



(21) 申請案號：109127026 (22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 10 日
 (51) Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)* *H05H1/24 (2006.01)*
 (30) 優先權：2019/08/21 日本 2019-151441
 (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：青木裕介 AOKI, YUSUKE (JP)；戶花敏勝 TOBANA, TOSHIKATSU (JP)；森北信也 MORIKITA, SHINYA (JP)；中村諭 NAKAMURA, SATORU (JP)
 (74) 代理人：陳長文
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：6 共 30 頁

(54) 名稱

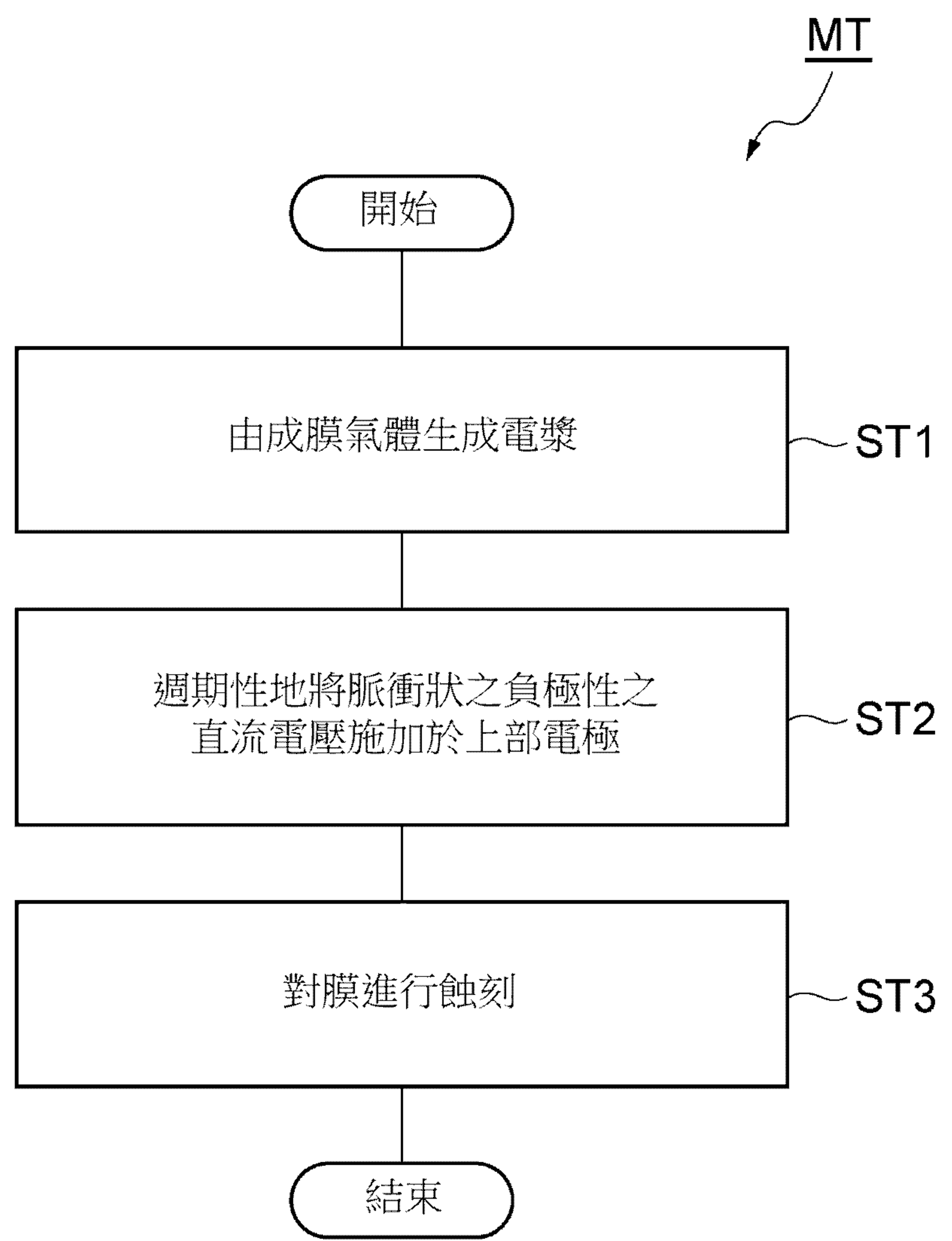
處理基板之方法、元件製造方法及電漿處理裝置

(57) 摘要

本發明之一揭示之處理基板之方法包括步驟(a)：向電漿處理裝置之腔室內提供基板。基板具有經圖案化之有機遮罩。方法進而包括步驟(b)：以於腔室內收容有基板之狀態，於腔室內由處理氣體生成電漿。方法進而包括步驟(c)：於執行生成電漿之步驟(即(b))之過程中，向電漿處理裝置之上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓。於施加脈衝狀之負極性之直流電壓之步驟中，來自電漿之離子被供給至上部電極，自上部電極釋出之含矽物堆積於基板上。

A disclosed method of processing a substrate includes (a) providing a substrate in a chamber of a plasma processing apparatus. The substrate has a patterned organic mask. The method further includes (b) generating plasma from a processing gas in the chamber in a state where the substrate is accommodated in the chamber. The method further includes (c) periodically applying a pulsed negative direct-current voltage to an upper electrode of the plasma processing apparatus, during execution of the generating plasma (that is, the above (b)). In the applying a pulsed negative direct-current voltage, ions from the plasma are supplied to the upper electrode, so that a silicon-containing material which is released from the upper electrode is deposited on the substrate.

指定代表圖：



【圖1】



202113968

【發明摘要】

【中文發明名稱】

處理基板之方法、元件製造方法及電漿處理裝置

【英文發明名稱】

METHOD OF PROCESSING SUBSTRATE, DEVICE
MANUFACTURING METHOD, AND PLASMA PROCESSING
APPARATUS

【中文】

本發明之一揭示之處理基板之方法包括步驟(a)：向電漿處理裝置之腔室內提供基板。基板具有經圖案化之有機遮罩。方法進而包括步驟(b)：以於腔室內收容有基板之狀態，於腔室內由處理氣體生成電漿。方法進而包括步驟(c)：於執行生成電漿之步驟(即(b))之過程中，向電漿處理裝置之上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓。於施加脈衝狀之負極性之直流電壓之步驟中，來自電漿之離子被供給至上部電極，自上部電極釋出之含矽物堆積於基板上。

【英文】

A disclosed method of processing a substrate includes (a) providing a substrate in a chamber of a plasma processing apparatus. The substrate has a patterned organic mask. The method further includes (b) generating plasma from a processing gas in the chamber in a state where the substrate is accommodated in the chamber. The method further includes (c) periodically applying a pulsed negative direct-current voltage to an upper electrode of the plasma processing apparatus, during

execution of the generating plasma (that is, the above (b)). In the applying a pulsed negative direct-current voltage, ions from the plasma are supplied to the upper electrode, so that a silicon-containing material which is released from the upper electrode is deposited on the substrate.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

處理基板之方法、元件製造方法及電漿處理裝置

【英文發明名稱】

METHOD OF PROCESSING SUBSTRATE, DEVICE
MANUFACTURING METHOD, AND PLASMA PROCESSING
APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明之例示性實施方式係關於一種處理基板之方法、元件製造方法及電漿處理裝置。

【先前技術】

【0002】 電子元件之製造中，有時使用電漿對具有經圖案化之有機遮罩之基板進行處理。日本專利特開2017-98455號公報、日本專利特開2014-96499號公報、及日本專利特開2006-270019號公報中揭示有一種用於將有機遮罩改質之電漿處理。該等文獻中所記載之電漿處理使用電容耦合型電漿處理裝置。電容耦合型電漿處理裝置具備腔室、基板支持器、及上部電極。基板支持器設置於腔室內。上部電極設置於基板支持器之上方。於腔室內由處理氣體生成電漿。然後，向上部電極施加負極性之直流電壓。其結果為，來自電漿之正離子與上部電極碰撞，自上部電極釋出二次電子及/或矽。所釋出之二次電子及/或矽將有機遮罩改質。

