



(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 I667700 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：100144314

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 01 日

(51)Int. Cl. : H01L21/30 (2006.01)

H01L31/068 (2012.01)

(30)優先權：2010/12/01 美國

61/418,699

2011/12/01 世界智慧財產權組織

PCT/US11/62914

(71)申請人：美商 1 3 6 6 科技公司 (美國) 1366 TECHNOLOGIES INC. (US)

美國

(72)發明人：裘賽克 瑞芙 JONCZYK, RALF (DE)；莎栩思 伊繆爾 M SACHS, EMANUEL M.

(US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 201040327A1

US 3903841

US 2008/0196209A1

審查人員：何立瑋

申請專利範圍項數：35 項 圖式數：6 共 42 頁

(54)名稱

使用獨立式插入片從熔融材料製造半導體主體

MAKING SEMICONDUCTOR BODIES FROM MOLTEN MATERIAL USING A FREE-STANDING INTERPOSER SHEET

(57)摘要

一種插入片可用於製造如矽之半導體主體，如用於太陽能電池使用。該插入片為獨立的、極薄、可撓、多孔，且能夠在不降解的情況下耐受熔融半導體之化學及熱環境。該插入片通常由陶瓷材料製成，如二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽、碳氮氧化矽及其他材料。該插入片設置於一模製片之一形成表面與將形成一半導體主體之熔融材料之間。可將該插入片緊固至該形成表面或沉積於該熔融物上。該插入片抑制晶粒成核，且限制來自該熔融物之熱流。該插入片促進該半導體主體與該形成表面之分離。可在該插入片使用之前製造該插入片。因為獨立且不黏附至該形成表面，所以 CTE 不匹配之問題得以最小化。該插入片及半導體主體以相對獨立於該形成表面之方式自由膨脹及收縮。

An interposer sheet can be used for making semiconductor bodies, such as of silicon, such as for solar cell use. It is free-standing, very thin, flexible, porous and able to withstand the chemical and thermal environment of molten semiconductor without degradation. It is typically of a ceramic material, such as silica, silicon nitride, silicon oxynitride, silicon oxycarbide, silicon carbide, silicon carbonitride, silicon oxycarbonitride and others. It is provided between a forming surface of a mold sheet, and the molten material from which a semiconductor body will be formed. It may be secured to the forming surface or deposited upon the melt. The interposer sheet suppresses grain nucleation, and limits heat flow from the melt. It promotes separation of the semiconductor body from the forming surface. It can be fabricated before its use. Because free-standing and not adhered to the forming surface, problems of mismatch of CTE are minimized.

指定代表圖：

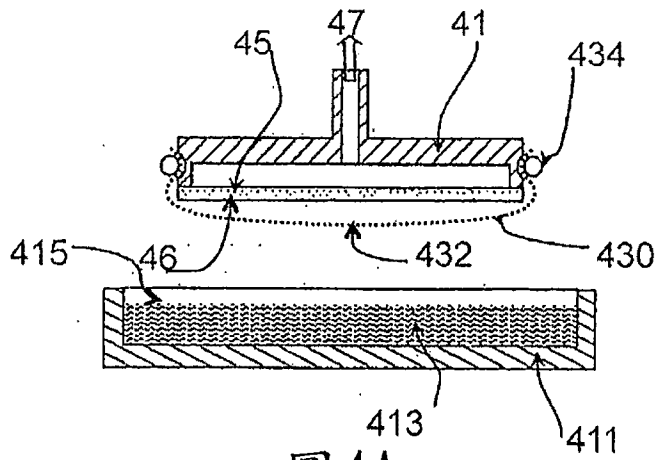


圖 4A

434 · · · 夾具

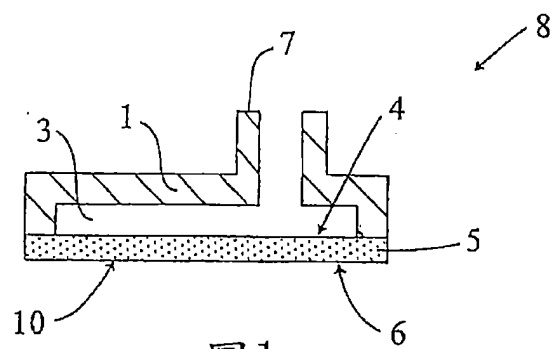


圖1

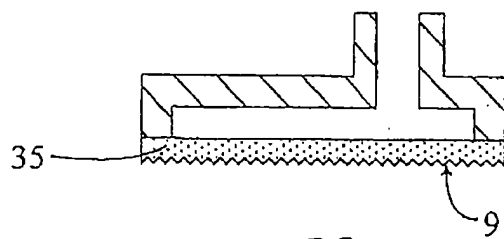
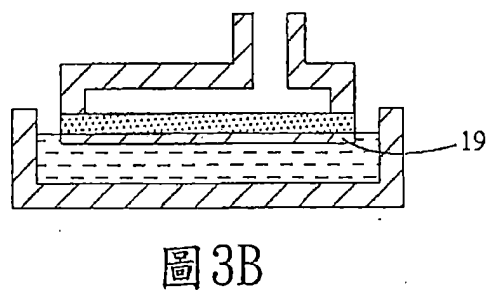
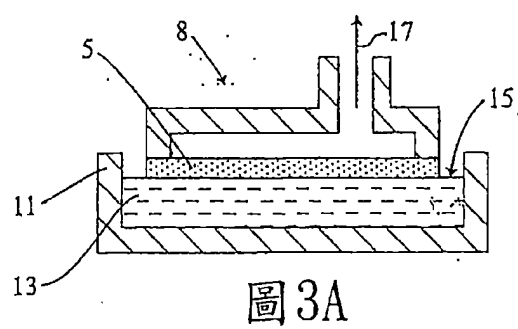


