

|      |             |
|------|-------------|
| 申請日期 | 90.12.21.   |
| 案 號  | 90131863    |
| 類 別  | H01L 21/305 |

A4  
C4

548741

(以上各欄由本局填註)

# 發明專利說明書

|            |               |                                                                                            |
|------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一、發明<br>名稱 | 中 文           | 用於電漿處理程序之電極其製造方法及其用途                                                                       |
|            | 英 文           | ELECTRODE FOR PLASMA PROCESSES AND METHOD FOR MANUFACTURE AND USE THEREOF                  |
| 二、發明<br>人  | 姓 名           | 1.傑莫 S. 修巴克 JEROME S. HUBACEK<br>2.亞伯特 R. 伊林保 ALBERT R. ELLINGBOE<br>3.大衛 賓寧 DAVID BENZING |
|            | 國 籍           | 1.美國 2.愛爾蘭 3.美國                                                                            |
|            | 住、居所          | 1.美國加州弗雷蒙市哈巴路644號<br>2.愛爾蘭寇都柏林省露坎市拉羅康洛吉路<br>3.美國加州聖喬斯市福斯沃瑞路1203號                           |
| 三、申請人      | 姓 名<br>(名 稱)  | 美商藍姆研究公司<br>LAM RESEARCH CORPORATION                                                       |
|            | 國 籍           | 美國                                                                                         |
|            | 住、居所<br>(事務所) | 美國加州弗雷蒙市庫新公園大道4650號                                                                        |
|            | 代 表 人<br>姓 名  | 傑夫 布克斯<br>JEFF BROOKS                                                                      |

(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12月29日 09/749,916 ☒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)

發明背景發明領域

本發明係關於一種用於諸如矽晶圓之半導體基材之電漿處理程序的裝置，具體而言，本發明係關於一種具有一低電阻率電極的電極組件。本發明亦與使用該電極組件處理半導體基材有關。

相關技藝說明

美國專利案號5,074,456及5,569,356中揭露了於電漿處理反應器中用來處理諸如矽晶圓的半導體基材的電極，其內容以提及方式併入本文中。上述'456號專利揭露了一種用於一平行板反應器裝置的電極組件，其中位於上部的電極係具有半導體的純度，並以黏膠、焊錫(solder)或硬焊(brazing)層黏接於一支撐架上。該焊錫或硬焊層可為諸如銦(indium)、銀和二者合金之低蒸氣壓金屬，而該支撐架與該電極間的黏接表面可塗以一薄層之金屬(諸如鈦或鎳)以促進其濡濕度及該黏階層的附著力。頃發現：諸如In黏接之類的冶金黏接會因該電極與其所黏附的部件間熱脹/縮程度的差異而導致該電極翹曲。同時，亦發現這些冶金黏接在高電漿處理功率下會因該黏接的熱疲勞和/或融化而失效。

為克服與半導體晶圓之化學蝕刻相關的各種限制，已發展出乾式電漿蝕刻(dry plasma etching)、反應式離子蝕刻(reactive ion etching)和離子研磨(ion milling)等技術。尤其，電漿蝕刻能讓其垂直蝕刻率遠大於其水平蝕刻率，使

## 五、發明說明(2)

其得以適當控制所產生蝕刻特徵的高寬比(即所產生溝槽的高度對寬度之比率)。事實上,電漿蝕刻能在厚度超過1微米的薄膜中形成極精細且具有大的高寬比的特徵。

在電漿蝕刻過程中,在晶圓覆蓋了遮罩的表面上方對一較低壓氣體加以大量能量,致使該氣體離子化。藉調整欲蝕刻基材的電位,可引導該電漿中的帶電物質大體上垂直地撞擊該晶圓,從而將該晶圓未遮蓋區域中的材料移除。

通常可使用與受蝕刻材料化學上較易起反應的氣體,以使蝕刻程序更有效率。所謂"反應式離子蝕刻"則係結合了電漿的高能蝕刻效力與氣體的化學蝕刻效力。然而,已發現許多化學活性反應劑會造成電極過度損耗。

最好能均勻地把電漿分配於晶圓的表面,以獲取整個晶圓表面一致的蝕刻速率。例如,在美國專利案號4,595,484、4,792,378、4,820,371、4,960,488中揭露了一些噴灑頭電極,在其中有許多孔用來分配氣體。這些專利廣泛地描述了分配氣體的板子,其上具有一些孔徑的配置,專門設計以對一半導體晶圓供應均一的氣體蒸氣流。

一反應式離子蝕刻系統通常包含一蝕刻室,其中配備了一上部電極(或陽極)以及一下部電極(或陰極)。其陰極係相對於陽極和容器牆面加了負向偏壓。受蝕刻的晶圓由一適當遮罩覆蓋,並直接置於該陰極之上。有一化學反應氣體(諸如 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CClF}_3$ 和 $\text{SF}_6$ 或其與 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、He或Ar之混合物)導入該蝕刻室中,並維持一定壓力,通常係在毫陶爾(millitorr)的範圍。該上部電極配備了一些氣體孔,

## 五、發明說明(3)

它們讓氣體能均勻地通過該電極擴散進入該室。在該陽極與該陰極間建立的電場會將該反應氣體分離，從而形成一電漿。該晶圓的表面係由其與反應離子的化學反應，以及離子衝擊該晶圓表面時動量的轉換所蝕刻。由該電極所產生的電場會將離子朝陰極方向吸引，導致離子以一顯著地垂直方向撞擊該表面，故該製程能產生界限清楚的垂直蝕刻側壁。

發明概要

本發明提供一種低電阻率矽電極，適宜裝設於半導體基材處理用的一電漿反應室中。該電極具有一小於1 ohm-cm的電阻率，以及在其一側的一RF驅動或電性接地的表面，該表面在使用該電極時係暴露於電漿反應室的電漿中。其電阻率最好是小於0.1 ohm-cm，而若小於0.05 ohm-cm則更佳。