【發明內容】

【0003】 本發明提供一種於有機遮罩之電漿處理中抑制有機遮罩之圖案之形狀偏差及有機遮罩之縮小之技術。

【0004】 一例示性實施方式中，提供一種處理基板之方法。方法包括步驟(a)：向電漿處理裝置之腔室內提供具有經圖案化之有機遮罩之基板。方法進而包括步驟(b)：以於腔室內收容有基板之狀態，於腔室內由處理氣體生成電漿。方法進而包括步驟(c)：於執行上述(b)之過程中，向電漿處理裝置之上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓。(c)中，來自電漿之離子被供給至上部電極，自上部電極釋出之含矽物堆積於基板上。

【0005】 根據一例示性實施方式，可於有機遮罩之電漿處理中，抑制有機遮罩之圖案之形狀偏差及有機遮罩之縮小。

【圖式簡單說明】

【0006】

圖1係一例示性實施方式之處理基板之方法之流程圖。

圖2之(a)及圖2之(b)係一例之基板之局部放大剖視圖。

圖3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4係表示圖3所示之電漿處理裝置之直流電源裝置之構成之一例之圖。

圖5係表示一例示性實施方式之電漿處理裝置中之高頻電力及直流電源裝置之輸出電壓之一例之時序圖。

圖6之(a)、圖6之(b)、圖6之(c)、及圖6之(d)係圖1所示之方法中各處理後之一例之基板之局部放大剖視圖。

【實施方式】

【0007】 以下，對各種例示性實施方式進行說明。

【0008】 一例示性實施方式中，提供一種處理基板之方法。方法包

括步驟(a)：向電漿處理裝置之腔室內提供具有經圖案化之有機遮罩之基板。方法進而包括步驟(b)：以於腔室內收容有基板之狀態，於腔室內由處理氣體生成電漿。方法進而包括步驟(c)：於執行上述(b)之過程中，向電漿處理裝置之上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓。(c)中，來自電漿之離子被供給至上部電極，自上部電極釋出之含矽物堆積於基板上。

【0009】 關於自腔室內之電漿與上部電極碰撞之離子之能量，存在施加於上部電極之電壓之頻率越低，則能量越高之傾向。上述實施方式之方法中，自腔室內之電漿與上部電極碰撞之離子之能量依存於如下頻率，該頻率係向上部電極施加脈衝狀之負極性之直流電壓的週期之倒數(以下，稱為「脈衝頻率」)。脈衝頻率可設定為低於高頻電力之頻率的頻率。因此，上述實施方式之方法中，可使具有較高之能量之離子與上部電極碰撞。其結果為，可自上部電極釋出相對大量之含矽物而供給至基板。根據上述實施方式之方法，由於可將相對大量之含矽物堆積於基板上，故可抑制有機遮罩之圖案之形狀偏差及有機遮罩之縮小。

【0010】 一例示性實施方式中，處理氣體亦可包含氬氣、氫氣、及氮氣中之至少一種。處理氣體亦可為氬氣與氫氣之混合氣體。

【0011】 一例示性實施方式中，工作比亦可為0.2以上、0.5以下，該工作比係一週期內施加脈衝狀之負極性之直流電壓之時間所占之比率。

【0012】 一例示性實施方式中，如下頻率亦可低於用以生成電漿之高頻電力之頻率，該頻率係向上部電極施加脈衝狀之負極性之直流電壓的週期之倒數。例如，該頻率亦可為400 kHz以上、1 MHz以下。

【0013】 一例示性實施方式中，脈衝狀之負極性之直流電壓之絕對

值亦可為500 V以上、1200 V以下。

【0014】 一例示性實施方式中，基板亦可進而具有膜。有機遮罩可設置於膜之上。該實施方式中，方法亦可進而包括步驟(d)：使用於腔室內由另一處理氣體生成之電漿，對膜進行蝕刻。

【0015】 一例示性實施方式中，上述之(b)與(d)可利用同一電漿處理裝置執行，亦可利用不同之電漿處理裝置執行。

【0016】 一例示性實施方式中，亦可反覆進行複數次包括上述之(b)、(c)、及(d)之程序。

【0017】 另一例示性實施方式中，提供一種元件製造方法。元件製造方法包括：利用上述實施方式中之任一方法，處理具有經圖案化之有機遮罩之基板。

【0018】 另一例示性實施方式中，提供一種電漿處理裝置。電漿處理裝置具備腔室、基板支持器、高頻電源、上部電極、直流電源裝置、及控制部。基板支持器設置於腔室內。高頻電源係以為了於腔室內生成電漿而產生高頻電力之方式構成。上部電極設置於基板支持器之上方。直流電源裝置連接於上部電極。控制部以控制高頻電源及直流電源裝置之方式構成。控制部以執行包括以下之(a)、(b)、及(c)之處理之方式構成。(a)包括：向腔室內提供具有經圖案化之有機遮罩之基板。(b)包括：藉由控制高頻電源供給高頻電力，於腔室內由處理氣體生成電漿。(c)包括：於執行(b)之過程中，藉由對直流電源裝置進行控制，從而向上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓，將來自電漿之離子供給至上部電極，使自上部電極釋出之含矽物堆積於基板上。

【0019】 一例示性實施方式中，直流電源裝置亦可包含可變直流電

源及開關元件。

【0020】 以下，參照圖式，對各種例示性實施方式詳細地進行說明。再者，各圖式中，對同一或相當之部分標註同一符號。

【0021】 圖1係一例示性實施方式之處理基板之方法之流程圖。圖1所示之方法(以下，稱為「方法MT」)包括處理具有有機遮罩之基板之步驟。圖2之(a)係一例之基板之局部放大剖視圖。圖2之(a)所示之基板W具有有機遮罩OM。一實施方式中，基板W可進而具有膜MF及基底區域UR。膜MF設置於基底區域UR上。有機遮罩OM設置於膜MF上。有機遮罩OM由有機材料形成，並被圖案化。有機遮罩OM之圖案可為要被轉印至膜MF之圖案。有機遮罩OM例如係光阻遮罩。有機遮罩OM例如可利用光微影技術形成。

【0022】 膜MF可為單層之膜。或者，膜MF亦可如圖2之(b)所示般為多層膜。圖2之(b)所示之基板W中，膜MF包含膜ARF、膜OF、及膜OXF。膜OXF設置於基底區域UR上。膜OXF例如係氧化矽膜。膜OF設置於膜OXF上。膜OF例如係有機膜。膜ARF設置於膜OF上。膜ARF例如係含有矽之抗反射膜。

【0023】 方法MT包括步驟ST1及步驟ST2。方法MT亦可包括於執行步驟ST1前向電漿處理裝置之腔室提供基板W之步驟。方法MT之步驟ST1及步驟ST2係以基板W收容於電漿處理裝置之腔室內之狀態執行。圖3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所示之電漿處理裝置1可用於執行方法MT。電漿處理裝置1係電容耦合型電漿處理裝置。

【0024】 電漿處理裝置1具備腔室10。腔室10於其中提供內部空間

10s。腔室10包含腔室本體12。腔室本體12具有大致圓筒形狀。於腔室本體12之內側提供內部空間10s。腔室本體12由鋁等導體形成。腔室本體12接地。於腔室本體12之內壁面實施有具有耐腐蝕性之膜。具有耐腐蝕性之膜可為由氧化鋁、氧化鈮等陶瓷所形成之膜。

【0025】 於腔室本體12之側壁形成有通路12p。基板W於內部空間10s與腔室10之外部之間搬送時，通過通路12p。通路12p可藉由閘閥12g開啟及關閉。閘閥12g沿著腔室本體12之側壁設置。