圖2



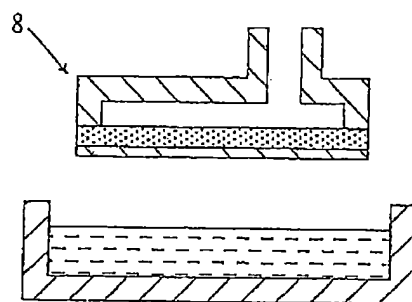


圖 3C

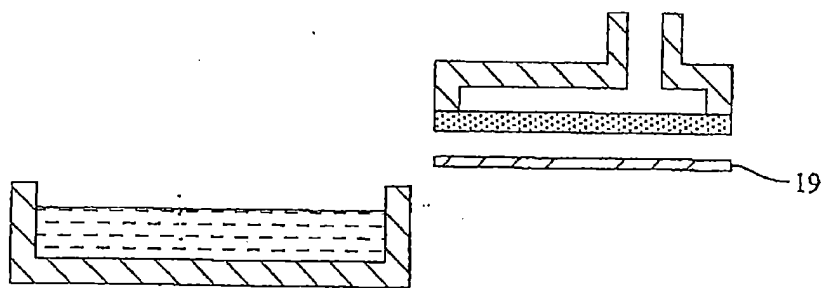


圖 3D

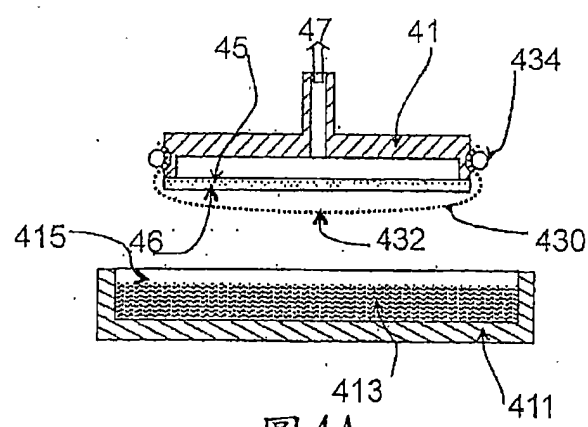


圖 4A

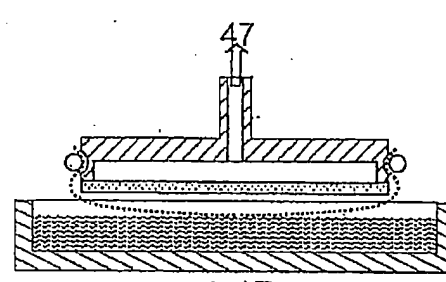


圖 4B

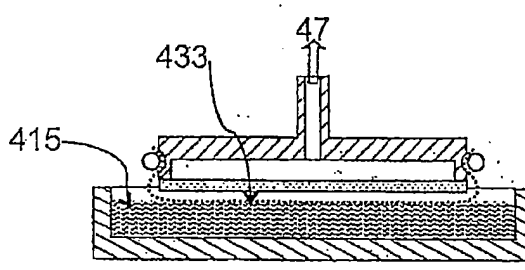


圖 4C

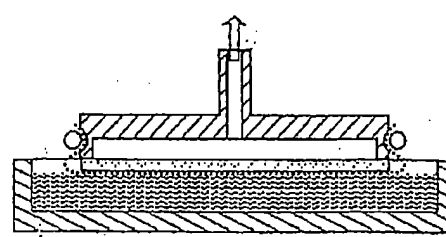


圖 4D

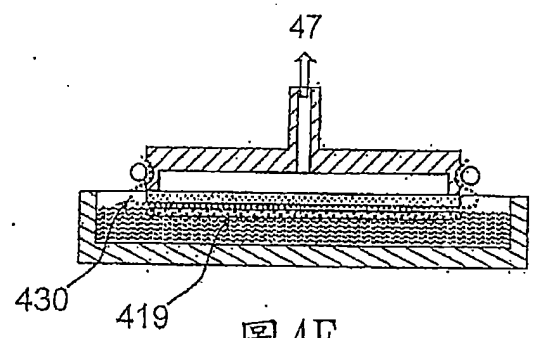


圖 4E

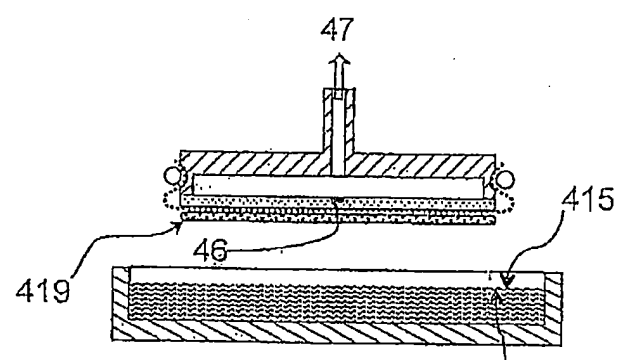


圖 4F

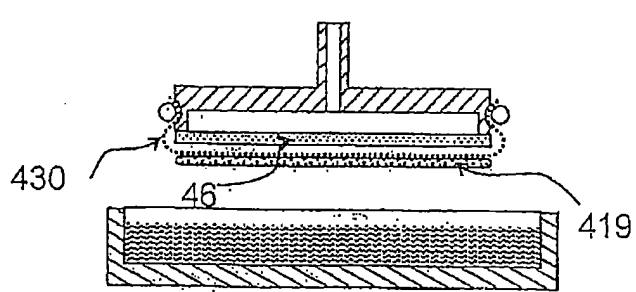


圖 4G

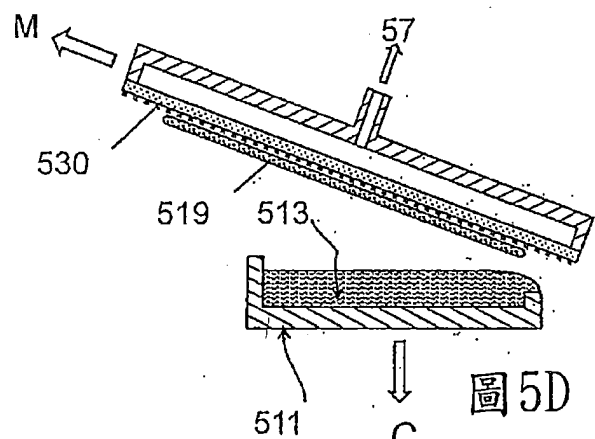


圖 5D

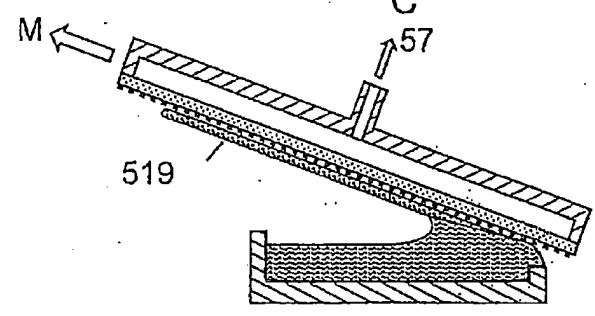


圖 5C

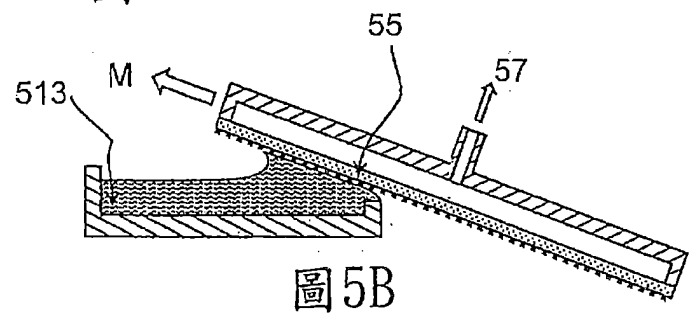


圖 5B

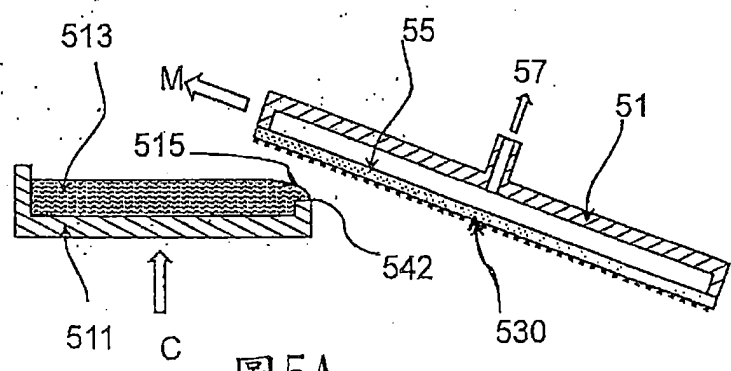


圖 5A

六、發明說明：

本申請案主張於 2010 年 12 月 1 日以 Emanuel M. Sachs 及 Ralf Jonczyk 的名義申請之美國臨時申請案第 61/418,699 號「THIN CERAMIC BODIES FOR USE MAKING THIN SEMICONDUCTOR BODIES FROM MOLTEN MATERIAL AND METHODS OF USING SUCH CERAMIC BODIES」之優先權。本文中所揭示之發明可結合在已公開 PCT 申請案中
所揭示之發明而使用，該已公開 PCT 申請案指定為美國且已進入其國家階段：PCT 申請案第 PCT/US2010/026639 號，題為「METHODS AND APPARATI FOR MAKING THIN SEMICONDUCTOR BODIES FROM MOLTEN MATERIAL」，其以 Emanuel M. Sachs、Richard L. Wallace、Eerik T. Hantsoo、Adam M. Lorenz、G. D. Stephen Hudelson 及 Ralf Jonczyk 及 1366 Technologies 公司之名義在第 WO2010/104838 號之下於 2010 年 9 月 16 日公開。此申請案之美國國家階段具有相同標題，U.S.S.N. 12/999,206，公開為 US-2011-0247549-A1。將所公開的 PCT 申請案及美國申請案（兩者相同）之全部內容以引用的方式全面地併入於本文中。下文將此先前發明及申請案稱作直接晶圓申請案。亦將所申請之 PCT 申請案的全部複本作為附加內容附加至美國臨時申請案第 61/418,699 號，本申請案主張此案之優先權且為此案之一部分。

