



(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 I774655 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：106104217 (22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 09 日

(51)Int. Cl. : C03C3/076 (2006.01) C03C3/083 (2006.01)
G02F1/1333 (2006.01)

(30)優先權：2016/02/22 美國 62/298,246

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

(72)發明人：艾利森 亞當詹姆斯 ELLISON, ADAM JAMES (US)；高曼茲 希紐 GOMEZ, SINUE (US)；加藤良彰 KATO, YOSHIAKI (JP)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：
TW 201442976A CN 105164068A

審查人員：楊淑珍

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：2 共 71 頁

(54)名稱

無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃

(57)摘要

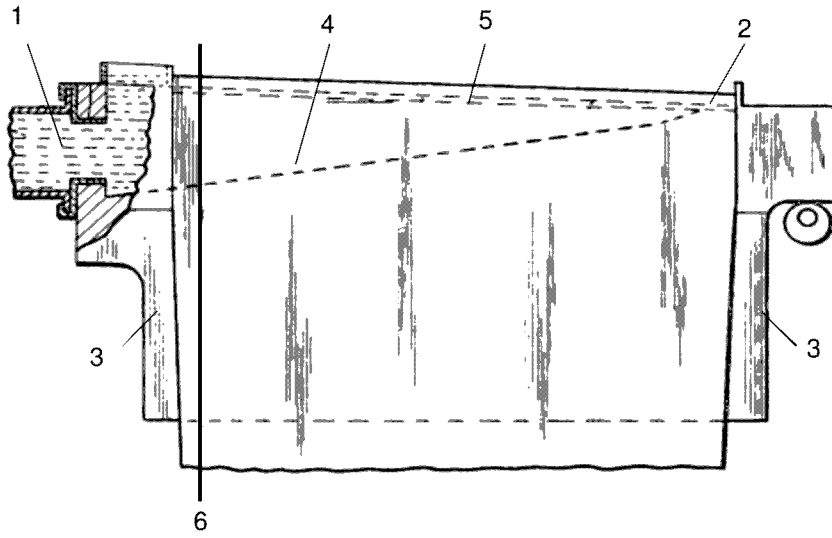
本文描述了在平板顯示器裝置（諸如，主動式矩陣液晶顯示器(AMLCD)及主動式矩陣有機發光二極體顯示器(AMOLED)）中呈現用作基板之所要物理或化學性質的無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃。根據無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃之某些態樣，該等玻璃具有隨溫度變化之良好尺寸穩定性。

Described herein are alkali-free, boroaluminosilicate glasses exhibiting desirable physical and chemical properties for use as substrates in flat panel display devices, such as, active matrix liquid crystal displays (AMLCDs) and active matrix organic light emitting diode displays (AMOLEDs). In accordance with certain of its aspects, the glasses possess good dimensional stability as a function of temperature.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1 . . . 入口
- 2 . . . 溝槽
- 3 . . . 堰壁
- 4 . . . 壓縮末端
- 6 . . . 根部



第1圖



申請日: 106/02/09

IPC分類: **G03G 3/076** (2006.01)**G03G 3/083** (2006.01)**G02F 1/1333** (2006.01)

I774655

【發明摘要】

【中文發明名稱】無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃

【英文發明名稱】ALKALI-FREE BOROALUMINO SILICATE GLASSES

【中文】

本文描述了在平板顯示器裝置（諸如，主動式矩陣液晶顯示器（AMLCD）及主動式矩陣有機發光二極體顯示器（AMOLED））中呈現用作基板之所要物理或化學性質的無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃。根據無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃之某些態樣，該等玻璃具有隨溫度變化之良好尺寸穩定性。

【英文】

Described herein are alkali-free, boroalumino silicate glasses exhibiting desirable physical and chemical properties for use as substrates in flat panel display devices, such as, active matrix liquid crystal displays (AMLCDs) and active matrix organic light emitting diode displays (AMOLEDs). In accordance with certain of its aspects, the glasses possess good dimensional stability as a function of temperature.

【指定代表圖】第（1）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 入口
- 2 溝槽
- 3 堰壁
- 4 壓縮末端
- 6 根部

【特徵化學式】

無

PI-25469

第 1 頁(發明摘要)

【發明說明書】

【中文發明名稱】無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃

【英文發明名稱】ALKALI-FREE BOROALUMINO SILICATE GLASSES

【技術領域】

【0001】 本申請案根據專利法主張於2016年2月22日提交的美國臨時申請案第62/298246號之優先權權益，本案依賴其內容且其全文內容以引用方式併入本文。

【0002】 本揭示之實施例係關於用於液晶及其他適宜顯示器的顯示器玻璃。

【先前技術】

【0003】 生產平板顯示器裝置（例如，主動式矩陣液晶顯示器（active matrix liquid crystal display device; AMCLD）及主動式矩陣有機發光二極體顯示器（active matrix organic light emitting diode display; AMOLED））係非常複雜的，且該基板玻璃之性質格外重要。首先且最主要的，用於生產AMLCD及AMOLED裝置之玻璃基板需要嚴格控制其實體尺寸。下拉片材拉伸製程，且特定言之，美國專利第3,338,696號及第3,682,609號（均屬於Dockerty）所述之熔融製程，能夠生產可用作基板之玻璃片材而不需要昂貴之成形後精整操作，諸如研磨及拋光。

【0004】 在液晶顯示器領域中，存在各種生產AMLCD所需之薄膜電晶體（thin film transistor; TFT）之方法。歷史上，平板製作者已經採用基於非晶矽（a-Si）之

電晶體生產大、低解析度之顯示器，或採用基於多晶(p-Si)及基於氧化物薄膜(Ox)之電晶體生產小、高解析度之顯示器。儘管一度認為a-Si TFT將由p-Si TFT替代，消費者對低成本、大、高解析度顯示器之需求及使用p-Si TFT製造此等大型顯示器之成本驅使AMLCD製造商將其a-Si TFT之用途延伸至越來越高之解析度。針對用於TFT製造製程之玻璃基板而言，此等解析度增加需要更為嚴格之標準。在a-Si、氧化物或低溫p-Si TFT製造期間，將玻璃基板維持於從350°C至450°C變化之製程溫度，同時產生薄膜電晶體。於此等溫度下，大部分AMLCD及AMOLED玻璃基板經歷被稱為壓實之製程。壓實（亦被稱為熱穩定或尺寸改變）係在玻璃基板中不可逆的尺寸改變（收縮），此係歸因於玻璃虛擬溫度之改變。「虛擬溫度」係用於指示玻璃之結構狀態的概念。從高溫快速冷卻之玻璃視為具有較高虛擬溫度，其係「凍結」在較高溫度結構中。更為緩慢冷卻或藉由在接近其退火點處維持一段時間來退火的玻璃視為具有較低虛擬溫度。

【0005】 壓實量值取決於製得玻璃之製程及該玻璃之黏彈性質二者。在用於由玻璃生產片材產品之浮法製程中，該玻璃片材從熔融相對緩慢地冷卻，並且因此，將在相當低溫之結構中「凍結」成玻璃。相比之下，該熔融製程導致該玻璃片材從熔融非常快速地淬火，並凍結在相對高溫結構中。因此，當與藉由熔融製程生產之玻璃相比，藉由該浮法製程生產之玻璃可經歷較低壓實，因為用於壓

實之驅動力係在虛擬溫度與在壓實期間玻璃所經歷之製程溫度之間的差異。因此，期望最小化在由下拉製程生產之玻璃基板中的壓實水平。

【0006】 存在兩種最小化玻璃壓實之途徑。第一種為熱預處理該玻璃以產生與在TFT製造期間該玻璃將經歷的溫度相似之虛擬溫度。此途徑中存在若干難題。首先，在TFT製造製程期間採用之多個加熱步驟在該玻璃中產生不可由此預處理完全補償的略有不同之虛擬溫度。其次，該玻璃之熱穩定性變得與TFT製造之細節緊密聯繫，該等細節可意謂針對不同最終使用者之不同預處理。最後，預處理增加了處理成本及複雜性。

【0007】 另一途徑係藉由增加玻璃黏度來減慢於製程溫度下的應變速率。這可藉由提升玻璃之退火點來達成。退火點表示對應於玻璃固定黏度之溫度，並且因此退火點之增加等同於固定溫度之黏度增加。然而，使用此途徑之挑戰係生產成本有效之高退火點玻璃。影響成本之主要因素包括缺陷及資產壽命。在包含耐火預熔物、貴金屬澄清爐及貴金屬玻璃輸送棒（耦接至熔融拉伸機）之現代連續單元式（continuous unit; CU）熔融器中，通常遇到四種類型之缺陷：（1）氣體夾雜物（氣泡或發泡）；（2）固體夾雜物，來自耐火材料或來自未能正確熔融該批次；（3）大部分由鉑組成之金屬缺陷；以及（4）去玻產物，獲自低液相黏度或於成形裝置、心軸或溢流槽的任一末端的過度去玻作用。玻璃組合物對熔融速率具有不成比率之影

響，並因此對玻璃形成氣體或固體缺陷之趨勢具有不成比率之影響並且該玻璃之氧化狀態影響結合鉑缺陷之趨勢。在形成心軸或溢流槽時該玻璃之去玻藉由選擇具有高液相黏度之組合物來最佳管控。

【0008】 在TFT製造製程期間玻璃基板之尺寸穩定性亦受彈性應變影響。存在兩種該基板所經受的彈性應變之主要原因。在熔融製程期間，在經由小熱梯度冷卻時可將彈性應變（及由此應力）引入玻璃片材中。在TFT製造製程期間此等應力經歷應力鬆弛，進而導致尺寸不穩定。此不穩定可藉由增加玻璃基板之退火點經由於TFT製程溫度之應變速率降低以與壓實相同之方式最小化。第二類彈性應變係關於當將電晶體本身沉積在玻璃表面上時施加在基板上之應力。此彈性應變藉由增加玻璃之楊氏模數（Young's modulus）最小化，使得施加在基板表面上之應力產生最小量之應變並降低在玻璃片材中看見之尺寸改變。

【0009】 除上文提及之尺寸穩定性問題之外，AMLCD及AMOLED製造商發現對較大顯示器尺寸及規模經濟之需求驅使這些製造商處理在各側上超過2公尺之較大尺寸的玻璃片。這會導致若干難題。首先簡單來說係玻璃重量。當提及較大尺寸的玻璃片時玻璃重量之增加具有用以將玻璃移動至處理站中並通過該處理站之機器人處理機的含義。此外，取決於玻璃密度及楊氏模數之彈性下垂成為較大片材尺寸之一問題：影響在用以在處理站之間運

輸該玻璃之匣盒中載入、取出、及間隔該玻璃之能力。由此，期望識別降低與除最小化壓實、應力鬆弛及彈性應變之外的下垂有關之問題同時維持上文所述之缺陷限制屬性的組合物。

【發明內容】

【0010】 一些實施例涉及用於製造呈現所要物理及化學性質的無鹼硼鋁矽酸鹽玻璃之化合物、組合物、物件、裝置、及方法。在一或更多個實施例中，該等玻璃適宜在平板顯示器裝置（諸如，主動式矩陣液晶顯示器（*active matrix liquid crystal display*; AMCLD）及主動式矩陣有機發光二極體顯示器（*active matrix organic light emitting diode display*; AMOLED））中用作基板。根據一或更多個實施例，提供具有小於 2.55 g/cm^3 之密度及良好尺寸穩定性（即，低壓實）之玻璃。此外，所揭示組合物之一或更多個實施例具有超過 680°C 之應變點，當經受熔融製程之熱歷程時，該等組合物具有針對 a-Si 薄膜電晶體製程的可接受之熱穩定性。

【0011】 本文亦描述了實質上無鹼之玻璃，該玻璃具有高退火點及高楊氏模數，因此，該玻璃在非晶矽及氧化物 TFT 製程中用作 TFT 底板基板時具有良好尺寸穩定性（即，低壓實、彈性應變及應力鬆弛）。高退火點玻璃可防止在玻璃製造後的熱處理期間歸因於壓實/收縮或應力鬆弛之面板畸變。本發明之玻璃之實施例亦具有高彈性模

數及相對低密度，由此增加玻璃之比模數並大幅度降低在玻璃片材中彈性下垂之風險。此外，本發明之玻璃具有非同尋常之高液相黏度，並且因此顯著降低在成形設備中於冷卻位置去玻作用之風險。應理解，儘管一般期望低鹼濃度，實務上可難以或不可能經濟地製造完全無鹼之玻璃。所論述之鹼作為污染物在原料中出現、作為次要組分在耐火材料中出現、等等，並且該鹼可非常難以完全消除。由此，若鹼元素 Li_2O 、 Na_2O 、及 K_2O 之總濃度小於約 0.1 莫耳百分數 (莫耳%)，則認為本發明之玻璃實質上無鹼。

【0012】 在一些實施例中，提供一種玻璃，其包含以莫耳%計以氧化物為基準之在以下範圍中之成分： SiO_2 65-72、 Al_2O_3 10-14、 B_2O_3 3-8、 MgO 2-6、 CaO 3-9、 SrO 0-6、及 BaO 0-<1，其中該玻璃呈現：應變點 $> 650^\circ\text{C}$ ，退火點大於或等於約 730°C ，楊氏模數 $> 78 \text{ GPa}$ ， $T_{35kp} - T_{liq} > 30^\circ\text{C}$ ，密度 $< \text{約 } 2.55 \text{ g/cm}^3$ ，CTE 小於約 $39 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 。

【0013】 在又一實施例中，提供一種玻璃，其包含以莫耳%計以氧化物為基準之在以下範圍中之成分： SiO_2 67-70、 Al_2O_3 11-13、 B_2O_3 4-6、 MgO 3-5.5、 CaO 5.5-7、 SrO 3-5、及 BaO 0-<1，其中該玻璃呈現：應變點 $> 700^\circ\text{C}$ ，退火點大於或等於約 750°C ，楊氏模數 $> 79 \text{ GPa}$ ， $T_{35kp} - T_{liq} > 65^\circ\text{C}$ ，密度 $< \text{約 } 2.55 \text{ g/cm}^3$ ，CTE 小於約 $36 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 。

【0014】 在其他實施例中，提供一種玻璃，其包含以莫耳%計以氧化物為基準之在以下範圍中之成分： $\text{SiO}_2 > 60$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 10$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3 > 0.1$ 、 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3 > 1.0$ ，其中該玻璃呈現：退火點大於或等於約 730°C ，應變點大於或等於約 650°C ，軟化點大於或等於約 950°C ， T_{200P} 小於約 1650°C ， T_{35kP} 小於約 1300°C ， $T_{35kP} - T_{liq} > 30^\circ\text{C}$ ，比模數大於31，及楊氏模數大於或等於78 GPa。

【0015】 本揭示之其他特徵及優點將在隨後的詳細描述中闡述，且本領域一般技藝人士將部分地從該描述顯而易見或藉由實踐如本文（包括後文的詳細說明、申請專利範圍、以及附圖）描述的實施例而認知。

