

(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
2017年9月8日(08.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/150187 A1

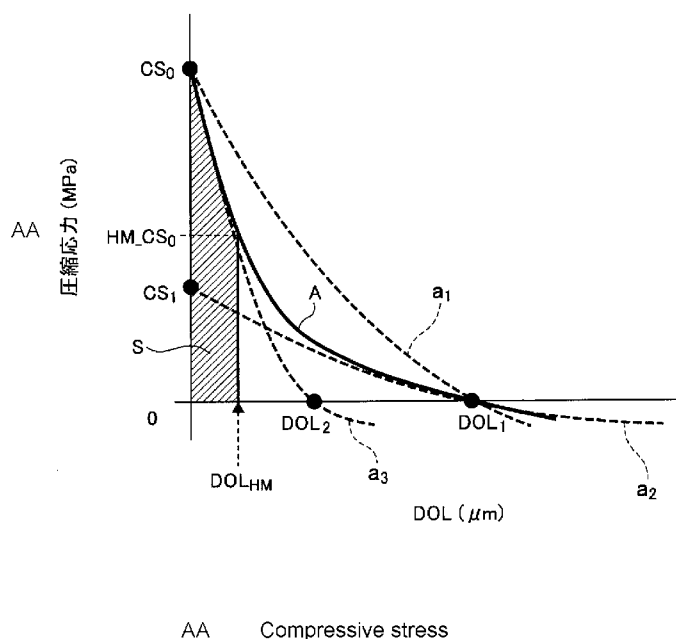
- (51) 国際特許分類:
C03C 21/00 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)
C03C 3/087 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/005452
- (22) 国際出願日: 2017年2月15日(15.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-039327 2016年3月1日(01.03.2016) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 澤村 茂輝 (SAWAMURA Shigeki); 〒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). 林 英明 (HAYASHI Hideaki); 〒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). 赤塚 公章 (AKATSUKA Koshō); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所 (EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: CHEMICALLY STRENGTHENED GLASS AND METHOD FOR PRODUCING CHEMICALLY STRENGTHENED GLASS

(54) 発明の名称: 化学強化ガラスおよび化学強化ガラスの製造方法

[図1]



(57) Abstract: The present invention provides a chemically strengthened glass the warpage of which is suppressed as much as possible. The chemically strengthened glass according to the present invention is characterized in that the thickness thereof is smaller than 1000 μm and that a compressive stress, the depth of a compressive stress layer, and the thickness of the chemically strengthened glass satisfy a specific relational expression.

(57) 要約: 本発明は、反りが極力抑制された化学強化ガラスを提供する。本発明の化学強化ガラスは、厚さが1000 μm 未満であり、圧縮応力、圧縮応力層の深さおよび厚さが特定の関係式を満たすことを特徴とする。

WO 2017/150187 A1



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))

明 細 書

発明の名称：化学強化ガラスおよび化学強化ガラスの製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、化学強化ガラスおよび化学強化ガラスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話や携帯情報端末（Personal Digital Assistant、PDA）等のパネルディスプレイ装置において、ディスプレイの保護や美観を高めるために、カバーガラスがディスプレイの前面に配置されている。このようなパネルディスプレイ装置に対しては、軽量化および薄型化が要求されており、カバーガラスも薄くすることが要求されている。

[0003] しかしながら、カバーガラスを薄くすると、強度が低下し、使用中や携帯中の落下等による衝撃でカバーガラス自身が割れてしまうことがあり、ディスプレイを保護するという本来の役割を果たせなくなるという問題があった。このため従来のカバーガラスでは、ガラス板を化学強化し表面に圧縮応力層を形成して耐衝撃性を高めていた（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2012／043482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に記載の化学強化の方法では、耐衝撃性は高くなるものの薄いガラスほどガラスが反ることが課題となっている。

[0006] 本発明は、反りが極力抑制された化学強化ガラスおよび化学強化ガラスの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の化学強化ガラスは、2つの主面を有する化学強化ガラスであって

、前記化学強化ガラスの厚さが $1000\mu\text{m}$ 未満であり、以下の式(1)および式(2)を満たすことを特徴とする。

$$\Delta S / t^2 \leq 4 \times 10^{-3} \text{ (MPa} / \mu\text{m)} \cdots (1)$$

$$0.05 \leq \text{DOL}_{\text{HM}} / \text{DOL}_1 \leq 0.4 \cdots (2)$$

ここで、

$$\Delta S = S \times 0.015 \text{ (MPa} \cdot \mu\text{m)} \cdots (3)$$

$$S = (\text{CS}_0 + \text{HM_CS}_0) \times \text{DOL}_{\text{HM}} \times 0.5 \text{ (MPa} \cdot \mu\text{m)} \cdots (4)$$

CS_0 : 一方の主面における最表層の圧縮応力 (MPa)

HM_CS_0 : CS_0 の半分の圧縮応力 (MPa)

DOL_1 : 前記一方の主面側の圧縮応力層の深さ (μm)

DOL_{HM} : HM_CS_0 に対応する圧縮応力層の深さ (μm)

t : 化学強化ガラスの厚さ (μm)

[0008] 本発明の化学強化ガラスでは、前記 DOL_1 が $15\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

[0009] 本発明の化学強化ガラスでは、比誘電率が7.5以上であることが好ましい。

[0010] 本発明の化学強化ガラスでは、以下の式(5)を満たすことが好ましい。

$$(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) / \varepsilon_2 \leq 0.05 \cdots (5)$$

ε_2 : 化学強化ガラスの未強化領域の比誘電率

ε_0 : 化学強化ガラス全体の比誘電率

[0011] 本発明の化学強化ガラスでは、厚さが $400\mu\text{m}$ 未満であることが好ましい。

[0012] 本発明の化学強化ガラスは、2つの主面を有する化学強化ガラスであって、厚さが $300\mu\text{m}$ 以下であり、厚さ方向断面視で前記2つの主面の面方向の位置と厚さ方向の変位との関係を二次関数で近似した際、前記二次関数の二次項係数の絶対値 a が $1.0 \times 10^{-7} \mu\text{m}^{-1}$ 以下となることを特徴とする。

[0013] 本発明のセンサユニットは、センサと、上述の化学強化ガラスとを備えている。

[0014] 本発明の携帯機器は、上述のセンサユニットを備えている。

[0015] 本発明の化学強化ガラスの製造方法は、以下の工程（１）～（１１１）を順次含み、得られる化学強化ガラスの一方の主面側の圧縮応力層の深さ $DO L_1$ が $15\mu m$ 以上であり、一方の主面最表層の圧縮応力 CS_0 が $500MPa$ 以上であり、かつ厚さが $1000\mu m$ 未満であることを特徴とする。

（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

（１１）ガラスをガラス転移点より $50^{\circ}C$ 以上低い温度で加熱処理する加熱工程

（１１１）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さらに形成する第２の化学強化工程

[0016] 本発明の化学強化ガラスの製造方法は、工程（１）および（１１１）におけるイオン交換処理が、ガラス転移点より $50^{\circ}C$ 以上低い温度における処理であることが好ましい。

[0017] 本発明の化学強化ガラスの製造方法は、得られる化学強化ガラスの圧縮応力層の深さ $DO L_1$ および主面最表層の圧縮応力 CS_0 の半分である位置に対応する圧縮応力層の深さ $DO L_{HM}$ が下記式（２）を満たすことが好ましい。

$$0.05 \leq DO L_{HM} / DO L_1 \leq 0.4 \cdots (2)$$

発明の効果

[0018] 本発明によれば、反りが極力抑制された化学強化ガラスを提供できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図１]図１は、化学強化ガラスの圧縮応力深さと圧縮応力の関係を示す図である。

[図２]図２（Ａ）および（Ｂ）は、本実施形態に係る化学強化ガラス（カバー部材）を用いたセンサユニットを有する携帯機器を示す図であって、図２（Ａ）は斜視図、図２（Ｂ）は断面図である。

[図3]図3 (A) ~ (C) は、化学強化後のガラスを示す図であって、図3 (A) は斜視図、図3 (B) は図3 (A) のB-B断面図の一例、図3 (C) は図3 (A) のB-B断面図の他の例である。

[図4]図4 は、 $\Delta S / t^2$ と、化学強化ガラスの断面形状を二次関数で近似した場合の二次項係数の絶対値 a との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] [実施形態]

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、本明細書において「～」とはその下限の値以上、その上限の値以下であることを意味する。

[0021] [化学強化ガラスの構成]

