

公告本

320749

申請日期	84年9月5日
案號	84109272
類別	H01L 3/11

A4
C4

Int. Cl⁶

320749

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中文	蝕刻方法
	英文	
二、發明 創作人	姓名	(1) 岡本晋 (2) 稻沢剛一郎 (3) 小泉真紀
	國籍	(1) 日本 (2) 日本 (3) 日本 (1) 日本國山梨縣甲府市線ヶ丘一五一五-四
	住、居所	(2) 日本國東京都世田谷區南烏山一一一七一一二 -二〇二 (3) 日本國東京都練馬區下石神井六-三九-二四 -二〇五
三、申請人	姓名 (名稱)	(1) 東京電子股份有限公司 東京エレクトロン株式会社
	國籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都港區赤坂五丁目三番六號
	代表人 姓名	(1) 井上皓

裝

訂

線

320749

申請日期	84 年 9 月 5 日
案 號	84109272
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書
~~新 型~~

一、 發明 名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明 人	姓 名	(4) 古屋祥子
	國 籍	(4) 日本
	住、居所	(4) 日本國東京都町田市中町三--一三--一三 松栄ビル二〇三
三、申請人	姓 名 (名稱)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

320749

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利, 申請日期: 案號: , 有 無主張優先權

日本	1994 年 9 月 22 日	6-254449	<input checked="" type="checkbox"/> 無主張優先權
日本	1994 年 10 月 31 日	6-290392	<input checked="" type="checkbox"/> 無主張優先權

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本發明係關於對半導體晶圓之薄膜與基板實施高精密蝕刻之蝕刻方法。

半導體元件之製造領域中對次微米層次之超微細加工之要求極高，而使微影蝕刻之光罩技術日益高精度化。特別是伴隨著半導體元件之單層積體化及微細化之傾向，FET(場效電晶體)之相鄰閘極間之間隔日益縮小，而要求具高精度之蝕刻技術。微影蝕刻用以蝕刻被蝕刻層，而形成圖型開口(例如，連接孔或線接孔)。此被蝕刻層可為由SiN或SiO₂製得之閘極氧化膜或多晶矽層或單晶矽基板等製成。

如圖1A所示，因為在被蝕刻層2之表面8(曝光用光6之反射面)具有微觀之凹凸存在，在此反射面8曝光用光6會亂反射，而擴大光阻劑膜4之感光範圍。其結果如圖1B所示，圖型開口之線寬L₂較目標線寬L₁大許多，而使光罩之精度劣化。

因此如圖2A所示，提出以分散於溶媒中之碳黑等碳微粒子塗佈後，將溶媒蒸發以形成防止亂反射膜10。以防止亂反射膜10(抗反射層，以下簡稱ARC)塗覆被蝕刻層2，以防止曝光用之光6亂反射。ARC10具優異平滑性，因此理想上反射面8為平坦面。在ARC10上塗覆光阻劑膜4，將其曝光、顯影，則如圖2B所示，圖型開口之線寬L₂與目標線寬L₁實質上為相同，而形成精度高之光阻劑光罩。

因為被蝕刻層2被ARC10所塗覆，必須蝕刻除去

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(2)

A R C，以便在圖型開口露出被蝕刻層 2。一般而言為除去 A R C 1 0 係採用臭氧中之氧原子自由基。但是，因為氧原子自由基具有等方性蝕刻之特性，不僅是 A R C 1 0，連光阻劑膜 4 也會被氧原子自由基所蝕刻。其結果，如圖 2 C 所示，圖型開口之線寬 L_2 較目標線寬 L_1 變大許多。

以下參照圖 9 A 及圖 9 B 說明本發明所欲解決之另一課題。

在如 $S i O_2$ 之氧化膜下存在鋁或鎢之類之金屬基底層之場合，僅蝕刻被蝕刻層，且必須注意不致蝕刻到金屬基底層。因此相對於金屬基底層必須採用對被蝕刻層具有高選擇性之蝕刻氣體。為符合高選擇性蝕刻之要求，係採用在一般所用之 C_4F_8 蝕刻氣體中添加 $C O$ 而成混合氣體。

但近來伴隨電路之高積體化，在高選擇性要求之外，對於蝕刻所形成之圖型開口（連接孔或線接孔）之形狀也予以要求。

圖 9 係以往之圖型開口 8 6 之縱剖面圖之一實例。金屬基底層（鋁薄膜）8 3 係形成於兩個絕緣層（ $S i O_2$ ）8 2、8 4 之間。在第 2 絕緣層 8 4 之上塗覆光阻劑膜 8 5，使光阻劑膜 8 5 曝光、顯影、蝕刻。此處對第 2 絕緣層 8 4 實施高選擇性蝕刻。藉此高選擇性蝕刻在第 2 絕緣層 8 4 上形成圖型開口 8 6。圖型開口 8 6 實際上由垂直之周圍側壁 8 7 所圍繞。在經異方性蝕刻之圖型開口

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

不

訂

五、發明說明(3)

86中，若具有高選擇性則周圍側壁87與底面間幾乎呈90度。在除去光阻劑膜85之後，在圖型開口86內充填鋁等金屬而形成配線層88。

但是，如圖9B所示在圖型開口86之底部角落容易產生空隙89之缺陷，而致在配線83、88間之導通不良。特別目標線寬 L_1 為0.2微米以下之超微細配線中易於產生空隙等缺陷。因此，在超LSI電路之配線中要求以金屬使圖型開口86之充填性提高。

發明概要

本發明之目的係提供一種蝕刻方法，其可蝕刻防止亂反射膜而不致在橫方向侵蝕光阻劑膜。

本發明之另一目的係提供獲得具有高選擇性且同時利用金屬使圖型開口形狀之充填性提高之蝕刻方法。

本發明係一種蝕刻方法，其特徵為：

在基板上形成被蝕刻層，且以防止亂反射膜塗覆該被蝕刻層，然後以光阻劑膜塗覆該防止亂反射膜之製程，及使光阻劑膜製成圖型之曝光製程，及

使經曝光之光阻劑膜顯影，且使防止亂反射膜露出而形成圖型開口部之製程，及

將基板移入密室內，使密室排氣形成減壓環境，至少以 O_2 氣體及 N_2 氣體中之一種與 C_4F_8 氣體相混呈混合氣體而將之導入處理室內，使該混合氣體產生電漿，電漿中之活性物質在基板上作用，藉此實質上不蝕刻圖型開

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(4)

口部周圍側壁之光阻劑膜，而蝕刻在圖型開口部所露出之防止亂反射膜，且然後蝕刻被蝕刻層之製程。

形成防止亂反射膜係採用以旋轉塗佈機可易於塗覆在晶圓表面上之成份溶液。此成份溶液包括含碳物質及揮發性成份。例如碳黑等碳原子類粒子係適當之含碳物質。另外揮發性成份係採用與例如包含在光阻劑溶液中之環己酮或丙酮之揮發性成份相等或與此類似之物質。在此ARC膜乾燥後具極佳之平坦特性，而易於實施異方性蝕刻。乾燥後之ARC膜之膜厚較佳為在40~100nm之範圍。

因為採用至少以O₂氣體及N₂氣體中之一種與C₄F₈氣體相混之混合氣體蝕刻，大致上阻止了光阻劑膜在橫方向（與膜厚垂直之方向）之蝕刻，而可以僅蝕刻防止亂反射膜，藉此可使用尺寸精度為高精度之光罩，而可製得次微米層次之超微細線寬之電路。特別是，O₂氣體及N₂氣體之量為C₄F₈氣體量之3~5倍範圍，較佳設定為4倍時，約略可完成阻止光阻劑膜朝與膜厚垂直之方向（橫方向）之侵蝕。

另外，採用在C₄F₈氣體中混合CO氣體以蝕刻時，雖然可獲得高選擇性比，圖型開口之周圍側壁與底面間大致為垂直（斜度角 θ 約90°）。因此圖型開口之形狀易於產生空隙89。

又，因為C₄F₈在利用電漿解離而產生氟原子自由活性基之時CO會失去活性，與絕緣膜（如SiO₂）反

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明(5)

應之氣體種類會減少，且對絕緣膜之蝕刻程度會降低。此處為防止蝕刻程度降低，而單獨使用 C_4F_8 氣體，而在絕緣膜上常會存在氟碳類沉積，其依舊妨害到提高蝕刻程度之結果。另外因此類氟碳類沉積經常存在，使用蝕刻反應無法進行，使可使用之密室內壓範圍縮小。

本發明係一種蝕刻方法，其特徵為：

在基板上形成金屬基底層，在該金屬基底層上形成絕緣層，然後以光阻劑膜塗覆該絕緣層之製程，及

使光阻劑膜製成圖型之曝光製程，及

使經曝光之光阻劑膜顯影，且使前述絕緣層露出而形成圖型開口部之製程，及

將基板移入密室內，使密室排氣形成減壓環境，在氟碳類氣體中在控制添加量之下選擇性地添加選自包括 O_2 氣體、 N_2 氣體、 CO_2 氣體、 N_2O 氣體、 NF_3 氣體、 SF_6 氣體、 SO_2 氣體、 He 氣體、 Ar 氣體、 Kr 氣體、 Xe 氣體、之 1 種或 2 種以上之氣體，並將氟碳類氣體與前述添加氣體導入密室內，使其產生電漿，電漿中之活性物質與絕緣層而蝕刻絕緣層，在周圍側壁與底面間形成具傾斜鈍角之圖型開口之製程，及

