

90年 / 月 9 日

修正

申請日期：88.10.11

案號：88117437

類別：

C30B23/00, 25/00

補充

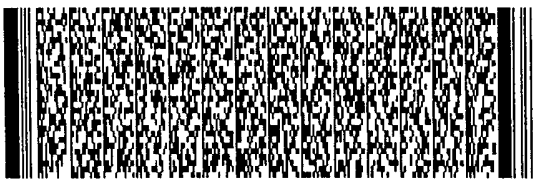
(以上各欄由本局填註)

公告

發明專利說明書

473565

一、 發明名稱	中文	大量碳化矽單晶之製造
	英文	PRODUCTION OF BULK SINGLE CRYSTALS OF SILICON CARBIDE
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 查爾斯 艾瑞克 漢特
	姓名 (英文)	1. CHARLES ERIC HUNTER
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國南卡羅萊那州希爾頓島市葛瑞維君路7號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商克立公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. CREE INC.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國北卡羅萊那州德罕市斯里康路4600號
	代表人 姓名 (中文)	1. 查爾斯 M. 史華波達
	代表人 姓名 (英文)	1. CHARLES M. SWOBODA



本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

1998/10/09 09/169,399

案號

主張優先權

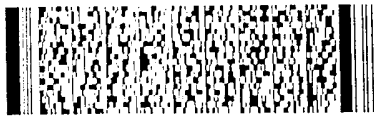
有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明領域

本發明係有關於半導體物料之生長。更特定言之，本發明係有關於低缺點密度，低雜質大量碳化矽單晶之製造，以供電子工業作為鑽石代用品或其他所欲用途之用。

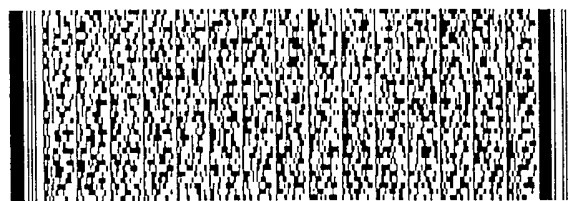
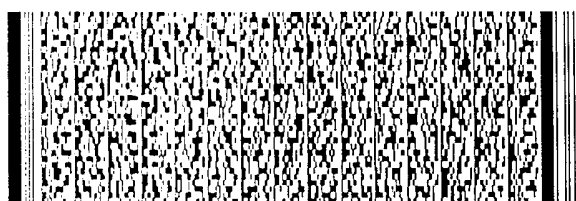
發明背景

碳化矽(SiC)在自然界很稀少。然而，它的製造已有80多年歷史；結晶型，以供磨蝕產物之用。自然界存在及磨蝕物中之碳化矽晶體一般都是黑色且非半透明，因彼等含有相當量之雜質原子。

1950年代時，通用電氣公司(General Electric Company)開發了李立(Lely)方法，其法係將碳化矽昇華並無規沉積而產生小又薄之碳化矽晶體，這些晶體即用於早期之碳化矽半導體裝置發展。

因為碳化矽的理論上相當有利之電子性質，1960年代及1970年代時，引發了相當多的發展活動，目標是生長大量低雜質碳化矽晶體，以供半導體裝置製造之用。這些努力最後終於造成相當低雜質，半透明碳化矽晶體的商業普遍性。這些碳化矽晶體係人工製造，並以極薄之綠色、琥珀色或藍色(175微米-400微米)切片出售，供半導體裝置之用。

最近，如美國專利5,723,391號所討論，已發現，相當低雜質，半透明之單晶碳化矽可生長成具有所要顏色，然後予以切面及研磨，加工製成寶石。這些寶石具有異常硬度，強度，化學及熱學穩定性，及產生無與倫比亮度之高



五、發明說明(2)

析射率及分散率。製造寶石用之單晶已藉由美國專利號碼 Re. 34,061 所述類型之技術昇華而生長。

碳化矽晶體可生長成具各種顏色(包括綠色，藍色，紅色，紫色，黃色，琥珀色及黑色)，且藉由適當選擇摻雜劑(例如，氮及鋁)及改變淨摻雜密度(濃度)，每種顏色都可有各種色澤。由於其廣大帶間隙(bandgap)之故，六方形及菱形之未摻雜("原始")碳化矽晶體原本即是無色。因此，碳化矽晶體提供的潛能是可切面及研磨成具許多各種外觀之寶石，包括相當無色鑽石之外觀。

由於碳化矽在電子應用，合成寶石應用及其他應用上之價值已開始受到矚目之故，已發展出需要有一種能製造低缺點密度、低雜質、大量碳化矽單晶之改良方法。

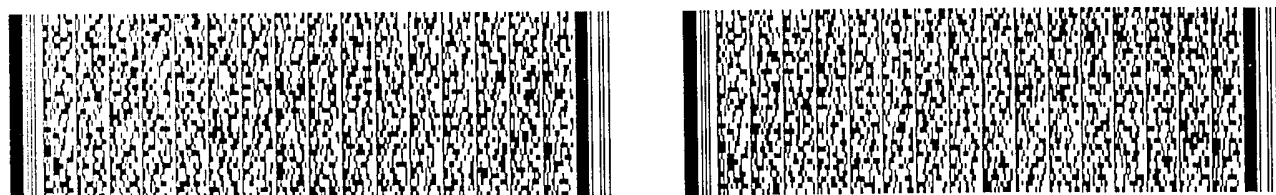
發明概述

本發明能使吾人可靠地生長低缺點密度，低雜質，大量碳化矽單晶。

本發明，在一基本方面，係一種方法，其法係將大量單結晶碳化矽生長所需之含 Si 及 C 蒸氣物種沉積於籽晶上。Si 蒸氣物種係由矽蒸發產生矽源蒸氣而提供。碳蒸氣物種則係藉將碳源氣體注入系統中，或使矽源蒸氣流入多孔含碳固體，例如，多孔石墨或石墨粒子床而提供。碳源氣體可採 CN 與 N_2 載體混合之形式。

附圖之簡要說明

本發明之一些特點已說明過，其他的特點將在參照附圖進行說明時出現；附圖中



五、發明說明 (3)

圖1為根據本發明生長大量碳化矽單晶之一整個系統的概略圖。

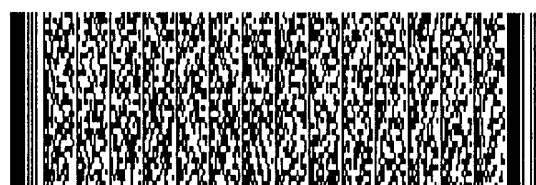
圖2為坩堝之側視圖，含有：蒸發之Si，含碳氣體源，含籽晶之生體生長盒及圖1晶體生長系統之其他組件。

