

# 公告本

申請日期	88.12.27
案 號	88123029
類 別	H01L 21/00

472286

A4  
C4

90年11月16日 修正  
補充

(以上各欄由本局填註)

第 88123029 號		<b>發 明 專 利 說 明 書</b>		修正本 日期：90年8月
一、發明 名稱	中 文	電漿處理方法		
	英 文	PLASMA PROCESSING METHOD		
二、發明 人	姓 名	(1)濱貴一 (2)石原博之 (3)北村彰規		
	國 籍	日 本		
住、居所	姓 名	(1)日本國長野縣茅野市宮川4201 (2)日本國山梨縣中巨摩郡昭和町河西1051-1-306 (3)日本國山梨縣韮崎市神山町鍋山218-17-311號		
	國 籍	日 本		
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 日商・東京威力科創 A T 股份有限公司 (2) 日商・科學技術振興事業團		
	國 籍	日 本		
住、居所 (事務所)	姓 名	(1) 日本國宮城縣宮城郡松島町根迴字貓迫 1-1 (2) 日本國埼玉縣川口市本町4丁目1番8號		
	代 表 人 姓 名	(1) 井上康夫 (2) 川崎雅弘		

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝 訂 線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6  
B6

本案已向：

日本國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

1998,12,28 特願平 10-377509  
1998,12,28 特願平 377510

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 ( )

### 【發明之詳細說明】

### 【發明之領域】

本發明係有關於電漿處理方法。

### 【發明之技術背景】

習知技術上，即有提出在氣密的處理室內將上部電極與下部電極對向配置的電漿處理裝置。以該裝置進行處理時，首先於下部電極上載置例如半導體晶圓(以下稱「晶圓」)。接著將處理氣體導入處理室內，同時將處理室內予以抽取真空而維持處理室內為一定的減壓環境。其後對下部電極施加例如高頻電力。藉著施加該高頻電力以分解處理氣體而產生電漿。其結果，晶圓蝕刻處理例如於晶圓形成一定層，例如於SiO<sub>2</sub>膜層形成一定的連接孔。

又，上述於SiO<sub>2</sub>膜層形成連接孔的情形下，處理氣體ns1至少包含有CF(氟化碳)系氣體與O<sub>2</sub>的氣體，例如使用C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、CO、Ar及O<sub>2</sub>之混合氣體。C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>一旦分解就會產生F\*(氟基)及CF\*(氟化碳基)等活基、離子及電子。又，SiO<sub>2</sub>膜層藉著上述該等之中的活基及離子的激烈反應而被蝕刻。又，C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>係包含有碳(C)的氣體。因此，在處理時，產生碳及CF系化合物等反應生成物。反應生成物將會附著、堆積於形成在SiO<sub>2</sub>膜層之光阻膜層，特別是會附著、堆積在蝕刻圖樣開口部之肩部。其結果，肩部藉著上述反應生成物而保護來自離子的衝擊。因此，圖樣之開口部不寬，而形成一定狹小的連接孔。

又，上述O<sub>2</sub>係為了抑制發生中止蝕刻而添加於處理氣體。即，一旦將O<sub>2</sub>添加入處理氣體時，從經驗可看出具有除去上述反應生成物的作用。因此，適量添加O<sub>2</sub>於處理氣體的話，可減輕向連接孔底部堆積的上述反應生成物而能防止發生

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 2 )

中止蝕刻。但是過度地將 $O_2$ 添加到處理氣體時，不但不會造成連接孔底部所堆積的反應生成物，且能除去堆積在光阻膜層的反應生成物。爰此，上述肩部被蝕刻而使圖樣之開口口徑變大了。因此，在進行蝕刻處理時，爲了要防止發生中止蝕刻，且使光阻膜層之肩部的削減量爲比較少量情形那般地添加 $O_2$ 到處理氣體。例如 $C_4F_8$ 及 $CO$ 及 $Ar$ 之流量各別爲 $10\text{sccm}$ (標準狀態爲 $1.67 \times 10^{-7}\text{m/s}$ )及 $50\text{sccm}$ (標準狀態爲 $8.33 \times 10^{-7}\text{m/s}$ )及 $200\text{sccm}$ (標準狀態爲 $33.3 \times 10^{-7}\text{m/s}$ )的情形下，則一般添加 $5\text{sccm}$ (標準狀態爲 $0.833 \times 10^{-7}\text{m/s}$ )的 $O_2$ 。

又，習知上曾有提出藉著高密度電漿對晶圓進行蝕刻處理而形成超微細之連接孔的蝕刻方法。然而，以該蝕刻方法產生高寬闊比之連接孔的話，有藉著電子遮蔽而產生電荷損傷。其結果則難以形成所希望的連接孔。

在此，一邊參照第22圖一邊說明電子遮蔽現象及伴隨而來的電荷損傷。又，第2圖乃表示晶圓W之概略上的斷面圖。該晶圓W於半導體基板1010上積層有 $SiO_2$ (氧化矽)膜層1012與光阻膜層1014。又，第22圖係表示基於在光阻膜層1014上所形成之圖樣1016而於 $SiO_2$ 膜層1012上形成連接孔1018的中途狀態。

如第22圖所示一般，電子( $e^-$ )係於進行連接孔1018之蝕刻並隨著對比變高而衝擊圖樣1016的側壁。相對於此，正離子( $I^+$ )係對連接孔1018之底部約略呈垂直地射入。因此，圖樣1016的側壁與連接孔1018之上部內壁呈負電荷充電(帶電)。此負電荷對電子而言爲一障礙壁而形成動的電場。因此，對連接孔1018之底部在垂直方向上僅有小速度成分的電子，乃藉著上述電場而被減速，甚至被反彈回去而變得不能進

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

### 五、發明說明 ( 3 )

入圖樣1016內部。此即電子遮蔽現象。

一旦產生上述電子遮蔽時，如上述一般，於連接孔1018之底部比較於電子而言，有更多的正離子射入該底部。因此，連接孔1018之下部壁部(側壁)呈正電荷記電。其結果則例如由於上述充電而成爲蝕刻種之離子的射入方向則向連接孔的側面方向彎曲，而產生了發生缺口之異常形狀的問題。此即電荷損傷。

於此，對上部電極間斷地施予要產生電漿之高頻電力。依此情形，電漿之電子溫度下降而能控制活基於一定的狀態。而且，上述高頻電力於OFF時離子層膜已消滅之際，藉著施加於晶圓之離子及電壓而將負離子及電子引入連接孔1018下部。如此一來，正電荷之充電被消解而能防止電荷損傷。又，電子溫度乃表示電漿中的電子的平均熱運動能的尺度。又，層膜係於電漿架構中，在晶圓W之周圍所形成的空間電荷層。

另外，例如形成內徑爲 $0.18 \mu\text{m}$ 以下之超微細連接孔的情形下，即使是利用上述之蝕刻方法亦不能防止電荷損傷。亦即，隨著連接孔之寬闊比變大而使電子充電效果更加的顯著。因此也增加連接孔之下部壁部的正電荷的充電量。其結果則不能藉由處理氣體分解所產生的負離子而使上述正電荷形成電性上的中和。又，電子係呈等方向性的射入。因此電子亦可到達連接孔的下部，然而，仍不能達到消解上述正電荷的充電。

本發明係有鑑於習知技術所具有上述之問題而發明創作者。本發明之第1目的乃在於提供一種不造成遮覆蓋圖樣的損傷，防止中止蝕刻，能形成高寬闊比之連接孔，具新穎性且爲改良之電漿處理方法。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 4 )

再者，本發明之第2目的乃即使藉著電漿來形成高對比之連接孔亦不會發生電荷損傷，能形成所希望的連接孔，具新穎性且為改良之電漿處理方法。

## 【發明之揭示】

爲了解決上述的問題，依據本發明之第1觀點，係提供一種電漿處理方法。係將導入到處理室內的至少包含氟化碳之處理氣體予以電漿化，而對配置於處理室內的被處理體上所形成的氧化矽膜層施予電漿處理的電漿處理方法中，間斷地對處理氣體添加氧氣為其特徵。

依上述之構成，間斷地對處理氣體添加氧氣。因此，例如於蝕刻 $\text{SiO}_2$ 而形成連接孔之際，即使添加了能防止停止蝕刻之量的 $\text{O}_2$ 到處理氣體中，也不會造成 $\text{SiO}_2$ 膜層上的光阻膜層及其肩部的損傷。例如以包含有 $\text{C}_4\text{F}_8$ 之處理氣體進行蝕刻處理時，於添加 $\text{O}_2$ 時，添加比上述習知之蝕刻方法更多的 $\text{O}_2$ 也會如無添加 $\text{O}_2$ 時在光阻膜層上堆積反應生成物。因此，不但能防止中止蝕刻而且能保護光阻膜層及其肩部。其結果則於光阻膜層上形成的圖樣的開口口徑不寬且不會發生中止蝕刻，因此，能形成高寬闊比之連接孔。

又，最好是將氧氣以周期性(脈衝性)的添加於處理氣體。依據其構成，能防止上述中止蝕刻的發生且能更確實地進行反應生成物的堆積。進而更能容易地控制 $\text{O}_2$ 的添加。

又，最好是將氧氣的添加時間相對性地比無添加氧氣的時間更短。依據此一構成，即使將 $\text{O}_2$ 的全導入量(技入量)設成比習知之連續導入之情形的全導入量少，亦能使光阻膜層及其肩部的損傷降至最小限度且能防止發生中止蝕刻。

又，在氧化矽膜層上形成連接孔的處理上，中止蝕刻的情形乃以寬闊比之增加呈比例而容易發生。因此，藉著電漿

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 9 )

處理而於氧化矽膜層上形成連接孔時，最好是將氧氣的添加量因應於連接孔之寬闊比的增加而予以增加。依據此構成的話，即使隨著蝕刻的進行而使寬闊比變大，也能確實地防止中止蝕刻的發生。而且，在寬闊比小的處理初期能使 $O_2$ 的添加量變小。基於此因而能防止光阻膜層的損傷。又，本說明書之申請專利範圍及圖式之中，所記載的寬闊比係指在連接孔或光阻膜層上形成之圖樣的內徑(寬幅) $a$ 與深度(高度) $b$ 的比( $b/a$ )者。

又，要預先求出寬闊比之變化與電漿之成分變化的關係，最好是因應電漿之成分變化而來調整氧氣的添加量。寬闊比之變化時，若是在處理中測定的話係困難的。但是採用本發明的話，則能基於對應寬闊比之變化的電漿之成分變化而調整 $O_2$ 的添加量。其結果則能容易且確實地進行因應上述寬闊比之變化的 $O_2$ 添加量調整。

又，一般而言，即使於電漿穩定後添加 $O_2$ ，上述之中止蝕刻情形亦在進行某程度之蝕刻之後發生，因此，不會影響處理。

又，依據本發明之第2觀點而言，係提供一種電漿處理方法。其特徵係將導入處理室內之至少含有氟化碳的處理氣體予以電漿化，對於配置於處理室內的被處理體上所形成的氧化矽膜層，在施予電漿處理之電漿處理方法中，於處理氣體添加氧氣之同時，相對性地增減氧氣的添加量者。

依據此構成，乃對處理氣體相對地增減氧氣的添加量。因此，與上述第1觀點的發明相同地， $O_2$ 之添加量相對地多的時候，能防止中止蝕刻的發生。又， $O_2$ 之添加量相對地少的时候，會於光阻膜層上堆積反應生成物而能保護光阻膜層。其結果即能形成高寬闊比之連接孔。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 6 )

又，最好是周期性地增減氧氣的添加量。依據此構成的話，與上述同樣地可防止發生中止蝕刻以及能確實地保護光阻膜層。進而能容易地控制 $O_2$ 的添加量。

又，最好是將氧氣添加量的增加時間相對地比氧氣添加量的減少時間更短。依據此構成則如上述一般，能將光阻膜層之損傷降到最小限度且能防止發生中止蝕刻。

再者，藉由電漿處理而於氧化矽膜層上形成連接孔的情形下，最幻是將氧氣的增加量因應連接孔之寬闊比的增加而增加。依此構成則與上述同樣地，即使隨著處理而使寬闊比變大也不會損傷光阻膜層而能確實地防止中止蝕刻的發生。

又，要預先求出寬闊比之變化與電漿之成分變化的關係，最好是因應電漿之成分變化而來調整氧氣的添加量。依此構成能與上述同樣地可容易地調整因應寬闊比之 $O_2$ 的添加量且能確實地進行。

又，添加量的增減最好是在電漿穩定化之後進行。依此構成則不會產生因電漿的不穩定性而造成對處理上的不良影響，而能確實地防止中止蝕刻的發生。

又，依據本發明之第3觀點，係一種電漿處理方法，其特徵在於將導入處理室內之至少包含有氟化碳之處理氣體予以電漿化，而對配置於處理室內的被處理體上所形成的氧化矽膜層施予電漿處理的電漿處理方法中，對處理氣體在添加氧氣之同時，其氧氣之添加量係因應形成在氧化矽膜層之連接孔的寬闊比的增加而增加者。

依據此構成，乃因應寬闊比之增加而增加 $O_2$ 的添加量，能增加導入連接孔底部之 $O_2$ 量。因此，能確實防止拌隨著寬闊比之增加所造成的中止蝕刻。又，寬闊比小之際 $O_2$ 的混加量則少，進而能使 $O_2$ 之全投入量比習知更少。爰此，可防止



## 五、發明說明 ( )

光阻膜層及其肩部的損傷。

又，要預先求得寬闊比之變化與電漿之成分變化的關係，最好是因應電漿之成分變化而調整氧氣的添加量。依據此構成則與上述相同地能容易且確實地調整因應寬闊比之增加的 $O_2$ 添加量。

又，最好是連續性地增加氧氣的添加量或階段性地增加。而依據此構成，能因應寬闊比之增加而以希望的狀態將 $O_2$ 添加到處理氣體。

又，依據本發明之第4觀點，係提供一種電漿處理方法。其特徵在於導入至少包含氟化碳之處理氣體到處理室內，而各別地對於對向配置於處理室內的第1電極及第2電極施加高頻電力而將處理氣體予以電漿化，對於第2電極所載置之被處理體上所形成之氧化矽膜層施予電漿處理之電漿處理方法中，其施加於第2電極之高頻電力的頻率乃比施加於第1電極之高頻電力的頻率更低，而間斷地對第1電極施加高頻電力，而間斷地對處理氣體添加氧氣者。

