

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2007/09/27；2007-252589

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明的技術性課題在於獲得一種強化玻璃，該強化玻璃兼顧了玻璃的離子交換性能與耐失透性，且即便以短時間來進行離子交換處理，由於壓縮應力層的厚度變大，故而機械強度高，成形性優良。本發明的強化玻璃是在表面上具有壓縮應力層的強化玻璃，按照莫耳百分比，含有40~80%的 SiO_2 、5~15%的 Al_2O_3 、0~8%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~20%的 K_2O 、0~10%的 MgO 、以及 8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

六、英文發明摘要：

To obtain a reinforced glass is the technical objective of this invention. The reinforced glass maintains both ion exchange performance and devitrification resistance of a glass, and even when the ion exchange is performed within a short time, because the thickness of a compression-stress layer increases, a mechanical strength is high and moldability is excellent. The reinforced glass substrate of this invention has a compression-stress layer on its surface and the following glass composition (by mole): SiO_2 , 40 to 80%; Al_2O_3 , 5 to 15%; B_2O_3 , 0 to 8%; Li_2O , 0 to 10%; Na_2O , 5 to 20%; K_2O , 0.5 to 20%; MgO , 0 to 10%; $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$, 8 to 16.5%; a $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio of 1.4 to 3; $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio of 1 to 3; $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio of 0 to 1; and substantially without As_2O_3 , PbO , and F.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：無。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種強化玻璃基板，尤其是關於一種適合於行動電話，數位相機 (digital camera)、個人數位助理 (Personal Digital Assistant, PDA)、太陽電池的蓋玻璃 (cover glass)、或者觸控面板顯示器 (touch panel display) 的強化玻璃基板。

【先前技術】

如行動電話、數位相機、PDA、或者觸控面板顯示器之類的裝置正逐步普及。

先前，在上述裝置的用途中，使用丙烯酸等的樹脂來作為用以保護顯示器 (display) 的保護構件。然而，由於丙烯酸樹脂的楊氏模數 (Young's modulus) 低，故而當以手指等來按壓顯示器時，丙烯酸樹脂基板會彎曲，該丙烯酸樹脂基板與顯示器接觸，從而存在產生顯示不良的情形。又，存在容易受損且視認性容易變差的問題。解決這些問題的方法之一在於使用玻璃基板來作為保護構件。對於用作這些保護構件的玻璃基板的要求如下：(1) 具有高機械強度，(2) 密度低，(3) 廉價且可大量供應，(4) 氣泡品質優良。為了滿足(1)的要件，先前使用的是藉由離子交換 (ion exchange) 等後已強化的玻璃基板 (所謂的強化玻璃基板) (參照專利文獻 1、非專利文獻 1)。

[專利文獻 1] 日本專利特開 2006-83045 號公報

[非專利文獻 1] 泉谷徹朗等，「新型玻璃及其物理性

質」，初版，股份有限公司經營系統研究所，1984年8月20日，p.451-498

在非專利文獻 1 中揭示了如下的內容：若使玻璃組成中的 Al_2O_3 含量增加，則玻璃的離子交換性能會提高，從而能夠提高玻璃基板的機械強度。

然而，若使玻璃組成中的 Al_2O_3 含量增加，則玻璃的耐失透性(devitrification resistance)會變差，在成形過程中，玻璃容易失透，玻璃基板的製造效率及品質等變差。又，若玻璃的耐失透性差，則僅能夠利用輥壓成形(roll forming)等的方法來進行成形，無法獲得表面精度高的玻璃板。因此，在形成玻璃板之後，必須另外添加研磨步驟。然而，若對玻璃基板進行研磨，則容易在玻璃基板的表面上產生微小的缺陷，難以維持玻璃基板的機械強度。

根據上述情形，難以兼顧玻璃的離子交換性能與耐失透性，從而難以顯著地提高玻璃基板的機械強度。又，為了實現裝置的輕量化，觸控面板顯示器等裝置中所使用的玻璃基板正在逐年變薄。由於較薄的玻璃基板容易破損，因此，用於提高玻璃基板的機械強度的技術正越發變得重要。

又，即使對玻璃實施離子交換處理，在玻璃表面上形成高壓縮應力值，有時該玻璃亦會因低於上述壓縮應力值的應力而破損，其結果，強度的不均會變大。一般認為出現上述情形的原因在於壓縮應力層的深度較小。因此，希望增大壓縮應力層的厚度，但若增大壓縮應力層的厚度，

則離子交換處理時間變長，或壓縮應力值容易降低。又，如下的方法作為減小強度的不均的方法已為人所知，即，利用 KNO_3 溶液來對玻璃進行處理之後，接著，利用 NaNO_3 溶液來進行處理，但該方法亦存在處理時間變長且成本變高的問題。

【發明內容】

因此，本發明的技術性課題在於：兼顧玻璃的離子交換性能與耐失透性，且即使以短時間來進行離子交換處理，壓縮應力層的厚度亦會變大，因此可獲得機械强度高且成形性優良之強化玻璃。

本發明者在進行各種研究之後發現：藉由限制玻璃中的 Al_2O_3 與 MgO 的比例，能夠提高離子交換性能與耐失透性。又，本發明者發現：藉由限制 Al_2O_3 與鹼金屬氧化物的比例，能夠提高耐失透性。又，本發明者發現：藉由使上述玻璃含有規定量的 K_2O ，能夠增大壓縮應力層的厚度。而且，本發明者發現：藉由限制 K_2O 與 Na_2O 的比例，能夠不使壓縮應力值降低而增大壓縮應力層的厚度，從而提出了本發明。

亦即，本發明的強化玻璃是在表面上具有壓縮應力層的強化玻璃，按照莫耳百分比，含有 40~80% 的 SiO_2 、5~15% 的 Al_2O_3 、0~8% 的 B_2O_3 、0~10% 的 Li_2O 、5~20% 的 Na_2O 、0.5~20% 的 K_2O 、0~10% 的 MgO 、以及 8~16.5% 的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比

為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F 。再者，只要未有特殊的說明，在以下的說明中，「%」是指莫耳百分比。

又，本發明的強化玻璃是在表面上具有壓縮應力層的強化玻璃，按照莫耳百分比，含有 45~80%的 SiO_2 、8~11%的 Al_2O_3 、0~5%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~8%的 K_2O 、0~6%的 CaO 、0~6%的 MgO 、8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、以及 0~7%的 $\text{CaO}+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 的比為 0.1~0.8，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F 。

又，本發明的強化玻璃含有 0.01~6%的 SnO_2 。

又，本發明的強化玻璃中，平均破壞應力 (breaking stress) 為大於或等於 300 MPa，韋伯模數 (Weibull Modulus) 為大於或等於 15。此處，「平均破壞應力」是指使用如下的玻璃測試片來進行 3 點彎曲測試，並根據所獲得的斷裂負荷來進行計算後所得的應力的平均值，上述玻璃測試片的尺寸為 3 mm×4 mm×40 mm，且整個面已經過光學研磨。又，「韋伯模數」是指使用平均值評定 (rank) 法來將斷裂應力繪製為魏普圖 (Weibull plot) 時所獲得的近似直線的斜度 (skew)。

又，本發明的強化玻璃基板中，表面的壓縮應力為大於或等於 300 MPa，且壓縮應力層的厚度為大於或等於 10

μm 。此處，「表面的壓縮應力」以及「壓縮應力層的厚度」，是指使用表面應力計（東芝股份有限公司製 FSM-6000）來對試料進行觀察時，根據所觀察到的干擾條紋（interference fringe）的條數、及這些干擾條紋的間隔而計算出的值。

