(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
2018年11月1日(01.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/199046 A1

(51) 国際特許分類:
C03C 3/095 (2006.01) *C03C 3/097* (2006.01)
C03C 3/068 (2006.01) *C03C 21/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/016505

(22) 国際出願日： 2018年4月23日(23.04.2018)

(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 2017-089984 2017年4月28日(28.04.2017) JP

(71) 出願人: ＡＧＣ株式会社 (**AGC INC.**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 村山 優 (**MURAYAMA Suguru**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(**EIKOH PATENT FIRM, P.C.**); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０階 Tokyo (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：
— 国際調査報告（条約第21条(3)）

WO 2018/199046 A1

(54) **Title:** CHEMICALLY STRENGTHENED GLASS, AND GLASS FOR CHEMICAL STRENGTHENING PURPOSES

(54) 発明の名称： 化学強化ガラスおよび化学強化用ガラス

(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a chemically strengthened glass having improved strength and scratch resistance. The present invention relates to a chemically strengthened glass which contains 38 to 75% of SiO_2, 1 to 30% of Al_2O_3, 3 to 20% of MgO, more than 0% and equal to or less than 20% of Li_2O, more than 0% and equal to or less than 20% of Y_2O_3, 0 to 5% of B_2O_3, 0 to 6% of P_2O_5, 0 to 8% of Na_2O, 0 to 10% of K_2O, 0 to 20% of CaO, 0 to 20% of SrO, 0 to 15% of BaO, 0 to 10% of ZnO, 0 to 1% of TiO_2 and 0 to 8% of ZrO_2, and has a Young's modulus of equal to or more than a specified value, a Vickers hardness of equal to or more than a specified value, a CS of equal to or more than a specified value and a CS_{50} of equal to or more than a specified value.

(57) 要約：本発明は強度及び耐擦傷性が向上した化学強化ガラスを提供することを目的とする。本発明は、ＳｉＯ$_2$を３８～７５％、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$を１～３０％、ＭｇＯを３～２０％、Ｌｉ$_2$Ｏを０超２０％以下、Ｙ$_2$Ｏ$_3$を０超２０％以下、Ｂ$_2$Ｏ$_3$を０～５％、Ｐ$_2$Ｏ$_5$を０～６％、Ｎａ$_2$Ｏを０～８％、Ｋ$_2$Ｏを０～１０％、ＣａＯを０～２０％、ＳｒＯを０～２０％、ＢａＯを０～１５％、ＺｎＯを０～１０％、ＴｉＯ$_2$を０～１％、及びＺｒＯ$_2$を０～８％を含有し、かつ所定値以上のヤング率、ビッカース硬度、ＣＳ及びＣＳ$_{50}$を有する化学強化ガラスに関する。

明　細　書

発明の名称 ： 化学強化ガラスおよび化学強化用ガラス

技術分野

[0001] 本発明は、化学強化ガラス及び化学強化用ガラスに関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話、スマートフォン、携帯情報端末（ＰＤＡ）、タブレット端末等のモバイル機器のディスプレイ装置の保護ならびに美観を高めるために、化学強化されたガラスからなるカバーガラスが用いられている。

[0003] 化学強化されたガラス（いわゆる化学強化ガラス）においては、表面圧縮応力（値）（ＣＳ）や圧縮応力層の深さ（ＤＯＬ）が高くなるほど強度が高くなる傾向がある。一方で、表面圧縮応力との均衡を保つために、ガラス内部には内部引張応力（ＣＴ）が発生するので、ＣＳやＤＯＬが大きいほどＣＴが大きくなる。ＣＴが大きいガラスが割れるときには、破片数が多い激しい割れ方となり、破片が飛散しやすい。

[0004] そこで、たとえば特許文献１は化学強化ガラスの内部引張応力の許容限界を示す式（１０）を開示し、下記ＣＴ’を調節することで化学強化ガラスの強度を大きくしても破片の飛散が少ない化学強化ガラスが得られるとしていた。特許文献１に記載の内部引張応力ＣＴ’はＣＳおよびＤＯＬ’の測定値を使用し、下記式（１１）にて導出している。

ＣＴ’≦－３８．７×ｌｎ（ｔ）＋４８．２　（１０）

ＣＳ×ＤＯＬ’＝（ｔ－２×ＤＯＬ’）×ＣＴ’　（１１）

ここで、ＤＯＬ’はイオン交換層の深さに相当する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第８０７５９９９号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献１に記載の方法では、化学強化ガラスの強度が不足する場合がある。これは、ガラス組成の影響が十分に考慮されていないこと、ＣＴ’を求める上記式では、応力プロファイルを線形で近似していること、応力がゼロとなる点をイオン拡散層深さと等しいと仮定していることなどが原因と考えられる。また、特許文献１に記載の方法は、化学強化ガラスの割れに対する強度についてのみ言及されており、実際の使用において重要な耐擦傷性についての対策が不十分である。

そこで、本発明は、強度及び耐擦傷性が向上した化学強化ガラス及び化学強化用ガラス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] 本発明者は鋭意研鑽を積んだ結果、ガラス組成と物性を限定することにより上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成した。

[0008] すなわち、本発明は下記＜１＞～＜５＞に関するものである。

＜１＞ 酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を３８～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

ＭｇＯを３～２０％、

Li_2Oを０超２０％以下、

Y_2O_3を０超２０％以下、

B_2O_3を０～５％、

P_2O_5を０～６％、

Na_2Oを０～８％、

K_2Oを０～１０％、

ＣａＯを０～２０％、

ＳｒＯを０～２０％、

ＢａＯを０～１５％、

ＺｎＯを０～１０％、

TiO_2を０～１％、及び

ZrO_2を０～８％を含有し、かつ

ヤング率が９０ＧＰａ以上であり、ビッカース硬度が６５０ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上である化学強化用ガラス。

＜２＞　酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を３８～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

ＭｇＯを３～２０％、

Li_2Oを０超２０％以下、

Y_2O_3を０超２０％以下、

B_2O_3を０～５％、

P_2O_5を０～６％、

Na_2Oを０～８％、

K_2Oを０～１０％、

ＣａＯを０～２０％、

ＳｒＯを０～２０％、

ＢａＯを０～１５％、

ＺｎＯを０～１０％、

TiO_2を０～１％、及び

ZrO_2を０～８％を含有し、かつ

ヤング率が９０ＧＰａ以上であり、ビッカース硬度が７００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上であり、

