

(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10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/190983 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 13/00 (2006.01) H01M 50/44 (2021.01)
C03C 13/02 (2006.01) H01M 50/489 (2021.01)
H01M 50/437 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/013384
- (22) 国際出願日: 2023年3月30日(30.03.2023)
- (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 2022-057492 2022年3月30日(30.03.2022) 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).
- (74) 代理人: 鎌田 耕一 (KAMADA Koichi); 〒5300047
大阪府大阪市北区西天満4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, 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))

(54) Title: GLASS FIBER

(54) 発明の名称: ガラス繊維

(57) Abstract: The present disclosure provides a glass fiber which is suitable for use in power storage devices and filtration materials and which is also suitable for mass production. The present disclosure provides a glass fiber that contains: a glass composition containing components which, if expressed in terms of mass%, are such that $55 \leq \text{SiO}_2 \leq 75$, $0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2$, $5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$, $5 \leq \text{CaO} \leq 30$, and $0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$; or a glass composition containing components which, if expressed in terms of mass%, are such that $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 75$, $0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2$, $0.1 \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 20$, $9 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$, and $5 \leq \text{ZrO}_2 \leq 20$.

(57) 要約: 本開示は、蓄電デバイスおよび濾過材における使用に適し、かつ量産にも適したガラス繊維を提供する。本開示は、質量%で表示して、 $55 \leq \text{SiO}_2 \leq 75$ 、 $0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2$ 、 $5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$ 、 $5 \leq \text{CaO} \leq 30$ 、 $0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$ 、の成分を含有するガラス組成物、または $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 75$ 、 $0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2$ 、 $0.1 \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 20$ 、 $9 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$ 、 $5 \leq \text{ZrO}_2 \leq 20$ 、の成分を含有する、ガラス組成物を含むガラス繊維を提供する。



WO 2023/190983 A1

明 細 書

発明の名称 : ガラス繊維

技術分野

[0001] 本発明は、蓄電デバイスまたは濾過材用、具体的には、セパレータ、クラッドチューブなどの蓄電デバイス用部材として、またはバグフィルタなどの濾過材としての使用に適したガラス繊維に関する。

背景技術

[0002] 二次電池、電気二重層キャパシタなどの蓄電デバイスは、充電を行うことにより繰り返して使用することが可能である。代表的な二次電池である鉛蓄電池としては、正極に二酸化鉛、負極に鉛、電解液に希硫酸が用いられ、密閉型鉛蓄電池においては、正極と負極の間に両極の短絡を防止し、さらに電解液を保持させるためセパレータが配置されたものが一般的である。このようなセパレータとして直径数 μm 以下のガラス短繊維からなる不織布が知られている（特許文献1）。また、クラッド式鉛蓄電池においては、ガラス長繊維を編み上げたクラッドチューブの中に鉛合金の芯を通したものが知られ、クラッドチューブは活物質が電解液に漏れ出すのを防ぎ、活物質を保持する。

[0003] また、バグフィルタは、粉体関係の設備や焼却炉などから発生する排ガスを濾過し、粉塵や煤塵などの微細な有害物質を除去する装置であり、濾布と呼ばれる濾過材から構成される。濾布としては、有機ポリマー繊維やガラス繊維の織布や不織布からなるものが知られている。焼却炉などの排ガスを濾過するための濾布には、耐酸性に優れていることが求められる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭59-071255号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 耐酸性に優れたガラスとしてはCガラス組成が知られている。Cガラス組成は、三酸化二ホウ素 (B_2O_3) を4～6質量%程度含有する。 B_2O_3 は、ガラス原料の熔融時に飛散しやすく、熔融窯の炉壁や蓄熱窯を浸食する。このため、上記程度に B_2O_3 を含むガラス組成は、それを製造する装置の寿命に影響を及ぼしうる。そこで、本発明は、蓄電デバイスおよび濾過材における使用に適し、かつ量産にも適した、新たなガラス繊維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

[0006] 本発明は、蓄電デバイス用または濾過材用のガラス繊維であって、質量%で表示して、

$$55 \leq SiO_2 \leq 75、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq Al_2O_3 \leq 15、$$

$$5 \leq CaO \leq 30、$$

$$0 \leq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leq 20、$$

の成分を含有する、ガラス組成物を含む、ガラス繊維を提供する。

[0007] 本発明は、その別の側面から、蓄電デバイス用または濾過材用のガラス繊維であって、

質量%で表示して、

$$50 \leq SiO_2 \leq 75、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$0.1 \leq (MgO + CaO) \leq 20、$$

$$9 \leq (Li_2O + Na_2O + K_2O) \leq 20、$$

$$5 \leq ZrO_2 \leq 20、$$

の成分を含有する、ガラス組成物を含む、ガラス繊維を提供する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、蓄電デバイス用部材または濾過材としての使用に適し、かつ量産にも適した、新たなガラス繊維が提供される。

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、「実質的に含有しない」および「実質的に含有されない」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。「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。「 $T-F e_2O_3$ 」は、三酸化二鉄 ($F e_2O_3$) に換算した全酸化鉄を意味する。「アルカリ金属酸化物」は、酸化リチウム ($L i_2O$)、酸化ナトリウム ($N a_2O$) および酸化カリウム (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。

[0010] <ガラス組成物の成分>

(ガラス組成A)

ガラス組成物の一例(以下、ガラス組成A)は、質量%で表示して、

$$55 \leq S i O_2 \leq 75、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq A l_2O_3 \leq 15、$$

$$5 \leq C a O \leq 30、$$

$$0 \leq (L i_2O + N a_2O + K_2O) \leq 20、$$

の成分を含有する。

[0011] ガラス組成Aにおける二酸化ケイ素 ($S i O_2$) の含有率は、55質量%以上72質量%以下でありうる。酸化アルミニウム ($A l_2O_3$) の含有率は、5質量%以上14質量%以下でありうる。酸化カルシウム ($C a O$) の含有率は、5質量%以上30質量%以下でありうる。三酸化二ホウ素 (B_2O_3) の含有率は、0.1質量%以上2質量%未満でありうる。ガラス組成Aは、 B_2O_3 を実質的に含有しない組成でありうる。アルカリ金属酸化物の含有率の合計

($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) は、0.1質量%以上20質量%以下でありうる。ガラス組成Aは、アルカリ金属酸化物を実質的に含有しない組成でありうる。ガラス組成Aは、上述した各成分以外の成分を実質的に含有しなくてもよい。

[0012] (ガラス組成Aの具体例)

以下に、より具体的なガラス組成Aとして、組成A-1~A-4を例示する。

[0013] (組成A-1)

組成A-1は、質量%表示で以下の成分を含有する。

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、$$

$$0.1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 12$$

[0014] ガラス組成A-1を有するガラス組成物は、耐熱性に優れ、高温に過熱されたときの変形が抑制されるとともに、化学的耐久性に優れる。

[0015] ガラス組成A-1における各成分について、以下に説明する。

(SiO_2)

SiO_2 は、ガラスの骨格を形成する成分であり、組成A-1の主成分である。また、 SiO_2 は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分であり、耐酸性を向上させる成分である。 SiO_2 の含有率は、55質量%以上67質量%以下であるが、 SiO_2 の含有率の下限は、56質量%以上でありうるし、57質量%以上、58質量%以上、59質量%以上でありうるし、60質量%より大きくてもよい。 SiO_2 の含有率の上限は、64質量%以下でありうるし、63質量%以下でありうる。

[0016] (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および粘度を調整する成分でもある。 B_2O_3 の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうる。 B_2O_3 の含有率の上限は、2質量%未満でありうるし、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下でありうる。 B_2O_3 の含有率の上限は、0.1質量%未満であってもよい。組成A-1は B_2O_3 を実質的に含有しなくてもよい。

[0017] (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および粘度を調整する成分でもあり、ガラスの耐水性を向上させる成分である。一方で、過度の Al_2O_3 の含有は、ガラスの耐酸性を低下させる。 Al_2O_3 の含有率が5質量%以上15質量%以下では、ガラスの製造が難しくなるようなガラスの失透温度の上昇が抑えられるとともに、ガラスの耐酸性が高くなる。また、ガラスの融点が過度に高くなることなく、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、6質量%以上でありうるし、7質量%以上、8質量%以上、8.5質量%以上、9質量%以上、9.5質量%以上、10質量%以上、10.5質量%以上、11質量%以上、さらには11.1質量%以上でありうる。 Al_2O_3 の含有率の上限は、14質量%以下でありうるし、13質量%以下、12.5質量%以下、12質量%未満、さらには11.9質量%以下でありうる。

