



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I743072 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：105142155

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 20 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)**H01L21/768 (2006.01)*

(30)優先權：2015/12/22 日本

2015-250060

(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本(72)發明人：高島隆一 TAKASHIMA, RYUICHI (JP)；後平拓 GOHIRA, TAKU (JP)；大矢欣
伸 OOYA, YOSHINOBU (JP)

(74)代理人：何愛文；王仁君

(56)參考文獻：

TW 486733

TW 200601459A

TW 201313878A

JP H07-273089

US 2001/0005634A1

US 2004/0178169A1

US 2014/0349488A1

US 2015/0034592A1

審查人員：何立璋

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：8 共 27 頁

(54)名稱

蝕刻方法及蝕刻裝置

(57)摘要

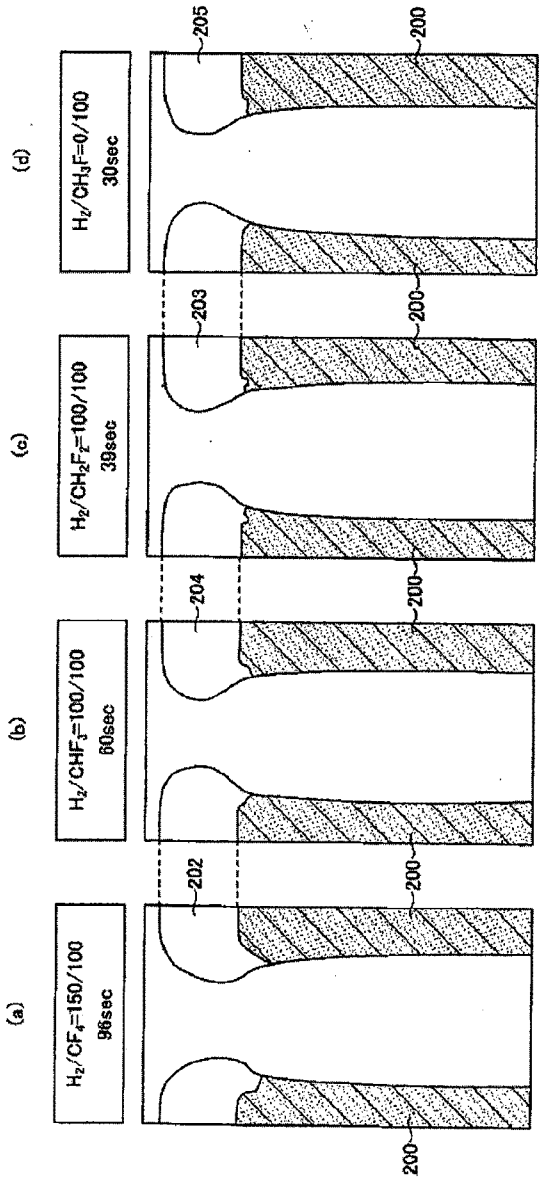
目的在於調整遮罩膜之開口形狀，並進行蝕刻。

提供一種蝕刻方法，係藉由電漿生成用之高頻電力來從包含有含氫氣體以及含氟氣體之氣體生成電漿，而藉由所生成之電漿來蝕刻矽氧化膜之方法；該含氟氣體係含有氫氟碳氣體；該氫氟碳氣體所生成之自由基的吸附係數會較四氟化碳(CF₄)所生成之自由基要大。

指定代表圖：

圖 8

符號簡單說明：
200:矽氧化膜
202~205:反應生成物



I743072

109 年 06 月 19 日修正

申請案號：105142155

發明摘要

申請日：105年12月20日

【發明名稱】（中文/英文）

蝕刻方法及蝕刻裝置

【中文】

目的在於調整遮罩膜之開口形狀，並進行蝕刻。

提供一種蝕刻方法，係藉由電漿生成用之高頻電力來從包含有含氫氣體以及含氟氣體之氣體生成電漿，而藉由所生成之電漿來蝕刻矽氧化膜之方法；該含氟氣體係含有氫氟碳氣體；該氫氟碳氣體所生成之自由基的吸附係數會較四氟化碳(CF₄)所生成之自由基要大。

【英文】

無

109 年 06 月 19 日修正

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖8。

【本代表圖之符號簡單說明】：

200...矽氧化膜

202~205...反應生成物

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

蝕刻方法及蝕刻裝置

【技術領域】

本發明係關於一種蝕刻方法。

【先前技術】

被提議有一種在低溫區域中，使用含有 CH_2F_2 氣體之蝕刻氣體的矽氧化膜等之蝕刻方法(例如，參照專利文獻1)。專利文獻1係記載有藉由所揭露之蝕刻氣體，來形成高長寬比之接觸孔等的圖案之內容。

又，被提議有一種激發包含有溴化氫氣體與三氟化氮氣體，並且含有碳化氫氣體、氟碳氣體與氫氟碳氣體之至少任一者的氣體，而將多層膜從其表面蝕刻至層積方向之中途位置，以形成孔之方法(例如，參照專利文獻2)。

【先前技術文獻】

【專利文獻】

專利文獻1：日本特開2015-159308號公報

專利文獻2：日本特開2015-153941號公報

然而，專利文獻1及專利文獻2並不著眼於選擇適當氣體之組成來進行將電漿蝕刻中所產生之反應生成物附著於遮罩膜的任一位置之控制。因此，專利文獻1及專利文獻2中，會難以藉由添加於蝕刻氣體之氣體來進行讓反應生成物沉積於遮罩膜的任一位置之控制。

針對上述課題，一面相中，本發明之目的在於調整遮罩膜之開口形狀，並且進行蝕刻。

【發明內容】

為了解決上述課題，根據一態樣，便提供一種蝕刻方法，係藉由電漿生成用之高頻電力來從包含有含氫氣體以及含氟氣體之氣體生成電漿，而藉由所生成之電漿來蝕刻矽氧化膜之方法；該含氟氣體係含有氫氟碳氣體；該氫氟碳氣體所生成之自由基的吸附係數會較四氟化碳(CF_4)所生成之自由基要大。

根據一面相，便可調整遮罩膜之開口形狀並進行蝕刻。

【圖式簡單說明】

圖1係顯示一實施形態相關之蝕刻裝置的縱剖面之圖式。

圖2係顯示利用 H_2 及 CF_4 之矽氧化膜的蝕刻結果一範例之圖式。

圖3係顯示一實施形態相關之利用 H_2 及 CHF_3 的矽氧化膜之蝕刻結果一範例之圖式。

圖4係顯示一實施形態相關之利用 H_2 及 CH_2F_2 的矽氧化膜之蝕刻結果一範例之圖式。

圖5係顯示一實施形態相關之 H_2 及 CH_3F 的矽氧化膜之蝕刻結果一範例之圖式。

圖6係顯示一實施形態相關之固定 CF_4 或 CH_2F_2 之流量，而改變氫之流量時的遮罩選擇比一範例之圖式。

圖7係顯示利用一實施形態相關之蝕刻方法的開口形狀一範例之圖式。

圖8係顯示利用一實施形態相關之蝕刻方法的開口形狀之控制一範例的圖式。

【實施方式】

以下，便參照圖式，就用以實施本發明之形態加以說明。另外，本說明書及圖式中，係就實質上相同之構成附加相同符號並省略重複說明。

[蝕刻裝置之整體構成]

首先，便基於圖1，就本發明一實施形態的蝕刻裝置來加以說明。圖1係顯示本實施形態之蝕刻裝置的縱剖面一範例之圖式。

蝕刻裝置1係具有例如表面經防蝕鋁處理(陽極氧化處理)之鋁所構成之圓筒狀處理容器10。處理容器10會接地。

處理容器10內部係設置有載置台17。載置台17係由例如鋁(Al)、鈦(Ti)、碳化矽(SiC)等的材質所構成，並透過絕緣性保持部14來被支撐部16所支撐。藉此，載置台17便會被設置於處理容器10底部。

