

的高電壓。根據該匹配箱的特性，該匹配箱的匹配電容器位置軌跡可能錯過該高壓點位置，或以變化的延遲情況抵達該高壓點位置。

【0004】 另一種點燃電漿或跨及電漿轉換調整的技術，為使用該射頻電力產生器的頻率掃描方式，以在該電漿腔室中達到高電壓，以協助電漿打擊。本發明者已經觀察到雖然此方法可以快速的點燃電漿（ <0.5 秒），但該產生器頻率的變化可能導致晶圓上處理結果的變化，以及導致射頻測量結果的變化。

【0005】 因此，本發明者相信此領域中需要一種用於快速且可重覆之電漿點燃及電漿室中之跨及電漿轉換調整之方法與設備。

【發明內容】

【0006】 本發明揭示之多數具體實施例包含用於在一處理腔室中進行電漿處理的方法與設備，該方法與設備使用一射頻電力供應器，該射頻電力供應器透過一匹配網路耦合至該處理腔室。在某些具體實施例中，一種在一處理腔室中進行電漿處理的設備可以包含一第一射頻電力供應器、一第一匹配網路與一控制器，該供應器具有頻率調整；該第一匹配網路耦合至該第一射頻電力供應器；該控制器用於控制該第一射頻電力供應器與該第一匹配網路，其中該控制器係經配置以：利用指示該射頻電力供應器提供射頻電力至該處理腔室、指示該射頻電力供應器改變傳送至該處理腔室之一射頻電力程度，或改變該處理腔室中一壓力之至少一種的方式，

啓動一電漿轉換，其中該射頻電力供應器係於一第一頻率操作，而該匹配網路係於保持模式；在一第一時間期間，指示該射頻電力供應器調整該第一頻率成爲一第二頻率，以點燃該電漿；在一第二時間期間，指示該射頻電力供應器調整該第二頻率成爲一已知第三頻率，同時維持該電漿；以及將該匹配網路之一操作模式改變成爲一自動調整模式，以減少由該射頻電力供應器所提供之射頻電力的反射電力。

【0007】 在某些具體實施例中，該方法包含利用提供射頻電力至該處理腔室、改變傳送至該處理腔室之射頻電力程度，或改變該處理腔室中一壓力之至少一種的方式，啓動一電漿轉換，其中該射頻電力供應器係於一第一頻率操作，而該匹配網路係於保持模式，該方法也包含利用該射頻電力供應器在一第一時間期間使用該射頻電力供應器將該第一頻率調整成爲一第二頻率以點燃該電漿，在一第二時間期間使用該射頻電力供應器將該第二頻率調整成爲一已知第三頻率，同時維持該電漿，以及將該匹配網路之一操作模式改變成爲一自動調整模式，以減少由該射頻電力供應器所提供之射頻電力的反射電力。

【0008】 在某些具體實施例中，一種在一處理腔室中進行電漿處理的系統可以包含一處理腔室、一第一匹配網路、一第一射頻來源、一匹配網路、一第二匹配網路、一第二射頻來源與一控制器，該處理腔室具有一天線組件與一基材支撐基座；該第一匹配網路耦合至該天線組件；該第一射頻來源耦合至該第一匹配網路；該第二匹配網路耦合至該基材支撐基

座；該第二射頻來源耦合至該第二匹配網路；該控制器用以控制該第一射頻來源、該第一匹配網路、該第二射頻來源與該第二匹配網路，其中該控制器係經配置以：指示該第一射頻來源提供射頻電力至該處理腔室，其中該第一來源係於一第一頻率操作，而該第一匹配網路係於保持模式；在一第一時間期間，指示該第一射頻來源將該第一頻率調整成爲一第二頻率，以點燃該電漿；在一第二時間期間，指示該第一射頻來源將該第二頻率調整成爲一已知第三頻率，同時維持該電漿；以及將該第一匹配網路之一操作模式改變成爲一自動調整模式，以減少由該第一射頻來源所提供之射頻電力的反射電力。

【0009】 其他與進一步的具體實施例係於以下【實施方式】中提供。

【圖式簡單說明】

【0010】 因此，以上所簡短總結之本發明揭示多數具體實施例的更特定敘述，將可利用詳細瞭解本發明揭示的以上所指多數特徵，參考該等具體實施例的方式所獲得，其中某些則於該等附加圖式中描述。然而要注意的是，該等附加圖式僅描述本發明揭示內容的典型具體實施例，因此並不視爲用於限制其範圍，對於該揭示內容而言，可以允許多數其他的相等有效具體實施例。

【0011】 第 1 圖爲根據本發明揭示某些具體實施例之一半導體晶圓處理系統的示意圖。

【0012】 第 2 圖爲連結本發明揭示之某些具體實施例所使用

的一示例匹配網路。

【0013】 第 3 圖爲一示意圖表，其顯示根據本發明揭示某些具體實施例之匹配網路與射頻產生器的多數計時特徵。

【0014】 第 4 圖爲一示意圖表，其顯示根據本發明揭示某些具體實施例之匹配網路與射頻產生器所提供的頻率計時圖。

【0015】 第 5 圖描述用於在一處理腔室中點燃電漿與減少反射電力之方法的流程圖。

【0016】 爲了促進瞭解，已經在該等圖式中盡可能使用相同的參考數字指示相同的元件。該等圖式並不以符合比例的方式繪製，並可能爲了清楚進行簡化。可以預期，在不進一步敘述下，一具體實施例中的多數元件和特徵可以有利地整合至多數其他具體實施例之中。

【實施方式】

【0017】 本發明揭示之多數具體實施例包含於一處理腔室中點燃電漿及/或跨及電漿轉換減少一反射電力的方法與設備。本發明揭示之多數示例實施例提供整合一機械匹配網路與一可變頻率射頻電力產生器的方法與設備，該可變頻率射頻電力產生器具備一組計時規則。藉由該適合的順序與計時方式操作該兩者調整技術，便可能利用一可重覆端頻率與電漿分配方式，進行快速與可重覆的電漿點燃與調整。在某些具體實施例中，該用於快速及可重覆電漿點燃及/或調整的整合系統，在晶圓上處理結果的批次與晶圓到晶圓可重覆性方面，可以促成較佳的處理效能。本發明揭示之多數具體實施例提供一種對於利用射頻產生器而言可達成的可重覆及穩定操作