【發明所屬之技術領域】

本發明與使用插入片以用於製造半導體本體之方法相

關。

【先前技術】

直接晶圓申請案描述一種直接自半導體材料熔融物製造半導體主體（例如，用作太陽能電池之晶圓）之方法。以下論述部分地取自該直接晶圓申請案，但有一些修改。將首先在批次實施中論述直接晶圓製程之態樣，在批次實施中，一次製造單一半導體片，如參考圖 1、圖 2 及圖 3A 至圖 3D 所示意性展示。半導體熔融物 13 可容納於坩堝 11 中，坩堝 11 由石墨、二氧化矽、碳化矽、氮化矽及能夠容納熔融半導體（諸如矽）的其他材料製成。本文中所揭示之程序適宜於製造許多不同類型的半導體材料。將論述矽來作為代表性材料，但不意欲將本發明限於僅使用矽。

如在圖 1 中所展示，（例如）藉由在石墨塊中加工出空腔 3 來產生真空氣室 1。將由石墨或其他適宜材料製成之薄片 5 附著至氣室 1 之底部。此片較佳具有相當程度之氣體可滲透性（具有相對高孔隙率及/或相對薄）。該氣室較佳為孔隙最少之可用石墨（或其他適宜材料）。該氣室亦可由非多孔陶瓷製成。本文中將薄片 5 稱作模製片。在端口 7 處應用真空吸附。現參看圖 3A，使總成 8 與熔融物 13 之表面 15 相接觸。該總成在指定時間段內（可能大約 1 秒）保持與該熔融物接觸。該總成與該熔融物之間的接觸時間量將取決於以下因素而變化，該等因素包括（但不限於）：熔融物之溫度、模製片之溫度、模製片之厚度及待製造的矽片之所欲厚度。矽片凝固至該模製片上（如在圖 3B 中所展

示)，此係因為模製片 5 冷於矽之凝固點。因而，該程序為一暫時的熱傳遞，從而造成將矽熔融物 13 冷卻至該熔融點且接著提取熔化熱，從而造成固體矽於該模製片上之堆積物 19。大體言之，應保持該模製片冷於熔融材料之凝固點。甚至更大體言之，在該模製片接觸該熔融材料的時間之至少一部分中，該模製片之至少一部分應處於低於該凝固點的溫度。以矽作為一實例，凝固點/熔融點為 1412°C 。在以矽作為半導體之情況下，用於維持該模製片以供使用之適用範圍可涵蓋自室溫至低於凝固點/熔融點之任何溫度。

真空之主要目的為使得所形成之矽片 19 臨時地緊靠模製片 5。在形成矽片 19 之後將該矽片容易地自模製片 5 移除係有幫助的。若該矽片簡單地掉落，則極有幫助。然而，極重要的是，隨著該矽片形成，其黏附至模製片 5。真空 17 實現此目標。在無真空之情況下，在與熔融矽 13 接觸達恰當時長後移除該模製片時，經固化之矽 19 將有可能存留於該熔融物之頂部 15 上且接著其將重新熔融。實際上，需要顯著的黏著力以自熔融物 13 移除經固化之矽片 19，此係因為該熔融矽之表面張力固持矽片 19。

在指定時間段之後，將總成 8 自熔融物 13 提出，現正載有附接至其之矽片 19，如在圖 3C 中所展示。最終，在圖 3D 中，釋放真空 17，且可將所形成之矽片 19 自模製片 5 分離。在真空 17 釋放之後，矽片 19 即可簡單地掉落。然而，一些小量剩餘黏著力可保持該片免於掉落。

石墨模製片 5 必須具有足夠的孔隙率以允許存在足夠

吸力以實現黏附至矽片 19 之目標。存在極多等級之石墨，涵蓋了極大的孔隙率範圍。因而，存在許多的適宜選擇。

模製片 5 之孔隙率必須不能大到允許熔融矽 13 進入孔中，進而使得矽片 19 的釋放困難或不可能。兩個獨立的因素組合以防止矽進入微細孔中。首先，該熔融矽之表面張力過高以至於不允許其滲入（非潤濕材料之）微細孔。第二，該矽在接觸該模製片時開始快速地凝固，且此凝固在由微細孔呈現之高表面積對體積比率之情況下尤其快。即使對於經潤濕之材料，第二因素仍存在。

前述論述係關於在大致大氣壓下使用經熔化之表面。在高於大氣壓之壓力下使用經熔化之表面亦係可能的，且論述於直接晶圓申請案中。

在該形成表面與該熔融半導體及隨後的固化晶圓之間的界面極為重要。對於此形成界面有利的是在經由該模製片施加的真空減小時利落地加以分離。另外，允許在該晶圓與該模製片之間的一些滑動係有幫助的，尤其在該晶圓以不同於該模製片之方式冷卻且收縮時。對於該形成界面，藉由避免大量晶粒的快速成核來允許大晶粒之生長亦係有利的。為實現此目標，該界面可具有允許熔融物過冷同時維持使晶粒成核之小的傾向之性質（例如藉由在此界面處提供具有使晶粒成核的小傾向之材料）。另外，控制跨越此界面之熱傳遞以對在半導體晶圓中形成之晶粒大小施以影響係有用的。舉例而言，減少跨越該界面之熱流可允許有時間使經成核晶粒橫向生長，因而造成較大晶粒大

小。應以良好控制之方式來產生及修改此界面之性質以使得所形成之連續晶圓具有類似特性。亦應以可在現實生產環境中實施之經濟方式來控制此形成界面之性質。

【發明內容】

本文中所揭示之方法發明使用本文中稱作插入片之片以用於製造諸如矽之半導體本體（諸如用於太陽能電池使用）。其為獨立的、極薄、可撓、多孔且能夠在不降解的情況下耐受熔融半導體（諸如矽）之化學及熱環境。其通常由陶瓷材料製成，諸如下文論述之二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽、碳氮氧化矽及其他材料。其設置於模製片之形成表面與將形成半導體主體之熔融半導體材料之間。可將其緊固至該形成表面或沉積於該熔融物之表面上。該插入片之組成物幫助抑制晶粒成核，從而導致相對大的晶粒大小。其亦幫助限制來自該熔融物之熱流，該熱流控制該半導體主體的固化時序。其亦促進該經固化的半導體主體與該形成表面之分離。因為其為獨立的，所以可在其使用之前將其製造，且因此，可測試及驗證其特性，從而導致高程度之可靠性及自經固化的半導體主體至下一個主體之可再現性。又，使用獨立的插入片准許較之可藉由用於達成類似功能的顆粒物或其他非獨立製品而具有的控制之對在此段落中所提及的因素之更大控制。插入片自身亦為本案之發明。因為其為獨立的且黏附至該形成表面，所以熱膨脹係數不匹配之問題得以最小化或不產生，此係因為該插入片及該經固化的半導體

主體以相對獨立於彼此且亦獨立於該形成表面之方式自由膨脹及收縮。

【實施方式】

可以獨立的適宜材料片之形式來提供用以達成對形成界面重要的各種功能（諸如減少成核，控制晶粒生長及影響熱流，以及其他功能）之材料，該適宜材料包括（但不限於）：二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽及碳氮氧化矽及其他材料。其他材料可包括氧化鋁、富鋁紅柱石及硼。大體言之，可使用可在不降解的情況下耐受溫度之任何陶瓷。若條件使得無顯著量之可對半導體主體的形成有害之材料（諸如氧化鋁、富鋁紅柱石及硼）離開陶瓷且進入半導體主體，則可使用含有此類材料之陶瓷。本文中將此類片稱作插入片。

