



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201344135 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：102104068

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 01 日

(51)Int. Cl. : **F27B14/10 (2006.01)**

C30B15/10 (2006.01)

(30)優先權：2012/02/01 美國

61/593,565

(71)申請人：MEMC 新加坡有限公司 (新加坡) MEMC SINGAPORE PTE, LTD. (SG)
新加坡

(72)發明人：菲利普 理查 J PHILLIPS, RICHARD J. (US) ; 海斯 夏恩 HAYES, SHAWN
(US) ; 達斯潘德 安德亞 DESHPANDE, ADITYA (US) ; 卡斯瑟利 賈桑卡
KASTHURI, JAISHANKAR (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：37 項 圖式數：1 共 21 頁

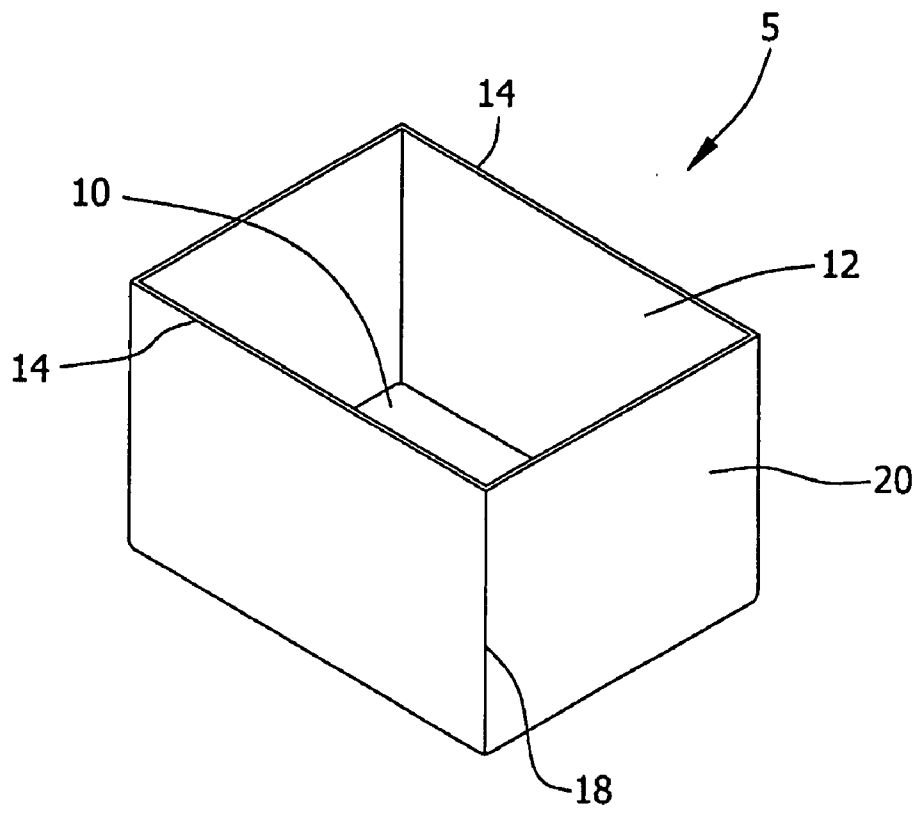
(54)名稱

用於容納熔融材料之坩堝及其生產，使用方法

CRUCIBLES FOR HOLDING MOLTEN MATERIAL AND METHODS FOR PRODUCING THEM
AND FOR THEIR USE

(57)摘要

本發明揭示用於容納熔融材料之塗層坩堝。在一些實施例中，該等坩堝係用以藉由一定向凝固製程製備多結晶體矽晶錠。本發明亦揭示用於製備此等坩堝之方法及藉由使用此等坩堝製備矽晶錠之方法。



- 5：坩堝主體
- 10：底部/基座
- 12：內表面
- 14：側壁
- 18：角隅
- 20：外表面

圖 1



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201344135 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：102104068

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 01 日

(51)Int. Cl. : **F27B14/10 (2006.01)**

C30B15/10 (2006.01)