窗口，該射頻產生器則具有頻率調整（也稱為頻率掃瞄）結合動態匹配網路。隨著例如在蝕刻處理期間，使該電漿點燃及/或該系統調整所需要的時間變的關鍵下，這些步驟的一項優點係可以在小於大約 0.5 秒之內點燃及調整電漿，藉此使該基材暴露於一非穩定電漿或暴露於未受良好控制之電漿下的時間最小化。雖然以下敘述可能係針對於某些處理、射頻頻率與射頻電力，但在此提供之教導概能有利地用於其他處理、其他頻率與其他電力程度。

【0018】 第 1 圖為一電漿強化基材處理系統 100，在某些具體實施例中，該處理系統 100 用於處理多數半導體晶圓 122（或處理多數其他基材與工作部件）。雖然本發明所揭示之該等具體實施例，係於一蝕刻反應器半導體晶圓蝕刻處理的背景中敘述，但本發明揭示內容係可適用於在一電漿強化處理使用射頻電力的任何電漿處理形式，以及適用於使用多數其他基材的情況。所述反應器包含電感耦合電漿（ICP）反應器、電容耦合電漿（CCP）反應器，以及用於電漿退火、電漿強化或化學氣相沈積、物理氣相沈積、電漿清洗等等的反應器。

【0019】 此示例電漿強化基材處理系統 100 包括電漿反應器 101、一處理氣體供應器 126、一控制器 114、一第一射頻電力供應器 112、一第二射頻電力供應器 116、一第一匹配網路 110（也稱為一可調整匹配電路或一匹配箱）與一第二匹配網路 118。該第一與第二射頻電力供應器 112、116 之任一或兩者都可經配置以進行快速電漿點燃與快速頻率調整（例如，

該來源能夠回應一感測的反射電力測量，以在大約 $\pm 5\%$ 內變化頻率，以使反射電力最小化）。所述頻率點燃與調整可能需要大約 100 微秒或更少的時間，以在一已知穩定狀態下點燃該電漿並使來自一電漿的反射電力最小化。在此敘述的某些具體實施例中，一發送電力為由該射頻電力供應器 112、116 所供應的射頻電力，而該反射電力為反射回到該射頻電力供應器 112、116 的射頻電力。

【0020】 該電漿反應器 101 或處理腔室包括一真空容器 102，該真空容器 102 包含一陰極基座 120，該陰極基座 120 形成該晶圓 122 之一基座。該處理腔室之一頂部或蓋體 103 具有至少一天線組件 104，該天線組件 104 鄰近於該蓋體 103。該蓋體 103 可由一介電質材料製成。在本發明揭示之某些具體實施例中，該天線組件 104 包括一對天線 106 及 108。本發明揭示之多數其他具體實施例可以使用一或多個天線，或可以使用一電極取代一天線，以將射頻能量與一電漿耦合。在此特定示例實施例中，該天線 106 及 108 將能量電感耦合至該處理氣體，或將該處理氣體供應器 126 所供應的氣體電感耦合至該容器 102 的內部體積。由該天線 106 及 108 所供應的射頻能量則與該等處理氣體電感耦合，以在該晶圓 122 上方的一反應區域中形成一電漿 124。該等反應氣體將對該晶圓 122 上的該等材料進行蝕刻。

【0021】 在某些具體實施例中，提供至該天線組件 104 的電力點燃該電漿 124，而耦合至該陰極基座 120 的電力則控制該電漿 124。因此，射頻電力係耦合至該天線組件 104 與該陰極

基座 120 兩者。該第一射頻電力供應器 112 (也稱爲一來源射頻電力供應器) 供應電力至一第一匹配網路 110, 該第一匹配網路 110 接著將電力耦合至該天線組件 104。同樣的, 一第二射頻電力供應器 116 (也稱爲一偏壓射頻電力供應器) 將電力耦合至一第二匹配網路 118, 該第二匹配網路 118 接著將電力耦合至該陰極基座 120。一控制器 114 控制啓動與停止該等射頻電力供應器 112 及 116 的計時與程度, 也調整該第一與第二匹配網路 110 及 118。耦合至該天線組件 104 的電力則如知悉爲該來源電力, 而耦合至該陰極基座 120 的電力則如知悉爲該偏壓電力。

【0022】 在某些具體實施例中, 可以提供一鏈結 140 以耦合該第一與第二射頻供應器 112、116, 以促進一來源對於另一來源的操作同步化。任一射頻來源都可成爲該引導或主要射頻產生器, 而該另一產生器則進行跟隨, 或成爲該從屬射頻產生器。該鏈結 140 可以進一步促成該第一與第二射頻供應器 112、116 於完美同步情況下操作, 或是在一需要的偏移或相位差異下操作。

【0023】 一第一指示器裝置或感測器 150 與一第二指示器裝置或感測器 152 係用於決定該等匹配網路 110、118 與對該電漿 124 匹配能力的有效性。在某些具體實施例中, 該等指示器裝置 150 及 152 監控從該個別匹配網路 110、118 反射的反射電力。這些裝置一般而言係整合至該匹配網路 110、118 或電力供應器 112、115 之中。然而, 爲了敘述的目的, 在此係顯示爲與該等匹配網路 110、118 分離。當使用反射電力做爲

該指示時，該等裝置 150 及 152 則於該等供應器 112、116 與該等匹配網路 110 及 118 之間耦合。爲了產生對於反射電力的指示訊號，該等裝置 150 及 152 係爲方向性耦合器，其耦合至一射頻偵測器，因此該匹配有效性指示器訊號爲一種代表該反射電力強度的電壓。大的反射電力係指示未匹配情況。由該等裝置 150 及 152 所產生之該等訊號，則耦合至該控制器 114。爲了回應一指示器訊號，該控制器 114 產生一調整訊號（匹配網路控制訊號），該調整訊號則耦合至該等匹配網路 110、118。此訊號係用於調整該等匹配網路 110、118 中的電容器或電感器。該調整處理努力使例如在該指示器訊號中所表現的反射電力爲小化，或使其達到一特定程度。該等匹配網路 110、118 一般而言可能需要大約 100 微秒至數毫秒之間的時間，以在一給穩定狀態下使來自一電漿的反射電力最小化。

