



(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 202431333 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：112134603

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 12 日

(51) Int. Cl.：

H01J37/32 (2006.01)

H05H1/00 (2006.01)

H05H1/46 (2006.01)

H01L21/3065(2006.01)

(30) 優先權：2022/09/29

日本

2022-156530

(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：鳥井夏実 TORII, NATSUMI (JP)；高山航 TAKAYAMA, WATARU (JP)；鈴木貴

幸 SUZUKI, TAKAYUKI (JP)；加藤寬基 KATO, HIROKI (JP)

(74) 代理人：周良吉；周良謀

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：14 共 53 頁

(54) 名稱

電漿處理裝置及蝕刻方法

(57) 摘要

[課題]本發明旨在於電漿處理中適當地控制偏壓電力之電壓。

[解決手段]一種電漿處理裝置，具備：電漿處理室；基板支持體，包含下部電極、靜電吸盤、及邊緣環；上部電極，配置在基板支持體之上方；來源射頻電源，將來源射頻電力供給至上部電極或下部電極；偏壓電源，將偏壓電力供給至下部電極；直流電源，將負極性直流電壓施加至邊緣環；射頻濾波器，電性連接於邊緣環與直流電源之間，且包含至少一可變被動元件；及控制部，控制直流電源及可變被動元件，而調整電漿中之離子相對於靜電吸盤上所載置之基板的邊緣區域之入射角度，並且將偏壓電力之電壓調整至容許範圍。

指定代表圖：

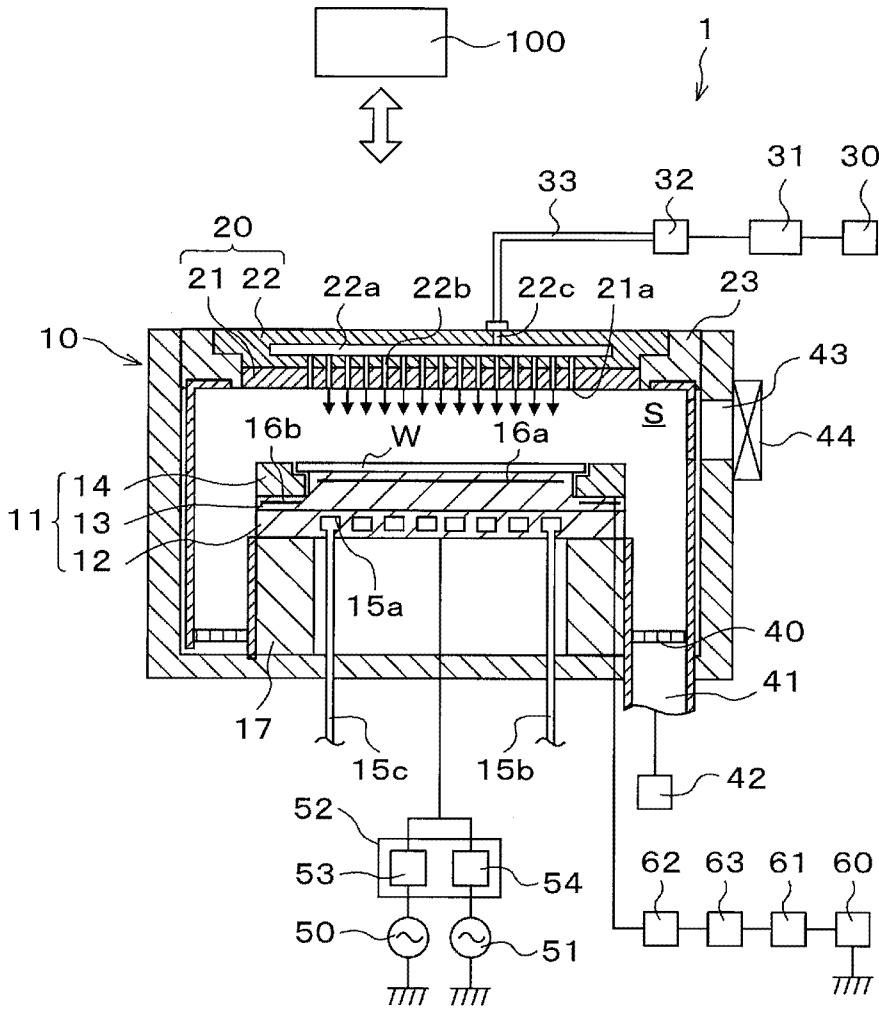


圖 1

符號簡單說明：

- 1:蝕刻裝置
- 10:電漿處理室
- 11:平台
- 12:下部電極
- 13:靜電吸盤
- 14:邊緣環
- 15a:流道
- 15b:入口配管
- 15c:出口流道
- 16a:第一電極
- 16b:第二電極
- 17:支持構件
- 20:噴淋頭
- 21:電極板
- 21a:氣體噴吐口
- 22:電極支持體
- 22a:氣體擴散室
- 22b:氣體流通孔
- 22c:氣體導入孔
- 23:絕緣性遮蔽構件
- 30:氣體供給源群
- 31:流量控制裝置群
- 32:閥群
- 33:氣體供給管
- 40:隔板
- 41:排氣口
- 42:排氣裝置
- 43:送入送出口
- 44:閘閥
- 50:來源射頻電源
- 51:偏壓射頻電源
- 52:匹配器
- 53:第一匹配電路
- 54:第二匹配電路
- 60:直流電源
- 61:切換單元

62:第一射頻濾波器

63:第二射頻濾波器

100:控制部

S:處理空間

W:晶圓

【發明摘要】

【中文發明名稱】 電漿處理裝置及蝕刻方法

【中文】

[課題]本發明旨在於電漿處理中適當地控制偏壓電力之電壓。

[解決手段]一種電漿處理裝置，具備：電漿處理室；基板支持體，包含下部電極、靜電吸盤、及邊緣環；上部電極，配置在基板支持體之上方；來源射頻電源，將來源射頻電力供給至上部電極或下部電極；偏壓電源，將偏壓電力供給至下部電極；直流電源，將負極性直流電壓施加至邊緣環；射頻濾波器，電性連接於邊緣環與直流電源之間，且包含至少一可變被動元件；及控制部，控制直流電源及可變被動元件，而調整電漿中之離子相對於靜電吸盤上所載置之基板的邊緣區域之入射角度，並且將偏壓電力之電壓調整至容許範圍。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:蝕刻裝置

10:電漿處理室

11:平台

12:下部電極

13:靜電吸盤

14:邊緣環

15a:流道

15b:入口配管

15c:出口流道

- 16a:第一電極
- 16b:第二電極
- 17:支持構件
- 20:噴淋頭
- 21:電極板
- 21a:氣體噴吐口
- 22:電極支持體
- 22a:氣體擴散室
- 22b:氣體流通孔
- 22c:氣體導入孔
- 23:絕緣性遮蔽構件
- 30:氣體供給源群
- 31:流量控制裝置群
- 32:閥群
- 33:氣體供給管
- 40:隔板
- 41:排氣口
- 42:排氣裝置
- 43:送入送出口
- 44:閘閥
- 50:來源射頻電源
- 51:偏壓射頻電源
- 52:匹配器
- 53:第一匹配電路

54:第二匹配電路

60:直流電源

61:切換單元

62:第一射頻濾波器

63:第二射頻濾波器

100:控制部

S:處理空間

W:晶圓

【特徵化學式】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 電漿處理裝置及蝕刻方法

【技術領域】

【0001】

本發明有關電漿處理裝置及蝕刻方法。

【先前技術】

【0002】

專利文獻1揭示一種電漿處理裝置，具備：載置台，設置在處理室內來載置晶圓；及邊緣環，於載置台上包圍晶圓；該電漿處理裝置對晶圓進行電漿處理。此電漿處理裝置中，藉由將負直流電壓施加至因為電漿而產生損耗之邊緣環，以消除鞘層之形變，並使離子垂直地入射至晶圓整面。

[先前技術文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本特開2008－227063號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0004】

本發明之技術，在電漿處理中適當地控制偏壓電力之電壓。

[解決課題之手段]

【0005】

本發明一態樣之電漿處理裝置，具備：電漿處理室；基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含：下部電極；靜電吸盤；及邊緣環，以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；上部電極，配置在該基板支持體之上方；來源射頻電源，將來源射頻電力供給至該上部電極或該下部電極，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；偏壓電源，將偏壓電力供給至該下部電極；直流電源，將負極性直流電壓施加至該邊緣環；射頻濾波器，電性連接於該邊緣環與該直流電源之間，且包含至少一可變被動元件（variable passive component）；及控制部，控制該直流電源及該可變被動元件，而控制該電漿中之離子相對於該靜電吸盤上所載置之基板的邊緣區域之入射角度，並且將該偏壓電力之電壓控制在容許範圍。

[發明之效果]

【0006】

依本發明，可在電漿處理中適當地控制偏壓電力之電壓。

【圖式簡單說明】

【0007】

[圖1]圖1係顯示本實施態樣之蝕刻裝置的構成概略的縱剖面圖。

[圖2]圖2係本實施態樣之蝕刻裝置的電源系統的說明圖。

[圖3A]圖3A係顯示因為邊緣環損耗而鞘層形狀變化、及離子之入射方向傾斜的說明圖。

[圖3B]圖3B係顯示因為邊緣環損耗而鞘層形狀變化、及離子之入射方向傾斜的說明圖。

[圖4A]圖4A係顯示鞘層形狀變化、及離子之入射方向傾斜的說明圖。

[圖4B]圖4B係顯示鞘層形狀變化、及離子之入射方向傾斜的說明圖。

第 2 頁，共 37 頁(發明說明書)

[圖5]圖5係顯示來自直流電源之直流電壓或第二射頻濾波器之阻抗、與傾斜修正角度的關係之說明圖。

[圖6]圖6係顯示來自直流電源之直流電壓或第二射頻濾波器之阻抗、與LF V_{pp} 的關係之說明圖。

[圖7]圖7 (a)、(b) 係顯示邊緣環之厚度、來自直流電源之直流電壓、第二射頻濾波器之阻抗、及LF V_{pp} 的關係之說明圖。

[圖8]圖8係顯示來自直流電源之直流電壓、及第二射頻濾波器之阻抗的調整方法一例之說明圖。

[圖9]圖9係顯示來自直流電源之直流電壓、及第二射頻濾波器之阻抗的調整方法一例之說明圖。

[圖10]圖10係顯示來自直流電源之直流電壓、及第二射頻濾波器之阻抗的調整方法一例之說明圖。

[圖11]圖11係顯示其他實施態樣之連接部的構成之縱剖面圖。

[圖12]圖12係顯示蝕刻裝置中之LF V_{pp} 控制用感測器之說明圖。

[圖13]圖13係顯示其他實施態樣之蝕刻裝置的電源系統之說明圖。

[圖14]圖14係顯示其他實施態樣之連接部的構成之縱剖面圖。

【實施方式】

【0008】

半導體元件之製程中，對半導體晶圓（以下稱「晶圓」）進行蝕刻等電漿處理。電漿處理中，藉由激發處理氣體以產生電漿，並以該電漿來處理晶圓。

【0009】

電漿處理係在電漿處理裝置中進行。一般而言，電漿處理裝置具備：處理室、平台、及射頻（RF，Radio Frequency）電源。舉例來說，射頻電源包含來

源射頻電源、及偏壓射頻電源。來源射頻電源，為了產生處理室內之氣體的電漿，而供給來源射頻電力。偏壓射頻電源，為了將離子導入晶圓，而供給偏壓射頻電力。平台設置在處理室內。平台具有下部電極及靜電吸盤。舉例來說，在靜電吸盤上，以包圍該靜電吸盤上所載置晶圓之方式，配置邊緣環。邊緣環，乃是為了提高對晶圓之電漿處理之均一性而配置。

【0010】

邊緣環，其隨著電漿處理之時程變化會有所損耗，並且厚度減小。當邊緣環之厚度減小時，在邊緣環及晶圓邊緣區域之上方，鞘層之形狀會有所變化。當鞘層之形狀如上述般變化時，離子在晶圓邊緣區域之入射方向，會相對於縱向傾斜。其結果，在晶圓邊緣區域所形成之凹部，係相對於晶圓厚度方向傾斜。

【0011】

為了在晶圓邊緣區域，形成沿晶圓厚度方向延伸之凹部，有必要控制邊緣環及晶圓邊緣區域之上方的鞘層之形狀，而調整離子入射至晶圓邊緣區域之入射方向的傾斜。因此，為了控制邊緣環及晶圓邊緣區域之上方的鞘層之形狀，例如專利文獻1提出一種電漿處理裝置，從直流電源施加負直流電壓至邊緣環。

【0012】

話說回來，發明人等用心檢討後發現：例如當為了調整離子之入射方向傾斜，而加大直流電壓時，偏壓射頻電力之電壓 V_{pp} 變大。然而，作為電壓 V_{pp} 之調整方法，以往有人調整射頻電力，但調整射頻電力的話，會影響熱能輸入晶圓、或影響製程效能。

【0013】

本發明之技術，在電漿處理中適當地控制偏壓電力之電壓。

【0014】

以下一面參照圖式，一面針對本實施態樣之作為電漿處理裝置的蝕刻裝置及蝕刻方法進行說明。又，本說明書及圖式中，對於具有實質上相同之功能構成的要素，藉由標註同一符號，以省略重複的說明。

【0015】

<蝕刻裝置>

首先，針對本實施態樣之蝕刻裝置進行說明。圖1係顯示蝕刻裝置1之構成概略的縱剖面圖。圖2係蝕刻裝置1之電源系統的說明圖。蝕刻裝置1係電容耦合型之蝕刻裝置。蝕刻裝置1中，對作為基板之晶圓W進行蝕刻。

