



(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 I785156 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：107142671

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 11 月 29 日

(51) Int. Cl. : C03C3/091 (2006.01)

C03B27/012 (2006.01)

(30) 優先權：2017/11/30 美國

62/592,683

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

美國

(72) 發明人：葛羅斯 提摩西麥克 GROSS, TIMOTHY MICHAEL (US) ; 雷奇 彼德約瑟夫

LEZZI, PETER JOSEPH (US)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

TW 201111317A

TW 201119967A

TW 201343590A

TW 201343591A

TW 201509858A

FR 2936794A

JP H09-301732A

JP H11-310430A

審查人員：洪敏峰

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：0 共 29 頁

(54) 名稱

具有高熱膨脹係數及對於熱回火之優先破裂行為的非離子交換玻璃

(57) 摘要

此揭示關於設計用於熱回火之具有高熱膨脹係數及低破裂韌性的玻璃組成。當經熱回火時，這些玻璃理想地適於製造「切割(dicing)」圖案，即便為薄(< 3 mm)玻璃時。揭示的玻璃於低溫及高溫具有高熱膨脹以於一旦經淬冷時產生增加的回火應力，以及促進裂痕分叉及增進的脆性之低破裂韌性。亦提供製作此等玻璃之方法。

The disclosure relates to glass compositions with high coefficients of thermal expansion and low fracture toughness designed for thermal tempering. These glasses are ideally suited to produce a “dicing” pattern when thermally tempered, even when thin (< 3 mm). Disclosed glasses have high thermal expansions at low and high temperatures to produce increased temper stresses once quenched, coupled with low fracture toughness which promotes crack bifurcation and enhanced frangibility. Methods of making such glasses are also provided.



I785156

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】具有高熱膨脹係數及對於熱回火之優先破裂行為的非離子交換玻璃

【英文發明名稱】NON-IOX GLASSES WITH HIGH COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION AND PREFERENTIAL FRACTURE BEHAVIOR FOR THERMAL TEMPERING

### 【中文】

此揭示關於設計用於熱回火之具有高熱膨脹係數及低破裂韌性的玻璃組成。當經熱回火時，這些玻璃理想地適於製造「切割(dicing)」圖案，即便為薄(<3 mm)玻璃時。揭示的玻璃於低溫及高溫具有高熱膨脹以於一旦經淬冷時產生增加的回火應力，以及促進裂痕分叉及增進的脆性之低破裂韌性。亦提供製作此等玻璃之方法。

### 【英文】

The disclosure relates to glass compositions with high coefficients of thermal expansion and low fracture toughness designed for thermal tempering. These glasses are ideally suited to produce a “dicing” pattern when thermally tempered, even when thin (<3 mm). Disclosed glasses have high thermal expansions at low and high temperatures to produce increased temper stresses once quenched, coupled with low fracture toughness which promotes crack bifurcation and enhanced fragility. Methods of making such glasses are also provided.

【指定代表圖】第(無)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】具有高熱膨脹係數及對於熱回火之優先破裂行為的非離子交換玻璃

【英文發明名稱】NON-IOX GLASSES WITH HIGH COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION AND PREFERENTIAL FRACTURE BEHAVIOR FOR THERMAL TEMPERING

### 【技術領域】

【0001】本申請案根據專利法主張於2017年11月30日提出申請之美國申請案第62/592,683號之優先權權益，本申請案仰賴該申請案之內容並且該申請案的內容以引用之形式全部併入本文。

【0002】此揭示關於設計用於熱回火之具有高熱膨脹係數及低破裂韌性之可融合形成的玻璃。當經熱回火時，這些玻璃理想地適於製造「切割(dicing)」圖案，即便於非常薄的厚度。彼等於低溫及高溫具有高熱膨脹以於一旦經淬冷時產生增加的回火應力，以及促進裂痕分叉及增進的脆性之低破裂韌性。

### 【先前技術】

【0003】經熱回火的玻璃，有時稱為安全玻璃，時常應用於需要安全破裂行為以預防於破損情形中受傷的情況中。舉例而言，安全玻璃係用以強化汽車側及後窗，以及諸如淋浴門之物體。於安全應用中使經回火的玻璃具有期

望之性質為，當其破裂時，其破碎成不具有尖銳邊緣或針狀點之岩鹽狀、立方塊。此所欲的破裂行為稱作「切割」及發生於當玻璃已達成完全回火時。

【0004】除了經熱回火的玻璃之安全面向，回火使玻璃強化，使玻璃更耐損壞及更耐久。由於增加的耐久性，經回火的玻璃可用於其中一般玻璃將快速破裂的應用中，例如汽車窗戶，其中玻璃可能受到石塊或其他硬材料衝擊。肇因於建築、汽車，及電子裝置應用中玻璃使用增加，對於耐久但於破裂時呈「安全」或切割破裂圖案之薄的、經熱強化的玻璃有持續的需求。然而，因玻璃變得更薄，產生任何熱回火應力變得更困難，以及安全「切割」破裂圖案所需的中央張力增加，造成複合的挑戰。藉由揭露能產生增進的回火應力同時需要達到較低應力位準使切割發生之玻璃，本揭示解決此未滿足的需求。