【0024】 第 2 圖描繪一示例匹配網路的示意圖，該匹配網路可做爲例如該第一射頻匹配網路 110 或第二射頻匹配網路 118。第 2 圖中所示之該匹配網路僅爲可用於本發明揭示之多數具體實施例中的一種匹配網路實例形式。在本發明揭示之多數具體實施例中可以使用其他的匹配網路設計。第 2 圖之該特定具體實施例具有一單一輸入 200 與一雙重輸出（也就是，主要輸出 202 與輔助輸出 204）。每一輸出都用於驅動該兩天線之一。該匹配電路 206 係由 C1、C2 與 L1 所形成，而一電容性電力分配器 208 係由 C3 及 C4 所形成。該等電容性分配器數值係經設定以建立供應至每一天線的特定電力量。

在一機械或自動調整模式中，電容器 C1 與 C2 的數值係經自動調整，以調整該網路 110 的匹配。在某些具體實施例中，雖然係於自動調整模式中，但該等電容器可經調整以使反射電力最小化。該等數值可由調整 C1 或 C2 之一或兩者的位置所調整。C1 或 C2 之一或兩者都可經調整以調整該網路的操作。在一保持模式中，C1 及 C2 的位置以及因此其數值則保持固定。

【0025】 一匹配網路的多數其他具體實施例可以具有一可調整電感器，或是具有像是電容器與電感器之多數可變或固定元件的不同拓撲。由該網路 110 所匹配的來源電力係於大約 13.56 百萬赫，並具有最大大約 3000 瓦的電力程度。所述匹配網路可從科羅拉多州科林斯堡的艾儀公司（AE, Inc.）的模組系列 NAVIGATOR 3013-ICP85 下購得。根據在此所提供之該等教導，仍可使用其他各種匹配網路配置。參考回第 1 圖，該控制器 114 包括一中央處理單元（CPU）130、一記憶體 132 與多數支援電路 134。該控制器 114 連接至該電漿強化基材處理系統 100 的各種組件，以促進該處理的控制，像是一蝕刻處理或其他適宜的電漿強化基材處理。該控制器 114 透過多數介面調節並監控該處理腔室中的處理，該等介面可被廣泛敘述為類比、數位、有線、無線、光學、光纖介面。為了如以下敘述促進該處理腔室的控制，該中央處理單元 130 可為任何一般目的電腦處理器形式之一，其可於產業設定中使用，以控制各種腔室與次處理器。該記憶體 132 連接至該中央處理單元 130。該記憶體 132 或一電腦可讀媒介可為一或多

種立即可利用的記憶體裝置，像是隨機存取記憶體、唯讀記憶體、軟碟、硬碟或任何其他數位儲存器形式，而不管是局部的或是遠端的。該等支援電路 134 連接至該中央處理單元 130，以一傳統方式支援該處理器。這些電路包含快取、電力供應器、時脈電路、輸入/輸出電路與多數相關子系統與其他類似電路。

【0026】 蝕刻或是其他的處理指令，概為儲存於該記憶體 132 中做為一軟體例行程序，一般而言該軟體例行程序係被知悉為處理配方。該軟體例行程序也可由一（未圖示）第二中央處理單元所儲存及/或執行，該第二中央處理單元位於由該中央處理單元 130 所控制之硬體的遠端。在由該中央處理單元 130 執行該軟體例行程序時，該軟體例行程序將該一般目的電腦轉換為一特定目的電腦（控制器）114，以控制該系統操作，像是在像是一蝕刻處理的基材處理期間用於控制該電漿。雖然本發明揭示之該處理可實作為一軟體例行程序，但在此揭示之該方法的某些步驟可於硬體中執行，也可由該軟體控制器執行。因此，本發明揭示之多數具體實施例可實作為在一電腦系統上執行的軟體，以及做為一特定應用積體電路的硬體或是其他形式的硬體實作，或是軟體與硬體的組合。

【0027】 傳統的匹配網路與產生器一般而言每一個都包含用於調整相互獨立之多數個別系統的多數控制演算法。據此，每一演算法對於時間或是方式而言，都不與其他演算法相鏈結，其中該兩者演算法應該都以減少反射至該產生器的電力為目標。所述鏈結的缺乏可能在該兩調整演算法之間造成明

顯的競爭，並因此可能造成系統不穩定。爲了克服此問題，在本發明揭示之某些具體實施例中，一整合匹配網路可內嵌於該射頻產生器之中，其具有頻率調整能力（例如，該第一或第二射頻來源 112 或 116），同時，用於調整該匹配網路以及該射頻循環頻率的該等演算法，兩者都可根據在該產生器輸出處（例如，利用一共享的感測器）所測量的相同讀取加以控制。藉由這樣做，可以消除該兩獨立演算法之間的競爭，並可以增加該等電漿器的操作窗口。在某些具體實施例中，該第一射頻來源 112 與該第一匹配網路 110（及/或該第二射頻來源 116 與該第二匹配網路 118）可以實體整合一控制器或可以只共有一控制器，該控制器指導該對裝置的調整程序，以消除該兩者之間的調整競爭，並使整體系統的調整效率最大化。在某些具體實施例中，該第一射頻來源 112 與該第一匹配網路 110（及/或該第二射頻來源 116 與該第二匹配網路 118）可以只共有一感測器，用以讀取該反射電力，因此其至少係進行調整以將該相同讀取的反射電力最小化。

【0028】 第 3 圖與第 4 圖描繪一變數圖示，該等變數可隨時間獨立受控制，或被設定爲預定數值，以促成快速且可重覆的電漿點燃，並隨在寬廣範圍的電漿處理期間，將該電漿的阻抗對該射頻來源產生器的阻抗進行匹配。第 3 圖與第 4 圖顯示一射頻來源產生器與一可調整匹配網路（也就是一匹配箱）的多數時間獨立操作參數，像是該第一射頻來源 112 以及該第一匹配網路 110。這些參數係爲解耦，並可被獨立控制。該射頻來源產生器可在一頻率掃描（或是頻率調整）模

式中操作。該匹配網路（也就是匹配箱）可以在自動模式或保持模式（其中該匹配網路將該匹配中的多數元件的數值/位置固定，且不進行使反射電力最小化的調整）中操作。這些模式之每一個之間的切換可受獨立控制，以在跨及一寬廣處理窗口的多數電漿處理期間，促進反射電力最小化及電漿處理穩定。

【0029】 在第 3 圖與第 4 圖中， f_0 為該射頻來源產生器在 T_{start} 時的起始射頻頻率； T_{var_freq} 為該時間延時，於該時間延時期間該射頻來源產生器可在啓動、電力程度改變或在 T_{start} 開始其他轉換之後，允許調整該射頻來源產生器頻率； T_{freq_ramp} 為該時間延時，於該時間延時期間該射頻來源產生器頻率轉換回到 f_0 或其他的已知頻率數值； T_{hold} 為該匹配網路於保持模式中被固定的時間延時；而 Pos_0 為該匹配網路的初始固定數值/位置（例如，在某些具體實施例中，於該匹配網路中該等電容器之固定初始位置）。

