



(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 I408114B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：097132639 (22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 08 月 26 日

(51)Int. Cl. : C03C10/00 (2006.01) C03B32/02 (2006.01)

(30)優先權：2007/08/28 美國 11/895847

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

(72)發明人：喬治荷希比耳 GEORGE HALSEY BEALL (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

CN 1400183A US 3578470

US 3953220 US 3985532

審查人員：李明達

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：0 共 17 頁

(54)名稱

耐火性玻璃陶瓷

REFRACTORY GLASS CERAMICS

(57)摘要

本發明揭示出內部晶核形成玻璃陶瓷製品的形成，該內部晶核形成玻璃陶瓷製品可在 1350-1450°C 範圍內加熱相當長時間，而不會有形狀上明顯的變形或改變。該等玻璃陶瓷主要晶相為鉬長石($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)或其鋇等價物($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)，或這些組成份之固態溶體或混合物，其全部屬於長石礦物群組。

A formation of internally nucleated glass ceramics articles that can be heated in the 1350-1450°C range for extended periods of time without significant deformation or change in shape is disclosed. The predominant crystal phase of these glass ceramics is celsian ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) or its strontium equivalent ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), or solid solutions or mixtures of these compositions, all belonging to the feldspar mineral group.

公告本

發明專利說明書 102 年 1 月 11 日修正本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：97132639

※ 申請日期：2008 年 8 月 26 日

※IPC 分類：C03B 32/02

C03C 10/00

一、發明名稱：(中文/英文)

耐火性玻璃陶瓷

REFRACTORY GLASS CERAMICS

二、中文發明摘要：

本發明揭示出內部晶核形成玻璃陶瓷製品的形成，該內部晶核形成玻璃陶瓷製品可在 1350-1450°C 範圍內加熱相當長時間，而不會有形狀上明顯的變形或改變。該等玻璃陶瓷主要晶相為鋇長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 或其鋇等價物 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)，或這些組成份之固態溶體或混合物，其全部屬於長石礦物群組。

三、英文發明摘要：

A formation of internally nucleated glass ceramics articles that can be heated in the 1350-1450°C range for extended periods of time without significant deformation or change in shape is disclosed. The predominant crystal phase of these glass ceramics is celsian ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) or its strontium equivalent ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), or solid solutions or mixtures of these compositions, all belonging to the feldspar mineral group.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 無 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關內部晶核形成玻璃陶瓷製品的形成，該內部晶核形成玻璃陶瓷製品可在 1350-1450℃ 範圍內加熱相當長時間，而不會有形狀上明顯的變形或改變。這些玻璃陶瓷的主要晶相是鋇長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 或其鋇等價物 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)，或這些組成份的固態溶體或混合物，其全部屬於長石礦物群。

【先前技術】

藉由控制玻璃製品的結晶來生產玻璃陶瓷製品。一般而言，通常加入晶核形成劑到形成玻璃的批料，熔融後將此熔融物冷卻以形成均勻的玻璃物體。

然後，對玻璃物體執行通常包含兩個階段的加熱處理時程。首先，將玻璃加熱到玻璃的轉變溫度範圍之上，導致其內部晶核形成的發展。之後，加熱晶核形成玻璃到較高的溫度，一般是在玻璃的軟化點以上以導致核上晶體的成長。因為在晶核形成步驟期間，在無數的晶核上出現結晶，所以晶體呈均勻的微粒狀，並且均質地擴散在玻璃基質中。

