



(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 I505354 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：101124033

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 04 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2012/03/01 日本

2012-045400

(71)申請人：日立全球先端科技股份有限公司(日本) HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：森政士 MORI, MASAHIRO (JP)；伊澤勝 IZAWA, MASARU (JP)；八木勝嗣 YAGI, KATSUSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 543347

US 6136388

US 20030037881

US 20070044716

審查人員：謝靜旻

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：12 共 41 頁

(54)名稱

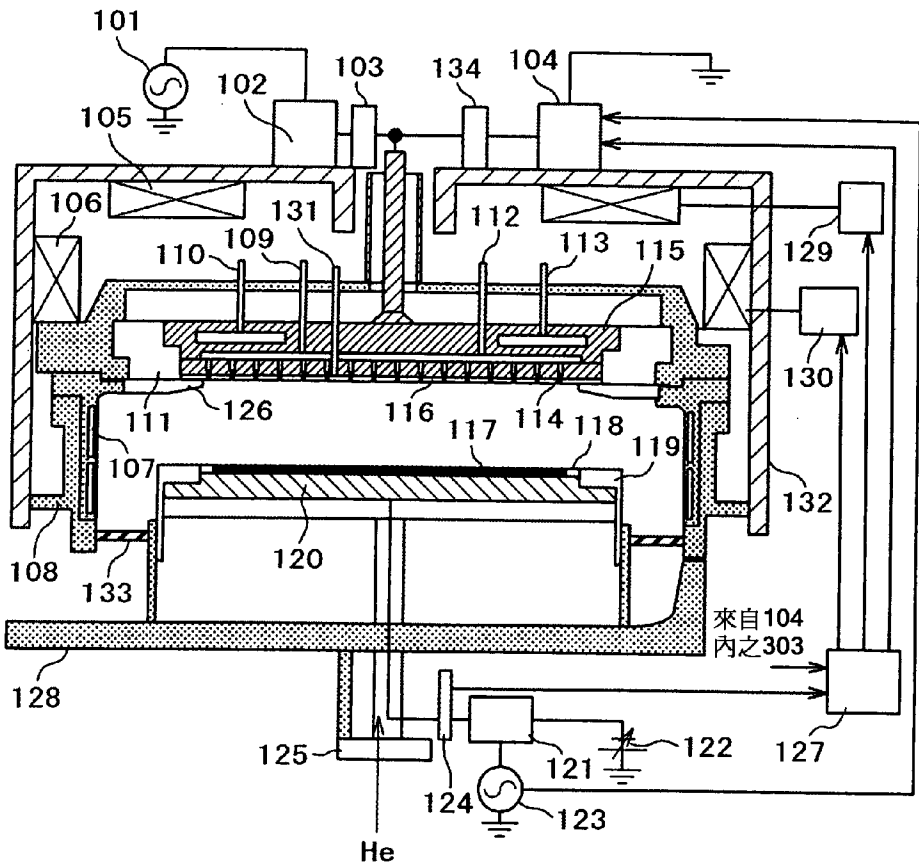
乾蝕刻裝置及乾蝕刻方法

(57)摘要

目的在於提供：因為腐蝕性氣體之使用，即使在使用石英製噴氣板時，亦可實現高均勻的蝕刻之乾蝕刻裝置。

具備：用於載置晶圓(117)的載置台(120)，天線電極(115)，高頻電源(101)，噴氣板(116)，高頻偏壓電源(123)的乾蝕刻裝置，其特徵為：於天線電極側係具備對向共振接地手段(104)，其對於高頻偏壓之頻率，係和噴氣板(116)所形成的靜電電抗構成串聯共振，藉由可變感應電抗來變化阻抗而使接地。

圖 1



- 101 . . . 供給用電源
- 102 . . . 供給電磁波用匹配器
- 103 . . . 高通濾波器
- 104 . . . 偏壓共振接地機構
- 105 . . . 電磁鐵 A
- 106 . . . 電磁鐵 B
- 107 . . . 接地內筒
- 108 . . . 蝕刻腔室
- 109 . . . 氣體導入口 A
- 110 . . . 冷媒導入口
- 111 . . . 石英天板
- 112 . . . 氣體導入口 B
- 113 . . . 冷媒出口
- 114 . . . 氣體分配板
- 115 . . . 天線電極
- 116 . . . 噴氣板
- 117 . . . 晶圓
- 118 . . . 聚磁環
- 119 . . . 承受器
- 120 . . . 晶圓載置台
- 121 . . . RF 偏壓匹配器
- 122 . . . ESC 用直流電源
- 123 . . . RF(高頻)偏壓電源
- 124 . . . RF(高頻)電流檢測部
- 125 . . . 晶圓載置台升降機構
- 126 . . . 石英環
- 127 . . . 偏壓分布控制電路
- 128 . . . 底座框架

- 129 . . . 電磁鐵 A
用直流電源
- 130 . . . 電磁鐵 B
用直流電源
- 131 . . . EPD 窗
- 132 . . . 軛部
- 133 . . . 遮蔽板
- 134 . . . 低通濾波器

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101124033

※申請日：101 年 07 月 04 日

※IPC 分類：

(H01L21/306) (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

乾蝕刻裝置及乾蝕刻方法

二、中文發明摘要：

目的在於提供：因為腐蝕性氣體之使用，即使在使用石英製噴氣板時，亦可實現高均勻的蝕刻之乾蝕刻裝置。

具備：用於載置晶圓(117)的載置台(120)，天線電極(115)，高頻電源(101)，噴氣板(116)，高頻偏壓電源(123)的乾蝕刻裝置，其特徵為：於天線電極側係具備對向共振接地手段(104)，其對於高頻偏壓之頻率，係和噴氣板(116)所形成的靜電電抗構成串聯共振，藉由可變感應電抗來變化阻抗而使接地。

三、英文發明摘要：

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：

- 101：供給用電源
- 102：供給電磁波用匹配器
- 103：高通濾波器
- 104：偏壓共振接地機構
- 105：電磁鐵 A
- 106：電磁鐵 B
- 107：接地內筒
- 108：蝕刻腔室
- 109：氣體導入口 A
- 110：冷媒導入口
- 111：石英天板
- 112：氣體導入口 B
- 113：冷媒出口
- 114：氣體分配板
- 115：天線電極
- 116：噴氣板
- 117：晶圓
- 118：聚磁環
- 119：承受器
- 120：晶圓載置台
- 121：RF 偏壓匹配器
- 122：ESC 用直流電源
- 123：RF (高頻) 偏壓電源
- 124：RF (高頻) 電流檢測部
- 125：晶圓載置台昇降機構
- 126：石英環
- 127：偏壓分布控制電路
- 128：底座框架
- 129：電磁鐵 A 用直流電源
- 130：電磁鐵 B 用直流電源
- 131：EPD 窗
- 132：軛部
- 133：遮蔽板
- 134：低通濾波器

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】

本發明係關於製造半導體裝置或 MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems) 之乾蝕刻裝置及乾蝕刻方法。

【先前技術】

近年來，伴隨著半導體記憶體之容量增加或半導體裝置之高速化，針對矽與氧化矽、氮化矽等之積層膜加工成為間隔幅 10nm、深寬比 (Aspect) 15 以上之微細加工技術為必要。又，於該狀況之中，為提升生產效率 (量產性)，需要使用在低壓力至高壓力範圍可以產生中密度電漿的電漿源的蝕刻裝置。

作為此種電漿源使用者有，在上部電極與下部電極所挾持的區域產生電漿的平行平板型電漿源，具備 200MHz 之 VHF 波與分布控制用之磁場產生線圈的乾蝕刻裝置，例如存在著有磁場 VHF 電漿蝕刻裝置。

有磁場 VHF 電漿蝕刻裝置，係於真空容器內具有上下稼働式之晶圓載置台 (下部電極) 以及和其呈對向配置的天線電極 (上部電極) (專利文獻 1)。由天線電極放射頻率 200MHz 之 VHF 波，使真空容器內之氣體電漿化。藉由在上下方向具有磁力線而配置的電磁鐵 A、電磁鐵 B 進行電漿產生分布與電漿擴散之控制而實現均勻的離子分布。

天線電極與晶圓之載置用的晶圓載置台之間產生的電漿之高度（以下稱為 Gap 距離），係藉由晶圓載置台昇降機構而可於 18-140mm 之範圍變化。又，晶圓載置台，係具備：蝕刻反應促進之離子引入用 4MHz 之 RF 偏壓電源與晶圓溫度控制用之溫調機。

