

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

094143375

※ 申請日期：

94.12.8

※IPC 分類：C30B

29/36, 23/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製備高品質大尺寸碳化矽晶體之方法

PROCESS FOR PRODUCING HIGH QUALITY LARGE SIZE SILICON
CARBIDE CRYSTALS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商克立公司

CREE, INC.

代表人：(中文/英文)

查爾斯 M 史華波達

SWOBODA, CHARLES M.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國北卡羅萊納州德罕市斯里康路4600號

4600 SILICON DRIVE, DURHAM, NC 27703, U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 亞德恩 保威
POWELL, ADRIAN
2. 維瑞 F 茲維科
TSVETKOV, VALERI F.
3. 馬克 布蘭迪
BRADY, MARK
4. 羅伯 T 里奧那多
LEONARD, ROBERT T.

國 籍：(中文/英文)

1. 英國 U.K.
2. 美國 U.S.A.
3. 美國 U.S.A.
4. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004年12月08日；11/006,997

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於半導體用途之碳化矽之生長，且係關於大型、高品質碳化矽單晶之接種昇華生長。本發明尤其係關於在使用接種昇華技術生長之大型單晶中降低缺陷密度及多型變化之改良。

【先前技術】

近年來已發現碳化矽可作為半導體材料用於各種電子裝置及用途。碳化矽係尤其適用的，歸因於其物理強度及高度耐化學侵蝕。碳化矽亦具有極佳之電子特性，包括輻射硬度、高擊穿電場、相對寬的能帶隙、高飽和電子漂移速度、高溫運作及在光譜之藍色、紫色及紫外線區域吸收並發射高能量光子。

單晶 SiC 通常由接種昇華生長方法製造。在典型碳化矽生長技術中，將晶種及源物粉末兩者均置於加熱至源物之昇華溫度之反應坩堝中，並以產生源物與稍微較冷晶種之間之熱梯度之方式置放。該熱梯度促進材料自源物氣相移動至晶種接著在晶種上凝結並引起塊狀晶體生長。該方法亦稱為物理蒸氣傳送(PVT)。

在典型的碳化矽生長技術中，坩堝係由石墨製成並藉由感應或電阻加熱，其中將相關線圈及絕緣體置放成可建立並控制所需熱梯度。源物粉末為碳化矽，晶種同樣為碳化矽。坩堝通常在晶種夾頭上垂直定向，其中源物粉末在下部且晶種置於頂部；參閱美國專利第 4,866,005 號(以第

RE34,861號再頒予)。此等源物係新型接種昇華生長技術之例示性的(而非限制性)描述。

然而，已證實藉由典型接種昇華技術製造碳化矽之大型、高品質塊狀單晶係困難的。根據典型方法生長之大型晶體由於存在大量缺陷而遭受損失。存在150種SiC之多型引起特別之困難。此等多型中之多種係非常類似的，通常僅由小的熱力學差異區分。在整個晶體中保持所需多型之同一性僅係在接種昇華系統中生長大尺寸SiC晶體之一個困難。

用於半導體應用之較佳多型SiC晶體係4H及6H。此等晶體較佳地以凸面生長以更好地能夠維護多型記錄。該凸面由一系列自晶體之圓單頂點至側面的堆疊序列或臺階組成。較佳地，該等堆疊序列係微臺階—彼等具有小於1 μm ，更佳小於約500 nm之深度。在晶體生長期間微臺階促進一致的多型記錄，因為來自晶種之多型資訊可容易地用於沈積蒸氣。當凸面包括大臺階—彼等具有1 μm 或更深之深度時，多型記錄不能一致地傳遞至沈積蒸氣。

在生長期間不能保持晶體變化之多型記錄通常將產生具有高水平缺陷之晶體。可由多型變化產生之缺陷包括微管及穿透位錯。高集中度之缺陷在限制晶體上或由晶體產生之基板上製造之裝置之效能特徵中引起顯著問題。例如，一些市售碳化矽晶圓中之通常微管缺陷密度可為約100每平方厘米(cm^{-2})。然而，在碳化矽中形成之兆瓦裝置需要約0.4 cm^{-2} 之微管有效截面。因此，獲得可用於製造高電

