



(21)申請案號：113103506 (22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 30 日
(51)Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)* *H01J37/32 (2006.01)*
(30)優先權：2023/02/13 日本 2023-020225
(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)
(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：13 共 49 頁

(54)名稱

蝕刻方法及電漿處理裝置

(57)摘要

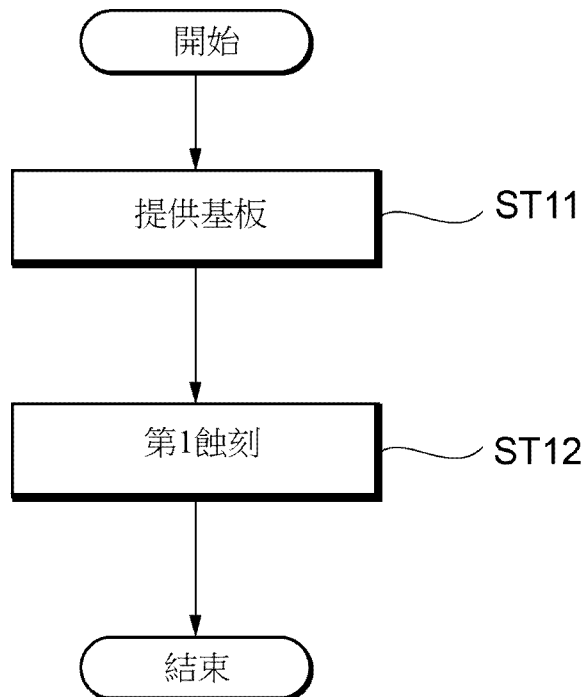
本發明提供一種抑制遮罩之開口堵塞之技術。提供一種蝕刻方法。該方法包含以下步驟：(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及含碳膜上之遮罩之基板；及(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對含碳膜進行蝕刻，第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

指定代表圖：

符號簡單說明：

ST11:步驟

ST12:步驟



【圖4】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

蝕刻方法及電漿處理裝置

【中文】

本發明提供一種抑制遮罩之開口堵塞之技術。提供一種蝕刻方法。該方法包含以下步驟：(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及含碳膜上之遮罩之基板；及(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對含碳膜進行蝕刻，第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

ST11:步驟

ST12: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】 於專利文獻1中，揭示有一種使用O₂氣體與COS氣體對有機膜進行蝕刻之技術。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2018-200925號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 本發明提供一種抑制遮罩之開口堵塞之技術。

[解決問題之技術手段]

【0005】 於本發明之一個例示性實施方式中，提供一種蝕刻方法，其包含以下步驟：(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜與上述含碳膜上之遮罩之基板；及(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

[發明之效果]

【0006】 根據本發明之一個例示性實施方式，可提供一種抑制遮罩

之開口堵塞之技術。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係用以說明電漿處理裝置之構成例之圖。

圖2係用以說明感應耦合型電漿處理裝置之構成例之圖。

圖3係用以說明開口堵塞之一例之圖。

圖4係第1實施方式之流程圖。

圖5係表示步驟ST11中提供之基板W之剖面構造之一例的圖。

圖6係用以說明步驟ST12中產生之現象之一例之圖。

圖7係第2實施方式之流程圖。

圖8係用以說明步驟ST22及步驟ST23之重複週期中產生之現象之一例的圖。

圖9係第2實施方式之變化例之流程圖。

圖10係第2實施方式之變化例之流程圖。

圖11係表示實施例1及參考例1之蝕刻結果之圖。

圖12係表示實施例2及參考例1之蝕刻結果之圖。

圖13係表示實施例2及參考例1之蝕刻結果之圖。

【實施方式】

【0008】 以下，對本發明之各實施方式進行說明。

【0009】 於一個例示性實施方式中，提供一種蝕刻方法，其包含以下步驟：(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜與上述含碳膜上之遮罩之基板；及(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者，包

含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【0010】於一個例示性實施方式中，進而包含(c)使用自與第1處理氣體不同之第2處理氣體產生之電漿對含碳膜進行蝕刻之步驟，第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者，包括含氧及硫之氣體。

【0011】於一個例示性實施方式中，第2處理氣體不包含鹵化磷氣體。

【0012】於一個例示性實施方式中，第2處理氣體以較第1處理氣體中所包含之鹵化磷氣體少之流量包含鹵化磷氣體。

【0013】於一個例示性實施方式中，(c)步驟中之蝕刻之執行時間相對於(b)步驟中之蝕刻之執行時間的比為0.8以上且1.2以下。

【0014】於一個例示性實施方式中，將包含(b)步驟與(c)步驟之週期重複數次。

【0015】於一個例示性實施方式中，於第2次以後之至少1個週期中，(c)步驟中之蝕刻之執行時間相對於(b)步驟中之蝕刻之執行時間的比大於第1次之週期中之比。

【0016】於一個例示性實施方式中，第2次以後之至少1個週期中之基板支持部之溫度設定為較第1次之週期中之基板支持部之溫度高。

【0017】於一個例示性實施方式中，鹵化磷氣體包含選自由氟化磷氣體、氯化磷氣體、氟氧化磷氣體及氯氧化磷氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0018】於一個例示性實施方式中，鹵化磷氣體包含選自由 PF_3 氣體、 PF_5 氣體及 PCl_3 氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0019】於一個例示性實施方式中，於第1處理氣體中，鹵化磷氣

體之流量為第1處理氣體之總流量之5體積%以下。

【0020】於一個例示性實施方式中，含氧氣體包含選自由O₂氣體、CO氣體及CO₂氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0021】於一個例示性實施方式中，含氧及硫之氣體為COS氣體及SO₂氣體中之至少任一種氣體。

【0022】於一個例示性實施方式中，含硫氣體為SF₆氣體。

【0023】於一個例示性實施方式中，遮罩包括含矽膜或者含金屬膜。

【0024】於一個例示性實施方式中，含碳膜包含非晶形碳膜。

【0025】於一個例示性實施方式中，於(b)步驟中，將基板支持部之溫度設定為0度以下。

【0026】於一個例示性實施方式中，於(c)步驟中，將基板支持部之溫度設定為0度以下。

【0027】於一個例示性實施方式中，提供一種電漿處理裝置，其係具有腔室及控制部之電漿處理裝置，控制部執行以下控制：(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜與含碳膜上之遮罩之基板；及(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對含碳膜進行蝕刻，第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者，包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【0028】於一個例示性實施方式中，控制部進而執行(c)使用自與第1處理氣體不同之第2處理氣體產生之電漿，對含碳膜進行蝕刻之控制，第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者，包括含氧及硫之氣體。

【0029】以下，參照圖式，對本發明之各實施方式詳細地進行說明。再者，於各圖式中對相同或同樣之要素標註相同之符號，而省略重複

之說明。只要未特別說明，則基於圖式所示之位置關係來說明上下左右等位置關係。圖式之尺寸比率並非表示實際之比率，又，實際之比率並不限定為圖示之比率。

【0030】 <電漿處理裝置之構成例>

圖1係用以說明電漿處理裝置之構成例之圖。於一實施方式中，電漿處理裝置1為基板處理裝置之一例。電漿處理裝置1包含控制部2、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具有用以將至少一種處理氣體供給至電漿處理空間之至少一個氣體供給口、及用以將氣體自電漿處理空間排出之至少一個氣體排出口。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配置於電漿處理空間內，且具有用以支持基板之基板支持面。

