

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7674543号
(P7674543)

(45)発行日 令和7年5月9日(2025.5.9)

(24)登録日 令和7年4月28日(2025.4.28)

(51)国際特許分類

F I

C 0 3 C 3/093(2006.01)

C 0 3 C 3/093

C 0 3 C 13/00 (2006.01)

C 0 3 C 13/00

H 0 5 K 1/03 (2006.01)

H 0 5 K 1/03 6 1 0 B

請求項の数 7 (全11頁)

(21)出願番号	特願2024-12594(P2024-12594)	(73)特許権者	520409925
(22)出願日	令和6年1月31日(2024.1.31)		富喬工業股▲分▼有限公司
(65)公開番号	特開2025-58828(P2025-58828A)		臺灣雲林縣斗六市斗工16路8號
(43)公開日	令和7年4月9日(2025.4.9)	(74)代理人	110000671
審査請求日	令和6年1月31日(2024.1.31)		I B C 一番町弁理士法人
(31)優先権主張番号	112137397	(72)発明者	許 憲忠
(32)優先日	令和5年9月28日(2023.9.28)		臺灣雲林縣斗六市斗工16路8號
(33)優先権主張国・地域又は機関	台湾(TW)	(72)発明者	陳 壁程
			臺灣雲林縣斗六市斗工16路8號
		(72)発明者	張 晉碩
			臺灣雲林縣斗六市斗工16路8號
		(72)発明者	張 致源
			臺灣雲林縣斗六市斗工16路8號
		(72)発明者	羅 偉志
			臺灣雲林縣斗六市斗工16路8號

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガラス組成物、ガラス繊維及び電子製品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス組成物を含むガラス繊維であって、

前記ガラス組成物は、前記ガラス組成物の総量を100wt%として、

含有量が45wt%～61wt%の範囲内にあるSiO₂と、

含有量が15wt%～22wt%の範囲内にあるAl₂O₃と、

含有量が0.1wt%～6wt%の範囲内にあるCaOと、

含有量が0wt%を超え且つ2wt%未満の範囲内にあるMgOと、

含有量が0wt%を超え且つ8wt%未満の範囲内にあるZnOと、

含有量が0wt%を超え且つ7wt%未満の範囲内にあるCuOと、

含有量が6wt%を超え且つ18wt%未満の範囲内にあるB₂O₃と、を含み、

前記ガラス組成物における、CaOの含有量、MgOの含有量、Al₂O₃の含有量及びB

2O₃の含有量は、以下の式1を満足する関係になり、

式1：x = (C + M) / A + (C + M) / B、

式中、xの値は、0.3～1.5の範囲内にあり、

Cは、前記ガラス組成物における、CaOの含有量を表し、

Mは、前記ガラス組成物における、MgOの含有量を表し、

Aは、前記ガラス組成物における、Al₂O₃の含有量を表し、

Bは、前記ガラス組成物における、B₂O₃の含有量を表す、ことを特徴とするガラス

繊維。

【請求項 2】

前記ガラス組成物は、前記ガラス組成物の総量を 100 wt % として、含有量が 0 wt % を超え且つ 1 wt % 以下の範囲内にある F_2 を更に含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のガラス繊維。

【請求項 3】

前記ガラス組成物における、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量、 B_2O_3 の含有量及び F_2 の含有量は、以下の式 2 を満足する関係になり、

$$\text{式 2: } y = (C + M) / A + (C + M) / (B + F),$$

式中、 y の値は、0.3 ~ 1.5 の範囲内にあり、

C は、前記ガラス組成物における、 CaO の含有量を表し、

M は、前記ガラス組成物における、 MgO の含有量を表し、

A は、前記ガラス組成物における、 Al_2O_3 の含有量を表し、

B は、前記ガラス組成物における、 B_2O_3 の含有量を表し、

F は、前記ガラス組成物における、 F_2 の含有量を表す、ことを特徴とする請求項 2 に記載のガラス繊維。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のガラス繊維を含む、ことを特徴とする電子製品。