壓、高電流應用之大表面積裝置之大型單晶仍係困難的。

因此需要研發一種用於在SiC之塊狀單晶之生長表面上降低大臺階存在以便製造無微管、高品質塊狀單晶之方法。

【發明內容】

本發明係一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法中之改良。在第一具體態樣中，該改良包含藉由將高濃度的氮原子併入初始一(1)毫米之晶體生長來降低生長晶體中大臺階之數目。

在另一態樣中，本發明係一種碳化矽之高品質塊狀單晶，該碳化矽在第一一(1)毫米之晶體中具有約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間之摻雜劑濃度。

在另一態樣中，本發明係一種碳化矽之高品質塊狀單晶，該碳化矽在第一一(1)毫米之晶體中具有約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間之氮含量。

在另一態樣中，本發明係一種碳化矽之高品質塊狀單晶，該碳化矽在第一一(1)毫米之晶體中具有約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間之氮含量且在剩餘晶體中氮含量低於約 10^{18} cm^{-3} 。

本發明之上述及其它用途與優點及完成其之方式根據以下連同以下圖式所作之詳細說明將變得更清晰。

【實施方式】

本發明係關於一種用於製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法。詳言之，本發明包括多種用於改良該等晶體使用接

種昇華生長之技術。本發明以碳化矽之昇華生長進行描述，但不限於碳化矽本身。

如說明書之背景部分中所述，碳化矽之接種昇華生長之通用態樣通常已建立完善許多年。此外，彼等熟悉(尤其諸如碳化矽之困難材料系統中之)晶體生長者，將認識到所提供技術之詳細資料可並將通常根據相應情況有用途地變化。因此，本文提供之說明最適當地以通用及示意之方式提供，同時應認識到熟習此項技術者將可根據本文之揭示內容進行本發明之改良，而無需過多之實驗。

在第一廣泛態樣中，本發明係一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法之改良。該改良係於足夠氮分壓存在下開始昇華生長，該氮分壓足以在晶體中產生約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間之濃度歷約第一一(1)毫米之生長，且其後於一定氮分壓存在下繼續生長，該氮分壓將晶體中氮之濃度在剩餘之昇華生長降低至小於約 10^{18} cm^{-3} 。

在另一態樣中，本發明係一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法。該方法包括將SiC晶種置於坩堝中之晶種夾頭上並抽空坩堝以移除周圍空氣及其它雜質。接著，將坩堝置於惰性氣體壓力下並加熱系統至SiC昇華溫度來開始該方法。降低系統之惰性氣體壓力以開始生長；並於約400托惰性氣體引入摻雜劑氣體以在該方法之初始生長階段產生約 10^{18} cm^{-3} 與約 10^{19} cm^{-3} 之間之摻雜劑濃度。較佳之惰性氣體壓力係稀有氣體壓力。初始生長約1 mm之後，降低摻雜劑氣體之分壓使得全部剩餘之

生長方法過程中摻雜劑濃度為 10^{18} cm^{-3} 或低於約 10^{18} cm^{-3} 。

在另一態樣中，本發明係一種以接種昇華生長方法製造具有減少之大臺階之碳化矽之高品質塊狀單晶的方法。減少晶體生長表面之大臺階易於產生經改良之單一多型晶體生長。不受理論限制，據信可藉由以下方法減少大臺階：首先於一定氮分壓存在下開始接種昇華生長，該氮分壓足以在晶體中產生約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間之濃度歷約第一一毫米之生長；且其後於適量氮存在下繼續生長，該氮之量將晶體中氮之濃度在剩餘之昇華生長降低至約 10^{18} cm^{-3} 或更小。

在另一實施例中，本發明係一種在接種昇華生長期間在高品質塊狀單晶碳化矽之製造中用於減少大臺階存在之方法。該方法包括在晶體生長之初始階段中增加摻雜劑氣體之分壓直至摻雜劑之濃度為約 10^{19} cm^{-3} ；且其後降低摻雜劑氣體之分壓直至剩餘晶體中摻雜劑原子之濃度為 10^{18} cm^{-3} 或低於約 10^{18} cm^{-3} 。

