



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201833970 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 16 日

(21) 申請案號：106141098 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 27 日
 (51) Int. Cl. : *H01J37/244 (2006.01)* *H01J37/32 (2006.01)*
 (30) 優先權：2016/11/30 美國 15/365,864
 (71) 申請人：美商蘭姆研究公司 (美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
 美國
 (72) 發明人：劉金易 LIU, CHIN-YI (TW)；史蓋佛 大衛 SCHAEFER, DAVID (US)；馬霍爾
 丹 MAROHL, DAN (US)
 (74) 代理人：許峻榮
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 37 頁

(54) 名稱

通用之非侵入式腔室阻抗量測系統及相關方法

UNIVERSAL NON-INVASIVE CHAMBER IMPEDANCE MEASUREMENT SYSTEM AND ASSOCIATED METHODS

(57) 摘要

揭露一種電漿處理室之阻抗量測系統。該系統包含一射頻訊號產生器，該射頻訊號產生器係用以基於一頻率設定點輸出一射頻訊號並提供該射頻訊號之一真實頻率之一指示符，其中該真實頻率可不同於該頻率設定點。該系統包含具有至少一變動阻抗控制裝置之一阻抗控制模組。該射頻訊號產生器所輸出之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的一差異係部分取決於該至少一變動阻抗控制裝置之一設定並部分取決於該電漿處理室之一阻抗。該系統包含一連接器，該連接器係用以與該電漿處理室之一射頻訊號供給線連接。該阻抗控制模組係連接於該射頻訊號產生器與該連接器之間。

A system is disclosed for measuring an impedance of a plasma processing chamber. The system includes a radiofrequency signal generator configured to output a radiofrequency signal based on a frequency setpoint and provide an indication of an actual frequency of the radiofrequency signal, where the actual frequency can be different than the frequency setpoint. The system includes an impedance control module including at least one variable impedance control device. A difference between the actual frequency of the radiofrequency signal as output by the radiofrequency signal generator and the frequency setpoint is partially dependent upon a setting of the at least one variable impedance control device and is partially dependent upon the impedance of the plasma processing chamber. The system includes a connector configured to connect with a radiofrequency signal supply line of the plasma processing chamber. The impedance control module is connected between the radiofrequency signal generator and the connector.

指定代表圖：

符號簡單說明：

101 . . . 電漿處理室

103 . . . 支撐結構

105 . . . 返回電極

107 . . . 電漿

109 . . . 工作件

111 . . . 主射頻訊號產生器

113 . . . 主匹配電路

115 . . . 連接器

117 . . . 阻抗量測系統

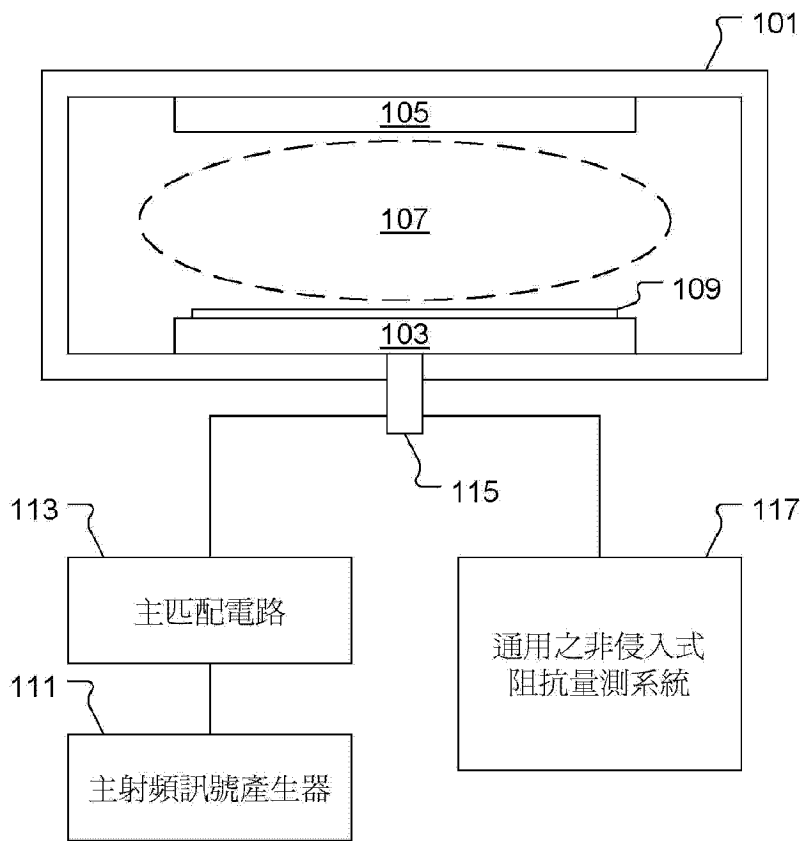


圖 1

【發明說明書】

【中文發明名稱】通用之非侵入式腔室阻抗量測系統及相關方法

【英文發明名稱】 UNIVERSAL NON-INVASIVE CHAMBER IMPEDANCE
MEASUREMENT SYSTEM AND ASSOCIATED METHODS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於半導體裝置製造。

【先前技術】

【0002】 許多現代的半導體晶片製造處理包含生成電漿，自電漿衍生出的離子及/或自由基成分係用以直接或間接影響被暴露至電漿之基板的表面上的變化。例如，可使用各種電漿系的處理自基板表面蝕刻材料、將材料沉積至基板上、或修改已存在於基板表面上的材料。電漿通常係藉由在受到控制的環境中施加射頻(RF)功率至處理氣體而使處理氣體能量化並轉換為期望電漿所產生。電漿的特性係受到許多處理參數所影響，此些處理參數尤其包含但不限於處理氣體的材料組成、處理氣體的流率、電漿生成區域與周圍結構的幾何特徵、處理氣體與周圍材料的溫度、所施加之 RF 功率的頻率、及所施加之 RF 功率的強度。因此，期望能瞭解、監測及/或控制可影響所生成之電漿之特性的某些處理參數，尤其是關於 RF 功率輸送至電漿生成區域。本發明係於此背景下產生。

【發明內容】

【0003】 在一實施例中，揭露一種電漿處理室之阻抗量測系統。該系統包含一射頻訊號產生器，該射頻訊號產生器係用以基於一頻率設定點輸出一射頻訊號。該射頻訊號產生器係用以提供該射頻訊號產生器所輸出之該射頻訊號之

一真實頻率的一指示符。該真實頻率可不同於該頻率設定點。該系統亦包含具有至少一變動阻抗控制裝置的一阻抗控制模組。該射頻訊號產生器所輸出之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的一差異係部分取決於該至少一變動阻抗控制裝置的一設定並部分取決於該電漿處理室之一阻抗。該系統亦包含一連接器，該連接器係用以與該電漿處理室之一射頻訊號供給線連接。該阻抗控制模組係連接於該射頻訊號產生器與該連接器之間。

