



(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 202333226 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：111150363

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 28 日

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

H01L21/027 (2006.01)

H01J37/32 (2006.01)

(30) 優先權：2021/12/28 日本

2021-213692

(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：向山広記 MUKAIYAMA, KOKI (JP)；戶村幕樹 TOMURA, MAJU (JP)；木原嘉英 KIHARA, YOSHIHIDE (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 36 頁

(54) 名稱

蝕刻方法及電漿處理裝置

(57) 摘要

本發明之蝕刻方法包含如下步驟：(a)提供具備有機膜與有機膜上之遮罩之基板之步驟；(b)藉由利用由包含含氧氣體之第 1 處理氣體產生之第 1 電漿來蝕刻有機膜，而於有機膜形成凹部之步驟；及(c)於(b)之後，使凹部暴露於由包含含鎢氣體之第 2 處理氣體產生之第 2 電漿中之步驟。

指定代表圖：

符號簡單說明：

MT1:方法

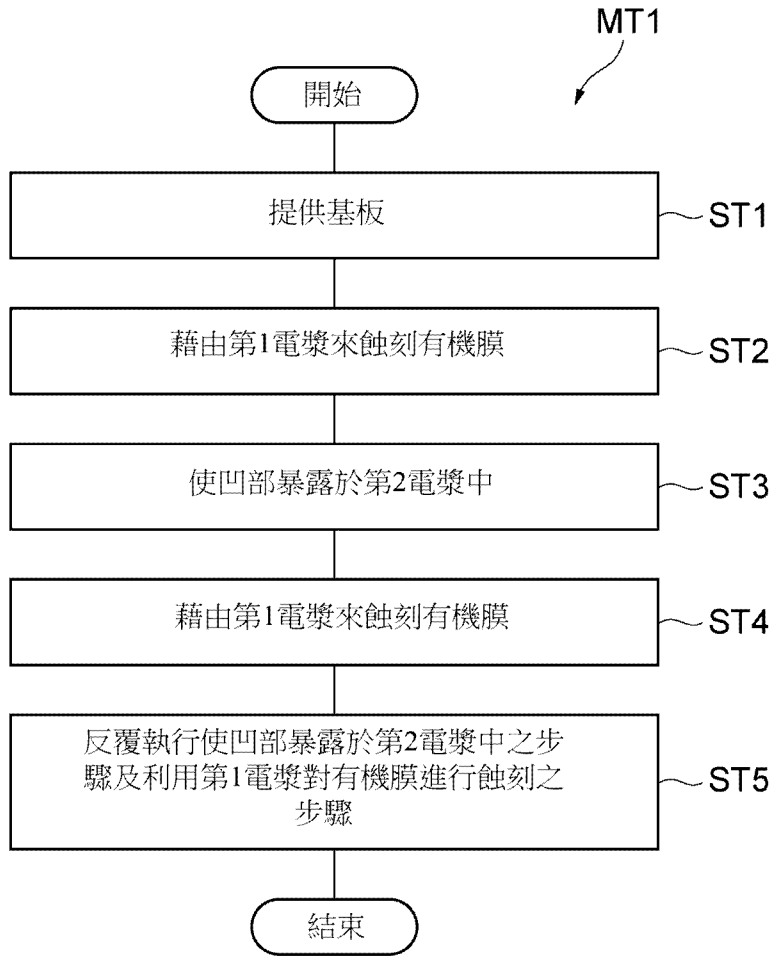
ST1:步驟

ST2:步驟

ST3:步驟

ST4:步驟

ST5:步驟



【圖3】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

蝕刻方法及電漿處理裝置

【中文】

本發明之蝕刻方法包含如下步驟：(a)提供具備有機膜與有機膜上之遮罩之基板之步驟；(b)藉由利用由包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻有機膜，而於有機膜形成凹部之步驟；及(c)於(b)之後，使凹部暴露於由包含含錫氣體之第2處理氣體產生之第2電漿中之步驟。

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

MT1:方法

ST1:步驟

ST2:步驟

ST3:步驟

ST4:步驟

ST5:步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】

蝕刻方法及電漿處理裝置

【技術領域】

【0001】 本發明之例示性實施方式係關於一種蝕刻方法及電漿處理裝置。

【先前技術】

【0002】 專利文獻1揭示一種藉由使用由處理氣體產生之電漿來蝕刻有機膜，而於有機膜形成開口之方法。處理氣體包含氧氣、氮氣或氫氣等蝕刻氣體與羰基硫(COS)。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2010-109373號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 本發明提供一種可抑制藉由蝕刻而形成之凹部之側壁之形狀不良的蝕刻方法及電漿處理裝置。

[解決問題之技術手段]

【0005】 於一例示性實施方式中，蝕刻方法包含如下步驟：(a)提供具備有機膜與上述有機膜上之遮罩之基板；(b)藉由利用由包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻上述有機膜，而於上述有機膜形成凹部；及(c)於上述(b)之後，使上述凹部暴露於由包含含錫氣體之第2處理氣體產生之第2電漿中。

[發明之效果]

【0006】 根據一例示性實施方式，提供一種可抑制藉由蝕刻而形成之凹部之側壁之形狀不良的蝕刻方法及電漿處理裝置。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係概略性地表示一例示性實施方式之電漿處理裝置之圖。

圖2係概略性地表示一例示性實施方式之電漿處理裝置之圖。

圖3係一例示性實施方式之蝕刻方法之流程圖。

圖4係可應用圖3之方法之一例之基板之局部放大剖視圖。

圖5係表示一例示性實施方式之蝕刻方法之一步驟的剖視圖。

圖6係表示一例示性實施方式之蝕刻方法之一步驟的剖視圖。

圖7係表示一例示性實施方式之蝕刻方法之一步驟的剖視圖。

圖8係表示凹部之深度與凹部之尺寸之關係之例的圖。

【實施方式】

【0008】 以下，對各種例示性實施方式[E1]～[E20]進行說明。

【0009】 [E1]

一種蝕刻方法，其包含如下步驟：

(a)提供具備有機膜與上述有機膜上之遮罩之基板之步驟；

(b)藉由利用由包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻上述有機膜，而於上述有機膜形成凹部之步驟；及

