



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202200515 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：110115733

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 30 日

(51)Int. Cl. : C03C3/095 (2006.01)

C03C3/097 (2006.01)

C03C3/083 (2006.01)

(30)優先權：2020/04/30 日本

2020-080385

(71)申請人：日商 A G C 股份有限公司 (日本) AGC INC. (JP)

日本

(72)發明人：馬田拓実 UMADA, TAKUMI (JP)；今北健二 IMAKITA, KENJI (JP)；秋葉周作 AKIBA, SHUSAKU (JP)；松尾優作 MATSUO, YUSAKU (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 49 頁

(54)名稱

玻璃、化學強化玻璃及電子機器

(57)摘要

本發明係關於一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有 45 ~ 65% 之  $\text{SiO}_2$ 、18 ~ 30% 之  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、7 ~ 15% 之  $\text{Li}_2\text{O}$ 、合計 0 ~ 10% 之選自  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$  之 1 種以上、0 ~ 10% 之  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、0 ~ 10% 之  $\text{B}_2\text{O}_3$ 、0 ~ 4% 之  $\text{ZrO}_2$ ，且將  $\text{Al}_2\text{O}_3$  之含量設為  $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將  $\text{P}_2\text{O}_5$  之含量設為  $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為  $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為  $[\text{RO}]$ ，則  $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。



202200515

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

玻璃、化學強化玻璃及電子機器

## 【中文】

本發明係關於一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、合計0～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、0～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、0～10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、0～4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且將 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

## 【指定代表圖】

無

## 【代表圖之符號簡單說明】

無

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

玻璃、化學強化玻璃及電子機器

### 【技術領域】

【0001】本發明係關於一種玻璃、化學強化玻璃及電子機器。

### 【先前技術】

【0002】移動終端之覆蓋玻璃等使用化學強化玻璃。化學強化玻璃係如下玻璃：利用將玻璃浸漬於硝酸鈉等熔鹽中等方法，使玻璃中所含之鹼離子與熔鹽中所含之離子半徑更大之鹼離子發生離子交換，藉此於玻璃之表層部分形成壓縮應力層。

【0003】專利文獻1中揭示有如下方法，其藉由對含有鋰之鋁矽酸鹽玻璃實施兩個階段之化學強化處理，從而獲得表面之強度較高且壓縮應力層深度較大之化學強化玻璃。

【0004】化學強化玻璃存在表面壓縮應力值或壓縮應力層深度越大，則強度越高之趨勢。另一方面，若於玻璃表面形成壓縮應力層，則於玻璃內部產生與壓縮應力之總量對應之內部拉伸應力。若內部拉伸應力之值(CT)超過某閾值，則當玻璃破裂時，破裂方式變得激烈。該閾值亦被稱為CT極限值。

【0005】專利文獻2中揭示有一種耐龜裂性較高之高強度玻璃。該高強度玻璃含有大量 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，利用被稱為無容器法之特殊方法製造，不適合大量生產。

先前技術文獻

專利文獻

【0006】專利文獻1：日本專利特表2013-536155號公報

專利文獻2：日本專利特開2016-50155號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0007】本發明之目的在於提供一種破裂韌性值較高且容易製造之玻璃。又，本發明之目的在於提供一種具有較高之強度且不易發生激烈之破碎的化學強化玻璃。

[解決問題之技術手段]

【0008】本發明人等對化學強化玻璃用CT極限值進行研究，發現了破裂韌性值越大則CT極限值越大之趨勢。因此，認為若玻璃之化學強化特性優異，且破裂韌性值較大，則可防止激烈之破碎，且藉由化學強化可實現高強度。

又，本發明人等發現一種玻璃，從而完成了本發明，上述玻璃藉由採用可於玻璃結構中導入極微小之分相結構的組成，而容易製造，且可同時實現較高之破裂韌性值與透明性。

【0009】即，本發明係關於一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0～10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

【0010】本發明係關於一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45~65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計2~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

2~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

$\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量與 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量之比 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/[\text{P}_2\text{O}_5]$ 為2.5~13。

【0011】於本發明之玻璃之一態樣中，將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量設為 $[\text{Li}_2\text{O}]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，則 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 較佳為0.7~1。

於本發明之玻璃之一態樣中，破裂韌性值較佳為 $0.85 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。

於本發明之玻璃之一態樣中，由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離較佳為2~100 nm。

於本發明之玻璃之一態樣中，玻璃中之五配位之鋁原子及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率較佳為1%以上15%以下。

於本發明之玻璃之一態樣中，楊氏模數較佳為85 GPa以上。

於本發明之玻璃之一態樣中，較佳為含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 以外之任意氧化物 $\text{M}_x\text{O}_y$ ( $X$ 、 $Y$ 為正整數)，且將以莫耳%表示之 $\text{M}_x\text{O}_y$ 之含量設為 $[\text{M}_x\text{O}_y]$ ，將 $M$ 之離子半徑設為 $r(M)$ ，將 $(2y/x)/r(M) \times [\text{M}_x\text{O}_y] \times 2/x$ 之總和設為 $\Sigma$ 時，下述式(1)所表示之 $Z$ 為5～100。

$$Z = \Sigma + [\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{Li}_2\text{O}] - [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{K}_2\text{O}] - [\text{P}_2\text{O}_5] \cdots \text{式(1)}$$

於本發明之玻璃之一態樣中，失透溫度較佳為 $1500^\circ\text{C}$ 以下。

於本發明之玻璃之一態樣中，於對玻璃進行化學強化，利用以下之方法測定破碎數之情形時，破碎數為10以下時之內部拉伸應力值(CT)之絕對值之最大值較佳為75 MPa以上。

(破碎數之測定方法)

準備15 mm見方、厚度為0.7 mm且表面經鏡面拋光者作為試驗用玻璃板。於各種條件下對試驗用玻璃板進行化學強化處理而準備CT值不同之複數種試驗用玻璃板。於該情形時，CT值係使用散射光光彈性應力計進行測定。

使用維氏試驗機，於試驗用玻璃板之中央部分打入前端角度為 $90^\circ$ 之金剛石壓頭而使玻璃板破裂，將碎片之個數設為破碎數。自金剛石壓頭之打入負載3 kgf開始試驗，於玻璃板未破裂之情形時，每次1 kgf地增加打入負載，反覆進行試驗直至玻璃板破裂，對最先發生破裂時之碎片個數進行計數。

**【0012】**本發明係關於一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ ，

距玻璃表面之深度為50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值( $\text{CS}_{50}$ )為150 MPa以上。

【0013】本發明係關於一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45~65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計2~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

2~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

距玻璃表面之深度為50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值( $\text{CS}_{50}$ )為150 MPa以上。

【0014】於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離較佳為2~100 nm。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，壓縮應力值為0時之深度

(DOL)較佳為60～120  $\mu\text{m}$ 。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，表面壓縮應力值( $\text{CS}_0$ )較佳為600～900 MPa。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，內部拉伸應力值(CT)較佳為-70 MPa～-120 MPa。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，較佳為上述壓縮應力值( $\text{CS}_{50}$ )為180 MPa以上，且上述壓縮應力值為0時之深度(DOL)為80  $\mu\text{m}$ 以上。

【0015】於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，較佳為厚度2 mm以下之板狀。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，較佳為具有曲率半徑100 mm以下之曲面部。

【0016】本發明係關於一種包含上述化學強化玻璃之電子機器。

[發明之效果]

【0017】根據本發明，能夠獲得一種同時滿足較高之破裂韌性與透明性，容易製造，顯示優異之強度，且不易發生激烈之破碎的化學強化玻璃。

【圖式簡單說明】

【0018】圖1係對2種玻璃示出化學強化後之內部拉伸應力值(CT)與破碎數之關係的圖。

圖2係表示對本玻璃進行化學強化之情形時之應力曲線之一例的圖。

圖3係表示包含本玻璃之電子機器之一例的圖。

圖4(a)、(b)係表示 $^{27}\text{Al}$ -NMR之測定結果之一例的圖。

圖5係表示小角度X射線散射(SAXS)之測定結果之一例的圖。

**【實施方式】**

**【0019】**於本說明書中，表示數值範圍之「 $\sim$ 」係以包含其前後所記載之數值作為下限值及上限值之含義使用。只要無特別規定，則以下本說明書中之「 $\sim$ 」係以同樣之含義使用。

**【0020】**於本說明書中，「化學強化玻璃」係指實施化學強化處理後之玻璃，「化學強化用玻璃」係指實施化學強化處理前之玻璃。

於本說明書中，「化學強化玻璃之母組成」係指化學強化用玻璃之玻璃組成。於化學強化玻璃中，除進行極端之離子交換處理之情形以外，板厚 $t$ 之 $1/2$ 深度處之玻璃組成與化學強化玻璃之母組成相同。

**【0021】**於本說明書中，只要無特別說明，則玻璃組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，將莫耳%簡記為「%」。

又，於本說明書中，所謂「實質上不含」，係指原材料等中所含之雜質水準以下，即不刻意含有。具體而言，「實質上不含」例如未達 $0.1$ 莫耳%。

於本說明書中，「透光率」係指波長 $380\text{ nm} \sim 780\text{ nm}$ 之光下之平均透過率。又，「霧度值」係使用鹵素燈C光源，依據JIS K7136：2000進行測定。於本玻璃中，化學強化前後透光率及霧度值之數值相同。

**【0022】**於本說明書中，「應力曲線」係指以距玻璃表面之深度為變數來表示壓縮應力值之曲線。又，「壓縮應力層深度(DOL)」係壓縮應力值(CS)為 $0$ 時之深度。「內部拉伸應力值(CT)」係指玻璃之板厚 $t$ 之 $1/2$ 深度處之拉伸應力值。於本說明書中，拉伸應力值表示為負壓縮應力值。

**【0023】**本說明書中之應力曲線可使用散射光光彈性應力計(例如折原製作所有限公司製造之SLP-1000)進行測定。散射光光彈性應力計受到

表面散射之影響，有時試樣表面附近之測定精度會下降。但是，例如於僅藉由玻璃中之鋰離子與外部之鈉離子之離子交換而產生壓縮應力的情形時，由深度函數所表示之壓縮應力值遵循互補誤差函數，因此藉由測定內部之應力值，可知悉表面之應力值。於由深度函數所表示之壓縮應力值不遵循互補誤差函數之情形等時，用其他方法(例如，用表面應力計進行測定之方法)對表面部分進行測定。

【0024】於本說明書中，CT極限值係按照以下順序所測得之破碎數為10以下時之CT之絕對值的最大值。

(破碎數之測定方法)

準備15 mm見方、厚度為0.7 mm且表面經鏡面拋光者作為試驗用玻璃板。於各種條件下對試驗用玻璃板進行化學強化處理而準備CT值不同之複數種試驗用玻璃板。於該情形時，CT值係使用散射光光彈性應力計進行測定。

又，預估壓縮應力層深度(DOL)。若相對於玻璃板之厚度而言DOL過大，則有拉伸應力層之玻璃組成發生變化，而無法正確評價CT極限值之虞，因此以下之試驗中較理想為使用DOL為100  $\mu\text{m}$ 以下之玻璃板。

【0025】使用維氏試驗機，於試驗用玻璃板之中央部分打入前端角度為90°之金剛石壓頭而使玻璃板破裂，將碎片之個數設為破碎數。例如，當玻璃板破裂成2個時，破碎數為2。於產生非常細小之碎片之情形時，對未通過1 mm之篩之個數進行計數而設為破碎數。

但是，於碎片之個數超過50之情形時，可將破碎數設為50。其原因在於，若碎片之個數過多，則大部分碎片會通過篩等，因此難以對個數正確地進行計數，並且，實際上對CT極限值之評價所產生之影響較小。

又，自金剛石壓頭之打入負載3 kgf開始試驗，於玻璃板未破裂之情形時，每次1 kgf地增加打入負載，反覆進行試驗直至玻璃板破裂為止，對最先發生破裂時之碎片個數進行計數。

**【0026】**(CT極限值之測定方法)

相對於試驗用玻璃板之CT值繪製破碎數，根據破碎數為10以下且儘可能大之值時的CT值、及破碎數大於10且為儘可能小之值時的CT值，讀取破碎數為10時之CT之絕對值，設為CT極限值。此時，10以下之儘可能大之破碎數之值為8以上，較佳為9以上。大於10之破碎數只要為40以下即可，更佳為20以下。

以下係CT極限值之測定例。

**【0027】**圖1係針對玻璃組成不同之玻璃A、玻璃B繪製CT值及破碎數而成之圖。對於玻璃A，以中空菱形繪製，對於玻璃B，以黑圓點繪製。根據圖1可知，若玻璃之組成相同，則CT之絕對值越大，破碎數越多。又可知，若破碎數超過10，則因CT增大而破碎數急遽增多。

**【0028】**玻璃A、玻璃B之組成如下所示。

(玻璃A)

SiO<sub>2</sub>：70.4%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：13.0%、Li<sub>2</sub>O：8.4%、Na<sub>2</sub>O：2.4%、  
B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：1.8%、MgO：2.8%、ZnO：0.9%

(玻璃B)

SiO<sub>2</sub>：57%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：22.5%、Li<sub>2</sub>O：9.9%、Na<sub>2</sub>O：0.2%、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：  
5.3%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：3.1%、ZrO<sub>2</sub>：2.0%

**【0029】**表1中示出針對玻璃A及玻璃B之應力值(CT值)及破碎數之測定結果。對於玻璃A，根據破碎數為8時之應力值(CT值)-57 Mpa及破碎

數為13時之應力值(CT值)-63 MPa，求出CT極限值為60 MPa。對於玻璃B，根據破碎數為8時之應力值(CT值)-88 MPa及破碎數為40時之應力值(CT值)-94 MPa，求出CT極限值為88 MPa。

【0030】[表1]

表1

|     | 應力(MPa) | 破碎數 | CT極限值(MPa) |
|-----|---------|-----|------------|
| 玻璃A | -52     | 3   | 60         |
|     | -54     | 6   |            |
|     | -57     | 8   |            |
|     | -63     | 13  |            |
|     | -66     | 50  |            |
| 玻璃B | -70     | 2   | 88         |
|     | -87     | 6   |            |
|     | -88     | 8   |            |
|     | -94     | 40  |            |

【0031】<玻璃>

於本發明之實施方式之玻璃(以下，亦稱為本玻璃)為板狀之情形時，就提高化學強化效果之觀點而言，其板厚(t)例如較佳為2 mm以下，更佳為1.5 mm以下，進而較佳為1 mm以下，進而更佳為0.9 mm以下，特佳為0.8 mm以下，最佳為0.7 mm以下。又，為了獲得充分之強度，板厚例如較佳為0.1 mm以上，更佳為0.2 mm以上，進而較佳為0.4 mm以上，進而更佳為0.5 mm以上。

本玻璃之形狀根據所應用之製品或用途等，亦可為板狀以外之形狀。又，玻璃板亦可具有外周之厚度不同之包邊形狀等。又，玻璃板之形態並不受該等限定。例如，可2個主面彼此不平行，亦可2個主面中之1個面或2個面之全部或一部分為曲面。更具體而言，玻璃板例如可為無翹曲之平板狀玻璃板，亦可為具有彎曲表面之曲面玻璃板。

【0032】於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之透光率較佳為85%以上。若為85%以上，則於用於攜帶型顯示器之覆蓋玻璃之情形時，容易看

到顯示器之畫面，故較佳。透光率較佳為88%以上，更佳為90%以上。透光率越高越好，但通常為91%以下。於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之典型透光率為90.5%。

【0033】再者，於實際之玻璃厚度不為0.7 mm之情形時，可基於測定值，根據朗伯-比爾定律(Lambert-Beer law)計算厚度為0.7 mm之情形時之透光率。

於板厚 $t$ [mm]之本玻璃之全光線可見光透過率為 $100 \times T$ [%]，單面之表面反射率為 $100 \times R$ [%]之情形時，藉由援用朗伯-比爾定律(Lambert-Beer law)，使用常數 $\alpha$ ，滿足 $T = (1 - R)^2 \times \exp(-\alpha t)$ 之關係。

由此，以 $R$ 、 $T$ 、 $t$ 表示 $\alpha$ ，若 $t = 0.7$  mm，則 $R$ 不會因板厚而變化，因此換算成0.7 mm之全光線可見光透過率 $T_{0.7}$ 可計算為 $T_{0.7} = 100 \times T^{0.7/t} / (1 - R)^{(1.4/t - 2)}$ [%]。其中，「 $X^Y$ 」表示「 $X^Y$ 」。

表面反射率可根據折射率計算而求出，亦可實際測定。又，於板厚 $t$ 大於0.7 mm之情形時，亦可藉由研磨或蝕刻等將板厚調整為0.7 mm而對透光率進行測定。

【0034】又，於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之霧度值較佳為0.2%以下，更佳為0.1%以下，進而較佳為0.08%以下，進而更佳為0.05%以下，特佳為0.03%以下。霧度值越小越好，但通常為0.01%以上。於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之典型霧度值為0.02%。

【0035】再者，於板厚 $t$ [mm]之本玻璃之全光線可見光透過率為 $100 \times T$ [%]，霧度值為 $100 \times H$ [%]之情形時，藉由援用朗伯-比爾定律，使用上述常數 $\alpha$ ， $dH/dt \propto \exp(-\alpha t) \times (1 - H)$ 。即，可認為，每次板厚增加則霧度值會增加與內部直線透過率成正比之量，因此厚度為0.7 mm之情形

時之霧度值 $H_{0.7}$ 係根據以下式求出。其中，「 $X^Y$ 」表示「 $X^Y$ 」。

$$H_{0.7} = 100 \times [1 - (1 - H) \wedge \{((1 - R)^2 - T_{0.7}) / ((1 - R)^2 - T)\}] [\%]$$

又，於板厚 $t$ 大於0.7 mm之情形時，亦可藉由研磨或蝕刻等將板厚調整為0.7 mm而測定。

【0036】本玻璃之破裂韌性值較佳為 $0.85 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。由於破裂韌性值較大之玻璃的CT極限值較大，因此即便藉由化學強化而形成較大之表面壓縮應力層，亦不易發生激烈之破碎。破裂韌性值更佳為 $0.86 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上，進而較佳為 $0.88 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上，進而更佳為 $0.90 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。玻璃之破裂韌性值通常為 $2.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下，典型為 $1.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下。

破裂韌性值例如可使用DCDC(Double Cleavage Drilled Compression，壓縮雙裂紋圓孔板)法(Acta metall. mater. Vol.43, pp.3453 ~ 3458, 1995)進行測定。

【0037】於本玻璃中，上述CT極限值較佳為70 MPa以上，更佳為73 MPa以上，進而較佳為75 MPa以上。本玻璃之CT極限值通常為95 MPa以下。

【0038】本玻璃係鋰鋁矽酸鹽玻璃。具體而言，本玻璃係含有40%以上之 $\text{SiO}_2$ 、18%以上之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、5%以上之 $\text{Li}_2\text{O}$ 的玻璃。鋰鋁矽酸鹽玻璃由於含有作為離子半徑最小之鹼離子的鋰離子，因此藉由使用各種熔鹽進行離子交換之化學強化處理，能夠獲得具有較佳應力曲線之化學強化玻璃。

【0039】本玻璃以氧化物基準之莫耳百分率表示，較佳為含有45~65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ 。

以下，對該玻璃組成進行說明。

【0040】於本玻璃中， $\text{SiO}_2$ 係構成玻璃網狀結構之骨架的成分，且係提高化學耐久性之成分。為了獲得充分之化學耐久性， $\text{SiO}_2$ 之含量較佳為45%以上，更佳為46%以上，進而較佳為47%以上，進而更佳為48%以上，特佳為50%以上。

又， $\text{SiO}_2$ 之含量較佳為65%以下，更佳為63%以下，進而較佳為60%以下，進而更佳為59%以下。為了使彎曲成形等容易， $\text{SiO}_2$ 之含量較佳為58%以下。

【0041】 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 係本玻璃之必需成分，且係有助於玻璃之高強度化之成分。為了獲得充分之強度， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量較佳為18%以上，更佳為19%以上，進而較佳為20%以上。為了提高熔融性， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量較佳為30%以下，更佳為28%以下，進而較佳為26%以下，進而更佳為25%以下，最佳為24%以下。

【0042】 $\text{SiO}_2$ 及 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 係構成玻璃之網狀結構之成分。為了含有充分量之網狀成分，提高玻璃之化學耐久性或脆性，其等之合計量( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ )較佳為60%以上，更佳為62%以上，進而較佳為64%以上，進而更佳為66%以上。又，若網狀成分過多，則玻璃之楊氏模數下降，因此其等

之合計量( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ )較佳為90%以下，更佳為87%以下，進而較佳為84%以下，進而更佳為83%以下，特佳為82%以下，最佳為81%以下。

【0043】 $\text{Li}_2\text{O}$ 係鋰鋁矽酸鹽玻璃之必需成分。為了增大藉由化學強化所產生之壓縮應力層深度(DOL)， $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量為5%以上，較佳為6%以上，更佳為7%以上，進而較佳為8%以上，進而更佳為9%以上。

又，當製造玻璃時或進行彎曲加工時，為了抑制失透之發生， $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量較佳為15%以下，更佳為14%以下，進而較佳為13%以下，進而更佳為12%以下。

【0044】為了調整化學強化特性，或提高熔融玻璃之穩定性等，本玻璃可含有其他鹼金屬氧化物。作為其他鹼金屬氧化物，較佳為 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ ，更佳為 $\text{Na}_2\text{O}$ 。亦可實質上不含 $\text{K}_2\text{O}$ 。為了使破裂韌性值更大，含有其他鹼金屬氧化物之情形時之合計含量較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為6%以下，進而更佳為5%以下，特佳為4%以下，進而特佳為2%以下，尤佳為1%以下，最佳為0.5%以下。

