



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201042719 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：098124875

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2009/05/22 日本 2009-124508

(71)申請人：日立全球先端科技股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：三宅賢稔 MIYAKE, MASATOSHI (JP)；根岸伸幸 NEGISHI, NOBUYUKI (JP)；尾山正俊 OYAMA, MASATOSHI (JP)；金清任光 KANEKIYO, TADAMITSU (JP)；伊澤勝 IZAWA, MASARU (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：11 共 46 頁

(54)名稱

被蝕刻材之電漿蝕刻方法

(57)摘要

於高深寬比之深孔加工中，抑制被蝕刻材之開口中之碗狀之同時，消除高深寬比部之開口不足。藉由電漿蝕刻裝置，使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對上述被蝕刻材進行蝕刻的被蝕刻材之電漿蝕刻方法中，依序進行：第 1 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x=1、2、3、4、5、6$ ， $y=4、5、6、8$)，在上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁使沈積物附著之同時，對被蝕刻材進行蝕刻；及第 2 步驟，使用氟碳氣體，削去上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁附著之沈積物之同時，進行被蝕刻材之蝕刻。

圖 4A

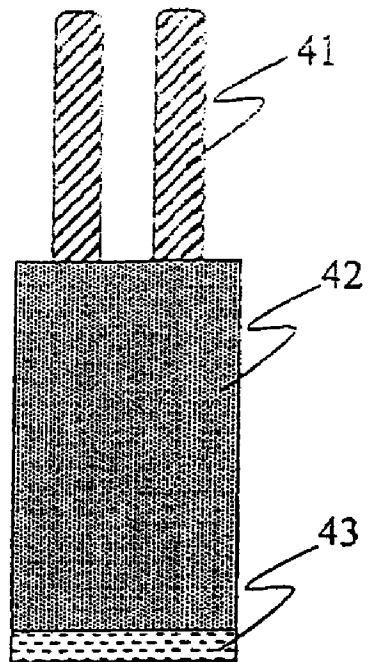


圖 4B

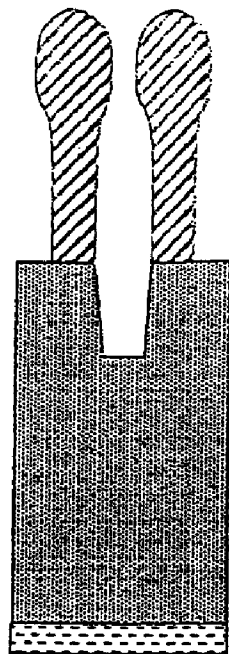


圖 4C

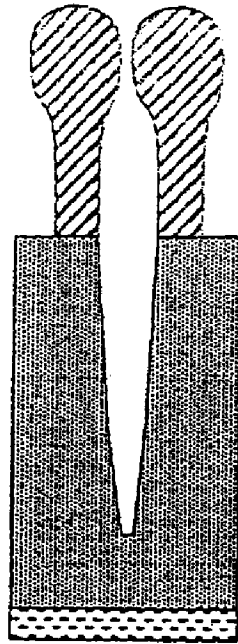


圖 4D

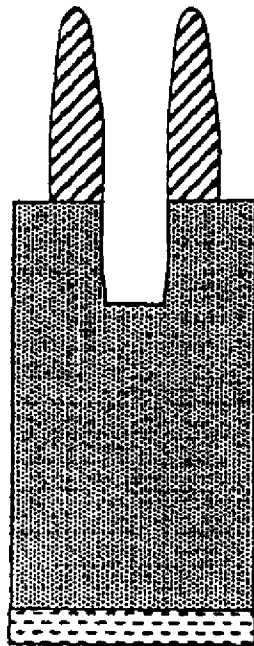
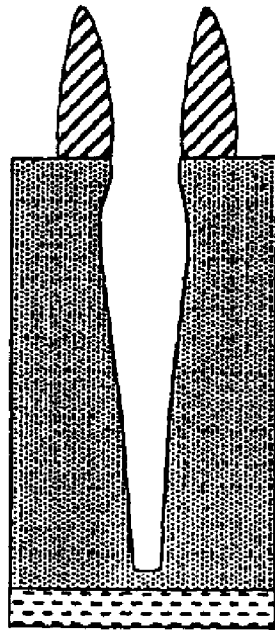


圖 4E





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201042719 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：098124875

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2009/05/22 日本 2009-124508

(71)申請人：日立全球先端科技股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：三宅賢稔 MIYAKE, MASATOSHI (JP)；根岸伸幸 NEGISHI, NOBUYUKI (JP)；尾山正俊 OYAMA, MASATOSHI (JP)；金清任光 KANEKIYO, TADAMITSU (JP)；伊澤勝 IZAWA, MASARU (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：11 共 46 頁

(54)名稱

被蝕刻材之電漿蝕刻方法

(57)摘要

於高深寬比之深孔加工中，抑制被蝕刻材之開口中之碗狀之同時，消除高深寬比部之開口不足。藉由電漿蝕刻裝置，使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對上述被蝕刻材進行蝕刻的被蝕刻材之電漿蝕刻方法中，依序進行：第 1 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x=1、2、3、4、5、6$ ， $y=4、5、6、8$)，在上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁使沈積物附著之同時，對被蝕刻材進行蝕刻；及第 2 步驟，使用氟碳氣體，削去上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁附著之沈積物之同時，進行被蝕刻材之蝕刻。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於使用電漿蝕刻裝置的被蝕刻材之電漿蝕刻方法，該電漿蝕刻裝置被使用於半導體製造。

【先前技術】

以 DRAM 為代表之記憶體之形成中，欲以較小面積確保充分之靜電容量時，被要求進行孔徑 70nm 以下、深寬比 30 以上之超微細孔加工。而且，為確保高度集積化與最低容量，而進行圖案之窄間距化，被蝕刻材之蝕刻時之碗狀（bowing）之產生之抑制或遮罩選擇比之提升成為益形重要之課題。另外，蝕刻時之被蝕刻材之高深寬比部之蝕刻速率降低之消除或底部 CD 之確保亦明顯成為重要之課題。

已有在被蝕刻材之蝕刻時，於被圖案化之光阻遮罩表面進行非晶質碳之成膜（膜形成），據以強化光阻表面之耐蝕刻性，縮小（收縮）開口部之尺寸的蝕刻方法被提案（例如專利文獻 1）。

另外，已有在被蝕刻材之蝕刻時，藉由控制蝕刻處理中之沈積物之沈積速度，來確保遮罩圖案之殘膜之同時，抑制蝕刻停止之產生的半導體處理方法被提案（例如專利文獻 2）。

專利文獻 1：特開 2007-158306 號公報

專利文獻 2：特開 2008-085092 號公報

非專利文獻 1：X. Niu, N. Jakatdar, IEEE Trans. on Semiconduct. Manufact., Vol. 14 pp97-111, 2001

【發明內容】

（發明所欲解決之課題）

專利文獻 1 揭示之方法，係在被蝕刻材之蝕刻處理前，在阻劑上沈積非晶質碳膜者。該方法，在加工微細孔時，基於非晶質碳膜之沈積而有可能堵塞遮罩圖案之開口部，因而難以沈積充分之非晶質碳膜。另外，該方法，在非晶質碳膜之沈積量不充分狀態下進行高深寬比之深孔加工時，在蝕刻處理之初期階段非晶質碳膜因濺鍍被除去，在蝕刻之後半無法獲得遮罩之耐蝕刻性或收縮效果之可能性存在。

專利文獻 2 揭示之蝕刻方法，係解決遮罩選擇比與蝕刻停止間之取捨關係者，藉由遮罩前端部形狀之控制，非為抑制自蝕刻初期至中期被進行之低中深寬比部之蝕刻時產生之碗狀者。另外，該方法，係著眼於高深寬比部之蝕刻中，難以產生蝕刻停止之點，藉由在蝕刻最終階段提高沈積物之沈積速度來改善遮罩選擇比者，但是高深寬比部之蝕刻速率降低更為惡化之可能性存在。

本發明有鑑於上述問題點，目的在於提供電漿蝕刻方法，其在使用電漿蝕刻裝置對被蝕刻材進行高深寬比之深孔加工的被蝕刻材之電漿蝕刻方法中，可以抑制被蝕刻材之開口部側壁產生之碗狀（bowing）之同時，消除高深寬

比底部之開口不足。

本發明目的在於提供電漿蝕刻方法，其在對被蝕刻材進行高深寬比之微細加工的電漿蝕刻方法中，在被蝕刻材之蝕刻處理前半之對低／中深寬比部之蝕刻時，進行蝕刻處理之同時，在接近遮罩表面的開口側壁使附著沈積物窄化該開口，據此而可以實現高遮罩選擇比，迴避被蝕刻材之碗狀之產生。另外，本發明目的在於提供電漿蝕刻方法，其在蝕刻處理後半之對高深寬比部之蝕刻時，削減遮罩表面附近的開口側壁所沈積之沈積物之同時，射入高指向性離子，據此來減少成為碗狀原因之射入側壁之離子，在不導致被蝕刻材之碗狀擴大與蝕刻速率降低之情況下，可以實現底部 CD 之確保。

