

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 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 2000年06月30日 09/607,922 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 1 )

### 發明範圍

本發明有關半導體處理設備，更特別是具有經塑型的陶瓷元件之真空室中，半導體基板處理中改良的粒子性能。

### 發明背景

粒子性能在半導體基板處理中是很重要的，例如，矽晶圓由於附著在該種基板上的粒子所造成的良率降低，這種粒子的一種來源是基板以及包括化學處理等用於減少粒子數量的技術，舉例來說，美國專利第5,051,134提及一種濕式化學處理，藉由以含氫氟酸的水溶液處理半導體表面，減少粒子的數量，專利第'134號敘述酸性溶液包含商業上可得的氫氟酸，與可達超高純度以及半導體工業上需求無粒子的水。

美國專利第5,665,168號敘述一種方法，用於清潔矽晶圓，以便抑制並減少粒子附著於晶圓的表面，其中晶圓是用含表面活性劑的氫氟酸酸性溶液清潔，緊接著以含臭氧的水沖洗，美國專利第5,837,662提及晶圓研磨後，從晶圓表面上清潔污染物的過程，該過程包含，以晶圓接觸氧化劑，將有機污染物氧化，並將晶圓浸入含檸檬酸的酸浴中，其中的音波能量被導引以去除存在於晶圓表面上的金屬污染物，專利第'662號說明檸檬酸是一種複雜的媒介，可用以吸附金屬離子，而圍繞的顆粒與存在於氧化矽層中的微量金屬雜質(其為部分自然氧化而部分形成於氧化劑浴中)，可與氧化層一起，藉由將晶圓接觸氫氟酸而被去除。

美國專利第5,712,198號敘述一種處理矽晶圓的技術，以減少表面上金屬如鉻，鈣，鈦，鈷，錳，鋅以及釩的濃度，

## 五、發明說明 ( 2 )

該過程包含以清潔劑溶液事先清潔，以酸性含氫氟酸的溶液去除金屬，清潔並氧化成長，以藉由將晶圓接觸高純度臭氧化，且含鐵，鉻，鈦，與其他金屬濃度不超過每億分之0.01的水，製造出厚度0.6至1.5奈米的氧化矽層，其他與清潔半導體基板有關的專利包括美國專利第5,454,901；5,744,401；以及6,054,373號。

美國專利第5,766,684號敘述一種用於清潔並惰化不銹鋼表面的技術，如可用於半導體製程設備的氣流設備，該製程包含表面接觸含酸的酸性溶液，使其在複雜化由表面釋放出的自由鐵離子，以形成氧化物薄膜，並析出複雜化的離子進入氧化物薄膜之後，可接著驅離並去除殘留物。

美國專利第4,761,134號敘述用於半導體擴散爐的碳化矽元件(例如，畫線器，處理管，槳狀物，船身等等)，該爐用於處理矽晶圓，其中以高純度的矽金屬滲入高純度的碳化矽元件，並以高純度密度，防漏耐火的塗料如，碳化矽，氮化矽或二氧化矽塗覆之，依據專利第'134號，碳化矽純度至少必須99%(最好99.9%)，才不會成為敏感的晶圓製程步驟當中，爐子環境的污染源，且耐火的塗料可保護滲入矽的燒結碳化矽基板，不致暴露於爐子的環境，且在酸液清潔時不致被酸侵蝕，其他有關於碳化矽半導體製程元件的專利包括美國專利第4,401,689號(磁化管)，4,518,349號(爐子支撐桿)，4,999,228號(滲透管)，5,074,456號(上電極)，5,252,892號(電漿陰極室)，5,460,684號(抗ESC層)，5,463,524號(感應針)5,494,524號(熱處理裝置)，

## 五、發明說明 ( 3 )

5,578,129號(裝載可鎖系統的過濾板)，5,538,230號(晶圓座)，5,595,627號(上電極)，5,888,907號(電極板)，5,892,236號(離子佈植裝置)，以及5,937,316號(熱處理裝置例如磁化管，晶圓座，熱均勻板，熱均勻環，緩衝晶圓)，同時看到，日本專利出版第54-10825號(半導體滲透烤箱材料)，60-200519號(磁化)，61-284301號(上電極)，63-35452號(滲透爐管，畫線器管，埠元件，漿狀物)，63-186874號(微波加熱樣本板)，63-138737號(電漿蝕刻反應器之上電極)，3-201322號(真空環境中部分的塗料)，以及8-17745號(晶圓加熱器)；當然，還有日本專利出版物第54-10825與63-35452號有敘述板狀碳化矽鑄件製程的部分。

美國專利第4,598,665敘述一種在半導體晶圓的熱處理中，藉由提供一內表面粗糙度 $150\ \mu\text{m}$ 或更小的碳化矽處理管(晶圓在其中處理)，減少灰塵的技術，專利第'665號說明當該表面粗糙度大於 $150\ \mu\text{m}$ 時，一多孔 $\text{SiO}_2$ 薄膜形成於處理管的表面上，導致灰塵的產生。

美國專利第5,904,778號敘述以 $\text{SiC}$  CVD塗覆在自由獨立的 $\text{SiC}$ 上，用於處理室壁，處理室頂，或晶圓周圍的環，美國專利第5,292,399敘述環繞晶圓座周圍的 $\text{SiC}$ 環，美國專利第5,182,059號敘述一種用於準備燒結 $\text{SiC}$ 的技術。

考慮到電漿反應器裝置，如蓮蓬頭狀氣體分佈系統，已經有許多種構想有關於製造蓮蓬頭的材料，舉例來說，美國專利第5,569,356號敘述一由矽，石墨，或碳化矽所製成的蓮蓬頭，美國專利第5,888,907號敘述由非晶碳， $\text{SiC}$ 或 $\text{Al}$ 所

## 五、發明說明 ( 4 )

製成的蓮蓬頭電極，美國專利第5,006,220與5,022,979號敘述整個由SiC製成，或由以CVD沈積的SiC所塗覆的碳基座所製成的蓮蓬頭電極，以提供高純度SiC的表面層。

以半導體製程中增加良率需求的觀點來看，技藝中需要改良減少由塑型暴露於氣體與/或環境中的陶瓷元件所引起的顆粒，半導體基板則在該環境中被處理。

發明概述

本發明提供一種方法，在基板製程當中，處理半導體基板，並減少粒子污染的方法，該方法包含步驟有：將基板放置於真空處理室內部的基板座上，該真空處理室至少包含一非氧化物陶瓷元件，其表面暴露於內部空間，該表面經塑型與處理，並藉由高密度電漿處理，減少其上的粒子，藉由供給處理氣體至處理室，處理該基板；並自處理室中移除該基板。

根據較佳具體實施例，處理室包含本質上平面的天線，可藉由供給RF電源至天線，賦予製程用氣體能量至電漿狀態，而製程用氣體包含至少一種氟碳化合氣體，該方法進一步還包含以激發氟碳化合氣體至電漿狀態，並將曝露表面接觸電漿等步驟，來處理曝露表面，在製程中，許多基板可藉由供給RF偏壓至基板的同時，以高密度電漿蝕刻一氧化物層，加以處理。

在一示範性的較佳具體實施例中，陶瓷元件包含一氣體分佈板，供應製程用氣體至處理室，而處理室則包含一大致平坦的線圈，可藉由供給RF電源至天線，激發製程用氣體至

## 五、發明說明 ( 5 )

電漿狀態，該方法進一步包括，藉由調整處理室中的壓力至200到500 mTorr，供給2000至2500 W的射頻電源至線圈，與/或改變線圈的終端電容，以移動高密度電漿區域越過氣體分佈板等步驟，處理曝露表面。

該方法可進一步包含，加工由碳，矽，碳化矽，氮化矽，氮化硼，碳化硼，氮化鋁，或碳化鈦等所製成的部分，以製造陶瓷元件的步驟，若是碳化矽部分的情況，該部分可由CVD SiC，燒結的SiC，塗覆CVD SiC的燒結SiC，轉變的石墨，或回填Si的多孔SiC所製成。

本發明也提供一種方法，以電漿處理經塑型的半導體處理室之陶瓷元件的表面，該方法包含處理經塑型的表面，藉由將經塑型的表面接觸高密度電漿，以減少其上的粒子，例如，該方法可包含，載入陶瓷元件於電漿反應爐中，藉由在加電源於陶瓷元件以增加其上離子轟擊的同時，以高密度電漿處理經塑型的表面，執行電漿處理，藉由激發鹵素氣體至電漿狀態，所產生的高密度電漿，處理經塑型的表面，藉由激發惰性氣體至電漿狀態，所產生的高密度電漿，處理經塑型的表面，藉由激發氧氣氣體至電漿狀態，所產生的高密度電漿，處理經塑型的表面，藉由激發含氟氣體至電漿狀態，所產生的高密度電漿，處理經塑型的表面，以及/或乾燥反應爐的同時，以高密度電漿處理經塑型的表面。

