

(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8月16日(16.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/147288 A1

(51) 国際特許分類:

C03C 21/00 (2006.01) **C03C 3/087** (2006.01)
C03C 3/085 (2006.01) **C03C 3/093** (2006.01)

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/004079

(22) 国際出願日: 2018年2月6日(06.02.2018)

(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 2017-020793 2017年2月7日(07.02.2017) JP

(71) 出願人: A G C 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).

(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))

(72) 発明者: 小池 章夫(KOIKE, Akio); 〒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). 小林 裕介(KOBAYASHI, Yusuke); 〒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: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16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,

(54) Title: CHEMICALLY TOUGHENED GLASS

(54) 発明の名称: 化学強化ガラス

(57) Abstract: This chemically toughened glass has a compressive stress of 200 MPa or more in the surface, a depth of compression of 50 μm or more from the surface at a compressive stress of 50 MPa, a depth of compression of 60 μm or more from the surface at a compressive stress of 30 MPa, and a critical stress intensity factor K_{IC} of 0.75 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ or more.

(57) 要約: 化学強化ガラスは、表面の圧縮応力が200MPa以上であり、圧縮応力が50MPaにおける前記表面からの圧縮応力層の深さが50 μm 以上であり、圧縮応力が30MPaにおける前記表面からの圧縮応力層の深さが60 μm 以上であり、臨界応力拡大係数 K_{IC} (Critical Stress Intensity Factor) が0.75 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上、である。



WO 2018/147288 A1

明 細 書

発明の名称：化学強化ガラス

技術分野

[0001] 本発明は、化学強化ガラスに関する。

背景技術

[0002] 携帯電話やスマートフォン等の電子機器の表示部や筐体本体に、イオン交換による表面層が形成された化学強化ガラスが使用されている。この化学強化ガラスの厚みは、軽量化のため、ますます薄くなる傾向にある（薄板化という）。そして、薄板化されたガラスの強度を向上するために、表面圧縮応力（CS）を高くし、圧縮応力層の深さ（DOL）を深くする傾向にある。

[0003] 特に、移動可能な電子機器の場合、電子機器を落下させたときも化学強化ガラスが割れないようにDOLをより深くする傾向にある（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国公開特許2015-0239775号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1の化学強化ガラスは、圧縮応力層の深さ（DOL）が深いにも関わらず、電子機器がアスファルトに落下した場合、ガラスが割れてしまうという問題点があった。

[0006] そこで、本発明は、表面圧縮応力（CS）と圧縮応力層の深さ（DOL）のバランスを制御することで、従来に比べ、アスファルトへの落下時にわれにくい化学強化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] すなわち、本発明の化学強化ガラスは、表面の圧縮応力が200MPa以上であり、圧縮応力が50MPaにおける前記表面からの圧縮応力層の深さが50μm以上であり、圧縮応力が30MPaにおける前記表面からの圧縮

応力層の深さが $60\mu\text{m}$ 以上であり、臨界応力拡大係数 K_{IC} (Critical Stress Intensity Factor) が $0.75\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上である。

発明の効果

[0008] 本発明よれば、アスファルトへの落下時にわれにくい化学強化ガラスを提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]例1～例3の化学強化ガラスの、圧縮応力が 50MPa における圧縮応力の深さとアスファルト落下との関係を示すグラフである。

[図2]例1～例3の化学強化ガラスの、圧縮応力が 30MPa における圧縮応力の深さとアスファルト落下との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] (化学強化ガラス)

本実施の形態に係る化学強化ガラスは、通常、板形状をしているが、平板でも曲げ加工を施したガラス板でもよい。本実施の形態に係る化学強化ガラスは、フロート法、フュージョン法、スロットダウンドロー法等、既知のガラス成形方法によって平板形状に成形されたガラス板であり、 $130\text{dPa}\cdot\text{s}$ 以上の液相粘度を有することが好ましい。

[0011] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、タブレットPC、ノートPC、スマートフォン及び電子書籍リーダー等の情報機器に備えられたタッチパネルディスプレイのカバーガラス及びタッチセンサーガラス、液晶テレビ及びPCモニター等のカバーガラス、自動車インパネ等のカバーガラス、太陽電池用カバーガラス、建材の内装材、並びにビルや住宅の窓に用いられる複層ガラス等に用いることができる。

[0012] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、既存の成形法で成形可能な寸法を有する。すなわち、フロート法で成形すれば、フロート成形幅の連続したリボン状のガラスが得られる。又、本実施の形態に係る化学強化ガラスは、最終的には使用目的に適した大きさに切断される。

- [0013] すなわち、タブレットPC又はスマートフォン等のディスプレイの大きさであったり、太陽電池用カバーガラスであったり、それぞれの用途に応じた大きさとなる。本実施の形態に係る化学強化ガラスは、一般的には矩形に切断されているが、円形又は多角形等の他の形状でも問題なく、穴あけ加工を施したガラスも含まれる。
- [0014] 本実施の形態に係る化学強化ガラスの板厚 t は、軽量化に寄与するため $2000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。板厚 t は、 $1500\mu\text{m}$ 以下、 $1000\mu\text{m}$ 以下、 $800\mu\text{m}$ 以下、 $700\mu\text{m}$ 以下、 $500\mu\text{m}$ 以下、 $400\mu\text{m}$ 以下、 $300\mu\text{m}$ 以下、 $200\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。
- [0015] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、イオン交換処理によって表面に圧縮応力層を備える。化学強化ガラスの表面圧縮応力 (CS) は 200MPa 以上であることが好ましく、 300MPa 以上、 500MPa 以上、 600MPa 以上、 650MPa 以上、 700MPa 以上、 750MPa 以上、 800MPa 以上、 900MPa 以上、 1000MPa 以上、であることがより好ましい。
- [0016] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、化学強化ガラスの使用時に圧縮応力層の深さ (DOL) の値を超える深さの傷がつくと化学強化ガラスの破壊につながるため、圧縮応力層の深さ (DOL) は深い方が好ましい。圧縮応力層の深さ (DOL) は、 $30\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $40\mu\text{m}$ 以上、 $50\mu\text{m}$ 以上、 $55\mu\text{m}$ 以上、 $60\mu\text{m}$ 以上、 $65\mu\text{m}$ 以上、 $70\mu\text{m}$ 以上、 $75\mu\text{m}$ 以上、 $80\mu\text{m}$ 以上、 $85\mu\text{m}$ 以上、 $90\mu\text{m}$ 以上、 $95\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以上、 $110\mu\text{m}$ 以上、 $120\mu\text{m}$ 以上、 $130\mu\text{m}$ 以上、 $140\mu\text{m}$ 以上、 $150\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。
- [0017] なお、板厚を $t\mu\text{m}$ としたときの圧縮応力層の深さ (DOL) との関係は、 $\text{DOL} \geq 0.10t$ が好ましく、 $\text{DOL} \geq 0.12t$ 、さらに好ましくは $\text{DOL} \geq 0.15t$ 、特に好ましくは $\text{DOL} \geq 0.20t$ である。
- [0018] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、圧縮応力が 50MPa における圧

