

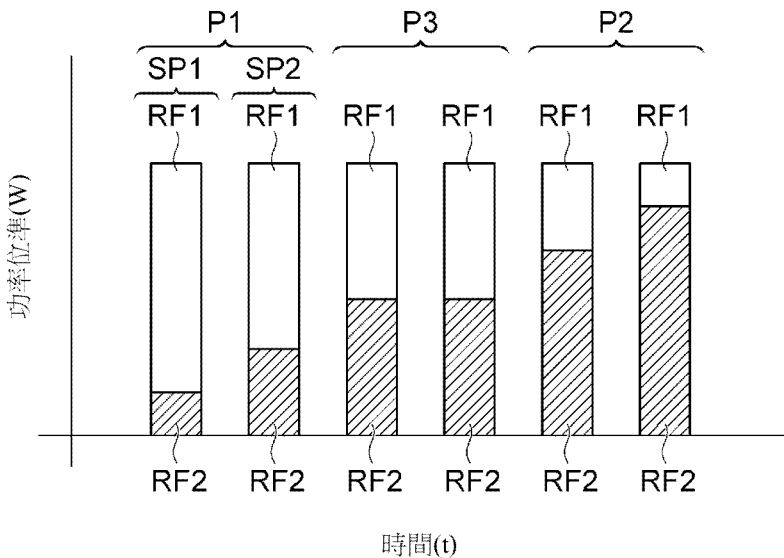


(21)申請案號：113101047 (22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 10 日
(51)Int. Cl. : H05H1/46 (2006.01) H01J37/32 (2006.01)
(30)優先權：2023/01/18 日本 2023-005664
(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本
(72)發明人：樋口龍太 HIGUCHI, RYUTA (JP)；中島俊希 NAKAJIMA, TOSHIKI (JP)
(74)代理人：陳長文
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：9 共 42 頁

(54)名稱
電漿處理裝置及電漿處理方法

(57)摘要
本發明之電漿處理裝置具備腔室、基板支持部、天線、RF 產生部及控制部。RF 產生部構成爲產生 RF 訊號。控制部構成爲：對 RF 產生部進行控制，於第 1 期間內，為了於腔室內點燃電漿，將 RF 訊號之第 1 頻率成分之功率位準設定爲較 RF 訊號之第 2 頻率成分之功率位準更大的功率位準，為了維持經點燃之電漿，於第 2 期間內將第 2 頻率成分之功率位準設定爲較第 1 頻率成分之功率位準更大的功率位準。

指定代表圖：



符號簡單說明：
P1:第 1 期間
P2:第 2 期間
P3:期間
RF1:第 1 頻率成分
RF2:第 2 頻率成分
SP1:第 1 副期間
SP2:第 2 副期間

【圖5】



【發明摘要】

【中文發明名稱】

電漿處理裝置及電漿處理方法

【中文】

本發明之電漿處理裝置具備腔室、基板支持部、天線、RF產生部及控制部。RF產生部構成為產生RF訊號。控制部構成為：對RF產生部進行控制，於第1期間內，為了於腔室內點燃電漿，將RF訊號之第1頻率成分之功率位準設定為較RF訊號之第2頻率成分之功率位準更大的功率位準，為了維持經點燃之電漿，於第2期間內將第2頻率成分之功率位準設定為較第1頻率成分之功率位準更大的功率位準。

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

P1:第1期間

P2:第2期間

P3:期間

RF1:第1頻率成分

RF2:第2頻率成分

SP1:第1副期間

SP2:第2副期間

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電漿處理裝置及電漿處理方法

【技術領域】

【0001】 本發明之例示性實施方式係關於一種電漿處理裝置及電漿處理方法。

【先前技術】

【0002】 電漿處理裝置被用於對基板進行電漿處理。電漿處理裝置藉由供給高頻訊號而於腔室內點燃電漿。下述專利文獻1揭示了一種電漿處理裝置，該電漿處理裝置對高頻訊號之功率位準及高頻訊號之頻率中之至少一者進行調變。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻1]日本專利特開2021-64482號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 本發明提供一種使電漿之點燃高速化，並且高效維持經點燃之電漿之技術。

[解決問題之技術手段]

【0005】 於一例示性實施方式中，提供一種電漿處理裝置。電漿處理裝置具備腔室、基板支持部、天線、RF(Radio Frequency，射頻)產生部及控制部。基板支持部配置於腔室內。天線配置於基板支持部之上方。RF產生部電性連接於天線。RF產生部構成產生RF訊號。RF訊號包含第

1頻率成分及第2頻率成分中之一者或兩者。第1頻率成分為用以於腔室內點燃電漿之頻率成分。第2頻率成分為用於維持經點燃之該電漿之頻率成分。第1頻率成分具有第1頻率。第2頻率成分具有與第1頻率不同之第2頻率。第2頻率係匹配頻率。控制部構成為：對RF產生部進行控制，於第1期間內，為了於腔室內點燃電漿，將RF訊號之第1頻率成分之功率位準設定為較RF訊號之第2頻率成分之功率位準更大的功率位準，為了維持經點燃之電漿，於第2期間內將第2頻率成分之功率位準設定為較第1頻率成分之功率位準更大的功率位準。

[發明之效果]

【0006】 根據一例示性實施方式，能夠使電漿之點燃高速化，高效維持經點燃之電漿。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係用於說明電漿處理系統之構成例的圖。

