



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I877940 B

(45) 公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 21 日

(21) 申請案號：112147697

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 24 日

(51) Int. Cl. : C03C3/083 (2006.01)

C03C3/085 (2006.01)

C03C3/091 (2006.01)

C03C3/097 (2006.01)

C03C21/00 (2006.01)

(30) 優先權：2018/12/25 日本

2018-240718

2019/05/23 日本

2019-096572

2019/09/10 日本

2019-164611

(71) 申請人：日商日本電氣硝子股份有限公司 (日本) NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.

(JP)

日本

(72) 發明人：結城健 YUKI, KEN (JP)；鈴木良太 SUZUKI, RYOTA (JP)；市丸智憲 ICHIMARU, TOMONORI (JP)；木下清貴 KINOSHITA, KIYOTAKA (JP)；永野雄太 NAGANO, YUTA (JP)

(74) 代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

(56) 參考文獻：

TW 201815709A

審查人員：鄭宇辰

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：2 共 54 頁

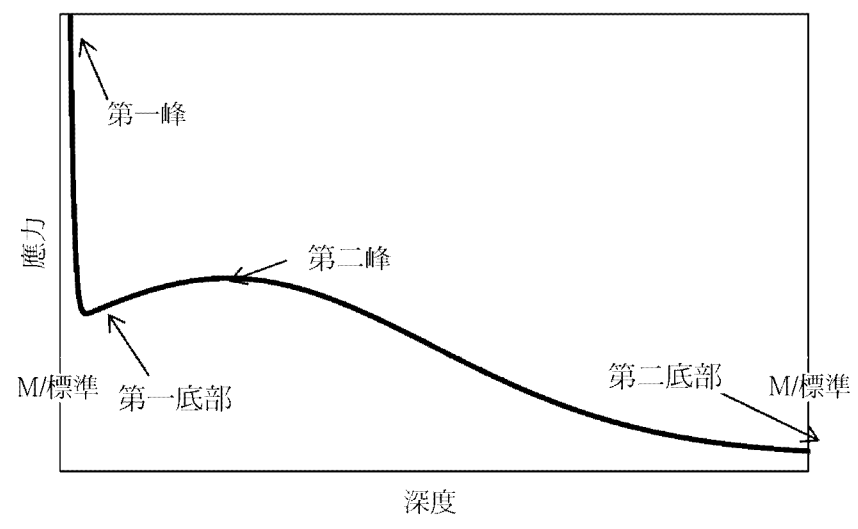
(54) 名稱

強化玻璃板、強化用玻璃板

(57) 摘要

本發明的強化玻璃板是一種在表面具有壓縮應力層的強化玻璃，其特徵在於，以莫耳%計含有 SiO<sub>2</sub> 50%~80%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8%~25%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0%~10%、Li<sub>2</sub>O 3%~15%、Na<sub>2</sub>O 3%~21%、K<sub>2</sub>O 0%~10%、MgO 0%~10%、ZnO 0%~10%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0%~15% 作為玻璃組成。

指定代表圖：



【圖1】

I877940

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】強化玻璃板、強化用玻璃板

【中文】

本發明的強化玻璃板是一種在表面具有壓縮應力層的強化玻璃，其特徵在於，以莫耳%計含有  $\text{SiO}_2$  50%~80%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  8%~25%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0%~10%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3%~15%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3%~21%、 $\text{K}_2\text{O}$  0%~10%、 $\text{MgO}$  0%~10%、 $\text{ZnO}$  0%~10%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0%~15%作為玻璃組成。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】強化玻璃板、強化用玻璃板

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種強化玻璃板及其製造方法，特別是有關於一種適合於行動電話、數位相機、個人數位助理（personal digital assistant，PDA）（行動終端）等的觸控面板顯示器的蓋玻璃的強化玻璃板及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 在行動電話、數位相機、PDA（行動終端）等的用途中，作為觸控面板顯示器的蓋玻璃，使用了經離子交換處理的強化玻璃板（參照專利文獻 1、非專利文獻 1）。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻 1]日本專利特開 2006-83045 號公報

[專利文獻 2]日本專利特表 2016-524581 號公報

[專利文獻 3]日本專利特表 2011-510903 號公報

[非專利文獻]

【0004】 [非專利文獻 1]泉谷徹郎等、「新型玻璃與其物性」、初版、經營系統研究所股份有限公司、1984 年 8 月 20 日、頁 451-498

【發明內容】

**【0005】 [發明所欲解決之課題]**

然而，當誤將智慧型手機掉落於地面等時，存在蓋玻璃破損，而無法使用智慧型手機的情況。由此，為了避免此種事態，重要的是提高強化玻璃板的強度。

**【0006】** 作為提高強化玻璃板的強度的方法，有用的是加深應力深度。詳細而言，若在智慧型手機掉落時，蓋玻璃與地面衝撞，則地面的突起物或沙粒會穿入蓋玻璃而到達拉伸應力層，從而導致破損。因此，若加深壓縮應力層的應力深度，則地面的突起物或沙粒難以到達拉伸應力層，從而能夠降低蓋玻璃的破損概率。

**【0007】** 鋰鋁矽酸鹽玻璃在獲得深的應力深度方面是有利的。特別是，若將包含鋰鋁矽酸鹽玻璃的強化用玻璃板浸漬於包含 $\text{NaNO}_3$ 的熔融鹽中，對玻璃中的Li離子與熔融鹽中的Na離子進行離子交換，則可獲得具有深的應力深度的強化玻璃板。

**【0008】** 但是，在先前的鋰鋁矽酸鹽玻璃中，存在壓縮應力層的壓縮應力值變得過小的可能性。另一方面，若以加大壓縮應力層的壓縮應力值的方式設計玻璃組成，則存在化學穩定性下降的可能性。進而，鋰鋁矽酸鹽玻璃由於玻璃組成失衡，在成形時容易產生失透物，因此難以進行板狀成形。

**【0009】** 本發明是鑒於所述情況而成，其技術課題在於提供一種能夠成形為板狀，化學穩定性優異，且掉落時不易破損的強化玻璃板。

**【0010】 [解決課題之手段]**

本發明者等人進行了各種研究，結果發現藉由將玻璃組成限制為規定範圍可解決所述技術課題，並作為本發明而提出。即，本發明的強化玻璃板是一種在表面具有壓縮應力層的強化玻璃，其特徵在於，以莫耳%計含有 SiO<sub>2</sub> 50%~80%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8%~25%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0%~10%、Li<sub>2</sub>O 3%~15%、Na<sub>2</sub>O 3%~21%、K<sub>2</sub>O 0%~10%、MgO 0%~10%、ZnO 0%~10%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0%~15%作為玻璃組成。

【0011】而且，本發明的強化玻璃板較佳為滿足莫耳比  $([\text{Na}_2\text{O}]-[\text{Li}_2\text{O}]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{P}_2\text{O}_5]) \leq 0.29$  的關係。此處，[Na<sub>2</sub>O]是指 Na<sub>2</sub>O 的莫耳%含量。[Li<sub>2</sub>O]是指 Li<sub>2</sub>O 的莫耳%含量。[Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]是指 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的莫耳%含量。[B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]是指 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的莫耳%含量。[P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>]是指 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的莫耳%含量。 $([\text{Na}_2\text{O}]-[\text{Li}_2\text{O}]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{P}_2\text{O}_5])$ 是指將自 Na<sub>2</sub>O 的含量減去 Li<sub>2</sub>O 的含量而得的量除以 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 及 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的合計量而得的值。

【0012】而且，本發明的強化玻璃板較佳為滿足莫耳比  $([\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{P}_2\text{O}_5]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{Li}_2\text{O}]) \geq 0.30$  的關係。此處， $([\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{P}_2\text{O}_5]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{Li}_2\text{O}])$ 是指將自 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 與 Na<sub>2</sub>O 合計量減去 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的含量而得的量除以 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 與 Li<sub>2</sub>O 的合計量而得的值。

【0013】而且，本發明的強化玻璃板的特徵在於含有 12 莫耳% 以上的  $([\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}])$ ，並且滿足  $[\text{SiO}_2]+1.2 \times [\text{P}_2\text{O}_5]-3 \times [\text{Al}_2\text{O}_3]-2 \times [\text{Li}_2\text{O}]-1.5 \times [\text{Na}_2\text{O}]-[\text{K}_2\text{O}]-[\text{B}_2\text{O}_3] \geq -22$  莫耳%的關係。此處，[K<sub>2</sub>O]是指 K<sub>2</sub>O 的莫耳%含量。[SiO<sub>2</sub>]是

指  $\text{SiO}_2$  的莫耳%含量。 $([\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}])$  是指  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  以及  $\text{K}_2\text{O}$  的合計量。

$[\text{SiO}_2]+1.2\times[\text{P}_2\text{O}_5]-3\times[\text{Al}_2\text{O}_3]-2\times[\text{Li}_2\text{O}]-1.5\times[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{K}_2\text{O}]-[\text{B}_2\text{O}_3]$  是指自  $\text{SiO}_2$  的含量與  $\text{P}_2\text{O}_5$  的 1.2 倍的含量的合計減去  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的 3 倍的含量、 $\text{Li}_2\text{O}$  的 2 倍的含量、 $\text{Na}_2\text{O}$  的 1.5 倍的含量、 $\text{K}_2\text{O}$  的含量及  $\text{B}_2\text{O}_3$  的含量而得的值。

【0014】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為： $\text{P}_2\text{O}_5$  的含量為 0.1 莫耳%~2.3 莫耳%。

【0015】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為： $\text{B}_2\text{O}_3$  的含量為 0.1 莫耳%~4 莫耳%。

【0016】 而且，在本發明的強化玻璃板中，較佳為：壓縮應力層的最表面的壓縮應力值為 200 MPa~1000 MPa。此處，「最表面的壓縮應力值」與「應力深度」例如是指由使用散射光光彈性應力計 SLP-1000（折原製作所股份有限公司製造）所觀察的相位差分佈曲線而測定的值。並且，應力深度是指應力值成為零的深度。另外，計算應力特性時，將各測定試樣的折射率設為 1.51，將光學彈性常數設為  $30.1[(\text{nm/cm})/\text{MPa}]$ 。

【0017】 而且，在本發明的強化玻璃板中，較佳為：壓縮應力層的應力深度為 50  $\mu\text{m}$ ~200  $\mu\text{m}$ 。

【0018】 而且，在本發明的強化玻璃板中，較佳為：高溫黏度  $10^{2.5}$  dPa·s 時的溫度不足 1650°C。此處，「高溫黏度  $10^{2.5}$  dPa·s 時的溫度」例如可利用鉑球提拉法來測定。

【0019】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為在板厚方向的中央部具有溢流合流面，即利用溢流下拉（overflow downdraw）法而成形。此處，「溢流下拉法」是自成形體耐火物的兩側使熔融玻璃溢出，使所溢出的熔融玻璃一面在成形體耐火物的下端合流，一面向下方進行延伸成形而製造玻璃板的方法。

【0020】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為用於觸控面板顯示器的蓋玻璃。

【0021】 而且，本發明的強化玻璃板為在表面具有壓縮應力層的強化玻璃，其特徵在於，含有 17 莫耳%以上的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、1 莫耳%以上的  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、12 莫耳%以上的（ $[\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}]$ ）作為玻璃組成，並且滿足  $[\text{SiO}_2]+1.2\times[\text{P}_2\text{O}_5]-3\times[\text{Al}_2\text{O}_3]-2\times[\text{Li}_2\text{O}]-1.5\times[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{K}_2\text{O}]-[\text{B}_2\text{O}_3] \geq -22$  莫耳%的關係。藉此，容易獲得在提高離子交換性能的同時，能夠成形為板狀，進而耐酸性高的玻璃。

【0022】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為： $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的含量為 0.001 莫耳%~0.1 莫耳%。

【0023】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為： $\text{TiO}_2$  的含量為 0.001 莫耳%~0.1 莫耳%。

【0024】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為： $\text{SnO}_2$  的含量為 0.01 莫耳%~1 莫耳%。

【0025】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為： $\text{Cl}$  的含量為 0.001 莫耳%~0.1 莫耳%。

【0026】 而且，本發明的強化玻璃板較佳為：厚度方向的應力分佈圖（profile）至少具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部。

【0027】 本發明的強化用玻璃板的特徵在於，以莫耳%計含有  $\text{SiO}_2$  50%~80%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  8%~25%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0%~10%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3%~15%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3%~21%、 $\text{K}_2\text{O}$  0%~10%、 $\text{MgO}$  0%~10%、 $\text{ZnO}$  0%~10%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0%~15%作為玻璃組成。

【0028】 本發明的強化玻璃板的製造方法的特徵在於包括：準備步驟，準備以莫耳%計含有  $\text{SiO}_2$  50%~80%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  8%~25%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0%~10%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3%~15%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3%~21%、 $\text{K}_2\text{O}$  0%~10%、 $\text{MgO}$  0%~10%、 $\text{ZnO}$  0%~10%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0%~15%作為玻璃組成的強化用玻璃板；以及離子交換步驟，對所述強化用玻璃板，進行多次離子交換處理，獲得在表面具有壓縮應力層的強化玻璃板。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0029】