（用以解決課題的手段）

為解決上述問題，本發明之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，係使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，藉由電漿蝕刻裝置對上述被蝕刻材進行蝕刻者；具備：提升沈積速度、在接近上述遮罩表面之開口側壁，使附著沈積物而窄化開口的第 1 步驟；及接續第 1 步驟，和第 1 步驟比較降低沈積速度，針對接近遮罩表面之開口側壁所沈積之沈積物進行蝕刻的第 2 步驟，如此則，藉由第 1 步驟使沈積物附著於接近遮罩表面之開口側壁而窄化開口，藉由第 2 步驟蝕刻該沈積物予以薄化（削薄）之同時，提升射入被蝕刻材之離子之指向性。

本發明之蝕刻被蝕刻材的電漿蝕刻方法適用之電漿蝕刻裝置，係具有：處理室；對處理室供給處理氣體的氣體供給手段；對處理室減壓的真空排氣手段；構成電極的被處理體載置台，用於載置被處理體；上下移動被處理體的上下機構；電漿產生用之高頻電源；及控制電極溫度的直膨式調溫裝置。

本發明之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，係使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對上述被蝕刻材進行蝕刻處理者；在接近上述施予圖案化而形成的遮罩表面之開口側壁，使附著沈積物窄化開口之同時，在遠離遮罩表面之遮罩開口側壁部形成碗狀而對被蝕刻材進行電漿蝕刻處理。

本發明係藉由具有：處理室；對處理室供給處理氣體的氣體供給手段；對處理室減壓的真空排氣手段；載置被處理體的被處理體載置台的電漿蝕刻裝置；使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對上述被蝕刻材進行蝕刻處理的電漿蝕刻方法之中，依序進行：第 1 步驟，在接近上述遮罩的遮罩圖案表面的開口側壁使沈積沈積物、窄化開口而進行蝕刻；及第 2 步驟，針對上述遮罩的遮罩圖案進行開口部之沈積物之蝕刻同時，進行被蝕刻材之蝕刻。

本發明之上述電漿蝕刻方法之中，上述第 2 步驟之處理壓力，係設為較上述第 1 步驟為低。

本發明之上述電漿蝕刻方法之中，於上述第 2 步驟，係將上述第 1 步驟使用之氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4$

、5、6， $y = 4、5、6、8$ ）之流量，設為較上述第1步驟小。

本發明之上述電漿蝕刻方法之中，於上述第2步驟，係將比上述第1步驟使用之氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$) 之 C/F 比為更低 C/F 比的，氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$) 予以導入。

○

本發明之上述被蝕刻材之電漿蝕刻方法之中，於上述第2步驟，係將上述第1步驟使用之 O_2 氣體之流量，相較於上述第1步驟設為較大。

本發明之上述被蝕刻材之電漿蝕刻方法之中，載置被蝕刻材之電極溫度，相較於上述第1步驟，上述第2步驟係設為較高溫。

本發明之上述被蝕刻材之電漿蝕刻方法之中，上述電漿蝕刻裝置，係具備直膨式調溫裝置，用於對載置被蝕刻材之電極施予調溫。

○

本發明之上述電漿蝕刻方法之中，係3個以上之多段步驟或連續變化處理條件。

本發明之上述電漿蝕刻方法之中，使用光波散射測定 (scatterometry) 來檢測蝕刻形狀，藉由回授控制來進行長期間穩定之蝕刻形狀控制。

本發明之電漿蝕刻方法，係藉由電漿蝕刻裝置，使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對上述被蝕刻材進行蝕刻者，作為蝕刻氣體係使用具有環狀構造之 C_5F_6 。

氣體；上述電漿蝕刻裝置，係具有：處理室；對處理室供給處理氣體的氣體供給手段；對處理室減壓的真空排氣手段；載置被處理體的被處理體載置台；上下移動被處理體的上下機構；及電漿產生用之高頻電源。

本發明之電漿蝕刻方法，於半導體製造工程中可提升良品率，具有高的產業上利用價值。

【實施方式】

使用遮罩進行被蝕刻材之深孔蝕刻時，被蝕刻材之開口（孔）上部產生之碗狀，會因為對遮罩開口未被垂直導入的離子等之被遮罩反射而射入被蝕刻材之開口側壁而增大。另外，高深寬比之孔底之加工尺寸之縮小或蝕刻速度之降低，主要原因為到達孔底之離子減少等。本發明人發現，藉由使反射離子之不良影響止於被蝕刻材上部之遮罩部，而抑制被蝕刻材之碗狀產生之方法。另外發現，為解決高深寬比部之蝕刻問題，不增加射入孔側壁之離子，而增加直接射入高深寬比部之底部的離子之方法。以下說明本發明之被蝕刻材之電漿蝕刻方法之實施形態。

（第1實施形態）

本實施形態中說明，使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對被蝕刻材進行蝕刻的電漿蝕刻方法之中，藉由以下步驟來抑制被蝕刻材之開口側壁之碗狀的方法，亦即，在被蝕刻材之蝕刻時，在接近上述施予圖案化遮罩

之表面開口的開口側壁，使沈積沈積物而窄化開口，使碗狀之產生停留於較遮罩表面下方的遮罩開口側壁之第 1 步驟；及針對接近遮罩表面之開口側壁所沈積之沈積物進行蝕刻之同時，進行被蝕刻材之蝕刻的第 2 步驟。

於深孔（高深寬比孔）蝕刻中，遮罩選擇比進行之蝕刻速度／遮罩之蝕刻速度）低的條件之蝕刻中，形成於遮罩表面之開口之前端部因為濺鍍而被逐漸削去，成為遮罩前端部開口較大的推拔形狀。遮罩表面附近之開口成為推拔形狀時，如圖 1 所示，遮罩推拔角 θ （遮罩孔於底部之上升角）變小時，存在著碗狀（bowing）／頸部（neck）比（碗狀）擴大之問題。較好是即使是高深寬比孔，其之碗狀／頸部比亦為 1。

圖 2 表示蝕刻工程中之每一遮罩推拔角 θ 之深寬比（孔深），與射入開口（孔）側壁之離子射入分布之計算結果。依據該計算結果可知，遮罩推拔角 θ 越小，射入孔側壁之離子數越增加。遮罩推拔角 θ 為 90 度時，射入側壁之離子密度自遮罩部起至被蝕刻材（ SiO_2 ）底部為止成為大略一定。但是，遮罩推拔角 θ 為 88 度時，射入遮罩部（深寬比 = 7 ~ 0）之側壁之離子密度，和遮罩推拔角 θ 為 90 度時比較會變大，於被蝕刻材部（深寬比 = 0 ~ -30）於深寬比約 -1 至深寬比約 -12 範圍內增大，於深寬比約 -18 時成為和推拔角 90 度之情況同等。同樣，遮罩推拔角 θ 為 86 度時，射入遮罩部之側壁之離子密度，和遮罩推拔角 θ 為 90 度時比較變為更大，被蝕刻材部之中於深

寬比約 -1 至深寬比約 -5 範圍內大幅增大，於深寬比約 -10 時成為和推拔角 90 度之情況同等。亦即可考慮為，深孔蝕刻時，遮罩開口為朝外側之推拔形狀時，被遮罩反射之離子會射入孔側壁而增大碗狀，就抑制碗狀而言控制遮罩形狀乃重要者。

圖 3 表示對於變化遮罩表面之開口部（前端部）形狀時之深寬比（孔深），計算對孔側壁之離子射入量之計算結果。於圖 3，0 表示被蝕刻材與遮罩之接觸位置，縱軸（深寬比），正的部分表示遮罩部，負的部分表示被蝕刻材部，橫軸表示射入開口側壁之離子密度。由計算結果可知，即使是虛線所示遮罩推拔角 θ 為垂直（ 90 度）之遮罩形狀，射入遮罩開口之離子之射入角，在具有某一變動時，離子不僅射入遮罩開口側壁，亦射入被蝕刻材之開口（孔）側壁。在實際之蝕刻中，射入被處理體之離子會被存在於電漿與被蝕刻材（被處理體）間的鞘區域加速，於該加速區域和中性氣體等衝撞而變化離子之軌道，因此離子之射入角會存有變動。另一方面，縮小遮罩表面附近之開口時，如實線所示，離子之射入會集中於遮罩表面附近之開口（孔）側壁之上部，位於遮罩下層之被蝕刻材部分之孔側壁被射入之離子會減少。此乃因為，藉由窄化遮罩表面附近之開口，使變窄之開口部分作為高深寬比孔之孔之功能，因而對被處理體非垂直之離子，會於遮罩表面附近之開口側壁（前端部）重複衝撞而失去能量，對遮罩下層配置之被蝕刻材之影響變小。亦即，遮罩表面附近之開口