(c)於上述(b)之後，使上述凹部暴露於由包含含鎢氣體之第2處理氣體產生之第2電漿中之步驟。

【0010】 根據上述方法[E1]，可抑制藉由蝕刻而形成之凹部之側壁

的形狀不良(翹曲)。抑制形狀不良之機制推測如下，但不限於此。於第2電漿中，由含鎢氣體產生之活性種附著於凹部之側壁。藉此，於凹部之側壁形成含鎢膜。由於含鎢膜作為針對蝕刻之保護膜發揮功能，故抑制了由進一步之蝕刻所致之對凹部之側壁之蝕刻。因此，抑制了凹部之側壁之形狀不良。

【0011】 [E2]

如[E1]所記載之蝕刻方法，其中於上述(c)中，在上述凹部之側壁形成含鎢膜。

【0012】 [E3]

如[E1]或[E2]所記載之蝕刻方法，其中於上述(c)中，在上述遮罩之表面形成含鎢膜。

【0013】 於該情形時，遮罩之表面受到含鎢膜保護。由於含鎢膜作為針對蝕刻之保護膜發揮功能，故抑制了由進一步之蝕刻所致之對遮罩之蝕刻。

【0014】 [E4]

如[E3]所記載之蝕刻方法，其中上述遮罩之上述表面包含上述遮罩之上表面及上述遮罩之側壁，

上述遮罩之上述上表面之上述含鎢膜的厚度大於上述遮罩之上述側壁之上述含鎢膜的厚度。

【0015】 [E5]

如[E1]至[E4]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體包含含氟氣體，於上述(c)中，去除在上述(b)中附著於上述遮罩之開口之堆積物。

【0016】 於該情形時，由於在第2電漿中，由含氟氣體產生之活性種會蝕刻堆積物，故堆積物被去除。

【0017】 [E6]

如[E5]所記載之蝕刻方法，其中上述含氟氣體包含選自由氫氟碳氣體、氟碳氣體、三氟化氮(NF₃)氣體、六氟化硫(SF₆)氣體及氟化氫(HF)氣體所組成之群中之至少一種。

【0018】 [E7]

如[E1]至[E6]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體包含使上述含鎢氣體還原之還原性氣體。

【0019】 於該情形時，於第2電漿中，含鎢氣體與還原性氣體進行反應而產生含鎢之活性種。因此，容易於凹部之側壁形成含鎢膜。

【0020】 [E8]

如[E7]所記載之蝕刻方法，其中上述還原性氣體包含含氫氣體或含鹵素氣體。

【0021】 [E9]

如[E1]至[E8]中任一項所記載之蝕刻方法，其中除惰性氣體以外之上述第2處理氣體所含之全部氣體中上述含鎢氣體之流量最少。

【0022】 於該情形時，於(c)中，在遮罩之表面所形成之含鎢膜的量變少。因此，於(c)中，可抑制遮罩之開口之堵塞。

【0023】 [E10]

如[E1]至[E9]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述含鎢氣體之流量相對於除惰性氣體以外之上述第2處理氣體之總流量的比率未達1體積%。

【0024】 於該情形時，於(c)中，在遮罩之表面所形成之含鎢膜的量

減少。因此，於(c)中，可抑制遮罩之開口之堵塞。

【0025】 [E11]

如[E1]至[E10]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述含鎢氣體包含六氟化鎢(WF₆)氣體、六溴化鎢(WBr₆)氣體、六氯化鎢(WCl₆)氣體、WF₅Cl氣體及六羰基鎢(W(CO)₆)氣體中之至少一者。

【0026】 [E12]

如[E1]至[E11]中任一項所記載之蝕刻方法，其進而包含如下步驟：
(d)於上述(c)之後，藉由上述第1電漿來蝕刻上述有機膜。

【0027】 於該情形時，於(d)中，凹部之側壁之蝕刻得到抑制。

【0028】 [E13]

如[E12]所記載之蝕刻方法，其進而包含如下步驟：(e)於上述(d)之後，反覆執行上述(c)及上述(d)。

【0029】 於該情形時，可抑制凹部之側壁之形狀不良，並且形成較深之凹部。

【0030】 [E14]

如[E1]至[E13]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述(c)之持續時間短於上述(b)之持續時間。

【0031】 於該情形時，於(c)中，在遮罩之表面所形成之含鎢膜的量減少。因此，於(c)中，可抑制遮罩之開口之堵塞。

【0032】 [E15]

如[E1]至[E14]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述第1處理氣體包含含硫氣體。

【0033】 於該情形時，於(b)中，凹部之側壁之蝕刻得到抑制。

【0034】 [E16]

如[E1]至[E15]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述遮罩包含矽。

【0035】 [E17]

如[E1]至[E16]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述(b)與上述(c)係於相同之腔室內執行。

【0036】 [E18]

如[E1]至[E17]中任一項所記載之蝕刻方法，其中上述(b)與上述(c)係於不同之腔室內執行。

【0037】 [E19]

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持器，其係用以於上述腔室內支持基板者，上述基板具備有機膜與上述有機膜上之遮罩；

氣體供給部，其以將包含含氧氣體之第1處理氣體與包含含鎢氣體之第2處理氣體供給至上述腔室內之方式構成；

電漿產生部，其以於上述腔室內由上述第1處理氣體產生第1電漿，於上述腔室內由上述第2處理氣體產生第2電漿之方式構成；及

控制部；且

上述控制部構成為，以藉由利用上述第1電漿來蝕刻上述有機膜而於上述有機膜形成凹部，且使上述凹部暴露於上述第2電漿中之方式控制上述氣體供給部及上述電漿產生部。

【0038】 根據上述電漿處理裝置[E19]，可抑制藉由蝕刻而形成之凹部之側壁之形狀不良(翹曲)。

【0039】 [E20]

一種蝕刻方法，其包含如下步驟：

(a)提供具備有機膜與上述有機膜上之遮罩之基板；

(b)藉由利用由包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻上述有機膜，而於上述有機膜形成凹部；

(c)於上述(b)之後，使上述凹部暴露於由包含鹵化金屬氣體之第2處理氣體產生之第2電漿中。

【0040】 根據上述方法[E20]，可抑制藉由蝕刻而形成之凹部之側壁之形狀不良(翹曲)。抑制形狀不良之機制推測如下，但不限於此。於第2電漿中，由鹵化金屬氣體產生之活性種附著於凹部之側壁。藉此，於凹部之側壁形成含金屬膜。由於含金屬膜作為針對蝕刻之保護膜發揮功能，故抑制了由進一步之蝕刻所致之對凹部之側壁之蝕刻。因此，抑制了凹部之側壁之形狀不良。

