公告本

發明專利說明書 589926

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：91120873 ※IPC分類：H05H 1/54 H01L 21/465

※ 申請日期：91.9.12.

壹、發明名稱

(中文) 電漿處理裝置

(英文) PLASMA PROCESSING APPARATUS

貳、發明人(共 4 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填**說明書發明人續頁**)

姓名：(中文) 栗原 優

(英文)

住居所地址：(中文) 日本國東京都千代田區丸內一丁目5番1號新丸大樓
日立製作所股份有限公司知的財產權本部

(英文)

國籍：(中文) 日本 (英文) JAPAN

參、申請人(共 2 人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填**說明書申請人續頁**)

姓名或名稱：(中文) 日商日立製作所股份有限公司

(英文) HITACHI, LTD.

住居所或營業所地址：(中文)日本國東京都千代田區神田駿河台四丁目6番地

(英文)

國籍：(中文) 日本 (英文) JAPAN

代表人：(中文) 庄山 悅彥

(英文) ETSUHIKO SHOYAMA

發明人 2

姓名：(中文) 小藤 直行

(英文)

住居所地址：(中文) 日本國東京都千代田區丸內一丁目5番1號新丸大樓日立製作所股份有限公司知的財產權本部

(英文)

國籍：(中文) 日本 (英文) JAPAN

發明人 3

姓名：(中文) 板橋 直志

(英文)

住居所地址：(中文) 日本國東京都千代田區丸內一丁目5番1號新丸大樓日立製作所股份有限公司知的財產權本部

(英文)

國籍：(中文) 日本 (英文) JAPAN

發明人 4

姓名：(中文) 堤 貴志

(英文)

住居所地址：(中文) 日本國山口縣下松市東豐井794番地日立全球先端科技股份有限公司笠戶事業所

(英文)

國籍：(中文) 日本 (英文) JAPAN

申請人 2

姓名或名稱：(中文) 日商日立全球先端科技股份有限公司

(英文) HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION

住居所或營業所地址：(中文)日本國東京都港區西新橋一丁目 24 番 14 號

(英文)

國籍：(中文) 日本 (英文) JAPAN

代表人：(中文) 通口 紀昭

(英文) NORIAKI HIGUCHI

捌、聲明事項

☐ **本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為：** _____

☑ **本案已向下列國家(地區)申請專利，申請日期及案號資料如下：**

[格式請依：申請國家(地區)；申請日期；申請案號　順序註記]

1. 日本　2002 年 08 月 06 日　特願 2002-228093
2. _____
3. _____

☑ **主張專利法第二十四條第一項優先權：**

[格式請依：受理國家(地區)；日期；案號　順序註記]

1. 日本　2002 年 08 月 06 日　特願 2002-228093
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

☐ **主張專利法第二十五條之一第一項優先權：**

[格式請依：申請日；申請案號　順序註記]

1. _____
2. _____
3. _____

☐ **主張專利法第二十六條微生物：**

☐國內微生物 [格式請依：寄存機構；日期；號碼　順序註記]

1. _____
2. _____
3. _____

☐國外微生物 [格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼　順序註記]

1. _____
2. _____
3. _____

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

(1)

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

【技術領域】

本發明係關於電漿處理裝置，其係將原料氣體電漿化，藉由活化之粒子之物理或化學的相互作用處理半導體等固態材料之表面。

【背景技術】

提升為處理半導體材料表面之電漿的均勻性或安定性等性能為目的之電漿處理裝置被習知者如下。

於特開平6-111996號公報記載，將N個電極以旋轉對稱配置，對各電極施加相位各相異360度/N之RF帶(13.56MHz)高頻波的方法。

於特開平11-135438號公報記載，對於由中心輻射狀地配置，外周部接地之直線狀導體施加RF帶高頻波的方法。

於特開平10-125663號公報記載，對於由中心螺旋狀地延伸之導電性線圈施加RF帶高頻波的方法。

於特開，2000-111996號公報記載，對於施加之高頻波波長之1/4長旋轉對稱地配置N個天線元件，分別施加相位各相異360度/N之UHF帶高頻波的方法。

於特開平10-70108號公報記載，對於施加之高頻波波長之1/4長輻射狀地延伸之棒狀導體，與由外周圓環狀導體向中心延伸之棒狀導體天線元件，分別施加相位180度相異之UHF帶高頻波的發明。

作為數MHz到100 MHz頻帶之放電方式，至今有平行平板形之電容耦合式或利用環狀線圈之ICP等之誘導耦合方

式等。

由表示壓力與電極間距離之積與絕緣崩潰電壓關係之帕申定律(Pachens's Law)，於蝕刻製程所需要的壓力領域，則愈低壓愈需要高的放電維持電壓(S. Kakuta, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 33 (1994) pp. 4335-4399)。

因此，在於上述數MHz到100 MHz頻帶，平行平板形則於低壓領域維持均勻而高密度的電漿有所困難，低壓領域之適用範圍將受到限制。

誘導耦合方式為，將電流流於環狀天線，以誘發之誘導磁場，於電漿內部產生誘導電場的方式。相對於平行平板形之電子軌跡決定於電極間距離，誘導耦合型則因電子的軌跡對圓，電子的移動距離延長，原理上較平行平板形，可於低壓下實現高電漿密度。

但是，使用數MHz到100 MHz的低頻帶作為高頻波電源時，於環狀天線正下電漿內形成強的空間電場，於介電質窗之環狀天線正下附近入射高能量離子，將成磨損介電質窗的原因。

另一方面，於100 MHz以上之頻帶，則電子被經時變化之電場捕獲，藉由擴散而減少損失，較使用100 MHz以下之頻帶時，即使於低壓領域亦可安定地維持電漿，可將適用範圍擴大到低壓領域。(S.Kakuta, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 33 (1994) pp. 4335-4339)。

又，因於100 MHz以上空間電場變弱，入射到介電質窗的離子能量減少可減低介電質窗的磨損。(T. Kitajima, et.

al., Appl. Phys. Lett. 77 (2000) pp. 489-491)。

再者，將使用100 MHz以上之頻帶之放電形式也納入考慮，於先前之平行平板形方式或誘導耦合方式加上，有於複數天線元件施加相異相位電力之方式(相位控制型)，或使天線長度為施加高頻波波長之1/4整數倍之方式(天線長度控制型)等。

【發明所欲解決之課題】

即使使用100 MHz以上頻帶，如平行平板形電極間方向之電場為電漿產生電場之主成分時，電漿密度增加的同時由於垂直於電漿界面之成分受到遮蔽，高密度領域之適用範圍將受到限制。另一方面，為將適用範圍擴大到高密度領域，使用由環狀電流之誘導磁場，產生環狀誘導電場之誘導耦合方式為宜，但於先前的環狀天線應用100 MHz以上頻帶時，由於會在天線內激發駐波，無法產生環狀誘導電場。又，於複數元件施加相異相位高頻之方式，亦無法形成環狀誘導電場。

近年，半導體製造利用之電漿，以對大口徑均勻的處理性能為根本，將閘極電極、金屬膜或絕緣膜作為加工對象之異方性或高選擇比、細微化可對應之蝕刻步驟為始，蝕刻前之BARC (Bottom Anti- reflactive Coating：底部抗反射鍍敷)或BARL (Bottom Anti-reflactive layer：底部抗反射層)等之抗反射膜加工步驟、由氧化膜或氮化膜等所成之硬遮罩加工步驟、為控制遮罩尺寸的細線化步驟、形狀之角度或圓曲等廣泛的控制性被要求之溝渠加工步驟，再

者，以至於去除加工後之光阻劑、蝕刻殘渣或受損層之後處理步驟、或濺鍍等，廣泛的應用被要求。

例如，光是關於形成電晶體的閘極周圍之蝕刻步驟就有，上述之溝渠加工、抗反射膜加工、遮罩加工、伴隨其之遮罩細線化加工、閘極本身的加工、至其後之閘極側護壁加工之多數步驟，為提升產能，防止由大氣之劣化，故要求具有可將該等全部執行能力的裝置。

又，於導線層形成相關之蝕刻步驟，則由於導線層之多層化，要求膜厚較厚的上層部金屬膜之高速加工。又於金屬膜加工，亦有抗反射膜加工、擴散障壁膜加工、遮罩加工等步驟，與閘極電極形成相同地，要求具有可將該等全部執行之能力的裝置。

加上，對近年的少量多品種生產的要求，或應用於如系統LSI將複數元件構造嵌入同一晶圓上的品種之必要性，對各種各樣的氣體種，於處理壓力為0.1 Pa~10 Pa、對晶圓之離子入射電流為0.3~3 mA/cm^2之跨次方之廣大條件範圍，為處理大口徑晶圓必須產生均勻性極高之電漿。

