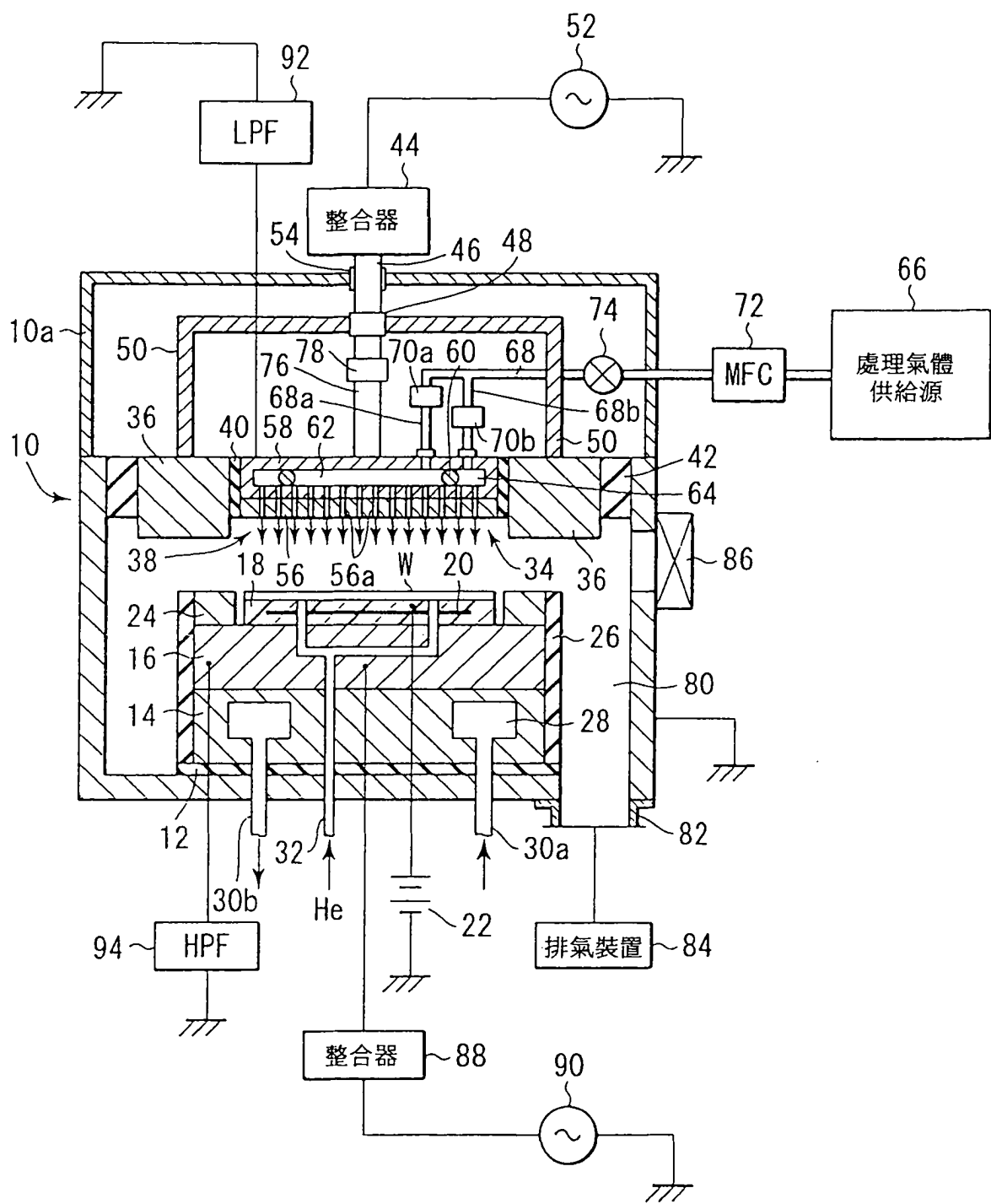
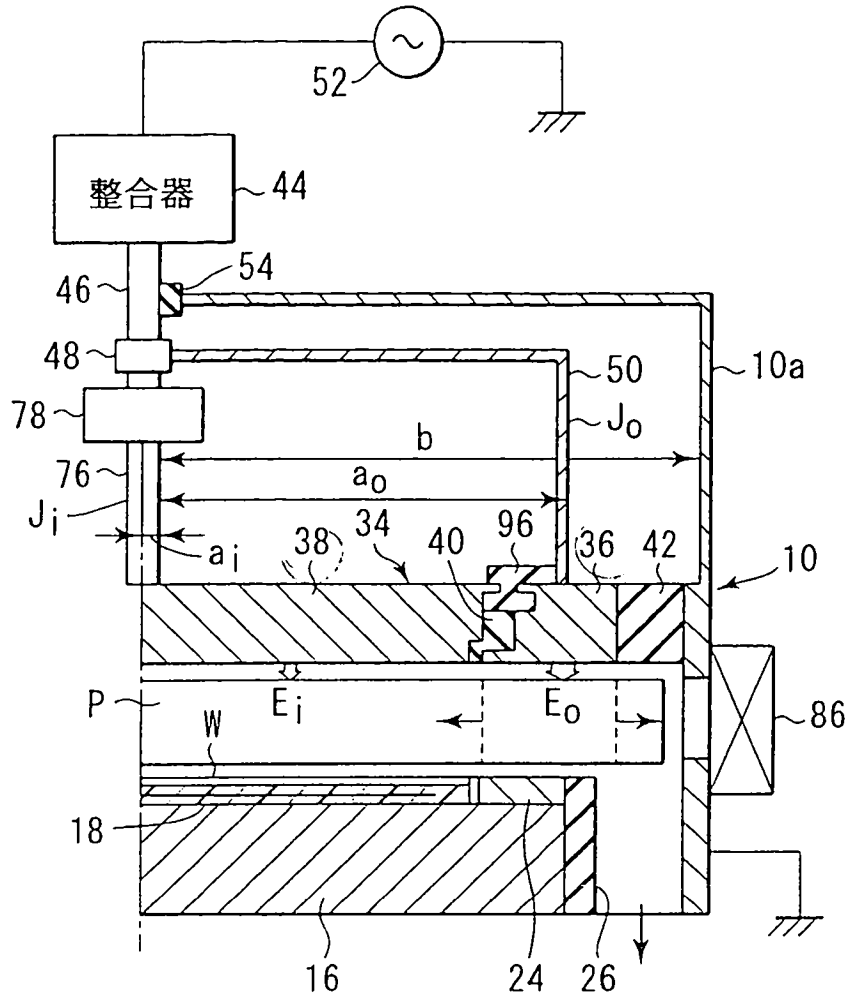
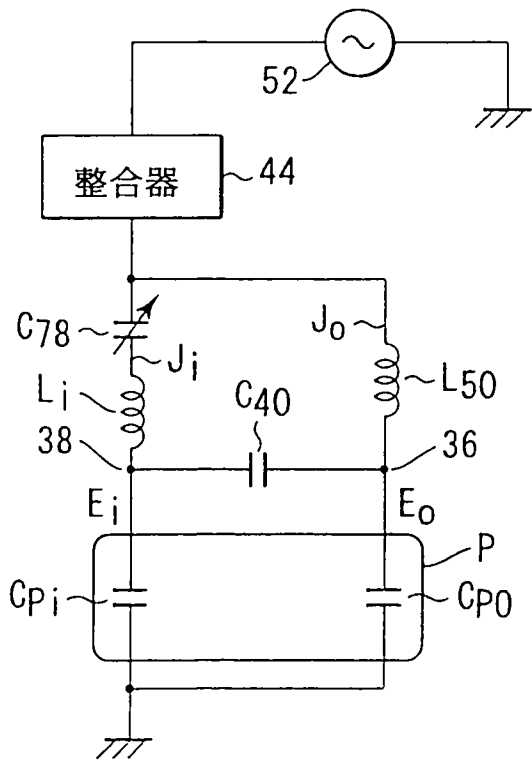