まず、化学強化ガラスの構成について説明する。本実施形態の化学強化ガラスは、2つの主面を有する板状の化学強化ガラスであって、化学強化ガラスの厚さが $1000 \mu\text{m}$ 未満であり、以下の式(1)および式(2)を満たす。

$$\Delta S / t^2 \leq 4 \times 10^{-3} (\text{MPa} / \mu\text{m}) \cdots (1)$$

$$0.05 \leq \text{DOL}_{\text{HM}} / \text{DOL}_1 \leq 0.4 \cdots (2)$$

ここで、

$$\Delta S = S \times 0.015 (\text{MPa} \cdot \mu\text{m}) \cdots (3)$$

$$S = (\text{CS}_0 + \text{HM_CS}_0) \times \text{DOL}_{\text{HM}} \times 0.5 (\text{MPa} \cdot \mu\text{m}) \cdots (4)$$

CS_0 : 一方の主面における最表層の圧縮応力 (MPa)

HM_CS_0 : CS_0 の半分の圧縮応力 (MPa)

DOL_1 : 前記一方の主面側の圧縮応力層の深さ (μm)

DOL_{HM} : HM_CS_0 に対応する圧縮応力層の深さ (μm)

t : 化学強化ガラスの厚さ (μm)

[0022] 上記条件を満たす化学強化ガラスは、厚さが $300 \mu\text{m}$ 以下の場合、厚さ方向断面視で2つの主面の面方向の位置と、厚さ方向の変位との関係を二次

関数で近似した際、前記二次関数の二次項係数の絶対値 a が $1.0 \times 10^{-7} \mu\text{m}^{-1}$ 以下となる。

[0023] 以下、式（１）および式（２）の技術的意義について、図１を参照して説明する。

[0024] 化学強化ガラスの表面には圧縮応力層が形成されているため、圧縮応力深さ DOL (Depth Of Layer) を横軸に、 DOL に対応する圧縮応力値 CS ($\text{Compressive Stress}$) を縦軸にとると、 DOL と CS の関係は図１に示す曲線 A のようになる。

[0025] 図１において、縦軸、横軸および曲線 A で囲まれた領域の面積、即ち曲線 A の積分値は化学強化ガラスの一方の主面に蓄えられた圧縮応力値の総和と相関があると考えられる。

[0026] 化学強化ガラスが反る原因の一つは、２つの主面間の圧縮応力値が異なることである。そこで、一方の主面最表層の圧縮応力（圧縮応力の最大値）を CS_0 とした場合に、 CS_0 の半分の圧縮応力を HM_CS_0 とし、一方の主面最表層から HM_CS_0 に対応する深さ DOL_{HM} までの積分値（図１の面積 S ）を、一方の主面の表面近傍の圧縮応力値として用いた。ただし、この際、図１の曲線 A を直線で近似した。

[0027] 以上より図１の面積 S は、座標 $(0, 0)$ 、 $(\text{DOL}_{\text{HM}}, 0)$ 、 $(\text{DOL}_{\text{HM}}, \text{HM_CS}_0)$ 、 $(0, \text{CS}_0)$ を頂点とする台形の面積となり、上記式（４）で求められる。

[0028] 次に、化学強化ガラスの２つの主面の圧縮応力値は、製造プロセス起因で生じる僅かな組成変動や冷却速度差等に起因して、通常１．５％程度の差を生じる。そのため、２つの主面間の S の差 ΔS は、上記式（３）のように表される。

[0029] また、化学強化ガラスの反り易さはガラス全体の厚さ t にも影響を受けることを考慮に入れ、 ΔS を t^2 で除した値 $\Delta S / t^2$ を規定した。この $\Delta S / t^2$ が $4 \times 10^{-3} (\text{MPa} / \mu\text{m})$ 以下である場合に、化学強化ガラスの反りが抑制される。

[0030] 以上が式（１）の根拠である。

[0031] なお、式（１）の $\Delta S / t^2$ は、２つの主面のどちらを用いて式（４）の S を計算するかによって異なるが、２つの主面のうち一方が式（１）を満たしていなくても、他方が式（１）を満たしていれば本発明に含まれる。化学強化ガラスの反りをさらに抑制するには $\Delta S / t^2$ が 3.5×10^{-3} (MPa/ μm) 以下が好ましく、 3×10^{-3} (MPa/ μm) 以下がより好ましい。

[0032] また、式（１）を満たすためには S を小さくすることが好ましい。しかし、特許文献１のように、１段階の化学強化のみを行う場合、 CS 、 DOL をなるべく大きくしようとする、曲線 a_1 のような特性となり、 S が大きくなってしまう。

[0033] また、 S を小さく、かつ DOL を大きくしようとする、曲線 a_2 のような特性となり、 CS が小さくなってしまう。また、 S を小さく、かつ CS を大きくしようとする、曲線 a_3 のような特性となり、 DOL が小さくなってしまう。

[0034] そこで、検討を行った結果、（２）の式を満たすように２段階以上の化学強化を行い、原点側に屈曲した曲線 A のような特性とすることで、１段階の化学強化の場合より CS 、 DOL を維持しつつ、 S を小さくできることを知見した。これにより化学強化ガラスの反りが抑制される。

[0035] 以上が式（２）の根拠である。

[0036] なお、 CS 、 DOL を維持しつつ S をなるべく小さくするという観点からは、式（２）における DOL_{HM} / DOL_1 は好ましくは 0.35 以下、より好ましくは 0.3 以下である。

[0037] 主面最表層の圧縮応力（圧縮応力の最大値） CS_0 の下限値は、 500MPa であることが好ましく、 550MPa がより好ましく、 600MPa がさらに好ましい。これはガラスの面強度向上のためである。 CS_0 の上限値は、 1300MPa であることが好ましく、 1200MPa がより好ましく、 1100MPa がさらに好ましい。これはいわゆるガラスの「自爆割れ」を防ぐためである。

[0038] 本実施形態の化学強化ガラスでは、主面圧縮応力層の深さ DOL_1 は、 $15\mu m$ 以上であることが好ましい。これはガラス表面の耐衝撃性を高める観点から DOL_1 の値が大きい方が好ましいためである。 DOL_1 は、 $20\mu m$ 以上がより好ましく、 $25\mu m$ 以上がさらに好ましく、 $30\mu m$ 以上が特に好ましい。

[0039] DOL_1 の上限値は、化学強化ガラスの厚さによるが $100\mu m$ であることが好ましく、 $90\mu m$ がより好ましく、 $85\mu m$ がさらに好ましく、 $80\mu m$ が特に好ましい。これは強化時間が長くなることに起因する応力緩和を防ぐためである。

[0040] 本実施形態の化学強化ガラスでは、比誘電率が 7.5 以上であることが好ましい。比誘電率が 7.5 以上であることにより、反りが極力抑制され、かつ、センサ上に設けられた場合でも十分なセンシング感度を得られる化学強化ガラスを提供できる。比誘電率は、 7.8 以上がより好ましく、 8 以上がさらに好ましい。

[0041] また、化学強化ガラスは、化学強化により比誘電率が低下してしまう。上記のように十分なセンシング感度を得るためには、比誘電率の低下を抑制することが好ましい。そこで、本実施形態の化学強化ガラスでは、以下の式（5）を満たすことが好ましい。

$$(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) / \varepsilon_2 \leq 0.05 \cdots (5)$$

ε_2 ：化学強化ガラスの未強化領域の比誘電率

ε_0 ：化学強化ガラス全体の比誘電率

[0042] 前記式（5）を満たすことにより、化学強化による比誘電率の低下が抑制された化学強化ガラスを提供できる。なお、比誘電率 ε は、 $1MHz$ の周波数における値であり、化学強化ガラスの両面に電極を設けて構成したコンデンサの静電容量を測定することによって得られる。ここで、未強化領域の比誘電率として化学強化前のガラスの比誘電率を用いてもよい。

[0043] 本実施形態の化学強化ガラスでは、厚さが $400\mu m$ 未満であることが好ましい。厚さが $400\mu m$ 未満であることにより、化学強化ガラスが用いら

れるユニットや機器の軽量化を図れる。

[0044] [化学強化ガラスの製造方法]

次に、本実施形態の化学強化ガラスの製造方法について説明する。

[0045] 概略的には、まずガラスを準備し、図1に示すような曲線 a_2 に示す関係が得られる条件でまず化学強化を行い〔(I)第1の化学強化工程〕、次にガラスをガラス転移点より50℃以上低い温度で加熱処理する加熱工程〔(I)加熱工程〕の後、曲線 a_3 に示す関係が得られる条件で化学強化を行う〔(I)第2の化学強化工程〕ことが挙げられる。このような製法により、曲線 a_2 と曲線 a_3 とを重畳した曲線に相当する曲線Aのような関係の化学強化ガラスが得られる。

[0046] まず、使用する化学強化前のガラスの作製法を示す。化学強化前のガラスを構成する各成分の原料を所望の組成となるように調合し、ガラス溶融窯で加熱溶融する。次に、バブリング、攪拌、清澄剤の添加等によりガラスを均質化し、従来公知の成形法により所定の厚さのガラス板（化学強化前）に成形し、徐冷する。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、少なくとも2回の化学強化処理を行い、各化学強化処理後に洗浄して乾燥する。