變狹窄時，對於射入離子之射入角成爲一種過濾之功能，僅垂直性高的離子才有助於被蝕刻材之加工，可以抑制被蝕刻材之碗狀之產生。

另外，碗狀（被蝕刻材上部之加工尺寸之最大部分）之增大，不僅受推拔面之遮罩所反射之離子或射入角之變動而引起，亦會因爲深孔蝕刻中產生之頸部（necking）而引起。頸部，係因爲氟碳電漿所輸送之沈積性自由基或被濺鍍之動作之一部分，主要沈積於孔上部而產生。和具有開放之遮罩推拔角的推拔遮罩同樣，因爲被頸部反射之射入離子，而於頸部正下方形成碗狀。頸部被形成於孔上部之遮罩表面附近時，碗狀亦可以停留於遮罩內。蝕刻速度之遮罩選擇比低時，伴隨蝕刻之進行，頸部及碗狀之產生位置會朝深度方向移動，因而蝕刻被進行時會於被蝕刻材之開口產生碗狀。因此，欲抑制被蝕刻材之開口之產生碗狀時，藉由將自遮罩開口之頸部產生之位置至被蝕刻材爲止之距離確保成爲充分之長，使碗狀產生於遮罩內之同時，藉由使用高遮罩選擇比之製程，可以抑制頸部及碗狀產生位置之朝深度方向移動，可使碗狀停留於遮罩內。

以下說明窄化遮罩表面附近之開口之方法之具體例。首先，說明於深孔蝕刻中窄化遮罩表面附近之開口之方法。遮罩表面附近之開口之形狀，係由射入被處理體之離子引起之濺鍍或化學反應等引起之削減量，與電漿中之沈積性自由基之沈積速度間之平衡予以決定。因此，欲窄化遮罩表面附近之開口時，至少於深孔蝕刻條件中，須於被蝕

刻材上面被形成之遮罩表面之平坦部分，使沈積性自由基之 CF（氟碳）聚合物被沈積。滿阻此一條件時，CF 聚合物會沈積於遮罩表面附近之開口側壁部，可以窄化開口。但是，被蝕刻材之蝕刻時之 CF 聚合物之沈積速度過大時，遮罩表面附近之開口變為過度狹窄，有可能成為非開口。此情況下，可降低被蝕刻材之蝕刻時之 CF 聚合物之沈積速度，藉由增大射入遮罩開口之離子能量來增大濺鍍效果，如此則，可以在不成為非開口之情況下窄化遮罩表面附近之開口。

窄化遮罩表面附近之開口而提高沈積物之沈積速度的方法，具體言之為，蝕刻使用之氟碳氣體 C_xF_y （ $x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$ ），係使用高 C/F 比之氣體，如此則，可增加沈積之 CF 聚合物量（其中所謂高 C/F 比係使，C/F 比為 2/3 以上者稱為高 C/F 比）。結果，可窄化遮罩表面附近之開口之同時，藉由在遮罩表面沈積 CF 聚合物，可以提升被蝕刻材之蝕刻中之遮罩選擇比。另外，欲獲得同樣效果時，藉由增加氟碳氣體 C_xF_y 之流量，或減少具有除去 CF 聚合物效果的 O_2 氣體之添加量，可以窄化遮罩表面附近之開口。另外，藉由高壓化被蝕刻材之蝕刻處理壓力，或低溫化被蝕刻材，亦可以獲得同樣效果。另外，作為解決遮罩表面附近之開口被堵塞之手段，例如可藉由增加晶圓偏壓電力，設定射入離子成為高能量化，增大濺鍍效果，而可以抑制遮罩表面附近之開口被堵塞之情況。

以下說明使碗狀產生於遮罩內，不影響被蝕刻材之方法。具體言之為，和窄化遮罩表面附近之開口之情況同樣，作為被蝕刻材之蝕刻使用之氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$)，係使用高 C/F 比之氣體，如此則，於被蝕刻材之蝕刻時可實現高遮罩選擇比（被蝕刻材之蝕刻速度／遮罩之蝕刻速度，其中高或低之選擇比，係指藉由變化 C/F 比而使選擇比相對變高或變低）。

藉由設為高遮罩選擇比，可抑制於被蝕刻材之蝕刻中之遮罩之減少，遮罩之蝕刻速度變慢因而碗狀之產生被停留於遮罩中，可使碗狀位置停留於孔前端部。作為提升遮罩選擇比之方法，藉由增加氟碳氣體流量，或高壓化被蝕刻材之蝕刻壓力，或低溫化被蝕刻材之溫度，亦可以獲得同樣效果。特別是，窄化遮罩表面附近之開口時，不僅可抑制遮罩開口推拔形狀引起之開口內部之離子反射所引起的被蝕刻材之碗狀之產生，亦可使頸部之產生位置成為形成於遮罩表面附近之開口，可使頸部引起之碗狀產生位置產生於遮罩表面附近之開口（孔上部）。結果，可使碗狀之產生位置停留於被蝕刻材之上部所設置之遮罩內。但是，即使使用實現高遮罩選擇比的蝕刻條件，在遮罩初期厚度不充分時，碗狀有可能產生於被蝕刻材。因此，遮罩厚度被要求充分之厚度，相對於孔加工尺寸，遮罩厚度之深寬比成為 10 以上。亦即，較好是遮罩厚度／孔加工尺寸之比成為 10 以上。

說明本實施形態之具體蝕刻條件。首先，於習知低沈

積蝕刻條件下，作為蝕刻氣體使用例如 $\text{Ar} / \text{C}_4\text{F}_6$ 、 $/ \text{O}_2$ 混合氣體，設定 $\text{Ar} / \text{C}_4\text{F}_6$ 、 $/ \text{O}_2 = 500 / 30 / 35 \text{ sccm}$ 。此十隻處理壓力設為 2 Pa ，由天線施加高頻電力於反應裝置內產生電漿，此時之電漿產生用高頻電力設為 400 W 。另外，施加於下部電極之偏壓電力設為 5 kW ，電極溫度設為 $+20^\circ\text{C}$ 。

以下依據圖 4A～4E 說明窄化遮罩表面附近之開口之情況下與通常之情況下，個別之孔形狀。圖 4A 為評估之樣本之初期形狀。在蝕刻之阻蝕層、亦即矽氮化膜 43 上被沈積而成之被蝕刻材 42、亦即矽氧化膜 (SiO_2) 之上，被形成由施予圖案化之非晶質碳膜 (ACL) 所構成之遮罩 41。習知蝕刻條件下之處理形狀如圖 4D 所示，對於電漿中供給之沈積性自由基之沈積速度，由射入被處理體之離子之濺鍍效果來支配時，藉由遮罩選擇比低、遮罩表面附近之開口（前端部）被削薄使遮罩開口成為開向上方之推拔形狀。另外，進行被蝕刻材之蝕刻時之處理形狀如圖 4E 所示，遮罩更為減少，成為更開放之推拔形狀。另外，藉由在推拔形狀之遮罩開口側壁被反射之離子，使被蝕刻材之開口處之碗狀增大。

另外，本發明之高沈積蝕刻條件下處理時，係例如氣體流量增為 2 倍，設定 $\text{Ar} / \text{C}_4\text{F}_6 / \text{O}_2 = 1000 / 60 / 70 \text{ sccm}$ ，處理壓力增大為 10 Pa 。此情況下，如圖 4B 所示，遮罩幾乎未減少，而且可以窄化遮罩表面附近之開口。另外，進展至被蝕刻材之蝕刻時亦如圖 4C 所示，可於不擴

大被蝕刻材之碗狀之情況下，進行高深寬比之開口之加工。

又，於上述實施形態中，表示使用同一氣體系列，僅變化流量與處理壓力之設定，來控制遮罩形狀之方法。另外，作為被蝕刻材之蝕刻氣體變更爲高 C/F 比氣體時，亦可獲得同樣效果。特別是，藉由使用如圖 11 所示具有環狀構造之 C_5F_6 氣體，在提升 CF 聚合物之沈積速度或設爲高遮罩選擇比爲有效。另外，亦可將構成 C_5F_6 氣體之 F 之一替換爲 H。另外，藉由設定電極溫度爲低溫或提高封入電極與晶圓間之 He 氣體之壓力，藉由提高晶圓之冷卻效率亦可獲得同樣效果。

如上述說明，依據第 1 實施形態，可以提供被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其係使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，藉由電漿蝕刻裝置對上述被蝕刻材進行蝕刻者；由以下構成：在上述施予圖案化之遮罩表面附近之開口側壁，使附著沈積物的第 1 步驟；及使用該遮罩進行被蝕刻材之蝕刻處理的第 2 步驟。

另外，依據第 1 實施形態，可以提供被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其係使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，藉由電漿蝕刻裝置對上述被蝕刻材進行蝕刻者；依序進行以下步驟：第 1 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$)，在上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁使沈積物附著；及第 2 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$)

，削去上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁附著之沈積物之同時，進行被蝕刻材之蝕刻。

（第 2 實施形態）

本實施形態中說明，藉由依序進行：藉由沈積物窄化遮罩圖案表面附近之開口而進行被蝕刻材之蝕刻的第 1 步驟；及削去遮罩圖案表面附近的開口之沈積物之同時，進行被蝕刻材之蝕刻的第 2 步驟；而可以抑制孔底部之加工尺寸之縮小，而且可以解消高深寬比孔中之蝕刻速率降低的蝕刻方法。

