

# 告 本

申請日期	88. 7. 23
案 號	88110876
類 別	U30B15/60

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書 473564 <del>新 型</del>		
一、發明 <del>新 型</del> 名稱	中 文	成長任意大尺寸之無缺點矽晶之方法
	英 文	"PROCESS FOR GROWTH OF DEFECT FREE SILICON CRYSTALS OF ARBITRARILY LARGE DIAMETERS"
二、發明人 <del>創 作</del>	姓 名	羅伯 J. 非爾斯特
	國 籍	美國
	住、居所	義大利米蘭市卡拉多所路11號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商MEMC電子材料公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國米蘇里州聖彼得斯市珍珠大道501號
	代 表 人 名 姓	哈蘭尼·福·哈尼里

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝  
訂  
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

美國	1998年06月26日	60/090,723	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權
美國	1998年10月14日	60/104,087	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權
美國	1999年01月28日	60/117,623	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權

有關微生物已寄存於： ， 寄存日期： ， 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 ( 1 )

### 發明背景

本發明通常係有關於在電子元件製造所使用的半導體等級單晶矽準備，更明確而言，本發明係關於用以在該等矽塊整個晶體半徑與可用長度上產生實質無結塊本徵點缺點的一單晶矽塊。

用以半導體電子元件製造多數製程的起始材料之單晶矽普遍是由所謂的 Czochralski ("Cz") 方法準備。在此方法中，多晶系矽("多晶矽")係裝於一坩鍋及熔化，一籽晶會與熔化的矽接觸，而一單晶係藉由慢萃取而成長。在完成一頸部的形成之後，該晶塊的直徑便可藉由減少拉率及/或熔化溫度而延申，直到意欲或目標直徑達成為止。當補償所減少熔化位準之時，具有大約固定直徑之晶圓柱主體然後可藉由控制拉率與熔化溫度而生長。接近該成長製程結束但在坩鍋沒有熔化的矽之前，該晶直徑必須減低以形成一尾圓錐體。典型上，該尾圓錐體係藉由增加晶拉率與提供給坩鍋的熱而形成。當直徑變成夠小之時，該晶體然後會從熔化分開。

近幾年來，已認知到當凝結之後晶塊冷卻之時，在單晶矽的許多缺點會在晶體生長室形成。部份由於在晶格出現一過度(亦即超過可溶性界限之濃度)的本徵點缺點，此缺點便會發生，而這些本徵點缺點是空缺與自我晶隙性。從熔化所生長的矽晶塊典型是以晶格空缺("V")或矽自我晶隙性("I")的一或其他類型的過度本徵點缺點生長。建議在矽中的這些點缺點之類型與最初濃度在凝結時間上決

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 2 )

定，而如果這些濃度在系統中達到一臨界過飽和位準，而該等點缺點的遷移率足夠高，一反應或一結塊事件便可能發生。矽的結塊本徵點缺點會嚴重影響到在高度複雜積體電路中的材料良率可能性。

空缺型缺點係認為是可認知為晶體缺點之起源，諸如 D 缺點、流動分佈缺點 (FPDs)、閘氧化層完整性 (GOI) 缺點、晶源微粒 (COP) 缺點、晶體源起光點缺點 (LPDs)、及由紅外線光散射技術所觀察的某些體積缺點分類，諸如掃描紅外線顯微鏡與雷射掃描線檢法。而且，在過度空缺區域所出現的是充當環氧化感應堆疊錯誤 (OISF) 的原子核缺點。可推測此特殊缺點是出現過度空缺所引起化學反應的一高溫成晶氧塊。

與自我晶隙性有關的缺點沒有較好的研究。他們通常視為晶隙性類型擾亂迴路或網路的低密度。該等缺點對於閘極氧化完整性錯誤負有責任，一重要晶圓效率標準，但是他們廣泛認為是通常結合漏流問題的其他類型裝置之原因。

在 Czochralski 矽中的此空缺與自我晶隙性結塊缺點是傳統在大約  $1 \times 10^3 / \text{cm}^3$  至大約  $1 \times 10^7 / \text{cm}^3$  範圍內。當這些值相當地之時，結塊本徵點缺點便會很快地提高裝置製造商的重要性，而事實上現在可看到裝置製造處理的生產限制因素。

到目前為止，通常存在處理結塊本徵點缺點問題的三個主要方法。該第一方法係包括著重在拉晶技術，為了要減

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

### 五、發明說明 ( 3 )

少在晶塊中結塊本徵點缺點的數目密度。此方法可進一步細分成具有拉晶情況的這些方法，其會造成自我晶隙性支配的材料構造。例如，已建議結塊缺點的數目密度能藉由 (i) 生長一晶塊而控制  $v/G_0$ ，其中晶格空缺是主要的本徵點缺點，及 (ii) 藉著在拉晶製程期間從大約  $1100^{\circ}\text{C}$  到大約  $1050^{\circ}\text{C}$  來改變 (通常係藉由逐漸減慢) 矽塊的冷卻率來影響結塊缺點之晶核作用率。當五方法減少結塊缺點的數目密度之時，它不能夠避免他們的形成。當由裝置製造商所加諸的需求變成越嚴格之時，這些缺點的出現會持續變成較大的問題。

在晶體本身的生長期間，其他已建議將拉率減少至低於大約每分鐘 0.4 公釐的值。然而，此提議亦無法滿足，因為此一慢拉率會導致每個拉晶器的生產量降低。更重要地，此拉率會導致具有自我晶隙性的高濃度之單晶矽構成。接著，此高濃度會導致結塊自我晶隙性缺點的構成及結合如此缺點之所有產生的問題。

處理結塊本徵點缺點問題的第二方法係包括著重在隨後構成結塊本徵點缺點的的分解或毀滅的方法。通常，這可藉由以晶圓形式使用矽的高溫熱處理達成。例如，Fusegawa et al 在歐洲專利案號 503,816 A1 中提議，以超過每分鐘 0.8 公釐的生長率來生長矽晶塊，並熱處理在  $1150^{\circ}\text{C}$  至  $1280^{\circ}\text{C}$  範圍溫度從晶塊所切片的晶圓，以近減少在接近晶圓表面的薄區域中的缺點密度。所需的特殊處理將視在晶圓中的結塊本徵點缺點的濃度與位置而改變。從不具

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 4 )

有此缺點的一致性軸濃度晶體所切片的不同晶圓可能需要不同的生長處理情況。此外，此晶圓熱處理的成本相當高，具有將金屬雜質移入矽晶圓的潛在性，並不會廣泛地影響到所有相關類型的晶體缺點。

處理結塊本徵點缺點問題的該第三方法是在一單晶矽晶圓表面上之一薄晶層的外延沈積。此製程係提供具有一表面的單晶矽晶圓，其實質是無結塊本徵點缺點。然而，外延沈積在實質上會增加晶圓的成本。

鑑於這些的發展，一需求係持續存在於一單晶矽準備之方法，其係藉由抑制產生本徵點缺點之結塊反應而避免結塊本徵點缺點的形成。抑制結塊反應之方法會產生沒由或實質無結塊本徵點缺點之矽底材，而不是只限制此缺點形成的速率，或在缺點形成之後嘗試將某些缺點減絕。基於每個晶圓所獲得的積體電路數目的觀點，此一拉晶亦會產生具有類似外延良率潛在性的單晶矽晶圓，而沒有外延製程的高成本。

目前可確認該等矽單晶矽塊可成長實值無本徵點缺點結塊所產生的缺點。(參考例如 PCT/US98/07356 與 PCT/US98/07304) 抑制結塊反應的一主要方法係將本徵點缺點以徑向過度擴散。如果在發生結塊反應於超過溫度  $T_A$  之晶體溫度給予足夠的時間，自我晶隙性與空缺會組合與彼此減絕或擴散到該矽塊表面上的槽。

矽自我晶隙性在接近亦即大約  $1410^{\circ}\text{C}$  的矽固態溫度便會遷移。然而，當該單晶矽晶塊的溫度減少之時，此遷移率

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 5 )

會減少。通常，自我晶隙性的擴散率會減慢此一可觀的程度，在溫度低於 $700^{\circ}\text{C}$ 以上、亦或溫度大到類似 $800^{\circ}\text{C}$ 、 $900^{\circ}\text{C}$ 、 $1000^{\circ}\text{C}$ 、或甚至 $1050^{\circ}\text{C}$ 以上，他們在商用處理期間係實質不變性。