【0041】 以下，參照圖式對各種例示性實施方式進行詳細說明。再者，於各圖式中，對於相同或相當之部分附上相同之符號。

【0042】 圖1係用以說明電漿處理系統之構成例之圖。於一實施方式中，電漿處理系統包含電漿處理裝置1及控制部2。電漿處理系統為基板處理系統之一例，電漿處理裝置1為基板處理裝置之一例。電漿處理裝置1包含電漿處理腔室10、基板支持部11及電漿產生部12。電漿處理腔室10具有電漿處理空間。又，電漿處理腔室10具有用以向電漿處理空間供給至少1種處理氣體之至少1個氣體供給口、及用以自電漿處理空間排出氣體之至少1個氣體排出口。氣體供給口連接於下述氣體供給部20，氣體排出口連接於下述排氣系統40。基板支持部11具有配置於電漿處理空間內，用

以支持基板之基板支持面。

【0043】 電漿產生部12以由供給至電漿處理空間內之至少1種處理氣體產生電漿之方式構成。於電漿處理空間中形成之電漿可為電容耦合電漿 (CCP ; Capacitively Coupled Plasma)、感應耦合電漿 (ICP ; Inductively Coupled Plasma)、ECR電漿 (Electron-Cyclotron-resonance plasma, 電子迴旋共振電漿)、螺旋波激發電漿 (HWP : Helicon Wave Plasma)、或表面波電漿 (SWP : Surface Wave Plasma)等。又, 亦可使用包含AC (Alternating Current, 交流)電漿產生部及DC (Direct Current, 直流)電漿產生部之各種類型之電漿產生部。於一實施方式中, AC電漿產生部所使用之AC信號 (AC電力)具有100 kHz~10 GHz之範圍內之頻率。因此, AC信號包含RF (Radio Frequency, 射頻)信號及微波信號。於一實施方式中, RF信號具有100 kHz~150 MHz之範圍內之頻率。

【0044】 控制部2處理電腦可執行之命令, 該命令係使電漿處理裝置1執行本發明中所述之各種步驟。控制部2可構成為以執行此處所述之各種步驟之方式控制電漿處理裝置1之各要素。於一實施方式中, 控制部2之一部分或全部可包含於電漿處理裝置1中。控制部2可包含處理部2a1、記憶部2a2及通訊介面2a3。控制部2例如藉由電腦2a而實現。處理部2a1可構成為藉由自記憶部2a2讀出程式, 並執行所讀出之程式而進行各種控制動作。該程式可預先儲存於記憶部2a2中, 需要時經由媒體而取得。所取得之程式儲存於記憶部2a2中, 由處理部2a1自記憶部2a2讀出而執行。媒體可為電腦2a可讀取之各種記憶媒體, 亦可為連接於通訊介面2a3之通訊線路。處理部2a1可為CPU (Central Processing Unit, 中央處理單元)。記憶部2a2可包含RAM (Random Access Memory, 隨機存取記憶體)、

ROM(Read Only Memory，唯讀記憶體)、HDD(Hard Disk Drive，硬式磁碟機)、SSD(Solid State Drive，固態硬碟)、或該等之組合。通訊介面2a3可經由LAN(Local Area Network，區域網路)等通訊線路與電漿處理裝置1之間進行通信。

【0045】以下，對作為電漿處理裝置1之一例之感應耦合型電漿處理裝置之構成例進行說明。圖2係用以說明感應耦合型電漿處理裝置之構成例之圖。

【0046】感應耦合型電漿處理裝置1包含電漿處理腔室10、氣體供給部20、電源30及排氣系統40。電漿處理腔室10包含介電窗101。又，電漿處理裝置1包含基板支持部11、氣體導入部及天線14。基板支持部11配置於電漿處理腔室10內。天線14配置於電漿處理腔室10上或其上方(即介電窗101上或其上方)。電漿處理腔室10具有由介電窗101、電漿處理腔室10之側壁102及基板支持部11界定之電漿處理空間10s。電漿處理腔室10接地。

【0047】基板支持部11包含本體部111及環組件112。本體部111具有用以支持基板W之中央區域111a與用以支持環組件112之環狀區域111b。晶圓為基板W之一例。本體部111之環狀區域111b於俯視時包圍本體部111之中央區域111a。基板W配置於本體部111之中央區域111a上，環組件112以包圍本體部111之中央區域111a上之基板W之方式配置於本體部111之環狀區域111b上。因此，中央區域111a亦稱為用以支持基板W之基板支持面，環狀區域111b亦稱為用以支持環組件112之環支持面。

【0048】於一實施方式中，本體部111包含基台1110及靜電吸盤1111。基台1110包含導電性構件。基台1110之導電性構件可作為偏壓電

極發揮功能。靜電吸盤1111配置於基台1110上。靜電吸盤1111包含陶瓷構件1111a與配置於陶瓷構件1111a內之靜電電極1111b。陶瓷構件1111a具有中央區域111a。於一實施方式中，陶瓷構件1111a亦具有環狀區域111b。再者，如環狀靜電吸盤或環狀絕緣構件般之包圍靜電吸盤1111之其他構件亦可具有環狀區域111b。於該情形時，環組件112可配置於環狀靜電吸盤或環狀絕緣構件之上，亦可配置於靜電吸盤1111與環狀絕緣構件兩者之上。又，與下述RF電源31及/或DC電源32耦合之至少1個RF/DC電極亦可配置於陶瓷構件1111a內。於該情形時，至少1個RF/DC電極作為偏壓電極發揮功能。再者，基台1110之導電性構件與至少1個RF/DC電極亦可作為複數個偏壓電極發揮功能。又，靜電電極1111b亦可作為偏壓電極發揮功能。因此，基板支持部11包含至少1個偏壓電極。

【0049】 環組件112包含1個或複數個環狀構件。於一實施方式中，1個或複數個環狀構件包含1個或複數個邊緣環與至少1個外罩環。邊緣環由導電性材料或絕緣材料形成，外罩環由絕緣材料形成。

【0050】 又，基板支持部11亦可包含以將靜電吸盤1111、環組件112及基板中之至少一者調節至目標溫度之方式構成之調溫模組。調溫模組可包含加熱器、傳熱介質、流路1110a、或該等之組合。於流路1110a中，流通如鹽水或氣體等傳熱流體。於一實施方式中，流路1110a形成於基台1110內，1個或複數個加熱器配置於靜電吸盤1111之陶瓷構件1111a內。又，基板支持部11亦可包含以向基板W之背面與中央區域111a之間之間隙供給傳熱氣體之方式構成之傳熱氣體供給部。