【0004】 在一實施例中，揭露一種電漿處理室之阻抗量測方法。該方法包含將一阻抗量測系統連接至該電漿處理室之一射頻訊號供給線。該方法亦包含操作一主射頻訊號產生器以經由一主匹配電路並經由該電漿處理室之該射頻訊號供給線傳輸一或多個射頻訊號以在該電漿處理室內產生一電漿。該方法亦包含操作該阻抗量測系統以基於一頻率設定點產生一射頻訊號並經由一阻抗控制模組將該射頻訊號傳輸至該電漿處理室之該射頻訊號供給線。該阻抗量測系統係與該主射頻訊號產生器及該主匹配電路分離而獨立操作。該阻抗量測系統操作以在不干擾該電漿處理室內之該電漿之生成的情況下產生並傳輸該射頻訊號。該方法亦包含操作該阻抗量測系統以判斷由該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之一真實頻率。該真實頻率可不同於該頻率設定點。該射頻訊號產生器所產生之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的一差異係部分取決於該阻抗控制模組的一設定並部分取決於該電漿處理室之該阻抗。該方法亦包含操作該阻抗量測系統以判斷對應至該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之該真實頻率之該電漿處理室之一阻抗。經判斷出之該阻抗係對應至在該電漿處理室內之該電漿的生成期間該電漿處理室之該阻抗。

【0005】 在一實施例中，揭露一種複數電漿處理室之阻抗匹配方法。該方法包含操作(a) 將一阻抗量測系統連接至一特定電漿處理室之一射頻訊號供給線。該方法亦包含操作(b) 操作一主射頻訊號產生器以經由該特定電漿處理室之一主

匹配電路並經由該特定電漿處理室之該射頻訊號供給線傳輸一或多個射頻訊號以在該特定電漿處理室內產生一電漿。該方法包含操作(c)操作該阻抗量測系統以基於一頻率設定點產生一射頻訊號並經由一阻抗控制模組將該射頻訊號傳輸至該特定電漿處理室之該射頻訊號供給線。該阻抗量測系統係與該特定電漿處理室之該主射頻訊號產生器與該主匹配電路分離而獨立操作。該方法亦包含操作(d)操作該阻抗量測系統以判斷由該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之一真實頻率。該真實頻率可不同於該頻率設定點。該射頻訊號產生器所產生之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的一差異係部分取決於該阻抗控制模組的一設定並部分取決於該特定電漿處理室之該阻抗。該方法亦包含操作(e)操作該阻抗量測系統以判斷對應至該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之該真實頻率之該特定電漿處理室的一阻抗。經判斷出之該阻抗係對應至在該特定電漿處理室內之該電漿的生成期間該特定電漿處理室之該阻抗。該方法亦包含操作(f)在該複數電漿處理室上進行操作(a)至(e)以判斷該複數電漿處理室的各別阻抗。該方法亦包含操作(g)其中針對該複數電漿處理室中的每一者判斷使該電漿處理室之該經判斷出之阻抗與一目標阻抗對準所需的一各別阻抗調整。該方法亦包含操作(h)其中針對該複數電漿處理室中的每一者改變該電漿處理室之該主匹配電路的一或多個設定以施行針對該電漿處理室所判斷出之該阻抗調整。

【0006】 自參考附圖例示本發明之下面詳細說明，將可更明白本發明的其他態樣與優點。

【圖式簡單說明】

【0007】 圖 1 顯示根據本發明之某些實施例之連接至阻抗量測系統的電漿處理室。

【0008】圖 2 顯示根據本發明之某些實施例之阻抗量測系統的配置。

【0009】圖 3 顯示根據本發明之某些實施例之具有例示性阻抗控制模組配置的阻抗量測系統。

【0010】圖 4 顯示根據本發明之某些實施例之例示性數據，其可在數據儲存裝置內查詢以致能判斷在射頻訊號產生器之目前設定點及阻抗控制模組之目前設定點下，對應至射頻訊號產生器所傳輸之射頻訊號之真實頻率的阻抗。

【0011】圖 5A 顯示根據本發明之某些實施例利用阻抗量測系統量測電漿處理室之阻抗之方法的流程圖。

【0012】圖 5B 顯示根據本發明之某些實施例之圖 5A 之方法的繼續流程圖。

【0013】圖 5C 顯示根據本發明之某些實施例之圖 5B 之方法的繼續流程圖。

【0014】圖 6A 顯示根據本發明之某些實施例之利用阻抗量測系統匹配複數電漿處理室之阻抗之方法的流程圖。

【0015】圖 6B 顯示根據本發明之某些實施例之圖 6A 之方法的繼續流程圖。

【0016】圖 7 顯示根據本發明之某些實施例之利用阻抗量測系統判斷電漿處理室之阻抗之方法的流程圖。

【實施方式】

【0017】在下面的說明中列舉許多特定細節以提供對本發明的全面瞭解。但熟知此項技藝者應明白，可在缺乏部分或全部此些特定細節的情況下實施本發明。在其他情況下，不詳細說明已知的處理操作以免不必要地模糊本發明。

【0018】 在半導體業界中，半導體晶圓在多個電漿處理室中經歷製程操作。為了在半導體晶圓上獲得一致並相同的製造結果，多個電漿處理室必須要以實質上相同的方式進行相同的製造操作。許多電漿處理室係以下列方式操作：將射頻功率施加至處理氣體以產生電漿並將半導體晶圓暴露至電漿以影響半導體晶圓上的材料的改變。確保此些電漿處理室以實質上相同的方式進行相同的製造操作的一部分涉及在此些電漿處理室的實際操作期間匹配對各別射頻功率源呈現之電漿處理室的阻抗。應明白，在特定電漿處理室的實際操作期間對其射頻功率源呈現之此特定電漿處理室的阻抗係受到許多因素影響，此些因素包含但不限於在電漿處理室中生成之電漿的實時條件及存在於電漿處理室內之工作件如半導體晶圓的實時條件。

【0019】 無論電漿處理室的特定類型為何，多個電漿處理室之間的阻抗匹配為一挑戰，尤其在多個電漿處理室之電漿生成操作期間嘗試著實時匹配阻抗更是一挑戰。試著在電漿處理室操作期間判斷電漿處理室之阻抗的一方案為將朗繆爾探針插入電漿處理室內的電漿中。然而，朗繆爾探針插入電漿中的侵入式本質會干擾電漿處理並造成晶圓上之處理的中斷/擾動。試著在電漿處理室操作期間判斷電漿處理室之阻抗的另一方案為在射頻功率源電路中安裝非侵入式的電壓/電流(V/I)探針以自射頻功率供給監測電壓、電流、及相角(介於電壓與電流之間的相角)。然而，被安裝在不同電漿處理室上之不同 V/I 探針單元之間的未知及/或未特徵化的製造變異會對利用不同的 V/I 探針單元在不同電漿處理室上進行的阻抗量測導入未決的不確定性。有鑑於此，在本發明之前，不存在一種可在電漿處理室內之電漿生成期間以不中斷及/或干擾電漿之方式精準並通用地診斷電漿處理室之阻抗的設備或設計。