依據本發明的一項較佳具體實施例，該電極可包括一噴灑頭電極，其配置有複數個之氣體出口以於使用該噴灑頭電極時將處理氣體分配於該電漿反應室中，例如：該氣體出口可具有0.020至0.030英吋的直徑，而氣體出口則散佈於整個暴露的表面上。該電極最好包括重金屬污染值低於百萬分之10的零缺點單結晶矽。依據一較佳應用例，該電極可包括一平行板電漿反應器之一電性接地的上部電極。

該電極可安裝成為一電漿蝕刻反應器中一電極組件的一部份。例如，可將該電極以一彈性接頭黏接於一支撐構件

## 五、發明說明(4)

上，該彈性接頭在該電極與該支撐構件間包括一導電彈性材料，該彈性材料提供了該電極與該支撐構件間的一電流路徑。於另一配置中，該電極可彈性地由一夾持構件夾於一支撐構件上。若需要，該電極可為在一電漿反應室內部與一溫度受控制構件黏接或夾於其上的一噴灑頭電極，其中之溫度受控制構件包含一氣體通路以將一處理氣體供應至該噴灑頭電極。於此種配置中，該溫度受控制構件可包含一空腔以及位於該空腔中的至少一個阻擋板，使該氣體通路所供應的處理氣體先通過該阻擋板，然後再通過該噴灑頭電極。

本發明亦提供一種於一電漿反應室中處理一半導體基材的方法，該反應室中的一電極組件包含一RF驅動或電性接地且電阻率小於1 ohm-cm的矽電極。該方法包含供應一半導體基材至該電漿反應室中，供應處理氣體至該電漿反應室之一內部，激勵該處理氣體以形成與該半導體基材之一暴露表面接觸的一電漿，以及利用該電漿處理該基材。

於一較佳具體實施例中，該半導體基材包括一矽晶圓，而該方法包含蝕刻位於該晶圓上的一介電層或導電層材料。或者，該方法可包含將一層材料沉積於該半導體基材上。該電極可包含位於一平行板電漿反應室中的一上部電極。在上部電極接地的狀況中，該下部電極可於處理該基材時接受至少一種頻率之RF能量供應。

於一較佳之電漿蝕刻程序中，該電極可包括與一溫度受控制構件黏接或夾於其上的一RF驅動單結晶矽噴灑頭電

## 五、發明說明(5)

極，該處理氣體即通過該構件供應至該噴灑頭電極。該 RF 驅動電極可藉激勵該處理氣體形成該電漿，而該基材可包括等待該電漿蝕刻的一矽晶圓。該電極亦可包括與一溫度受控制構件黏接或夾於其上的一電性接地、無動力的單結晶矽噴灑頭電極，該處理氣體即通過該構件供應至該噴灑頭電極。該接地之噴灑頭電極可提供能有效限制該電漿的一接地路徑，而該基材則可包括等待該電漿蝕刻的一矽晶圓。

依據本發明，該電極於使用時可將 RF 動力更有效地耦合於該電漿中，而與傳統具有一 10 ohm-cm 以上電阻率的電極相比則較不易過熱。再者，於另一狀況中，依據本發明之電極包括一些氣體出口，處理氣體通過它們進入該室，其中氣體出口的直徑在 0.020 至 0.030 英吋間，而該處理氣體包括一蝕刻氣體，與具有 0.033 英吋直徑氣體出口的一傳統電極比較，該電極可在使用該蝕刻劑氣體對該基材蝕刻時讓較少的聚合物副產品在該氣體出口內和在該電極背面集結。

圖式簡單說明

以下將參考附圖進一步說明本發明，其中：

圖 1 顯示一電漿反應器系統的示意圖，其中可使用依據本發明之較低電阻率的電極；

圖 2 顯示依據本發明第一項具體實施例的一低電阻率噴灑頭電極組件之一側視斷面圖；

圖 3 顯示依據本發明第二項具體實施例的一低電阻率噴灑

## 五、發明說明(6)

頭電極組件之一側視斷面圖；

圖4顯示圖3中之配置的細部IV的一側視斷面圖；

圖5顯示依據本發明第三項具體實施例的一低電阻率噴灑頭電極組件之一側視斷面圖；

圖6顯示圖5中該電極組件的細部圖；以及

圖7顯示圖3中之配置的一部份側視斷面圖。

### 發明詳細說明

本發明提供一種低電阻率矽電極，其較之用於電漿反應器之傳統較高電阻率電極具有許多優勢之處，即其提供對接地較佳之阻尼而改善對電漿的限制、較佳之電漿處理(諸如較高的蝕刻速率同時保持均勻的蝕刻速率)和 / 或藉將過熱降至最低程度而改善溫度控制並減少歐姆的損失從而使動力可更有效地耦合於該電漿中。

頃發現依據本發明的矽電極在諸如矽晶圓之類的半導體基材的電漿處理上能提供意想不到的改善，特別是在與傳統電極的電漿蝕刻相比時。為說明方便起見，依據本發明的電極將以參考在電漿處理半導體基材時很有用的一噴灑頭電極加以描述。

根據本發明之一較佳具體實施例，其中使用一低電阻率電極作為處理一半導體基材的一平行板電漿反應器之一上部電極，例如一單晶圓蝕刻器之一上部電極，其中有一晶圓(諸如一200 mm或300 mm之矽晶圓)支撐於具有一平坦底部電極的一靜電夾頭上，該晶圓係由該夾頭支撐於該上部電極之下方1至2 cm處。於此系統中，該電極可能為必需

