

發明專利說明書 589658

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 91123681 ※IPC 分類： H01L21/00

※ 申請日期： 91.10.15

壹、發明名稱

(中文) 可調整多區域氣體注入系統

(英文) TUNABLE MULTI-ZONE GAS INJECTION SYSTEM

貳、發明人 (共 4 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 大衛 J. 卡普柏格

(英文) DAVID J. COOPERBERG

住居所地址：(中文) 美國紐約州蒙特卡斯可市達格伍路 14 號

(英文) 14 DOGWOOD ROAD, MOUNT KISCO, NEW YORK
10549, U.S.A.

國籍：(中文) 美國

(英文) U.S.A.

參、申請人 (共 1 人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 美商藍姆研究公司

(英文) LAM RESEARCH CORPORATION

住居所或營業所地址：(中文) 美國加州弗雷蒙市康新公園大道 4650 號

(英文) 4650 CUSHING PARKWAY, FREMONT, CA
94538, U.S.A.

國籍：(中文) 美國

(英文) U.S.A.

代表人：(中文) 傑夫瑞 J. 布克斯

(英文) JEFFREY J. BROOKS

發明人 2

姓名：(中文) 維達 達喜狄
(英文) VAHID VAHEDI
住居所地址：(中文) 美國加州亞班尼市普森街 1503 號
(英文) 1503 POSEN AVENUE, ALBANY, CALIFORNIA
94706, U.S.A.
國籍：(中文) 美國 (英文) U.S.A.

發明人 3

姓名：(中文) 道格拉斯 芮圖
(英文) DOUGLAS RATTO
住居所地址：(中文) 美國加州聖塔克拉拉市歐克葛夫路 470 號
(英文) 470 OAK GROVE DRIVE #101, SANTA CLARA,
CALIFORNIA 95054, U.S.A.
國籍：(中文) 美國 (英文) U.S.A.

發明人 4

姓名：(中文) 哈密 辛恩
(英文) HARMEET SINGH
住居所地址：(中文) 美國加州柏克里市雪特伍克街 1709 號
(英文) 1709 SHATTUCK AVENUE #321, BERKELEY,
CALIFORNIA 94709, U.S.A.
國籍：(中文) 印度 (英文) INDIA

發明人 5

姓名：(中文) 尼爾 班傑明
(英文) NEIL BENJAMIN
住居所地址：(中文) 美國加州東保羅亞圖市綠街 216 號
(英文) 216 GREEN STREET, EAST PALO ALTO,
CALIFORNIA 94303, U.S.A.
國籍：(中文) 英國 (英文) UNITED KINGDOM

捌、聲明事項

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為：_____

☒ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. 美國；2001 年 10 月 15 日；60/328,796

2. 美國；2001 年 12 月 21 日；10/024,208

3. _____

☒ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. 美國；2001 年 10 月 15 日；60/328,796

2. 美國；2001 年 12 月 21 日；10/024,208

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

(1)

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

發明之技術領域

本發明係與可用以將具有化學反應特性之物質送至製造半導體基板(例如半導體晶圓)用之電漿處理系統之一種系統和方法有關。更明確言之，本發明係與可將氣體從一局部區域注入該基板中央區上方以提高處理均勻性和處理效果之一系統和一種方法有關。

發明之背景說明

各式真空處理室一般都是用於將處理用氣體供應至真空處理室並對該氣體施加一射頻(RF)電場之方式對基板上的材料進行蝕刻處理，或以化學蒸汽沉積(CVD)方式將該等材料沉積於該基板上。將處理用氣體注入該處理室之方法，對於將具有化學反應特性之各種物質散佈在該基板表面上操作以及整個處理程序上可能一種戲劇性效果。一般作業上，都會利用蓮蓬頭氣體注入系統及擴散式輸送系統以確保達成在該基板上平均散佈該處理氣體之目的。例如，在一些電感耦合式電漿蝕刻處理室中，蝕刻特徵之演變結果大多須視該基板上此等具有化學反應特性之物質在該基板上方的密度以及在該基板上所發生而富有活力的離子分佈情況而定。

Roppel等人在其取得美國第4,691,662號專利中所揭露用以執行蝕刻及沉積處理的一種雙電漿微波裝置，所使用之處理氣體是由裝設在一處理室一邊側壁上並延伸越過受處理基板上方的若干管道送入該處理處內。Suzuki(鈴木)

等人在其取得之美國第5,522,934號專利中所揭露之一種氣體注入器裝置，包括在不同的高度層面上依循與該受處理基板彼此垂直的方向設置多個氣體供應噴嘴，其中所使用之情性而非處理氣體是從該處理室頂端中央部分注入。在上面數層級上之各個氣體噴嘴比下面數層級上之氣體噴嘴更伸向該基板之中心部分上方。各噴孔係位於各該等氣體供應噴嘴之遠端部位上。此等系統可有效地將處理氣體送至該基板上區域內。但是，因為該等氣體輸送管係在該基板和該主要離子產生區之間該基板表面上方延伸，因而當離子從該離子產生區擴散至該基板表面時，會在該基板表面上產生一分佈不均勻之陰影。此項缺點可能導致不希望之蝕刻及沉積處理之喪失情形。

有些其他方法中，所使用之氣體導管並不在該基板表面上方延伸。由J. Asmussen於1989年在「真空科技雜誌A」(J. Vacuum Science and Technology A.)第7卷第883至第893各頁中所發表定名為「蝕刻及薄膜澱積用諧振微波電荷」之一篇論文中即已表示所使之管道僅在受處理基底邊緣部分上面延伸。T.V. Herak等人於1989年在「應用物理雜誌」第65卷第2457頁至第2463各頁上所發表定名為「由電子旋轉加速器諧振微波電漿以低溫澱積處理法形成二氧化矽薄膜」一篇論文中即已說明一種電漿CVD工具，包括利用多個氣體注入管道饋送不同的處理氣體之方法。其中有一組導管係安裝在該處理室中底部側壁上，而各送氣洞孔係裝設在位於該基板支座週邊之外面之各導管遠端部分。但是

，此種導管配置方式，由於該等導管端部受熱後可能造成處理偏移等問題。

由 T.T. Chau 等人於 1992 年在「真空科技雜誌 B」(J. Vac.Sci. Tech, B) 第 10 卷第 2170 頁至 2178 頁中所發表定名為「利用電子旋轉加速器諧振微波電漿以低溫澱積法形成高品質薄膜之新方法」之一篇論文中即已說明一種電漿 CVD，包括在處理室下方側壁上恰好位於受處理基板支座週邊外面上方處裝設一氣體進氣導管。該導管為彎曲形導管，俾可使噴氣軸線與該基板大致形成平行的關係。另亦備有一用以供應第二種處理氣體之水平導管。氣體噴注孔係位於此等導管遠端處。將噴氣孔設於一噴射器各導管遠端之氣體噴射器於處理少量批次(例如：100 個)之基板之後會發生堵塞位噴氣導管之現象。此種噴氣孔被堵塞的現象對處理作業有害，因為將會導致化學反應物分佈不均勻，基板薄膜澱積處理或蝕刻處理效果不均勻，整體澱積或蝕刻速率變化，以及因必須維修堵塞故障所引發之工具故障時間上之相對經濟效益降低等不利後果影響。

目前已有若干不同的系統倡議利用一對準受處理基板中心之單噴孔導管以音速或超音速速度注入處理氣體的方法來改進處理均勻性問題，例如 Ni 等人共同持有之美國第 6,230,651 號專利權所公開的方法。另有一些其他設計的方法係利用一種裝用若干小洞孔之蓮蓬頭裝置，提供超音速注入氣體的功能。此項第二種設計固可改善該受處理基板上 reactive neutral density，但卻需要利用一種電導性

氣體散佈及阻擋系統，但是此舉可能降低電感性耦合作用，並可構成一處理作業活污染源。

Hassan等人在美國第4,270,999號專利中說明了以音速噴注處理氣體執行電漿蝕刻及澱積處理應用方法之優點。Hassan等人指明，在噴嘴內到達音速壓力時可提高該噴嘴真空末端之爆發性排放氣體作用，進而可在該受處理基板周遭之化學反應區域內產生氣體分子分布均勻之效果。Fairbairn等人在美國第5,614,055號專利中係揭露一種利用一些延長超音速噴嘴以超音速壓力對覆蓋在該受處理基板上之區域噴撒具有化學反應特性的氣體。各該噴嘴係由處理室伸向該基板，每一噴嘴之遠端末梢上設有一氣體散佈出口。Asmussen等人在美國第4,943,345號專利中所揭露之一種電漿CVD裝置係包括利用一些超音速噴氣口將被激勵後的氣體導引至受處理基板上。Eres等人在美國第5,164,040號專利中則係揭露一種脈衝式超音速噴氣用化學蒸汽澱積法(CVD)。雖然，上述這些系統均係試圖改善處理作業之均勻性，但均無法免除上述之缺點，亦即，在噴氣器遠端之噴氣孔遭受被堵塞的問題，而此一問題則會對受處理基板上所形成之薄膜厚度均勻性有不利的影響。

另有數種系統則倡議利用多噴嘴噴注處理氣體之方法改善處理結果的均勻性。McMillin等人在美國第6,013,155號專利中係揭露一種射頻(RF)處理系統，其中之處理氣體是利用一些噴管將氣體經由位於遠離該等噴置遠端處所存在之高電場區域之若干噴氣孔注入處理室內。此種安排

可減低噴氣孔被堵塞之問題，因為各該噴氣孔係位於遠離可能發生產生處理副產品之區域的位置上。

Moslehi等人在美國第4,996,077號專利中揭露一種電子旋轉加速器諧振(ECR)裝置，包括在一受處理基板周圍設置若干氣體噴注器，用以提供非電漿氣體之均勻散佈。這些非電漿式氣體注入後可減少分子污染，且該等噴注器之設置方向可引導該等非電漿式氣體噴向受處理基板上。

Miyazaki等人在美國第5,252,133號專利中係揭露一種多晶圓非電漿CVD裝置，包括一垂直氣體供應管，沿其縱軸上設有許多氣體噴注洞孔。各噴注洞孔係沿著一個盛裝若干晶圓基板之晶圓支撐盆的縱向側邊設置，以便將氣體引入處理室內。Shishiguchi等人則在美國第4,992,301號專利中係揭露一種多條垂直氣體供應管，並沿著該等供應管之縱向側壁上設置若干氣體排放洞孔。