獨立意謂一主體在其意欲使用之前的某時間製造且能夠在不緊固至較大或更厚重或更硬之基板的情況下單獨地加以處置。獨立主體可具有在一或多個表面上之相對薄片，且亦可在一或多個表面上載有其他附帶的小元件，諸如局部塗層、晶種等等。

在一較早的時間在一單獨的操作中製造此材料插入片且接著藉由與在所併入的直接晶圓專利申請案中所揭示的彼等方法類似之方法使用此插入片來製造諸如晶圓之半導體主體，但如本文中所論述，增加為使用一或多個插入片。在本文中可將此類片稱作插入片，或在一些狀況中簡單地稱作片。可藉由此等方法形成之典型半導體主體為用於在

太陽能電池中使用之矽晶圓。然而，亦可形成其他半導體及其他主體。

如在圖 4A 中所展示，插入片可設置於模製片 45 之形成表面 46 與熔融半導體材料 413 之表面 415 之間。可將其提供為緊固至該模製片，如參考圖 4A 至圖 4G 所展示，對於一實施例其為經夾持且懸置（如下文論述）；或如在圖 5A 至圖 5D 中所展示，對於一實施例其為在其範圍上更緊密地緊固；或可沉積於熔融表面 415 上（未圖示）。

該插入片為多孔的以允許壓力差（諸如在直接晶圓專利申請案中所揭示之晶圓形成方法的真空）傳播通過該插入片至該熔融矽。該插入片之孔隙度可廣泛地在僅 1% 至高達約 80% 之間變化。開口之直徑可在 1 微米至高達約 100 微米之間變化。甚至大至約 100 微米的開口仍不容許熔融矽接觸多孔模製片 45 之形成面 46。之所以尤其如此，係因為用於經設計以提供僅最小晶粒成核的插入片之材料亦未被熔融矽良好潤濕。有利地，該孔隙率中之至少一中等分率為開放孔隙，以允許真空經由模製片及插入片傳導。亦有可能所有孔隙均開放。可存在某種程度之封閉單元孔隙。

圖 6A 至圖 6C 說明孔隙率範圍及孔之組態及固體基礎。圖 6A 展示與所展示的其他者相比相對較不多孔的插入片。圖 6B 展示中等多孔的插入片，且圖 6C 展示較多孔之插入片。

在此文件中，在陳述片厚度時，其為質量等效片厚度，或 ME 厚度。亦即，ME 厚度為 5 微米之多孔片具有與面積

相同且由相同材料製成之 5 微米厚的完全緻密片的質量相等之質量。舉例而言，若該片之孔隙率為 50% 且 ME 厚度為 5 微米，則該片之厚度範圍（自在一表面上之最高峰至在相對表面上之最高峰）為至少 10 微米。通常，獨立插入片具有在 1 微米與 10 微米之間的 ME 厚度，其中較佳範圍為 2 微米至 5 微米。

較佳地，該插入片歸因於其薄且多孔之性質而具有顯著程度之可撓性。此可撓性促進該插入片之處置及夾持且使用該插入片來行使目的，包括允許該插入片良好地符合該模製片之該形成表面及液態熔融物之表面且在一些模式中允許該插入片呈現如下文描述之有意設計的曲率。在一些實施例中，該片應能夠採用小至 2 毫米之曲率半徑。舉例而言，如在圖 4A 中所展示，夾具 434 緊固採用具有約 2 毫米的半徑之曲率的插入片 430。大體言之，最小程度之可撓性並不關鍵。歸因於出於其他目的之插入片的厚度，其固有地將足夠薄以符合形成表面形狀或熔融表面之非液位區。然而，出於一些目的（諸如上文所展示之夾持），高程度之可撓性可為重要的且極有益。

如參考圖 5A 至圖 5D 所示意性展示及下文更全面論述，可（例如）使用經由多孔模製片 55 抽取之真空將插入片 530 附附至多孔模製片 55。或者，如參考圖 4A 至圖 4C 所示意性展示，插入片 430 可由模製片 45 來支撐或由支撐頭 41 來支撐，支撐頭 41 藉由在模製片 45 邊緣處用夾具 434 夾持來固持模製片 45。可同時使用夾持及次要附接方法（諸

如真空 47)。取決於所選擇之陶瓷材料，可對插入片充電，且電荷可用以將該插入片附接至該模製片之形成表面。亦可藉由在該模製片上建立電壓來實現插入片至模製片之此靜電附接。

將具有所附接的插入片之模製片降低至該熔融物中，抽取真空，且半導體晶圓片固化。可以與在直接晶圓申請案中所描述的彼等方式類似之各種方式來自該熔融物移除模製片及經固化的半導體片，但顯著地添加插入片之存在。可在插入片接觸熔融物之前或在接觸熔融物之後來起始真空。

如參考圖 4A 所展示，在多孔片 430 在其邊緣處由模製片 45 支撐時，可允許將插入片 430 懸下。以此方式，如在圖 4B 中所展示，插入片 430 之自由中心 432 初始接觸該熔融物之表面 415，同時脫離多孔模製片 45 之形成表面 46。模製片 45 繼續下行，且接著如在圖 4C 及圖 4D 中所展示按壓於插入片 430 之背表面 433 上，且接著到達熔融物 413 的表面 415 之液位。此情形允許插入片 430 在模製片 45 的形成表面 46 接觸該插入片的背表面 433 之前有時間升溫且由熔融物 413 潤濕。舉例而言，對於 160 毫米×160 毫米之多孔模製片 45，可在兩個邊緣處夾持插入片 430 以使得插入片之中心 432 自形成表面 46 懸下約 10 毫米。此情形要求該插入片能夠採用約 325 毫米或更小之曲率半徑。可採用約 150 毫米之最小曲率半徑的插入片可得到可靠地處置。藉由甚至更高程度之可撓性（諸如能夠採用具有約 2

毫米至 3 毫米的半徑之曲率)，插入片可由夾具（諸如在圖 4A 至圖 4G 中的 434 處所展示）夾持。

在另一具體實例中（未圖示於單獨圖式中），可將插入片獨立於模製片置放於熔融矽之表面上且允許足夠的時間來將該插入片潤濕（通常數秒）。可置放該插入片之機構可與在圖 4A 中於 434 處所展示之彼機構類似，惟夾具 434 之配合元件並非固持模製片 46 之支撐頭 41 除外。而且，其可為單獨元件，通常為較大框架之部分，具有一開放區，該開放區足夠大而使得整個支撐頭 41 及模製片 46 總成適於穿過該開口以在一旦沉積於熔融表面 415 上即接觸插入片 430 之背側 433。但機械功能將相同，即與夾具 434 配合以隨著將插入片 430 引向靠近該熔融物之表面且接著接觸該熔融物而固持插入片 430，且亦視情況在處於該熔融物上時將其緊固於原位。可接著將多孔形成表面穿過在框架中之開口降下至經潤濕之插入片上，且接著可將所有構件一起自該熔融物抽離。已發現該插入片之預先潤濕可造成如所需要之較大的晶粒大小。

可使用在形成表面接觸插入片的背側之前將該插入片置放於熔融物上之其他設備及方法。有可能具有以下機構係重要的：該機構可將該插入片自其抓取釋放且接著確保所沉積之插入片保留於一位置或受控運動中，以使得可使該模製片可靠地承載於該機構上。可將該插入片施加至熔融物以使得其首先在靠近其中心之區處接觸該熔融物，諸如在圖 4B 之 432 處所展示，其為圓形區域。該接觸區可為