【請求項 5】

プリント基板である、ことを特徴とする請求項 4 に記載の電子製品。

【請求項 6】

集積回路基板である、ことを特徴とする請求項 4 に記載の電子製品。

【請求項 7】

レーダードームである、ことを特徴とする請求項 4 に記載の電子製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス組成物、ガラス繊維及び電子製品に関し、特に低熱膨張係数、低誘電率 (low dielectric constant) 及び低誘電正接 (low dielectric loss tangent)、紡糸加工性 (spinning processability) を有するガラス組成物と、該ガラス組成物を含むガラス繊維と、該ガラス繊維を含む電子製品とに関するものである。

【背景技術】

【0002】

今の電子製品は高速な転送速度が求められているが、一方で作動中の熱膨張による残留応力が電子製品に対して悪影響を及ぼすことを克服する必要がある。

【0003】

したがって、プリント基板において補強材とするガラス繊維布は、高速な転送速度を満足するために低誘電率及び低誘電正接を備えるばかりでなく、低熱膨張係数を備えて電子製品が温度の変化により変形することを防止することが必要である。

【0004】

ガラス繊維布は、ガラス繊維系を織り合わせるまたは編み合わせることで製造される。ガラス繊維系は、ガラス繊維により形成され、ガラス繊維は、ガラス組成物を溶融及び紡糸することにより製造される。

【0005】

ガラス繊維を製造する過程にガラス組成物において結晶現象が生じると、ガラス組成物でガラス繊維を製造する時の紡糸加工作業が渋り、それにより、得られたガラス繊維の品質が悪くなり、ガラス繊維の性質に悪影響がある。

【0006】

特許文献 1 には、低誘電ガラス組成物が開示されている。該低誘電ガラス組成物は、49 wt % を超え且つ 53 wt % 以下の範囲内にある SiO_2 と、13 wt % ~ 17 wt %

10

20

30

40

50

の範囲内にある Al_2O_3 と、 $18\text{ wt}\% \sim 24\text{ wt}\%$ の範囲内にある B_2O_3 と、 $2\text{ wt}\%$ を超え且つ $4.5\text{ wt}\%$ 以下の範囲内にある MgO と、 $2\text{ wt}\%$ を超え且つ $5\text{ wt}\%$ 以下の範囲内にある CaO と、 $0.6\text{ wt}\%$ を超え且つ $3.5\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある TiO_2 と、 $0\text{ wt}\%$ を超え且つ $0.6\text{ wt}\%$ 以下の範囲内にある Na_2O と、 $0\text{ wt}\% \sim 0.5\text{ wt}\%$ の範囲内にある K_2O と、 $0\text{ wt}\% \sim 1\text{ wt}\%$ の範囲内にある F_2 と、 $1\text{ wt}\%$ を超え且つ $4\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある ZnO と、 $0\text{ wt}\%$ を超え且つ $1\text{ wt}\%$ 以下の範囲内にある Fe_2O_3 と、 $0.1\text{ wt}\% \sim 0.6\text{ wt}\%$ の範囲内にある SO_3 とを含み、且つ、 $MgO + CaO + ZnO$ の含有量の合計が、 $8\text{ wt}\%$ を超え且つ $11\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0007】

【文献】台湾特許第 725930 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性を有する新しいガラス組成物と、低熱膨張係数、低誘電率及び低誘電正接を有するガラス繊維と、転送効率良好且つ温度変化により変形しにくい電子製品とを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

上記目的を達成すべく、本発明は、総量を $100\text{ wt}\%$ として、含有量が $45\text{ wt}\% \sim 61\text{ wt}\%$ の範囲内にある SiO_2 と、含有量が $15\text{ wt}\% \sim 22\text{ wt}\%$ の範囲内にある Al_2O_3 と、含有量が $0.1\text{ wt}\% \sim 6\text{ wt}\%$ の範囲内にある CaO と、含有量が $0\text{ wt}\%$ を超え且つ $2\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある MgO と、含有量が $0\text{ wt}\%$ を超え且つ $8\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある ZnO と、含有量が $0\text{ wt}\%$ を超え且つ $7\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある CuO と、含有量が $6\text{ wt}\%$ を超え且つ $18\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にある B_2O_3 と、を含み、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量及び B_2O_3 の含有量は、以下の式 1 を満足する関係になり、