## 五、發明說明(9)

受控制電極系統中，該電極組立包含一電極130、一支撐構件132以及將該電極夾於該構件132上的一電漿圍束環(plasma confinement ring) 134。該圍束環134係藉螺栓135鑽螺孔進入構件132以固定於構件132上的。該構件132包含氣體通路136以提供處理氣體至包含三片阻擋板140的凹處138中。構件132的一下方表面132a與電極130接合以供應RF動力；構件132另有一徑向上靠外緣的表面132b與圍束環134的一上方表面接觸。構件132的一凸緣146讓該電極組件可固定在一電漿反應室的內部。構件132中的冷卻通道152讓該電極組件得到冷卻。圍束環134上的凸緣150對該電極130暴露出來的一外緣部份提供了一彈性的夾持力量。圍束環134最好係由諸如一抗熱性熱固聚合物的一介電材料(例如：Dupont生產的Vespel<sup>TM</sup>)所製成，因其在一電漿環境中甚穩定，或該圍束環可由陶瓷材料構成，例如：氧化鋁、氧化鋯、二氧化鈦、氮化矽、碳化矽…等，或可用一塗佈了介電材料的金屬來製造圍束環134。若該圍束環係由一無彈性材料製成，則螺栓135可由一彈性地可變形材料(諸如Vespel<sup>TM</sup>)製成，以提供對該電極130的彈性夾持力。或者，該圍束環134與各螺栓都可由彈性地可變形材料製成。在上述以提及方式併入本文中的Lenz等人的專利文件中提供了適當夾持配置的詳細方法。

該電漿反應室中的壓力可透過圍束環134中的氣體通路154來監控。環繞在通路154周圍的O形環144提供了構件132與圍束環134間的密封。為加強電極130與構件132間

## 五、發明說明(10)

的熱傳導，處理氣體可透過通路155供應，並於構件132中的一環狀通道內(未顯示)保持其壓力，而可利用O形環密封142和143使該通道中的氣體維持壓力。

參考圖5至7，依據本發明的一低電阻率電極210可藉一彈性接頭246與一支撐環212黏接。如圖5至6所示，該電極210係一平坦圓盤，自中心至邊緣保持均勻厚度。在支撐環212上的一外圍凸緣藉一鋁質夾持環216夾在具有水冷卻通道213的一鋁質溫度受控制構件214上。在該冷卻通道213中，水經由水入口/出口接頭213a進行循環。在電極210的外圍包圍了一圈由一疊相互間隔的石英環組成的電漿圍束環217。該電漿圍束環217係以螺栓固定於一介電輪環218上，而該介電輪環則係以螺栓固定於一介電外殼218a上。該圍束環217的目的及功能係要導致該反應器中的一壓力差，並增加該反應室牆面與該電漿間的電阻，從而限制該上部與下部電極間的電漿。夾持環216的一向內延伸凸緣與石墨支撐環212的外凸緣接觸。因此，在電極210暴露在外的表面上，並未施加任何夾持壓力。

來自一氣體供應源的處理氣體係通過該溫度受控制構件214中的一中央孔220供應至電極210。接著，該氣體係通過一或多片垂直間隔排列的阻擋板222分散，並通過該電極210中的一些氣體散佈孔(未顯示)均勻地將該處理氣體散佈至反應室224中。為提供自電極210至溫度受控制構件214強化的熱傳導，可供應處理氣體以充滿溫度受控制構件214與支撐環212之相對表面間的開放空間。另外，可透過與該

## 五、發明說明(11)

輪環218的一氣體通路(未顯示)或圍束環217連接的氣體通路227監控該反應室224中的壓力。為使溫度受控制構件214與支撐環212間的處理氣體保持壓力，於支撐環212的一內側表面與溫度受控制構件214的一相對表面間配置了一第一O形環密封228，而於支撐環212的一上側表面的一外部與構件214的一相對表面間則配置了一第二O形環密封229。為維持反應室224中的真空環境，在溫度受控制構件214與圓筒狀構件218b間，以及在圓筒狀構件218b與外殼218a間配置了額外的O形環230、232。

圖6顯示一蓮蓬頭組件240之進一步細節，其中電極210係藉一彈性接頭246與導電支撐環212黏接，如圖7中所示，該彈性接頭可位於一凹處248中。該凹處248最好係在該支撐環212周圍，介於該支撐環212的一內牆(未顯示)與一外牆250間連續延伸。每一牆面250的寬度可越窄越好，例如約30 mil的寬度，如此讓該彈性體能在每一與牆面250接觸的區域形成一薄層(例如：約2  $\mu\text{m}$ 厚，在該彈性體包含0.7至2  $\mu\text{m}$ 大小，諸如鋁、矽、碳化矽…等的導電粒子的填充物的狀況)，而在該凹處248中，則形成一較厚層(例如：約0.0025英吋)。由這些牆面所形成的凹處可做得極淺，例如約2 mil的深度，其提供一非常薄的彈性接頭，具有足夠力量以使該電極與該支撐環黏接，但仍允許該電極在該電極組件的溫度循環中相對於該支撐環進行移動。另外，該凹處的牆面可保護該彈性接頭免受該反應器中電漿環境的攻擊。應注意，可省略該凹處248，並將該彈性黏

## 五、發明說明 ( 12 )

接以分散或連續的薄墊圈彈性體方式配置於該電極與一支撐構件相配的平坦表面之間，例如：該彈性體可以一或多層薄的環狀墊圈的方式配置於該電極與一支撐構件間。

傳統噴灑頭電極係由具有10 ohm-cm或更高電阻率之單結晶矽所製成。此種電極在電漿蝕刻反應器中雖表現良好，然發現此種電極的效能可藉降低其電極的電阻率而意外地改進。例如：依據本發明，將該電極的電阻率降至小於1 ohm-cm，最好是0.005至0.02 ohm-cm。該電極的材料最好是用來製作矽晶圓的零缺點單結晶矽。另外，其它諸如低電阻率碳化矽的材料亦可用來製成該電極。