縮応力層の深さが $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。本願発明者らは、圧縮応力層が 50MPa 以上となっている深さが深いほど、落下などでガラス表面に鋭利なものがぶつかって傷がついて割れる現象が起こりにくくなることを見出した。そのため、圧縮応力が 50MPa における圧縮応力層の深さが $55\mu\text{m}$ 以上、 $60\mu\text{m}$ 以上、 $65\mu\text{m}$ 以上、 $70\mu\text{m}$ 以上、 $75\mu\text{m}$ 以上、 $80\mu\text{m}$ 以上、 $85\mu\text{m}$ 以上、 $90\mu\text{m}$ 以上、 $95\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以上、 $110\mu\text{m}$ 以上、 $120\mu\text{m}$ 以上、 $130\mu\text{m}$ 以上、 $140\mu\text{m}$ 以上、 $150\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。なお、この場合においても、板厚を $t\mu\text{m}$ としたときの圧縮応力層の深さ(DOL)との関係は、上記の通りである。

[0019] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、圧縮応力が 30MPa における圧縮応力層の深さが $60\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。本願発明者らは、圧縮応力層が 30MPa 以上となっている深さが深いほど、落下などでガラス表面に傷がつくとともに曲げモードが加わって割れる現象が起こりにくくなることを見出した。そのため、圧縮応力が 30MPa における圧縮応力の深さが $65\mu\text{m}$ 以上、 $70\mu\text{m}$ 以上、 $75\mu\text{m}$ 以上、 $80\mu\text{m}$ 以上、 $85\mu\text{m}$ 以上、 $90\mu\text{m}$ 以上、 $95\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以上、 $105\mu\text{m}$ 以上、 $110\mu\text{m}$ 以上、 $115\mu\text{m}$ 以上、 $120\mu\text{m}$ 以上、 $125\mu\text{m}$ 以上、 $130\mu\text{m}$ 以上、 $135\mu\text{m}$ 以上、 $140\mu\text{m}$ 以上、 $150\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。なお、この場合においても、板厚を $t\mu\text{m}$ としたときの圧縮応力層の深さ(DOL)との関係は、上記の通りである。

[0020] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、臨界応力拡大係数 K_{IC} (Critical Stress Intensity Factor) が $0.75\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上であることが好ましい。ここで、この明細書における臨界応力拡大係数 K_{IC} とは、Double Cleavage Drilled Compression (DCDC) 法などによって得られた K_I-V 曲線において、 $V=0.1\text{m/sec}$ となるときの K_I の値をいう。ガラスの強度を上げるだけでなく、後述する破砕性を軽減させて、より深いDOLを入れ

ても割れた際に破片が飛び散りにくくする目的で、臨界応力拡大係数 K_{IC} は、 $0.77 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.79 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.82 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.84 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.86 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.88 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、 $0.9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上であることがより好ましい。

[0021] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、ヤング率が 70 GPa 以上であることが好ましい。臨界応力拡大係数 K_{IC} を向上させてガラスの強度を上げるだけでなく、クラックの分岐しやすさを低減させて、後述する破砕性を軽減する目的で、ヤング率は、 72 GPa 以上、 73 GPa 以上、 74 GPa 以上、 75 GPa 以上、 76 GPa 以上、 77 GPa 以上、 78 GPa 以上、 79 GPa 以上、 80 GPa 以上、 81 GPa 以上、 82 GPa 以上、 83 GPa 以上、 84 GPa 以上、 85 GPa 以上、 86 GPa 以上、 88 GPa 以上、 90 GPa 以上であることがより好ましい。

[0022] (ガラス組成)

本実施の形態に係る化学強化ガラスは、アルミノシリケートガラスである。なお、本実施の形態に係る化学強化ガラスは、 Al_2O_3 及び Li_2O を含有するアルミノシリケートガラスであることが好ましい。

[0023] 以下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。化学強化ガラスは、イオン交換処理によって化学強化用ガラスの表面に圧縮応力層を形成したものである。

[0024] 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部分であるから、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であるとみなすことができるしたがって、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呼ぶことがある。

[0025] ガラスの組成は、簡易的には蛍光エックス線法による半定量分析によって求めることも可能であるが、より正確には、ICP発光分析等の湿式分析法により測定できる。

[0026] 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。ここで、本明細書において「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、ガラス組成中の含有量が、0.01モル%未満であることを指す。

[0027] 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）としては、例えば、 SiO_2 を50～80%、 Al_2O_3 を1～30%、 B_2O_3 を0～5%、 P_2O_5 を0～4%、 Li_2O を3～20%、 Na_2O を0～8%、 K_2O を0～10%、 MgO を0～20%、 CaO を0～20%、 SrO を0～20%、 BaO を0～15%、 ZnO を0～10%、 TiO_2 を0～1%、 ZrO_2 を0～8%を含有するものが好ましい。