【0045】以下，有時將 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及 $\text{K}_2\text{O}$ 等鹼金屬氧化物統稱為 $\text{R}_2\text{O}$ 。 $\text{R}_2\text{O}$ 係降低玻璃之熔解溫度之成分。

於本玻璃中， $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量與鹼金屬氧化物之合計含量的比 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 較佳為0.7以上，更佳為0.75以上，進而較佳為0.8以上，特佳為0.85以上。又， $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 為1以下，更佳為0.99以下。

【0046】 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及 $\text{La}_2\text{O}_3$ 均並非必需，但為了提高熔解性，較佳為含有 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及 $\text{La}_2\text{O}_3$ 中之一者或兩者。其等之合計含量( $[\text{Y}_2\text{O}_3] + [\text{La}_2\text{O}_3]$ )較佳為0.5%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上，進而更佳為3%以上，特佳為4%以上，進而特佳為5%以上。

又，為了保持高強度， $([Y_2O_3] + [La_2O_3])$ 較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為7%以下，進而更佳為6%以下，特佳為5%以下。

【0047】為了提高熔解性，本玻璃更佳為含有 $Y_2O_3$ 。 $Y_2O_3$ 之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上，進而更佳為3%以上，尤佳為5%以上。

為了提高玻璃之強度， $Y_2O_3$ 之含量較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為6%以下。

【0048】 $P_2O_5$ 係藉由與玻璃中之 $Al_2O_3$ 組合而構成網狀結構之成分。又，為了提高化學強化處理時之離子擴散速度，本玻璃亦可含有 $P_2O_5$ 。 $P_2O_5$ 之含量較佳為0%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上。

為了提高化學耐久性， $P_2O_5$ 之含量較佳為10%以下，更佳為9%以下，進而較佳為8%以下，進而更佳為6%以下，特佳為4%以下，最佳為3%以下。

【0049】於本玻璃含有 $P_2O_5$ 之情形時，不僅藉由 $SiO_2$ 構成玻璃網狀結構，亦藉由 $P_2O_5$ 與 $Al_2O_3$ 之組合而構成玻璃網狀結構，因此強度較高，失透溫度容易變低。於本玻璃含有 $P_2O_5$ 之情形時，為了降低失透溫度， $Al_2O_3$ 含量與 $P_2O_5$ 含量之比 $[Al_2O_3]/[P_2O_5]$ 較佳為2.5以上，更佳為3以上，進而較佳為4以上。其原因在於，若 $P_2O_5$ 過多，則容易析出磷酸鋁系失透。又，為了抑制玻璃熔融時析出矽酸鋁等結晶， $[Al_2O_3]/[P_2O_5]$ 較佳為13以下，更佳為10以下，進而較佳為8以下。

【0050】為了增大化學強化玻璃之表面壓縮應力，較佳為含有 $ZrO_2$ 。於本玻璃含有 $ZrO_2$ 之情形時， $ZrO_2$ 之含量較佳為0%以上，更佳為0.2%以上，進而較佳為0.5%以上，特佳為1%以上。

又，為了抑制熔融時之失透， $\text{ZrO}_2$ 之含量較佳為4%以下，更佳為3.5%以下，更佳為3%以下，進而較佳為2%以下。

【0051】 $\text{TiO}_2$ 與 $\text{ZrO}_2$ 同樣地存在增大化學強化玻璃之表面壓縮應力的趨勢，亦可含有 $\text{TiO}_2$ 。於本玻璃含有 $\text{TiO}_2$ 之情形時， $\text{TiO}_2$ 之含量較佳為0.1%以上。為了抑制熔融時之失透， $\text{TiO}_2$ 之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下，進而較佳為1%以下，特佳為0.5%以下。

又， $\text{TiO}_2$ 與 $\text{ZrO}_2$ 之合計含量( $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ )較佳為5%以下，更佳為3%以下。 $(\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)$ 較佳為1%以上，更佳為1.5%以上。

【0052】 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 等鹼土金屬氧化物雖不為必需成分，但亦可含有。該等成分均為提高玻璃之熔融性之成分，但存在降低離子交換性能之趨勢。 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 之合計含量( $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$ )較佳為10%以下，更佳為5%以下，進而較佳為4%以下，進而更佳為3%以下。

【0053】鹼土金屬氧化物中，藉由含有 $\text{MgO}$ ，有提高化學強化效果之趨勢。於本玻璃含有 $\text{MgO}$ 之情形時， $\text{MgO}$ 之含量較佳為0.1%以上，更佳為0.5%以上。又， $\text{MgO}$ 之含量較佳為10%以下，更佳為5%以下，進而較佳為4%以下，進而更佳為3%以下。

【0054】於本玻璃含有 $\text{CaO}$ 之情形時， $\text{CaO}$ 之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上。為了提高離子交換性能， $\text{CaO}$ 之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下。

【0055】於本玻璃含有 $\text{SrO}$ 之情形時， $\text{SrO}$ 之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上。為了提高離子交換性能， $\text{SrO}$ 之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下。

【0056】於本玻璃含有BaO之情形時，BaO之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上。為了提高離子交換性能，BaO之含量較佳為5%以下，更佳為1%以下，進而較佳為實質上不含。

【0057】ZnO係提高玻璃之熔融性之成分，本玻璃亦可含有ZnO。於本玻璃含有ZnO之情形時，ZnO之含量較佳為0%以上，更佳為0.2%以上，進而較佳為0.5%以上。為了提高玻璃之耐候性，ZnO之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下。

【0058】B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>並非必須，但為了提高製造玻璃時之熔融性等，可添加B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。又，為了藉由減小化學強化時化學強化玻璃表面附近之應力曲線之斜率而提高穩定性，B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上，進而更佳為3%以上。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>係化學強化後容易發生應力緩和之成分，因此為了進一步提高化學強化玻璃之表面壓縮應力，B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含量較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為6%以下，進而更佳為5%以下，特佳為4%以下，最佳為3%以下。

【0059】為了抑制化學強化玻璃之破碎等，亦可含有Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。於本玻璃含有該等成分之情形時，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>之合計含量較佳為0.2%以上，更佳為0.5%以上，進而較佳為1%以上，特佳為1.5%以上，最佳為2%以上。又，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>之合計含量較佳為3%以下，更佳為2.5%以下。

【0060】於對玻璃進行著色之情形時，亦可於不妨礙達成所需化學強化特性之範圍內添加著色成分。作為著色成分，例如可例舉：Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、NiO、CuO、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SeO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等。該等可單獨使用，亦可組合使用。著色成分之含量之合計較

佳為7%以下。由此，可抑制玻璃之失透。著色成分之含量更佳為5%以下，進而較佳為3%以下，特佳為1%以下。於欲提高玻璃之透明性之情形時，較佳為實質上不含該等成分。

【0061】又，本玻璃亦可適當含有 $\text{SO}_3$ 、氯化物、氟化物等作為玻璃熔融時之澄清劑等。本玻璃較佳為實質上不含 $\text{As}_2\text{O}_3$ 。於本玻璃含有 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 之情形時， $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 之含量較佳為0.3%以下，更佳為0.1%以下，最佳為實質上不含。

【0062】於本玻璃中，鋁原子(以下，亦有時記為Al)可採用四配位至六配位之氧配位數。其中，四配位之Al提高玻璃之化學耐久性。五配位與六配位之Al提高破裂韌性，提高玻璃之強度。一般之玻璃僅存在四配位之Al，但本玻璃藉由調整鋁原子之配位數而具有下述極微小之分相結構，藉此維持透明性且具有較高之破裂韌性，因此推測能夠獲得優異之特性。

【0063】本玻璃中之五配位及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率較佳為1%以上。該比率更佳為2%以上，進而較佳為3%以上，最佳為4%以上。另一方面，就抑制耐酸性變差之觀點而言，五配位及六配位之鋁原子數之合計比率較佳為15%以下，更佳為14%以下，進而較佳為13%以下，進而更佳為12%以下，特佳為11%以下，進而特佳為10%以下，尤佳為9%以下，最佳為8%以下。玻璃中之五配位及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率可藉由對玻璃組成進行調整而調整為所需範圍。又，鋁原子之配位數可藉由 $^{27}\text{Al}$ -NMR進行測定。所謂「五配位及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率」，係指根據 $^{27}\text{Al}$ -NMR之測定結果分別算出四配位之Al之比率、五配位之Al之比率及六配位之Al之比率，其中五配位之Al之比率及六配位之Al

之比率的合計比率。再者， $^{27}\text{Al}$ -NMR測定之較佳條件將於實施例中進行說明。

【0064】本玻璃中，將 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ， $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

本發明人等認為，為了製成含有五配位、六配位之Al之玻璃，需要使網絡修飾體(NWM)少於作為網絡形成體(NWF)之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。即，需要使鹼金屬、鹼土金屬等之氧化物之NWM之合計少於 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。即，藉由使上述「 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5]$ 」大於0，從而使玻璃中存在五配位之鋁原子及六配位之鋁原子之至少一者。該值較佳為1以上，進而較佳為2以上，更佳為3以上，最佳為4以上。

就抑制失透溫度上升，使板容易成形之觀點而言，「 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5]$ 」較佳為12以下，更佳為11以下，進而較佳為9以下，進而更佳為8以下，特佳為7以下，進而特佳為6以下，最佳為5以下。

【0065】於本玻璃中，由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離較佳為2~100 nm。由於一般之玻璃係均勻之非晶質，因此進行SAXS測定時未觀測到內部之散射。本玻璃藉由以存在五配位之Al及六配位之Al之至少一者之方式對組成進行調整，從而成為包含極微小之散射之玻璃。觀測到散射之玻璃作為分相玻璃而為人所知。分相玻璃一般為發生白濁之玻璃。另一方面，本發明人等發現，本玻璃藉由具有極微小之分相結構，從而維持透明性，且可抑制龜裂擴展之破裂韌性(KIC)較高。再者，於本說明書中，所謂具有透明性，係指例如藉由目視進行確認後未見白濁，係指例如霧度值較佳為0.2%以下，更佳為

0.1%以下。

【0066】由小角度X射線散射測定所算出之粒子間距離表示玻璃中所含之粒子間之距離。粒子間距離越小，則玻璃中所含之粒子結構越多，因此認為存在散射變強，透過率下降之趨勢。就抑制散射變強，提高透過率之觀點而言，粒子間距離較佳為2 nm以上。粒子間距離更佳為5 nm以上，進而較佳為10 nm以上，進而更佳為15 nm以上。就增強抑制龜裂擴展之效果，提高破裂韌性之觀點而言，粒子間距離較佳為100 nm以下。粒子間距離更佳為90 nm以下，進而較佳為80 nm以下，進而更佳為70 nm以下，特佳為60 nm以下，進而特佳為50 nm以下，進一步較佳為40 nm以下，尤佳為30 nm以下，最佳為20 nm以下。

【0067】本玻璃亦可含有選自 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之1種以上之氧化物。又，本玻璃亦可含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 以外之任意氧化物 $\text{M}_x\text{O}_y$  (X、Y為正整數)，還可含有2種以上之 $\text{M}_x\text{O}_y$ 。

【0068】作為 $\text{M}_x\text{O}_y$ ，例如可例舉： $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 及 $\text{WO}_3$ 等。

【0069】於本玻璃含有 $\text{M}_x\text{O}_y$ 之情形時，將該氧化物以莫耳%表示之含量設為 $[\text{M}_x\text{O}_y]$ ，將M之離子半徑設為 $r(\text{M})$ ，將 $(2y/x)/r(\text{M}) \times [\text{M}_x\text{O}_y] \times 2/x$ 之總和設為 $\Sigma$ ，此時下述式(1)所表示之Z較佳為5~100。

$$Z = \Sigma + [\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{Li}_2\text{O}] - [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{K}_2\text{O}] - [\text{P}_2\text{O}_5] \cdots \text{式(1)}$$

【0070】上述式(1)所表示之Z有助於決定玻璃中之Al之配位數。迄今為止，本發明人進行了銳意研究，結果認為各成分對Al之配位數所產生之影響如下所述。

【0071】離子半徑較小且價數較多之陽離子之含量越多，則Al之配位數越容易上升。又，Al本身亦為藉由含有較多而增加配位數之成分。反之，鹼金屬氧化物或 $P_2O_5$ 等成分係容易使Al成為四配位之成分。

【0072】為了保持化學耐久性與強度之平衡，Al之配位數存在較佳範圍，因此上述式(1)所表示之Z之值較佳為亦設為此種範圍。就該觀點而言，上述式(1)所表示之Z之值較佳為5以上，更佳為6以上，進而較佳為7以上，進而更佳為8以上，特佳為9以上，進而特佳為10以上，尤佳為11以上，最佳為12以上。又，根據同樣之理由，Z之值較佳為100以下。Z之值更佳為80以下，進而較佳為60以下，進而更佳為40以下，最佳為20以下。

【0073】於本玻璃中，硼原子(以下，亦有時記為B)可採用三配位或四配位之氧配位數。於通常之含硼原子之玻璃中，硼之氧配位數主要為三配位。認為四配位之硼存在提高楊氏模數之效果，但若四配位之硼過多，則存在耐酸性下降之顧慮。

【0074】於本玻璃含有 $B_2O_3$ 之情形時，就提高楊氏模數之觀點而言，四配位之硼原子之數量相對於硼原子之總數的比率較佳為1%以上，更佳為2%以上，進而較佳為3%以上。又，就抑制耐酸性下降之觀點而言，該比率較佳為10%以下，更佳為7%以下，進而較佳為5%以下。

【0075】硼原子之氧配位數可藉由 $^{11}B$ -NMR進行測定。又，「四配位之硼原子之數量相對於硼原子之總數的比率」係根據 $^{11}B$ -NMR之測定結果所算出之四配位之硼原子之比率。 $^{11}B$ -NMR測定之較佳條件將於實施例中進行說明。

【0076】本玻璃之失透溫度較佳為 $1500^{\circ}C$ 以下，更佳為 $1450^{\circ}C$ 以

下，進而較佳為 $1430^{\circ}\text{C}$ 以下，進而更佳為 $1400^{\circ}\text{C}$ 以下，特佳為 $1350^{\circ}\text{C}$ 以下，進而特佳為 $1300^{\circ}\text{C}$ 以下，尤佳為 $1275^{\circ}\text{C}$ 以下，最佳為 $1250^{\circ}\text{C}$ 。本玻璃藉由將組成調整為特定範圍而失透溫度較低，因此相對容易製造，具體而言，能夠利用浮式法等進行大量生產。本玻璃之失透溫度通常為 $1250^{\circ}\text{C}$ 以上。

又，關於本玻璃之失透黏性 $\eta_L$ (單位： $\text{dPa} \cdot \text{s}$ )，其對數 $\log \eta_L$ 較佳為2以上。藉由失透黏性較大，從而容易利用浮式法等成形。

又，本玻璃於 $1650^{\circ}\text{C}$ 下之黏度較佳為 $10^2 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下。

【0077】本玻璃之軟化點較佳為 $1000^{\circ}\text{C}$ 以下，更佳為 $950^{\circ}\text{C}$ 以下。其原因在於，玻璃之軟化點越低，則於進行彎曲成形等之情形時，熱處理溫度越低，消耗能量越小，此外設備之負荷亦越小。軟化點過低之玻璃存在化學強化處理時導入之應力容易緩和，強度容易變低之趨勢，因此軟化點較佳為 $550^{\circ}\text{C}$ 以上。軟化點更佳為 $600^{\circ}\text{C}$ 以上，進而較佳為 $650^{\circ}\text{C}$ 以上。

軟化點可利用JIS R3103-1：2001中所記載之纖維拉伸法進行測定。

本玻璃之玻璃軟化點容易成為碳模具之表面於大氣環境下開始變質之溫度以下，容易彎曲成形。關於彎曲成形方法，將於下文進行說明。

【0078】就製造玻璃板之觀點而言，本玻璃之玻璃轉移點( $T_g$ )較佳為 $800^{\circ}\text{C}$ 以下，更佳為 $780^{\circ}\text{C}$ 以下，進而較佳為 $750^{\circ}\text{C}$ 以下。又，玻璃轉移點較佳為 $500^{\circ}\text{C}$ 以上，更佳為 $600^{\circ}\text{C}$ 以上，進而較佳為 $650^{\circ}\text{C}$ 以上。

【0079】就3D成形機之模具磨耗之觀點而言，本玻璃之可3D成形之溫度較佳為 $820^{\circ}\text{C}$ 以下，更佳為 $800^{\circ}\text{C}$ 以下，進而較佳為 $770^{\circ}\text{C}$ 以下。可3D成形之溫度較佳為 $500^{\circ}\text{C}$ 以上，更佳為 $600^{\circ}\text{C}$ 以上，進而較佳為 $650^{\circ}\text{C}$ 以上。所謂可3D成形之溫度，係指於維持透明性之狀態下可進行3D成形之

溫度，係利用實施例中所記載之方法所測得之值。

【0080】又，本玻璃藉由將組成調整為特定範圍，從而於在碳模具上進行加熱而使其彎曲成形之情形時，來自碳模具之碳轉印較少，霧度不易變差。因此，亦適合下述曲面形狀之覆蓋玻璃等。

【0081】就剛性之觀點而言，本玻璃之楊氏模數較佳為85 GPa以上，更佳為87 GPa以上，進而較佳為89 GPa以上，進而更佳為91 GPa，尤佳為93 GPa以上，最佳為95 GPa以上。又，楊氏模數較佳為110 GPa以下，更佳為105 GPa以下，進而較佳為102 GPa以下。

【0082】就提高強度之觀點而言，本玻璃之泊松比較佳為0.22以上，更佳為0.23以上，進而較佳為0.24以上。泊松比之上限並無限制，例如較佳為0.30以下，更佳為0.29以下，進而較佳為0.28以下。

【0083】本玻璃不僅破裂韌性值較大，不易破裂，且容易製造，因此作為窗玻璃等構造用構件等亦有用。

又，本玻璃進行化學強化之情形時之CT極限值較大，因此作為化學強化用玻璃而言優異。

#### 【0084】＜化學強化玻璃＞

本實施方式之化學強化玻璃(以下，亦稱為本化學強化玻璃)係對上述本玻璃進行化學強化而獲得。

本化學強化玻璃由於CT極限值相對較大，因此可增大距玻璃表面之深度為50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值(CS<sub>50</sub>)。CS<sub>50</sub>較佳為150 MPa以上，更佳為180 MPa以上，進而較佳為200 MPa以上。CS<sub>50</sub>通常為250 MPa以下。

【0085】於本化學強化玻璃中，壓縮應力值為0時之深度(DOL)較佳為60  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為75  $\mu\text{m}$ 以上。DOL進而較佳為80  $\mu\text{m}$ 以上，進而更佳

為85  $\mu\text{m}$ 以上，特佳為90  $\mu\text{m}$ 以上，最佳為100  $\mu\text{m}$ 以上。若DOL相對於板厚 $t$ 而言過大，則會導致CT增大，因此DOL較佳為 $t/4$ 以下，更佳為 $t/5$ 以下。具體而言，例如於板厚 $t$ 為0.6 mm之情形時，DOL較佳為150  $\mu\text{m}$ 以下，更佳為120  $\mu\text{m}$ 以下。

【0086】就抑制彎曲破裂及因碰撞所造成之破裂之觀點而言，本化學強化玻璃之壓縮應力值 $CS_{50}$ 較佳為150 MPa以上，更佳為180 MPa以上，進而較佳為200 MPa以上，且上述壓縮應力值為0時之深度DOL較佳為60  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為70  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為80  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為85  $\mu\text{m}$ 以上，進而較佳為90  $\mu\text{m}$ 以上。

【0087】本化學強化玻璃之表面壓縮應力值( $CS_0$ )較佳為500 MPa以上，更佳為550 MPa以上，進而較佳為600 MPa以上。為了防止衝擊時產生碎屑， $CS_0$ 較佳為1000 MPa以下，更佳為900 MPa以下。

【0088】表面壓縮應力值 $CS_0$ 有時可使用利用光彈性之表面應力計(例如，折原製作所有限公司製造之FSM6000)進行測定。但是，於化學強化前之玻璃中之Na含量較少之情形等時，難以用表面應力計進行測定。

【0089】於此種情形時，有時藉由測定彎曲強度，可推定出表面壓縮應力之大小。其原因在於，存在表面壓縮應力越大則彎曲強度越大之趨勢。

彎曲強度例如可以如下方式進行評價：使用10 mm×50 mm之短條狀試片，於支持器具之外部支點間距離30 mm、內部支點間距離10 mm、十字頭速度0.5 mm/min之條件下進行四點彎曲試驗。試片之個數例如為10個。

【0090】本化學強化玻璃之四點彎曲強度較佳為500 MPa以上，更

佳為550 MPa以上，進而較佳為600 MPa以上。本化學強化玻璃之四點彎曲強度一般為1000 MPa以下，典型為900 MPa以下。

【0091】為了將充分之壓縮應力施加於玻璃表面上，本化學強化玻璃之內部拉伸應力值(CT)較佳為-70 MPa以下，更佳為-75 MPa以下，進而較佳為-80 MPa以下。就防止受損時爆炸性破碎之觀點而言，CT較佳為-120 MPa以上，更佳為-110 MPa以上，進而較佳為-100 MPa以上。

【0092】本化學強化玻璃之母組成與上述本玻璃之玻璃組成相同。即，本化學強化玻璃之玻璃組成於板厚方向之中心部分與上述本玻璃之玻璃組成相同。又，除了鹼金屬離子之濃度因化學強化處理而不同以外，整體與本玻璃基本相同，因此省略說明。例如，認為上述本玻璃中之Al之配位數及粒子間距離於化學強化後亦幾乎未發生變化。

