

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95116153

※申請日期：2006年5月5日

※IPC 分類：

H05H1/00 (2006.01)

H01L 21/3065 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用雙頻率射頻訊號之電漿產生與控制

PLASMA GENERATION AND CONTROL USING DUAL FREQUENCY
RF SIGNALS

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

鄺錦安

KWONG, RAYMOND K.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道3050號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共6人)

姓名：(中文/英文)

1. 薛儂史蒂芬 C/SHANNON, STEVEN C.

2. 彼得森亞歷桑德/PATERSON, ALEXANDER

3. 索多洛斯帕納葛波洛斯/PANAGOPOULOS, THEODOROS

4. 荷倫約翰 P/HOLLAND, JOHN P.

5.葛林馬特丹尼斯/GRIMARD, DENNIS

6.霍夫曼丹尼爾/HOFFMAN DANIEL

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.蘇格蘭/SCOTLAND

3.希臘/GREECE

4.美國/USA

5.美國/USA

6.美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2005 年 5 月 9 日；60/679,042

美國；2006 年 5 月 2 日；11/416,468

☒ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2003 年 8 月 15 日；60/495,523

美國；2004 年 5 月 12 日；10/843,914

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

5.葛林馬特丹尼斯/GRIMARD, DENNIS

6.霍夫曼丹尼爾/HOFFMAN DANIEL

國 籍：(中文/英文)

1.美國/USA

2.蘇格蘭/SCOTLAND

3.希臘/GREECE

4.美國/USA

5.美國/USA

6.美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2005 年 5 月 9 日；60/679,042

美國；2006 年 5 月 2 日；11/416,468

☒ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2003 年 8 月 15 日；60/495,523

美國；2004 年 5 月 12 日；10/843,914

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於半導體基材處理系統，更明確地說，有關於使用雙頻率射頻源之電漿產生與控制。

【先前技術】

電漿加強半導體處理室已經被廣泛用於製造積體電路裝置。於多數電漿加強室中，多個射頻(radio frequency, RF)源被用以形成及控制電漿。例如，具有高頻之 RF 源典型被用於電漿形成及離子解離。另外，具有較低頻之 RF 源經常被用以調變電漿鞘層，以控制直流電壓(即偏壓)之累積於基材上。各種來源與其相關匹配電路的成本很大並對製造積體電路所需之設備造成了高成本。降低 RF 基礎結構，而不犧牲任何製程優點將造成顯著之成本節省。

因此，在電漿加強半導體基材處理中，有需要一種用於電漿產生與控制之改良方法與設備。

【發明內容】

本案提供一種控制半導體基材處理室內之電漿的方法。該方法包含：施加在第一頻率之第一 RF 信號給在處理室內之第一電極，該第一頻率係被選擇以使得電漿鞘層振盪於第一頻率；及由來源施加在第二頻率之第二 RF 信號給第一電極，該第二頻率係被選擇以使得電漿鞘層振盪於第二頻率，其中第二頻率係與第一頻率間差別有一等於

想要頻率之差值，該想要頻率被選擇以使得電漿鞘層振盪於該想要頻率。

於另一實施例中，一種控制在電漿加強半導體基材處理室中之電漿的方法，包含步驟：供給分別在第一頻率之第一 RF 信號與第二頻率之第二 RF 信號給在處理室內之第一電極，該第一頻率與第二頻率被選擇以使得一反應遠快於離子被從電漿體加速時越過電漿鞘層之橫過時間；及控制於第一與第二頻率間之頻率差值等於一想要頻率，該想要頻率被選擇以控制電漿內之離子能量分佈。

【實施方式】

本發明為一種在使用雙頻率 RF 源的電漿加強半導體處理室中，形成及控制電漿特性的方法與設備。電漿加強半導體處理室一般利用以兩頻率饋入之電力：一用於電漿激勵及離子解離之高頻；及一用於電漿鞘層調變的低頻。於一實施例中，本發明利用由單一 RF 源產生之兩高頻輸入，來產生電漿。電漿之一或更多特性，例如鞘層調變係利用波包現象加以控制，該現象在電漿鞘層造成等於兩輸入信號間之頻率差值的低頻成份。

第 1 圖描繪具有一雙頻率 RF 源的電漿加強半導體處理室的簡化方塊圖。依據本發明之電漿加強處理室 100 包含：一室 102、一雙頻率 RF 電源 104、及單一匹配電路 106。室 102 包含一經由匹配電路 106 連接至源 104 的通電電極 108 及一接地電極 110。除了減少之 RF 基礎結構外，室 102

係類似於傳統電漿加強處理室。

電源 104 為具有雙頻率激勵之 RF 產生器。該電源 104 大致能產生範圍由約 100KHz 至約 200MHz 之兩頻率。電源 104 一般能產生多達 5000 瓦之連續或脈衝電力。於一特定實施例中，電源產生約 13MHz 及約 14MHz，每一頻率於約 3 千瓦。

於操作中，為電源 104 所產生之兩頻率在電源 104 的輸出大致具有相同之大小，並被選擇使得每一個別頻率控制預定次組的電漿特性，例如高頻電漿激勵、離子解離、離子能量分佈函數等等。頻率也被選擇以彼此接近，以允許如下所述經由匹配電路 106 作共同匹配。於兩選擇頻率間之差產生一波包效應，該效應可以被利用以控制第二次組的電漿特性，例如，低頻電漿激勵、鞘層電壓調變等等。此波包效應係如第 2 與 3 圖所示。或者，於電源 104 所產生之兩頻率信號之大小間之比可以加以變化，以控制為兩頻率間之差所建立之波包效應的大小。