圖1係昇華系統之截面示意圖，該昇華系統係用於適用於本發明所涵蓋之類型的接種昇華生長。該系統概括表示為10。在最典型之系統中，系統10包括石墨晶座或坩堝12及複數個感應線圈14，當施加電流經過線圈14時其加熱晶座12。或者，一些系統包括電阻加熱。熟悉此等晶體生長技術者應瞭解在一些情況下該系統可另外封入(例如)水冷石英容器中。然而，該等另外之封裝與本發明相關性較小且在本文中將其省略以有助於使圖式及說明清晰。此外，

熟習此項技術者應認識到本文描述之類型的碳化矽昇華系統可商業購得且若必要或適當可以常規方式建構。因此其可由一般熟習此項技術者選擇或設計，而無需過多之實驗。

晶座12通常由絕緣體16環繞，其多個部分在圖1中說明。雖然圖1說明絕緣體通常在尺寸及位置上一致，但熟習此項技術者應瞭解並認識到絕緣體16之位置及數量可用於沿著晶座12提供所需熱梯度(軸向與徑向兩種)。此外，為了簡化之用途，此等可能之排列在本文中未說明。

晶座12包括含有碳化矽粉末源物18之一或多個部分。該粉末源物18最通常(雖然不絕對)用於碳化矽之接種昇華生長技術。圖1說明晶座12之下部中含有之粉末源物18且此係一種典型之佈置。如另一慣用之變體，一些系統以垂直、圓柱形佈置分佈源物粉末，其中與圖1說明之佈置相比，源物粉末環繞晶座12內部之更大部分。本文描述之本發明可適當地使用兩種設備進行。

碳化矽晶種表示為20，且通常將其置於晶座12之上部。晶種夾頭22通常將晶種20固持於適當位置，同時晶種夾頭22以此項技術中已知之適當方式附著於晶座。在圖1中說明之定位中，晶種夾頭22之上部通常附著於晶座12之最上部分以將晶種20固持於所需位置。晶種夾頭22較佳為石墨晶種夾頭。

較佳可將晶種20置於坩堝12中，同時對晶種20施加最小扭力，藉此防止扭力以在晶種20上促成形成不當之熱差異

之方式使晶體扭曲或彎曲。

在一些實施例中，可能需要在附著晶種20之前退火晶種夾頭22。在昇華生長之前退火晶種夾頭22可防止晶種夾頭22在晶體生長期間於SiC昇華溫度下經歷顯著變形。退火晶種夾頭22亦將晶種20上之溫度差異降至最低或消除，否則其將傾向於在生長晶體24中引起並擴散缺陷。用於退火晶種夾頭22之較佳方法包括於2500°C或約2500°C之溫度退火至少約30分鐘。

生長晶體由24表示之虛線長方形說明。該生長晶體24可具有與晶種20相同之直徑或大於晶種20之直徑。較佳地，生長單晶24具有與晶種20相同之直徑。

昇華生長之通用流程簡要陳述於說明書之背景部分，以及一般熟習此項技術者熟知之其它原始資料中。通常，使具有晶座12對其有反應之頻率之電流經過感應線圈14以加熱石墨晶座12。當晶座12將粉末源物18加熱至昇華溫度時，選擇絕緣體16之量及位置以在粉末源物18與生長晶體24之間產生熱梯度，該昇華溫度通常大約在約2000°C與約2500°C之間。建立熱梯度以將晶種20及其後生長晶體24之溫度保持於接近或高於碳化矽之昇華溫度，以藉此以熱力學方式促進碳化矽昇華(Si、Si₂C及SiC₂)時產生之蒸發物質首先於晶種上且其後於生長晶體上凝結。作為一實例，美國專利第4,866,005號建議將晶種保持於約2300°C。