表面圧縮応力（ＣＳ）が３００ＭＰａ以上であり、ガラス表面から５０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{50}）が３０ＭＰａ以上である化学強化ガラス。

＜３＞　ガラス表面から９０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{90}）が２５ＭＰａ以上である前記＜２＞に記載の化学強化ガラス。

＜４＞　前記表面圧縮応力と前記圧縮応力値（CS_{50}）との関係が、少なくとも２つの異なる関数で示される前記＜２＞または＜３＞に記載の化学強化

ガラス。

＜５＞　前記２つの異なる関数が、ガラス表面から所定の深さまでの第１の領域と、前記第１の領域から前記表面圧縮応力が０になる深さまでの第２の領域において、前記第１の領域を示す一次関数及び前記第２の領域を示す一次関数である場合、前記第１の領域を示す一次関数の傾きは、前記第２の領域を示す一次関数の傾きよりも大きい前記＜４＞に記載の化学強化ガラス。

発明の効果

[0009]　本発明によれば、強度及び耐擦傷性が向上した化学強化ガラス及び化学強化用ガラスを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本発明のスクラッチ試験結果を示す図面である。

発明を実施するための形態

[0011]　以下に、本発明の化学強化ガラス及び化学強化用ガラスについて詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、任意に変形して実施できる。

本明細書において化学強化用ガラスのガラス組成を、化学強化ガラスの母組成ということがある。また、数値範囲を示す「～」は、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含む意味で使用される。

[0012] ＜ガラス組成＞

化学強化ガラスの厚みが十分大きい場合には、化学強化ガラスの引張応力を有する部分（以下、引張応力部分ともいう）は、イオン交換されていないから、化学強化ガラスの引張応力部分は、化学強化前のガラスと同じ組成を有している。その場合は、化学強化ガラスの、引張応力部分の組成を化学強化ガラスの母組成とみなすことができる。

[0013]　ガラスの組成は、ＩＣＰ発光分析等の湿式分析法により測定できる。また、溶融時に特に揮散しやすい成分を多量に含む場合を除いて、用いたガラス原料の配合量から計算で求められる。

なお、各成分の含有量は、特に断りのない限り、酸化物基準のモル百分率

表示で表すものとする。

[0014] 本発明の化学強化ガラスは、酸化物基準のモル百分率表示で、SiO_2を３８～７５％、Al_2O_3を１～３０％、ＭｇＯを３～２０％、Li_2Oを０超２０％以下、Y_2O_3を０超２０％以下、B_2O_3を０～５％、P_2O_5を０～６％、Na_2Oを０～８％、K_2Oを０～１０％、ＣａＯを０～２０％、ＳｒＯを０～２０％、ＢａＯを０～１５％、ＺｎＯを０～１０％、TiO_2を０～１％、及びZrO_2を０～８％含有し、かつヤング率が９０ＧＰａ以上であり、ビッカース硬度が７００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上であり、表面圧縮応力（ＣＳ）が３００ＭＰａ以上であり、ガラス表面から５０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{50}）が３０ＭＰａ以上である。

[0015] 本発明の化学強化用ガラスの組成（本発明の化学強化ガラスの母組成）は、酸化物基準のモル百分率表示で、SiO_2を３８～７５％、Al_2O_3を１～３０％、ＭｇＯを３～２０％、Li_2Oを０超２０％以下、Y_2O_3を０超２０％以下、B_2O_3を０～５％、P_2O_5を０～６％、Na_2Oを０～８％、K_2Oを０～１０％、ＣａＯを０～２０％、ＳｒＯを０～２０％、ＢａＯを０～１５％、ＺｎＯを０～１０％、TiO_2を０～１％、及びZrO_2を０～８％含有し、かつヤング率が９０ＧＰａ以上であり、ビッカース硬度が６５０ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上である。

[0016] 以下に、本発明の化学強化ガラス及び化学強化用ガラスの各組成について説明する。

SiO_2はガラスの骨格を構成する成分であり、化学的耐久性を上げる成分である。また、ガラス表面に傷（圧痕）がついた時のクラックの発生を低減させるために、SiO_2の含有量は３８％以上が好ましい。SiO_2の含有量は、より好ましくは、以下、段階的に、４２％以上、４６％以上、５０％以上、５４％以上、５８％以上、６２％以上である。

一方、ガラスの溶融性を高くするためにSiO_2の含有量は７５％以下であり、より好ましくは７２％以下、さらに好ましくは７０％以下、特に好ましくは６８％以下、最も好ましくは６６％以下である。

[0017] Al_2O_3は化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分である。また、化学強化の際のイオン交換性能を向上させ、強化後の表面圧縮応力を大きくするために、Al_2O_3の含有量は１％以上であり、好ましくは、以下、段階的に、３％以上、５％以上、７％以上、８％以上、９％以上、１０％以上、１１％以上、１２％以上、１３％以上である。

一方、ガラスの耐酸性を高め、または失透温度を下げるために、Al_2O_3の含有量は、好ましくは３０％以下であり、より好ましくは２５％以下、さらに好ましくは２０％以下、特に好ましくは１８％以下、最も好ましくは１５％以下である。Al_2O_3の含有量が多い場合はガラスの溶融温度が高くなり生産性が低下する。生産性を高くするためには、Al_2O_3の含有量は１１％以下が好ましく、以下、段階的に、１０％以下、９％以下、８％以下、７％以下が好ましい。

[0018] ＭｇＯは、化学強化ガラスの表面圧縮応力を増大させる成分である。また、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制するために、ＭｇＯの含有量は、好ましくは３％以上であり、より好ましくは、以下、段階的に、４％以上、５％以上、６％以上、７％以上、８％以上である。

一方、ガラス溶融時の失透を抑制するためにＭｇＯの含有量は２０％以下が好ましく、より好ましくは、以下、段階的に、１８％以下、１５％以下、１４％以下、１３％以下、１２％以下、１１％以下、１０％以下である。

[0019] Li_2Oは、イオン交換により表面圧縮応力を形成させる成分であり、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分である。ガラス表面のＬｉイオンをＮａイオンに交換し、上記CS_{90}が３０ＭＰａ以上になるような化学強化処理を行う場合、Li_2Oの含有量は、好ましくは０％超であり、より好ましくは４％以上、さらに好ましくは５％以上、よりさらに好ましくは６％以上、特に好ましくは７％以上である。

