



(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 202439445 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：113109598

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 15 日

(51) Int. Cl. :

*H01L21/3065(2006.01)**H01L21/67 (2006.01)**H05H1/46 (2006.01)*

(30) 優先權：2023/03/24

日本

2023-048053

2024/03/11

世界智慧財產權組織

PCT/JP2024/009310

(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：野呂基貴 NORO, MOTOKI (JP)；石原田幸太 ISHIHARADA, KOTA (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：9 共 38 頁

(54) 名稱

電漿處理方法及電漿處理裝置

(57) 摘要

本發明之電漿處理方法包含以下步驟：(a)將基板提供至基板支持部；及(b)於對蝕刻對象膜進行蝕刻之前，在基板之表面形成沉積膜，並將沉積膜之一部分去除；且(b)步驟反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，於第1期間，將具有第1功率位準之源 RF 信號供給至腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第2期間，將具有小於第1功率位準之第3功率位準之源 RF 信號供給至腔室，將具有大於第2功率位準之第4功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第3期間，將具有小於第3功率位準之第5功率位準之源 RF 信號供給至腔室，將具有大於第4功率位準之第6功率位準之偏壓信號供給至基板支持部。

指定代表圖：

符號簡單說明：

C1:循環

P1:第 1 功率位準

P2:第 2 功率位準

P3:第 3 功率位準

P4:第 4 功率位準

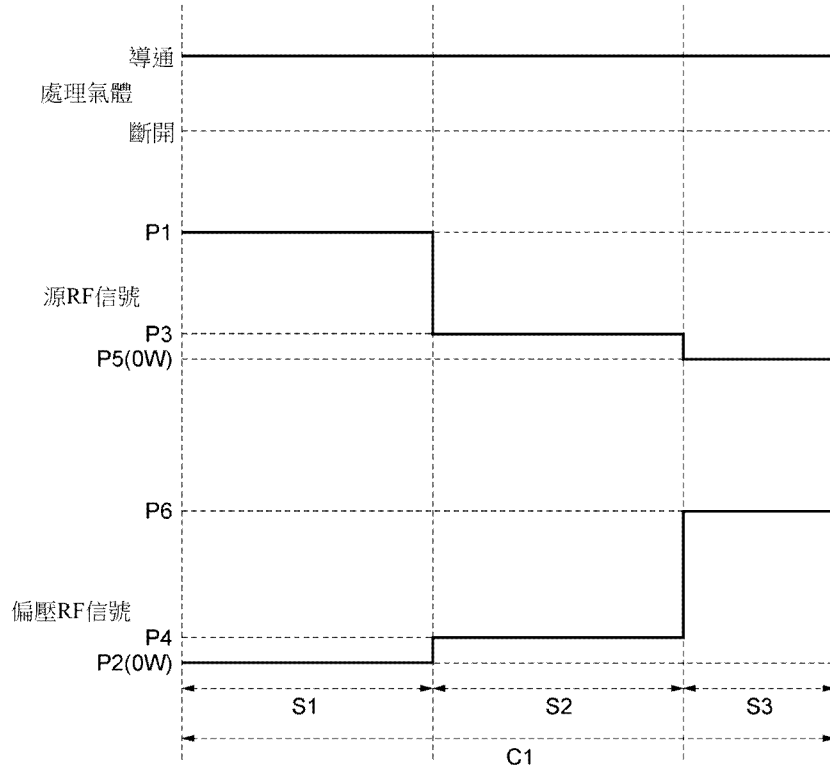
P5:第 5 功率位準

P6:第 6 功率位準

S1:第 1 期間

S2:第 2 期間

S3:第 3 期間



【圖5】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電漿處理方法及電漿處理裝置

【中文】

本發明之電漿處理方法包含以下步驟：(a)將基板提供至基板支持部；及(b)於對蝕刻對象膜進行蝕刻之前，在基板之表面形成沉積膜，並將沉積膜之一部分去除；且(b)步驟反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第2期間，將具有小於第1功率位準之第3功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第2功率位準之第4功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第3期間，將具有小於第3功率位準之第5功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第4功率位準之第6功率位準之偏壓信號供給至基板支持部。

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

C1:循環

P1:第1功率位準

P2:第2功率位準

P3:第3功率位準

P4:第4功率位準

P5:第5功率位準

P6:第6功率位準

S1:第1期間

S2:第2期間

S3:第3期間

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電漿處理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電漿處理方法及電漿處理裝置。

【先前技術】

【0002】 作為對光阻供給沉積氣體而形成沉積層之技術，有專利文獻1中所記載之蝕刻方法。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：美國專利申請案公開第2019/0198338號說明書

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 本發明提供一種改善抗蝕圖案之形狀之技術。

[解決問題之技術手段]

【0005】 本發明之一例示性實施方式之電漿處理方法包含以下步驟：(a)將包含蝕刻對象膜、及蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供至腔室內之基板支持部，抗蝕膜包含具有開口之圖案；及(b)於對蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將沉積膜之至少一部分去除；且(b)步驟反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，

於第2期間，將具有小於第1功率位準之第3功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第2功率位準之第4功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第3期間，將具有小於第3功率位準之第5功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第4功率位準之第6功率位準之偏壓信號供給至基板支持部。

[發明之效果]

【0006】 根據本發明之一例示性實施方式，能夠提供一種改善抗蝕圖案之形狀之技術。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係用以說明電漿處理系統之構成例之圖。