【0051】 氣體導入部以將來自氣體供給部20之至少1種處理氣體導入至電漿處理空間10s內之方式構成。於一實施方式中，氣體導入部包含

中央氣體注入部(CGI：Center Gas Injector)13。中央氣體注入部13配置於基板支持部11之上方，安裝在介電窗101上所形成之中央開口部。中央氣體注入部13具有至少1個氣體供給口13a、至少1個氣體流路13b、及至少1個氣體導入口13c。供給至氣體供給口13a之處理氣體通過氣體流路13b自氣體導入口13c導入至電漿處理空間10s內。再者，氣體導入部除包含中央氣體注入部13以外或作為中央氣體注入部13之代替，亦可包含安裝在側壁102上所形成之1個或複數個開口部之1個或複數個側面氣體注入部(SGI：Side Gas Injector)。

【0052】 氣體供給部20可包含至少1個氣體源21及至少1個流量控制器22。於一實施方式中，氣體供給部20以將至少1種處理氣體自分別對應之氣體源21經由分別對應之流量控制器22供給至氣體導入部之方式構成。各流量控制器22例如可包含質量流量控制器或壓力控制式流量控制器。進而，氣體供給部20可包含將至少1種處理氣體之流量調變或脈衝化之至少1個流量調變裝置。

【0053】 電源30包含經由至少1個阻抗匹配電路與電漿處理腔室10耦合之RF電源31。RF電源31以向至少1個偏壓電極及天線14供給至少1個RF信號(RF電力)之方式構成。藉此，由供給至電漿處理空間10s之至少1種處理氣體形成電漿。因此，RF電源31可作為電漿產生部12之至少一部分發揮功能。又，藉由向至少1個偏壓電極供給偏壓RF信號，可於基板W產生偏壓電位，而將所形成之電漿中之離子饋入基板W。

【0054】 於一實施方式中，RF電源31包含第1RF產生部31a及第2RF產生部31b。第1RF產生部31a構成為經由至少1個阻抗匹配電路與天線14耦合，產生電漿產生用之源RF信號(源RF電力)。於一實施方式中，

源RF信號具有10 MHz~150 MHz之範圍內之頻率。於一實施方式中，第1RF產生部31a可構成為產生具有不同頻率之複數個源RF信號。所產生之1個或複數個源RF信號被供給至天線14。

【0055】 第2RF產生部31b構成為經由至少1個阻抗匹配電路與至少1個偏壓電極耦合，產生偏壓RF信號(偏壓RF電力)。偏壓RF信號之頻率可與源RF信號之頻率相同，亦可不同。於一實施方式中，偏壓RF信號具有低於源RF信號之頻率之頻率。於一實施方式中，偏壓RF信號具有100 kHz~60 MHz之範圍內之頻率。於一實施方式中，第2RF產生部31b可構成為產生具有不同頻率之複數個偏壓RF信號。向至少1個偏壓電極供給所產生之1個或複數個偏壓RF信號。又，於各種實施方式中，源RF信號及偏壓RF信號中之至少1個可脈衝化。

【0056】 又，電源30亦可包含與電漿處理腔室10耦合之DC電源32。DC電源32包含偏壓DC產生部32a。於一實施方式中，偏壓DC產生部32a以連接於至少1個偏壓電極，產生偏壓DC信號之方式構成。所產生之偏壓DC信號被施加於至少1個偏壓電極。

【0057】 於各種實施方式中，偏壓DC信號可脈衝化。於該情形時，電壓脈衝之序列被施加於至少1個偏壓電極。電壓脈衝可具有矩形、梯形、三角形或該等之組合之脈衝波形。於一實施方式中，用以自DC信號產生電壓脈衝之序列之波形產生部連接於偏壓DC產生部32a與至少1個偏壓電極之間。因此，偏壓DC產生部32a及波形產生部構成電壓脈衝產生部。電壓脈衝可具有正極性，亦可具有負極性。又，電壓脈衝之序列亦可於1個週期內包含1個或複數個正極性電壓脈衝與1個或複數個負極性電壓脈衝。再者，可除RF電源31以外還設置偏壓DC產生部32a，亦可代替第

2RF產生部31b而設置偏壓DC產生部32a。

【0058】天線14包含1個或複數個線圈。於一實施方式中，天線14亦可包含配置於同軸上之外側線圈及內側線圈。於該情形時，RF電源31可連接於外側線圈及內側線圈兩者，亦可連接於外側線圈及內側線圈中之任一者。於前者之情形時，可為相同之RF產生部連接於外側線圈及內側線圈兩者，亦可為不同之RF產生部分別連接於外側線圈及內側線圈。

【0059】排氣系統40例如可連接於電漿處理腔室10之底部所設之氣體排出口10e。排氣系統40可包含壓力調整閥及真空泵。藉由壓力調整閥而調整電漿處理空間10s內之壓力。真空泵可包含渦輪分子泵、乾式真空泵或該等之組合。

【0060】圖3係一例示性實施方式之蝕刻方法之流程圖。圖3所示之蝕刻方法MT(以下稱為「方法MT」)可藉由上述實施方式之電漿處理裝置1執行。方法MT可應用於基板W。

【0061】圖4係可應用圖3之方法之一例之基板的局部放大剖視圖。如圖4所示，於一實施方式中，基板W具備有機膜(含碳膜)SF及有機膜SF上之遮罩MK。基板W亦可具備基底膜UR。有機膜SF設於基底膜UR上。

【0062】有機膜SF可為非晶形碳膜及旋塗式碳膜(SOC膜：Spin On Carbon膜)。

【0063】遮罩MK可具有開口OP。開口OP可為孔或溝槽。遮罩MK可包含矽。遮罩MK可為含矽膜。含矽膜可包含氧化矽、氮化矽及氮氧化矽中之至少一者。

【0064】基底膜UR可為含矽膜。含矽膜可包含氧化矽、氮化矽及氮氧化矽中之至少一者。含矽膜可具備包含氧化矽膜與氮化矽膜之多層

膜。氧化矽膜及氮化矽膜可交替地積層。含矽膜可為包含矽(Si)膜與矽鍺(SiGe)膜之積層膜。

【0065】 以下，關於方法MT，以使用上述實施方式之電漿處理裝置1將方法MT應用於基板W之情形為例，參照圖3～圖7進行說明。圖5～圖7係表示一例示性實施方式之蝕刻方法之一步驟的剖視圖。於使用電漿處理裝置1之情形時，可藉由利用控制部2對電漿處理裝置1之各部進行控制，而於電漿處理裝置1中執行方法MT。於方法MT中，如圖2所示，對電漿處理腔室10內所配置之基板支持部11(基板支持器)上之基板W進行處理。