【0016】 應理解，以上一般描述及以下詳細描述呈現本揭示之各個實施例，並且上述一般描述及以下詳細描述意欲提供用於理解申請專利範圍的本質及特徵之概述或框架。所包括的附圖提供對本揭示之進一步理解，且該等附圖併入本說明書中且構成本說明書之一部分。附圖說明瞭本揭示之各個實施方式，並與說明書一起用於解釋本揭示之原理及操作。

【圖式簡單說明】

【0017】 當結合附圖閱讀時，可進一步理解以下實施方式。

【0018】 第1圖係溢流槽、在熔融拉伸製程中用於製備精密片材之成形心軸的示意性表示；以及

【0019】 第2圖係第1圖於剖面線6處之溢流槽之剖面。

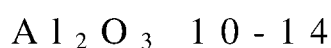
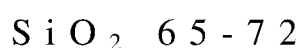
【實施方式】

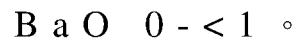
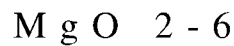
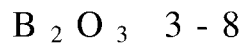
【0020】 本文描述了實質上無鹼之玻璃，其具有小於 2.55 g/cm^3 之密度及良好尺寸穩定性（即，低壓實、降低之應力鬆弛及彈性應變）。此外，所揭示組合物之一或更多個實施例具有超過 680°C 之應變點，當經受熔融製程之熱歷程時，該等組合物具有針對 a-Si 薄膜電晶體製程的可接受之熱穩定性。本標的之實施例亦提供具有高退火點之玻璃。高退火點玻璃可防止歸因於在玻璃製造後的熱處理期間壓實/收縮及應力鬆弛之面板畸變。應理解，儘管一般期望低鹼濃度，實務上可難以或不可能經濟地製造完全無鹼之玻璃。所論述之鹼作為污染物在原料中出現、作為次要組分在耐火材料中出現、等等，並且該鹼可非常難以完全消除。由此，若鹼元素 Li_2O 、 Na_2O 、及 K_2O 之總濃度小於約 0.1 重量% (莫耳%)，則認為所揭示之玻璃實質上無鹼。

【0021】 在一或更多個實施例中，實質上無鹼玻璃具有大於約 730°C 、大於 735°C 、大於 740°C 、或大於 750°C 之退火點。在其他實施例中，實質上無鹼玻璃具有大於約 650°C 、大於 680°C 、大於 690°C 、或大於 700°C 之應變點。在又另外實施例中，實質上無鹼玻璃具有大於約 950°C 、大於 970°C 、大於 980°C 、或大於 990°C 之軟化點。根據一或更多個實施例，所揭示玻璃於約 200 泊黏度 (T_{200p}) 下之溫度小於約 1650°C 、小於約 1625°C 、或小

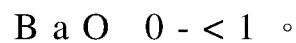
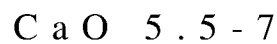
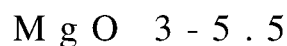
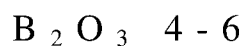
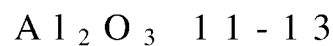
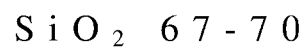
於約 1610 °C。根據一或更多個實施例，所揭示玻璃於約 35,000 泊黏度 (T_{35kp}) 下之溫度小於約 1300 °C、小於約 1260 °C、或小於約 1250 °C。玻璃之液相溫度 (T_{liq}) 係最高溫度，在該溫度之上無結晶相可與玻璃平衡地共同存在。根據一或更多個實施例， $T_{35k} - T_{liq} > 30$ °C、 $T_{35kp} - T_{liq} > 40$ °C、 $T_{35kp} - T_{liq} > 50$ °C、 $T_{35kp} - T_{liq} > 60$ °C、 $T_{35kp} - T_{lip} > 65$ °C、或 $T_{35kp} - T_{lip} > 70$ °C。該浮法製程於在 3000 與 10,000 泊之間的黏度下輸送玻璃。若玻璃在對應於此黏度之溫度附近的任何溫度去玻，則去玻產物將出現在成品中。在一或更多個實施例中，該等玻璃呈現大於 31、大於 31.5、或大於 32 之比模數。玻璃之比模數，定義為 E/ρ ，(以 GPa 計之彈性或楊氏模數除以以 g/cm^3 計之密度) 指示在處理期間玻璃片材將經歷之彈性下垂之量值。出於此原因，期望具有 31 或更高比模數之玻璃組合物。將理解，所揭示之玻璃可呈現一或更多種上文所提供之揭示之性質。因此，所揭示之玻璃可呈現上文所揭示性質之一種、上文所揭示性質之兩種、所揭示性質之三種、所揭示性質之四種、所揭示性質之五種、所揭示性質之六種及/或所揭示性質之七種、所揭示性質的任何組合。

【0022】 在一些實施例中，例示性實質上無鹼玻璃包含以莫耳 % 計以氧化物為基準之在以下範圍中之成分：





【0023】 在其他實施例中，例示性實質上無鹼玻璃包含以莫耳%計以氧化物為基準之在以下範圍中之下列成分：



【0024】 先前提及實施例之任一者可包括一或更多種以下性質： $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1.05$ 、 ≥ 1.08 、 ≥ 1.10 ，退火點大於或等於約 730°C 、 735°C 、 740°C 、或 750°C ，應變點大於或等於約 650°C 、 680°C 、 690°C 、或 700°C ，及/或軟化點大於或等於約 950°C 、 970°C 、 980°C 、或 990°C 。此等實施例之任一者亦可包括一或更多種以下性質： T_{200p} 小於約 1650°C 、 1625°C 、或 1610°C ， T_{35kp} 小於約 1300°C 、 1260°C 、或 1250°C ， $T_{35kp} - T_{liq} > 40^\circ\text{C}$ 、 $> 30^\circ\text{C}$ 、 $> 50^\circ\text{C}$ 、 $> 60^\circ\text{C}$ 、 $> 65^\circ\text{C}$ 、或 $> 70^\circ\text{C}$ ，及/或比模數大於31、31.5、或32。此

等實施例之任一者可進一步包括一或更多種以下性質：密度小於或等於 2.55 g/cm^3 ，CET 小於約 $39 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、小於約 $38 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、或小於約 $36 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ ，楊氏模數大於或等於 78 GPa 、 79 GPa 、 80 GPa 、或 81 GPa 。

【0025】 在一些實施例中，所揭示玻璃包括化學澄清劑。此等澄清劑包括，但不限於， SnO_2 、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 F 、 Cl 及 Br ，且其中化學澄清劑之濃度保持於 0.5 莫耳% 或更低之水平。化學澄清劑亦可包括 CeO_2 、 Fe_2O_3 、及其他過渡金屬氧化物，諸如 MnO_2 。此等氧化物可在玻璃中以其最終（多種）價態經由可見吸收將顏色引入該玻璃中，並且因此該等氧化物之濃度特定地保持於 0.2 莫耳% 或更低之水平。

【0026】 在一些實施例中，經由熔融製程將所揭示玻璃製造為片材。該熔融拉伸製程導致原始、火焰拋光之玻璃表面，其降低高解析度 TFT 背板及彩色濾光片之表面介導之畸變。第 1 圖係描繪於形成心軸或溢流槽（isopipe）之位置處之熔融拉伸製程的示意圖，如此稱謂係因為其梯度溝槽設計於沿著溢流槽長度的全部點處（從左至右）產生相同（因此「共同（iso）」）流動。第 2 圖係在第 1 圖中位置 6 附近的溢流槽之示意性剖面。玻璃從入口 1 引入，沿著由堰壁 3 形成之溝槽 2 之底部流動至壓縮末端 4。玻璃在溢流槽之任一側上溢出堰壁 4（參看圖 2），且兩個玻璃流於根部 6 接合或融合。於溢流槽之任一末端處的邊緣導向體 7 用於冷卻該玻璃並於該邊緣處產生較厚條帶（稱

為卷邊)。該卷邊藉由拉引滾筒下拉，因此實現於高黏度下之片材成形。藉由調節將片材拉離該溢流槽之速率，可能使用熔融拉伸製程於固定熔融速率產生非常廣泛之厚度。

【0027】 該下拉片材拉伸製程，及特定言之，美國專利第3,338,696號及第3,682,609號（均為D o c k e r t y）所述之熔融製程（該等美國專利以引用方式併入），可用於本文中。與其他成形製程（諸如浮法製程）相比，出於若干原因該熔融製程係較佳的。首先，由熔融製程製備之玻璃基板不需要拋光。當前之玻璃基板拋光能夠產生具有由原子力顯微鏡所量測的大於約0.5 nm (R a)之平均表面粗糙度之玻璃基板。藉由熔融製程產生之玻璃基板具有由原子力顯微鏡所量測的小於0.5 nm之平均表面粗糙度。該等基板亦具有由光阻滯所量測的小於或等於150 p s i之平均內應力。

【0028】 在一些實施例中，使用熔融製程將所揭示玻璃製造為片材形式。儘管所揭示玻璃與該熔融製程相容，亦可經由要求較低之製造製程將該等玻璃製造為片材或其他器皿。此等製程包括但不限於狹縫拉伸、浮法、軋製、及為本領域一般技藝人士已知的其他片材成形製程。

【0029】 相對於用於產生玻璃片材之此等替代方法，如上文所論述之熔融製程能夠產生具有原始表面的非常薄、非常平、非常均勻之片材。狹縫拉伸亦可導致原始表面，但歸因於隨時間之孔口形狀改變、於孔口-玻璃介面

處揮發性碎片之積累、及產生用以輸送真正平坦玻璃之孔口之挑戰，狹縫拉伸玻璃之尺寸均勻性及表面質量一般低於熔融拉伸玻璃。該浮法製程能夠輸送非常大、均勻之片材，但該表面實質上在一側上受到與浮法浴接觸及在另一側上受到暴露於來自浮法浴之縮合產物的影響。這意謂著浮法玻璃必須經拋光以用於高效能顯示器應用。

【0030】 與浮法製程不同，熔融製程導致玻璃從高溫快速冷卻。此快速冷卻導致高虛擬溫度 T_f 。可認為該虛擬溫度表示在玻璃之結構狀態與若於所關注之溫度完全鬆弛將假設的狀態之間的差異。現在吾人考慮將玻璃從玻璃轉變溫度 T_g 再加熱至製程溫度 T_p 使得 $T_p < T_g \leq T_f$ 之結果。由於 $T_p < T_f$ ，該玻璃之結構狀態於 T_p 下失去平衡，且該玻璃將向於 T_p 下平衡之結構狀態自發地鬆弛。此鬆弛速率與於 T_p 之玻璃之有效黏度成反比，使得高黏度導致緩慢鬆弛速率，且低黏度導致快速鬆弛速率。該有效黏度與玻璃之虛擬溫度成反比變化，使得低虛擬溫度導致高黏度，且高虛擬溫度導致相對低黏度。由此，於 T_p 之鬆弛速率與玻璃之虛擬溫度直接成比率。當於 T_p 下再加熱玻璃時，引入高虛擬溫度之製程導致相對高鬆弛速率。

【0031】 一種降低於 T_p 之鬆弛速率之手段係增加於彼溫度之玻璃黏度。玻璃之退火點表示該玻璃具有 $10^{13.2}$ 泊之黏度的溫度。由於溫度降低至低於退火點，過冷熔融物之黏度增加。於低於 T_g 之固定溫度，與具有較低退火點之玻璃相比，具有較高退火點之玻璃具有較高黏度。由

此，為了增加於 T_p 之基板玻璃之黏度，吾人可選擇以增加其退火點。不幸的是，一般而言係該情形：增加退火點所必需之組合物改變亦增加了於全部其他溫度之黏度。特定言之，由熔融製程製得之玻璃之虛擬溫度對應於約 $10^{11} - 10^{12}$ 泊之黏度，因此熔融相容玻璃之退火點之增加一般亦增加其虛擬溫度。針對給定玻璃，較高虛擬溫度導致於低於 T_g 的溫度之較低黏度，並且因此增加虛擬溫度係為了防止原本藉由增加退火點而獲得的黏度增加。為看到於 T_p 之鬆弛速率之實質改變，一般而言必須產生退火點之較大改變。所揭示玻璃之一態樣係其具有大於或等於約 730°C 、 735°C 、 740°C 、或 750°C 之退火點。不受任何特定操作理論束縛，咸信此等高退火點在低溫 TFT 處理期間（例如，典型低溫多晶矽快速熱退火循環）導致可接受之低熱鬆弛速率。

【0032】 除其對虛擬溫度之影響外，增加退火點亦增加在整個熔融及成形系統中之溫度，尤其在溢流槽上之溫度。例如，Eagle XG® 玻璃及 Lotus™ 玻璃（Corning Incorporated, Corning, NY）具有相差約 50°C 之退火點，且將該等玻璃輸送至溢流槽之溫度亦相差約 50°C 。當在高於約 1310°C 下保持較長時間段時，形成該溢流槽之鋯英石耐火材料顯示熱潛變，其可藉由溢流槽本身之重量加上在溢流槽上玻璃之重量來加快。例示性玻璃之第二態樣係其輸送溫度低於或等於約 1350°C 、或 1345°C 、或 1340°C 、或 1335°C 、或 1330°C 、或 1325°C 、或

1320 °C、或1315 °C或1310 °C。此等輸送溫度可允許延長之製造運轉期而不需要替代溢流槽或延長在溢流槽替代之間的時間。

【0033】 在具有低於1350 °C及低於1310 °C之高退火點及輸送溫度之玻璃的製造試驗中，已發現相對於具有較低退火點之玻璃，該玻璃顯示在溢流槽（且特定言之邊緣導向體）之根部向去玻作用之較大趨勢。在溢流槽上之溫度曲線的小心量測顯示，邊緣導向體溫度相對於已預期之中心根部溫度明顯更低，並且咸信此係歸因於輻射熱損失。通常將該等邊緣導向體維持於低於中心根部溫度之溫度以當其在張力下離開根部以將片材置於邊緣導向體之間時確保該玻璃係足夠黏的，因此維持平坦形狀。由於邊緣導向體位於溢流槽之任一末端，難以加熱該等邊緣導向體，並且因此在根部中心與邊緣導向體之間的溫度差可相差50 °C或更多。

【0034】 儘管不期望受限於理論，咸信在熔融製程中增加向去玻作用之趨勢可根據隨溫度變化之玻璃之輻射熱損失來理解。熔融實質上係等溫製程，因此玻璃於特定黏度離開入口並於明顯更高之黏度離開根部，但該黏度之實際值不強烈取決於玻璃身份或製程溫度。因此，與具有較低退火點之玻璃相比，具有較高退火點之玻璃一般需要明顯更高之溢流槽溫度，僅用以匹配輸送及離開黏度。再者，不受任何特定操作理論束縛，咸信由於輻射熱損失隨溫度增加，並且由於與較低退火點玻璃相比高退火點玻璃