#### 【發明內容】

【0005】於態樣(1)中，此揭示提供玻璃組成，包含大於70 mol%之 $\text{SiO}_2$ 、大於0至20 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、大於0至20 mol%之選自由 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{BaO}$ ，或 $\text{SrO}$ 所組成群組之至少一鹼土金屬氧化物、3-16 mol%之 $\text{K}_2\text{O}$ 、>0-10 mol%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 。於態樣(2)中，此揭示提供態樣(1)之玻璃組成，包含72-90 mol%之 $\text{SiO}_2$ 。於態樣(3)中，此揭示提供態樣(1)或態樣(2)之玻璃組成，進一步包含0-16 mol%之 $\text{Na}_2\text{O}$ 及3-22 mol%之

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於態樣(4)中，此揭示提供態樣(1)-(3)中任一者之玻璃組成，其中自 $25 - 300^\circ\text{C}$ 之低溫熱膨脹係數為大於 $75 \times 10^{-7} \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。於態樣(5)中，此揭示提供態樣(1)-(4)中任一者之玻璃組成，其中高溫熱膨脹係數為大於 $250 \times 10^{-7} \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。於態樣(6)中，此揭示提供態樣(1)-(5)中任一者之玻璃組成，其中破裂韌性、 $\text{KIC}$ 為小於 $0.65 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。於態樣(7)中，此揭示提供態樣(1)-(6)中任一者之玻璃組成，其中於自 $1000 - 1200^\circ\text{C}$ 之溫度玻璃具有 $200 \text{ kP}$ 之黏度。於態樣(8)中，此揭示提供態樣(1)-(7)中任一者之玻璃組成，其中於自 $1100 - 1300^\circ\text{C}$ 之溫度玻璃具有 $35 \text{ kP}$ 之黏度。於態樣(9)中，此揭示提供態樣(1)-(8)中任一者之玻璃組成，包含 $0.5$ 至 $8 \text{ mol}\%$ 或 $1$ 至 $5 \text{ mol}\%$ 之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 。於態樣(10)中，此揭示提供態樣(1)-(9)中任一者之玻璃組成，包含 $>0 - 10 \text{ mol}\%$ 或 $3$ 至 $10 \text{ mol}\%$ 之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。於態樣(11)中，此揭示提供態樣(1)-(10)中任一者之玻璃組成，包含 $2$ 至 $20 \text{ mol}\%$ 或 $2$ 至 $15 \text{ mol}\%$ 之 $\text{MO}$ 。於態樣(12)中，此揭示提供態樣(1)-(11)中任一者之玻璃組成，包含 $8 - 16 \text{ mol}\%$ 之 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於態樣(13)中，此揭示提供態樣(1)-(12)中任一者之玻璃組成，包含 $5 - 15 \text{ mol}\%$ 之 $\text{K}_2\text{O}$ 。於態樣(14)中，此揭示提供態樣(1)-(13)中任一者之玻璃組成，其中玻璃經熱回火及具有至少約 $10$ 微米之壓縮深度。於態樣(15)中，此揭示提供態樣(1)-(14)中任一者之玻璃組成，其中玻璃經熱回

火及具有至少 250 MPa 之表面壓縮應力。於態樣 (16) 中，此揭示提供態樣 (1)-(15) 中任一者之玻璃組成，其中玻璃符合切割標準 ASTM C1048。

【0006】於態樣 (17) 中，此揭示提供製作態樣 (1)-(16) 中任一者之玻璃組成的方法，方法包含以下步驟：混合  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、選自由  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{BaO}$ ，或  $\text{SrO}$  所組成群組之至少一鹼土金屬氧化物、 $\text{K}_2\text{O}$ ；及  $\text{B}_2\text{O}_3$  以產生均質熔體。於態樣 (18) 中，此揭示提供態樣 (17) 之方法，其中熔體形成為玻璃片以及玻璃片接著經熱回火。於態樣 (19) 中，此揭示提供態樣 (17) 或態樣 (18) 之方法，其中玻璃組成符合切割標準 ASTM C1048。於態樣 (20) 中，此揭示提供態樣 (17)-(19) 中任一者之方法，其中玻璃被熔化並維持於自  $1100-1650^\circ\text{C}$  之範圍的溫度持續自約 6-16 小時之範圍的時間，以及於約  $500-650^\circ\text{C}$  經退火，其中玻璃係保持於溫度持續約 1 小時及接著經冷卻持續至少 6 小時。

#### 【實施方式】

【0007】於以下的描述中，當描述群組為包含至少一個群組元件及彼等的組合時，要理解的是，群組可包含任何數目之記載的那些元件、基本上由或由任何數目之記載的那些元件所組成，無論單獨或是彼此組合。類似地，當描述群組為由至少一個群組元件或彼等的組合所組成時，要理解的是，群組可由個別或彼此組合之任何數目之記載的

那些元件所組成。除非另行指明，當記載時，值之範圍包括範圍的上及下限兩者以及居間的任何範圍。如本文中使用的，不定冠詞「一(a)」、「一(an)」，及對應的定冠詞「該(the)」意謂「至少一個」或「一或更多個」，除非另行指明。亦要理解的是，可以任何及所有組合使用說明書及圖式中揭示之各種特徵。

**【0008】** 當於本文中記載數值之範圍時，包含較高及較低值，除非於特定情況中另行敘明，範圍企圖包括彼等的端點及範圍內所有的整數及小數。非意欲的是，申請專利範圍的範疇受限於定義範圍時記載之特定值。另外，當給出含量、濃度，或其他值或參數為一範圍、一或更多較佳範圍或一系列較高較佳值及較低較佳值時，要理解此為特定地揭露由任何較高範圍限制或較佳值與任何較低範圍限制或較佳值之任何對所形成之所有範圍，無論此等對是否經分別地揭露。最後，當使用術語「約」描述範圍之值或端點時，應理解此揭示包括提及之特定值或端點。當範圍之數值或端點未記載「約」時，範圍之數值或端點企圖包括兩個具體實施態樣：一個由「約」修飾，及一個未由「約」修飾。