具備上述構成的 VHF 電漿蝕刻裝置，基於可以產生低解離、高壓力電漿，因此適用於使用氟碳系氣體的矽絕緣膜之蝕刻。電漿產生用之氣體，係由氣體導入口被導入天線電極內部，藉由氣體分配板以互相不混在的方式分別形成同心圓狀之後，由噴氣板以個別獨立的氣體組成比放出至真空容器內。

絕緣膜蝕刻時之噴氣板，係使用具有多數開口的低電阻之矽板，藉由天線偏壓用高頻電源振盪產生的偏壓將離子引入矽板表面，將過剩的氟予以消耗而實現高選擇性之絕緣膜蝕刻。此時，天線偏壓用高頻電源與 RF 偏壓電源之相位，係依據分別檢測的相位而於相位控制單元，以成為 180 度的方式實施控制。

於此種裝置使用 Cl_2 或 HBr 等之腐蝕性氣體時，在天線電極之和氣體分配板之 50Pa 以上之壓力相接的表面，係使用溶射的樹脂或陶瓷，噴氣板（shower plate）則使用介電體者被揭示。（專利文獻 2）

又，於容量耦合型電漿（CCP）蝕刻裝置，在呈對向的上部電極部側設置電氣特性控制電路，其被開示於專利文獻 3。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1] 特開 2005-79416 號公報

[專利文獻 2] 特開 2007-59567 號公報

[專利文獻 3] 特開 2011-82180 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的課題]

本發明者等針對使用腐蝕性氣體的有磁場 VHF 電漿進行 Si 蝕刻加以嘗試。此時，於有磁場 VHF 電漿，天線電極或氣體分配板係使用專利文獻 2 記載之構成，噴氣板則取代矽絕緣膜之蝕刻所使用的矽 (Si) 製，改用厚度 10mm 之石英，將 4MHz 之偏壓施加於晶圓載置台而進行蝕刻。但是發現在導電膜蝕刻用之高偏壓、低電力、50mm 以下之小 Gap 距離之電漿產生條件下，晶圓端部之蝕刻速度較中心部快，成為 M 型或 W 型之分布，均勻性惡化，或者在未溶射樹脂或陶瓷的部分之氣體分配板之腐蝕或被加工物之金屬污染等新的課題。關於氣體分配板之腐蝕或被加工物之金屬污染等，係如圖 2 所示，藉由使用以聚醯亞胺樹脂 202 與氧化鋁 203 完全覆蓋母材（例如 SUS316L）201 之表面的構造的氣體分配板，而可以解決母材之腐蝕或金屬污染等之問題，但均勻性之改善乃無法實現。

針對專利文獻 3 記載之電氣特性控制電路予以檢討。但是，CCP 使用電氣特性控制電路時，基於上部電極為導體不僅容易產生金屬污染，和供給 (source) 用高頻有關

104年5月12日修正 劃線頁(本)

的電漿產生之面內分布，及和離子引入用頻率有關的晶圓上之鞘電壓之面內分布間之獨立控制變為困難，因此可以推測僅藉由電氣特性電路係難以實現 ER 分布之均勻化。

本發明目的在於提供，在平行平板型之 VHF 電漿蝕刻裝置等之乾蝕刻裝置，為了利用氟碳系氣體、氯、HBr 之鹵素氣體等之腐蝕性氣體，即使取代矽製改用石英製之噴氣板時，亦可進行高均勻的蝕刻之乾蝕刻裝置及乾蝕刻方法。

〔解決課題的手段〕

達成上述目的之一實施形態之乾蝕刻裝置，係具備：

載置台，係配置於可減壓的真空容器內，其上用於載置被處理物；

天線電極，係配置於和上述載置台呈對向的位置，被供給有第 1 高頻電力，該第 1 高頻電力係用於使導入上述真空容器內的蝕刻用氣體電漿化；

高頻供給單元，係連接於上述天線電極，用於對上述天線電極供給上述第 1 高頻電力；

天線電極介電體，係設置於上述天線電極之電漿側，用於放出上述氣體至上述真空容器內；

壓力控制單元，用於控制被導入上述真空容器內的上述氣體之壓力；及

高頻偏壓供給單元，用於對上述載置台施加來自高頻電源的高頻偏壓用的第 2 高頻電力、亦即以特定週期重複 ON/OFF（導通/切斷）的第 2 高頻電力；其特徵為具備：

天線部高頻偏壓電流檢測單元，係檢測通過上述天線

104年5月2日	修正 對線	頁(本)
----------	----------	------

電極的上述第 2 高頻電力之電流；及
偏壓路徑調節機構，係在上述天線電極與接地部位之間，
具有相對於上述第 2 高頻電力和上述天線電極介電體所形
成的靜電電抗呈串聯共振的共振電路，依據上述被處理物
之處理中被平滑化的來自上述天線部高頻偏壓電流檢測單
元之輸出，使用上述共振電路針對上述第 2 高頻電力來變
化上述天線電極與上述接地部位之間之組抗。

乾蝕刻方法係具備：使被處理物載置於載置台上的載
置工程；於配置有上述載置台的真空容器內，將蝕刻用氣
體予以導入的氣體導入工程；對導入上述真空容器內的上
述氣體之壓力進行控制的壓力控制工程；對配置於上述被
處理物之對向位置的天線電極，供給高頻而使上述氣體電
漿化的工程；及對上述被處理物施加高頻偏壓的工程；其
特徵為：另外具備：針對流入上述天線電極之高頻偏壓電
流，與流入上述真空容器之側壁側之高頻偏壓電流之比，
進行控制的高頻偏壓電流比控制工程。

〔發明之效果〕

依據本發明，可以提供藉由平行平板型之 VHF 電漿
蝕刻裝置等之乾蝕刻裝置，欲利用氟碳系氣體、氯、HBr
之鹵素氣體等腐蝕性氣體，而取代矽製，改用石英製噴氣
板時，亦可實現高均勻蝕刻的乾蝕刻裝置及乾蝕刻方法。

【實施方式】

發明者等針對噴氣板之材料由矽替換為石英所導致蝕
刻之均勻性惡化原因加以檢討。其結果發現，噴氣板為矽

修正頁(本)
104年5月12日劃線

製時所施加的偏壓無法被施加於石英，如此而使偏壓電流流入電漿處理室之壁側。因此，針對天線電極側流入偏壓電流之方法更進一步檢討。其結果發現，藉由於天線電極側設置阻抗控制手段（接地電路），控制流入天線電極及電漿處理室壁面之電漿中之偏壓電流之流量比，可以改善蝕刻之均勻性。本發明係依據該新的發現而成者。

以下，詳細說明實施例。

〔實施例 1〕

以下，參照圖 1～圖 7 說明本發明第 1 實施例之乾蝕刻裝置。圖 1 係表示本實施例 1 之乾蝕刻裝置之構成之概略縱斷面圖。本裝置係在配置於真空容器內部的電漿處理室（蝕刻腔室）之內側形成電漿，使用該電漿對電漿處理室內所載置的半導體晶圓等之被蝕刻材料、亦即基板狀之試料進行處理的乾蝕刻裝置。

該乾蝕刻裝置之真空容器，係由電漿處理室（蝕刻腔室）108，接地內筒 107，石英天板 111，天線電極 115 與底座框架 128，真空泵及壓力控制閘閥（均未圖示）構成。符號 133 係表示遮蔽板。

將被蝕刻材料、亦即矽氧化膜或氮化矽膜或 Si（矽）積層而成的晶圓（被處理物）117 予以載置的晶圓載置台 120，係具備將其上面、亦即 Si 晶圓 117 被載置的載置面之外周側及側壁予以覆蓋的環形狀之承受器 119。符號 118 係表示聚磁環。另外，設置複數個溫度控制手段等（圖 1 中未記載），可將晶圓載置台 120 之複數部分控制成為不同的特定之溫度。於蝕刻處理中，係施加靜電吸附（ESC）用直流電源 122 所產生的 -2000V～+2000V 之直流

電壓，實施晶圓 117 之靜電吸附，於 Si 晶圓 117 與晶圓載置台 120 之間之隙間填充具有良好熱傳送效率之 He，對晶圓背面之 He 壓力進行控制。符號 125 係表示晶圓載置台 120 之昇降機構。

於晶圓載置台 120，係連接著由電漿中將離子引入至晶圓 117，對其離子能量進行控制之 4MHz 之 RF（高頻）偏壓電源 123 與 RF 偏壓匹配器 121。符號 124 係表示 RF（高頻）電流檢測部。