【0020】 文中揭露在電漿處理室之操作期間在不中斷及/或不干擾電漿處理室內所生成之電漿的情況下以實時及非侵入式的方式量測電漿處理室之阻抗

的系統及方法。文中所揭露的系統及方法可在不導入因未知及/或未特徵化之設備製造變異之阻抗量測之未決不確定性的情況下致使多個電漿處理室的阻抗量測以致使多個電漿處理室的精準阻抗匹配。

【0021】圖 1 顯示根據本發明之某些實施例之連接至阻抗量測系統 117 的電漿處理室 101。應瞭解，電漿處理室 101 可為任何類型之電漿處理室，在電漿處理室中射頻訊號被施加至處理氣體以產生電漿 107，電漿 107 係用以影響被暴露至電漿 107 之工作件 109 之條件的變化。在某些實施例中，工作件 109 為受到製造程序的半導體晶圓。然而，應瞭解在各種實施例中，基本上工作件 109 可為受到電漿系製造處理的任何類型的基板。

【0022】為了促進本發明之說明，圖 1 中顯示了電漿處理室 101 的一實例，其中支撐結構 103 係設置於電漿處理室 101 內以支撐被暴露至電漿 107 的工作件 109。在圖 1 的此實例中，支撐結構 103 係連接以藉由主匹配電路 113 自主射頻訊號產生器 111 接收射頻功率。更具體而言，射頻訊號供給線包含連接器 115，主射頻訊號產生器 111 係藉由主匹配電路 113 而連接至連接器 115。主匹配電路 113 包含電容器及/或電感之配置，電容器及/或電感之配置係用以確保主射頻訊號產生器 111 在射頻訊號供給線處如在連接器 115 處所見到的阻抗充分接近主射頻訊號產生器 111 被設計用以操作的負載阻抗，使得主射頻訊號產生器 111 所產生並傳輸的射頻訊號以有效率的方式即無令人無法接受之反射的方式施加至電漿 107 的負載。

【0023】在某些實施例中，支撐結構 103 為用以支撐固定工作 109 用的靜電夾頭，其具有用以將射頻訊號自主射頻訊號產生器 111 傳輸至電漿 107 之電極的功用。然而在其他實施例中，電漿處理室 101 可包含用以將射頻訊號自主射頻訊號產生器 111 傳輸至電漿 107 之一或多個電極的其他配置。又，在某些實施例中，電漿處理室 101 可包含一或多個返回電極 105 以對自主射頻訊號產生器

111 經由電漿 107 傳輸的射頻訊號提供接至參考地電位之返回路徑。又，在某些實施例中，電漿處理室 101 的一或多個結構構件如壁等可具有返回電極的功用，對自主射頻訊號產生器 111 經由電漿 107 傳輸的射頻訊號提供接至參考地電位之返回路徑。因此，在各種實施例中，一或多個返回電極 105 可存在或可不存在。總言之，應瞭解，如文中所揭露之用以量測電漿處理室之阻抗的系統 117 基本上可與施加射頻訊號至處理氣體而產生電漿之任何類型的電漿處理室一起使用，無論電漿處理室的特定配置為何。

【0024】 在圖 1 的實例中，阻抗量測系統 117 在連接器 115 處係連接至電漿處理室之射頻訊號供給線 101。連接器 115 係用以在一位置處與電漿處理室之射頻訊號供給線 101 連接，該位置係介於電漿處理室 101 之該主阻抗匹配路 113 與電漿處理室 101 之主射頻訊號輸入端之間。在某些實施例中，電漿處理室 101 的主射頻訊號輸入端可配置為一導電結構，直接引領至電漿處理室 101 內之一電極，射頻訊號係自該電極傳輸至已生成的電漿 107。在某些實施例中，連接器 115 係用以作為射頻訊號供給線上的被動終端。例如，在某些實施例中，進入電漿處理室 101 的射頻訊號供給線可用以作為一導電桿，且在此些實施例中連接器 115 可用以作為對導線如引領至阻抗量測系統 117 之同軸纜線等之連接提供終端的一配件如 T 形配件。又，在某些實施例中，阻抗量測系統 117 可經由一現存之裝置如經由已連接至電漿處理室之射頻訊號供給線 101 的 V/I 探針而連接至電漿處理室 101。然而，重要的是在一位置處將阻抗量測系統 117 連接至電漿處理室，在此位置上主射頻訊號產生器 111 與主匹配電路 113 的組合見到複數射頻訊號供給線表現出實質上相同的負載阻抗。

【0025】 阻抗量測系統 117 係用以在不中斷及/或干擾電漿 107 的情況下判斷當在電漿處理室 101 內生成電漿 107 時電漿處理室 101 內的真實阻抗。阻抗量測系統 117 就某種意義上而言為通用的：其可被用於任何類型的電漿處理室上。

且，阻抗量測系統 117 就某種意義上而言為非侵入式的：其可在不中斷及/或干擾電漿處理室 101 內之電漿 107 的情況下在電漿處理室 101 操作時以實時方式量測電漿處理室 101 之阻抗即主射頻訊號產生器 111 與主匹配電路 113 之組合所見到的阻抗。

【0026】圖 2 顯示根據本發明之某些實施例之阻抗量測系統 117 的配置。阻抗量測系統 117 包含射頻訊號產生器 119 與阻抗控制模組 121。射頻訊號產生器 119 係用以基於一頻率設定點輸出一射頻訊號。射頻訊號產生器 119 係用以提供射頻訊號產生器 119 所輸出之射頻訊號之真實頻率的一指示符。射頻訊號之真實頻率可不同於頻率設定點。射頻訊號產生器 119 係分離獨立於用以在電漿處理室 101 內產生電漿 107 的主射頻訊號產生器 111。射頻訊號產生器 119 為射頻訊號頻率調制產生器，其係用以基於頻率設定點與功率設定點產生射頻訊號並傳輸射頻訊號，射頻訊號產生器 119 操作以基於對射頻訊號產生器 119 呈現的阻抗而調整其頻率以最佳化傳輸至負載之射頻訊號的傳輸。

【0027】在某些實施例中，射頻訊號產生器 119 操作之功率範圍係自約 5 瓦(W)至約 1000 W。在某些實施例中，射頻訊號產生器 119 操作之功率範圍係自約 5 W 至約 500 W。在某些實施例中，射頻訊號產生器 119 操作之功率範圍係自約 10 W 至約 200 W。在某些實施例中，射頻訊號產生器 119 操作在約 10 W 之功率。又，在其他實施例中，射頻訊號產生器 119 可操作在不同於上述的功率。應瞭解，射頻訊號產生器 119 輸入至電漿處理室 101 的功率不會大幅干擾在電漿處理室 101 內生成的電漿 107。射頻訊號產生器 119 之功率範圍的下端係由下列者所設定：獲得因阻抗量測系統 117 內之阻抗控制模組 121 之設定點之變化所得之清楚頻率響應訊號所需之功率。又，在各種實施例中，射頻訊號產生器 119 可在不同的頻率下操作如 27 兆赫(MHz)或 60 MHz 或基本上任何其他頻率。射