【0026】 於腔室本體12之底部上設置有支持部13。支持部13由絕緣材料形成。支持部13具有大致圓筒形狀。支持部13於內部空間10s之中，自腔室本體12之底部向上方延伸。支持部13支持基板支持器14。基板支持器14以於腔室10內、即內部空間10s之中支持基板W之方式構成。

【0027】 基板支持器14具有下部電極18及靜電吸盤20。下部電極18及靜電吸盤20設置於腔室10內。基板支持器14可進而具有電極板16。電極板16例如由鋁等導體形成，具有大致圓盤形狀。下部電極18設置於電極板16上。下部電極18例如由鋁等導體形成，具有大致圓盤形狀。下部電極18電性連接於電極板16。

【0028】 靜電吸盤20設置於下部電極18上。於靜電吸盤20之上表面之上載置基板W。靜電吸盤20具有本體及電極。靜電吸盤20之本體由介電體形成。靜電吸盤20之電極係膜狀電極，設置於靜電吸盤20之本體內。靜電吸盤20之電極經由開關20s連接於直流電源20p。當向靜電吸盤20之電極施加來自直流電源20p之電壓時，於靜電吸盤20與基板W之間產生靜電引力。藉由產生之靜電引力，使得基板W被靜電吸盤20吸引，由靜電吸盤20保持。

【0029】於基板支持器14上配置有邊緣環ER。邊緣環ER並無限定性，可由矽、碳化矽、或石英所形成。在於腔室10內進行基板W之處理時，基板W配置於靜電吸盤20上、且被邊緣環ER包圍之區域內。

【0030】於下部電極18之內部設置有流路18f。自冷卻器單元22經由配管22a向流路18f供給熱交換介質(例如冷媒)。冷卻器單元22設置於腔室10之外部。供給至流路18f之熱交換介質經由配管22b返回冷卻器單元22。電漿處理裝置1中，載置於靜電吸盤20上之基板W之溫度藉由熱交換介質與下部電極18之熱交換進行調整。

【0031】電漿處理裝置1可進而具備氣體供給線24。氣體供給線24將傳熱氣體(例如He氣體)供給至靜電吸盤20之上表面與基板W之背面之間之隙。傳熱氣體係自傳熱氣體供給機構供給至氣體供給線24。

【0032】電漿處理裝置1進而具備上部電極30。上部電極30設置於基板支持器14之上方。上部電極30經由構件32，支持於腔室本體12之上部。構件32由具有絕緣性之材料形成。上部電極30與構件32使腔室本體12之上部開口關閉。

【0033】上部電極30可包含頂板34及支持體36。頂板34之下表面係內部空間10s之側之下表面，劃分形成內部空間10s。頂板34由含矽材料形成。頂板34例如由矽、碳化矽或氧化矽形成。於頂板34形成有複數個噴氣孔34a。複數個噴氣孔34a於板厚方向上貫通頂板34。

【0034】支持體36裝卸自如地支持頂板34。支持體36由鋁等導電性材料所形成。於支持體36之內部設置有氣體擴散室36a。於支持體36形成有複數個氣孔36b。複數個氣孔36b自氣體擴散室36a向下方延伸。複數個氣孔36b分別連通於複數個噴氣孔34a。於支持體36形成有氣體導入口

36c。氣體導入口36c連接於氣體擴散室36a。於氣體導入口36c連接有氣體供給管38。

【0035】於氣體供給管38，經由閥群41、流量控制器群42及閥群43連接有氣體源群40。氣體源群40、閥群41、流量控制器群42、及閥群43構成氣體供給部GS。氣體源群40包含複數個氣體源。閥群41及閥群43之各者包含複數個開閉閥。流量控制器群42包含複數個流量控制器。流量控制器群42之複數個流量控制器之各者係質量流量控制器或壓力控制式流量控制器。氣體源群40之複數個氣體源之各者經由閥群41之對應之開閉閥、流量控制器群42之對應之流量控制器、及閥群43之對應之開閉閥，連接於氣體供給管38。

【0036】電漿處理裝置1中，沿著腔室本體12之內壁面，裝卸自如地設置有遮罩46。遮罩46亦設置於支持部13之外周。遮罩46防止電漿處理之副產物附著於腔室本體12。遮罩46接地。遮罩46例如藉由於由鋁形成之構件之表面形成具有耐腐蝕性之膜而構成。具有耐腐蝕性之膜可為由氧化鈮等陶瓷所形成之膜。再者，一實施方式中，遮罩46提供腔室10之側壁所具有之內壁面10w。內壁面10w包含第1區域10a及第2區域10b。第1區域10a於內部空間10s之側方延伸。第2區域10b於內部空間10s之上方且上部電極30之側方延伸。第1區域10a及第2區域10b不僅藉由遮罩46，亦可藉由其他一個以上之構件、例如腔室本體12提供。

【0037】於支持部13與腔室本體12之側壁之間設置有檔板48。檔板48例如藉由於由鋁形成之構件之表面形成具有耐腐蝕性之膜而構成。具有耐腐蝕性之膜可為由氧化鈮等陶瓷所形成之膜。於檔板48形成有複數個貫通孔。於檔板48之下方、且腔室本體12之底部設置有排氣口12e。於排氣

口12e經由排氣管52連接有排氣裝置50。排氣裝置50具有壓力調整閥及渦輪分子泵等真空泵。

【0038】 電漿處理裝置1進而具備第1高頻電源62及第2高頻電源64。第1高頻電源62係產生第1高頻電力之電源。一例中，第1高頻電力具有適於生成電漿之頻率。第1高頻電力之頻率例如為27 MHz~100 MHz之範圍內之頻率。第1高頻電源62經由整合器66連接於上部電極30。整合器66具有用於使第1高頻電源62之負載側(上部電極30側)之阻抗與第1高頻電源62之輸出阻抗整合之電路。再者，第1高頻電源62亦可經由整合器66及電極板16連接於下部電極18。

【0039】 第2高頻電源64係產生第2高頻電力之電源。第2高頻電力具有低於第1高頻電力之頻率之頻率。第2高頻電力可用作用於向基板W牽引離子之偏壓用高頻電力。第2高頻電力之頻率例如為400 kHz~40 MHz之範圍內之頻率。第2高頻電源64經由整合器68及電極板16連接於下部電極18。整合器68具有用於使第2高頻電源64之負載側(下部電極18側)之阻抗與第2高頻電源64之輸出阻抗整合之電路。

【0040】 電漿處理裝置1進而具備直流電源裝置70。直流電源裝置70電性連接於上部電極30。直流電源裝置70以週期性地產生脈衝狀之負極性之直流電壓之方式構成。圖4係表示圖3所示之電漿處理裝置之直流電源裝置之構成之一例之圖。圖5係表示一例示性實施方式之電漿處理裝置中之高頻電力及直流電源裝置之輸出電壓之一例之時序圖。圖5中，橫軸表示時間。圖5中，縱軸表示高頻電力(第1高頻電力及/或第2高頻電力)之供給及直流電源裝置70之輸出電壓。圖5中，高頻電力為高位準係表示供給有高頻電力。圖5中，高頻電力為低位準係表示未供給高頻電力。以

下，一併參照圖3、圖4及圖5。

【0041】 一實施方式中，直流電源裝置70具有可變直流電源70a及切換元件70b。可變直流電源70a以產生負極性之直流電壓之方式構成。可變直流電源70a輸出之負極性之直流電壓之位準可藉由後述控制部80控制。切換元件70b藉由切換其導通狀態，切換可變直流電源70a與上部電極30之間之連接及阻斷。切換元件70b之導通狀態之切換亦可藉由控制部80進行控制。

