



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I428061 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：098124752

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H05H1/24 (2006.01)**

(30)優先權：2008/07/30 美國

12/182,342

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：托多羅法倫帝 N TODOROW, VALENTIN N. (US)；巴那沙莫 BANNA, SAMER

(IL)；拉馬斯瓦米卡帝克 RAMASWAMY, KARTIK (US)；威沃斯麥克 D

WILLWERTH, MICHAEL D. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200808135A

US 5556501

US 6280563B1

審查人員：羅佳凌

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 0 頁

(54)名稱

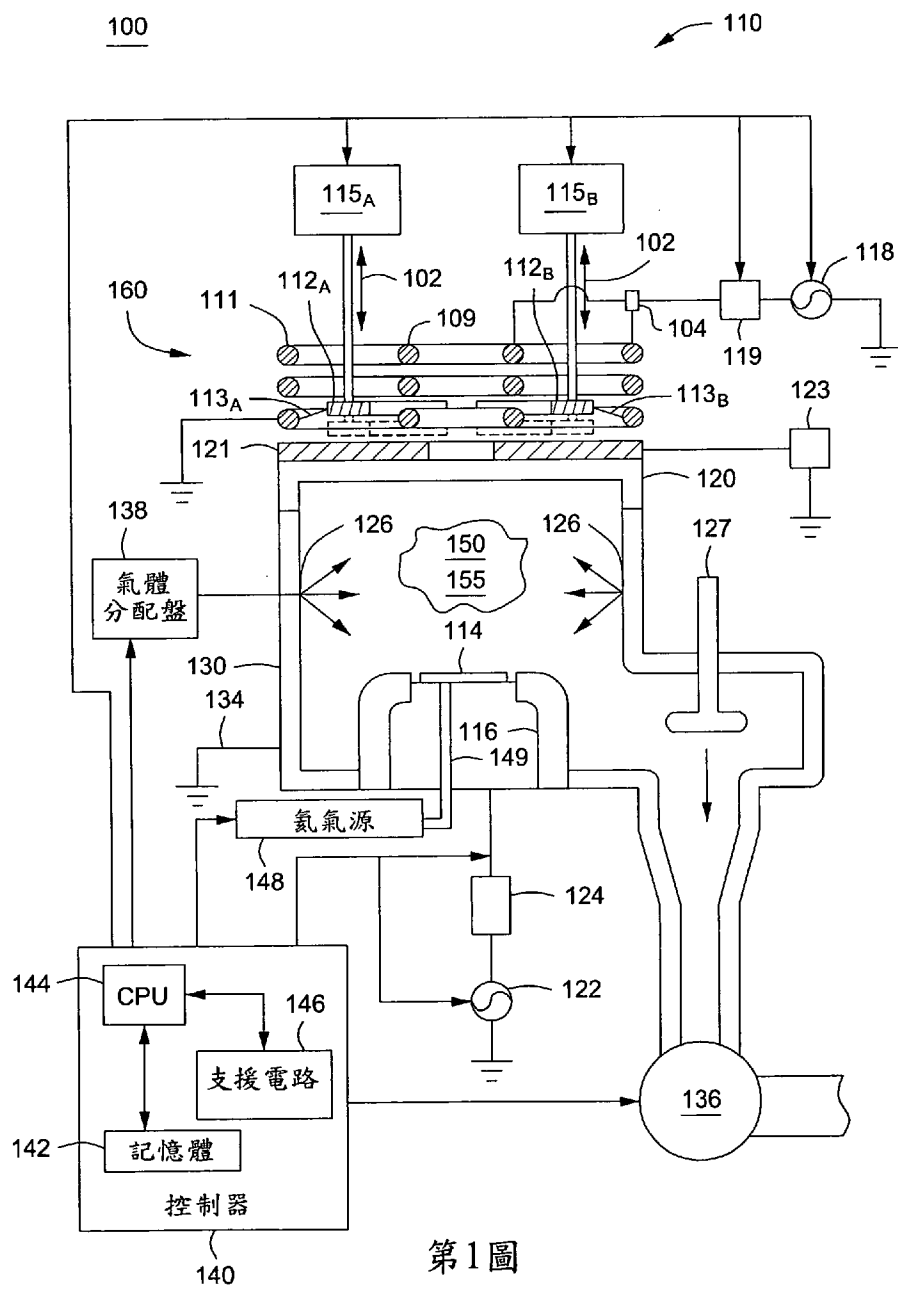
場加強感應耦合電漿 (F E - I C P) 反應器

FIELD ENHANCED INDUCTIVELY COUPLED PLASMA (FE-ICP) REACTOR

(57)摘要

本發明係提出場加強感應耦合電漿反應器和其使用方法的實施例。在一些實施例中，場加強感應耦合電漿處理系統包括處理腔室，該處理腔室具有介電質蓋和設置於介電質蓋上方的電漿源組件。電漿源組件包括：一或多個線圈，配置以感應耦合射頻(RF)能量至處理腔室內，以在其中形成及維持電漿；一或多個電極，配置以電容耦合 RF 能量至處理腔室內，以在其中形成電漿，其中一或多個電極係電氣耦接至一或多個線圈之一者；以及一 RF 產生器，耦接至一或多個感應線圈和一或多個電極。在一些實施例中，加熱器元件係設置在介電質蓋與電漿源組件之間。

Embodiments of field enhanced inductively coupled plasma reactors and methods of use of same are provided herein. In some embodiments, a field enhanced inductively coupled plasma processing system may include a process chamber having a dielectric lid and a plasma source assembly disposed above the dielectric lid. The plasma source assembly includes one or more coils configured to inductively couple RF energy into the process chamber to form and maintain a plasma therein, one or more electrodes configured to capacitively couple RF energy into the process chamber to form the plasma therein, wherein the one or more electrodes are electrically coupled to one of the one or more coils, and an RF generator coupled to the one or more inductive coils and the one or more electrodes. In some embodiments, a heater element may be disposed between the dielectric lid and the plasma source assembly.