[0028] たとえば、 SiO_2 を63～80%、 Al_2O_3 を7～30%、 B_2O_3 を0～5%、 P_2O_5 を0～4%、 Li_2O を5～15%、 Na_2O を1～8%、 K_2O を0～2%、 MgO を3～10%、 CaO を0～5%、 SrO を0～20%、 BaO を0～15%、 ZnO を1～10%、 TiO_2 を0～1%、 ZrO_2 を0～8%を含有し、 Ta_2O_5 、 Gd_2O_3 、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 を含有しないガラスが挙げられる。

[0029] 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（圧痕）がついた時のクラックの発生を低減させる成分であり、 SiO_2 の含有量は50%以上であることが好ましい。 SiO_2 の含有量は、より好ましくは、以下、段階的に、54%以上、58%以上、60%以上、63%以上、66%以上、68%以上である。一方、 SiO_2 の含有量が80%超であると熔融性が著しく低下する。 SiO_2 の含有量は80%以下であり、より好ましくは78%以下、さらに好ましくは76%以下、特に好ましくは74%以下、最も好ましくは72%以下である。

[0030] Al_2O_3 は化学強化ガラスの破砕性を軽減する成分である。ここでガラスの破砕性が低いとは、ガラスが割れた際の破片数が少ないことをいう。破砕性の低いガラスは、破壊した時に破片が飛び散りにくいことから、安全性が

高いといえる。また、 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ために有効な成分であるため、 Al_2O_3 の含有量は1%以上であることが好ましい。 Al_2O_3 はガラスの T_g 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、より好ましくは、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、 Al_2O_3 の含有量が30%超であ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。また、ガラスの粘性が増大し熔融性が低下する。 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。一方、 Al_2O_3 の含有量が大きい場合はガラス熔融時の温度が大きくなり生産性が低下する。ガラスの生産性を考慮する場合は、 Al_2O_3 の含有量は好ましくは11%以下であり、以下、段階的に、10%以下、9%以下、8%以下、7%以下であることが好ましい。

[0031] B_2O_3 は、化学強化用ガラスまたは化学強化ガラスのチップング耐性を向上させ、また熔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、熔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、 B_2O_3 の含有量が8%を超えると熔融時に脈理が発生し化学強化用ガラスの品質が低下しやすいため8%以下が好ましい。 B_2O_3 の含有量は、より好ましくは5%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。耐酸性を高くするためには含有しないことが好ましい。

[0032] P_2O_5 は、イオン交換性能およびチップ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0.01%以上であり、より好ましくは0.02%以上、1%以上、さらに好ましくは2%以上である。一方、 P_2O_5 の含有量が9%超では、原料溶解性が悪化し均質性が悪化する、また耐酸性が著しく低下する。 P_2O_5 の含有量は、好ましくは94%以下、より好ましくは6%以下、さらに好

ましくは3%以下、特に好ましくは1%以下である。耐酸性を高くするためには含有しないことが好ましい。

[0033] Li_2O は、ガラス表面の Li イオンを Na イオンに交換し表面圧縮応力を形成させる成分であり、化学強化ガラスの破砕性を改善する成分である。 Li_2O の含有量は3%以上であることが好ましく、より好ましくは4%以上、さらに好ましくは5%以上、特に好ましくは6%以上、典型的には7%以上である。一方、 Li_2O の含有量が20%超ではガラスの耐酸性が著しく低下する。 Li_2O の含有量は、20%以下であることが好ましく、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。 Na イオンから K イオンにイオン交換させることを主眼に置く場合は、 Li_2O の含有量は1%以下とすることが好ましい。

[0034] 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り、ガラスの溶融性を重視する場合は含有してもよい。 Na_2O を含有させる場合の含有量は1%以上であると好ましい。 Na_2O の含有量は、より好ましくは2%以上、2.5%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20%超ではガラスの耐酸性が著しく低下する。 Na_2O の含有量は、好ましくは20%以下であり、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14%以下である。

[0035] 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、好ましくは10%以下であり、より好ましくは9%以下、さらに好ましくは8%以下、7%以下、6%以下、5%以下、3%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。

[0036] 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0.01%以上であり、0.0

2%以上、0.03%以上、0.1%以上、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10%超であると、表面圧縮応力が低下するため、 K_2O の含有量は10%以下であることが好ましい。 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。

[0037] 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り、破砕性を改善する成分であり、含有させることが好ましい。 MgO を含有させる場合の含有量は、好ましくは1%以上であり、2%以上、2.5%以上、3%以上、4%以上、5%以上、6%以上、7%以上、8%以上である。一方、 MgO の含有量が20%超であると化学強化用ガラスが溶融時に失透しやすくなる。 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。ガラス製造時の結晶析出による失透性改善のためには、 MgO 含有量は減らした方がよく、その場合は MgO 含有量は9%以下が好ましく、より好ましくは8%以下、さらに好ましくは6.5%以下である。

[0038] 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、化学強化ガラスの破砕性を改善する成分であり、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0.01%以上、0.02%以上、0.03%以上、0.04%以上、0.1%以上、0.5%以上、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、 CaO の含有量が20%超となるとイオン交換性能が著しく低下するため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。

[0039] SrO は、化学強化用ガラスの溶融性を向上する成分であり、化学強化ガラスの破砕性を改善する成分であり、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、SrOの含有量が20%超となるとイオン交換性能が著しく低下するため20%以下が好ましい。SrO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。

[0040] BaOは、化学強化用ガラスの溶融性を向上する成分であり、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、BaOの含有量が15%超となるとイオン交換性能が著しく低下する。BaOの含有量は15%以下であることが好ましく、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。