### 附圖的簡短敘述

圖1a-d顯示經CO<sub>2</sub>清潔過程，加工過的CVD SiC樣本的SEM影像；

## 五、發明說明 ( 6 )

圖2a-d顯示經低壓SiC球狀物噴吹過程，接著CO<sub>2</sub>清潔，加工過的CVD SiC樣本的SEM影像；

圖3顯示單晶SiC在<111>方向的氧化動力學；

圖4a-d顯示樣本11C在1200°C下12小時的SEM影像；

圖5a-d顯示樣本11C在1450°C下12小時的SEM影像；

圖6顯示一單晶圓真空處理室，依據本發明，具有感應耦合電漿源，與一SiC氣體分佈板；以及

圖7顯示一單晶圓真空處理室，依據本發明，具有蓮蓬頭狀的電極與SiC檔板。

較佳具體實施例之詳細說明

在半導體製程領域中，在其中處理半導體基板的真空處理室的各種經塑型的部分，可以是粒子的來源，這會負面地影響製造於基板上元件的良率，依據本發明，這樣經塑型的部分被處理以盡量減少在室中處理半導體基板產生的粒子污染。

陶瓷材料如碳化矽，氮化矽之類的，已經用於真空室中設備的部分上，這些部分可藉由燒結陶瓷粉末，或CVD製程，接著加工其上一或多個表面而製成，經塑型的表面可能是半導體基板製程當中粒子污染的來源，依據本發明，為了處理這種部分，以盡量降低半導體製程中的粒子污染，這些部分的暴露表面被處理，以吸收或去除來自暴露表面的粒子，依據較佳具體實施例，表面層被氧化，而氧化物層可選擇以減少吸附粒子的方法去除。

在半導體製程領域中，真空處理室一般用於，藉由供給真

## 五、發明說明( 7 )

空室製程用氣體，對基板上物質的快速熱處理，濺鍍，離子植入或離子磨耗，蝕刻，以及化學氣相沈積(CVD)，這種處理室可能，或者不會，供給氣體RF電源，以激發其至電漿狀態，在美國專利第4,340,462號、4,948,458號、5,200,232號及5,820,723號中有敘述，平行板，變壓耦合電漿(TCP<sup>TM</sup>)，也稱為感應耦合電漿(ICP)，以及電子迴旋共振加速器(ECR)反應爐及其構件等例子，由於盡量減少粒子與/或重金屬污染的需求，我們非常希望這種設備的元件展現在最少粒子產生下，高度的抗腐蝕性。

在半導體基板的處理中，基板通常藉由如機械夾頭與靜電夾頭(ESC)等部分，放置於真空室中的基板支撐座，這樣的夾制系統與元件的例子可在美國專利第5,262,029號與5,838,529號中見到，製程用氣體可藉由如氣體噴嘴，氣體環，氣體分佈板等部分供給至處理室，一溫控氣體分佈板，用於感應耦合電漿反應爐與其上元件的例子，可在美國專利第5,863,376號中找到。

依據本發明，由氧化物或非氧化物材料如氧化鋁，二氧化矽，石英，碳，矽，碳化矽，氮化矽，氮化硼，碳化硼，氮化鋁以及碳化鈦，所製成的真空室部分，可被處理以盡量減少粒子產生，在一較佳具體實施例中，部分經塑型(燒結與/或機械加工)的表面，可經電漿處理，以改善部分粒子的性能，電漿加工處理可選擇與氧化處理結合，以形成氧化物層於部分上，並結合選擇性的清潔處理，以去除氧化物層，氧化處理可包含在爐中的熱處理，而清潔處理可包含以水性酸



## 五、發明說明 ( 8 )

溶液蝕刻處理。

依據本發明之一較佳具體實施例，在選擇性的氧化處理與/或化學蝕刻以去除形成於氧化步驟中的氧化物層後，電漿反應器的氧化物或非氧化物陶瓷元件，會經歷電漿的處理，結果，由加工所產生的附著粒子，可在進入電漿反應器之前或之後被去除，目前已發現這樣的處理之後，達到處理半導體晶圓的生產條件，可能比部分在進入反應爐前，僅經化學清潔者要快上許多，在氧化處理也實行的情況中，由於粒子可被氧化物層吸入，該部分可在不去除氧化物層的情況下使用。

依據本發明之第一具體實施例，氧化物與非氧化物陶瓷元件，已經藉機械加工將其塑型成想要的尺寸，以提供表面的特徵如一溝槽於其上，以接收O形環，螺栓孔，氣體分佈孔或通道，突起，突緣之類的，機械加工可藉任何適當的技術如輪磨，研磨，刀磨，超音波加工，水刀，或研磨刀加工，雷射加工，放電加工，離子束加工，電子束加工，化學加工，電化學加工之類的完成，這種研磨與非研磨的加工方法，會在陶瓷元件上，加工表面上產生附著粒子，而附著粒子則變成半導體基板製成中粒子污染的來源，同樣地，燒結陶瓷元件經塑型的表面，可以是粒子污染的來源。

一種可用於依據本發明之部分的非氧化物陶瓷材料為碳化矽(SiC)，SiC部分可由任何技術製造，例如，該部分可藉由碳化矽的化學氣相沈積在適當的表面如高純度石墨上製成，接著機械加工至最後的尺寸，如果將已加工的部分載入處理

## 五、發明說明 ( 9 )

晶圓的電漿反應爐如電漿蝕刻室中，最初處理的晶圓會被上千的粒子所污染(例如，將近20,000個粒子稱做"adders")。

依據本發明之一具體實施例，由碳化矽所製成的，非氧化物的陶瓷元件，可藉由將該部分置於空氣環境下做熱處理，提供該部分表面氧化層，而改善粒子的影響，氧化處理對封裝粒子進入氧化層與/或轉換粒子成氧化層，形成氧化層的一部份是有效的，接著，氧化層可選擇性地用化學蝕刻處理加以去除，例如，加熱該部分於爐溫1200至1700°C，1至100小時，最好是1400至1500°C，8至16小時，以形成氧化層，隨後在酸浴中被去除，在這種處理後，該部分可被載入電漿反應爐如電漿蝕刻器中，而晶圓在例行的處理室變換後可被處理，然而，會經歷密集的離子轟擊的部分，如氣體分佈或擋板，會由活性的電漿條件作用步驟中獲得好處，例如，加電源於該部分可增加經加工表面的離子轟擊，鹵素氣體如含氟氣體與/或氧氣與/或惰性氣體如氫氣，可被電漿吸收，以更有活性地撞擊/濺鍍加工表面，藉由改變TCP™的終端電容，以移動較高密度電漿的區域越過加工表面，與/或修正其他製程的參數(如增加處理室壓力，增加RF電力，增加氣體濃度與/或氣體的反應元件，增加處理時間，提供磁場以限制電漿於較小的區域，使用高密度電漿來源，如鹵素或微波來源等等)以進一步作用於經塑型的表面，可調整處理室中的電漿條件作用。

在來自LAM研發公司的TCP™ 9100高密度電漿介電蝕刻室中，對以加工的CVD SiC氣體分佈板的形式之非氧化陶瓷

## 五、發明說明 ( 10 )

元件所做的測試中，大量的粒子在製程中會污染矽晶圓，在標準的粒子試驗中，可發現超過20,000個粒子會污染水，而粒子的平均大小在0.2至0.5  $\mu\text{m}$ 之間，粒子的歐傑(Auger)分析顯示污染的粒子是SiC粒子，SiC粒子看來似乎是SiC氣體分佈板加工後的殘留損害。

為了比較依據本發明準備的部分與粒子性能較差的部分之粒子性能，經加工的CVD SiC部分與/或樣本為依據如下所述處理的表面。

用來比較的CVD SiC樣本與CVD SiC分佈板(GDP)是由CO<sub>2</sub>噴(用來清潔Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的一種技術)CVD SiC材料，已決定是否可由表面上清潔掉0.2  $\mu\text{m}$ 的SiC粒子，用來比較的樣本的分析是使用SEM，而GDP則是用電漿蝕刻器試驗，圖1a-d顯示經加工的CVD SiC樣本表面在CO<sub>2</sub>清潔後的SEM影像，可以看到SiC在樣本的表面上，在粒子試驗中，隨著經CO<sub>2</sub>清潔的GDP的電漿製程，導致傳送至在蝕刻器中處理的矽晶圓的粒子減少，但粒子數量超過10,000個，一般相信，CO<sub>2</sub>清潔在去除較鬆的SiC粒子是有效的，但其他形成於該部分加工時部分附著的SiC粒子，則一直要到在蝕刻器中用電漿撞擊才被去除，而一旦被釋放會造成晶圓的污染。

另一項被測試的技術牽涉到低壓SiC小球噴吹製程，接著用CO<sub>2</sub>清潔，本清潔製程的結果，顯示在圖2a-d的SEM影像中，顯示已經低壓SiC小球噴吹接著CO<sub>2</sub>清潔，經加工的CVD SiC樣本表面上的SiC粒子。