(30)優先權：2012/02/01 美國

61/593,565

(71)申請人：MEMC 新加坡有限公司 (新加坡) MEMC SINGAPORE PTE, LTD. (SG)
新加坡

(72)發明人：菲利普 理查 J PHILLIPS, RICHARD J. (US)；海斯 夏恩 HAYES, SHAWN
(US)；達斯潘德 安德亞 DESHPANDE, ADITYA (US)；卡斯瑟利 賈桑卡
KASTHURI, JAISHANKAR (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：37 項 圖式數：1 共 21 頁

(54)名稱

用於容納熔融材料之坩堝及其生產，使用方法

CRUCIBLES FOR HOLDING MOLTEN MATERIAL AND METHODS FOR PRODUCING THEM
AND FOR THEIR USE

(57)摘要

本發明揭示用於容納熔融材料之塗層坩堝。在一些實施例中，該等坩堝係用以藉由一定向凝固製程製備多結晶體矽晶錠。本發明亦揭示用於製備此等坩堝之方法及藉由使用此等坩堝製備矽晶錠之方法。

發明摘要

※ 申請案號：102108068

※ 申請日：102.2.1

※IPC 分類：F27B¹⁴/₁₀ (2006.01)
C30B¹⁵/₁₀ (2006.01)

【發明名稱】

用於容納熔融材料之坩堝及其生產，使用方法

CRUCIBLES FOR HOLDING MOLTEN MATERIAL AND

METHODS FOR PRODUCING THEM AND FOR THEIR USE

【中文】

本發明揭示用於容納熔融材料之塗層坩堝。在一些實施例中，該等坩堝係用以藉由一定向凝固製程製備多結晶體矽晶錠。本發明亦揭示用於製備此等坩堝之方法及藉由使用此等坩堝製備矽晶錠之方法。

【英文】

Coated crucibles for holding molten material are disclosed. In some embodiments, the crucibles are used to prepare multicrystalline silicon ingots by a directional solidification process. Methods for preparing such crucibles and methods for preparing silicon ingots by use of such crucibles are also disclosed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

5	坩堝主體
10	底部/基座
12	內表面
14	側壁
18	角隅
20	外表面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

用於容納熔融材料之坩堝及其生產，使用方法

CRUCIBLES FOR HOLDING MOLTEN MATERIAL AND

METHODS FOR PRODUCING THEM AND FOR THEIR USE

相關申請案交互參考

本申請案主張2012年2月1日申請之美國臨時申請案第61/593,565號之權利，該案係以引用方式全部併入本文。

【技術領域】

本發明之領域係關於用於容納熔融材料且特定言之用於藉由一定向凝固製程製備多結晶體矽晶錠之塗層坩堝。其他態樣包含用於製備此等坩堝之方法及藉由使用此等坩堝製備矽晶錠之方法。

【先前技術】

用於生產太陽能之習知光伏打電池利用多結晶體矽。多結晶體矽係習知以其中在一坩堝中熔融矽且在一分離或相同坩堝中定向凝固矽之一定向凝固(DS)製程而生產。控制晶錠之凝固使得熔融矽在鑄造之凝固之前不定向地凝固。以此方式生產之多結晶體矽係晶粒之一凝聚，其中歸因於坩堝壁處之不均質凝核點之高密度，該等晶粒之取向相對於彼此大體上隨機。該矽在本質上亦可至少部分呈柱狀。一旦形成該多結晶體晶錠，即可將該晶錠切割為若干塊並進一步切割為晶圓。歸因於多結晶體矽與典型的單晶矽生產相比，由較高產出率所致成本較低、勞動力密集操作較少及供應成本減小，其大體上係光伏打電池之較佳矽源而非單晶矽。

在習知坩堝之凝固期間，隨著晶錠凝固，該坩堝之部分可進入熔體且在矽晶錠中(尤其在該晶錠之上層部分處)形成內含物。不限於

一特定理論，據信脫模塗層之部分(尤其係包括 Si_3N_4 之脫模塗層)可進入熔體。該熔體中之氮氣濃度可達到氮氣在矽中之溶度限度，使得 Si_3N_4 可在達到該溶度限度之後猶存，進而導致在該晶錠中形成內含物。在凝固期間及之後，必須在不導致該晶錠破裂之情況下自該坩堝脫模凝固的晶錠。

