



(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 201304864 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：101120443

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 07 日

(51)Int. Cl.：

B01J8/18 (2006.01)

C30B28/12 (2006.01)

C30B29/06 (2006.01)

B05C1/02 (2006.01)

(30)優先權：2011/06/10

美國

61/495,744

(71)申請人：R E C 多晶矽公司 (美國) REC SILICON INC (US)

美國

(72)發明人：歐斯 丹尼爾 OHS, DANIEL (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 27 頁

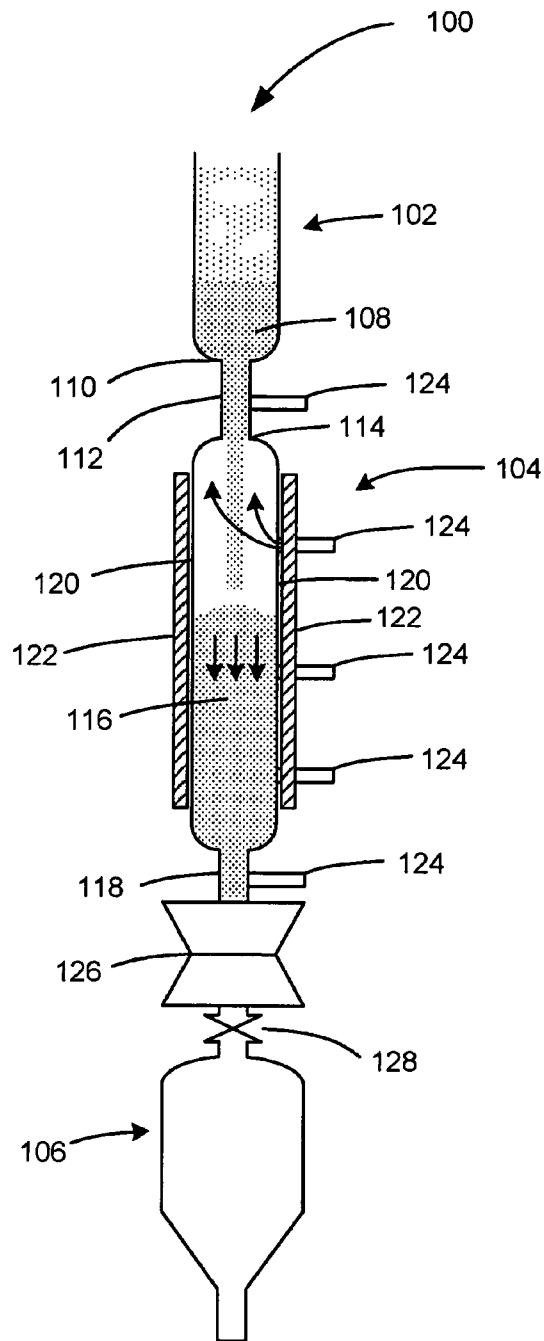
(54)名稱

高純度矽塗佈顆粒之製造

PRODUCTION OF HIGH PURITY SILICON-COATED GRANULES

(57)摘要

本發明描述用於輸送及冷卻在流體化床反應器中產生之矽塗佈顆粒之設備及方法。所述系統使得可製造與傳統矽顆粒冷卻器相比雜質更少之一致矽塗佈顆粒。顆粒自該反應器流至冷卻容器中且隨後被輸送至冷卻器下方之製造後處理系統。該冷卻容器以垂直或近乎垂直之單豎管形式構建，其管徑使得顆粒可自由流動同時提供足夠滯留時間來冷卻。該豎管藉由使冷卻介質流經沿著該豎管之外表面延伸之過道來冷卻。該過道可由管套或管路提供。

100：流體化床反應器
及冷卻系統102：流體化床反應容
器

104：冷卻容器、豎管
主容器或豎管冷卻器

106：製造後處理系統

108：砂塗佈顆粒

110：出口噴嘴

112：收回管

114：豎管入口噴嘴

116: 填充顆粒床

118：豎管出口或豎管
噴嘴

120：冷卻壁

122：冷卻裝置

124：注入噴嘴

126：顆粒流量控制裝置

128：氣體隔離閥



(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 201304864 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：101120443

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 07 日

(51)Int. Cl. : **B01J8/18 (2006.01)** **C30B28/12 (2006.01)**
C30B29/06 (2006.01) **B05C1/02 (2006.01)**

(30)優先權：2011/06/10 美國 61/495,744

(71)申請人：R E C 多晶矽公司 (美國) REC SILICON INC (US)
美國

(72)發明人：歐斯 丹尼爾 OHS, DANIEL (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 27 頁

(54)名稱

高純度矽塗佈顆粒之製造

PRODUCTION OF HIGH PURITY SILICON-COATED GRANULES

(57)摘要

本發明描述用於輸送及冷卻在流體化床反應器中產生之矽塗佈顆粒之設備及方法。所述系統使得可製造與傳統矽顆粒冷卻器相比雜質更少之一致矽塗佈顆粒。顆粒自該反應器流至冷卻容器中且隨後被輸送至冷卻器下方之製造後處理系統。該冷卻容器以垂直或近乎垂直之單豎管形式構建，其管徑使得顆粒可自由流動同時提供足夠滯留時間來冷卻。該豎管藉由使冷卻介質流經沿著該豎管之外表面延伸之過道來冷卻。該過道可由管套或管路提供。

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：101120443

※申請日：101.6.7

※IPC 分類：

B01J 8/18 (2006.01)
C30B 28/12 (2006.01)
B05C 1/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高純度矽塗佈顆粒之製造

PRODUCTION OF HIGH PURITY SILICON-COATED
GRANULES

二、中文發明摘要：

本發明描述用於輸送及冷卻在流體化床反應器中產生之矽塗佈顆粒之設備及方法。所述系統使得可製造與傳統矽顆粒冷卻器相比雜質更少之一致矽塗佈顆粒。顆粒自該反應器流至冷卻容器中且隨後被輸送至冷卻器下方之製造後處理系統。該冷卻容器以垂直或近乎垂直之單豎管形式構建，其管徑使得顆粒可自由流動同時提供足夠滯留時間來冷卻。該豎管藉由使冷卻介質流經沿著該豎管之外表面延伸之過道來冷卻。該過道可由管套或管路提供。