在前述圖型開口中填滿金屬，形成金屬配線層而與前述金屬基底層導通之製程。

絕緣膜係由 SiO_2 膜、 SiN 膜、單晶矽膜或多晶矽膜等。

氟碳類氣體除 C_4F_8 氣體之外，亦可使用 CHF_3 、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (6)

$C F_4$ 、 $C_2 F_6$ 、 $C_3 F_8$ 等之各種氣體。

另外調整基板載置台之溫度，以改變在基板與活性物質間所產生之蝕刻作用，可控制圖型開口之形狀。

根據本發明人等之發現，添加氣體之量若超過氟碳類氣體之量太多則選擇性蝕刻比會明顯降低很多。因此較佳添加少於 50 體積百分比之比例之選自包括 O_2 、 N_2 、 CO_2 、 N_2O 、 NF_3 、 SF_6 、 SO_2 、 He 、 Ar 、 Kr 、 Xe 氣體中之 1 種或 2 種以上之氣體。

C_4F_8 氣體藉電漿解離而生成 CF_2^+ 離子。此 CF_2^+ 離子係相對於以氟原子自由基進行金屬基底層蝕刻之排斥性離子。因此金屬基底層 83 實際上不會被蝕刻而僅蝕刻絕緣膜 84 而可實現高選擇性之蝕刻。

另外， C_4F_8 氣體藉電漿解離而在進行蝕刻矽晶圓表面之 SiO_2 氧化膜。氟碳類膜（如 CF_2 ）在圖型開口之底部堆積，圖型開口之周圍側壁之傾斜面變大（斜度角 θ 成鈍角）。氟碳類膜雖然具有在 SiO_2 蝕刻時除去所發生之 O_2 之性質，在 SiO_2 中僅含 O_2 時，無法完全實現預期之斜度角 θ 。所以，在 C_4F_8 氣體中添加 O_2 等添加氣體，以除去氟碳類膜時，可控制圖型開口周圍側壁 87 之傾斜度。另外，圖型開口中較佳之斜度角 θ 為 $100^\circ \sim 110^\circ$ 。

又，若晶圓為高溫，由於氟碳類膜之堆積速度變慢，圖型開口周圍側壁之斜度角 θ 會變小（大致為直角）。另外若晶圓為低溫，由於氟碳類膜之堆積速度變快，斜度角

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

繪

五、發明說明(7)

θ 會變大(鈍角)。因此降低載置台之溫度以冷卻晶圓，而形成大斜度角 θ 之圖型開口，而獲得在圖型開口處具高填充性之金屬。

圖面之簡單說明

圖 1 A 及圖 1 B 各自為說明一般蝕刻方法(無防止亂反射膜)之剖面圖

圖 2 A 及圖 2 B 各自為說明一般蝕刻方法(具防止亂反射膜)之剖面圖

圖 3 係採用本發明之第 1 實施例之蝕刻方法之電漿蝕刻裝置之剖面示意圖。

圖 4 係第 1 實施例蝕刻方法之流程圖。

圖 5 所示係半導體晶圓上之蝕刻對象之部份放大剖面圖。

圖 6 所示係半導體晶圓上之蝕刻對象之部份放大剖面圖。

圖 7 係 C_4F_8 氣體添加量與光阻劑膜變化量關係之示意圖。

圖 8 係高頻電力與光阻劑膜之變化量關係之示意圖。

圖 9 A 及圖 9 B 分別顯示以往的蝕刻圖型開口和金屬填充圖型開口之縱剖面圖。

圖 10 係採用本發明之第 2 實施例之蝕刻方法之電漿蝕刻裝置之剖面示意圖。

圖 11 所示係第 2 實施例之流程圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(8)

圖 1 2 A 係蝕刻後之晶圓剖面圖。

圖 1 2 B 係配線後之晶圓剖面圖。

圖 1 3 係以蝕刻用氣體之成份流量作為參數時連接孔之孔徑與周圍側壁之斜度角關係之示意圖。

圖 1 4 係以蝕刻處理時之溫度作為參數時連接孔之孔徑與周圍側壁之斜度角關係之示意圖。

發明之較佳實施方式

以下說明參照所付圖面之本發明之較佳實施方式。

蝕刻裝置 1 4 係為提供在半導體晶圓 W 上蝕刻形成薄膜之雙極性磁控管電漿蝕刻器。蝕刻裝置 1 4 之處理室 1 6 接地。處理室 1 6 之底部製備有與真空泵連通之排管 1 8，經由排氣使處理室 1 6 內達高真空度。另外，處理室 1 6 之體積約 3 5 升。

此處理室 1 6 內之底部中央在中間介有絕緣板 2 0 下置備有鋁製載物支持台 2 2，然後在支持台 2 2 上加置鋁製置物台 2 4。在置物支持台 2 2 之內部製成冷卻室 2 6。此冷卻室 2 6 各自與導入管 2 7 及排出管 3 0 相連，且在中間介有此等管 2 7、3 0 下使冷媒在冷媒供給源（圖中未示出）及冷卻室 2 6 之間循環。利用此類冷卻系統之載物台 2 4 可調整溫度範圍於 $-200^{\circ}\text{C} \sim +200^{\circ}\text{C}$ 。

載物台 2 4 與產生 1 3 . 5 6 M H z 電漿之高頻電源 2 8 在中間介有搭配電路 3 0 及封閉致冷裝置（blocking condensor）3 2 下相連接。此高頻電源 2 8 藉輸出控制

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

始

五、發明說明(9)

部 3 4 調整其輸出。另外，在載物台 2 4 之上面設置有以靜電吸附固定晶圓 W 之靜電密室 3 6。

另外，在處理室 1 6 內之上端部設置有與地端相接而接地之洩流(SHOWER)電極 4 0。此電極 4 0 係由非晶質碳或 Si C 所製得，洩流電極 4 0 為中空，下部具有多數個孔 4 2。洩流電極 4 0 之內部與氣體導入口 4 4 連通。然後氣體導入 4 4 與配管 4 8 連通。配管 4 8 之原起源端有三叉管 5 0、5 2、5 4。各分叉管 5 0、5 2、5 4 各自與氣體供給源 6 8、7 0、7 2 連通。各分叉管 5 0、5 2、5 4 安裝有閥 5 6、5 8、6 0 及流量控制器 6 2、6 4、6 6。

第 1 氣體供給源 6 8 係儲存主要蝕刻氣體 C_4F_8 ，第 2 氣體供給源 7 0 係儲存添加用氣體 O_2 ，第 3 氣體供給源 7 2 係儲存裝載用氣體 Ar。另外添加用氣體 O_2 亦可用 N_2 取代，而裝載用氣體 Ar 亦可用 He 氣體、Kr 氣體、Xe 氣體取代。

控制器 7 4 係控制監視蝕刻裝置 1 4 之各項動作之電腦系統組合。在監控系統之輸入部份針對每一晶圓 W 輸入蝕刻條件。控制器 7 4 之輸出部份與流量控制器 6 2、6 4、6 6，閥 4 6、5 6、5 8、6 0，真空泵 1 9 連接，根據所輸入之資料各自輸出指令訊號。

來自第 1 ~ 第 3 氣體供給源 6 8、7 0、7 2 之氣體流量係各自控制。控制器 7 4 係控制管理蝕刻裝置 1 4 之動作之電腦系統組合。在其系統之輸入部份針對每一晶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(10)

圓 W 輸入各種蝕刻條件。

在上部電極 40 上方配置有具 N 極 S 極之永久電磁鐵 76。磁鐵 76 具有支撐之垂直軸，其可利用旋轉驅動方法(圖中未示出)旋轉。藉此在處理室 16 內之晶圓 W 面上形成 10~1000 G 厄斯特(oersted)之磁場。另外，在處理室 16 之側壁及上部電極 40 之縫處插入 O 形環，使處理室 16 之內部封閉呈氣密性。另外，本實施例之蝕刻方法中雖然係以使用雙極型磁控管電漿蝕刻裝置作為實施例予以說明，本發明並不僅限於此，使用所謂偶極性磁控管蝕刻裝置亦可。

接著，參照圖 4~圖 6 使用上述之蝕刻裝置說明在晶圓上蝕刻薄膜之方法。

使用 CVD 裝置或濺鍍裝置等在矽晶圓 W 上使 SiN 膜 80 成膜(製程 S1)。此 SiN 膜 80 係圖型蝕刻之對象。順便說明，經 CVD 成膜之 SiN 膜 80 之表面，例如中心線平均粗糙度 Ra 係以 0.002~0.018 微米之粗糙度表示之，又最大高度 Rmax 係以 0.03~0.06 微米之粗糙度表示之。另外，SiN 膜 80 之膜厚約 600 微米。