30

式 1 : $x = (C + M) / A + (C + M) / B$ 、

式中、 x の値は、 $0.3 \sim 1.5$ の範囲内にあり、

C は、 CaO の含有量を表し、

M は、 MgO の含有量を表し、

A は、 Al_2O_3 の含有量を表し、

B は、 B_2O_3 の含有量を表す、ことを特徴とするガラス組成物を提供する。

【0010】

また、本発明は、上記のガラス組成物を含む、ことを特徴とするガラス繊維を提供する。

【0011】

40

また、本発明は、上記のガラス繊維を含む、ことを特徴とする電子製品を提供する。

【発明の効果】

【0012】

本発明のガラス組成物は、上記の各成分及び該各成分の含有量の範囲の組み合わせの設計、特に MgO の含有量が $0\text{ wt}\%$ を超え且つ $2\text{ wt}\%$ 未満の範囲内にあり、且つ、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量及び B_2O_3 の含有量が、式 1 を満足する（即ち、 x の値が、 $0.3 \sim 1.5$ の範囲内にある）設計により、本発明のガラス組成物は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性を有する。また、本発明のガラス組成物は、良好な紡糸加工性を有するので、該ガラス組成物により得られた本発明のガラス繊維も、低熱膨張係数、低誘電率及び低誘電正接を有し、ひいては、該ガラ

50

ス繊維を含む本発明の電子製品は、転送効率が良好で且つ温度変化により変形しにくい利点がある。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明について説明する。

【0014】

[ガラス組成物]

本発明のガラス組成物は、総量を100wt%として、含有量が45wt%～61wt%の範囲内にある SiO_2 （二酸化ケイ素）と、含有量が15wt%～22wt%の範囲内にある Al_2O_3 （酸化アルミニウム）と、含有量が0.1wt%～6wt%の範囲内にある CaO （酸化カルシウム）と、含有量が0wt%を超え且つ2wt%未満の範囲内にある MgO （酸化マグネシウム）と、含有量が0wt%を超え且つ8wt%未満の範囲内にある ZnO （酸化亜鉛）と、含有量が0wt%を超え且つ7wt%未満の範囲内にある CuO （酸化銅）と、含有量が6wt%を超え且つ18wt%未満の範囲内にある B_2O_3 （酸化ホウ素）とを含む。

10

【0015】

また、本発明の発明者は、ガラス組成物に対して研究、試験、分析及び帰納を行った結果、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量及び B_2O_3 の含有量を、以下の式1を満足する関係になるように設計した。

【0016】

20

式1： $x = (C + M) / A + (C + M) / B$ 、

式中、 x の値は、0.3～1.5の範囲内にあり、

C は、 CaO の含有量を表し、

M は、 MgO の含有量を表し、

A は、 Al_2O_3 の含有量を表し、

B は、 B_2O_3 の含有量を表す。

【0017】

式1及び x の値の範囲の設計と、本発明のガラス組成物中の各成分の特定の含有量の範囲、特に MgO の含有量が0wt%を超え且つ2wt%未満の範囲内にあることとの組み合わせにより、本発明のガラス組成物は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性を有する。

30

【0018】

以下、各成分及びその含有量範囲の本発明における作用を説明する。

【0019】

SiO_2 は、本発明のガラス組成物の主要成分であって、ガラス組成物において SiO_2 の含有量が45wt%～61wt%の範囲内にあるので、ガラス組成物の粘度を減少できて、ガラス組成物の溶融に対して有利である。

【0020】

ガラス組成物において Al_2O_3 の含有量が15wt%～22wt%の範囲内にあるので、ガラス組成物の粘度を減少できて、ガラス組成物の溶融に対して有利であるだけでなく、ガラス繊維を製造する過程にガラス組成物において結晶現象が生じにくく、良好な紡糸加工性を得られる。