由雙頻率所控制之電漿特性與由其差所建立之波包效應可以重疊。(即部份或全部控制特性，例如電漿激勵、離子能量分佈函數、鞘層調變等等可以至少部份為電源 104 所提供的雙頻率與兩頻率間之差所建立之所得波包效應所控制。)再者，相同或其他電漿特性或次組電漿特性可以為其他耦合至該電漿的 RF 信號所控制。例如，第三次組的電漿特性可以為耦合至另一安排在室內之電極之另一 RF 電源所提供之 RF 信號所控制，這將如下參考第 6 圖加以

說明。

第 2 圖描繪入射在電漿室 102 的通電電極 108 上之輸入波形的傅氏成份的大小 210 成為頻率 220 的函數，及第 3 圖描繪鞘層電壓波形 300 的頻率分析，顯示在鞘層中之所得頻率成份的振幅 310 成為頻率 320 的函數。可以由第 2 圖看出，輸入波形 200 的頻譜包含兩期待波峰 202、204，對應於為電源 104 所產生的頻率 1 與頻率 2。然而，可以由第 3 圖看出，除了來自電源 104 來之一主驅動頻率(波峰 302 與 304)與其期待諧波外，一低頻項(波峰 306)係產生於鞘層中。此鞘層具有非線性特性曲線，其如同 RF 混波二極體影響輸入 RF 信號般地影響 RF 信號，即一內調變頻率成份被形成，其等於兩輸入頻率間之差值。因此，低頻項(波峰 306)等於為電源 104 所產生之兩頻率間之差值。

為電源 104 所產生之驅動頻率之最大差值係由匹配電路 106 的特性所決定。更確地說，匹配電路 106 的諧振頻寬係對中於驅動頻率之間。匹配電路 106 必須具有一 Q ，其定義有效耦合兩頻率至電極 108 與電漿之頻寬。只要兩驅動頻率實質落在匹配電路的頻寬內，則 RF 基礎結構能支援兩分開之頻率。典型用於此製程加強的類似低頻範圍的頻率差可以自現行匹配技術加以取得。

第 4A 圖顯示以典型 L 形匹配的大小表示之反射係數的線圖 400，其沿著軸 402 描述以 MHz 為單位的頻率，對上沿著軸 404 描述之以分貝為單位之反射係數大小。所選擇之頻率應使得反射係數大小很小並實質相等，對於電源

104 所產生之頻率 1 與 2,係如所繪之點 406 與 408。

第 4B 圖顯示用於典型 L 形匹配之實/虛空間中之頻率位置。描繪於第 4B 圖中之例示史密斯圖 450 指明一 50 歐姆負載，例如，於一般出現於標準 RF 電源中者。頻率應加以選擇，使得它們儘可能落於接近史密斯圖 450 的中心 452，以提供合理低之反射功率，如第 4B 圖中之例示頻率 454、456 所繪。

例如，為了激勵電漿於 60MHz 及 2MHz，在標準電漿加強半導體處理室，通常將需要用於這些頻率之兩分離電源及匹配。然而，在本發明中，兩個選擇頻率被對中於高頻值附近，即兩頻率的平均將為高頻成份，及兩頻率將分開一等於想要低頻之間隔。於本例子中，在 59MHz 與 61MHz 之頻率將由共同電源 104 經由共同匹配電路 106 被饋送，因而，施加一電漿激勵(59 及 61Hz 信號)及一 2MHz 調變信號於電漿鞘層間。這架構降低了在現行雙頻率技術中之 RF 基礎架構，從兩個電源及兩個獨立匹配元件或單一雙頻率匹配元件至單一電源及單一頻率匹配元件，顯著降低系統成本，而不會犧牲製程優點。

於另一例子中，由電源 104 所饋自通電電極 108 的兩頻率可以被選擇，以控制相同電漿特性，如同為內調變頻率元件所控制(即兩主頻率間之差調諧與電源 104 所產生之主頻率相同之電漿參數)。

於一實施例中，離子能量分佈函數也可以為主頻率與內調變頻率元件所控制。即，離子能量分佈函數可以為主

頻率之選擇與主頻率間之差的控制所加以控制。明確地說，由電源 104 饋到電極 108 的兩頻率造成鞘層分別振盪於該兩頻率。另外，鞘層振盪也在兩頻率間(即由於內調變頻率成份)之差值，有一特性頻率。

如果電漿鞘層振盪較一離子可以反應的為快，則因為由於 RF 振盪，在鞘層之電位變化係等於鞘層頻率的倒數(例如鞘層振盪頻率愈高，則離子行進鞘層的速度調變愈少)，所以，離子對鞘層的時間平均或直流成份及離子經歷之投射的偏折量作反應。藉由選擇頻率，使得頻率差值的倒數低於當離子由電漿體加速行經鞘層所花的時間，則頻率差值的鞘層振盪可以將時間可變性加入離子的最終能量。因此，離子能量分佈函數可以藉由控制鞘層中之振盪頻率加以控制，該鞘層跨於鞘層中之離子橫過時間(例如，在鞘層中之振盪頻率大於及小於在鞘層中之離子橫過時間的倒數)。

於一實施例中，主頻率可以選擇以大於離子橫過時間的倒數。另外，在主頻率間之差值可以被選擇為小於離子橫過時間的倒數。控制主頻率與主頻率間之差值允許了對離子能量分佈函數的控制。