一方、ガラスの耐酸性を保つために、Li_2Oの含有量は、２０％以下が好ましく、より好ましくは１８％以下、さらに好ましくは１６％以下、特に好

ましくは１５％以下、最も好ましくは１３％以下である。

[0020] Y_2O_3は、密度をあまり大きくせずにヤング率を大きくし、チッピング耐性を向上させる成分である。Y_2O_3の含有量は、０％超であり、好ましくは１％以上、より好ましくは１．５％以上、さらに好ましくは３％以上、特に好ましくは５％以上、最も好ましくは７．５％以上である。

一方、Y_2O_3の含有量が過剰になるとガラスの耐酸性が低下し、または失透温度が高くなることから２０％以下であることが好ましく、より好ましくは１５％以下、さらに好ましくは１２％以下、特に好ましくは９％以下である。

[0021] B_2O_3は、化学強化ガラスのチッピング耐性を向上させ、また溶融性を向上させる成分である。B_2O_3は必須ではないが、B_2O_3を含有させる場合の含有量は、溶融性を向上するために好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上である。

一方、ガラスの耐酸性を維持するために、B_2O_3の含有量は５％以下が好ましい。B_2O_3の含有量は、より好ましくは４％以下、さらに好ましくは３％以下であり、特に好ましくは１％以下である。溶融時の脈理の発生を防止するためには、実質的に含有しないことが好ましい。

[0022] P_2O_5は、イオン交換性能およびチッピング耐性を向上させる成分である。P_2O_5は含有させなくてもよいが、P_2O_5を含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上である。

一方、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制するために、P_2O_5の含有量は、６％以下であり、好ましくは４％以下、より好ましくは３％以下、さらに好ましくは２％以下、特に好ましくは１％以下である。溶融時の脈理の発生を防止するためには、実質的に含有しないことが好ましい。

[0023] Na_2Oはイオン交換により表面圧縮応力層を形成させ、またガラスの溶融性を向上させる成分である。Na_2Oは含有させなくてもよいが、ガラス表面

のＬｉイオンをＮａイオンに交換し、Na_2Oを含有させる場合の含有量は１％以上が好ましい。Na_2Oの含有量は、より好ましくは２％以上、さらに好ましくは３％以上である。

一方、Na_2Oの含有量が過剰になるとイオン交換により形成される表面圧縮応力が著しく低下する。Na_2Oの含有量は、好ましくは８％以下であり、より好ましくは７％以下、さらに好ましくは６％以下、特に好ましくは５％以下、最も好ましくは４％以下である。

硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの混合溶融塩に浸漬する等の方法により、ガラス表面のＬｉイオンとＮａイオン、ＮａイオンとＫイオンを同時にイオン交換する場合には、Na_2Oの含有量は、さらに好ましくは７％以下、特に好ましくは６％以下、最も好ましくは５％以下である。また、Na_2Oの含有量は、好ましくは２％以上、より好ましくは３％以上、さらに好ましくは４％以上である。

[0024] K_2Oは、イオン交換性能を向上させる等のために含有させてもよい。K_2Oを含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上、特に好ましくは３％以上である。

一方、K_2Oの含有量が過剰であると、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制するため、K_2Oの含有量は１０％以下が好ましい。K_2Oの含有量は、より好ましくは８％以下であり、さらに好ましくは６％以下であり、特に好ましくは４％以下であり、最も好ましくは２％以下である。

[0025] ＣａＯは、ガラスの溶融性を向上させる成分であり、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分であり、含有させてもよい。ＣａＯを含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上であり、特に好ましくは３％以上、最も好ましくは５％以上である。

一方、イオン交換性能を高くするために、２０％以下が好ましい。ＣａＯ

の含有量は、より好ましくは１４％以下であり、さらに好ましくは、以下、段階的に、１０％以下、８％以下、６％以下、３％以下、１％以下である。

[0026] ＳｒＯは、ガラスの溶融性を向上させる成分であり、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分であり、含有させてもよい。ＳｒＯを含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上であり、特に好ましくは３％以上、最も好ましくは５％以上である。

一方、イオン交換性能を高くするために２０％以下が好ましい。ＳｒＯの含有量の含有量は、より好ましくは１４％以下であり、さらに好ましくは、以下、段階的に、１０％以下、８％以下、６％以下、３％以下、１％以下である。

[0027] ＢａＯは、化学強化用ガラスの溶融性を向上する成分であり、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分であり、含有させてもよい。ＢａＯを含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上であり、特に好ましくは３％以上、最も好ましくは５％以上である。

一方、イオン交換性能を高くするためにＢａＯの含有量は１５％以下が好ましく、より好ましくは、以下、段階的に、１０％以下、８％以下、６％以下、３％以下、１％以下である。チッピング耐性を向上させるためには、含有しないことが好ましい。

[0028] ＺｎＯはガラスの溶融性を向上させる成分であり、含有させてもよい。ＺｎＯを含有させる場合の含有量は、好ましくは０．２５％以上であり、より好ましくは０．５％以上である。

一方、ガラスの耐候性を維持するためにＺｎＯの含有量は１０％以下が好ましく、より好ましくは７％以下、さらに好ましくは５％以下、特に好ましくは２％以下、最も好ましくは１％以下である。

[0029] TiO_2は、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分であり、含有させてもよい。TiO_2を含有させる場合の含有量

は、好ましくは０．１％以上であり、より好ましくは０．１５％以上、さらに好ましくは０．２％以上である。

一方、溶融時の失透を抑制するために、TiO_2の含有量は１％以下が好ましく、より好ましくは０．５％以下、さらに好ましくは０．２５％以下である。

[0030] ZrO_2は、イオン交換による表面圧縮応力を増大させる成分であり、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する効果があり、含有させてもよい。ZrO_2を含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上である。

一方、溶融時に失透しにくいためにはZrO_2の含有量は８％以下が好ましく、より好ましくは６％以下、さらに好ましくは４％以下、特に好ましくは２％以下、最も好ましくは１．２％以下である。