【0030】 在第 4 圖中，根據某些具體實施例，由該等可調整匹配電路與射頻產生器提供一頻率的計時圖示。在第 4 圖中，該射頻產生器利用該產生器起始射頻頻率 f_0 ，於時間 T_{start} 開始輸出電力，或是改變其輸出程度。在某些具體實施例中，像是壓力改變的電漿轉換則在 T_{start} 時於該腔室中開始。在某些具體實施例中，該起始射頻頻率 f_0 係為一已知預定數值，其可為該產生器中心頻率的 5% 至 10% 之中。在某些具體實施例中，該產生器中心頻率可大約為 2 百萬赫、13.56 百萬赫或更高。

【0031】 在此時，該等匹配箱電容器/電感器則保持於一固定位置/數值（ Pos_0 ），同時允許該產生器頻率經調整以使反射電力最小化。在某些具體實施例中，根據該處理與硬體要求，一最小化反射數值可為該發送電力的大約 0% 至大約 20%。在某些具體實施例中，如果該匹配網路操作被適當控制時，便可提供該最低反射電力。也就是說，該匹配可經控制為兩種主要模式之任一種：自動調整模式或保持模式（例如，固定位置模式）。

【0032】 該射頻產生器頻率係經允許以在 T_{var_freq} 的延時內調整。在某些具體實施例中， T_{var_freq} 可為大約 1 毫秒至大約 1 秒。在此期間，該產生器頻率將移離該初始頻率 f_0 。在此期間結束時，該產生器將具有頻率 f_1 。在某些具體實施例中，該頻率可以一非單調方式從 f_0 調整至 f_1 。在某些具體實施例中，該射頻頻率可為與 f_0 差異大約 5% 至大約 10%。雖然 f_1 係顯示為比起 f_0 而言為一種較高的頻率，但在某些具體實施例中， f_1 可以小於 f_0 。在某些具體實施例中，至少 f_0 、 f_1 及 T_{var_freq} 之至少之一為在該點燃處理開始之前便已知的預定數值。在多數其他具體實施例中，該起始頻率 f_0 與 T_{var_freq} 係為已知的預定數值，而 f_1 為未知。在某些具體實施例中，該反射電力可為一預定門檻值，當到達該預定門檻值時，便指示該 T_{var_freq} 時間期間的結束。

【0033】 在時間 $T_{start} + T_{var_freq}$ 時，該射頻來源產生器頻率開始朝回向該射頻來源產生器起始頻率 f_0 單調改變。從 f_1 朝回向 f_0 的轉換可為線性或任何其他單調關係，並可在時間

$T_{\text{freq_ram}}$ 之中完成。在某些具體實施例中，該 $T_{\text{freq_ram}}$ 時間期間可為大約 10 毫秒至大約 1 秒。

【0034】 在該 $T_{\text{freq_ram}}$ 結束時的頻率可為一第三頻率 f_x ，其並不等於 f_0 。在某些具體實施例中， f_x 可以等於或大致等於 f_0 。在某些具體實施例中，該射頻頻率 f_x 可為與 f_0 差異大約 5% 至大約 10%。在某些具體實施例中，該第三頻率 f_x 與 $T_{\text{freq_ram}}$ 係為已知的預定數值，在一特定時間處形成一種良好定義的最終電漿與腔室條件。該匹配網路係經允許以移動/調整數值，並從 T_{start} 的 T_{hold} 之後進行調整。在某些具體實施例中，該 T_{hold} 時間期間可為大約 10 毫秒至大約 2 秒。雖然在第 3 圖與第 4 圖中 T_{hold} 係顯示為在 $T_{\text{var_freq}}$ 結束之後（也就是 $T_{\text{hold}} > T_{\text{var_freq}}$ ），但在某些具體實施例中，該匹配網路係允許在 $T_{\text{var_freq}}$ 期間（也就是 $T_{\text{hold}} < T_{\text{var_freq}}$ ）移動/調整數值及進行調整。在該順序完成之後，該射頻來源產生器頻率便傾斜回到該固定頻率 f_x ，其在某些具體實施例中可以等於 f_0 ，而該匹配網路便進行自動調整。

【0035】 第 5 圖描繪根據以上對於第 1 圖至第 4 圖所敘述之本發明揭示至少一示例實施例的方法 500，該方法 500 描繪一流程圖，其具有一連串的步驟，用於利用一來源射頻電力供應器點燃一電漿，或跨及電漿轉換進行調整，以及減少一處理腔室中的反射電力，該來源射頻電力供應器則透過一匹配網路與一處理腔室耦合。詳細地說，該方法 500 於 502 開始，並前進至 504，於 504 處開始一電漿條件的轉換，同時由該射頻電力供應器以一第一頻率提供射頻電力至該處理腔室，而

該匹配網路係於一保持模式中。該電漿轉換可由供應射頻電力、改變該射頻電力程度、改變該腔室中的化學材料或壓力，或是其他影響該電漿的轉換所啓動。該第一頻率可如以上針對第 3 圖與第 4 圖所敘述的 f_0 。在一保持模式中，該匹配網路的位置及/或數值則保持固定。

【0036】 在 506，該射頻電力供應器頻率係於一第一時間期間（例如， $T_{\text{var_freq}}$ ）從該第一頻率（例如， f_0 ）調整為一第二頻率（例如， f_1 ），以點燃該電漿或在一轉換期間進行調整，並在使用該射頻電源的處理腔室中減少該反射電力。在某些具體實施例中，該頻率可以一非單調方式從第一頻率增加或減少成為該第二頻率（以就是說，如在第 4 圖中所示之該第一時間期間具有多數可能的中間頻率），而該電漿可在該第一頻率與該第二頻率之間的某頻率處被點燃。該頻率可連續被調整為該第二頻率，直到在該第一時間期間將該反射電力最小化為一特定程度。在該第一時間期間，該匹配網路係維持為該保持模式。