接著，將晶圓 W 載置在塗佈裝置之旋轉夾盤(CHUCK)上，在晶圓 W 旋轉之時將適量之 ARC 用成份溶液滴在晶圓 W 面上。滴下液在晶圓 W 上擴散，而形成表面實質上為平坦之防止亂反射膜 10(製程 S2)。經塗佈之防止亂反射膜 10 暫時乾燥，且乾燥後表面實質上呈平坦。此類

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (11)

平坦防止亂反射膜 10 覆蓋於 SiN 膜 80 上。另外，乾燥後之防止亂反射膜 10 之膜厚在 40 ~ 100 nm 範圍內。

然後，在晶圓 W 旋轉之時將適量之光阻劑溶液滴在晶圓 W 面上。滴下液在晶圓 W 上擴散，而形成實質上為均一膜厚之光阻劑膜 4 (製程 S3)。然後乾燥光阻劑膜並烘烤之。

接著，搬送晶圓 W 至曝光機，使光阻劑膜 4 曝光成預期之圖型 (製程 S4)。曝光用光 (紫外線) 6 透過光阻劑膜 4 而在防止亂反射膜 10 之上表面反射。此時因為防止亂反射膜 10 之上表面為理論上為平坦性，不致產生反射光之亂反射而維持沿著入射路徑反射回光源。曝光後將晶圓載置旋轉夾盤上，在晶圓 W 旋轉之時將適量之顯影液滴在晶圓 W 面上。將經曝光成圖型之光阻劑膜 4 顯影 (製程 S5)。藉此除去部份光阻劑膜 4，而形成具圖型開口之光阻劑圖型。在圖型開口露出防止亂反射膜 10。顯影之後，將晶圓 W 以水洗淨，乾燥。

然後，將晶圓 W 經由入料密閉室 (圖中未示出) 搬入蝕刻裝置 14 中。載置在靜電夾盤 36 上，以靜電吸著固定之。在密室 16 排氣之時，分別由 3 個氣體供給源 68、70、72 朝密室 16 內導入各別氣體。來自各氣體供給源 68、70、72 之流量由流量控制器 56、58、60 各自控制。此時 O₂ 氣體以相對於 C₄F₈ 氣體約 4 倍之流量比例添加入。又以預定量之 Ar 伴隨 C₄F₈ /

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(12)

O_2 氣體 (蝕刻用氣體) 作為裝載氣體。另外因排氣與氣體導入同時實施，處理室 16 內壓力控制在如 40 毫托 (m t o r r) 。

在上部電極 40 與下部電極 24 之間施加高頻電壓，使在處理室 16 內產生電漿。氣體被電漿化，且藉此能量將蝕刻用氣體依次解離而產生各種活性基。此等活性基到達晶圓 W 時，與在圖型開口處露出之防止亂反射膜 10 作用，其結果只有防止亂反射膜被蝕刻 (製程 S6)。此處，因為採用最佳混合比之 C_4F_8 氣體與 O_2 氣體之混合氣體作為蝕刻氣體，光阻劑膜 4 被控制於朝膜厚之垂直方向 (橫方向) 蝕刻，而可於膜厚方向僅蝕刻防止亂反射膜 10，而形成高精度光罩。

然後，繼續實施同樣之蝕刻以除去在圖型開口所露出之 SiN 層 80 (製程 S7)。或者防止亂反射膜 10 之製程 (製程 S6) 與進行除去 SiN 層 80 之蝕刻製程 (製程 S7) 區別開亦可。SiN 層 80 之圖型被蝕刻之後，在灰化裝置內將光阻劑膜 4 自晶圓 W 上完全除去。

根據本實施例，因為可實質上阻止光阻劑膜 4 在膜厚垂直方向 (橫方向) 之侵蝕，而提高了光罩之尺寸精度。

此場合中， O_2 氣體或 N_2 氣體之添加量相對於 C_4F_8 氣體之量較佳設定在 3 ~ 5 倍之範圍內。最佳為設定在 4 倍之程度。若 C_4F_8 氣體之量少於此最佳範圍，則蝕刻程度會變大。反之若 C_4F_8 氣體之量多於此最佳範圍，則蝕刻生成物會附著於圖型開口之周圍側壁，圖

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (13)

型開口會變小。

接著參照圖 5 ~ 圖 8 由實際之蝕刻結果說明上述之蝕刻氣體之混合比例是否適合。

如圖 5 所示，在由 SiN 製得之基底層 80 上形成防止亂反射膜 10，且以光阻劑膜 4 作為光罩以蝕刻防止亂反射膜 10。採用 C_4F_8 及 O_2 之混合氣體作為蝕刻氣體，進行各種改變此等混合比之蝕刻評估。

圖 6 係蝕刻後之光阻劑膜 4、防止亂反射膜 10 及基底層 80 之示意剖面圖。自防止亂反射膜 10 之上表面各自測得只在膜厚方向相離 250 nm 處之膜 4 寬度為 W_1 ，只在膜厚方向相離 500 nm 處之膜 4 寬度為 W_2 。由寬度 W_1 、寬度 W_2 之量測結果，各自求得由於蝕刻所致之光阻劑膜 4 之侵蝕量與由於沉積所致之光阻劑膜 4 之鼓起量。為評估蝕刻時之光阻劑膜 4，光阻劑膜 4 經檢測得初期寬度 W 有 0.25 微米及 0.375 微米 2 種類。

製程條件係處理壓力 40 毫托、高頻電力輸出 1400 W、密室內壁之溫度 60 °C、載置台 24 之溫度 20 °C。然後 O_2 氣體量固定在 20 SCCM，且 C_4F_8 氣體量在 3 ~ 7 SCCM 之範圍作各種改變。參照圖 7 及圖 8 說明此等結果。圖 7 之橫軸為 CF 氣體供給量 (SCCM)、縱軸為光阻劑膜之膜厚變化量 (nm)，顯示兩者關係之檢測結果以特性線圖表示。在縱軸所示之變化量中負符號之場合表示光阻劑膜 4 因蝕刻所致之侵蝕量，正符號之場合表示蝕刻時反應生成物附著於光阻劑膜 4

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (14)

之量。在兩圖中各自表示如下：白圓點為光阻劑膜 4 之線寬 W_1 為 0.25 微米時之結果，黑圓點為光阻劑膜 4 之線寬 W_1 為 0.25 微米時之結果，白圓點為光阻劑膜 4 之線寬 W_1 為 0.375 微米時之結果，白四方點為光阻劑膜 4 之線寬 W_2 為 0.25 微米時之結果，黑四方點為光阻劑膜 4 之線寬 W_1 為 0.375 微米時之結果。

由圖 7 可明顯看出當 C_4F_8 氣體之添加量自 3 SCCM 至 7 SCCM 依次序增加時，蝕刻量依序減少，其中由於反應生成物在途中附著，故光阻劑膜 4 之寬度 W 明顯變大。

C_4F_8 氣體添加量為 3 SCCM 之場合，由光阻劑膜 4 之寬度 W_2 (對應於 500 nm) 之部份蝕刻所致之侵蝕量特別大，如此為不佳。 C_4F_8 氣體添加量為 5 SCCM 之場合，寬度 W_1 及 W_2 之部份變化量大致上為零，而顯示最佳值。又 C_4F_8 氣體添加量為 7 SCCM 之場合，光阻劑膜 4 之側壁未被蝕刻，反之在此部份卻有廣泛而少數之蝕刻反應物附著。

根據現在之微細加工技術，因為圖型開口徑之容許誤差範圍約為 ± 30 nm，由圖 7 可明顯看出 O_2 氣體 20 SCCM 相對於 C_4F_8 氣體之量設在在 4 ~ 7 SCCM 之範圍內。因此可確定 O_2 氣體之供給量相對於為 C_4F_8 氣體之供給量設定在 3 ~ 5 倍之範圍內，藉此可控制光阻劑膜 4 之寬度 W 。

利用在如上述之範圍內設定 C_4F_8 氣體及 O_2 氣體之混合

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (15)

比，實質上可僅蝕刻防止亂反射膜 10，而可維持光罩之高精度。另外，如圖 6 所示，在蝕刻防止亂反射膜 10 時，雖然朝光阻劑膜 4 之膜厚方向蝕刻，此對於光罩精度不致有所影響。

在圖 8 雖然 C_4F_8 氣體與 O_2 氣體維持在混合比 1 : 4 之一定狀態下表示改變施加之高頻電力時光阻劑膜之變化量，通常在所使用之高頻電力範圍內，例如 700 W ~ 1400 W 之範圍內光阻劑膜無變化量之變化，而可確認上述之氣體混合比範圍。

因此將 C_4F_8 氣體與 O_2 氣體之混合比設定在適當範圍內，可控制光阻劑膜 4 在與膜厚之垂直方向（橫方向）之侵蝕及沉積量以蝕刻防止亂反射膜 10，而能維持形成高精度光罩。