**【0009】** 如本文中使用的，術語「約」意謂含量、大小、配方、參數，及其他數量及特性不是及不必須精確，但可為如所欲之近似和/或較大或較小，反映公差、換算因數、捨入數值、量測誤差及類似者，及所屬技術領域中具有通常知識者知悉的其他因子。要注意的是，於本文中



可利用術語「實質上」來表示可歸因於任何量化比較、值、量測，或其他表示法之不確定性的固有程度。於本文中亦使用這些術語以表示量化表示法可自敘明的參考改變而不會造成關注之主題的基本功能改變之程度。因此，「沒有  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 」之玻璃為不主動添加或批量  $\text{Al}_2\text{O}_3$  至玻璃中之玻璃，但可存在非常小量  $\text{Al}_2\text{O}_3$  作為污染物(如，百萬分之 500、400、300、200，或 100 (ppm) 或更少)。

【0010】 除非另行指明，以莫耳百分比 (mol%) 表示所有組成。以  $10^{-7}/^\circ\text{C}$  表示熱膨脹係數 (CTE)，除非另行指明。於自  $25^\circ\text{C}$  至  $300^\circ\text{C}$  之溫度範圍上量測低溫 CTE (LTCTE) 並表示為  $10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。於高於玻璃轉變區域之溫度量測高溫 CTE (HTCTE) 並以  $10^{-7}/^\circ\text{C}$  表示。以  $10^{-7}/^\circ\text{C}$  表示 LTCTE 及 HTCTE 的總和。經由阿基米德法 (ASTM C693) 來量測表示為  $\text{g}/\text{cm}^3$  之密度。經由 ASTM C623 標準來量測楊氏係數、剪切模數，及帕松比。

### 玻璃組成

【0011】 於熱回火中，玻璃產品經加熱至接近軟化溫度接著經快速地淬冷，例如藉由吹冷空氣至表面上。結果，於冷卻期間，玻璃將具有較內部低之表面溫度。由於玻璃的中心較慢地冷卻至室溫，其收縮至較小的比容積而表面層之高比容積維持不變。此導致給予經回火的玻璃其強度的表面壓縮層。比容積之差異係肇因於冷卻之際玻璃之熱膨脹的差異及來自表面與主體間之虛擬溫度差異的組

合。至第一近似，經熱回火的玻璃中之應力分佈可由簡單拋物線表示，而表面壓縮應力的幅度大約等於中央張力的兩倍。

【0012】 當經熱回火的玻璃破裂時，不同於經退火的玻璃，其破碎成不具有尖銳邊緣或針狀形狀之岩鹽狀碎片。此行為特別有用於必須要安全破裂行為的情況，以及為此原因定性經熱回火的玻璃之破裂行為最重要的。所欲的破裂行為稱為「切割」以及發生於當玻璃已達到完全回火時。經回火的玻璃之切割臨界值為有些任意地定義的破裂行為，對於玻璃破損事件中之使用者而言其可被視為「安全」。用於切割臨界值之標準存在遍及全球，諸如美國的ASTM C1048及ANSI Z97.1、歐洲的EN12150-1、俄羅斯的GOST 5727-88、日本的JIS R 3206，及中國的GB 15763.2（以引用之形式將彼等全部併入本文）。各國間的標準之類似處在於，彼等大致上敘述，針對厚玻璃（ $> 3 \text{ mm}$ ），於 $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ 的面積中經回火的鈉鈣玻璃之碎裂破片需要含有至少30-40碎片（ $1.6 \text{ 碎片}/\text{cm}^2$ ），而於較薄玻璃的情況中日本標準特別需要至少60碎片。

【0013】 當與市售可得之薄玻璃相較時，本文中所揭示的具有高熱膨脹係數之玻璃可用於熱回火製程以獲得改善的破裂行為。本文中所描述的玻璃必須滿足針對市售電子產品、汽車及建築應用（其中耐久性和/或抗刮性以及「安全」破裂圖案為所欲的）之較強健但較薄之經熱強化

的玻璃之增長的需求。此外，玻璃亦必須維持顯著化學耐久性，因彼等將可能長期暴露至成分。

【0014】 本文已發現為使薄玻璃(3 mm或更薄、2 mm或更薄，或1 mm或更薄)為可熱回火的並維持所欲的破裂圖案，低溫熱膨脹係數(LTCTE)應為 $75 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 或更高及高溫熱膨脹係數(HTCTE)應為 $250 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 或更高。於一些具體實施態樣中，已發現除了LTCTE及HTCTE限制，玻璃亦必須具有低於 $0.65 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 之破裂韌性( $K_{IC}$ )。

【0015】 於一些具體實施態樣中，玻璃包含 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ ，及鹼土金屬氧化物的組合。舉例而言，具體實施態樣可包含大於70 mol%之 $\text{SiO}_2$ 、大於0 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、大於0 mol%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、大於3 mol%之 $\text{K}_2\text{O}$ ，及大於0 mol%之MO，其中M為Ca、Ba、Sr，或Mg。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含大於72 mol%之 $\text{SiO}_2$ 、>0至10 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、0.5至5 mol%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、3至20 mol%之 $\text{K}_2\text{O}$ ，及2至20 mol%之MO，其中M為Ca、Ba、Sr，或Mg。於其他具體實施態樣中，玻璃可包含72至90 mol%之 $\text{SiO}_2$ 、3至10 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、1至5 mol%之 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、8至18 mol%之 $\text{K}_2\text{O}$ ，及2至15 mol%之MO，其中M為Ca、Ba、Sr，或Mg。