又，本發明的強化玻璃基板由上述強化玻璃所構成。

又，本發明的強化玻璃基板是藉由溢流下拉法（overflow downdraw method）來成形為板狀而成。

又，本發明的強化玻璃基板具有未研磨的表面。此處所謂「未研磨的表面」，是指玻璃基板的主表面（所謂的表面與背面）未經研磨。換言之，所謂「未研磨的表面」是指兩個表面為火焰拋光面，當藉由遵循 SEMID7-97「FPD 玻璃基板的表面粗糙度的測定方法」的方法來對表面的平均表面粗糙度（Ra）進行測定時，平均表面粗糙度（Ra）為小於或等於 10 \AA ，較佳為小於或等於 5 \AA ，更佳為小於或等於 2 \AA 。再者，亦可不對端面部進行去角（chamfering）等的研磨處理。

又，本發明的強化玻璃基板的液相溫度為小於或等於 1075°C 。此處，所謂「液相溫度」，是指將玻璃粉碎，並使粉碎後的玻璃經過 30 個網眼（mesh）的標準篩（篩網開口為 $500\text{ }\mu\text{m}$ ），將殘留於 50 個網眼（篩網開口為 $300\text{ }\mu\text{m}$ ）的玻璃粉末放置於鉑板（board），在溫度梯度爐中保持 24 小時之後，析出晶體時的溫度。

又，本發明的強化玻璃基板的液相黏度為大於或等於

$10^{4.0}$ dPa · s。此處，所謂「液相黏度」，是指液相溫度時的玻璃的黏度。再者，液相黏度越高且液相溫度越低，則玻璃的耐失透性優良，且玻璃基板的成形性優良。

又，本發明的強化玻璃基板用於觸控面板顯示器。

又，本發明的強化玻璃基板用於行動電話的蓋玻璃。

又，本發明的強化玻璃基板用於太陽電池的蓋玻璃。

又，本發明的強化玻璃基板用作顯示器的保護構件。

又，本發明的玻璃中，按照莫耳百分比，含有 40~80% 的 SiO_2 、5~15% 的 Al_2O_3 、0~8% 的 B_2O_3 、0~10% 的 Li_2O 、5~20% 的 Na_2O 、0.5~20% 的 K_2O 、0~10% 的 MgO 、以及 8~16.5% 的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

又，本發明的玻璃含有 0.01~6% 的 SnO_2 。

又，本發明的強化玻璃基板的製造方法中，將以成為下述玻璃組成的方式而經調配的玻璃原料加以熔融，使玻璃成形為板狀之後，藉由實施離子交換處理來在玻璃表面上形成壓縮應力層，上述玻璃組成是指按照莫耳百分比，含有 40~80% 的 SiO_2 、5~15% 的 Al_2O_3 、0~8% 的 B_2O_3 、0~10% 的 Li_2O 、5~20% 的 Na_2O 、0.5~20% 的 K_2O 、0~10% 的 MgO 、以及 8~16.5% 的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

又，本發明的強化玻璃基板的製造方法中，該強化玻璃基板含有 0.01~6% 的 SnO_2 。

又，本發明的強化玻璃基板的製造方法中，藉由下拉法來成形為板狀。

又，本發明的強化玻璃基板的製造方法中，藉由溢流下拉法來成形為板狀。

[發明效果]

本發明的強化玻璃的離子交換性能高，即便以短時間來進行處理，亦會直至更深的深度為止而形成高壓縮應力，機械強度變高，且機械強度的不均變小。

又，本發明的強化玻璃由於耐失透性優良，故而可採用溢流下拉法等。因此，在成形之後無需進行研磨，從而不存在由於研磨而產生的微小缺陷。因此，本發明的強化玻璃具有機械強度高的效果。

此外，不進行研磨步驟便能夠製造本發明的強化玻璃，因此，可降低製造成本，從而能夠廉價地供給本發明的強化玻璃。

因此，本發明的強化玻璃基板可適當地使用於觸控面板顯示器、行動電話的蓋玻璃、太陽電池的蓋玻璃、以及顯示器的保護構件等。再者，觸控面板顯示器搭載於行動電話、數位相機、以及 PDA 等。在行動 (mobile) 用途的觸控面板顯示器中，對於輕量化、薄型化、及高強度化的要求較為強烈，要求玻璃基板為薄型且具有高機械強度。在此方面，本發明的強化玻璃基板即便板厚較薄，但在實

際用途上具有充分的機械強度，因此適合於行動用途。

又，本發明的玻璃具有較高的離子交換性能。又，本發明的玻璃的耐失透性優良，因此能夠利用溢流下拉法等來成形。

因此，若使用本發明的玻璃，則能夠廉價地製作機械強度高的強化玻璃基板。

又，本發明的強化玻璃的製造方法中，使用了離子交換性能較高且耐失透性優良的玻璃，因此，能夠廉價地製作機械強度高的強化玻璃基板。

【實施方式】

本發明的強化玻璃在表面上具有壓縮應力層。對於在玻璃的表面上形成壓縮應力層的方法而言，存在物理強化法與化學強化法。對於本發明的強化玻璃而言，較佳為利用化學強化法來形成壓縮應力層。化學強化法是如下的方法，即，以小於或等於玻璃的應變點的溫度，並藉由離子交換來將離子半徑大的鹼離子（alkali ion）導入至玻璃基板的表面。若利用化學強化法來形成壓縮應力層，則即使玻璃的厚度較薄，亦能夠良好地實施強化處理，從而能夠獲得所需的機械強度。而且，在玻璃上形成壓縮應力層之後，即使將玻璃切斷，亦不會如藉由風冷強化法等物理強化法而經強化的玻璃般容易損壞。

離子交換的條件並無特別的限定，只要考慮玻璃的黏度特性等而決定即可。尤其，若將 KNO_3 熔鹽中的 K 離子與玻璃基板中的 Na 成分進行離子交換，則能夠高效率地

在玻璃基板的表面上形成壓縮應力層，因此較佳。

以下，對在本發明的強化玻璃基板中，將玻璃組成限定於上述範圍的理由加以說明。

SiO_2 是用以形成玻璃的網狀結構 (network) 的成分，其含量為 40~80%，較佳為 45~80%、55~75%、60~75%，尤佳為 60~70%。若 SiO_2 的含量過多，則玻璃難以熔融、成形，且熱膨脹係數變小，熱膨脹係數難以與周邊材料匹配。另一方面，若 SiO_2 的含量過少，則難以實現玻璃化。又，玻璃的熱膨脹係數變大，玻璃的耐熱衝擊性 (thermal shock resistance) 降低。

Al_2O_3 是用以提高離子交換性能的成分。又，該 Al_2O_3 亦具有提高玻璃的應變點以及楊氏模數的效果，其含量為 5~15%。若 Al_2O_3 的含量過多，則容易在玻璃中析出失透晶體，從而難以藉由溢流下拉法等來成形。又，玻璃的熱膨脹係數變得過小，熱膨脹係數難以與周邊材料匹配，而且玻璃的高溫黏性變高，玻璃難以熔融。若 Al_2O_3 的含量過少，則會產生無法發揮充分的離子交換性能之虞。因此， Al_2O_3 的適當範圍為 7~11%，更適當的範圍為 8~11%、8~10%，尤其適當的範圍為 8~9%。

B_2O_3 具有如下的效果，即，使玻璃的高溫黏度以及密度降低，並且使玻璃的離子交換性能提高，尤其使壓縮應力值提高。而且，該 B_2O_3 具有如下的效果，即，使玻璃變得穩定而不易析出晶體，並使玻璃的液相溫度降低。然而，若 B_2O_3 過多，則會因離子交換而產生稱作燒痕的玻璃表面

