

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5977841号
(P5977841)

(45) 発行日 平成28年8月24日(2016.8.24)

(24) 登録日 平成28年7月29日(2016.7.29)

(51) Int.Cl.		F I	
CO3C	3/087	(2006.01)	CO3C 3/087
CO3C	21/00	(2006.01)	CO3C 21/00 101
G09F	9/00	(2006.01)	G09F 9/00 302

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-560684 (P2014-560684)	(73) 特許権者	000004008
(86) (22) 出願日	平成26年2月6日(2014.2.6)		日本板硝子株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/000646		東京都港区三田三丁目5番27号
(87) 国際公開番号	W02014/122934	(74) 代理人	100107641
(87) 国際公開日	平成26年8月14日(2014.8.14)		弁理士 鎌田 耕一
審査請求日	平成27年7月23日(2015.7.23)	(74) 代理人	100163463
(31) 優先権主張番号	特願2013-22082 (P2013-22082)		弁理士 西尾 光彦
(32) 優先日	平成25年2月7日(2013.2.7)	(72) 発明者	千秋 裕
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
		(72) 発明者	倉知 淳史
			東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
		審査官	増山 淳子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス組成物、化学強化用ガラス組成物、強化ガラス物品、およびディスプレイ用カバーガラス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で示して、

SiO ₂	58 ~ 64%
Al ₂ O ₃	8 ~ 12%
MgO	6 ~ 10%
CaO	0 ~ 1%
Na ₂ O	18 ~ 24%
K ₂ O	0 ~ 3%
TiO ₂	0 ~ 2%
ZrO ₂	0 ~ 3%

を含み、

MgO + CaO + SrO + BaOが7 ~ 12%の範囲にあり、

粘度が10⁴ dPa・sになる温度T₄が1080 以下である、

ガラス組成物。

【請求項2】

軟化点T_sが800 以下である、請求項1に記載のガラス組成物。

【請求項3】

粘度が10² dPa・sになる温度T₂が1530 以下である請求項1に記載のガラス組成物。

【請求項 4】

粘度が $10^4 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ になる温度 T_4 から液相温度 T_L を差し引いた差分が 20 以上である請求項 1 に記載のガラス組成物。

【請求項 5】

質量%で示して、実質的に

SiO ₂	58 ~ 62 %	
B ₂ O ₃	0 ~ 1 %	
Al ₂ O ₃	8 ~ 11 %	
MgO	7 ~ 10 %	
CaO	0 ~ 0.7 %	10
Na ₂ O	18 ~ 22 %	
K ₂ O	0 ~ 2 %	
TiO ₂	0 ~ 1 %	
ZrO ₂	0 ~ 1.5 %	
Fe ₂ O ₃ に換算した酸化鉄	0.02 % 以下	
SO ₃	0.1 ~ 0.4 %	
SnO ₂	0 ~ 0.3 %	

から構成され、

MgO + CaO + SrO + BaO が 7 ~ 10 % の範囲にある、請求項 1 に記載のガラス組成物。

20

【請求項 6】

実質的に B₂O₃ を含有しない請求項 5 に記載のガラス組成物。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のガラス組成物であって化学強化処理に用いられる、化学強化用ガラス組成物。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のガラス組成物をナトリウムイオンのイオン半径よりも大きいイオン半径を有する一価の陽イオンを含む熔融塩に接触させることにより、前記ガラス組成物に含まれるナトリウムイオンと前記一価の陽イオンとをイオン交換して表面に圧縮応力層が形成された強化ガラス物品。

30

【請求項 9】

前記圧縮応力層の表面圧縮応力が 1200 MPa 以上であり、かつ、前記圧縮応力層の深さが 8 ~ 13 μm である、請求項 8 に記載の強化ガラス物品。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の強化ガラス物品を製造する方法であって、
前記ガラス組成物を 340 ~ 380 に加熱した硝酸カリウム熔融塩に 30 分以上 8 時間以下浸漬することにより前記圧縮応力層を形成する、方法。

【請求項 11】

前記圧縮応力層の表面圧縮応力が 900 ~ 1000 MPa であり、かつ、前記圧縮応力層の深さが 25 ~ 30 μm である、請求項 8 に記載の強化ガラス物品。

40

【請求項 12】

請求項 11 に記載の強化ガラス物品を製造する方法であって、
前記ガラス組成物を 400 ~ 440 に加熱した硝酸カリウム熔融塩に 30 分以上 8 時間以下浸漬することにより前記圧縮応力層を形成する、方法。

【請求項 13】

請求項 8 に記載の強化ガラス物品を用いたディスプレイ用カバーガラス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化学強化に適したガラス組成物、より詳しくは、ディスプレイのカバーガラ

50

スとして適した特性を有するガラス組成物に関する。また、本発明は、化学強化用ガラス組成物、化学強化した強化ガラス物品、およびディスプレイ用のカバーガラスに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等を搭載した電子機器やタッチパネル式ディスプレイを搭載した電子機器が広く普及している。ガラス材料は高い表面硬度を有するため、これらの電子機器のディスプレイのカバーガラスとして広く利用されている。ディスプレイのカバーガラスは、機械的強度を補うために化学強化が施されることがある。

【0003】

化学強化は、ガラス表面に含まれるアルカリ金属イオンをより半径の大きい一価の陽イオンで置換することにより、ガラス表面に圧縮応力層を形成する技術である。化学強化は、リチウムイオン(Li⁺)をナトリウムイオン(Na⁺)で置換することにより、あるいはナトリウムイオンをカリウムイオン(K⁺)で置換することにより、実施されることが多い。

