



(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 201344741 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

---

(21)申請案號：102101628 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 16 日  
(51)Int. Cl. : *H01J37/32 (2006.01)* *H05H1/46 (2006.01)*  
(30)優先權：2012/01/27 日本 2012-015092  
2012/09/18 日本 2012-204568  
(71)申請人：東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)  
日本  
(72)發明人：池田太郎 IKEDA, TARO (JP)；宮下大幸 MIYASHITA, HIROYUKI (JP)；長田勇  
輝 OSADA, YUKI (JP)；藤野豐 FUJINO, YUTAKA (JP)；小松智仁 KOMATSU,  
TOMOHITO (JP)  
(74)代理人：林志剛  
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：11 共 41 頁

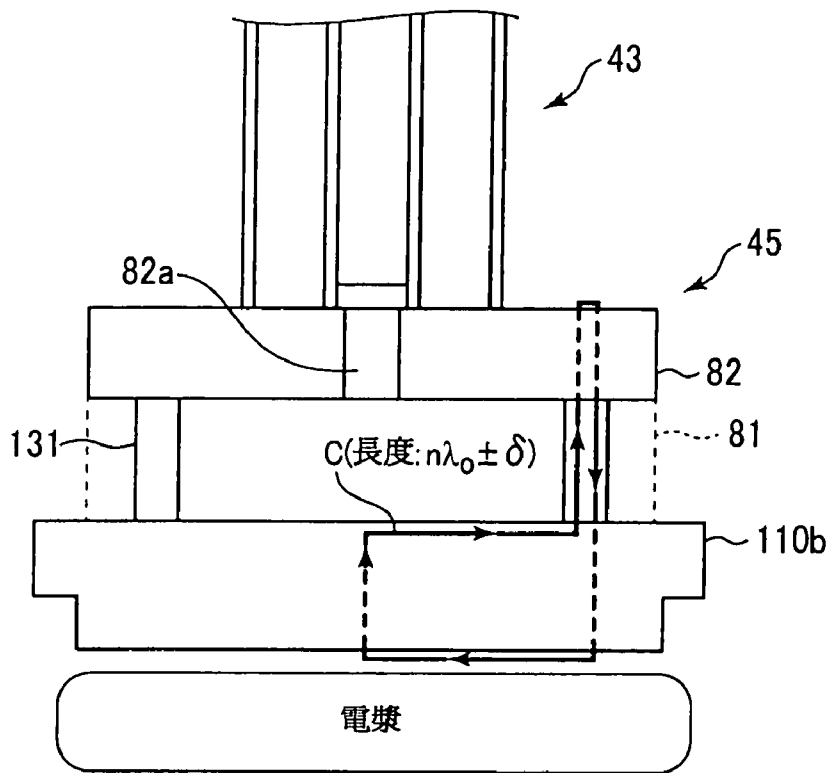
---

(54)名稱

微波放射機構、微波電漿源及表面波電漿處理裝置

(57)摘要

[課題]提供可以提升增加輸入電力之時的電漿密度(電子密度)增加率的微波放射機構。[解決手段]微波放射機構(43)具有傳送微波的微波傳送路(44)，和對腔室(1)內放射在微波傳送路(44)被傳送之微波的天線部(45)，天線部(45)具有形成有放射微波之縫槽(131)的天線(81)，和使從天線(81)被放射之微波透過，在其表面形成表面波的介電體構件(110b)，並且具有包含縫槽(131)內壁及介電體構件(110b)之表面及內部的流動表面電流及位移電流之閉路(C)，閉路(C)之長度係於將微波之波長設為 $\lambda_0$ 之時，成為 $n\lambda_0 \pm \delta$ (n為正的整數， $\delta$ 為微調整成分(包含0))。



- 43：微波放射機構
- 45：天線部
- 81：平面縫槽天線
- 82：慢波材
- 82a：圓柱構件
- 110b：介電體構件
- 131：縫槽

第 7 圖



(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 201344741 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

---

(21)申請案號：102101628 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 16 日  
(51)Int. Cl. : *H01J37/32 (2006.01)* *H05H1/46 (2006.01)*  
(30)優先權：2012/01/27 日本 2012-015092  
2012/09/18 日本 2012-204568  
(71)申請人：東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)  
日本  
(72)發明人：池田太郎 IKEDA, TARO (JP)；宮下大幸 MIYASHITA, HIROYUKI (JP)；長田勇  
輝 OSADA, YUKI (JP)；藤野豐 FUJINO, YUTAKA (JP)；小松智仁 KOMATSU,  
TOMOHITO (JP)  
(74)代理人：林志剛  
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：11 共 41 頁

---

(54)名稱

微波放射機構、微波電漿源及表面波電漿處理裝置

(57)摘要

[課題]提供可以提升增加輸入電力之時的電漿密度(電子密度)增加率的微波放射機構。[解決手段]微波放射機構(43)具有傳送微波的微波傳送路(44)，和對腔室(1)內放射在微波傳送路(44)被傳送之微波的天線部(45)，天線部(45)具有形成有放射微波之縫槽(131)的天線(81)，和使從天線(81)被放射之微波透過，在其表面形成表面波的介電體構件(110b)，並且具有包含縫槽(131)內壁及介電體構件(110b)之表面及內部的流動表面電流及位移電流之閉路(C)，閉路(C)之長度係於將微波之波長設為 $\lambda_0$ 之時，成為 $n\lambda_0 \pm \delta$ (n為正的整數， $\delta$ 為微調整成分(包含0))。

## 發明摘要

※申請案號：102101628

H01J 37/32 (2006.01)

※申請日：102年01月16日

※IPC分類：H05H 1/46 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

微波放射機構、微波電漿源及表面波電漿處理裝置

【中文】

○ [課題] 提供可以提升增加輸入電力之時的電漿密度(電子密度)增加率的微波放射機構。

○ [解決手段] 微波放射機構(43)具有傳送微波的微波傳送路(44)，和對腔室(1)內放射在微波傳送路(44)被傳送之微波的天線部(45)，天線部(45)具有形成有放射微波之縫槽(131)的天線(81)，和使從天線(81)被放射之微波透過，在其表面形成表面波的介電體構件(110b)，並且具有包含縫槽(131)內壁及介電體構件(110b)之表面及內部的流動表面電流及位移電流之閉路(C)，閉路(C)之長度係於將微波之波長設為 $\lambda_0$ 之時，成為 $n\lambda_0 \pm \delta$ ( $n$ 為正的整數， $\delta$ 為微調整成分(包含0))。

【英文】

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第(7)圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

43：微波放射機構

45：天線部

81：平面縫槽天線

82：慢波材

82a：圓柱構件

110b：介電體構件

131：縫槽

**【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)

微波放射機構、微波電漿源及表面波電漿處理裝置

## 【技術領域】

[0001] 本發明係關於微波放射機構、微波電漿源及表面波電漿處理裝置。

## 【先前技術】

[0002] 電漿處理在半導體裝置之製造中為不可欠缺之技術，近來，應 LSI 之高積體化、高速化之要求而構成 LSI 的半導體元件之設計規則越來越微細化，再者，半導體晶圓也成大型化，隨此電漿處理裝置也被要求對應如此之微細化及大型化者。

[0003] 然而，自以往中常被使用之平行平板型或感應耦合型之電漿處理裝置中，因所生成之電漿之電子溫度高，故在微細元件產生電漿損傷，再者，因電漿密度高之區域被限定，故難以對大型半導體晶圓均勻且快速地進行電漿處理。

[0004] 於是，可以高密度均勻地形成低電子溫度之表面波電漿的 RLSA(Radial Line Slot Antenna)微波電漿處理裝置則受到注目(例如專利文獻 1)。

[0005] RLSA 微波電漿處理裝置係在腔室之上部以特

定圖案設置形成有複數縫槽之平面縫槽天線的徑向線縫槽天線(Radial Line Slot Antenna)以作為表面波電漿產生用之天線，使從微波產生源被引導之微波從天線之縫槽放射，並且透過被設置在其下方之由介電體所構成之微波透過板放射至保持真空的腔室內，藉由該微波電場在腔室內生成表面波電漿，依此對半導體晶圓等之被處理體進行處理。

[0006] 再者，也提案有將微波分配成複數，設置複數具有上述般之具有平面縫槽天線的微波放射機構，將自該些放射之微波引導至腔室內，並在腔室內將微波予以空間合成而生成電漿的電漿處理裝置(專利文獻 2)。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[0007]

[專利文獻 1]日本特開 2000-294550 號公報

[專利文獻 2]國際公開第 2008/013112 號小冊子

## 【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

[0008] 然而，判斷出在放射如此之微波而生成表面波電漿之電漿處理裝置中，於增加輸入電力之時的電漿密度(電子密度)之增加率下降。即是，判斷出即使令電漿密度(電子密度)上升而增加輸入電力，電子密度也不充分增

加。

[0009] 本發明係鑒於如此之情形而創作出，其課題為提供可以提升增加輸入電力之時的電漿密度(電子密度)增加率的微波放射機構、微波電漿源及表面波電漿處理裝置。

[用以解決課題之手段]