圖3為圖2中央部件之熱槽與晶體介面閉合回路溫度控制系統之概略圖一起顯示之簡化說明。

圖4為類似於圖2之圖，但顯示碳蒸氣物種由Si源蒸氣流過固體源，如多孔石墨或石墨粒子床而提供之系統。

圖號簡單說明

10	代表整個生長系統	20	代表中央部件
30	代表爐室	34	代表節流閥
38	代表真空泵系統	40	代表機械泵
42	代表輪機分子泵	48	代表電磁控制閥
50	代表絕對電容壓力計	51	代表加熱裝置
52	代表平薄板加熱元件	53	代表圓筒形加熱元件
54	代表光學測溫計	55	代表絕緣器
56	代表數位溫度控制器	60	代表電源器
62	代表熱屏散蔽	67	代表熱槽
68	代表管	70	代表籽晶固定器
72	代表籽晶	76	代表熱槽棒
79	代表不銹鋼棒	80	代表光學測溫計
82	代表電子控制器	84	代表閥
85	代表電腦	90	代表坩堝
95	代表機制	100	代表瀉流系統



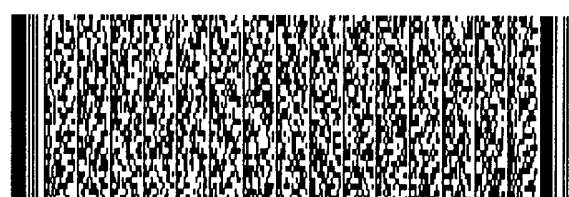
五、發明說明 (4)

150	代表 部 件	160	代表 下 坩 埚
162	代表 水 冷 卻 感 應 線 圈	170	代表 氣 體 注 射 器
175	代表 導 管	180	代表 圓 筒 形 加 熱 器
190	代表 水 平 擋 板	192	代表 中 央 開 口
200	代表 瀉 流 出 口	210	代表 Fe 收 氣 爐
400	代表 系 統	410	代表 含 C 固 體 源

發 明 之 詳 細 說 明

雖然本發明將參照附圖(其中已顯示執行本發明之較佳方式之觀點)在以下作更詳細之說明,但在以下說明開始時應了解的是,熟諳適當技藝者可修改此處所述本發明,而仍同時獲致本發明之有利結果。因此,以下之說明應被了解為針對熟諳適當技藝者之廣大,教示性揭示,而非對本發明之限制。

請參閱附圖,尤其是圖1及2,其中所示為根據本發明生長大量SiC單晶之整個晶體生長系統10主要組件之概略圖。生長系統10包括概括以20表示之中央部件。此一部份包含呈坩埚90形式之晶體生長盒,加熱裝置51,熱槽67,籽晶固定器70,瀉流系統100及相關結構,這些全部用於支撐籽晶並在晶體生長作業時控制生長中晶體介面之環境。系統10也包括供應Si及C蒸氣物種至坩埚90之部件150。部件150包括容納經蒸發以提供Si源蒸氣之Si之下坩埚160及注入源氣體以提供C源氣體之氣體注射器170。Si及C源蒸氣係藉



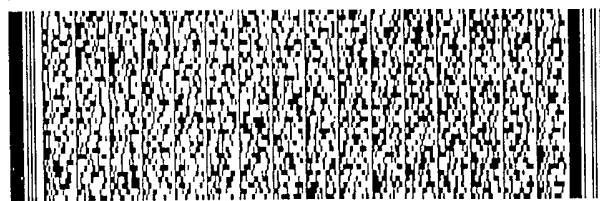
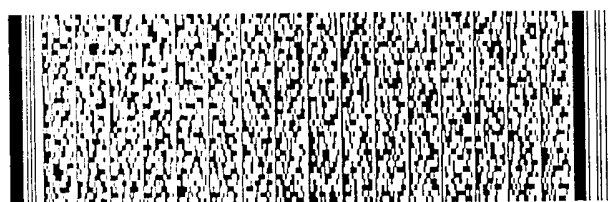
五、發明說明(4)

導管175引入坩堝90底部。部件20及150之進一步細節將稍後在說明書中說明。

爐室30包封部件20及150。室30係由316不銹鋼或其他適當材料製成，且根據本技藝熟知之原則係水冷式(詳細未示出)。室30內系統壓力在10托爾以下係藉節流閥34(例如，MKS儀器公司，Andover, Massachusetts, USA製造的3吋直徑節流閥)控制；該節流閥與真空泵系統38成串聯。根據本技藝已知之技術，真空泵系統38係由降低系統壓力至 10^{-3} 托爾之機械泵40及將系統抽真空至 10^{-5} 托爾之輪機分子泵42所組成。10托爾以上之壓力控制係經由與真空泵系統38也成串聯之電磁控制閥48維持。系統壓力係以高度精確溫度控制之絕對電容壓力計50(如MKS儀器公司，型號390)自 10^{-3} 托爾測量至1,000托爾。

系統10之熱源係由電阻加熱裝置51提供；該裝置包括水平薄板加熱元件52及圓筒形加熱元件53，兩者均可由石墨或鎢形成。絕緣55係用以保護系統的下部組件。溫度控制係藉位於加熱元件52背後之光學測溫計54(圖1)便利地控制。測溫計54對數位溫度控制器56提供恆定的輸入信號；該數位溫度控制器藉由控制電力供應60之輸出將溫度維持於一設定點。根據本技藝已知之原理，加熱所產生的熱量係藉熱屏蔽62(較佳由石墨形成)與室30之不銹鋼壁隔離。

不管水平板加熱元件採取之精確形式為何，此種配置都能使系統在整個大直徑生長晶體介面維持高度均勻之熱分佈，而能使大直徑大量單晶生長並能利用具有極低高度



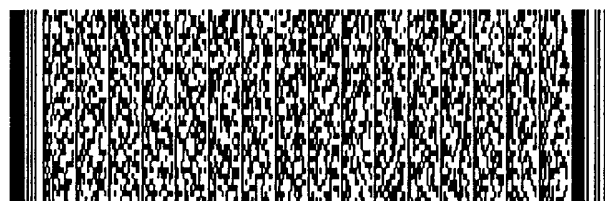
五、發明說明 (6)

(H) 與直徑(D)比之坩堝。

使籽晶72排成一行，支撐籽晶及自籽晶傳輸熱量之機制包括熱槽67；該熱槽包含其底部具有唇結構用以承接籽晶72之管68。熱槽67也包括穿入管68並緊壓在籽晶上以便牢牢壓住籽晶的熱槽棒76。管68及棒76較佳由具有極高熱傳導度之高密度石墨形成。

