(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
2019年8月8日(08.08.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/150654 A1

(51) 国際特許分類:
C03C 3/085 (2006.01) *C03C 3/095* (2006.01)
C03C 3/087 (2006.01) *C03C 21/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/037115

(22) 国際出願日： 2018年10月3日(03.10.2018)

(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 2018-018508 2018年2月5日(05.02.2018) 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 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 金原 一樹(**KANEHARA Kazuki**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 前田 枝里子(**MAEDA Eriko**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ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).

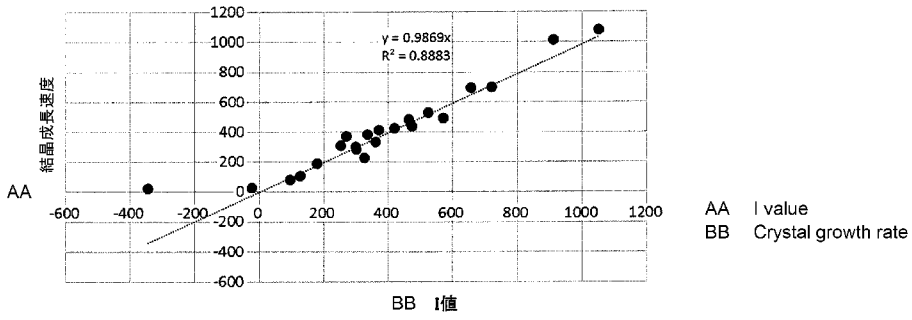
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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,

WO 2019/150654 A1

(54) **Title:** CHEMICALLY STRENGTHENED GLASS

(54) 発明の名称： 化学強化用ガラス



(57) **Abstract:** The present invention relates to chemically strengthened glass which comprises, in mole percent on an oxide basis, 45 to 75% of SiO_2, 1 to 30% of Al_2O_3, 1 to 20% of Li_2O, 0 to 5% of Y_2O_3, 0 to 5% of ZrO_2, and 0 to 1% of TiO_2, and a total of 1 to 20% of any one or more of MgO, CaO, SrO, BaO, and ZnO, a total of 0 to 10% of Na_2O and K_2O, and a total of 0 to 10% of B_2O_3 and P_2O_5, wherein an M value represented by the formula is 1000 or more. $M=-5 \times [SiO_2]+121 \times [Al_2O_3]+50 \times [Li_2O]-35 \times [Na_2O]+32 \times [K_2O]+85 \times [MgO]+54 \times [CaO]-41 \times [SrO]-4 \times [P_2O_5]+218 \times [Y_2O_3]+436 \times [ZrO_2]-1180$

［続葉有］

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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明は酸化物基準のモル百分率表示で、SiO_2を４５～７５％、Al_2O_3を１～３０％、Li_2Oを１～２０％、Y_2O_3を０～５％、ZrO_2を０～５％、及びTiO_2を０～１％を含有し、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％、かつ、次式で表されるＭ値が１０００以上の化学強化用ガラスに関する。$M=-5\times[SiO_2]+121\times[Al_2O_3]+50\times[Li_2O]-35\times[Na_2O]+32\times[K_2O]+85\times[MgO]+54\times[CaO]-41\times[SrO]-4\times[P_2O_5]+218\times[Y_2O_3]+436\times[ZrO_2]-1180$

明　細　書

発明の名称 ： 化学強化用ガラス

技術分野

[0001] 本発明は、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目的で、化学強化ガラスからなるカバーガラスが用いられている。

[0003] 化学強化ガラスにおいては、表面圧縮応力（値）（ＣＳ）や圧縮応力層深さ（ＤＯＬ）が大き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ように、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、破片が飛散する危険性が大きくなる。

[0004] 特許文献１には、２段階の化学強化処理によって、折れ曲がった線で表される応力プロファイルを形成することで内部引張応力を抑制しながら表面圧縮応力を大きくできることが記載されている。具体的には、比較的Ｋ濃度の低いKNO_3／$NaNO_3$混合塩を１段目の化学強化に、比較的Ｋ濃度の高いKNO_3／$NaNO_3$混合塩を２段目の化学強化に用いる方法などが提案されている。

また、特許文献２には２段階の化学強化処理により、比較的大きい表面圧縮応力と圧縮応力層深さが得られるリチウムアルミノシリケートガラスが開示されている。リチウムアルミノシリケートガラスは、１段目の化学強化処理にナトリウム塩を用い、２段目の化学強化処理にカリウム塩を用いる２段階の化学強化処理によって、ＣＳとＤＯＬをともに大きくできる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１５／０２５９２４４号明細書

特許文献2：日本国特表２０１３－５２０３８８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 最近では、より薄くて軽いカバーガラスや、曲面状等に加工されたカバーガラスの需要が高まっており、表面圧縮応力値（ＣＳ）と圧縮応力層深さ（ＤＯＬ）を同時に大きくできるリチウムアルミノシリケートガラスが注目されている。

しかし、リチウムアルミノシリケートガラスは、ガラスの製造工程において、または、得られたガラスを曲げ成形等する工程において、失透しやすい傾向がある。

本発明は、失透が生じにくく、かつ、大きなＣＳと大きなＤＯＬを達成可能な化学強化用ガラスの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を４５～７５％、Al_2O_3を１～３０％、Li_2Oを１～２０％、

Y_2O_3を０～５％、ZrO_2を０～５％、及びTiO_2を０～１％を含有し、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、

Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、

B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％、かつ、

次式で表されるM値が１０００以上の化学強化用ガラスを提供する。

$M=-5\times[SiO_2]+121\times[Al_2O_3]+50\times[Li_2O]-35\times[Na_2O]+32\times[K_2O]+85\times[MgO]+54\times[CaO]-41\times[SrO]-4\times[P_2O_5]+218\times[Y_2O_3]+436\times[ZrO_2]-1180$

[0008] また、４５０℃の硝酸ナトリウムに１時間浸漬して化学強化した後の表面

圧縮応力値が３００ＭＰａ以上になり、かつ、４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した後の表面圧縮応力が８００ＭＰａ以上であり、化学強化ガラスの母組成が、酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を４５～７５％、Al_2O_3を１～３０％、Li_2Oを１～２０％、

Y_2O_3を０～５％、ZrO_2を０～５％、及びTiO_2を０～１％を含有し、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、

Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、

B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％、かつ、

前記式で表されるＭ値が１０００以上の化学強化用ガラスを提供する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、失透が生じにくく、かつ、大きな表面圧縮応力値（ＣＳ）と大きな圧縮応力層深さ（ＤＯＬ）を有する化学強化ガラスが提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、Ｉ値と結晶成長速度の関係を示す図である。

[図2]図２は、Ｉ２値と失透特性の関係を示す図である。

[図3]図３は、仮想温度と屈折率の関係を示すグラフの一例である。

[図4]図４は、結晶成長速度測定に用いた白金容器の略図である。

[図5]図５は、フロート模擬降温条件の温度プロファイルである。

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、「化学強化ガラス」は、化学強化処理を施した後のガラスを指す。また、「化学強化用ガラス」は、化学強化処理を施す前のガラ

スを指す。

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。化学強化ガラスでは通常、ガラス表面部分にイオン交換による圧縮応力層が形成されるので、イオン交換されていない部分のガラス組成は化学強化ガラスの母組成と一致する。

[0012] 本明細書において、ガラス組成は酸化物基準のモル百分率表示で示し、モル％を単に％と記載することがある。また、数値範囲を示す「～」とは、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。

ガラス組成において「実質的に含有しない」とは、原材料等に含まれる不可避の不純物を除いて含有しない、すなわち、意図的に含有させたものではないことを意味する。具体的には、たとえば、ガラス組成中の含有量が、０．１モル％未満である。

[0013] 本明細書において「応力プロファイル」は、ガラス表面からの深さを変数として圧縮応力値を表したパターンである。負の圧縮応力値は、引張応力を意味する。

本明細書において、ガラスの「破砕性」とは、ガラスが破壊された際に破片が飛散しやすい性質をいう。

[0014] 以下において、ガラスの「表面圧縮応力値」は、特に断らない限り厚さ０．８ｍｍのガラス板をガラス転移点Ｔｇより５０℃高い温度に１時間以上保持した後、０．５℃／ｍｉｎの冷却速度で徐冷したガラス板を用いて、化学強化処理を行った時の表面圧縮応力値である。化学強化処理によって生じる表面圧縮応力は、そのガラスの仮想温度が低いほど大きくなる傾向があり、ガラスの仮想温度はそのガラスが受けた熱履歴（たとえば冷却速度）の影響を受ける。熱処理と徐冷によって仮想温度の影響を除いて評価する。

[0015] また、「β－ＯＨ値」は、ＦＴ－ＩＲ法によって測定された参照波長４０００ｃｍ$^{-1}$における透過率X_1（％）、水酸基の吸収波長である３５７０ｃｍ$^{-1}$付近における最小透過率X_2（％）およびガラス板の厚さｔ（単位：ｍｍ）から、式（１）によって求められる。

β－ＯＨ値＝（１／ｔ）ｌｏｇ$_{10}$（X_1／X_2）・・・・・（１）

なお、β－ＯＨ値は、ガラス原料に含まれる水分量や溶解条件によって調節できる。

[0016] ＜化学強化用ガラス＞

本発明の化学強化用ガラス（以下「本ガラス」ということがある）は、酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を４５～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

Li_2Oを１～２０％、

Y_2O_3を０～５％、

ZrO_2を０～５％、

TiO_2を０～１％、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、含有し、

Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、

B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％である。

[0017] 本ガラスは前記組成範囲を満たすことに加え、次式で表されるＭ値が１０００以上である。

Ｍ＝－５×［SiO_2］＋１２１×［Al_2O_3］＋５０×［Li_2O］－３５×［Na_2O］＋３２×［K_2O］＋８５×［ＭｇＯ］＋５４×［ＣａＯ］－４１×［ＳｒＯ］－４×［P_2O_5］＋２１８×［Y_2O_3］＋４３６×［ZrO_2］－１１８０

式中、［SiO_2］、［Al_2O_3］、［Li_2O］、［Na_2O］、［K_2O］、［ＭｇＯ］、［ＣａＯ］、［ＳｒＯ］、［P_2O_5］、［Y_2O_3］および［ZrO_2］は、各成分のモル百分率表示の含有量を表す。以下においても同様である。

[0018] 本発明者らは、化学強化用ガラスのガラス組成と化学強化後の圧縮応力値の関係および化学強化特性との関係を研究し、前記Ｍ値が大きいガラスは、

化学強化処理により導入可能な圧縮応力値が大きく、かつ失透（結晶）が生じにくいことを見出した。

本発明者らは種々のガラス組成について、化学強化処理を行った時の表面圧縮応力と８５０℃～１２００℃における結晶成長速度とを、調査した。化学強化処理条件としては、４５０℃の硝酸ナトリウムに１時間浸漬して強化した場合（１段強化処理）と、４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した場合（２段強化処理）について評価した。

[0019] その結果、Ｍ値が１０００以上のガラスでは、４５０℃の硝酸ナトリウムに１時間浸漬する１段強化処理後の表面圧縮応力（ＣＳ１）は、３００ＭＰａ以上となった。また、４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬する２段強化処理後の表面圧縮応力（ＣＳ２）は、８００ＭＰａ以上となった。

[0020] Ｍ値が大きいガラスは、８５０～１２００℃における結晶成長速度が小さく、ガラス製造時の失透による欠点の生成が抑制される傾向も認められた。結晶成長速度の評価方法は後に説明する。