圖 1 是例示具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的應力分佈圖的說明圖。

圖 2 是例示具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的應力分佈圖的其他說明圖。

### 【實施方式】

【0030】 本發明的強化玻璃板（強化用玻璃板）中，以莫耳%計

含有  $\text{SiO}_2$  50%~80%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  8%~25%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0%~10%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3%~15%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3%~21%、 $\text{K}_2\text{O}$  0%~10%、 $\text{MgO}$  0%~10%、 $\text{ZnO}$  0%~10%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0%~15%作為玻璃組成。以下示出限定各成分的含有範圍的理由。另外，在各成分的含有範圍的說明中，只要不作特別說明，則%的表達是指莫耳%。

【0031】  $\text{SiO}_2$  為形成玻璃的網路（network）的成分。若  $\text{SiO}_2$  的含量過少，則難以玻璃化，而且熱膨脹係數變得過高，耐熱衝擊性容易下降。由此， $\text{SiO}_2$  的較佳的下限範圍為 50%以上、55%以上、57%以上、59%以上、特別是 61%以上。另一方面，若  $\text{SiO}_2$  的含量過多，則熔融性或成形性容易下降，而且熱膨脹係數變得過低，難以與周邊材料的熱膨脹係數匹配。由此， $\text{SiO}_2$  的較佳的上限範圍為 80%以下、70%以下、68%以下、66%以下、65%以下、特別是 64.5%以下。

【0032】  $\text{Al}_2\text{O}_3$  為提高離子交換性能的成分，而且為提高應變點、楊氏模量、破壞韌性、維氏硬度的成分。由此， $\text{Al}_2\text{O}_3$  的較佳的下限範圍為 8%以上、10%以上、12%以上、13%以上、14%以上、14.4%以上、15%以上、15.3%以上、15.6%以上、16%以上、16.5%以上、17%以上、17.2%以上、17.5%以上、17.8%以上、18%以上、超過 18%、18.3%以上、特別是 18.5%以上、18.6%以上、18.7%以上、18.8%以上。另一方面，若  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量過多，則高溫黏度上升，熔融性或成形性容易下降。而且，玻璃中容易析出失透結晶，而難以利用溢流下拉法等成形為板狀。特別是在使用氧化鋁系耐

火物作為成形體耐火物，並利用溢流下拉法成形為板狀的情況下，在與氧化鋁系耐火物的界面容易析出尖晶石的失透結晶。進而，耐酸性亦下降，難以應用於酸處理步驟。由此， $\text{Al}_2\text{O}_3$  的較佳的上限範圍為 25%以下、21%以下、20.5%以下、20%以下、19.9%以下、19.5%以下、19.0%以下、特別是 18.9%以下。若將對離子交換性能的影響大的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量設為較佳的範圍，則容易形成具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的分佈圖。

【0033】  $\text{B}_2\text{O}_3$  為使高溫黏度或密度下降並且使玻璃穩定化，使結晶難以析出，並使液相溫度下降的成分。若  $\text{B}_2\text{O}_3$  的含量過少，則玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子的離子交換中的應力深度變得過深，結果壓縮應力層的壓縮應力值 ( $\text{CS}_{\text{Na}}$ ) 容易變小。而且，玻璃變得不穩定，亦存在耐失透性下降的可能性。由此， $\text{B}_2\text{O}_3$  的較佳的下限範圍為 0%以上、0.1%以上、0.2%以上、0.5%以上、0.6%以上、0.7%以上、0.8%以上、0.9%以上、特別是 1%以上。另一方面，若  $\text{B}_2\text{O}_3$  的含量過多，則存在應力深度變淺的可能性。特別是玻璃中所含的 Na 離子與熔融鹽中的 K 離子的離子交換的效率容易下降，壓縮應力層的應力深度 ( $\text{DOL\_ZERO}_{\text{K}}$ ) 容易變小。由此， $\text{B}_2\text{O}_3$  的較佳的上限範圍為 10%以下、5%以下、4%以下、3.8%以下、3.5%以下、3.3%以下、3.2%以下、3.1%以下、3%以下、特別是 2.9%以下。若將  $\text{B}_2\text{O}_3$  的含量設為較佳的範圍，則容易形成具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的分佈圖。

【0034】  $\text{Li}_2\text{O}$  為離子交換成分，特別是對玻璃中所含的 Li 離子

與熔融鹽中的 Na 離子進行離子交換，對於獲得深的應力深度而言必需的成分。而且， $\text{Li}_2\text{O}$  是使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性的成分，並且是提高楊氏模量的成分。由此， $\text{Li}_2\text{O}$  的較佳的下限範圍為 3%以上、4%以上、5%以上、5.5%以上、6.5%以上、7%以上、7.3%以上、7.5%以上、7.8%以上、特別是 8%以上。由此， $\text{Li}_2\text{O}$  的較佳的上限範圍為 15%以下、13%以下、12%以下、11.5%以下、11%以下、10.5%以下、不足 10%、特別是 9.9%以下、9%以下、8.9%以下。

【0035】  $\text{Na}_2\text{O}$  為離子交換成分，而且為使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性的成分。而且， $\text{Na}_2\text{O}$  為提高耐失透性的成分，特別是抑制因與氧化鋁系耐火物的反應而產生的失透的成分。由此， $\text{Na}_2\text{O}$  的較佳的下限範圍為 3%以上、4%以上、5%以上、6%以上、7%以上、7.5%以上、8%以上、8.5%以上、8.8%以上、特別是 9%以上。另一方面，若  $\text{Na}_2\text{O}$  的含量過多，則熱膨脹係數變得過高，耐熱衝擊性容易下降。而且存在玻璃組成的成分失衡，反而耐失透性下降的情況。由此， $\text{Na}_2\text{O}$  的較佳的上限範圍為 21%以下、20%以下、19%以下、特別是 18%以下、15%以下、13%以下、11%以下、特別是 10%以下。

【0036】  $\text{K}_2\text{O}$  為使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性的成分。但是，若  $\text{K}_2\text{O}$  的含量過多，則熱膨脹係數變得過高，耐熱衝擊性容易下降。而且，最表面的壓縮應力值容易下降。由此， $\text{K}_2\text{O}$  的較佳的上限範圍為 10%以下、7%以下、6%以下、5%以下、4%以

下、3%以下、2%以下、1.5%以下、1%以下、不足 1%、0.5%以下、特別是不足 0.1%。另外，若重視加深應力深度的觀點，則  $K_2O$  的較佳的下限範圍為 0%以上、0.1%以上、0.3%以上、特別是 0.5%以上。

【0037】 莫耳比  $[Li_2O]/([Na_2O]+[K_2O])$  較佳為 0.4~1.0、0.5~0.9、特別是 0.6~0.8。若莫耳比  $[Li_2O]/([Na_2O]+[K_2O])$  過小，則出現無法充分發揮離子交換性能的可能性。特別是玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子的離子交換的效率容易下降。另一方面，若莫耳比  $[Li_2O]/([Na_2O]+[K_2O])$  過大，則玻璃中容易析出失透結晶，而難以利用溢流下拉法等成形為板狀。另外，「 $[Li_2O]/([Na_2O]+[K_2O])$ 」是指將  $Li_2O$  的含量除以  $Na_2O$  與  $K_2O$  的合計量所得的值。

【0038】  $MgO$  為使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性，或提高應變點或維氏硬度的成分，且為鹼土類金屬氧化物中提高離子交換性能的效果大的成分。但是，若  $MgO$  的含量過多，則耐失透性容易下降，特別是難以抑制因與氧化鋁系耐火物的反應而產生的失透。由此， $MgO$  的較佳的含量為 0%~10%、0%~5%、0.1%~4%、0.2%~3.5%、特別是 0.5%~不足 3%。

【0039】  $ZnO$  為提高離子交換性能的成分，特別是提高最表面的壓縮應力值的效果大的成分。而且，為使高溫黏性下降而不會使低溫黏性下降的成分。 $ZnO$  的較佳的下限範圍為 0%以上、0.1%以上、0.3%以上、0.5%以上、0.7%以上、特別是 1%以上。另一方面，

若 ZnO 的含量過多，則存在玻璃分相，或耐失透性下降，或密度變高，或者應力深度變淺的傾向。由此，ZnO 的較佳的上限範圍為 10%以下、6%以下、5%以下、4%以下、3%以下、2%以下、1.5%以下、1.3%以下、1.2%以下、特別是 1.1%以下。

【0040】  $P_2O_5$  為提高離子交換性能的成分，特別是加深應力深度的成分。進而亦是提高耐酸性的成分。若  $P_2O_5$  的含量過少，則出現無法充分發揮離子交換性能的可能性。特別是玻璃中所含的 Na 離子與熔融鹽中的 K 離子的離子交換的效率容易下降，壓縮應力層的應力深度 ( $DOL\_ZERO_K$ ) 容易變小。而且，玻璃變得不穩定，亦存在耐失透性下降的可能性。由此， $P_2O_5$  的較佳的下限範圍為 0%以上、0.1%以上、0.4%以上、0.7%以上、1%以上、1.2%以上、1.4%以上、1.6%以上、2%以上、2.3%以上、2.5%以上、特別是 3%以上。另一方面，若  $P_2O_5$  的含量過多，則玻璃分相，或耐水性容易下降。而且，玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子的離子交換中的應力深度變得過深，結果壓縮應力層的壓縮應力值 ( $CS_{Na}$ ) 容易變小。由此， $P_2O_5$  的較佳的上限範圍為 15%以下、10%以下、5%以下、4.5%以下、4%以下。若將  $P_2O_5$  的含量設為較佳的範圍，則容易形成不單調的分佈圖。

【0041】 鹼金屬氧化物為離子交換成分，並且是使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性的成分。若鹼金屬氧化物的含量 ( $[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]$ ) 過多，則存在熱膨脹係數變高的可能性。而且，存在耐酸性下降的可能性。由此，鹼金屬氧化物

( $[\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}]$ ) 的較佳的下限範圍為 10%以上、11%以上、12%以上、13%以上、14%以上、15%以上。由此，鹼金屬氧化物 ( $[\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}]$ ) 的較佳的上限範圍為 25%以下、23%以下、20%以下、19%以下、18%以下。

【0042】 莫耳比  $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{P}_2\text{O}_5]$  較佳為 4~30、10~25、特別是 15~20。若莫耳比  $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{P}_2\text{O}_5]$  過小，則玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子的離子交換的效率容易下降。另一方面，若莫耳比  $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{P}_2\text{O}_5]$  過大，則玻璃中容易析出失透結晶，而難以利用溢流下拉法等成形為板狀。另外，「 $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{P}_2\text{O}_5]$ 」是指將  $\text{Li}_2\text{O}$  的含量除以  $\text{P}_2\text{O}_5$  的含量所得的值。

【0043】 莫耳比  $([\text{Na}_2\text{O}]-[\text{Li}_2\text{O}]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{P}_2\text{O}_5])$  較佳為 0.29 以下、0.27 以下、0.26 以下、0.25 以下、0.23 以下、0.20 以下、特別是 0.15 以下。若莫耳比  $([\text{Na}_2\text{O}]-[\text{Li}_2\text{O}]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{P}_2\text{O}_5])$  過大，則出現無法充分發揮離子交換性的可能性。特別是玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子的離子交換的效率容易下降。

【0044】 莫耳比  $([\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{P}_2\text{O}_5]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{Li}_2\text{O}])$  較佳為 0.30 以上、0.35 以上、0.40 以上、0.42 以上、0.43 以上、特別是 0.45 以上。若莫耳比  $([\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{P}_2\text{O}_5]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{Li}_2\text{O}])$  過小，則玻璃中容易析出失透結晶，而難以利用溢流下拉法等成形為板狀。

【0045】  $([\text{SiO}_2]+1.2\times[\text{P}_2\text{O}_5]-3\times[\text{Al}_2\text{O}_3]-2\times[\text{Li}_2\text{O}]-1.5\times[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{K}$

$_{2}O]-[B_{2}O_{3}]$ ) 較佳為-40%以上、-30%以上、-25%以上、-24%以上、-23%以上、-22%以上、-21%以上、-20%以上、-19%以上、特別是-18% 以上。若

( $[SiO_{2}]+1.2\times[P_{2}O_{5}]-3\times[Al_{2}O_{3}]-2\times[Li_{2}O]-1.5\times[Na_{2}O]-[K_{2}O]-[B_{2}O_{3}]$ ) 過小，則耐酸性容易下降。另一方面，若

( $[SiO_{2}]+1.2\times[P_{2}O_{5}]-3\times[Al_{2}O_{3}]-2\times[Li_{2}O]-1.5\times[Na_{2}O]-[K_{2}O]-[B_{2}O_{3}]$ ) 過大，則出現無法充分發揮離子交換性能的可能性。由此，

( $[SiO_{2}]+1.2\times[P_{2}O_{5}]-3\times[Al_{2}O_{3}]-2\times[Li_{2}O]-1.5\times[Na_{2}O]-[K_{2}O]-[B_{2}O_{3}]$ ) 較佳為 30 莫耳%以下、20 莫耳%以下、15 莫耳%以下、10 莫耳%以下、5 莫耳%以下、特別是 0 莫耳%以下。

【0046】 除所述成分以外，例如亦可添加以下的成分。

【0047】  $CaO$  為與其他成分相比較，不會伴有耐失透性的下降地使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性，或者提高應變點或維氏硬度的成分。但是，若  $CaO$  的含量過多，則存在離子交換性能下降或離子交換處理時使離子交換溶液劣化的可能性。由此， $CaO$  的較佳的上限範圍為 6%以下、5%以下、4%以下、3.5%以下、3%以下、2%以下、1%以下、不足 1%、0.5%以下、特別是不足 0.1%。