- 100 . . . 反應器
- 102 . . . 箭頭
- 104 . . . 功率分配器
- 109、111 . . . 線圈
- 110 . . . 腔室
- 112A-B . . . 電極
- 113A-B . . . 連接器
- 114 . . . 基板/晶圓
- 115A-B . . . 定位構件
- 116 . . . 基座/陰極
- 118、122 . . . 源
- 119、124 . . . 網絡
- 120 . . . 蓋
- 121 . . . 加熱器元件
- 123 . . . 電源供應器/功率源
- 126 . . . 入口
- 127 . . . 閥
- 130 . . . 主體/壁
- 134 . . . 電氣接地
- 136 . . . 幫浦
- 138 . . . 氣體分配盤
- 140 . . . 控制器
- 142 . . . 記憶體
- 144 . . . CPU
- 146 . . . 支援電路
- 148 . . . 氣源
- 149 . . . 導管
- 150 . . . 混合物
- 155 . . . 電漿
- 160 . . . 電漿源組件

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98124752

※ 申請日期：2009 年 7 月 22 日

※IPC 分類：

H05H 1/24 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

場加強感應耦合電漿(FE-ICP)反應器

FIELD ENHANCED INDUCTIVELY COUPLED PLASMA (FE-ICP)
REACTOR

二、中文發明摘要：

本發明係提出場加強感應耦合電漿反應器和其使用方法的實施例。在一些實施例中，場加強感應耦合電漿處理系統包括處理腔室，該處理腔室具有介電質蓋和設置於介電質蓋上方的電漿源組件。電漿源組件包括：一或多個線圈，配置以感應耦合射頻(RF)能量至處理腔室內，以在其中形成及維持電漿；一或多個電極，配置以電容耦合 RF 能量至處理腔室內，以在其中形成電漿，其中一或多個電極係電氣耦接至一或多個線圈之一者；以及一 RF 產生器，耦接至一或多個感應線圈和一或多個電極。在一些實施例中，加熱器元件係設置在介電質蓋與電漿源組件之間。

三、英文發明摘要：

Embodiments of field enhanced inductively coupled plasma reactors and methods of use of same are provided herein. In some embodiments, a field enhanced inductively coupled plasma processing system may include a process chamber having a dielectric lid and a plasma source assembly

disposed above the dielectric lid. The plasma source assembly includes one or more coils configured to inductively couple RF energy into the process chamber to form and maintain a plasma therein, one or more electrodes configured to capacitively couple RF energy into the process chamber to form the plasma therein, wherein the one or more electrodes are electrically coupled to one of the one or more coils, and an RF generator coupled to the one or more inductive coils and the one or more electrodes. In some embodiments, a heater element may be disposed between the dielectric lid and the plasma source assembly.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	反應器	102	箭頭
104	功率分配器	109、111	線圈
110	腔室	112 _{A-B}	電極
113 _{A-B}	連接器	114	基板/晶圓
115 _{A-B}	定位構件	116	基座/陰極
118、122	源	119、124	網絡
120	蓋	121	加熱器元件
123	電源供應器/功率源	126	入口
127	閥	130	主體/壁
134	電氣接地	136	幫浦
138	氣體分配盤	140	控制器
142	記憶體	144	CPU
146	支援電路	148	氣源
149	導管	150	混合物
155	電漿	160	電漿源組件

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例大體上是關於半導體處理設備，且特別是關於感應耦合電漿處理系統。

【先前技術】

感應耦合電漿(ICP)處理反應器一般是利用設在處理腔室外的一或多個感應線圈來感應處理腔室內的製程氣體電流而產生電漿。感應線圈可設於腔室外部並例如藉由介電質蓋而與腔室電氣分隔。對一些電漿製程來說，加熱器元件設在介電質蓋上方，以助於維持製程期間或之間的腔室中之恆定溫度。

加熱器可為斷開式(open break)加熱器(如非閉合電迴路)或不斷式(no break)加熱器(如閉合電迴路)。在加熱器元件為斷開式加熱器元件的實施例中，加熱器元件會引起電漿不均勻性，以致例如造成不均勻的處理基板蝕刻速度或不對稱的蝕刻圖案。以不斷式加熱器元件取代斷開式加熱器元件可消除電漿不均勻性。但在加熱器元件為不斷式加熱器元件的實施例中，傳遞至感應線圈的射頻(RF)能量也會感應耦合至不斷式加熱器元件，因而不當減少處理腔室內用於產生電漿的能量(例如，不斷式加熱器元件縮小電漿點燃操作範圍【plasma strike window】)。

因此，需要改良的感應耦合電漿反應器。

【發明內容】

在此提出場加強感應耦合電漿反應器和其使用方法的實施例。在一些實施例中，場加強感應耦合電漿處理系統包括處理腔室，該處理腔室具有介電質蓋和設於介電質蓋上方的電漿源組件。電漿源組件包括：一或多個線圈，配置以感應耦合射頻(RF)能量至處理腔室內，以在其中形成及維持電漿；一或多個電極，配置以電容耦合 RF 能量至處理腔室內，以在其中形成電漿，其中一或多個電極係電氣耦接至一或多個線圈之一者；以及一 RF 產生器，耦接至一或多個感應線圈和一或多個電極。在一些實施例中，加熱器元件係設置在介電質蓋與電漿源組件之間。

在一些實施例中，形成電漿的方法包括：提供製程氣體至處理腔室的內容積，該處理腔室具有介電質蓋、以及設於蓋上方的一或多個線圈和一或多個電極，其中一或多個電極係電氣耦接至一或多個線圈之一者。來自 RF 功率源的 RF 功率提供至一或多個線圈和一或多個電極。利用 RF 功率源提供的 RF 功率而可由製程氣體產生電漿，RF 功率源分別透過一或多個線圈和一或多個電極而感應及電容耦合至製程氣體。

【實施方式】

在此提出場加強感應耦合電漿反應器和其使用方法的實施例。本發明之感應耦合電漿反應器有利於提供較高的射頻(RF)能量來點燃電漿(如提高或加強電漿點燃操作範圍)。此外，本發明之感應耦合電漿反應器有利於提供極佳的電漿點燃能力，又不會實質改變電漿之均勻性、密度或其他預定電漿特性。