RF 偏壓電源 123 之輸出，例如被處理物為矽膜，氮化矽膜，TiN 膜，阻劑膜，反射防止膜等時，對於 12 英吋直徑之被處理物係最低 1W 左右至最大電力 2kW 左右（連續正弦波）。

又，欲使放電損傷（charge-up damage，電子遮蔽）減低，獲得垂直加工性之效果，係使用可於 1Hz～10kHz 之範圍進行開／關（on-off）調變，具備時間調變（Time Modulate：以下標記為 TM）機能者。

蝕刻用氣體，係經由質流控制器與制動閘閥（均未圖示），藉由天線電極 115 上面之氣體導入口 A 109 與氣體導入口 B 112 之 2 系統被導入真空容器內。於氣體分配板 114 以個別之氣體不會混入的方式，於面內成均勻的方式經由氣體分配板 114 分散後，由噴氣板 116 之以同心圓狀被 2 分割之區域，以 2 系統被導入蝕刻腔室 108 內。符號 131 係表示 EPD（End Point Detector）窗（孔部）。藉由光纖等將透過該窗之光導入分光器，藉由監控可以檢測蝕

刻終點。

於本乾蝕刻裝置，係使噴氣板 116 與氣體分配板 114 與天線電極 115 呈面密接，藉由天線電極 115 之溫調來抑制噴氣板 116 之過度溫度上昇。符號 110 為冷媒導入口，符號 113 為冷媒出口。同樣，和電漿相接的接地內筒 107 亦藉由流入冷媒進行溫調。又，噴氣板 116 係使用對於 Cl_2 ， HBr ， SF_6 ， NF_3 等氣體具有耐蝕刻性之石英。

該導入之氣體，係藉由電漿產生手段照射的電磁波之能量進行解離而產生電漿並予以維持。圖 1 記載之乾蝕刻裝置之電漿產生手段，係具備：200MHz 之 VHF 波之供給用電源 101，連接於供給用電源 101 而用於產生電場的天線電極，產生磁場的電磁鐵 A 105、電磁鐵 B 106（磁場產生手段），使用電磁相互作用（電子迴旋共振）來產生電漿。因此，電磁鐵 A 105、電磁鐵 B 106 所形成的磁場，可以將和 200MHz 之電子迴旋共振之磁通密度 7.1mT 予以輸出。又，電漿產生手段只要能產生電漿即可，亦可省略磁場產生手段。但是，具有該磁場產生手段可以更低壓產生電漿。

供給用電源 101 所振盪產生的 VHF 波，係經由供給電磁場用匹配器 102，高通濾波器 103，被導入晶圓載置台 120 之對向位置的天線電極 115。VHF 天線（天線電極）115 與蝕刻腔室 108，係藉由石英天板 111 與石英環 126 實施電氣絕緣。高通濾波器 103 係構成爲，可透過 200MHz，而對於 RF 偏壓用之高頻呈高阻抗。

本實施例中，腐蝕對策係採取使和氣體壓力 50Pa 以上之相接部分或真空容器內之天線電極部分之金屬未呈露出的構造。例如圖 2 為本實施例使用的氣體分配板 114 之氣體孔部與 EPD 窗部附近之斷面圖。母材 201 為 SUS316L，於氣體孔、石英窗用孔係被埋入氧化鋁套管 203。於接合境界面與 SUS 表面藉由聚醯亞胺樹脂實施皮膜之塗布。藉由此一構造，可減少 SUS 表面或和氧化鋁套管間之接觸面引起的金屬污染之同時，可維持作為 VHF 波之天線機能與作為 RF 偏壓之接地元件之機能。母材 201 並不限定於 SUS316L，只要導電性材料均可使用。又，就均勻性提升之觀點而言腐蝕對策均未必需要，藉由使用耐腐蝕性導電材料可以省略母材。

又，欲於真空容器內形成發散磁場而將電磁鐵 A 105 配置於線圈軛部 132 之上面側，為形成垂直方向之磁場而將電磁鐵 B 106 配置於軛部 132 之側面。將電磁鐵 A 105 與電磁鐵 B 106 之全部安培圈數（ampere-turn）設為一定，則 200MHz 之天線電極面內之產生效率成為一定，具有可維持同一離子電流分布之特性。例如 8Pa、供給電力 400W 之 HBr 電漿，線圈捲繞數為電磁鐵 B 106 之 1/2 之電磁鐵 A 時，電磁鐵 A 105/電磁鐵 B 106 電流值成為 0/5 安培與 2/4 安培，係成為同一離子電流分布。因此，藉由變化電磁鐵 A 105 與電磁鐵 B 106 所形成磁場之比率，可將離子電流分布設為一定之同時，可以變化朝向壁面之磁力線之方向，變化磁場斜率。符號 129 係表示電磁

鐵 A 用直流電源，符號 130 係表示電磁鐵 B 用直流電源。彼等直流電源使用流入雙極性電流之電源，則可以形成 $-2/6A$ ， $12/-1A$ 等更廣範圍之磁場斜率。

另外，對於 RF 偏壓，基於磁場之存在而導致成為 RF 偏壓之載波媒體的電子，係以拉莫爾頻率（Larmor frequency）被約束成為螺旋狀磁力線，因此在磁力線之平行方向成為低阻抗，在磁力線之垂直方向成為高阻抗而成為等非等向之介電體。通常磁力線之與垂直方向之阻抗，隨著磁場變為越強，電漿密度越小而變為越大，對於載波頻率成為在 4-8MHz 左右具有極大值的阻抗特性。

如上述說明，噴氣板 116 使用石英時，相對於接地內筒 107 或噴氣板 116 上形成的電漿鞘所具有的靜電容量（約數 nF），係具有小數十倍之靜電容量，因此 RF 偏壓電流並非流入天線電極 115 側，而是流入接地內筒 107 側。此時，亦受到磁場之拘束，因此於小 Gap 距離，高壓力，高偏壓條件下，晶圓上之 RF 偏壓之面內不均勻容易產生。

相對於此，本實施例中，係於天線電極 115 側設置偏壓共振接地機構 104，而具備使 RF 偏壓之高頻接地的機構。藉由此種電路連接，即使污染、腐蝕對策用之高阻抗之石英製噴氣板 116 存在之情況下，亦可使 RF 偏壓流向對向之天線電極 115 側。以下針對其加以說明。

圖 3 係表示偏壓共振接地機構 104 之構成。係由串聯連接共振電路，及天線部 RF 電流檢測部 303 構成，該串

聯連接共振電路，係由 RF 偏壓之最大電流可對應的低電阻的共振用線圈 301 與可變電容器 302 構成。低通濾波器 134 具有之作用為，針對供給用之 200MHz 係呈高阻抗而予以遮斷，對 RF 偏壓之 4MHz 則呈低阻抗而使透過。共振線圈 301 與可變電容器 302，係串聯連接共振電路。將石英製之噴氣板 116 之電氣容量（ C_{sp} ）與噴氣板上形成的鞘之電氣容量（ C_{th} ）納入考慮，而選擇共振線圈 301 之電感（ L ）與可變電容器 302 之靜電容量（ C_v ）。

藉由該可變電容器 302 等之可變電抗之使用，在多層膜蝕刻時必要的複數步驟處理時，基於不同的電漿氣體種，壓力，密度等而導致噴氣板上所形成的鞘容量（ C_{sh} ）變化時或對應於實電路產生的寄生電抗，而可以設為低阻抗，設為接地。設計時，使用式（1）之關係，來決定可變電容器之可變電抗（ X_v ）或共振線圈 301 之電感（ L ）即可。

【數 1】

$$X_v = \omega L - \frac{1}{\omega} \left(\frac{1}{C_{sh}} + \frac{1}{C_{sp}} \right) \quad \dots (1)$$

其中， ω 為 RF 偏壓頻率之角速度。 X_v ，當可變電抗元件為電容器時，係成為其容量 C_v 之式（2）之關係，線圈時則設為其電感 L_v 之式（3）之關係。