Singh等人在美國第6,042,687號專利中係說明一種含有兩套獨立供氣裝置之系統。其中之主要供氣裝置係將氣體朝向受處理基板噴撒，而次要供氣裝置則時對準該基板週圍噴撒氣體。兩套供氣裝置為兩個分離的組零件，分別由兩個載運不同的混合氣體之獨立供氣管線供應所需之氣體。另有其他採用不同之獨立供氣來源以及獨立氣體流量管制裝置之系統也已在美國第5,885,358號及第5,772,771號等專利中加以揭露。

當工業發展趨勢傾向於增大基板尺碼之情況下，如何開發能夠確保蝕刻作業和澱積作業均勻性之方法與裝置已

成為日益重要的課題。此一需要對面板顯示器處理作業而言益發重要。傳統式之蓮蓬頭氣體噴注系統因可將氣體送至受處理基板之中央部分，但是為了將噴氣孔靠近該基板，就必須降低處理室的高度，因而將會造成均勻度喪失的不理想後果。而各種輻向噴注氣體系統則無法對大面積基板之中央部分（例如在平板或顯示器製作時常見之情形）提供足夠之處理用氣體。此一缺點在電漿處理系統一般採用之底部泵氣設計中尤其顯著。

在前述 Fairbairn 等人之專利中也係採用一種蓮蓬頭式噴氣系統，其噴氣孔係位於反應器之頂部。此種蓮蓬頭式噴氣系統另亦包括多個內裝磁鐵用以降低噴氣孔堵塞現象之發生。Tokuda 等人在美國第 5,134,965 號專利所揭露之噴氣系統係將處理氣體由裝設於一處理室內頂部之進氣口噴注至該處理室內之一片含有高密度電漿之區域上方。

除上述介紹之各種系統外，Hegedus 獲頒之美國第 4,614,639 號專利中，所揭露之系統係由處理室頂部設置之一個上端開口向外展開的中央出口將處理氣透過該處理室周圍設置之多個出氣口供應至一平行板式之反應器上。美國第 5,525,159 號專利（專利權人為 Hama 等人）；第 5,529,657 號專利（專利權人為 Ishii）；第 5,580,385 號（專利權人為 Paranjpe 等人）；第 5,540,800 號專利（專利權人為 Qian）；以及第 5,531,834 號專利（專利權人為 Ishizuka 等人）中所揭露之各種電漿處理室裝置，係利用一蓮蓬頭供應處理用氣體，並由一天線驅動在該處理室內產生一種電感耦合之

電漿。至於可在該受處理基板上提供氣體均勻散佈之各種裝置及系統，可分別參閱美國第 6,263,829；6,251,187；6,143,078；5,734,143；以及 5,425,810 等號專利之說明書。

儘管目前已有各種不同的研發成果問世，但仍然需要一種系統和方法，既能改善電晶體基板射頻電漿處理之澱積均勻性，同時又防止供氣孔堵塞，產生處理副產物之缺點，亦可改善該基板上方氣體對流效果。

發明概述

本發明提供一種電漿處理系統，包括一電漿處理室；一個連接至該處理室之真空泵浦；一個用以在其上放置一受處理基板之基板支座；一個介質構件，其內側表面面對該基板支座，且該介質構件構成該處理室之一面側壁；一個延伸穿過該介質之氣體噴注器，且該氣體噴注器之遠端係曝露在該處理室之內，該氣體噴注器包括多個氣體出口，用以將處理氣體分別由若干該等出氣口供應至該處理室內；以及一個射頻能源，以電感耦合方式將射頻能源經由該介質構件耦合至處理室內，激勵室內之處理氣體轉變成電漿狀態後用以處理該基板。該系統最好是一高密度電漿化學蒸汽澱積系統，或是一高密度電漿蝕刻系統。

該射頻能源可包括一天線，該氣體噴注器可將處理用氣體朝向該處理室內一片主要電漿產生區噴注。該等氣體出口可設置在該氣體噴注器某一軸向末端之表面上，俾可形成數個氣體出口區。例如：該等氣體出口可包括一個延循與該受處理基板曝露在外之軸向呈垂直方向關係之軸線方

向延伸的中央出氣口(軸線區)，以及多個延循與該軸線方向呈一銳角關係之方向延伸的偏角氣體出口(離軸區)。該等噴氣口之位置設定旨在改善澱積在該基板上面的各種化學反應物之散佈均勻性。另有一單一氣體供應源，係分割為多個供氣口分別將氣體供應至每一噴注區。

在上述用以對不同噴注區供應氣體之每條獨立管線中加裝不同的氣流限制裝置，即可將一個以上之噴注器出氣口之氣體噴注操作隔離開。以獨立操作方式改變該等氣流限制裝置之設定數值，即可藉以改變通過各噴注區之氣體流動速率，以便產生流量大小不同且與該處理室之軸線呈不同角度關係之噴注氣流。利用此種在軸線區和離軸區之間的氣體噴注角度平衡調整設計即可決定自噴氣嘴尖端起之下方空間內氣體流動之區域範圍。此一氣體流動範圍乃可修改該處理室內之氣體總流量，包括對流氣體和擴散氣體兩種成份之流量。因此，各種化學反應物質的空間密度依賴度可按照處理均勻性之改善目的而加以修改。

氣體噴注器可利用次音速，音速，或超音速中任一速度噴注處理用氣體。在本發明某一具體實施例中，該氣體噴注器包括一個與上述介質窗口內側表面平齊之平坦式軸端面。在另一具體實施例中，該氣體噴注器係以可拆除式安裝法，裝設於該介質窗口內，及(或)將所需要之處理用氣體供應至該處理室之中央區。該等氣體出口可設計成各種型態，並占有不同的位置空間。例如，該氣體注入器可包括一對閉式遠端，且該等氣出口可對準一預定方向，俾

可與該基板曝露表面相平行的一個平面構成一相對銳角關係之位置上噴注該處理氣體。倘若該氣體噴注器是以可拆除方式設置在該介質窗口內時，至少有一個O形環可在該氣體噴注器和該介質窗孔之間提供一真空密封環境。

本發明另亦提供對一基板執行電漿處理之方法，包括將一塊基板放置在一處理室內設置之一個基板支座上，其中，有一介質構件之內側表面形成該處理室面對該基板支座之一面側壁；利用從一個穿過該介質構件後使其遠端曝露在該處理室之氣體噴注器將處理用氣體送入該處理室內之設計，其中之氣體噴注器包括多個可將處理用氣體送入處理室內之氣體出口；並利用由一射頻能源產生且經由該介質構件進入該處理室內的射頻能量以射頻耦合方式激勵處理室內之處理用氣體使其轉變成電漿狀態，該電漿態相之處理氣體係與該基板曝露在外之一側表面發生化學反應。依據本發明之某一具體實施例，該氣體噴注器各出口洞孔處噴出之氣體係由一單一氣體供應源透過多條氣供應管線供應。經由每一供氣管線流出的部分氣體可藉由一種控制閥裝置（例如位於該電漿處理室外面一組氣閥和節流閥網路）變更各該供應管線之供應量；因而，利用改變該噴注氣內每一噴注區電導比率的方式來調變噴注氣流的型態。

附圖簡要說明

圖1所示係依本發明原理繪製之一種電漿處理系統。

圖2a-b所示係由一單一主要供應來源分割成兩條供氣

路徑對兩個氣體噴注區供應處理氣體之詳細情形。

圖 2c 所示係一設有電導性外套之雙區式氣體噴注器。

圖 3a-c 所示係利用依據本發明設計之一種氣體噴注裝置在一電感耦合電漿反應器內之氣體散佈效果說明。

圖 4a-c 所示係利用一閘控蝕刻處理法以掩蓋式多矽蝕刻速率進行蝕刻處理作業之流量比影響效果。

圖 5a-c 所示係利用淺溝隔離蝕刻處理以掩蓋式多矽蝕刻速率進行蝕刻處理作業之流量比影響效果。

圖 6a-b，圖 7a-b 所示係說明藉由調整氣體流量比之方式改進多矽閘極和修整後光阻遮罩臨界尺寸均勻性的效果。

圖 8a-b 所示係說明可藉由調整處理用氣體流量比之方式調整各項平均蝕刻特性。

發明之詳細說明

本發明提供一種可供執行基板電漿處理(例如：蝕刻處理或化學蒸汽澱積處理(CVD))時使用之改良式氣體注入系統。該氣體噴注系統可用以噴注各種氣體諸如：含有矽，鹵素(例如：氟，氯，溴等)，氧，氫，氮等之氣體。該氣體注入系統可單獨使用，或與其他各種反應性及慣性氣體供應裝置配合運用。

依據本發明某一可採用具體實施例之設計，係對一電感耦合式電漿處理室提供一氣體噴注裝置。在該具體實施例中，係將一氣體噴注器設置在該處理室頂部室壁之中央部位上，並利用一或多個氣體噴注出口將處理用氣體導引入該處理室內所放置且準備接受處理之一片半導體基板(例

如一晶圓或一平板式顯示器基板)的上方。依據本發明所採用之氣體注入器可改善中心至邊緣之間的澱積物散佈均勻性，以及平均蝕刻或澱積處理之特性，例如：臨界尺寸(CD)，CD偏壓，外形輪廓及/或外形輪廓之微負荷特性等。

將處理用氣體注入電感耦合式電漿蝕刻室的方法，會影響接受處理基板上方之化學反應性物質的散佈情形。蝕刻處理結果之各種相關特點大部分係視該基板上方與空間大小有關之該等化學反應性物質密度以及注入該基板上具有高活動力之離子散佈情況等因素而定。本發明所提供之方法係用以將處理用氣體由一局部地區噴注在受處理基板中心部位之上方，進而改善蝕刻處理作業之執行效果。

處理成效可依據蝕刻率，蝕刻面之寬度及輪廓，圖型移轉之傳真度，以及圓型移轉之均勻性等參數測定之。在原設計用以產生大小不同以及角度各異(係指各氣體噴注出口與該處理室軸向之間的相對角度而言)噴注氣體之各氣體噴注口之間分隔每一出氣口之氣體噴注區範圍，即可達成改善處理成效之目的，例如，將該噴注器各出氣口設置在可以改善受處理基板上方各化學反應物均勻分佈之部位上。藉由調整流經該氣體噴注器各噴氣口之氣體流量比，即可達成改善最佳氣體效果以及最佳處理效果之目的。在本發明某一具體實施例中，可改變流經各沿軸(on-axis)及離軸(off-axis)噴氣出口之氣體流量比。以此種方式調整沿軸和離軸方向氣體噴注量，可確定自各該噴氣出口