[0010] 為了解決上述課題，在本發明之第 1 觀點中，提供一種微波放射機構，其係在腔室內形成表面波電漿而進行電漿處理的電漿處理裝置中，對腔室內放射在微波生成機構中所生成的微波，該微波放射機構之特徵為：具備微波傳送路，其係具有構成筒狀之外側導體和同軸性地被設置在其中的內側導體，傳送微波；和天線部，其係對上述腔室內放射在上述微波傳送路被傳送之微波，上述天線部具有形成有放射微波之縫槽的天線，和使從上述天線被放射之微波透過，在其表面形成表面波之介電體構件，並且具有至少包含上述縫槽內壁及上述介電體構件之表面及內部的流通表面電流及位移電流的閉路，上述閉路之長度係將微波之波長設為  $\lambda_0$  之時，成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  ( $n$  為正的整數， $\delta$  為微調整成分(包含 0))。

[0011] 此時，以上述閉路之長度成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  之方式，規定上述縫隙之厚度為佳。再者，可以在上述縫隙填充介電體。並且，以仍將上述介電體構件之厚度維持在相對較薄之狀態下，上述閉路之長度成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  之方式，使上

述縫槽之厚度成爲相對較厚爲佳。

[0012] 本發明之第 2 觀點，係提供一種微波電漿源，其係具有生成微波之微波生成機構及對腔室內放射所生成之微波的微波放射機構，對上述腔室內放射微波而生成利用被供給至上述腔室內之氣體所產生的表面波電漿，該微波電漿源之特徵爲：

作爲上述微波放射機構，使用上述第 1 觀點者。

[0013] 本發明之第 3 觀點係提供一種表面波電漿處理裝置，具備：腔室，其係用以收容被處理基板；氣體供給機構，其係對上述腔室內供給氣體；微波電漿源，其係具有生成微波之微波生成機構及對腔室內放射所生成之微波的微波放射機構，對上述腔室內放射微波而生成利用被供給至上述腔室內之氣體所產生的表面波電漿，對上述腔室內之被處理基板藉由上述表面波電漿而施予處理，該表面波電漿處理裝置之特徵爲：作爲上述微波放射機構，使用上述第 1 觀點者。

[0014] 在上述第 2 及第 3 中，可以設爲具有複數之上述微波放射機構者。

#### [發明效果]

[0015] 若藉由本發明，由於將天線部設爲具有形成有放射微波之縫槽的天線，和使從天線被放射之微波透過，在其表面形成表面波之介電體構件，並且具有包含縫槽內壁及介電體構件之表面及內部的流通表面電流及位移電流的

閉路，閉路之長度係將微波之波長設為  $\lambda_0$  之時，成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  ( $n$  為正的整數， $\delta$  為微調整成分(包含 0))，故不管縫槽之厚度，可以增大天線部中之表面電流，電漿之吸收效率高，因此可以提升增加輸入電力之時的電子密度增加率。

### 【圖式簡單說明】

[0016]

第 1 圖為表示具有與本發明之一實施型態有關之微波放射機構的表面波電漿處理裝置之概略構成的剖面圖。

第 2 圖為表示使用於第 1 圖之表面波電漿處理裝置所使用之微波電漿源之構成的構成圖。

第 3 圖為模式性表示微波電漿源中之微波供給部的俯視圖。

第 4 圖為表示第 1 圖之表面波電漿處理裝置所使用之微波放射機構的縱剖面圖。

第 5 圖為表示微波放射機構之供電機構的第 4 圖之 AA' 線的橫剖面圖。

第 6 圖為表示調諧器中之動塊和滑動構件的第 4 圖之 BB' 線的橫剖面圖。

第 7 圖為用以說明天線部中流動表面電流及位移電流之閉路的圖示。

第 8 圖為表示平面縫槽天線之縫槽形狀之一例的俯視圖。

第 9 圖為表示模擬對電漿中放射微波和對介電體中放射微波中之電磁場特性之結果的圖示。

第 10 圖為表示將平面縫槽天線之縫槽厚度各設為 30mm、20mm、10mm 之時的微波電力和電子密度之關係的圖示。

第 11 圖為表示將平面縫槽天線之縫槽厚度各設為 30mm、20mm、10mm 之時的電漿之介電率和微波之放射效率之關係的圖示。

#### 【實施方式】

[0017] 以下，參照附件圖面針對本發明之實施型態予以詳細說明。

[0018]

(表面波電漿處理裝置之構成)

第 1 圖為表示具有與本發明之一實施型態有關之微波放射機構的表面波電漿處理裝置之概略構成的剖面圖，第 2 圖為表示第 1 圖之表面波電漿處理裝置所使用之微波電漿源之構成的構成圖，第 3 圖為模式性表示微波電漿源中之微波供給部的俯視圖，第 4 圖為表示微波電漿源中之微波放射機構的剖面圖，第 5 圖為表示微波放射機構之供電機構的第 4 圖之 AA'線之橫剖面圖，第 6 圖為表示調諧器中之動塊和滑動構件之第 4 圖之 BB'線之橫剖面圖。

[0019] 表面波電漿處理裝置 100 係作為對晶圓施予電漿處理例如蝕刻處理的電漿蝕刻裝置而構成，具有被構

成氣密的由鋁或不鏽鋼等之金屬材料所構成之略圓筒狀之被接地的腔室 1，和用以在腔室 1 內形成微波電漿之微波電漿源 2。在腔室 1 之上部形成有開口部 1a，微波電漿源 2 係被設置成從該開口部 1a 面臨腔室 1 之內部。

[0020] 在腔室 1 內，藉由隔著絕緣構件 12a 被豎立設置在腔室 1 之底部中央的筒狀支撐構件 12 而被支撐之狀態下，設置有用以水平支撐屬於被處理體之半導體晶圓 W(以下記載為晶圓 W)之承載器 11。就以構成承載器 11 及支撐構件 12 之材料而言，例示有在表面施予氧皮鋁處理(陽極氧化處理)之鋁等。

[0021] 再者，雖然無圖示，在承載器 11，設置有用以靜電吸附晶圓 W 之靜電吸盤、溫度控制機構、對晶圓 W 之背面供給熱傳達用之氣體的氣體流路，以及為了搬運晶圓 W 而升降的升降銷等。並且，在承載器 11 經整合器 13 電性連接有高頻偏壓電源 14。藉由從該高頻偏壓電壓 14 供給高頻電力至承載器 11，電漿中之離子被拉入晶圓 W 側。

[0022] 在腔室 1 之底部連接有排氣管 15，在該排氣管 15 連接有包含真空泵之排氣裝置 16。然後，藉由使該排氣裝置 16 動作，腔室 1 內被排氣，腔室 1 內可高速地減壓至特定之真空度。再者，在腔室 1 之側壁設置有用以進行晶圓 W 之搬入搬出的搬入搬出口 17，和開關該搬入搬出口 17 的閘閥 18。

[0023] 在腔室 1 內之承載器 11 之上方位置，水平地

設置有將電漿蝕刻用之處理氣體朝向晶圓 W 吐出的噴淋板 20。該噴淋板 20 具有被形成格子狀之氣體流路 21，和被形成該氣體流路 21 之多數氣體吐出孔 22，格子狀之氣體流路 21 之間成爲空間部 23。在該噴淋板 20 之氣體流路 21 連接有延伸於腔室 1 之外側的配管 24，在該配管 24 連接有處理氣體供給源 25。

[0024] 另外，在腔室 1 之噴淋板 20 之上方位置，沿著腔室壁設置有環狀之電漿氣體導入構件 26，在該電漿氣體導入構件 26 於內周設置有多數氣體吐出孔。在該電漿氣體導入構件 26 經配管 28 連接有供給電漿氣體之電漿氣體供給源 27。作爲電漿生成氣體，適合使用 Ar 氣體等。就以處理氣體而言，可以使用通常被使用之蝕刻氣體例如  $\text{Cl}_2$  氣體等。

[0025] 從電漿氣體導入構件 26 被導入至腔室 1 內之電漿氣體，藉由從微波電漿源 2 被導入至腔室 1 內之微波被電漿化，該電漿通過噴淋板 20 之空間部 23 且激起從噴淋板 20 之氣體吐出孔 22 被吐出之處理氣體，形成處理氣體之電漿。並且，即使以同一之供給構件供給電漿氣體和處理氣體亦可。

[0026] 微波電漿源 2 具有藉由被設置在腔室 1 之上部的支撐環 29 而被支撐的頂板 110，支撐環 29 和頂板 110 之間被氣密密封。如第 2 圖所示般，微波電漿源 2 具有分配於複數路徑而輸出微波的微波輸出部 30，和用以傳送從微波輸出部 30 輸出的微波並放射至腔室 1 內之微

波供給部 40。

[0027] 微波輸出部 30 具有微波電源 31、微波振盪器 32、放大被振盪之微波的放大器 33，和將被放大之微波分配成複數之分配器 34。

[0028] 微波振盪器 32 係使特定頻率(例如，915MHz)之微波進行例如 PLL 振盪。在分配器 34 中，以盡量不引起微波損失之方式，一面取得輸入側和輸出側之阻抗整合，一面分配在放大器 33 放大之微波。並且，就以微波之頻率除了 915MHz 之外，亦可以使用 700MHz 至 3GHz。