【0004】

特許文献1に開示されている化学強化に適したガラス組成物は、64～68mol%のSiO₂、12～16mol%のNa₂O、8～12mol%のAl₂O₃を含み、Na₂OがAl₂O₃よりも2～6mol%多く、アルカリ土類金属の酸化物の含有率の和(MgO+CaO+SrO)が5～8mol%に調整されている(請求項1)。また、特許文献1に記載のガラス組成物は、ダウンドロー法による製造に適したものとするために、熔融温度1650 未満、および、少なくとも13kPa・sの液相粘度を示す。ところで、特許文献1に実施例として記載されたガラス組成物のAl₂O₃およびNa₂Oの含有率を質量%に換算すると、それぞれ13.99%以上、13.76%以下である。また、特許文献1の実施例において、粘度が200P(200dPa・s)時の温度は1536 以上を示し、粘度35kPa(35000dPa・s)時の温度は1058 以上を示している。

【0005】

特許文献2に開示されているタッチパネルディスプレイに好適な強化ガラス基板は、質量%で、45～75%のSiO₂、1～30%のAl₂O₃、0～20%のNa₂O、0～20%のK₂Oを含有している(請求項3)。特許文献2に実施例として開示されているガラス基板は、13.0～24.0質量%のAl₂O₃と4.1～14.5質量%のNa₂Oと、を含んでいる。また、実施例において、粘度10⁴dPa・sにおける温度は1122 となっている。

【0006】

ところで、ガラスの高温粘性を示す指標として、作業温度および熔融温度が知られている。フロート法においては、作業温度は、ガラス粘度が10⁴dPa・sになる温度であり、以下T₄と表記することがある。また、熔融温度は、ガラス粘度が10²dPa・sになる温度であり、以下T₂と表記することがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特表2010-527892号公報

【特許文献2】特開2010-116276号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1および特許文献2に記載のガラス組成物において、T₄およびT₂は比較的高い値を示し、T₄は1100 程度を上回ることが記載ないし示唆されている。特許文献1および特許文献2のような高温粘性(T₄、T₂)、特に高いT₄を有するガラス組

10

20

30

40

50

成物は、ダウンドロー法による製造には適するものの、フロート法による製造には不利である。

【0009】

以上の事情に鑑み、本発明の目的は、フロート法による製造に適した、化学強化用のガラス組成物を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明は、質量%で示して、

SiO_2 58 ~ 64 %

Al_2O_3 8 ~ 12 %

MgO 6 ~ 10 %

CaO 0 ~ 1 %

Na_2O 18 ~ 24 %

K_2O 0 ~ 3 %

TiO_2 0 ~ 2 %

ZrO_2 0 ~ 3 %

を含み、

$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ が 7 ~ 12 % の範囲にある、ガラス組成物、を提供する。

【0011】

また、本発明は、別の側面から、本発明によるガラス組成物を含むガラス物品をナトリウムイオンのイオン半径よりも大きいイオン半径を有する一価の陽イオンを含む溶融塩に接触させることにより、前記ガラス組成物に含まれるナトリウムイオンと前記一価の陽イオンとをイオン交換して表面に圧縮応力層が形成された強化ガラス物品、を提供する。

【0012】

さらに、本発明は、本発明による強化ガラス物品を用いたディスプレイ用カバーガラス、を提供する。

【発明の効果】

【0013】

本発明によるガラス組成物は、比較的低い T_4 を示し、フロート法による製造に適している。さらに本発明によるガラス組成物は、比較的低い軟化温度を有し、本発明のガラス組成物からなるガラス板を一旦製造した後、そのガラス板を加熱軟化させて成形することにより立体形状を有するガラス物品を製造することにも適している。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、ガラス組成物の成分を示す%表示は特に断らない限り、すべて質量%を意味する。また、本明細書において、「実質的に構成される」とは、列挙された成分の含有率の合計が99.5質量%以上、好ましくは99.9質量%以上、より好ましくは99.95質量%以上を占めることを意味する。「実質的に含有しない」とは、当該成分の含有率が0.1質量%以下、好ましくは0.05質量%以下であることを意味する。

【0015】

特許文献1および特許文献2に開示されているガラスでは、高温粘性が高く、高い T_4 を示す。高い T_4 は、ディスプレイのカバーガラスをフロート法により製造するうえでは不利であり、またディスプレイのカバーガラスとしてガラスを薄く成形するうえでも不利である。

【0016】

そこで、本発明では、特に Al_2O_3 、 Na_2O およびアルカリ土類酸化物の含有率を、各酸化物が特性に及ぼす影響を考慮しながら抜本的に見直し、併せてその他の成分の含有率を総合的に調整することにより T_4 を下げて、フロート法による製造に適し、特にディスプレイ用のカバーガラスとしてガラスをより薄く成形(例えば1mm以下)するのに

10

20

30

40

50

有利な、傷や割れの生じにくいガラス組成物を提供することとした。

【0017】

以下の観点は、本発明において必須の観点ではない。しかし、本発明は場合によっては、以下の観点に着目することができる。

【0018】

本発明は、従来のフロート法による製造設備に用いられているガラス溶融窯に適合しやすいように比較的低い T_2 を示すガラス組成物を提供するものである。また、フロート法でのガラス成形に適しやすいように、 T_4 と液相温度 T_L との差が大きな値（例えば20以上）を示すガラス組成物を提供するものである。

【0019】

以下、本発明によるガラス組成物を構成する各成分について説明する。

【0020】

(Al_2O_3)

Al_2O_3 はガラス組成物の化学的耐久性を向上させ、さらにガラス中のアルカリ金属イオンの移動を容易にする。また、化学強化後の強度の維持に寄与する成分でもある。他方、 Al_2O_3 の含有率が高すぎると、 T_g が上昇し、溶融ガラスを適切に徐冷してガラス板を製造することが難しくなる。また、ガラス融液の粘度を増加させ、 T_2 、 T_4 を上昇させてしまう。

【0021】

したがって、 Al_2O_3 の含有率は、8～12%の範囲が適切である。 Al_2O_3 の含有率は11.5%以下が好ましく、11%以下がより好ましく、10.5%以下がさらに好ましく、場合によっては9.8%以下であってもよい。また、 Al_2O_3 の含有率は、8.5%以上が好ましく、9%以上がより好ましい。