例如，於一實施例中，電源 104 可以產生具有約 13.56MHz 及約 13.86MHz 之主頻率之兩信號給電極 108。這使得電漿鞘層分別振盪於 13.56 及 13.86MHz。另外，鞘層將由於產生於兩主頻率間之差值的內調變頻率成份，而具有振盪於 300KHz 的特性振盪。

可以藉由第 7A 及 7B 圖所繪之圖表間之比較看出，如上所述之具有約 13.56MHz 及約 13.86MHz 之主頻率的雙頻率電源的處理室的離子能量分佈函數 700(描繪於第 7A 圖)係非常類似於具有兩分開 RF 電源的處理室所造成之離子能量分佈函數(描繪於第 7B 圖)。因此，本發明之雙頻率電源架構相較於具有分開 RF 電源連接至處理室中之上與下電極的室，對離子能量分佈函數完成了類似控制，藉以顯著減少有關於處理室複雜度與硬體的成本。

另外，主頻率與內調變頻率成份的相對大小可以進一步被用以控制離子能量分佈函數。例如，兩主頻率之相對電流或相對功率也可以被選擇地提供，以控制內調變頻率成份的大小。明確地說，當兩主頻率被施加有相同電流時，內調變頻率成份的大小可以為最大。降低彼此相關之兩主頻率之一的電流將降低內調變頻率成份的大小，直到在零電流(即沒有第二頻率)，內調變頻率成份消失為止。

內調變頻率成份的相對大小面對主頻率之電流或功率大小對離子能量分佈增加可變性，因此，允許離子能量分佈函數在相對大小範圍上作控制。

可以適用以由本發明得到利益的電漿加強半導體處理室的例子包含但並不限定於由美國加州聖塔卡拉之應用材料公司購得之 Decoupled Plasma Source(DPS[®]，DPS[®]II)、EMAX[™]、MXP[®]及 ENABLER[™]處理室。該 EMAX[™]處理室被描述於由 Shan 等人所領證於 2000 年九月 5 日之美國專利第 6,113,731 號案。MXP[®]處理室係描述於由 Qian 等

人所領證於 1996 年七月 9 日之美國專利第 5,534,108 號案及由 Pu 等人所領證於 1997 年十月 7 日之美國專利第 5,674,321 號案中。ENABLER™處理室被描述於由 Hoffman 等人所領證於 2003 年三月 4 日之美國專利第 6,528,751 號案中。前述專利案均併入本案作為參考。

第 5 圖描繪適用於本發明之蝕刻反應器 500 的例示實施例之示意圖。於一實施例中，反應器 500 包含一處理室 502 與控制器 536，處理室 502 在一導電主體(壁)534 內具有基材支撐托架 512。支撐托架 512 係經由匹配電路 106 耦合至雙頻率 RF 電源 104。(電源 104 與匹配電路 106 係參考第 1 圖說明如上。)

控制器 536 包含一中央處理單元(central processing unit, CPU)540、一記憶體 542 及用於 CPU540 之支援電路 544，並促成處理室 502 的元件控制，即如下所詳述之蝕刻製程。控制器 536 可以為一般目的電腦處理器之任一形式之一，其可以用於工業設定中，用以控制各種室與子處理機。CPU540 之電腦可讀取媒體 542 或記憶體可以為現行記憶體之一或多個，例如隨機存取記憶體(random access memory, RAM)、唯讀記憶體(read only memory, ROM)、軟碟、硬碟、或其他數位儲存形式，遠端或本地的。支援電路 544 被連接至 CPU540，用以傳統方式支撐處理機。這些電路包含快取、電源、時鐘電路、輸入/輸出電路與次系統等等。本發明之方法大致儲存於記憶體 542 中作為軟體常式。軟體常式也可以被第二 CPU(未示出)所儲存及/或執

行,該第二 CPU 係遠離為 CPU540 所控制之硬體的執行。

於基本蝕刻操作中，基材 514 被放置於托架 512 上，處理氣體被由氣體面板 518 經由進入埠 516 供給並形成氣體混合物 546。藉由自雙 RF 電源 104 供給電力給基材支撐托架 512，氣體混合物 546 在室 502 中被激勵成為電漿 548。為電源 104 所產生之兩頻率大致被選擇於高頻範圍中，以提升電漿激勵及離子解離。為電源 104 所產生之兩頻率進一步被分隔開一預定間隔，該間隔等於用於調變電漿鞘層之一特定低頻。

典型地，室壁 534 被耦接至一電氣接地 552。在室 502 內部的壓力係使用一節流閥 550 及真空泵 520 加以控制。壁 534 的溫度使用含液體導管(未示出)加以控制，導管流穿過壁 534。

其他形式之蝕刻室也可以用以實施本發明，包含具有遠端電漿源的室、微波電漿室、電子迴旋共振(electron cyclotron resonance, ECR)電漿蝕刻機等等。此技術同樣地也不限定於蝕刻，可以適應至其他電漿協助製程，包含沉積、退火、氮化、佈植等等。

例如，第 6 圖描繪適用於本發明之蝕刻反應器 600 的另一例示實施例之示意圖。於一實施例中，反應器 600 包含一處理室 602 與一控制器 636，處理室 602 在導體(壁)634 內具有基材支撐托架 612。控制器 636 係類似於上述參考第 5 圖所述之控制器 536。支撐托架 612 係經由一匹配電路 106 連接至雙頻率 RF 電源 104。(電源 104 與匹配電路