[0041] 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、0.3%以上、0.5%以上、0.6%以上、0.7%以上、0.8%以上である。一方、ZnOの含有量が10%超となるとガラスの耐候性が著しく低下する。ZnOの含有量は10%以下であることが好ましく、より好ましくは7%以下、さらに好ましくは5%以下であり、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。

[0042] TiO₂は、化学強化ガラスの破砕性を改善する成分であり、含有させてもよい。TiO₂を含有させる場合の含有量は、好ましくは0.01%以上、0.1%以上、0.15%以上、さらに好ましくは0.2%以上である。一方、TiO₂の含有量が5%超であると溶融時に失透しやすくなり、化学強化ガラスの品質が低下する恐れがある。TiO₂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。

[0043] ZrO₂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

強化用ガラスの破碎性を改善する効果があり、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0.01%以上、0.05%以上、0.2%以上、0.5%以上、1%以上である。一方、 ZrO_2 の含有量が8%超であると溶融時に失透しやすくなり、化学強化ガラスの品質が低下する恐れがある。 ZrO_2 の含有量は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4%以下であり、特に好ましくは2%以下であり、最も好ましくは1.2%以下である。

[0044] Y_2O_3 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 は、化学強化ガラスの破碎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0.5%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、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 の含有量はそれぞれ8%超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。 Y_2O_3 、 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。

[0045] Ta_2O_5 、 Gd_2O_3 は、化学強化ガラスの破碎性を改善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。

[0046] さらに、ガラスに着色を行い使用する際は、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 、 CeO_2 、 Er_2O_3 、 Nd_2O_3 等が好適なものとして挙げられる。

[0047] 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。

[0048] ガラスの溶融の際の清澄剤として、 SO_3 、塩化物、フッ化物、 SnO_2 などの清澄剤を適宜含有してもよい。 SO_3 を用いることが好ましく、ガラス中に残存する SO_3 濃度は好ましくは０．０１％、より好ましくは０．０２％、さらに好ましくは０．０３％以上である。 As_2O_3 、 Sb_2O_3 は含有しないことが好ましい。 SnO_2 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、 Fe イオンの価数変化による色味制御の観点から含有しないことが最も好ましい。

[0049] (化学強化処理)

化学強化処理により、大きなイオン半径のアルカリ金属イオン（典型的には、 K イオン）を含むアルカリ金属塩（例えば、硝酸カリウム塩）の融液に浸漬等によって、ガラス基板を接触させることにより、ガラス基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）が大きなイオン半径の金属イオンと置換される。

[0050] 化学強化処理は、例えば、 $350\sim 500^\circ\text{C}$ の硝酸カリウム溶融塩中にガラス板を５分～６０時間浸漬することによって行うことができる。

[0051] イオン交換処理を行うための溶融塩としては、例えば、硝酸カリウム塩、硫酸カリウム塩、炭酸カリウム塩及び塩化カリウム塩等のアルカリ硝酸塩、アルカリ硫酸塩及びアルカリ塩化物塩等が挙げられる。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用いてもよい。又、化学強化特性を調整するために、ナトリウム（ Na イオン）やリチウム（ Li イオン）を含む塩を混ぜてもよい。

[0052] 本実施の形態に係る化学強化ガラスにおいて、化学強化処理の処理条件は、特に限定されず、ガラスの特性及び溶融塩等を考慮して最適な条件を選択できる。

[0053] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、例えば、以下の工程（１）～（３）により製造される。以下、各工程について説明する。

[0054] (1) ガラスをイオン交換処理することにより、ガラス表面に圧縮応力層を形成する第1の化学強化工程

工程(1)は、化学強化処理に供するガラスをそのガラス中に含まれるアルカリ金属イオン(例えば、Naイオン)よりイオン半径の大きなアルカリ金属イオンを含む溶融塩(例えば、カリウム塩)とガラスの転移温度を超えない温度域で接触させて、ガラス中のアルカリ金属イオンとアルカリ金属塩のイオン半径の大きなアルカリ金属イオンとをイオン交換させ、アルカリ金属イオンの占有面積の差によりガラス表面に圧縮応力を発生させ圧縮応力層を形成する工程である。

[0055] 工程(1)においてガラスとアルカリ金属イオンを含む溶融塩とを接触させる処理温度及び処理時間は、ガラス及び溶融塩の組成に応じて適宜調整する。溶融塩の加熱温度は、通常350℃以上が好ましく、370℃以上がより好ましい。又、通常500℃以下が好ましく、450℃以下がより好ましい。溶融塩の加熱温度を350℃以上とすることにより、イオン交換速度の低下により化学強化が入りにくくなるのを防ぐ。又、500℃以下とすることにより溶融塩の分解・劣化を抑制することができる。

[0056] 工程(1)においてガラスを溶融塩に接触させる時間は、十分な圧縮応力を付与するためには、通常1時間以上が好ましく、2時間以上、3時間以上、4時間以上、5時間以上がより好ましい。又、長時間のイオン交換では、生産性が落ちるとともに、緩和により圧縮応力値が低下するため、200時間以下が好ましく、150時間以下、100時間以下、90時間以下、80時間以下がより好ましい。

[0057] (2) ガラスを加熱処理する加熱工程

工程(2)は、工程(1)で得られたガラス表面に圧縮応力層を形成したガラスを加熱処理することにより、圧縮応力層に存在するより大きなアルカリ金属イオン、例えば、カリウムイオンをガラスの表面からガラス内部の方向に移動させることにより、圧縮応力層の最深部をガラス表面からガラス内部の方向に移動させる工程である。この工程は省略することもできる。

[0058] 圧縮応力層の最深部がガラス表面からガラス内部の方向に移動することにより、ガラス表面の圧縮応力が低下するが、ガラス表面から好ましくは30 μm 以上の圧縮応力層が形成される。