[0029] 微波供給部 40 具有將利用分配器 34 被分配之微波引導至腔室 1 內之複數天線模組 41。各天線模組 41 具有主要放大被分配之微波的放大部 42，和微波放射機構 43。再者，微波放射機構 43 具有用以使阻抗整合之調諧器 60，和對腔室 1 內放射被放大之微波的天線部 45。然後，微波從各天線模組 41 中之微波放射機構 43 之天線 45 朝腔室 1 內被放射。如第 3 圖所示般，微波供給部 40 具有 7 個天線模組 41，各天線模組 41 之微波放射機構 43 以在圓周狀 6 個及其中心 1 個之方式被配置在構成圓形的頂板 110 上。

[0030] 頂板 110 係當作真空密封及微波透過板而發揮功能，具有金屬製之框架 110a，和被嵌入至其框架 110a，被設置成對應於配置有微波放射機構 43 之部分的石英等之介電體所構成之介電體構件 110b。

[0031] 放大器部 42 具有相位器 46、可變增益放大器

47、構成固態放大器之主放大器 48，和單向器 49。

[0032] 相位器 46 係被構成可以使微波之相位變化，藉由調整此可以調變放射特性。例如，藉由對每個天線模組調整相位，可以控制指向性而使電漿分布變化。再者，在相鄰之天線模組中，使各偏移  $90^\circ$  相位而可以取得圓偏振波。再者，相位器 46 係調整放大器內之零件間的延遲特性，可以調諧器內之空間合成為目的而使用。但是，於不需要如此放射特性之調變或放大器內之零件間的延遲特性之調整時，則不需要設置相位器 46。

[0033] 可變增益放大器 47 係調整輸入至主放大器 48 之微波之電力位準，用以調整或電漿強度調整各個天線模組之偏差的放大器。藉由使可變增益放大器 47 在各天線模組變化，亦可以使產生的電漿產生分布。

[0034] 構成固態放大器之主放大器 48 係可以成為具有例如輸入整合電路、半導體放大元件、輸出整合電路，和高 Q 值諧振電路之構成。

[0035] 單向器 49 係以天線部 45 反射而分離朝向主放大器 48 之反射微波，具有迴圈器和虛擬負載(同軸終端器)。迴圈器係將在天線部 45 反射之微波引導至虛擬負載，且虛擬負載將藉由迴圈器引導的反射微波轉換成熟。

[0036] 接著，針對微波放射機構 43 予以說明。

如第 4 圖、第 5 圖所示般，微波放射機構 43 具有傳送微波之同軸構造之導波路(微波傳送路)44，和將在導波路 44 傳送之微波放射至腔室 1 內之天線部 45。然後，從

微波放射機構 43 被放射至腔室 1 內之微波在腔室 1 內之空間被合成，成爲在腔室 1 內形成表面波電漿。

[0037] 導波路 44 係構成同軸狀地配置筒狀之外側導體 52 及被設置在其中的棒狀之內側導體 53，在導波路 44 之前端設置有天線部 45。導波路 44 係內側導體 53 成爲供電側，外側導體 52 成爲接地側。外側導體 52 及內側導體 53 之上端成爲反射板 58。

[0038] 導波路 44 之基端側設置有供電微波(電磁波)之供電機構 54。供電機構 54 具有被設置在導波路 44(外側導體 52)之側面的用以導入微波電力的微波電力導入埠 55。在微波電力導入埠 55，連接有由內側導體 56a 及外側導體 56b 所構成之同軸線路 56，以作爲用以供給從放大器部 42 被放大之微波的供電線。然後，在同軸線路 56 之內側導體 56a 之前端連接有朝向外側導體 52 之內部而水平延伸之供電天線 90。

[0039] 供電天線 90 係削取例如鋁等之金屬板並進行加工之後，套入鐵氟龍(註冊商標)等之介電體構件的模具而形成。從反射板 58 至供電天線 90 之間，設置有由用以縮短反射波之有效波長的鐵氟龍(註冊商標)等之介電體所構成之慢波材 59。並且，於使用 2.45GHz 等之頻率高之微波時，即使不設置慢波材 59 亦可。此時，使從供電天線 90 至反射板 58 之距離最佳化，以反射板 58 使自供電天線 90 被放射之電磁波反射，依此將最大之電磁波傳送至同軸構造之導波路 44 內。

[0040] 供電天線 90 係如第 5 圖所示般，被構成具有：在微波電力導入埠 55 中被連接於同軸線路 56 之內側導體 56a，且具有供給電磁波之第 1 極 92 及放射被供給之電磁波之第 2 極 93 的天線本體 91，和從天線本體 91 之兩側沿著內側導體 53 之外側延伸，構成環狀之反射部 94，以被射入至天線本體 91 之電磁波和以反射部 94 反射之電磁波形成駐波。天線本體 91 之第 2 極 93 接觸於內側導體 53。

[0041] 藉由供電天線 90 放射微波(電磁波)，在外側導體 52 和內側導體 53 之間的空間被供電微波電力。然後，被供給至供電機構 54 之微波電力朝向天線部 45 傳播。

[0042] 在導波路 44 設置有調諧器 60。調諧器 60 係使腔室 1 內之負載(電漿)之阻抗與微波輸出部 30 中之微波電源之特性阻抗整合，具有在外側導體 52 和內側導體 53 之間上下移動的兩個動塊 61a、61b，和被設置在反射板 58 之外側(上側)的動塊驅動部 70。

[0043] 在該些動塊中，動塊 61a 被設置在動塊驅動部 70 側，動塊 61b 被設置在天線部 45 側。再者，內側導體 53 之內部空間，設置有由沿著其長邊方向形成有例如梯形螺桿的螺棒所構成之動塊移動用之兩根動塊移動軸 64a、64b。

[0044] 如第 6 圖所示般，動塊 61a 係構成由介電體所構成之圓環狀，在其內側嵌入有具有滑動性之由樹脂所構成的滑動構件 63。在滑動構件 63 設置有動塊移動軸

64a 螺合之螺絲孔 65a，和動塊移動軸 64b 被插通的通孔 65b。另外，動塊 61b 係與動塊 61a 相同，具有螺絲孔 65a 和通孔 65b，但是與此動塊 61a 相反，螺絲孔 65a 螺合於動塊移動軸 64b，在通孔 65b 插通動塊移動軸 64a。依此，藉由使動塊移動軸 64a 旋轉，動塊 61a 升降移動，藉由使動塊移動軸 64b 旋轉，動塊 61b 升降移動。即是，藉由動塊移動軸 64a、64b 和滑動構件 63 所構成之螺桿機構，動塊 61a、61b 升降移動。

[0045] 在內側導體 53 沿著長邊方向以等間隔地形成有 3 個縫槽 53a。另外，滑動構件 63 係以對應於該些縫隙 53a 之方式，等間隔地設置有 3 個突出部 63a。然後，在該些突出部 63a 抵接於動塊 61a、61b 之內周之狀態下，滑動構件 63 嵌入至動塊 61a、61b 之內部。滑動構件 63 之外周面與內側導體 53 之內周面不具有間隙地接觸，藉由動塊移動軸 64a、64b 旋轉，滑動構件 63 在內側導體 53 滑動而升降。即是，內側導體 53 之內周面當作動塊 61a、61b 之滑動導件而發揮功能。

[0046] 就以構成滑動構件 63 之樹脂材料而言，可以舉出適用具有良好之滑動性，比較容易加工之樹脂，例如聚苯硫醚(PPS)樹脂。

[0047] 上述動塊移動軸 64a、64b 係貫通反射板 58 而延伸於動塊驅動部 70。在動塊移動軸 64a、64b 和反射板 58 之間設置有軸承(無圖示)。再者，在內側導體 53 之下端設置有由導體所構成之底板 67。動塊移動軸 64a、

64b 之下端爲了吸收驅動時之振動，通常成爲開放端，從該些動塊移動軸 64a、64b 之下端距離 2~5mm 左右，設置有底板 67。並且，即使以該底板 67 作爲軸承部，以該軸承部樞軸支撐該動塊移動軸 64a、64b 之下端亦可。

[0048] 動塊驅動部 70 具有框體 71，動塊移動軸 64a 及 64b 在框體 71 內延伸，在動塊移動軸 64a 及 64b 之上端，各安裝有齒輪 72a 及 72b。再者，動塊驅動部 70 設置有使動塊移動軸 64a 旋轉之馬達 73a，和使動塊移動軸 64b 旋轉之馬達 73b。在馬達 73a 之軸安裝有齒輪 74a，在馬達 73b 之軸安裝有齒輪 74b，齒輪 74a 與齒輪 72a 咬合，齒輪 74b 與齒輪 72b 咬合。因此，藉由馬達 73a 經齒輪 74a 及 72a 使動塊移動軸 64a 旋轉，藉由馬達 73b 經齒輪 74b 及 72b 使動塊移動軸 64b 旋轉。並且，馬達 73a、73b 爲例如步進馬達。

[0049] 並且，動塊移動軸 64b 比動塊移動軸 64a 長，到達至更上方，因此，因齒輪 72a 及 72b 之位置上下偏置，馬達 73a 及 73b 也上下偏置，故馬達及齒輪等之動力傳達機構之空間小，框體 71 成爲與外側導體 52 相同直徑。