40

【0021】

ガラス組成物において CaO の含有量が0.1wt%～6wt%の範囲内にあるので、ガラス組成物の粘度を減少できて、ガラス組成物の溶融に対して有利であり、また、ガラス繊維を製造する過程にガラス組成物において結晶現象が生じにくく、良好な紡糸加工性を得られ、また、ガラス組成物の低熱膨張係数を減少できる。

【0022】

ガラス組成物において MgO の含有量が0wt%を超え且つ2wt%未満の範囲内にあるので、ガラス組成物の粘度を減少できて、ガラス組成物の溶融に対して有利であり、ま

50

た、ガラス組成物の構造を緊密にすることができて、ガラス組成物及び該ガラス組成物により製造されるガラス繊維は低熱膨張係数及び低誘電率を有する利点を得られる。

【 0 0 2 3 】

ガラス組成物において ZnO の含有量が $0\text{ wt } \%$ を超え且つ $8\text{ wt } \%$ 未満の範囲内にあるので、ガラス組成物の熱膨張係数及び該ガラス組成物により製造されるガラス繊維の熱膨張係数を減少できる。

【 0 0 2 4 】

ガラス組成物において CuO の含有量が $0\text{ wt } \%$ を超え且つ $7\text{ wt } \%$ 未満の範囲内にあるので、ガラス組成物の構造を緊密にすることができる上、ガラス組成物の熱膨張係数及び該ガラス組成物により製造されるガラス繊維の熱膨張係数を減少でき、また、ガラス繊維を製造する過程にガラス組成物において結晶現象が生じにくく、良好な紡糸加工性を得られる。

【 0 0 2 5 】

ガラス組成物において B_2O_3 の含有量が $6\text{ wt } \%$ を超え且つ $18\text{ wt } \%$ 未満の範囲内にあるので、ガラス組成物の粘度を減少できて、ガラス組成物の溶融に対して有利であり、また、ガラス繊維を製造する過程にガラス組成物において結晶現象が生じにくく、良好な紡糸加工性を得られる上、ガラス組成物の構造を緊密にすることができて、ガラス組成物及び該ガラス組成物により製造されるガラス繊維は低熱膨張係数、低誘電率及び低誘電正接を有する利点を得られる。

【 0 0 2 6 】

本発明の一部の実施形態において、ガラス組成物は、総量を $100\text{ wt } \%$ として、含有量が $0\text{ wt } \%$ を超え且つ $1\text{ wt } \%$ 以下の範囲内にある F_2 (フッ素) を更に含む。 F_2 を更に含む場合にも、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量及び B_2O_3 の含有量は、同じく式 1 を満足する。

【 0 0 2 7 】

且つ、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量、 B_2O_3 の含有量及び F_2 の含有量は、以下の式 2 を満足する関係になるように設計する。

【 0 0 2 8 】

式 2 : $y = (C + M) / A + (C + M) / (B + F)$ 、

式中、 y の値は、 $0.3 \sim 1.5$ の範囲内にあり

C は、 CaO の含有量を表し、

M は、 MgO の含有量を表し、

A は、 Al_2O_3 の含有量を表し、

B は、 B_2O_3 の含有量を表し、

F は、 F_2 の含有量を表す。

【 0 0 2 9 】

ガラス組成物において F_2 の含有量が $0\text{ wt } \%$ を超え且つ $1\text{ wt } \%$ 以下の範囲内にあるので、ガラス組成物の粘度を減少できて、ガラス組成物の溶融に対して有利である上、ガラス組成物に対してより低い誘電率及びより低い誘電正接を与えることができる利点がある。

【 0 0 3 0 】

本発明の一部の実施形態において、本発明のガラス組成物は、他の物質を更に含んでもよい。該他の物質は、ガラス組成物の各成分内の不純物である。本発明の一部の実施形態において、ガラス組成物は、総量を $100\text{ wt } \%$ として、含有量が $1.2\text{ wt } \%$ 以下の前記他の物質を含む。

