



(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 I826565 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：108139439

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 31 日

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

H05H1/46 (2006.01)

(30)優先權：2018/11/05 日本

2018-208007

(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：永海幸一 NAGAMI, KOICHI (JP)；永関一也 NAGASEKI, KAZUYA (JP)；檜森慎
司 HIMORI, SHINJI (JP)

(74)代理人：周良吉；周良謀

(56)參考文獻：

TW 201739160A

JP 2012-79886A

US 2016/0056017A1

US 2017/0169997A1

審查人員：翁佑菱

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：3 共 36 頁

(54)名稱

電漿處理裝置及電漿處理方法

(57)摘要

本發明之課題係提供可使基板之正電荷量減少、並且使蝕刻速率提高之電漿處理裝置。在一個例示實施形態之電漿處理裝置，基板支持台設於腔室內。於基板支持台之下部電極連接有電源單元。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際，電源單元對下部電極施加第 1 直流電壓。第 1 直流電壓係正直流電壓。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際，電源單元對下部電極施加第 2 直流電壓，以對載置於基板支持台上之基板進行蝕刻。第 2 直流電壓為負直流電壓。電源單元輸出之直流電壓從第 1 直流電壓連續地切換成第 2 直流電壓。

A plasma processing apparatus includes a chamber and a substrate support stage provided in the chamber. A power supply unit is connected to a lower electrode of the substrate support stage. The power supply unit applies a first DC voltage to the lower electrode during generation of plasma from an etching gas in the chamber. The first DC voltage is a positive DC voltage. The power supply unit applies a second DC voltage to the lower electrode during the generation of plasma from the etching gas in the chamber, to etch the substrate placed on the substrate support stage. The second DC voltage is a negative DC voltage. The DC voltage output by the power supply unit is continuously switched from the first DC voltage to the second DC voltage.

指定代表圖：

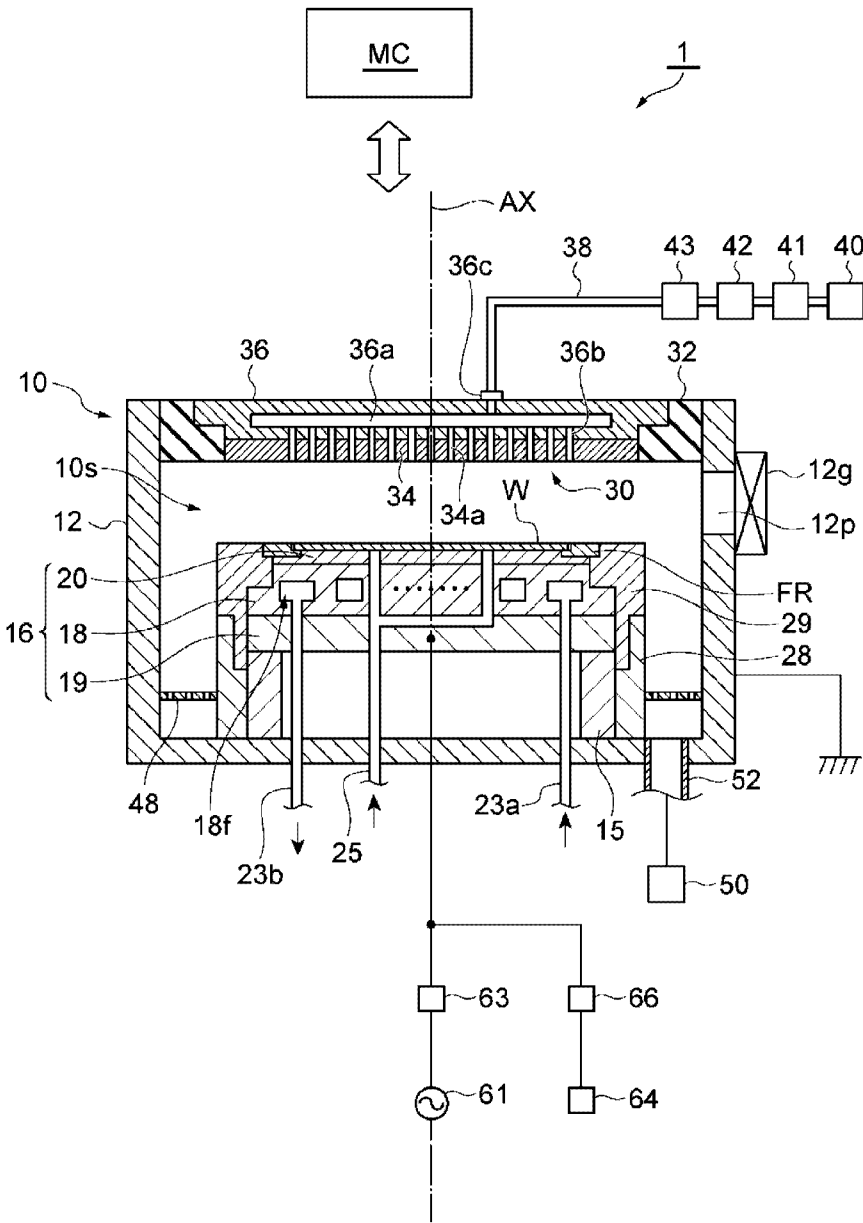


圖 1

符號簡單說明：

- 1:電漿處理裝置
- 10:腔室
- 10s:內部空間
- 12:腔室本體
- 12g:閘閥
- 12p:通路
- 15:支持體
- 16:支持台
- 18:下部電極
- 18f:流道
- 19:電極板
- 20:靜電吸盤
- 23a:配管
- 23b:配管
- 25:氣體供給管路
- 28:筒狀部
- 29:絕緣部
- 30:上部電極
- 32:構件
- 34:頂板
- 34a:氣體噴吐孔
- 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
- 48:擋板構件
- 50:排氣裝置
- 52:排氣管
- 61:射頻電源
- 63:匹配器
- 64:電源單元

- 66:低通濾波器
- AX:軸線
- FR:聚焦環
- MC:控制部
- W:基板



I826565

【發明摘要】

【中文發明名稱】 電漿處理裝置及電漿處理方法

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

【中文】

本發明之課題係提供可使基板之正電荷量減少、並且使蝕刻速率提高之電漿處理裝置。

在一個例示實施形態之電漿處理裝置，基板支持台設於腔室內。於基板支持台之下部電極連接有電源單元。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際，電源單元對下部電極施加第1直流電壓。第1直流電壓係正直流電壓。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際，電源單元對下部電極施加第2直流電壓，以對載置於基板支持台上之基板進行蝕刻。第2直流電壓為負直流電壓。電源單元輸出之直流電壓從第1直流電壓連續地切換成第2直流電壓。

