I811367

(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 I811367 B**

(45)公告日： 中華民國 112 (2023) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：108117401 (22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 05 月 21 日

(51)Int. Cl.： ***H01L21/311 (2006.01)*** ***H01L21/3065(2006.01)***

(30)優先權：2018/05/28 日本 2018-101397

(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：勝沼隆幸 KATSUNUMA, TAKAYUKI (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW	201131006A	US	2012/0244709A1
US	2014/0120726A1	US	2016/0307775A1

審查人員：賴名亮

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：7 共 35 頁

(54)名稱

膜之蝕刻方法及電漿處理裝置

(57)摘要

本發明提供一種膜之蝕刻方法，其可將保護側壁面使其避開蝕刻膜之化學物種的保護區域，在不使膜之開口堵塞的情況下，以面內均一方式形成。

在例示之實施形態的膜之蝕刻方法中，於膜上形成前驅物之單分子層。膜具有區隔出開口之側壁面與底面。以從處理氣體形成之電漿的化學物種蝕刻膜。在蝕刻膜當中，以電漿之化學物種或電漿之另一化學物種從單分子層形成保護區域。

In a method of etching a film having a side wall surface and a bottom surface that defines an opening, a precursor layer is formed on the film and the film is etched by a chemical species generated from a processing gas. A protection region is formed from the precursor layer by the chemical species generated from a plasma or the processing or a separate chemical species from the plasma or processing gas while the film is being etched.

指定代表圖：

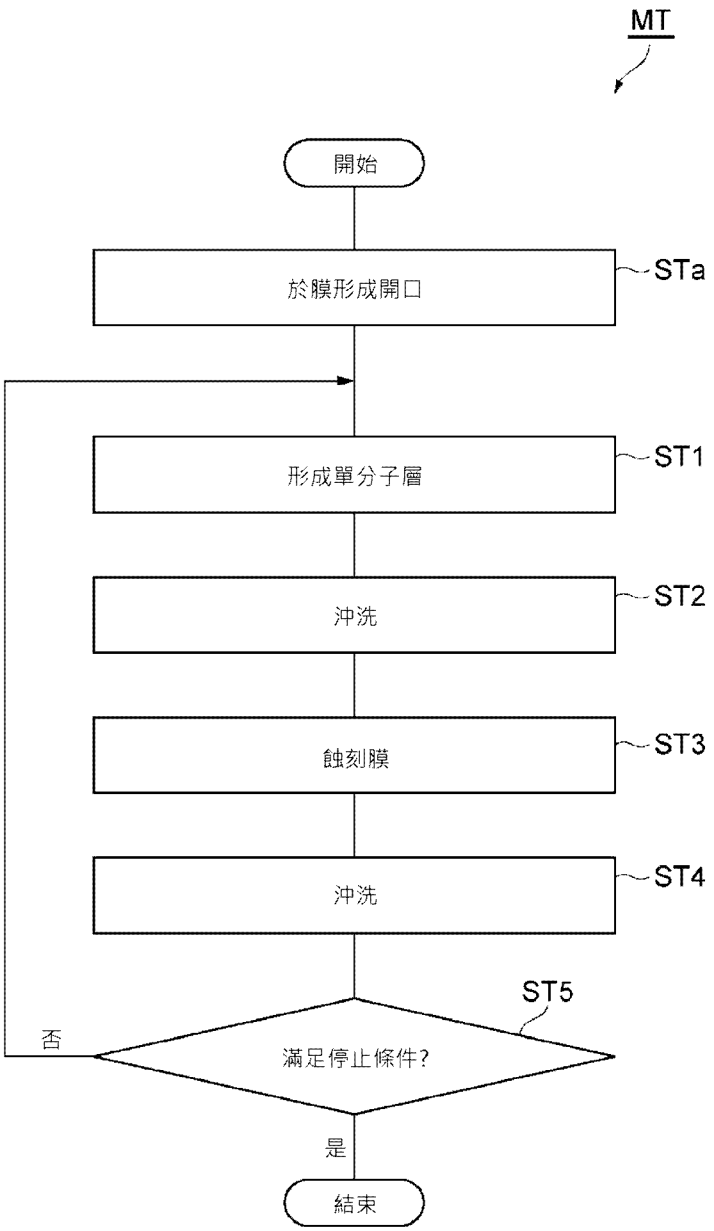

圖 1

符號簡單說明：

MT・・・膜之蝕刻方法

STa・・・製程

ST1・・・製程

ST2・・・製程

ST3・・・製程

ST4・・・製程

ST5・・・製程

專利案號：108117401

公告本

I811367

【發明摘要】

【中文發明名稱】　膜之蝕刻方法及電漿處理裝置

【英文發明名稱】　METHOD OF ETCHING FILM AND PLASMA PROCESSING APPARATUS

【中文】

本發明提供一種膜之蝕刻方法，其可將保護側壁面使其避開蝕刻膜之化學物種的保護區域，在不使膜之開口堵塞的情況下，以面內均一方式形成。

在例示之實施形態的膜之蝕刻方法中，於膜上形成前驅物之單分子層。膜具有區隔出開口之側壁面與底面。以從處理氣體形成之電漿的化學物種蝕刻膜。在蝕刻膜當中，以電漿之化學物種或電漿之另一化學物種從單分子層形成保護區域。

【英文】

In a method of etching a film having a side wall surface and a bottom surface that defines an opening, a precursor layer is formed on the film and the film is etched by a chemical species generated from a processing gas. A protection region is formed from the precursor layer by the chemical species generated from a plasma or the processing or a separate chemical species from the plasma or processing gas while the film is being etched.

【指定代表圖】　圖1

【代表圖之符號簡單說明】

MT　膜之蝕刻方法

STa　製程

ST1　製程

ST2　製程

ST3　製程

ST4　製程

ST5　製程

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】　膜之蝕刻方法及電漿處理裝置

【英文發明名稱】　METHOD OF ETCHING FILM AND PLASMA PROCESSING APPARATUS

【技術領域】

【0001】

本發明之例示的實施形態係有關於膜之蝕刻方法及電漿處理裝置。

【先前技術】

【0002】

在電子元件之製造中，要進行對膜之電漿蝕刻。於電漿蝕刻，在腔室內從氣體產生電漿。配置於腔室內之基板係以電漿之化學物種加以蝕刻。

【0003】

在電漿蝕刻，為抑制形成於膜之開口往橫方向(即，與膜厚方向垂直相交之方向)擴展，而有於區隔出開口之膜的側壁面上形成保護區域之情形。包含形成保護區域之製程及蝕刻膜之製程的技術記載於例如專利文獻1～3。

【0004】

在記載於專利文獻1～3之技術中，蝕刻有機膜。在記載於專利文獻1及2之技術中，以濺鍍於側壁面上形成含有矽之保護區域。保護區域保護有機膜避開蝕刻有機膜之氧化學物種。在記載於專利文獻3之技術中，有機膜以使用含有硫化羰、氧及氯之氣體的電漿蝕刻來蝕刻。當產生電漿時，產生硫黃化學物種及氯化矽之化學物種。硫黃化學物種及氯化矽之化學物種於側壁面上形成保護區域。在記載於專利文獻3之技術中，在蝕刻有機膜之同時，形成保護區域。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

【0005】

〔專利文獻1〕日本專利公開公報2012-204668號

〔專利文獻2〕日本專利公開公報2009-049141號

〔專利文獻3〕日本專利公開公報2015-012178號

【發明內容】

〔發明欲解決之問題〕

【0006】

吾人所要求者為保護側壁面避開蝕刻膜之化學物種的保護區域在不堵塞膜之開口下，以面內均一方式形成。又，吾人所要求者為保護區域可形成於區隔出具有高深寬比之開口的側壁面上。

〔解決問題之手段〕

【0007】

根據一個例示的實施形態，提供膜之蝕刻方法。該膜係有機膜。該有機膜具有區隔出開口之側壁面與底面。該蝕刻方法包含：(i)於有機膜上形成前驅物之單分子層的製程；及(ii)以從含氧氣體形成之電漿的氧化學物種蝕刻有機膜之製程。在蝕刻有機膜之製程中，以電漿之氧化學物種將單分子層氧化而形成保護區域。

〔發明之效果〕

【0008】

根據一個例示之實施形態的膜之蝕刻方法，保護側壁面避開蝕刻膜之化學物種的保護區域在不堵塞膜之開口下，以面內均一方式形成。又，保護區域可形成於區隔出具有高深寬比之開口的側壁面上。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖1係顯示一個例示之實施形態的膜之蝕刻方法的流程圖。