的著色，或玻璃的抗水性（water resistance）會降低，壓縮應力層的深度變小，故而不佳。因此， B_2O_3 的含量為 0~8%，較佳為 0~5%、0~3%、0~2%，尤佳為 0~1%。

Li_2O 是離子交換成分，並且是使玻璃的高溫黏度降低以提高熔融性及成形性的成分。而且， Li_2O 是具有使玻璃的楊氏模數提高的效果的成分。又， Li_2O 在鹼金屬氧化物中，用以提高壓縮應力值的效果較大。然而，若 Li_2O 的含量過多，則液相黏度會降低，玻璃容易失透。又，若玻璃的熱膨脹係數變得過大，則玻璃的耐熱衝擊性降低，或熱膨脹係數難以與周邊材料匹配。而且，若低溫黏性過分降低而容易引起應力緩和，反而有時壓縮應力值會變低。因此， Li_2O 的含量為 0~10%，更佳為 0~5%、0~1%、0~0.5%、及 0~0.1%，若實質上不含有該 Li_2O ，即，將該 Li_2O 的含量抑制為不足 0.01%則最佳。

Na_2O 是離子交換成分，並且具有使玻璃的高溫黏度降低，以提高熔融性及成形性的效果。又， Na_2O 亦是用以改善玻璃的耐失透性的成分。 Na_2O 的含量為 5~20%，但更適當的含量為 8~20%、8.5~20%、10~18%、10~16%、11~16%、及 12~16%，尤其適當的含量為 13~16%。若 Na_2O 的含量過多，則玻璃的熱膨脹係數變得過大，玻璃的耐熱衝擊性降低，或熱膨脹係數難以與周邊材料匹配。又，應變點過分降低，或玻璃組成不平衡，反而存在玻璃的耐失透性變差的傾向。另一方面，若 Na_2O 的含量較少，則熔融性變差，熱膨脹係數變小，而且離子交換性能變差。

K_2O 具有促進離子交換的效果，且在鹼金屬氧化物中，用以增加壓縮應力層的深度的效果較大。又，該 K_2O 具有使玻璃的高溫黏度降低以提高熔融性及成形性的效果。又， K_2O 亦是改善耐失透性的成分。然而，若 K_2O 的含量過多，則玻璃的熱膨脹係數變大，玻璃的耐熱衝擊性降低，或熱膨脹係數難以與周邊材料匹配。而且，應變點過分降低，或玻璃組成不平衡，反而存在玻璃的耐失透性變差的傾向。因此，該 K_2O 的含量為 0.5~20%，較佳為 0.5~8%、1~7.5%、2~7.5%、及 3~7.5%，尤佳為 3.5~7.5%。

MgO 是使玻璃的高溫黏度降低以提高熔融性及成形性，或提高應變點及楊氏模數的成分，且在鹼土類金屬氧化物中，使離子交換性能提高的效果較大。然而，若 MgO 的含量過多，則玻璃的密度、熱膨脹係數變高，且存在玻璃容易失透的傾向。因此，較理想的是將該 MgO 的含量設為 0~10%、0~6%、及 0~4%。

又，本發明的特徵在於： Al_2O_3 與 MgO 的總量為 8~16.5%。若該總量值較少，則玻璃的離子交換性能變差。相反地，若該總量值變多，則玻璃的耐失透性變差，成形性降低。因此，上述總量值較佳為 8~16%，更佳為 8~14%。

又，本發明的特徵在於：按照莫耳比， $(Li_2O+Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ 的比為 1.4~3，且 Na_2O/Al_2O_3 的比為 1~3。亦即，若上述比處於 1.4~3 的範圍，則能

夠有效地改善玻璃的耐失透性。再者， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比的更佳的範圍為 1.5~2.5，尤佳為 1.8~2.5。又， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比的更佳的範圍為 1.2~3，尤佳為 1.2~2.5。

又，本發明的特徵在於： $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1。若該比大於 1，則耐失透性會變差。 $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比的較佳範圍為 0~0.7，尤佳為 0~0.5。

又，本發明基於環境方面的考慮，實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F 。此處所謂「實質上不含有」是指如下之程度，即，並不積極地將上述 As_2O_3 、 PbO 、及 F 用作原料，而是混入這些物質作為雜質，且這些物質之含量不足 0.1%。

本發明的強化玻璃基板是由上述成分所構成，但在不損害玻璃的特性的範圍內，可添加以下的成分。

CaO 是使玻璃的高溫黏度降低以提高熔融性及成形性，或提高應變點及楊氏模數的成分，且在鹼土類金屬氧化物中，用以使離子交換性能提高的效果較大。 CaO 的含量為 0~6%。然而，若 CaO 的含量變多，則玻璃的密度、熱膨脹係數變高，且玻璃容易失透，此外存在離子交換性能變差的傾向。因此，較理想的是將該 CaO 的含量設為 0~5%，尤佳設為 0~4%。

$\text{MgO}+\text{CaO}$ 較佳為 0~7%。若大於 7%，則玻璃的離子交換性能提高，但玻璃的耐失透性變差，密度或熱膨脹係數變得過高。該 $\text{MgO}+\text{CaO}$ 的較佳範圍為 0~6%、0~5%、

及 0~4%，尤佳為 0~3%。

SrO 以及 BaO 是使玻璃的高溫黏度降低以提高熔融性及成形性，或提高應變點及楊氏模數的成分，該 SrO 以及 BaO 的含量分別為 0~6%。若含量大於 6%，則會阻礙離子交換反應。又，玻璃的密度、熱膨脹係數變高，或玻璃容易失透。SrO 的較佳含量為 0~3%、0~1.5%、0~1%、及 0~0.5%，尤佳為 0~0.2%。又，BaO 的較佳含量為 0~3%、0~1.5%、0~1%、及 0~0.5%，尤佳為 0~0.2%。

本發明中，將 SrO 與 BaO 的總量限制為 0~6%，藉此，能夠更有效地提高離子交換性能。較佳的總量值為 0~3%、0~2.5%、0~2%、及 0~1%，尤佳為 0~0.2%。

TiO₂ 是具有使離子交換性能提高的效果的成分。又，該 TiO₂ 具有使玻璃的高溫黏度降低的效果，但若 TiO₂ 的含量過多，則玻璃會著色，或容易失透。因此，該 TiO₂ 的含量為 0~3%，較佳為 0~1%、0~0.8%、及 0~0.5%，尤佳為 0~0.1%。

ZrO₂ 具有如下的效果，即，顯著地提高離子交換性能，並且提高玻璃的液相黏度附近的黏性及應變點，但若該 ZrO₂ 的含量過多，則耐失透性會顯著地降低。因此，該 ZrO₂ 的含量為 0~10%，較佳為 0~5%、0~3%、0.001~3%、0.1~3%、及 1~3%，特佳為 1.5~3%。

本發明中，根據使離子交換性能提高的觀點，較理想的是總計含有 0.1~15% 的 ZrO₂ 與 TiO₂，但可使用試劑 (reagent) 來作為 TiO₂ 源與 ZrO₂ 源，亦可含有原料等所

含的雜質。

又，若鹼金屬氧化物 R_2O (R 為選自 Li 、 Na 、 K 的 1 種或 1 種以上) 的含量過多，則玻璃容易失透，而且玻璃的熱膨脹係數會變得過大，從而玻璃的耐熱衝擊性降低，或熱膨脹係數難以與周邊材料匹配。又，有時玻璃的應變點過分降低而難以獲得高壓縮應力值。進而，有時液相溫度附近的黏性降低，難以確保高液相黏度。另一方面，若 R_2O 的總量過少，則玻璃的離子交換性能及熔融性變差。因此， R_2O 為 10~25%，較佳為 13~22%，更佳為 15~20%，尤其理想的是含有 16.5~20% 的 R_2O 。