在本發明之一態樣中，當昇華系統之Ar壓力在Ar減壓期間達到約400托時發生摻雜劑引入。較佳地，將摻雜劑氣

體之分壓保持於高水平直至晶體生長之初始期之後。在第一毫米之晶體生長期間摻雜劑濃度較佳在約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間。其後，降低摻雜劑氣體之分壓產生塊狀單晶之隨後生長部分中標準之摻雜劑濃度(例如，低於約 10^{18} cm^{-3} ，更佳地低於約 10^{17} cm^{-3})。

在達到所需晶體尺寸之後，藉由將系統之溫度降低至低於約 1900°C 並將壓力升高至高於約 400 托來終止生長。

在完成昇華生長方法之後可能另外需要退火晶體。可將晶體於高於約 2500°C 之溫度下退火大於約 30 分鐘之時期。

為達清晰之用途，單數術語"熱梯度"將在本文中使用的，但熟習此項技術者應瞭解可希望多個梯度共存於晶座 12 中，並可將其再分類為軸向及徑向梯度或分類為複數個等溫線。

若適當保持溫度梯度及其它條件(壓力、載氣等等)，總熱力學將促進蒸發物質在與晶種 20 相同之多型中首先於晶種 20 上且接著於生長晶體 24 上凝結。

在描述本發明中，應瞭解揭示許多種技術。此等中之各者具有各自之優點，且各自亦可與一或多個，或在一些情況下為所有其它所揭示之技術一起使用。因此，為了清晰起見，此說明將限制以不必要之方式重複個體步驟之每一可能組合。然而，應在閱讀說明書及申請專利範圍的同時瞭解該等組合物完全在本發明及申請專利範圍之範疇內。

在討論晶種之直徑與厚度之比例尺寸中，無論其表示為百分比、分數或比率，應瞭解在由本發明提供之改良之範

圍中，在本文描述之較大直徑晶種之範圍中此等比例具有其發明之意義。

因此，在特定實施例中，在相關實施例中本文以包括晶體之絕對尺寸之方式描述並主張本發明，晶體之絕對尺寸通常以直徑計，其中2吋(50 mm)、3吋(75 mm)及100 mm直徑之單晶係較佳的。

在另一態樣中，本發明係一種高品質塊狀單晶碳化矽基板，其具有1 mm厚的摻雜劑濃度在約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間的部分。剩餘晶體具有低於約 10^{18} cm^{-3} 之摻雜劑濃度。

圖2係附著於晶種夾頭22並根據本發明生長之碳化矽之塊狀單晶的圖解說明。SiC之晶種20附著於晶種夾頭22。在如前所述進行昇華之後，塊狀單晶生長發生於晶種20之上。所得單晶包括至少一高度摻雜層26及習知摻雜層28並具有約5與75 mm之間之總厚度。

塊狀單晶24之高度摻雜層26較佳係摻雜n-型摻雜劑。較佳之n-型摻雜劑包括N、P、As、Sb、Bi及其混合物。氮係尤其較佳之摻雜劑。該高度摻雜層26較佳具有約 10^{18} cm^{-3} 與 10^{19} cm^{-3} 之間之摻雜劑濃度。若高度摻雜區域26之摻雜劑濃度具有高於約 10^{19} cm^{-3} 之摻雜劑濃度，則所得塊狀單晶24可具有過多固有應力，從而產生堆疊缺點及尺寸不穩定性。此外，大於約 10^{19} cm^{-3} 之摻雜含量引起晶體生長期間之多型變化。高度摻雜層較佳為約一(1)mm厚。在一較佳實施例中，第一毫米生長界定為高度摻雜層26。

塊狀單晶24之習知摻雜層28可為摻雜的或無摻雜的。當摻雜時，習知摻雜層28較佳係摻雜n-型摻雜劑。較佳之n-型摻雜劑包括N、P、As、Sb、Bi及其混合物。氮係尤其較佳之摻雜劑。習知摻雜層28較佳具有小於約 10^{18} cm^{-3} ，更佳小於約 10^{17} cm^{-3} 之摻雜劑濃度。習知摻雜層較佳在約4 mm與74 mm之間。