#### 【0093】＜化學強化玻璃板＞

本化學強化玻璃亦可為板狀。以下，對板狀化學強化玻璃(化學強化玻璃板)進行說明。

化學強化玻璃板之板厚(t)例如較佳為2 mm以下，更佳為1.5 mm以下，進而較佳為1 mm以下，進而更佳為0.9 mm以下，特佳為0.8 mm以下，最佳為0.7 mm以下。又，為了獲得充分之強度，板厚(t)例如較佳為0.1 mm以上，更佳為0.2 mm以上，進而較佳為0.4 mm以上，進而更佳為0.5 mm以上。

#### 【0094】本化學強化玻璃板可為平板。

本化學強化玻璃板例如亦可為具有曲率半徑100 mm以下之曲面部的曲面形狀。

近年來，為了提高顯示構件之操作性或視認性，有時要求曲面形狀

之覆蓋玻璃。本化學強化玻璃適合此種用途。

**【0095】** <玻璃及玻璃板之製造方法>

本化學強化玻璃係藉由製造本玻璃後，進行離子交換處理而實施化學強化來獲得。

本玻璃例如可用一般之方法製造。例如，調配玻璃之各成分之原料，於玻璃熔融爐中進行加熱熔融。其後，利用公知之方法使玻璃均質化，使其成形為玻璃板等所需形狀，進行徐冷。

**【0096】** 於本化學強化玻璃為板狀之情形時，利用浮式法、加壓法、下拉法等使玻璃成形為板狀。

其後，視需要對成形之玻璃進行研削及研磨處理，從而形成玻璃板。再者，於將玻璃板切割為規定形狀及尺寸之情形時，或對玻璃板進行倒角加工之情形時，若於實施下述化學強化處理之前，對玻璃板進行切割或倒角加工，則藉由其後之化學強化處理，於端面亦形成壓縮應力層，故較佳。

**【0097】** 於本化學強化玻璃板為曲面形狀之情形時，較佳為於製造平板玻璃後，使其彎曲成形，然後進行化學強化。

作為彎曲成形方法，可使用自重成形法、真空成形法、加壓成形法等。又，亦可併用2種以上之彎曲成形法。

**【0098】** 自重成形法係如下方法：將玻璃板設置於成形模具上之後，對玻璃板進行加熱而使其軟化，藉由重力使其適應成形模具而成形。

真空成形法係如下方法：將玻璃板設置於成形模具上，將玻璃板之周邊密封，然後對成形模具與玻璃板之間之空間進行減壓而使其彎曲成形。於該情形時，可對玻璃板之上表面側進行加壓。

加壓成形法係如下方法：將玻璃板設置於由上模與下模所組成之成形模具之上模與下模之間，對玻璃板進行加熱，對上下之成形模具之間施加加壓負載，藉此使其彎曲成形為規定形狀。

於任一情形時，均廣泛使用碳製模具作為成形模具。

**【0099】**化學強化係藉由離子交換處理而進行。

化學強化處理(離子交換處理)例如可藉由將玻璃板浸漬於被加熱至 $360\sim 600^{\circ}\text{C}$ 之硝酸鉀等熔鹽中 $0.1\sim 500$ 小時而進行。再者，作為熔鹽之加熱溫度，較佳為 $375\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，又，玻璃板浸漬於熔鹽中之時間較佳為 $0.3\sim 200$ 小時。

**【0100】**作為用於進行化學強化處理之熔鹽，例如可例舉：硝酸鹽、硫酸鹽、碳酸鹽、氯化物等。其中，作為硝酸鹽，例如可例舉：硝酸鋰、硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸銻、硝酸銀等。作為硫酸鹽，例如可例舉：硫酸鋰、硫酸鈉、硫酸鉀、硫酸銻、硫酸銀等。作為碳酸鹽，例如可例舉：碳酸鋰、碳酸鈉、碳酸鉀等。作為氯化物，例如可例舉：氯化鋰、氯化鈉、氯化鉀、氯化銻、氯化銀等。該等熔鹽可單獨使用，亦可組合複數種使用。

**【0101】**於本發明中，化學強化處理之處理條件並無特別限定，只要考慮玻璃之組成(特性)或熔鹽之種類、以及所需化學強化特性等，選擇合適之條件即可。

**【0102】**又，於本發明中，可僅進行1次化學強化處理，亦可於2種以上之不同條件下進行複數次化學強化處理(多段強化)。例如，可於DOL較大且CS相對較小之條件下進行化學強化處理作為第1階段之化學強化處理，其後，於DOL相對較小且CS較大之條件下進行化學強化處理作為第2

階段之化學強化處理。於該情形時，可提高化學強化玻璃之最表面之CS，且抑制內部拉伸應力面積(St)，結果可抑制內部拉伸應力(CT)之絕對值。

### 【0103】<電子機器>

本化學強化玻璃板作為行動電話、智慧型手機、攜帶型資訊終端(PDA)、平板終端等移動式電子機器所使用之覆蓋玻璃尤其有用。進而，作為不以攜帶為目的之電視(TV)、個人電腦(PC)、觸控面板等電子機器之覆蓋玻璃亦有用。又，作為窗玻璃等建築用材料、台面、汽車或飛機等之內裝等或其等之覆蓋玻璃亦有用。

【0104】圖3係包含本化學強化玻璃板之電子機器之一例。圖3所示之移動終端10具有覆蓋玻璃20及殼體30。殼體30具有側面31及底面32。本化學強化玻璃板用於覆蓋玻璃20，亦用於殼體30。

### [實施例]

【0105】以下，使用實施例對本發明進行說明，但本發明並不受此限定。例1～44係實施例，例45～48係比較例。再者，關於表中之各測定結果，空欄表示未測定。

### 【0106】(玻璃之製作)

以成為表2～5中以氧化物基準之莫耳百分率表示所記載之玻璃組成的方式調配玻璃原料，進行熔解、研磨加工，從而製得例1～例48之玻璃(玻璃板)。

作為玻璃原料，適當選擇氧化物、氫氧化物、碳酸鹽等一般之玻璃原料，以玻璃為900 g之方式進行稱取。

將經混合之玻璃原料放入至鉑坩堝中，於1700℃下使其熔融、消

泡。將該玻璃流到碳板上而獲得玻璃磚，對其進行研磨加工，從而獲得板厚0.7 mm之板狀玻璃。關於例1～例48之玻璃，均藉由目視進行確認後未見白濁，具有透明性。

**【0107】(破裂韌性值)**

破裂韌性值係對各例之玻璃製作6.5 mm×6.5 mm×65 mm之樣品，用DCDC法進行測定。此時，於樣品之65 mm×6.5 mm之面上開出2 mmφ之貫通孔來進行評價。

**【0108】(楊氏模數、泊松比)**

楊氏模數及泊松比係用超音波法進行測定。

**【0109】(玻璃轉移點(Tg))**

用瑪瑙研鉢將所獲得之玻璃之一部分粉碎，使用示差掃描熱量計(布魯克公司製造之DSC3300SA)對玻璃轉移點進行測定。DSC測定所使用之樣品量約為60 mg，以升溫速度10℃/分鐘自室溫升溫至1100℃進行測定。

**【0110】(CT極限值)**

用上述方法對CT極限值進行評價。

**【0111】(可3D成形之溫度)**

將120 mm×60 mm×0.7 mm厚之玻璃板設置於由上模與下模所組成之碳模具之上模與下模之間，將其整體放入至加熱爐中進行加熱，直至成為500℃至800℃之間的規定溫度。繼而，對上模與下模之間施加0.5 MPa之壓入負載並保持90秒而使其成形，藉由目視或接觸式形狀測定裝置對形狀進行測定，判定是否獲得所需形狀(成形試驗)。又，用偏光顯微鏡進行觀察而判定有無失透。

將能夠獲得所需形狀且不會發生失透之最低溫度設為可成形之溫

度。

#### 【0112】(霧度值)

使用測霧計(Suga Test Instruments股份有限公司製造之HZ-V3)，依照JIS K7136：2000對鹵素燈C光源下之霧度值[單位：%]進行測定。

再者，雖僅對例2之玻璃測定了霧度值，但其他實施例之玻璃亦為同樣之值。

#### 【0113】(透光率)

透光率係使用日立公司製造之分光光度計UH410，測定380～780 nm之波長之光下之平均透過率。

再者，雖僅對例2之玻璃測定了透光率，但其他實施例之玻璃亦為同樣之值。

#### 【0114】(成形前後之霧度差)

於上述成形試驗前後對霧度值進行測定。測定霧度值時，使用測霧計(Suga Test Instruments股份有限公司製造之HZ-V3)，依照JIS K7136：2000，於鹵素燈C光源下進行測定。

若成形時玻璃板與碳模具附著，則玻璃板之霧度值有時會上升。於表2～5中，將成形前後之霧度值之差(成形後之霧度值(%)－成形前之霧度值(%))表示為「因碳所造成之霧度劣化(%)」。

#### 【0115】(失透溫度)

將一部分玻璃粉碎，將玻璃粒放入鉑製盤，於被控制在1000℃～1700℃之範圍內之固定溫度的電爐中進行17小時熱處理。用偏光顯微鏡對熱處理後之玻璃進行觀察，用觀察有無失透之方法來預估失透溫度。於失透溫度附近以10℃為間隔進行評價，將觀察到失透之最高溫度記錄為失

透溫度。

### 【0116】(失透黏性)

失透黏性係使用旋轉式高溫黏度計，一面以10℃/分鐘自1700℃降溫至1000℃(或黏性因失透而開始急遽上升為止)，一面對黏度進行測定，將上述失透溫度下之黏性值設為失透黏性 $\log\eta$ 。

### 【0117】(粒子間距離)

玻璃中之粒子間距離係藉由小角度X射線散射(SAXS)進行分析。將測定條件示於以下。

裝置：同步加速器輻射，光束線「BL8S3」，小角度X射線散射

裝置所在地：愛知縣瀨戶市南山口町250號3 「Knowledge Hub Aichi」內 公益財團法人 科學技術交流財團 愛知同步加速器輻射中心

能量(波長)：0.92 Å

測定檢測器：PILATUS

測定時間：480 sec

測定相機長度：2180.9 mm

將藉由上述測定所獲得之結果之例示於圖5。粒子間距離 $I$ 係根據所獲得之結果，藉由以下之式求出。

$$I = 2\pi/Q_{\max}$$

$Q_{\max}$ 係圖5中明顯存在波峰之SAXS資料之強度之峰值所對應的 $Q$ (散射向量)之值。所謂明顯之波峰，例如係指相較於基準線，峰值強度(Intensity)為5倍以上之情形。

### 【0118】(Al之配位數)

玻璃中之鋁原子之配位數係藉由 $^{27}\text{Al}$ -NMR進行分析。

將 $^{27}\text{Al}$ -NMR測定條件示於以下。

測定裝置：日本電子股份有限公司製造之核磁共振裝置ECZ900

共振頻率：900 MHz

轉速：20 kHz

探針：3.2 mm固體用

傾倒角：30°

脈衝重複等待時間：1.5 sec

藉由上述裝置及條件，用單脈衝法進行測定，化學位移之2次基準使用 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ，設為16.6 ppm。測定結果係使用日本電子股份有限公司製造之NMR軟體Delta實施相位修正、基準線修正後，使用高斯函數實施擬合，從而算出四配位之Al之比率、五配位之Al之比率及六配位之Al之比率。相位修正、基準線修正雖任意性變高，但藉由去除不含試樣之空單元之光譜，而適當地進行處理。峰擬合雖任意性亦較高，但藉由四配位於80～45 ppm之範圍內設定峰頂，五配位於45～15 ppm之範圍內設定峰頂，六配位於15～5 ppm之範圍內設定峰頂，適當地設定峰值寬度(使各配位數之間之比率最大為1.5倍以下)，從而獲得良好之擬合。再者，為了藉由 $^{27}\text{Al}$  MAS NMR光譜對Al之配位數進行定量評價，重要的是於高磁場(22.3 T以上)下進行測定。

【0119】此處，圖4中示出 $^{27}\text{Al}$ -NMR之測定結果之一例。圖4之(a)係表示例2之玻璃之 $^{27}\text{Al}$ -NMR光譜之圖，圖4之(b)係表示例48之玻璃之 $^{27}\text{Al}$ -NMR光譜之圖。於圖4之(a)中，波峰a歸屬於四配位之Al，波峰b歸屬於五配位之Al，波峰c歸屬於六配位之Al。另一方面，於圖4之(b)中，雖確認到歸屬於四配位之Al之波峰a'，但未確認到歸屬於五配位之Al及六

配位之Al的波峰。

**【0120】(B之配位數)**

玻璃中之B原子之配位數之比率係使用國立研究法人理化學研究所持有之日本電子股份有限公司製造之ECAII-700進行測定( $^{11}\text{B}$ -NMR測定)。ECAII-700之磁場強度為21.2 T(質子之共振頻率為700 MHz)，使用3.2 mm固體專用探針，轉速設為15 kHz。又，測定作為標準試樣之 $\text{B}_2\text{O}_3$ ，設為化學位移之2次基準。測定均利用單脈衝法進行。

測定裝置：日本電子股份有限公司製造之核磁共振裝置ECAII-700

共振頻率：700 MHz

轉速：15 kHz

探針：3.2 mm固體用

傾倒角：90°

脈衝重複等待時間：20 sec

測定結果係使用日本電子股份有限公司製造之NMR軟體Delta實施相位修正、基準線修正後，使用高斯函數實施擬合，從而算出三配位之B之比率及四配位之B之比率。

【0121】[表2]

表2

|                                                                                                                                               | 例1    | 例2    | 例3    | 例4    | 例5    | 例6    | 例7    | 例8    | 例9    | 例10   | 例11   | 例12   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 55.0  | 57.0  | 49.0  | 52.0  | 49.0  | 49.0  | 49.0  | 52.0  | 52.0  | 52.0  | 49.0  | 49.0  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 22.5  | 22.5  | 28.5  | 27.5  | 27.5  | 27.5  | 28.5  | 25.5  | 23.5  | 22.5  | 23.5  | 22.5  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.1   | 3.1   | 5.1   | 5.1   | 5.1   | 8.1   | 5.1   | 5.1   | 5.1   | 5.1   | 8.1   | 8.1   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 3.0   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 2.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                        | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                            | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                             | 77.5  | 79.5  | 77.5  | 79.5  | 76.5  | 76.5  | 77.5  | 77.5  | 75.5  | 74.5  | 72.5  | 71.5  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                        | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.8   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                            | 4.4   | 7.3   | 5.6   | 5.4   | 5.4   | 3.4   | 5.6   | 5.0   | 4.6   | 4.4   | 2.9   | 2.8   |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                              | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 12.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  |
| RO                                                                                                                                            | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 3.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] - [RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                              | 7.3   | 9.3   | 13.3  | 12.3  | 9.3   | 9.3   | 11.3  | 10.3  | 8.3   | 4.3   | 5.3   | 1.3   |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] - [K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 15.3  | 16.3  | 18.3  | 14.4  | 16.5  | 12.9  | 13.9  | 16.8  | 19.1  | 17.3  | 17.6  | 15.8  |
| 破裂靱性値(MPa・m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                  | 0.92  | 0.93  | 0.93  | 0.92  | 0.90  | 0.87  | 0.92  | 0.94  | 0.93  | 0.89  | 0.91  | 0.89  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                     | 96    | 97    | 102   | 97    | 94    | 89    | 93    | 91    | 102   | 90    | 100   | 96    |
| 泊松比                                                                                                                                           | 0.25  | 0.25  | 0.24  | 0.24  | 0.25  | 0.24  | 0.25  | 0.26  | 0.26  | 0.23  | 0.25  | 0.24  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                    | 85    | 86    | 86    | 85    | 84    | 81    | 85    | 87    | 86    | 83    | 84    | 83    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                      |       | 92    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                      |       | 8     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                      |       | 0.3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 四配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                     |       | 19    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 最大強度                                                                                                                                          |       | 3.1   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 最小強度                                                                                                                                          |       | 0.3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Tg(℃)                                                                                                                                         | 682   | 755   | 721   | 710   | 697   | 669   | 684   | 703   | 694   | 690   | 677   | 659   |
| 可3D成形之溫度(℃)                                                                                                                                   | 690   | 720   | 730   | 720   | 710   | 680   | 700   | 710   | 710   | 700   | 690   | 670   |
| 透光率(%)                                                                                                                                        |       | 90.5  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                         |       | 0.02  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧度劣化(%)                                                                                                                                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 失透溫度(℃)                                                                                                                                       | 1420  | 1400  | 1460  | 1480  | 1450  | 1420  | 1460  | 1440  | 1460  | 1440  | 1500  | 1480  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                      | 2.3   | 2.4   | 2.0   | 1.9   | 2.0   | 2.2   | 2.0   | 2.1   | 2.0   | 2.3   | 1.9   | 2.1   |

【0122】[表3]

表3

|                                                                                                                                               | 例13   | 例14   | 例15   | 例16   | 例17   | 例18   | 例19   | 例20   | 例21   | 例22   | 例23   | 例24   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 58.0  | 53.0  | 58.5  | 54.0  | 57.0  | 56.9  | 57.0  | 57.0  | 57.0  | 57.0  | 57.0  | 57.0  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 19.5  | 22.5  | 21.0  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 5.3   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.1   | 7.1   | 3.1   | 3.1   | 3.1   | 2.1   | 3.1   | 3.1   | 3.1   | 3.1   | 2.1   | 0.0   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 3.3   | 5.3   | 2.3   | 2.3   | 0.0   | 2.3   | 5.3   | 5.3   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 2.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 11.0  | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 1.2   | 3.3   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                        | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                            | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                             | 77.5  | 75.5  | 79.5  | 76.5  | 79.5  | 79.4  | 79.5  | 79.5  | 79.5  | 79.5  | 79.5  | 79.5  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                        | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.9   | 0.8   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 2.3   | 0.0   | 2.3   | 5.3   | 5.3   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                            | 3.8   | 3.2   | 6.8   | 7.3   | 7.3   | 10.7  | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 10.7  | -     |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                              | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 11.2  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 11.1  | 13.2  |
| RO                                                                                                                                            | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] - [RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                              | 4.3   | 5.3   | 7.8   | 9.3   | 9.3   | 9.2   | 9.3   | 9.3   | 9.3   | 6.3   | 9.3   | 9.3   |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] - [K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 13.8  | 14.3  | 15.5  | 16.3  | 15.8  | 16.2  | 15.6  | 11.3  | 7.4   | 13.3  | 16.3  | 16.3  |
| 破裂韌性値(MPa・m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                  | 0.86  | 0.91  | 0.89  | 0.89  | 0.90  | 0.91  | 0.89  | 0.84  | 0.83  | 0.88  | 0.91  | 0.92  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                     | 89    | 93    | 96    | 96    | 97    | 98    | 96    | 91    | 90    | 95    | 98    | 99    |
| 泊松比                                                                                                                                           | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.24  | 0.25  | 0.25  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                    | 80    | 84    | 87    | 87    | 88    | 89    | 87    | 82    | 81    | 86    | 89    | 90    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       | 89    |       |       | 96    |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       | 11    |       |       | 4     |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       | 96    |       |       |       | 99    | 99    |       |       |       |
| 四配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       | 4     |       |       |       | 1     | 1     |       |       |       |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 17    |
| 最大強度                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 5.8   |
| 最小強度                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.4   |
| Tg(°C)                                                                                                                                        | 673   | 685   | 718   | 753   | 737   | 747   | 744   | 744   | 759   | 707   | 721   | 713   |
| 可3D成形之溫度(°C)                                                                                                                                  | 680   | 700   | 725   | 768   | 708   | 725   | 744   | 774   | 767   | 693   | 692   | 706   |
| 透光率(%)                                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧度劣化(%)                                                                                                                                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 失透溫度(°C)                                                                                                                                      | 1390  | 1420  | 1430  | 1420  | 1450  | 1440  | 1420  | 1410  | 1430  | 1430  | 1430  | 1400  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                      | 2.5   | 2.3   |       | 2.3   |       |       |       |       |       |       |       | 2.3   |

【0123】[表4]

表4

|                                                                                                                                                     | 例25   | 例26   | 例27   | 例28   | 例29   | 例30   | 例31   | 例32   | 例33   | 例34   | 例35   | 例36   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                             | 57.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.1  | 56.0  | 56.1  | 58.0  | 59.5  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                               | 20.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 23.5  | 22.5  | 23.5  | 22.5  | 21.0  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                                | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 4.1   | 4.1   | 2.0   | 4.1   | 2.0   | 0.0   | 0.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                                | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                                | 5.3   | 5.3   | 2.7   | 4.3   | 2.2   | 2.7   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                               | 0.0   | 0.0   | 2.6   | 0.0   | 2.1   | 2.6   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                             | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 3.0   | 3.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                             | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                             | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 2.2   | 1.2   | 2.2   | 3.3   | 3.3   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                              | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                                  | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                   | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 78.6  | 78.5  | 79.6  | 80.5  | 80.5  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                              | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.8   | 0.9   | 0.8   | 0.8   | 0.8   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                                | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 4.3   | 4.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                                  | 9.8   | 10.7  | 10.7  | 10.7  | 10.7  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                                    | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 12.1  | 11.1  | 12.1  | 13.2  | 13.2  |
| RO                                                                                                                                                  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] -<br>[RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                 | 7.3   | 9.3   | 9.3   | 9.3   | 9.3   | 11.4  | 11.4  | 11.4  | 11.4  | 11.4  | 9.3   | 7.8   |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] -<br>[Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] -<br>[K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 15.3  | 16.3  | 15.7  | 16.0  | 15.5  | 16.8  | 17.3  | 17.3  | 15.9  | 15.9  | 14.9  | 14.1  |
| 破裂韌性値(MPa<br>・ m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                   | 0.89  | 0.93  | 0.89  | 0.90  | 0.88  | 0.90  | 0.93  | 0.93  | 0.91  | 0.93  | 0.91  | 0.91  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                           | 96    | 100   | 96    | 97    | 95    | 97    | 100   | 100   | 98    | 101   | 98    | 98    |
| 泊松比                                                                                                                                                 | 0.25  | 0.25  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.25  | 0.25  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                          | 87    | 91    | 87    | 88    | 86    | 88    | 91    | 91    | 89    | 91    | 89    | 89    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                            |       | 97    |       |       |       | 95    | 94    |       |       |       |       | 98    |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                            |       | 3     |       |       |       | 5     | 6     |       |       |       |       | 2     |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                             |       | 99    |       |       |       |       | 95    |       |       |       |       |       |
| 四配位B(%)                                                                                                                                             |       | 1     |       |       |       |       | 5     |       |       |       |       |       |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                           |       | 18    |       |       |       |       | 50    |       |       |       |       | 15    |
| 最大強度                                                                                                                                                |       | 3.5   |       |       |       |       | 4.4   |       |       |       |       | 5.0   |
| 最小強度                                                                                                                                                |       | 0.3   |       |       |       |       | 0.4   |       |       |       |       | 0.3   |
| Tg(℃)                                                                                                                                               | 733   | 740   | 758   | 747   | 761   | 720   | 787   | 754   | 777   | 745   | 705   | 699   |
| 可3D成形之溫度<br>(℃)                                                                                                                                     | 696   | 747   | 735   | 762   | 769   | 742   | 771   | 785   | 785   | 708   | 705   | 671   |
| 透光率(%)                                                                                                                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧<br>度劣化(%)                                                                                                                                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 失透溫度(℃)                                                                                                                                             | 1410  | 1390  | 1380  | 1430  | 1420  | 1370  | 1380  | 1400  | 1380  | 1400  | 1380  | 1325  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                            |       | 2.4   |       |       |       |       | 2.3   |       |       |       |       | 2.7   |