依據此構成，以間斷性地施加於第1電極之高頻電力為ON之時，能分解處理氣體而產生電子及氧的負離子。又，施加於第1電極之高頻電力為OFF且施加於第2電極之高頻電力為正循環之時，能將上述電子及負離子吸入形成在 $SiO_2$ 膜層上之連接孔下部。其結果於連接孔下部壁所產生的正電荷乃藉著電子及負離子而電性地中和。其結果則能消解正電荷的充電情形，而可防止電荷損傷。又，本說明書中，所稱的正循環乃指在對第2電極施加高頻電力之全循環之中，第2電極之電位乃比處理室(處理容器)內的電子及負離子所存在之部分的電位高者。

又，一旦將 $O_2$ 添加到處理氣體時，光阻膜層及其圖樣肩

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 8 )

部有被削減而損傷的情形。但是本發明係間斷地 $O_2$ 添加到處理氣體。因此，不易產生上述損傷而能基於一定的圖樣而形成連接孔。而且，處理氣體中含有氟化碳(CF)系氣體。爰此，在進行一定的蝕刻而且間斷地施加於第1電極的高頻電力為OFF之時，能於光阻膜層及圖樣肩部形成保護膜。其結果則能進一步減輕由於添加 $O_2$ 所造成的上述損傷。

又，最好是周期性地将氧氣添加到處理氣體。依據此構成，能更確實地進行上述氧之負離子的產生及保護膜的形。而且能容易地進行控制 $O_2$ 的添加。

又，於氧化矽膜形成連接孔的情形，最好是將氧氣之添加量因應連接孔之寬闊比的增加而增加。上述電荷損傷與進行蝕刻而增加寬闊比同時地容易發生。因此，因應其寬闊比之增加而增加 $O_2$ 之添加量的話，即使進行蝕刻亦能確實地防止電荷損傷。又，在處理之初期， $O_2$ 之添加量少，其結果則能減輕光阻膜層及圖樣肩部的損傷。

再者，依據本發明之第5觀點，係提供一種電漿處理方法。其特徵在於導入至少包含氟化碳及氧氣之處理氣體到處理室內，而各別地對於對向配置於處理室內的第1電極及第2電極施加高頻電力而將處理氣體予以電漿化，對於第2電極所載置之被處理體上所形成之氧化矽膜層施予電漿處理之電漿處理方法中，其施加於第2電極之高頻電力的頻率乃比施加於第1電極之高頻電力的頻率更低，而間斷地對第1電極施加高頻電力，且增減對處理氣體添加氧氣而進行電漿處理者。

依據此構成，可在處理氣體中添加 $O_2$ 。其結果則與上述第4觀點之發明相同地能防止拌隨寬闊比增加所造成的電荷損傷。又， $O_2$ 之添加量減少時，藉著以CF系氣體所形成的保

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 9 )

護膜能保護光阻膜層及圖樣肩部。因此，不但能消解電荷損傷且能進行一定的圖樣化。

又，依據本發明之第6觀點，係提供一種電漿處理方法。其特徵在於導入至少包含氟化碳及氧氣之處理氣體到處理室內，而各別地對於對向配置於處理室內的第1電極及第2電極施加高頻電力而將處理氣體予以電漿化，對於第2電極所載置之被處理體上所形成之氧化矽膜層施予電漿處理之電漿處理方法中，其施加於第2電極之高頻電力的頻率乃比施加於第1電極之高頻電力的頻率更低，而間斷地對第1電極施加高頻電力，且增減對處理氣體添加氧氣而進行電漿處理者。

依據此構成，可一邊增加 $O_2$ 的添加量而一邊進行處理。因此，能於處理初期 $O_2$ 的添加量少且使 $O_2$ 之全導入量(投入量)控制在連續導入之情形的全導入量。其結果則不易造成光阻膜及其肩部之損傷。又，能隨著處理而增加 $O_2$ 的添加量，且將處理初期所減少之 $O_2$ 的添加量之量於其後添加。因此能確實地防止電荷損傷。

又，於氧化矽膜層形連接孔的情形，最好是將氧氣的添加量因應連接孔之寬闊比的增加而增加。依據此構成則能與上述同樣地隨著寬闊比之增加而更加多地產生氧的負離子。其結果則能確實地防止電荷損傷。

### 【圖式之簡單說明】

第1圖係表示能適用本發明之蝕刻裝置之概略性的斷面圖。

第2圖(a)係說明因 $O_2$ 之添加所造成之蝕刻中止之消解現象的第1說的概略性的說明圖。

第2圖(b)係說明因 $O_2$ 之添加所造成之蝕刻中止之消解現

## 五、發明說明( )

象的第2說的概略性的說明圖。

第3圖係說明於第1圖所示之蝕刻裝置所適用之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的說明圖。

第4圖係說明於其他之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的說明圖。

第5圖係表示能適用本發明之蝕刻裝置之概略性的斷面圖。

第6圖(a)係說明蝕刻時間(連接孔之寬闊比)與蝕刻率之關係之概略性的說明圖。

第6圖(b)係說明蝕刻時間(連接孔之寬闊比)與連接孔底部之反應生成物等之關係之概略性的說明圖。

第6圖(c)係說明蝕刻時間(連接孔之寬闊比)與電漿成分之含有量之關係之概略性的說明圖。

第7圖(a)係表示在第6圖(a)~第6圖(c)之區間(A)的連接孔形狀的概略性的說明圖。

第7圖(b)係表示在第6圖(a)~第6圖(c)之區間(B)的連接孔形狀的概略性的說明圖。

第7圖(c)係表示在第6圖(a)~第6圖(c)之區間(C)的連接孔形狀的概略性的說明圖。

第8圖係說明適用第5圖所示之蝕刻裝置之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的斷面。

第9圖係說明其他之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的斷面。

第10圖說明其他之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的斷面。

第11圖說明其他之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的斷面。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明( )

第12圖說明其他之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的斷面。

第13圖說明其他之 $O_2$ 之添加量之控制構成之概略性的斷面。

第14圖係表示能適用本發明之其他蝕刻裝置之概略性的斷面圖。

第15圖係說明於第14圖所示之蝕刻裝置所適用之 $O_2$ 之控制構成之概略性的說明圖。

第16圖係說明電荷損傷之消解理由之概略性的說明圖。

第17圖係說明電荷損傷之消解理由之概略性的說明圖。

第18圖係說明其他的 $O_2$ 供給構成之概略性的說明圖。

第19圖係說明其他的 $O_2$ 供給構成之概略性的說明圖。

第20圖係說明其他的 $O_2$ 供給構成之概略性的說明圖。

第21圖係說明其他的 $O_2$ 供給構成之概略性的說明圖。

第22圖係說明以習知蝕刻方法發生之電子遮蔽所造成之電荷損傷之概略性的說明圖。

### 【發明之最佳實施樣態】

以下參照圖式，說明本發明之電漿處理方法適用於電漿蝕刻之實施樣態。又，在以下說明的各實施樣態中，對於具有略相同功能及構成之構成要素，則賦予相同元件標號而省略重複的說明。

#### (第1實施樣態)

首先，說明本發明之第1實施樣態。本實施樣態之特徵在於間斷地將 $O_2$ 添加到處理氣體者。以下即詳述該構成。

#### (1)蝕刻裝置之構成：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 12 )

能適用本實施樣態之蝕刻裝置100係如圖式第1圖所示的構成。即，蝕刻裝置100之處理室102係形成於導電性之氣密的處理容器104內。於處理室102的外部設置磁石122。磁石122乃於處理室102形成磁場(旋轉磁場)。

又，於處理室102內配置導電性之下部電極106。下部電極106係兼具晶圓W的載置台。而且，在下部電極106透過整合器118而連接於輸出高頻電力之高頻電源120。又，在下部電極106上設置靜電夾盤108。靜電夾盤108藉著從施加高壓直流電源110所輸出之高壓直流電壓而吸著保持晶圓W。而且，於下部電極106上設置著聚焦環112。聚焦環112乃配置成將配置在靜電夾盤108上的晶圓W予以包圍的狀態。

又，下部電極106的周圍裝設有擋板114。於擋板114形成著複數的貫通孔114a。貫通孔114a乃連通著處理室102與處理容器104內下方的空間。並且與連接於處理容器的排氣管116連通著。又，在上述處理容器104內的下方空間，圖式未顯示之真空泵乃透過排氣管116而連接著。

又，對向下部電極106之載置面而配置導電性之上部電極124。上部電極124乃構成處理室102之天井部，透過處理容器104而接地。又，於上部電極124形成多數之氣體吐出孔124a。第1及第2氣體供給管126、128係透過氣體擴散室130而連接氣體吐出口124a。

第1~第3氣體供給源136、142、148透過第1~第3流量調整閥(Mass flow controller)134、140、146而連接於第1氣體供給管126。而且，第2氣體供給源142供給CO。又第3氣體供給源148供給Ar。

又，第4氣體供給源154透過第4流量調整閥152與第4開

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 13 )

閉閥150而連接第2氣體供給管。而且，第4氣體供給源154供給 $O_2$ 。又，控制器156連接於第1~第4流量調整閥134、140、146、152。控制器152則如將於後述一般地控制上述各氣體的流量。

### (2)依 $O_2$ 之添加量所造成之蝕刻中止的消解現象

其次，一邊參照圖式第2圖，一邊說明藉著對處理氣體添加 $O_2$ 而不會引起蝕刻中止的現象。依據發明人等的瞭解，可得知藉由對處理氣體添加 $O_2$ 而不會引起蝕刻中止的現象的理由，主要有以下二點說法。

#### (a)第1說法：

例如對於使用不添加 $O_2$ 之 $C_4F_8$ 、CO及Ar之混合氣體，而於Si(矽)基板200上形成的 $SiO_2$ 膜層202施予蝕刻處理。而如第2圖所示在 $SiO_2$ 膜層202形成連接孔204。此時正離子藉著外層加速而進入連接孔204內。但是電子( $e^-$ )等方向性地射入連接孔204。因此，一旦連接孔204之孔徑(內徑)變小時，則產生會進入連接孔204及不會進入連接孔204者。其結果則連接孔204內的下部側壁帶正電荷。

正電荷之充電量達到某一程度以上時，離子就不能進入連接孔204內。因此，離子就變得不能到達連接孔204的底面。其結果，基與離子之平衡崩潰了而產生中止蝕刻。然而，連接孔204內的下部側壁的寬闊比小的情形下，幾乎不帶正電荷。其結果則基與離子之平衡不會崩潰而不會產生中止蝕刻。相對於此，寬闊比大的情形下，如上述之離子不能到達連接孔的底部。其結果則離子與基之比產生變化而造成中止蝕刻。

依據以上說明，對上述處理氣體添加 $O_2$ 時， $O_2$ 分解而產生 $O^*$ (氧化基)及負離子。此 $O$ 之負離子侵入連接孔204內

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 14 )

時，藉著 $O$ 之負離子或 $O^*$ 之作用而消解上述正電荷的帶電。因此，內徑形成 $0.18 \mu m$ 以下那般極小的連接孔204的情形下，離子亦能到達連接孔204底部。而離子、 $C_xF_x$ 基及 $SiO_2$ 以適度的平衡反應。其結果則連接孔204底部之 $SiO_2$ 膜層202適度地被蝕刻而能防止發生中止蝕刻。

## (b)第2說法：

堆積種類係入射之立體角大而如第2圖所示一般，容易堆積在連接孔204內之側壁上部而形成 $CF_x$ 聚合物(堆積物)210。而且，離子衝擊此 $CF_x$ 聚合物210，C/F比高的成分被濺射向連接孔204內下方而去。亦即 $CF_x$ 聚合物210重複進行濺射及再堆積而形成富含C之堆積物(反應生成物)212。如此一來，此堆積物212則成爲於微細連接孔204之 $SiO_2$ 膜層202的蝕刻速度低下的主要原因。因此，鑑於此原因，以致於將連接孔204側壁形成爲垂直狀者乃爲重要者。

因此，對處理氣體添加 $O_2$ 的話，如上所述， $O_2$ 分解而產生 $O^*$ 與連接孔204底部之堆積物212反應。而該堆積物212形成例如 $CO$ 、 $CO_2$ 及 $COF_x$ 等而排出於連接孔204的外部。如此則堆積在連接孔204底部之難蝕刻性堆積物212能被去除。其結果則離子210及基之比的蝕刻平衡變得適切而能防止中止蝕刻的發生。

採用以上說明之第1說法及第2說法之任一種而對處理氣體添加 $O_2$ 的話，能防止蝕刻。但是爲了確實地防止上述蝕刻中止的發生，隨著連接孔204之寬闊比變大(狹小化)而必須增加 $O_2$ 的添加量。但是如上述習知之蝕刻方法經常地對處理氣體添加一定量的 $O_2$ 的情形時，則其 $SiO_2$ 膜層202上之光阻膜層206及其肩部亦會被蝕刻了。因此，本實施形態

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線



## 五、發明說明 ( 15 )

如後述之以一定的間隔一邊交互切換添加 $O_2$ 及無添加 $O_2$ 而一邊對處理氣體添加 $O_2$ 。進而於添加時將能確實防止發生中止蝕刻之 $O_2$ 量添加到處理氣體。藉著此構成能使光阻膜層206及其肩部不會損傷，而能形成高寬闊比之許接孔204。

(3)蝕刻步驟及 $O_2$ 之添加量控制構成：

其次一邊參照第1圖～第3圖，一邊說明本實施樣態之特徵的蝕刻步驟及 $O_2$ 之添加量(流量)控制構成。

首先，如第1圖所示將晶圓W載置於下部電極106之靜電夾盤108上而吸著保持著。此時晶圓W乃透過下部電極106而被設定為一定溫度例如 $20^\circ\text{C}$ 。又，晶圓W如第2圖所示於基板200上形成 $\text{SiO}_2$ 膜層202。而且 $\text{SiO}_2$ 膜層202的上面藉著形成一定圖樣之光阻膜層206而被覆蓋。又，第1圖所示之處理室102之內壁面及上部電極124之溫度係例如設定為 $60^\circ\text{C}$ 。

接著，控制器156適宜地調整第1～第3流量調整閥134、140、146。藉由此一調整而將由 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{Ar}$ 所構成之混合氣體各別地以一定的流量導入於處理室102內。此時， $\text{C}_4\text{F}_8$ 之流量係例如設定為 $10\text{sccm}$ (標準狀態下為 $1.67 \times 10^{-7}\text{m}^3/\text{s}$ )。又， $\text{CO}$ 之流量係例如設定為 $50\text{sccm}$ (標準狀態下為 $8.33 \times 10^{-7}\text{m}^3/\text{s}$ )。又， $\text{Ar}$ 之流量係例如設定為 $200\text{sccm}$ (標準狀態下為 $33.3 \times 10^{-7}\text{m}^3/\text{s}$ )。又，第4流量調整閥152係關閉著。因此，停止供給 $O_2$ 。又，處理室102內透過檔板114之貫通孔114a與排氣管116而被真空吸引。如此一來，處理室102的壓力乃維持於例如 $40\text{Torr}$ ( $5.3\text{Pa}$ )。其後對於下部電極106施加例如 $13.56\text{MHz}$ 之 $1700\text{W}$ 的高頻電力。藉著施加該電力而於上部電極124與下部電極106之間產生電漿。其結果則顯著該電漿中之離子及基而對 $\text{SiO}_2$ 膜