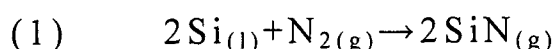
根據本發明生長之塊狀單晶具有減少之表面大臺階。較佳地，生長表面大體上無大臺階。如前所述，大臺階係生長表面中約1 μm 或更深深度之臺階。根據本發明生長之晶體之生長表面使晶體保持整個晶體上一致之多型。較佳之多型包括3C、4H、6H及15R多型。

圖3係根據本發明生長之SiC高品質塊狀單晶之表面的原子力顯微法(AFM)照片及高度概況。如自圖3中之高度概況可見，單晶之表面形態變化僅僅約30或40埃($\text{\AA}$)且通常更小，因此證明不存在大臺階。

不受理論限制，據信大臺階之存在不利地增加臺階成組之現象。臺階成組係液體反應物集中於生長晶體之生長表面之現象。大臺階提供更多位置用於使液體反應物集中於生長表面上。液體反應物或臺階成組之存在引起生長面上不同多型之二級晶核形成。如前所述，該等多型變化引起所得晶體中存在缺陷，例如微管缺陷。

臺階成組藉由排出生長臺階期間過量之矽而發生，該過量矽係自非化學計量氣相進行SiC晶體生長之結果。如由Chaussende等人所述("Vapor-liquid-solid mechanism for

the growth of SiC homoepitaxial layers by VPE" Journal of Crystal Growth, 234 (2002) 63-69), 此游離矽於生長表面產生液體層, 由於氣-液-固生長機制形成其導致臺階成組。根據反應式(1)氣相中之高濃度n-型摻雜劑原子(較佳為氮)在生長步驟蝕該去液體矽層並因此防止臺階成組形成。氣相中n-型摻雜劑原子之所需高濃度可藉由本發明之方法達成。



在圖式及說明書中已陳述本發明之一較佳實施例, 且雖然已使用特定術語, 但其僅以通用及描述之方式使用且並非出於限制之目的, 本發明之範疇界定於申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

圖1係用於接種昇華生長之昇華系統之截面示意圖。

圖2係附著於晶種夾頭之碳化矽之塊狀單晶之圖解說明。

圖3係根據本發明生長之SiC塊狀單晶之表面的原子力顯微法(AFM)照片, 及伴隨的高度概況。

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|-------|
| 10 | 昇華系統 |
| 12 | 晶座或坩堝 |
| 14 | 線圈 |
| 16 | 絕緣體 |
| 18 | 粉末源物 |

20	晶 種
22	晶 種 夾 頭
24	生 長 晶 體 或 塊 狀 單 晶
26	高 度 摻 雜 層
28	習 知 摻 雜 層

五、中文發明摘要：

本發明係一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法中之改良。在第一具體態樣中，該改良包含藉由將高濃度的氮原子併入初始一(1)毫米之晶體生長來降低生長晶體中大臺階之數目。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