圖2係用於說明感應耦合型電漿處理裝置之構成例的圖。

圖3係表示一例示性實施方式之電漿處理裝置中之電源系統及控制系統之構成的圖。

圖4係表示一例示性實施方式之電漿處理裝置之第1RF產生部之構成的圖。

圖5係表示一例示性實施方式中第1RF產生部所產生之源RF訊號之複數個頻率成分之時間變化的圖。

圖6係表示另一例示性實施方式中第1RF產生部所產生之源RF訊號之複數個頻率成分之時間變化的圖。

圖7係表示又一例示性實施方式中第1RF產生部所產生之源RF訊號之複數個頻率成分之時間變化的圖。

圖8係一例示性實施方式之電漿處理方法之流程圖。

圖9係另一例示性實施方式之電漿處理方法之流程圖。

【實施方式】

【0008】 以下，參照圖式對各種例示性實施方式進行詳細說明。再者，於各圖式中對相同或相當之部分標註同一符號。

【0009】 圖1係用於說明電漿處理系統之構成例之圖。於一實施方式中，電漿處理系統包含電漿處理裝置1及控制部2。電漿處理系統係基板處理系統之一例，電漿處理裝置1係基板處理裝置之一例。電漿處理裝置1包含電漿處理室10、基板支持部11及電漿產生部12。電漿處理室10具有電漿處理空間。又，電漿處理室10具有用於將至少1種處理氣體供給至電漿處理空間之至少1個氣體供給口、及用於將氣體從電漿處理空間排出之至少1個氣體排出口。氣體供給口連接於下述氣體供給部20，氣體排出口連接於下述排氣系統40。基板支持部11配置於電漿處理空間內，具有用於支持基板之基板支持面。

【0010】 電漿產生部12構成為從供給至電漿處理空間內之至少1種處理氣體產生電漿。於電漿處理空間中形成之電漿可為電容耦合電漿(CCP；Capacitively Coupled Plasma)、感應耦合電漿(ICP；Inductively Coupled Plasma)、ECR電漿(Electron-Cyclotron-resonance plasma，電子回旋諧振電漿)、螺旋波激發電漿(HWP；Helicon Wave Plasma)、或表面波電漿(SWP；Surface Wave Plasma)等。又，亦可使用包括AC(Alternating Current，交流)電漿產生部及DC(Direct Current，直流)

電漿產生部在內之各種類型之電漿產生部。於一實施方式中，AC電漿產生部所使用之AC訊號(AC電力)具有100 kHz～10 GHz範圍內之頻率。因此，AC訊號包含RF訊號及微波訊號。於一實施方式中，RF訊號具有100 kHz～150 MHz範圍內之頻率。

【0011】 控制部2對使電漿處理裝置1執行本發明中所述之各種步驟的電腦可執行命令進行處理。控制部2可構成為控制電漿處理裝置1之各元件以執行此處所述之各種步驟。於一實施方式中，可為控制部2之一部分或全部包含於電漿處理裝置1中。控制部2可包含處理部2a1、記憶部2a2及通訊介面2a3。控制部2例如藉由電腦2a實現。處理部2a1可構成為藉由從記憶部2a2讀出程式並執行所讀出之程式，而進行各種控制動作。該程式可預先儲存於記憶部2a2，亦可於需要時經由媒體取得。所取得之程式儲存於記憶部2a2，由處理部2a1從記憶部2a2讀出並執行。媒體可為電腦2a能夠讀取之各種記憶媒體，亦可為連接於通訊介面2a3之通訊線路。處理部2a1可為CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)。記憶部2a2可包含RAM(Random Access Memory，隨機存取記憶體)、ROM(Read Only Memory，唯讀記憶體)、HDD(Hard Disk Drive，硬式磁碟機)、SSD(Solid State Drive，固態硬碟)、或該等之組合。通訊介面2a3可經由LAN(Local Area Network，區域網路)等通訊線路，與電漿處理裝置1進行通訊。

【0012】 以下，對作為電漿處理裝置1之一例之感應耦合型電漿處理裝置的構成例進行說明。圖2係用於說明感應耦合型電漿處理裝置之構成例之圖。

【0013】 感應耦合型電漿處理裝置1包含電漿處理室10、氣體供給

部20、電源30及排氣系統40。電漿處理室10包含介電窗101。又，電漿處理裝置1包含基板支持部11、氣體導入部及天線14。基板支持部11配置於電漿處理室10內。天線14配置於電漿處理室10上或其上方(即介電窗101上或其上方)。電漿處理室10具有藉由介電窗101、電漿處理室10之側壁102及基板支持部11界定之電漿處理空間10s。電漿處理室10接地。

【0014】 基板支持部11包含本體部111及環組件112。本體部111具有用於支持基板W之中央區域111a、及用於支持環組件112之環狀區域111b。晶圓係基板W之一例。本體部111之環狀區域111b於俯視下包圍本體部111之中央區域111a。基板W配置於本體部111之中央區域111a上，環組件112以包圍本體部111之中央區域111a上之基板W之方式配置於本體部111之環狀區域111b上。因此，中央區域111a亦被稱作用於支持基板W之基板支持面，環狀區域111b亦被稱作用於支持環組件112之環支持面。

【0015】 於一實施方式中，本體部111包含基台1110及靜電吸盤1111。基台1110包含導電性構件。基台1110之導電性構件可作為偏壓電極發揮功能。靜電吸盤1111配置於基台1110之上。靜電吸盤1111包含陶瓷構件1111a及配置於陶瓷構件1111a內之靜電電極1111b。陶瓷構件1111a具有中央區域111a。於一實施方式中，陶瓷構件1111a亦具有環狀區域111b。再者，如環狀靜電吸盤或環狀絕緣構件之類的包圍靜電吸盤1111之其他構件亦可具有環狀區域111b。於該情形時，環組件112可配置於環狀靜電吸盤或環狀絕緣構件之上，亦可配置於靜電吸盤1111及環狀絕緣構件兩者之上。又，可將與下述RF電源31及/或DC電源32耦合之至少一個RF/DC電極配置於陶瓷構件1111a內。於該情形時，至少1個

RF/DC電極作為偏壓電極發揮功能。再者，基台1110之導電性構件及至少1個RF/DC電極可作為複數個偏壓電極發揮功能。又，靜電電極1111b亦可作為偏壓電極發揮功能。因此，基板支持部11包含至少1個偏壓電極。

【0016】 環組件112具備1個或複數個環狀構件。於一實施方式中，1個或複數個環狀構件包含1個或複數個邊緣環及至少1個蓋環。邊緣環由導電性材料或絕緣材料形成，蓋環由絕緣材料形成。

