



(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 I874370 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：109108730

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 17 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/3065(2006.01)**H05H1/46 (2006.01)*

(30)優先權：2019/03/28 日本

2019-063648

(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：田中聡志 TANAKA, SATOSHI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

JP H08-45903A

JP 2016-157735A

JP 2017-069542A

JP 2017-098323A

審查人員：趙芝婷

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：14 共 43 頁

(54)名稱

電漿蝕刻裝置及電漿蝕刻方法

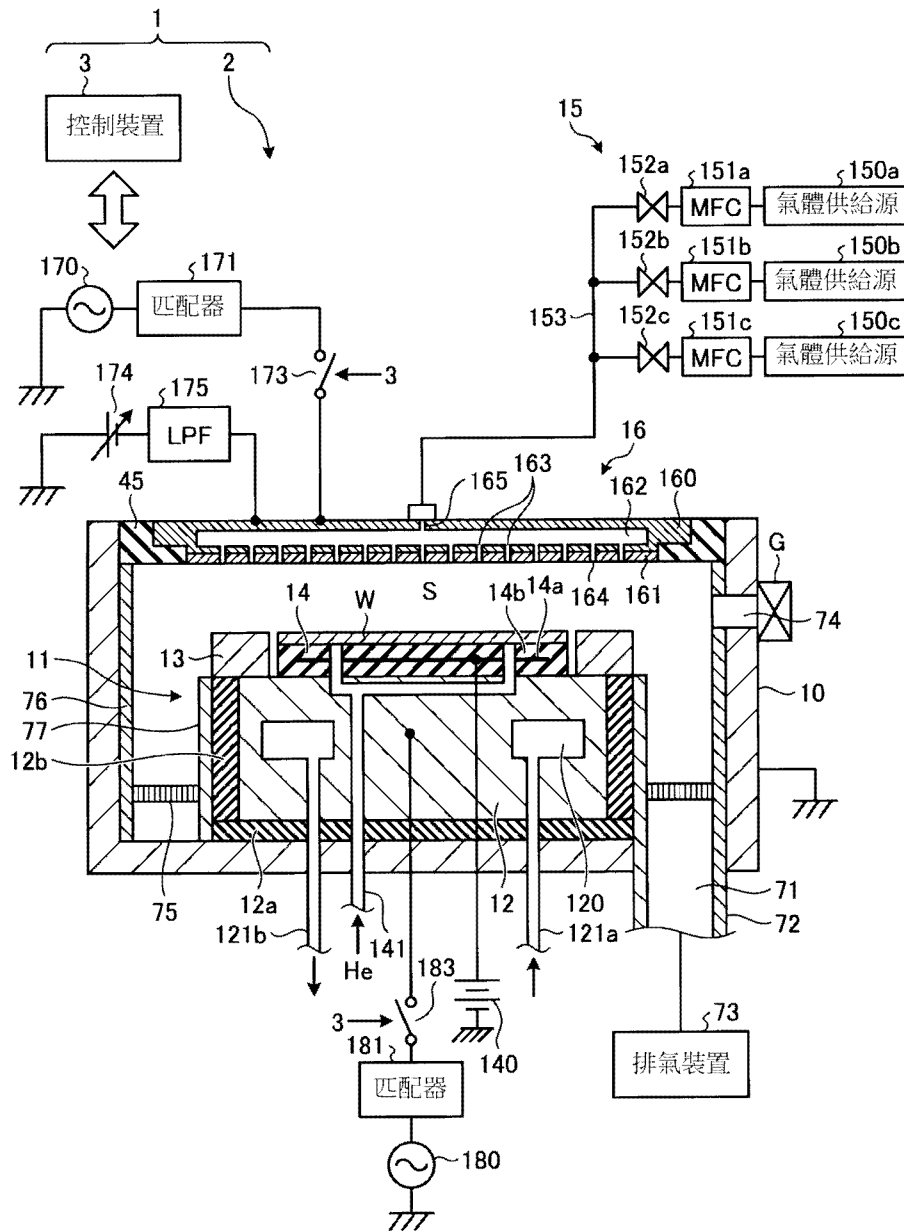
(57)摘要

本發明之課題在於改善藉由蝕刻形成之孔之形狀。

本發明之電漿蝕刻裝置具備處理容器、載台、氣體供給部、第 1 高頻電源、第 2 高頻電源、及控制裝置。載台設置於處理容器內，並載置基板。氣體供給部向處理容器內供給處理氣體。第 1 高頻電源藉由向處理容器內供給第 1 高頻電力而將處理氣體電漿化。第 2 高頻電源向載台供給頻率低於第 1 高頻電力之第 2 高頻電力。控制裝置在每個特定週期控制第 1 高頻電力及第 2 高頻電力之供給及停止供給。又，第 1 高頻電力及第 2 高頻電力被排他地供給。又，第 1 高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率低於第 2 高頻電力中之供給時間的比率。

A plasma etching apparatus includes a processing vessel, a stage, a gas supply, a first high frequency power supply, a second high frequency power supply and a control device. The stage is provided and configured to place thereon a substrate. The gas supply is configured to supply a processing gas. The first high frequency power supply is configured to supply a first high frequency power. The second high frequency power