Ｍ値は、より好ましくは１１００以上、さらに好ましくは１２００以上である。しかしＭ値が大きすぎる場合は、ガラスがもろくなる恐れがあるので、好ましくは１８００以下、より好ましくは１６５０以下、さらに好ましくは１５００以下、典型的には１３５０以下である。

[0021] また、本ガラスは前記組成範囲を満たすことに加え、次式で表されるＩ値が８５０以下であることが好ましく、６００以下であることがより好ましい。

$I = -4.8 \times [SiO_2] + 102 \times [Al_2O_3] + 81 \times [Li_2O] - 272 \times [Na_2O] - 281 \times [K_2O] - 16 \times [MgO] - 25 \times [Y_2O_3] + 0.028 \times [ZrO_2] + 63$

本発明者らは、化学強化用ガラスのガラス組成と失透特性を研究し、前記Ｉ値と後述するガラスの７００℃～１２００℃における結晶成長速度に高い

相関があることを見出した。

[0022] 図１は、後述の実施例および比較例のガラスについて、Ｉ値と結晶成長速度の関係をプロットした図である。

Ｉ値は、好ましくは８５０以下、さらに好ましくは６００以下であると、ガラス製造時の失透が起きにくい。Ｉ値は、より好ましくは５００以下、よりさらに好ましくは４００以下、特に好ましくは３００以下、最も好ましくは２００以下である。Ｉ値の下限は特に限定されないが、ガラスの化学強化による圧縮応力値を考慮に入れる場合は、５０超が好ましく、８０以上がより好ましく、１００以上が特に好ましい。

[0023] 本発明者らはまた、本ガラスは前記組成範囲を満たすことに加え、次式で表されるＩ２値は、５以下が好ましいことを見出した。

$I2 = 0.27 \times [SiO_2] + 1.4 \times [Al_2O_3] - 1.1 \times [Na_2O] - 1.7 \times [K_2O] + 0.38 \times [MgO] - 1.36 \times [Y_2O_3] - 0.59 \times [ZrO_2] - 23$

本発明者らは、化学強化用ガラスのガラス組成と失透特性を研究し、前記Ｉ２値が小さいガラス組成であれば、液相温度以上の温度からガラスを冷却する際に失透が発生しにくいことを見出した。

[0024] 本発明者らは、表１および表２に示した組成を有するガラス（Ａ１～Ａ１８）を作製し、１３００℃で３０分保持した後、２段目処理温度欄（８５０℃～１２００℃）に示す温度に１０分保持する２段熱処理を行って失透発生の有無を観察した。表１、２には、２段目処理温度ごとに失透の有無および、失透が生じた温度条件数を記す。表中、「Ｎ」は失透が見られなかったことを示し、「●」は失透が認められたことを示す。たとえば、Ａ３のガラスの場合、８５０℃および９００℃の２つの条件で失透が認められたので、失透が生じた温度条件数は、２である。「失透が生じた温度条件数」を意味する「二段熱処理における失透有の温度条件数」が少ないガラスは、高温から冷却させたときに失透する可能性が低く、失透耐性が良好であるといえる。

[0025]

[表1]

表1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
SiO_2	70.00	69.62	69.43	69.24	68.86	68.30	67.73	67.16	66.60
Al_2O_3	7.50	7.99	8.24	8.49	8.98	9.72	10.46	11.19	11.93
MgO	7.00	6.67	6.49	6.32	5.99	5.48	4.98	4.48	3.98
CaO	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
ZrO_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
Y_2O_3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Li_2O	8.00	8.49	8.74	8.99	9.48	10.22	10.96	11.69	12.43
Na_2O	5.30	5.03	4.90	4.76	4.49	4.09	3.69	3.28	2.88
K_2O	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
I2値	0.94	1.69	2.08	2.47	3.22	4.35	5.49	6.62	7.75
850℃	N	N	●	●	●	●	●	●	●
900℃	N	●	●	●	●	●	●	●	●
950℃	N	N	N	●	●	●	●	●	●
1000℃	N	N	N	●	●	●	●	●	●
1050℃	N	N	N	N	N	●	●	●	●
1100℃	N	N	N	N	N	N	●	●	●
1150℃	N	N	N	N	N	N	N	N	●
1200℃	N	N	N	N	N	N	N	N	N
二段熱処理における失透有の温度条件数	0	1	2	4	4	5	6	6	7
フロート模擬降温時の失透	N	N	N	N	N	N	●	●	●

[0026]

[表2]

表2

	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18
SiO_2	71.00	63.20	65.00	65.00	63.00	63.30	63.00	69.00	67.00
Al_2O_3	7.00	14.30	11.00	11.00	12.00	11.00	10.00	11.00	11.50
MgO	6.00	1.00	4.90	4.90	5.90	5.90	6.90	1.90	2.90
CaO	-	-	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
ZrO_2	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Y_2O_3	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
Li_2O	8.50	13.50	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	10.00	10.50
Na_2O	7.50	2.00	5.80	4.80	2.80	4.30	5.80	5.80	4.80
K_2O	-	5.00	1.10	2.10	4.10	3.30	1.10	1.10	2.10
I2値	0.00	3.17	2.97	2.37	2.41	0.80	0.43	2.91	2.85
850℃	N	●	●	●	●	N	N	N	●
900℃	N	●	●	●	●	N	N	●	N
950℃	N	●	●	●	N	N	N	●	N
1000℃	N	●	●	N	N	N	N	N	N
1050℃	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1100℃	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1150℃	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1200℃	N	N	N	N	N	N	N	N	N
二段熱処理における失透有の温度条件数	0	4	4	3	2	0	0	2	1
フロート模擬降温時の失透	N	N	N	N	N	N	N	N	N

[0027] Ｉ２値は、５以下であると、溶融時の失透が生じにくく好ましい。Ｉ２値は、より好ましくは４以下、さらに好ましくは３以下、特に好ましくは２以下であり、最も好ましくは１以下である。Ｉ２値の下限は特に限定されるのもではないが、ガラスの脆性を考慮に入れる場合は、－５超が好ましく、－３以上がより好ましく、－１以上が特に好ましい。

[0028] また、フロート法でガラス板を製造する場合の冷却条件を模擬した条件（以下、「フロート模擬降温条件」と呼ぶ。）で冷却させた場合の高温時失透の有無を観察した結果も表１、２に併せて示す。これらの失透試験の結果とＩ２値の関係をプロットしたのが図２である。この図からＩ２値が小さいガラスは、フロート法でガラス板を成形する際に失透が生じにくいことがわかる。特に、Ｉ２値が５以下のガラスは、失透が生じにくかった。

フロート模擬降温条件によれば、１２００℃から６００℃の平均冷却速度はおよそ１５℃／分である。前述の２段処理試験で、失透の現れる温度条件数が多いガラスは、この試験でも失透が生じた。

[0029] なお、本ガラスは先述した組成範囲を満たし、M値、Ｉ値及びＩ２値のうち少なくとも１種の値が先述した範囲を満たすことが好ましく、２種又は３種全部の値が先述した範囲を満たすこともまた好ましい。

[0030] 以下、好ましいガラス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る。また、化学的耐久性を上げる成分であり、ガラス表面に傷がついた時のクラックの発生を低減させる成分である。

SiO_2の含有量は４５％以上が好ましい。SiO_2の含有量は、より好ましくは、５５％以上、さらに好ましくは６０％以上、特に好ましくは６３％以上、典型的には６５％以上である。一方、溶融性をよくする観点から、SiO_2の含有量は７５％以下であり、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％以下である。

[0031] Al_2O_3は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観点から有効な成分である。

Al_2O_3の含有量は１％以上が好ましい。Al_2O_3はガラス転移点を高くする成分であり、ヤング率を高くする成分でもある。Al_2O_3の含有量は、好ましくは８％以上であり、より好ましくは、９％以上であり、さらに好ましくは１０％以上であり、特に好ましくは１１％以上であり、典型的には１２％以上である。一方、Al_2O_3の含有量が多すぎると結晶成長速度が大きくなり、失透欠点による歩留まり低下の問題が大きくなる。また、ガラスの粘性が増大し溶融性が低下する。Al_2O_3の含有量は、３０％以下であり、２０％以下が好ましく、より好ましくは１８％以下であり、さらに好ましくは１６％以下であり、典型的には１４％以下である。

[0032] 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、ガラスの溶融性を向上させる成分である。化学強化ガラスがLi_2Oを含有することにより、ガラス表面のＬｉイオンをＮａイオンにイオン交換し、さらにＮａイオンをＫイオンにイオン交換する方法で、表面圧縮応力および圧縮応力層がともに大きな応力プロファイルが得られる。好ましい応力プロファイル

を得やすい観点から、Li_2Oの含有量は、好ましくは１％以上、より好ましくは５％以上、さらに好ましくは７％以上、特に好ましくは９％以上、典型的には１０％以上である。

一方、Li_2Oの含有量が多すぎるとガラス溶融時の結晶成長速度が大きくなり、失透欠点による歩留まり低下の問題が大きくなる。Li_2Oの含有量は、２０％以下が好ましく、より好ましくは１５％以下であり、さらに好ましくは１３％以下であり、典型的には１２％以下である。

[0033] Na_2OおよびK_2Oは、いずれも必須ではないが、ガラスの溶融性を向上させ、ガラスの結晶成長速度を小さくする成分であり、イオン交換性能を向上させる目的で添加してもよい。

Na_2Oは、カリウム塩を用いる化学強化処理において表面圧縮応力層を形成させる成分であり、またガラスの溶融性を向上させ得る成分である。

その効果を得るために、Na_2Oの含有量は、１％以上が好ましく、より好ましくは２％以上、さらに好ましくは３％以上、特に好ましくは４％以上、典型的には５％以上である。一方、ナトリウム塩による強化処理において表面圧縮応力（ＣＳ）が低下するのを避ける観点から、１０％以下が好ましく、８％以下がより好ましく、６％以下がさらに好ましく、５％以下が特に好ましい。

[0034] K_2Oは、イオン交換性能を向上させる等の目的で含有させてもよい。K_2Oを含有させる場合の含有量は、０．５％以上が好ましく、より好ましくは１％以上、さらに好ましくは１．５％以上、特に好ましくは２％以上、典型的には３％以上である。一方、カリウム塩により表面圧縮応力（ＣＳ）が低下するのを避ける観点から、１０％以下が好ましく、５％以下がより好ましく、３％以下がさらに好ましく、２％以下が特に好ましい。

[0035] Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計（$[Na_2O]+[K_2O]$）は０～１０％が好ましく、５％以上がより好ましく、６％以上がさらに好ましい。一方、８％以下がより好ましく、７％以下が特に好ましい。

[0036] $[Li_2O]/([Na_2O]+[K_2O])$は、失透の成長速度を小さくする

観点から３以下が好ましく、２．５以下がより好ましく、２以下がさらに好ましい。一方、ナトリウムを用いる化学強化処理における表面圧縮応力を増大させる観点から、［Li_2O］／（［Na_2O］＋［K_2O］）は０．５以上が好ましく、０．９以上がより好ましく、１．３以上がさらに好ましい。