【0016】

圖1所示之蝕刻裝置1，具有大致圓筒狀之電漿處理室10。電漿處理室10，界定有電漿產生於其內部之處理空間S。電漿處理室10例如由鋁構成，並連接於接地電位端。

【0017】

電漿處理室10之內部收納有：平台11，作為載置晶圓W之基板支持體。平台11具有：下部電極12、靜電吸盤13、及邊緣環14。又，下部電極12之底面側，可配置例如由鋁構成之電極板（未圖示）。

【0018】

下部電極12，以例如鋁等金屬之導電性材料構成，並形成大致圓板狀。

【0019】

又，平台11可包含：調溫模組，將靜電吸盤13、邊緣環14、及晶圓W中至少一者調節為所希望之溫度。調溫模組，可包含加熱器、流道、或這些之組合。流道有例如冷媒及傳熱氣體之調溫媒體流通其中。

【0020】

舉例來說，下部電極12之內部形成流道15a。對於流道15a，本發明藉由入口配管15b，從設置在電漿處理室10之外部的急冷器單元（未圖示）供給調溫媒體至流道15a。被供給至流道15a之調溫媒體，又藉由出口流道15c回到急冷器單元。藉由使調溫媒體例如冷卻水等冷媒，在流道15a中循環，可將靜電吸盤13、邊緣環14、及晶圓W冷卻至所希望之溫度。

【0021】

靜電吸盤13配置在下部電極12上。舉例來說，靜電吸盤13為一種構件，可以靜電力來吸附固持晶圓W及邊緣環14兩邊。靜電吸盤13中，中央部頂面相較於周緣部頂面形成得較高。靜電吸盤13之中央部頂面，係載置晶圓W之晶圓載置面，又例如靜電吸盤13之周緣部頂面，係載置邊緣環14之邊緣環載置面。

【0022】

舉例來說，靜電吸盤13之內部，其中央部配置有：第一電極16a，用以吸附固持晶圓W。靜電吸盤13之內部，其周緣部配置有：第二電極16b，用以吸附固持邊緣環14。靜電吸盤13，係在由絕緣材料構成的絕緣構件之間夾著電極16a、16b而成。

【0023】

對於第一電極16a，從直流電源（未圖示）施加直流電壓，並以藉此產生之靜電力，在靜電吸盤13之中央部頂面吸附固持晶圓W。同樣地，對於第二電極16b，從直流電源（未圖示）施加直流電壓，並例如以藉此產生之靜電力，在靜電吸盤13之周緣部頂面吸附固持邊緣環14。

【0024】

又，本實施態樣中，靜電吸盤13之配置有第一電極16a的中央部、與配置有第二電極16b的周緣部乃一體形成，但此等中央部與周緣部分開配置亦可。又，第一電極16a及第二電極16b，任一者均可為單極型亦可為雙極型。

【0025】

又，本實施態樣中，藉由將直流電壓施加至第二電極16b，以在靜電吸盤13靜電吸附邊緣環14，但邊緣環14之固持方法不限於此。例如，可使用吸附片材來吸附固持邊緣環14，亦可夾持固定邊緣環14。或者，以邊緣環14本身之重量來固持邊緣環14亦可。

【0026】

邊緣環14係環狀構件，以包圍靜電吸盤13的中央部頂面所載置晶圓W之方式配置。邊緣環14乃是為了提高蝕刻均一性而配置。因此，邊緣環14由依蝕刻來適當選擇之材料構成，例如可由Si或SiC構成。

【0027】

如以上構成之平台11被緊固在：支持構件17，呈大致圓筒狀，配置在電漿處理室10之底部。支持構件17，例如由陶瓷或石英等絕緣體構成。

【0028】

在平台11之上方，以與平台11對向之方式配置有噴淋頭20。噴淋頭20包含：電極板21，面朝處理空間S而配置；及電極支持體22，配置在電極板21之上方。電極板21，發揮作為上部電極之功能，乃是與下部電極12一對。如後述，來源射頻電源50電性耦合於下部電極12時，噴淋頭20連接於接地電位端。又，噴淋頭20，藉由絕緣性遮蔽構件23被支持在電漿處理室10之頂部（頂部面）。

【0029】

電極板21形成有：複數之氣體噴吐口21a，用以將從後述氣體擴散室22a傳送過來之處理氣體供給至處理空間S。電極板21，例如由產生較少焦耳熱且具有較低電阻率之導電體或半導體來構成。

【0030】

電極支持體22，以可任意裝卸之方式支持電極板21。電極支持體22，例如在鋁等導電性材料之表面形成具有電漿耐受性之薄膜而成。此薄膜可為以陽極氧化處理所形成之薄膜、或三氧化二釷等陶瓷製之薄膜。電極支持體22之內部形成有氣體擴散室22a。從氣體擴散室22a開始形成：複數之氣體流通孔22b，連通於氣體噴吐口21a。又，氣體擴散室22a形成有：氣體導入孔22c，連接於後述氣體供給管33。

【0031】

又，氣體供給源群30，經由流量控制裝置群31、閥群32、氣體供給管33、及氣體導入孔22c連接於電極支持體22，並將處理氣體供給至氣體擴散室22a。

【0032】

氣體供給源群30包含蝕刻所需要之複數種氣體供給源。流量控制裝置群31包含複數之流量控制器，閥群32包含複數之閥。流量控制裝置群31之複數個流量控制器，分別為質量流量控制器或壓力控制式流量控制器。蝕刻裝置1中，將處理氣體從選自氣體供給源群30之一個以上氣體供給源，經由流量控制裝置群31、閥群32、氣體供給管33、及氣體導入孔22c供給至氣體擴散室22a。然後，被供給至氣體擴散室22a之處理氣體，乃經由氣體流通孔22b及氣體噴吐口21a，被噴淋狀地分散供給至處理空間S內。

【0033】

在電漿處理室10之底部，且電漿處理室10的內壁與支持構件17之間，設有隔板40。隔板40，例如藉由在鋁材被覆三氧化二釷等陶瓷來構成。隔板40形成有複數之貫穿孔。處理空間S經由該隔板40連通於排氣口41。排氣口41連接有例如真空泵等排氣裝置42，可利用該排氣裝置42使處理空間S內減壓。

【0034】

又，電漿處理室10之側壁形成有晶圓W之送入送出口43，該送入送出口43可利用閘閥44來開閉。

【0035】

如圖1及圖2所示，蝕刻裝置1更具有來源射頻電源50、偏壓射頻電源51、及匹配器52。來源射頻電源50及偏壓射頻電源51，藉由匹配器52耦合於下部電極12。

【0036】

來源射頻電源50，產生電漿產生用之來源射頻電力HF，而將該來源射頻電力HF供給至下部電極12。來源射頻電力HF，可具有27MHz~100MHz之範圍內的頻率，例如40MHz。來源射頻電源50，藉由匹配器52之第一匹配電路53，而耦合於下部電極12。第一匹配電路53，用以使來源射頻電源50之輸出阻抗、與負載側（下部電極12側）之輸入阻抗互相適配。又，來源射頻電源50不電性耦合於下部電極12，乃是藉由第一匹配電路53耦合於上部電極亦即噴淋頭20亦可。又，亦可使用脈衝電源來取代來源射頻電源50，此脈衝電源將來源射頻電力HF以外之脈衝電壓施加至下部電極12。此脈衝電源係與後述取代偏壓射頻電源51之脈衝電源相同。

【0037】

偏壓射頻電源51，產生用以將離子導入晶圓W之偏壓射頻電力LF，而將該偏壓射頻電力LF供給至下部電極12。偏壓射頻電力LF，可具有400kHz~13.56MHz之範圍內的頻率，例如400kHz。偏壓射頻電源51，藉由匹配器52之第二匹配電路54，而耦合於下部電極12。第二匹配電路54，用以使偏壓射頻電源51之輸出阻抗、與負載側（下部電極12側）之輸入阻抗互相適配。又，亦可使用脈衝電源來取代偏壓射頻電源51，此脈衝電源將偏壓射頻電力LF以外之脈衝電壓施加至下部電極12。在此，所謂的脈衝電壓，係電壓大小呈週期性變化之

脈衝狀電壓。脈衝電源可為直流電源。脈衝電源，可由電源本身施加脈衝電壓，亦可在下游側具有使電壓脈衝化之元件。舉例來說，脈衝電壓被施加至下部電極12，俾在晶圓W產生負電位。脈衝電壓可形成矩形波、三角波、衝擊波、或其他波形。脈衝電壓之頻率（脈波頻率），可為100kHz~2MHz之範圍內的頻率。又，上述偏壓射頻電力LF或脈衝電壓，被供給或施加至靜電吸盤13內部所配置之偏壓電極亦可。

【0038】

蝕刻裝置1更具有：直流（DC，Direct Current）電源60、切換單元61、第一射頻濾波器62、及第二射頻濾波器63。直流電源60經由切換單元61、第二射頻濾波器63、及第一射頻濾波器62電性連接於邊緣環14。又，本實施態樣中，直流電源60連接於接地電位端。

【0039】

直流電源60產生施加至邊緣環14之負極性直流電壓。又，直流電源60係可變直流電源，可調整直流電壓之高低。

【0040】

切換單元61可停止從直流電源60施加直流電壓至邊緣環14。又，切換單元61之電路構成，可由所屬技術領域中具有通常知識者來適當設計。

【0041】

第一射頻濾波器62及第二射頻濾波器63，分別為使射頻電力衰減之濾波器。第一射頻濾波器62，例如使得來自來源射頻電源50之40MHz的來源射頻電力HF衰減。第二射頻濾波器63，例如使得來自偏壓射頻電源51之400kHz的偏壓射頻電力LF衰減。

【0042】

舉例來說，第二射頻濾波器63以阻抗可變之方式構成。亦即，第二射頻濾波器63包含至少一可變被動元件，讓第二射頻濾波器63之阻抗可變動。以下之說明中，第二射頻濾波器63之阻抗、與可變被動元件之阻抗兩者同義。可變被動元件，例如可為線圈（電感器）或電容器。又，不限於線圈、電容器，只要是二極體元件等可變阻抗元件，無論哪一種均可達到相同功能。可變被動元件之數目或位置，亦可由所屬技術領域中具有通常知識者來適當設計。進一步而言，元件本身並非必要可變動，例如具備複數個阻抗為固定值之元件，並使用切換電路來切換固定值元件之組合，藉以改變阻抗亦可。又，此第二射頻濾波器63及上述第一射頻濾波器62之電路構成，分別可由所屬技術領域中具有通常知識者來適當設計。

【0043】

蝕刻裝置1可進一步具有：測定器（未圖示），測定出邊緣環14之自偏電壓（或者下部電極12或晶圓W之自偏電壓）。又，測定器之構成，可由所屬技術領域中具有通常知識者來適當設計。

【0044】

上述蝕刻裝置1，設置有控制部100。控制部100，例如為具備CPU或記憶體等之電腦，具有程式儲存部（未圖示）。程式儲存部儲存有程式，其對蝕刻裝置1之蝕刻處理進行控制。又，上述程式係電腦可讀取之儲存媒體所存放之程式，亦可為從該儲存媒體安裝在控制部100之程式。又，上述儲存媒體可為暫存式者，亦可為非暫存式者。

【0045】

<蝕刻方法>

接著，針對使用如上述構成之蝕刻裝置1進行之蝕刻處理進行說明。

【0046】

首先，將晶圓W送入電漿處理室10之內部，並在靜電吸盤13上載置晶圓W。其後，藉由將直流電壓施加至靜電吸盤13之第一電極16a，晶圓W乃因為庫侖力被靜電吸附在靜電吸盤13，而接受固持。又，送入晶圓W後，以排氣裝置42將電漿處理室10之內部減壓至所希望之真空度。

【0047】

接著，將處理氣體從氣體供給源群30藉由噴淋頭20供給至處理空間S。又，以來源射頻電源50將電漿產生用之來源射頻電力HF供給至下部電極12，並激發處理氣體而產生電漿。此時，可以偏壓射頻電源51供給離子導入用之偏壓射頻電力LF。然後，藉由所產生之電漿的作用，來對晶圓W進行蝕刻。

【0048】

結束蝕刻之際，首先，停止從來源射頻電源50供給來源射頻電力HF、以及利用氣體供給源群30供給處理氣體。又，蝕刻進行中供給偏壓射頻電力LF的話，亦停止供給該偏壓射頻電力LF。接著，停止供給傳熱氣體至晶圓W之背面，並停止以靜電吸盤13吸附固持晶圓W。

【0049】

其後，從電漿處理室10送出品圓W，對晶圓W之一連串蝕刻動作便結束。

【0050】

又，蝕刻處理中，有時不使用來自來源射頻電源50之來源射頻電力HF，而僅使用來自偏壓射頻電源51之偏壓射頻電力LF來產生電漿。

【0051】

<傾斜角度控制方法>

接著，針對上述蝕刻處理中控制傾斜角度之方法進行說明。傾斜角度，乃是晶圓W邊緣區域中藉由蝕刻所形成之凹部相對於晶圓W之厚度方向的傾斜(角度)。傾斜角度，係與「離子對晶圓W邊緣區域之入射方向相對於縱向的傾斜」

(離子入射角度)約略相同。又,以下之說明中,相對於晶圓W之厚度方向(縱向)朝徑向內側(中心側)的方向稱為內方側,相對於晶圓W之厚度方向朝徑向外側的方向稱為外方側。