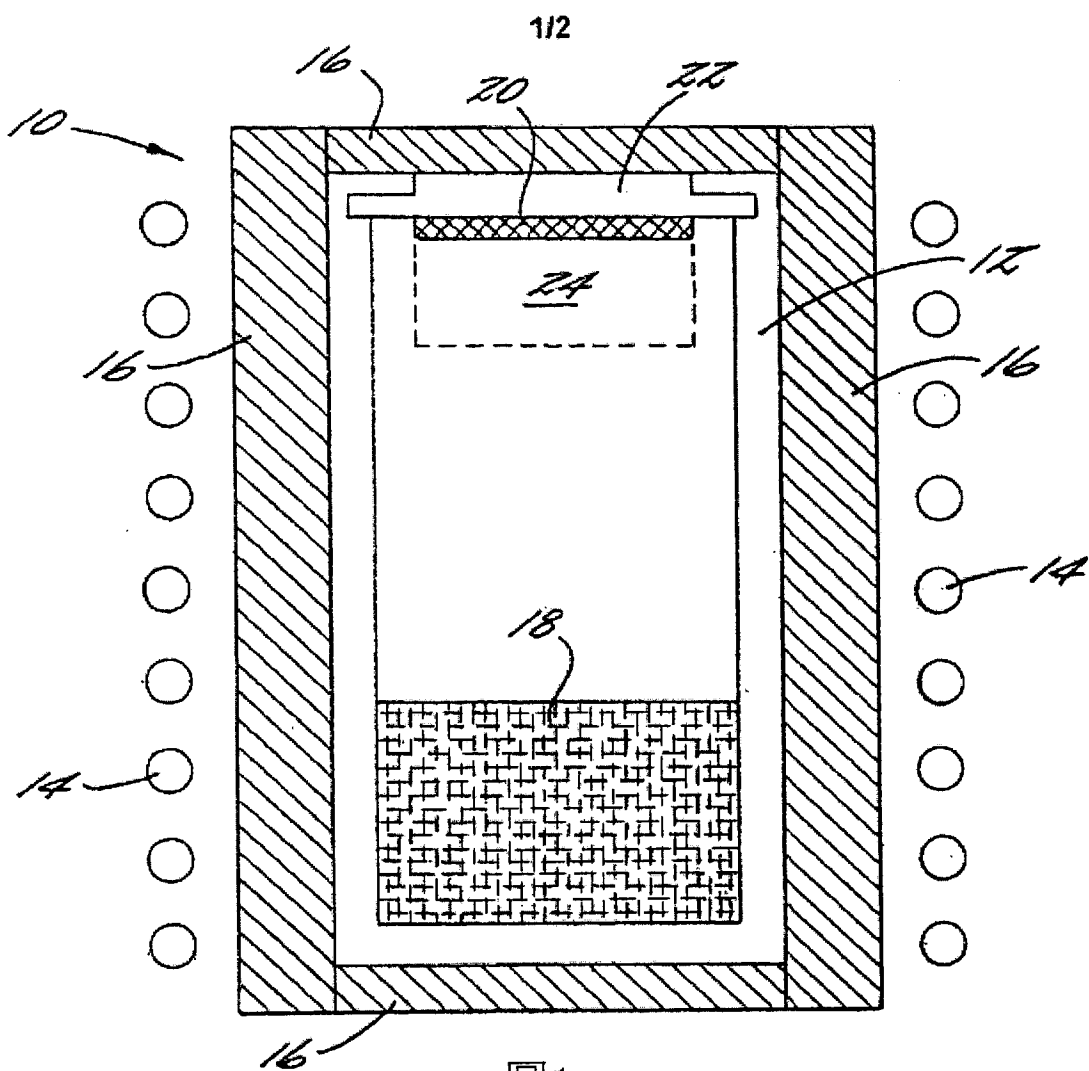


圖1

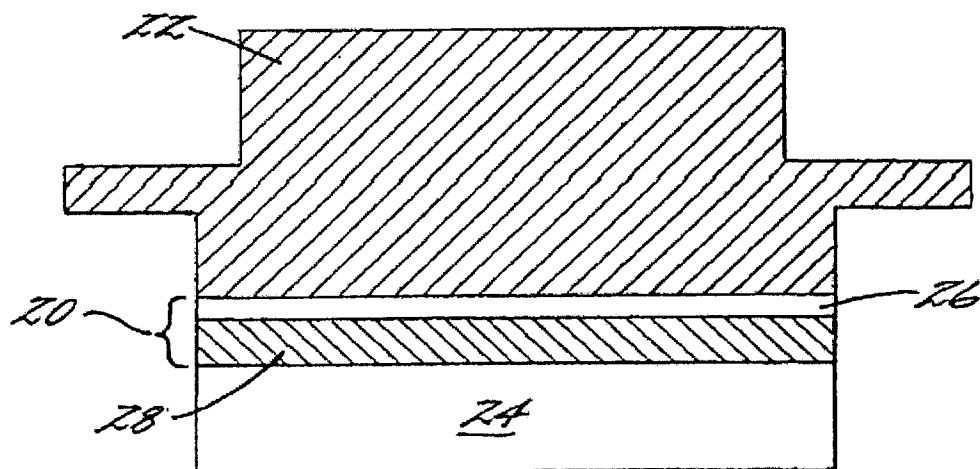


圖2

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	昇華系統
12	晶座或坩堝
14	線圈
16	絕緣體
18	粉末源物
20	晶種
22	晶種夾頭
24	生長晶體或塊狀單晶