第 1 圖繪示根據本發明一些實施例之場加強感應耦合電漿反應器(反應器 100)的側視圖。反應器 100 可單獨使用或做為整合式半導體基板處理系統或叢集工具(cluster tool)的處理模組，例如 CENTURA[®]整合式半導體晶圓處理系統，其可取購美國加州聖克拉拉市的應用材料公司(Applied Materials, Inc.)。適合受益於根據本發明實施例修改的電漿反應器例子包括感應耦合電漿蝕刻反應器，例如半導體設備的 DPS[®]線(如 DPS[®]、DPS[®] II、DPS[®] AE、DPS[®] G3 多晶矽蝕刻機、DPS[®] G5 等)也可購自應用材料公司。上列半導體設備僅為舉例說明而已，其他蝕刻反應器和非蝕刻設備(如 CVD 反應器或其他半導體處理設備)亦適合根據本發明教示而修改。

反應器 100 一般包括具導電主體(壁)130 與介電質蓋 120(其一同定義處理容積)的處理腔室 110、設於處理容積內的基板支撐基座 116、電漿源組件 160 和控制器 140。壁 130 通常耦接至電氣接地 134。在一些實施例中，支撐基座(陰極)116經由第一匹配網絡 124耦接至偏壓功率源 122。偏壓源 122 例如為高達 1000 瓦(W)、頻率約

13.56 兆赫(MHz)的來源，其可產生連續或脈衝功率，然也可視特殊應用需求而採取其他頻率和功率。在其他實施例中，源 122 可為直流(DC)或脈衝式 DC 源。

在一些實施例中，介電質蓋 120 呈實質平坦。腔室 110 的其他變化例具有其他類型的蓋，例如圓頂狀或其他形狀的蓋。電漿源組件 160 一般設在蓋 120 上方，用以感應耦合 RF 功率至處理腔室 110 內。電漿源組件 160 包括一或多個感應線圈、一或多個電極和電漿功率源。一或多個感應線圈可設在介電質蓋 120 上方。如第 1 圖所示，二線圈(內部線圈 109 和外部線圈 111)置於蓋 120 上方。若設置多個線圈，則可按同心圓排列線圈，例如將內部線圈 109 置於外部線圈 111 內。各線圈的相對位置、直徑比及/或各線圈中的匝數可依需求調整，以例如控制所形成之電漿的分佈或密度。一或多個感應線圈(如第 1 圖所示之線圈 109、111)經由第二匹配網絡 119 耦接至電漿功率源 118。電漿源 118 例如可以 50 千赫(kHz)至 13.56MHz 之變頻產生高達 4000W 之功率，然也可視特殊應用需求而採取其他頻率和功率。

在一些實施例中，功率分配器(power divider)(如分頻電容器;dividing capacitor)設在一或多個感應線圈之間，用以控制電漿功率源 118 供給各線圈的相對 RF 功率量。例如，如第 1 圖所示，功率分配器 104 置於一線路上，該線路係將內部線圈 109 和外部線圈 111 耦接至電漿功率源 118，以控制供給各線圈的 RF 功率量(進而協

助控制對應於內部與外部線圈之區域中的電漿特性)。

一或多個電極係電氣耦接至一或多個感應線圈之一者(如第 1 圖之內部線圈 109 或外部線圈 111)。在一示例之非限定實施例中，如第 1 圖所示，電漿源組件 160 的一或多個電極為二電極 112_A、112_B，其設在內部線圈 109 與外部線圈 111 之間且鄰接介電質蓋 120。每一電極 112_A、112_B 電氣耦接至內部線圈 109 或外部線圈 111。如第 1 圖所示，各電極 112_A、112_B 分別經由電連接器 113_A、113_B 耦接至外部線圈 111。RF 功率可經由電漿功率源 118 和與之相連的感應線圈(如第 1 圖中的內部線圈 109 或外部線圈 111)而提供至一或多個電極。

在一些實施例中，一或多個電極係可移動地耦接至一或多個感應線圈之一者，以助於一或多個電極相對於介電質蓋 120 的相對定位，及/或一或多個電極相對於彼此的相對定位。例如，一或多個定位構件可耦接至至少一電極的一或多者來控制其位置。定位構件可為任何能依需求而協助定位一或多個電極的手動或自動裝置，例如包括導螺桿、線性軸承、步進馬達、楔等裝置。耦接一或多個電極至特定感應線圈的電連接器可為彈性的，以協助此種相對移動。例如，在一些實施例中，電連接器包括一或多個彈性構件，例如包線(braided wire)或其他導體。

在一些實施例中，如第 1 圖所示，定位構件 115_A、115_B 可耦接至各電極(如電極 112_A、112_B)，以獨立控制其位

置和定向(以垂直雙箭頭 102 和電極 112_A、112_B 的虛線延伸部分表示)。在一些實施例中，定位構件可獨立控制一或多個電極之各電極的垂直位置。例如，如第 4A 圖所示，電極 112_A 的位置受控於定位構件 115_A，而與電極 112_B 的位置無關，其受控於定位構件 115_B。此外，定位構件 115_A、115_B 更控制電極的角度或傾斜(或一或多個電極定義的電極平面)。例如，如第 4B 圖所示，電極 112_A、112_B 定義之平面 404 相對於參考平面 402(如平行腔室蓋 120)的角度係受控於一或二個定位構件 115_A、115_B。或者，不同的構件(未繪示)可設置來控制電極傾斜。針對一電極相對於其他電極的垂直位置之獨立控制，及/或針對電極平面的傾斜或角度的控制可促進電極提供之相對的電容耦合量(例如，設置靠近處理腔室之處理容積的電極引起較多電容耦合，設置遠離處理腔室之處理容積的電極引起較少電容耦合)。

例如，在一些實施例中，如第 1 圖所示，電極設置鄰近線圈基底並位於實質平行於介電質蓋 120 的平面，因而增強電極所提供的電容耦合。也可採用其他電極配置，例如電極相對於介電質蓋 120 和相對於電極彼此而置於不同垂直距離及/或不同角度。控制電漿源組件 160 之一或多個電極所提供的 RF 功率之電容耦合量有助於控制腔室內的電漿特性。例如，增強電漿源組件 160 之一或多個電極所提供的電容耦合可加大電漿點燃操作範圍(增強在更寬的處理條件下點燃電漿的能力)，同時維

持感應耦合電漿的預期特性。選擇性控制一或多個電極的位置容許產生剛好的電容耦合來點燃電漿，而不會耦合太多的 RF 能量至形成電漿內，以致不當改變其特性(如密度、解離比例、離子/中子比率等)。再者，控制一或多個電極的相對位置或傾斜更有助於補償可能造成不均勻電漿的製程影響(如不對稱氣體輸送及/或抽吸所引起的不均勻氣體速度)。例如，藉由增強低電漿密度區域相對高電漿密度區域的電容耦合，則腔室內的整體電漿分佈將更均勻，故有助於更均勻的處理。