一般於較高溫度下形成，在中心根部與邊緣導向體之間的溫度差一般隨玻璃之退火點而增加。這可與玻璃在溢流槽或邊緣導向體上形成去玻產物之趨勢具有直接關係。

【0035】 玻璃之液相溫度被定義為若玻璃無限維持於彼溫度，則出現結晶相之最高溫度。液相黏度係於液相溫度之玻璃黏度。為完全避免在溢流槽上之去玻作用，足夠高之液相黏度可有助於確保玻璃不再於液相溫度或在液相溫度附近在溢流槽耐火材料或邊緣導向體材料上。

【0036】 實務上，幾乎沒有無鹼玻璃具有所要量值之液相黏度。適用於非晶矽應用（例如，Eagle XG®玻璃）之基板玻璃之經驗指示邊緣導向體可持續在低於某些無鹼玻璃之液相溫度維持至多60°C之溫度。儘管應理解具有較高退火點之玻璃應需要較高成形溫度，但並不預期該等邊緣導向體可相對於中心根部溫度低過多。用於跟蹤此影響之有用度量係在至溢流槽上之輸送溫度與玻璃之液相溫度 T_{liq} 之間的差異。在熔融製程中，一般期望於約35,000泊 (T_{35kp}) 輸送玻璃。針對特定輸送溫度而言，使 $T_{35kp} - T_{liq}$ 儘可能大可係有用的，但針對非晶矽基板諸如Eagle XG®玻璃而言，發現若 $T_{35kp} - T_{liq}$ 係約80°C或更高，則可進行延長之製造運轉期。由於溫度增加， $T_{35kp} - T_{liq}$ 亦必須增加，使得針對在1300°C附近之 T_{35k} 而言，具有等於或高於約100°C之 $T_{35kp} - T_{liq}$ 可係有用的。 $T_{35kp} - T_{liq}$ 之最小有用值隨著從約1200°C至約1320°C之溫度近似線性變化，並且可根據如下關係表達：

$$\text{最小 } T_{35kP} - T_{liq} = 0.25 T_{35k} - 225 \quad (1)$$

其中全部溫度以 $^{\circ}\text{C}$ 計。因此，例示性玻璃之一或更多個實施例具有 $T_{35kP} - T_{liq} > 30^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{35kP} - T_{liq} > 40^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{35kP} - T_{liq} > 50^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{35kP} - T_{liq} > 60^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{35kP} - T_{liq} > 65^{\circ}\text{C}$ 、或 $T_{35kP} - T_{liq} > 70^{\circ}\text{C}$ 。

【0037】此外，該成形製程可需要具有高液相黏度之玻璃。此種玻璃為必需的以便避免於與玻璃之介面處的去玻產物，並在最終玻璃中最小化可見去玻產物。因此，針對用於特定片材尺寸及厚度之與熔融相容的給定玻璃而言，調節該製程以便製造較寬片材或較厚片材一般於溢流槽之任一末端導致較低溫度。一些實施例具有較高液相黏度以提供用於經由該熔融製程製造之較高靈活性。在一些實施例中，該液相黏度大於或等於約150 kP。

【0038】在該熔融製程中液相黏度與隨後去玻趨勢之間的關係之測試中，發明者已驚訝地發現，針對長期生產而言，與具有較低退火點之典型AMLCD基板組合物之情形相比，高輸送溫度（諸如例示性玻璃之輸送溫度）一般需要較高液相黏度。儘管不希望受理論束縛，咸信，此情況原因為結晶生長隨溫度增加而加快速率。熔融基本上係等黏性製程，因此與較低黏性之玻璃相比，於某個固定溫度更具黏性之玻璃可在較高溫度藉由熔融形成。儘管一定程度之過冷（低於液相溫度之冷卻）可於較低溫度在玻璃中持續延長之時期，但結晶生長速率隨著溫度增加，並且因此與較低黏性之玻璃相比，更具黏性之玻璃在較短之時

期中生長相同、不可接受之量的去玻產物。取決於成形位置，去玻產物可損害成形穩定性並將可見缺陷引入最終玻璃中。

【0039】 為了藉由熔融製程形成，玻璃組合物之一或更多個實施例具有大於或等於約150,000泊、或175,000泊、或200,000泊之液相黏度。令人驚訝之結果係在整個例示性玻璃範圍中，可能獲得足夠低之液相溫度及足夠高之黏度，使得與其他組合物相比，該玻璃之液相黏度係非同尋常地高。

【0040】 在本文所述之玻璃組合物中， SiO_2 用作鹼性玻璃形成體。在某些實施例中， SiO_2 之濃度可大於60莫耳%以提供具有適用於平板顯示器玻璃（例如，AMLCD或AMOLED玻璃）之密度及化學耐久性、及液相溫度（液相黏度）之玻璃，該液相溫度允許該玻璃藉由下拉製程（例如，熔融製程）形成。就上限而言，一般來說， SiO_2 濃度可小於或等於約80莫耳%以允許使用習知、大體積、熔融技術（例如，在耐火材料熔融器中焦耳（Joule）熔融）來熔融批料。由於 SiO_2 之濃度增加，200泊溫度（熔融溫度）一般升高。在各種應用中，調節 SiO_2 濃度使得該玻璃組合物具有小於或等於1,750°C之熔融溫度。在一些實施例中， SiO_2 濃度在約60.0莫耳%至約80.0莫耳%之範圍中、或在約62.0莫耳%至約78.0莫耳%之範圍中、或在約65.0莫耳%至約72莫耳%之範圍中或在約67莫耳%至約70莫耳%之範圍中

【0041】 Al_2O_3 係用於製得本文所述之玻璃之另一種玻璃形成體。大於或等於10莫耳%之 Al_2O_3 濃度為玻璃提供低液相溫度及高黏度，導致高液相黏度。使用至少10莫耳%之 Al_2O_3 亦改良玻璃之退火點及模數。為使比率 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ 大於或等於1.0， Al_2O_3 濃度可低於約15莫耳%。在一些實施例中， Al_2O_3 濃度在約10.0至14.0莫耳%之範圍中、或在約11.0至約13.0莫耳%之範圍中，同時維持 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ 比率大於或等於約1.0。

【0042】 本揭示之一些實施例具有大於約79 GPa、或80 GPa、或80.5 GPa、或81 GPa、或81.5 GPa、或82 GPa、或82.5 GPa、或83 GPa、或83.5 GPa、或84 GPa、或84.5 GPa或85 GPa之模數。在各種實施例中，一種鋁矽酸鹽玻璃物件具有在約81 Gpa至約88 GPa之範圍中、或在約81.5 Gpa至約85 GPa之範圍中、或在約82 Gpa至約84.5 GPa之範圍中的楊氏模數。

【0043】 鋁矽酸鹽玻璃物件之一些實施例之密度小於約2.7 g/cc、或2.65 g/cc、或2.61 g/cc、或2.6 g/cc、或2.55 g/cc。在各種實施例中，密度係在約2.49 g/cc至約2.53 g/cc之範圍中、或在約2.50 g/cc至約2.60 g/cc之範圍中。

【0044】 B_2O_3 係玻璃形成體及幫助熔融並降低熔融溫度之助熔劑。其具有對液相溫度及黏度之影響。增加 B_2O_3

可用於增加玻璃之液相黏度。為達成此等效果，一或更多個實施例之玻璃組合物可具有等於或大於0.1莫耳%之 B_2O_3 濃度。如上文關於 SiO_2 所論述，玻璃耐久性對於平板顯示器應用而言非常重要。耐久性可在某種程度上藉由鹼土氧化物之提高的濃度控制，並且藉由提高的 B_2O_3 含量顯著降低。退火點隨著 B_2O_3 增加而降低，因此可有助於保持 B_2O_3 含量低於其在非晶矽基板中的典型濃度。因此，在一些實施例中，玻璃組合物具有在約3至約8.0莫耳%之範圍中、或大於0至約10.0莫耳%、或約2.0至約9.0莫耳%、或大於0至約9.0莫耳%、或約3至約7莫耳%、或在約4.0至約6.0莫耳%之範圍中的 B_2O_3 濃度。

【0045】可成對選擇 Al_2O_3 及 B_2O_3 濃度來增加退火點、增加模數、改良耐久性、降低密度並降低熱膨脹係數 (coefficient of thermal expansion; CTE)，同時維持該玻璃之熔融及成形性質。例如， B_2O_3 增加及相應 Al_2O_3 降低可有助於獲得較低密度及CTE，而若 Al_2O_3 增加不將 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 比率降低至低於約1.0，則 Al_2O_3 增加及相應 B_2O_3 降低可有助於增加退火點、模數、及耐久性。針對低於約1.0之 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 比率而言，可難以或不可能自該玻璃移除由矽石原料之後期熔融產生之氣體夾雜物。此外，當 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3 \leq 1.05$ 時，富鋁紅柱石（一種鋁矽酸鹽晶體）可作為液相出現。一旦富鋁紅柱石作為液相存在，液相之組合物敏感

度顯著增加，且富鋁紅柱石去玻產物非常快速地生長並且一旦產生便非常難以移除。因此，在一些實施例中，玻璃組合物具有 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3 \geq 1.0$ （或大於或等於約 1.0）。在各種實施例中，玻璃具有 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3 \geq 1.05$ （或大於或等於約 1.05）、或在約 1 至約 1.25 之範圍中。

【0046】 在一或更多個實施例中，用於平板顯示器應用（諸如 AMLCD 及 AMOLED 顯示器）之玻璃具有在約 $28 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 至約 $42 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 之範圍中、或在約 $30 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 至約 $40 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 之範圍中、或在約 $32 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 至約 $38 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 之範圍中的熱膨脹係數（coefficient of thermal expansion; CTE）（22 至 $300^\circ C$ ）。

【0047】 除玻璃形成體（ SiO_2 、 Al_2O_3 、及 B_2O_3 ）之外，本文所述之玻璃亦包括鹼土氧化物。在一個實施例中，至少三種鹼土氧化物係玻璃組合物之部分，例如， MgO 、 CaO 、及 BaO ，及視情況， SrO 。鹼土氧化物為玻璃提供各種對熔融、澄清、成形、及最終用途而言重要的性質。由此，為了改良玻璃在此等方面之效能，在一個實施例中，該 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 比率大於或等於約 1.0。由於此比率增加，與液相溫度相比，黏度趨於更強烈地增加，並且因此增加了獲得 $T_{35k} - T_{liq}$ 之適宜高值之難度。因此，在另一個實施例中，比率 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 小於或等於約 2。在一

些實施例中， $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 比率在約 1 至約 1.25 之範圍中、或在約 1 至約 1.18 之範圍中、或在約 1.1 至約 1.8 之範圍中。

【0048】 針對本揭示之某些實施例而言，可如實際上單一組成組分那樣處理鹼土氧化物。這係因為該等鹼土氧化物對黏彈性質、液相溫度及液相關係之影響與其等對玻璃形成氧化物 SiO_2 、 Al_2O_3 及 B_2O_3 之影響相比定性地彼此更為相似。然而，鹼土氧化物 CaO 、 SrO 及 BaO 可形成長石礦，特別地鈣長石 ($CaAl_2Si_2O_8$) 及鋇長石 ($BaAl_2Si_2O_8$) 及其含鋁固溶體，但 MgO 不在顯著程度上參與此等晶體。由此，當長石晶體已經係液相時，追加 MgO 可用以相對於晶體穩定該液體並且因此降低液相溫度。同時，黏度曲線通常變得更加陡峭，降低熔融溫度同時對低溫黏度具有微小影響或無影響。

【0049】 發明者已發現添加少量 MgO 可藉由降低熔融溫度而有利於熔融、藉由降低液相溫度並增加液相黏度而有利於成形，同時保持高退火點及因此低壓實。在各種實施例中，該玻璃組合物包含在約 0.1 莫耳% 至約 6 莫耳% 之範圍中、或在約 1.0 莫耳% 至約 6.0 莫耳% 之範圍中、或在約 2.0 莫耳% 至約 6.0 莫耳% 之範圍中、或在約 3.0 莫耳% 至約 5.5 莫耳% 之範圍中之量的 MgO 。

【0050】 發明者已驚訝地發現，具有適宜 $T_{35k} - T_{liq}$ 高值之玻璃， MgO 與其他鹼土之比率、 $MgO / (MgO + CaO + SrO + BaO)$ 落入相對狹窄之範圍

中。如上文指出，添加 MgO 可使長石礦不穩定，並且因此穩定液體並降低液相溫度。然而，一旦 MgO 達到某種水平，可穩定富鋁紅柱石 ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$)，因此增加液相溫度並降低液相黏度。此外，較高濃度之 MgO 趨於降低液體之黏度，並且因此即使液相黏度藉由添加 MgO 而維持不變，最終成為液相黏度降低之情況。因此，在另一個實施例中， $0.20 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) \leq 0.40$ 或在一些實施例中， $0.22 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) \leq 0.37$ 。在此等範圍中，MgO 可相對於玻璃形成體及其他鹼土氧化物變化以最大化與獲得其他所要性質一致的 $T_{35k} - T_{liq}$ 值。

【0051】 不受操作之任何特定理論束縛，咸信在玻璃組合物中存在之氧化鈣可產生低液相溫度（高液相黏度）、高退火點及模數、及在針對平板應用（特定言之，AMLCD 或 AMOLED 應用）之最合需要範圍中之 CTE。其亦有利地改進化學耐久性，並且與其他鹼土氧化物相比，作為批料相對不昂貴。然而，於高濃度，CaO 增加密度及 CTE。此外，於足夠低之 SiO_2 濃度下，CaO 可穩定鈣長石，因此降低液相黏度。由此，在一或更多個實施例中，CaO 濃度可大於或等於 2 莫耳%。在各種實施例中，玻璃組合物之 CaO 濃度係在約 2.0 莫耳% 至約 10.0 莫耳% 之範圍中、或在約 3 莫耳% 至約 9.0 莫耳% 之範圍中、或在約 4 莫耳% 至約 8 莫耳% 之範圍中、或在約 5 莫耳% 至約 7 莫耳% 之範圍中、或在約 5.5 莫耳% 至約 7 莫耳% 之範圍中。

【0052】 SrO及BaO均可有助於低液相溫度（高液相黏度），並且因此，本文所述之玻璃將通常含有此等氧化物之至少二者。然而，選擇此等氧化物之選擇及濃度以避免CTE與密度增加及模數與退火點降低。可平衡SrO與BaO之相對比例以便獲得物理性質與液相黏度之適宜組合使得該玻璃可由下拉製程形成。在各種實施例中，該玻璃包含在約0至約6.0莫耳%之範圍中、或大於0至約6.0莫耳%、或約0至約5.5莫耳%、或在約3莫耳%至約5莫耳%之範圍中的SrO。在一或更多個實施例中，該玻璃包含在約0至小於約1.0莫耳%之範圍中、或大於0至約0.5莫耳%、或約0至約0.09莫耳%、或約0莫耳%至約0.03莫耳%之BaO。