[0031] La_2O_3、Nb_2O_5は、いずれも化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制する成分であり、含有させてもよい。これらの成分を含有させる場合のそれぞれの含有量は、好ましくは０．５％以上であり、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは１．５％以上であり、特に好ましくは２％以上、最も好ましくは２．５％以上である。

一方、La_2O_3、Nb_2O_5の含有量はそれぞれ過剰であると溶融時にガラスが失透しやすくなり化学強化ガラスの品質が低下する恐れがある。La_2O_3、Nb_2O_5の含有量はそれぞれ、８％以下であることが好ましく、より好ましくは６％以下、さらに好ましくは５％以下であり、特に好ましくは４％以下であり、最も好ましくは３％以下である。

[0032] Ta_2O_5、Gd_2O_3は、化学強化ガラスが割れた際の破片数を少なくし、破片の飛散を抑制するために少量含有してもよいが、屈折率や反射率が高くなるので１％以下が好ましく、０．５％以下がより好ましく、含有しないことがさらに好ましい。

[0033] Fe_2O_3は、ガラスの溶融性を向上させる成分である。Fe_2O_3は、熱線を吸収する成分であることから、溶融ガラスの熱対流を促してガラスの均質

性を増し、また溶融窯の底煉瓦の高温化を防いで窯の寿命を延ばす等の効果があり、大型窯を用いる板ガラスの溶融プロセスでは組成中に含まれることが好ましい。Fe_2O_3の含有量は好ましくは０．００２％以上、より好ましくは０．００６％以上、さらに好ましくは０．０１％以上、特に好ましくは０．０２％以上である。

一方、過度に含有するとFe_2O_3による着色が問題となる。酸化状態にあるFe_2O_3が黄色の着色原因となり、還元状態にあるＦｅＯが青色の着色原因となることが知られており、両者のバランスでガラスは、緑色に着色することが知られている。Fe_2O_3の含有量は０．３％以下が好ましく、０．０４％以下がより好ましく、０．０３％以下がさらに好ましく、０．０２５％以下が特に好ましい。

[0034] さらに、ガラスを着色する際は、所望の化学強化特性の達成を阻害しない範囲において着色成分を添加してもよい。着色成分としては、例えば、Co_3O_4、MnO_2、Fe_2O_3、ＮｉＯ、ＣｕＯ、Cr_2O_3、V_2O_5、Bi_2O_3、SeO_2、TiO_2、CeO_2、Er_2O_3、Nd_2O_3等が好適なものとして挙げられる。

[0035] 着色成分の含有量は、酸化物基準のモル百分率表示で、合計で７％以下の範囲が好ましい。７％を超えるとガラスが失透しやすくなり望ましくない。この含有量は好ましくは５％以下であり、より好ましくは３％以下であり、さらに好ましくは１％以下である。ガラスの可視光透過率を優先させる場合は、これらの成分は実質的に含有しないことが好ましい。

[0036] ガラスの溶融の際の清澄剤として、SO_3、塩化物、フッ化物などを適宜含有してもよい。As_2O_3は含有しないことが好ましい。Sb_2O_3を含有する場合は、０．３％以下が好ましく、０．１％以下がより好ましく、含有しないことが最も好ましい。

[0037] また、本発明の化学強化ガラス又は化学強化用ガラスは、銀イオンを表面に有することで、抗菌性を付与することができる。

[0038] また、本発明の化学強化用ガラス又は化学強化ガラスは、破壊靭性値（Ｋ

１ｃ）が０．７ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$以上であることが好ましく、０．７５ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$以上であることがより好ましく、０．７７ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$以上であることがさらに好ましく、０．８０ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$以上であることが特に好ましく、０．８２ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$以上であることが最も好ましい。当該破壊靭性値（Ｋ１ｃ）が０．７ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$以上であると、ガラスが破壊した時に生じる破片の数を抑制できる。

[0039] なお、本明細書における破壊靭性値（Ｋ１ｃ）とは、ＤＣＤＣ法（Ｄｏｕｂｌｅ　Ｃｌｅａｖａｇｅ　Ｄｒｉｌｌｅｄ　Ｃｏｍｐｒｅｓｓｉｏｎ法）によりＫ１－ｖ曲線を測定し、クラック進展速度ｖが10^{-1}ｍ／ｓｅｃとなる応力拡大係数Ｋ１（ＭＰａ・ｍ$^{1/2}$）として求められる破壊靭性値である。

[0040] また、本発明においては、化学強化用ガラスのヤング率が７０ＧＰａ以上であるとともに、化学強化ガラスの最表面における圧縮応力値（ＣＳ）とガラス表面から１μｍの深さの部分の圧縮応力値（CS_1）との差が５０ＭＰａ以下であることが好ましい。このようにすれば、化学強化処理後にガラス表面の研磨処理を行ったときに反りが生じにくいので好ましい。

[0041] 化学強化用ガラス又は化学強化ガラスのヤング率（Ｅ）は、より好ましくは９０ＧＰａ以上、特に好ましくは９５ＧＰａ以上、さらに好ましくは１００ＧＰａ以上である。ヤング率の上限は特に限定されないが、ガラスの耐酸性や失透特性を考慮した場合には、例えば１５０ＧＰａ以下であり、好ましくは１４５ＧＰａ以下、さらに好ましくは１３５ＧＰａ以下、特に好ましくは１２５ＧＰａ以下、最も好ましくは１１８ＧＰａ以下である。ヤング率は、たとえば超音波パルス法により測定できる。

[0042] 化学強化用ガラスの密度（ρ）は、製品の重さを軽くするため、さらにはチッピング耐性を向上させるため、好ましくは３．２ｇ／ｃｍ^{3}以下、より好ましくは３．１ｇ／ｃｍ^{3}以下、さらに好ましくは３．０ｇ／ｃｍ^{3}以下である。密度の下限は特に限定されないが、耐酸性など耐薬品性を維持するため、例えば２．３ｇ／ｃｍ^{3}以上であり、好ましくは２．５ｇ／ｃｍ^{3}以上、さ

らに好ましくは２．７ｇ／ｃｍ^{3}以上である。

[0043] 化学強化用ガラスの５０～３５０℃の平均線熱膨張係数（線膨張係数α）は、化学強化後の反りを低減するため、好ましくは１２０×１０$^{-7}$／℃以下、より好ましくは１００×１０$^{-7}$／℃以下、さらに好ましくは９０×１０$^{-7}$／℃以下、特に好ましくは８０×１０$^{-7}$／℃以下である。線膨張係数は、例えば、４５×１０$^{-7}$／℃以上であり、好ましくは５５×１０$^{-7}$／℃以上である。