圖2係用以說明電容耦合型之電漿處理裝置之構成例之圖。

圖3係表示電漿處理方法之一例之流程圖。

圖4係表示步驟ST1中提供之基板W之剖面構造之一例的圖。

圖5係用以對步驟ST2中之處理氣體之供給、源RF信號之供給及偏壓RF信號之供給之一例進行說明的圖。

圖6係用以說明步驟ST2之第1期間S1中之基板W的剖面構造之一例之圖。

圖7係用以說明步驟ST2之第2期間S2中之基板W的剖面構造之一例之圖。

圖8係用以說明步驟ST2之第3期間S3中之基板W的剖面構造之一例之圖。

圖9係用以對步驟ST2中之處理氣體之供給、源RF信號之供給及偏壓

DC信號之供給之一例進行說明的圖。

【實施方式】

【0008】 以下，對本發明之各實施方式進行說明。

【0009】 於一例示性實施方式中，提供一種電漿處理方法，其包含以下步驟：**(a)**將包含蝕刻對象膜、及蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供至腔室內之基板支持部，抗蝕膜包含具有開口之圖案；及**(b)**於對蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將沉積膜之至少一部分去除；**(b)**步驟反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第2期間，將具有小於第1功率位準之第3功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第2功率位準之第4功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第3期間，將具有小於第3功率位準之第5功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第4功率位準之第6功率位準之偏壓信號供給至基板支持部。

【0010】 於一例示性實施方式中，於**(b)**步驟之第1期間、第2期間及第3期間中，將處理氣體持續地供給至腔室內。

【0011】 於一例示性實施方式中，處理氣體包含用以形成沉積膜之沉積氣體、及用以將沉積膜去除之修整氣體。

【0012】 於一例示性實施方式中，沉積氣體包含含碳氣體。

【0013】 於一例示性實施方式中，沉積氣體包含選自由CO氣體、CH系氣體、CHF系及CF系氣體所組成之群中之至少1種。

【0014】 於一例示性實施方式中，修整氣體包含選自由N₂氣體、O₂

氣體、CO₂氣體及CO氣體所組成之群中之至少1種。

【0015】於一例示性實施方式中，抗蝕膜包含 EUV(Extreme Ultraviolet，遠紫外)抗蝕膜。

【0016】於一例示性實施方式中，EUV抗蝕膜包含金屬。

【0017】於一例示性實施方式中，金屬為錫。

【0018】於一例示性實施方式中，偏壓信號之第2功率位準為零功率位準。

【0019】於一例示性實施方式中，源RF信號之第5功率位準為零功率位準。

【0020】於一例示性實施方式中，第3期間較第1期間短。

【0021】於一例示性實施方式中，循環具有0.01 msec至10 msec之範圍內之週期。

【0022】於一例示性實施方式中，偏壓信號為RF信號、或直流電壓脈衝信號。

【0023】於一例示性實施方式中，直流電壓脈衝信號具有電壓脈衝之序列，該電壓脈衝具有負極性之電壓位準。

【0024】於一例示性實施方式中，腔室包含配置於基板支持部之上部之上部電極，對上部電極供給源RF信號。

【0025】於一例示性實施方式中，處理氣體為包含CO氣體及N₂氣體之氣體。

【0026】於一例示性實施方式中，處理氣體為由CO氣體及N₂氣體構成之氣體。

【0027】於一例示性實施方式中，提供一種電漿處理裝置，其具備

腔室、設置於腔室內之基板支持部、電漿產生部、氣體供給部及控制部，控制部執行以下控制：(a)將包含蝕刻對象膜、及蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供至腔室內之基板支持部，抗蝕膜包含具有開口之圖案；及(b)於對蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將沉積膜之至少一部分去除；(b)控制反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第2期間，將具有小於第1功率位準之第3功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第2功率位準之第4功率位準之偏壓信號供給至基板支持部，於第3期間，將具有小於第3功率位準之第5功率位準之源RF信號供給至腔室，將具有大於第4功率位準之第6功率位準之偏壓信號供給至基板支持部。

【0028】 以下，參照圖式，對本發明之各實施方式進行詳細說明。再者，於各圖式中對相同或同樣之要素標註相同之符號，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。圖式之尺寸比率並不表示實際之比率，又，實際之比率並不限定於圖示之比率。

【0029】 <電漿處理系統之一例>

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。電漿處理系統係基板處理系統之一例，電漿處理裝置1係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，具有用以支持基板之基板支持面。

【0030】 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。

【0031】 控制部2對使電漿處理裝置1執行本發明中所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所述之各種步驟。於一實施方式中，控制部2之一部分或全部亦可包含於電漿處理裝置1中。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例如藉由電腦2a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，亦可於需要時經由媒體獲取。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讀出並執

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，硬式磁碟機)、SSD(Solid State Drive，固態硬碟)、或其等之組合。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之間進行通信。

【0032】 以下，對作為電漿處理裝置1之一例之電容耦合型之電漿處理裝置之構成例進行說明。圖2係用以說明電容耦合型之電漿處理裝置之構成例之圖。

【0033】 電容耦合型之電漿處理裝置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。又，電漿處理裝置1包含基板支持部11及氣體導入部。氣體導入部構成為將至少一種處理氣體導入至電漿處理腔室10內。氣體導入部包含簇射頭13。基板支持部11配置於電漿處理腔室10內。簇射頭13配置於基板支持部11之上方。於一實施方式中，簇射頭13構成電漿處理腔室10之頂部(ceiling)之至少一部分。電漿處理腔室10具有由簇射頭13、電漿處理腔室10之側壁10a及基板支持部11界定出之電漿處理空間10s。電漿處理腔室10接地。簇射頭13及基板支持部11與電漿處理腔室10之殼體電性絕緣。