【0016】 可包括 $\text{SiO}_2$  (其為具象化玻璃之最多的氧化物組分)以提供高溫穩定性及化學耐久性。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含70 mol%或更多之 $\text{SiO}_2$ 。於一些

具體實施態樣中，玻璃可包含72 mol%或更多之 $\text{SiO}_2$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含72至90 mol%之 $\text{SiO}_2$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自75至90 mol%之 $\text{SiO}_2$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含70至92 mol%、70至90 mol%、70至85 mol%、70至80 mol%、72至92 mol%、72至90 mol%、72至85 mol%、72至80 mol%、75至92 mol%、75至90 mol%、75至85 mol%，或75至80 mol%之 $\text{SiO}_2$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃包含70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91或92 mol%之 $\text{SiO}_2$ 。

【0017】  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 可影響玻璃的結構，及另外地降低液相溫度及熱膨脹係數，或增進應變點。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含大於0 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自>0至20 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自>0至10 mol%、3至10 mol%，或5至10 mol%之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自>0至20 mol%、>0至18 mol%、>0至15 mol%、>0至12 mol%、>0至10 mol%、>0至8 mol%、1至20 mol%、1至18 mol%、1至15 mol%、1至12 mol%、1至10 mol%、1至8 mol%、3至20 mol%、3至18 mol%、3至15 mol%、3至12 mol%、3至10 mol%、3至8 mol%、5至20 mol%、5至18 mol%、5至15 mol%、5至12 mol%、5至10 mol%、

5 至 8 mol%、7 至 20 mol%、7 至 18 mol%、7 至 15 mol%、7 至 12 mol%，或 7 至 10 mol% 之  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 >0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19，或 20 mol% 之  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

【0018】 不受限於理論，據信併入  $\text{B}_2\text{O}_3$  至本文中所描述的玻璃中影響熱膨脹係數，尤其是於高溫時，以及改善玻璃之回火能力 (temperability)。於一些具體實施態樣中，當存在時，玻璃可包含 >0 mol% 至 10 mol% 之  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 0.5 至 10 mol%、0.5 mol% 至 8 mol% 或自 1 mol% 至 6 mol% 之  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 1 至 5 mol%  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 >0 至 10 mol%、>0 至 8 mol%、>0 至 6 mol%、>0 至 5 mol%、>0 至 4 mol%、0.5 至 10 mol%、0.5 至 8 mol%、0.5 至 6 mol%、0.5 至 5 mol%、0.5 至 4 mol%、1 至 10 mol%、1 至 8 mol%、1 至 6 mol%、1 至 5 mol%、1 至 4 mol%、2 至 10 mol%、2 至 8 mol%、2 至 6 mol%、2 至 5 mol%，或 2 至 4 mol%。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 0、>0、0.5、1、1.5、2、3、4、5、6、7、8、9，或 10 mol% 之  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。

【0019】 鹼土金屬氧化物可改善材料之所欲的性質，包括影響楊氏係數及熱膨脹係數。於一些具體實施態樣中，玻璃包含自 >0 mol% 至約 20 mol% 之 MO (0

$\text{mol}\% < \text{MO} \leq 20 \text{ mol}\%$ )，其中 M 為玻璃中之鹼土金屬 Mg、Ca、Sr，及 Ba 的總和。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 2 至 20 mol% 之 MO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 2 至 15 mol% 之 MO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 > 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19，或 20 mol% 之 MO。

【0020】於一些具體實施態樣中，玻璃包含 MgO、CaO，或 SrO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含大於 0 mol% 之 MgO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 > 0 至 10 mol% 之 MgO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 3 至 10 mol%、5 至 10 mol%、5 至 8 mol% 之 MgO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 > 0 至 10 mol%、> 0 至 8 mol%、> 0 至 6 mol%、> 0 至 4 mol%、> 0 至 2 mol%、1 至 10 mol%、1 至 8 mol%、1 至 6 mol%、1 至 4 mol%、1 至 2 mol%、3 至 8 mol%、3 至 6 mol%、3 至 10 mol%、5 至 8 mol%、5 至 10 mol%、7 至 10 mol%，或 8 至 10 mol% 之 MgO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 > 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，或 10 mol% 之 MgO。

【0021】於一些具體實施態樣中，玻璃可包含大於 0 mol% 之 CaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 > 0 至 15 mol% 之 CaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 > 0 至 5 mol%、6 至 13 mol%、5 至 15 mol%、

7 至 13 mol%、7 至 11 mol%、8 至 12 mol% 之 CaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 >0 至 15 mol%、>0 至 13 mol%、>0 至 11 mol%、>0 至 9 mol%、>0 至 7 mol%、>0 至 5 mol%、1 至 15 mol%、1 至 13 mol%、1 至 11 mol%、1 至 9 mol%、1 至 7 mol%、1 至 5 mol%、3 至 15 mol%、3 至 13 mol%、3 至 11 mol%、3 至 9 mol%、3 至 7 mol%、3 至 5 mol%、5 至 15 mol%、5 至 13 mol%、5 至 11 mol%、5 至 9 mol%、5 至 7 mol%、7 至 15 mol%、7 至 13 mol%、7 至 11 mol%、7 至 9 mol%、9 至 15 mol%、9 至 13 mol%、9 至 11 mol%、11 至 15 mol%，或 11 至 13 mol% 之 CaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 >0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14，或 15 mol% 之 CaO。