電漿源組件 160 的一或多個電極可對稱排列在介電質蓋 120 頂部，以促進 RF 能量均勻耦合至電漿。在一些實施例中，一或多個電極並非配置以提供連續路徑來感應一或多個電極內的電流。故在採用單一電極的實施例中，電極包括介電斷路，如此電極不會形成導電圓環。然此單一斷路可能因非對稱配置而造成電漿不均勻性。在採用單一電極的實施例中，電極中的介電斷路係設置來補償腔室內的自然電漿分佈，以符合較高電漿密度或鄰近腔室之泵埠的區域。

在一些實施例中，至少二電極用來對稱分配任何由電極間之介電空間引起的電漿作用。例如，第 2A 圖繪示反應器 100 之一實施例的上視圖，反應器 100 具有實質等距相隔且置於內部線圈 109 與外部線圈 111 間的二拱形電極 112_A、112_B。把電極表面積作為因素而計入對電極所提供之電容耦合的控制。故電極可為平面或實質平

面。在一些實施例中，電極的弧長和寬度恰適合置於感應線圈間，並保持電極間的介電空間。寬度則相應地選擇而用於定義各電極的表面積，和電容耦合至處理腔室 110 內的 RF 能量大小。

雖然第 1 及 2A 圖顯示一對電極，但也可採用其他數量和形狀的電極，例如三、四或更多個。例如，如第 2B 圖所示，四個四分之一環狀電極 117_A、117_B、117_C、117_D 設置而沿著其周長實質圍繞內部線圈 109。四個四分之一環電極可實質為彼此等距間隔設置，並且可設置在內部線圈 109 與外部線圈 111 間。每一電極 117_{A-D} 透過各電連接器 125_{A-D} 耦接至外部線圈 111(或內部線圈 109)。電連接器 125_{A-D} 實質同於參照第 1 圖而描述如下之電連接器 113_{A-B}。

回溯第 1 圖，加熱器元件 121 設在介電質蓋 120 頂部，以協助加熱處理腔室 110 的內部。加熱器元件 121 置於介電質蓋 120 與感應線圈 109、111 和電極 112_{A-B} 之間。在一些實施例中，加熱器元件 121 包括電阻式加熱元件，且可耦接至電源供應器 123，例如交流(AC)電源供應器，配置以提供充足的能量來將加熱器元件 121 的溫度控制在約 50°C 至約 100°C 之間。在一些實施例中，加熱器元件 121 為斷開式加熱器。在一些實施例中，加熱器元件 121 包含不斷式加熱器，例如環狀元件，以助於在處理腔室 110 內形成均勻電漿。

例如，第 3 圖繪示根據本發明一些實施例之加熱器元

件 121 的平面視圖。加熱器元件 121 包括環狀部分 300，環狀部分 300 具有往內延伸的鰭狀物 302。在一些實施例中，如第 1 及 3 圖所示，環狀部分 300 沿著介電質蓋 120 的周圍設置(例如，環狀部分 300 的外徑實質等於介電質蓋 120 的外徑)。在一些實施例中，環狀部分 300 的外徑大於或小於介電質蓋 120 的外徑。亦可採用其他適合的環狀部分 300 構造，以允許實質均勻加熱介電質蓋 120。鰭狀物 302 可具任何適當寬度、長度、數量及/或位於環狀部分 300 附近的任何位置，以提供處理腔室 110 預定的熱量和分佈。如第 3 圖所示，鰭狀物 302 對稱排列在加熱器元件 121 之環狀部分 300 的四周，並由環狀部分 300 放射狀向內延伸。

回溯第 1 圖，操作期間，基板 114(如半導體晶圓或其他適合電漿處理的基板)放在基座 116 上，製程氣體從氣體分配盤(gas panel)138 經由入口 126 供應，而於處理腔室 110 內形成氣態混合物 150。藉由施加電漿源 118 之功率至感應線圈 109、111 和一或多個電極(如電極 112_A、112_B)，則可在處理腔室 110 中，將氣態混合物 150 點燃成電漿 155，此將參照第 5 圖詳述於後。在一些實施例中，偏壓源 122 之功率也可施加至基座 116。腔室 110 的內部壓力可利用節流閥 127 和真空幫浦 136 控制。腔室壁 130 的溫度可利用穿過壁 130 的含液體導管(未繪示)控制。

藉由穩定支撐基座 116 的溫度可控制晶圓 114 的溫

度。在一實施例中，氬氣從氣源 148 經由氣體導管 149 供給位於晶圓 114 背側與設於基座表面內之溝槽(未繪示)間的通道。氬氣用來促進基座 116 與晶圓 114 間的熱傳。處理時，基座 116 由基座內的電阻式加熱器(未繪示)加熱達穩態溫度，氬氣有助於均勻加熱晶圓 114。透過此種熱控制，晶圓 114 可例如維持在約 0-500°C 之間。

控制器 140 包含中央處理單元(CPU)144、用於 CPU 144 的記憶體 142 和支援電路 146，以協助控制反應器 110 的部件和所述之形成電漿的方法。控制器 140 可為任一型式的通用電腦處理器，其用於工業設定來控制不同的腔室和子處理器。CPU 144 的記憶體（或電腦可讀取媒體）142 可為一或多種容易取得的記憶體，例如隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、軟碟、硬碟、或其他近端或遠端的數位儲存器。支援電路 146 耦接至 CPU 144，以藉由傳統方式支援處理器。這些電路包括高速緩衝儲存器(cache)、電源供應器、時鐘電路、輸入/輸出電路、次系統等。本發明之方法儲存於記憶體 142 當作軟體常式(routine)，其經執行或請求而依上述方式控制反應器 100 的運作。軟體常式亦可儲存及/或由第二 CPU(未繪示)執行，其設置遠離 CPU 144 控制的硬體。

第 5 圖繪示根據本發明一些實施例，在類似上述反應器 100 的場加強感應耦合反應器中形成電漿的方法 500。方法一般始於步驟 502，其中製程氣體提供到處理腔室 110。製程氣體從氣體分配盤 138 經由入口 126 供