依據本發明的一項具體實施例，該電極包括一電漿反應器中的一接地之噴灑頭電極，該電漿反應器中的電漿係由包含於基材支架中的一下部電極所產生。若需要，可對該下部電極供應雙頻動力，其中一較高頻率係用來產生並維持用來處理一晶圓的電漿，而一較低頻率則係用來對該晶圓施以一理想的RF偏壓。與使用相同處理參數的傳統矽電極比較，依據本發明的低電阻率電極可提供一意外地提昇了5%至10%的蝕刻速率，並維持蝕刻速率的均一性。

依據本發明的低電阻率電極所能達到的較佳蝕刻速率，可能係該電漿反應器中一改善的RF接地/耦合低阻尼路徑所造成的結果。另外，該限制窗口(confinement window) (即諸如室中壓力及供應給該電極的電力等的處理條件)可利用該低電阻率電極加以改善。例如：在LAM Research Corporation (本申請案的受讓人)所製造的 Exelan™ 及

## 五、發明說明(13)

Exelan HP™反應器中，其低電阻率電極係依接地的上部噴灑頭電極，與先前使用的具有10至20 ohm-cm電阻率之電極相較，該低電阻率電極可大幅改善其限制窗口。當該電極係用來作為(由LAM Research Corporation所製造諸如4520XLe™之類的)反應器中的一具有動力之上部噴灑頭電極時，亦可達到較佳的蝕刻速率。

根據 $I^2R$ 的損失，低電阻率電極比較高電阻率電極由通過它們的RF電流中吸收較少的能量。此點導致在一定的RF產生器動力輸出下，有較多能量供該電漿吸收。傳送給電漿的此一額外動力輸出，可能即是本發明中該低電阻率電極所以能達到較佳蝕刻速率的原因。此外，較少的能量損失可能使該電極的溫度降低，從而可減少該電極的磨損，並延長該電極的使用壽命，直到其必需替換為止。

在Exelan™、Exelan HP™和4520XLe™反應器中使用的傳統電極可用彈性體黏接至支撐環上，並當作可替換電極組件安裝於該反應器中。依據本發明的低電阻率電極可以相同方式安裝，或可以其它適當配置安裝，諸如以機械式夾持配置，或其他黏接技術，例如：黏膠、焊錫或硬焊等。

以下示範性具體實施例係為說明依據本發明的適當低電阻率電極之目的所提供。熟知技藝人士應明瞭，其它電極設計亦適於作為依據本發明的電極。

依據本發明，當製作一低電阻率噴灑頭電極時，最好將超音波鑽孔時在所鑽孔內產生的損壞移除。此種損壞可藉

## 五、發明說明 ( 14 )

在一強酸中蝕刻並將該電極拋光加以移除。如此使該電極在安裝於一電漿反應器中之後，可較快調整完成。另外，該電極可在一定期性濕式清潔恢復(wet clean recovery)程序中較快清理完成，亦即在處理過一定數量的晶圓之後。該電極的另一優點為：它展現出比傳統式電極更加的損耗特性。

為減少電漿蝕刻時在該蓮蓬頭後部的聚合物沉積，其貫通孔可製作得較傳統電極中的為小，從而可使該電極後方的背壓增加，而減少回流。另外，較小的孔可使在孔中及蓮蓬頭後方電漿放電的機率降低。較小的孔亦可減少該蓮蓬頭附近一阻擋板上和 / 或在該蓮蓬頭背面的聚合物沉積。與具有0.033英吋直徑小孔的傳統噴灑頭電極比較，該低電阻率蓮蓬頭可作成含有小於0.030英吋的孔，例如：0.020至0.028英吋，最好是0.025英吋直徑的孔。

為進一步減少聚合物集結，該孔的數目可較傳統蓮蓬頭者為少。例如，孔的數目可減少50%或更多，例如減少20%至40%，最好是25%。因此，在一處理一200 mm晶圓的蓮蓬頭的狀況，若一傳統蓮蓬頭具有2000至4000個孔，則低電阻率蓮蓬頭可具有500至1000個孔。例如，一傳統電極可能具有約3250個孔，而低電阻率電極則可具有約830個孔。由於孔的數量減少，可預期該蓮蓬頭將能維持較久，因電漿需較長時間侵蝕該電極使其孔連結。

該低電阻率電極可降低整個電極中心至邊緣的溫度變異，從而獲得較佳的製程均一性。可將此種溫度變異的縮

## 五、發明說明 (15)

減藉製作較傳統電極更厚的電極加以強化，或將該電極組裝成對一溫度受控制構件可達到更佳熱傳導的一組件。例如：可增加該電極的厚度為0.375或甚至0.50英吋，而一傳統電極則僅0.25英吋厚。另外，可以一支持構件支持該電極，並將該電極固定於一支撐環的一支撐組件上(諸如一石墨環及一阻擋配置)。以此一配置，該電極可由鋁或其合金、SiC、石墨…等適當熱傳導材料構成的一支持板所支持，而該支持板可用螺栓固定於該支撐組件上。該支持板亦可提供該電極良好的RF傳導性，以將該電漿室之噴灑頭電極區域的電壓差異降至最低。該支持板可以適當方式固定於該電極上，包括諸如藉一彈性黏膠的黏接在內。

較之一傳統電極而言，該低電阻率電極可提供一較佳之DC傳導路徑。因此，藉改善DC傳導路徑，亦可改善對電漿的限制。

於下文中，將依據本發明具有一0.025英吋直徑氣體出口的一低電阻率電極與具有0.25英吋之厚度、10至20 ohm-cm電阻率以及0.033英吋直徑氣體出口的一傳統單結晶矽電極作比較。該低電阻率電極具有0.25英吋的厚度，且係由摻雜了硼的單結晶矽所製成，以達0.005至0.02 ohm-cm的電阻率。此種低電阻率矽可由產自Ohio州Eaton的Bullen Ultrasonics的長成之單結晶、零缺點矽獲得。較之傳統電極的數千個氣體出口，該低電阻率電極可包含較少的氣體出口(例如：少於1000)以及較小的直徑，而就其孔因電漿的侵蝕而致連結的時間方面而論，可使該電極的壽命延長。