【0022】 SrO 可存在於一些具體實施態樣中及於此等具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至 10 mol% 之 SrO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 >0 至 10 mol% 之 SrO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 3 至 10 mol%、5 至 10 mol%、5 至 8 mol% 之 SrO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 >0 至 10 mol%、>0 至 8 mol%、>0 至 6 mol%、>0 至 4 mol%、>0 至 2 mol%、1 至 10 mol%、1 至 8 mol%、1 至 6 mol%、1 至 4 mol%、1 至 2 mol%、3 至 8 mol%、3 至 6 mol%、3 至 10 mol%、5 至 8 mol%、5 至 10 mol%、7 至 10 mol%，或 8 至 10

mol% 之 SrO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 >0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，或 10 mol% 之 SrO。

【0023】 BaO 可存在於具體實施態樣中及於此等具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至 15 mol% 之 BaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至 10 mol%、>0 至 5 mol%、6 至 13 mol%、5 至 15 mol%、7 至 13 mol%、7 至 11 mol%、8 至 12 mol% 之 BaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 >0 至 15 mol%、>0 至 13 mol%、>0 至 11 mol%、>0 至 9 mol%、>0 至 7 mol%、>0 至 5 mol%、1 至 15 mol%、1 至 13 mol%、1 至 11 mol%、1 至 9 mol%、1 至 7 mol%、1 至 5 mol%、3 至 15 mol%、3 至 13 mol%、3 至 11 mol%、3 至 9 mol%、3 至 7 mol%、3 至 5 mol%、5 至 15 mol%、5 至 13 mol%、5 至 11 mol%、5 至 9 mol%、5 至 7 mol%、7 至 15 mol%、7 至 13 mol%、7 至 11 mol%、7 至 9 mol%、9 至 15 mol%、9 至 13 mol%、9 至 11 mol%、11 至 15 mol%，或 11 至 13 mol% 之 BaO。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約 >0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14，或 15 mol% 之 BaO。

【0024】 Na<sub>2</sub>O 及 K<sub>2</sub>O 可改善玻璃之回火能力及影響熱膨脹係數，尤其是於低溫時。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至 10 mol% 之 Na<sub>2</sub>O。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 >0 至 10 mol% 之 Na<sub>2</sub>O。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 0 至 8 mol% 之 Na<sub>2</sub>O。於一些



具體實施態樣中，玻璃可包含 2 至 6 mol% 之  $\text{Na}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至 10 mol%、0 至 8 mol%、0 至 6 mol%、0 至 4 mol%、0 至 2 mol%、>0 至 10 mol%、>0 至 8 mol%、>0 至 6 mol%、>0 至 4 mol%、>0 至 2 mol%、2 至 10 mol%、2 至 8 mol%、2 至 6 mol%、2 至 4 mol%、5 至 16 mol%、5 至 10 mol%、5 至 8 mol%，或 8 至 10 mol% 之  $\text{Na}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 0、>0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，或 10 mol% 之  $\text{Na}_2\text{O}$ 。

【0025】於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 3 至 20 mol% 之  $\text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 5 至 18 mol% 之  $\text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 8 至 12 mol% 之  $\text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 3 至 20 mol%、3 至 18 mol%、3 至 15 mol%、3 至 12 mol%、3 至 10 mol%、3 至 8 mol%、5 至 20 mol%、5 至 18 mol%、5 to 15 mol%、5 至 12 mol%、5 至 10 mol%、5 至 8 mol%、8 至 20 mol%、8 至 18 mol%、8 至 15 mol%、8 至 12 mol%、8 至 10 mol%、10 至 20 mol%、10 至 18 mol%、10 至 15 mol%、10 至 12 mol%、12 至 20 mol%、12 至 18 mol%，或 12 至 15 mol% 之  $\text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 0、>0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19，或 20 mol% 之  $\text{K}_2\text{O}$ 。

【0026】於一些具體實施態樣中， $\text{Li}_2\text{O}$ 可存在及於此等具體實施態樣中，玻璃可包含自0至5 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自>0至5 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自約>0至3.5 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 或0.2至3 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自1至4 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自0.2至5 mol%、0.2至4 mol%、0.2至3 mol%、0.2至2 mol%、>0至5 mol%、>0至4 mol%、>0至3 mol%、>0至2 mol%、1至5 mol%、1至4 mol%，或1至3 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含約0、>0、1、2、3、4，或5 mol%之 $\text{Li}_2\text{O}$ 。

【0027】於一些具體實施態樣中， $\text{Na}_2\text{O}$ 及 $\text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ ，及 $\text{K}_2\text{O}$ 之鹼總量對玻璃性質為重要的。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含3至22 mol%之 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含5至20 mol%之 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含5至15 mol%之 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含8至16 mol%之 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含9至14 mol%之 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自3至22 mol%、5至22 mol%、8至22 mol%、3

至 20 mol%、5 至 20 mol%、8 至 20 mol%、3 至 15 mol%、5 至 15 mol%、8 至 15 mol%、3 至 12 mol%、5 至 12 mol%，或 8 至 12 mol% 之  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  或  $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21，或 22 mol% 之  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  或  $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 。