三、英文發明摘要：

Apparatus and methods are described for transporting and cooling silicon-coated granules produced in a fluidized bed reactor. The described system allows consistent silicon-coated granule production with fewer impurities than traditional silicon granule coolers. Granules flow from the

reactor into a cooling vessel and subsequently are transported to a post production treatment system below the cooler. The cooling vessel is constructed as a single standpipe, vertical or near vertical, with a pipe diameter that allows granules to flow freely while providing adequate residence time for cooling. The standpipe is cooled by flowing a cooling medium through a passageway that extends along an external surface of the standpipe. The passageway can be provided by a pipe jacket or conduit.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：流體化床反應器及冷卻系統

102：流體化床反應容器

104：冷卻容器、豎管主容器或豎管冷卻器

106：製造後處理系統

108：矽塗佈顆粒

110：出口噴嘴

112：收回管

114：豎管入口噴嘴

116：填充顆粒床

118：豎管出口或豎管噴嘴

120：冷卻壁

122：冷卻裝置

124：注入噴嘴

126：顆粒流量控制裝置

128：氣體隔離閥

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：

相關申請案之交叉參照

本案主張 2011 年 6 月 10 日申請之美國臨時申請案第 61/495,744 號之權益，該案係以引用的方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於輸送及冷卻在流體化床反應器中產生之矽塗佈顆粒之系統及方法。

【先前技術】

純的或高級多晶矽（polycrystalline silicon，polysilicon）為用於半導體（SC）及光伏打（PV）產業中之關鍵原料。雖然在特定光伏打應用中存在替代物，但在近期及可預見之未來，多晶矽仍將為較佳原料。因此，改良多晶矽之可用性及其製造之經濟性將提高兩種產業之增長機會。

目前大多數多晶矽藉由通常稱為西門子熱線法（Siemens hot-wire method）來製造，其中矽藉由分解帶矽氣體（通常為矽烷或三氯矽烷（TCS））而沉積。通常與其他惰性或反應氣體混合之帶矽氣體經熱解分解且沉積於加熱矽絲上。

近期受關注之另一方法為在矽顆粒之流體化床中熱分解帶矽氣體。通常與其他惰性或反應氣體混合之帶矽氣體經熱解分解且沉積於已藉由環繞流體化床之加熱器加熱之

顆粒上。由於顯著更低之能量消耗及連續生產之可能性，所以此方法為製造用於光伏打及半導體產業之多晶矽的誘人替代方案。此等益處係歸因於極佳質量及熱傳遞、實質上增加之沉積表面及連續生產。與西門子型反應器相比，流體化床反應器在一小部分能量消耗下提供顯著更高之產生率。流體化床反應器亦可連續操作且為高度自動化的，從而顯著降低人工成本。

流體化床反應器製造呈顆粒形式之矽。在矽流體化床反應器之傳統設計中，所製造的顆粒流入流體化床反應器下方之顆粒處理系統。顆粒通常在其進入處理系統前經冷卻，從而將高溫、擴散相關污染之風險及對高溫設備及儀器配備之需要減至最小。具有高冷卻表面積之緊密單元（諸如如 *Chemical Engineer's Handbook*, Perry 及 Chilton, 第 5 版，「Section 11 - Heat Transfer Equipment」中所述之管及殼層冷卻器）傳統上在該等應用中用於冷卻裝置。此等類型之裝置有污染顆粒矽產物之傾向，這是因為其具有難以用無污染材料塗佈之複雜幾何表面。其亦由於因固有機械及熱應力問題所致之冷卻介質滲漏而遭受製程失穩。

【發明內容】

本文描述用於輸送及冷卻在流體化床反應器中產生之矽塗佈顆粒之設備及方法。所述系統使得可製造與傳統矽顆粒冷卻器相比雜質更少之一致矽塗佈顆粒。顆粒自反應器流至冷卻容器中且隨後被輸送至冷卻器下方之製造後處

理系統。冷卻容器以垂直或近乎垂直之單豎管形式構建，其管徑使得顆粒可自由流動同時提供足夠滯留時間來冷卻。豎管主要由套管或用接近外表面延伸之冷卻介質路徑來外部冷卻。後處理可包括（但不限於）脫除氫氣及痕量矽烷，因此可在氫氣或環境大氣下處理顆粒。

此等配置使得可在自冷卻介質滲漏的污染風險最小之情況下冷卻，這是因為滲漏將含於豎管外部。滲漏減少係用環繞豎管外表面延伸之冷卻介質路徑來促進。且與於殼層中具有管束之系統相比，僅具有周邊接觸表面之管道形狀固有地不太有污染傾向。與習知系統相比，所揭示系統藉由防止冷卻介質接觸矽塗佈顆粒且使減少的冷卻介質流動之區域之風險減至最小而更穩固且提供更安全之生產。該等減少流動之區域可導致過熱及蒸發，且導致過壓，由此使生產失穩。

豎管可內襯有或塗佈有無污染材料以製造與傳統冷卻器相比品質更高之材料。另外，較平滑之流動路徑消除冷卻器在關機後之滯留且因此提高總產率。其亦有助於反應器整備期間之維護淨化。

經冷卻矽塗佈顆粒自豎管遞送至反應器下方之製造後處理系統。製造後處理可包括（但不限於）脫除氫氣及痕量矽烷，因此可在氫氣或環境大氣下處理顆粒。

豎管冷卻器之另一改進經由除塵、矽塗佈及脫氫來提供改良顆粒品質。夾帶於產物內之極細矽粉粒子在大氣條件下可為爆炸性危險品。矽粉粒子可由穿過管道之氣體逆

流夾帶。該夾帶在單管狀管道設計中比其中多個及精密流動路徑使夾帶難以實施之傳統冷卻器有效得多。為了進一步減少黏附於顆粒表面之粉末，可與逆流氣體一起引入痕量矽烷以使矽緩慢沉積於顆粒上。此沉積將產生新近沉積矽之化學結合層且產生較平滑顆粒表面。調整穿過豎管冷卻器之溫度分佈及顆粒滯留可藉由提供使化學吸附氫氣自顆粒擴散之時間來改良脫氫。