【0017】 又，基板支持部11可包含調溫模組，該調溫模組構成為將靜電吸盤1111、環組件112及基板中之至少一者調節為目標溫度。調溫模組可包含加熱器、傳熱介質、流路1110a、或該等之組合。流路1110a中流動有鹽水或氣體之類的傳熱流體。於一實施方式中，流路1110a形成於基台1110內，於靜電吸盤1111之陶瓷構件1111a內配置有1個或複數個加熱器。又，基板支持部11亦可包含傳熱氣體供給部，該傳熱氣體供給部構成為向基板W之背面與中央區域111a之間隙供給傳熱氣體。

【0018】 氣體導入部構成為將來自氣體供給部20之至少1種處理氣體導入電漿處理空間10s內。於一實施方式中，氣體導入部包含中央氣體注入部(CGI：Center Gas Injector)13。中央氣體注入部13配置於基板支持部11之上方，且安裝於介電窗101上所形成之中央開口部。中央氣體注入部13具有至少1個氣體供給口13a、至少1個氣體流路13b及至少1個氣體導入口13c。供給至氣體供給口13a之處理氣體通過氣體流路13b從氣體被導入口13c導入電漿處理空間10s內。再者，氣體導入部可包含中央氣體注入部13及1個或複數個側氣體注入部(SGI：Side Gas Injector)，或包含1個或複數個側氣體注入部來代替中央氣體注入部13，該側氣體注入部安裝於側

壁102上所形成的1個或複數個開口部。

【0019】 氣體供給部20可包含至少1個氣體源21及至少1個流量控制器22。於一實施方式中，氣體供給部20構成為將至少1種處理氣體從各自對應之氣體源21經由各自對應之流量控制器22供給至氣體導入部。各流量控制器22可包含例如質量流量控制器或壓力控制式流量控制器。進而，氣體供給部20亦可包含對至少1種處理氣體之流量進行調變或使其脈衝化之至少1個流量調變裝置。

【0020】 電源30包含經由至少1個阻抗匹配電路與電漿處理室10耦合之RF電源31。RF電源31構成為對至少1個偏壓電極及天線14供給至少1個RF訊號(RF電力)。藉此，由供給至電漿處理空間10s之至少1種處理氣體形成電漿。因此，RF電源31可作為電漿產生部12之至少一部分發揮功能。又，藉由對至少1個偏壓電極供給偏壓RF訊號，能於基板W上產生偏壓電位，將所形成之電漿中之離子拉向基板W。

【0021】 於一實施方式中，RF電源31包含第1RF產生部31a及第2RF產生部31b。第1RF產生部31a經由至少1個阻抗匹配電路與天線14耦合，構成為產生電漿產生用之源RF訊號(源RF電力)。於一實施方式中，源RF訊號具有10 MHz~150 MHz之範圍內之頻率。於一實施方式中，第1RF產生部31a亦可構成為產生具有不同頻率之複數個源RF訊號。所產生之1個或複數個源RF訊號被供給至天線14。

【0022】 第2RF產生部31b經由至少1個阻抗匹配電路與至少1個偏壓電極耦合，構成為產生偏壓RF訊號(偏壓RF電力)。偏壓RF訊號之頻率可與源RF訊號之頻率相同，亦可不同。於一實施方式中，偏壓RF訊號具有較源RF訊號之頻率更低之頻率。於一實施方式中，偏壓RF訊號具有

100 kHz～60 MHz範圍內之頻率。於一實施方式中，第2RF產生部31b可構成為產生具有不同頻率之複數個偏壓RF訊號。所產生之1個或複數個偏壓RF訊號被供給到至少1個偏壓電極。又，於各種實施方式中，源RF訊號及偏壓RF訊號中之至少一者可經脈衝化。

【0023】 又，電源30可包含耦合於電漿處理室10之DC電源32。DC電源32包含偏壓DC產生部32a。於一實施方式中，偏壓DC產生部32a連接於至少1個偏壓電極，構成為產生偏壓DC訊號。所產生之偏壓DC訊號被施加於至少1個偏壓電極。

【0024】 於各種實施方式中，偏壓DC訊號可經脈衝化。於該情形時，將電壓脈衝序列施加於至少1個偏壓電極。電壓脈衝可具有矩形、梯形、三角形或該等組合之脈衝波形。於一實施方式中，用於根據DC訊號產生電壓脈衝序列之波形產生部連接於偏壓DC產生部32a與至少1個偏壓電極之間。因此，偏壓DC產生部32a及波形產生部構成電壓脈衝產生部。電壓脈衝可具有正極性，亦可具有負極性。又，電壓脈衝序列可於1週期內包含1個或複數個正極性電壓脈衝及1個或複數個負極性電壓脈衝。再者，可設置RF電源31及偏壓DC產生部32a，亦可設置偏壓DC產生部32a來代替第2RF產生部31b。

【0025】 天線14包含1個或複數個線圈。於一實施方式中，天線14可包含配置於同軸上之外側線圈及內側線圈。於該情形時，RF電源31可連接於外側線圈及內側線圈兩者，亦可連接於外側線圈及內側線圈中之任一者。於前者之情形時，可將同一RF產生部連接於外側線圈及內側線圈兩者，亦可將不同RF產生部分別連接於外側線圈及內側線圈。

【0026】 排氣系統40可連接於例如設置於電漿處理室10之底部的氣

體排出口10e。排氣系統40可包含壓力調節閥及真空泵。藉由壓力調節閥來調整電漿處理空間10s內之壓力。真空泵可包含渦輪分子泵、乾式真空泵或該等之組合。

【0027】 以下，參照圖3，對第1RF產生部31a及控制部2進行說明。圖3係表示一例示性實施方式之電漿處理裝置中之電源系統及控制系統之構成的圖。第1RF產生部31a構成為產生源RF訊號，該源RF訊號係為了於腔室10內產生電漿而供給之RF訊號。由第1RF產生部31a所產生之源RF訊號之詳情於下文再作說明。如圖3所示，第1RF產生部31a經由匹配器33c電性連接於天線14。