在另一項技術中，使用化學蝕刻之後的高溫氧化，在此製

## 五、發明說明 ( 11 )

程中，SiC的高溫氧化取決於熱處理中所使用的氧氣分壓，也就是，氧氣比例較高時，在惰性氧化中可觀察到，重量的增加，由依據以下反應式所形成的SiO<sub>2</sub>薄膜：  
 $2 \text{SiC}_{(s)} + 3 \text{O}_{2(g)} = 2 \text{SiO}_{2(s)} + 2 \text{CO}_{(g)}$ ，在氧氣分壓較低時，活性的氧化依據下列反應式中SiO氣體的形成，會引起快速的重量損失： $\text{SiC}_{(s)} + 2 \text{SiO}_{2(s)} = 3 \text{SiO}_{2(g)} + 2 \text{CO}_{(g)}$ 或 $\text{SiC}_{(s)} + \text{O}_{2(s)} = \text{SiO}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)}$ ，一般惰性氧化速率依據以下反應式，呈現時間與溫度的函數： $(\text{氧化物厚度})^2 = (\text{拋物線速率常數}) \times (\text{時間})$ ，因此，SiO<sub>2</sub>的厚度以拋物線速率成長，亦即隨厚度增加，速率會降低，這種氧化速率的減少，有關於形成的SiO<sub>2</sub>中氧氣的擴散，此外，已經決定了氧化速率如同CVD SiC的結晶方向之函數而改變，<111>平面氧化較<111>平面快，由於一般CVD SiC元件的隨機取向為<111>平面，此方向的拋物線速率常數被選擇以評估CVD SiC元件的氧化熱處理，如下：

溫度(°C)	拋物線速率常數(nm <sup>2</sup> /min)
1200	4.06 × 10
1300	3.31 × 10 <sup>2</sup>
1400	9.43 × 10 <sup>2</sup>
1450	2.86 × 10 <sup>3</sup>
1500	4.97 × 10 <sup>3</sup>

圖3說明基於以上表格所提出的拋物線速率常數，所計算出來的理論氧化厚度為了整合0.2至0.5 μm的SiC粒子於氧

## 五、發明說明 ( 12 )

化物層中，氧化處理最好在足以形成至少同SiC粒子一樣厚的氧化物層的溫度與時間之氧化條件下執行，若希望的話，水蒸氣或其他氧氣來源，可用以調整爐內氣氛的氧氣分壓，其中該部分被氧化，例如，氧化處理可在1200至1700°C的空氣中執行，以提供厚度至少0.2 μm的氧化物層。

圖4a-d顯示來自樣本11C的SEM影像，其為量測得尺寸0.75"×0.75"×0.125"的試樣胚，且以1200°C在空氣中氧化12小時，以達到目標的氧化厚度(如，估計要大約0.15 μm)，接著以氫氟酸為蝕刻劑，及去離子水(DI)，化學剝除氧化物層，如，1 HF : 1 HNO<sub>3</sub> : 1 DI維持12小時。

圖5a-d顯示來自12C的SEM影像，其為量得尺寸為0.75"×0.75"×0.125"的試樣胚，且以1450°C在空氣中氧化12小時，以達到目標的氧化厚度(如，估計要大約1.4 μm)，接著以1 HF : 1 HNO<sub>3</sub> : 1 DI維持12小時，化學剝除氧化物層，與如加工表面比較，已處理的表面大致上會有減少的粒子數量，而以較高溫度處理的樣本，與較低溫度處理的樣本相比，顯現較平坦的表面。

標準粒子 per wafer per pass (PWP) 試驗是以 LAM 9100<sup>TM</sup> 電漿蝕刻反應器與(1)經歷標準濕蝕刻之加工的CVD SiC GDP及(2)在氧化與氧化剝除處理之後之GDP來執行。

在第一PWP試驗中，載入一用於量測粒子(粒子晶圓)的拋光矽晶圓於室中，執行一標準製程方法(如一主要蝕刻方法，以處理室壓力5 mTorr，TCP<sup>TM</sup>電源1700W，下電極關

## 五、發明說明 ( 13 )

閉，8 sccm  $C_4F_8$  + 20 sccm  $C_2F_6$  + 100 sccm Ar維持60秒，接著以多步驟清潔處理室，使用處理室壓力15到80 mTorr，TCP<sup>TM</sup>電源1500至1750 W，下電極關閉，以及15秒鐘的300至750 sccm氧氣)，晶圓由處理室被移出，並放回至粒子計數器(如KLA Tencor Surfscan 6200)，產生一粒子地圖，該粒子地圖顯示由於粒子充飽了粒子計數器，濕蝕刻GDP顯示非常差的粒子性能。

GDP從處理室中移出，並經過氧化處理(1450°C空氣中維持12小時)，以提供至少0.5  $\mu\text{m}$ 厚的氧化物層，其後氧化物以溶液1 HF : 1  $\text{HNO}_3$  : 1 DI濕式化學剝除，氣體分佈板的僅要的尺寸與重量損失，在處理過程前後都要測量，測量的結果，決定氣體分佈板在高溫氧化處理中仍維持尺寸穩定，而氧化物剝除導致的重量損失(約0.7%)，表示從表面上有效地除去了附著的粒子。

經處理的GDP再度載入相同的處理室，並開始另一次的PWP試驗，該試驗顯示粒子的數量以次冪放大的方式減少，亦即，粒子地圖顯示粒子數量為123，然而，考慮某些外來的粒子來源，例如試驗前粒子晶圓上的粒子數量，(量得22個粒子)，來自載入可鎖卡匣(量得25個粒子)以及來自晶圓傳輸機構(未量測)，主要來自GDP，可調整的粒子數量是76。

在生產晶圓中，一般希望粒子數量能減少至20個以下，最好少於10個，為了改良GDP的粒子性能，GDP可暴露於反應爐中的電漿環境，並在爐中運轉高活性的電漿，例如，製

## 五、發明說明 ( 14 )

程方法條件可藉由增加電漿密度(如增加TCP線圈電源1700至2300 W)，增加處理室壓力(如200至500 mTorr)，以及改變氣體的化學機制，使其對待處理部分更具反應性(如增加氟碳流率，增加氧氣，與/或增加氫氣用於濺鍍SiC部分)，以達到對GDP更具活性。

在實際生產環境中，以氧化及和化學清潔的CVD SiC氣體分佈板處理電漿蝕刻反應爐(亦即，LAM TCP™ 9100)中的晶圓，可發現在載入板後，可減少來自一經加工的氣體分佈板之飽和的粒子數目的粒子污染，到少於100個"adders"之已處理之氣體分佈板，粒子污染可藉由將該板於反應爐中經歷活性電漿處理，每25個處理晶圓維持1小時，而進一步減少至10個新增粒子，特別是，蝕刻反應爐是以高氣壓，高TCP™ 電源，以及高流量的含氣體氟化物(例如，處理室壓力200至500 mTorr，TCP™ 電源2000至2500 W，C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>流量40至60 sccm，以及改變線圈終端電容，以移動高密度電漿區越過GDP)來運轉。

儘管以上的例子是對於碳化矽製成的非氧化物陶瓷元件，依據本發明的表面處理仍然可用於其他氧化物部分如，氧化鋁，二氧化矽，石英，碳，矽，氮化物材料如氮化矽，氮化硼，氮化鋁等等，或者碳化物材料如碳化硼，碳化鈦之類的。

碳化矽做成的陶瓷元件可用許多不同的技術準備，包括化學氣相沈積(CVD)，燒結SiC粉末(如，片狀鑄造，或熱壓鑄SiC粉末)，燒結SiC粉末並以Si滲透，燒結SiC陶瓷粉末並

## 五、發明說明 ( 15 )

以CVD SiC塗覆，用矽蒸汽轉換石墨成為SiC，轉換石墨成為SiC並以Si滲透，轉換石墨成為SiC並以CVD SiC塗覆等等，這種材料做的部分可依據本發明處理，以提供改良的粒子性能，例如，這種部分的加工或燒結表面可直接在氧化處理後使用，以吸入氧化物層中的粒子，在這情況中，氧化物層在該部分載入半導體製程裝置如真空室中之前，並沒有從該部分被剝除，兩者中擇一，氧化物層在使用該部分於半導體製程裝置中之前，可被剝除。

CVD SiC可在快速熱處理(RTP)中用來包圍晶圓，這種材料在加工成很薄時是透明的，使得用紅外線(IR)溫度計量測溫度很困難，為解決這個問題，可用薄薄的高純度矽層塗覆SiC，但這種技術由於從表面粒子推測，會有樹枝狀矽的成長，所以會有該部分拒收率偏高的問題，依據本發明，藉由以氧化及氧化物剝除處理，處理經加工的SiC，極可能減少表面的粒子，解此可提升以矽塗覆SiC產品的良率。