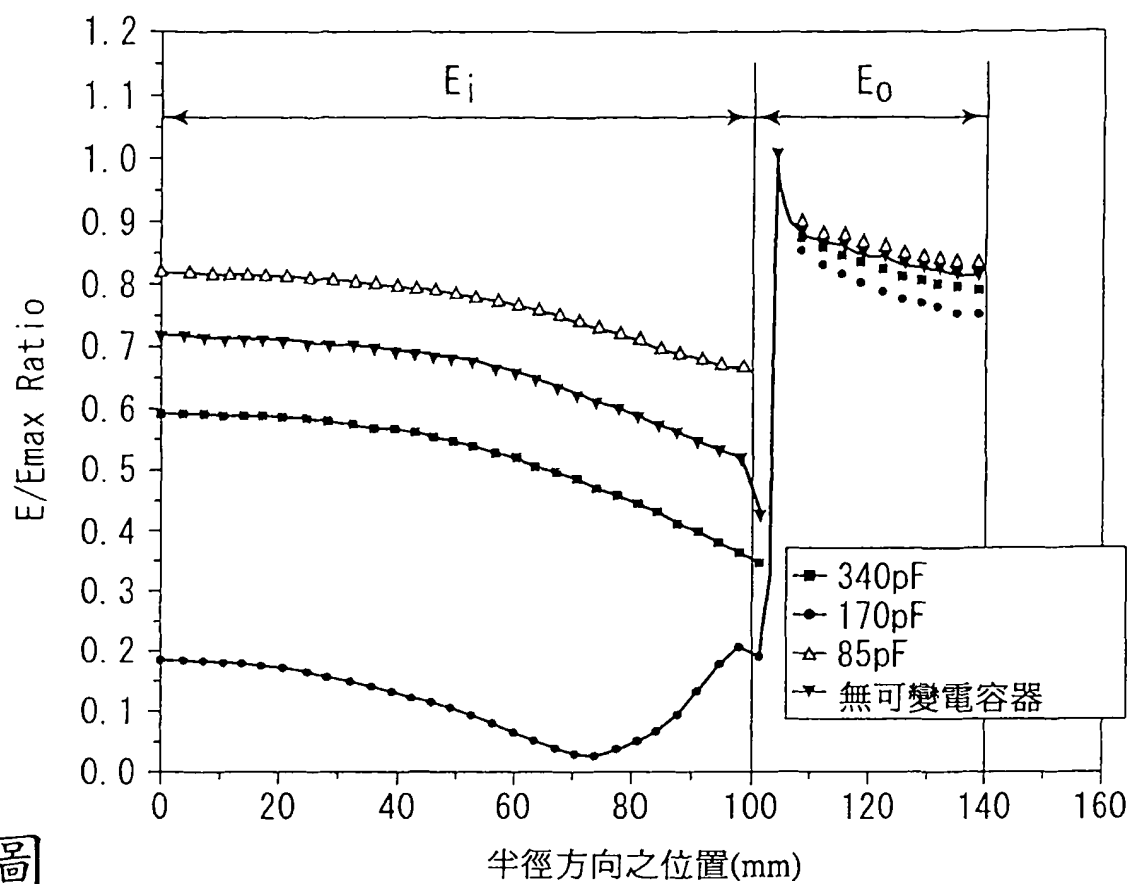
第1圖



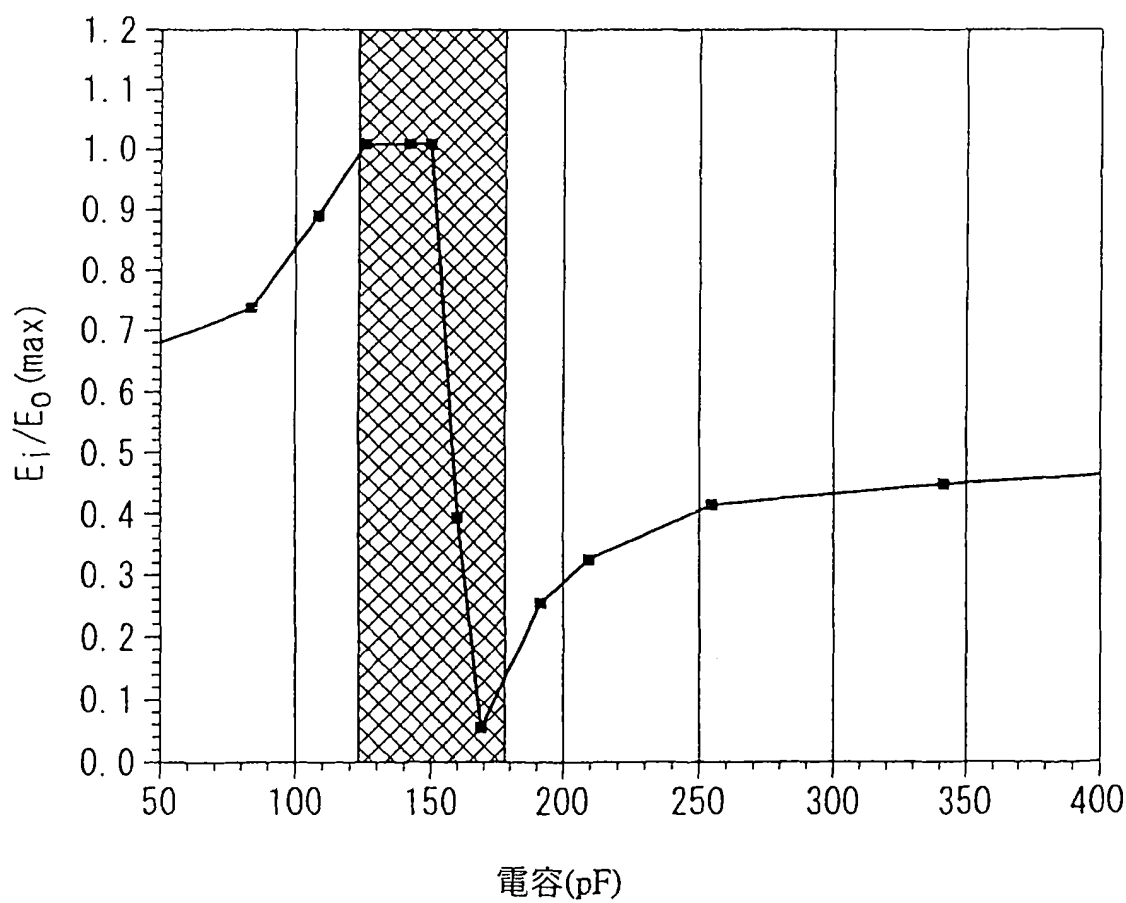
第2圖



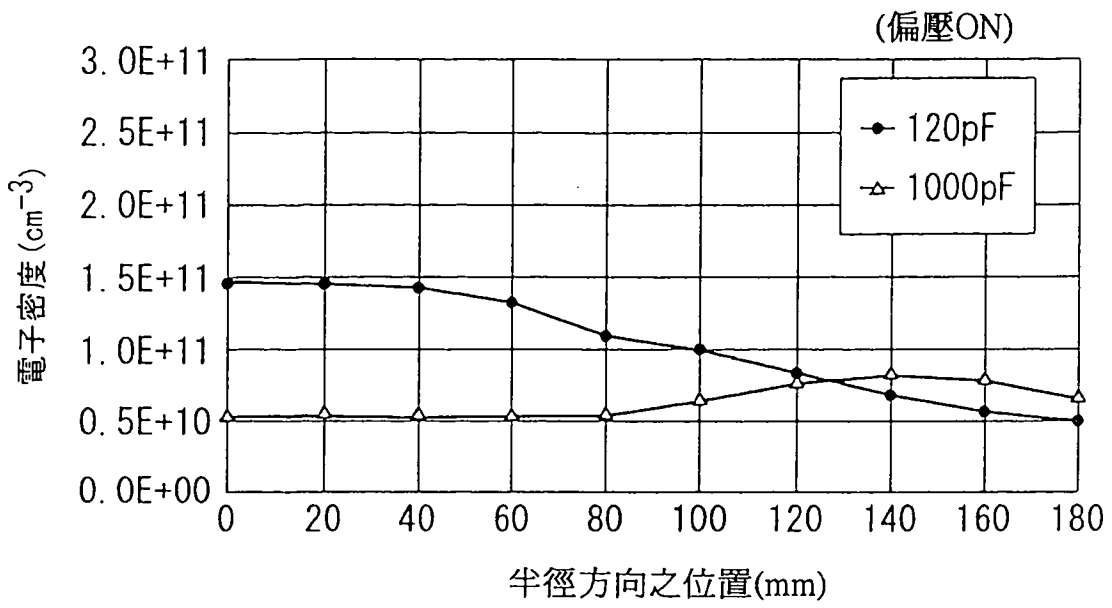
第3圖



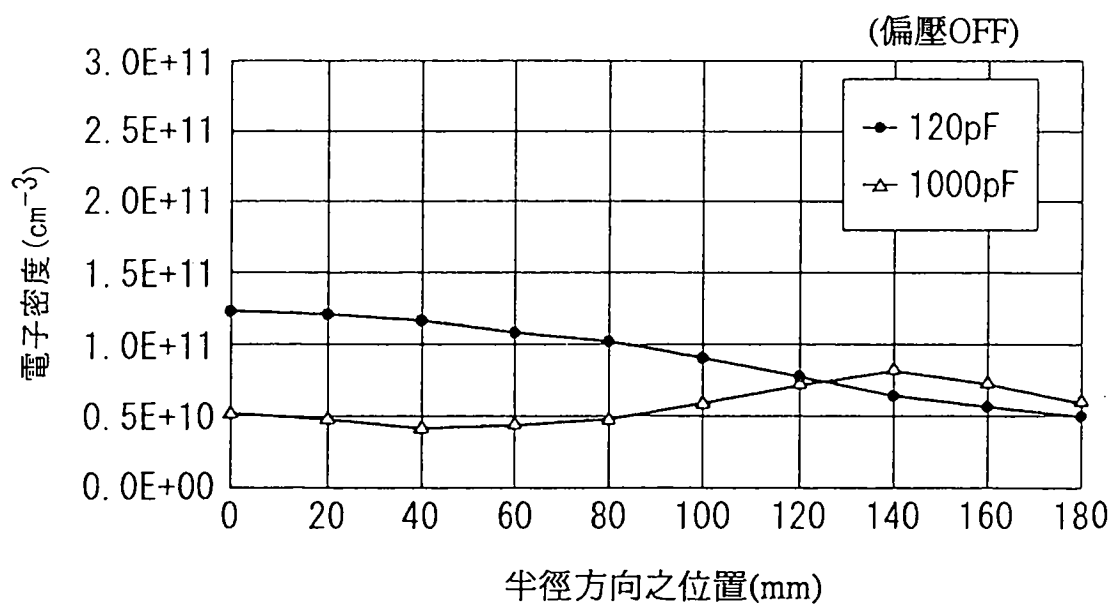
第4圖



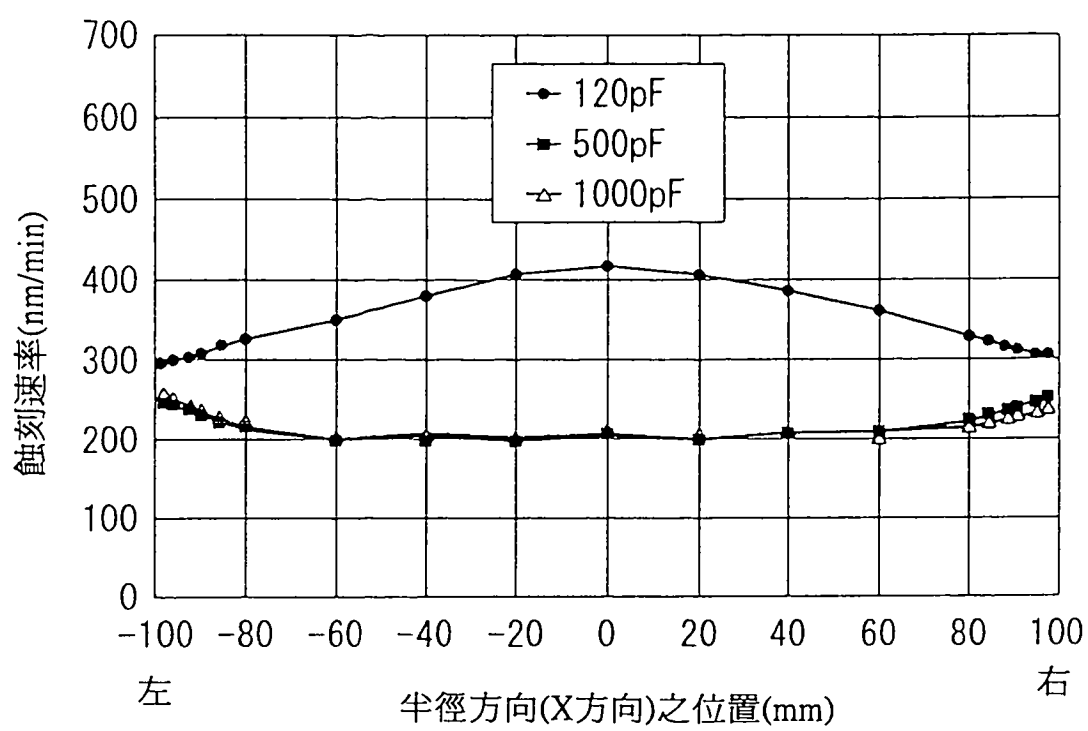
第5圖



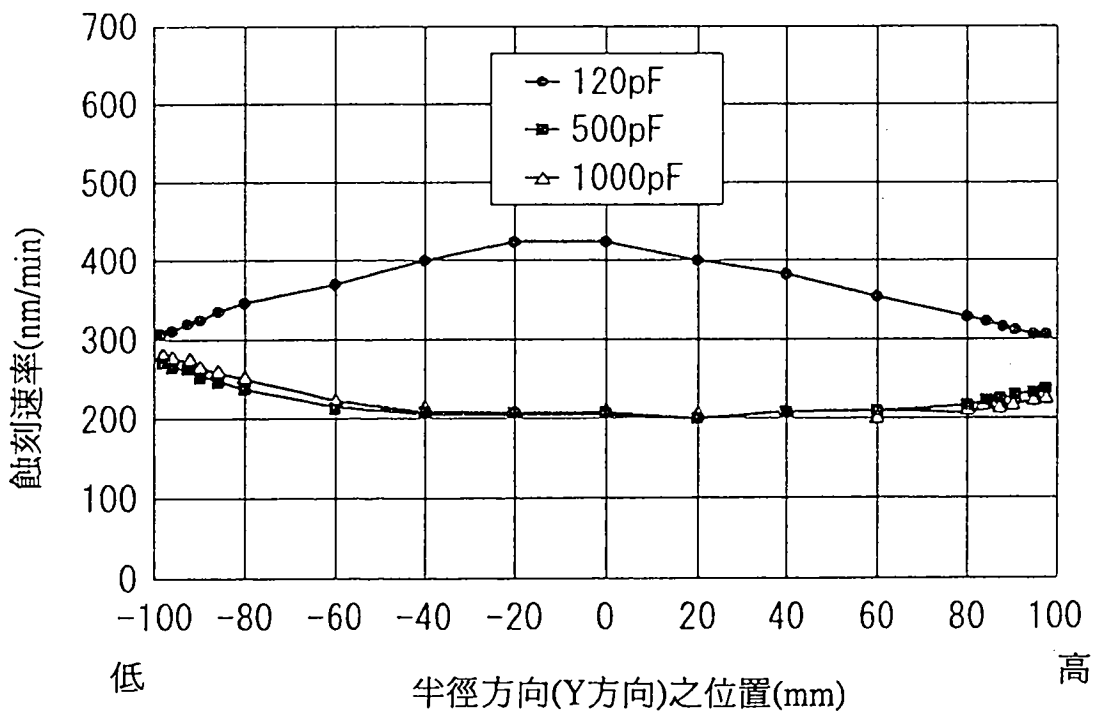
第6A圖



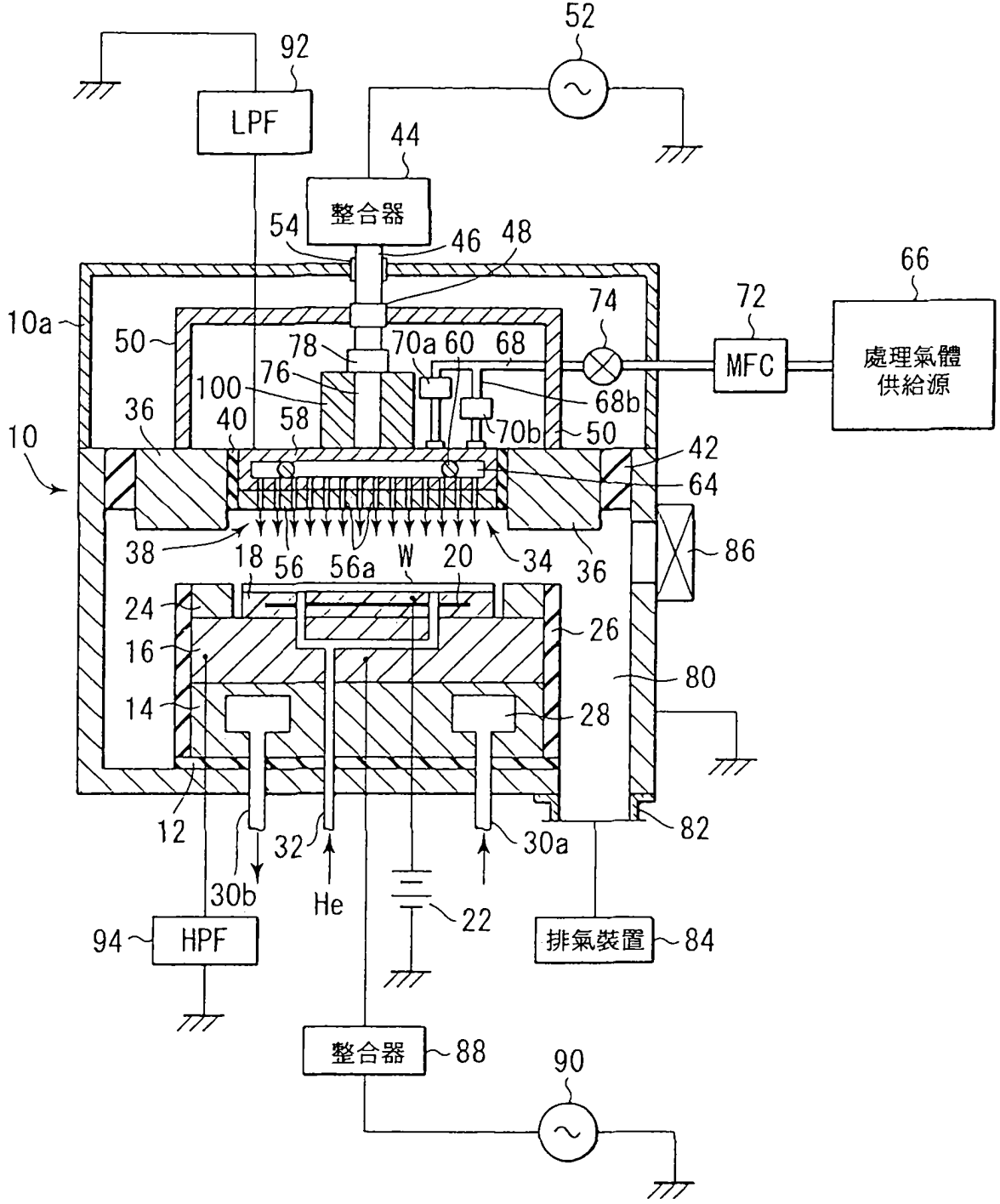
第6B圖



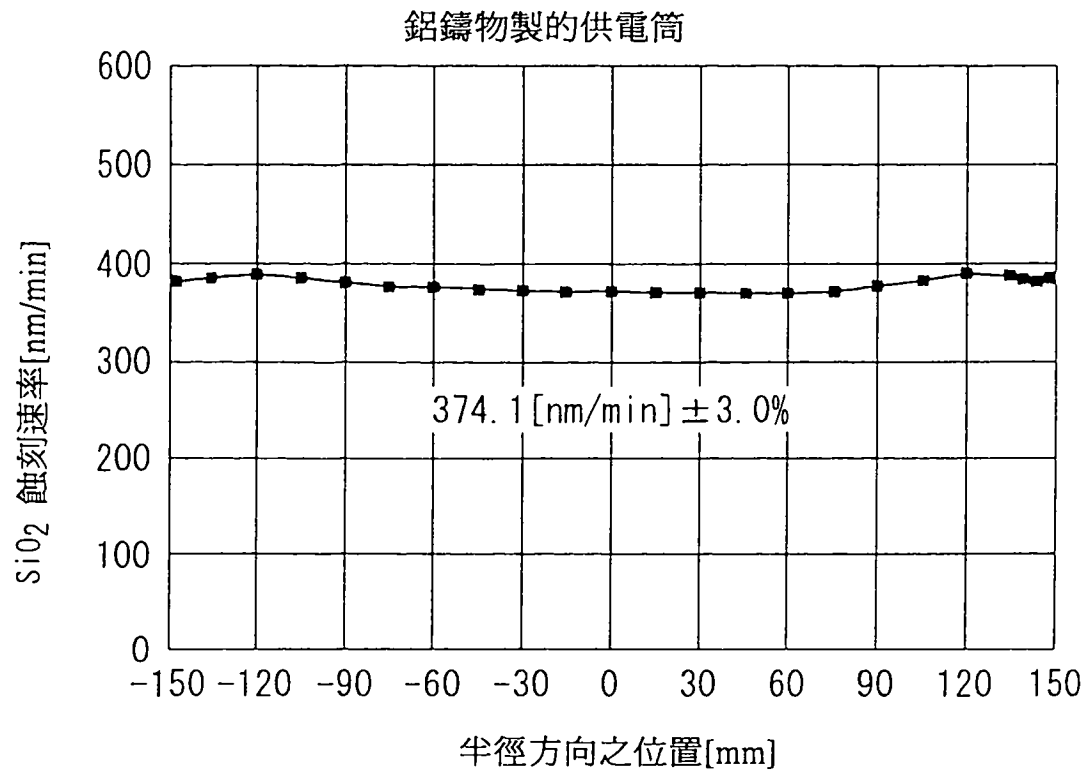
第7A圖



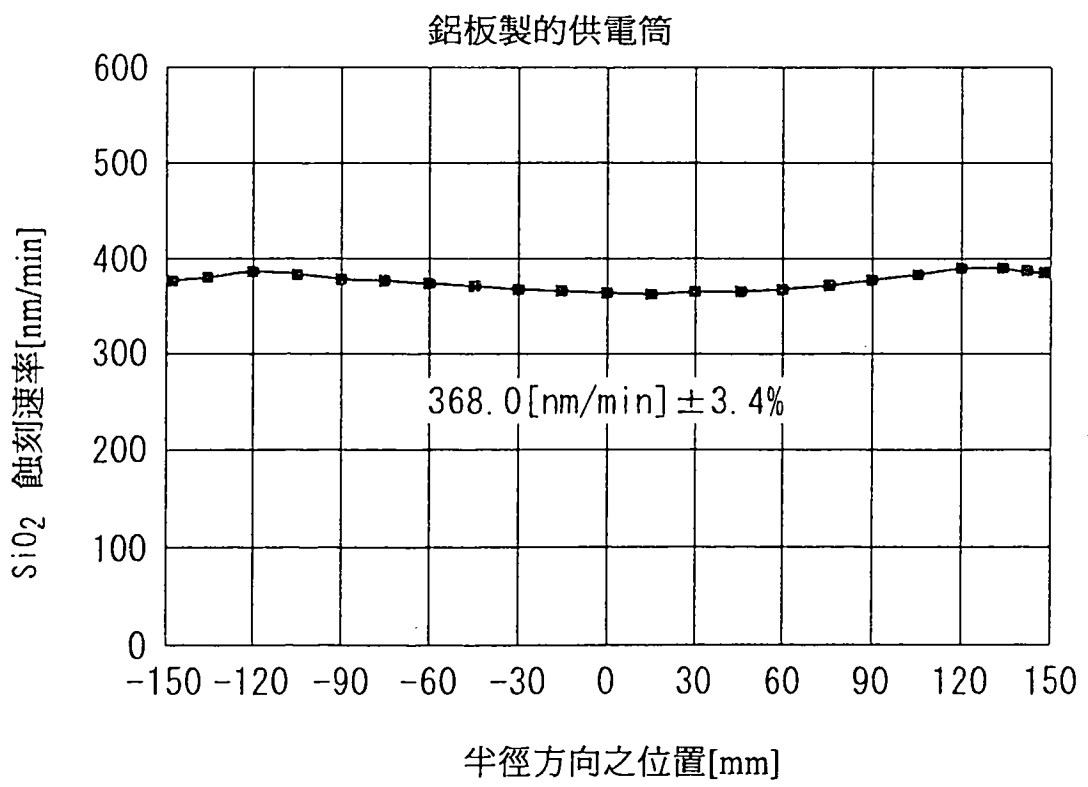
第7B圖



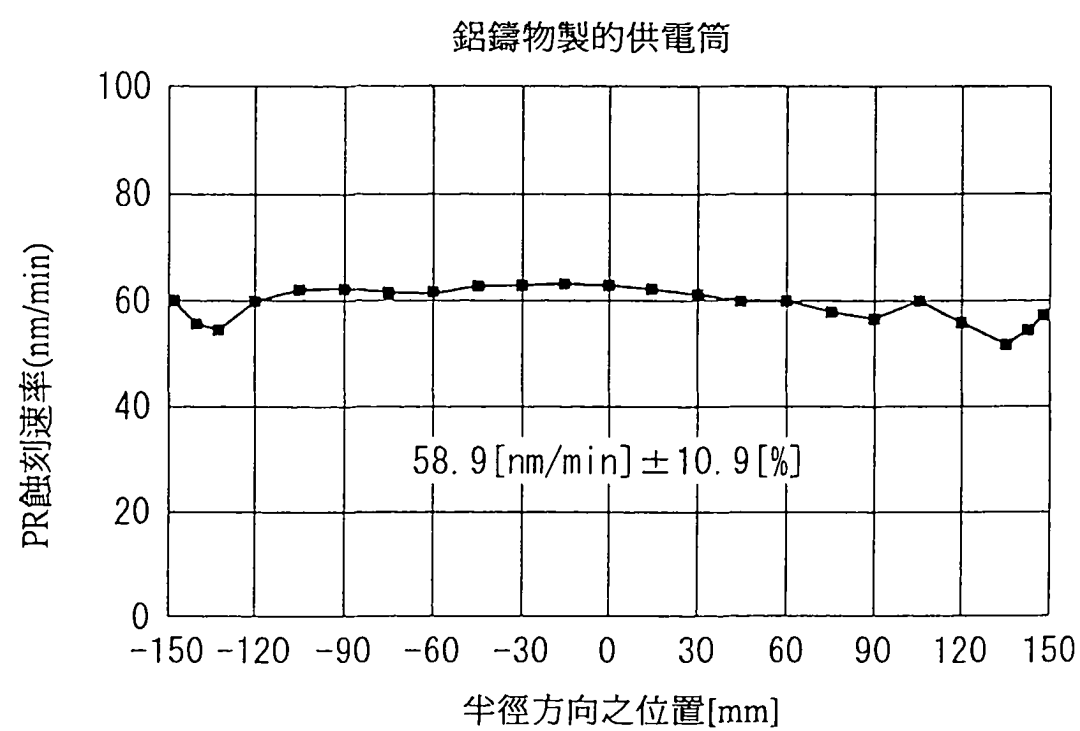
第8圖



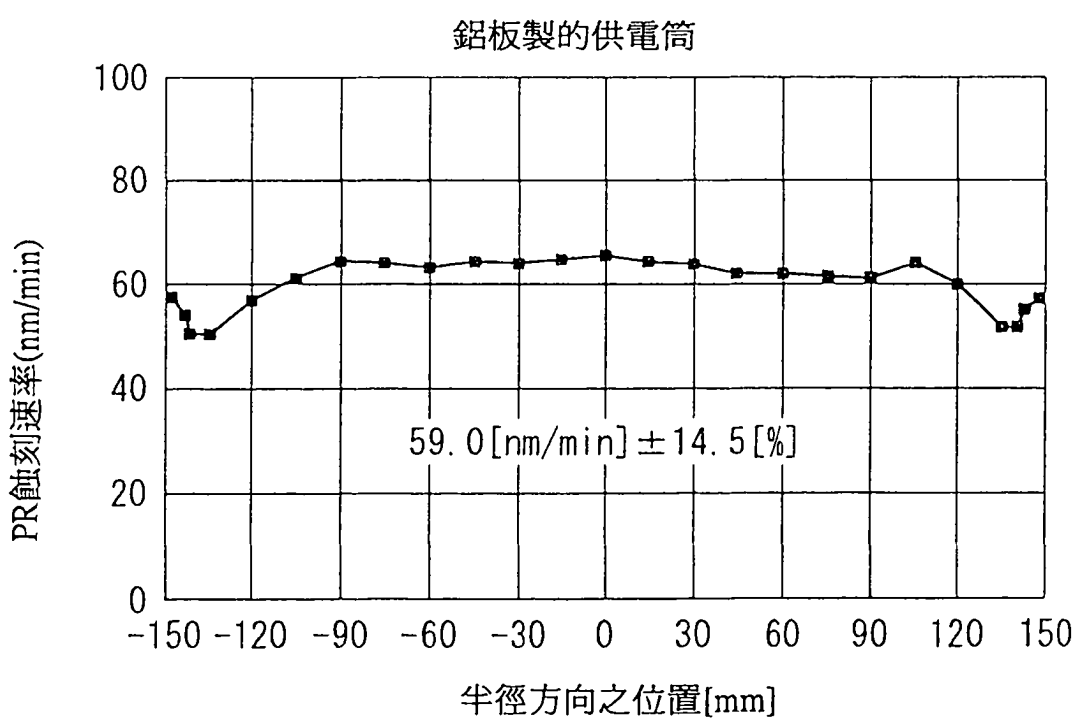
第9A圖



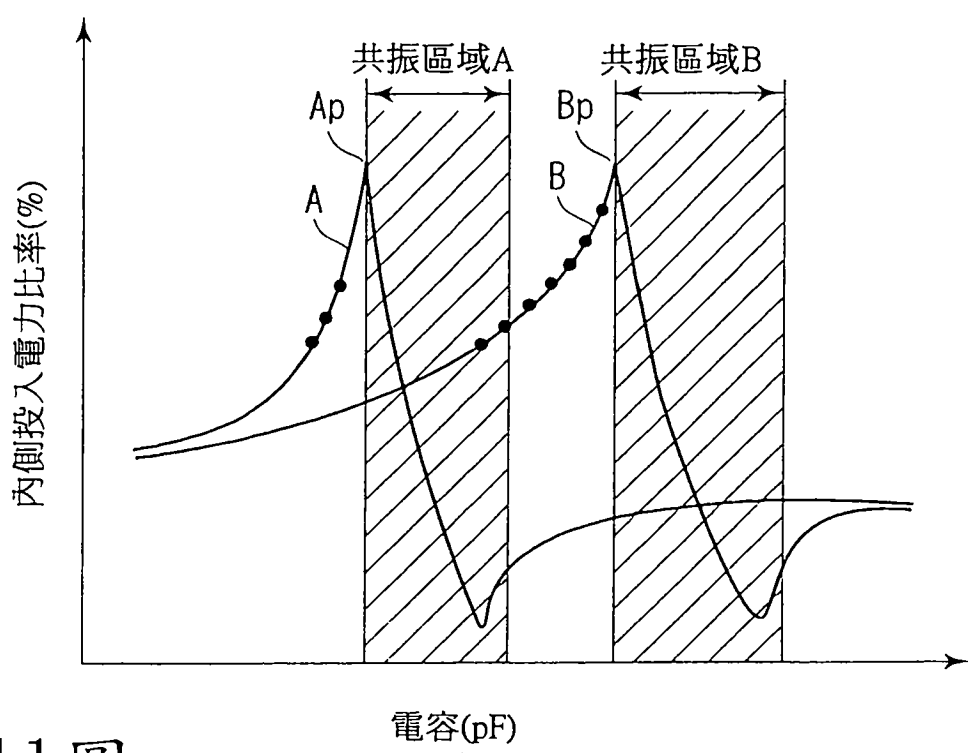
第9B圖



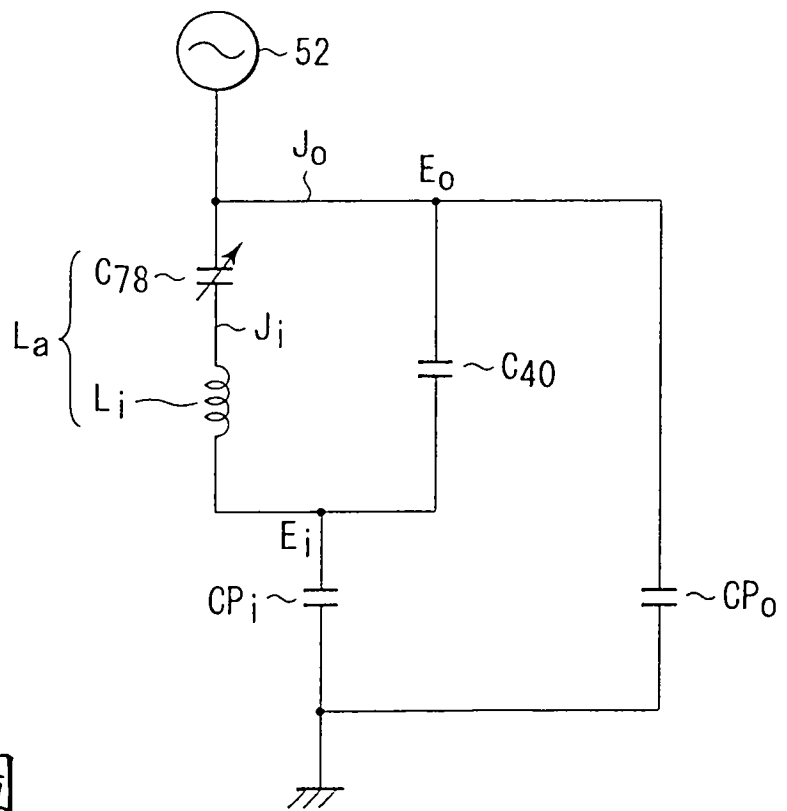
第10A圖



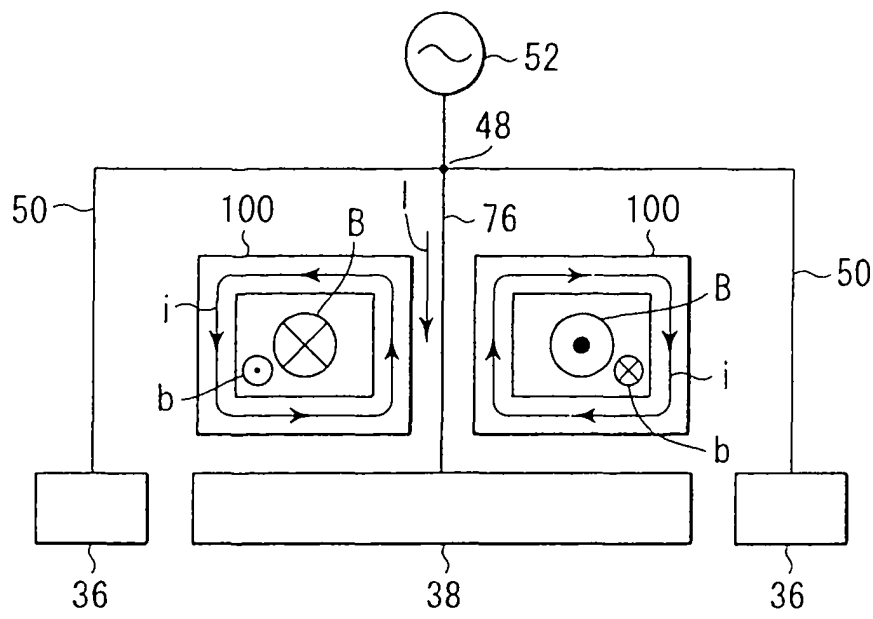
第10B圖



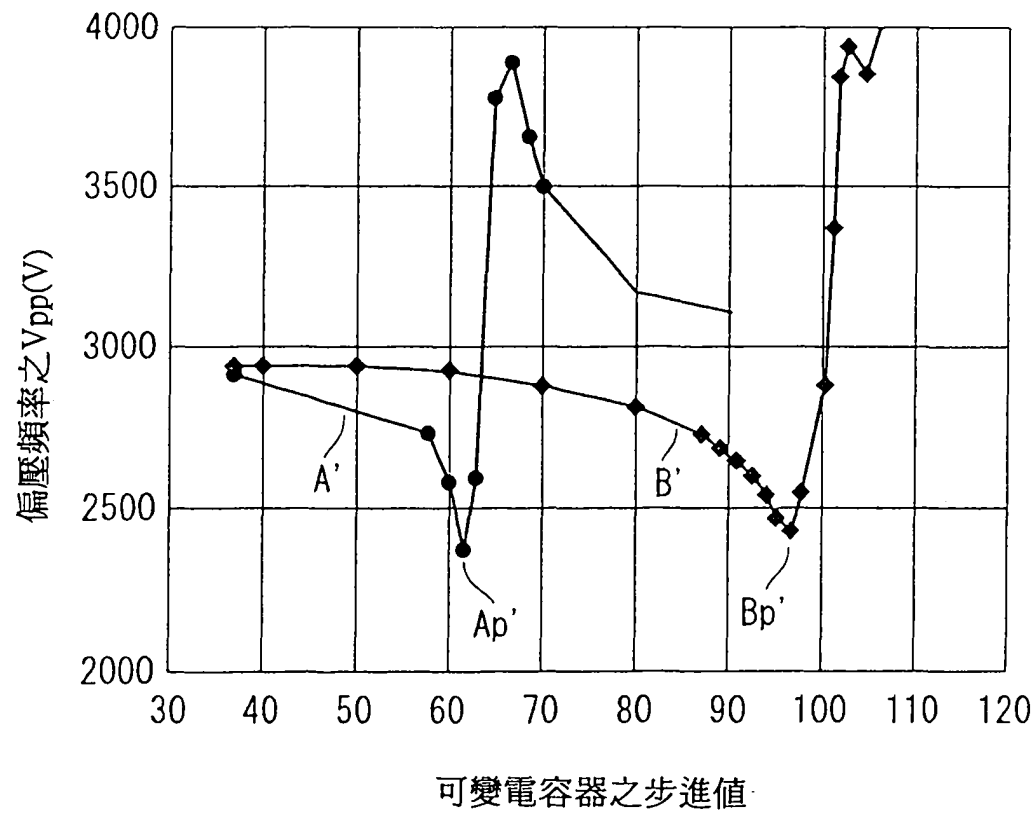
第11圖



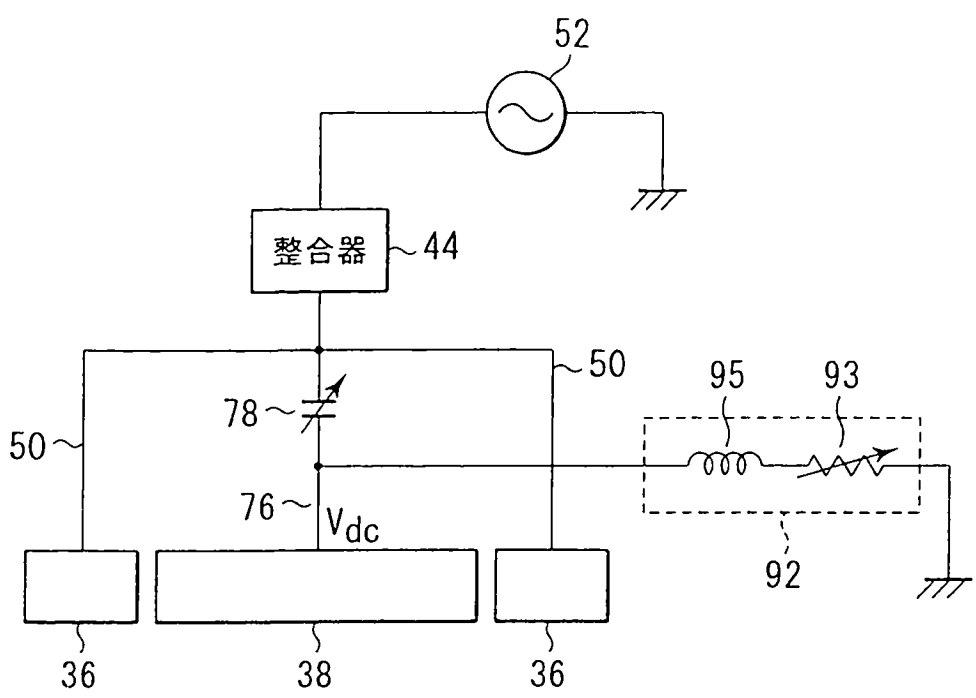
第12圖



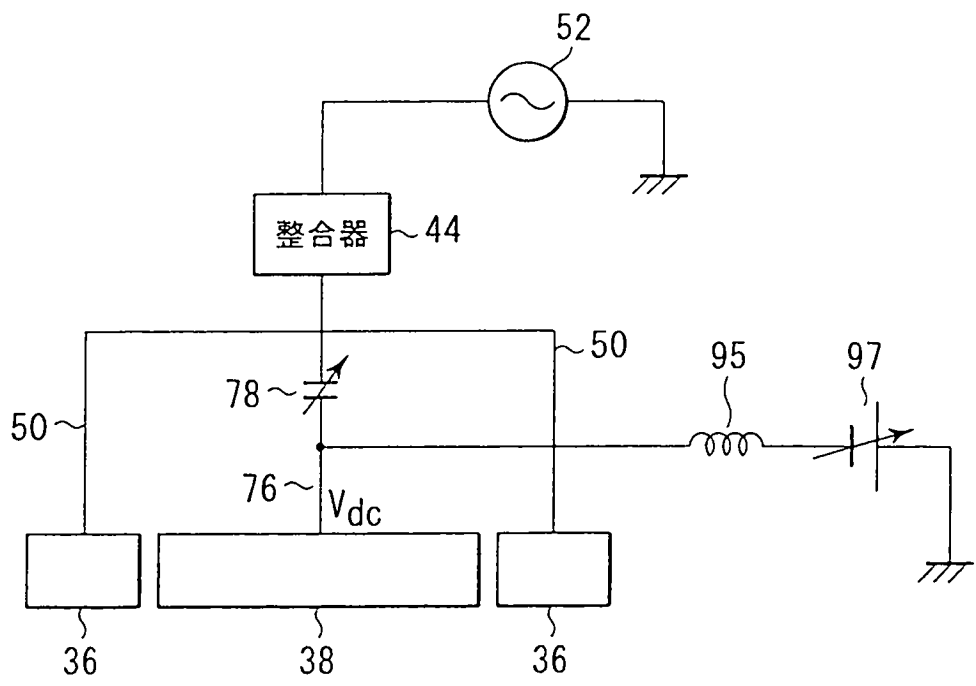
第13圖



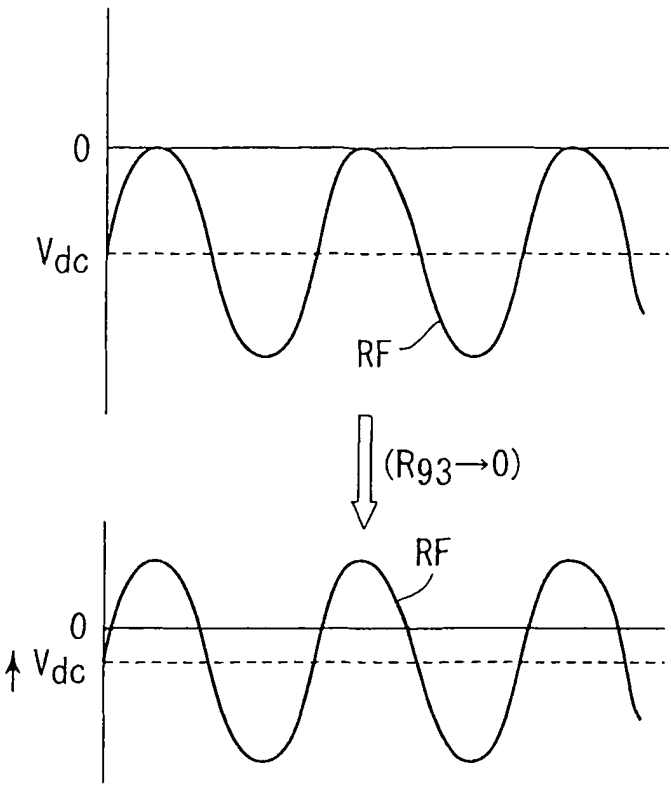
第14圖



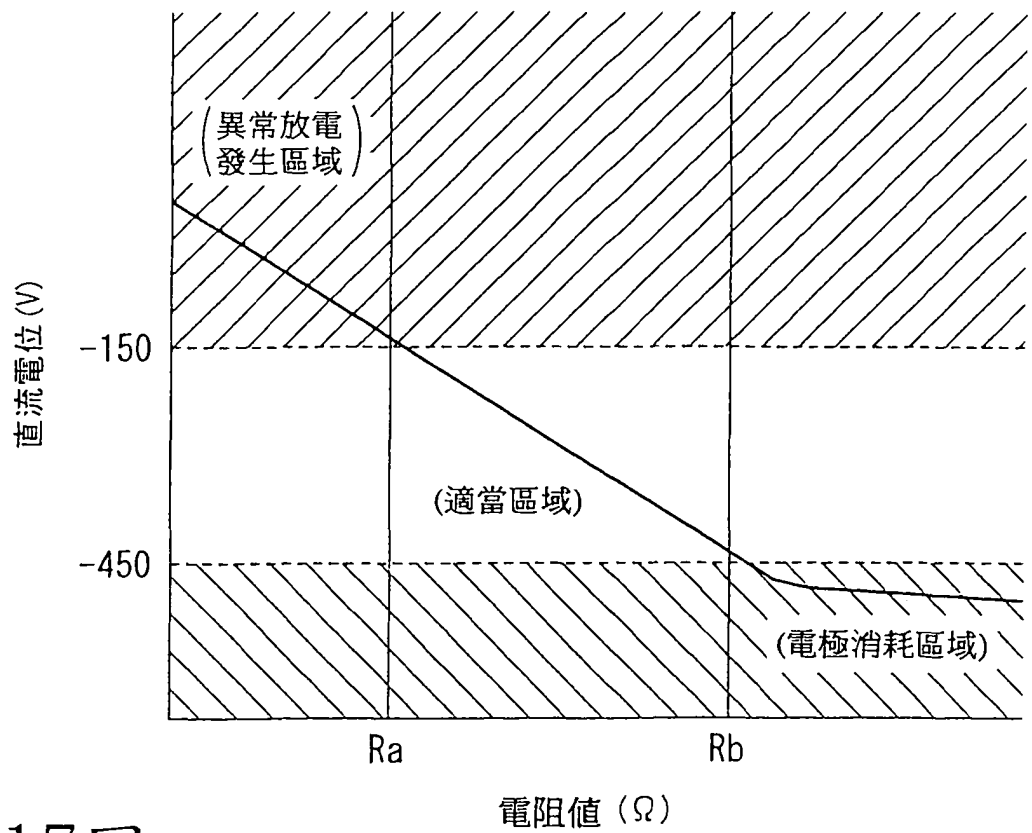
第15A圖



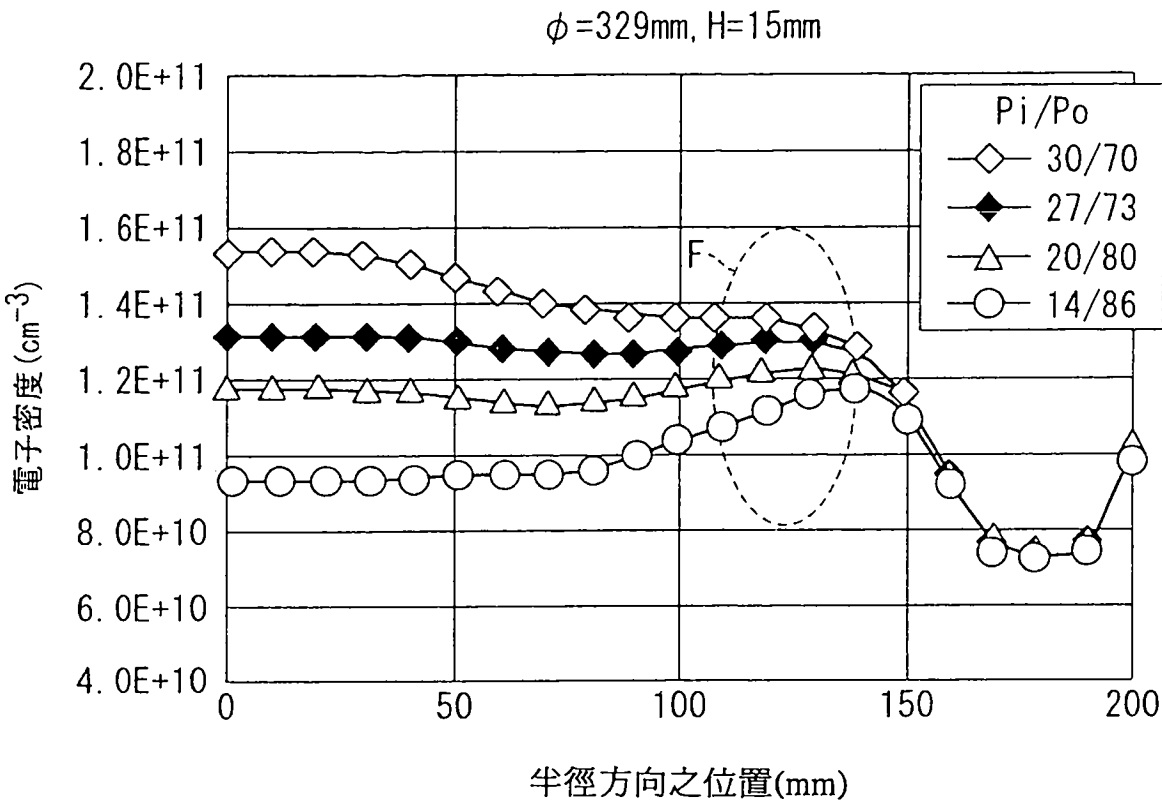
第15B圖



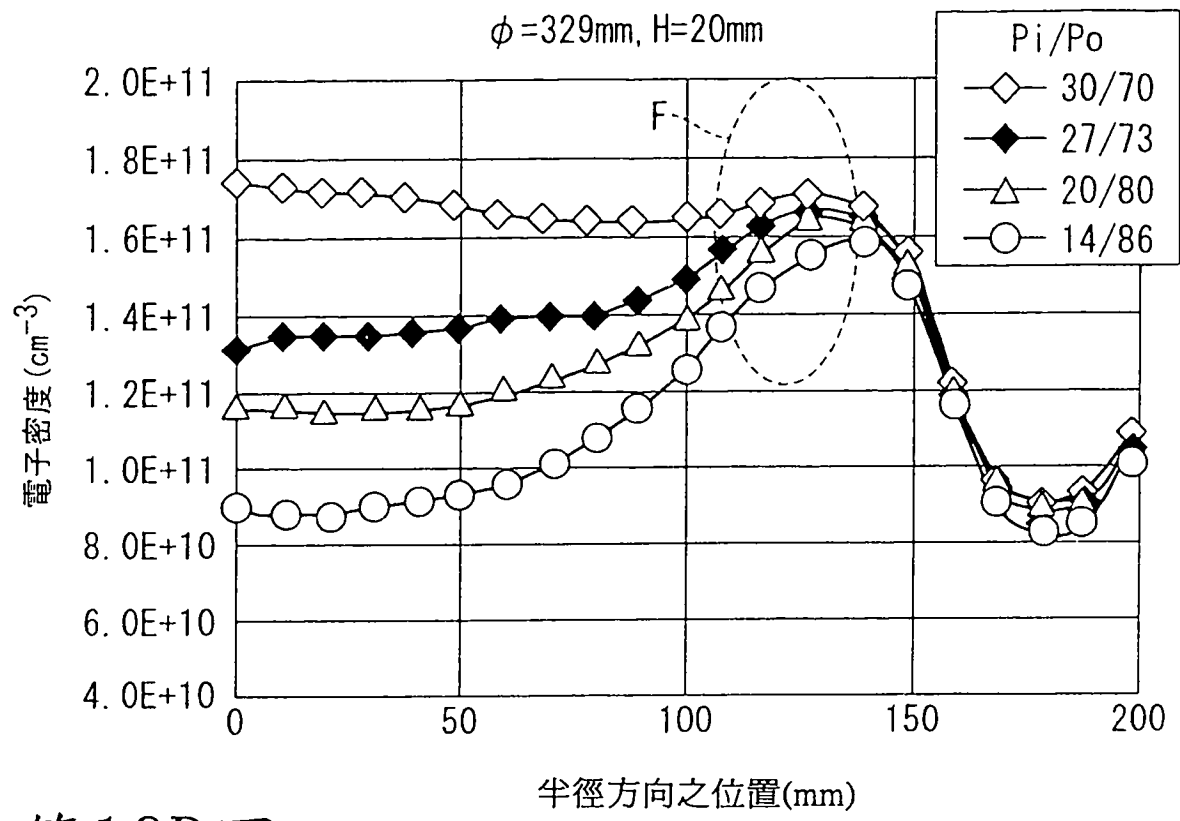
第16圖



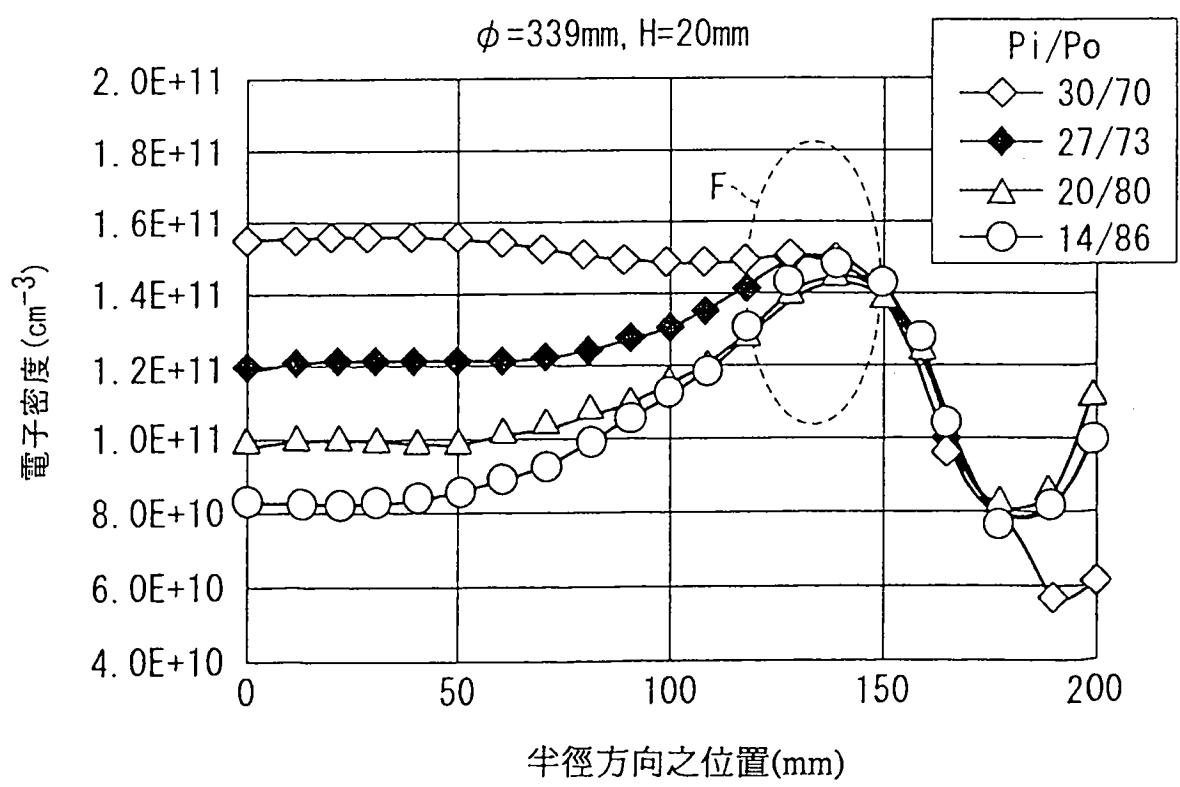
第17圖



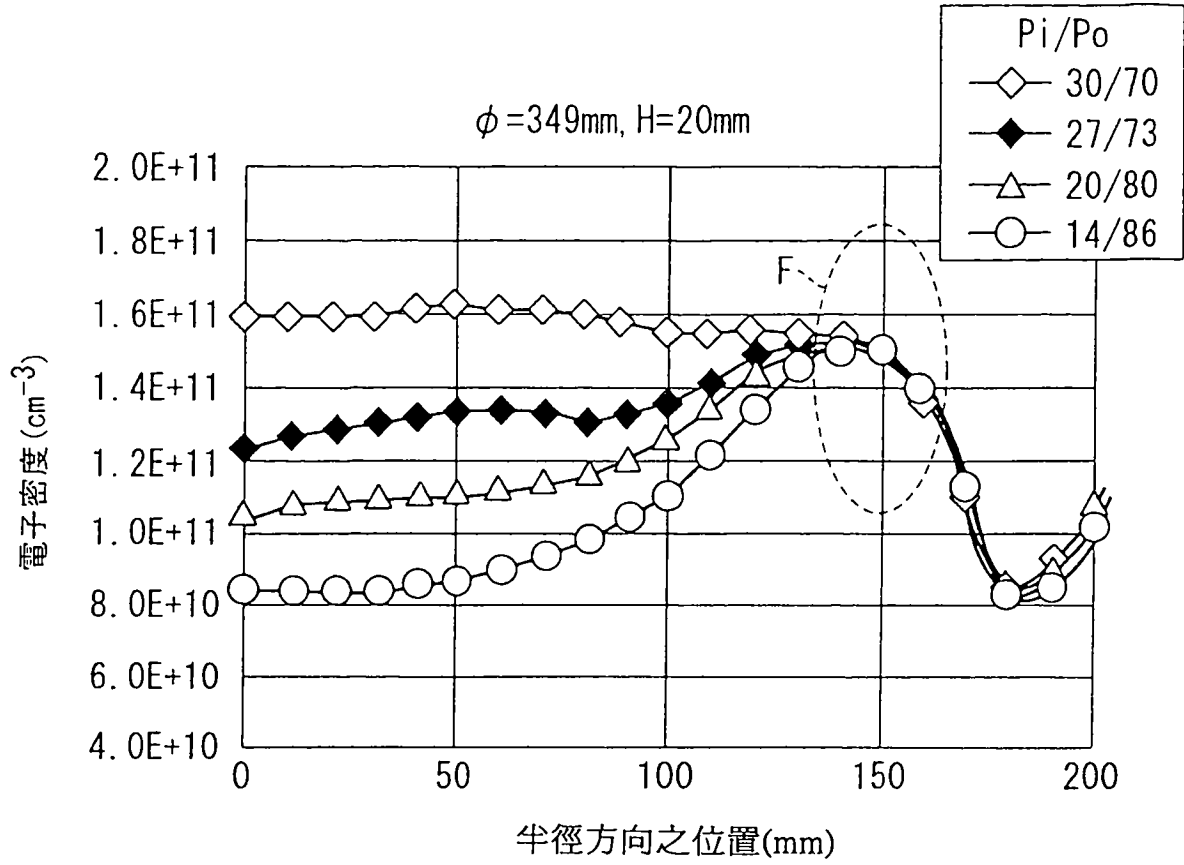
第19A圖



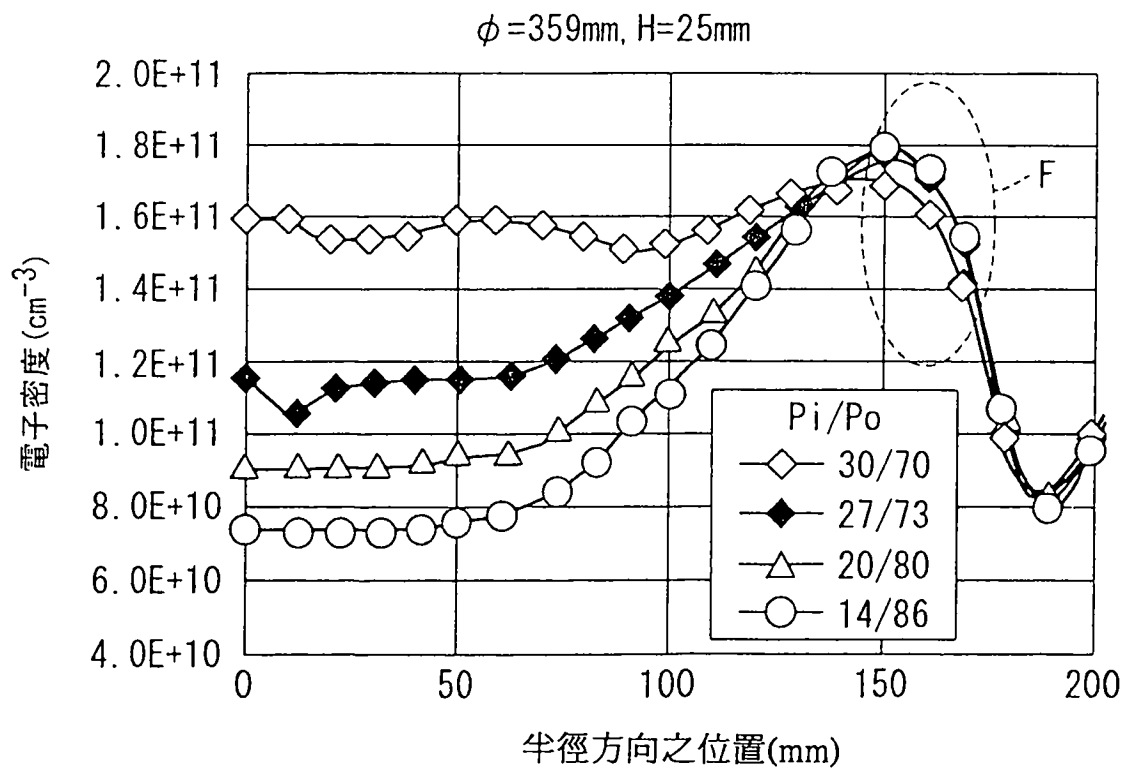
第19B圖



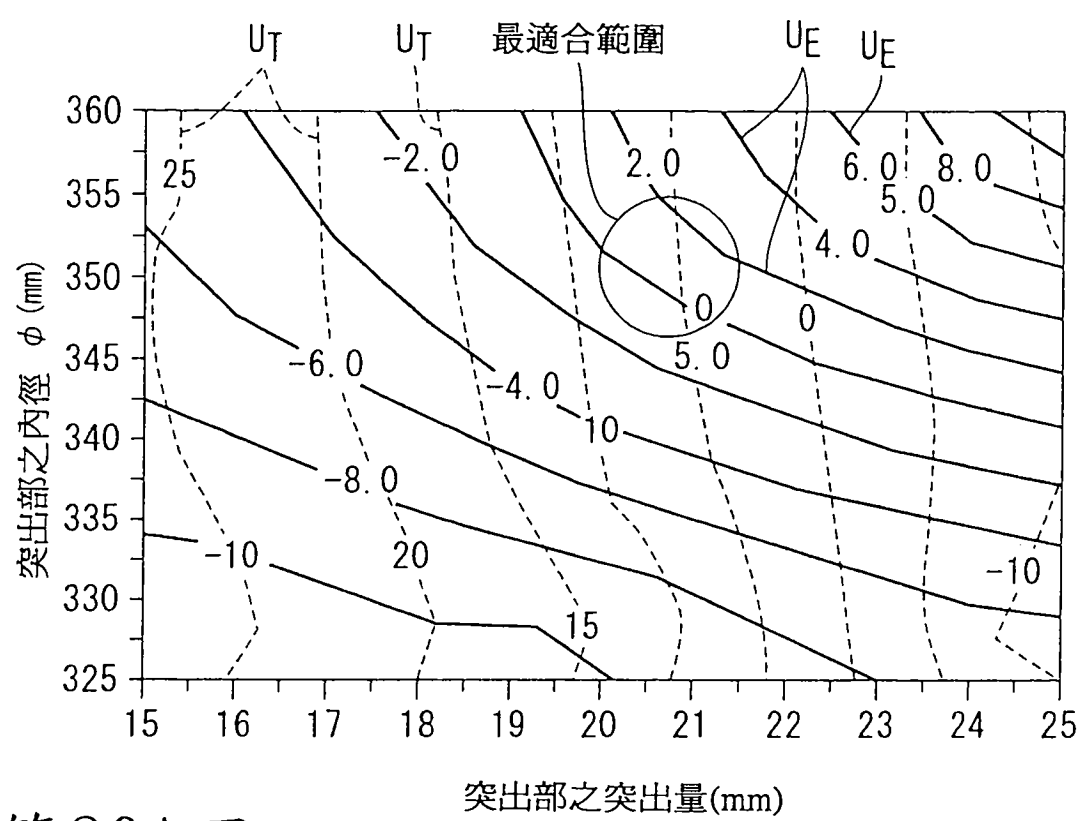
第19C圖



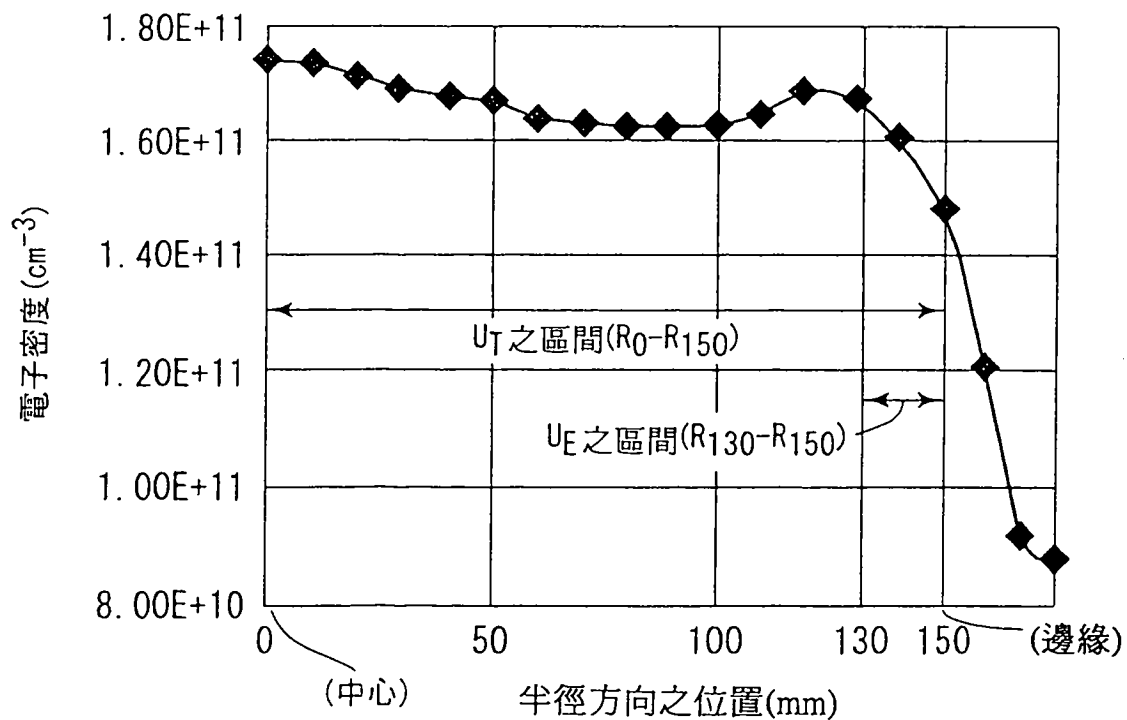
第19D圖



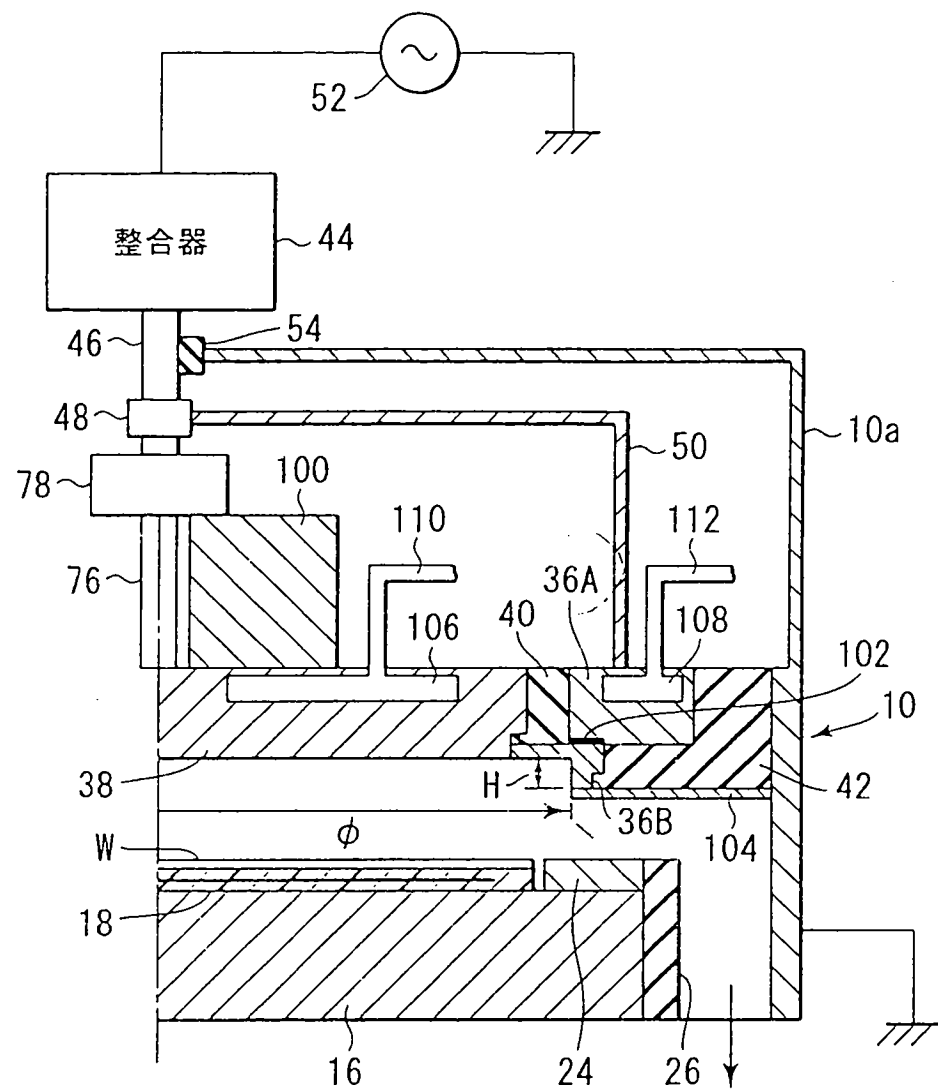
第19E圖



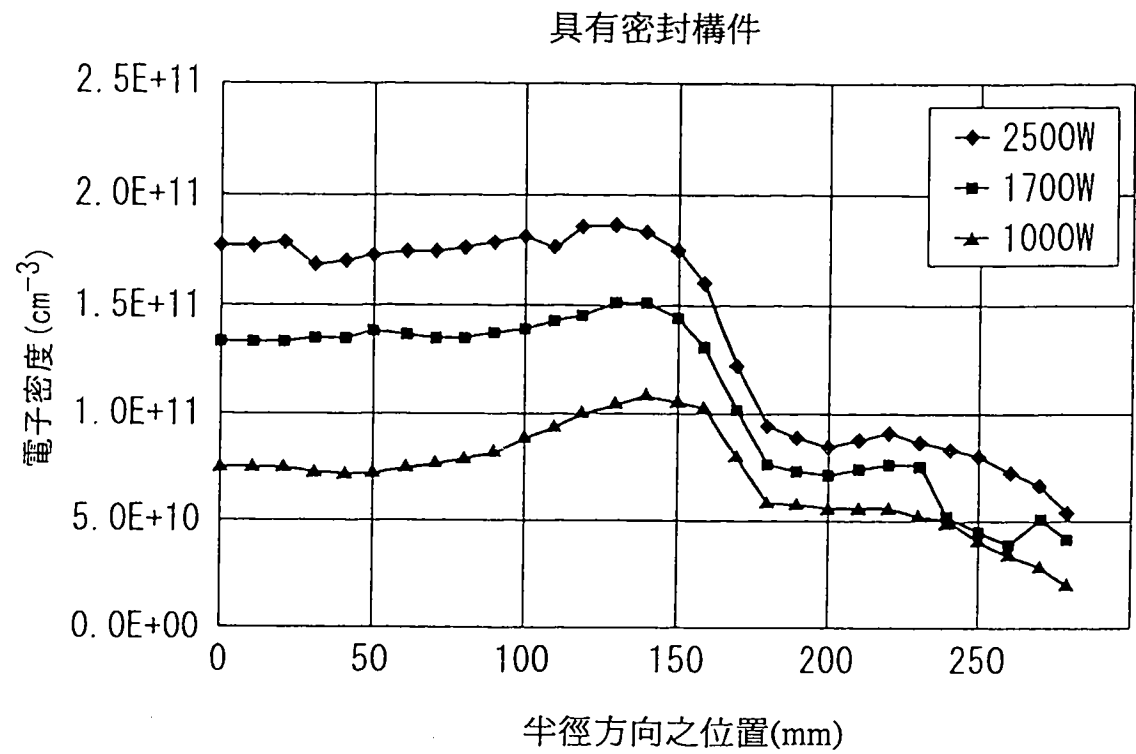
第20A圖



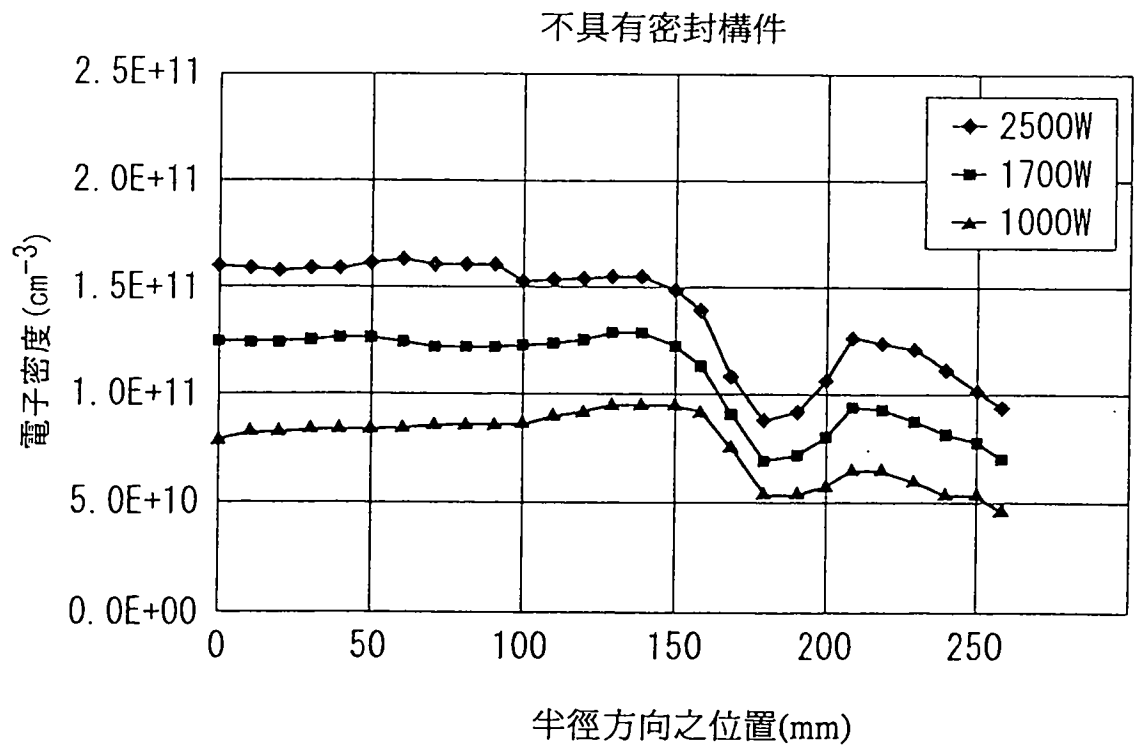
第20B圖



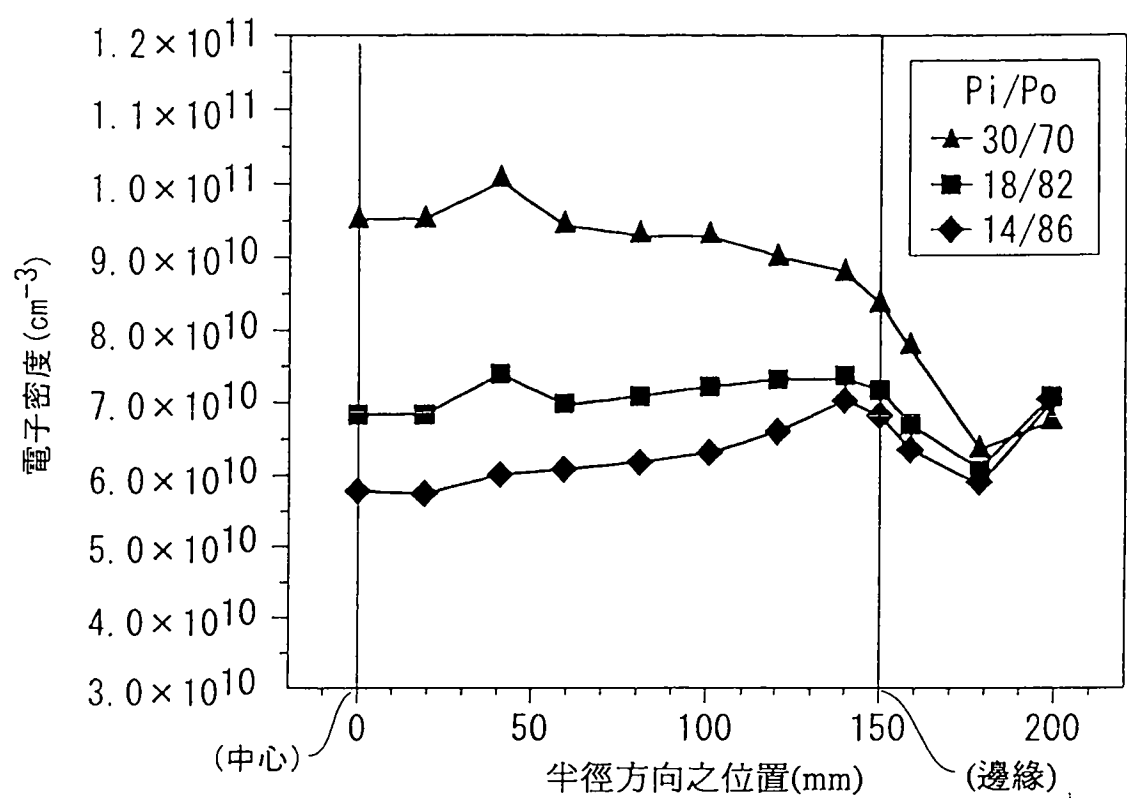
第21圖



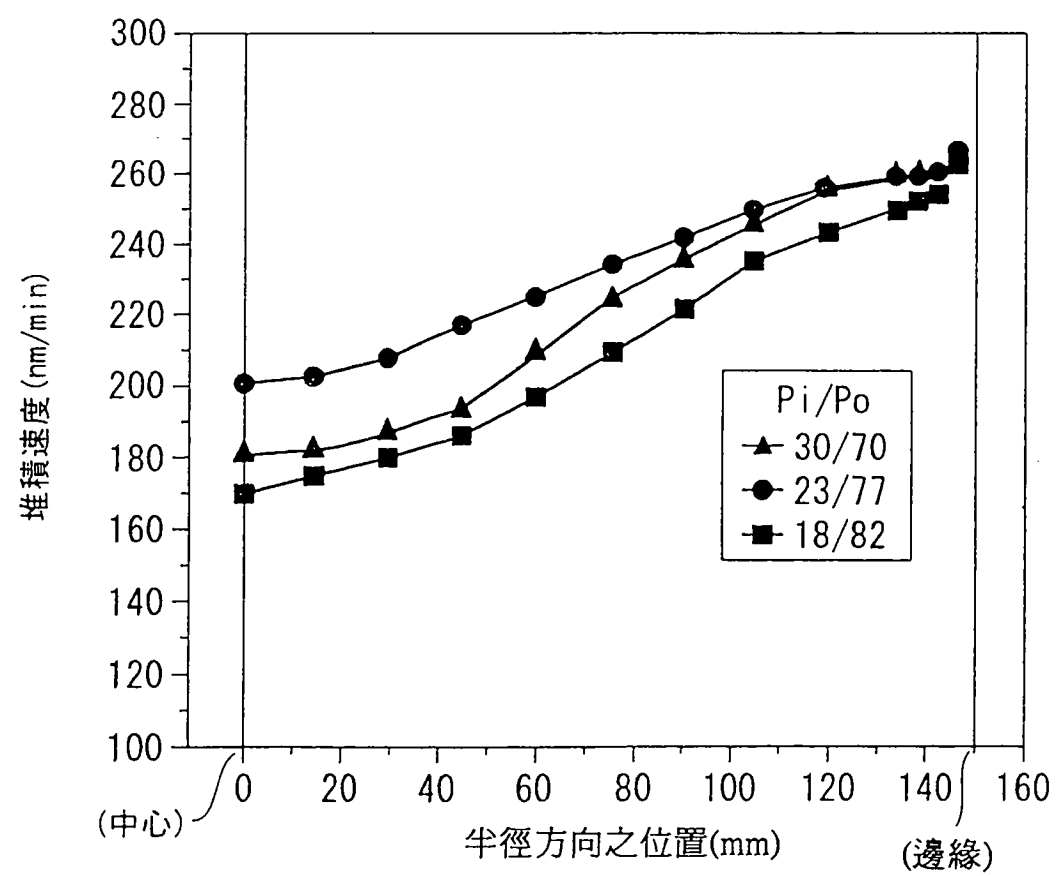
第22A圖



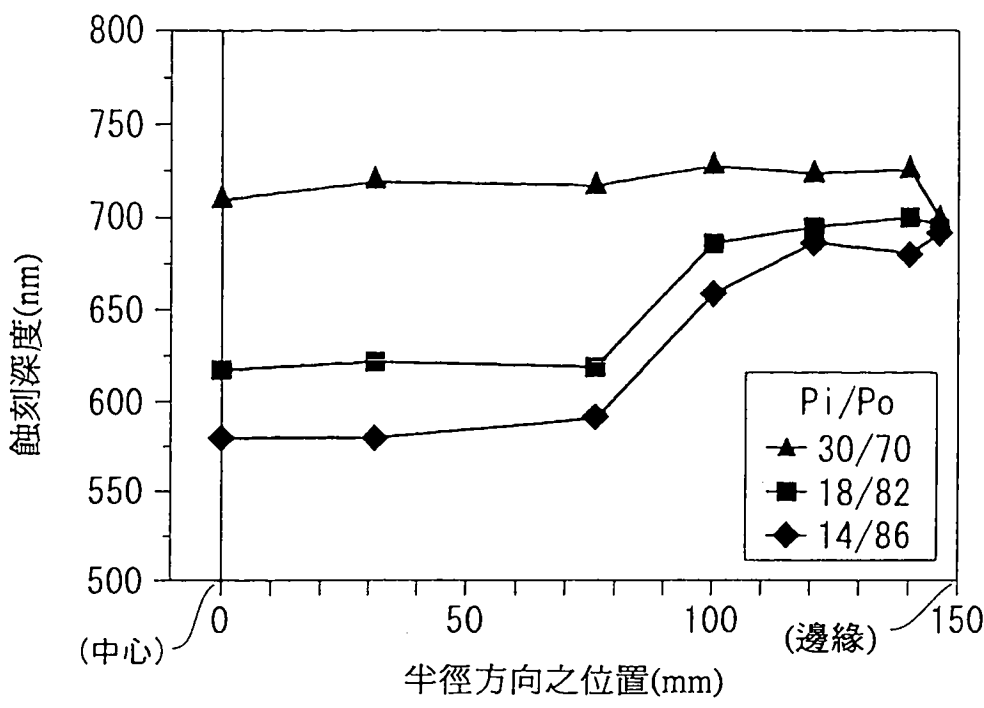
第22B圖



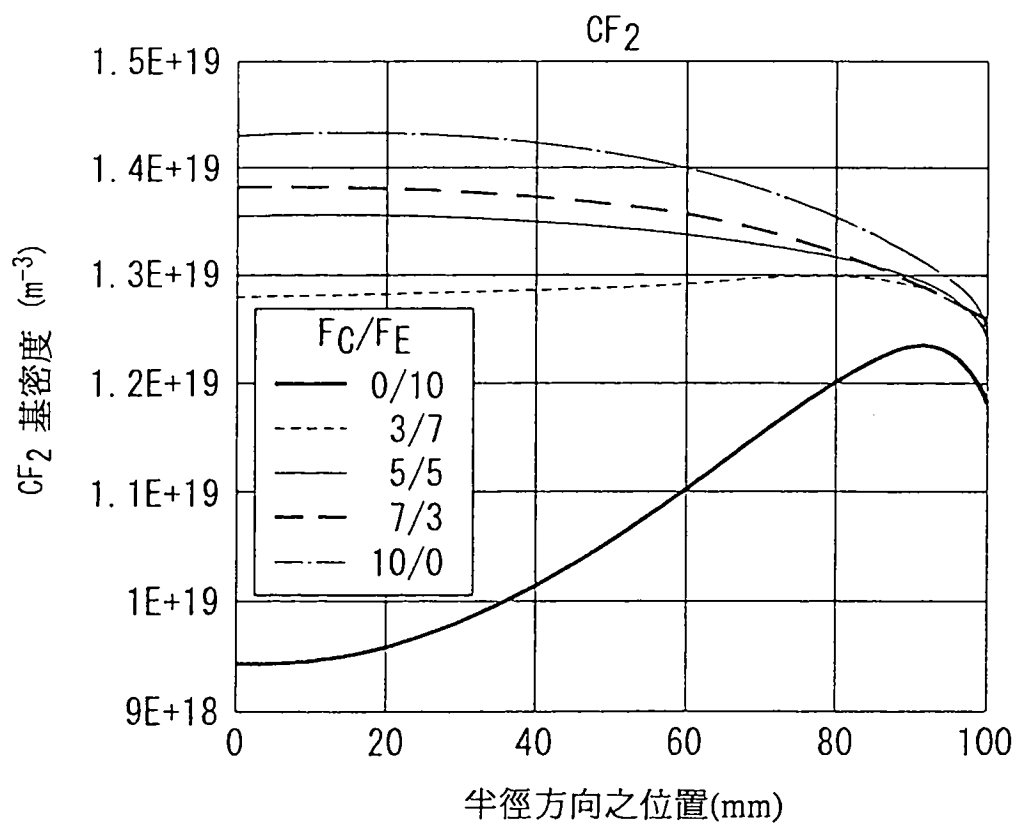
第23圖



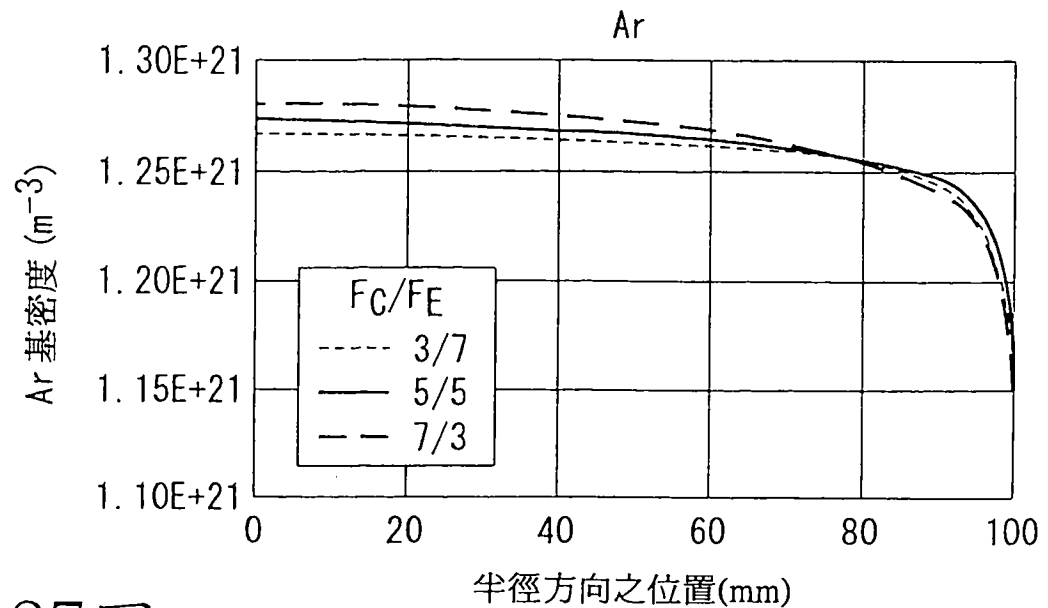
第24圖



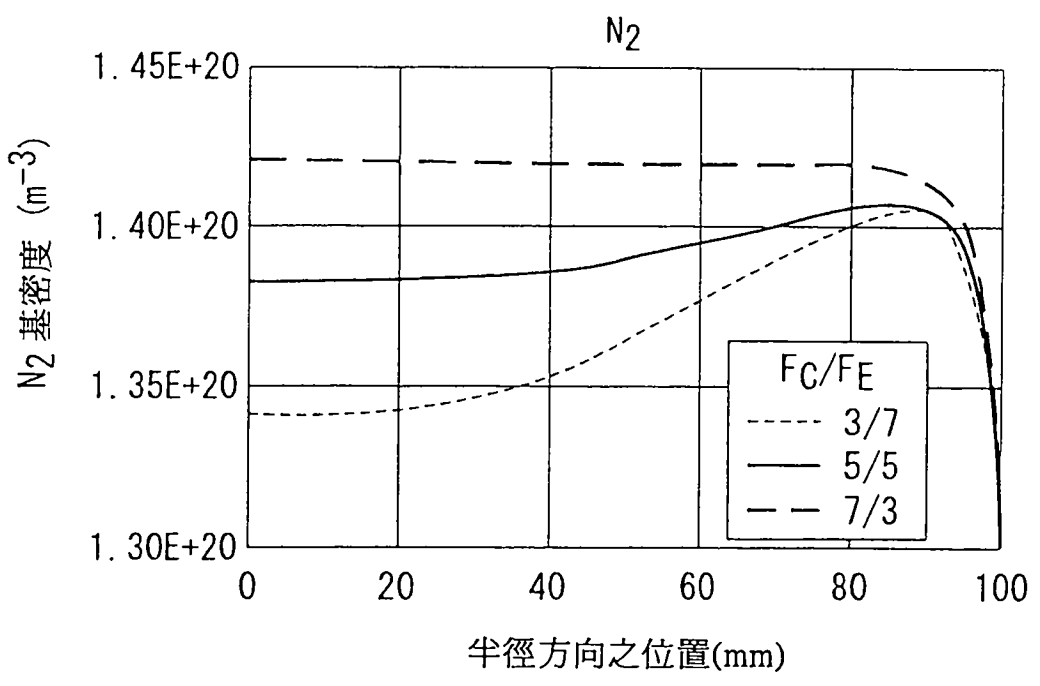
第25圖



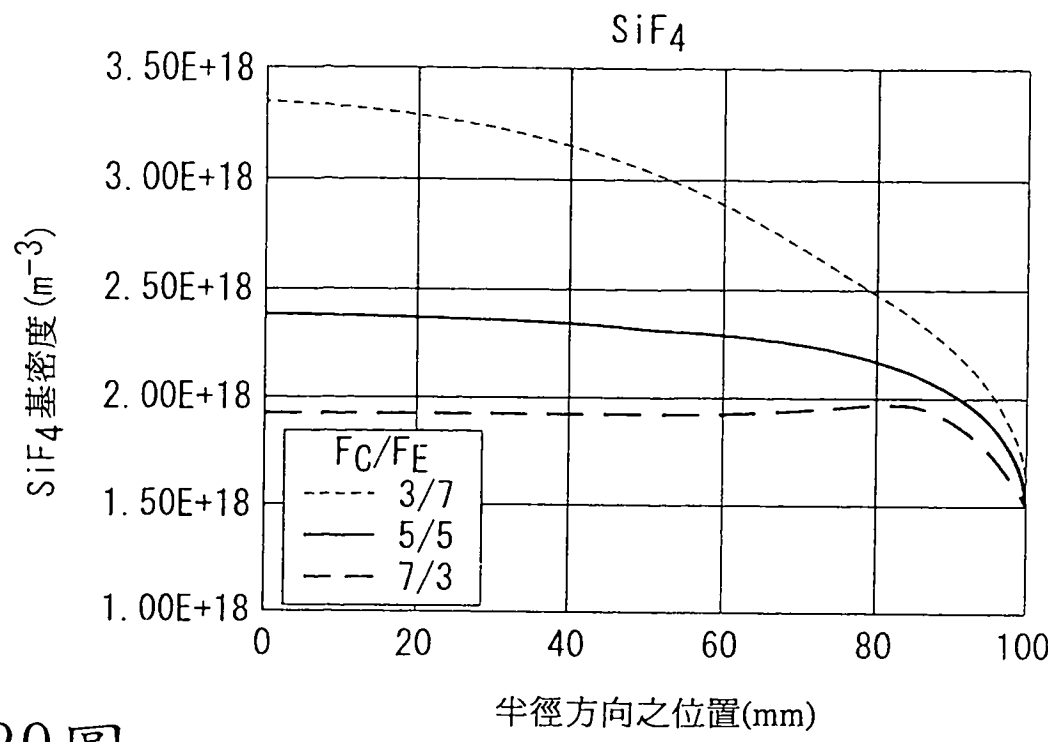
第26圖



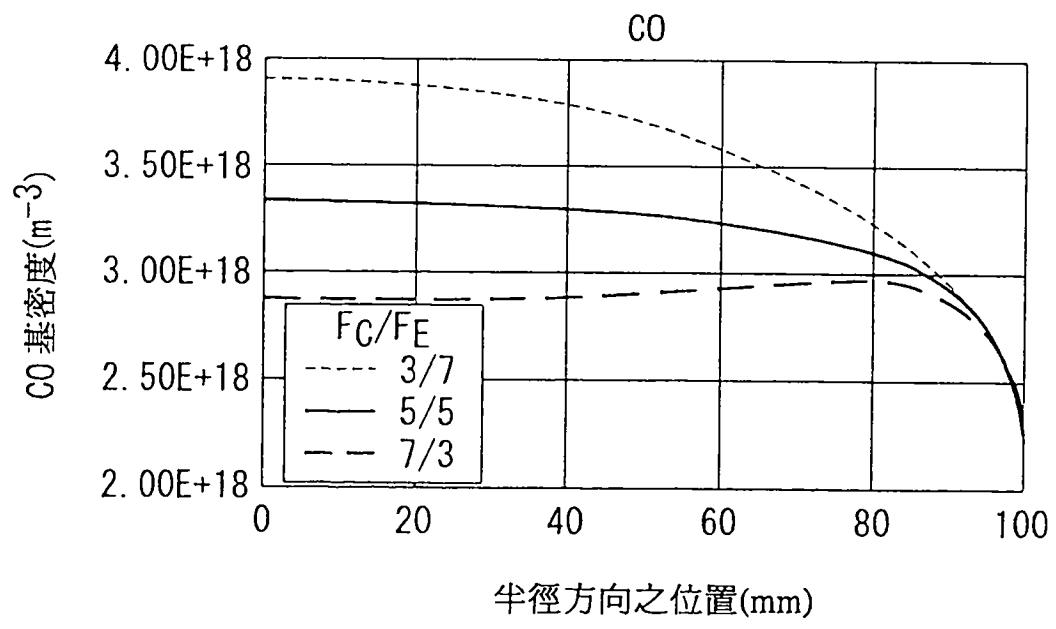
第27圖



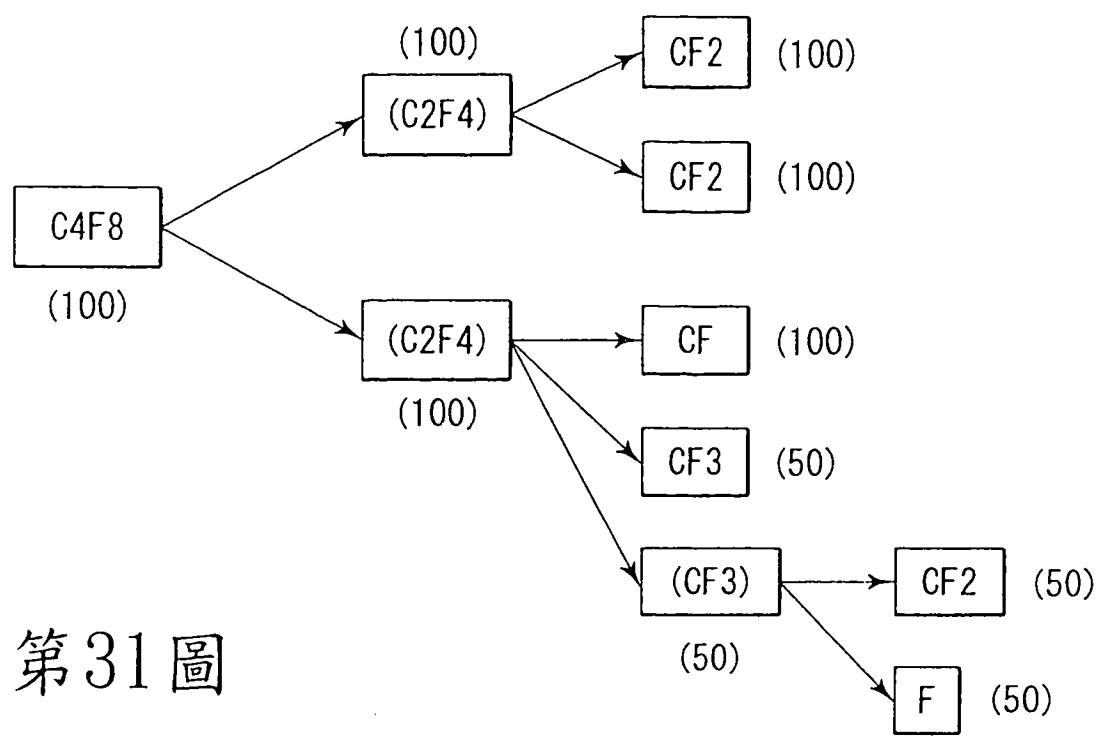
第28圖



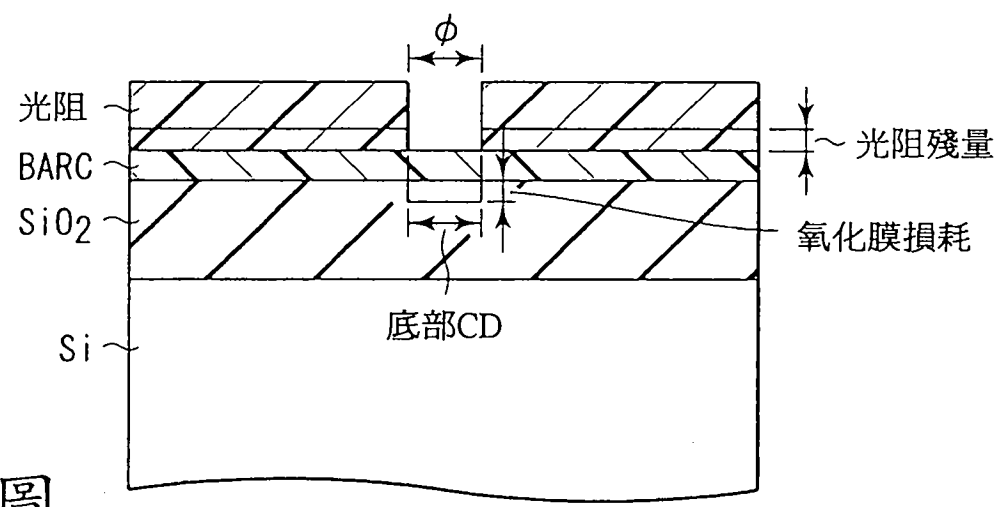
第29圖



第30圖



第31圖



第32A圖

$F_C/F_E=50/50$

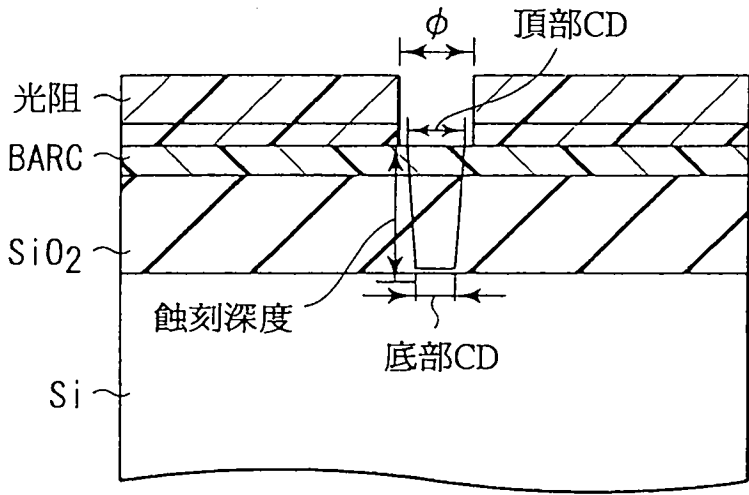
	氧化膜 損耗(nm)	底部CD (nm)	光阻殘量 (nm)
中心	45.2	127.4	123.3
邊緣	39	199	216

第32B圖

$F_C/F_E=70/30$

	氧化膜 損耗(nm)	底部CD (nm)	光阻殘量 (nm)
中心	39	125.3	216
邊緣	39	125.3	216

第 32C 圖



第 33A 圖

$F_C/F_E=50/50$

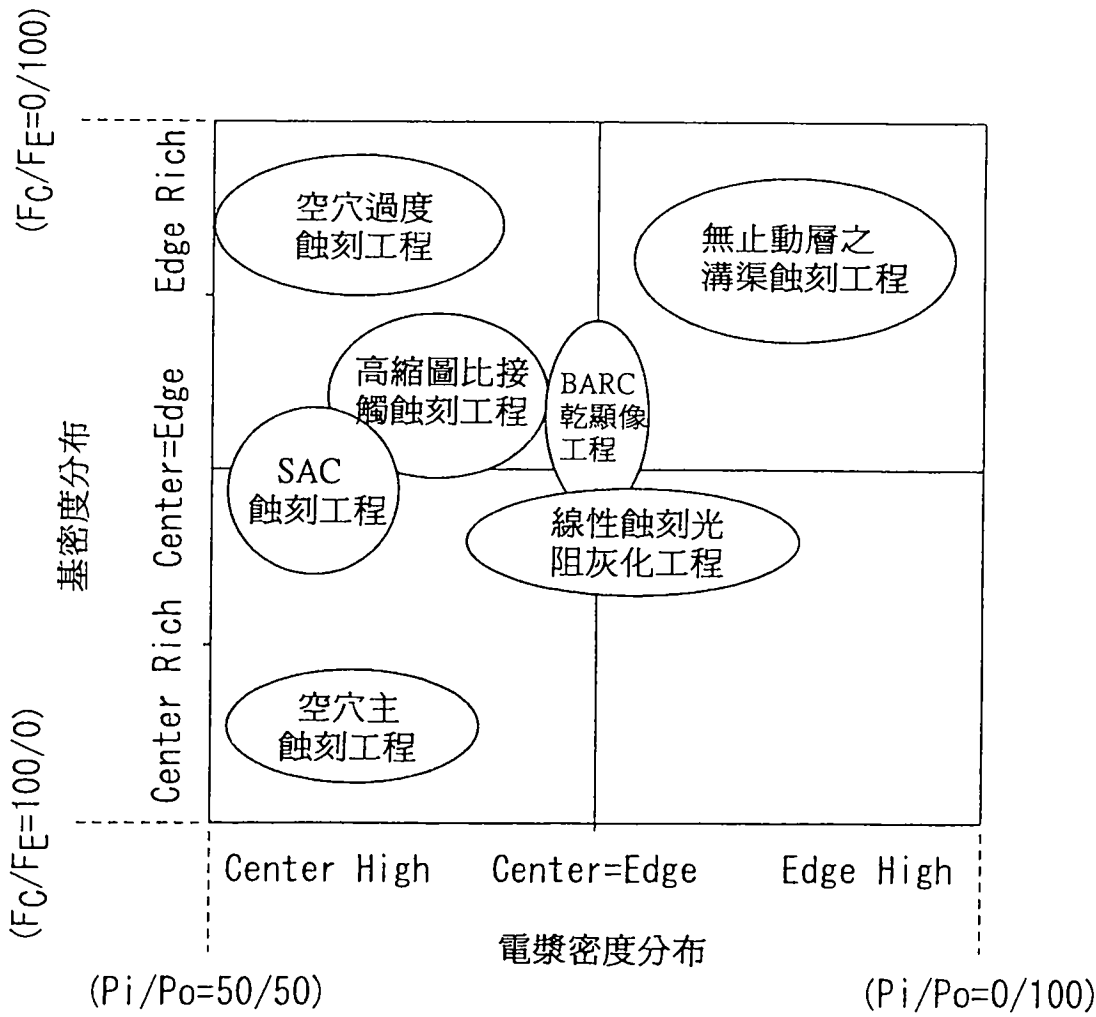
	蝕刻深度 (nm)	頂部 (μm)	底部 (μm)	底部/頂部 比(%)
中心	861	0.186	0.107	57.5
邊緣	762	0.181	0.110	60.8

第 33B 圖