【0028】 匹配器33c包含具有可變阻抗之阻抗匹配電路。匹配器33c連接於第1RF產生部31a與天線14之間。匹配器33c構成為使負載阻抗與第1RF產生部31a之輸出阻抗匹配。匹配器33c之阻抗匹配電路之阻抗可藉由控制部2控制。

【0029】 電漿處理裝置1亦可進而具備電漿狀態監視器33。電漿狀態監視器33構成為對腔室10內產生之電漿之狀態進行監視。電漿狀態監視器33可包含定向耦合器33a及/或電壓電流感測器33b。

【0030】 定向耦合器33a例如特定出第1RF產生部31a所產生之源RF訊號之行波之功率位準、及源RF訊號之反射波之功率位準。定向耦合器33a亦可特定出源RF訊號之反射率。以反射波之功率位準相對於行波之功率位準之比率的形式特定出反射率。定向耦合器33a可將行波及反射波之各者之功率位準及反射率通知至控制部2。反射波之功率位準及反射率之各者於電漿在腔室10內消失之情形時變大。因此，反射波之功率位準及反射率之各者表現出電漿之狀態。再者，定向耦合器33a可連接於第1RF產

生部31a與匹配器33c之間。定向耦合器33a可與第1RF產生部31a一體化。

【0031】 電壓電流感測器33b測定供給至天線14之源RF訊號之電壓及電流。電壓電流感測器33b可根據所測定之電壓及電流特定出源RF訊號之反射係數。電壓電流感測器33b所可將特定出之反射係數通知至控制部2。反射係數於電漿在腔室10內消失之情形時變大。因此，反射係數表現出電漿之狀態。

【0032】 第1RF產生部31a所產生之源RF訊號包含第1頻率成分RF1及第2頻率成分RF2中之一者或兩者。第1頻率成分RF1係用以於腔室10內點燃電漿之頻率成分。第2頻率成分RF2係用於維持經點燃之電漿之頻率成分。

【0033】 第1頻率成分RF1具有第1頻率f1。第1頻率f1可為電漿未在腔室10內點燃之狀態下天線14之諧振頻率。第1頻率f1亦可為經最佳化之頻率，以於電漿未在腔室10內點燃之狀態下抑制源RF訊號之反射。第1頻率f1亦可為經設定之頻率，以使電漿未在腔室10內點燃之狀態下負載阻抗與第1RF產生部31a之輸出阻抗匹配。可基於電漿處理裝置1之設計及導入至腔室10內之氣體種類設定第1頻率f1。

【0034】 第2頻率成分RF2具有第2頻率f2。第2頻率f2可為所產生之電漿存在於腔室10內之狀態下天線14之諧振頻率。第2頻率f2亦可為經最佳化之頻率，以所產生之電漿存在於腔室10內之狀態下抑制源RF訊號之反射。第2頻率f2亦可為經設定之頻率，以使所產生之電漿存在於腔室10內之狀態下負載阻抗與第1RF產生部31a之輸出阻抗匹配。

【0035】 於第1例中，可於電漿在腔室10內點燃之後，藉由對源RF訊號之頻率進行掃描而求出第2頻率f2。於第1例中，可將對源RF訊號之

頻率進行掃描得出的使反射程度最小之頻率作為第2頻率 f_2 求出。可藉由反射波之功率位準、反射率或反射係數來評估反射程度。

【0036】 於第2例中，可於電漿在腔室10內點燃之後，藉由將包含複數個頻率成分之源RF訊號供給至天線14而求出第2頻率 f_2 。複數個頻率成分具有互不相同之複數個頻率。於第2例中，可將複數個頻率成分中使反射程度最小之頻率作為第2頻率 f_2 求出。可藉由反射波之功率位準、反射率或反射係數來評估反射程度。

【0037】 於第3例中，可根據已知之資料設定第2頻率 f_2 。例如，可於具有與當前電漿處理之條件最為接近之條件的電漿處理中所使用之第2頻率 f_2 附近之頻率範圍內，進行上述第1例之處理或第2例之處理，藉此特定出第2頻率 f_2 。

【0038】 於一實施方式中，第1頻率 f_1 與第2頻率 f_2 之間的差可為第1頻率 f_1 之5%以內。於一實施方式中，第1頻率 f_1 與第2頻率 f_2 之間的差可為1 MHz以內。

【0039】 以下，參照圖4，對第1RF產生部31a之構成例進行說明。圖4係表示一例示性實施方式之電漿處理裝置之第1RF產生部之構成的圖。例如，第1RF產生部31a包含至少1個RF產生單元50。第1RF產生部31a可包含複數個RF產生單元50作為至少1個RF產生單元50。複數個RF產生單元50之各者包含訊號產生器5a、混頻器5b、濾波器5c及放大器5d。

【0040】 訊號產生器5a將具有互不相同之頻率之2個訊號輸出至混頻器5b。2個訊號之頻率可由控制部2向訊號產生器5a指定。混頻器5b藉由將由訊號產生器5a輸出之2個訊號混合，而產生具有2個頻率成分之另一訊號。2個頻率成分各自之頻率為由訊號產生器5a輸出之2個訊號各自的頻

率之和之頻率及差之頻率。濾波器5c使由混頻器5b產生之訊號之2個頻率成分中之一者選擇性地通過。將通過濾波器5c之頻率成分之訊號輸入至放大器5d。放大器5d藉由將由濾波器5c輸入之訊號放大，而產生源RF訊號之1個頻率成分。放大器5d之放大率可由控制部2向放大器5d指定。藉此，源RF訊號之1個頻率成分之功率位準得到調整。

【0041】 第1RF產生部31a可包含第1RF產生單元51及第2RF產生單元52作為複數個RF產生單元50。第1RF產生單元51可產生第1頻率成分RF1。第2RF產生單元52可產生第2頻率成分RF2。包含第1頻率成分RF1及第2頻率成分RF2中之一者或兩者之源RF訊號可經由定向耦合器33a、電壓電流感測器33b及匹配器33c供給至天線14。於一實施方式中，第1RF產生部31a可進而包含第3RF產生單元53作為複數個RF產生單元50。第3RF產生單元53之詳情於下文再作說明。