圖2係一例之基板的部分放大截面圖。

圖3係概略地顯示一個例示之實施形態的電漿處理裝置之圖。

圖4(a)係用以說明圖1所示之方法的製程STa之例的圖，圖4(b)係執行製程STa後之狀態的一例之基板的部分放大截面圖。

圖5係執行圖1所示之方法的製程ST1後之狀態的一例之基板的部分放大截面圖。

圖6(a)係用以說明圖1所示之方法的製程ST3之例的圖，圖6(b)係執行製程ST3後之狀態的一例之基板的部分放大截面圖。

圖7係執行圖1所示之方法後的狀態之一例的基板之部分放大截面圖。

【實施方式】

〔用以實施發明之形態〕

【0010】

以下，就各種例示之實施形態作說明。

【0011】

在一個例示之實施形態中，提供膜之蝕刻方法。膜係有機膜。有機膜具有區隔出開口之側壁面與底面。方法包含：(i)於有機膜上形成前驅物之單分子層

的製程；及(ii)以從含氧氣體形成之電漿的氧化學物種蝕刻有機膜之製程。在蝕刻有機膜之製程中，以電漿之氧化學物種將單分子層氧化而形成保護區域。

【0012】

在一個例示之實施形態的方法中，保護區域從單分子層形成。因而，可抑制因保護區域引起之有機膜的開口之堵塞。又，保護區域可以面內均一方式形成。再者，保護區域亦可形成於區隔出具有高深寬比之開口的側壁面上。在此方法中，以為了蝕刻有機膜而產生之電漿的氧化學物種將單分子層氧化，而形成保護區域。因而，用以使單分子層變化成保護區域之處理與有機膜之蝕刻同時進行。

【0013】

在一個例示之實施形態中，前驅物亦可含有矽。在一個例示之實施形態中，前驅物亦可含有金屬。金屬亦可為鎢或鈦。

【0014】

在一個例示之實施形態中，方法亦可更包含於有機膜上形成上述開口之製程。

【0015】

在一個例示之實施形態中，亦可交互地反覆進行形成單分子層之製程及蝕刻有機膜之製程。

【0016】

在一個例示之實施形態中，形成單分子層之製程與蝕刻有機膜之製程亦可在於單一之電漿處理裝置的腔室內連續維持之減壓空間內，在不從腔室取出具有有機膜之基板的情況下執行。

【0017】

在一個例示之實施形態中，電漿處理裝置亦可為電容耦合型電漿處理裝置。此電漿處理裝置可包含腔室、支撐台、氣體供給部、第1射頻電源、及第2射頻電源。支撐台具有下部電極，並在腔室內支撐基板。氣體供給部將含有前驅物之前驅物氣體及含氧氣體供至腔室內。上部電極設於支撐台之上方。第1射頻電源將用以產生電漿之第1射頻電力供至上部電極。第2射頻電源將用以將離子引入至基板之第2射頻電力供至下部電極。

【0018】

在另一例示之實施形態中，提供膜之蝕刻方法。膜具有區隔出開口之側壁面與底面。方法包含：(i)於膜上形成前驅物之單分子層的製程；及(ii)以從處理氣體形成之電漿的化學物種蝕刻膜之製程。在蝕刻膜之製程中，以該電漿之化學物種或該電漿之另一化學物種從單分子層形成保護區域。

【0019】

在一個例示之實施形態的方法中，保護區域從單分子層形成。因而，可抑制因保護區域引起之膜的開口之堵塞。又，保護區域可以面內均一方式形成。再者，保護區域亦可形成於區隔出具有高深寬比之開口的側壁面上。在此方法中，為了蝕刻膜而產生之電漿的化學物種或該電漿之另一化學物種使單分子層變質，結果，形成保護區域。因而，用以使單分子層變化成保護區域之處理與膜之蝕刻同時進行。

【0020】

在一個例示之實施形態中，膜亦可為含有矽、碳、氧及氫之低介電常數膜。前驅物亦可含有矽。蝕刻膜之化學物種亦可含有氟化學物種及氮化學物種。在此實施形態之方法中，以氮化學物種將前驅物氮化。

【0021】

在一個例示之實施形態中，膜亦可為含有矽、碳、氧及氫之低介電常數膜。前驅物亦可含有金屬。蝕刻膜之化學物種亦可含有氟化學物種及氮化學物種。在此實施形態之方法中，另一化學物種亦可含有氧化學物種。在此實施形態之方法中，以氧化學物種將前驅物氧化。金屬亦可為鎢或鈦。

【0022】

在一個例示之實施形態中，膜亦可為多晶矽膜。前驅物亦可含有矽或金屬。蝕刻膜之化學物種亦可含有鹵素化學物種。另一化學物種亦可含有氧化學物種。在此實施形態之方法中，以氧化學物種將前驅物氧化。金屬亦可為鎢或鈦。

【0023】

在一個例示之實施形態中，膜亦可為氮化矽膜。前驅物亦可含有矽或金屬。蝕刻膜之化學物種亦可含有由處理氣體中之氫氟碳形成的化學物種。另一化學物種亦可含有氧化學物種。在此實施形態之方法中，以氧化學物種將前驅物氧化。金屬亦可為鎢或鈦。

【0024】

在又另一實施形態中，提供電漿處理裝置。電漿處理裝置包含腔室、支撐台、氣體供給部、電漿產生部及控制部。支撐台在腔室內支撐基板。氣體供給部將含有前驅物之前驅物氣體及處理氣體供至腔室內。電漿產生部產生處理氣體之電漿。控制部將氣體供給部控制成將前驅物氣體供至腔室內，以於支撐在支撐台上之基板的膜上形成前驅物之單分子層。又，控制部將氣體供給部及電漿產生部控制成將處理氣體供至腔室內，且產生處理氣體之電漿，以蝕刻膜且使單分子層變質而形成保護區域。

【0025】

以下，參照圖式，就各種例示之實施形態詳細地說明。此外，在各圖式中對同一或相當之部分附上同一符號。

【0026】

圖1係顯示一個例示之實施形態的膜之蝕刻方法的流程圖。圖1所示之方法MT係為了蝕刻基板之膜而執行。圖2係一例之基板的部分放大截面圖。圖2所示之基板W具有膜EF。基板W亦可具有基底區域UR及遮罩MK。

【0027】

膜EF設於基底區域UR上。遮罩MK設於膜EF上。遮罩MK圖形化。即，遮罩MK提供一個以上之開口。膜EF從遮罩MK之開口部分露出。膜EF可由任意材料形成。遮罩MK只要在後述製程ST3，可對遮罩MK選擇性蝕刻膜EF，可由任意材料形成。

【0028】

在基板W之第1例中，膜EF係有機膜。在基板W之第1例中，遮罩MK係含矽膜。含矽膜係例如含有矽之反射防止膜。

【0029】

在基板W之第2例中，膜EF係低介電常數膜，含有矽、碳、氧及氫。即，在基板W之第2例中，膜EF係SiCOH膜。在基板W之第2例中，遮罩MK由含鎢膜、含鈦膜這樣的含金屬膜形成。在基板W之第2例中，遮罩MK亦可由光阻膜這樣的有機膜、氮化矽膜、或聚矽膜形成。

【0030】

在基板W之第3例中，膜EF係多晶矽膜。在基板W之第3例中，遮罩MK由含鎢膜這樣的含金屬膜形成。在基板W之第3例中，遮罩MK亦可由光阻膜這樣的有機膜或氮化矽膜形成。

【0031】

在基板W之第4例中，膜EF係氮化矽膜。在基板W之第4例中，遮罩MK由含鎢膜、含鈦膜這樣的含金屬膜形成。在基板W之第4例中，遮罩MK亦可由光阻膜這樣的有機膜或聚矽膜形成。

【0032】

如圖1所示，方法MT包含製程ST1及製程ST3。在一實施形態中，方法MT使用電漿處理裝置來執行。圖3係概略地顯示一個例示之實施形態的電漿處理裝置之圖。圖3所示之電漿處理裝置1係電容耦合型電漿處理裝置。

【0033】

電漿處理裝置1包含腔室10。腔室10於其內部提供內部空間10s。腔室10包含腔室本體12。腔室本體12呈大約圓筒形狀。於腔室本體12之內側提供內部空間10s。腔室本體12由例如鋁形成。於腔室本體12之內壁面上設有具耐腐蝕性之膜。具耐腐蝕性之膜可為由氧化鋁、氧化釔這樣的陶瓷形成之膜。