【0042】 為了週期性地輸出脈衝狀之負極性之直流電壓，直流電源裝置70之輸出電壓於週期PT中之第1期間P1係負極性之直流電壓。一實施方式中，於週期PT內之第1期間P1，以使可變直流電源70a與上部電極30相互連接之方式對切換元件70b之導通狀態進行切換。直流電源裝置70之輸出電壓於週期PT中之其餘之第2期間P2係零伏特。一實施方式中，於週期PT中之第2期間P2，以阻斷可變直流電源70a與上部電極30之間之連接之方式對切換元件70b之導通狀態進行切換。

【0043】 一實施方式中，週期PT內第1期間P1所占之比率、即工作比(小數表現之工作比)為0.2以上、0.5以下。再者，工作比係週期PT內自直流電源裝置70向上部電極30施加脈衝狀之負極性之直流電壓之時間所占的比率。

【0044】 一實施方式中，作為週期PT之倒數之頻率f可為400 kHz以上。一實施方式中，頻率f可為1 MHz以下。於頻率f為1 MHz以下之情形時，腔室10內之離子之舉動對於自由基之生成之獨立控制性變高。

【0045】 一實施方式中，第1期間P1內，自直流電源裝置70向上部電極30施加之脈衝狀之負極性之直流電壓之絕對值為500 V以上、1200 V

以下。

【0046】電漿處理裝置1進而具備控制部80。控制部80可為具備處理器、記憶體等記憶部、輸入裝置、顯示裝置、信號之輸入輸出界面等之電腦。控制部80控制電漿處理裝置1之各部。控制部80中，操作者為了管理電漿處理裝置1，可使用輸入裝置進行指令之輸入操作等。又，控制部80中，可藉由顯示裝置顯示電漿處理裝置1之可視化之運轉狀況。進而，控制部80之記憶部中儲存有控制程式及製程配方資料。為了利用電漿處理裝置1執行各種處理，藉由控制部80之處理器執行控制程式。控制部80之處理器執行控制程式，依據製程配方資料控制電漿處理裝置1之各部，藉此利用電漿處理裝置1執行方法MT。

【0047】以下，再次參照圖1，以使用電漿處理裝置1執行該方法之情形作為例，對方法MT進行說明。又，亦對藉由控制部80控制電漿處理裝置1之各部進行說明。以下之說明中，參照圖6之(a)、圖6之(b)、圖6之(c)、及圖6之(d)。圖6之(a)、圖6之(b)、圖6之(c)、及圖6之(d)係圖1所示之方法中各處理後之一例之基板之局部放大剖視圖。

【0048】方法MT中，首先，執行步驟ST1。步驟ST1係以基板W收容於腔室10內之狀態執行。基板W於腔室10內載置於基板支持器14上，並被靜電吸盤20保持。步驟ST1中，於腔室10內生成處理氣體之電漿。處理氣體自氣體供給部GS供給。一實施方式中，處理氣體包含氫氣、氫氣(H₂氣體)、及氮氣(N₂氣體)中之至少一種。一例中，處理氣體係氫氣與氫氣之混合氣體。步驟ST1中，為了於腔室10內由處理氣體生成電漿，供給第1高頻電力及/或第2高頻電力。

【0049】為了執行步驟ST1，控制部80控制氣體供給部GS向腔室10

內供給處理氣體。為了執行步驟ST1，控制部80以將腔室10內之壓力設定為指定之壓力之方式控制排氣裝置50。為了執行步驟ST1，控制部80以供給第1高頻電力及/或第2高頻電力之方式控制第1高頻電源62及/或第2高頻電源64。

【0050】 步驟ST2係於執行步驟ST1之過程中執行。即，當步驟ST1中於腔室10內正在由處理氣體生成電漿時執行步驟ST2。執行步驟ST2係為了將來自腔室10內之電漿之離子供給至上部電極30，使自上部電極30釋出之含矽物堆積於基板W上。步驟ST2中，自直流電源裝置70週期性地向上部電極30施加脈衝狀之負極性之直流電壓。為了執行步驟ST2，控制部80以向上部電極30週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓之方式控制直流電源裝置70。

【0051】 一實施方式中，週期PT內自直流電源裝置70向上部電極30施加脈衝狀之負極性之直流電壓之時間所占之比率、即上述工作比為0.2以上、0.5以下。

【0052】 一實施方式中，作為週期PT之倒數之頻率f可為400 kHz以上。一實施方式中，頻率f可為1 MHz以下。於頻率f為1 MHz以下之情形時，腔室10內之離子之舉動相對於自由基之生成之獨立控制性變高。

【0053】 一實施方式中，第1期間P1內，自直流電源裝置70向上部電極30施加之脈衝狀之負極性之直流電壓之絕對值為500 V以上、1200 V以下。

【0054】 步驟ST2中，正離子自腔室10內之電漿被上部電極30吸引而與上部電極30之頂板34碰撞。其結果為，自上部電極30之頂板34釋出二次電子及含矽物。所釋出之二次電子及含矽物被供給至基板W。可藉由

二次電子將基板W之有機遮罩OM改質。又，如圖6之(a)所示，所釋出之含矽物堆積於基板W之有機遮罩OM上，形成膜DP。

【0055】 關於自腔室10內之電漿與上部電極30碰撞之離子之能量，存在施加於上部電極30之電壓之頻率越低，則能量越高之傾向。方法MT中，自腔室10內之電漿與上部電極30碰撞之離子之能量依存於頻率f，該頻率f係向上部電極30施加脈衝狀之負極性之直流電壓之週期PT的倒數。頻率f可設定為低於高頻電力之頻率的頻率。因此，方法MT可使具有較高之能量之離子與上部電極30碰撞。其結果為，可自上部電極30釋出相對大量之含矽物而供給至基板W。根據方法MT，由於可將相對大量之含矽物堆積於基板W上，故可抑制有機遮罩OM之圖案之形狀偏差及有機遮罩OM之縮小。再者，有機遮罩OM之圖案之形狀偏差例如可根據LWR(Line Width Roughness，線寬粗糙度)進行評價。

【0056】 一實施方式中，方法MT亦可進而包括步驟ST3。步驟ST3中，對膜MF進行蝕刻。可使用電漿處理裝置1對膜MF進行蝕刻。或者，亦可使用其他電漿處理裝置對膜MF進行蝕刻。以下，以使用電漿處理裝置1對圖2之(b)所示之膜MF進行蝕刻之情形為例，對步驟ST3進行說明。

【0057】 首先，為了對膜ARF進行電漿蝕刻，於腔室10內生成另一處理氣體之電漿。於膜ARF係含有矽之抗反射膜之情形時，膜ARF之電漿蝕刻用處理氣體可含有氟碳氣體等含氟氣體。為了對膜ARF進行電漿蝕刻，控制部80以向腔室10內供給處理氣體之方式控制氣體供給部GS。為了對膜ARF進行電漿蝕刻，控制部80以將腔室10內之壓力設定為指定壓力之方式控制排氣裝置50。為了對膜ARF進行電漿蝕刻，控制部80以供給第1高頻電力及/或第2高頻電力之方式控制第1高頻電源62及/或第2高頻

電源64。膜ARF之電漿蝕刻之結果如圖6之(b)所示，藉由膜DP調整過寬度之有機遮罩OM之圖案被轉印至膜ARF。

【0058】 繼而，為了對膜OF進行電漿蝕刻，進而於腔室10內生成另一處理氣體之電漿。於膜OF係有機膜之情形時，膜OF之電漿蝕刻用處理氣體可含有氫氣及氮氣。或者，膜OF之電漿蝕刻用之處理氣體可含有含氧氣體。為了對膜OF進行電漿蝕刻，控制部80以向腔室10內供給處理氣體之方式控制氣體供給部GS。為了對膜OF進行電漿蝕刻，控制部80以將腔室10內之壓力設定為指定之壓力之方式控制排氣裝置50。為了對膜OF進行電漿蝕刻，控制部80以供給第1高頻電力及/或第2高頻電力之方式控制第1高頻電源62及/或第2高頻電源64。膜OF之電漿蝕刻之結果如圖6之(c)所示，膜ARF之圖案被轉印至膜OF。