[0018] ($SiO_2-Al_2O_3$)

ガラスの耐酸性向上の観点からは、 SiO_2 の含有率から Al_2O_3 の含有率を引いた値($SiO_2-Al_2O_3$)の下限は、45質量%以上、47質量%以上、48質量%超、48.5質量%以上、49質量%超でありうるし、さらには49.5質量%以上でありうる。また、($SiO_2-Al_2O_3$)の上限は、57質量%以下でありうるし、56質量%以下、55質量%以下、54質量%以下、53質量%以下、さらには52質量%以下でありうる。

[0019] ($SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3$)

ガラスの耐酸性向上の観点からは、 SiO_2 の含有率から B_2O_3 の含有率を引

いてさらに Al_2O_3 の含有率を引いた値($SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$)の下限は、45質量%以上、46質量%以上、47質量%以上、48質量%超、48.5質量%以上、49質量%超でありうるし、さらには49.5質量%以上でありうる。また、($SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$)の上限は、56質量%以下でありうるし、55質量%以下、54質量%以下、53質量%以下、52質量%以下、さらには51質量%以下でありうる。

[0020] (MgO、CaO)

MgOおよびCaOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。MgOの含有率は、1質量%以上10質量%以下であるが、下限は、1.5質量%以上、1.8質量%以上、さらには2質量%以上でありうる。MgOの含有率の上限は、8質量%以下、6質量%以下、5質量%以下、4.5質量%以下、さらには4質量%以下でありうる。

[0021] CaOの含有率が15質量%以上30質量%以下では、失透温度の過度な上昇を抑制しながらガラスの失透温度および熔融時の粘度を、ガラス組成物の製造に適した範囲とすることができる。CaOの含有率の下限は、16質量%以上でありうるし、17質量%以上、さらに18質量%以上、19質量%以上、場合によっては20質量%以上でありうる。CaOの含有率の上限は、28質量%以下でありうるし、27質量%以下、26質量%以下、25質量%以下、さらには24質量%以下でありうる。

[0022] (SrO)

組成A-1は酸化ストロンチウム(SrO)をさらに含有しうる。SrOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。一方で、過度のSrOの含有はガラスの耐酸性を低下させる。SrOの含有率の下限は、0.1質量%以上でありうる。SrOの含有率の上限は、15質量%以下でありうるし、12質量%以下、10質量%以下、8質量%以下、6質量%以下、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質量%以下、0.5質量%以下でありうる。SrOの含有率の上限は、0.1質量%以下であってもよい。組成A-1はSrOを実質的

に含有しなくてもよい。

[0023] (MgO+CaO+SrO)

ガラスの熔融性や成形性に関し、MgO、CaOおよびSrOの含有率の合計(MgO+CaO+SrO)の値が重要となる。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)の下限は、15質量%以上が好ましく、18質量%以上、20質量%以上、21質量%以上、22質量%以上、23質量%以上、24質量%以上、25質量%以上、26質量%以上、27質量%以上、28質量%以上の順により好ましい。また、(MgO+CaO+SrO)の上限は、40質量%以下が好ましく、38質量%以下、36質量%以下、35質量%以下、34質量%以下の順により好ましい。

[0024] (BaO)

組成A-1は酸化バリウム(BaO)をさらに含有しうる。BaOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。一方で、過度のBaOの含有はガラスの耐酸性を低下させる。BaOの含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、5質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。組成A-1はBaOを実質的に含有しなくてもよい。

[0025] (MgO+CaO+SrO+BaO)

ガラスの熔融性や成形性に関し、MgO、CaO、SrOおよびBaOの含有率の合計(MgO+CaO+SrO+BaO)の値が重要となる。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、15質量%以上が好ましく、18質量%以上、20質量%以上、21質量%以上、22質量%以上、23質量%以上、24質量%以上、25質量%以上、26質量%以上、27質量%以上、28質量%以上の順により好ましい。また、(MgO+CaO+SrO+BaO)の上限は、40質量%以下が好ましく、38質量%以下、36質量%以下、35質量%以下、34質量%以下の順により好ましい。

[0026] (ZnO)

組成A-1は酸化亜鉛(ZnO)をさらに含有しうる。また、組成A-1に含まれた場合にZnOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。ただしZnOは、その原料が相対的に高価でもあるため、多量に含有させると原料コストの上昇を招く。組成A-1においてZnOの含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、5質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。組成A-1はZnOを実質的に含有しなくてもよい。

[0027] (Li₂O、Na₂O、K₂O)

アルカリ金属酸化物(Li₂O、Na₂O、K₂O)は、ガラス形成時の失透温度およ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(Li₂O+Na₂O+K₂O)の値が0質量%以上12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および粘度を、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。さらに、ガラスの耐酸性が高くなる。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の下限は、0質量%より大きくてもよいし、0.1質量%以上でありうる。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の上限は、8質量%以下でありうるし、6質量%以下、4質量%以下、さらには2質量%以下でありうる。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の値を0.1質量%以下としてもよい。組成A-1はアルカリ金属酸化物を実質的に含有しなくてもよい。Li₂O、Na₂O、およびK₂Oのそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれらの各成分の含有率の下限は0であってもよい。

[0028] 酸化リチウム(Li₂O)の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.2質量%以上、0.3質量%以上、さらには0.4質量%以上でありうる。Li₂Oの含有率の上限は、4質量%以下でありうるし、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、さらには1質量%以下でありうる。

[0029] 酸化ナトリウム(Na₂O)の含有率の下限は、0.1質量%以上でありう

るし、0.2質量%以上でありうる。Na₂Oの含有率の上限は、4質量%以下でありうるし、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、さらには1質量%以下でありうる。

[0030] 酸化カリウム (K₂O) の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.2質量%以上でありうる。K₂Oの含有率の上限は、4質量%以下でありうるし、3質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、さらには1質量%以下でありうる。

[0031] (TiO₂)

組成A-1は二酸化チタン (TiO₂) をさらに含有しうる。TiO₂は、ガラスの熔融性およ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。また、TiO₂は、ガラスの耐酸性や耐水性を向上させる成分である。ただしTiO₂は、その原料が相対的に高価でもあるため、多量に含有させると原料コストの上昇を招く。TiO₂の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうる。TiO₂の含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、5質量%以下、2質量%未満、1質量%以下、0.5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。組成A-1はTiO₂を実質的に含有しなくてもよい。

[0032] (ZrO₂)

組成A-1は酸化ジルコニウム (ZrO₂) をさらに含有しうる。ZrO₂は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。また、ZrO₂は、ガラスの耐酸性や耐アルカリ性を向上させる成分である。ただしZrO₂は、その原料が相対的に高価でもあるため、多量に含有させると原料コストの上昇を招く。ZrO₂の含有率の上限は、7質量%以下でありうるし、6質量%以下、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、さらには0.1質量%以下でありうる。組成A-1はZrO₂を実質的に含有しなくてもよい。

[0033] (Fe)

組成A-1は三酸化二鉄 (Fe₂O₃) をさらに含有しうる。鉄 (Fe) は、

通常、 Fe^{2+} または Fe^{3+} の状態が存在する。 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 は、意図的に含ませなくとも、工業用原料により不可避免的に混入する場合がある。 Fe の含有量が少なければ、ガラスの着色を防止することができる。 Fe の含有率の上限は、 $T-Fe_2O_3$ により表示して5質量%以下でありうるし、2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、0.1質量%未満、0.08質量%以下、0.05質量%以下、0.04質量%以下、さらには0.03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0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1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の促進に寄与しうる。

[0034] (F_2 、 Cl_2)

組成A-1はフッ素(F_2)および塩素(Cl_2)をさらに含有しうる。 F_2 は、揮発し易いため、溶融時に飛散する可能性があるとともに、ガラス中の含有量を管理し難いという問題もある。 F_2 の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.2質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。組成A-1は F_2 を実質的に含有しなくてもよい。

[0035] Cl_2 は、揮発し易いため、溶融時に飛散する可能性があるとともに、ガラス中の含有量を管理し難いという問題もある。 Cl_2 の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.2質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。組成A-1は Cl_2 を実質的に含有しなくてもよい。