[0037] また、（［Al_2O_3］＋［Li_2O］）／（［Na_2O］＋［K_2O］＋［ＭｇＯ］＋［ＣａＯ］＋［ＳｒＯ］＋［ＢａＯ］＋［ＺｎＯ］＋［ZrO_2］＋［Y_2O_3］）は、失透の成長速度を小さくする観点から４以下が好ましく、３以下がより好ましく、２以下がさらに好ましい。ナトリウムを用いる化学強化処理における表面圧縮応力を増大させる観点から、（［Al_2O_3］＋［Li_2O］）／（［Na_2O］＋［K_2O］＋［ＭｇＯ］＋［ＣａＯ］＋［ＳｒＯ］＋［ＢａＯ］＋［ＺｎＯ］＋［ZrO_2］＋［Y_2O_3］）は０．５以上が好ましく、０．７以上がより好ましく、０．９以上がさらに好ましく、１以上が特に好ましい。

[0038] ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯはいずれも必須ではないが、ガラスの安定性を高める観点から、いずれか一種以上を含有することが好ましい。これらの含有量の合計［ＭｇＯ］＋［ＣａＯ］＋［ＳｒＯ］＋［ＢａＯ］＋［ＺｎＯ］は、好ましくは１％以上、より好ましくは２％以上、さらに好ましくは３％以上、特に好ましくは４％以上である。一方、化学強化によるイオン交換能向上の観点からは２０％以下が好ましく、１５％以下がより好ましく、１０％以下がさらに好ましく、８％以下がよりさらに好ましい。

[0039] ＭｇＯと、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯの一種類以上とを含有する場合、ガラスの表面反射率を低くする観点から、［ＭｇＯ］／（［ＣａＯ］＋［ＳｒＯ］＋［ＢａＯ］＋「ＺｎＯ」）は、１０以上が好ましく、１５以上がより好ましく、２０以上がさらに好ましく、２５以上が特に好ましい。ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯは、ＭｇＯと比較して屈折率を大きくするからである。［ＭｇＯ］／（［ＣａＯ］＋［ＳｒＯ］＋［ＢａＯ］＋「ＺｎＯ」）は、失透温度を低くする観点から、６０以下が好ましく、５５

以下がより好ましく、５０以下がさらに好ましく、４５以下が特に好ましい。

[0040] ＭｇＯは、化学強化ガラスの溶融性を増大させつつ、結晶成長速度を小さくする観点から含有することが好ましい。ＭｇＯの含有量は、好ましくは１％以上、より好ましくは２％以上、さらに好ましくは３％以上、特に好ましくは４％以上、典型的には５％以上である。一方、ＭｇＯの含有量が多すぎると化学強化処理時に圧縮応力層を大きくしにくくなる。ＭｇＯの含有量は好ましくは１５％以下であり、より好ましくは１０％以下であり、さらに好ましくは８％以下であり、特に好ましくは６％以下である。

[0041] ＣａＯは、化学強化用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。ＣａＯ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％以上であり、さらに好ましくは０．５％以上である。一方、ＣａＯの含有量が過剰であると化学強化処理時に圧縮応力値を大きくしにくくなる。ＣａＯ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％以下であり、典型的には０．５％以下である。

[0042] ＳｒＯは、化学強化用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。ＳｒＯ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％以上であり、さらに好ましくは０．５％以上である。一方、ＳｒＯの含有量が過剰であると化学強化処理時に圧縮応力値を大きくしにくくなる。ＳｒＯの含有量は好ましくは３％以下であり、より好ましくは２％以下であり、さらに好ましくは１％以下であり、典型的には０．５％以下である。

[0043] ＢａＯは、化学強化用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。ＢａＯ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％以上であり、さらに好ましくは０．５％以上である。一方、ＢａＯの含有量が過剰であると化学強化処理時に圧縮応力値を大きくしにくくなる。ＢａＯの含有量は好ましくは３％以下であり、よ

り好ましくは２％以下であり、さらに好ましくは１％以下であり、典型的には０．５％以下である。

[0044] ＺｎＯは、化学強化用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０．１％以上であり、より好ましくは０．１５％以上であり、さらに好ましくは０．５％以上である。一方、ＺｎＯの含有量が過剰であると化学強化処理時に圧縮応力値を大きくしにくくなる。ＺｎＯの含有量は好ましくは３％以下であり、より好ましくは２％以下であり、さらに好ましくは１％以下であり、典型的には０．５％以下である。

[0045] ZrO_2は含有させなくともよいが、化学強化ガラスの表面圧縮応力を増大させる観点から含有することが好ましい。ZrO_2の含有量は、好ましくは０．１％以上、より好ましくは０．２％以上、さらに好ましくは０．５％以上、特に好ましくは０．８％以上、典型的には１％以上である。一方、ZrO_2の含有量が多すぎると化学強化処理時に圧縮応力値を大きくしにくくなる。ZrO_2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２％以下であり、特に好ましくは１．５％以下である。

[0046] TiO_2は、ガラスのソラリゼーション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０．０２％以上であり、より好ましくは０．０５％以上、さらに好ましくは０．１％以上であり、特に好ましくは０．１２％以上であり、典型的には０．１５％以上である。一方、TiO_2の含有量が１％超であると失透が発生しやすくなり、化学強化ガラスの品質が低下する恐れがある。TiO_2の含有量は１％以下であることが好ましく、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。

[0047] Y_2O_3は含有させなくともよいが、化学強化ガラスの表面圧縮応力を増大させつつ、結晶成長速度を小さくする成分であることから、含有することが好ましい。Y_2O_3の含有量は、好ましくは０．１％以上、より好ましくは０

．２％以上、さらに好ましくは０．５％以上、特に好ましくは０．８％以上、典型的には１％以上である。一方、Y_2O_3の含有量が多すぎると化学強化処理時に圧縮応力層を大きくしにくくなる。Y_2O_3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２％以下であり、特に好ましくは１．５％以下である。

[0048] B_2O_3は必須ではないが、ガラスの脆性を小さくし耐クラック性を向上させる目的で、また、ガラスの溶融性を向上させる目的で含有してもよい。B_2O_3を含有させる場合の含有量は、好ましくは０．５％以上、好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上である。一方、B_2O_3の含有量が多すぎると耐酸性が悪化しやすいため１０％以下が好ましい。B_2O_3の含有量は、より好ましくは６％以下、さらに好ましくは４％以下、典型的には２％以下である。溶融時に脈理が発生する問題を防止する観点から実質的に含有しないことがより好ましい。

[0049] P_2O_5は必須ではないが、化学強化時の圧縮応力層を大きくする目的で含有してもよい。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、好ましくは１％以上、さらに好ましくは２％以上である。一方、耐酸性を高くする観点からP_2O_5の含有量は６％以下が好ましく、より好ましくは４％以下、さらに好ましくは２％以下である。溶融時に脈理が発生することを防止する観点から、実質的に含有しないことがより好ましい。

[0050] B_2O_3とP_2O_5の含有量の合計は０～１０％が好ましく、下限としては１％以上がより好ましく、２％以上がさらに好ましい。また、B_2O_3とP_2O_5の含有量の合計は６％以下がより好ましく、４％以下がさらに好ましい。

[0051] La_2O_3、Nb_2O_5、Ta_2O_5、Gd_2O_3は、ガラスの結晶成長速度を小さくし、溶融性を改善する成分であり、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０．１％以上、より好ましくは０．２％以上、さらに好ましくは０．５％以上、特に好ましくは０．８％以上、典型的には１％以上である。一方、これらの含有量が多すぎると化学強化処理時に圧縮応力値を大きくしにくくなることから、好ましくは３

％以下であり、より好ましくは２％以下であり、さらに好ましくは１％以下であり、特に好ましくは０．５％以下である。

[0052] Fe_2O_3は熱線を吸収するのでガラスの溶解性を向上させる効果があり、大型の溶解窯を用いてガラスを大量生産する場合には、含有することが好ましい。その場合の含有量は酸化物基準の重量％において、好ましくは０．００２％以上、より好ましくは０．００５％以上、さらに好ましくは０．００７％以上、特に好ましくは０．０１％以上である。一方、Fe_2O_3は過剰に含有すると着色が生じるので、その含有量はガラスの透明性を高める観点から、酸化物基準の重量％において、０．３％以下が好ましく、より好ましくは０．０４％以下、さらに好ましくは０．０２５％以下、特に好ましくは０．０１５％以下である。

なお、ここではガラス中の鉄酸化物をすべてFe_2O_3として説明したが、実際には、酸化状態のＦｅ（ＩＩＩ）と還元状態のＦｅ（ＩＩ）が混在しているのが普通である。このうちＦｅ（ＩＩＩ）は黄色の着色を生じ、Ｆｅ（ＩＩ）は青色の着色を生じ、両者のバランスでガラスに緑色の着色が生じる。

[0053] さらに、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、ＮｉＯ、ＣｕＯ、Cr_2O_3、V_2O_5、Bi_2O_3、SeO_2、CeO_2、Er_2O_3、Nd_2O_3等が好適なものとして挙げられる。

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５％以下が好ましい。５％を超えるとガラスが失透しやすくなる場合がある。着色成分の含有量は好ましくは３％以下、さらに好ましくは１％以下である。ガラスの透過率を高くしたい場合は、これらの成分は実質的に含有しないことが好ましい。

[0054] 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。

[0055] 本ガラスのβ－ＯＨ値は０．１ｍｍ$^{-1}$以上が好ましく、０．１５ｍｍ$^{-1}$以上がより好ましく、０．２ｍｍ$^{-1}$以上がさらに好ましく、０．２２ｍｍ$^{-1}$以上が特に好ましく、０．２５ｍｍ$^{-1}$以上が最も好ましい。

ガラス中の水分量の指標であるβ－ＯＨ値が大きいガラスは軟化点が低くなり曲げ加工しやすくなる傾向がある。一方、ガラスの化学強化による強度向上の観点からは、ガラスのβ－ＯＨ値が大きくなると、化学強化処理後の表面圧縮応力（ＣＳ）の値が小さくなり、強度向上が困難になる。そのために、β－ＯＨ値は、０．５ｍｍ$^{-1}$以下が好ましく、０．４ｍｍ$^{-1}$以下がより好ましく、０．３ｍｍ$^{-1}$以下がさらに好ましい。

[0056] 本ガラスのヤング率は、ガラスの破砕性を向上させる目的で８０ＧＰａ以上が好ましく、より好ましくは８２ＧＰａ以上、さらに好ましくは８４ＧＰａ以上、特に好ましくは８５ＧＰａ以上である。ヤング率の上限は特に限定されるものではないが、ヤング率が高いガラスは耐酸性が低くなる場合があるので、例えば１１０ＧＰａ以下、好ましくは１００ＧＰａ以下、より好ましくは９０ＧＰａ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。

[0057] 本ガラスの密度は、製品の重さを軽くする観点から、好ましくは３．０ｇ／ｃｍ^{3}以下、より好ましくは２．８ｇ／ｃｍ^{3}以下、さらに好ましくは２．６ｇ／ｃｍ^{3}以下、特に好ましくは２．５５ｇ／ｃｍ^{3}以下である。密度の下限は特に限定されるものではないが、密度の小さいガラスは耐酸性などが低い傾向があるので、例えば２．３ｇ／ｃｍ^{3}以上、好ましくは２．４ｇ／ｃｍ^{3}以上、特に好ましくは２．４５ｇ／ｃｍ^{3}以上である。

[0058] 本ガラスの屈折率は、可視光の表面反射を下げる観点から、好ましくは１．６以下、より好ましくは１．５８以下、さらに好ましくは１．５６以下、特に好ましくは１．５４以下である。屈折率の下限は特に限定されるものではないが、屈折率が小さいガラスは耐酸性が低い傾向があるので、例えば１．５以上であり、好ましくは１．５１以上、より好ましくは１．５２以上で