在此要注意，雖然在一自我晶隙性結塊反應發生的溫度是以大溫度範圍變化，實際上，此範圍對於傳統Czochralski生長的矽是相當窄小。這是最初自我晶隙性濃度的相對狹窄範圍的結果，這些自我晶隙性濃度典型上是根據Czochralski方法而在矽生長中獲得。大體上，因此，如果溫度是在大約 $1100^{\circ}\text{C}$ 到大約 $800^{\circ}\text{C}$ 的範圍內，典型是在大約 $1050^{\circ}\text{C}$ 的溫度，一自我晶隙性結塊反應便會發生。

藉由控制在自我晶隙性出現遷移溫度範圍內之晶塊冷卻率，該自我晶隙性可在特定的時間擴散到位在晶體表面的槽，或擴散到遭滅絕的空缺主區域。此晶隙性的濃度因此可抑制到一足夠低的位準，所以自我晶隙性(亦即，超過該可溶性限制的濃度)的過度飽不會在自我晶隙性足夠遷移至結塊的溫度上發生。該等相同原理可應用於矽空缺。然而，該等空缺的相關非遷移性使他們過度擴散更困難。

在目前既有拉晶器中產生無塊微缺點的單晶塊是可能的，但是有許多相反的情況會在拉晶器與矽塊操作上出現。困難的折中方案必須進行，其實質上會影響到無缺點單晶矽塊製造的商業實用性。一單晶矽塊的成長是在圖1表示。矽是在大約 $1410^{\circ}\text{C}$ 溫度上從融化到矽塊凝固，而隨

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 6 )

後會持續冷卻。在超過熔化表面而沿著矽塊 $L(T_A)$ 長度的某些位置上，該矽塊會在結塊反應發生(例如， $1050^{\circ}\text{C}$ )上通過等溫線 $T_A$ 。該矽塊會在它成長的期間通過此點。

本質上，成長的無缺點矽塊需要在熱域的溫度分配可在結塊反應發生的溫度超過 $T_A$ (例如，大約 $1050^{\circ}\text{C}$ )能足以產生矽塊的長存在時間，以允許本徵點缺點的過度擴散。在溫度超過 $T_A$ 使矽塊軸片段的的存在時間成為最大值需將拉率減慢。然而，拉率減慢會明顯地減低拉晶器的生產量。

在溫度超過 $T_A$ 的矽塊之每個軸片段所必需的存在時間可藉由成長該晶體而略微減低，所以自我晶隙性本徵點缺點便會主宰，自我晶隙性缺點會實質比空缺缺點更大的遷移率。減少缺點的最初濃度是仍然必要。然而，若要減少缺點數目，該拉率在晶隙性成長情況內應是最大值。

爲了要在其整個長度上產生實質無結塊微缺點的一單晶矽塊，沿著矽塊整個可用長度的每一軸片段必須在溫度超過 $T_A$ 使本徵點缺點過度擴散之所需時間必須通過 $T_A$ ，因此，相同相當慢的拉率必須維持，甚至是在矽塊的不可用的尾圓錐體形成。此外，甚至在它形成之後，矽塊必須升起，所以該矽塊的可用固定直徑部分的下層端在溫度超過 $T_A$ 具有足夠的存在時間。

當該成長的晶體直徑增加之時，在拉率與本徵點缺點過度擴散的必要存在時間之間的張力會變得更敏銳。當矽塊的直徑增加之時，缺點數目便會增加，而缺點的半徑距離必須擴散至矽塊的表面。

## 五、發明說明 ( 7 )

再者，自我晶隙性的過度擴散時間的減小使它在最初晶隙性濃度的半徑變化會減到最小。這是藉著將軸溫度梯度  $G_0(r)$  的半徑變化減到最小而達成。爲了要將軸溫度梯度中的半徑變化減到最少，在矽熔化表面的矽塊上將軸溫度梯度  $G_0$  的平均值減到最小是必要的。然而，爲了要使達成晶隙性成長情況的拉率增加到最大值，將  $G_0$  的平均值減到最小是必要的。

如一實用的範例，非常嚴格製程控制必須在拉晶器的操作上維持，以產生實質無結塊本徵點缺點之單晶矽塊。而且，在拉晶器會有明顯的生產量減少。因此，目前需有一製程來成長無結塊本徵點缺點的單晶矽塊，這些缺點可從需要使本徵點缺點過度擴散的情況分離或實質分離該拉晶器的操作。

### 發明概述

本發明的數個目的與特徵係描述用以產生一單晶矽塊的製程標準，而此一單晶矽塊在矽塊的整個可用長度上係實質無結塊本徵點缺點；此一製程準備係實質不會減低拉晶器的生產量；此一製程的準備係實質會減低拉晶器用以製造無缺點矽塊的拉率限制；而且此一製程的準備係實質會減少拉晶器在平均軸溫度梯度  $G_0$  上的限制。

因此，簡而言之，本發明係用以產生一單晶矽塊之製程，該單晶矽塊具有一籽晶圓錐體、一尾圓錐體與在該籽晶圓錐體與該尾圓錐體之間的一固定直徑部分。該矽塊係根據 Czochralski 方法而從熔化的矽成長。通常，該製程係

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 五、發明說明 ( 8 )

包含從熔化的矽成長矽塊，並控制矽塊的溫度，以致於該沒有矽塊部分會冷卻至低於溫度 $T_A$ 的溫度，在此溫度矽塊中的本徵點缺點結塊會在矽塊成長期間發生，以致於該矽塊的至少固定直徑部分係實質無結塊本徵點缺點。

本發明係進一步用以產生一單晶矽塊之製程，該單晶矽塊係具有一籽晶圓錐體、一尾圓錐體與在籽晶圓錐體與尾圓錐體之間的一固定直徑在部分。該矽塊係根據Czochralski方法而在拉晶器從熔化的矽成長。該拉晶器係包括一下層生長室與一上層拉室，而且該製程係包含將一籽晶降低而與位在拉晶器生長室的熔化矽接觸，並從該熔化拉出籽晶，所以造成來自熔化的矽會凝結，用以形成單晶矽塊。整個所形成的矽塊會拉入拉室，當拉室的溫度維持在矽塊發生本徵點缺點結塊的溫度超過 $T_A$ 之時，該拉室然後會從該生長室隔離。

本發明的其他目的與特徵部分會更顯然，而部份會在下面描述。

### 圖式之簡單說明

圖1係描述既有單晶矽塊成長的圖式，其顯示在成長期間經由結塊反應發生的一等溫線的矽塊通道；

圖2係顯示自我晶隙性 $[I]$ 與空缺 $(V)$ 是如何與 $v/G_0$ 值變化的範例圖式，其中 $v$ 是拉率，而 $G_0$ 是平均軸溫度梯度；

圖3是一拉晶器的電路圖式，其允許拉晶器的一拉室部分移除，並使用另一拉室取代；

圖4是一拉晶器的電路圖式，其允許矽塊從拉室移到位

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂線



## 五、發明說明 ( 9 )

在該拉室旁邊的保持室；

圖 5 是一拉晶器的電路圖式，其允許矽塊從拉室移到位在通常高於該拉室的一保持室；

圖 6 A 是如範例所示的正常成長率的圖式，該成長率係當作品體長度的功能；

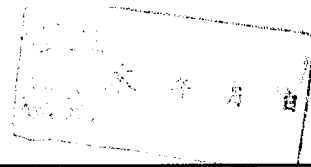
圖 6 B 是如範例所是從肩背到尾圓錐體成長開始範圍的一連串矽塊片段軸切照相，其接著是銅裝飾與一缺點描繪蝕刻；及，

圖 6 C 是如範例所是從籽晶到尾圓錐體成長開始範圍的一連串矽塊片段軸切照相，其接著是銅裝飾與一缺點描繪蝕刻。

相對的參考文字係表示在所有圖中的相對零件。

元件符號說明

10	拉晶器	110	拉晶器
12	生長室	112	生長室
14	坩鍋	116	拉室
16	拉室	140	容納室
18	曲軸結構	142	軌跡
20	拉線	144	加熱器
22	籽晶夾盤	216	拉室
24	活瓣	218'	曲軸結構
24'	活瓣	220'	拉線
26	活瓣	240	容納室
30	加熱器	I	矽塊