【0028】可併入額外的組分至玻璃中以提供額外的益處或可併入額外的組分作為典型於市售製備之玻璃中發現的污染物。舉例而言，可添加額外的組分作為著色或澄清劑(如，為促進自用以製造玻璃之熔化的批料移除氣態包涵物)和/或用於其他目的。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含有用於作為紫外射線吸收劑之一或更多化合物。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含 3 mol% 或更少之  $\text{ZnO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、Cl、Br，或彼等的組合。於一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至約 3 mol%、0 至約 2 mol%、0 至約 1 mol%、0 至 0.5 mol%、0 至 0.1 mol%、0 至 0.05 mol%，或 0 至 0.01 mol% 之  $\text{ZnO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{As}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、Cl、Br，或彼等的組合。根據一些具體實施態樣，玻璃亦可包括與批料和/或藉由熔化、精製而引入玻璃中，和/或用以製造玻璃之形成設備相關之各種污染物。舉例而言，於

一些具體實施態樣中，玻璃可包含自 0 至約 3 mol%、0 至約 2 mol%、0 至約 1 mol%、0 至約 0.5 mol%、0 至約 0.1 mol%、0 至約 0.05 mol%，或 0 至約 0.01 mol% 之  $\text{SnO}_2$  或  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，或彼等的組合。

【0029】於表 1 中列示用於形成具象化玻璃之先質氧化物含量的非限制性實例，連同所得之玻璃的性質。

表 1

分析的 mol%	玻璃 A	玻璃 B	玻璃 C	玻璃 D	玻璃 E
$\text{SiO}_2$	76.60	75.29	75.11	75.75	76.10
$\text{B}_2\text{O}_3$	1.88	2.35	2.57	2.15	2.41
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6.32	7.06	7.00	6.07	6.03
$\text{K}_2\text{O}$	11.61	12.32	11.41	11.08	11.11
$\text{CaO}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{SrO}$	3.84	2.93	3.86	4.89	3.87
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42
$\text{SnO}_2$	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
LTCTE (ppm/°C)	7.87	7.80	7.71	7.69	--
HTCTE (ppm/°C)	--	27.31	28.54	27.12	--
$K_{IC}$ (MPa·m <sup>1/2</sup> )	0.55	--	0.65	0.62	--
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.471	2.456	2.471	2.492	--
應變點(°C)	600	607	610	611	--
退火點(°C)	652	658	662	662	--
軟化點(°C)	876	889	890	882	--
SOC (TPa <sup>-1</sup> )	2.965	3.121	3.049	3.015	--
折射係數	1.5005	1.5005	1.5019	1.5038	--
200 泊溫度(°C)	1720	1762	1758	1706	1762
35000 泊溫度(°C)	1172	1190	1204	1181	1195
200000 泊溫度(°C)	1072	1085	1099	1080	1107

表 1 (繼續)

分析的 mol%	玻璃 F	玻璃 G	玻璃 H	玻璃 I	玻璃 J
$\text{SiO}_2$	75.64	76.00	75.83	75.35	75.35
$\text{B}_2\text{O}_3$	2.25	2.10	2.29	2.34	1.58
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6.05	6.04	6.02	6.00	6.00

K <sub>2</sub> O	12.01	11.94	11.81	12.18	13.18
CaO	4.01	0.00	0.00	0.00	0.00
SrO	0.00	3.84	3.89	3.86	3.85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.04	0.11	0.22	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
LTCTE (ppm/°C)	7.82	7.85	7.78	7.91	8.33
HTCTE (ppm/°C)	27.68	24.72	27.08	26.88	27.21
K <sub>IC</sub> (MPa·m <sup>1/2</sup> )	0.59	0.67	0.62	--	0.63
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.415	2.476	2.475	2.476	2.480
應變點(°C)	615	598	602	599	586
退火點(°C)	667	649	654	649	638
軟化點(°C)	887	872.2	870.8	875.3	858.3
SOC (TPa <sup>-1</sup> )	3.050	2.976	3.011	2.967	2.951
折射係數	1.5012	1.5029	1.5022	1.5018	1.5030
200 泊溫度(°C)	1721	1695	1715	1684	1684
35000 泊溫度(°C)	1185	1162	1162	1157	1148
200000 泊溫度(°C)	1084	1062	1063	1057	1049

【0030】 如以上註明的，一或更多具體實施態樣之具象化玻璃可展現顏色。於一些具體實施態樣中，所欲的為玻璃具有綠-黃至金至琥珀色。於特別具體實施態樣中，這些顏色可與結晶矽光伏打電池的藍色組合以產生美觀的深藍至黑色。於一些具體實施態樣中，針對具有2.7 mm厚度之玻璃，玻璃展現具有下列範圍之於SCE色彩空間座標(使用光譜儀由反射光譜量測確定，排除照明體D65及鏡面反射率)中表示的顏色： $a^*$  = 自約-10至約30； $b^*$  = 自約0至約30；及 $L^* > 80$ 。於一些具體實施態樣中，針對具有2.7 mm厚度之玻璃，玻璃展現於SCI色彩空間座標中表示為 $a^*$  = 自約-5至約-1； $b^*$  = 自約5至約18；及 $L^* > 83$ 之顏色。於一些應用中，光伏打電池及玻璃之組

合結合以產生所欲的顏色。於此應用中，玻璃及光伏打電池之組合的SCE色彩空間座標(使用光譜儀由反射光譜量測確定，排除照明體D65及鏡面反射率)可包含下列範圍： $a^*$  = 自約0至約10； $b^*$  = 自約-15至約0；及 $L^*$ 為自約10至約50。