尖端下游區域內之氣體對流情形。此一流量範圍可用以修改該處理室內之氣體總流量(包括對流氣體部分之流量和擴散氣體部分之流量)。從而亦可調變各種化學反應物之空間密度。因此，氣體噴注可予調整，並進而藉由保持流經各該氣體噴注出口之處理氣體最低流量的方式降低因處理室內部所產生電漿物擴散質流經該供氣系統時在該氣體噴注器和管線內造成之污染現象。例如，可在各氣體噴出口保留被阻斷之氣流。本發明之氣體噴注方式也可提供以一單一硬體裝置調整氣體噴注量以達到最佳處理成效。例如：對需要不同沿軸向及離軸向氣體流量以達成最佳均勻性目的之不同蝕刻應用計劃(或任一蝕刻作業中之不同步驟)而言，本發明提供之氣體噴注設計也可配合需求改變該等氣體流量比，而無需修改工具。

各該氣體出口可設置在該氣體噴注器上位低於或高於，或與上述處理室頂壁齊平的一側表面內。例如，該氣體噴注器可包含一圓筒狀構件，在其一側筒壁上設有若干氣體出口，另有一單個氣體出口設於該圓筒構件軸向端部，這些氣體出口係位於該處理室頂壁和該半導體基板外側表面之間。依據本發明設計，如果在該處理室頂壁中央設置一單一氣體出口即可達成改善蝕刻處理效果之目的。但是，也可在該處理室頂壁上，設置一個以上之氣體噴注器，尤其是在蝕刻用電漿是由一個利用一介質層或窗口與該處理室內壁分離設置之天線所產生；及(或)如果該處理室係用以處理體形較大的基板或同時處理多塊基板時

，更有此需要。

專利實施人可自行選定氣體出口之數目及(或)氣體自該等出口向外噴射之角度，俾可在一特定之基板處理區內提供理想的氣體散佈效果。例如，執行單一晶圓蝕刻處理時，在處理室內應設置之各氣體出口數目，大小，氣體噴射角度及或位置，可配合用以將射頻能量的電感耦合方式引入該處理室之特定天線設計，該處理室頂壁和該基板曝露面之間的間隙，以及計劃採用之蝕刻處理方法等其他條件一併設定之。

圖1所示係一電漿蝕刻反應器10，例如，由本發明申請案受讓人Lam Research Corporation產製之TCP 9100™型反應器。依據本發明設計，該氣體噴注器係設置在穿透該介質窗口之一個開口內。該真空處理室10包括一基板固定架12，用以經由一靜電夾盤16將一靜電夾力提供至一基板13上，並將一射頻偏壓提供至該基板固定架所支撐之一塊基板上；另有一聚焦環14，用以於該基板受到氮氣回冷處理後將電漿限制在該基板上方之某一區域內。有一用以將該處理室內之電漿保持在一高密度(例如：每平方公分含有 $10^{11} \sim 10^{12}$ 個離子)基準上之能源，例如由一適用之射頻能源和相關之射頻阻抗匹配電路19激勵之天線18，利用電感耦合方式將射頻能量引入處理室10用以提供一高密度電漿環境。該處理室10包括適用之真空泵裝置(圖中未顯示)連接至氣體出口15，用以將處理室內部氣壓保持在一預定壓力上(例如：低於50毫陶爾，標準情況為1-20毫陶爾)。

在天線 18 和該處理室 10 內壁之間有一大致上為平面形且厚度一致的介質窗口 20，在該處理室 10 之頂部形成一道真空牆。在該介質窗口 20 中某一開口處內設有一氣體噴注器 22，包括多處圓形氣體出口孔，用以將氣體供應源 23 供應之處理用氣體送入該處理室 10 內。有一可選用圓錐形或圓筒形的送氣管 30 自該窗口 20 向外伸出，並圍繞在基板固定架 12 之四周。

在操作期間，係將一基板（例如一晶圓）放置在該基板固定架 12 上，如果採用氮氣回冷處理程序時，最好利用一靜電夾，一機械夾，或其他夾具將該基板固定在固定架 12 上。處理用氣體然後即經由氣體噴注器 22 被供應至真空處理室 10 內。窗口 20 可以是一平坦且厚度一致之形狀如圖 1 所示，或其他構型，例如非平面且厚度不一致之其他幾何圖形。將射頻電能供應至天線 18 即可點燃散佈在該窗口和該基板之間空間內之高密度電漿。完成一塊基板的蝕刻處理後，可將該基板自處理室內取出，並將另一塊基板放入該處理室內接受蝕刻處理。

氣體噴注器 22 可包含以相同或不同材料製成之分離構件做為其供氣窗口。例如，該氣體噴注器可利用金屬（如，鋁或不銹鋼）或介質材料（例如石英，礬土，矽氮化合物，或矽碳化合物等）製成。依據本發明某一具體實施例之設計，其中之氣體噴注器是以可拆除方式裝設在該窗口之一個開口內。但是，該氣體噴注器也可與該窗口結合成一整體式構件。例如，可利用硬焊或燒結，或其他處理方式

結合在該窗口之某一開口之內，例如，可將一種陶瓷粉（諸如： Al_2O_3 ，或 Si_3N_4 ）燒結後形成該窗口，並與設計成該窗口形之氣體噴注器結合在一起。

圖2a-b所示之本發明某一具體實施例中，該氣體噴注器22可提供多區氣體噴注操作。在該實施例中，其氣體噴注器22包括一沿軸向噴氣出口24，將處理用氣體朝向一個與該基板表面垂直的軸向供應至第一氣體供應區；以及一離軸向噴氣出口26，將處理用氣體朝向一個與該基板不垂直的角度方向供應至第二氣體供應區。可將相同之處理用氣體（例如：從一歧管中送出之一或多種處理氣體混合而成之處理氣體）供應至前述兩個區域。例如：可使用一「T」形連接管34將主要供氣源32送出之氣體分為兩條管路分別供應至前述兩個氣體噴注區內。為控制每一送氣管路內之氣體流量，可在供氣至兩個不同噴注區域之每一條送氣管路內設置兩個不同的可變流量限制裝置36a及36b。裝置36a及36b可由人工設定控制流量，或利用自動式電子流量控制器。改變流量限制裝置36a及36b的控制定值，即可調變流經兩個出氣口24及26之氣體流量。在本發明其他各具體實施例中，包括設置多個出氣口，及多個可變流量限制氣閥，及（或）多個固定流量限制器及氣閥網路，用以集中機動控制分送至每一氣體噴注區之氣體流量值。

在圖2a所示實施例中，其中央氣體噴注出口係其中中央內腔25之延續部分，可使該內腔/出口24，25被用以進行干擾度測量。例如，該內腔25之上端部分可利用一預定通往

監控設備 29(例如美國第 6,052,176 號專利所揭露之一種燈，光譜儀，光纖及鏡頭裝置；該項美國專利列為本說明書之參考依據)之窗口 27 將其封閉。在該種設計中，前述之沿軸向氣體出口之直徑大於各該離軸氣體出口之直徑(例如，沿軸向出口之直徑為 1 公分，而各該離軸向出口之直徑為 1 毫米)。在圖 2b 所示實施例中，該沿軸向氣體出口之直徑係小於該內腔 25 之直徑。沿軸向氣體出口與離軸向氣體出口之相對直徑關係，可預先選定，以達成理想氣流分佈之要求。例如，各該離軸向氣體出口之截面積總值可設定在小於，等於或大於該沿軸向氣體出口之截面積總值。

依據本發明另一具體實例之設計，其氣體噴注器外可設置一電導隔離罩，藉以降低在該氣體噴注器之氣體通道內發生電漿點燃現象之機會。如果該氣體噴注器係以非電導性材料(例如一種石英)製成者，則該氣體噴注器內部之電漿放電現象可能會由天線產生之電場予以維持。在氣體噴注器內部產生之化學反應性物質可能導致該噴注器內部發生不需要之澱積物或被蝕刻等現象。因此(參閱圖 2c)，為了降低形成持續放電之機率，該氣體噴注器 22 外部可裝設一電導隔離罩 40 或在其外部表面上塗敷一層電導性薄膜。該電導性隔離罩可設置在氣體噴注器外部表面上，例如，沿著該噴注器之側壁設置。該隔離罩可顯著降低該氣體噴注器內之電場，故可防止在該氣體噴注器之氣體通道內之電漿點燃及/或電漿放電等不良效應。如圖 2c 所示，該電導性隔離罩 40 可設計成一管狀元件(例如一環狀外

罩)或一開口式圓筒形外罩。該隔離罩亦可包括在該氣體噴注器側面及(或)頂部附加一層導電性塗層(例如圖2c中之40')之選項。可將該導電性外套接地或浮接,俾可依據鄰近之其他已接地且受射頻能量激勵之電導性表面的現況進一步降低該氣體噴注器內之電場強度。

圖3a-c所示係說明氣體噴注器內之氣體流量比對一電感耦合式電漿反應器(包括安裝在窗口20內某一開口內之一個氣體噴注器22)內部所含反應性物質密度之影響情形。(圖中以箭頭A所標示之曲線部份代表上昇之反應物密度;此箭頭B所標示之曲線部份係代表上昇之生成物密度)。在圖3a中,各氣體流量限制裝置(圖中未顯示)係設定在可將大部份處理用氣體引導至經由沿軸向出口流出之狀態。在圖3b中,各氣體流量限制裝置(圖中未顯示)係設定在可將大部份處理用氣體引導至經由各離軸向出口流出之狀態。在圖3c中,係將流經沿軸向氣體出口流出之氣體流量和流經各離軸氣體出口流出之氣體流量二者間之氣體供應流量比調整在可使氣體中反應物和其生成物均產生平坦之氣體密度曲線。這些圖示曲線,並未說明噴注氣體流量分佈情形和電漿產生及密度輪廓之間的互動關係。也未顯示反應物利用之影響情形。合理的假定乃是該等互動關係(交互作用)的確存在,且可影響該基板上方之電漿及反應物中和密度輪廓範圍。流經該氣體噴注器各氣體出口之氣體流量比可選定在可達到電漿及一或多種反應物分佈均勻性最佳效果為目的。

在本發明一具體實施例中，該氣體噴注器包括一個單獨之沿軸向氣體出口和多個離軸向氣體出口(例如：如有三個離軸向出口，則每隔120度徑度設置一個；如為4個離軸向出口，則每隔90度徑度設置一個)，氣體出口安排對多矽蝕刻處理或鋁蝕刻處理較為適用。例如，可將各離軸向氣體出口以45度徑度之間隔距離分離佈設在自該軸向末端向外延伸之斜側表面上。各離軸向出口之離軸向角度可設定為銳角，直角或鈍角。各離軸向出口之理想離軸向角度範圍在與軸向形成10度至90度之間，更理想的是在10度至60度範圍以內。