請參閱圖3，其所示為籽晶冷卻系統之進一步細節。關於此，棒76係連接至水冷式不銹鋼棒79。通過不銹鋼棒79及棒76之水流量須經調節以維持光學測溫計80所讀出之所要籽晶溫度。此一系統較佳予以自動化，即將光學測溫計80之信號輸入至電子控制器82，而該電子控制器電連接至控制流到熱槽之水量之閥84。控制器82接收來自電腦85之指令；該電腦包括位於ROM或其他適當記憶位置之查找表(Look-up table)。查找表係由試驗衍生之數據產生；該些數據代表光學測溫計80所讀點之溫度在晶體生長週期內必須降低之程度，以便在生長晶體介面移動更靠近源時維持晶體介面之恆溫。因此，熱槽之熱傳輸速度即依需要於晶體生長週期時予以提高以維持生長晶體介面之恆溫。

請閱圖1，系統10提供一種在晶體生長週期時繞垂直軸轉動籽晶之機制95(概略示出)，以便減弱加熱元件中熱不連續性之影響並在整個晶體介面提供均勻之熱分佈。關於此，圖1及2中央部件20之結構容許固定於熱槽67之坩堝90可懸掛於室30內，俾坩堝底部在平面加熱元件52上方一選定距離，在一具體例中，距上方約2毫米。為此，熱槽係

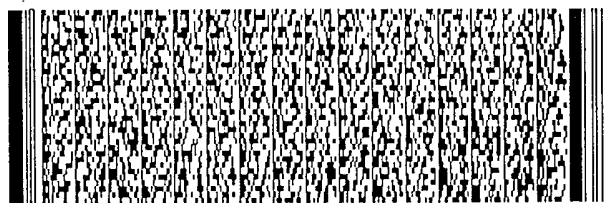
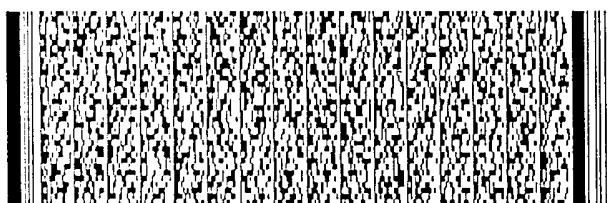


五、發明說明(6)

籍室30頂部在98受到支撐，並可藉機制95，較佳階段馬達轉動。因此，坩堝90底部在加熱元件52上方轉動，俾加熱元件至坩堝之熱傳輸之熱不連續性被減弱。

部件20較佳也包括晶體生長時升高晶體之拉動機制，藉以在整個生長週期中保持生長晶體介面於相同之相對位置。為此，坩堝90係藉外套管固定在生長室中，而同時熱槽及籽晶則懸掛於室頂部。因此，熱槽及籽晶與坩堝分離，故彼等可以相當於晶體生長之速度向上拉(箭頭P)。籽晶之上拉可藉與階段馬達結合之閉合回路控制完成。或者，生長速度可自觀察的歷史性生長資料計算或估計，而上拉機制則予程序設計以配合計算或觀察之速度。當晶體被上拉時，控制晶體生長介面溫度之系統即可採用圖3所示控制之形式而不用電腦。因為光學測溫計80在整個生長週期將對準相對於晶體生長介面之相同位置，測得之溫度將永遠直接反映晶體介面之溫度，而不需要使用電腦及查找表來校正因晶體生長所引起的介面移動。

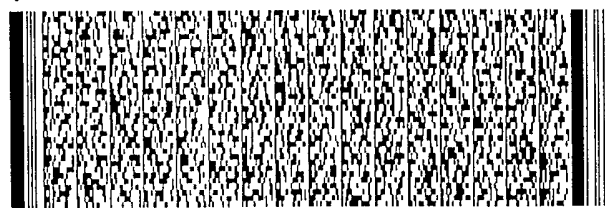
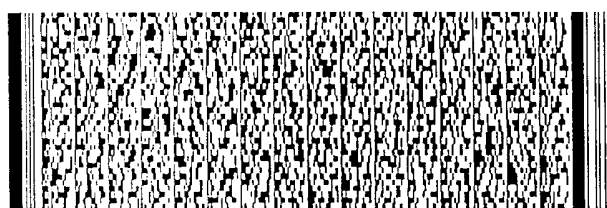
在圖1及2所示系統中，將液體Si加熱至特定溫度所產生之Si源蒸氣係在生長坩堝90中與C源蒸氣結合而產生源蒸氣所要流動及化學計量。生長坩堝內靠近生長晶體介面由籽晶72所提供之區域即變成充滿Si及C，彼等起反應而在生長晶體介面產單晶SiC。如上所述，液體Si係裝在下坩堝160中，其若需要，如冷坩堝之情形時，可用BN絕緣物環或物理間隙或其他裝置予以電絕緣。坩堝160可為冷坩堝，例如水冷式銅製坩堝，其內容物係藉圖2所示水冷式



五、發明說明 (7)

感應加熱線圈162加熱。或者，坩堝160可由高密度石墨，熱解石墨，碳化矽塗覆之石墨，氧化鋁、氧化銻或氮化硼製成。這些坩堝可依需要以電阻加熱或感應加熱予以加熱。含C源氣體係由氣體注射器170加入。在一具體例中，含C源氣體係以適當載體氣體(如 N_2)輸送之CN。含C源氣體之流動係藉適當裝置達成，如在CN之情形時，使用熱質量控制器165控制 N_2 流過高溫(例如 $>850^\circ C$)多聚氰(paracynogen)之量，俾產生 N_2 中CN所要流量。CN可由蒸發其他含CN化合物如四氰基乙烯或六氰基丁二烯而得。此外，其他含CN化合物如 CN_2 及 C_xN (其中X為2至13)可用作為CN氣體之固體源。液體Si係維持於在坩堝內維持之條件下(特別是坩堝壓力)足以產生適當蒸氣流之溫度下。導管175較佳包括液體Si上方之水平擋板190，以便利Si源蒸氣之加至生長坩堝90中。更特定言之，含有中央開口192之水平擋板190延伸至整個流動通道，Si源蒸氣即流過此通道而在其間產生壓力梯度，及最終提高進入坩堝90之Si蒸氣之速度。此一配置係用以降低CN或其他氣體逆擴散至液體Si，同時也用以推進Si源蒸氣至生長晶體介面。