106 係參考第 1 圖加以描述。)室 602 更包含一介電頂板 610，其上，安置至少一感應線圈 638(兩線圈 638 係被描繪於第 6 圖的實施例中)。感應線圈 638 係經由第二匹配元件 660 被連接至一第二電源 662。電源 662 大致為一單一 RF 產生器，其能在範圍由約 50KHz 至約 13.56MHz 之可調頻率下，產生多達 3000 瓦。給定用於電源 662 的頻率範圍係一般用於處理室之範圍，該處理室具有電感耦合之頂電源。其他範圍也是適當並可以在其他類型之處理室中與本發明一起使用。例如，在具有電容耦合頂電源的室中，電源大致產生具有頻率高達 200MHz 的信號。或者，微波電源可以產生高達 5GHz 的頻率。

於基本蝕刻操作中，基材 614 被放置在托架 612 上及處理氣體被由氣體面板 618 經過進入埠 616 供給並形成氣體混合物 646。藉由施加來自源 662 之電力至感應線圈 638 與藉由施加來自雙 RF 電源 104 的電力至基材支撐托架 612，在室 602 中之氣體混合物 646 被激勵成為電漿 648。為電源 104 所產生之兩頻率大致被選擇於高頻範圍，以提升電漿激勵及離子解離。然而，功率可能不夠高，而不能完成此功能，及電源 104 可被用以偏壓基材 614。為電源 104 所產生之兩頻率進一步被分隔開一預定間隔，該預定間隔等於用以調變電漿鞘層之特定低頻。雙頻率 RF 電源 104 的利用配合上電源 662 提供更多處理控制變數，以控制半導體基材 614 在室 602 中之處理。

典型地，室壁 634 係連接至電氣接地 652。在室 602

內部的壓力係使用節流閥 650 及真空泵 620 加以控制。壁 634 的溫度係使用含液體導管(未示出)加以控制，導管穿過該壁 634。

雖然前述係有關於本發明之例示實施例，但本發明之其他實施例也可以在不脫離本案之基本範圍下加以想出。

【圖式簡單說明】

本發明之上述特性、優點及目的可以藉由參考其顯示於附圖中之實施例加以取得並詳細了解。然而，應注意的是，附圖只例示本發明之典型實施例，因此，並不被認為是限定範圍用，因為本發明可以適用至其他等效實施例。

第 1 圖為具有雙頻率 RF 源的電漿加強半導體處理室的方塊圖；

第 2 圖為在電極上之輸入波形的頻譜圖；

第 3 圖為鞘層電壓的頻譜圖；

第 4A 圖為反射係數大小對頻率之圖；

第 4B 圖為用於匹配元件模型的史密斯圖；

第 5 圖為具有雙頻率 RF 源的處理室的一實施例簡化圖；

第 6 圖為具有雙頻率 RF 源之處理室的另一實施例簡化圖；及

第 7A 及 7B 圖為圖表，比較具有雙頻率源之處理室的一實施例之離子能量分佈與耦合至室中之分開電極之分開頻率源的另一處理室。

【主要元件符號說明】

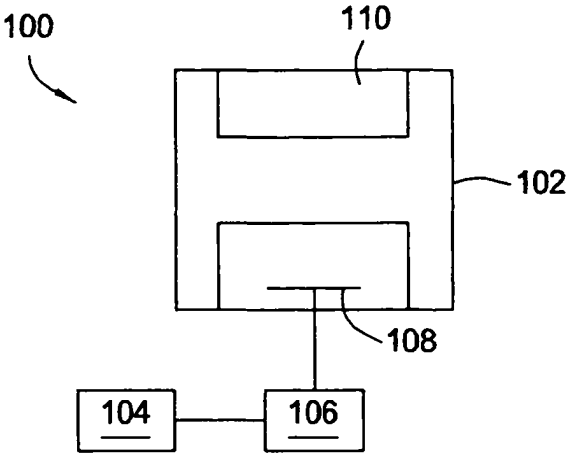
100	電漿加強處理室	102	室
104	RF 電源	106	匹配電路
108	電極	110	接地電極
500	蝕刻反應器	502	處理室
512	支撐托架	514	基材
516	進入埠	518	氣體面板
520	真空泵	534	導體
536	控制器	540	中央處理單元
542	記憶體	544	支援電路
546	氣體混合	548	電漿
550	節流閥	552	電氣接地
600	反應器	602	處理室
610	介電頂板	612	支撐托架
614	基材	616	進入埠
618	氣體面板	620	真空泵
634	室壁	636	控制器
638	感應線圈	646	氣體混合物
648	電漿	650	節流閥
652	電氣接地	660	匹配元件
662	電源		