[0044] 化学強化用ガラスのガラス転移点（Ｔｇ）は、化学強化後の反りを低減するため、好ましくは５５０℃以上、より好ましくは５７０℃以上、さらに好ましくは５９０℃以上である。一方、ガラス転移点が７５０℃超ではフロート成形などの板成形時に使用できる部材が限定される。好ましくは７５０℃以下であり、より好ましくは７２０℃以下、さらに好ましくは７００℃以下、特に好ましくは６６０℃以下である。

[0045] 化学強化用ガラスのビッカース硬度（Ｈｖ）は、好ましくは６５０ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上であり、さらに好ましくは７００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上である。化学強化用ガラスのビッカース硬度（Ｈｖ）の上限は特に限定されるものではないが、ガラスの製造特性を考慮する場合、例えば、１０００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以下であり、好ましくは９００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以下、より好ましくは８００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以下である。

[0046] 化学強化ガラスのビッカース硬度（Ｈｖｃｔ又はＨｖ）は、好ましくは７００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上であり、より好ましくは７５０ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上であり、さらに好ましくは８００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以上である。化学強化ガラスのビッカース硬度（Ｈｖｃｔ）の上限は特に限定されるものではないが、ガラスの製造特性を考慮する場合、例えば、１１００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以下であり、好ましくは１０００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以下、より好ましくは９００ｋｇｆ／ｍｍ^{2}以下である。

[0047] 本発明の化学強化ガラスの表面の圧縮応力値（ＣＳ$_0$）（以下、「表面圧縮応力値」や単に「ＣＳ」と称することもある。）は、好ましくは３００ＭＰ

ａ以上であり、より好ましくは３５０ＭＰａ以上であり、さらに好ましくは４００ＭＰａ以上である。一方、CS_0の上限は特に限定されるものではないが、例えば１２００ＭＰａ以下であり、好ましくは１０００ＭＰａ以下であり、さらに好ましくは８００ＭＰａ以下である。

[0048] 本発明の化学強化ガラスの圧縮応力層の深さ（ＤＯＬ）は、好ましくは５０μｍ以上であり、より好ましくは７０μｍ以上であり、さらに好ましくは９０μｍ以上であり、特に好ましくは１１０μｍ以上である。一方、ＤＯＬが２００μｍ超だとＣＴが大きくなり、割れた際に破片が飛散する危険性がある。ＤＯＬは好ましくは２００μｍ以下、より好ましくは１６０μｍ以下である。

[0049] 本発明の化学強化ガラスのガラス表面から５０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{50}）は、３０ＭＰａ以上が好ましい。より好ましくは４０ＭＰａ以上、さらに好ましくは５０ＭＰａ以上、特に好ましくは６０ＭＰａ以上である。

本発明の化学強化ガラスのガラス表面から９０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{90}）は、２５ＭＰａ以上が好ましい。より好ましくは３０ＭＰａ以上、さらに好ましくは４０ＭＰａ以上、特に好ましくは５０ＭＰａ以上である。

[0050] 表面圧縮応力（ＣＳ）と圧縮応力値（CS_{50}）との関係は、少なくとも２つの異なる関数で示されることが好ましい。例えば、２つの異なる関数とは、ガラス表面から所定の深さまでの第１の領域と、前記第１の領域から前記表面圧縮応力が０になる深さまでの第２の領域において、前記第１の領域を示す関数及び前記第２の領域を示す関数である。この時、前記第１の領域を示す関数と前記第２の領域を示す関数はいずれも一次関数であって、前記第１の領域を示す一次関数の傾きは、前記第２の領域を示す一次関数の傾きよりも大きいことが好ましい。

[0051] 本発明の化学強化ガラスは、例えば、以下のようにして製造できる。

[0052] まず、化学強化処理に供するガラスを用意する。化学強化処理に供するガ

ラスは、本発明の化学強化用ガラスが好ましい。化学強化処理に供するガラスは通常の方法で製造できる。例えば、ガラスの各成分の原料を調合し、ガラス溶融窯で加熱溶融する。その後、公知の方法によりガラスを均質化し、ガラス板等の所望の形状に成形し、徐冷する。

[0053] ガラス板の成形法としては、例えば、フロート法、プレス法、フュージョン法及びダウンドロー法が挙げられる。特に、大量生産に適したフロート法が好ましい。また、フロート法以外の連続成形法、すなわち、フュージョン法およびダウンドロー法も好ましい。

[0054] その後、成形したガラスを必要に応じて研削および研磨処理して、ガラス基板を形成する。なお、ガラス基板を所定の形状及びサイズに切断したり、面取り加工したりする場合、後述する化学強化処理を施す前に、ガラス基板の切断や面取り加工を行えば、その後の化学強化処理によって端面にも圧縮応力層が形成されるため、好ましい。

[0055] 得られたガラス板に化学強化処理を施した後、洗浄および乾燥することにより、本発明の化学強化ガラスを製造できる。

[0056] 化学強化処理は、従来公知の方法によって行うことができる。化学強化処理においては、大きなイオン半径の金属イオン（典型的には、Ｋイオン）を含む金属塩（例えば、硝酸カリウム）の融液に、浸漬などによってガラス板を接触させることにより、ガラス板中の小さなイオン半径の金属イオン（典型的には、ＮａイオンまたはＬｉイオン）が大きなイオン半径の金属イオン（典型的には、Ｎａイオンに対してはＫイオン、Ｌｉイオンに対してはＮａイオン又はＫイオン）と置換される。

[0057] 化学強化処理（イオン交換処理）は、例えば、３６０～６００℃に加熱された硝酸カリウム等の溶融塩中に、ガラス板を０．１～５００時間浸漬することによって行うことができる。なお、溶融塩の加熱温度としては、３７５～５００℃が好ましく、また、溶融塩中へのガラス板の浸漬時間は、０．３～２００時間が好ましい。