【英文】

A plasma processing apparatus includes a chamber and a substrate support stage provided in the chamber. A power supply unit is connected to a lower electrode of the substrate support stage. The power supply unit applies a first DC voltage to the lower electrode during generation of plasma from an etching gas in the chamber. The first DC voltage is a positive DC voltage. The power supply unit applies a second DC voltage to the lower electrode during the generation of plasma from the etching gas in the

chamber, to etch the substrate placed on the substrate support stage. The second DC voltage is a negative DC voltage. The DC voltage output by the power supply unit is continuously switched from the first DC voltage to the second DC voltage.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:電漿處理裝置

10:腔室

10s:內部空間

12:腔室本體

12g:閘閥

12p:通路

15:支持體

16:支持台

18:下部電極

18f:流道

19:電極板

20:靜電吸盤

23a:配管

23b:配管

25:氣體供給管路

28:筒狀部

29:絕緣部

30:上部電極

32:構件

34:頂板

34a:氣體噴吐孔

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

48:擋板構件

50:排氣裝置

52:排氣管

61:射頻電源

63:匹配器

64:電源單元

66:低通濾波器

AX:軸線

FR:聚焦環

MC:控制部

W:基板

【特徵化學式】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 電漿處理裝置及電漿處理方法

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

【技術領域】

【0001】

本揭示之例示實施形態係有關於電漿處理裝置及電漿處理方法。

【先前技術】

【0002】

電漿處理裝置在對基板之電漿蝕刻中使用。電漿處理裝置包含有腔室及基板支持台。基板支持台具有下部電極，設於腔室內。執行電漿蝕刻之際，將基板載置於基板支持台上。接著，在腔室內由氣體生成電漿。基板被來自電漿之正離子所蝕刻。結果，於基板會形成開口。

【0003】

當進行正離子所致之基板蝕刻時，基板會帶電。在基板帶電之狀態下，正離子對於開口內部的供給量會減少。結果，蝕刻速率可能會減小。或者，在基板帶電之狀態下，形成於基板之開口的形狀可能會產生異常。

【0004】

為使基板之正電荷量減少，在記載於專利文獻1之技術中，從電源對下部電極施加正直流電壓。接著，停止對下部電極施加直流電壓。然後，從電源對下

部電極施加負直流電壓。結果，正離子會被引入基板，而進行蝕刻。此後，停止對下部電極施加直流電壓。在記載於專利文獻1之技術中，反覆進行對下部電極施加正直流電壓、停止對下部電極施加直流電壓、對下部電極施加負直流電壓、及停止對下部電極施加直流電壓。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻1]日本專利公開公報2012-79886號

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0006】

就電漿蝕刻而言，吾人要求使基板之正電荷量減少、並且使蝕刻速率提高。

[解決課題之手段]

【0007】

在一個例示實施形態中，提供了電漿處理裝置。電漿處理裝置包含有腔室、基板支持台、射頻電源、及電源單元。基板支持台具有下部電極，設於腔室內。射頻電源供給射頻電力，以在腔室內由氣體生成電漿。電源單元產生正直流電壓及負直流電壓。電源單元電性連接於下部電極。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際之第1期間，電源單元停止對下部電極施加直流電壓。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際、且在第1期間之後的第2期間，電源單元對下部電極施加第1直流電壓。第1直流電壓為正直流電壓。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際、且在

第2期間之後的第3期間，電源單元對下部電極施加第2直流電壓，以對載置於基板支持台上之基板進行蝕刻。第2直流電壓為負直流電壓。電源單元輸出之直流電壓從第2期間之第1直流電壓連續地切換成第3期間之第2直流電壓。

[發明之效果]

【0008】

根據一個例示實施形態，可使基板之正電荷量減少、並且使蝕刻速率提高。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖1係概略顯示一個例示實施形態之電漿處理裝置的圖。

圖2係顯示一個例示實施形態之電漿處理方法的流程圖。

圖3係圖2所示之電漿處理方法的電源單元之輸出電壓的一例之隨時間變化圖。

【實施方式】

[用以實施發明之形態]

【0010】

以下，就各種例示實施形態作說明。

【0011】

在一個例示之實施形態中，提供了電漿處理裝置。電漿處理裝置包含有腔室、基板支持台、射頻電源、及電源單元。基板支持台具有下部電極，設於腔室內。射頻電源供給射頻電力，以在腔室內由氣體生成電漿。電源單元產生正

直流電壓及負直流電壓。電源單元電性連接於下部電極。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際之第1期間，電源單元停止對下部電極施加直流電壓。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際、且在第1期間之後的第2期間，電源單元對下部電極施加第1直流電壓。第1直流電壓為正直流電壓。在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際、且在第2期間之後的第3期間，電源單元對下部電極施加第2直流電壓，以對載置於基板支持台上之基板進行蝕刻。第2直流電壓為負直流電壓。電源單元輸出之直流電壓從第2期間之第1直流電壓連續地切換成第3期間之第2直流電壓。

【0012】

當於生成電漿之際對下部電極施加正直流電壓時，從電漿將負離子及/或電子供至基板。結果，根據上述實施形態，基板之正電荷量在第2期間減少。當在生成電漿之際對下部電極施加負直流電壓時，來自電漿之正離子朝著基板被加速。結果，根據上述實施形態，在第3期間，基板被以高蝕刻速率蝕刻。再者，由於電源單元輸出之直流電壓從第2期間之第1直流電壓連續地切換成第3期間之第2直流電壓，故在第3期間可更提高撞擊基板之正離子的能量。因而，根據上述實施形態，可更提高蝕刻速率。

【0013】

在一個例示實施形態中，第1直流電壓之絕對值小於第2直流電壓之絕對值。

【0014】

在一個例示實施形態中，第3期間之時間長度為第1期間之時間長度與第2期間之時間長度的和以下。

【0015】

在一個例示實施形態中，第3期間之時間長度亦可為10 μ 秒以下。

【0016】

在一個例示實施形態中，第2期間之時間長度亦可為第1期間之時間長度以下。

【0017】

在一個例示實施形態中，電源單元亦可反覆進行第1期間之停止對下部電極施加直流電壓、第2期間之對下部電極施加第1直流電壓、及第3期間之對下部電極施加第2直流電壓。

【0018】

在一個例示實施形態中，在腔室內由清洗氣體生成電漿之際之第4期間，電源單元對下部電極施加第3直流電壓。第3直流電壓為負直流電壓。在腔室內由清洗氣體生成電漿之際、且在第4期間之後的第5期間，電源單元再次停止對下部電極施加直流電壓。在腔室內由清洗氣體生成電漿之際、且在第5期間之後的第6期間，電源單元對下部電極施加第4直流電壓。第4直流電壓為正直流電壓。第4期間之時間長度長於第5期間之時間長度與第6期間之時間長度的和。當第4期間之時間長度較長時，在第6期間，電漿之電位會增高。由於在第6期間對下部電極施加正直流電壓，故離子從電漿朝著腔室之內壁面被加速。結果，可去除附著於腔室之內壁面的沉積物。