【0034】 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。

【0035】 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下部電極發揮功能。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耦合之至少一個RF/DC電極亦可配置於陶瓷構件1111a內。於該情形時，至少一個RF/DC電極作為下部電極發揮功能。於將下述偏壓RF信號及/或DC信號供給到至少一個RF/DC電極之情形時，RF/DC電極亦被稱為偏壓電極。再者，基台1110之導電性構件與至少一個RF/DC電極亦可作為複數個下部電極發揮功能。又，靜電電極1111b亦可作為下部電極發揮功能。因此，基板支持部11包含至少一個下部電極。

【0036】 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一個蓋環。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。

【0037】 又，基板支持部11亦可包含構成將靜電吸盤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、或其等之組合。於流路1110a中流通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。

【0038】 簇射頭13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。簇射頭13具有至少一個氣體供給口13a、至少一個氣體擴散室13b、及複數個氣體導入口13c。供給至氣體供給口13a之處理氣體通過氣體擴散室13b自複數個氣體導入口13c導入至電漿處理空間10s內。又，簇射頭13包含至少一個上部電極。再者，氣體導入部除了包含簇射頭13以外，亦可包含安裝於側壁10a上所形成之1個或複數個開口部之1個或複數個側部氣體注入部(SGI：Side Gas Injector)。

【0039】 氣體供給部20亦可包含至少一個氣體源21及至少一個流量控制器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供給至簇射頭13。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一個流量調變元件。

【0040】 電源30包含經由至少一個阻抗匹配電路耦合於電漿處理腔室10之RF電源31。RF電源31構成為將至少一個RF信號(RF電力)供給到至少一個下部電極及/或至少一個上部電極。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

之至少一部分發揮功能。又，藉由將偏壓RF信號供給到至少一個下部電極，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。

【0041】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經由至少一個阻抗匹配電路耦合於至少一個下部電極及/或至少一個上部電極，構成為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信號供給到至少一個下部電極及/或至少一個上部電極。

【0042】第2RF產生部31b經由至少一個阻抗匹配電路耦合於至少一個下部電極，構成為產生偏壓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信號供給到至少一個下部電極。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。

【0043】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包含第1DC產生部32a及第2DC產生部32b。於一實施方式中，第1DC產生部32a連接於至少一個下部電極，構成為產生第1DC信號。將所產生之第1偏壓DC信號施加於至少一個下部電極。於一實施方式中，第2DC產生部32b連接於至少一個上部電極，構成為產生第2DC信

號。將所產生之第2DC信號施加於至少一個上部電極。

【0044】於各種實施方式中，亦可將第1及第2DC信號脈衝化。於該情形時，將電壓脈衝之序列施加於至少一個下部電極及/或至少一個上部電極。電壓脈衝亦可具有矩形、梯形、三角形或其等之組合之脈衝波形。於一實施方式中，用以根據DC信號產生電壓脈衝之序列之波形產生部連接於第1DC產生部32a與至少一個下部電極之間。因此，第1DC產生部32a及波形產生部構成電壓脈衝產生部。於第2DC產生部32b及波形產生部構成電壓脈衝產生部之情形時，電壓脈衝產生部連接於至少一個上部電極。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以外還設置第1及第2DC產生部32a、32b，亦可設置第1DC產生部32a來代替第2RF產生部31b。

【0045】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。藉由壓力調整閥來調整電漿處理空間10s內之壓力。真空泵亦可包含渦輪分子泵、乾式真空泵或其等之組合。

【0046】 <電漿處理方法之一例>

圖3係表示一例示性實施方式之電漿處理方法(以下亦稱為「本方法」)之一例之流程圖。如圖3所示，於一實施方式中，本方法包含提供基板W之步驟ST1、及於基板W之表面形成沉積膜且將沉積膜之一部分去除之步驟ST2。於一實施方式中，各步驟中之處理可於電漿處理裝置1(參照圖2)中執行。於以下之例中，控制部2控制電漿處理裝置1之各部，執行本方法。

【0047】 (步驟ST1：提供基板)

於步驟ST1中，如圖2所示，可將基板W提供至電漿處理裝置1之電漿處理空間10s內。於一實施方式中，將基板W提供至基板支持部11之中央區域111a，藉由靜電吸盤1111保持於基板支持部11。

【0048】 圖4係用以說明於步驟ST1中提供之基板W之剖面構造之一例的圖。於一實施方式中，基板W具有蝕刻對象膜EF、及蝕刻對象膜EF上形成之包含圖案之抗蝕膜(抗蝕圖案)RP。於一實施方式中，蝕刻對象膜EF及抗蝕膜RP可形成於基底膜UF上。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。

【0049】 於一實施方式中，基底膜UF可為矽晶圓、形成於矽晶圓上之有機膜、介電膜、金屬膜、半導體膜等。基底膜UF可將複數個膜積層而構成。

【0050】 於一實施方式中，蝕刻對象膜EF係作為蝕刻對象之膜。蝕刻對象膜EF例如可為有機膜、介電膜、半導體膜、金屬膜。蝕刻對象膜EF可由一個膜構成，又，亦可將複數個膜積層而構成。例如，蝕刻對象膜EF可將1個或複數個含矽膜、含碳膜、旋塗玻璃(SOG)膜、含Si抗反射膜(SiARC)等膜積層而構成。