[0058] 化学強化処理を行うための溶融塩としては、硝酸塩、硫酸塩、炭酸塩、塩

化物などが挙げられる。このうち硝酸塩としては、硝酸リチウム、硝酸ナトリウム、硝酸カリウム、硝酸セシウム、硝酸銀などが挙げられる。硫酸塩としては、硫酸リチウム、硫酸ナトリウム、硫酸カリウム、硫酸セシウム、硫酸銀などが挙げられる。炭酸塩としては、炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウムなどが挙げられる。塩化物としては、塩化リチウム、塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化セシウム、塩化銀などが挙げられる。これらの溶融塩は単独で用いてもよいし、複数種を組み合わせて用いてもよい。

[0059] 本発明において、化学強化処理の処理条件は、ガラスの特性・組成や溶融塩の種類、ならびに、最終的に得られる化学強化ガラスに所望される表面圧縮応力（ＣＳ）や圧縮応力層の深さ（ＤＯＬ）等の化学強化特性などを考慮して、適切な条件を選択すればよい。

[0060] また、本発明においては、化学強化処理を一回のみ行ってもよく、あるいは２以上の異なる条件で複数回の化学強化処理（多段強化）を行ってもよい。ここで、例えば、１段階目の化学強化処理として、ＣＳが相対的に低くなる条件で化学強化処理を行った後に、２段階目の化学強化処理として、ＣＳが相対的に高くなる条件で化学強化処理を行うと、化学強化ガラスの最表面のＣＳを高めつつ、内部引張応力面積（Ｓｔ）を抑制でき、結果として内部引張応力（ＣＴ）を低めに抑えることができる。

[0061] 本発明の化学強化ガラスは、携帯電話、スマートフォン、携帯情報端末（ＰＤＡ）、タブレット端末等のモバイル機器等に用いられるカバーガラスとして、特に有用である。さらに、携帯を目的としない、テレビ（ＴＶ）、パーソナルコンピュータ（ＰＣ）、タッチパネル等のディスプレイ装置のカバーガラス、エレベータ壁面、家屋やビル等の建築物の壁面（全面ディスプレイ）、窓ガラス等の建築用資材、テーブルトップ、自動車や飛行機等の内装等やそれらのカバーガラスとして、また曲げ成形や加工により平板状でない曲面形状を有する筐体等の用途にも有用である。

[0062] 本発明の化学強化用ガラスは、失透温度Ｔが、粘度が10^4ｄＰａ・ｓとなる温度Ｔ４以下であることが好ましい。失透温度ＴがＴ４より高い場合には

、フロート法等によるガラス板成形時に失透による品質低下が生じやすいからである。

本発明の化学強化用ガラスは、板厚０．８ｍｍのガラスに対し、ＮａＮＯ$_3$：１００％、５００℃、１５時間の化学強化を行った後の表面圧縮応力値（ＣＳｇ）が、好ましくは３００ＭＰａ以上であり、より好ましくは３５０ＭＰａ以上であり、さらに好ましくは４００ＭＰａ以上である。一方、ＣＳｇの上限は特に限定されるものではないが、例えば１２００ＭＰａ以下であり、好ましくは１０００ＭＰａ以下であり、さらに好ましくは８００ＭＰａ以下である。

また、本発明の化学強化用ガラスは、板厚０．８ｍｍのガラスに対し、ＮａＮＯ$_3$：１００％、５００℃、１５時間の化学強化を行った後の圧縮応力層の深さ（ＤＯＬｇ）は、好ましくは３０μｍ以上であり、より好ましくは４０μｍ以上であり、さらに好ましくは５０μｍ以上であり、特に好ましくは６０μｍ以上である。

[0063] 本発明の化学強化ガラスは、板状（ガラス板）である場合、その板厚（ｔ）は、化学強化の効果を高くするためには、例えば２ｍｍ以下であり、好ましくは１．５ｍｍ以下であり、より好ましくは１ｍｍ以下であり、さらに好ましくは０．９ｍｍ以下であり、特に好ましくは０．８ｍｍ以下であり、最も好ましくは０．７ｍｍ以下である。また、当該板厚は、化学強化処理による十分な強度向上の効果を得る観点からは、例えば０．１ｍｍ以上であり、好ましくは０．２ｍｍ以上であり、より好ましくは０．４ｍｍ以上であり、さらに好ましくは０．５ｍｍ以上である。

[0064] 本発明の化学強化ガラスは、適用される製品や用途等に応じて、板状以外の形状でもよい。またガラス板は、外周の厚みが異なる縁取り形状などを有してもよい。また、上記ガラス板は、２つの主面と、これらに隣接して板厚を形成する端面とを有し、２つの主面は互いに平行な平坦面を形成していてもよい。ただし、ガラス板の形態はこれに限定されず、例えば２つの主面は互いに平行でなくともよく、また、２つの主面の一方又は両方の全部又は一

部が曲面であってもよい。より具体的には、ガラス板は、例えば、反りの無い平板状のガラス板であってもよく、また、湾曲した表面を有する曲面ガラス板であってもよい。

実施例

[0065] 以下、本発明を実施例によって説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、表中の各測定結果について、空欄は未測定であることを表す。

[0066] （化学強化ガラスの作製）

表中に示される酸化物基準のモル百分率表示の各ガラス組成となるようにガラス板を白金るつぼ溶融にて作製した。酸化物、水酸化物、炭酸塩または硝酸塩等一般に使用されているガラス原料を適宜選択し、ガラスとして１０００ｇになるように秤量した。ついで、混合した原料を白金るつぼに入れ、１５００～１７００℃の抵抗加熱式電気炉に投入して３時間程度溶融し、脱泡、均質化した。得られた溶融ガラスを型材に流し込み、ガラス転移点＋５０℃の温度において１時間保持した後、０．５℃／分の速度で室温まで冷却し、ガラスブロックを得た。得られたガラスブロックを切断、研削し、最後に両面を鏡面に加工して、縦５０ｍｍ×横５０ｍｍ×板厚０．８（ｍｍ）の板状ガラス（化学強化用ガラス）を得た。ガラス中のFe_2O_3量は０．０１２５％であった。

[0067] つづいて、各ガラスに対して、化学強化処理を行うことにより、化学強化ガラスを得た。ＣＳｇ、ＤＯＬｇを得るため、例１～７のガラスについて板厚０．８ｍｍ、$NaNO_3$：１００％、５００℃、１５時間の条件で化学強化処理を行った。表１に結果を示す。なお、例１、例７のＣＳｇ、ＤＯＬｇの値は計算値である。