## 五、發明說明 ( 10 )

I' 矽塊

EC' 尾圓錐體

M 熔化的矽

較佳具體實施例之詳細說明

請即參考圖所有的圖，而且特別是圖3，根據本發明用以實現一製程之裝置係包括通常在10所示的一拉晶器。該拉晶器係包括一生長室12，其提供用以包含一熔化的矽M之坩鍋14。該坩鍋14是以傳統的方式安裝在生長室12內而用以旋轉。該拉晶器10亦包括一傳統的加熱器與隔離(在圖中未顯示出)，用以加熱在坩鍋14內的矽，以產生及維持它熔化的狀態，該拉晶器10係進一步包含位在該生長室12頂端上的一拉室16，而且能在生長室敞開，用以接收從熔化的矽M所成長的一單晶矽塊I。該拉室16具有一曲軸結構18，用以在末端上的籽晶夾盤22的一拉線20升起及降低。或者，採用一軸承而不是一可使

裝  
訂  
線

## 五、發明說明 ( 10)

用的拉線之一拉動結構(在圖中未顯示出)可使用。根據 Czochralski 方法，夾盤 22 會攜帶用來開始矽塊 1 構成的一籽晶(在圖中未顯示出)。

該拉室 16 具有一活瓣 24，用以從生長室 12 將拉室關閉。同樣地，該生長室 12 具有其本身的活瓣 26，用以從拉室 16 將其本身關閉。該拉室係能釋放地安裝在生長室 12，所以整個拉室 16 可從生長室移除。該裝置係進一步包括另一拉室 16' (另一拉室 16' 的相對部分將以相同於拉室 16 的相同參考數字表示)。該另一拉室 16' 可安裝在生長室 12 上，並可用來成長另一矽塊 I'。然而，如圖 3 所示，一矽塊 I 會在拉室 16 成長，而另一矽塊 I' 會在遠離生長室 12 的一位置間隔上的另一拉室 16' 保持。

根據本發明的原理所實現的一製程將參考圖 3 所示的裝置描述。就如所了解的，該製程可由其他的裝置(在此所述的某些範例)實現。該拉晶器 10 最初是以傳統的方式準備，例如藉著在坩鍋 14 放置固態多晶矽，並啟動加熱器使矽熔化，以形成熔化的矽 M。該曲軸裝置 18 會被啟動，以便將拉線 20 放出，並將夾盤 22 放低，所以該籽晶便會接觸熔化的表面。該坩鍋 14 與該拉線 20 會以垂直軸旋轉。當該籽晶開始熔化之時，該曲軸裝置 18 便會必啟動，緩慢捲收拉線 20，將該籽晶從熔化升起。來自熔化 M 的矽會凝結在一單晶格中的籽晶上，藉使開始形成矽塊 I。

該矽塊最初具有一籽晶圓錐體 SC，其具有增加至等於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 11)

意欲成長矽塊直徑的點之一直徑(典型係略大於從矽塊最後所形成板導體晶圓的意欲直徑)。一固定直徑CD部分係藉由控制拉率與矽塊I的加熱而成長。當固定的直徑CD部分已達到所需的長度之時，一尾圓錐體EC'(只在其他矽塊I'上顯示)便會形成，爲了要將該矽塊I從溶化分離。此長度是受到拉晶器10的幾何所限制。該尾圓錐體EC'亦藉由控制(亦即，通常逐漸增加)該矽塊的拉率與藉由熱的應用而形成。在從溶化M分離之後，該矽塊I便會在拉室16內整個拉動。

根據本發明的製程，該矽塊I的溫度是維持在溫度超過 $T_A$ ，其本微點缺點會變成過度飽，而且會在矽塊成長的期間結塊。更明確而言，該矽塊I沒有部分允許在矽塊成長的期間冷卻至溫度 $T_A$ 。如此，不像在圖1所示的傳統Czochralski製程範例，當矽塊成長之時，該矽塊I從未通過等溫線 $T_A$ 。由出現在 $T_A$ 等溫線先前所造成在的單晶矽製造限制可由本發明的製程移除。該矽塊I的冷卻的控制可藉由熱屏障、熱或兩某些組合的應用達成是可預見的。在所述的具體實施例中，該拉室16具有加熱器30(在圖3所顯示)，用以當矽塊接進及近入拉室之時，將熱運用在該矽塊I。

該矽塊I可在溫度超過 $T_A$ 保持一段選定的時間，以允許將本微點缺點過度擴散至矽塊低於發生本微點缺點結塊所需可溶性限制的一濃度。本微點缺點過度擴散所需的時間(下面會更詳細討論)通常會明顯比該拉晶器10的正常週

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 12)

期時間更長。最後，本發明的製程係進一步包含從在一半導體製造設備內的拉晶器10的位置將矽塊I移除，以允許拉晶器可獨立再循環於矽塊的熱條件。該矽塊I會在他從拉晶器10移除的期間與之後在溫度超過 $T_A$ 上維持。

在圖3所示的具體實施例中，從拉晶器10移除矽塊I係包括在拉室16內完全地拉該成長晶。在拉室16上的值24與在生長室12上的活瓣26會關閉，將該等室從彼此與從周圍環境隔離。該拉室16然後會從生長室12分離與移除，如在圖3的其他拉室16'位置所示。該拉室16會在溫度超過 $T_A$ 上保持，直到每次本微點缺點的充份過度擴散發生為止。該矽塊I然後會冷卻至周圍溫度，並從拉室16移除，用以進一步處理半導體晶圓。

在生長室12的加熱器能夠關閉，所以該生長室可冷卻至周圍溫度。該生長室12然後會開啓，所以該坩鍋14能被移除，而使用另一晶體取代。在坩鍋14所保持的固態多晶矽會熔化，以形成一新的溶化。在拉室16移除之後的適當時間，該另一拉室16' (最初具有在此所移除的矽塊I')會移入在生長室12的位致。該拉室16'會接合在生長室12，而拉室的活瓣24'、26與生長室會開啓，以允許要成長的另一單晶矽塊I'。

保持矽塊I超過 $T_A$ 所需的總時間係決定在本微點缺點的最初濃度、在矽塊所主宰的本微點缺點類型與要成長的矽塊直徑。請即參考圖2，兩類型本微點缺點的濃度是在溶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 13)

化的表面上與在矽塊I的平均瞬間軸溫度梯度 $G_0$ 上的拉率 $v$ 比率的比較所會出的圖式。在較低的 $v/G_0$ 比率上，自我晶隙性本徵點缺點[I]會主宰，而在較高的比率上，空缺缺點[V]會主宰。然而，可看出兩類型本徵點缺點的 $v/G_0$ 濃度臨界比率會減少。目前，相信此比率是大約 $2.1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sK}$ 。要在將該 $v/G_0$ 比率維持接近於臨界值，但是這是不容易在矽塊I的整個成長製程上進行，特別是在該等籽晶圓錐體與尾圓錐體末端。本發明的一特徵是該矽塊I的成長是略微低於所依賴的 $v/G_0$ 比率，因為本發明允許本徵點缺點過度擴散，而不會明顯影響到拉晶器10的週期時間。

理想上，晶隙性點缺點的自我晶隙性類型會根據本發明的製程而在成長的矽塊I主宰。自我晶隙性缺點[I]係實質比空缺缺點[V]有較大的遷移率。自我晶隙性的半徑過度擴散的發生較空缺過度擴散快大約10倍。換句話說，它會使用10分鐘時間過度擴散在一空缺主宰矽塊中的空缺來過度擴散在一自我晶隙性中的相同濃度之晶隙性。結果，所維持的 $v/G_0$ 比率低於在矽塊I成長實質部分上的臨界值是理想的，所以自我晶隙性缺點會主宰。當然， $v/G_0$ 會在跨過矽塊I的半徑上改變，所以具有濃度的半徑變化與在矽塊內的缺點類型。然而，移入該矽塊I部分的 $v/G_0$ 空缺主宰區域是可允許，只要自我晶隙性缺點完全主宰，而在過度擴散期間與空缺再結合，藉此滅絕兩缺點，所以他們的濃度保持在低於可溶性限制。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 14)