[0036] 組成A-1は、次段落以降に質量%表示で記載する好ましい組成を有しうる。

[0037] $55 \leq SiO_2 \leq 65$ 、

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq Al_2O_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (SiO_2 - Al_2O_3) \leq 57、$$

$$1 \leq MgO \leq 10、$$

$$15 \leq CaO \leq 30、$$

の成分を含有し、アルカリ金属酸化物を実質的に含有しない組成。

$$[0038] \quad 55 \leq SiO_2 \leq 65、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq Al_2O_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (SiO_2 - Al_2O_3) \leq 57、$$

$$1 \leq MgO \leq 10、$$

$$15 \leq CaO \leq 30、$$

の成分を含有し、Li₂Oを実質的に含有しない組成。

$$[0039] \quad 55 \leq SiO_2 \leq 65、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq Al_2O_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (SiO_2 - Al_2O_3) \leq 57、$$

$$1 \leq MgO \leq 10、$$

$$15 \leq CaO \leq 30、$$

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

の成分を含有する組成。

$$[0040] \quad 55 \leq SiO_2 \leq 67、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq Al_2O_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (SiO_2 - Al_2O_3) \leq 57、$$

$$1 \leq MgO \leq 10、$$

$$15 \leq CaO \leq 30、$$

$$0.1 \leq Li_2O \leq 4、$$

$$0 \leq (L i_2O + N a_2O + K_2O) \leq 12、$$

の成分を含有する組成。

[0041] $55 \leq S i O_2 \leq 67、$

$$0.1 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq A l_2O_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (S i O_2 - A l_2O_3) \leq 57、$$

$$1 \leq M g O \leq 10、$$

$$15 \leq C a O \leq 30、$$

$$0 \leq (L i_2O + N a_2O + K_2O) \leq 4、$$

の成分を含有する組成。

[0042] 以上の各組成において、 $0 \leq Z n O \leq 2$ 、がさらに成立する組成。

[0043] 以上の各組成において、 $0 \leq T i O_2 \leq 2$ 、特に $0.1 \leq T i O_2 \leq 2$ 、がさらに成立する組成。

[0044] 以上の各組成において（ただし、 $0.1 \leq B_2O_3 < 2$ が成立する組成を除く）において、 B_2O_3 を実質的に含有しない組成。

[0045] 以上の各組成において（ただし、 $0.1 \leq L i_2O \leq 4$ が成立する組成を除く）、 $L i_2O$ を実質的に含有しない組成。

[0046] （組成A-2）

組成A-2は、質量%表示で以下の成分を含有する。

$$65 < S i O_2 \leq 75、$$

$$0 \leq B_2O_3 < 2、$$

$$5 \leq A l_2O_3 \leq 15、$$

$$50 < (S i O_2 - A l_2O_3) \leq 60、$$

$$0.1 \leq M g O \leq 10、$$

$$10 \leq C a O \leq 25、$$

$$0 \leq (L i_2O + N a_2O + K_2O) \leq 4$$

[0047] ガラス組成A-2を有するガラス繊維は、耐熱性に優れ、高温に過熱されたときの変形が抑制されるとともに、化学的耐久性、特に耐酸性、に優れる

。

[0048] ガラス組成A-2における各成分について、以下に説明する。ただし、各成分の役割について、ガラス組成A-1と重複する記載は割愛する。

[0049] (SiO_2)

SiO_2 は、組成A-2においても主成分である。 SiO_2 の含有率は、65質量%より大きく75質量%以下であるが、下限は、66質量%以上でありうる。 SiO_2 の含有率の上限は、72質量%以下でありうるし、70質量%以下、69質量%以下、68質量%以下、さらには67質量%以下でありうる。

[0050] (B_2O_3) (Al_2O_3)

組成A-2において、 B_2O_3 および Al_2O_3 の含有率は、組成A-1と同様の上限及び下限を有しうる。

[0051] ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$)

組成A-2では、ガラスの耐酸性向上の観点から、 SiO_2 の含有率から Al_2O_3 の含有率を引いた値($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$)の下限は、50質量%超でありうるし、51質量%以上、52質量%以上、さらには53質量%超でありうる。また、($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$)の上限は、60質量%以下でありうるし、59質量%以下、58質量%以下、さらには57質量%以下でありうる。

[0052] (MgO 、 CaO)

組成A-2において、 MgO の含有率は、0.1質量%以上10質量%以下であるが、下限は、0.5質量%以上、1質量%以上、1.5質量%以上、さらには2質量%以上でありうる。 MgO の含有率の上限は、8質量%以下でありうるし、6質量%以下、5質量%以下、4.5質量%以下、さらには4質量%以下でありうる。

[0053] 組成A-2において、 CaO の含有率は、10質量%以上25質量%以下である。 CaO の含有率の下限は、12質量%以上でありうるし、13質量%以上、14質量%以上、さらには15質量%より大きいことがありうる。 CaO の含有率の上限は、23質量%以下でありうるし、22質量%以下、

2 1 質量%以下、さらには2 0 質量%以下でありうる。

[0054] (S r O)

組成A-2はS r Oをさらに含有しうる。組成A-2において、S r Oの含有率の上限は、1 0 質量%以下でありうるし、5 質量%以下、2 質量%以下、1. 5 質量%以下、1 質量%以下、0. 5 質量%以下、さらには0. 1 質量%以下でありうる。組成A-2はS r Oを実質的に含有しなくてもよい。

[0055] (B a O)

組成A-2はB a Oをさらに含有しうる。組成A-2においてB a Oの含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-2はB a Oを実質的に含有しなくてもよい。

[0056] (Z n O)

組成A-2はZ n Oをさらに含有しうる。組成A-2においてZ n Oの含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-2はZ n Oを実質的に含有しなくてもよい。

[0057] (L i₂O、N a₂O、K₂O)

組成A-2において、アルカリ金属酸化物の含有率の合計(L i₂O+N a₂O+K₂O)は0 質量%以上4 質量%以下である。(L i₂O+N a₂O+K₂O)の下限は、0. 1 質量%以上でありうるし、1 質量%以上、1. 5 質量%以上、さらには2 質量%以上でありうる。(L i₂O+N a₂O+K₂O)の上限は、3. 5 質量%以下でありうるし、3 質量%以下でありうる。組成A-2はアルカリ金属酸化物を実質的に含有しなくてもよい。L i₂O、N a₂O、およびK₂Oのそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれらの各成分の含有率の下限は0であってよい。

[0058] 組成A-2では、L i₂Oが、上述したアルカリ金属酸化物に基づく効果について特に高い寄与を示す。この観点からは、組成A-2におけるL i₂Oの含有率の下限は、0. 1 質量%以上でありうるし、0. 5 質量%以上、さらには1 質量%以上でありうる。L i₂Oの含有率の上限は、4 質量%以下であ

りうるし、3質量%以下、2.5質量%以下でありうるし、2質量%以下でありうる。

[0059] 組成A-2において、 Na_2O および K_2O の含有率は、組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。

[0060] (TiO_2)

組成A-2は TiO_2 をさらに含有しうる。組成A-2において TiO_2 の含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-2は TiO_2 を実質的に含有しなくてもよい。

[0061] (ZrO_2)

組成A-2は ZrO_2 をさらに含有しうる。組成A-2において ZrO_2 の含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-2は ZrO_2 を実質的に含有しなくてもよい。

[0062] (Fe) (F_2 、 Cl_2)

組成A-2は上記各成分をさらに含有しうる。これら各成分の好ましい含有率その他は、組成A-1と同様であるため、記載を省略する。

[0063] (組成A-3)

組成A-3は、質量%表示で以下の成分を含有する。

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$47 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 60、$$

$$0.1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

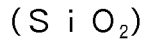
$$10 \leq \text{CaO} \leq 25、$$

$$4 < (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 9$$

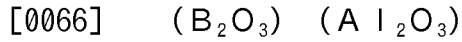
[0064] ガラス組成A-3を有するガラス繊維は、耐熱性に優れ、高温に過熱されたときの変形が抑制されるとともに、化学的耐久性、特に耐酸性、に優れる。

[0065] ガラス組成A-3における各成分について、以下に説明する。ただし、各

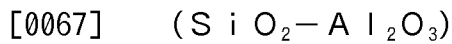
成分の役割について、ガラス組成 A-1 または A-2 と重複する記載は割愛する。



SiO_2 は、組成 A-3 においても主成分である。組成 A-3 において、 SiO_2 の含有率は、組成 A-1 と同様の上限及び下限を有しうる。



組成 A-3 において、 B_2O_3 および Al_2O_3 の含有率は、組成 A-1 と同様の上限及び下限を有しうる。



組成 A-3 では、ガラスの耐酸性向上の観点から、 SiO_2 の含有率から Al_2O_3 の含有率を引いた値 ($SiO_2 - Al_2O_3$) の下限は、47 質量%以上、49 質量%超、50 質量%超、51 質量%以上、52 質量%以上、さらに53 質量%超でありうる。また、($SiO_2 - Al_2O_3$) の上限は、60 質量%以下でありうるし、59 質量%以下、58 質量%以下、さらには57 質量%以下でありうる。