【0019】

在一個例示實施形態中，第4期間之時間長度亦可長於第3期間之時間長度。

【0020】

在一個例示實施形態中，電源單元亦可反覆進行第4期間之對下部電極施加第3直流電壓、第5期間之停止對下部電極施加直流電壓、及第6期間之對下部電極施加第4直流電壓。

【0021】

在另一例示實施形態中，提供一種使用電漿處理裝置來執行之電漿處理方法。電漿處理裝置包含有腔室、基板支持台、射頻電源、及電源單元。基板支持台具有下部電極，設於腔室內。射頻電源供給射頻電力，以在腔室內由氣體生成電漿。電源單元產生正直流電壓及負直流電壓，且電性連接於下部電極。電漿處理方法包含有下列步驟：於在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際之第1期間，停止從電源單元對下部電極施加直流電壓。電漿處理方法更包含有下列步驟：於在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際、且在第1期間之後的第2期間，從電源單元對下部電極施加第1直流電壓。第1直流電壓為正極性電壓。電漿處理方法更包含有下列步驟：於在腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際、且在第2期間之後的第3期間，從電源單元對下部電極施加第2直流電壓，以對載置於基板支持台上之基板進行蝕刻。第2直流電壓為負直流電壓。電源單元輸出之直流電壓從第2期間之第1直流電壓連續地切換成第3期間之第2直流電壓。

【0022】

在一個例示實施形態中，第1直流電壓之絕對值小於第2直流電壓之絕對值。

【0023】

在一個例示實施形態中，第3期間之時間長度為第1期間之時間長度與第2期間之時間長度的和以下。

【0024】

在一個例示實施形態中，第3期間之時間長度亦可為10 μ 秒以下。

【0025】

在一個例示實施形態中，第2期間之時間長度亦可為第1期間之時間長度以下。

【0026】

在一個例示實施形態中，亦可反覆進行停止之步驟、施加第1直流電壓之步驟、及施加第2直流電壓之步驟。

【0027】

在一個例示實施形態中，電漿處理方法更包含有下列步驟：於在腔室內由清洗氣體生成電漿之際之第4期間，從電源單元對下部電極施加第3直流電壓。第3直流電壓為負直流電壓。電漿處理方法更包含有下列步驟：於在腔室內由清洗氣體生成電漿之際、且在第4期間之後的第5期間，再次停止從電源單元對下部電極施加直流電壓。電漿處理方法更包含有下列步驟：於在腔室內由清洗氣體生成電漿之際、且在第5期間之後的第6期間，從電源單元對下部電極施加第4直流電壓。第4直流電壓為正直流電壓。第4期間之時間長度長於第5期間之時間長度與第6期間之時間長度的和。

【0028】

在一個例示實施形態中，第4期間之時間長度亦可長於第3期間之時間長度。

【0029】

在一個例示實施形態中，亦可反覆進行施加第3直流電壓之步驟、再次停止之步驟、及施加第4直流電壓之步驟。

【0030】

以下，參照圖式，就各種例示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。

【0031】

圖1係概略顯示一個例示實施形態之電漿處理裝置的圖。圖1所示之電漿處理裝置1係電容耦合型電漿處理裝置。電漿處理裝置1包含有腔室10。腔室10於其內部提供內部空間10s。在一實施形態中，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內部提供內部空間10s。腔室本體12由例如鋁構成。腔室本體12電性接地。於腔室本體12之內壁面、即劃分出內部空間10s之壁面形成有具耐電漿性之膜。此膜可為以陽極氧化處理形成之膜或由氧化釔形成之膜這樣的陶瓷製膜。

【0032】

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

【0033】

於腔室10之內部設有基板支持台、即支持台16。支持台16支持載置於其上之基板W。基板W呈大約圓盤形狀。支持台16以支持體15支持。支持體15從腔室本體12之底部延伸至上方。支持體15呈大約圓筒形狀。支持體15由石英這樣的絕緣材料形成。

【0034】

支持台16具有下部電極18。支持台16可更具有靜電吸盤20。支持台16亦可更具有電極板19。電極板19由鋁這樣的導電性材料形成，呈大約圓盤形狀。下

部電極18設於電極板19上。下部電極18由鋁這樣的導電性材料形成，呈大約圓盤形狀。下部電極18電性連接於電極板19。

【0035】

於下部電極18內形成有流道18f。流道18f係熱交換媒體用流道。熱交換媒體使用液狀冷媒或藉其氣化冷卻下部電極18之冷媒(例如氟氯烷)。於流道18f連接有熱交換媒體之循環裝置(例如冷卻單元)。此循環裝置設於腔室10之外部。從循環裝置經由配管23a將熱交換媒體供至流道18f。供至流道18f之熱交換媒體經由配管23b返回至循環裝置。

【0036】

靜電吸盤20設於下部電極18上。基板W在內部空間10s中被處理時，載置於靜電吸盤20上，以靜電吸盤20固持。靜電吸盤20具有本體及電極。靜電吸盤20之本體由氧化鋁或氮化鋁這樣的介電材料形成。靜電吸盤20之本體呈大約圓盤形狀。靜電吸盤20包含基板載置區域及聚焦環搭載區域。基板載置區域係呈大約圓盤形狀之區域。基板載置區域之頂面沿著水平面延伸。包含基板載置區域之中心且於鉛直方向延伸之軸線AX與腔室10之中心軸線大約一致。基板W在腔室10內被處理時，載置於基板載置區域之頂面上。

【0037】

聚焦環搭載區域於圓周方向延伸成包圍基板載置區域。於聚焦環搭載區域之頂面上搭載聚焦環FR。聚焦環FR呈環狀。基板W配置於以聚焦環FR包圍之區域內。即，聚焦環FR包圍載置於靜電吸盤20之基板載置區域上的基板W之邊緣。聚焦環FR由例如矽或碳化矽形成。

【0038】

靜電吸盤20之電極設於靜電吸盤20之本體內。靜電吸盤20之電極係由導體形成之膜。於靜電吸盤20之電極電性連接有直流電源。當從直流電源對靜電吸盤20之電極施加直流電壓時，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將基板W吸引至靜電吸盤20而以靜電吸盤20固持。

【0039】

電漿處理裝置1可更包含有氣體供給管路25。氣體供給管路25將來自氣體供給機構之傳熱氣體、例如He氣體供至靜電吸盤20之頂面與基板W的背面(底面)之間。

【0040】

電漿處理裝置1可更包含有筒狀部28及絕緣部29。筒狀部28從腔室本體12之底部延伸至上方。筒狀部28沿著支持體15之外周延伸。筒狀部28由導電性材料形成，呈大約圓筒形狀。筒狀部28電性接地。絕緣部29設於筒狀部28上。絕緣部29由具絕緣性之材料形成。絕緣部29由例如石英這樣的陶瓷形成。絕緣部29呈大約圓筒形狀。絕緣部29沿著電極板19之外周、下部電極18之外周及靜電吸盤20之外周延伸。