持續要求存在減小矽晶錠中之內含物含量並容許在破裂之發生率減小之情況下脫模該晶錠之坩堝。亦持續要求存在用於生產此等坩堝之方法及藉由使用此等坩堝製備晶錠之方法。

此章節旨在向讀者介紹此項技術之各種態樣，其等可與本發明之各種態樣有關，其等在下文予以描述及/或陳述。據信此論述有助於對讀者提供背景資訊以促進更好地理解本發明之各種態樣。因此，應瞭解，此等陳述係從此角度來閱讀且並未被視為先前技術。

【發明內容】

本發明之一態樣係針對一種用於容納熔融材料之坩堝。該坩堝包含具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁之一主體。該底部及該側壁界定用於容納該熔融材料之一腔。該側壁具有一內表面及一外表面。該坩堝包含包括氧化鋯之一脫模塗層及安置在該脫模塗層與該側壁之內表面之至少一部分之間之一黏合劑塗層。

本發明之另一態樣係針對一種用於生產具有一主體、一黏合劑塗層及一脫模塗層之一坩堝之方法。該主體具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁。該底部及該側壁界定用於容納該熔融材料之一腔。該側壁具有一內表面。在該側壁之內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融黏合劑材料。凝固該黏合劑材料以形成一黏合劑塗層。該黏合劑塗層具有一內表面。在該黏合劑塗層之內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融脫模材料。凝固該黏合劑塗層以形成一脫模塗層。

本發明之一進一步態樣係針對一種用於製備一多結晶體矽晶錠之方法。將多晶矽裝載至一塗層坩堝中以形成一矽充填。該坩堝具有一主體，該主體具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁。該底部及該側壁界定用於容納該充填之一腔。該側壁具有一內表面及一外表面。該坩堝具有包括氧化鋁之一脫模塗層及安置在該脫模塗層與該側壁之內表面之至少一部分之間之一黏合劑塗層。將該矽充填加熱至高於約該充填之熔融溫度之一溫度以形成一矽熔體。定向凝固該矽熔體以形成一多結晶體矽晶錠。

本發明之又另一態樣係針對一種用於在一坩堝中之製備一多結晶體矽晶錠之方法。該坩堝包括一主體，該主體具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁。該底部及該側壁界定用於容納一矽充填之一腔。該側壁具有一內表面及一外表面。在該側壁之內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融黏合劑材料以形成一黏合劑塗層。該黏合劑塗層具有一內表面。在該黏合劑塗層之內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融脫模材料以形成一脫模塗層。將多晶矽裝載至該塗層坩堝中以形成一矽充填。將該矽充填加熱至高於約該充填之熔融溫度之一溫度以形成一矽熔體。定向凝固該矽熔體以形成一多結晶體矽晶錠。

對本發明之上述提及的態樣進行註釋之特徵存在各種改善。進一步特徵亦可併入本發明之上述提及的態樣中。此等改善及額外的特徵可個別或以任何組合存在。例如，下文對本發明之所圖解說明之實施例之任一者進行論述之各種特徵可單獨或以任何組合併入本發明之上述態樣之任一者中。

【圖式簡單說明】

圖1係一坩堝主體之一透視圖。

【實施方式】

根據本發明之實施例，已發現具有一黏合劑塗層(例如，鉍、鎂、鈣、銻或鏷之氧化物或矽酸鹽)且在該黏合劑塗層上安置氧化鋇頂部塗層之坩堝致使所製備之晶錠具有相對較少的內含物。在一些實施例中，該等坩堝亦增強坩堝之一晶錠脫模特性。晶錠脫模特性包含該晶錠脫模冷卻期間之晶錠之能力(即，使坩堝未黏附至該晶錠之能力)及在不導致晶錠破裂之情況下脫模該晶錠之能力。晶錠黏附之證據包含(例如)：(1)即使在室溫下晶錠亦無法自坩堝脫模，(2)脫模時晶錠破裂的含量及/或(3)在晶錠脫模之後黏住坩堝之凝固材料之存在及含量。