處理容器10底部係設置有排氣管26，排氣管26會連接於排氣裝置28。排氣裝置28係由渦輪分子泵或乾式泵等的真空泵所構成，將處理容器10內之處理空間減壓至既定真空度，並將處理容器10內之氣體引導至排氣路徑20及排氣口24來加以排氣。排氣路徑20係安裝有用以控制氣體流向之導流板22。

處理容器10側壁係設置有閘閥30。藉由閘閥30之開閉來從處理容器10進行晶圓W之搬入及搬出。

載置台17會透過匹配器33來連接有用以生成電漿之第1高頻電源31，且會透過匹配器34來連接有用以將電漿中之離子吸引至晶圓W的第2高頻電源32。例如，第1高頻電源31係為了在處理容器10內生成電漿，而將適合的第1頻率，例如60MHz之第1高頻電力HF(電漿生成用之高頻電力)施加至載置台17。第2高頻電源32會將適於將電漿中的離子吸引至載置台17上之晶圓W而較第1頻率要低之第2頻率，例如13.56MHz的第2高頻電力LF(偏壓電壓產生用之高頻電力)施加至載置台17。如此一來，載置台17便可載置晶圓W，並且具有作為下部電極之機能。

載置台17上面係設置有以靜電吸附力來保持晶圓W用之靜電夾具40。靜電夾具40係將由導電膜所構成之電極40a夾置於一對絕緣層40b(或絕緣板)之間者，電極40a會透過開關43來連接有直流電壓源42。靜電夾具40會藉由來自直流電壓源42之電壓，來以庫倫力將晶圓W吸附保持於靜電夾具上。靜電夾具40係設置有溫度感應器77，以測量靜電夾具40之溫度。藉此，來測量靜電夾具40上之晶圓W的溫度。

靜電夾具40周緣部係以圍繞載置台17周圍之方式來配置有聚焦環18。聚焦環18係例如由矽或石英所形成。聚焦環18係具有提高蝕刻之面內均勻性的機能。

處理容器10頂部係設置有氣體噴淋頭38來作為接地電位的上部電極。藉此，來將第1高頻電源31所輸出之第1高頻電力HF電容性地施加至載置台17與氣體噴淋頭38之間。

氣體噴淋頭38係具有擁有多數氣體通氣孔56a之電極板56以及可裝卸自如地支撐電極板56的電極支撐體58。氣體供給源62會透過氣體供給配管64來從氣體導入口60a將處理氣體供給至氣體噴淋頭38內。處理氣體會於氣體擴散室57擴散，而從多數氣體通氣孔56a來導入至處理容器10內。處理容器10周圍係配置有延伸為環狀或同心圓狀之磁鐵66，並藉由磁力來控制生成於上部電極與下部電極之電漿生成空間的電漿。

靜電夾具40係埋設有加熱器75。加熱器75亦可貼附於靜電夾具40內面來取代理設於靜電夾具40內。加熱器75會透過供電線來供給交流電源44所輸出之電流。藉此，加熱器75便會加熱載置台17。

載置台17內部係形成有冷媒管70。冷卻單元71所供給之冷媒(以下，亦稱為「鹽水(Brine)」)會循環於冷媒管70及冷媒循環管73，以冷卻載置台17。

藉由相關構成，載置台17便會藉由加熱器75來加熱，並藉由將既定溫度之鹽水流通於載置台17內的冷媒管70來冷卻。藉此，來將晶圓W調整至所欲溫度。又，靜電夾具40上面與晶圓W內面之間會透過導熱氣體供給管線72來供給有氦氣(He)等的導熱氣體。

控制部50係具有CPU51、ROM(Read Only Memory)52、RAM(Random Access Memory)53以及HDD(Hard Disk Drive)54。CPU51會依照設定於ROM52、RAM53或HDD54的記錄部所記錄之配方的順序，來進行蝕刻等之電漿蝕刻。又，記錄部係記錄有後述之資料表等的各種資料。控制部50會控制加熱部75之加熱機構以及鹽水之冷卻機構。

在處理容器10內藉由所生成的電漿來進行蝕刻時，會控制閘閥30之開閉，而將晶圓W搬入至處理容器10內，並載置於靜電夾具40上。閘閥30會在搬入晶圓W後便關閉。處理容器10內之壓力會藉由排氣裝置28來減壓為設定值。藉由將來自直流電壓源42之電壓施加至靜電夾具40之電極40a，來將晶圓W靜電吸附於靜電夾具40上。

接著，將既定氣體從氣體噴淋頭38來噴淋狀地導入至處理容器10內，

並將既定功率之電漿生成用的第1高頻電力HF施加至載置台17。藉由第1高頻電力HF來將所導入之氣體電離及解離，以生成電漿，而藉由電漿之作用來對晶圓W施予電漿蝕刻。載置台17為了將電漿中之離子吸引至晶圓W，亦可施加有偏壓電壓產生用之第2高頻電力LF。在電漿蝕刻結束後，晶圓W便會從處理容器10被搬出。

[蝕刻方法]

接著，便就使用相關構成之蝕刻裝置1來蝕刻晶圓W之蝕刻方法的一實施形態來加以說明。具體而言，係如於圖2~圖5最左側顯示層積膜的初期狀態般，晶圓W上係層積有為蝕刻對象膜之矽氧化(SiO₂)膜200、矽氮化(SiN)膜190、聚矽之遮罩膜180。由於相對於矽氧化膜200之蝕刻速率(以下，亦表記為「ER」)變高時，相對於遮罩膜180之蝕刻速率便會下降，故遮罩選擇比會提升，而可在矽氧化膜200形成高長寬比之孔等。此時，藉由控制遮罩膜180之形狀，便可良好地形成矽氧化膜200之蝕刻形狀。

於是，本實施形態相關之蝕刻方法係調整遮罩膜之開口形狀，並進行蝕刻。此時，藉由將冷卻器之設定溫度設定為-60℃以下，來將晶圓W之溫度控制為-35℃以下，而在極低溫環境中以高蝕刻速率來蝕刻矽氧化膜200。晶圓W係例如矽晶圓。較佳地，遮罩膜180係例如聚矽、鎢(W)，亦可為有機膜、非晶碳、氮化鈦膜。

<程序條件1(圖2之情況)>

冷卻器之設定溫度	-60℃
氣體	氫(H ₂)/四氟化碳(CF ₄)
氣體流量	H ₂ 為變動/CF ₄ 為固定
第1高頻電力HF	2500W，連續波
第2高頻電力LF	4000W，脈衝波(頻率 5kHz)，Duty比為50%
(第2高頻電力LF之實效值：2000W)	

依照程序條件1，從H₂氣體及CF₄氣體來生成電漿，而藉由所生成之電漿透過遮罩膜180及矽氮化膜190來蝕刻矽氧化膜200。此時，將CF₄氣體流量控制為固定，將H₂氣體在圖2(a)中控制為0sccm，在圖2(b)中控制為50sccm，在圖2(c)中控制為100sccm，在圖2(d)中控制為150sccm，在圖2(e)

中控制為300sccm。

其結果，遮罩選擇比在圖2(a)中為1.0，在圖2(b)中為9.0，在圖2(c)中為6.9，在圖2(d)中為8.0，在圖2(e)中為4.1。從此結果看來，便得知在含氟氣體中包含有 H_2 氣體等的含氫氣體者的遮罩選擇比會較不含有含氫氣體的情況要提高。

<程序條件2(圖3之情況)>

冷卻器之設定溫度 $-60^{\circ}C$

氣體 氫(H_2)/氟仿(CHF_3)

氣體流量 H_2 為變動/ CHF_3 為固定

第1高頻電力HF 2500W，連續波

第2高頻電力LF 4000W，脈衝波(頻率 5kHz)，Duty比為50%

(第2高頻電力LF之實效值：2000W)

依照程序條件2，從 H_2 氣體及 CHF_3 氣體來生成電漿，而藉由所生成之電漿透過遮罩膜180及矽氮化膜190來蝕刻矽氧化膜200。此時，將 CHF_3 氣體流量控制為固定，將 H_2 氣體在圖3(a)中控制為0sccm，在圖3(b)中控制為25sccm，在圖3(c)中控制為50sccm，在圖3(d)中控制為100sccm。