【0042】 以下，對表示第1RF產生部31a所產生之源RF訊號之複數個頻率成分之時間變化的幾個實施方式進行說明。圖5係表示一例示性實施方式中第1RF產生部所產生之源RF訊號(RF訊號)之複數個頻率成分之時間變化的圖。再者，於圖5中，源RF訊號之功率位準固定，但源RF訊號之功率位準可發生變化。

【0043】 如圖5所示，控制部2為了於腔室10內點燃電漿，於第1期間P1內將源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準設定為較源RF訊號之第2頻率成分RF2之功率位準更大的功率位準。第1期間P1內之第2頻率成分RF2之功率位準可大於零。於該情形時，第2頻率成分RF2於第1期間P1內具有大於零之功率位準。第1期間P1內之第2頻率成分RF2之功率位準可為零。於該情形時，第2頻率成分RF2於第1期間P1內具有零功率位準。

【0044】於電漿處理裝置1中，將具有適於點燃電漿之第1頻率 f_1 之第1頻率成分RF1之功率位準設定為相對較更大的功率位準。因此，根據電漿處理裝置1，能夠高速點燃電漿。

【0045】於一實施方式中，第1期間P1可包含第1副期間SP1及第2副期間SP2。第2副期間SP2為第1副期間SP1之後的期間。控制部2可將第2副期間SP2內之第2頻率成分RF2之功率位準設定為較第1副期間SP1內之第1頻率成分RF1之功率位準更大的功率位準。

【0046】於一實施方式中，第1副期間SP1內之第2頻率成分RF2之功率位準可大於零。於該情形時，第2頻率成分RF2於第1副期間SP1內具有大於零之功率位準。第1副期間SP1內之第2頻率成分RF2之功率位準可為零。於該情形時，第2頻率成分RF2於第1副期間SP1內具有零功率位準。

【0047】控制部2為了維持經點燃之電漿，而於第2期間P2內將第2頻率成分RF2之功率位準設定為較第1頻率成分RF1之功率位準更大的功率位準。

【0048】於一實施方式中，第2期間P2內之第1頻率成分RF1之功率位準可大於零。於該情形時，第1頻率成分RF1於第2期間P2內具有大於零之功率位準。於一實施方式中，第2期間P2內之第1頻率成分RF1之功率位準可為於腔室10內點燃電漿所需之最小功率位準。於該情形時，第1頻率成分RF1於第2期間P2內具有於腔室10內點燃電漿所需之最小功率位準。可預先規定於腔室10內點燃電漿所需之最小功率位準。於腔室10內點燃電漿所需之最小功率位準例如處於第1期間P1內第1頻率成分RF1之功率位準最大值之5%~50%範圍內。

【0049】於電漿處理裝置1中，於存在經點燃之電漿之狀態下將具有適於維持該電漿之第2頻率 f_2 的第2頻率成分RF2之功率位準設定為相對較大之功率位準。因此，根據電漿處理裝置1，能夠高效維持電漿。

【0050】又，於電漿處理裝置1中，能夠使供給至天線14之源RF訊號從第1期間P1內之源RF訊號變為第2期間P2內之源RF訊號，無須經歷過渡期間。因此，電漿處理裝置1能夠高速切換電漿之點燃與電漿之維持。

【0051】於一實施方式中，控制部2可將第1期間P1與第2期間P2之間的期間P3內第1頻率成分RF1之功率位準設定為較第1期間P1內之第1頻率成分RF1之功率位準更小的功率位準。期間P3為腔室10內之電漿從被點燃到穩定並被維持之過渡期間。該期間P3內之第1頻率成分RF1之功率位準為大於零之功率位準。控制部2可將期間P3內之第2頻率成分RF2之功率位準設定為較第2期間P2內第2頻率成分RF2之功率位準更小的功率位準。期間P3內之第2頻率成分RF2之功率位準為大於零之功率位準。

【0052】圖6係表示另一例示性實施方式中第1RF產生部所產生之源RF訊號之複數個頻率成分之時間變化的圖。於一實施方式中，控制部2可根據電漿狀態監視器33所監視之電漿之狀態，判斷出腔室10內電漿之消失。控制部2於根據電漿狀態監視器33所監視之電漿之狀態判斷出第1期間P1後電漿消失之情形時，可對第1RF產生部31a進行控制，以於腔室10內再次點燃電漿。例如，控制部2於判斷出電漿消失之情形時，供給包含第1頻率成分RF1之源RF訊號。

【0053】控制部2為了再次點燃電漿，可將源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準設定為較源RF訊號之第2頻率成分RF2之功率位準更大的功率位準。於圖6所示之例中，控制部2於時點T1判斷出電漿消失。於時

點T1前之時點T10，源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準為源RF訊號之第2頻率成分RF2之功率位準以下。時點T10包含於第1期間P1與第2期間P2之間的期間P3內。於時點T1後之時點T11，源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準大於源RF訊號之第2頻率成分RF2之功率位準。時點T11包含於第1期間P1內。

【0054】 如圖6所例示，於電漿處理裝置1中，於判斷出電漿消失之情形時，供給源RF訊號，該源RF訊號包含具有適於點燃電漿之第1頻率f1的第1頻率成分RF1。因此，根據電漿處理裝置1，能夠於電漿消失之後高速地再次點燃電漿。

【0055】 圖7係表示又一例示性實施方式中第1RF產生部所產生之源RF訊號之複數個頻率成分之時間變化的圖。於一實施方式中，控制部2可對第1RF產生部31a進行控制，使其產生包含第3頻率成分RF3之源RF訊號。第3頻率成分RF3係藉由第3RF產生單元53產生。包含第3頻率成分RF3之源RF訊號經由定向耦合器33a、電壓電流感測器33b及匹配器33c供給至天線14。第3頻率成分RF3之頻率f3與第1頻率f1及第2頻率f2不同。頻率f3與第2頻率f2同樣為適於維持經點燃之電漿之頻率。頻率f3可高於第1頻率f1，並且低於第2頻率f2。