然而，可了解到本發明的製程可用於空缺主材料。如一般的規則，空缺主材料(如果始中出現)會在矽塊的軸中心出現，而且決定在晶體成長情況，可在空缺主材料不從中心延伸至邊緣的情況從中心擴充至矽塊的邊緣，空缺主材料的一核心將會由晶隙性主材料的一環狀所圍繞。由於矽格(當與矽自我晶隙性原子相比較)中較判的空缺遷移率，所包括的時間係藉由將空缺過度擴散至能夠相當長的表面而達成空缺系統(亦即，空缺濃度的抑壓)的必要減輕。因此，在本發明的一具體實施例中，抑制空缺濃度所需的時間係藉著將矽自我晶隙性注入矽塊而減少，其會擴散至及與既有空缺再結合，並將他們滅絕。在此具體實施例中，當矽塊在溫度超過結塊反應發生的溫度保持之時，矽自我晶隙性原子可藉著將矽塊表面氧化而注入。例如，氧化可藉著在保持期間將該矽塊暴露在一氧化大氣層(例如，一大氣層係包含氧或蒸氣，理想上，如不完全，實質可包含氧或蒸氣)而達成。該氧化層可在數個微米(例如3、4、5)或甚至10或更大微米的厚度成長。因為該氧化層的厚度影響到氧化(其接著會影響到注入矽自我晶隙性原子的速率)率，其優點是以1、2或更多個週期來除取該成長的氧化層(例如，使用氫或HF氣相)，然後會在保持期間將該晶體表面重新氧化。

所要成長矽塊I的直徑會影響本徵點缺點擴散所需的時間，只是因為當矽塊的直徑增加之時，該本徵點缺點必須橫越較大的半徑距離。擴散的必要時間是矽塊1的半徑平

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

## 五、發明說明 ( 15)

方比。因此，可發現矽塊的固定直徑部分是大約150公釐，矽塊存在超過 $T_A$ （亦即，大約 $1050^{\circ}\text{C}$ 、 $1000^{\circ}\text{C}$ 、或甚至 $900^{\circ}\text{C}$ ）的總時間係至少大約10小時，理想是至少大約12小時，而更較想是至少大約15小時。在溫度超過 $T_A$ 存在一類似系統的200公釐矽塊之總時間如此會是至少大約22小時，理想是至少大約25小時，更理想是至少大約30小時，而在溫度超過 $T_A$ 存在一類似系統的300公釐矽塊之總時間如此會是至少大約48小時，理想是至少大約60小時，更理想是在大約75小時。可了解到過度擴散的精確時間可以是在此所描述之外，而不會違背本發明的範圍。

請即參考圖4，其係描述一第二具體實施例之製程。除了拉晶器110的一拉室116未從一生長室112移除以外，該製程係相同於該第一具體實施例的製程。在第二具體實施例中，該拉室116已修改成與緊鄰拉室的一保持室140相通。對於製程的目前描述目的而言，該容納室140並不形成拉晶器110的部份，即使實際接合在拉晶器。在矽塊I完全成長及拉入該拉室116之後，從容納室140分開拉室的一門（在圖中未顯示出）會打開，而該矽塊會移入溫度保持在超過 $T_A$ 適當時間的容納室。所示的一軌跡142係用以將該矽塊I帶入容納室140。在所描述的具體實施例中，該容納室140具有一加熱器144。隨後，該矽塊I會移入一熱鎖（在圖中未顯示出），以允許將來自容納室140的矽塊冷卻及移除，而不會妥協容納室的熱環境。同時，從容納室140將拉室116分開的門會關閉。另一曲軸裝置與拉線（在

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂  
線

## 五、發明說明 ( 16)

圖中未顯示出)會移入拉室116的位置，用以成長另一單晶矽塊(在圖中未顯示出)。

本發明製程的一第三具體實施例是在圖5顯示。該製程非常接類似於圖4所示，因為該拉室216不會移動，而是該矽塊I會移至一容納室240。該主要的不同是在該容納室240係位在上面，而不是在拉室216的旁邊。再者，一分開的曲軸裝置218'與拉線220'會移入固定位置，所以另一矽塊I'的成長會發生，而不管該矽塊I的熱情況是否已成長。

進一步要注意，對於本製程的上述每一具體實施例，其中該成長矽塊是在拉室內保持以提供給過度擴散的足夠時間而言，該拉室具有一不均稱性熱輪廓是理想的，換句話說，因為該成長矽塊的至少一部分已冷卻至低於形成結塊本徵點缺點形成( $T_A$ )的溫度，此部分會從生長室移除或分開之時在溫度超過 $T_A$ 上維持是不必要。事實上，晶體不超過 $T_A$ 的此部分溫度輪廓是理想的，因為如果溫度太高(亦即，超過大約 $1175^{\circ}\text{C}$ 、 $1200^{\circ}\text{C}$ 或更大)，本徵點缺點的濃度會超過可溶性限制、或臨界濃度、結果會擴散。然而，當此區域的溫度必須不可太高之時，該矽塊的其餘部分溫度必須有效地維持在高位準，以致於矽塊便不會發生。

如果採用一不均稱性熱輪廓，理想上，該溫度會從籽晶尾端增加到尾端，典型上範圍是從大約 $1000^{\circ}\text{C}$ 到大約 $1200^{\circ}\text{C}$ ，而理想範圍是從大約 $1050^{\circ}\text{C}$ 到大約 $1175^{\circ}\text{C}$ 。在具有溫度超過 $T_A$ 的矽塊內之軸位置然後會根據本發明而冷卻，理

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 17)

想上，直到該溫度輪廓變成一致性為止。該矽塊然後會如在技藝中的一般性而進一步冷卻及移除，用以額外的處理。

當一不均稱溫度輪廓是較佳之時，注意一均稱的溫度輪廓亦可採用。然而，如果使用一均稱輪廓，溫度必須足以超過 $T_A$ ，以避免結塊發生，但不是在如此高的溫度先前已冷確低於 $T_A$ 的區域會重新變成臨界過度飽(如上面的討論)。因此，溫度理想範圍是從大約 $1125^{\circ}\text{C}$ 到大約 $1200^{\circ}\text{C}$ ，而更理想是從大約 $1150^{\circ}\text{C}$ 到大約 $1175^{\circ}\text{C}$ 。只要該矽塊是在室內，此均稱輪廓的溫度然後可根據本發明而減少冷卻至低於 $T_A$ 的矽塊。然後，如同技藝中的平常技術，該矽塊可進一步冷卻及移除，用以額外的處理。

下列範例係描述本發明。

### 範例

當該等矽塊以在圖6A(以下，"無缺點"生長率曲線)的虛線所示的率成長之時，兩個200公釐晶矽塊可在能夠完全產生結塊本徵無缺點材料的拉晶器中成長。兩個晶體係以在圖6A連續線所示的相同目標成長率來生長，其成長率具有與臨界成長率有關的一正常成長率(亦即，與臨界成長率有關的實際成長率，典型係以在臨界成長速度上的實際成長速度的比例表示)。如所描述的，該等矽塊最初係以超過"無缺點"成長率曲線的速率成長一段時間，然後以超過"無缺點"成長率曲線的塞率重新成長一段時間。然而，只要完成矽塊成長，該第一矽塊(87GEX)便允

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 18)

許在晶體生長室自然冷卻。然而，該第二矽塊(87GEW)允許在晶體生長室自然冷卻；相反地，只要矽塊成長完成，在拉晶器的熱域中加熱器會保留，而矽塊會在拉室保持30小時；該溫度輪廓是矽塊從籽晶尾部保持在溫度超過大約1050°C而多於大約400公釐的區域，從籽晶尾端小於大約400公釐的區域是在此時段期間於溫度低於大約1050°C之時保持。

該等矽塊係沿著平行於成長方向的中央軸而縱向切片，然後進一步分成每個大約2公釐厚度的區段。使用銅裝飾技術，從籽晶至尾部構成每個矽塊的縱向片段組係與銅污染而且加熱，該加熱情況要能適合於將高濃度銅溶解成片段。在此熱處理之後，該等取樣會在出現氧化物成串或結塊晶隙性缺點位置上銅過度擴散或沉積期間會很快冷卻。在一標準缺點描繪蝕刻之後，該等取樣會視覺檢查是否出現沉積雜質；這些區域係符合此無結塊晶隙性缺點區域之無沉積雜質。照相然後會在每個晶體區段上拍照，而所組成的照片係顯示從籽晶到尾端的每個晶體結果。第一自然冷卻矽塊(87GEX)的相片組是在圖6B描述，而第二保持矽塊(87GEW)的相片組是在圖6C描述。