頻訊號產生器 119 在較高頻率設定點下操作能針對偵測頻率響應之變化提供較高的敏感度。

【0028】如前所述，連接器 115 係用以與電漿處理室 101 之射頻訊號供給線連接。阻抗控制模組 121 係連接於射頻訊號產生器 119 與連接器 115 之間。阻抗控制模組 121 可包含至少一變動阻抗控制裝置。射頻訊號產生器 119 所輸出之射頻訊號之真實頻率與頻率設定點之間的差異係部分取決於阻抗控制模組 121 內之至少一變動阻抗控制裝置的設定並部分取決於電漿處理室 101 之阻抗。阻抗控制模組 121 係分離獨立於電漿處理室 101 之主阻抗匹配電路 113。在各種實施例中，阻抗控制模組 121 之至少一變動阻抗控制裝置包含至少一可變電容器、或至少一可變電感、或至少一可變電容器與至少一可變電感兩者。又，在某些實施例中，阻抗控制模組 121 包含至少一馬達與對應的鏈結，用以分別控制該至少一變動阻抗控制裝置。在某些實施例中，阻抗控制模組 121 包含彼此以各種串聯及並聯關係連接的電容器及/或電感的組合，以控制傳輸射頻訊號至電漿處理室 101 之射頻訊號產生器 119 所見到的阻抗。

【0029】可調整所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率以針對特定的負載阻抗即針對操作電漿處理室之特定阻抗達到最小的反射功率。由於操作電漿處理室 101 的阻抗可在操作期間實時改變，因此所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率可對應實時調整以改變操作電漿處理室 101 的阻抗。例如，針對一特定組之阻抗匹配參數及一特定的頻率設定點，對於在電漿處理室 101 中正受到處理的矽晶圓而言，射頻訊號之真實頻率可為 27.2 MHz(兆赫)。然而，針對相同之特定組之阻抗匹配參數及相同的特定頻率設定點，對於沉積在晶圓上的氧化物材料而言，射頻訊號之真實頻率可為 26.5 MHz。因此應瞭解，電漿處理室之阻抗可因在工作件 109 上發生的變化而實時改變。

【0030】 阻抗量測系統 117 亦包含用以對阻抗控制模組 121 之至少一變動阻抗控制裝置提供控制的系統控制模組 123。系統控制模組 123 亦用以對射頻訊號產生器 119 提供控制。例如，系統控制模組 123 可提供電腦介面，阻抗量測系統 117 的操作者可經由電腦介面控制射頻訊號產生器 119 的頻率設定點與功率設定點。

【0031】 射頻訊號產生器 119 係用以將射頻訊號產生器 119 所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率通訊至系統控制模組 123。系統控制模組 123 係用以判斷對應至射頻訊號產生器 119 所提供之真實頻率之指示符的阻抗值並輸出此阻抗值。

【0032】 阻抗量測系統 117 亦包含數據儲存裝置 125，數據儲存裝置 125 包含真實頻率之指示符及阻抗控制模組 121 內之至少一變動阻抗控制裝置之設定之不同組合的阻抗值。數據儲存裝置可被系統控制模組 123 接取以支援對應至射頻訊號產生器 119 所提供之真實頻率之指示符之阻抗值的判斷。在各種實施例中，數據儲存裝置 125 可包含一或多個數據庫或其他類型的數據管理系統以支援對應至射頻訊號產生器 119 所提供之真實頻率之指示符之阻抗值的判斷。在某些實施例中，數據儲存裝置 125 包含針對阻抗控制模組 121 與射頻訊號產生器 119 之不同設定點之阻抗的查找表，阻抗為射頻訊號產生器 119 所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率的函數。在此些實施例中，系統控制模組 123 可接取並查詢此些查找表以基於射頻訊號產生器 119 所產生並傳輸之射頻訊號之經判斷出的真實頻率判斷操作電漿處理室 101 的實時阻抗值。在各種實施例中，系統控制模組 123 係用以顯示電漿處理室 101 之經判斷出的阻抗以致使電漿處理室 101 之操作者進行腔室與室間的阻抗匹配。

【0033】 圖 3 顯示根據本發明之某些實施例之具有阻抗控制模組 121 之例示性配置的阻抗量測系統 117。在例示性的實施例中，阻抗控制模組 121 包含可

變電容器 C1 與 C2 及可變電感 L1 與 L2。可變電容器 C1 與 C2 係受到其各別馬達即馬達 C1 與馬達 C2 的控制。又，可變電感 L1 與 L2 係受到其各別馬達即馬達 L1 與馬達 L2 的控制。系統控制模組 123 可連接至可變電容器 C1、C2 及可變電感 L1、L2 之不同馬達而控制各別馬達的位置及對應控制可變電容器 C1、C2 及可變電感 L1、L2 的設定。在圖 3 之例示性實施例中，可變電容器 C1、C2 及可變電感 L1、L2 的一特定設定組合定義阻抗控制模組 121 的一設定點。更一般而言，在其他實施例中，阻抗控制模組 121 內存在之任何電容器與電感之設定的一特定組合定義了阻抗控制模組 121 的一設定點。

【0034】在圖 3 之例示性實施例中，可變電容器 C2 與可變電感 L1 係於射頻訊號產生器 119 之輸出與連接器 115 之間以串聯方式電連接。可變電容器 C2 與可變電感 L1 共用作用以具有阻擋裝置的功能，避免來自主射頻訊號產生器 111 的射頻訊號進入射頻訊號產生器 119。在系統控制模組 123 的控制下可藉由其各別馬達(馬達 C2 與馬達 L1)調整可變電容器 C2 與可變電感 L1 以調整射頻訊號產生器 119 所見到的阻抗。可變電容器 C1 與可變電感 L2 中的每一者係在射頻訊號產生器 119 之輸出與參考接地電位 127 之間電連接。在系統控制模組 123 的控制下可藉由其各別馬達(馬達 C1 與馬達 L2)調整可變電容器 C1 與可變電感 L2 以調整射頻訊號產生器 119 所見到的導納。又，在系統控制模組 123 的控制下可藉由其各別馬達調整可變電容器 C1、C2 與可變電感 L1、L2 以調整射頻訊號產生器 119 之頻率位置與經反射的功率。應瞭解，如圖 3 中所顯示之電容器 C1、C2 及電感 L1、L2 的配置代表可如何配置阻抗控制模組 121 的一實例。在其他實施例中，可配置阻抗控制模組 121 以包含獲得可接受之阻抗/導納控制能力所需的基本上任何數目及連接配置的電容器與電感。又，在各種實施例中，獲得可接受之阻抗/導納控制能力所需之存在於阻抗控制模組 121 內之任何電容器及/或電感可為可變的或固定的。