【0124】[表5]

表5

|                                                                                                                                               | 例37   | 例38   | 例39   | 例40   | 例41   | 例42   | 例43   | 例44   | 例45   | 例46   | 例47   | 例48   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 55.4  | 57.5  | 60.5  | 56.4  | 55.4  | 57.4  | 57.4  | 61.5  | 70.0  | 53.6  | 49.0  | 57.5  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 21.0  | 21.0  | 20.0  | 20.0  | 20.0  | 20.0  | 19.0  | 19.0  | 7.5   | 32.1  | 30.5  | 18.1  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 4.1   | 4.1   | 0.0   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 6.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.02  | 0.0   | 5.1   | 0.0   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 7.0   | 0.0   | 0.0   | 4.3   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.2   | 0.0   | 0.0   | 0.5   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.3   | 3.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 0.0   | 3.6   | 3.3   | 0.0   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.0   | 2.0   | 0.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 8.0   | 10.7  | 9.9   | 10.5  |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 3.3   | 3.2   | 3.3   | 3.3   | 4.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 5.3   | 0.0   | 0.2   | 3.1   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                        | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                            | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                             | 76.4  | 78.5  | 80.5  | 76.4  | 75.4  | 77.4  | 76.4  | 80.5  | 77.5  | 85.7  | 79.5  | 75.6  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                        | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.7   | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.6   | 1.0   | 1.0   | 0.8   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                          | 5.3   | 3.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 0.0   | 3.6   | 3.3   | 0.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                            | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 375.0 | -     | 6.0   | -     |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                              | 13.2  | 13.1  | 13.2  | 13.2  | 14.2  | 13.2  | 13.2  | 13.2  | 14.3  | 10.7  | 10.1  | 13.6  |
| RO                                                                                                                                            | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 7.2   | 0.0   | 0.0   | 4.8   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] - [RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                              | 7.8   | 7.9   | 6.8   | 6.8   | 5.8   | 6.8   | 5.8   | 5.8   | -14.0 | 21.4  | 15.3  | -0.3  |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] - [K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 14.1  | 10.8  | 13.6  | 13.6  | 13.1  | 12.2  | 13.1  | 13.1  | 4.8   | 16.7  | 15.9  | 5.5   |
| 破裂韌性値(MPa・m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                  | 0.88  | 0.85  | 0.90  | 0.88  | 0.87  | 0.87  | 0.87  | 0.90  | 0.80  | 0.97  | 0.94  | 0.84  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                     | 95    | 92    | 97    | 95    | 94    | 94    | 94    | 97    | 83    | 105   | 99    | 84    |
| 泊松比                                                                                                                                           | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.22  | 0.26  | 0.25  | 0.24  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                    | 86    | 83    | 88    | 86    | 85    | 86    | 85    | 88    | 74    | 90    |       | 79    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                      | 98    | 99    |       |       |       |       | 95    |       | 100   |       |       | 100   |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                      | 2     | 1     |       |       |       |       | 5     |       | 0     |       |       |       |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                       | 96    | 96    |       |       |       |       | 96    |       |       |       |       | 98    |
| 四配位B(%)                                                                                                                                       | 4     | 4     |       |       |       |       | 4     |       |       |       |       | 2     |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                     | 15    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | -     |
| 最大強度                                                                                                                                          | 6.1   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.4   |
| 最小強度                                                                                                                                          | 0.3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.3   |
| Tg(°C)                                                                                                                                        | 739   | 735   | 696   | 736   | 720   | 726   | 732   | 692   | 548   | 760   | 732   | 603   |
| 可3D成形之溫度(°C)                                                                                                                                  | 717   | 698   | 675   | 706   | 713   | 748   | 710   | 706   | 600   | 770   | 740   |       |
| 透光率(%)                                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧度劣化(%)                                                                                                                                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 10    | 5     | 0     |
| 失透溫度(°C)                                                                                                                                      | 1300  | 1375  | 1275  | 1275  | 1275  | 1250  | 1300  | 1325  | 1100  | 1560  | 1530  | 1250  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                      | 2.6   |       |       |       |       |       |       |       | 4.5   | 1.3   | 1.7   | 3.0   |

【0125】(化學強化處理)

對包含表2、5所示之例1、2、45、46之玻璃的厚度700 μm之玻璃板進行化學強化，從而獲得例51～54之化學強化玻璃。化學強化係於表6所示之第1次之條件(強化鹽、溫度、處理時間)下進行離子交換後，於表6所示之第2次之條件下進行離子交換。將所獲得之例51～54之化學強化玻璃加工為0.3 mm×20 mm，使用雙折射率應力計(CRi公司製造之雙折射成像系統Abrio-IM)測定應力曲線。作為一例，圖2中示出例2之化學強化玻璃之應力曲線。又，對於例51～54之化學強化玻璃，利用上文中CT極限值之測定方法之項中所說明之方法測定破碎數。

【0126】 [表6]

表6

|                    |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 例51               | 例52               | 例53               | 例54               |
| 玻璃                 | 例1                | 例2                | 例45               | 例46               |
| 板厚(μm)             | 700               | 700               | 700               | 700               |
| 第一次之強化鹽            | NaNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> |
| 第一次之溫度(°C)         | 450               | 450               | 450               | 450               |
| 第一次之處理時間(hr)       | 6                 | 7                 | 4                 | 14                |
| 第二次之強化鹽            |                   |                   | KNO <sub>3</sub>  |                   |
| 第二次之溫度(°C)         | 無                 | 無                 | 415               | 無                 |
| 第二次之處理時間(hr)       |                   |                   | 2.5               |                   |
| DOL(μm)            | 92                | 90                | 158               | 71                |
| 表面壓縮應力(MPa)        | 652               | 712               | 909               | 936               |
| 深度50 μm處之壓縮應力(MPa) | 217               | 220               | 98                | 198               |
| 內部拉伸應力(MPa)        | -83               | -85               | -57               | -90               |
| 破碎數                | 8                 | 7                 | 6                 | 6                 |

【0127】 作為實施例之例51及例52之化學強化玻璃(例1及例2之玻璃)不僅藉由化學強化所產生之表面壓縮應力較大，且相較於比較例，深度50 μm處之壓縮應力更大。此種化學強化玻璃不僅不易發生彎曲破裂，且亦不易因碰撞而破裂。

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量過多之例54之化學強化玻璃(例46之玻璃)由於失透溫度較高，因此不容易製造。又，例46之玻璃於成形試驗後霧度值上升，3D成

形性較差。進而，例46之玻璃儘管進行了長時間化學強化處理，但DOL並未怎麼變大(例54)。

作為先前之化學強化用玻璃之例53之化學強化玻璃(例45之玻璃)的CT極限值相對較小。因此，認為若增大表面壓縮應力，則深度50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值變小，或破碎數變大。

【0128】已詳細地且參照特定實施方式對本發明進行了說明，但業者可知，可於不脫離本發明之精神與範圍之情況下進行各種變更或修正。本申請案係基於2020年4月30日提出申請之日本專利申請案(特願2020-080385)者，其內容作為參照而併入本文中。

#### 【符號說明】

##### 【0129】

10:移動終端

20:覆蓋玻璃

30:殼體

31:側面

32:底面

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0～10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0～4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

將由氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

### 【請求項2】

一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計2～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

2～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0～4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

$\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量與 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量之比 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/[\text{P}_2\text{O}_5]$ 為2.5～13。

### 【請求項3】

如請求項1或2之玻璃，其中將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量設為 $[\text{Li}_2\text{O}]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，則 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 為 $0.7 \sim 1$ 。

#### 【請求項4】

如請求項1至3中任一項之玻璃，其破裂韌性值為 $0.85 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。

#### 【請求項5】

如請求項1至4中任一項之玻璃，其中由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離為 $2 \sim 100 \text{ nm}$ 。

#### 【請求項6】

如請求項1至5中任一項之玻璃，其中玻璃中之五配位之鋁原子及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率為1%以上15%以下。

#### 【請求項7】

如請求項1至6中任一項之玻璃，其楊氏模數為 $85 \text{ GPa}$ 以上。

#### 【請求項8】

如請求項1至7中任一項之玻璃，其含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 以外之任意氧化物 $\text{M}_x\text{O}_y$ ( $X$ 、 $Y$ 為正整數)，且將以莫耳%表示之 $\text{M}_x\text{O}_y$ 含量設為 $[\text{M}_x\text{O}_y]$ ，將 $M$ 之離子半徑設為 $r(M)$ ，將 $(2y/x)/r(M) \times [\text{M}_x\text{O}_y] \times 2/x$ 之總和設為 $\Sigma$ 時，下述式(1)所表示之 $Z$ 為 $5 \sim 100$ ；

$$Z = \Sigma + [\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{Li}_2\text{O}] - [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{K}_2\text{O}] - [\text{P}_2\text{O}_5] \cdots \text{式(1)}。$$

#### 【請求項9】

如請求項1至8中任一項之玻璃，其失透溫度為1500℃以下。

【請求項10】

如請求項1至9中任一項之玻璃，其中於對玻璃進行化學強化，利用以下之方法測定破碎數之情形時，破碎數為10以下時之內部拉伸應力值(CT)之絕對值之最大值為75 MPa以上；

(破碎數之測定方法)

準備15 mm見方、厚度為0.7 mm且表面經鏡面拋光者作為試驗用玻璃板；於各種條件下對試驗用玻璃板進行化學強化處理而準備CT值不同之複數種試驗用玻璃板；於該情形時，CT值係使用散射光光彈性應力計進行測定；

使用維氏試驗機，於試驗用玻璃板之中央部分打入前端角度為90°之金剛石壓頭而使玻璃板破裂，將碎片之個數設為破碎數；自金剛石壓頭之打入負載3 kgf開始試驗，於玻璃板未破裂之情形時，每次1 kgf地增加打入負載，反覆進行試驗直至玻璃板破裂，對最先發生破裂時之碎片個數進行計數。

【請求項11】

一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~10%之 $B_2O_3$ 、

0~4%之 $ZrO_2$ ，且

將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $Al_2O_3$ 之含量設為 $[Al_2O_3]$ ，將 $P_2O_5$ 之含量設為 $[P_2O_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[R_2O]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[RO]$ ，則 $[Al_2O_3] - [R_2O] - [RO] - [P_2O_5] > 0$ ，

距玻璃表面之深度為50  $\mu m$ 處之壓縮應力值( $CS_{50}$ )為150 MPa以上。

【請求項12】

一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45~65%之 $SiO_2$ 、

18~30%之 $Al_2O_3$ 、

7~15%之 $Li_2O$ 、

合計2~10%之選自 $Y_2O_3$ 、 $La_2O_3$ 之1種以上、

2~10%之 $P_2O_5$ 、

0~4%之 $ZrO_2$ ，且

距玻璃表面之深度為50  $\mu m$ 處之壓縮應力值( $CS_{50}$ )為150 MPa以上。

【請求項13】

如請求項11或12之化學強化玻璃，其中由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離為2~100 nm。

【請求項14】

如請求項11至13中任一項之化學強化玻璃，其中壓縮應力值為0時之深度(DOL)為60~120  $\mu m$ 。

【請求項15】

如請求項11至14中任一項之化學強化玻璃，其表面壓縮應力值( $CS_0$ )為600～900 MPa。

**【請求項16】**

如請求項11至15中任一項之化學強化玻璃，其內部拉伸應力值(CT)為-70 MPa～-120 MPa。

**【請求項17】**

如請求項11至16中任一項之化學強化玻璃，其中上述壓縮應力值( $CS_{50}$ )為180 MPa以上，且上述壓縮應力值為0時之深度(DOL)為80  $\mu\text{m}$ 以上。