【0031】 電漿產生部12構成為自供給至電漿處理空間內之至少一種處理氣體產生電漿。電漿處理空間中形成之電漿亦可為電容耦合電漿(CCP; Capacitively Coupled Plasma)、感應耦合電漿(ICP; Inductively Coupled Plasma)、ECR電漿(Electron-Cyclotron-resonance plasma, 電子回旋共振電漿)、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電漿產生部中所使用之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。

【0032】 控制部2對使電漿處理裝置1執行本發明中敘述之各種步驟之電腦可執行命令進行處理。控制部2可構成為對電漿處理裝置1之各要素進行控制以執行此處敘述之各種步驟。於一實施方式中，控制部2之一部分或全部亦可構成為電漿處理裝置1之外部之系統。控制部2亦可包含處理部2a1、記憶部2a2及通信介面2a3。控制部2例如可藉由電腦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，於需要時亦可經由媒體而獲取。所獲取之程式儲存於記憶部2a2中，藉由處理部2a1自記憶部2a2讀出後執行。媒體可為電腦2a能夠讀取之各種記憶媒體，亦可為連接於通信介面2a3之通信線路。處理部2a1亦可為CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)。記憶部2a2亦可包含RAM(Random Access Memory，隨機存取記憶體)、ROM(Read Only Memory，唯讀記憶體)、HDD(Hard Disk Drive，硬碟驅動器)、SSD(Solid State Drive，固態驅動器)、或該等之組合。通信介面2a3亦可經由LAN(Local Area Network，區域網路)等通信線路而與電漿處理裝置1之各要素之間進行通信。

【0033】 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。

【0034】 感應耦合型電漿處理裝置1包含控制部2、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(以下，亦稱為「腔室10」)內。天線14配置於電漿處理腔室10上或者其上方(即介電窗101上或者其上方)。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而界定之電漿處理空間10s。電漿處理腔室10接地。

【0035】 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、及用以支持環組件112之環狀區域111b。晶圓係基板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亦被稱為用以支持基板W之基板支持面，環狀區域111b亦被稱為用以支持環組件112之環支持面。

【0036】 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而發揮功能。靜電吸盤1111配置於基台1110之上。靜電吸盤1111包含陶瓷構件1111a及配置於陶瓷構件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電極作為偏壓電極而發揮功能。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而發揮功能。又，靜電電極1111b亦可作為偏壓電極而發揮功能。因此，基板支持部11包含至少1個偏壓電

極。

【0037】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個蓋環。邊緣環由導電性材料或絕緣材料形成，蓋環由絕緣材料形成。

【0038】又，基板支持部11亦可包含構成為將靜電吸盤1111、環組件112及基板中之至少一者調節為目標溫度之溫度調節模組。溫度調節模組亦可包含加熱器、傳熱介質、流路1110a、或該等之組合。流路1110a中流動有如鹽水或氣體般之傳熱流體。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亦可包含構成為對基板W之背面與中央區域111a之間隙供給傳熱氣體之傳熱氣體供給部。

【0039】氣體導入部構成為將來自氣體供給部20之至少一種處理氣體導入至電漿處理空間10s內。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，且安裝於形成在介電窗101上之中央開口部。中央氣體注入部13具有至少一個氣體供給口13a、至少一個氣體流路13b、及至少一個氣體導入口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，氣體導入部亦可除了中央氣體注入部13以外或者代替中央氣體注入部13，包含安裝於形成在側壁102上之1個或者複數個開口部之1個或者複數個側氣體注入部(SGI：Side Gas Injector)。

【0040】氣體供給部20亦可包含至少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構成為將至少一種處理氣體自

分別對應之氣體源21經由分別對應之流量控制器22而供給至氣體導入部。各流量控制器22例如亦可包含質量流量控制器或壓力控制式之流量控制器。進而，氣體供給部20亦可包含將至少一種處理氣體之流量調變或脈衝化之至少1個流量調變元件。

【0041】 電源30包含經由至少1個阻抗匹配電路而耦合於電漿處理腔室10之RF電源31。RF電源31構成為將至少1個RF信號(RF電力)供給至至少1個偏壓電極及天線14。藉此，自供給至電漿處理空間10s之至少一種處理氣體形成電漿。因此，RF電源31可作為電漿產生部12之至少一部分而發揮功能。又，藉由將偏壓RF信號供給至至少1個偏壓電極，而於基板W產生偏壓電位，可將所形成之電漿中之離子成分饋入至基板W。

【0042】 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個阻抗匹配電路而耦合於天線14，且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亦可構成為產生具有不同之頻率之複數個源RF信號。將所產生之1個或複數個源RF信號供給至天線14。

【0043】 第2RF產生部31b構成為經由至少1個阻抗匹配電路而耦合於至少1個偏壓電極，且產生偏壓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信號具有較源RF信號之頻率低之頻率。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亦可構成為產生具有不同之頻率之複數個偏壓RF信號。將所產生之1個或複數個偏壓RF信號供給至至少1個偏壓電極。又，於各種實施方式中，亦

可將源RF信號及偏壓RF信號中之至少一者脈衝化。

【0044】 又，電源30亦可包含耦合於電漿處理腔室10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構成為連接於至少1個偏壓電極，且產生偏壓DC信號。將所產生之偏壓DC信號施加至至少1個偏壓電極。

【0045】 於各種實施方式中，亦可將偏壓DC信號脈衝化。於該情形時，將電壓脈衝之序列施加至至少1個偏壓電極。電壓脈衝亦可具有矩形、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、及1個或複數個負極性電壓脈衝。再者，可除了設置RF電源31以外還設置偏壓DC產生部32a，亦可設置偏壓DC產生部32a代替第2RF產生部31b。

【0046】 天線14包含1個或者複數個線圈。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之兩者，亦可連接於外側線圈及內側線圈中任一者。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之兩者，亦可為不同之RF產生部分別連接於外側線圈及內側線圈。

【0047】 排氣系統40例如可連接於設置在電漿處理腔室10之底部之氣體排出口10e。排氣系統40亦可包含壓力調整閥及真空泵。藉由壓力調整閥調整電漿處理空間10s內之壓力。真空泵亦可包含渦輪分子泵、乾式

真空泵或該等之組合。

【0048】 <遮罩之開口堵塞>

已知有於使用電漿之蝕刻中，遮罩之開口會變窄或者堵塞(以下亦稱為「開口堵塞」)。若產生開口堵塞，則會成為蝕刻之進行停止，或產生彎曲等形狀異常之主要原因。開口堵塞係因電漿中之沉積性材料附著於開口側壁，或者因電漿中之離子而濺鍍之遮罩材料再附著於開口側壁等而產生。