【0034】

於腔室本體12之側壁形成有通路12p。基板W於在內部空間10s與腔室10的外部之間搬送時，通過通路12p。通路12p可以閘閥12g開閉。閘閥12g沿著腔室本體12之側壁而設。

【0035】

於腔室本體12之底部上設有支撐部13。支撐部13由絕緣材料形成。支撐部13呈大約圓筒形狀。支撐部13在內部空間10s中，從腔室本體12之底部延伸至上方。支撐部13支撐支撐台14。支撐台14設於內部空間10s中。支撐台14在腔室10內亦即內部空間10s中，支撐基板W。

【0036】

支撐台14具有下部電極18及靜電吸盤20。支撐台14可更具有電極板16。電極板16由例如鋁這樣的導體形成，呈大約圓盤形狀。下部電極18設於電極板16

上。下部電極18由例如鋁這樣的導體形成，呈大約圓盤形狀。下部電極18電性連接於電極板16。

【0037】

靜電吸盤20設於下部電極18上。可於靜電吸盤20之上面上載置基板W。靜電吸盤20具有本體及電極。靜電吸盤20之本體呈大約圓盤形狀，由介電體形成。靜電吸盤20之電極係膜狀電極，設於靜電吸盤20之本體內。靜電吸盤20之電極藉由開關20s連接於直流電源20p。當對靜電吸盤20之電極施加來自直流電源20p之電壓時，在靜電吸盤20與基板W之間產生靜電引力。藉所產生之靜電引力，基板W被吸引至靜電吸盤20，而以靜電吸盤20保持。

【0038】

聚焦環FR於下部電極18之周緣部上配置成包圍基板W之邊緣。聚焦環FR係為了使對基板W之電漿處理的面內均一性提高而設。聚焦環FR並未受到限定，可由矽、碳化矽、或石英形成。

【0039】

於下部電極18之內部設有流路18f。從設於腔室10之外部的冷卻單元22經由配管22a將熱交換媒體(例如冷媒)供至流路18f。供至流路18f之熱交換媒體經由配管22b返回至冷卻單元22。在電漿處理裝置1，以熱交換媒體與下部電極18之熱交換調整載置於靜電吸盤20上之基板W的溫度。

【0040】

於電漿處理裝置1設有氣體供給管路24。氣體供給管路24將來自傳熱氣體供給機構之傳熱氣體(例如He氣體)供至靜電吸盤20之上面與基板W的背面之間。

【0041】

電漿處理裝置1更包含上部電極30。上部電極30設於支撐台14之上方。上部電極30藉由構件32支撐於腔室本體12之上部。構件32由具絕緣性之材料形成。上部電極30與構件32封閉腔室本體12之上部開口。

【0042】

上部電極30可包含頂板34及支撐體36。頂板34之下面係內部空間10s之側的下面，區隔出內部空間10s。頂板34可由焦耳熱少之低電阻導電體或半導體形成。於頂板34形成有複數之氣體噴吐孔34a。複數之氣體噴吐孔34a將頂板34於其厚度方向貫穿。

【0043】

支撐體36係以自由裝卸方式支撐著頂板34。支撐體36由鋁這樣的導電性材料形成。於支撐體36之內部設有氣體擴散室36a。於支撐體36形成有複數之氣孔36b。複數之氣孔36b從氣體擴散室36a延伸至下方。複數之氣孔36b分別連通複數之氣體噴吐孔34a。於支撐體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。

【0044】

於氣體供給管38藉由閥群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包含複數之氣體源。氣體源群40之複數的氣體源包含在方法MT利用之複數的氣體之源。閥群41及閥群43各包含複數之開關閥。流量控制器群42包含複數之流量控制器。流量控制器群42之複數的流量控制器各為質量流量控制器或壓力控制式流量控制器。氣體源群40之複數的氣體源分別藉由閥群41之對應的開關閥、流量控制器群42之對應的流量控制器、及閥群43之對應的開關閥連接於氣體供給管38。

【0045】

在電漿處理裝置1，屏蔽件46沿著腔室本體12之內壁面以自由裝卸方式設置。屏蔽件46亦設於支撐部13之外周。屏蔽件46防止蝕刻副產物附著於腔室本體12。屏蔽件46例如藉於由鋁形成之母材的表面形成具耐腐蝕性之膜而構成。具耐腐蝕性之膜可為由氧化釔這樣的陶瓷形成之膜。

【0046】

於支撐部13與腔室本體12的側壁之間設有擋板48。擋板48例如藉於由鋁形成之母材的表面形成具耐腐蝕性之膜而構成。具耐腐蝕性之膜可為由氧化釔這樣的陶瓷形成之膜。於擋板48形成有複數之貫穿孔。於擋板48之下方、且為腔室本體12之底部設有排氣口12e。於排氣口12e藉由排氣管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這樣的真空泵。

【0047】

電漿處理裝置1更包含第1射頻電源62及第2射頻電源64。第1射頻電源62係產生第1射頻電力之電源。第1射頻電力具有適合產生電漿之頻率。第1射頻電力之頻率為例如27MHz～100MHz之範圍內的頻率。第1射頻電源62藉由匹配器66及電極板16連接於上部電極30。匹配器66具有用以使第1射頻電源62之輸出阻抗與負載側(上部電極30側)之阻抗匹配的電路。此外，第1射頻電源62亦可藉由匹配器66連接於下部電極18。第1射頻電源62構成一例之電漿產生部。

【0048】

第2射頻電源64係產生第2射頻電力之電源。第2射頻電力具有低於第1射頻電力之頻率的頻率。將第2射頻電力與第1射頻電力一同使用時，使用第2射頻電力作為用以將離子引入至基板W之偏壓用射頻電力。第2射頻電力之頻率係例如40kHz～13.56MHz之範圍內的頻率。第2射頻電源64藉由匹配器68及電極板16連接於下部電極18。匹配器68具有用以使第2射頻電源64之輸出阻抗與負載側(下部電極18側)之阻抗匹配的電路。

【0049】

此外，亦可不使用第1射頻電力，而使用第2射頻電力，即，僅使用單一之射頻電力，產生電漿。此時，第2射頻電力之頻率亦可為大於13.56MHz之頻率、例如40MHz。此時，電漿處理裝置1亦可不具有第1射頻電源62及匹配器66。此時，第2射頻電源64構成一例之電漿產生部。

【0050】

在電漿處理裝置1產生電漿時，從氣體供給部GS將氣體供至內部空間10s。又，藉供給第1射頻電力及/或第2射頻電力，而在上部電極30與下部電極18之間產生射頻電場。以所產生之射頻電場，激發氣體。結果，產生電漿。

【0051】

電漿處理裝置1可更包含控制部80。控制部80可為具有處理器、記憶體這樣的記憶部、輸入裝置、顯示裝置、信號之輸入輸出介面等的電腦。控制部80控制電漿處理裝置1之各部。在控制部80，可使用輸入裝置，進行指令之輸入操作等，以使操作員管理電漿處理裝置1。又，在控制部80，可以顯示裝置，將電漿處理裝置1之運轉狀況可視化來顯示。再者，於控制部80之記憶部儲存有控制程式及配方資料。控制程式以控制部80之處理器執行，以在電漿處理裝置1執行各種處理。控制部80之處理器執行控制程式，根據配方資料，控制電漿處理裝置1之各部，藉此，方法MT在電漿處理裝置1執行。

【0052】

再參照圖1，就方法MT詳細地說明。在以下之說明中，以使用電漿處理裝置1來處理圖2所示之基板W的情形為例，說明方法MT。此外，在方法MT，亦可使用其他之電漿處理裝置。在方法MT，亦可處理其他基板。

【0053】

方法MT在基板W載置於支撐台14上之狀態下執行。在一實施形態中，方法MT在製程STa開始。在製程STa，以電漿蝕刻將膜EF蝕刻。

【0054】

在製程STa，在腔室10內，從處理氣體產生電漿PLa。當處理上述基板W之第1例時，即，基板W之膜EF為有機膜時，在製程STa使用之處理氣體可含有含氧氣體。含氧氣體包含例如氧氣、一氧化碳氣體、或二氧化碳氣體。或者，當處理基板W之第1例時，在製程STa使用之處理氣體亦可含有氮氣及/或氫氣。