坩堝主體起始材料

現在參考圖1，概括地以數字5指定用於本發明之實施例之一坩堝主體。該坩堝主體5具有一底部10及自該基座或底部10延伸之一側壁14。雖然該坩堝主體5經圖解說明具有所示之四個側壁14，但是應瞭解在不脫離本發明之範疇之情況下該坩堝主體5可包含少於四個側壁或可包含四個以上側壁。又，側壁14之間之角隅18可以適用於形成該坩堝主體之外殼之任何角度彼此連接且可如圖1中所示般呈銳角或可為圓形。在一些實施例中，該坩堝主體具有大體上為圓柱形形狀之一側壁。該坩堝主體5之側壁14具有一內表面12及一外表面20。該坩堝主體5大體上敞開，即，該主體可能不包含一頂部。然而，應注意，在不脫離本發明之範疇下該坩堝主體5可具有與該底部10相對之一頂部(未展示)。

在本發明之若干實施例中，該坩堝主體5具有實質上相等長度之四個側壁14(例如，該坩堝具有一大體上正方形基座10)。該等側壁14之長度可為至少約25 cm，至少約50 cm，至少約75 cm，至少約100 cm或甚至至少125 cm(例如，自約25 cm至約200 cm或自約50 cm至約175 cm)。該等側壁14之高度可為至少約15 cm，至少約25 cm，至少

約35 cm或甚至至少約50 cm(例如，自約15 cm至約100 cm或自約25 cm至約80 cm)。就此而言，該坩堝之體積(在其中使用一正方形或矩形基座或該坩堝為圓柱形或圓形之實施例或在其中使用另一形狀之實施例中)可為至少約0.005 m³，至少約0.05 m³，至少約0.15 m³，至少約0.25 m³，至少約0.50 m³或甚至至少約1.00 m³(例如，自約0.005 m³至約1.5 m³或自約0.25 m³至約1.5 m³)。進一步就此而言，應瞭解在不脫離本發明之範疇之情況下可使用除如上所述之實施例以外的坩堝形狀及尺寸。

該坩堝主體5可由適用於凝固熔融材料(例如，凝固熔融矽)之任何材料構造。例如，該坩堝可由選自矽石、氮化矽、碳化矽、石墨、富鋁紅柱石、其等混合物及複合物之一材料構造。在一些實施例中，該坩堝主體由石英製成。該材料較佳地能夠承受熔融並凝固材料(例如，矽)之溫度。例如，該坩堝材料適用於在至少約300°C、至少約1000°C或甚至至少約1580°C下熔融並凝固材料持續至少約10小時或甚至多達200小時或甚至更久。

該底部10及該等側壁14之厚度可取決於包含(例如)以下各者之多個變數而改變：材料在處理溫度下的強度、坩堝構造之方法、選取的凝固材料及加熱爐及製程設計。一般而言，該坩堝主體之厚度(即，側壁及/或底部)可自約5 mm至約50 mm、自約10 mm至約40 mm或自約15 mm至約25 mm。

坩堝塗層材料及塗層方法

在本發明之一些實施例中，上述該坩堝主體5之側壁14之內表面12之至少一部分塗佈有一黏合劑塗層及安置在該黏合劑塗層上之一脫模塗層。該脫模塗層(及亦可能該黏合劑塗層之至少一部分)在凝固晶錠之脫模期間自該主體脫層，進而致使得以晶錠破裂之一較低發生率脫模該晶錠。該黏合劑塗層亦可藉由用作防止該脫模塗層直接與該坩

竭主體黏合之一障壁而增強晶錠之脫模。

沈積在該脫模塗層與該側壁之內表面之至少一部分之間之黏合劑塗層可為選自氧化鋁、氧化鎂、氧化鈣、氧化鈾、氧化釷、矽酸鋁、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸鈾及矽酸釷之氧化物或矽酸鹽。該黏合劑塗層可含有至少約2重量百分比的一種或多種此等材料，如在其他實施例中，至少約10重量百分比、至少約40重量百分比、至少約70重量百分比、至少約80重量百分比、至少約90重量百分比、至少約95重量百分比或甚至至少約99重量百分比此等材料(例如，選自以下各者之自約10重量百分比至約100重量百分比、自約40重量百分比至約100重量百分比、自約80重量百分比至約100重量百分比、自約90重量百分比至約100重量百分比或自約90重量百分比至約99重量百分比的材料：氧化鋁、氧化鎂、氧化鈣、氧化鈾、氧化釷、矽酸鋁、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸鈾及矽酸釷)。在一些實施例中，該黏合劑塗層係氧化鋁(例如，含有至少約75重量百分比氧化鋁、至少約90重量百分比氧化鋁、至少約99重量百分比氧化鋁或甚至基本上由氧化鋁組成(即，由氧化鋁及雜質組成)或由氧化鋁組成。