五、發明說明 ( 16 )

此種孔可藉一研磨膏(slurry)以超音波鑽孔，而該電極則可於強酸中洗滌以去除鑽孔損壞，用 SiC 研磨劑研磨(lap)並拋光，以減少在使用所安裝的電極以於一電漿蝕刻室中處理晶圓之前通常所需的調整時間。

下表係依據本發明之具有小於1 ohm-cm之低電阻率矽電極與具有10 ohm-cm或更高電阻率矽電極之測試結果的比較。於此測試中，諸如接點、通道(via)及間隔層係使用相同的氣體化學成份和反應器條件來蝕刻的。

| 特徵  | 氣體                                         | CE ER  | CE U | IE ER  | IE U | ERΔ  |
|-----|--------------------------------------------|--------|------|--------|------|------|
| 接點  | C <sub>x</sub> F <sub>y</sub> /Ar/<br>N/O  | 5513.1 | 2.03 | 5790.4 | 2.33 | +5   |
| 通道  | C <sub>x</sub> F <sub>y</sub> /Ar/<br>CO/O | 5082   | 1.94 | 5531.3 | 1.61 | +8.8 |
| 間隔層 | C <sub>x</sub> F <sub>y</sub> /Ar/<br>O    | 895    | 2.7  | 959    | 1.5  | +7.1 |

- CE:傳統電極
- IE:依據本發明之電極
- ER:蝕刻速率(Å/min)
- U:均勻度(%)
- ER Δ:蝕刻速率之變動(%)

該依據本發明之電極可用來作為一噴灑頭電極，以蝕刻半導體晶圓。然而若需要，該電極組件亦可依其他配置方

## 五、發明說明 ( 17 )

式，其中之電極並非一噴灑頭電極，和 / 或該支撐構件之形式並非一環。例如，該電極可為一噴灑頭電極，黏接至一支持板，其具有連通至該電極的一些氣體分配孔。另一種可能配置為將該電極與一板狀、圓筒狀、基座構件上的凸出物…等形式的支撐構件黏接。再者，在該電極為一電漿室中一接地或具動力之電極的狀況時，該電極可不含氣體出口。

該電極最好係由一導電材料諸如一平面的矽（如單結晶矽），或具有自其中心至外緣均勻厚度的碳化矽電極圓盤所構成。然而，具有非均勻厚度不同材料和 / 或不含處理氣體分配孔的電極，亦可用於依據本發明的電極組件中。於一較佳具體實施例中，該電極係一噴灑頭電極，配備了複數個隔開之氣體放射通路，這些通路的大小與分佈適合於供應由該電極和 / 或另一電極或能量源所激勵的一處理氣體進入該反應室中的一電漿中。然而，依據本發明的電極可在一電漿反應器或真空環境中用作任一形式的電極，此類電極包含濺鍍電極。

依據本發明的電極可用於晶圓處理，諸如多晶圓或單晶圓處理中的電漿蝕刻、沉積…等。例如，可用該電極蝕刻或沉積BPSG、諸如熱二氧化矽(thermal silicon dioxide)或熱解氧化物(pyrolytic oxide)及光刻膠材料等之氧化物。該裝置可獲得理想程度的次微米接觸斷面、CD及低粒子污染度。在蝕刻BPSG方面，可達到約3000 Å/min的蝕刻速率等級，而蝕刻均勻度則能達到約3%。

四、中文發明摘要(發明之名稱：用於電漿處理程序之電極其製造方法及其用途)

一種用於一電漿反應室的矽電極，諸如一單晶圓之一半導體基材可在該電漿反應室中處理，以及一種使用該電極處理一半導體基材的方法。該電極係一低電阻率電極，其電阻率低於1 ohm-cm。該電極可為諸如一噴灑頭電極之一零缺點單結晶矽或碳化矽電極，被黏接或夾住以支撐(例如)一溫度控制的板子或環。該噴灑頭電極可為一均勻厚度之圓盤形式，而可配置一彈性接頭於一支撐環與該電極之間。該電極可包含直徑0.020至0.030英吋的氣體出口。

英文發明摘要(發明之名稱：ELECTRODE FOR PLASMA PROCESSES AND METHOD FOR MANUFACTURE AND USE THEREOF)

A silicon electrode for a plasma reaction chamber wherein processing of a semiconductor substrate such as a single wafer can be carried out and a method of processing a semiconductor substrate with the electrode. The electrode is a low resistivity electrode having an electrical resistivity of less than 1 ohm-cm. The electrode can be a zero defect single crystal silicon or silicon carbide electrode such as a showerhead electrode bonded or clamped to support such as a temperature controlled plate or ring. The showerhead electrode can be in the form of a circular disk of uniform thickness and an elastomeric joint can be provided between a support ring and the electrode. The electrode can include gas outlets having 0.020 to 0.030 inch diameters.

## 五、發明說明 ( 7 )

92.4.15

定期更換的一電極組件的一部份。因此，該電極或電極組件係以一能自該電漿室方便移除的方式安裝的。例如：該電極可機械地用任何適當技術夾持於一支撐上，諸如由 Lenz 等人所共同持有的美國專利案號 5,569,356 中所述者，其內容以提及方式併入本文中。或者，該電極可金屬地或黏性地用任何適當技術黏結於一支撐上，諸如由 Degner 等人所共同持有的美國專利案號 5,074,456 中所述者，其內容以提及方式併入本文中。又或者，該電極可用一彈性接頭黏接於一支撐上，諸如由 Lilleland 等人所共同持有的美國專利案號 6,073,577 中所述者，其內容以提及方式併入本文中。