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

上

訂

線

## 五、發明說明 ( 16 )

層202施予一定的蝕刻處理。

又，上述電漿之產生狀態乃藉著圖式未顯示之感應器而被監視著。該感應器檢出例如電漿之發光頻譜，而監視電漿的產生狀態。又，控制器156被傳達來自感應器的資訊。控制器156判斷為電漿的安定化及判斷為對SiO<sub>2</sub>膜層202進行安定的蝕刻的話，則將一定之脈衝電壓施加於第4流量調整閥152。第4流量調整閥152於上述脈衝電壓在ON之時將閥開放而將O<sub>2</sub>供給至氣體擴散室130內。又，第4流量調整閥152於上述脈衝電壓在OFF之時將閥關閉而停止O<sub>2</sub>供給至氣體擴散室130。其結果則如第3圖所示與上述脈衝電壓之ON、OFF同步而將O<sub>2</sub>添加至滯留在氣體擴散室130內之處理氣體。至於該處理氣體則透過氣體吐出口124a而供給至處理室102內。

再者，添加O<sub>2</sub>時之最大流量乃設定成比上述習知蝕刻方法之流量更多。本實施樣態中該流量乃設定為例如10sccm(標準狀態下為 $1.67 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )。而且，每一週期之添加O<sub>2</sub>時間係設定成數ms~數10ms，例如設定成5ms~10ms。無添加O<sub>2</sub>之時間乃設定成比該添加O<sub>2</sub>之時間更長。因此，添加O<sub>2</sub>之時間比較於無添加O<sub>2</sub>之時間的話就非常的少了。如此一來，即使將通常情形下添加的話會造成光阻膜層206會被削除之量的O<sub>2</sub>添加至處理氣體時，亦能在光阻膜層206上形成CF系化合物等的反應生成物(保護膜)。其結果則能使容易被損傷之光阻膜層206的肩部不會被削除。而且，O<sub>2</sub>之全導入量係在習知之連續導入情形之全導入量以下。因此，能確實地防止上述損傷的發生。

本實施樣態係如以上所述般地構成。依據該構成乃以一定週期切換對處理氣體添加O<sub>2</sub>或無添加。因此，在將於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 17 )

光阻膜層206上所形成之圖樣維持在初期的狀態之同時，能防止連接孔204內部側壁部之充電現象。而且能抑制朝向連接孔204底部堆積反應生成物(堆積物)208、212。其結果則能防止發生中止蝕刻。

(第2實施樣態)

其次，說明本發明之第2實施樣態。本實施樣態之特徵為相對性地增減O<sub>2</sub>的添加量。

首先，將例如C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>及CO及Ar所構成的混合氣體，分別與第1實施樣態相同的流量導入電漿生成前的處理室102內。因此，C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>之流量係設定為10sccm(標準狀態下為 $1.67 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )。又，CO之流量係例如設定為50sccm(標準狀態下為 $8.33 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )。又，Ar之流量係例如設定為200sccm(標準狀態下為 $33.3 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )。而且，與第1實施樣態不同地亦將例如流量為5sccm(標準狀態下為 $0.833 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )之O<sub>2</sub>同時地導入處理室102內。此時，這些各別氣體的流量係依據控制器156施加於第1~第4流量調整閥134、140、146、152的電壓而被調整。又，本實施樣態係從電漿產生前將O<sub>2</sub>添加到處理氣體。但是，O<sub>2</sub>之添加量為微量。因此不致於影響到電漿之生成及光阻膜層206。

其次，對下部電極106施加一定的高頻電力而於處理室102內生成電漿。而其控制器156乃與上述第1實施樣態同樣地，一旦確認電漿已安定化時，從控制器156調整第4流量調整閥152之開度。藉著該調整而增減導入氣體擴散室130內之O<sub>2</sub>的流量。爰此，朝向處理氣體的O<sub>2</sub>添加量乃如第4圖所示般地被增減。又，O<sub>2</sub>之流量在5sccm(標準狀態下為 $0.833 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )與10sccm(標準狀態下為 $1.67 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 18 )

／s)之間反覆地增減。又，將10sccm(標準狀態下為 $1.67 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )之高流量的 $\text{O}_2$ 供給至氣體擴散室130內的時間係數ms～數10ms，例如設定為5ms～數10ms。相對於此，將5sccm(標準狀態下為 $0.833 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{s}$ )之低流量之 $\text{O}_2$ 供給至氣體擴散室130內的時間設定乃比以高流量的 $\text{O}_2$ 供給時間短。

本實施樣態如以上的構成。依據該構成的話，乃將添加至處理氣體之 $\text{O}_2$ 的添加量以一定週期進行增減。因此於處理氣體中經常並不多含 $\text{O}_2$ 。其結果則在維持光阻膜層206上形成之圖樣於初期狀態之同時，不會發生蝕刻中止，而能形成一定高寬闊比之連接孔204。又，依據此一構成，將 $\text{O}_2$ 通過電漿生成前後而添加至處理氣體。爰此則能以與習知處理步驟略為相同的條件來進行。而且，在處理中，係經常將 $\text{O}_2$ 添加至處理氣體。其結果則能更確實地防止發生蝕刻中止情形。

### (第3實施樣態)

接著說明本發明之第3實施樣態。本實施樣態之特徵係因應於對應連接孔204之寬闊比之變化的電漿的成分變化而調整 $\text{O}_2$ 之添加量者。

#### (1)蝕刻裝置之構成：

首先參照第5圖而逆說明可適用本實施樣態之蝕刻裝置300。蝕刻裝置300之控制器156連接分析器302。分析器302乃接受由圖示未顯示之光源輸出而通過於處理室102內生成之電漿中的紅外線雷射光。分析器302依據受光的紅外線雷射光而測定例如藉著紅外線雷射吸收分光法(IR-LAS)於處理室102內的電漿成分變化。又，本實施樣態中，通過電漿中的紅外線雷射光係藉由設置在處理室102側壁之光

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 16 )

透過性檢出窗304，及設置於磁石122之貫通口306而以分束器302之受光部來受光。至於其他構成則與蝕刻裝置100相同。

(2)連接孔之寬闊比的變化與電漿之成分變化的關係：

其次，參考第6圖及第7圖而說明連接孔之寬闊比的變化與電漿之成分變化的關係。

首先，使用不添加 $O_2$ 之 $C_4F_8$ 及 $CO$ 及 $Ar$ 所構成的處理氣體而說明對晶圓之 $SiO_2$ 膜層202進行蝕刻處理的情形。如第6圖(a)所示一般，經過一定的蝕刻時間後，即一旦在 $SiO_2$ 膜層202形成之連接孔204的寬闊比達到一定大小以上時，則其蝕刻率就降低。在最後即變得無進行蝕刻。

此時，如第6圖(a)所示，實質上在確保一定蝕刻率的區間(A)，在 $SiO_2$ 膜層202上如第7圖(a)所示形成所謂的微開溝(micro trench)之連接孔204。又，進行蝕刻而蝕刻率降低的區間(B)，其 $SiO_2$ 膜層202之蝕刻狀態呈不穩定，而如第7圖(b)所示一般，連接孔204之底部呈凹凸形狀。又，蝕刻率在實質上為0的區間(C)則如第7圖(C)所示，於連接孔204底部堆積上述反應生成物208及堆積物212(以下稱「反應生成物等208、212」)。而且，在區間(C)乃藉著連接孔204內部側壁之充電現象而發生蝕刻中止。

接著，乃著眼且說明蝕刻時間(寬闊比)與連接孔204底部之反應生成物等208、212之堆積量的關係。如第6圖(b)所示，反應生成物等208、212在蝕刻之初期階段，即從寬闊比小的階段開始向連接孔204底部堆積，然而，若於區間(A)內有堆積量，則如第7圖(a)所示進行一定的蝕刻。又，反應生成物等208、212在區間(B)內形成有堆積量時，即如第7圖(b)所示般地會影響到蝕刻。而且，區間(C)內的堆積

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 20 )

量達到了即區間(B)與區間(C)之交界之中止蝕刻境界量以上時，則如第7圖(C)所示一般，會發生中止蝕刻。

如此可瞭解寬闊比(蝕刻時間)之增加，與蝕刻率、蝕刻形狀及連接孔204底部之反應生成物208、212的堆積量有密切的關係。因此，因應寬闊比之增加而增加 $O_2$ 的添加量的話即能防止發生中止蝕刻，且能獲得所希望的蝕刻率及蝕刻形狀。又，在寬闊比小的處理初期， $O_2$ 的添加量少，故能將光阻膜層206及圖樣肩部之損傷限制於最小範圍。再者， $O_2$ 的全導入量(投入量)係能在習知之連續導入情形的全導入量以下。因此能防止上述光阻膜層206肩部被削除。又，能以處理初期之 $O_2$ 的少添加量而於其後添加比上述更多的量來添加，其結果則能防止發生中止蝕刻。

但是，在蝕刻處理中要測定實際上之連接孔204的寬闊比乃非常的困難。於是本實施樣態乃對應寬闊比之增加而依據變化的電漿成分變化而調整 $O_2$ 的添加量。在此，說明寬闊比之增加與電漿之成分變化的關係。如第6圖(C)所示，在上述進行一定之蝕刻的區間(A)內，電漿中的蝕刻材 $CF$ 、 $CF_2$ 及 $CF_3$ 的總含有量(以下稱「CF類總含有量」)為一定。又，對 $SiO_2$ 膜層202蝕刻後所產生之副生成物(Byproduct)其中之一的 $SiF_2$ 的含有量也是一定。又，在蝕刻進行困難的區間(B)內，隨著CF類總含有量的增加而減少了 $SiF_2$ 的含有量。再者，實際上不進行蝕刻的區間(C)內的CF類總含有量為一定，而 $SiF_2$ 的含有量約為0。

如此一來，連接孔204之寬闊比及蝕刻形狀的變化，與之處理室102內之電漿中的CF類總含有量及 $SiF_2$ 的含有量的變化有其相關關係。因此，實際上的處理時，則要測定上述電漿的成分變化，並因應該成分變化而調整對處理氣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 21 )

體的 $O_2$ 添加量的話為佳。其結果則能進行與因應寬闊比及蝕刻形狀而調整 $O_2$ 添加量的情形相同的控制。

(3)蝕刻步驟及 $O_2$ 之添加量控制構成：

接著參照第5圖、第6圖(C)及第8圖來說明蝕刻步驟及 $O_2$ 之添加量控制構成。又，有關與上述第1實施樣態相同的步驟則省略其重複說明。

對分析器302輸入來自圖示未顯示之光源所輸出的紅外線雷射光。紅外線雷射光係當蝕刻處理之開始而於處理室102內產生電漿時，通過該電漿中。分析器302藉著紅外線雷射吸收分光法而從通過電漿之紅外線雷射光求出電漿所含有的成分中的CF、 $CF_2$ 及 $CF_3$ 之各含有量與 $SiF_2$ 之含有量。而且，分光器302將此等各成分之含有量資料輸出到控制器156。

又，於控制器156如第6圖(C)所示，預先設定因應寬闊比而增加之電漿中的CF類總含有量及 $SiF_2$ 之含有量的變化資訊。因此，控制器156調整從分析器302所輸入之CF、 $CF_2$ 、 $CF_3$ 之總含有量(CF總含有量)及 $SiF_2$ 之含有量變化時的 $O_2$ 流量。即，控制器156於CF類總含有量增加而 $SiF_2$ 之含有量減少時調整 $O_2$ 的流量。藉著該構成如第8圖所示，實質上因應連接孔204之寬闊比的增加而連續性地增加 $O_2$ 的添加量。其結果則增加了朝向連接孔204底部之 $O_2$ 的導入量。爰此，不會損傷光阻膜層206及其肩部且不會發生中止蝕刻。結果乃能形成高寬闊比之連接孔204。

## (第4實施樣態)

其次說明本發明之第4實施樣態。本實施樣態之特徵係間斷地對上部電極1108施予電漿生成用高頻電力之同時，間斷地對處理氣體添加 $O_2$ 者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 22 )

## (1) 蝕刻裝置之構成：

首先，參照第14圖說明可適用於本實施樣態之蝕刻裝置1100的構成。蝕刻裝置1100的處理室1102係形成於導電性之氣密的處理容器1104。處理室1102內之導電性的上部電極(第1電極)1108與下部電極(第2電極)1106呈對向配置著。下部電極1106兼具晶圓之載置台。又，上部電極1108與處理容器1104之間介設著絕緣元件1110。而且，高頻電源1114透過整合器1112而連接於上部電極1108。高頻電源1114輸出一定的頻率，例如27MHz之電漿生成用的高頻電力。又，高頻電源1118透過整合器1116而連接於下部電極1106。高頻電源1118之頻率比施加於上部電極1108之高頻電力的頻率低，且輸出不會產生電漿之程度的頻率，例如具有800KHz之偏壓用高頻電力。

又，於上部電極1108形成多數的氣體吐出孔1108a。第1及第2氣體供給管1120、1140透過擴散室1108b而連接於氣體吐出孔1108a。第1~第3氣體供給源1134、1136、1138透過第1~第3流量調整閥(Mass flow controller)1128、1130、1132及開閉閥1122、1124、1126而連接於第1氣體供給管1120。又，第4氣體供給源1146透過第4流量調整閥144及開閉閥142而連接於第2氣體供給管1140。控制器1148連接於第1~第4流量調整閥1128、1130、1132、1144。控制器1148控制第1~第4流量調整閥1128、1130、1132、1144而調整氣體的流量。又，圖示未顯示之真空泵透過排氣管1150而連接於處理室1102下方。

## (2) 蝕刻步驟：

接著參照第14圖、15圖、22圖而說明本實施樣態特徵之蝕刻步驟。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



## 五、發明說明 ( 23 )

第88123029號專利申請案

說明書修正頁

修正日期：90年11月

首先，如第14圖所示，將晶圓W載置於下部電極1106上。此時，晶圓W透過下部電極1106而設定成一定的溫度，例如20°C。又，處理室1102之內壁面及上部電極1108之溫度度定成例如60°C。