【0049】 圖3係表示開口堵塞之一例之圖。圖3所示之例為使用自包括O₂氣體與COS氣體之處理氣體產生之電漿對基板W進行蝕刻之情形時之例。基板W具有基底膜UF、含碳膜OF、及具有開口OP之遮罩MK。於該例中，含碳膜OF為非晶形碳膜，遮罩MK為氮氧化矽(SiON)膜。如自圖3之左圖朝向右圖所示，隨著蝕刻進行，而使沉積物DP附著於遮罩MK之側壁S1，開口OP堵塞。沉積物DP例如可包含藉由電漿中之離子而濺鍍之遮罩材料(於該例中為矽)。

【0050】 本發明之一個例示性實施方式之蝕刻方法(以下稱為「本方法」)可抑制此種開口堵塞。以下，參照圖式，對本方法之一例進行說明。

【0051】 <第1實施方式>

圖4係本方法之第1實施方式之流程圖。如圖4所示，本方法可包含提供基板之步驟ST11、及執行第1蝕刻之步驟ST12。各步驟中之處理可利用上述電漿處理裝置1執行。以下，以控制部2控制感應耦合型電漿處理裝置1(參照圖2)之各部而對基板W執行本方法之情形為例進行說明。

【0052】 (步驟ST11：基板之提供)

於步驟ST11中，將基板W提供至電漿處理裝置1之電漿處理空間10s內。基板W藉由搬送臂而搬入至腔室10內，載置於基板支持部11之中央區域111a。基板W藉由靜電吸盤1111而吸附保持於基板支持部11上。

【0053】 圖5係表示步驟ST11中所提供之基板W之剖面構造之一例的圖。基板W具有含碳膜OF及遮罩MK。基板W可進而包含基底膜UF。基板W可用於製造半導體元件。半導體元件例如包含DRAM(Dynamic Random Access Memory，動態隨機存取記憶體)、3D-NAND(three-dimensional Not AND，三維反及)快閃記憶體等半導體記憶體元件。

【0054】 於一實施方式中，基底膜UF為矽晶圓、形成於矽晶圓上之有機膜、介電膜、金屬膜、半導體膜或者該等之積層膜。於一實施方式中，基底膜UF可包括含矽膜。含矽膜例如可為氧化矽膜、氮化矽膜、碳氮化矽膜、多晶矽膜或者包含2個以上之該等之膜之積層膜。含矽膜例如可將氧化矽膜與氮化矽膜交替地積層而構成。含矽膜例如可將氧化矽膜與多晶矽膜交替地積層而構成。含矽膜例如亦可為包含氮化矽膜、氧化矽膜及多晶矽膜之積層膜。

【0055】 含碳膜OF為有機膜。含碳膜OF為於本方法中被蝕刻之蝕刻對象膜。於一實施方式中，含碳膜OF為非晶形碳膜、旋塗式碳(SOC)膜、或者抗蝕膜。非晶形碳(ACL)膜可摻雜硼等元素，例如，可為含硼非晶形碳膜(B-doped ACL)、含砷非晶形碳膜(As-doped ACL)、含鎢非晶形碳膜(W-doped ACL)、含氙非晶形碳膜(Xe-doped ACL)。含碳膜OF可由一個膜構成，又亦可將複數個膜積層而構成。

【0056】 於一實施方式中，遮罩MK係由相對於在步驟ST12中產生之電漿之蝕刻速率較含碳膜OF低之材料形成。於一實施方式中，遮罩MK

包括含矽膜或者含金屬膜。含矽膜例如可為氧化矽膜、氮化矽膜、碳氮化矽膜、多晶矽膜或者包含2個以上之該等之膜之積層膜。含矽膜例如可將氧化矽膜與氮化矽膜交替地積層而構成。含矽膜例如可將氧化矽膜與多晶矽膜交替地積層而構成。含矽膜例如亦可為包含氮化矽膜、氧化矽膜及多晶矽膜之積層膜。含金屬膜例如可為包含選自由鎢、鈦及鉬所組成之群中之至少1種之膜。

【0057】 於一實施方式中，遮罩MK可具有藉由蝕刻而轉印至含碳膜OF之圖案。遮罩MK可為包括1個層之單層遮罩，又亦可為包括2個以上之層之多層遮罩。如圖5所示，遮罩MK具有於含碳膜OF上界定至少一個開口OP之側壁S1。開口OP為含碳膜OF上之空間，且由遮罩MK之側壁S1包圍。即，含碳膜OF之上表面具有由遮罩MK覆蓋之區域、及於開口OP之底部露出之區域。

【0058】 開口OP於俯視基板W，即，於向自圖5之上方朝向下之方向觀察之情形時，可具有任意之形狀。該形狀例如可為圓、橢圓、矩形、線、該等之1種以上組合而成之形狀。遮罩MK亦可具有複數個側壁，複數個側壁界定複數個開口OP。複數個開口OP亦可分別具有線形狀，以固定之間隔排列而構成線與間隙之圖案(溝槽)。又，複數個開口OP亦可分別具有孔形狀，構成陣列圖案。

【0059】 構成基板W之各膜(基底膜UF、含碳膜OF及遮罩MK)可分別藉由CVD(chemical vapor deposition，化學氣相沉積)法、ALD(atomic layer deposition，原子層沉積)法、PVD(Physical Vapor Deposition，物理氣相沉積)法、旋轉塗佈法等而形成。遮罩MK之開口OP可藉由對遮罩MK進行蝕刻而形成，又亦可藉由微影而形成。各膜分別可為平坦之膜，

又亦可為具有凹凸之膜。基板W之基底膜UF之下可進而具有其他膜。於該情形時，於含碳膜OF及基底膜UF形成形狀與開口OP對應之凹部，亦可作為用以對該其他膜進行蝕刻之遮罩使用。

【0060】 形成基板W之各膜之製程之至少一部分可於腔室10之空間內進行。於一例中，對遮罩MK進行蝕刻而形成開口OP之步驟可於腔室10執行。即，開口OP及下述步驟ST12之含碳膜OF之蝕刻可於相同之腔室內連續地執行。又，亦可藉由在電漿處理裝置1之外部之裝置、腔室形成基板W之全部各膜之後，將基板W搬入至電漿處理裝置1之電漿處理空間10s內，配置於基板支持部11之中央區域111a，而提供基板W。

【0061】 於一實施方式中，於將基板W提供至基板支持部11之中央區域111a之後，基板支持部11藉由溫度調節模組而控制為第1溫度。於一例中，將基板支持部11之溫度控制為第1溫度包含使於流路1110a中流通之傳熱流體之溫度、加熱器溫度為第1溫度，或者為與第1溫度不同之溫度。再者，於流路1110a中開始流通傳熱流體之時序可為將基板W載置於基板支持部11之前亦可之後，又亦可為同時。又，基板支持部11之溫度可於步驟ST11之前控制為第1溫度。即，可於將基板支持部11之溫度控制為第1溫度之後，對基板支持部11提供基板W。

【0062】 第1溫度可根據含碳膜OF之種類、步驟ST12中所使用之處理氣體(第1處理氣體)之種類來適當設定。於一實施方式中，第1溫度為0度以下且-70°C度以上。於一例中，第1溫度為-10°C以下，-20°C以下，-30°C以下，-40度以下，-50°C以下，-60°C以下。