晶體通常包含製品的優勢，因此賦予製品比原始玻璃更類似於晶相的性質。然而，因為物體從玻璃原地結晶，因此完全沒有空隙，是無孔隙的。

假使粒狀較大，矽半導體在顯示或光伏打裝置上會更

有效率。矽在 1417°C 下熔融，並且當保持在其熔融點以下時，接著結晶成大粒狀。這是因為晶核形成在這樣的高溫下是沒有效率的，但可以最大化粒子的增長。由於這些結晶薄膜的增長一開始需要施加熔態矽的薄膜到基板表面，因此很重要的事是基板材料本身是惰性，可抵抗高溫，有大致匹配矽的熱膨脹係數(CTE)。如果矽在惰性基板上熔融，接下來在接近其熔融點時再結晶，假使基板大致匹配矽的 CTE，則在冷卻至室溫之後將保持為連貫的大粒狀薄膜。本發明的玻璃陶瓷可調整到匹配或者非常接近矽的 CTE。更者，某些也可顯示光伏打行為的低氧化半導體，譬如還原鈦酸鹽和某些鉬酸鹽類需要較高的溫度(1300°C 以上)以有效燒結。因此，這些材料的薄膜需要可抵抗 1400°C 以上燒結溫度的基板。更者，也需要可在某些引擎元件中替代超合金的陶瓷材料，譬如使用在飛機引擎和柴油渦輪增壓器的元件。氮化矽是一種選擇，但其很難製造也因而相當昂貴。

於是，我們需要可在薄膜晶體矽生產上使用作為惰性基板的高溫玻璃陶瓷材料，該高溫玻璃陶瓷材料可調整到非常匹配矽的 CTE，可承受高到 1450°C 的溫度，可抗氧化，可藉由壓模技術或只是鑄型到石墨或其他模子，在流體玻璃狀態精確成形。

【發明內容】

本發明提供高破裂韌性和低熱膨脹係數的玻璃陶瓷，

此玻璃陶瓷的形成包括下列重量百分比之組成份：

SiO_2	25-45%
Al_2O_3	23-37%
TiO_2	5-15%
BaO	0-35%
SrO	0-30%
$\text{SrO}+\text{BaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	<1.2。

玻璃陶瓷包括長石做為主要的晶相。主相是鉍長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 或其鋇等價物 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)，或鉍長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 及其鋇等價物 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 的固態溶體或混合物。次晶相則包括鈦酸鋁，富鋁紅柱石，銳鈦礦和金紅石。在大多數應用上，玻璃陶瓷是小於剩餘玻璃量的 25%。

在某些應用上，玻璃陶瓷最好是無鹼金屬的，而且真正沒有其他的助熔劑。在其他實施範例中，可以加入助熔劑或其他成分，但通常不超過 5% 的重量。

在某實施範例，玻璃陶瓷在 25-1000°C 的溫度範圍下，CTE 是從 $30-55 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ，軟化點溫度是超過 1450°C，破裂韌性超過 $1.2 \text{ K}_{\text{Ic}} \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ，破裂模數 (M.O.R.) 超過 90 MPa，使用的溫度超過 1250°C，最好高達 1450°C 或更高。

本發明已指出數種玻璃陶瓷的應用，包括耐高溫的應用，譬如在光伏打裝置，冶金鑄模，天線罩和引擎元件所需用到的基板。

進一步要說明的是生產加熱到 1250°C - 1450°C 的溫度範圍，而不會有形狀上變形或改變的玻璃陶瓷製品的方法。特定實施範例包括的步驟為熔融包括至少一種晶核形成劑的原始批料到 1550°C - 1750°C 的溫度一段期間，足以達到熔態均質熔融物；從熔融物形成所需形狀的玻璃製品；在 700°C 到 850°C 的溫度範圍退火玻璃製品；在 800°C 到 900°C 的溫度加熱處理玻璃製品一段期間，足以達到晶核形成劑均質的擴散和核的成長；在 950°C 到 1450°C 的溫度範圍結晶該玻璃一段期間，足以達到最大的結晶度，因而將玻璃製品轉變成玻璃陶瓷製品；以及冷卻玻璃陶瓷製品。

【實施方式】

本發明揭示一種內部晶核形成玻璃陶瓷，該內部晶核形成玻璃陶瓷可在 1250 - 1450°C 範圍內加熱相當長時間，而不會有形狀上明顯的變形或改變。這些玻璃陶瓷的主要晶相是鉬長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 或其鋇等價物 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)，或這些組成份的固態溶體或混合物。玻璃陶瓷包括當實質玻璃材料在提升的溫度下加熱而產生實質結晶材料時所形成的任何材料。加熱處理引發一或多個晶核形成。晶核形成的加速可藉著加入諸如氧化鈦 (TiO_2) 的成份到玻璃來達成，該成份在加熱玻璃後均勻地沈積。當達到所要的結晶水準時即完成加熱處理。對大多數的玻璃陶瓷而言，這是出現在當結晶達到百分之