$F_C/F_E=10/90$

	蝕刻深度 (nm)	頂部 (μm)	底部 (μm)	底部/頂部 比(%)
中心	770	0.173	0.130	75.1
邊緣	758	0.161	0.122	75.8

第33C圖



第34圖

公告本**發明專利說明書**

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

99年1月29日修正補充

※申請案號：92133234

※申請日期：92 年 11 月 26 日

※IPC 分類：H01L 21/365

壹、發明名稱：(中) 電漿處理裝置及方法以及電漿處理裝置之電極板
(英)**貳、申請人：(共 1 人)**

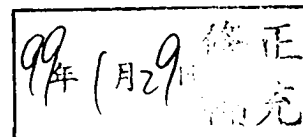
1. 姓 名：(中) 東京威力科創股份有限公司
(英) TOKYO ELECTRON LIMITED
代表人：(中) 1. 佐藤潔
(英)
地 址：(中) 日本國東京都港區赤坂五丁目三番六號
(英)
國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 10 人)

1. 姓 名：(中) 興石公
(英) KOSHIISHI, AKIRA
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

2. 姓 名：(中) 廣瀨潤
(英) HIROSE, JUN
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一 東京威力科
創 A T 股份有限公司內
(英)

3. 姓 名：(中) 小笠原正宏
(英) OGASAWARA, MASAHIRO
地 址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)



750922

4. 姓名：(中) 平野太一
(英) HIRANO, TAICHI
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

5. 姓名：(中) 佐佐木寛充
(英) SASAKI, HIROMITSU
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

6. 姓名：(中) 吉田哲雄
(英) YOSHIDA, TETSUO
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

7. 姓名：(中) 齋藤道茂
(英) SAITO, MICHISHIGE
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

8. 姓名：(中) 石原博之
(英) ISHIHARA, HIROYUKI
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

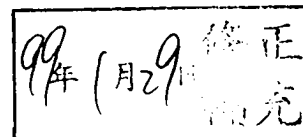
9. 姓名：(中) 大藪淳
(英) OYABU, JUN
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

10. 姓名：(中) 沼田幸治
(英) NUMATA, KOJI
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】



750922

4. 姓名：(中) 平野太一
(英) HIRANO, TAICHI
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

5. 姓名：(中) 佐佐木寛充
(英) SASAKI, HIROMITSU
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

6. 姓名：(中) 吉田哲雄
(英) YOSHIDA, TETSUO
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

7. 姓名：(中) 齋藤道茂
(英) SAITO, MICHISHIGE
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

8. 姓名：(中) 石原博之
(英) ISHIHARA, HIROYUKI
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

9. 姓名：(中) 大藪淳
(英) OYABU, JUN
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

10. 姓名：(中) 沼田幸治
(英) NUMATA, KOJI
地址：(中) 日本國山梨縣韮崎市藤井町北下條二三八一番地之一東京威力科創
A T 股份有限公司內
(英)

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

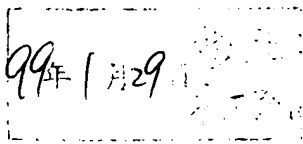
【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

99年1月29日修正
補充

750922

1. 日本
2. 日本