【0063】 於一實施方式中，代替將基板支持部11控制為第1溫度，亦可將基板W控制為第1溫度。將基板W之溫度控制為第1溫度包含使基板

支持部11、於流路1110a中流通之傳熱流體之溫度及/或加熱器溫度為第1溫度，或者與第1溫度不同之溫度。

【0064】 (步驟ST12：第1蝕刻)

於步驟ST12中，執行第1蝕刻。藉由第1蝕刻，將基板W之含碳膜OF蝕刻而形成凹部RC。

【0065】 首先，將第1處理氣體自氣體供給部20供給至電漿處理空間10s內。於一實施方式中，第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體。於一實施方式中，第1處理氣體包含鹵化磷氣體、以及含氧及硫之氣體。

【0066】 於一實施方式中，含氧氣體包含選自由O₂氣體、CO氣體及CO₂氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0067】 於一實施方式中，鹵化磷氣體例如可為PF₃氣體、PF₅氣體等包含作為鹵素元素之氟之氟化磷氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體可為PCl₃氣體、PCl₅氣體等包含作為鹵素元素之氯之氯化磷氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體亦可為如PBr₃氣體、PBr₅氣體、PI₃氣體般包含作為鹵素元素之溴、碘之氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體亦可為PClF₂氣體、PCl₂F氣體、PCl₂F₃氣體等包含2種以上之鹵素元素之氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體可為氟氧化磷氣體或者氯氧化磷氣體。例如，鹵化磷氣體可為POF₃氣體、POCl₃氣體、POF₂Cl₂氣體、POFCl₂氣體或者POF₂Cl氣體。

【0068】 於一實施方式中，鹵化磷氣體之流量為第1處理氣體之總流量(於第1處理氣體包含惰性氣體之情形時，將該惰性氣體除外)之0.1體積%以上且5體積%以下。

【0069】於一實施方式中，含硫氣體可為SF₆氣體。

【0070】於一實施方式中，含氧及硫之氣體可為COS氣體或者SO₂氣體。

【0071】於一實施方式中，第1處理氣體可進而包含惰性氣體。於一例中，惰性氣體可為Ar氣體、He氣體及Kr氣體等稀有氣體或者氮氣。

【0072】接下來，對天線14供給源RF信號。藉此，於電漿處理空間10s內產生高頻電場，自第1處理氣體產生電漿，對含碳膜OF進行蝕刻。可對基板支持部11之下部電極供給偏壓信號。於該情形時，於電漿與基板W之間產生偏壓電位，電漿中之離子、自由基等活性種被吸引至基板W，可促進含碳膜OF之蝕刻。偏壓信號可為自第2RF產生部31b供給之偏壓RF信號。又，偏壓信號亦可為自DC產生部32a供給之偏壓DC信號。

【0073】於一實施方式中，源RF信號及偏壓信號係兩者可為連續波或者脈衝波，又亦可係一者為連續波且另一者為脈衝波。於源RF信號及偏壓信號之兩者為脈衝波之情形時，兩者之脈衝波之週期可同步，又，亦可不同步。源RF信號及/或偏壓信號脈衝波之工作比可適當設定，例如，可為1~80%，又可為5~50%。又，於使用偏壓DC信號作為偏壓信號之情形時，脈衝波可具有矩形、梯形、三角形或者該等之組合之波形。只要以對電漿與基板之間賦予電位差而饋入離子之方式設定基板W之電位，則偏壓DC信號之極性可為負亦可為正。

【0074】於一實施方式中，於步驟ST12中，可交替地重複進行源RF信號及偏壓信號之至少一者之供給與停止。例如，於連續地供給源RF信號期間，可交替地重複進行偏壓信號之供給與停止。又，例如，於交替地重複進行源RF信號之供給與停止期間，亦可連續地供給偏壓信號。

又，例如，亦可交替地重複進行源RF信號及偏壓信號之兩者之供給與停止。

【0075】於一實施方式中，於步驟ST12中之處理期間，基板支持部11之溫度可控制為步驟ST11中所設定之第1溫度。於一實施方式中，亦可代替基板支持部11之溫度，而將基板W之溫度控制為第1溫度。

【0076】藉由步驟ST12中之處理，對含碳膜OF中未由遮罩MK覆蓋之部分(於開口OP中露出之部分)進行蝕刻而形成凹部RC。

【0077】圖6係用以說明步驟ST12中產生之現象之一例之圖。圖6係模式性地表示步驟ST12中之基板W之遮罩MK附近之剖面構造的圖。如圖6所示，於步驟ST12中，藉由電漿中之活性種(例如氧離子O⁺)，將含碳膜OF中於開口OP中露出之部分於深度方向(於圖6中為自上向下之方向)進行蝕刻而形成凹部RC。凹部RC為藉由含碳膜OF之側壁S2與底部BT而劃定之空間。

【0078】如圖6所示，於一實施方式中，於步驟ST12之執行過程中於遮罩MK之側壁S1形成第1沉積膜DP1。第1沉積膜DP1例如可將藉由電漿中之離子(例如，氧離子O⁺等)濺鍍之遮罩材料再附著於側壁S1而形成。例如，於遮罩MK包含含矽膜之情形時，沉積膜DP可包含矽。於步驟ST之執行過程中，第1沉積膜DP1如圖6模式性地所示，可與自鹵化磷氣體背離之電漿中之鹵素活性種(鹵素離子X⁺、鹵素自由基X^{*})鍵結後揮發且去除。

【0079】如圖6所示，於一實施方式中，於步驟ST12之執行過程中，於含碳膜OF之側壁S2及底部BT之至少一部分，形成第2沉積膜DP2。第2沉積膜DP2例如可為藉由蝕刻而產生之非揮發性之副產物(by-

product)。於一實施方式中，第2沉積膜DP2包含氧化磷系化合物或者有機磷系化合物。於一實施方式中，第2沉積膜DP2於步驟ST12之執行過程中，自底部BT由下而上地形成。即，第2沉積膜DP2如圖6中模式性地所示，可形成於底部BT及底部BT之附近之側壁S2。於一實施方式中，第2沉積膜DP2相對於電漿中之鹵素活性種之蝕刻耐性較含碳膜OF高。即，第2沉積膜DP2於形成有該第2沉積膜DP2之側壁S2、底部BT，可作為相對於電漿中之鹵素活性種之保護膜發揮功能。

【0080】 根據本方法之第1實施方式，於步驟ST12中，形成於開口OP之第1沉積膜DP1可藉由電漿中之鹵素活性種而去除。因此，可抑制伴隨蝕刻之進展而產生之開口OP之堵塞。又，藉由將步驟ST12之執行過程中形成之第2沉積膜DP2作為保護膜而發揮功能，可抑制形成有第2沉積膜DP2之側壁S2於水平方向(圖6之左右方向)被蝕刻。

【0081】 <第2實施方式>

圖7係本方法之第2實施方式之流程圖。如圖7所示，本方法可具備提供基板之步驟ST21、執行第1蝕刻之步驟ST22、執行第2蝕刻之步驟ST23、及判定是否滿足蝕刻之停止條件之步驟ST24。即，本方法中，直至於步驟ST24中判定為滿足停止條件為止，可重複進行包含第1蝕刻(步驟ST22)與第2蝕刻(步驟ST23)之週期。