【數 2】

$$X_v = \frac{1}{\omega C_v} \quad \dots (2)$$

【數 3】

$$X_v = \omega L_v \quad \dots (3)$$

使此種偏壓共振接地機構 104 具有自動匹配機能而使天線部 RF 電流檢測電路 303 之電流成為最大，則可使多層膜蝕刻時之再現性或安定性良好而進行蝕刻處理。

於天線部 RF 電流檢測部 303，係和來自附加有 TM 機能的 RF 偏壓電源 123 之開／關（On-OFF）脈衝時序信號呈同步，具有將 OFF 時亦能繼續模擬 On 時之峰值電流值而成的監控電流值，輸出至自動匹配手段 306 或偏壓分布控制電路 127 之機能。藉由該機能，可使 OFF 時成為 0（零）的電流監控值之變動和連續偏壓使用時同樣予以平滑化，TM 偏壓施加時亦可使偏壓共振接地機構或偏壓分布控制電路 127 安定動作。此時，作為自動匹配手段 306 之控制基準信號，可以使用包含全偏壓電流之監控值在內加以判斷的來自偏壓分布控制電路 127 之信號。

又，針對共振用線圈 301、可變電容器 302 以並聯連接方式，將複數個對應於高諧波次數的高諧波短絡用線圈 304 與高諧波短絡用微調電容器 305 之組合予以插入，如此則，對於通過天線電極 115 上之電漿鞘時產生的複數個高諧波成分可以呈現低阻抗，對應於更廣範圍的電漿條件，可使 RF 偏壓均勻化。另外，藉由高諧波電流檢測電

路 307 對複數個高諧波成分之電流值進行監控，可以獲得包含電漿之密度或電子溫度之資訊，可以檢測更高精確度之裝置狀態變化。又，不限定於圖 3 所示本電路，使用具有低通濾波器電路與偏壓電流檢測電路等之電路，其具有之遮斷頻率能遮斷供給頻率，而使偏壓頻率與其之 5 次高諧波透過者亦可獲得同樣效果。

圖 4 係表示變化可變電容器 302 之容量時，poly-Si（多晶矽）與氧化膜（OX）之均勻性之變化之曲線與面內分布。在電流值最大之點，均勻性成為極小值。符號 401 係表示 poly-Si 之 ER 均勻性對可變容量之依存性，符號 402 係表示氧化膜之 ER 均勻性對可變容量之依存性，符號 403 係表示磁場調整後之 poly-Si 之 ER 均勻性，符號 404 係表示磁場調整後之氧化膜之 ER 均勻性。未共振時 RF 偏壓係沿著磁力線，僅朝向腔室內壁側，於圖 5 所示晶圓端部，ER 有變大傾向。符號 501 係表示 poly-Si 之 ER 之面內分布，符號 502 係表示氧化膜之 ER 之面內分布。但是，利用共振點失時對向的天線電極 115 側之阻抗會降低，同樣地，電流會流入腔室內壁，亦即對於天線電極及電漿處理室壁面之電漿中之偏壓電流之流量比會變話，而成為如圖 6 所示一端變高之傾向倍緩和之分布。另外，藉由共振點來增加電磁鐵 A 105 之電流比例，則如圖 7 所示 poly-Si 與氧化膜之 ER 之均勻性可以改善 2.5，3.0%。

以上，於具有耐腐蝕的噴氣板之平行平板構造之蝕刻

裝置（例如實施例 1 之有磁場 VHF 電漿蝕刻裝置或容量耦合型電漿蝕刻裝置等），藉由在天線電極 115 具備偏壓共振接地機構 104，可使來自晶圓載置台 120 之 RF 偏壓朝向天線電極 115 之垂直方向，可提升蝕刻之均勻性。

另外，於有磁場 VHF 電漿係具備電磁鐵 A 105、電磁鐵 B 106，藉由彼等之電流比率控制來調整磁力線之方向，則可以獨立於晶圓上之離子通量分布（ion flux distribution），對 RF 偏壓作成的晶圓鞘電壓之面內分布進行控制。小 Gap 距離，高壓力，高偏壓條件下以可實現均勻的 ER，加工形狀。特別是，Gap 距離為 50mm 以下，蝕刻腔室半徑 / Gap 距離比 5 以上，壁面接地之面積小時，亦可獲得均勻的偏壓分布。

於上述實施例，雖使用 4MHz 之 RF 頻率，但成為更高頻、例如 13.56MHz 時，石英噴氣板之阻抗可以減低為約 $1/3$ ，共振線圈 301 可以小型化，相對於共振頻率，半寬值（half width），所謂 Q 值）亦變廣，電漿狀態可以更安定。另外，關於蝕刻性能，基於高頻化而使離子能量分布窄帶域化，可實現更高選擇製程。此時，使低通濾波器 134 或高通濾波器 103 替換為可對應於 13.56MHz，則偏壓共振接地機構 104 內之共振用線圈 301 之電感或可變電容器容量 302 亦可變更為對應於 13.56MHz。另外，使用頻率高的 RF 偏壓時亦同樣，但就低通濾波器 134 之截止（cut off）頻率之觀點而言，對於電漿供給用電源之頻率，上限較好是設為 $1/10$ 以下。又，頻率之下限，係

使噴氣板 116 之阻抗成爲 100 歐姆以下之頻率，例如石英厚度爲 4mm 時較好是 2MHz 以上。

同樣，作爲減低噴氣板之阻抗的手段，例如有使厚度變薄，變化介電係數之方法。例如污染防止用之噴氣板，亦可以取代石英，改用高介電係數的耐電漿蝕刻性之材料（氧化鈮，氧化鋁，藍寶石玻璃等）。又，關於厚度，以能耐壓力差引起之應力，而且 VHF 波於中心部可實現載波之厚度，例如介電係數 3.5 之石英則較好是 3mm 以上。

本實施例中，流入偏壓共振接地機構 104 之電流係於天線部 RF 電流值檢測電路 303，高諧波電流檢檢測電路 307 進行檢測，作爲針對自動匹配或可變容量之最適值實施選擇用的指標，但亦可藉由偏壓共振接地機構 104 內之各元件（共振用線圈 301，可變電容器 302），或施加於彼等 2 個之電壓、電流與電壓之相位差、阻抗進行監控。又，不僅自動匹配，亦可依據蝕刻參數條件（recipe）而使成爲適當之均勻性的方式，將可變電抗之值予以固定。

以上，依據本實施例，藉由具備偏壓共振接地機構，則以平行平板型之 VHF 電漿蝕刻裝置等之乾蝕刻裝置，使用於氟碳系氣體，氯，HBr 之鹵素氣體等之腐蝕性氣體時，即使取代矽製改用石英製之噴氣板時，亦可提供能實現高均勻的蝕刻之乾蝕刻裝置。又，藉由設爲有磁場，能更進一步提升均勻性。又，藉由使用導電性母材表面被以樹脂或陶瓷覆蓋的氣體分配板，可抑制、防止金屬污染等。

〔實施例 2〕

以下參照圖 8、9 說明本發明之第 2 實施例之乾蝕刻方法。又，記載於實施例 1 而未記載於本實施例之事項，除特別之情況以外亦適用於本實施例。本實施例係針對於實施例 1 記載之乾蝕刻裝置，處理多層膜時之形狀之均勻性可以穩定、且良好再現之方法加以說明。

圖 8 係表示使用圖 3 所示偏壓共振接地機構 104，進行具有不同氣體種或供給電力、RF 偏壓電力等的複數個步驟之蝕刻時之流程圖。於蝕刻處理之第 N 步驟時，當高頻（RF）偏壓（S801）被施加，RF 偏壓之自動匹配完了（S802）後，藉由天線部 RF 電流檢測電路 303 檢測天線部之電流 I_1 （S803）。接著，判斷所檢測的 I_1 是否最大，或在事先設定的設定值（ I_0 ） $\pm$ 容許值內（S804），判斷為 Yes（是）時，RF 偏壓 OFF 被設為 OFF（S806）。No（否）之判斷時，藉由進行可變電容器 302 之自動匹配（S805），以使成為 N 步驟之均勻條件之最適值的方式，重複進行步驟 S804 與步驟 S805，調整天線側之阻抗。此時，若偏離容許值則進行調整，在某程度之設定時間內無法進行調整時則發出警告，或中斷處理。RF 偏壓被設為 OFF 後，移至後續之第 N+1 步驟，依據另外設定的值進行同樣動作。

接著，依據圖 8 之流程，說明使用圖 1 所示裝置的乾蝕刻方法之順序。首先，將被處理物 117 載置於晶圓載置

台 120 上。接著，在設置有載置有被處理物 117 的晶圓載置台 120 之真空容器內，導入蝕刻用氣體，控制氣體之壓力控制。接著，對被處理物 117 之對向之電極 115 供給高頻使氣體電漿化之同時，藉由複數個電磁鐵 105、106 調整電漿分布，對被處理物 117 施加高頻偏壓，藉由配置於天線電極側的對向共振手段（偏壓共振接地機構）104 來變化對 RF 偏壓頻率之阻抗使成為接地，檢測流入天線電極的電流，於電漿處理中使其變化量成為變動容許值內，而調整對向共振手段 104。