【0053】 為概述本揭示之玻璃之中心組分之影響/作用，SiO₂係鹼性玻璃形成體。Al₂O₃及B₂O₃亦係玻璃形成體且可成對選擇，其中（例如）B₂O₃增加及相應Al₂O₃降低用以獲得較低密度及CTE，而若Al₂O₃增加不將RO/Al₂O₃比率降低至低於約1.0（其中RO=(MgO+CaO+SrO+BaO)），則Al₂O₃增加及相應B₂O₃降低用以增加退火點、模數、及耐久性。若該比率過低，則可熔融性受到損害，即，熔融溫度變得過高。B₂O₃可用於使熔融溫度下降，但高位準之B₂O₃損害退火點。

【0054】 除熔融性及退火點考慮之外，針對AMLCD及AMOLED應用而言，玻璃之CTE應與矽之CTE相容。

為達成此等CTE值，例示性玻璃可控制玻璃之RO含量。針對給定 Al_2O_3 含量而言，控制RO含量對應於控制 RO/Al_2O_3 比率。實務上，若 RO/Al_2O_3 比率低於約1.6，則產生具有適宜CTE之玻璃。

【0055】 除此等考慮之外，該等玻璃較佳地可藉由下拉製程（例如，熔融製程）形成，這意味著玻璃之液相黏度需要相對較高。單獨鹼土在此方面具有重要作用，因為其等可使原本形成之結晶相不穩定。BaO及SrO特別有效地控制液相黏度並且至少出於此目的而包括在例示性玻璃中。如下文提及之實例所說明，鹼土之各種組合將產生具有高液相黏度之玻璃，其中全部鹼土滿足達成低熔融溫度、高退火點、及適宜CTE所必需之 RO/Al_2O_3 比率限制。在一些實施例中，液相黏度大於或等於約150 kP。

【0056】 除上述組分之外，本文所述之玻璃組合物可包括各種其他氧化物以調節玻璃之各種物理、熔融、澄清、及成形屬性。此等其他氧化物之實例包括，但不限於， TiO_2 、 MnO 、 Fe_2O_3 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 MoO_3 、 Ta_2O_5 、 WO_3 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 及 CeO_2 以及其他稀土氧化物及磷酸鹽。在一個實施例中，此等氧化物各者之量可小於或等於2.0莫耳%，且其等之總結合濃度可小於或等於5.0莫耳%。在一些實施例中，該玻璃組合物包含以在約0至約1.5莫耳%、或約0至約1.0莫耳%之範圍中之量的 ZnO 。本文所述之玻璃組合物亦可包括與批料相關及/或由用於產生該玻璃之熔融、澄清、及/或成形設備引入該玻璃中

的各種污染物，特定言之 Fe_2O_3 及 ZrO_2 。由於使用氧化錫電極之焦耳熔融及/或經由分批處理含錫材料（例如， SnO_2 、 SnO 、 SnCO_3 、 SnC_2O_2 、等等），該等玻璃亦可含有 SnO_2 。

【0057】 該等玻璃組合物一般係無鹼的；然而，該等玻璃可含有一些鹼污染物。在AMLCD及AMOLED應用之情形中，期望保持低於0.1莫耳%之鹼水平以避免經由鹼離子從玻璃擴散至TFT之矽中而負面影響薄膜電晶體（thin film transistor; TFT）效能。如本文所使用，「無鹼玻璃」係具有小於或等於0.1莫耳%之總鹼濃度之玻璃，其中該總鹼濃度係 Na_2O 、 K_2O 、及 Li_2O 濃度之總和。在一個實施例中，該總鹼濃度小於或等於0.1莫耳%。

【0058】 如上文所論述，大於或等於1.0之 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ 比率改良了澄清，即，自熔融之批料移除氣體夾雜物。此改良允許使用更為環境友好之澄清封裝。例如，以氧化物為基準，本文所述之玻璃組合物可具有一或更多種或全部以下組成特性：(i)至多0.05莫耳%之 As_2O_3 濃度；(ii)至多0.05莫耳%之 Sb_2O_3 濃度；(iii)至多0.25莫耳%之 SnO_2 濃度。

【0059】 As_2O_3 係用於AMLCD及AMOLED玻璃之有效高溫澄清劑，且在本文所述之一些實施例中， As_2O_3 由於其優異澄清性質而用於澄清。然而， As_2O_3 係有毒的並且在玻璃製造製程期間需要特殊處理。由此，在某些

實施例中，執行澄清而不使用大量 As_2O_3 ，即，成品玻璃具有至多 0.05 莫耳% 之 As_2O_3 。在一個實施例中，無 As_2O_3 專門用於澄清該玻璃。在此等情形中，由於存在於批料及 / 或用以熔融批料之設備中之污染物，成品玻璃將通常具有至多 0.005 莫耳% 之 As_2O_3 。

【0060】 儘管不像 As_2O_3 那樣有毒， Sb_2O_3 亦係有毒的並且需要特殊處理。此外，與使用 As_2O_3 或 SnO_2 作為澄清劑之玻璃相比， Sb_2O_3 增加密度、增加 CTE、並且降低退火點。由此，在某些實施例中，執行澄清而不使用大量 Sb_2O_3 ，即，成品玻璃具有至多 0.05 莫耳% 之 Sb_2O_3 。在另一個實施例中，無 Sb_2O_3 專門用於澄清該玻璃。在此等情形中，由於存在於批料及 / 或用以熔融批料之設備中之污染物，成品玻璃將通常具有至多 0.005 莫耳% 之 Sb_2O_3 。

【0061】 與 As_2O_3 及 Sb_2O_3 澄清相比，錫澄清（即， SnO_2 澄清）較為低效，但 SnO_2 係具有尚未瞭解之危險性質之普遍材料。此外，眾多年來，經由在焦耳熔融用於此等玻璃之批料中使用氧化錫電極， SnO_2 已係 AMLCD 及 AMOLED 玻璃之組分。在製造液晶顯示器中使用此等玻璃時，在 AMLCD 及 AMOLED 玻璃中存在 SnO_2 已不導致任何已知負面影響。然而，高濃度之 SnO_2 不係較佳的，由於這可導致在 AMLCD 及 AMOLED 玻璃中形成結晶缺陷。在一個實施例中，在成品玻璃中 SnO_2 之濃度小於或等於 0.25 莫耳%。

【0062】 錫澄清可單獨或與其他澄清技術（若需要的話）結合使用。例如，錫澄清可與鹵化物澄清（例如，溴澄清）結合。其他可能組合包括，但不限於，錫澄清加上硫酸鹽、硫化物、氧化銻、機械起泡、及/或真空澄清。可預期此等其他澄清技術可單獨使用。在某些實施例中，將 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 比率及個別鹼土濃度維持在上文所論述之範圍中使澄清製程更為容易且更為有效地執行。

【0063】 本文所述之玻璃可使用在本領域中已知之各種技術製造。在一個實施例中，該等玻璃使用下拉技術（諸如，例如，熔融下拉製程）製備。在一個實施例中，本文描述了一種用於藉由下拉製程生產無鹼玻璃片材之方法，包含選擇、熔融、及澄清批料使得構成該等片材之玻璃包含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 MgO 、 CaO 及 BaO ，並且，以氧化物為基準，包含：(i)大於或等於1.0之 $(MgO + CaO + SrO + BaO) / Al_2O_3$ 比率；(ii)大於或等於3.0莫耳%之 MgO 含量；(iii)大於或等於4.0莫耳%之 CaO 含量；以及(iv)大於或等於1.0莫耳%之 BaO 含量，其中：(a)執行澄清而不使用大量砷（並且，視情況，不使用大量銻）；以及(b)藉由下拉製程由熔融且澄清之批料產生之50個順序玻璃片材之群體具有小於0.10氣體夾雜物/立方公分之平均氣體夾雜物水平，其中在該群體中各個片材具有至少500立方公分之體積。

【0064】 根據一個實施例，藉由下拉製程由熔融且澄清之批料產生之50個順序玻璃片材之群體具有小於0.05氣體夾雜物/立方公分之平均氣體夾雜物水平，其中在該群體中各個片材具有至少500立方公分之體積。

實例

【0065】 下文列出以下實例以說明例示性實施例。此等實例不意欲包括本文所揭示標的之全部實施例，而是說明代表方法及結果。此等實例不意欲排除為一般技藝人士顯而易見的本發明之等效物及變化。

【0066】 已做出努力以確保關於數量（例如，量、溫度、等等）之準確度，但應考慮一些誤差及偏差。除非另外指出，溫度係以 $^{\circ}\text{C}$ 計或係於周圍溫度下，且壓力係於大氣壓下或大氣壓附近。該等組合物本身以氧化物為基準以重量百分數給出，且已經標準化為100%。存在反應條件之數個變化及組合，例如，組分濃度、溫度、壓力及可用於優化由所述製程獲得之產品純度及產量的其他反應範圍及條件。最佳化此等製程條件將僅需要合理及常規實驗。

【0067】 根據在玻璃領域中習知之技術決定在表1中闡述之玻璃性質。因此，在溫度範圍25至 300°C 中之線熱膨脹係數 (coefficient of thermal expansion; CTE) 以 $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 表達，且退火點以 $^{\circ}\text{C}$ 表達。此等由纖維伸長技術（分別為ASTM標準E228-85及C336）決定。以公克/ cm^3 計之密度經由阿基米德 (Archimedes) 法 (ASTM C693) 量測。以 $^{\circ}\text{C}$ 計之熔融溫度（定義為玻璃

熔融物呈現200泊黏度之溫度)採用擬合經由旋轉圓筒黏度計(ASTM C965-81)量測的高溫黏度資料之福歇爾(Fulcher)方程式計算。

【0068】以 $^{\circ}\text{C}$ 計之玻璃液相溫度使用ASTM C829-81之標準梯度舟液相方法來量測。這涉及將壓碎玻璃粒子置於鉑舟中、將該舟置於具有梯度溫度區域之爐中、在適當溫度區域中加熱該舟24小時、及藉由顯微鏡檢驗之方式決定晶體出現在玻璃內部之最高溫度。更特定言之，在一片中將玻璃樣本自Pt舟移除，並使用偏光顯微鏡檢查以識別已經抵靠Pt與空氣介面形成且在樣本內部的晶體之位置及性質。由於該爐之梯度係眾所周知的，溫度與位置之關係可在5至 10°C 中良好評估。取在樣本之內部觀察到晶體之溫度來表示玻璃之液相(針對相應測試期間)。測試有時執行較長時間(例如，72小時)，以觀察較慢生長相。對應於200泊之溫度及於該液相(以泊計)之黏度由使用沃格爾-福歇爾-塔曼(Vogel-Fulcher-Tammann)方程式擬合高黏度資料來決定，

$$\log(\eta) = A + B / (T - T_0)$$

其中T係溫度且A、B及 T_0 係擬合參數。為決定液相黏度，該液相溫度用作T值。以GPa計之楊氏模數值使用在ASTM E1875-00e1中闡述之一般類型諧振超聲光譜技術決定。

【0069】 如可在表1中看見，例示性玻璃具有使玻璃適用於顯示器應用（諸如AMLCD及AMOLED基板應用）且更特定言之用於低溫多晶矽及氧化物薄膜電晶體應用的密度、CTE、退火點及楊氏模數值。儘管未在表1中顯示，該等玻璃具有與獲自商業AMLCD及AMOLED基板之彼等相似的在酸及鹼媒體中之耐久性，並且因此適用於AMLCD及AMOLED應用。該等例示性玻璃可經由先前提及之準則使用下拉技術（並且特定言之與熔融製程相容）形成。

【0070】 表1之例示性玻璃使用商業砂作為矽石源來製備，經研磨使得90重量%通過標準美國100網目孔篩。礬土(alumina)係氧化鋁(alumina)源，方鎂石係MgO源，石灰石係CaO源，碳酸鋇、硝酸鋇或其混合物係SrO源，碳酸鋇係BaO源，及氧化錫(IV)係SnO₂源。該等原料徹底地混合、裝入在藉由碳化矽灼熱棒加熱之爐中懸浮的鉑容器中、於在1600與1650℃之範圍中的溫度熔融並攪拌若干小時以確保均勻性，並且經由在鉑容器基座處之孔口輸送。於退火點或退火點附近退火所得玻璃片(patties)，並且隨後經受各種實驗方法以決定物理、黏性及液相屬性。

【0071】 此等方法不係唯一的，且表1之玻璃可使用為熟習該項技術者熟知之標準方法製備。此等方法包括連續熔融製程，諸如將在連續熔融製程中執行，其中用於連續熔融製程之熔融器藉由氣體、藉由電力、或其組合加熱。

【0072】適用於產生所揭示玻璃之原料包括市售砂作為 SiO_2 之來源；氧化鋁、氫氧化鋁、氧化鋁之水合形式、及各種鋁矽酸鹽，硝酸鹽及鹵化物作為 Al_2O_3 之來源；硼酸、無水硼酸及氧化硼作為 B_2O_3 之來源；方鎂石、白雲石（亦 CaO 之來源）、氧化鎂、碳酸鎂、氫氧化鎂、及鎂矽酸鹽、鋁矽酸鹽、硝酸鹽及鹵化物之各種形式作為 MgO 之來源；石灰石、文石、白雲石（亦為 MgO 之來源）、矽灰石、及矽酸鈣、鋁矽酸鹽、硝酸鹽及鹵化物之各種形式作為 CaO 之來源；以及錮及鉍之氧化物、碳酸鹽、硝酸鹽及鹵化物。若期望化學澄清劑，錫可作為 SnO_2 ，作為與另一種主要玻璃組分之混合氧化物（例如， CaSnO_3 ），或在氧化條件中作為 SnO 、草酸錫、鹵化錫、或為熟習該項技術者已知之其他錫化合物來添加。

【0073】表1之玻璃含有 SnO_2 作為澄清劑，但其他化學澄清劑亦可用以獲得針對TFT基板應用之足夠品質之玻璃。例如，所揭示玻璃可採用 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 CeO_2 、 Fe_2O_3 、及作為用以促進澄清之謹慎添加物之鹵化物的任何一者或組合，且此等之任一者可與以下實例中示出之 SnO_2 化學澄清劑結合使用。在此等中，一般認為 As_2O_3 及 Sb_2O_3 係在廢料流中得到控制的危險物質，諸如可在玻璃製造過程中或在處理TFT板時產生的危險物質。由此，期望單獨或組合地將 As_2O_3 及 Sb_2O_3 之濃度限制至不大於0.005莫耳%。