其結果，遮罩選擇比在圖3(a)中為9.7，在圖3(b)中為16.9，在圖3(c)中為12.8，在圖3(d)中為9.5。從此結果看來，便得知藉由將蝕刻氣體從 H_2 氣體及 CF_4 氣體改變為 H_2 氣體及 CHF_3 氣體，便會使得蝕刻中所生成之反應生成物沉積於遮罩膜180的量會變得更多，而使得矽氧化膜200在蝕刻中之遮罩選擇比提高。

<程序條件3(圖4之情況)>

冷卻器之設定溫度 $-60^{\circ}C$

氣體 氫(H_2)/二氟甲烷(CH_2F_2)

氣體流量 H_2 為變動/ CH_2F_2 為固定

第1高頻電力HF 2500W，連續波

第2高頻電力LF 4000W，脈衝波(頻率 5kHz)，Duty比為50%

(第2高頻電力LF之實效值：2000W)

依照程序條件3，從 H_2 氣體及 CH_2F_2 氣體來生成電漿，而藉由所生成之

電漿透過遮罩膜180及矽氮化膜190來蝕刻矽氧化膜200。此時，將 CH_2F_2 氣體流量控制為固定，將 H_2 氣體在圖4(a)中控制為0sccm，在圖4(b)中控制為50sccm，在圖4(c)中控制為100sccm，在圖4(d)中控制為200sccm。

其結果，於圖4(a)中遮罩不會在蝕刻中被消蝕，而使得遮罩選擇比變成無限大。圖4(b)中為22.7、圖4(c)中為20.6，圖4(d)中為26.2。從此結果看來，便得知藉由將蝕刻氣體從 H_2 氣體及 CF_4 氣體改變為 H_2 氣體及 CH_2F_2 氣體，便可提高蝕刻矽氧化膜200時之遮罩選擇比。

<程序條件4(圖5之情況)>

冷卻器之設定溫度 -60°C

氣體 氫(H_2)/單氟甲烷(CH_3F)

氣體流量 H_2 為變動/ CH_3F 為固定

第1高頻電力HF 2500W，連續波

第2高頻電力LF 4000W，脈衝波(頻率 5kHz)，Duty比為50%

(第2高頻電力LF之實效值：2000W)

依照程序條件4，從 H_2 氣體及 CH_3F 氣體來生成電漿，而藉由所生成之電漿透過遮罩膜180及矽氮化膜190來蝕刻矽氧化膜200。此時，將 CH_3F 氣體流量控制為固定，將 H_2 氣體在圖5(a)中控制為0sccm，在圖5(b)中控制為25sccm，在圖5(c)中控制為50sccm，在圖5(d)中控制為100sccm。

其結果，遮罩選擇比在圖5(a)中為18.0，在圖5(b)中為13.7，在圖5(c)中為12.9，在圖5(d)中為21.8。從此結果看來，便得知藉由將蝕刻氣體從 H_2 氣體及 CF_4 氣體改變為 H_2 氣體及 CH_3F 氣體，便可提高蝕刻矽氧化膜200時之遮罩選擇比。

由上述，得知在遮罩膜180使用聚矽的情況，藉由於含氫氣體及含氟氣體之蝕刻氣體添加 CHF_3 氣體、 CH_2F_2 氣體、 CHF_3 氣體之至少任一者，便可使得遮罩選擇比較供給 H_2 及 CF_4 氣體而進行電漿處理時要高。例如，藉由於 H_2 氣體及 CF_4 氣體之蝕刻氣體添加 CHF_3 氣體、 CH_2F_2 氣體、 CHF_3 氣體之至少任一者，便可將遮罩選擇比成為5以上，較佳地係成為9以上。

又，本實施形態相關之蝕刻方法係供給 H_2 氣體來作為含氫氣體一範例，供給 CF_4 氣體來作為含氟氣體一範例。利用氣體所包含之 H_2 氣體的矽氧

化膜的蝕刻結果，便會產生 H_2O 來作為反應生成物。根據一般的蒸氣壓曲線， H_2O 的飽和蒸氣壓會較低。蒸氣壓曲線上係液體與氣體混合之狀態。因此，在將冷卻器之設定溫度為 $-60^{\circ}C$ 左右之極低溫時，矽氧化膜表面之 H_2O 應該會以飽和程度之液體狀態來存在。存在於矽氧化膜表面之液體除了反應生成物之水以外，亦含有從 CF_4 氣體反應生成之 HF 系自由基。因此，因為 HF 系自由基與水，便會產生氟化氫(HF)。藉此，便應會在矽氧化膜表面藉由溶於水之氟化氫來促進化學反應為主之蝕刻，而使得蝕刻速率異常地上升。因此，本實施形態相關之蝕刻方法係於 H_2 氣體及 CF_4 氣體添加 CHF_3 氣體、 CH_2F_2 氣體、 CHF_3 氣體的至少任一者，而即便進行蝕刻，仍不會阻礙矽氧化膜200之蝕刻。亦即，本實施形態相關之蝕刻方法係在將晶圓W之溫度控制在 $-35^{\circ}C$ 以下之極低溫環境中，藉由存在於矽氧化膜200表面之氟化氫液體的作用，來促進矽氧化膜200之蝕刻，而可將蝕刻速率維持為較高。

另外，上述程序條件1~4中，第2高頻電力LF會以脈衝波來加以輸出。將此時之第2高頻電力LF的開啟時間為「Ton」，將第2高頻電力LF的關閉時間為「Toff」。在此情況，便施加 $1/(Ton + Toff)$ 之頻率的第2高頻電力之脈衝波。又，Duty比係開啟時間Ton相對於開啟時間Ton及關閉時間Toff的總時間之比率，亦即以 $Ton / (Ton + Toff)$ 來加以表示。

根據上述結果，藉由以脈衝波來輸出第2高頻電力LF，來在第2高頻電力LF之關閉時間Toff抑制來自電漿的輸入熱量，而藉此，便可抑制晶圓W之溫度上升而提高溫度控制性。其結果，便會將晶圓W之溫度控制為 $-35^{\circ}C$ 以下，並可在極低溫環境中，以高蝕刻速率來蝕刻矽氧化膜200。

另外，不僅第2高頻電力LF，亦可以脈衝波來輸出第1高頻電力HF。又，亦可不施加第2高頻電力LF，而僅施加第1高頻電力HF。在未施加第2高頻電力LF的情況，偏壓電壓產生用之高頻電力便會關閉，而可相對於矽氧化膜200之蝕刻而促進朝遮罩膜180之反應生成物的沉積。

[於遮罩膜使用鎢W的情況之蝕刻結果]

接著，便就於遮罩膜180使用鎢W來取代聚矽時之遮罩選擇比來加以說明。本實施形態中，係蝕刻鎢W之保護層(W Blanket)與矽氧化膜200。於圖6(a)及圖6(b)之左縱軸表示矽氧化膜200之蝕刻速率(O_x ER)。又，於圖6(a)

及圖6(b)之右縱軸表示鎢W之保護層的蝕刻速率(W Blanket ER)。圖6(a)之橫軸係表示將CF₄氣體流量控制為固定，而改變H₂氣體時之H₂氣體流量。圖6(b)之橫軸係表示將CH₂F₂氣體流量控制為固定，而改變H₂氣體時之H₂氣體流量。氣體以外之程序條件係如下。

冷卻器之設定溫度	-60°C
第1高頻電力HF	2500W，連續波
第2高頻電力LF	4000W，脈衝波(頻率 5kHz) Duty比50%
(第2高頻電力LF之實效值：2000W)	

