



(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 I806197 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：110138653

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : C03C21/00 (2006.01)

C03C3/093 (2006.01)

(30)優先權：2012/05/31 美國

61/653,489

2013/01/04 美國

61/748,981

(71)申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：德奈卡 馬修約翰 DEJNEKA, MATTHEW JOHN (US)；艾利森 亞當詹姆士
ELLISON, ADAM JAMES (US)；馬羅 約翰可里斯多福 MAURO, JOHN
CHRISTOPHER (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

US 2009/0215607A1

審查人員：李惟德

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：1 共 33 頁

(54)名稱

具有高損傷抗性之鋯石相容離子交換玻璃

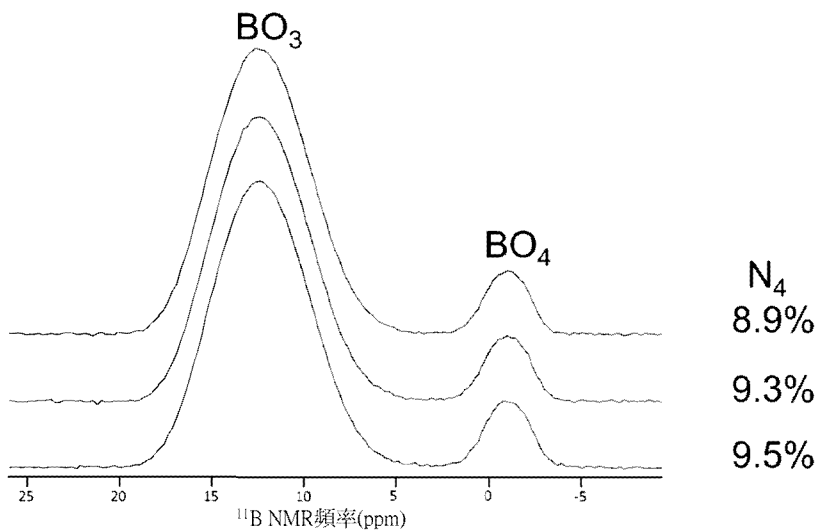
(57)摘要

一種對磨損、刮劃、壓痕等造成的損傷具有高度抗性的可離子交換玻璃。玻璃包含氧化鋁、氧化硼 (B₂O₃) 和鹼金屬氧化物，且含有具三重配位的硼陽離子。離子交換時，玻璃具有至少 10 公斤力 (kgf) 的維氏裂縫初始閾值。

An ion exchangeable glass having a high degree of resistance to damage caused by abrasion, scratching, indentation, and the like. The glass comprises alumina, B₂O₃, and alkali metal oxides, and contains boron cations having three-fold coordination. The glass, when ion exchanged, has a Vickers crack initiation threshold of at least 10 kilogram force (kgf).

指定代表圖：

第1圖





I806197

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有高損傷抗性之鋯石相容離子交換玻璃

【英文發明名稱】ZIRCON COMPATIBLE, ION EXCHANGEABLE GLASS
WITH HIGH DAMAGE RESISTANCE

【中文】

一種對磨損、刮劃、壓痕等造成的損傷具有高度抗性的可離子交換玻璃。玻璃包含氧化鋁、氧化硼（ B_2O_3 ）和鹼金屬氧化物，且含有具三重配位的硼陽離子。離子交換時，玻璃具有至少10公斤力（kgf）的維氏裂縫初始閾值。

【英文】

An ion exchangeable glass having a high degree of resistance to damage caused by abrasion, scratching, indentation, and the like. The glass comprises alumina, B_2O_3 , and alkali metal oxides, and contains boron cations having three-fold coordination. The glass, when ion exchanged, has a Vickers crack initiation threshold of at least 10 kilogram force (kgf).

【指定代表圖】第（1）圖。

【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】具有高損傷抗性之鋯石相容離子交換玻璃

【英文發明名稱】ZIRCON COMPATIBLE, ION EXCHANGEABLE GLASS
WITH HIGH DAMAGE RESISTANCE

【技術領域】

【0001】 本申請案根據專利法法規主張西元2012年5月31日申請的美國臨時專利申請案第61/653,489號和西元2013年1月4日申請的美國臨時專利申請案第61/748,981號的優先權權益，本申請案依賴該等申請案全文內容且該等申請案全文內容以引用方式併入本文中。

【0002】 本發明係關於能藉由離子交換而化學強化且具有本質或「原生」損傷抗性的玻璃。更特定言之，本發明係關於藉由離子交換而強化，並對磨損、刮劃、壓痕和其他尖銳接觸形式的損傷具有抗性的玻璃。

【先前技術】

【0003】 離子交換製程提供玻璃的實質改善，玻璃可藉由此製程強化而能抵抗尖銳撞擊或壓痕造成的損傷。迄今，已使用含網狀修飾物（例如鹼與鹼土陽離子）的玻璃。該等陽離子形成非架橋氧（僅與一個矽原子鍵結的氧），以致減低離子交換玻璃對磨損、刮劃等造成的損傷的抗性。

【發明內容】

【0004】 本發明提供可離子交換玻璃，該玻璃對磨損、刮劃、壓痕等造成的損傷具有高度抗性。玻璃包含氧化鋁、氧化硼（ B_2O_3 ）和鹼金屬氧化物，且含有具三重配位的硼陽離子。離子交換時，玻璃具有至少10公斤力（kgf）的維氏（Vickers）裂縫初始閾值。

【0005】 因此，本發明的一態樣提供可離子交換玻璃，該玻璃包含至少約50莫耳%的二氧化矽（ SiO_2 ）；至少約10莫耳%的 R_2O ，其中 R_2O 包含氧化鈉（ Na_2O ）；氧化鋁（ Al_2O_3 ），其中 Al_2O_3 （莫耳%） $< R_2O$ （莫耳%）；及氧化硼（ B_2O_3 ），其中 B_2O_3 （莫耳%） $-(R_2O$ （莫耳%） $-Al_2O_3$ （莫耳%）） ≥ 3 莫耳%。

【0006】 本發明的第二態樣提供玻璃，該玻璃包含至少約50莫耳%的 SiO_2 ；至少約10莫耳%的 R_2O ，其中 R_2O 包含 Na_2O ； Al_2O_3 ；及 B_2O_3 ，其中 B_2O_3 （莫耳%） $-(R_2O$ （莫耳%） $-Al_2O_3$ （莫耳%）） ≥ 3 莫耳%，且玻璃具有銼石崩解（breakdown）溫度，崩解溫度等於玻璃黏度為約25千泊至約40千泊時的溫度。