【 0 0 3 1 】

本発明の一部の実施形態において、該他の物質は、 Na_2O (酸化ナトリウム)、 K_2O (酸化カリウム)、 Fe_2O_3 (酸化鉄)、 TiO_2 (二酸化チタン) またはそれらの組み合わせを含む。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

本発明の一部の実施形態において、ガラス組成物の熱膨張係数は、 2.8 ppm/ 以下であり、ガラス組成物は、 10 GHz の周波数において、誘電率が 4.9 以下であり、誘電正接が 0.0035 以下であり、且つ、ガラス組成物の紡糸の成形ウィンドウ (forming window) は、 100 を超える。

【0033】

ガラス組成物の紡糸の成形ウィンドウが 100 を超えるので、ガラス組成物でガラス繊維を製造する時の紡糸成形作業に利する。

【0034】

[ガラス繊維]

本発明のガラス繊維は、上記のガラス組成物を含む。

10

【0035】

本発明のガラス繊維の製造方法は、例えば本発明のガラス組成物を溶融してガラス液を得た後、該ガラス液に対して紡糸加工を行って、ガラス繊維を得るが、それに限らない。

【0036】

ガラス繊維を製造する条件パラメーター及び具体の工程は、関係分野においてよく知られている。したがって、ガラス組成物の各成分の含有量の差により、ガラス繊維の製造に関する製造条件パラメーターも異なるが、該製造条件パラメーターの調整も本発明の技術分野における通常の知識を有する者に良く知られているので、ここで詳しい説明を省略する。

【0037】

20

本発明のガラス組成物は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性などの利点を有するので、該ガラス組成物により製造された本発明のガラス繊維も、低熱膨張係数、低誘電率及び低誘電正接を有する。

【0038】

本発明の一部の実施形態において、ガラス繊維の熱膨張係数は、 2.8 ppm/ 以下であり、ガラス繊維は、 10 GHz の周波数において、誘電率が 4.9 以下であり、誘電正接が 0.0035 以下である。

【0039】

[電子製品]

本発明の電子製品は、上記のガラス繊維を含む。

30

【0040】

本発明のガラス繊維は、低熱膨張係数、低誘電率及び低誘電正接を有するので、該ガラス繊維を使用して該ガラス繊維を含むよう構成された本発明の電子製品は、転送効率が良好で且つ温度変化により変形しにくい利点がある。

【0041】

本発明の電子製品の種類は、特に制限なく、本発明のガラス繊維を含む電子製品全てが本発明の電子製品の実施形態に含まれる。

【0042】

本発明の一部の実施形態において、電子製品は、プリント基板である。

【0043】

40

本発明の一部の実施形態において、電子製品は、集積回路基板である。

【0044】

本発明の一部の実施形態において、電子製品は、レーダードームである。

【0045】

以下、本発明の実施例について説明する。これらの実施例は、例示的かつ説明的なものであり、且つ、本発明を限定するものと解釈されるべきではないことを理解されたい。

【0046】

<実施例1>

SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 ZnO 、 CuO 、 B_2O_3 及び F_2 を混合してガラス組成物を得た。

50

【0047】

該ガラス組成物は、該ガラス組成物の総量を100wt%として、含有量が55.4wt%である SiO_2 と、含有量が18.0wt%である Al_2O_3 と、含有量が2.3wt%である CaO と、含有量が1.9wt%である MgO と、含有量が7.0wt%である ZnO と、含有量が0.2wt%である CuO と、含有量が14.0wt%である B_2O_3 と、含有量が0.7wt%である F_2 と、含有量が0.5wt%である他の物質（上記各成分に含まれる不純物であり、 Na_2O 、 K_2O 及び Fe_2O_3 を含む）とを含み、上記式1におけるxの値は、0.54であり、上記式2におけるyの値は、0.52である。