【0022】

(Na_2O)

Na_2O は、ナトリウムイオンがカリウムイオンと置換されることにより、表面圧縮応力を大きくし、圧縮応力層の深さを大きくする成分である。また、溶解性を向上させ、 T_4 、 T_2 を低下させる成分でもある。他方、 Na_2O の含有率が高すぎるとガラス組成物の耐熱性が低下し、カリウムイオンと置換されることで生じた応力が緩和してしまう。

【0023】

したがって、 Na_2O の含有率は、18～24%の範囲が適切である。 Na_2O の含有率は、18.5%以上が好ましく、19%以上がより好ましく、場合によっては20.1%以上であってもよい。また、 Na_2O の含有率は、22%以下が好ましく、21%以下がより好ましい。

【0024】

(MgO)

MgO はガラスの溶解性を向上させる必須の成分である。この効果を十分に得るためには、 MgO の含有率は6%以上が望ましい。一般にアルカリ土類酸化物(RO)はガラス組成物中のナトリウムイオンをカリウムイオンにより置換するイオン交換を阻害する傾向にあるが、その中でも MgO はイオン交換を阻害する傾向が最も少ない。したがって、 RO の中では MgO の含有率を最も大きくすることが好ましい。他方、 MgO の含有率が限度を超えて高すぎると、ガラス中のナトリウムイオンの移動が阻害される。また、ガラス組成物の液相温度 T_L が上昇してしまう。

【0025】

したがって、 MgO の含有率は6～10%の範囲が適切である。 MgO の含有率は、7%以上が好ましく、8%以上がより好ましい。また、 MgO の含有率は、9.5%以下であってもよい。

【0026】

(CaO)

CaO は、高温での粘性を低下させる効果を有する。しかし、 CaO の含有率が高すぎ

10

20

30

40

50

ると、ガラス組成物におけるナトリウムイオンの移動が阻害されてしまうと共に、ガラス組成物が失透しやすくなる。

【0027】

したがって、CaOの含有率は0～1%の範囲が適切である。CaOの含有率は、0.7%以下が好ましく、0.5%以下がより好ましい。また、CaOの含有率は、0.1%以上であってもよい。

【0028】

(SrO, BaO)

SrO, BaOは、ガラス組成物の粘性を大きく低下させ、少量の含有では液相温度TLを低下させる効果がCaOより顕著である。しかし、SrO, BaOは、ごく少量の添加であっても、ガラス組成物におけるナトリウムイオンの移動を顕著に妨げ、表面圧縮応力・圧縮応力層の深さの両方を大きく低下させる。

10

【0029】

したがって、本発明のガラス組成物においては、SrO, BaOを実質的に含有しないことが好ましい。

【0030】

(RO)

ROは、MgO、CaO、SrOおよびBaOを示す。ROの含有率が低すぎると、ガラス組成物の粘性を下げる成分が不足して溶解が困難となる。他方、ROの含有率が高すぎると、化学的耐久性が低下する。また、ガラス中のナトリウムイオンの移動を阻害するため化学強化が進みにくくなる。

20

【0031】

したがって、ROの含有率(MgO、CaO、SrOおよびBaOの含有率の合計)は、7～12%の範囲が適切である。ROの含有率は、7～11%の範囲が好ましく、7.5～10%の範囲がさらに好ましい。ROの含有率は9.3%以下であってもよい。

【0032】

(SiO₂)

SiO₂は、ガラス組成物を構成する主要成分であり、その含有率が低すぎるとガラスの化学的耐久性および耐熱性が低下する。他方、SiO₂の含有率が高すぎると、高温でのガラス組成物の粘性が高くなり、溶解および成形が困難になる。したがって、SiO₂の含有率は、58～64%の範囲が適切である。58～62%が好ましい。

30

【0033】

(K₂O)

K₂Oは、化学強化後の圧縮応力層の深さを増大させる成分である。またNa₂Oと同様、ガラスの溶解性を向上させる成分である。また、しかし、K₂Oの含有率が高すぎると、化学強化後の表面圧縮応力の値が低下する。また、K₂Oは、Na₂Oと比較して、ガラス組成物の高温での粘性T₄、T₂を高める傾向が大きい。

【0034】

したがって、K₂Oの含有率は0～3%の範囲が適切である。K₂Oの含有率は、2%以下が好ましく、1.5%以下がより好ましい。また、K₂Oの含有率は、0.2%以上、さらには0.5%以上であってもよい。

40

【0035】

(Li₂O)

Li₂Oは、少量の添加により、化学強化後の表面圧縮応力の値が大きく低下する。したがって、本発明のガラス組成物においては、実質的にLi₂Oを含有しないことが好ましい。

【0036】

(B₂O₃)

B₂O₃は、ガラス組成物の粘性を下げ、溶解性を改善する成分である。しかし、B₂O₃の含有率が高すぎると、ガラス組成物の耐水性が低下し、ガラス組成物が分相しやす

50

くなる。また、 B_2O_3 とアルカリ金属酸化物とが形成する化合物が揮発してガラス溶解室の耐火物を損傷するおそれが生じる。さらに、 B_2O_3 の含有は化学強化における圧縮応力層の深さを減少させてしまう。したがって、 B_2O_3 の含有率は1%以下が適切である。本発明では、 B_2O_3 を実質的に含有しないガラス組成物であることがより好ましい。

【0037】

(Fe_2O_3)

通常Feは、 Fe^{2+} 又は Fe^{3+} の状態ではガラス中に存在する。 Fe^{3+} はガラスの紫外線吸収特性を高める成分であり、 Fe^{2+} は熱線吸収特性を高める成分である。しかし、ガラス組成物をディスプレイのカバーガラスとして用いる場合、着色が目立たないことが求められるため、Feの含有率は少ない方が好ましい。Feは工業原料により不可避免的に混入する可能性があるが、 Fe_2O_3 に換算した酸化鉄の含有率が0.1%以下とすることがよく、0.02%以下であることが好ましい。また、本発明においては、酸化鉄を実質的に含有しないガラス組成物としてもよい。