[0059] ガラスを加熱処理する温度はガラス転移点より50℃以上、好ましくは70℃以上、より好ましくは100℃以上低い温度とする。ガラス転移点より50℃以上低い温度でガラスを加熱処理することにより、ガラスの応力緩和を防ぐことができる。

[0060] ガラスを加熱処理する時間は、加熱処理温度により適宜調整することが好ましく、通常30分～2000分であることが好ましく、30～300分であることがより好ましい。

[0061] (3) ガラスをイオン交換処理することにより、ガラス表面の圧縮応力層を変化させる第2の化学強化工程

工程(3)は工程(2)で得られたガラスをイオン交換することにより、ガラス表面の圧縮応力層を変化させる工程である。工程(3)において再度イオン交換することにより、ガラス表面及びその内部の圧縮応力層を変化させることができる。工程(3)のイオン交換処理は工程(1)において上述したイオン交換処理と同様の方法により行ってもよいし、別の方法であってもよい。又、別の溶融塩を用いてもよい。

[0062] 工程(3)においてガラスとアルカリ金属イオンを含む溶融塩とを接触させる処理温度及び処理時間は、ガラス及び溶融塩の組成に応じて適宜調整する。溶融塩の加熱温度は、通常350℃以上が好ましく、370℃以上がより好ましい。又、通常500℃以下が好ましく、450℃以下がより好ましい。溶融塩の加熱温度を350℃以上とすることにより、イオン交換速度の低下により化学強化が入りにくくなるのを防ぐ。又、500℃以下とすることにより溶融塩の分解・劣化を抑制することができる。

[0063] 工程(3)においてガラスを溶融塩に接触させる時間は、十分な圧縮応力を付与するためには、通常5分以上が好ましく、6分以上、7分以上、8分以上、9分以上、10分以上がより好ましい。又、長時間のイオン交換では

、生産性が落ちるとともに、緩和により圧縮応力値が低下するため、5時間以下が好ましく、3時間以下、2時間以下、1時間以下がより好ましい。

[0064] 工程(1)～(3)は、連続的な工程、例えばガラス板製造工程において連続的に移動するガラスリボンに対してオンラインで順次行ってもよいし、又は非連続的にオンラインで行ってもよい。又、作業効率の点からは工程(2)を省いた方が好ましい。さらに作業効率を向上させるために、工程(3)を省いてもよい。つまり、(i)工程(1)、工程(2)および工程(3)の全て、(ii)工程(1)と工程(2)のみ、(iii)工程(1)と工程(3)のみ、(iv)工程(1)のみのいずれかが行われる。

[0065] イオン交換処理を行うための溶融塩は、少なくともカリウムイオン含む処理塩を用いることが好ましい。このような処理塩としては、例えば、硝酸カリウムを50質量%以上含有する塩が好適に挙げられる。又、混合溶融塩には、その他の成分を含有してもよい。その他の成分としては、例えば、硫酸ナトリウム及び硫酸カリウム等のアルカリ硫酸塩、並びに塩化ナトリウム及び塩化カリウム等のアルカリ塩化塩等が挙げられる。

[0066] (ガラスの製造方法)

本実施の形態に係る化学強化ガラスの製造方法は特に限定されず、溶融ガラスを成形する方法も特に限定されない。例えば、ガラス原料を適宜調製し、約1500～1700℃に加熱し溶融した後、脱泡、攪拌等により均質化し、周知のフロート法、ダウンドロー法(フュージョン法等)、プレス法等によって板状に、またはキャストしてブロック状に成形し、徐冷後所望のサイズに切断し、ガラス板が製造される。必要に応じて研磨加工を施すが、研磨加工に加えてまたは研磨加工に代えて、ガラス板表面をフッ素剤で処理することも可能である。ガラス板を安定して生産することを考慮すると、フロート法またはダウンドロー法が好ましく、特に大型のガラス板を生産することを考慮するとフロート法が好ましい。

[0067] (アスファルト落下試験)

カバーガラスをスマートフォン製品、又はスマートフォン製品を模擬した

筐体に設置し、平坦に加工したアスファルト面の上に落下させた。低い高さ（例えば10cm）から落下させてガラスが割れなければ少しずつ落下高さを上げていき、ガラスが割れた時の落下高さをそのガラスの強度とした。試験筐体をアスファルトに落下させる時に、ガラスがアスファルトに接触するような向きに設定して落下させた。試験に使用したガラスは120mm×60mmの略矩形であり、4つのコーナーを有する。模擬筐体とガラスを合わせた重量は約140gとした。

[0068] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、タブレットPCまたはスマートフォン等のディスプレイの大きさや、ビルまたは住宅の窓ガラスの大きさとなる。本発明のガラスは、一般的には矩形に切断されているが、円形または多角形などの他の形状でも問題なく、孔あけ加工を施したガラスも含まれる。

[0069] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、化学強化処理の前に、用途に応じた形状加工、例えば、切断、端面加工および孔あけ加工などの機械的加工を行うことが好ましい。

[0070] 本実施の形態に係る化学強化ガラスは、化学強化処理後に切断することが可能である。切断方法は、通常のホイールチップカッターによるスクライブとブレイクを適用することが可能であり、レーザーによる切断も可能である。ガラス強度を維持するため、切断後に切断エッジの面取り加工を施しても良い。面取りは、機械的な研削加工でもよいし、フッ酸等の薬液で処理する方法を用いることもできる。

[0071] 本実施の形態に係る化学強化ガラスの用途は、特段限定されない。化学強化されたガラスは高い機械的強度を有することから、落下による衝撃や、他の物質との接触が予想される箇所への使用に好適である。

[0072] 具体的には、例えば、携帯電話機（スマートフォン等の多機能情報端末を含む。）、PHS、PDA、タブレット型端末、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機、携帯音楽・動画プレーヤー、電子ブック、電子端末、時計、カメラまたはGPS等のディスプレイ部分用のカバーガラス、及びこれらの機器のタッチパネル操作用モニターのカバーガラス、電子レンジ、オー