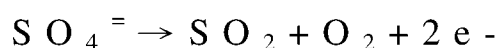
【0074】 除謹慎地併入所揭示玻璃中的元素之外，在週期表中之幾乎全部穩定元素經由在原料中之低污染物水平、經由在製造製程中耐火材料及貴金屬之高溫腐蝕、或經由於低水平謹慎引入以良好調整最終玻璃之屬性而以某種程度存在於玻璃中。例如，鋯可作為污染物經由與富含鋯之耐火材料相互作用引入。作為一進一步實例，鉑及銻可經由與貴金屬相互作用引入。作為一進一步實例，鐵可作為在原料中之雜質引入、或謹慎地添加以增強對氣體夾雜物之控制。作為一進一步實例，可引入錳以控制顏色或用以增強對氣體夾雜物之控制。作為一進一步實例，鹼可針對 Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 之組合濃度於多達約 0.1 莫耳 % 水平之作為雜質組分存在。

【0075】 氫不可避免地以羥基陰離子 (OH^-) 之形式存在，且其存在可經由標準紅外光譜技術確定。溶解之羥基離子顯著且非線性地影響所揭示玻璃之退火點，並且因此用以獲得所要退火點，可需要調節主要氧化物組分之濃度以便補償。羥基離子濃度可經由選擇原料或選擇熔融系統在某種程度上加以控制。例如，硼酸係羥基之主要來源，並且使用氧化硼替代硼酸可係控制最終玻璃中之羥基濃度的有用手段。相同推理適用於包含羥基離子、水合物、或包含物理吸收或化學吸收之水分子之化合物的其他潛在原料。若燃燒器用於該熔融製程中，則羥基離子亦可經由來自燃燒天然氣與相關烴之燃燒產物引入，並且因此可期望地將用於熔融之能量從燃燒器轉移至電極以補償。或

者，吾人可替代採用調節主要氧化物組分之重複製程以便補償溶解之羥基離子之有害影響。

【0076】 硫通常存在於天然氣中，並且在眾多碳酸鹽、硝酸鹽、鹵化物、及氧化物原料中同樣係雜質組分。以 SO_2 形式，硫可係氣體夾雜物之麻煩來源。形成富含 SO_2 缺陷之趨勢可藉由控制在原料中硫之含量並且藉由將低含量相對為還原性之多價陽離子併入玻璃基質中在顯著程度上得以管控。儘管不希望受理論束縛，顯然富含 SO_2 之氣體夾雜物主要經由還原溶解在玻璃中之硫酸鹽 (SO_4^-) 出現。所揭示玻璃的提高之鋇濃度出現以在熔融早期增加在玻璃中之硫保持，但如上文所指出，需要鋇來獲得低液相溫度，並且由此獲得高 $T_{35k} - T_{liq}$ 及高液相黏度。將原料中之硫含量謹慎控制至低位準係還原在玻璃中溶解之硫（假設為硫酸鹽）的有用手段。特定言之，在批料中硫係特別地小於以重量計 200 ppm，且在批料中更特別地小於以重量計 100 ppm。

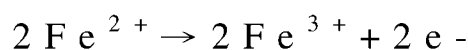
【0077】 經還原之多價物亦可用於控制所揭示玻璃形成 SO_2 氣泡之趨勢。儘管不希望受理論束縛，此等元素作為抑制硫酸鹽還原之電動勢的潛在電子供體。硫酸鹽還原作用可以半反應寫入，諸如



其中 e^- 代表電子。用於半反應之「平衡常數」係

$$K_{e,q} = [\text{SO}_2][\text{O}_2][e^-]^2 / [\text{SO}_4^-]$$

其中方括號代表化學活性。理想地，吾人將能推動該反應以便由 SO_2 、 O_2 及 2e^- 產生硫酸鹽。添加硝酸鹽、過氧化物、或其他富含氧之原料可有所幫助，但亦可在熔融早期對硫酸鹽還原作用不利，這可首先抵消其添加益處。 SO_2 在大多數玻璃中具有非常低之溶解度，並且因此添加至該玻璃熔融製程係不切實際的。可經由還原之多價物「添加」電子。例如，用於亞鐵離子 (Fe^{2+}) 之適當電子給予半反應表示為



【0078】 此電子「活性」可推動硫酸鹽還原反應將 SO_4^- 餘留、穩定在玻璃中。適宜還原之多價物包括，但不限於， Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Sb^{3+} 、 As^{3+} 、 V^{3+} 、 Ti^{3+} 、及熟習該項技術者所熟悉之其他物質。在各情形中，最小化此等組分之濃度以避免對玻璃顏色之謹慎影響可係重要的，或在 As 及 Sb 之情形下，用以避免於足夠高含量添加此等組分以使在使用者製程中之廢料管理變得複雜。

【0079】 除所揭示玻璃之主要氧化物組分及上文指出之次要或雜質成分之外，鹵化物可作為經由選擇原料引入之污染物或作為用以消除在玻璃中之氣體夾雜物的謹慎組分以各種含量存在。作為澄清劑，鹵化物可於約 0.4 莫耳 % 或更低之含量併入，儘管若能夠避免腐蝕抽氣處理設備，一般期望使用較低量。在較佳實施例中，單獨鹵化物元素之濃度針對各個單獨鹵化物而言低於以重量計約

200 ppm，或針對全部鹵化物元素之總和而言低於以重量計約800 ppm。

【0080】除此等主要氧化物組分、次要及雜質組分、多價物及鹵化物澄清劑之外，可有用地併入低濃度之其他無色氧化物組分以達到所要物理、光學或黏彈性質。此等氧化物包括，但不限於， TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 MoO_3 、 WO_3 、 ZnO 、 In_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Bi_2O_3 、 GeO_2 、 PbO 、 SeO_3 、 TeO_2 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、及熟習該項技術者已知之其他。經由調節所揭示玻璃之主要氧化物組分之相對比率的重複製程中，此等無色氧化物可添加至多達約2莫耳%之含量而對退火點、 $T_{10k} - T_{liq}$ 或液相黏度無不可接受之影響。

【0081】根據一些實施例之玻璃組合物之實例在下文表1及表2中揭示。

表 1

重量%	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	60.79	60.82	60.71	60.79	61.74	62.31	61.83
Al_2O_3	19.36	19.33	19.26	19.36	17.94	18.59	18.06
B_2O_3	6.10	5.67	5.56	6.10	5.68	5.60	5.92
MgO	2.46	3.26	2.80	2.46	2.08	1.92	2.02
CaO	5.27	5.21	5.48	5.27	5.43	4.96	5.28
SrO	5.60	5.33	5.78	5.60	6.73	6.12	6.50
BaO	0.06	0.06	0.05	0.06	0.08	0.20	0.07
SnO_2	0.23	0.23	0.22	0.23	0.19	0.18	0.19
Fe_2O_3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03
ZrO_2	0.04	0.02	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06

As ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
RO	17.27	13.86	14.11	13.39	14.32	13.2	13.87
mol %	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	67.93	67.32	67.15	67.43	68.47	69.22	68.58
Al ₂ O ₃	12.51	12.52	12.56	12.62	11.72	12.17	11.8
B ₂ O ₃	4.55	5.19	5.31	5.82	5.44	5.37	5.67
MgO	4.7	5.22	4.62	4.03	3.43	3.18	3.34
CaO	6.25	6.14	6.49	6.31	6.45	5.9	6.27
SrO	3.9	3.46	3.71	3.63	4.33	3.94	4.18
BaO	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.09	0.03
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
Fe ₂ O ₃	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
ZrO ₂	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
RO	14.88	14.85	14.84	13.99	14.24	13.11	13.82
性質	1	2	3	4	5	6	7
RO/Al ₂ O ₃	1.19	1.18	1.18	1.11	1.22	1.08	1.17
應變點(°C)	713	708	704	702	705	714	706
退火點(°C)	767	760	758	756	757	769	758
軟化點(°C)	996	991	988	995	994	1007	995
CTE(10 ⁻⁷ /°C)	35	35.1	35.7	34.1	37.7	33.5	38.2
密度 (g/cm ³)	2.521	2.510	2.512	2.501	2.506	2.494	2.501
楊氏模數 (GPa)	81.8	81.6	81.1	79.8	79.1	79.0	78.9
比模數 (GPa/g/cm ³)	32.4	32.5	32.3	31.9	31.6	31.7	31.6
T _{200P} (°C)	1610	1593	1596	1605	1623	1644	1627

T _{35kP} (°C)	1243	1233	1233	1239	1245	1260	1247
液相 72h							
空氣		1175	1170	1175	浮渣至 1185	1195	浮渣至 1190
int	1200	1165	1160	1160	1160	1180	1165
Pt	1180	1150	1150	1140	1150	1170	1150
相	非晶	晶體/非晶	晶體+非晶， 空氣浮渣（非 晶）至 1240	晶體+非晶， 空氣浮渣（非 晶）至 1220	晶體/非晶	非晶/晶體	晶體/非晶
液相黏度(P)	8.57E+04	1.63E+05	1.78E+05	1.94E+05	2.18E+05	2.14E+05	2.03E+05
T _{35kP} -T _{liq}	43	68	73	79	85	84	82

表 2

重量%	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂ (分析)	58.89	59.09	59.35	59.78	60.11	60.29	59.6
Al ₂ O ₃	18.74	18.74	18.81	18.94	19.04	19.12	18.51
B ₂ O ₃	8	7.31	6.88	6.22	5.78	5.28	5.78
MgO	3.169	3.034	3.038	3.051	3.059	3.07	3.585
CaO	5.149	5.171	5.188	5.235	5.245	5.278	6.079
SrO	6.1	6.47	6.54	6.6	6.62	6.66	5.98
BaO	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09
SnO ₂	0.15	0.15	0.149	0.148	0.148	0.148	0.149
Fe ₂ O ₃	0.054	0.053	0.054	0.053	0.053	0.055	0.053
ZrO ₂	0.013	0.009	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	64.75	65.33	65.62	66.05	66.38	66.74	65.59
Al ₂ O ₃	12.22	12.24	12.29	12.37	12.43	12.48	11.98

B ₂ O ₃	7.64	6.99	6.58	5.95	5.53	5.05	5.48
MgO	5.23	5.01	5.02	5.04	5.05	5.07	5.87
CaO	6.11	6.14	6.16	6.22	6.23	6.26	7.15
SrO	3.92	4.16	4.2	4.24	4.25	4.28	3.81
BaO	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04
SnO ₂	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0.01	0	0	0	0	0	0
性質	8	9	10	11	12	13	14
RO/Al ₂ O ₃	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.40
RO-Al ₂ O ₃	3.07	3.10	3.12	3.17	3.14	3.16	4.89
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.77	0.80	0.82	0.85	0.87	0.89	0.97
RO- Al ₂ O ₃ - B ₂ O ₃	-4.57	-3.89	-3.46	-2.78	-2.39	-1.89	-0.59
MgO/RO	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.35
CaO/RO	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.42
SrO/RO	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.23
(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.82	0.84	0.84	0.85	0.84	0.84	0.91
(CaO+SrO+BaO) /Al ₂ O ₃	0.82	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.92
CaO/(CaO+SrO)	0.61	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.65
密度	2.505	2.513	2.517	2.523	2.526	2.531	2.531
CTE 預測	36	36.2	36.2	36.3	36.2	36.3	37.6
退火預測	729	736	740	747	752	757	742
楊氏模數 (預測)	79.2	79.6	80.1	80.7	81.2	81.7	81.9
比模數 (預測)	31.6	31.7	31.8	32	32.1	32.3	32.4
200p 預測	1555	1566	1571	1579	1584	1590	1565
35kp 預測	1194	1204	1208	1215	1221	1226	1201

SOC 預測	30.51	30.24	30.07	29.78	29.61	29.42	29.32
液相預測	1136	1152	1161	1174	1182	1192	1180
應變	682	685	688	702	706	710	690
退火	734	737	740	747	751.3	756	741
軟	963.5	965.2	969.3	975.2	980.7	983.9	965.7
CTE	36.1	39.9	37.7	36	36.5	36.6	37.3
密度	2.5057	2.5138	2.5178	2.5228	2.5251	2.532	2.5322
帕松比(Poisson's ratio)							
剪切模數(Mpsi)							
楊氏模數(Mpsi)							
楊氏模量(GPa)							
比模數(Gpa/密度)							
200p	1566	1567	1576	1595	1586	1595	1566
35kp	1203	1206	1210	1225	1222	1225	1204
液相 72 hr							
空氣	1125	1160	1165	1195	1175	1205	1155
內部	1120	1150	1155	1170	1170	1200	1150
Pt	1120	1120	1130	1150	1150	1180	1135
相		An	An	An			
第二相							
72 h 液相黏度(int)	0	120951	117209	116176	0	0	0
T35k-Tliq	83	56	55	55	52	25	54

表 2 (續)

重量%	15	16	17	18	19	20	21
SiO ₂ (分析)	60.12	60.58	59.87	59.8	60.38	60.8	60.2
Al ₂ O ₃	18.85	19.08	19.054	19.3	19.17	19.29	19.1
B ₂ O ₃	5.72	5.7	5.71	5.72	5.73	5.79	5.89

MgO	3.207	2.619	3.341	3.08	3.354	4.076	3.053
CaO	5.975	5.905	5.104	6.17	5.601	4.943	5.82
SrO	5.88	5.82	6.25	5.02	5.38	4.87	5.7
BaO	0.08	0.08	0.105	0.069	0.07	0.06	0.1
SnO ₂	0.149	0.149	0.152	0.16	0.149	0.151	0.151
Fe ₂ O ₃	0.055	0.054	0.055	0.052	0.057	0.057	0.058
ZrO ₂	0.008	0.007	0.039	0.051	0.048	0.049	0.048
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	15	16	17	18	19	20	21
SiO ₂	66.13	66.95	66.45	66.37	66.45	66.41	66.24
Al ₂ O ₃	12.24	12.43	12.4	12.52	12.43	12.44	12.43
B ₂ O ₃	5.44	5.44	5.44	5.43	5.44	5.47	5.61
MgO	5.27	4.32	5.5	5.05	5.5	6.65	5.02
CaO	7.05	7	6.04	7.28	6.6	5.8	6.88
SrO	3.76	3.73	4	3.2	3.43	3.09	3.65
BaO	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04
SnO ₂	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0	0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
性質	15	16	17	18	19	20	21
RO/Al ₂ O ₃	1.31	1.21	1.25	1.24	1.25	1.25	1.25
RO-Al ₂ O ₃	3.87	2.65	3.19	3.04	3.13	3.13	3.16
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.91	0.84	0.87	0.87	0.87	0.87	0.86
RO-Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃	-1.57	-2.79	-2.25	-2.39	-2.31	-2.34	-2.45
MgO/RO	0.33	0.29	0.35	0.33	0.35	0.43	0.32