應，而於處理腔室 110 內形成氣態混合物 150。在提供製程氣體之前或之後，如上述般加熱諸如壁 130、介電質蓋 120 和支撐基座 116 之腔室部件達預定溫度。施加功率源 123 之功率至加熱器元件 121，藉以加熱介電質蓋 120。控制供應功率，以維持處理腔室 110 於處理時呈預定溫度。

接著，在步驟 504 中，提供 RF 功率源 118 之 RF 功率至一或多個感應線圈和一或多個電極，進而分別感應及電容耦合至製程氣體混合物 150。RF 功率例如以高達 4000W 和 50kHz 至 13.56MHz 之變頻提供，然也可採用其他功率和頻率來產生電漿。當一或多個電極電氣耦接至一或多個感應線圈之一時，RF 功率同時供給一或多個感應線圈和一或多個電極。

在一些實施例中，如步驟 506 所示，利用一或多個感應線圈，將第一 RF 功率量感應耦合至製程氣體。設有不斷式加熱元件(如加熱器元件 121 為不斷式加熱元件的實施例)會因部分第一 RF 功率量感應耦合至加熱器元件 121 而不期望地減少第一 RF 功率量，以致難以點燃電漿。然如步驟 508 所示，利用電極 112_{A-B}，將第二 RF 功率量電容耦合至製程氣體。由於第二 RF 功率量電容耦合至製程氣體，且不會因感應耦合至加熱器元件 121 而減少，故第二 RF 功率量可增強在更寬的條件範圍內點燃電漿的能力。

電容耦合至製程氣體的第二 RF 功率量例如可藉由加

長(以減少電容耦合)或縮短(以增加電容耦合)各電極(如電極 112_A、112_B)與介電質蓋 120 間的距離而控制。如上所述，一或多個電極的位置經獨立控制，使得電極和介電質蓋為等距或不等距相隔。也可控制各電極與加熱器元件 121 間的距離，以免二者間產生電弧。

電容耦合至製程氣體的第二 RF 功率量例如可藉由控制電極平面(如電極 112_A、112_B底部)與介電質蓋 120 間的傾斜或角度而控制。一或多個電極(如電極 112_A、112_B)的平面定向可經控制，以協助調整處理腔室 110 之特定區域中電容耦合至製程氣體混合物 150 的第二 RF 功率量(例如，當電極平面傾斜時，一或多個電極的某一部分將比其他部分更靠近介電質蓋 120)。

在步驟 510 中，利用感應線圈 109、111 和電極 112_{A-B} 各別提供的第一和第二 RF 功率量，藉以由製程氣體混合物 150 產生電漿 155。一旦點燃電漿並獲得電漿穩定性，方法 500 通常將結束，電漿處理則依需求持續進行。例如，至少部分製程可採用每一標準製程配方的 RF 功率設定和其他處理參數而繼續進行。或者或此外，一或多個電極可進一步移動遠離介電質蓋 120，以減少處理期間 RF 功率電容耦合至處理腔室 110。或者或此外，一或多個電極可移動更靠近介電質蓋 120 或傾斜呈一角度，以增加 RF 功率電容耦合至處理腔室 110、或控制電容耦合至處理腔室 110 區域的相對 RF 功率量。

在此已提出場加強感應耦合電漿反應器和其使用方

法。本發明之場加強感應耦合電漿反應器有利於增加腔室內用來點燃電漿的 RF 功率，又不會改變其他電漿特性，例如電漿均勻性或離子密度。本發明之場加強整合式電漿反應器更有利於控制及/或調整處理時的電漿特性，例如均勻性及/或密度。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

為讓本發明之上述特徵更明顯易懂，可配合參考實施例說明，其部分乃繪示如附圖式。須注意的是，雖然所附圖式揭露本發明特定實施例，但其並非用以限定本發明之精神與範圍，任何熟習此技藝者，當可作各種之更動與潤飾而得等效實施例。

第 1 圖繪示根據本發明一些實施例之場加強感應耦合電漿反應器的側視圖。

第 2A-B 圖繪示根據本發明一些實施例，場加強感應耦合電漿反應器之線圈和電極的上視圖。

第 3 圖繪示根據本發明一些實施例，場加強感應耦合電漿反應器之加熱器元件的上視圖。

第 4A-B 圖分別繪示根據本發明一些實施例，第 1 圖場

加強感應耦合電漿反應器之電漿源組件的不同配置之示意圖。

第 5 圖繪示根據本發明一些實施例，形成電漿之方法的流程圖。

為助於了解，各圖中共通的元件以相同的元件符號表示。應理解某一實施例所揭露的元件和特徵結構當可用於其他實施例，而不需特別提及。

【主要元件符號說明】

100	反應器	102	箭頭
104	功率分配器	109、111	線圈
110	腔室	112 _{A-B} 、117 _{A-D}	電極
113 _{A-B} 、125 _{A-D}	連接器	114	基板/晶圓
115 _{A-B}	定位構件	116	基座/陰極
118、122	源	119、124	網絡
120	蓋	121	加熱器元件
123	電源供應器/功率源	126	入口
127	閥	130	主體/壁
134	電氣接地	136	幫浦
138	氣體分配盤	140	控制器
142	記憶體	144	CPU
146	支援電路	148	氣源
149	導管	150	混合物

155	電漿	160	電漿源組件
300	環狀部分	302	鰭狀物
402、404	平面	500	方法
502、504、506、508、510	步驟		

102年10月15日修正
劃線頁(本)

P19-23

七、申請專利範圍：

1. 一種場加強感應耦合電漿處理系統，包含：

一處理腔室，具有一介電質蓋；以及

一電漿源組件，設於該介電質蓋上方，該電漿源組件包含：

一或多個線圈，配置以感應耦合一射頻(RF)能量至該處理腔室內，以在其中形成及維持一電漿；

一或多個電極，配置以電容耦合一 RF 能量至該處理腔室內，以在其中形成該電漿，其中該一或多個電極係透過一電連接器電氣耦接至該一或多個線圈；以及

一 RF 產生器，耦接至該一或多個感應線圈和該一或多個電極。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該一或多個線圈更包含：