一脫模塗層係安置在該黏合劑塗層之表面上。該脫模塗層在晶錠生長期間接觸熔融材料(例如，矽)。該脫模塗層具有不同於該黏合劑塗層之一組份且通常包括氧化鋁。較佳地，氧化鋁脫模塗層含有諸如氧化鋁、氧化鈣或氧化鎂之一穩定劑。該穩定劑將氧化鋁之晶體結構變更為更能承受凝固操作期間使用的高溫之一結構。在一些實施例中，該脫模塗層中之氧化鈣完全穩定。在其中使用氧化鋁作為穩定劑之實施例中，當氧化鋁對氧化鋁之莫耳比為至少約2:23(即，當僅存在氧化鋁及氧化鋁時，氧化鋁約8%)時，氧化鋁可完全穩定。因此，在其中氧化鋁完全穩定之情況中，該脫模塗層中之氧化鋁對氧化鋁之莫耳比可為至少約2:23、至少約1:10、至少約1:5或至少約1:1(例如，

自約2:23至約2:1、自約2:23至約1:1、自約2:23至約1:5或自約1:10至約1:1)。

在其他實施例中，氧化鋯僅部分穩定(即，當使用氧化釔作為穩定劑時，氧化釔對氧化鋯之莫耳比小於約2:23)或不穩定(即，實質上不含穩定劑材料)。在各種實施例中(即，氧化鋯穩定、部分穩定或不穩定)，該脫模塗層可含有至少約30重量百分比氧化鋯或至少約45重量百分比、至少約60重量百分比、至少約70重量百分比或自約30重量百分比至約100重量百分比、自約30重量百分比至約90重量百分比、自約30重量百分比至約80重量百分比或自約60重量百分比至約80重量百分比氧化鋯。

可藉由熟習此項技術者可用的任何方法塗敷該黏合劑塗層及該脫模塗層。可藉由使用一滑片塗敷該黏合劑塗層及/或該脫模塗層(例如，塗敷含有陶瓷材料及稀釋劑或其他可選添加劑之一液體塗層組份)，後續接著一或多個燒結操作或化學氣相沈積、氣溶膠噴塗或此等操作之任何組合。

較佳地，藉由熱噴塗塗敷該黏合劑塗層及/或該脫模塗層。熱噴塗可涉及將塗層材料(例如，諸如氧化釔、氧化鎂或氧化鈣之黏合劑材料或諸如氧化鋯之脫模材料(穩定或不穩定))之一粉末加熱至該材料部分或完全熔融之一溫度及在坩堝上噴塗該熔融材料。可藉由使用一電漿或使用可燃氣體加熱該粉末材料。在塗敷之後，該熔融材料冷卻並凝固。就此而言，較佳的是，由於已發現熱噴塗生產一相對密集且充分黏附的塗層且由此等坩堝生產之晶錠可具有少於其中藉由其他方法(例如，滑片塗層)塗敷該等塗層之坩堝中凝固之晶錠之內含物，所以藉由熱噴塗來塗敷該黏合劑塗層及/或脫模塗層。可由熟習此項技術者所熟悉的處理條件中選擇熱噴塗操作期間使用的處理條件(例如，粒子大小、溫度、壓力、周圍環境等等)且可選擇該等處理條件

以生產屬於本文描述之厚度及密度範圍內之塗層。

在本發明之一些實施例中，該黏合劑塗層具有至少約10 μm 、至少約50 μm 、至少約75 μm 或至少約100 μm (例如，自約10 μm 至約1 mm、自約10 μm 至約500 μm 或自約50 μm 至約500 μm)之一厚度。或者或此外，該脫模塗層之厚度可為至少約10 μm 、至少約50 μm 、至少約75 μm 或至少約100 μm (例如，自約10 μm 至約1 mm、自約10 μm 至約500 μm 或自約50 μm 至約500 μm)。該黏合劑塗層及/或該脫模塗層之密度可為至少約50%(其中剩餘部分係該塗層中之空隙)或如在其他實施例中，至少約60%、至少約70%、至少約80%、至少約90%、至少約92%、至少約94%、至少約97%或甚至至少約99%(例如，自約50%至約100%、自約70%至約99%或自約90%至約99%)。