[0047] (I) 第1の化学強化工程

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の化学強化工程では、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、ナトリウムイオン、または、リチウムイオン）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、または、ナトリウム塩）とガラスの転移温度を超えない温度域で接触させる。

[0048] そし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塩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。ガラスを溶融塩と接触させる温度域はガラスの転移温度を超えない温度域であればよ

いが、ガラス転移点より50℃以下であることが好ましい。これによりガラスの応力緩和を防げる。

[0049] 化学強化処理において、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および処理時間は、ガラスおよび溶融塩の組成に応じて適宜調整できる。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。また、通常500℃以下が好ましく、450℃以下がより好ましい。

[0050] 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。また、500℃以下とすることにより溶融塩の分解・劣化を抑制できる。

[0051] ガラスを溶融塩に接触させる処理時間は1回あたり、十分な圧縮応力を付与するためには、通常10分以上が好ましく、15分以上がより好ましい。また、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、通常20時間以下であり、16時間以下が好ましい。

[0052] (11) 加熱工程

ガラスをガラス転移点より50℃以上低い温度で加熱処理する加熱工程では、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、表面の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に移動させる。

[0053] 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。これによりガラスの応力緩和を防げ、化学強化の抜けを抑制できる。

[0054] ガラスの加熱処理時間は、加熱処理温度により適宜調整するが、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。

[0055] (111) 第2の化学強化工程

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さらに形成する第2の化学強化工程は、工程（11）で得られたガラスをイオン交換することにより、ガラス表面に圧縮応力層をさらに形成する工程である。工程（111）において再度イオン交換し、ガラス表面およびその内部に圧縮応力層を形成できる。

[0056] 工程（111）のイオン交換処理は工程（1）におけるイオン交換処理と同様の方法により実施してもよく、別の方法であってもよい。また別の溶融塩を使用してよい。

[0057] 本発明における工程（1）～（111）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で順次実施してもよく、また非連続的にオンラインで実施してもよい。

[0058] 以上の方法により、上述の特性を有する化学強化ガラスを製造する。

[0059] [化学強化ガラスの作用効果]

化学強化ガラスを上記式（1）および式（2）を満たすように構成しているため、反りが極力抑制された化学強化ガラスを提供できる。

[0060] [化学強化ガラスを使用した携帯機器]

本発明の化学強化ガラスを、図2（A）および（B）に示すように、センサとしての静電容量方式の指紋認証用センサを備える携帯機器としてのスマートフォンに用いてもよい。

[0061] 図2（A）に示すように、スマートフォン30は、一面が開口した筐体32と、筐体32の開口部を塞ぐように設けられたカバー部材33とを備えている。筐体32内のカバー部材33に対向する位置には、指紋認証用センサなどのセンサ34と、図示しない表示素子とが配置されている。

[0062] カバー部材33は、本発明の化学強化ガラスにより構成されており、指Fが接近、または、接触することにより、その部位の静電容量が局所的に変化する。

[0063] 指紋認証用センサ34は、図2（B）に示すように、基板35と、この基板35の上に所定の間隔を隔てて設けられた複数の電極36とを備え、カバ

一部材 33 の静電容量の変化から指紋を検出する。そして、この指紋認証用センサ 34 の電極 36 上にカバー部材 33 が設けられることで、センサユニットとしての指紋認証用センサユニット 31 が構成されている。なお、図 2 (B) には示されていないが、紙面に垂直な方向においても、基板 35 の上に複数の電極 36 が所定の間隔を隔てて設けられている。

[0064] このようなセンサユニット 31 では、カバー部材 33 の上に指 F が接触すると、指 F の指紋の凹凸に応じて、指 F と電極 36 の間に電荷がたまる。ここで、指 F と電極 36 の間の距離が大きくなるほど、静電容量が小さくなり、たまる電荷量が少なくなる。したがって、指 F の谷（凹部）F1 においては、その谷（凹部）F1 と電極 36 の間の距離が大きいため、たまる電荷量は少なくなる。一方、指 F の山（凸部）F2 においては、その山（凸部）F2 と電極 36 の間の距離が小さいため、たまる電荷量は多くなる。

[0065] このようにして発生する各点における電荷量を測定し、画像に変換することで、指紋の形状が画像として検出される。なお、検出にあたっては、カバー部材 33 の静電容量が変化すればよく、指 F がカバー部材 33 に接触しても、非接触であっても構わない。

[0066] 本発明のセンサとして、指紋認証用センサを例示したが、静電容量式のタッチセンサや超音波方式のセンサなどであってもよい。

[0067] 本発明のセンサユニットを備えた機器としてスマートフォン等の携帯機器を例示したが、銀行の現金自動預け払い機、自動車などの輸送機のドアロックや起動スイッチ、車内用内装部材（例えば、ダッシュボード、センターコンソール、コンバイナ型ヘッドアップディスプレイ、ダッシュボードやリア、サイド、天井に設けられるディスプレイに使用するカバー部材といった非開口部に使用される部材）、建物内への入場管理等の個人認証装置といった装置であってもよい。ただし、指紋認証用センサは、特にスマートフォンや携帯電話、タブレット型パーソナルコンピュータ等の携帯機器類に好適に使用できる。

[0068] 本発明の化学強化ガラスをセンサのカバー部材として用いた場合を例示し

たが、センサを有さない機器のカバー部材や建材、加飾部材、耐擦傷用カバー部材などとして適用してもよい。さらに化学強化ガラスの少なくとも一方の主面に防眩層（ＡＧ層）、反射防止層（ＡＲ層）、耐指紋層（ＡＦＰ層）などの表面処理などがなされていてもよい。

[0069] 本発明の化学強化ガラスをセンサ用カバー部材として使用する場合には、カバー部材の表面粗さが重要となるため、例えば算術平均粗さ R_a が 1000 nm 以下であることが好ましい。 R_a の下限値は特に制限はない。また化学強化ガラスの一方の主面に加飾や隠蔽のための印刷層や樹脂層が形成されていてもよい。

[0070] 本発明の化学強化ガラスがセンサのカバー部材として用いられる場合、図 2（Ｂ）に示す化学強化ガラスの厚さ t は 1.0 mm ($1000\text{ }\mu\text{m}$) 未満であり、 0.4 mm ($400\text{ }\mu\text{m}$) 未満が好ましく、 0.3 mm ($300\text{ }\mu\text{m}$) 以下がより好ましい。本発明の化学強化ガラスは、強度を有しつつ軽量化を実現した化学強化ガラスであり、強度と軽量化とを兼ねたセンシング感度の良好なカバーガラスとして使用できる。

[0071] [変形例]

なお、本発明は上記実施形態にのみ限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の改良ならびに設計の変更等が可能であり、その他、本発明の実施の際の具体的な手順、及び構造等は本発明の目的を達成できる範囲で他の構造等としてもよい。

[0072] 例えば、化学強化処理に供するガラスとしては、イオン半径の小さなアルカリイオン（例えば、イオン半径がカリウムより小さいアルカリ金属イオン、またはナトリウムより小さいアルカリ金属イオン）を含有するガラスを使用できる。このようなガラスは、表面圧縮応力を十分付与するとともに、圧縮応力層を短時間で深くできるようにするという観点から、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O および MgO 、または、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O および MgO を含むことが好ましい。

[0073] SiO_2 は、ガラス骨格を形成する必須成分である。

[0074] Na_2O は、イオン交換処理において主としてカリウムイオンと置換されることによってガラスを化学強化するとともに、熱膨張係数を制御し、ガラスの高温粘度を低下させて溶融性や成形性を高める成分である。

[0075] Li_2O は、イオン交換処理において主としてナトリウムイオンと置換されることによってガラスを化学強化するとともに、熱膨張係数を制御し、ガラスの高温粘度を低下させて溶融性や成形性を高める成分である。この場合、 Li_2O は、酸化物基準で0.5モル%以上含むことが好ましい。

[0076] Al_2O_3 は、ガラス転移点 T_g 、耐候性、ヤング率を高くする効果を有し、さらにガラス表面のイオン交換性能を向上させる成分である。

[0077] MgO は、ガラスを傷つきにくくするとともに、ガラスの溶解性を向上させる成分である。

[0078] ZrO_2 は、ヤング率を向上させ、ガラスの化学的耐久性や硬さを向上させる成分であり、含有した方が好ましい場合がある。

[0079] 化学強化処理に供するガラスとしては、例えば、以下の組成のガラスを使用できる。これらの組成は、本発明の化学強化条件に適した特性を有するため、好適に使用できる。