線（諸如平行於該片之邊緣或對角線）或極小區。

不論該插入片係藉由專用沉積裝置所沉積或夾持至亦固持模製片 45 之支撐頭 41，一種使用插入片製造晶圓之方法為在形成表面 46 插入片之背離熔融物的背表面之前將該插入片置放於該熔融物表面上約 0.1 秒與約 5 秒之間。

如在圖 4E 中所展示，形成表面 46 處於真空 47 下或小於熔融表面的壓力之壓力差下，且在接觸插入片 430 之過冷矽 434 時使相對低數目個晶粒實質上立即成核（過冷液體甚至在低於其熔融溫度之溫度下仍保持為液體）。取決於在熔融物中之隨後停留時間、形成表面溫度、真空位準及模製片熱性質，半導體主體 419（諸如具有大晶粒（已觀察到高至 10 毫米）之所需厚度的晶圓）生長。

如在圖 4F 中所展示，接著將其自熔融物 413 移除。已觀察到針對晶粒大小與厚度之高達 50:1 的縱橫比，其中晶粒大小 50 倍於該晶圓的厚度。該晶圓藉由真空 47 耦接至模製片形成表面 46，其中插入片 430 插入於該兩者之間。幾乎不存在或完全不存在所形成的晶圓主體 419 與形成表面 46 之化學或機械互動。該兩者彼此不接觸。

如在圖 4G 中所展示，藉由減小或移除真空壓力 47 將插入片 430 自形成表面 46 移離，且插入片 430 變得與形成表面 46 分離，其中所形成之半導體主體 419 仍與插入片 430 相關聯。如下文中論述，通常在單獨稍後製程中，接著將插入片 430 與經固化的半導體主體 419 分離。

參考圖 5A 至圖 5D 來示意性展示用於使用插入片之另

一配置。坩堝 511 具有相對低於其他側之至少一側 542。將熔融半導體材料提供至一深度以使得彎液面 515 駐留於較低壁 542 的液位上方。該較低壁可跨越坩堝之整個寬度來延伸（在進入頁面之維度中），或其可僅佔據此寬度之部分區，其中在隅角處具有較高壁部分。坩堝之壁（歸因於截面而未圖示）可自在具有較低壁 542 的隅角處之低處傾斜，或可全面地更高。模製片 55 為支撐頭總成 51 之部分，支撐頭總成 51 可在朝向且沿著坩堝 511 之箭頭 M（如圖示，向左）之方向上移動。藉由未圖示之方法（但亦包括來自壓力差 57（諸如上文所論述之真空）之吸附動作）來將插入片 530 緊固至模製片 55 之形成表面。隨著支撐頭總成 51 在箭頭 M 之方向上移動，坩堝 511 可通常在箭頭 C 之方向上移動以與其匯合。此相互移動幫助將所形成晶圓中在初始接觸位置處的不規則性最小化。

圖 5B 示意性展示熔融液 513 朝著模製片 55 且亦沿著箭頭 M 之方向漸移。來自真空 57 之吸力幫助將該熔融半導體材料朝向模製片漸移。與上文結合參考圖 4A 至圖 4G 所論述之具體實例之論述類似，該熔融半導體材料直接接觸插入片 530 且不接觸模製片 55。

圖 5C 展示短時間後之情形，其中經固化的半導體主體 519 形成於插入片 530 上。再次以與下文論述相同之方式，模製片 55 相對地涼於該熔融半導體材料，因而起始晶粒之成核。

圖 5D 展示另一短時間後之情形，其中完全形成之主體

519 附接至插入片 530。已在圖 5D 的箭頭 C 之方向上（如圖示，向下）將坩堝 511 自該半導體主體移離，同時支撐頭總成 51 繼續在箭頭 M 之方向上移動。因而，已使該半導體主體自熔融半導體材料 513 脫離。此相互運動幫助將所形成晶圓中在最終接觸位置處的不規則性最小化。

可接著藉由停止真空 57 及其他方法（如上文論述）將該插入片及所形成之半導體主體自模製片 55 移除。可接著將該插入片自至所形成的半導體主體之任何黏附移除，諸如藉由蝕刻或其他方法（亦如所論述）。

諸如在圖 5A 中所展示之坩堝可於在不使用插入片的情況下製造半導體主體之方法中使用（諸如在直接晶圓專利申請案中所展示及論述）。可以與在直接晶圓申請案之圖 4A 及圖 5A 中所展示之坩堝類似之方式來使用該坩堝。

與使用主要由諸如石墨或 SiC 的材料組成之形成表面的程序相比，已發現該插入片造成所形成的矽晶圓主體之急劇增加的晶粒大小，石墨或 SiC 適宜於其他目的，但高度成核。可藉由此方法常規地生產具有大於 1 毫米的平均大小之晶粒，其中最大晶粒高達約 5 毫米。該插入片不促進成核，且在一些狀況中抑制成核。此情形允許熔融物在不成核的情況下之過冷卻。

使用此類插入片的另一關鍵優勢為該插入片提供自該模製片形成表面之極利落釋放。基本上，為用於插入片中，可使用在接觸持續時間中不以任何實質程度與形成表面反應或接合至該形成表面之任何材料，以幫助將所形成的半

導體主體自形成表面利落地釋放。藉由石墨形成表面在插入片中使用 SiO_2 及 Si_3N_4 取得良好結果。據信許多高溫耐火材料將相對良好地工作，只要該等高溫耐火材料防止熔融半導體材料（諸如矽）到達該形成片即可。

通常，預期個別插入片將僅使用一次。在一些狀況中，已發現有可能僅將該插入片自該所形成的半導體主體剝落。因為該插入片如此薄，所以可經常在不將異常的機械應力置於半導體主體上之情況下將該插入片剝落。在其他狀況中，可藉由化學蝕刻自所形成的半導體主體移除插入片，較佳使用不侵蝕底層半導體主體之蝕刻劑。該插入片之一次性使用性質提供用於極佳程序控制之方法，此係因為每一所形成的晶圓經歷相同的形成循環且並不歸因於插入片之老化而與先前所形成之晶圓有所不同。然而，亦有可能使用給定的個別插入片來製造若干晶圓。

亦可在與所併入的直接晶圓申請案中所描述的彼等具體實例類似之其他具體實例中使用插入片，但顯著地添加使用一插入片。舉例而言，可在參考直接晶圓申請案之圖 22A 及圖 22B 所描述之垂直具體實例中使用插入片。

此類插入片之使用的另一優勢為其可為自熔融矽至模製片之熱流提供受控量之抗性，從而幫助對晶粒大小施以控制。大體言之，較少的熱流將造成相對較大的晶粒大小。可由插入片之厚度、組成物及粗糙度來改變對熱流的抗性之程度。相對較厚的插入片比相對較薄的片提供對熱流之較多抗性。類似地，相對較粗糙之表面比相對較粗糙之表

面提供對熱流之相對較多抗性。相對較高孔隙率比較不多孔性主體提供對熱流之相對較多抗性。

使用插入片之另一優勢為藉由防止在熔融矽與形成表面之間的化學反應，經固化晶圓至形成表面之黏附得以防止。因而，在具有所附接的插入片之經固化晶圓與形成表面之間的界面自由滑動。隨著所形成之晶圓及形成表面冷卻，在該所形成的晶圓與該形成表面之間存在不同收縮。該插入片允許在所形成晶圓與形成表面之間的滑動，此滑動防止此等不同收縮將大應力施加於冷卻晶圓上。以此方式，移位之形成及至晶圓中的應力之引入得以最小化。