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

十、申請專利範圍：

98年4月23日修(八)正本

1. 一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法，該改良包含：

於氮分壓存在，昇華溫度下，自晶種上之源物粉末開始昇華生長，該氮分壓足以在約第一個一(1)毫米之生長晶體中產生約 10^{18} cm^{-3} 與約 10^{19} cm^{-3} 之間之濃度，以降低在生長表面之過量矽；且

於氮分壓存在下，繼續昇華生長至至少5毫米之厚度，在塊狀晶體之剩餘的昇華生長中，該氮分壓將晶體中之氮濃度降低至小於約 10^{18} cm^{-3} 。

2. 如請求項1之方法，其中該於氮存在下開始昇華生長之步驟包括於約400托Ar壓力下將氮引入該昇華系統。
3. 如請求項1之方法，其另外包含在該單晶碳化矽之初始生長階段之後降低該接種昇華系統中之氮分壓。
4. 如請求項1之方法，其包含用碳化矽基板之晶種開始生長，該碳化矽基板具有選自由下列各物組成之群之多型：3C、4H、6H及15R多型。
5. 如請求項4之方法，其包含生長與該晶種大體上相同之直徑之塊狀單晶。
6. 如請求項4之方法，其包含將該晶種置於坩堝中，同時對該晶種施加最小扭力，藉此防止扭力以在該晶種上促成不當之熱差異之方式使用該晶體扭曲或彎曲。
7. 如請求項4之方法，其包含在昇華生長之前退火晶種夾頭以防止該晶種夾頭在晶體生長期間於SiC昇華溫度下

顯著變形，且藉此將該晶種上之溫度差異降至最低或消除，否則將傾向於在該生長晶體中引起並擴散缺陷。

8. 如請求項1之方法，其中該接種昇華生長步驟包括將晶種置於石墨晶種夾頭上並在使用之前將該石墨晶種-夾頭於2500°C以上之溫度退火至少30分鐘以減少生長條件下該材料之形變。

9. 一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法，該方法包含：

將SiC晶種置於一坩堝中之一晶種夾頭上；

抽空該坩堝以移除周圍空氣及其它雜質；

將該坩堝置於惰性氣體壓力下；

將該系統加熱至SiC昇華溫度；

將該惰性氣體壓力降低以開始自源物粉末至晶種之SiC生長；

於約400托或低於惰性氣體壓力下引入摻雜劑氣體，以在昇華生長之第一個一(1)毫米中產生約 10^{18} cm^{-3} 與約 10^{19} cm^{-3} 之間之摻雜劑濃度，藉以降低在晶種之生長表面上的游離矽；

當約1毫米之晶體生長之後，將摻雜劑氣體之分壓降低至適當水平使得在剩餘之生長方法中摻雜劑濃度為 10^{18} cm^{-3} 或低於約 10^{18} cm^{-3} 時，繼續昇華生長至至少5毫米之厚度。