[0050] 在馬達 73a 及 73b 之上方，以聯結該些輸出軸之方式，設置有用以檢測各動塊 61a 及 61b 之位置的增量型之編碼器 75a 及 75b。

[0051] 動塊 61a 及 61b 之位置係藉由動塊控制器 68 而被控制。具體而言，根據藉由無圖示之阻抗檢測器而被

檢測出之輸入端之阻抗值，和藉由編碼器 75a 及 75b 被檢測的動塊 61a 及 61b 之位置資訊，動塊控制器 68 發送控制訊號至馬達 73a 及 73b，且控制動塊 61a 及 61b 之位置，依此來調整阻抗。動塊控制器 68 係以終端成爲例如 50  $\Omega$  之方式實行阻抗整合。當僅使兩個動塊中之一方移動時，描繪通過史密斯圖之原點的軌跡，當雙方同時移動時僅相位旋轉。

[0052] 天線部 45 具有當作微波放射天線而發揮功能，構成平面狀且具有縫槽 131 之平面縫槽天線 81、被設置在平面縫槽天線 81 之上的慢波材 82，和被設置在平面縫槽天線 81 之前端側的頂板 110 之介電體構件 110b。在慢波材 82 之中心貫通由導體所構成之圓柱構件 82a 而連接底板 67 和平面縫槽天線 81。因此，內側導體 53 經底板 67 及圓柱構件 82a 而連接於平面縫槽天線 81。並且，外側導體 52 之下端延伸至平面縫槽天線 81，慢波材 82 之周圍被外側導體 52 覆蓋。再者，平面縫槽天線 81 之周圍藉由覆蓋導體 84 被覆蓋。

[0053] 慢波材 82 及介電體構件 110b 具有大於真空的介電率，例如由石英、陶瓷、聚四氟乙烯等之氟系樹脂或聚醯亞胺系樹脂所構成，在真空中由於微波之波長變長，故具有縮短微波之波長而縮小天線之功能。慢波材 82 可以藉由其厚度調整微波之相位，並且以頂板 110 和平面縫槽天線 81 之接合部成爲駐波之「腹」調整其厚度之方式，調整其厚度。依此，可以設成反射最小，且平面縫槽

天線 81 之放射能成爲最大。

[0054] 頂板 110 係被構成介電體構件 110b 被嵌入框架 110a，介電體構件 110b 被設置成與平面縫槽天線 81 相接。然後，在主放大器 48 被放大之微波通過內側導體 53 和外側導體 52 之周壁之間的導波路 44 而到達至天線部 45。在天線部 45 中，微波當作表面波而透過慢波材 82，在平面縫槽天線 81 之縫槽 131 被傳送，並且透過頂板 110 之介電體構件 110b，在與電漿相接之介電體構件 110b 之表面被傳送，藉由該表面波在腔室 1 內之空間生成表面波電漿。

[0055] 平面縫槽天線 81 係以流通第 7 圖所示之天線部 45 之表面電流及位移電流的閉路 C 之長度，將微波之波長設爲  $\lambda_0$  之時，成爲  $n\lambda_0 \pm \delta$  ( $n$  爲正的整數， $\delta$  爲微調整成分(包含 0))之方式，規定其厚度(縫槽 131 之厚度)。 $\delta$  之值被決定成可取得充分之表面電流，爲 25mm 以下。例如，頻率  $f = 860\text{MHz}$  之時，由於  $\lambda_0 \doteq 349\text{mm}$ ，故當設爲  $n = 1$  時，閉路 C 之長度之中心值成爲大約 350mm，縫槽 131 之厚度之最佳值由該長度決定。

[0056] 再者，平面縫槽天線 81 係形成如例如第 8 圖所示般，全體構成圓板狀(平面狀)，並且 6 個縫槽 131 被形成全體形狀成爲圓周狀。該些縫槽 131 全部爲相同形狀，沿著圓周形成細長形狀。該些縫槽 131 中鄰接彼此的接縫部分被構成一方縫槽 131 之端部和另一方之縫槽 131 之端部在內外重疊。即是，縫槽 131 之中央部係成爲連接位

於外側之一方之端部和位於內側之另一方之端部的狀態，在以內包 6 個縫槽 131 之二點鏈線所示之圓環區域 132 中傾斜地連結與外周一致的一方端部和與內周一致的另一方之端部之間，在圓周方向鄰接之縫槽和縫槽之接縫部分，被構成被縫槽覆蓋，成為在周方向不存在無縫槽之部分。

[0057] 縫槽 131 具有 $(\lambda g/2)-\delta'$ 之長度。但是， $\lambda g$  為微波之有效波長， $\delta'$  為在圓周方向(角度方向)微調整成電場強度之均勻性變高之微調整成分(包含 0)。並且，縫槽 131 之長度並不限定於約  $\lambda g/2$ ，若從  $\lambda g/2$  之整數倍減去微調整成分(包含 0)者即可。縫槽 131 具有中央部和其兩側之一方之端部及另一方之端部(重疊部分)幾乎均等之長度。即是，中央部成為 $(\lambda g/6)-\delta_1$ ，其兩側之端部各成為 $(\lambda g/6)-\delta_2$  及 $(\lambda g/6)-\delta_3$  之長度。但是， $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 、 $\delta_3$  為在圓周方向(角度方向)微調整成電場強度之均勻性變高之微調整成分(包含 0)。鄰接之縫槽因以重疊之部分之長度相等為理想，故以  $\delta_2 = \delta_3$  為理想。於本實施型態之時，一個縫槽 131 之長度約  $\lambda g/2$ ，由於其為 6 個，故合計之長度約  $3\lambda g$ 。其中，重疊部分為 $(\lambda g/6) \times 6 = \lambda g$ ，由於全體之長度成為  $2\lambda g$ ，故以天線而言，與圓周狀地配置 4 個長度約  $\lambda g/2$  之縫槽的以往天線幾乎等效。縫槽 131 係其內周被形成從平面縫槽天線 81 之中心成為 $(\lambda g/4) \pm \delta''$  的位置。但是， $\delta''$  係為了使徑向之電場強度分布均勻，而進行微調整之微調整成分(包含 0)。並且，從中心至縫槽內周之長度並不限定於約  $\lambda g/4$ ，若為  $\lambda g/4$  之整數倍加上為調整成分(包含

0)者即可。

[0058] 如此之平面槽縫天線 81 係在縫槽和縫槽之接縫部分，可以迴避電磁波強度變弱，並可以使周方向(角度方向)之電漿均勻性變成良好。

[0059] 但是，縫槽之數量並不限定於 6 個，例如 5 個或 4 個或者 7 個以上亦可以取得相同之效果。再者，平面縫槽天線 81 之縫槽形狀並不限定於第 8 圖，即使為例如複數之圓弧狀之縫槽均等地形成在圓周上亦可。

[0060] 在本實施型態中，主放大器 48 和調諧器 60 和平面縫槽天線 81 近接配置。然後，調諧器 60 和平面縫槽天線 81 構成存在  $1/2$  波長內之集中定數電路，並且因平面縫槽天線 81、慢波材 82、介電體構件 110b 係合成電阻被設定成  $50\Omega$ ，故調諧器 60 直接對電漿負荷調諧，可以有效率地將能量傳達至電漿。

[0061] 即使在縫槽 131 填充介電體亦可。藉由在縫槽 131 填充介電體，微波之有效波長變短，可以使縫槽全體之厚度(平面縫槽天線 81 之厚度)變薄。

[0062] 表面波電漿處理裝置 100 中之各構成部藉由具備有微處理器之控制部 120 而被控制。控制部 120 具備有表面波電漿處理裝置 100 之製程序列及記憶控制參數之製程配方的記憶部，和輸入手段及顯示器等，依照所選擇之製程配方而控制電漿處理裝置。

[0063]

(表面波電漿處理裝置之動作)

接著，針對如上述般構成之表面波電漿處理裝置 100 中之動作予以說明。

首先，將晶圓 W 搬入至腔室 1 內，並載置在承載器 11 上。然後，從電漿氣體供給源 27 經配管 28 及電漿氣體導入構件 26 而將電漿氣體例如 Ar 氣體導入至腔室 1 內，並且將微波從微波電漿源 2 傳送至腔室 1 內而生成表面波電漿。

[0064] 然後，處理氣體例如 Cl<sub>2</sub> 氣體等之蝕刻氣體從處理氣體供給源 25 經配管 24 及噴淋板 20 被吐出至腔室 1 內。被吐出之處理氣體藉由通過噴淋板 20 之空間部 23 的電漿而被激起成爲電漿化，並藉由該處理氣體之電漿對晶圓 W 施予電漿處理例如蝕刻處理。

[0065] 於生成上述表面波電漿之時，在微波電漿源 2 中，從微波輸出部 30 之微波振盪器 32 振盪之微波電力在放大器 33 被放大之後，藉由分配器 34 被分配複數，被分配之微波電力被引導至微波供給部 40。在微波供給部 40 中，如此被分配成複數之微波電力，在構成固態放大器之主放大器 48 個別地被放大，被供給至微波放射機構 43 之導波路 44，通過導波路 44 而到達至天線部。在天線部 45 中，微波當作表面波而透過慢波材 82，在平面縫槽天線 81 之縫槽 131 被傳送，並且透過頂板 110 之介電體構件 110b，在與電漿相接之介電體構件 110b 之表面被傳送，藉由該表面波在腔室 1 內之空間生成表面波電漿。