坩堝150維持之壓力大半是坩堝溫度下Si蒸氣壓之函數。此一蒸氣壓應大於坩堝90中維持之壓力，以促使Si蒸氣流至坩堝90。再者，由注射器170加入之含C氣體應具足夠速度，以促使含C氣體流入坩堝底部。關於此，可使用圓筒形加熱器180，俾導管175可維持於坩堝150溫度以上之溫度，但仍遠在坩堝90底部溫度以下。因此，當Si及C

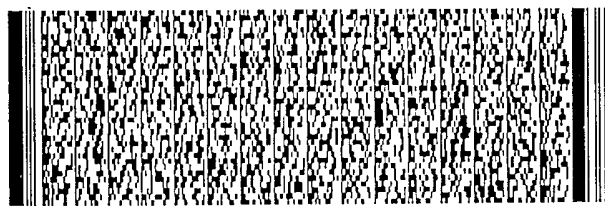
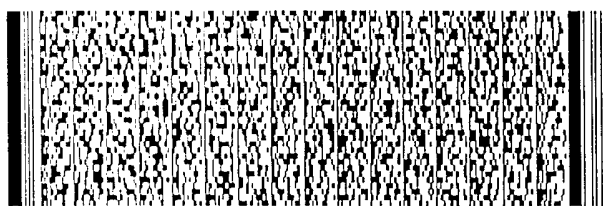


五、發明說明 (8)

蒸氣進入坩堝90時，彼等立即暴露於相當高溫下，此高溫會促進反應及適合晶體生長之蒸氣物種之形成。

圖2概略顯示瀉流系統，其係用於將蒸氣中雜質原子/分子及非化學計量蒸氣成份自生長晶體介面掃除，而同時使過量載體氣體(例如 N_2)自坩堝排出。瀉流系統包括瀉流出口200，在上述使用注入 $CN+N_2$ 氣體之系統之情形時，其將瀉流氣體送至Fe收氣爐210。因為系統有提供高Si及C源氣流至坩堝之能力，故可使用相當高之瀉流速度而仍能維持坩堝90內所要飽和度。可使用之各種瀉流系統之進一步詳情已陳述於申請人同在申請中申請案編號08/730,882 (1996年10月17日提出申請)，現為美國專利第_____號，其內容全體併於此以供參考。

圖4顯示類似於圖2之系統400，但C蒸氣物種係由坩堝90之含C固體源410提供，Si源蒸氣即流入或流過固體源。根據此一具體例，不必將含C源氣體引入系統中。固體源410較佳為氣體可滲透介質，如多孔石墨或相當大顆粒，例如約3毫米至5毫米直徑之石墨粒子床。系統400之操作特別適合於製造純粹大量SiC單晶，其可生長供各種用途之用，尤其是作為合成物料，由此根據美國專利第5,723,391號之原理可塑造成SiC寶石；該專利內容全體併於此以供參考。更特定言之，超純Si熔融物料及超純石墨粒子之普遍性使其可製造極純之SiC晶體，例如6H SiC晶體，其在原始型時無色程度達到可用作為仿造鑽石所必需之程度。在無需無色物料之情形時，含C固體源410可採用



五、發明說明 (9)

CN_X 或 C_XN (其中 X 為 2 至 13) 之粒子床形式。

實例 I

使用純 Si 液體提供 Si 源蒸氣及 $CN+N_2$ 氣體提供 C 源蒸氣，在圖 1-3 之系統 10 中生長大量單晶 SiC。

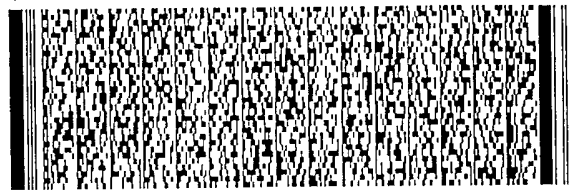
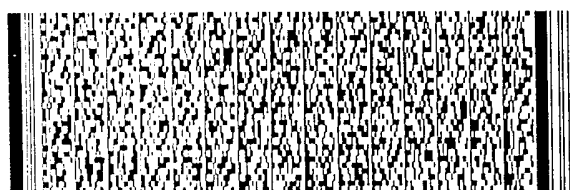
將 1.50 吋直徑 1.0 毫米厚單晶 6H SiC 籽晶置於高密度石墨熱槽管 68 中，並藉經由熱槽棒施加之壓力固定。

將瀉流系統組件適當地定位於坩堝中，並將高密度石墨外套管旋轉固定。然後將整個裝置裝入晶體生長爐室 30 內。將室密封後，以機械真空泵及直線斜坡 20 分，將系統抽真空至 10^{-3} 托爾。使用輪機分子泵，於 30 分內將室壓降至 10^{-5} 托爾。生長室以高純度 N_2 回填至壓力 760 托爾。然後將坩堝 90 加熱至溫度 $300^\circ C$ 。接著，將生長室抽真空至壓力 10^{-3} 托爾。然後以高純度 N_2 回填系統至壓力為 1,000 托爾。

藉由節制氣體通過電磁控制閥之量，將壓力保持恆定 1,000 托爾，同時將坩堝 90 之底部溫度，如光學測溫計測得者，以直線斜坡於 2 小時 15 分內，由 $300^\circ C$ 提升至 $2300^\circ C$ 。

接著，以直線斜坡於 30 分內，將系統壓力降至 0.3 托爾。藉由調整流至熱槽之水量，將籽晶溫度，如光學測溫計測得者，保持於 $2105^\circ C$ 。

下坩堝 160 已加熱至 $1650^\circ C$ ，而在其中產生 1 托爾之譜之 Si 蒸氣壓力。Si 蒸氣經由導管 175 流入坩堝 90，其中壓力維持於約 0.4 托爾。



五、發明說明 (10)

接著，95% N_2 /5% CN氣體以總速度130標準立方厘米/小時，經由MKS儀器公司質量流量控制器流入氣體注射器170及124。

最後，將垂直升/降機制設定於以2.1毫米/小時之速度上拉籽晶。

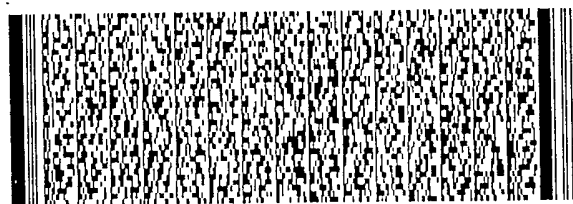
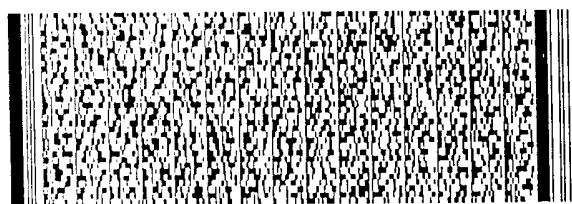
然後，將此系統保持於此一組態24小時，而瀉流則導至Fe收氣爐210。接著，將坩堝90底部之溫度，以直線斜坡於1小時30分內，由2300°C降至1200°C。然後，以氮氣於1小時內以直線斜坡回填系統直至壓力為760拖爾，同時供應至加熱元件之電力以直線斜坡降至0。經2小時後，自晶體生長室取出坩堝。所得氮摻雜SiC單晶為2吋直徑，46-50毫米高，且為n型。