藉由上述方法對包含多結晶矽膜的被處理物進行蝕刻之結果，可進行高均勻的蝕刻。

圖 9 係表示除藉由 RF 電流檢測部 124 檢測的由晶圓側供給的 4MHz 之全電流值（ I_t ）以外，亦進行監控而實施 N 片處理時之流程圖。高頻（RF）偏壓被施加（S901），檢測全電流值 I_t 與天線部之電流 I_1 （S902）。將個別之值對應於處理片數輸入至偏壓分布控制電路 127，判斷個別之值或彼等之比率（ I_1/I_t ），對於事先設定之設定值或 N-1 為止之平均值是否在容許值內（S903）。

判斷為是時，RF 偏壓被設為 OFF（S905）。另外，判斷否時，將處理警告信號輸出而停止處理。或者，使 RF 電流檢測部 124 之全電流值對於天線部 RF 電流檢測電路 303 之天線電流值之比，在容許值內成為一定的方式，對可變電容器 302 之容量或電磁鐵 A 用直流電源 129 與電

磁鐵 B 用直流電源 130 之電流比等進行調節（S904）。藉由具有重複步驟 S903 與步驟 904 之機能，可以對噴氣板消耗等引起之阻抗變化（薄化而導致偏壓電流容易流入壁側）進行補正，可以再現性良好、穩定地設為高均勻狀態。

接著，依據圖 9 之流程，說明使用圖 1 之裝置的乾蝕刻方法之順序。首先，將被處理物 117 載置於晶圓載置台 120 上。接著，在設置有載置有被處理物 117 的晶圓載置台 120 之真空容器內，導入蝕刻用氣體，控制氣體之壓力控制。接著，對被處理物 117 之對向之電極 115 供給高頻使氣體電漿化之同時，藉由複數個電磁鐵 105、106 調整電漿分布，對被處理物 117 施加高頻偏壓，藉由配置於天線電極側的對向共振手段（偏壓共振接地機構）104，針對 RF 偏壓頻率變化阻抗而使接地，檢測 RF 偏壓之全電流與流入天線電極之電流，於電漿處理中使其變化量成為變動容許值內，而調整對向共振手段 104 與複數存在的電磁鐵 105、106 之電流比之至少之任一。

藉由上述方法對包含多結晶矽膜的被處理物進行蝕刻之結果，可進行高均勻穩定的蝕刻。

又，分布調整手段，除以上述電漿與偏壓分布為主而變化的參數以外，以可選擇鞘用電源之電力或供給氣體導入之面內比或晶圓載置台之面內分布等對於被蝕刻處理物具有高感度者。

除上述主動回授之使用方法以外，在同一方式之有磁

場 VHF 電漿蝕刻裝置之複數台出廠稼動蝕時，依據成爲基準之電漿，以使均勻性對全部裝置成爲同一的方式，使事先設定的設定值 I_0 與天線部之電流 I_1 間之 I_1/I_0 比成爲容許值內之值的方式，藉由追加固定容量針對可變電容器之中心值進行微調，而對裝置間之均勻性之差進行補正亦可。

以上，依據本實施例，藉由天線部之電流之檢測，使用其進行偏壓共振接地機構之調整，則以平行平板型之 VHF 電漿蝕刻裝置等之乾蝕刻裝置，使用於氟碳系氣體，氯，HBr 之鹵素氣體等之腐蝕性氣體時，即使取代矽製改用石英製之噴氣板時，亦可提供能實現高均勻的蝕刻之乾蝕刻裝置。又，檢測全偏壓電流及天線部之電流，使用彼等來調整偏壓共振接地機構之容量或複數電磁鐵之電流比，則可以良好再現性呈現穩定化之高均勻狀態。

〔實施例 3〕

以下參照圖 10~12 說明本發明之第 3 實施例。又，記載於實施例 1 或 2 而未記載於本實施例之事項，除特別之事情以外亦適用本實施例。圖 10 係表示本實施例之乾蝕刻裝置之概略斷面圖。於圖 10，係針對電漿和內壁相接之面積變大時（例如天線電極與晶圓載置台之間之 Gap 間距離爲 50mm 以上），使朝向內壁之偏壓電流之比率更有效降低的實施例加以說明。圖 10 示乾蝕刻裝置，係取代圖 1 所示乾蝕刻裝置之蝕刻腔室 108 之內側之接地圓筒

107，改搭載絕緣性之石英內筒 1001，於蝕刻腔室 108 被折返而配置有接地部分 1002，藉由適當調節其長度，則即使在高 Gap 之條件下，磁場存在中，亦可有效抑制、降低朝向內壁之偏壓電流比率。換言之，可增大朝向天線電極之偏壓電流比率。此時，藉由變化電磁鐵 A 105 與電磁鐵 B 106 之電流比率，亦可提供最適合製程條件的均勻性。

接著，使用圖 11 說明無法對電磁鐵 A，B 等磁場之分布進行調整時之實施例。圖 11 係表示不具備電磁鐵的乾蝕刻裝置之概略斷面圖。遮蔽板 133 與蝕刻腔室 108，係藉由絕緣環 A 1101、絕緣環 B 1103 而被由底座框架 128 予以絕緣，另外，於蝕刻腔室 108 具備供給頻率接地電路 1102 與偏壓共振接地機構 104。又，於晶圓載置台側亦具備高通濾波器 103 與供給頻率可變接地機構 1104。供給頻率接地電路 1102，係具有對於供給頻率呈現接地但是可使透過偏壓頻率之特性，供給頻率可變接地機構 1104 係具有針對供給頻率調整其電抗而使呈接地之機構。

具體的供給頻率接地電路 1102 之電路，係如圖 12 (a) 所示，可使用經由適當容量之貫通電容器 1201 而接地，或如圖 12 (b) 所示，經由高通濾波器 103 接地之電路。另外，供給頻率可變接地機構 1104，係如圖 12 (c) 所示，具備包含可以透過供給頻率的容量之可變電容器 1202。於圖 11，亦可取代供給頻率接地電路 1102，改為具備電抗可變手段 1203 之供給頻率可變接地機構 1104 而進行控制。彼等供給頻率接地電路 1102，不僅適用於圖

11 之不具備電磁鐵的乾蝕刻裝置，亦適用於使用磁場時之圖 1、圖 10。

圖 11 所示乾蝕刻裝置之偏壓之面內均勻性之控制方法，係藉由對於天線電極 115 與蝕刻腔室 108 分別被接地的偏壓共振接地機構 104 內之可變電容器 302 個別進行調整而予以實施。又，電漿之均勻性之控制，係針對晶圓載置台 120 與蝕刻腔室 108 之供給頻率用可變電容器 1202 之值分別作調整而實施。在設有以上之機構的裝置中，ER、形狀均勻化控制為可能，於蝕刻腔室 108 側亦將偏壓共振接地機構 104 予以接地，變化對於接地內筒側之阻抗而控制偏壓之均勻性一事，亦可適用於磁場存在時，可提供更廣範圍之均勻性控制與安定性。又，藉由對流入天線電極及電漿處理室壁面之電漿中之偏壓電流之流量比進行控制，則即使不具備磁鐵時，亦可實現低壓之電漿點火之安定性或面內選擇性之提升。

依據本實施例，可獲得和實施例 1 或 2 同樣之效果。又，藉由具備石英（絕緣性）內筒，Gap 間距離大時亦可獲得高均勻性。又，不具備電磁鐵時可實現裝置之小型化・簡素化。又，於天線電極側與蝕刻腔室側分別設置偏壓共振接地機構，可獲得更廣範圍之均勻性與安定性。

又，本發明不限定於上述實施例，亦包含各種變形例。例如上述實施例係為使本發明容易理解而詳細說明者，但不限定於具備說明之全部構成。又，某一實施例之構成之一部分替換為另一實施例之構成亦可能，又，於某