【0066】 如圖3所示，方法MT可包含步驟ST1、步驟ST2、步驟ST3、步驟ST4及步驟ST5。步驟ST1～步驟ST6可按順序執行。方法MT亦可不包含步驟ST4及步驟ST5中之至少1個。

【0067】 於步驟ST1中，提供如圖4所示之基板W。基板W於電漿處理腔室10內可由基板支持部11支持。

【0068】 於步驟ST2中，如圖5所示，藉由利用自包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿P1來蝕刻有機膜SF，而於有機膜SF形成凹部RS。凹部RS可具有側壁RSa及底RSb。步驟ST2可以如下方式進行。首先，藉由氣體供給部20將第1處理氣體供給至電漿處理腔室10內。繼而，藉由電漿產生部12於電漿處理腔室10內由第1處理氣體產生第1電漿P1。控制部2控制氣體供給部20及電漿產生部12，以利用第1電漿P1蝕刻有機膜SF，藉此於有機膜SF形成凹部RS。

【0069】 含氧氣體之例包含氧氣(O₂)、一氧化碳(CO)氣體及二氧化碳(CO₂)氣體。第1處理氣體可包含含硫氣體。含硫氣體之例包含羰基硫

(COS)及二氧化硫(SO₂)氣體。第1處理氣體可不包含金屬。第1處理氣體亦可不包含鎢、鉬及鈦。

【0070】 步驟ST2之持續時間可設定為開口OP不會因附著於開口OP之堆積物而堵塞。堆積物可包含與遮罩MK所含之材料相同之材料。

【0071】 於步驟ST3中，如圖6所示，使凹部RS暴露於由包含含鎢氣體或鹵化金屬氣體之第2處理氣體產生之第2電漿P2中。凹部RS之側壁RSa及底RSb亦可暴露於第2電漿P2中。步驟ST3可以如下方式進行。首先，藉由氣體供給部20，將第2處理氣體供給至電漿處理腔室10內。繼而，藉由電漿產生部12，於電漿處理腔室10內由第2處理氣體產生第2電漿P2。控制部2以使凹部RS暴露於第2電漿P2中之方式控制氣體供給部20及電漿產生部12。

【0072】 於步驟ST3中，可於凹部RS之側壁RSa形成含鎢膜WF。含鎢膜WF亦可形成於遮罩MK之表面。遮罩MK之表面包含遮罩MK之上表面及開口OP之側壁。遮罩MK之上表面之含鎢膜WF的厚度可大於開口OP之側壁之含鎢膜WF的厚度。含鎢膜WF可不形成於凹部RS之底RSb，亦可不形成於鄰接於底RSb之側壁RSa之一部分。含鎢膜WF可為鎢膜。

【0073】 含鎢氣體可包含鹵化鎢氣體。鹵化鎢氣體之例包含六氟化鎢(WF₆)氣體、六溴化鎢(WBr₆)氣體、六氯化鎢(WCl₆)氣體及WF₅Cl氣體。含鎢氣體亦可包含六羰基鎢(W(CO)₆)氣體。鹵化金屬氣體之例包含鹵化鎢氣體、鹵化鉬氣體及鹵化鈦。於第2處理氣體包含鹵化鉬氣體之情形時，可形成含鉬膜來代替含鎢膜WF。於第2處理氣體包含鹵化鈦之情形時，可形成含鈦膜來代替含鎢膜WF。

【0074】 第2處理氣體與第1處理氣體不同。第2處理氣體可不包含

氧。第2處理氣體亦可包含含氟氣體。利用含氟氣體去除步驟ST2中附著於遮罩MK之開口OP之堆積物。含氟氣體之例包含氫氟碳氣體、氟碳(例如CF₄)氣體、NF₃氣體、SF₆氣體及HF氣體。

【0075】 第2處理氣體亦可包含使含鎢氣體還原之還原性氣體。還原性氣體可為含氫氣體或含鹵素氣體。含氫氣體之例包含氫氣(H₂)及矽烷(SiH₄)氣體。含鹵素氣體之例包含四氯化矽(SiCl₄)氣體及四氟化矽(SiF₄)氣體。

【0076】 第2處理氣體亦可包含惰性氣體。惰性氣體之例包含稀有氣體。稀有氣體之例包含氦氣、氖氣、氬氣、氪氣及氙氣。

【0077】 除惰性氣體以外之第2處理氣體所含的全部氣體中含鎢氣體之流量可為最少。含鎢氣體之流量可少於含氟氣體之流量，亦可少於還原性氣體之流量。含氟氣體之流量可少於還原性氣體之流量。含鎢氣體之流量相對於除惰性氣體以外之第2處理氣體之總流量的比率可未達1體積%，亦可為0.5體積%以下。

【0078】 步驟ST3之持續時間可短於步驟ST2之持續時間，可為步驟ST2之持續時間之1/50以下。

【0079】 步驟ST3可於與進行步驟ST2之電漿處理腔室10相同之電漿處理腔室中進行，亦可於與進行步驟ST2之電漿處理腔室10不同之電漿處理腔室中進行。

【0080】 於步驟ST4中，如圖7所示，藉由第1電漿P1來蝕刻有機膜SF。根據步驟ST4，由於凹部RS之底RSb被蝕刻，故凹部RS變深。可藉由步驟ST4去除含鎢膜WF。

【0081】 於步驟ST5中，反覆執行步驟ST3及步驟ST4。步驟ST3及

步驟ST4可反覆執行至凹部RS之底RSb到達基底膜UR為止。

【0082】 根據上述方法MT，可抑制藉由蝕刻而形成之凹部RS之側壁RSa的形狀不良(翹曲)。抑制形狀不良之機制推測如下，但不限於此。於第2電漿P2中由含鎢氣體或鹵化金屬氣體產生之活性種附著於凹部RS之側壁RSa。藉此，含鎢膜WF或含金屬膜形成於凹部RS之側壁RSa。由於含鎢膜WF或含金屬膜作為針對蝕刻之保護膜發揮功能，故抑制了由進一步之蝕刻(步驟ST4之蝕刻)所致之對凹部RS之側壁RSa之蝕刻。因此，抑制了凹部RS之側壁RSa之形狀不良。