**【請求項18】**

如請求項11至17中任一項之化學強化玻璃，其係厚度為2 mm以下之板狀。

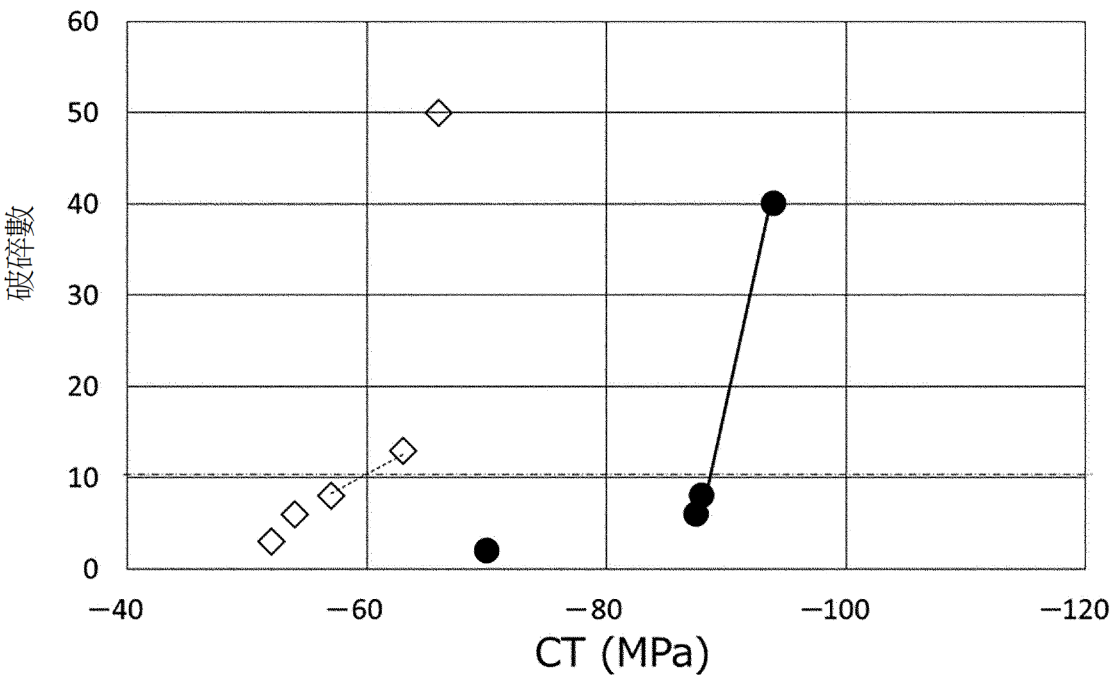
**【請求項19】**

如請求項18之化學強化玻璃，其具有曲率半徑100 mm以下之曲面部。

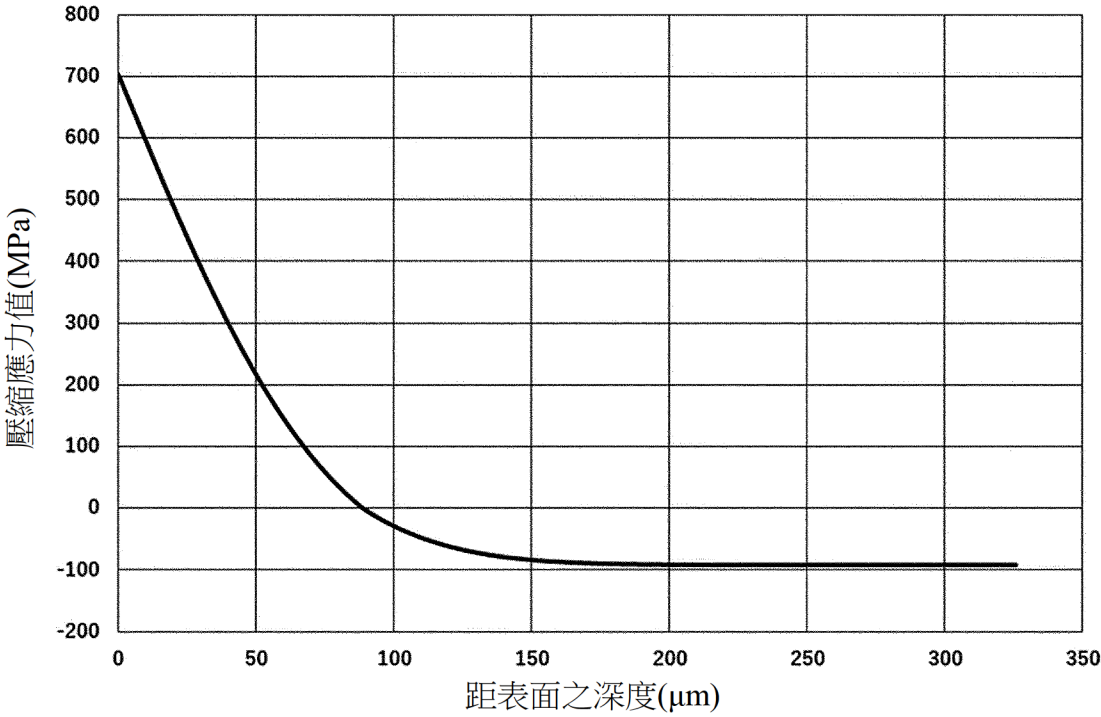
**【請求項20】**

一種電子機器，其包含如請求項18或19之化學強化玻璃。

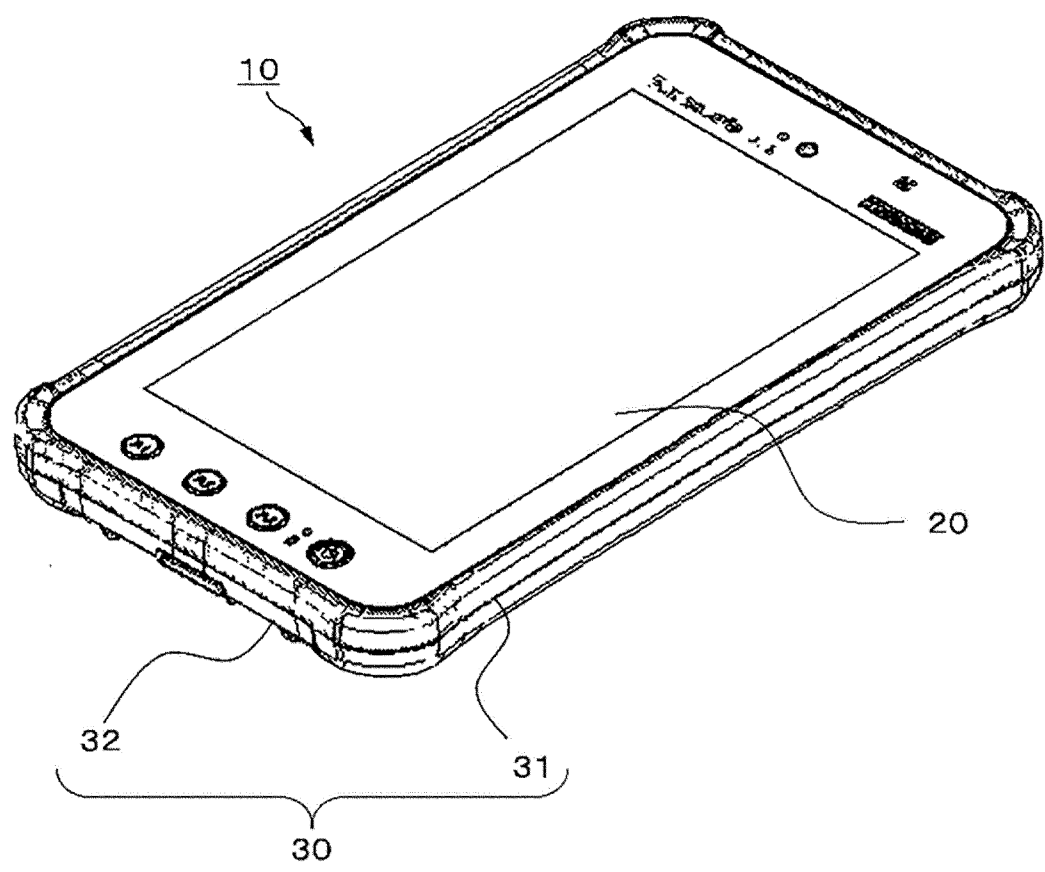
【發明圖式】



【圖1】

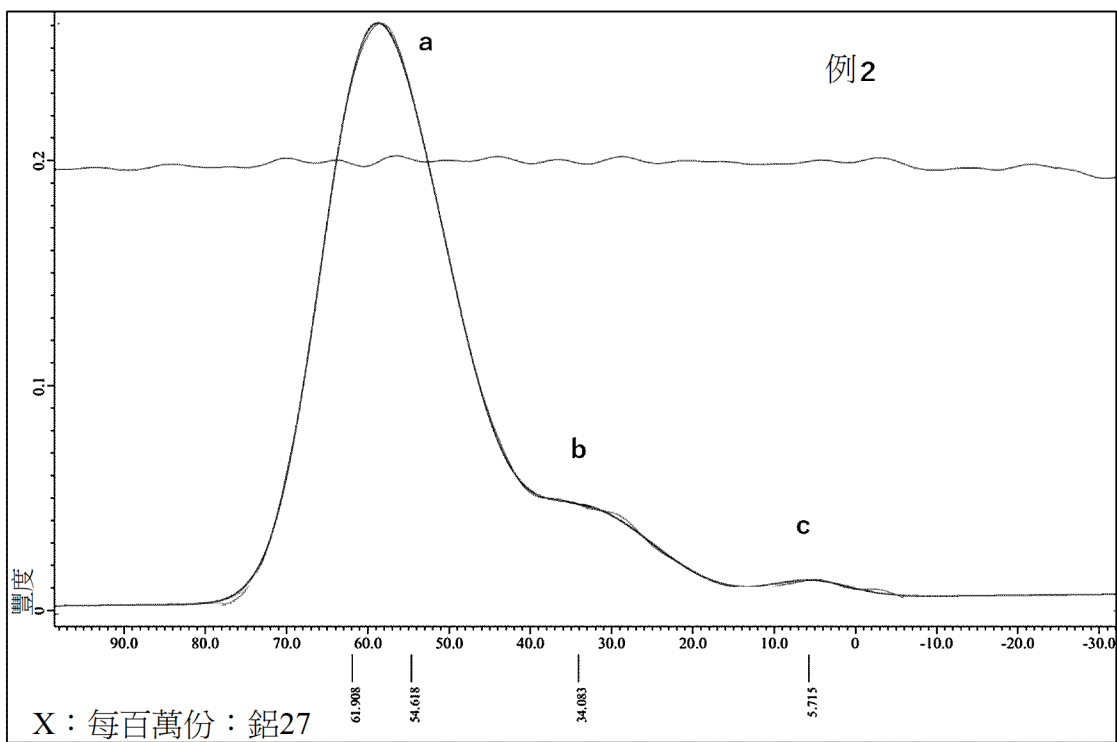


【圖2】

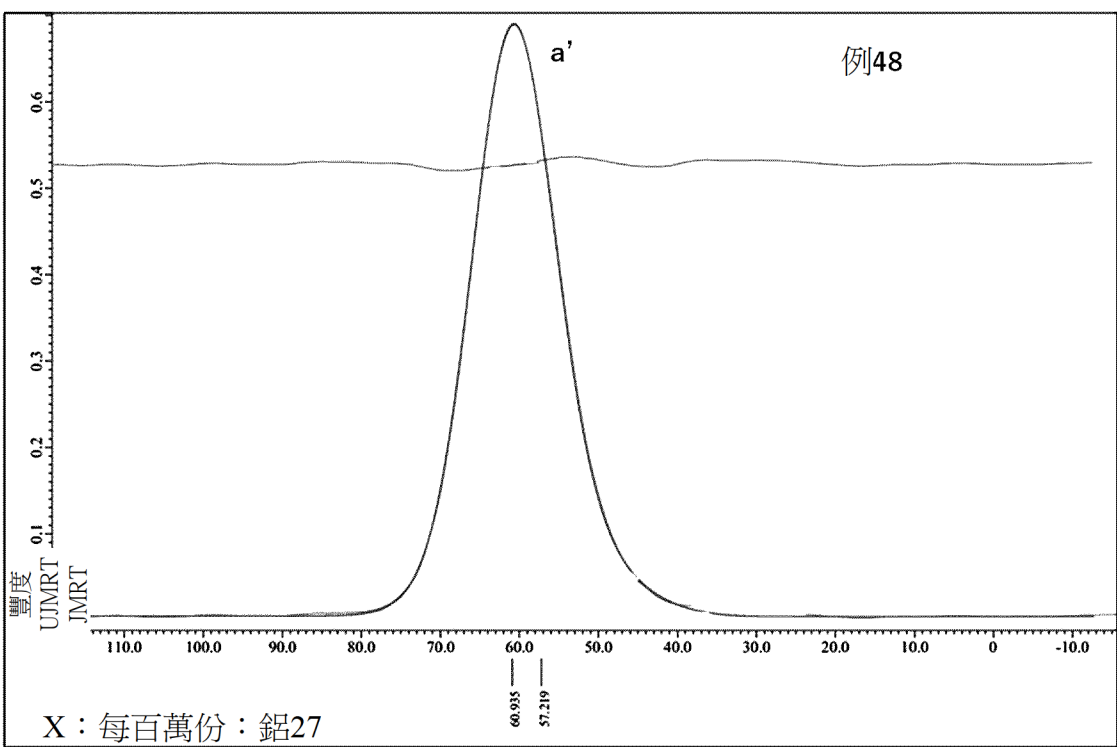


【圖3】

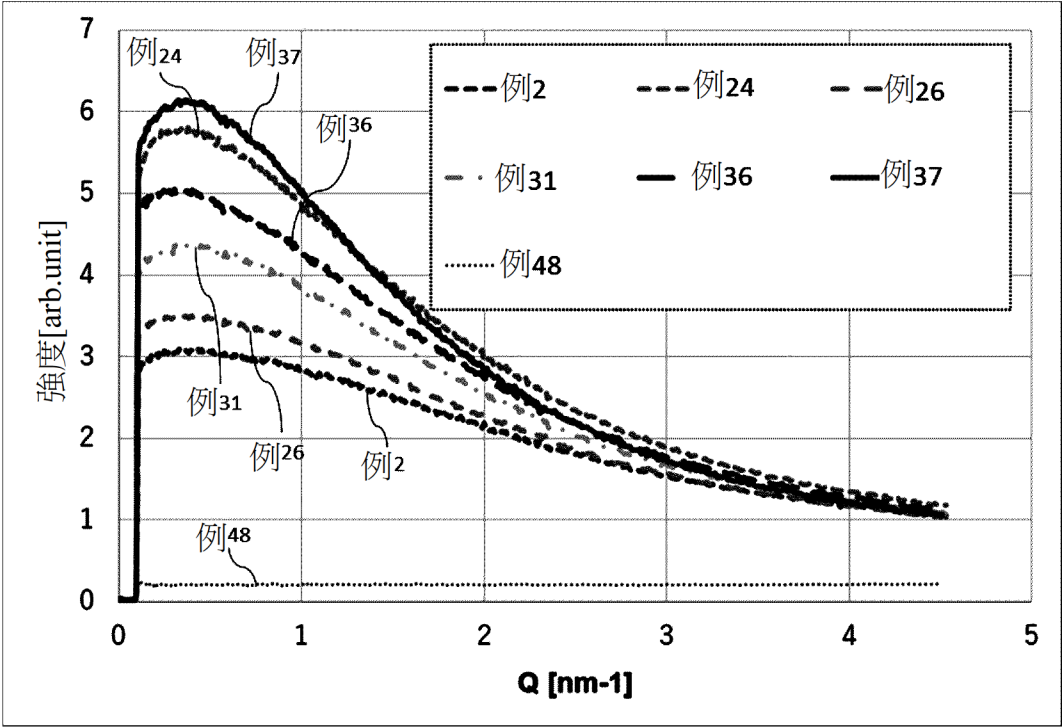
(a)



(b)



【圖4】



【圖5】

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

玻璃、化學強化玻璃及電子機器

## 【技術領域】

【0001】本發明係關於一種玻璃、化學強化玻璃及電子機器。

## 【先前技術】

【0002】移動終端之覆蓋玻璃等使用化學強化玻璃。化學強化玻璃係如下玻璃：利用將玻璃浸漬於硝酸鈉等熔鹽中等方法，使玻璃中所含之鹼離子與熔鹽中所含之離子半徑更大之鹼離子發生離子交換，藉此於玻璃之表層部分形成壓縮應力層。

【0003】專利文獻1中揭示有如下方法，其藉由對含有鋰之鋁矽酸鹽玻璃實施兩個階段之化學強化處理，從而獲得表面之強度較高且壓縮應力層深度較大之化學強化玻璃。

【0004】化學強化玻璃存在表面壓縮應力值或壓縮應力層深度越大，則強度越高之趨勢。另一方面，若於玻璃表面形成壓縮應力層，則於玻璃內部產生與壓縮應力之總量對應之內部拉伸應力。若內部拉伸應力之值(CT)超過某閾值，則當玻璃破裂時，破裂方式變得激烈。該閾值亦被稱為CT極限值。

【0005】專利文獻2中揭示有一種耐龜裂性較高之高強度玻璃。該高強度玻璃含有大量 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，利用被稱為無容器法之特殊方法製造，不適合大量生產。

先前技術文獻

專利文獻

【0006】專利文獻1：日本專利特表2013-536155號公報

專利文獻2：日本專利特開2016-50155號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0007】本發明之目的在於提供一種破裂韌性值較高且容易製造之玻璃。又，本發明之目的在於提供一種具有較高之強度且不易發生激烈之破碎的化學強化玻璃。

[解決問題之技術手段]

【0008】本發明人等對化學強化玻璃用CT極限值進行研究，發現了破裂韌性值越大則CT極限值越大之趨勢。因此，認為若玻璃之化學強化特性優異，且破裂韌性值較大，則可防止激烈之破碎，且藉由化學強化可實現高強度。

又，本發明人等發現一種玻璃，從而完成了本發明，上述玻璃藉由採用可於玻璃結構中導入極微小之分相結構的組成，而容易製造，且可同時實現較高之破裂韌性值與透明性。

【0009】即，本發明係關於一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0～10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

【0010】本發明係關於一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45~65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計2~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

2~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

$\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量與 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量之比 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/[\text{P}_2\text{O}_5]$ 為2.5~13。

【0011】於本發明之玻璃之一態樣中，將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量設為 $[\text{Li}_2\text{O}]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，則 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 較佳為0.7~1。

於本發明之玻璃之一態樣中，破裂韌性值較佳為 $0.85 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。

於本發明之玻璃之一態樣中，由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離較佳為2~100 nm。

於本發明之玻璃之一態樣中，玻璃中之五配位之鋁原子及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率較佳為1%以上15%以下。

於本發明之玻璃之一態樣中，楊氏模數較佳為85 GPa以上。

於本發明之玻璃之一態樣中，較佳為含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 以外之任意氧化物 $\text{M}_x\text{O}_y$ ( $x$ 、 $y$ 為正整數)，且將以莫耳%表示之 $\text{M}_x\text{O}_y$ 之含量設為 $[\text{M}_x\text{O}_y]$ ，將 $\text{M}$ 之離子半徑設為 $r(\text{M})$ ，將 $(2y/x)/r(\text{M}) \times [\text{M}_x\text{O}_y] \times 2/x$ 之總和設為 $\Sigma$ 時，下述式(1)所表示之 $Z$ 為5～100。

$$Z = \Sigma + [\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{Li}_2\text{O}] - [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{K}_2\text{O}] - [\text{P}_2\text{O}_5] \cdots \text{式(1)}$$

於本發明之玻璃之一態樣中，失透溫度較佳為 $1500^\circ\text{C}$ 以下。

於本發明之玻璃之一態樣中，於對玻璃進行化學強化，利用以下之方法測定破碎數之情形時，破碎數為10以下時之內部拉伸應力值(CT)之絕對值之最大值較佳為75 MPa以上。

(破碎數之測定方法)

準備15 mm見方、厚度為0.7 mm且表面經鏡面拋光者作為試驗用玻璃板。於各種條件下對試驗用玻璃板進行化學強化處理而準備CT值不同之複數種試驗用玻璃板。於該情形時，CT值係使用散射光光彈性應力計進行測定。

使用維氏試驗機，於試驗用玻璃板之中央部分打入前端角度為 $90^\circ$ 之金剛石壓頭而使玻璃板破裂，將碎片之個數設為破碎數。自金剛石壓頭之打入負載3 kgf開始試驗，於玻璃板未破裂之情形時，每次1 kgf地增加打入負載，反覆進行試驗直至玻璃板破裂，對最先發生破裂時之碎片個數進行計數。

【0012】本發明係關於一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ ，

距玻璃表面之深度為50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值( $\text{CS}_{50}$ )為150 MPa以上。

【0013】本發明係關於一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45~65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計2~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

2~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

距玻璃表面之深度為50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值( $\text{CS}_{50}$ )為150 MPa以上。

【0014】於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離較佳為2~100 nm。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，壓縮應力值為0時之深度

(DOL)較佳為60~120  $\mu\text{m}$ 。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，表面壓縮應力值( $\text{CS}_0$ )較佳為600~900 MPa。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，內部拉伸應力值(CT)較佳為-70 MPa~-120 MPa。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，較佳為上述壓縮應力值( $\text{CS}_{50}$ )為180 MPa以上，且上述壓縮應力值為0時之深度(DOL)為80  $\mu\text{m}$ 以上。

【0015】於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，較佳為厚度2 mm以下之板狀。

於本發明之化學強化玻璃之一態樣中，較佳為具有曲率半徑100 mm以下之曲面部。

【0016】本發明係關於一種包含上述化學強化玻璃之電子機器。

[發明之效果]

【0017】根據本發明，能夠獲得一種同時滿足較高之破裂韌性與透明性，容易製造，顯示優異之強度，且不易發生激烈之破碎的化學強化玻璃。

#### 【圖式簡單說明】

【0018】圖1係對2種玻璃示出化學強化後之內部拉伸應力值(CT)與破碎數之關係的圖。

圖2係表示對本玻璃進行化學強化之情形時之應力曲線之一例的圖。

圖3係表示包含本玻璃之電子機器之一例的圖。

圖4(a)、(b)係表示 $^{27}\text{Al}$ -NMR之測定結果之一例的圖。

圖5係表示小角度X射線散射(SAXS)之測定結果之一例的圖。

**【實施方式】**

**【0019】**於本說明書中，表示數值範圍之「 $\sim$ 」係以包含其前後所記載之數值作為下限值及上限值之含義使用。只要無特別規定，則以下本說明書中之「 $\sim$ 」係以同樣之含義使用。

**【0020】**於本說明書中，「化學強化玻璃」係指實施化學強化處理後之玻璃，「化學強化用玻璃」係指實施化學強化處理前之玻璃。

於本說明書中，「化學強化玻璃之母組成」係指化學強化用玻璃之玻璃組成。於化學強化玻璃中，除進行極端之離子交換處理之情形以外，板厚 $t$ 之 $1/2$ 深度處之玻璃組成與化學強化玻璃之母組成相同。

**【0021】**於本說明書中，只要無特別說明，則玻璃組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，將莫耳%簡記為「%」。

又，於本說明書中，所謂「實質上不含」，係指原材料等中所含之雜質水準以下，即不刻意含有。具體而言，「實質上不含」例如未達0.1莫耳%。

於本說明書中，「透光率」係指波長380 nm $\sim$ 780 nm之光下之平均透過率。又，「霧度值」係使用鹵素燈C光源，依據JIS K7136：2000進行測定。於本玻璃中，化學強化前後透光率及霧度值之數值相同。

**【0022】**於本說明書中，「應力曲線」係指以距玻璃表面之深度為變數來表示壓縮應力值之曲線。又，「壓縮應力層深度(DOL)」係壓縮應力值(CS)為0時之深度。「內部拉伸應力值(CT)」係指玻璃之板厚 $t$ 之 $1/2$ 深度處之拉伸應力值。於本說明書中，拉伸應力值表示為負壓縮應力值。

**【0023】**本說明書中之應力曲線可使用散射光光彈性應力計(例如折原製作所有限公司製造之SLP-1000)進行測定。散射光光彈性應力計受到

表面散射之影響，有時試樣表面附近之測定精度會下降。但是，例如於僅藉由玻璃中之鋰離子與外部之鈉離子之離子交換而產生壓縮應力之情形時，由深度函數所表示之壓縮應力值遵循互補誤差函數，因此藉由測定內部之應力值，可知悉表面之應力值。於由深度函數所表示之壓縮應力值不遵循互補誤差函數之情形等時，用其他方法(例如，用表面應力計進行測定之方法)對表面部分進行測定。

【0024】於本說明書中，CT極限值係按照以下順序所測得之破碎數為10以下時之CT之絕對值的最大值。

(破碎數之測定方法)

準備15 mm見方、厚度為0.7 mm且表面經鏡面拋光者作為試驗用玻璃板。於各種條件下對試驗用玻璃板進行化學強化處理而準備CT值不同之複數種試驗用玻璃板。於該情形時，CT值係使用散射光光彈性應力計進行測定。

又，預估壓縮應力層深度(DOL)。若相對於玻璃板之厚度而言DOL過大，則有拉伸應力層之玻璃組成發生變化，而無法正確評價CT極限值之虞，因此以下之試驗中較理想為使用DOL為100  $\mu\text{m}$ 以下之玻璃板。

【0025】使用維氏試驗機，於試驗用玻璃板之中央部分打入前端角度為90°之金剛石壓頭而使玻璃板破裂，將碎片之個數設為破碎數。例如，當玻璃板破裂成2個時，破碎數為2。於產生非常細小之碎片之情形時，對未通過1 mm之篩之個數進行計數而設為破碎數。

但是，於碎片之個數超過50之情形時，可將破碎數設為50。其原因在於，若碎片之個數過多，則大部分碎片會通過篩等，因此難以對個數正確地進行計數，並且，實際上對CT極限值之評價所產生之影響較小。

又，自金剛石壓頭之打入負載3 kgf開始試驗，於玻璃板未破裂之情形時，每次1 kgf地增加打入負載，反覆進行試驗直至玻璃板破裂為止，對最先發生破裂時之碎片個數進行計數。

**【0026】(CT極限值之測定方法)**

相對於試驗用玻璃板之CT值繪製破碎數，根據破碎數為10以下且儘可能大之值時的CT值、及破碎數大於10且為儘可能小之值時的CT值，讀取破碎數為10時之CT之絕對值，設為CT極限值。此時，10以下之儘可能大之破碎數之值為8以上，較佳為9以上。大於10之破碎數只要為40以下即可，更佳為20以下。

以下係CT極限值之測定例。

**【0027】**圖1係針對玻璃組成不同之玻璃A、玻璃B繪製CT值及破碎數而成之圖。對於玻璃A，以中空菱形繪製，對於玻璃B，以黑圓點繪製。根據圖1可知，若玻璃之組成相同，則CT之絕對值越大，破碎數越多。又可知，若破碎數超過10，則因CT增大而破碎數急遽增多。

**【0028】**玻璃A、玻璃B之組成如下所示。

(玻璃A)

SiO<sub>2</sub>：70.4%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：13.0%、Li<sub>2</sub>O：8.4%、Na<sub>2</sub>O：2.4%、

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：1.8%、MgO：2.8%、ZnO：0.9%

(玻璃B)

SiO<sub>2</sub>：57%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：22.5%、Li<sub>2</sub>O：9.9%、Na<sub>2</sub>O：0.2%、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：

5.3%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：3.1%、ZrO<sub>2</sub>：2.0%

**【0029】**表1中示出針對玻璃A及玻璃B之應力值(CT值)及破碎數之測定結果。對於玻璃A，根據破碎數為8時之應力值(CT值)-57 Mpa及破碎

數為13時之應力值(CT值)-63 MPa，求出CT極限值為60 MPa。對於玻璃B，根據破碎數為8時之應力值(CT值)-88 MPa及破碎數為40時之應力值(CT值)-94 MPa，求出CT極限值為88 MPa。

【0030】[表1]

表1

|     | 應力(MPa) | 破碎數 | CT極限值(MPa) |
|-----|---------|-----|------------|
| 玻璃A | -52     | 3   | 60         |
|     | -54     | 6   |            |
|     | -57     | 8   |            |
|     | -63     | 13  |            |
|     | -66     | 50  |            |
| 玻璃B | -70     | 2   | 88         |
|     | -87     | 6   |            |
|     | -88     | 8   |            |
|     | -94     | 40  |            |

【0031】<玻璃>

於本發明之實施方式之玻璃(以下，亦稱為本玻璃)為板狀之情形時，就提高化學強化效果之觀點而言，其板厚(t)例如較佳為2 mm以下，更佳為1.5 mm以下，進而較佳為1 mm以下，進而更佳為0.9 mm以下，特佳為0.8 mm以下，最佳為0.7 mm以下。又，為了獲得充分之強度，板厚例如較佳為0.1 mm以上，更佳為0.2 mm以上，進而較佳為0.4 mm以上，進而更佳為0.5 mm以上。

本玻璃之形狀根據所應用之製品或用途等，亦可為板狀以外之形狀。又，玻璃板亦可具有外周之厚度不同之包邊形狀等。又，玻璃板之形態並不受該等限定。例如，可2個主面彼此不平行，亦可2個主面中之1個面或2個面之全部或一部分為曲面。更具體而言，玻璃板例如可為無翹曲之平板狀玻璃板，亦可為具有彎曲表面之曲面玻璃板。

【0032】於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之透光率較佳為85%以上。若為85%以上，則於用於攜帶型顯示器之覆蓋玻璃之情形時，容易看

到顯示器之畫面，故較佳。透光率較佳為88%以上，更佳為90%以上。透光率越高越好，但通常為91%以下。於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之典型透光率為90.5%。

【0033】再者，於實際之玻璃厚度不為0.7 mm之情形時，可基於測定值，根據朗伯-比爾定律(Lambert-Beer law)計算厚度為0.7 mm之情形時之透光率。

於板厚 $t$ [mm]之本玻璃之全光線可見光透過率為 $100 \times T$ [%]，單面之表面反射率為 $100 \times R$ [%]之情形時，藉由援用朗伯-比爾定律(Lambert-Beer law)，使用常數 $\alpha$ ，滿足 $T = (1 - R)^2 \times \exp(-\alpha t)$ 之關係。