一般而言，可單獨或組合地將本文描述之塗層組份塗敷於坩堝之側壁之內表面之至少一部分或坩堝之側壁之整個內表面且亦塗敷於坩堝之底部。若坩堝包含一個以上側壁，則可將該塗層組份塗敷於一或多個側壁之內表面之至少一部分或一或多個側壁之整個表面，且可將該塗層組份塗敷於所有該等側壁之整個內表面。

製備一晶錠之方法

在本發明之一態樣中，藉由使用如上所述之一塗層坩堝製備晶錠及在一些實施例中製備矽晶錠。該坩堝係載有期望被熔融之材料之一充填。通常，該材料係一金屬或類金屬，諸如(例如)矽、鍺、氮化鎵或砷化鎵。在其中期望藉由一定向凝固製程生產之多結晶體矽晶錠之實施例中，可將多晶矽裝載至一塗層坩堝中以形成矽充填。上文大體上描述可塗敷有多晶矽之塗層坩堝。用於結晶之方法大體上係藉由 K. Fujiwara 等人 2006 年發表在 *Journal of Crystal Growth* 292 第 282 頁至第 285 頁的 *Directional Growth Medium to Obtain High Quality Polycrystalline Silicon from its Melt* 中加以描述，該文獻係為所有相關

且一致目的而以引用方式併入本文。

一旦裝載至本發明之塗層坩堝中，即可將該充填(例如，多晶矽)加熱至高於約該充填之熔融溫度之一溫度以形成一熔體。在其中期望矽晶錠之實施例中，可將該矽充填加熱至至少約1410°C以形成矽熔體，且在另一實施例中，加熱至至少約1450°C以形成矽熔體。一旦已製備矽熔體，即可在諸如(例如)一定向凝固製程中凝固該熔體。接著可將該晶錠切割為尺寸匹配一所要太陽能電池之若干尺寸之一段或多段。可藉由憑藉使用(例如)一線鋸切開此等段而製備晶圓以生產切開的晶圓。

藉由定向凝固生產之多結晶體矽係晶粒之一凝聚，其中歸因於坩堝壁處之不均質凝核點之高密度，該等晶粒之取向相對於彼此大體上隨機。該矽在本質上亦可至少部分呈柱狀。所得多結晶體矽晶錠可具有自約1 mm至約15 mm之一平均標稱晶粒大小，且在其他實施例中，具有自約5 mm至約25 mm或自約5 mm至約15 mm之一平均標稱結晶晶粒大小。

可藉由使用(例如)一線鋸切開晶錠來生產矽晶圓。所得矽晶圓具有上文針對多結晶體晶錠所述之平均標稱結晶晶粒大小。

在晶錠脫模之後，可再使用坩堝達多個循環(例如，至少約兩個、至少約三個或至少約五個或更多個循環)。在一些實施例中，在一後續晶錠凝固之前將脫模塗層再塗敷於坩堝。

當引入本發明及其等實施例之元件時，冠詞「一」、「一個」、「該」及「該」旨在意謂存在一或多個該等元件。術語「包括」、「包含」、「含有」及「具有」旨在包含且意謂可存在除該等所列出元件以外的額外元件。使用指示一特定定向(例如，「頂部」、「底部」、「側」等等)之術語係為便於描述之目的且無需所述之諸項之任何特定定向。