10

【0038】

(TiO_2)

TiO_2 は、ガラスの高温粘性を下げると同時に、化学強化後の表面圧縮応力値を高める成分である。しかし、 TiO_2 の高い含有率は、ガラス組成物に黄色の着色を与え、この着色は好ましくない。したがって、 TiO_2 の含有率は0~2%が適切であり、1%以下が好ましい。 TiO_2 は工業原料により不可避免的に混入し、ガラス組成物において0.05%含有されることがあるが、この程度の含有率であれば、好ましくない着色は現れない。

20

【0039】

(ZrO_2)

ZrO_2 は、ガラスの耐水性を向上させる成分である。また、化学強化後の表面圧縮応力値を著しく高める成分でもある。しかし、 ZrO_2 の高い含有率は、液相温度TLの急激な上昇を引き起こすことがある。したがって、 ZrO_2 の含有率は0~3%が適切であり、1.5%以下が好ましい。また、本発明においては、 ZrO_2 を実質的に含有しないガラス組成物であってもよい。

30

【0040】

(SO_3)

フロート法においては、ボウ硝(Na_2SO_4)など硫酸塩が清澄剤として汎用される。硫酸塩は熔融ガラス中で分解してガス成分を生じ、これによりガラス融液の脱泡が促進されるが、ガス成分の一部は SO_3 としてガラス組成物中に溶解し残留する。本発明のガラス組成物においては、 SO_3 は0.1~0.4%であることが好ましい。

【0041】

(SnO_2)

フロート法により成形されたガラス板において、成型時にスズ浴に触れた面はスズ浴からスズが拡散し、そのスズが SnO_2 として存在することが知られている。また、ガラス原料に混合させた SnO_2 は、脱泡に寄与する。本発明のガラス組成物においては、 SnO_2 は0~0.3%であることが好ましい。

40

【0042】

(その他の成分)

本発明によるガラス組成物は、上記に列挙した各成分(Al_2O_3 ~ SnO_2)から実質的に構成されていることが好ましい。ただし、本発明によるガラス組成物は、上記に列記した成分以外の成分を、好ましくは各成分の含有率が0.1%未満となる範囲で含有していてもよい。

【0043】

含有が許容される成分としては、上述の SO_3 と SnO_2 以外に熔融ガラスの脱泡を目的として添加される、 As_2O_5 、 Sb_2O_5 、 CeO_2 、Cl、Fを例示できる。ただ

50

し、 As_2O_5 、 Sb_2O_5 、 Cl 、 F は、環境に対する悪影響が大きいなどの理由から添加しないことが好ましい。また、含有が許容されるまた別の例は、 ZnO 、 P_2O_5 、 GeO_2 、 Ga_2O_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 である。工業的に使用される原料に由来する上記以外の成分であっても0.1%を超えない範囲であれば許容される。これらの成分は、必要に応じて適宜添加したり、不可避免的に混入したりするものであるから、本発明のガラス組成物は、これらの成分を実質的に含有しないものであっても構わない。

【0044】

以下、本発明によるガラス組成物の特性について説明する。

【0045】

(ガラス転移点： T_g)

本発明によれば、ガラス組成物の転移点(T_g)を580未満、さらには、570以下、場合によっては、560以下にまで引き下げて、熔融ガラスの徐冷が容易で製造しやすいガラス組成物を提供できる。なお、ガラス転移点の下限は特に制限されないが、イオン交換によって生じた圧縮応力が緩和しないように、500以上、好ましくは530以上がよい。

10

【0046】

(ガラスの軟化点： T_s)

本発明によれば、ガラス組成物の軟化点(T_s)が800以下であるガラス組成物を提供できる。この範囲の軟化点のガラス組成物であれば、一旦製造したガラス板を再度加熱軟化させて立体形状を有するガラス物品に成形することが容易である。 T_s は、780

20

以下が好ましく、760以下であることが特に好ましい。

【0047】

(作業温度： T_4)

フロート法では、熔融ガラスを熔融窯からフロートバスに流入させる際に、熔融ガラスの粘度が $10^4 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ (10^4 P)程度に調整される。フロート法による製造は、熔融ガラスの粘度が $10^4 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ となる温度(作業温度； T_4)が低い方が好ましく、例えばディスプレイのカバーガラスのためにガラスを薄く成形するためには、熔融ガラスの作業温度 T_4 が1080以下であることが好ましい。本発明によれば、ガラス組成物の T_4 を、1080以下、さらには1070以下、場合によっては1060以下まで低減し、フロート法による製造に適したガラス組成物を提供できる。 T_4 の下限は特に

30

限定されないが、例えば1000である。

【0048】

(熔融温度： T_2)

熔融ガラスの粘度が $10^2 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ になる温度(熔融温度； T_2)が低いと、ガラス原料を溶かすために必要なエネルギー量を抑制することができ、ガラス原料がより容易に溶解してガラス融液の脱泡および清澄が促進される。本発明によれば、 T_2 を1530以下、さらには1500以下、より好ましくは1480以下にまで低下させることができる。

【0049】

(作業温度と液相温度との差分： $T_4 - T_L$)

フロート法では、熔融ガラスの温度が T_4 において、熔融ガラスが失透しないこと、言い換えれば作業温度(T_4)が液相温度(T_L)よりも高いことが必要である。本発明によれば、作業温度から液相温度を差し引いた差分が、20以上、さらには50以上、場合によっては100以上にまで大きい、ガラス組成物を提供できる。また本発明によれば、 T_L を1050以下、さらには1000以下、場合によっては900以下にまで低下させて、 $T_4 - T_L$ を大きくすることに寄与できる。

40

【0050】

(密度(比重)： d)

電子機器の軽量化のため、電子機器に搭載されるディスプレイのカバーガラスの密度は小さいことが望ましい。本発明によれば、ガラス組成物の密度を $2.52 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 以下