【0055】

當處理上述基板W之第2例時，即，基板W之膜EF為低介電常數膜時，在製程STa使用之處理氣體可含有含氟之氣體。含氟之氣體為例如氟碳氣體。氟碳氣體為例如C_4F_8氣體。

【0056】

當處理上述基板W之第3例時，即，基板W之膜EF為多晶矽膜時，在製程STa使用之處理氣體可含有含鹵素氣體。含鹵素氣體為例如HBr氣體、Cl_2氣體、或SF_6氣體。

【0057】

當處理上述基板W之第4例時，即，基板W之膜EF為氮化矽膜時，在製程STa使用之處理氣體可含有氫氟碳氣體。氫氟碳氣體為例如CH_3F氣體。

【0058】

在製程STa，如圖4(a)所示，對膜EF照射電漿PLa之化學物種，而以該化學物種蝕刻膜EF。在製程STa，膜EF被蝕刻至膜EF之下面與膜EF的上面之間的位置。膜EF之下面係與基底區域UR接觸之膜EF的面。膜EF之上面係從遮罩MK之開口露出的膜EF之表面。當執行製程STa時，如圖4(b)所示，於膜EF形成開口OP。開口OP以膜EF之側壁面SS及底面BS劃分。

【0059】

在製程STa，控制部80將排氣裝置50控制成將內部空間10s中之壓力設定成指定壓力。在製程STa，控制部80將氣體供給部GS控制成將處理氣體供至內部空間10s。在製程STa，控制部80將電漿產生部控制成從處理氣體產生電漿。在一實施形態之製程STa，控制部80將第1射頻電源62及/或第2射頻電源64控制成供給第1射頻電力及/或第2射頻電力。

【0060】

製程STa之電漿蝕刻亦可為與後述製程ST3之電漿蝕刻相同的電漿蝕刻。關於此時之製程STa的電漿蝕刻之細節及在製程STa之控制部80所行的控制，請參照製程ST3之說明。

【0061】

此外，方法MT亦可不包含製程STa。此時，於應用方法MT之基板的膜EF預先設開口OP。

【0062】

在方法MT，執行製程ST1。在製程ST1，如圖5所示，於基板W上形成前驅物之單分子層ML。單分子層ML形成於側壁面SS及底面BS上。單分子層ML亦形成於遮罩MK上。構成單分子層ML之前驅物只要於執行後述製程ST3當中變質而形成保護區域PR，且保護區域PR保護側壁面SS避開蝕刻膜EF之活性物種，可為任意之前驅物。

【0063】

在製程ST1，將含有前驅物之前驅物氣體供至具有開口OP之基板W。在一實施形態中，將前驅物氣體供至內部空間10s。在製程ST1，亦可將載體氣體與前驅物氣體一同供給。載體氣體可為惰性氣體。惰性氣體為例如稀有氣體或氮氣。在執行製程ST1當中，在腔室10內不產生電漿。

【0064】

不論處理上述基板W之第1例～第4例的哪一例，在製程ST1使用之前驅物氣體皆為含矽氣體或含金屬氣體。含矽氣體含有含矽物作為前驅物。含矽氣體為例如矽氮烷氣體。含金屬氣體含有含金屬物作為前驅物。含金屬物含有例如鎢或鈦。含金屬氣體為例如含鎢氣體或含鈦氣體。含鎢氣體可為六氟化鎢氣體、六氯化鎢氣體這樣的鹵化鎢氣體。含鈦氣體可為例如四氟化鈦氣體、四氯化鈦氣體這樣的鹵化鈦氣體。

【0065】

在製程ST1，控制部80將排氣裝置50控制成將內部空間10s中之壓力設定成指定壓力。在製程ST1，控制部80將氣體供給部GS控制成將前驅物氣體供至內部空間10s。在製程ST1，亦可將載體氣體與前驅物氣體一同供給。載體氣體為惰性氣體。惰性氣體為例如稀有氣體或氮氣。

【0066】

在方法MT中，亦可於製程ST1與製程ST3之間執行製程ST2。在製程ST2，執行內部空間10s之沖洗。在製程ST2，控制部80將排氣裝置50控制成執行內部空間10s之排氣。在製程ST2，控制部80亦可將氣體供給部GS控制成將惰性氣體供至內部空間10s。藉製程ST2之執行，將內部空間10s中之前驅物氣體置換成惰性氣體。藉製程ST2之執行，亦可去除吸附至基板W上之過剩的前驅物。此時，製程ST1之前驅物氣體的供給與製程ST2之沖洗的結果，形成單分子層ML。

【0067】

在製程ST3，以電漿蝕刻將膜EF蝕刻。在製程ST3，在腔室10內從處理氣體產生電漿PL3。在製程ST3，如圖6(a)所示，對膜EF照射處理氣體之電漿的活性物種，而如圖6(b)所示，蝕刻膜EF。在製程ST3，蝕刻膜EF之化學物種或電漿PL3

之另一化學物種與單分子層ML中之前驅物反應，而從單分子層ML形成保護區域PR。

【0068】

當處理上述基板W之第1例時，即基板W之膜EF為有機膜時，在製程ST3使用之處理氣體可含有含氧氣體。含氧氣體含有例如氧氣、一氧化碳氣體、或二氧化碳氣體。在製程ST3，處理氣體亦可更含有硫化羰。當處理基板W之第1例時，以電漿PL3之氧化學物種蝕刻膜EF。又，以電漿PL3之氧化學物種與單分子層ML中之前驅物的反應，形成保護區域PR。當單分子層ML中之前驅物為含矽物時，保護區域PR由氧化矽形成。當單分子層ML中之前驅物為含金屬物時，保護區域PR由金屬氧化物(例如氧化鎢或氧化鈦)形成。

【0069】

當處理上述基板W之第2例時，即，基板W之膜EF為低介電常數膜時，在製程ST3使用之處理氣體含有氟及氮。舉例而言，處理氣體含有氟碳氣體及含氮氣體。氟碳氣體為例如C_4F_8氣體。含氮氣體為例如氮氣(N_2氣體)。處理氣體亦可更含有稀有氣體(例如Ar氣體)及氧氣(O_2氣體)。當處理基板W之第2例時，以電漿PL3之氟化學物種及氮化學物種蝕刻膜EF。當單分子層ML中之前驅物為含矽物時，在製程ST3，以電漿PL3之氮化學物種與單分子層ML中之含矽物的反應，形成保護區域PR。此時，保護區域PR由氮化矽形成。當單分子層ML中之前驅物為含金屬物時，在製程ST3中，以電漿PL3之氧化學物種與單分子層ML中之含金屬物的反應，形成保護區域PR。此時，保護區域PR由金屬氧化物(例如氧化鎢或氧化鈦)形成。此外，電漿PL3之氧化學物種使在製程ST3形成於基板W上之含碳沉積物的量減少。

【0070】

當處理上述基板W之第3例時，即，基板W之膜EF為多晶矽膜時，在製程ST3使用之處理氣體可為含鹵素氣體及含氧氣體。含鹵素氣體為HBr氣體、Cl_2氣體、或SF_6氣體。含氧氣體含有例如氧氣、一氧化碳氣體、或二氧化碳氣體。當處理基板W之第3例時，以電漿PL3之鹵素化學物種蝕刻膜EF。又，以電漿PL3之氧化學物種與單分子層ML中之前驅物的反應，形成保護區域PR。當單分子層ML中之前驅物為含矽物時，保護區域PR由氧化矽形成。當單分子層ML中之前驅物為含金屬物時，保護區域PR由金屬氧化物(例如氧化鎢或氧化鈦)形成。

【0071】

當處理上述基板W之第4例時，即，基板W之膜EF為氮化矽膜時，在製程ST3使用之處理氣體可含有氫氟碳氣體及含氧氣體。氫氟碳氣體為例如CH_3F氣體。含氧氣體含有例如氧氣、一氧化碳氣體或二氧化碳氣體。在製程ST3使用之處理氣體亦可更含有稀有氣體(例如Ar氣體)。當處理基板W之第4例時，以由處理氣體中之氫氟碳氣體形成的化學物種，蝕刻膜EF。又，以電漿PL3之氧化學物種與單分子層ML中之前驅物的反應，形成保護區域PR。當單分子層ML中之前驅物為含矽物時，保護區域PR由氧化矽形成。當單分子層ML中之前驅物為含金屬物時，保護區域PR由金屬氧化物(例如氧化鎢或氧化鈦)形成。此外，電漿PL3之氧化學物種使在製程ST3形成於基板W上之含碳沉積物的量減少。