【0083】 於未形成含鎢膜WF或含金屬膜之情形時，亦可考慮以下之機制。於第2電漿P2中由含鎢氣體或鹵化金屬氣體產生之活性種與凹部RS之側壁RSa進行反應。藉此，凹部RS之側壁RSa改質，形成改質區域。由於改質區域作為針對蝕刻之保護區域發揮功能，故抑制了由進一步之蝕刻所致之對凹部RS之側壁RSa之蝕刻。因此，抑制了凹部RS之側壁RSa之形狀不良。

【0084】 於步驟ST3中，在遮罩MK之表面形成有含鎢膜WF之情形時，遮罩MK之表面受到含鎢膜WF保護。由於含鎢膜WF作為針對蝕刻之保護膜發揮功能，故抑制了步驟ST4中之遮罩MK之蝕刻。因此，可增大有機膜SF相對於遮罩MK之蝕刻選擇比。

【0085】 於步驟ST3中，可去除步驟ST2中附著於遮罩MK之開口OP之堆積物。於該情形時，在第2電漿P2中由含氟氣體產生之活性種蝕刻堆積物，故得以去除堆積物。

【0086】 於第2處理氣體包含還原性氣體之情形時，於第2電漿P2中，含鎢氣體與還原性氣體進行反應而產生含鎢之活性種。因此，容易於

凹部RS之側壁RSa形成含鎢膜WF。例如，於第2處理氣體包含WF₆氣體與H₂氣體之情形時，可藉由化學反應產生鎢(W)與氟化氫(HF)。鎢可形成含鎢膜WF。氟化氫可有助於去除附著於開口OP之堆積物。

【0087】 於除惰性氣體以外之第2處理氣體所含的全部氣體中含鎢氣體之流量最少之情形時，於步驟ST3中形成於遮罩MK之表面之含鎢膜WF的量變少。因此，於步驟ST3中，可抑制遮罩MK之開口OP之堵塞。

【0088】 於上述含鎢氣體之流量相對於除惰性氣體以外之第2處理氣體之總流量的比率為1體積%以下之情形時，於步驟ST3中形成於遮罩MK之表面之含鎢膜WF的量變少。因此，於步驟ST3中，可抑制遮罩MK之開口OP之堵塞。於該情形時，由於供給至凹部RS內之第1電漿P1中之活性種變多，故步驟ST4中之蝕刻速率變大。

【0089】 於方法MT包含步驟ST4之情形時，於步驟ST4中，凹部RS之側壁RSa之蝕刻得到抑制。

【0090】 於方法MT包含步驟ST5之情形時，可抑制凹部RS之側壁RSa之形狀不良，並且形成較深之凹部RS。

【0091】 於步驟ST3之持續時間短於步驟ST2之持續時間之情形時，於步驟ST3中形成於遮罩MK之表面之含鎢膜WF的量變少。因此，於步驟ST3中，可抑制遮罩MK之開口OP之堵塞。

【0092】 於第1處理氣體包含含硫氣體之情形時，於步驟ST2中，凹部RS之側壁RSa之蝕刻得到抑制。

【0093】 以上，對各種例示性實施方式進行了說明，但不限於上述例示性實施方式，亦可進行各種追加、省略、置換及變更。又，可組合不同之實施方式中之要素而形成其他實施方式。

【0094】 以下，說明為了方法MT之評價而進行之各種實驗。以下所說明之實驗並未限定本發明。

【0095】 (第1實驗)

於第1實驗中，準備具備非晶形碳膜與非晶形碳膜上之遮罩之基板(步驟ST1)。遮罩為具有開口之氮氧化矽膜。

【0096】 繼而，藉由利用由第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻非晶形碳膜，而於非晶形碳膜形成凹部(步驟ST2)。第1處理氣體包含O₂氣體與COS氣體。

【0097】 繼而，使形成於非晶形碳膜之凹部暴露於由第2處理氣體產生之第2電漿中(步驟ST3)。第2處理氣體包含NF₃氣體、H₂氣體、WF₆氣體及Ar氣體。除惰性氣體以外之第2處理氣體所含的全部氣體中WF₆氣體之流量最少。即，WF₆氣體之流量少於NF₃氣體之流量，亦少於H₂氣體之流量。WF₆氣體之流量相對於除惰性氣體以外之第2處理氣體之總流量的比率為0.5體積%。除惰性氣體以外之第2處理氣體之總流量為WF₆氣體之流量、NF₃氣體之流量、及H₂氣體之流量之合計值。步驟ST3之持續時間短於步驟ST2之持續時間。

【0098】 繼而，與步驟ST1同樣地藉由第1電漿來蝕刻非晶形碳膜(步驟ST4)。

【0099】 繼而，反覆執行步驟ST3與步驟ST4(步驟ST5)。步驟ST1～步驟ST5係藉由電漿處理裝置1執行。

【0100】 (第2實驗)

於第2實驗中，在步驟ST3中減少了WF₆氣體之流量，除此以外執行與第1實驗之方法相同之方法。WF₆氣體之流量相對於除惰性氣體以外之

第2處理氣體之總流量的比率為0.2體積%。

【0101】 (第3實驗)

於第3實驗中，在步驟ST3中未使用WF₆氣體，除此以外執行與第1實驗之方法相同之方法。因此，第3實驗之第2處理氣體包含NF₃氣體、H₂氣體及Ar氣體。

【0102】 (實驗結果)

觀察在第1實驗～第3實驗中執行方法後之基板之截面，測定形成於非晶形碳膜之凹部之深度及尺寸。

【0103】 圖8係表示凹部之深度與凹部之尺寸之關係之例的圖。凹部之尺寸係於與凹部之深度方向正交之方向上進行測定。圖中，曲線E1表示第1實驗中之凹部之深度及尺寸。曲線E2表示第2實驗中之凹部之深度及尺寸。曲線E3表示第3實驗中之凹部之深度及尺寸。如圖8所示，例如於0.2 μm及2.5 μm之深度中，第1實驗及第2實驗之凹部之尺寸明顯小於第3實驗之凹部之尺寸。因此，可知於第1實驗及第2實驗中，與第3實驗相比，凹部之側壁之形狀不良(翹曲)得到抑制。

【0104】 (第4實驗)