supply is configured to supply a second high frequency power to the stage. The control device controls a supply and a stop of the supply of each of the first and the second high frequency powers at every preset cycle. The first and the second high frequency powers are supplied exclusively. A ratio of a supply time with respect to a single cycle of the first high frequency power is lower than that of the second high frequency power.

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

1:電漿蝕刻裝置

2:裝置本體

3:控制裝置

10:處理容器

11:載台

12:下部電極

12a:絕緣構件

12b:內壁構件

13:邊緣環

14:靜電吸盤

14a:電極

14b:絶縁膜

15:氣體供給部

16:簇射頭

45:絶縁構件

71:排氣通路

72:排氣管

73:排氣裝置

74:開口

75:隔板

76:積存物遮罩

77:積存物遮罩

120:流路

121a,121b:配管

140:直流電源

141:配管

150a,150b,150c:氣體
供給源

151a,151b,151c:MFC

152a,152b,152c: 閼

153:配管

160:頂板保持部

161:頂板

162:擴散室

163:流通口

164:噴出口

- 165:導入口
- 170:第 1 高頻電源
- 171:匹配器
- 173:開關
- 174:直流電源
- 175:LPF
- 180:第 2 高頻電源
- 181:匹配器
- 183:開關
- G:閘閥
- S:處理空間
- W:晶圓



I874370

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電漿蝕刻裝置及電漿蝕刻方法

【英文發明名稱】

PLASMA ETCHING APPARATUS AND PLASMA ETCHING
METHOD

【中文】

本發明之課題在於改善藉由蝕刻形成之孔之形狀。

本發明之電漿蝕刻裝置具備處理容器、載台、氣體供給部、第1高頻電源、第2高頻電源、及控制裝置。載台設置於處理容器內，並載置基板。氣體供給部向處理容器內供給處理氣體。第1高頻電源藉由向處理容器內供給第1高頻電力而將處理氣體電漿化。第2高頻電源向載台供給頻率低於第1高頻電力之第2高頻電力。控制裝置在每個特定週期控制第1高頻電力及第2高頻電力之供給及停止供給。又，第1高頻電力及第2高頻電力被排他地供給。又，第1高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率低於第2高頻電力中之供給時間的比率。