依據本發明的低電阻率電極可用於圖 1 所示的電漿蝕刻系統中，其中包含一上部電極 12 的一電極組立 10 係位於具有一室 52、一加載互鎖真空室(load lock)入口 54 以及一加載互鎖真空室出口 56 的一平行板反應器系統 50 中，該系統的詳細內容可在共同持有的美國專利案號 4,340,462 中找到，其內容以提及方式併入本文中。該室 52 包含一下部電極 58，其上方表面適於接收一單片晶圓基材。該電極組立 10 係安裝於一上部外殼 59 中，該外殼可藉一機構 60 垂直移動，從而調整電極 12 與電極 58 間的缺口。

該加載互鎖真空室 54 及 56 包含傳送裝置以將晶圓自一晶圓供應處 62 傳送通過該室 52 而至室外一晶圓貯藏器(receptacle) 64 中。有一蝕刻劑氣體供應源 70 連接至外殼 59 以輸送蝕刻劑氣體至該電極組立 10。一真空幫浦配置 72 使

## 五、發明說明 ( 8 )

ap &amp; 75

該室中保持一理想真空狀態，例如：0.001至10陶爾(Torr)。有一冷卻水源74與該上部和下部電極連接，以使它們維持在理想溫度，另有一加載互鎖真空室幫浦配置76使該加載互鎖真空室54和56中保持一理想真空壓力。一動力源78提供無線頻率(RF)的動力至該上部和/或下部電極12和58。

圖2中顯示該電極組立10的細節，其中有一盤狀的電極板12與一支撐環14藉一適當之黏接技術(諸如硬焊、焊錫、黏膠…等)黏接。該電極包括一噴灑頭電極，其中包含許多孔徑16藉以散佈一反應劑氣體。該環14包含一凸緣及延伸部份，尺寸正好與該上部電極12的上表面接合。該環14係藉緊固件(fasteners，未顯示)固定於一導電的支持板(backing plate) 80(諸如一鋁板)上，另有由背板66覆蓋的一冷卻通道84形成一冷卻導管以傳播冷卻水源74所供應的冷卻水。動力源78提供的RF動力可供應至支撐板80，並經支撐環14傳導至電極板12以激勵該室52中的電漿。或者，可將電極12接地以提供該室中由該下部電極58產生的電漿一個接地路徑。來自氣體供應源70的反應劑氣體經通路86進入支撐板80，再傳遞進入一阻擋配置，其中包含阻擋板87和88。雖然顯示了兩個阻擋板，任何適當的阻擋配置皆可使用或省略。在支撐環14周圍的是一內部絕緣或導電環90，以及一外部絕緣環92，此二者皆係防止該支撐環14直接與該電漿接觸。

依據本發明的低電阻率電極可用於圖3至4中所顯示的該

## 五、發明說明 ( 18 )

上述係本發明之原理、較佳具體實施例以及操作模式。然而，不應視此類特定具體實施例為本發明之限制條件。因此，應視上述具體實施例為說明性質而非限制條件，並應明瞭：熟知技藝人士應知道此類具體實施例可作各種的變更，而不會脫離如隨附申請專利範圍中陳述之本發明的範疇。

## 主要元件符號表

|        |             |
|--------|-------------|
| 10     | 電極組立        |
| 12     | 上部電極        |
| 14     | 支撐環         |
| 16     | 孔徑          |
| 50     | 平行板反應器系統    |
| 52     | 室           |
| 54     | 加載互鎖真空室入口   |
| 56     | 加載互鎖真空室出口   |
| 58     | 下部電極        |
| 59     | 上部外殼        |
| 60     | 機構          |
| 62     | 晶圓供應處       |
| 64     | 晶圓貯藏器       |
| 66     | 背板          |
| 70     | 蝕刻劑氣體供應源    |
| 72     | 真空幫浦配置      |
| 74     | 冷卻水源        |
| 76     | 加載互鎖真空室幫浦配置 |
| 78     | 動力源         |
| 80     | 支持板         |
| 84     | 冷卻通道        |
| 86     | 通路          |
| 87, 88 | 阻擋板         |
| 90     | 內部絕緣或導電環    |
| 92     | 外部絕緣環       |

## 五、發明說明 ( 19 )

- 130 電極
- 132 支撐構件
- 132a 下方表面
- 134 電漿圍束環
- 135 螺栓
- 136 氣體通路
- 138 凹處
- 140 阻擋板
- 142, 143 O形環密封
- 144 O形環
- 146 凸緣
- 150 凸緣
- 152 冷卻通道
- 154 氣體通路
- 155 通路
- 210 電極
- 212 支撐環
- 213 水冷卻通道
- 213a 水入口/出口接頭
- 214 溫度受控制構件
- 216 夾持環
- 217 電漿圍束環
- 218 介電輪環
- 218a 介電外殼
- 218b 圓筒狀構件
- 220 中央孔
- 222 阻擋板
- 224 反應室
- 227 氣體通路
- 228, 229 O形環密封
- 230, 232 O形環
- 240 蓮蓬頭組件
- 246 彈性接頭
- 248 凹處
- 250 外牆

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

1. 一種低電阻率矽電極，適宜裝設於半導體基材處理用的一電漿反應室中，其包括：  
一矽電極，其具有一小於1 ohm-cm的電阻率，在該電極一側有一RF驅動或電性接地的表面，該表面在使用該電極時係暴露於該電漿反應室的電漿中。
2. 如申請專利範圍第1項之電極，該電極包括一噴灑頭電極，配備一複數個之氣體出口以於使用該噴灑頭電極時分配處理氣體進入該電漿反應室。
3. 如申請專利範圍第2項之電極，其中該氣體出口具有0.020至0.030英吋的直徑，且這些氣體出口係遍佈整個暴露的表面。
4. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該電極包括重金屬污染值低於百萬分之10的單結晶矽或碳化矽。
5. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該電極包括一平行板電漿反應器之一電性接地的上部電極。
6. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該電極之電阻率低於0.1 ohm-cm。
7. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該電極之電阻率低於0.05 ohm-cm。
8. 一種具有電極組件之電漿蝕刻反應器，該電極組件包含如申請專利範圍第1項之電極，該電極係藉一彈性接頭與一支撐構件黏接，該彈性接頭於該電極與該支撐構件間包括一導電彈性材料，該彈性材料包含一導電填充物，此填充物在該電極與該支撐構件間提供一電流通路。