ある。

[0059] 本ガラスの光弾性定数は、光学ひずみを低減する観点から、好ましくは３３ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以下、より好ましくは３２ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以下、さらに好ましくは３１ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以下、特に好ましくは３０ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以下である。また、光弾性定数が小さいガラスは耐酸性が低い傾向があるので、本ガラスの光弾性定数は、例えば２４ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以上、より好ましくは２５ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以上、さらに好ましくは２６ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ以上である。

[0060] 本ガラスの５０～３５０℃の平均線熱膨張係数（熱膨張係数）は、化学強化後の反りを低減する観点から、好ましくは９５×１０$^{-7}$／℃以下、より好ましくは９０×１０$^{-7}$／℃以下、さらに好ましくは８８×１０$^{-7}$／℃以下、特に好ましくは８６×１０$^{-7}$／℃以下、最も好ましくは８４×１０$^{-7}$／℃以下である。熱膨張係数の下限は特に限定されるものではないが、熱膨張係数が小さいガラスは、溶融しにくい場合があるので、本ガラスの５０～３５０℃の平均線熱膨張係数（熱膨張係数）は、例えば、６０×１０$^{-7}$／℃以上、好ましくは７０×１０$^{-7}$／℃以上、より好ましくは７４×１０$^{-7}$／℃以上、さらに好ましくは７６×１０$^{-7}$／℃以上である。

[0061] ガラス転移点（Ｔｇ）は、化学強化後の反りを低減する観点から、好ましくは５００℃以上、より好ましくは５２０℃以上、さらに好ましくは５４０℃以上である。フロート成形しやすい点では、好ましくは７５０℃以下、より好ましくは７００℃以下、さらに好ましくは６５０℃以下、特に好ましくは６００℃以下、最も好ましくは５８０℃以下である。

[0062] 粘度が１０^{2}ｄＰａ・ｓとなる温度（Ｔ２）は１７５０℃以下が好ましく、１７００℃以下がより好ましく、１６５０℃以下であることが特に好ましく、典型的には１６００℃以下である。温度（Ｔ２）はガラスの溶解温度の目安となる温度であり、Ｔ２が低いほどガラスを製造しやすい傾向がある。Ｔ２の下限は特に限定されるものではないが、Ｔ２が低いガラスは安定性に乏しい場合があるので、Ｔ２は通常、１４００℃以上、好ましくは１４５０℃

以上である。

[0063] また、粘度が10^4ｄＰａ・ｓとなる温度（Ｔ４）は１３５０℃以下が好ましく、１２５０℃以下がより好ましく、１２００℃以下であることがさらに好ましく、１１５０℃以下が特に好ましい。温度（Ｔ４）はガラスを板状に成形する温度の目安となる温度であり、Ｔ４が高いガラスは成形設備への負荷が高くなる傾向がある。Ｔ４の下限は特に限定されるものではないが、Ｔ４が低いガラスは、ガラスの安定性が乏しい場合があるので、Ｔ４は、通常９００℃以上、好ましくは９５０℃以上、より好ましくは１０００℃以上である。

[0064] 本ガラスの失透温度は、粘度が10^4ｄＰａ・ｓとなる温度（Ｔ４）より１２０℃高い温度以下であるとフロート法による成形時に失透が生じにくいので好ましい。失透温度は、より好ましくはＴ４より１００℃高い温度以下、さらに好ましくはＴ４より５０℃高い温度以下、特に好ましくはＴ４以下である。

[0065] 本ガラスの８５０～１２００℃における結晶成長速度は、６００μｍ／ｈ以下であると失透が生じにくいので好ましい。８５０～１２００℃における結晶成長速度は、より好ましくは５００μｍ／ｈ以下、さらに好ましくは４００μｍ／ｈ以下、特に好ましくは３００μｍ／ｈ以下である。また、７００～１２００℃における最大結晶成長速度が６００μｍ／ｈ以下であると好ましい。

また、本ガラスにおける９５０℃における結晶成長速度は、６００μｍ／ｈ以下が好ましく、５００μｍ／ｈ以下がより好ましく、４００μｍ／ｈ以下がさらに好ましく、３００μｍ／ｈ以下が特に好ましい。

[0066] また、本ガラスは前述のフロート模擬降温条件で冷却したときに失透が生じないことが好ましい。

[0067] 本ガラスの軟化点は８５０℃以下が好ましく、８２０℃以下がより好ましく、７９０℃以下がさらに好ましい。ガラスの軟化点が低いほど、曲げ成形における熱処理温度が低くなり、消費エネルギーが小さくなるのに加え、設

備の負荷も小さくなるからである。曲げ成形温度を低くする観点から、軟化点は低いほど好ましいが、通常の化学強化用ガラスでは７００℃以上である。軟化点が低すぎるガラスは、化学強化処理の際に導入する応力が緩和しやすく低強度になりやすい傾向にあることから、軟化点は７００℃以上が好ましい。より好ましくは７２０℃以上、さらに好ましくは７４０℃以上である。

軟化点はＪＩＳ　Ｒ３１０３－１：２００１に記載の繊維引き伸ばし法で測定できる。

[0068] 本ガラスは、以下の測定方法で測定される結晶化ピーク温度が、軟化点より高いことが好ましい。また、結晶化ピークが認められないことがより好ましい。

すなわち、約７０ｍｇのガラスを砕いて、メノウ乳鉢ですりつぶし、昇温速度を１０℃／分として室温から１０００℃まで示差走査熱量計（ＤＳＣ）を用いて測定する。

[0069] 本ガラスを４５０℃の硝酸ナトリウムに１時間浸漬して化学強化した場合の表面圧縮応力値（ＣＳ１）は、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。強度を高くする観点から、ＣＳ１は大きいほどよいが、化学強化処理工程における強化割れを抑制する観点から、例えば８００ＭＰａ以下が好ましく、より好ましくは６００ＭＰａ以下であり、さらに好ましくは５００ＭＰａ以下である。

[0070] また、この場合の圧縮応力層深さ（ＤＯＬ１）は、７０μｍ以上が好ましく、より好ましくは８０μｍ以上、さらに好ましくは９０μｍ以上、特に好ましくは１００μｍ以上である。一方、ＤＯＬ１の上限は特に限定されないが、化学強化処理工程において強化割れによる歩留まり低下を考慮する場合は、例えば２００μｍ以下であることが好ましく、より好ましくは１５０μｍ以下、さらに好ましくは１３０μｍ以下、特に好ましくは１２０μｍ以下である。

[0071] なお、ＣＳ１およびＤＯＬ１は散乱光光弾性応力計（たとえば、折原製作所製ＳＬＰ－１０００）を用いて測定できる。また、株式会社東京インスツルメンツ製複屈折イメージングシステムＡｂｒｉｏ－ＩＭを用いて以下の手順で測定できる。

１０ｍｍ×１０ｍｍ以上の大きさで厚さが０．２～２ｍｍ程度の化学強化ガラスの断面を１５０～２５０μｍの範囲に研磨し薄片化を行う。こうして得られた２００μｍ～１ｍｍ程度に薄片化されたサンプルに対し、光源に波長５４６ｎｍの単色光を用い、透過光での測定を行い、複屈折イメージングシステムにより、化学強化ガラスが有する位相差（リタデーション）を測定し、得られた値と下記式（２）とから応力を算出する。

１．２８×Ｆ＝δ／（Ｃ×ｔ’）・・・式（２）

式（２）中、Ｆは応力［単位：ＭＰａ］、δは位相差［単位：ｎｍ］、Ｃは光弾性定数［単位：ｎｍ／ｃｍ／ＭＰａ］、ｔ’はサンプルの厚さ［単位：ｃｍ］である。

[0072] 本ガラスを４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した場合のＮａ－Ｋイオン交換層による表面圧縮応力値ＣＳ２は、好ましくは８００ＭＰａ以上、より好ましくは８５０ＭＰａ以上、さらに好ましくは９００ＭＰａ以上、特に好ましくは９５０ＭＰａ以上、さらには１０００ＭＰａ以上である。一方、ＣＳ２の上限は特に限定されるものではないが、化学強化処理工程において強化割れによる歩留まり低下を極力減らしたい場合は、好ましくは１５００ＭＰａ以下、より好ましくは１３００ＭＰａ以下、さらに好ましくは１２００ＭＰａ以下、特に好ましくは１１００ＭＰａ以下である。

ＣＳ２およびＤＯＬ２は例えば、折原製作所社製の表面応力計ＦＳＭ－６０００で測定できる。

[0073] また、本ガラスを４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した場合のＬｉ－Ｎａ交換槽による圧縮応力層深さＤＯＬ３は１００μｍ以上であることが好ましく、

より好ましくは１１０μｍ以上、さらに好ましくは１２０μｍ以上、特に好ましくは１３０μｍ以上である。一方、ＤＯＬ３の上限は特に限定されるものではないが、化学強化処理工程において強化割れによる歩留まり低下を考慮する場合は、例えば２００μｍ以下であることが好ましく、より好ましくは１８０μｍ以下、さらに好ましくは１７０μｍ以下、特に好ましくは１６０μｍ以下である。

ＤＯＬ３は散乱光光弾性応力計（たとえば、折原製作所製ＳＬＰ－１０００）、もしくは株式会社東京インスツルメンツ製複屈折イメージングシステムＡｂｒｉｏ－ＩＭを用いた前述の方法で測定できる。

[0074] 本ガラスの仮想温度は、化学強化による表面圧縮応力を大きくする観点から、ガラス転移点（Ｔｇ）より８０℃高い温度（以下では、「Ｔｇ＋８０℃」と記載する）以下が好ましく、Ｔｇ＋５０℃以下がより好ましく、Ｔｇ＋４０℃以下がより好ましく、Ｔｇ＋３０℃以下がさらに好ましく、Ｔｇ＋２０℃以下がよりさらに好ましく、特に好ましくはＴｇ＋１０℃以下である。

ガラスの仮想温度は、ガラス原料を高温で溶融して冷却する方法でガラスを得る場合には、溶融後の冷却速度が小さい程低くなる。そこで、仮想温度が非常に低いガラスを得るためには、長時間かけてゆっくりと冷却する必要がある。ガラスをゆっくりと冷却する場合、ガラス組成によっては、冷却中に結晶が析出する失透現象が起きやすくなる。そこでガラスの生産効率や失透現象の抑制を考慮すると、仮想温度はＴｇ－３０℃以上が好ましく、Ｔｇ－１０℃以上がより好ましく、Ｔｇ以上がさらに好ましい。

[0075] なお、ガラスの仮想温度は、ガラスの屈折率から実験的に求めることができる。一定の温度において保持したガラスをその温度から急冷する方法で、同一ガラス組成で仮想温度が異なるガラス片を複数作製しておく。これらのガラス片の仮想温度は、急冷前に保持されていた温度であるから、これらのガラス片の屈折率を測定することで、仮想温度に対して屈折率をプロットした検量線を作成できる。一例を図３に示す。冷却速度等が不明のガラスであっても屈折率を測定することで、検量線から仮想温度を求められる。

ただし、ガラス組成が異なると、検量線も異なるので、仮想温度を求めたいガラスと同じ組成のガラスを用いて作成した検量線を用いることを要する。

[0076] ガラスの仮想温度は、溶融したガラスを冷却する際の冷却速度に依存し、冷却速度が早ければ仮想温度は高くなり、冷却速度が遅ければ、仮想温度が低くなる傾向がある。また、仮想温度が低いほど、化学強化後の表面圧縮応力が大きくなる傾向がある。

[0077] 本発明の化学強化用ガラスは、通常の方法で製造することができる。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。