CaO/RO	0.44	0.47	0.39	0.47	0.42	0.37	0.44
SrO/RO	0.23	0.25	0.26	0.21	0.22	0.20	0.23
(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.88	0.86	0.81	0.84	0.81	0.71	0.85
(CaO+SrO+BaO) / Al ₂ O ₃	0.89	0.87	0.81	0.84	0.81	0.72	0.85
CaO / (CaO+SrO)	0.65	0.65	0.60	0.69	0.66	0.65	0.65
密度	2.525	2.515	2.522	2.513	2.514	2.506	2.518
CTE 預測	36.8	35.9	35.8	35.8	35.6	34.5	36.1
退火預測	749	756	753	754	753	753	751
楊氏模數 (預測)	81.6	80.9	81.5	81.7	81.7	82.3	81.3
比模數 (預測)	32.3	32.2	32.3	32.5	32.5	32.8	32.3
200p 預測	1577	1594	1584	1581	1582	1578	1580
35kp 預測	1212	1228	1220	1217	1218	1215	1217
SOC 預測	29.47	29.74	29.64	29.59	29.67	29.8	29.65
液相預測	1177	1177	1179	1177	1175	1179	1175
應變	693	699	708	707	710	711	705
退火	746	752	753	752	754	756	751
軟	972.5	984.3	980.9	981.7	983.1	977.9	978.1
CTE	37.2	36.4	35.7	35.6	35.9	34.6	36.1
密度	2.5254	2.5125	2.5208	2.5108	2.5134	2.5051	2.517
帕松比			0.24				0.243
剪切模數(Mpsi)			4.759				4.757
楊氏模數(Mpsi)			11.804				11.831
楊氏模量(GPa)			81.385				81.57187
比模數 (Gpa/密度)			32.285				32.40837
200p	1579	1595	1588	1578	1582	1581	1582
35kp	1213	1226	1222	1219	1218	1219	1218

液相 72 hr							
空氣	1160	1175	1180	1210	1170/1145	1180/1165	1210
內部	1150	1165	1170	1190	1165/1140	1170/1160	1185
Pt	1140	1150	1140	1165	1140/1135	1160/1155	1165
相			非晶+結晶	鈣長石	1o 鈣長石/ 2o 白矽石	1o 鈣長石/ 2o 白矽石	鈣長石
第二相							
72 h 液相黏度(int)	0	0	109631	64566			71743.94
T35k-Tliq	63	61	52	29	53	49	33

表 2 (續)

重量%	22	23	24	25	26	27	28
SiO ₂ (分析)	60.32	60.95	60.66	60.56	60.71	61.05	61.32
Al ₂ O ₃	19.17	19.38	19.44	19.64	19.37	19.56	19.72
B ₂ O ₃	5.75	5.7	5.71	5.87	5.59	5.78	5.89
MgO	3.378	3.934	2.963	2.807	2.993	3.022	2.966
CaO	6.048	5.553	6.327	6.31	6.397	6.666	6.942
SrO	4.58	4.19	4.78	4.76	4.5	3.87	2.93
BaO	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04
SnO ₂	0.156	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.157
Fe ₂ O ₃	0.057	0.056	0.057	0.057	0.057	0.058	0.056
ZrO ₂	0.043	0	0.042	0.045	0.048	0.046	0.045
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	22	23	24	25	26	27	28
SiO ₂	66.51	66.5	66.45	66.4	66.73	66.54	66.82
Al ₂ O ₃	12.38	12.47	12.61	12.76	12.54	12.63	12.69
B ₂ O ₃	5.44	5.37	5.42	5.59	5.3	5.47	5.55

MgO	5.52	6.4	4.86	4.61	4.9	4.94	4.83
CaO	7.1	6.5	7.46	7.45	7.53	7.83	8.12
SrO	2.91	2.65	3.05	3.04	2.87	2.46	1.86
BaO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
SnO ₂	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0.02	0	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
性質	22	23	24	25	26	27	28
RO/Al ₂ O ₃	1.25	1.25	1.22	1.18	1.22	1.21	1.17
RO-Al ₂ O ₃	3.18	3.11	2.79	2.37	2.79	2.62	2.14
RO/(Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.87	0.87	0.85	0.82	0.86	0.84	0.81
RO-Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃	-2.26	-2.26	-2.63	-3.22	-2.51	-2.85	-3.41
MgO/RO	0.36	0.41	0.32	0.31	0.32	0.32	0.33
CaO/RO	0.46	0.42	0.49	0.49	0.49	0.51	0.55
SrO/RO	0.19	0.17	0.20	0.20	0.19	0.16	0.13
(CaO+SrO)/ Al ₂ O ₃	0.81	0.73	0.83	0.82	0.83	0.81	0.79
(CaO+SrO+BaO) /Al ₂ O ₃	0.81	0.74	0.84	0.82	0.83	0.82	0.79
CaO/(CaO+SrO)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.76	0.81
密度	2.506	2.502	2.51	2.507	2.506	2.499	2.486
CTE 預測	35.4	34.6	35.7	35.4	35.5	35.2	34.4
退火預測	753	755	756	756	757	756	759
楊氏模量 (預測)	81.8	82.5	81.6	81.4	81.7	81.8	81.7
比模數 (預測)	32.6	33	32.5	32.5	32.6	32.7	32.9
200p 預測	1581	1578	1582	1582	1586	1581	1585
35kp 預測	1217	1215	1219	1220	1222	1218	1221
SOC 預測	29.7	29.74	29.6	29.69	29.63	29.7	29.89

液相預測	1183	1189	1178	1176	1184	1185	1193
應變	701	704	702	705	704	703	705
退火	753	755	754	757	756	755	758
軟	979.4	981.9	984.1	986.6	984.2	986.4	988.3
CTE	32.4	34.8	35.2	35.6	36.2	36.2	34.7
密度	2.5038	2.499	2.508	2.507	2.505	2.4952	2.471
帕松比		0.237					
剪切模數(Mpsi)		4.811					
楊氏模數(Mpsi)		11.901					
楊氏模量(GPa)		82.05451					
比模數 (Gpa/密度)		32.83494					
200p	1585	1586	1595	1595	1587	1587	1593
35kp	1217	1217	1221	1225	1221	1220	1225
液相 72 hr							
空氣	1175	1195	1210	1225	1210	1180	1190
內部	1170	1185	1185	1200	1175	1175	1180
Pt	1155	1160	1160	1170	1160	1150	1170
相	鉬長石 +白矽石	白矽石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石+ 白矽石	鈣斜長石+ 白矽石
第二相							
72 h 液相黏度(int)	98634.86	69323.89	74560.81	58863.62	96239.69	92830.54	92496.67
T35k-Tliq	47	32	36	25	46	45	45

表 2 (續)

重量%	29	30	31	32	33	34	35
SiO ₂ (分析)	60.55	60.99	61.3	60.72	60.86	60.77	61.2
Al ₂ O ₃	19.48	19.45	19.35	19.38	19.4	19.2	18.96
B ₂ O ₃	5.86	5.82	5.8	5.75	5.73	5.75	5.71

MgO	2.989	3.384	3.29	3.407	3.348	3.218	3.112
CaO	6.315	5.855	5.66	5.073	4.769	5.978	6.163
SrO	4.79	4.43	4.29	5.66	5.88	5.06	4.76
BaO	0.07	0.07	0.067	0.09	0.09	0.07	0.06
SnO ₂	0.158	0.154	0.16	0.151	0.153	0.154	0.153
Fe ₂ O ₃	0.057	0.056	0.052	0.058	0.056	0.056	0.057
ZrO ₂	0.044	0.044	0.048	0	0.046	0.047	0.044
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	29	30	31	32	33	34	35
SiO ₂	66.23	66.54	67.13	66.58	66.81	66.41	66.83
Al ₂ O ₃	12.64	12.57	12.49	12.6	12.63	12.44	12.26
B ₂ O ₃	5.57	5.51	5.48	5.47	5.47	5.46	5.41
MgO	4.91	5.53	5.37	5.6	5.52	5.28	5.09
CaO	7.45	6.88	6.64	6	5.65	7.04	7.25
SrO	3.06	2.82	2.73	3.62	3.77	3.23	3.03
BaO	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03
SnO ₂	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0.02	0.02	0.03	0	0.02	0.03	0.02
性質	29	30	31	32	33	34	35
RO/Al ₂ O ₃	1.22	1.21	1.18	1.21	1.18	1.25	1.25
RO-Al ₂ O ₃	2.81	2.69	2.28	2.66	2.35	3.14	3.14
RO/ (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.85	0.84	0.82	0.84	0.83	0.87	0.87
RO-Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃	-2.76	-2.82	-3.2	-2.81	-3.12	-2.32	-2.27
MgO/RO	0.32	0.36	0.36	0.37	0.37	0.34	0.33

CaO/RO	0.48	0.45	0.45	0.39	0.38	0.45	0.47
SrO/RO	0.20	0.19	0.19	0.24	0.25	0.21	0.20
(CaO+SrO) /Al ₂ O ₃	0.83	0.77	0.75	0.76	0.75	0.83	0.84
(CaO+SrO+BaO) /Al ₂ O ₃	0.83	0.77	0.75	0.77	0.75	0.83	0.84
CaO / (CaO+SrO)	0.71	0.71	0.71	0.62	0.60	0.69	0.71
密度	2.51	2.502	2.494	2.514	2.513	2.512	2.506
CTE 預測	35.7	34.8	34.2	35	34.7	35.7	35.6
退火預測	754	756	759	756	757	753	754
楊氏模量 (預測)	81.6	81.8	81.6	81.7	81.5	81.7	81.5
比模數 (預測)	32.5	32.7	32.7	32.5	32.4	32.5	32.5
200p 預測	1578	1582	1593	1585	1590	1581	1588
35kp 預測	1216	1219	1227	1222	1227	1217	1221
SOC 預測	29.62	29.79	30	29.74	29.84	29.64	29.76
液相預測	1176	1180	1185	1179	1181	1175	1184
應變	704	703	706	706	705	700	700
退火	755	755	758	757	757	753	753
軟	985	983.2	987.6	986.5	984.9	983.3	981.5
CTE	36.1	34.8	34.3	35.7	34	36	35.5
密度	2.508	2.5013	2.498	2.5126	2.5131	2.5096	2.505
帕松比							
剪切模數(Mpsi)							
楊氏模數(Mpsi)							
楊氏模量(GPa)							
比模數 (Gpa/密度)							
200p	1593	1590	1591	1599	1597	1589	1592
35kp	1220	1219	1225	1224	1227	1223	1224

液相 72 hr							
空氣	1190	1170	1175	1180	1190	1185	1180
內部	1180	1170	1170	1170	1175	1165	1175
Pt	1160	1155	1160	1150	1160	1145	1150
相	鈣斜長石	鈣斜長石+ 白矽石	鈣斜長石+白矽 石	白矽石+堇青 石-類晶體	白矽石+堇青 石-類晶體	白矽石+鈣 斜長石	白矽石
第二相							
72 h 液相黏度(int)	83109.07	99911.1	115749.1	114019.5	107797.9	123487.5	101088.6
T35k-Tliq	40	49	55	54	52	58	49

表 2 (續)

重量%	36	37	38	39	40	41	42
SiO ₂ (分析)	61.07	61.16	61.02	61.14	61.14	60.95	60.84
Al ₂ O ₃	19.19	19.1	19.47	19.4	19.69	18.77	18.82
B ₂ O ₃	5.88	5.69	5.72	5.73	6.07	6.15	6.17
MgO	3.129	3.116	2.885	2.821	2.801	2.556	2.571
CaO	6.364	6.363	6.273	6.187	5.578	5.546	5.551
SrO	4.48	4.42	4.65	4.68	4.36	5.51	5.52
BaO	0.06	0.06	0.07	0.07	0	0.05	0.04
SnO ₂	0.154	0.155	0.154	0.155	0.15	0.148	0.15
Fe ₂ O ₃	0.057	0.056	0.057	0.057	0.056	0.057	0.057
ZrO ₂	0.044	0.042	0.046	0.047	0.046	0.064	0.064
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	36	37	38	39	40	41	42
SiO ₂	66.44	66.77	66.7	66.91	67.39	67.48	67.39
Al ₂ O ₃	12.4	12.34	12.63	12.59	12.77	12.22	12.25
B ₂ O ₃	5.57	5.38	5.43	5.44	5.77	5.86	5.88
MgO	5.12	5.09	4.73	4.63	4.6	4.21	4.23

CaO	7.48	7.47	7.4	7.3	6.58	6.56	6.57
SrO	2.85	2.81	2.97	2.99	2.78	3.53	3.54
BaO	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0.02	0.02
SnO ₂	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
性質	36	37	38	39	40	41	42
RO/Al ₂ O ₃	1.25	1.25	1.20	1.19	1.09	1.17	1.17
RO-Al ₂ O ₃	3.08	3.06	2.50	2.36	1.19	2.10	2.11
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.86	0.87	0.84	0.83	0.75	0.79	0.79
RO- Al ₂ O ₃ - B ₂ O ₃	-2.49	-2.32	-2.93	-3.08	-4.58	-3.76	-3.77
MgO/RO	0.33	0.33	0.31	0.31	0.33	0.29	0.29
CaO/RO	0.48	0.49	0.49	0.49	0.47	0.46	0.46
SrO/RO	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25
(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.83	0.83	0.82	0.82	0.73	0.83	0.83
(CaO+SrO+BaO) / Al ₂ O ₃	0.84	0.84	0.82	0.82	0.73	0.83	0.83
CaO / (CaO+SrO)	0.72	0.73	0.71	0.71	0.70	0.65	0.65
密度	2.505	2.503	2.506	2.503	2.488	2.498	2.499
CTE 預測	35.6	35.5	35.3	35.1	33.6	34.9	34.9
退火預測	753	755	757	758	761	755	755
楊氏模量 (預測)	81.5	81.6	81.5	81.3	80.8	80	80.1
比模數 (預測)	32.5	32.6	32.5	32.5	32.5	32	32.1
200p 預測	1580	1586	1587	1591	1599	1604	1603
35kp 預測	1216	1220	1223	1226	1234	1234	1233
SOC 預測	29.73	29.73	29.7	29.79	30.25	30.27	30.25
液相預測	1180	1186	1178	1178	1175	1167	1166

應變	704	704	705	705	704	701	700
退火	755	755	757	757	757	754	753
軟	985.2	985.7	986.4	987.3	990.9	985.5	986.3
CTE	35.7	36.1	35.8	35.4	33.9	34.5	34.6
密度	2.502	2.501	2.5036	2.5027	2.486	2.498744	2.501356
帕松比						0.234	0.239
剪切模數(Mpsi)						4.688	4.695
楊氏模數(Mpsi)						11.572	11.638
楊氏模量(GPa)						79.78613	80.24119
比模數 (Gpa/密度)						31.9305	32.07907
200p	1592	1596	1595	1601	1600	1600	1604
35kp	1223	1225	1224	1229	1233	1232	1233
液相 72 hr							
空氣	1190	1185	1195	1200	1220	1180	1175
內部	1180	1180	1190	1185	1200	1165	1165
Pt	1150	1150	1160	1155	1160	1145	1140
相	白矽石+鈣斜長石	白矽石+鈣斜長石	白矽石+鈣斜長石	白矽石+鈣斜長石	白矽石+富鋁紅柱石	白矽石+鈣斜長石	白矽石+鈣斜長石
第二相							
72 h 液相黏度(int)	87524.31	91576.45	69910.47	88707.02	69863.45	149127.7	152147
T35k-Tliq	43	45	34	44	33	67	68