【0051】 於一實施方式中，抗蝕膜RP包含在蝕刻對象膜EF之蝕刻中作為遮罩發揮功能之膜。抗蝕膜RP可為有機膜。抗蝕膜RP可包含EUV抗蝕膜、或ArF抗蝕膜。於一例中，抗蝕膜(光阻膜)PR可為含金屬膜。於一例中，含金屬膜為含有錫之膜。於一例中，抗蝕膜PR可包含氧化錫或

氫氧化錫中之至少任一者。含錫膜可包含有機物。抗蝕膜RP可包含一個膜，又，亦可將複數個膜積層而構成。於一實施方式中，如圖4所示，步驟ST1中所提供之基板W之抗蝕膜RP之膜表面可具有凹凸。該抗蝕膜RP可具有較設計尺寸小之尺寸。

【0052】 抗蝕膜RP之圖案可於蝕刻對象膜EF之上包含至少一個開口OP。開口OP可由抗蝕膜RP之側面界定出。蝕刻對象膜EF可於開口OP之底面露出。即，蝕刻對象膜EF之上表面可具有由抗蝕膜RP覆蓋之區域、及於開口OP之底面露出之區域。

【0053】 於俯視基板W時，即，於圖4之自上向下之方向觀察基板W之情形時，開口OP可具有任意之形狀。該形狀例如可為圓、橢圓、矩形、線、或將該等之1種以上組合而成之形狀。抗蝕膜RP具有複數個側壁，複數個側壁亦可界定出複數個開口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。又，複數個開口OP亦可分別具有孔形狀，構成陣列圖案。

【0054】 構成基板W之各膜(基底膜UF、蝕刻對象膜EF、抗蝕膜RP)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、旋轉塗佈法等而形成。抗蝕膜RP之圖案亦可藉由微影法而形成。微影法可使用EUV光源、或ArF光源來進行。

【0055】 於步驟ST1中，可將基板支持部11或基板W之溫度設定為特定之溫度。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，藉由溫度調節模組將基板支持部11或基板W之溫度調整為設定溫度。於一實施方式中，調整或維持基板支持部11或基板W之溫度包含

將於流路1110a中流通之傳熱流體之溫度調整或維持為設定溫度或與設定溫度不同之溫度。於一例中，調整或維持基板支持部11或基板W之溫度包含控制靜電吸盤1111與基板W之背面之間之傳熱氣體(例如He)之壓力。再者，於流路1110a中開始流通傳熱流體之時點可為將基板W載置於基板支持部11之前亦可為之後，又，亦可為同時。又，基板支持部11或基板W之溫度可於步驟ST1之前調整。即，可於將基板支持部11或基板W之溫度調整為設定溫度之後，對基板支持部11提供基板W。

【0056】 (步驟ST2：於基板之表面形成沉積膜並將沉積膜之一部分去除)

於步驟ST2中，可使用自處理氣體產生之電漿，於基板W之表面之至少一部分形成沉積膜，並將該沉積膜之至少一部分去除。於步驟ST2中，將依序包含第1期間S1、第2期間S2及第3期間S3之循環C1反覆進行特定次數。

【0057】 於一實施方式中，於步驟ST2中，將處理氣體自圖2所示之氣體供給部20供給至電漿處理空間10s內。於一實施方式中，自RF電源31對基板支持部11之下部電極及/或簇射頭13之上部電極供給源RF信號。藉此，於簇射頭13與基板支持部11之間產生高頻電場，自電漿處理空間10s內之處理氣體產生電漿。於一實施方式中，對基板支持部11之下部電極供給偏壓信號。偏壓信號可為自RF電源31供給之偏壓RF信號或自DC電源32供給之偏壓DC信號。

【0058】 圖5係用以對步驟ST2中之處理氣體之供給、源RF信號之供給及偏壓RF信號之供給之一例進行說明的圖。如圖5所示，可於第1期間S1、第2期間S2及第3期間S3之所有期間中持續地供給處理氣體。處理

氣體可包含用以形成沉積膜之沉積氣體、及用以去除沉積膜之修整氣體。

【0059】沉積氣體可包含含碳氣體。沉積氣體可包含選自由CO氣體、CH系氣體、CHF系及CF系氣體所組成之群中之至少1種。CH系氣體(碳氫氣體)可包含選自由CH₄氣體、C₂H₂氣體、C₂H₄氣體及C₃H₆氣體所組成之群中之至少1種。CHF系(氫氟碳氣體)可包含選自CH₂F₂氣體、CH₃F氣體及CHF₃氣體中之至少1種。CF系氣體可包含選自由CF₄氣體、C₂F₂氣體、C₂F₄氣體、C₃F₆氣體、C₃F₈氣體、C₄F₆氣體、C₄F₈氣體及C₅F₈氣體所組成之群中之至少1種。

【0060】修整氣體可包含選自由N₂氣體、O₂氣體、CO₂氣體及CO氣體所組成之群中之至少1種。

【0061】處理氣體可進而包含Ar氣體等稀有氣體。處理氣體可為包含CO氣體及N₂氣體之氣體。處理氣體可為由CO氣體及N₂氣體構成之氣體。

【0062】如圖5所示，於第1期間S1中，可將具有第1功率位準P1之源RF信號供給至腔室10之上部電極，將具有第2功率位準P2之偏壓RF信號供給至基板支持部11之下部電極。第2功率位準P2可為零功率位準(斷開(OFF))。

【0063】圖6係用以說明第1期間S1中之基板W之剖面構造之一例的圖。於一實施方式中，如圖6所示，於第1期間S1中，自處理氣體之沉積氣體產生之離子或自由基沉積於基板W之表面而形成沉積膜DF。沉積膜DF可形成於抗蝕膜RP之表面(膜上表面及界定出開口OP之側面)、或蝕刻對象膜EF露出之開口OP之底面。