又， K_2O/Na_2O 的莫耳比的範圍較佳為 0.1~0.8。若該莫耳比小於 0.1，則壓縮應力層的深度容易變小，若上述莫耳比大於 1，則所獲得的壓縮應力值降低，或組成不平衡而容易失透。較理想的是，將 K_2O/Na_2O 的莫耳比的範圍限制於 0.2~0.8、0.2~0.5、及 0.2~0.4 的範圍。

若鹼土類金屬氧化物 $R'O$ (R' 為選自 Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba 的 1 種或 1 種以上) 變多，則玻璃的密度及熱膨脹係數變高，或耐失透性變差，而且存在離子交換性能變差的傾向。因此，鹼土類金屬氧化物 $R'O$ 的總量為 0~10%，較佳為 0~8%，更佳為 0~7，尤佳為 0~6%，最佳為 0~4%。

ZnO 是用以提高玻璃的離子交換性能的成分，尤其，用以提高壓縮應力值的效果較大。又，該 ZnO 是具有如下效果的成分，該效果是指不使玻璃的低溫黏性降低而使高溫黏性降低。然而，若 ZnO 的含量變多，則玻璃會分相

(phase splitting)，或失透性變差，密度變高，存在壓縮應力層的厚度變小的傾向。因此，上述 ZnO 的含量為 0~6%，較佳為 0~5%，更佳為 0~3%，尤佳為 0~1%。

又，若 R'O 的總量除以 R₂O 的總量所得的值變大，則會表現出玻璃的耐失透性變差的傾向。因此，較理想的是按照質量分率 (mass fraction)，將 R'O/R₂O 的值限制為小於或等於 0.5、小於或等於 0.3、及小於或等於 0.2。

又，SnO₂ 作為玻璃的澄清劑 (clarificant) 而發揮功能，並且具有進一步提高離子交換性能的效果，但若該 SnO₂ 的含量變多，則會產生由 SnO₂ 引起的失透，或存在玻璃容易著色的傾向。因此，較理想的是含有 0.01~6%、0.01~3% 的 SnO₂，含有 0.1~1% 的 SnO₂ 則尤佳。

P₂O₅ 是用以提高玻璃的離子交換性能的成分，尤其，用以增加壓縮應力厚度的效果較大，因此，可含有 10% 為止的 P₂O₅。然而，若 P₂O₅ 的含量變多，則玻璃會分相，或抗水性變差，因此，該 P₂O₅ 的含量為 0~10%、0~3%、及 0~1%，尤其理想的是設為 0~0.5%。

又，亦可含有 0~3% 的選自 As₂O₃、Sb₂O₃、CeO₂、SnO₂、F、Cl、及 SO₃ 的群中的一種或兩種或兩種以上的物質來作為澄清劑。然而，根據對於環境的考慮，應當儘量控制 As₂O₃ 以及 F 的使用，於本發明中，實質上不含有 As₂O₃ 以及 F。因此，本發明中，對於較佳的澄清劑的含量而言，SnO₂+CeO₂+Cl 為 0.001~1%，較佳為 0.01~0.5%，更較佳為 0.05~0.4%。

又，如上所述， SnO_2 亦具有提高離子交換性能的效果，因此，為了同時獲得澄清效果與提高離子交換性能的效果，較理想的是含有 0.01~6% 的 SnO_2 ，較佳為含有 0.01~3% 的 SnO_2 ，更佳為含有 0.1~1% 的 SnO_2 。另一方面，若將 SnO_2 用作澄清劑，則玻璃有時會著色，因此，當必須在抑制玻璃的著色的同時提高熔融性時，較理想的是使用 0.01~5% 的 Sb_2O_3 來作為澄清劑，較佳為使用 0.01~3% 的 Sb_2O_3 來作為澄清劑，或者使用 0.001~5% 的 SO_3 來作為澄清劑，較佳為使用 0.001~3% 的 SO_3 來作為澄清劑。又，藉由使 SnO_2 、 Sb_2O_3 及 SO_3 共存，能夠在使玻璃的離子交換性能提高的同時抑制著色，適當的做法是將 $\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SO}_3$ 的含量設為 0.001~10%，較佳將該含量設為 0.01~5%。

又， Nb_2O_5 及 La_2O_3 等的稀土類氧化物是用以提高玻璃的楊氏模數的成分。然而，原料本身的成本較高，而且若含有大量的上述稀土類氧化物，則耐失透性會變差。因此，較理想的是，將上述稀土類氧化物的含量限制為小於或等於 3%、小於或等於 2%、小於或等於 1%、及小於或等於 0.5%，尤其是限制為小於或等於 0.1%。

再者，本發明中，如 Co、Ni 等的強烈地使玻璃著色的過渡金屬元素，會降低玻璃基板的透射率，因此不佳。尤其，當將玻璃用於觸控面板顯示器的用途時，若過渡金屬元素的含量較多，則有損於觸控面板顯示器的視認性。具體而言，較理想的是對原料或者玻璃屑 (cullet) 的使用

量進行調整，使得上述過渡金屬元素的含量為小於或等於 0.5%、小於或等於 0.1%，尤其是小於或等於 0.05%。

又，根據對環境的考慮，應當儘量控制 PbO、Bi₂O₃ 等的物質的使用，本發明中，實質上不含有 PbO。

對於本發明的強化玻璃基板而言，適當地選擇各成分的適宜的含有範圍，能夠使玻璃組成的範圍較佳。其中，更適宜的玻璃組成的範圍的示例如下所述。

(1) 按照莫耳百分比，含有 50~80%的 SiO₂、8~10.5%的 Al₂O₃、0~3%的 B₂O₃、0~4%的 Li₂O、8~20%的 Na₂O、1~7.5%的 K₂O、0~6%的 CaO、0~6%的 MgO、0~6%的 SrO、0~6%的 BaO、0~6%的 ZnO、8~16.5%的 Al₂O₃+MgO、以及 0~7%的 CaO+MgO，按照莫耳比，(Li₂O+Na₂O+K₂O)/Al₂O₃ 的比為 1.5~2.5，Na₂O/Al₂O₃ 的比為 1.2~3，MgO/Al₂O₃ 的比為 0~1，K₂O/Na₂O 的比為 0.2~0.8，且實質上不含有 As₂O₃、PbO、F、及 BaO。

(2) 按照莫耳百分比，SiO₂ 為 55~75%，Al₂O₃ 為 8~10%，B₂O₃ 為 0~2%，Li₂O 為 0~4%，Na₂O 為 8.5~20%，K₂O 為 3.5~7.5%，MgO 為 0~6%，CaO 為 0~6%，SrO 為 0~1.5%，BaO 為 0~1.5%，ZnO 為 0~1%，TiO₂ 為 0~0.8%，ZrO₂ 為 0~3%，MgO+Al₂O₃ 為 8~16%，MgO+CaO 為 0~7%，按照莫耳比，(Li₂O+Na₂O+K₂O)/Al₂O₃ 的比為 1.8~2.5，Na₂O/Al₂O₃ 的比為 1.2~3，MgO/Al₂O₃ 的比為 0~1，K₂O/Na₂O 的比為 0.2~0.5，且實質上不含有 As₂O₃、PbO、F、及 BaO。