[0066] 一般而言，縫槽天線當作微波放射手段被知

悉，就以縫槽天線之基本放射方法而言，所知的有將長度方向的縫槽之長度設為微波之有效波長之半波長之整數倍 $+\delta'$ ( $\delta'$ 為微調整成分(包含 0))時，放射效率成爲最大。另外，於將微波放射至空氣中之時，依天線構造，當縫槽長度較截止波長短，增厚縫槽天線時，使得微波衰減，故盡可能薄化則爲重要。例如，使用以石英夾持的平面縫槽天線，將其縫槽長度設為 30.5mm(2.45GH 之微波中之有效波長之半波長)之時，因在縫槽內傳送 TE<sub>10</sub> 波，故將該縫槽視爲導波管之時之截止波長成爲 61mm，2.45GHz 之微波無法傳送且衰減。爲了使該衰減成爲最小限，將導波路之縫槽之厚度薄化則爲重要。因此，即使在本實施型態般之平面縫槽天線 81 之時，於以往也將厚度薄化成 1mm 左右。

[0067] 但是，於對電漿中放射微波之時，與對空氣般之介電體中放射之情形，模態不同。第 9 圖表示模擬對電漿中放射微波和對介電體中放射微波中的電磁場特性之結果。無外部固定磁場，於驅動頻率大於中性粒子和電子衝突頻率之時，電漿之介電率可以以下式近似性表示。

[式 1]

$$\kappa_p = 1 - \frac{\omega_{pe}^2}{\omega^2}$$

在此， $\omega$  爲微波之頻率， $\omega_{pe}$  爲電漿中之電子之振動頻率。

[0068] 電漿中之電磁波之波數因以下式表示，故  $\kappa_p$  於負的値之時，可知電磁波無法在電漿中傳播，即是被全反射。

[式 2]

$$\kappa = \pm \frac{\sqrt{\kappa_p}}{c} \omega$$

[0069] 電漿之加熱(電力吸收)可想應係在該全反射面之附近產生之電子電漿波和從縫槽被放射之電磁波之共振所引起。在極靠近電磁波放射位置，且電場強之區域，電漿中之電子可以持有更大的熱能。在該狀況下，可以存在藉由熱能和電場能之能量交換所產生之波。該波於與前進方向平形之成份持有電場(縱波)，其被稱為電子電漿波。藉由其與從縫槽放射出之電磁波共振，電子電漿可以以最大效率吸收電力。該電子電漿波之能量藉由朗道阻尼(Landau damping)作為電子之能量被轉化，電子可以有效率地取得能量。另外，於驅動頻率小於中性粒子和電子之衝突頻率之時，朝向放射電磁波之電子的能量傳達，藉由介電損失所導致之朝向電漿中之衰減波而進行。在電漿和介電體構件 110b 之界面，因具有電漿介電損失即是電阻成分，故即使在界面雖然較小也存在電場成分，但因在微波電路上成為接近短路終端，主要成為垂直成分。再者，在電漿和介電體構件 110b 之界面的表面電流，與對介電體中放射之情形不同，成為流至徑向，形成縫槽 131 之入

口(包含慢波材 82)和閉路。流入閉路之電流係由表面電流和位移電流所構成。在金屬表面流動之時，為表面電流，在介電體中流動之時，成為位移電流。具體而言，電流如第 7 圖所示般，成為透過慢波材 82 而到達至平面縫槽天線 81 之縫槽 131，通過縫槽 131 內壁而透過介電體構件 110b，在電漿和介電體構件 110b 之界面(介電體構件 110b 之表面)從外側朝向中心流動，從中心透過介電體構件 110b 之後，通過介電體構件 110b 和平面縫槽天線 81 之界面而到達至縫槽 131，通過縫槽 131 內壁而透過慢波材 82 的閉路 C。即是，於對電漿中放射微波之時，縫槽內部並非當作傳送路，而係當作天線之一部分而發揮作用。因此，於對空氣般之介電體放射微波之時，無須盡可能地使縫槽變薄。另外，因在該閉路也包含電漿表面，故極有助於能量傳達至電漿。因此，盡可能地使表面電流大量流至該閉路，對於提升能量傳達至電漿的效率極為重要。該閉路之表面電流成為最大係在其全長大約微波之波長  $\lambda_0$  之整數倍時(共振條件)。但是，由於該閉路之全長即使從微波之波長  $\lambda_0$  之整數倍多少偏移時，也可以增加表面電流，故在本實施時態中，係以上述閉路之長度成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  ( $n$  為正的整數， $\delta$  為微調整成分(包含 0))之方式，規定縫槽 131 之厚度(即是，平面縫槽天線 81 之厚度)。如上述般， $\delta$  之值被決定成可取得充分之表面電流，為 25mm 以下。例如，頻率  $f = 860\text{MHz}$  之時，由於  $\lambda_0 \approx 349\text{mm}$ ，故當設為  $n = 1$  時，閉路 C 之長度之中心值成為大約 350mm，較

佳之閉路 C 之長度為  $350\text{mm}\pm 25\text{mm}$ ，中心值為  $350\text{mm}$  之時的縫槽 131 之厚度約為  $30\text{mm}$ ，如上述般，於對電漿中放射微波之時，即使縫槽 131 之厚度變成如此之厚，也不會成爲問題。

[0070] 於電漿點火後，在阻抗整合之狀態下，被導入之微波電力可以分別成被電漿吸收者和除此之外(腔室 1 之壁面、平面縫槽天線 81 之表面、介電體)被吸收者，提高被電漿吸收者之比率，在提升電子生成效率上爲重要。在本實施型態中，因如上述般可以增大表面電流，能量傳達效率高，即是電漿之吸收效率高，故電子生成效率高，可以提升增加導入電力之時的電子密度增加率。再者，依此，可以減少被電漿以外吸收的電力，並可以抑制平面縫槽天線 81 或腔室 1 之溫度上升。

[0071] 如此一來，在縫槽 131 之厚度(即是縫槽天線之厚度)越薄越佳的以往知識中無法被取得，本實施型態係不管縫槽 131 之厚度，藉由將閉路之長度設爲  $n\lambda_0\pm\delta$ ，可以提昇增加輸入電力之時的電漿密度增加率。當由石英般之介電體材料所構成之慢波材 82 及介電體構件 110b 變厚時，產生各種模式，電漿成爲不安定，或者難以點燃電漿，無法生成電漿本身，但是在本實施型態中，在使慢波材 82 及介電體構件 110b 相對性地薄化成不會產生如此之不良狀況下，藉由將縫槽 131 之厚度相對性增厚，可以將閉路之長度設爲  $n\lambda_0\pm\delta$ 。

[0072] 接著，使用將平面縫槽天線之縫槽之厚度各

設為 1mm、20mm、30mm 之微波放射機構，測量將微波之頻率設為 860MHz，使微波電力變化而生成電漿之時的電子密度。將其結果表示在第 10 圖。該些之中，縫槽厚度為 1mm 者為以往例，閉路 C 之長度大約 294mm。再者，在縫槽之厚度為 20mm，閉路 C 之長度大約為 332mm，縫槽之厚度為 30mm，閉路 C 之長度大約為 352mm。由於在頻率  $f=860\text{MHz}$ ， $\lambda_0 \cong 349\text{mm}$ ，故縫槽厚度為 20mm 者，縫槽厚度為 30mm 者，閉路 C 之長度皆滿足  $\lambda_0 \pm \delta$ ，縫槽厚度為 30mm 者比較接近共振條件(閉路 C 之長度 =  $\lambda_0$ )。因此，如圖所示般，比起縫槽厚度為 1mm 之時，閉路 C 之長度滿足  $n\lambda_0 \pm \delta$  之縫槽厚度為 20mm 及 30mm 之時，可以提升電子密度之增加率，並且縫槽厚度為 30mm 者比起 20mm 之時，可以提升電子密度之增加率。

[0073] 再者，在第 11 圖針對該些表示相當於電子密度之電漿之介電率( $\kappa_p$ )和微波放射率之關係，可知隨著電漿之比介電率之絕對值之增大，即是電子密度之增大，縫槽厚度為 1mm 之時，放射效率稍微下降，對此，縫槽厚度為 20mm 之時，放射效率增大，縫槽厚度為 30mm 之時，隨著電子密度之增大，放射效率更增大。

[0074]

(其他之適用)

並且，本發明並不限定於上述實施型態，在本發明之思想的範圍內可做各種變形。例如，微波輸出部 30 或微波供給部 40 之構成等，並不限定於上述實施型態，例如

於不需要進行從天線放射之微波的指向性控制或設成圓偏振波之時，不需要相位器。再者，在微波放射機構 43，不需要慢波材 82。

[0075] 再者，在上述實施型態中，雖然針對設置有複數微波放射機構之例予以表示，但是即使微波放射機構為一個亦可。

[0076] 再者，在上述實施型態中，雖然例示蝕刻處理裝置以作為電漿處理裝置，但是並不限定於此，亦可以使用於成膜處理、氧氮化膜處理、灰化處理等之其他之電漿處理。並且，被處理基板並不限定於半導體晶圓 W，即使為以 LCD(液晶顯示器)用基板為代表之 FPD(平面顯示器)基板或陶瓷基板等之其他基板亦可。