ブントースター等の調理器のカバーガラス、電磁調理器等のトッププレート、メーター、ゲージ等の計器類のカバーガラス並びにコピー機またはスキャナ等の読み取り部分用のガラス板等の機械または機器類の保護用途がある。

[0073] また、例えば、車両、船舶、航空機等の窓用ガラス、家庭用または産業用の照明機器、信号、誘導灯、電光掲示板のカバーガラス、ショーケースおよび防弾ガラス等の用途が挙げられる。太陽電池保護用のカバーガラスおよび太陽電池の発電効率を高めるための集光用のガラス材としての用途が挙げられる。

[0074] また、例えば、各種の鏡面用のガラス、さらには、HDD等の情報記憶媒体の基盤、CD、DVD、ブルーレイディスク等の情報記録媒体の基板としての用途がある。

[0075] また、例えば、水槽、皿やコップ等の食器、びん又はまな板等の各種の調理器具、食器棚、冷蔵庫の棚板及び壁、屋根または仕切り等の建材としての用途が挙げられる。

[0076] これらの用途に加え、化学強化処理を終えて製造される化学強化ガラスは、液晶、プラズマ、有機EL等の各種画像表示装置に組み込まれるディスプレイ用ガラス材として最適である。

実施例

[0077] 以下に実施例を挙げ、本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。例1、2、5～7は実施例、例3、4は比較例である。

[0078] 例1～3のいずれの例も、酸化物基準のモル百分率表示で、 SiO_2 を64.3%、 Al_2O_3 を10.5%、 Na_2O を16.0%、 K_2O を0.8%、 MgO を8.3%、 ZrO_2 を0.2%、 TiO_2 を0.04%含有した組成のガラス板をフロート法で製造した。組成は蛍光X線による分析値である。硅砂、ソーダ灰、ドロマイト、長石、芒硝をガラス原料として用い天然ガス燃焼で溶解し、フロートバスでガラスリボンに成形した。

[0079] 例4は、酸化物基準のモル百分率表示で、 SiO_2 を67.1%、 B_2O_3 を3.6%、 Al_2O_3 を13.1%、 Na_2O を13.7%、 K_2O を0.1%

、 MgO を2.3%含有した組成のガラス板である。このガラス板は、フュージョン法で製造されたガラス板である。

[0080] 例5および6は、酸化物基準のモル百分率表示で、 SiO_2 を70%、 Al_2O_3 を10%、 Li_2O を10%、 Na_2O を4%、 K_2O を1%、 MgO を4%、 ZrO_2 を1%含有し、例7は、酸化物基準のモル百分率表示で、 SiO_2 を69%、 Al_2O_3 を9%、 Li_2O を9.5%、 Na_2O を4.5%、 K_2O を1%、 MgO を6%、 ZrO_2 を1%含有するガラス組成となるように、それぞれガラス原料を調合し、ガラスとして1000gとなるように秤量した。次に、原料を白金るつぽに入れ、1500～1700℃の電気炉に投入して3時間程度熔融し、脱泡、均質化した。得られた熔融ガラスを型材に流し込み、(ガラス転移点+50)℃の温度で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、最後に両面を鏡面研磨して、厚さが0.8mmのガラス板を得た。

[0081] 上記のように準備したガラス板のうち、例4のガラス板を除く、例1～3、5～7のガラス板について、アスファルト落下試験を行った。例1、5～7のガラス板は、アスファルト落下試験の前に、上記工程(1)に供し、表1に記載の強化条件で化学強化処理した。また、例2、3のガラス板は、アスファルト落下試験の前に、上記工程(1)に供し、表1に記載の強化条件で化学強化処理し、続いて、上記工程(2)に供し、表1に記載の熱処理条件A、Bで熱処理した。熱処理条件Aで熱処理した後、続けて熱処理条件Bで熱処理した。

[0082] 化学強化処理を施したカバーガラスを、スマートフォン製品を模擬した筐体に設置し、平坦に加工したアスファルト面の上に落下させた。低い高さ(例えば10cm)から落下させてガラスが割れなければ少しずつ落下高さを上げていき、ガラスが割れた時の落下高さを記録した。この試験を1セットとして、20セット繰り返し、割れたときの高さの平均値をガラスが割れたときの落下高さとした。試験筐体をアスファルトに落下させる時に、ガラスがア

スファルトに接触するような向きに設定して落下させた。試験に使用したガラスは120mm×60mmの略矩形であり、4つのコーナーを有する。模擬筐体とガラスを合わせた重量は約140gとした。

[0083] また、例1～7のガラス板について、臨界応力拡大係数 K_{IC} を、Double Cleavage Drilled Compression (DCDC) 法により得られた K_I -V曲線を用いて求めた。

[0084] 結果を図1～2および表1に示す。表1に、強化条件、熱処理条件等も併記する。

[0085] 図1は、例1～例3の化学強化ガラスの、圧縮応力が50MPaにおける圧縮応力層の深さとアスファルト落下との関係を示すグラフである。図2は、例1～例3の化学強化ガラスの、圧縮応力が30MPaにおける圧縮応力層の深さとアスファルト落下との関係を示すグラフである。

[0086] 図1および表1に示されるように、圧縮応力が50MPaにおける圧縮応力層の深さが36 μ mの場合、アスファルトに62cmの高さから電子機器を落とすと、電子機器のガラスが破損することがわかる。一般的に、高校生以上の人のポケットの位置は、地上から60cmを超えるものである。よって、地上から60cm付近で破損するガラスは、耐久性に不十分である。一方、圧縮応力が50MPaにおける圧縮応力層の深さが59 μ mの場合、アスファルトに約60cmの高さから電子機器を落としても電子機器のガラスが破損しないことがわかった。よって、圧縮応力が50MPaにおける圧縮応力層の深さが50 μ mの場合であれば、一般的なユーザーの使用時の破損を抑制することができる。