【英文】

A plasma etching apparatus includes a processing vessel, a stage, a gas supply, a first high frequency power supply, a second high frequency power supply and a control device. The stage is provided and configured to place thereon a substrate. The gas supply is configured to supply a processing gas. The first high frequency power supply is configured to supply a first high frequency power. The second high

frequency power supply is configured to supply a second high frequency power to the stage. The control device controls a supply and a stop of the supply of each of the first and the second high frequency powers at every preset cycle. The first and the second high frequency powers are supplied exclusively. A ratio of a supply time with respect to a single cycle of the first high frequency power is lower than that of the second high frequency power.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:電漿蝕刻裝置
- 2:裝置本體
- 3:控制裝置
- 10:處理容器
- 11:載台
- 12:下部電極
- 12a:絕緣構件
- 12b:內壁構件
- 13:邊緣環
- 14:靜電吸盤
- 14a:電極
- 14b:絕緣膜
- 15:氣體供給部

16:簇射頭
45:絕緣構件
71:排氣通路
72:排氣管
73:排氣裝置
74:開口
75:隔板
76:積存物遮罩
77:積存物遮罩
120:流路
121a,121b:配管
140:直流電源
141:配管
150a, 150b, 150c:氣體供給源
151a, 151b, 151c:MFC
152a, 152b, 152c:閥
153:配管
160:頂板保持部
161:頂板
162:擴散室
163:流通口
164:噴出口
165:導入口

170:第1高頻電源

171:匹配器

173:開關

174:直流電源

175:LPF

180:第2高頻電源

181:匹配器

183:開關

G:閘閥

S:處理空間

W:晶圓

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電漿蝕刻裝置及電漿蝕刻方法

【英文發明名稱】

PLASMA ETCHING APPARATUS AND PLASMA ETCHING
METHOD

【技術領域】

【0001】

本發明之各種態樣及實施形態係關於電漿蝕刻裝置及電漿蝕刻方法。

【先前技術】

【0002】

例如，於下述專利文獻1中，揭示有週期性地接通/斷開高頻源電力及高頻偏置電力，從而使脈衝高頻偏置電力之相位相對於脈衝高頻源電力延遲之技術。並記載了藉此能夠防止乾式蝕刻中之充電損傷。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2000-311890號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】

本發明提供一種能夠改善藉由蝕刻形成之孔之形狀之電漿蝕刻裝置

及電漿蝕刻方法。

[解決問題之技術手段]

【0005】

本發明之一態樣係一種電漿蝕刻裝置，其具備處理容器、載台、氣體供給部、第1高頻電源、第2高頻電源、及控制裝置。載台設置於處理容器內，並供載置積層有成為蝕刻對象之膜之基板。氣體供給部向處理容器內供給處理氣體。第1高頻電源藉由向處理容器內供給第1高頻電力，而將供給至處理容器內之處理氣體電漿化。第2高頻電源向載台供給頻率低於第1高頻電力之頻率之第2高頻電力。控制裝置控制第1高頻電力及第2高頻電力之供給及停止供給。又，控制裝置在每個特定週期控制第1高頻電力及第2高頻電力之供給及停止供給。又，第1高頻電力及第2高頻電力被排他地供給。又，第1高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率低於第2高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率。

[發明之效果]

【0006】

根據本發明之各種態樣及實施形態，能夠改善藉由蝕刻形成之孔之形狀。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係表示本發明之一實施形態中之電漿蝕刻裝置之一例之概略剖視圖。