組成 A-3 において、 MgO の含有率は組成 A-1 と同様の上限及び下限を有しうる。

[0069] 組成 A-3 において、 CaO の含有率は10 質量%以上25 質量%以下である。 CaO の含有率の下限は、12 質量%以上でありうるし、13 質量%以上、14 質量%以上、さらには15 質量%より大きいことがありうる。 CaO の含有率の上限は、23 質量%以下でありうるし、21 質量%以下、20 質量%以下、19 質量%以下、さらには18 質量%以下でありうる。



組成 A-3 においてガラス組成物の成形し易さを重視する場合、 MgO および CaO の含有率の和 ($MgO + CaO$) を11 質量%以上35 質量%以下とすることができる。組成 A-3 では、アルカリ金属酸化物の含有率の合計と MgO および CaO の含有率の合計とが適切な範囲にあることによって

、失透温度の過度な上昇を抑制しながら、ガラスの失透温度および熔融時の粘度をガラス組成物の製造に適した範囲とすることができる。また、ガラスの高い耐酸性を確保できる。(MgO+CaO)の下限は、13質量%以上でありうるし、14質量%超、15質量%以上、16質量%以上、さらには17質量%超でありうる。(MgO+CaO)の上限は、30質量%以下でありうるし、28質量%以下、26質量%以下、25質量%以下、さらには24質量%以下でありうる。

[0071] (SrO)

組成A-3はSrOをさらに含有しうる。組成A-3においてSrOの含有率は組成A-2と同様の上限および下限を有しうる。組成A-3はSrOを実質的に含有しなくてもよい。

[0072] (BaO)

組成A-3はBaOをさらに含有しうる。組成A-3においてBaOの含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-3はBaOを実質的に含有しなくてもよい。

[0073] (ZnO)

組成A-3はZnOをさらに含有しうる。組成A-3においてZnOの含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-3はZnOを実質的に含有しなくてもよい。

[0074] (Li₂O、Na₂O、K₂O)

組成A-3において、アルカリ金属酸化物の含有率の合計(Li₂O+Na₂O+K₂O)は4質量%より大きく9質量%未満である。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の下限は、4.5質量%以上でありうるし、5質量%以上でありうる。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の上限は、8.5質量%以下でありうるし、8質量%以下、7.5質量%以下、さらに7質量%以下でありうる。Li₂O、Na₂O、およびK₂Oのそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれらの成分の含有率の下限は、アルカリ金属酸化物の含有率の合計が4質量%超である限り、0であってもよい。

[0075] 組成A-3では、 Li_2O が、上述したアルカリ金属酸化物に基づく効果について特に高い寄与を示す。この観点からは、組成A-3における Li_2O の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.5質量%以上、さらには1質量%以上でありうる。 Li_2O の含有率の上限は、3質量%以下でありうるし、2質量%以下でありうる。

[0076] 組成A-3において、 Na_2O の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.2質量%以上、0.5質量%以上、1質量%以上、1.5質量%以上、さらに2質量%以上でありうる。 Na_2O の含有率の上限は、8質量%以下、7質量%以下、さらに6質量%以下でありうる。

[0077] 組成A-3において、 K_2O の含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.2質量%以上、0.3質量%以上でありうる。 K_2O の含有率の上限は、3質量%以下でありうるし、2質量%未満、さらには1質量%以下でありうる。

[0078] (TiO_2)

組成A-3は TiO_2 をさらに含有しうる。組成A-3において TiO_2 の含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-3は TiO_2 を実質的に含有しなくてもよい。

[0079] (ZrO_2)

組成A-3は ZrO_2 をさらに含有しうる。組成A-3において ZrO_2 の含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-3は ZrO_2 を実質的に含有しなくてもよい。

[0080] (Fe) (F_2 、 Cl_2)

組成A-3は上記各成分をさらに含有しうる。これら各成分の好ましい含有率その他は、組成A-1と同様であるため、記載を省略する。

[0081] (組成A-4)

組成A-4は、質量%表示で以下の成分を含有する。

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$47 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 60、$$

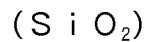
$$5 \leq \text{CaO} \leq 20、$$

$$6 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20、$$

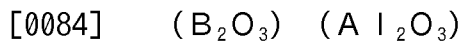
$$9 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$$

[0082] ガラス組成A-4を有するガラス組成物は、さらに、耐熱性および化学的耐久性に優れる。

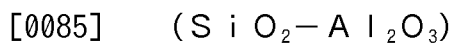
[0083] ガラス組成A-4における各成分について、以下に説明する。ただし、各成分の役割について、ガラス組成A-1～A-3と重複する記載は割愛する。



SiO₂は、組成A-4においても主成分である。組成A-4において、SiO₂の含有率は、組成A-3と同様の上限及び下限を有しうる。



組成A-4において、B₂O₃およびAl₂O₃の含有率は、組成A-1と同様の上限及び下限を有しうる。



組成A-4では、ガラスの耐酸性向上の観点から、SiO₂の含有率からAl₂O₃の含有率を引いた値(SiO₂ - Al₂O₃)は、組成A-3と同様の上限及び下限を有しうる。



組成A-4はMgOをさらに含有しうる。ただし、組成A-4においてMgOの含有は必須ではない。MgOの含有率の下限は、0質量%以上、0.1質量%以上、0.5質量%以上、1質量%以上、1.5質量%以上、さらには2質量%以上でありうる。MgOの含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、8質量%以下、6質量%以下、5質量%以下、4.5質量%以下、さらには4質量%以下でありうる。

[0087] 組成A-4において、CaOの含有率は5質量%以上20質量%以下であ

る。CaOの含有率の下限は、6質量%以上でありうるし、7質量%以上、8質量%以上、9質量%以上、さらには10質量%以上でありうる。CaOの含有率の上限は、18質量%以下でありうるし、17質量%以下、16質量%以下、さらには15質量%以下でありうる。

[0088] (MgO+CaO)

組成A-4においてガラス組成物の成形し易さを重視する場合、MgOおよびCaOの含有率の和(MgO+CaO)を5質量%以上30質量%以下とすることができる。組成A-4では、アルカリ金属酸化物の含有率の合計とMgOおよびCaOの含有率の和とが適切な範囲にあることによって、失透温度の過度な上昇を抑制しながら、ガラスの失透温度および熔融時の粘度をガラス組成物の製造に適した範囲とすることができる。また、ガラスの高い耐酸性を確保できる。(MgO+CaO)の下限は、6質量%以上でありうるし、8質量%以上、9質量%以上、10質量%以上、11質量%以上、12質量%以上、さらには13質量%以上でありうる。(MgO+CaO)の上限は、26質量%以下でありうるし、23質量%以下、22質量%以下、21質量%以下、20質量%以下、19質量%以下、さらには18質量%以下でありうる。

[0089] (SrO)

組成A-4はSrOをさらに含有しうる。組成A-4においてSrOの含有率は組成A-2と同様の上限および下限を有しうる。組成A-4はSrOを実質的に含有しなくてもよい。

[0090] (BaO)

組成A-4はBaOをさらに含有しうる。組成A-4においてBaOの含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-4はBaOを実質的に含有しなくてもよい。

[0091] (ZnO)

組成A-4はZnOをさらに含有しうる。組成A-4においてZnOの含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-4はZnO

を実質的に含有しなくてもよい。

[0092] (Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O)

組成A-4において、アルカリ金属酸化物の含有率の合計 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) は9質量%以上20質量%以下である。 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) の下限は、9.5質量%以上でありうるし、10質量%以上でありうる。 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) の上限は、18質量%以下でありうるし、16質量%以下、15質量%未満、14質量%以下、13質量%以下、12.5質量%以下、12質量%以下でありうる。 Li_2O および K_2O のそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれらの成分の含有率の下限は、アルカリ金属酸化物の含有率の合計が9質量%以上である限り、0であってもよい。