【0041】

電漿處理裝置1更包含有上部電極30。上部電極30設於支持台16之上方。上部電極30與構件32一同封閉腔室本體12之上部開口。構件32具絕緣性。上部電極30藉由此構件32支持於腔室本體12之上部。

【0042】

上部電極30包含頂板34及支持體36。頂板34之下面劃分出內部空間10s。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分別將頂板34於板厚

方向(鉛直方向)貫穿。此頂板34並未限定，可由例如矽形成。或者，頂板34可具有於鋁製構件之表面設有耐電漿性膜之構造。此膜可為以陽極氧化處理形成之膜或由氧化釷形成之膜這樣的陶瓷製膜。

【0043】

支持體36以裝卸自如的方式支持頂板34。支持體36由例如鋁這樣的導電性材料形成。於支持體36之內部設有氣體擴散室36a。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。

【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。氣體源群40包含複數之氣體源。複數之氣體源包含在各種實施形態之電漿處理方法使用的複數之氣體的源。複數之氣體包含蝕刻氣體及清洗氣體。閥群41及閥群43分別包含複數之閥(例如開關閥)。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分別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之對應的閥，連接於氣體供給管38。電漿處理裝置1可將來自氣體源群40之複數的氣體源中選擇之一個以上的氣體源之氣體以經個別調整之流量供至內部空間10s。

【0045】

於筒狀部28與腔室本體12的側壁之間設有擋板構件48。擋板構件48可為板狀構件。擋板構件48可藉例如於鋁製板材被覆氧化釔等陶瓷而構成。於此擋板構件48形成有複數之貫穿孔。在擋板構件48之下方，排氣管52連接於腔室本體12之底部。於排氣管52連接有排氣裝置50。排氣裝置50具有自動壓力控制閥這樣的壓力控制器、及渦輪分子泵等真空泵，而可減低內部空間10s中之壓力。

【0046】

電漿處理裝置1更包含有射頻電源61。射頻電源61係產生電漿生成用射頻電力之電源。射頻電力之頻率並未限定，為27~100MHz之範圍內的頻率、例如40MHz或60MHz。射頻電源61藉由匹配器63及電極板19連接於下部電極18，以將射頻電力供至下部電極18。匹配器63具有用以使射頻電源61之輸出阻抗與負載側(下部電極18側)之阻抗匹配的匹配電路。此外，射頻電源61可不電性連接於下部電極18，亦可藉由匹配器63連接於上部電極30。

【0047】

電漿處理裝置1更包含有電源單元64。電源單元64產生對下部電極18施加之直流電壓。電源單元64產生負直流電壓及正直流電壓。電源單元64電性連接於下部電極18。在一實施形態中，電源單元64藉由低通濾波器66電性連接於將匹配器63與電極板19相互連接之電氣路徑。關於電源單元64之動作的細節後述。

【0048】

在電漿處理裝置1，將氣體供至內部空間10s。再者，藉供給射頻電力，而在內部空間10s中激發氣體。結果，在內部空間10s中生成電漿。以生成之電漿的離子及/或自由基這樣的化學物種，處理基板W。或者，以生成之電漿的離子及/或自由基這樣的化學物種，進行腔室10之內壁面的清洗。

【0049】

電漿處理裝置1更包含有控制部MC。控制部MC係包含有處理器、記憶裝置、輸入裝置、顯示裝置等之電腦，控制電漿處理裝置1之各部。具體而言，控制部MC執行記憶於記憶裝置之控制程式，依據記憶於該記憶裝置之配方資料，控制電漿處理裝置1之各部。藉以控制部MC所行之控制，在電漿處理裝置1執行根據配方資料指定之程序。各種實施形態之電漿處理方法可藉以控制部MC所行之電漿處理裝置1的各部之控制，在電漿處理裝置1執行。

【0050】

以下，參照圖2及圖3，就一個例示實施形態之電漿處理方法作說明。圖2係顯示一個例示實施形態之電漿處理方法的流程圖。圖3係圖2所示之電漿處理方法的電源單元之輸出電壓的一例之隨時間變化圖。在以下，亦就圖2所示之電漿處理方法(以下稱為「方法MT」)之電漿處理裝置1的各部之動作說明。

【0051】

如圖2所示，在方法MT之步驟STa，開始由蝕刻氣體生成電漿。蝕刻氣體係用於基板W之電漿蝕刻的氣體。在步驟STa，控制部MC將氣體供給部控制成將蝕刻氣體供至腔室10內。在步驟STa，控制部MC將排氣裝置50控制成將腔室10內之壓力設定為指定之壓力。在步驟STa，控制部MC將射頻電源61控制成將射頻電力供至下部電極18(或上部電極30)。

【0052】

方法MT包含有步驟ST1、步驟ST2、及步驟ST3。步驟ST1、步驟ST2、及步驟ST3於在步驟STa開始之由蝕刻氣體生成電漿之際執行。步驟ST1之執行期間為第1期間P1。步驟ST2之執行期間為第2期間P2。步驟ST3之執行期間為第3期

間P3。為由蝕刻氣體生成電漿，射頻電力亦可在第1期間P1、第2期間P2、及第3期間P3連續地供給。

【0053】

步驟ST1在第1期間P1執行。第1期間P1係在腔室10內由蝕刻氣體生成電漿之際之期間。步驟ST1包含在第1期間P1停止從電源單元64對下部電極18施加直流電壓之步驟。為執行步驟ST1，控制部MC在第1期間P1將電源單元64控制成停止對下部電極18輸出直流電壓。

【0054】

步驟ST2在第2期間P2執行。第2期間P2係在腔室10內由蝕刻氣體生成電漿之際之期間，為第1期間P1之後的期間。步驟ST2包含在第2期間P2從電源單元64對下部電極18施加第1直流電壓V1。第1直流電壓V1為正直流電壓。為執行步驟ST2，控制部MC在第2期間P2將電源單元64控制成對下部電極18施加第1直流電壓V1。

【0055】

步驟ST3在第3期間P3執行。第3期間係在腔室10內由蝕刻氣體生成電漿之際之期間，為第2期間P2之後的期間。步驟ST3包含在第3期間P3從電源單元64對下部電極18施加第2直流電壓V2之步驟。第2直流電壓V2係負直流電壓。在一實施形態，如圖3所示，第1直流電壓之絕對值 $|V1|$ 小於第2直流電壓之絕對值 $|V2|$ 。第2直流電壓之絕對值 $|V2|$ 於基板W形成深的開口時，可設定為3kV以上。第2直流電壓之絕對值 $|V2|$ 於進行用以形成閘極之聚矽的蝕刻時，可設定為500V以下。第2直流電壓之絕對值 $|V2|$ 於進行聚矽之圖形化的蝕刻時，可設定為5V以上、300V