[0087] また、図2に示されるように、圧縮応力が30MPaにおける圧縮応力層の深さが40 μ mの場合、アスファルトに約60cmの高さから電子機器を落とすと、電子機器のガラスが破損することがわかる。よって、耐久性に不十分である。一方、圧縮応力が30MPaにおける圧縮応力層の深さが60 μ mの場合、アスファルトに約60cmの高さから電子機器を落としても電子機器のガラスが破損しないことがわかった。よって、圧縮応力が30MP

aにおける圧縮応力層の深さが60 μm の場合であれば、一般的なユーザーの使用時の破損を抑制することができる。

[0088] ここで、例1～3の板厚は、2 mmである。落下に対しては、高い高さから落としたときは深いクラックが表面から入ると考えられそのクラックの先端に存在する圧縮がどの程度なのかが重要であると考ええる。従って、この考え方はある程度板厚に関係なく適用できる。つまり、この考え方は、板厚が1 mm以下、0.8 mm以下、0.5 mm以下のガラスに適用できる。

[0089]

[表1]

	例1	例2	例3	例4	例5	例6	例7
組成 (mol%)	SiO ₂	64.3		67.1	70.0		69.0
	Al ₂ O ₃	10.5		13.1	10.0		9.0
	B ₂ O ₃	0.0		3.6	0.0		0.0
	Li ₂ O	0.0		0.0	10.0		9.5
	Na ₂ O	16.0		13.7	4.0		4.5
	K ₂ O	0.8		0.1	1.0		1.0
	MgO	8.3		2.3	4.0		6.0
	ZrO ₂	0.2		0.0	1.0		1.0
	TiO ₂	0.04		0.0	0.0		0.0
	K _{IC} (MPa·m ^{1/2})	0.81		0.74	0.82		0.81
ヤング率 (GPa)		73.0		69.3	83.5		84.0
ポアソン比		0.22		0.22	0.21		0.22
工程(1)における 強化条件	KNO ₃ 濃度 (wt%)	100	100	100	80	80	90
	NaNO ₃ 濃度 (wt%)	0	0	0	20	20	10
	温度 (°C)	450	420	420	450	450	450
	時間 (分)	210	1080	1440	120	90	90
工程(2)における 熱処理条件A	温度 (°C)	-	420	420	-	-	-
	時間 (分)	-	480	660	-	-	-
	温度 (°C)	-	450	450	-	-	-
	時間 (分)	-	15	15	-	-	-
表面圧縮応力 (MPa)	800	210	230	-	630	647	661
圧縮応力が50MPaとなる 圧縮応力深さ (μm)	70	59	36	-	90	83	76
圧縮応力が30MPaとなる 圧縮応力深さ (μm)	78	65	38	-	107	100	92
アスファルト落下高さ (cm)	136	93	62	-	138	132	125

表 1 からわかるように、例 1 のガラスの臨界応力拡大係数 K_{IC} は $0.81 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ であり、例 4 のガラスの臨界応力拡大係数 K_{IC} は $0.74 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ であった。実際のアスファルト落下試験のデータはないが、発明者の知見によると、たとえ、圧縮応力が 50 MPa における圧縮応力層の深さが $50 \mu\text{m}$ 以上、かつ、圧縮応力が 30 MPa における圧縮応力層の深さが $60 \mu\text{m}$ 以上であっても、臨界応力拡大係数 K_{IC} が $0.75 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下であれば、アスファルト落下により破損する確率が大幅に上がるものと考えられる。つまり、臨界応力拡大係数 K_{IC} が低いガラスは破砕性に問題がある。

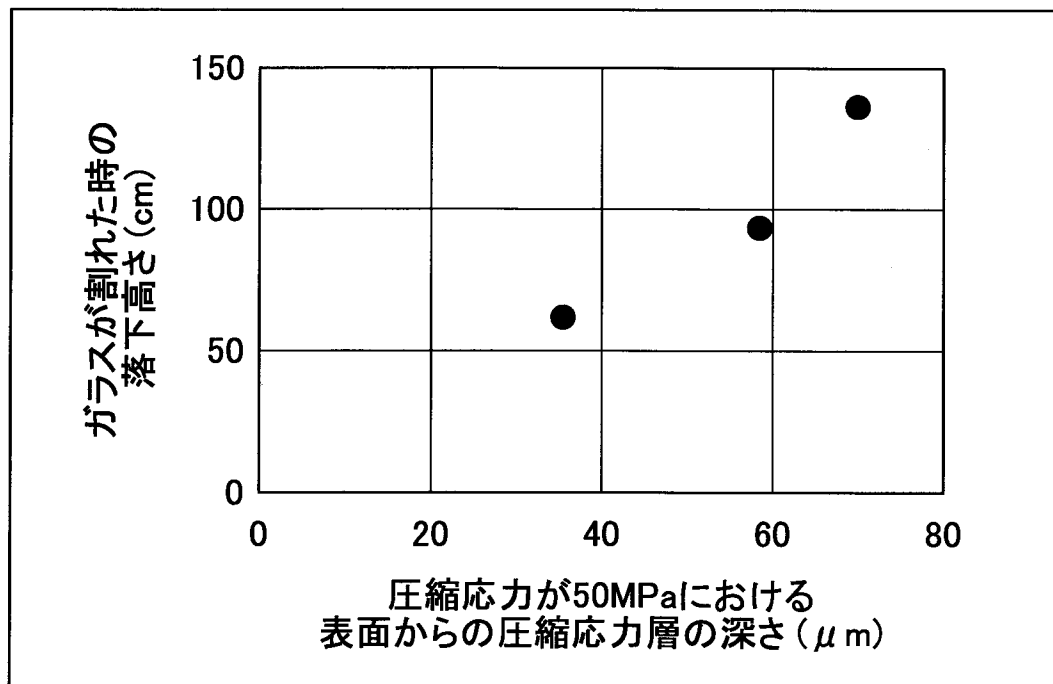
[0090] 以上、化学強化ガラスの実施形態等について説明したが、本発明は上記実施形態等に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、改良が可能である。