【0056】 於一實施方式中，控制部2於根據電漿狀態監視器33所監視之電漿之狀態判斷出第1期間P1後電漿消失之情形時，可於腔室10內再次點燃電漿。控制部2於電漿於腔室10內再次點燃之後，可控制第1RF產生部31a供給包含第3頻率成分RF3之源RF訊號。

【0057】 控制部2可於判斷出第1期間P1後電漿消失之情形時，控制第1RF產生部31a供給包含第3頻率成分RF3以代替第2頻率成分RF2之源

RF訊號。於圖7所示之例中，控制部2於第1期間P1後之時點T1判斷出電漿消失。於時點T1前之時點T10，源RF訊號包含第1頻率成分RF1及第2頻率成分RF2。於時點T1後之時點T11，源RF訊號包含第3頻率成分RF3以代替第2頻率成分RF2。

【0058】 時點T11包含於第1期間P1內。控制部2為了於腔室10內點燃電漿，可於第1期間P1內將源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準設定為較源RF訊號之第3頻率成分RF3之功率位準更大的功率位準。於圖7所示之例中，第1期間P1內之第3頻率成分RF3之功率位準大於零。控制部2於使電漿於腔室10內再次點燃之後，為了維持經點燃之電漿，可將第2期間P2內之第3頻率成分RF3之功率位準設定為較第1頻率成分RF1之功率位準更大的功率位準。

【0059】 於電漿處理裝置1中，於電漿消失之後供給包含第3頻率成分RF3之源RF訊號。第3頻率成分RF3所具有之頻率與電漿消失時設定為相對較大功率位準的第2頻率成分之第2頻率f2不同。因此，電漿處理裝置1於電漿消失之後，容易再次點燃電漿。

【0060】 以下，參照圖8，對一例示性實施方式之電漿處理方法進行說明。圖8係一例示性實施方式之電漿處理方法之流程圖。圖8所示之電漿處理方法(以下，稱作「方法MTA」)可於基板載置於基板支持部11上之狀態下進行。可藉由控制部2控制電漿處理裝置1之各部分以進行方法MTA之各步驟。

【0061】 方法MTA於步驟STa開始。於步驟STa中，為了於腔室10內點燃電漿，於第1期間P1內從第1RF產生部31a向天線14供給包含第1頻率成分RF1之源RF訊號。於步驟STa中，源RF訊號之第1頻率成分RF1之

功率位準大於源RF訊號之第2頻率成分RF2之功率位準。

【0062】 於一實施方式中，方法MTA可包含步驟STb。步驟STb於步驟STa之後進行。於步驟STb中，根據電漿狀態監視器33所監視之電漿之狀態判斷第1期間P1後電漿是否消失。於判斷出電漿消失之情形時，從第1RF產生部31a向天線14供給包含第1頻率成分RF1之源RF訊號。亦可於判斷出電漿消失之情形時，再次進行步驟STa。

【0063】 於步驟STc中，為了維持經點燃之電漿，於第2期間P2內，從第1RF產生部31a向天線14供給具有第2頻率成分RF2之源RF訊號。如上所述，於第2期間P2內，源RF訊號之第2頻率成分RF2之功率位準大於源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準。

【0064】 於圖8之例中，步驟STb於步驟STa之後且步驟STc之前進行。然而，步驟STb亦可與步驟STc同步進行。

【0065】 以下，參照圖9，對另一例示性實施方式之電漿處理方法進行說明。圖9係另一例示性實施方式之電漿處理方法之流程圖。圖9所示之電漿處理方法(以下，稱作「方法MTB」)可代替方法MTA。以下，從相對於方法MTA之差異之觀點出發，對方法MTB進行說明。

【0066】 方法MTB包含步驟STd及步驟STe。於步驟STb中判斷出電漿消失之情形時進行步驟STd及步驟STe。於步驟STe中，於腔室10內再次點燃電漿。步驟STe於步驟STd之後進行。於步驟STe中，供給包含第3頻率成分RF3之源RF訊號。

【0067】 於步驟STd中，為了於腔室10內點燃電漿，供給包含第1頻率成分RF1之源RF訊號。源RF訊號可包含第3頻率成分RF3以代替第2頻率成分RF2。於步驟STd中，源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準大

於源RF訊號之第3頻率成分RF3之功率位準。於一實施方式中，步驟STd中之源RF訊號之第3頻率成分RF3之功率位準可大於零。

【0068】 於步驟STe中，為了維持再次點燃之電漿，從第1RF產生部31a向天線14供給具有第3頻率成分RF3之源RF訊號。於步驟STe中，源RF訊號之第3頻率成分RF3之功率位準可大於源RF訊號之第1頻率成分RF1之功率位準。

【0069】 於一實施方式中，步驟STe中第1頻率成分RF1之功率位準可大於零。於一實施方式中，步驟STe中第1頻率成分RF1之功率位準可為於腔室10內點燃電漿所需之最小功率位準。

【0070】 以上，已對各種例示性實施方式進行說明，但並不限定於上述例示性實施方式，可進行各種追加、省略、置換及變更。又，能夠對不同實施方式中之元件進行組合而形成其他實施方式。

【0071】 電漿處理裝置1亦可具備光感測器。光感測器配置於腔室10內。光感測器包含於電漿狀態監視器33。光感測器對腔室10內之發光強度進行監視。發光強度表現電漿之狀態。電漿狀態監視器33將發光強度通知至控制部2。控制部2根據腔室10內之發光強度判斷電漿之點燃及電漿之消失。

【0072】 又，第1RF產生部31a可僅包含單一RF產生單元50。第1RF產生部31a可藉由單一RF產生單元50於第1期間P1內產生僅包含第1頻率成分RF1之源RF訊號。於該情形時，第1期間P1內之第2頻率成分RF2之功率位準為零。第1RF產生部31a可藉由單一RF產生單元50於第2期間P2內產生僅包含第2頻率成分RF2之源RF訊號。於該情形時，第2期間P2內之第1頻率成分RF1之功率位準為零。