【0072】

在製程ST3，控制部80將排氣裝置50控制成將內部空間10s中之壓力設定成指定壓力。在製程ST3中，控制部80將氣體供給部GS控制成將處理氣體供至內部空間10s。在製程ST3中，控制部80將電漿產生部控制成從處理氣體產生電漿。在一實施形態之製程ST3中，控制部80將第1射頻電源62及/或第2射頻電源64控制成供給第1射頻電力及/或第2射頻電力。

【0073】

在方法MT，亦可於執行製程ST3後，執行製程ST4。在製程ST4，執行內部空間10s之沖洗。製程ST4係與製程ST2相同之製程。

【0074】

在接著之製程ST5中，判定是否滿足停止條件。停止條件係當製程ST1與製程ST3之交互反覆次數達到預定次數時，便判定為滿足。在製程ST5，當判定為未滿足停止條件時，便再次執行自製程ST1起之處理。製程ST1及製程ST3之交互地反覆進行的結果，開口OP之深度增大。如圖7所示，開口OP形成為到達基底區域UR之表面。在製程ST5，當判定為滿足停止條件時，方法MT便結束。此外，包含製程ST1及製程ST3之程序亦可僅執行一次。此時，不需執行製程ST5。

【0075】

在方法MT，在蝕刻膜EF當中(即，在執行製程ST3當中)，以保護區域PR保護側壁面SS。因而，可抑制以蝕刻膜EF之化學物種，蝕刻側壁面SS而開口OP往橫方向(即，與膜EF之膜厚方向垂直相交的方向)擴展。此外，在執行製程ST3當中，在單分子層ML之所有區域中在膜EF上延伸之區域及在遮罩MK之上面上延伸的區域由於朝向該等區域之離子通量大而被蝕刻。

【0076】

如上述，在方法MT中，保護區域PR從單分子層ML形成。因而，可抑制因保護區域PR引起之膜EF的開口之堵塞。又，保護區域PR可以面內均一方式形成。再者，保護區域PR亦可形成於區隔出具有高深寬比之開口OP的側壁面上。在方法MT中，為了蝕刻膜EF而產生之電漿PL3的化學物種或電漿PL3之另一化學物種使單分子層變質，結果，形成保護區域PR。因而，用以使單分子層ML變化成保護區域PR之處理與膜EF之蝕刻同時進行。

【0077】

在一實施形態中，如上述，製程ST1與製程ST3亦可在內部空間10s中，在不將基板W從腔室10取出下執行。即，方法MT亦可在於單一之電漿處理裝置的腔室內連續維持之減壓空間內，在不將基板W從腔室取出下執行。

【0078】

以上，就各種例示之實施形態作了說明，不限上述例示之實施形態，進行各種省略、置換、及變更亦可。又，可組合不同之實施形態的要件而形成其他實施形態。

【0079】

舉例而言，用於製程ST1之執行的裝置與用於製程ST3之執行的電漿處理裝置亦可為不同之裝置。用於製程STa之執行的電漿處理裝置亦可與用於製程ST1之執行的裝置及用於製程ST3之執行的電漿處理裝置不同。

【0080】

又，用於方法MT之執行的電漿處理裝置亦可為任意類型之電漿處理裝置。舉例而言，用於方法MT之執行的電漿處理裝置亦可為感應耦合型電漿處理裝置或將微波這樣的表面波用於電漿產生之電漿處理裝置。

【0081】

從以上之說明，應可理解本發明之各種實施形態係為了說明而在本說明書說明，可在不脫離本發明之範圍及主旨下進行各種變更。因而，本說明書所揭示之各種實施形態並不謀求限定，真正的範圍及主旨以附加之申請專利範圍表示。

【符號說明】

【0082】

1　　電漿處理裝置

10	腔室
10s	內部空間
12	腔室本體
12e	排氣口
12g	閘閥
12p	通路
13	支撐部
14	支撐台
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	冷卻單元
22a	配管
22b	配管
24	氣體供給管路
30	上部電極
32	構件
34	頂板
34a	氣體噴吐孔
36	支撐體
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	屏蔽件
48	擋板
50	排氣裝置
52	排氣管
62	第1射頻電源
64	第2射頻電源
66	匹配器
68	匹配器
80	控制部
BS	底面
EF	膜
FR	聚焦環
GS	氣體供給部
MK	遮罩
ML	單分子層
MT	膜之蝕刻方法
OP	開口

PLa　電漿

PL3　電漿

PR　保護區域

SS　側壁面

STa　製程

ST1　製程

ST2　製程

ST3　製程

ST4　製程

ST5　製程

UR　基底區域

W　基板

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種膜之蝕刻方法，該膜係具有區隔出開口之側壁面與底面的有機膜，該膜之蝕刻方法包含：

於該有機膜上形成前驅物之單分子層的製程；及

以來自於由含氧氣體形成之電漿的氧化學物種蝕刻該有機膜之製程；

在蝕刻該有機膜之該製程中，以來自於該電漿之該氧化學物種將該單分子層氧化而形成保護區域。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之膜之蝕刻方法，其中，