(i) 酸化物基準のモル%で表示した組成が、 SiO_2 を50～80%、 Al_2O_3 を2～25%、 Li_2O を0～10%、 Na_2O を2～18%、 K_2O を0～10%、 MgO を0～15%、 CaO を0～5%および ZrO_2 を0～5%を含むガラス

(ii) 酸化物基準のモル%で表示した組成が、 SiO_2 を50～74%、 Al_2O_3 を1～10%、 Na_2O を6～14%、 K_2O を3～11%、 MgO を2～15%、 CaO を0～6%および ZrO_2 を0～5%含有し、 SiO_2 および Al_2O_3 の含有量の合計が75%以下、 Na_2O および K_2O の含有量の合計が12～25%、 MgO および CaO の含有量の合計が7～15%であるガラス

(iii) 酸化物基準のモル%で表示した組成が、 SiO_2 を68～80%、 Al_2O_3 を4～10%、 Na_2O を5～15%、 K_2O を0～1%、 MgO を

4～15%および ZrO_2 を0～1%含有するガラス

(iv) 酸化物基準のモル%で表示した組成が、 SiO_2 を67～75%、 Al_2O_3 を0～4%、 Na_2O を7～15%、 K_2O を1～9%、 MgO を6～14%および ZrO_2 を0～1.5%含有し、 SiO_2 および Al_2O_3 の含有量の合計が71～75%、 Na_2O および K_2O の含有量の合計が12～20%であり、 CaO を含有する場合その含有量が1%未満であるガラス

(v) 酸化物基準のモル%で表示した組成が、 SiO_2 を60～75%、 Al_2O_3 を5～15%、 MgO を0～12%、 CaO を0～3%、 ZrO_2 を0～3%、 Li_2O を10～20%、 Na_2O を0～8%、 K_2O を0～5%含有し、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の含有量の合計 R_2O が25%以下、 Li_2O の含有量と R_2O の比 Li_2O/R_2O が0.5～1.0であるガラス

(vi) 酸化物基準のモル%で表示した組成が、 SiO_2 を61～72%、 Al_2O_3 を8～17%、 Li_2O を6～18%、 Na_2O を2～15%、 K_2O を0～8%、 MgO を0～6%、 CaO を0～6%、 TiO_2 を0～4%、 ZrO_2 を0～2.5%含有し、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の含有量の合計 R_2O が15～25%、 Li_2O の含有量と R_2O の比 Li_2O/R_2O が0.35～0.8、 MgO および CaO の含有量の合計が0～9%であるガラス

[0080] 上述のようなガラスの成形法としては、例えば、フロート法、プレス法、フュージョン法、ダウンドロー法およびロールアウト法が挙げられる。特に、大量生産に適したフロート法が好適である。また、フロート法以外の連続成形法、すなわち、フュージョン法およびダウンドロー法も好適である。また、着色ガラスを成形する場合は、ロールアウト法が最適な場合がある。

[0081] 化学強化処理に供するガラスは、屈曲部を付与する成形工程を実施してよい。成形工程で使用する成形方法は、自重成形法、真空成形法、プレス成形法などから、成形後のガラスの形状に応じて所望の成形法を選択すればよい。なお、屈曲部を有するガラスでも、本発明にかかる化学強化条件を実施することで、反りを抑制でき、所望のデザイン形状を維持できる。

[0082] 化学強化工程において、イオン交換処理は2回以上であれば特に制限はな

いが、タクトタイムの短縮化の観点から3回以下が好ましく、2回がより好ましい。

[0083] 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、または、ナトリウムイオンを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、または、硝酸ナトリウムが好適に挙げられる。これらの処理塩に水蒸気添加、二酸化炭素添加などを行ってもよい。

[0084] また、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、炭酸カリウム等のアルカリ炭酸塩、硫酸ナトリウムおよ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および塩化カリウム等のアルカリ塩化塩等が挙げられる。特に硝酸カリウムに炭酸カリウムを1～10質量%混合した溶融塩を使用できる。この場合は、第1の化学強化工程で使用してもよく、第2の化学強化工程以降に使用してもよい。

[0085] また、本発明の化学強化ガラスを作製するガラスに、硝酸ナトリウムと硝酸カリウムを混合した溶融塩用いて処理した後に洗浄したガラスを使用してもよい。

[0086] また化学強化前もしくは化学強化後のガラスを酸またはアルカリによるエッチングを行ってもよい。酸エッチングでは、ハロゲンを含む水溶液、硝酸、硫酸、これらの混合水溶液などを使用でき、例えばハロゲンを含む水溶液を使用できフッ化水素水溶液が好ましい。エッチングにより片面、ガラス表面から1～20 μm 程度除去するのが好ましい。このエッチング量を考慮し、化学強化前のガラスの厚さを決定すればよい。

[0087] 化学強化ガラスの表面粗さは算術平均粗さ R_a 以外の指標として、二乗平均平方根粗さ R_q がざらつきと指すべり性の観点から0.3nm～10 μm が好ましい。最大高さ粗さ R_z がざらつきと指すべり性の観点から0.5nm～10 μm が好ましい。最大断面高さ粗さ R_t がざらつきと指すべり性の観点から0.5nm～5 μm が好ましい。最大山高さ粗さ R_p がざらつきと指すべり性の観点から0.3nm～5 μm が好ましい。最大谷深さ粗さ R_v

がざらつきと指すべり性の観点から $0.3\text{ nm} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ が好ましい。平均長さ粗さ R_s がざらつきと指すべり性の観点から $0.3\text{ nm} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ が好ましい。クルトシス粗さ R_k が触感の観点で1以上30以下が好ましい。スキューネス粗さ R_s が視認性、触感などの均一性の観点から-1以上1以下が好ましい。これらは粗さ曲線 R を元にした粗さであるが、これに相関して生じるうねり W や断面曲線 P で規定してもよく、特に制限はない。

[0088] 本発明の化学強化ガラスでは、ビッカース硬度が 3500 N/mm^2 以上、 10000 N/mm^2 以下であることが好ましい。ビッカース硬度を 3500 N/mm^2 以上とすると、化学強化ガラスが傷付き難くなる。また、ビッカース硬度を 10000 N/mm^2 以下とすると、化学強化ガラスの高硬度化と加工の容易性を両立でき、大面積化する際に面精度を担保できる。また、ビッカース硬度として、 3750 N/mm^2 以上 9000 N/mm^2 以下がより好ましく、 4000 N/mm^2 以上 8500 N/mm^2 以下が特に好ましい。

[0089] なお、ビッカース硬度は、例えば日本工業規格JIS Z 2244 (2009年)に記載される、ビッカース硬さ試験により測定できる。

[0090] 本発明の化学強化ガラスでは、ヤング率が 40 GPa 以上 150 GPa 以下であることが好ましい。ヤング率を 40 GPa 以上とすると、十分な強度を確保できる。ヤング率を 150 GPa 以下にすると、強度とガラスの加工性（特に研磨加工の加工性）を両立できる。また、ヤング率として、 45 GPa 以上 140 GPa 以下がより好ましく、 50 GPa 以上 130 GPa 以下が特に好ましい。

[0091] 本発明の化学強化ガラスが指紋認証用センサのカバー部材として用いられる場合、指紋認証用センサのセンシング部位に対向する領域の面積が 60 mm^2 以上 41000 mm^2 以下であることが好ましい。

[0092] 指紋認証用センサのセンシング部位に対向する領域の面積（センシング部位対向面積）とは、例えば図2（A）に示すようなカバー部材33の面積であり、このセンシング部位対向面積を 60 mm^2 以上とすることにより、センサ面積が小さいことによる誤認識を抑制することができる。一方、センシ

グ部位対向面積を 41000 mm^2 以下とすることにより、指が接触していない領域が寄生容量となりセンシング感度が落ちるのを抑制し、面精度を揃え易くなりセンシング時の誤認識を低減することができる。また、センシング部位対向面積は、 80 mm^2 以上 40500 mm^2 以下がより好ましく、 100 mm^2 以上 40000 mm^2 以下が特に好ましい。

[0093] 本発明の化学強化ガラスが用カバー部材として用いられる場合、センシング部位対向面積 A_s をヤング率 E で除した値 A_s/E が、 $1.5 \times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以上 $1.4 \times 10^{-2}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以下であることが好ましい。

[0094] A_s/E を $1.5 \times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以上とすることにより、加工性が向上しエッジのチッピングが発生しにくくなる。一方、 A_s/E を $1.4 \times 10^{-2}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以下とすることにより、機械的特性が悪化するのを防ぎ強度を担保することができる。また、 A_s/E は、 $5.0 \times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以上 $1.0 \times 10^{-2}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以下であることがより好ましく、 $1.0 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以上 $5.0 \times 10^{-3}\text{ m}^2/\text{GPa}$ 以下であることが特に好ましい。