比較圖6(a)與圖6(b)之蝕刻結果，不論使用CF₄氣體及CH₂F₂氣體的任一者氣體，及改變H₂氣體流量，鎢W之保護層的蝕刻速率相對於矽氧化膜200之蝕刻速率仍相當低。在圖6(b)之蝕刻結果中，便得知於蝕刻氣體使用包含有H₂氣體及CH₂F₂氣體之氣體，且在遮罩膜180使用鎢W的情況下，可得到高遮罩選擇比(10以上)。

[矽氧化膜之開口形狀的控制]

接著，便參照圖7，就利用氫氟碳氣體之矽氧化膜200的開口形狀之控制來加以說明。於圖7最左側表示矽氧化膜200的初期狀態。矽氧化膜200上並未有遮罩膜。矽氧化膜200為形成有孔之狀態。程序條件係如下。

氣體	圖7(a) H ₂ /CF ₄
	圖7(b) H ₂ /CH ₂ F ₂
第1高頻電力HF	2500W，連續波
第2高頻電力LF	未施加

在上述程序條件中，進行蝕刻時，得知會於矽氧化膜200上慢慢地沉積有反應生成物。圖7(a)中，得知於經過時間t₁後所沉積之反應生成物202上，進一步地經過時間t₂後(t₂>t₁)，會沉積有更多的反應生成物202。

圖7(b)中亦同樣，得知於經過時間t₃(t₃<t₁)後所沉積的反應生成物203上，進一步地經過時間t₄後(t₄>t₃，t₄<t₂)，會沉積有更多的反應生成物203。又，得知圖7(a)所示之反應生成物202的形狀與圖7(b)所示之反應生成物203的形狀會有所差異。具體而言，得知反應生成物203所形成之孔的最狹窄部分wd1會位於反應生成物202所形成之孔的最狹窄部分wd2要靠上部，而沉

積於較反應生成物202要靠頂側。

進一步地，雖圖7(a)及圖7(b)中係顯示反應生成物202,203之高度為相同時的膜剖面，但反應生成物203之沉積速度會較反應生成物202之沉積速度要快。

反應生成物202係在供給至處理容器10之 H_2 氣體及 CF_4 氣體中，從 CF_4 氣體所生成之電漿中的 CF_3 自由基(CF_3^*)所沉積者。另一方面，反應生成物203係在 H_2 氣體及 CH_2F_2 氣體中，從 CH_2F_2 氣體所生成之電漿中的 CH_2F 自由基(CH_2F^*), CHF_2 自由基(CHF_2^*)所沉積者。

CF_3 自由基的吸附係數會較 CH_2F 自由基及 CHF_2 自由基的吸附係數要小。因此，吸附係數較小的 CF_3 自由基便會飛至孔之內部，而有高附著準確率。另一方面，吸附係數較大之 CH_2F 自由基及 CHF_2 自由基係在孔的前側具有高附著於孔之壁面或反應生成物上面等的機率。其結果，反應生成物便會較反應生成物203要容易沉積於孔之開口內側的壁面，反應生成物203則會較反應生成物202要容易沉積於靠孔之開口的壁面及沉積物上部。

又，由於 CH_2F 自由基及 CHF_2 自由基之吸附係數會較 CF_3 自由基要大，故反應生成物203之沉積速度會較反應生成物202之沉積速度要快。其結果，便使得在供給 H_2 氣體及 CH_2F_2 氣體時所生成的反應生成物203的遮罩選擇比會較供給 H_2 氣體及 CF_4 氣體時所生成的反應生成物202要提高。不僅如此，供給 H_2 氣體及 CH_2F_2 氣體時所生成的反應生成物203會較供給 H_2 氣體及 CF_4 氣體時所生成的反應生成物202，要容易沉積於靠近孔之開口的壁面及沉積物上部。因此，便會較反應生成物202之孔形狀要能將所沉積之反應生成物203的孔形狀控制為垂直(參照圖7(c))。

由上述，本實施形態相關之蝕刻方法係藉由電漿生成用之第1高頻電力HF來從 H_2 氣體、 CF_4 氣體及 CH_2F_2 氣體生成電漿，並以所生成之電漿來蝕刻矽氧化膜。藉此，從 CH_2F_2 氣體所生成之自由基的吸附係數便會較從 CF_4 氣體所生成之自由基要大。因此，藉由控制 CH_2F_2 氣體相對於 CF_4 氣體的流量等，便可控制沉積於遮罩膜180的反應生成物203之形狀。藉此，便可藉由微調整遮罩膜180之開口形狀並進行蝕刻，來將矽氧化膜200之蝕刻形狀成為更垂直。

[氫氟碳氣體之種類]

在本實施形態相關之蝕刻方法中，與 H_2 氣體及 CF_4 氣體一同供給之氣體並不限於 CH_2F_2 氣體，亦可為其他氫氟碳氣體。但是從氫氟碳氣體所生成之自由基的吸附係數需要較從含氟氣體所生成之自由基要大。

例如，在本實施形態相關之蝕刻方法中使用3種以上的氣體，添加於 H_2 氣體及 CF_4 氣體的蝕刻氣體之氫氟碳氣體可為 CH_2F_2 氣體、 CH_3F 氣體及 CHF_3 氣體的至少任一者。亦可讓添加於 H_2 氣體及 CF_4 氣體的氫氟碳氣體的種類為2種以上。藉由控制所添加之氫氟碳氣體的各流量，便可進一步地微調整沉積於遮罩膜180的反應生成物203之形狀。

又，本實施形態相關之蝕刻方法亦可交互進行供給 H_2 及 CF_4 氣體而進行電漿蝕刻之工序以及供給 H_2 、 CF_4 以及氫氟碳氣體而進行電漿蝕刻的工序，並實行蝕刻。

[蝕刻結果]

圖8(a)~(d)係顯示在上述程序條件中，如下述般來改變氫氟碳氣體之種類及流量，並以所沉積之反應生成物的高度成為相等的方式來實行本實施形態相關之蝕刻方法時的結果。

圖8(a)之情況 $H_2/CF_4=150\text{sccm}/100\text{sccm}$

圖8(b)之情況 $H_2/CHF_3=100\text{sccm}/100\text{sccm}$

圖8(c)之情況 $H_2/CH_2F_2=100\text{sccm}/100\text{sccm}$

圖8(d)之情況 $H_2/CH_3F=0\text{sccm}/100\text{sccm}$

在將晶圓W之溫度維持在 -35°C 以下的極低溫之狀態下，來進行蝕刻時，如圖8(a)、圖8(b)、圖8(c)、圖8(d)所示，反應生成物202、204、203、205會分別沉積於矽氧化膜200上。藉此，便得知由於在使用包含有 CH_2F_2 氣體、 CH_3F 氣體及 CHF_3 氣體的至少任一者之氫氟碳氣體與 H_2 氣體之蝕刻中所生成的反應生成物203~205會較使用包含有 CF_4 與 H_2 氣體之氣體的蝕刻中所生成的反應生成物202要沉積於靠反應生成物所形成之開口上方，而不沉積於開口側壁側，故可形成更垂直之形狀。

又，沉積速度在供給 H_2 氣體與 CH_3F 氣體的情況(圖8(d))、供給 H_2 氣體與 CH_2F_2 氣體的情況(圖8(c))、供給 H_2 氣體與 CHF_3 氣體的情況(圖8(b))下會依序

變快。亦即，得知氫氟碳氣體 CH_xF_y 的H越多則沉積速度越高，而使得遮罩選擇比提高。

如上述說明，根據本實施形態之蝕刻方法，藉由於 H_2 氣體及 CF_4 氣體添加會生成吸附係數較從該含氟氣體所生成之自由基要大的自由基之氫氟碳氣體，便可調整遮罩膜180之開口形狀，並進行蝕刻。藉此，便可將遮罩膜180下層之矽氧化膜200的蝕刻形狀作為垂直。

另外， CF_4 氣體係第1含氟氣體一範例。氫氟碳氣體係第2含氟氣體一範例。第2含氟氣體可為二氟甲烷(CH_2F_2)氣體、單氟甲烷(CH_3F)氣體以及氟仿(CHF_3)氣體的至少任一者。