第 1 實施形態係表示，藉由窄化遮罩表面附近之開口，來抑制被蝕刻材之碗狀之產生之方法，但是，藉由窄化遮罩表面附近之開口，會使等鞘之遮罩徑部變小，孔底部之孔加工尺寸（底部 CD）有可能成為小於設計值。另外，射入離子，會因為和中性氣體等之衝撞而持有某依分散角，特別是，在高氣體壓力條件下分散角大時，或者蝕刻後半之高深寬比部之蝕刻時，多數離子到達底部之前會衝撞孔側壁，而使到達底部之離子減少，使蝕刻速率降低之問題存在。

如第 1 實施形態在深孔蝕刻後半存在無法確保充分之底部尺寸時，欲擴大孔底部（底部）之孔加工尺寸時，可以接續使沈積物附著於開口側壁來窄化遮罩表面附近之開口的第 1 步驟，藉由進行被蝕刻材之蝕刻，削去遮罩表面附近的開口之沈積物的第 2 步驟，而擴大底部 CD。但是

，削去遮罩表面附近的開口之沈積物時，第 1 實施形態所示之除去射入角大的離子增效果會變小，於被蝕刻材之開口側壁有可能產生碗狀。於第 2 步驟，藉由使用較第 1 步驟低的處理壓力，藉由提升射入離子之指向性，來抑制被蝕刻材開口側壁的碗狀之產生之同時，可以改善蝕刻速率之降低。

圖 5 表示各個射入離子分散角 σ 之深寬比（孔深），與射入孔側壁之離子通量密度間之關係圖。於圖 5，縱軸之深寬比，係以遮罩表面之開口大小為一定時之遮罩表面起之開口深度予以表示。此例中，深寬比 - 10 表示被蝕刻材與遮罩間之境界面。圖中，射入離子的分散角 σ 為 2 度以實線、5 度以破折線、8 度以虛線分別表示。由圖可知，離子分散角 σ 越小，可以減少射入遮罩表面附近之開口側壁的離子，因此具有抑制被蝕刻材之開口側壁之碗狀效果。

圖 6 表示各個射入離子分散角 σ 之深寬比（孔深），與直接到達孔底的離子數對於射入離子數之間之比例。於圖 6，縱軸之深寬比，係以遮罩表面之開口大小為一定時之遮罩表面起之開口深度予以表示。此例中，深寬比 - 10 表示被蝕刻材與遮罩間之境界面。圖中，射入離子的分散角 σ 為 2 度以實線、5 度以破折線、8 度以虛線分別表示。射入離子的分散角 σ 例如 $\sigma = 8$ 度時，在深寬比（孔深）- 10，射入離子之中半數以上，在到達孔底之前會碰撞孔側壁。相對於此，分散角 σ 小時（ $\sigma = 2$ 度），不會碰

撞孔側壁，直接到達孔底（深寬比－25）之離子數存在多數（大約 6 乘以上）。該直接到達孔底之離子數增加有助於蝕刻速率之增加。因此，藉由提高之指向性，不僅可抑制碗狀，亦可改善高深寬比部產生之蝕刻速率之下降。

以下說明縮小遮罩前端部尺寸、亦即增大遮罩表面附近之開口的具體例。表示窄化遮罩表面附近之開口，而且提高射入離子之指向性。具體言之為，相對於窄化遮罩表面附近開口的第 1 步驟所使用之處理壓力，削去遮罩表面附近的開口側壁附著之沈積物之同時，進行被蝕刻材之蝕刻的第 2 步驟，係將處理壓力設為較低，如此則，可窄化遮罩表面附近之開口之同時，可提高離子之指向性。

圖 7 為氟碳電漿中之處理壓力與對孔壁之沈積速度與晶圓偏壓之關係圖。其中晶圓偏壓為 0W 時，調整氣體流量使沈積速度成為 $200\text{nm}/\text{min}$ 。在晶圓偏壓 0W，沈積速度大略成為一定的氣體流量之條件下，增加晶圓偏壓至 5kW 時沈積速度會降低。特別是，處理壓力越低對孔側壁之沈積速度降為越低。此乃因為在鞘區域被加速的離子到達被處理體之前與中性氣體等衝撞之機率減少，高能量之離子射入被處理體而使離子濺鍍效果變大。如此則，藉由處理壓力之低壓化可增大離子濺鍍效果，可以窄化遮罩表面附近之開口。另外，處理壓力之低壓化，導致離子與其他氣體等之衝撞機率變低，離子之指向性變高，被蝕刻材之開口側壁之碗狀可以被抑制。另外，直接到達孔底之離子數增加，因而可改善蝕刻速率。

上述係表示藉由處理壓力之低壓化，來窄化遮罩表面附近之開口之方法。但是，對於作為氟碳氣體於第 1 步驟被使用的氟碳氣體，將第 2 步驟使用之氟碳氣體設為相對低 C/F 比的氟碳氣體，或者對於第 1 步驟，將第 2 步驟使用之氟碳氣體流量設為相對少，對於第 1 步驟，將第 2 步驟之 O₂ 氣體流量設為相對增加，對於第 1 步驟，將第 2 步驟之電極溫度設為相對上升，如此則可降低對孔側壁之沈積速度。本實施形態中，設置被處理體的電極之溫度之控制手段，係使用特開 2008-034408 號公報、特開 2008-034409 號公報揭示之直膨式電極，可進行約 1℃/s 之高速控制。另外，電極具備加熱器，可使溫度上升。又，增加晶圓偏壓，增大濺鍍效果，則亦可期待同樣之效果。

以下使用圖 8-1A、8-1B、8-2C、8-2D 及圖 9A、9B、9C 說明本實施形態之蝕刻順序及其之孔形狀之態樣。圖 8-1A 表示習知蝕刻順序，圖 8-1B 表示適合高深寬比加工之步驟蝕刻順序。於圖 8-1A 之習知順序，係不變化蝕刻條件，施予一貫處理。例如氣體條件設為 Ar/C₄F₆/O₂ = 1000/60/70sccm，處理壓力設為 10Pa，於此條件下實施被蝕刻材之蝕刻時之時刻 t₁ 之蝕刻形狀，係如圖 9A 所示。如圖 8-1A 所示，不變化處理條件進行蝕刻時，遮罩表面附近之開口尺寸變小，射入孔內之離子被限制，因此，於時刻 t₂ 如圖 9B 所示無法獲得底部之充分之開口尺寸。另外，於圖 8-1B 所示步驟蝕刻順序，相對於第 1 步驟，於第 2 步驟係降低處理壓力、減少氣體流量

、上升電極溫度。例如於第 1 步驟處理壓力設為 10Pa 時，在時刻 t_1 以後之第 2 步驟將處理壓力減壓為 2Pa 時，如圖 9C 所示，遮罩表面附近之開口之側壁藉由濺鍍被削去，另外，射入離子之指向性變高，可以抑制被蝕刻材之開口之碗狀之同時，可擴大孔底之加工尺寸。

又，上述實施形態中說明僅變更處理壓力之設定，來控制遮罩形狀及射入離子之指向性之方法，但是，相對於第 1 步驟，藉由在第 2 步驟變更氟碳氣體為低 C/F 比氣體、或上升電極溫度、或降低封入電極與晶圓間之 He 氣體之壓力等之其中任一或彼等之組合予以選擇，亦可獲得削去遮罩表面附近之開口側壁所沈積之沈積物效果。

又，上述實施形態中說明第 1 步驟至第 2 步驟之 2 階段步驟，但是，如圖 8-2C 所示，將步驟數設為 3 個以上之複數個步驟，隨步驟之進行依序降低處理壓力、增加氣體流量、上升電極溫度，如此則，更能以高精確度控制被形成於被蝕刻材上之開口之形狀。另外，不組合複數個步驟，而如圖 8-2D 所示連續變化各參數亦可。

（第 3 實施形態）

以下說明如第 1 實施形態及第 2 實施形態所示被蝕刻材之蝕刻方法之中，長期間穩定控制蝕刻形狀之方法。

首先，圖 10 為實施本發明蝕刻方法的電漿蝕刻裝置之構成概略圖。圖 10 之實施形態為實施本發明的電漿蝕刻裝置之基本構成。電漿蝕刻裝置，係於具有氣體導入手

段 108 與真空排氣手段 117 的真空容器 101 被配置磁場線圈 107，依據藉由同軸纜線被導入天線 109 的電磁波與該磁場線圈 107 產生之磁場之相互作用，使導入真空容器 101 內之氣體電漿化。此時，使用匹配器 111 與隔直流（blocking）電容器將偏壓用電源 110 所產生之電磁波形施加於試料設置電極 114，如此則，可高速進行被處理體 102 之電漿處理。於本實施形態之天線 109，係介由第 1 匹配器 104 被施加 450MHz 之電漿產生用之第 1 電源 103，與介由第 2 匹配器 106 被施加 4MHz 之第 2 電源 105 之 2 個頻率。被處理體 102，係 12 英吋直徑，該被處理體與天線 109 間之間隔為 3cm，天線 109 係由矽形成，由形成於該矽表面之複數個孔將原料氣體導入真空容器 101 內而構成。另外，為將處理室內壓力減壓至特定壓力，而將例如渦輪分子泵等之真空排氣手段 117，及將處理室內壓力調節為特定壓力值的氣體壓力調節閥 116，設置於該排氣手段之前段。4MHz 之第 2 電源 105 之電磁波，係具有調節天線 109 之表面與電漿間形成之電位之功能。藉由調節該 4MHz 之第 2 電源 105 之輸出，可以任意調節矽之表面之電位，可控制天線 109 與電漿內活性種之反應。於處理室內設置載置台 112 用於載置被蝕刻材（被處理體）102。於該載置台 112 設置：吸附被處理體 102 的試料設置電極 114 與將被處理體往上推升的上升銷（未圖示）。另外，試料設置電極 114 被連接於調溫裝置 115，可控制電極溫度。