【0082】 (步驟ST21及步驟ST22)

步驟ST21及步驟ST22分別可與上述第1實施方式之步驟ST11及步驟ST12相同地執行，故省略說明。

【0083】 (步驟ST23：第2蝕刻)

於步驟ST23中，執行第2蝕刻。藉由第2蝕刻，而對基板W之含碳膜

OF之凹部RC進而進行蝕刻。

【0084】 首先，將第2處理氣體自氣體供給部20供給至電漿處理空間10s內。第2處理氣體為與第1處理氣體不同之氣體。第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者包括含氧及硫之氣體。第2處理氣體不包含鹵化磷氣體，或者以較第1處理氣體中所包含之鹵化磷氣體之流量少之流量包含鹵化磷氣體。

【0085】 於一實施方式中，含氧氣體包含選自由O₂氣體、CO氣體及CO₂氣體所組成之群中之至少一種氣體。於第1處理氣體及第2處理氣體之兩者包括含氧氣體之情形時，第2處理氣體中所包含之含氧氣體可為與第1處理氣體相同種類之氣體，又，亦可不同。

【0086】 於一實施方式中，鹵化磷氣體例如可為PF₃氣體、PF₅氣體等包含作為鹵素元素之氟之氟化磷氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體可為PCl₃氣體、PCl₅氣體等包含作為鹵素元素之氯之氯化磷氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體亦可為如PBr₃氣體、PBr₅氣體、PI₃氣體般包含作為鹵素元素之溴、碘之氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體亦可為PClF₂氣體、PCl₂F氣體、PCl₂F₃氣體等包含2種以上之鹵素元素之氣體。於一實施方式中，鹵化磷氣體可為氟氧化磷氣體或者氯氧化磷氣體。例如，鹵化磷氣體可為POF₃氣體、POCl₃氣體、POF₂Cl₂氣體、POFCl₂氣體或者POF₂Cl氣體。於第2處理氣體包含鹵化磷氣體之情形時，該鹵化磷氣體可為與第1處理氣體相同種類之氣體，又，亦可不同。

【0087】 於一實施方式中，含硫氣體可為SF₆氣體。

【0088】 於一實施方式中，含氧及硫之氣體可為COS氣體或者SO₂氣體。於第1處理氣體及第2處理氣體之兩者包括含氧及硫之氣體之情形

時，第2處理氣體中所包含之含氧及硫之氣體可為與第1處理氣體相同種類之氣體，又，亦可不同。

【0089】於一實施方式中，第2處理氣體可進而包含惰性氣體。於一例中，惰性氣體可為Ar氣體、He氣體及Kr氣體等稀有氣體或者氮氣。

【0090】接下來，對天線14供給源RF信號。藉此，於電漿處理空間10s內產生高頻電場，自第2處理氣體產生電漿，對含碳膜OF進行蝕刻。可對基板支持部11之下部電極供給偏壓信號。於該情形時，於電漿與基板W之間產生偏壓電位，電漿中之離子、自由基等活性種被吸引至基板W，可促進含碳膜OF之蝕刻。源信號、偏壓信號之構成、供給形態可與步驟ST22(步驟ST12)相同，又，亦可不同。

【0091】於一實施方式中，於步驟ST23中之處理期間，可將基板支持部11之溫度控制為與步驟ST22相同之溫度(即第1溫度)。於一實施方式中，亦可代替基板支持部11之溫度，而控制基板W之溫度。

【0092】(步驟ST24：停止判定)

於步驟ST24中，判定是否滿足停止條件。停止條件例如可為將步驟ST22及步驟ST23設為1個週期，該週期之重複次數是否達到給定之次數。停止條件例如亦可為蝕刻時間是否達到給定之時間。停止條件例如亦可為藉由蝕刻而形成之凹部RC之深度是否達到給定之深度。若於步驟ST24中判定為未滿足停止條件，則重複進行包含步驟ST22及步驟ST23之週期。若於步驟ST24中判定為滿足停止條件，則停止蝕刻，結束本方法。

【0093】圖8係用以說明步驟ST22及步驟ST23之重複週期中產生之現象之一例的圖。

【0094】如圖8所示，於週期N(N為1以上之整數)之步驟ST22(第1

蝕刻)中，會產生與圖6中之說明相同之現象。即，於該步驟中，藉由電漿中之活性種(例如，氧離子 O^+)，而使凹部RC於深度方向被蝕刻。又，藉由電漿中之鹵素活性種(鹵素離子 X^+ 、鹵素自由基 X^*)，可將形成於遮罩MK之側壁S1之第1沉積膜DP1去除。進而，可於含碳膜OF之側壁S2及底部BT之至少一部分，形成作為對於電漿中之鹵素活性種之保護膜而發揮功能之第2沉積膜DP2。

【0095】 於週期N之步驟ST23(第2蝕刻)中，藉由電漿中之活性種(例如，氧離子 O^+)，而使凹部RC於深度方向進而被蝕刻。此處，第2處理氣體不包含鹵化磷氣體，或者以較第1處理氣體少之流量包含鹵化磷氣體。因此，於步驟ST23中，電漿中之鹵素活性種與步驟ST22相比減少，又，磷活性種亦減少。藉此，於遮罩MK之側壁S1，第1沉積膜DP1之形成變得優先。又，於含碳膜OF之側壁S2及底部BT，第2沉積膜DP2減少或被去除。

【0096】 於週期N+1之步驟ST22中，藉由電漿中之活性種(例如，氧離子 O^+)，而使凹部RC於深度方向進而被蝕刻。然後，與週期N之步驟ST22相同地，可將形成於遮罩MK之側壁S1之第1沉積膜DP1去除。又，可於含碳膜OF之側壁S2及底部BT之至少一部分，再次形成第2沉積膜DP2。

【0097】 於週期N+1之步驟ST23中，藉由電漿中之活性種(例如，氧離子 O^+)，而使凹部RC於深度方向進而被蝕刻。然後，與週期N之步驟ST23相同地，於遮罩MK之側壁S1，第1沉積膜DP1之形成變得優先。又，於含碳膜OF之側壁S2及底部BT，第2沉積膜DP2減少或被去除。

【0098】 且說，若電漿中之鹵素之活性種過剩，則含碳膜OF之側壁

S2中未由第2沉積膜DP2覆蓋之部位於水平方向被蝕刻，凹部RC之開口寬度(CD)擴大，或者會成為產生彎曲之主要原因。又，亦會將遮罩MK之上部過剩地蝕刻而成為選擇比惡化之主要原因。

【0099】該方面，根據本方法之第2實施方式，交替地重複進行包含第1蝕刻(步驟ST22)與第2蝕刻(步驟ST23)之週期。即，重複進行包含鹵化磷作為處理氣體之步驟ST22與不包含鹵化磷氣體或者以較步驟ST22少之流量包含鹵化磷氣體之步驟ST23。藉此，可調整於電漿中背離之鹵素之活性種之量。根據本方法之第2實施方式，可抑制電漿中之鹵素之活性種變得過剩而產生如上所述之問題。即，可抑制因蝕刻所致之形狀異常(CD擴大、彎曲)、蝕刻之選擇比降低。