五、中文發明摘要：

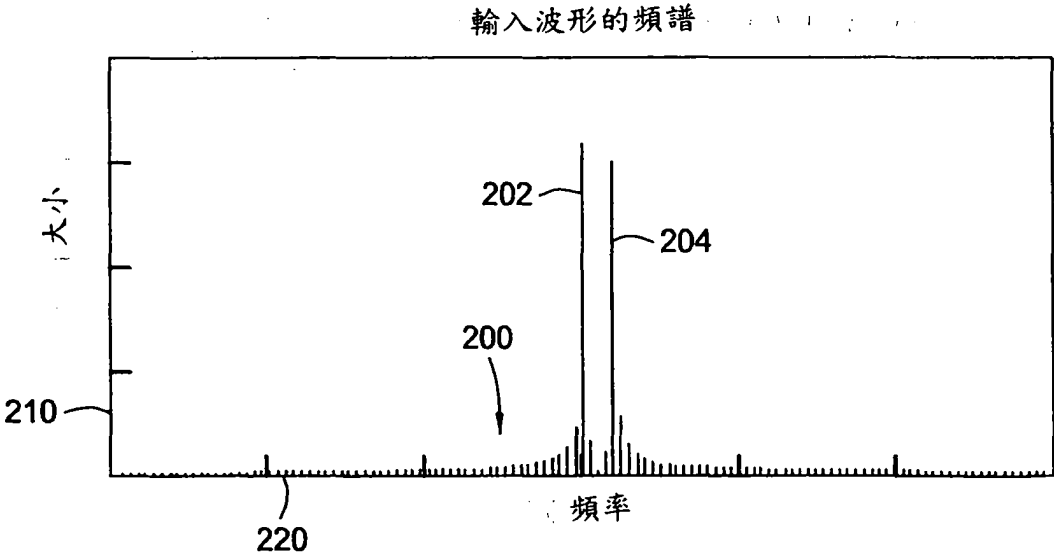
本案提供一種用以控制一半導體基材處理室內之一電漿的方法。該方法包含：施加於第一頻率之第一 RF 信號給在處理室內之第一電極，該第一頻率係被選擇以使得電漿鞘層振盪於第一頻率；及由電源施加於第二頻率之第二 RF 信號給第一電極，該第二頻率係被選擇以使得電漿鞘層振盪於第二頻率，其中第二頻率係與第一頻率差別有一等於想要頻率之差值，該想要頻率被選擇以使得電漿鞘層振盪於該想要頻率。

六、英文發明摘要：

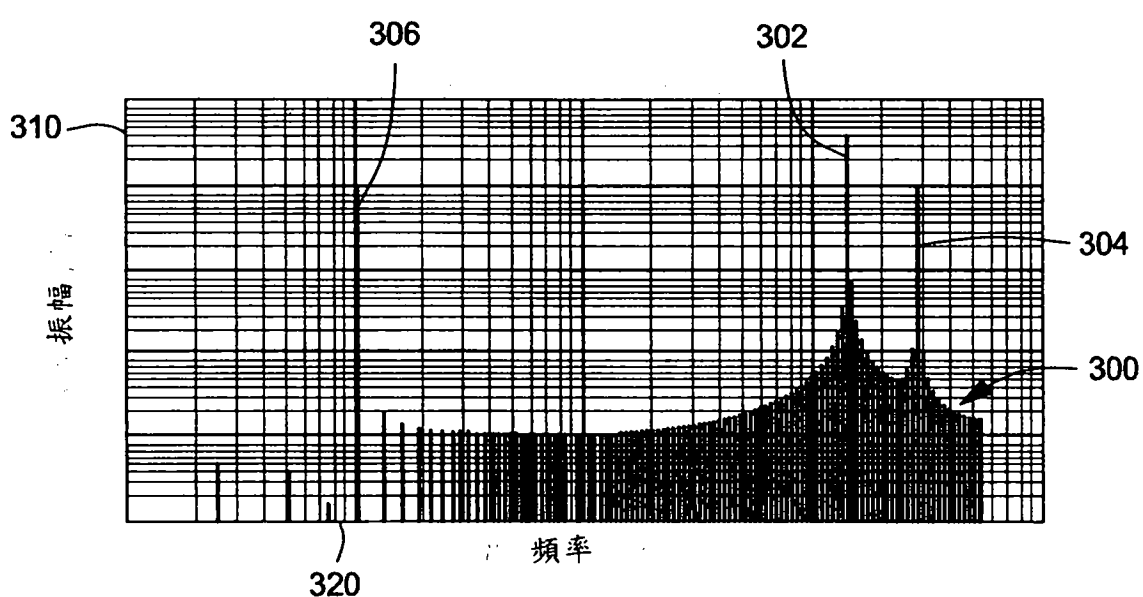
A method for controlling a plasma in a semiconductor substrate processing chamber is provided. The method includes the steps of supplying a first RF signal to a first electrode within the processing chamber at a first frequency selected to cause plasma sheath oscillation at the first frequency; and supplying a second RF signal from the source to the first electrode at a second frequency selected to cause plasma sheath oscillation at the second frequency, wherein the second frequency is different from the first frequency by a differential equal to a desired frequency selected to cause plasma sheath oscillation at the desired frequency.