氣體噴注器之最理想裝設安排應採取可拆除式安裝法，例如可將氣體噴注器利用螺絲裝設於該窗口內，或利用一適當夾具將其固定在該窗口上。有一種理想且簡單的可拆除式安裝法，是在該窗口和該氣體噴注器之間僅需利用一或多個O形環即可將氣體噴注器以滑動方式裝設於窗口內。例如，可在該氣體噴注器下半部周圍設置一條槽溝，俾可在該氣體噴注器和該窗口內之特定開口之間提供一密封設施。如有需要，也可再該氣體上端部分(圖中未顯示)設置另一條槽溝，俾可在該氣體噴注器和該窗口內之該一特定開口處之間提供一密封設施。

氣體噴注器可使一操作人員隨時調變一電漿蝕刻反應器內之處理氣體供應方法，以改善氣體在該反應器內之最佳分佈效果。例如，在執行鋁金屬表面之電漿蝕刻作業時，最後將處理用氣體散佈在電漿中，而不是將處理用氣體

直接引導至接受蝕刻處理之基板上。在執行電漿蝕刻多矽層表面作業時，理想的方式是將處理用氣體分佈在電漿中，並將處理用氣體引導至接受蝕刻處理之基板上。為改進蝕刻處理作業之最佳效果，可能涉及需要選定一種可以延伸進入該窗口內部表面下方某一預定距離之氣體噴注器，及(或)包括一種特殊設計之氣體出口設置方法。亦即，根據所採用之蝕刻處理方法，可選定氣體出口之數目，設置位置，例如設置在軸向端部，及(或)沿著氣體噴注器之側邊設置，以及選定各該氣體出口之氣體噴射角度等參數，以提供最佳蝕刻處理效果。例如，接受蝕刻處理之基板面積愈大，該噴射角度也應隨之加大。

執行以電漿蝕刻鋁金屬表面時，氣體噴注器可將處理用氣體噴入該處理室內部，以便處理用氣體能夠均勻分佈在該處理室內。例如，該處理氣體可包括100至500 sccm由 Cl_2 及 BCl_3 ，或 N_2 或 BCl_3 ， Cl_2 及 N_2 混合而成之氣體。

執行以電漿蝕刻多矽表面時，也可將處理用氣體噴入該處理室內以提供理想的氣體分佈效果。例如，所使用之處理由氣體可包括100至500 sccm僅由 Cl_2 及 HBr 或 Cl_2 混合而成的氣體，或僅含有 HBr 的氣體，使用或不使用載子(例如：氦(He)及(或)一添加物(例如氧 O_2)均可。

在處理一半導體基板時，先將該基板插入處理室內，並利用機械式或靜電式夾具將其夾定在一基板支座上。在處理室內處理該基板時，係將該處理室內一種處理用電將激勵成一高密度電漿有一能源係用以保持該處理室內電

漿之高密度(例如： 10^9 - 10^{12} 離子/cm³，理想密度為 10^{10} - 10^{12} 離子/cm³)，例如，利用一個由一適當的射頻能源激勵之天線18(例如一平面式多螺旋線圈天線，一非平面多線圈式天線，或任何其他形狀之天線)以及適當合用之射頻阻抗匹配電路以電感耦合方式將射頻能量引入該處理室內，用以產生一高密度電漿。但，也可利用其他型式之能源(例如：ECR，並聯屏極，螺錐形天線，螺旋式諧振器等)產生電漿。該處理室可包括一適用之真空泵裝置，用以維持該處理室之適當室內氣壓(例如：低於5陶爾，理想氣壓為1-100毫陶爾)。在天線18和該處理室10內壁之間有一介質作成的窗口(例如一平面式且厚度一致之介質窗口20，或一非平面式介質窗口)，在該處理室上端部形成一面隔牆。

用以供應處理用氣體之一個供氣源，包括上述之氣體噴注器。處理用氣體包括各種具反應特性之氣體以及可選用之各種承載氣體，例如氬氣(Ar)。由於各氣體出口之孔口較小，數量不多，因而在該氣體噴注器和該處理室內腔之間可能產生一較大之壓力大約為10毫陶爾時，該項壓力差大約為100:1。因而，在各氣體出口處就會產生音速範圍內之阻抗。如有需要，可將各氣體出口輪廓設計成在每一氣體出口處可提供超音速氣體之形狀。

以音速噴注處理用氣體，可抑制電漿不致穿透各該氣壓(例如：低於5陶爾，理想氣壓為1-100毫陶爾)。在天線18和該處理室10內壁之間有一介質作成的窗口(例如一平面式且厚度一致之介質窗口20，或一非平面式介質窗口)，

在該處理室上端部形成一面隔牆。

用以供應處理用氣體之一個供氣源，包括上述之氣體噴注器。處理用氣體包括各種具反應特性之氣體以及可選用之各種承載氣體，例如氬氣(Ar)。由於各氣體出口之孔口較小，數量不多，因而在該氣體噴注器和該處理室內腔之間可能產生一較大之壓力差。例如，在該氣體噴注器處之氣體壓力大於1陶爾，而該處理室內之壓力大約為10毫陶爾時，該項壓力差大約為100:1。因而，在各氣體出口處就會產生音速範圍內之阻流。如有需要，可將各氣體出口處輪廓設計成在每一氣體出口處處可提供超音速氣體之形狀。

以音速噴注處理用氣體，可抑制電漿不致穿透各該氣體出口。在進行某些材料(例如摻有或未摻有雜質之二氧化矽)之澱積處理作業時，利用該種設計即可防止分解後之氣體(例如： SiH_4 不致由該處理室內部進入該氣體噴注器內。如此即可避免嗣後在該等氣體出口處內形成非結晶矽殘渣的現象。依據本具體實施例設計之電漿處理系統，可藉由集中該受處理基板上方之含矽處理氣體，以及以選擇方式將處理導引至該基板上若干特定區域之方法，提供比傳統式氣體散佈系統更高的基板表面沉積率以及均勻度。

依據本發明設計，對金屬，如鋁，有電導功能之半導體材料，例如多矽及介質材料(包括含有阻光材料之二氧化矽)等材料之蝕刻均勻度；以及對一些以鹵素及鹵素碳化物等為基本材料之化學物質為半導體基板下層材料之選

擇性等問題可提供顯著之改善。相反地，利用裝設在一介質窗口內部或下方所裝設之蓮蓬頭之傳頭式氣體噴注器，則只能在該板上提供不均勻之蝕刻結果，例如：「中心快速阻礙蝕刻」現象，從而導致蝕刻特徵及輪廓控制不良，以及該基板中心及邊緣之間出現蝕刻特徵差異等瑕疵。此外，在蓮蓬頭上形成之聚合體也會導致在基板表面上出現該等聚合體剝落碎屑污染受處理表面等缺點。因使用蓮蓬頭噴注氣體之裝置所引發的其他各項問題也包括：因為在該窗口上提供重疊式噴氣裝置所生之額外成本費用，溫度控制，氣體或電漿腐蝕蓮蓬噴頭，在蓮蓬頭氣體出口內或在蓮蓬噴頭和該覆蓋在蓮蓬頭上方之窗洞二者之間隙處發生電漿點燃，缺少處理重複操作功能，以及處理偏差等問題。相反的，經由一氣體噴注環執引邊緣噴注操作也可能造成「邊緣快速蝕刻」及處理室內壁產生沉積物等問題。在此等情況下，光阻體對氧化物選擇性通常僅為1-4，但理想數值則為5-10。依據本發明設計之氣體噴注器可改善阻礙蝕刻率之均勻性(通常為6%3)以及瞬間阻擋對氧化物選擇性至少在5至10以上之間。因此，依本發明原理所設計之氣體噴注系統可對受處理基板表面提供更為均勻之反應中間物及化學基質流量，包括：蝕刻物料，諸如：微小的氯和氧原子，和聚合物諸如： C_xF_yH 氣體，例如： CF ， CF_2 ， CF_3 等。

當受處理基板之外形增大時，中央饋送氣體系統之需求也隨之提高。由氣體環裝置供氣之氣體噴注系統在執行平

面面板處理作業時，已無法對大面積基板中心地帶供應足量之處理用氣體。在電漿處理系統中常見的底部泵氣式處理室中氣體供應量不足之情況更為重要。以電漿蝕刻處理為例，如無本發明設計之中央送氣系統，可能在該基板中央部分上方有大批蝕刻副產物停滯不動，發生此一情況時，氣體傳送僅能藉由擴散方式執行，從而可能導致該基板上蝕刻效果不均勻的現象。依據本發明設計，處理用氣體係被噴注在面對或鄰近受處理基板中央部分範圍以內。例如，可將氣體噴注器各氣體出口處設置在距離該窗口內側表面下方較遠之部位上，實際上等於是浸入於電漿區之內。最好將各該氣體出口設置在有足量離子及中性物質之擴散區內，俾可確保理想的均勻蝕刻效果或激積率之效果。因而，可將該氣體噴注器設置在由一TCPTM線圈感應而生之方位電場降低為零之區域內，俾可使該電漿產生區內之混亂現象降至最低。再者，也可將氣體噴注器浸入電漿產生區內之距離設定在不超過該處理室頂部和該受處理基板之間距離之80%為度。如此乃可確保由該處理室上半部擴散出來之離子有足夠空間填注入該氣體噴注器直下方之游子密度較低之區域內。此種設計亦可使流往該基板之離子區內發生氣體噴注器「陰影」之現象降至最低。

採用浸入或氣體噴注器可獨立選擇中央供氣位置以及該處理室之展弦比。有利於處理氣體之有效運用，並藉以改善對大面積基板中心區供氣之效果，降低對電漿均勻性之干擾量度。此種結構設計另一優點乃是，因為各氣體出

口靠近受處理基板，故可在該基板正上方區域內提高氣體對流與擴散之氣體傳送效果。除可改善反應性物質之傳送外，該氣體噴注器也可促進將蝕刻副產物快速運出該基板區以外之效果。進而可對蝕刻均勻度及蝕刻區輪廓控制提供有利的影響，特別是以化學激勵方式執行蝕刻處理(例如：鋁金屬蝕刻處理)時，效果更為顯著。