### 【符號說明】

#### [0077]

- 1：腔室
- 2：微波電漿源
- 11：承載器
- 12：支撐構件
- 15：排氣管
- 16：排氣裝置
- 17：搬入搬出口
- 20：噴淋板
- 30：微波輸出部

- 31 : 微波電源
- 32 : 微波振盪器
- 40 : 微波供給部
- 41 : 天線模組
- 42 : 放大器部
- 43 : 微波放射機構
- 44 : 導波部
- 45 : 天線部
- 52 : 外側導體
- 53 : 內側導體
- 54 : 供電機構
- 55 : 微波電力導入埠
- 56 : 同軸線路
- 58 : 反射板
- 60 : 調諧器
- 81 : 平面縫槽天線
- 82 : 慢波材
- 100 : 表面波電漿處理裝置
- 110 : 頂板
- 110b : 介電體構件
- 120 : 控制部
- 131 : 縫槽
- C : 閉路
- W : 半導體晶圓

## 申請專利範圍

1.一種微波放射機構，在腔室內形成表面波電漿而進行電漿處理的電漿處理裝置中，對腔室內放射在微波生成機構中所生成的微波，該微波放射機構之特徵為：具備

微波傳送路，其係具有構成筒狀之外側導體和同軸性地被設置在其中的內側導體，用以傳送微波；和

天線部，其係對上述腔室內放射在上述微波傳送路被傳送之微波，

上述天線部具有形成有放射微波之縫槽的天線，和使從上述天線被放射之微波透過，在其表面形成表面波之介電體構件，並且具有至少包含上述縫槽內壁及上述介電體構件之表面及內部的流通表面電流及位移電流的閉路，上述閉路之長度係將微波之波長設為  $\lambda_0$  之時，成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  ( $n$  為正的整數， $\delta$  為微調整成分(包含 0))。

2.如申請專利範圍第 1 項所記載之微波放射機構，其中

以上述閉路之長度成為  $n\lambda_0 \pm \delta$  之方式，規定上述縫槽之厚度。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之微波放射機構，其中

在上述縫隙被填充介電體。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載之微波放射機構，其中

以仍將上述介電體構件之厚度維持在相對較薄之狀態

下，上述閉路之長度成爲  $n\lambda_0 \pm \delta$  之方式，使上述縫槽之厚度成爲相對較厚。

5.一種微波電漿源，具有生成微波之微波生成機構及對腔室內放射所生成之微波的微波放射機構，對上述腔室內放射微波而生成利用被供給至上述腔室內之氣體所產生的表面波電漿，該微波電漿源之特徵爲：

作爲上述微波放射機構，使用申請專利範圍第 1 或 2 項所記載者。

6.如申請專利範圍第 5 項所記載之微波電漿源，其中具有複數之上述微波放射機構。

7.一種表面波電漿處理裝置，具備

腔室，其係用以收容被處理基板；

氣體供給機構，其係對上述腔室內供給氣體；

微波電漿源，其係具有生成微波之微波生成機構及對上述腔室內放射所生成之微波的微波放射機構，對上述腔室內放射微波而生成利用被供給至上述腔室內之氣體所產生的表面波電漿，

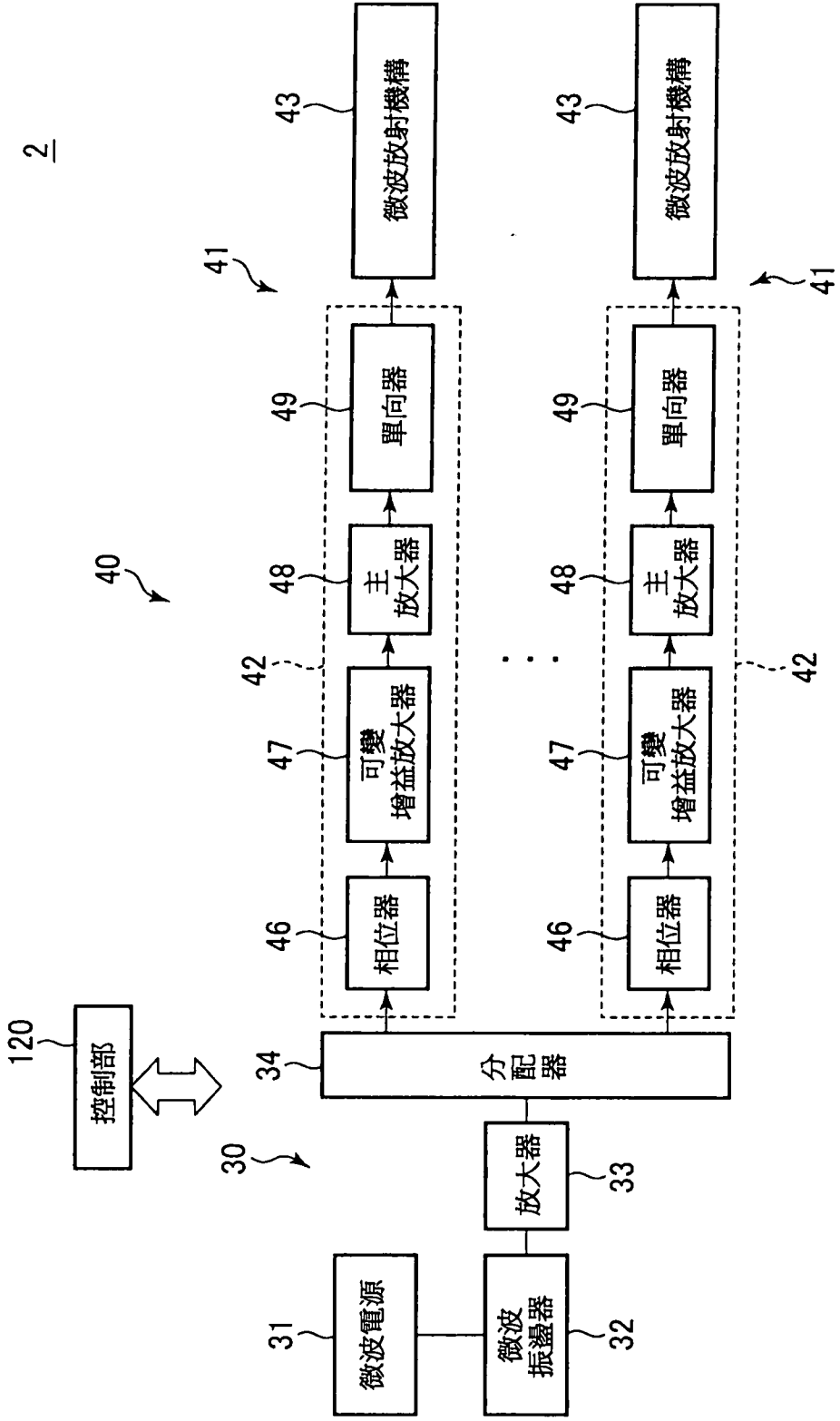
對上述腔室內之被處理基板藉由上述表面波電漿而施予處理，該表面波電漿處理裝置之特徵爲：