; 2002/11/26 ; 2002-341949 ☒有主張優先權
; 2003/10/17 ; 2003-358417 ☒有主張優先權



玖、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於對被處理基板施予電漿處理的技術，尤其是關於將高頻供給至電極而生成電漿之方式的電漿處理技術。本發明特別是關於在製造半導體裝置之半導體處理中所被利用之電漿處理技術。在此，半導體處理是藉由以特定圖案在半導體晶圓或 LCD (Liquid crystal display) 或 FPD (Flat Panel Display) 用之玻璃基板等之被處理基板上形成半導體層、絕緣層、導電層等，意味著為了在該被處理基板上製造半導體裝置或包含有連接於半導體裝置之配線、電極等之構造物而所實施之各種處理。

【先前技術】

半導體裝置或 FPD 之製程中之蝕刻、堆疊、濺鍍等之處理為了使處理氣體在比較低溫執行良好反應大多利用電漿。葉片式之電漿處理中是以容量結合型之平行平板電漿處理裝置為主流。

一般而言，容量結合型之平行平板電漿處理裝置是在可減壓之處理容器或反應室內平行配置上部電極和下部電極。下部電極是被接地，其上方被載置被處理基板（半導體晶圓、玻璃基板等）。經由整合器高頻電壓是被供給至上部電極及/或下部電極。與此同時，依據被設置在上部電極之噴淋頭噴射處理氣體。依據被形成在上部電極和下部電極之間的電場而加速電子，依據電子和處理氣體之衝

99年1月29日修正補充

突電離而發生電漿。然後，依據電漿中之中性基或離子對基板表面施予特定之細微加工。並且，在此，兩電極是當作電容器而發揮作用。

最近隨著製程中之設計法則的細微化，對於電漿處理則被要求在低壓下生呈高密度電漿。因此，如上述般之電容結合型之平行平板電漿處理裝置中，對上部電極則供給比以往（一般而言 27MHz 以下）還更高之高頻率區域（例如 50MHz）之高頻。但是，當供給於上部電極之高頻之頻率變高時，自高頻電源通過供電棒而供給至電極背面之高頻是依據趨膚效應傳播電極表面而集中於電極下面（電漿接觸面）之中心部。因此，電極下面之中心部之電場強度比外圍部之電場強度還高，並且對於所生成之電漿之密度，電極中心部比也電極外圍部高。並且，電漿因是在半徑方向從高密度空間擴散至低密度空間，故電漿密度是成為越在電極中心部相對性為高，在電極外圍部相對性為低的分佈。

為了解決該問題，所知的有以高電阻構件構成上部電極之下面中心部（例如日本特開 2000-323456 號公報）。該技術方法是以高電阻構件構成上部電極之下面中央部，在此，更多之高頻電力被當作焦耳熱而被消耗。依此，使上部電極之下面（電漿接觸面）之電場強度在電極中心部比電極外圍部相對性降低，來修正如上述般之電漿密度不均勻性。

但是，如上述般，再以高電阻構件構成上部電極之下

99.1.29

面中心部者中，因焦耳熱所引起之高頻電力之消耗（能源損失）有可能變多。再者，構成對上部電極之供電線的供電棒等之感應性電抗成分之影響是越提高 RF 頻率則越大。因此，在供電線至上部電極之不定處產生共振點，在該共振點附近可能出現流動異常大的電流。

再者，最近之電漿處理裝置是以上部電極具有多數氣體通氣孔，兼具從該些通氣孔朝向下部電極側噴射處理氣體的所謂噴淋頭為多。如此之噴淋頭兼用型之上部電極因接受來自電漿之離子侵襲而被濺射，故當作消耗品而予以使用。尤其，因氣體通氣孔之噴出口（角部）集中電場，故容易被濺射。當氣體噴出口被刪減時，氣體則呈喇叭狀變寬，無法安定生成電漿。因此，氣體噴出口之濺射行進情形（變寬狀態）則成為電極壽命之指標。對於如此之噴淋頭構造之上部電極，當企圖達成如上述般之電漿高密度化時，電極壽命則可能更縮短。

【發明內容】

本發明之目的是提供使電漿生成用高頻之傳送效率提升之電漿處理裝置及方法。

本發明之另外目的是提供可以容易實現電漿密度之均勻化之電漿處理裝置及方法。

本發明之另一目的是提供延長供給電漿生成用之高頻的高頻電極壽命的電漿處理裝置及方法以及電漿處理裝置之電極板。

99年1月29日 修正補充

本發明之第 1 觀點為一種電漿處理裝置，其具備有

可設定成具有真空環境的處理容器；

被環狀地配置成與在上述處理容器內被設置在特定位置上之被處理基板相向的第 1 上部電極；

在上述第 1 上部電極之半徑方向內側上，以與此電性絕緣之狀態而被配置的第 2 上部電極；

供給處理氣體至上述處理容器內的處理氣體供給部；

輸出第 1 高頻的第 1 高頻電源；和

以第 1 電力值將來自上述第 1 高頻電源的上述第 1 高頻供給於上述第 1 上部電極的第 1 供電部；

自上述第 1 供電部分歧來自上述第 1 高頻電源的第 1 高頻，以比上述第 1 電力值還小之第 2 電力值供給至上述第 2 上部電極的第 2 供電部。

本發明之第 2 觀點為一種電漿處理方法，其具備有

在可設定成具有真空環境的處理容器內配置被處理基板於特定位置之工程；

透過第 1 供電部以第 1 電力值將來自第 1 高頻電源之第 1 高頻，供給至在上述處理容器內被環狀地配置成與上述基板相向的第 1 上部電極之工程；

將上述第 1 高頻供給至上述第 1 上部電極，同時透過自上述第 1 供電部所分歧之第 2 供電部，以比上述第 1 電力值還小的第 2 電力值，將來自上述第 1 高頻電源的上述第 1 高頻，供給至以與此電性絕緣之狀態而被配置在上述第 1 上部電極之半徑方向內側上的第 2 上部電極之工程；