【0100】步驟ST22及步驟23中之蝕刻之執行時間可適當設定。於一實施方式中，步驟ST22及步驟ST23之執行時間可根據第1處理氣體及/或第2處理氣體中所包含之鹵化磷氣體之流量、遮罩MK、含碳膜OF之種類、凹部RC之深度、縱橫比等來設定。於一實施方式中，步驟23中之蝕刻之執行時間相對於步驟ST22中之蝕刻之執行時間的比可為0.8以上且1.2以下。於一實施方式中，該比亦可為0.9以上且1.1以下。於一實施方式中，該比可根據週期數來設定。例如，可設定為，當週期數超過給定之次數時，或者，每到達給定之週期數時，該比變大。藉此，可隨著形成於含碳膜OF之凹部RC之深度變深，而使步驟ST23之蝕刻之時間與步驟ST22相比變長。於一實施方式中，該比亦可並非根據週期數設定，而是根據凹部RC之深度、縱橫比來設定。例如，可設定為，當凹部RC之深度、縱橫比超過給定之值時，或者每當給定之值增加時，該比變大。

【0101】於一實施方式中，於步驟ST23中之處理期間，可將基板支

持部11之溫度控制為與步驟ST22不同之第2溫度。第2溫度可為較第1溫度高之溫度。於該情形時，於步驟ST23中，可促進第2沉積膜DP2之揮發(去除)。於一實施方式中，第1溫度及/或第2溫度可根據週期數來設定。例如，可設定為，當週期數超過給定之次數時，或者，每到達給定之週期數時，第1溫度及/或第2溫度變高。藉此，可隨著形成於含碳膜OF之凹部RC之深度變深，而使基板支持部11之溫度變高。於一實施方式中，第1溫度及/或第2溫度並非根據週期數設置，亦可根據凹部RC之深度、縱橫比來設定。例如，亦可設定為，當凹部RC之深度、縱橫比超過給定之值時，或者每當給定之值增加時，第1溫度及/或第2溫度變高。

【0102】 圖9及圖10係表示第2實施方式之變化例之流程圖。圖7係於1個週期中，於執行第1蝕刻(步驟ST22)之後執行第2蝕刻(步驟ST23)之例子。然而，如圖9所示，亦可於1個週期中，於執行第2蝕刻(步驟ST32)之後，執行第1蝕刻(步驟ST33)。又，如圖10所示，可於1個週期之中途判定是否滿足停止條件。即，可於執行第1蝕刻(步驟ST42)之後判定是否仍滿足停止條件(步驟ST43)。然後，於滿足停止條件之情形時，可不前進至第2蝕刻(步驟ST44)，結束蝕刻。

【0103】 < 實施例 >

接下來，對本方法之實施例進行說明。本發明並不受以下之實施例任何限定。

【0104】 (實施例1)

於實施例1中，使用圖2所示之電漿處理裝置1，沿著圖4中所說明之流程圖，對具有與圖5所示之基板W相同之構造之基板進行蝕刻。遮罩MK為氮氧化矽膜，含碳膜OF為非晶形碳膜。遮罩MK之開口OP具有孔形

狀，開口徑為80 nm。

【0105】於步驟ST12中，第1處理氣體包含O₂氣體、PF₃氣體及COS氣體。PF₃氣體之流量為第1處理氣體之總流量之1.3體積%。又，於步驟ST12中，除了源RF信號以外，還供給偏壓RF信號。於步驟ST12中，將腔室10內之壓力控制為30 mTorr，將基板支持部11之溫度控制為-60°C。步驟ST12執行240秒鐘。

【0106】(參考例1)

於參考例1中，使用電漿處理裝置1，對與實施例1相同之構成之基板進行蝕刻。於參考例1中，除了使用O₂氣體及COS氣體作為處理氣體以外，以與實施例1相同之條件進行蝕刻。

【0107】圖11係表示實施例1及參考例1之蝕刻結果之圖。於圖11中，(a1)及(b1)分別係表示實施例1及參考例1中蝕刻後之遮罩MK及凹部RC上部之剖面形狀的圖。(a2)及(b2)分別係實施例1及參考例1中蝕刻後之遮罩MK之俯視圖(自上方觀察圖(a1)及(b1)之圖)。

【0108】如圖11之(a1)及(a2)所示，於實施例1中，遮罩MK之開口OP之堵塞得到抑制。於實施例1中，遮罩MK之最小開口徑為63.0 nm。相對於此，如圖11之(b1)及(b2)所示，於參考例1中，於遮罩MK之一部分中開口徑變窄(產生頸部)，開口OP大幅度堵塞。於參考例1中，遮罩MK之最小開口徑為42.8 nm。

【0109】(實施例2)

於實施例2中，使用圖2所示之電漿處理裝置1，沿著圖7中所說明之流程圖，對與實施例1相同之構成之基板進行蝕刻。

【0110】於步驟ST22中，使用與實施例1相同之構成之處理氣體，

作為第1處理氣體。於步驟ST22中，除了源RF信號以外，還供給偏壓RF信號。又，將腔室10內之壓力控制為30 mTorr，將基板支持部11之溫度控制為-60°C。於步驟ST23中，第2處理氣體包含O₂氣體及COS氣體。其餘之條件以與步驟ST22相同之條件進行。於1個週期中，將步驟ST22中之蝕刻執行10秒鐘之後，將步驟ST23中之蝕刻執行10秒鐘。於實施例2中，該週期重複12次，進行合計240秒鐘之蝕刻。

【0111】圖12係表示實施例2及參考例1之蝕刻結果之圖。於圖12中，(a1)係表示實施例2中蝕刻後之遮罩MK及凹部RC上部之剖面形狀的圖。(a2)係實施例2中蝕刻後之遮罩MK之俯視圖(自上方觀察圖(a1)之圖)。再者，圖12之(a2)及(b2)係用以將圖11之(a2)及(b2)所示之參考例1之圖式與實施例2進行比較而再揭示者。

【0112】如圖12所示，實施例2與實施例1相同地，與參考例1相比，遮罩MK之開口堵塞得到抑制。於實施例2中，遮罩MK之最小開口徑為62.6 nm。

【0113】圖13係表示實施例2及參考例1之蝕刻結果之圖。於圖13中，縱軸表示遮罩膜MK之開口OP及形成於含碳膜OF之凹部RC之深度D[μm]。縱軸之0 μm附近為遮罩MK與含碳膜OF之交界。於圖13中，橫軸表示遮罩膜MK之開口OP及形成於含碳膜OF之凹部RC之開口徑CD[nm]。

【0114】如圖13所示，實施例2與參考例1相比，凹部RC之整個深度方向上之開口徑之擴大得到抑制。又，實施例2之凹部RC之最大徑為67.5 nm，參考例1之凹部RC之最大徑為77.4 nm。即，實施例2與參考例1相比彎曲得到抑制。進而，蝕刻之選擇比(含碳膜OF之蝕刻速率相對於遮