各氣體出口可設計成所需要的形狀，諸如，在氣體出口整個長度內採用直徑一致之出氣孔口徑；或其他不同形狀，例如，圓錐形，逐漸向外展式表面，或輻射形輪廓表面等。各氣體出口可對準任何方向噴注氣體，包括：直接對準該受處理基板，與基板之間構成任何銳角之方向，與該基板平行的方向，或背向上層電漿邊界表面之方向(與噴嘴縱軸成斜角關係之方向)，或上述各種方向之混合方式安排。欲促使大面積基板上實到均勻蝕刻及澱積率效果，有必要應使各種化學基質和反應性中間物質以均勻的比例流向基板表面上。如有需要，也可在該基板附近或其側壁上設置額外的氣體噴射裝置。

在氣體噴注器末梢端最好不要有尖銳角落出現，以減少在端部發生局部電場強度增強的效應。但是，該等電場強度增強現象之存在也有其優點。

範例 1

多矽層蝕刻深度各項統計資料(平均值，標準偏差值，及範圍)之測定，是以沿軸向與離軸向氣體流量比為函數計算之。圖 4a-c 所示係一間極蝕刻處理結果剖面圖，其中

圖 4a 所示係以較高之沿軸向氣體噴注率執行蝕刻處理的結果情形；而圖 4c 所示則係以較高之離軸向氣體噴注率執行蝕刻處理的結果情形。以沿軸向氣流為主導條件所產生的蝕刻結果，其蝕刻深度值為 212.9 ± 4.7 奈米 ($\pm 2.2\%$)，蝕刻範圍為 18.3 奈米 ($\pm 1.4\%$) (參見圖 4a 之多矽層蝕刻結果)。而以離軸向氣流為主導條件所產生之蝕刻結果，其深度為 212.6 ± 5.3 奈米 ($\pm 2.5\%$)，蝕刻範圍為 22.3 奈米 ($\pm 1.7\%$) (參見圖 4c 之多矽層蝕刻結果)。相反地，以混合氣流為主導條件之蝕刻，則在蝕刻均勻度方面提供了一種戲劇化的改善結果 (參見圖 4b 之多矽層蝕刻結果)。在混合氣流之條件下，其產生之平均蝕刻深度為 213.5 ± 2.3 奈米 ($\pm 1.1\%$)，蝕刻範圍則僅為 7.7 奈米 ($\pm 0.6\%$)。上述多矽層蝕刻處係採用一種 $\text{Cl}_2/\text{HBr}/\text{O}_2$ 之混合氣流，總流量為 420 sccm ，處理室壓力為 10 mT (毫陶爾)。該 RF 天線最高功率為 800 瓦，在底部電極上之偏壓為 -155 伏特。氣體噴注器噴氣角度為 60 度。

範例 2

矽蝕刻深度值總計資料 (平均值，標準偏差值，及範圍) 之測定，係以沿軸向對離軸向氣體流量比為函數計算之。圖 5a-c 所示係一閘極蝕刻處理結果之蝕刻率剖面圖，其中圖 5a 所示係一較高沿軸向氣體噴注作業結果圖，而圖 5c 所示係一較高離軸向氣體噴注作業結果圖。以沿軸向氣流為主導條件所產生的蝕刻結果，其蝕刻深度為 $1299 \text{ \AA} \pm 27 \text{ \AA}$ ($\pm 2.1\%$)，範圍為 $74 \text{ \AA}$ ($\pm 1.0\%$) (參見圖 5a 中之多矽層蝕

刻結果)。以混合氣流條件執行之蝕刻結果，其蝕刻深度為 $1295\text{Å} \pm 23\text{Å} (\pm 1.8\%)$ ，範圍為 $76\text{Å} (\pm 1.0\%)$ (參見圖 5b 中之多矽層蝕刻結果)。而以離軸向氣流為主導條件執行蝕刻處理，則產生一戲劇性之均勻度改善情形 (參見圖 5c 所示之多矽層蝕刻結果)。在離軸氣流條件下，其平均蝕刻深度為 $1272\text{Å} \pm 14\text{Å} (\pm 1.1\%)$ ，範圍為 $41\text{Å} (\pm 0.53\%)$ 。此項矽蝕刻處理係採用一種 HBr/O_2 混合氣流，處理室壓力為 40 mT，底部電極溫度為 60 度。RF 天線 (頂部) 功率為 1200 瓦，底部電壓偏壓為 -320 伏特。氣體噴注器角度為 45 度。

範例 3

圖 6a-b 所示係代表此兩種不同氣流比執行蝕刻處理前後差異之多矽層閘極臨界尺寸 (CD) 變化情形。圖 6a 所示係提高沿軸向氣流後之結果，而圖 6b 則係提高離軸向氣流後之結果。明確言之，圖 6a 所示結果，其平均 CD 變化為 -3.9 奈米，標準偏差為 2.1 奈米，範圍為 7.5 奈米，而圖 6B 所示結果，其 CD 變化為 -3.4 奈米，標準偏差為 1.6 奈米，範圍為 5.9 奈米。

範例 4

圖 7a-b 所示代表以兩種不同氣流比執行蝕刻處理前後差異之光阻體修整 CD 變化情形。因為使用可調式氣體噴注法，而達成更好的 CD 均勻度。本項處理採用了一種 Cl_2/O_2 混合氣流，總流量為 100 sccm，處理室壓力為 5 mT，底部電極溫度為 60 度。射頻天線 (頂端) 輸出功率為 385 瓦，底部電極自身偏壓為 -34 伏特。氣體噴注器角度為 45 度。

。明確言之，圖 7a 所示結果包括：平均 CD 變化為 -49.3 奈米，標準偏差為 2.5 奈米，範圍為 9.1 奈米；而圖 7b 所示結果，包括：CD 變化為 -47.6 奈米，標準變化為 2.0 奈米，範圍為 7.5 奈米。

範例 5

圖 8a-b 所示代表以兩種不同氣流比執行蝕刻處理前後差異之多矽閘極臨界尺寸(CD)變化情形。圖 8a 顯示，平均 CD 變化。藉由調整氣體流量比之方式調整之。進行本項測試時係採用一種 $\text{Cl}_2/\text{HBr}/\text{O}_2$ 混合氣體以兩項步驟為之：在步驟 1 中，處理室壓力為 15 mT，總流量為 400 sccm，天線功率為 575 瓦(頂端/感應功率)，底部電極自我偏極為 -138 伏特；在第二步驟中，其處理室壓力為 30 mT，總流量 575 sccm，天線功率為 750 瓦，底部電極自偏壓為 -80 伏特。明確言之，如圖 8a 所示步驟 1 處理結果顯示，其平均 CD 變化為 0.1 奈米，標準偏差為 2.4 奈米，範圍為 9.5 奈米；而圖 8b 所示步驟 2 處理結果顯示，其平均 CD 變化為 13.3 奈米，標準偏差為 2.4 奈米，及範圍為 8.9 奈米。

以上已就本發明之各項原理，可採行具體實例，方法或操作方式提供說明。惟，不得將本發明之適明範圍解釋為侷限於已說明之各種具體實例。因此，應將以上各種具體實施例視為參考範例，而非限制範圍，相反地，應視為任何對本技術領域具有專業技術者，均可在不偏離本說明書申請專用範圍所提供之本發明各項重點之條件下，可對該等具體實施例進行各種不同的變更設計。

圖式代表符號說明

10	電漿蝕刻反應器
12	基板固定架
13	基板
14	聚焦環
15	氣體出口
16	靜電夾盤
18	天線
19	射頻阻抗匹配電路
20, 27	窗口
22	氣體噴注器
23	氣體供應源
24	沿軸向氣體噴注口
26	離軸向氣體噴注口
25	內腔
27	窗
29	監控設備
30	圓筒狀或圓錐狀氣體管線
32	主要供氣源
34	T形接頭
36a, 36b	流量限制裝置
40	導電性隔離罩
40'	導電性塗層

肆、中文發明摘要

一種可供一電漿處理系統用以執行各種基底(例如半導體晶圓)處理作業之可調整多區域氣體注入系統。該系統包括一電漿處理室；一個用支撐該處理室內一片基板之基板支座；一個介質構件，其內側表面係面對該基板支座，且該介質構件形成該處理室之一面側壁；有一氣體注入器固定裝設或以可拆除方式裝設在該介質窗口部分開口處上；該氣體注入器包括多處氣體出口，將處理用氣體以可調節流速之方式供應至該處理室之多處區域上；以及一個射頻(RF)能源，例如一平面的或非平面的螺旋線圈，將RF能量經由該介質構件以電感耦合方式進入該處理室，激勵該處理用氣體使其轉變為電漿狀態。該氣體注入器可包括一順軸向出口，將處理用氣體以第一種流速供應至(該處

伍、英文發明摘要

A tunable multi-zone injection system for a plasma processing system for plasma processing of substrates such as semiconductor wafers. The system includes a plasma processing chamber, a substrate support for supporting a substrate within the processing chamber, a dielectric member having an interior surface facing the substrate support, the dielectric member forming a wall of the processing chamber, a gas injector fixed to part of or removably mounted in an opening in the dielectric window, the gas injector including a plurality of gas outlets supplying process gas at adjustable flow rates to multiple zones of the chamber, and an RF energy source such as a planar or non-planar spiral coil which inductively couples RF energy through the dielectric member and into

肆、中文發明摘要

理室之)中央區域，以及多個偏離軸向之氣體出口，將該處理氣體以第二種流速供應至環繞在該中央區周圍之環形區域內。此種配置方式可按實際需要藉由獨立調節該處理氣體之流向對準該處理室內多處地區之方式修改送氣操作模式。此外，與一般消耗性蓮蓬頭式送氣裝置相較，本發明所採用之可拆除式裝設之氣體注入器，其更換既簡便且費用亦低。

伍、英文發明摘要

the chamber to energize the process gas into a plasma state. The injector can include an on-axis outlet supplying process gas at a first flow rate to a central zone and off-axis outlets supplying the same process gas at a second flow rate to an annular zone surrounding the central zone. The arrangement permits modification of gas delivery to meet the needs of a particular processing regime by allowing independent adjustment of the gas flow to multiple zones in the chamber. In addition, compared to consumable showerhead arrangements, a removably mounted gas injector can be replaced more easily and economically.