一實施例之構成追加其他實施例之構成亦可能。又，針對各實施例之構成之一部，進行其他構成之追加・削除・置換亦可能。

【圖式簡單說明】

〔圖 1〕本發明之第 1 實施例之乾蝕刻裝置之概略斷面圖。

〔圖 2〕發明者等檢討的課題之中，對聚醯亞胺與陶瓷 SUS 表面實施塗布的氣體分配板之氣體孔部分附近之概略斷面圖。

〔圖 3〕本發明之第 1 實施例之乾蝕刻裝置之偏壓共振接地機構之電路概略圖。

〔圖 4〕本發明之第 1 實施例之乾蝕刻裝置中，變化偏壓共振接地機構之可變容量時之 ER 均勻性之變化之曲線圖。

〔圖 5〕本發明之第 1 實施例之乾蝕刻裝置中，偏壓共振接地機構不移動時之 ER 之面內分布之表示用曲線圖。

〔圖 6〕本發明之第 1 實施例之乾蝕刻裝置中，使用偏壓共振接地機構時之 ER 之面內分布之表示用曲線圖。

〔圖 7〕本發明之第 1 實施例之乾蝕刻裝置中，使用偏壓共振接地機構，而且進行磁場調整時之 ER 之面內分布之表示用曲線圖。

〔圖 8〕本發明之第 2 實施例之乾蝕刻方法之主要順

序（多層膜蝕刻時之偏壓共振接地機構之控制方法）之表示用流程圖。

〔圖 9〕本發明之第 2 實施例之乾蝕刻方法之另一主要順序（N 片蝕刻處理之偏壓共振接地機構之控制方法）之表示用流程圖。

〔圖 10〕本發明之第 3 實施例之乾蝕刻裝置（使朝向內壁之偏壓電流之比率更有效降低的乾蝕刻裝置）之概略斷面圖。

〔圖 11〕本發明之第 3 實施例之另一乾蝕刻裝置（無電磁鐵時）之概略斷面圖。

〔圖 12〕本發明之第 3 實施例之另一乾蝕刻裝置之重要部分電路圖，（a）係表示供給頻率接地電路，（b）係表示另一供給頻率設置電路，（c）係表示供給頻率可變接地機構。

【主要元件符號說明】

- 101：供給用電源
- 102：供給電磁波用匹配器
- 103：高通濾波器
- 104：偏壓共振接地機構
- 105：電磁鐵 A
- 106：電磁鐵 B
- 107：接地內筒
- 108：蝕刻腔室

- 109：氣體導入口 A
- 110：冷媒導入口
- 111：石英天板
- 112：氣體導入口 B
- 113：冷媒出口
- 114：氣體分配板
- 115：天線電極
- 116：噴氣板
- 117：晶圓
- 118：聚磁環
- 119：承受器
- 120：晶圓載置台
- 121：RF 偏壓匹配器
- 122：ESC 用直流電源
- 123：RF（高頻）偏壓電源
- 124：RF（高頻）電流檢測部
- 125：晶圓載置台昇降機構
- 126：石英環
- 127：偏壓分布控制電路
- 128：底座框架
- 129：電磁鐵 A 用直流電源
- 130：電磁鐵 B 用直流電源
- 131：EPD 窗
- 132：軛部

- 133：遮 蔽 板
- 134：低 通 濾 波 器
- 201：母 材 SUS316L
- 202：聚 醯 亞 胺
- 203：氧 化 鋁 套 管
- 301：共 振 用 線 圈
- 302：可 變 電 容 器
- 303：天 線 部 RF 電 流 值 檢 測 電 路
- 304：高 諧 波 短 絡 用 線 圈
- 305：高 諧 波 短 絡 微 調 用 電 容 器
- 306：自 動 匹 配 手 段
- 307：高 諧 波 電 流 檢 測 電 路
- 401：多 晶 矽 之 ER 均 勻 性 之 可 變 容 量 依 存 性
- 402：氧 化 膜 之 ER 均 勻 性 之 可 變 容 量 依 存 性
- 403：磁 場 調 整 後 之 多 晶 矽 之 ER 均 勻 性
- 404：磁 場 調 整 後 之 氧 化 膜 之 ER 均 勻 性
- 501：多 晶 矽 之 ER 之 面 內 分 布
- 502：氧 化 膜 之 ER 之 面 內 分 布
- 1001：石 英 內 筒
- 1002：折 返 接 地 部 分
- 1101：絕 緣 環 A
- 1102：供 給 頻 率 接 地 電 路
- 1103：絕 緣 環 B
- 1104：供 給 頻 率 可 變 接 地 機 構

1201：貫通電容器

1202：供給頻率用可變電容器

1203：電抗可變手段

104年5月12日	修正 劃線	頁(本)
-----------	----------	------

七、申請專利範圍：

1. 一種乾蝕刻裝置，係具備：

載置台，係配置於可減壓的真空容器內，其上用於載置被處理物；

天線電極，係配置於和上述載置台呈對向的位置，被供給有第 1 高頻電力，該第 1 高頻電力係用於使導入上述真空容器內的蝕刻用氣體電漿化；

高頻供給單元，係連接於上述天線電極，用於對上述天線電極供給上述第 1 高頻電力；

天線電極介電體，係設置於上述天線電極之電漿側，用於放出上述氣體至上述真空容器內；

壓力控制單元，用於控制被導入上述真空容器內的上述氣體之壓力；及

高頻偏壓供給單元，用於對上述載置台施加來自高頻電源的高頻偏壓用的第 2 高頻電力、亦即以特定週期重複 ON/OFF（導通/切斷）的第 2 高頻電力；其特徵為具備：

天線部高頻偏壓電流檢測單元，係檢測通過上述天線電極的上述第 2 高頻電力之電流；及

偏壓路徑調節機構，係在上述天線電極與接地部位之間，具有相對於上述第 2 高頻電力係和上述天線電極介電體所形成的靜電電抗呈串聯共振的共振電路，依據上述被處理物之處理中被平滑化的來自上述天線部高頻偏壓電流檢測單元之輸出，使用上述共振電路針對上述第 2 高頻電力來變化上述天線電極與上述接地部位之間之阻抗。

- 2.如申請專利範圍第 1 項之乾蝕刻裝置，其中
另外具備：由複數個電磁鐵構成的電漿分布調整手段。
- 3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之乾蝕刻裝置，其中
上述偏壓路徑調節機構具有可變電抗自動匹配單元；
上述可變電抗自動匹配單元，係設為和上述第 2 高頻電力之以特定週期重複的 ON/OFF 同步。
- 4.如申請專利範圍第 1 或 2 項之乾蝕刻裝置，其中
具備：偏壓分布控制單元，其係使用來自設於上述高頻偏壓供給單元側的全高頻偏壓電流檢測手段，及上述天線部高頻偏壓電流檢測手段之個別之電流值，來變化上述偏壓路徑調節機構之阻抗。
- 5.如申請專利範圍第 2 項之乾蝕刻裝置，其中
具備：
全高頻偏壓電流檢測單元，設於上述高頻偏壓供給單元側；及
偏壓分布控制單元，其係使用來自上述天線部高頻偏壓電流檢測單元之個別之電流值，來變化上述複數個電磁鐵之電流值。
- 6.如申請專利範圍第 1 項之乾蝕刻裝置，其中
上述真空容器，係在成為上述天線電極與上述載置手段之間的側壁部，具有絕緣性內筒。
- 7.如申請專利範圍第 6 項之乾蝕刻裝置，其中
上述絕緣性內筒，一部分係藉由接地折返而予以覆

蓋。

8.如申請專利範圍第 6 項之乾蝕刻裝置，其中

上述真空容器，係具備連接於側壁的偏壓路徑調節機構。

9.一種乾蝕刻方法，係具備：

使被處理物載置於載置台上的載置工程；

於配置有上述載置台的真空容器內，將蝕刻用氣體予以導入的氣體導入工程；

對導入上述真空容器內的上述氣體之壓力進行控制的壓力控制工程；

對配置於上述被處理物之對向位置的天線電極，供給高頻而使上述氣體電漿化的工程；及

對上述被處理物施加高頻偏壓的工程；其特徵為：

另外具備：針對流入上述天線電極之高頻偏壓電流，與流入上述真空容器之側壁側之高頻偏壓電流之比，進行控制的高頻偏壓電流比控制工程。

10.如申請專利範圍第 9 項之乾蝕刻方法，其中

上述高頻偏壓電流比控制工程，係具有針對上述天線側之阻抗進行控制的工程。

11.如申請專利範圍第 10 項之乾蝕刻方法，其中

對上述天線側之阻抗進行控制的工程，係具有：藉由配置於上述天線電極側的對向共振手段，來變化對於上述高頻偏壓頻率之阻抗，而使接地的工程；及

對上述高頻偏壓之全電流及流入上述天線電極之電流

進行檢測，於電漿處理中以其變化量成為變動容許值內的方式，對上述對向共振手段進行調整的工程。

12.如申請專利範圍第 9 項之乾蝕刻方法，其中

上述高頻偏壓電流比控制工程，係具有使用複數個電磁鐵來控制上述電漿之分布的工程。

13.如申請專利範圍第 12 項之乾蝕刻方法，其中

上述電漿分布之控制工程，係由以下構成：對上述高頻偏壓之全電流及流入上述天線電極的電流進行檢測，於電漿處理中以其變化量成為變動容許值內的方式，對上述複數存在的電磁鐵之電流比進行調整的工程。