作爲上述微波放射機構，使用申請專利範圍第 1 或 2 項所記載者。

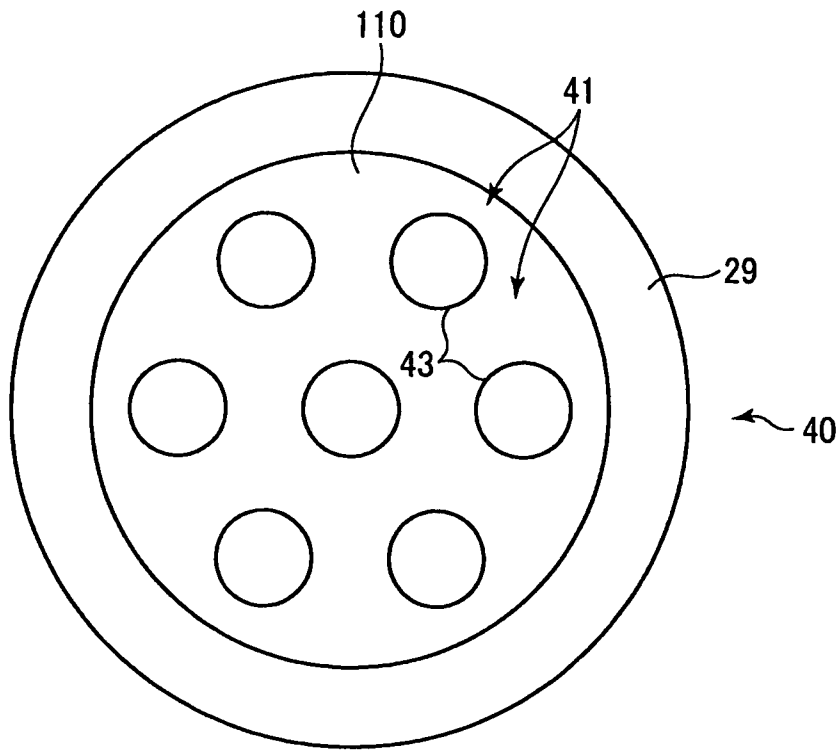
8.如申請專利範圍第 7 項所記載之表面波電漿處理裝置，其中

上述微波電漿源具有複數之上述微波放射機構。

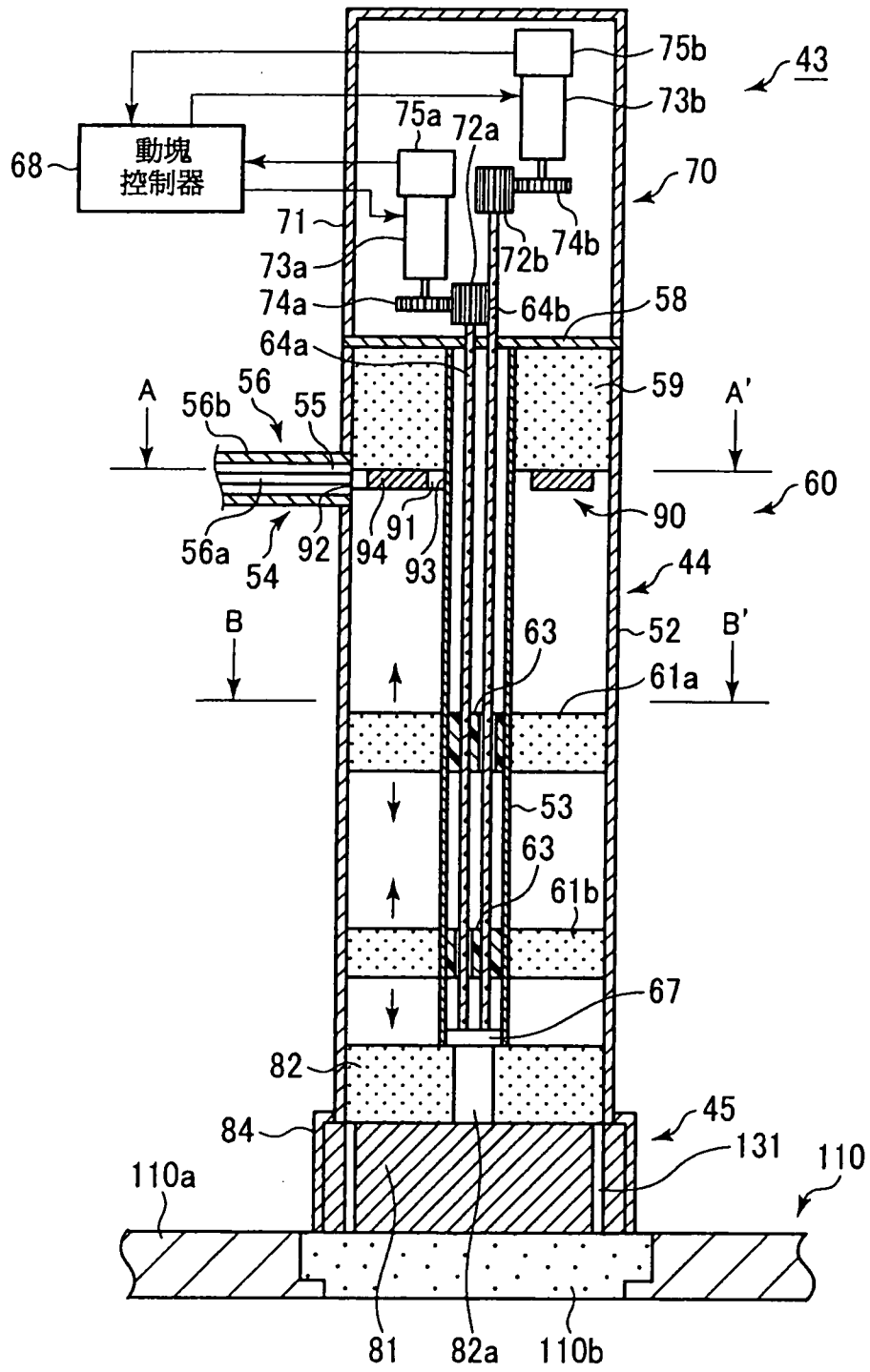




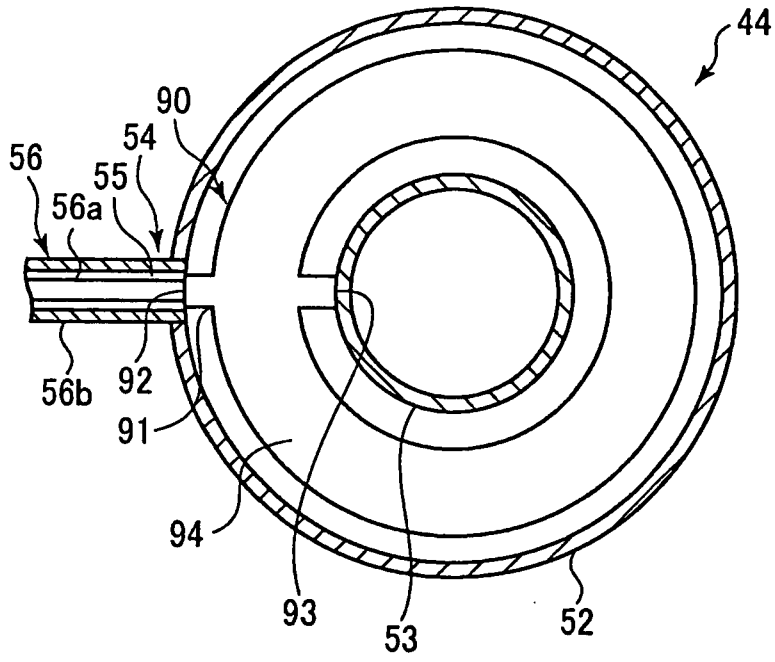
第2圖



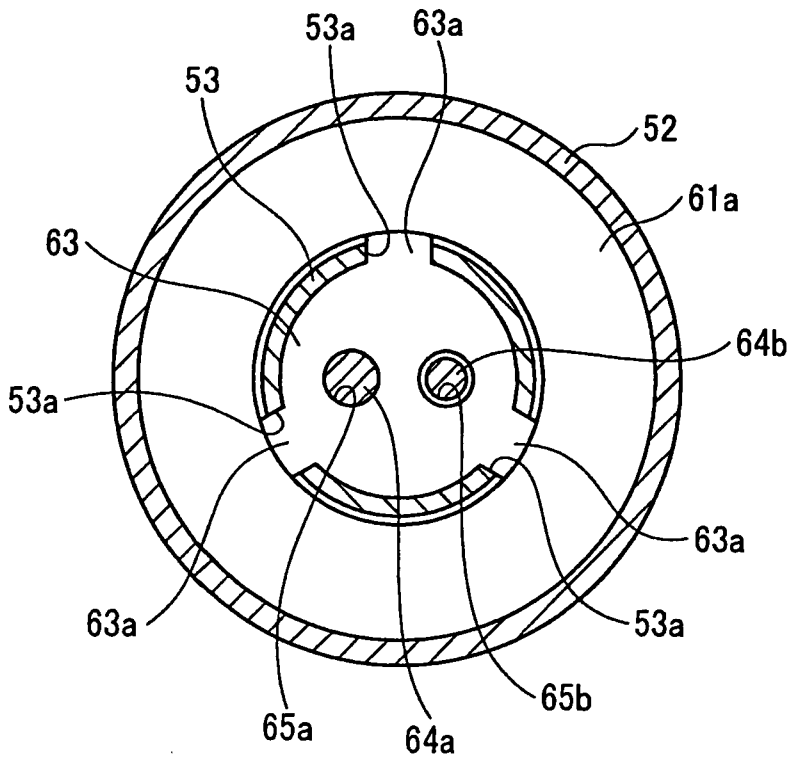
第3圖