陸、(一)、本案指定代表圖為：第_____圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍

1. 一種電漿處理系統，包括：

- 一電漿處理室；
- 一個連接至該處理室之真空泵浦；
- 一個基板支座，可將一基板放置在該支座上在該處理室中接受處理；
- 一塊介質構件，其內側表面面對該基板支座，且該介質構件形成該處理室之一面內壁；及
- 一個氣體噴注器，延伸穿過該介質構件，俾可使該氣體噴注器之延伸末端曝露在該處理室內，而該氣體噴注器，則包括多個氣體出口，以不同的氣體流速率將氣流分別供應至該處理室內；
- 一個射頻(RF)能源，以感應方式將射頻能源穿過該介質元件後使處理用電漿受到推動後變成電漿形態，用以處理該基板。

2. 如申請專利範圍第1項之系統，該系統是一高密度電漿化學蒸汽澱積系統，或一高密度電漿蝕刻處理系統。

3. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之射頻(RF)能源，包括一RF天線，及該氣體噴注器，用以將處理用氣體噴向該處理室內之一個主要電漿產生區。

4. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之各氣體出口，包括位於該氣體噴注器軸向末端表面內之一個單獨之沿軸向出口，以及該氣體噴注器某一側邊表面內設置之多個離軸向氣體出口，該等氣體出口之

氣體係由一單獨氣體供應源將處理用氣體經由第一及第二供氣管線供應之，此等氣體管線各包括一氣體流量控制器，將調節後之氣流提供至各離軸向氣體以外之沿軸向氣體出口。

5. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之各氣體出口包括一個中央氣體出口，沿著與該基板曝露在外之表面相垂直之軸向外延伸，另有多個有角度之氣體出口，沿著與上述軸向呈一銳角之方向外延伸；其中之中央氣體出口係由一第一供氣管線接收處理用氣體，而各該有角度氣體出口則係由一二供氣管線接收處理用氣體；該第一及第二供氣管線均係由一相同供氣源送來之處理用氣體。
6. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之氣體噴注器係以次音速，音速，或超音速噴射該處理用氣體。
7. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之氣體噴注器包括一平坦軸向端部表面，其中設有一沿軸向氣體出口，以及一圓錐形側壁表面，其中設有多個離軸向氣體出口，該沿軸向氣體出口係從該氣體噴注器中一個中央通道接收處理用氣體，而該等離軸向氣體出口則係從圍繞在該中央通道周圍之各環狀排列之供氣通道接收處理用氣體。
8. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之氣體噴注器係以可拆除方式安裝在一介質窗口內，並將處理用氣體供應至該處理室之中央區域內。
9. 如申請專利範圍第1項之系統，其中之氣體噴注器

包括至少一個中央氣體出口，用以將處理用氣體沿著與該基板曝露在外之表面相垂直之軸向噴注該處理用氣體；另亦包括若干離軸向氣體出口，用以將處理用氣體沿著與該基板外露表面相平行之平面成一銳角關係之方向噴注該處理用氣體。

- 10.如申請專利範圍第1項之系統，其中之氣體噴注器是以可拆除方式裝設在上述介質窗口開口內，另亦在該氣體噴注器和該介質窗口之間設有一真空密封隔離設置。
- 11.如申請專利範圍第1項之系統，其中之RF能源，包括一個平板形或不平坦式螺旋線圈形狀之RF天線，而且其中之氣體噴注器係將處理用氣體朝向一主要電漿產生區方向噴入該處理室內。
- 12.如申請專利範圍第1項之系統，其中有一單獨之主要氣體供應源被分隔為多個供氣管線，對所有氣體出口供應處理用氣體。
- 13.如申請專利範圍第1項之系統，其中流經至少有一些氣體供應管線之氣流係可利用各種不同之氣流限制裝置分別以不同流量噴注氣體。
- 14.如申請專利範圍第1項之系統，其中流經至少一些氣體出口之氣體流量比，利用一些氣閥及油門控制元件分別加以調整。
- 15.如申請專利範圍第1項之系統，其中之氣體噴注器另亦提供一電導隔離罩，用以將位於該氣體噴注器內各該供氣通道中之電漿被點燃之機會降至最低

量度。

16.利用電漿處理一基板之一種方法，包括：

將一片基板放置於一處理室內設置之一個基板支座上，其中有一介質構件中內側表面形成該處理室面對該基板支座之一面室壁；

從一氣體噴注器，將處理用氣體供應至該處理室內，該氣體噴注器係穿透該介質構件後向前延伸，使其末端曝露在該處理室內，該氣體噴注器包括多個氣體出口，用以將處理用氣體供應至處理室內；

控制流向至少一個氣體出口之處理用氣體流速，使其與流向至少另一個氣體出口之處理氣體之流速有別；

將一RF能源產生之RF能量，以感應耦合方式將處理用氣體透過該介質構件耦合至處理室內，用以激勵該處理氣體使其轉變成電漿狀態，轉變成電漿狀態後之處理氣體，即可與該接受處理基板之外露表面發生化學反應。

17.如申請專利範圍第16項之方法，其中之RF能源包括一個平面型或非平面型線圈式RF天線，以及一個氣體噴注器，用以將一些處理用氣體透過一沿軸向氣體出口噴注至處理室之中央區域內，並透過若干離軸向氣體出口噴注至該中央區域周圍之一個環形區內。

18.如申請專利範圍第16項之方法，其中至少有若干氣體出口並非以直接朝向該基板外露表面的方向噴

注處理用氣體。

- 19.如申請專利範圍第16項之方法，其中之氣體噴注器係延伸至該介質窗口內側表面之下方，且該等氣體出口係以多種不同方向噴注該處理氣體。
- 20.如申請專利範圍第16項之方法，其中之氣體噴注器係以次音速，音速或超音速之速度噴注處理用氣體。
- 21.如申請專利範圍第16項之方法，其中之作業步驟係將個別基板分別陸續送入該處理室內接受個別薄膜層澱積或蝕刻處理。
- 22.如申請專利範圍第16項之方法，其中之氣體噴注器係伸入該處理室之中央部位，且各該氣體出口係將處理用氣體噴注在該基板外露表面和該介質構件內側表面之間的多個空間區域內。
- 23.如申請專利範圍第16項之方法，其中之氣體出口包括在該氣體噴注器末端內之一個沿軸向中央氣體出口，以及包圍在該沿軸向中央氣體出口四週之多個離軸向氣體出口，且該等離軸向氣體出口係以多種不同方向噴注處理用氣體。
- 24.如申請專利範圍第16項之方法，其步驟包括藉由將一種含氯氣體透過各氣體噴注出口噴入該處理室內對該處理基板上之一層鋁質薄膜層執行電漿蝕刻處理；其中至少有一些氣體出口並非以一與該基板外露表面呈垂直關係之方向噴注處理氣體。
- 25.如申請專利範圍第16項之方法，其步驟包括，藉由

將一種含氟及溴氣體透過一中央氣體出口沿循一個與該基板外露表面相垂直的軸向，並透過多個位於該中央氣體出口周圍之有角度氣體出口噴入該處理室中用以對該基板上之一層多矽薄膜進行電漿蝕刻處理；該等有角度氣體出口係分別朝與上述軸向之間所構成，且角度範圍在10度至90度以內之一個角度噴注處理用氣體。

26.如申請專利範圍第16項之方法，其步驟包括，藉由將一種含氟氣體透過一中央氣體噴注出口沿循一個與該基板外露表面相垂直之軸向，並透過位於上述軸向四週之多個有角度氣體出口噴入處理室內對該基板上之一層氧化矽薄膜進行電漿蝕刻處理；該等多個有角度氣體出口與該軸向之間的相對角度應在10度至90度之範圍內。

27.如申請專利範圍第16項之方法，其步驟包括，藉由將一種含氟及溴之氣體透過一中央氣體出口沿循一個與該基板外露表面相垂直之軸向，並透過位於上述軸向四週之多個有角度氣體出口噴入處理室內對該基板上之一層多矽薄膜進行電漿蝕刻處理；該等多個有角度氣體出口與該軸向之間的相對角度應在10度至90度之範圍內。

28.如申請專利範圍第16項之方法，其步驟包括：藉由將一種含氟氣體透過一中央氣體出口沿循一個與該基板外露表面相垂直之軸向，及(或)透過位於上述軸向四週之多個有角度氣體出口，噴入該處理室

- 內對該基板上之一層氧化矽薄膜進行電漿處理；該等多個有角度氣體出口與該軸向之間的相對角度應在10度至90度之範圍內。
- 29.如申請專利範圍第16項之方法，其中之單個氣體供應源係被分隔成多條供氣管線，分別饋送氣體至各氣體出口。
- 30.如申請專利範圍第16項之方法，其中之通過至少某些氣體出口的氣體流量比，係利用個別之流量限制裝置執行不同之流量控制。
- 31.如申請專利範圍第16項之方法，其中通過至少某些氣體出口的氣體流量比係利用一氣閥網路及氣門元件執行不同之流量比控制。
- 32.如申請專利範圍第16項之方法，其中流經至少若干氣體出口之氣體流量比係個別獨立調變後用以對該基板上之一層薄膜進行蝕刻處理，以達成對該層薄膜執行中心至邊緣之均勻蝕刻效果。
- 33.如申請專利範圍第16項之方法，其中流經至少若干氣體出口之氣體流量比，係經個別獨立調變後用以在該基板上澱積一層薄膜，以達成該層薄膜中心至邊緣之均勻澱積處理結果。
- 34.如申請專利範圍第16項之方法，其中之氣體噴注器另亦裝有一導電性隔離罩，以使電漿在該氣體噴注器內各氣體通道中被點燃之機會降至最低。
- 35.可用以將處理用氣體供應至一半導體處理室內之一種氣體噴注器，包括：

一噴注器本體，包括至少一和兩個氣體入口，至少一或兩個氣體通道，以及至少一或兩個氣體出口，其中之第一氣體通道是與第一氣體進口和第一氣體出口之間有流體傳輸管道，而第二氣體通道則是與第二氣體進口和第二氣體出口之間有流體傳輸管道；第一和第二氣體通道係彼此分立，俾可分別獨立調整流經第一和第二氣體出口之氣體流量比。

- 36.如申請專利範圍第35項之方法，其中至少一個第一氣體出口包含一單獨之沿軸向氣體出口，位於該噴注器本體一個軸端的表面內，且至少一個第二氣體出口包含多個離軸向氣體出口，位於該噴注器某一側邊表面內。
- 37.如申請專利範圍第35項之方法，其中之噴注器本體，包括一平面形軸端表面，以及一圓錐形側邊表面，其中之至少一個第一氣體出口包括一個沿軸向出口，位於該軸端表面內，且至少一個第二氣體出口包含多個離軸向氣體出口，位於該圓錐形側邊表面內，該沿軸向出口連接至該氣體噴注器內一中央氣體通道；而該離軸向出口則是連接至圍繞在該中央氣體通道周邊之一個環形氣體通道。
- 38.如申請專利範圍第35項之方法，另亦包含一導電性隔離罩，用以使電漿在該氣體噴注器內各氣體通逆中被點燃機會降至最低程度。