【0059】 繼而，為了對膜OXF進行電漿蝕刻，進而於腔室10內生成另一處理氣體之電漿。於膜OXF係氧化矽膜之情形時，膜OXF之電漿蝕刻用處理氣體可含有氟碳氣體。為了對膜OXF進行電漿蝕刻，控制部80以向腔室10內供給處理氣體之方式控制氣體供給部GS。為了對膜OXF進行電漿蝕刻，控制部80以將腔室10內之壓力設定為指定之壓力之方式控制排氣裝置50。為了對膜OXF進行電漿蝕刻，控制部80以供給第1高頻電力及/或第2高頻電力之方式控制第1高頻電源62及/或第2高頻電源64。膜OXF之電漿蝕刻之結果如圖6之(d)所示，膜OF之圖案被轉印至膜OXF。

【0060】 以上，對各種例示性實施方式進行了說明，但亦可施加各種追加、省略、置換、及變更而不受上述例示性實施方式限定。又，可組合不同實施方式中之要素形成其他實施方式。

【0061】 例如，方法MT中，亦可反覆進行複數次包括步驟ST1、步

驟ST2及步驟ST3之程序。

【0062】 以下，對為了評價方法MT而進行之第1實驗及第2實驗進行說明。第1實驗及第2實驗中，準備與圖2之(b)所示之基板W相同構造之樣品基板。樣品基板中，有機遮罩OM係光阻遮罩。樣品基板中，膜ARF係含有矽之抗反射膜。樣品基板中，膜OF係有機膜。樣品基板中，膜OXF係氧化矽膜。樣品基板之有機遮罩OM具有線與間隙圖案。樣品基板之有機遮罩OM中，線之寬度之平均值為41.8 nm，線之LWR為3.3 nm。第1實驗中，使用電漿處理裝置1對樣品基板實施方法MT之步驟ST1及步驟ST2。第1實驗之步驟ST2中，施加於上部電極30之脈衝狀之負極性之直流電壓之絕對值為-900 V，該脈衝狀之負極性之直流電壓之頻率f為400 kHz，該脈衝狀之負極性之直流電壓之工作比為0.5。以下，示出第1實驗中之步驟ST1及步驟ST2之條件。

【0063】

<第1實驗中之步驟ST1及步驟ST2之條件>

處理時間：10秒鐘

腔室10內之壓力：100 mTorr(13.33 Pa)

第1高頻電力：60 MHz、300 W

第2高頻電力：0 W

處理氣體：10 sccm之H₂氣體及800 sccm之Ar氣體

【0064】 第2實驗中，使用電漿處理裝置1，於與第1實驗相同之條件下生成處理氣體之電漿，向上部電極30連續地施加-900 V之直流電壓，對樣品基板進行處理。

【0065】 第1實驗及第2實驗之各實驗中，求出基板形狀藉由堆積於

基板之上之含矽物而得到調整之有機遮罩OM之線之寬度之平均值及LWR。第1實驗中，線之寬度之平均值為41.8 nm，LWR為2.8 nm。第2實驗中，線之寬度之平均值為40.6 nm，LWR為2.7 nm。第1實驗及第2實驗之兩者中，處理後之LWR均小於處理前之樣品基板之LWR。又，第2實驗中，處理後之線之寬度之平均值小於處理前之線之寬度之平均值，第1實驗中，處理後之線之寬度之平均值與處理前之線之寬度之平均值相同。因此，確認了根據方法MT，可抑制有機遮罩之圖案之形狀偏差及有機遮罩之縮小。

【0066】 根據以上說明，可理解本發明之各種實施方式係以說明為目的於本說明書中進行說明，可於不脫離本發明之範圍及主旨之情況下進行各種變更。因此，本說明書中所揭示之各種實施方式並非意圖進行限定，本發明真正之範圍與主旨藉由隨附之申請專利範圍表示。

【符號說明】

【0067】

1:電漿處理裝置

10:腔室

10a:第1區域

10b:第2區域

10s:內部空間

10w:內壁面

12:腔室本體

12e:排氣口

12g:閘閥

12p:通路
13:支持部
14:基板支持器
16:電極板
18:下部電極
18f:流路
20:靜電吸盤
20p:直流電源
20s:開關
22:冷卻器單元
22a:配管
22b:配管
24:氣體供給線
30:上部電極
32:構件
34:頂板
34a:噴氣孔
36:支持體
36a:氣體擴散室
36b:氣孔
36c:氣體導入口
38:氣體供給管
40:氣體源群

41:閥群
42:流量控制器群
43:閥群
46:遮罩
48:檔板
50:排氣裝置
52:排氣管
62:第1高頻電源
64:第2高頻電源
66:整合器
68:整合器
70:直流電源裝置
70a:可變直流電源
70b:切換元件
80:控制部
ARF:膜
DP:膜
ER:邊緣環
GS:氣體供給部
MF:膜
OF:膜
OM:有機遮罩
OXF:膜

UR:基底區域

W:基板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種處理基板之方法，其包括以下步驟：

(a)向電漿處理裝置之腔室內提供具有經圖案化之有機遮罩之基板；

(b)以於上述腔室內收容有上述基板之狀態，於該腔室內由處理氣體生成電漿；及

(c)於執行上述(b)之過程中，向上述電漿處理裝置之上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓，將來自上述電漿之離子供給至上述上部電極，使自該上部電極釋出之含矽物堆積於上述基板上。

【請求項2】

如請求項1之處理基板之方法，其中上述處理氣體包含氫氣、氬氣、及氮氣中之至少一種。

【請求項3】

如請求項1之處理基板之方法，其中上述處理氣體係氫氣與氬氣之混合氣體。

【請求項4】

如請求項1至3中任一項之處理基板之方法，其中工作比為0.2以上、0.5以下，上述工作比係一週期內施加上述脈衝狀之負極性之直流電壓之時間所占之比率。

【請求項5】

如請求項1至4中任一項之處理基板之方法，其中如下頻率低於用以生成上述電漿之高頻電力之頻率，上述頻率係向上述上部電極施加上述脈衝狀之負極性之直流電壓的週期之倒數。

【請求項6】

如請求項1至5中任一項之處理基板之方法，其中如下頻率為400 kHz以上、1 MHz以下，上述頻率係向上述上部電極施加上述脈衝狀之負極性之直流電壓的週期之倒數。

【請求項7】

如請求項1至6中任一項之處理基板之方法，其中上述脈衝狀之負極性之直流電壓之絕對值為500 V以上、1200 V以下。

【請求項8】

如請求項1至7中任一項之處理基板之方法，其中上述基板進而具有膜，上述有機遮罩設置於上述膜之上，且上述處理基板之方法進而包括步驟(d)：使用於上述腔室內由另一處理氣體生成之電漿對上述膜進行蝕刻。