(3) 按照莫耳百分比， SiO_2 為 55~75%， Al_2O_3 為 8~10%， B_2O_3 為 0~2%， Li_2O 為 0~4%， Na_2O 為 10~16%， K_2O 為 3.5~7.5%， MgO 為 0~4%， CaO 為 0~4%， SrO 為 0~1%， BaO 為 0~1%， ZnO 為 0~1%， TiO_2 為 0~0.5%， ZrO_2 為 0~3%， P_2O_5 為 0~1%， $\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8~14%， $\text{MgO}+\text{CaO}$ 為 0~3%，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.8~2.5， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.2~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~0.5， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 的比為 0.2~0.4，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、 F 、及 BaO 。

(4) 按照莫耳百分比， SiO_2 為 55~75%， Al_2O_3 為 8~10%， B_2O_3 為 0~2%， Li_2O 為 0~4%， Na_2O 為 11~16%， K_2O 為 3.5~7.5%， MgO 為 0~4%， CaO 為 0~3%， SrO 為 0~0.5%， BaO 為 0~0.5%， ZnO 為 0~1%， TiO_2 為 0~0.5%， ZrO_2 為 0~3%， P_2O_5 為 0~1%， SnO_2 為 0.01~2%， $\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8~14%， $\text{MgO}+\text{CaO}$ 為 0~3%，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.8~2.5， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.2~2.5， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~0.5， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 的比為 0.2~0.4，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、 F 、及 BaO 。

(5) 按照莫耳百分比，含有 40~80% 的 SiO_2 、5~15% 的 Al_2O_3 、0~8% 的 B_2O_3 、0~10% 的 Li_2O 、5~20% 的 Na_2O 、0.5~20% 的 K_2O 、0~10% 的 MgO 、8~16.5% 的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、以及 0.01~5% 的 Sb_2O_3 ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的

比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F 。

(6) 按照莫耳百分比，含有 40~80% 的 SiO_2 、5~15% 的 Al_2O_3 、0~8% 的 B_2O_3 、0~10% 的 Li_2O 、5~20% 的 Na_2O 、0.5~20% 的 K_2O 、0~10% 的 MgO 、8~16.5% 的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、以及 0.001~5% 的 SO_3 ，按照莫耳比，

$(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F 。

(7) 按照莫耳百分比，含有 45~80% 的 SiO_2 、8~12% 的 Al_2O_3 、0~8% 的 B_2O_3 、0~10% 的 Li_2O 、5~20% 的 Na_2O 、0.5~20% 的 K_2O 、0~6% 的 CaO 、0~6% 的 MgO 、8~16.5% 的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、0~7% 的 $\text{CaO}+\text{MgO}$ 、以及 0.001~10% 的 $\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SO}_3$ ，按照莫耳比，

$(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 的比為 0.1~0.8，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F 。

本發明的強化玻璃滿足下述的特性則較佳。

本發明的強化玻璃具有上述玻璃組成，並且在玻璃表面上具有壓縮應力層。壓縮應力層的壓縮應力大於或等於 300 MPa，較佳為大於或等於 400 MPa，更佳為大於或等於 500 MPa，尤佳為大於或等於 600 MPa，尤佳為大於或等於 900 MPa。隨著壓縮應力變大，玻璃基板的機械強度變高。另一方面，若在玻璃基板表面上產生極大的壓縮應力，則

會在基板表面上產生微裂縫 (Micro-Crack)，反而存在玻璃的強度降低之虞。又，由於玻璃基板內在的張應力 (tensile stress) 有可能會變得極高，因此，較佳為將上述壓縮應力層的壓縮應力設為小於或等於 2000 MPa。再者，為了使壓縮應力變大，可增加 Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、及 ZnO 的含量，或減小 SrO 、 BaO 的含量。又，可縮短離子交換所需的時間，或降低離子交換溶液的溫度。

壓縮應力層的厚度較佳為大於或等於 10 μm ，最佳為大於或等於 15 μm 、大於或等於 20 μm 、大於或等於 30 μm 、及大於或等於 40 μm 。壓縮應力層的厚度越大，則即便玻璃基板的劃痕較深，玻璃基板亦不易碎裂。又，機械強度的不均變小。另一方面，由於難以將玻璃基板切斷，因此，較佳為將壓縮應力層的厚度設為小於或等於 500 μm 。再者，為了增大壓縮應力層的厚度，可增加 K_2O 、 P_2O_5 的含量，或減少 SrO 、 BaO 的含量。又，可增加離子交換所需的時間，或將離子交換溶液的溫度升高。

對於本發明的強化玻璃而言，平均破壞應力較佳為大於或等於 300 MPa，韋伯模數較佳為大於或等於 15。

對於本發明的強化玻璃基板而言，板厚較佳為小於或等於 3.0 mm、小於或等於 1.5 mm、小於或等於 0.7 mm、小於或等於 0.5 mm，尤佳為小於或等於 0.3 mm。玻璃基板的板厚越薄，則能夠使玻璃基板輕量化。又，本發明的強化玻璃基板具有如下的優點：即使減小玻璃基板的厚度，玻璃基板亦不易損壞。再者，當利用溢流下拉法來使

玻璃成形時，無需進行研磨等便能夠實現玻璃的薄壁化，因此較為有利。

本發明的強化玻璃基板較佳為具有未研磨的表面，未研磨的表面的平均表面粗糙度 (Ra) 為小於或等於 10 Å，較佳為小於或等於 5 Å，更佳為小於或等於 2 Å。再者，可藉由遵循 SEMID7-97「FPD 玻璃基板的表面粗糙度的測定方法」的方法，來對表面的平均表面粗糙度 (Ra) 進行測定。玻璃的理論強度 (theoretical strength) 原本非常高，但多數情形下，遠遠低於理論強度的應力亦能夠使玻璃破損。原因在於，在使玻璃成形之後的步驟，例如在研磨步驟等中，玻璃基板的表面上會產生稱為格裏菲思微裂紋 (Griffith flow) 的小缺陷。因此，若不對強化玻璃基板的表面進行研磨，則不易影響玻璃基板原本的機械強度，從而玻璃基板不易損壞。又，若不對玻璃基板的表面進行研磨，則在玻璃基板的製造步驟中，可省略研磨步驟，因此能夠降低玻璃基板的製造成本。對於本發明的強化玻璃基板而言，若不對玻璃基板的兩個面的整體進行研磨，則玻璃基板更不易損壞。又，對於本發明的強化玻璃基板而言，為了防止由於玻璃基板的切斷面而導致損壞的情勢，亦可對玻璃基板的切斷面實施去角加工等。再者，為了獲得未研磨的表面，可利用溢流下拉法來使玻璃成形。

對於本發明的強化玻璃基板而言，玻璃的液相溫度較佳為小於或等於 1075°C、小於或等於 1050°C、小於或等於 1030°C、小於或等於 1010°C、小於或等於 1000°C、小於或等

於 950°C、及小於或等於 900°C，尤佳為小於或等於 860°C。此處所謂「液相溫度」，是指將玻璃粉碎，並使粉碎後的玻璃經過 30 個網眼的標準篩（篩網開口為 500 μm ），將殘留於 50 個網眼（篩網開口為 300 μm ）的玻璃粉末放置於鉑板（board），在溫度梯度爐中保持 24 小時之後，析出晶體時的溫度。再者，為了使液相溫度降低，可增加 Na_2O 、 K_2O 、及 B_2O_3 的含量，或減少 Al_2O_3 、 Li_2O 、 MgO 、 ZnO 、 TiO_2 、及 ZrO_2 的含量。