【0035】 阻抗量測系統 117 係藉由連接器 115 連接至電漿處理室 101 的射頻供給線。電漿處理室 101 係根據量測配方操作而產生電漿 107，量測配方可包含操作參數如處理氣體類型、處理氣體流率、壓力、溫度、主射頻訊號產生器 111 之設定點(頻率與功率)、主匹配電路 113 之設定點、及與電漿處理室 101 相關之基本上任何其他操作參數的規格。又，在某些實施例中，根據量測配方在電漿 107 生成期間工作件 109 可存在於電漿處理室 101 中。又，在某些實施例中，可以允許在工作件 109 不在電漿處理室 101 中的情況下生成電漿 107 的方式定義量測配方，以避免損傷支撐結構 103。

【0036】 當電漿處理室 101 根據量測配方操作以生成電漿 107 時，阻抗量測系統 117 操作根據射頻訊號產生器 119 之一特定設定點(頻率設定點與功率設定點)並根據阻抗控制模組 121 之一特定設定點產生射頻訊號並自射頻訊號產生器 119 經由阻抗控制模組 121 並經由連接器 115 將射頻訊號傳輸至電漿處理室 101。射頻訊號產生器 119 操作以調制射頻訊號產生器 119 基於射頻訊號產生器 119 所見之一負載阻抗所產生並傳輸之射頻訊號的頻率，俾以達到射頻訊號產生器 119 所傳輸之射頻訊號的真實頻率。射頻訊號產生器 119 係用以將射頻訊號產生器 119 所傳輸之射頻訊號之經判斷出的真實頻率傳遞至系統控制模組 123。接著系統控制模組 123 操作以查詢數據儲存裝置 125，判斷對應至射頻訊號產生器 119 在射頻訊號產生器 119 之目前設定點處及阻抗控制模組 121 之目前設定點處所傳輸之射頻訊號之真實頻率之一阻抗。

【0037】 圖 4 顯示根據本發明之某些實施例在數據儲存裝置 125 內之數據的實例，可查詢此數據以判斷在射頻訊號產生器 119 之目前設定點及阻抗控制模組 121 之目前設定點下，對應至射頻訊號產生器 119 所傳輸之射頻訊號之真實頻率的阻抗。圖 4 顯示針對真實頻率及阻抗控制模組 121 之設定點與射頻訊號產生器 119 之設定點之不同組合的阻抗值的列表。應瞭解，只要數據配置能提供對應

至真實頻率、阻抗控制模組 121 之設定點、及射頻訊號產生器 119 之設定點之一特定組合之阻抗的判斷，圖 4 中所示之特定數據配置為許多可能之數據配置中的一者。又，應瞭解被記錄在數據儲存裝置 125 中之針對真實頻率、阻抗控制模組 121 之設定點、及射頻訊號產生器 119 之設定點之不同組合的各種阻抗可藉由下列經驗方式判斷：將阻抗量測系統 117 連接至已知的阻抗，並經由阻抗控制模組 121 之設定點與射頻訊號產生器 119 之設定點的各種組合操作阻抗量測系統 117。

【0038】 一旦阻抗量測系統 117 判斷出操作電漿處理室 101 的阻抗並傳遞阻抗，操作者可依所需調整電漿處理室 101 之一或多個參數以獲得期望的結果如腔室與腔室間的阻抗匹配。阻抗量測系統 117 可操作以在不干擾電漿處理室 101 之正常操作即不干擾電漿處理室 101 中生成之電漿 107 的情況下，判斷電漿處理室 101 之一特定操作相對於一目標阻抗值的實時阻抗差異。接著，電漿處理室 101 之操作者可依所需調整電漿處理室 101 及/或處理配方之一或多個參數參數以快速並精準地克服、減緩、及/或消除所判斷出之阻抗差異。又，阻抗量測系統 117 提供操作電漿處理室 101 之真實阻抗的實時監測，因此可將電漿處理室 101 的阻抗調整至腔室與腔室間阻抗匹配所需的阻抗值。

【0039】 圖 5A 顯示根據本發明之某些實施例利用阻抗量測系統 117 量測電漿處理室 101 之阻抗之方法的流程圖。該方法包含操作 501，將阻抗量測系統 117 連接至電漿處理室之射頻訊號供給線 101。該方法亦包含操作 503，操作主射頻訊號產生器 111 以經由主匹配電路 113 及經由電漿處理室 101 之射頻訊號供給線傳輸一或多個射頻訊號，以在電漿處理室 101 內生成電漿 107。

【0040】 該方法亦包含操作 505，操作阻抗量測系統 117 以基於一頻率設定點產生一射頻訊號並經由阻抗控制模組 121(具有一指定設定點)將該射頻訊號傳輸至該電漿處理室 101 之射頻訊號供給線。阻抗量測系統 117 係與主射頻訊號

產生器 111 及主匹配電路 113 分離而獨立操作。阻抗量測系統 117 操作以在不干擾電漿處理室 101 內之電漿 107 之生成的情況下產生並傳輸該射頻訊號。在某些實施例中，頻率設定點係落在自約 2 MHz 至約 100 MHz 的範圍內。在某些實施例中，阻抗量測系統 117 所產生並傳輸之射頻訊號的功率範圍係自約 5 W 至約 1000 W。

【0041】 該方法亦包含操作 507，操作阻抗量測系統 117 以判斷由阻抗量測系統 117 所產生並傳輸之該射頻訊號之真實頻率。真實頻率係不同於射頻訊號產生器 119 之頻率設定點。射頻訊號產生器 119 所產生之射頻訊號之真實頻率與頻率設定點之間的差異係部分取決於阻抗控制模組 121 的設定並部分取決於該電漿處理室 101 之阻抗。該方法亦包含操作 509，操作阻抗量測系統 117 以判斷對應至阻抗量測系統 117 所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率之電漿處理室 101 的阻抗。經判斷出之阻抗係對應至在電漿處理室 101 內之電漿 107 的生成期間電漿處理室 101 的阻抗。

【0042】 圖 5A 之方法亦可包含，將阻抗控制模組 121 內之至少一變動阻抗控制裝置設定至一指定設定點，及在操作阻抗量測系統 117 時維持該指定設定點以基於頻率設定點產生並傳輸射頻訊號。圖 5A 之方法亦可包含，接取數據儲存裝置 125 以判斷對應至阻抗量測系統 117 所產生及傳輸之射頻訊號之真實頻率的阻抗即儲存在數據儲存裝置 125 中的數據。數據儲存裝置 125 提供阻抗量測系統 117 所產生及傳輸之射頻訊號之真實頻率與阻抗之間的關聯，該關聯為指定設定點的一函數。在某些實施例中，至少一變動阻抗控制裝置包含至少一可變電容器、或至少一可變電感、或至少一可變電容器與至少一可變電感兩者。又，在某些實施例中，指定設定點係藉由當至少一可變電容器存在於阻抗控制模組 121 中時至少一可變電容器之各別電容設定及當至少一可變電感存在於阻抗控制模組 121 中時至少一可變電感之各別電感設定的一組合所定義。