【0048】  $SrO$  與  $BaO$  為使高溫黏度下降，提高熔融性或成形性，或者提高應變點或楊氏模量的成分，但若該些的含量過多，則容易阻礙離子交換反應，此外，密度或熱膨脹係數不合理地變高，或玻璃容易失透。由此， $SrO$  與  $BaO$  的較佳含量分別為 0%~2%、0%~1.5%、0%~1%、0%~0.5%、0%~0.1%、特別是 0%~不足

0.1%。

【0049】  $ZrO_2$  為提高維氏硬度的成分，並且為提高液相黏度附近的黏性或應變點的成分，但若其含量過多，則存在耐失透性顯著下降的可能性。由此， $ZrO_2$  的較佳含量為 0%~3%、0%~1.5%、0%~1%、特別是 0%~0.1%。

【0050】  $TiO_2$  為提高離子交換性能的成分，而且為使高溫黏度下降的成分，但若其含量過多，則透明性或耐失透性容易下降。由此， $TiO_2$  的較佳含量為 0%~3%、0%~1.5%、0%~1%、0%~0.1%、特別是 0.001 莫耳%~0.1 莫耳%。

【0051】  $SnO_2$  為提高離子交換性能的成分，但若其含量過多，則耐失透性容易下降。由此， $SnO_2$  的較佳的下限範圍為 0.005%以上、0.01%以上、特別是 0.1%以上，較佳的上限範圍為 3%以下、2%以下、特別是 1%以下。

【0052】 Cl 為澄清劑，若其含量過多，則為對環境或設備產生不良影響的成分。由此，Cl 的較佳的下限範圍為 0.001%以上、特別是 0.01%以上，較佳的上限範圍為 0.3%以下、0.2%以下、特別是 0.1%以下。

【0053】 作為澄清劑，亦可添加 0.001%~1%的選自  $SO_3$ 、 $CeO_2$  的群組（較佳為  $SO_3$  的群組）中的一種或兩種以上。

【0054】  $Fe_2O_3$  為自原料中不可避免地混入的雜質。 $Fe_2O_3$  的較佳含量為不足 1000 ppm（不足 0.1%）、不足 800 ppm、不足 600 ppm、不足 400 ppm、特別是不足 300 ppm。若  $Fe_2O_3$  的含量過多，則蓋

玻璃的透過率容易下降。

另一方面，下限範圍為 10 ppm 以上、20 ppm 以上、30 ppm 以上、50 ppm 以上、80 ppm 以上、100 ppm 以上。若  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的含量過少，則因為使用高純度原料，所以原料成本高漲，無法廉價地製造製品。

【0055】  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Hf}_2\text{O}_3$  等稀土類氧化物為提高楊氏模量的成分。但是，原料成本高，而且若大量添加，則耐失透性容易下降。由此，稀土類氧化物的較佳含量為 5%以下、3%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下、特別是 0.1%以下。

【0056】 自環境方面考慮，本發明的強化玻璃板(強化用玻璃板)較佳為實質上不含  $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbO}$  以及 F 作為玻璃組成。而且，自環境方面考慮，亦較佳為實質上不含  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 。所謂「實質上不含～」為以下主旨：雖不積極地添加明示的成分作為玻璃成分，但容許雜質水準的添加，具體而言是指明示的成分的含量不足 0.05%的情況。

【0057】 本發明的強化玻璃板(強化用玻璃板)較佳為具有以下特性。

【0058】 密度較佳為  $2.55 \text{ g/cm}^3$  以下、 $2.53 \text{ g/cm}^3$  以下、 $2.50 \text{ g/cm}^3$  以下、 $2.49 \text{ g/cm}^3$  以下、 $2.45 \text{ g/cm}^3$  以下、特別是  $2.35 \text{ g/cm}^3 \sim 2.44 \text{ g/cm}^3$ 。密度越低，越可將強化玻璃板輕量化。

【0059】  $30^\circ\text{C} \sim 380^\circ\text{C}$  的熱膨脹係數較佳為  $150 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  以下、

100×10<sup>-7</sup>/°C 以下、特別是 50×10<sup>-7</sup>/°C ~ 95×10<sup>-7</sup>/°C。另外，「30°C ~ 380°C 的熱膨脹係數」是指使用膨脹計測定平均熱膨脹係數而得的值。

【0060】 軟化點較佳為 950°C 以下、930°C 以下、900°C 以下、880°C 以下、860°C 以下、特別是 850°C ~ 700°C。另外，「軟化點」是指基於美國試驗材料學會（American Society for Testing Material，ASTM）C338 的方法進行測定而得的值。

【0061】 高溫黏度 10<sup>2.5</sup> dPa·s 時的溫度較佳為 1660°C 以下、不足 1620°C、1600°C 以下、特別是較佳為 1400°C ~ 1590°C。若高溫黏度 10<sup>2.5</sup> dPa·s 時的溫度過高，則熔融性或成形性下降，而難以將熔融玻璃成形為板狀。另外，「高溫黏度 10<sup>2.5</sup> dPa·s 時的溫度」是指利用鉑球提拉法進行測定而得的值。

【0062】 液相黏度較佳為 10<sup>3.74</sup> dPa·s 以上、10<sup>4.5</sup> dPa·s 以上、10<sup>4.8</sup> dPa·s 以上、10<sup>4.9</sup> dPa·s 以上、10<sup>5.0</sup> dPa·s 以上、10<sup>5.1</sup> dPa·s 以上、10<sup>5.2</sup> dPa·s 以上、10<sup>5.3</sup> dPa·s 以上、10<sup>5.4</sup> dPa·s 以上、特別是 10<sup>5.5</sup> dPa·s 以上。另外，液相黏度越高，越可提高耐失透性，成形時越難以產生失透物。此處，所謂「液相黏度」是指利用鉑球提拉法對液相溫度下的黏度進行測定而得的值。「液相溫度」設為如下溫度：將通過標準篩 30 目（500 μm）而殘留於 50 目（300 μm）的玻璃粉末裝入鉑舟，在溫度梯度爐中保持 24 小時後，將鉑舟取出，藉由顯微鏡觀察，在玻璃內部確認到失透（失透物）的最高溫度。

【0063】 楊氏模量較佳為 70 GPa 以上、74 GPa 以上、75 GPa ~

100 GPa、特別是 76 GPa~90 GPa。若楊氏模量低，則在板厚薄的情況下，蓋玻璃容易撓曲。另外，「楊氏模量」可利用眾所周知的共振法來算出。

【0064】 本發明的強化玻璃板在表面具有壓縮應力層。最表面的壓縮應力值較佳為 165 MPa 以上、200 MPa 以上、220 MPa 以上、250 MPa 以上、280 MPa 以上、300 MPa 以上、310 MPa 以上、特別是 320 MPa 以上。最表面的壓縮應力值越大，維氏硬度越高。另一方面，若在表面形成極大的壓縮應力，則強化玻璃內部所存在的拉伸應力變得極高，而且存在離子交換處理前後的尺寸變化變大的可能性。因此，最表面的壓縮應力值較佳為 1000 MPa 以下、900 MPa 以下、700 MPa 以下、680 MPa 以下、650 MPa 以下、特別是 600 MPa 以下。另外，若縮短離子交換時間，或降低離子交換溶液的溫度，則最表面的壓縮應力值存在變大的傾向。

【0065】 應力深度較佳為 50  $\mu\text{m}$  以上、60  $\mu\text{m}$  以上、80  $\mu\text{m}$  以上、100  $\mu\text{m}$  以上、特別是 120  $\mu\text{m}$  以上。應力深度越深，智慧型手機掉落時，地面的突起物或沙粒越難以到達拉伸應力層，從而能夠降低蓋玻璃的破損概率。另一方面，若應力深度過深，則存在在離子交換處理前後尺寸變化變大的可能性。進而存在最表面的壓縮應力值下降的傾向。由此，應力深度較佳為 200  $\mu\text{m}$  以下、180  $\mu\text{m}$  以下、150  $\mu\text{m}$  以下、特別是 140  $\mu\text{m}$  以下。另外，若延長離子交換時間，或提高離子交換溶液的溫度，則存在應力深度變深的傾向。

【0066】 本發明的強化玻璃板中，板厚較佳為 2.0 mm 以下、1.5 mm 以下、1.3 mm 以下、1.1 mm 以下、1.0 mm 以下、0.9 mm 以下、特別是 0.8 mm 以下。板厚越小，越可使強化玻璃板的質量下降。另一方面，若板厚過薄，則難以獲得所期望的機械強度。由此，板厚較佳為 0.3 mm 以上、0.4 mm 以上、0.5 mm 以上、0.6 mm 以上、特別是 0.7 mm 以上。

【0067】 本發明的強化玻璃板的製造方法的特徵在於包括：準備步驟，準備以莫耳%計含有 SiO<sub>2</sub> 50%~80%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8%~25%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0%~10%、Li<sub>2</sub>O 3%~15%、Na<sub>2</sub>O 3%~21%、K<sub>2</sub>O 0%~10%、MgO 0%~10%、ZnO 0%~10%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0%~15%作為玻璃組成的強化用玻璃板；以及離子交換步驟，對所述強化用玻璃板，進行多次離子交換處理，獲得在表面具有壓縮應力層的強化玻璃板。另外，本發明的強化玻璃板的製造方法以進行多次離子交換處理為特徵，但本發明的強化玻璃板的製造方法不僅包含進行多次離子交換處理的情況，亦包含僅進行一次離子交換處理的情況。

【0068】 製造強化用玻璃的方法例如如下。較佳為首先，將以成為所期望的玻璃組成的方式進行調配而成的玻璃原料投入至連續熔融爐中，以 1400℃~1700℃ 進行加熱熔融，澄清後，將熔融玻璃供給至成形裝置後成形為板狀，進行冷卻。在成形為板狀後，切斷加工為規定尺寸的方法可採用眾所周知的方法。

【0069】 作為將熔融玻璃成形為板狀的方法，較佳為溢流下拉法。在溢流下拉法中，應成為玻璃板的表面的面不與成形體耐火

物的表面接觸而以自由表面的狀態成形為板狀。因此，可廉價地製造未研磨但表面品質良好的玻璃板。進而，在溢流下拉法中，使用氧化鋁系耐火物或氧化鋇系耐火物作為成形體耐火物。並且，本發明的強化玻璃板（強化用玻璃板）與氧化鋁系耐火物或氧化鋇系耐火物（特別是氧化鋁系耐火物）的相容性良好，因此具有不易與該些耐火物反應而產生氣泡或渣子等的性質。

【0070】 除溢流下拉法以外，亦可採用各種成形方法。例如可採用浮法、下拉法（流孔下引法（slot downdraw method）、再拉法等）、輾平（rollout）法、壓製法等成形方法。

【0071】 熔融玻璃成形時，較佳為在自熔融玻璃的緩冷點起至應變點之間的溫度域中以  $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以上且不足  $1000^{\circ}\text{C}/\text{分}$  的冷卻速度進行冷卻，所述冷卻速度的下限範圍較佳為  $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以上、 $20^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以上、 $30^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以上、特別是  $50^{\circ}\text{C}/\text{分}$  以上，上限範圍較佳為不足  $1000^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、不足  $50^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、特別是不足  $300^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 。若冷卻速度過快，則玻璃的結構變粗，而難以在離子交換處理後提高維氏硬度。另一方面，若冷卻速度過慢，則玻璃板的生產效率會下降。

【0072】 在本發明的強化玻璃板的製造方法中，會進行多次離子交換處理。作為多次離子交換處理，較佳為在進行浸漬於包含  $\text{KNO}_3$  熔融鹽的熔融鹽中的離子交換處理後，進行浸漬於包含  $\text{NaNO}_3$  熔融鹽的熔融鹽中的離子交換處理。如此，在確保深的應力深度的同時，可提高最表面的壓縮應力值。

【0073】 特別是在本發明的強化玻璃板的製造方法中，較佳為在

進行浸漬於  $\text{NaNO}_3$  熔融鹽或  $\text{NaNO}_3$  與  $\text{KNO}_3$  混合熔融鹽中的離子交換處理（第一離子交換步驟）後，進行浸漬於  $\text{KNO}_3$  與  $\text{LiNO}_3$  混合熔融鹽中的離子交換處理（第二離子交換步驟）。如此，可形成圖 1、圖 2 中所示的不單調的應力分佈圖即至少具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的應力分佈圖。結果，可大幅降低智慧型手機掉落時蓋玻璃的破損概率。

【0074】 在第一離子交換步驟中，玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子進行離子交換，在使用  $\text{NaNO}_3$  與  $\text{KNO}_3$  混合熔融鹽的情況下，玻璃中所含的 Na 離子與熔融鹽中的 K 離子進而進行離子交換。此處，相較於玻璃中所含的 Na 離子與熔融鹽中的 K 離子的離子交換，玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子的離子交換速度快，離子交換的效率高。在第二離子交換步驟中，玻璃表面附近（自最表面起至板厚的 20% 為止的淺的區域）的 Na 離子與熔融鹽中的 Li 離子進行離子交換，另外，玻璃表面附近（自最表面起至板厚的 20% 為止的淺的區域）的 Na 離子與熔融鹽中的 K 離子進行離子交換。即，在第二離子交換步驟中，在使玻璃表面附近的 Na 離子脫離的同時，可導入離子半徑大的 K 離子。結果，在維持深的應力深度的同時，可提高最表面的壓縮應力值。