99-1-29

將上述第 1 高頻供給至上述第 1 及第 2 上部電極，同時供給特定氣體至上述處理容器內，並在上述第 1 及第 2 上部電極之正下面附近，將上述處理氣體予以電漿化之工程；和

依據上述電漿對上述基板施予特定之電漿處理之工程。

本發明之第 3 觀點為一種屬於在電漿處理裝置之處理容器內，被配置成與被載置在特定位置之被處理基板相向之用以生成電漿的電極板，其具備有

環狀之第 1 上部電極；和

以與此電性絕緣之狀態而被配置在上述第 1 上部電極之半徑方向內側上的第 2 上部電極，來自高頻電源之高頻是透過第 1 供電部而被供給至上述第 1 上部電極，同時透過自上述第 1 供電部分歧的第 2 供電部而被供給至上述第 2 上部電極。

若依據上述第 1 至第 3 之觀點，主要在外側所配置之環狀之第 1 上部電極之正下方生成電漿。所生成之電漿主要是擴散於內側或中心側，依此，電漿之密度在半徑方向被均勻化。依據如此所取得之電漿，在基板（例如，被支撐在下部電極上）之被處理面上施予特定之處理。依據適當調整對基板之第 1 上部電極的尺寸，與下部電極之電極間距離，電漿生成率等，則可以使電漿密度更均勻化。

第 1 上部電極之材質是以對來自第 1 高頻電源之第 1 高頻電壓電壓下降或電力損失小之低電阻的導電體或半導

體為最佳。再者，在與基板相向面上，第1上部電極之平面積是被選定為第2上部電極面積之約1/4倍至約1倍為最佳。

為了效率佳地將來自第1高頻電源之第1高頻供電至第1上部電極，設置有第1供電部。該第1供電部是可以具備有在周圍方向連續性被連接在上述第1上部電極的第1筒狀導電構件。此時，因使第1筒狀導電構件當作同軸線路之波導路，故在該半徑方向上，以設置連接於接地電位之第2筒狀導電構件為佳。該第2筒狀導電構件是可以構成與處理容器為一體。

因為了更正確執行電漿密度之均勻化，於處理容器內設置與被處理基板相向，而絕緣於第1上部電極之半徑方向內側，設置有第2上部電極。透過自第1供電部分歧的第2供電部，將來自第1高頻電源之第1高頻電壓供給至第2上部電極，在第2上部電極之正下方附近將處理氣體予以電漿化。因將該第2上部電極的電漿生成當作輔助性者，故將自上述第2供電部所分歧之處到上述第1上部電極為止之區間的上述第1供電部之電感，構成比上述第2供電部之電感小為最佳。

在第2供電部上以設置可變電容器為最佳。利用調整該可變電容器之容量，在一定條件（ $P_1 > P_2$ ）之下，自由地控制第1上部電極附近之電場強度或電力投入量（ P_1 ），和第2上部電極附近之電場強度或電力投入量（ P_2 ）的比率（ $P_1 : P_2$ ）。

99.1.29

依此，可以自由控制第 1 上部電極附近之電漿生成量（或是生成率）和第 2 上部電極附近之電漿生成量（或是生成率）之比率。

即使使用第 1 整合器使第 1 高頻電源之輸出阻抗和負荷阻抗予以整合亦可。最好是依據第 1 整合器之輸出端子使第 1 高頻電壓分歧成第 1 供電部和第 2 供電部，可以並列地供給於第 1 上部電極和上述第 2 上部電極。此時，使負荷阻抗對從上述第 1 整合器之輸出端子看到的第 1 高頻電源的電抗成為電容性，則可以迴避在構成負荷電路之波導路內發生共振點。

再者，採用噴淋頭方式之時，最好是在從被處理基板側觀看時為第 2 上部電極之上方（背部或背後）可以設置有用以導入來自處理氣體供給部之處理氣體的氣體導入室。此時，可以形成用以將處理氣體從氣體導入室朝向下部電極噴出氣體至第 2 上部電極的多數通氣孔。如上述般，因第 1 上部電極主要有助於電漿生成，故第 2 上部電極是接受來自電漿離子之侵襲較少，因此，即使兼用噴淋頭亦可以延長電極壽命。最好是藉由隔板構件將上述氣體導入室分割成內側中心氣體室和外圍氣體室，可以特定之流量比將處理氣體導入至中心氣體室和外圍氣體室。依此，可以利用中心部和外圍部任意調整氣體噴出流量之比率。如此一來，可以組合控制自由基密度之機能，和在如上述般之第 1 上部電極和第 2 上部電極之間控制電漿生成比率而控制電漿密度分布之機能，而達到電漿處理之最適化。

99年1月9日 修正補充

可以在第 2 供電部之周圍設置導體構件，最好是流通用以縮小第 2 供電部之電感的感應電流的導體構件。此時，利用縮小第 2 供電部之電感，可以提升上述可變電容器之第 1 及第 2 上部電極間之電場強度或投入電力均衡調整的範圍。因提高電感低減效果，故將導體構件以可包圍第 2 供電部之周圍，環狀地配置在比第 1 供電部還半徑方向內側為最佳。

第 1 上部電極是可以具備比第 2 上部電極之下面還突出於下方的突出部。依據該突出部，藉由給予從周邊側朝向半徑方向內之電場，對電漿生成空間封閉電漿而可以效果性地實現電漿密度之提升和均勻化。尤其是第 1 上部電極中之突出部之突出量和半徑方向之基板的相對位置關係為左右電漿密度之空間分布特性的重要因素。最佳是可以將突出部之突出量設定成 25mm 以下。突出部之內徑部分是以被配置在比基板外圍端還向半徑方向外側離開 24mm 至 30mm 的位置上為最佳。

可以在第 1 上部電極之下方設置密封構件。如上述般，於第 1 上部電極上設置突出部之時，是可以配置密封構件而予以覆蓋該突出部之下面。若依據該密封構件，因在電漿生成空間之外側，遮蔽或封印第 1 上部電極附近之高頻放電路，而可抑制該正下方所發生之電漿生成。依此，可更提高將電漿關閉於基板正上方的效果，同時可以效果性地防止對處理器不寄望的聚合膜之堆疊。