【0052】

圖3A及圖3B係顯示因為邊緣環損耗而鞘層形狀變化、及離子之入射方向傾斜的說明圖。圖3A中以實線所示之邊緣環14,顯示沒有該損耗之狀態的邊緣環14。以虛線所示之邊緣環14,顯示有該損耗而厚度減小的邊緣環14。又,圖3A中以實線所示之鞘層SH顯示:處於邊緣環14未損耗之狀態時的鞘層SH之形狀。以虛線所示之鞘層SH顯示:處於邊緣環14受損耗之狀態時的鞘層SH之形狀。此外,圖3A中,箭頭表示:處於邊緣環14受損耗之狀態時的離子之入射方向。

【0053】

如圖3A所示,舉例來說,處於邊緣環14未損耗之狀態時,鞘層SH之形狀在晶圓W及邊緣環14之上方保持平坦。因此,離子朝約略垂直之方向(縱向)入射至晶圓W之整面。因此,傾斜角度為0(零)度。

【0054】

另一方面,當邊緣環14損耗其厚度減小時,在晶圓W邊緣區域及邊緣環14之上方,鞘層SH之厚度變小,該鞘層SH變成朝下凸出狀。其結果,離子相對於晶圓W邊緣區域之入射方向,乃相對於縱向傾斜。以下之說明中,離子之入射方向相對於縱向朝徑向內側(中心側)傾斜時,藉由蝕刻所形成之凹部朝內方側傾斜的現象,稱為向內傾斜(Inner Tilt)。圖3B中,離子之入射方向朝內方側僅傾斜角度 θ_1 ,凹部亦朝內方側僅傾斜 θ_1 。產生向內傾斜之原因,不限於上述邊緣環14之損耗。例如,邊緣環14所產生之偏電壓低於晶圓W側之電壓時,初始狀態會產生向內傾斜。又例如,為了在邊緣環14之初始狀態刻意地調整成

向內傾斜，有時亦藉由調整來自後述直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗中至少任一者，以修正傾斜角度。

【0055】

又，如圖4A及圖4B所示，相對於晶圓W之中央區域，在晶圓W邊緣區域及邊緣環14之上方，鞘層SH之厚度增大，該鞘層SH有時也會變成朝上凸出狀。例如，邊緣環14所產生之偏電壓較高時，鞘層SH會變成朝上凸出狀。圖4A中，箭頭表示離子之入射方向。以下之說明中，離子之入射方向相對於縱向朝徑外內側傾斜時，藉由蝕刻所形成之凹部朝外方側傾斜的現象，稱為向外傾斜（Outer Tilt）。圖4B中，離子之入射方向朝外方側僅傾斜角度 θ_2 ，凹部亦朝外方側僅傾斜 θ_2 。

【0056】

本實施態樣之蝕刻裝置1中，控制傾斜角度。具體而言，本發明調整來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗中至少任一者，來控制離子入射角度，藉以控制傾斜角度。

【0057】

〔直流電壓之調整〕

首先，針對來自直流電源60之直流電壓之調整進行說明。直流電源60中，施加至邊緣環14之直流電壓，係設定為以自偏電壓Vdc之絕對值與設定值 ΔV 兩者的和作為其絕對值的負極性電壓，亦即設定為 $- (| V_{dc} | + \Delta V)$ 。自偏電壓Vdc，為晶圓W之自偏電壓，並為被供給至少任一種射頻電力且未接受來自直流電源60之直流電壓時的下部電極12之自偏電壓。設定值 ΔV 由控制部100提供。

【0058】

控制部100，使用預先設定之函數或表格，從邊緣環14之下述兩種損耗量來確定出設定值 ΔV ：(1)邊緣環14之厚度從起始值減小之量、及(2)從蝕刻製程條件

(例如處理時間)推定出的邊緣環14之損耗量。亦即，控制部100，將邊緣環14之損耗量、及自偏電壓輸入上述函數、或者使用邊緣環14之損耗量及自偏電壓來參照上述表格，藉以設定出設定值 ΔV 。

【0059】

控制部100，在設定出設定值 ΔV 時，將邊緣環14之起始厚度、與例如使用雷射測定器或相機等測定器實測而得之邊緣環14之厚度兩者的差異，使用作邊緣環14之損耗量亦可。又，例如從邊緣環14之質量變化，來推定邊緣環14之損耗量亦可，此質量變化係以質量計等測定器測定出來。或者，為了設定出設定值 ΔV ，控制部100使用預先設定之另一函數或表格，從指定參數來推定邊緣環14之損耗量亦可。此指定參數，可為自偏電壓Vdc、來源射頻電力HF或偏壓射頻電力LF之電壓Vpp、負載阻抗、邊緣環14或邊緣環14周邊之電力特性等中任一者。邊緣環14或邊緣環14周邊之電力特性，可為邊緣環14或邊緣環14周邊之任意處的電壓、電流值、及包含邊緣環14之電阻值等中任一者。另一函數或表格，乃是以設定出指定參數與邊緣環14損耗量之關係的方式，預先設定起來。為了推定邊緣環14之損耗量，實際進行蝕刻前、或維修蝕刻裝置1時，在設定好用以推定損耗量之測定條件，亦即來源射頻電力HF、偏壓射頻電力LF、處理空間S內之壓力、及被供給至處理空間S之處理氣體的流量等的狀態下，令蝕刻裝置1作動。然後，取得上述指定參數，並藉由將該指定參數輸入上述另一函數、或者藉由使用該指定參數來參照上述表格，以指定邊緣環14之損耗量。

【0060】

蝕刻裝置1，在蝕刻進行中，亦即供給來源射頻電力HF及偏壓射頻電力LF中至少任一種射頻電力之期間，將直流電壓從直流電源60施加至邊緣環14。藉此，控制邊緣環14及晶圓W邊緣區域之上方的鞘層之形狀，而減小離子對晶圓W

邊緣區域之入射方向的傾斜，並控制傾斜角度。其結果，會以遍佈晶圓W整個區域之方式，形成與該晶圓W之厚度方向約略平行的凹部。

【0061】

更詳言之，蝕刻進行中，以測定器（未圖示）來測定自偏電壓Vdc。又，將直流電壓從直流電源60施加至邊緣環14。如上述般，被施加至邊緣環14之直流電壓的值為， $-(|V_{dc}| + \Delta V)$ 。 $|V_{dc}|$ 係先前以測定器取得之自偏電壓Vdc的測定值之絕對值， ΔV 係以控制部100來設定之設定值。如上述，本發明從蝕刻進行中所測到之自偏電壓Vdc，來設定被施加至邊緣環14之直流電壓。如此一來，即便自偏電壓Vdc有所變化，也會修正以直流電源60所產生之直流電壓，而適當地修正傾斜角度。

【0062】

〔阻抗之調整〕

接著，針對第二射頻濾波器63之阻抗調整進行說明。

【0063】

有關上述對於來自直流電源60之直流電壓的設定，控制部100乃是與此設定同樣地，從邊緣環14之損耗量來設定第二射頻濾波器63之阻抗。又，控制部100藉由變更第二射頻濾波器63之阻抗，以變更邊緣環14產生之電壓。

【0064】

蝕刻裝置1，在蝕刻進行中，將第二射頻濾波器63控制為以控制部100所設定之阻抗。藉此，控制邊緣環14及晶圓W邊緣區域之上方的鞘層之形狀，而減小離子對晶圓W邊緣區域之入射方向的傾斜，並控制傾斜角度。

【0065】

〔直流電壓及阻抗之調整〕

圖5係顯示來自直流電源60之直流電壓或第二射頻濾波器63之阻抗、與傾斜角度之修正角度（以下稱「傾斜修正角度」）的關係之說明圖。圖5之縱軸顯示傾斜修正角度，橫軸顯示直流電壓或阻抗。如圖5所示，加大來自直流電源60之直流電壓的絕對值的話，傾斜修正角度增大。同樣地，加大第二射頻濾波器63之阻抗的話，傾斜修正角度亦增大。又，圖5所示之例子中，藉由加大阻抗，便加大了傾斜修正角度，但是依第二射頻濾波器63之構成，也可藉由加大阻抗，而縮減傾斜修正角度。阻抗與傾斜修正角度之關係性，由於取決於第二射頻濾波器63之設計，因此並不限定。又，藉由調整直流電壓所得到之傾斜角度修正的鑑別率（圖5中之傾斜）、及藉由調整阻抗所得到之傾斜角度修正的鑑別率（圖5中之傾斜），分別取決於直流電源60、及第二射頻濾波器63之性能等。所謂傾斜角度修正的鑑別率，乃是調整一次直流電壓或阻抗所得到之傾斜角度的修正量。

【0066】

此外，傾斜角度之控制，係依邊緣環14之損耗來任意組合：調整來自直流電源60之直流電壓、及調整第二射頻濾波器63之阻抗。例如，可僅調整來自直流電源60之直流電壓來控制傾斜角度，亦可僅調整第二射頻濾波器63之阻抗來控制傾斜角度。又，調整來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗兩者來控制傾斜角度亦可。

【0067】

具體而言，例如圖3A及圖3B所示，當邊緣環14損耗時，離子入射角度相對於縱向朝內側傾斜，呈現向內傾斜。因此，如圖5所示，當加大來自直流電源60之直流電壓之絕對值、及第二射頻濾波器63之阻抗中至少任一者時，傾斜修正角度增大。如此一來，可使朝內方側傾斜之傾斜角度變化為外方側，而將該傾斜角度修正為0（零）度。

【0068】

又，本實施態樣中，依邊緣環14之損耗量，來調整來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗中至少任一者，但直流電壓或阻抗之調整時間點不限於此。例如，依晶圓W之處理時間，來調整直流電壓或阻抗亦可。或者，例如組合晶圓W之處理時間、與射頻功率等預先設定之參數，來判斷直流電壓或阻抗之調整時間點亦可。

【0069】

< 偏壓射頻電力LF之電壓Vpp控制方法 >

接著，針對上述蝕刻處理中控制偏壓射頻電力LF之電壓Vpp（以下稱「LF Vpp」）的方法進行說明。

【0070】

圖6係顯示來自直流電源60之直流電壓或第二射頻濾波器63之阻抗、與LF Vpp的關係之說明圖。圖6之縱軸顯示LF Vpp，橫軸顯示直流電壓或阻抗。本發明人等用心檢討後發現：如圖6所示，當加大來自直流電源60之直流電壓之絕對值時，LF Vpp變大；但當加大第二射頻濾波器63之阻抗時，LF Vpp則變小。亦即，調整第二射頻濾波器63之阻抗的話，可控制傾斜角度，並且控制LF Vpp。本發明基於此研究結果來控制LF Vpp。

【0071】

蝕刻裝置1進行蝕刻中，例如圖7（a）所示般隨著邊緣環14損耗而厚度減小時，即加大來自直流電源60之直流電壓之絕對值。直流電壓依據傾斜角度之控制能力來設定。又，當如上述般加大直流電壓之絕對值時，LF Vpp乃變大。

【0072】

因此，如圖7（b）所示般加大直流電壓，並且加大第二射頻濾波器63之阻抗。當如上述般加大阻抗時，依圖6所示之關係，LF Vpp變小。亦即，藉由調整

直流電壓所產生之 $LF V_{pp}$ 增大量，乃是以藉由調整阻抗所產生之 $LF V_{pp}$ 減小量來抵消。如此一來，可將 $LF V_{pp}$ 控制在一定或容許範圍。又，容許範圍依蝕刻製程所要求之規格來任意設定。

【0073】

依本實施態樣，調整來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗來控制傾斜角度，並且藉由調整阻抗，亦可適當地調整 $LF V_{pp}$ 。亦即，可在控制傾斜角度時控制 $LF V_{pp}$ 。而且，可在不變更裝置構成之情形下，實現此種控制。

【0074】

如上述般，以往藉由調整射頻電力來調整 $LF V_{pp}$ ，但結果發現，調整射頻電力的話，會影響熱能輸入晶圓、或影響製程效能。相對於此，依本實施態樣，由於可將射頻電力設於一定來調整 $LF V_{pp}$ ，因此習知技術中對於熱能輸入晶圓、或製程效能之影響獲得抑制。

【0075】

又，本實施態樣中，如圖6所示，當加大第二射頻濾波器63之阻抗時， $LF V_{pp}$ 變小，但是依第二射頻濾波器63之電路設計或 $LF V_{pp}$ 之測定處，有時當減小阻抗時， $LF V_{pp}$ 變小。因此，欲減小 $LF V_{pp}$ 時，非必要加大第二射頻濾波器63之阻抗，依第二射頻濾波器63之電路設計或 $LF V_{pp}$ 之測定處來調整阻抗即可。

【0076】

<直流電壓及阻抗之調整方法>

如上述，本實施態樣中，調整來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗，來控制傾斜角度及 $LF V_{pp}$ 。此時，直流電壓調整及阻抗調整可任意組合。以下說明其例子。

【0077】

圖8係顯示來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗的調整方法一例之說明圖。圖8中，直流電壓之絕對值V1、V2、V3、V4依序較大，阻抗Z1、Z2、Z3、Z4依序較小。又，「Edge ring New」表示邊緣環14未曾使用而處於損耗前之狀態，「Edge ring Life Limit」表示邊緣環14損耗而壽命到期處於必須更換之狀態。

【0078】

如圖8所示，隨著邊緣環14損耗，使直流電壓之絕對值從V1變化為V3，並使阻抗從Z3變化為Z1。本實施態樣同時變更調整此等直流電壓及阻抗。

【0079】

隨著邊緣環14損耗，離子入射角度向內傾斜。相對於此，如圖5所示，藉由加大直流電壓之絕對值，使傾斜修正角度增大。如此一來，可使朝內方側傾斜之傾斜角度變化為外方側，而將該傾斜角度修正為0（零）度。又此時，由於減小阻抗，因此傾斜修正角度減小，但本發明考慮此傾斜修正角度之減小量後，才變動直流電壓之絕對值，俾傾斜角度為0（零）度。