陶瓷元件如碳化矽與氮化矽傳輸元件，可以用在高溫晶圓支撐用途上，如晶圓的裝載，製成，與卸載，在這種支援的用途上，為了減少晶圓的背面刮痕陶瓷元件可以依據本發明處理，以提供平滑的晶圓接觸表面，例如，依據本發明，可以氧化處理該部分，以提供一平滑的氧化物表面層，此外，依據本發明，若希望得到非氧化物表面，可剝除氧化層。

依據本發明所處理的陶瓷元件，可具有任何預期的組態，如晶圓通道入口，處理室壁或畫線器，基板支撐座，電極，蓮蓬頭，氣體分佈板或元件如擋板，傳輸元件，聚焦環，邊



## 五、發明說明 ( 16 )

緣環，電漿隔板，窗口等等，在電漿環境中，陶瓷元件較佳的材料是Si及SiC，因為這種材料能符合半導體製成設備的高純度要求，而經處理的Si或SiC表面之電漿腐蝕，可製造氣態的Si或C化合物，其可由處理室得到，而無基板的粒子污染，SiC優點有展現特別高的可熱傳導性，使得由這種材料構成的部分，可被加熱或冷卻至基板，如矽晶圓，製成當中希望的溫度。

陶瓷元件可使用於任何電漿反應室，其中預期能減少粒子污染，具有感應耦合電漿來源的單晶圓真空處理室2的例子示於圖6中，其中製程用氣體以適當的裝置(未顯示)如氣體分佈環，氣體分佈板，噴射噴嘴等等，供給至處理室2，而在處理室內部4的真空，以適當的真空抽氣裝置維持著，在處理室中處理的基板，可包含基板支撐座8所支撐的矽半導體晶圓6，基板支撐座8可包括靜電夾頭與聚焦環10，真空磊可連接至終端如處理室底部的大出口埠12，至真空處理室可包含介電窗口14，氣體分佈板16，而RF電源可透過外部的RF天線如終端，處理室的頂部上，介電窗口14外，平坦線圈18，供給至處理室，然而，電漿產生來源可以是任何一種電漿產生設備，如ECR反應爐，電容耦合平行板反應爐，表面波形反應爐，電磁反應爐，螺旋反應爐，螺旋共振器等等，電漿產生源可附著於模組化固定設備，如環狀固定板，以可動的方式固定在處理室的終端。

該處理室包括畫線器20，電漿隔板22用於限制電漿於，從畫線器20與晶圓通道入口的較低端，向內延伸至圍繞晶圓6

## 五、發明說明 ( 17 )

的空間中，畫線器20可用任何適當的方式之稱，如彈性可彎曲結構對實心的圓柱形畫線器，包含內支撐結構24與外支撐結構26，為了在基板製程當中維持畫線器在一預期的溫度，可提供內支撐結構24的頂端一加熱器28，操作上，加熱器28可有效加熱畫線器20，而從畫線器20去除熱量可由溫度控制元件30完成，其可透過內外結構去除畫線器的熱量，其餘的加熱措施如埋於畫線器中的加熱器，或適當的輻射加熱措施也可使用。

電漿室畫線器20可包含單片畫線器或多片畫線器，如連結的陶瓷片，為了提供電漿一電性接地路徑，該陶瓷片最好是導電的材料如矽或碳，例如，該陶瓷片可以整個都是CVD SiC或以CVD SiC塗覆，內含SiC的Si，這樣的材料提供的好處是，他不含鋁，因此減少了對處理的基板的鋁污染，SiC陶瓷片可以導電的彈性體連結至鋁支撐板，其可吸收由SiC與鋁不同的膨脹係數所引起的橫向應力，每一陶瓷片和支撐板組裝，可直接或間接黏著於處理室壁上，例如，陶瓷片可用包含內結構欲外結構的支撐結構支撐，畫線器的溫度控制，可藉由電線供電的加熱器與溫度控制元件達成。

電漿隔板22可由陶瓷片的較低緣向內延伸，而電漿隔板可由導電陶瓷材料製成，如以CVD SiC塗覆，含Si的SiC，且包含開口，小到足以限制電漿，但允許製程用氣體及製程副產品藉真空磊排出。

## 五、發明說明 ( 18 )

如同上述的GDP，顯示於圖7中的蓮蓬頭電極組件，是消耗性部分，需定期更換，因為電極組件是附著在溫度控制元件上，為了更換容易，電極40(如高純度矽)外緣的上表面，可用焊接或其他技術如，彈性接合，連結至支撐環42(如石墨)。

圖7中所示的電極40為一具有自中心至邊緣均勻厚度的平面圓盤，環42的外側由夾環46夾鉗住，至具有水冷却通道43的溫度控制元件44，水經由水入口/出口連結43a，在冷却通道43中循環流動，電漿限制環47環繞著電極40的外圓周，電漿限制環47被拴至介電環48，其一次會被拴至介電殼48a，限制環47的目的與功能是造成反應爐內的壓力不同，並增加反應式壁之間的電阻，電漿藉此限制上下電極間的電漿，夾鉗環46之朝內放射狀延伸的邊緣，與支撐環42的外圓相嚙合，如此，則夾鉗壓力直接施於電極40暴露的表面上。

來自氣體供應源的製程用氣體，透過溫度控制元件44中的中心孔50，供給至電極40，該氣體接著分佈通過一或多個垂直間隔隔開的擋板52，並通過電極40中的氣體分佈孔(未顯示)，以漸漸傳播製程用氣體進入反應室44，為了提供電極40至溫度控制元件44的高熱傳性，製程用氣體可被供給以充滿溫度控制元件44與支撐環42相對著表面間的開放空間，此外，連接至環48中之氣體通道(未顯示)或限制環47的氣體通道57，可允許監控反應室54中的壓力，為了維持在溫度控制元件44與支撐環42間壓力的製程用氣體，在支

## 五、發明說明 ( 19 )

撐環42的內表面與溫度控制元件44的相對表面間會有一第一O形油封58，且在支撐環42的外表面與溫度控制元件44的相對表面間會有一第二O形油封59，為了保持處理室24中的真空環境，在溫度控制元件44與圓柱形元件48b之間，及圓柱形元件48b與外殼48a之間，會有額外的O形環60，62，一具本發明，較低的擋板52是由非氧化物陶瓷如碳化矽，氮化矽，氮化硼，碳化鈦或氮化鋁所製成。

一具本發明之較佳具體實施例，較低的擋板可由高純度碳化矽，如，至少99.999%的純度者，從成本的觀點來看，一種特別推薦的碳化矽是非燒結形式的碳化矽，由石墨轉變而成，其中成行的石墨與矽蒸氣在1600°C的溫度下反應，以轉變為碳化矽，起出的石墨最好為細小的，少孔隙的，高純度的粒子，經塑型至預期的尺寸，藉由矽蒸汽轉變為碳化矽的結果，大的碳化矽可以有10到30%的孔隙，如大約20%，如果希望，該部分可以用矽回填，且/或以CVD SiC層塗覆。

非氧化物陶瓷擋板可作為已存在鋁擋板的替代物，或做為任何其中希望減少造成該部分污染的氣體分佈系統，因為擋板會經歷某種加工，一般希望依據本發明處理該擋板，例如，氧化該表面，並以化學蝕刻去除該氧化層，擋板可用作Exelan®或4520XLE®的鋁擋板的替代物，此兩者皆由LAM研發公司所製造。

如同以上討論的GDP，依據本發明之陶瓷擋板，可提供較少的粒子污染，也就是說，由於較低的擋板直接位於蓮蓬頭

## 五、發明說明 ( 20 )

電極之後，一視線存在於其與通過蓮蓬頭電極中孔的電漿之間，使得該擋板可被濺鍍，結果，來自擋板經加工表面的粒子，會進入處理室並污染經歷製程的水，這種粒子的缺陷降低了晶圓的良率。

以上所述已經說明了本發明的原則，較佳具體實施例，以及操作的模式，然而，本發明並不應該只侷限於所討論的特定具體實施例，如此，則上述具體實施例應該被認為是說明而非限制，且需體會，熟練該技藝的工作者，可在不違背如以下申請專利範圍所定義的，本發明的範圍前提下，在具體實施例中做改變。

## 五、發明說明 ( 21 )

## 圖式元件符號說明

2	處理室	42	支撐環
4	處理室內部	43	水冷卻通道
6	晶圓	43a	水入口/出口連結
8	基板支撐座	44	溫度控制元件
10	聚焦環	47	電漿限制環
12	出口埠	48	介電環
14	介電窗口	48a	介電殼
16	氣體分佈板	48b	圓柱形元件
18	平坦線圈	50	孔
20	畫線器	52	擋板
22	電漿隔板	54	反應室
24	內支撐結構	57	氣體通道
26	外支撐結構	58	第一 O 形油封
28	加熱器	59	第二 O 形油封
30	溫度控制元件	60	O 形環
40	電極	62	O 形環