50

、さらには $2.51 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 以下、場合によっては $2.50 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 以下にまで減少させることができる。

【0051】

フロート法などでは、ガラス品種間の密度の相違が大きいと、製造するガラス品種を切り換える際に熔融窯の底部に密度が高い方の熔融ガラスが滞留し、品種の切り換えに支障が生じる場合がある。現在、フロート法で量産されているソーダ石灰ガラスの密度は約 $2.50 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ である。したがって、フロート法による量産を考慮すると、ガラス組成物の密度は、上記の値に近いこと、具体的には、 $2.46 \sim 2.54 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、特に $2.48 \sim 2.52 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ が好ましい。

【0052】

(弾性率：E)

イオン交換を伴う化学強化を行うと、ガラス基板に反りが生じることがある。この反りを抑制するためには、ガラス組成物の弾性率は高いことが好ましい。本発明によれば、ガラス組成物の弾性率(ヤング率：E)を 70 GPa 以上、場合によっては 72 GPa 以上にまで増加させることができる。

【0053】

(熱膨張係数：)

本発明によれば、 $50 \sim 350$ の範囲における線熱膨張係数が $95 \times 10^{-7} \sim 109 \times 10^{-7} /$ の範囲にあるガラス組成物を提供できる。この範囲の線熱膨張係数を有するガラス組成物は、一般的なガラス部材の線熱膨張係数 ($70 \sim 100 \times 10^{-7} /$) よりも大きな線熱膨張係数を有する材料と接合した場合に、反りや歪みが生じにくいという利点を有する。本発明の好ましい実施形態によれば、 $50 \sim 350$ の範囲における線熱膨張係数が $100 \times 10^{-7} /$ 以上の範囲にあるガラス組成物を提供できる。

【0054】

以下、ガラス組成物の化学強化について説明する。

【0055】

(化学強化の条件と圧縮応力層)

ナトリウムを含むガラス組成物を、ナトリウムイオンよりもイオン半径の大きい一価の陽イオン、好ましくはカリウムイオン、を含む熔融塩に接触させ、ガラス組成物中のナトリウムイオンを上記の一価の陽イオンによって置換するイオン交換処理を行うことにより、本発明によるガラス組成物の化学強化を実施することができる。これによって、表面に圧縮応力が付与された圧縮応力層が形成される。

【0056】

熔融塩としては、典型的には硝酸カリウムを挙げることができる。硝酸カリウムと硝酸ナトリウムとの混合熔融塩を用いることもできるが、混合熔融塩は濃度管理が難しいため、硝酸カリウム単独の熔融塩が好ましい。

【0057】

強化ガラス物品における表面圧縮応力と圧縮応力層深さとは、該物品のガラス組成だけではなく、イオン交換処理における熔融塩の温度と処理時間によって制御することができる。

【0058】

本発明のガラス組成物は、比較的低温の硝酸カリウム熔融塩と接触させることによって、表面圧縮応力(CS)が非常に高く、かつ圧縮応力層の厚さ(DOL)が適度に薄い強化ガラス物品を得ることができる。具体的には、表面圧縮応力が 1200 MPa 以上であり、かつ、前記圧縮応力層の深さが $8 \sim 13 \mu\text{m}$ である強化ガラス物品を得ることができる。この強化ガラス物品は、 $340 \sim 380$ に加熱した硝酸カリウム熔融塩に30分以上8時間以下、好ましくは $350 \sim 370$ で $2 \sim 6$ 時間、接触させることで得ることができる。

【0059】

したがって、本発明の強化ガラス物品は、十分に高い表面圧縮応力を有しているために

10

20

30

40

50

ディスプレイのカバーガラスに適した強度を有すると共に、その圧縮応力層厚さが適度に薄いため、化学強化処理後に定法で切断することができる優れた加工性を有している。

【0060】

本発明の強化ガラス物品の別形態として、本発明のガラス組成物を、比較的高温の硝酸カリウム溶融塩と接触させることによって、圧縮応力層の厚さが十分に厚く、かつ表面圧縮応力が適度に高い強化ガラス物品を得ることができる。具体的には、表面圧縮応力は900～1000MPaに留まるが、前記圧縮応力層の深さが25～30μmに達する強化ガラス物品を得ることができる。この強化ガラス物品は、400～440 に加熱した硝酸カリウム溶融塩に30分以上8時間、好ましくは410～430 で2～6時間、接触させることで得ることができる。

10

【0061】

したがって、別形態に係る本発明の強化ガラス物品は、圧縮応力層の厚さが十分に厚いため表面に傷が生じた場合であっても、その傷が圧縮応力層よりガラス物品内部に届くことが少なく、よって傷による強化ガラス物品の破損を減らすことができ、適度に高い表面圧縮応力を有しているため、ディスプレイのカバーガラスに適した強度を有している。

【0062】

本発明によれば、比較的低い T_4 を示し、フロート法による製造に適し、ディスプレイのカバーガラスとしてガラスを薄く成形するのに有利なガラス組成物を提供することができる。

【0063】

本発明のガラス組成物を化学強化して得られた強化ガラス物品は、電子機器に搭載される液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等やタッチパネル式ディスプレイのカバーガラスとして好適である。ただし、本発明によるガラス組成物は、化学強化処理を施し、あるいはこの処理を施さずに、電子デバイスの基板などとして用いることもできる。

20

【実施例】

【0064】

以下では、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明する。

【0065】

(実施例1～40)

(ガラス組成物の作製)

表1～4に示すガラス組成となるように、汎用のガラス原料である、シリカ、酸化チタン、酸化ジルコニウム、アルミナ、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、塩基性炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、酸化鉄(III)、酸化スズ(IV)を用いてガラス原料(バッチ)を調合した。炭酸ナトリウムの一部を硫酸ナトリウムとした。調合したバッチを白金ルツボに投入し、電気炉内で1550 で4時間加熱して溶融ガラスとした。次いで、溶融ガラスを鉄板上に流し出し、冷却してガラスプレートとした。次いで、このガラスプレートを再び電気炉へ入れ、580 で30分間保持した後、炉の電源を切り、室温まで徐冷して試料ガラスとした。