【0080】

又，如圖9所示，藉由加大直流電壓，以加大LF Vpp。相對於此，藉由加大阻抗，以減小LF Vpp，可將LF Vpp控制在一定或容許範圍。又，圖9之縱軸顯示LF Vpp，橫軸顯示直流電壓或阻抗。

【0081】

如上述，直流電壓值及阻抗值乃分別設定，俾傾斜角度為0（零）度，且LF Vpp收斂在一定或容許範圍。又，可適當地控制傾斜角度及LF Vpp。

【0082】

又，本實施態樣中，同時變更調整直流電壓及阻抗，但個別地調整亦可。直流電壓之調整時間點、及阻抗之調整時間點得任意設定。例如，可在調整直

流電壓後調整阻抗，亦可在調整阻抗後調整直流電壓。無論是哪一種方式，皆控制傾斜角度及 $LF V_{pp}$ 兩者。

【0083】

又，本實施態樣調整直流電壓及阻抗，但在未從直流電源60輸出直流電壓之狀態下，僅調整阻抗來控制傾斜角度及 $LF V_{pp}$ 亦可。

【0084】

又，本實施態樣中，使阻抗從 Z_3 單向變化為 Z_1 ，但如圖10所示般增大或減小阻抗亦可。又，圖10之縱軸顯示直流電壓或阻抗，橫軸顯示裝置作動時間（處理時間）。圖10中，第一個箭頭顯示：蝕刻第一片晶圓 W 時之直流電壓及阻抗之變動，第二個箭頭顯示：蝕刻第二片晶圓 W 時之直流電壓及阻抗之變動。

【0085】

在此，如習知技術般以控制傾斜角度為目的時，係單向調整阻抗，俾加大傾斜修正角度。相對於此，如本實施態樣般將 $LF V_{pp}$ 控制在一定或容許範圍時，可如圖10以雙向箭頭所示般加大或減小阻抗。換言之，阻抗可不取決於邊緣環14之損耗量來調整，並在對於傾斜角度控制沒有影響之範圍內任意調整。 $LF V_{pp}$ 依直流電壓之變化而變大，但也會依直流電壓以外之重要因素而變動。就這一點而言，只要以追蹤 $LF V_{pp}$ 變動之方式增大或減小阻抗，可將 $LF V_{pp}$ 一直控制在一定或容許範圍。

【0086】

又，本實施態樣中，阻抗之開始點為 Z_3 ，但此開始時點亦可任意設定。如上述般本實施態樣中，可增大或減小阻抗，此時之開始點亦可自由選擇。

【0087】

本實施態樣中，直流電壓及阻抗之調整，乃是在對一晶圓 W 的蝕刻、與對下一晶圓 W 的蝕刻之間進行，但直流電壓及阻抗之調整時間點不限於此。例如，

對一晶圓W之蝕刻時間較長，而蝕刻進行中邊緣環14損耗時，在該蝕刻進行中重新調整直流電壓及阻抗亦可。

【0088】

<其他實施態樣>

在此，如上述般，從偏壓射頻電源51供給出來之偏壓射頻電力LF的頻率係400kHz~13.56MHz，但更佳為5MHz以下。進行蝕刻之際，對晶圓W進行高寬高比之蝕刻時，為了使蝕刻後之圖案具有垂直形狀，將需要較高之離子能量。因此，本發明人等用心檢討後發現：藉由將偏壓射頻電力LF之頻率設定在5MHz以下，離子對射頻電場變化之追蹤性提升，離子能量之可控制性提高。

【0089】

另一方面，將偏壓射頻電力LF之頻率設定為5MHz以下之低頻的話，有時第二射頻濾波器63阻抗可變之效果降低。亦即，有時藉由調整第二射頻濾波器63之阻抗來控制傾斜角度之可控制性降低。例如圖2中，邊緣環14與第二射頻濾波器63之電性連接為不接觸或電容耦合方式時，即使調整第二射頻濾波器63之阻抗，也無法適當地控制傾斜角度。因此，本實施態樣中，將邊緣環14與第二射頻濾波器63直接電性連接。

【0090】

邊緣環14與第二射頻濾波器63，乃藉由連接部直接電性連接。邊緣環14與連接部接觸，並且該連接部有來自直流電源60之直流電流導通。以下，針對連接部之構造（以下有時稱「接觸構造」）的例子進行說明。

【0091】

如圖11所示，作為導體之連接部200具有：導電性構造201、及導電彈性構件202。導電性構造201，藉由導電彈性構件202連接邊緣環14與第二射頻濾波器

63。具體而言，導電性構造201其一端連接於第二射頻濾波器63，另一端在下部電極12之頂面露出來，並與導電彈性構件202接觸。

【0092】

導電彈性構件202，例如於靜電吸盤13之側方，配置在下部電極12與邊緣環14之間的空間。導電彈性構件202，與導電性構造201及邊緣環14之底面分別接觸。又，導電彈性構件202例如由金屬等導體構成。導電彈性構件202之構成並不特別限定，但有人例示日本特開2022-7865號公報之圖11A～圖11F所示的構成。又，導電彈性構件202之俯視觀察時的配置亦不特別限定，但有人例示日本特開2022-7865號公報之圖12A～圖12C所示的配置。

【0093】

此時，如圖11所示，可藉由連接部200直接電性連接邊緣環14與第二射頻濾波器63。因此，可將偏壓射頻電力LF之頻率設定為5MHz以下之低頻，並提高離子能量之可控制性。又，如上述般，藉由調整第二射頻濾波器63之阻抗，可加大傾斜角度之調整範圍，而將傾斜角度控制為所希望之值。

【0094】

又，與邊緣環14接觸之接觸構造，不限於圖11所示之例子。例如為日本特開2022-7865號公報之圖13A～圖13G所示的構成亦可。又，連接部200、與第一射頻濾波器62及第二射頻濾波器63之關係亦不特別限定，但有人例示日本特開2022-7865號公報之圖14A～圖14C所示的構成。

【0095】

<其他實施態樣>

以上實施態樣中，直流電源60經由切換單元61、第一射頻濾波器62、及第二射頻濾波器63連接於邊緣環14，但施加直流電壓至邊緣環14之電源系統並不限於此。例如，直流電源60乃是經由切換單元61、第二射頻濾波器63、第一射

頻濾波器62、及下部電極12，而電性連接於邊緣環14亦可。此時，下部電極12與邊緣環14直接電性耦合，並且邊緣環14之自偏電壓會相同於下部電極12之自偏電壓。

【0096】

在此，下部電極12與邊緣環14直接電性耦合時，無法以例如硬體結構所設定之邊緣環14下之電容等，來調整邊緣環14上之鞘層厚度，而儘管未施加直流電壓，仍會發生向外傾斜狀態。就此點而言，本發明中，由於可調整來自直流電源60之直流電壓、及第二射頻濾波器63之阻抗來控制傾斜角度，因此藉由使該傾斜角度變化為內方側，可將傾斜角度調整為0（零）度。

【0097】

<其他實施態樣>

以上實施態樣中，使用來源射頻電源50及偏壓射頻電源51作為射頻電源，但射頻電源之數目不限於此。例如，一個射頻電源來供給單頻射頻電力亦可，或者三個射頻電源來供給三頻射頻電力亦可。

【0098】

<其他實施態樣>

以上實施態樣中，使第二射頻濾波器63之阻抗可變動，但可使第一射頻濾波器62之阻抗可變動，亦可使射頻濾波器62、63兩者之阻抗可變動。此時，第一射頻濾波器62亦可使偏壓射頻電力LF衰減，吾人可藉由調整第一射頻濾波器62之阻抗來控制LF V_{pp} 。或者，連同LF V_{pp} 也有必要控制來源射頻電力HF之電壓 V_{pp} （以下稱「HF V_{pp} 」）時，可藉由調整第一射頻濾波器62之阻抗來控制HF V_{pp} ，並藉由調整第二射頻濾波器63之阻抗來控制LF V_{pp} 。

【0099】

又，以上實施態樣中，就直流電源60配置兩個射頻濾波器62、63，但射頻濾波器之數目不限於此。例如，將兩個射頻濾波器62、63一體化而配置一個射頻濾波器亦可。或者，配置三個以上射頻濾波器亦可。

【0100】

又，以上實施態樣中，第二射頻濾波器63（第一射頻濾波器62）藉由包含至少一可變被動元件，以使阻抗可變動，但是使阻抗可變動之構成不限於此。例如，在阻抗可變或固定之射頻濾波器62、63，連接可改變該射頻濾波器62、63之阻抗的元件亦可。亦即，阻抗可變之射頻濾波器62、63，可由下述兩者構成：射頻濾波器；及元件，連接於該射頻濾波器，可改變射頻濾波器之阻抗。又，射頻濾波器62、63藉由包含至少一可變被動元件，以使阻抗可變動，但射頻濾波器62、63使用阻抗不可變動者，而在射頻濾波器62、63之外部配置可變被動元件亦可。

【0101】

<其他實施態樣>

以上實施態樣中，蝕刻裝置1可具有用以控制LF V_{pp} 之感測器。圖12係顯示蝕刻裝置1中之LF V_{pp} 控制用感測器之說明圖。

【0102】

如圖12所示，蝕刻裝置1具有：處理室內感測器300、匹配器感測器301、直流電源感測器302、及濾波器路徑感測器303。各感測器300、301、302、303使用與測定對象對應之感測器，例如電壓感測器、接觸式感測器、非接觸式感測器、及光學感測器等。

【0103】

處理室內感測器300，舉例來說可測定電漿處理室10內之LF V_{pp} 。又，處理室內感測器300，舉例來說測定電漿處理室10內之有關LF V_{pp} 之資訊亦可，例如

電壓、電流（磁場）、電力、及裝置負載資訊（亦包含阻抗或持續電力、反射電力）等。從有關LF V_{pp} 之資訊，可計算推定LF V_{pp} 。處理室內感測器300，配置在電漿處理室10內之任意位置，例如連接匹配器52與電漿處理室10之路徑內、或用以供給射頻電力之管線內、靜電吸盤13內等。又，處理室內感測器300配置在電漿處理室10之外部亦可。此外，處理室內感測器300所測定到之資訊，被輸出至控制部100。

【0104】

匹配器感測器301，舉例來說可測定匹配器52內之LF V_{pp} 。又，匹配器感測器301，舉例來說測定匹配器52內之有關LF V_{pp} 之資訊亦可，例如電壓、及裝置負載資訊（亦包含阻抗或持續電力、反射電力）。從有關LF V_{pp} 之資訊，可計算推定LF V_{pp} 。匹配器感測器301，可配置在匹配器52內之任意位置，例如第一匹配電路53內或第二匹配電路54內、匹配電路53、54之出口等。又，匹配器感測器301配置在匹配器52之外部亦可。此外，匹配器感測器301所測定到之資訊，被輸出至控制部100。

【0105】

直流電源感測器302，舉例來說可測定直流電源60中之有關LF V_{pp} 之資訊，例如來自直流電源60之直流電壓（輸出電壓）、直流電流（輸出電流）、射頻雜訊電壓、及射頻雜訊電流等。從有關LF V_{pp} 之資訊，可計算推定LF V_{pp} 。直流電源感測器302，配置在直流電源60之內部或外部。此外，直流電源感測器302所測定到之資訊，被輸出至控制部100。

【0106】

濾波器路徑感測器303，舉例來說可測定濾波器路徑內之有關LF V_{pp} 之資訊，例如電壓、電流（磁場）等。從有關LF V_{pp} 之資訊，可計算推定LF V_{pp} 。濾波器路徑感測器303，可配置在濾波器路徑內之任意位置，例如射頻濾波器

62、63與邊緣環14之間的路徑內。又，濾波器路徑感測器303，配置在射頻濾波器62、63內亦可。此外，濾波器路徑感測器303所測定到之資訊，被輸出至控制部100。

【0107】

控制部100，整合處理從處理室內感測器300、匹配器感測器301、直流電源感測器302、及濾波器路徑感測器303輸出過來之資訊，進一步對第二射頻濾波器63輸出指令。具體而言，若輸入資訊有關 $LF V_{pp}$ ，控制部100從該資訊計算 $LF V_{pp}$ 。然後，依據所測定到之 $LF V_{pp}$ 或計算出來之 $LF V_{pp}$ ，來計算第二射頻濾波器63（可變被動元件）之阻抗。計算出來之阻抗，被輸出至第二射頻濾波器63，來控制該第二射頻濾波器63。

【0108】

又，本實施態樣中，控制部100雖設置在蝕刻裝置1，但其設置得任意決定。例如，控制部100以整合裝置之型態，與蝕刻裝置1分開設置亦可。又，控制部100，可與第二射頻濾波器63、或第二射頻濾波器63之可變被動元件一體設置，亦可分成複數部而分開設置。

【0109】

依本實施態樣，可依據從處理室內感測器300、匹配器感測器301、直流電源感測器302、及濾波器路徑感測器303輸出來之資訊，來自動調整第二射頻濾波器63之阻抗。

【0110】

又，本實施態樣中，配置處理室內感測器300、匹配器感測器301、直流電源感測器302、及濾波器路徑感測器303，但感測器之種類或數目不限於此等。只要是測定 $LF V_{pp}$ 、或有關 $LF V_{pp}$ 之資訊的感測器，即可任意使用。