第 2 上部電極是可以至少經由通過直流之低通濾波器

修正
補充
99年1月29日

而電性連接於接地電位。該低通濾波器是具有用以調節被生成於第 2 上部電極之直流電位的電阻。於以可變電阻器構成該電阻之時，因應被供給於第 1 及第 2 上部電極之全體之高頻電力之值，可變動該電阻值為最佳。再者，亦可透過可變直流電源將第 2 上部電極予以接地，並依據電源電壓直接控制第 2 上部電極之直流電位。

若依據第 1 至第 3 觀點之態樣，則可以使供給於上部電極之電漿生成用高頻之傳送效率予以提升。若依據其他態樣，則可以實現電漿密度之均勻化，若依據另外其他之態樣，則可以延長供給電漿生成用之高頻的高頻電極之壽命。

【實施方式】

以下針對本發明之實施形態參照圖面予以說明。並且，在以下之說明中，針對具有略相同之機能及構成之構成要素，賦予相同符號，重複說明僅在必須之情形執行。

（第 1 實施形態）

第 1 圖是本發明之第 1 實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之縱剖面圖。該電漿蝕刻裝置是以電容結合型之平行平板電漿蝕刻裝置而所構成。該裝置是具有由例如表面被防蝕鋁處理（陽極氧化處理）之鋁所構成之圓筒形之處理室（處理容器）10。處理 10 是被保安接地。

處理室 10 之底部是透過陶瓷等之絕緣板 12 而配置圓

99年1月29日修正補充

柱狀之承受器支撐台 14。承受器 16 是構成下部電極，並於其上面載置有作為被處理基板例如半導體晶圓 W。

承受器 16 之上面是配置有以靜電吸附力保持半導體晶圓 W 之靜電夾具 18。靜電夾具 18 是將由導電膜所構成之電極 20 夾入於一對絕緣層或是絕緣薄板之間。電極 20 是電性連接直流電源 22。依據來自直流電源 22 之直流電壓，以庫倫力將半導體晶圓吸附保持於靜電夾具 18 上。在靜電夾具 18 之周圍承受器 16 之上面，為了使蝕刻之均勻性更加向上，配置有由例如矽所構成之聚焦環 24。在承受器 16 及承受器支撐台 14 之側面上，貼有例如由石英所構成之圓筒狀之內壁構件 26。

承受器支撐台 14 之內部是配置有例如延伸於圓周方向之冷煤室 28。冷煤室 28 是依據外裝之致冷元件（無圖示）經過配管 30a、30b 循環供給特定溫度之冷煤例如冷煤水。依據冷煤之溫度可以控制承受器 16 上之半導體晶圓 W 之處理溫度。並且，來自傳熱氣體供給機構（無圖示）之傳熱氣體例如 He 氣體，是透過氣體供給線 32 而被供給至靜電夾具 18 之上面和半導體晶圓 W 之背面之間。

承受器 16 之上方是配置有與該承受器平行相向之上部電極 34。兩電極 16、34 之間的空間為電漿生成空間。上部電極 34 是與承受器（下部電極）16 上之半導體晶圓 W 相向而形成與電漿生成空間接觸之面即是對向面。上部電極 34 是由隔著特定間隔而與承受器 16 相向配置之環狀或是圈狀之外側（outer）上部電極 36，和與外側上部電

99年1月29日修正
補充

極 36 之半徑方向內側絕緣而配置之圓板形狀之內側 (inner) 上部電極 38 所構成。該些外側上部電極 36 和內側上部電極 38 關於電漿生成，前者 (36) 具有主要關係，後者 (38) 具有輔助之關係。

第 2 圖是表示第 1 圖示之電漿蝕刻裝置之重要部分之部分擴大剖面圖。如第 2 圖明顯所示般，在外側上部電極 36 和內側上部電極 38 之間形成有 0.25 至 2.0 mm 之環狀間隙，在該間隙設置例如由石英所構成之介電體 40。在該間隙亦可設置陶瓷 96。夾著介電體 40 在兩電極 36、38 之間形成電容器。該電容器之電容 C_{40} 是因應間隙之尺寸和介電體 40 之介電率而被選定或被調整成特定之值。在外側上部電極 36 和處理室 10 之側壁之間，氣密性地安裝有例如由氧化鋁 (Al_2O_3) 所構成之環狀絕緣性遮蔽構件 42。

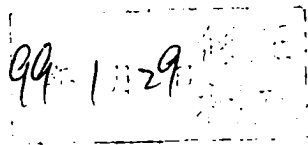
外側上部電極 36 是以焦耳熱少之低電阻或半導體例如矽所構成爲最佳。在外側上部電極 36 是透過整合器 44、上部供電棒 46、連接器 48 及供電筒 50 而被電性連接於第 1 高頻電源 52。第 1 高頻電源 52 是輸出 13.5 MHz 以上之頻率例如 60 MHz 之高頻電壓。整合器 44 是用以使負荷阻抗整合於高頻電源 52 之內部 (或者輸出) 阻抗者。整合器 44 是在處理器 10 內生成電漿時，發揮使高頻電源 52 之輸出阻抗和負荷阻抗外觀上爲一致之機能。整合器 44 之輸出端子是被連接於上部供電棒 46 之上端。

供電筒 50 是由圓筒狀或是圓錐狀或接近於此形狀的

導電板例如鋁或是銅板所構成。供電筒 50 之下端是周圍方向連續性地被連接於外側上部電極 36 上。供電筒 50 之下端是依據連接器 48 而被電性連接於上部供電棒 46 之下端部。供電筒 50 之外側是延伸於處理室 10 之側壁比上部電極 34 之高度位置還上方而構成圓筒狀之接地導體 10a。圓筒狀接地導體 10a 之上端部是依據筒狀之絕緣構件 54 而自上部供電棒被電性絕緣。於所涉及構成中，在自連接器 48 所看到的負荷電路中，以供電筒 50 及外側上部電極 36 和圓筒狀接地導體 10a，形成將前者（36、50）當作波導路之同軸線路。

再者，於第 1 圖中，內側上部電極 38 是具有擁有多數氣體通氣孔 56A 之電極板 56 和可拆裝支撐電極板 56 之電極支撐體 58。電極板 56 是由例如 Si、SiC 等之半導體材料所構成，電極支撐體 58 是由導電材料例如表面被防蝕鋁處理之鋁所構成。電極支撐體 58 之內部是配置有由以例如由氧環所構成之環狀隔板構件 60 所分割出之兩個氣體導入室，即是中心氣體導入室 62 和周邊氣體導入室 64。以中心氣體導入室 62 和被設置在該下面之多數氣體噴出孔 56a 構成中心噴淋頭。以周邊氣體導入室 64 和被設置在該下面之多數氣體噴出孔 56a 構成周邊噴淋頭。

氣體導入室 62、64 是以特定之流量比供給來自共同處理氣體供給源 66 之處理氣體。更詳細而言，來自處理氣體供給圓 66 之氣體供給管 68 在途中被分歧兩個而被連接於氣體導入室 62、64，各個分歧管 68a、68b 上配置有



流量控制閥 70a、70b。因從處理氣體供給源 66 至氣體導入室 62、64 為止之流路的電導為相等，故依據流量控制閥 70a、70b 之調整，可以任意調整供給於兩氣體導入室 62、64 之處理氣體之流量比。並且，於氣體供給管 68 是配置有質量流控制器（MFC）72 及開關閥 74。

如此調整導入於中心氣體導入室 62 和周邊氣體導入室 64 之處理氣體之流量比。依此，可以任意調整對應於中心氣體導入室 62 之電極中心部之氣體通氣孔 56a 即是藉由中心噴淋頭所噴出之氣體流量 F_C ，和對應於周邊氣體導入室 64 之電極周邊部之氣體通氣孔 56a，即是藉由周邊噴淋頭所噴出之氣體流量 F_E 之比率（ F_C/F_E ）。並且，亦可以使藉由中心噴淋頭及周邊噴淋頭各所噴出之處理氣體之每單位面積之流量不同。並且，亦可獨立或個別選定藉由中心噴淋頭及周邊噴淋頭各所噴出之處理氣體之氣體種或氣體混合比。

在內側上部電極 38 之電極支撐體 58 上，透過整合器 44、上部供電棒 46、連接器 48 及下部供電筒而被電性連接第 1 高頻電源 52。在下部供電筒 76 之途中配置有可以可變調整電容之可變電容器 78。

雖然省略圖示，但是即使在外側上部電極 36 及內側上部電極 38 上設置適當之冷煤室或是冷卻殼套（無圖示）亦可。依據自外部之致冷元件供給冷煤至該冷煤室或冷卻殼上，則可以控制電極之溫度。

在處理室 10 之底部設置排氣口 80，透過排氣管 82

99年1月29日修正補充

將排氣裝置 84 連接於排氣口 80。排氣裝置 84 是具有渦輪分子幫浦等之真空幫浦，可以將處理室 10 內之電漿處理空間減壓至特定之真空度。再者，處理室 10 之側壁上安裝有開關半導體晶圓 W 之搬入出口之閘閥 86。

該實施形態之電漿蝕刻裝置是透過當作下部電極之承受器 16 而被電性連接於第 2 高頻電源 90。第 2 高頻電源 90 是輸出 20 至 27MHz 範圍內之頻率，例如 2MHz 之高頻電壓。整合器 88 是用以將負荷阻抗整合成高頻電源 90 之內部（或輸出）阻抗者。整合器 88 是於處理室 10 內生成電漿時，發揮使高頻電源 90 之內部阻抗和負荷阻抗在外觀上為一致之機能。

內側上部電極 38 是不通過來自第 1 高頻電源 52 之高頻（60MHz），被電性連接於用以將來自第 2 高頻電源 98 之高頻（2MHz）通往地面之低通濾波器（LPF）92。低通濾波器（LPF）92 最佳是由 LR 濾波器或是 LC 濾波器所構成。但是，即使 1 條導線因對來自第 1 高頻電源 52 之高頻（60MHz）可以給予相當大之電抗，故可以僅以此而完成。另外，承受器 16 是被電性連接於用以將來自第 1 高頻電源 52 之高頻（60MHz）通至地面之高通濾波器（HPF）94。

於該電漿蝕刻裝置中，為了執行蝕刻，首先使閘閥 86 呈開狀態，將加工對象之半導體晶圓 W 搬入至處理室 10 內，而載置於承受器 16 之上。然後，依據處理氣體供給源以特定之流量及流量比將蝕刻氣體（一般為混合氣體

99 1.29

）導入至氣體導入室 62、64，並依據排氣裝置 84 將處理室 10 內之壓力並且蝕刻壓力設為設定值（例如，數 mTorr 至 1mTorr 之範圍內）。並且，藉由第 1 高頻電源 52 以特定之功率將電漿生成用之高頻（60MHz）供給至上部電極 34（36、38），並且，依據第 2 高頻電源 90 以特定功率將高頻（2MHz）供給至承受器 16。再者，依據直流 22 將直流電壓供給至靜電夾具 18 之電極 20，並將半導體晶圓 W 固定於承受器 16 上。依據內側上部電極 38 之氣體通氣孔 56a 而所吐出之蝕刻氣體是在上部電極 34（36、38）和承受器 16 間之輝光放電中被電漿化。依據以該電漿所生成之自由基或離子蝕刻半導體晶圓 W 之被處理面。

該電漿蝕刻裝置是對是上部電極 34 供給高頻率區域（離子不能動之 5 至 10MHz 以上）之高頻。依此，可以以合乎理想之解離狀態將電漿予以高密度化，並且即使在低壓之條件下，亦可以形成高密度電漿。

再者，在上部電極 34 中，與半導體晶圓 W 和真正面相向之內側上部電極 38 是構成噴淋頭兼用型，可以利用中心噴淋頭（62、56a）和周邊噴淋頭（64、56a）任意調整氣體噴出流量之比率。因此，可以在半徑方向控制氣體分子或自由基密度之空間分布，並可任意控制依據底座之蝕刻特性的空間性分布特性。

另外，在對於上部電極 36 是如後述般，作為電漿生成用之高頻電極，是以外側上部電極 36 為主，以內側上

99年1月29日修正補充

部電極 38 爲副，可依據兩高頻電極 36、38 調整給予至電子正下方之電場強度之比率。因此，可以在半徑方向控制電漿密度之空間分布，並任意且精細地控制反應性離子蝕刻之空間性特性。

在此，重要的是電漿密度空間分布之控制是不實質影響自由基密度空間分布之控制。電漿密度空間分布之控制是依據在外側上部電極 36 和內側上部電極 38 之間可以改變電場強度或投入電力之比率而所執行。自由基密度空間分布之控制是依據在中心噴淋頭（62、56a）和周邊噴淋頭（64、56a）之間可以改變處理氣體之流量或氣體密度或是氣體混合比之比率而所執行。

即是，依據中心噴淋頭（62、56a）和周邊噴淋頭（64、56a）所噴出之處理氣體之解離是在內側上部電極 38 正下方之區域內被執行。因此，即使在內側上部電極 38 和外側上部電極 36 之間改變電場強度之均衡，亦不影響內側上部電極 38 內（相同區域內）之中心噴淋頭（62、56a）和周邊噴淋頭（64、56a）之間的自由基生成量或密度之均衡。如此一來，可以實質上獨立地控制電漿密度之空間分布和自由基密度之空間分布。

再者，該電漿蝕刻裝置是構成在外側上部電極 36 之正下方生成電漿大部分或過半，而使擴散於內側上部電極 38 之正下方的方式。當依據該方式時，兼作噴淋頭之內側上部電極 38 所接受之來自電漿離子之衝擊變少。因此，可以效果性地控制屬於交換零件之電極板 56 之氣體噴

99 1.29

出口 56a 之濺射進行度，並可以大幅度地延長電極板 56 之壽命。另外，外側上部電極 36 是不具有電場集中之氣體噴出口。因此，離子之衝擊較少，取代內側上部電極 38 電極壽命不會變短。

第 2 圖是如先前所述般，表示該電漿蝕刻裝置之重要部位（尤其，構成電漿生成手段之重要部位）之構成。於第 2 圖中，省略內側上部電極 38 之噴淋頭部（56a、62、64）之構造。第 3 圖是表示第 1 實施形態中之電漿生成手段之重要部位之等效電路的電路圖。於該等效電路是省略各部之電阻。

於該實施形態是如上述般，在自連接器 48 所看到的負荷電路中，以外側上部電極 36 及供電筒 50 和圓筒狀接地導體 10a 形成將前者（36、50）當作波導路 J_0 之同軸線路。在此，當將供電筒 50 之半徑（外徑）當作 a_0 ，將圓筒狀接地導體 10a 之半徑當作 b 之時，該同軸線路之特性阻抗或電感則可以近似於下述之式（1）。

$$L_0 = K \cdot \ln(b/a_0) \cdots \cdots (1)$$

但是， K 是由導電路之移動度及介電率所取決之定數。

另外，在從連接器 48 所看到之負荷電路中，即使在下部供電棒 76 和圓筒狀接地導體 10a 之間，亦形成將前者（76）當作波導路 J_i 之同軸線路。雖然內側上部電極 38 也延長於下部供電棒 76，但是，直徑為大不相同，下部供電棒 76 之電感成為支配性。在此，當將下部供電棒

76 之半徑（外徑）當作 a_i 時，該同軸線路之特性阻抗或電感 L_i 可以近似下述式（2）。

$$L_i = K \cdot \ln(b/a_i) \cdots \cdots (2)$$

藉由上述之式（1）、（2）可理解，將高頻傳達於內側上部電極 38 之內側波導路 j_i 是給予與以往一般之 RF 系統相同之電感 L_i 。另外，傳達高頻至外側上部電極 36 之外側波導路 J_0 是給予僅有直徑部分明顯較小之電感 L_0 。依此，自整合器 44 看時比連接器 48 之前的負荷電路是在低電感之外側波導路 J_0 容易傳播高頻（電壓下降小）。因此，較多之高頻電力 P_0 供給至外側上部電極 36，可以在外側上部電極 36 之下面（電漿接觸面）取得較強電場 E_0 。另外，高電感之內側波導路 J_i 是不容易傳達高頻（電壓下降大）。因此，可以供給比被供給至外側上部電極 36 之高頻電力 P_0 小之高頻電力 P_i 至內側上部電極 38，將在內側上部電極 38 之下面（電漿接觸面）所取得之電場強度 E_i 縮小成比外側上部電極 36 側之電場強度 E_0 還小。

如此一來，上部電極 34 是在外側上部電極之正下方以相對性較強之電場 E_0 加速電子，同時在內側上部電極 38 之正下方以相對性較弱之電場 E_i 加速電子。依此，在外側上部電極 36 之正下方生成電漿 P 之大部分或過半，在內側上部電極 38 之正下方輔助性地生成電漿 P 之一部分。然後，依據在外側上部電極 36 之正下方所生成之高密度電漿擴散於半徑方向之內側和外側，在上部電極 34

99年1月29日修正
補充

和承受器 16 之間的電漿處理空間，於半徑方向平均電漿密度。

但是，以外側上部電極 36 和供電筒 50 和圓筒狀接地導體 10a 所形成之同軸線路之最大傳送電力 $P_{\max}$ 是依存於供電筒 50 之半徑 a_0 和圓筒狀接地導體 10a 之半徑 b ，並以下述之式 (3) 表示。

$$P_{\max}/E_0^2 \max = a_0^2 [\ln (b/a_0)]^2 / 2 Z_0 \cdots \cdots (3)$$

在此， Z_0 是自整合器 44 側看到的該同軸線路之輸入電感， $E_0 \max$ 是 RF 傳送系統之最大電場強度。

於上述式 (3) 中，最大傳送電力 $P_{\max}$ 是以 (b/a_0) ≈ 1.65 為極大值。即是，對於供電筒 50 之半徑，圓筒狀接地導體 10a 之半徑比 (b/a_0) 約為 1.65 時，外側波導路 J_0 之電力傳送效率為最良好。自所涉及之觀點來看，為了使外側波導路 J_0 之電力傳送效率予以提升，構成以選定供電筒 50 及/或圓筒狀接地導體 10A 之半徑，將比 (b/a_0) 至少可進入至 1.2 至 2.0 之範圍內為最佳，更好是構成可進入 1.5 至 1.7 之範圍內。

該實施形態因任意且精細控制電漿密度之空間分布，故作為用以調整外側上部電極 36 正下方之外側電場強度 E_0 (或是向外側上部電極 36 側之投入電力 P_0) 和內側上部電極 38 正下方之內側電場強度 E_i (或者向內側上部電極 38 側之投入電力 P_i) 之比率即是均衡的手段，是在下部供電棒 76 之途中插入可變電容器 78。依據改變可變電容器 78 之電容 C_{78} ，使內側波導路 J_i 之阻抗或電感予以

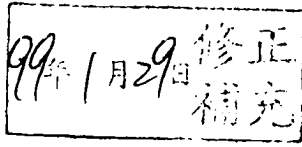
99年1月29日修正補充

增減，改變外側波導路 J_0 之電壓下降和內側波導路 J_i 之電壓下降的相對比率。依此，可以調整外側電場強度 E_0 （外側投入電力 P_0 ）和內側電場強度 E_i （內側投入電力 P_i ）之比率。

並且，供給電漿之電位下降之離子覆蓋之阻抗一般為電容性。於第 3 圖之等效電路中，是將外側上部電極 36 正下方之覆蓋阻抗之電容假設為 C_{p0} ，將內側上部電極 38 正下方之覆蓋阻抗之電容假設為 C_{pi} 。再者，形成於外側上部電極 36 和內側上部電極 38 之間的電容器之電容 C_{40} 是組合可變電容器 78 之電容 C_{78} 而左右上述般之外側電場強度 E_0 （外側投入電力 P_0 ）和內側電場強度 E_i （內側投入電力 P_i ）的均衡。電容 C_{40} 是可以選定或調整成如可以將可變電容器 78 之電場強度（投入電力）均衡調整機能予以最適化化的值。

第 4 圖及第 5 圖是表示該實施形態之可變電容器 78 之電場強度均衡調整機能之檢証例（模擬資料）。第 4 圖是以可變電容器 78 之電容 C_{78} 當作參數，而表示電極之半徑方向中之電場強度（相對值）之分布特性。第 5 圖是表示改變電容器 78 之電容 C_{78} 時之外側電場強度 E_0 和內側電場強度 E_i 之相對比率。

並且，該模擬是將半導體晶圓 W 之口徑當作 200mm，將圓板形狀之內側上部電極 38 之半徑當作 100mm，將環狀之外側上部電極 36 之內側半徑及外側半徑各選定為 101mm、141mm。此時，對於半導體晶圓 W 之面積（



314cm^2)，內側上部電極 38 之面積為 314cm^2 ，與晶圓 W 相同，外側上部電極 36 之面積為 304cm^2 比晶圓 W 小一些。在大概與晶圓 W 相向之面上，外側上部電極 36 之平面積是被選定為內側上部電極 38 之平面積的約 $1/4$ 倍至約 1 倍為最佳。

如第 4 圖所示般，外側上部電極 36 正下方之外側電場強度 E_0 是比內側上部電極 38 正下方之內側電場強度 E_i 大，在兩電極 36、38 之境界附近產生電場強度較大之段差。尤其，外側上部電極 36 正下方之外側電場強度 E_0 是在與內側上部電極 38 之境界附近為最大，越往半徑方向之外側則有越低之傾向。該例是如第 5 圖所示般，當在 180 至 350pF 之範圍內改變可變電容器 78 之電容 C_{78} 時，則可以在約 10% 至 40% 之範圍內連續控制電場強度 E_i 、 E_0 之比率 E_i/E_0 。並且， $C_{78} = 125$ 至 180pF 是負荷電路為共振之區域，成為不能控制。基本上，在安定區域是越增大可變電容器 78 之電容 C_{78} ，則可以越使內側導波路 J_i 之電抗減少，使內側上部電極 38 正下方之內側電場強度 E_i 相對性地增大，可控制在提高外側電場強度 E_0 和內側電場強度 E_i 之比率 E_i/E_0 之方向上。

於該實施形態中，因可以將藉由供電筒 50 之外側波導路 J_0 之電抗顯著縮小，故可以使自整合器 44 之輸出端子所看到之負荷電路之阻抗的電抗成為電容性之負值。該是意味著從整合器 44 之輸出端子至電容性之離子覆蓋為止之波導路中，不存在電抗從介電性之正值極性反轉成負

99年1月29日修正補充

值般之共振點。以迴避共振點之發生，可以迴避共振電流之發生，並降低高頻能量之損失，同時確保電漿密度分布控制之安定性。

第 6 圖 A (偏壓開啓) 、第 6 圖 B (偏壓關閉) 及第 7 圖 A (X 方向) 、第 7 圖 B (Y 方向) 是表示該實施形態之電漿蝕刻裝置中所取得之電子密度分布特性及蝕刻速率分布特性之一例 (實驗資料) 。該實驗是與第 4 圖及第 5 圖之電場強度分布特性相同，將可變電容器 78 之電容 C_{78} 當作參數。然後，使用電漿吸收探針 (PAP) 測定半徑方向之各位置的電子密度。再者，蝕刻半導體晶圓上之矽氧化膜而測定半徑方向之各晶圓位置中之蝕刻速度。即使於該實驗，也選定內上部電極 38 之半徑為 100mm，外側上部電極 36 之內側半徑及外側半徑各為 101mm、141mm。主要之蝕刻條件則為下述般。

晶圓口徑 = 200mm

處理室內之壓力 = 15mTorr

溫度 (上部電極 / 處理室側壁 / 下部電極) = 60/50/20℃

傳熱氣體 (He 氣體) 供給壓力 (中心部 / 端部) =
15/25Torr

上部及下部電極間距離 = 50mm

製程氣體 (C_5F_8 / Ar / O_2) $\rightleftharpoons$ 流量 20/380/20sccm

高頻電力 (60MHz/2MHz) $\rightleftharpoons$ 2200W/1500W (C_{78} = 500pF、1000pF)，1800W (C_{78} = 120pF)

於第 6 圖 A 及第 6 圖 B 中，將可變電容器 78 之電容

99 (129)

C_{78} 選定成 120pF 之時，則是提高選定外側電場強度 E_0 和內側電場強度 E_i 之比率 E_i/E_0 的情形。此時，電極中心附近為最大，可以取得越向半徑方向外側越單調減少之電子密度，即是電漿密度之分布特性。此時，可欲想電漿之擴散率操過屬於主電漿生成部之外側上部電極 36 之正下方的電漿生成率，和屬於副電漿生成部之內側上部電極 38 之正下方的電漿生成率之差，自全方向聚集的中心部之電漿密度相對性比周圍還高。

另外，將電容 C_{78} 選定成 1000pF 之時，則為降低選定外側電場強度 E_0 和內側電場強度 E_i 之比率 E_i/E_0 的情形。此時，在半徑方向比晶圓內側還外側的位置（離中心 140mm 之位置附近）使電子密度予以極大化，則可在晶圓之內側（ 0 至 100mm ）取得均勻之電子密度分布。該可想像是因依據在內側上部電極 38 之正下方的電漿生成率之增大而增強對半徑方向外側之擴散。無論哪一個依據在適當範圍內精細可變調整可變電容器 78 之電容 C_{78} ，則可以自在且精細控制電子密度及電漿密度之空間分布特性。

再者，將高頻偏壓（ 2MHz ）供給至下部電極 16 之時（第 6 圖 A）是與不供給之情形（第 6 圖 B）相比，各位置之電子密度為某種程度增大，和分布類別幾乎不變。

若依據第 7 圖 A 及第 7 圖 B 之實驗資料時，以可變調整可變電容器 78 之電容 C_{78} ，則可取得對應於第 6 圖 A 及第 6 圖 B 之電子密度空間分布特性之類別之蝕刻速率空

間分布特性。即是，依據在適當範圍內精細可變調整可變電容器 78 之電容 C_{78} ，則亦可自在且精細地控制晶圓面內之蝕刻速率空間分布特性。

再者，該實施形態之電漿蝕刻裝置是在如上述般內側上部電極 36 之噴淋頭機構中，可以利用中心部和外圍部來可變調整氣體噴出流量之比率。依據該機能，亦可在底座一起執行蝕刻速率空間分布特性之控制。