【0037】 在 508，該頻率係於一第二時間期間（例如， $T_{\text{freq_ramp}}$ ）從該第二頻率（例如， f_1 ）調整為一第三頻率（例如， f_x ）。該第三頻率係與該第二頻率不同，而在某些具體實施例中可為一預定的已知量（例如，一目標數值）。在某些具體實施例中，於該第二時間期間的某點處，該匹配網路的操作模式係從該保持模式改變為自動調整模式（例如，在一 T_{hold} 時間期間後，其中 $T_{\text{hold}} > T_{\text{var_freq}}$ ），以進一步減少該反射電力，同時由該射頻電源所提供的頻率係於 510 調整為該

第三已知頻率。在多數其他具體實施例中，在該第一時間期間的某點處，該匹配網路的操作模式係從該保持模式改變為自動調整模式（例如，在一 T_{hold} 時間期間後，其中 $T_{hold} < T_{var_freq}$ ），以進一步減少該反射電力，同時由該射頻電源所提供的頻率係於 510 調整為該第三已知頻率。

【0038】 該方法 500 結束於 514。

【0039】 雖然前述內容係針對本發明揭示之多數具體實施例所述，但在不背離本發明基本範圍下，可設計出本發明揭示之其他和進一步的具體實施例。

【符號說明】

【0040】

- 100 基材處理系統
- 101 電漿反應器
- 102 真空容器
- 103 蓋體
- 104 天線組件
- 106 天線對
- 108 天線對
- 110 第一匹配網路
- 112 射頻電力供應器
- 114 控制器
- 116 射頻來源
- 118 匹配網路
- 120 陰極基座

- 122 晶圓
- 124 電漿
- 126 處理氣體供應器
- 130 中央處理單元
- 132 記憶體
- 134 支援電路
- 140 鏈結
- 150 感測器
- 152 指示器裝置
- 200 單一輸入
- 202 主要輸出
- 204 輔助輸出
- 206 匹配電路
- 208 電容性電力分配器
- 502 步驟
- 504 步驟
- 506 步驟
- 508 步驟
- 510 步驟
- 512 步驟

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

using an RF power supply coupled to the process chamber via a matching network. In some embodiments, the method includes providing RF power to the process chamber by the RF power supply at a first frequency while the matching network is in a hold mode, adjusting the first frequency, using the RF power supply, to a second frequency during a first time period to ignite the plasma, adjusting the second frequency, using the RF power supply, to a known third frequency during a second time period while maintaining the plasma, and changing an operational mode of the matching network to an automatic tuning mode to reduce a reflected power of the RF power provided by the RF power supply.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100 基材處理系統