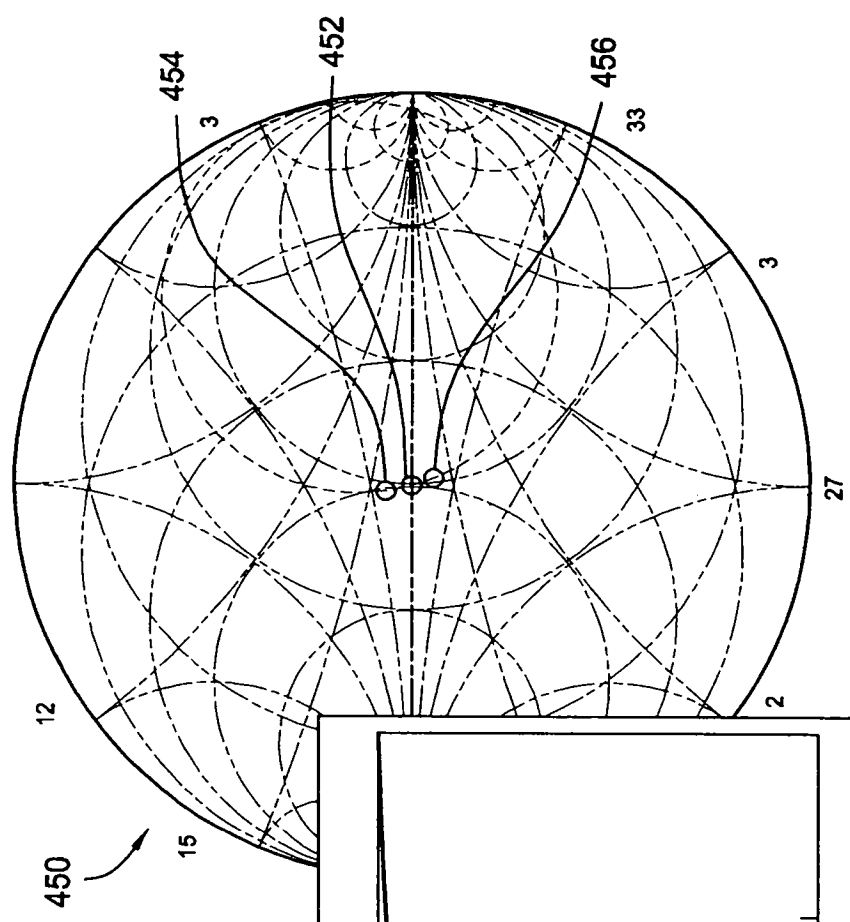
第 1 圖



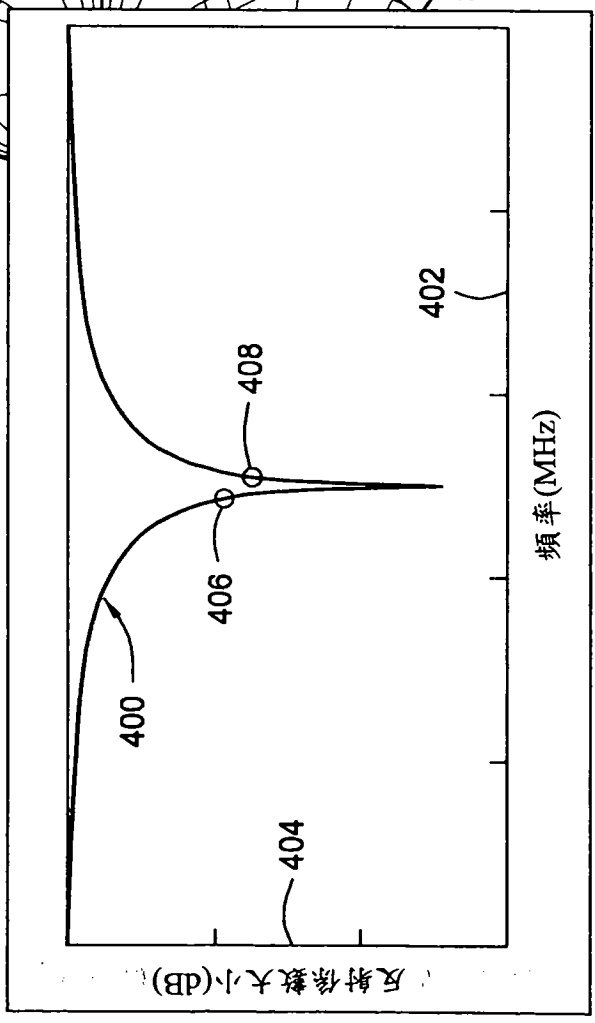
第 2 圖



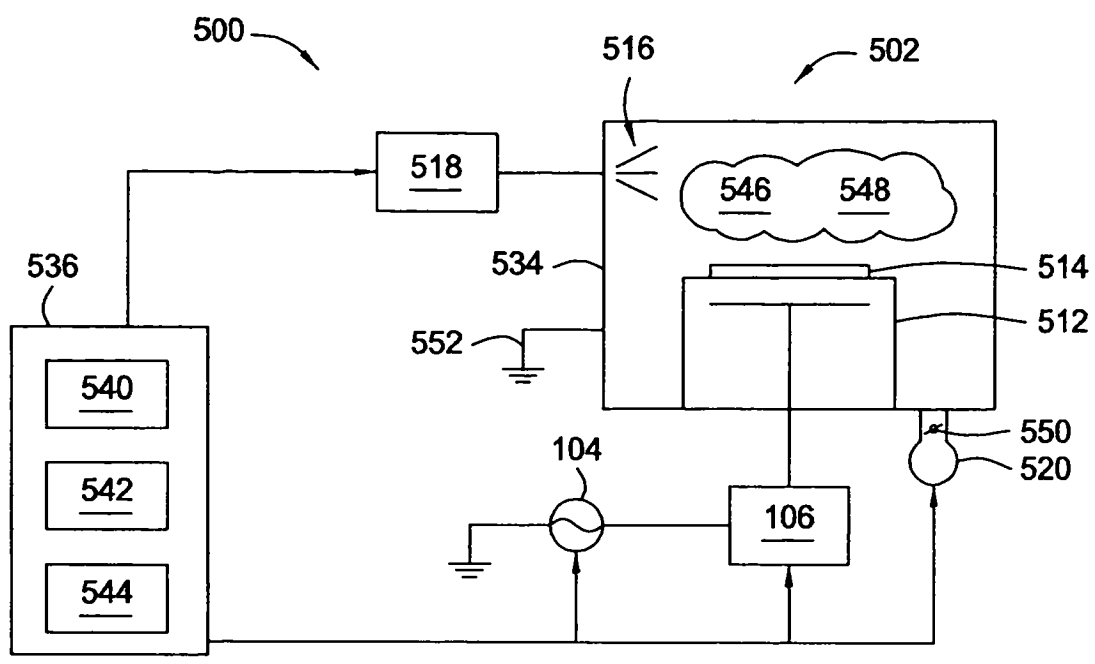
第 3 圖



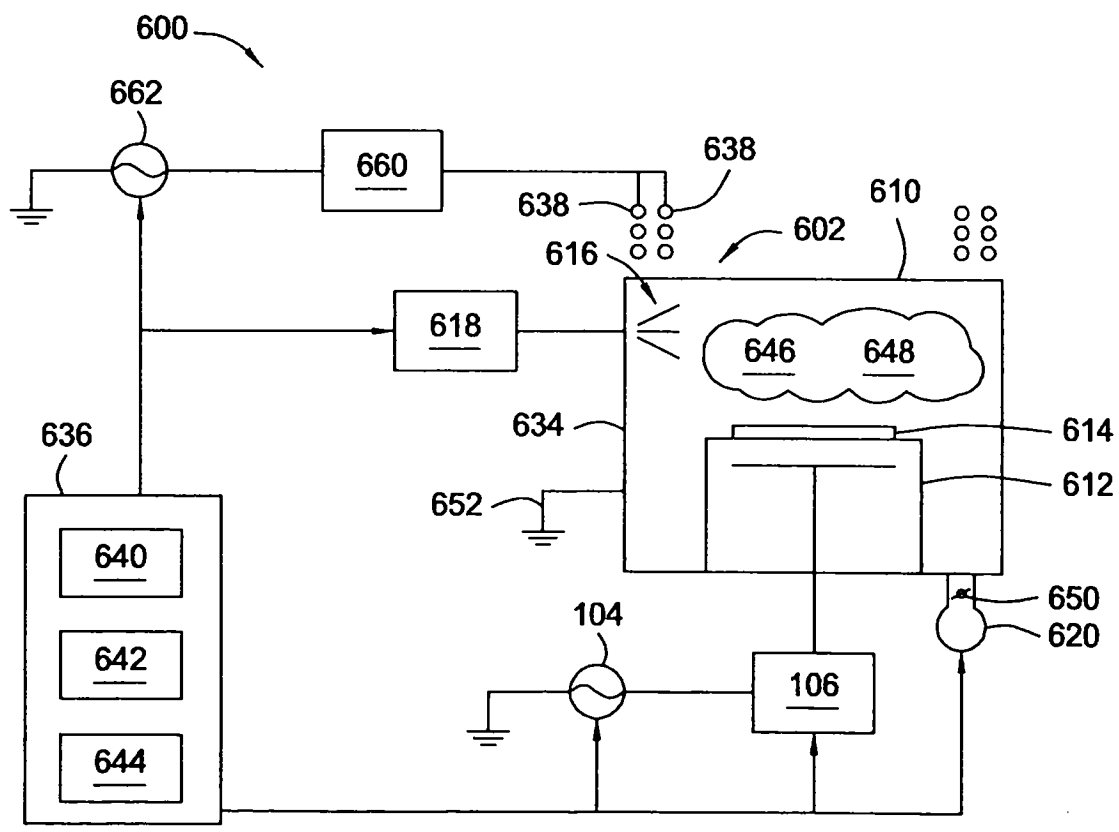
第 4B 圖



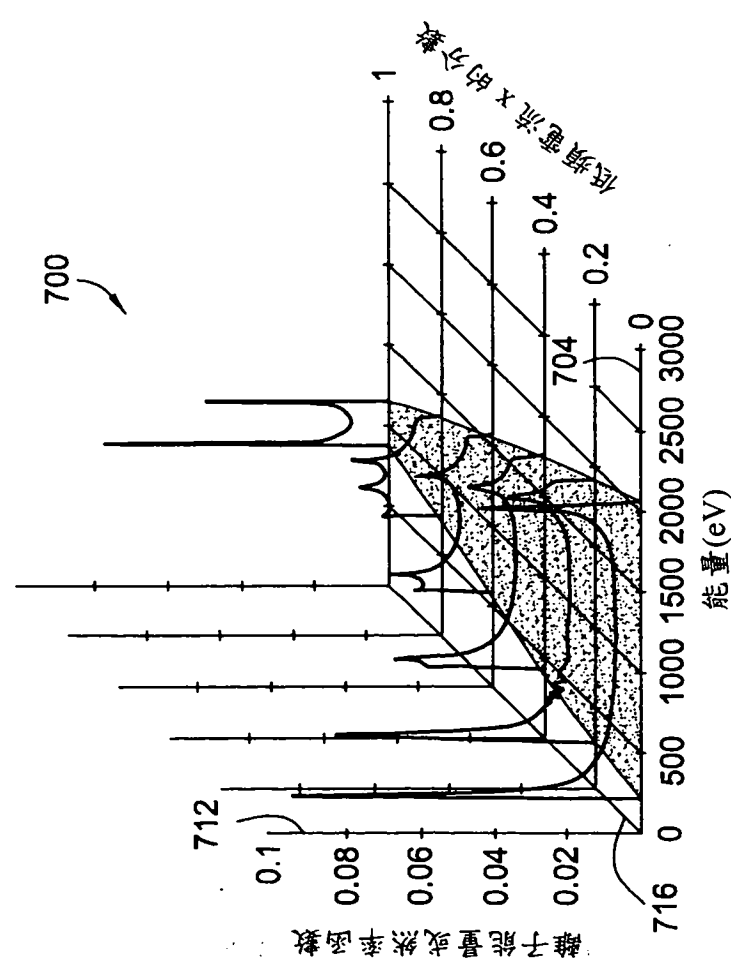
第 4A 圖



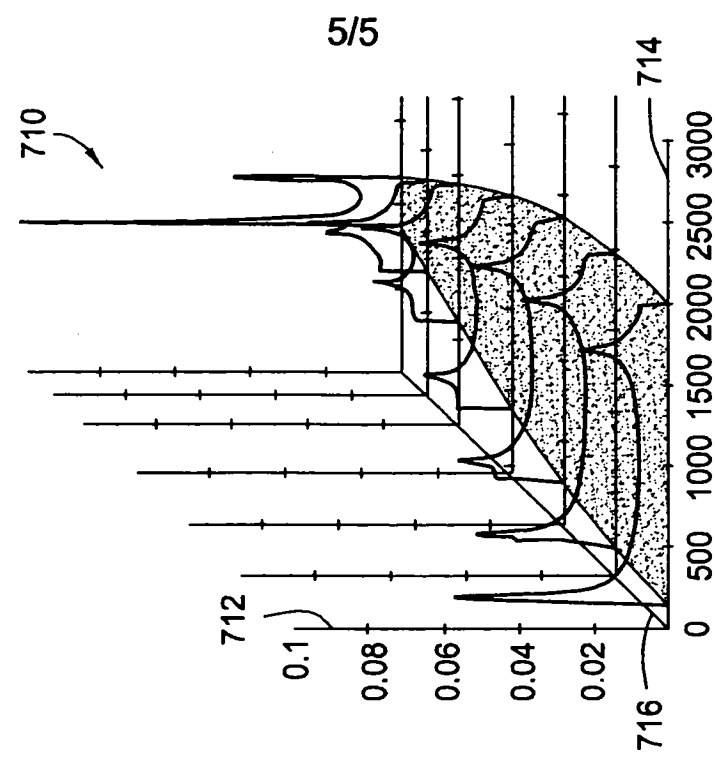
第 5 圖



第 6 圖



第7A圖



第7B圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 3 圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

300	電壓波形
302	波峰
304	波峰
306	波峰
310	振幅
320	頻率

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

十、申請專利範圍：

1. 一種用以控制在一電漿加強半導體基材處理室中之一電漿的方法，該方法至少包含步驟：

供給第一頻率之一第一 RF 信號給該處理室內之一第一電極，該第一頻率被選擇以使得該電漿的外層 (sheath) 振盪於該第一頻率；

由電源供給第二頻率之一第二 RF 信號給該第一電極，該第二頻率被選擇以使得該電漿的外層振盪於該第二頻率，其中該第二頻率與該第一頻率的差別在一等於一第三頻率之差值，該第三頻率係被選擇使得該電漿的外層振盪於該第三頻率，其中上述第三頻率的範圍由約 100KHz 至約 2MHz。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述第三頻率的倒數係少於當一離子被加速時由該電漿的主體 (bulk) 橫過該電漿的外層 (sheath) 所需的時間。