【0111】

或者，為了推定或測定有關來源射頻電力HF之資訊（例如負載資訊或HF V_{pp} ），將相同感測器配置在各部（例如感測器300~303之位置），而將該資訊輸出至控制部100，用於控制射頻濾波器62、63之阻抗亦可。又，各種感測器之位置，乃是依測定對象而配置在任意位置。再者，將上述有關來源射頻電力HF之資訊，用於控制LF V_{pp} 亦可。

【0112】

又，本實施態樣中，處理室內感測器300、匹配器感測器301、直流電源感測器302、及濾波器路徑感測器303並非必要，可省略任一者，亦可全部省略。此等感測器全部省略時，操作員可手動設定第二射頻濾波器63之阻抗。或者，操作員設定初始阻抗後，依控制部100供給射頻電力之時間來設定阻抗亦可。

【0113】

<其他實施態樣>

【0114】

以上實施態樣之蝕刻裝置1，可如圖13所示般具有第一可變被動元件64、及第二可變被動元件65，來取代直流電源60、切換單元61、第一射頻濾波器62、及第二射頻濾波器63。亦即，蝕刻裝置1不具有直流電源60，而不施加負極性直流電壓至邊緣環14。第一可變被動元件64、及第二可變被動元件65，從邊緣環14側依序配置。第二可變被動元件65連接於接地電位端。亦即，第二可變被動元件65，與來源射頻電源50、及偏壓射頻電源51各不連接。

【0115】

舉例來說，第一可變被動元件64及第二可變被動元件65中至少任一者，以阻抗可變之方式構成。第一可變被動元件64及第二可變被動元件65，例如可為線圈（電感器）或電容器。又，不限於線圈、電容器，只要是二極體元件等可變阻抗元件，無論哪一種均可達到相同功能。第一可變被動元件64及第二可變

被動元件65之數目或位置，亦可由所屬技術領域中具有通常知識者來適當設計。進一步而言，元件本身並非必要可變動，例如具備複數個阻抗為固定值之元件，並使用切換電路來切換固定值之元件的組合，藉以改變阻抗亦可。又，此等第一可變被動元件64及第二可變被動元件65之電路構成，分別可由所屬技術領域中具有通常知識者來適當設計。

【0116】

第一可變被動元件64阻抗、及第二可變被動元件65阻抗、與 $LF V_{pp}$ 之關係，乃是與圖6所示第二射頻濾波器63阻抗、與 $LF V_{pp}$ 之關係相同。亦即，當加大可變被動元件64、65之阻抗時， $LF V_{pp}$ 變小。此外，可調整第一可變被動元件64及第二可變被動元件65中至少任一者之阻抗來控制 $LF V_{pp}$ 。又，依可變被動元件64、65之電路設計、或 $LF V_{pp}$ 之測定處，有時當減小可變被動元件64、65之阻抗時， $LF V_{pp}$ 變小。吾人依可變被動元件64、65之電路設計、或 $LF V_{pp}$ 之測定處來調整阻抗即可。

【0117】

在此， $LF V_{pp}$ 也會因為上述直流電壓之變動以外的重要因素而變動。例如，在電漿處理室10之頂面配置電磁鐵，而在處理空間S形成磁場時， $LF V_{pp}$ 會因為該磁場而變動。因此，如上述般因為次要因素而 $LF V_{pp}$ 變動後，藉由如本實施態樣般調整可變被動元件64、65中至少任一者之阻抗，可將 $LF V_{pp}$ 控制在一定或容許範圍。

【0118】

又例如，有時 $LF V_{pp}$ 有任意之控制目標值，但無法變動射頻電力等有關製程之調整功能。例如，由於調整射頻電力的話，會影響熱能輸入晶圓、或影響製程效能，因此難以變動射頻電力。此時，藉由如本實施態樣般調整可變被動元件64、65中至少任一者之阻抗，可將 $LF V_{pp}$ 控制在控制目標值。

【0119】

又，由於藉由調整可變被動元件64、65中至少任一者之阻抗，可控制LF V_{pp} ，因此可調整可變被動元件64、65之連接對象亦即邊緣環14之電壓。其結果，可以電壓來控制邊緣環14之損耗量。

【0120】

又，本實施態樣中，調整可變被動元件64、65中至少任一者之阻抗來控制LF V_{pp} ，但亦可控制傾斜角度。藉由調整可變被動元件64、65之阻抗來控制傾斜角度之方法，乃是與上述藉由調整第二射頻濾波器63之阻抗來控制傾斜角度之方法相同。

【0121】

又，本實施態樣中，可變被動元件64、65係藉由調整阻抗來控制LF V_{pp} ，但控制HF V_{pp} 亦可。在此，HF V_{pp} 會因為各種重要因素變動。例如，使用「將偏壓射頻電力LF以外之脈衝電壓施加至下部電極12」的脈衝電源來取代偏壓射頻電源51時，此HF V_{pp} 容易變動。此時，藉由調整可變被動元件64、65中至少任一者之阻抗，可將HF V_{pp} 控制在一定或容許範圍。

【0122】

又，本實施態樣中，邊緣環14與可變被動元件64、65電性連接即可。例如，邊緣環14與可變被動元件64、65，可以不接觸或電容耦合方式連接。或者，例如圖14所示，邊緣環14與可變被動元件64、65，以連接部200來直接電性連接亦可。此連接部200之構成，與圖11所示連接部200之構成相同。又，直接電性連接邊緣環14與可變被動元件64、65時，即使偏壓射頻電力LF之頻率較小，仍可獲得維持LF V_{pp} 之可控制性的效果。

【0123】

又，本實施態樣中，可變被動元件64、65電性連接於邊緣環14，但可變被動元件64、65之連接對象不限於此。例如，可變被動元件64、65亦可電性連接於：下部電極12、構成下部電極12之導電性元件、射頻電力之傳送路徑、匹配器52內之電路、及取代來源射頻電源50或偏壓射頻電源51來使用之脈衝電源等。

【0124】

又，本實施態樣中，配置兩個可變被動元件64、65，但可變被動元件之數目不限於此。例如，僅配置可變被動元件64、65中任一者亦可。省略第二可變被動元件65時，第一可變被動元件64連接於接地電位端。又，省略第一可變被動元件64時，第二可變被動元件65連接於接地電位端。此時，以第二可變被動元件65之阻抗可變之方式構成。但是，第一可變被動元件64之阻抗固定時所具備的功能或電路，係整合於第二可變被動元件65內亦可。

【0125】

<其他實施態樣>

以上實施態樣中，調整第二射頻濾波器63之阻抗來控制LF V_{pp} ，並調整可變被動元件64、65中至少任一者之阻抗來控制LF V_{pp} 或HF V_{pp} ，但控制對象不限於 V_{pp} 。例如，以電力或電流為控制對象亦可。

【0126】

<其他實施態樣>

以上實施態樣之蝕刻裝置1係電容耦合型之蝕刻裝置，但適用本發明之蝕刻裝置不限於此。例如，蝕刻裝置係感應耦合型之蝕刻裝置亦可。

【0127】

本次揭示之實施態樣，於全部之面向均應視為例示，而非限制性質者。上述實施態樣，在不脫離附件之申請專利範圍及其主旨的情形下，可以各式各樣之態樣來省略、替換、或變更。例如，上述實施態樣之構成要件可任意組合。

又，從該任意之組合，當然可獲得此等組合之各構成要件的作用及效果，並且從本說明書之記載，可得到所屬技術領域中具有通常知識者清楚明瞭的其他作用及效果。

【0128】

又，本說明書所記載之效果，到底仍係說明性質或例示性質，而非限制性質者。亦即，本發明之技術，可發揮上述效果、或者非上述效果但為所屬技術領域中具有通常知識者從本說明書之記載清楚明瞭的其他效果。

【0129】

又，如下述之構成例亦屬於本發明之技術範圍。

(1)

一種電漿處理裝置，具備：

電漿處理室；

基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含：下部電極；靜電吸盤；及邊緣環，以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；

上部電極，配置在該基板支持體之上方；

來源射頻電源，將來源射頻電力供給至該上部電極或該下部電極，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；

偏壓電源，將偏壓電力供給至該下部電極；

直流電源，將負極性直流電壓施加至該邊緣環；

射頻濾波器，電性連接於該邊緣環與該直流電源之間，且包含至少一可變被動元件；及

控制部，控制該直流電源及該可變被動元件，而控制該電漿中之離子相對於該靜電吸盤上所載置之基板的邊緣區域之入射角度，並且將該偏壓電力之電壓控制在容許範圍。

(2)

如該(1)之電漿處理裝置，具備：

至少一導體，與該邊緣環接觸；

該直流電源，將負極性直流電壓經由該至少一導體施加至該邊緣環；

該射頻濾波器，電性連接於該至少一導體與該直流電源之間。

(3)

如該(1)或(2)之電漿處理裝置，其中，

該控制部，同時調整該直流電源之直流電壓、及該可變被動元件之阻抗。

(4)

如該(1)或(2)之電漿處理裝置，其中，

該控制部，個別地調整該直流電源之直流電壓、及該可變被動元件之阻抗。

(5)

如該(1)～(4)中任一者之電漿處理裝置，其中，

該控制部，調整該直流電源之直流電壓，而控制該離子之入射角度。

(6)

如該(1)～(5)中任一者之電漿處理裝置，其中，

該控制部，調整該可變被動元件之阻抗的增減，而將該偏壓電力之電壓控制在容許範圍。

(7)

如該(1)～(6)中任一者之電漿處理裝置，具備：

感測器，測定該偏壓電力之電壓、或該偏壓電力之電壓的相關資訊；

該控制部，依據該感測器之測定結果來控制該可變被動元件。

(8)

一種電漿處理裝置，具備：

電漿處理室；

基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含：靜電吸盤；及邊緣環，以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；

射頻電源，產生射頻電力，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；
至少一可變被動元件；及

控制部，控制該可變被動元件，而控制該射頻電力之電壓。

(9)

如該(8)之電漿處理裝置，其中，
該至少一可變被動元件，電性連接於該邊緣環。

(10)

如該(9)之電漿處理裝置，具備：
至少一導體，與該邊緣環接觸；
該至少一可變被動元件，藉由該至少一導體電性連接於該邊緣環。

(11)

一種蝕刻方法，使用電漿處理裝置；
該電漿處理裝置，具備：
電漿處理室；
基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含：靜電吸盤；及邊緣環，以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；

射頻電源，產生射頻電力，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；及
至少一可變被動元件；

該蝕刻方法包含：

- (a) 步驟，在該靜電吸盤上載置基板；
- (b) 步驟，利用該射頻電力，從該電漿處理室內之氣體產生電漿；

(c) 步驟，以所產生之電漿來蝕刻該基板；及

(d) 步驟，控制該可變被動元件，而控制該射頻電力之電壓。

【符號說明】

【0130】

1:蝕刻裝置

10:電漿處理室

11:平台

12:下部電極

13:靜電吸盤

14:邊緣環

15a:流道

15b:入口配管

15c:出口流道

16a:第一電極

16b:第二電極

17:支持構件

20:噴淋頭

21:電極板

21a:氣體噴吐口

22:電極支持體

22a:氣體擴散室

22b:氣體流通孔

22c:氣體導入孔

- 23:絕緣性遮蔽構件
- 30:氣體供給源群
- 31:流量控制裝置群
- 32:閥群
- 33:氣體供給管
- 40:隔板
- 41:排氣口
- 42:排氣裝置
- 43:送入送出口
- 44:閘閥
- 50:來源射頻電源
- 51:偏壓射頻電源
- 52:匹配器
- 53:第一匹配電路
- 54:第二匹配電路
- 60:直流電源
- 61:切換單元
- 62:第一射頻濾波器
- 63:第二射頻濾波器
- 64:第一可變被動元件
- 65:第二可變被動元件
- 100:控制部
- 200:連接部
- 201:導電性構造

202:導電彈性構件

300:處理室內感測器

301:匹配器感測器

302:直流電源感測器

303:濾波器路徑感測器

HF:來源射頻電力

LF:偏壓射頻電力

S:處理空間

SH:鞘層

V1~V4:直流電壓之絕對值

Vdc:自偏電壓

Vpp:電壓

W:晶圓

Z1~Z4:第二射頻濾波器之阻抗

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電漿處理裝置，具備：

電漿處理室；

基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含：下部電極；靜電吸盤；及邊緣環，以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；

上部電極，配置在該基板支持體之上方；

來源射頻電源，將來源射頻電力供給至該上部電極或該下部電極，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；

偏壓電源，將偏壓電力供給至該下部電極；

直流電源，將負極性直流電壓施加至該邊緣環；

射頻濾波器，電性連接於該邊緣環與該直流電源之間，且包含至少一可變被動元件；及

控制部，控制該直流電源及該可變被動元件，而控制該電漿中之離子相對於該靜電吸盤上所載置之基板的邊緣區域之入射角度，並且將該偏壓電力之電壓控制在容許範圍。

【請求項2】

如請求項1之電漿處理裝置，更具備：

至少一導體，與該邊緣環接觸；

該直流電源，係將負極性直流電壓經由該至少一導體施加至該邊緣環；

該射頻濾波器，電性連接於該至少一導體與該直流電源之間。

【請求項3】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中，

該控制部，同時調整該直流電源之直流電壓、及該可變被動元件之阻抗。

【請求項4】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中，

該控制部，個別地調整該直流電源之直流電壓、及該可變被動元件之阻抗。

【請求項5】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中，

該控制部，調整該直流電源之直流電壓，而控制該離子之入射角度。

【請求項6】

如請求項1或2之電漿處理裝置，其中，

該控制部，調整該可變被動元件之阻抗的增減，而將該偏壓電力之電壓控制在容許範圍。

【請求項7】

如請求項1或2之電漿處理裝置，具備：

感測器，測定該偏壓電力之電壓、或該偏壓電力之電壓的相關資訊；

該控制部，依據該感測器之測定結果來控制該可變被動元件。

【請求項8】

一種電漿處理裝置，具備：

電漿處理室；

基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含靜電吸盤及邊緣環，該邊緣環係以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；