【請求項9】

如請求項8之處理基板之方法，其中上述(b)與上述(d)係利用同一電漿處理裝置執行。

【請求項10】

如請求項8之處理基板之方法，其中上述(b)與上述(d)係利用不同之電漿處理裝置執行。

【請求項11】

如請求項8至10中任一項之處理基板之方法，其中反覆進行複數次包括上述(b)、上述(c)、及上述(d)之程序。

【請求項12】

一種元件製造方法，其包括藉由如請求項1至11中任一項之處理基板

之方法，處理具有經圖案化之有機遮罩之基板。

【請求項13】

一種電漿處理裝置，其具備：

腔室；

基板支持器，其設置於上述腔室內；

高頻電源，其為了於上述腔室內生成電漿而產生高頻電力；

上部電極，其設置於上述基板支持器之上方；

直流電源裝置，其連接於上述上部電極；及

控制部，其以控制上述高頻電源及上述直流電源裝置之方式構成；且

上述控制部

以執行包括以下步驟之處理之方式構成：

(a)向上述腔室內提供具有經圖案化之有機遮罩之基板；

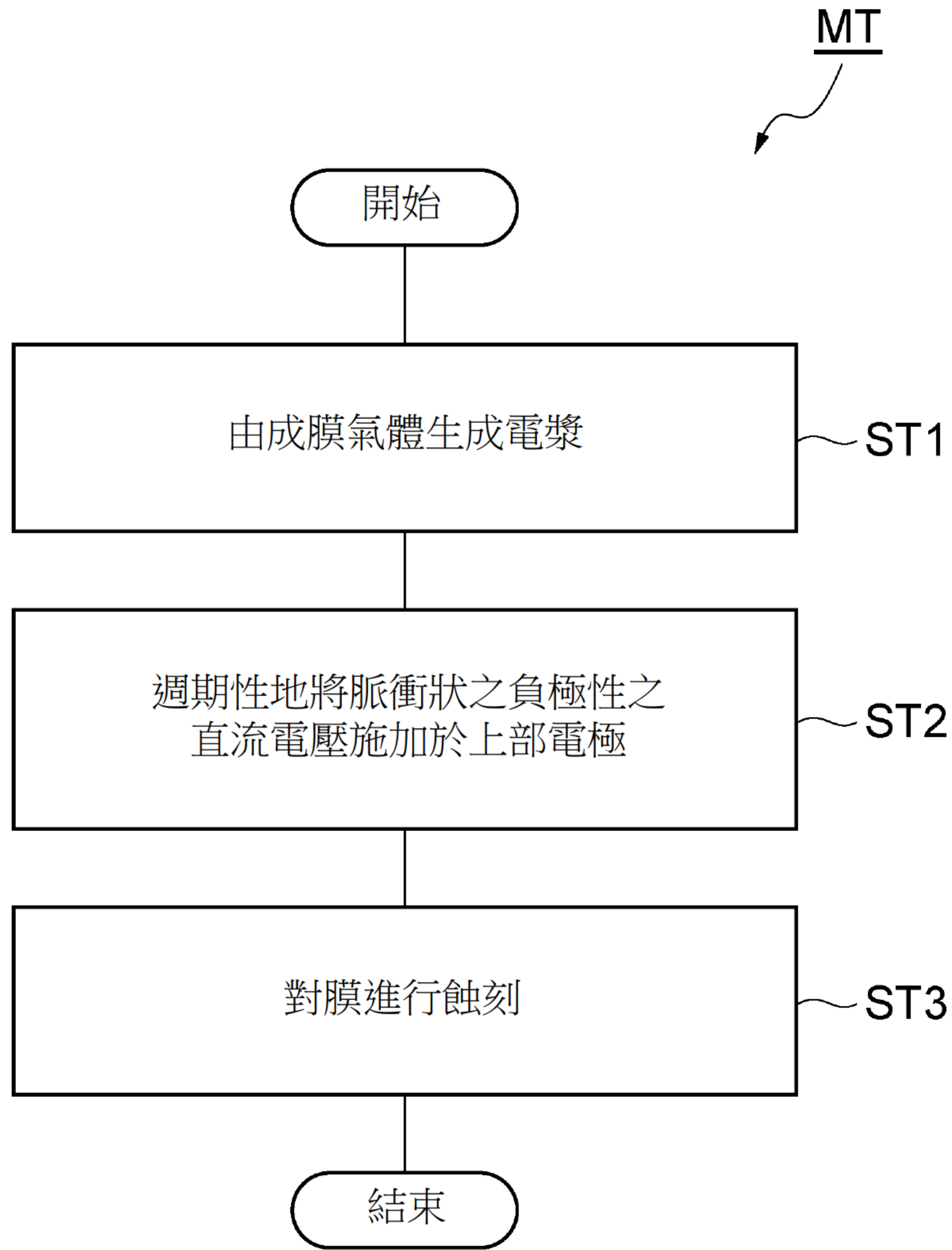
(b)藉由控制上述高頻電源供給高頻電力，於上述腔室內由處理氣體生成電漿；

(c)於執行上述(b)之過程中，藉由對上述直流電源裝置進行控制，從而向上述上部電極週期性地施加脈衝狀之負極性之直流電壓，將來自上述電漿之離子供給至上述上部電極，使自該上部電極釋出之含矽物堆積於上述基板上。