以上，雖已說明上述實施形態相關之蝕刻方法，但本發明相關之蝕刻方法並不限於上述實施形態，而可在本發明範圍內進行各種變形及改良。上述複數實施形態所記載的事項可在不矛盾的範圍內來加以組合。

例如，本發明相關之蝕刻方法，並不僅為蝕刻裝置1所示之電容耦合型電漿(CCP：Capacitively Coupled Plasma)裝置，亦可適用於其他電漿處理裝置。其他電漿處理裝置可為使用感應耦合型電漿(ICP：Inductively Coupled Plasma)以及輻線槽形天線的電漿處理裝置、螺旋波激發型電漿(HWP：Helicon Wave Plasma)裝置、電子迴旋共振電漿(ECR：Electron Cyclotron Resonance Plasma)裝置等。

雖本說明書中，作為蝕刻對象係就半導體晶圓W來加以說明，但亦可為LCD(Liquid Crystal Display)、FPD(Flat Panel Display)等所使用之各種基板或光罩、CD基板、印刷基板等。

【符號說明】

- 1...蝕刻裝置
- 10...處理容器
- 31...第1高頻電源
- 32...第2高頻電源
- 17...載置台

71...冷卻單元

180...遮罩膜

190...矽氮化(SiN)膜

200...矽氧化膜(SiO₂)膜

HF...第1高頻電力

LF...第2高頻電力

申請專利範圍

1. 一種蝕刻方法，係具有：藉由第1高頻電力來從包含有含氫氣體、第1含氟氣體以及第2含氟氣體之氣體生成第1電漿，而藉由所生成之第1電漿來蝕刻矽氧化膜之第1工序；以及

藉由第2高頻電力來生成包含該含氫氣體及該第1含氟氣體之第2電漿，而藉由所生成之第2電漿來蝕刻該矽氧化膜之第2工序；

該第2含氟氣體係含有氫氟碳氣體；

該氫氟碳氣體所生成之自由基的吸附係數會較該第1含氟氣體所生成之自由基要大；

該第1工序會在晶圓溫度為 -35°C 以下來加以實施；

該矽氧化膜係藉由該第1電漿及該第2電漿來交互地被蝕刻；

從該第1含氟氣體所生成之第1反應生成物及從該第2含氟氣體所生成之第2反應生成物會附著於孔洞的側壁面，該第1反應生成物會附著於較該第2反應生成物的更深位置；

藉由該第2反應生成物會附著於該第1反應生成物上來調整孔洞的開口徑。

2. 如申請專利範圍第1項之蝕刻方法，其中該含氫氣體係氫氣(H_2)；

該第1含氟氣體係四氟化碳(CF_4)氣體；

該第2含氟氣體係二氟甲烷(CH_2F_2)氣體、單氟甲烷(CH_3F)氣體以及氟仿(CHF_3)氣體的至少任一者。

3. 如申請專利範圍第2項之蝕刻方法，其中該第2含氟氣體係二氟甲烷(CH_2F_2)氣體；從該四氟化碳氣體來生成 CF_3 自由基，從該二氟甲烷氣體來生成 CH_2F 自由基及 CHF_2 自由基。

4. 如申請專利範圍第1或2項之蝕刻方法，其中該第2含氟氣體係包含二氟甲烷(CH_2F_2)氣體、單氟甲烷(CH_3F)氣體以及氟仿(CHF_3)氣體中的至少2種類；藉由控制該2種類之氣體的流量，來調整沉積於遮罩膜的反應生成物之形狀。

5. 如申請專利範圍第1或2項之蝕刻方法，其中該矽氧化膜會透過遮罩

膜來被加以蝕刻；

在該遮罩膜為鎢(W)之情況的遮罩選擇比為10以上。

6. 如申請專利範圍第1或2項之蝕刻方法，其中該矽氧化膜會透過遮罩膜來被加以蝕刻；

在該遮罩膜為聚矽之情況的遮罩選擇比為5以上。

7. 一種蝕刻裝置，係具有：高頻電源，係施加第1高頻電力；氣體供給源，係供給氣體；以及控制部；

該控制部係控制藉由該第1高頻電力來從包含有含氫氣體、第1含氟氣體以及第2含氟氣體之氣體生成第1電漿，而藉由所生成之第1電漿來蝕刻矽氧化膜之第1工序；以及

控制藉由第2高頻電力來生成包含該含氫氣體及該第1含氟氣體之第2電漿，而藉由所生成之第2電漿來蝕刻該矽氧化膜之第2工序；

該第2含氟氣體係含有氫氟碳氣體；

該氫氟碳氣體所生成之自由基的吸附係數會較該第1含氟氣體所生成之自由基要大；

該第1工序會在晶圓溫度為-35°C 以下來加以實施；

該矽氧化膜係藉由該第1電漿及該第2電漿來交互地被蝕刻；

從該第1含氟氣體所生成之第1反應生成物及從該第2含氟氣體所生成之第2反應生成物會附著於孔洞的側壁面，該第1反應生成物會附著於較該第2反應生成物的更深位置；

藉由該第2反應生成物會附著於該第1反應生成物上來調整孔洞的開口徑。

8. 如申請專利範圍第7項之蝕刻裝置，其中該含氫氣體係氫氣(H₂)；

該第1含氟氣體係四氟化碳(CF₄)氣體；

該第2含氟氣體係二氟甲烷(CH₂F₂)氣體、單氟甲烷(CH₃F)氣體以及氟仿(CHF₃)氣體的至少任一者。

9. 如申請專利範圍第8項之蝕刻裝置，其中該控制部係控制藉由氫氣(H₂)與四氟化碳(CF₄)氣體之電漿來進行電漿蝕刻的第2工序；

會交互進行藉由氫氣、四氟化碳氣體、二氟甲烷(CH₂F₂)氣體、單氟甲

烷(CH_3F)氣體以及氟仿(CHF_3)氣體的至少任一者來進行電漿蝕刻的該第1工序以及該第2工序。

10. 如申請專利範圍第8項之蝕刻裝置，其中該第2含氟氣體係二氟甲烷(CH_2F_2)氣體；從該四氟化碳氣體來生成 CF_3 自由基，從該二氟甲烷氣體來生成 CH_2F 自由基及 CHF_2 自由基。

11. 如申請專利範圍第7至9項中任一項之蝕刻裝置，其中該第2含氟氣體係包含二氟甲烷(CH_2F_2)氣體、單氟甲烷(CH_3F)氣體以及氟仿(CHF_3)氣體中的至少2種類；

該控制部會藉由控制該2種類之氣體的流量，來調整沉積於遮罩膜的反應生成物之形狀。

12. 如申請專利範圍第7至9項中任一項之蝕刻裝置，其中該控制部係透過遮罩膜來蝕刻該矽氧化膜；

在該遮罩膜為鎢(W)之情況的遮罩選擇比為10以上。

13. 如申請專利範圍第7至9項中任一項之蝕刻裝置，其中該控制部係透過遮罩膜來蝕刻該矽氧化膜；

在該遮罩膜為聚矽之情況的遮罩選擇比為5以上。

14. 一種蝕刻方法，係藉由高頻電力來從包含有含氫氣體、第1含氟氣體以及第2含氟氣體之氣體生成電漿；

藉由控制該第1含氟氣體及該第2含氟氣體的流量來調整遮罩的開口形狀，藉此來控制反應生成物的附著位置；

藉由通過遮罩的開口來使用電漿，以蝕刻含矽膜；

該第2含氟氣體係含有氫氟碳氣體；

該氫氟碳氣體所生成之自由基的附著係數係較該第1含氟氣體所生成之自由基更大；

該第1含氟氣體所生成之第1反應生成物及該第2含氟氣體所生成之第2反應生成物會附著於孔洞的側壁面；

該第1反應生成物會附著於較該第2反應生成物的更深位置；

藉由該第2反應生成物會附著於該第1反應生成物上來調整孔洞的開口徑。

15. 如申請專利範圍第14項之蝕刻方法，其中該含氫氣體係氫氣(H_2)；
該第1含氟氣體係四氟化碳(CF_4)氣體；
該第2含氟氣體係二氟甲烷(CH_2F_2)氣體、單氟甲烷(CH_3F)氣體以及氟仿(CHF_3)氣體的至少任一者。
16. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中該電漿之蝕刻係對溫度為 $-35^{\circ}C$ 以下之晶圓來加以實施。
17. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中該含矽膜係矽氧化膜。
18. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中該遮罩係含聚矽或鎢。
19. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中該電漿的生成、該開口的形狀調整以及該含矽膜之蝕刻係同時加以進行。
20. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中遮罩的選擇比為10以上。
21. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中調整該遮罩之開口形狀係縮小該開口。
22. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中該高頻電力係以脈衝波輸出。
23. 如申請專利範圍第14或15項之蝕刻方法，其中該高頻電力係以連續波輸出。