罩MK之蝕刻速率之比)於實施例2中為125.4，於參考例1中為75.1。即，實施例2與參考例1相比選擇比亦提高。

【0115】 本發明之實施方式進而包含以下之態樣。

【0116】 (附記1)

一種蝕刻方法，其包含以下步驟：

(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及上述含碳膜上之遮罩之基板；及

(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【0117】 (附記2)

如附記1記載之蝕刻方法，其進而包含(c)使用自與上述第1處理氣體不同之第2處理氣體產生之電漿，對上述含碳膜進行蝕刻之步驟，上述第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者包括含氧及硫之氣體。

【0118】 (附記3)

如附記2記載之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體不包含鹵化磷氣體。

【0119】 (附記4)

如附記2記載之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體以較上述第1處理氣體中所包含之鹵化磷氣體少之流量包含鹵化磷氣體。

【0120】 (附記5)

如附記2至附記4中任一項記載之蝕刻方法，其中上述(c)步驟中之蝕刻之執行時間相對於上述(b)步驟中之蝕刻之執行時間的比為0.8以上且1.2

以下。

【0121】 (附記6)

如附記2至附記4中任一項記載之蝕刻方法，其中將包含上述(b)步驟與上述(c)步驟之週期重複複數次。

【0122】 (附記7)

如附記6記載之蝕刻方法，其中於第2次以後之至少1個上述週期中，上述(c)步驟中之蝕刻之執行時間相對於上述(b)步驟中之蝕刻之執行時間的比大於第1次之上述週期中之該比。

【0123】 (附記8)

如附記6或附記7記載之蝕刻方法，其中第2次以後之至少1個上述週期中之上述基板支持部之溫度設定為較第1次之上述週期中之上述基板支持部之溫度高。

【0124】 (附記9)

如附記1至附記8中任一項記載之蝕刻方法，其中上述鹵化磷氣體包含選自由氟化磷氣體、氯化磷氣體、氟氧化磷氣體及氯氧化磷氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0125】 (附記10)

如附記1至附記9中任一項記載之蝕刻方法，其中上述鹵化磷氣體包含選自由 PF_3 氣體、 PF_5 氣體及 PCl_3 氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0126】 (附記11)

如附記1至附記10中任一項記載之蝕刻方法，其中於上述第1處理氣體中，上述鹵化磷氣體之流量為上述第1處理氣體之總流量之5體積%以下。

【0127】 (附記12)

如附記1至附記11中任一項記載之蝕刻方法，其中上述含氧氣體包含選自由O₂氣體、CO氣體及CO₂氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【0128】 (附記13)

如附記1至附記12中任一項記載之蝕刻方法，其中上述含氧及硫之氣體為COS氣體及SO₂氣體中之至少任一種氣體。

【0129】 (附記14)

如附記1至附記13中任一項記載之蝕刻方法，其中上述含硫氣體為SF₆氣體。

【0130】 (附記15)

如附記1至附記14中任一項記載之蝕刻方法，其中上述遮罩包括含矽膜或者含金屬膜。

【0131】 (附記16)

如附記1至附記15中任一項記載之蝕刻方法，其中上述含碳膜包含非晶形碳膜。

【0132】 (附記17)

如附記1至附記16中任一項記載之蝕刻方法，其中於上述(b)步驟中，將上述基板支持部之溫度設定為0度以下。

【0133】 (附記18)

如附記2至附記8中任一項記載之蝕刻方法，其中於上述(c)步驟中，將上述基板支持部之溫度設定為0度以下。

【0134】 (附記19)

一種電漿處理裝置，其係具有腔室及控制部之電漿處理裝置，且

上述控制部執行以下控制：

(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及含碳膜上之遮罩之基板；及

(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【0135】 (附記20)

如附記19記載之電漿處理裝置，其中上述控制部進而執行(c)使用自與上述第1處理氣體不同之第2處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻之控制，上述第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者包括含氧及硫之氣體。

【0136】 (附記21)

一種元件製造方法，其係於具有腔室及控制部之電漿處理裝置中執行之元件製造方法，且包含以下步驟：

(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及上述含碳膜上之遮罩之基板；及

(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【0137】 (附記22)

一種程式，其使具有腔室及控制部之電漿處理裝置之電腦執行以下控制：

(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及含碳膜上之遮罩之

基板；及

(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【0138】 (附記23)

一種記憶媒體，其儲存如附記22記載之程式。

【0139】 以上之各實施方式係以說明之目的而記載，其並不意圖限定本發明之範圍。以上之各實施方式可不脫離本發明之範圍及主旨地進行各種變化。例如，可將某實施方式中之一部分之構成要素追加至其他實施方式。又，可將某實施方式中之一部分之構成要素與其他實施方式之對應之構成要素置換。

【符號說明】

【0140】

1:電漿處理裝置

2:控制部

2a:電腦

2a1:處理部

2a2:記憶部

2a3:通信介面

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:第1DC產生部
- 40:排氣系統
- 101:介電窗
- 102:側壁
- 111:本體部
 - 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

BT:底部

DP:沉積物

DP1:第1沉積膜

DP2:第2沉積膜

MK:遮罩

OF:含碳膜

OP:開口

RC:凹部

S1:側壁

S2:側壁

ST11:步驟

ST12:步驟

ST21～ST24:步驟

ST31～ST34:步驟

ST41～ST45:步驟

UF:基底膜

W:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種蝕刻方法，其包含以下步驟：

(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及上述含碳膜上之遮罩之基板；及

(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【請求項2】

如請求項1之蝕刻方法，其進而包含(c)使用自與上述第1處理氣體不同之第2處理氣體產生之電漿，對上述含碳膜進行蝕刻之步驟，上述第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者包括含氧及硫之氣體。

【請求項3】

如請求項2之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體不包含鹵化磷氣體。

【請求項4】

如請求項2之蝕刻方法，其中上述第2處理氣體以較上述第1處理氣體中所包含之鹵化磷氣體少之流量包含鹵化磷氣體。

【請求項5】

如請求項2至4中任一項之蝕刻方法，其中上述(c)步驟中之蝕刻之執行時間相對於上述(b)步驟中之蝕刻之執行時間的比為0.8以上且1.2以下。

【請求項6】

如請求項2至4中任一項之蝕刻方法，其中將包含上述(b)步驟與上述(c)步驟之週期重複數次。

【請求項7】

如請求項6之蝕刻方法，其中於第2次以後之至少1個上述週期中，上述(c)步驟中之蝕刻之執行時間相對於上述(b)步驟中之蝕刻之執行時間的比大於第1次之上述週期中之該比。

【請求項8】

如請求項6之蝕刻方法，其中第2次以後之至少1個上述週期中之上述基板支持部之溫度設定為較第1次之上述週期中之上述基板支持部之溫度高。

【請求項9】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述鹵化磷氣體包含選自由氟化磷氣體、氯化磷氣體、氟氧化磷氣體及氯氧化磷氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【請求項10】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述鹵化磷氣體包含選自由PF₃氣體、PF₅氣體及PCl₃氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【請求項11】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中於上述第1處理氣體中，上述鹵化磷氣體之流量為上述第1處理氣體之總流量之5體積%以下。