【0075】 在第一離子交換步驟中，熔融鹽的溫度較佳為  $360^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ ，離子交換時間較佳為 30 分鐘～6 小時。在第二離子交換步驟中，離子交換溶液的溫度較佳為  $370^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ ，離子交換時間較佳為 15 分鐘～3 小時。

【0076】 在形成不單調的應力分佈圖方面，在第一離子交換步驟中使用的  $\text{NaNO}_3$  與  $\text{KNO}_3$  混合熔融鹽中，較佳為  $\text{NaNO}_3$  的濃度高於  $\text{KNO}_3$  的濃度，在第二離子交換步驟中使用的  $\text{KNO}_3$  與  $\text{LiNO}_3$  混合熔融鹽中，較佳為  $\text{KNO}_3$  的濃度高於  $\text{LiNO}_3$  的濃度。

【0077】 在第一離子交換步驟中使用的  $\text{NaNO}_3$  與  $\text{KNO}_3$  混合熔融鹽中， $\text{KNO}_3$  的濃度較佳為 0 質量%以上、0.5 質量%以上、1 質量%以上、5 質量%以上、7 質量%以上、10 質量%以上、15 質量%以上、特別是 20 質量%~90 質量%。若  $\text{KNO}_3$  的濃度過高，則存在玻璃中所含的 Li 離子與熔融鹽中的 Na 離子進行離子交換時所形成的壓縮應力值過度下降的可能性。而且，若  $\text{KNO}_3$  的濃度過低，則存在難以利用表面應力計 FSM-6000 進行應力測定的可能性。

【0078】 在第二離子交換步驟中使用的  $\text{KNO}_3$  與  $\text{LiNO}_3$  混合熔融鹽中， $\text{LiNO}_3$  的濃度較佳為超過 0 質量%~5 質量%、超過 0 質量%~3 質量%、超過 0 質量%~2 質量%、特別是 0.1 質量%~1 質量%。若  $\text{LiNO}_3$  的濃度過低，則玻璃表面附近的 Na 離子難以脫離。另一方面，若  $\text{LiNO}_3$  的濃度過高，則存在因玻璃表面附近的 Na 離子與熔融鹽中的 K 離子的離子交換而形成的壓縮應力值過度下降的可能性。

#### [實施例 1]

【0079】 以下，基於實施例來對本發明進行說明。另外，以下的實施例僅為例示。本發明並不受以下的實施例任何限定。

【0080】 表 1～表 22 示出了本發明的實施例（試樣 No.1～試樣 No.35 及試樣 No.38～試樣 No.215）及比較例（試樣 No.36、試樣 No.37）的玻璃組成與玻璃特性。另外，在表中，「N.A.」是指未測定，「(Na-Li) / (Al+B+P)」是指莫耳比  $([\text{Na}_2\text{O}]-[\text{Li}_2\text{O}]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{P}_2\text{O}_5])$ ，「(B+Na-P) / (Al+Li)」是指莫耳比  $([\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{P}_2\text{O}_5]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{Li}_2\text{O}])$ ，「 $\text{Si}+1.2\text{P}-3\text{Al}-2\text{Li}-1.5\text{Na}-\text{K}-\text{B}$ 」是指  $[\text{SiO}_2]+1.2\times[\text{P}_2\text{O}_5]-3\times[\text{Al}_2\text{O}_3]-2\times[\text{Li}_2\text{O}]-1.5\times[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{K}_2\text{O}]-[\text{B}_2\text{O}_3]$ 。

【0081】 [表 1]

(mol%)	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
SiO <sub>2</sub>	59.07	59.07	60.07	60.07	61.07	61.07	61.07	61.07	61.07	61.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	15.81	17.81	15.81	18.81	17.81	16.81	16.81	15.81	15.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li <sub>2</sub> O	8.34	8.34	8.34	8.34	7.34	7.34	8.34	7.34	7.34	8.34
Na <sub>2</sub> O	11.10	13.10	10.10	12.10	9.10	10.10	10.10	11.10	12.10	11.10
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.136	0.260	0.087	0.205	0.083	0.136	0.091	0.195	0.260	0.151
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.330	0.440	0.292	0.399	0.253	0.303	0.303	0.357	0.416	0.357
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-24.72	-21.72	-22.22	-19.22	-20.72	-19.22	-18.22	-17.72	-16.22	-16.72
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.452	2.459	2.445	2.451	2.438	2.440	2.441	2.444	2.447	2.443
$\alpha_{30-380^\circ\text{C}}$ ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ )	87	95	84	91	75	83	81	85	89	88
Ts (°C)	856	N.A.	N.A.	N.A.	915	889	874	867	861	844
10 <sup>2.5</sup> dPa · s (°C)	1518	1475	1535	1504	1561	1560	1547	1552	1535	1524
TL (°C)	1049	916	1088	973	1125	1078	1085	1035	976	1056>
log $\eta$ at TL (dPa · s)	5.3	6.4	3.9	5.9	5.2	5.4	5.2	5.6	6.1	5.2<
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1248	1129	1292	1142	1389	1309	1248	1264	1198	1152
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	20	24	19	24	16	19	19	21	24	22
CS <sub>Na</sub> (MPa)	287	201	312	208	279	269	269	248	211	236
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	125	121	126	123	134	123	123	128	126	143

【0082】 [表 2]

(mol%)	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20
SiO <sub>2</sub>	61.07	63.07	61.07	63.07	63.07	61.07	61.07	61.07	59.07	59.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	15.81	17.81	15.81	17.81	15.81	15.81	17.81	17.81	15.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00
Li <sub>2</sub> O	8.34	8.34	8.34	7.34	8.34	7.34	8.34	8.34	8.34	8.34
Na <sub>2</sub> O	9.10	11.10	11.10	12.10	9.10	12.10	11.10	9.10	11.10	13.10
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00
ZnO	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.037	0.169	0.151	0.292	0.041	0.292	0.169	0.041	0.136	0.260
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.253	0.440	0.406	0.502	0.330	0.502	0.440	0.330	0.483	0.606
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-19.72	-17.12	-25.12	-16.62	-20.12	-18.62	-19.12	-22.12	-29.12	-26.12
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.437	2.454	2.460	2.457	2.446	2.471	2.469	2.463	2.450	2.462
$\alpha_{30-380^\circ\text{C}}$ ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ )	78	87	87	89	79	89	88	78	86	92
Ts (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	823	N.A.	806	N.A.	N.A.	816	743
10 <sup>2.5</sup> dPa · s (°C)	1550	1527	1528	1535	1558	1489	1480	1507	1487	1449
TL (°C)	1125	1032	1070	984	1134	957	1018	1230	1055	904
log $\eta$ at TL (dPa · s)	4.9	5.1	5.1	5.7	4.9	5.7	5	3.9	5	5.6
E (GPa)	N.A.	80	80	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	78	78
CS <sub>K</sub> (MPa)	1326	967	1165	1083	1449	1170	1149	1460	1228	932
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	18	18	17	17	16	14	12	10	14	14
CS <sub>Na</sub> (MPa)	299	278	305	236	304	224	262	309	321	298
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	136	116	119	119	137	98	104	104	104	93

【0083】 [表 3]

(mol%)	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30
SiO <sub>2</sub>	60.07	60.07	61.07	61.07	61.07	61.07	59.07	59.07	59.07	59.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	15.81	18.81	17.81	16.81	16.81	17.81	16.81	18.81	18.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Li <sub>2</sub> O	8.34	8.34	7.34	7.34	8.34	7.34	7.34	8.34	8.34	7.34
Na <sub>2</sub> O	10.10	12.10	9.10	10.10	10.10	11.10	12.10	12.10	10.10	11.10
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.087	0.205	0.083	0.136	0.091	0.195	0.235	0.195	0.083	0.177
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.445	0.564	0.406	0.462	0.462	0.523	0.542	0.542	0.428	0.483
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-26.62	-23.62	-25.12	-23.62	-22.62	-22.12	-28.62	-27.62	-30.62	-30.12
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.442	2.455	2.438	2.438	2.440	2.443	2.452	2.456	2.450	2.450
$\alpha_{30-380^\circ\text{C}}$ ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ )	82	89	74	80	83	84	88	90	82	83
Ts (°C)	N.A.	756	882	862	827	821	819	777	850	856
10 <sup>2.5</sup> dPa · s (°C)	1496	1488	1530	1530	1508	1524	1509	1474	1493	1507
TL (°C)	1089	967	1060	1078	1091	1030	991	985	1051	1040
log $\eta$ at TL (dPa · s)	4.9	5.3	5.5	5.2	4.8	5.3	5.6	5.3	5.2	5.4
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	76	78	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1293	860	1438	1385	1218	1230	1264	1087	1439	1433
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	14	13	12	15	13	15	14	14	12	14
CS <sub>Na</sub> (MPa)	302	259	297	312	324	271	282	292	309	280
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	107	100	111	119	108	111	106	92	112	118

【0084】 [表 4]

(mol%)	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37
SiO <sub>2</sub>	59.07	61.07	61.07	61.07	63.58	61.07	61.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	15.81	15.81	17.81	16.55	17.81	19.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00
Li <sub>2</sub> O	9.34	7.34	8.34	8.34	8.19	4.34	8.34
Na <sub>2</sub> O	10.10	12.10	11.10	9.10	8.09	13.10	7.10
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
ZnO	1.16	1.16	1.16	1.16	0.00	1.16	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	0.47	0.47	0.47	2.70	0.47	2.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.037	0.260	0.151	0.037	-0.056	0.432	-0.056
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.428	0.589	0.523	0.406	0.164	0.660	0.164
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-29.62	-20.62	-21.12	-24.12	-11.87	-22.12	-22.72
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.450	2.449	2.448	2.435	2.404	2.442	2.437
$\alpha_{30-380^\circ\text{C}}(\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$	84	87	86	78	79	83	68
Ts (°C)	N.A.	785	781	N.A.	N.A.	891	917
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^\circ\text{C})$	1480	1508	1487	1519	1593	1564	1541
TL (°C)	1068	938>	1034	1117	1145	938>	1343<
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	4.8	5.8<	4.9	4.9	5.14	7.0<	3.5>
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	77	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1225	1045	1026	1379	1021	1474	1376
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	12	15	13	14	26	21	11
CS <sub>Na</sub> (MPa)	340	255	280	330	310	163	324
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	112	105	105	115	131	132	116

【0085】 [表 5]

(mol%)	No.38	No.39	No.40	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48
SiO <sub>2</sub>	62.24	62.24	60.24	60.24	62.24	62.24	60.24	60.24	58.24	56.24	58.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	15.81	17.81	15.81	17.81	15.81	17.81	15.81	17.81	17.81	17.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00
Li <sub>2</sub> O	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34
Na <sub>2</sub> O	9.10	11.10	11.10	13.10	9.10	11.10	11.10	13.10	9.10	11.10	9.10
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	0.47	0.47	0.47	2.47	2.47	2.47	2.47	0.47	0.47	2.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.04	0.15	0.14	0.26	0.04	0.15	0.14	0.26	0.04	0.14	0.04
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.41	0.52	0.48	0.61	0.25	0.36	0.33	0.44	0.41	0.48	0.25
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-22.96	-19.96	-27.96	-24.96	-18.56	-15.56	-23.56	-20.56	-30.96	-35.96	-26.56
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4099	2.4257	2.4265	2.4415	2.4127	2.4219	2.4277	2.436	2.4418	2.4581	2.4416
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	80.3	86.9	86.9	91.8	80.8	88.6	88.7	94.8	96.9	103.9	99.8
Ts (°C)	877	775	827	738	917	N.A.	877	N.A.	773	N.A.	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	1538	1517	1516	1467	1580	1548	1546	1498	1492	1461	1537
TL (°C)	1152	1047	1030	914	1126	1029	1125	1066	1216	941	1120
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	4.66	4.87	5.33	5.55	5.19	5.62	4.87	4.90	3.74	5.25	4.78<
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	34.8<	N.A.	34.8<	N.A.	34.8	28.5	34.8<	34.8<	N.A.	N.A.	34.8<
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.8	N.A.	0.8	N.A.	0.9	0.8	0.9	0.7	N.A.	N.A.	0.9
E (GPa)	77.6	78.3	78.0	78.5	77.9	76.9	77.3	76.9	77.8	78.8	77.1
CS <sub>K</sub> (MPa)	1307	932	1124	751	1262	1016	1151	1018	810	N.A.	889
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	15.7	14.8	15.4	13.1	21.4	24.4	23.6	26.8	23.1	N.A.	36.1
CS <sub>Na</sub> (MPa)	279	221	272	212	258	197	324	165	202	N.A.	259
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	135.7	118.8	116.2	105.0	153.7	158.0	131.9	133.5	85.6	N.A.	95.1

【0086】 [表 6]