[0093] 組成A-4では、 Li_2O が、上述したアルカリ金属酸化物に基づく効果について特に高い寄与を示す。また、 Li_2O の含有によって、ガラス組成物を形成する際のガラス素地の作業温度を下げることができ、作業温度が下がるとガラス組成物が形成しやすくなり、その生産性が向上する。一方、過度の Li_2O の含有は、ガラス転移温度を下げ、ガラスの耐熱性が低下する。組成A-4における Li_2O の含有率の下限は、0質量%以上でありうるし、0.1質量%以上、0.5質量%以上、さらには1質量%以上でありうる。 Li_2O の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、さらには2質量%未満でありうる。

[0094] Na_2O の含有率は、6質量%以上20質量%以下である。 Na_2O の含有率がこれらの範囲において、上述したアルカリ金属酸化物に基づく効果がより確実となる。 Na_2O の含有率の下限は、7質量%以上でありうるし、さらには8質量%以上でありうる。 Na_2O の含有率の上限は、17質量%以下でありうるし、16質量%以下、15質量%以下、14質量%以下、13質量%以下、さらには12質量%以下でありうる。

[0095] 組成A-4において、 K_2O の含有率の下限は、0.1質量%以上、さらには0.5質量%以上でありうる。 K_2O の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、3質量%以下、2質量%以下、2質量%未満、さらには1質量%

以下でありうる。

[0096] (T i O₂)

組成A-4はT i O₂をさらに含有しうる。組成A-4においてT i O₂の含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-4はT i O₂を実質的に含有しなくてもよい。

[0097] (Z r O₂)

組成A-4はZ r O₂をさらに含有しうる。組成A-4においてZ r O₂の含有率は組成A-1と同様の上限および下限を有しうる。組成A-4はZ r O₂を実質的に含有しなくてもよい。

[0098] (F e) (F₂, C l₂)

組成A-4は上記各成分をさらに含有しうる。これら各成分の好ましい含有率その他は、組成A-1と同様であるため、記載を省略する。

[0099] (ガラス組成B)

また、ガラス組成物の別の一例（以下、ガラス組成B）は、質量%で表示して、

$$50 \leq \text{S i O}_2 \leq 75、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$0.1 \leq (\text{M g O} + \text{C a O}) \leq 20、$$

$$9 \leq (\text{L i}_2\text{O} + \text{N a}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20、$$

$$5 \leq \text{Z r O}_2 \leq 20、$$

の成分を含有する。

[0100] ガラス組成Bは、上述した各成分以外の成分を実質的に含有しなくてもよい。また、ガラス組成Bは、高い化学的耐久性を備えたガラス繊維となりうる。

[0101] ガラス組成Bにおける各成分について、以下に説明する。

(S i O₂)

S i O₂は、ガラスの骨格を形成する成分であり、組成Bの主成分である。また、S i O₂は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分であり

。耐水性や耐酸性を向上させる成分である。SiO₂の含有率は、50質量%以上75質量%以下であるが、SiO₂の含有率の下限は、52質量%以上でありうるし、54質量%以上、56質量%以上、58質量%以上、60質量%以上、62質量%以上、63質量%以上、64質量%以上、65質量%より大きく、さらには66質量%より大きくてもよい。SiO₂の含有率の上限は、74質量%以下でありうるし、73質量%以下、71質量%以下、さらには70質量%以下でありうる。

[0102] (B₂O₃)

組成Bは、B₂O₃をさらに含有しうる。B₂O₃は、ガラスの骨格を形成する成分である。また、B₂O₃は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分でもある。一方で、過度のB₂O₃の含有は、ガラスの耐酸性を低下させる。B₂O₃の含有率の上限は、2質量%未満でありうるし、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、さらには0.1質量%未満でありうる。組成BはB₂O₃を実質的に含有しなくてもよい。

[0103] (Al₂O₃)

組成Bは、Al₂O₃をさらに含有しうる。Al₂O₃は、ガラスの骨格を形成する成分である。また、Al₂O₃は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分でもあり、ガラスの耐水性を向上させる成分である。一方で、過度のAl₂O₃の含有は、ガラスの耐酸性を低下させる。Al₂O₃の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、さらには1.5質量%以下でありうる。

[0104] (B₂O₃+Al₂O₃)

組成Bでは、ガラスの形成し易さおよび耐酸性を重視する場合、B₂O₃およびAl₂O₃の含有率の和(B₂O₃+Al₂O₃)が重要となりうる。組成Bにおいて(B₂O₃+Al₂O₃)は5質量%以下でありうる。この場合、ガラスの製造が難しくなるようなガラスの失透温度の上昇が抑えられるとともに、ガラスの耐酸性が高くなる。また、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。(B₂O₃+Al₂O₃)の上限は、4質量%以

下でありうるし、3質量%以下、2質量%以下、さらには1.5質量%以下でありうる。

[0105] (MgO、CaO)

組成BはMgOをさらに含有しうる。MgOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。また、MgOは、ガラス組成物の耐酸性および耐水性を調整する成分でもある。MgOの含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.5質量%以上、1質量%以上、1.5質量%以上、さらには2質量%より大きくてもよい。MgOの含有率の上限は、15質量%以下でありうるし、12質量%以下、10質量%以下、8質量%以下、6質量%以下、さらには5質量%以下でありうる。

[0106] 組成BはCaOをさらに含有しうる。CaOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。また、CaOは、ガラス組成物の耐酸性および耐水性を調整する成分でもある。CaOの含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、1質量%以上、2質量%以上、さらには3質量%より大きくてもよい。CaOの含有率の上限は、15質量%以下でありうるし、12質量%以下、10質量%以下、さらには8質量%以下でありうる。

[0107] 組成Bにおいて、MgOおよびCaOの含有率の和(MgO+CaO)の値が0.1質量%以上20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および粘度を、ガラスの製造に適した範囲とすることができる。また、この範囲ではガラスの化学的耐久性を向上させることも可能となる。(MgO+CaO)の下限は、2質量%以上でありうるし、4質量%以上、6質量%以上、8質量%以上、さらには9質量%以上でありうる。(MgO+CaO)の上限は、20質量%以下でありうるし、18質量%以下、16質量%以下、14質量%未満、さらには13質量%以下でありうる。組成BにおいてMgOおよびCaOのそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれらの成分の含有率の下限は、その合計が0.1質量%以上である限り、0であってもよい。

[0108] (SrO)

組成BはSrOをさらに含有しうる。SrOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。一方で、過度のSrOの含有はガラスの耐酸性を低下させる。SrOの含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、5質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。組成BはSrOを実質的に含有しなくてもよい。

[0109] (BaO)

組成BはBaOをさらに含有しうる。BaOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。一方で、過度のBaOの含有はガラスの耐酸性を低下させる。BaOの含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、5質量%以下、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。組成BはBaOを実質的に含有しなくてもよい。

[0110] (ZnO)

組成BはZnOをさらに含有しうる。ZnOは、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。一方で、ZnOは揮発しやすく、熔融時に飛散する可能性があるため、過度のZnOの含有は、揮発によるガラス成分比の変動を顕著化させ、ガラス組成の管理を難しくする。またZnOは、その原料が相対的に高価でもあるため、多量に含有させると原料コストの上昇を招く。ZnOの含有率の上限は、10質量%以下でありうるし、5質量%以下、3質量%未満、2質量%以下、1.5質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。

[0111] (Li₂O、Na₂O、K₂O)

アルカリ金属酸化物(Li₂O、Na₂O、K₂O)は、組成Bにおいて、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。また、アルカリ金属酸化物(Li₂O、Na₂O、K₂O)は、ガラスの耐酸性および耐水性を調整する成分でもある。

[0112] Li₂Oの含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.5質量%

以上、1質量%以上、1.5質量%以上でありうる。Li₂Oの含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、4質量%以下、3.5質量%以下、さらには3質量%以下でありうる。

[0113] Na₂Oの含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、1質量%以上、3質量%以上でありうる。Na₂Oの含有率は6質量%以上20質量%以下でありうる。この場合、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。さらに、この範囲ではガラスの化学的耐久性を向上させることも可能となる。Na₂Oの下限は、7質量%以上でありうるし、7.5質量%以上、さらには8質量%以上でありうる。Na₂Oの上限は、18質量%以下でありうるし、16質量%以下、15質量%以下、14質量%以下、13質量%未満、さらには12質量%未満でありうる。

[0114] K₂Oの含有率の下限は、0.1質量%以上でありうるし、0.5質量%より大きくてもよい。組成BにおいてK₂Oの含有率の上限は、10質量%以下、5質量%以下でありうるし、4質量%以下、3質量%以下、さらには2質量%以下でありうる。