對於本發明的強化玻璃基板而言，玻璃的液相黏度較佳為大於或等於 $10^{4.0}$ $\text{dPa}\cdot\text{s}$ ，更佳為大於或等於 $10^{4.6}$ $\text{dPa}\cdot\text{s}$ ，進而更佳為大於或等於 $10^{5.0}$ $\text{dPa}\cdot\text{s}$ ，尤佳為大於或等於 $10^{5.6}$ $\text{dPa}\cdot\text{s}$ ，最佳為大於或等於 $10^{5.8}$ $\text{dPa}\cdot\text{s}$ 。此處，所謂「液相黏度」，是指液相溫度時的玻璃的黏度。再者，為了使液相黏度上升，可增加 Na_2O 、 K_2O 的含量，或減少 Al_2O_3 、 Li_2O 、 MgO 、 ZnO 、 TiO_2 、及 ZrO_2 的含量。

再者，液相黏度越高且液相溫度越低，則玻璃的耐失透性越優良，並且玻璃基板的成形性越優良。而且，若玻璃的液相溫度小於或等於 1075°C，且玻璃的液相黏度大於或等於 $10^{4.0}$ $\text{dPa}\cdot\text{s}$ ，則能夠利用溢流下拉法來成形。

對於本發明的強化玻璃基板而言，玻璃的密度較佳為小於或等於 2.7 g/cm^3 ，更佳為小於或等於 2.55 g/cm^3 ，進而更佳為小於或等於 2.5 g/cm^3 ，尤佳為小於或等於 2.43 g/cm^3 。玻璃的密度越小，則能夠實現玻璃基板的輕量化。此處，所謂「密度」，是指利用眾所周知的阿基米德法

(Archimedes method) 來進行測定所獲得的值。再者，為了使玻璃的密度降低，可增加 SiO_2 、 P_2O_5 、及 B_2O_3 的含量，或減少鹼金屬氧化物、鹼土類金屬氧化物、 ZnO 、 ZrO_2 、及 TiO_2 的含量。

對於本發明的強化玻璃基板而言， $30\sim 380^\circ\text{C}$ 的溫度範圍中的玻璃的熱膨脹係數較佳為 $70\sim 110\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ，更佳為 $75\sim 100\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ，進而更佳為 $80\sim 100\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ，尤佳為 $85\sim 96\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。當將玻璃的熱膨脹係數設為上述範圍時，熱膨脹係數容易與金屬、有機系接著劑等的構件匹配，從而能夠防止金屬、有機系接著劑等的構件的剝離。此處，所謂「熱膨脹係數」，是指使用膨脹計 (dilatometer) 來對 $30\sim 380^\circ\text{C}$ 的溫度範圍中的平均熱膨脹係數進行測定所獲得的值。再者，為了使熱膨脹係數上升，可增加鹼金屬氧化物、鹼土類金屬氧化物的含量，相反地，為了使該熱膨脹係數降低，可減少鹼金屬氧化物、鹼土類金屬氧化物的含量。

對於本發明的強化玻璃基板而言，應變點較佳為大於或等於 400°C ，更佳為大於或等於 430°C ，更佳為大於或等於 450°C ，進而更佳為大於或等於 490°C 。玻璃的應變點越高，則玻璃的耐熱性優良，即使已對強化玻璃基板實施了熱處理，強化層亦不易消失。又，若玻璃的應變點較高，則於離子交換過程中不易引起應力緩和，因此，能夠獲得高壓縮應力值。為了使玻璃的應變點升高，可減少鹼金屬氧化物的含量，或增加鹼土類金屬氧化物、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、

及 P_2O_5 的含量。

對於本發明的強化玻璃基板而言，與 $10^{2.5}$ dPa·s 的玻璃的高溫黏度相當的溫度較佳為小於或等於 $1650^{\circ}C$ ，更佳為小於或等於 $1610^{\circ}C$ ，更佳為小於或等於 $1600^{\circ}C$ ，更佳為小於或等於 $1500^{\circ}C$ ，進而更佳為小於或等於 $1450^{\circ}C$ 。與 $10^{2.5}$ dPa·s 的玻璃的高溫黏度相當的溫度越低，則對熔融窯等的玻璃的製造設備造成的負擔越小，並且能夠使玻璃基板的氣泡品質提高。亦即，與 $10^{2.5}$ dPa·s 的玻璃的高溫黏度相當的溫度越低，則能夠廉價地製造玻璃基板。再者，與 $10^{2.5}$ dPa·s 的玻璃的高溫黏度相當的溫度，相當於玻璃的熔融溫度，與 $10^{2.5}$ dPa·s 的玻璃的高溫黏度相當的溫度越低，則能夠以低溫來使玻璃熔融。再者，為了降低與 $10^{2.5}$ dPa·s 相當的溫度，可增加鹼金屬氧化物、鹼土類金屬氧化物、 ZnO 、 B_2O_3 、及 TiO_2 的含量，或減少 SiO_2 、 Al_2O_3 的含量。

對於本發明的強化玻璃而言，楊氏模數較佳為大於或等於 65 GPa、大於或等於 69 GPa、大於或等於 71 GPa、大於或等於 75 GPa、以及大於或等於 77 GPa。楊氏模數越高，則玻璃越不易彎曲，當將該玻璃使用於觸控面板(touch panel)等時，即使利用觸控筆(pen)等來有力地按壓觸控面板，該觸控面板的變形量亦較小，因此，能夠防止因觸控面板與位於背面的液晶元件接觸而引起的顯示不良。

又，對於本發明的玻璃而言，按照莫耳百分比，含有 $40\sim 80\%$ 的 SiO_2 、 $5\sim 15\%$ 的 Al_2O_3 、 $0\sim 8\%$ 的 B_2O_3 、 $0\sim 10\%$

的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~20%的 K_2O 、0~10%的 MgO 、以及 8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F，較佳為按照莫耳百分比，含有 45~80%的 SiO_2 、8~11%的 Al_2O_3 、0~5%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~8%的 K_2O 、0~6%的 CaO 、0~6%的 MgO 、8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、以及 0~7%的 $\text{CaO}+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 的比為 0.1~0.8，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

對於本發明的玻璃而言，將玻璃組成限定於上述範圍的理由以及較佳範圍與上述強化玻璃基板相同，因此，在此處省略其記載內容。此外，本發明的玻璃理所當然地具有上述強化玻璃基板的特性與效果。

對於本發明的玻璃而言，當在 430°C 的 KNO_3 熔鹽中進行離子交換時，表面的壓縮應力較佳為大於或等於 300 MPa，且壓縮應力層的厚度較佳為大於或等於 $10\ \mu\text{m}$ ，表面的壓縮應力更佳為大於或等於 500 MPa，且壓縮應力層的厚度更佳為大於或等於 $30\ \mu\text{m}$ ，表面的壓縮應力進而更佳為大於或等於 600 MPa，且壓縮應力層的厚度進而更佳為大於或等於 $40\ \mu\text{m}$ 。再者，獲得此種應力的條件如下所述： KNO_3 的溫度為 $400\sim 550^\circ\text{C}$ ，離子交換處理時間

為 2~10 小時，較佳為 4~8 小時。本發明的玻璃由於具有上述組成，因此，無需使用 KNO_3 溶液與 NaNO_3 溶液的混合液等，便能夠實現高壓縮應力值，同時能夠使壓縮應力層變深。

以使玻璃組成處於上述組成範圍內的方式進行調配，將調配後的玻璃原料連續地投入至熔融爐，以 1500~1600 °C 來對玻璃原料進行加熱並使之熔融，經澄清之後，將熔融玻璃供給至成形裝置，然後使熔融玻璃成形為板狀，接著使該板狀的熔融玻璃緩慢冷卻，藉此能夠製造本發明的玻璃。