【0007】 本發明的第三態樣提供離子交換玻璃，該玻璃具有至少約10 kgf的維氏裂縫初始閾值。玻璃包含至少約50莫耳%的 SiO_2 ；至少約10莫耳%的 R_2O ，其中 R_2O 包含 Na_2O ； Al_2O_3 ，其中 Al_2O_3 （莫耳%） $< R_2O$ （莫耳%）；及 B_2O_3 ，其中 B_2O_3 （莫耳%） $-(R_2O$ （莫耳%） $-Al_2O_3$ （莫耳%）） ≥ 3 莫耳%。

【0008】 第四態樣提供玻璃，該玻璃包含至少約 50 莫耳 % 的 SiO_2 ；至少約 10 莫耳 % 的 R_2O ，其中 R_2O 包含 Na_2O ； Al_2O_3 ；及至少 2.7 莫耳 % 的 B_2O_3 ， B_2O_3 含有配位的硼陽離子，其中 $\text{B}_2\text{O}_3 - (\text{R}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3) \geq 3$ 莫耳 %。

【0009】 本發明的上述與其他態樣、優點和顯著特徵在參閱以下詳細實施方式說明、附圖和後附申請專利範圍後，將變得更清楚易懂。

【圖式簡單說明】

【0010】 第 1 圖為本文所述玻璃樣品的核磁共振（NMR）光譜圖。

【實施方式】

【0011】 在以下說明中，以相同的元件符號代表各圖中相仿或對應的零件。亦應理解除非具體指明，否則諸如「頂部」、「底部」、「向外」、「向內」等用語僅為便於說明，而非視為限定用語。此外，當描述某一群組包含至少一組元件和元件組合物時，應理解該群組可包含、實質由或由個別或結合任何數量的提及元件組成。同樣地，當描述某一群組由至少一組元件或元件組合物組成時，應理解該群組可由個別或結合任何數量的提及元件組成。除非具體指明，否則所述數值範圍包括範圍的上限與下限和介於二者間的任何範圍。除非具體指明，否則在此所用不定冠詞「一」和對應定冠詞「該」係指「至少一」或「一或更

多」。亦應理解說明書和圖式所述各種特徵可以任何和所有結合方式使用。

【0012】 在此，「玻璃」一詞包括玻璃和玻璃陶瓷。「玻璃物件」一詞係採用其最廣泛的意義而包括任何整體或部分由玻璃及/或玻璃陶瓷製成的物體。

【0013】 注意在此所用之「實質」和「約」等用語係表示任何定量比較、數值、測量或其他表述引起的固有不確定程度。該等用語在此亦表示定量表述偏離指定參考值、又不致改變所述主題標的之基本功能的程度。

【0014】 除非具體指明，否則本文所述所有組成和濃度係以莫耳百分比(莫耳%)表示。應理解本文和申請專利範圍所述組成範圍代表依此技術領域熟知手段測定的玻璃整體(bulk)組成，且可應用到本文所述未強化與強化玻璃。

【0015】 大體參照圖式且特別參照第1圖，應理解圖式說明係為描述特定實施例，而無意限定本發明或後附申請專利範圍。圖式不必然按比例繪製，為清楚簡潔呈現，某些特徵結構和一些視圖當可放大或概要圖示。

【0016】 因此，提供具有本質損傷抗性的玻璃。在一態樣中，玻璃可強化以抵抗尖銳撞擊造成的損傷，且玻璃包含至少約50莫耳%的 SiO_2 ；至少約10莫耳%的至少一鹼金屬氧化物(R_2O)，其中 R_2O 包含 Na_2O 和選擇性包含其他鹼金屬氧化物(例如 Li_2O 、 K_2O 、 Cs_2O 、 Rb_2O)；氧化鋁(Al_2O_3)，其中 Al_2O_3 含量(以莫耳%表示)少於存於玻璃中的鹼金屬氧化物總量(即 Al_2O_3 (莫耳

$\%) < R_2O$ (莫耳%)) ; 及氧化硼 (B_2O_3) , 其中 B_2O_3 (莫耳%) - (R_2O (莫耳%) - Al_2O_3 (莫耳%)) ≥ 3 莫耳%。

【0017】 在另一態樣中，玻璃包含至少約 50 莫耳%的 SiO_2 ; Al_2O_3 ; B_2O_3 ; 及至少約 10 莫耳%的 R_2O , 其中 R_2O 包含 Na_2O ; 其中 B_2O_3 (莫耳%) - (R_2O (莫耳%) - Al_2O_3 (莫耳%)) ≥ 3 莫耳% , 且玻璃的鋯石崩解溫度 (即鋯石崩解成氧化鋯與二氧化矽的溫度) 等於玻璃黏度為約 25 千泊至約 40 千泊時的溫度。

【0018】 在一些態樣中，本文所述玻璃為可離子交換，即存於玻璃中的陽離子 (通常為單價鹼金屬陽離子) 被具相同原子價或氧化態的較大陽離子 (通常為單價鹼金屬陽離子，但也可為其他陽離子，例如 Ag^+ 或 Tl^+) 取代。以較大陽離子取代較小陽離子會產生受到壓縮或壓縮應力 CS 的表層。此層從表面延伸到玻璃內部或塊體而至層深度 DOL 。玻璃表層中的壓縮應力由玻璃內部或內部區域的拉伸應力或中間張力 CT 平衡。利用此技術領域已知手段，測量壓縮應力和層深度。該等手段包括使用諸如 *Luceo* 有限公司 (日本東京) 製造的 *FSM-16000* 等市售儀器測量表面應力 (FSM) , 但不以此為限。測量壓縮應力和層深度的方法描述於名稱為「化學強化平板玻璃的標準規範 (Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass)」的 *ASTM 1422C-99* 和名稱為「用於非破壞性光彈性測量退火熱強化和完全回火之平板玻璃的邊緣與表面應力的標準測試方法

(Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass) 」 的 ASTM 1279-1977, 上述全文內容以引用方式併入本文中。表面應力測量係依據應力光學係數(SOC)的精確測量, SOC與玻璃的應力誘發雙折射有關。利用此技術領域已知方法, 測量SOC, 例如光纖和四點彎曲法, 二者均描述於名稱為「用於測量玻璃應力光學係數的標準測試方法 (Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient) 」的 ASTM 標準 C770-98 (2008), 上述全文內容以引用方式併入本文中, 及塊體圓柱法。