(mol%)	No.49	No.50	No.51	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58
SiO <sub>2</sub>	56.24	61.24	61.24	60.24	62.24	62.24	60.24	60.24	62.24	63.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	16.81	15.81	16.81	15.81	15.81	17.81	15.81	15.81	16.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Li <sub>2</sub> O	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	5.84	5.84	5.84	5.84	4.34
Na <sub>2</sub> O	11.10	11.10	12.10	12.10	11.10	11.10	11.10	13.10	11.10	14.10
K <sub>2</sub> O	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.47	2.47	2.47	2.47	1.97	2.47	2.47	2.47	1.97	0.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.14	0.14	0.21	0.19	0.15	0.29	0.26	0.40	0.29	0.56
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.33	0.34	0.40	0.38	0.40	0.40	0.36	0.49	0.44	0.64
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-31.56	-19.56	-18.06	-22.06	-16.66	-13.06	-21.06	-18.06	-14.16	-16.62
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4554	2.4234	2.4272	2.4309	2.4189	2.4262	2.4323	2.4401	2.4249	2.4604
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	107.4	88.4	92.1	92.1	87.6	96.7	95.2	102.5	95.3	90.5
Ts (°C)	N.A.	860	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	893	N.A.	N.A.	890
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	1494	1547	1528	1529	1537	1589	1593	1544	1576	1592
TL (°C)	1018	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.39	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	34.8<	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	33.3<
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.6
E (GPa)	77.4	76.8	76.6	76.6	76.6	74.1	75.2	74.6	74.5	76.8
CS <sub>K</sub> (MPa)	N.A.	915	894	1173	806	903	986	922	907	1166
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	N.A.	28.8	29.9	31.2	24.9	50.0	46.7	51.4	39.5	28.6
CS <sub>Na</sub> (MPa)	N.A.	255	194	227	237	121	162	99	148	153
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	N.A.	132.3	140.8	150.6	147.3	129.5	131.3	92.7	103.9	124.0

【0087】 [表 7]

(mol%)	No.59	No.60	No.61	No.62	No.63	No.64	No.65	No.66	No.67	No.68
SiO <sub>2</sub>	63.07	66.40	66.40	63.07	63.07	63.07	63.07	63.07	63.07	63.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.81	8.51	8.51	16.81	16.81	16.81	16.81	17.21	15.71	15.71
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60
Li <sub>2</sub> O	4.34	4.21	4.21	4.34	4.34	4.34	4.34	4.34	4.34	4.34
Na <sub>2</sub> O	13.10	8.55	8.55	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10
K <sub>2</sub> O	1.00	3.73	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
MgO	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	1.16	6.02	4.02	1.16	1.16	1.16	2.16	1.16	1.16	1.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	0.81	2.81	0.47	1.47	0.47	0.47	0.47	1.97	0.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	1.74	1.74	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.51	0.47	0.38	0.51	0.48	0.51	0.51	0.48	0.48	0.52
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.60	0.61	0.45	0.60	0.55	0.60	0.60	0.61	0.58	0.66
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-16.12	16.89	19.29	-15.12	-13.92	-15.12	-15.12	-16.92	-10.62	-13.92
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4613	2.5352	2.4784	2.46	2.4464	2.4583	2.4715	2.4483	2.4369	2.4577
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	93.3	90.6	90.4	86.1	85.8	86	85.2	85.9	85.8	94.4
Ts (°C)	902	918	N.A.	903	918	903	899	904	873	828
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	1488	1603	1531	1591	1613	1597	1596	1598	1599	1582
TL (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	33.3<	0	N.A.	33.3<	33.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.6	0.6	N.A.	0.1	0.7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	76.9	75.1	72.6	77.5	75.4	76.4	77.1	76.0	73.8	76.0
CS <sub>K</sub> (MPa)	1138	757	660	1262	1202	1265	1290	1264	1033	964
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	32.9	33.8	46.0	21.8	28.2	24.6	22.2	25.4	27.8	26.1
CS <sub>Na</sub> (MPa)	151	74	35	116	127	167	170	175	147	153
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	143.6	57.1	64.8	127.9	143.6	122.8	127.7	133.1	141.1	88.2

【0088】 [表 8]

(mol%)	No.69	No.70	No.71	No.72	No.73	No.74	No.75	No.76	No.77	No.78
SiO <sub>2</sub>	63.07	63.07	63.22	63.94	66.40	64.76	65.76	64.76	65.76	64.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.21	17.81	17.00	12.71	10.25	16.25	16.25	16.25	16.25	17.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60	0.00	0.40	0.40	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
Li <sub>2</sub> O	4.34	4.34	4.34	8.34	4.21	5.20	5.20	5.70	5.70	6.34
Na <sub>2</sub> O	13.10	13.10	13.10	11.10	8.55	11.00	11.00	10.50	10.50	11.10
K <sub>2</sub> O	1.50	0.00	1.50	0.50	4.23	1.25	1.25	1.25	1.25	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
ZnO	1.16	1.16	0.00	0.00	5.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.97	0.47	0.40	2.47	0.81	0.40	0.40	0.40	0.40	0.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.52	0.48	0.49	0.18	0.39	0.35	0.35	0.29	0.29	0.26
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.63	0.57	0.61	0.43	0.53	0.50	0.50	0.46	0.46	0.44
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-7.62	-18.12	-17.53	-5.46	11.17	-11.76	-10.76	-12.01	-11.01	-17.96
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4417	2.454	2.438	2.4142	2.5106	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.4243
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	93.8	84.8	93.3	88.7	92.8	87.8	88.7	87.7	87.9	84.8
Ts (°C)	N.A.	937	865	N.A.	N.A.	883	899	877	893	949
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	1567	1613	1611	1486	1527	1609	1639	1605	1634	1617
TL (°C)	N.A.	N.A.	943	N.A.	N.A.	961	965	1016	1005	1087
$\log_{\eta\text{at TL}}(\text{dPa} \cdot \text{s})$	N.A.	N.A.	6.69	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	2.4	N.A.	33.3<	0.1	0	43.2	48.0	34.1	31.4	31.9
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.2	N.A.	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	N.A.
E (GPa)	73.3	77.0	75.8	75.7	74.1	76.8	76.0	77.2	76.2	77.6
CS <sub>K</sub> (MPa)	1041	N.A.	1026	930	792	1073	1020	1058	1024	1315
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	40.8	N.A.	32.0	26.6	40.6	30.5	32.1	26.1	30.3	26.9
CS <sub>Na</sub> (MPa)	157	N.A.	152	119	82	229	213	235	236	281
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	70.3	N.A.	121.9	118.2	69.2	108.0	117.5	115.9	115.1	134.0

【0089】 [表 9]

(mol%)	No.79	No.80	No.81	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88
SiO <sub>2</sub>	64.61	64.61	62.99	63.58	63.58	63.58	62.58	66.26	66.26	66.26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.81	18.81	17.81	16.55	16.55	15.55	17.55	16.25	16.25	16.25
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	6.34	7.34	8.90	9.19	7.19	8.69	8.19	5.20	5.70	4.70
Na <sub>2</sub> O	9.85	7.85	8.90	7.09	9.09	8.59	8.09	10.50	10.00	11.00
K <sub>2</sub> O	1.25	1.25	1.25	0.52	0.52	0.52	0.52	1.25	1.25	1.25
MgO	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	2.70	2.70	2.70	2.70	0.40	0.40	0.40
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.20	0.03	0.00	-0.11	0.10	-0.01	0.00	0.32	0.26	0.38
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.41	0.30	0.34	0.17	0.27	0.24	0.21	0.48	0.44	0.51
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-17.63	-19.63	-22.95	-12.37	-11.37	-10.62	-15.87	-9.51	-9.76	-9.26
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4246	2.4243	N.A.	2.4019	2.4072	2.4076	2.4091	2.4161	2.4135	2.4133
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	86.6	77.5	88.4	79	82	84	79.7	87.4	86.4	87.9
Ts (°C)	936	954	N.A.	N.A.	915	N.A.	915	917	913	923
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	1616	1602	1556	1589	1610	1575	N.A.	1644	1648	1658
TL (°C)	1080	1270<	N.A.	1180	1092	1107	1136	990	1034	939
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.91	N.A.	N.A.	N.A.	5.60	N.A.	N.A.	N.A.	6.24	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	34.4	34.9	>100	4.1	4.3	2.2	16.6	12.0	8.4	16.7
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.6	1.4	0.0	0.8	0.7	0.7	0.9	0.6	0.6	0.6
E (GPa)	78.3	79.8	N.A.	77.3	75.8	76.6	77.1	75.9	75.9	74.9
CS <sub>K</sub> (MPa)	1273	1319	1071	1059	1074	967	1138	1045	1039	1075
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	31.1	22.6	17.3	23.4	30.1	24.9	25.0	38.8	37.0	39.2
CS <sub>Na</sub> (MPa)	294	352	401	388	280	288	339	240	260	234
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	116.0	108.4	87.0	113.8	122.3	120.5	111.5	121.2	129.4	114.9

【0090】 [表 10]

(mol%)	No.89	No.90	No.91	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98
SiO <sub>2</sub>	65.76	63.36	64.36	63.36	63.36	63.50	63.50	63.50	63.50	62.89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.25	17.81	17.81	17.81	17.81	15.56	17.56	15.56	14.56	17.81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	4.70	8.34	8.34	8.84	8.34	8.10	6.10	6.10	6.10	8.34
Na <sub>2</sub> O	11.50	9.10	8.10	8.60	8.60	8.00	8.00	10.00	11.00	9.10
K <sub>2</sub> O	1.25	1.25	1.25	1.25	1.75	2.15	2.15	2.15	2.15	1.25
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	2.55	2.55	2.55	2.55	0.47
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.41	0.04	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.09	0.21	0.28	0.04
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.53	0.35	0.31	0.33	0.33	0.23	0.23	0.35	0.41	0.33
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-10.51	-21.75	-19.25	-22.00	-21.50	-10.57	-12.57	-9.57	-8.07	-21.65
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4178	2.4307	2.4217	2.4292	2.4309	2.4088	2.4039	2.414	2.4181	2.4268
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	89.5	86.3	84.12	86.9	87.9	87.9	82.6	91.4	93.7	87.9
Ts (°C)	902	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	938	860	880	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	1656	1572	1595	1570	1578	1579	1630	1606	1574	1569
TL (°C)	916	1092	1137	1113	1084	1020	1036	1014>	1014>	1110
log <sub>nat</sub> TL (dPa · s)	N.A.	N.A.	5.20	N.A.	N.A.	N.A.	6.41	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	78.6<	76.4<	74.7<	78.2<	78.3<	4.8	16.2	8.0	1.2	67.5
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.8	0.9	0.8	0.6	0.5
E (GPa)	75.1	79.7	79.5	79.9	79.4	75.5	74.9	74.3	74.1	78.7
CS <sub>K</sub> (MPa)	1021	1033	1142	1020	1023	843	1046	895	N.A.	1055
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	37.5	25.3	27.3	24.7	27.4	40.7	44.4	46.9	N.A.	29.0
CS <sub>Na</sub> (MPa)	235	354	401	383	360	287	282	218	N.A.	354
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	113.2	119.5	113.8	100.6	104.9	113.8	113.0	108.3	N.A.	108.5

【0091】 [表 11]

(mol%)	No.99	No.100	No.101	No.102	No.103	No.104	No.105	No.106	No.107	No.108
SiO <sub>2</sub>	62.89	62.89	62.89	62.96	63.36	62.96	62.96	65.65	64.10	64.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.81	17.81	16.81	18.81	18.81	18.81	18.10	17.56	18.10	18.10
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	7.34	7.34	8.34	7.34	7.34	7.34	8.72	6.10	6.33	6.33
Na <sub>2</sub> O	9.10	10.10	10.10	8.60	8.60	8.60	7.93	8.00	8.24	8.24
K <sub>2</sub> O	1.25	1.25	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	2.15	1.69	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.47	0.47	0.47	0.40	0.00	1.40	1.40	0.40	1.40	3.05
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.09	0.15	0.10	0.07	0.07	0.06	-0.04	0.11	0.10	0.09
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.33	0.39	0.39	0.32	0.33	0.28	0.25	0.33	0.28	0.22
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-22.65	-21.15	-20.15	-21.42	-21.50	-20.22	-19.84	-13.00	-15.33	-11.70
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.426	2.4299	2.4338	2.4301	2.4328	2.4165	2.4134	2.4171	2.4144	2.3956
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	82.6	91.4	93.7	78.1	79	79	81.4	81.9	80.2	71.2
Ts (°C)	930	887	↑	921	927	937	915	974	963	966
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	1584	1584	1556	1571	1573	1594	1574	1653	1636	1635
TL (°C)	1086	1059	1032	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1173	1204	1261
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.71	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.40	5.00	4.60
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	77.1	76.6	61.0	55.7	51.8	38.4	36.0	35.9	33.8	3.9
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	0.7	0.5	0.5	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	0.9	1.2
E (GPa)	78.8	78.3	79.1	79.7	80.6	78.2	78.4	78.0	77.1	75.6
CS <sub>K</sub> (MPa)	1176	1056	894	1301	1345	1227	1160	1195	1171	1128
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	29.4	29.6	25.3	18.7	18.1	21.3	21.8	31.5	32.7	21.8
CS <sub>Na</sub> (MPa)	313	295	330	345	362	324	351	290	303	276
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	121.7	124.0	102.4	108.4	97.4	108.6	123.7	108.7	104.6	132.6

【0092】 [表 12]

(mol%)	No.109	No.110	No.111	No.112	No.113	No.114	No.115	No.116	No.117	No.118
SiO <sub>2</sub>	62.60	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.10	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	6.33	6.00	7.00	8.00	6.00	7.00	8.00	6.00	7.00	8.00
Na <sub>2</sub> O	8.94	6.00	5.00	4.00	7.00	6.00	5.00	8.00	7.00	6.00
K <sub>2</sub> O	0.84	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
MgO	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.05	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.12	0.00	-0.09	-0.18	0.05	-0.05	-0.14	0.10	0.00	-0.10
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.25	0.09	0.04	0.00	0.17	0.12	0.08	0.25	0.20	0.15
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-15.05	-8.06	-8.56	-9.06	-10.76	-11.26	-11.76	-13.46	-13.96	-14.46
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.4049	2.3812	2.3791	2.377	2.3945	2.3926	2.3908	2.4074	2.4049	2.4024
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	78.7	61.7	60.2	59.5	66.8	65.2	64	71.9	70.2	69
Ts (°C)	947	981	972	966	976	968	961	974	965	957
10 <sup>2.5</sup> dPa · s (°C)	1642	1644	1632	1618	1636	1623	1612	1630	1618	1609
TL (°C)	1086	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
log $\eta$ at TL (dPa · s)	5.93	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	14.1	1.6	1.9	1.5	3.0	2.5	2.3	5.2	4.3	4.1
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	1.1	N.A.	1.4	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.9	1.3
E (GPa)	75.3	75.8	76.6	77.1	76.6	77.4	78.1	77.3	78.0	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1106	963	962	963	1047	1049	1055	1149	1141	1129
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	28.9	20.5	21.1	18.6	24.2	21.9	18.6	24.6	22.0	20.4
CS <sub>Na</sub> (MPa)	262	202	287	286	223	276	286	234	276	N.A.
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	122.6	134.4	119.2	125.3	132.8	124.9	123.6	128.1	123.7	N.A.