圖式

圖 1

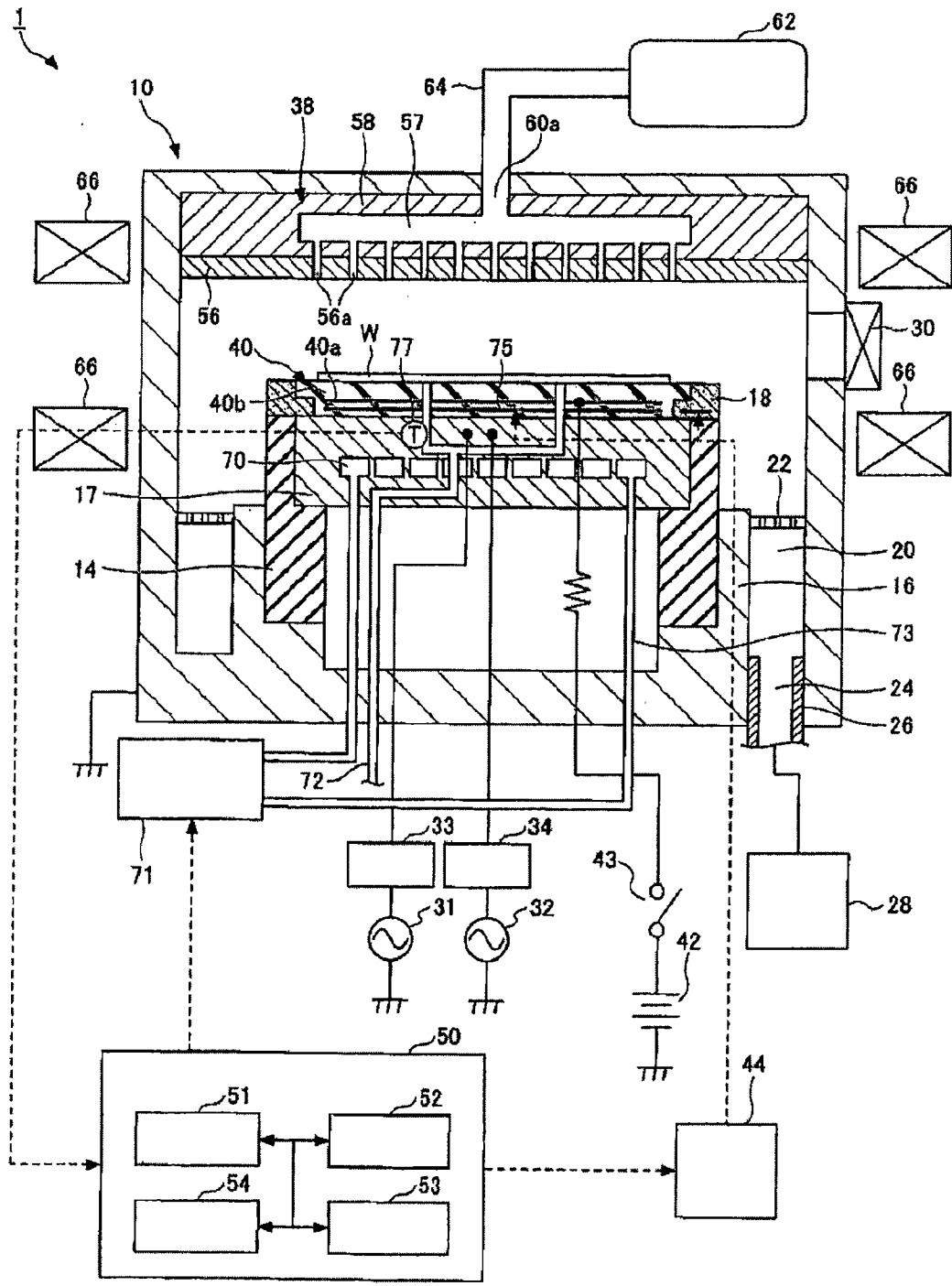


圖 2

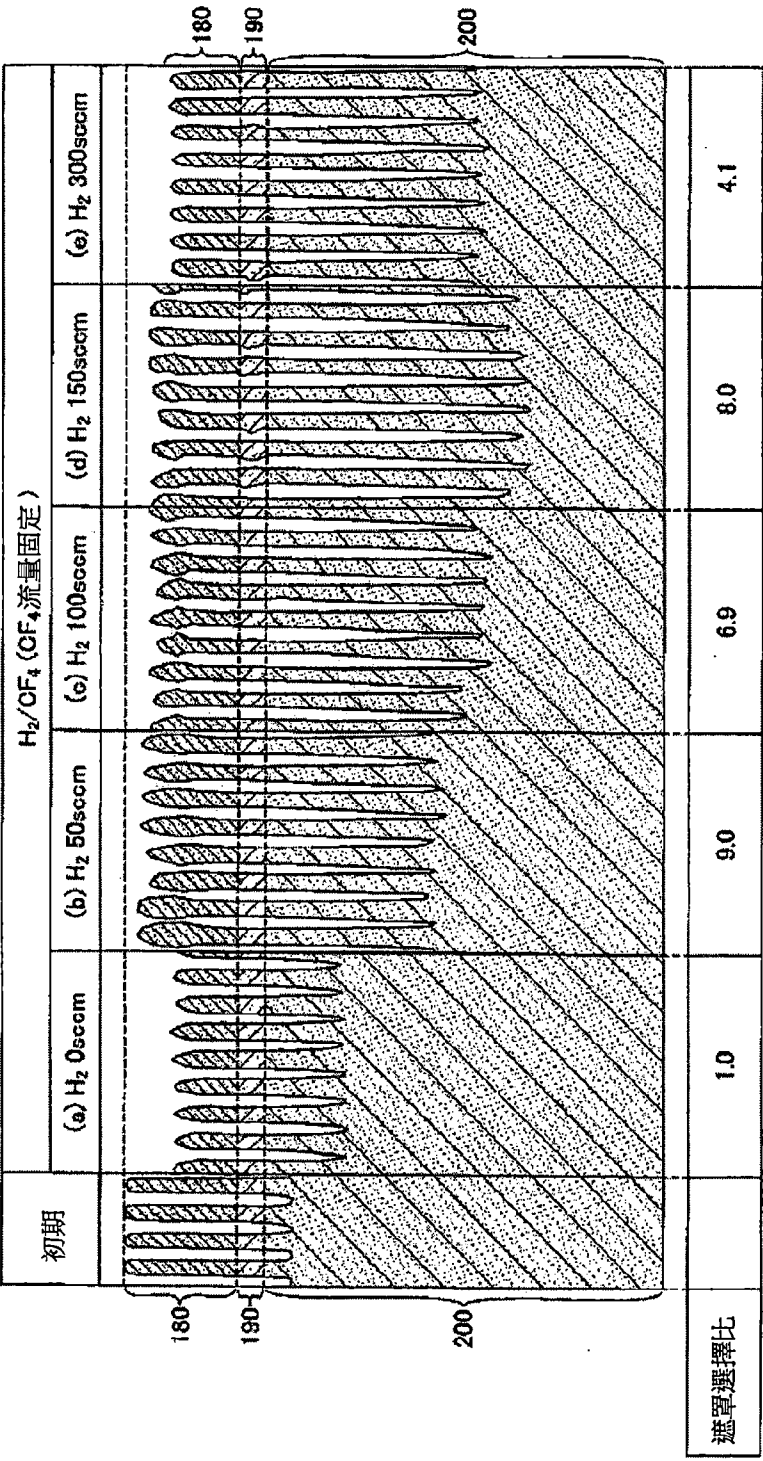


圖 3