由於在不脫離本發明之範疇之情況下可對上述構造及方法作出各種改變，故旨在上述描述中含有且隨附圖式中所示之所有事項應被解釋為闡釋性且不被解釋為一限制性意義。

【符號說明】

5	坩堝主體
10	底部/基座
12	內表面
14	側壁
18	角隅
20	外表面

申請專利範圍

1. 一種用於容納熔融材料之坩堝，該坩堝包括：
 - 一主體，其具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁，該底部及該側壁界定用於容納該熔融材料之一腔，該側壁具有一內表面及一外表面；
 - 一脫模塗層，其包括氧化鋯；及
 - 一黏合劑塗層，其安置在該脫模塗層與該側壁之該內表面之至少一部分之間。
2. 如請求項1之坩堝，其中該脫模塗層包括至少約10重量百分比氧化鋯。
3. 如請求項1或2之坩堝，其中該脫模塗層包括選自由氧化鋯、氧化鈣及氧化鎂組成之群組之一穩定劑。
4. 如請求項3之坩堝，其中該氧化鋯完全穩定。
5. 如請求項3或4之坩堝，其中該穩定劑係氧化鋯。
6. 如請求項5之坩堝，其中氧化鋯對氧化鋯之莫耳比可為至少約2:23。
7. 如請求項1至6中任一項之坩堝，其中該黏合劑塗層包括選自由氧化鋯、氧化鎂、氧化鈣、氧化鈾、氧化釷、矽酸鋯、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸鈾及矽酸釷組成之群組之氧化物或矽酸鹽。
8. 如請求項7之坩堝，其中該黏合劑塗層包括至少約10重量百分比的氧化鋯、氧化鎂、氧化鈣、氧化鈾、氧化釷、矽酸鋯、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸鈾及/或矽酸釷。
9. 如請求項1至6中任一項之坩堝，其中該黏合劑塗層包括氧化鋯。
10. 如請求項9之坩堝，其中該黏合劑塗層包括至少約75重量百分比

氧化釔。

11. 如請求項9之坩堝，其中該黏合劑塗層基本上由氧化釔組成。
12. 如請求項1至11中任一項之坩堝，其中該主體包括選自矽石、氮化矽、碳化矽、石墨及富鋁紅柱石之一材料。
13. 如請求項1至12中任一項之坩堝，其中該黏合劑塗層之厚度係至少約10 μm 。
14. 如請求項1至13中任一項之坩堝，其中該脫模塗層之厚度係至少約10 μm 。
15. 如請求項1至14中任一項之坩堝，其中該黏合劑塗層之密度係至少約50%。
16. 如請求項1至15中任一項之坩堝，其中該脫模塗層之密度係至少約50%。
17. 一種方法，其用於生產具有一主體、一黏合劑塗層及一脫模塗層之一坩堝，該主體具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁，該底部及該側壁界定用於容納熔融材料之一腔，該側壁具有一內表面，該方法包括：

在該側壁之該內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融黏合劑材料；

凝固該黏合劑材料以形成一黏合劑塗層，該黏合劑塗層具有一內表面；

在該黏合劑塗層之該內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融脫模材料；及

凝固該黏合劑材料以形成一脫模塗層。

18. 如請求項17之方法，其中該脫模塗層包括至少約30重量百分比氧化鋯。
19. 如請求項17或18之方法，其中該脫模塗層包括選自由氧化釔、

氧化鈣及氧化鎂組成之群組之一穩定劑。

20. 如請求項19之方法，其中該氧化鋯完全穩定。
21. 如請求項19或20之方法，其中該穩定劑係氧化釔。
22. 如請求項21之方法，其中氧化釔對氧化鋯之莫耳比可為至少約2:23。
23. 如請求項17至22中任一項之方法，其中該黏合劑塗層包括選自由氧化釔、氧化鎂、氧化鈣、氧化銻、氧化釧、矽酸釔、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸銻及矽酸釧組成之群組之氧化物或矽酸鹽。
24. 如請求項23之方法，其中該黏合劑塗層包括至少約40重量百分比的氧化釔、氧化鎂、氧化鈣、氧化銻、氧化釧、矽酸釔、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸銻及/或矽酸釧。
25. 如請求項17至22中任一項之方法，其中該黏合劑塗層包括氧化釔。
26. 如請求項25之方法，其中該黏合劑塗層包括至少約90重量百分比氧化釔。
27. 如請求項17至26中任一項之方法，其中該主體包括選自矽石、氮化矽、碳化矽、石墨及富鋁紅柱石之一材料。
28. 一種用於製備一多結晶體矽晶錠之方法，該方法包括：
 - 將多晶矽裝載至如獨立請求項1中陳述之該塗層坩堝以形成一矽充填；
 - 將該矽充填加熱至高於約該充填之熔融溫度之一溫度以形成一矽熔體；及
 - 定向凝固該矽熔體以形成一多結晶體矽晶錠。
29. 一種用於在一坩堝中製備一多結晶體矽晶錠之方法，該坩堝包括一主體，該主體具有一底部及自該底部向上延伸之一側壁，該底部及該側壁界定用於容納一矽充填之一腔，該側壁具有一