射頻電源，產生射頻電力，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；

至少一可變被動元件；及

控制部，控制該可變被動元件，而控制該射頻電力之電壓。

【請求項9】

如請求項8之電漿處理裝置，其中，

該至少一可變被動元件，電性連接於該邊緣環。

【請求項10】

如請求項9之電漿處理裝置，具備：

至少一導體，與該邊緣環接觸；

該至少一可變被動元件，藉由該至少一導體電性連接於該邊緣環。

【請求項11】

一種蝕刻方法，使用電漿處理裝置；

該電漿處理裝置，具備：

電漿處理室；

基板支持體，配置在該電漿處理室內，包含靜電吸盤及邊緣環，該邊緣環係以包圍該靜電吸盤上所載置之基板的方式配置；

射頻電源，產生射頻電力，用以從該電漿處理室內之氣體產生電漿；及

至少一可變被動元件；

該蝕刻方法包含：

- (a) 步驟，在該靜電吸盤上載置基板；
- (b) 步驟，利用該射頻電力，從該電漿處理室內之氣體產生電漿；
- (c) 步驟，以所產生之電漿來蝕刻該基板；及
- (d) 步驟，控制該可變被動元件，而控制該射頻電力之電壓。

【發明圖式】

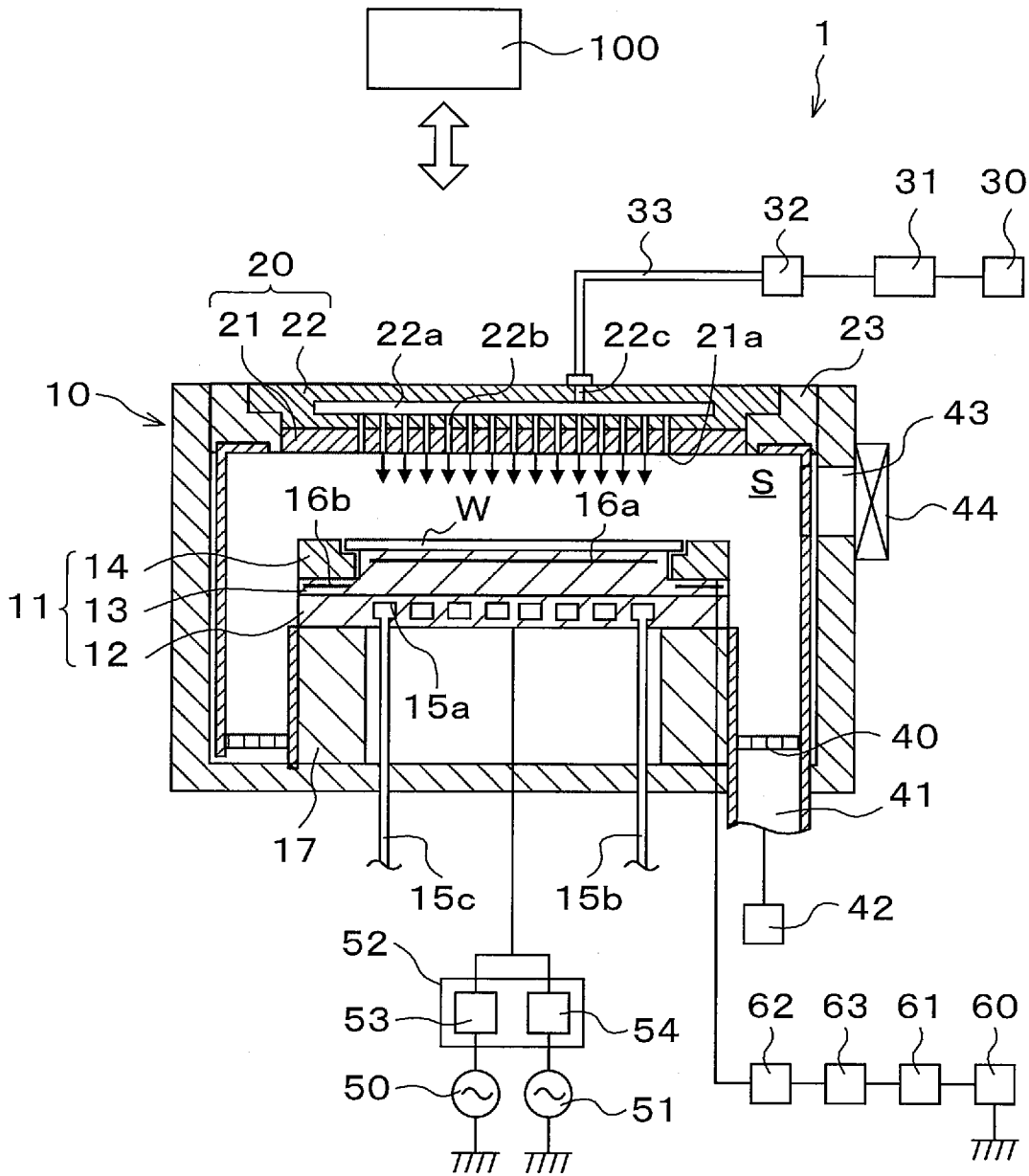


圖 1

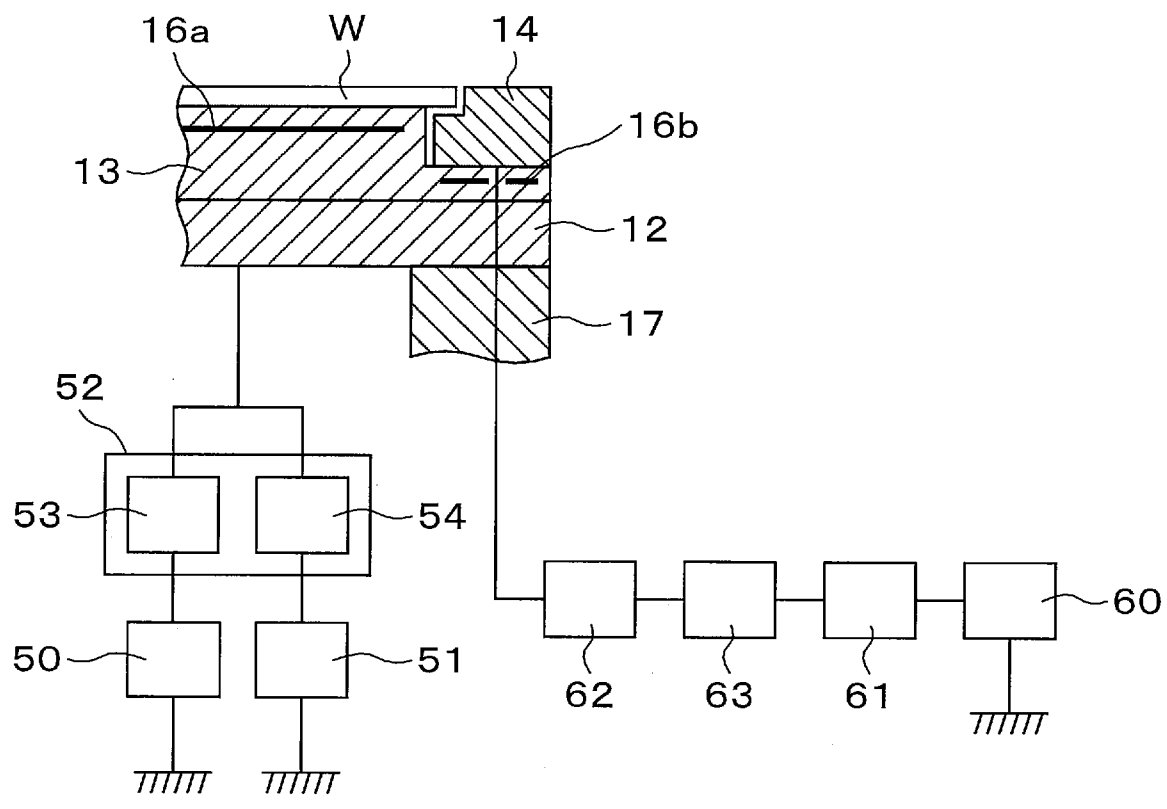


圖 2

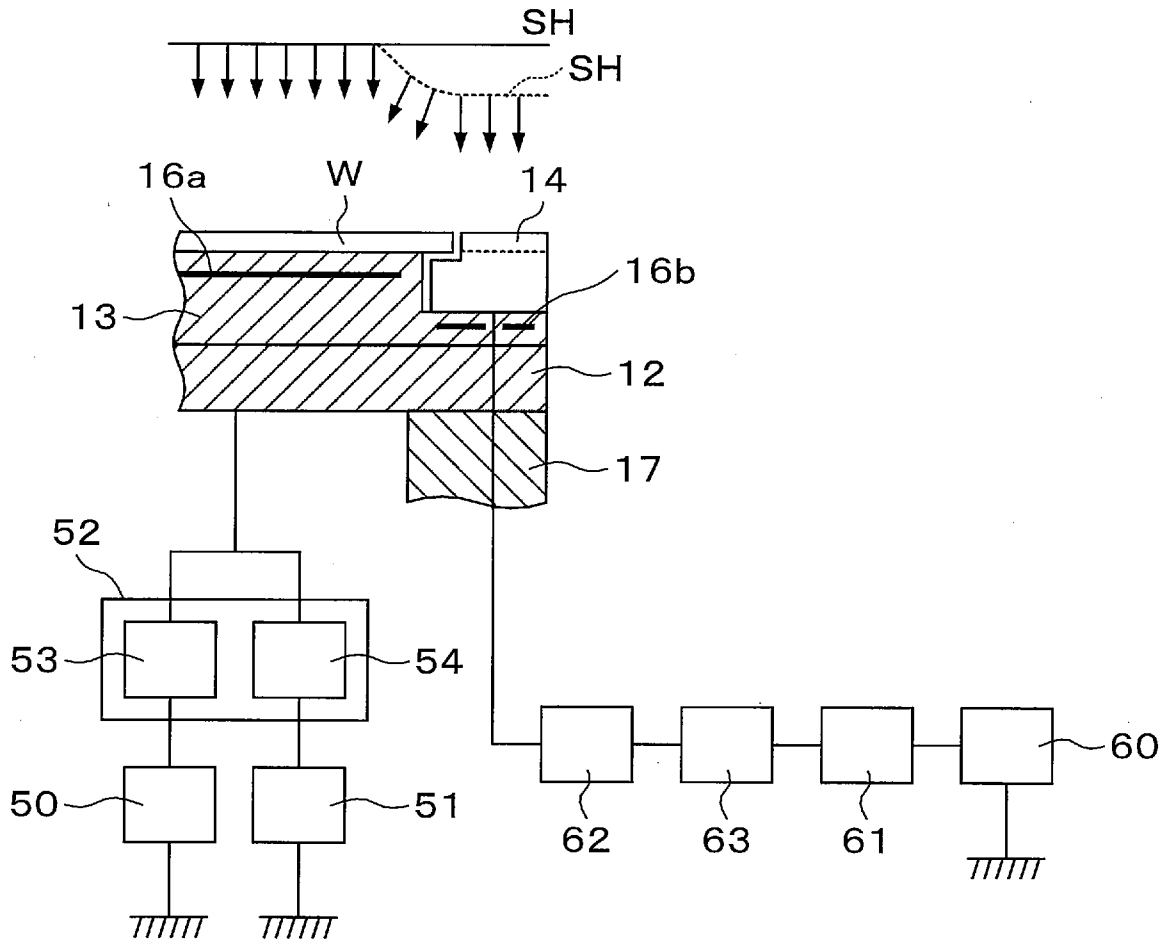


圖 3A

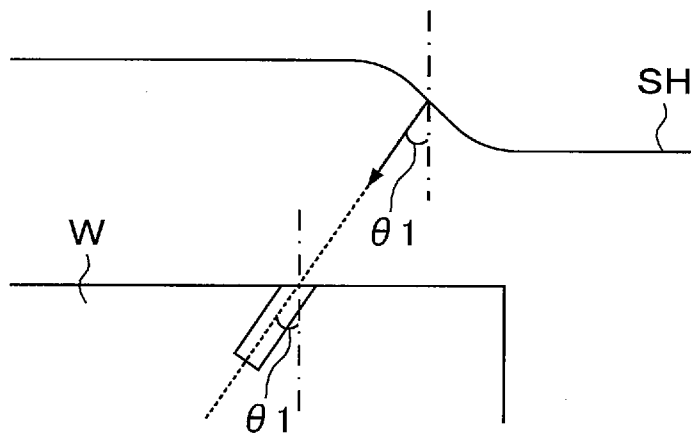


圖 3B

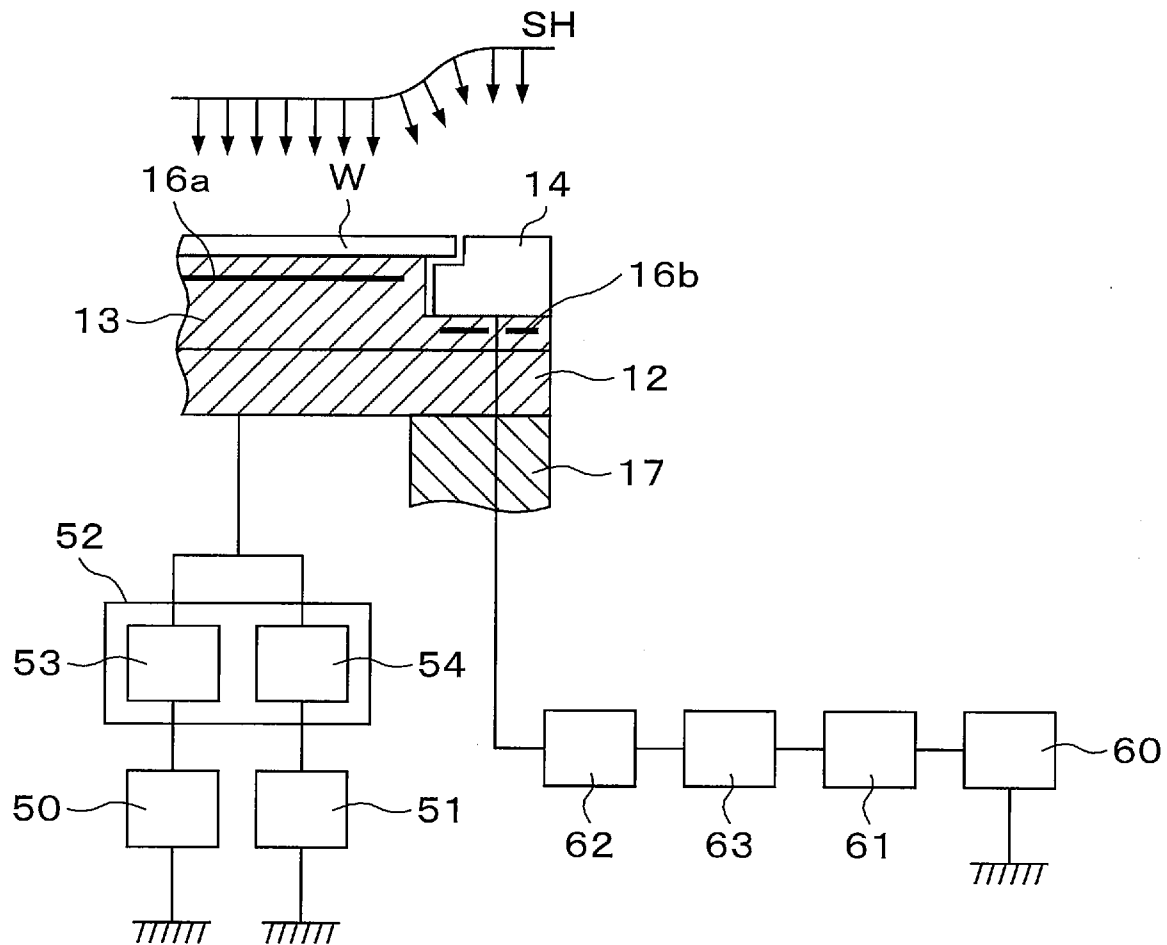


圖 4A

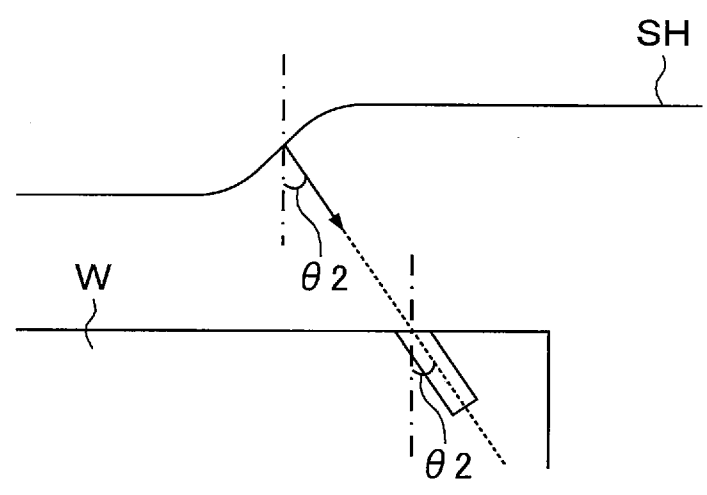


圖 4B

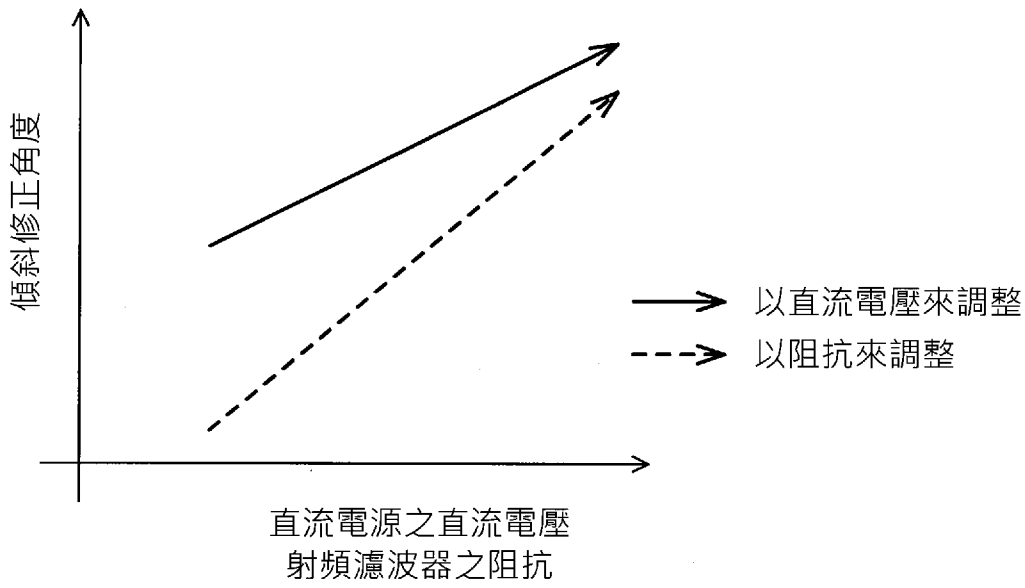


圖 5

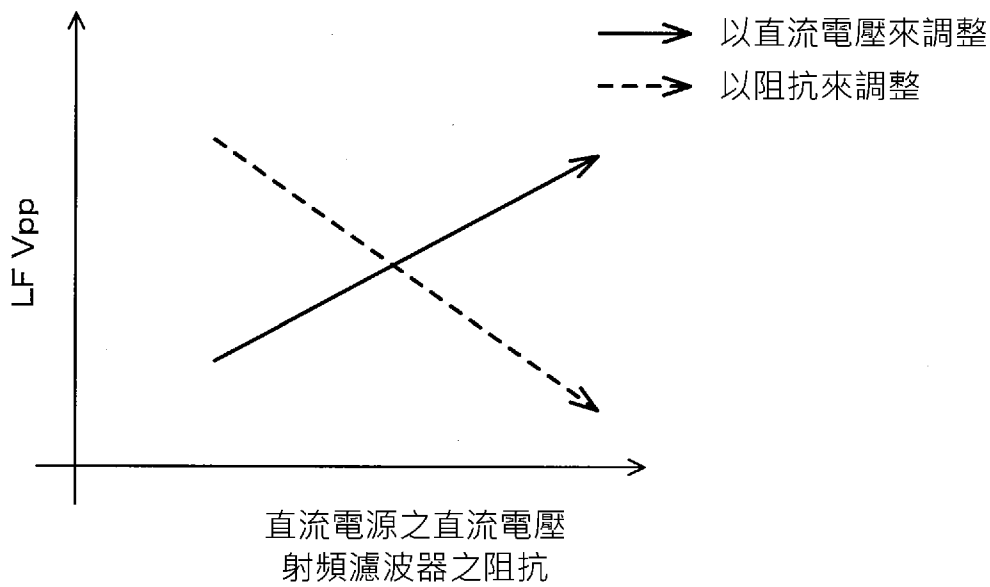


圖 6

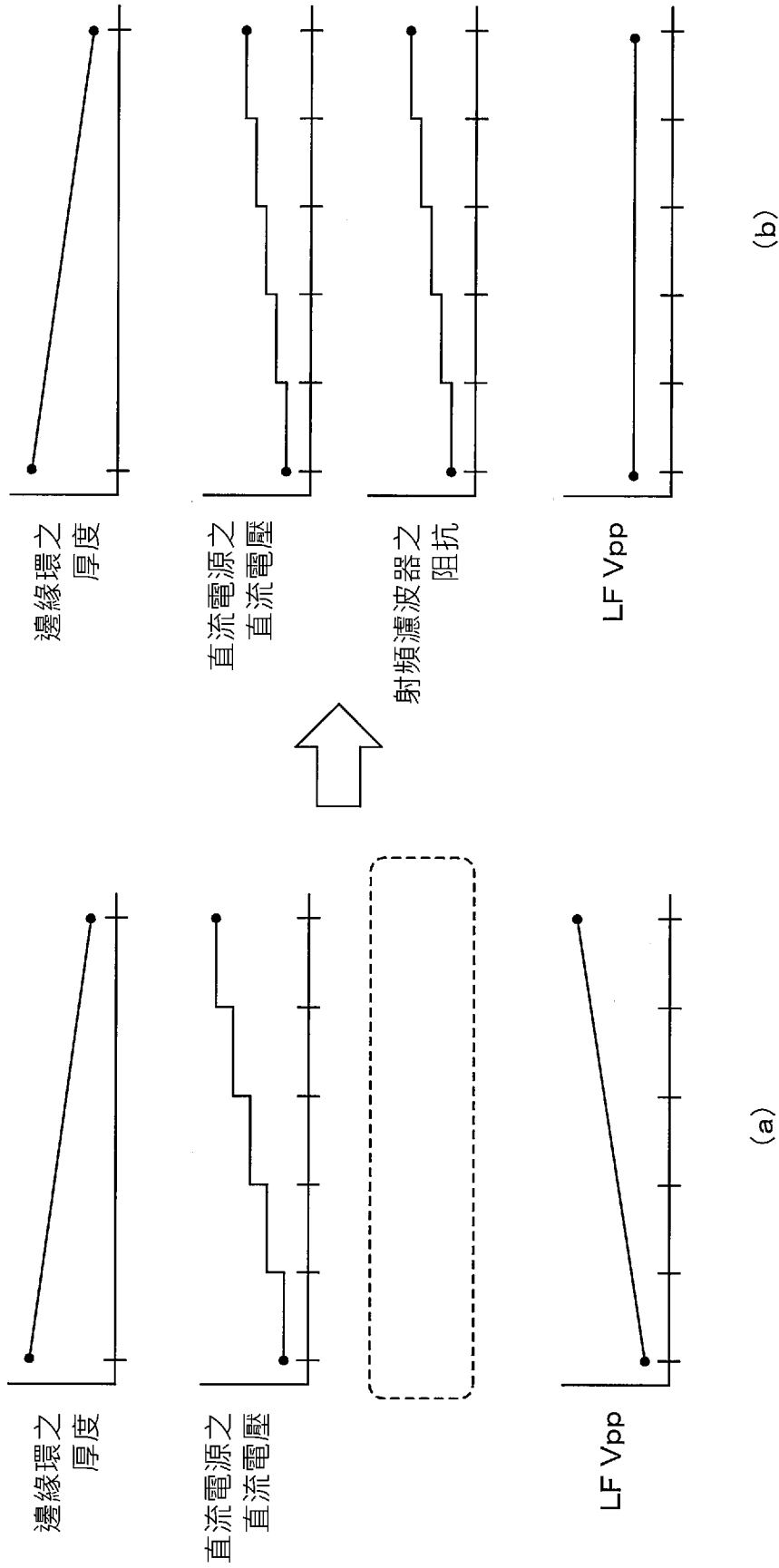


圖 7

		射頻濾波器之阻抗			
		Z1	Z2	Z3	Z4
直流電源之 直流電壓	V1			Edge ring New	
	V2				
	V3	Edge ring Life limit			
	V4				