[0115] 組成Bにおいて、アルカリ金属酸化物の含有率の合計(Li₂O+Na₂O+K₂O)の値が9質量%以上20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および粘度を、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。さらに、この範囲ではガラスの化学的耐久性を向上させることも可能となる。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の下限は、9.5質量%以上でありうるし、10質量%以上でありうる。(Li₂O+Na₂O+K₂O)の上限は、18質量%以下でありうるし、16質量%以下、15質量%以下、14質量%以下、13質量%以下、さらには12質量%以

下でありうる。Li₂O、Na₂OおよびK₂Oのそれぞれは任意成分である。言い換えるとこれらの各成分の含有率の下限は、アルカリ金属酸化物の含有率の合計が9質量%以上である限り、0であってもよい。

[0116] (TiO₂)

ガラス組成BはTiO₂をさらに含有しうる。TiO₂は、ガラスの熔融性および化学的耐久性を向上させる成分である。ただしTiO₂は、その原料が相対的に高価でもあるため、多量に含有させると原料コストの上昇を招く。TiO₂の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.3質量%以下、さらには0.2質量%以下でありうる。組成BはTiO₂を実質的に含有しなくてもよい。

[0117] (ZrO₂)

ZrO₂は、ガラス形成時の失透温度および粘度を調整する成分である。また、ZrO₂は、ガラス組成物の耐酸性および耐水性を調整する成分でもある。組成BにおいてZrO₂の含有率が5質量%以上20質量%以下では、ガラスの製造が難しくなるようなガラスの失透温度の上昇が抑えられるとともに、ガラスの耐水性や耐酸性が高くなる。ただしZrO₂は、その原料が相対的に高価でもあるため、多量に含有させると原料コストの上昇を招く。ZrO₂の含有率の下限は、5質量%より大きく、5.5質量%以上、6質量%以上、6.5質量%以上、さらには7質量%以上でありうる。ZrO₂の含有率の上限は、18質量%以下でありうるし、15質量%以下、12質量%以下、10質量%未満、9.5質量%以下、9質量%以下、8.5質量%以下、さらには8質量%以下でありうる。

[0118] (Fe)

ガラス組成物に含まれる鉄(Fe)は、通常、Fe²⁺またはFe³⁺の状態 で存在する。Fe³⁺はガラス組成物の紫外線吸収特性を高める成分であり、Fe²⁺はガラス組成物の熱線吸収特性を高める成分である。Feは、意図的に含ませなくとも、工業用原料により不可避免的に混入する場合がある。Feの含有量が少なければ、ガラス組成物の着色を防止することができる。Feの含

有率の上限は、 $T - Fe_2O_3$ により表示して5質量%以下でありうるし、2質量%以下、1質量%未満、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、0.1質量%未満、0.08質量%以下、0.05質量%以下、0.04質量%以下、さらには0.03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0.01質量%以上、0.05質量%以上、0.1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の促進に寄与しうる。

[0119] (F_2 、 Cl_2)

組成Bはフッ素(F_2)および塩素(Cl_2)をさらに含有しうる。 F_2 は、揮発し易いため、熔融時に飛散する可能性があるとともに、ガラス中の含有量を管理し難いという問題もある。 F_2 の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.2質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。 F_2 は、実質的に含まれていなくてもよい。

[0120] Cl_2 は、揮発し易いため、熔融時に飛散する可能性があるとともに、ガラス中の含有量を管理し難いという問題もある。 Cl_2 の含有率の上限は、5質量%以下でありうるし、2質量%以下、1質量%以下、0.5質量%以下、0.2質量%以下、さらには0.1質量%以下でありうる。 Cl_2 は、実質的に含まれていなくてもよい。

[0121] ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、本発明の効果が得られる限り、さらに下記の成分を含有しうる。

[0122] (その他の成分)

ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、その他の成分として、 P_2O_5 、 Sc_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 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 、 Y_2O_3 、 MoO_3 、 Ta_2O_5 、 MnO_2 および Cr_2O_3

から選ばれる少なくとも1種を、それぞれ0質量%以上5質量%以下の含有率で含有しうる。これらの成分の許容される含有率は、それぞれについて2質量%未満でありうるし、1質量%未満、0.5質量%未満、さらには0.1質量%未満でありうる。これらの成分の許容される含有率の合計は、5質量%以下でありうるし、2%質量%未満、1質量%未満、0.5質量%未満、さらには0.1質量%未満でありうる。ただし、上記その他の成分は、それぞれ実質的に含有されていなくてもよい。また、ライタノイド(La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu)の酸化物は、実質的に含有されていなくてもよい。

[0123] また、ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、添加物として、 SO_3 、 Br_2 、 I_2 、 SnO_2 、 As_2O_3 および Sb_2O_3 から選ばれる少なくとも1種を、それぞれ0質量%以上1質量%以下の含有率で含有しうる。これらの成分の許容される含有率は、それぞれについて0.5質量%未満でありうるし、0.2質量%未満、さらには0.1質量%未満でありうる。これらの成分の許容される含有率の合計は、1質量%以下でありうるし、0.5%質量%未満、0.2質量%未満、さらには0.1質量%未満でありうる。ただし、上記その他の成分は、それぞれ実質的に含有されていなくてもよい。

[0124] ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、 H_2O 、 OH 、 H_2 、 CO_2 、 CO 、 He 、 Ne 、 Ar および N_2 を、それぞれ0質量%以上0.1質量%以下の含有率で含有しうる。これらの成分の許容される含有率は、それぞれについて0.05質量%未満でありうるし、0.03質量%未満、さらには0.01質量%未満でありうる。これらの成分の許容される含有率の合計は、0.1質量%以下でありうるし、0.05%質量%未満、0.03質量%未満、さらには0.01質量%未満でありうる。ただし、上記その他の成分は、それぞれ実質的に含まれていなくてもよい。

[0125] ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、微量の貴金属元素を含有していてもよい。例えば、Pt、Rh、Au、Osなどの貴金属元素を、それぞれ0質量%以上0.1質量%以下の含有率で含むことができる。これらの成分の許

容される含有率は、それぞれについて0.1質量%未満でありうるし、0.05質量%未満、0.03質量%未満、さらには0.01質量%未満でありうる。これらの成分の許容される含有率の合計は、0.1質量%以下でありうるし、0.05質量%未満、0.03質量%未満、さらには0.01質量%未満でありうる。ただし、上記その他の成分は、それぞれ実質的に含有されていなくてもよい。

[0126] ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、CuOを実質的に含有しない組成でありうる。また、ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、CoOを実質的に含有しない組成でありうる。さらに、ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、PbOを実質的に含有しない組成でありうる。また、ガラス組成Aおよびガラス組成Bは、NiOを実質的に含有しない組成でありうる。

[0127] <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1000 dPa·sec (1000 poise) となるときの温度は、当該ガラスの作業温度と呼ばれ、ガラスの成形に最も適する温度である。ガラス繊維を製造する場合、ガラスの作業温度が1100℃以上であれば、ガラス繊維径のばらつきを小さくできる。作業温度が1300℃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、1100℃以上でありうるし、1120℃以上、1140℃以上、1150℃以上、1160℃以上、1170℃以上、1180℃以上、さらには1200℃以上でありうる。作業温度の上限は、1300℃以下でありうるし、1280℃以下、1270℃以下、1260℃以下、さらには1250℃以下でありうる。

[0128] 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℃以上でありうるし、10℃以上、20℃以上、30℃以上、40℃以上、さ

らには50℃以上でありうる。一方、 ΔT が200℃以下であれば、ガラス組成の調整が容易になる。 ΔT は200℃以下でありうるし、180℃以下、さらには160℃以下でありうる。

[0129] ガラス繊維のうち、ガラス長繊維は、熔融ガラス素地を窯槽底部に設けられたブッシングのノズルより引き出し、巻取機により連続的に巻き取り、繊維状に紡糸することにより製造される。このような製造工程を勘案すると、ガラス組成物には、熔融性に優れていて成形性が良好であること、適正な温度-粘度特性を持つこと、および作業温度よりも失透温度が低いことが求められる。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る。

[0130] (化学的耐久性)

二次電池などの蓄電デバイス用途における化学的耐久性の指標としては、耐酸性、耐電解液性、耐水性が適切である。濾過材用途における化学的耐久性の指標としては、耐酸性、耐水性が適切である。