該前驅物含有矽。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之膜之蝕刻方法，其中，

該前驅物含有金屬。

【第4項】

如申請專利範圍第3項之膜之蝕刻方法，其中，

該金屬係鎢或鈦。

【第5項】

如申請專利範圍第1項至第3項中任一項之膜之蝕刻方法，更包含：

形成該開口之製程。

【第6項】

如申請專利範圍第1項至第4項中任一項之膜之蝕刻方法，其中，

交互地反覆進行形成單分子層之該製程與蝕刻該有機膜之該製程。

【第7項】

如申請專利範圍第1項至第4項中任一項之膜之蝕刻方法，其中，

形成單分子層之該製程與蝕刻該有機膜之該製程，係在於單一之電漿處理裝置的腔室內連續維持之減壓空間內，於不從該腔室取出具有該有機膜之基板的情況下執行。

【第8項】

如申請專利範圍第7項之膜之蝕刻方法，其中，

該電漿處理裝置係電容耦合型電漿處理裝置，包含：

該腔室；

支撐台，其具有下部電極，並在該腔室內支撐該基板；

氣體供給部，其將含有該前驅物之前驅物氣體及該含氧氣體供至該腔室內；

上部電極，其設於該支撐台之上方；

第1射頻電源，其將用以產生電漿之第1射頻電力供至該上部電極；及

第2射頻電源，其將用以將離子引入至基板之第2射頻電力供至該下部電極。

【第9項】

一種膜之蝕刻方法，該膜具有區隔出開口之側壁面與底面，該膜之蝕刻方法包含：

於該膜上形成前驅物之單分子層的製程；及

在形成該前驅物之該單分子層的該製程後，以由處理氣體形成的化學物種蝕刻該膜之製程；

在蝕刻該膜之該製程中，利用氧化學物種使該單分子層變質而從該單分子層形成保護區域，其中該氧化學物種係用於蝕刻該膜之該化學物種或來自於該處理氣體之另一化學物種。

【第10項】

如申請專利範圍第9項之膜之蝕刻方法，其中，

該膜係含有矽、碳、氧及氫之低介電常數膜，

該前驅物含有矽，及

蝕刻該膜之該化學物種含有氟化學物種及氮化學物種。

【第11項】

如申請專利範圍第9項之膜之蝕刻方法，其中，

該膜係含有矽、碳、氧及氫之低介電常數膜，

該前驅物含有金屬，及

蝕刻該膜之該化學物種包含氟化學物種及氮化學物種。

【第12項】

如申請專利範圍第11項之膜之蝕刻方法，其中，

該金屬係鎢或鈦。

【第13項】

如申請專利範圍第9項之膜之蝕刻方法，其中，

該膜係多晶矽膜，

該前驅物含有矽或金屬，及

蝕刻該膜之該化學物種包含鹵素化學物種。

【第14項】

如申請專利範圍第13項之膜之蝕刻方法，其中，

該金屬係鎢或鈦。

【第15項】

如申請專利範圍第9項之膜之蝕刻方法，其中，

該膜係氮化矽膜，

該前驅物含有矽或金屬，及

蝕刻該膜之該化學物種包含由該處理氣體中之氫氟碳形成的化學物種。

【第16項】

如申請專利範圍第15項之膜之蝕刻方法，其中，

該金屬係鎢或鈦。

【第17項】

一種電漿處理裝置，包含：

腔室；

支撐台，其在該腔室內支撐基板；

氣體供給部，其將含有前驅物之前驅物氣體及處理氣體供至該腔室內；

電漿產生部，其產生該處理氣體之電漿；及

控制部，其控制該氣體供給部及該電漿產生部；

該控制部

控制該氣體供給部，俾將該前驅物氣體供至該腔室內，以於支撐在該支撐台上之基板的膜上形成該前驅物之單分子層；並

控制該氣體供給部及該電漿產生部，俾在形成該前驅物之該單分子層後，將該處理氣體供至該腔室內，並產生該處理氣體之電漿，以蝕刻該膜，

其中在蝕刻該膜中，利用氧化學物種使該單分子層變質而從該單分子層形成保護區域，其中該氧化學物種係用於蝕刻該膜之化學物種或來自於該處理氣體之另一化學物種。

【發明圖式】

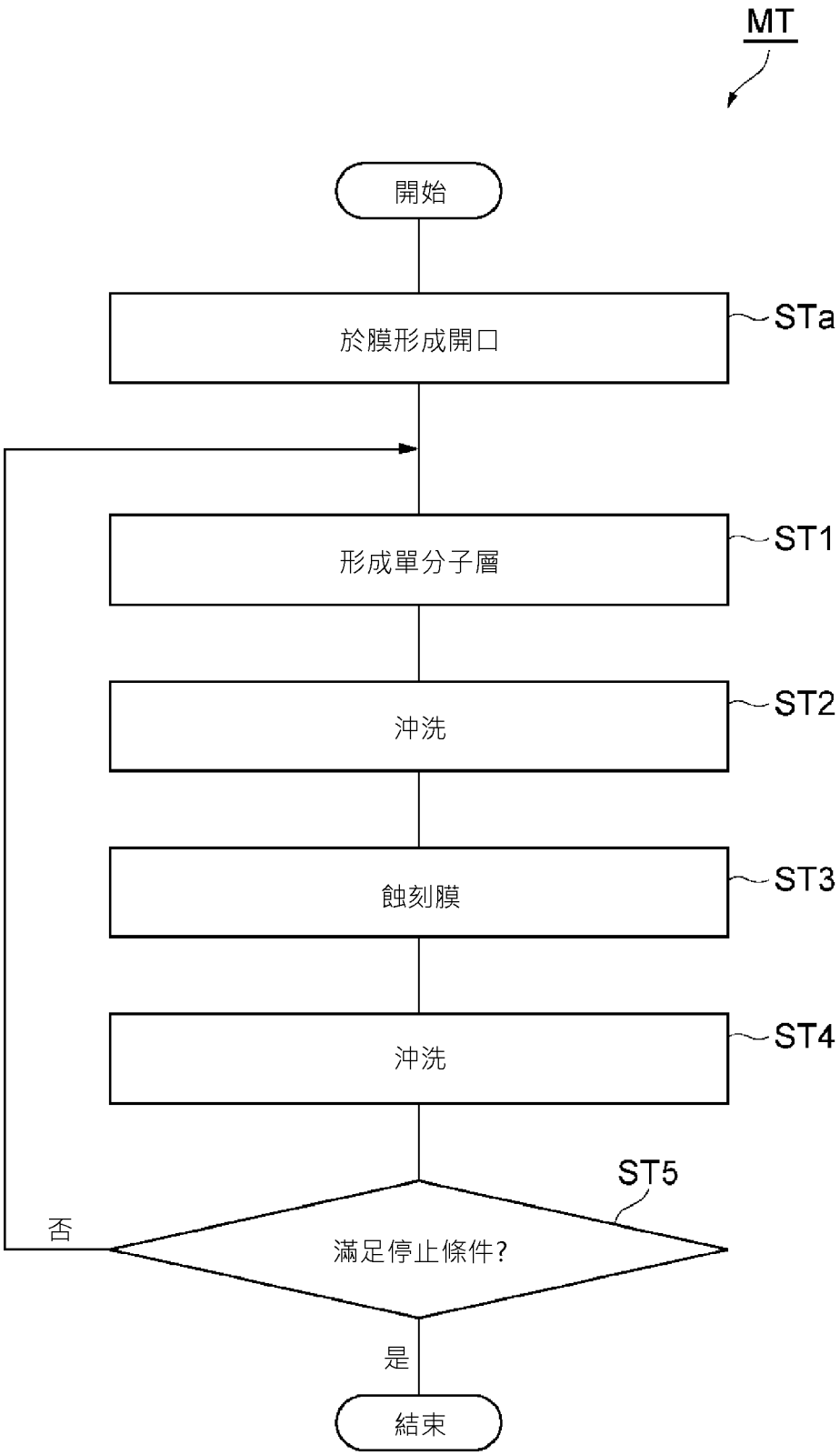
MT
開始
於膜形成開口
STa
形成單分子層
ST1
沖洗
ST2
蝕刻膜
ST3
沖洗
ST4
ST5
滿足停止條件?
否
是
結束