[0078] 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、たとえば、フュージョン法およびダウンドロー法も好ましい。

[0079] 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、ガラス基板の面取り加工を行う場合、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ことから、好ましい。

[0080] ＜化学強化ガラス＞

本発明の化学強化ガラスは、母組成が前述の化学強化用ガラスのガラス組成と等しい。本発明の化学強化ガラスは、表面圧縮応力値が８００ＭＰａ以上であることが好ましい。

本発明の化学強化ガラスは、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、製造できる。

化学強化処理は、公知の方法によって行える。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）と置換される。

[0081] 化学強化処理（イオン交換処理）は、特に限定されるものではないが、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。

[0082] 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。

[0083] 本発明において、化学強化処理の処理条件は、特に限定されず、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や圧縮応力層の深さ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。

[0084] 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、ＤＯＬが大きくＣＳが相対的に小さくなる条件で化学強化処理を行う。その後に、２段階目の化学強化処理として、ＤＯＬが小さく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。

[0085] 本発明の化学強化用ガラスが板状（ガラス板）である場合、その板厚（ｔ）は、特に限定されるものではないが、化学強化の効果を高くする観点から、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。

[0086] 本ガラスの形状は、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いてもよい。また、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。

[0087] 本ガラスは、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、また曲げ加工や成形により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。

実施例

[0088] 以下、本発明を実施例によって説明するが、本発明はこれらにより限定されるものではない。例２５は比較例、その他は実施例である。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。

[0089] （化学強化用ガラスの作製）

表３～表６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。次いで、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０．８ｍｍの板状ガラスを得た。

[0090] このガラスの物性を以下のようにして評価した。結果は表３～表６に示す。

＜密度＞

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＞

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

[0091] ＜平均線膨張係数およびガラス転移点（Ｔｇ）＞

温度５０～３５０℃における平均線膨張係数（α５０－３５０）（単位；１０$^{-7}$／℃）およびガラス転移点は、ＪＩＳＲ３１０２：１９９５『ガラスの平均線膨張係数の試験方法』の方法に準じて測定した。

＜Ｔ２、Ｔ４＞

化学強化前のガラスについて、回転粘度計（ＡＳＴＭ　Ｃ　９６５－９６に準ずる）により粘度が１０^{2}ｄＰａ・ｓとなる温度Ｔ２および１０^{4}ｄＰａ・ｓとなる温度Ｔ４を測定した。

＜ＤＳＣピーク高さ＞

前述の方法でＤＳＣ測定を行い、ピーク高さ（単位；ｍｃａｌ／ｓ）を測定した。

[0092] ＜結晶成長速度＞

結晶成長速度を以下の手順で測定した。

ガラス片を乳鉢で粉砕して分級し、３．３５ｍｍメッシュの篩を通過し、２．３６ｍｍメッシュの篩を通過しなかったガラス粒子をイオン交換水で洗浄し、乾燥したものを試験に用いた。

図４に示すような、多数の凹部を有する細長い白金セル（失透評価用白金セル１）の個々の凹部２にガラス粒子３を１個ずつ乗せ、１０００～１１００℃の電気炉内にてガラス粒子の表面が溶けて平滑になるまで加熱した。

次いで、そのガラスを、所定の温度に保った温度傾斜炉中に投入し、一定時間（Ｔとする）、熱処理を行った後、室温に取り出して急冷した。この方法によれば、温度傾斜炉内に細長い容器を設置して同時に多数のガラス粒子を加熱処理できるので、所定の温度範囲内での最大結晶成長速度が測定できる。

熱処理後のガラスを、偏光顕微鏡（ニコン社製：ＥＣＬＩＰＳＥ　ＬＶ１００ＮＤ）で観察し、観察された結晶の内、最大の大きさのものの直径（Ｌμｍとする）を測定した。接眼レンズ１０倍、対物レンズ５倍～１００倍、透過光、偏光観察の条件で観察した。失透による結晶は等方的に成長すると考えてよいので、結晶成長速度はＬ／（２Ｔ）［単位：μｍ／ｈ］である。

ただし、測定する結晶は、容器との界面から析出していない結晶を選択した。金属界面における結晶成長はガラス内部やガラス－雰囲気界面で起こる結晶成長挙動とは異なる傾向にあるからである。

[0093] ＜失透温度＞

白金製皿に粉砕されたガラス粒子を入れ、一定温度に制御された電気炉中で１７時間熱処理を行った。熱処理後のガラスを偏光顕微鏡で観察し、失透の有無を評価方法で失透温度を見積もった。たとえば表中、「１０５０－１

０７８℃」と記載した場合、１０５０℃で熱処理すると失透したが１０７８℃の処理では失透しなかったことを意味する。この場合、失透温度は１０５０℃以上１０７８℃未満である。

[0094] ＜フロート模擬降温時の失透＞

ガラスブロックから約φ２０ｍｍ×１５ｍｍの円柱状ガラスサンプルを作製した。この円柱状ガラスサンプルをφ４０ｍｍの白金－金合金製のるつぼに入れて、電気炉にてフロート窯の降温条件を模擬した温熱処理を行った後、光学顕微鏡にてサンプルの雰囲気面側（火づくり面側）の失透有無を評価した。表中「Ｎ」は失透が認められなかったものである。

なお、降温時のガラス粘性η（単位：ｄＰａ・ｓ）がフロート成形時と同様になるように、１３００℃からｌｏｇηが約４．４となる温度まで５分で降温し、ついでｌｏｇηが約５．５となる温度まで２５分で降温したのち、ｌｏｇηが約９．９となる温度まで４分で降温し、その後ガラスが割れない程度の冷却速度で冷却した。そのため、降温時の温度プログラムは、ガラス組成によって異なる。一例として、表１におけるＡ１のガラス場合の温度プログラムを図５に示す。

[0095] ＜屈折率＞

精密屈折率計（島津製作所製　ＫＰＲ－２０００）を用いて、ｄ線（Ｈｅ光源、波長５８７．６ｎｍ）での屈折率を測定した。

＜光弾性定数＞

窯業協会誌Ｖｏｌ．８７，（１９７９）Ｎｏ．１０１０，ｐ５１９に記載の円板圧縮法を準用し、光源としてはナトリウムランプを用いて測定した。

[0096] ＜化学強化特性＞

表面圧縮応力ＣＳ１およびＣＳ３（単位：ＭＰａ）、圧縮応力層深さＤＯＬ１およびＤＯＬ３（単位：μｍ）は、折原製作所社製の測定機ＳＬＰ１０００を用いて測定した。表面圧縮応力（ＣＳ２）（単位：ＭＰａ）、圧縮応力層深さ（ＤＯＬ２）（単位：μｍ）は、折原製作所社製の表面応力計ＦＳＭ－６０００により測定した。

なお、表中ＣＳ１及びＤＯＬ１は、得られた化学強化用ガラスを４５０℃の硝酸ナトリウムに１時間浸漬して化学強化した１段強化後の表面圧縮応力及び圧縮応力層深さをそれぞれ示す。ＣＳ２及びＤＯＬ２は得られた化学強化用ガラスを４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した２段強化後のＮａ－Ｋイオン交換層による表面圧縮応力及び圧縮応力層深さをそれぞれ示す。また、ＣＳ３及ＤＯＬ３は得られた化学強化用ガラスを４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した２段強化後のＬｉ－Ｎａイオン交換層による表面圧縮応力及び圧縮応力層深さをそれぞれ示す。

[0097] [表3]

表3

	例1	例2	例3	例4	例5	例6	例7	例8	例9	例10	例11
SiO_2	66.9	62.9	62.9	61.9	62.9	66.9	65.1	62.9	62.9	65.9	64.6
Al_2O_3	10.5	10.0	9.0	9.0	10.0	11.0	10.5	11.0	10.5	11.5	10.8
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	3.9	6.9	6.9	6.9	6.9	5.9	6.4	5.9	5.9	3.9	5.4
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
ZrO_2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Y_2O_3	0.5	1.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.8
Li_2O	10.5	11.0	11.0	11.0	11.0	8.0	9.5	11.0	11.0	10.5	10.3
Na_2O	4.8	5.8	5.8	5.8	4.8	4.8	5.3	5.8	5.8	4.8	5.3
K_2O	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.4
Sum	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0
M値	1048	1360	1457	1680	1391	1256	1296	1391	1347	1174	1276
I値	476	254	127	97	526	420	338	372	181	573	363
I2値	2.0	0.4	-2.4	-4.0	1.5	3.6	2.1	1.4	-0.1	3.1	1.7
密度 (g/cm^3)	2.47	2.54	2.60	2.66	2.53	2.51	2.52	2.53	2.53	2.48	2.51
E(GPa)	85	91	90	93	88	88	89	90	89	86	87
α50-350 (10^{-7}/℃)	77	84	84	86	89	67	77	82	85	77	80
Tg (℃)	554	548	557	568	563	611	577	553	541	565	561
T2(℃)	1599	1460	1446	1418	1483	1613	1560	1506	1495	1604	1553
T4(℃)	1143	1057	1037	1022	1069	1186	1132	1083	1072	1152	1118
失透温度(℃)	1118以下	1050-1078	1099-1129	1198-1225	1070-1096	1181-1205	1131-1155	1110-1135	1045以下	1126以下	1093以下
DSCピーク高さ mcal/s	2.47	1.42	0.83	0.76	2.67	2.78	2.10	2.07	1.21	3.00	2.11
結晶成長速度	433	306	103	77	524	421	378	407	183	489	328
フロート模擬降温時の失透		N				N					
屈折率		1.537	1.545	1.554							
光弾性定数		26.8	26.3	25.9							
CS1	341	347	334	348	379	314	330	366	344	367	347
DOL1	100	85	82	81	110	111	98	93	86	103	96
CS2	861	991	1078	1219	1021	1205	1098	1006	954	915	989
DOL2	10.4	6.7	5.6	4.4	7.9	8.0	7.3	7.5	8.3	10.3	8.6
CS3	248	259	263	280	276	257	258	264	262	261	260
DOL3	152	131	121	111	130	149	140	136	131	151	140

[0098] [表4]

表4

	例12	例13	例14	例15	例16	例17	例18	例19	例20	例21	例22
SiO_2	63.8	64.9	64.3	66.9	65.7	65.4	64.5	63.4	66.1	65.2	65.2
Al_2O_3	10.7	10.5	10.6	10.0	10.2	10.9	10.9	11.2	11.2	11.3	11.3
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	5.6	4.9	5.3	4.3	5.4	4.0	5.0	6.0	3.1	4.1	4.4
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ZrO_2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.4
Y_2O_3	0.9	0.7	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.3	0.0
Li_2O	10.7	10.7	10.7	10.1	10.2	10.5	10.7	10.8	10.4	10.3	10.3
Na_2O	5.5	5.3	5.4	5.5	5.2	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6
K_2O	1.5	1.6	1.6	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sum	100.0	100.0	100.0	100.0							
M値	1311	1197	1254	1010	1241	1221	1194	1301	1159	1261	1222
I値	272	328	300	303	395	338	333	344	358	345	348
I2値	0.8	0.9	0.8	1.1	1.9	1.4	1.7	2.7	1.5	2.0	2.6
密度 (g/cm^3)	2.52	2.50	2.51	2.49	2.50	2.49	2.49	2.48	2.49	2.48	2.47
E(GPa)	87	86	86	85	86	85	86	85	85	85	84
α 50-350 (10^{-7}/℃)	82	81	82	78	77	80	81	82	81	82	83
Tg (℃)	552	548	550	555	557	554	546	537	558	562	549
T2(℃)	1505	1547	1536	1571	1566	1576	1551	1536	1586	1586	1587
T4(℃)	1091	1107	1101	1128	1128	1131	1111	1105	1142	1141	1142
失透温度(℃)	1045以下	1082以下	1076以下	1107以下	1127-1151	1131以下	1112以下	1131以上	1120-1146	1190以上	1167-1191
DSCピーク高さ mcal/s	1.66	1.84	1.75	1.84	1.91	1.79	1.94	1.78	1.96	1.82	1.80
結晶成長速度	366	223	295	279	342	287	334	289	320	280	278
フロート模擬降温時の失透	N			N					N		
屈折率	1.533			1.526	1.529	1.528	1.529	1.528	1.526	1.527	1.524
光弾性定数											
CS1	346	342	344	307	341	343	344	359	339	346	344
DOL1	91	93	92	102	98	101	95	91	107	103	102
CS2	972	908	940	900	969	913	902	903	895	931	901
DOL2	8.5	9.4	8.9	9.7	8.6	10.2	9.5	9.0	11.0	10.3	10.4
CS3	261	255	258	229	255	252	252	263	246	256	253
DOL3	136	141	138	152	145	148	144	141	154	149	150