【0019】 在其他態樣中, 如上所述, 本文所述玻璃經離子交換而具有至少一表面和受拉伸應力的內部區域, 表面具有受壓縮至層深度的層。在一態樣中, 離子交換玻璃包含至少約50莫耳%的 SiO_2 ; 至少約10莫耳%的 R_2O , 其中 R_2O 包含 Na_2O ; Al_2O_3 ; 及 B_2O_3 , 其中 $\text{B}_2\text{O}_3 - (\text{R}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3) \geq 3$ 莫耳%。離子交換玻璃具有至少約10公斤力(kgf)的維氏裂縫初始閾值。

【0020】 當存於矽酸鋁硼玻璃時, 鹼金屬當作用於四面體配位鋁與硼的電荷平衡陽離子。物種類似 RAlO_2 或 RBO_2 , 其中R係鹼金屬, 鋁為 Al^{3+} 和 B^{3+} 且例如由氧四重配位。圍繞鋁或硼的四個氧原子推定與矽原子鍵結。故每

個氧從矽原子取得一個電子及實際上從四面體配位 Al^{3+} 和 B^{3+} 取得 $3/4$ 個電子。鹼金屬施予此構造一個電子，因而容許四面體中的四個氧皆取得全電子殼層。大型鹼土元素 Ca 、 Sr 和 Ba 已知為填滿鋁角色。故在 R_2O (莫耳%) + CaO (莫耳%) + SrO + BaO (莫耳%) - Al_2O_3 (莫耳%) - B_2O_3 (莫耳%) = 0 (莫耳%) 或 $(Al_2O_3$ (莫耳%) + B_2O_3 (莫耳%)) / (R_2O (莫耳%) + CaO (莫耳%) + SrO (莫耳%) + BaO (莫耳%)) = 1 的矽酸鋁硼玻璃中，鹼與鹼土施予的電子恰和需電荷平衡的四面體配位鋁與硼原子一樣多。當 R_2O (莫耳%) + CaO (莫耳%) + SrO (莫耳%) + BaO (莫耳%) - Al_2O_3 (莫耳%) - B_2O_3 (莫耳%) < 0 (莫耳%) 時，需電荷平衡的鋁與硼原子比來自電荷平衡鹼或鹼土陽離子的電子多。此類玻璃通常具有高本質或「原生」損傷抗性，損傷抗性經離子交換後可大幅增強。

【0021】 在該等玻璃中，若取得足夠的電荷平衡陽離子，則鋁幾乎一直由氧四重配位。低價陽離子的電荷平衡作用比小型較高價陽離子佳。此歸因於電荷平衡陽離子就電子密度與鋁競爭的程度。大型低價陽離子在此競爭方面沒有作用，因而在 AlO_4 四面體內大量留下電子密度。硼在完全退火之鹼金屬矽酸硼玻璃中大多為四重配位，由於鹼修飾物消耗或佔據與鋁的鍵結，故存於玻璃中的鹼氧化物量將少於或等於 Al_2O_3 濃度。在存於玻璃中的鹼氧化物量大於 B_2O_3 與 Al_2O_3 結合濃度的完全退火之鹼金屬矽酸硼玻璃中，硼大多為四重配位，且過量鹼修飾物佔據非架橋氧

(NBO) 鍵結。然在 $\text{B}_2\text{O}_3 \geq$ 鹼修飾物 $> \text{Al}_2\text{O}_3$ 的完全退火之矽酸鋁硼玻璃中，即使在電荷平衡組成中，仍假定硼為三重與四重配位的混合。當從高於玻璃的退火或應變點快速冷卻時，就熵而言會優先形成三重配位硼。故三重配位硼的比例可利用諸如下拉（例如狹縫或融合抽拉）製程的形成製程，或藉由加熱玻璃達高於退火或應變點的溫度、然後快速冷卻（例如以至少約 $4^\circ\text{C}/\text{秒}$ 的速率）而增加。在一些實施例中，玻璃係從高於玻璃的退火或應變點的溫度快速冷卻。為達合理近似值，電荷平衡陽離子先穩定四重配位鋁，其餘陽離子穩定部分分率的四重配位硼，分率可高達1。本文所述玻璃包含至少2.7莫耳%的 B_2O_3 ，在一些實施例中為約2.7莫耳%至約4.5莫耳%，其中硼陽離子主要為三重配位。在一些實施例中，包含本文所述玻璃的至少約50莫耳%的硼陽離子為三重配位。在其他實施例中，該等玻璃中至少約80莫耳%的硼為三重配位，在又一些其他實施例中，該等玻璃中至少90莫耳%的硼陽離子為三重配位。可利用 ^{11}B 核磁共振 (NMR)，測定三重硼的比例。第1圖為本文所述玻璃樣品的 NMR 光譜圖，玻璃樣品組成為67.45莫耳%的 SiO_2 、12.69莫耳%的 Al_2O_3 、3.67莫耳%的 B_2O_3 、13.67莫耳%的 Na_2O 、2.36莫耳%的 MgO 和0.09莫耳%的 SnO_2 。四重配位硼含量（第1圖的 N_4 ）為8.9%至9.5%。故第1圖所示各樣品中有約90%的硼為三重配位。

【0022】 當 R_2O (莫耳%) + MO (莫耳%) < Al_2O_3 (莫耳%) 時，其中 MO 代表二價金屬氧化物(例如 MgO 、 ZnO 、 CaO 、 BaO 、 SrO 等)，並無足夠的單價或二價陽離子來穩定四重配位鋁，故在該等玻璃中，硼幾乎完全為三重配位。在一些實施例中，本文所述玻璃包含約3莫耳%至約4.5莫耳%的 B_2O_3 ， B_2O_3 含有被三個陰離子圍繞的硼陽離子，即硼陽離子為三重配位，且在一些實施例中， B_2O_3 (莫耳%) - (R_2O (莫耳%) - Al_2O_3 (莫耳%)) $\leq$ 4.5 莫耳%。三重配位硼為所期物質，因為三重配位硼壓縮時更易密化，而可提供玻璃本質或原生損傷抗性。然組成為 R_2O (莫耳%) + MO (莫耳%) - Al_2O_3 (莫耳%) < 0 (莫耳%) 的玻璃通常有很高的熔化溫度，除非玻璃還具有非常多的 B_2O_3 含量，例如大於約10莫耳%。如此大量的 B_2O_3 會對表面壓縮應力和離子交換率造成不良影響，此由離子交換固定時間/時段後得到低層深度可見一斑。要得到良好的損傷抗性亦需有高 CS (例如大於約650兆帕(MPa)) 和顯著層深度(DOL) (例如大於30微米(μm))，因此離子交換特性不佳可能會抵消高本質損傷抗性的附加優勢。為達離子交換後的最佳屬性平衡，期使硼濃度維持夠低。故在一些實施例中，本文所述玻璃包含少於10莫耳%的 B_2O_3 。此類玻璃很難熔化成大量生產可接受的品質位級(例如缺陷濃度)。視玻璃物件應用而定，在連續製程中，可接受的最低限度缺陷位級為每磅(1b)玻璃具有約1個內含物(例如氣泡、微粒