【0064】如圖5所示，於第2期間S2中，可將具有小於第1功率位準

P1之第3功率位準P3之源RF信號供給至腔室10之上部電極，將具有大於第2功率位準P2之第4功率位準P4之偏壓RF信號供給至基板支持部11之下部電極。

【0065】圖7係用以說明第2期間S2中之基板W之剖面構造之一例的圖。於一實施方式中，如圖7所示，離子被基板W之表面吸引，離子與抗蝕膜RP之表面之沉積膜DF發生反應，沉積膜DF變得富含碳而硬化等，由此將沉積膜DF改質。此時，於一實施方式中，於第2期間S2中，相較第1期間S1而言，離子、自由基之產生得到抑制，抗蝕膜RP之表面上之新的沉積膜DF之形成得到抑制。

【0066】如圖5所示，於第3期間S3中，可將具有小於第3功率位準P3之第5功率位準P5之源RF信號供給至腔室10之上部電極，將具有大於第4功率位準P4之第6功率位準P6之偏壓RF信號供給至基板支持部11之下部電極。第5功率位準P5可為零功率位準(斷開)。第3期間S3可較第1期間S1短。第3期間S3可較第2期間S2短。

【0067】圖8係用以說明第3期間S3中之基板W之剖面構造之一例的圖。於一實施方式中，如圖8所示，自處理氣體之修整氣體產生之離子被饋入至基板W側，可將抗蝕膜RP之表面之一部分之沉積膜DF去除。藉此，抗蝕膜PR可接近設計尺寸。於一實施方式中，可將處於開口OP之底面之沉積膜DF去除。藉此，蝕刻對象膜EF之表面之一部分可於開口OP再次露出。於一實施方式中，於第3期間S3中，相較第1期間S1而言，離子、自由基之產生得到抑制。又，離子之溫度降低。藉此，離子被垂直地饋入至開口OP內。

【0068】可將包含第1期間S1、第2期間S2及第3期間S3之循環C1反

覆進行特定次數，然後結束步驟ST2。循環C1可反覆進行100次以上，150次以上，1000次以上，5000次以上，10000次以上，2000000次以下。循環C1可具有0.01 msec至10 msec之範圍內之週期。

【0069】 再者，可於結束步驟ST2之後，接著對蝕刻對象膜EF進行蝕刻。蝕刻對象膜EF之蝕刻可於相同之電漿處理裝置中進行，亦可於其他電漿處理裝置中進行。蝕刻對象膜EF之蝕刻可使用自處理氣體產生之電漿進行。蝕刻對象膜EF之蝕刻中所使用之處理氣體可具有與步驟ST2中所使用之處理氣體不同之氣體種類。

【0070】 根據本例示性實施方式，電漿處理方法包含以下步驟：(a) 將包含蝕刻對象膜EF、及於蝕刻對象膜EF之上具有圖案之抗蝕膜RP的基板W提供至腔室10內之基板支持部11(步驟ST1)；及(b)於對蝕刻對象膜EF進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於基板W之表面之至少一部分形成沉積膜DF，並將沉積膜DF之至少一部分去除之步驟(步驟ST2)。(b)步驟(步驟ST2)反覆進行包含第1期間S1、第2期間S2、及第3期間S3之循環C1，於第1期間S1，將具有第1功率位準P1之源RF信號供給至腔室10，將具有第2功率位準P2之偏壓信號供給至基板支持部11，於第2期間S2，將具有小於第1功率位準P1之第3功率位準P3之源RF信號供給至腔室10，將具有大於第2功率位準P2之第4功率位準P4之偏壓信號供給至基板支持部11，於第3期間S3，將具有小於第3功率位準P3之第5功率位準P5之源RF信號供給至腔室10，將具有大於第4功率位準P4之第6功率位準P6之偏壓信號供給至基板支持部11。藉此，可改善抗蝕圖案之形狀。又，藉由使用源RF信號與偏壓信號之功率位準之切換，進行沉積膜DF之形成與去除，能夠縮短用以改善抗蝕圖案之形狀之電漿處理所花費之時間。藉此，

能夠提高電漿處理之處理量。於第2期間S2中，藉由將形成於抗蝕膜RP之表面之沉積膜DF改質，能夠提高抗蝕圖案之形狀之局部面內均勻性(LCDU)。可於第2期間S2中，調整移行至第3期間S3之前之條件。即，藉由供給具有小於第1期間S1之第1功率位準P1之第3功率位準P3之源RF信號，能維持電漿，並調節離子及自由基之量或種類。該離子及自由基之量或種類之調整可包含調整修整氣體之解離量。藉由供給具有大於第2功率位準P2之第4功率位準P4之偏壓信號，能使有機材(沉積膜DF)變質。此時，可使沉積膜DF之碳比上升，或促進抗蝕膜RP與沉積氣體之混合。藉此，能夠調整沉積膜DF之形狀，或促進沉積膜DF附著於線寬較大之圖案之側壁。

【0071】於第1期間S1、第2期間S2及第3期間S3中，由於將處理氣體持續地供給至腔室10內，故而不進行處理氣體之切換(導通(ON)/斷開)，其結果，能夠以短時間進行電漿處理。