另外，於處理室內具備光波散射測定（scatterometry）裝置。光波散射測定係如非專利文獻 1 所示，測定對被處理體照射外部光時之反射光之偏光狀態，由所獲得之光譜分布依據資料庫進行解析，藉由計算來求出被處理體形狀之方法。

於第 1 實施形態及第 2 實施形態所示本發明，控制遮罩形狀對於抑制碗狀乃重要者。藉由光波散射測定可求出蝕刻形狀，利用此點，於蝕刻終了後，藉由外部光源 118、發光監控器 119、發光解析裝置 120 所構成之光波散射測定裝置，可求出蝕刻形狀。當遮罩形狀或被蝕刻材之形狀有變動時，介由通信線路傳送控制信號至回授手段 112，另外，介由通信線路傳送控制信號至 108、氣體壓力調節閥 116、調溫裝置 115，可以抑制形狀之變動。例如當遮罩表面附近之開口成為所要之窄化量時，介由回授手段增加對 CF 聚合物之沈積速度具有增加效果的氟碳氣體流量，而可以窄化遮罩表面附近之開口。本實施形態中，設定氟碳氣體流量作為回授控制之氣體參數，但亦可藉由減少具有除去 CF 聚合物效果的 O₂ 流量，而獲得同樣效果。另外，藉由氣體壓力調節裝置或控制電極溫度，亦可使形狀穩定化。

另外，於上述電漿蝕刻裝置，係於蝕刻終了後藉由光波散射測定裝置求出形狀，但是亦可藉由現場（in-situ）觀測進行蝕刻之同時，藉由光波散射測定裝置求出形狀，予以回授而進行蝕刻。另外，於該電漿蝕刻裝置，係將光

波散射測定裝置設於處理室進行測定，但是亦可設於真空隔絕室（load lock chamber）或載出室（unload lock chamber）。另外，亦可獨立於蝕刻裝置，另外追加光波散射測定裝置作為場外（ex-situ）觀測。如上述說明，依據光波散射測定裝置所求出之形狀結果施予回授控制，可獲得長期間穩定之形狀控制。另外，只要是和光波散射測定裝置同等或可獲得其以上之形狀測定結果之方法，即使是光波散射測定裝置以外之形狀測定手段亦可獲得同樣效果。

又，上述電漿蝕刻裝置係說明，對電漿產生手段配置於被處理體之對面的電極，施加和被處理體不同的高頻電力，而產生電漿之手段。但是，電漿之產生係藉由對被處理體之載置台施加高頻電力而產生電漿之手段，或者電漿產生手段為感應耦合方式或藉由磁場與高頻電場之相互作用而產生電漿之手段，彼等備用於電漿蝕刻裝置時亦可獲得同樣效果。

上述實施形態之對象之具體方法，係設定 $\text{Ar} / \text{C}_4\text{F}_6 / \text{O}_2 = 1000 / 60 / 70 \text{ sccm}$ ，處理壓力為 10 Pa ，半導體晶圓之設定溫度為 20°C 、晶圓偏壓為 5 kW 之起始條件。氣體種、氣體流量、壓力、晶圓之設定溫度、及晶圓偏壓在不大幅超出該條件範圍內可以獲得同樣效果。另外，電漿之原料氣體以氟碳系列氣體為煮成份的 HARC 蝕刻之中，可以適用針對以被處理體之矽基板上之 SiO_2 、 SiC 、 SiOC 、 SiOCH 、 SiN 、 Si_3N_4 之其中任一為主原料之膜，進行蝕刻

處理的製程。另外，蝕刻使用之絕緣膜，亦適用使用該電漿蝕刻裝置針對被處理體之矽基板上之 SiO_2 、 SiC 、 SiOC 、 SiOCH 、 SiN 、 Si_3N_4 之二種類以上之多層構造進行蝕刻處理者。

如上述說明，依據上述實施形態，可以提供蝕刻處理方法，其可以和伴隨被蝕刻材之蝕刻處理之進行所產生深寬比之變化連動地，來變更蝕刻條件而進行電漿蝕刻，因此相較於習知方法，於高深寬比之深孔加工，可以更減少碗狀。另外，可以消除高深寬比部之孔底加工尺寸之縮小或蝕刻速率之降低。

【圖式簡單說明】

圖 1 為遮罩推拔角 θ 與碗狀／頸部（neck）間之關係圖。

圖 2 表示每一遮罩推拔角 θ 之深寬比（孔深），與射入孔側壁之離子通量密度間之關係圖。

圖 3 表示每一遮罩前端部形狀之深寬比（孔深），與射入孔側壁之離子通量密度間之關係圖。

圖 4A 為樣本斷面形狀說明之模式圖。

圖 4B 為本發明第 1 實施形態之遮罩表面附近之開口被窄化之斷面形狀說明之模式圖。

圖 4C 為使用圖 4B 之遮罩進行被蝕刻材之蝕刻的深孔加工之斷面形狀說明之模式圖。

圖 4D 為使用圖 4A 之遮罩，藉由習知方法至中途為

止進行被蝕刻材之蝕刻的遮罩之斷面形狀說明之模式圖。

圖 4E 為使用圖 4D 之遮罩，藉由習知方法進行被蝕刻材之蝕刻的深孔加工之斷面形狀說明之模式圖。

圖 5 表示射入遮罩開口的射入離子的每一分散角 σ 之深寬比（孔深），與射入孔側壁之離子通量密度間之關係圖。

圖 6 表示射入遮罩開口的射入離子的每一分散角 σ 之深寬比（孔深），與對底部之離子射入機率間之關係圖。

圖 7 為處理氣體壓力與 CF 聚合物對孔側壁之沈積速度之關係圖。

圖 8-1A 為習知蝕刻順序之圖。

圖 8-1B 為本發明第 2 實施形態之適合高深寬比加工之步驟蝕刻順序之圖。

圖 8-2C 為本發明第 2 實施形態之步驟數設為 3 個以上之複數個步驟的步驟蝕刻順序之圖。

圖 8-2D 為本發明第 2 實施形態之連續變化各參數的步驟蝕刻順序之圖。

圖 9 為本發明第 2 實施形態之深孔加工形狀之斷面說明模式圖。

圖 10 為本發明第 3 實施形態之電漿蝕刻方法適用的電漿蝕刻裝置之構成例概略圖（斷面圖）。

圖 11 為具有環狀構造之 C_5F_6 氣體之構造式。

【主要元件符號說明】

- 101：真空容器
- 102：被處理體
- 103：第 1 電源
- 104：第 1 匹配器
- 105：第 2 電源
- 106：第 2 匹配器
- 107：磁場線圈
- 108：氣體導入手段
- 109：天線
- 110：偏壓用電源
- 111：匹配器
- 112：回授手段
- 113：下部電極
- 114：試料設置電極
- 115：調溫裝置
- 116：氣體壓力調節閥
- 117：排氣手段
- 118：外部光源
- 119：發光監控器
- 120：發光解析裝置

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98124875

※申請日：98 年 07 月 23 日

※IPC 分類：H01L 21/3065 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

被蝕刻材之電漿蝕刻方法

二、中文發明摘要：

於高深寬比之深孔加工中，抑制被蝕刻材之開口中之碗狀之同時，消除高深寬比部之開口不足。

藉由電漿蝕刻裝置，使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，對上述被蝕刻材進行蝕刻的被蝕刻材之電漿蝕刻方法中，依序進行：第 1 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$)，在上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁使沈積物附著之同時，對被蝕刻材進行蝕刻；及第 2 步驟，使用氟碳氣體，削去上述遮罩的遮罩圖案表面附近的開口側壁附著之沈積物之同時，進行被蝕刻材之蝕刻。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1.一種被蝕刻材之電漿蝕刻方法，係使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，藉由電漿蝕刻裝置對上述被蝕刻材進行蝕刻處理者；其特徵為：

在接近上述施予圖案化而形成的遮罩表面之開口側壁，使附著沈積物之同時，在遠離遮罩表面之開口側壁形成碗狀而蝕刻遮罩；

使用該遮罩進行被蝕刻材之蝕刻處理。

2.一種被蝕刻材之電漿蝕刻方法，係使用在被蝕刻材上施予圖案化而形成的遮罩，藉由電漿蝕刻裝置對上述被蝕刻材進行蝕刻處理者；其特徵為依序進行：

第 1 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$)，在接近上述遮罩的遮罩圖案表面之開口側壁，使附著沈積物之同時進行上述遮罩之蝕刻；