圖2(a)、(b)係表示本發明之一實施形態中之脈衝信號之一例之圖。

圖3(a)、(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。

圖4(a)、(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。

圖5(a)、(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。

圖6(a)、(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。

圖7係表示本發明之一實施形態中之電漿蝕刻方法之一例之流程圖。

圖8係表示晶圓之一例之剖視圖。

圖9(a)、(b)係表示比較實驗中使用之脈衝信號之圖。

圖10(a)、(b)係表示第1實驗中形成之孔之形狀之一例之剖視圖。

圖11(a)～(c)係表示第2實驗中形成之孔之形狀之一例之剖視圖。

圖12(a)～(c)係表示改變了第1高頻電力之大小之情形之蝕刻速率之一例之圖。

圖13(a)～(c)係表示改變了應用於第1高頻電力之脈衝信號之工作比之情形之蝕刻速率之一例之圖。

圖14(a)、(b)係表示改變了應用於第2高頻電力之脈衝信號之工作比之情形之蝕刻速率之一例之圖。

【實施方式】

【0008】

以下，基於圖式詳細地對所揭示之電漿蝕刻裝置及電漿蝕刻方法之實施形態進行說明。再者，不應藉由以下實施形態限定所揭示之電漿蝕刻裝置及電漿蝕刻方法。

【0009】

此外，由於近年之半導體元件之微細化及高密度化之發展，於形成於基板之孔中，相鄰之孔彼此之間隔變小。又，於在半導體元件內形成電

容器等構造物之情形時，為了某種程度地確保構造物之體積，需要增大構造物之縱橫比。為了形成縱橫比較大之構造物，需要形成縱橫比較大之孔。

【0010】

於藉由乾式蝕刻形成孔之情形時，會產生側壁之寬度相對於孔之底部之寬度變大即所謂彎曲(bowing)之情形。孔之縱橫比愈大愈容易產生彎曲。當產生彎曲時，相鄰之孔有時會彼此相連。

【0011】

因此，本發明提供一種能夠改善藉由蝕刻形成之孔之形狀之技術。

【0012】

[電漿蝕刻裝置1之構成]

圖1係表示本發明之一實施形態中之電漿蝕刻裝置1之一例之概略剖視圖。本實施形態中之電漿蝕刻裝置1例如為電容耦合型平行板電漿蝕刻裝置。電漿蝕刻裝置1具有裝置本體2及控制裝置3。裝置本體2具有處理容器10，該處理容器10例如由表面經陽極氧化處理之鋁形成，並於內部形成有大致圓筒形狀之空間。再者，處理容器10亦可由純鋁或熔射有陶瓷等之鋁等形成。處理容器10接地。

【0013】

於處理容器10內設置大致圓筒形狀之載台11，該載台11供載置作為積層有成為蝕刻對象之膜之基板之一例的晶圓W。載台11具有下部電極12、邊緣環13、及靜電吸盤14。下部電極12例如由鋁等形成，介隔絕緣構件12a並藉由處理容器10之底部進行支持。

【0014】

於下部電極12之上表面設置有利用靜電力吸附保持晶圓W之靜電吸盤14。靜電吸盤14具有由導電膜形成之電極14a被一對絕緣膜14b夾著之構造。於電極14a電性連接有直流電源140。晶圓W載置於靜電吸盤14之上表面，並藉由靜電力吸附保持於靜電吸盤14之上表面，該靜電力係因自直流電源140供給之直流電壓而產生於靜電吸盤14之表面。

【0015】

於下部電極12之上表面，以包圍靜電吸盤14之方式設置例如由單晶矽等形成之導電性邊緣環13。邊緣環13有時亦被稱為聚焦環。藉由邊緣環13，於晶圓W之表面中電漿處理之均勻性提高。下部電極12之側面藉由例如由石英等形成之圓筒形狀之內壁構件12b而包圍。

【0016】

於下部電極12經由開關183及匹配器181連接有第2高頻電源180。第2高頻電源180為離子吸引用(偏置用)電源，產生300 kHz～13.56 MHz之範圍內之頻率、例如2 MHz之第2高頻電力。第2高頻電源180所產生之第2高頻電力於開關183處於接通狀態時，經由匹配器181及開關183供給至下部電極12。匹配器181使第2高頻電源180之內部(或輸出)阻抗與負載阻抗匹配。

【0017】

控制裝置3產生作為特定工作比之週期信號之脈衝信號LF，並將所產生之脈衝信號LF供給至開關183。開關183基於自控制裝置3供給之脈衝信號LF，控制自第2高頻電源180向下部電極12供給第2高頻電力及停止供給第2高頻電力。開關183例如於脈衝信號LF之電壓為高(High)之情形時成為接通狀態，向下部電極12供給來自第2高頻電源180之第2高頻電力。另