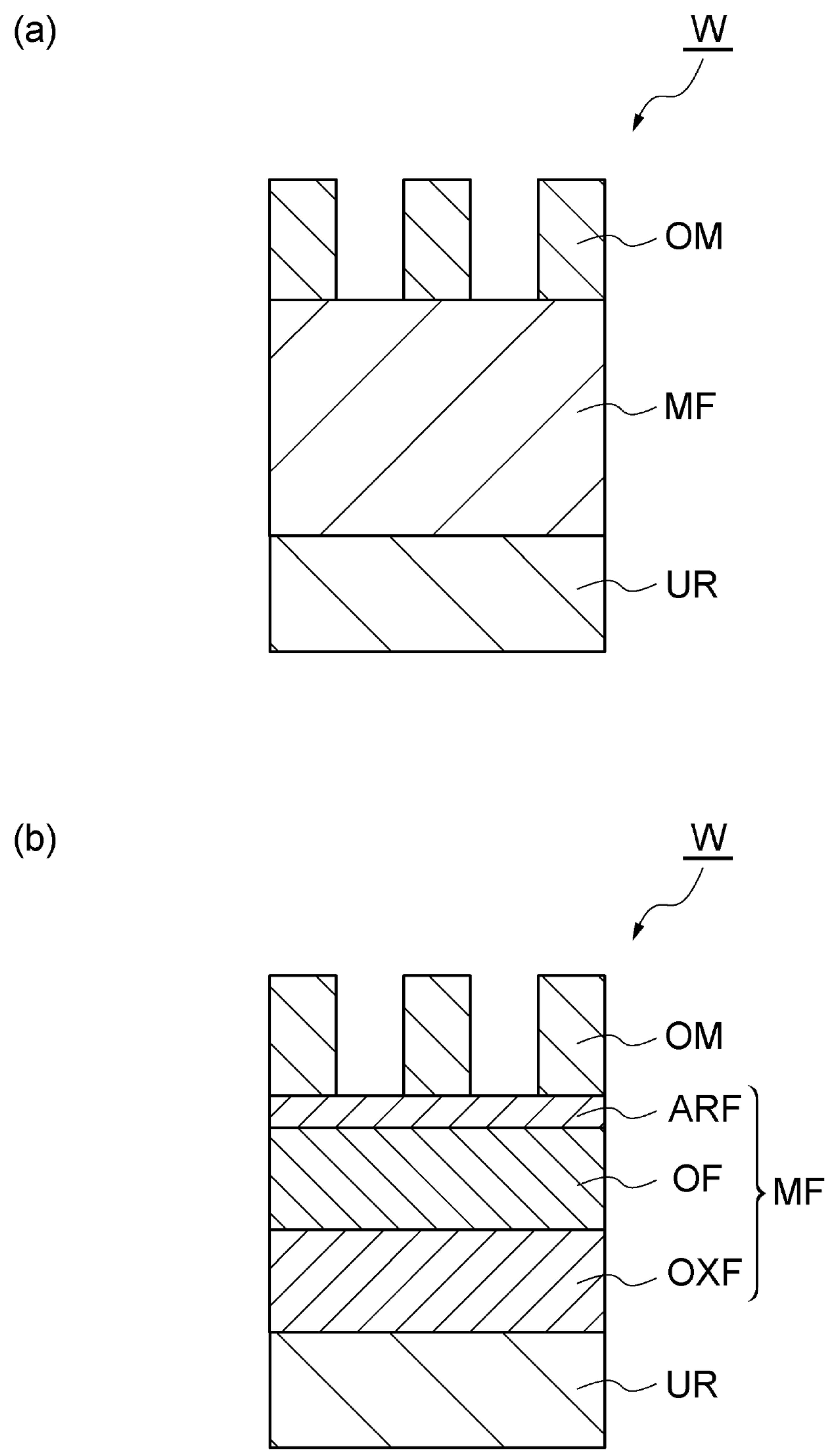
【請求項14】

如請求項13之電漿處理裝置，其中上述直流電源裝置包含可變直流電源及開關元件。

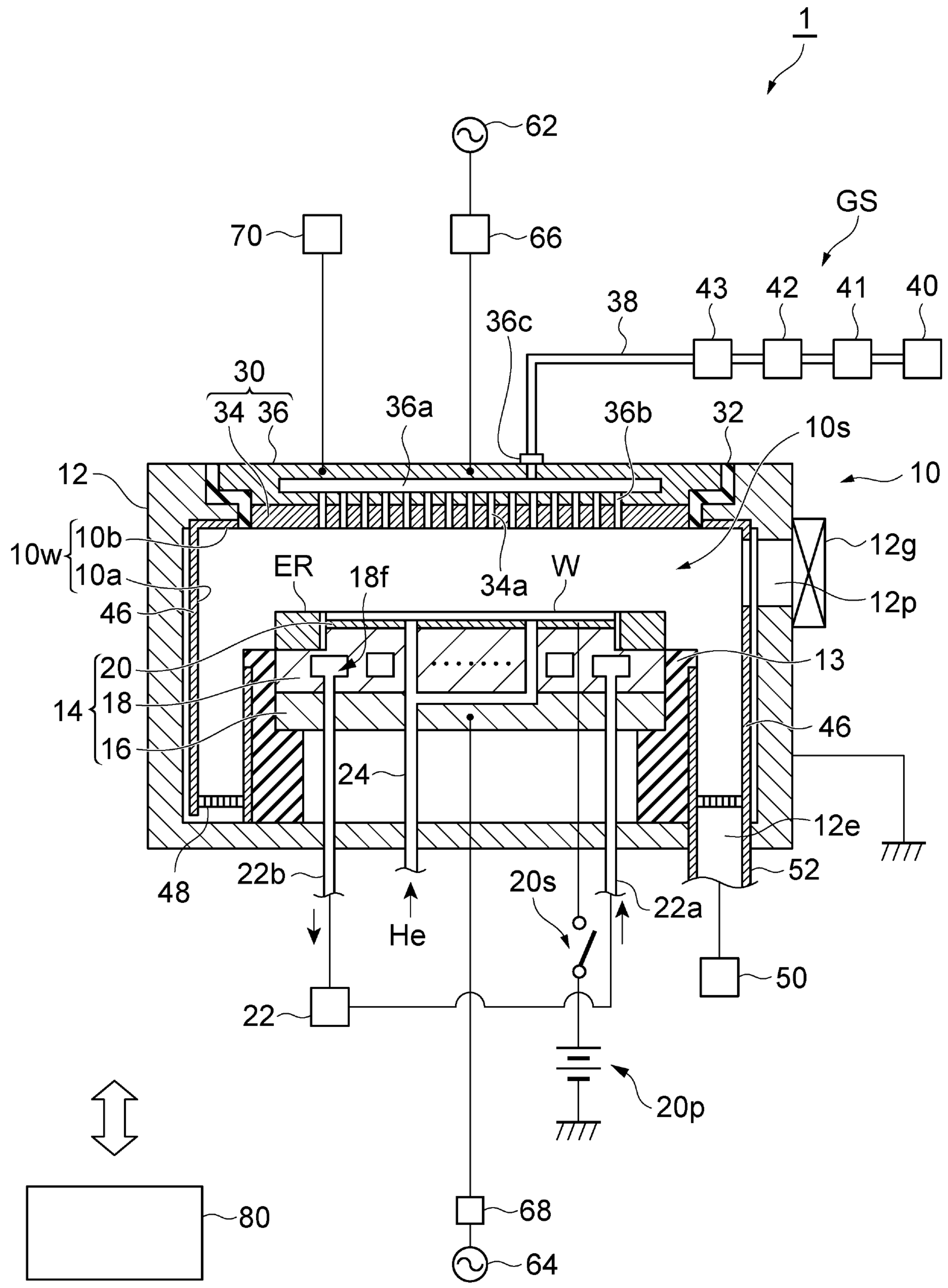
【發明圖式】



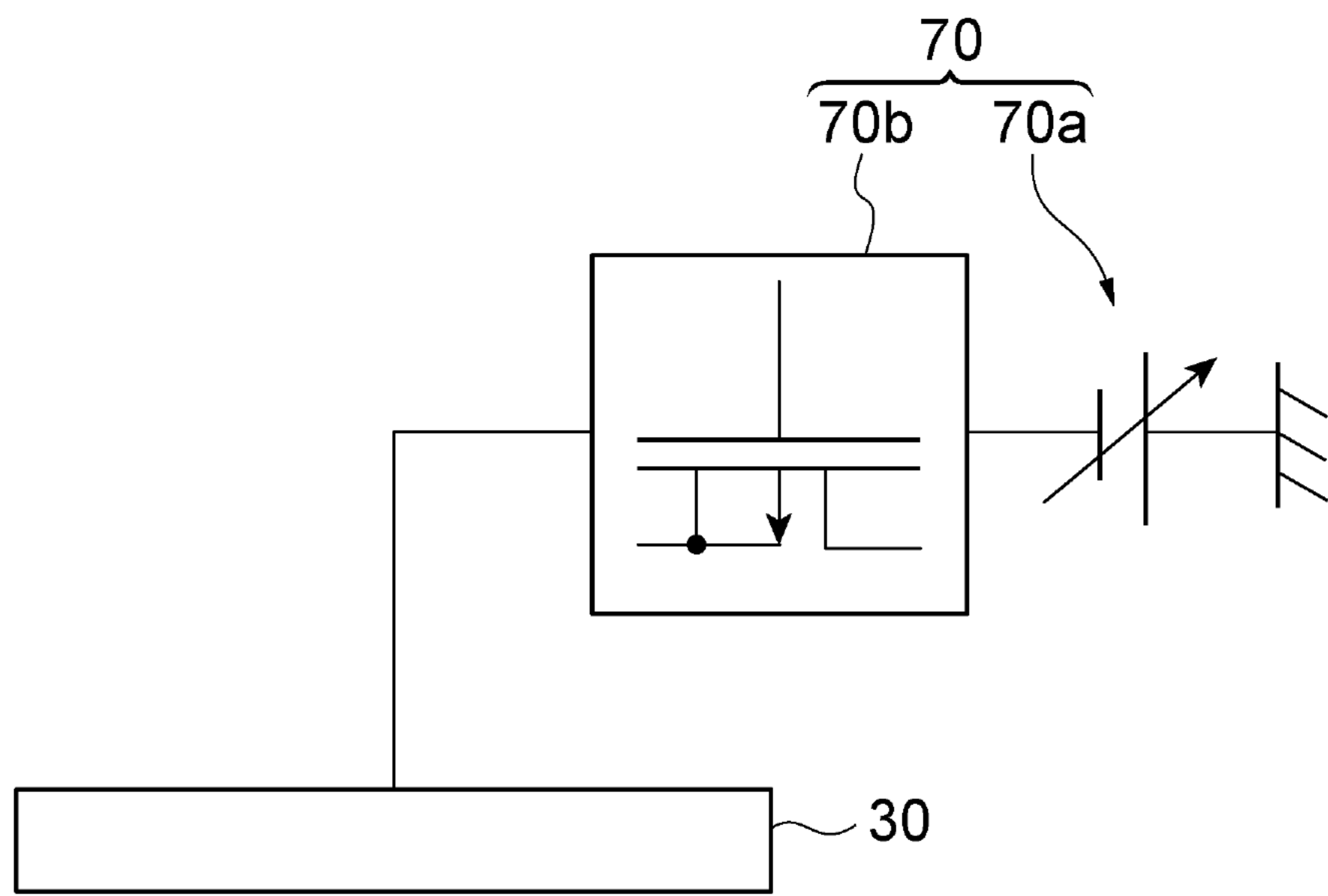