於廣範圍的氣體種、密度、壓力，又可維持大口徑的均勻性得到安定而連續的電漿產生特性，利用UHF帶(100 MHz到3 GHz)之高頻波電源，於低電子溫度產生低解離電漿為宜，又需要廣範圍之適用範圍。但，於先前之利用RF帶(13.56 MHz)誘導耦合方式之環狀天線供給UHF電力時，由於在環狀天線內激發駐波，無法產生環狀電流，無法形成誘導電場，而無法產生高密度領域之電漿。

本發明之目的為提供，於廣範圍的密度、壓力、氣體種，維持大口徑的均勻性並得到安定而連續的電漿產生特性，可承受長期的量產處理之電漿處理裝置。

【解決課題之方法】

依照本發明其特徵在於包含:容器，其可保持減壓氣氛；處理台，其載置位於該容器內之被加工物；介電質窗，其配置於與該被加工物相對；及天線元件，其位於該介電質窗之背面，將特定氣體電漿化之電磁波導入該容器內，

其中該天線元件由至少兩個以上的旋轉對稱地配置之天線元件所構成，

該天線元件之各個一端接地，另一端與高頻波電源以同相位或大致同相位地電氣的連接。

於本發明因利用複數的天線元件(特別是元件的長度較高頻波電力的波長的1/4短)，抑制駐波的發生，可產生環狀誘導電場。

又，由於本發明，可向低壓力領域、高密度領域將適用範圍擴大，及由電容耦合成分使內壁部件之磨損減低可兩立。

【發明之實施形態】

(第1實施形態)

首先，對作為本發明之特徵的天線元件之構造，參照圖1至圖5說明。

如圖1所示，長度較高頻波波長λ之1/4短，至少2個以上的天線元件101旋轉對稱地配置於導體板104。各天線元件

分別具有兩個端子102a、102b。一邊的端子102a經由導體棒103接地於導體板104。另一邊的端子102b通過開於導體板104之孔，由導體棒105，由高頻波分配部106，與高頻波電源同相位或大致同相位地電氣的連接。即，依照本發明之天線元件構成，流於各天線元件101之電流以全體形成一個環狀電流地，與對各天線元件101相位一致之高頻波電源連接。如此地，可使之於高頻波(UHF帶)產生誘導耦合電漿。

本發明之天線元件，為將由高頻波電源之高頻波以同相位或大致同相位地供電於各天線元件，因採用以製作容易的導體板作為電力分配之方式，無須複雜的相位控制機構。

於圖2(A)、(B)、(C)分別表示，由高頻波電源201至各天線元件202經由連接端子203分配電力之分配器之例。如圖2(A)所示圓盤形204，因構成單純為宜。但是，如圖2(B)之星形205亦可得到相同的效果。又，如圖2(C)將流於各天線元件之電流成同相位地設計了傳導路徑的同軸電纜206來分配電力亦可得相同的效果。

回到圖1，利用導體板106時，由導體板亦有電磁波輻射，各天線元件所輻射之電磁波會擾亂。因此，各天線元件101與導體板106間夾接地之導體板104，採用於天線元件有經由開於該接地之導電性平板之孔施加高頻波之構造。以此，遮蔽由導體板106之電磁波。

由於各天線元件可形成環狀電流如示於圖3(A)，以具有

兩個端子301之圓弧形302之形狀以旋轉對稱地配置為宜。但是，如圖3(B)地將由旋轉對稱中心到接地端子間304之距離與供電端子305之距離分別相異之天線元件303旋轉對稱地配置亦可得相同之效果。

又，由於各天線元件之形狀，只要具備兩個以上的連接端子401即可流入電流，如圖4(A)、(B)、(C)分別所示，橢圓形的天線元件402、多角形的天線元件403、棒狀之天線元件404亦可得到相同的效果。

再者，作為各天線元件的配置之一例，如圖5(A)所示之螺旋結構501，或圖5(B)所式之多重構造502亦可有相同的效果。

其次，將蝕刻系統之全體構成，參照圖6說明。

於圖6(A)，於電漿蝕刻用反應器(容器)601內，經由電漿用調解器603，將以電漿用f = 450 MHz高頻波電源602產生之電磁波導入天線元件604。然後，使之與由磁場產生控制部605所產生之磁場發生作用，高效率地產生電漿。

天線構造，如圖1所示，長度較高頻波波長λ之1/4短，將至少兩個以上之天線元件101旋轉對稱地配置。於各天線元件之兩個端子102之一邊經由導體棒103接地於導體板104，另一邊通過開於導體板104之孔，由導體棒105由高頻波分配部106與高頻波電源同相位或大致同相位地電氣的連接。

配置於石英天板(介電質窗)606上部週邊之駐波控制部607，控制側壁附近之電漿分布。

製程氣體由氣體導入部608，通過噴盤609導入電漿蝕刻用反應器601。

電漿蝕刻用反應器601與磁場產生控制器604，搭載於具有抽氣設備610之基礎框架611。作為具體的抽氣設備610以如渦輪分子幫浦之真空抽氣裝置所成。以該真空抽氣裝置610將電漿蝕刻反應器(容器)601內減壓為特定之壓力。

於維持該減壓之電漿蝕刻用反應器(容器)601內搬入應被處理之晶圓(直徑300 mm)613，裝填於有升降機構之處理台612上。然後，該晶圓613經由偏壓用匹配箱615，被施加由偏壓用400 kHz電源614產生之高頻波。

圖6(B)為，表示將基礎框架全體由上方所示之概略圖。示於圖6(A)之電漿蝕刻用反應器601，搭載於基礎框架616上。以具有2個電漿蝕刻用反應器601之蝕刻系統，於量產，可做效率佳的平行處理。於本實施形態，利用一邊的反應器進行蝕刻評價。

又，於相同基礎框架上，搭載2部電漿去光阻用反應器617，進行光阻遮罩或蝕刻後表面聚合物之去除。

再者，晶圓卡匣裝填處618，有蝕刻前之晶圓待命處與蝕刻後之晶圓待命處。晶圓以晶圓搬運機器人619搬運到各處。

在此，利用UHF帶之先前方式與本實施形態1之構成及特性(在於電漿產生部之電場分布)之對比加以說明。

首先，於圖7(A)概略表示，將作為利用UHF帶之先前方式之一例之UHF-ECR電漿處理裝置。

石英天板(介電質窗)700之上部設有以導電性平板所構成之天線元件701與氧化鋁(Al_2O_3)製之天線間隔器702。又，天線元件周邊部設有L字型之導電性扼流圈703與氧化鋁(Al_2O_3)製之環704所構成之駐波控制部。以此可控制側壁附近之電漿分布。

圖7(B)為表示，示於圖7(A)噴盤705正下之電漿產生部706之電場成分分布計算所估計之例。

於電漿密度為4.5×10^{10} cm^{-3}(以入射離子電流(ICF)相當於1.2 mA/cm^2)之條件，可以知道，中心附近以z軸方向電場707為主成分，r方向成分708於天線元件端擁有極大值，靠中央部之區域會出現電場強度強的部分。又，θ方向之電場理論上不存在。於該強電場部分產生初期電漿，由該電漿之擴散向外側擴大，於晶圓有，均勻的離子電流入射。

但是，將電漿密度增加為9.0×10^{10} cm^{-3}(以ICF相當於2.5 mA/cm^2)，則於電漿界面垂直的z軸方向電場709變成會被電漿反射，由天線元件之電磁波，不傳播到電漿中。以此，於高功率領域電漿密度對輸入電力顯示飽和傾向，高電漿密度領域受到限制。

另一方面，將本實施形態1之電漿處理裝置示於圖8(A)。然後，將噴盤801正下之電漿產生部802之電場成分分布以計算估計之，本實施形態之例示於圖8(B)。於該例利用示於圖1之天線構成。再者，石英天板800之周邊部沒有駐波控制部。

因於各天線元件101導體棒103、105之配置相位一致，於各天線元件面將向相同旋轉方向流電流。施加於各天線元件之電磁波之相位以同相位為宜，但，相位之差於±10度的範圍亦可得到相同的效果。又，即使因金屬元件的熱膨脹或加工精度而有旋轉對稱之誤差，流於各天線元件的電流之旋轉方向相同則可得相同的效果。由流如該旋轉方向之電流，於z軸方向產生誘導磁場，以該誘導電場，形成θ方向之誘導電場。電漿密度為4.5×10^{10} cm^{-3}(以入射離子電流(ICF)相當於1.2 mA/cm^2)的條件，於天線元件正下θ方向之電場805成極大值。

又，與圖7(A)所示之先前方式相對地，於中心附近幾乎無z軸方向之電場806，隨著接近側壁，r方向電場807會增加。

再者，將電漿密度增加為9.0×10^{10} cm^{-3}(以ICF相當於2.5 mA/cm^2)，則因與電漿界面平行的θ方向電場808，不會被電漿反射而傳播，電漿由該θ方向電場產生。由此可知本方式以θ方向電場，可控制電漿至高功率領域，為可產生高電漿密度之方式。