10. 如請求項9之方法，其中該將SiC晶種置於晶種夾頭上之步驟包含將該晶種置於石墨晶種夾頭上。

11. 如請求項9之方法，其另外包含藉由將該坩堝中惰性氣體壓力升高至約400托以上並將該溫度降低至約1900℃以下以停止晶體生長來停止生長。
12. 如請求項11之方法，其中該停止生長之步驟在約5 mm與約75 mm之間之晶體生長之後發生。
13. 如請求項9之方法，其中該將該坩堝置於惰性氣體壓力下之步驟包含引入惰性氣體，該惰性氣體選自由稀有氣體及其混合物組成之群。
14. 如請求項9之方法，其中該將該系統加熱至SiC生長溫度之步驟包含加熱至約1900與2500℃之間之溫度。
15. 如請求項9之方法，其中該引入摻雜劑氣體之步驟包含引入選自由下列各氣體組成之群之摻雜劑氣體：N、P、As、Sb、Bi及其混合物。
16. 如請求項9之方法，其中該引入摻雜劑氣體之步驟包含將氮引入該接種昇華系統。
17. 如請求項9之方法，其中該將該惰性氣體壓力降低以開始SiC生長之步驟包含將該惰性氣體壓力降低至400托以下。
18. 如請求項9之方法，其另外包含在完成該晶體生長方法之後退火該晶體。
19. 一種在接種昇華系統中製造碳化矽之高品質塊狀單晶之方法，該方法包含：

首先於氮分壓存在，昇華溫度下，自源物粉末開始接種昇華生長，該氮分壓足以在約第一個一(1)毫米之生長

晶體中產生約 10^{18} cm^{-3} 與約 10^{19} cm^{-3} 之間之濃度，以減少晶體生長表面之大臺階之存在；且

於氮分壓存在下，繼續昇華生長至至少5毫米之厚度，在剩餘之昇華生長中，該氮分壓將晶體中之氮濃度降低至約 10^{18} cm^{-3} 或更小。

20. 如請求項19之方法，其中該開始晶體生長之步驟發生於約400托或低於約400托之Ar壓力下。

21. 如請求項19之方法，其中在該剩餘之晶體生長方法中降低氮分壓之步驟包含約5 mm與75 mm之間之額外晶體生長。

22. 如請求項20之方法，其中該開始晶體生長之步驟發生於約1900與2500°C之間之溫度。

23. 一種碳化矽之高品質塊狀單晶，其包含：

一(1)毫米厚之部分，其具有約 10^{17} cm^{-2} 與 10^{19} cm^{-2} 之間之摻雜劑濃度；且

具有至少5毫米厚度之剩餘部分，且該剩餘部分具有約 10^{17} cm^{-2} 以下之摻雜劑濃度。

24. 如請求項23之單晶，其中該碳化矽包含選自由下列各物組成之群之多型：3C、4H、6H及15R多型。

25. 如請求項23之單晶，其中該等摻雜劑濃度包含選自由n-型摻雜劑原子組成之群之摻雜劑原子。

26. 如請求項25之單晶，其中該等n-型摻雜劑原子選自由下列各物組成之群：N、P、As、Sb、Bi及其混合物。

27. 如請求項25之單晶，其中該等n-型摻雜劑原子包含氮。

28. 一種用於在接種昇華生長期間於製造高品質塊狀單晶碳化矽中減少臺階成組之方法，該方法包含：

在第一毫米之晶體生長期間增加摻雜劑氣體之分壓，以在該第一個一毫米之晶體生長期間，於昇華系統之氣相中產生高濃度之摻雜劑原子；且

當藉由與該氣相中之摻雜劑原子反應來移除存在於碳化矽之塊狀單晶之生長表面上的液體矽時，繼續昇華生長至至少5毫米之厚度。

29. 如請求項28之方法，其中該摻雜劑氣體選自由n-型摻雜劑原子組成之群。

30. 如請求項29之方法，其中該n-型摻雜劑原子選自由下列各物組成之群：N、P、As、Sb、Bi及其混合物。

31. 如請求項28之方法，其另外包含用碳化矽基板之晶種開始生長，該碳化矽基板具有選自由下列各物組成之群之多型：3C、4H、6H及15R多型。

32. 如請求項28之方法，其另外包含在昇華生長之前退火晶種夾頭以防止該晶種夾頭在晶體生長期間於SiC昇華溫度下顯著變形，且藉此將該晶種上之溫度差異降至最低或消除，否則將傾向於在生長晶體中引起並擴散缺陷。

33. 如請求項28之方法，其包含在使用之前將石墨晶種-夾頭於約2500°C之溫度退火至少30分鐘以減少生長條件下該晶體之形變。