由此，以 $R$ 、 $T$ 、 $t$ 表示 $\alpha$ ，若 $t = 0.7$  mm，則 $R$ 不會因板厚而變化，因此換算成0.7 mm之全光線可見光透過率 $T_{0.7}$ 可計算為 $T_{0.7} = 100 \times T^{0.7/t} / (1 - R)^{(1.4/t - 2)}$ [%]。其中，「 $X^Y$ 」表示「 $X^Y$ 」。

表面反射率可根據折射率計算而求出，亦可實際測定。又，於板厚 $t$ 大於0.7 mm之情形時，亦可藉由研磨或蝕刻等將板厚調整為0.7 mm而對透光率進行測定。

【0034】又，於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之霧度值較佳為0.2%以下，更佳為0.1%以下，進而較佳為0.08%以下，進而更佳為0.05%以下，特佳為0.03%以下。霧度值越小越好，但通常為0.01%以上。於厚度為0.7 mm之情形時，本玻璃之典型霧度值為0.02%。

【0035】再者，於板厚 $t$ [mm]之本玻璃之全光線可見光透過率為 $100 \times T$ [%]，霧度值為 $100 \times H$ [%]之情形時，藉由援用朗伯-比爾定律，使用上述常數 $\alpha$ ， $dH/dt \propto \exp(-\alpha t) \times (1 - H)$ 。即，可認為，每次板厚增加則霧度值會增加與內部直線透過率成正比之量，因此厚度為0.7 mm之情形

時之霧度值 $H_{0.7}$ 係根據以下式求出。其中，「 $X^Y$ 」表示「 $X^Y$ 」。

$$H_{0.7} = 100 \times [1 - (1 - H) \wedge \{((1 - R)^2 - T_{0.7}) / ((1 - R)^2 - T)\}] [\%]$$

又，於板厚 $t$ 大於0.7 mm之情形時，亦可藉由研磨或蝕刻等將板厚調整為0.7 mm而測定。

【0036】本玻璃之破裂韌性值較佳為 $0.85 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。由於破裂韌性值較大之玻璃的CT極限值較大，因此即便藉由化學強化而形成較大之表面壓縮應力層，亦不易發生激烈之破碎。破裂韌性值更佳為 $0.86 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上，進而較佳為 $0.88 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上，進而更佳為 $0.90 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。玻璃之破裂韌性值通常為 $2.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下，典型為 $1.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下。

破裂韌性值例如可使用DCDC(Double Cleavage Drilled Compression，壓縮雙裂紋圓孔板)法(Acta metall. mater. Vol.43, pp.3453 ~ 3458, 1995)進行測定。

【0037】於本玻璃中，上述CT極限值較佳為70 MPa以上，更佳為73 MPa以上，進而較佳為75 MPa以上。本玻璃之CT極限值通常為95 MPa以下。

【0038】本玻璃係鋰鋁矽酸鹽玻璃。具體而言，本玻璃係含有40%以上之 $\text{SiO}_2$ 、18%以上之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、5%以上之 $\text{Li}_2\text{O}$ 的玻璃。鋰鋁矽酸鹽玻璃由於含有作為離子半徑最小之鹼離子的鋰離子，因此藉由使用各種熔鹽進行離子交換之化學強化處理，能夠獲得具有較佳應力曲線之化學強化玻璃。

【0039】本玻璃以氧化物基準之莫耳百分率表示，較佳為含有45~65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18~30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7~15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0~10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0~10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0~10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0~4%之 $\text{ZrO}_2$ 。

以下，對該玻璃組成進行說明。

【0040】於本玻璃中， $\text{SiO}_2$ 係構成玻璃網狀結構之骨架的成分，且係提高化學耐久性之成分。為了獲得充分之化學耐久性， $\text{SiO}_2$ 之含量較佳為45%以上，更佳為46%以上，進而較佳為47%以上，進而更佳為48%以上，特佳為50%以上。

又， $\text{SiO}_2$ 之含量較佳為65%以下，更佳為63%以下，進而較佳為60%以下，進而更佳為59%以下。為了使彎曲成形等容易， $\text{SiO}_2$ 之含量較佳為58%以下。

【0041】 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 係本玻璃之必需成分，且係有助於玻璃之高強度化之成分。為了獲得充分之強度， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量較佳為18%以上，更佳為19%以上，進而較佳為20%以上。為了提高熔融性， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量較佳為30%以下，更佳為28%以下，進而較佳為26%以下，進而更佳為25%以下，最佳為24%以下。

【0042】 $\text{SiO}_2$ 及 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 係構成玻璃之網狀結構之成分。為了含有充分量之網狀成分，提高玻璃之化學耐久性或脆性，其等之合計量( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ )較佳為60%以上，更佳為62%以上，進而較佳為64%以上，進而更佳為66%以上。又，若網狀成分過多，則玻璃之楊氏模數下降，因此其等

之合計量( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ )較佳為90%以下，更佳為87%以下，進而較佳為84%以下，進而更佳為83%以下，特佳為82%以下，最佳為81%以下。

【0043】 $\text{Li}_2\text{O}$ 係鋰鋁矽酸鹽玻璃之必需成分。為了增大藉由化學強化所產生之壓縮應力層深度(DOL)， $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量為5%以上，較佳為6%以上，更佳為7%以上，進而較佳為8%以上，進而更佳為9%以上。

又，當製造玻璃時或進行彎曲加工時，為了抑制失透之發生， $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量較佳為15%以下，更佳為14%以下，進而較佳為13%以下，進而更佳為12%以下。

【0044】為了調整化學強化特性，或提高熔融玻璃之穩定性等，本玻璃可含有其他鹼金屬氧化物。作為其他鹼金屬氧化物，較佳為 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ ，更佳為 $\text{Na}_2\text{O}$ 。亦可實質上不含 $\text{K}_2\text{O}$ 。為了使破裂韌性值更大，含有其他鹼金屬氧化物之情形時之合計含量較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為6%以下，進而更佳為5%以下，特佳為4%以下，進而特佳為2%以下，尤佳為1%以下，最佳為0.5%以下。

【0045】以下，有時將 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及 $\text{K}_2\text{O}$ 等鹼金屬氧化物統稱為 $\text{R}_2\text{O}$ 。 $\text{R}_2\text{O}$ 係降低玻璃之熔解溫度之成分。

於本玻璃中， $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量與鹼金屬氧化物之合計含量的比 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 較佳為0.7以上，更佳為0.75以上，進而較佳為0.8以上，特佳為0.85以上。又， $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 為1以下，更佳為0.99以下。

【0046】 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及 $\text{La}_2\text{O}_3$ 均並非必需，但為了提高熔解性，較佳為含有 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及 $\text{La}_2\text{O}_3$ 中之一者或兩者。其等之合計含量( $[\text{Y}_2\text{O}_3] + [\text{La}_2\text{O}_3]$ )較佳為0.5%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上，進而更佳為3%以上，特佳為4%以上，進而特佳為5%以上。

又，為了保持高強度， $([Y_2O_3] + [La_2O_3])$ 較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為7%以下，進而更佳為6%以下，特佳為5%以下。

【0047】為了提高熔解性，本玻璃更佳為含有 $Y_2O_3$ 。 $Y_2O_3$ 之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上，進而更佳為3%以上，尤佳為5%以上。

為了提高玻璃之強度， $Y_2O_3$ 之含量較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為6%以下。

【0048】 $P_2O_5$ 係藉由與玻璃中之 $Al_2O_3$ 組合而構成網狀結構之成分。又，為了提高化學強化處理時之離子擴散速度，本玻璃亦可含有 $P_2O_5$ 。 $P_2O_5$ 之含量較佳為0%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上。

為了提高化學耐久性， $P_2O_5$ 之含量較佳為10%以下，更佳為9%以下，進而較佳為8%以下，進而更佳為6%以下，特佳為4%以下，最佳為3%以下。

【0049】於本玻璃含有 $P_2O_5$ 之情形時，不僅藉由 $SiO_2$ 構成玻璃網狀結構，亦藉由 $P_2O_5$ 與 $Al_2O_3$ 之組合而構成玻璃網狀結構，因此強度較高，失透溫度容易變低。於本玻璃含有 $P_2O_5$ 之情形時，為了降低失透溫度， $Al_2O_3$ 含量與 $P_2O_5$ 含量之比 $[Al_2O_3]/[P_2O_5]$ 較佳為2.5以上，更佳為3以上，進而較佳為4以上。其原因在於，若 $P_2O_5$ 過多，則容易析出磷酸鋁系失透。又，為了抑制玻璃熔融時析出矽酸鋁等結晶， $[Al_2O_3]/[P_2O_5]$ 較佳為13以下，更佳為10以下，進而較佳為8以下。

【0050】為了增大化學強化玻璃之表面壓縮應力，較佳為含有 $ZrO_2$ 。於本玻璃含有 $ZrO_2$ 之情形時， $ZrO_2$ 之含量較佳為0%以上，更佳為0.2%以上，進而較佳為0.5%以上，特佳為1%以上。

又，為了抑制熔融時之失透， $\text{ZrO}_2$ 之含量較佳為4%以下，更佳為3.5%以下，更佳為3%以下，進而較佳為2%以下。

【0051】 $\text{TiO}_2$ 與 $\text{ZrO}_2$ 同樣地存在增大化學強化玻璃之表面壓縮應力的趨勢，亦可含有 $\text{TiO}_2$ 。於本玻璃含有 $\text{TiO}_2$ 之情形時， $\text{TiO}_2$ 之含量較佳為0.1%以上。為了抑制熔融時之失透， $\text{TiO}_2$ 之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下，進而較佳為1%以下，特佳為0.5%以下。

又， $\text{TiO}_2$ 與 $\text{ZrO}_2$ 之合計含量( $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ )較佳為5%以下，更佳為3%以下。( $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ )較佳為1%以上，更佳為1.5%以上。

【0052】 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 等鹼土金屬氧化物雖不為必需成分，但亦可含有。該等成分均為提高玻璃之熔融性之成分，但存在降低離子交換性能之趨勢。 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 之合計含量( $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$ )較佳為10%以下，更佳為5%以下，進而較佳為4%以下，進而更佳為3%以下。

【0053】鹼土金屬氧化物中，藉由含有 $\text{MgO}$ ，有提高化學強化效果之趨勢。於本玻璃含有 $\text{MgO}$ 之情形時， $\text{MgO}$ 之含量較佳為0.1%以上，更佳為0.5%以上。又， $\text{MgO}$ 之含量較佳為10%以下，更佳為5%以下，進而較佳為4%以下，進而更佳為3%以下。

【0054】於本玻璃含有 $\text{CaO}$ 之情形時， $\text{CaO}$ 之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上。為了提高離子交換性能， $\text{CaO}$ 之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下。

【0055】於本玻璃含有 $\text{SrO}$ 之情形時， $\text{SrO}$ 之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上。為了提高離子交換性能， $\text{SrO}$ 之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下。

【0056】於本玻璃含有BaO之情形時，BaO之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上。為了提高離子交換性能，BaO之含量較佳為5%以下，更佳為1%以下，進而較佳為實質上不含。

【0057】ZnO係提高玻璃之熔融性之成分，本玻璃亦可含有ZnO。於本玻璃含有ZnO之情形時，ZnO之含量較佳為0%以上，更佳為0.2%以上，進而較佳為0.5%以上。為了提高玻璃之耐候性，ZnO之含量較佳為5%以下，更佳為3%以下。

【0058】B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>並非必須，但為了提高製造玻璃時之熔融性等，可添加B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。又，為了藉由減小化學強化時化學強化玻璃表面附近之應力曲線之斜率而提高穩定性，B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含量較佳為0.5%以上，更佳為1%以上，進而較佳為2%以上，進而更佳為3%以上。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>係化學強化後容易發生應力緩和之成分，因此為了進一步提高化學強化玻璃之表面壓縮應力，B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之含量較佳為10%以下，更佳為8%以下，進而較佳為6%以下，進而更佳為5%以下，特佳為4%以下，最佳為3%以下。

【0059】為了抑制化學強化玻璃之破碎等，亦可含有Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。於本玻璃含有該等成分之情形時，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>之合計含量較佳為0.2%以上，更佳為0.5%以上，進而較佳為1%以上，特佳為1.5%以上，最佳為2%以上。又，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>之合計含量較佳為3%以下，更佳為2.5%以下。

【0060】於對玻璃進行著色之情形時，亦可於不妨礙達成所需化學強化特性之範圍內添加著色成分。作為著色成分，例如可例舉：Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、NiO、CuO、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SeO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等。該等可單獨使用，亦可組合使用。著色成分之含量之合計較

佳為7%以下。由此，可抑制玻璃之失透。著色成分之含量更佳為5%以下，進而較佳為3%以下，特佳為1%以下。於欲提高玻璃之透明性之情形時，較佳為實質上不含該等成分。

【0061】又，本玻璃亦可適當含有 $\text{SO}_3$ 、氯化物、氟化物等作為玻璃熔融時之澄清劑等。本玻璃較佳為實質上不含 $\text{As}_2\text{O}_3$ 。於本玻璃含有 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 之情形時， $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 之含量較佳為0.3%以下，更佳為0.1%以下，最佳為實質上不含。

【0062】於本玻璃中，鋁原子(以下，亦有時記為Al)可採用四配位至六配位之氧配位數。其中，四配位之Al提高玻璃之化學耐久性。五配位與六配位之Al提高破裂韌性，提高玻璃之強度。一般之玻璃僅存在四配位之Al，但本玻璃藉由調整鋁原子之配位數而具有下述極微小之分相結構，藉此維持透明性且具有較高之破裂韌性，因此推測能夠獲得優異之特性。

【0063】本玻璃中之五配位及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率較佳為1%以上。該比率更佳為2%以上，進而較佳為3%以上，最佳為4%以上。另一方面，就抑制耐酸性變差之觀點而言，五配位及六配位之鋁原子數之合計比率較佳為15%以下，更佳為14%以下，進而較佳為13%以下，進而更佳為12%以下，特佳為11%以下，進而特佳為10%以下，尤佳為9%以下，最佳為8%以下。玻璃中之五配位及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率可藉由對玻璃組成進行調整而調整為所需範圍。又，鋁原子之配位數可藉由 $^{27}\text{Al}$ -NMR進行測定。所謂「五配位及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率」，係指根據 $^{27}\text{Al}$ -NMR之測定結果分別算出四配位之Al之比率、五配位之Al之比率及六配位之Al之比率，其中五配位之Al之比率及六配位之Al

之比率的合計比率。再者， $^{27}\text{Al}$ -NMR測定之較佳條件將於實施例中進行說明。

【0064】本玻璃中，將 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ， $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

本發明人等認為，為了製成含有五配位、六配位之Al之玻璃，需要使網絡修飾體(NWM)少於作為網絡形成體(NWF)之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。即，需要使鹼金屬、鹼土金屬等之氧化物之NWM之合計少於 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。即，藉由使上述「 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5]$ 」大於0，從而使玻璃中存在五配位之鋁原子及六配位之鋁原子之至少一者。該值較佳為1以上，進而較佳為2以上，更佳為3以上，最佳為4以上。

就抑制失透溫度上升，使板容易成形之觀點而言，「 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5]$ 」較佳為12以下，更佳為11以下，進而較佳為9以下，進而更佳為8以下，特佳為7以下，進而特佳為6以下，最佳為5以下。

【0065】於本玻璃中，由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離較佳為2~100 nm。由於一般之玻璃係均勻之非晶質，因此進行SAXS測定時未觀測到內部之散射。本玻璃藉由以存在五配位之Al及六配位之Al之至少一者之方式對組成進行調整，從而成為包含極微小之散射之玻璃。觀測到散射之玻璃作為分相玻璃而為人所知。分相玻璃一般為發生白濁之玻璃。另一方面，本發明人等發現，本玻璃藉由具有極微小之分相結構，從而維持透明性，且可抑制龜裂擴展之破裂韌性(KIC)較高。再者，於本說明書中，所謂具有透明性，係指例如藉由目視進行確認後未見白濁，係指例如霧度值較佳為0.2%以下，更佳為

0.1%以下。

【0066】由小角度X射線散射測定所算出之粒子間距離表示玻璃中所含之粒子間之距離。粒子間距離越小，則玻璃中所含之粒子結構越多，因此認為存在散射變強，透過率下降之趨勢。就抑制散射變強，提高透過率之觀點而言，粒子間距離較佳為2 nm以上。粒子間距離更佳為5 nm以上，進而較佳為10 nm以上，進而更佳為15 nm以上。就增強抑制龜裂擴展之效果，提高破裂韌性之觀點而言，粒子間距離較佳為100 nm以下。粒子間距離更佳為90 nm以下，進而較佳為80 nm以下，進而更佳為70 nm以下，特佳為60 nm以下，進而特佳為50 nm以下，進一步較佳為40 nm以下，尤佳為30 nm以下，最佳為20 nm以下。

【0067】本玻璃亦可含有選自 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之1種以上之氧化物。又，本玻璃亦可含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 以外之任意氧化物 $\text{M}_x\text{O}_y$ ( $x$ 、 $y$ 為正整數)，還可含有2種以上之 $\text{M}_x\text{O}_y$ 。

【0068】作為 $\text{M}_x\text{O}_y$ ，例如可例舉： $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 及 $\text{WO}_3$ 等。

【0069】於本玻璃含有 $\text{M}_x\text{O}_y$ 之情形時，將該氧化物以莫耳%表示之含量設為 $[\text{M}_x\text{O}_y]$ ，將 $\text{M}$ 之離子半徑設為 $r(\text{M})$ ，將 $(2y/x)/r(\text{M}) \times [\text{M}_x\text{O}_y] \times 2/x$ 之總和設為 $\Sigma$ ，此時下述式(1)所表示之 $Z$ 較佳為5~100。

$$Z = \Sigma + [\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{Li}_2\text{O}] - [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{K}_2\text{O}] - [\text{P}_2\text{O}_5] \cdots \text{式(1)}$$

【0070】上述式(1)所表示之 $Z$ 有助於決定玻璃中之 $\text{Al}$ 之配位數。迄今為止，本發明人進行了銳意研究，結果認為各成分對 $\text{Al}$ 之配位數所產生之影響如下所述。

【0071】離子半徑較小且價數較多之陽離子之含量越多，則Al之配位數越容易上升。又，Al本身亦為藉由含有較多而增加配位數之成分。反之，鹼金屬氧化物或 $P_2O_5$ 等成分係容易使Al成為四配位之成分。

【0072】為了保持化學耐久性與強度之平衡，Al之配位數存在較佳範圍，因此上述式(1)所表示之Z之值較佳為亦設為此種範圍。就該觀點而言，上述式(1)所表示之Z之值較佳為5以上，更佳為6以上，進而較佳為7以上，進而更佳為8以上，特佳為9以上，進而特佳為10以上，尤佳為11以上，最佳為12以上。又，根據同樣之理由，Z之值較佳為100以下。Z之值更佳為80以下，進而較佳為60以下，進而更佳為40以下，最佳為20以下。

【0073】於本玻璃中，硼原子(以下，亦有時記為B)可採用三配位或四配位之氧配位數。於通常之含硼原子之玻璃中，硼之氧配位數主要為三配位。認為四配位之硼存在提高楊氏模數之效果，但若四配位之硼過多，則存在耐酸性下降之顧慮。

【0074】於本玻璃含有 $B_2O_3$ 之情形時，就提高楊氏模數之觀點而言，四配位之硼原子之數量相對於硼原子之總數的比率較佳為1%以上，更佳為2%以上，進而較佳為3%以上。又，就抑制耐酸性下降之觀點而言，該比率較佳為10%以下，更佳為7%以下，進而較佳為5%以下。

【0075】硼原子之氧配位數可藉由 $^{11}B$ -NMR進行測定。又，「四配位之硼原子之數量相對於硼原子之總數的比率」係根據 $^{11}B$ -NMR之測定結果所算出之四配位之硼原子之比率。 $^{11}B$ -NMR測定之較佳條件將於實施例中進行說明。

【0076】本玻璃之失透溫度較佳為 $1500^{\circ}C$ 以下，更佳為 $1450^{\circ}C$ 以

下，進而較佳為1430℃以下，進而更佳為1400℃以下，特佳為1350℃以下，進而特佳為1300℃以下，尤佳為1275℃以下，最佳為1250℃。本玻璃藉由將組成調整為特定範圍而失透溫度較低，因此相對容易製造，具體而言，能夠利用浮式法等進行大量生產。本玻璃之失透溫度通常為1250℃以上。

又，關於本玻璃之失透黏性 $\eta_L$ (單位：dPa·s)，其對數 $\log\eta_L$ 較佳為2以上。藉由失透黏性較大，從而容易利用浮式法等成形。

又，本玻璃於1650℃下之黏度較佳為 $10^2$  dPa·s以下。

【0077】本玻璃之軟化點較佳為1000℃以下，更佳為950℃以下。其原因在於，玻璃之軟化點越低，則於進行彎曲成形等之情形時，熱處理溫度越低，消耗能量越小，此外設備之負荷亦越小。軟化點過低之玻璃存在化學強化處理時導入之應力容易緩和，強度容易變低之趨勢，因此軟化點較佳為550℃以上。軟化點更佳為600℃以上，進而較佳為650℃以上。

軟化點可利用JIS R3103-1：2001中所記載之纖維拉伸法進行測定。

本玻璃之玻璃軟化點容易成為碳模具之表面於大氣環境下開始變質之溫度以下，容易彎曲成形。關於彎曲成形方法，將於下文進行說明。

【0078】就製造玻璃板之觀點而言，本玻璃之玻璃轉移點( $T_g$ )較佳為800℃以下，更佳為780℃以下，進而較佳為750℃以下。又，玻璃轉移點較佳為500℃以上，更佳為600℃以上，進而較佳為650℃以上。