[0095] 本発明の化学強化ガラスは、少なくとも一面に樹脂フィルムを貼着してフィルム貼着化学強化ガラスとしてよい。本発明は、反りの小さな薄い化学強化ガラスであるが、用途により破損することが想定される。その場合、樹脂フィルムを貼着することで、破損したガラス片を散乱させないようにする、そもそもガラスを破損させないようにする、などの効果が得られる。

[0096] 本発明の化学強化ガラスを1枚以上含む合わせガラスとしてもよい。本発明の化学強化ガラスを含めた2枚以上のガラスの間に、機能性（飛散防止性、防汚性、接着性）や光学特性（防眩性、防反射性、偏光性）を備える樹脂を挟み込み、加熱下で圧着するなどにより得られる。

[0097] 本発明の化学強化ガラスは、強度を有しつつも厚さが薄いため、従来の合わせガラスに使用されていた厚いガラスの代わりに使用することで、合わせガラスとしての重量を低減できる。これにより、例えば、車内用内装部材に含む場合、車両への負荷が小さくなり燃費が改善されるなどの効果が得られ

る。また、本発明の化学強化ガラスは、反りが小さいため、合わせガラスを作製する際に空隙が生じる等の欠点ができにくく、効率的に合わせガラスを作製できる。

実施例

[0098] 次に、本発明の実施例について説明する。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0099] [事前準備]

まず、厚さ2mm(2000 μ m)で主面が四角形のアルミノシリケートガラス[化学強化後の商品名：ドラゴントレイルX(登録商標)、旭硝子社製]で化学強化をしていないものを準備した。次に、このガラス板を厚さが100 μ m、150 μ m、200 μ m、250 μ m、300 μ mとなるように両面を鏡面加工した。

[0100] [化学強化ガラスの製造方法]

例1～5は実施例であり、例6～9は比較例である。

[例1]

準備したガラス板のうち、厚さが100 μ mのものに、第1の化学強化処理、第2の化学強化処理を行い、例1の化学強化ガラスを得た。

[0101] 第1の化学強化処理では、硝酸カリウムおよび硝酸ナトリウムを使用した。硝酸カリウムが質量%で60%となるようにSUS製のカップに調整し、マントルヒータで450℃まで加熱して、硝酸カリウムの熔融塩を調製した。そして、厚さ100 μ mの板ガラスを400℃まで予熱した後、熔融塩に15時間浸漬してイオン交換を実施し、室温付近まで冷却することにより第1の化学強化処理を行った。得られた化学強化ガラスは、水洗いし乾燥させた。

[0102] 第2の化学強化処理では、SUS製のカップに硝酸カリウム(KNO₃)を加え、マントルヒータで400℃まで加熱して、硝酸カリウムの熔融塩を調製した。第1の化学強化処理が行われた板ガラスを350℃まで予熱した後、熔融塩に10分間浸漬してイオン交換を実施し、室温付近まで冷却するこ

とにより第2の化学強化処理を行った。得られた化学強化ガラスは、水洗いし乾燥させた。

[0103] [例2～5]

例2～5では、それぞれ厚さが $150\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ 、 $250\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ のガラス板に、例1と同様の手順および条件で処理を行い、化学強化ガラスを得た。

[0104] [例6～9]

例6～9では、それぞれ厚さが $100\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ 、 $250\mu\text{m}$ のガラス板に、上記第1の化学強化処理において、 425°C の熔融塩に24時間浸漬し、その後連続して 450°C に昇温してさらに4時間浸漬したことで、上記第2の化学強化処理を行わなかったこと以外は、例1と同様の手順で処理を行い化学強化ガラスを得た。

[0105] [評価方法]

各種評価は以下に示す分析方法により行った。

[ガラスの評価：表面圧縮応力（CS）及び表面圧縮応力層の深さ（DOL）]

化学強化ガラスの表面圧縮応力（CS）及び表面圧縮応力層の深さ（DOL）（以降、応力分布と記載）は、折原製作所社製のガラス表面応力計装置（FSM-6000LE）により測定した。

[0106] この算出した応力分布において、最表面からのガラス深さが $0\mu\text{m}$ における応力値（単位は MPa ）を、化学強化ガラスの一方の主面における最表層の圧縮応力（ CS_0 ）とした。また、ガラス内部において応力値が 0MPa となるガラス深さ（単位は μm ）を、前記一方の主面側の圧縮応力層の深さ（ DOL_1 ）とした。さらに、 CS_0 に対応する応力値の半分の値（ HM_CS_0 、単位は MPa ）を求め、この HM_CS_0 に相当するガラス深さを、 DOL_{HM} （単位は μm ）とした。

[0107] これらのデータと上記式（1）に基づいて、 $\text{DOL}_{\text{HM}}/\text{DOL}_1$ 、応力プロファイル積分値（図1の面積S）を算出した。また、化学強化ガラスの表と

裏の圧縮応力は製造プロセス起因で生じる僅かな組成変動、冷却速度差に起因して1.5%程差が付くため、 $\Delta S = S \times 0.015$ として表面と裏面の応力プロファイル積分値差 ΔS を求め、ガラス板の厚さ t から $\Delta S / t^2$ を算出した。これらの結果を表1に示す。

[0108] (ガラスの評価：反り評価)

ガラスの反り評価は、KEYENCE製のレーザー変位計LT-9030Mを用いて以下の手順で行った。

[0109] まず、図3(A)に示すような化学強化後のガラスにおいて、反りを評価する位置として、B-B断面を選択した。なお、B-B断面は特定の位置に限定されないが、ここではガラスの重心を通る断面とした。B-B断面を図示すると図3(B)に示すような上に凸の形状、あるいは図3(C)に示す下に凸の形状となる。

[0110] 次に、ガラス基板のいずれかの面を下面として保持部に配置し、レーザー変位計を用いて断面の形状データを取得した。この得られた形状データにおいて、接線の傾きの符号が変化する点を原点 O とし、断面形状を反り方向 y と板幅方向 x として二次関数 $y = ax^2$ で近似した。ここでの y 、 x の単位はそれぞれ μm であり、二次項係数 a の単位は μm^{-1} である。

[0111] 最後に、二次関数の二次項係数 a を求め、この二次項係数 a を基に反り評価を行った。これらの結果を表1に示す。なお、反り評価の「○」は二次項係数 a が $1 \times 10^{-7} \mu m^{-1}$ 以下の場合を示し、反り評価の「×」は二次項係数 a が $1 \times 10^{-7} \mu m^{-1}$ を超える場合を示す。

[0112] (ガラスの評価：比誘電率)

ガラスの比誘電率は、以下のように簡易的に見積もった。まず、参考例として1MHzの比誘電率が8.3の0.55mmの厚さのアルミノシリケートガラス〔未強化のドラゴントレイルX（登録商標）、旭硝子社製〕の表面、裏面それぞれに $CS = 1100 MPa$ 、 $DOL = 25 \mu m$ の化学強化を施し、比誘電率を再測定したところ8.1であった。また、参考例の S は $13750 MPa \cdot \mu m$ であった。

[0113] 化学強化された $50\ \mu\text{m}$ の領域の平均合成容量 C_1 は、未強化領域の合成容量を C_2 、化学強化されたガラス全体の合成容量を C_0 としたとき以下の関係がある。

$$C_0 = C_1 \times C_2 / (C_1 + C_2) \cdots (X)$$

また、比誘電率 ε は、合成容量 C と厚さ t に対して以下の関係がある。

$$\varepsilon_k = C_k / t_k \cdots (Y)$$

ただし、 $k = 0, 1, 2$

[0114] $\varepsilon_0 = 8.1$ 、 $\varepsilon_2 = 8.3$ 、 $t_0 = 550$ 、 $t_1 = 50$ 、 $t_2 = 500$ として、式 (X) および式 (Y) の関係から化学強化された $50\ \mu\text{m}$ の領域の比誘電率 ε_1 を見積もったところ、 $\varepsilon_1 = 6.5$ であった。

[0115] 以降、化学強化されたガラスの強化領域の比誘電率を $\varepsilon_1 = 6.5$ 、未強化領域の比誘電率を $\varepsilon_2 = 8.3$ とし、式 (X)、式 (Y)、参考例の S、例 1～9 の CS、DOL、CS₀、DOL₁、S に基づいて例 1～9 の比誘電率 ε_0 および $\{(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) / \varepsilon_2\} \times 100$ で示される比誘電率の低下率 (%) を計算した。

[0116] 以上の結果を表 1 に示す。なお、表 1 において比誘電率の低下率評価の「○」は比誘電率の低下率が 5 % 以下の場合 $[(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) / \varepsilon_2 \leq 0.05]$ を、「×」は比誘電率の低下率が 5 % を超える場合を示す。

[0117]

[表1]