一外部線圈；以及

一內部線圈。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之系統，其中該一或多個電極更包含：

二個電極，係等距相隔且設置於該內部線圈與該外部線圈之間，其中每一電極係電氣耦接至該外部線圈。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之系統，其中該一或多個電極更包含：

四個四分之一(quarter)環狀電極，係等距相隔且設置於該內部線圈與該外部線圈之間，其中每一電極係電氣耦接至該外部線圈。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，更包含：

一或多個位置控制構件，耦接至該一或多個電極，用以獨立控制定義於該介電質蓋與該一或多個電極間的一垂直距離。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該一或多個電極所定義的一電極平面相對於該介電質蓋之一角度是可調整的。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，更包含：

一加熱器元件，設置在該介電質蓋與該電漿源組件之該一或多個電極間。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之系統，更包含：

一交流(AC)電源供應器，耦接至該加熱器元件。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之系統，其中該加熱器元

件為一不斷式(no break)加熱器元件。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，更包含：

一支撐基座，設置在該處理腔室內，該處理腔室具有耦接至該支撐基座的一偏壓功率源。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該一或多個電極更包含：

二個電極，係等距相隔設置。

12. 一種形成一電漿的方法，包含：

提供一製程氣體至一處理腔室的一內容積，該處理腔室具有一介電質蓋，且具有一或多個線圈和一或多個電極設置於該介電質蓋上方，其中該一或多個電極係透過一電連接器電氣耦接至該一或多個線圈之一者；

藉由透過該一或多個線圈將來自一射頻(RF)功率源的一第一 RF 功率量感應耦合至該製程氣體，並透過該一或多個電極將來自該 RF 功率源的一第二 RF 功率量電容耦合至該製程氣體，以自該 RF 功率源提供 RF 功率至該一或多個線圈和該一或多個電極；以及

利用該 RF 功率源提供的該 RF 功率，而由該製程氣體形成一電漿，該 RF 功率源分別透過該一或多個線圈和該一或多個電極而感應及電容耦合至該製程氣體。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，更包含：

藉由調整該一或多個電極與該介電質蓋間的一垂直距離，以控制來自該 RF 功率源而電容耦合至該製程氣體之該第二 RF 功率量。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，該處理腔室更包含設置於該介電質蓋頂部的一不斷式加熱器元件。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，更包含：

由一交流(AC)電源供應器供應一功率至該加熱器元件，以控制該處理腔室的該溫度。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，更包含：

調整該一或多個電極的至少一者與該介電質蓋間的一垂直距離。

17. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，更包含：

調整該一或多個電極之各者與該介電質蓋間的一垂直距離。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中對各個電極來說，該一或多個電極之各者與該介電質蓋間的該垂直距離是不同的。

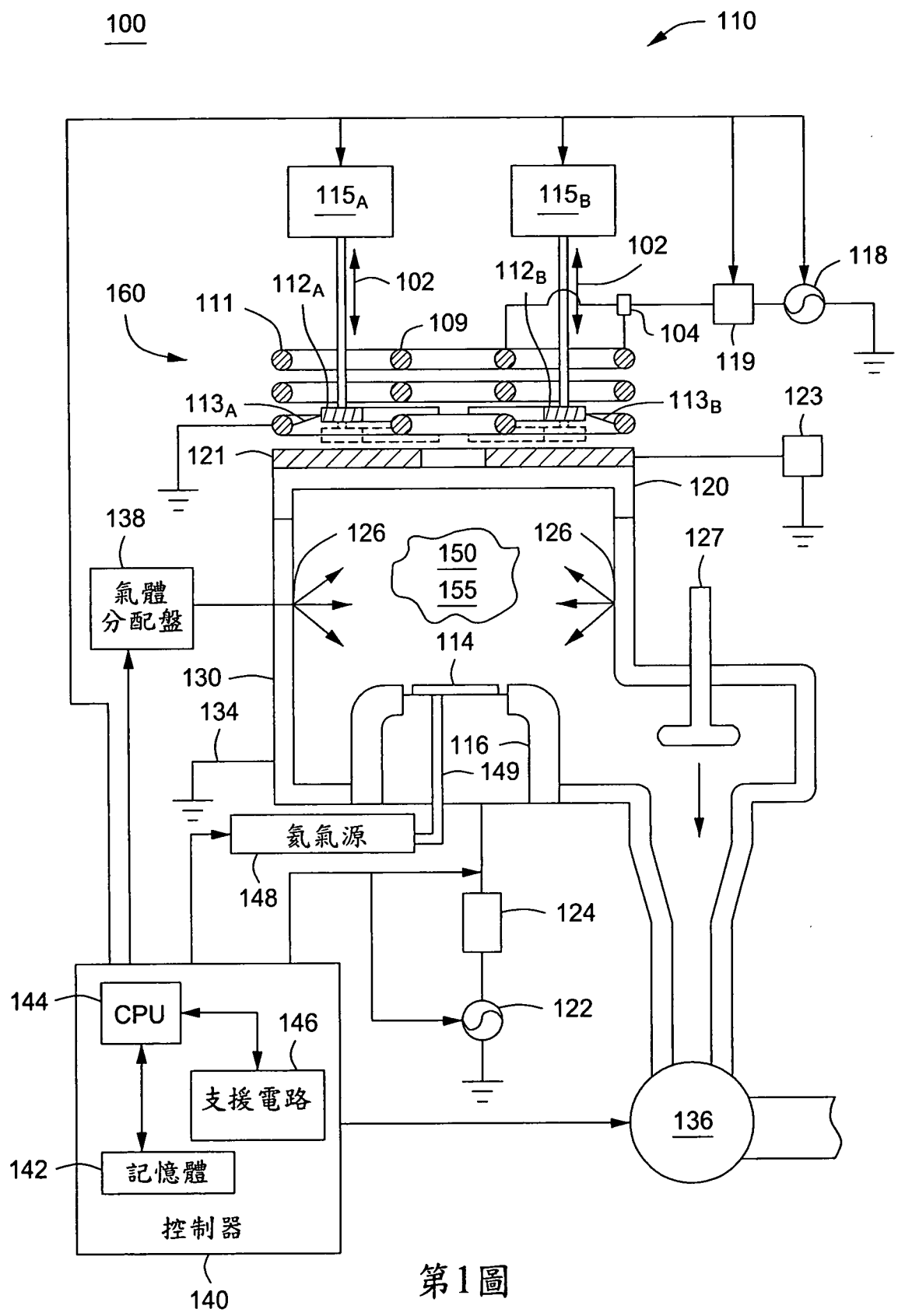
19. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，更包含：