由單一材料製成之單一插入片可傳達上文描述的優勢中之若干者。舉例而言，單一熔化 SiO_2 片可阻止，且因而控制熱傳遞、准許滑動且提供利落釋放。然而，可有利地將兩種或兩種以上材料混合於單一插入片中以更全面地自插入片之各種優勢中獲益。舉例而言，已發現在單一插入片內之氮化矽及二氧化矽粉末之混合物有用。 SiO_2 允許半導體主體形成，且提供某種程度之成核抑制。 Si_3N_4 限制所形成的晶圓主體之氧污染。

在本方法發明之另一具體實例中，可堆疊兩個或兩個以上插入片，其中每一插入片具有相同組成物或不同組成物。舉例而言，在保證利落釋放中，堆疊兩個或兩個以上插入片尤其有用。舉例而言，可將主要由 SiO_2 組成之插入片設置為面向熔融半導體材料，且面向形成表面之鄰近插入片可主要由 Si_3N_4 組成。此等兩種材料並非彼此極強烈地

黏附，且因而可相對容易地達成在該兩者之間的堆疊物之分離。多個片之另一有利使用為使用一片來主要控制成核性質，且使用另一片來主要控制（藉由阻礙）熱傳遞。舉例而言，一插入片可具有相對大於至少一其他插入片的熱傳遞抗性之熱傳遞抗性。類似地，一插入片可具有相對小於至少一其他插入片的成核傾向之成核傾向。使用兩個或兩個以上插入片亦提供至少一額外界面，在至少一額外界面處，可產生鄰近於該界面的主體之滑動，該滑動可用以最小化 CTE 不匹配之有害效應。

製造插入片之代表性方法為以所要材料之微細粒子開始，且使用在與陶瓷處理無關之技術中已知之層產生或沉積方法來製造一薄層，隨後在高溫下火燒該薄層以產生一獨立主體。此類方法包括噴灑至基板上、薄帶鑄造及注漿鑄造。此類技術在製造半導體主體之技術領域內並非普遍知曉。粒子在形狀上可為球形、等軸大或片形。出於一些目的，可有利地使用針形粒子。層沉積技術可由以下動作組成：在水或有機溶劑中產生粒子之漿料，及根據在陶瓷處理技術中已知之方法將該漿料噴灑、注漿鑄造或刀片刮抹於基板上。該漿料可具有相關技術中已知之分散劑及易變的流變改質劑。

使用針狀粒子造成插入片隨著其製造而收縮較少，此情形使得維持公差更容易。由針狀粒子製成之插入片的另一優勢為在與熔融半導體材料接觸而使用及隨後冷卻期間，存在比其他形狀之粒子所發生的收縮相對更少之收縮。

通常，插入片由已熔合或燒結至彼此之粒子組成。

總結插入片之所需要的性質：其應為多孔至恰當程度以允許足夠的氣流通過。其應為足夠耐久以獨立；一定的可撓性（以增強處置、夾持、懸置及符合模製片及熔融表面之非平坦表面）；在與熔融半導體材料接觸的持續時間期間一定程度的相對化學惰性，以使得來自該插入片之不超過可接受量的雜質進入熔融半導體材料；熱穩定（耐火）至足夠程度以抵抗在熔融半導體（例如矽）之熱量及化學環境下的降解。其亦應幫助藉由阻礙熱流及可能地藉由其他方法來抑制成核。亦應有可能藉由化學或機械方法自所形成的半導體主體移除插入片。其應能夠在熔融半導體（諸如矽）之相對高溫下保留此等性質。通常，對於與矽一起使用而言，該插入片應能夠耐受約 1400°C，且應具有按重量比例計少於百萬分之 5 的過渡金屬。

重申上文已說明之內容，適宜材料包括（但不限於）二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽、碳氮氧化矽及其他材料。其他材料可包括氧化鋁、富鋁紅柱石及硼或含硼陶瓷。大體言之，可使用可在不降解的情況下耐受溫度之任何陶瓷。若條件使得無顯著量之可對半導體主體的形成有害之材料（諸如氧化鋁、富鋁紅柱石及硼）進入半導體主體，則可使用含有此類材料之陶瓷。

氮化矽為製造插入片之有吸引力的材料。提供氮化矽薄片極困難。然而，氮化矽及氧化矽（諸如氧化矽或二氧

化矽)之複合物亦為有用的。

儘管已展示及描述特定具體實例，但熟習此項技術者應理解，可在不偏離本發明的情況下在其更廣泛之態樣中作出各種改變及修改。意欲應將在上文描述中包含且在隨附圖式中所展示之所有內容解釋為說明性而非限制性意義。

本發明描述且揭示一個以上發明。在此文件及相關文件之申請專利範圍中闡述本發明，不僅包括已申請之部分且亦包括在基於本發明之任何專利申請的訴訟期間開發出之部分。發明人意欲將所有各種發明主張至如隨後所判定由先前技術所准許之界限。本文中所描述之任何特徵無一對於本文中所揭示之每一發明為關鍵的。因而，發明人希望本文中描述但並未在基於本發明的任何專利之任何特定申請專利範圍中主張之任何特徵無一應併入於任何此類申請專利範圍中。

本文中將一些硬體總成或步驟群組稱作發明。然而，此情形並非承認任何此類總成或群組為必然可取得專利之獨特發明，尤其如關於將在一次專利申請中所審查之發明的數目（或發明之單一性）之發明及法規所涵蓋。意欲以簡略方式說明發明之具體實例。

在此提交發明摘要。應強調提供此發明摘要以遵守要求允許審查者及其他搜尋者快速確定本技術發明的主旨之發明摘要的規則。發明摘要係在以下理解下提交：該發明摘要不用以解釋或限制申請專利範圍之範疇或意義，如由

專利局的規則所約定。

應將前述論述理解為說明性的，且不應以任何意義考慮為限制性的。儘管參考本發明之較佳具體實例特定地展示且描述了本發明，但熟習此項技術者將理解，在不偏離由申請專利範圍所界定之本發明之精神及範疇的情況下，可對本發明作出形式及細節上的各種改變。

在以下申請專利範圍中之所有構件或步驟附加功能元件之對應結構、材料、動作及等效物意欲包括用於結合如特定地主張的其他所主張元件執行功能之任何結構、材料或動作。

發明之態樣

本發明之以下態樣意欲在本文中加以描述，且此章節用以確保提及該等態樣。將該等內容稱為態樣，且儘管其看起來類似於申請專利範圍，但其並非申請專利範圍。然而，在未來某時，申請人保留主張在此及任何相關申請案中的此等態樣中之任一者或所有者之權利。

A1.一種用於製造一半導體主體之方法，該方法包含以下步驟：

- a.提供具有一表面之一熔融半導體材料；
- b.提供包含一形成表面之一多孔模；
- c.在該形成表面與該熔融半導體材料之間提供一獨立陶瓷片；
- d.使該形成表面接觸該陶瓷片，且使該陶瓷片接觸該熔融半導體材料之表面達一接觸持續時間，使得一半導體主

體在該陶瓷片上固化；及

e.將該經固化的半導體主體自與該熔融半導體材料之接觸移除，同時仍接觸該陶瓷片。

A2.如態樣 A1 之方法，該半導體材料包含矽。

A3.如態樣 A2 之方法，該半導體主體包含一太陽能電池元件。

A4.如態樣 A1 之方法，其進一步包含：提供一壓力差型態以使得在該形成表面之至少一部分處的壓力小於在該熔融半導體材料表面處之壓力，使得在該接觸持續時間之至少一部分中該壓力差型態存在。