於圖8(A)所示電漿處理裝置，以測定對晶圓803面入射之離子電流(ICF)確認了θ方向電場之存在。於本裝置可由外部線圈804施加磁場。以反轉該線圈磁場之方向觀測之ICF分布示於圖9。

由本實施形態所產生之電場如示於圖8(B)，因存在θ方向電場805，與r方向電場807，於真實的電漿中的電場向

量成漩渦。

如圖9(A)所示，磁場901向下時，因電漿中的荷電粒子，將受向徑方向振動的外力902，成有高低差之ICF分布903。注視某一部分904之荷電粒子之行為，則向與捲著漩渦的電場905垂直的方向有羅倫茲力的作用。該結果，於電漿中荷電粒子將受向外之力907。

其次，電磁波的相位相異180度時，捲著漩渦的電場908將朝向逆方向，向其垂直之方向有羅倫茲力909的作用，於電漿中的荷電粒子，將與磁場901向下時相反，將受向中心方向的力910。

作為其結果，磁場901向下時，因電漿中的荷電粒子受向半徑方向振動的力902，ICF分布903成擴散分布。

另一方面，如圖9(B)所示，磁場911向上時，因電漿中的荷電粒子受向旋轉方向振動的外力912，成M型之ICF分布913。注視某一部分914之荷電粒子之行為，則與捲著漩渦的電場915垂直的方向有羅倫茲力916的作用。該結果，電漿中的荷電粒子將受旋轉方向之力917。

其次，電磁波的相位相異180度時，捲著漩渦的電場918朝向逆方向，與其垂直之方向有羅倫茲力919的作用，電漿中的荷電粒子與磁場911向上時相反，將受旋轉方向之力920。

其結果，磁場911向上時，因電漿中的荷電粒子受向旋轉方向振動的外力912，ICF分布913得到反映電漿產生部之分布之M型分布。

由以上，本發明證實可以產生θ方向電場。不只將ICF分布以磁場的強弱，磁場向量之正負方向，即由線圈電流之正負而可選擇。又，藉由永久磁鐵產生與螺線管線圈相同的磁場時，亦可得相同的效果。

其次，為將以如圖6所示裝置構成所得之電漿特性，與先前之UHF-ECR(圖7)比較，利用Cl_2、HBr及O_2作為氣體，壓力設定為0.4 Pa時之ICF之均勻性，與對電磁波的功率之線性之調查例示於圖10。

由先前之UHF-ECR所得之ICF分布1001(圖10(A))，將電磁波的功率由500 W到800 W增加，則多少有點M型分布，但保持大致均勻的ICF分布，漸顯示飽和傾向，電流密度增加。

另一方面，由用於本發明示於圖6之電漿處理裝置所得之ICF分布1002(圖10(B))，將電磁波的功率由500 W到800 W增加，則多少有點高低差之ICF分布，中心附近成大致平坦的分布，電流密度增加。

為確認於兩方式1001、1002對功率之ICF線性，於橫軸為功率，縱軸為f300mm面內之ICF平均值繪製之結果示於圖10(C)。於先前方式之UHF-ECR之ICF分布1004，於500 W以上顯示飽和傾向，但本實施形態之ICF分布1005，則可見指數函數的增加傾向，即使800 W以上亦增加電漿密度，可產生高電漿密度。

其此，於如圖6所示電漿處理裝置，於相異氣體系之ICF分布示於圖11，研究先前所述對多步驟系列處理能力。

圖11(A)為表示利用多晶矽(Poly-Si)之蝕刻條件(以Cl_2、HBr及O_2作為氣體)1101，圖11(B)為表示利用BARC的蝕刻條件(以Ar、CF_4、HBr及O_2作為氣體)1102時之ICF分布測定結果。任一方的氣體系均得到類似之分布，由該氣體系之相異對ICF之變化少，可期待擁有對多種材料加工之廣泛的適用範圍。

(實施形態2)

以下說明本發明之實施形態2之半導體裝置之製造方法。

於是於圖6之電漿處理裝置，係作為閘極電極加工步驟之一例，研究關於利用單一減壓容器之閘極形成之蝕刻的一貫處理。閘極電極加工後之形狀示於圖12。

首先，於以O_2與鹵素混合系之ArF光阻劑1201之細線化及以CF_4為基之BARC 1202蝕刻，要求高選擇比，於硬遮罩膜之氮化矽1203之蝕刻由於係較難蝕刻的膜質，故要求高密度電漿。又，於多晶矽1204之蝕刻為得垂直形狀有於低壓力下處理之必要。另一方面，於過蝕刻多晶矽1204與底層氧化矽1205要求高選擇比。由於如此地，於各層所適之條件大大地相異因此需要廣泛的適用範圍。

藉由應用本發明電漿處理裝置，向高密度領域的適用範圍擴大，可將上述多步驟之系列處理效率佳地進行，可實現將遮罩材、抗反射膜、閘極材料，高產能地於同一腔體內一貫處理。與將一連串的加工，利用個別步驟的專用裝置，於裝置間的晶圓來回時，或以具有複數的專用減壓容

器之裝置進行時比較，可節約將晶圓由個別的專用裝置或者減壓容器搬入搬出之多餘時間。

又，即使光阻劑膜或抗反射膜之種類相異，相同地，可得該時間縮短的效果。如此地由單一減壓容器構成，可廣範圍地對應各種製程條件。其係，對提高量產效率極為有利。

(實施形態3)

以下說明本發明之實施形態3之半導體裝置之製造方法。

利用應用本發明構成之裝置(圖6)，將晶圓表面之金屬(鋁)導線以蝕刻形成之例示於圖13。導線層之積層構造由上為，光阻劑1301、抗反射膜1302、氮化鈦1303、鋁1304、氮化鈦1303、氧化矽1305。利用氯、三氯化硼作為蝕刻氣體。

首先，於抗反射膜之BARL 1302之加工，將被要求與上部光阻劑1301之選擇比，又，於氮化鈦1303的加工，要求高偏壓。再者，於鋁1304之加工，被要求高的垂直加工精度及高密度電漿之高速蝕刻。然後再者，於過蝕刻，被要求與底層氧化膜1305之高選擇比。

由利用本發明構成之電漿裝置，將適用範圍擴大到高密度領域，由上數多步驟系列處理，可將遮罩材、抗反射膜、金屬導線材料，高產能地於同一腔體內一貫處理。

於利用本發明構成之電漿裝置，成膜CVD或濺鍍等，利用電漿所產生之種種物理、化學的作用之其他半導體處理

亦可發揮於廣範圍條件之均勻的處理性能。

上述實施形態2及實施形態3所導出之半導體裝置之製造方法之特徵列舉如下。

(1)一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於包含:準備電漿處理裝置，其包含容器，其可保持減壓氣氛；處理台，其載置位於該容器內之晶圓(半導體晶圓)；介電質窗，其配置於與該晶圓相對；天線元件，其位於該介電質窗之背面，將特定氣體電漿化之電磁波導入該容器，該天線元件由至少兩個以上的旋轉對稱地配置之天線元件所構成，該天線元件之各個一端接地，另一端與高頻波電源以同相位或大致同相位地電氣的連接；於該處理台上裝填應被處理晶圓；及藉由控制流於該容器天線元件之環狀電流，對該晶圓進行連續或斷續的表面處理。

(2)於前述(1)項，其中藉由控制流於天線元件之環狀電流，對至少2種以上之膜種或處理條件連續或斷續的處理，以單一的減壓容器進行。

(3)於前述(1)項，其中藉由控制天線元件附近之環狀電場，對至少2種以上之膜種或處理條件連續或斷續的進行處理。

(4)於前述(1)項，其中藉由控制天線元件附近之環狀電場，對至少2種以上之膜種或處理條件連續或斷續的處理，以單一的減壓容器進行。

(5)一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於包含:準備電漿處理裝置，其包含容器，其可保持減壓氣氛；處理台，

其載置位於該容器內之晶圓；介電質窗，其配置於與該晶圓相對；天線元件，其位於該介電質窗之背面，將特定氣體電漿化之電磁波導入該容器，該天線元件由至少兩個以上的旋轉對稱地配置之天線元件所構成，該天線元件之各個一端接地，另一端與高頻波電源以同相位或大致同相位地電氣的連接；於該處理台上裝填應被閘極電極加工之晶圓；及藉由控制流於該容器天線元件之環狀電流，對該晶圓進行連續或斷續的表面處理。

【發明之效果】

依本發明，於利用高頻波之電漿製造裝置，藉由誘導耦合方式生成電漿，可於廣範圍之氣體種、壓力、密度條件下，對被處理試料施以均勻的加工，特別是可擴大適用範圍到低壓力領域及高電漿密度領域。又，對閘極電極加工或金屬導線加工等多層膜及多數步驟，以單一的減壓容器一貫應用，可提高生產效率，對半導體裝置之製造方法之產能提升有效。