第 2 步驟，使用氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1、2、3、4、5、6$ ， $y = 4、5、6、8$)，針對接近上述遮罩的遮罩圖案表面之開口側壁所附著之沈積物予以削減之同時，進行上述被蝕刻材之蝕刻。

3.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

接續上述第 1 步驟進行的上述第 2 步驟之處理壓力，係設為較上述第 1 步驟之處理壓力為低。

4.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

上述第 1 步驟及第 2 步驟使用之氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1$ 、2、3、4、5、6， $y = 4$ 、5、6、8) 之流量，相較於上述第 1 步驟，上述第 2 步驟係設為較小。

5.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

上述第 1 步驟及第 2 步驟使用之氟碳氣體 C_xF_y ($x = 1$ 、2、3、4、5、6， $y = 4$ 、5、6、8) 之 C/F 比，相較於上述第 1 步驟，上述第 2 步驟係設為較低 C/F 比。

6.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

上述第 1 步驟及第 2 步驟使用之氟碳氣體中添加之 O_2 氣體之流量，相較於上述第 1 步驟，上述第 2 步驟係設為較大。

7.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

載置被蝕刻材之電極溫度，相較於上述第 1 步驟，上述第 2 步驟係設為較高溫。

8.如申請專利範圍第 7 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

上述蝕刻裝置，係具備直膨式調溫裝置，用於對載置被蝕刻材之電極施予調溫。

9.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

上述第 1 步驟及第 2 步驟，係 3 個以上之多段步驟或

連續變化處理條件。

10.如申請專利範圍第 1 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

使用光波散射測定（scatterometry）來檢測蝕刻形狀，藉由回授控制來進行長期間穩定之蝕刻形狀控制。

12.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

使用光波散射測定來檢測蝕刻形狀，藉由回授控制來進行長期間穩定之蝕刻形狀控制。

13.如申請專利範圍第 3 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

使用光波散射測定來檢測蝕刻形狀，藉由回授控制來進行長期間穩定之蝕刻形狀控制。

14.如申請專利範圍第 1 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

作為氟碳構成之蝕刻氣體，係使用具有環狀構造之 C_5F_6 氣體。

15.如申請專利範圍第 2 項之被蝕刻材之電漿蝕刻方法，其中

作為氟碳構成之蝕刻氣體，係使用具有環狀構造之 C_5F_6 氣體。

圖 1

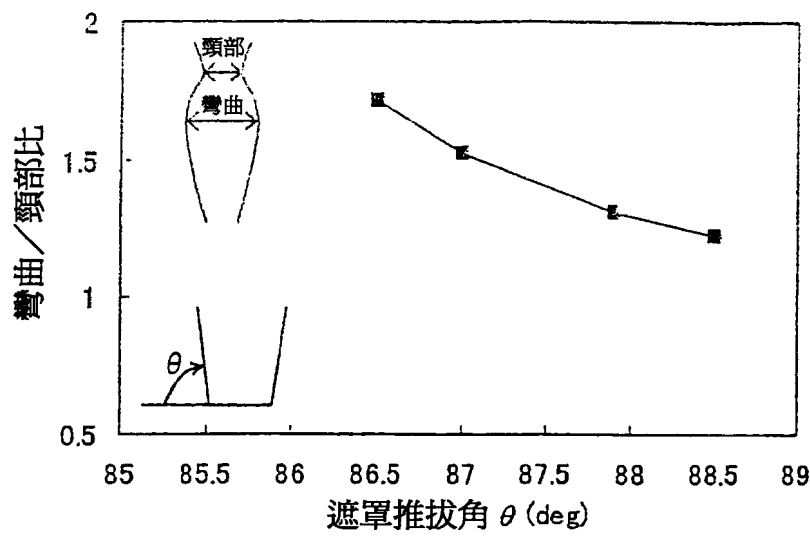


圖 2

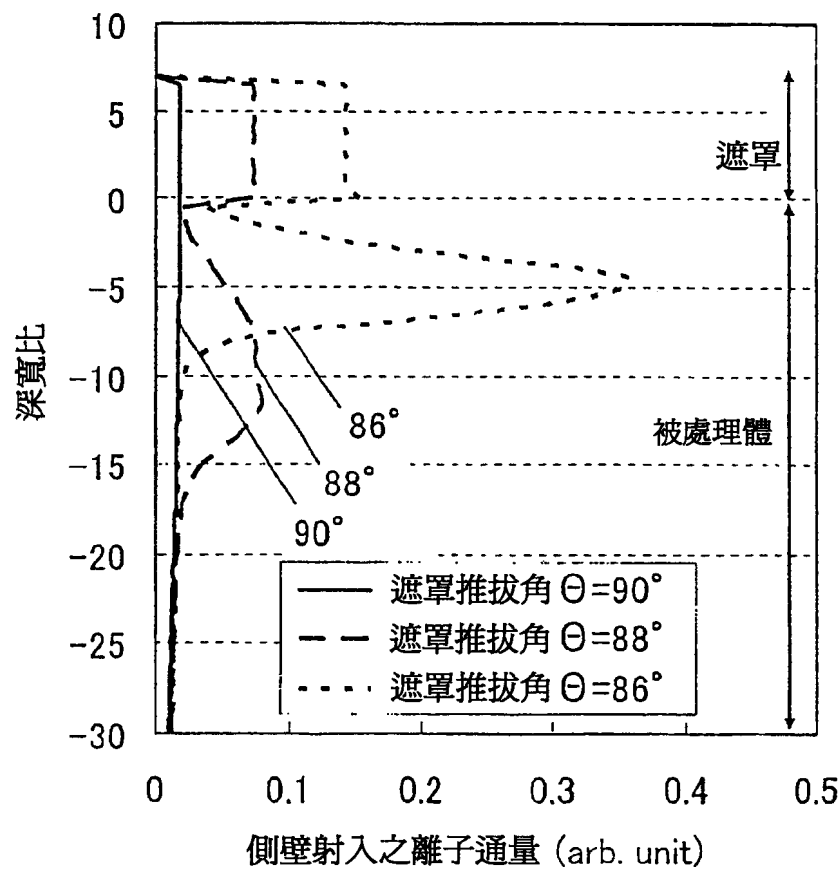


圖3

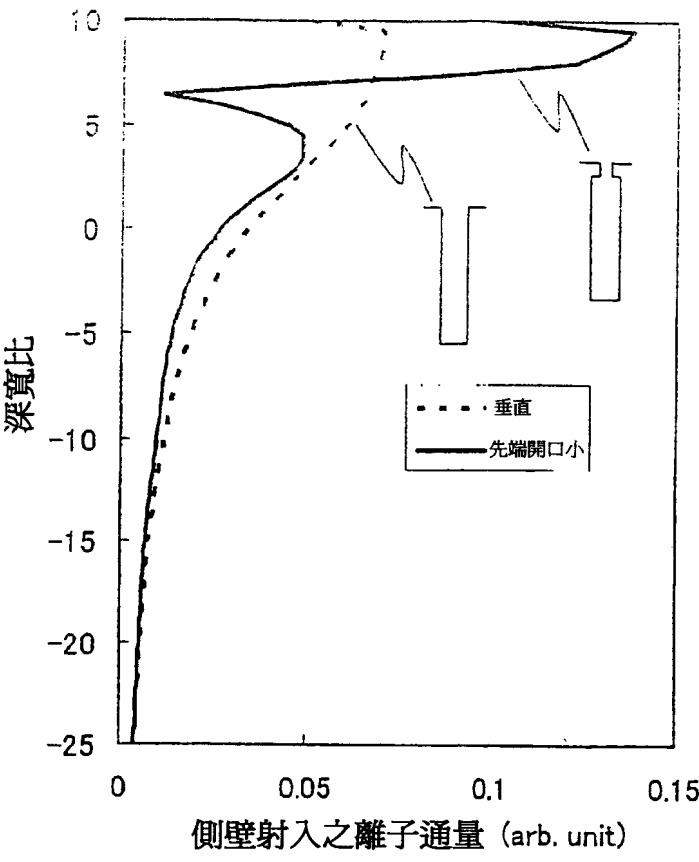


圖 4A

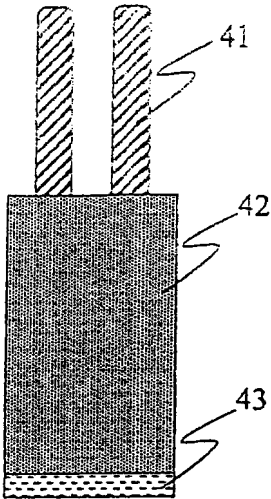