特徵及優勢將自以下詳細描述顯而易知，參考附圖進行詳細描述。

【實施方式】

圖 1 展示流體化床反應器及冷卻系統 100。系統包含具有底部安裝之出口之流體化床反應容器 102、冷卻容器 104 及製造後處理系統 106。所說明冷卻容器 104 為實質上垂直之豎管顆粒冷卻器。矽塗佈顆粒 108 在流體化床反應器 102 中經由矽化學氣相沉積於反應器中之起動顆粒上來產生。帶矽氣體經由入口（圖中未示）進入反應器 102，且在維持於足夠高溫下之反應容器中熱解分解。

起動顆粒可具有適用於用矽塗佈之任何所要組成物。適合組成物為在反應器室中存在之條件下不熔融或汽化且不分解或進行化學反應的組成物。適合起動顆粒組成物之實例包括（但不限於）矽、二氧化矽、石墨及石英。起動顆粒可具有任何所要形態。舉例而言，起動顆粒可為球體、細長粒子（例如棒、纖維）、板、稜柱或任何其他所要形狀。

起動顆粒亦可具有不規則形態。通常，起動顆粒之直徑的最大尺寸為 0.1 mm 至 0.8 mm，諸如 0.2 mm 至 0.7 mm 或 0.2 mm 至 0.4 mm。

帶矽氣體之實例包括（但不限於）矽烷及三氯矽烷。為簡單起見，在本文實例中論述矽烷之使用，但應瞭解在用於製造多晶矽之類型之其他帶矽氣體的情況下，類似操作亦係可能的。

在增長至足夠大小之後，矽塗佈顆粒 108 流經位於流體化床反應器 102 底部之出口噴嘴 110 且隨後流入收回管 112 中，該收回管在反應器與冷卻容器 104 之間提供過道。顆粒 108 藉由重力自收回管 112 下降，穿過豎管入口噴嘴 114 至豎管主容器 104 中，其中顆粒 108 形成移動填充床 116。填充顆粒床 116 緩慢向下移動穿過管道 104，且經由豎管出口 118 出去。

隨著填充顆粒床 116 穿過豎管容器 104 向下移動，顆粒 108 逐漸冷卻。初始顆粒溫度可大於 1000°C。主冷卻藉由將熱傳遞至管道 104 之冷卻壁 120 來達成。豎管 104 可由冷卻裝置 122 環繞。

其他氣體可經由單獨注入噴嘴 124 注入收回管 112、豎管 104 或豎管出口 118 中。此氣體係稱為收回氣體且可為任何惰性氣體、適當帶矽氣體或其混合物。已存在於流體化床反應器 102 中之氣體較佳。

收回氣體具有多個目的。額外冷卻可藉由注入冷收回氣體至豎管 104 中達成。在一些具體實例中，冷收回氣體

與顆粒流同向流動。在其他具體實例中，收回氣體通常與顆粒流逆向流動且使得氣體回流至反應器 102 中，從而將反應器氣體擴散至收回管 112 及豎管 104 中之風險減至最小，在該等管中氣體會導致壁沉積及顆粒黏聚。收回氣體亦夾帶粉末及小粒子，從而自產物顆粒 108 分離粉末及小粒子且使粉末及小粒子移回至反應器 102 中，由此使自由流動粉末及小粒子隨產物顆粒 108 之逸出最小化。

為了進一步減少黏附於產物顆粒表面之粉末之存在，痕量帶矽氣體可與收回氣體一起引入且在足以導致矽緩慢沉積於顆粒上之溫度下與豎管 104 內之顆粒 108 接觸。此沉積產生新近沉積矽之化學結合層且產生較平滑表面。沉積藉由使粉末結合至顆粒而減少產物塵污且亦提高產率。可使收回氣體中之帶矽氣體之濃度及氣體流率平衡以將粉末產生及氣體中與產物顆粒一起離開之夾帶矽烷之可能性減至最小。

足夠大的收回氣體流量可夾帶幾乎所有顆粒 108，因此限制顆粒自反應器 102 流至豎管 104 中。此外，氣體冷卻離開反應器 102 之顆粒，同時亦變得預熱。此預熱收回氣體帶著熱量進入反應器 102，該熱量可用於反應器 102 中，從而降低床加熱器所需之加熱負荷。

豎管冷卻器 104 內之顆粒 108 之冷卻速率隨溫差、熱傳遞效率、冷卻面積及冷卻時間而變化。顆粒流率通常由流體化床反應器生產速率決定以避免積聚。溫度梯度藉由冷卻裝置 122 之冷卻介質溫度及可能的多級設計而調整以

維持最大冷卻。熱傳遞效率一般隨顆粒大小及反應器壁潔淨度而變化。熱傳遞效率在操作期間幾乎沒有變化。

因為大部分冷卻發生在填充床 116 中，所以冷卻面積之大小隨填充床位準而變化。冷卻時間隨豎管 104 中之顆粒滯留時間而變化。顆粒滯留時間視進出豎管 104 之顆粒流率而定。顆粒入流部分藉由調整收回氣體流量受到控制，但通常隨流體化床反應器 102 之條件而變化。因此主要控制為顆粒流量控制裝置 126。在穩態操作下，填充床 116 位準將因流入與流出相等而為恆定的。若以比顆粒 108 自流體化床反應器 102 進入豎管 104 更快之速率自豎管 104 中移出顆粒 108，則填充床 116 之位準將降低。相反地，若比顆粒 108 自流體化床反應器 102 進入更緩慢地自豎管 104 中移出顆粒 108，則填充床 116 之位準將升高。就既定顆粒流率而言，較低位準導致較小冷卻面積及較少冷卻時間。

調節穿過豎管冷卻器 104 之溫度分佈及顆粒滯留時間可藉由提供時間使化學吸附氫氣自顆粒 108 擴散來改良矽塗佈顆粒 108 之脫氫。在此等控制下，豎管冷卻器 104 之操作可視需要為連續或分批的。