耐酸性の指標としては、後述する質量減少率 ΔW_1 が採用され、この ΔW_1 が小さいほど耐酸性が高いことを示す。ガラス繊維を鉛蓄電池のセパレータやクラッドチューブ、濾過材などに用いる場合、 ΔW_1 は5.0質量%以下であることが好ましい。本実施形態のガラス組成物の ΔW_1 は、5.0質量%以下でありうるし、4.5質量%以下、4.0質量%以下、3.0質量%以下、2.0質量%以下、1.5質量%以下、1.2質量%以下、1.0質量%以下、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%以下でありうる。本実施形態により実現できる ΔW_1 は、例えば、0.01~5.0質量%である。

[0131] 耐電解液性の指標としては、後述する質量減少率 ΔW_2 が採用され、この ΔW_2 が小さいほど耐電解液性が高いことを示す。ガラス繊維を鉛蓄電池のセパレータやクラッドチューブなどに用いる場合、 ΔW_2 は0.12質量%以下であることが好ましい。本実施形態のガラス組成物の ΔW_2 は、0.12質量%

以下でありうるし、0.11質量%以下、0.10質量%以下、0.09質量%以下、0.08質量%以下、0.07質量%以下が最も好ましい。

[0132] 耐水性の指標としては、後述する質量減少率 ΔW_3 が採用され、この質量減少率 ΔW_3 が小さいほど耐水性が高いことを示す。ガラス繊維を鉛蓄電池のセパレータやクラッドチューブ、濾過材などに用いる場合、 ΔW_3 は0.50質量%未満であることが好ましい。本実施形態のガラス組成物の ΔW_3 は、0.50質量%未満でありうるし、0.45質量%以下、0.40質量%以下、0.35質量%以下、0.30質量%以下、0.25質量%以下、0.20質量%以下でありうる。本実施形態により実現できる ΔW_3 は、例えば、0.01質量%以上0.50質量%未満である。

[0133] <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。本実施形態のガラス繊維は、ガラス長繊維であってもガラス短繊維であってもよい。ガラス長繊維は、粘度を制御したガラス融液をノズルから流出させ、巻き取り機によって巻き取って製造される。この連続繊維は、使用時に適切な長さに切断される。ガラス短繊維は、高圧空気、遠心力等によってガラス融液を吹き飛ばしながら製造される。ガラス短繊維は、綿状の形態を有しているためにグラスウールと呼ばれることもある。

[0134] ガラス繊維の平均繊維径は、例えば0.1~50 μm である。ガラス繊維の平均繊維径は、平均繊維径は0.1 μm 以上、0.2 μm 以上、0.3 μm 以上、0.4 μm 以上、さらには0.5 μm 以上であってもよく、50 μm 以下、40 μm 以下、30 μm 以下、25 μm 以下であってもよい。ガラス長繊維の場合、平均繊維径は1 μm 以上、2 μm 以上、3 μm 以上、4 μm 以上、さらには5 μm 以上であってもよい。ガラス短繊維の場合、平均繊維径は10 μm 以下、5 μm 以下、4 μm 以下、3 μm 以下、2 μm 以下、さらには1 μm 以下であってもよい。

[0135] <蓄電デバイス用部材>

本実施形態の蓄電デバイス用部材は、上記で説明したガラス繊維を含む。

蓄電デバイス用部材は、例えば、セパレータ、クラッドチューブである。これらの部材は、公知の製法を用いて作製することができる。セパレータは、例えば、ガラス繊維を湿式抄造して成形したシートである。クラッドチューブは、例えば、ガラス繊維をチューブ状に編み上げ、さらには焼き固め、内部に活物質を充填して得ることができる。活物質は、例えば鉛粉末である。

[0136] <濾過材>

本実施形態の濾過材は、上記で説明したガラス繊維を含む。濾過材は、例えば、バグフィルタである。これらの部材は、公知の製法を用いて作製することができる。バグフィルタは、例えば、ガラス繊維の織布または不織布である。

[0137] 以下、実施例およ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。

(実施例および比較例)

表1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、実施例およ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。

[0138] 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、白金球に働く重力および浮力などとの関係を、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。

[0139] (失透温度)

粒子径 1.0 ~ 2.8 mm 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 (800 ~ 1400 °C) 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。

[0140] (化学的耐久性)

得られたガラス組成物 (バルク) を用いてガラス単繊維 (フィラメント) を作製した。すなわち、ガラス組成物 (バルク) を電気炉で再熔融した後、冷却しながらペレットに成形した。このペレットを用いて、直径が 15 μm であるガラス単繊維を作製した。

・耐酸性

直径 15 μm のガラス単繊維を長さ 20 mm に切断し、ガラスの比重と同じグラム数取り、このガラス繊維を 80 °C、10 質量%の硫酸水溶液 100 mL に 24 時間浸漬した場合の質量減少率を求め、この質量減少率を ΔW_1 とした。

・耐電解液性

直径 15 μm のガラス単繊維を長さ 20 mm に切断し、ガラスの比重と同じグラム数取り、このガラス繊維を 80 °C、10 質量%の硫酸水溶液 100 mL に 24 時間浸漬した。このときの硫酸水溶液中に溶出したアルカリ金属酸化物 (Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O) の質量を定量し、ガラス繊維の質量に対する溶出したアルカリ金属酸化物 (Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O) の質量の和の割合を ΔW_2 とした。

・耐水性

直径15 μ 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80℃、蒸留水100mLに24時間浸漬した場合の質量減少率を求め、この質量減少率を ΔW_3 とした。

なお、上記質量減少率 ΔW_1 および ΔW_3 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。

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

[0141] これらの測定結果を表1に示した。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。

[0142]

[表1]

成分/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	比較例1	比較例2
SiO ₂	61.15	61.59	60.77	63.48	65.73	65.38	65.11	64.84	70.02	72.77	67.05
B ₂ O ₃	-	-	-	1.15	-	-	-	-	-	-	4.68
Al ₂ O ₃	11.13	11.29	11.24	11.28	11.14	11.08	11.03	10.99	1.48	1.88	4.02
SiO ₂ -Al ₂ O ₃	50.03	50.30	49.53	52.21	54.59	54.30	54.07	53.86	68.54	70.89	63.03
MgO	3.09	3.20	3.43	2.05	2.24	2.19	2.61	2.33	2.60	3.58	2.58
CaO	22.17	23.00	24.56	20.35	19.00	16.16	14.58	11.23	6.48	7.62	6.53
ZnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.61
Li ₂ O	-	0.79	-	1.58	1.89	1.81	1.35	1.54	2.46	-	0.59
Na ₂ O	0.37	-	-	-	-	2.90	4.78	8.25	8.16	13.20	10.17
K ₂ O	0.28	-	-	-	-	0.48	0.54	0.82	0.68	0.95	0.77
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.65	0.79	-	1.58	1.89	5.19	6.67	10.61	11.30	14.15	11.53
TiO ₂	1.55	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZrO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	8.12	-	-
T-Fe ₂ O ₃	0.26	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
失透温度 [°C]	1202	1207	1228	1173	1170	1193	1198	1154	1034	1020	986
作業温度 [°C]	1253	1219	1247	1228	1258	1237	1247	1231	1232	1172	1156
ΔT [°C]	51	12	19	55	88	44	49	77	198	152	179
繊維径 [μm]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
ΔW ₁ [%]	0.58	0.31	0.72	0.67	0.34	0.49	0.54	0.67	0.40	0.18	0.63
ΔW ₂ [%]	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.11	0.09	0.08	0.13
ΔW ₃ [%]	0.34	0.19	0.45	0.26	0.17	0.19	0.34	0.30	0.23	0.50	0.26

[0143] 実施例1～9からは、作業温度1219～1258℃、ΔT（作業温度－失透温度）12～198℃、ΔW₁0.31～0.72質量%、ΔW₂0.11質量%以下、ΔW₃0.17～0.45質量%の結果が得られた。

[0144] 比較例1のガラス組成物は従来の板ガラス組成を有する。板ガラス組成は耐水性にやや劣る。比較例2のガラス組成物はCガラス組成を有する。Cガラスは、耐電解液性にやや劣る。Cガラスは、 B_2O_3 の含有率が高く、製造設備への影響も懸念される。

請求の範囲

[請求項1]

蓄電デバイス用または濾過材用のガラス繊維であって、
質量%で表示して、

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 75、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$5 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20、$$

の成分を含有するガラス組成物を含む、ガラス繊維。

[請求項2]

前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 12、$$

の成分を含有する、請求項1に記載のガラス繊維。

[請求項3]

前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 65、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

の成分を含有し、アルカリ金属酸化物を実質的に含有しない、請求
項2に記載のガラス繊維。

[請求項4]

