 1 ~ 5 のいずれか 1 つのガラス組成物。

【0055】

(技術 7)

質量%で表示して、 B_2O_3 の含有率が0~1.5%の範囲にある、技術 1 ~ 6 のいずれか 1 つのガラス組成物。

【0056】

(技術 8)

質量%で表示して、 Y_2O_3 の含有率と La_2O_3 の含有率との合計が0~5%の範囲にある、技術 1 ~ 7 のいずれか 1 つのガラス組成物。

【0057】

(技術 9)

ヤング率が98GPa以上である、技術 1 ~ 8 のいずれか 1 つのガラス組成物。

【0058】

(技術 10)

Wが0.3質量%以下である、技術 1 ~ 9 のいずれか 1 つのガラス組成物。

ここで、前記 W は、質量を前記ガラス組成物の比重と同じ値のグラム数とした前記ガラス組成物を、比重1.2、温度99の硫酸液80mLに60分間浸漬したときの質量減少率である。

【0059】

(技術 11)

技術 1 ~ 10 のいずれか 1 つのガラス組成物を含むガラス繊維。

【0060】

(技術 12)

ストランド、ローピング、ヤーン、クロス、チョップドストランド、グラスウール、及びミルドファイバーからなる群より選択される少なくとも1つに該当する形態を有する、技術 11 のガラス繊維。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考)

EE03 EF01 EG01 FA01 FA10 FB01 FB02 FB03 FC01 FC02
FC03 FD01 FE01 FF01 FG01 FH01 FJ01 FJ02 FJ03 FK01 FK02
FK03 FL01 GA01 GA10 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01 HH03 HH05
HH07 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ05 JJ07
JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07 KK10 MM15 NN33 NN34