接著參照圖 10 ~ 4 說明本發明之第 2 實施例。另外此第 2 實施例與第 1 實施例共通之部份予以省略。

蝕刻裝置 100 之密室 101 接地。在密室 101 內設置具備靜電夾盤 36 之載置台 105。載置台 105 與高頻電源 28 接續，藉絕緣材料 104 與密室 101 絕緣。在載置台 105 之內部設置環狀冷媒室 106。在此冷媒室 106 內調節溫度用之冷媒經由冷媒導入管 107 導入，冷媒在冷媒室 106 內循環而由冷媒排出管 108 排出。然後載置台 105 中設置與電源 110 接續之陶瓷加熱器 109。載置台 105 之溫度控制在負 50℃ 至正 60℃ 之範圍內。載置台 105 之溫度控制係藉溫度感測

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

五、發明說明 (16)

器 (圖中未示出) 與控制器 1 0 4 進行之。

在載置台 1 0 5 之上方設置上部電極 1 2 1 。此上部電極 1 2 1 為中空，在其下面有多數個開口的孔 1 2 2 。在上部電極 1 2 1 之中空部份設置與氣體導入口 1 2 3 連接，然後此氣體導入口 1 2 3 經由主閥 1 2 4 與 3 個氣體供給源 1 2 7 、 1 3 0 、 1 3 3 連通。第 1 氣體供給源 1 2 7 係儲存主要蝕刻氣體 C_4F_8 ，第 2 氣體供給源 1 3 0 係儲存添加用氣體 O_2 ，第 3 氣體供給源 1 3 3 係儲存裝載用氣體 N_2 。各氣體供給源 1 2 7 、 1 3 0 、 1 3 3 與主閥 1 2 4 之間各自設置有閥 1 2 5 及流量控制器 1 2 6 。各流量控制器 1 2 6 與控制 1 4 0 之輸出部份接續。控制 1 4 0 亦與真空泵 1 5 1 之電源接續。

真空泵 1 5 1 之吸入口與密室 1 0 1 之排氣管 1 5 2 連通。排氣管 1 5 2 於密室 1 0 1 內在排氣環 1 5 3 之正下方有一開口。排氣環 1 5 3 設置在載置台 1 0 5 周緣部份與密室內壁之間，具有多數個孔 1 5 3 。藉此密室 1 0 1 內壓可控制在 5 毫托 ~ 1 0 0 毫托之範圍。

高頻源 1 5 4 經由整合器、阻塞電容器 1 5 6 與載置台 1 0 5 接續，例如在載置台 1 0 5 上可施加頻率 1 3 . 5 6 M H z ，輸出 1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 W 之間之任意電力之高頻電力。

製程密室 1 0 1 之隔鄰設置進料密閉室 9 0 ，兩個密室 9 0 。 1 0 1 以閘閥 9 2 予以連通。在進料密閉室 9 0 內設置搬送臂 9 1 。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(17)

接著參照圖 1 1 ~ 4 說明使用上述蝕刻裝置之蝕刻方法。矽晶圓 W 裝入氧化裝置中，在其基板 8 1 上形成第 1 氧化矽膜 (SiO_2) 8 2 (製程 S 1) 。晶圓 W 裝入 C V D 裝置中，在第 1 氧化矽膜 8 2 上形成鋁層 8 3 (製程 S 1 2) 。此鋁層 8 3 作為接著層合之第 2 氧化矽膜 8 4 a 之基底層。然後在 C D V 裝置內 A 1 基底層 8 3 上形成第 2 氧化矽膜 8 4 a (製程 S 1 3) 。

將晶圓 W 載置在旋轉塗佈裝置上，在第 2 氧化矽膜 8 4 a 上塗覆光阻劑 8 5 (製程 S 1 4) 。

接著，搬送晶圓 W 至曝光機，使光阻劑膜 8 5 曝光成預期之圖型 (製程 S 1 5) 。曝光後將晶圓 W 載置於旋轉夾盤上，在晶圓 W 旋轉之時將適量之顯影液滴在晶圓 W 面上。將經曝光成圖型之光阻劑膜 8 5 顯影 (製程 S 1 6) 。藉此除去部份光阻劑膜 8 5，而形成具圖型開口 8 6 a 之光阻劑圖型。圖型開口 8 6 a 之直徑 d 約為 0.2 微米。在圖型開口 8 6 a 露出第 2 氧化矽膜 8 4 a。顯影之後，將晶圓 W 以水洗淨，乾燥。

然後，將晶圓 W 經由入料密閉室 (圖中未示出) 搬入蝕刻裝置 1 0 0 中。載置在靜電夾盤 3 6 上，以靜電吸著固定之。在密室 1 0 1 內排氣之時，分別由 3 個氣體供給源 1 2 7、1 3 0、1 3 3 朝密室 1 0 1 內導入各別氣體。來自各氣體供給源 1 2 7、1 3 0、1 3 3 之氣體流量由流量控制器 1 2 6 各自控制。藉控制器 1 4 0 將密室 1 0 1 內壓壓力控制在約 4 0 毫托。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (18)

針對載置台 1 0 5 由電源 5 4 施加頻率 1 3 . 5 6 M H z 之 1 4 0 0 W 之高頻，使在兩電極 1 0 5 、 1 2 1 之間產生電漿，且藉此生成之電漿將密室內之 C_4F_8 氣體解離而產生 CF_2 離子。此 CF_2^+ 離子係相對於以氟原子自由基進行金屬基底蝕刻之排斥性離子。因此金屬基底 8 3 實際上不會被蝕刻而僅蝕刻絕緣膜 8 4 而可藉 CF_2^+ 實現高選擇性之蝕刻。

如圖 1 2 A 所示，藉此 CF_2 離子在圖型開口 8 6 a 露出第 2 氧化矽膜 8 4 a 而蝕刻之，在圖型開口 8 6 a 露出金屬基底層 8 3 (製程 S 1 7)。在此製程 S 1 7 之蝕刻時，如氟碳類膜之 CF_2 沉積質在圖型開口 8 6 a 之底部堆積，圖型開口 8 6 a 之周圍側壁 8 7 a 之傾斜面變大，即圖型開口 8 6 a 之斜度角 θ 變成鈍角。在本實施例中同時調整蝕刻氣體組成，藉控制載置台溫度斜度角可在 $100^\circ \sim 110^\circ$ 之範圍。例如在圖型開口 8 6 a 之直徑 $d_0 = 0.8$ 微米且 SiO_2 層 8 4 a 之厚度 D 為 600 nm 時，蝕刻 SiO_2 層 8 4 a 將斜度角 θ 作成 105° 為較佳。

接著藉灰化除去光阻劑膜 8 5，而在表面露出第 2 氧化矽膜 8 4 a (製程 S 1 8)。然後將晶圓 W 裝入蒸鍍裝置、濺鍍裝置、離子鍍膜裝置或 C V D 裝置中，如圖 1 2 B 所示，經由圖型開口 8 6 a 製成與金屬基底層 8 3 導通之 Al 配線層 8 8 a (製程 S 1 9)。此配線層 8 8 a 係鋁製，為使圖型開口 8 8 a 之斜度角 θ 為鈍角，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(19)

使圖型開口 86a 之底部角落部份完全充填。此結果可獲得在具次微米層次線寬之超微細電路中無缺陷之高信賴性配線。

接著參照圖 13 及圖 14 由本發明人等實際實施之蝕刻處理說明所獲得之結果資料。

首先，在蝕刻對象晶圓 W 上使用與上述相同之材料， SiO_2 層 84a 之厚度 D 亦採用 600 nm。另外， SiO_2 層 84a 之蝕刻程度約為 500 nm/分。各種設定係採用下列條件。處理室 101 之內壓為 40 毫托、高頻電源 28 之電源為 1400 W、處理室 101 之上部及側部上內壁之溫度分別為 60°C、載置台 105 之溫度為 20°C。

C_4F_8 氣體之流量固定為 25 SCCM，而對應 CF_4 氣體之 O_2 氣體之流量改變為 3 SCCM、5 SCCM、7 SCCM 時檢測在圖型開口直徑 d 所對應之斜度角 θ 之變化。其結果如圖 13 所示。由圖 13 可明顯看出，相對於 C_4F_8 氣體增加 O_2 氣體之流量時，孔徑 d 之大小不改變，而在此比例下可看出斜度 θ 變小。因此藉控制相對於 C_4F_8 氣體之 O_2 氣體添加量，可任意改變斜度角 θ 。

然後固定氣體流量比，即固定相對於 C_4F_8 氣體流量 25 SCCM 之 O_2 氣體流量為 7 SCCM，此次載置台 105 之溫度設定為 0°C 及 20°C。在此條件下檢測圖型開口孔徑 d 所對應之斜度角 θ 之變化。其結果如圖 14

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (20)

所示。由圖 1 3 可明顯看出，孔徑 d 之大小不改變，而載置台 1 0 5 之溫度變小時，可明顯看出斜度 θ 變大。因此藉控制載置台 1 0 5 之溫度以改變晶圓 W 之溫度，可任意改變斜度角 θ 。

另外上述實施例中，雖然說明了在 C_4F_8 氣體中添加 O_2 氣體之實施例，此 O_2 氣體亦可使用 N_2 氣體或其混合氣體或其它不活性氣體加以取代。

根據本發明，在確保不蝕刻金屬基底層而僅高選擇性地除去絕緣層之外，可獲得金屬充填性之高形狀圖型開口部。

另外，可提高絕緣膜之蝕刻層次，其結果提高生產量。而處理室內之可使用設定壓力範圍廣泛。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