以下。為執行步驟ST3，控制部MC在第3期間P3將電源單元64控制成對下部電極18施加第2直流電壓V2。

【0056】

電源單元64輸出之直流電壓從第2期間P2之第1直流電壓V1連續地切換成第3期間P3之第2直流電壓V2。即，電源單元64停止第1直流電壓V1之輸出的第2期間P2之結束時間點與電源單元64開始第2直流電壓V2之輸出的第3期間P3之開始時間點彼此相同或連續。

【0057】

在一實施形態中，如圖3所示，第3期間P3之時間長度T3為第1期間P1的時間長度T1與第2期間P2的時間長度T2之和以下。即，滿足 $T3 \leq T1 + T2$ 。換言之，在由第1期間P1、第2期間P2、及第3期間P3構成之期間中，第3期間P3佔據之比例(即，工作比)為50%以下。第3期間P3之時間長度T3為例如10 μ 秒以下。在一實施形態，如圖3所示，第2期間P2之時間長度T2亦可為第1期間P1之時間長度T1以下。

【0058】

當在生成電漿之際對下部電極18施加正直流電壓時，從電漿將負離子及/或電子供至基板W。結果，基板W之正電荷量在第2期間P2減少。當在生成電漿之際對下部電極18施加負直流電壓時，來自電漿之正離子朝著基板W被加速。結果，在第3期間P3，基板W被以高蝕刻速率蝕刻。再者，由於電源單元64輸出之直流電壓從第2期間P2之第1直流電壓V1連續地切換成第3期間P3之第2直流電壓V2，故在第3期間P3可更提高撞擊基板之正離子的能量。因而，可更提高蝕刻速率。

【0059】

在一實施形態，亦可依序反覆進行步驟ST1、步驟ST2、及步驟ST3。此時，如圖2所示，方法MT更包含有步驟STb。在步驟STb，判定是否滿足停止條件。停止條件於步驟ST1、步驟ST2及步驟ST3之反覆次數達到預定次數時滿足。此外，步驟ST1、步驟ST2、及步驟ST3之反覆的頻率、即 $(T1+T2+T3)$ 之倒數亦可為10kHz以上、400kHz以下。或者，該頻率亦可大於400kHz。

【0060】

當在步驟STb判定未滿足停止條件時，便再度執行步驟ST1。另一方面，當在步驟STb，判定滿足停止條件時，亦可執行步驟STc。此外，亦可於對複數之基板依序執行以步驟STa及步驟ST1~步驟ST3之執行所作的電漿蝕刻後，執行步驟STc。

【0061】

當執行步驟STc時，將載置於支持台16上之物體從業經以步驟ST1~步驟ST3處理之基板W更換成仿真基板，以靜電吸盤20固持該仿真基板。此時，步驟STc及後述步驟ST4~步驟ST6在仿真基板載置於支持台16上之狀態下執行。此外，步驟STc及步驟ST4~步驟ST6亦可在未於支持台16上載置物體之狀態下執行。此時，於執行步驟STc前從腔室10搬出基板W。或者，步驟STc及步驟ST4~步驟ST6亦可在業經以步驟ST1~步驟ST3處理之基板W載置於支持台16上之狀態下執行。

【0062】

在步驟STc，開始由清洗氣體生成電漿。清洗氣體係用以去除附著在腔室10之內壁面的沉積物之氣體。在步驟STc，控制部MC將氣體供給部控制成將清洗氣體供至腔室10內。在步驟STc，控制部MC將排氣裝置50控制成將腔室10內之

壓力設定為指定之壓力。在步驟STc，控制部MC將射頻電源61控制成將射頻電力供至下部電極18(或上部電極30)。

【0063】

方法MT亦可更包含有步驟ST4、步驟ST5、及步驟ST6。步驟ST4、步驟ST5及步驟ST6於在步驟STc開始之由清洗氣體生成電漿之際執行。步驟ST4之執行期間為第4期間P4。步驟ST5之執行期間為第5期間P5。步驟ST6之執行期間為第6期間P6。為由清洗氣體生成電漿，射頻電力亦可在第4期間P4、第5期間P5、及第6期間P6連續供給。

【0064】

步驟ST4在第4期間P4執行。第4期間P4係在腔室10內由清洗氣體生成電漿之際之期間。步驟ST4包含在第4期間P4從電源單元64對下部電極18施加第3直流電壓V3之步驟。第3直流電壓V3係負直流電壓。控制部MC在第4期間P4，將電源單元64控制成對下部電極18施加第3直流電壓V3。

【0065】

步驟ST5在第5期間P5執行。第5期間P5係在腔室10內由清洗氣體生成電漿之際之期間，為第4期間P4之後的期間。步驟ST5包含在第5期間P5停止從電源單元64對下部電極18施加直流電壓之步驟。為執行步驟ST5，控制部MC在第5期間P5將電源單元64控制成停止對下部電極18輸出直流電壓。

【0066】

步驟ST6在第6期間P6執行。第6期間P6係在腔室10內由清洗氣體生成電漿之際之期間，為第5期間P5之後的期間。步驟ST6包含在第6期間P6從電源單元64對下部電極18施加第4直流電壓V4之步驟。第4直流電壓V4係正直流電壓。為執

行步驟ST6，控制部MC在第6期間P6將電源單元64控制成對下部電極18施加第4直流電壓V4。

【0067】

由於在第6期間P6，對下部電極18施加第4直流電壓V4、即正直流電壓，故離子從電漿朝著腔室10之內壁面被加速。結果，去除附著於腔室10之內壁面的沉積物。

【0068】

在一實施形態，如圖3所示，第4直流電壓之絕對值|V4|小於第3直流電壓之絕對值|V3|。此外，第4直流電壓V4亦可與第1直流電壓V1相同。第4直流電壓V4亦可為零。惟，當第4直流電壓之絕對值|V4|大時，電漿之電位會增高，而朝著腔室10之內壁面供給具高能量之離子。第3直流電壓V3亦可與第2直流電壓V2相同。或者，第3直流電壓之絕對值|V3|亦可滿足條件： $|V2| > |V3| \geq 0$ 。當滿足此條件時，第3直流電壓之絕對值|V3|較小。因而，在未於支持台16上載置物體之狀態下執行步驟STc及後述步驟ST4~步驟ST6時，可抑制靜電吸盤20之損傷。