30

【0066】

試料ガラスについて、ガラス転移点 T_g 、軟化点 T_s 、作業温度 T_4 、溶融温度 T_2 、液相温度 T_L 、熱膨張係数、密度 d およびヤング率 E を測定した。

40

【0067】

ガラス転移点 T_g および熱膨張係数は示差熱膨張計(理学電機株式会社サーモフレックスTMA8140)を用いて測定した。軟化点 T_s は貫入法により測定した。作業温度 T_4 および溶融温度 T_2 は、白金球引き上げ法により測定した。密度 d はアルキメデス法により測定した。ヤング率 E はJIS(日本工業規格)R1602に従って計測した。

【0068】

液相温度 T_L は、以下の方法により測定した。試料ガラスを粉碎してふるいにかけて、2380μmのふるいを通し、1000μmのふるい上に留まったガラス粒を得た。このガラス粒をエタノールに浸漬して超音波洗浄した後、恒温槽で乾燥させた。このガラス粒

50

の25gを、幅12mm、長さ200mm、深さ10mmの白金ボート上にほぼ一定の厚さになるように入れて測定試料とし、この白金ボートを約870～1160の温度勾配を有する電気炉(温度勾配炉)内に24時間保持した。その後、測定試料を倍率100倍の光学顕微鏡で観察し、失透が観察された部位の最高温度を液相温度とした。なお、全ての実施例及び比較例において、測定試料は温度勾配炉中でガラス粒が互いに融着し棒状体となった。

【0069】

(強化ガラスの作製)

上記のようにして作製した試料ガラスを25mm×35mmに切り出し、その両面をアルミナ砥粒で研削し、さらに酸化セリウム研磨砥粒を用いて鏡面研磨した。こうして、両面の表面粗さがRaが2nm以下である厚さ5mmのガラスブロックを組成毎に4個得た(RaはJIS B0601-1994に従う)。このガラスブロックを各々360, 380, 400, 420に加熱溶融した純度99.9%以上の硝酸カリウム溶融塩中に4時間浸漬して化学強化を行った。化学強化処理後のガラスブロックを80の熱水で洗浄し、強化ガラスブロックを得た。

10

【0070】

なお、溶融塩に浸漬する前後には、ガラスブロックにかかる熱衝撃を緩和するために、浸漬前に予熱、浸漬終了後(つまり溶融塩から取り出した後)に徐冷を行なった。予熱は、溶融塩が保持されている容器内であって、溶融塩の液面上方にあたる空間に、ガラスブロックを10分間保持する、という操作により行なった。徐冷は、予熱と同じ操作を行なった。この徐冷の操作は、取り出したガラスブロックに付着してきた溶融塩を、できるだけ溶融塩容器に戻すという効果も有する。

20

【0071】

上記のようにして得た強化ガラスブロックについて、表面の圧縮応力および圧縮深さ(圧縮応力層の深さ)を折原製作所製表面応力計「FSM-6000」を用いて測定した。結果を、表1～4に併せて示す。

【0072】

各実施例では、ガラス転移点 T_g が580未満、作業温度 T_4 が1080以下となった。また、実施例の溶融温度 T_2 は1530以下であった。また、作業温度 T_4 から液相温度 T_L を差し引いた差分 $T_4 - T_L$ は、 $T_4 - T_L$ を計算可能なすべての実施例において、20以上であった。各実施例の密度 d は、 $2.48 \sim 2.52 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ となった。

30

【0073】

また、全ての実施例において、表面圧縮応力が非常に高く(1200MPa以上)かつ圧縮応力層の厚さが適度に薄い(8～13 μm)強化ガラス物品、および圧縮応力層の厚さが非常に厚く(25～30 μm)かつ表面圧縮応力が適度に高い(900～1000MPa)強化ガラス物品を得ることができた。

【0074】

(比較例1～6)

表5に示すガラス組成になるように、実施例と同様に試料ガラスを作製した。なお、ガラス原料には実施例で用いたもののほかに、ガラス組成に応じて、酸化ホウ素、炭酸ストロンチウム、炭酸リチウムも用いた。実施例と同じ工程により、強化ガラスブロックを得た。物性評価の結果を、同じく表5に示す。

40

【0075】

比較例1～3においては、前述の、表面圧縮応力が非常に高くかつ圧縮応力層の厚さが適度に薄い強化ガラス物品と、圧縮応力層の厚さが非常に厚くかつ表面圧縮応力が適度に高い強化ガラス物品の何れも得ることができなかった。

【0076】

また、比較例4～6のガラス組成物は、すべて T_4 が1100を超えており、フロート法による製造には不利であり、ディスプレイのカバーガラスとして薄く成形するうえで

50

も不利である。さらに比較例 4 および比較例 5 のガラス組成物は溶融温度 T_2 が 1550 を超えている。したがって、ガラスの溶解、清澄に要するエネルギーが多くなってしま