五十，更常是超過百分之八十的重量百分比時。

這些玻璃陶瓷材料具有絕佳的耐火性質，由在 1600°C - 1675°C 範圍溫度下可熔融至良好品質之玻璃製成，這是其他業界的玻璃或玻璃陶瓷母玻璃所建立有效熔融的範圍。

本發明的玻璃陶瓷包括多個晶相，但絕大多數是由長石主晶相所構成。在很多應用上，剩餘的玻璃應該夠堅硬，導致從材料形成的複合製品在超過 1250°C ，超過 1300°C ，超過 1350°C ，和超過 1400°C 的溫度下不會有形狀上的變形或改變。換言之，本發明玻璃陶瓷製品的實施範例使用的溫度是大於 1250°C 且可高達 1450°C 。「使用溫度」一詞是指從玻璃陶瓷形成的製品，當放在負載或本身重量下不會變形。為了達到此目的，結晶應該至少約 70% 的重量，最好超過 80% 的結晶。剩餘的玻璃一般是少於 25% 的量。

鉬長石是單斜結構，晶體空間群 $I2/c$ ，其鋁等價物是有相同晶體空間群的類似單斜結構。這些端成分之間的固態溶體被認為是寬廣但不完全。這些鉬長石型態的晶體作為玻璃陶瓷主要相的價值至少有兩重：i) 高的熔融點，就純的鉬端成分而言約是 1750°C ，而鋁端成分約是 1710°C ，和鈦酸鹽晶核形成劑的效果以及玻璃陶瓷內呈現的剩餘玻璃結合起來可允許到約 1450°C 的熱穩定性，和 ii)，其相對低的 CTE 從 $25-1000^{\circ}\text{C}$ 是 $40-55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 的範圍。和大量的砂土剩餘玻璃結合起來，真正的玻

玻璃陶瓷 CTE 值可降低至 $30-45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ($25-1000^{\circ}\text{C}$) 的範圍，絕佳的矽匹配基板，和夠低的 CTE 值以提供好的抗熱震阻力，可用在引擎元件，天線罩，和冶金鑄模。據此，所揭示的玻璃陶瓷，CTE 範圍大約 $30-55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ($25-1000^{\circ}\text{C}$)。列在表格 1 的特定範例證實了 CTE 範圍在 $36.9-43.7 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ($25-1000^{\circ}\text{C}$)。藉著改變組成份內矽土玻璃的百分比，我們可以在更大的揭示範圍內改變 CTE。然而在需要堅硬度的某些應用上，矽土玻璃的改變應該維持在需要的限制範圍以避免加熱處理到約 1400°C 之溫度點後，製品明顯的變形。

雖然使用 TiO_2 作為晶核形成劑已被證實為有效，但其他可能作為晶核形成劑的選擇包括： ZrO_2 ；譬如鉑，銻，銨，鉛或金的金屬；或譬如 ZnS 的硫化物。其他的選擇還有 V_2O_5 、 MoO_3 、 SrF_2 、 BaF_2 、 WO_3 及 NiO 。

本發明實施例之玻璃陶瓷組成份份範圍在 SiO_2 - Al_2O_3 - SrO - BaO - TiO_2 系統中以及以重量百分比包含下列範圍： SiO_2 25-45、 Al_2O_3 23-37、 SrO 0-30、 BaO 0-35、和 TiO_2 5-15。 $\text{SrO}+\text{BaO}$ 總和在 15 及 35 重量百分比之間以及 $(\text{SrO}+\text{BaO})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 之莫耳比值較佳地小於 1.2，更佳地小於 1.1 以及仍然更佳地小於 1.0。高達 5% 重量比的其他成份(例如 ZrO_2 、 K_2O 、 ZnO 、 CaO 等)可加入以改善最終複合物之特定物理特性(CTE，穩定性等)。然而，應該要注意的是，加入額外的成分通常會降低最終組成份的熔融點，因而影響這些材料在防火應用