蝕刻方法

一種蝕刻方法，其中在晶圓上形成被蝕刻層，且以防止亂反射膜塗覆該被蝕刻層，然後以光阻劑膜塗覆該防止亂反射膜之製程，及使光阻劑膜製成圖型之曝光製程，及使經曝光之光阻劑膜顯影，且使防止亂反射膜露出而形成圖型開口部之製程，及將晶圓移入密室內，使密室排氣形成減壓環境，至少以 O_2 及 N_2 中之一種與 C_4F_8 氣體相混呈混合氣體而將之導入處理室內，使該混合氣體產生電漿，電漿中之活性物質在晶圓上作用，藉此實質上不蝕刻圖型開口部周圍側壁之光阻劑膜，而蝕刻在圖型開口部所出之防止亂反射膜，且然後蝕刻被蝕刻層之製程。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

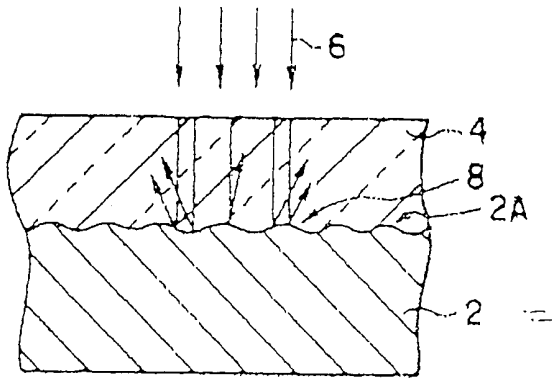
英文發明摘要(發明之名稱:)

訂

款

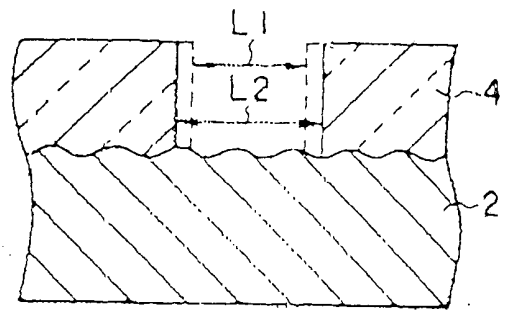
84109272

723659



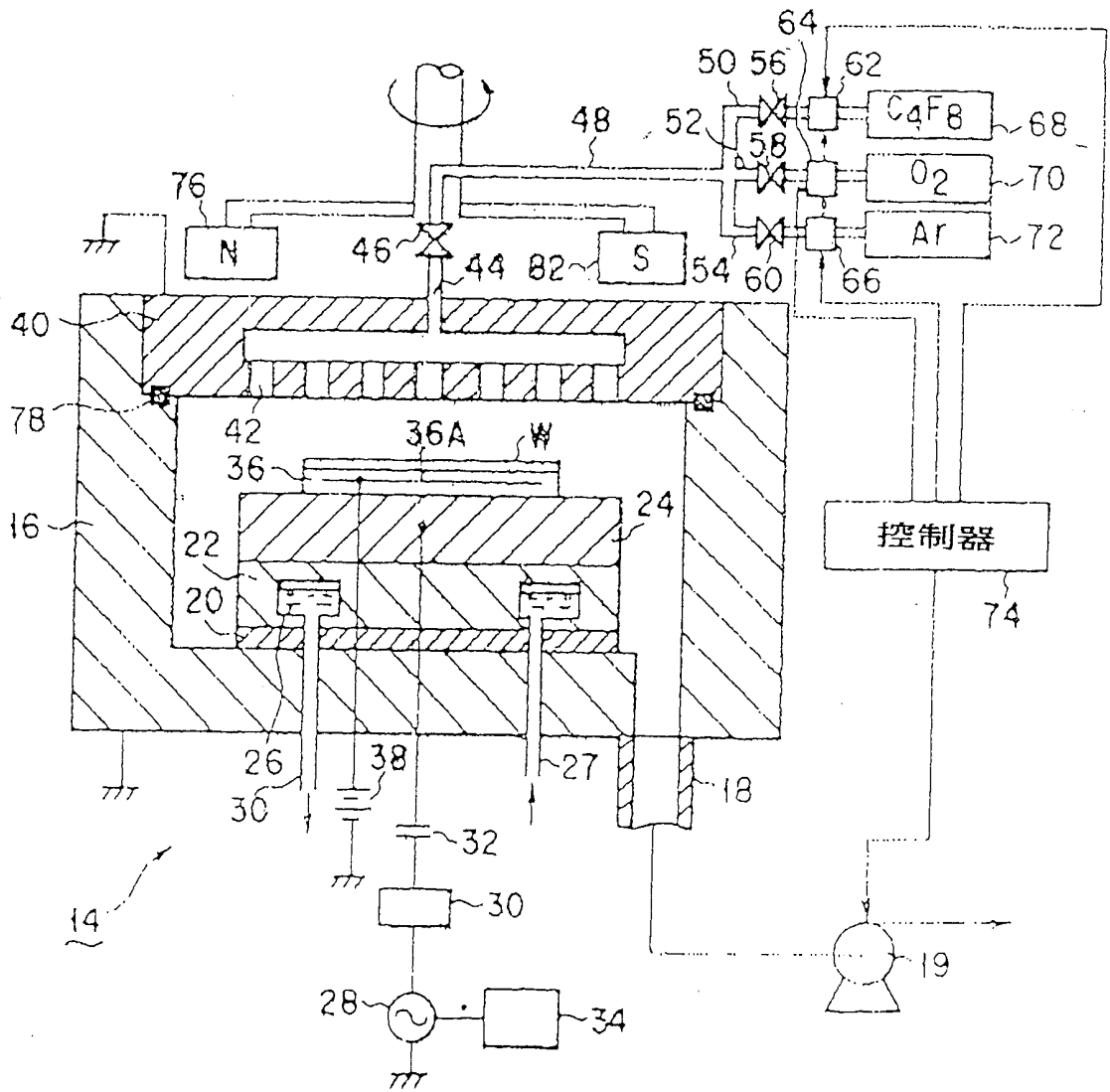
第1A圖

先行技藝



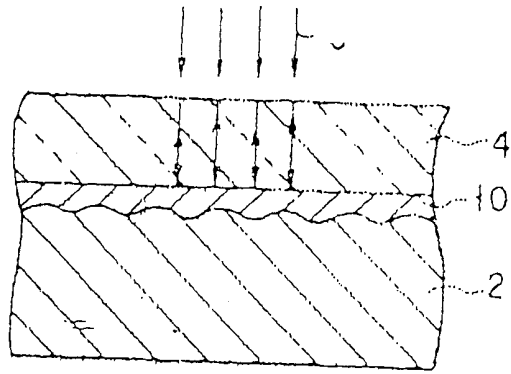
第1B圖

先行技藝

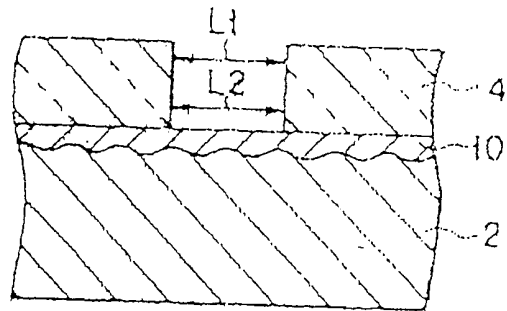


第3圖

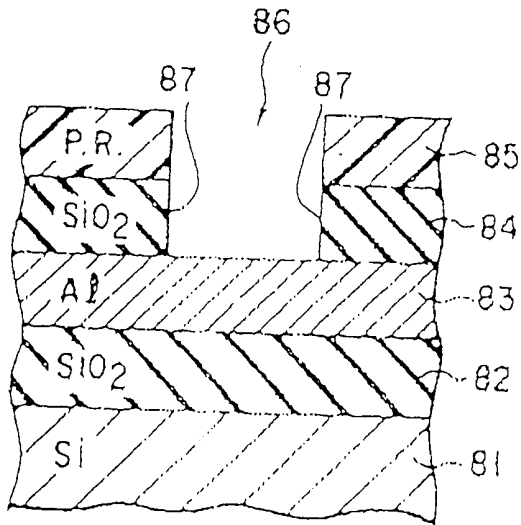
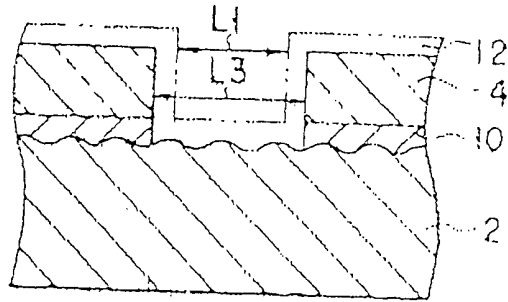
第2A圖
先行技藝