內表面及一外表面，該方法包括：

在該側壁之該內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融黏合劑材料以形成一黏合劑塗層，該黏合劑塗層具有一內表面；

在該黏合劑塗層之該內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融脫模材料以形成一脫模塗層；

將多晶矽裝載至該塗層坩堝中以形成一矽充填；

將該矽充填加熱至高於約該充填之該熔融溫度之一溫度以形成一矽熔體；及

定向凝固該矽熔體以形成一多結晶體矽晶錠。

30. 如請求項29之方法，其中該脫模塗層包括至少約60重量百分比氧化鋯。
31. 如請求項29或30之方法，其中該脫模塗層包括選自由氧化釔、氧化鈣及氧化鎂組成之群組之一穩定劑。
32. 如請求項31之方法，其中該氧化鋯完全穩定。
33. 如請求項31或32之方法，其中該穩定劑係氧化釔。
34. 如請求項33之方法，其中氧化釔對氧化鋯之莫耳比可為至少約2:23。
35. 如請求項29至34中任一項之方法，其中該黏合劑塗層包括選自由氧化釔、氧化鎂、氧化鈣、氧化銻、氧化釷、矽酸釔、矽酸鎂、矽酸鈣、矽酸銻及矽酸釷組成之群組之氧化物或矽酸鹽。
36. 如請求項29至35中任一項之方法，其進一步包括：

自該坩堝脫模該多結晶體晶錠；

在該黏合劑塗層之該內表面之至少一部分上熱噴塗一熔融或部分熔融脫模材料以形成一第二脫模塗層；

將多晶矽裝載至該塗層坩堝中以形成一第二矽充填；

將該第二矽充填加熱至高於約該充填之該熔融溫度之一溫度以形成一第二矽熔體；及

定向凝固該矽熔體以形成一第二多結晶體矽晶錠。

37. 如請求項36之方法，其中在脫模該第一晶錠之後未將一第二黏合劑塗層塗敷於該坩堝。

圖式

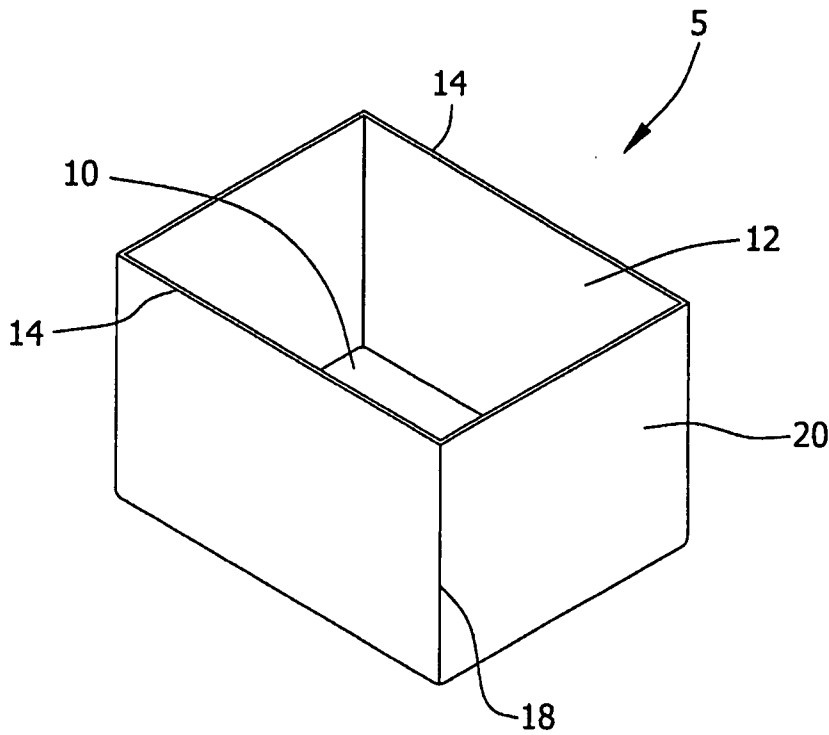


圖 1