表 2 (續)

重量%	43	44	45	46	47	48	49
SiO ₂ (分析)	60.8	60.76	60.711	60.87	61.88	60.86	60.13
Al ₂ O ₃	19.31	19.24	19.264	19.02	18.99	19.55	19.05
B ₂ O ₃	6.08	5.94	5.56	5.79	7.34	7.43	6.71
MgO	2.438	2.604	2.802	3.048	2.655	2.741	2.631
CaO	5.311	5.361	5.479	5.44	6.787	7.005	5.353

SrO	5.65	5.69	5.783	5.48	1.97	2.05	5.67
BaO	0.05	0.05	0.047	0.04	0.02	0.01	0.05
SnO ₂	0.209	0.212	0.215	0.167	0.175	0.175	0.213
Fe ₂ O ₃	0.054	0.053	0.053	0.037	0.039	0.038	0.035
ZrO ₂	0.044	0.042	0.043	0.041	0.041	0.043	0.061
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	43	44	45	46	47	48	49
SiO ₂	67.43	67.29	67.15	67.09	67.36	66.4	66.66
Al ₂ O ₃	12.62	12.56	12.56	12.35	12.17	12.56	12.43
B ₂ O ₃	5.82	5.68	5.31	5.51	6.89	6.99	6.41
MgO	4.03	4.3	4.62	5.01	4.3	4.45	4.34
CaO	6.31	6.36	6.49	6.42	7.91	8.18	6.35
SrO	3.63	3.65	3.71	3.5	1.24	1.3	3.64
BaO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0	0.02
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.07	0.08	0.08	0.09
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
ZrO ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
性質	43	44	45	46	47	48	49
RO/Al ₂ O ₃	1.11	1.14	1.18	1.21	1.11	1.11	1.15
RO-Al ₂ O ₃	1.37	1.77	2.28	2.60	1.29	1.37	1.92
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.76	0.79	0.83	0.84	0.71	0.71	0.76
RO- Al ₂ O ₃ - B ₂ O ₃	-4.45	-3.91	-3.03	-2.91	-5.6	-5.62	-4.49
MgO/RO	0.29	0.30	0.31	0.34	0.32	0.32	0.30
CaO/RO	0.45	0.44	0.44	0.43	0.59	0.59	0.44
SrO/RO	0.26	0.26	0.25	0.23	0.09	0.09	0.25

(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.79	0.80	0.81	0.80	0.75	0.75	0.80
(CaO+SrO+BaO) / Al ₂ O ₃	0.79	0.80	0.81	0.80	0.75	0.75	0.81
CaO / (CaO+SrO)	0.63	0.64	0.64	0.65	0.86	0.86	0.64
密度	2.5	2.504	2.513	2.507	2.448	2.458	2.499
CTE 預測	34.4	34.7	35.2	35.1	32.9	33.4	34.9
退火預測	760	759	760	756	750	748	750
楊氏模量 (預測)	80.2	80.5	81.2	81.1	79.5	80	79.8
比模數	32.1	32.1	32.3	32.3	32.5	32.5	31.9
(預測)							
200p 預測	1605	1602	1598	1594	1595	1578	1591
35kp 預測	1238	1235	1232	1228	1224	1213	1225
SOC 預測	30.22	30.08	29.78	29.93	31.07	30.76	30.36
液相預測	1166	1169	1179	1173	1186	1174	1155
應變	702	706	704	699	698	697	702
退火	756	759	758	752	749	748	754
軟	994.8	988.4	987.7	982.1	981.8	979.1	983.5
CTE	34.1	34.7	35.7	35.1	33.2	33.7	34.9
密度	2.500631	2.506029	2.512237	2.508	2.448	2.457	2.502
帕松比	0.229	0.231	0.236	0.235	0.233	0.237	0.224
剪切模數(Mpsi)	4.708	4.733	4.76	4.757	4.663	4.685	4.693
楊氏模數(Mpsi)	11.571	11.655	11.768	11.75	11.501	11.589	11.49
楊氏模量(GPa)	79.77924	80.3584	81.1375	81.0134	79.2966	79.90334	79.22076
比模數 (Gpa/密度)	31.90364	32.06603	32.29692	32.30199	32.3924	32.52069	31.66297
200p	1605	1599	1596	1589	1593	1580	1593
35kp	1239	1237	1233	1224	1224	1215	1228
液相 72 hr							

空氣	1175	1185	1170	1190	1200	1200	1175
內部	1160	1170	1160	1180	1180	1185	1155
Pt	1140	1150	1150	1150	1160	1155	1140
相	白矽石+鈣斜長石，空氣浮渣（非晶）至 1220	白矽石+鈣斜長石，空氣浮渣（非晶）至 1220	白矽石+鈣斜長石，空氣浮渣（非晶）至 1240	鈣斜長石	白矽石	白矽石+富鋁紅柱石	鈣斜長石+白矽石
第二相							
72 h 液相黏度(int)	199044.6	151378.2	174238.2	90955.1	89597.49	67118.68	174031.1
T35k-Tliq	79	67	73	44	44	30	73

表 2 (續)

重量%	50	51	52	53	54	55	56
SiO ₂ (分析)	60.44	60.74	61.12	61.41	61.79	62.25	62.55
Al ₂ O ₃	19.11	19.26	19.46	19.5	19.6	19.78	19.84
B ₂ O ₃	6.28	5.75	5.23	4.71	4.27	3.66	3.16
MgO	2.619	2.643	2.68	2.656	2.703	2.711	2.723
CaO	5.363	5.42	5.38	5.428	5.48	5.532	5.542
SrO	5.69	5.73	5.71	5.76	5.82	5.89	5.88
BaO	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
SnO ₂	0.214	0.215	0.23	0.214	0.211	0.213	0.212
Fe ₂ O ₃	0.034	0.035	0.03	0.035	0.035	0.036	0.036
ZrO ₂	0.061	0.062	0.06	0.063	0.062	0.064	0.06
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	50	51	52	53	54	55	56
SiO ₂	67.03	67.31	67.66	68.11	68.29	68.63	69.07
Al ₂ O ₃	12.47	12.57	12.7	12.72	12.78	12.9	12.93
B ₂ O ₃	6	5.49	5	4.5	4.08	3.5	3.02
MgO	4.32	4.36	4.42	4.38	4.46	4.47	4.49

CaO	6.36	6.43	6.38	6.44	6.5	6.56	6.57
SrO	3.65	3.68	3.67	3.7	3.73	3.78	3.77
BaO	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
SnO ₂	0.09	0.09	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09
Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ZrO ₂	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
性質	50	51	52	53	54	55	56
RO/Al ₂ O ₃	1.15	1.15	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15
RO-Al ₂ O ₃	1.88	1.92	1.80	1.82	1.93	1.93	1.92
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.78	0.80	0.82	0.84	0.87	0.90	0.93
RO- Al ₂ O ₃ - B ₂ O ₃	-4.12	-3.57	-3.2	-2.68	-2.15	-1.57	-1.1
MgO/RO	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30
CaO/RO	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
SrO/RO	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.25
(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.80	0.80	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80
(CaO+SrO+BaO) / Al ₂ O ₃	0.80	0.81	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80
CaO / (CaO+SrO)	0.64	0.64	0.63	0.64	0.64	0.63	0.64
密度	2.502	2.507	2.511	2.515	2.52	2.527	2.529
CTE 預測	34.8	34.9	34.7	34.8	34.9	34.9	34.9
退火預測	755	760	766	771	775	781	787
楊氏模量 (預測)	80.1	80.7	81.3	81.8	82.3	83	83.4
比模數 (預測)	32	32.2	32.4	32.5	32.7	32.8	33
200p 預測	1597	1602	1608	1615	1618	1624	1631
35kp 預測	1231	1235	1241	1248	1251	1257	1263
SOC 預測	30.21	29.96	29.75	29.57	29.35	29.07	28.9
液相預測	1162	1174	1185	1194	1204	1217	1226

應變	704	710	714	720	725	730	735
退火	756	762	766	771	777	782	788
軟	986.5	991.5	1000.5	1005.6	1008.7	1014	1022.5
CTE	35.1	34.9	35.2	34.7	35.4	34.9	35
密度	2.505	2.507	2.514	2.517	2.521	2.528	2.529
帕松比	0.242	0.241	0.233	0.234	0.227	0.235	0.231
剪切模數(Mpsi)	4.721	4.747	4.831	4.805	4.804	4.882	4.914
楊氏模數(Mpsi)	11.726	11.779	11.91	11.86	11.804	12.058	12.096
楊氏模量	80.84792	81.21335	82.11656	81.77182	81.38572	83.13698	83.39898
(GPa)							
比模數 (Gpa/密度)	32.27462	32.39463	32.66371	32.48781	32.28311	32.88647	32.97706
200p	1588	1599	1602	1613	1617	1624	1632
35kp	1224	1232	1237	1243	1250	1252	1259
液相 72 hr							
空氣	1170	1180	1190	1215	1210	1230	1240
內部	1165	1170	1180	1185	1195	1215	1225
Pt	1140	1150	1160	1175	1180	1210	1220
相	鈣斜長石+白矽石	鈣斜長石+白矽石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石
第二相							
72 h 液相黏度(int)	128970.3	135681.9	117914.4	122199	115025.9	75109.91	69790.97
T35k-Tliq	59	62	57	58	55	37	34

表 2 (續)

重量%	57	58	59	60	61	62	63
SiO ₂ (分析)	62.61	63.09	60.65	60.55	59.77	61.34	60.76
Al ₂ O ₃	18.47	18.37	19.25	19.17	19.63	18.75	19.19
B ₂ O ₃	5.02	4.16	5.62	5.52	5.63	5.4	5.52
MgO	2.746	2.085	3.25	2.67	3.34	2.54	2.83

CaO	4.737	6.254	4.97	5.71	5.82	5.33	5.88
SrO	6.05	5.98	5.77	5.75	5.28	6.11	5.18
BaO	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05
SnO ₂	0.313	0.257	0.208	0.207	0.203	0.207	0.209
Fe ₂ O ₃	0.033	0.037	0.05	0.05	0.051	0.049	0.05
ZrO ₂	0.001		0.02	0.04	0.04	0.03	0.03
As ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃							
莫耳%	57	58	59	60	61	62	63
SiO ₂	69.03	69.27	67.06	67.22	66.01	68.03	67.24
Al ₂ O ₃	12.02	11.95	12.52	12.49	12.75	12.23	12.46
B ₂ O ₃	4.78	3.96	5.35	5.27	5.35	5.16	5.25
MgO	4.52	3.43	5.35	4.4	5.49	4.19	4.65
CaO	5.6	7.4	5.88	6.77	6.87	6.32	6.94
SrO	3.87	3.83	3.69	3.69	3.37	3.92	3.31
BaO	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
SnO ₂	0.14	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Fe ₂ O ₃	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
性質	57	58	59	60	61	62	63
RO/Al ₂ O ₃	1.16	1.23	1.19	1.19	1.23	1.18	1.20
RO-Al ₂ O ₃	1.99	2.74	2.43	2.40	3.01	2.23	2.46
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.83	0.92	0.84	0.84	0.87	0.83	0.84
RO- Al ₂ O ₃ -	-2.79	-1.22	-2.92	-2.87	-2.34	-2.93	-2.79
B ₂ O ₃							
MgO/RO	0.32	0.23	0.36	0.30	0.35	0.29	0.31

CaO/RO	0.40	0.50	0.39	0.46	0.44	0.44	0.47
SrO/RO	0.28	0.26	0.25	0.25	0.21	0.27	0.22
(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.79	0.94	0.76	0.84	0.80	0.84	0.82
(CaO+SrO+BaO) / Al ₂ O ₃	0.79	0.94	0.77	0.84	0.81	0.84	0.82
CaO / (CaO+SrO)	0.59	0.66	0.61	0.65	0.67	0.62	0.68
密度	2.502	2.516	2.511	2.513	2.519	2.509	2.507
CTE 預測	34.1	35.9	34.8	35.5	35.8	35.1	35.2
退火預測	768	773	758	759	755	762	760
楊氏模量 (預測)	80.7	81.2	81.5	81.1	82.1	80.6	81.3
比模數 (預測)	32.3	32.3	32.5	32.3	32.6	32.1	32.4
200p 預測	1632	1637	1594	1599	1574	1615	1598
35kp 預測	1257	1259	1230	1233	1214	1244	1231
SOC 預測	30.16	29.52	29.84	29.75	29.43	29.97	29.78
液相預測	1195	1209	1178	1179	1186	1179	1180
應變	711	719	706	709	704	709	707
退火	765	771	759	760	755	762	759
軟	1006.7	1010.8	986	991.6	981.1	993.3	988.8
CTE	34	35.9	34.6	35.6	35.6	35.5	35.4
密度	2.502	2.515	2.512	2.515	2.521	2.512	2.508
帕松比	0.223	0.226	0.234	0.235	0.234	0.233	0.243
剪切模數(Mpsi)	4.791	4.799	4.767	4.753	4.812	4.743	4.763
楊氏模式(Mpsi)	11.72	11.771	11.762	11.736	11.874	11.7	11.837
楊氏模量(GPa)	80.80656	81.15819	81.09614	80.91687	81.86835	80.66866	81.61324
比模數 (Gpa/密度)	32.29678	32.26966	32.28349	32.17371	32.47455	32.11332	32.54117
200p	1637	1639	1588	1590	1567	1599	1589
35kp	1253	1259	1228	1236	1217	1243	1230

液相 72 hr							
空氣	-	1220	1190	1190	1195	1190	1200
內部	1220	1220	1180	1185	1185	1180	1190
Pt	1200	1210	1160	1170	1170	1160	1175
相	白矽石:具有多 達 1240 之晶體 的空氣浮渣	鈣斜長石	白矽石	白矽石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石
第二相				鈣斜長石		白矽石	
72 h 液相黏度 (int)	68178.02	77873.11	97272.46	104315.3	69532.35	136418.1	81498
T35k-Tliq	33	39	48	51	32	63	40

表 2 (續)

重量%	64	65	66	67	68	69
SiO ₂ (分析)	60.57	60.83	60.46	60.48	60.59	60.36
Al ₂ O ₃	19.18	19.28	19.18	19.21	19.22	19.15
B ₂ O ₃	5.44	5.46	5.47	5.47	5.29	5.49
MgO	2.86	3.18	2.69	2.71	2.94	2.74
CaO	5.22	5.2	5.54	5.89	5.19	5.19
SrO	6.25	5.41	5.95	5.52	6.03	6.52
BaO	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
SnO ₂	0.207	0.205	0.205	0.207	0.206	0.204
Fe ₂ O ₃	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
ZrO ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
As ₂ O ₃						
Sb ₂ O ₃						
莫耳%	64	65	66	67	68	69
SiO ₂	67.2	67.32	67.29	67.17	67.41	67.17
Al ₂ O ₃	12.52	12.52	12.51	12.5	12.53	12.52
B ₂ O ₃	5.2	5.19	5.23	5.21	5.05	5.26