[0091] 本出願は、2017年2月7日に日本国特許庁に出願された特願2017-020793号に基づく優先権を主張するものであり、特願2017-020793号の全内容を本出願に援用する。

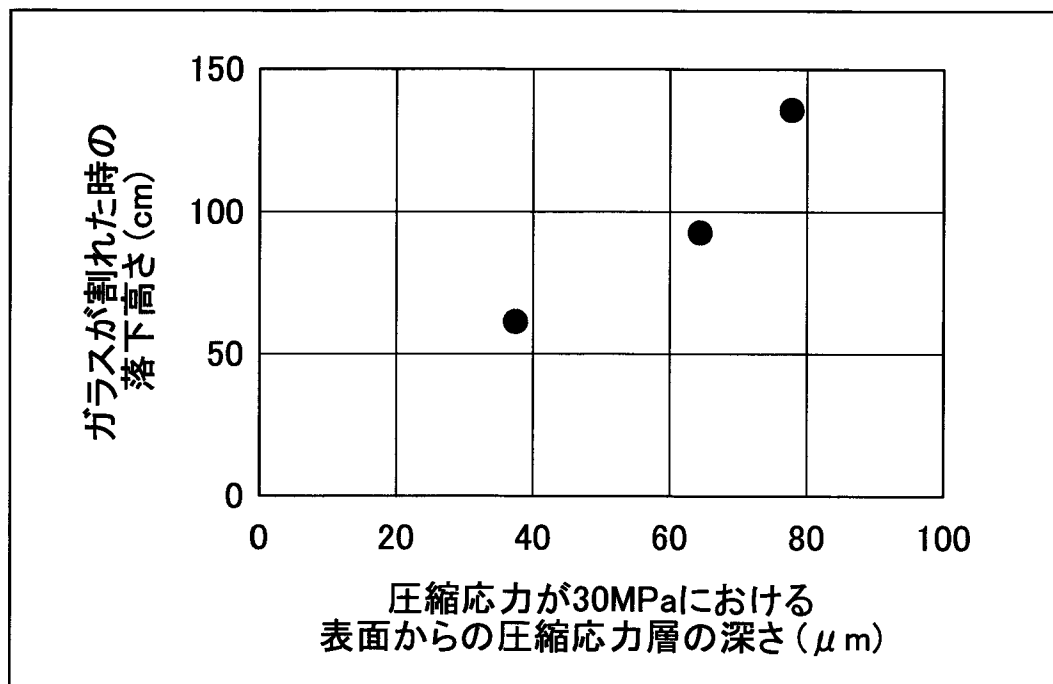
請求の範囲

- [請求項1] 表面の圧縮応力が200MPa以上であり、
圧縮応力が50MPaにおける前記表面からの圧縮応力層の深さが50μm以上であり、
圧縮応力が30MPaにおける前記表面からの圧縮応力層の深さが60μm以上であり、
臨界応力拡大係数 K_{IC} (Critical Stress Intensity Factor) が $0.75\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上、
であることを特徴とする化学強化ガラス。
- [請求項2] ヤング率が70GPa以上であることを特徴とする請求項1に記載の化学強化ガラス。
- [請求項3] Al_2O_3 及び B_2O_3 のうち少なくとも一つを含有し、かつ、
アルカリ金属及びアルカリ土類金属のうち少なくとも一つを含有するアルミノシリケートガラスであることを特徴とする請求項1若しくは2に記載の化学強化ガラス。
- [請求項4] Al_2O_3 及び Li_2O を含有することを特徴とする請求項3に記載の化学強化ガラス。
- [請求項5] 板厚が2mm以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の化学強化ガラス。
- [請求項6] 板厚が0.8mm以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の化学強化ガラス。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C03C21/00 (2006.01) i, C03C3/085 (2006.01) i, C03C3/087 (2006.01) i, C03C3/093 (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. C03C21/00, C03C3/085, C03C3/087, C03C3/093

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 2006-83045 A (HITACHI, LTD.) 30 March 2006, paragraphs [0045], [0046], fig. 5 & US 2006/0063009 A1, fig. 5, paragraphs [0063], [0064]	1-6
X	JP 2016-29010 A (HOYA CORP.) 03 March 2016, paragraphs [0248], [0262], table 8 & US 2015/0262605 A1, paragraphs [0703], [0717], table 8 & WO 2009/116278 A1 & EP 2277838 A1 & CN 102757180 A	1-6
A	US 5078771 A (CANYON MATERIALS, LNC.) 07 January 1992, tables & WO 1990/009356 A1 & KR 10-0120740 B	1-6

☐ 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
16.04.2018

Date of mailing of the international search report
24.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C03C21/00(2006.01)i, C03C3/085(2006.01)i, C03C3/087(2006.01)i, C03C3/093(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. C03C21/00, C03C3/085, C03C3/087, C03C3/093

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 2006-83045 A (株式会社日立製作所) 2006.03.30, [0045], [0046], [図5] & US 2006/0063009 A1, FIG.5, [0063], [0064]	1-6
X	JP 2016-29010 A (HOYA 株式会社) 2016.03.03, [0248], [0262], [表8] & US 2015/0262605 A1, [0703], [0717], TABLE8 & WO 2009/116278 A1 & EP 2277838 A1 & CN 102757180 A	1-6
A	US 5078771 A (Canyon Materials, Inc.) 1992.01.07, TABLE1 & WO 1990/009356 A1 & KR 10-0120740 B	1-6

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

16.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

山田 貴之

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

4 T

4425