上的優勢。對於有關在超過 1000°C 溫度下和矽接觸的電子應用，其成分基本上最好是不含鹼金屬或其他氧化物，使該成分可經由和矽(例如 PbO 、 ZnO 、 CuO 、 P_2O_5 等)反應，還原至元素狀態。

在更多限制的 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-TiO}_2$ 系統中也可以發現小範圍的可熔融玻璃成分，可加熱處理成顯示本發明所有特性的玻璃陶瓷。這可以下列的重量百分比界定出： SiO_2 31-41、 Al_2O_3 27-33、 BaO 24-32、和 TiO_2 6-12。

在另一更限制的 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-TiO}_2$ 系統中也同樣可以發現的較大範圍的可熔融玻璃成分，可加熱處理成顯示本發明所有特性的玻璃陶瓷。這可以下列的重量百分比來定義： SiO_2 30-45、 Al_2O_3 25-37、 SrO 18-28、和 TiO_2 6-12。其中沒有鋇且以鋇為主的玻璃陶瓷在需要較低密度材料的應用或者出現毒性問題的應用上可能更有用。

從以上所列成份形成玻璃製品的方法包括壓模，滾動，鑄造，離心旋轉，和其他可用在現行玻璃科技的技術。這些玻璃流體的本質使其更可適應精準的鑄造，可展示具有窄的凸緣且超過一英吋的厚鑄造。然後將形成的玻璃製品退火，通常溫度在 700°C 和 850°C 之間。

在玻璃製品形成和退火之後，加熱處理製品將其轉變成玻璃陶瓷。一般而言，將玻璃製品放至瓦斯爐或電爐，在 800°C 和 900°C 之範圍的溫度加熱處理，晶核形成期間可以短至 10 分鐘，長至數小時，隨著均質擴散和鈦酸鹽

晶核成長而定。接著，於結晶期間提升溫度到較高的溫度，該較高的溫度通常在 950-1450°C 的範圍內。結晶期間應該維持 4-6 小時，或者視選擇的成分需要達到最大化的結晶而定。保留一些矽土的剩餘玻璃以幫忙降低玻璃陶瓷的 CTE。

主要的晶相是單斜結構鉬長石型態的長石，不是鉬或鋇端成分，就是這些端成分之間的固態溶體或固態溶體混合物。除了主要鉬長石型態的相，在這些玻璃陶瓷中還呈現重要的副相。這些副相包括至少一種鈦酸鹽相，通常是鋁鈦酸鹽 (Al_2TiO_5) 或金紅石 (TiO_2)，和矽土玻璃相。也可以呈現富鋁紅柱石 ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) 作為副相，一般是小於約 10% 的量，變化則視精準的組成份而定。

晶體是細粒的，通常在 0.5 和 20 微米之間，其微結構是均勻的。當加熱處理到 1400°C 或以上，玻璃陶瓷的表面通常是呈灰色到白色，而內部通常還是灰色。較白的表面推測是由於玻璃陶瓷內呈現的還原鈦 (Ti^{3+}) 小量的氧化。

本發明的玻璃陶瓷可形成任何數目的製品。特別適用於製品的玻璃陶瓷需要較低的 CTE，優良的破裂韌性，優良的強度，抗氧化，和高溫需求。例如，破裂韌性通常是大於 $1.2 K_{Ic} \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。破裂韌性可以超過 2，或甚至 $2.5 K_{Ic} \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。測得的破裂模數是超過 $89 \pm 5 \text{ M.O.R. (MPa)}$ 。玻璃陶瓷的固有抗氧化性質使得玻璃陶瓷可以使用在氮化矽會氧化的應用。

可能的使用包括半導體結晶的基板。熔融所需的使用溫度需要高到 1450°C ，接著再結晶矽成最大的粒狀，其中光伏打或其他半導體應用的效能可達到單晶的效能。更者，矽的 CTE 匹配和鋇長石型態長石玻璃陶瓷可允許連續薄膜的形成和接下來的冷卻。這在譬如氧化鋁的其他耐火陶瓷基板是無法達成的，因為其 CTE 太高會造成矽薄膜在冷卻後的張力裂痕。