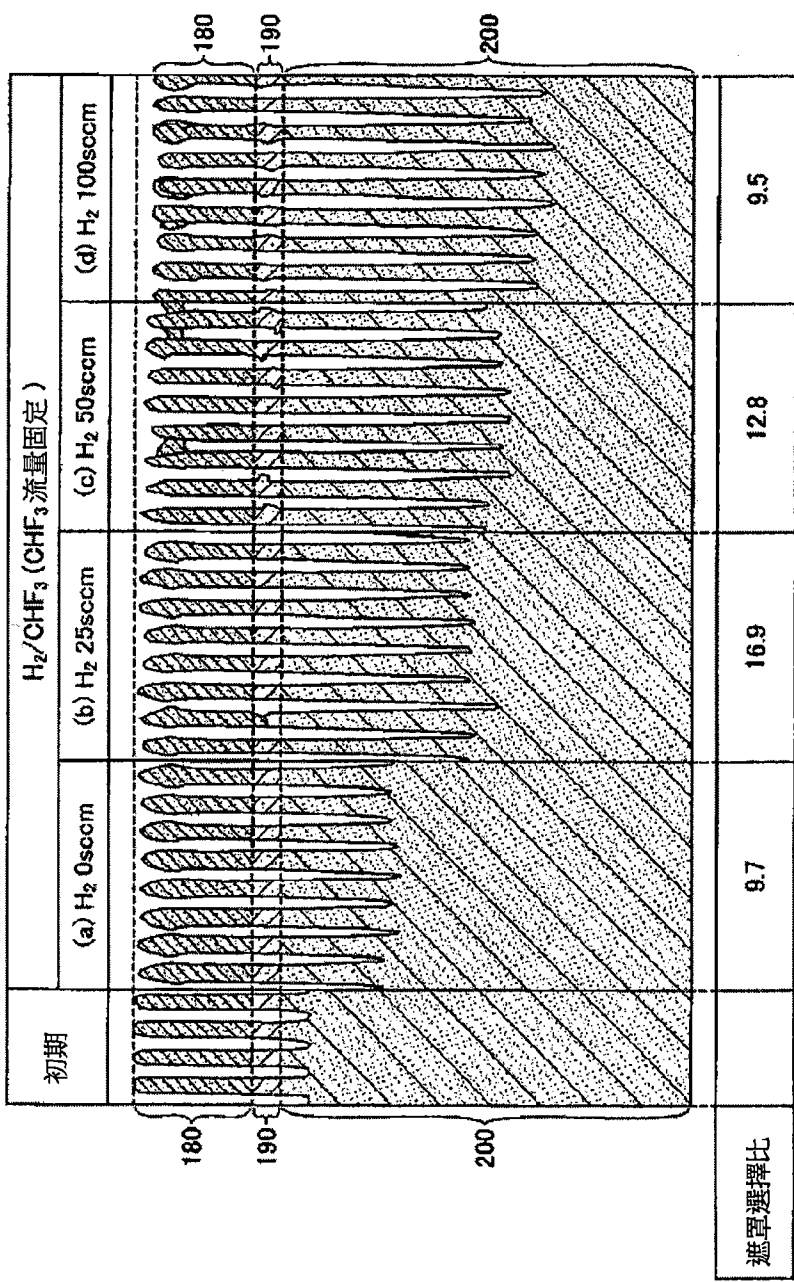


圖 4

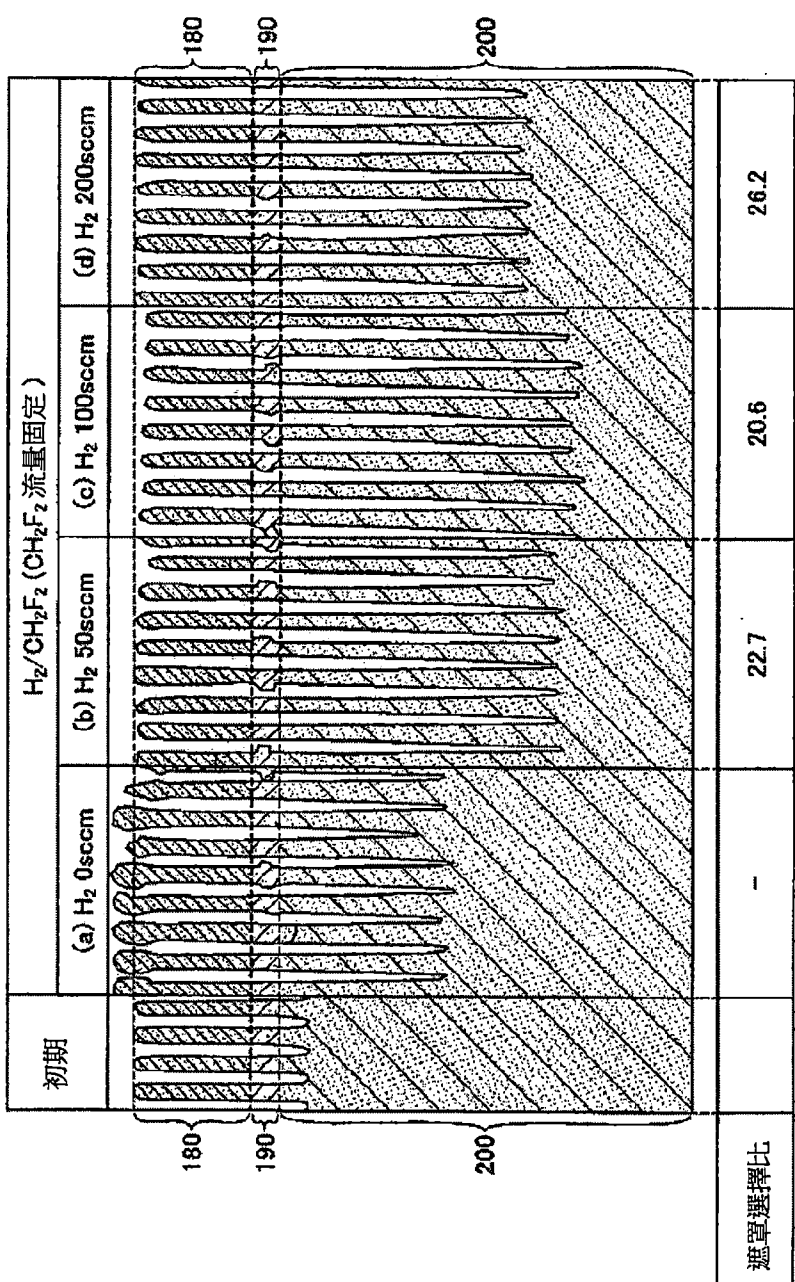


圖 5

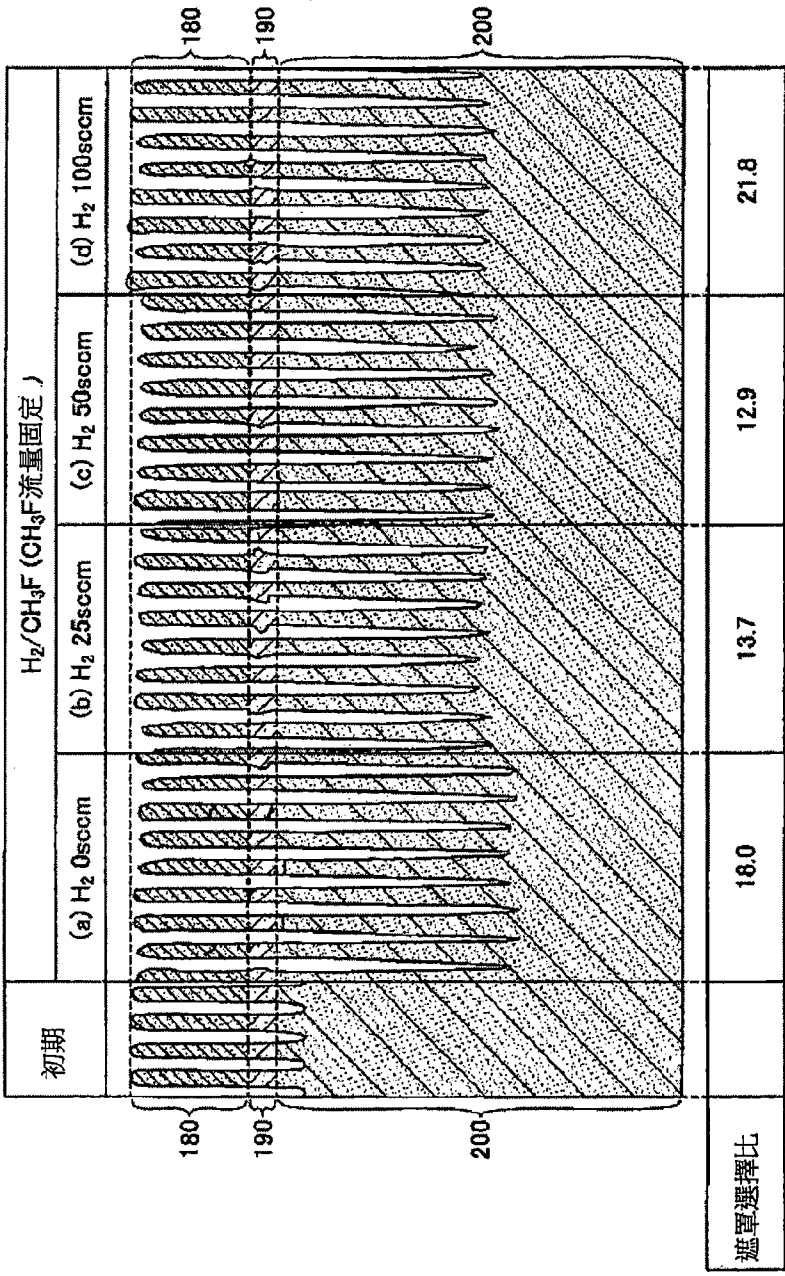