（第 2 實施形態）

第 8 圖是表示本發明之第 2 實施形態所涉及之電漿裝置的剖面圖。於第 8 圖中，對於具有與第 1 實施形態之裝置（第 1 圖）中相同構成或機能之部分賦予相同符號。

第 2 實施形態中之特徵之一是用以將來自高頻電源 52 之高頻傳送至外側上部電極 36 之傳送路即是供電筒 50 使用鑄物的構成。該鑄物之材質是以導電性和加工性優良之金屬為最佳，例如鋁即可。鑄物之優點是成本低，可以比板材製品低 1/7 以下之成本。另外之優點則是一體化容易，且因可以降低 RF 接面，故可減少 RF 損失。

並且，即使以鑄物構成供電筒 50，亦不會降低高頻傳送效率。即是，如第 9 圖 A（鑄物）、第 9 圖 B（板）及第 10 圖 B（板）之實驗資料所示般，可確認出無論以板材或鑄物構成供電筒 50，蝕刻速率幾乎無差異。並且，第 9 圖 A 及第 9 圖 B 是表示矽氧化膜（ SiO_2 ）所涉及之蝕刻速率之空間分布特性，第 10 圖 A 及第 10 圖 B 是

99 1:29

表示光阻 (PR) 所涉及之蝕刻速率之空間分布特性。該驗證例之主要蝕刻條件如下記所示。

晶圓口徑 = 300 mm

處理室內之壓力 = 25 mTorr

溫度 (上部電極 / 處理室側壁 / 下部電極) = 60/60/20 °C

傳熱氣體 (He 氣體) 供給壓力 (中央部 / 端部) =
15/40 Torr

上部及下部電極間距離 = 45 mm

製程氣體 ($C_5F_8/Ar/O_2$) = 流量 30/750/50 sccm

高頻電力 (60 MHz/2 MHz) = 3300 W/3800 W

測定時間 = 120 秒

第 2 實施形態中之第 2 特徵是在供電筒 50 內在供電棒 76 周圍設置環狀之導體構件 100 的構成。導體構件 100 之主要任務是如以下所述，縮小供電棒 76 周圍之電感，並改善可變電容器 78 之外側 / 內側投入電力平衡調整機能之範圍。

該電漿處理裝置是如上述般，以改變可變電容器 78 之電容 C_{78} ，可以任意調節對外側上部電極 36 之投入電力 P_o 和對內側上部電極 38 之投入電力 P_i 的比率。一般而言，可變電容器 78 之電容 C_{78} 之可變調整是使用步進馬達等而步進性地被執行。該電容可變調整是必須避開如上述般之不能控制之共振區域 (第 5 圖是 $125\text{ pF} < C_{78} < 180\text{ pF}$ 之區域)。因此，上述第 1 實施形態中之實驗驗證例 (第 6 圖 A、第 6 圖 B、第 7 圖 A、第 7 圖 B) 主要是

使用比共振區域右側之安定區域（ $C_{78} \geq 180 \text{ pF}$ ）。但是，右側安定區域在提升內側投入電力 P_i 之比率則有界限，有電力損失較大之負面。此點從第 4 圖及第 5 圖可明顯得知，比共振區域左側之區域（ $C_{78} \leq 125 \text{ pF}$ ）在提升內側投入電力 P_i 之比率則較有利，有電力損失較少之優點。但是，比共振區域左側之區域因越提升內側投入電力 P_i 之比率，越接近於共振區域，故則有在第 11 圖之特性曲線 A 般之變化率（傾斜）之大特性曲線下非常難以執行靠近共振區域之微調整。

爲了解決此，在第 11 圖之特性曲線 B 所示般，如第 11 圖之特性曲線 B 所示般，在電容內側投入電力比率特性曲線中，縮小比共振區域左側之區域的變化率（傾斜）而變寬調整範圍則爲有效。然後，爲了取得第 11 圖之特性曲線 B 般之傾斜緩和之寬頻帶響應的特性曲線，以如下述般，縮小供電棒 76 周圍之電感 L_i 則爲有效。

第 12 圖是表示第 2 實施形態中之電漿生成用之高頻供電電路之等效電路的電路圖。供電棒 76 之電抗 ωL_i 因是取平常比電容器 78 之電抗 $1/\omega C_{78}$ 還大之絕對值，故內側波導路 J_i 之合成電抗 X 平常爲感應性，可以 $X = \omega L_a$ 。該外表上之電感 L_a 和電容 C_{40} 所形成之並列電路爲共振狀態之時，電感 L_a 之電納 $1/\omega L_a$ 和電容 C_{40} 之電納 ωC_{40} 相抵成爲零時，即是， $1/\omega L_a = \omega L_i - 1/\omega C_{78} = \omega C_{40}$ 成立之時。在此，越縮小 L_i 時，使上述共振條件成立之 C_{78} 之值則越大，在如第 11 圖之特性曲線 B 所示般之

99 / 29

靠近共振區域取得傾斜緩和之寬頻帶響應之特性曲線。並且，爲了簡單說明，第 12 圖之等效電路是省略外側波導路 J_0 之電感 L_0 。即使電感 L_0 進入該等效電路原理亦爲相同。

第 13 圖是表示該實施形態中之導體構件 100 之作用。當時間性變化之電流 I 流入供電棒 76 之時，在供電棒 76 周圍生成環狀之磁通 B ，並且，依據電磁感應在導體構件 100 之內部流動與磁通 B 鏈接之感應電流 I 。如此一來，依據感應電流 I 在導體構件 100 之內外生成環狀之磁通 b ，在導體構件 100 之內部僅磁通 b 之部分相抵磁通 B 。如此一來，在供電棒 76 周圍設置導體構件 100，則可以降低供電棒 76 周圍之實質磁通發生量而縮小電感 L_i 。

導體構件 100 之外觀構造雖然是以在周圍方向連續之單一環形狀爲最佳，但是，即使將多數導體構件並列在周圍方向而予以配置之構造亦可。再者，導體構件 100 之內部構造即使具有如第 13 圖所示般之環狀之空洞的中空體亦可，但是如第 8 圖所示之內部埋有塊體構造則可以取得較大的電感降低效果。導體材料 100 之容積越大越佳，較理想是以可填滿供電筒 50 內側之空間爲最佳。以實用性而言，是將包圍供電筒 50 和外側上部電極 36 之空間的 $1/10$ 至 $1/3$ 埋入在導體構件 100 爲佳。導體構件 100 之材質爲任意之導電材料即可，例如鋁之鑄物亦可。並且，導體構件 100 是以與附近之導體即是供電棒 76 或內側上部電極 38 等電性絕緣之狀態下被配置。

99年1月29日修正補充

第 14 圖是以實驗資料來表示該實施形態中之導體構件 100 之上述寬頻帶響應效果之驗證例。於第 14 圖中，特性曲線 B' 是以該實施形態之裝置構造所取得者，特性曲線 A' 是以無設置導體構件 100 之裝置構造所取得者。該些之特性曲線 A'、B' 各是對應於使第 11 圖之特性曲線 A、B 重複上下者。即是，該種平行平板型電漿裝置是越提升向上部電極 34 之中心部的投入電力（內側投入電力 P_i ）之比率，在承受器 16 側基板 W 附近之電漿密度則越高。依此，則有（與電漿密度成反比例）承受器 16 側之偏壓頻率之 V_{pp} 變低的關係。從該關係改變可變電容器 78 之步進值（與電容 C_{78} 之值成比例的控制量），寬頻帶響應以步進值所取得之 V_{pp} 之測定值而所取得之特性曲線 A'、B'（第 14 圖），是各對應於使第 11 圖之特性曲線 A、B 上下重複者。自第 14 圖之特性曲線 B' 可驗證，若依據該實施形態，依據在供電棒 76 周圍設置導體構件 100，對於藉由可變電容器 78 之外側/內側投入電力均衡調整，則可以在靠近共振區域將內側投入電力 P_i 之比率安定且精細地控制可達到高值。

第 2 實施形態中之第 3 特徵是關於被連接於內側上部電極 38 和接地電位之間的低通濾波器 92。如第 15 圖 A 所示般，該實施形態中之低通濾波器 92 是串聯連接可變電阻 93 和線圈 95，不流通電漿生成用之高頻（60MHz），而是流通偏壓用之高頻（2MHz）以下之交流頻率和直流而所構成。若依據低通濾波器 92，則可藉由可變調整

99.1 29

可變電阻器 93 之電阻值 R_{93} ，而調整內側上部電極 38 之直流電位或自己編壓電壓 V_{dc} 。

更詳細而言，是如第 16 圖所示般，越縮小電阻器 93 之電阻值 R_{93} ，電阻器 93 之電壓下降越小，負的直流電位 V_{dc} 則上昇（接近接地電位）。相反的，越增大電阻器 93 之電阻值 R_{93} ，電阻器 93 之電壓下降則變大，直流電位 V_{dc} 為下降。原本當直流電位 V_{dc} 過高時（通常當比 -150V 高時），電漿電位上昇，發生異常放電或架橋現象。另外，當直流電位過低時（通常比 -450 低時），對內側上部電極 38 之離子侵襲變強，電極之消耗更快。

若以另外觀點，如第 17 圖所示般，直流電位 V_{dc} 是在可以防止或抑制如上述般之異常放電及電極消耗中之任一者的適性範圍（-450V 至 -150），存在對應於該適性範圍之電阻值 R_{93} 之範圍（ R_a 至 R_b ）。因此，藉由自電阻器 93 側將電阻值 R_{93} 選定或調整於上述範圍（ R_a 至 R_b ）內，則可以將直流電位 V_{dc} 調整在上述（-450V 至 -150）。再者，依據供給於上部電極 34（外側上部電極 36 及內側上部電極 38）全體之高頻電力之值，而改變電阻值 R_{93} 之適性範圍（ R_a 至 R_b ）。以一例而言，對 3000W 之高頻功率，則取得下限電阻值 R_a = 約 $1M\Omega$ 之實驗結果。

再者，如第 15 圖 B 所示般，經由可變直流電源將內側上部電極 38 接於地面，依據電源電壓可直接控制直流電位 V_{dc} 。可變直流電源 97 是以雙極電源所構成為最佳。

99年1月29日修正補充

第 2 實施形態中之第 4 特徵是在上部電極 34 中，使外側上部電極 36 之下面突出於比內側上部電極 38 之下面還下方即是承受器 16 的構成。第 18 圖是表示第 2 實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之重要部位的縱剖面圖。於該例中，將外側上部電極 36 當作由上側之第 1 電極構件 36A 和下側之第 2 電極構件 36B 所構成之上下分割構造。本體之第 1 電極構件 36A 是由例如被施予防蝕鋁處理之鋁所構成，並被連接於供電筒 50。交換零件之第 2 電極構件 36B 是由矽所構成，在僅有特定值 H 突出比內側上部電極 38 之下方的狀態下，藉由螺栓可拆裝地密著於第 1 電極構件 36A 而予以固定。於兩電極構件 36A、36B 之間，當作用以提高熱電導之構件 102，是設置有矽橡膠薄板等。再者，以鐵氟龍（商品名）塗層兩電極構件 36A、36B 之接觸面，也可降低熱電阻。

外側上部電極 36 之突出部 36B 之突出量 H 及內徑（直徑） ϕ 是依據外側上部電極 36 或上部電極 34 特定供給於電漿生成空間之電場強度或方向等，進而左右電漿密度之空間分布特性之重要的因素。

第 19 圖 A 至第 19 圖 E 是表示將突出部 36B 之突出量 H 及內徑（直徑） ϕ 當作參數的電子密度空間分布特性之一例（實驗資料）。於該實驗中亦使用電漿吸收探針（PAP）測定半徑方向之各位置的電子密度。但是將半導體晶圓之口徑設為 300mm。主要參數 ϕ 、 H 在第 19 圖 A 之實驗例中是被設定為 $\phi = 329\text{mm}$ 、 $H = 15\text{mm}$ ，於第 19

99年1月29日修正
補充

圖 B 之實驗例中是被設定為 $\phi = 329\text{mm}$ 、 $H = 20\text{mm}$ ，於第 19 圖 C 之實驗例中是被設定為 $\phi = 339\text{mm}$ 、 $H = 20\text{mm}$ ，於第 19 圖 D 之實驗例中是被設定為 $\phi = 349\text{mm}$ 、 $H = 20\text{mm}$ ，於第 19 圖 D 之實驗例中是被設定為 $\phi = 349\text{mm}$ 、 $H = 20\text{mm}$ 。再者，當作副次性之參數，是將內側投入電力 P_i 和外側投入電力 P_o 之比率 P_i/P_o (RF 功率比) 選定成 (30/70)、(27/73)、(20/80)、(14/86) 之 4 種類。

於第 19 圖 A 至第 19 圖 E 之實驗資料中，電子密度急劇落下之回折點 F 是越增大外側上部電極 36 中之突出部 36B 之內徑 (直徑) ϕ ，越向半徑方向移動，並且越增大突出部 36B 之突出量越上昇。理想之特性是回折點 F 位於晶圓端位置 (150mm 位置) 之正上方，並且在高位置上維持與中心部之平坦關係的分布特性。該點是第 19 圖 D 之特性 ($\phi = 349\text{mm}$ 、 $H=20\text{mm}$)，尤其將 RF 功率比 P_i/P_o 選定成 30/70 之時的特性為最接近理想值。

第 20A 是表示將 ϕ 、 H 當作二次元參數之電子密度空間分布之整體均勻性 U_T 及邊緣均勻性 U_E 之特性。在此，整體均勻性 U_T 是如第 20 圖 B 所示般，自晶圓中心位置 (R_0) 到晶圓邊緣位置 (R_{150}) 為止之半徑方向全區域間之面內均勻性。

如第 2 圖 A 之特性所示般，突出部 36 之突出量 H 是極大地左右整體均勻性 U_T ，並對邊緣均勻性 U_E 亦具有大影響力。另外，突出部 36B 之內徑 (直徑) ϕ 是對邊緣均

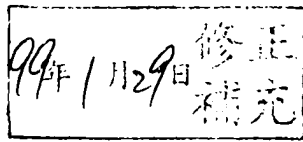
修正
補充
99年1月29日

勻性 U_E 發揮作用，但是幾乎不對整體均勻性 T 發生影響。總之，突出部 36B 之突出量 H 是以 25mm 以下為最佳，尤其以設定在 20mm 附近為最佳。再者，突出部 36B 之內徑（直徑） ϕ 是以設定在 348mm 至 360mm 範圍內為佳，尤其設定在 349mm 附近為最佳。並且， $\phi = 348\text{mm}$ 至 360mm 是意味著突出部 36B 被配置在比晶圓邊緣還離開於半徑外側方向 24mm 至 30mm 的位置上。

重要的是外側上部電極 36 之突出部 36B 是發揮依據對電漿生成空間，供予自周邊側朝向半徑方向之電場，而封閉電漿之作用。依此，可以說突出部 36B 為了達到電漿密度空間分布特性之均勻性，必須位於比晶圓之邊緣還靠半徑方向為佳。另外，突出部 36B 之半徑方向之寬並不重要，即使選擇任意寬度亦可。

（第 3 實施形態）

第 21 圖是表示本發明之第 3 實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之重要部位的縱剖面圖。特徵以外之部分即使與上述第 2 實施形態相同亦可。第 3 實施形態之特徵是在上述第 2 實施形態中之外側上部電極 36 之突出部 36B 周圍設置密封材料 104 的構成。密封構件 104 是由表面被施予防蝕鋁處理之鋁板所構成，物理性且電性結合於處理容器 10 之側壁。密封材料 104 是從容器側壁幾乎水平地延伸於外側上部電極 36B 之下方，以非接觸或絕緣狀態覆蓋突出部 36B 及環形遮蔽構件 42 之下面。外側上部電極 36 之



第 2 電極構件 36B 是被構成剖面 L 形，外圍部分延伸於垂直下方而形成突出部。該突出部之突出量 H 及內徑 ϕ 是可以利用與上述第 2 實施形態相同之數值條件而予以設定。

密封構件 104 之機能是遮蔽或封印來自外側上部電極 36 之突出部 36B 之下面及環形遮蔽構件 42 之下面的高頻放電，抑制該正下方的電漿生成。依此，可以更提高一次性地將電漿封閉於晶圓正上方的效果。

第 22 圖 A（密封構件）及第 22 圖 B（無密封構件）是表示依據密封構件 104 的電漿密封效果之實驗資料。於不設置密封構件 104 之時，則如第 22 圖 B 所示般，在半徑方向中，電漿電子密度在晶圓邊緣位置（150mm）之外側暫且落下後再次上昇而形成山部。該是因外側上部電極 36 之突出部 36B 之下面及環形遮蔽構件 42 之下面垂直向下釋放高頻電力，即使在該正下方亦生成電漿，存在電子或離子之故。如此一來，依據在比晶圓邊緣位置還要離開半徑方向外側之空間內，存在相當量之電漿，僅該部分可使晶圓正上方之電漿密度變低。

對此，如該實施形態般，於設置密封構件之時，如第 22A 所示般，電子密度（電漿密度）是在晶圓邊緣位置（150mm）之外側上，朝向半徑方向外側實質性地單調減少，相反的在晶圓正上方則是全體性地增大。該是，依據密封構件 104 之存在，外側上部電極 36 之突出部 36B 之下面及環形遮蔽構件 42 之下面成為不是高頻之通路，因該

99年1月29日修正補充

正下方之電漿生成大幅度減少之故。再者，越增大高頻電源 52 之 RF 功率，依據密封構件 104 之電漿封閉效果或電漿擴散防止效果也變大。

並且，以二次效果而言，依據如此之密封構件 104 在晶圓邊緣位置之外側大幅地減弱電漿生成，則在該附近的自由基或離子等之蝕刻種也減少。因此，可以有效果地防止不寄望之聚合膜附著於容器內之各部（尤其，在密封構件 104 附近）。

例如，以往 Low-k 膜（低介電率層間絕緣膜）之蝕刻加工是於電漿蝕刻之後，在相同處理室內使用 O_2 氣體而執行灰化（除去光阻膜），此時，在先前之電漿蝕刻中，容器內以聚合物之形態所附著之反應種（例如，CF、F 等）因電漿中之活性氧原子被引誘，並將 Low-k 膜之通孔削成使彎曲形狀，而侵入膜內致使發生改變 k 值等之損傷（Low-k 損傷）。但是，若依據該實施形態，因已密封構件 104 則可有效果地抑制電漿蝕刻中之反應種不寄望之堆疊，故亦可解決如上述般之 Low-k 損傷之問題。並且，密封構件 104 是可將任意之導電材或半導體（例如，矽）當作材質，即使組合不同材質而構成亦可。

第 21 圖是表示在上部電極 34（36、38）設置冷煤通路 106、108 之構成。在冷煤通路 106、108 上各經由配管 110、112 被循環供給藉由致冷裝置（無圖示）而被調溫之冷卻媒體。在外側上部電極 36 是在第 1 電極構件 36A 上設置冷煤通路 106。第 2 電極構件 36B 是依據提高熱電

99/11/29

導之塗敷層或薄板 102 而結合於第 1 電極構件 36A，故可以有效地接受冷卻機構之冷卻。

並且，於使高頻電源 52、90 成為關閉之期間，各電極也被供給冷煤。以往在該種電漿處理裝置中，是使例如氟系不活性化學液等之絕緣性冷煤。此時，冷煤流至冷煤通路之時，依據因由摩擦而發生靜電，導致電極異常成為高電壓狀態，在高頻電源關閉中的維修等時，當手去觸碰時有可能發生觸電之危險性。但是，在該實施形態之電漿處理裝置中，通過低通濾波器 92（參照第 8 圖）內之電阻器 93，可使發生於內側上部電極 38 之靜電逃散至地面，可以防止觸電之危險性。

（第 4 實施形態）

使用上述第 3 實施形態中之電漿蝕刻裝置（第 8 圖、第 21 圖），並執行在矽氧化膜（ SiO_2 ）上形成開口徑（ ϕ ） $0.22\mu\text{m}$ 之孔的蝕刻實驗。於該實驗中，使對外側上部電極 36 及內側上部電極 38 之 RF 電力之投入比率（ P_i/P_0 ）成為參數而評估蝕刻特性（尤其蝕刻速率）。其他之蝕刻條件則如下述，第 23 圖至第 25 圖是表示實驗結果之資料。

晶圓口徑 = 300mm

處理室內之壓力 = 20mTorr

溫度（上部電極 / 處理室側壁 / 下部電極）= $20/60/60^\circ\text{C}$

傳熱氣體（He 氣體）供給壓力（中央部 / 邊緣部）

89年1月29日修正補充

=20/35 Torr

上部及下部電極間距離 = 45 mm

外側上部電極之突出量 (H) = 15 mm

製程氣體 ($C_5F_8/CH_2F_2/N_2/Ar/O_2$) = 10/20/110/560/
10 sccm

高頻電力 (60 MHz/2 MHz) = 2300/3500 W

蝕刻時間 = 120 秒

如第 23 圖所示般，當使內側投入電力 P_i 之比率提升至 14%、18%、30% 之時，電子密度即是電漿密度在晶圓中心部附近是與 P_i 之比率成比例地提高，另外在晶圓邊緣部份則幾乎不改變。根據此，利用可變 RF 電力之投入比率 (P_i/P_0)，則可以控制半徑方向中之電漿密度之空間分布特性。

第 24 圖是表示在半徑方向之各位置上測定以與自由基密度有比例關係之反應生成物或反應種所形成之聚合膜之堆疊速度的結果。該實驗是用以觀看於改變 RF 電力之投入比率 (P_i/P_0) 時，自由基密度所受到之影響。並且，使聚合膜堆疊之樣品基板則使用裸矽晶圓。自第 24 圖之實驗資料可確認出即使改變 RF 電力之投入比率 (P_i/P_0)，對聚合膜之堆疊速度即是自由基密度之空間分布特性之影響是非常少。

第 25 圖是表示在上述 SiO_2 中，於晶圓上之半徑方向之各位置上所測定出之蝕刻深度。如第 25 圖所示般，當將內側電力 P_i 之比率提升至 14%、18%、30% 之時，蝕刻

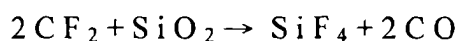
99.1.29

深度在晶圓中心部附近是與內側投入電力 P_i 之比率成比例地提高，另外在晶圓邊緣部份則幾乎不改變。即是，表示與電子密度（第 24 圖）相同之傾向。

如此一來，從第 23 圖至第 25 圖可確認出下述。即是，改變對外側上部電極 36 及內側上部電極 38 之 RF 電力的投入比率（ P_i/P_0 ），實質上對自由基密度之空間分布特性不會造成影響，即是自自由基密度之空間分布控制獨立，可以控制半徑方向之電漿密度之空間分布。因此，依據改變 RF 電力之投入比率（ P_i/P_0 ），可以改善蝕刻深度即是蝕刻速率之均勻性。並且，即使使用上述第 1 或第 2 實施形態中之電漿蝕刻裝置（第 1 圖、第 8 圖、第 18 圖），亦可以取得與上述相同之實驗結果。

（第 5 實施形態）

使用上述第 3 實施形態之電漿蝕刻裝置（第 8 圖、第 21 圖），以 CF 系之處理氣體執行蝕刻矽氧化膜（ SiO_2 ）的模擬。於該模擬中，使藉由中心噴淋頭（62、56a）所噴射的處理氣體之流量 F_C 和周邊噴淋頭（64、56a）所噴射之處理氣體之流量 F_E 的比率（ F_C/F_E ）成為參數，評估各自由基或各反應生成物之分布。該模擬是當作在晶圓表面不引起反應，也不發生反應生成物或反應種之吸著，假設在覆蓋 SiO_2 膜上引起下述之反應者。



其他之主要蝕刻條件則如下述般，第 26 圖至第 30 圖

99年1月29日修正
補充

是表示針對各自由基或各反應生成物的模擬結果。第 31 圖是表示依據自主蝕刻氣體 (C_4F_8) 之分子階段性解離而所生成之自由基的種類和發生率 (括弧內 % 數字)。

晶圓口徑 = 200 mm

處理室內之壓力 = 50 mTorr

溫度 (上部電極 / 處理室側壁 / 下部電極) = 20/60/60 °C

傳熱氣體 (He 氣體) 供給壓力 (中央部 / 邊緣部)

= 10/35 Torr

上部及下部電極間距離 = 30 mm

外側上部電極之突出量 (H) = 15 mm

製程氣體 ($C_4F_8/N_2/Ar$) = 5/120/1000 sccm

高頻電力 (60 MHz/2 MHz) = 1200/1700 W

如第 26 圖所示般，屬於主要反應種之 CF_2 之密度分布特性，是極大地左右中心 / 周邊氣體流量比率 (F_C/F_E)。即是，越提高中心氣體流量 F_C 之比率，晶圓中心部附近之 CF_2 密度則越高，另外，晶圓邊緣部附近之 CF_2 密度幾乎無變化。如第 28 圖所示般，表示著 CO 自由基之密度分布對於中心 / 周邊氣體流量比率 (F_C/F_E) 也是相同之變化。原本如第 27 圖所示般，Ar 基之密度分布特性對中心 / 周邊氣體流量比率 (F_C/F_E) 幾乎無變化。

當針對反應生成物觀看時，則如第 29 圖及第 30 圖所示般， SiF_4 密度及 CO 密度中之任一者是被中心 / 周邊氣體流量比率 (F_C/F_E) 極大左右。更詳細而言，即是越下降中心氣體流量 F_C 之比率，晶圓中心部附近之 SiF_4 、CO

99.1.29

之密度則越高，另外，在晶圓邊緣部附近則幾乎無改變。即使使中心氣體流量 F_C 和周邊氣體流量 F_E 成為相同，晶圓中心部附近亦比晶圓邊緣部附近高。如此，在中心部側容易積存反應生成物，是因為以來自上方之新鮮氣體流將反應生成物頂側方推壓的作用也比周邊部弱之故。