請即參考圖6A、6B、和6C，可看出該自然冷卻矽塊(87GEX)係包含從0到大約393公釐的結塊空缺缺點、從大約393公釐到大約435公釐的無結塊本徵點缺點、從大約435公釐到大約513公釐的結塊本徵點缺點、從大約513公釐到大約557公釐的無結塊本徵點缺點、及從557公釐

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂  
線

## 五、發明說明 ( 19)

到晶尾的結塊空缺缺點。這些係符合此熱域無缺點成長條件的上面、其中與下面。該保持矽塊(87GEW)係包含從0到大約395公釐的結塊空缺缺點、從大約395公釐到大約584公釐的無結塊本徵點缺點、及從大約584公釐到晶尾的結塊空缺缺點。因此，在兩矽塊之間的最明顯差異不同是發生在從大約435公釐到大約513公釐的區域，其中該自然冷卻矽塊(87GEX)係包含結塊本徵點缺點，然而該保持矽塊(87GEW)並不包含。在保持期間，在保持矽塊(87GEW)的自我晶隙性矽原子的濃度會受到該等自我晶隙性原子的額外擴散而抑制到矽塊的表面與空缺主區域，因此，臨界過度飽和與晶隙性原子的結塊反應便可避免隨後晶體凝結。然而，在自然冷卻的矽塊中，不足夠的時間允許額外擴散到該表面與空缺主區域，結果，該系統會在矽自我晶隙性原子變成臨界過度飽和，而一結塊反應會發生。

如此，這些矽塊係描述時間與足夠高溫度的特定充份量，事實上，矽自我晶隙性原子的任何量可過度擴散到該表面。

此外，在圖6A所述的"無缺點"成長率曲線係落在晶體成長率的範圍內，在此拉晶器結構的自然冷卻情況下，其可提供整個無結塊本質缺點材料。既使是在此熱域結構的自然冷卻情況下，在結塊空缺缺點形成的成長率( $P_V$ )與在結塊本徵點缺點形成的成長率( $P_I$ )之間存在晶體成長率的範圍；此範圍是至少 $P_V$ 與 $P_I$ 的平均 $\pm 5\%$ 。當在溫度超過大

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

### 五、發明說明 ( 20)

約1050°C的成長晶體存在時間增加之時，此範圍會進一步與諸如至少 $P_V$ 與 $P_I$  (例如，對於晶體87GEW而言，該存在是明顯大於 $P_I$ 未達成，因此，此晶體的 $P_I$ 係小於所達成的最低拉率)平均的 $\pm 7.5\%$ 、至少 $\pm 10\%$ 、或即使至少 $\pm 15\%$ 的範圍而增加。這些結果是在下表1表示。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

表 1

87GEX						
轉換	位置 mm	正常化 拉率, V	V_ave	窗(DV)	%變化 100 (DV/Vave)	
V-P	393	0.251				
P-I	435	0.213	0.232017	0.03865546	16.66	
I-P	513	0.209				
P-V	557	0.249	0.22937	0.0402521	17.55	
87GEW						
轉換	位置 mm	正常化 拉率, V	V_ave	窗(DV)	%變化 100 (DV/Vave)	
V-P	395	0.246				
P*	465	0.196	0.221008	0.05042017	22.81	
P*	465	0.196				
P-V	584	0.271	0.233193	0.07478992	32.07	

\* 在未觀察到 P-I 轉換的 87GEW 中，我們在窗中採用最小的 V 值來決定窗尺寸。

五、發明說明 ( 21 )

A7  
B7

## 五、發明說明 ( 22)

窗尺寸(或無缺點成長之可允許的拉率變化)的增加會實質限制使拉率變慢(即是,限制在小於空缺至晶隙性主材料(加上某些較小的 $\Delta$ ,以考慮空缺晶隙性滅絕)的臨界值 $v/G_0$ 。亦即該效果對於晶隙性主材料是最強,矽自我晶隙性原子是比空缺有更快的擴散元素。換句話說,該窗會更快朝著較低的拉率開啓。原理上,允許拉率變化有較快的拉率(大比臨界值 $v/G$ 加上某些較小的 $\Delta$ )進入空缺主材料的窗亦會以較快的拉率(空缺主材料)開啓,其會在空缺擴散朝向晶體表面之時,在溫度大於約 $1050^{\circ}\text{C}$ 會增加存在的時間,但此需有明顯較長的時間。

對於一特定拉晶與熱域結構而言,可假設該軸溫度梯度 $G_0$ 在諸如於此發生的轉變範圍內發生的相當短距離上是接近不變。結果,晶體生長率變化會導致 $v/G_0$ 成比例變化,因此是空缺與矽自我晶隙性原子的最初濃度。然而,大體上,既然它是距離表面是最遠的距離,所以在中央矽塊上的 $v/G_0$ 值是最大的臨界值。因此,此範例的結果係表示經由溫度大於約 $1000^{\circ}\text{C}$ 的增加存在時間所達成拉率變化的增加係暗示 $v/G_0$ 的相對變化會在沿著晶體半徑的任何點上發生。換句話說,例如, $v/G_0$ 的半徑變化是無關,因此,可在該矽塊的中央超過(在任何半徑位置) $v/G_0$ 值的10%、15%或更大。

鑑於上面的描述,可看出本發明的數個目的是可達成。

各種不同的變化可在上述的組合與製程成,而不會違背本發明的範圍,其要使在上述中所包含的所有事務只用於舉例說明而不是限制。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 四、中文發明摘要(發明之名稱： 成長任意大尺寸之無缺點矽晶之方法 )

一種用以成長實質無結塊本徵點缺點單晶矽塊之方法。一矽塊通常係根據 Czochralski 方法成長，沒有任何矽塊部分會冷卻至低於一溫度，而該溫度係低於在該矽塊成長期間於該矽塊發生本徵點缺點結塊之一溫度  $T_A$ 。如此，無缺點矽塊的達成係實質從諸如拉率之製程參數與諸如矽塊軸溫度梯度之系統參數退耦分離。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

## 英文發明摘要(發明之名稱："PROCESS FOR GROWTH OF DEFECT FREE SILICON CRYSTALS OF ARBITRARILY LARGE DIAMETERS" )

A process for growing single crystal silicon ingots which are substantially free of agglomerated intrinsic point defects. An ingot is grown generally in accordance with the Czochralski method. No portion of the ingot cools to a temperature which is less than a temperature  $T_A$  at which agglomeration of intrinsic point defects in the ingot occurs during the time the ingot is being grown. The achievement of defect free ingots is thus substantially decoupled from process parameters, such as pull rate, and system parameters, such as axial temperature gradient in the ingot.