調整由該一或多個電極所定義之一電極平面相對於該介電質蓋的一角度。

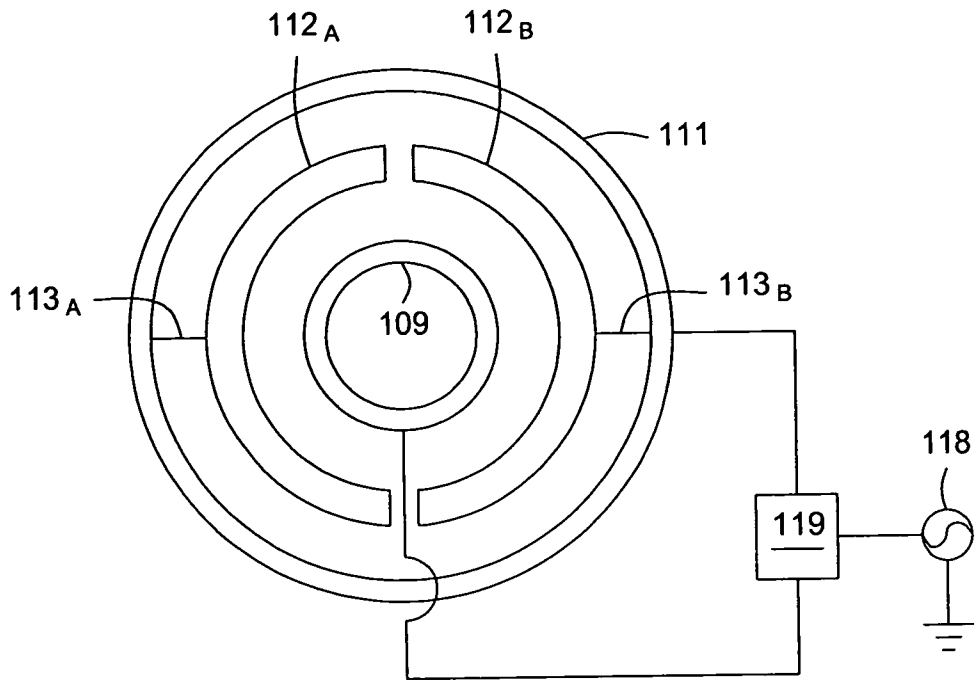
20. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，更包含：

調整該一或多個電極之各者與該介電質蓋間的一垂直距離、或調整該一或多個電極所定義之一電極平面相對於該介電質蓋的一角度，以控制電漿的均勻性或離子密度的至少其中之一者。