【0072】藉由使第3期間S3較第1期間S1短，於第3期間S3中，能夠抑制離子對基板表面之膜帶來損傷。

【0073】於上述實施方式中，供給至基板支持部11之偏壓信號可為偏壓DC信號。偏壓DC信號可為直流電壓脈衝信號。直流電壓脈衝信號可自DC電源32供給至基板支持部11之下部電極。直流電壓脈衝信號可具有電壓脈衝之序列，該電壓脈衝具有負極性之電壓位準。圖9係用以對步驟ST2中之處理氣體之供給、源RF信號之供給及偏壓DC信號之供給之一例進行說明的圖。如圖9所示，作為偏壓DC信號之直流電壓脈衝信號可於循環C1之第2期間S2及第3期間S3具有電壓脈衝之序列。第2期間S2中之電壓脈衝之序列可具有相當於第4功率位準P4之電壓位準V1，第3期間S3中

之電壓脈衝之序列可具有相當於第6功率位準P6之電壓位準V2。直流電壓脈衝信號可於第1期間S2中，具有相當於第2功率位準P2之基準電壓位準 V_{ref} 。

【0074】於一實施方式中，基準電壓位準 V_{ref} 可為零電壓位準。於一實施方式中，第2期間S2中之電壓位準V1及第3期間S3中之電壓位準V2可具有負極性。於一實施方式中，第3期間S3中之電壓位準V2之絕對值可大於第2期間S2中之電壓位準V1之絕對值。

【0075】於以上之實施方式中，以電容耦合型之電漿裝置為例進行了說明，但是並不限定於此，亦可應用於其他電漿裝置。例如，亦可使用感應耦合型之電漿裝置，來代替電容耦合型之電漿裝置。

【0076】本發明之實施方式進而包含以下態樣。

【0077】(附記1)

一種電漿處理方法，其包含以下步驟：

(a)將包含蝕刻對象膜、及上述蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供至腔室內之基板支持部，上述抗蝕膜包含具有開口之圖案；及

(b)於對上述蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於上述基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將上述沉積膜之至少一部分去除；且

上述(b)步驟反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，

於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至上述腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第2期間，將具有小於上述第1功率位準之第3功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第2功率位準之第4功率位準之

上述偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第3期間，將具有小於上述第3功率位準之第5功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第4功率位準之第6功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部。

【0078】 (附記2)

如附記1所記載之電漿處理方法，其中於上述(b)步驟之上述第1期間、上述第2期間及上述第3期間中，將上述處理氣體持續地供給至上述腔室內。

【0079】 (附記3)

如附記1或2所記載之電漿處理方法，其中上述處理氣體包含用以形成上述沉積膜之沉積氣體、及用以將上述沉積膜去除之修整氣體。

【0080】 (附記4)

如附記3所記載之電漿處理方法，其中上述沉積氣體包含含碳氣體。

【0081】 (附記5)

如附記3所記載之電漿處理方法，其中上述沉積氣體包含選自由CO氣體、CH系氣體、CHF系及CF系氣體所組成之群中之至少1種。

【0082】 (附記6)

如附記3至5中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述修整氣體包含選自由N₂氣體、O₂氣體、CO₂氣體及CO氣體所組成之群中之至少1種。

【0083】 (附記7)

如附記1至6中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述抗蝕膜包含EUV抗蝕膜。

【0084】 (附記8)

如附記7所記載之電漿處理方法，其中上述EUV抗蝕膜包含金屬。

【0085】 (附記9)

如附記8所記載之電漿處理方法，其中上述金屬為錫。

【0086】 (附記10)

如附記1至9中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述偏壓信號之上述第2功率位準為零功率位準。

【0087】 (附記11)

如附記1至10中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述源RF信號之上述第5功率位準為零功率位準。

【0088】 (附記12)

如附記1至11中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述第3期間較上述第1期間短。

【0089】 (附記13)

如附記1至12中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述循環具有0.01 msec至10 msec之範圍內之週期。

【0090】 (附記14)

如附記1至13中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述偏壓信號為RF信號、或直流電壓脈衝信號。

【0091】 (附記15)

如附記14所記載之電漿處理方法，其中上述直流電壓脈衝信號具有電壓脈衝之序列，該電壓脈衝具有負極性之電壓位準。

【0092】 (附記16)

如附記1至15中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述腔室包含配

置於上述基板支持部之上方之上部電極，

對上述上部電極供給上述源RF信號。

【0093】 (附記17)

如附記1至16中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述處理氣體為包含CO氣體及N₂氣體之氣體。

【0094】 (附記18)

如附記1至16中任一項所記載之電漿處理方法，其中上述處理氣體為由CO氣體及N₂氣體構成之氣體。

【0095】 (附記19)

一種電漿處理裝置，其具備腔室、設置於上述腔室內之基板支持部、電漿產生部、氣體供給部及控制部，

上述控制部執行以下控制：

(a)將包含蝕刻對象膜、及上述蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供至上述腔室內之上述基板支持部，上述抗蝕膜包含具有開口之圖案；及

(b)於對上述蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於上述基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將上述沉積膜之至少一部分去除；且

上述(b)控制反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，

於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至上述腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第2期間，將具有小於上述第1功率位準之第3功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第2功率位準之第4功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第3期間，將具有小於上述第3功率位準之第5功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第4功率位準之第6功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部。

【0096】 以上之各實施方式係出於說明之目的而記載，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，可將某實施方式之一部分構成要素追加至其他實施方式中。又，可將某實施方式之一部分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】

【0097】

- 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
- 10a:側壁
- 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