## 四、中文發明摘要 (發明之名稱: 具有改良粒子性能之半導體處理裝備)

一種陶瓷元件，具有暴露於內部空間的表面，其表面經塑型並經電漿處理且藉由將塑型表面接觸高密度電漿而減少其上粒子的數量；陶瓷元件可由燒結或加工一種化學沈積材料而製成；在半導體基板的處理中，可藉由電漿加工處理所得陶瓷元件將粒子污染最小化，陶瓷元件可以是由各種不同材料如氧化鋁，二氧化矽，石英，碳，矽，氮化矽，氮化硼，碳化硼，氮化鋁或碳化鈦所製成，陶瓷元件可以是真空處理室的各種部分，如處理室側壁中的畫線器，供應製程氣體至處理室之氣體分佈板，蓮蓬頭組件的擋板，晶圓通道的插件，環繞基板之聚焦環，環繞電極之邊緣環，電漿隔板與/或窗口。

## 英文發明摘要 (發明之名稱: SEMICONDUCTOR PROCESSING EQUIPMENT HAVING IMPROVED PARTICLE PERFORMANCE)

A ceramic part having a surface exposed to the interior space, the surface having been shaped and plasma conditioned to reduce particles thereon by contacting the shaped surface with a high intensity plasma. The ceramic part can be made by sintering or machining a chemically deposited material. During processing of semiconductor substrates, particle contamination can be minimized by the ceramic part as a result of the plasma conditioning treatment. The ceramic part can be made of various materials such as alumina, silicon dioxide, quartz, carbon, silicon, silicon carbide, silicon nitride, boron nitride, boron carbide, aluminum nitride or titanium carbide. The ceramic part can be various parts of a vacuum processing chamber such as a liner within a sidewall of the processing chamber, a gas distribution plate supplying the process gas to the processing chamber, a baffle plate of a showerhead assembly, a wafer passage insert, a focus ring surrounding the substrate, an edge ring surrounding an electrode, a plasma screen and/or a window.

## 六、申請專利範圍

1. 一種處理半導體基板的方法，可減少基板處理中的粒子污染，該方法包含步驟有：
  - (a) 放置至少一基板於真空處理室的內部空間中之基板座，處理室包括至少一非氧化物陶瓷元件，其具有暴露於內部空間的表面，該表面經塑型與處理，且藉由高密度電漿處理，以減少其上的粒子；
  - (b) 藉供給製成用氣體至處理室，以處理至少一個的基板；以及
  - (c) 從處理室中移除該至少一個的基板。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包括一大致上平坦的天線，可藉由供給RF電源至天線，賦予製程用氣體能量，成為電漿狀態，而製成用氣體包含至少一種氟碳化合氣體，該方法進一步包括以激發氟碳化合氣體，成為電漿狀態，並以電漿接觸曝露表面，處理該曝露表面。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中電漿包含一高密度電漿，而基板處理是在供給RF偏壓至基板的同時，用高密度電漿蝕刻基板上的氧化物層。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中陶瓷元件包含一氣體分佈板，供給製程用氣體至處理室，而處理室包括大致上平坦的線圈，可藉由供給RF電源至天線，激發製程用氣體至電漿狀態，該方法進一步包含藉由調整處理室壓力到200至500 mTorr，供給線圈2000至2500 W的射頻電源，與/或改變線圈的線圈終端電容，處理曝露表



## 六、申請專利範圍

- 面，以便移動高密度電漿區越過氣體分佈板。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一單晶圓電漿反應爐，該方法進一步還包括步驟有：在暴露陶瓷元件於離子轟擊同時，藉由在處理室中連續處理不超過50個晶圓，處理陶瓷元件的暴露表面，該處理步驟在降低粒子計數器所量得的粒子數量到20個以下是很有效的。
  6. 如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含步驟有：加工由碳，矽，碳化矽，氮化矽，氮化硼，碳化硼，氮化鋁或碳化鈦所製成的部分，以製造陶瓷元件。
  7. 如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含步驟有：加工由CVD SiC，塗覆CVD SiC的燒結SiC，轉變的石墨，或回填Si的多孔SiC所製成的部分，以製造陶瓷元件。
  8. 如申請專利範圍第1項之方法，其進一步包含一系列的步驟有：載入陶瓷元件於處理室中，藉由在處理室中處理單批的非生產用晶圓，處理陶瓷元件，並在處理室中處理生產用晶圓。
  9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一電漿反應爐，該方法進一步包含步驟有：載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含在加電源於陶瓷元件時，以高電漿密度處理暴露的表面，以增加對其的離子轟擊。
  10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一電漿

## 六、申請專利範圍

反應爐，該方法進一步包含步驟有：載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含以激發鹵素氣體成電漿狀態所產生的高密度電漿處理暴露的表面。

11. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一電漿反應爐，該方法進一步包含步驟有：載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含以激發惰性氣體成電漿狀態所產生的高密度電漿處理暴露的表面。
12. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一電漿反應爐，該方法進一步包含步驟有：載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含以激發氧氣成電漿狀態所產生的高密度電漿處理暴露的表面。
13. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一電漿反應爐，該方法進一步包含步驟有：載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含以激發含氟氣體成電漿狀態所產生的高密度電漿處理暴露的表面。
14. 如申請專利範圍第1項之方法，其中處理室包含一電漿反應爐，該方法進一步包含步驟有：載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含在轉換處理室的同時，以高密度電漿處理暴露的表面。
15. 一種以電漿處理半導體處理室的陶瓷元件之經塑型表面的方法，該方法包含藉由以在一電漿反應室中之高密度電漿接觸該經塑型表面，處理該經塑型表面，以減少其上的粒子，該電漿是以激勵一處理氣體成為一電漿狀態所形成，相較於以高密度電漿處理之前，該經調整之塑

## 六、申請專利範圍

型表面在以高密度電漿處理後具有較低粒子數量。

16. 如申請專利範圍第15項之方法，其中在處理室中處理陶瓷元件，其包含一大致上平坦的天線，可藉由供給RF電源至天線，激發製程用氣體成為電漿狀態，而製程用氣體包含至少一種氟碳化合氣體，電漿處理的執行，可藉由激發氟碳化合氣體至電漿狀態，並以電漿接觸經塑型的表面。
17. 如申請專利範圍第16項之方法，陶瓷元件在處理室中被處理，製程用氣體在其中被激發至電漿狀態，該製程用氣體包含至少一種氟碳化合氣體，電漿處理則藉由激發氟碳化合氣體至電漿狀態，並以電漿接觸該經塑型的表面而執行。
18. 如申請專利範圍第15項之方法，其中陶瓷元件包含固定於處理室中的氣體分佈板，該室包含一大致上平坦的線圈，可藉由供給RF電源至天線，激發製程用氣體至電漿狀態，電漿處理的執行，勢將經塑型的表面，接觸高密度電漿，同時調整處理室壓力至200至500 mTorr，供給線圈2000至2500 W的射頻電源，與/或改變線圈的線圈終端電容，以便移動高密度電漿區域越過氣體分佈板。
19. 如申請專利範圍第18項之方法，其中處理室包含一單晶圓電漿反應爐，電漿處理應在處理室中依連續處理半導體基板時執行。
20. 如申請專利範圍第15項之方法，其中陶瓷元件是由碳，

## 六、申請專利範圍

- 矽，碳化矽，氮化矽，氮化硼，碳化硼，氮化鋁或碳化鈦所製成的。
21. 如申請專利範圍第15項之方法，其中陶瓷元件是由CVD SiC，塗覆CVD SiC的燒結SiC，轉變的石墨，或回填Si的多孔SiC所製成的。
  22. 如申請專利範圍第15項之方法，其中電漿處理在電漿蝕刻室中執行。
  23. 如申請專利範圍第15項之方法，其中陶瓷元件包含一固定於處理室中的氣體分佈板，處理室包含用以傳遞RF能量通過氣體分佈板，進入處理室內部的天線，氣體分佈板的電阻足夠高，以允許RF能量通過該處，藉由已可結合RF能量通過氣體分佈板，進入處理室的天線，激發製程用氣體至電漿狀態，可完成電漿處理。
  24. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該方法進一步包含載入陶瓷元件於電漿反應爐中，電漿條件作用包含在加電源於陶瓷元件的同時，以高密度電漿處理經塑型的表面，以增加對其的離子轟擊。
  25. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該方法進一步包含載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含藉由激發鹵素氣體至電漿狀態所產生的高密度電漿處理經塑型的表面。
  26. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該方法進一步包含載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含藉由激發惰性氣體至電漿狀態所產生的高密度電漿處理經塑

## 六、申請專利範圍

型的表面。

27. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該方法進一步包含載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含藉由激發氧氣至電漿狀態所產生的高密度電漿處理經塑型的表面。
28. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該方法進一步包含載入陶瓷元件於處理室中並處理之，處理步驟包含藉由激發含氟氣體至電漿狀態所產生的高密度電漿處理經塑型的表面。
29. 如申請專利範圍第15項之方法，其中該方法進一步包含載入陶瓷元件於電漿反應爐中，電漿作用包含在轉換反應爐的同時，以高密度電漿處理經塑型的表面。
30. 一種如申請專利範圍第15項之方法所作用處理的陶瓷元件，該陶瓷元件具有一經調整之塑型表面，相較於以高密度電漿處理前，該塑型表面在以高密度電漿處理後具有一較低之粒子數量。