[0099]

[表5]

表5

	例23	例24	例25	例26	例27	例28	例29
SiO_2	64.4	64.8	70.0	69.9	66.9	67.5	71.4
Al_2O_3	11.2	11.5	10.0	7.5	11.5	9.6	9.0
B_2O_3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
MgO	5.0	0.0	5.0	7.0	2.9	5.4	3.5
CaO	0.2	0.8	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
ZrO_2	1.4	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Li_2O	10.5	10.6	10.0	8.0	10.5	10.1	9.0
Na_2O	5.6	10.0	3.0	5.3	4.8	4.0	4.0
K_2O	1.6	0.0	1.0	1.0	2.1	1.0	0.8
Sum		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
M値	1281	866	973	679	986	946	845
I値	312	-343	1052	-22	466	723	659
I2値	2.3	-1.7	6.2	0.9	2.8	4.1	2.5
密度 (g/cm^3)	2.47	2.47	2.42	2.44	2.45	2.44	2.48
E(GPa)	85	84	84	83	85	85	85
α 50-350 (10^{-7}/℃)	81	89	63	72	78	73	66
Tg (℃)	550	513	585	548	550	567	593
T2(℃)	1564	1551	1675	1629	1632	1625	1675
T4(℃)	1126	1088	1211	1159	1165	1173	1203
失透温度(℃)	1175以上		1194-1200	1090-1100	1073-1100	1144-1170	
DSCピーク高さ mcal/s	1.58	0.55	4.62	0.45	2.57	3.55	3.31
結晶成長速度	228	20	1078	24	477	696	691
フロート模擬 降温時の失透				N			
屈折率	1.526		1.517	1.517			
光弾性定数			29.1	28.9			
CS1	350	229	380	203	345	345	303
DOL1	96	129	108	97	103	124	117
CS2	903	742	906	908	781	875	981
DOL2	10.0	12.2	9.0	8.8	12.5	10.2	9.3
CS3	260	151	261	193	248	244	226
DOL3	145	173	164	155	157	155	166

[0100]

[表6]

表6

	例30	例31	例32	例33	例34	例35	例36	例37
SiO_2	67.0	66.5	66.0	68.5	66.5	66.5	64.0	64.0
Al_2O_3	10.8	10.3	12.0	10.4	11.7	10.6	13.0	13.0
B_2O_3								
P_2O_5								
MgO	3.7	3.2	3.9	4.4	3.3	5.4	3.6	3.6
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO								
BaO								
ZnO								
TiO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ZrO_2	1.3	1.3	0.8	1.1	1.3	1.3	1.3	1.0
Y_2O_3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.8
Li_2O	10.5	11.6	10.0	10.1	10.5	10.0	11.2	10.5
Na_2O	4.5	5.0	5.3	3.9	4.5	4.1	4.7	5.4
K_2O	1.5	1.5	1.3	1.2	1.5	1.4	1.5	1.5
Sum		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
M値	1281	1141	1098	1062	1282	1320	1507	1382
I値	312	537	532	818	715	661	833	579
I2値	2.3	2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
密度 (g/cm^3)	2.49	2.48	2.48	2.46	2.48	2.49	2.50	2.51
E(GPa)	88	85	85	85	86	86	87	87
α50-350 (10^{-7}/℃)	75	80	77	70	75	73	78	80
Tg (℃)	566	539	573	571	577	576	577	582
T2(℃)	1603	1569	1619	1638	1623	1601	1592	1595
T4(℃)	1156	1115	1164	1179	1170	1160	1152	1152
失透温度(℃)	1150-1171			1171-1200	1220-1250	1170-1200		
DSCピーク高さ mcal/s	2.84	2.29	3.21	3.75	3.37	3.00	3.89	3.31
結晶成長速度	570	455	600	822	676	613	782	616
フロート模擬降温時の失透								
屈折率	1.525	1.526	1.525	1.522	1.526	1.527	1.530	1.530
光弾性定数	28.2	27.9	27.9	28.5	28.1	28.0	27.5	27.4
CS1	369	368	348	368	390	375	439	391
DOL1	104	99	110	107	109	101	107	109
CS2	923	803	945	920	956	1023	992	1015
DOL2	10.1	10.4	10.2	9.4	10.3	8.5	9.7	10.0
CS3	265	254	246	258	273	278	296	273
DOL3	152	151	157	158	154	145	148	149

[0101] M値が１０００以上でＩ値が６００以下およびＩ２値が５以下である例１～２３、３０～３２、３７のガラスは、１段強化による表面圧縮応力ＣＳ１が大きく、２段強化による表面圧縮応力ＣＳ２が大きく、かつ結晶成長速度が小さいことがわかる。これらのガラス組成については、フロート法などの量産プロセスにおいて、失透欠点が発生しにくく高歩留が期待でき、かつ、カバーガラス等の実用時に高い強度を発現できることを意味する。

Ｍ値が１０００以上でＩ２値が５以下だがＩ値がやや大きい例３３～３６は、例１等と比較すると失透温度が高く、やや失透しやすいガラスであるが、化学強化により優れた強度が得られることがわかる。

Ｍ値が１０００未満でも、Ｉ値およびＩ２値が小さい例２４、２６、２７は、化学強化による表面圧縮応力は不充分な場合があるが、結晶成長速度が小さく、失透しにくいことがわかる。

Ｍ値が小さく、Ｉ値およびＩ２値が大きい例２５は、結晶成長速度が大きく、製造困難なガラスである。

[0102] 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２０１８年２月５日出願の日本特許出願（特願２０１８－０１８５０８）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。

符号の説明

[0103] １ 失透評価用白金セル

２ 凹部

３ ガラス粒子

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４５～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

Li_2Oを１～２０％、

Y_2O_3を０～５％、

ZrO_2を０～５％、及び

TiO_2を０～１％を含有し、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、

Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、

B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％、かつ、

次式で表されるM値が１０００以上の化学強化用ガラス。

$M=-5\times[SiO_2]+121\times[Al_2O_3]+50\times[Li_2O]-35\times[Na_2O]+32\times[K_2O]+85\times[MgO]+54\times[CaO]-41\times[SrO]-4\times[P_2O_5]+218\times[Y_2O_3]+436\times[ZrO_2]-1180$

ただし$[SiO_2]$、$[Al_2O_3]$、$[Li_2O]$、$[Na_2O]$、$[K_2O]$、[ＭｇＯ]、[ＣａＯ]、[ＳｒＯ]、$[P_2O_5]$、$[Y_2O_3]$および$[ZrO_2]$は、各成分のモル百分率表示の含有量である。

[請求項2] 酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を４５～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

Li_2Oを１～２０％、

Y_2O_3を０～５％、

ZrO_2を０～５％、及び

TiO_2を０～１％を含有し、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、

Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、

B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％、かつ、

次式で表されるＩ値が６００以下である化学強化用ガラス。

$I=-4.8\times[SiO_2]+102\times[Al_2O_3]+81\times[Li_2O]-272\times[Na_2O]-281\times[K_2O]-16\times[MgO]-25\times[Y_2O_3]+0.028\times[ZrO_2]+63$

ただし$[SiO_2]$、$[Al_2O_3]$、$[Li_2O]$、$[Na_2O]$、$[K_2O]$、[ＭｇＯ]、$[Y_2O_3]$および$[ZrO_2]$は、各成分のモル百分率表示の含有量である。

[請求項3] 酸化物基準のモル百分率表示で、

SiO_2を４５～７５％、

Al_2O_3を１～３０％、

Li_2Oを１～２０％、

Y_2O_3を０～５％、

ZrO_2を０～５％、及び

TiO_2を０～１％を含有し、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯおよびＺｎＯのいずれか１種以上を合計で１～２０％、

Na_2OおよびK_2Oの含有量の合計が０～１０％、

B_2O_3およびP_2O_5の含有量の合計が０～１０％、かつ、

次式で表されるＩ２値が５以下である化学強化用ガラス。

$I2=0.27\times[SiO_2]+1.4\times[Al_2O_3]-1.1\times[Na_2O]-1.7\times[K_2O]+0.38\times[MgO]-1.36\times[Y_2O_3]-0.59\times[ZrO_2]-23$

ただし$[SiO_2]$、$[Al_2O_3]$、$[Na_2O]$、$[K_2O]$、[ＭｇＯ]、$[Y_2O_3]$および$[ZrO_2]$は、各成分のモル百分率表

示の含有量である。

[請求項4] 次式で表されるＩ値が８５０以下である請求項１または３に記載の化学強化用ガラス。

$I=-4.8\times[SiO_2]+102\times[Al_2O_3]+81\times[Li_2O]-272\times[Na_2O]-281\times[K_2O]-16\times[MgO]-25\times[Y_2O_3]+0.028\times[ZrO_2]+63$

ただし［SiO_2］、［Al_2O_3］、［Li_2O］、［Na_2O］、［K_2O］、［ＭｇＯ］、［Y_2O_3］および［ZrO_2］は、各成分のモル百分率表示の含有量である。

[請求項5] 次式で表されるＩ２値が５以下である請求項１、２または４に記載の化学強化用ガラス。

$I2=0.27\times[SiO_2]+1.4\times[Al_2O_3]-1.1\times[Na_2O]-1.7\times[K_2O]+0.38\times[MgO]-1.36\times[Y_2O_3]-0.59\times[ZrO_2]-23$

ただし［SiO_2］、［Al_2O_3］、［Na_2O］、［K_2O］、［ＭｇＯ］、［Y_2O_3］および［ZrO_2］は、各成分のモル百分率表示の含有量である。