表 1

	厚さ t μm	CS ₀ MPa	HM_CS ₀ MPa	DOL ₁ μm	DOL _{HM} μm	DOL _{HM} / DOL ₁	S MPa・ μm	$\Delta S/t^2$ MPa/μm	二次項 係数 a μm ⁻¹	二次項係数に 基づく反り評価	比誘電率 ε	比誘電率 の低下率 %	比誘電率 の低下率 評価
例 1	100	834	417	36	2.8	0.079	1772	2.7×10^{-3}	6×10^{-8}	○	8.1	0.30%	○
例 2	150	766	383	45	3.7	0.083	2143	1.4×10^{-3}	4×10^{-8}	○	8.1	0.50%	○
例 3	200	849	424	50	3.7	0.073	2333	8.8×10^{-4}	2×10^{-8}	○	8.0	0.90%	○
例 4	250	887	443	46	3.7	0.081	2490	6.0×10^{-4}	7×10^{-9}	○	8.0	1.20%	○
例 5	300	790	395	47	4.2	0.090	2497	4.2×10^{-4}	9×10^{-9}	○	8.1	0.50%	○
例 6	100	665	333	42	21	0.44	10474	1.6×10^{-2}	2×10^{-6}	×	7.6	6.70%	×
例 7	150	803	402	42	21	0.43	12647	8.4×10^{-3}	2×10^{-7}	×	7.4	8.20%	×
例 8	200	707	355	76	38	0.43	20150	7.6×10^{-3}	2×10^{-7}	×	7.3	9.50%	×
例 9	250	772	386	76	38	0.43	22002	5.3×10^{-3}	2×10^{-7}	×	7.5	7.80%	×

[0118] さらに、表 1 中の $\Delta S/t^2$ を横軸に、二次項係数 a を縦軸にプロットして

対数グラフを作成した結果を図4に示す。

[0119] 表1および図4に示すように、例1～5では、 $\Delta S / t^2$ が $4 \times 10^{-3} \text{ MPa} / \mu\text{m}$ 以下、二次項係数 a が $1.0 \times 10^{-7} \mu\text{m}^{-1}$ 以下となり、化学強化後でも反りが抑制されることが分かった。一方、例6～9では、 $\Delta S / t^2$ が $4 \times 10^{-3} \text{ MPa} / \mu\text{m}$ を超え、二次項係数 a が $1.0 \times 10^{-7} \mu\text{m}^{-1}$ を超え、反りが抑制されないことが分かった。

[0120] また、例1～5では、 $\text{DOL}_{\text{HM}} / \text{DOL}_1$ が0.05以上0.4以下となるが、例6～9では、 $\text{DOL}_{\text{HM}} / \text{DOL}_1$ が上記条件を満たさなかった。

[0121] 以上のことから、化学強化ガラスにおいて反りを極力抑制するためには、上記式(1)および式(2)を満たせばよいことが分かった。また、このような化学強化ガラスを製造するためには、2段階の化学強化が有効であることが分かった。さらに、例1～5においては、比誘電率の低下を例6～9よりも抑制できることも分かった。

[0122] 本発明を特定の態様を参照して詳細に説明したが、本発明の精神と範囲を離れることなく様々な変更および修正が可能であることは、当業者にとって明らかである。なお、本出願は、2016年3月1日付けで出願された日本特許出願(特願2016-39327)に基づいており、その全体が引用により援用される。また、ここに引用されるすべての参照は全体として取り込まれる。

符号の説明

[0123] 30…スマートフォン(携帯機器)、31…指紋認証用センサユニット(センサユニット)、33…カバー部材(化学強化ガラス)、34…指紋認証用センサ(センサ)、35…基板、36…電極。

請求の範囲

- [請求項1] 2つの主面を有する化学強化ガラスであって、
前記化学強化ガラスの厚さが1000 μ m未満であり、以下の式（1）および式（2）を満たすことを特徴とする化学強化ガラス。

$$\Delta S / t^2 \leq 4 \times 10^{-3} \text{ (MPa} / \mu\text{m)} \cdots (1)$$

$$0.05 \leq \text{DOL}_{\text{HM}} / \text{DOL}_1 \leq 0.4 \cdots (2)$$

ここで、

$$\Delta S = S \times 0.015 \text{ (MPa} \cdot \mu\text{m)} \cdots (3)$$

$$S = (\text{CS}_0 + \text{HM_CS}_0) \times \text{DOL}_{\text{HM}} \times 0.5 \text{ (MPa} \cdot \mu\text{m)} \cdots (4)$$

CS_0 : 一方の主面における最表層の圧縮応力 (MPa)

HM_CS_0 : CS_0 の半分の圧縮応力 (MPa)

DOL_1 : 前記一方の主面側の圧縮応力層の深さ (μ m)

DOL_{HM} : HM_CS_0 に対応する圧縮応力層の深さ (μ m)

t : 化学強化ガラスの厚さ (μ m)

- [請求項2] DOL_1 が15 μ m以上である請求項1に記載の化学強化ガラス。

- [請求項3] 比誘電率が7.5以上である請求項1または2に記載の化学強化ガラス。

- [請求項4] 以下の式（5）を満たす請求項1～3のいずれか1項に記載の化学強化ガラス。

$$(\varepsilon_2 - \varepsilon_0) / \varepsilon_2 \leq 0.05 \cdots (5)$$

ε_2 : 化学強化ガラスの未強化領域の比誘電率

ε_0 : 化学強化ガラス全体の比誘電率

- [請求項5] 厚さが400 μ m未満である請求項1～4のいずれか1項に記載の化学強化ガラス。

- [請求項6] 2つの主面を有する化学強化ガラスであって、
厚さが300 μ m以下であり、
厚さ方向断面視で、前記2つの主面の面方向の位置と厚さ方向の変

位との関係を二次関数で近似した際、前記二次関数の二次項係数の絶対値 a が $1.0 \times 10^{-7} \mu\text{m}^{-1}$ 以下となることを特徴とする化学強化ガラス。

[請求項7] 前記化学強化ガラスの組成が、酸化物基準のモル％表示で、 SiO_2 を 50～80％、 Al_2O_3 を 2～25％、 Li_2O を 0～10％、 Na_2O を 2～18％、 K_2O を 0～10％、 MgO を 0～15％、 CaO を 0～5％および ZrO_2 を 0～5％である請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の化学強化ガラス。

[請求項8] 前記主面の少なくとも一部に屈曲部を備える、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の化学強化ガラス。

[請求項9] 請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の化学強化ガラスの少なくとも一面に樹脂フィルムが貼着されているフィルム貼着化学強化ガラス。

[請求項10] 請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の化学強化ガラスを含む合わせガラス。

[請求項11] 請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の化学強化ガラスを含む車内用内装部材。

[請求項12] センサと、
請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の化学強化ガラスとを備えているセンサユニット。

[請求項13] 請求項 12 に記載のセンサユニットを備えている携帯機器。

[請求項14] 請求項 12 に記載のセンサユニットを備えている車内用内装部材。

[請求項15] 以下の工程 (I)～(III) を順次含み、得られる化学強化ガラスの一方の主面側の圧縮応力層の深さ DOL_1 が $15 \mu\text{m}$ 以上であり、一方の主面最表層の圧縮応力 CS_0 が 500MPa 以上であり、かつ厚さが $1000 \mu\text{m}$ 未満であることを特徴とする化学強化ガラスの製造方法。

(I) 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

(11) ガラスをガラス転移点より 50℃以上低い温度で加熱処理する加熱工程

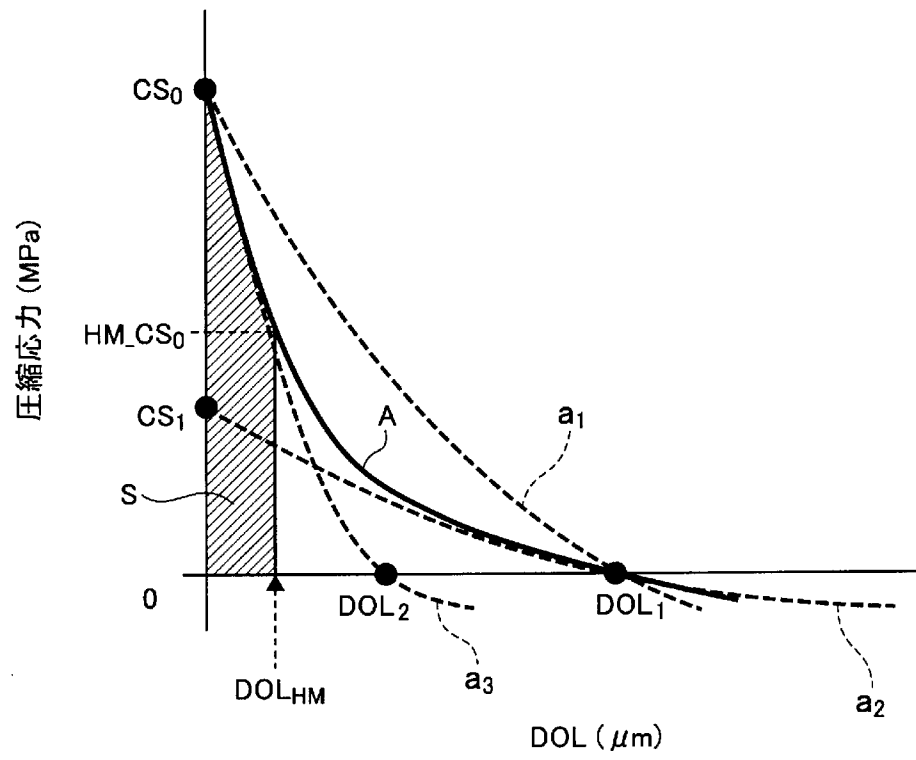
(111) ガラスをイオン交換処理することにより、ガラス表面に圧縮応力層をさらに形成する第2の化学強化工程