圖 1A

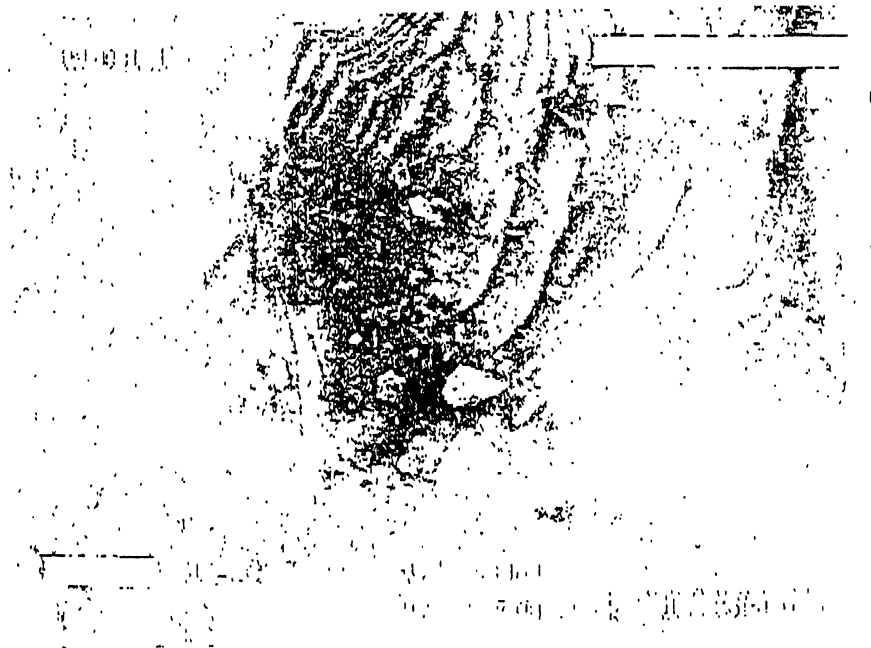
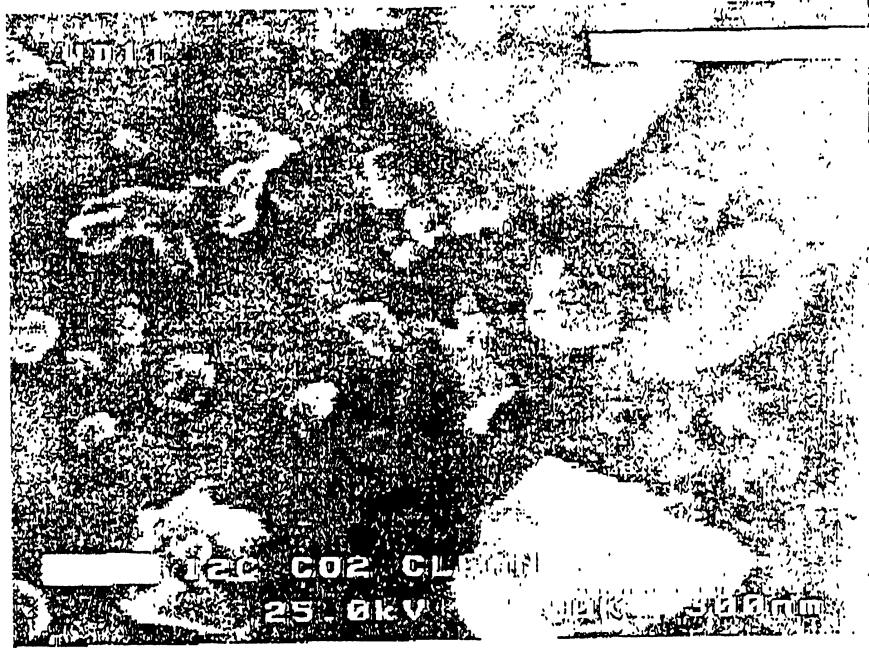