【0031】於一些具體實施態樣中，玻璃可經由熱及化學回火而強化。於一些具體實施態樣中，玻璃可經強化以包括自彼之表面延伸至壓縮深度(DOC)之壓縮應力(CS)。藉由展現拉伸應力之中央部分來平衡壓縮應力區域。於DOC，應力自正(壓縮)應力跨越至負(拉伸)應力。此等強化方法包含熱回火及化學回火兩者。

【0032】本文中所描述的玻璃特別能夠經熱回火。所屬技術領域中熟知熱回火之製程。為熱回火玻璃物件，物件經加熱至接近軟化溫度接著經快速地冷卻或淬冷。結果，於冷卻期間，玻璃將具有較內部低之表面溫度。維持溫度差異直到玻璃之表面至少冷卻至其應變點或更低，諸如室溫。因為玻璃之中心冷卻的較慢，其收縮成較小的比容積而表面層之高比容積維持不變。此導致給予經回火的玻璃其強度的表面壓縮層。比容積之差異係部分肇因於冷卻之際之玻璃之熱膨脹的差異，而較小程度肇因於來自表面與主體間之虛擬溫度差異。至第一近似，經熱回火的玻璃中之應力分佈可由簡單拋物線表示，而表面壓縮應力的幅度大約等於中央張力的兩倍。

【0033】 作為熱回火之替代方案，藉由浸沒至含有至少一諸如鋰、鈉，或鉀之鹼金屬之熔融鹽(如，硝酸鹽、硫化物、鹵化物，或類似物)的至少一離子交換浴中，本文中所揭示的玻璃可經離子交換。離子交換通常用以化學強化玻璃。於一個特別實例中，此等陽離子來源(如，熔融鹽，或「離子交換」浴)內之鹼金屬陽離子與玻璃內之較小鹼金屬陽離子交換以達到受到自玻璃之表面延伸至玻璃相內之壓縮深度(DOC)之壓縮應力(CS)的層。舉例而言，來自陽離子來源之鉀離子經常與玻璃相內之鈉和/或鋰離子交換，以及 $K^+$ 濃度輪廓與壓縮應力及層深度相關聯。離子交換浴可含有單一鹼金屬之鹽(或多種鹽)(如，Li、Na，或K之硫化物、硝酸鹽，或鹵化物)或是二或多種鹼金屬之鹽(如，Li及Na之硫化物、硝酸鹽，或鹵化物，或Na及K之硫化物、硝酸鹽，或鹵化物)。於自約 $390^{\circ}C$ 至約 $550^{\circ}C$ 之範圍的溫度之離子交換浴中進行離子交換持續自約0.5小時至約24小時之範圍的時間。

【0034】 於一些具體實施態樣中，玻璃經離子交換以及具有自表面延伸至至少約 $10\ \mu m$ 之壓縮深度(DOC)的壓縮層，或於一些具體實施態樣中，至玻璃中至少約 $30\ \mu m$ ，或於一些具體實施態樣，如藉由厚度(表面至中心)所量測的，至玻璃中高至約10、15、20或25%。於一些具體實施態樣中，壓縮層自玻璃之表面延伸至高至玻璃之厚度之約20%的深度。於一些具體實施態樣中，玻璃可

經強化以展現自 250 MPa 至 800 MPa 或更高之範圍中的表面壓縮應力。

【0035】於經強化的玻璃中，藉由電子微探針、輝光放電光學放射光譜儀(GDOES，其為藉由濺射由偵測來自電漿中容納的原子之放射之用於量測固態樣本中之構成元素之深度輪廓的技術)，或可提供組成數據作為深度之函數的類似技術，其中數據將顯示於表面併入 Na (其中 Na<sup>+</sup> 取代玻璃相中之 Li<sup>+</sup>) 和 / 或 K，可確定壓縮層之深度。藉由表面應力計(FSM)使用諸如日本折原製作所(Orihara Industrial Co., Ltd.)製造之 FSM-6000 之市售可得的儀器可量測先質玻璃之 DOC。表面應力量測仰賴應力光學係數(SOC)之準確量測，其相關於玻璃之雙折射。進而根據所屬技術領域中知悉的那些方法來量測 SOC，諸如纖維及四點彎矩法，兩者皆描述於名為「用於玻璃應力光學係數之量測之標準測試方法(Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient)」之 ASTM 標準 C770-16 (2013) 中，彼等的內容以引用之形式全部併入本文，以及塊體圓柱法。亦可藉由 FSM 來量測 CS。如本文中所使用的，CS 可為「最大壓縮應力」，其為壓縮應力層內量測的最高壓縮應力值。於一些具體實施態樣中，最大壓縮應力位於玻璃的表面。於其他具體實施態樣中，最大壓縮應力可發生於低於表面之深度，給予壓縮輪廓「埋藏峰值(buried peak)」之外觀。