圖 8

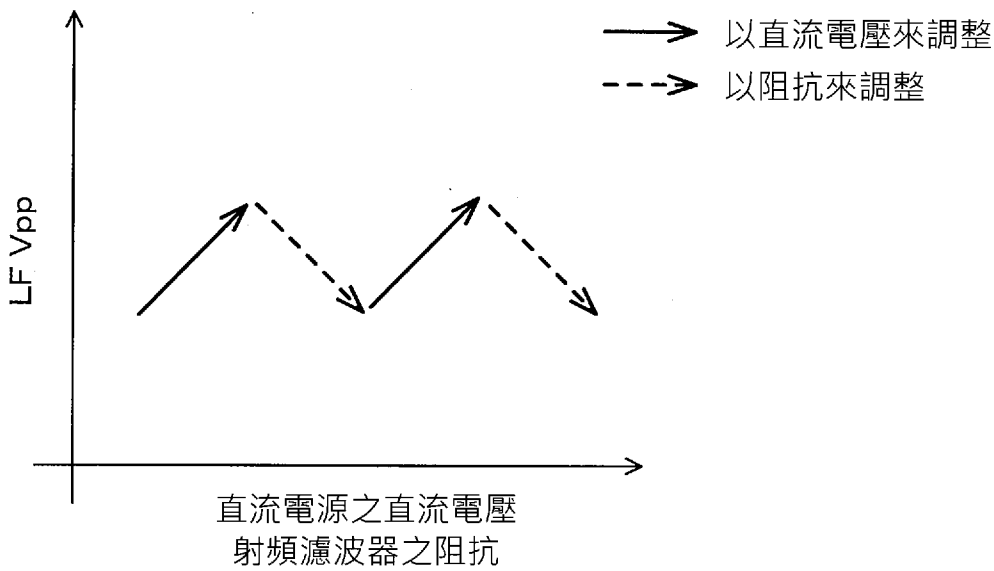


圖 9

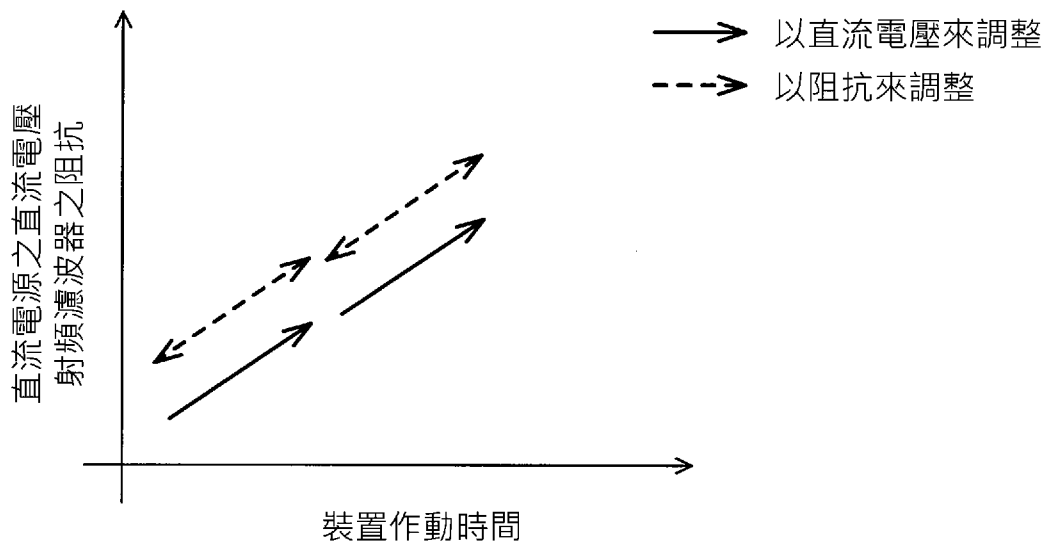


圖 10

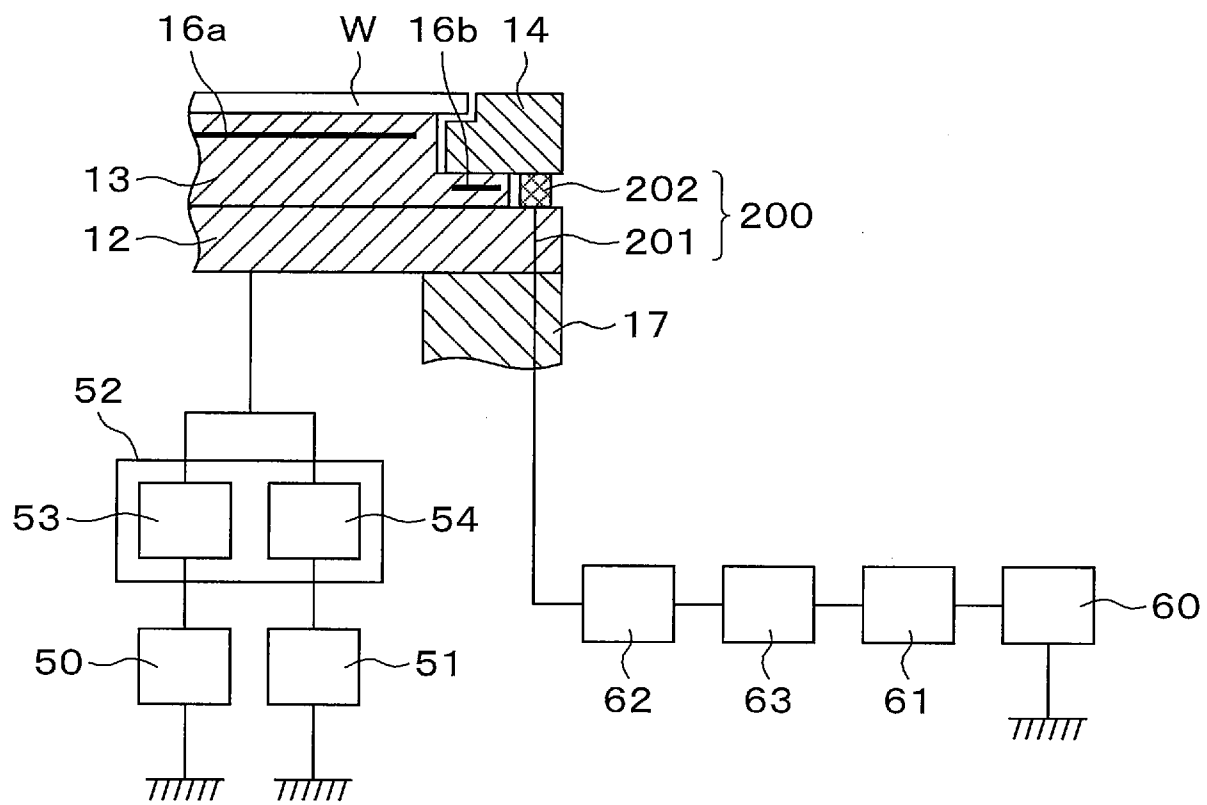


圖 11

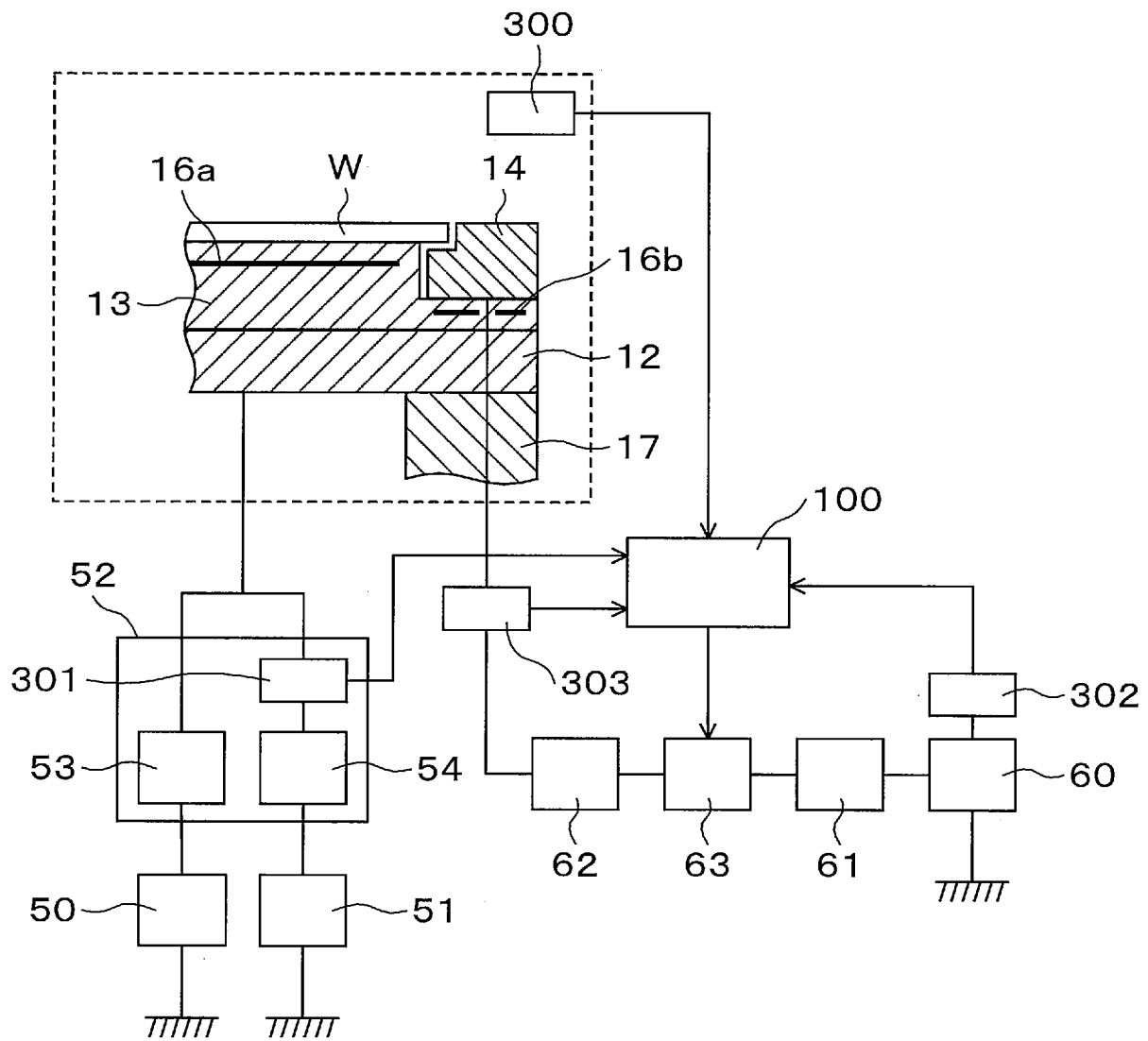


圖 12

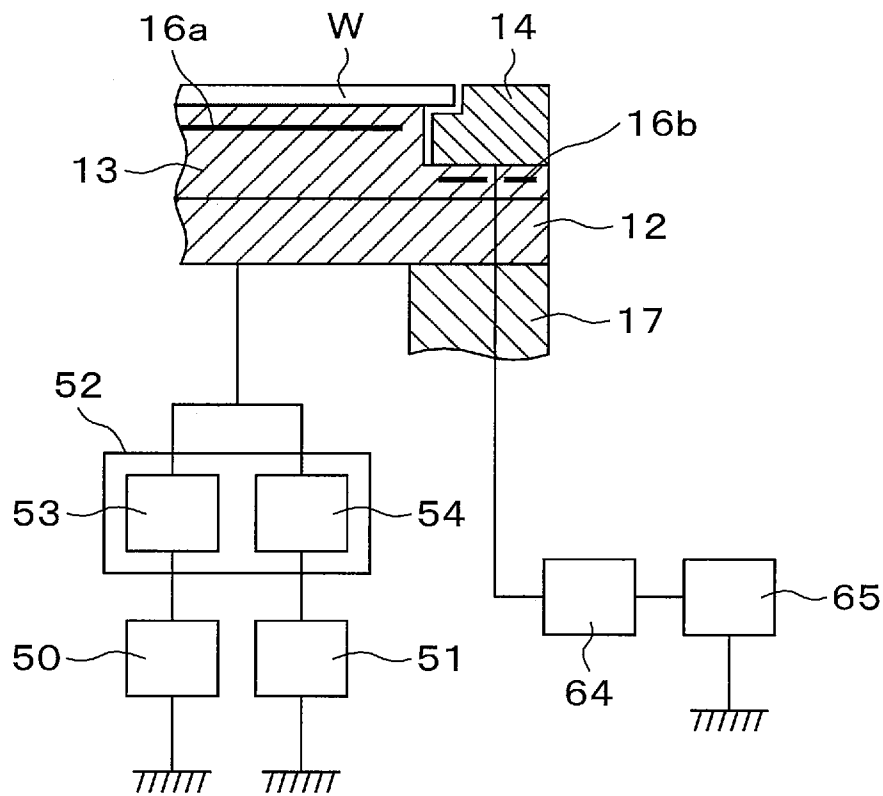


圖 13

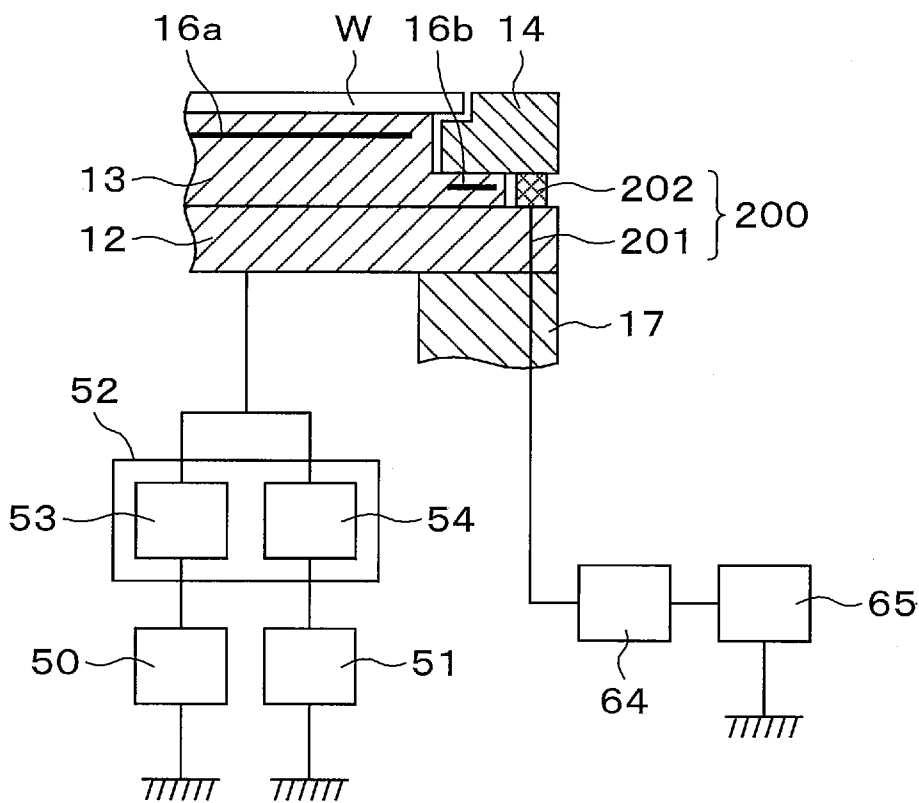


圖 14