較佳採用溢流下拉法來進行成形。若利用溢流下拉法來使玻璃基板成形，則能夠製造未經研磨且表面品質良好的玻璃基板。理由在於：當採用溢流下拉法時，應當成為玻璃基板的表面的面不會與桶狀耐火物接觸，在自由表面的狀態下進行成形，藉此能夠成形出未經研磨且表面品質良好的玻璃基板。此處，溢流下拉法是指如下的方法：使熔融狀態的玻璃自耐熱性的桶狀構造物的兩側溢出，一方面使溢出的熔融玻璃在桶狀構造物的下端匯合，一方面使已匯合的熔融玻璃向下方延伸並成形，從而製造玻璃基板。桶狀構造物的構造及材質只要能夠使玻璃基板的尺寸及表面精度成為所需的狀態，並實現能夠使用於玻璃基板的品質，則無特別限定。又，為了使上述熔融玻璃向下方延伸並成形，可利用任何方法來將力施加於玻璃基板。例如，可採用如下的兩種方法：一種方法是，在使寬度足夠

大的耐熱性輥與玻璃基板接觸的狀態下，使該耐熱性輥旋轉，從而使玻璃基板延伸；另一種方法是，使多對耐熱性輥僅與玻璃基板的端面附近接觸，從而使該玻璃基板延伸。本發明的玻璃的耐失透性優良，並且具有適合於成形的黏度特性，因此，能夠高精度地藉由溢流下拉法來執行成形。再者，若液相溫度小於或等於 1075°C ，液相黏度大於或等於 $10^{4.0} \text{ dPa}\cdot\text{s}$ ，則能夠利用溢流下拉法來製造玻璃基板。

再者，除了溢流下拉法以外，亦能夠採用各種方法。例如，能夠採用下拉 (downdraw) 法 (槽下拉 (slot down) 法，再拉 (redraw) 法等)、浮式 (float) 法、輥出 (roll out) 法、以及壓製 (press) 法等的各種成形方法。例如，若利用壓製法來使玻璃成形，則能夠高效率地製造小型的玻璃基板。

為了製造本發明的強化玻璃基板，首先準備上述玻璃。接著，對該玻璃實施強化處理。可在強化處理之前將玻璃基板切斷為規定尺寸，但由於能夠降低製造成本，故而較佳是在強化處理之後將上述玻璃基板切斷為規定尺寸。較理想的是藉由離子交換處理來進行強化處理。例如，可將玻璃板於 $400\sim 550^{\circ}\text{C}$ 的硝酸鉀溶液中浸漬 $1\sim 8$ 小時，藉此來進行離子交換處理。關於離子交換條件，考慮玻璃的黏度特性、及用途、板厚、玻璃內部的張應力等，並選擇最合適的條件即可。

[實施例 1]

以下，基於實施例來對本發明加以說明。

表 1~表 3 表示本發明的實施例（試料 No.1~12）的玻璃組成與特性。再者，表中表示的「未」是指未測定。

[表 1]

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
SiO ₂	70.9	73.9	73.8	67.6	66.1
Al ₂ O ₃	9.7	8.7	8.7	8.5	8.5
ZnO				1.5	3.0
Na ₂ O	9.7	13.0	8.7	8.5	8.5
Li ₂ O	4.8			4.1	4.1
K ₂ O	4.8	4.3	8.7	3.7	3.7
Sb ₂ O ₃					
ZrO ₂					
TiO ₂					
B ₂ O ₃					
MgO				6.0	6.0
CaO					
SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
密度 (g/cm ³)	2.42	2.41	2.41	2.46	2.50
Ps (°C)	455	491	497	493	495
Ta (°C)	499	538	545	538	540
Ts (°C)	722	775	791	768	762
10 ⁴ (°C)	1136	1215	1249	1156	1138
10 ³ (°C)	1370	1456	1494	1363	1338
10 ^{2.5} (°C)	1517	1610	1650	1493	1466
熱膨脹係數 (×10 ⁻⁷ /°C)	96	91	93	88	89
液相溫度 (°C)	940	882	967	1008	1038
log η TL	5.3	6.3	5.8	5.0	4.7
壓縮應力 (MPa)	514	517	349	833	895
應力深度 (μm)	31	42	57	17	15
楊氏模數[GPa]	74	69	67	77	77
剛性率[GPa]	31	29	28	32	32

[表 2]

	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
SiO ₂	66.9	65.4	66.9	66.4	62.3
Al ₂ O ₃	8.5	8.5	8.4	8.6	8.4
ZnO	1.5	3.0			
Na ₂ O	8.5	8.5	11.6	7.6	16.0
Li ₂ O	4.1	4.1			
K ₂ O	3.7	3.7	4.2	7.5	3.5
Sb ₂ O ₃					
ZrO ₂			1.3	2.2	2.1
TiO ₂	0.7	0.7			
B ₂ O ₃			1.9	1.9	1.9
MgO	6.0	6.0	3.3	3.3	3.3
CaO			2.3	2.4	2.4
SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
密度 (g/cm ³)	2.47	2.51	2.49	2.50	2.54
Ps (°C)	496	498	544	574	529
Ta (°C)	540	541	589	623	570
Ts (°C)	761	755	812	867	773
10 ⁴ (°C)	1140	1127	1205	1253	1122
10 ³ (°C)	1344	1325	1406	1447	1300
10 ^{2.5} (°C)	1473	1451	1534	1570	1417
熱膨脹係數 (×10 ⁻⁷ /°C)	89	89	90	89	100
液相溫度 (°C)	1009	1032	945	1075	855
log η TL	4.9	4.6	6.0	5.3	6.4
壓縮應力 (MPa)	845	902	819	638	837
應力深度 (μm)	17	15	44	55	44
楊氏模數[GPa]	77	78	未	未	未
剛性率[GPa]	32	33	未	未	未

[表 3]

	No.11	No.12
SiO ₂	77.1	73.9
Al ₂ O ₃	5.7	8.7
ZnO		
Na ₂ O	8.6	4.3
Li ₂ O	4.3	4.3
K ₂ O	4.3	8.7
Sb ₂ O ₃		
ZrO ₂		
TiO ₂		
B ₂ O ₃		
MgO		
CaO		
SnO ₂		0.1
密度 (g/cm ³)	2.39	2.40
Ps (°C)	437	476
Ta (°C)	482	523
Ts (°C)	704	767
10 ⁴ (°C)	1114	1212
10 ³ (°C)	1348	1457
10 ^{2.5} (°C)	1501	1611
熱膨脹係數 (×10 ⁻⁷ /°C)	88	89
液相溫度 (°C)	815	1013
log η TL	6.2	5.2
壓縮應力 (MPa)	325	324
應力深度 (μm)	36	39
楊氏模數[GPa]	71	70
剛性率[GPa]	30	30

以如下所述的方式來製作表 1~表 3 的各試料。首先，對玻璃原料進行調配，以使其達到表中的玻璃組成，使用

鉑坩鍋 (platinum pot)，並以 1580°C 對上述玻璃原料進行 8 小時的熔融。然後，使熔融玻璃流出至碳板 (carbon board) 上並成形為板狀。對所獲得的玻璃基板的各種特性進行評價。