【0043】圖 5A 之方法亦可包含，操作阻抗量測系統 117 之系統控制模組 123 以將阻抗控制模組 121 內之至少一變動阻抗控制裝置設定至該指定設定點。圖 5A 之方法亦可包含，操作阻抗量測系統 117 之系統控制模組 123 以指揮射頻訊號產生器 119 基於頻率設定點產生並傳輸射頻訊號。又，圖 5A 之方法亦可包含，操作阻抗量測系統 117 之系統控制模組 123 以傳達經判斷出的阻抗如藉由將判斷出的阻抗顯示於電腦螢幕上，經判斷出的阻抗係對應至在電漿處理室 101 內之電漿 107 的生成期間電漿處理室 101 之阻抗。

【0044】圖 5B 顯示根據本發明之某些實施例之圖 5A 之方法的續行流程圖。該方法包含操作 511，改變阻抗控制模組 121 之指定設定點。該方法亦包含操作 513，操作阻抗量測系統 117 以基於頻率設定點產生射頻訊號並經由阻抗控制模組 121 將射頻訊號傳輸至電漿處理室 101 之射頻訊號供給線。該方法亦包含操作 515，操作阻抗量測系統 117 以判斷阻抗量測系統 117 在操作 511 中所改變之該指定設定點處所產生並傳輸之射頻訊號的真實頻率。該方法亦包含操作 517，操作阻抗量測系統 117 以判斷及記錄對應至在操作 515 中所判斷出之射頻訊號之真實頻率之電漿處理室 101 的阻抗。該方法亦包含操作 519，重覆操作 511 至 517 數次以獲得電漿處理室 101 之經判斷出之阻抗的一統計重要樣本組。該方法亦包含操作 521，基於電漿處理室 101 之經判斷出之阻抗之統計重要樣本組判斷電漿處理室 101 之一平均阻抗。該方法包含下列操作：基於電漿處理室 101 之經判斷出之阻抗之統計重要樣本組判斷電漿處理室 101 之平均阻抗的標準差。以此方式，阻抗量測系統 117 能使用阻抗控制模組 121 之複數阻抗匹配設定點致使電漿處理室 101 之真實阻抗之點與點之間的交叉檢查。

【0045】圖 5C 顯示根據本發明之某些實施例之圖 5B 之方法的續行流程圖。該方法包含操作 523，判斷使在操作 521 中所判斷出之電漿處理室 101 之平均阻抗與電漿處理室 101 之目標阻抗對準所需的阻抗調整。在某些實施例中，該方

法亦可包含操作 525，調整主匹配電路 113 之一或多個設定以施行經判斷出的阻抗調整。

【0046】圖 6A 顯示根據本發明之某些實施例利用阻抗量測系統 117 匹配複數電漿處理室 101 之阻抗之方法的流程圖。該方法包含操作 601，將阻抗量測系統 117 連接至一特定電漿處理室之射頻訊號供給線。該方法亦包含操作 603，操作特定電漿處理室如 101 之主射頻訊號產生器 111 以經由特定電漿處理室之主匹配電路 113 並經由特定電漿處理室之射頻訊號供給線傳輸一或多個射頻訊號以在特定電漿處理室 101 內產生電漿 107。

【0047】該方法亦包含操作 605，操作阻抗量測系統 117 以基於頻率設定點產生射頻訊號並經由阻抗控制模組 121 將射頻訊號傳輸至特定電漿處理室之射頻訊號供給線。阻抗量測系統 117 係與特定電漿處理室之主射頻訊號產生器 111 與主匹配電路 113 分離而獨立操作。

【0048】該方法亦包含操作 607，操作阻抗量測系統 117 以判斷由阻抗量測系統 117 所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率。真實頻率係不同於頻率設定點。射頻訊號產生器 119 所產生之射頻訊號之真實頻率與頻率設定點之間的差異係部分取決於阻抗控制模組 121 的設定並部分取決於特定電漿處理室之阻抗。

【0049】該方法亦包含操作 609，操作阻抗量測系統 117 以判斷對應至阻抗量測系統 117 所產生並傳輸之射頻訊號之真實頻率之特定電漿處理室的阻抗。經判斷出之阻抗係對應至在特定電漿處理室內之電漿的生成期間特定電漿處理室之阻抗。該方法亦包含操作 611，在複數電漿處理室上進行操作 601 至 609 以判斷複數電漿處理室的各別阻抗。

【0050】該方法亦包含操作 613，針對複數電漿處理室中的每一者判斷使電漿處理室之經判斷出之阻抗與一目標阻抗對準所需的各別阻抗調整。在某些實施例中，目標阻抗被設定為等於複數電漿處理室中之一電漿處理室之經判斷

出的阻抗。在某些實施例中，目標阻抗被設定為不同於複數電漿處理室中之任何電漿處理室之經判斷出的阻抗。

【0051】 應瞭解，電漿處理室之阻抗會因構成處理室之元件的製造變異而在腔室與腔室之間變化。通常必須調整不同電漿處理室的阻抗以達到在不同電漿處理室中受到處理之工作件上的相同結果。阻抗量測系統 117 根據圖 6A 之方法操作致能判斷不同電漿處理室之間存在多少的阻抗差異，使不同電漿處理室的操作者俾以進行使不同電漿處理室之阻抗對準所需的任何調整。使用相同的阻抗量測系統 117 量測不同電漿處理室的阻抗能消除在量測阻抗期間因在不同電漿處理室上使用不同 V/I 探針單元且因不同的 V/I 探針單元之間之製造變異所造成的腔室與腔室間的阻抗變異。又，由於在可阻抗對準之不同電漿處理室中使用相同的阻抗量測系統 117，因此針對不同電處理室阻抗量測系統 117 對量測到之腔室阻抗的影響為相同的，藉此抵消在比較時量測到的腔室與腔室之間的阻抗。

【0052】 在某些實施例中，針對複數電漿處理室中的每一者圖 6A 之方法亦可包含，針對阻抗控制模組 121 之複數指定設定點中的每一者，重覆操作 605 至 609 以針對該電漿處理室之阻抗值判斷一統計重要樣本組。又，針對複數電漿處理室中的每一者圖 6A 之方法可包含基於針對該電漿處理室所判斷出之阻抗值的統計重要樣本組，判斷電漿處理室的平均阻抗。又，針對複數電漿處理室中的每一者圖 6A 之方法可包含，使用電漿處理室之平均阻抗作為在操作 613 中電漿處理室之經判斷出的阻抗。圖 6B 顯示根據本發明之某些實施例之圖 6A 之方法的續行流程圖。該方法包含操作 615，針對複數電漿處理室中的每一者改變電漿處理室之主匹配電路 113 的一或多個設定以施行在操作 613 中針對電漿處理室所判斷出的阻抗調整。