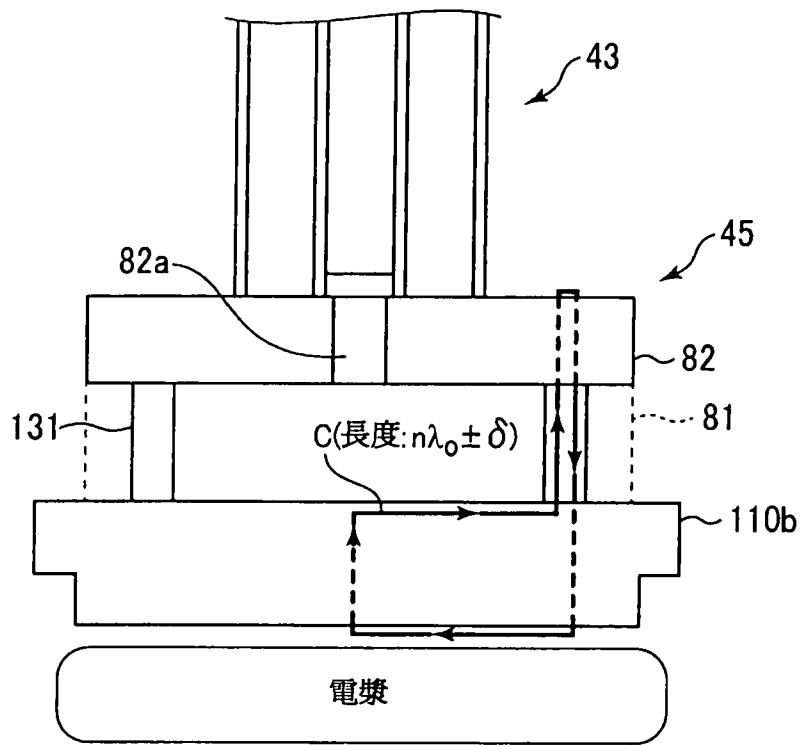
第 4 圖



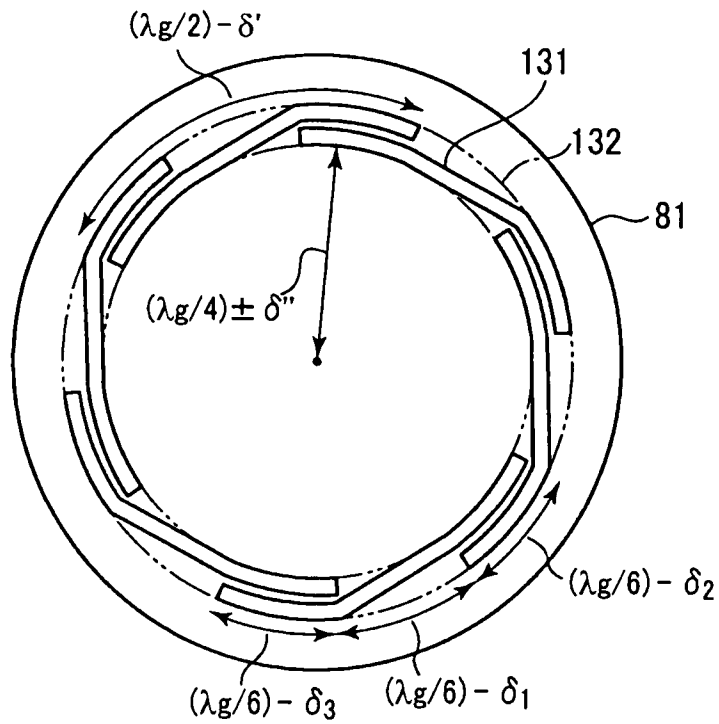
第 5 圖



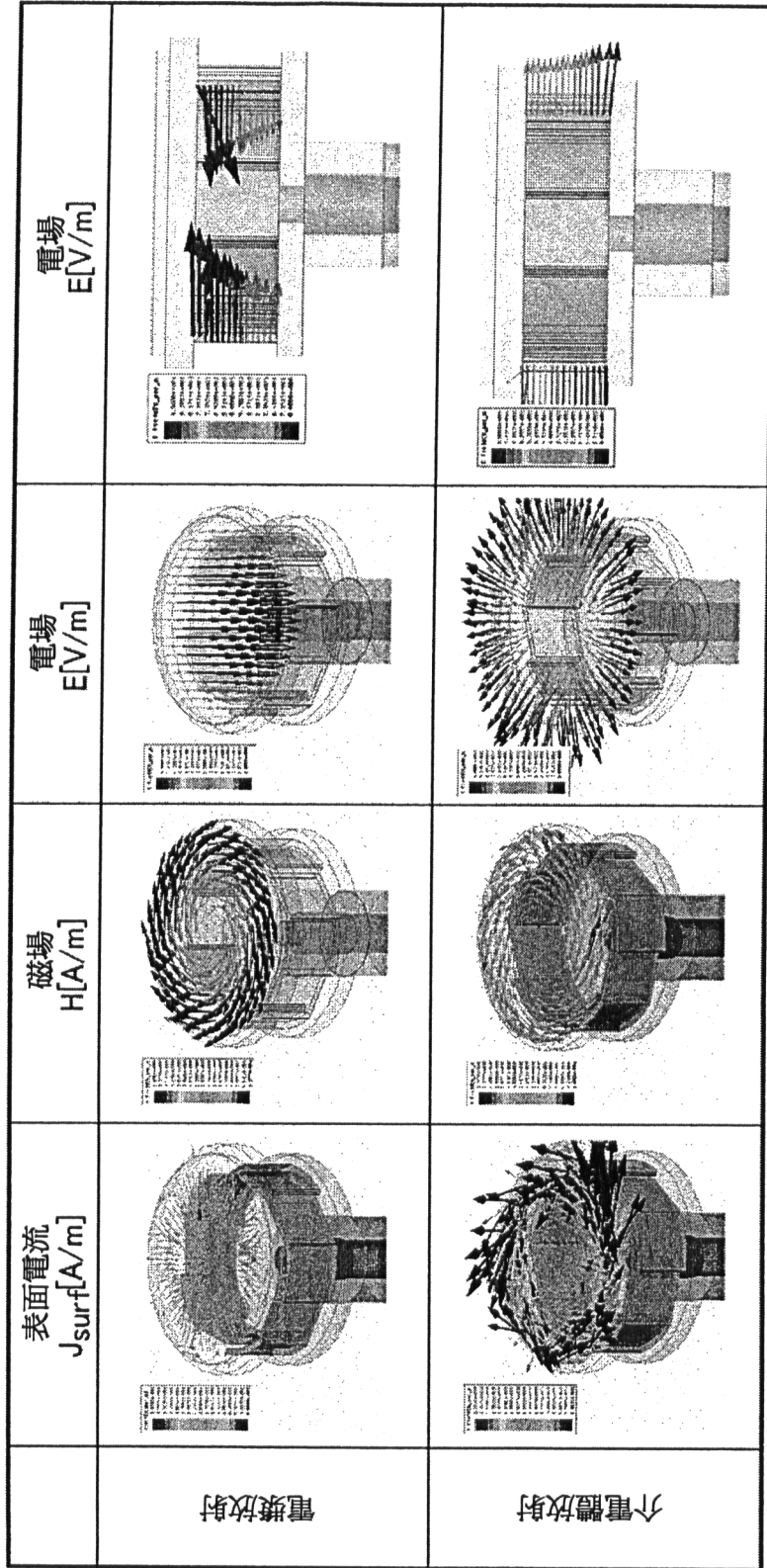
第 6 圖



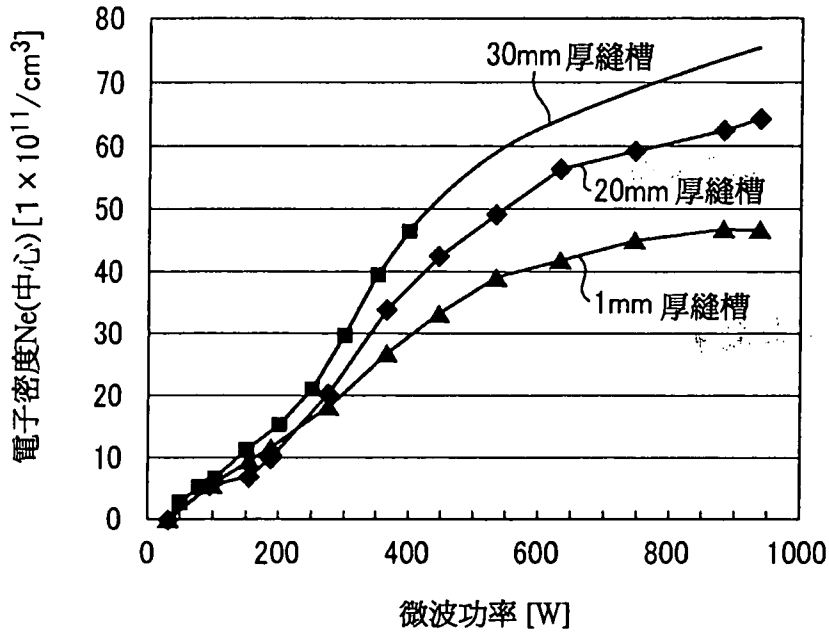
第 7 圖



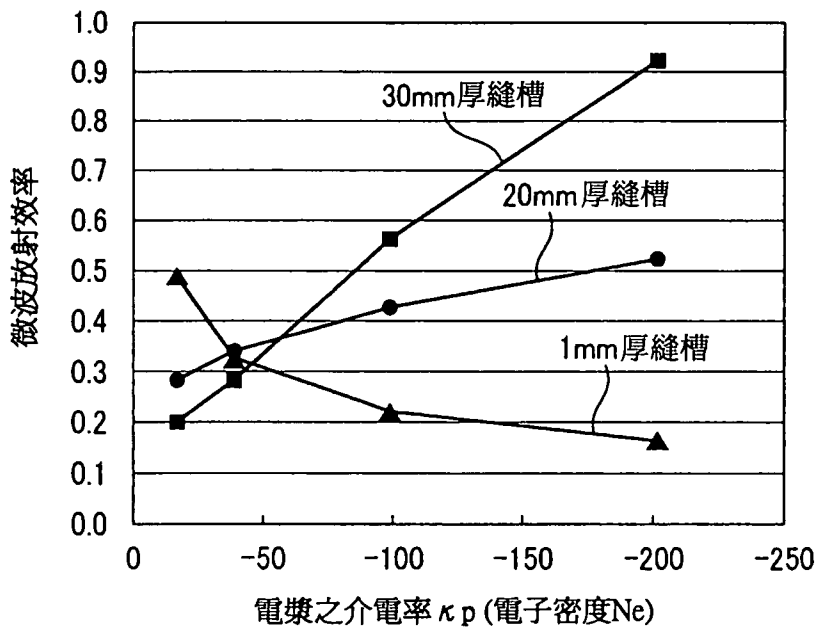
第 8 圖



第9圖



第 10 圖



第 11 圖