冷卻顆粒產物經由底部豎管噴嘴 118 排出且通過顆粒流量控制裝置 126 至製造後處理系統 106 中。顆粒流量控制裝置 126 充當閥門，其控制自豎管 104 排出之顆粒流率且可在需要時完全中止顆粒流動。閥門可為能夠在顆粒流動之情況下操作的任何閥門。典型閥門尤其包括球閥、滑動閘閥及夾閥。顆粒流量控制裝置 126 通常不具氣密性，

因此用氣體隔離閥 128 來隔離豎管冷卻器 104 及流體化床反應器 102 與製造後處理系統 106。

製造後處理系統 106 之主要目的為自產物中進一步去除游離氫氣及粉末。若需要，則亦可應用更多高級處理，諸如真空脫氫、高溫或長期持續時間沖洗及非氫氣沖洗。

填充床中之顆粒主要藉由豎管之冷壁來冷卻。圖 2 及圖 3 說明兩種類型之管壁冷卻。熟習此項技術者應瞭解，其他管壁冷卻配置亦為可能的。

在圖 2 中，冷卻夾套 200 環繞豎管 202 之長度。所說明冷卻夾套 200 與豎管 202 之外壁 204 相鄰且同心。冷卻介質 206 流經夾套 200 之外壁 208 與豎管 202 之外壁 204 之間的空間，因此冷卻豎管 202 之外壁 204。冷卻介質 204 為任何自由流動介質，諸如（但不限於）冷卻水、製程氣體或加熱油。冷卻介質 204 流入底部開口 210 中且自夾套 200 之頂部開口 212 流出。

圖 3 展示冷卻介質流經旋繞豎管容器之外壁 302 之螺旋管路或管道 300 的配置。冷卻介質在管路 300 之底部開口 304 處進入且在管路 300 之頂部開口 306 處排出。自品質及安全觀點出發，管路優於冷卻夾套，這是因為管路消除在滲漏情況下冷卻介質接觸熱矽塗佈顆粒之任何風險。因此，不存在自製程中之沸騰冷卻介質突然產生氣體之風險，且亦不存在顆粒受冷卻介質污染之風險。在冷卻夾套豎管情況下，對此存在擔憂。此外，在管路中之連續流較佳。在夾套豎管中，無流動之死區可導致停滯區域，其中

冷卻介質可過熱且開始沸騰。

如圖 3 中所示，可用單直流迴路熱交換器來完成冷卻，其中冷卻管為環繞豎管冷卻器之連續繞組。或，可沿著豎管之各個部分在多級中完成冷卻以產生及控制溫度分佈。可在各個階段使用不同冷卻介質及熱交換組態使熱回收最佳化。

圖 4 說明豎管冷卻器之替代具體實例。內同心壁 400 界定豎管冷卻器之實質上中心通道 402 及內壁 400 與外壁 406 之間的環狀空間 404。冷卻介質流經中心通道。在一些具體實例中，冷卻介質經由底部開口 408 進入中心通道 402 且經由頂部開口 410 流出中心通道 402。顆粒之填充床在內壁 400 與外壁 406 之間的環狀空間 404 中向下移動且由冷卻介質之逆向流冷卻。在其他具體實例中，冷卻介質可經由頂部開口 410 進入且經由底部開口 408 流出，因此產生同向流。

圖 5 說明一種系統，其中實施多個冷卻迴路 500a-d，以使冷卻溫度在豎管內之不同高度處可不同，從而使例如氣體預熱最佳化。為了進一步控制，提供多個注入點 502a、502b，以使氣體可分級注入。

豎管之內表面可用減少顆粒污染之任何材料塗佈。適合塗佈材料之實例包括（但不限於）碳化矽、純矽、石英及其組合。塗層可在豎管製造期間添加。直通管道之幾何形狀使得塗佈材料可藉由任何適合方法（諸如噴霧塗佈、化學塗佈或滑動加襯）塗覆。

在一替代配置中，豎管可由無污染材料（諸如陶瓷、碳化矽或多晶矽瓷磚）構建。另一方法為在每次操作之前藉由應用添加無污染或較少污染層至內豎管壁的化學預處理來製備豎管。

實施例

實施例 1 - 分批生產

在分批生產中，填充床位準隨著顆粒流入豎管冷卻器而隨時間升高。在某些時間間隔下或在預定填充床位準下，將一批冷卻顆粒釋放至製造後處理部分中。在一個實施例中，豎管以顆粒快速填充且豎管完全充滿。顆粒保持於豎管中且冷卻一定時間段。在此時段期間，因為豎管為充滿的且顆粒不能流入豎管中，所以流體化床反應器中之顆粒之位準升高。在豎管中之顆粒冷卻之後，將其釋放至製造後處理部分中。當冷卻顆粒流出豎管時，來自流體化床反應器之熱顆粒流入豎管中。一旦流出豎管之顆粒之溫度開始升高時，即停止釋放冷卻顆粒。當豎管再填充時，流體化床反應器中之床位準降低。

在典型實施例中，顆粒在約 700°C 之溫度下流入豎管。顆粒溫度隨時間下降同時顆粒在豎管中冷卻。一旦溫度可為下游系統所接受，則釋放冷卻顆粒。典型溫度展示於表 I 中。

表 I

初始床溫度= 700℃
15 分鐘後之溫度= 400℃
30 分鐘後之溫度= 200℃
60 分鐘後之溫度= 40℃
釋放時之出口溫度= 40℃
3 分鐘後之出口溫度= 45℃
5 分鐘後之出口溫度= 60℃
在 5.5 分鐘後在 100℃ 下關閉固體閥

實施例 2-連續生產

在連續操作中，調節豎管之固體流出量，以使進入及排出豎管之顆粒之速率相等且豎管內之填充床位準保持恆定。在連續操作期間，將存在穿過填充床之溫度分佈或梯度。通常，在熱顆粒進入的填充床頂部，溫度為約 700℃。溫度在顆粒自豎管流出的填充床底部降至約 40℃。