う。

【0077】

【表 1】

		実施例									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
組成 wt%	SiO ₂	60.2	63.4	63.6	63.7	62.9	62.1	61.1	61.0	61.2	60.8
	TiO ₂	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Al ₂ O ₃	9.6	9.0	9.0	9.0	9.6	9.7	9.7	10.5	9.8	10.5
	MgO	7.7	8.3	8.6	8.7	8.0	8.3	8.9	8.3	8.6	8.3
	CaO	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Na ₂ O	18.8	18.2	17.7	18.3	18.1	18.6	19.2	19.1	18.6	18.5
	K ₂ O	0.8	0.8	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	1.5
	Fe ₂ O ₃	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01
	SnO ₂	0	0	0	0.0	0.3	0.1	0.1	0	0	0
	SO ₃	0.22	0.17	0.17	0.20	0.20	0.26	0.26	0.22	0.22	0.22
	RO	7.9	8.6	9.0	9.0	8.3	8.6	8.9	8.6	8.9	8.5
R ₂ O	19.5	19.0	18.5	18.3	18.9	19.4	20.0	19.8	20.2	20.1	
Tg / °C		570	562	572	576	570	567	564	568	556	563
TL / °C		956	885	-	-	893	879	-	1037	-	-
T ₂ / °C		1462	1514	1516	1514	1530	1501	1471	1487	1472	1489
T ₄ / °C		1062	1066	1069	1066	1077	1062	1046	1057	1049	1060
Ts / °C		764	760	762	760	768	759	750	758	753	761
$\alpha / \times 10^{-7} \text{°C}^{-1}$		102	98.8	97.4	95.9	97.6	100.9	102.1	102.7	103.4	104.7
d / g·cm ⁻³		2.52	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.49	2.49	2.49	2.49
E / GPa		73.4	72.1	72.4	72.3	72.2	72.4	72.6	72.7	72.8	73
360°C	CS /MPa	1339	1245	1233	1264	1240	1248	1255	1250	1225	1219
4hr	DOL / μm	9.7	10.1	9.3	8.6	10.5	10.4	10.2	10.6	11.0	11.4
380°C	CS /MPa	1184	1101	1115	1118	1104	1107	1149	1182	1116	1142
4hr	DOL / μm	13.7	14.2	12.9	12.3	14.3	14.5	14.3	14.3	15.7	15.8
400°C	CS /MPa	1148	1002	1074	1062	990	1003	1016	1004	1027	1015
4hr	DOL / μm	18.7	21.0	18.7	17.5	20.8	20.5	20.3	20.0	21.5	21.3
420°C	CS /MPa	998	863	916	921	908	901	904	915	901	910
4hr	DOL / μm	28.5	26.9	24.4	23.6	26.8	26.8	26.1	26.4	28.2	28.4

【0078】

【表 2】

		実施例									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
組成 wt%	SiO ₂	60.1	59.9	60.5	60.1	60.2	59.8	59.7	59.9	60.6	60.4
	TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Al ₂ O ₃	10.6	10.6	10.6	11.3	10.5	11.3	11.4	11.4	9.8	9.8
	MgO	8.6	8.6	8.6	8.2	8.2	7.9	8.3	8.3	9.0	9.0
	CaO	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Na ₂ O	19.6	19.1	18.5	18.5	18.5	18.4	19.5	20.1	20.3	19.7
	K ₂ O	0.8	1.5	1.5	1.5	2.3	2.3	0.8	0.0	0.0	0.8
	Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SO ₃	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
	RO	8.9	8.9	8.9	8.5	8.5	8.2	8.5	8.6	9.3	9.3
R ₂ O	20.4	20.6	20.1	20.0	20.8	20.7	20.3	20.1	20.3	20.5	
Tg / °C		562	556	564	568	552	556	568	572	564	562
TL / °C		1024	-	-	-	-	-	-	-	-	985
T ₂ / °C		1457	1459	1474	1491	1475	1491	1473	1471	1439	1449
T ₄ / °C		1044	1045	1054	1066	1054	1065	1053	1050	1028	1035
Ts / °C		749	752	757	765	757	765	757	755	739	738
$\alpha / \times 10^{-7} \text{°C}^{-1}$		103	108.8	102.2	102	103.7	103.5	103.1	102.5	103	103.4
d / g·cm ⁻³		2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.50
E / GPa		72.7	72.9	73	73.1	72.8	72.9	72.8	72.6	72.4	72.6
360°C	CS /MPa	1268	1227	1217	1212	1202	1200	1253	1284	1294	1256
4hr	DOL / μm	10.3	11.2	10.9	11.3	12.5	12.8	10.8	10.1	9.3	10.1
380°C	CS /MPa	1128	1081	1105	1121	1068	1084	1128	1081	1154	1144
4hr	DOL / μm	14.7	16.5	15.1	15.3	17.4	17.6	14.7	16.5	13.5	14.2
400°C	CS /MPa	988	999	1028	1016	968	956	975	964	989	1032
4hr	DOL / μm	19.7	21.0	19.9	19.6	23.5	23.2	19.5	18.2	18.7	19.2
420°C	CS /MPa	909	900	939	957	911	913	909	901	907	927
4hr	DOL / μm	26.9	28.7	27.4	27.2	30.2	31.1	26.9	28.2	24.9	26.7

【 0 0 7 9 】

10

20

30

【表 3】

		実施例									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
組成 wt%	SiO ₂	60.2	60.3	60.3	60.6	60.7	61.0	61.2	60.8	61.1	60.6
	TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Al ₂ O ₃	9.8	10.6	10.1	9.8	9.8	9.7	9.8	10.1	10.1	9.7
	MgO	9.0	8.6	9.0	8.8	9.0	8.8	8.8	8.7	8.7	7.9
	CaO	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Na ₂ O	19.1	20.2	19.5	19.8	19.4	19.4	19.1	19.3	19.0	19.3
	K ₂ O	1.6	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SO ₃	0.23	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
	RO	9.3	8.9	9.3	9.1	9.3	9.1	9.1	8.9	8.9	8.4
R ₂ O	20.7	20.2	20.3	20.5	20.2	20.2	19.9	20.1	19.8	20.0	
Tg / °C		555	568	565	558	562	561	565	563	567	564
TL / °C		-	-	-	-	-	-	-	-	-	995
T ₂ / °C		1442	1455	1447	1449	1450	1459	1468	1465	1475	1447
T ₄ / °C		1034	1039	1037	1034	1036	1040	1046	1044	1050	1034
Ts / °C		744	747	745	743	745	747	750	750	753	798
$\alpha / \times 10^{-7} \text{°C}^{-1}$		104	102.7	106.3	103.1	102.5	102.1	101.3	102	103.2	102.9
d / g·cm ⁻³		2.50	2.49	2.50	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.50
E / GPa		72.8	72.5	73	72.4	72.6	72.5	72.5	72.5	72.6	72.4
360°C	CS /MPa	1232	1289	1256	1265	1257	1259	1253	1256	1250	1275
4hr	DOL / μm	10.8	9.7	9.9	10.3	9.9	10.1	9.9	10.3	10.1	10.1
380°C	CS /MPa	1097	1170	1152	1116	1121	1111	1106	1117	1113	1129
4hr	DOL / μm	15.5	13.7	14.3	14.9	14.1	14.6	14.2	14.6	14.3	14.4
400°C	CS /MPa	1011	977	1052	974	1017	1000	992	995	1009	1050
4hr	DOL / μm	21.2	18.5	19.0	20.7	19.3	19.8	19.7	19.9	19.5	19.3
420°C	CS /MPa	911	915	944	902	910	905	908	911	916	923
4hr	DOL / μm	27.8	25.8	26.4	26.7	26.6	25.8	25.4	25.7	26.7	27.1