訂

線

修正 90.10.02  
本 年 月 日  
補充

## 六、申請專利範圍

1. 一種用以產生一單晶矽塊之方法，該單晶矽塊具有一籽晶圓錐體、及尾圓錐體在該籽晶圓錐體與該尾圓錐體之間的一固定直徑部分，該矽塊係根據 Czochralski 方法而從一熔化的矽成長，該方法包含從該熔化的矽成長矽塊，並控制矽塊的溫度，以致於矽塊部分不會在矽塊成長期間冷卻至溫度低於發生結塊本徵點缺點的溫度  $T_A$ ，以使該矽塊的至少固定直徑部分是實質無結塊本徵點缺點。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該矽塊在超過溫度  $T_A$  可維持一選定之時間，以允許本徵點缺點的向外擴散，以達成低於發生本徵點缺點矽塊所需一可溶性限制之濃度。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在該矽塊成長之後，該矽塊會超過溫度  $T_A$  維持一段時間。
4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該  $T_A$  是小於矽的凝結溫度，而且大於  $1050^\circ\text{C}$ 。
5. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該  $T_A$  是小於矽的凝結溫度，而且大於  $900^\circ\text{C}$ 。
6. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該矽塊係藉由控制成長速度  $v$  與平均軸溫度梯度  $G_0$  而成長，所以該矽塊具有自我晶隙性本徵點缺點之主宰。
7. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該  $v/G_0$  會控制在小於  $2.1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s-K}$ 。
8. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該矽塊固定直徑部

## 六、申請專利範圍

- 分的直徑150公釐，而將該矽塊保持在超過矽塊成長開始的溫度 $T_A$ 之時間係至少12小時。
9. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該矽塊固定直徑部分的直徑200公釐，而將該矽塊保持在超過矽塊成長開始的溫度 $T_A$ 之時間係至少22小時。
  10. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該矽塊固定直徑部分的直徑300公釐，而將該矽塊保持在超過矽塊成長開始的溫度 $T_A$ 之時間係至少48小時。
  11. 如申請專利範圍第1項之方法，其係在一半導體製造設備位置上的一拉晶器中實施，該製程係進一步包含從位置移除矽塊的該步驟，而將該矽塊維持在溫度超過 $T_A$ ，以允許該拉晶器冷卻，並重新開始另一單晶矽塊的成長。
  12. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該拉晶器具有一下層生長室及一上層拉室，而其中該移除矽塊之步驟係包含從該生長室隔離該拉室，將該拉室從成長室分離，並將該拉室移遠離該生長室。
  13. 如申請專利範圍第12項之方法，其係進一步包含將另一拉室移至在該生長室上的位置，並將該其他的拉室接合在該生長室。
  14. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該拉晶器具有一下層生長室及一上層拉室，而其中該移除矽塊之步驟係包含從該拉室移至毗連的一保持室與該拉室，該保持室會加熱，以便在溫度超過 $T_A$ 可維持矽塊。

## 六、申請專利範圍

15. 如申請專利範圍第1項之方法，其中當該矽塊維持在超過溫度 $T_A$ 的溫度而且在該矽塊發生本徵點缺點結塊時，該矽塊便會暴露在氧化的大氣層。
16. 如申請專利範圍第15項之方法，其中當該矽塊在矽塊發生本徵點缺點結塊的溫度超過 $T_A$ 上維持，該矽塊會暴露至少一週期，其中在週期的該第一相位上，該矽塊係暴露在一氧化的大氣層，而在週期的該第一相位上，該矽塊係暴露在將矽氧化物從該矽塊表面溶解或移除的大氣層。
17. 一種用以產生一單晶矽塊之方法，其具有一籽晶圓錐體、及尾圓錐體與在該籽晶圓錐體與尾圓錐體之間的一固定直徑部分，該矽塊係根據Czochralski方法而從一熔化的矽之拉晶器生長，該拉晶器包括一下層生長室與一上層拉室，該方法係包含：
  - 將一籽晶降低而與於在該拉晶器生長室中熔化的矽接觸；
  - 從該熔化拉回該籽晶，俾造成來自該熔化的矽冷卻，用以形成該單晶矽塊；
  - 將整個形成的矽塊拉至該拉室；
  - 從該生長室隔離該拉室；
  - 在拉室中將溫度維持在一超過溫度 $T_A$ ，其中該溫度係為本徵點缺點的會在結塊發生之溫度。
18. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該矽塊係在溫度超過 $T_A$ 維持一選定之時間以使本徵點缺點向外擴散，以達

## 六、申請專利範圍

成低於發生本徵點缺點結塊所需的一可溶性限制之一濃度。

19. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該 $T_A$ 係小於矽的凝結溫度，而且大於 $1050^{\circ}\text{C}$ 。
20. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該 $T_A$ 係小於矽的凝結溫度，而且大於 $900^{\circ}\text{C}$ 。
21. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該矽塊藉由控制一成長速度 $v$ 與一平均軸溫度梯度 $G_0$ 而成長，所以該矽塊具有自我晶隙性本徵點缺點之主宰。
22. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該 $v/G_0$ 比率會受控制而小於 $2.1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s-K}$ 。
23. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該矽塊固定直徑部分的直徑150公釐，而將該矽塊保持在超過矽塊成長開始的溫度 $T_A$ 之時間係至少12小時。
24. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該矽塊固定直徑部分的直徑200公釐，而將該矽塊保持在超過矽塊成長開始的溫度 $T_A$ 之時間係至少22小時。
25. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該矽塊固定直徑部分的直徑300公釐，而將該矽塊保持在超過矽塊成長開始的溫度 $T_A$ 之時間係至少48小時。
26. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該拉晶器係在一半導體製造設備的位置上配置，該製程係進一步包含從該位置將該矽塊移除的步驟，而在溫度超過 $T_A$ 維持該矽塊，以允許該拉晶冷卻，並重新開始另一單晶矽塊的成

## 六、申請專利範圍

長。

27. 如申請專利範圍第26項之方法，其中移除該矽塊之步驟係包含從該生長室將該拉室分離，並將該拉室移遠離該生長室。
28. 如申請專利範圍第27項之方法，其係進一步包含將另一拉室移至該生長室上的位置，並將該其他拉室接合在該生長室。
29. 如申請專利範圍第26項之方法，其中移除該矽塊之步驟係包含從拉室將該矽塊移至毗連於拉室的一保持室，該保持室會加熱以便在溫度超過 $T_A$ 維持該矽塊。
30. 如申請專利範圍第17項之方法，其中當該矽塊在會發生本徵點缺點結塊的溫度 $T_A$ 以上維持時，該矽塊便會暴露在氧化大氣層。
31. 如申請專利範圍第30項之方法，其中當該矽塊在會發生本徵點缺點結塊的溫度 $T_A$ 以上維持時，該矽塊便會暴露在至少一週期，其中在該週期的第一相位中，該矽塊會暴露在一氧化大氣層，而在該週期的第二相位中，該矽塊便會暴露在從該矽塊表面溶解或移除矽氧化物的一大氣層。

公告本

88110876

補充 88.9.26

先前技藝

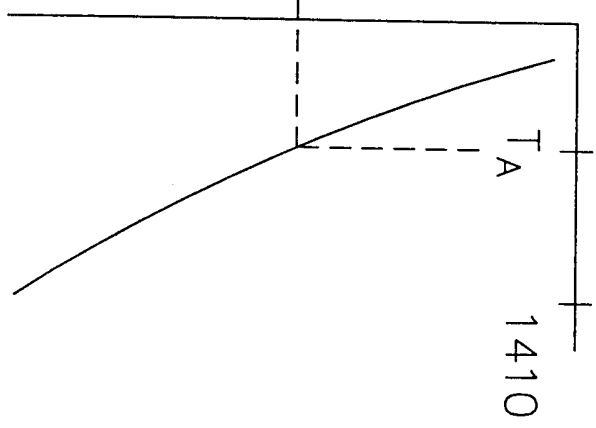
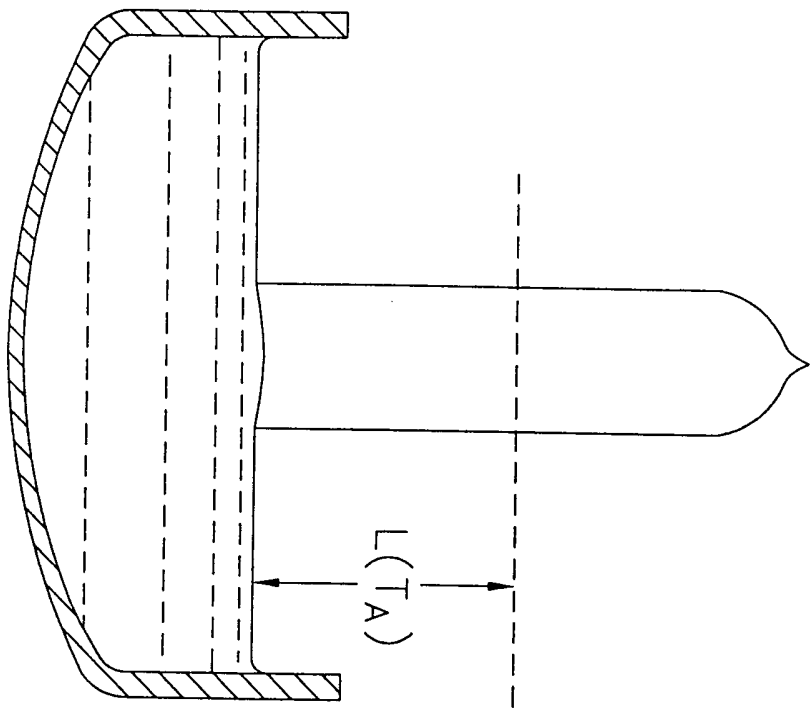