鑒於所揭示本發明之原理可應用於許多可能的具體實例，應認識到，所說明具體實例僅為較佳實施例且不應視為限制本發明之範疇。更確切而言，本發明之範疇由以下申請專利範圍界定。

【圖式簡單說明】

圖 1 為第一流體化床反應器及豎管冷卻器系統之示意圖。

圖 2 為具有冷卻夾套之豎管冷卻器之示意圖。

圖 3 為具有外部螺旋冷卻管路之豎管冷卻器之示意圖。

圖 4 為具有內部冷卻管路之豎管冷卻器之示意圖。



圖 5 為具有多個注入點之豎管冷卻器之示意圖。

【主要元件符號說明】

七、申請專利範圍：

1.一種用於製造及冷卻矽塗佈顆粒之裝置，該裝置包含：

流體化床反應器，其界定含有複數個顆粒之腔室，界定用於注入氣體以使該腔室中之顆粒流體化之流體化入口，且界定用於自該腔室移出顆粒之出口；

冷卻容器，其具有與該流體化床反應器之該出口相連之入口，以使顆粒可自該腔室流至該冷卻容器中；及

熱交換裝置，其界定與該冷卻容器相鄰之至少一個過道，以沿著該冷卻容器傳導冷卻介質流，從而接收來自該容器內之顆粒之熱量且進而冷卻該等顆粒。

2.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該冷卻容器為實質上垂直之豎管。

3.如申請專利範圍第 2 項之裝置，其中該過道具有冷卻介質入口，且具有位於在該冷卻介質入口之上方一高度處的冷卻介質出口。

4.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中該熱交換裝置包含環繞該冷卻容器之冷卻夾套。

5.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中該熱交換裝置包含至少一個環繞該冷卻容器延伸之管路。

6.如申請專利範圍第 5 項之裝置，其包含複數個環繞該冷卻容器延伸之管路，從而為冷卻介質提供單獨路徑。

7.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中：

該腔室由該冷卻容器之內表面界定；且

該內表面經無污染材料塗佈。

8.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其進一步包含與該流體化床反應器之該出口及該冷卻容器之該入口相連之收回管。

9.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其進一步包含與該冷卻容器之該出口可操作地耦接之顆粒流量控制構件以控制穿過該出口之顆粒之流量。

10.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中該等顆粒包含矽顆粒、二氧化矽顆粒、石墨顆粒、石英顆粒或其組合。

11.如申請專利範圍第 10 項之裝置，其中該等顆粒為矽顆粒。

12.一種處理在流體化床反應器中形成之矽塗佈顆粒之方法，該方法包含：

在第一溫度下使矽塗佈顆粒在流體化床反應器中生長；

將該等矽塗佈顆粒轉移至冷卻容器中；

在填充床中經由該冷卻容器輸送該等矽塗佈顆粒；及

在該填充床中冷卻該等矽塗佈顆粒，以使矽塗佈顆粒在第二溫度下排出該冷卻容器，其中該第二溫度低於該第一溫度。

13.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含藉由使冷卻介質流經冷卻夾套來冷卻該冷卻容器之外壁，其中該冷卻夾套沿著該冷卻容器之外部定位。

14.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含藉由使冷卻介質流經環繞該冷卻容器之外部延伸之管路來冷卻該冷卻容器之外壁。

15.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含在經由該冷卻容器輸送該等矽塗佈顆粒之前用無污染材料塗佈該冷卻容器之內表面。

16.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其進一步包含調節矽塗佈顆粒穿過該冷卻容器之流量以供分批操作，以使得該冷卻容器每隔一段時間充滿及排空。

17.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其進一步包含調節矽塗佈顆粒穿過該冷卻容器之流量以供連續操作，以使得該填充床在該冷卻容器中維持於整體恆定位準下。

18.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其進一步包含使氣體逆向流經該冷卻容器以夾帶粉末回至該流體化床反應器中。

19.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中該逆向流動之氣體為帶矽氣體。

20.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其中實施冷卻以維持沿著穿過該冷卻容器之流動路徑的溫度分佈。

八、圖式：

· (如 次 頁)