實例 II

在圖4之系統400中生長大量單晶SiC，使用純Si液體提供Si源蒸氣及純石墨粒子410床提供C源蒸氣。

將1.50吋直徑1.0毫米厚單晶6H SiC置於高密度石墨熱槽管68之底部，並藉經由熱槽棒施加之壓力固定。

將瀉流系統組件適當地定位於坩堝中，並將高密度石墨外套管旋轉固定。然後將整個裝置裝入晶體生長爐室30內。將室密封後，以機械真空泵及直線斜坡20分，將系統抽真空至 10^{-3} 拖爾。使用輪機分子泵，於30分內將室壓降至 10^{-5} 拖爾。生長室以高純度氫回填至壓力760拖爾。然後將坩堝90加熱至溫度300°C。接著，將生長室抽真空至壓力 10^{-3} 拖爾。然後以高純度氫回填系統至壓力為1,000拖



五、發明說明 (11)

爾。

藉由節制氣體通過電磁控制閥，將壓力保持恆定1,000拖爾，同時將坩堝90之底部溫度，如光學測溫計所得者，以直線斜坡於2小時15分內，由300°C提升至2300°C。

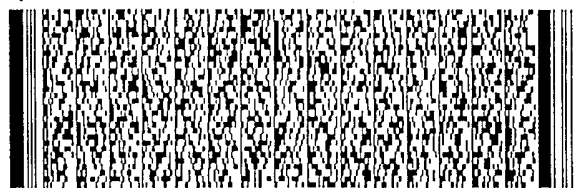
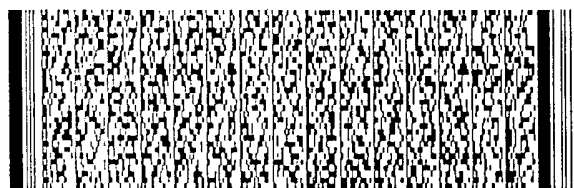
接著，以直線斜坡於30分內，將系統壓力降至0.3拖爾。藉由調整流至熱槽之水量，將籽晶溫度，如光學測溫計測得者，保持於2105°C。

下坩堝160已加熱至1650°C，而在其中產生1拖爾之譜之Si蒸氣壓力。Si蒸氣經由導管175流入坩堝90，其中壓力維持於約0.4拖爾。Si蒸氣流經石墨粒子床以產生必要之蒸氣物種。

最後，將垂直升/降機制設定於以1.2毫米/小時之速度上拉籽晶。

然後，將此系統保持於此一組態24小時，而瀉流則導至Fe收氣爐210。接著，將坩堝90底部之溫度，以直線斜坡於1小時30分內，由2300°C降至1200°C。然後，以氫氣於1小時內以直線斜坡回填系統直至壓力為760拖爾，同時供應至加熱元件之電力以直線斜坡降至0。經2小時後，自晶體生長室取出坩堝。所得SiC單晶為2吋直徑，28-32毫米高，且無色之程度達到可用於寶石用途作為鑽石替代品物料所必須之程度。

在說明根據本發明用以在生長晶體介面生長大量單晶SiC之技術時，將有時用到"沉積"，"沉積蒸氣物種"及類似詞語。

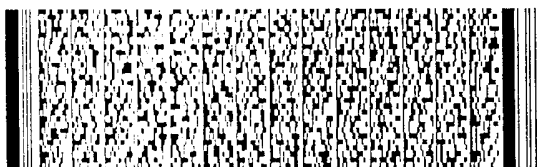


五、發明說明 (12)

雖然產生Si源蒸氣之Si已被說明為液體，但應了解的是，在某些壓力及溫度下，Si可自固體形式蒸發。

應了解的是，在某些溫度及壓力條件下， C_2N_2 可能比CN更為穩定。因此，當"含CN氣體"，"含CN源氣體"及類似詞在此使用時，彼等也指含 C_2N_2 之氣體。

雖然本發明已就某些證明具體例加以說明，但應了解的是，在不偏離本發明真正精神及範圍下，本發明可作各種修正。

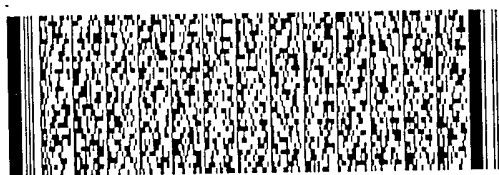
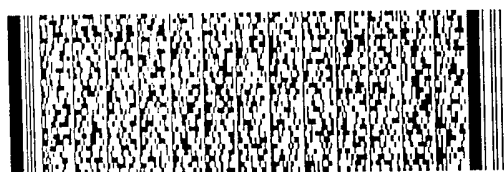


四、中文發明摘要 (發明之名稱：大量碳化矽單晶之製造)

大量低雜質碳化矽單晶係藉含矽蒸氣物種及含碳蒸氣物種沉積於晶體生長介面而生長。矽源蒸氣係由液體矽蒸發，並將矽蒸氣輸送至晶體生長坩堝而提供。碳蒸氣物種係由含碳源氣體(例如，CN)，或由矽源蒸氣流過固體碳源之上或之中，例如，使矽蒸氣流經多孔石墨或石墨粒子床而提供。

英文發明摘要 (發明之名稱：PRODUCTION OF BULK SINGLE CRYSTALS OF SILICON CARBIDE)

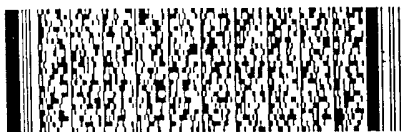
Bulk, low impurity silicon carbide single crystals are grown by deposition of vapor species containing silicon and vapor species containing carbon on a crystal growth interface. The silicon source vapor is provided by vaporizing liquid silicon and transporting the silicon vapor to a crystal growth crucible. The carbon vapor species are provided by either a carbon containing source gas (for example, CN) or by flowing the silicon source vapor over or through a solid carbon source,



四、中文發明摘要 (發明之名稱：大量碳化矽單晶之製造)

英文發明摘要 (發明之名稱：PRODUCTION OF BULK SINGLE CRYSTALS OF SILICON CARBIDE)

for example flowing the silicon vapor through porous graphite or a bed of graphite particles.