拾壹、圖式

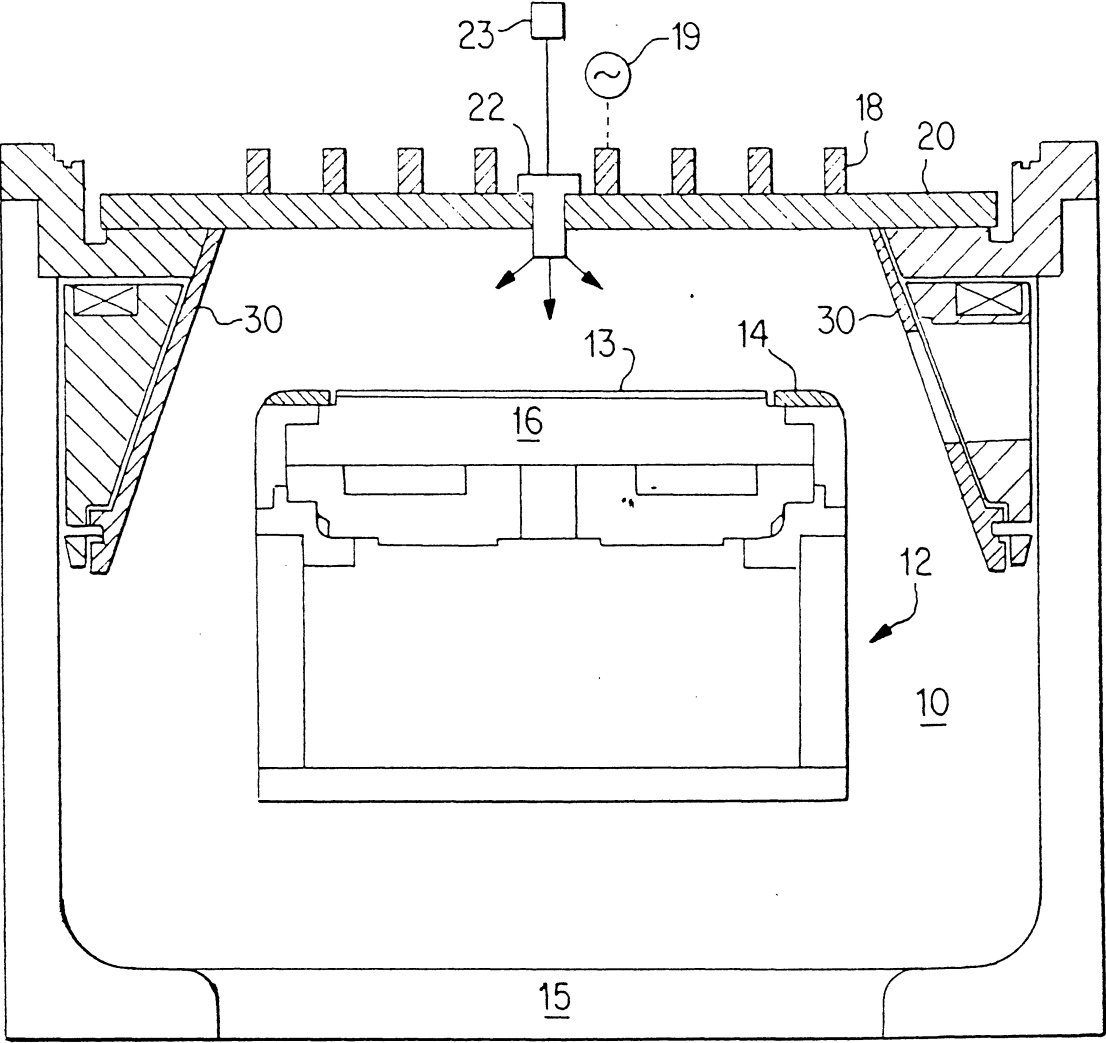


圖 1

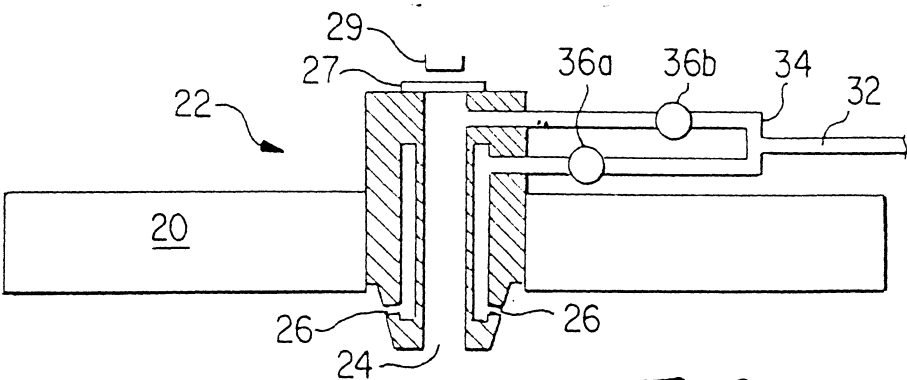


圖 2a

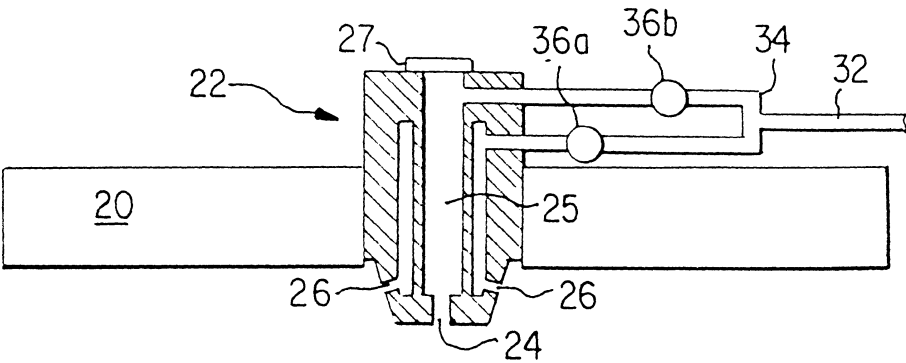


圖 2b

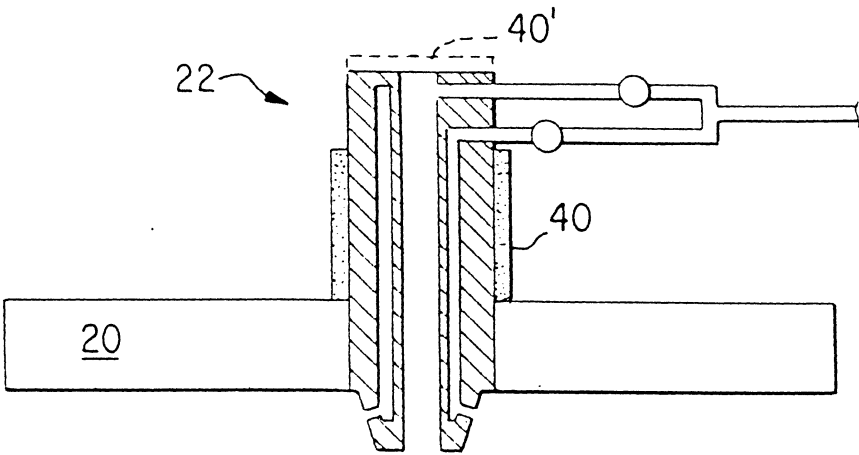


圖 2c

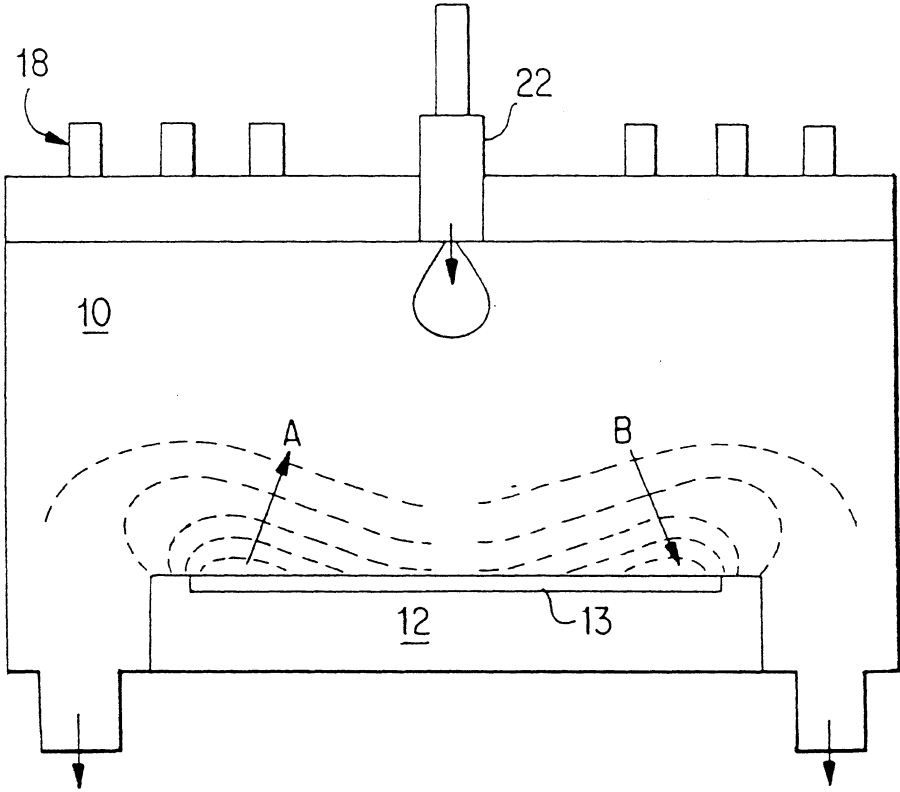


圖 3a

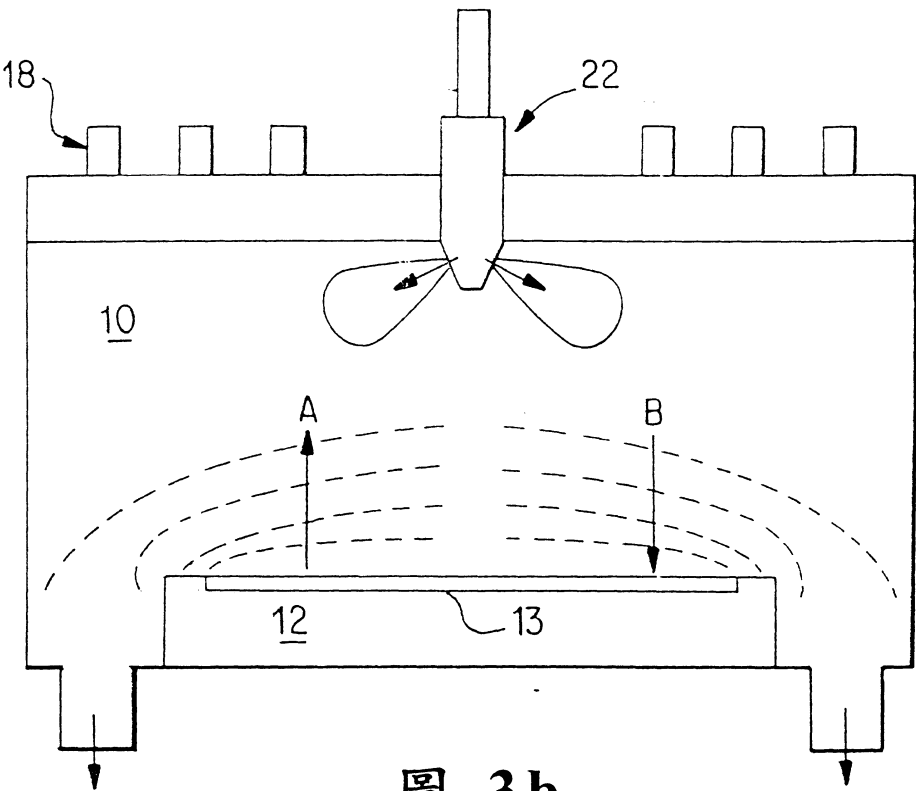


圖 3b

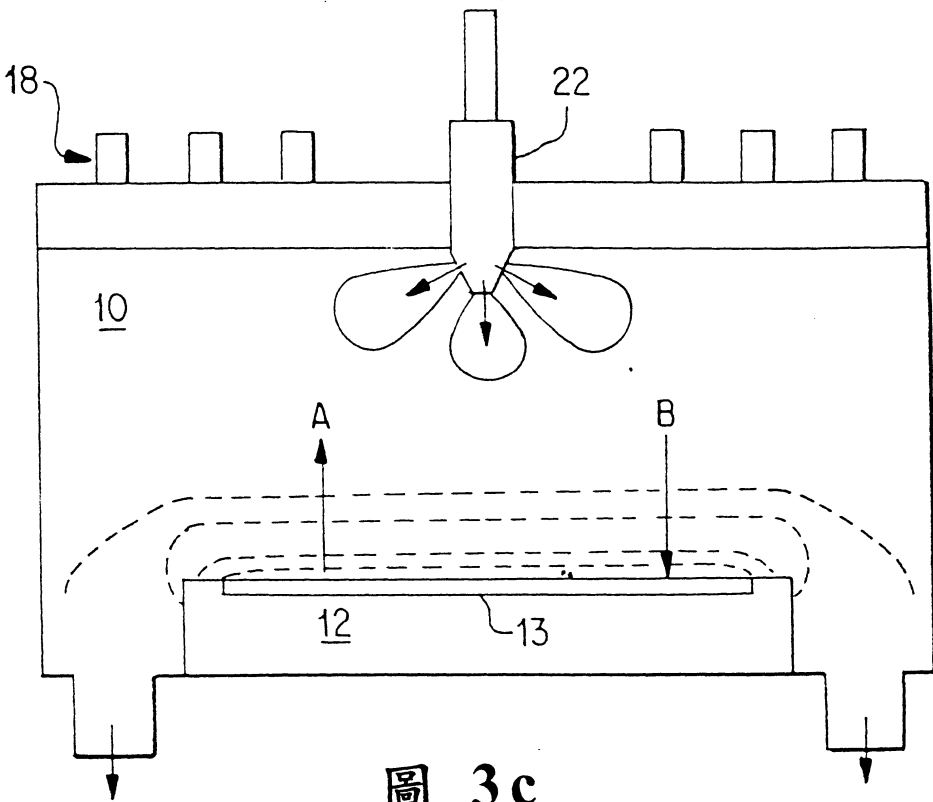
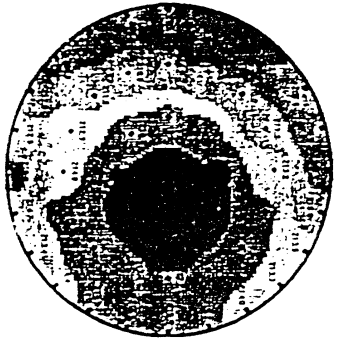
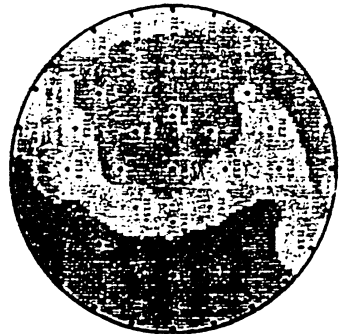


圖 3c



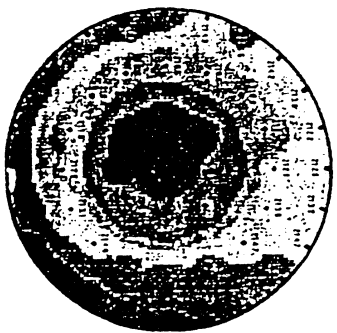
219.1
216.3
213.5
210.7
208.0
205.2
202.4
199.6
196.8

圖 4a



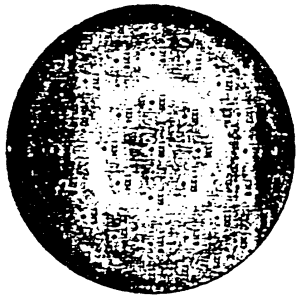
219.1
216.3
213.5