·

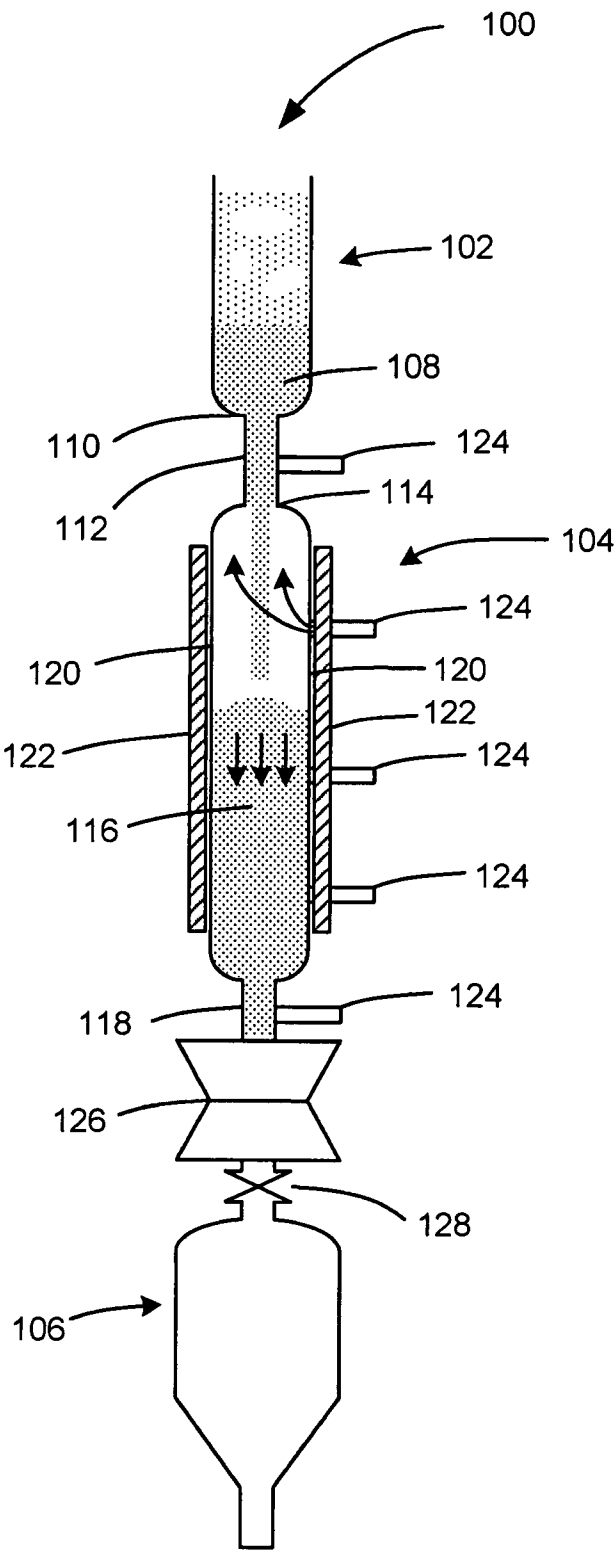


圖 1

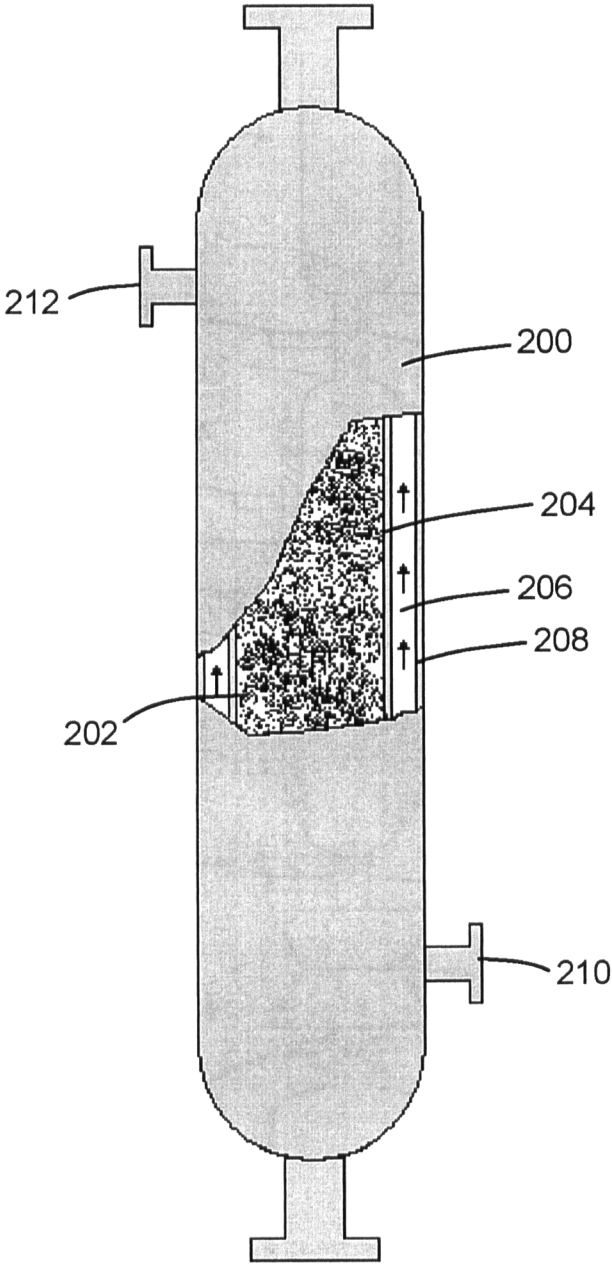


圖2

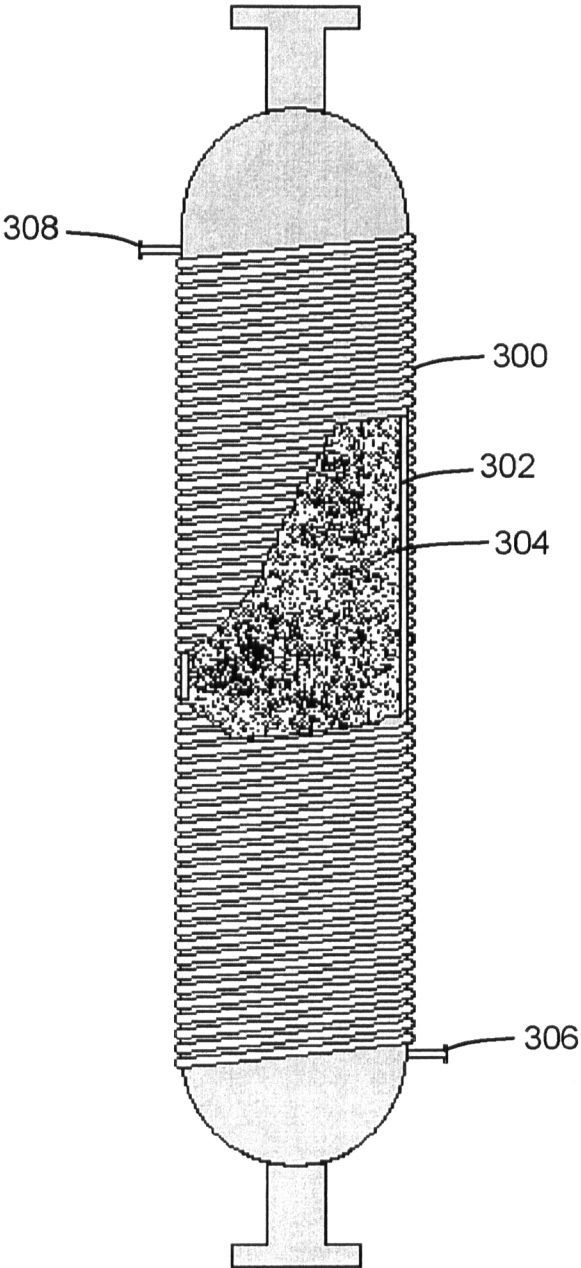


圖 3

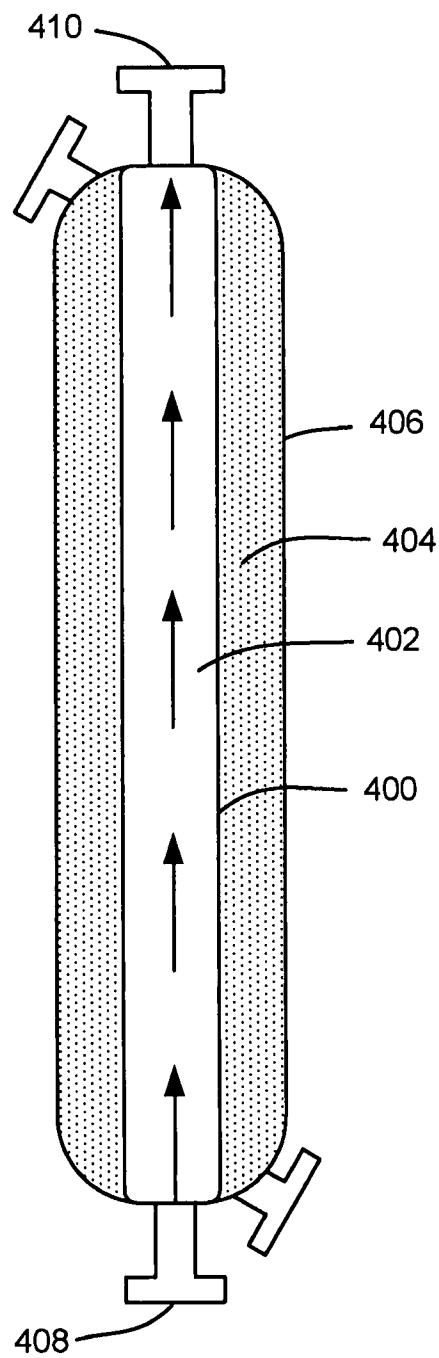


圖 4

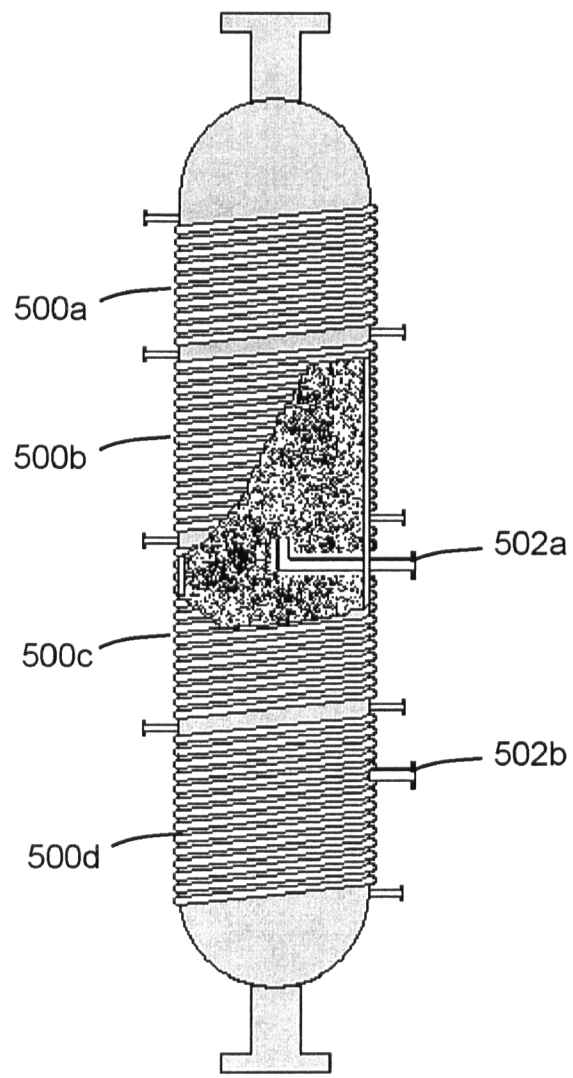


圖5

因此用氣體隔離閥 128 來隔離豎管冷卻器 104 及流體化床反應器 102 與製造後處理系統 106。

製造後處理系統 106 之主要目的為自產物中進一步去除游離氫氣及粉末。若需要，則亦可應用更多高級處理，諸如真空脫氫、高溫或長期持續時間沖洗及非氫氣沖洗。

填充床中之顆粒主要藉由豎管之冷壁來冷卻。圖 2 及圖 3 說明兩種類型之管壁冷卻。熟習此項技術者應瞭解，其他管壁冷卻配置亦為可能的。

在圖 2 中，冷卻夾套 200 環繞豎管 202 之長度。所說明冷卻夾套 200 與豎管 202 之外壁 204 相鄰且同心。冷卻介質 206 流經夾套 200 之外壁 208 與豎管 202 之外壁 204 之間的空間，因此冷卻豎管 202 之外壁 204。冷卻介質 206 為任何自由流動介質，諸如（但不限於）冷卻水、製程氣體或加熱油。冷卻介質 206 流入底部開口 210 中且自夾套 200 之頂部開口 212 流出。

圖 3 展示冷卻介質流經旋繞豎管容器 304 之外壁 302 之螺旋管路或管道 300 的配置。冷卻介質在管路 300 之底部開口 306 處進入且在管路 300 之頂部開口 308 處排出。自品質及安全觀點出發，管路優於冷卻夾套，這是因為管路消除在滲漏情況下冷卻介質接觸熱矽塗佈顆粒之任何風險。因此，不存在自製程中之沸騰冷卻介質突然產生氣體之風險，且亦不存在顆粒受冷卻介質污染之風險。在冷卻夾套豎管情況下，對此存在擔憂。此外，在管路中之連續流較佳。在夾套豎管中，無流動之死區可導致停滯區域，