前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$\begin{aligned}
 55 &\leq \text{SiO}_2 \leq 65、 \\
 0 &\leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、 \\
 5 &\leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、 \\
 45 &\leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、 \\
 1 &\leq \text{MgO} \leq 10、 \\
 15 &\leq \text{CaO} \leq 30、
 \end{aligned}$$

の成分を含有し、 Li_2O を実質的に含有しない、請求項2に記載のガラス繊維。

[請求項5] 前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$\begin{aligned}
 57 &\leq \text{SiO}_2 \leq 65、 \\
 0 &\leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、 \\
 5 &\leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、 \\
 45 &\leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、 \\
 1 &\leq \text{MgO} \leq 10、 \\
 15 &\leq \text{CaO} \leq 30、 \\
 0 &\leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、
 \end{aligned}$$

の成分を含有する、請求項2に記載のガラス繊維。

[請求項6] 前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$\begin{aligned}
 55 &\leq \text{SiO}_2 \leq 67、 \\
 0 &\leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、 \\
 5 &\leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、 \\
 45 &\leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、 \\
 1 &\leq \text{MgO} \leq 10、 \\
 15 &\leq \text{CaO} \leq 30、 \\
 0.1 &\leq \text{Li}_2\text{O} \leq 4、
 \end{aligned}$$

$$0.1 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 12、$$

の成分を含有する、請求項2に記載のガラス繊維。

[請求項7] 前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$65 < \text{SiO}_2 \leq 75、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$50 < (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 60、$$

$$0.1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 25、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

の成分を含有する、請求項1に記載のガラス繊維。

[請求項8]

前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$47 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 60、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$10 \leq \text{CaO} \leq 25、$$

$$4 < (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 9、$$

の成分を含有する、請求項1に記載のガラス繊維。

[請求項9]

前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$47 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 60、$$

$$5 \leq \text{CaO} \leq 20、$$

$$6 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20、$$

$$9 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20、$$

の成分を含有する、請求項1に記載のガラス繊維。

[請求項10]

蓄電デバイス用または濾過材用のガラス繊維であって、

質量%で表示して、

$$50 \leq \text{SiO}_2 \leq 75、$$

$$0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$0.1 \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 20、$$

$$9 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20、$$

$$5 \leq \text{ZrO}_2 \leq 20、$$

の成分を含有するガラス組成物を含む、ガラス繊維。

[請求項11] 前記ガラス組成物が、 B_2O_3 を実質的に含有しない、請求項1～10のいずれか1項に記載のガラス繊維。

[請求項12] 前記ガラス組成物が、質量%で表示して、

$$55 \leq \text{SiO}_2 \leq 67、$$

$$0.1 \leq \text{B}_2\text{O}_3 < 2、$$

$$5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15、$$

$$45 \leq (\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3) \leq 57、$$

$$1 \leq \text{MgO} \leq 10、$$

$$15 \leq \text{CaO} \leq 30、$$

$$0 \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4、$$

の成分を含有する、請求項2に記載のガラス繊維。

[請求項13] 前記ガラス組成物の粘度が $1000 \text{ dPa} \cdot \text{sec}$ 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 1300°C 以下である、請求項1～12のいずれか1項に記載のガラス繊維。

[請求項14] 前記ガラス組成物の粘度が $1000 \text{ dPa} \cdot \text{sec}$ 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°C 以上である、請求項1～13のいずれか1項に記載のガラス繊維。

[請求項15] 請求項1～14のいずれか1項に記載のガラス繊維を含む蓄電デバイス用部材。

[請求項16] 請求項1～14のいずれか1項に記載のガラス繊維を含む濾過材。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>C03C 13/00</i> (2006.01)i; <i>C03C 13/02</i> (2006.01)i; <i>H01M 50/437</i> (2021.01)i; <i>H01M 50/44</i> (2021.01)i; <i>H01M 50/489</i> (2021.01)i FI: C03C13/00; C03C13/02; H01M50/437; H01M50/44; H01M50/489		
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 2003-500330 A (PPG INDUSTRIES OHIO, INC) 07 January 2003 (2003-01-07) claims, paragraph [0014], examples	1-6, 11-16
X	EP 2676939 A1 (CHONGQING POLYCOMP INTERNATIONAL CORPORATION) 25 December 2013 (2013-12-25) claims, paragraph [0035], examples	1-2, 4-5, 11, 13-16
X	US 2013/0217822 A1 (HOFMANN, Douglas A.) 22 August 2013 (2013-08-22) claims, paragraph [0012], examples	1-2, 4-5, 7, 11, 14-16
X	US 2010/0184345 A1 (SAINT-GOBAIN TECHNICAL FABRICS EUROPE) 22 July 2010 (2010-07-22) claims, paragraph [0036], examples	1-2, 4, 8, 11, 13-16
X	JP 11-29344 A (NIPPON MUKI CO LTD) 02 February 1999 (1999-02-02) claims, paragraphs [0002], [0014], examples	1, 9, 11, 13-16
X	JP 2010-507557 A (SAINT-GOBAIN VETROTEX FRANCE S.A.) 11 March 2010 (2010-03-11) claims, paragraph [0008], examples	10-11, 13-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 16 June 2023		Date of mailing of the international search report 04 July 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/JP2023/013384

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2003-500330	A	07 January 2003	WO 2000/073231 A1 claims, specification, p. 5, lines 13-16, examples	
				US 2003/0207748 A1	
				CN 1589243 A	
				KR 10-0711333 B1	
EP	2676939	A1	25 December 2013	US 2014/0113799 A1	
				WO 2012/109777 A1	
				CN 102173594 A	
US	2013/0217822	A1	22 August 2013	(Family: none)	
US	2010/0184345	A1	22 July 2010	WO 2008/142347 A2	
				CN 101687691 A	
JP	11-29344	A	02 February 1999	(Family: none)	
JP	2010-507557	A	11 March 2010	US 2010/0152333 A1 claims, paragraphs [0037]-[0038], examples	
				WO 2008/050069 A2	
				CN 101553441 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03C 13/00(2006.01)i; C03C 13/02(2006.01)i; H01M 50/437(2021.01)i; H01M 50/44(2021.01)i; H01M 50/489(2021.01)i FI: C03C13/00; C03C13/02; H01M50/437; H01M50/44; H01M50/489		
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 2003-500330 A (ピーピージー インダストリーズ オハイオ, インコーポレイ テッド) 07.01.2003 (2003-01-07) 特許請求の範囲, [0014], 実施例	1-6, 11-16
X	EP 2676939 A1 (CHONGQING POLYCOMP INTERNATIONAL CORPORATION) 25.12.2013 (2013-12-25) 特許請求の範囲, [0035], 実施例	1-2, 4-5, 11, 13-16
X	US 2013/0217822 A1 (HOFMANN Douglas A.) 22.08.2013 (2013-08-22) 特許請求の範囲, [0012], 実施例	1-2, 4-5, 7, 11, 14-16
X	US 2010/0184345 A1 (SAINT-GOBAIN TECHNICAL FABRICS EUROPE) 22.07.2010 (2010-07-22) 特許請求の範囲, [0036], 実施例	1-2, 4, 8, 11, 13-16
X	JP 11-29344 A (日本無機株式会社) 02.02.1999 (1999-02-02) 特許請求の範囲, [0002], [0014], 実施例	1, 9, 11, 13-16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に 公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を 付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の 後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性 又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献 との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな いと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	16.06.2023	国際調査報告の発送日 04.07.2023
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	

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 2010-507557 A (サン ゴパン ヴェトロテックス フランス ソシエテ アノニム) 11.03.2010 (2010 - 03 - 11) 特許請求の範囲, [0008], 実施例	10-11, 13-16

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/JP2023/013384

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2003-500330	A	07.01.2003	WO	2000/073231	A1	
					特許請求の範囲, 明細書第5 ページ第13-16行, 実施例		
				US	2003/0207748	A1	
				CN	1589243	A	
				KR	10-0711333	B1	
EP	2676939	A1	25.12.2013	US	2014/0113799	A1	
				WO	2012/109777	A1	
				CN	102173594	A	
US	2013/0217822	A1	22.08.2013	(ファミリーなし)			
US	2010/0184345	A1	22.07.2010	WO	2008/142347	A2	
				CN	101687691	A	
JP	11-29344	A	02.02.1999	(ファミリーなし)			
JP	2010-507557	A	11.03.2010	US	2010/0152333	A1	
					特許請求の範囲, [0037]- [0038], 実施例		
				WO	2008/050069	A2	
				CN	101553441	A	