其次，控制器1148適宜地調整第1～第3流量調整閥1128、1130、1132。藉由該調整於處理室102內從第1～第3氣體供給源1134、1136、1138將處理氣體例如C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>及CO及Ar所構成之混合氣體以各別的一定流量導入。此時C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>的流量係設定例如11sccm(標準狀態下為 $1.83 \times 10^{-7} \text{M}^3/\text{s}$ )。又，CO的流量係設定例如50sccm(標準狀態下為 $8.33 \times 10^{-7} \text{M}^3/\text{s}$ )。又，Ar的流量係設定例如200sccm(標準狀態下為 $33.3 \times 10^{-7} \text{M}^3/\text{s}$ )。又，第4流量調整閥1144係關閉著。因此，O<sub>2</sub>之供給呈停止。而且，處理室1102內被真空抽取。因此處理室1102內的壓力乃維持在例如45mTorr(6.0Pa)。

其後，對上部電極1108以一定的週期反覆ON/OFF例如施加27MHz之高頻電壓(以下稱「脈衝電力」)。藉著施加該電力而於處理室1102內使導入的處理氣體分解而生成電漿。又，對下部電極1106施加例如800KHz之連續波的高頻電力(以下稱「偏壓電力」)。藉由該電力之施加而將上述電漿中的電子、離子及基引至晶圓W。其結果如第22圖所示於晶圓W之SiO<sub>2</sub>膜層1012形成連接孔1018。

又，上述電漿之生成狀態係藉著圖示未顯示之感應器而被監視著。又，該監視器檢出例如電漿之發光頻譜而監視電漿的生成。而且，從感應器產生的資訊傳達到控制踞1148。一旦控制器1148判斷電漿為穩定化而對SiO<sub>2</sub>膜層1012實施穩定之蝕刻處理時，則對第4流量調整閥1144施予一定的脈衝電壓。第4流量調整閥1144於上述脈衝電壓之ON

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 五、發明說明 ( 24 )

時將閥打開而從第4氣體供給源1146將 $O_2$ 供給到擴散室1108b內。又，第4流量調整閥1146於上述脈衝電壓OFF之時關閉該閥並停止供給 $O_2$ 。其結果則 $O_2$ 與上述脈衝電壓之ON/OFF同步而添加到擴散室1108b內之處理氣體。至於該處理氣體透過氣體吐出孔1108a而供給到處理室1102。

又，添加 $O_2$ 時之添加量乃如第15圖所示，處理時間即因應由蝕刻之進行所形成之連接孔1018之寬闊比的增加而增加。此寬闊比之變化係預先求出蝕刻時間與寬闊比之增加的對應關係，於控制器1148基於上述關係而從蝕刻時間來判斷。藉由該構成使在寬闊比小的的處理初期階段的 $O_2$ 之添加量少。因此，光阻膜層1014及圖樣1016肩部變得不易削除。結果能依一定之圖樣1016而對 $SiO_2$ 膜層1012施予最適切的蝕刻。且 $O_2$ 之全導入量(投入量)能以 $O_2$ 連續導入時之全導入量以下來導入。因此能確實地削除光阻膜層1014之肩部。又，能確實地消解電荷損傷。

再者，一個週期之添加 $O_2$ 時間係設定成數ms~數10ms，例如設定成5ms~10ms。又，無添加 $O_2$ 之時間乃設定成比該添加 $O_2$ 之時間更長。因此，添加 $O_2$ 之時間比較於無添加 $O_2$ 之時間的話就非常的少了。如此一來，能將通常添加 $O_2$ 時會造成光阻膜層1014等損傷的量添加到處理氣體。其結果則於實際上不會損傷光阻膜層1014及圖樣1016肩部。

## (3)消解電荷損傷的理由：

其次參照第16圖及17圖來說明消解因 $O_2$ 之添加所造成之電荷損傷的理由。

如第16圖所示一般，對處理時之上部電極1108與下部電極1106各別施加脈衝電力及偏壓電力。添加於處理氣體之 $O_2$ 係於脈衝電力ON之時與 $C_4F_8$ 等一同分解而生成正離子

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 25 )

及負離子及基及電子。其中，消解對連接孔1018下部充電之正電荷之氧的負離子或電子在脈衝電力OFF時，且於偏壓電力為正之循環時(第16圖中的斜線部分)被吸引至連接孔1018內。

即，氧之負離子即使在偏壓電力為正循環下，其脈衝電力為ON時亦不能通過晶圓W與電漿之間形成之外層。其結果，氧之負離子不能到達連接孔1018內。

對此，如第17圖所示當脈衝電力為OFF時，外層消滅。因此，偏壓電力於正的循環時，氧的負離子( $I^-$ )及電子被吸引至連接孔1018內而到達該底部。其結果於連接孔1018之下部壁部帶電之正電荷乃藉著氧之負離子及電子而被電性的中和，而消解上述充電情形。藉此，即使是寬闊比變大的連接孔1018，從 $C_4F_8$ 分離出來之正離子(蝕刻材)亦對著連接孔1018底面而以垂直方向射入。其結果則能形成一定形狀之連接孔1018。

本實施樣態係如以上所述般地構成。依據該構成的話，使對處理氣體添加 $O_2$ 及無添加 $O_2$ 能以一定週期切換，且能使添加 $O_2$ 時的添加量因應寬闊比而增加。因此，在維持圖案16於初期狀態之同時，能消解連接孔18下部壁部之充電情形。結果則能形成所希望之高寬闊比的連接孔18。

## (第5實施樣態)

其次說明本發明之第5實施樣態。本實施樣態之特徵乃在於間斷地對上部電極1108施予電漿生成用高頻電力之同時，相對性地對處理氣體增減 $O_2$ 之添加量者。

即，於處理開始前，對處理室1102內對著已添加進去的處理氣體予以添加例如5sccm(標準狀態為 $0.833 \times 10^{-7} m/s$ )之流量的 $O_2$ 。而於一定的處理條件完備後，對上部電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 26 )

極1108及下部電極1106施加上述各高頻電力並對晶圓W施予蝕刻處理。控制器1148一旦確認電漿為安定化時，使第4流量調整閥1144之開度因應處理經過時間，即因應連接孔1018之寬闊比的增加而調整。藉此調整能使導入氣體擴散室1108b內的O<sub>2</sub>流量週期性的增減。如第18圖所示，藉由該構成乃因應寬闊比之增加而階段性地增加O<sub>2</sub>的添加量。

又，本實施樣態中，高流量之O<sub>2</sub>供給至氣體擴散室1108b內的時間乃設定數ms~數10ms，例如設定為5ms~10ms。相對於此，以將O<sub>2</sub>以低流量供給至氣體擴散室1108b內的時間係設定成比以高流量供給至氣體擴散室1108b內的時間長。

又，其他的構成乃與上述第4實施樣態相同。

本實施樣態如以上所述般地構成。依據該構成可於處理中使O<sub>2</sub>經常地添加到處理氣體。因此能生成更多氧的負離子而可更確實地防止充電的發生。又，一旦增減O<sub>2</sub>的添加量則隨著寬闊比之增加而增加。故防止由於O<sub>2</sub>之增加所導致光阻膜層1014及圖樣1016肩部的損傷於最小限。

### (第6實施樣態)

其次，說明本發明之第6實施樣態。本實施樣態之特徵乃在於間斷地對上部電極1108施予電漿生成用高頻電力之同時，連續性地對處理氣體增減O<sub>2</sub>之添加量者。

即對處理室1102導入不添加O<sub>2</sub>之處理氣體。而於上述諸條件完備之後生成電漿並對晶圓施予蝕刻處理。接著控制器1148一旦確認電漿為安定化時，而因應連接孔1018之寬闊比的增加而增加對第4流量調整閥1144所施加的電壓。如第19圖所示，因應寬闊比之增加而連續性地增加O<sub>2</sub>的添加量。又，其他的構成乃與上述第4實施樣態相同。

本實施樣態如以上所述般地構成。依據該構成可使O<sub>2</sub>

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 2 )

之添加量因應寬闊比的增加而連續性地增加。因此能更確實地消解電荷損傷。又，朝向處理氣體之 $O_2$ 的全投入量不會比防止發生電荷損傷所必要的量更多。因此能更確實地防止由光阻膜層1014及圖樣1016肩部的損傷。

以上，關於本發明之適當的實施樣態乃參照附件圖式來說明，然而，本發明並非限於此構成。在申請專利範圍所記載之技術思想的範疇中，只要是從事本項事業者就能想到各種的變更實施例及修正實施例。因此，可瞭解即使是這些變更實施例及修正實施例亦應屬於本發明之技術範疇。

例如上述第1及第2實施樣態中，雖已舉例說明以每一一定週期而間斷性地以一定量的 $O_2$ ，或在進行增減之同時，對處理氣體添加之構成，然而，本發明並不僅限於該構成。例如，與上述第3實施樣態相同地因應寬闊比的增加，即因應電漿的成分變化而增加 $O_2$ 的增加量之同時，如第9圖所示般地間斷地(脈衝式的)添加 $O_2$ 亦可。又，如第10圖所示以脈衝式地增減添加 $O_2$ 亦可。又，如第11圖所示以曲線式地增減添加 $O_2$ 亦可。其結果則能達到與上述第3實施樣態相同的效果。而且，如第13圖所示因應上述電漿之成分變化而連續性地且直線性地增加 $O_2$ 的添加量亦能達到與上述相同的效果。

再者，上述第3實施樣態中，雖已舉例說明連續性地增加 $O_2$ 之添加量的構成，本發明並不僅限於該構成。例如第12圖所示，因應電漿的成分變化而採用階段(多階段)地增加 $O_2$ 的添加量的構成亦能達到與上述相同的效果。

又，上述第3實施樣態中，雖已舉例說明基於電漿的成分變化而調整 $O_2$ 之添加量的構成，惟，本案發明並不僅限

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 28 )

於該構成。即， $O_2$ 之外之處理氣體的流量、處理室內的壓力、施加於電極的高頻電力及電極或處理室內壁的溫度等亦能因應電漿的成分變化而調整。

又，上述第3實施樣態中，雖已舉例說明藉由紅外線雷射吸收分析法而測定電漿的成分變化的構成，然而，本案發明並不僅限於該構成。例如，以雷射誘起螢光法(LIF)、發光分光法(OES)或四重極質量分析法等方法來求出電漿成分之含有量亦能實施本發明，且亦能依據電漿之電位或溫度之變化而調整 $O_2$ 的添加量。

再者，上述第3實施樣態中，雖已舉例說明因應實測所得之電漿成分變化而調整 $O_2$ 的添加量，然而，本案發明並不僅限於該構成。採用預先求出連接孔之寬闊比的增加與蝕刻時間的關係，並因應該蝕刻時間的經過而增加 $O_2$ 之添加量的構成亦能實施本發明。

又，上述第1~第3實施樣態中，雖已舉例說明對下部電極施加高頻電力之蝕刻裝置，然而，本案發明並不僅限於該構成。例如，對於上部電極與下部電極之兩方，或具有對上部電極施加高頻電力之構成的電漿處理裝置亦能適用於本發明。又，本發明不僅適用於上述具有磁石之蝕刻裝置，且適用於不具有該等磁石之電漿處理裝置。

又，上述第4~第6實施樣態中，雖已舉例說明從蝕刻時間來判斷連接孔之寬闊比之增加的構成，然而，本案發明並不僅限於該構成。例如，首先預先求出處理室內之電漿的成分變化與寬闊比之增加的關係。而於處理時採用從已測定之電漿的成分變化來判斷寬闊比之增加的構成亦能實施本發明。

又，上述第4~第6實施樣態中，雖已舉例說明因應寬

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 29 )

闊比之增加而以每一定週期而間斷性地以一定量的 $O_2$ ，或在進行增減之同時，對處理氣體添加之構成，然而，本發明並不僅限於該構成。例如，因應寬闊比之增加而對處理氣體增加所要添加的 $O_2$ 的添加量時，如第20圖所示以曲線式地增減添加 $O_2$ 亦可。或如第21圖所示般地階段地(多階段)地增減添加 $O_2$ 亦可。依據該構成則能達到與上述實施樣態相同的效果。

又，上述第4~第6實施樣態中，雖已舉例說明於一6漿安定化之後進行切換 $O_2$ 之添加、無添加而增減 $O_2$ 之添加量的構成，惟，本發明並不僅限於該構成。例如，即使是從發生電荷損傷之前一時進行上述切換 $O_2$ 之添加、無添加亦可。又，增減 $O_2$ 之添加量或增加 $O_2$ 之添加量亦可。本發明即使採用該構成亦能實施。

又，上述第1~第6實施樣態中，雖已舉例說明將 $O_2$ 添加到處理氣體，即 $C_4F_8$ 及 $CO$ 及 $Ar$ 之混合氣體，然而，本發明並不僅限於該構成。本發明祇要是至少含有氟化碳的處理氣體的話，將 $O_2$ 添加至其他的處理氣體亦能實施。

又，上述第1~第6實施樣態中，雖已舉例說明於氣體擴散室中，將 $O_2$ 添加到處理氣體的構成，然而，本發明並不僅限於該構成。本發明祇要是將 $O_2$ 添加到處理室內就能實施。

又，上述第1~第6實施樣態中，雖已舉例說明將 $O_2$ 之流量(添加量)以電壓調整開度之流量調整閥來進行之構成，然而，本發明並不僅限於該構成。本發明祇要是能調整 $O_2$ 之流量的話，即使使用其他的供給量調整手段亦能實施。

又，上述第1~第6實施樣態中，雖已舉例說明以光學

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 30 )

感測器來檢出電漿之狀態的構成，然而，本發明並不僅限於該構成。本發明係例如預先求出電漿為安定之時間，實際處理時係依據其時間而控制 $O_2$ 之供給量亦能實施。

又，上述第1~第6實施樣態中，雖已舉例說明間斷地對上部電極施予高頻電力並連續性地對下部電極施加高頻電力的構成，然而，本發明並不僅限於該構成。本發明係例如對載置被處理體之第2電極施加上述各高頻電力亦能實施。又，本發明亦能適用於處理室內形成磁場之電漿處理裝置。

依據本發明，間斷地將 $O_2$ 添加到處理氣體之同時，或將 $O_2$ 添加量相對性地增減而進行處理。因此，能使蝕刻遮覆罩之損傷止卡最小限度。而且，能去除例如堆積在連接孔底部之反應生成物，防止發生連接孔內壁面之充電現象而能防止中止蝕刻的發生。其結果則能以所希望的形狀來形成超微細之高寬闊比的連接孔。又，能因應寬闊比的增加而一邊增加 $O_2$ 的添加量，一邊進行處理。其結果則更能確實地防止中止蝕刻的發生。且因能削減 $O_2$ 的全投入量，故不會有造成蝕刻遮覆罩的損傷。

又，依據本發明則能將氧的負離子導入連接孔的底部。因此，即使以高密度的電漿來形成高寬闊比的連接孔的情形時亦能防止發生連接孔下部壁部之正電荷的充電。其結果則能形成所希望的連接孔。