另一種本發明鋇長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 和鋇長石 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 玻璃陶瓷材料可能的使用包括高溫引擎元件。進階引擎元件可耐 1450°C 高溫的能力是很重要的。鋇長石型態玻璃陶瓷稍低的 CTE，加上優良的抗變強度，韌性，和流體精準鑄造的能力可使這些玻璃陶瓷在這些方面具有和昂貴的氮化矽競爭的條件。試驗也證實了這些所揭示的玻璃陶瓷可耐超過 1400°C 和 1450°C 高溫，而不會產生形狀上的變形和改變。這些材料的軟化溫度是超過 1450°C 。

耐火、細粒和無孔隙性鋇長石型態玻璃陶瓷更進一步的可能應用是用在高溫金屬和合金鑄造時的精準鑄模。

還有另一種本發明鋇長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 和鋇長石 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 玻璃陶瓷材料更進一步的使用，包括需要高溫使用，抗熱震和無鹼金屬以作為優質微波透明引導的天線罩，或飛彈鼻錐體。鋇長石玻璃陶瓷比目前使用的基於堇青石之天線罩還耐火 150°C 以上。

鋇長石 ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 和鋇長石 ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) 在結晶文獻

中的描述是單斜結構，屬於 I2/c 晶體空間群。本發明玻璃陶瓷的主相長石同樣地也被認為是單斜的。

範例

以下的表格 1 提供依據本發明代表性組成份的範例。除非特別指明，組成份的資料是重量百分比而且是整批的。

使用下列原料適當的量，整批的成分可產生 1 公斤的玻璃：BERKELEY Sand (SILICOSIL 75)、低鹼鋁土、碳化鋇、碳化鋇、和二氧化鈦。這些批料在 TURBULA 攪拌器中攪拌 15 分鐘，然後放在 650 mm 的白金坩堝中。將這個坩堝放在 GLOBAR 電爐中，以 1650°C 加熱 16 小時，批料會融化成品質優良的熔態玻璃。然後將熔融物注入鋼模中，以產生約 4×8×3/4 英吋大小的玻璃塊。在冷卻後，玻璃塊被移到退火爐以 775°C 放置數小時，然後冷卻。產生的玻璃切片後依據表格 1 的時程加熱處理。靜置之前和期間的加熱速率大約是 300°C/hr。在加熱處理期間產生的晶相以 X 射線繞射來測定。以標準 ASTM 技術測得這些特性。

表 格 1

成份	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	36.7	37.4	36.1	32.5	37.3	38.2	35.5	39.3
Al ₂ O ₃	29.4	29.9	29.0	29.8	29.8	30.5	32.1	31.4
BaO	25.7	26.2	27.0	29.5	19.1	12.7	9.6	13.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	9.5	14.5	9.7
TiO ₂	8.2	6.5	8.2	8.2	9.1	9.1	8.3	6.5
加 熱 處 理 (°C-小時)	850°C-2、 1450°C -6	850°C-2、 1450°C-6	850°C-2、 1425°C-6	850°C-2、 1450°C-6	850°C-2、 1300°C-6	850°C-2、 1450°C-6	850°C-2、 1300°C-6	850°C-2、 1425°C-6
晶相	鋇 長 石、 AT、富 鋁紅柱 石、金紅 石	鋇 長 石、富 鋁紅柱 石、 AT、金 紅石、 tr. 六方 鋇長石	鋇 長 石、 AT、富 鋁紅柱 石、tr. 金紅石	鋇 長 石、AT	鋇長石 ss.、AT	鋇長石 ss.、AT	鋇長石 ss.、 AT、富 鋁紅柱 石	鋇長石 ss.、 AT、富 鋁紅柱 石、金 紅石
CTE (25-1000°C) x10 ⁻⁷	38.2				43.6	43.7		
破裂韌性 (K _{1c}) MPa·m ^{1/2}				1.7±0.1				
M.O.R. (破裂) MPa				89±5				