101 電漿反應器

102 真空容器

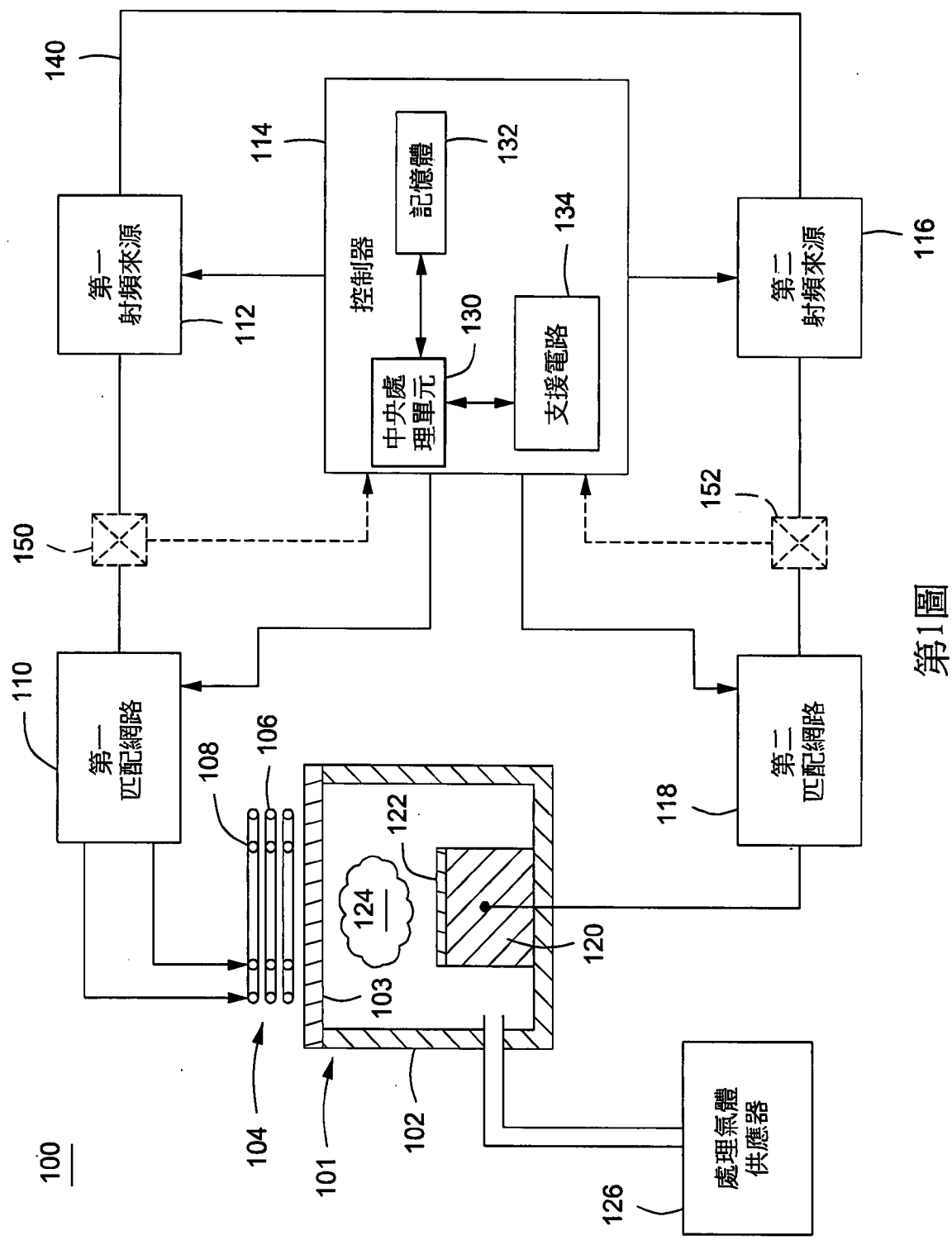
103 蓋體

104 天線組件

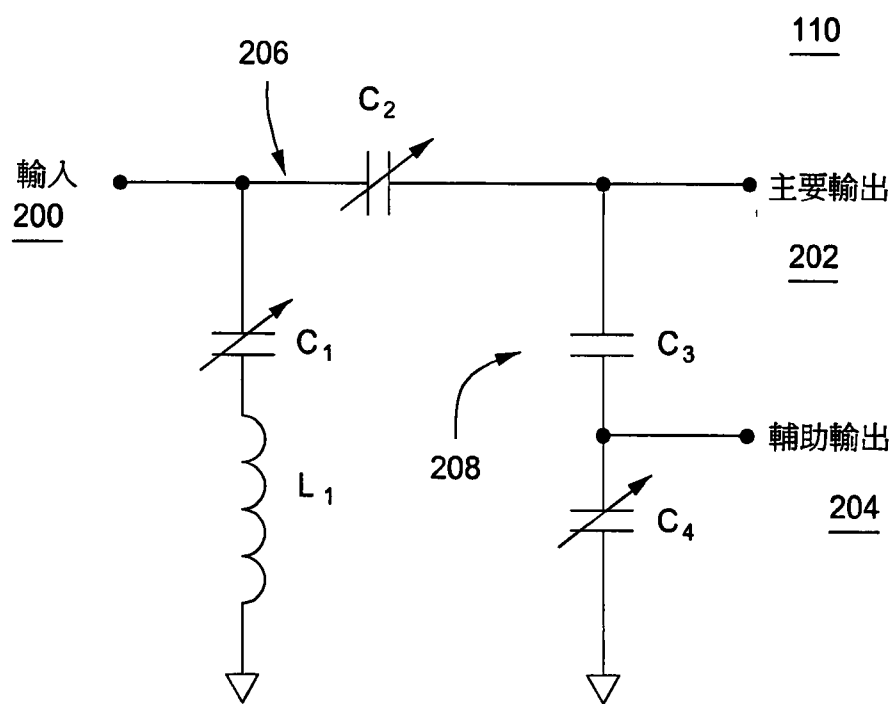
106 天線對

108 天線對

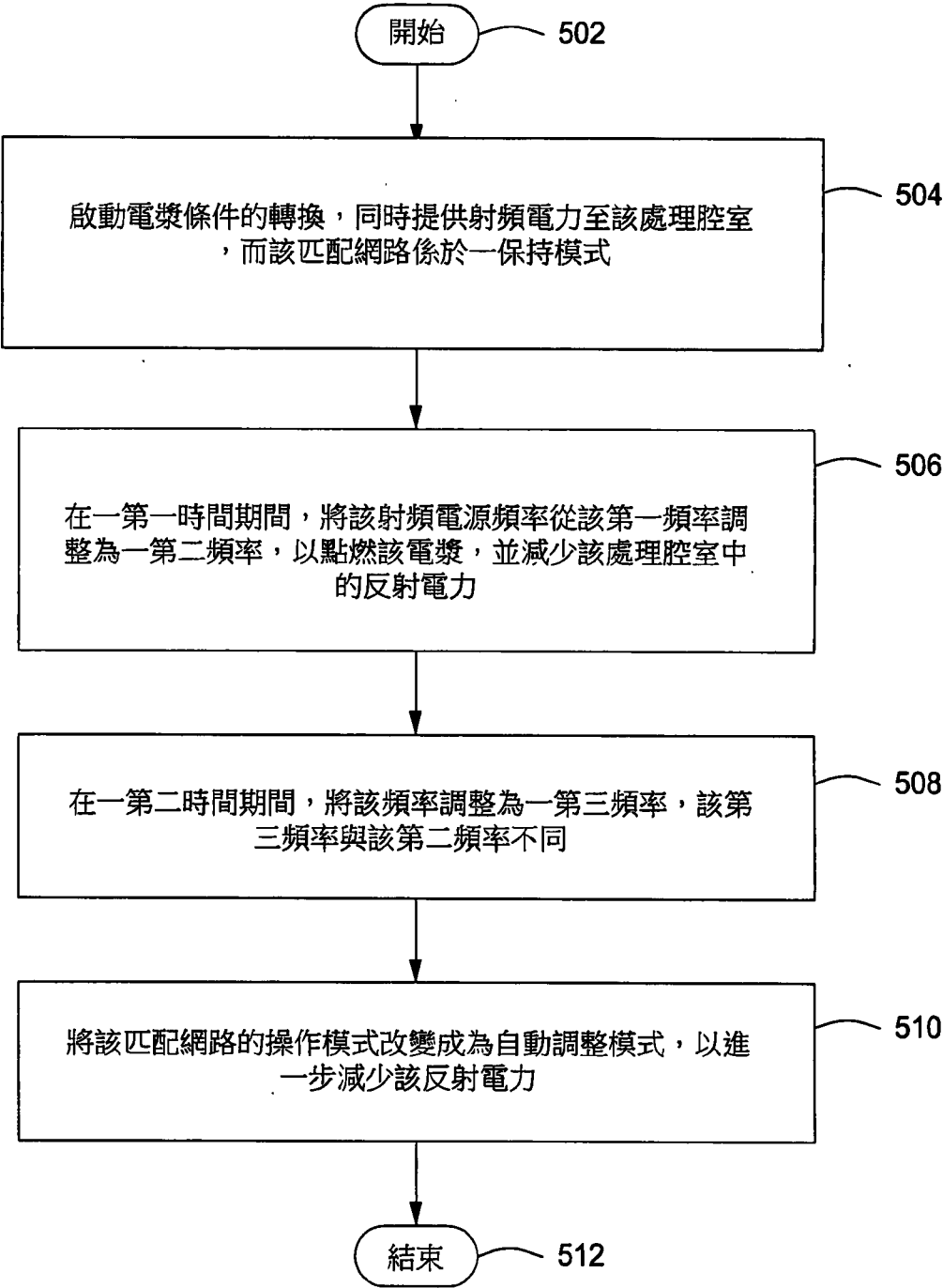
110 第一匹配網路



第1圖



第2圖



第5圖

using an RF power supply coupled to the process chamber via a matching network. In some embodiments, the method includes providing RF power to the process chamber by the RF power supply at a first frequency while the matching network is in a hold mode, adjusting the first frequency, using the RF power supply, to a second frequency during a first time period to ignite the plasma, adjusting the second frequency, using the RF power supply, to a known third frequency during a second time period while maintaining the plasma, and changing an operational mode of the matching network to an automatic tuning mode to reduce a reflected power of the RF power provided by the RF power supply.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100 基材處理系統