藉由眾所周知的阿基米德法來對密度進行測定。

根據 ASTM C336 的方法來對應變點 P_s 、徐冷點 T_a 進行測定。

根據 ASTM C338 的方法來對軟化點 T_s 進行測定。

利用鉑球上拉法，來測定與 $10^{4.0}$ dPa·s、 $10^{3.0}$ dPa·s、及 $10^{2.5}$ dPa·s 的玻璃的黏度相當的溫度。

熱膨脹係數 α 是使用膨脹計，對 30~380°C 的溫度範圍中的平均熱膨脹係數進行測定而獲得的。

液相溫度是對如下溫度進行測定而獲得的溫度，該溫度是指將玻璃粉碎，並使粉碎後的玻璃經過 30 個網眼的標準篩（篩網開口為 500 μm ），將殘留於 50 個網眼（篩網開口為 300 μm ）的玻璃粉末放置於鉑板 (board)，在溫度梯度爐中保持 24 小時之後，析出晶體時的溫度。

液相黏度表示液相溫度時的各玻璃的黏度。

藉由共振法來測定楊氏模數以及剛性率。

結果為，所獲得的玻璃基板的密度小於或等於 2.54 g/cm³，熱膨脹係數為 88~100×10⁻⁷/°C，適合作為強化玻璃素材。又，由於液相黏度較高，為大於或等於 10^{4.6} dPa·s，因此能夠進行溢流下拉，而且，玻璃的黏度為 10^{2.5} dPa·s 時的溫度較低，為小於或等於 1650°C，因此認為生產率高，

且能夠廉價地供給大量的玻璃基板。再者，對於未強化的玻璃基板與強化玻璃基板而言，玻璃基板的表層上的微觀性的玻璃組成不同，但玻璃基板整體的玻璃組成實質上並無不同。接著，對各玻璃基板的兩個表面實施光學研磨之後，將 No.1~7、11 以及 12 的各試料在 430°C 的 KNO_3 溶液中浸漬 4 小時，又，將 No.8~10 在 460°C 的 KNO_3 溶液中浸漬 6 小時，藉此來進行離子交換處理。將處理已結束的各試料的表面洗淨之後，根據使用表面應力計（東芝股份有限公司製 FSM-6000）所觀察到的干擾條紋的條數、及這些干擾條紋的間隔，計算表面的壓縮應力值與壓縮應力層的厚度。每當進行計算時，將試料的折射率設為 1.53，將光彈性常數（photoelastic constant）設為 $28[(\text{nm/cm})/\text{MPa}]$ 。

結果為，在作為本發明的實施例的試料 No.1~12 的各玻璃基板的表面上，產生了大於或等於 324 MPa 的壓縮應力，且壓縮應力層的厚度較深，為大於或等於 15 μm 。

再者，上述實施例中，為了便於對本發明進行說明，將玻璃加以熔融，藉由使該熔融玻璃流出而成形之後，在離子交換處理之前進行光學研磨。當按照工業規模來實施本發明時，較理想的是利用溢流下拉法等來使玻璃基板成形，並在玻璃基板的兩個表面為未研磨的狀態下進行離子交換處理。

又，將試料 No.7 的玻璃製作成尺寸為 3 mm×4 mm×40 mm 的測試片，並進行 3 點彎曲測試。再者，對測試片的

整個面實施光學研磨，且並未進行去角處理。將該測試片以 460°C -8 小時的條件、及 490°C -8 小時的條件浸漬於 KNO₃ 溶液中，進行離子交換處理。於離子交換之後，對測試片進行流水清洗，然後將該測試片用於 3 點彎曲測試。根據測試所得的斷裂負荷來計算斷裂應力，並且藉由平均值評定法來繪製魏普圖，並求出韋伯模數。將其結果表示於表 4。再者，為了作參考，亦對未實施離子交換處理的玻璃測試片（未強化品）進行 3 點彎曲測試。

[表 4]

	未強化品	強化品	強化品
離子交換溫度 (°C)	-	460	490
離子交換時間 (小時)	-	8	8
平均破壞應力 (MPa)	135	650	540
表面壓縮應力 (MPa)	-	770	614
應力深度 (μm)	-	31	50
韋伯模數	6	19	61

根據表 4 可以理解的是，本發明的強化玻璃的平均破壞應力與韋伯模數較高，且強度的不均較小。

本發明的強化玻璃基板適合於用作行動電話、數位相機、及 PDA 等的蓋玻璃，或者適合於用作觸控面板顯示器等玻璃基板。又，除了上述用途以外，亦可以期待將本發明的強化玻璃基板應用於要求高機械強度的用途，例如應用於窗戶玻璃、磁碟用基板、平板 (flat panel) 顯示器用基板、太陽電池用蓋玻璃、固態攝影元件用蓋玻璃，以及餐具。

【圖式簡單說明】

無。

【主要元件符號說明】

無。

十、申請專利範圍：

1.一種強化玻璃，在表面上具有壓縮應力層，該強化玻璃的特徵在於：

按照莫耳百分比，含有 40~80%的 SiO_2 、5~15%的 Al_2O_3 、0~8%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~20%的 K_2O 、0~10%的 MgO 、以及 8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之強化玻璃，其特徵在於：

在表面上具有壓縮應力層，按照莫耳百分比，含有 45~80%的 SiO_2 、8~11%的 Al_2O_3 、0~5%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~8%的 K_2O 、0~6%的 CaO 、0~6%的 MgO 、8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 、以及 0~7%的 $\text{CaO}+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 的比為 0.1~0.8，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

3.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之強化玻璃，其特徵在於含有 0.01~6%的 SnO_2 。

4.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之強化玻璃，其特徵在於平均破壞應力為大於或等於 300 MPa，韋伯模數為大於或等於 15。

5.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之強化玻璃，其特徵在於表面的壓縮應力為大於或等於 300 MPa，且壓縮應力層的厚度為大於或等於 10 μm 。

6.一種強化玻璃基板，其特徵在於：

由申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的強化玻璃所構成。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於藉由溢流下拉法來成形為板狀而成。

8.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於具有未研磨的表面。

9.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於液相溫度為小於或等於 1075°C。

10.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於由液相黏度大於或等於 $10^{4.0}$ dPa·s 的玻璃所構成。

11.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於用於觸控面板顯示器。

12.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於用於行動電話的蓋玻璃。

13.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其特徵在於用於太陽電池的蓋玻璃。

14.如申請專利範圍第 6 項所述之強化玻璃基板，其用作顯示器的保護構件。

15.一種玻璃，其特徵在於：

按照莫耳百分比，含有 40~80%的 SiO_2 、5~15%的

Al_2O_3 、0~8%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~20%的 K_2O 、0~10%的 MgO 、以及 8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

16.如申請專利範圍第 15 項所述之玻璃，其特徵在於含有 0.01~6%的 SnO_2 。

17.一種強化玻璃基板的製造方法，其特徵在於：

將以成為下述玻璃組成的方式而經調配的玻璃原料加以熔融，使玻璃成形為板狀之後，藉由實施離子交換處理來在玻璃表面上形成壓縮應力層，上述玻璃組成是指按照莫耳百分比，含有 40~80%的 SiO_2 、5~15%的 Al_2O_3 、0~8%的 B_2O_3 、0~10%的 Li_2O 、5~20%的 Na_2O 、0.5~20%的 K_2O 、0~10%的 MgO 、以及 8~16.5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ ，按照莫耳比， $(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1.4~3， $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 1~3， $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比為 0~1，且實質上不含有 As_2O_3 、 PbO 、及 F。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之強化玻璃基板的製造方法，其特徵在於含有 0.01~6%的 SnO_2 。

19.如申請專利範圍第 17 項或第 18 項所述的強化玻璃基板的製造方法，其特徵在於藉由下拉法來使玻璃成形為板狀。

20.如申請專利範圍第 17 項或第 18 項所述之強化玻璃基板的製造方法，其特徵在於藉由溢流下拉法來使玻璃成

形為板狀。