公告本

案號 88117437

90年8月

修正

修正

補充

六、申請專利範圍

1. 一種製造大量單晶SiC之方法，包含：
將Si蒸發以產生Si源蒸氣；
將Si源蒸氣引入含晶體生長介面之生長盒中；
在晶體生長盒中提供碳蒸氣物種；及
在支配大量單晶SiC生長之條件下，將Si及C之蒸氣物種沉積在晶體生長介面上。
2. 根據申請專利範圍第1項之方法，包括在1100℃至2200℃範圍之溫度下將Si蒸發之步驟。
3. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中晶體生長介面包含SiC籽晶體。
4. 根據申請專利範圍第1項之方法，包括使用含CN氣體作為碳蒸氣物種之來源。
5. 根據申請專利範圍第4項之方法，包括提供含CN氣體N₂載體氣體之步驟。
6. 根據申請專利範圍第4項之方法，包括藉由蒸發含CN化合物提供含CN氣體。
7. 根據申請專利範圍第6項之方法，其中含CN化合物係自聚多氰，四氰基乙烯，六氰基乙烯，CN₂及C_xN（其中X為2至13）所組成之族群中所選出。
8. 根據申請專利範圍第4項之方法，包括提供晶體生長介面之瀉流及將瀉流氣體輸送至收氣爐之步驟。
9. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中在晶體生長盒中提供碳蒸氣物種之步驟包含使Si源蒸氣流經含碳固體物質之上或之中。



六、申請專利範圍

10. 根據申請專利範圍第9項之方法，其中含碳固體物質包含多孔石墨。

11. 根據申請專利範圍第9項之方法，其中含碳固體物質包含石墨粒子之床。

12. 根據申請專利範圍第9項之方法，其中含碳固體物質包含自 CN_2 及 C_xN （其中 x 為2至13）所組成之族群中所選之粒子之床。

13. 一種製造 n 型大量單晶 SiC 之方法，包含：

將 Si 蒸發以產生 Si 源蒸氣；

將 Si 源蒸氣引入含晶體生長介面之晶體生長盒；

將包括 CN 之源氣體引入晶體生長盒中以提供 C 蒸氣物種及 N 摻雜劑原子；及

在支配大量單晶 SiC 生長之條件下，將 Si 及 C 之蒸氣物種沉積於晶體生長介面上，同時將 N 原子併入晶體作為摻雜劑原子。

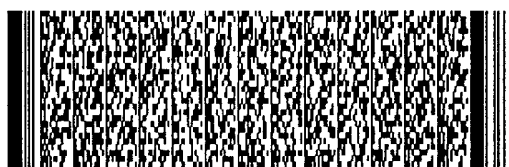
14. 根據申請專利範圍第13項之方法，包括以 N_2 載體將 CN 源氣體引入之步驟。

15. 根據申請專利範圍第13項之方法，包括藉由蒸發含 CN 化合物提供包括 CN 之源氣體。

16. 根據申請專利範圍第14項之方法，其中包括 CN 之源氣體係自聚多氰，四氫基乙烯，六氰基丁二烯， CN_2 及 C_xN （其中 x 為2至13）所組成之族群中所選出。