### 【產業上的可利用性】

本發明能利用於半導體裝置，特別是能利用於蝕刻裝置等電漿處理裝置者。

### 【主要符號之對照說明】

100 蝕刻裝置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



## 五、發明說明 ( 31 )

- 102 處理室
- 104 導電性氣密處理容器
- 106 下部電極
- 108 靜電夾盤
- 110 高壓直流電源
- 112 聚焦環
- 114 檔板
- 114a 貫通孔
- 116 排氣管
- 122 磁石
- 124 上部電極
- 124a 氣體吐出孔
- 126 第1氣體供給管
- 128 第2氣體供給管
- 130 氣體擴散室
- 132 第1關閉閥
- 134 第1流量調整閥
- 136 第1氣供給源
- 138 第2開閉閥
- 140 第2流量調整閥
- 142 第2氣供給源
- 144 第3開閉閥
- 146 第3流量調整閥
- 148 第3氣供給源
- 150 第4開閉閥
- 152 第4流量調整閥
- 154 第4氣體供給源

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 32 )

- 156 控制器
- 200 Si基板
- 202 SiO<sub>2</sub>膜層
- 206 光阻膜層
- 208 反應生成物
- 210 CF<sub>x</sub>聚合物
- 212 富含碳之堆積物
- 300 蝕刻裝置
- 302 分析器
- 304 光透過性檢出窗
- 306 貫通孔
- 1100 蝕刻裝置
- 1102 處理室
- 1104 氣密之處理容器
- 1106 下部電極
- 1108 上部電極
- 1110 絕緣構件
- 1112 整合器
- 1114 高頻電源
- 1116 整合器
- 1118 高頻電源
- 1108a 氣體吐出孔
- 1108b 氣體擴散室
- 1120 第1氣體供給管
- 1122 第1開閉閥
- 1124 第2開閉閥
- 1126 第3開閉閥

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 33 )

- 1128 第1流量調整閥
- 1130 第2流量調整閥
- 1132 第3流量調整閥
- 1134 第1氣體供給源
- 1136 第2氣體供給源
- 1138 第3氣體供給源
- 1140 第2氣體供給管
- 1144 第4流量調整閥
- 1146 第4氣體供給源
- 1148 控制器
- 1150 排氣管

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:

## 電漿處理方法)

本發明之目的係在於提供一種電漿處理方法。

本發明係將導入蝕刻裝置之處理室內之包含氟化碳的處理氣體予以電漿化，並蝕刻在處理室內之晶圓上所形成之 SiO<sub>2</sub> 膜層。藉著紅外線雷射吸收分析法來測定電漿之中的蝕刻材及副生成物之各含有量。比較所測定之各含有量、對應預先設定之連接孔之寬闊比之增加的蝕刻材、及副生成物之各含有量。使兩種各含有量呈相同狀態地調整 O<sub>2</sub> 的添加量。使添加於處理氣體之 O<sub>2</sub> 添加量因應寬闊比之增加而連續性地增加。能不損傷光阻膜層，且能不發生中止蝕刻情形地於 SiO<sub>2</sub> 膜層形成連接孔。

英文發明摘要(發明之名稱:

## PLASMA PROCESSING METHOD)

Plasma is generated from the introduced processing gas which contains the fluorocarbon in the processing chamber of etching unit, and SiO<sub>2</sub> layer formed on the wafer is etched by plasma. Each content of the etchant and the sub-product material in plasma is measured by the infrared laser absorption analysis method. The measured contents are compared with the pre-determined contents of the etchant and the sub-product material which correspond to an increase of the aspect ratio of the contact hole. The amount of addition of O<sub>2</sub> is adjusted so that each contents may become the same. The amount of addition of O<sub>2</sub> added to the processing gas is continuously increased in proportion to the increase of the aspect ratio. The contact hole can be formed to SiO<sub>2</sub> layer without damage of the photoresist layer and the phenomenon of the etching stop.

## 六、申請專利範圍

1. 一種電漿處理方法，係將導入處理室內之至少包含氟化碳之處理氣體予以電漿化，並對配置於前述處理室內之被處理體所形成之氧化矽膜層施予電漿處理，其特徵在於：

以間斷地將氧添加至前述處理氣體。

2. 如申請專利範圍第 1 項之電漿處理方法，其中，前述氧係以週期性地添加至前述處理氣體。
3. 如申請專利範圍第 1 項之電漿處理方法，其中，前述氧之添加時間係相對性地比前述無添加氧之時間短。
4. 如申請專利範圍第 1 項之電漿處理方法，其中，於前述氧化矽膜層形成連接孔，前述氧之添加量係因應前述連接孔之寬闊比的增加而增加。
5. 如申請專利範圍第 4 項之電漿處理方法，其中，預先求出前述寬闊比之變化與前述電漿之成分變化的關係，並因應前述電漿之成分變化而調整前述氧的添加量。
6. 如申請專利範圍第 1 項之電漿處理方法，其中，前述氧之添加係於前述電漿穩定化之後進行。
7. 一種電漿處理方法，係將導入處理室內之至少包含氟化碳之處理氣體予以電漿化，並對配置於前述處理室內之被處理體所形成之氧化矽膜層施予電漿處理，其特徵在於：

對前述處理氣體添加氧之同時，相對性地增減前述氧之添加量。

8. 如申請專利範圍第 7 項之電漿處理方法，其中，前述氧之添加量的增減係以週期性地進行。
9. 如申請專利範圍第 7 項之電漿處理方法，其中，前述氧之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

天

## 六、申請專利範圍

添加量的增加時間係相對性地比前述氧之添加量的減少時間短。

10. 如申請專利範圍第 7 項之電漿處理方法，其中，於前述氧化矽膜層形成連接孔，前述氧之添加量係因應前述連接孔之寬闊比的增加而增加。
11. 如申請專利範圍第 10 項之電漿處理方法，其中，預先求出前述寬闊比之變化與前述電漿之成分變化的關係，並因應前述電漿之成分變化而調整前述氧的添加量。
12. 如申請專利範圍第 7 項之電漿處理方法，其中，前述氧之添加量的增減係於前述電漿穩定化之後進行。
13. 一種電漿處理方法，係將導入處理室內之至少包含氟化碳之處理氣體予以電漿化，並對配置於前述處理室內之被處理體所形成之氧化矽膜層施予電漿處理，其特徵在於：

對前述處理氣體添加氧之同時，前述氧之添加量係因應前述氧化矽膜層所形成之連接孔之寬闊比的增加而增加。
14. 如申請專利範圍第 13 項之電漿處理方法，其中，預先求出前述寬闊比之變化與前述電漿之成分變化的關係，並因應前述電漿之成分變化而調整前述氧的添加量。
15. 如申請專利範圍第 13 項之電漿處理方法，其中，前述氧之添加量係連續性地增加。
16. 如申請專利範圍第 13 項之電漿處理方法，其中，前述氧之添加量係階段性地增加。
17. 一種電漿處理方法，係將至少包含氟化碳之處理氣體導入處理室內，分別對於在前述處理室內呈對向配置之第 1 電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

極及第 2 電極施加高頻電力而將前述處理氣體電漿化，對於前述第 2 電極所載置之被處理體所形成之氧化矽膜層施予電漿處理，其特徵在於：

施加於前述第 2 電極之前述高頻電力的頻率比施加於前述第 1 電極之前述高頻電力的頻率低；

前述高頻電力係間斷性地施加於前述第 1 電極；

前述氧係間斷地添加至前述處理氣體。

18. 如申請專利範圍第 17 項之電漿處理方法，其中，前述氧係以週期性地添加至前述處理氣體。
19. 如申請專利範圍第 17 項之電漿處理方法，其中，於前述氧化矽膜層形成連接孔，前述氧之添加量係因應前述連接孔之寬闊比的增加而增加。
20. 一種電漿處理方法，係將至少包含氟化碳及氧之處理氣體導入處理室內，分別對於在前述處理室內呈對向配置之第 1 電極及第 2 電極施加高頻電力而將前述處理氣體電漿化，對於前述第 2 電極所載置之被處理體所形成之氧化矽膜層施予電漿處理，其特徵在於：

施加於前述第 2 電極之前述高頻電力的頻率比施加於前述第 1 電極之前述高頻電力的頻率低；

前述高頻電力係間斷性地施加於前述第 1 電極；

增減對前述處理氣體之前述氧之添加量之同時，進行前述電漿處理。
21. 一種電漿處理方法，係將至少包含氟化碳及氧之處理氣體導入處理室內，分別對於在前述處理室內呈對向配置之第 1

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 六、申請專利範圍

電極及第 2 電極施加高頻電力而將前述處理氣體電漿化，對於前述第 2 電極所載置之被處理體所形成之氧化矽膜層施予電漿處理，其特徵在於：

施加於前述第 2 電極之前述高頻電力的頻率比施加於前述第 1 電極之前述高頻電力的頻率低；

前述高頻電力係間斷性地施加於前述第 1 電極；

增加對前述處理氣體之前述氧之添加量之同時，進行前述電漿處理。

22. 如申請專利範圍第 21 項之電漿處理方法，其中，於前述氧化矽膜層形成連接孔，前述氧之添加量係因應前述連接孔之寬闊比的增加而增加。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

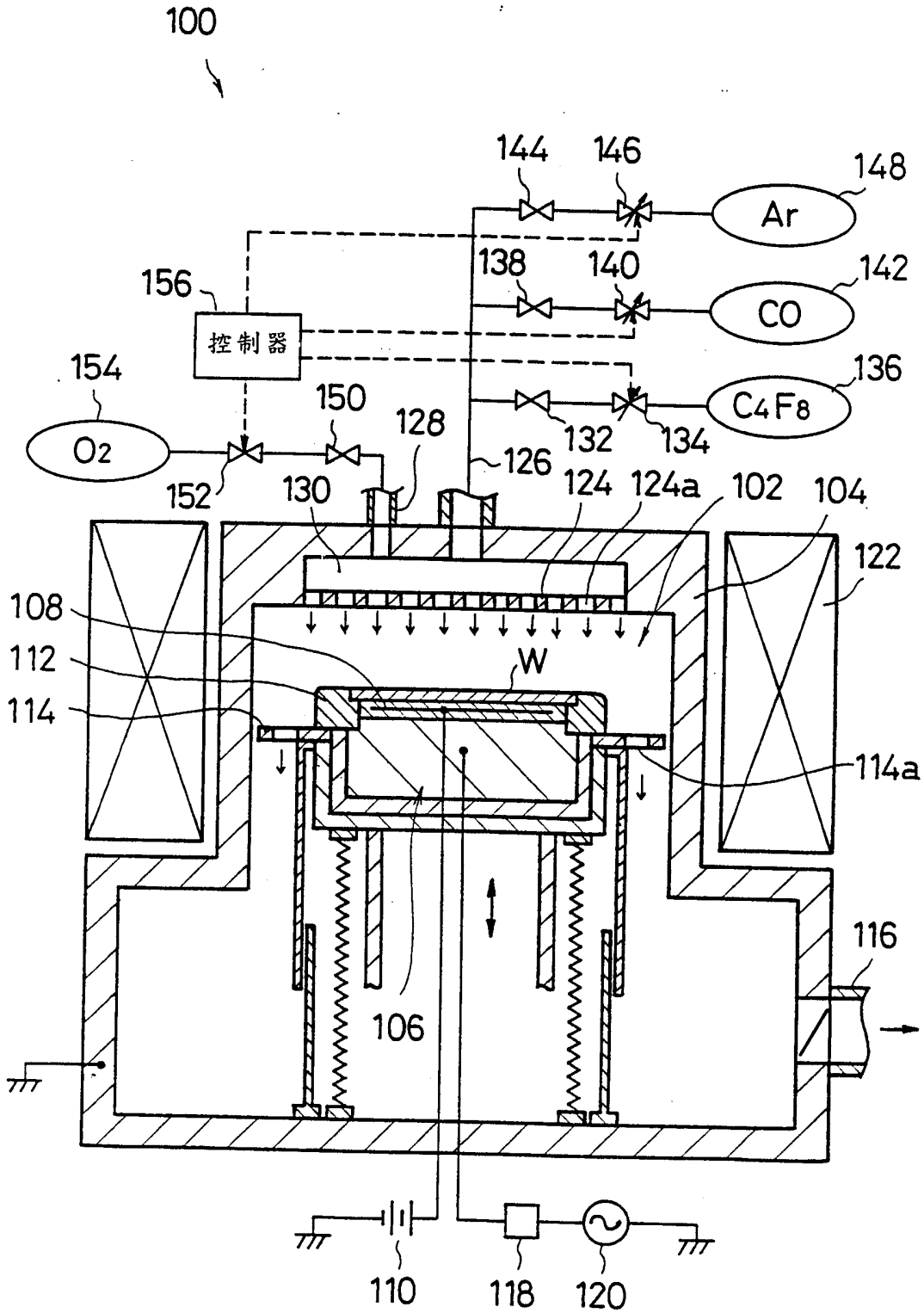
裝

訂

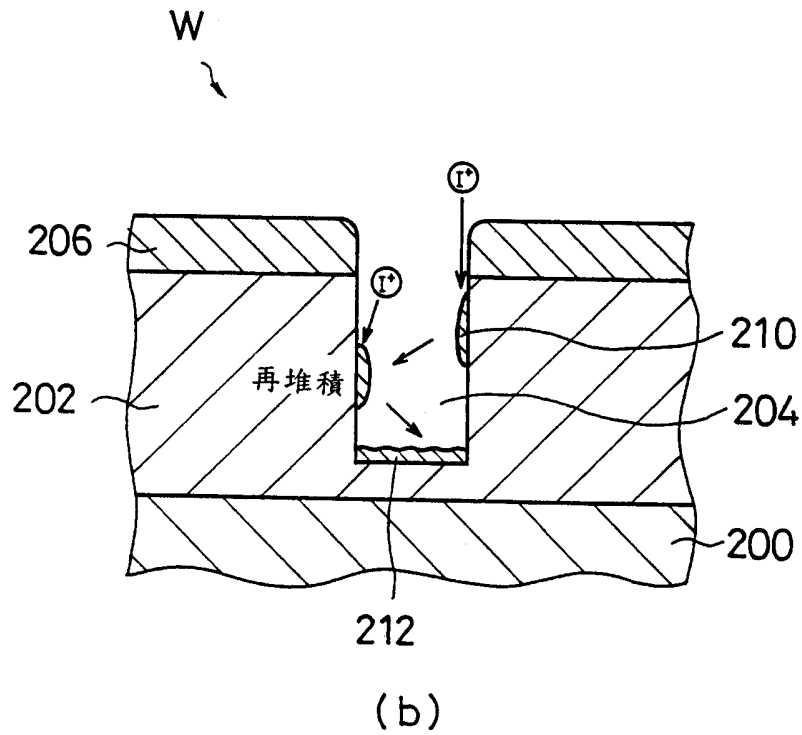
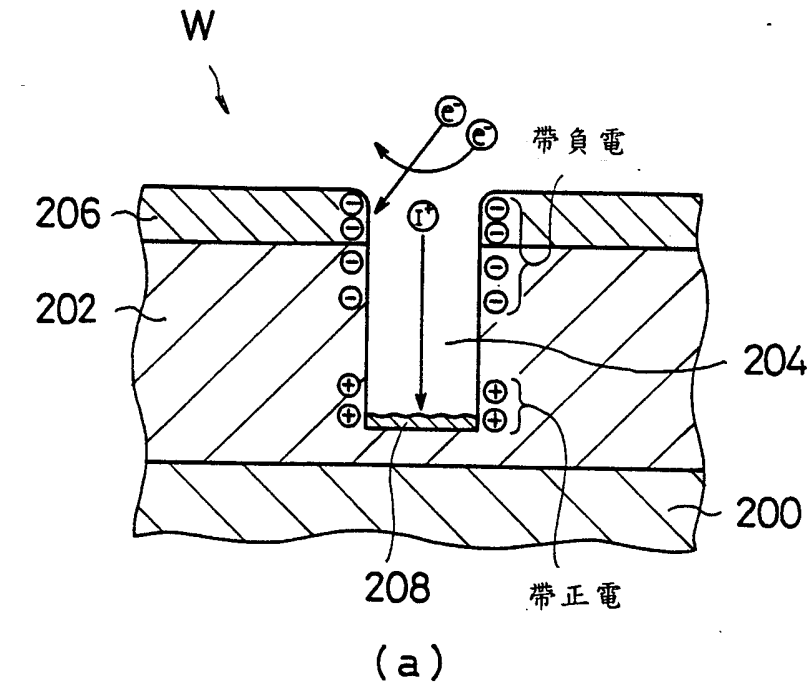
線