【圖示之簡要說明】

圖1為關於本發明實施形態1之天線元件之說明圖。

圖2(A)-2(C)為表示關於本發明實施形態1之天線元件要部之變形例之平面圖。

圖3(A)、3(B)為表示關於本發明實施形態1之天線元件要部之變形例之平面圖。

圖4(A)-4(C)為表示關於本發明實施形態1之天線元件要部之變形例之平面圖。

圖5(A)、5(B)為表示關於本發明實施形態1之天線元件要部之變形例之平面圖。

圖6(A)、6(B)為表示關於本發明實施形態1之電漿處理裝置之說明圖。

圖7(A)、7(B)為說明先前之電漿處理裝置之特性之圖。

圖8(A)、8(B)為說明關於本發明實施形態1之電漿處理裝置之特性之圖。

圖9(A)、9(B)為表示關於本發明實施形態1之電漿處理裝置之ICF分布之磁場向量方向依存性之說明圖。

圖10(A)-10(C)為說明關於本發明實施形態1之電漿處理裝置之ICF分布之均勻性與對UHF功率之線性之特性圖。

圖11(A)-11(B)為說明關於本發明實施形態1之電漿處理裝置之ICF分布之氣體系依存性之說明圖。

圖12為表示關於本發明實施形態2之半導體裝置之製造過程之剖面圖。

圖13為表示關於本發明實施形態3之半導體裝置之製造過程之剖面圖。

【圖式代表符號說明】

101...天線元件，

102...連接端子，

103...導體棒，

104...導電性圓盤，

105...導體棒，

106...高頻波分配部

107...高頻波導入部

201...高頻波導入部，

202...天線元件之位置，

203...連接端子，

204...圓盤型高頻波分配部，

205...星型高頻波分配部，

206...以同軸線之高頻波分配部，

301...連接端子，

302...圓弧型天線元件，

303...角度相異之天線元件，

304...由旋轉對稱中心至接地端子之距離，

304...由旋轉對稱中心至供電端子之距離，

401...連接端子，

402...橢圓形天線元件，

403...多角形之天線元件，

404...棒狀天線元件，

501...螺旋狀配置之天線元件，

502...配置於多重同心圓上之天線元件，

601...電漿蝕刻用反應器，

602...電漿用f = 450 MHz高頻波電源，

603...電漿用調解器，

604...天線元件，

605...磁場控制部，

606...石英天板，

607...駐波控制部，

608...製程氣體導入部，

609...噴盤，

610...真空抽氣裝置，

611...基礎框架，

612...處理台，

613...ϕ300mm晶圓，

614...偏壓用400 kHz電源，

615...偏壓用匹配箱，

616...電漿蝕刻用反應器，

617...電漿去光阻用反應器，

618...晶圓卡匣裝填處，

619...晶圓搬運機器人，

701...天線元件，

1201...光阻劑，

1202...抗反射膜，

1203...氮化矽，

1204...多晶矽，

1205...氧化矽，

1301...光阻劑，

1302...抗反射膜，

1303...氮化鈦，

1304...鋁，

1305...氧化矽。

肆、中文發明摘要

本發明之課題係提供一種電漿處理裝置，於廣範圍的氣體種、壓力、密度，維持大口徑的均勻性，得到安定而連續地電漿產生特性，應用範圍廣，生產效率高。

其解決手段係於由介電體窗將電磁波導入減壓容器內之電漿產生裝置，其天線具備：至少兩個以上旋轉對稱地配置之天線元件，且各天線元件，其一端接地，另一端由頻率之高頻電源以同相位或大致同相位供電。

伍、日文發明摘要

【課題】広範囲のガス種、圧力、密度において、大口径の均一性を維持しながら、安定で連続的なプラズマ生成特性を得て、適用範囲が広く、生産効率が高いプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】誘電体窓より電磁波を減圧容器内に導入するプラズマ生成装置において、回転対称に配置された少なくとも二個以上のアンテナ素子を有し、各アンテナ素子は片端を接地され、他端は周波数の高周波電源に同位相またはほぼ同位相で給電されたアンテナを具備する。

陸、(一)、本案指定代表圖為：第 1 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

101...天線元件，

102...連接端子，

103...導體棒，

104...導電性圓盤，

105...導體棒，

106...高頻波分配部，

107...高頻波導入部。

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾壹、圖式

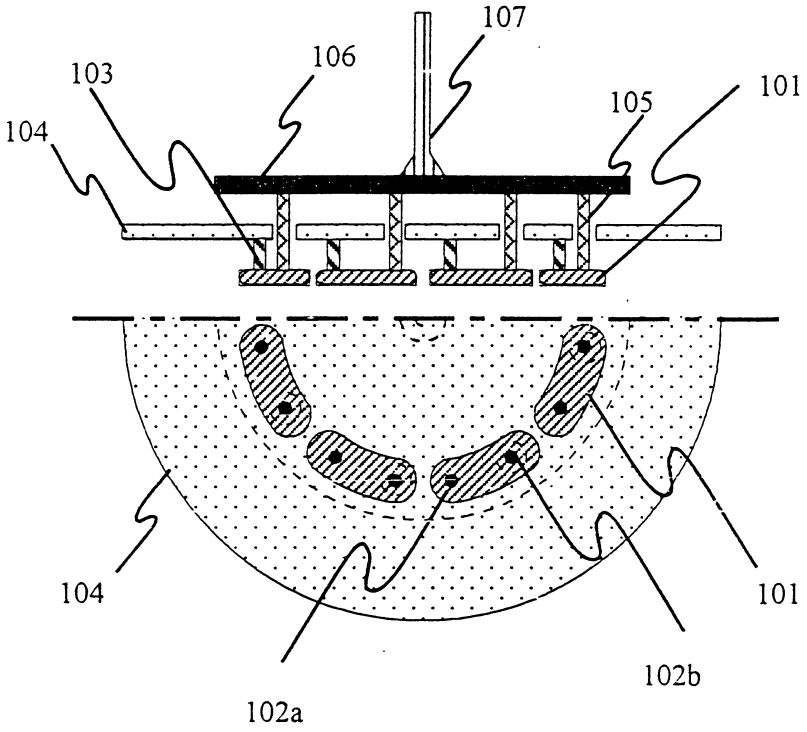


圖 1

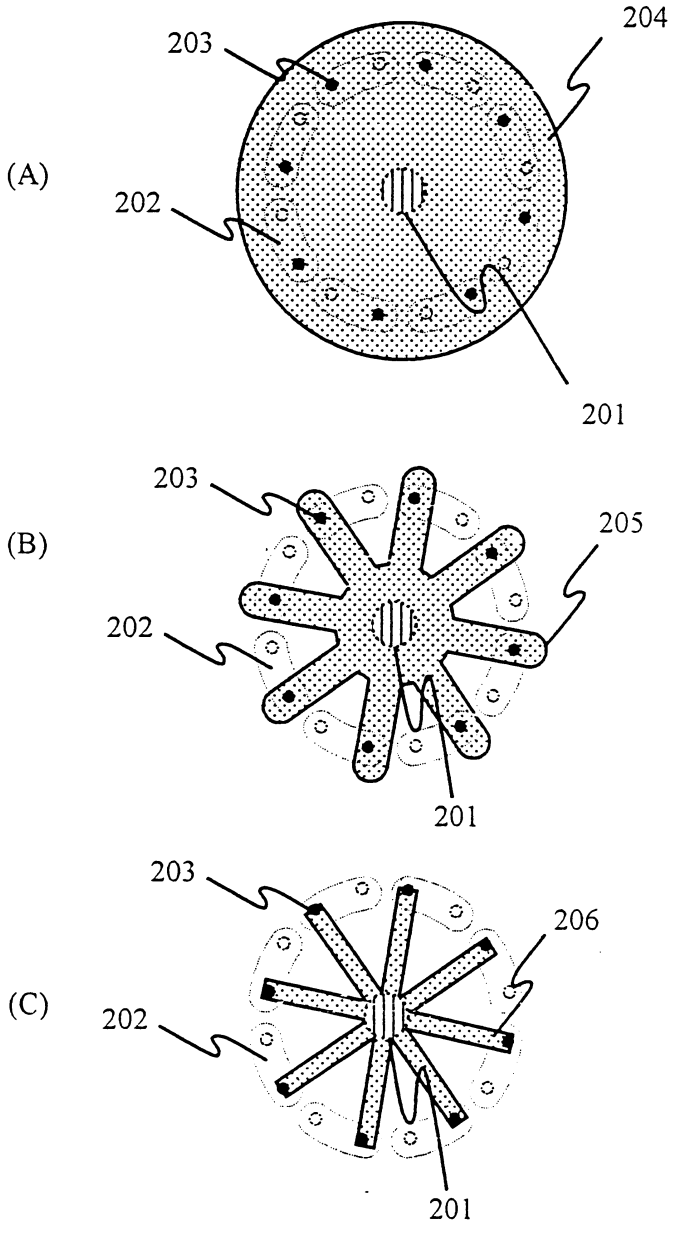
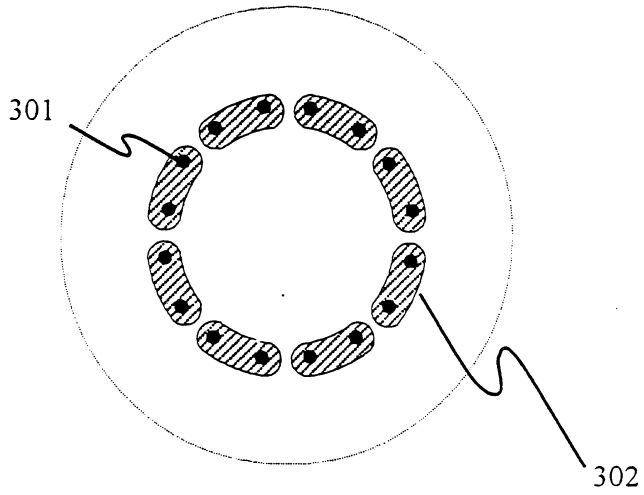