圖 1

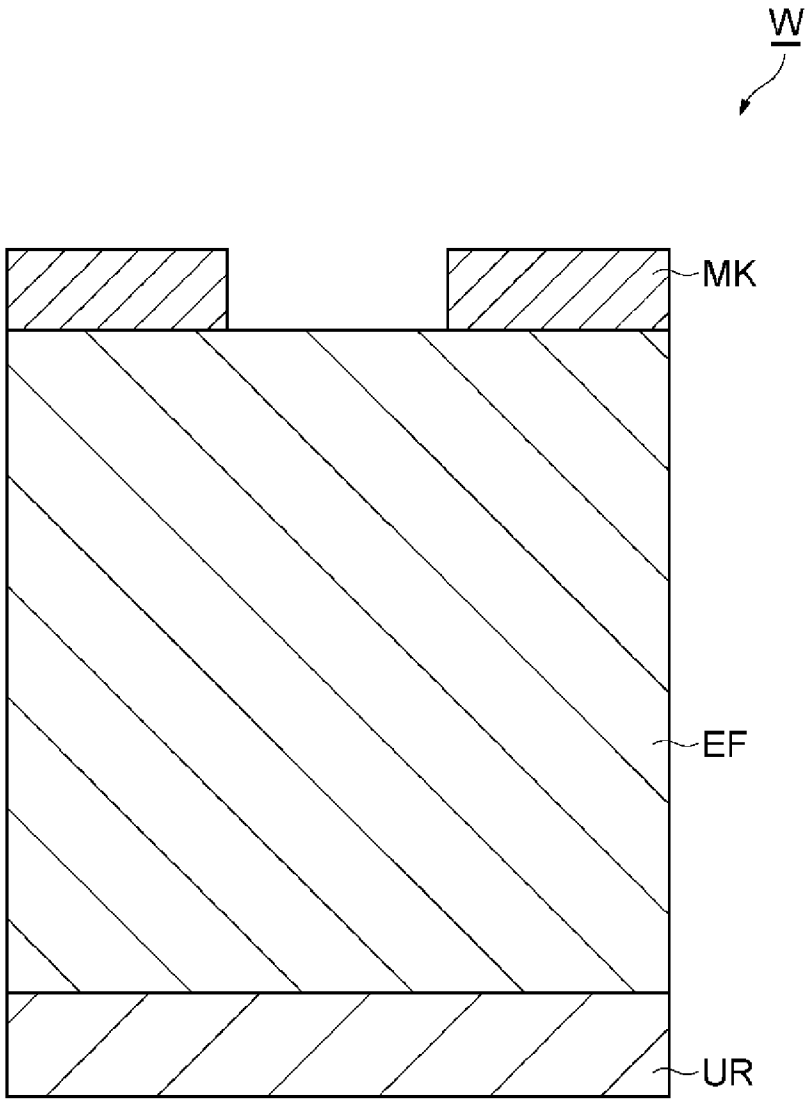

圖 2

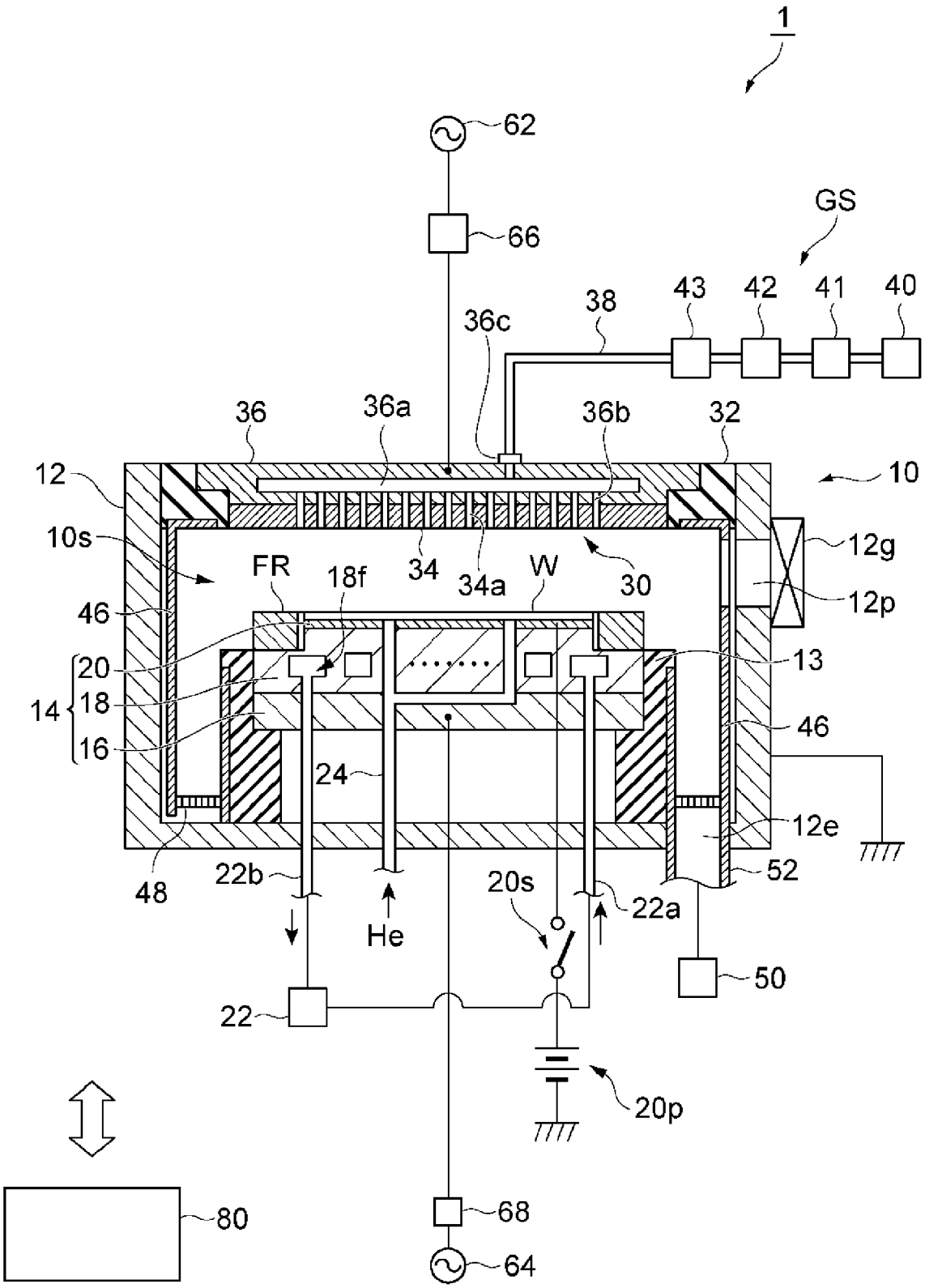
1
62
66
GS
38
43
42
41
40
36c
36
36a
36b
32
12
10
10s
FR
18f
34
34a
W
30
12g
12p
46
20
18
16
14
13
46
24
12e
48
22b
He
20s
22a
52
50
22
20p
80
68
64