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

32b:第2DC產生部

40:排氣系統

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

C1:循環

DF:沉積膜

EF:蝕刻對象膜

OP:開口

P1:第1功率位準

P2:第2功率位準

P3:第3功率位準

P4:第4功率位準

P5:第5功率位準

P6:第6功率位準

RP:抗蝕膜

S1:第1期間

S2:第2期間

S3:第3期間

ST1:步驟

ST2:步驟

UF:基底膜

W:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電漿處理方法，其包含以下步驟：

(a)將包含蝕刻對象膜、及上述蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供至腔室內之基板支持部，上述抗蝕膜包含具有開口之圖案；及

(b)於對上述蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於上述基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將上述沉積膜之至少一部分去除；且

上述(b)步驟反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，

於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至上述腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第2期間，將具有小於上述第1功率位準之第3功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第2功率位準之第4功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第3期間，將具有小於上述第3功率位準之第5功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第4功率位準之第6功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部。

【請求項2】

如請求項1之電漿處理方法，其中於上述(b)步驟之上述第1期間、上述第2期間及上述第3期間中，將上述處理氣體持續地供給至上述腔室內。

【請求項3】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述處理氣體包含用以形成上述沉積膜之沉積氣體、及用以將上述沉積膜去除之修整氣體。

【請求項4】

如請求項3之電漿處理方法，其中上述沉積氣體包含含碳氣體。

【請求項5】

如請求項3之電漿處理方法，其中上述沉積氣體包含選自由CO氣體、CH系氣體、CHF系及CF系氣體所組成之群中之至少1種。

【請求項6】

如請求項3之電漿處理方法，其中上述修整氣體包含選自由N₂氣體、O₂氣體、CO₂氣體及CO氣體所組成之群中之至少1種。

【請求項7】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述抗蝕膜包含EUV抗蝕膜。

【請求項8】

如請求項7之電漿處理方法，其中上述EUV抗蝕膜包含金屬。

【請求項9】

如請求項8之電漿處理方法，其中上述金屬為錫。

【請求項10】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述偏壓信號之上述第2功率位準為零功率位準。

【請求項11】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述源RF信號之上述第5功率位準為零功率位準。

【請求項12】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述第3期間較上述第1期間短。

【請求項13】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述循環具有0.01 msec至10 msec之範圍內之週期。

【請求項14】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述偏壓信號為RF信號、或直流電壓脈衝信號。

【請求項15】

如請求項14之電漿處理方法，其中上述直流電壓脈衝信號具有電壓脈衝之序列，該電壓脈衝具有負極性之電壓位準。

【請求項16】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述腔室包含配置於上述基板支持部之上方之上部電極，

對上述上部電極供給上述源RF信號。

【請求項17】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述處理氣體為包含CO氣體及N₂氣體之氣體。

【請求項18】

如請求項1之電漿處理方法，其中上述處理氣體為由CO氣體及N₂氣體構成之氣體。

【請求項19】

一種電漿處理裝置，其具備腔室、設置於上述腔室內之基板支持部、電漿產生部、氣體供給部及控制部，

上述控制部執行以下控制：

(a)將包含蝕刻對象膜、及上述蝕刻對象膜之上之抗蝕膜的基板提供

至上述腔室內之上述基板支持部，上述抗蝕膜包含具有開口之圖案；及

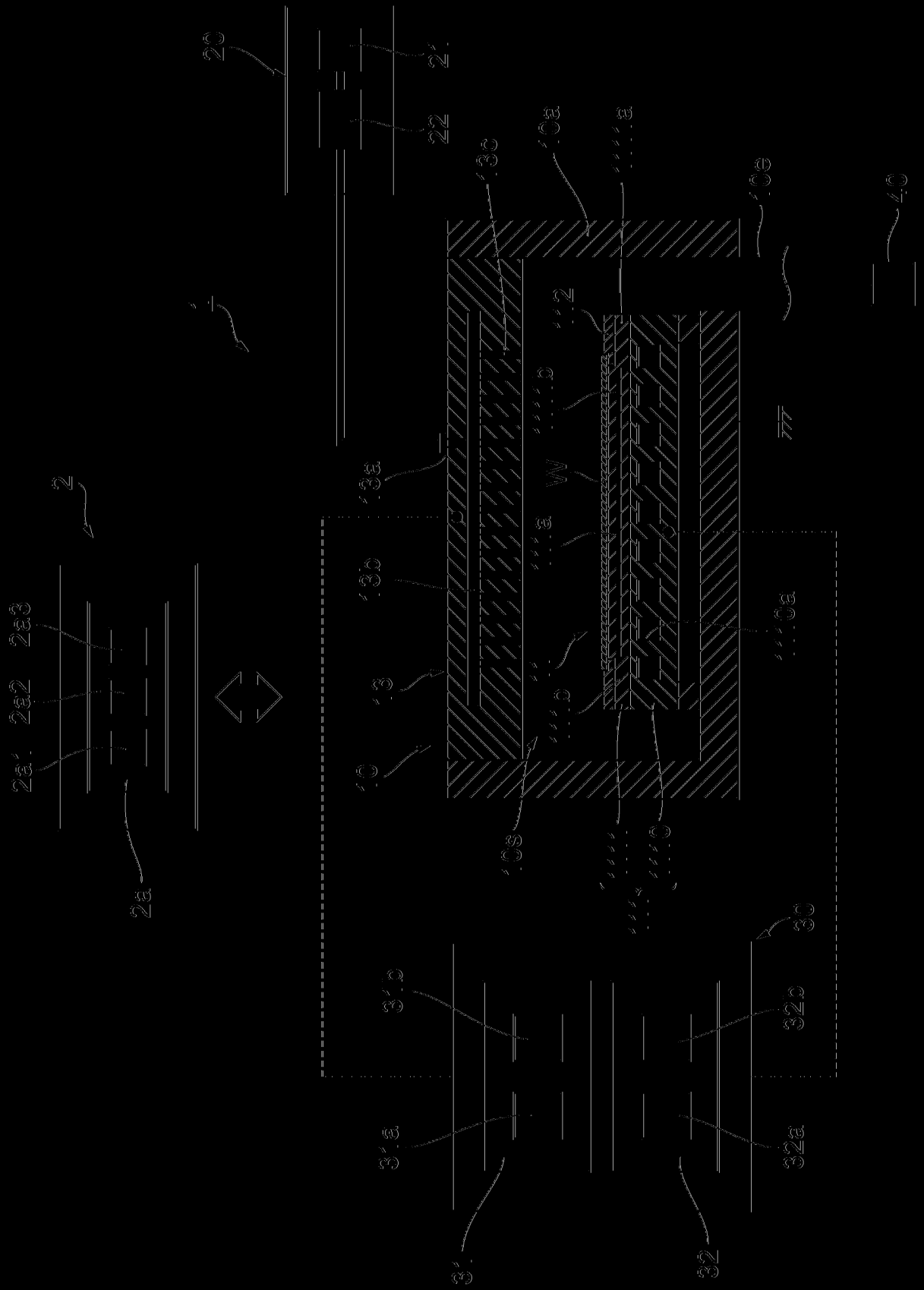
(b)於對上述蝕刻對象膜進行蝕刻之前，使用自處理氣體產生之電漿，於上述基板之表面之至少一部分形成沉積膜，並將上述沉積膜之至少一部分去除；且