圖 2

(A)



(B)

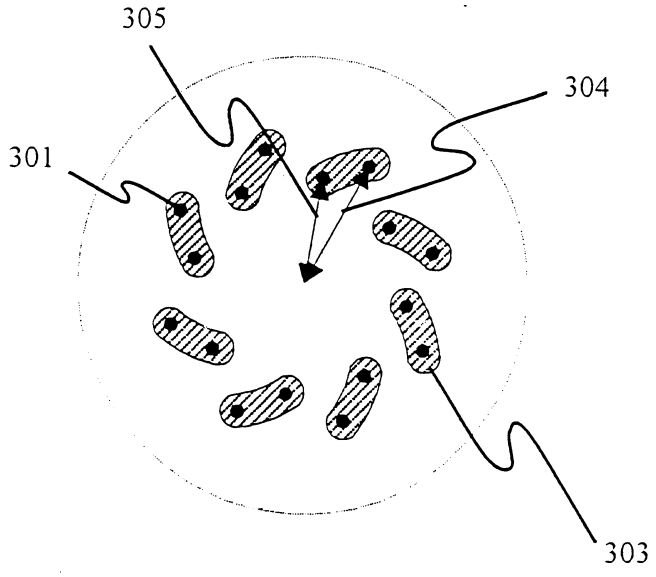
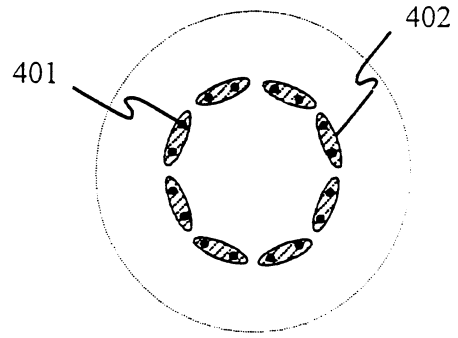


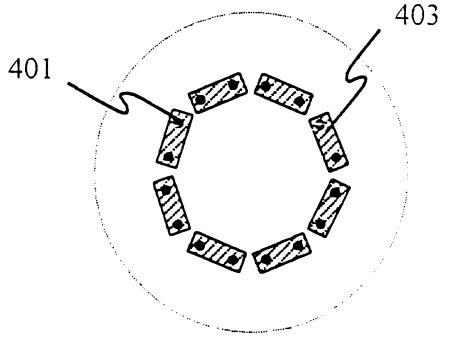
圖 3

圖式簡單

(A)



(B)



(C)

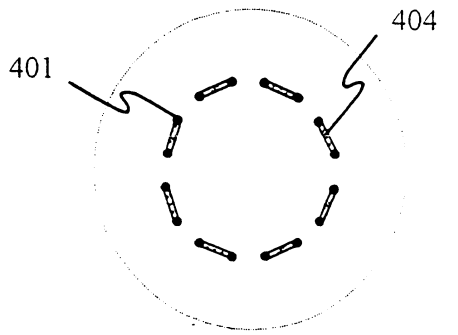
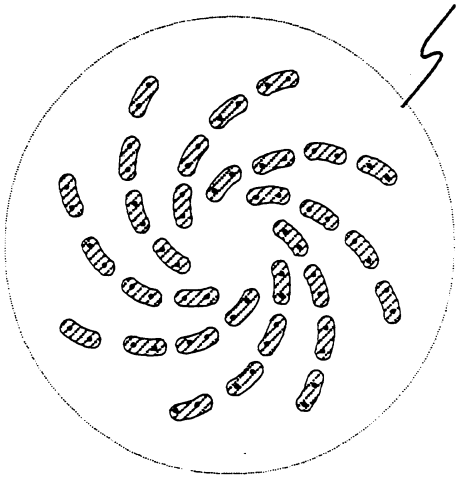


圖 4

(A)



(B)

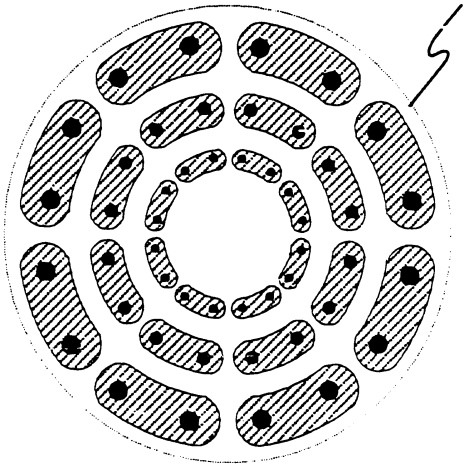


圖 5

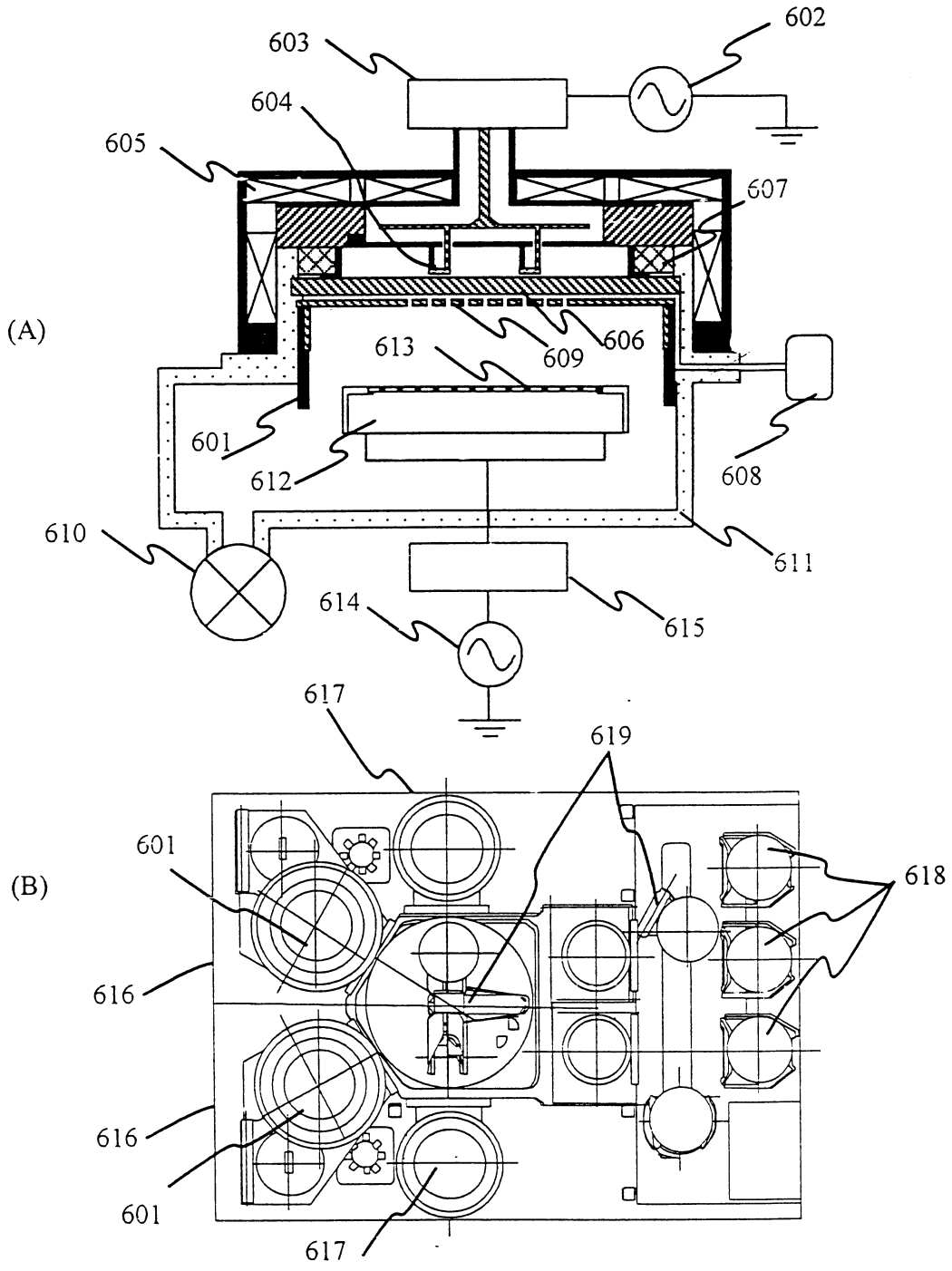
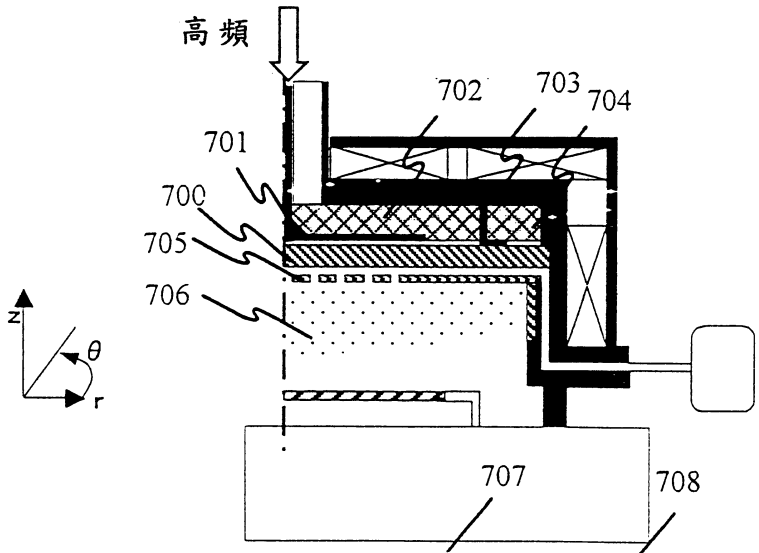