【0093】 [表 13]

(mol%)	No.119	No.120	No.121	No.122	No.123	No.124	No.125	No.126	No.127	No.128
SiO <sub>2</sub>	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	64.50	61.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	15.40
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	6.38	7.38	8.38	6.38	7.38	8.38	6.38	7.38	8.38	7.80
Na <sub>2</sub> O	6.38	5.38	4.38	7.38	6.38	5.38	8.38	7.38	6.38	7.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
MgO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.36
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.50
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.00	-0.09	-0.18	0.05	-0.05	-0.14	0.10	0.00	-0.10	-0.04
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.10	0.06	0.02	0.18	0.13	0.09	0.26	0.21	0.17	0.16
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-8.63	-9.13	-9.63	-11.33	-11.83	-12.33	-14.03	-14.53	-15.03	-9.40
$\rho(\text{g/cm}^3)$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.4176
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	86.5
Ts (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	883
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1560
TL (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1034
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.56
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.6
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	76.1
CS <sub>K</sub> (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	919
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	35.8
CS <sub>Na</sub> (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	228
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	108.5

【0094】 [表 14]

(mol%)	No.129	No.130	No.131	No.132	No.133	No.134	No.135	No.136	No.137	No.138
SiO <sub>2</sub>	61.00	60.20	59.80	59.80	60.50	61.00	60.50	61.00	60.50	58.46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.00	15.40	16.50	15.40	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.15
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	8.00	8.00	7.80	7.80	8.00	9.00	9.00	7.00	7.00	9.25
Na <sub>2</sub> O	7.80	7.80	7.00	7.00	7.80	6.80	6.80	8.80	8.80	6.75
K <sub>2</sub> O	1.50	1.50	2.50	2.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.75
MgO	2.06	2.46	3.46	2.36	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	4.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.50	4.50	2.80	4.00	5.00	4.50	5.00	4.50	5.00	4.50
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	-0.01	-0.11	-0.11	0.09	0.09	-0.12
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.15	0.15	0.18	0.13	0.13	0.10	0.08	0.20	0.18	0.09
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-7.90	-9.90	-15.04	-10.30	-7.80	-8.40	-8.30	-7.40	-7.30	-14.07
$\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.4098	2.4145	2.435	2.417	2.4083	2.4076	2.4049	2.4126	2.4109	2.4254
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	86.2	86.5	86.3	87.4	86.4	84.6	84.9	88.1	88.5	80.6
Ts (°C)	875	873	N.A.	879	872	870	864	881	876	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	1554	1545	1524	1553	1554	1546	1543	1566	1565	1492
TL (°C)	1022	N.A.	1040	N.A.	1012	1080	1069	992	989	1117
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.47	N.A.	5.53	N.A.	5.46	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.46
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	2.2	4.7	38.8	5.8	2.3	1.8	2.1	2.2	2.4	8.9
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	1.2	1.1	1.0	1.3	1.3	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3
E (GPa)	75.3	N.A.	78.6	N.A.	76.7	76.0	75.4	74.5	74.1	78.3
CS <sub>K</sub> (MPa)	878	920	1015	916	873	912	886	923	897	1006
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	36.5	36.1	29.9	38.0	34.6	29.5	31.8	36.2	36.7	22.0
CS <sub>Na</sub> (MPa)	223	N.A.	257	N.A.	173	283	291	228	228	338
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	123.2	N.A.	95.5	N.A.	123.5	122.0	119.1	117.8	111.7	116.3

【0095】 [表 15]

(mol%)	No.139	No.140	No.141	No.142	No.143	No.144	No.145	No.146	No.147	No.148
SiO <sub>2</sub>	61.26	68.20	68.20	61.30	60.40	68.20	70.20	61.40	60.30	60.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.40	9.50	9.50	15.40	16.15	9.50	9.50	18.50	18.80	18.94
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	8.64	9.00	8.00	7.80	9.25	9.00	9.00	6.80	7.20	7.50
Na <sub>2</sub> O	6.46	8.16	8.16	7.00	6.75	6.16	6.16	8.40	8.10	7.85
K <sub>2</sub> O	2.50	3.00	3.00	2.50	0.75	3.00	3.00	0.30	0.45	0.30
MgO	2.40	2.00	3.00	2.36	2.06	4.00	2.00	0.50	0.50	0.50
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.20	0.00	0.00	3.50	4.50	0.00	0.00	3.96	4.30	4.50
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.16	0.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10	0.10
(Na-Li)/(Al+B+P)	-0.12	-0.09	0.02	-0.04	-0.12	-0.30	-0.30	0.07	0.04	0.01
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.14	0.45	0.47	0.16	0.09	0.34	0.34	0.18	0.15	0.13
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-10.67	6.36	8.36	-9.40	-12.13	9.36	11.36	-15.95	-18.04	-17.86
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.4200	2.4279	2.4264	2.4181	2.4088	2.4239	2.4100	2.4022	2.4068	N.A.
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	87.4	94.3	95.9	87.5	79.5	88.8	86.7	74.9	74.8	N.A.
Ts (°C)	N.A.	701	685	884	N.A.	713	713	931	926	N.A.
$10^{2.5}dPa \cdot s (^{\circ}\text{C})$	1537	1427	1435	1556	1534	1445	1479	1596	1579	N.A.
TL (°C)	1055	879	884	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1080	1140	N.A.
log <sub>nat</sub> TL (dPa · s)	5.28	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.82	5.3	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	3.9	0.0	0.0	3.8	5.4	0.0	0.0	13.5	20.7	N.A.
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	1.0	0.6	0.6	0.9	1.1	0.5	0.6	1.2	1.1	N.A.
E (GPa)	77.3	77.6	77.4	76.2	76.9	78.8	77.6	N.A.	75.9	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	934	506	473	943	957	561	508	1067	1072	N.A.
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	36.5	17.3	19.8	38.3	25.9	14.7	19.0	25.0	25.2	N.A.
CS <sub>Na</sub> (MPa)	312	136	175	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	291	260	N.A.
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	101.3	78.7	62.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	132.5	125.8	N.A.

【0096】 [表 16]

(mol%)	No.149	No.150	No.151	No.152	No.153	No.154	No.155	No.156	No.157	No.158
SiO <sub>2</sub>	61.02	60.55	60.73	60.43	66.16	64.12	62.82	62.35	61.84	61.42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.57	18.51	18.51	18.76	11.85	14.09	15.44	15.95	16.51	16.87
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	0.11	0.11	0.10	0.36	0.31	0.33	0.31	0.21	0.26
Li <sub>2</sub> O	7.13	6.91	6.82	7.22	0.52	2.61	3.81	4.24	4.81	5.23
Na <sub>2</sub> O	8.21	8.38	8.48	8.08	14.66	12.79	11.74	11.34	10.87	10.52
K <sub>2</sub> O	0.35	0.49	0.49	0.44	1.29	1.03	0.87	0.81	0.74	0.70
MgO	0.72	0.67	0.67	0.52	4.64	3.40	2.62	2.35	2.06	1.85
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.28	4.13	3.94	4.31	0.23	1.43	2.16	2.45	2.77	2.97
SnO <sub>2</sub>	0.16	0.16	0.16	0.05	0.15	0.12	0.09	0.09	0.08	0.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.05	0.06	0.07	0.04	1.14	0.64	0.44	0.38	0.31	0.26
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.16	0.17	0.18	0.15	1.20	0.70	0.51	0.46	0.39	0.35
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-16.59	-17.02	-17.02	-17.78	6.19	-2.16	-7.33	-9.16	-11.24	-12.82
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.4068	N.A.	2.4092	N.A.	2.4483	2.439	2.4326	2.429	2.4257	2.4231
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	73.5	N.A.	75.7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (°C)	923	N.A.	927	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	1293	N.A.	1587	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
TL (°C)	1125	N.A.	1125	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.3	N.A.	5.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	19.1	N.A.	20.7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	1.3	N.A.	1.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	76	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1064	N.A.	1086	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1164	1151	1138
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	26.6	N.A.	23.5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	31.6	29	26.1
CS <sub>Na</sub> (MPa)	271	N.A.	246	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	168	198	214
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	132.0	N.A.	132.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	92.8	89.6	90.4

【0097】 [表 17]

(mol%)	No.159	No.160	No.161	No.162	No.163	No.164	No.165	No.166	No.167	No.168
SiO <sub>2</sub>	61.13	60.80	60.45	60.27	60.09	59.88	59.76	59.64	59.64	59.63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.24	17.62	17.85	18.12	18.35	18.55	18.73	18.81	18.91	18.99
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.24	0.22	0.27	0.26	0.20	0.23	0.22	0.17	0.20	0.16
Li <sub>2</sub> O	5.55	5.91	6.31	6.51	6.74	7.02	7.17	7.41	7.41	7.49
Na <sub>2</sub> O	10.19	9.85	9.57	9.34	9.13	8.91	8.74	8.64	8.53	8.45
K <sub>2</sub> O	0.66	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49	0.48	0.47	0.47
MgO	1.65	1.44	1.29	1.16	1.04	0.90	0.79	0.71	0.65	0.58
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.17	3.37	3.50	3.64	3.76	3.86	3.95	4.00	4.05	4.10
SnO <sub>2</sub>	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.23	0.19	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.05	0.04
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.32	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-14.08	-15.46	-16.74	-17.57	-18.34	-19.28	-19.86	-20.40	-20.51	-20.70
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4203	2.4179	2.4164	2.4147	2.4132	2.4117	2.4105	2.4097	2.4085	2.4081
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (°C)	N.A.	895	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	N.A.	1587	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
TL (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1133	1126	1122	1122	1112	1114	1114	1117.442	1100	1103
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	24.8	24.1	23.4	22.8	22.3	22.4	22.3	21.4265	22.2	21.7
CS <sub>Na</sub> (MPa)	216	218	235	236	253	259	260	249	268	273
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	96.7	102.8	95	96.5	97.5	101.5	98.4	107	99.7	100.7

【0098】 [表 18]

(mol%)	No.169	No.170	No.171	No.172	No.173	No.174	No.175	No.176	No.177	No.178
SiO <sub>2</sub>	59.52	59.57	59.69	59.77	59.89	59.97	59.86	59.91	59.97	60.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.00	18.99	18.99	18.94	18.94	18.97	18.97	18.98	18.93	18.91
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.19	0.21	0.23	0.20	0.12	0.10	0.13	0.18	0.19	0.18
Li <sub>2</sub> O	7.65	7.65	7.54	7.57	7.55	7.51	7.66	7.57	7.53	7.42
Na <sub>2</sub> O	8.38	8.34	8.30	8.27	8.27	8.24	8.22	8.21	8.22	8.20
K <sub>2</sub> O	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
MgO	0.53	0.48	0.45	0.43	0.40	0.37	0.33	0.31	0.34	0.32
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.12	4.15	4.18	4.20	4.22	4.24	4.24	4.23	4.22	4.24
SnO <sub>2</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-21.06	-20.91	-20.50	-20.23	-19.96	-19.80	-20.17	-20.04	-19.78	-19.28
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4076	2.4065	2.4055	2.4048	2.4038	2.4034	2.4029	2.4027	2.4029	2.4016
$\alpha_{30-380c}(\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (°C)	N.A.	902	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	907	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^{\circ}\text{C})$	N.A.	1577	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1577	N.A.
TL (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	N.A.	29.6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	21.6	N.A.
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	N.A.	1.6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.6	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1103	1102	1108	1108	1108	1112	1104	1109	1108	N.A.
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	21.3	21.3	22	23.4	23.6	23.7	23.5	23.3	24.4	N.A.
CS <sub>Na</sub> (MPa)	274	264	276	258	251	262	271	269	264	N.A.
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	94.9	100.5	106.5	106.7	91.2	101.7	98.4	106.3	99.6	N.A.