上述(b)控制反覆進行包含第1期間、第2期間及第3期間之循環，

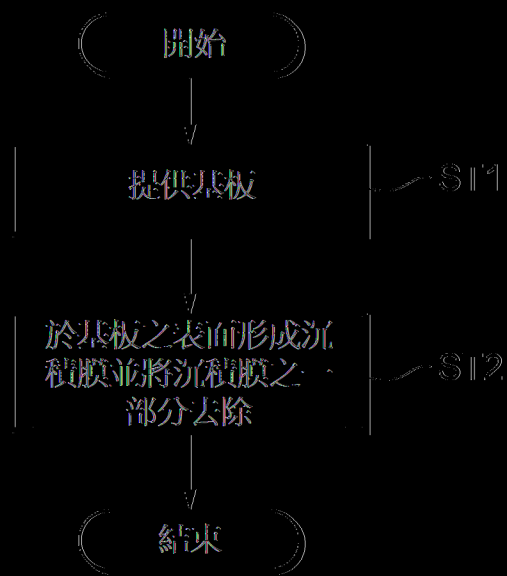
於第1期間，將具有第1功率位準之源RF信號供給至上述腔室，將具有第2功率位準之偏壓信號供給至上述基板支持部，

於第2期間，將具有小於上述第1功率位準之第3功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第2功率位準之第4功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部，

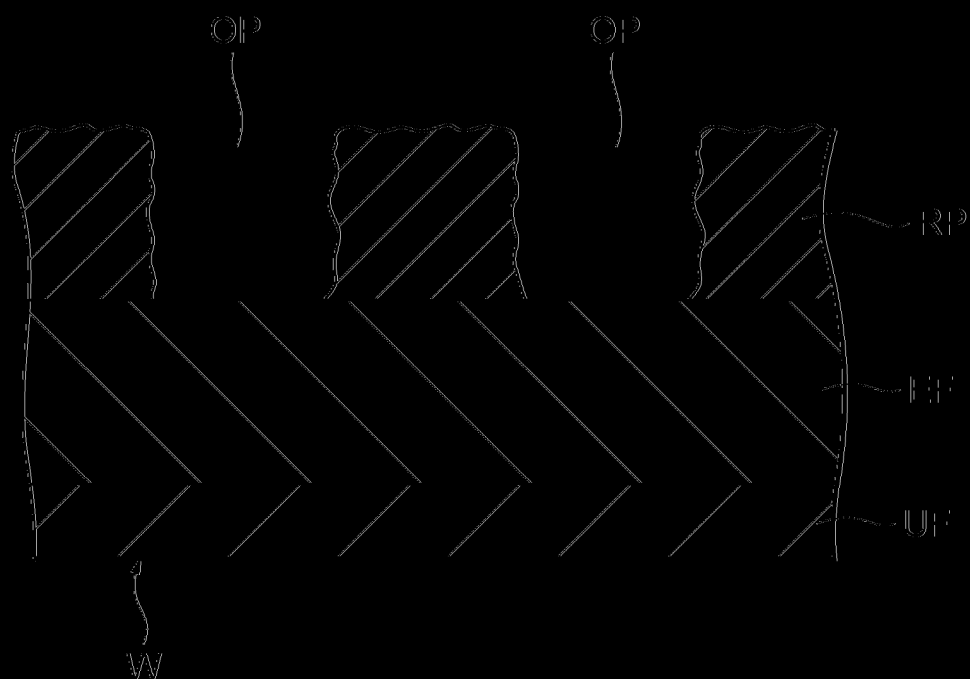
於第3期間，將具有小於上述第3功率位準之第5功率位準之上述源RF信號供給至上述腔室，將具有大於上述第4功率位準之第6功率位準之上述偏壓信號供給至上述基板支持部。



[圖2]



〔圖3〕



〔圖4〕