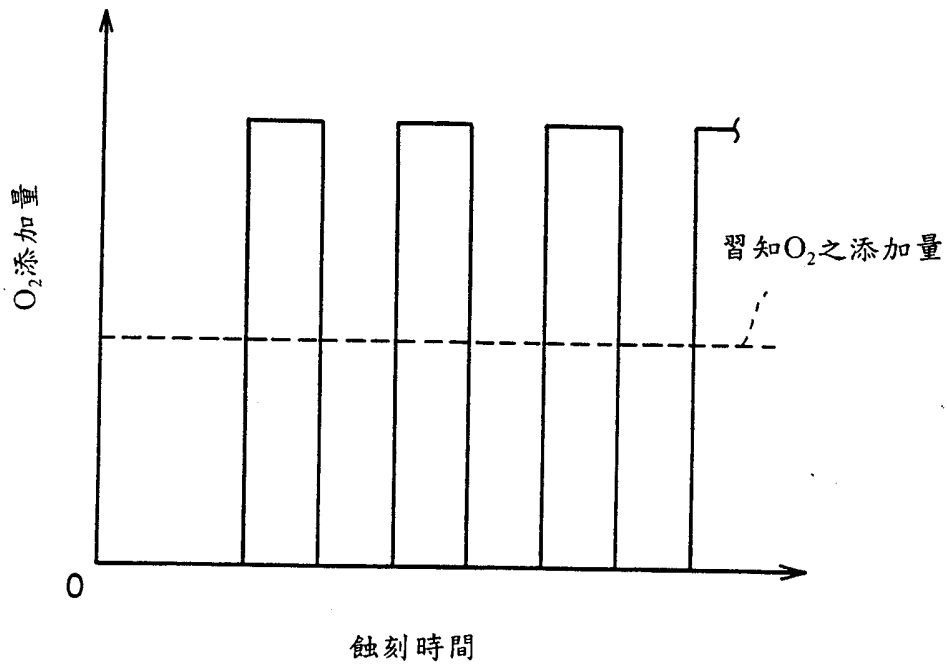
第 1 圖



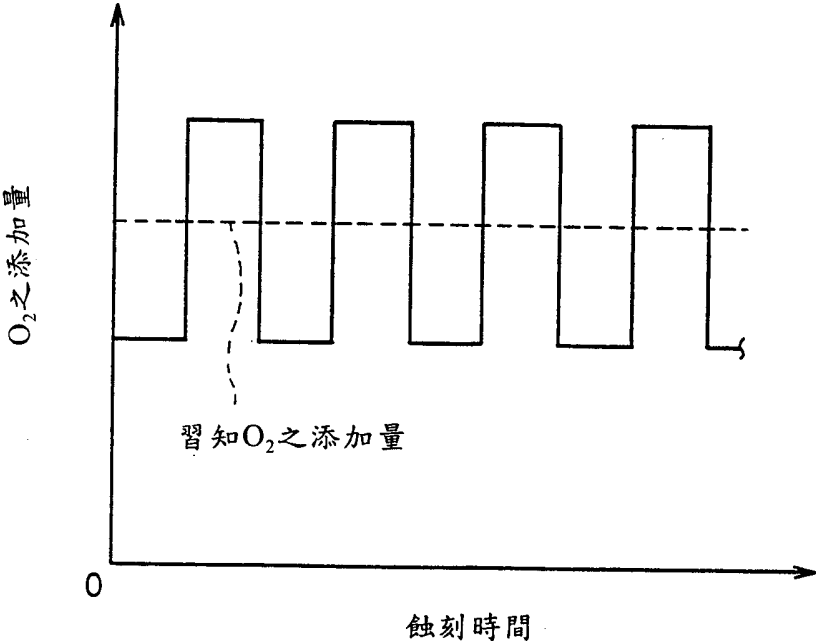
## 第 2 圖



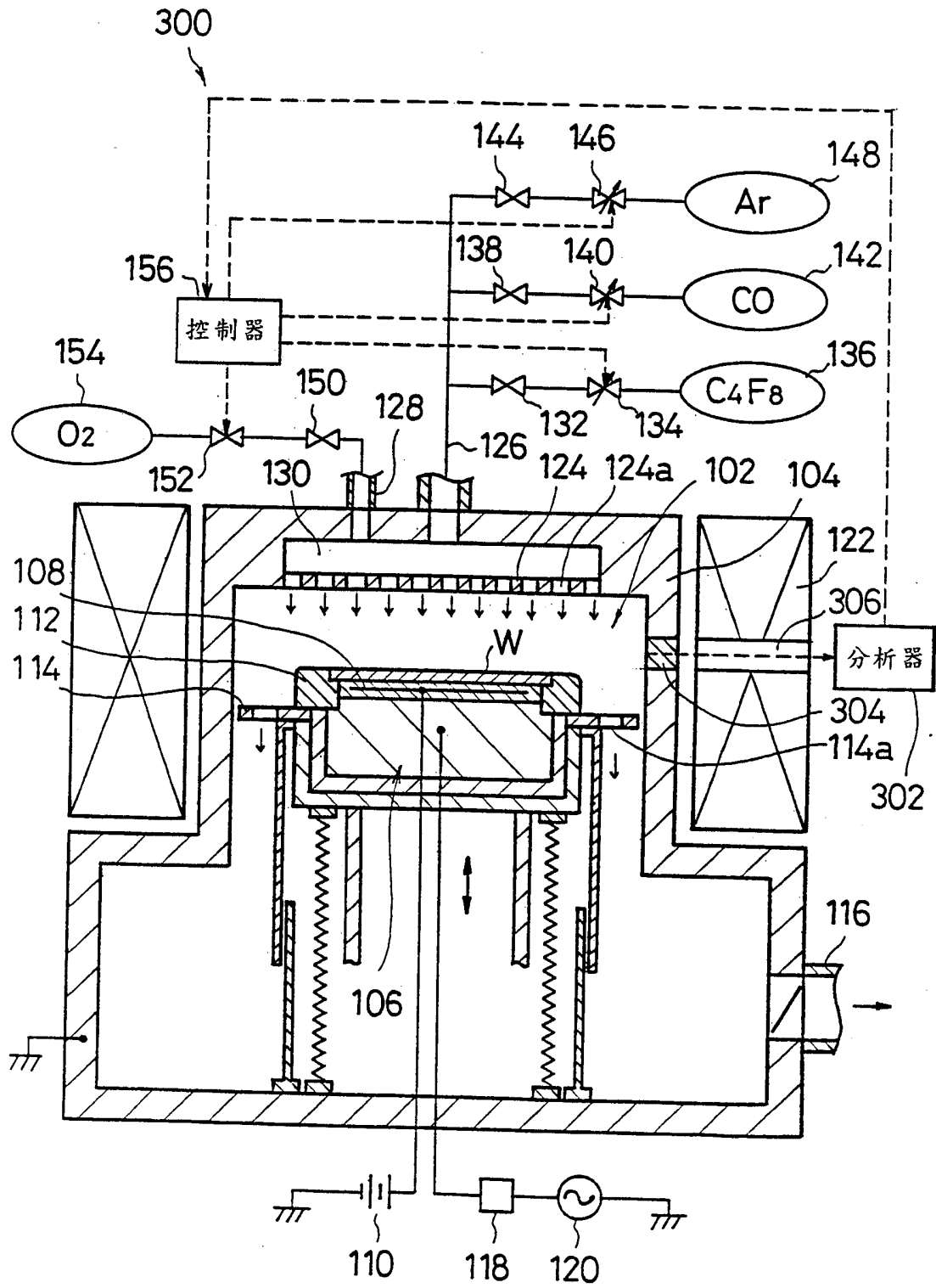
第 3 圖



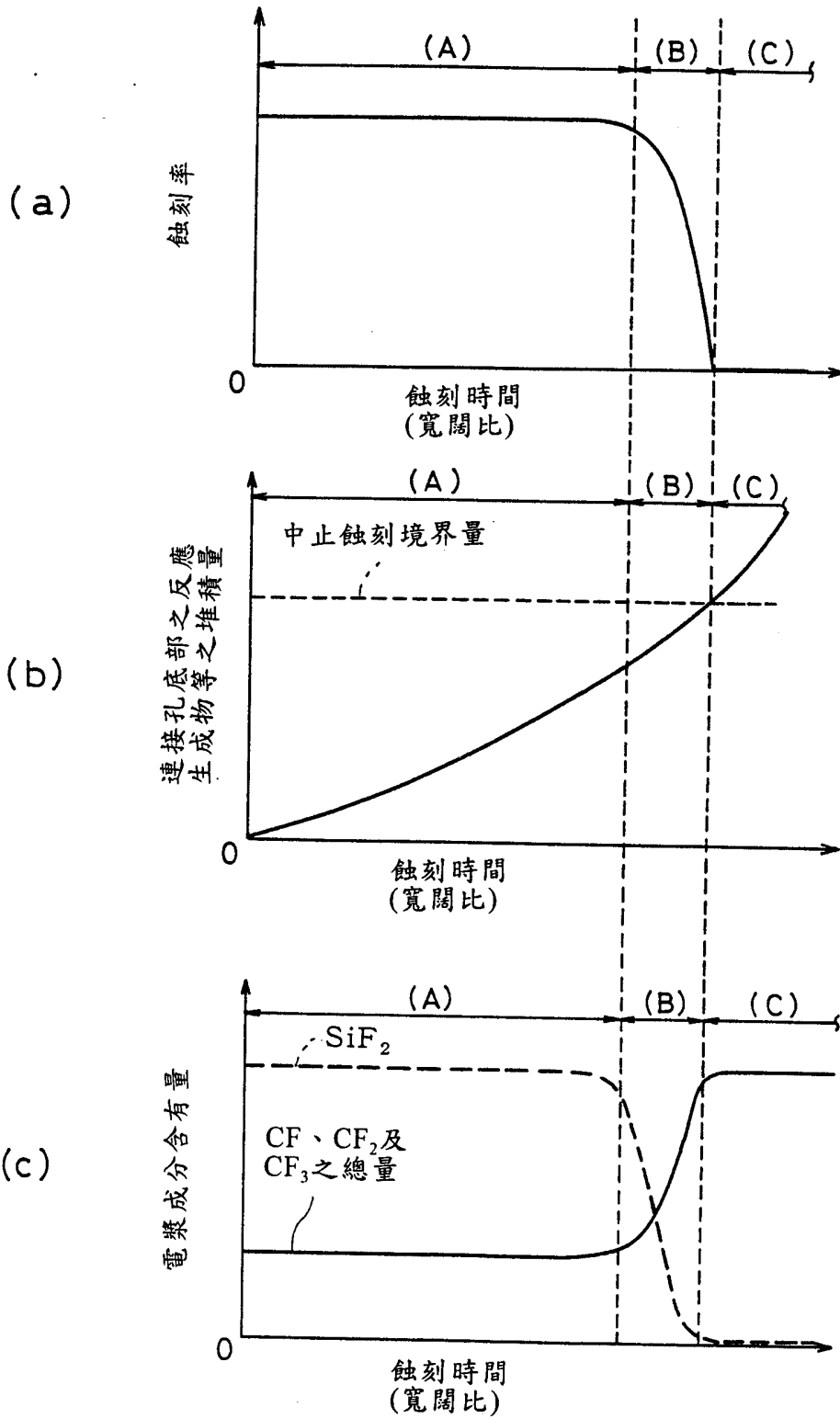
第 4 圖



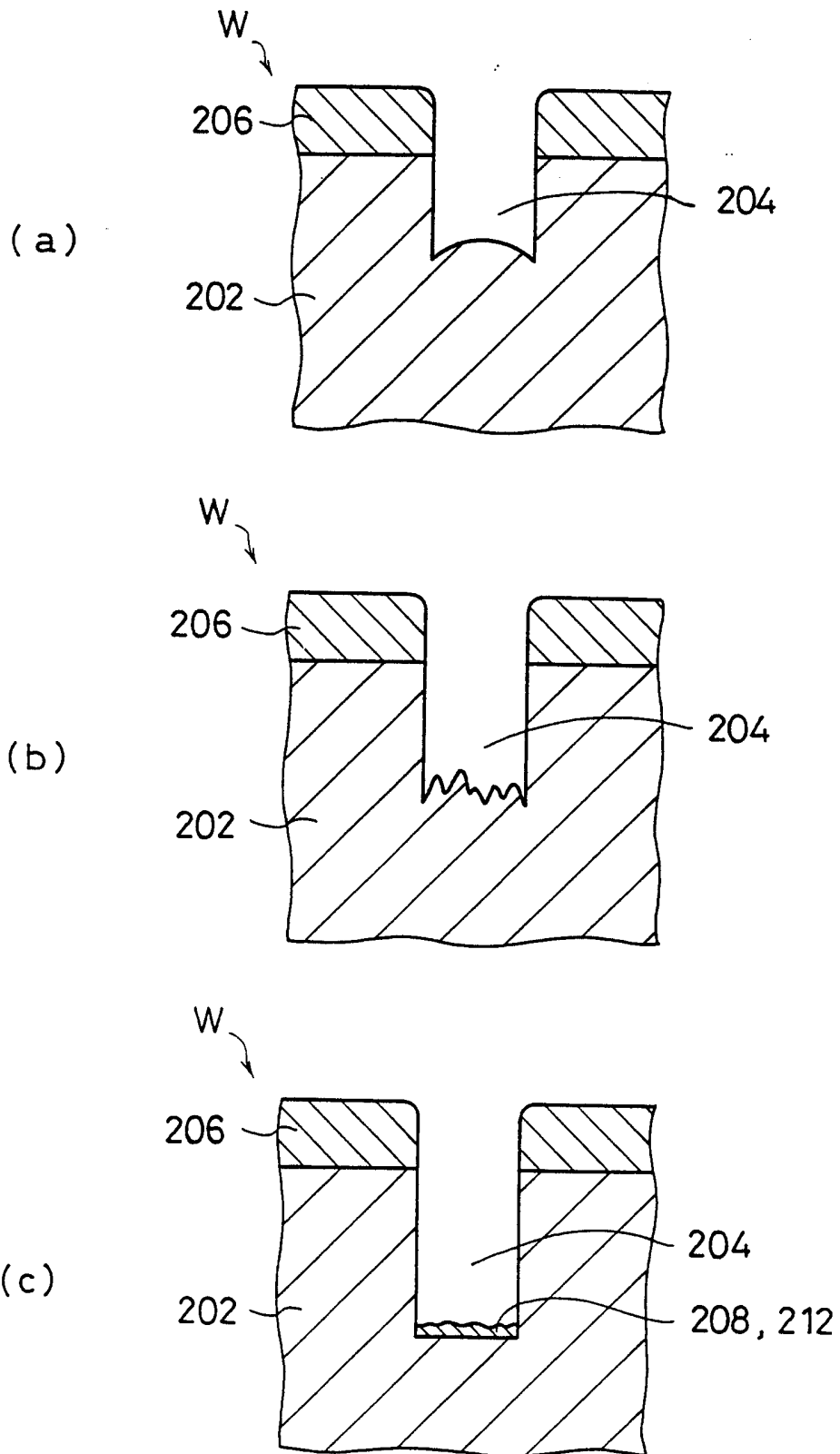
第 5 圖



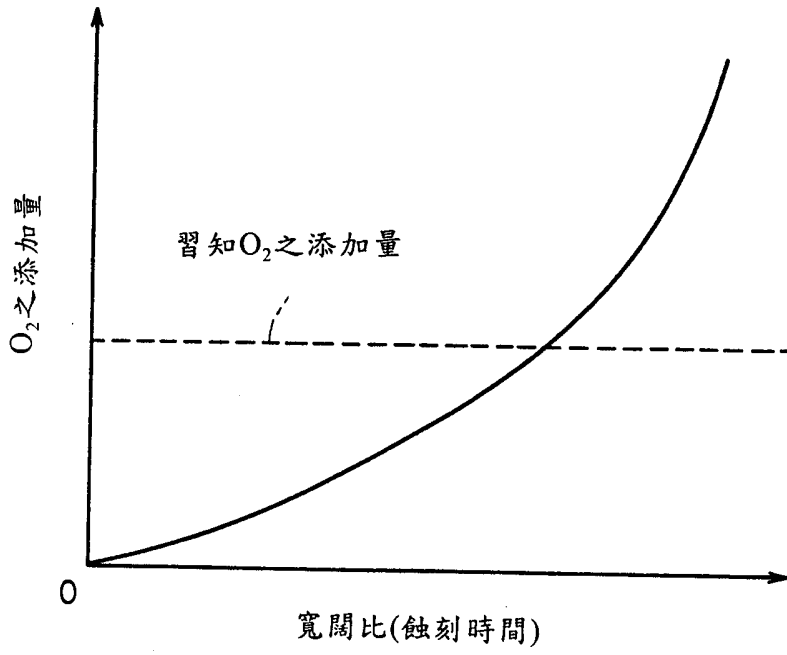
第 6 圖



## 第 7 圖

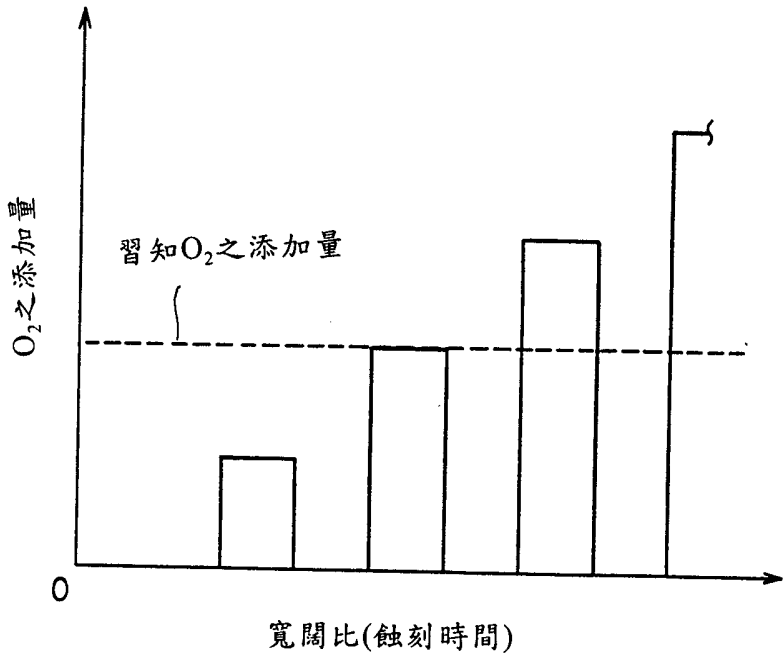