<実施例2～実施例7及び比較例1～比較例3>

実施例2～実施例7及び比較例1～比較例3の製造方法は、各成分の含有量以外実施例1の製造方法と同じである。実施例2～実施例7及び比較例1～比較例3の各成分の含有量は表1及び表2に示される。

10

【0048】

また、実施例2～実施例7のガラス組成物に含まれる他の物質は、 Na_2O 、 K_2O 及び Fe_2O_3 を含み、比較例1～比較例3のガラス組成物に含まれる他の物質は、 Na_2O 、 K_2O 、 Fe_2O_3 及び TiO_2 を含む。

【0049】

[評価項目]

実施例1～実施例7及び比較例1～比較例3のガラス組成物に対して、以下の評価を行った。簡単に説明するために、以下の評価項目の評価方法は実施例1のガラス組成物を代表として説明し、他の実施例及び比較例は同じ評価方法で行った。評価結果は表1及び表2に示される。

20

【0050】

<熱膨張係数（略称：CTE、単位：ppm/ ）の測定>

実施例1のガラス組成物を高温炉中に配置して1500～1600の温度で1時間～4時間加熱し、完全に熔融した液体ガラスを得た。そして、該液体ガラスを直径40mmの黒鉛るつぼ（graphite crucible）に注入し、該黒鉛るつぼを800まで予熱した焼鈍炉（annealing furnace）に配置し、該液状ガラスを室温（25）にまで冷却することでガラスブロックを形成した。

【0051】

30

該ガラスブロックを切削且つ研磨することによりサイズが0.5cm×0.5cm×2cmのサンプルを得た。

【0052】

そして、熱機械分析装置（Hitachi社、型番：TMA71000）を使用して、10/minの加熱速度で該サンプルを加熱し、該サンプルの50及び200の時の長さを測定し、測定された長さ及び温度により、長さの変化量及び温度の変化量を算出してから実施例1のガラス組成物の熱膨張係数を算出した。その結果は、表1及び表2に示される。

【0053】

<誘電率（略称：Dk）及び誘電正接（略称：Df）の測定>

40

実施例1のガラス組成物を高温炉中に配置して1500～1600の温度で1時間～4時間加熱し、完全に熔融した液体ガラスを得た。そして、該液体ガラスを直径40mmの黒鉛るつぼに注入し、該黒鉛るつぼを800まで予熱した焼鈍炉に配置し、該液状ガラスを室温（25）にまで冷却することでガラスブロックを形成した。

【0054】

該ガラスブロックを研磨して、厚さ0.60mm～0.79mmのガラスシートを作成してから、ベクトルネットワークアナライザ（Vector Network Analyzer、ドイツR&S社のZNB20）をスプリットポスト誘電体共振器（Split Post Dielectric Resonator、台湾WAVERAY TECHNOLOGY CO., LTD.社）と合わせて、周波数が10GHz時の、該ガラスシー

50

トの誘電率及び誘電正接を測定して、実施例１のガラス組成物の誘電率及び誘電正接を得た。

【 0 0 5 5 】

< 紡糸の成形ウィンドウ（略称：ΔT、単位： ）の測定 >

実施例１のガラス組成物を高温炉中に配置して１５００ ～ １６００ の温度で１時間～４時間加熱し、完全に熔融した液体ガラスを得た。そして、該液体ガラスを直径４０mmの黒鉛るつぽに注入し、該黒鉛るつぽを８００ まで予熱した焼鈍炉に配置し、該液状ガラスを室温（２５ ）にまで冷却することでガラスブロックを形成した。

【 0 0 5 6 】

該ガラスブロックから２．２５gを取って高温炉中に配置した後、特定温度まで加熱し且つ２時間温度を維持し、そして該ガラスブロックを高温の溶鉱炉から取り出して静置で室温（２５ ）まで冷却した後、該ガラスブロック中の結晶の有無を観察した。結晶がある場合、該特定温度はその実施例１のガラス組成物の失透温度である。実施例１ののガラス組成物が粘度１０００ポアズ（poise）になる時の温度から失透温度を引くと、実施例１ののガラス組成物の紡糸の成形ウィンドウが得られた。