CTE-熱膨脹係數
ss-固態溶體
tr-痕量
AT-鈦酸鋁
M.O.R.-破裂模數

表格1，接上頁

成分	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	40.0	37.2	34.1	36.9	31.8	33.6	33.3
Al ₂ O ₃	32.0	30.5	32.9	33.2	32.1	30.3	35.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	18.9	24.1	23.9	21.7	26.1	26.1	23.5
TiO ₂	9.1	8.3	9.1	8.3	10.0	10.0	8.2
加熱	850°C-2、	850°C-2、	850°C-2、	850°C-2、	850°C-2、	850°C-2、	850°C-2、
處理	1425°C-6	1425°C-6	1425°C-6	1425°C-6	1425°C- 6	1425°C-6	1425°C-6
晶相	Sr-長石 (Sr-鋇長 石)、 AT、富 鋁紅柱 石、 金紅石	Sr-長石 (Sr-鋇 長石)、 AT、金 紅石	Sr-長石 (Sr-鋇 長石) AT、tr. 銳鈦礦	Sr-長石 (Sr-鋇長 石)、 AT、富 鋁紅柱 石、 tr. 銳鈦 礦			Sr-長石 (Sr-鋇長 石)、 At、富鋁 紅柱石
CTE (25-1000°C)x10 ⁻⁷			43.2	36.9			
破裂韌性 (K _{1c}) MPa·m ^{1/2}			2.7±0.2	2.2±0.1			
M.O.R. (破裂) MPa			132±17				

CTE—熱膨脹係數
ss-固態溶體
tr-痕量
AT-鈦酸鋁
M.O.R.-破裂模數
MPa-兆帕

顯然地，本發明許多改變及變化為可能的。因而，應了解在下列申請專利範圍之範疇內，本發明能夠以異於特定所說明方式實施。雖然本發明已對特定較佳實施例加以說明，本發明不同的變化，改變，以及添加情況為

業界熟知此技術者明瞭的。所有該等改變，變化，以及添加情況屬於本發明之範疇，以及僅受到本發明所附申請專利範圍限制。

【圖式簡單說明】

無

【主要元件符號說明】

無

七、申請專利範圍：

1. 一種玻璃陶瓷，該玻璃陶瓷係由包含以重量百分比表示之下列成份之一組成物所形成：

SiO_2	25-45%
Al_2O_3	23-37%
TiO_2	5-15%
BaO	0-35%
SrO	0-30%
$\text{SrO}+\text{BaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	莫耳比值 <1.2 ；以及
$\text{SrO}+\text{BaO}$	15-35%

其中：(i)該玻璃陶瓷包含鋁長石或鉬長石或由鋁長石及鉬長石所形成之一固態溶液為主要晶相；(ii)該組成物不含鹼金屬；(iii)該組成物不含 PbO 、 ZnO 、 CuO 及 P_2O_5 ；且(iv)該玻璃陶瓷在超過 1350°C 之溫度下不會變形或改變形狀。

2. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中該玻璃陶瓷在 $25-1000^\circ\text{C}$ 溫度範圍內之熱膨脹係數為 $30-55\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

3. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中該玻璃陶瓷之軟化點溫度超過 1450°C 。

4. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中該組成物更進一步包含組合為小於 5% 重量比之額外成份。

5. 一種光伏打光伏打裝置，包含由依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷所製成之一基板。

6. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中破裂韌性超過 $1.2 K_{Ic} \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。

7. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中破裂模數超過 $89 \pm 5 \text{ M.O.R. (MPa)}$ 。

8. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中該組成物更進一步包含 $\text{SrO} + \text{BaO}$ 含量在 20-30% 重量比之間。

9. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，該玻璃陶瓷更進一步包含至少一個次晶相，該次晶相係由鈦酸鋁、富鋁紅柱石、和金紅石所組成之群組中選取出。

10. 依據申請專利範圍第 1 項之玻璃陶瓷，其中該玻璃陶瓷之一使用溫度超過 1250°C 。

11. 依據申請專利範圍第 2 項之玻璃陶瓷製品，該玻璃陶瓷製品採用天線罩之形狀。