第 8 圖

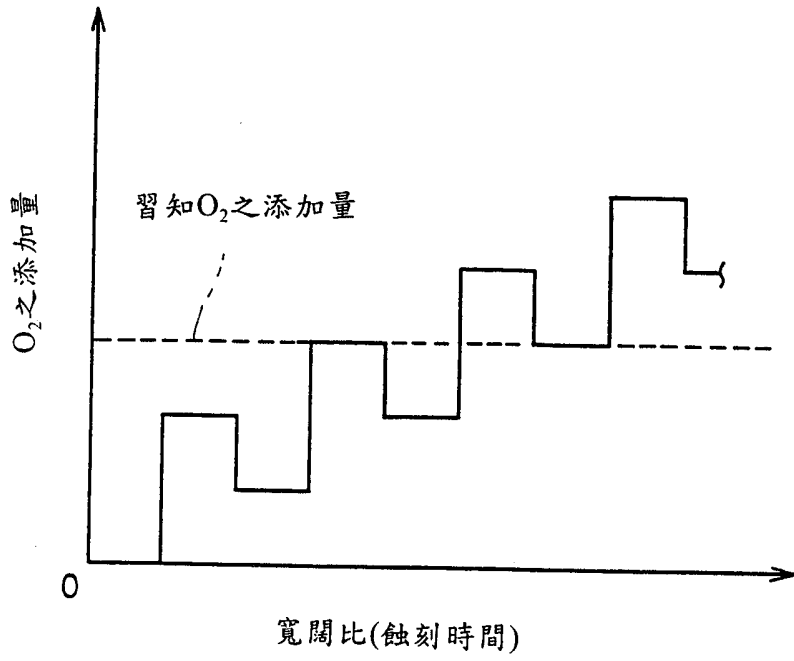




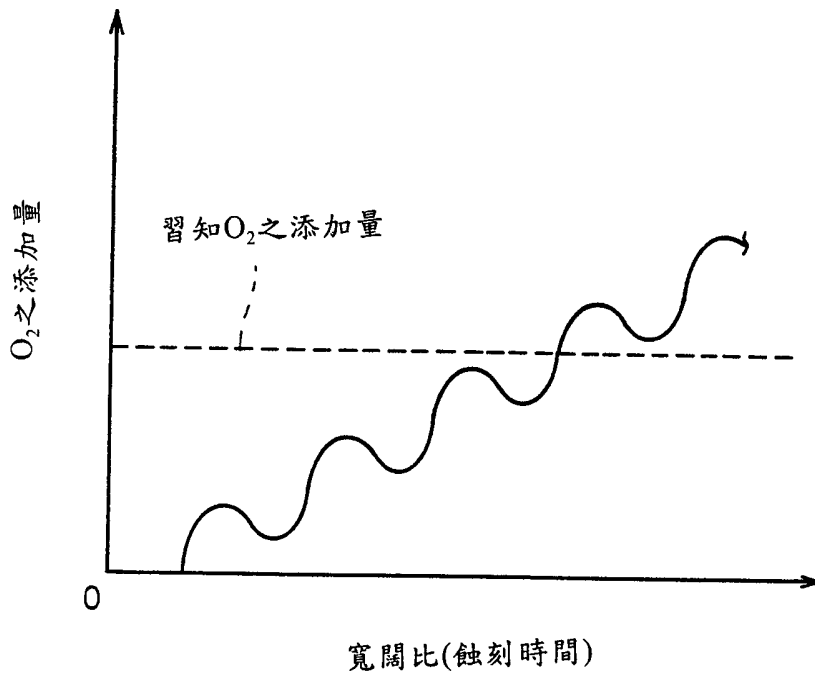
第 9 圖



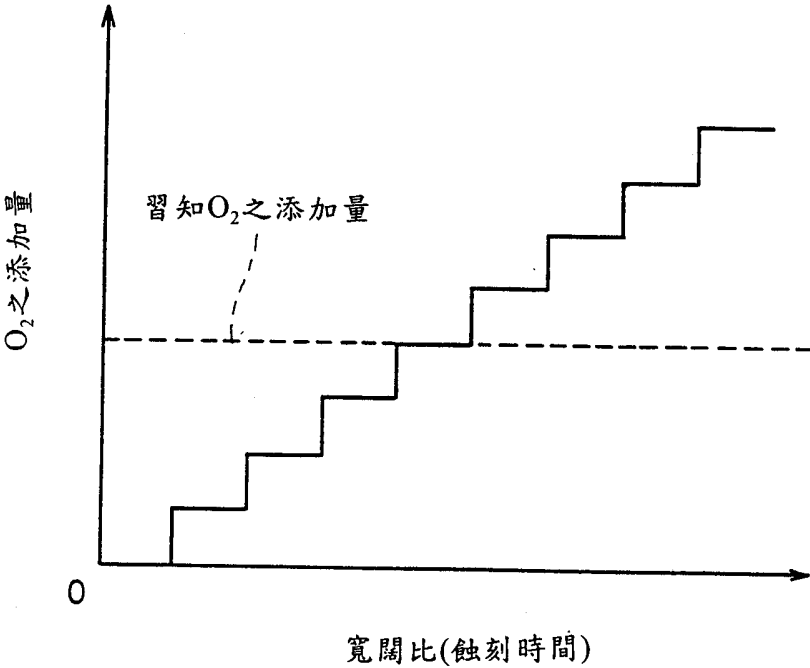
第 10 圖



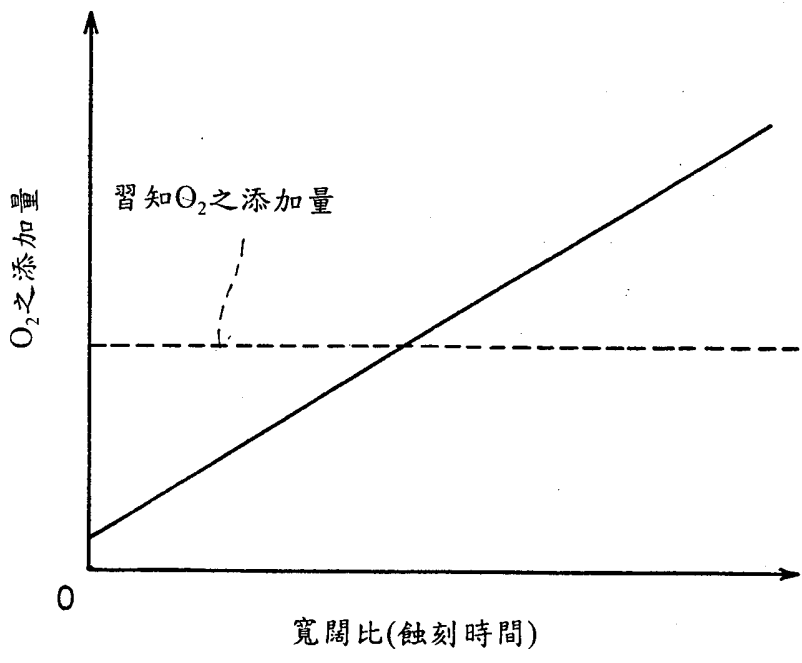
第 11 圖



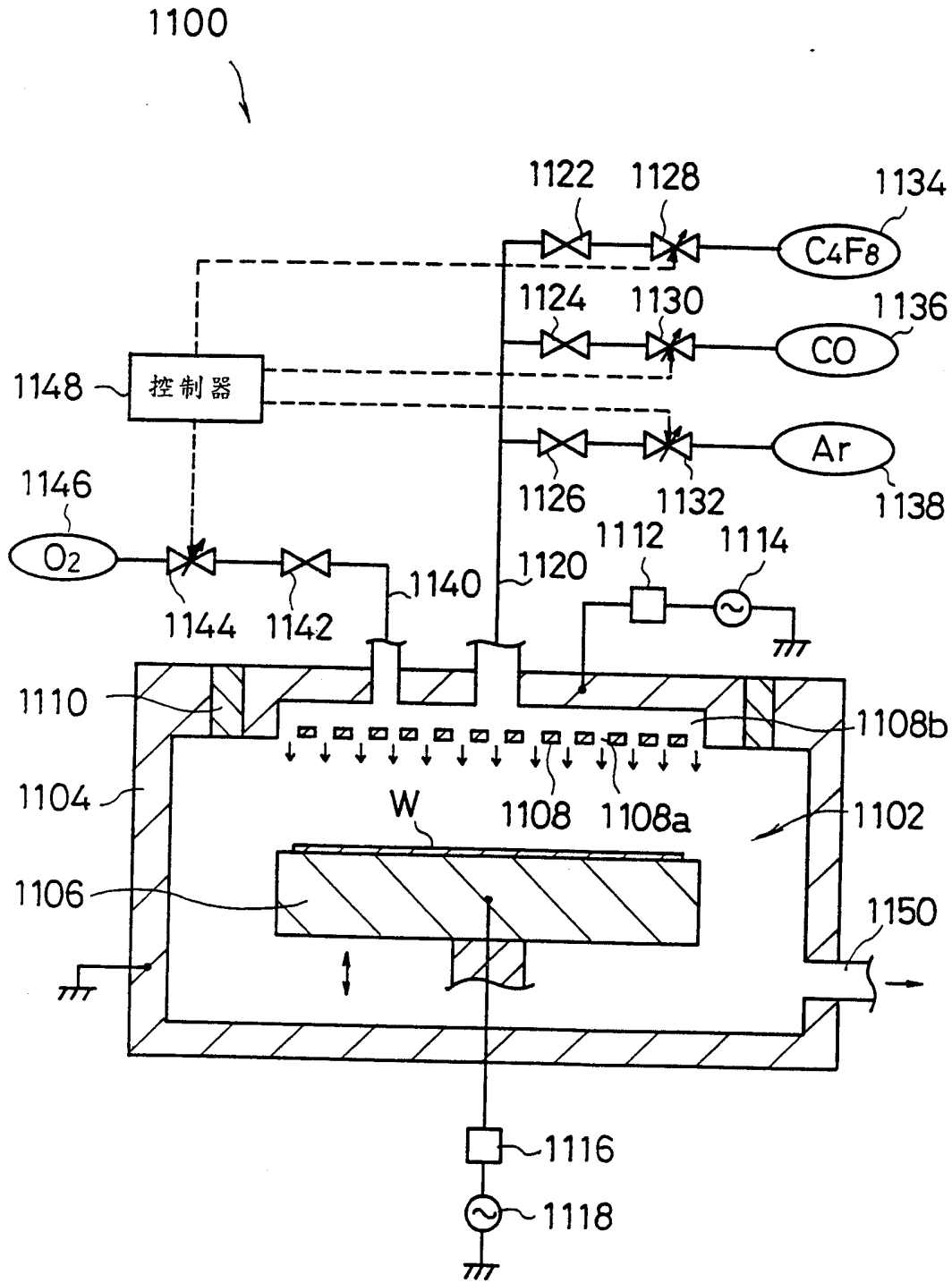
第 12 圖



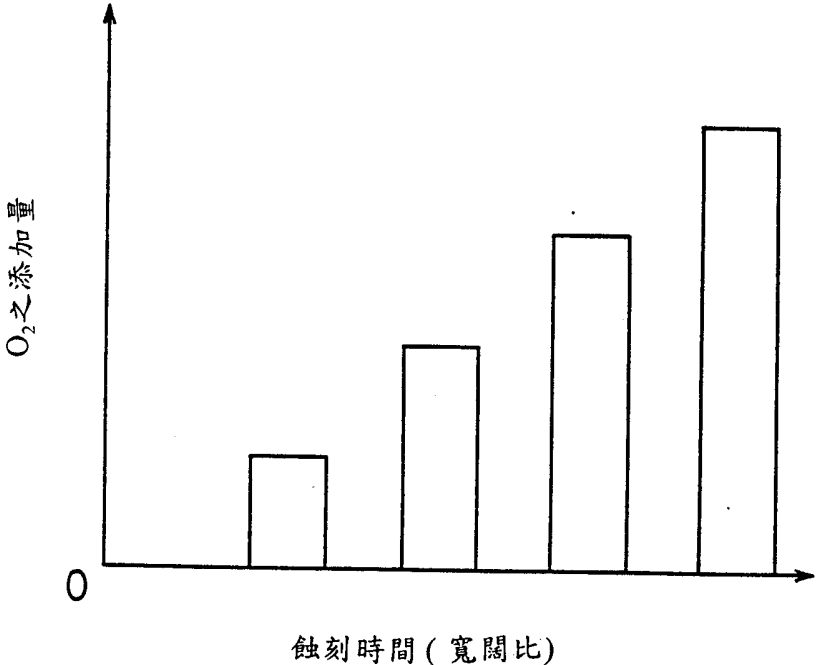
第 13 圖



第 14 圖



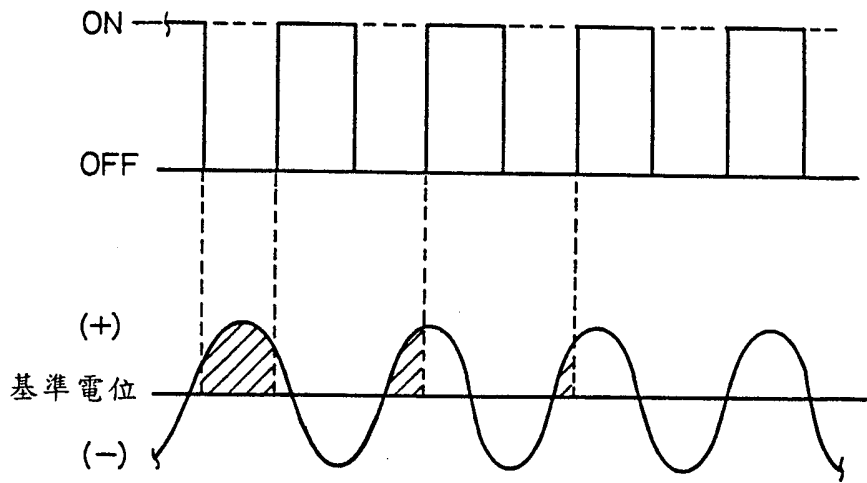