【0053】圖 7 顯示根據本發明之某些實施例使用阻抗量測系統 117 判斷電漿處理室之阻抗之方法的流程圖。該方法包含操作 701，在操作電漿處理室時將阻抗量測射頻訊號傳輸至電漿處理室之射頻訊號供給線中。阻抗量測射頻訊號係與用以操作電漿處理室之其他射頻訊號分離。該方法亦包含操作 703，判斷阻抗量測射頻訊號之真實頻率。該方法亦包含操作 705，基於阻抗量測射頻訊號之判斷出的真實頻率判斷操作電漿處理室之阻抗。

【0054】應瞭解，在電漿處理室 101 和分離獨立之主射頻訊號產生器 111 與分離獨立之主匹配電路 113 協力操作的同時，阻抗量測系統 117 將其自身的射頻訊號提供至電漿處理室 101。應瞭解，文中所揭露的阻抗量測系統 117 致使不干擾電漿之精準快速之腔室與腔室之間的阻抗匹配。又應瞭解，基本上文中所揭露的阻抗量測系統 117 可與任何類型的電漿處理室一起使用。

【0055】雖然為了清楚瞭解的目的已稍微詳細地說明前述發明，但應明白，可在隨附申請專利範圍的範疇內進行某些變化與修改。因此，本發明之實施例應被視為是說明性而非限制性的，且本發明不限於文中所列之細節而是可在所述實施例之範疇與等效物內受到修改。

【符號說明】

【0056】

- 101 電漿處理室
- 103 支撐結構
- 105 返回電極
- 107 電漿
- 109 工作件
- 111 主射頻訊號產生器

113	主匹配電路
115	連接器
117	阻抗量測系統
119	射頻訊號產生器
121	阻抗控制模組
123	系統控制模組
125	數據儲存裝置
501	操作
503	操作
505	操作
507	操作
509	操作
511	操作
513	操作
515	操作
517	操作
519	操作
521	操作
523	操作
525	操作
601	操作
603	操作
605	操作
607	操作

609 操作

611 操作

613 操作

615 操作

701 操作

703 操作

705 操作



201833970

【發明摘要】

【中文發明名稱】通用之非侵入式腔室阻抗量測系統及相關方法

【英文發明名稱】UNIVERSAL NON-INVASIVE CHAMBER IMPEDANCE

MEASUREMENT SYSTEM AND ASSOCIATED METHODS

【中文】揭露一種電漿處理室之阻抗量測系統。該系統包含一射頻訊號產生器，該射頻訊號產生器係用以基於一頻率設定點輸出一射頻訊號並提供該射頻訊號之一真實頻率之一指示符，其中該真實頻率可不同於該頻率設定點。該系統包含具有至少一變動阻抗控制裝置之一阻抗控制模組。該射頻訊號產生器所輸出之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的一差異係部分取決於該至少一變動阻抗控制裝置之一設定並部分取決於該電漿處理室之一阻抗。該系統包含一連接器，該連接器係用以與該電漿處理室之一射頻訊號供給線連接。該阻抗控制模組係連接於該射頻訊號產生器與該連接器之間。

【英文】 A system is disclosed for measuring an impedance of a plasma processing chamber. The system includes a radiofrequency signal generator configured to output a radiofrequency signal based on a frequency setpoint and provide an indication of an actual frequency of the radiofrequency signal, where the actual frequency can be different than the frequency setpoint. The system includes an impedance control module including at least one variable impedance control device. A difference between the actual frequency of the radiofrequency signal as output by the radiofrequency signal generator and the frequency setpoint is partially dependent upon a setting of the at least one variable impedance control device and is partially dependent upon the impedance of the plasma processing chamber. The system includes a connector

configured to connect with a radiofrequency signal supply line of the plasma processing chamber. The impedance control module is connected between the radiofrequency signal generator and the connector.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 101 電漿處理室
- 103 支撐結構
- 105 返回電極
- 107 電漿
- 109 工作件
- 111 主射頻訊號產生器
- 113 主匹配電路
- 115 連接器
- 117 阻抗量測系統

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種電漿處理室之阻抗量測系統，包含：

一射頻訊號產生器，係用以基於一頻率設定點輸出一射頻訊號，該射頻訊號產生器係用以提供該射頻訊號產生器所輸出之該射頻訊號之一真實頻率的一指示符，其中該真實頻率可不同於該頻率設定點；

一阻抗控制模組，包含至少一變動阻抗控制裝置，其中該射頻訊號產生器所輸出之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的差異係部分取決於該至少一變動阻抗控制裝置的設定並部分取決於該電漿處理室之阻抗；及

一連接器，係用以與該電漿處理室之一射頻訊號供給線連接，該阻抗控制模組係連接於該射頻訊號產生器與該連接器之間。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之電漿處理室之阻抗量測系統，其中該射頻訊號產生器係分離且獨立於一主射頻訊號產生器，該主射頻訊號產生器係用以在該電漿處理室內產生電漿。

【第3項】 如申請專利範圍第2項之電漿處理室之阻抗量測系統，其中該阻抗控制模組係分離且獨立於該電漿處理室之一主阻抗匹配電路。

【第4項】 如申請專利範圍第3項之電漿處理室之阻抗量測系統，其中該連接器係用以在一位置處與該電漿處理室之該射頻訊號供給線連接，該位置係介於該電漿處理室之該主阻抗匹配電路與該電漿處理室之一主射頻訊號輸入端之間。

【第5項】 如申請專利範圍第1項之電漿處理室之阻抗量測系統，其中該至少一變動阻抗控制裝置包含至少一可變電容器、或至少一可變電感、或至少一可變電容器與至少一可變電感兩者。

【第6項】 如申請專利範圍第5項之電漿處理室之阻抗量測系統，更包含：至少一馬達與對應的鏈結，用以分別控制該至少一變動阻抗控制裝置。

【第7項】如申請專利範圍第1項之電漿處理室之阻抗量測系統，更包含：
一系統控制模組，係用以對該阻抗控制模組之該至少一變動阻抗控制裝置提供控制，該系統控制模組係用以對該射頻訊號產生器提供控制。

【第8項】如申請專利範圍第7項之電漿處理室之阻抗量測系統，其中該系統控制模組係用以判斷及輸出與該射頻訊號產生器所提供之該真實頻率之該指示符相對應的一阻抗值。

【第9項】如申請專利範圍第8項之電漿處理室之阻抗量測系統，更包含：
一數據儲存裝置，包含針對該真實頻率之指示符與該至少一變動阻抗控制裝置之複數設定之不同組合的複數阻抗值，其中該數據儲存裝置可被該系統控制模組接取以支援與該射頻訊號產生器所提供之該真實頻率之該指示符相對應之該阻抗值的判斷。