【0069】

如圖3所示，第4期間P4之時間長度T4長於第5期間P5之時間長度T5與第6期間P6之時間長度T6的和。即，滿足 $T4 > T5 + T6$ 。換言之，在由第4期間P4、第5期間P5、及第6期間P6構成之期間中，第4期間P4佔據之比例(即，工作比)大於50%。在一實施形態中，第4期間P4之時間長度T4長於第3期間P3之時間長度T3。即，在一實施形態中，滿足 $T4 > T3$ 。當第4期間P4之時間長度T4較長時，第4直流電壓V4增大，在第6期間P6，電漿之電位會增高。因而，朝著腔室10之內壁面供給具高能量之離子，腔室10之內壁面的清洗之效率提高。在一實施形態中，

第6期間P6之時間長度T6長於第2期間P2之時間長度T2。即，在一實施形態中，滿足 $T2 < T6$ 。在此實施形態，施加第4直流電壓V4之期間的時間長度增長。因而，第4直流電壓V4被施加作為矩形電壓，而可充分發揮腔室10之內壁面的清洗效果。

【0070】

在一實施形態中，亦可依序反覆進行步驟ST4、步驟ST5及步驟ST6。此時，如圖2所示，方法MT更包含有步驟STd。在步驟STd，判定是否滿足停止條件。停止條件在步驟ST4、步驟ST5、及步驟ST6之反覆次數達到預定次數時滿足。此外，步驟ST4、步驟ST5、及步驟ST6之反覆的頻率、即 $(T4+T5+T6)$ 之倒數亦可為10kHz以上、400kHz以下。或者，該頻率亦可大於400kHz。又， $(T4+T5+T6)$ 亦可與 $(T1+T2+T3)$ 相等。

【0071】

當在步驟STd判定未滿足停止條件時，便再度執行步驟ST4。另一方面，當在步驟STd，當判定滿足停止條件時，方法MT則結束。

【0072】

以上，就各種例示實施形態來作了說明，但不限上述例示實施形態，亦可進行各種省略、置換及變更。又，亦可組合不同之實施形態的要件來形成其他實施形態。

【0073】

舉例而言，電漿處理裝置1為電容耦合型電漿處理裝置，另一實施形態之電漿處理裝置亦可為感應耦合型電漿處理裝置這樣的其他類型之電漿處理裝置。

又，方法MT亦可使用電漿處理裝置I以外之任何類型的電漿處理裝置、例如感應耦合型電漿處理裝置來執行。

【0074】

從以上之說明應可理解本揭示之各種實施形態係為了說明而在本說明書說明，在不脫離本揭示之範圍及主旨下，可進行各種變更。因而，揭示於本說明書之各種實施形態並非意在限定，而是以附加之申請專利範圍顯示真正之範圍與主旨。

【符號說明】

【0075】

1:電漿處理裝置

10:腔室

10s:內部空間

12:腔室本體

12g:閘閥

12p:通路

15:支持體

16:支持台

18:下部電極

18f:流道

19:電極板

20:靜電吸盤

23a:配管

23b:配管

25:氣體供給管路

28:筒狀部

29:絕緣部

30:上部電極

32:構件

34:頂板

34a:氣體噴吐孔

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

48:擋板構件

50:排氣裝置

52:排氣管

61:射頻電源

63:匹配器

64:電源單元

66:低通濾波器

AX:軸線

FR:聚焦環

MC:控制部

MT:方法

P1:第1期間

P2:第2期間

P3:第3期間

P4:第4期間

P5:第5期間

P6:第6期間

STa:步驟

STb:步驟

STc:步驟

STd:步驟

ST1:步驟

ST2:步驟

ST3:步驟

ST4:步驟

ST5:步驟

ST6:步驟

T1:第1期間之時間長度

T2:第2期間之時間長度

T3:第3期間之時間長度

T4:第4期間之時間長度

T5:第5期間之時間長度

T6:第6期間之時間長度

V1:第1直流電壓

V2:第2直流電壓

V3:第3直流電壓

V4:第4直流電壓

W:基板

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種電漿處理裝置，其包含有：

腔室；

基板支持台，其具有下部電極，設於該腔室內；

射頻電源，其供給射頻電力，以在該腔室內由氣體生成電漿；及

電源單元，其產生正直流電壓及負直流電壓，並電性連接於該下部電極；

在該腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際之第1期間，該電源單元停止對該下部電極施加直流電壓；

於在該腔室內從該蝕刻氣體生成該電漿之際、且在該第1期間之後的第2期間，對該下部電極施加正直流電壓亦即第1直流電壓；

於在該腔室內從該蝕刻氣體生成該電漿之際、且在該第2期間之後的第3期間，對該下部電極施加負直流電壓亦即第2直流電壓，以對載置於該基板支持台上之基板進行蝕刻；

該電源單元輸出之直流電壓從該第2期間之該第1直流電壓連續地切換成該第3期間之該第2直流電壓。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之電漿處理裝置，其中，

該第1直流電壓之絕對值小於該第2直流電壓之絕對值。

【第3項】

如申請專利範圍第1項或第2項之電漿處理裝置，其中，

該第3期間之時間長度為該第1期間之時間長度與該第2期間之時間長度的和以下。

【第4項】

如申請專利範圍第3項之電漿處理裝置，其中，
該第3期間之時間長度為10 μ 秒以下。

【第5項】

如申請專利範圍第3項之電漿處理裝置，其中，
該第2期間之時間長度為該第1期間之時間長度以下。

【第6項】

如申請專利範圍第1項或第2項之電漿處理裝置，其中，
該電源單元反覆進行該第1期間之停止對該下部電極施加直流電壓、該第2期間之對該下部電極的該第1直流電壓之施加、及該第3期間之對該下部電極的該第2直流電壓之施加。

【第7項】

如申請專利範圍第1項或第2項之電漿處理裝置，其中，
該電源單元更於在該腔室內由清洗氣體生成電漿之際之第4期間，對該下部電極施加負直流電壓亦即第3直流電壓；

於在該腔室內從該清洗氣體生成該電漿之際、且在該第4期間之後的第5期間，再次停止對該下部電極施加直流電壓，於在該腔室內從該清洗氣體生成該電漿之際、且在該第5期間之後的第6期間，對該下部電極施加正直流電壓亦即第4直流電壓；