或「晶種」)，內含物的尺寸（例如近球形微粒的直徑或細長微粒的長徑）大於約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。

【0023】 在一些實施例中，本文所述玻璃包含至少約 50 莫耳 % 的 SiO_2 ；約 9 莫耳 % 至約 22 莫耳 % 的 Al_2O_3 ；約 3 莫耳 % 至約 10 莫耳 % 的 B_2O_3 ；約 10 莫耳 % 至約 20 莫耳 % 的 Na_2O ；0 莫耳 % 至約 5 莫耳 % 的 K_2O ；至少約 0.1 莫耳 % 的 MgO 及 / 或 ZnO ，其中 $0\text{ 莫耳 \%} \leq \text{MgO (莫耳 \%)} + \text{ZnO (莫耳 \%)} \leq 6\text{ 莫耳 \%}$ ；及選擇性包含 CaO 、 BaO 和 SrO 的至少一者，其中 $0\text{ 莫耳 \%} \leq \text{CaO (莫耳 \%)} + \text{SrO (莫耳 \%)} + \text{BaO (莫耳 \%)} \leq 2\text{ 莫耳 \%}$ 。在一些實施例中，本文所述玻璃包含約 66 莫耳 % 至約 74 莫耳 % 的 SiO_2 。

【0024】 在一些實施例中，本文所述玻璃包含至少約 0.1 莫耳 % 的 MgO 和 ZnO 的至少一者。在某些實施例中，玻璃包含至多約 6 莫耳 % 的 MgO 及 / 或 ZnO 。鎂和鋅的行為不同於其他二價陽離子。雖然鎂和鋅可電荷平衡鋁至一定程度，但鎂和鋅在穩定本文所述玻璃的四重配位硼方面似乎很少或沒有作用。故在矽酸鋁硼玻璃中以氧化鎂取代鹼氧化物將迫使硼原子脫離四重配位而變成三重配位，以致離子交換玻璃有較高的壓痕裂縫初始閾值負載。

【0025】 除上列氧化物外，本文所述玻璃進一步包含化學澄清劑，包括鹵素或鹵化物（含 F 、 Cl 、 Br 與 I 的化合物）和 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 CeO_2 與 SnO_2 的至少一氧化物，但不以此為限。若有，則澄清劑通常按約 0.5 莫耳 % 或以下的量批次加入原料，且對離子交換率和最終獲得壓縮應力的影

響很小。此外，可加入低濃度且對玻璃的離子交換特性很少或無影響的其他氧化物。此類氧化物實例包括 ZrO_2 ， ZrO_2 為由熔化器中氧化鋯耐火材料引入的常見污染物； TiO_2 ， TiO_2 為天然二氧化矽源的常見雜質成分； Fe_2O_3 ， Fe_2O_3 為在幾乎所有最純化學試劑中普遍存在的雜質氧化物；及其他過渡金屬氧化物，過渡金屬氧化物用於帶入顏色。該等過渡金屬氧化物包括 V_2O_5 、 Cr_2O_3 、 Co_3O_4 、 Fe_2O_3 、 MnO_2 、 NiO 、 CuO 、 Cu_2O 等。若存於玻璃中，則該等氧化物濃度宜維持小於或等於約 2 莫耳% 的位級。相較於鈣，較大的鹼土金屬（例如 Sr 和 Ba ）會造成較低的擴散係數，因而大大減小壓縮層深度。由於 Sr 和 Ba 係較本文所述玻璃中的多數其他氧化物昂貴的試劑，且會抑制或延緩離子交換，故若存於玻璃中，則 SrO 和 BaO 的濃度宜維持不超過約 0.5 莫耳% 的位級。氧化銣和氧化鉍太大而無法以適當速率交換又昂貴，且高濃度時會引起高液相溫度。故該等氧化物的濃度宜維持少於 0.5 莫耳%。通常應避免氧化鋰，因為氧化鋰將「毒害」硝酸鉀鹽離子交換浴，導致壓縮應力比以無鋰鹽浴離子交換相同玻璃所得的壓縮應力低。此外，相較於鈉取代鉀交換，當交換成鉀時，存有鋰將大幅降低擴散係數。若存於玻璃中，則氧化鋰濃度應維持少於約 0.5 莫耳%，在一些實施例中為少於約 0.1 莫耳%。在一些實施例中，本文所述玻璃實質無鋰。在一些實施例中，本文所述玻璃實質無磷。

【0026】 在此所用「鋇石崩解溫度」或「 $T_{\text{崩解}}$ 」一詞係指鋇石（常用作玻璃處理及製造的耐火材料）崩解成氧化鋇與二氧化矽的溫度。在諸如融合的等黏製程中，玻璃遭受的最高溫度對應玻璃的特定黏度。例如， $T_{35\text{ kP}}$ 係指玻璃黏度為35千泊（kP）的溫度。崩解溫度與對應35000泊黏度之溫度間的差異定義為崩解裕度 $T_{\text{裕度}}$ ，其中 $T_{\text{裕度}} = T_{\text{崩解}} - T_{35\text{ kP}}$ 。當崩解裕度 $T_{\text{裕度}}$ 為負值時，鋇石將於融合隔離管的一些位置崩解成氧化鋇缺陷。當 $T_{\text{裕度}}$ 為零時，溫度偏移仍可能引起鋇石崩解。故期不僅使崩解裕度為正值，亦盡可能最大化 $T_{\text{裕度}}$ ，同時與最後玻璃產品需維持的所有其他屬性一致。在一些實施例中，本文所述玻璃的鋇石崩解溫度等於玻璃黏度為約25千泊至約40千泊的溫度，在一些實施例中為約30千泊至約40千泊，在一特定實施例中為30千泊至約35千泊。表3列出測量各種玻璃樣品的鋇石崩解溫度 $T_{\text{崩解}}$ 。