[請求項16] 工程(1)および(111)におけるイオン交換処理が、ガラス転移点より 50℃以上低い温度における処理である請求項15に記載の化学強化ガラスの製造方法。

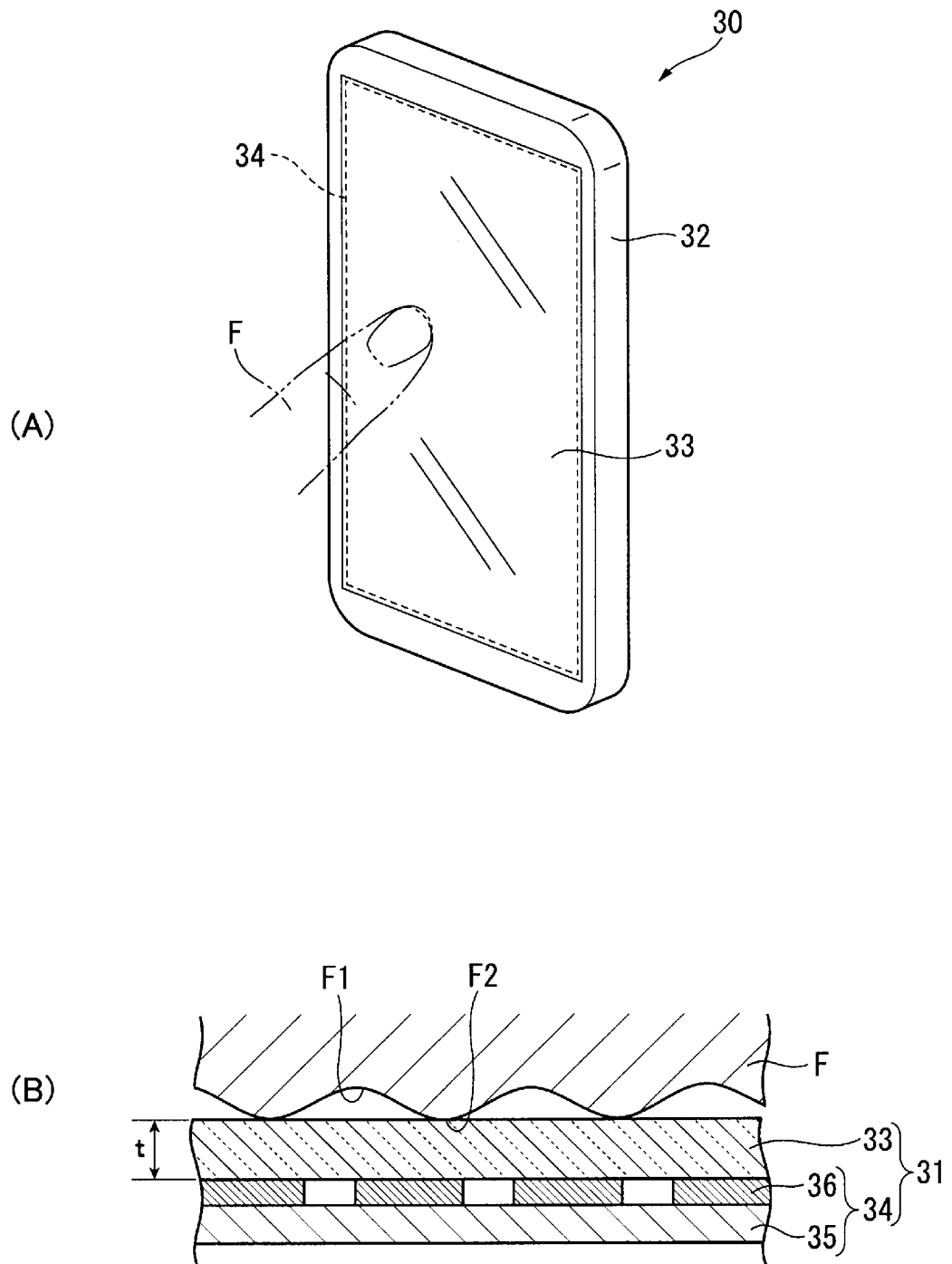
[請求項17] 得られる化学強化ガラスの圧縮応力層の深さ DOL_1 および主面最表層の圧縮応力 CS_0 の半分である位置に対応する圧縮応力層の深さ DOL_{HM} が下記式(2)を満たす請求項15または16に記載の化学強化ガラスの製造方法。

$$0.05 \leq DOL_{HM} / DOL_1 \leq 0.4 \cdots (2)$$

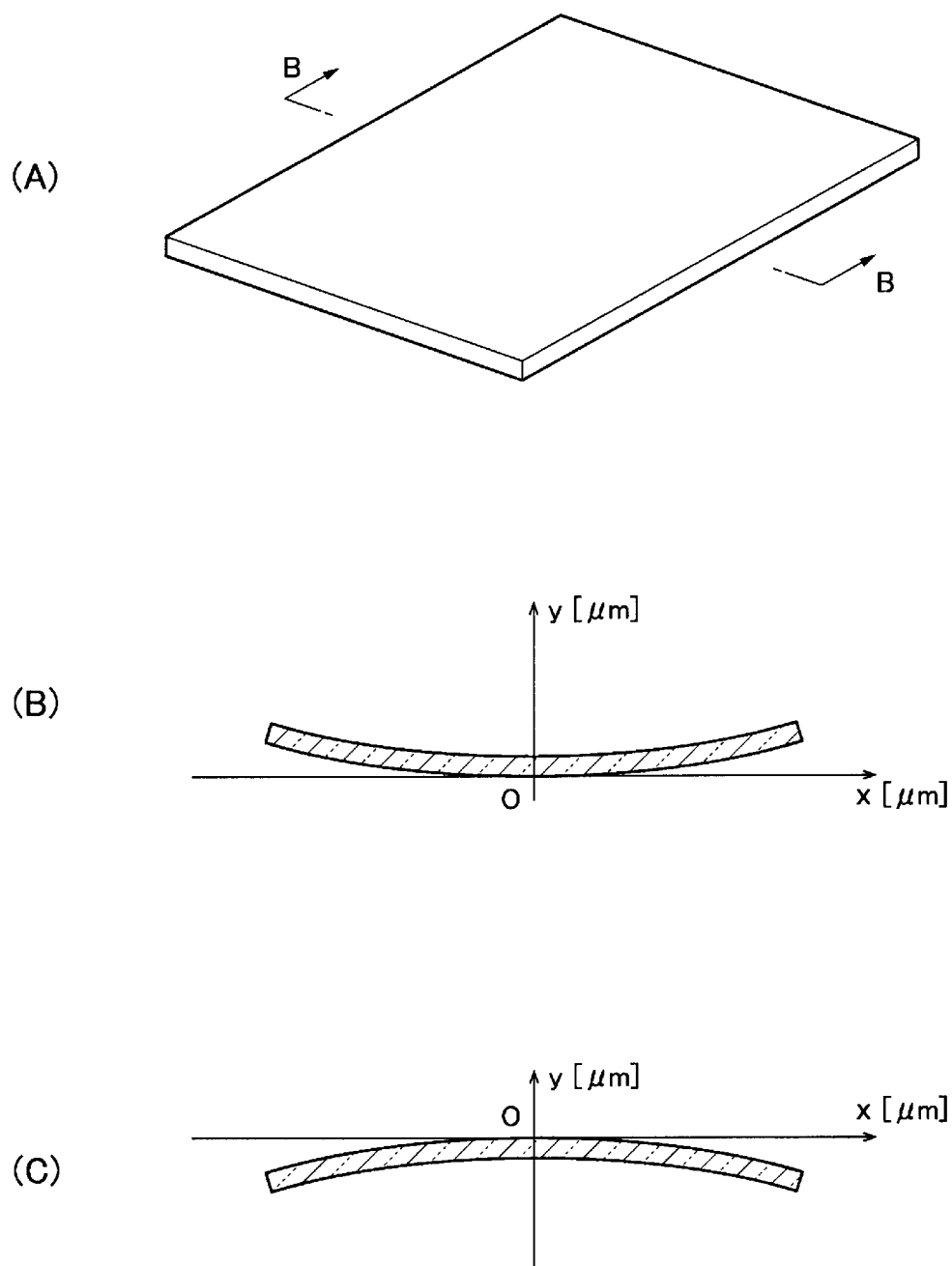
[図1]