【0099】 [表 19]

(mol%)	No.179	No.180	No.181	No.182	No.183	No.184	No.185	No.186	No.187	No.188
SiO <sub>2</sub>	60.16	60.18	60.28	60.15	60.20	60.14	60.38	60.38	60.38	60.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.92	18.91	18.95	18.93	18.95	18.95	18.57	18.57	18.57	18.67
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.19	0.22	0.20	0.22	0.17	0.18	0.10	0.10	0.10	0.10
Li <sub>2</sub> O	7.38	7.37	7.22	7.40	7.39	7.45	7.13	7.63	7.13	7.13
Na <sub>2</sub> O	8.18	8.18	8.20	8.17	8.17	8.17	8.21	8.21	8.21	8.21
K <sub>2</sub> O	0.45	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.35	0.35	0.85	0.35
MgO	0.29	0.27	0.26	0.23	0.22	0.20	0.72	0.72	0.72	0.72
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.27	4.27	4.28	4.29	4.30	4.30	4.28	3.78	3.78	4.28
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.16	0.16	0.16	0.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.16
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-19.14	-19.09	-18.83	-19.22	-19.12	-19.32	-17.22	-18.82	-18.32	-17.62
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.4017	2.4015	2.4011	N.A.	N.A.	2.4005	2.4068	2.4114	2.4128	2.4076
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	73.5	75.7	76.8	75.1
Ts (°C)	N.A.	N.A.	908	N.A.	N.A.	N.A.	923	919	919	920
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	N.A.	N.A.	1575	N.A.	N.A.	N.A.	1580	1566	1574	1573
TL (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1125	1113	1167	1136
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.3	5.3	4.9	5.2
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	N.A.	N.A.	19.9	N.A.	N.A.	N.A.	19.1	30.4	33.5	20.6
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	N.A.	N.A.	1.5	N.A.	N.A.	N.A.	1.3	1.3	1.3	1.4
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	N.A.	1101	1094	1100	1093	1096	1064	1086	1067	1055
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	N.A.	24.8	24.5	23.6	24.3	23.7	27	23	28	25
CS <sub>Na</sub> (MPa)	N.A.	272	269	249	246	244	271	294	263	253
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	N.A.	110.8	103.2	111.7	103.1	105	132	127	131	129

【0100】 [表 20]

(mol%)	No.189	No.190	No.191	No.192	No.193	No.194	No.195	No.196	No.197	No.198
SiO <sub>2</sub>	60.28	60.28	59.88	59.88	59.78	59.78	60.33	60.36	60.38	63.42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.67	18.67	18.57	18.57	18.67	18.67	18.80	18.80	18.80	15.12
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.28
Li <sub>2</sub> O	7.63	7.13	7.63	7.13	7.63	7.13	7.20	7.20	7.20	3.61
Na <sub>2</sub> O	8.21	8.21	8.21	8.21	8.21	8.21	8.10	8.10	8.10	11.63
K <sub>2</sub> O	0.35	0.85	0.35	0.85	0.35	0.85	0.45	0.45	0.45	0.91
MgO	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.50	0.50	0.50	2.66
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.78	3.78	4.28	4.28	4.28	4.28	4.30	4.30	4.30	2.15
SnO <sub>2</sub>	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12	0.09	0.07	0.11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.46
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.17	0.18	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.52
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-19.22	-18.72	-18.72	-18.22	-19.12	-18.62	-18.01	-17.98	-17.96	-5.23
$\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.4124	2.4133	2.4095	2.41	2.4096	2.4107	2.4052	2.4046	2.4036	2.4299
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	75.1	77.5	76.1	77.7	76.2	76.4	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (°C)	915	919	910	913	910	914	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	1564	1574	1567	1575	1565	1574	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
TL (°C)	1166	1166	1160	1155	1155	1146	1167	1149	1108	1063
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	4.8	4.9	4.9	5.0	4.9	5.0	4.9	5.1	5.5	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	34.5	38.1	28.4	31	30.2	31.5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1088	1071	1062	1038	1054	1044	N.A.	1112	N.A.	N.A.
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	23	24	24	27	23	27	N.A.	23.3	N.A.	N.A.
CS <sub>Na</sub> (MPa)	265	260	265	257	297	268	N.A.	256	N.A.	N.A.
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	140	131	134	130	129	129	N.A.	106.6	N.A.	N.A.

【0101】 [表 21]

(mol%)	No.199	No.200	No.201	No.202	No.203	No.204	No.205	No.206	No.207	No.208
SiO <sub>2</sub>	60.41	60.37	60.37	65.32	65.60	65.89	66.17	59.40	59.40	59.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.80	18.80	18.80	12.83	12.48	12.13	11.79	18.80	18.80	18.80
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.10	0.10	0.40	0.41	0.43	0.45	0.20	0.20	0.20
Li <sub>2</sub> O	7.20	7.20	7.20	1.38	1.04	0.70	0.36	7.20	7.20	8.11
Na <sub>2</sub> O	8.10	8.10	8.10	13.83	14.17	14.50	14.83	9.01	9.01	8.10
K <sub>2</sub> O	0.45	0.45	0.45	1.20	1.24	1.29	1.33	0.45	0.45	0.45
MgO	0.50	0.50	0.50	4.01	4.22	4.42	4.62	0.50	0.02	0.50
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.30	4.30	4.30	0.81	0.61	0.40	0.20	4.30	4.78	4.30
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.08	0.08	0.13	0.14	0.14	0.15	0.04	0.04	0.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.002	0.002	0.002	0.002	0.010	0.010	0.010
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.002	0.002	0.002	0.002	0.010	0.010	0.010
Cl	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.04	0.04	0.04	0.89	0.97	1.06	1.16	0.08	0.08	0.00
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.15	0.15	0.15	0.94	1.03	1.13	1.24	0.19	0.17	0.15
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-17.93	-17.97	-17.97	2.71	3.92	5.12	6.31	-20.41	-19.83	-20.86
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.403	2.4033	2.4031	2.4443	2.444	2.4452	2.4459	2.4084	2.4014	2.4065
$\alpha_{30-380\text{c}}(\times 10^{-7}/\text{C})$	74.8	74.2	N.A.	89.4	90.5	90	90.4	78.8	79.4	77.2
Ts (°C)	926	924	N.A.	871	870	867	867	909	912	901.5
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (\text{C})$	1569	1579	N.A.	1608	1605	1600	1597	1563	1572	1555
TL (°C)	1108	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1094	1078	1117
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.4	5.7	5.2
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	38.4	32.8	37.6
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.2	1.4	1.3
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	75.2	74.4	76.0
CS <sub>K</sub> (MPa)	1130	1109	1107	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1123	1059	1098
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	24.0	23.1	22.7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	27.5	30.8	25.7
CS <sub>Na</sub> (MPa)	245	238	244	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	275	260	286
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	110.0	111.3	109.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	123.4	128.9	124.1

【0102】 [表 22]

(mol%)	No.209	No.210	No.211	No.212	No.213	No.214	No.215
SiO <sub>2</sub>	59.40	59.61	59.41	59.61	59.61	59.41	59.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.80	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.56
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.50	0.20	0.20
Li <sub>2</sub> O	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11
Na <sub>2</sub> O	8.10	8.10	8.30	8.10	8.10	8.30	8.35
K <sub>2</sub> O	0.45	0.45	0.45	0.15	0.15	0.15	0.45
MgO	0.02	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.78	4.30	4.30	4.60	4.30	4.30	4.78
SnO <sub>2</sub>	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
TiO <sub>2</sub>	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Cl	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
(Na-Li)/(Al+B+P)	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
(B+Na-P)/(Al+Li)	0.13	0.15	0.16	0.14	0.16	0.16	0.14
Si+1.2P-3Al-2Li-1.5Na-K-B	-20.28	-20.05	-20.55	-19.39	-20.05	-20.25	-19.94
$\rho(\text{g/cm}^3)$	2.3997	2.4043	2.4059	2.4018	2.4014	2.4111	2.399
$\alpha_{30-380^\circ\text{C}}(\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$	77.5	76.7	78.1	75.6	74.9	76.5	78.6
Ts (°C)	908	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s} (^\circ\text{C})$	1562	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
TL (°C)	1120	N.A.	N.A.	1090	1092	1130	1098
$\log_{\text{nat}} \text{TL} (\text{dPa} \cdot \text{s})$	5.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
耐酸性(HCl 5wt% 80°C 24h)	29.3	31	35.8	23.6	27.2	35.2	25.5
耐鹼性(NaOH 5wt% 80°C 6h)	1.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	75.0	75.4	75	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>K</sub> (MPa)	1044	1108	1109	1087	1104	1120	1044
DOL_ZERO <sub>K</sub> (μm)	29.3	26.8	26.7	25.3	24.2	23.8	29.9
CS <sub>Na</sub> (MPa)	291	290	281	296	286	299	226
DOL_ZERO <sub>Na</sub> (μm)	130.1	124.3	132.9	134.3	126.1	120.9	153

【0103】 如下般製作表中的各試樣。首先，以成為表中的玻璃組成的方式調配玻璃原料，使用鉑罐（pot）以 1600°C 進行 21 小時熔融。繼而，將所獲得的熔融玻璃流出至碳板之上，成形為平板形狀後，在自緩冷點起至應變點之間的溫度域中以 3°C/分進行冷卻，獲得玻璃板（強化用玻璃板）。針對所獲得的玻璃板，以使板厚成為 1.5 mm 的方式，對表面進行光學研磨後，評價各種特性。

【0104】 密度（ $\rho$ ）為利用眾所周知的阿基米德法進行測定而得的值。

【0105】 30°C ~ 380°C 的熱膨脹係數（ $\alpha_{30^\circ\text{C} \sim 380^\circ\text{C}}$ ）是使用膨脹計對平均熱膨脹係數進行測定而得的值。

【0106】 高溫黏度  $10^{2.5}$  dPa·s 時的溫度（ $10^{2.5}$  dPa·s）是利用鉑球提拉法進行測定而得的值。

【0107】 軟化點（Ts）是基於 ASTM C338 的方法進行測定而得的值。

【0108】 液相溫度（TL）設為如下溫度：將通過標準篩 30 目（500  $\mu\text{m}$ ）而殘留於 50 目（300  $\mu\text{m}$ ）的玻璃粉末裝入鉑舟，在溫度梯度爐中保持 24 小時後，將鉑舟取出，藉由顯微鏡觀察，在玻璃內部確認到失透（失透物）的最高溫度。液相黏度（ $\log\eta$  at TL）是利用鉑球提拉法對液相溫度下的黏度進行測定而得的值，並且是取對數並用  $\log\eta$  來表示。

【0109】 楊氏模量（E）是利用依據 JIS R1602-1995「精細陶瓷的彈性係數試驗方法」的方法算出。

【0110】耐酸性試驗是使用被雙面鏡面研磨加工成 50 mm×10 mm×1.0 mm 的尺寸的玻璃試樣作為測定試樣，在中性清潔劑及純水中充分地清洗後，在加溫至 80°C 的 5 質量% HCl 水溶液中浸漬 24 小時，並且算出浸漬前後的每單位表面積中的質量損失 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )，藉此進行評價。

【0111】耐鹼性試驗是使用被雙面鏡面研磨加工成 50 mm×10 mm×1.0 mm 的尺寸的玻璃試樣作為測定試樣，在中性清潔劑及純水中充分地清洗後，在加溫至 80°C 的 5 質量% NaOH 水溶液中浸漬 6 小時，並且算出浸漬前後的每單位表面積中的質量損失 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )，藉此進行評價。

【0112】繼而，在 430°C 的  $\text{KNO}_3$  熔融鹽中，將各玻璃板浸漬 4 小時，藉此進行離子交換處理，獲得在表面具有壓縮應力層的強化玻璃板，之後，對玻璃表面進行清洗，在此基礎上使用表面應力計 FSM-6000 (折原製作所股份有限公司製造) 進行觀察，由所觀察到的干涉條紋 (interference fringe) 的根數及其間隔算出最表面的壓縮應力層的壓縮應力值 ( $\text{CS}_k$ ) 與應力深度 ( $\text{DOL\_ZERO}_k$ )。此處， $\text{DOL\_ZERO}_k$  是壓縮應力值成為零的深度。另外，計算應力特性時，將各試樣的折射率設為 1.51，將光學彈性常數設為  $30.1 [(\text{nm}/\text{cm}) / \text{MPa}]$ 。

【0113】而且，在 380°C 的  $\text{NaNO}_3$  熔融鹽中，將各玻璃板浸漬 1 小時，藉此進行離子交換處理，獲得強化玻璃板，之後，對玻璃表面進行清洗，在此基礎上使用散射光光彈性應力計 SLP-1000 (折

原製作所股份有限公司製造) 進行觀察，由所觀察到的相位差分佈曲線算出最表面的壓縮應力值 ( $CS_{Na}$ ) 與應力深度 ( $DOL\_ZERO_{Na}$ )。此處， $DOL\_ZERO_{Na}$  是應力值成為零的深度。另外，計算應力特性時，將各試樣的折射率設為 1.51，將光學彈性常數設為  $30.1[(nm/cm)/MPa]$ 。