圖 1

公告本

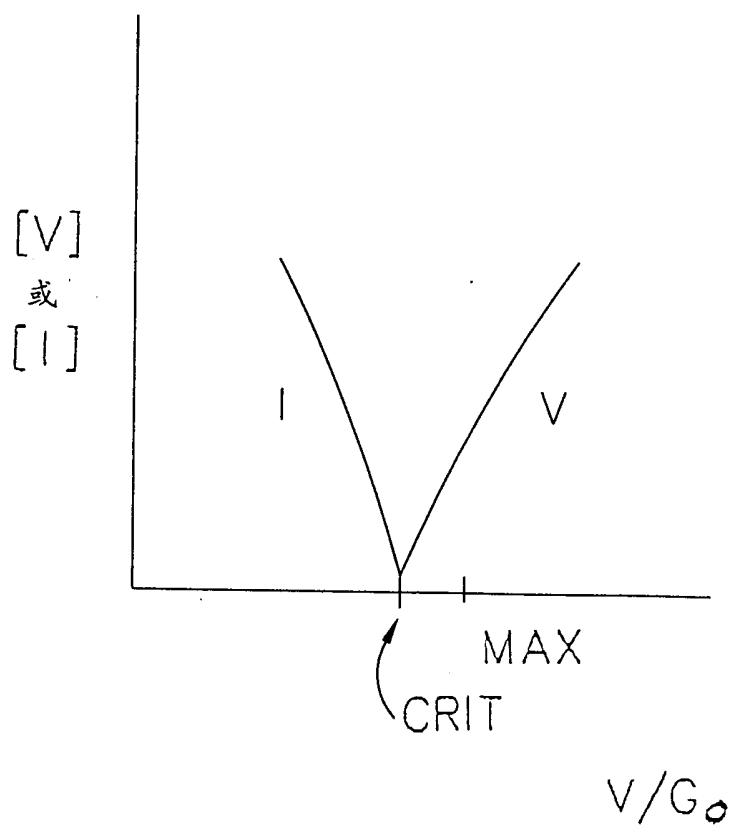


圖 2

公告本

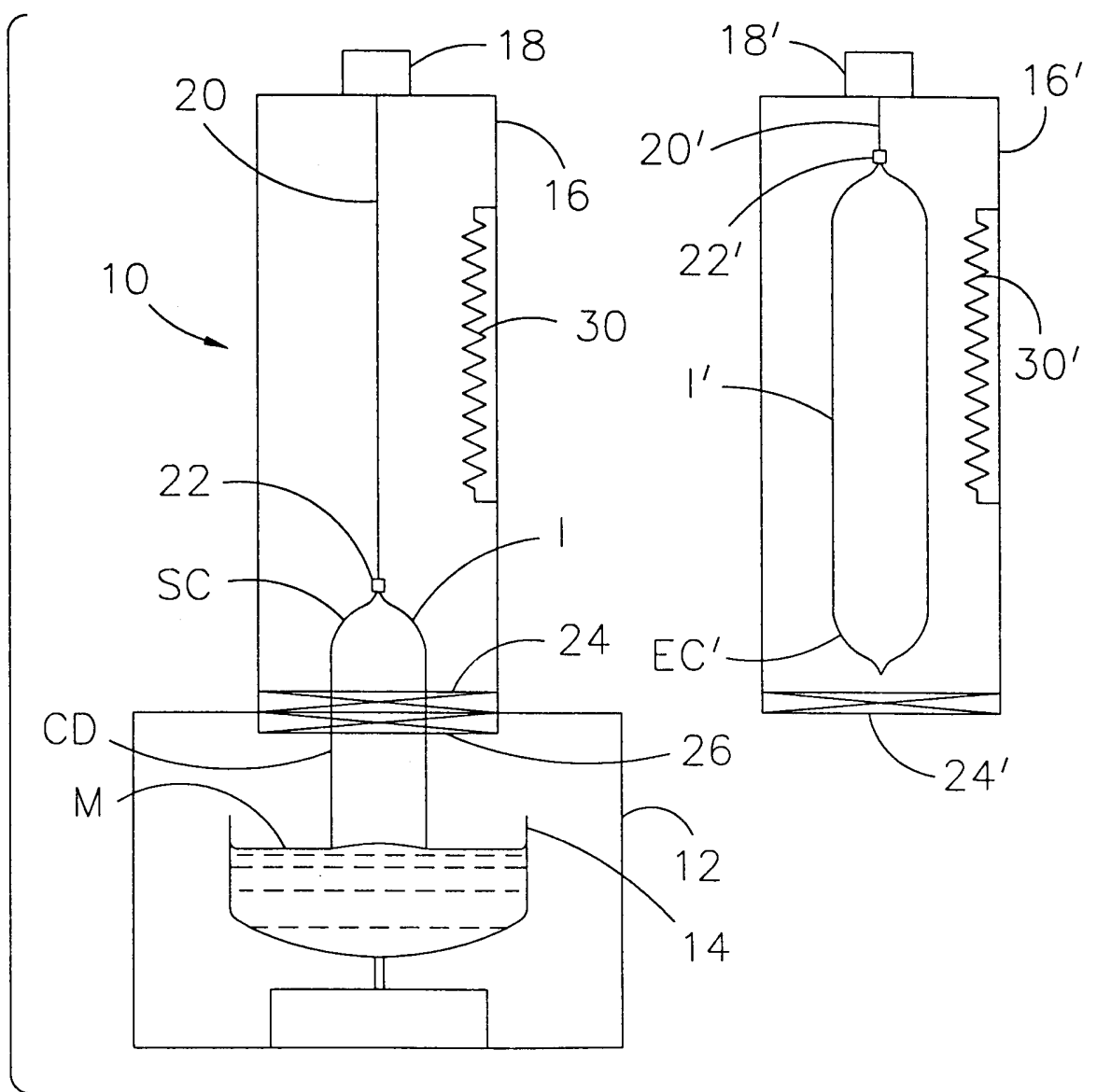


圖 3

公 告 本

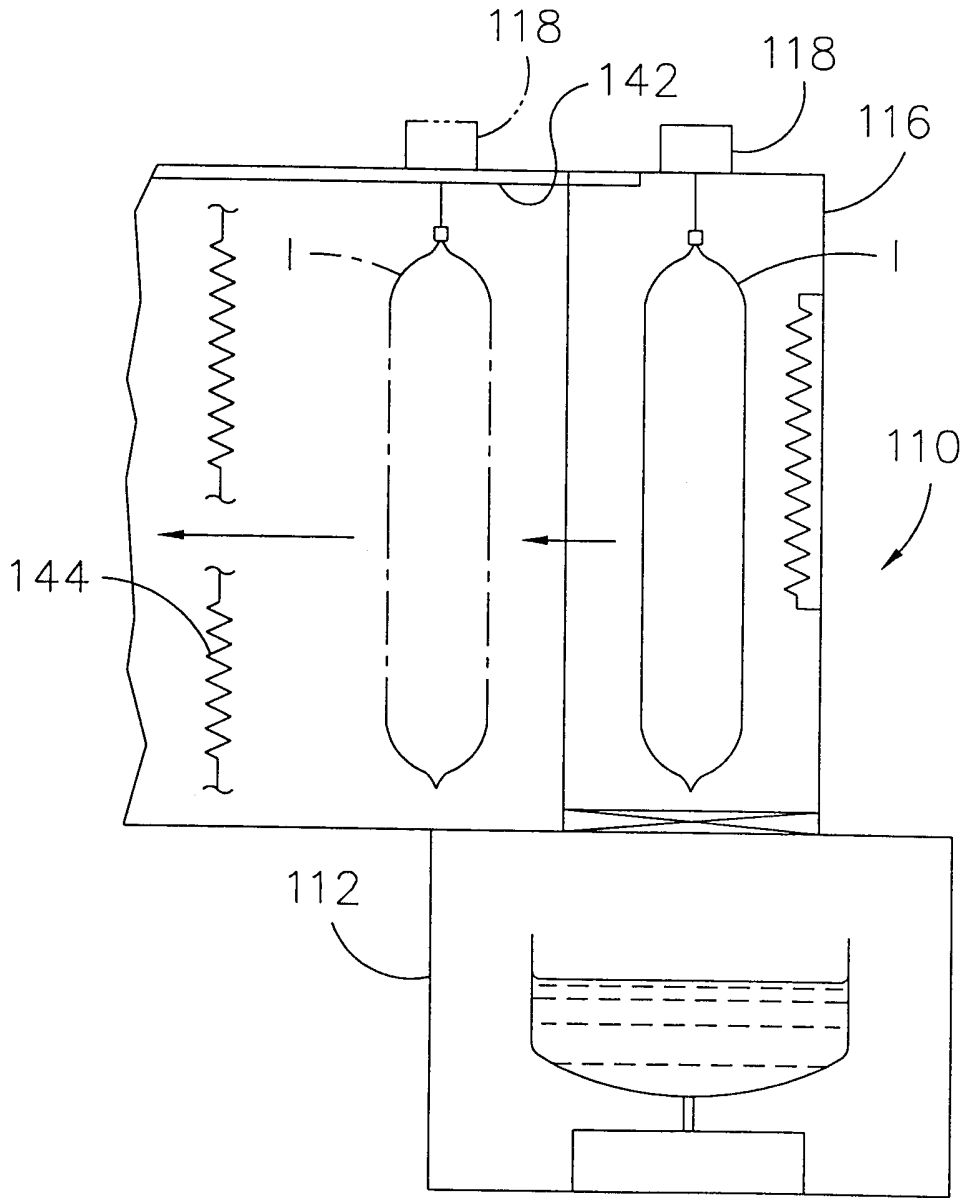


圖 4