14.如申請專利範圍第 10 項之乾蝕刻方法，其中

上述高頻偏壓電流比控制工程，係具有對上述真空容器之側壁側之阻抗進行控制的工程。

圖 1

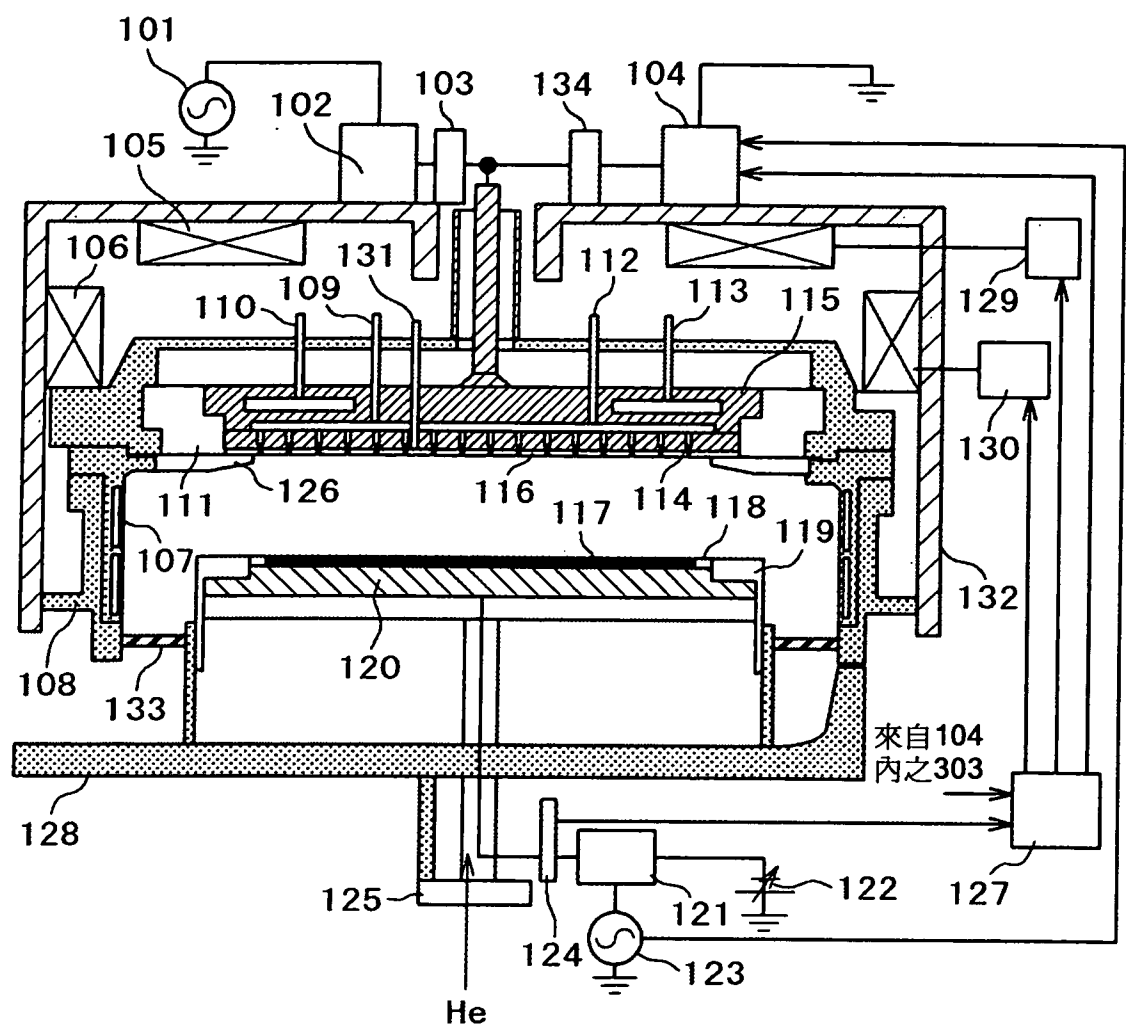


圖 2

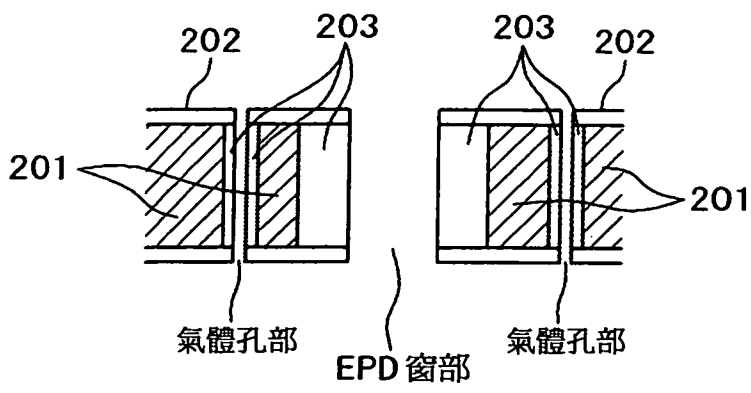


圖3

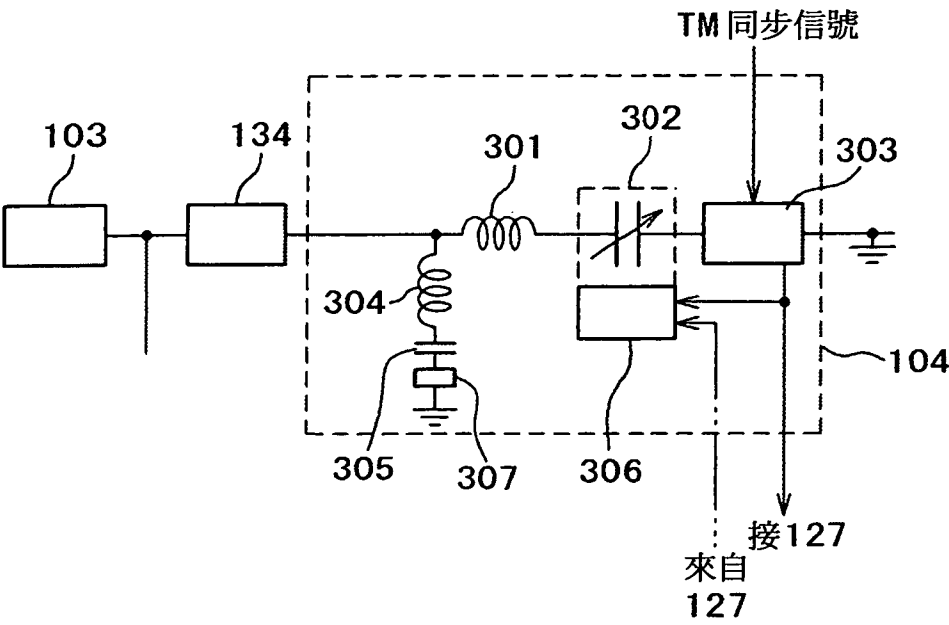


圖4

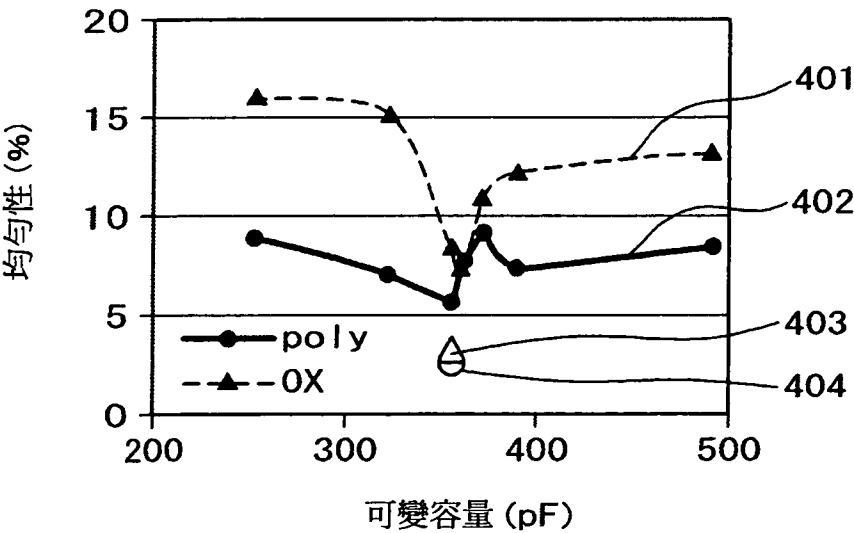