(A)
602
603
604
605
607
606
609
613
601
612
608
610
611
614
615
(B)
617
619
601
618
616
616
601
617

圖 6

(A)


高頻
702
703
704
701
700
705
706
z
θ
r
707
708

(B)

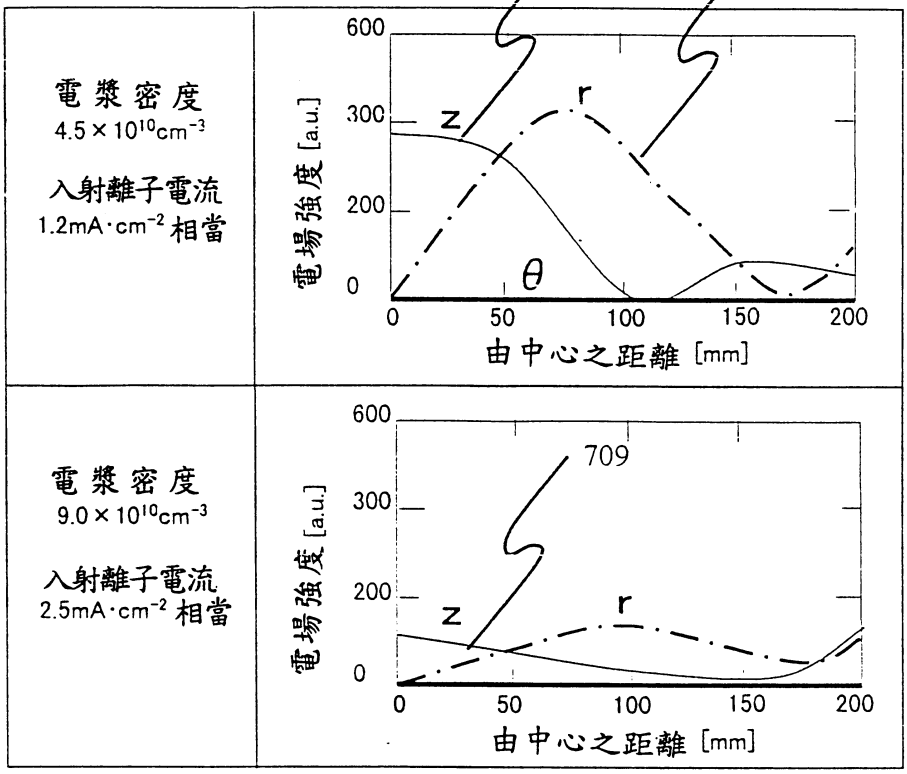
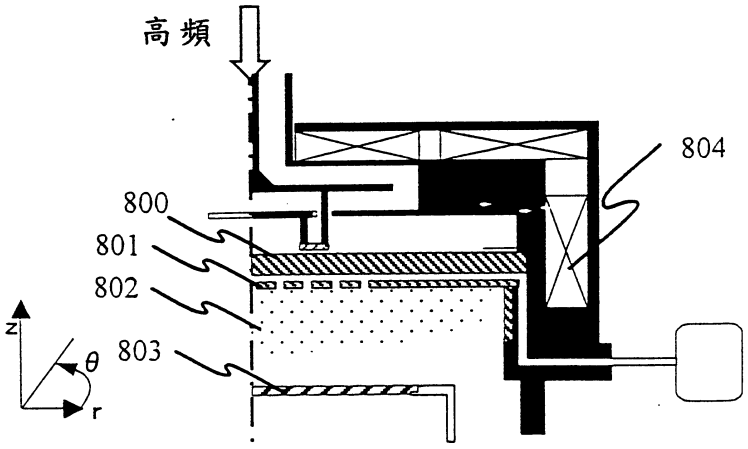

電漿密度
4.5×10¹⁰cm⁻³
入射離子電流
1.2mA·cm⁻² 相當
電場強度 [a.u.]
600
300
200
0
z
r
θ
0
50
100
150
200
由中心之距離 [mm]
電漿密度
9.0×10¹⁰cm⁻³
入射離子電流
2.5mA·cm⁻² 相當
709

圖 7

(A)


高頻
804
800
801
802
803
Z
θ
r

(B)

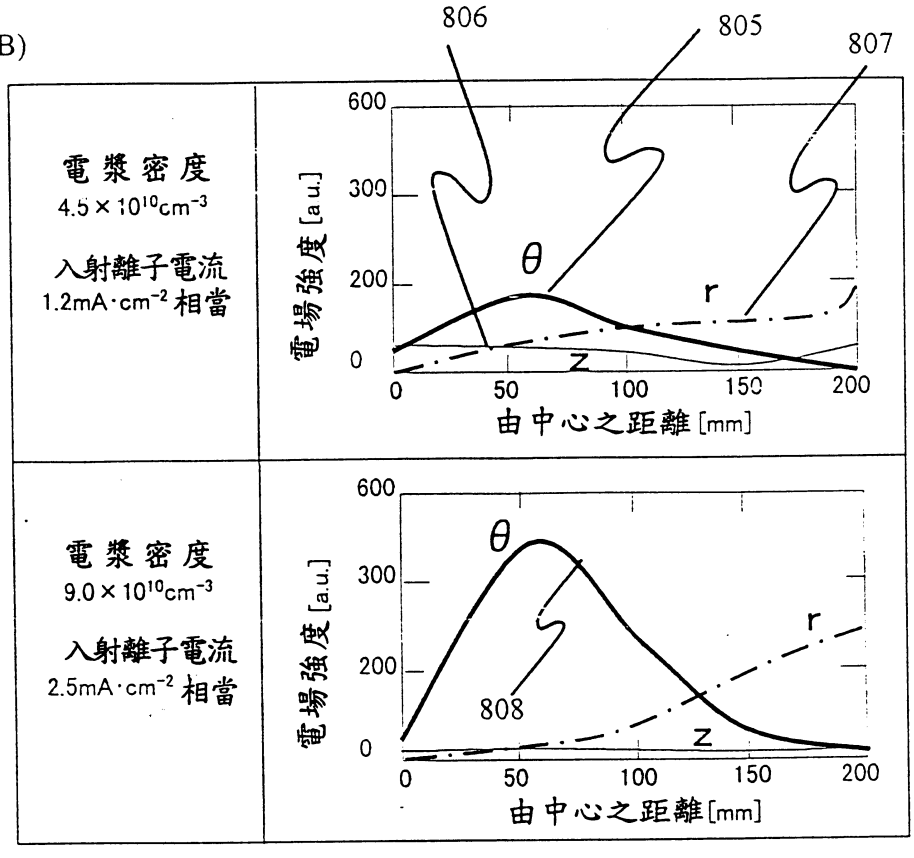

806
805
807
電漿密度
4.5×10¹⁰cm⁻³
入射離子電流
1.2mA·cm⁻² 相當
電場強度[a.u.]
600
300
200
0
θ
r
Z
0
50
100
150
200
由中心之距離[mm]
電漿密度
9.0×10¹⁰cm⁻³
入射離子電流
2.5mA·cm⁻² 相當
808