【0073】 此處，將本發明所包含之各種例示性實施方式記載於以下之[E1]至[E16]中。

【0074】 [E1]

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持部，其配置於上述腔室內；

天線，其配置於上述基板支持部之上方；

RF產生部，其電性連接於上述天線，構成為產生RF訊號，該RF訊號包含用以於上述腔室內點燃電漿之第1頻率成分、及用於維持經點燃之該電漿之第2頻率成分中之一者或兩者，該第1頻率成分具有第1頻率，該第2頻率成分具有與該第1頻率不同之匹配頻率即第2頻率；以及

控制部；

上述控制部構成為：對上述RF產生部進行控制，

為了於上述腔室內點燃上述電漿，於第1期間內將上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準更大的功率位準，

為了維持經點燃之上述電漿，於第2期間內將上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準更大的功率位準。

[E2]

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持部，其配置於上述腔室內；

RF產生部，其構成為產生RF訊號，該RF訊號包含用以於上述腔室內點燃電漿之第1頻率成分、及用於維持經點燃之該電漿之第2頻率成分中之一者或兩者，該第1頻率成分具有第1頻率，該第2頻率成分具有與該第1頻率不同之匹配頻率即第2頻率；以及

控制部；

上述控制部構成為：對上述RF產生部進行控制，

為了於上述腔室內點燃上述電漿，於第1期間內將上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準更大的功率位準，

為了維持經點燃之上述電漿，於第2期間內將上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準更大的功率位準。

[E3]

如E1或E2記載之電漿處理裝置，其中

上述第2頻率成分於上述第1期間內具有大於零之功率位準。

[E4]

如E1至E3中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率成分於上述第2期間內具有大於零之功率位準。

[E5]

如E1至E4中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率成分於上述第2期間內具有於上述腔室內點燃電漿所需之最小功率位準。

[E6]

如E1至E5中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第1期間包含：

第1副期間；及

上述第1副期間後之第2副期間；

上述控制部構成為：對上述RF產生部進行控制，將上述第2副期間內之上述第2頻率成分之功率位準設定為較上述第1副期間內之上述第2頻率成分之功率位準更大的功率位準。

[E7]

如E1至E6中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第2頻率成分於上述第1副期間內具有大於零之功率位準。

[E8]

如E1至E6中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第2頻率成分於上述第1副期間內具有零功率位準。

[E9]

如E1至E8中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率與上述第2頻率之間的差為上述第1頻率之5%以內。

[E10]

如E1至E9中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率與上述第2頻率之間的差為1 MHz以內。

[E11]

如E1至E10中任一項記載之電漿處理裝置，其中

上述控制部構成為：對上述RF產生部進行控制，

將上述第1期間與上述第2期間之間的期間內上述第1頻率成分之功率

位準設定為大於零且小於上述第1期間內之上述第1頻率成分之功率位準的功率位準，

將上述第1期間與上述第2期間之間的期間內上述第2頻率成分之功率位準設定為大於零且小於上述第2期間內之上述第2頻率成分之功率位準的功率位準。

[E12]

如E1至E11中任一項記載之電漿處理裝置，其進而具備電漿狀態監視器，該電漿狀態監視器構成為對產生於上述腔室內之上述電漿之狀態進行監視，

上述控制部構成為：於根據上述電漿狀態監視器所監視之上述電漿之上述狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，為了於上述腔室內再次點燃電漿而控制上述RF產生部供給包含上述第1頻率成分之上述RF訊號。

[E13]

如E12記載之電漿處理裝置，其中

上述控制部構成為：於根據上述電漿狀態監視器所監視之上述電漿之上述狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，於上述腔室內再次點燃電漿後，控制上述RF產生部供給包含第3頻率成分之上述RF訊號；

上述第3頻率成分之頻率與上述第1頻率及上述第2頻率不同。

[E14]

一種電漿處理方法，其包括如下步驟：

(a)為了於電漿處理裝置之腔室內點燃電漿，於第1期間內將包含第1

頻率成分之RF訊號從RF產生部供給至設置於上述腔室上方之天線；及

(b)為了維持經點燃之上述電漿，於第2期間內，將具有第2頻率成分之RF訊號從上述RF產生部供給至上述天線；

上述第1頻率成分具有第1頻率，上述第2頻率成分具有與該第1頻率不同之匹配頻率即第2頻率；

於上述(a)中，上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準大於上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準；

於上述(b)中，上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準大於上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準。

[E15]

如E14記載之電漿處理方法，其進而包括如下步驟：

(c)於根據電漿狀態監視器所監視之上述電漿之狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，為了於上述腔室內再次點燃電漿，供給包含上述第1頻率成分之上述RF訊號。

[E16]

如E15記載之電漿處理方法，其進而包括如下步驟：

(c)於根據電漿狀態監視器所監視之上述電漿之狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，於上述腔室內再次點燃電漿後，供給包含第3頻率成分之上述RF訊號；

上述第3頻率成分之頻率與上述第1頻率及上述第2頻率不同。

【0075】 根據以上之說明，可知本發明之各種實施方式係出於說明之目的而於本說明書中得到說明，可不脫離本發明之範圍及主旨地進行各種變化。因此，本說明書中所揭示之各種實施方式並非意在限定，真正之

範圍及主旨由隨附之申請專利範圍表示。

【符號說明】

【0076】

1:電漿處理裝置

2:控制部

2a:電腦

2a1:處理部

2a2:記憶部

2a3:通訊介面

5a:產生器

5b:混頻器

5c:濾波器

5d:放大器

10:腔室

10e:氣體排出口

10s:電漿處理空間

11:基板支持部

12:電漿產生部

13:中央氣體注入部

13a:氣體供給口

13b:氣體流路

13c:氣體導入口

14:天線

20:氣體供給部
21:氣體源
22:流量控制器
30:電源
31:RF電源
31a:第1RF產生部(RF產生部)
31b:第2RF產生部
32:DC電源
32a:偏壓DC產生部
33:電漿狀態監視器
33a:定向耦合器
33b:電壓電流感測器
33c:匹配器
40:排氣系統
50:RF產生單元
51:第1RF產生單元
52:第2RF產生單元
53:第3RF產生單元
101:介電窗
102:側壁
111:本體部
111a:中央區域
111b:環狀區域