【圖1】



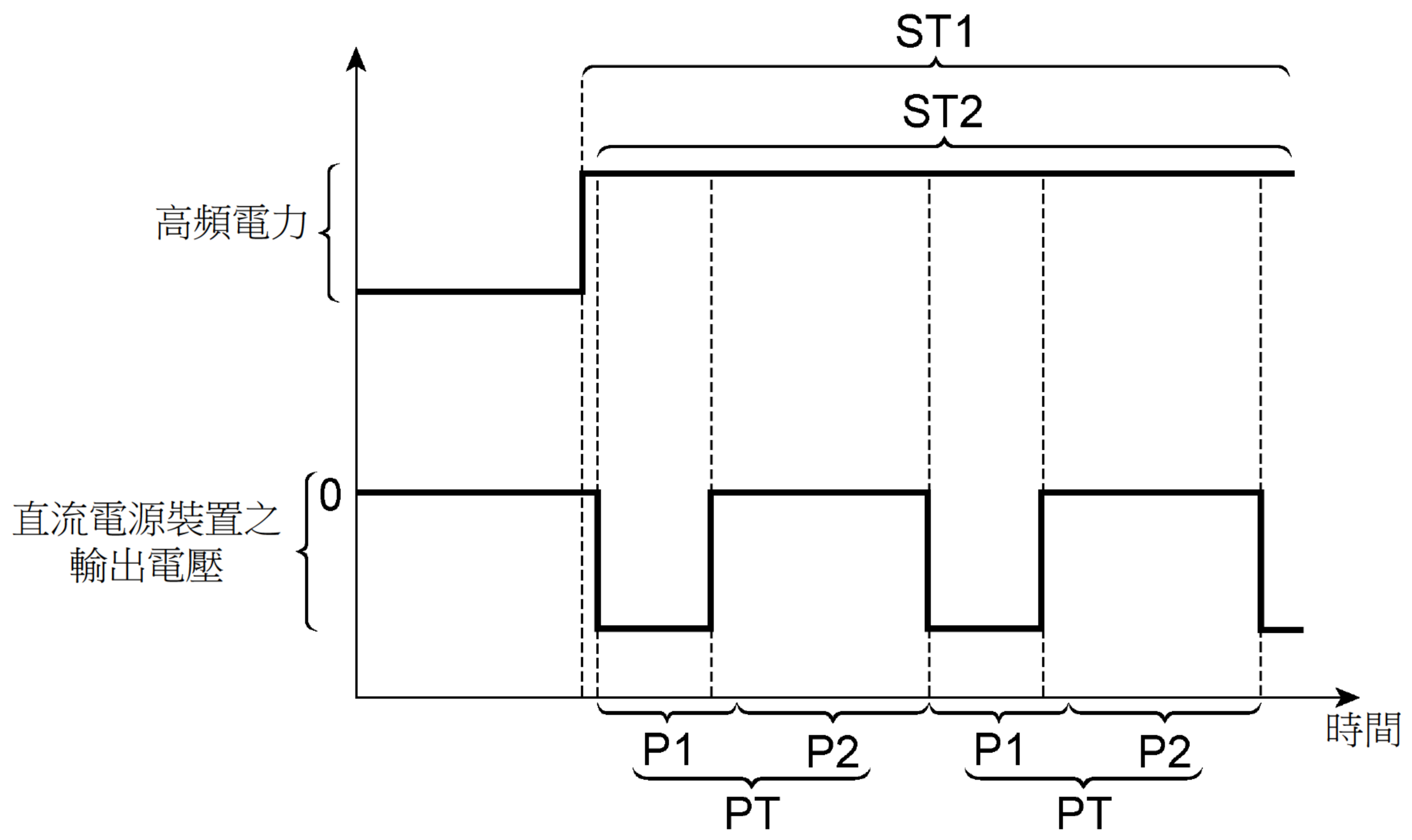
【圖2】



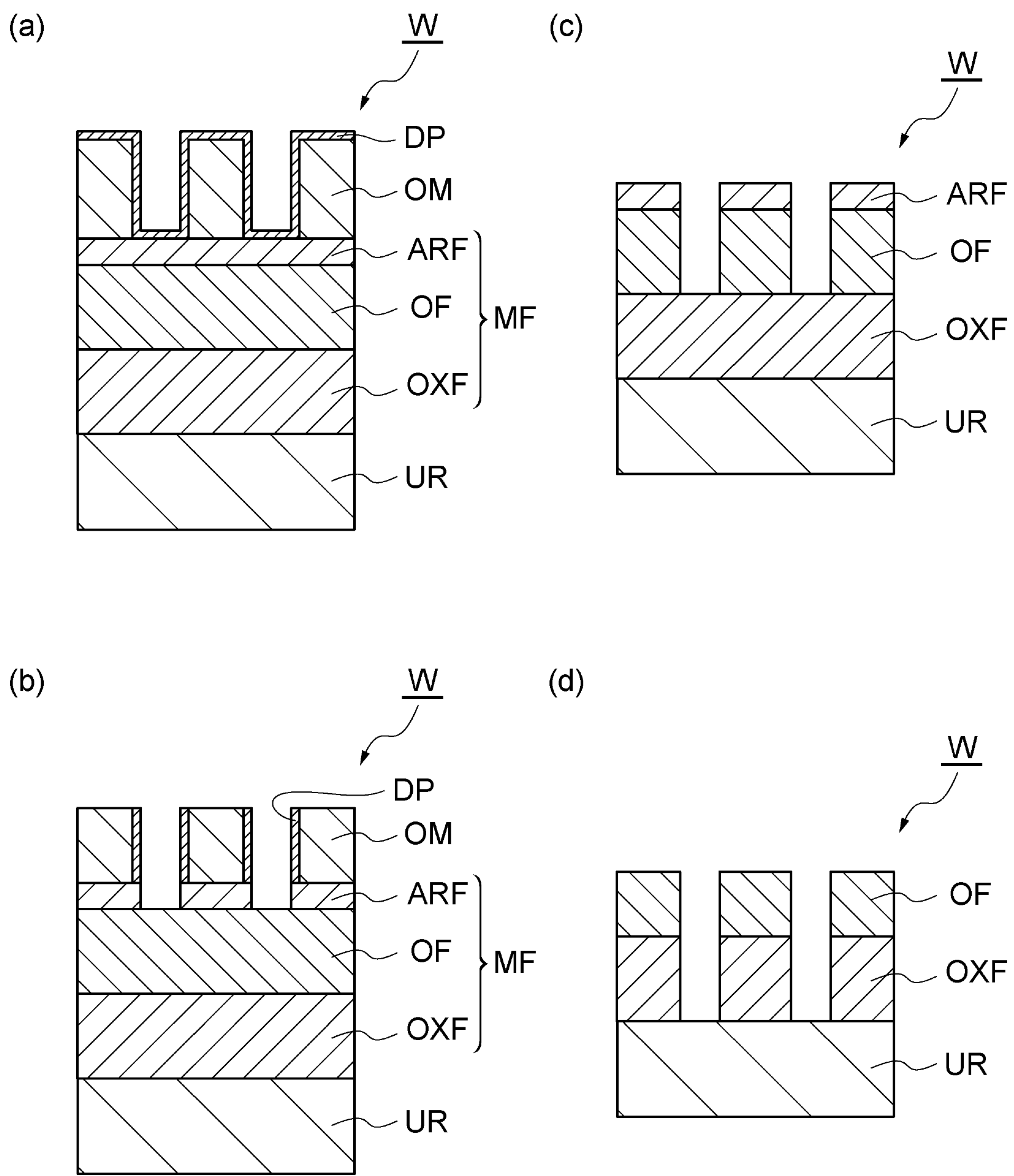
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】