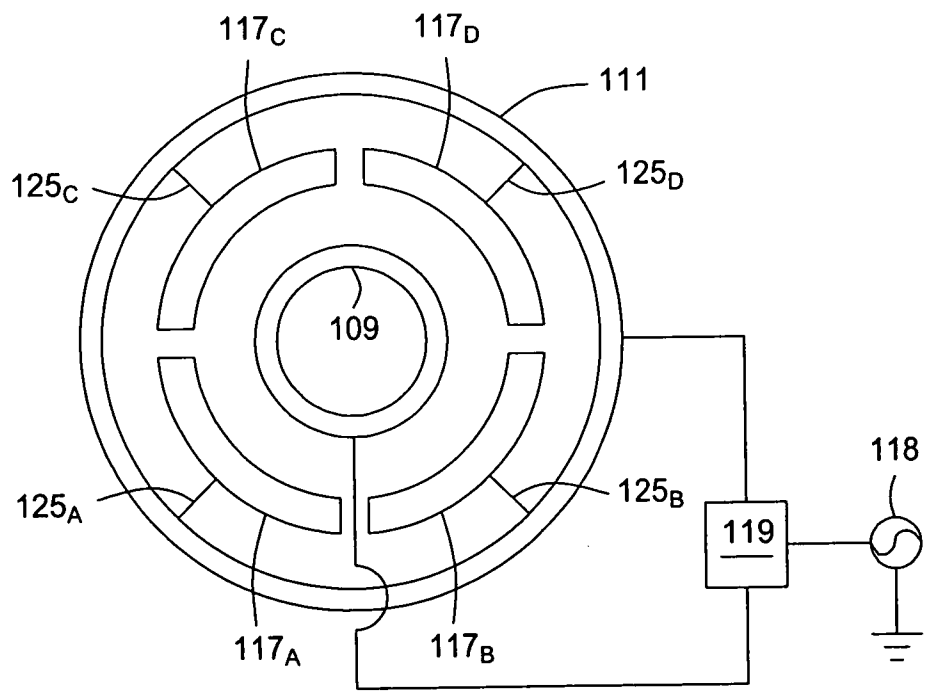
八、圖式：



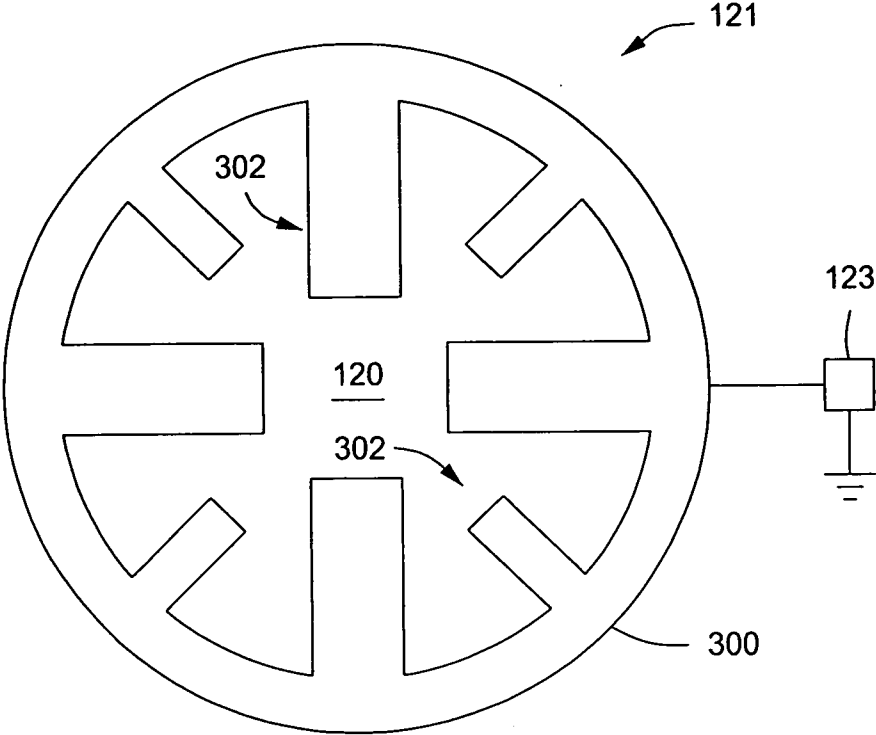
第1圖



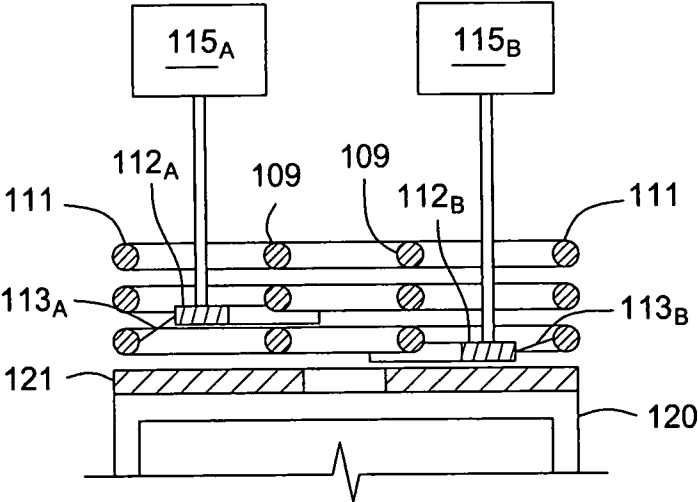
第2A圖



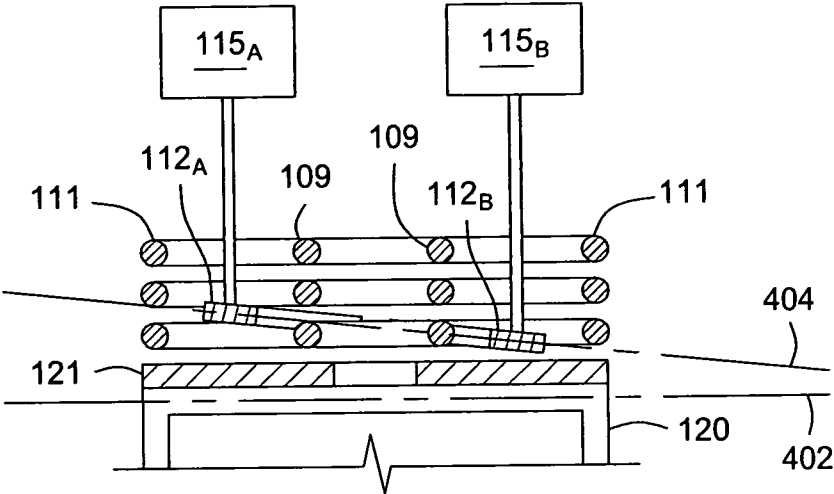
第2B圖



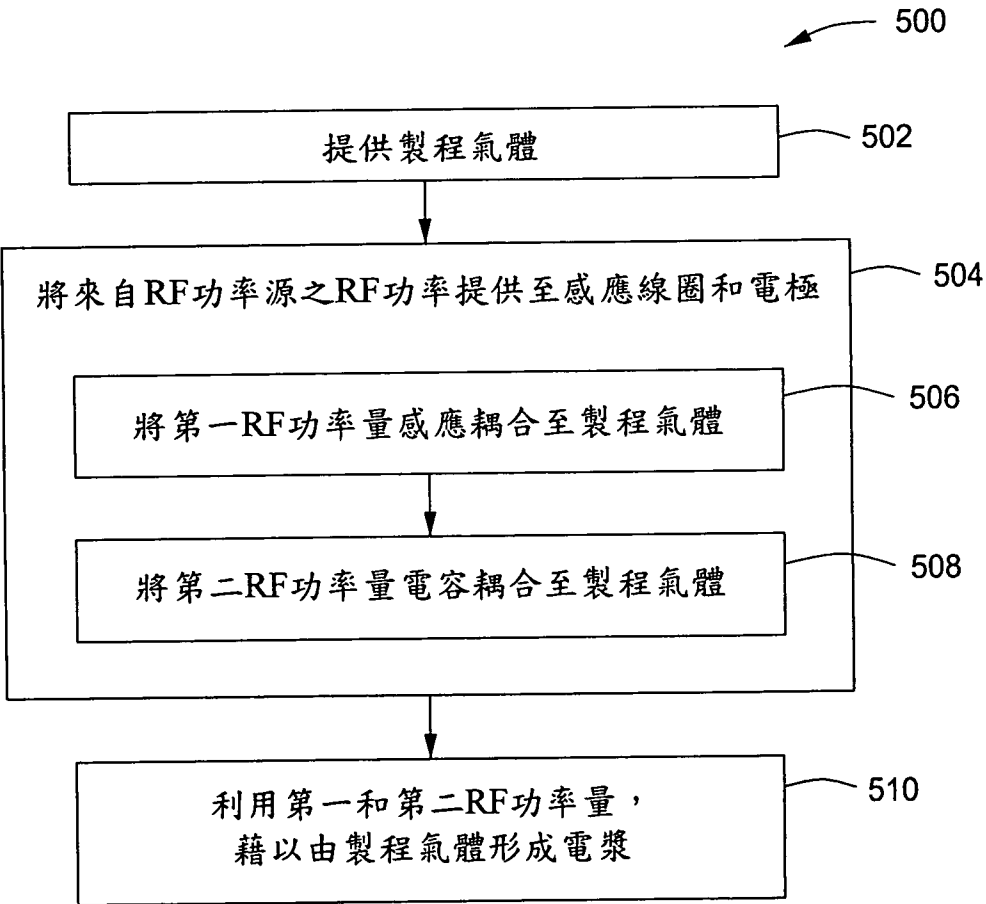
第3圖



第4A圖



第4B圖



第5圖