MgO	4.72	5.22	4.44	4.46	4.85	4.53
CaO	6.19	6.14	6.57	6.97	6.15	6.17
SrO	4.01	3.46	3.82	3.53	3.87	4.2
BaO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Fe ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
性質	64	65	66	67	68	69
RO/Al ₂ O ₃	1.19	1.18	1.19	1.20	1.19	1.19
RO-Al ₂ O ₃	2.43	2.33	2.35	2.49	2.37	2.41
RO / (Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	0.84	0.84	0.84	0.85	0.85	0.84
RO-Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃	-2.77	-2.86	-2.88	-2.72	-2.68	-2.85
MgO/RO	0.32	0.35	0.30	0.30	0.33	0.30
CaO/RO	0.41	0.41	0.44	0.47	0.41	0.41
SrO/RO	0.27	0.23	0.26	0.24	0.26	0.28
(CaO+SrO) / Al ₂ O ₃	0.81	0.77	0.83	0.84	0.80	0.83
(CaO+SrO+BaO) / Al ₂ O ₃	0.82	0.77	0.83	0.84	0.80	0.83
CaO / (CaO+SrO)	0.61	0.64	0.63	0.66	0.61	0.59
密度	2.518	2.508	2.515	2.512	2.516	2.521
CTE 預測	35.4	34.6	35.4	35.5	35.1	35.6
退火預測	760	761	760	760	762	759
楊氏模量 (預測)	81.2	81.6	81.1	81.2	81.4	81
比模數 (預測)	32.2	32.5	32.2	32.3	32.4	32.1
200p 預測	1599	1599	1601	1598	1602	1600
35kp 預測	1234	1233	1234	1231	1236	1234
SOC 預測	29.71	29.83	29.74	29.7	29.7	29.72

液相預測	1184	1179	1180	1180	1184	1186
應變	708	708	707	707	707	707
退火	760	760	759	760	759	758
軟	992.1	991	990.1	990.2	989.6	990.7
CTE	35.2	35.1	35.8	34.6	34.6	35.5
密度	2.519	2.51	2.517	2.512	2.518	2.523
帕松比	0.236	0.237	0.232	0.237	0.24	0.233
剪切模數(Mpsi)	4.756	4.786	4.751	4.753	4.76	4.751
楊氏模數(Mpsi)	11.756	11.84	11.709	11.761	11.805	11.715
楊氏模量(GPa)	81.05477	81.63393	80.73071	81.08924	81.39261	80.77208
比模數 (Gpa/密度)	32.17736	32.52348	32.07418	32.28075	32.32431	32.0143
200p	1601	1593	1594	1594	1592	1582
35kp	1236	1233	1230	1235	1229	1233
液相 72 hr						
空氣	1190	1175	1190	1190	1180	1190
內部	1180	1165	1175	1180	1170	1180
Pt	1160	1150	1160	1170	1150	1165
相	鈣斜長石	白矽石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石	鈣斜長石
第二相	白矽石	鈣斜長石	主要			白矽石
72 h 液相黏度(int)	116392.3	152728.1	113708.3	113653.4	126769.8	111997.5
T35k-Tliq	56	68	55	55	59	53

【0082】 應瞭解，各種揭示之實施例可涉及與特定實施例結合描述之特定特徵、元件或步驟。亦應瞭解，儘管關於一個特定實施例描述，特定特徵、元件或步驟可以各種非說明性組合或排列與替代實施例互換或組合。

【0083】亦應理解，本文所使用之術語「該」、「一(a)」或「一(an)」意謂「至少一個」，並且不應限於「僅一個」，除非明確相反地指出。因此，例如，提及「一個環」包括具有兩個或更多個此等環之實例，除非上下文另外明確指出。同樣，「複數個」或「陣列」意欲指示「一個以上」。因此，「複數個小滴」包括兩個或更多個此等小滴，諸如三個或更多個此等小滴、等等，且「環陣列」包含兩個或更多個此等小滴，諸如三個或更多個此等環、等等。

【0084】範圍可在本文中表達為從「約」一個特定值及/或至「約」另一個特定值。當表達此範圍時，實例包括從一個特定值及/或至其他特定值。相似地，當值表達為近似值時，藉由使用先行詞「約」，應理解該特定值形成另一個態樣。將進一步理解，每個範圍之端點相對於其他端點和獨立於其他端點而言均係重要的。

【0085】儘管特定實施例之各種特徵、元件或步驟可使用過渡片語「包含」揭示，應理解為暗示包括可使用過渡片語「由...組成」或「基本上由...組成」描述之彼等的替代實施例。因此，例如，包含A+B+C之裝置的暗示之替代實施例包括其中裝置由A+B+C組成之實施例及其中裝置基本上由A+B+C組成之實施例。

【0086】將為熟習該項技術者顯而易見的係可作出本揭示之各種修改及變化而不脫離本揭示之精神及範疇。由於結合本揭示之精神及實質之所揭示實施例之修改組合、子組合及變化可為本領域一般技藝人士顯而易見，本

揭示應理解為包括在申請專利範圍之範疇中的任何事物及其等效物。

【符號說明】

【 0 0 8 7 】

- 1 入口
- 2 溝槽
- 3 堰壁
- 4 壓縮末端
- 6 根部
- 7 邊緣導向體

【生物材料寄存】

【 0 0 8 8 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 8 9 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種玻璃，其包含以莫耳%計以氧化物為基準之在以下範圍中之成分：

SiO_2 65 - 72、

Al_2O_3 10 - 14、

B_2O_3 3 - 8、

MgO 2 - 6、

CaO 3 - 9、

SrO 0 - 6、及

BaO 0 至小於 1、

其中該玻璃呈現一應變點 $> 650^\circ\text{C}$ 、一退火點大於或等於約 730°C 、一楊氏模數 $> 78 \text{ GPa}$ 、一 T_{200p} 小於約 1610°C 、 $T_{35kp} - T_{liq} > 30^\circ\text{C}$ 、一密度 $<$ 約 2.55 g/cm^3 、及一 CTE 小於約 $39 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 。

【第2項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃具有大於約 735°C 之一退火點。

【第3項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃具有大於或等於約 680°C 之一應變點。

【第4項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃具有大於或等於約 950°C 之一軟化點。

【第5項】 如請求項 1 所述之玻璃，其中該玻璃具有小於約 1300°C 之一 T_{35kp} 。

【第6項】如請求項1所述之玻璃，其中該玻璃具有一
 $T_{35kP} - T_{liq} > 40\text{ }^\circ\text{C}$ 。

【第7項】如請求項1所述之玻璃，其中該玻璃具有大
於31之一比模數。

【第8項】如請求項1所述之玻璃，其中該玻璃具有小
於約 $38 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 之一CTE。

【第9項】如請求項1所述之玻璃，其中該玻璃具有大
於或等於79 GPa之一楊氏模數。

【第10項】一種玻璃，其包含以莫耳%計以氧化物為
基準之在以下範圍中之成分：

SiO₂ 67-70、

Al₂O₃ 11-13、

B₂O₃ 4-6、

MgO 3-5.5、

CaO 5.5-7、

SrO 3-5、及

BaO 0至小於1、

其中該玻璃呈現一應變點 $> 700\text{ }^\circ\text{C}$ 、一退火點大於
或等於約 $750\text{ }^\circ\text{C}$ 、一楊氏模數 $> 79\text{ GPa}$ 、一 T_{200P}
小於約 $1610\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $T_{35kP} - T_{liq} > 65\text{ }^\circ\text{C}$ 、一密度 $<$ 約 2.55 g/cm^3 、及一CTE小於約 $36 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 。

【第11項】如請求項10所述之玻璃，其中該玻璃具有

大於或等於約 950°C 之一軟化點。

【第12項】 如請求項 10 所述之玻璃，其中該玻璃具有小於約 1300°C 之一 T_{35kP} 。

【第13項】 如請求項 10 所述之玻璃，其中該玻璃具有一 $T_{35kP} - T_{liq} > 70^{\circ}\text{C}$ 。

【第14項】 如請求項 10 所述之玻璃，其中該玻璃具有大於 31 之一比模數。

【第15項】 如請求項 10 所述之玻璃，其中該玻璃具有大於或等於 80 GPa 之一楊氏模數。

【第16項】 一種玻璃，其包含以莫耳%計以氧化物為基準之在以下範圍中之成分：

$$\text{SiO}_2 > 60、$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 > 10、$$

$$\text{B}_2\text{O}_3 > 0.1、\text{及}$$

$$(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3 > 1.0，$$

其中該玻璃呈現一退火點大於或等於約 730°C 、一應變點大於或等於約 650°C 、一軟化點大於或等於約 950°C 、一 T_{200P} 小於約 1610°C 、一 T_{35kP} 小於約 1300°C 、一 $T_{35kP} - T_{liq} > 30^{\circ}\text{C}$ 、一比模數大於 31、及一楊氏模數大於或等於 78 GPa 。

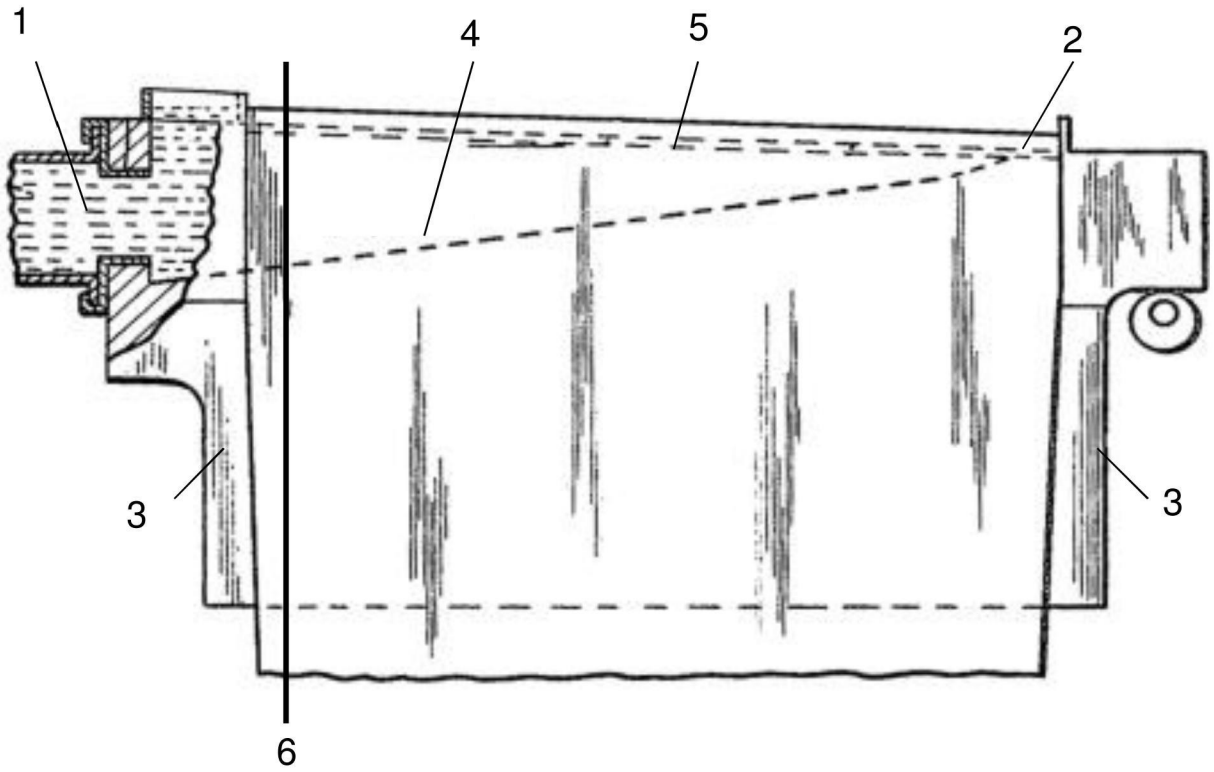
【第17項】 如請求項 16 所述之玻璃，其中 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}) / \text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1.05$ 。

- 【第18項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現大於或等於約 735°C 之一退火點。
- 【第19項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現大於或等於約 680°C 之一應變點。
- 【第20項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現大於或等於約 970°C 之一軟化點。
- 【第21項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現小於約 1260°C 之一 T_{35kp} 。
- 【第22項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現一 $T_{35kp} - T_{liq} > 40^{\circ}\text{C}$ 。
- 【第23項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現大於31.5之一比模數。
- 【第24項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現小於或等於 2.55 g/cm^3 之一密度。
- 【第25項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現小於約 $39 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 之一CTE。
- 【第26項】 如請求項16所述之玻璃，其中該玻璃呈現大於或等於79 GPa之一楊氏模數。
- 【第27項】 一種包含如請求項1至26中任一項之玻璃的物件，其中該物件藉由一下拉片材製造製程產生。
- 【第28項】 一種包含如請求項1至26中任一項之玻

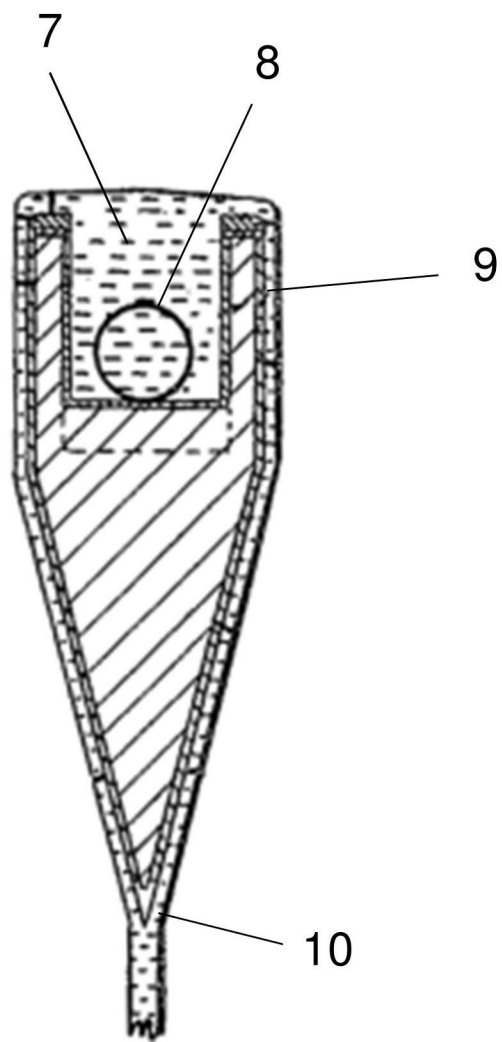
璃的物件，其中該物件藉由一熔融製程產生。

【第29項】 一種液晶顯示器基板，其中該液晶顯示器基板包含如請求項1至26中任一項之玻璃。

【發明圖式】



第1圖



第2圖