【0036】 本文中所揭示之經熱或化學強化的玻璃或物件可併入至另外的物件中，諸如具有顯示器的物件(或顯示器物件)(如，消費性電子產品，包括行動電話、平板、電腦、導航系統，及類似物)、建築物件(如，窗、天窗、屋頂板)、交通運輸物件(如，汽車、火車、飛行器、航海器等)、家用設備物件，或將受益於透明度、耐刮性、耐磨性或彼等的組合之任何物件。於其他具體實施態樣中，玻璃形成諸如行動電話或智慧型手機、筆記型電腦、平板，或類似物之消費性電子產品的一部分。此等消費性電子產品典型地包含具有前、背，及側表面之外殼，以及包括至少部分地於外殼內部之電氣組件，諸如電源、控制器、記憶體、顯示器，及類似物。於一些具體實施態樣中，本文中所描述的玻璃包含至少一部分的保護性元件，諸如但不限於消費性電子產品之外殼和/或顯示器。

### 用於製作玻璃之製程

【0037】 經由傳統方法可製作具有表 1 中列示之氧化物含量的玻璃。舉例而言，於一些具體實施態樣中，藉由徹底地混合必要的批料(例如，使用渦輪混合器(turbular mixer))以獲得均質熔體，並接著放置至矽石和/或鉑坩堝中可形成先質玻璃。坩堝可放置於爐中及玻璃批量熔化以及維持於自 1250-1650°C 範圍之溫度持續自約 6-16 小時範圍之時間。隨後可傾倒熔體至鋼模中以產生玻璃厚板。接著，可立即轉移那些厚板至於約 500-650°C 操作之退火爐，其中玻璃保持於溫度持續約

1 小時及接著冷卻過夜。於另外的非限制性實例中，藉由乾式摻合適當的氧化物與礦物質來源持續足以徹底地混合成成分的時間來製備先質玻璃。於自約 1100°C 至約 1650°C 範圍之溫度在鉑坩堝中熔化玻璃以及保持於溫度持續約 16 小時。接著傾倒所得的玻璃熔體至鋼桌上以冷卻。接著於適當的溫度退火先質玻璃。

**【0038】** 使用習知製程達成具象化玻璃之回火，其中於輻射能量爐或對流爐（或使用兩種技術之「組合模式」爐）中加熱玻璃至預定溫度，接著典型地藉由對著或沿著玻璃表面吹大量環境空氣經由對流來進行氣體冷卻（「淬冷」）。

**【0039】** 儘管為說明目的已提出典型的具體實施態樣，不應視前述敘述為對於此揭示或後附申請專利範圍之範疇的限制。因此，所屬技術領域中具有通常知識者可設想各種修飾、改編，及替代方案而不背離本揭示或後附申請專利範圍之精神及範疇。

**【符號說明】**

**【0040】**

無

**【生物材料寄存】**

**【0041】** 國內寄存資訊（請依寄存機構、日期、號碼順序註記）

無

**【0042】** 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】**

【第1項】 一種玻璃，包含：

自 75 至 90 mol% 之  $\text{SiO}_2$ ；

自 7 至 20 mol% 之  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ；

大於 0 至 20 mol% 之選自由  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{BaO}$ ，  
及  $\text{SrO}$  所組成群組之至少一鹼土金屬氧化物；

自 8 至 20 mol% 之  $\text{K}_2\text{O}$ ；以及

大於 0 至 10 mol% 之  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。

【第2項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 75 至 85 mol% 之  $\text{SiO}_2$ 。

【第3項】 如請求項 1 所述之玻璃，進一步包含：

自 0 至 16 mol% 之  $\text{Na}_2\text{O}$ ；以及

自 3 至 22 mol% 之  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 。

【第4項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中自 25 至 300°C 之低溫熱膨脹係數為大於  $75 \times 10^{-7} \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。

【第5項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中高溫熱膨脹係數為大於  $250 \times 10^{-7} \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。

【第6項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中破裂韌性、 $K_{IC}$  為低於  $0.65 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。

【第7項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中於自 1000 至 1200°C 之一溫度該玻璃具有 200 kP 之一黏度。

【第8項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中於自 1100 至

1300°C 之一溫度該玻璃具有 35 kP 之一黏度。

【第9項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 0.5 至 8 mol% 之  $B_2O_3$ 。

【第10項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 1 至 5 mol% 之  $B_2O_3$ 。

【第11項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 2 至 20 mol% 之  $MgO$ 。

【第12項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 2 至 15 mol% 之  $MgO$ 。

【第13項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 8 至 16 mol% 之  $(Na_2O + K_2O)$ 。

【第14項】 如請求項 1 所述之玻璃，包含自 12 至 20 mol% 之  $K_2O$ 。

【第15項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃經熱回火及具有至少約 10 微米之一壓縮深度。

【第16項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃經熱回火及具有至少 250 MPa 之一表面壓縮應力。

【第17項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃符合切割(dicing)標準 ASTM C1048。

【第18項】 一種製作如請求項 1-17 中任一項所述之玻璃的方法，該方法包含以下步驟：混合  $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、選自由  $MgO$ 、 $CaO$ 、 $BaO$ ，或  $SrO$  所組成群組之至

少一鹼土金屬氧化物、 $K_2O$ ；及  $B_2O_3$  以產生一均質熔體。

【第19項】 如請求項18所述之方法，其中該熔體形成為玻璃片以及該等玻璃片接著經熱回火。

【第20項】 如請求項18所述之方法，其中該玻璃組成符合切割標準 ASTM C1048。

【第21項】 如請求項18所述之方法，其中該玻璃被熔化並維持於自  $1100$  至  $1650^{\circ}C$  範圍之溫度持續自約  $6$  至  $16$  小時之範圍的時間，以及於約自  $500$  至  $650^{\circ}C$  經退火，其中該玻璃係保持於溫度持續約  $1$  小時及接著經冷卻持續至少  $6$  小時。