【第10項】一種電漿處理室之阻抗量測方法，包含：

將一阻抗量測系統連接至該電漿處理室之一射頻訊號供給線；

操作一主射頻訊號產生器以經由一主匹配電路並經由該電漿處理室之該射頻訊號供給線傳輸一或多個射頻訊號，以在該電漿處理室內產生電漿；

操作該阻抗量測系統以基於一頻率設定點產生一射頻訊號並經由一阻抗控制模組將該射頻訊號傳輸至該電漿處理室之該射頻訊號供給線，該阻抗量測系統係與該主射頻訊號產生器及該主匹配電路分離而獨立操作，該阻抗量測系統係操作以在不干擾該電漿處理室內之該電漿之生成的情況下產生並傳輸該射頻訊號；

操作該阻抗量測系統以判斷由該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之一真實頻率，其中該真實頻率可不同於該頻率設定點，其中該阻抗量測系統所產生之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的差異係部分取決於該阻抗控制模組的設定並部分取決於該電漿處理室之阻抗；及

操作該阻抗量測系統以判斷與該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之該真實頻率相對應之該電漿處理室之一阻抗，經判斷出之該阻抗係對應至在該電漿處理室內之該電漿的生成期間該電漿處理室的該阻抗。

【第11項】 如申請專利範圍第10項之電漿處理室之阻抗量測方法，更包含：將該阻抗控制模組內之至少一變動阻抗控制裝置設定至一指定設定點；

在操作該阻抗量測系統時維持該指定設定點，以基於該頻率設定點產生並傳輸該射頻訊號；及

接取一數據儲存裝置以判斷與該阻抗量測系統所產生及傳輸之該射頻訊號之該真實頻率相對應的該阻抗，該數據儲存裝置提供該阻抗量測系統所產生及傳輸之該射頻訊號之該真實頻率與該阻抗之間的關聯，該關聯為該指定設定點的函數。

【第12項】 如申請專利範圍第11項之電漿處理室之阻抗量測方法，其中該至少一變動阻抗控制裝置包含至少一可變電容器、或至少一可變電感、或至少一可變電容器與至少一可變電感兩者，其中該指定設定點係由下列者的組合所定義：當該至少一可變電容器存在於該阻抗控制模組中時該至少一可變電容器之各別電容設定、及當該至少一可變電感存在於該阻抗控制模組中時該至少一可變電感之各別電感設定。

【第13項】 如申請專利範圍第12項之電漿處理室之阻抗量測方法，更包含：

操作該阻抗量測系統之一系統控制模組以將該阻抗控制模組內之該至少一變動阻抗控制裝置設定至該指定設定點；

操作該阻抗量測系統之該系統控制模組以基於該頻率設定點而指引產生並傳輸該射頻訊號；及

操作該阻抗量測系統之該系統控制模組以傳達經判斷出的該阻抗，經判斷出的該阻抗係對應至在該電漿處理室內之該電漿的生成期間該電漿處理室之該阻抗。

【第14項】如申請專利範圍第12項之電漿處理室之阻抗量測方法，更包含：

(a) 改變該阻抗控制模組之該指定設定點；

(b) 操作該阻抗量測系統以基於該頻率設定點產生該射頻訊號並經由該阻抗控制模組將該射頻訊號傳輸至該電漿處理室之該射頻訊號供給線；

(c) 操作該阻抗量測系統以判斷該阻抗量測系統利用操作(a)中所改變之該指定設定點所產生並傳輸之該射頻訊號的該真實頻率；

(d) 操作該阻抗量測系統以判斷及記錄與在操作(c)中所判斷出之該射頻訊號之該真實頻率相對應之該電漿處理室的該阻抗；

(e) 重覆操作(a)至(d)數次以獲得該電漿處理室之經判斷出之阻抗之一統計重要樣本組；及

(f) 基於該電漿處理室之經判斷出之阻抗之該統計重要樣本組判斷該電漿處理室之一平均阻抗。

【第15項】如申請專利範圍第14項之電漿處理室之阻抗量測方法，更包含：

判斷使在操作(f)中所判斷出之該電漿處理室之該平均阻抗與該電漿處理室之一目標阻抗對準所需之一阻抗調整；及

調整該主匹配電路之一或多個設定以施行經判斷出的該阻抗調整。

【第16項】如申請專利範圍第10項之電漿處理室之阻抗量測方法，其中該頻率設定點係落在自約2 MHz至約100 MHz的一範圍內，其中該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號的一功率係落在自約5瓦(W)至約1000 W的一範圍內。

【第17項】一種複數電漿處理室之阻抗匹配方法，包含：

(a) 將一阻抗量測系統連接至一特定電漿處理室之一射頻訊號供給線；

(b) 操作該特定電漿處理室之一主射頻訊號產生器以經由該特定電漿處理室之一主匹配電路並經由該特定電漿處理室之該射頻訊號供給線傳輸一或多個射頻訊號，以在該特定電漿處理室內產生一電漿；

(c) 操作該阻抗量測系統以基於一頻率設定點產生一射頻訊號並經由一阻抗控制模組將該射頻訊號傳輸至該特定電漿處理室之該射頻訊號供給線，該阻抗量測系統係與該特定電漿處理室之該主射頻訊號產生器及該主匹配電路分離而獨立操作；

(d) 操作該阻抗量測系統以判斷由該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之一真實頻率，其中該真實頻率可不同於該頻率設定點，該阻抗量測系統所產生之該射頻訊號之該真實頻率與該頻率設定點之間的差異係部分取決於該阻抗控制模組的設定並部分取決於該特定電漿處理室之阻抗；

(e) 操作該阻抗量測系統以判斷與該阻抗量測系統所產生並傳輸之該射頻訊號之該真實頻率相對應之該特定電漿處理室的阻抗，經判斷出之該阻抗係對應至在該特定電漿處理室內之該電漿的生成期間該特定電漿處理室之該阻抗；

(f) 在複數電漿處理室上進行操作(a)至(e)以判斷該複數電漿處理室的各別阻抗；

(g) 針對該複數電漿處理室中的每一者判斷使該電漿處理室之該經判斷出之阻抗與一目標阻抗對準所需的一各別阻抗調整。

【第18項】 如申請專利範圍第17項之複數電漿處理室之阻抗匹配方法，更包含：

針對該複數電漿處理室中的每一者改變該電漿處理室之該主匹配電路的一或多個設定，以施行針對該電漿處理室所判斷出之該阻抗調整。

【第19項】 如申請專利範圍第17項之複數電漿處理室之阻抗匹配方法，其中該目標阻抗係設定為等於該複數電漿處理室其中一者之經判斷出的該阻抗。

【第20項】 如申請專利範圍第17項之複數電漿處理室之阻抗匹配方法，更包含：

針對該複數電漿處理室中的每一者，針對該阻抗控制模組之複數指定設定點中的每一者，重覆操作(c)至(e)以針對該電漿處理室判斷複數阻抗值之一統計重要樣本組；

針對該複數電漿處理室中的每一者，基於針對該電漿處理室所判斷出之該複數阻抗值的該統計重要樣本組，判斷該電漿處理室的一平均阻抗；及

針對該複數電漿處理室中的每一者，使用該電漿處理室之該平均阻抗作為在操作(g)中該電漿處理室之經判斷出的該阻抗。