【 0 0 8 0 】

【表 4】

		実施例									
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
組成 wt%	SiO ₂	60.8	60.4	60.7	60.7	61.0	60.5	60.8	60.4	60.4	60.4
	TiO ₂	1.3	1.3	1.3	0.7	0.7	0	0	0	0.7	1.3
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Al ₂ O ₃	9.7	10.0	10.0	9.8	9.8	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
	MgO	8.1	7.9	7.9	8.4	8.4	8.4	8.4	8.0	8.1	7.7
	CaO	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Na ₂ O	19.0	19.2	18.9	19.3	19.0	19.3	19.0	18.8	18.9	18.8
	K ₂ O	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SO ₃	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
	RO	8.4	8.2	8.2	8.7	8.7	8.7	8.7	8.3	8.3	8.0
R ₂ O	19.7	20.0	19.7	20.1	19.8	20.0	19.7	19.6	19.7	19.6	
T _g / °C		567	566	569	562	565	562	569	575	570	572
TL / °C		1008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₂ / °C		1456	1453	1463	1453	1462	1459	1468	1468	1462	1456
T ₄ / °C		1040	1039	1045	1037	1043	1050	1056	1066	1053	1050
T _s / °C		801	801	804	772	775	740	743	736	769	794
$\alpha / \times 10^{-7} \text{°C}^{-1}$		101	102.8	101.8	102.5	101.4	100.5	102.1	100.3	101.4	101.3
d / g·cm ⁻³		2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.52	2.51	2.51
E / GPa		72.3	72.6	72.6	72.3	72.4	72.8	72.9	73.6	73.1	73.1
360°C	CS /MPa	1262	1270	1264	1265	1259	1294	1278	1323	1294	1298
4hr	DOL / μm	10.0	10.2	10.1	10.1	9.9	10.1	10.1	9.9	9.9	9.8
380°C	CS /MPa	1124	1135	1131	1071	1084	1106	1117	1196	1143	1144
4hr	DOL / μm	14.0	14.5	14.1	14.7	14.4	14.5	14.3	13.3	13.9	13.9
400°C	CS /MPa	1074	1041	1059	1008	1027	1062	1071	1132	1077	1112
4hr	DOL / μm	18.9	19.4	18.7	20.5	20.1	20.7	19.4	19.2	19.4	18.8
420°C	CS /MPa	945	941	954	900	904	934	947	995	978	1000
4hr	DOL / μm	26.6	25.9	25.2	27.1	27.4	27.1	26.7	27.9	26.2	24.6

【 0 0 8 1 】

【表 5】

		比較例					
		1	2	3	4	5	6
組成 wt%	SiO ₂	62.9	61.1	61.9	61.3	57.4	62.1
	TiO ₂	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	3.8	0
	B ₂ O ₃	0	0	0	0.6	2.0	0
	Al ₂ O ₃	8.5	9.1	9.2	16.3	12.9	12.8
	MgO	7.7	7.5	8.1	3.6	1.9	6.3
	CaO	0.3	0.6	0.7	0.5	2.0	0
	SrO	1.4	1.6	0	0	0	0
	Li ₂ O	0	0.1	0	0	0	0
	Na ₂ O	17.3	16.7	16.9	13.7	14.7	15.5
	K ₂ O	1.9	3.2	3.2	3.5	4.8	3.2
	Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.02	0	0
	SnO ₂	0	0	0	0.3	0.3	0
	SO ₃	0.22	0.23	0.23	0.04	0.05	0.10
	RO	9.4	9.7	8.8	4.1	3.9	6.3
	R ₂ O	19.1	20.0	20.1	17.1	19.4	18.7
Tg / °C	-	538	-	597	569	585	
TL / °C	-	-	-	<890	<878	-	
T ₂ / °C	-	-	-	>1613	1561	-	
T ₄ / °C	-	-	-	>1131	1122	1149	
Ts / °C	-	-	-	837	-	828	
$\alpha / \times 10^{-7} \text{°C}^{-1}$	-	-	-	-	-	-	
d / g·cm ⁻³	2.50	-	2.49	2.46	2.54	-	
E / GPa	72.6	-	72.6	72.9	75.4	-	
360°C	CS / MPa	-	-	-	-	-	
4hr	DOL / μm	-	-	-	-	-	
380°C	CS / MPa	1019	-	-	-	-	
4hr	DOL / μm	14.4	-	-	-	-	
400°C	CS / MPa	-	-	-	-	-	
4hr	DOL / μm	-	-	-	-	-	
420°C	CS / MPa	842	818	876	-	-	
4hr	DOL / μm	26.2	27.0	30.5	-	-	

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明は、例えばディスプレイ用カバーガラスとしてフロート法による製造に適したガラス組成物を提供できる。

10

20

30

40

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-148955(JP,A)
特開2012-214356(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C03C 1/00 - 14/00
INTERGLAD