また、スクラッチ試験に用いたガラスとしては、例１のガラスについては２種の溶融塩で処理を行い、板厚０．８ｍｍ、（１回目）$NaNO_3$：１００％、４５０℃、４時間、（２回目）KNO_3：１００％、４５０℃、６時間で行った。例２～６のガラスについては、１種の溶融塩を用いて、板厚０．８

ｍｍ、ＮａＮＯ$_3$：１００％、５００℃、１５時間の条件で化学強化処理を行った。例７のガラスについては２種の溶融塩で処理を行い、板厚０．８ｍｍ、（１回目）ＮａＮＯ$_3$：１００％、４５０℃、３時間、（２回目）ＫＮＯ$_3$：１００％、４５０℃、１．５時間で行った。

[0068] ＜密度（ρ）＞

密度測定は液中ひょう量法（ＪＩＳＺ８８０７：２０１２　固体の密度及び比重の測定方法）で行った。単位は、ｇ／ｃｍ^{3}である。

＜ヤング率（Ｅ）＞

化学強化前のガラスについて、ヤング率Ｅ（単位；ＧＰａ）は、超音波パルス法（ＪＩＳ　Ｒ１６０２：１９９５）により測定した。

＜ビッカース硬度（Ｈｖ）＞

化学強化前後のガラスについて、ビッカース硬度Ｈｖ（単位：ｋｇｆ／ｍｍ^2）はＪＩＳ　Ｚ　２２４４：２００９『ビッカース硬さ試験－試験方法』の方法に準じ、荷重を１００ｇｆとして測定した。

＜ガラス転移点（Ｔｇ）＞

化学強化前のガラスについて、ガラス転移点Ｔｇ（単位；℃）は、ＪＩＳ　Ｒ３１０３－３：２００１に規定されている方法に従い、熱機械分析装置（ＴＭＡ）を用いて測定した。

[0069] ＜線膨張係数（α）＞

線膨張係数αおよびガラス転移点ＴｇはＪＩＳ　Ｒ３１０２：１９９５『ガラスの平均線膨張係数の試験方法』の方法に準じ、５０～３５０℃の平均線熱膨張係数（$\alpha_{50\sim350}$）（単位：／℃）を測定した。

＜ＣＳ、ＤＯＬ＞

表面圧縮応力ＣＳ（単位：ＭＰａ）は、折原製作所社製の表面応力計ＦＳＭ－６０００によりＣＳを測定した。圧縮応力層の厚みＤＯＬ（単位：μｍ）、CS_{50}、CS_{90}、Ｃｓｇ及びＤＯＬｇについては、例１および２のガラスについてはＡｂｒｉｏ－ＩＭおよび薄片サンプルを用いた手法により測定し、例３～７のガラスについては散乱光光弾性を応用した折原製作所製の測

定機ＳＬＰ１０００を用いて測定した。

＜スクラッチ試験＞

＃８０ガーネットのサンドペーパーを約１ｃｍ角に切り出し、新東科学株式会社製トライボギアに取り付けて、３００ｇｆの荷重を加えて擦り、生成したキズの外観を観察した。

[0070] [表1]

（表１）

mol%	例１	例２	例３	例４	例５	例６	例７
SiO_2	64	40	40	40	40	40	70
Al_2O_3	6	25	25	25	25	25	7.5
B_2O_3	0	0	0	0	0	5	0
P_2O_5	0	0	0	0	5	0	0
MgO	6	15	10	5	5	5	7
CaO	0	0	0	0	0	0	0.2
ZrO_2	2	2	2	2	2	2	1
Y_2O_3	6	8	8	8	8	8	0
Li_2O	16	10	10	15	15	15	8
Na_2O	0	0	5	5	0	0	5.3
K_2O	0	0	0	0	0	0	1
密度（ρ）	2.85	3.03	3.03	2.98	2.97	2.97	2.44
ヤング率(E)	102.7	120.3	115.1	111.6	114.1	108.5	82.6
ビッカース硬度（Hv）	706	813	796	772	756	719	610
線膨張係数（α^{50-350}）$\times 10^{-7}$	70	61	72	75	66	63	72
ガラス転移点（Tg）	600	690	660	640	650	690	550
CSg	500	580	680	830	1130	1200	200
DOLg	150	10	90	145	60	70	180

[0071]

[表2]

（表２）

ガラス	例１	例２	例３	例４	例５	例６	例７
化学強化処理条件	板厚 0.8mm、(1)$NaNO_3$：100% 450℃、４時間 (2)KNO_3：100% 450℃、６時間	板厚 0.8mm $NaNO_3$:100%、500℃、15 時間					板厚 0.8mm、(1)$NaNO_3$：100% 450℃、３時間 (2)KNO_3：100% 450℃、1.5 時間
CS	600	580	680	830	1130	1200	900
DOL	110	10	90	145	60	70	110
CS_{50}	305		250	600	80	280	
CS_{90}	107			300			
化学強化後のビッカース硬度（Hv）	775	912	830	813	816	795	680
スクラッチ試験	良好	良好	良好	良好	良好	良好	不良

[0072] 以上の結果から、例１～６は化学強化後のビッカース硬度Ｈｖが７００（ｋｇｆ／ｍｍ^2）以上であることからスクラッチ耐性が優れていることがわかった。例１、３～６はビッカース硬度Ｈｖが７００（ｋｇｆ／ｍｍ^2）以上、かつ、ＤＯＬｇが３０μｍ以上であり、スクラッチ耐性に優れており、かつ曲げ破壊耐性が優れていることがわかった。

[0073] 本発明を詳細に、また特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。本出願は２０１７年４月２８日出願の日本特許出願（特願２０１７－０８９９８４）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] 酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を３８～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

ＭｇＯを３～２０％、

Li_2Oを０超２０％以下、

Y_2O_3を０超２０％以下、

B_2O_3を０～５％、

P_2O_5を０～６％、

Na_2Oを０～８％、

K_2Oを０～１０％、

ＣａＯを０～２０％、

ＳｒＯを０～２０％、

ＢａＯを０～１５％、

ＺｎＯを０～１０％、

TiO_2を０～１％、及び

ZrO_2を０～８％を含有し、かつ

ヤング率が９０ＧＰａ以上であり、ビッカース硬度が６５０ｋｇｆ／mm^2以上である化学強化用ガラス。

[請求項2] 酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を３８～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