【 0 0 5 7 】

上記のガラスブロック、ガラスシートは、いずれもガラス組成物とみなすことができる。

【 0 0 5 8 】

【表１】

表１

		実施例				
		1	2	3	4	5
成分 (wt%)	SiO ₂	55.4	55.4	55.9	55.4	55.4
	Al ₂ O ₃	18.0	18.0	18.3	18.2	17.2
	CaO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	MgO	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	ZnO	7.0	7.0	6.3	7.1	7.1
	CuO	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
	B ₂ O ₃	14.0	14.0	14.0	14.0	15.0
	F ₂	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5
	他の物質	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	総量	100	100	100	100	100
$x = \frac{C+M}{A} + \frac{C+M}{B}$		0.54	0.54	0.53	0.53	0.53
$y = \frac{C+M}{A} + \frac{C+M}{B+F}$		0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
熱膨張係数(ppm/°C)		2.74	2.74	2.78	2.68	2.79
10GHz	誘電率	4.83	4.87	4.86	4.89	4.83
	誘電正接	0.0030	0.0030	0.0029	0.0032	0.0029
紡糸の成形ウィンドウ(°C)		>100	>100	>100	>100	>100
註：Cは、CaOの含有量を表し、Mは、MgOの含有量を表し、Aは、Al ₂ O ₃ の含有量 を表し、Bは、B ₂ O ₃ の含有量を表し、FはF ₂ の含有量を表す。						

【 0 0 5 9 】

【表 2】

表 2

		実施例		比較例		
		6	7	1	2	3
成分 (wt%)	SiO ₂	55.7	55.5	57.0	59.3	55.4
	Al ₂ O ₃	17.8	17.2	19.4	18.5	18.2
	CaO	1.9	2.9	0.4	5.5	2.0
	MgO	1.9	0.9	1.9	1.9	2.2
	ZnO	7.0	7.1	2.0	1.0	7.0
	CuO	0.2	0.2	0.5	6.5	0.2
	B ₂ O ₃	15.0	15.2	17.8	6.3	14.0
	F ₂	0	0.5	0	0	0
	他の物質	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
	総量	100	100	100	100	100
$x = \frac{C+M}{A} + \frac{C+M}{B}$		0.47	0.47	0.25	1.57	0.53
$y = \frac{C+M}{A} + \frac{C+M}{B+F}$		0.47	0.47	0.25	1.57	0.53
熱膨張係数(ppm/°C)		2.70	2.77	2.66	2.54	2.64
10GHz	誘電率	4.89	4.86	4.66	5.30	4.96
	誘電正接	0.0034	0.0033	0.0032	0.0069	0.0040
紡糸の成形ウィンドウ(°C)		>100	>100	<50	--	--
註：Cは、CaOの含有量を表し、Mは、MgOの含有量を表し、Aは、Al ₂ O ₃ の含有量を表し、Bは、B ₂ O ₃ の含有量を表し、Fは、F ₂ の含有量を表す。「--」は、未測定を表し、それは、比較例2及び比較例3の周波数が10GHzにおける誘電率及び誘電正接がいずれも高かったため、紡糸の成形ウィンドウの測定を行わなかったからである。						

【0060】

表1及び表2に示されるように、比較例1のガラス組成物は、xの値が0.3未満であるので、紡糸の成形ウィンドウが50未満であってガラス繊維を製造する際に紡糸加工作業に不利になり、比較例2のガラス組成物は、xの値が1.5を超えるので、周波数が10GHzにおける誘電率及び誘電正接が高い。比較例1及び比較例2のガラス組成物に対して、実施例1～実施例7のガラス組成物は、上記の式1を満足する（即ちxの値が0.3～1.5の範囲内にある）ので、熱膨張係数、周波数が10GHzにおける誘電率及び誘電正接、紡糸の成形ウィンドウがより優れた。