## 六、申請專利範圍

9. 一種具有電極組件之電漿蝕刻反應器，該極組件包含一如申請專利範圍第1項之電極、一支撐構件、及一電漿圍束環，其該電極係藉該電漿圍束環彈性地夾於該支撐構件上。
10. 一種電漿反應室，包含如申請專利範圍第2項之噴灑頭電極，該噴灑頭電極係與該電漿反應室之一內部之一溫度受控制構件黏接或夾於其上，該溫度受控制構件包含供應一處理氣體至該噴灑頭電極的一氣體通路，該溫度受控制構件包含一空腔以及位於該空腔中的至少一個阻擋板，該氣體通路所供應的處理氣體先通過該阻擋板，然後再通過該噴灑頭電極。
11. 一種於一電漿反應室中處理一半導體基材的方法，該反應室中的一電極組件包含一RF驅動或電性接地且電阻率小於1 ohm-cm的矽電極，其包括：
- 供應一半導體基材至該電漿反應室中；
  - 供應處理氣體至該電漿反應室之一內部；
  - 激勵該處理氣體以形成與該半導體基材之一暴露表面接觸的一電漿；
  - 利用該電漿處理該基材。
12. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該半導體基材包括一矽晶圓，而該方法包含蝕刻位於該晶圓上的一介電層或導電層之材料。
13. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該方法包含將一層材料沉積於該半導體基材上。

## 六、申請專利範圍

14. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極包括一平行板電漿反應器之一上部電極，該電極於處理該基材時係受到RF能量之供應。
15. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極包括一平行板電漿反應器之一上部電極，該平行板電漿反應器之一下部電極係受到至少一種頻率的RF能量之供應，而該上部電極於處理該基材時係電性接地者。
16. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極包括一電性接地、無動力單結晶矽噴灑頭電極，與一溫度受控制構件黏接或夾於其上，該處理氣體即通過該構件供應至該噴灑頭電極，該接地之噴灑頭電極提供一有效接地路徑以限制該電漿，而該基材則包括將由該電漿蝕刻的一矽晶圓。
17. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極包括一RF驅動之單結晶矽噴灑頭電極，與一溫度受控制構件黏接或夾於其上，該處理氣體即通過該構件供應至該噴灑頭電極，該噴灑頭電極藉激勵該處理氣體以形成該電漿，而該基材則包括將由該電漿蝕刻的一矽晶圓。
18. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極的電阻率係小於0.1 ohm-cm且該電極包括重金屬污染值低於百萬分之10的零缺點單結晶矽或碳化矽。
19. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極可將RF動力更有效地耦合於該電漿中，而與傳統具有一10 ohm-cm以上電阻率的一電極相比則較不易過熱。

## 六、申請專利範圍

A2 4 25

20. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該電極包括一些氣體出口，該處理氣體通過它們進入該室，該氣體出口的直徑在0.020至0.030英吋間，該處理氣體包括一蝕刻氣體，與具有0.033英吋直徑氣體出口的一傳統電極比較，該電極可在使用該蝕刻氣體對該基材蝕刻時讓較少的聚合物副產品在該氣體出口內和在該電極背面集結。

裝

訂

線

第 090131863 號專利申請案  
中文圖式替換頁(92年4月)