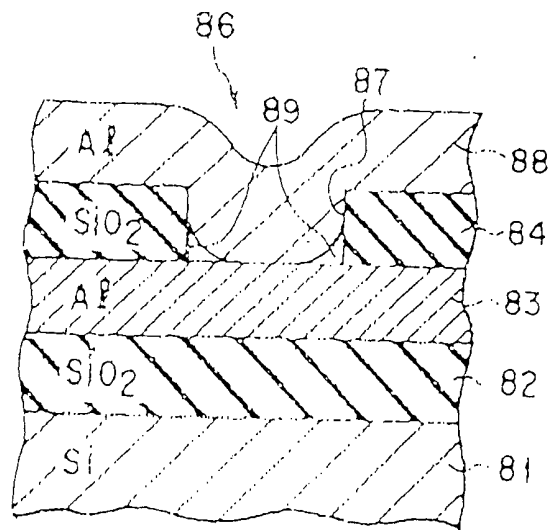
第2B圖
先行技藝



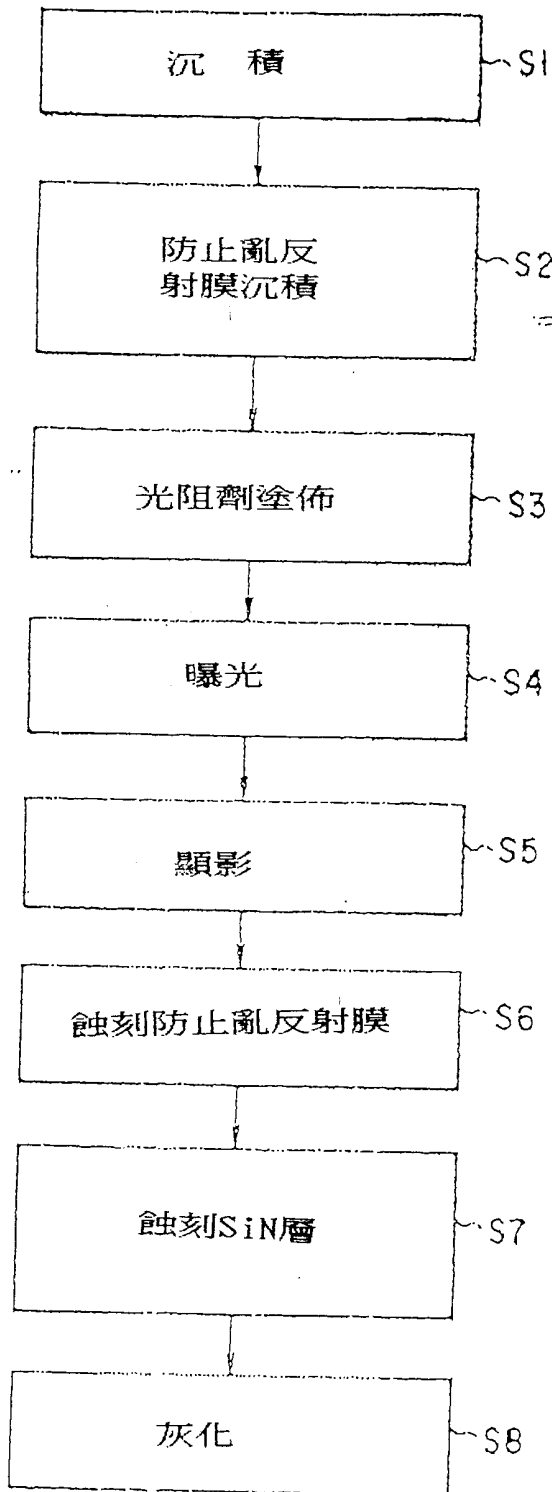
第2C圖
先行技藝



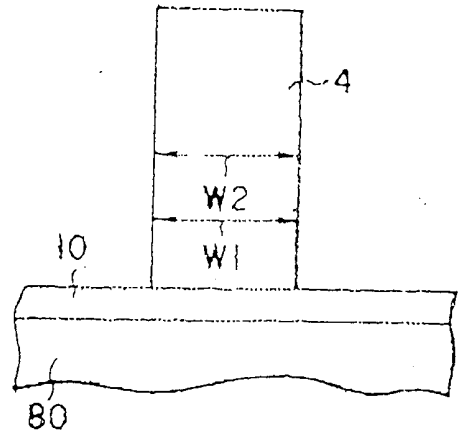
第9A圖
先行技藝



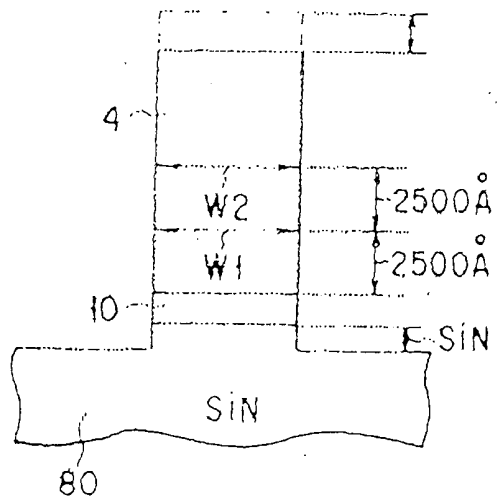
第9B圖
先行技藝