第 15 圖



第 16 圖

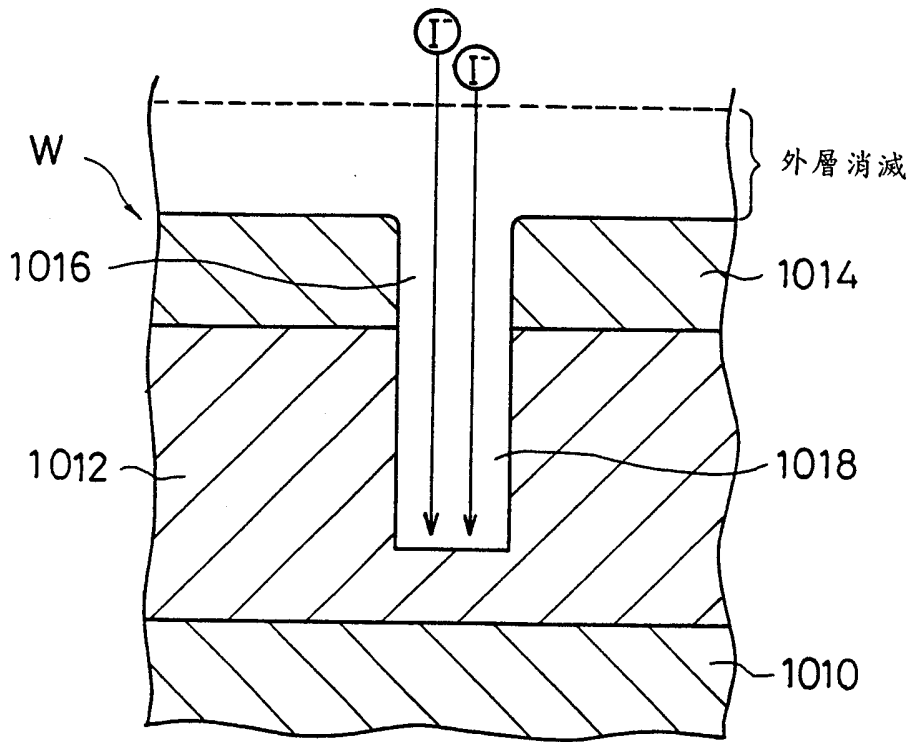
施加於上部電極之高頻電力

施加於下部電極之高頻電力

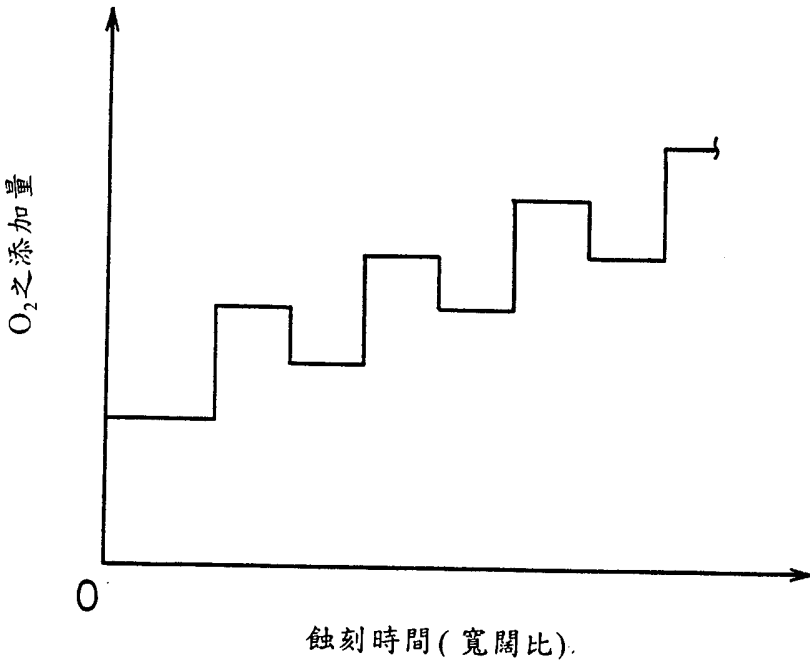




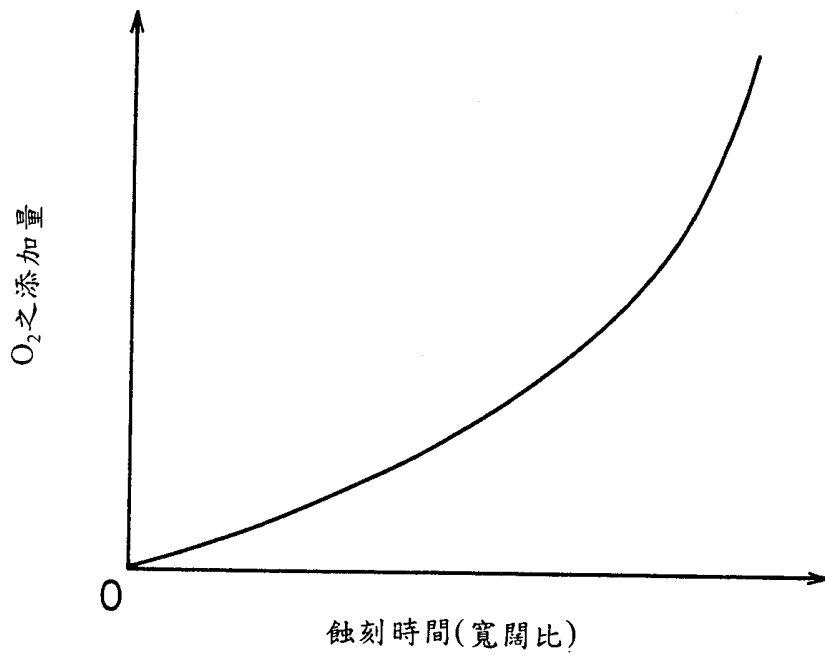
第 17 圖



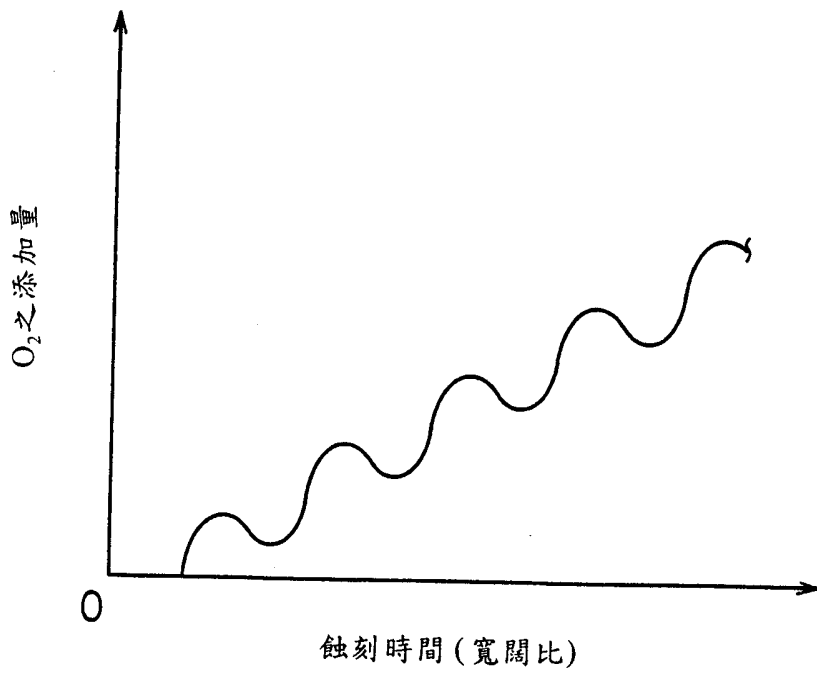
第 18 圖



第 19 圖

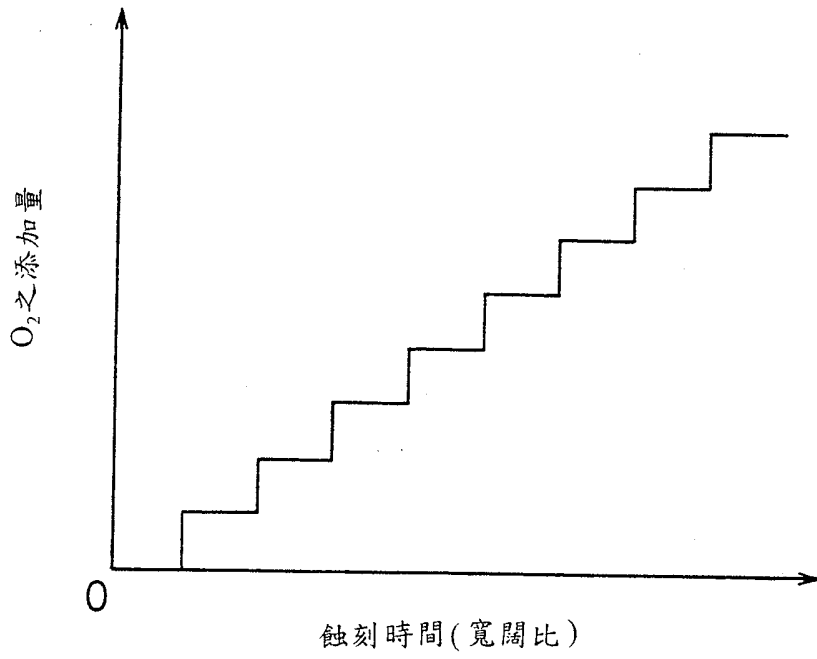


第 20 圖



修正補充  
90年8月10日

第 21 圖



第 22 圖