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述第一與第二頻率係被選擇以產生一響應 (response)，係遠快於當一離子被加速時由該電漿的主體 (bulk) 橫過該電漿的外層 (sheath) 所需之橫過時間 (transit time)。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中上述第三頻率

係被選擇，以控制電漿的離子能量分佈函數。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述第一與第二 RF 信號係經由一共同匹配電路耦合至該處理室，該匹配電路具有單一輸出至該處理室中之電極。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述第一與第二 RF 信號具有約 13.56MHz 的平均頻率。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中上述第三頻率的範圍由約 100KHz 至約 1MHz。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述第一與第二 RF 信號具有約 60MHz 之平均頻率。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中上述第三頻率的範圍由約 1MHz 至約 2MHz。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述第一頻率係約 13.56MHz 及第二頻率係約 13.86MHz。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含步驟：

將一第三 RF 信號耦合至一氣體，以形成電漿。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述之第一電極係安置於一基材支撐托架內。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述之第一與第二頻率為一單一 RF 電源所供給，該單一 RF 電源能提供兩分開之頻率。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中上述之第一與第二頻率係以足以形成電漿的頻率與功率位準被供給。

15. 一種用以控制一電漿加強半導體基材處理室內之一電漿的方法，該方法至少包含步驟：

分別供給於第一與第二頻率之一第一與一第二 RF 信號至在該處理室內之一第一電極，該第一與該第二頻率係被選擇以產生一響應 (response)，係遠快於當一離子被加速時由該電漿的主體 (bulk) 橫過該電漿的外層 (sheath) 所需的穿越時間 (transit time)；及

控制該第一與該第二頻率間之頻率差值等於一第三頻率，該第三頻率係被選擇以控制在電漿內之一離子能量分佈，其中上述第三頻率的範圍由約 100KHz 至約 2MHz。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中上述第三頻

率的倒數係小於當一離子被加速時由該電漿的主體 (bulk) 橫過該電漿的外層 (sheath) 所需的時間。

17.如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中上述第一與第二頻率在該電漿內產生單能離子能量分佈。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中上述增加頻率差值的步驟擴大在該電漿內之離子能量分佈。

19.如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中上述第一與第二頻率係以足以形成該電漿的頻率與功率位準被供給。