【0027】 如前所述，當崩解裕度 $T_{\text{裕度}}$ 為負值時，鋇石將於處理硬體（例如融合隔離管）的一些位置崩解成氧化鋇與二氧化矽。此往往導致形成玻璃內含缺陷、氣泡、氧化鋇微粒等。通常可利用此技術領域已知的手段來偵測玻璃中是否存有此類內含物，例如光學顯微鏡。本文所述玻璃具有正值鋇石崩解裕度，且在一些實施例中，每磅玻璃具有少於0.1個內含物，其中內含物的尺寸（例如近球形微粒的直徑或細長微粒的長徑）為至少約50 μm 。在一些實施例

中，本文所述玻璃於每磅玻璃含有少於0.01個內含物，其中內含物的尺寸為至少約50 μm 。

【0028】 在玻璃由離子交換強化的實施例中，在一些實施例中，玻璃經離子交換而形成受壓縮應力的表層，壓縮應力為至少約600兆帕（MPa），在一些實施例中為至少約800 MPa。壓縮表層的層深度為至少約30微米（ μm ）。本文所述離子交換玻璃亦具有一定程度的原生或本質損傷抗性（IDR），此特徵在於維氏裂縫初始閾值大於或等於10公斤力（kgf）。在一些實施例中，離子交換玻璃具有約20 kgf至約30 kgf的維氏裂縫初始閾值。在其他實施例中，離子交換玻璃具有約30 kgf至約35 kgf的維氏裂縫初始閾值。本文所述維氏裂縫初始閾值測量係藉由按0.2毫米/分鐘的速率施加及移除壓痕負載至玻璃表面進行。最大壓痕負載維持10秒。裂縫初始閾值定義為10個壓痕中有50%出現從壓痕壓印角落發散出任何數量的徑向/中間裂縫的壓痕負載。增加最大負載，直到閾值符合特定玻璃組成為止。所有壓痕測量係在室溫、50%相對濕度下進行。

【0029】 離子交換時，本文所述玻璃具有夠高的壓縮應力，以提供極佳的損傷抗性抵抗各種撞擊。本文所述玻璃以促進大規模製造的速率進行離子交換。儘管在離子交換前退火處理玻璃有利於提供高壓縮應力，然從高溫（例如高於玻璃的應變點）快速冷卻玻璃亦可獲得高壓縮應力。快速冷卻例如可在下拉製程中進行，例如融合或狹縫抽拉製程。結合壓縮應力、層深度和本文所述離子交換玻璃的

本質損傷抗性可提供極佳抗性抵抗尖銳接觸與刮劃造成的明顯或強度限制損傷。

【0030】 表1比較本文所述玻璃樣品（標示為玻璃3）和 Matthew J. Dejneka 等人於西元2011年7月1日申請、名稱為「具高壓縮應力的可離子交換玻璃（Ion Exchangeable Glass With High Compressive Stress）」的美國專利申請案第13/533,298號所述玻璃（標示為玻璃1）與 Matthew J. Dejneka 等人於西元2012年5月31日申請、名稱為「具高損傷抗性的可離子交換玻璃（Ion Exchangeable Glass With High Damage Resistance）」的美國臨時專利申請案第61/653,485號所述玻璃（標示為玻璃2）的物性，申請案第13/533,298號主張 Matthew J. Dejneka 等人於西元2011年7月1日申請且具相同名稱的美國臨時專利申請案第61/503,734號的優先權。玻璃1相容於鋯石，但具有低壓痕閾值，玻璃2具有高低壓痕閾值，但不相容於鋯石。如上所述，玻璃3兼具高低壓痕閾值及相容於鋯石。

表1 玻璃的物性

玻璃	1	2	3
退火點（℃）	650	629	644
應變點（℃）	601	576	589
軟化點（℃）	891.7	900	922.4
密度（g/cm ³ ）	2.432	2.39	2.403
帕桑比（Poisson's Ratio）	0.205	0.216	0.213

玻璃	1	2	3
剪切模數 (Mpsi)	4.287	4.051	4.142
楊氏模數 (Mpsi)	10.336	9.851	10.046
液相溫度 (°C)	1020	1000	1005
液相黏度 (千泊)	1000	1850	2210
主要去玻相	矽酸鎂石	霞石	矽酸鎂石
鋇石崩解溫度 (°C)	1200	1183	1230
鋇石崩解黏度 (千泊)	30.4	71.4	33.4
200 泊溫度 (°C)	1665	1679	1757
35 千泊溫度 (°C) :	1190	1226	1227
折射率	1.50030	1.49844	1.49836
SOC (nm/MPa/cm)	29.64	32.78	31.94
維氏壓痕閾值 (kgf)	7	>30	20-30

【0031】 本文所述玻璃組成的附加非限定實例和性質分別列於表 2 和表 3。由於所列實例的特徵在於高壓痕閾值和低鋇石崩解黏度，故符合具本質損傷抗性和與鋇石相容的要求。

表 2 本文所述玻璃組成實例

實例	1	2	3	4	5	6	7
分析(莫耳%)							
SiO ₂	67.26	67.47	67.37	67.43	67.22	67.12	67.29
Al ₂ O ₃	12.05	12.08	12.07	12.03	12.03	12.03	12.05

B ₂ O ₃	2.58	2.56	2.54	2.61	2.61	2.64	2.64
Na ₂ O	14.14	13.08	14.10	13.10	14.20	13.33	13.20
K ₂ O	0.01	0.96	0.01	0.96	0.03	0.94	0.96
MgO	3.80	3.69	3.34	3.27	3.34	3.36	2.82
CaO	0.05	0.04	0.48	0.49	0.06	0.05	0.48
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.42	0.45
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
總計(莫耳%)	100	100	100	100	100	100	100

表 2 本文所述玻璃組成實例（接續）

實例	8	9	10	11	12	13	14
分析(莫耳%)							
SiO ₂	67.25	66.32	66.32	66.22	66.26	67.28	67.29
Al ₂ O ₃	12.04	12.73	12.76	12.72	12.74	12.04	12.03
B ₂ O ₃	2.63	3.53	3.64	3.62	3.63	3.41	3.44
Na ₂ O	13.30	13.93	12.89	13.07	13.06	13.87	12.93
K ₂ O	0.96	0.03	0.95	0.96	0.97	0.01	0.94
Li ₂ O							
MgO	2.76	3.31	2.84	2.85	2.32	2.79	2.77
CaO	0.05	0.05	0.48	0.05	0.47	0.49	0.49
ZnO	0.89	0.00	0.00	0.40	0.45	0.00	0.00
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