於第4實驗中，在步驟ST3中增加WF₆氣體之流量，除此以外執行與第1實驗之方法相同之方法。WF₆氣體之流量相對於除惰性氣體以外之第2處理氣體之總流量的比率為1.0體積%。

【0105】 於第4實驗中，與第3實驗相比，凹部之側壁之形狀不良(翹曲)亦得到抑制。然而，第4實驗之蝕刻速率與第1實驗～第3實驗之蝕刻速率相比較小。認為於第4實驗中，在步驟ST3中形成於遮罩之表面之鎢膜變厚，故蝕刻速率相對較小。

【0106】 根據以上之說明，應理解本發明之各種實施方式係出於說明之目的而於本說明書中進行說明，可不脫離本發明之範圍及主旨地進行各種變更。因此，本說明書所揭示之各種實施方式並不意在進行限定，真正之範圍與主旨由隨附之申請專利範圍示出。

【符號說明】

【0107】

- 1:電漿處理裝置
- 2:控制部
- 2a:電腦
- 2a1:處理部
- 2a2:記憶部
- 2a3:通訊介面
- 10:電漿處理腔室
- 10e:氣體排出口
- 10s:電漿處理空間
- 11:基板支持部
- 12:電漿產生部
- 13:中央氣體注入部
- 13a:氣體供給口
- 13b:氣體流路
- 13c:氣體導入口
- 14:天線
- 20:氣體供給部

21:氣體源
22:流量控制器
30:電源
31:RF電源
31a:第1RF產生部
31b:第2RF產生部
32:DC電源
32a:偏壓DC產生部
40:排氣系統
101:介電窗
102:側壁
111:基板支持部
111a:中央區域
111b:環狀區域
112:環組件
1110:基台
1110a:流路
1111:靜電吸盤
1111a:陶瓷構件
1111b:靜電電極
E1:曲線
E2:曲線
E3:曲線

MK:遮罩

MT1:方法

OP:開口

P1:第1電漿

P2:第2電漿

RS:凹部

RSa:側壁

RSb:底

SF:有機膜

ST1:步驟

ST2:步驟

ST3:步驟

ST4:步驟

ST5:步驟

UR:基底膜

W:基板

WF:含鎢膜

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種蝕刻方法，其包含如下步驟：

(a)提供具備有機膜與上述有機膜上之遮罩之基板之步驟；

(b)藉由利用由包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻上述有機膜，而於上述有機膜形成凹部之步驟；及

(c)於上述(b)之後，使上述凹部暴露於由包含含鎢氣體之第2處理氣體產生之第2電漿中之步驟。

【請求項2】

如請求項1之蝕刻方法，其中於上述(c)中，在上述凹部之側壁形成含鎢膜。

【請求項3】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中於上述(c)中，在上述遮罩之表面形成含鎢膜。

【請求項4】

如請求項3之蝕刻方法，其中上述遮罩之上述表面包含上述遮罩之上述表面及上述遮罩之側壁，

上述遮罩之上述上表面之上述含鎢膜的厚度大於上述遮罩之上述側壁之上述含鎢膜之厚度。

【請求項5】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體包含含氟氣體，
於上述(c)中，去除於上述(b)中附著於上述遮罩之開口之堆積物。

【請求項6】

如請求項5之蝕刻方法，其中上述含氟氣體包含選自由氫氟碳氣體、氟碳氣體、三氟化氮(NF₃)氣體、六氟化硫(SF₆)氣體及氟化氫(HF)氣體所組成之群中之至少1種。

【請求項7】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體包含使上述含鎢氣體還原之還原性氣體。

【請求項8】

如請求項7之蝕刻方法，其中上述還原性氣體包含含氫氣體或含鹵素氣體。

【請求項9】

如請求項1或2之蝕刻方法，除惰性氣體以外之上述第2處理氣體所含之全部氣體中上述含鎢氣體之流量最少。

【請求項10】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述含鎢氣體之流量相對於除惰性氣體以外之上述第2處理氣體之總流量的比率未達1體積%。

【請求項11】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述含鎢氣體包含六氟化鎢(WF₆)氣體、六溴化鎢(WBr₆)氣體、六氯化鎢(WCl₆)氣體、WF₅Cl氣體及六羰基鎢(W(CO)₆)氣體中之至少一者。

【請求項12】

如請求項1或2之蝕刻方法，其進而包含如下步驟：(d)於上述(c)之後，藉由上述第1電漿來蝕刻上述有機膜。

【請求項13】

如請求項12之蝕刻方法，其進而包含如下步驟：(e)於上述(d)之後，反覆執行上述(c)及上述(d)。

【請求項14】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述(c)之持續時間短於上述(b)之持續時間。

【請求項15】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述第1處理氣體包含含硫氣體。

【請求項16】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述遮罩包含矽。

【請求項17】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述(b)與上述(c)係於相同之腔室內執行。

【請求項18】

如請求項1或2之蝕刻方法，其中上述(b)與上述(c)係於不同之腔室內執行。

【請求項19】

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持器，其係於上述腔室內用以支持基板者，上述基板具備有機膜與上述有機膜上之遮罩；