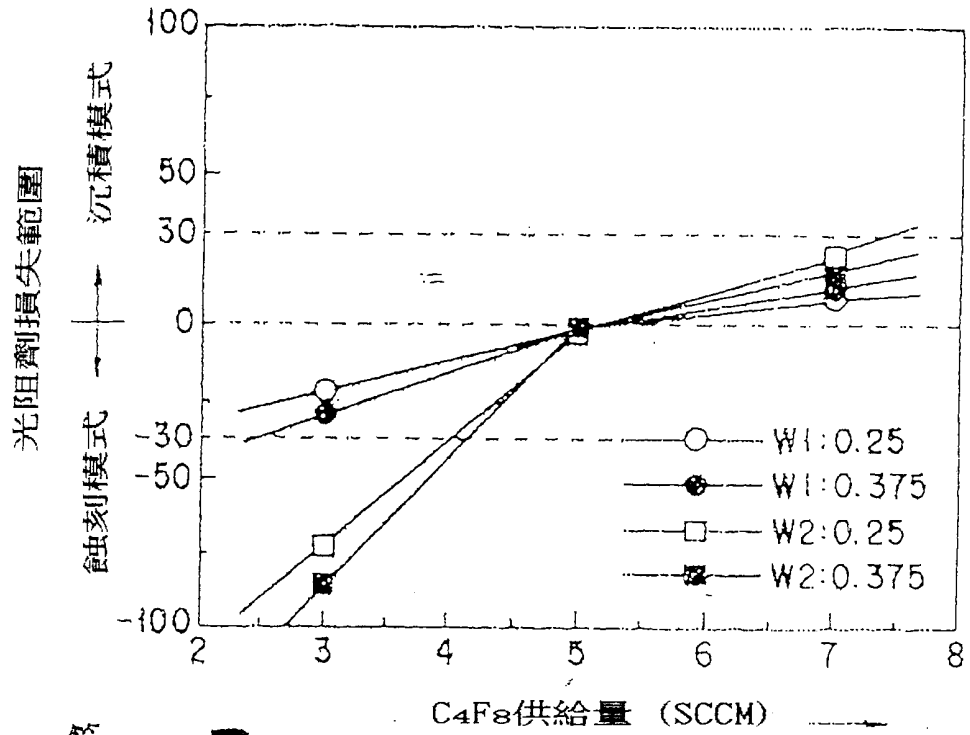
第 4 圖



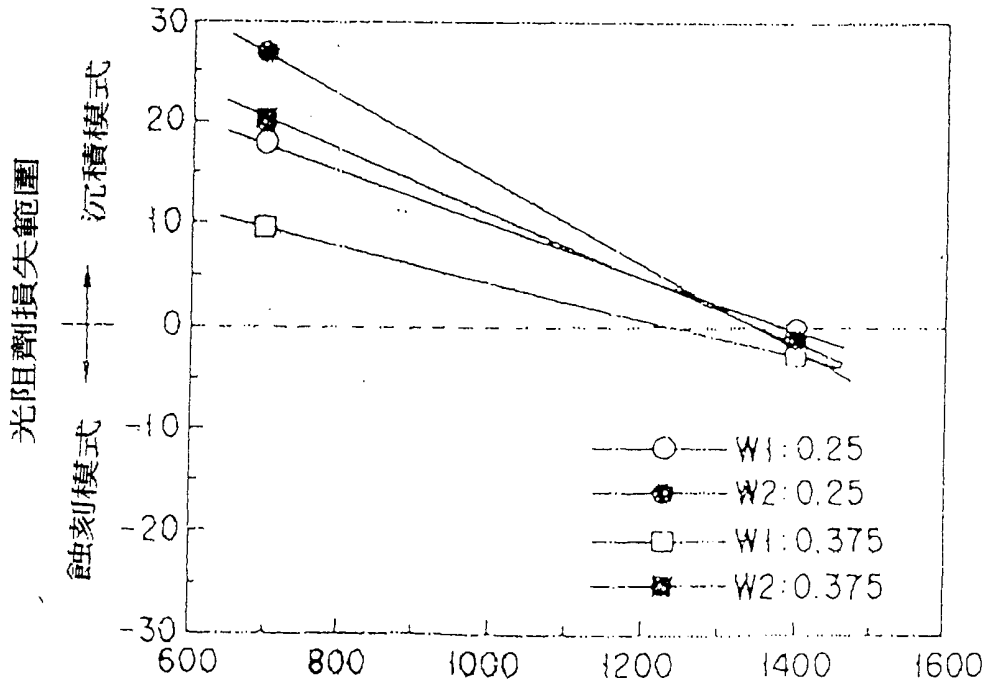
第 5 圖



第 6 圖

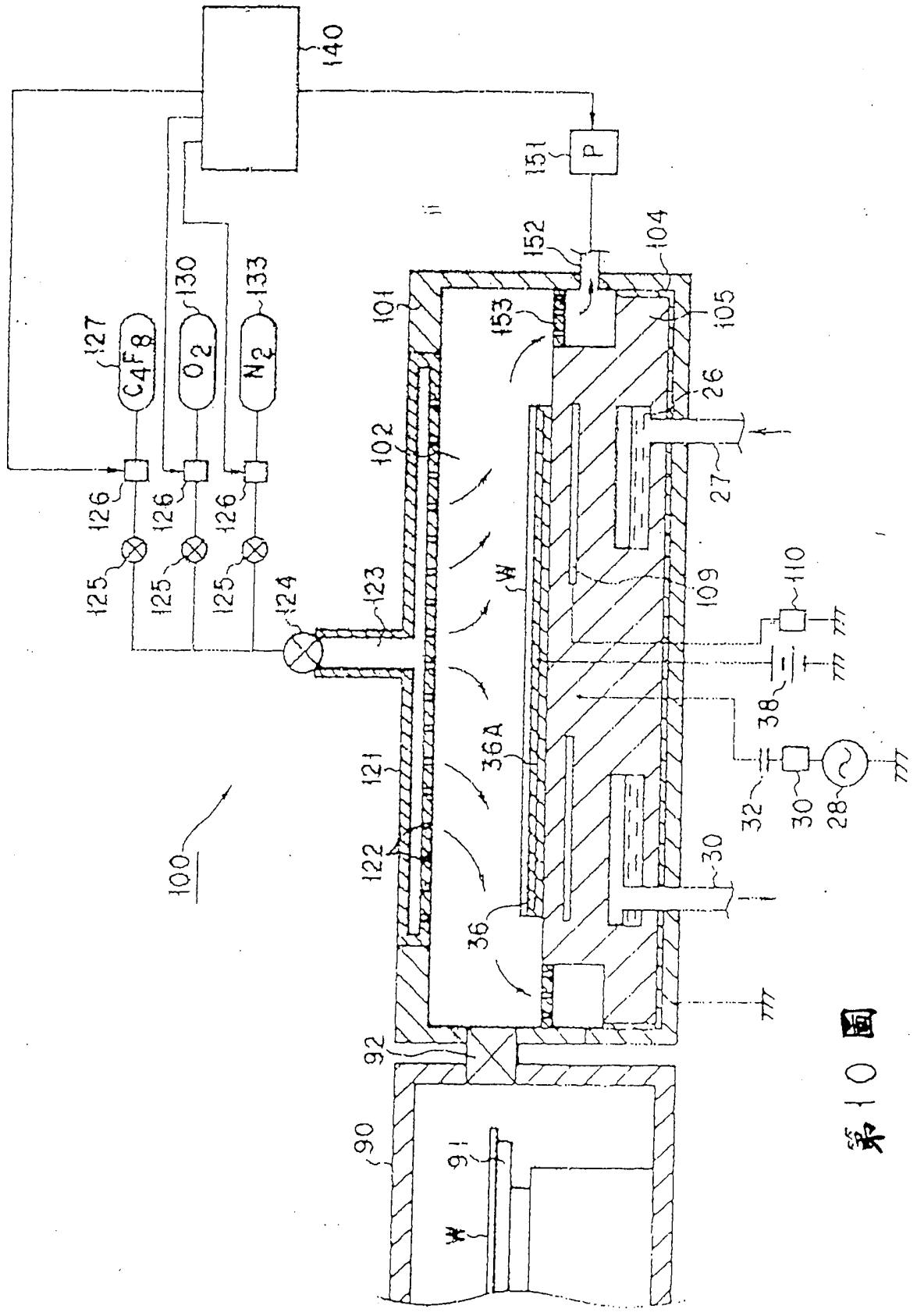


第 7 圖

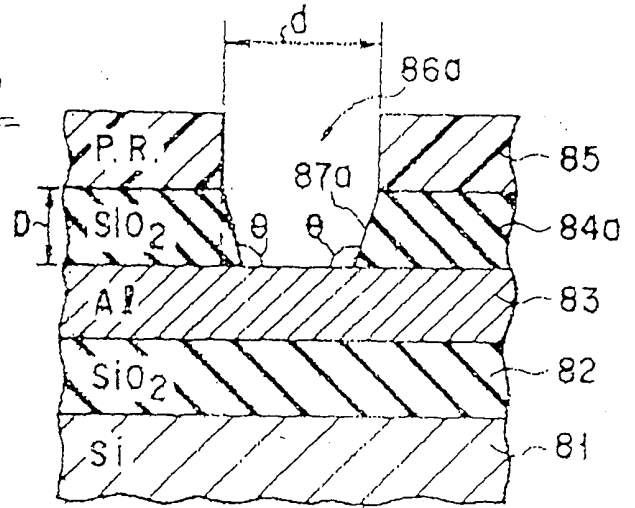
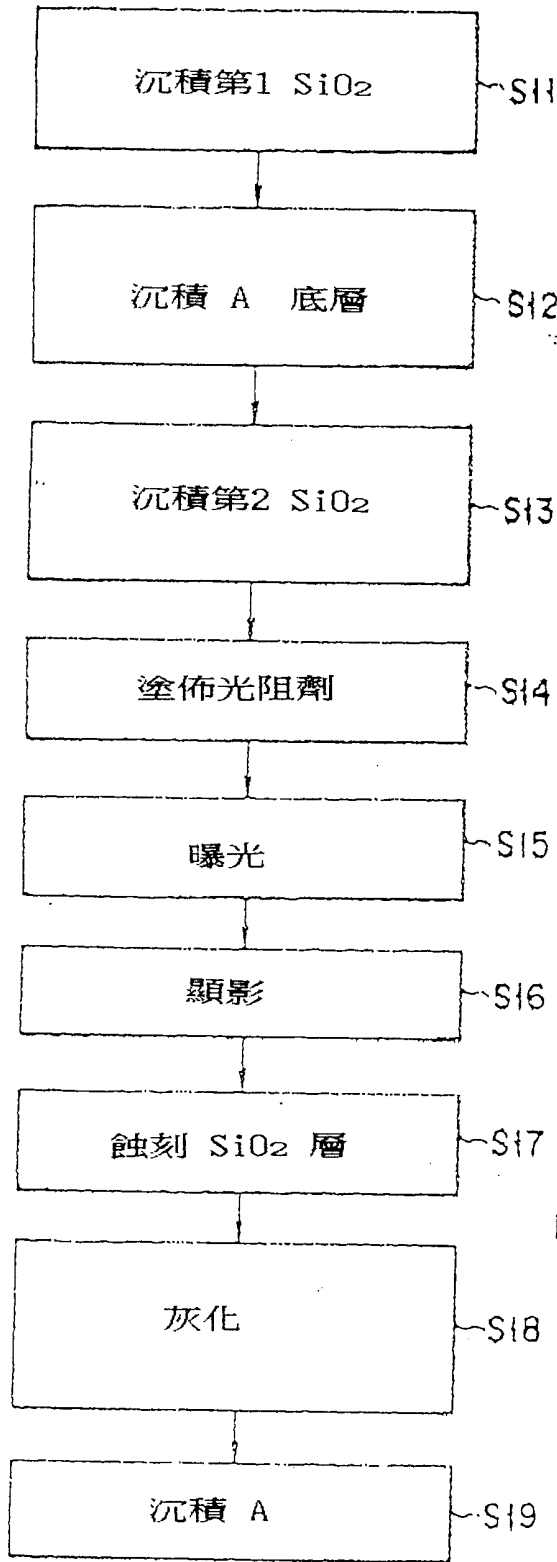