當在晶圓上反應生成物不均勻分布之時，不僅影響各位置之處理氣體供給率或化學反應之均勻性，蝕刻形狀或選擇性等也直接受到影響。該實施形態是如第 29 圖及第 30 圖所示般，以將中心氣體流量 F_C 設定成比周邊氣體流量 F_E 多（圖示之例中為 $F_C/F_E = 70/30$ 附近），可以使反應生成物之空間密度分布均勻化。並且，即使使用上述第 1 或第 2 實施形態之電漿蝕刻裝置（第 1 圖、第 8 圖、第 18 圖），亦可取得與上述相同之模擬結果。

（第 6 實施形態）

使用上述第 3 實施形態之電漿蝕刻裝置（第 8 圖、第 21 圖），執行蝕刻 BARC（反射防止膜）之實驗。於該實驗中，將中心/周邊氣體流量比率（ F_C/F_E ）成為參數而評估蝕刻形狀和選擇性。第 32 圖 A 是表示評估樣品。將掩模開口徑（ ϕ ）設為 $0.12\mu\text{m}$ ，將光阻之膜厚設為 350nm ，將 BARC 之膜厚設為 80nm ，將 SiO_2 之膜厚設為 700nm 。選擇性之評估項目是測定「氧化膜損耗」和「光阻殘量」，作為測定蝕刻形狀或尺寸精度之評估項目，是測定「底部 CD」。第 32 圖 B 是表示設定 $F_C/F_E = 50/50$ 時之各

評估項目之測定值，第 32 圖 C 是表示設定 $F_C/F_E = 70/30$ 時之各評估項目之測定值。測定點之「中央」為晶圓之中心點位置，「邊緣」則是從晶圓之缺口端朝向中心點 5nm 之位置。主要條件則如下述般。

晶圓口徑 = 300mm

處理室內之壓力 = 150mTorr

傳熱氣體 (He 氣體) 供給壓力 (中央部/邊緣部)
= 10/25 Torr

上部及下部電極間距離 = 30mm

外側上部電極之突出量 (H) = 15mm

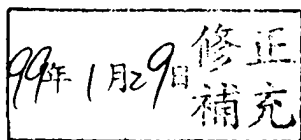
製程氣體 (CF_4) = 200sccm

高頻電力 (60MHz/2MHz) = 500/600W

蝕刻時間 = 30 秒

於該 BARC 蝕刻之評估項目中，「氧化膜損耗」是當作 BARC 蝕刻之延長而削去基底膜之 SiO_2 的深度。該值雖然是越小越佳，但是該以上則以在晶圓上之偏差（尤其中央和邊緣間之偏差）越小越佳。「光阻殘量」為蝕刻完成後所殘留之光阻厚度。該值是越大越佳，也是偏差為越小越佳。「底部 CD」是形成於 BARC 之孔之底部的直徑。該值則以越靠近掩模徑 ϕ 越佳，但依然偏差越小越佳。

如第 32 圖 B 所示般，將中心氣體流量 F_C 和周邊氣體流量 F_E 設定成同量 (5:5) 之時，在所有之評估項目中，中央和邊緣間之偏差為大，尤其「光阻殘量」之偏差大。對此，將中心氣體流量 F_C 設定成比周邊氣體流量 F_E 多



(7:3) 之時，如第 32C 所示般，所有之評估項目為良好之值均勻安定，顯著改善選擇性及蝕刻形狀。

如此，若依據該實施形態，在處理容器 10 內，尤其被設定在上部電極 34 和下部電極 16 之間的電漿生成空間中，調整藉由被設置在上部電極 34 之內側上部電極 38 之中心噴淋頭 (62、56a) 所噴射之處理氣體之流量 F_C ，和藉由周邊噴淋頭 (64、56a) 所噴射之處理氣體之流量 F_E 的比率 (F_C/F_E)。依此，可以控制自由基密度之空間分布，達成基底座之蝕刻特性 (選擇性、蝕刻形狀等) 之均勻化。並且，即使使用上述第 1 或第 2 實施形態之電漿蝕刻裝置 (第 1 圖、第 8 圖、第 18)，亦可取得與上述相同之測定結果。

(第 7 實施形態)

使用第 3 實施形態之電漿蝕刻裝置 (第 8 圖、第 21 圖)，執行蝕刻 SiO_2 膜之實驗。於該實驗中，將中心/周邊氣體流量比率 (F_C/F_E) 成為參數而評估蝕刻形狀。第 33 圖 A 是表示評估樣品。將掩模開口徑 (ϕ) 設為 $0.22\mu\text{m}$ ，將光阻之膜厚設為 500nm ，將 BARC 之膜厚設為 100nm ，將 SiO_2 之膜厚設為 $1\mu\text{m}$ 。作為蝕刻之評估項目，是測定「蝕刻深度」、「頂部 CD」、「底部 CD」。第 33 圖 B 是表示設定 $F_C/F_E = 50/50$ 時之各評估項目之測定值，第 32 圖 C 是表示設定 $F_C/F_E = 10/90$ 時之各評估項目之測定值。主要條件則如下述般。

99年1月29日修正補充

晶圓口徑 = 300mm

處理室內之壓力 = 20mTorr

溫度(上部電極/處理室側壁/下部電極) = 20/60/60℃

傳熱氣體 (He 氣體) 供給壓力 (中央部/邊緣部)
= 20/35Torr

上部及下部電極間距離 = 40mm

外側上部電極之突出量 (H) = 15mm

製程氣體 ($C_5F_8/CH_2F_2/N_2/Ar/O_2$) = 10/20/110/560/
10sccm

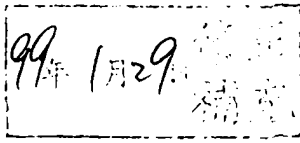
高頻電力 (60MHz/2MHz) = 2300/3500W

RF 功率比 (內側投入電力 P_i /外側投入電力 P_0) = 30
: 70

蝕刻時間 = 120 秒

該 SiO_2 蝕刻之評估項目中，「蝕刻深度」是在蝕刻時間 (120 秒) 之間形成在 SiO_2 之孔的上端及下端 (底) 之直徑，兩者之值越接近垂直形狀性 (異方向) 則越佳。當然，任一者評估項目也是在「中央」和「邊緣」之間偏差越小越佳。

如第 33 圖 B 所示般，當將中心氣體流量 F_c 和周邊氣體流量 F_E 設定成同量 (5:5) 之時，不僅有「蝕刻深度」之偏差，在各位置上底部 CD/頂部 CD 比為小，錐形化之傾向為大。對此，將中心氣體流量 F_c 設定成比周邊氣體流量 F_E 少 (1:9) 之時，則如第 33C 所示般，「蝕刻深度」即是蝕刻速度均勻化，同時也達成提升垂直形狀化和均



勻化。

如此，即使於該實施形態中，以調整內側氣體流量 F_C 和外側氣體流量 F_E 之比率 (F_C/F_E)，則可以控制自由基密度之空間分布，並達成底座之蝕刻特性（尤其蝕刻形狀）之均勻化。並且，即使使用上述第 1 或第 2 實施形態中之電漿蝕刻裝置（第 1 圖、第 8 圖、第 18 圖），亦可取得與上述相同之測定結果。

若依據以上所述之實施形態，在被設定於處理容器 10 內之電漿生成空間中，可獨立執行密度分布之控制和自由基密度分布之控制，依此，例如第 34 圖之圖表所示可以以 2 系統之獨立控制合適地對應於多種多用之電漿處理之應用。

以上所述之實施形態是可根據本發明之技術思想做各種變形。例如，亦可為經由整合器 44 或供電筒 50 等將來自第 1 高頻電源 52 之高頻僅供給至外側上部電極 36，不供給至內側上部電極 38 之構成。此時，內側上部電極 38 也當作噴淋頭而發揮機能，可當作用以使來自第 2 高頻電源 90 之高頻流至第面之電極而發揮機能。或是，亦可將內側上部電極 38 置換成不具有電極機能之專用噴淋頭。再者，於上述實施形態中，雖然以 1 個或單體之環狀電極構成外側上部電極 36，但是全體亦可以配置成環狀之多數電極而予以構成。再者，亦可採用外側上部電極 36 之內徑為非常小之構成，外側上部電極 36 形成為圓盤形狀之構成。再者，依據應用，可以省下第 2 高頻電源 90。

99年1月9日修正補充

本發明是可適用於濺射等之各種電漿處理。再者，本發明中之被處理基板並不限於半導體晶圓，即使為平板面板顯示器用之各種基板、光掩模、CD基板、印刷基板等亦可。

【圖式簡單說明】

第1圖是表示本發明之第1實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之縱剖面圖。

第2圖是表示第1圖所示之電漿蝕刻裝置之重要部位的擴大剖面圖。

第3圖是表示第1實施形態中之電漿生成手段之重要部位之等效電路之電路圖。

第4圖是表示第1實施形態中之電場強度均衡調整機能之電場強度（相對值）分佈特性的圖式。

第5圖是表示第1實施形態中之電場強度均衡調整機能之電場強度比率特性之圖式。

第6圖A、B是表示第1實施形態中之電子密度之空間分布特性圖。

第7圖A、B是表示第1實施形態中之蝕刻速率之空間分布特性圖。

第8圖是表示本發明之第2實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之剖面圖。

第9圖A、B圖是表示第2實施形態中之蝕刻速率之空間分布特性圖。

99.1.29

第 10 圖 A、B 是表示第 2 實施形態中之蝕刻速率之空間分布特性圖。

第 11 圖是表示第 2 實施形態中之可變電容器內側投入電力特性圖。

第 12 圖是表示第 2 實施形態中之電漿生成用之高頻供電電路之等效電路的電路圖。

第 13 圖是表示在第 2 實施形態中，被設置在上部供電棒周圍之導體構件之作用的圖式。

第 14 圖是表示在第 2 實施形態中所取得之可變電容 - 下部自己偏壓電壓特性圖。

第 15A、B 是表示第 2 實施形態中之低通濾波器之電路構成圖。

第 16 圖是表示第 2 實施形態中之低通濾波器內之電阻作用圖。

第 17 圖是表示第 2 實施形態中之低通濾波器內之電阻值之最適合範圍的圖式。

第 18 圖是表示第 2 實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之重要部位之縱剖面圖。

第 19 圖 A 至 E 是表示將第 2 實施形態中之上部電極突出部之內徑及突出量當作參數之電子密度空間分布特性圖。

第 20 圖 A 及第 20 圖 B 是表示將第 2 實施形態中之上部電極突出部之內徑及突出量當作二次元參數之電子密度均勻性之特性區線圖。

第 21 圖是表示本發明之第 3 實施形態所涉及之電漿蝕刻裝置之重要部位的縱剖面圖。

第 22 圖 A 及第 22 圖 B 是表示用以證實第 3 實施形態中之密封構件之作用的電子密度之空間分布特性圖。

第 23 圖是表示將本發明之第 4 實施形態中之內側/外側投入功率比當作參數的電子密度之空間分布特性的圖式。

第 24 圖是表示將第 4 實施形態中之內側/外側投入功率比當作參數之聚合膜堆疊速度之空間分布特性的圖式。

第 25 圖是表示將第 4 實施形態中之內側/外側投入功率比當作參數之蝕刻深度之空間分布特性的圖式。

第 26 圖是表示將本發明之第 5 實施形態中之中心/周邊氣體流量比當作參數之 CF_2 基密度之空間分布特性的圖式。

第 27 圖是表示將第 5 實施形態中之中心/周邊氣體流量比當作參數之 Ar 基密度之空間分布特性的圖式。

第 28 圖是表示將第 5 實施形態中之中心/周邊氣體流量比當作參數之 N_2 基密度之空間分布特性的圖式。

第 29 圖是表示將本發明之第 5 實施形態中之中心/周邊氣體流量比當作參數之 SiF_4 反應生成物之空間分布特性的圖式。

第 30 圖是表示將第 5 實施形態中之中心/周邊氣體流量比當作參數之 CO 反應生成物之空間分布特性的圖式。

第 31 圖是表示第 5 實施形態之模擬中的自由基生成

99.1.29.

(解 離) 之 結 構 圖 。

第 32 圖 A 至 C 是表示本發明之第 6 實施形態中之 BARC 蝕刻之評估模型及測定資料的圖式。

第 33 圖 A 至 C 是表示本發明之第 7 實施形態中之 SiO_2 蝕刻之評估模型及測定資料之圖式。

第 34 圖是以地圖形式表示電漿密度分布及自由基密度分布之 2 系統獨立控制之適用例圖。

【 符 號 說 明 】

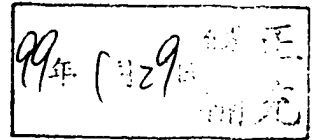
- 10 處理室
- 10a 接地導體
- 12 絕緣板
- 14 承受器支撐台
- 16 承受器
- 18 靜電夾具
- 20 電極
- 22 直流電源
- 24 聚焦環
- 26 內壁構件
- 28 冷煤室
- 30a 配管
- 30b 配管
- 32 氣體供給線
- 34 上部電極

99年1月29日 修正
補充

- 36 外側上部電極
- 38 內側上部電極
- 40 介電體
- 42 絕緣性遮蔽構件
- 44 整合器
- 46 上部供電棒
- 48 連接器
- 50 供電筒
- 52 第1高頻電源
- 54 絕緣構件
- 56 電極板
- 56a 氣體通氣孔
- 58 電極支撐體
- 60 環狀隔板構件
- 62 中心氣體導入室
- 64 周邊氣體導入室
- 66 處理氣體供給源
- 68 氣體供給管
- 68a 分歧管
- 68b 分歧管
- 70a 流量控制閥
- 70b 流量控制閥
- 72 質量流控制器 (MFC)
- 74 開關閥

99 1:29

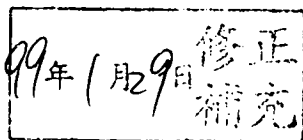
- 76 下部供電筒
- 78 可變電容器
- 80 排氣口
- 82 排氣管
- 84 排氣裝置
- 86 閘閥
- 88 整合器
- 90 第 2 高頻電源
- 92 低通濾波器 (LPF)
- 93 電阻器
- 94 高通濾波器 (HPF)
- 95 線圈
- 97 可變直流電源
- 100 導體構件
- 104 密封構件
- 106 冷煤通路
- 108 冷煤通路
- 110 配管
- 112 配管



伍、中文發明摘要

發明之名稱：電漿處理裝置及方法以及電漿處理裝置
之電極板

電漿處理裝置是包含可設定成具有真空環境的處理容器（10）。以與被配置在處理容器（10）內之被處理基板（W）相向之方式環狀配置第1上部電極（36）。在第1上部電極（36）之半徑方向內側上與此電性絕緣之狀態下配置第2上部電極（38）。第1供電部（50）是以第1電力值將來自第1高頻波電源（52）之第1高頻供給於第1上部電極（36）。自上述第1供電部（50）所分歧之第2供電部（76），是以比上述第1電力值還小之第2電力值將來自第1高頻電源之第1高頻供給至第2上部電極（38）。



陸、英文發明摘要

發明之名稱：

99年1月29日修正
補充

拾、申請專利範圍

1.一種電漿處理裝置，其特徵為：具備有

可設定成具有真空環境的處理容器；

被環狀地配置成與在上述處理容器內被設置在特定位置上之被處理基板相向的第1上部電極；

在上述第1上部電極之半徑方向內側上，以與此電性絕緣之狀態而被配置的第2上部電極；

供給處理氣體至上述處理容器內的處理氣體供給部；

輸出第1高頻的第1高頻電源；和

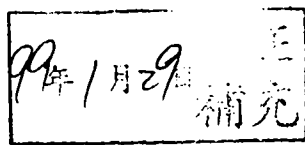
以第1電力值將來自上述第1高頻電源的上述第1高頻供給於上述第1上部電極的第1供電部；

自上述第1供電部分歧來自上述第1高頻電源的第1高頻，以比上述第1電力值還小之第2電力值供給至上述第2上部電極的第2供電部，

上述第1上部電極在較上述基板之外周端更朝徑向外側上具有突出比上述第2上部電極之下面更下方的突出部，

並且，具有被配置在上述處理容器之內壁和上述第1上部電極之間的絕緣性構件，和用以防止上述第1高頻從上述突出部及上述絕緣性構件被供給至電漿處理空間的覆蓋上述突出部和上述絕緣性構件之密封構件。

2.如申請專利範圍第1項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第1上部電極是由低電阻之導電體或半導體所構成。



3.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，在與上述基板相向之面上，上述第 1 上部電極具有上述第 2 上部電極的約 $1/4$ 倍至約 1 倍的平面積。

4.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 1 上部電極是具備有連接於上述第 1 供電部之第 1 電極構件，和以和上述基板相向之方式，被安裝成可在上述第 1 電極構件之下面拆裝的第 2 電極構件。

5.如申請專利範圍第 4 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 1 電極構件是具有用以流通冷煤的冷煤通路。

6.如申請專利範圍第 4 項所記載之電漿處理裝置，其中，又具備有被配置在上述第 1 電極構件和上述第 2 電極構件之間，用以降低熱電阻的膜或薄板。

7.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，自上述第 2 供電部所分歧之處到上述第 1 上部電極為止之區間的上述第 1 供電部之電感，是被設定成比上述第 2 供電部之電感小。

8.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 1 供電部是具備有在周圍方向連續性被連接在上述第 1 上部電極的第 1 筒狀導電構件。

9.如申請專利範圍第 8 項所記載之電漿處理裝置，其中，又具備有被配置在上述第 1 筒狀導電構件之半徑方向外側，且被連接於接地電位的第 2 筒狀導電構件。

10.如申請專利範圍第 9 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 2 筒狀導電構件之半徑對上述第 1 筒狀導電

修正
補充
99年1月9日

構件之半徑之比的徑比，是被設定在 1.2 至 2.0 之範圍內。

11.如申請專利範圍第 10 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述徑比是被設定在 1.5 至 1.7 之範圍內。

12.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 1 上部電極是以 1 個環形電極所構成。

13.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 2 供電部是具備可變電容器。

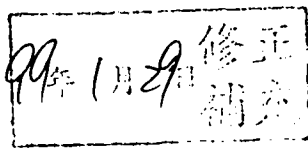
14.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，爲了使上述第 1 高頻電源之輸出阻抗與負荷阻抗予以整合，又具備有被連接於上述第 1 高頻電源之輸出端子的第 1 整合器，負荷阻抗對從上述第 1 整合器之輸出端子看到的上述第 1 高頻電源的電抗爲電容性。

15.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，又具備有被配置在上述第 1 上部電極和上述第 2 上部電極之間之間隙的介電體。

16.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，在上述第 2 供電部之周圍上配置有導體構件。

17.如申請專利範圍第 16 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述導體構件是被配置成用以縮小上述第 2 供電部之電感的感應電流流動至此。

18.如申請專利範圍第 17 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述導體構件在上述第 2 供電部之周圍，形成與依據流通上述第 2 供電部之電流而所生成之磁通鏈接的閉合



電路。

19.如申請專利範圍第 18 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述導體構件是環狀地被配置成包圍上述第 2 供電部之周圍。

20.如申請專利範圍第 19 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述導體構件是由 1 個環形導體所構成。

21.如申請專利範圍第 8 項所記載之電漿處理裝置，其中，又具備埋入以上述第 1 筒狀導電構件和上述第 1 上部電極所包圍之空間之 $1/10$ 至 $1/3$ 的導體構件。

22.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，相對於上述第 2 上部電極之下面，朝向上述突出部之下方的突出量是被設定於 25mm 以下。

23.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述突出部之內徑部分是被配置在比上述基板之外圍端還向半徑方向外側離開 24mm 至 30mm 的位置上。

24.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述密封構件是由導體或半導體所構成。

25.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述密封構件是從上述第 1 上部電極之下方延伸至上述處理容器之內壁。

26.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述密封構件是從上述第 1 上部電極被電性分離，並且電性連接於被接地的上述處理容器。

27.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，

99年1月29日修正補充

其中，在上述第 2 上部電極之上方配置氣體導入室，在上述第 2 上部電極上形成有用以從上述氣體導入室朝向上述基板噴出上述處理氣體的多數氣體噴出孔。

28.如申請專利範圍第 27 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述氣體導入室是藉由環狀之隔板構件被分割成內側之中心氣體室和外側之外圍氣體室，上述處理氣體是以特定之流量比被導入至上述中心氣體室和上述外圍氣體室。

29.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 2 上部電極是經由通過直流之第 1 低通濾波器而被電性連接於接地電位。

30.如申請專利範圍第 29 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 1 低通濾波器是具有用以調節生成於上述第 2 上部電極之直流電位的電阻。

31.如申請專利範圍第 30 項所記載之裝置，其中，上述電阻是包含可變電阻器。

32.如申請專利範圍第 31 項所記載之電漿處理裝置，其中，上述可變電阻器之電阻值是因應上述第 1 及第 2 之電力值而可以調整。

33.如申請專利範圍第 1 項至第 32 項中任一項所記載之電漿處理裝置，其中，上述第 2 上部電極是經由可變直流電源而被電性連接於接地電位。

34.如申請專利範圍第 1 項所記載之電漿處理裝置，其中，又具備有爲了在上述處理容器內載置上述基板，與

99.10.29.修

上述第 1 及第 2 上部電極相向而被配置的下部電極；和供給頻率比上述第 1 高頻頻率還低之第 2 高頻至上述下部電極的第 2 高頻電源，

上述第 2 上部電極是經由不通過上述第 1 高頻而通過上述第 2 高頻之第 2 低通濾波器而被電性連接於接地電位。

35.一種電漿處理方法，其特徵為：具備有

在可設定成具有真空環境的處理容器內配置被處理基板於特定位置之工程；

透過第 1 供電部以第 1 電力值將來自第 1 高頻電源之第 1 高頻，供給至在上述處理容器內被環狀地配置成與上述基板相向的第 1 上部電極之工程；

將上述第 1 高頻供給至上述第 1 上部電極，同時透過自上述第 1 供電部所分歧之第 2 供電部，以比上述第 1 電力值還小的第 2 電力值，將來自上述第 1 高頻電源的上述第 1 高頻，供給至以與此電性絕緣之狀態而被配置在上述第 1 上部電極之半徑方向內側上的第 2 上部電極之工程；

將上述第 1 高頻供給至上述第 1 及第 2 上部電極，同時供給特定氣體至上述處理容器內，並在上述第 1 及第 2 上部電極之正下面附近，將上述處理氣體予以電漿化之工程；和

依據上述電漿對上述基板施予特定之電漿處理之工程，

上述第 1 上部電極在較上述基板之外周端更朝徑向外

99年1月29日修正補充

側上具有突出比上述第 2 上部電極之下面更下方的突出部

並且，具有被配置在上述處理容器之內壁和上述第 1 上部電極之間的絕緣性構件，和用以防止上述第 1 高頻從上述突出部及上述絕緣性構件被供給至電漿處理空間的覆蓋上述突出部和上述絕緣性構件之密封構件。

36.如申請專利範圍第 35 項所記載之電漿處理方法，其中，上述第 1 供電部是具備有在周圍方向連續性被連接在上述第 1 上部電極的第 1 筒狀導電構件。

37.如申請專利範圍第 35 項所記載之電漿處理方法，其中，自上述第 2 供電部所分歧之處到上述第 1 上部電極為止之區間的上述第 1 供電部之電感，是被設定成比上述第 2 供電部之電感小。

38.如申請專利範圍第 37 項所記載之電漿處理方法，其中，以上述第 1 筒狀導電構件和被設置在第 1 筒狀導電構件之半徑方向外側的接地電位之第 2 筒狀導電構件，構成將上述第 1 筒狀導電構件當作波導路的同軸線路。

39.如申請專利範圍第 35 項所記載之電漿處理方法，其中，依據設置於上述第 2 供電部之可變電容器，節整上述第 1 及第 2 電力值之比率。

40.如申請專利範圍第 35 項所記載之電漿處理方法，其中，對設置於上述第 2 供電部之周圍的導體構件，流通用以縮小上述第 2 供電部之電感的感應電流。

41.如申請專利範圍第 35 項所記載之電漿處理方法，

99 1 29

其中，在上述第 2 上部電極之上方配置氣體導入室，在上述第 2 上部電極上形成有用以從上述氣體導入室朝向上述基板噴出上述處理氣體的多數氣體噴出孔。

42.如申請專利範圍第 41 項所記載之電漿處理方法，其中，上述氣體導入室是藉由環狀之隔板構件被分割成內側之中心氣體室和外側之外圍氣體室，上述處理氣體是以特定之流量比被導入至上述中心氣體室和上述外圍氣體室。

43.如申請專利範圍第 35 項所記載之電漿處理方法，其中，依據選定或調整用以將上述第 2 上部電極電性連接於接位電位之電阻的電阻值，將被生成於上述第 2 上部電極之直流電位之值設定在適當之範圍內，依此，防止因上述直流電位過高而導致上述處理容器內的異常放電，並抑制因上述直流電位過低而導致上述第 2 上部電極的消耗。

99年 12月 修正
補充

柒、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 1 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	處理室	10a	接地導體	12	絕緣板
14	承受器支撐台	16	承受器		
18	靜電具				
20	電極	22	直流電流	24	聚焦環
26	內壁構件	28	冷煤室	30a	配管
30b	配管	32	氣體供給線	34	上部電極
36	外側上部電極	38	內側上部電極		
40	介電體	42	環狀絕緣性遮蔽構件		
44	整合器	46	上部供電棒	48	連接器
50	供電筒	52	第 1 高頻電源	54	絕緣構件
56	電極板	56a	氣體通氣孔	58	電極支撐體
60	環狀隔板構件	62	中心氣體導入室		
64	周邊氣體導入室	66	處理氣體供給源		
68	氣體供給管	68a	分歧管	68b	分歧管
70a	流量控制閥	70b	流量控制閥		
72	質量流控制器(MFC)	74	開關閥		
76	下部供電筒	78	可變電容器	80	排氣口
82	排氣管	84	排氣裝置	86	閘閥
88	整合器	90	第 2 高頻電源		
92	低通濾波器(LPF)	94	高通濾波器(HPF)		

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：