其中冷卻介質可過熱且開始沸騰。

如圖 3 中所示，可用單直流迴路熱交換器來完成冷卻，其中冷卻管為環繞豎管冷卻器之連續繞組。或，可沿著豎管之各個部分在多級中完成冷卻以產生及控制溫度分佈。可在各個階段使用不同冷卻介質及熱交換組態使熱回收最佳化。

圖 4 說明豎管冷卻器之替代具體實例。內同心壁 400 界定豎管冷卻器之實質上中心通道 402 及內壁 400 與外壁 406 之間的環狀空間 404。冷卻介質流經中心通道。在一些具體實例中，冷卻介質經由底部開口 408 進入中心通道 402 且經由頂部開口 410 流出中心通道 402。顆粒之填充床在內壁 400 與外壁 406 之間的環狀空間 404 中向下移動且由冷卻介質之逆向流冷卻。在其他具體實例中，冷卻介質可經由頂部開口 410 進入且經由底部開口 408 流出，因此產生同向流。

圖 5 說明一種系統，其中實施多個冷卻迴路 500a-d，以使冷卻溫度在豎管內之不同高度處可不同，從而使例如氣體預熱最佳化。為了進一步控制，提供多個注入點 502a、502b，以使氣體可分級注入。

豎管之內表面可用減少顆粒污染之任何材料塗佈。適合塗佈材料之實例包括（但不限於）碳化矽、純矽、石英及其組合。塗層可在豎管製造期間添加。直通管道之幾何形狀使得塗佈材料可藉由任何適合方法（諸如噴霧塗佈、化學塗佈或滑動加襯）塗覆。

圖 5 為具有多個注入點之豎管冷卻器之示意圖。

【主要元件符號說明】

- 100：流體化床反應器及冷卻系統
- 102：流體化床反應容器
- 104：冷卻容器、豎管主容器或豎管冷卻器
- 106：製造後處理系統
- 108：矽塗佈顆粒
- 110：出口噴嘴
- 112：收回管
- 114：豎管入口噴嘴
- 116：填充顆粒床
- 118：豎管出口或豎管噴嘴
- 120：冷卻壁
- 122：冷卻裝置
- 124：注入噴嘴
- 126：顆粒流量控制裝置
- 128：氣體隔離閥
- 200：冷卻夾套
- 202：豎管
- 204：外壁
- 206：冷卻介質
- 208：外壁
- 210：底部開口

212：頂部開口

300：螺旋管路或管道

302：外壁

304：豎管容器

306：底部開口

308：頂部開口

400：內同心壁

402：實質上中心通道

404：環狀空間

406：外壁

408：底部開口

410：頂部開口

500a：冷卻迴路

500b：冷卻迴路

500c：冷卻迴路

500d：冷卻迴路

502a：注入點

502b：注入點

七、申請專利範圍：

1.一種用於製造及冷卻矽塗佈顆粒之裝置，該裝置包含：

流體化床反應器，其界定含有複數個顆粒之腔室，界定用於注入氣體以使該腔室中之顆粒流體化之流體化入口，且界定用於自該腔室移出顆粒之出口；

冷卻容器，其具有與該流體化床反應器之該出口相連之入口，以使顆粒可自該腔室流至該冷卻容器中；及

熱交換裝置，其界定與該冷卻容器相鄰之至少一個過道，以沿著該冷卻容器傳導冷卻介質流，從而接收來自該容器內之顆粒之熱量且進而冷卻該等顆粒。

2.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該冷卻容器為實質上垂直之豎管。

3.如申請專利範圍第 2 項之裝置，其中該過道具有冷卻介質入口，且具有位於在該冷卻介質入口之上方一高度處的冷卻介質出口。

4.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中該熱交換裝置包含環繞該冷卻容器之冷卻夾套。

5.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中該熱交換裝置包含至少一個環繞該冷卻容器延伸之管路。

6.如申請專利範圍第 5 項之裝置，其包含複數個環繞該冷卻容器延伸之管路，從而為冷卻介質提供單獨路徑。

7.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中：

該腔室由該冷卻容器之內表面界定；且

該內表面經無污染材料塗佈。

8.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其進一步包含與該流體化床反應器之該出口及該冷卻容器之該入口相連之收回管。

9.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其進一步包含與該冷卻容器之該出口可操作地耦接之顆粒流量控制構件以控制穿過該出口之顆粒之流量。

10.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之裝置，其中該等顆粒包含矽顆粒、二氧化矽顆粒、石墨顆粒、石英顆粒或其組合。

11.如申請專利範圍第 10 項之裝置，其中該等顆粒為矽顆粒。

12.一種處理在流體化床反應器中形成之矽塗佈顆粒之方法，該方法包含：

在第一溫度下使矽塗佈顆粒在流體化床反應器中生長；

將該等矽塗佈顆粒轉移至冷卻容器中；

在填充床中經由該冷卻容器輸送該等矽塗佈顆粒；及

在該填充床中冷卻該等矽塗佈顆粒，以使矽塗佈顆粒在第二溫度下排出該冷卻容器，其中該第二溫度低於該第一溫度。

13.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含藉由使冷卻介質流經冷卻夾套來冷卻該冷卻容器之外壁，其中該冷卻夾套沿著該冷卻容器之外部定位。

14.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含藉由使冷卻介質流經環繞該冷卻容器之外部延伸之管路來冷卻該冷卻容器之外壁。

15.如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含在經由該冷卻容器輸送該等矽塗佈顆粒之前用無污染材料塗佈該冷卻容器之內表面。

16.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其進一步包含調節矽塗佈顆粒穿過該冷卻容器之流量以供分批操作，以使得該冷卻容器每隔一段時間充滿及排空。

17.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其進一步包含調節矽塗佈顆粒穿過該冷卻容器之流量以供連續操作，以使得該填充床在該冷卻容器中維持於整體恆定位準下。

18.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其進一步包含使氣體逆向流經該冷卻容器以夾帶粉末回至該流體化床反應器中。

19.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中該逆向流動之氣體為帶矽氣體。

20.如申請專利範圍第 12 項至第 15 項中任一項之方法，其中實施冷卻以維持沿著穿過該冷卻容器之流動路徑的溫度分佈。

八、圖式：

(如次頁)