OK 4/1

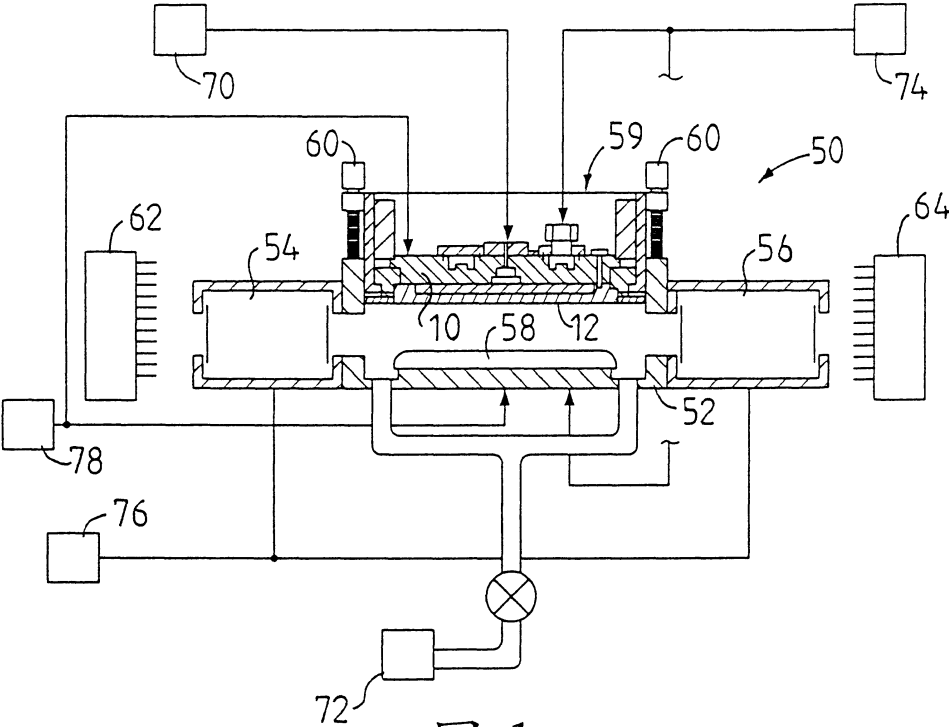


圖 1

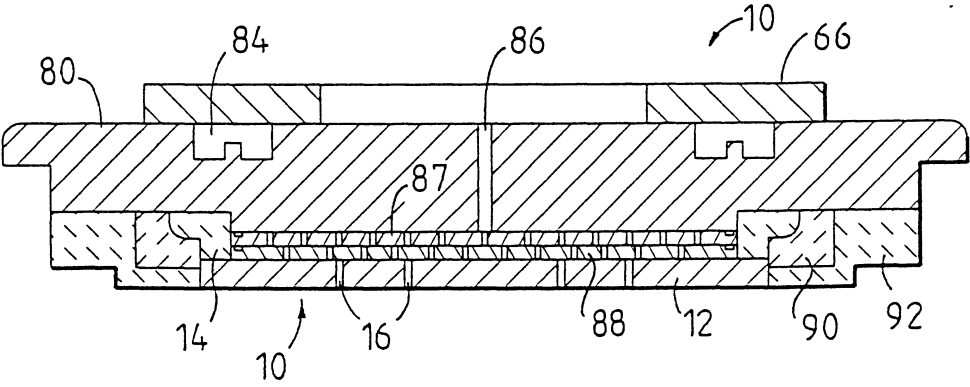


圖 2

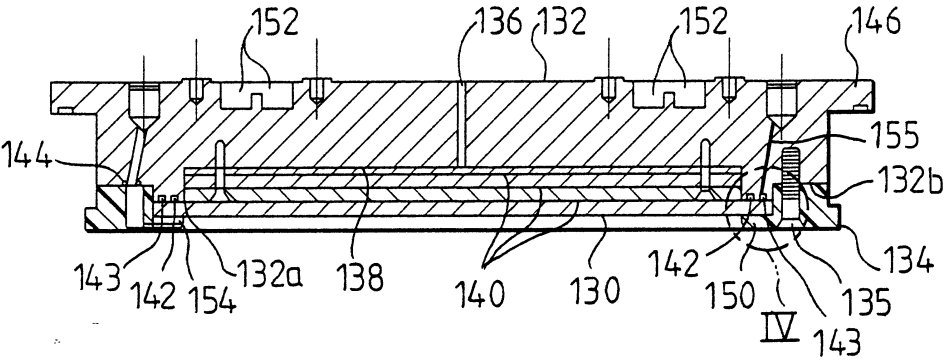


圖 3

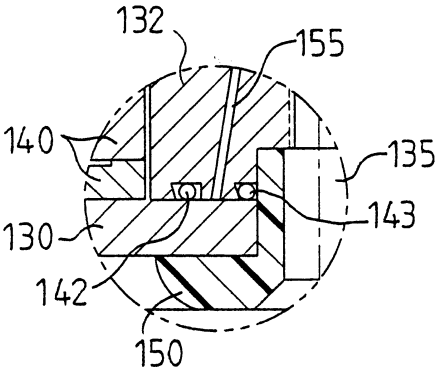


圖 4

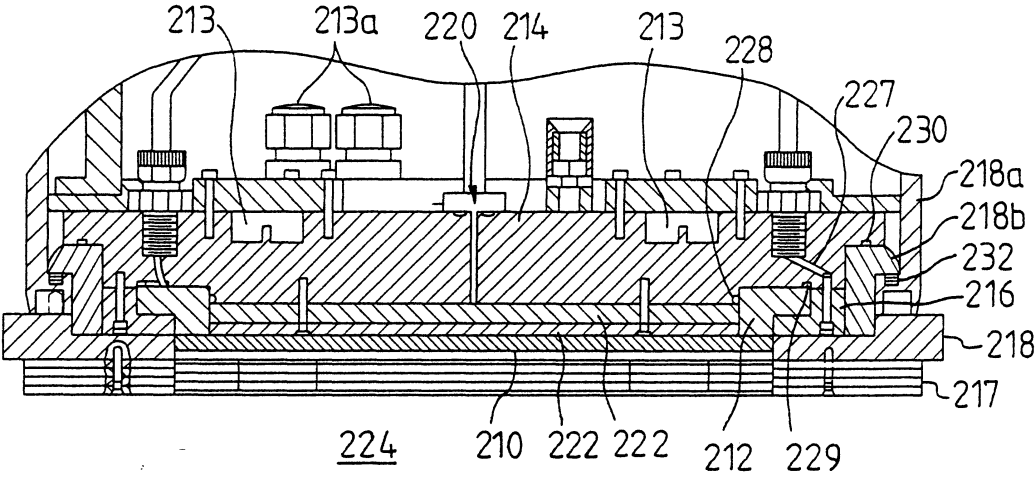


圖 5

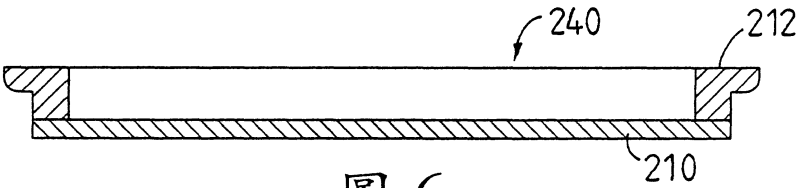


圖 6

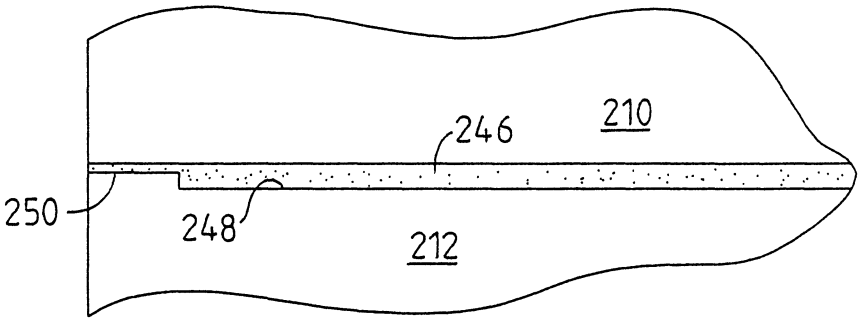


圖 7