A5.如態樣 A1 之方法，其進一步包含以下步驟：在低於該半導體材料之一熔融點之一溫度下提供該形成表面之至少一部分達該接觸持續時間之至少一部分。

A6.如態樣 A4 之方法，其進一步包含以下步驟：減小該壓力差型態之程度，藉此促成自該形成表面脫離該陶瓷片及該經固化的半導體主體中之至少一者。

A7.如態樣 A1 之方法，提供該陶瓷片之該步驟包含在該熔融半導體材料上提供該陶瓷片。

A8.如態樣 A1 之方法，提供該陶瓷片之該步驟包含在該形成表面上提供該陶瓷片。

A9.如態樣 A8 之方法，其進一步包含以下步驟：將該陶瓷片夾持至該形成表面。

A10.如態樣 A9 之方法，其進一步包含以下步驟：在該形成表面與該熔融半導體材料之間提供至少一額外陶瓷

片。

A11.如態樣 A9 之方法，夾持該陶瓷片之該步驟包含夾持該陶瓷片，使得該陶瓷片自該形成表面懸離從而使得該陶瓷片在一接觸位置處接觸該熔融半導體材料，且此後該形成表面在該接觸位置對面接觸該陶瓷片。

A12.如態樣 A11 之方法，該接觸位置包含該陶瓷片之中心。

A13.如態樣 A10 之方法，該至少兩個陶瓷片中之兩者具有彼此不同的組成物。

A14.如態樣 A10 之方法，至少兩個鄰近陶瓷片由不彼此強烈黏附之材料組成。

A15.如態樣 A13 之方法，至少一陶瓷片具有相對低於至少一其他陶瓷片之一成核傾向。

A16.如態樣 A13 之方法，至少一陶瓷片具有相對大於至少一其他陶瓷片的熱傳遞抗性之一熱傳遞抗性。

A17.如態樣 A8 之方法，其進一步包含以下步驟：藉由提供一壓力差型態以使得在該形成表面之至少一部分處的壓力小於在該陶瓷片之背離該形成表面的一面處之壓力來將該陶瓷片緊固至該形成表面。

A18.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片包含一多孔片。

A19.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片選自由以下各者組成之群組：二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽及碳氮氧化矽。

A20.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片具有在約 1 微米與約

15 微米之間的質量等效厚度。

A21.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片具有在約 2 微米與約 5 微米之間的質量等效厚度。

A22.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片為可撓性的。

A23.如態樣 A22 之方法，該陶瓷片之該可撓性特徵在於在不發生任何破裂的情況下將該片彎曲至一半徑之能力，該半徑小於約 325 毫米且較佳小於約 150 毫米且最佳小於 2 毫米。

A24.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片為多孔的。

A25.如態樣 A24 之方法，該孔隙率之程度為自約 1%至高達約 80%。

A26.如態樣 A24 之方法，該陶瓷片具有開口，該等開口具有在約 1 微米與約 100 微米之間的直徑。

A27.如態樣 A1 之方法，其進一步包含以下步驟：相對於該形成表面來給該陶瓷片充電，且藉由在該形成表面上建立一電壓來將該陶瓷片附接至該形成表面。

A28.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片具有按重量比例計小於約百萬分之 5 的過渡金屬。

A29.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片能夠在不降解的情況下耐受至少約 1400°C 之一溫度達足夠用於一半導體主體的固化之接觸持續時間。

A30.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片包含經熔化之材料。

A31.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片包含經燒結之材料。

A32.如態樣 A30 之方法，該經熔化材料係自針狀粒子

熔化而成。

A33.如態樣 A30 之方法，該經熔化材料係自等軸粒子熔化而成。

A34.如態樣 A1 之方法，該陶瓷片之材料具有低於該形成表面的材料之使該半導體的晶粒成核之潛力。

B1.一種獨立的多孔陶瓷主體，其包含一材料之一互連網路，該材料具有小於 10 微米的 ME 厚度及一第一表面及一相對表面，該固體材料能夠耐受在至少約 1400°C 下與一熔融半導體接觸達足夠形成一半導體主體之接觸持續時間且該固體材料具有按重量比例計小於約百萬分之 5 的過渡金屬。

B2.如態樣 B1 之主體，該材料網路界定開口，該等開口具有在約 1 微米與約 100 微米之間的一直徑。

B3.如態樣 B1 之主體，該材料網路具有在約 1%與約 80%之間的孔隙率。

B4.如態樣 B1 之主體，該材料選自由以下各者組成之群組：二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽及碳氮氧化矽。

B5.如態樣 B1 之主體，該材料具有低於石墨之使半導體材料晶粒成核之傾向。

B6.如態樣 B1 之主體，其進一步包含一第二此類主體，該第一主體及該第二主體由彼此不強烈黏附之主體組成。

C1.一種總成，其包含：

a.一多孔模，其具有一形成表面；

b.一獨立的多孔耐火陶瓷片，其具有一第一表面及第二表面，該陶瓷片在該第一表面處緊固至該模之該形成表面；

c.一半導體主體，其直接自某量之熔融半導體材料形成且緊固至該陶瓷片之該第二表面。

C2.如態樣 C1 之總成，其進一步包含一第二陶瓷片，該第二陶瓷片在該第一陶瓷片與該形成表面之間且緊固至該第一陶瓷片及該形成表面中之每一者。

C3.如態樣 C2 之總成，該第一陶瓷片及該第二陶瓷片具有彼此不同之組成物。

【圖式簡單說明】

圖 1 為用於供本發明使用之已知氣室及耐火模製片之示意性表示。

圖 2 為此類已知氣室之示意性表示，其中耐火模製片 35 具有紋理化表面 9。

圖 3A、圖 3B、圖 3C 及圖 3D 為使用諸如在圖 1 中所展示的氣室之已知方法步驟的示意性表示，其中：

圖 3A 展示接觸熔融表面之耐火模製片；

圖 3B 展示形成於該模製片上之半導體的主體；

圖 3C 展示自該熔融物移除之氣室及模製片總成；且

圖 3D 展示在該氣室中的真空釋放時自該模製片釋放之所形成的半導體主體；

圖 4A 至圖 4G 示意性地展示隨著模製片朝向熔融半導體材料前進而使用本發明的插入片之一序列步驟，該插入片藉由在其邊緣處夾持而緊固至該模製片，其中：

圖 4A 展示緊固至形成表面之插入片，其中其中心懸置且與該形成表面的中心間隔開；

圖 4B 展示剛剛接觸該熔融表面之插入片；

圖 4C 展示在整個片區域上接觸該熔融表面之插入片；

圖 4D 展示接觸該插入片之遠離該熔融表面的背表面之形成表面；

圖 4E 展示正在該插入片上形成之半導體主體；

圖 4F 展示自該熔融半導體材料提出之該模製片及形成表面，其在該插入片上載有經固化之半導體主體；且

圖 4G 展示與該形成表面分離之插入片，其仍載有該經固化之半導體主體；

圖 5A 至圖 5D 示意性展示隨著模製片朝向該熔融半導體材料前進而使用本發明之插入片的一序列步驟，該插入片藉由用於與坩堝一起使用的未圖示之構件而緊固至該模製片，該坩堝具有相對低於另一壁之一壁，其中：

圖 5A 展示緊固至形成表面且實質上在其全範圍上接觸該形成表面之插入片；

圖 5B 展示以高於該相對較低壁之彎液面剛剛接觸該熔融表面之插入片；

圖 5C 展示沿著箭頭 M 的方向進一步前進之插入片及模製片，其具有在該模製片上固化之顯著範圍的半導體；且

圖 5D 展示在該插入片上之完全形成的半導體主體及自模製片總成移出之坩堝；

圖 6A 至圖 6C 示意性展示顯微照相之數位影像，其描

繪本發明之插入片的孔隙率範圍及孔之組態及固體基礎，
其中：

圖 6A 展示孔隙最少之插入片；

圖 6B 展示中等多孔之插入片；

圖 6C 展示較多孔之插入片。

【主要元件符號說明】

1：真空氣室

3：空腔

4：薄片表面

5：薄片

6：薄片表面

7：端口

8：總成

11：坩堝

13：矽熔融物

15：熔融物之表面

17：真空

19：矽片

35：耐熱模製片

41：支撐頭

45：模製片

46：模製片形成表面

47：真空

51：支撐頭總成

55：模製片

57：真空

413：熔融半導體材料

415：熔融半導體材料之表面

419：半導體主體

430：插入片

432：插入片之中心

433：插入片之背側

434：夾具

511：坩堝

513：熔融液

515：半導體彎液面

519：半導體主體

530：插入片

542：較低壁

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100144314

※申請日：100年12月1日 ※IPC 分類：H01L 21/30 (2006.01)
H01L 31/068 (2012.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用獨立式插入片從熔融材料製造半導體主體