【0079】就3D成形機之模具磨耗之觀點而言，本玻璃之可3D成形之溫度較佳為820℃以下，更佳為800℃以下，進而較佳為770℃以下。可3D成形之溫度較佳為500℃以上，更佳為600℃以上，進而較佳為650℃以上。所謂可3D成形之溫度，係指於維持透明性之狀態下可進行3D成形之

溫度，係利用實施例中所記載之方法所測得之值。

【0080】又，本玻璃藉由將組成調整為特定範圍，從而於在碳模具上進行加熱而使其彎曲成形之情形時，來自碳模具之碳轉印較少，霧度不易變差。因此，亦適合下述曲面形狀之覆蓋玻璃等。

【0081】就剛性之觀點而言，本玻璃之楊氏模數較佳為85 GPa以上，更佳為87 GPa以上，進而較佳為89 GPa以上，進而更佳為91 GPa以上，尤佳為93 GPa以上，最佳為95 GPa以上。又，楊氏模數較佳為110 GPa以下，更佳為105 GPa以下，進而較佳為102 GPa以下。

【0082】就提高強度之觀點而言，本玻璃之泊松比較佳為0.22以上，更佳為0.23以上，進而較佳為0.24以上。泊松比之上限並無限制，例如較佳為0.30以下，更佳為0.29以下，進而較佳為0.28以下。

【0083】本玻璃不僅破裂韌性值較大，不易破裂，且容易製造，因此作為窗玻璃等構造用構件等亦有用。

又，本玻璃進行化學強化之情形時之CT極限值較大，因此作為化學強化用玻璃而言優異。

#### 【0084】＜化學強化玻璃＞

本實施方式之化學強化玻璃(以下，亦稱為本化學強化玻璃)係對上述本玻璃進行化學強化而獲得。

本化學強化玻璃由於CT極限值相對較大，因此可增大距玻璃表面之深度為50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值(CS<sub>50</sub>)。CS<sub>50</sub>較佳為150 MPa以上，更佳為180 MPa以上，進而較佳為200 MPa以上。CS<sub>50</sub>通常為250 MPa以下。

【0085】於本化學強化玻璃中，壓縮應力值為0時之深度(DOL)較佳為60  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為75  $\mu\text{m}$ 以上。DOL進而較佳為80  $\mu\text{m}$ 以上，進而更佳

為85  $\mu\text{m}$ 以上，特佳為90  $\mu\text{m}$ 以上，最佳為100  $\mu\text{m}$ 以上。若DOL相對於板厚 $t$ 而言過大，則會導致CT增大，因此DOL較佳為 $t/4$ 以下，更佳為 $t/5$ 以下。具體而言，例如於板厚 $t$ 為0.6 mm之情形時，DOL較佳為150  $\mu\text{m}$ 以下，更佳為120  $\mu\text{m}$ 以下。

【0086】就抑制彎曲破裂及因碰撞所造成之破裂之觀點而言，本化學強化玻璃之壓縮應力值 $CS_{50}$ 較佳為150 MPa以上，更佳為180 MPa以上，進而較佳為200 MPa以上，且上述壓縮應力值為0時之深度DOL較佳為60  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為70  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為80  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為85  $\mu\text{m}$ 以上，進而較佳為90  $\mu\text{m}$ 以上。

【0087】本化學強化玻璃之表面壓縮應力值( $CS_0$ )較佳為500 MPa以上，更佳為550 MPa以上，進而較佳為600 MPa以上。為了防止衝擊時產生碎屑， $CS_0$ 較佳為1000 MPa以下，更佳為900 MPa以下。

【0088】表面壓縮應力值 $CS_0$ 有時可使用利用光彈性之表面應力計(例如，折原製作所有限公司製造之FSM6000)進行測定。但是，於化學強化前之玻璃中之Na含量較少之情形等時，難以用表面應力計進行測定。

【0089】於此種情形時，有時藉由測定彎曲強度，可推定出表面壓縮應力之大小。其原因在於，存在表面壓縮應力越大則彎曲強度越大之趨勢。

彎曲強度例如可以如下方式進行評價：使用10 mm×50 mm之短條狀試片，於支持器具之外部支點間距離30 mm、內部支點間距離10 mm、十字頭速度0.5 mm/min之條件下進行四點彎曲試驗。試片之個數例如為10個。

【0090】本化學強化玻璃之四點彎曲強度較佳為500 MPa以上，更

佳為550 MPa以上，進而較佳為600 MPa以上。本化學強化玻璃之四點彎曲強度一般為1000 MPa以下，典型為900 MPa以下。

【0091】為了將充分之壓縮應力施加於玻璃表面上，本化學強化玻璃之內部拉伸應力值(CT)較佳為-70 MPa以下，更佳為-75 MPa以下，進而較佳為-80 MPa以下。就防止受損時爆炸性破碎之觀點而言，CT較佳為-120 MPa以上，更佳為-110 MPa以上，進而較佳為-100 MPa以上。

【0092】本化學強化玻璃之母組成與上述本玻璃之玻璃組成相同。即，本化學強化玻璃之玻璃組成於板厚方向之中心部分與上述本玻璃之玻璃組成相同。又，除了鹼金屬離子之濃度因化學強化處理而不同以外，整體與本玻璃基本相同，因此省略說明。例如，認為上述本玻璃中之Al之配位數及粒子間距離於化學強化後亦幾乎未發生變化。

#### 【0093】＜化學強化玻璃板＞

本化學強化玻璃亦可為板狀。以下，對板狀化學強化玻璃(化學強化玻璃板)進行說明。

化學強化玻璃板之板厚(t)例如較佳為2 mm以下，更佳為1.5 mm以下，進而較佳為1 mm以下，進而更佳為0.9 mm以下，特佳為0.8 mm以下，最佳為0.7 mm以下。又，為了獲得充分之強度，板厚(t)例如較佳為0.1 mm以上，更佳為0.2 mm以上，進而較佳為0.4 mm以上，進而更佳為0.5 mm以上。

#### 【0094】本化學強化玻璃板可為平板。

本化學強化玻璃板例如亦可為具有曲率半徑100 mm以下之曲面部的曲面形狀。

近年來，為了提高顯示構件之操作性或視認性，有時要求曲面形狀

之覆蓋玻璃。本化學強化玻璃適合此種用途。

**【0095】** <玻璃及玻璃板之製造方法>

本化學強化玻璃係藉由製造本玻璃後，進行離子交換處理而實施化學強化來獲得。

本玻璃例如可用一般之方法製造。例如，調配玻璃之各成分之原料，於玻璃熔融爐中進行加熱熔融。其後，利用公知之方法使玻璃均質化，使其成形為玻璃板等所需形狀，進行徐冷。

**【0096】** 於本化學強化玻璃為板狀之情形時，利用浮式法、加壓法、下拉法等使玻璃成形為板狀。

其後，視需要對成形之玻璃進行研削及研磨處理，從而形成玻璃板。再者，於將玻璃板切割為規定形狀及尺寸之情形時，或對玻璃板進行倒角加工之情形時，若於實施下述化學強化處理之前，對玻璃板進行切割或倒角加工，則藉由其後之化學強化處理，於端面亦形成壓縮應力層，故較佳。

**【0097】** 於本化學強化玻璃板為曲面形狀之情形時，較佳為於製造平板玻璃後，使其彎曲成形，然後進行化學強化。

作為彎曲成形方法，可使用自重成形法、真空成形法、加壓成形法等。又，亦可併用2種以上之彎曲成形法。

**【0098】** 自重成形法係如下方法：將玻璃板設置於成形模具上之後，對玻璃板進行加熱而使其軟化，藉由重力使其適應成形模具而成形。

真空成形法係如下方法：將玻璃板設置於成形模具上，將玻璃板之周邊密封，然後對成形模具與玻璃板之間之空間進行減壓而使其彎曲成形。於該情形時，可對玻璃板之上表面側進行加壓。

加壓成形法係如下方法：將玻璃板設置於由上模與下模所組成之成形模具之上模與下模之間，對玻璃板進行加熱，對上下之成形模具之間施加加壓負載，藉此使其彎曲成形為規定形狀。

於任一情形時，均廣泛使用碳製模具作為成形模具。

**【0099】**化學強化係藉由離子交換處理而進行。

化學強化處理(離子交換處理)例如可藉由將玻璃板浸漬於被加熱至 $360\sim 600^{\circ}\text{C}$ 之硝酸鉀等熔鹽中 $0.1\sim 500$ 小時而進行。再者，作為熔鹽之加熱溫度，較佳為 $375\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，又，玻璃板浸漬於熔鹽中之時間較佳為 $0.3\sim 200$ 小時。

**【0100】**作為用於進行化學強化處理之熔鹽，例如可例舉：硝酸鹽、硫酸鹽、碳酸鹽、氯化物等。其中，作為硝酸鹽，例如可例舉：硝酸鋰、硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸銻、硝酸銀等。作為硫酸鹽，例如可例舉：硫酸鋰、硫酸鈉、硫酸鉀、硫酸銻、硫酸銀等。作為碳酸鹽，例如可例舉：碳酸鋰、碳酸鈉、碳酸鉀等。作為氯化物，例如可例舉：氯化鋰、氯化鈉、氯化鉀、氯化銻、氯化銀等。該等熔鹽可單獨使用，亦可組合複數種使用。

**【0101】**於本發明中，化學強化處理之處理條件並無特別限定，只要考慮玻璃之組成(特性)或熔鹽之種類、以及所需化學強化特性等，選擇合適之條件即可。

**【0102】**又，於本發明中，可僅進行1次化學強化處理，亦可於2種以上之不同條件下進行複數次化學強化處理(多段強化)。例如，可於DOL較大且CS相對較小之條件下進行化學強化處理作為第1階段之化學強化處理，其後，於DOL相對較小且CS較大之條件下進行化學強化處理作為第2

階段之化學強化處理。於該情形時，可提高化學強化玻璃之最表面之CS，且抑制內部拉伸應力面積(St)，結果可抑制內部拉伸應力(CT)之絕對值。

#### 【0103】<電子機器>

本化學強化玻璃板作為行動電話、智慧型手機、攜帶型資訊終端(PDA)、平板終端等移動式電子機器所使用之覆蓋玻璃尤其有用。進而，作為不以攜帶為目的之電視(TV)、個人電腦(PC)、觸控面板等電子機器之覆蓋玻璃亦有用。又，作為窗玻璃等建築用材料、台面、汽車或飛機等之內裝等或其等之覆蓋玻璃亦有用。

【0104】圖3係包含本化學強化玻璃板之電子機器之一例。圖3所示之移動終端10具有覆蓋玻璃20及殼體30。殼體30具有側面31及底面32。本化學強化玻璃板用於覆蓋玻璃20，亦用於殼體30。

#### [實施例]

【0105】以下，使用實施例對本發明進行說明，但本發明並不受此限定。例1～44係實施例，例45～48係比較例。再者，關於表中之各測定結果，空欄表示未測定。

#### 【0106】(玻璃之製作)

以成為表2～5中以氧化物基準之莫耳百分率表示所記載之玻璃組成的方式調配玻璃原料，進行熔解、研磨加工，從而製得例1～例48之玻璃(玻璃板)。

作為玻璃原料，適當選擇氧化物、氫氧化物、碳酸鹽等一般之玻璃原料，以玻璃為900 g之方式進行稱取。

將經混合之玻璃原料放入至鉑坩堝中，於1700℃下使其熔融、消

泡。將該玻璃流到碳板上而獲得玻璃磚，對其進行研磨加工，從而獲得板厚0.7 mm之板狀玻璃。關於例1～例48之玻璃，均藉由目視進行確認後未見白濁，具有透明性。

**【0107】(破裂韌性值)**

破裂韌性值係對各例之玻璃製作6.5 mm×6.5 mm×65 mm之樣品，用DCDC法進行測定。此時，於樣品之65 mm×6.5 mm之面上開出2 mmφ之貫通孔來進行評價。

**【0108】(楊氏模數、泊松比)**

楊氏模數及泊松比係用超音波法進行測定。

**【0109】(玻璃轉移點(Tg))**

用瑪瑙研鉢將所獲得之玻璃之一部分粉碎，使用示差掃描熱量計(布魯克公司製造之DSC3300SA)對玻璃轉移點進行測定。DSC測定所使用之樣品量約為60 mg，以升溫速度10℃/分鐘自室溫升溫至1100℃進行測定。

**【0110】(CT極限值)**

用上述方法對CT極限值進行評價。

**【0111】(可3D成形之溫度)**

將120 mm×60 mm×0.7 mm厚之玻璃板設置於由上模與下模所組成之碳模具之上模與下模之間，將其整體放入至加熱爐中進行加熱，直至成為500℃至800℃之間的規定溫度。繼而，對上模與下模之間施加0.5 MPa之壓入負載並保持90秒而使其成形，藉由目視或接觸式形狀測定裝置對形狀進行測定，判定是否獲得所需形狀(成形試驗)。又，用偏光顯微鏡進行觀察而判定有無失透。

將能夠獲得所需形狀且不會發生失透之最低溫度設為可成形之溫

度。

**【0112】(霧度值)**

使用測霧計(Suga Test Instruments股份有限公司製造之HZ-V3)，依照JIS K7136：2000對鹵素燈C光源下之霧度值[單位：%]進行測定。

再者，雖僅對例2之玻璃測定了霧度值，但其他實施例之玻璃亦為同樣之值。

**【0113】(透光率)**

透光率係使用日立公司製造之分光光度計UH410，測定380～780 nm之波長之光下之平均透過率。

再者，雖僅對例2之玻璃測定了透光率，但其他實施例之玻璃亦為同樣之值。

**【0114】(成形前後之霧度差)**

於上述成形試驗前後對霧度值進行測定。測定霧度值時，使用測霧計(Suga Test Instruments股份有限公司製造之HZ-V3)，依照JIS K7136：2000，於鹵素燈C光源下進行測定。

若成形時玻璃板與碳模具附著，則玻璃板之霧度值有時會上升。於表2～5中，將成形前後之霧度值之差(成形後之霧度值(%)－成形前之霧度值(%))表示為「因碳所造成之霧度劣化(%)」。

**【0115】(失透溫度)**

將一部分玻璃粉碎，將玻璃粒放入鉑製盤，於被控制在1000℃～1700℃之範圍內之固定溫度的電爐中進行17小時熱處理。用偏光顯微鏡對熱處理後之玻璃進行觀察，用觀察有無失透之方法來預估失透溫度。於失透溫度附近以10℃為間隔進行評價，將觀察到失透之最高溫度記錄為失

透溫度。

**【0116】(失透黏性)**

失透黏性係使用旋轉式高溫黏度計，一面以10℃/分鐘自1700℃降溫至1000℃(或黏性因失透而開始急遽上升為止)，一面對黏度進行測定，將上述失透溫度下之黏性值設為失透黏性 $\log\eta$ 。

**【0117】(粒子間距離)**

玻璃中之粒子間距離係藉由小角度X射線散射(SAXS)進行分析。將測定條件示於以下。

裝置：同步加速器輻射，光束線「BL8S3」，小角度X射線散射

裝置所在地：愛知縣瀨戶市南山口町250號3 「Knowledge Hub Aichi」內 公益財團法人 科學技術交流財團 愛知同步加速器輻射中心

能量(波長)：0.92 Å

測定檢測器：PILATUS

測定時間：480 sec

測定相機長度：2180.9 mm

將藉由上述測定所獲得之結果之例示於圖5。粒子間距離 $I$ 係根據所獲得之結果，藉由以下之式求出。

$$I = 2\pi/Q_{\max}$$

$Q_{\max}$ 係圖5中明顯存在波峰之SAXS資料之強度之峰值所對應的 $Q$ (散射向量)之值。所謂明顯之波峰，例如係指相較於基準線，峰值強度(Intensity)為5倍以上之情形。

**【0118】(Al之配位數)**

玻璃中之鋁原子之配位數係藉由 $^{27}\text{Al}$ -NMR進行分析。

將 $^{27}\text{Al}$ -NMR測定條件示於以下。

測定裝置：日本電子股份有限公司製造之核磁共振裝置ECZ900

共振頻率：900 MHz

轉速：20 kHz

探針：3.2 mm固體用

傾倒角：30°

脈衝重複等待時間：1.5 sec

藉由上述裝置及條件，用單脈衝法進行測定，化學位移之2次基準使用 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ，設為16.6 ppm。測定結果係使用日本電子股份有限公司製造之NMR軟體Delta實施相位修正、基準線修正後，使用高斯函數實施擬合，從而算出四配位之Al之比率、五配位之Al之比率及六配位之Al之比率。相位修正、基準線修正雖任意性變高，但藉由去除不含試樣之空單元之光譜，而適當地進行處理。峰擬合雖任意性亦較高，但藉由四配位於80～45 ppm之範圍內設定峰頂，五配位於45～15 ppm之範圍內設定峰頂，六配位於15～5 ppm之範圍內設定峰頂，適當地設定峰值寬度(使各配位數之間之比率最大為1.5倍以下)，從而獲得良好之擬合。再者，為了藉由 $^{27}\text{Al}$  MAS NMR光譜對Al之配位數進行定量評價，重要的是於高磁場(22.3 T以上)下進行測定。

【0119】此處，圖4中示出 $^{27}\text{Al}$ -NMR之測定結果之一例。圖4之(a)係表示例2之玻璃之 $^{27}\text{Al}$ -NMR光譜之圖，圖4之(b)係表示例48之玻璃之 $^{27}\text{Al}$ -NMR光譜之圖。於圖4之(a)中，波峰a歸屬於四配位之Al，波峰b歸屬於五配位之Al，波峰c歸屬於六配位之Al。另一方面，於圖4之(b)中，雖確認到歸屬於四配位之Al之波峰a'，但未確認到歸屬於五配位之Al及六

配位之Al的波峰。

**【0120】(B之配位數)**

玻璃中之B原子之配位數之比率係使用國立研究法人理化學研究所持有之日本電子股份有限公司製造之ECAII-700進行測定( $^{11}\text{B}$ -NMR測定)。ECAII-700之磁場強度為21.2 T(質子之共振頻率為700 MHz)，使用3.2 mm固體專用探針，轉速設為15 kHz。又，測定作為標準試樣之 $\text{B}_2\text{O}_3$ ，設為化學位移之2次基準。測定均利用單脈衝法進行。

測定裝置：日本電子股份有限公司製造之核磁共振裝置ECAII-700

共振頻率：700 MHz

轉速：15 kHz

探針：3.2 mm固體用

傾倒角：90°

脈衝重複等待時間：20 sec

測定結果係使用日本電子股份有限公司製造之NMR軟體Delta實施相位修正、基準線修正後，使用高斯函數實施擬合，從而算出三配位之B之比率及四配位之B之比率。

【0121】[表2]

表2

|                                                                                                                                               | 例1    | 例2    | 例3    | 例4    | 例5    | 例6    | 例7    | 例8    | 例9    | 例10   | 例11   | 例12   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 55.0  | 57.0  | 49.0  | 52.0  | 49.0  | 49.0  | 49.0  | 52.0  | 52.0  | 52.0  | 49.0  | 49.0  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 22.5  | 22.5  | 28.5  | 27.5  | 27.5  | 27.5  | 28.5  | 25.5  | 23.5  | 22.5  | 23.5  | 22.5  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.1   | 3.1   | 5.1   | 5.1   | 5.1   | 8.1   | 5.1   | 5.1   | 5.1   | 5.1   | 8.1   | 8.1   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 3.0   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 2.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                        | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                            | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                             | 77.5  | 79.5  | 77.5  | 79.5  | 76.5  | 76.5  | 77.5  | 77.5  | 75.5  | 74.5  | 72.5  | 71.5  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                        | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.8   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   | 7.3   | 5.3   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                            | 4.4   | 7.3   | 5.6   | 5.4   | 5.4   | 3.4   | 5.6   | 5.0   | 4.6   | 4.4   | 2.9   | 2.8   |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                              | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 12.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  |
| RO                                                                                                                                            | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 3.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] - [RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                              | 7.3   | 9.3   | 13.3  | 12.3  | 9.3   | 9.3   | 11.3  | 10.3  | 8.3   | 4.3   | 5.3   | 1.3   |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] - [K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 15.3  | 16.3  | 18.3  | 14.4  | 16.5  | 12.9  | 13.9  | 16.8  | 19.1  | 17.3  | 17.6  | 15.8  |
| 破裂韌性值(MPa・m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                  | 0.92  | 0.93  | 0.93  | 0.92  | 0.90  | 0.87  | 0.92  | 0.94  | 0.93  | 0.89  | 0.91  | 0.89  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                     | 96    | 97    | 102   | 97    | 94    | 89    | 93    | 91    | 102   | 90    | 100   | 96    |
| 泊松比                                                                                                                                           | 0.25  | 0.25  | 0.24  | 0.24  | 0.25  | 0.24  | 0.25  | 0.26  | 0.26  | 0.23  | 0.25  | 0.24  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                    | 85    | 86    | 86    | 85    | 84    | 81    | 85    | 87    | 86    | 83    | 84    | 83    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                      |       | 92    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                      |       | 8     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                      |       | 0.3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 四配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                     |       | 19    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 最大強度                                                                                                                                          |       | 3.1   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 最小強度                                                                                                                                          |       | 0.3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Tg(℃)                                                                                                                                         | 682   | 755   | 721   | 710   | 697   | 669   | 684   | 703   | 694   | 690   | 677   | 659   |
| 可3D成形之溫度(℃)                                                                                                                                   | 690   | 720   | 730   | 720   | 710   | 680   | 700   | 710   | 710   | 700   | 690   | 670   |
| 透光率(%)                                                                                                                                        |       | 90.5  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                         |       | 0.02  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧度劣化(%)                                                                                                                                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 失透溫度(℃)                                                                                                                                       | 1420  | 1400  | 1460  | 1480  | 1450  | 1420  | 1460  | 1440  | 1460  | 1440  | 1500  | 1480  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                      | 2.3   | 2.4   | 2.0   | 1.9   | 2.0   | 2.2   | 2.0   | 2.1   | 2.0   | 2.3   | 1.9   | 2.1   |