圖 4B

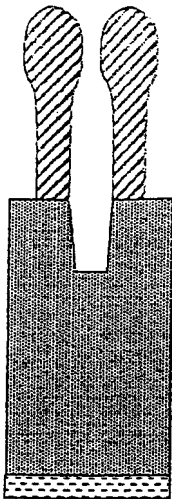


圖 4C

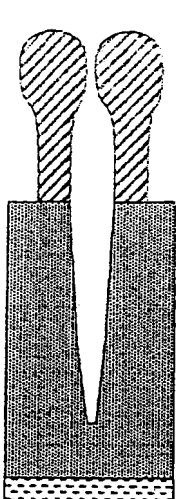


圖 4D

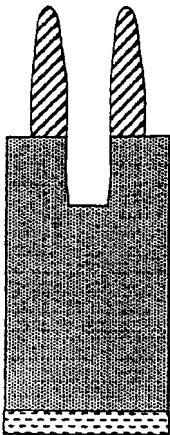


圖 4E

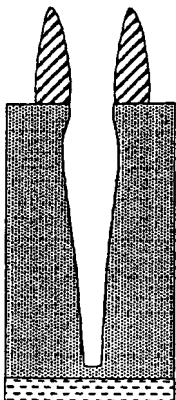


圖5

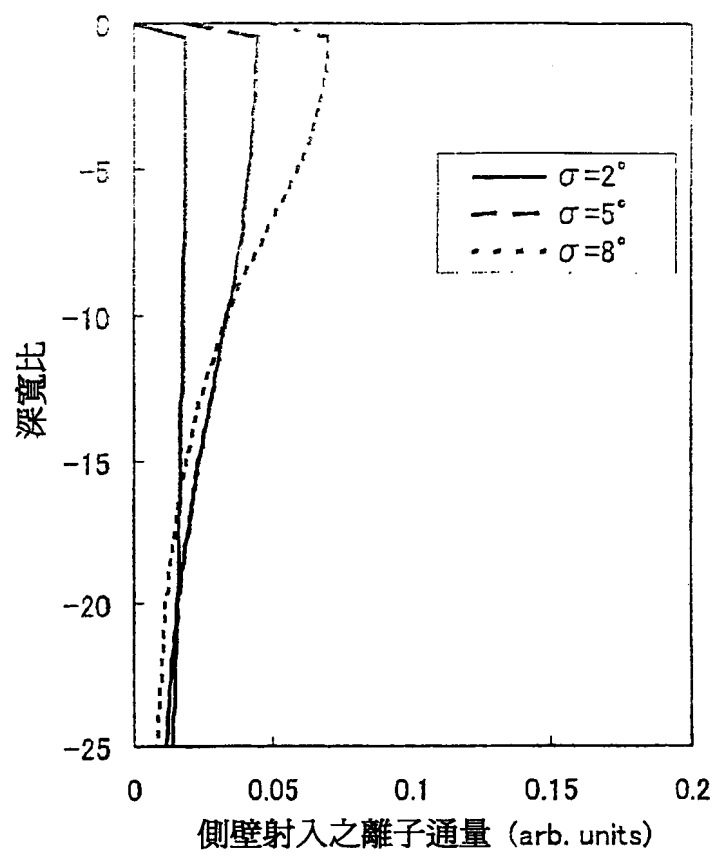


圖6

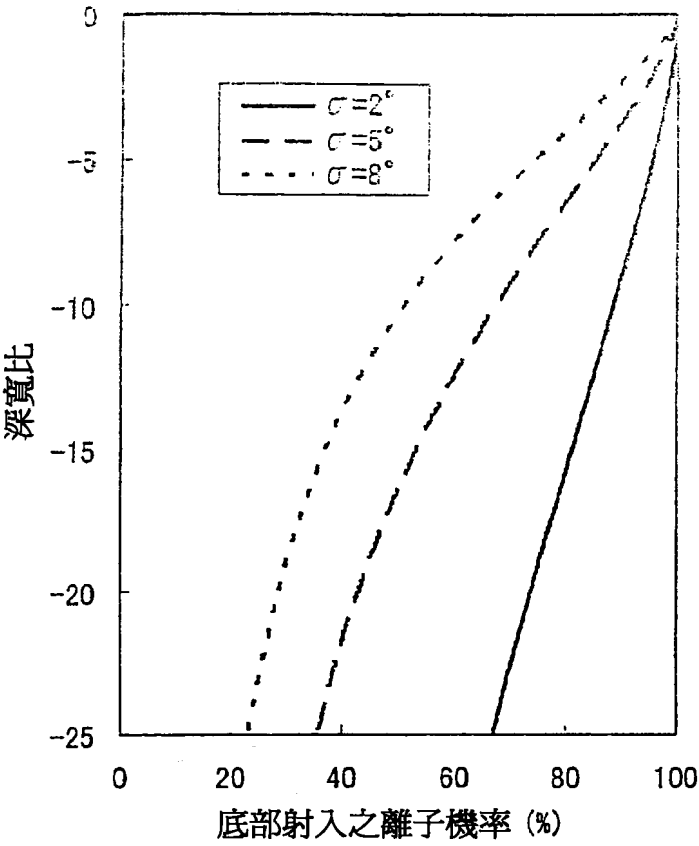


圖7

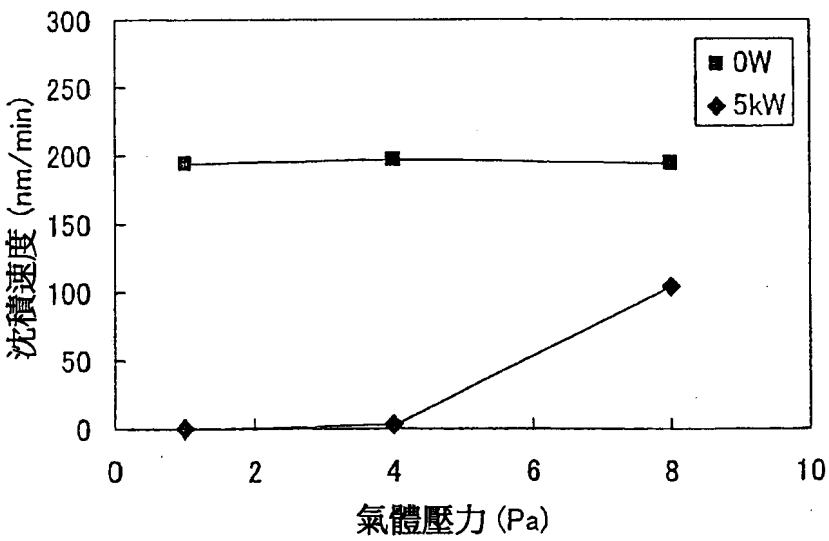


圖 8-1A

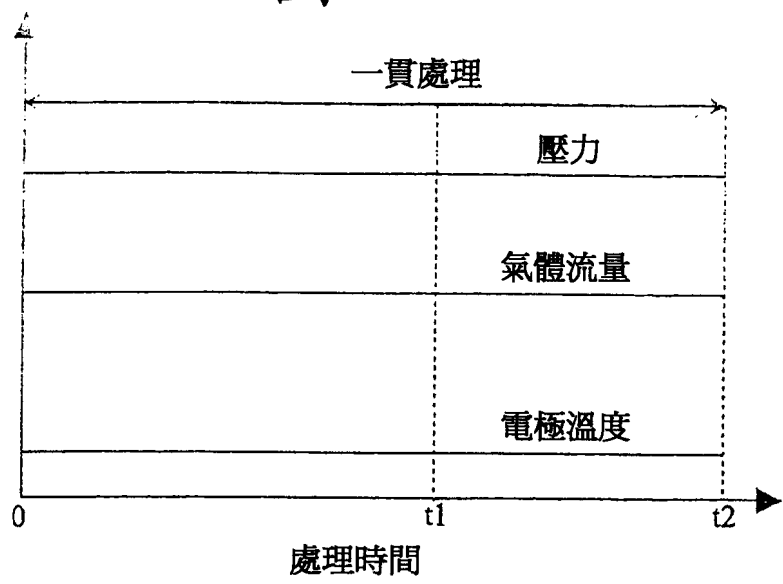


圖 8-1B

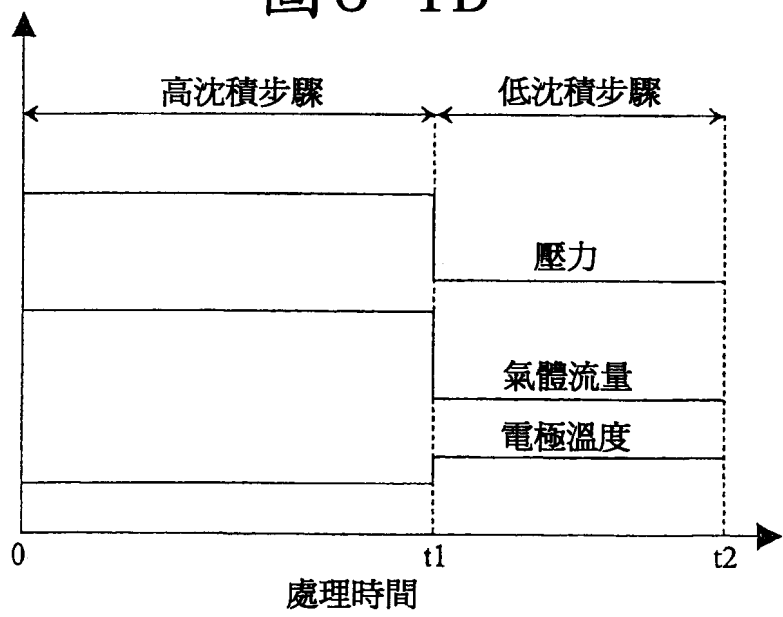


圖 8-2C

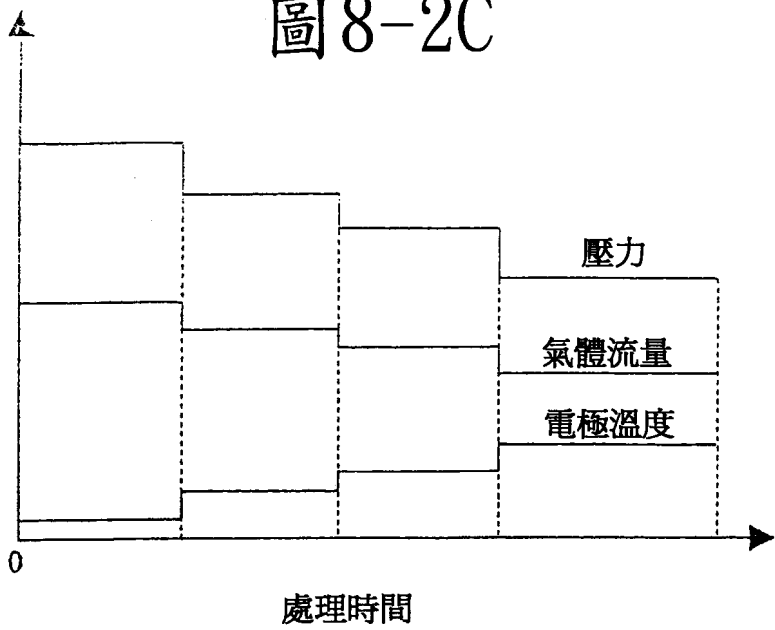


圖 8-2D

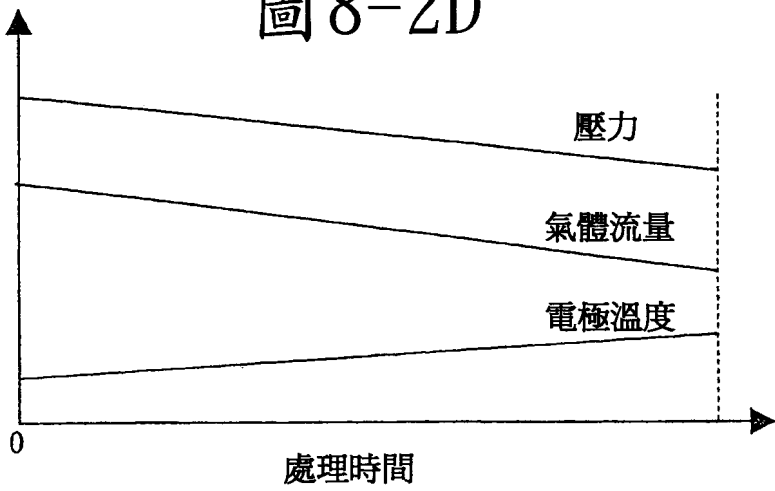
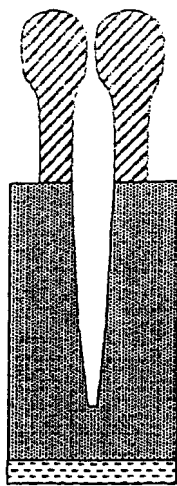
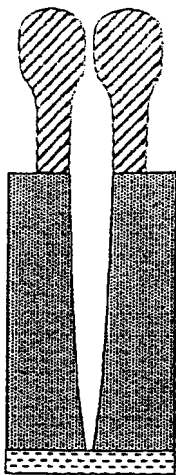


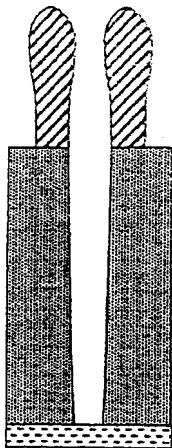
圖 9



(a)



(b)



(c)

圖 10

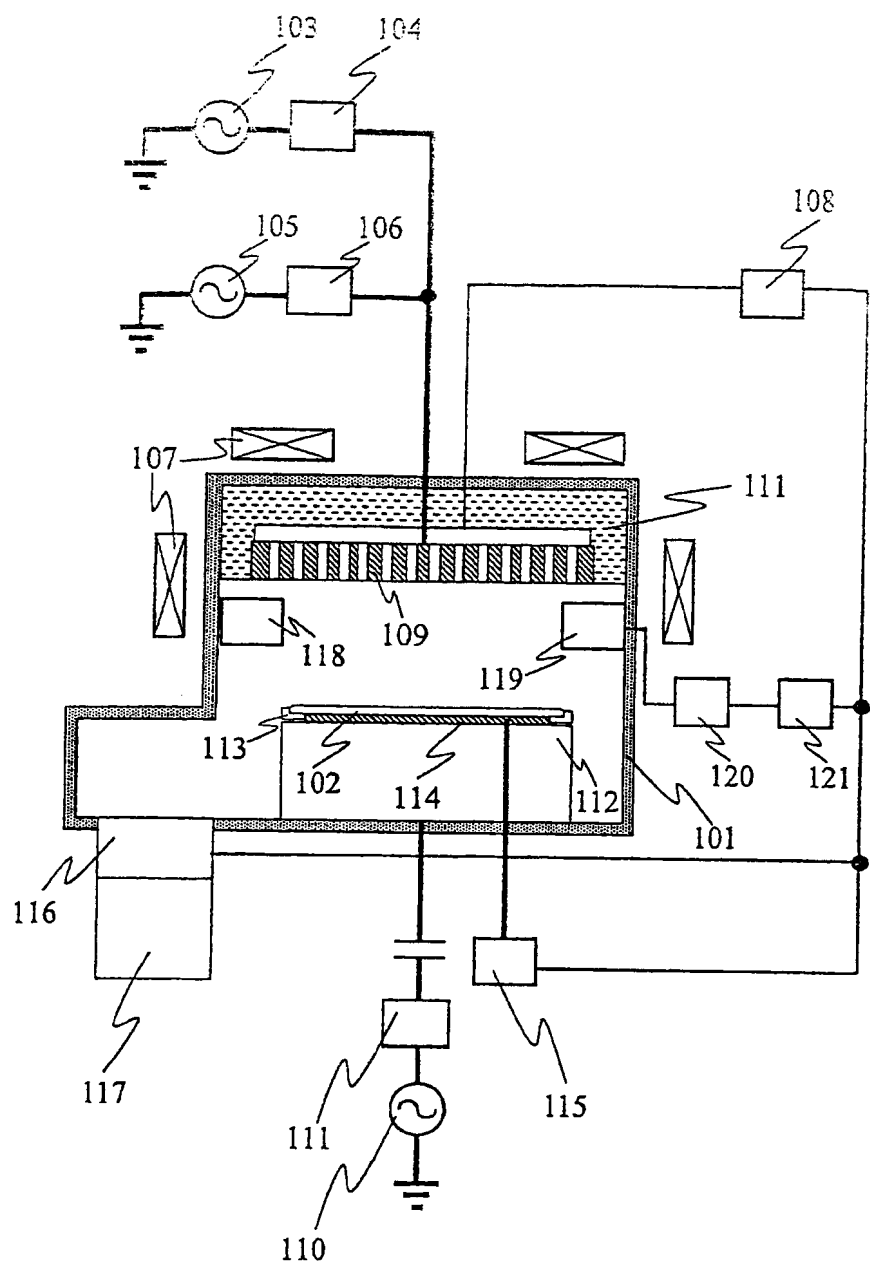
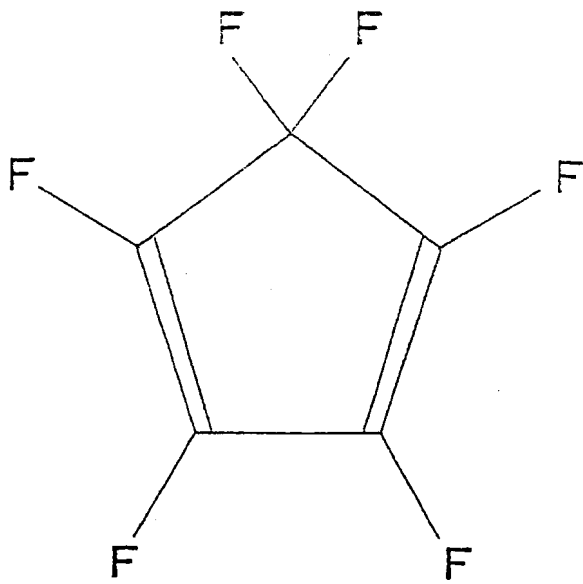


圖11



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無