【0114】 根據表可明確：試樣 No.1～試樣 No.35 及試樣 No.38～試樣 No.215 在利用  $KNO_3$  熔融鹽進行了離子交換處理的情況下，最表面的壓縮應力層的壓縮應力值 ( $CS_K$ ) 為 473 MPa 以上，而且，在利用  $NaNO_3$  熔融鹽進行了離子交換處理的情況下，最表面的壓縮應力層的壓縮應力值 ( $CS_{Na}$ ) 為 165 MPa 以上，因此利用任一熔融鹽均可進行離子交換處理，所以認為掉落時不易產生破損。進而，試樣 No.1～試樣 No.35 及試樣 No.38～試樣 No.215 的液相黏度為  $10^{3.74} dPa \cdot s$  以上，因此認為能夠成形為板狀。另一方面，試樣 No.36 的壓縮應力層的壓縮應力值 ( $CS_{Na}$ ) 為 163 MPa，因此認為掉落時容易破損。而且，試樣 No.37 的液相黏度不足  $10^{3.5} dPa \cdot s$ ，因此認為難以成形為板狀。

【0115】 並且，由表 5～表 22 可明確：試樣 No.37～試樣 No.215 中，  
( $[SiO_2]+1.2 \times [P_2O_5]-3 \times [Al_2O_3]-2 \times [Li_2O]-1.5 \times [Na_2O]-[K_2O]-[B_2O_3]$ ) 為 -36 莫耳%以上，因此耐酸性高，因此容易應用於酸處理步驟，並認為適合作為蓋玻璃。

### [實施例 2]

【0116】 首先，以成為表 1 的試樣 No.2 及表 4 的試樣 No.35 的玻璃組成的方式，調配玻璃原料，使用鉑罐（pot）以 1600℃ 進行 21 小時熔融。繼而，將所獲得的熔融玻璃流出至碳板之上，成形為平板形狀後，在自緩冷點起至應變點之間的溫度域中以 3℃/分進行冷卻，獲得玻璃板（強化用玻璃板）。針對所獲得的玻璃板，以使 No.2 成為板厚 0.7 mm，No.35 成為板厚 0.8 mm 的方式，對表面進行光學研磨。

【0117】 將所獲得的強化用玻璃板在 380℃ 的  $\text{NaNO}_3$  熔融鹽中（ $\text{NaNO}_3$  的濃度 100 質量%）中浸漬 3 小時，藉此進行離子交換處理，之後在 380℃ 的  $\text{KNO}_3$  與  $\text{LiNO}_3$  混合熔融鹽中（ $\text{LiNO}_3$  的濃度 2.5 質量%）中浸漬 75 分鐘，藉此進行離子交換處理。進而，將所獲得的強化玻璃板的表面清洗後，使用散射光光彈性應力計 SLP-1000（折原製作所股份有限公司製造）及表面應力計 FSM-6000（折原製作所股份有限公司製造）測定強化玻璃板的應力分佈圖，均獲得與圖 1 同樣的不單調的應力分佈圖，即具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的應力分佈圖。

### [實施例 3]

【0118】 首先，以成為表 12 的試樣 No.109 及表 15 的試樣 No.146 的玻璃組成的方式，調配玻璃原料，使用鉑罐（pot）以 1600℃ 進行 21 小時熔融。繼而，將所獲得的熔融玻璃流出至碳板之上，成形為平板形狀後，在自緩冷點起至應變點之間的溫度域中以 3℃/分進行冷卻，獲得玻璃板（強化用玻璃板）。針對所獲得的玻璃板，

以使板厚成為 0.7 mm 的方式，對表面進行光學研磨。

【0119】 將所獲得的強化用玻璃板在 380°C 的  $\text{NaNO}_3$  熔融鹽中（ $\text{NaNO}_3$  的濃度 100 質量%）中浸漬 3 小時，藉此進行離子交換處理，之後在 380°C 的  $\text{KNO}_3$  與  $\text{LiNO}_3$  混合熔融鹽中（ $\text{LiNO}_3$  的濃度 1.5 質量%）中浸漬 45 分鐘，藉此進行離子交換處理。進而，將所獲得的強化玻璃板的表面清洗後，使用散射光光彈性應力計 SLP-1000（折原製作所股份有限公司製造）及表面應力計 FSM-6000（折原製作所股份有限公司製造）測定強化玻璃板的應力分佈圖，均獲得與圖 2 同樣的不單調的應力分佈圖，即具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的應力分佈圖。由此，預想所獲得的強化玻璃板的掉落時的破損概率低。

#### [實施例 4]

【0120】 首先，以成為表 15 中的試樣 No.147 的玻璃組成的方式調配玻璃原料，使用鉑罐（pot）以 1600°C 進行 21 小時熔融。繼而，將所獲得的熔融玻璃流出至碳板之上，成形為平板形狀後，在自緩冷點起至應變點之間的溫度域中以 3°C/分進行冷卻，獲得玻璃板（強化用玻璃板）。針對所獲得的玻璃板，以使板厚成為 0.7 mm 的方式，對表面進行光學研磨。

【0121】 將所獲得的強化用玻璃板在 380°C 的  $\text{NaNO}_3$  熔融鹽中（ $\text{NaNO}_3$  的濃度 100 質量%）中浸漬 3 小時，藉此進行離子交換處理，之後在 380°C 的  $\text{KNO}_3$  與  $\text{LiNO}_3$  混合熔融鹽中（ $\text{LiNO}_3$  的濃度 1.5 質量%）中浸漬 45 分鐘，藉此進行離子交換處理。進而，將所

獲得的強化玻璃板的表面清洗後，使用散射光光彈性應力計 SLP-1000（折原製作所股份有限公司製造）及表面應力計 FSM-6000（折原製作所股份有限公司製造）測定強化玻璃板的應力分佈圖，均獲得與圖 2 同樣的不單調的應力分佈圖，即具有第一峰、第二峰、第一底部、第二底部的應力分佈圖。由此，預想所獲得的強化玻璃板的掉落時的破損概率低。

[產業上之可利用性]

【0122】 本發明的強化玻璃板適合作為行動電話、數位相機、PDA（行動終端）等的觸控面板顯示器的蓋玻璃。而且，本發明的強化玻璃板除該些用途以外，亦可期待應用於要求高機械強度的用途，例如：窗玻璃、磁碟用基板、平板顯示器用基板、柔性顯示器用基板、太陽能電池用蓋玻璃、固體攝像元件用蓋玻璃、車載用蓋玻璃。

【符號說明】

無

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種強化玻璃板，其為在表面具有壓縮應力層的強化玻璃，並且特徵在於，以莫耳%計含有  $\text{SiO}_2$  50%~80%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  16.81%~25%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0%~10%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3%~15%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3%~21%、 $\text{K}_2\text{O}$  0%~10%、 $\text{MgO}$  0%~10%、 $\text{ZnO}$  0%~10%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0%~2%作為玻璃組成。

【請求項2】 如請求項 1 所述的強化玻璃板，其滿足莫耳比  $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{P}_2\text{O}_5] \leq 20$  的關係。

【請求項3】 如請求項 1 所述的強化玻璃板，其含有 18 莫耳%以下的 ( $[\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}]$ )。

【請求項4】 如請求項 1 所述的強化玻璃板，其滿足莫耳比  $([\text{Na}_2\text{O}]-[\text{Li}_2\text{O}]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{P}_2\text{O}_5]) \leq 0.29$  的關係。

【請求項5】 如請求項 1 所述的強化玻璃板，其滿足莫耳比  $([\text{B}_2\text{O}_3]+[\text{Na}_2\text{O}]-[\text{P}_2\text{O}_5]) / ([\text{Al}_2\text{O}_3]+[\text{Li}_2\text{O}]) \geq 0.30$  的關係。

【請求項6】 如請求項 1 所述的強化玻璃板，其滿足  $[\text{SiO}_2]+1.2 \times [\text{P}_2\text{O}_5]-3 \times [\text{Al}_2\text{O}_3]-2 \times [\text{Li}_2\text{O}]-1.5 \times [\text{Na}_2\text{O}]-[\text{K}_2\text{O}]-[\text{B}_2\text{O}_3] \geq -22$  莫耳%的關係。

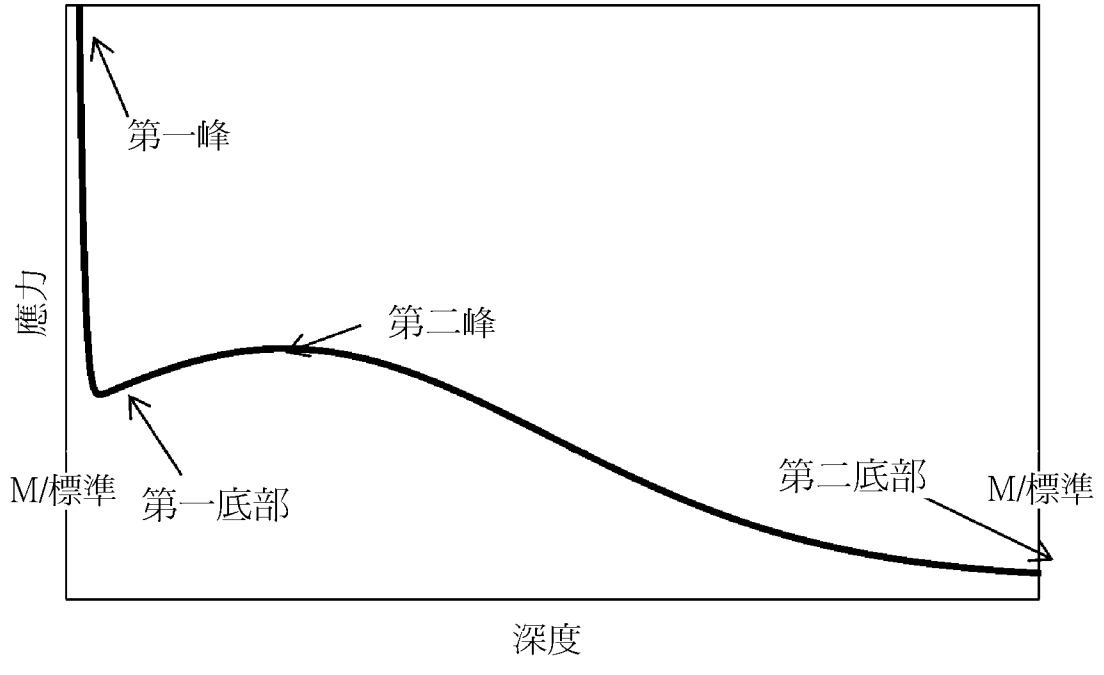
【請求項7】 如請求項 1 至請求項 6 中任一項所述的強化玻璃板，其中壓縮應力層的最表面的壓縮應力值為 810 MPa 以上。

【請求項8】 如請求項 1 至請求項 6 中任一項所述的強化玻璃板，其中壓縮應力層的應力深度為 50  $\mu\text{m}$ ~200  $\mu\text{m}$ 。

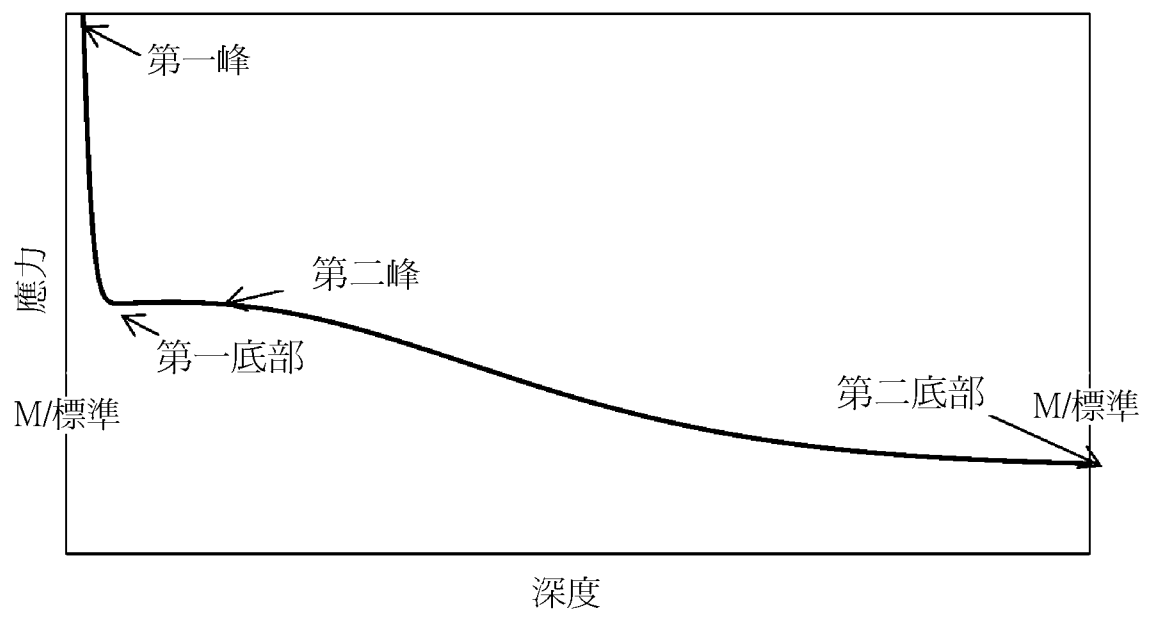
【請求項9】 一種強化用玻璃板，其特徵在於，以莫耳%計含有

$\text{SiO}_2$  50% ~ 80%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  16.81% ~ 25%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0% ~ 10%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3%  
~ 15%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3% ~ 21%、 $\text{K}_2\text{O}$  0% ~ 10%、 $\text{MgO}$  0% ~ 10%、 $\text{ZnO}$  0%  
~ 10%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0% ~ 2% 作為玻璃組成。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2】