ZrO ₂	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
總計(莫耳%)	100	100	100	100	100	100	100

表 2 本文所述玻璃組成實例（接續）

實例	15	16	17	18	19	20	21
分析(莫耳%)							
SiO ₂	67.18	66.27	66.33	66.16	67.23	67.61	66.82
Al ₂ O ₃	12.00	12.74	12.73	12.73	12.72	12.24	12.59
B ₂ O ₃	3.39	3.54	3.53	3.58	3.63	3.64	3.51
Na ₂ O	14.10	14.11	14.12	14.19	13.91	13.96	14.47
K ₂ O	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01
MgO	1.82	2.27	1.79	1.84	2.34	2.35	2.45
CaO	0.49	0.05	0.04	0.48	0.05	0.06	0.05
ZnO	0.88	0.90	1.33	0.91	0.00	0.00	0.00
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
總計(莫耳%)	100	100	100	100	100	100	100

表 2 本文所述玻璃組成實例（接續）

實例	22	23	24	25	26	27	28
分析(莫耳%)							
SiO ₂	66.59	67.05	66.38	66.98	67.05	67.09	67.23

Al ₂ O ₃	12.41	12.16	12.71	12.69	12.56	12.67	12.67
B ₂ O ₃	3.42	2.91	3.56	3.98	3.99	3.62	4.10
Na ₂ O	13.40	13.34	14.19	13.91	13.55	14.16	13.97
K ₂ O	0.66	0.85	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
MgO	3.01	2.88	1.79	2.21	2.05	2.24	1.83
CaO	0.12	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06
ZnO	0.28	0.64	1.19	0.06	0.65	0.06	0.00
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
ZrO ₂	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
總計(莫耳%)	100	100	100	100	100	100	100

表 2 本文所述玻璃組成實例（接續）

實例	29	30	31	32	33	34	35
分析(莫耳%)							
SiO ₂	67.31	67.32	66.96	67.43	67.09	67.45	67.11
Al ₂ O ₃	12.54	12.65	12.63	12.56	12.66	12.46	12.57
B ₂ O ₃	4.25	3.76	3.96	3.93	4.15	4.07	4.12
Na ₂ O	13.62	13.76	13.84	13.54	13.64	13.50	13.64
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	2.11	2.37	2.47	2.41	2.33	2.38	2.42
CaO	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO ₂	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08

ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
總計(莫耳%)	100	100	100	100	100	100	100

表 3 表 2 所列玻璃的性質

實例	1	2	3	4	5	6
退火點 (°C) :	632	632	632	624	633	629
應變點 (°C) :	579	580	581	573	581	577
軟化點 (°C) :	890.3	895.7	888.6	884	891.5	888.4
密度 (g/cm ³) :	2.418	2.417	2.421	2.422	2.424	2.425
CTE (×10 ⁻⁷ /°C) :	77.1	79.3	77.3	79.3	77.3	80.3
帕桑比 :	0.216	0.202	0.211	0.21	0.202	0.214
剪切模數(Mpsi) :	4.216	4.232	4.234	4.241	4.228	4.221
楊氏模數(Mpsi) :	10.25	10.174	10.252	10.265	10.16	10.247
72-hr Pt 液相溫度 (°C) :	1060	1070	1010	1000	1030	1040
液相黏度(千泊) :	247	345	739	1458	810	810
主要去玻相	未知	未知	未知	未知	未知	未知
200 泊溫度(°C) :	1744.5	1715.2	1733.2	1724.3	1727.5	1736.6
35 千泊溫度(°C) :	1215.2	1210.8	1196.8	1199.6	1206.5	1213.5
虛擬化溫度(°C) :	721.8	715.8	714.3	704.5	717.2	717.1
折射率 :	1.50000	1.49992	1.50068	1.50104	1.50033	1.50051
SOC (nm/MPa/cm) :	30.88	30.75	30.86	30.74	31.22	31.01

CS @ 50µm						
DOL/410°C/1 mm/ 退火/精煉(MPa)：	989.6	954.8	979.6	938.6	968.8	941.4
以 410°C / 退火 / 精 煉達 50µm DOL 的 時間 (小時)：	18.5	13.8	20.4	15	18.3	13.1
以 410°C / 8 小時 / 虛 擬化的預測壓痕閾 值 (kgf)：	15	16	14	14	16	15
鉛 石 崩 解 溫 度 (°C)：	1210	1204	1207	1199	1206	1193
鉛石崩解黏度 (千 泊)：	38	39	30	35	36	48

表 3 表 2 所列玻璃的性質 (接續)

實例	7	8	9	10	11	12
退火點 (°C)：	625	629	629	622	623	620
應變點 (°C)：	573	576	577	570	571	568
軟化點 (°C)：	883.9	889.8	890.6	885.6	889.8	883.1
密度 (g/cm ³)：	2.428	2.422	2.411	2.414	2.418	2.421
CTE (×10 ⁻⁷ /°C)：	79.3	79.9	76.5	78.8	78.8	78.4
帕桑比：	0.221	0.209	0.213	0.209	0.212	0.215
剪切模數(Mpsi)：	4.241	4.231	4.164	4.197	4.189	4.193
楊氏模數(Mpsi)：	10.36	10.228	10.106	10.148	10.153	10.192

72-hr Pt 液相溫度 (℃)：	970	995	1065	1025	1040	960
液相黏度(千泊)：	2799	1401	287	939	805	4180
主要去玻相	鈉長石	未知	未知	未知	未知	未知
200 泊溫度(℃)：	1721.0	1729.6	1716.9	1718.2	1722.0	1714.0
35 千泊溫度(℃)：	1205.1	1205.4	1212.1	1209.7	1213.1	1204.1
虛擬化溫度(℃)：	1.50124	1.50102	1.49967	1.50039	1.50016	1.50090
折射率：	30.67	31.18	31.5	31.13	31.54	31.53
SOC (nm/MPa/cm)：	957.4	945.5	968.3	942.5	927	927.6
CS@50μm DOL/410℃/1 mm/ 退火/精煉(MPa)：	14.4	13.6	18.3	15.3	13.7	15.7
以 410℃/退火/精 煉達 50μm DOL 的 時間(小時)：	11	15	20	18	18	17
鋯石崩解溫度 (℃)：	1192	1192	1202	1190	1187	1182
鋯石崩解黏度(千 泊)：	43	43	41	48	52	49