圖 3

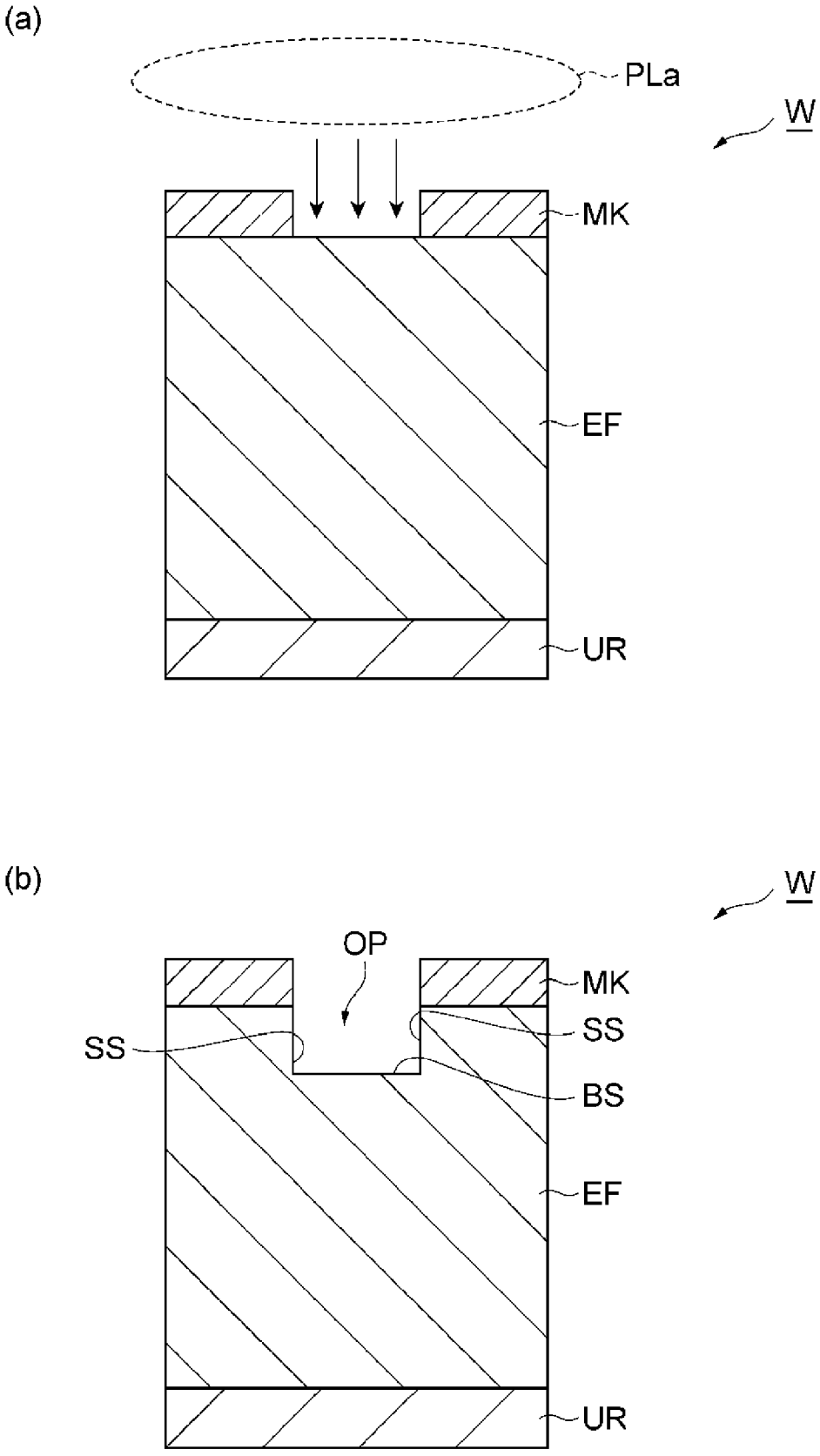

圖 4

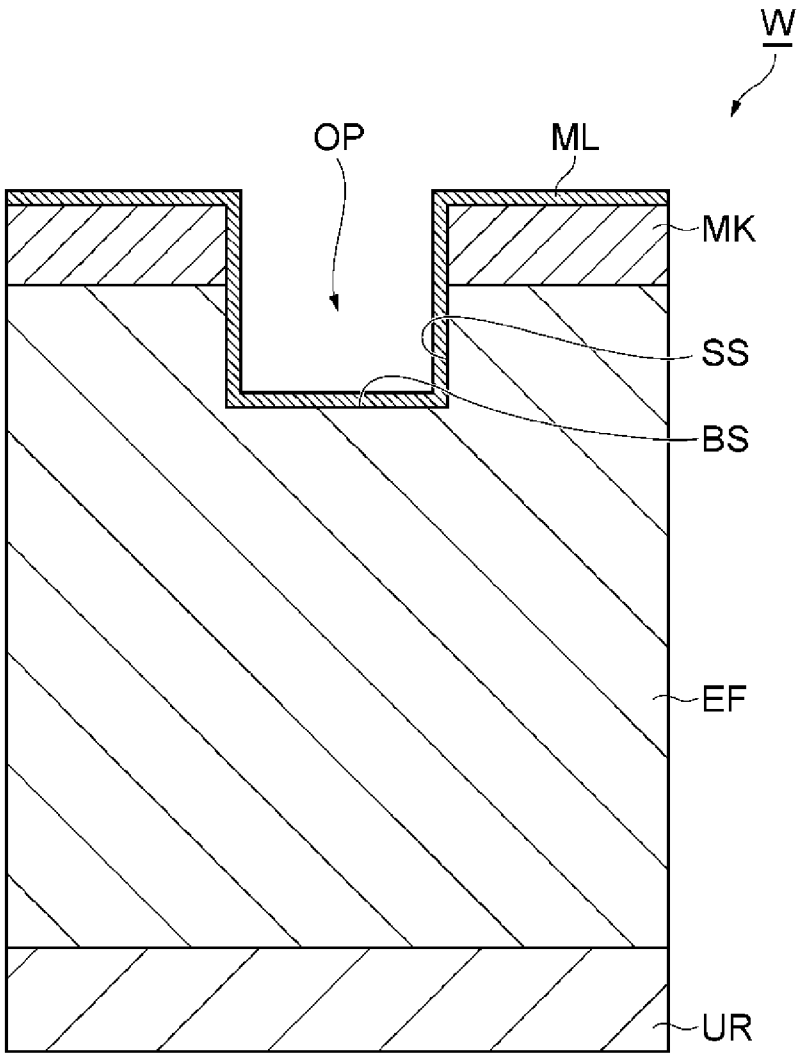

圖 5

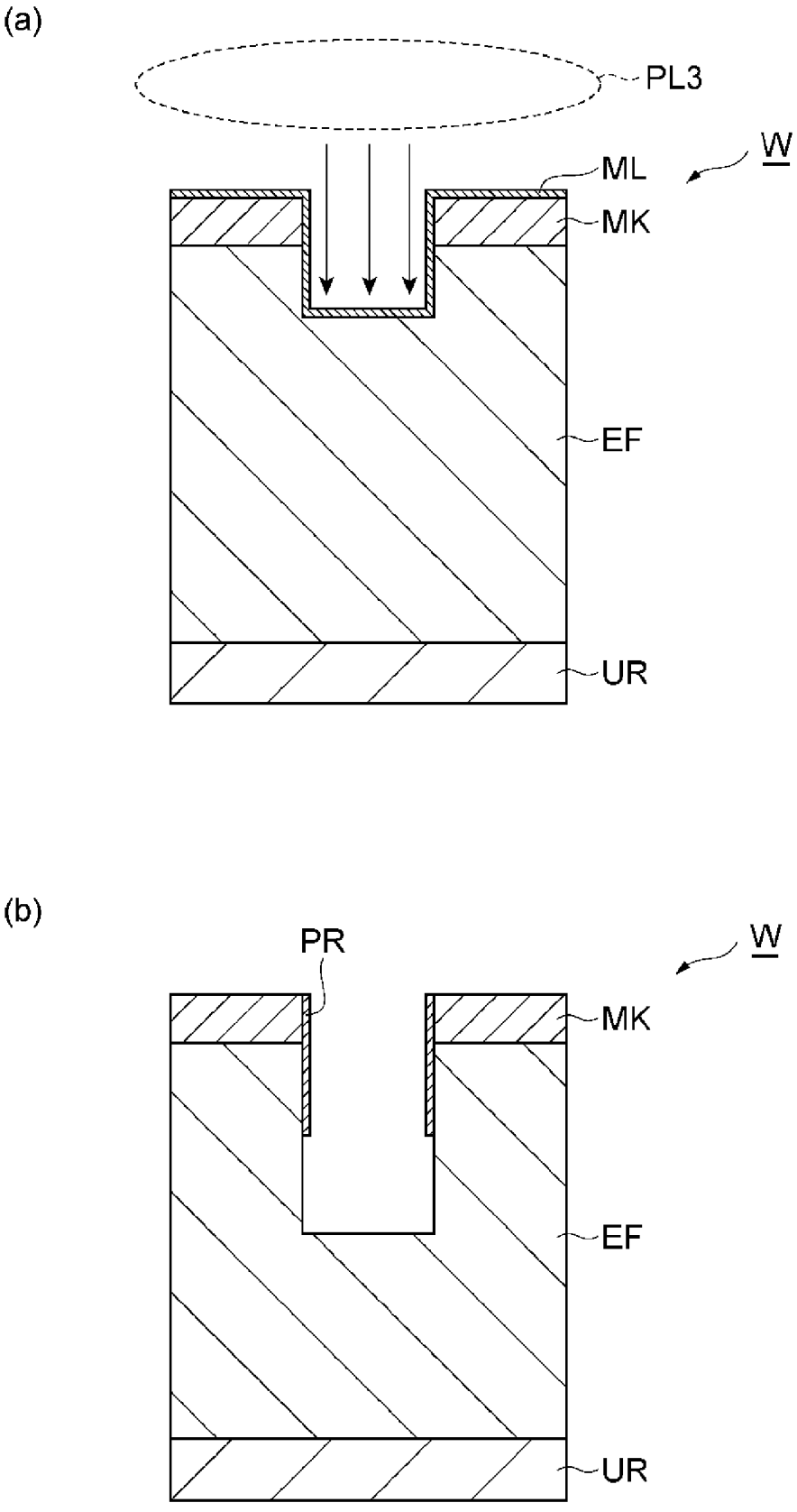

圖 6

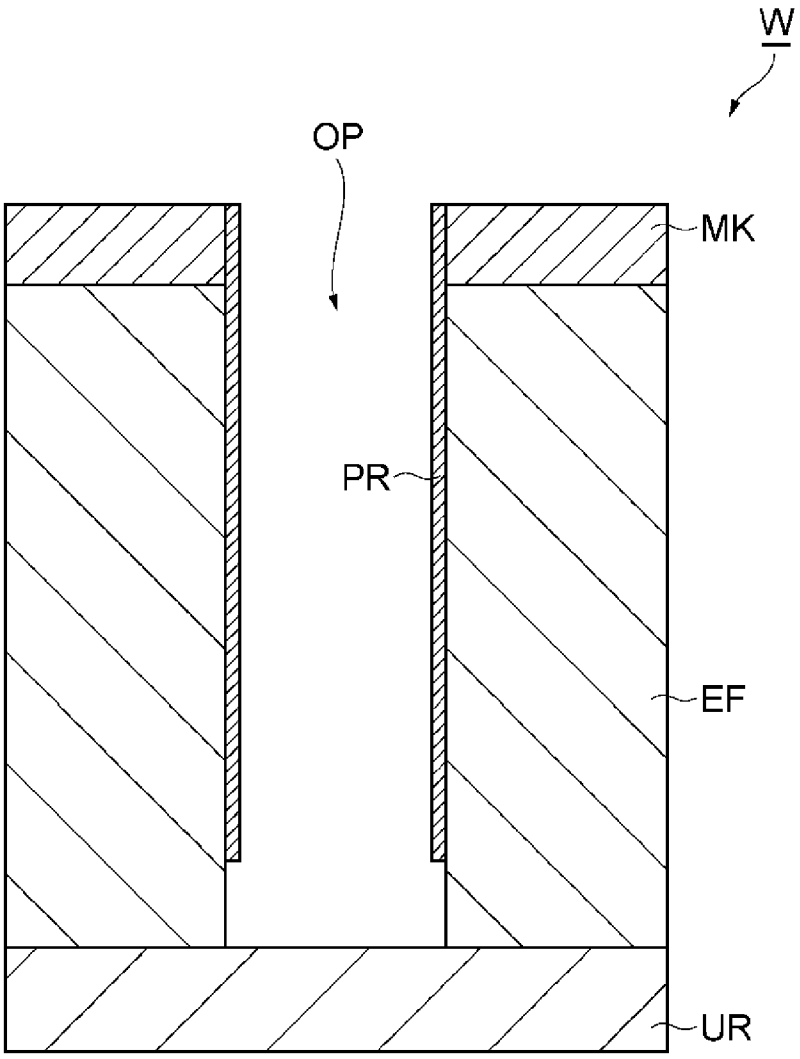

圖 7