17. 一種製造大量單晶 SiC 之方法，包含：

將 Si 蒸發以產生 Si 源蒸氣；

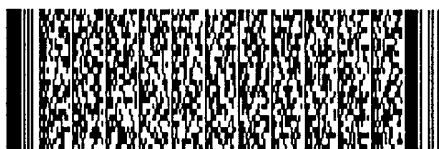


六、申請專利範圍

將Si源蒸氣引入含晶體生長介面之晶體生長盒內；

將含C源氣體引入生長盒內；及

在支配大量單晶SiC生長之條件下，將Si及C蒸氣物種沉積於晶體生長介面上。



88117437

圖式
公告本

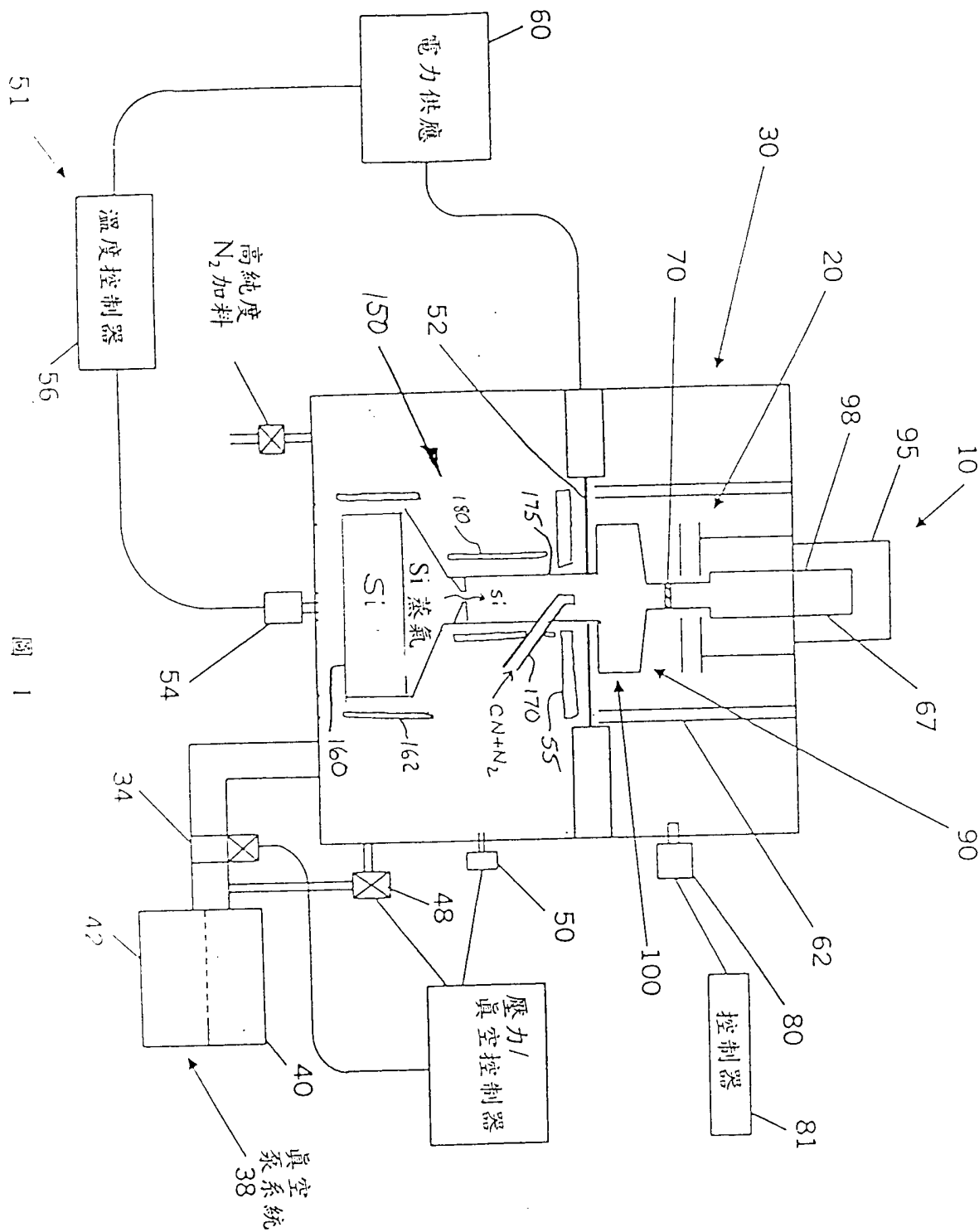


圖 1

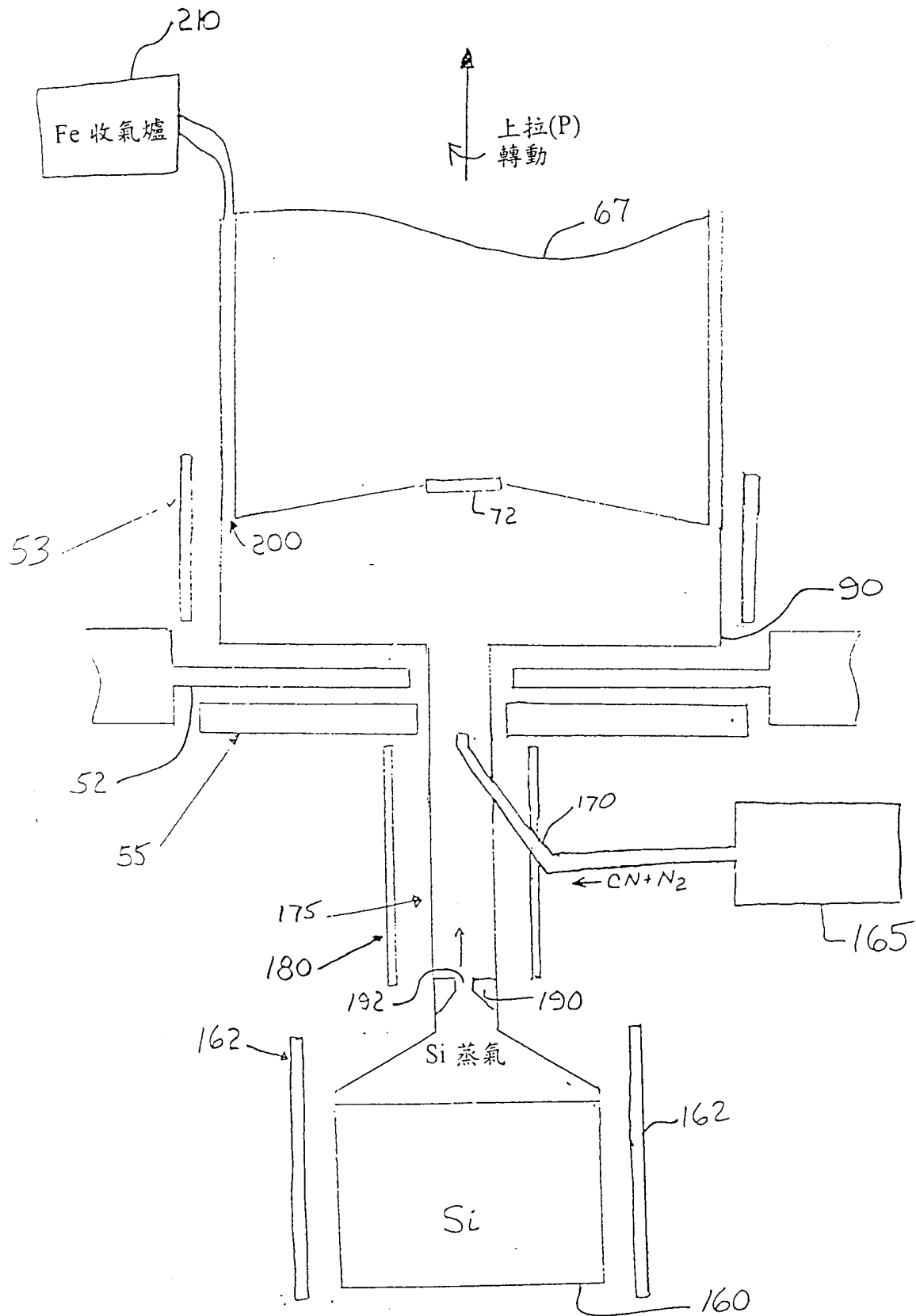


圖 2

圖式

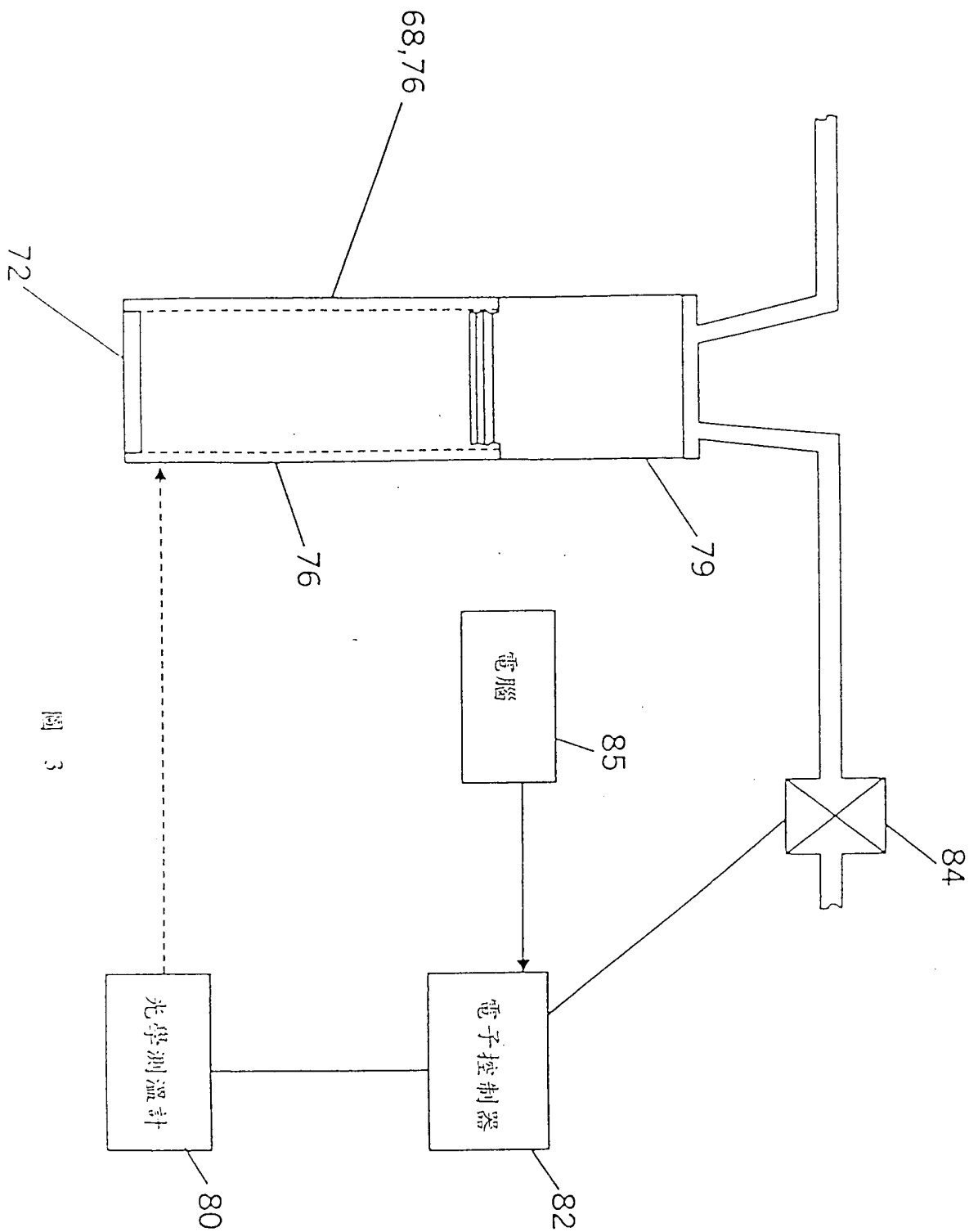


圖 3

圖式

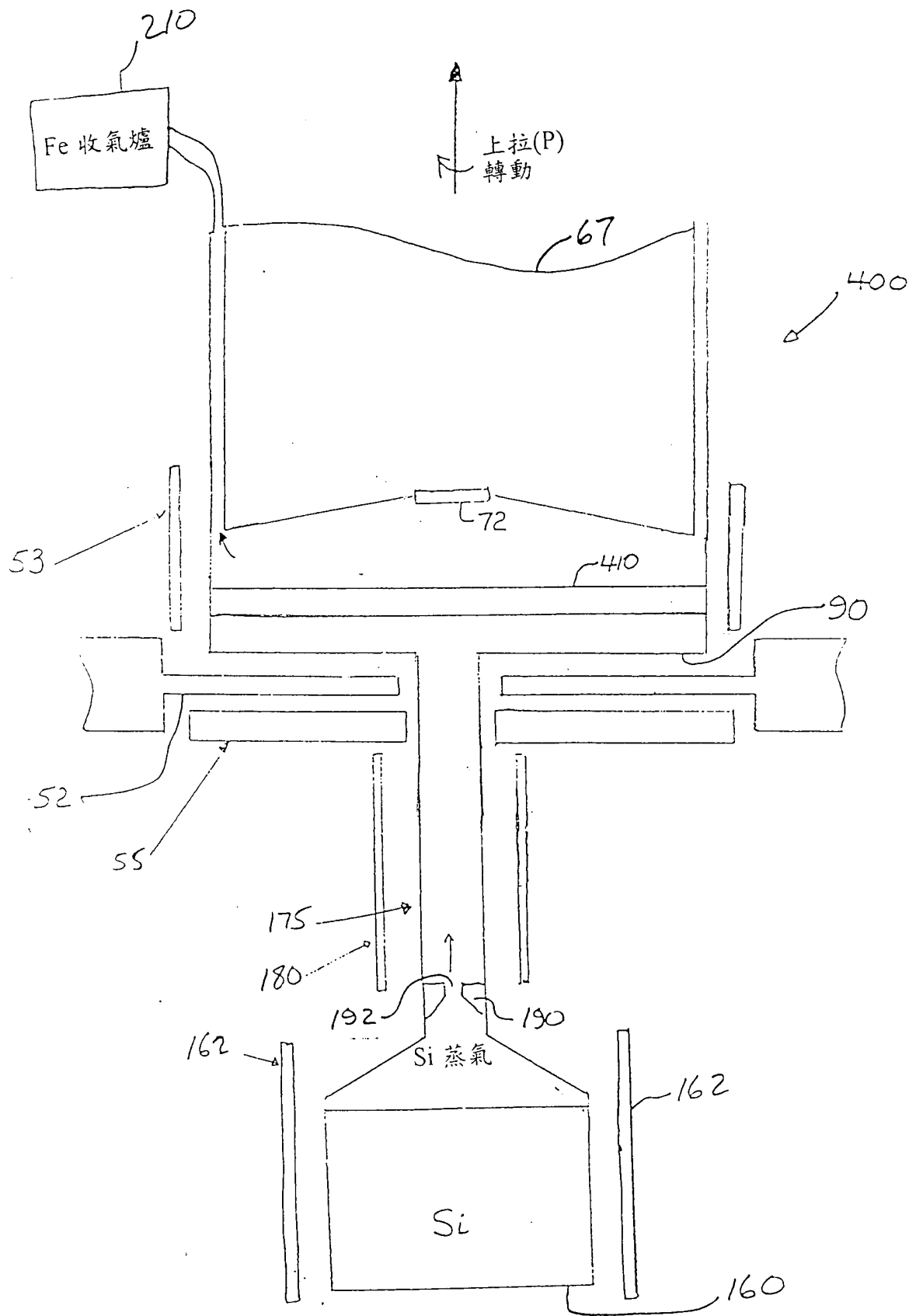


圖 4