210.7
208.0
205.2
202.4
199.6
196.8

圖 4b



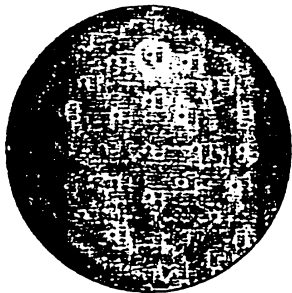
219.1
216.3
213.5
210.7
208.0
205.2
202.4
199.6
196.8

圖 4c



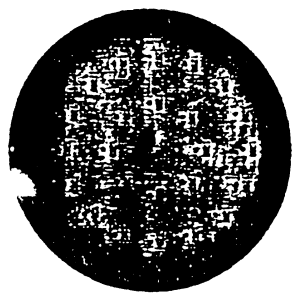
1360
1345
1330
1315
1300
1285
1270
1255
1240

圖 5a



1360
1345
1330
1315
1300
1285
1270
1255
1240

圖 5b



1360
1345
1330
1315
1300
1285
1270
1255
1240

圖 5c

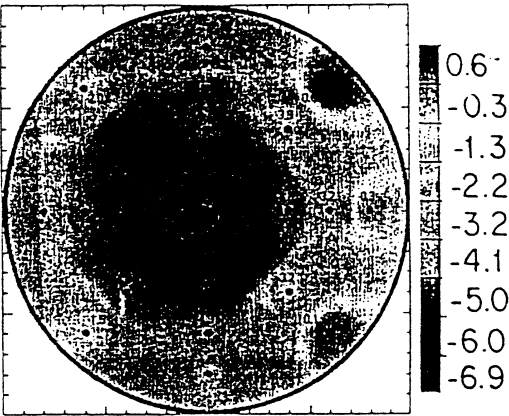


圖 6a

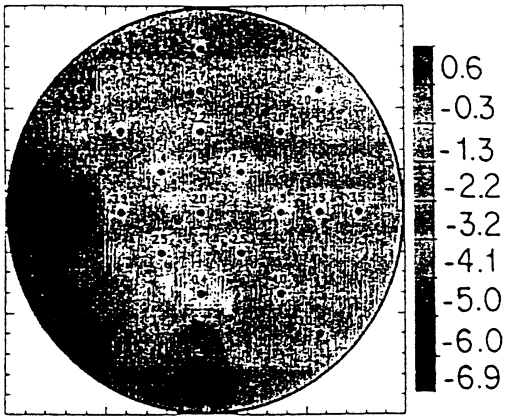


圖 6b

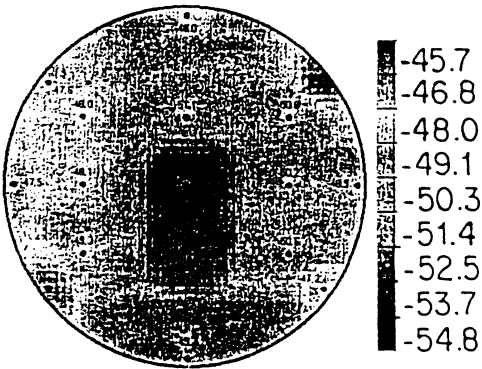


圖 7a

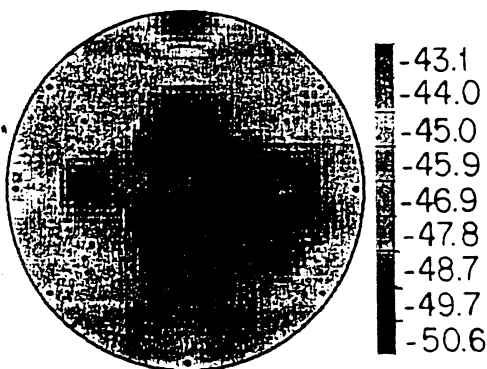


圖 7b

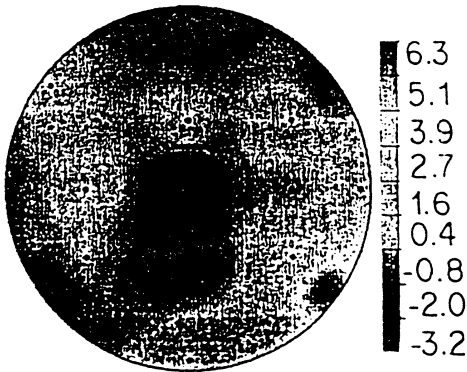


圖 8a



圖 8b