第 8 圖

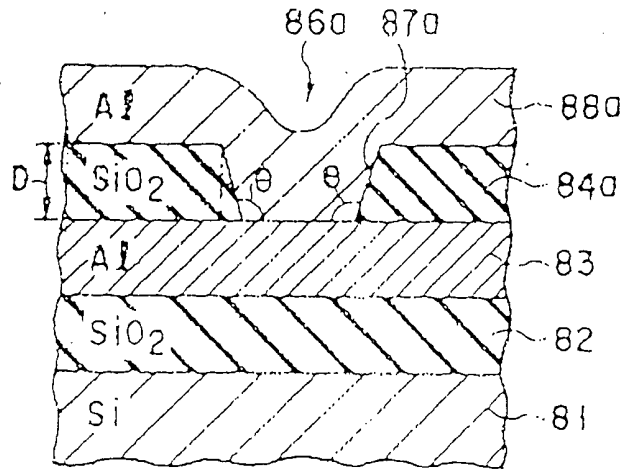
高頻電流



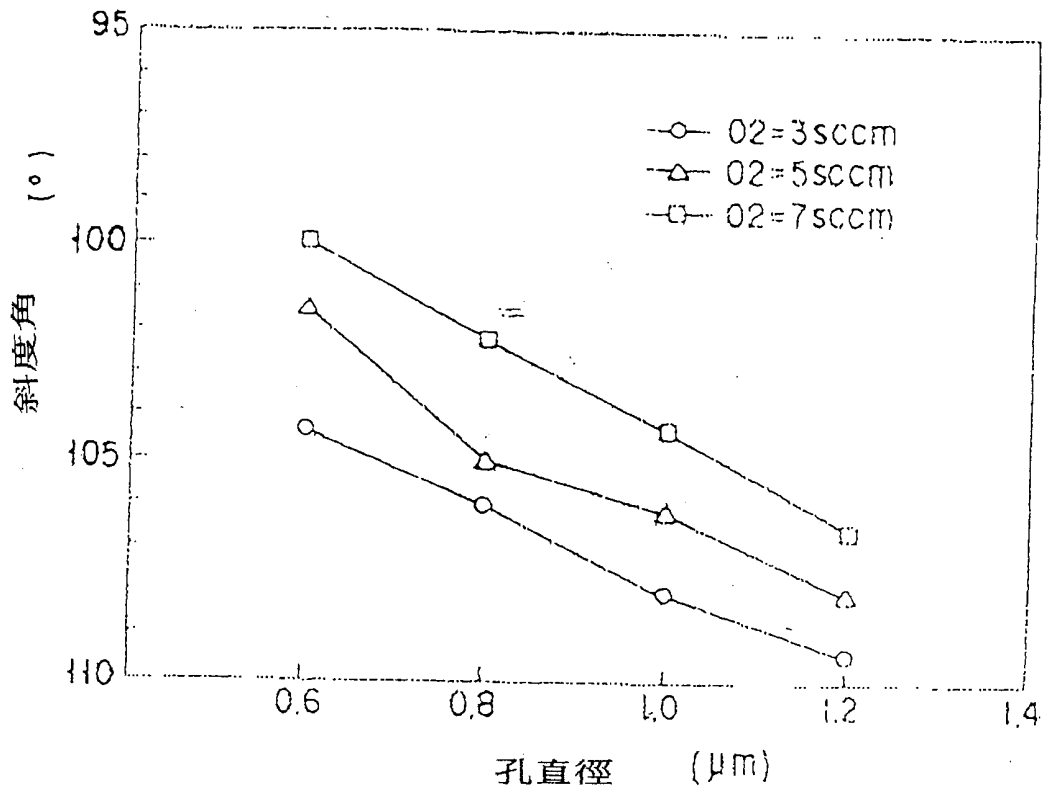
第10圖



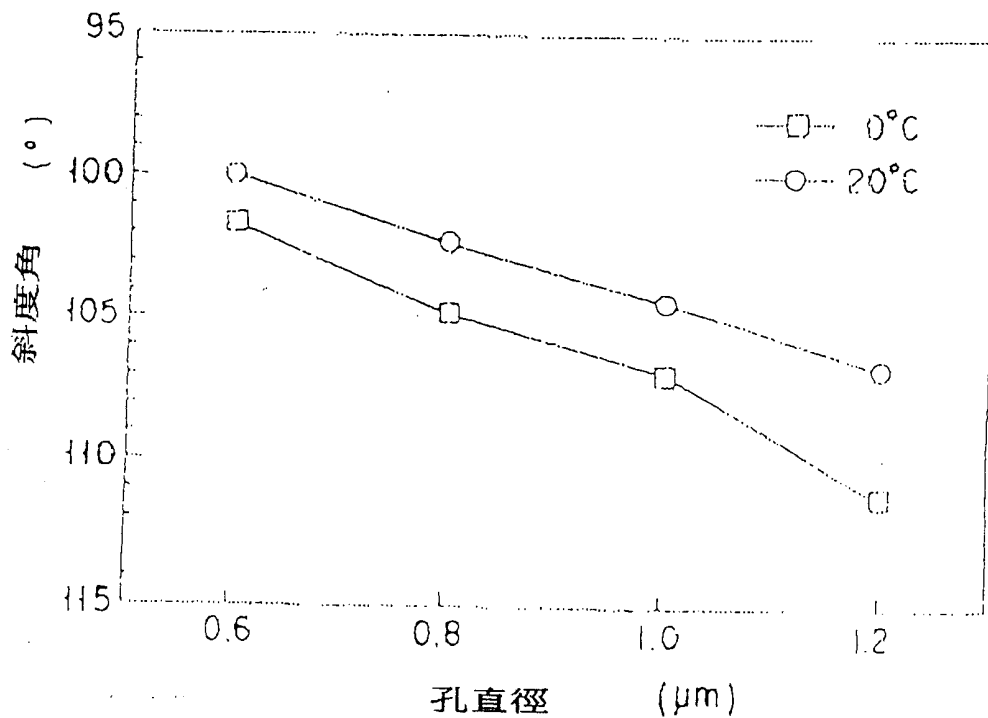
第 2 A 圖



第 2 B 圖



第13圖



第14圖

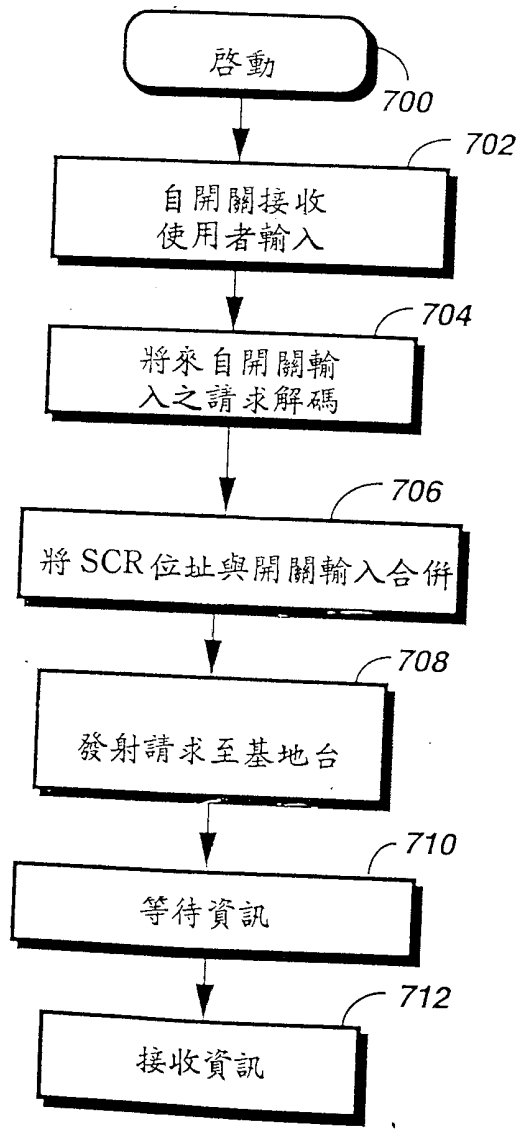


圖 7

六、申請專利範圍

附件 1：第 8 4 1 0 9 2 7 2 號 專利 申請 案

中文 申請 專利 範圍 修正 本

民國 8 6 年 4 月 修正

1. 一種蝕刻方法，係具有：

(a) 在基板上形成被蝕刻層，且以防止亂反射膜塗覆該被蝕刻層，然後以光阻劑膜塗覆該防止亂反射膜之製程，及

(b) 對於光阻劑膜進行圖型曝光之製程，及

(c) 將經曝光後之光阻劑膜顯影，且使防止亂反射膜露出而形成圖型開口部之製程，及

(d) 將基板移入密室內，使密室排氣形成減壓環境，將至少以 O_2 及 N_2 中之其中一種與 C_4F_8 氣體相混之混合氣體導入處理室內，使該混合氣體產生電漿，令電漿中之活性物質在基板上作用，藉此實質上不蝕刻圖型開口部周圍側壁之光阻劑膜，而僅蝕刻在圖型開口部所露出之防止亂反射膜，然後蝕刻前述被蝕刻層之製程。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中 O_2 及 N_2 中之至少其中一種之添加量係介於 C_4F_8 氣體量之 3 ~ 5 倍之範圍。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中係將：添加入 O_2 氣到 C_4F_8 氣中之混合氣體導入處理室內。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中將防止亂反射膜蝕刻完成後，接著就蝕刻被蝕刻層。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

訂

六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中被蝕刻層係由二氧化矽膜、氮化矽膜、單晶矽膜或多晶矽膜所組成。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在被蝕刻層之上塗佈成分溶液，將塗佈液乾燥而形成防止亂反射膜。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中防止亂反射膜係以碳原子為主之表面平坦膜。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中防止亂反射膜之膜厚介於40~100nm之範圍。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中圖型開口部之寬度為少於1微米(μm)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線