101 電漿反應器

102 真空容器

103 蓋體

104 天線組件

106 天線對

108 天線對

110 第一匹配網路

- 112 射頻電力供應器
- 114 控制器
- 116 射頻來源
- 118 匹配網路
- 120 陰極基座
- 122 晶圓
- 124 電漿
- 126 處理氣體供應器
- 130 中央處理單元
- 132 記憶體
- 134 支援電路
- 140 鏈結
- 150 感測器
- 152 指示器裝置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於快速且可重覆之電漿點燃及電漿室中之調整之設備

APPARATUS FOR FAST AND REPEATABLE PLASMA

IGNITION AND TUNING IN PLASMA CHAMBERS

【技術領域】

【0001】 本發明揭示之多數具體實施例概與基材處理系統有關，且更具體的，與快速且可重覆之電漿點燃及電漿室中之調整的方法及設備有關。

【先前技術】

【0002】 在積體電路製造中，使用電漿腔室處理基材。電漿腔室一般而言係耦合至一射頻(RF)來源，以在基材處理期間提供能量進行電漿點燃及/或維持電漿。為了有效地將射頻能量耦合至該腔室，一匹配網路(也稱為一可調整匹配電路或匹配箱)則在該射頻來源與該電漿腔室之間耦合。

【0003】 過去用於點燃(也就是打擊)電漿腔室中的電漿，或是跨及電漿轉換調整的技術，包含使用具備機動化可變電容器的匹配箱，以點燃該電漿。然而，本發明者已經觀察到此方法因為該電容器步進馬達的速度緩慢(例如，在0.5秒至2.0秒之間)，因此使得此方法較慢。此外，此方法具有較差的可重覆性。具體來說，本發明者已經觀察到在電漿腔室中需要高電壓以點燃電漿，但使用該匹配箱可能無法達到所需



I645441

發明摘要

※ 申請案號：103120721

※ 申請日：2014 年 6 月 16 日

※IPC 分類：H01J 37/32 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

用於快速且可重覆之電漿點燃及電漿室中之調整之設備
APPARATUS FOR FAST AND REPEATABLE PLASMA
IGNITION AND TUNING IN PLASMA CHAMBERS

【中文】

本發明揭示之多數具體實施例包含用於在一處理腔室中進行電漿處理的方法與設備，該方法與設備使用一射頻電力供應器，該射頻電力供應器透過一匹配網路耦合至該處理腔室。在某些具體實施例中，該方法包括當該匹配網路係於保持模式時，由該射頻電力供應器以一第一頻率提供射頻電力至該處理腔室，在一第一時間期間利用該射頻電力供應器將該第一頻率調整成為一第二頻率，以點燃該電漿，在一第二時間期間利用該射頻電力供應器將該第二頻率調整成為一已知的第三頻率，同時維持該電漿，以及將該匹配網路之一操作模式改變成為一自動調整模式，以減少由該射頻電力供應器所提供之射頻電力的反射電力。

【英文】

Embodiments of the present disclosure include methods and apparatus for plasma processing in a process chamber

申請專利範圍

1. 一種在一處理腔室中進行電漿處理的設備，該設備包括：
一第一射頻電力供應器，該供應器具有頻率調整；
一第一匹配網路，該第一匹配網路耦合至該第一射頻電力供應器；以及

一控制器，該控制器用於控制該第一射頻電力供應器與該第一匹配網路，其中該控制器係經配置以：

利用指示該射頻電力供應器提供射頻電力至該處理腔室、指示該射頻電力供應器改變傳送至該處理腔室之一射頻電力程度、或改變該處理腔室中一壓力之至少一種的方式，啟動一電漿轉換，其中該射頻電力供應器係於一第一頻率操作，而該匹配網路係於一保持模式；

在一第一時間期間，指示該射頻電力供應器將該第一頻率調整成為一第二頻率，以點燃該電漿；

在一第二時間期間，指示該射頻電力供應器將該第二頻率調整成為一已知第三頻率，同時維持該電漿；以及

在該第二時間期間，將該匹配網路之一操作模式改變成為一自動調整模式，以減少由該射頻電力供應器所提供之射頻電力的一反射電力。

2. 如請求項 1 所述之設備，其中該第一匹配網路係內嵌於該第一射頻電力供應器之中，且其中該控制器根據由一共同感測器隨著在該第一射頻電力供應器的一輸出處進行測量所提供之一共同反射電力讀取，來控制該第一匹配網路的調整