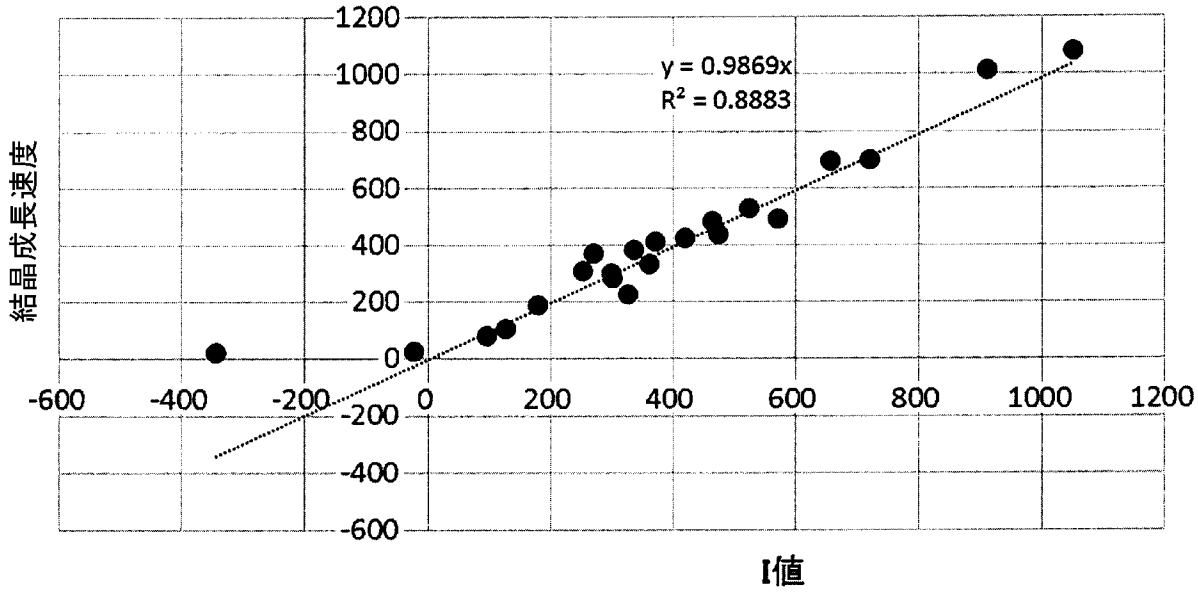
[請求項6] 粘度が10^4ｄＰａ・ｓとなる温度（Ｔ４）が１３５０℃以下である請求項１～５のいずれか一項に記載の化学強化用ガラス。

[請求項7] 酸化物基準のモル百分率表示で、Y_2O_3を０．１～５％含有する請求項１～６のいずれか１項に記載の化学強化用ガラス。

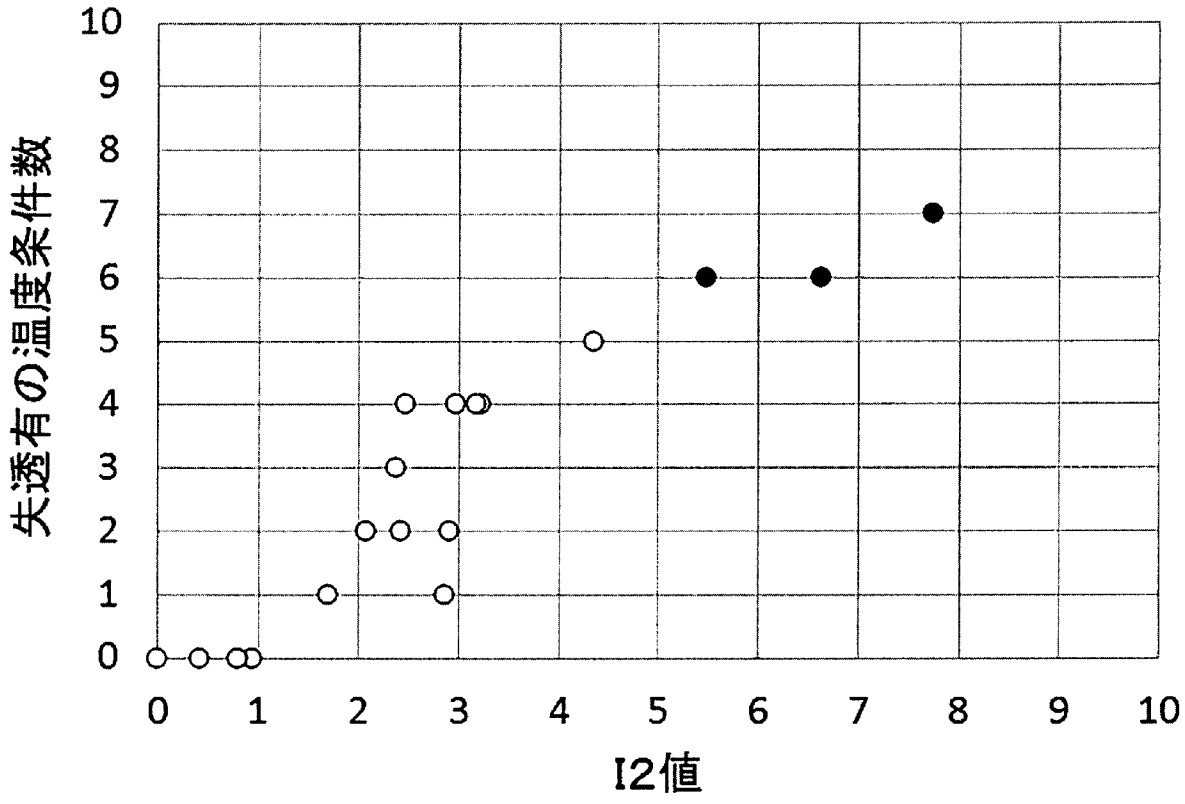
[請求項8] ４５０℃の硝酸ナトリウムに１時間浸漬して化学強化した後の表面圧縮応力値が３００ＭＰａ以上になり、かつ、

４５０℃の硝酸ナトリウムに３時間浸漬した後、４５０℃の硝酸カリウムに１．５時間浸漬して化学強化した後の表面圧縮応力値が８００ＭＰａ以上となる、請求項１～７のいずれか一項に記載の化学強化用ガラス。

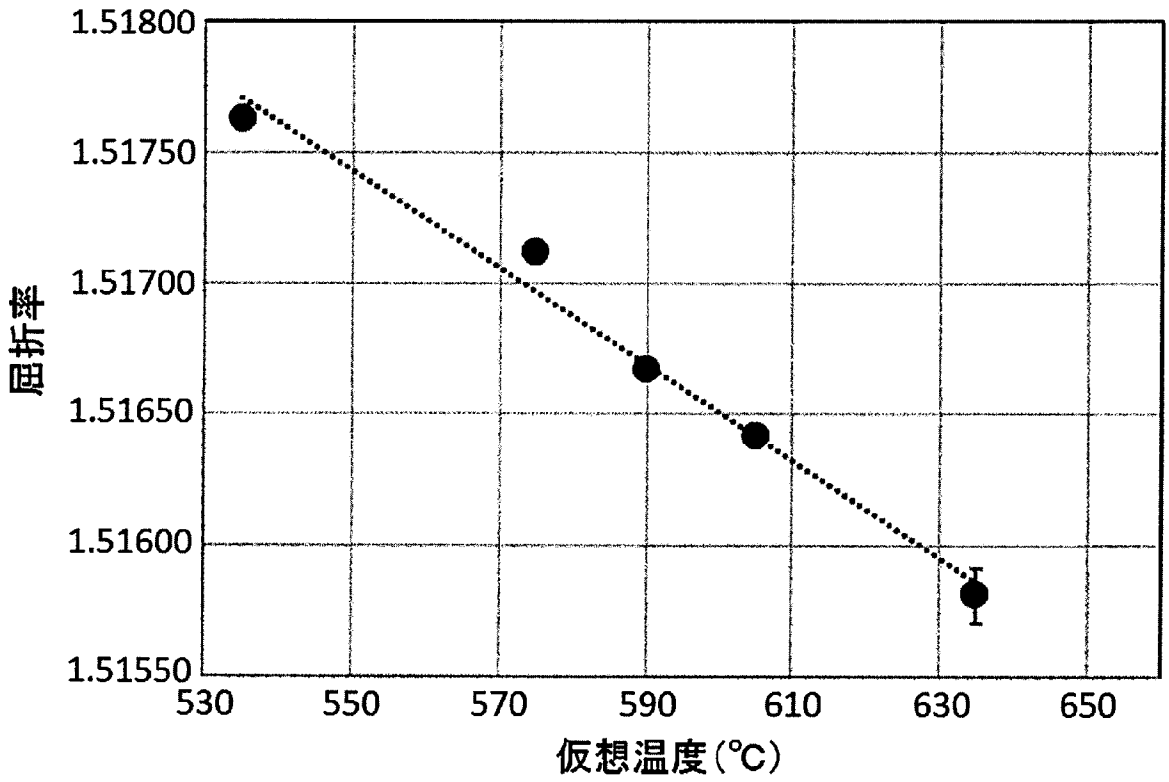
[図1]


y = 0.9869x
R² = 0.8883
結晶成長速度
I値
1200
1000
800
600
400
200
0
-200
-400
-600
-600
-400
-200
0
200
400
600
800
1000
1200

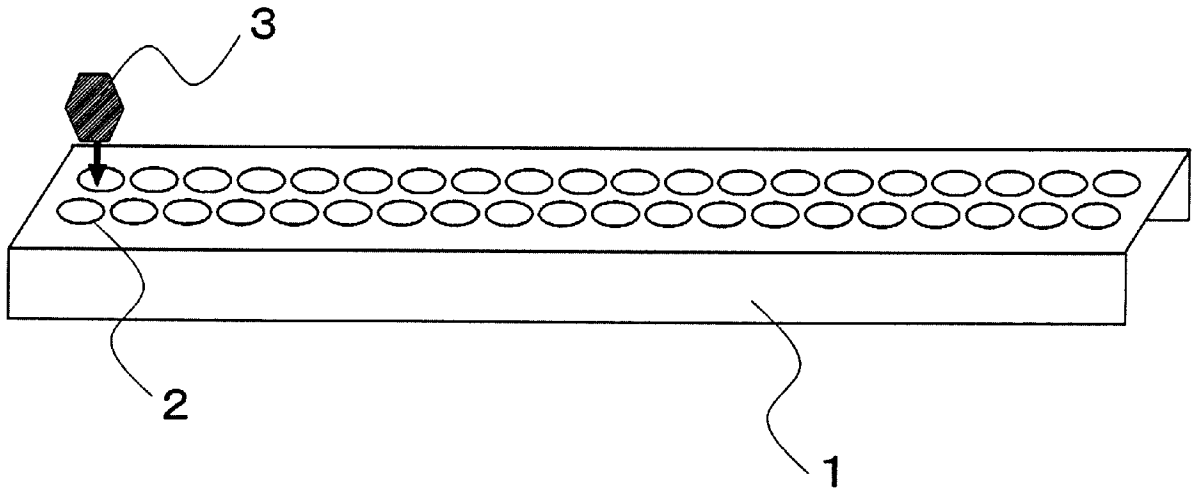
[図2]