該第4期間之時間長度長於該第5期間之時間長度與該第6期間之時間長度的和。

【第8項】

如申請專利範圍第7項之電漿處理裝置，其中，

該第4期間之時間長度長於該第3期間之時間長度。

【第9項】

如申請專利範圍第7項之電漿處理裝置，其中，

該電源單元反覆進行該第4期間之對該下部電極施加該第3直流電壓、該第5期間之停止對該下部電極施加直流電壓、及該第6期間之對該下部電極之該第4直流電壓的施加。

【第10項】

如申請專利範圍第1項或第2項之電漿處理裝置，其中，

電漿生成用之該射頻電力的頻率為27~100MHz；

電漿生成用之該射頻電力係供給至該下部電極；

該第2直流電壓的絕對值 $|V2|$ 係在3kV以上。

【第11項】

一種電漿處理方法，其使用電漿處理裝置來執行，

該電漿處理裝置包含有：

腔室；

基板支持台，其具有下部電極，設於該腔室內；

射頻電源，其供給射頻電力，以在該腔室內由氣體生成電漿；及

電源單元，其產生正直流電壓及負直流電壓，並電性連接於該下部電極；

該電漿處理方法包含有下列步驟：

於在該腔室內由蝕刻氣體生成電漿之際之第1期間，停止從該電源單元對該下部電極施加直流電壓；

於在該腔室內從該蝕刻氣體生成該電漿之際、且在該第1期間之後的第2期間，從該電源單元對該下部電極施加第1直流電壓，該第1直流電壓為正極性電壓；及

於在該腔室內從該蝕刻氣體生成該電漿之際、且在該第2期間之後的第3期間，從該電源單元對該下部電極施加第2直流電壓，以對載置於該基板支持台上之基板進行蝕刻，該第2直流電壓為負直流電壓；

該電源單元輸出之直流電壓從該第2期間之該第1直流電壓連續地切換成該第3期間之該第2直流電壓。

【第12項】

如申請專利範圍第11項之電漿處理方法，其中，

該第1直流電壓之絕對值小於該第2直流電壓之絕對值。

【第13項】

如申請專利範圍第11項或第12項之電漿處理方法，其中，

該第3期間之時間長度為該第1期間之時間長度與該第2期間之時間長度的和以下。

【第14項】

如申請專利範圍第13項之電漿處理方法，其中，

該第3期間之時間長度為10 μ 秒以下。

【第15項】

如申請專利範圍第13項之電漿處理方法，其中，
該第2期間之時間長度為該第1期間之時間長度以下。

【第16項】

如申請專利範圍第11項或第12項之電漿處理方法，其中，
反覆進行停止之該步驟、施加第1直流電壓之該步驟、及施加第2直流電壓之該步驟。

【第17項】

如申請專利範圍第11項或第12項之電漿處理方法，其更包含有下列步驟：
於在該腔室內由清洗氣體生成電漿之際之第4期間，從該電源單元對該下部電極施加第3直流電壓，該第3直流電壓為負直流電壓；
於在該腔室內從該清洗氣體生成該電漿之際、且在該第4期間之後的第5期間，再次停止從該電源單元對該下部電極施加直流電壓；及
於在該腔室內從該清洗氣體生成該電漿之際、且在該第5期間之後的第6期間，從該電源單元對該下部電極施加第4直流電壓，該第4直流電壓為正直流電壓；
該第4期間之時間長度長於該第5期間之時間長度與該第6期間之時間長度的和。