圖5

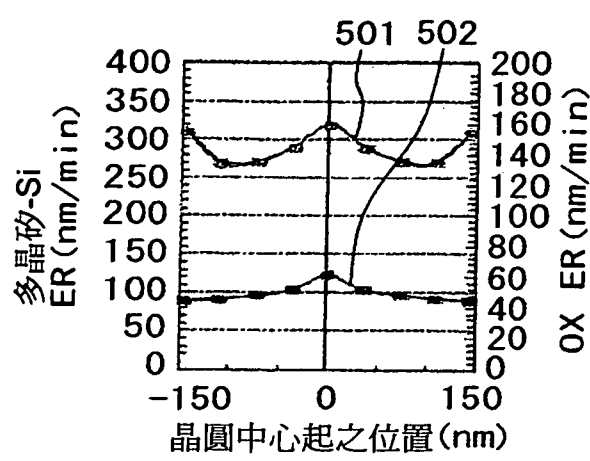


圖6

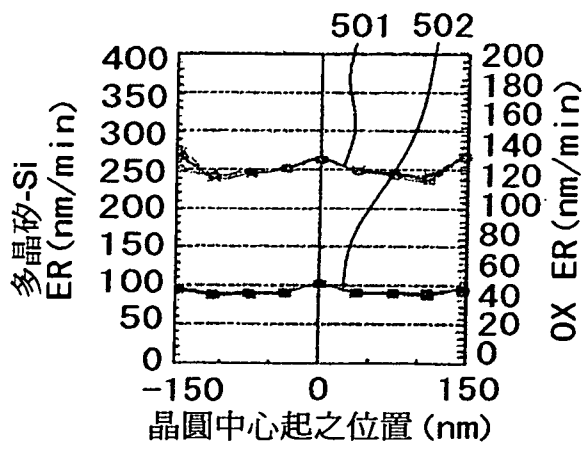


圖7

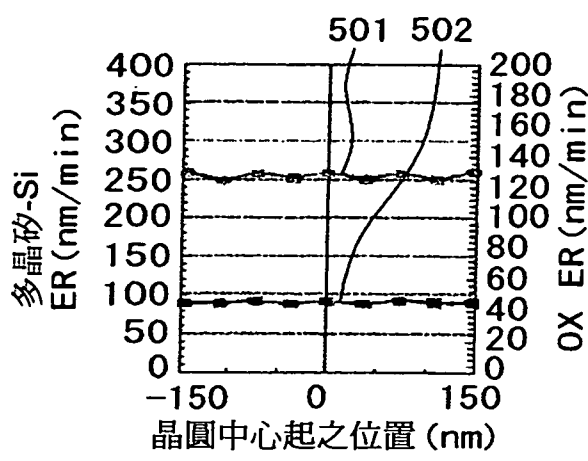


圖 8

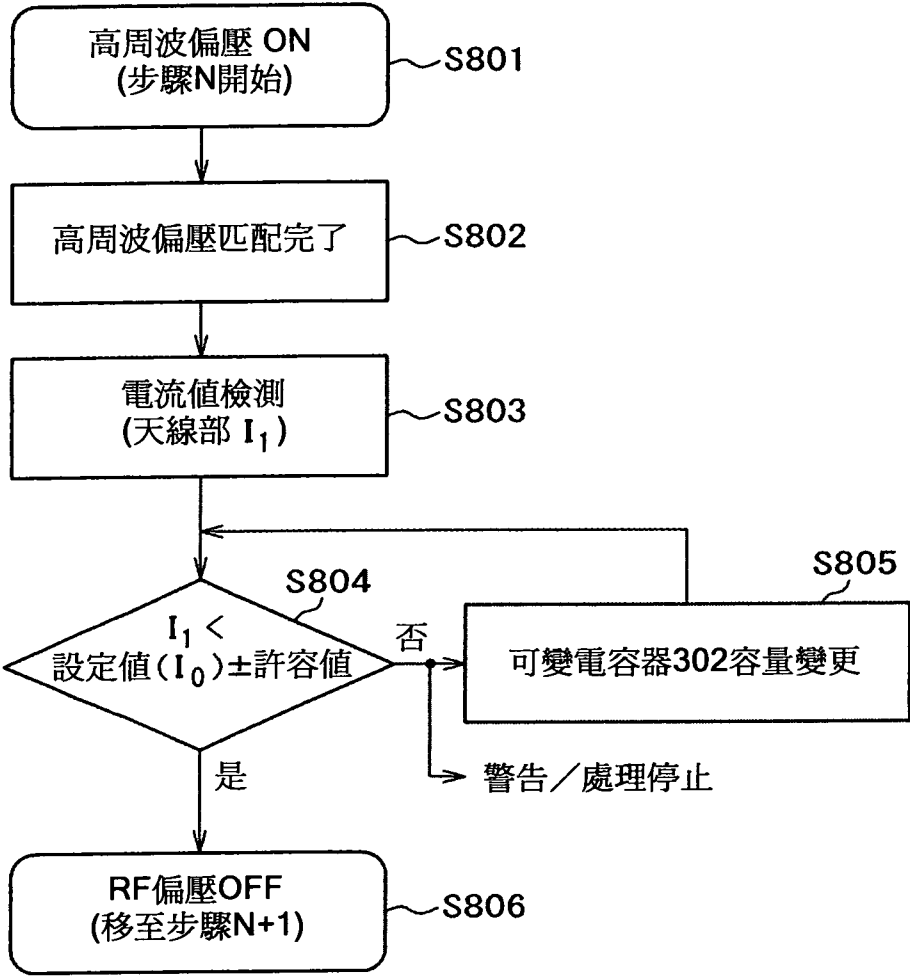


圖9

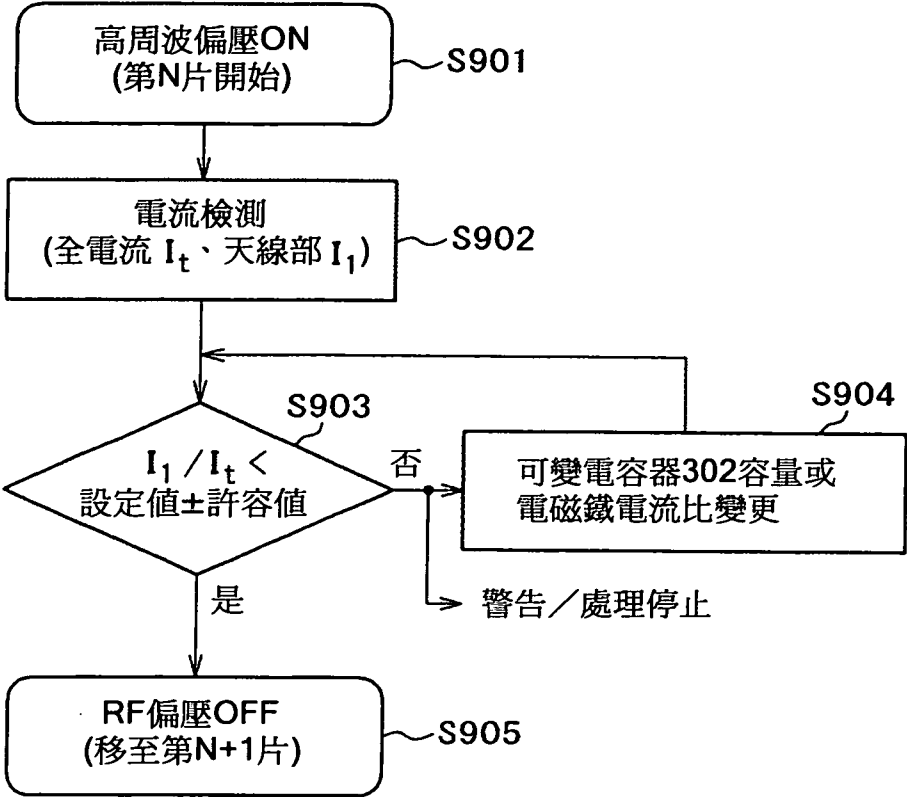


圖10