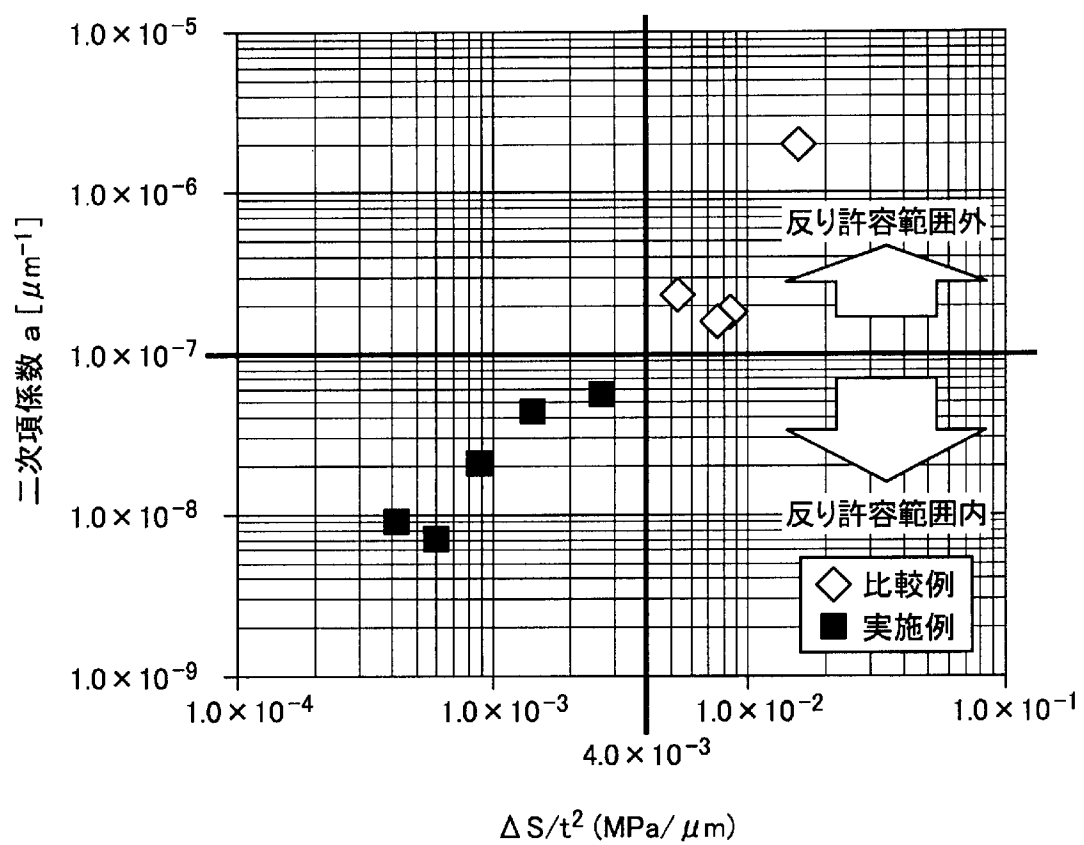
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/005452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C21/00(2006.01)i, C03C3/087(2006.01)i, G06F3/041(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)

C03C21/00, C03C3/087, G06F3/041

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/088856 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0058], [0061], [0070], [0072], [0084]; examples; claims 1 to 5 & US 2014/0370264 A1 paragraphs [0074], [0077], [0086], [0088], [0100]; examples; claims & KR 10-2015-0040367 A & KR 10-2014-0103953 A & CN 105439445 A & CN 103999140 A	1-17
X A	WO 2014/130515 A1 (CORNING INC.), 28 August 2014 (28.08.2014), paragraphs [0047], [0090] to [0094]; claims 6, 8 & JP 2016-514082 A & US 2014/0242390 A1 & US 2016/0016849 A1 & EP 2959264 A1 & CN 105209854 A & KR 10-2015-0140651 A	6-14 1-5, 15-17



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

"I" 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
24 March 2017 (24.03.17)

Date of mailing of the international search report
04 April 2017 (04.04.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/005452

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/JP2017/005452

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1: WO 2013/088856 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0058], [0061], [0070], [0072], [0084]; examples; claims 1 to 5

Claims are classified into the following three inventions.

(Invention 1) claims 1-5 and 7-14

Claims 1 and 2 have no special technical feature, since these claims lack novelty in the light of the document 1.

However, claim 3, which is a claim depending on claim 1, has a special technical feature "the dielectric constant is 7.5 or more", and claims 4, 5 and 7-14 all of which refer to claim 3 also has the same special technical feature as that of claim 3.

Further, claims 4, 5 and 7-14 which do not refer to claim 3 are dependent on claim 1, and have an inventive relationship with claim 1.

Consequently, claims 1-5 and 7-14 are classified into Invention 1.

(Invention 2) claim 6

It is not considered that claim 6 has a special technical feature same as or corresponding to claim 3 which is classified into Invention 1.

Further, claim 6 is not dependent on claim 1.

In addition, claim 6 has no relationship such that said claim 6 is substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1.

Consequently, claim 6 cannot be classified into Invention 1.

Claim 6 is classified into Invention 2.

(Invention 3) claims 15-17

It is not considered that claims 15-17 have a special technical feature same as or corresponding to claim 3 classified into Invention 1 or claim 6 classified into Invention 2.

Further, claims 15-17 are not dependent on either claim 1 or claim 6.

In addition, claims 15-17 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1 or Invention 2.

Consequently, claims 15-17 cannot be classified into either Invention 1 or Invention 2.

Claims 15-17 are classified into Invention 3.

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, C03C3/087(2006.01)i, G06F3/041(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, C03C3/087, G06F3/041

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

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	W0 2013/088856 A1 (旭硝子株式会社) 2013.06.20, [0058], [0061], [0070], [0072], [0084], [実施例], [請求項1] - [請求項5] & US 2014/0370264 A1, [0074], [0077], [0086], [0088], [0100], Examples, Claims & KR 10-2015-0040367 A & KR 10-2014-0103953 A & CN 105439445 A & CN 103999140 A	1-17

☒ 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

24.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

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)

宮崎 大輔

4 T

4676

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	WO 2014/130515 A1 (CORNING INCORPORATED) 2014.08.28, [0047], [0090] - [0094], 請求の範囲第6項, 請求の範囲第8項 & JP 2016-514082 A & US 2014/0242390 A1 & US 2016/0016849 A1 & EP 2959264 A1 & CN 105209854 A & KR 10-2015-0140651 A	6-14 1-5, 15-17

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（P C T 17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P C T 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ろ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ため、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ため、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 >

文献 1 : WO 2013/088856 A1 (旭硝子株式会社) 2013.06.20, [0058], [0061], [0070], [0072], [0084], [実施例], [請求項 1] – [請求項 5]

請求の範囲は、以下の 3 つの発明に区分される。

(発明 1) 請求項 1 – 5 及び 7 – 14

請求項 1 及び 2 は、文献 1 により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項 1 の従属請求項である請求項 3 は、「比誘電率が 7.5 以上」という特別な技術的特徴を有しており、請求項 3 を引用する請求項 4、5 及び 7 – 14 も、請求項 3 と同一の特別な技術的特徴を有している。また、請求項 3 を引用しない請求項 4、5 及び 7 – 14 は請求項 1 の従属請求項であり、請求項 1 に対して発明の連関を有している。したがって、請求項 1 – 5 及び 7 – 14 を発明 1 に区分する。

(発明 2) 請求項 6

請求項 6 は、発明 1 に区分された請求項 3 と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項 6 は請求項 1 の従属請求項でもない。さらに、請求項 6 は、発明 1 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項 6 は発明 1 に区分できない。請求項 6 を発明 2 に区分する。

(発明 3) 請求項 15 – 17

請求項 15 – 17 は、発明 1 に区分された請求項 3 又は発明 2 に区分された請求項 6 と、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しているとはいえない。また、請求項 15 – 17 は請求項 1 及び 6 のいずれの従属請求項でもない。さらに、請求項 15 – 17 は、発明 1 又は発明 2 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項 15 – 17 は発明 1 及び 2 のいずれにも区分できない。請求項 15 – 17 を発明 3 に区分する。