【第18項】

如申請專利範圍第17項之電漿處理方法，其中，
該第4期間之時間長度長於該第3期間之時間長度。

【第19項】

如申請專利範圍第17項之電漿處理方法，其中，

反覆進行施加第3直流電壓之該步驟、再次停止之該步驟、及施加該第4直流電壓之該步驟。

【發明圖式】

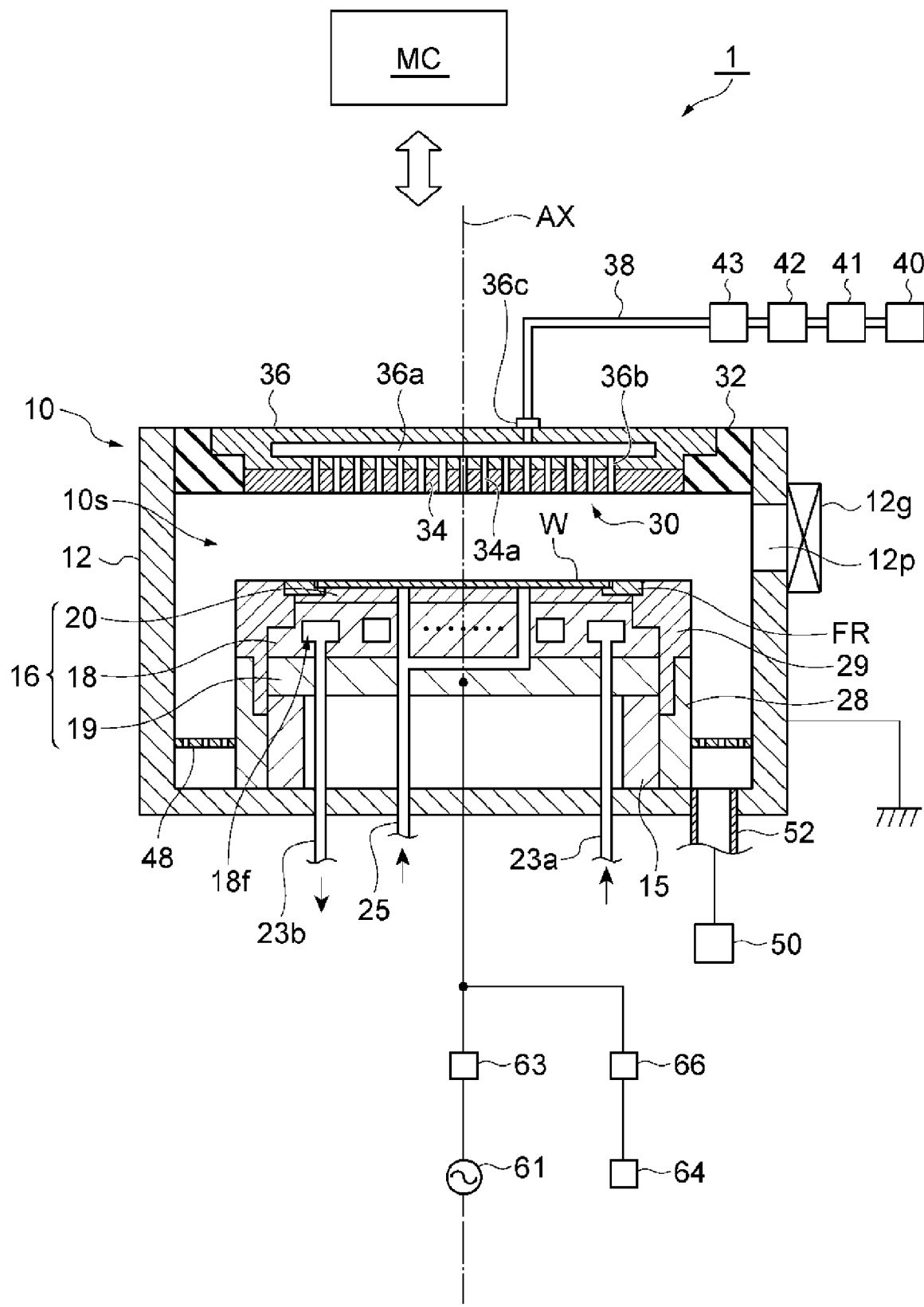


圖 1

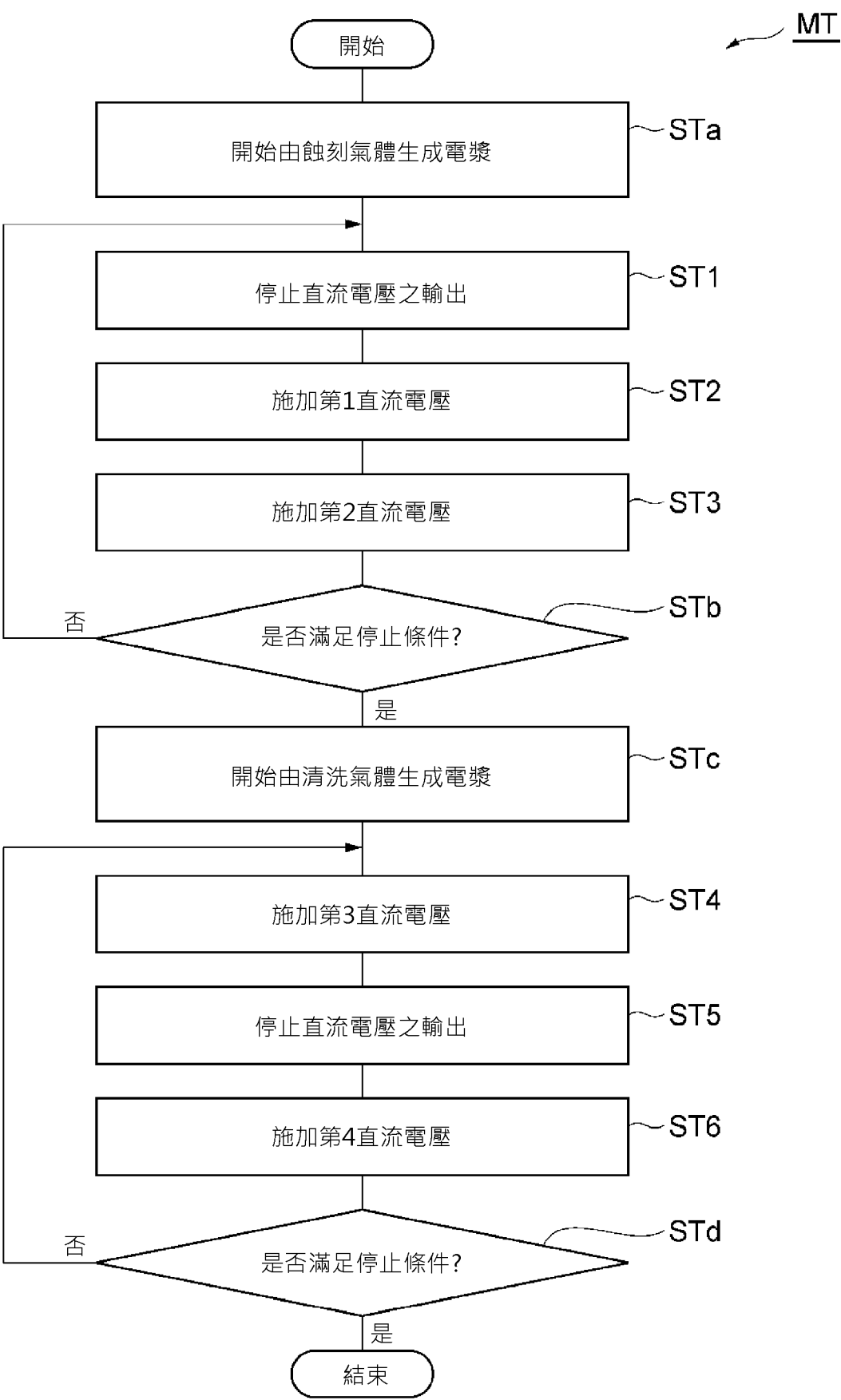


圖 2

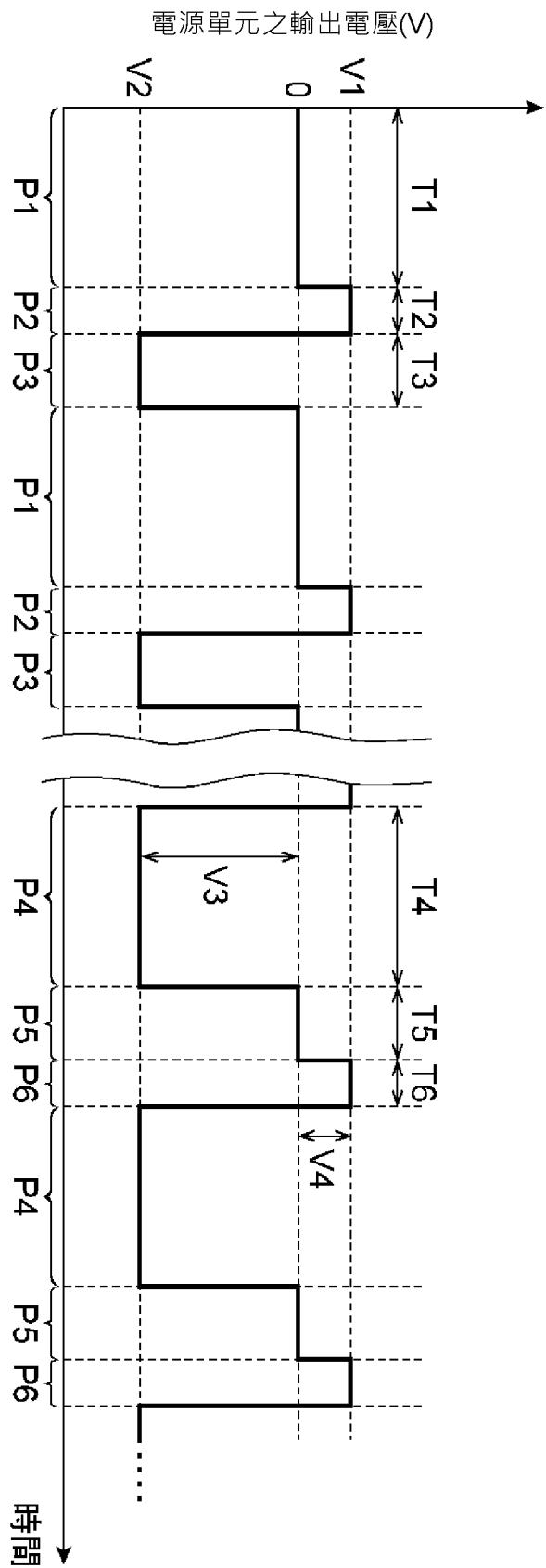


圖 3