圖 6

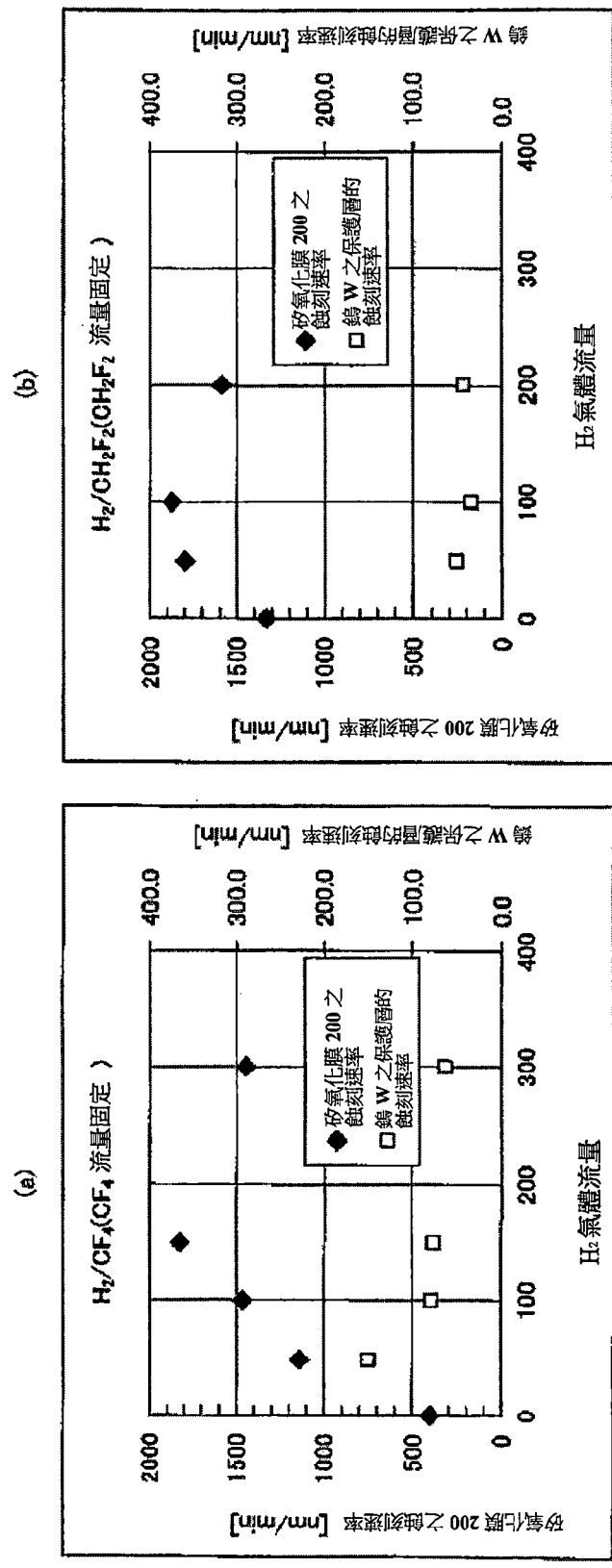


圖 7

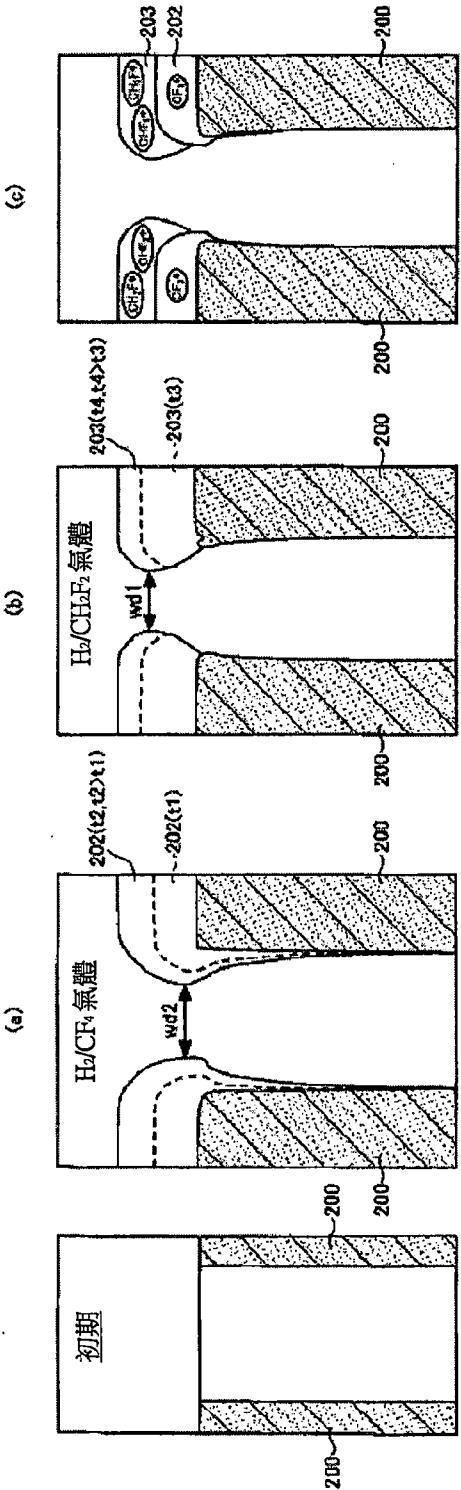


圖 8