失透有の温度条件数
I2値
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

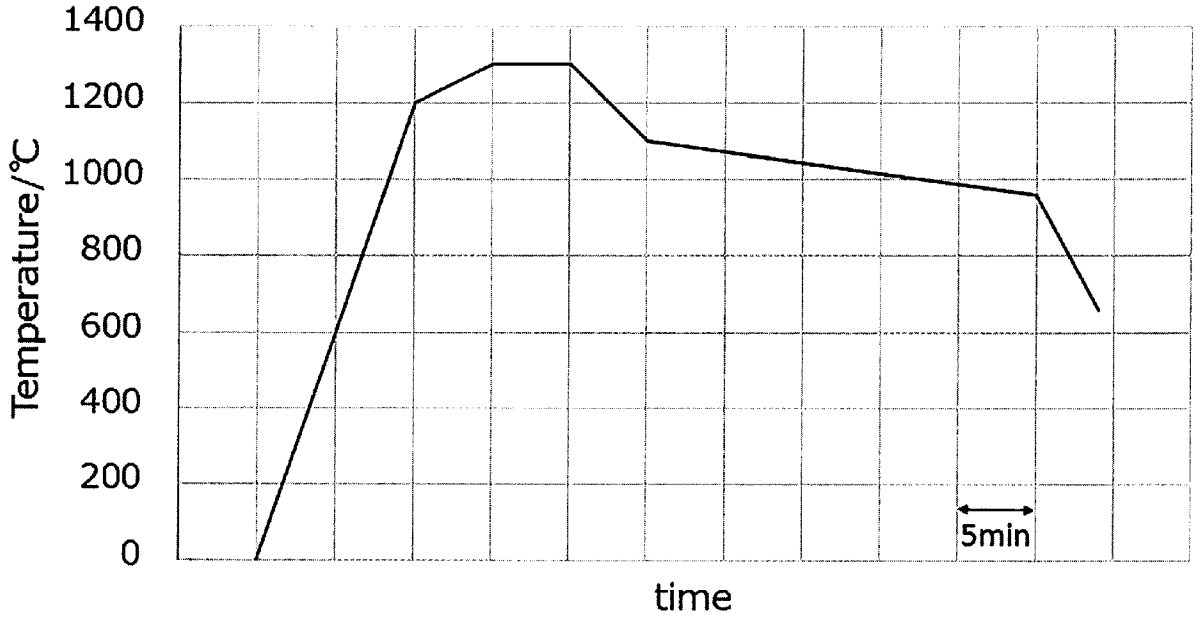
[図3]


1.51800
1.51750
1.51700
1.51650
1.51600
1.51550
屈折率
530
550
570
590
610
630
650
仮想温度(℃)

[図4]


3
2
1

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/037115

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. C03C3/085(2006.01)i, C03C3/087(2006.01)i, C03C3/095(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. 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	1971-2018
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 A	JP 2012-232882 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 29 November 2012, claims, examples & US 2012/0264585 A1, claims, examples & CN 102745896 A & KR 10-2012-0118409 A	1-6, 8 7
X A	JP 2012-20921 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 02 February 2012, claims, examples & EP 2397449 A1, claims, examples & US 2011/0312483 A1 & CN 102363567 A & KR 10-2011-0138149 A	1-6, 8 7

☒ 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
18.12.2018	25.12.2018

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/037115

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-520385 A (SCHOTT GLASS TECHNOLOGIES (SUZHOU) CO., LTD.) 06 June 2013, claims, examples & EP 2540682 A1, claims, examples & US 2013/0189486 A1 & WO 2011/103799 A1 & CN 102167507 A & KR 10-2012-0132486 A	1-6, 8 7
X A	JP 2005-314159 A (HOYA CORPORATION) 10 November 2005, claims, examples & US 2005/0244656 A1, claims, examples & CN 1767006 A	1-6, 8 7
A	US 4156755 A (PPG INDUSTRIES, INC.) 29 May 1979, claims, examples (Family: none)	1-8
A	JP 2000-357318 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 26 December 2000, paragraphs [0004], [0049], examples & US 6387510 B1, column 1, lines 41-51, column 11, lines 34-38, examples	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/037115

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17 (2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
[see extra sheet]

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/037115

(Continuation of Box No. III)

The claims are classified into the two inventions below.

(Invention 1) Claim 1 and claims 4-8 as depending from claim 1
(Invention 2) Claims 2 and 3 and claims 4-8 as depending from claim 2 or 3

(1) Claim 1 and claims 4-8 as depending from claim 1 have the special technical feature of:

"a glass for chemical strengthening purpose, having an M value of 1000 or more, the M value being represented by the following formula:
$M = -5 \times [SiO_2] + 121 \times [Al_2O_3] + 50 \times [Li_2O] - 35 \times [Na_2O] + 32 \times [K_2O] + 85 \times [MgO] + 54 \times [CaO] - 41 \times [SrO] - 4 \times [P_2O_5] + 218 \times [Y_2O_3] + 436 \times [ZrO_2] - 1180$".

Thus these claims are classified as invention 1.

(2) Claim 2 and claims 5-8 as depending from claim 2 have the special technical feature of:

"a glass for chemical strengthening purpose, having an I value of 600 or less, the I value being represented by the following formula:
$I = -4.8 \times [SiO_2] + 102 \times [Al_2O_3] + 81 \times [Li_2O] - 272 \times [Na_2O] - 281 \times [K_2O] - 16 \times [MgO] - 25 \times [Y_2O_3] + 0.028 \times [ZrO_2] + 63$".

In addition, claim 3 and claims 4 and 6-8 as depending from claim 3 have the special technical feature of:

"a glass for chemical strengthening purpose, having an I2 value of 5 or less, the I2 value being represented by the following formula:
$I2 = 0.27 \times [SiO_2] + 1.4 \times [Al_2O_3] - 1.1 \times [Na_2O] - 1.7 \times [K_2O] + 0.38 \times [MgO] - 1.36 \times [Y_2O_3] - 0.59 \times [ZrO_2] - 23$".

Meanwhile, paragraph [0021] of the description of the present application indicates that "it was found that the I value has a high correlation with the crystal growth rate, to be described later, of the glass at 700-1200°C", and paragraph [0023] indicates that "it was found that a glass composition in which the I2 value is low would be less prone to cause devitrification when the glass is cooled from a temperature of the liquidus temperature or higher".
Accordingly both of the "I value" defined in claim 2 and the "I2 value" defined in claim 3 are parameters for providing a glass for chemical strengthening purpose that is less prone to devitrification, as indicated as a problem in paragraph [0006] of the description of the present application. Claims 2 and 3, which address the same problem to be solved, are classified as invention 2 as the same group of inventions.

(Continuation of Box No. III)

Meanwhile, for the "M value" defined in claim 1, paragraph [0018] of the description of the present application indicates that "it was found that a glass in which the M value is high has a high compressive stress value that can be introduced by a chemical strengthening process, and is less prone to devitrification (crystallization)", and paragraph [0020] indicates that "it was also observed that a glass having a high M value tends to have a low crystal growth rate at 850-1200°C, and to suppress defects due to devitrification during glass production". Meanwhile, considering the examples disclosed in paragraphs [0097]-[0100], the "M value" can be said to be a parameter for providing a glass for chemical strengthening purpose that is capable of achieving high surface compressive stress value (CS) and compressive stress depth of layer (DOL), as indicated as a problem in paragraph [0006], but cannot be said to have a correlation with being prone to devitrification. (In particular, refer to examples 26, 33, and 36.)

Accordingly claim 1 and claims 2 and 3 cannot be identified as an identical group of inventions.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３７１１５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03C3/085(2006.01)i, C03C3/087(2006.01)i, C03C3/095(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.　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	１９７１－２０１８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 A	JP 2012-232882 A (旭硝子株式会社) 2012.11.29, 特許請求の範囲,実施例 & US 2012/0264585 A1, 特許請求の範囲,実施例 & CN 102745896 A & KR 10-2012-0118409 A	1-6,8 7
X A	JP 2012-20921 A (旭硝子株式会社) 2012.02.02, 特許請求の範囲,実施例 & EP 2397449 A1 ,特許請求の範囲,実施例 & US 2011/0312483 A1 & CN 102363567 A & KR 10-2011-0138149 A	1-6,8 7

☑　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
１８．１２．２０１８	２５．１２．２０１８

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　３０２９
永田　史泰
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
X A	JP 2013-520385 A (ショット グラス テクノロジーズ （スゾウ） カンパニー リミテッド) 2013.06.06, 特許請求の範囲,実施例 & EP 2540682 A1, 特許請求の範囲,実施例 & US 2013/0189486 A1 & WO 2011/103799 A1 & CN 102167507 A & KR 10-2012-0132486 A	1-6,8 7
X A	JP 2005-314159 A (HOYA 株式会社) 2005.11.10, 特許請求の範囲, 実施例 & US 2005/0244656 A1, 特許請求の範囲,実施例 & CN 1767006 A	1-6,8 7
A	US 4156755 A (PPG INDUSTRIES, INC.) 1979.05.29, 特許請求の範囲,実施例（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2000-357318 A (旭硝子株式会社) 2000.12.26, [0004],[0049],実施例 & US 6387510 B1, 第1欄第41-51行,第11欄第34-38行,実施例	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３７１１５

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

１．☑ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☑ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

＜第 III 欄の続き＞

請求の範囲は、以下の 2 つの発明に区分される。

（発明 1）請求項 1、及び請求項 1 を引用する請求項 4-8
（発明 2）請求項 2,3、及び請求項 2 ないし 3 を引用する請求項 4-8

(1) 請求項 1、及び請求項 1 を引用する請求項 4-8 は、

「以下の式で表される M 値が 1000 以上の化学強化用ガラス。
$M=-5\times[SiO_2]+121\times[Al_2O_3]+50\times[Li_2O]-35\times[Na_2O]+32\times[K_2O]+85\times[MgO]+54\times[CaO]-41\times[SrO]-4\times[P_2O_5]+218\times[Y_2O_3]+436\times[ZrO_2]-1180$」

という特別な技術的特徴を有しているので、発明 1 に区分する。

(2) 請求項 2、及び請求項 2 を引用する請求項 5-8 は、

「以下の式で表される I 値が 600 以下である化学強化用ガラス。
$I=-4.8\times[SiO_2]+102\times[Al_2O_3]+81\times[Li_2O]-272\times[Na_2O]-281\times[K_2O]-16\times[MgO]-25\times[Y_2O_3]+0.028\times[ZrO_2]+63$」

という特別な技術的特徴を有する。

また、請求項 3、及び請求項 3 を引用する請求項 4,6-8 は、

「以下の式で表される I2 値が 5 以下である化学強化用ガラス。
$I2=0.27\times[SiO_2]+1.4\times[Al_2O_3]-1.1\times[Na_2O]-1.7\times[K_2O]+0.38\times[MgO]-1.36\times[Y_2O_3]-0.59\times[ZrO_2]-23$」

という特別な技術的特徴を有する。

そして、本願明細書[0021]には、「前記 I 値と後述するガラスの 700℃～1200℃における結晶成長速度に高い相関があることを見出した。」と記載され、同[0023]には、「前記 I2 値が小さいガラス組成であれば、液相温度以上の温度からガラスを冷却する際に失透が発生しにくいことを見出した。」と記載されている。
したがって、請求項 2 が特定事項とする「I 値」と、請求項 3 が特定事項とする「I2 値」は、いずれも本願明細書[0006]に課題として記載された、失透が生じにくい化学強化用ガラスを提供するためのパラメータであり、解決しようとする課題が共通するものであるから、請求項 2,3 は同一の発明群として発明 2 に区分する。

（続く）

＜第 III 欄の続き＞

一方、請求項 1 が特定事項とする「M 値」について、本願明細書[0018]には、「前記 M 値が大きいガラスは、化学強化処理により導入可能な圧縮応力値が大きく、かつ失透（結晶）が生じにくいことを見出した。」と記載され、同[0020]には、「M 値が大きいガラスは、850～1200℃における結晶成長速度が小さく、ガラス製造時の失透による欠点の生成が抑制される傾向も認められた。」と記載されているが、同[0097]-[0100]に開示された実施例をみると、「M 値」は、同[0006]に課題として記載された、大きな表面圧縮応力値(CS)及び圧縮応力層深さ(DOL)を達成可能な化学強化用ガラスを提供するためのパラメータであるとはいえるものの、失透の生じやすさと相関があるとはいえない。（特に、例 26,33,36 を参照。）

したがって、請求項 1 と請求項 2,3 とを同一の発明群に区分することはできない。