圖 1B

圖 1C



圖 1D

圖 2A

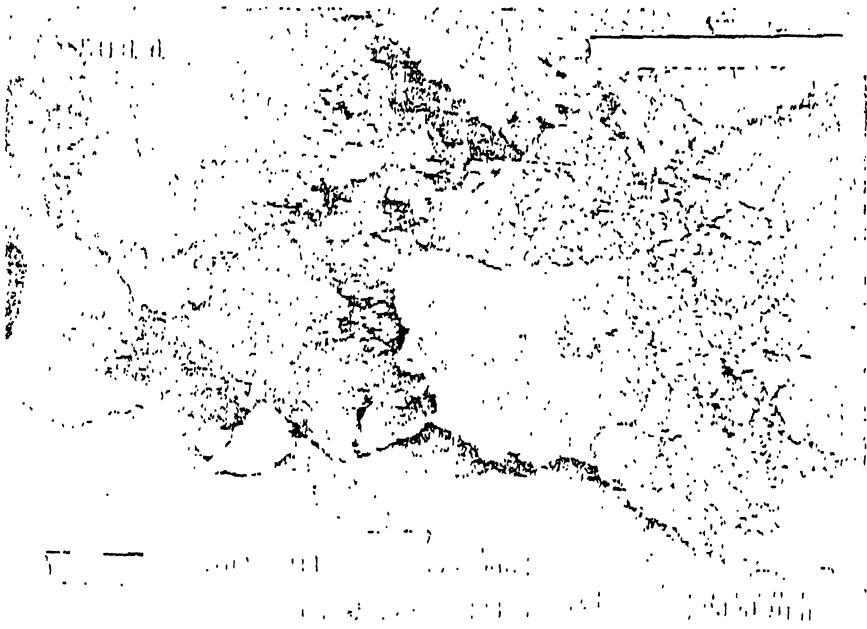


圖 2B



圖 2C

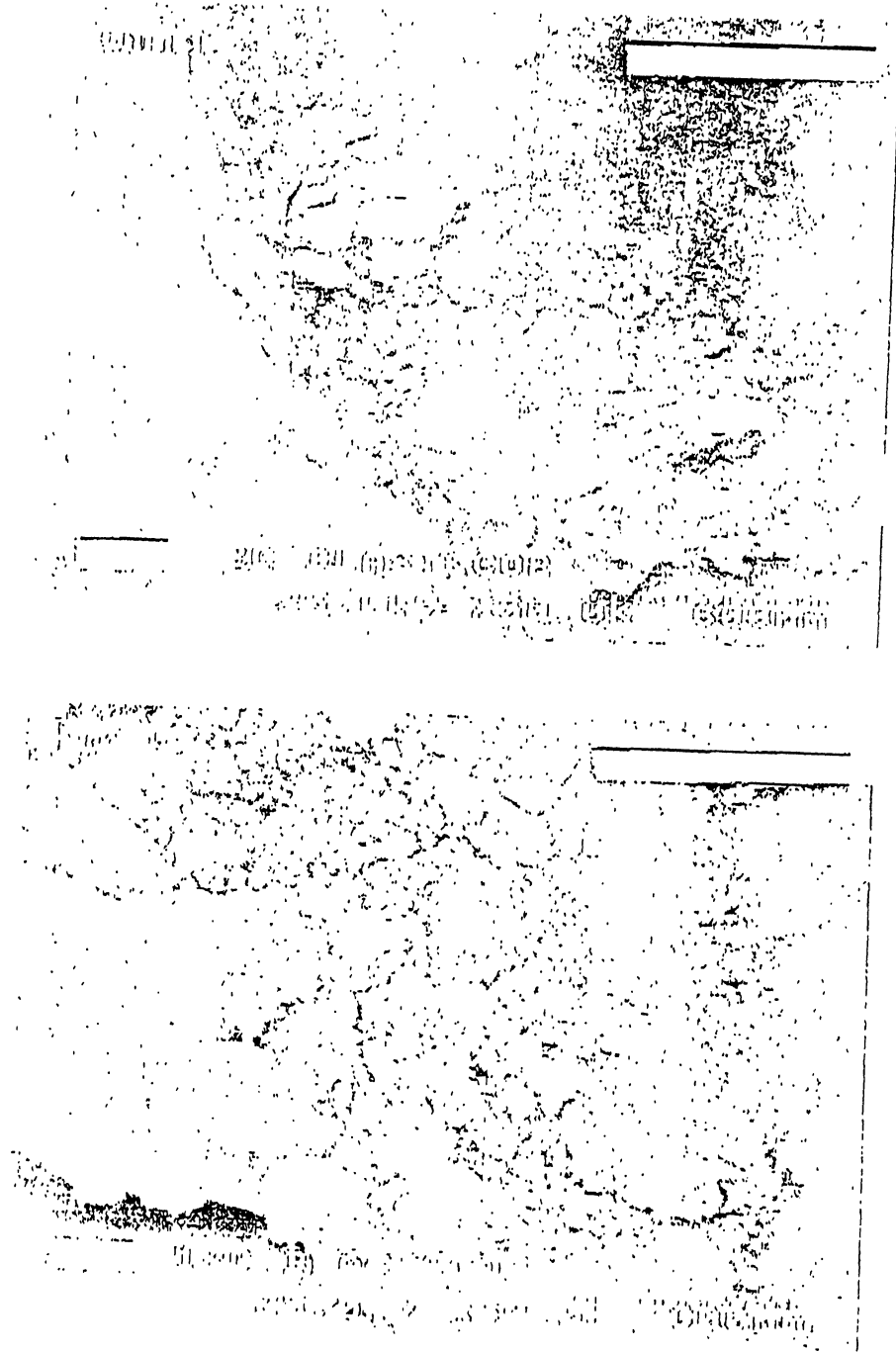


圖 2D

圖 3

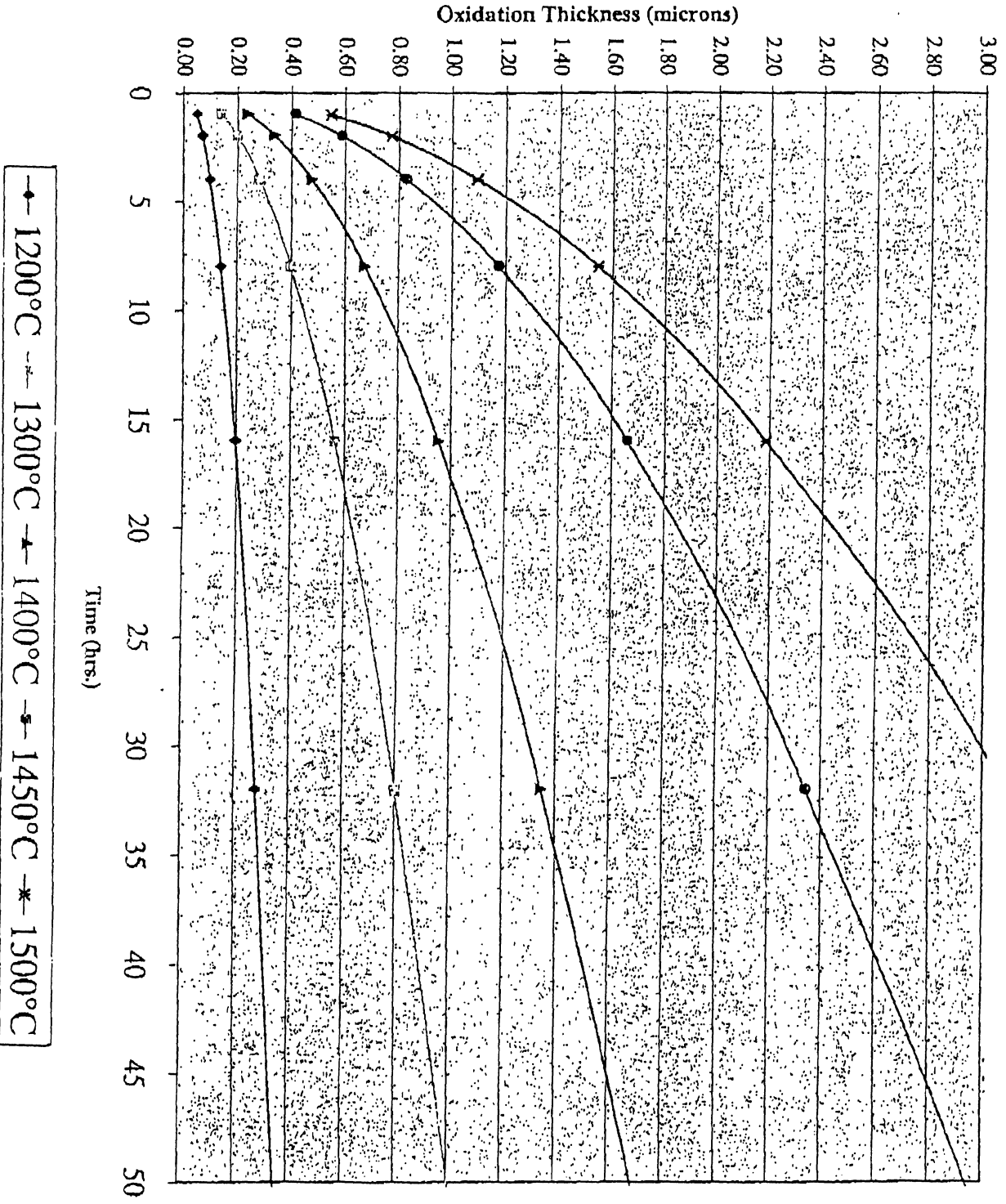


圖 4A

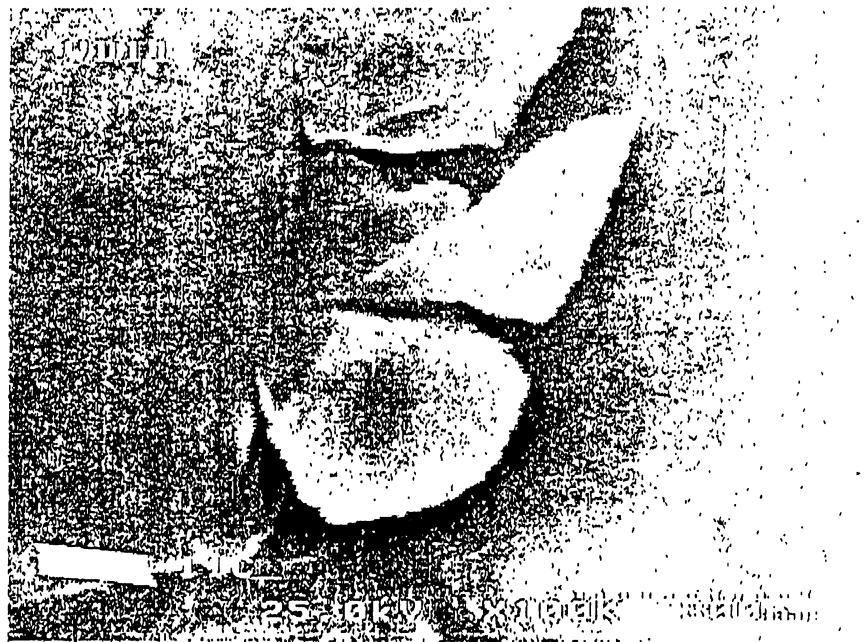


圖 4B

圖 4C

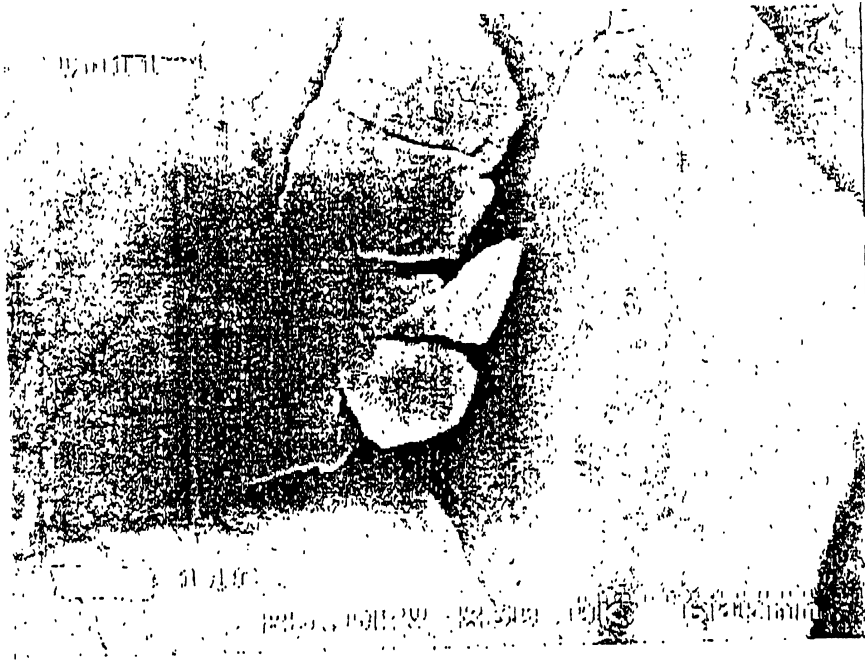


圖 4D

圖 5A

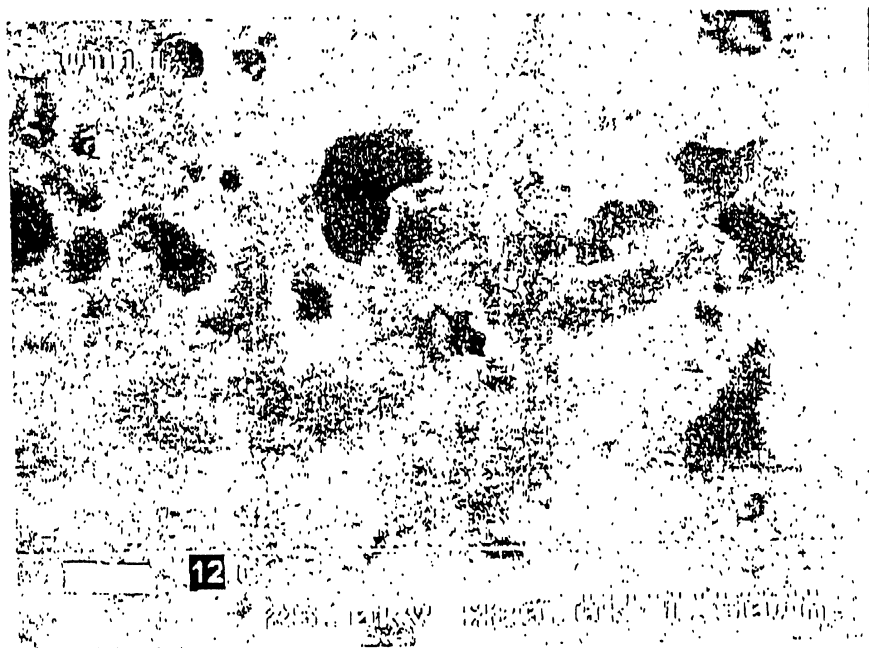


圖 5B

圖 5C

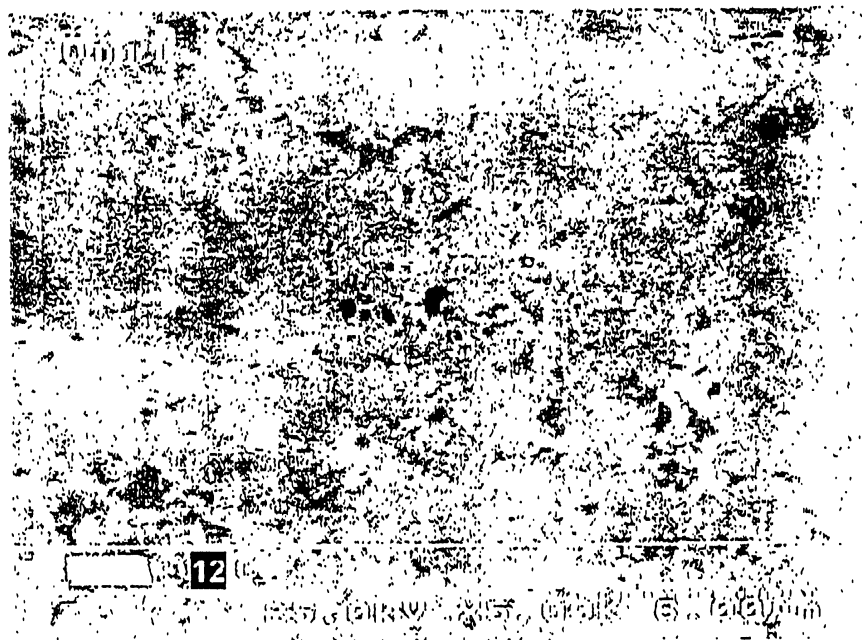


圖 5D

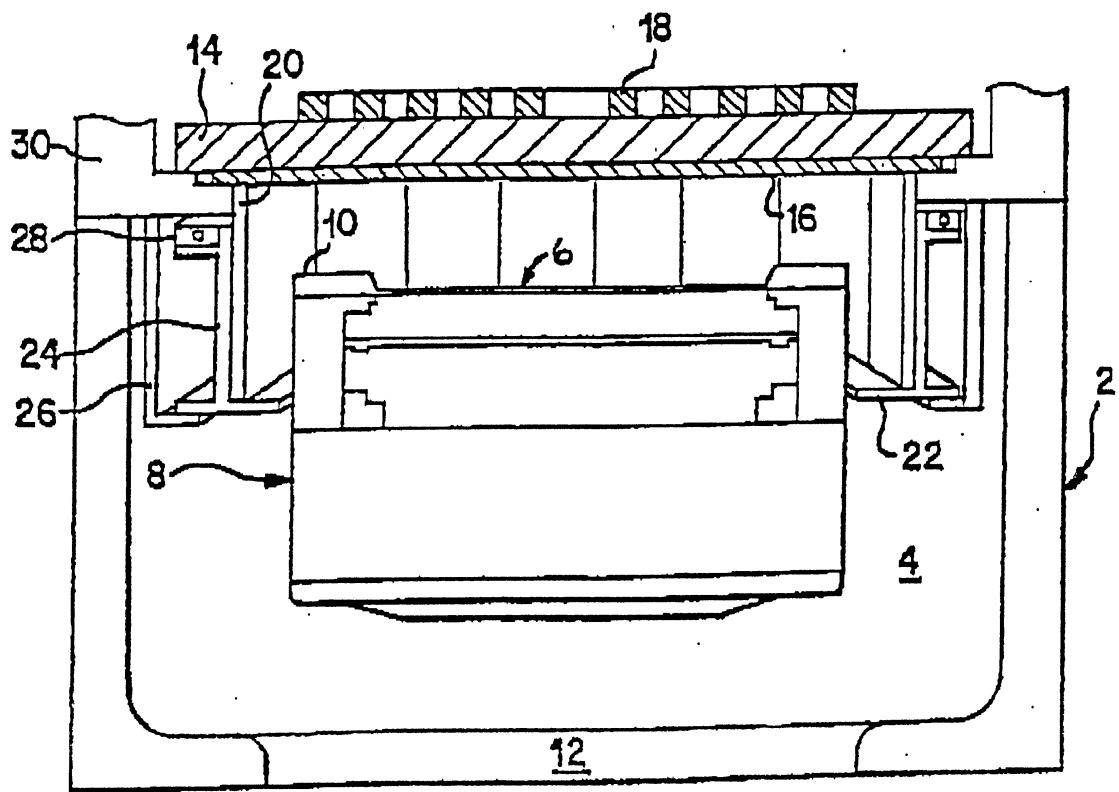


圖 6

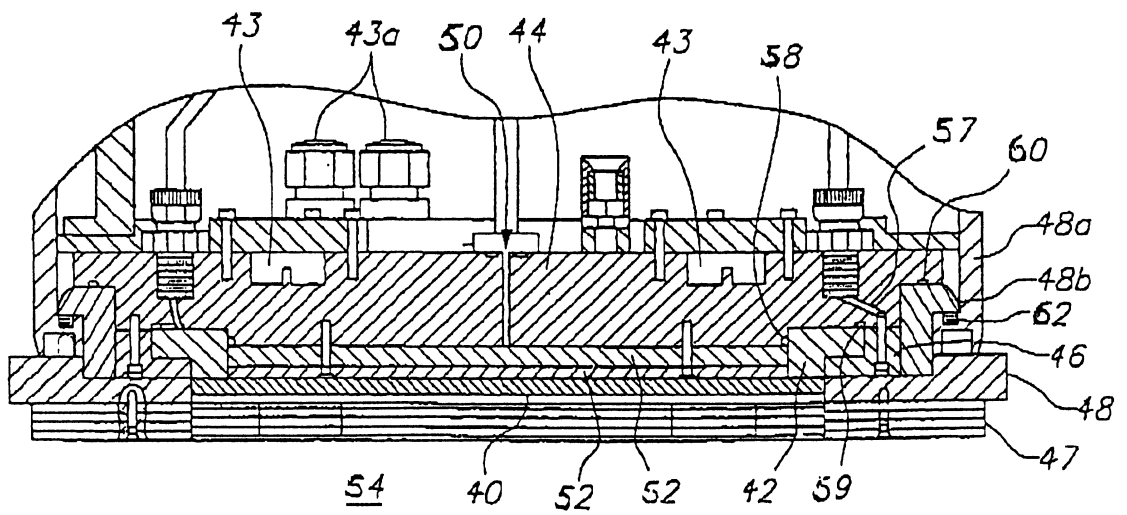


圖 7

申請日期	90.6.26
案 號	90115469
類 別	H01L 7/00

(以上各欄由本局填註)

A4  
C4

中文說明書替換本(92年1月)

557473

## 發 明 專 利 說 明 書

### 新 型

一、發明 名稱	中 文	具有改良粒子性能之半導體處理裝備
	英 文	SEMICONDUCTOR PROCESSING EQUIPMENT HAVING IMPROVED PARTICLE PERFORMANCE
二、發明人 創作	姓 名	威廉費得瑞包曲 WILLIAM FREDERICK BOSCH
	國 籍	美國
	住、居所	美國加州弗雷蒙市蘇維那大樓48825號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商藍姆研究公司 LAM RESEARCH CORPORATION
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州弗雷蒙市庫新公園大道4650號
	代 表 人 名 姓	理察 曲 樂夫格蘭 RICHARD H. LOVGREN