MAKING SEMICONDUCTOR BODIES FROM MOLTEN
MATERIAL USING A FREE-STANDING INTERPOSER
SHEET

二、中文發明摘要：

一種插入片可用於製造如矽之半導體主體，如用於太陽能電池使用。該插入片為獨立的、極薄、可撓、多孔，且能夠在不降解的情況下耐受熔融半導體之化學及熱環境。該插入片通常由陶瓷材料製成，如二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽、碳氮氧化矽及其他材料。該插入片設置於一模製片之一形成表面與將形成一半導體主體之熔融材料之間。可將該插入片緊固至該形成表面或沉積於該熔融物上。該插入片抑制晶粒成核，且限制來自該熔融物之熱流。該插入片促進該半導體主體與該形成表面之分離。可在該插入片使用之前製造該插入片。因為獨立且不黏附至該形成表面，所以 CTE 不匹配之問題得以最小化。該插入片及半導體主體以相對獨立於該形成表面之方式自由膨脹及收縮。

三、英文發明摘要：

An interposer sheet can be used for making semiconductor bodies, such as of silicon, such as for solar cell use. It is free-standing, very thin, flexible, porous and able to withstand the chemical and thermal environment of molten semiconductor without degradation. It is typically of a ceramic material, such as silica, silicon nitride, silicon oxynitride, silicon oxycarbide, silicon carbide, silicon carbonitride, silicon oxycarbonitride and others. It is provided between a forming surface of a mold sheet, and the molten material from which a semiconductor body will be formed. It may be secured to the forming surface or deposited upon the melt. The interposer sheet suppresses grain nucleation, and limits heat flow from the melt. It promotes separation of the semiconductor body from the forming surface. It can be fabricated before its use. Because free-standing and not adhered to the forming surface, problems of mismatch of CTE are minimized. The interposer sheet and semiconductor body are free to expand and contract relatively independently of the forming surface.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 4A。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

41：支撐頭

45：模製片

46：形成表面/模製片

47：真空

413：熔融物

415：熔融物之表面

430：插入片

432：插入片之中心

434：夾具

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

七、申請專利範圍：

1.一種用於製造半導體主體之方法，該方法包含以下步驟：

a.提供具有表面之熔融半導體材料；

b.提供包含形成表面之多孔模；

c.在形成表面與熔融半導體材料之間提供獨立陶瓷片，該獨立陶瓷片為可撓性的；

d.使形成表面接觸獨立陶瓷片，且使獨立陶瓷片接觸熔融半導體材料之表面達一接觸持續時間，使得熔融半導體材料在獨立陶瓷片上固化形成半導體主體；及

e.使經固化的半導體主體自與熔融半導體材料之接觸移除，同時仍接觸獨立陶瓷片。

2.如申請專利範圍第1項之方法，半導體材料包含矽。

3.如申請專利範圍第2項之方法，半導體主體包含太陽能電池元件。

4.如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含：提供壓力差型態，使得在該形成表面之至少一部分處的壓力小於在熔融半導體材料表面處之壓力，使得在接觸持續時間之至少一部分中，壓力差型態存在。

5.如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含以下步驟：在低於半導體材料之熔融點之溫度下提供該形成表面之至少一部分達接觸持續時間之至少一部分。

6.如申請專利範圍第4項之方法，其進一步包含以下步驟：減小壓力差型態之程度，藉此促成自形成表面脫離獨

立陶瓷片及經固化的半導體主體中之至少一者。

7.如申請專利範圍第1項之方法，提供獨立陶瓷片之步驟包含在熔融半導體材料上提供獨立陶瓷片。

8.如申請專利範圍第1項之方法，提供獨立陶瓷片之步驟包含在形成表面上提供獨立陶瓷片。

9.如申請專利範圍第8項之方法，其進一步包含以下步驟：將獨立陶瓷片夾持至形成表面。

10.如申請專利範圍第9項之方法，其進一步包含以下步驟：在形成表面與熔融半導體材料之間提供至少一額外陶瓷片。

11.如申請專利範圍第9項之方法，夾持獨立陶瓷片之步驟包含夾持獨立陶瓷片，使得獨立陶瓷片自該形成表面懸離從而使得獨立陶瓷片在接觸位置處接觸熔融半導體材料，且此後形成表面在接觸位置對面接觸獨立陶瓷片。

12.如申請專利範圍第11項之方法，接觸位置包含獨立陶瓷片之中心。

13.如申請專利範圍第10項之方法，至少兩個陶瓷片中之兩者具有彼此不同的組成物。

14.如申請專利範圍第10項之方法，至少兩個鄰近陶瓷片由不彼此強烈黏附之材料組成。

15.如申請專利範圍第13項之方法，至少一陶瓷片具有相對低於至少一其他陶瓷片之成核傾向。

16.如申請專利範圍第13項之方法，至少一陶瓷片具有相對大於至少一其他陶瓷片的熱傳遞抗性之熱傳遞抗性。

17.如申請專利範圍第 8 項之方法，其進一步包含以下步驟：藉由提供壓力差型態以使得在該形成表面之至少一部分處的壓力小於在該獨立陶瓷片之背離該形成表面的一面處之壓力來將該獨立陶瓷片緊固至該形成表面。

18.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片包含多孔片。

19.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片選自由以下各者組成之群組：二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、碳氧化矽、碳化矽、碳氮化矽及碳氮氧化矽。

20.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片具有在約 1 微米與約 15 微米之間的質量等效厚度。

21.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片具有在約 2 微米與約 5 微米之間的質量等效厚度。

22.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片之該可撓性特徵在於在不發生任何破裂的情況下將該片彎曲至一半徑之能力，該半徑小於約 325 毫米。

23.如申請專利範圍第 22 項之方法，該獨立陶瓷片之該可撓性特徵在於在不發生任何破裂的情況下將該片彎曲至一半徑之能力，該半徑小於約 150 毫米。

24.如申請專利範圍第 22 項之方法，該獨立陶瓷片之該可撓性特徵在於在不發生任何破裂的情況下將該片彎曲至一半徑之能力，該半徑小於 2 毫米。

25.如申請專利範圍第 1 項之方法：該獨立陶瓷片為多孔的。

26.如申請專利範圍第 25 項之方法，該獨立陶瓷片之孔隙率之程度為自約 1%至高達約 80%。

27.如申請專利範圍第 25 項之方法，該獨立陶瓷片具有開口，該等開口具有在約 1 微米與約 100 微米之間的直徑。

28.如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含以下步驟：相對於該形成表面來給該獨立陶瓷片充電，且藉由在該形成表面上建立電壓來將該獨立陶瓷片附接至該形成表面。

29.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片具有按重量比例計小於約百萬分之 5 的過渡金屬。

30.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片能夠在不降解的情況下耐受至少約 1400°C 之溫度達足夠用於半導體主體的固化之接觸持續時間。

31.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片包含經熔化材料。

32.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片包含經燒結材料。

33.如申請專利範圍第 31 項之方法，該經熔化材料係自針狀粒子熔化而成。

34.如申請專利範圍第 31 項之方法，該經熔化材料係自等軸粒子熔化而成。

35.如申請專利範圍第 1 項之方法，該獨立陶瓷片之材料具有低於該形成表面的材料之使該半導體的晶粒成核之潛力。

八、圖式：

(如次頁)