【0122】[表3]

表3

|                                                                                                                                               | 例13   | 例14   | 例15   | 例16   | 例17   | 例18   | 例19   | 例20   | 例21   | 例22   | 例23   | 例24   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 58.0  | 53.0  | 58.5  | 54.0  | 57.0  | 56.9  | 57.0  | 57.0  | 57.0  | 57.0  | 57.0  | 57.0  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 19.5  | 22.5  | 21.0  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 5.3   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.1   | 7.1   | 3.1   | 3.1   | 3.1   | 2.1   | 3.1   | 3.1   | 3.1   | 3.1   | 2.1   | 0.0   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 3.3   | 5.3   | 2.3   | 2.3   | 0.0   | 2.3   | 5.3   | 5.3   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                         | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 2.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                       | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 11.0  | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                       | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 1.2   | 3.3   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                        | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                            | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                             | 77.5  | 75.5  | 79.5  | 76.5  | 79.5  | 79.4  | 79.5  | 79.5  | 79.5  | 79.5  | 79.5  | 79.5  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                        | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.9   | 0.8   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                          | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 2.3   | 0.0   | 2.3   | 5.3   | 5.3   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                            | 3.8   | 3.2   | 6.8   | 7.3   | 7.3   | 10.7  | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 7.3   | 10.7  | -     |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                              | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 11.2  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 10.1  | 11.1  | 13.2  |
| RO                                                                                                                                            | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 0.0   | 0.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] - [RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                              | 4.3   | 5.3   | 7.8   | 9.3   | 9.3   | 9.2   | 9.3   | 9.3   | 9.3   | 6.3   | 9.3   | 9.3   |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] - [K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 13.8  | 14.3  | 15.5  | 16.3  | 15.8  | 16.2  | 15.6  | 11.3  | 7.4   | 13.3  | 16.3  | 16.3  |
| 破裂韌性值(MPa・m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                  | 0.86  | 0.91  | 0.89  | 0.89  | 0.90  | 0.91  | 0.89  | 0.84  | 0.83  | 0.88  | 0.91  | 0.92  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                     | 89    | 93    | 96    | 96    | 97    | 98    | 96    | 91    | 90    | 95    | 98    | 99    |
| 泊松比                                                                                                                                           | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.24  | 0.25  | 0.25  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                    | 80    | 84    | 87    | 87    | 88    | 89    | 87    | 82    | 81    | 86    | 89    | 90    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       | 89    |       |       | 96    |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       | 11    |       |       | 4     |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       | 96    |       |       |       | 99    | 99    |       |       |       |
| 四配位B(%)                                                                                                                                       |       |       |       | 4     |       |       |       | 1     | 1     |       |       |       |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 17    |
| 最大強度                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 5.8   |
| 最小強度                                                                                                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.4   |
| Tg(°C)                                                                                                                                        | 673   | 685   | 718   | 753   | 737   | 747   | 744   | 744   | 759   | 707   | 721   | 713   |
| 可3D成形之溫度(°C)                                                                                                                                  | 680   | 700   | 725   | 768   | 708   | 725   | 744   | 774   | 767   | 693   | 692   | 706   |
| 透光率(%)                                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧度劣化(%)                                                                                                                                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 失透溫度(°C)                                                                                                                                      | 1390  | 1420  | 1430  | 1420  | 1450  | 1440  | 1420  | 1410  | 1430  | 1430  | 1430  | 1400  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                      | 2.5   | 2.3   |       | 2.3   |       |       |       |       |       |       |       | 2.3   |

【0123】[表4]

表4

|                                                                                                                                                     | 例25   | 例26   | 例27   | 例28   | 例29   | 例30   | 例31   | 例32   | 例33   | 例34   | 例35   | 例36   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                             | 57.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.0  | 55.1  | 56.0  | 56.1  | 58.0  | 59.5  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                               | 20.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 22.5  | 23.5  | 22.5  | 23.5  | 22.5  | 21.0  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                                | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 4.1   | 4.1   | 2.0   | 4.1   | 2.0   | 0.0   | 0.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                                | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                                | 5.3   | 5.3   | 2.7   | 4.3   | 2.2   | 2.7   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                               | 0.0   | 0.0   | 2.6   | 0.0   | 2.1   | 2.6   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                             | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 3.0   | 3.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                             | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                             | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 2.2   | 1.2   | 2.2   | 3.3   | 3.3   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                              | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                                  | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                   | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 77.5  | 78.6  | 78.5  | 79.6  | 80.5  | 80.5  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                              | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.9   | 0.8   | 0.9   | 0.8   | 0.8   | 0.8   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                                | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 4.3   | 4.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                                  | 9.8   | 10.7  | 10.7  | 10.7  | 10.7  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                                    | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 11.1  | 12.1  | 11.1  | 12.1  | 13.2  | 13.2  |
| RO                                                                                                                                                  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] -<br>[RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                 | 7.3   | 9.3   | 9.3   | 9.3   | 9.3   | 11.4  | 11.4  | 11.4  | 11.4  | 11.4  | 9.3   | 7.8   |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] -<br>[Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] -<br>[K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 15.3  | 16.3  | 15.7  | 16.0  | 15.5  | 16.8  | 17.3  | 17.3  | 15.9  | 15.9  | 14.9  | 14.1  |
| 破裂韌性值(MPa<br>・ m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                   | 0.89  | 0.93  | 0.89  | 0.90  | 0.88  | 0.90  | 0.93  | 0.93  | 0.91  | 0.93  | 0.91  | 0.91  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                           | 96    | 100   | 96    | 97    | 95    | 97    | 100   | 100   | 98    | 101   | 98    | 98    |
| 泊松比                                                                                                                                                 | 0.25  | 0.25  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.25  | 0.25  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                          | 87    | 91    | 87    | 88    | 86    | 88    | 91    | 91    | 89    | 91    | 89    | 89    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                            |       | 97    |       |       |       | 95    | 94    |       |       |       |       | 98    |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                            |       | 3     |       |       |       | 5     | 6     |       |       |       |       | 2     |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                             |       | 99    |       |       |       |       | 95    |       |       |       |       |       |
| 四配位B(%)                                                                                                                                             |       | 1     |       |       |       |       | 5     |       |       |       |       |       |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                           |       | 18    |       |       |       |       | 50    |       |       |       |       | 15    |
| 最大強度                                                                                                                                                |       | 3.5   |       |       |       |       | 4.4   |       |       |       |       | 5.0   |
| 最小強度                                                                                                                                                |       | 0.3   |       |       |       |       | 0.4   |       |       |       |       | 0.3   |
| Tg(℃)                                                                                                                                               | 733   | 740   | 758   | 747   | 761   | 720   | 787   | 754   | 777   | 745   | 705   | 699   |
| 可3D成形之溫度<br>(℃)                                                                                                                                     | 696   | 747   | 735   | 762   | 769   | 742   | 771   | 785   | 785   | 708   | 705   | 671   |
| 透光率(%)                                                                                                                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧<br>度劣化(%)                                                                                                                                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 失透溫度(℃)                                                                                                                                             | 1410  | 1390  | 1380  | 1430  | 1420  | 1370  | 1380  | 1400  | 1380  | 1400  | 1380  | 1325  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                            |       | 2.4   |       |       |       |       | 2.3   |       |       |       |       | 2.7   |

【0124】[表5]

表5

|                                                                                                                                                     | 例37   | 例38   | 例39   | 例40   | 例41   | 例42   | 例43   | 例44   | 例45   | 例46   | 例47   | 例48   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                             | 55.4  | 57.5  | 60.5  | 56.4  | 55.4  | 57.4  | 57.4  | 61.5  | 70.0  | 53.6  | 49.0  | 57.5  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                               | 21.0  | 21.0  | 20.0  | 20.0  | 20.0  | 20.0  | 19.0  | 19.0  | 7.5   | 32.1  | 30.5  | 18.1  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                                | 4.1   | 4.1   | 0.0   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 4.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 6.0   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mol%)                                                                                                                | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.02  | 0.0   | 5.1   | 0.0   |
| MgO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 7.0   | 0.0   | 0.0   | 4.3   |
| ZnO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| CaO(mol%)                                                                                                                                           | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.2   | 0.0   | 0.0   | 0.5   |
| Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                                | 5.3   | 3.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 0.0   | 3.6   | 3.3   | 0.0   |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)                                                                                                               | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| ZrO <sub>2</sub> (mol%)                                                                                                                             | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 0.0   | 2.0   | 0.0   |
| Li <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                             | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 9.9   | 8.0   | 10.7  | 9.9   | 10.5  |
| Na <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                             | 3.3   | 3.2   | 3.3   | 3.3   | 4.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 5.3   | 0.0   | 0.2   | 3.1   |
| K <sub>2</sub> O(mol%)                                                                                                                              | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| 合計                                                                                                                                                  | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                   | 76.4  | 78.5  | 80.5  | 76.4  | 75.4  | 77.4  | 76.4  | 80.5  | 77.5  | 85.7  | 79.5  | 75.6  |
| [Li <sub>2</sub> O]/[R <sub>2</sub> O]                                                                                                              | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.7   | 0.8   | 0.8   | 0.8   | 0.6   | 1.0   | 1.0   | 0.8   |
| [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] + [La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]                                                                                | 5.3   | 3.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 5.3   | 0.0   | 3.6   | 3.3   | 0.0   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/[P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                                                  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 375.0 | -     | 6.0   | -     |
| R <sub>2</sub> O                                                                                                                                    | 13.2  | 13.1  | 13.2  | 13.2  | 14.2  | 13.2  | 13.2  | 13.2  | 14.3  | 10.7  | 10.1  | 13.6  |
| RO                                                                                                                                                  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 7.2   | 0.0   | 0.0   | 4.8   |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] - [R <sub>2</sub> O] -<br>[RO] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]                                                 | 7.8   | 7.9   | 6.8   | 6.8   | 5.8   | 6.8   | 5.8   | 5.8   | -14.0 | 21.4  | 15.3  | -0.3  |
| Z = Σ + [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] -<br>[Li <sub>2</sub> O] - [Na <sub>2</sub> O] -<br>[K <sub>2</sub> O] - [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] | 14.1  | 10.8  | 13.6  | 13.6  | 13.1  | 12.2  | 13.1  | 13.1  | 4.8   | 16.7  | 15.9  | 5.5   |
| 破裂韌性值(MPa<br>・ m <sup>1/2</sup> )                                                                                                                   | 0.88  | 0.85  | 0.90  | 0.88  | 0.87  | 0.87  | 0.87  | 0.90  | 0.80  | 0.97  | 0.94  | 0.84  |
| 楊氏模數(GPa)                                                                                                                                           | 95    | 92    | 97    | 95    | 94    | 94    | 94    | 97    | 83    | 105   | 99    | 84    |
| 泊松比                                                                                                                                                 | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.22  | 0.26  | 0.25  | 0.24  |
| CT極限值(MPa)                                                                                                                                          | 86    | 83    | 88    | 86    | 85    | 86    | 85    | 88    | 74    | 90    |       | 79    |
| 四配位Al(%)                                                                                                                                            | 98    | 99    |       |       |       |       | 95    |       | 100   |       |       | 100   |
| 五配位Al(%)                                                                                                                                            | 2     | 1     |       |       |       |       | 5     |       | 0     |       |       |       |
| 六配位Al(%)                                                                                                                                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 三配位B(%)                                                                                                                                             | 96    | 96    |       |       |       |       | 96    |       |       |       |       | 98    |
| 四配位B(%)                                                                                                                                             | 4     | 4     |       |       |       |       | 4     |       |       |       |       | 2     |
| 粒子間距離(nm)                                                                                                                                           | 15    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | -     |
| 最大強度                                                                                                                                                | 6.1   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.4   |
| 最小強度                                                                                                                                                | 0.3   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.3   |
| Tg(℃)                                                                                                                                               | 739   | 735   | 696   | 736   | 720   | 726   | 732   | 692   | 548   | 760   | 732   | 603   |
| 可3D成形之溫度<br>(℃)                                                                                                                                     | 717   | 698   | 675   | 706   | 713   | 748   | 710   | 706   | 600   | 770   | 740   |       |
| 透光率(%)                                                                                                                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 霧度(%)                                                                                                                                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 因碳所造成之霧<br>度劣化(%)                                                                                                                                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 10    | 5     | 0     |
| 失透溫度(℃)                                                                                                                                             | 1300  | 1375  | 1275  | 1275  | 1275  | 1250  | 1300  | 1325  | 1100  | 1560  | 1530  | 1250  |
| 失透黏性logη                                                                                                                                            | 2.6   |       |       |       |       |       |       |       | 4.5   | 1.3   | 1.7   | 3.0   |

【0125】(化學強化處理)

對包含表2、5所示之例1、2、45、46之玻璃的厚度700 μm之玻璃板進行化學強化，從而獲得例51～54之化學強化玻璃。化學強化係於表6所示之第1次之條件(強化鹽、溫度、處理時間)下進行離子交換後，於表6所示之第2次之條件下進行離子交換。將所獲得之例51～54之化學強化玻璃加工為0.3 mm×20 mm，使用雙折射率應力計(CRi公司製造之雙折射成像系統Abrio-IM)測定應力曲線。作為一例，圖2中示出例2之化學強化玻璃之應力曲線。又，對於例51～54之化學強化玻璃，利用上文中CT極限值之測定方法之項中所說明之方法測定破碎數。

【0126】 [表6]

表6

|                    |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 例51               | 例52               | 例53               | 例54               |
| 玻璃                 | 例1                | 例2                | 例45               | 例46               |
| 板厚(μm)             | 700               | 700               | 700               | 700               |
| 第一次之強化鹽            | NaNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> |
| 第一次之溫度(°C)         | 450               | 450               | 450               | 450               |
| 第一次之處理時間(hr)       | 6                 | 7                 | 4                 | 14                |
| 第二次之強化鹽            |                   |                   | KNO <sub>3</sub>  |                   |
| 第二次之溫度(°C)         | 無                 | 無                 | 415               | 無                 |
| 第二次之處理時間(hr)       |                   |                   | 2.5               |                   |
| DOL(μm)            | 92                | 90                | 158               | 71                |
| 表面壓縮應力(MPa)        | 652               | 712               | 909               | 936               |
| 深度50 μm處之壓縮應力(MPa) | 217               | 220               | 98                | 198               |
| 內部拉伸應力(MPa)        | -83               | -85               | -57               | -90               |
| 破碎數                | 8                 | 7                 | 6                 | 6                 |

【0127】 作為實施例之例51及例52之化學強化玻璃(例1及例2之玻璃)不僅藉由化學強化所產生之表面壓縮應力較大，且相較於比較例，深度50 μm處之壓縮應力更大。此種化學強化玻璃不僅不易發生彎曲破裂，且亦不易因碰撞而破裂。

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量過多之例54之化學強化玻璃(例46之玻璃)由於失透溫度較高，因此不容易製造。又，例46之玻璃於成形試驗後霧度值上升，3D成

形性較差。進而，例46之玻璃儘管進行了長時間化學強化處理，但DOL並未怎麼變大(例54)。

作為先前之化學強化用玻璃之例53之化學強化玻璃(例45之玻璃)的CT極限值相對較小。因此，認為若增大表面壓縮應力，則深度50  $\mu\text{m}$ 處之壓縮應力值變小，或破碎數變大。

【0128】已詳細地且參照特定實施方式對本發明進行了說明，但業者可知，可於不脫離本發明之精神與範圍之情況下進行各種變更或修正。本申請案係基於2020年4月30日提出申請之日本專利申請案(特願2020-080385)者，其內容作為參照而併入本文中。

#### 【符號說明】

##### 【0129】

10:移動終端

20:覆蓋玻璃

30:殼體

31:側面

32:底面

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計0～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

0～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0～10%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、

0～4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

將由氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 之含量設為 $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ ，將 $\text{P}_2\text{O}_5$ 之含量設為 $[\text{P}_2\text{O}_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[\text{RO}]$ ，則 $[\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{R}_2\text{O}] - [\text{RO}] - [\text{P}_2\text{O}_5] > 0$ 。

### 【請求項2】

一種玻璃，其以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之 $\text{SiO}_2$ 、

18～30%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

7～15%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 、

合計2～10%之選自 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 之1種以上、

2～10%之 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、

0～4%之 $\text{ZrO}_2$ ，且

$\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量與 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量之比 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/[\text{P}_2\text{O}_5]$ 為2.5～13。

### 【請求項3】

如請求項1或2之玻璃，其中將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $\text{Li}_2\text{O}$ 之含量設為 $[\text{Li}_2\text{O}]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[\text{R}_2\text{O}]$ ，則 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{R}_2\text{O}]$ 為 $0.7\sim 1$ 。

**【請求項4】**

如請求項1至3中任一項之玻璃，其破裂韌性值為 $0.85 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。

**【請求項5】**

如請求項1至4中任一項之玻璃，其中由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離為 $2\sim 100 \text{ nm}$ 。

**【請求項6】**

如請求項1至5中任一項之玻璃，其中玻璃中之五配位之鋁原子及六配位之鋁原子之合計數量相對於鋁原子之總數的比率為1%以上15%以下。

**【請求項7】**

如請求項1至6中任一項之玻璃，其楊氏模數為 $85 \text{ GPa}$ 以上。

**【請求項8】**

如請求項1至7中任一項之玻璃，其含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 以外之任意氧化物 $\text{M}_x\text{O}_y$ ( $x$ 、 $y$ 為正整數)，且將以莫耳%表示之 $\text{M}_x\text{O}_y$ 含量設為 $[\text{M}_x\text{O}_y]$ ，將 $\text{M}$ 之離子半徑設為 $r(\text{M})$ ，將 $(2y/x)/r(\text{M}) \times [\text{M}_x\text{O}_y] \times 2/x$ 之總和設為 $\Sigma$ 時，下述式(1)所表示之 $Z$ 為 $5\sim 100$ ；

$$Z = \Sigma + [\text{Al}_2\text{O}_3] - [\text{Li}_2\text{O}] - [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{K}_2\text{O}] - [\text{P}_2\text{O}_5] \cdots \text{式(1)}。$$

**【請求項9】**

如請求項1至8中任一項之玻璃，其失透溫度為1500℃以下。

**【請求項10】**

如請求項1至9中任一項之玻璃，其中於對玻璃進行化學強化，利用以下之方法測定破碎數之情形時，破碎數為10以下時之內部拉伸應力值(CT)之絕對值之最大值為75 MPa以上；

(破碎數之測定方法)

準備15 mm見方、厚度為0.7 mm且表面經鏡面拋光者作為試驗用玻璃板；於各種條件下對試驗用玻璃板進行化學強化處理而準備CT值不同之複數種試驗用玻璃板；於該情形時，CT值係使用散射光光彈性應力計進行測定；

使用維氏試驗機，於試驗用玻璃板之中央部分打入前端角度為90°之金剛石壓頭而使玻璃板破裂，將碎片之個數設為破碎數；自金剛石壓頭之打入負載3 kgf開始試驗，於玻璃板未破裂之情形時，每次1 kgf地增加打入負載，反覆進行試驗直至玻璃板破裂，對最先發生破裂時之碎片個數進行計數。

**【請求項11】**

一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45～65%之SiO<sub>2</sub>、

18～30%之Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、

7～15%之Li<sub>2</sub>O、

合計0～10%之選自Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>之1種以上、

0～10%之P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、

0~10%之 $B_2O_3$ 、

0~4%之 $ZrO_2$ ，且

將以氧化物基準之莫耳百分率表示之 $Al_2O_3$ 之含量設為 $[Al_2O_3]$ ，將 $P_2O_5$ 之含量設為 $[P_2O_5]$ ，將鹼金屬氧化物之總含量設為 $[R_2O]$ ，將鹼土金屬氧化物之總含量設為 $[RO]$ ，則 $[Al_2O_3] - [R_2O] - [RO] - [P_2O_5] > 0$ ，

距玻璃表面之深度為50  $\mu m$ 處之壓縮應力值( $CS_{50}$ )為150 MPa以上。

【請求項12】

一種化學強化玻璃，其母組成以氧化物基準之莫耳百分率表示，含有

45~65%之 $SiO_2$ 、

18~30%之 $Al_2O_3$ 、

7~15%之 $Li_2O$ 、

合計2~10%之選自 $Y_2O_3$ 、 $La_2O_3$ 之1種以上、

2~10%之 $P_2O_5$ 、

0~4%之 $ZrO_2$ ，且

距玻璃表面之深度為50  $\mu m$ 處之壓縮應力值( $CS_{50}$ )為150 MPa以上。

【請求項13】

如請求項11或12之化學強化玻璃，其中由小角度X射線散射(SAXS)測定所求出之玻璃中存在之粒子的粒子間距離為2~100 nm。

【請求項14】

如請求項11至13中任一項之化學強化玻璃，其中壓縮應力值為0時之深度(DOL)為60~120  $\mu m$ 。

【請求項15】

如請求項11至14中任一項之化學強化玻璃，其表面壓縮應力值( $CS_0$ )為600～900 MPa。

**【請求項16】**

如請求項11至15中任一項之化學強化玻璃，其內部拉伸應力值(CT)為-70 MPa～-120 MPa。

**【請求項17】**

如請求項11至16中任一項之化學強化玻璃，其中上述壓縮應力值( $CS_{50}$ )為180 MPa以上，且上述壓縮應力值為0時之深度(DOL)為80  $\mu\text{m}$ 以上。

**【請求項18】**

如請求項11至17中任一項之化學強化玻璃，其係厚度為2 mm以下之板狀。

**【請求項19】**

如請求項18之化學強化玻璃，其具有曲率半徑100 mm以下之曲面部。

**【請求項20】**

一種電子機器，其包含如請求項18或19之化學強化玻璃。