圖 8

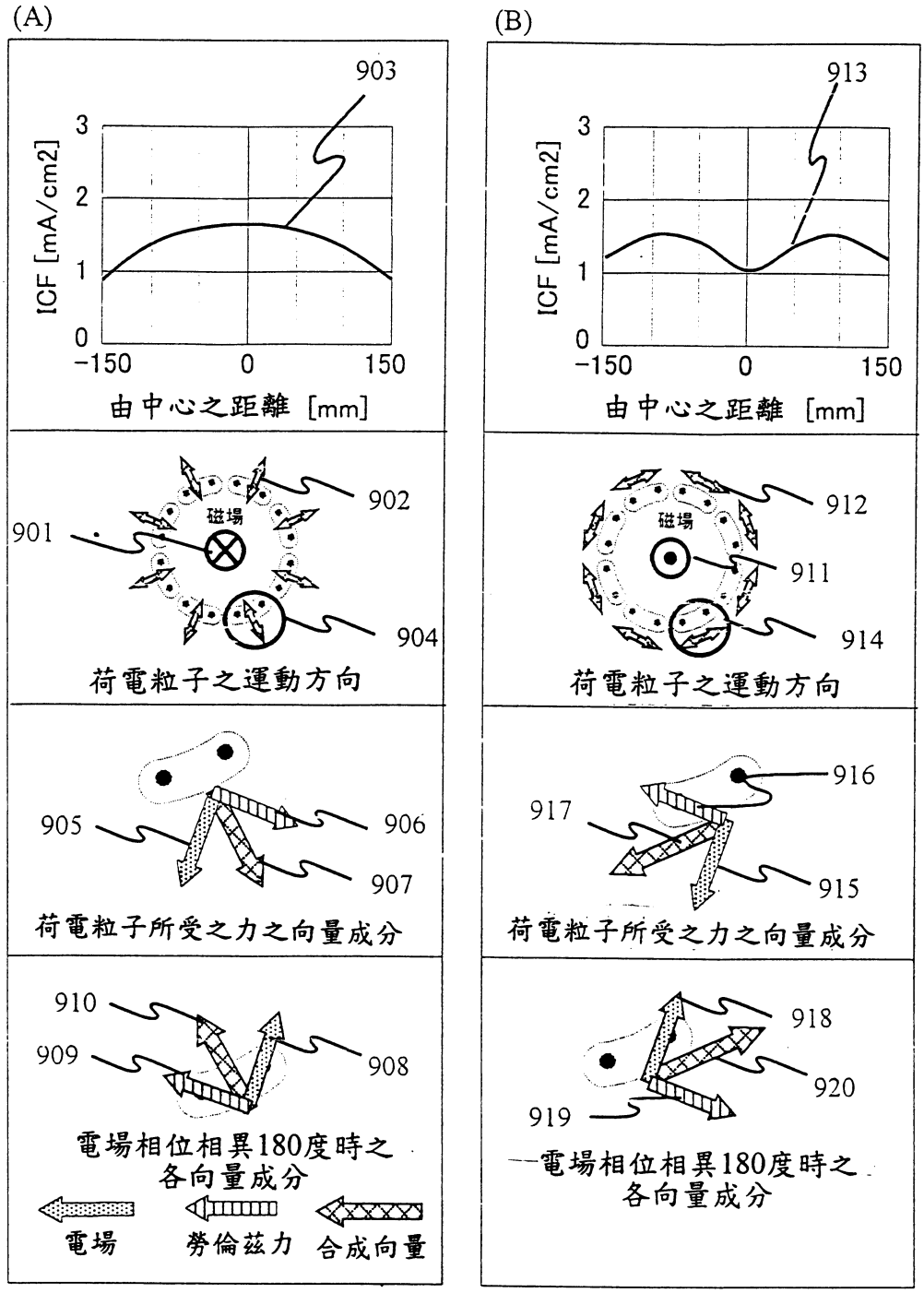
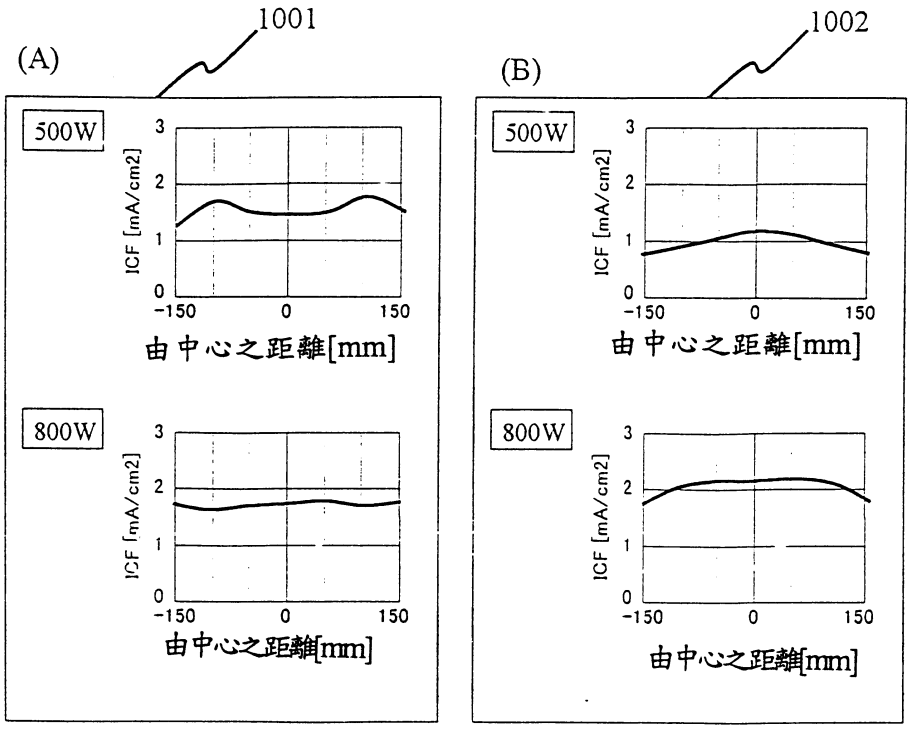

(A)
903
ICF [mA/cm2]
3
2
1
0
−150
0
150
由中心之距離 [mm]
磁場
901
902
904
荷電粒子之運動方向
905
906
907
荷電粒子所受之力之向量成分
910
909
908
電場相位相異180度時之
各向量成分
電場
勞倫茲力
合成向量
(B)
913
ICF [mA/cm2]
3
2
1
0
−150
0
150
由中心之距離 [mm]
磁場
912
911
914
荷電粒子之運動方向
916
917
915
荷電粒子所受之力之向量成分
918
920
919
電場相位相異180度時之
各向量成分

圖 9


(A)
1001
500W
ICF [mA/cm2]
由中心之距離[mm]
800W
ICF [mA/cm2]
由中心之距離[mm]
(B)
1002
500W
ICF [mA/cm2]
由中心之距離[mm]
800W
ICF [mA/cm2]
由中心之距離[mm]

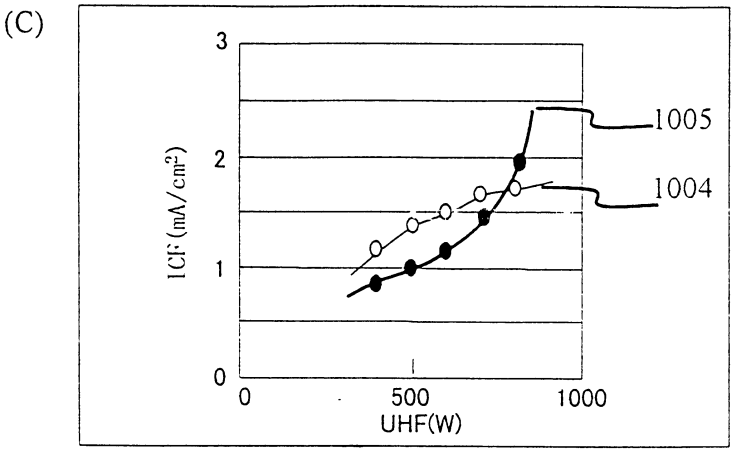
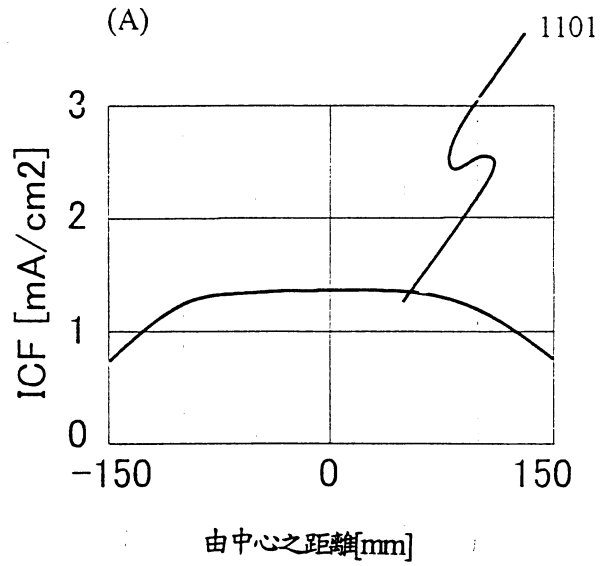