- 112:環組件
- 1110:基台
- 1110a:流路
- 1111:靜電吸盤
- 1111a:陶瓷構件
- 1111b:靜電電極
- f1:第1頻率
- f2:第2頻率
- f3:第3頻率
- MTA:方法
- MTB:方法
- P1:第1期間
- P2:第2期間
- P3:期間
- RF1:第1頻率成分
- RF2:第2頻率成分
- RF3:第3頻率成分
- SP1:第1副期間
- SP2:第2副期間
- STa:步驟
- STb:步驟
- STc:步驟
- STd:步驟

STe:步驟

T1:時點

T10:時點

T11:時點

W:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持部，其配置於上述腔室內；

天線，其配置於上述基板支持部之上方；

RF產生部，其電性連接於上述天線，構成為產生RF訊號，該RF訊號包含用以於上述腔室內點燃電漿之第1頻率成分、及用於維持經點燃之該電漿之第2頻率成分中之一者或兩者，該第1頻率成分具有第1頻率，該第2頻率成分具有與該第1頻率不同之匹配頻率即第2頻率；以及

控制部；

上述控制部構成為：

對上述RF產生部進行控制，

為了於上述腔室內點燃上述電漿，於第1期間內將上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準更大的功率位準，

為了維持經點燃之上述電漿，於第2期間內將上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準更大的功率位準。

【請求項2】

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持部，其配置於上述腔室內；

RF產生部，其構成為產生RF訊號，該RF訊號包含用以於上述腔室內點燃電漿之第1頻率成分、及用於維持經點燃之該電漿之第2頻率成分中之一者或兩者，該第1頻率成分具有第1頻率，該第2頻率成分具有與該第1頻率不同之匹配頻率即第2頻率；以及

控制部；

上述控制部構成為：

對上述RF產生部進行控制，

為了於上述腔室內點燃上述電漿，於第1期間內將上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準更大的功率位準，

為了維持經點燃之上述電漿，於第2期間內將上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準設定為較上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準更大的功率位準。

【請求項3】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中

上述第2頻率成分於上述第1期間內具有大於零之功率位準。

【請求項4】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率成分於上述第2期間內具有大於零之功率位準。

【請求項5】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率成分於上述第2期間內，具有於上述腔室內點燃電漿所需之最小功率位準。

【請求項6】

如請求項5之電漿處理裝置，其中

上述第1期間包含：

第1副期間；及

上述第1副期間後之第2副期間；

上述控制部構成為：對上述RF產生部進行控制，將上述第2副期間內之上述第2頻率成分之功率位準設定為較上述第1副期間內之上述第2頻率成分之功率位準更大的功率位準。

【請求項7】

如請求項6之電漿處理裝置，其中

上述第2頻率成分於上述第1副期間內具有大於零之功率位準。

【請求項8】

如請求項6之電漿處理裝置，其中

上述第2頻率成分於上述第1副期間內具有零功率位準。

【請求項9】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率與上述第2頻率之間的差為上述第1頻率之5%以內。

【請求項10】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中

上述第1頻率與上述第2頻率之間的差為1 MHz以內。

【請求項11】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中

上述控制部構成為：對上述RF產生部進行控制，

將上述第1期間與上述第2期間之間的期間內上述第1頻率成分之功率位準設定為大於零且小於上述第1期間內之上述第1頻率成分之功率位準的功率位準，

將上述第1期間與上述第2期間之間的期間內上述第2頻率成分之功率位準設定為大於零且小於上述第2期間內之上述第2頻率成分之功率位準的功率位準。

【請求項12】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其進而具備電漿狀態監視器，該電漿狀態監視器構成為對產生於上述腔室內之上述電漿之狀態進行監視，

上述控制部構成為：於根據上述電漿狀態監視器所監視之上述電漿之上述狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，為了於上述腔室內再次點燃電漿而控制上述RF產生部供給包含上述第1頻率成分之上述RF訊號。

【請求項13】

如請求項12之電漿處理裝置，其中

上述控制部構成為：於根據上述電漿狀態監視器所監視之上述電漿之上述狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，於上述腔室內再次點燃電漿後，控制上述RF產生部供給包含第3頻率成分之上述RF訊號；

上述第3頻率成分之頻率與上述第1頻率及上述第2頻率不同。

【請求項14】

一種電漿處理方法，其包括如下步驟：

(a)為了於電漿處理裝置之腔室內點燃電漿，於第1期間內將包含第1

頻率成分之RF訊號從RF產生部供給至設置於上述腔室上方之天線；及

(b)為了維持經點燃之上述電漿，於第2期間內，將具有第2頻率成分之RF訊號從上述RF產生部供給至上述天線；

上述第1頻率成分具有第1頻率，上述第2頻率成分具有與該第1頻率不同之匹配頻率即第2頻率；

於上述(a)中，上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準大於上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準；

於上述(b)中，上述RF訊號之上述第2頻率成分之功率位準大於上述RF訊號之上述第1頻率成分之功率位準。

【請求項15】

如請求項14之電漿處理方法，其進而包括如下步驟：

(c)於根據電漿狀態監視器所監視之上述電漿之狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，為了於上述腔室內再次點燃電漿，供給包含上述第1頻率成分之上述RF訊號。

【請求項16】

如請求項15之電漿處理方法，其進而包括如下步驟：

(c)於根據電漿狀態監視器所監視之上述電漿之狀態，判斷出上述第1期間後上述電漿消失之情形時，於上述腔室內再次點燃電漿後，供給包含第3頻率成分之上述RF訊號；

上述第3頻率成分之頻率與上述第1頻率及上述第2頻率不同。