【請求項12】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述含氧氣體包含選自由O₂氣體、CO氣體及CO₂氣體所組成之群中之至少一種氣體。

【請求項13】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述含氧及硫之氣體為

COS氣體及SO₂氣體中之至少任一種氣體。

【請求項14】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述含硫氣體為SF₆氣體。

【請求項15】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述遮罩包括含矽膜或者含金屬膜。

【請求項16】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中上述含碳膜包含非晶形碳膜。

【請求項17】

如請求項1至4中任一項之蝕刻方法，其中於上述(b)步驟中，將上述基板支持部之溫度設定為0度以下。

【請求項18】

如請求項2至4中任一項之蝕刻方法，其中於上述(c)步驟中，將上述基板支持部之溫度設定為0度以下。

【請求項19】

一種電漿處理裝置，其係具有腔室及控制部之電漿處理裝置，且上述控制部執行以下控制：

(a)向腔室內之基板支持部上，提供具有含碳膜及含碳膜上之遮罩之基板；及

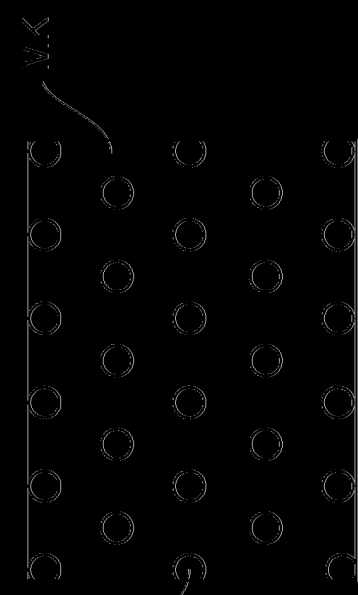
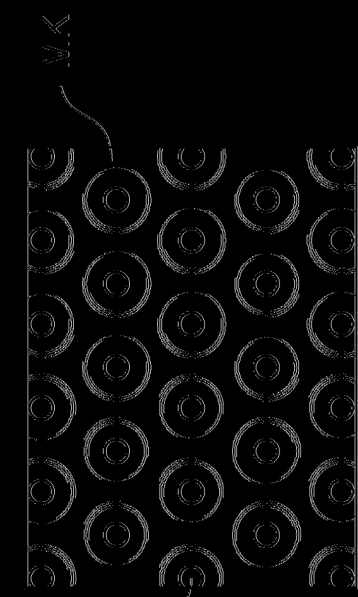
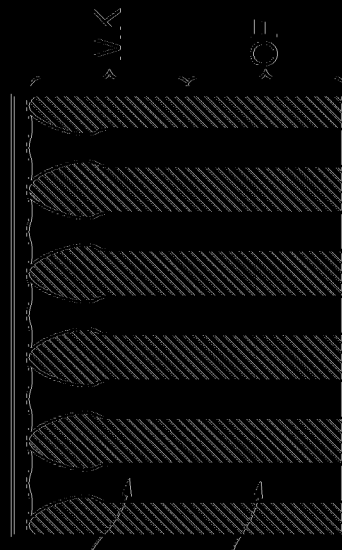
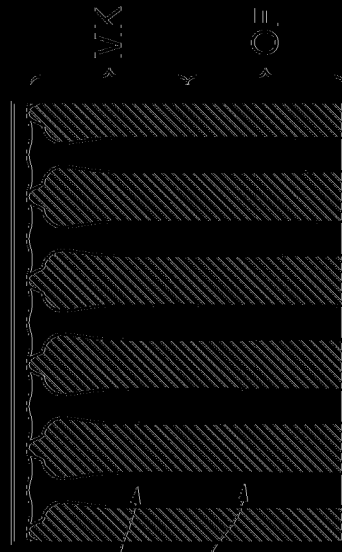
(b)使用自第1處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻，上述第1處理氣體包含鹵化磷氣體、含氧氣體及含硫氣體，或者包含鹵化磷氣體與含氧及硫之氣體。

【請求項20】

如請求項19之電漿處理裝置，其中上述控制部進而執行(c)使用自與上述第1處理氣體不同之第2處理氣體產生之電漿對上述含碳膜進行蝕刻之控制，上述第2處理氣體包括含氧氣體及含硫氣體，或者包括含氧及硫之氣體。

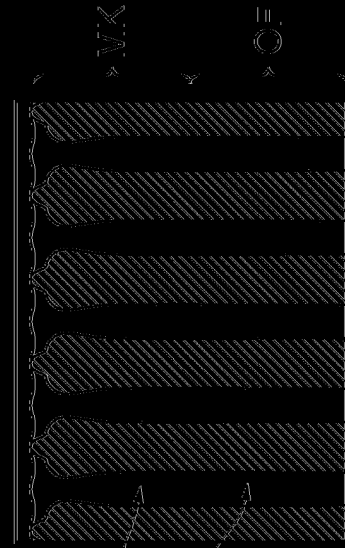
參考例

實施例

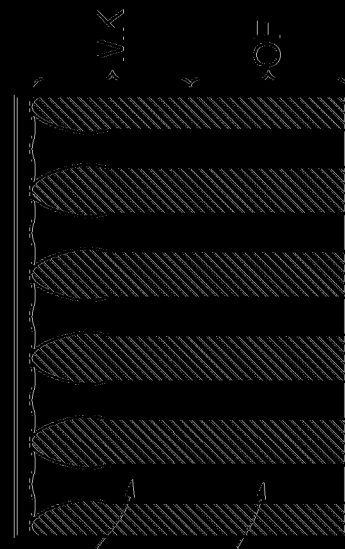


參考例

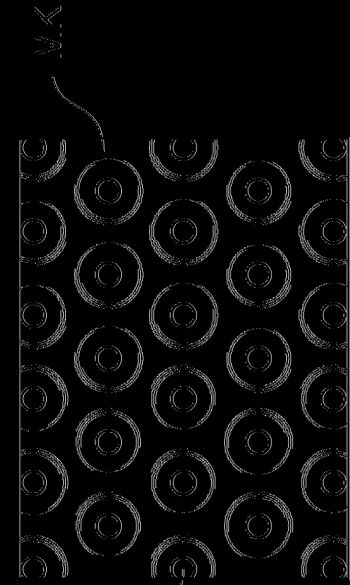
實施例2



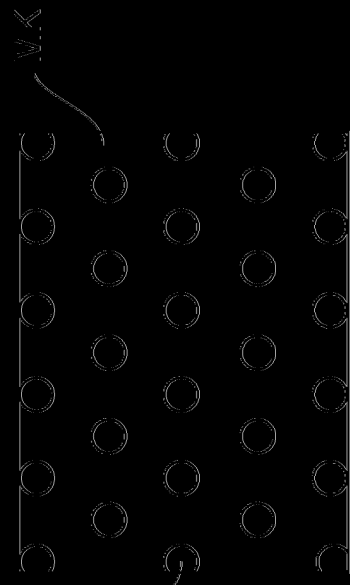
(a')



(a'')



(b2)



(b2')

【圖2】