(C)
ICF (mA/cm²)
UHF(W)
1005
1004

圖 10


(A)
1101
ICF [mA/cm2]
3
2
1
0
−150
0
150
由中心之距離[mm]

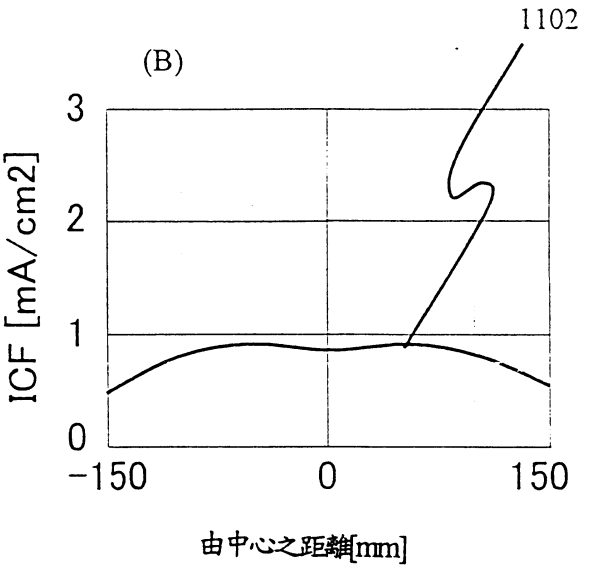

1102
(B)
ICF [mA/cm2]
3
2
1
0
−150
0
150
由中心之距離[mm]

圖 11

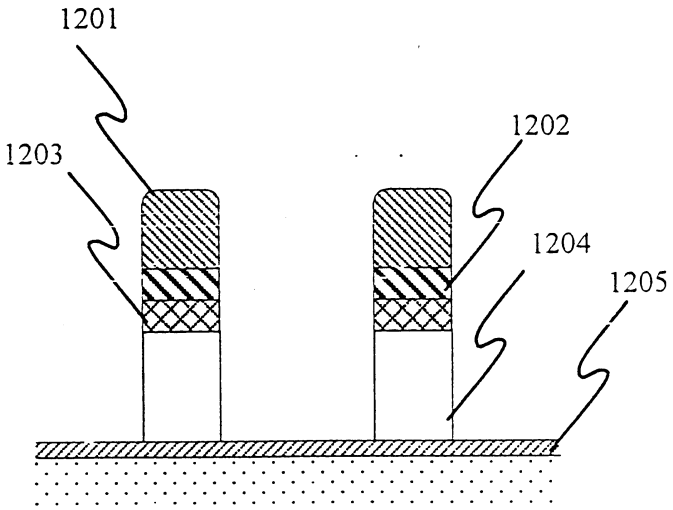


圖 12

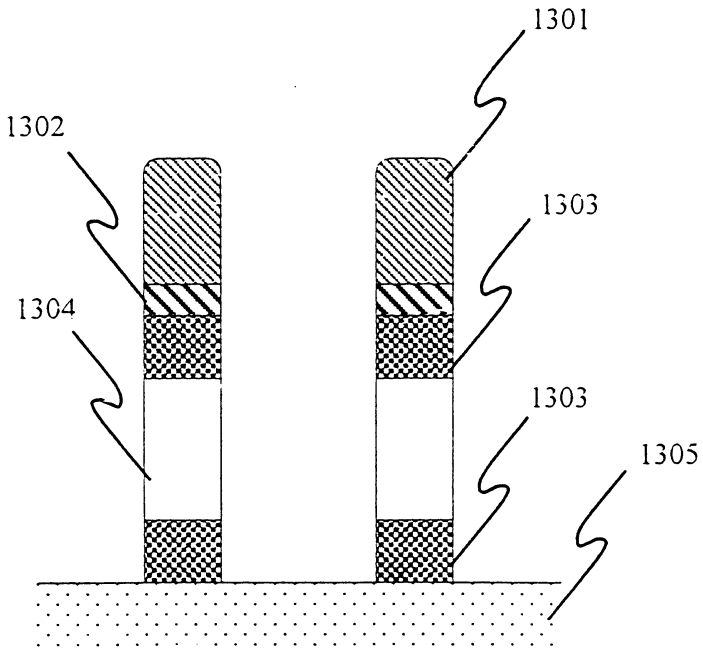


圖 13

第 091120873 號專利申請案
中文申請專利範圍替換本(93 年 1 月)

93年1月9日修正補充

拾、申請專利範圍

1. 一種電漿處理裝置，其特徵在於包含：

容器，其可保持於減壓氣氛；

處理台，其載置位於該容器內之被加工物；

介電質窗，其配置於與該被加工物相對；

及天線元件，其位於該介電質窗之背面，將特定氣體電漿化之電磁波導入該容器內，

其中該天線元件由至少兩個以上的旋轉對稱地配置之天線元件所構成，

該天線元件之各個一端接地，另一端與高頻電源以同相位或大致同相位地電氣的連接。

2. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中高頻波電源之頻率為100 MHz以上3 GHz以下。

3. 如申請專利範圍第1或2項之電漿處理裝置，其中各天線元件之長度較高頻電源之波長λ之1/4為短。

4. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件之供電端與接地端之距離較7 mm為長較750 mm為短。

5. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件之長度較7 mm為長較750 mm為短。

6. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中由旋轉對稱中心至各天線元件之接地端之距離分別大致相等，又由該中心至各天線元件之供電端之距離分別大致相等。

7. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元

件以至少多重地同心圓狀地配置。

8. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件以螺旋狀配置。

9. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件之形狀為圓弧之一部分。

10. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件之形狀為棒、橢圓或多角形。

11. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件經由接地之導體板之孔由高頻波電源供電。

12. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件經由平板形導體，由高頻波電源供電。

13. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中各天線元件經由同軸線，由高頻波電源供電。

14. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中具備磁場控制部，其係可於減壓容器內施加磁場者。

15. 如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中介電質窗的材質為氧化鋁(Al_2O_3)、石英(SiO_2)之任一，或者，利用該等複合以構成者。

16. 一種導線加工用電漿蝕刻裝置，其特徵在於包含：

容器，其可保持減壓氣氛；

處理台，其載置位於該容器內之半導體晶圓；

介電質窗，其配置於與該半導體晶圓相對；及

天線元件，其位於該介電質窗之背面，將特定氣體電漿化用之電磁波導入該容器內，

其中該天線元件由至少兩個以上的旋轉對稱地配置之天線元件所構成，

該天線元件之各個一端接地，另一端與高頻電源以同相位或大致同相位地電氣的連接。

17. 如申請專利範圍第16項之導線加工用電漿蝕刻裝置，其中該介電質窗由石英板所構成。

18. 一種電漿蝕刻裝置，其特徵在於包含：

容器；

真空抽氣裝置，其係為保持該容器內之減壓氣氛，連接於該容器；

處理台，其載置位於該容器內之半導體晶圓；

介電質窗，其配置於與該半導體晶圓相對；

天線元件，其位於該介電質窗之背面，將特定氣體電漿化用之電磁波導入該容器內，

其中該天線元件由至少兩個以上的旋轉對稱地配置之天線元件所構成，

該天線元件之各個一端接地，另一端與高頻波電源以同相位或大致同相位地電氣的連接。

19. 如申請專利範圍第18項之電漿蝕刻裝置，其中高頻波電源之頻率為100 MHz以上3 GHz以下。

20. 如申請專利範圍第18項之電漿蝕刻裝置，其中各天線元件之長度較高頻波電源之波長λ之1/4為短。

21. 如申請專利範圍第18項之電漿蝕刻裝置，其中由旋轉對稱中心至各天線元件之接地端之距離分別大致相等，又

由該中心至各天線元件之供電端之距離分別大致相等。

22. 如申請專利範圍第18項之電漿蝕刻裝置，其中各天線元件以至少多重地同心圓狀地配置。

23. 如申請專利範圍第18項之電漿蝕刻裝置，其中各天線元件以螺旋狀配置。

24. 如申請專利範圍第18項之電漿蝕刻裝置，其中該介電質窗由石英板所構成。