ＭｇＯを３～２０％、

Li_2Oを０超２０％以下、

Y_2O_3を０超２０％以下、

B_2O_3を０～５％、

P_2O_5を０～６％、

Na_2Oを０～８％、

K_2Oを０～１０％、

ＣａＯを０～２０％、

ＳｒＯを０～２０％、

ＢａＯを０～１５％、

ＺｎＯを０～１０％、

TiO_2を０～１％、及び

ZrO_2を０～８％を含有し、かつ

ヤング率が９０ＧＰａ以上であり、ビッカース硬度が７００ｋｇｆ／mm^2以上であり、

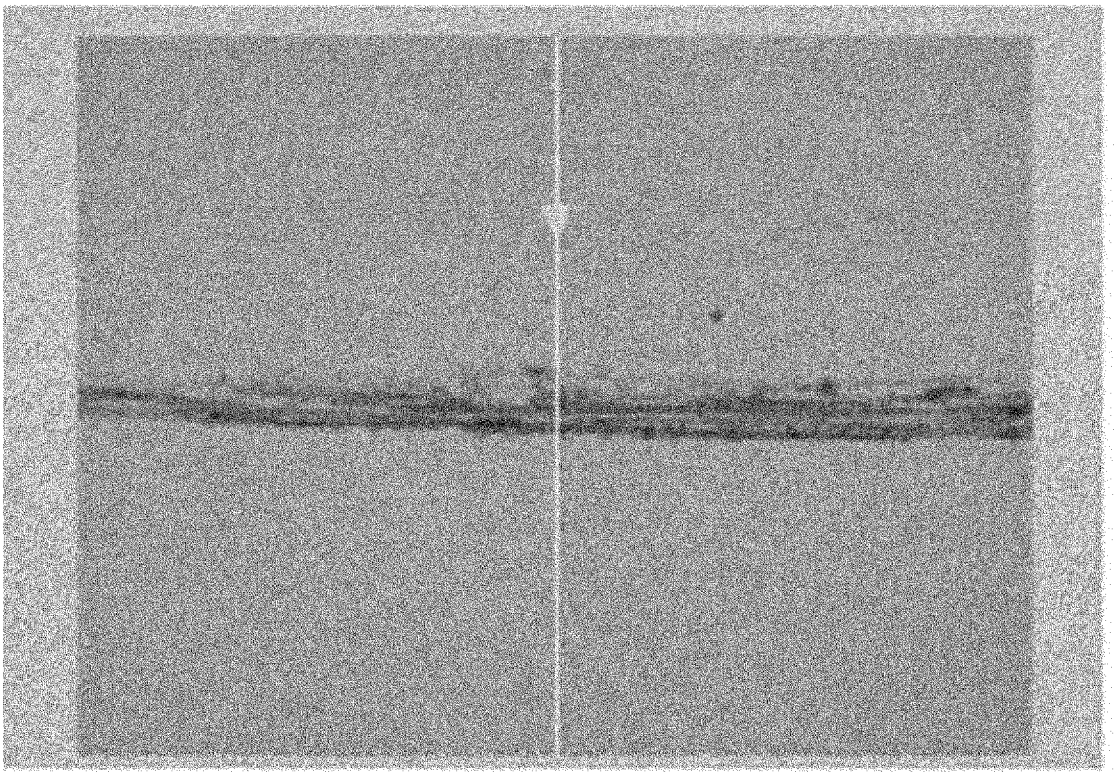
表面圧縮応力（ＣＳ）が３００ＭＰａ以上であり、ガラス表面から５０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{50}）が３０ＭＰａ以上である化学強化ガラス。

[請求項3] ガラス表面から９０μｍの深さ部分の圧縮応力値（CS_{90}）が２５ＭＰａ以上である請求項２に記載の化学強化ガラス。

[請求項4] 前記表面圧縮応力と前記圧縮応力値（CS_{50}）との関係が、少なくとも２つの異なる関数で示される請求項２または３に記載の化学強化ガラス。

[請求項5] 前記２つの異なる関数が、ガラス表面から所定の深さまでの第１の領域と、前記第１の領域から前記表面圧縮応力が０になる深さまでの第２の領域において、前記第１の領域を示す一次関数及び前記第２の領域を示す一次関数である場合、前記第１の領域を示す一次関数の傾きは、前記第２の領域を示す一次関数の傾きよりも大きい請求項４に記載の化学強化ガラス。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/016505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. C03C3/095(2006.01)i, C03C3/068(2006.01)i, C03C3/097(2006.01)i, C03C21/00(2006.01)i

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)
Int.Cl. C03C3/095, C03C3/068, C03C3/097, C03C21/00

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2000-357318 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 26 December 2000, paragraph [0004], examples 9, 39, 41 & US 6387510 B1, column 1, lines 48-51	1-5
X	JP 2001-134925 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 18 May 2001, paragraph [0009], examples 160-163 (Family: none)	1-5
X	JP 2003-238196 A (OKAMOTO GLASS CO., LTD.) 27 August 2003, tables 3, 4 (Family: none)	1
A		2-5
A	JP 2001-172043 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 26 June 2001, table 1 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 May 2018 (02.05.2018)	15 May 2018 (15.05.2018)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１６５０５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03C3/095(2006.01)i, C03C3/068(2006.01)i, C03C3/097(2006.01)i, C03C21/00(2006.01)i

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））

Int.Cl.　C03C3/095, C03C3/068, C03C3/097, C03C21/00

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2000-357318 A (旭硝子株式会社) 2000.12.26, [0004], 例 9, 39, 41 & US 6387510 B1, 第 1 欄 48-51 行	1-5
X	JP 2001-134925 A (旭硝子株式会社) 2001.05.18, [0009], 例 160-163 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2003-238196 A (岡本硝子株式会社) 2003.08.27, [表 3], [表 4] (ファミリーなし)	1
A		2-5

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、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
０２．０５．２０１８	１５．０５．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｔ　４４２５
山田　貴之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

C（続き）．　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
A	JP 2001-172043 A (旭硝子株式会社) 2001.06.26, [表1] (ファミリーなし)	1-5