【0061】

比較例3のガラス組成物は、MgOの含有量が2wt%以上であるので、周波数が10GHzにおける誘電率及び誘電正接が高い。比較例3のガラス組成物に対して、実施例1～実施例7のガラス組成物は、MgOの含有量が0wt%を超え且つ2wt%未満の範囲内にあるので、熱膨張係数、周波数が10GHzにおける誘電率及び誘電正接、紡糸の成形ウィンドウがより優れた。

【0062】

上記の内容によれば、実施例1～実施例7のガラス組成物は、ガラス組成物の総量を100wt%として、含有量が45wt%～61wt%の範囲内にあるSiO₂と、含有量

が $15 \text{ wt} \% \sim 22 \text{ wt} \%$ の範囲内にある Al_2O_3 と、含有量が $0.1 \text{ wt} \% \sim 6 \text{ wt} \%$ の範囲内にある CaO と、含有量が $0 \text{ wt} \%$ を超え且つ $2 \text{ wt} \%$ 未満の範囲内にある MgO と、含有量が $0 \text{ wt} \%$ を超え且つ $8 \text{ wt} \%$ 未満の範囲内にある ZnO と、含有量が $0 \text{ wt} \%$ を超え且つ $7 \text{ wt} \%$ 未満の範囲内にある CuO と、含有量が $6 \text{ wt} \%$ を超え且つ $18 \text{ wt} \%$ 未満の範囲内にある B_2O_3 とを含み、且つ、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量及び B_2O_3 の含有量が上記の式 1 を満足する（即ち x の値が、 $0.3 \sim 1.5$ の範囲内にある）条件全部に合うので、実施例 1 ～ 実施例 7 のガラス組成物は、熱膨張係数が $2.8 \text{ ppm} /$ 以下であり、 10 GHz の周波数において、誘電率が 4.9 以下であり、誘電正接が 0.0035 以下であり、且つ、紡糸の成形ウィンドウは、 100 を超える。したがって、本発明のガラス組成物は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性を有することが証明された。

10

【0063】

したがって、本発明のガラス組成物における上記の成分及び該各成分の含有量の範囲の組み合わせの設計、特に MgO の含有量が $0 \text{ wt} \%$ を超え且つ $2 \text{ wt} \%$ 未満の範囲内にあり、且つ、 CaO の含有量、 MgO の含有量、 Al_2O_3 の含有量及び B_2O_3 の含有量が、式 1 を満足する（即ち、 x の値が、 $0.3 \sim 1.5$ の範囲内にある）設計により、本発明のガラス組成物は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性を有して、本発明の目的を達成する。

【0064】

また、本発明のガラス組成物は、良好な紡糸加工性を有するので、該ガラス組成物により得られた本発明のガラス繊維も、低熱膨張係数、低誘電率及び低誘電正接を有し、ひいては、該ガラス繊維を含む本発明の電子製品は、転送効率が良好で且つ温度変化により変形しにくい利点がある。

20

【0065】

上記実施形態は例示的に本発明の原理及び効果を説明するものであり、本発明を制限するものではない。本技術を熟知する当業者であれば本発明の精神及び範囲から離れないという前提の下、上記の実施形態に対して若干の変更や修飾が可能である。従って、当業者が本発明の主旨から離れないという前提の下、行った全ての変更や修飾も本発明の保護範囲に含まれるものとされるべきである。

【産業上の利用可能性】

30

【0066】

本発明は、低熱膨張係数、低誘電率、低誘電正接及び良好な紡糸加工性を有するガラス組成物の提供に適する。

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 徐 文合

臺灣雲林縣斗六市斗工 1 6 路 8 號

審査官 山本 一郎

(56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 4 8 0 5 7 (J P , A)

特表 2 0 1 3 - 5 2 8 5 6 1 (J P , A)

特開 2 0 2 3 - 0 3 8 1 7 6 (J P , A)

国際公開第 2 0 2 3 / 2 7 6 6 1 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C 0 3 C 1 / 0 0 - 1 4 / 0 0

I N T E R G L A D