氣體供給部，其以將包含含氧氣體之第1處理氣體與包含含鎢氣體之第2處理氣體供給至上述腔室內之方式構成；

電漿產生部，其以於上述腔室內由上述第1處理氣體產生第1電漿，

於上述腔室內由上述第2處理氣體產生第2電漿之方式構成；及
控制部；且

上述控制部構成為，

以藉由利用上述第1電漿來蝕刻上述有機膜而於上述有機膜形成凹部，且使上述凹部暴露於上述第2電漿中之方式控制上述氣體供給部及上述電漿產生部。

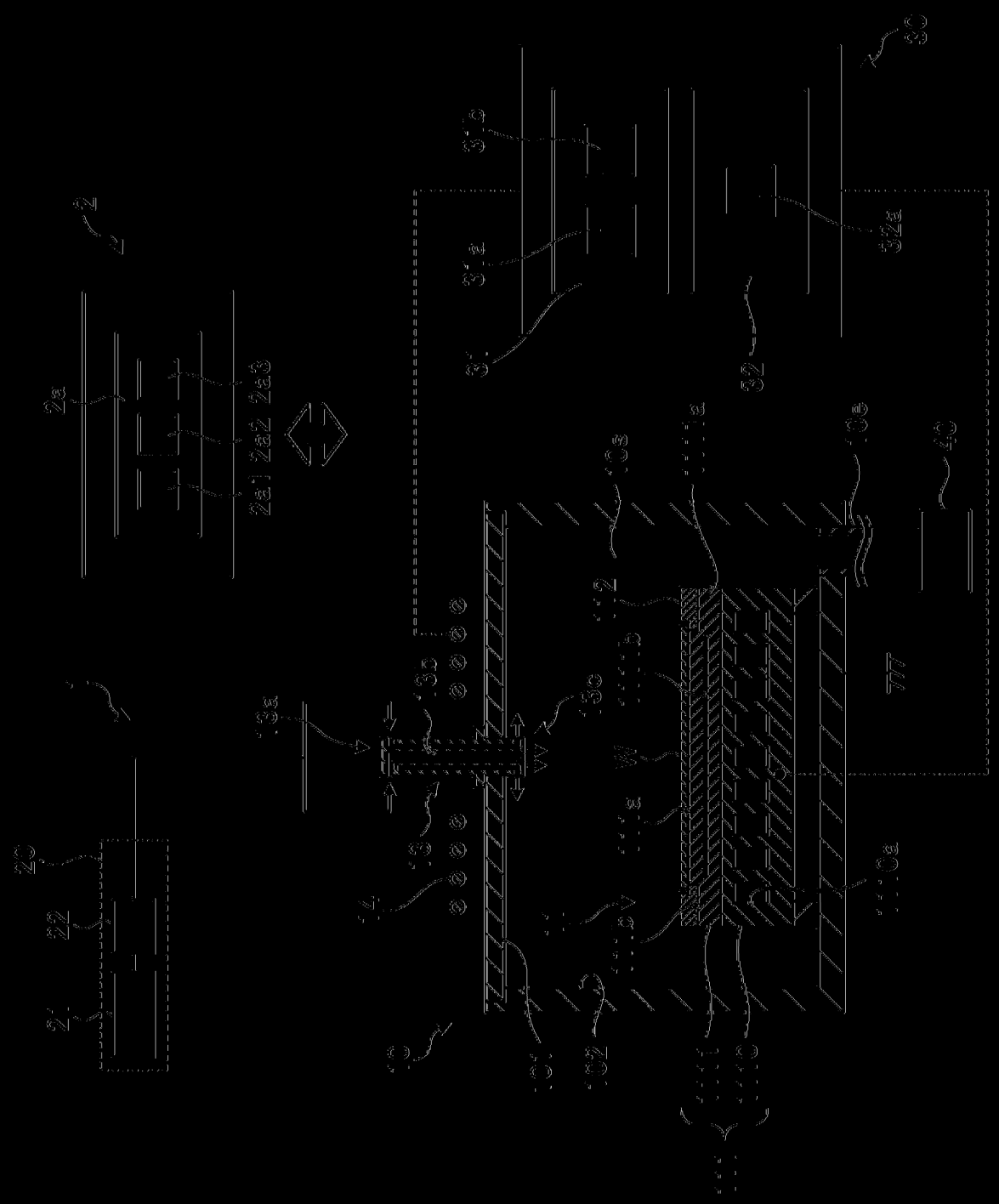
【請求項20】

一種蝕刻方法，其包含如下步驟：

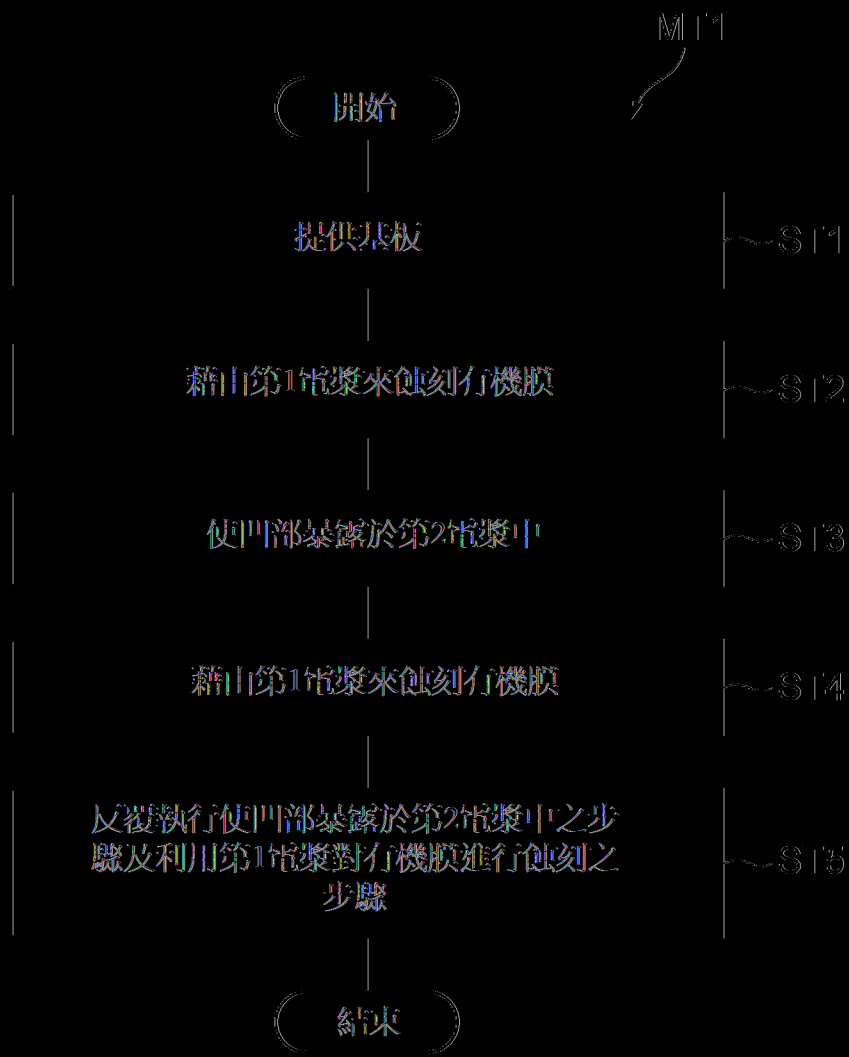
(a)提供具備有機膜與上述有機膜上之遮罩之基板之步驟；

(b)藉由利用由包含含氧氣體之第1處理氣體產生之第1電漿來蝕刻上述有機膜，而於上述有機膜形成凹部之步驟；及

(c)於上述(b)之後，使上述凹部暴露於由包含鹵化金屬氣體之第2處理氣體產生之第2電漿中之步驟。



[圖2]



|(圖3)|