表 3 表 2 所列玻璃的性質（接續）

實例	13	14	15	16	17	18
退火點(℃)：	619	617	617	627	626	622
應變點(℃)：	568	567	567	574	573	571

實例	13	14	15	16	17	18
軟化點 (°C) :	877.5	876.6	871.5	890.5	889.1	881.2
密度 (g/cm ³) :	2.415	2.415	2.429	2.425	2.432	2.43
CTE (×10 ⁻⁷ /°C) :	76.3	78.8	76.1	76.1	76.1	76.2
帕桑比 :	0.223	0.203		0.216	0.216	0.205
剪切模數(Mpsi) :	4.221	4.226		4.158	4.145	4.197
楊氏模數(Mpsi) :	10.324	10.171		10.117	10.083	10.119
72-hr Pt 液相溫度 (°C) :	960	950	970	970	950	965
液相黏度(千泊) :	2975	2742	3595	2933	3783	2470
主要去玻相	鈉長石	鈉長石	鈉長石	未知	鈉長石	鈉長石
200 泊溫度(°C) :	1692.6	1658.8	1815.2	1714.7	1725.1	1717.9
35 千泊溫度(°C) :	1179.0	1165.6	1226.2	1208.5	1207.9	1199.5
折射率 :	31.07	31.11	32.52	32.02	32.19	31.79
SOC (nm/MPa/cm) :	933.5	908.4		969.6	976.2	963.9
CS @ 50µm DOL/410°C /1 mm/ 退火/精煉(MPa) :	21.8	16.4		19.7	19.5	21.3
以 410°C /退火/精 煉達 50µm DOL 的 時間 (小時) :	13	16		20	21	19
鉛 石 崩 解 溫 度	1218	1208	1205	1193	1191	1184

實例	13	14	15	16	17	18
(℃)：						
鉛石崩解黏度(千泊)：	19	18	47	45	46	44

表 3 表 2 所列玻璃的性質 (接續)

實例	19	20	21	22	23	24
退火點 (℃)：	629	621	621	629	629	626
應變點 (℃)：	576	569	570	577	576	574
軟化點 (℃)：	898.9	884.3	877.3	893.2	896.2	890.2
密度 (g/cm ³)：	2.404	2.406	2.412	2.42	2.426	2.429
CTE (×10 ⁻⁷ /℃)：	76.4	76.8	78.1	78.2	78.6	76.1
帕桑比：	0.208	0.209	0.215	0.212	0.222	0.219
剪切模數 (Mpsi)：	4.141	4.161	4.152	4.222	4.222	4.158
楊氏模數 (Mpsi)：	10	10.058	10.09	10.232	10.315	10.138
72-hr Pt 液相溫度 (℃)：	980	965	960	1030	1020	955
液相黏度 (千泊)：	980	950	960	1020	1020	945
主要去玻相	3592	3855	3649	904	1358	5875
200 泊溫度 (℃)：	未知	鈉長石	鈉長石	未知	未知	鈉長石
35 千泊溫度 (℃)：	1793.2	1760.7	1749.9	1715.3	1723.8	1705.4
虛擬化溫度 (℃)：	1224.1	1209.5	1196.8	1206.8	1215.8	1205.7
折射率：	1.49821	1.49833	1.49955	1.50044	1.50084	1.50117

SOC						
(nm/MPa/cm) :	31.99	31.55	31.44	31.49	31.25	32
CS @ 50µm						
DOL/410℃/1 mm/ 退火/精煉(MPa) :	944.9	920.7	944.7	1018.3		
以 410℃ / 退火 / 精 煉達 50µm DOL 的 時間 (小時) :	15.4	16.3	17.6	16.3		
以 410℃ / 8 小時 / 虛 擬化的預測壓痕閾 值 (kgf) :	23	21	21	15	13	20
鉛 石 崩 解 溫 度 (℃) :	1216	1224	1199	1205	1195	1220
鉛石崩解黏度 (千 泊) :	39	28	34	36	49	28

表 3 表 2 所列玻璃的性質 (接續)

實例	25	26	27	28	29	30
退火點 (℃) :	628	629	630	635	629	640
應變點 (℃) :	576	576	577	582	576	586
軟化點 (℃) :	894.5	898	896.4	905.8	898.9	904.7
密度 (g/cm ³) :	2.405	2.412	2.409	2.405	2.402	2.402
CTE (×10 ⁻⁷ /℃) :	76.4	74.4	76.5	75.9	75	75.3
帕桑比 :	0.225	0.219	0.206	0.207	0.223	0.214
剪切模數(Mpsi) :	4.152	4.135	4.165	4.099	4.212	4.126

實例	25	26	27	28	29	30
楊氏模數 (Mpsi) :	10.173	10.079	10.048	9.893	10.299	10.02
72-hr Pt 液相溫度 (℃) :	980	990	965	960	970	1000
液相黏度 (千泊) :	970	970	950	945	950	995
主要去玻相	3223	2744	4960	5696	4346	2738
200 泊溫度 (℃) :	未知	未知	鈉長石	鈉長石	矽酸鎂 石	未知
35 千泊溫度 (℃) :	1725.2	1739.8	1729.2	1741.3	1744.1	1753.8
虛擬化溫度 (℃) :	1213.2	1216.1	1215.4	1221.0	1221.4	1232.2
折射率 :	1.49840	1.49910	1.49860			
SOC (nm/MPa/cm) :	32.52	32.61	31.88	31.73	32.06	32.13
CS @ 50µm DOL/410℃/1 mm/ 退火/精煉 (MPa) :	980.3	990.1	1006.9	1008.9	991.8	971.9
以 410℃/退火/精 煉達 50µm DOL 的 時間 (小時) :	17.1	19.3	16.7	17.5	18.0	15.8
以 410℃/8 小時/虛 擬化的預測壓痕閾 值 (kgf) :	19	22	21	27	14	24
鉛石崩解溫度 (℃) :	1220	1250	1215	1218	1231	1223