公 告 本

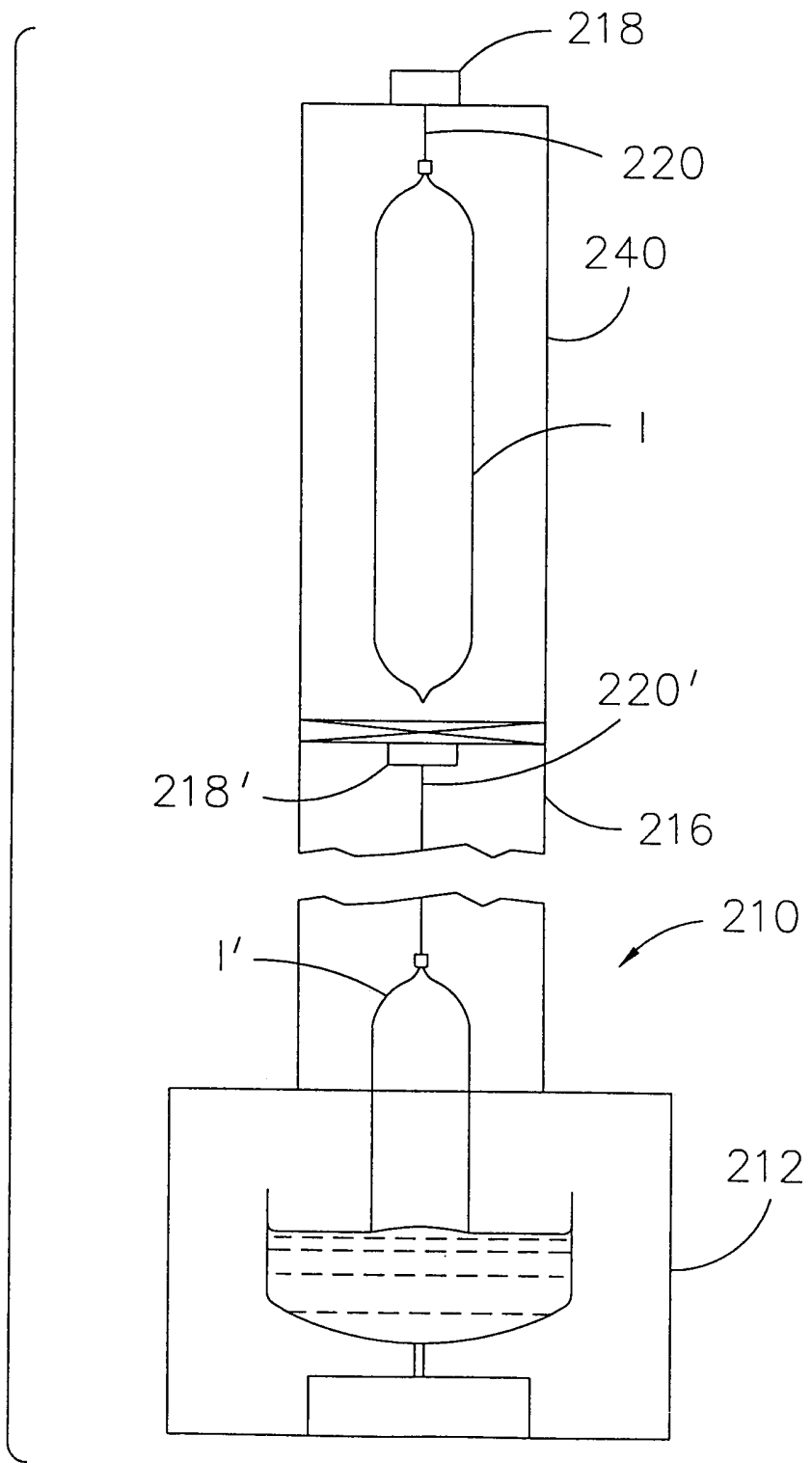


圖 5

公告

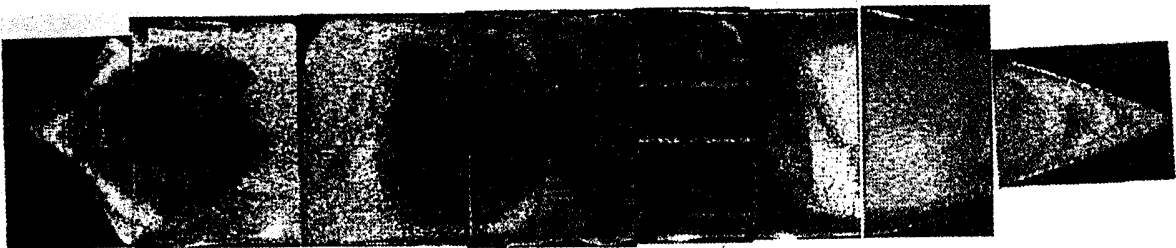
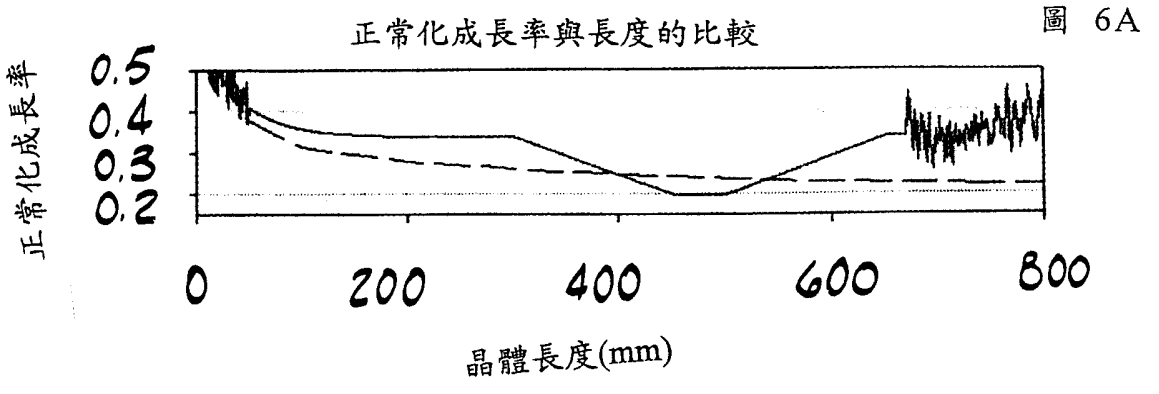


圖 6C

87GEW

圖 6B

87GEX