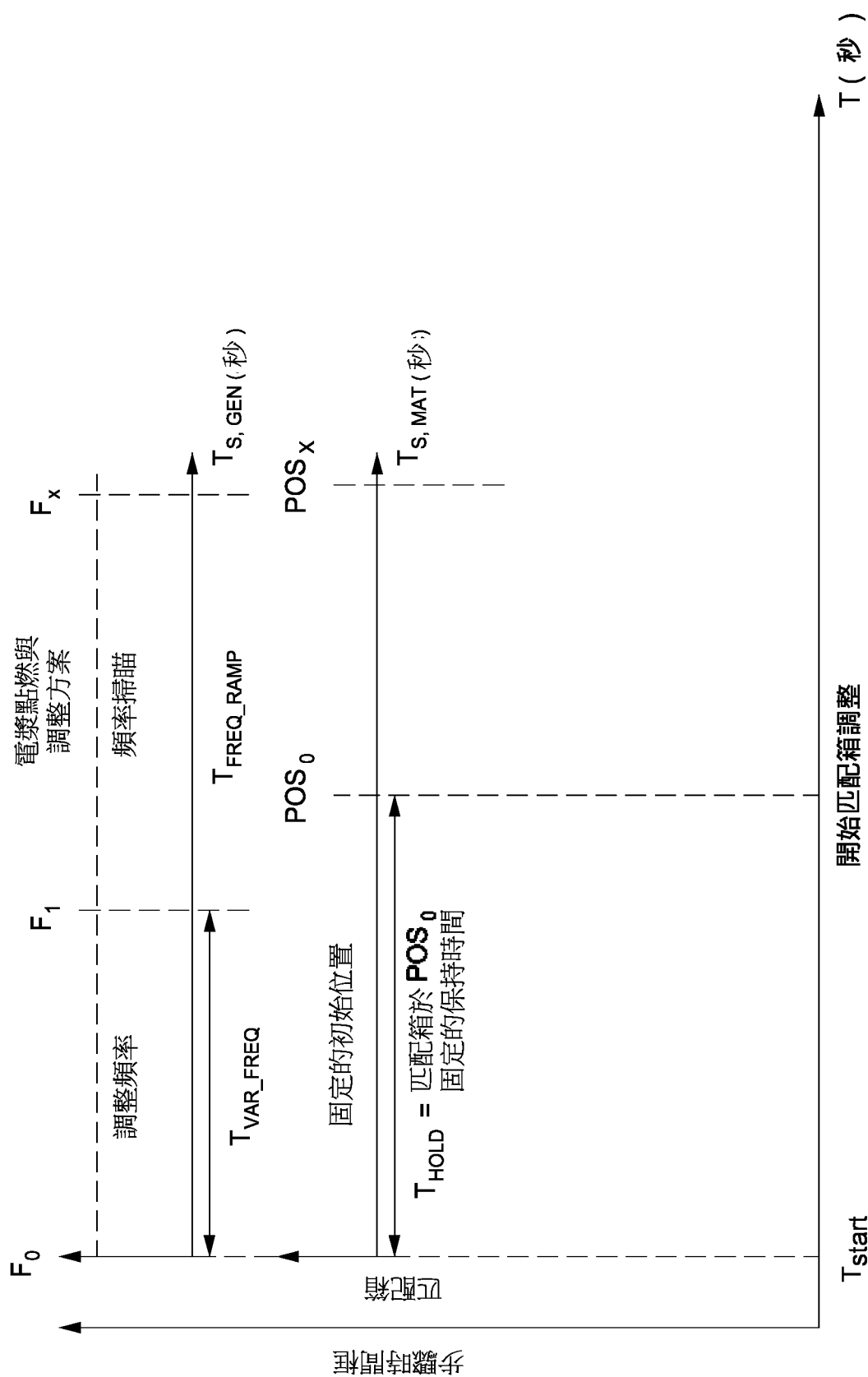
與一射頻循環的一頻率。

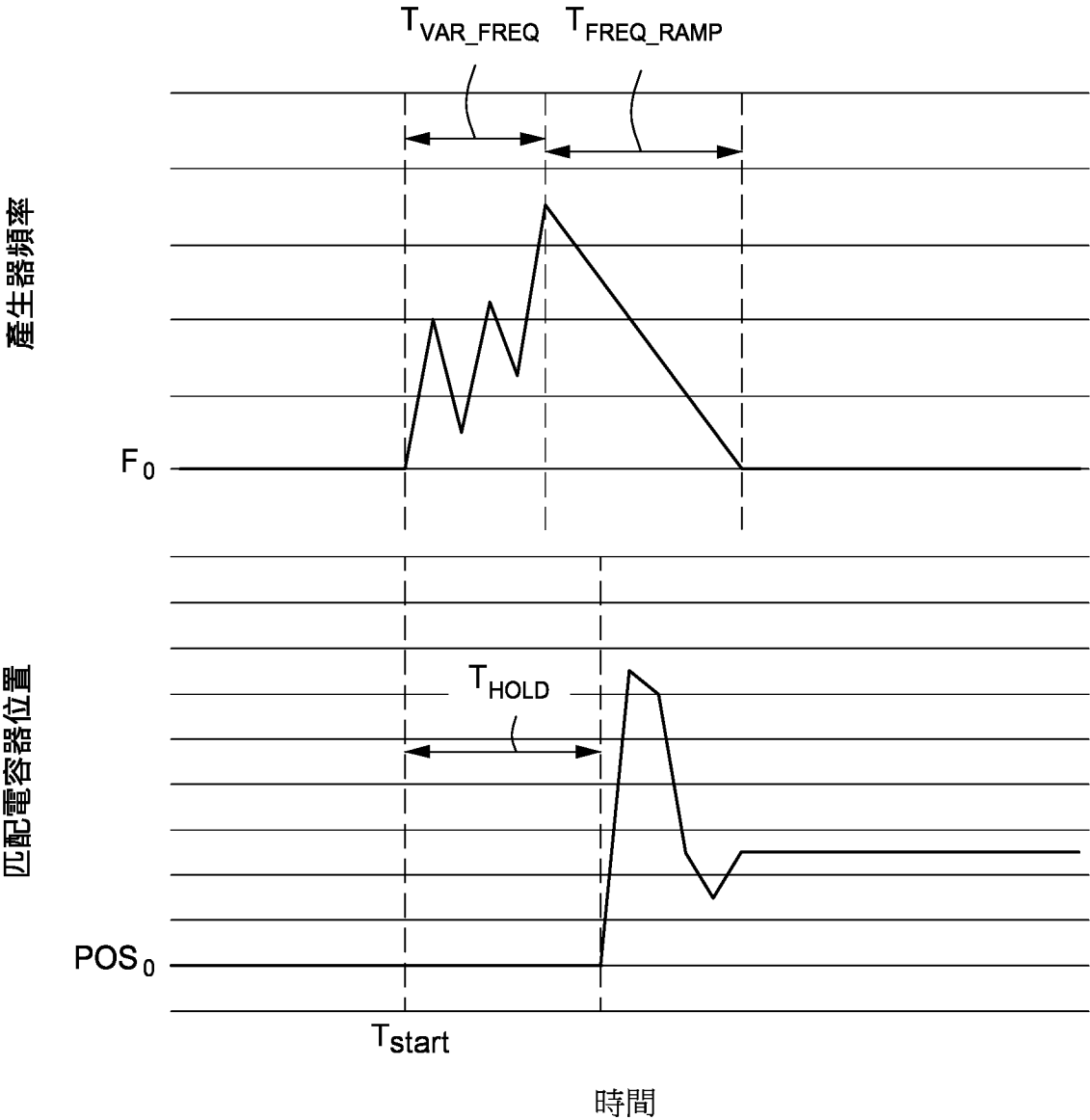
3. 如請求項 1 所述之設備，其中該反射電力係被減少為由該射頻電力供應器所提供之一發送電力的大約 0%至 20%之間。

4. 如請求項 1 所述之設備，其中該第一頻率係於該電漿被點燃之後進行調整成為該第二頻率，以降低在該第一時間期間，來自該射頻電力供應器的反射電力。

5. 如請求項 4 所述之設備，其中該反射電力的一強度為一預定門檻，當達到該門檻時便指示為該第一時間期間的一結束。

6. 如請求項 1 至請求項 5 任一項所述之設備，其中該第一時間期間為一已知的預定數值。





時間
第4圖