實例	25	26	27	28	29	30
鉛石崩解黏度（千泊）：	32	21	35	37	31	40

表 3 表 2 所列玻璃的性質（接續）

實例	31	32	33	34	35
退火點（℃）：	630	632	623	634	628
應變點（℃）：	576	578	572	581	575
軟化點（℃）：	903.8	909.1	888.9	909.4	912.8
密度（g/cm ³ ）：	2.402	2.4	2.402	2.398	2.399
CTE（×10 ⁻⁷ /℃）：	74.8	75.2	76	74.6	74.2
帕桑比：	0.224	0.221	0.219	0.218	0.217
剪切模數（Mpsi）：	4.121	4.118	4.105	4.11	4.118
楊氏模數（Mpsi）：	10.086	10.058	10.009	10.011	10.021
72-hr Pt 液相溫度（℃）：	990	1005	1000	1010	1005
液相黏度（千泊）：	980	1000	990	1000	1000
主要去玻相	2569	2319	1680	1825	1896
200 泊溫度（℃）：	未知	未知	未知	未知	未知
35 千泊溫度（℃）：	1769.7	1776.1	1756.4	1752.8	1754.2
虛擬化溫度（℃）：	1222.2	1231.5	1208.8	1226.4	1218.8
折射率：					
SOC（nm/MPa/cm）：	32.08	32.11	32.08	32	32.21
CS@50μm DOL/410℃	970.3	962.8	947.1	940.8	953.0

實例	31	32	33	34	35
/1 mm/ 退 火 / 精 煉 (MPa) :					
以 410℃ / 退 火 / 精 煉 達 50μm DOL 的 時 間 (小 時) :	16.3	16.3	17.8	17.1	17.0
以 410℃ / 8 小 時 / 虛 擬 化 的 預 測 壓 痕 閾 值 (kgf) :	22	23	25	24	24
鉛 石 崩 解 溫 度 (℃) :	1219	1232	1226	1236	1227
鉛 石 崩 解 黏 度 (千 泊) :	37	35	27	31	31

【0032】 本文所述玻璃對碎裂及刮劃具有抗性，因此非常適合用於蓋板、觸控螢幕、錶玻璃、太陽能集光鏡片、窗戶、螢幕、容器和其他需要具良好抗刮性的強硬玻璃的應用。

【0033】 雖然本發明已以典型實施例揭示如上，然以上說明不應視為限定本發明或後附申請專利範圍的範圍。因此，熟諳此技術者在不脫離本發明或後附申請專利範圍的精神和範圍內，當可作各種潤飾、修改與更動。

【符號說明】

【0034】

無

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種玻璃，包括：

66 莫耳% 至 74 莫耳% 的 SiO_2 ；

9 莫耳% 至 22 莫耳% 的 Al_2O_3 ；

至少 10 莫耳% 的 R_2O ，其中 R_2O 是該玻璃中鹼金屬
氧化物之總和；

3 莫耳% 至 4.5 莫耳% 的 B_2O_3 ；

大於 0.1 莫耳% 的 $\text{MgO} + \text{ZnO}$ ，其中

$\text{B}_2\text{O}_3 - (\text{R}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3)$ 大於或等於 3 莫耳%。

【請求項2】 如請求項1所述之玻璃，其中 $\text{MgO} + \text{ZnO}$
小於或等於 6 莫耳%。

【請求項3】 如請求項1所述之玻璃，包括 Na_2O 。

【請求項4】 如請求項1所述之玻璃，包括 Li_2O 。

【請求項5】 如請求項1所述之玻璃，包括 K_2O 。

【請求項6】 如請求項1所述之玻璃，包括從 0 莫耳% 至
5 莫耳% 的 K_2O 。

【請求項7】 如請求項1所述之玻璃，其中該玻璃經離子
交換，且具有處於至少 600 MPa 之壓縮應力下的一層，
該層從該玻璃之一表面延伸進入該玻璃達至少 30 微米
的一層深度（depth of layer）。

【請求項8】 如請求項7所述之玻璃，其中該壓縮應力為
至少 800 MPa。

【請求項9】 如請求項1所述之玻璃，其中該玻璃具有一
銼石崩解溫度，該銼石崩解溫度等於該玻璃的一黏度為

30 千泊至 40 千泊之範圍時的一溫度。

【請求項 10】如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃經離子交換且具有範圍從 20 kgf 至 30 kgf 的一維氏裂縫初始閾值 (Vickers crack initiation threshold)。

【請求項 11】如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃經離子交換且具有範圍從 30 kgf 至 35 kgf 的一維氏裂縫初始閾值。

【請求項 12】一種經離子交換的玻璃物件，包括：

66 莫耳%至 74 莫耳%的 SiO_2 ；

9 莫耳%至 22 莫耳%的 Al_2O_3 ；

至少 10 莫耳%的 R_2O ，其中 R_2O 是該玻璃中鹼金屬氧化物之總和；

3 莫耳%至 4.5 莫耳%的 B_2O_3 ，其中 $\text{B}_2\text{O}_3 - (\text{R}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3)$ 大於或等於 3 莫耳%；

大於 0.1 莫耳%的 $\text{MgO} + \text{ZnO}$ ；及

處於至少 600 MPa 之壓縮應力下的一層。

【請求項 13】如請求項 12 所述之經離子交換的玻璃物件，其中 $\text{MgO} + \text{ZnO}$ 小於或等於 6 莫耳%。

【請求項 14】如請求項 12 所述之經離子交換的玻璃物件，包括 Na_2O 。

【請求項 15】如請求項 12 所述之經離子交換的玻璃物件，包括 Li_2O 。

【請求項 16】如請求項 12 所述之經離子交換的玻璃物件，進一步包括 K_2O 。

【請求項17】如請求項12所述之經離子交換的玻璃物件，進一步包括從0莫耳%至5莫耳%的 K_2O 。

【請求項18】如請求項12所述之經離子交換的玻璃物件，其中處於該壓縮應力下的該層從該玻璃之一表面延伸進入該玻璃達至少30微米的一層深度。

【請求項19】如請求項18所述之經離子交換的玻璃物件，其中該壓縮應力為至少800MPa。

【請求項20】如請求項12所述之經離子交換的玻璃物件，其中該玻璃具有一鋇石崩解溫度，該鋇石崩解溫度等於該玻璃的一黏度為30千泊至40千泊之範圍時的一溫度。

【請求項21】如請求項12所述之經離子交換的玻璃物件，其中該經離子交換的玻璃物件具有範圍從20kgf至30kgf的一維氏裂縫初始閾值。

【請求項22】如請求項12所述之經離子交換的玻璃物件，其中該經離子交換的玻璃物件具有範圍從30kgf至35kgf的一維氏裂縫初始閾值。

【發明圖式】

第1圖