一方面，例如於脈衝信號LF之電壓為低(Low)之情形時，開關183成為斷開狀態，停止自第2高頻電源180向下部電極12供給第2高頻電力。

【0018】

於下部電極12之內部，例如形成有環狀之流路120。自設置於外部之未圖示之冷卻器單元經由配管121a及配管121b向流路120循環供給冷媒。利用於流路120內循環之冷媒冷卻下部電極12，藉此經由下部電極12上之靜電吸盤14冷卻晶圓W。

【0019】

又，自未圖示之傳熱氣體供給機構經由配管141向靜電吸盤14上載置之晶圓W與靜電吸盤14之間供給例如He氣體等傳熱氣體。利用經由配管141供給之傳熱氣體，調整靜電吸盤14與晶圓W之間之熱之移動量。藉此，能夠將晶圓W之溫度控制為特定之溫度。

【0020】

於載台11之周圍，以包圍載台11之方式設置有排氣通路71。於排氣通路71內設置有具有複數個貫通口之隔板75。又，於排氣通路71經由排氣管72連接有排氣裝置73。排氣裝置73例如具有渦輪分子泵等真空泵，能夠將處理容器10內減壓至所期望之真空度。

【0021】

於處理容器10之側壁設置有開口74，開口74藉由閘閥G進行開閉。又，於處理容器10之內側壁及載台11之側壁裝卸自如地設置有積存物遮罩76及積存物遮罩77。藉由積存物遮罩76及積存物遮罩77，可防止反應副產物(堆積物)附著於處理容器10及載台11之側壁。

【0022】

於載台11之上方，以與載台11之下部電極12對向之方式設置有簇射頭16。簇射頭16作為與下部電極12相對之上部電極發揮作用。下部電極12與簇射頭16以彼此大致平行之方式設置於處理容器10內。以下，將靜電吸盤14上載置之晶圓W與簇射頭16之下表面之間之空間記載為處理空間S。

【0023】

簇射頭16經由絕緣構件45支持於處理容器10之上部。簇射頭16具有頂板保持部160及頂板161。頂板保持部160例如藉由表面經陽極氧化處理之鋁等形成，於其下部裝卸自如地支持頂板161。頂板161例如由Si、SiC、石英等含矽之物質形成。

【0024】

於頂板保持部160之內部形成有擴散室162。又，於頂板保持部160之底部形成有與擴散室162連通之複數個流通口163。又，於頂板保持部160之上部形成有用以將處理氣體導入至擴散室162之導入口165。於導入口165經由配管153連接有氣體供給部15。

【0025】

氣體供給部15具有複數個氣體供給源150a～150c、複數個質量流量控制器(MFC)151a～151c、及複數個閥152a～152c。氣體供給源150a例如為C₄F₆氣體之供給源。氣體供給源150b例如為C₃F₈氣體之供給源。氣體供給源150c例如為O₂氣體之供給源。

【0026】

MFC151a控制自氣體供給源150a供給之C₄F₆氣體之流量，並將流量受到控制之C₄F₆氣體經由閥152a及配管153供給至簇射頭16。MFC151b

控制自氣體供給源150b供給之C3F8氣體之流量，並將流量受到控制之C3F8氣體經由閥152b及配管153供給至簇射頭16。MFC151c控制自氣體供給源150c供給之O₂氣體之流量，並將流量受到控制之O₂氣體經由閥152c及配管153供給至簇射頭16。

【0027】

又，於頂板161中，以於厚度方向上貫通頂板161之方式設置有複數個噴出口164。1個噴出口164與1個流通口163連通。經由導入口165供給至擴散室162內之包含C₄F₆氣體、C₃F₈氣體、及O₂氣體之處理氣體於擴散室162內擴散，經由複數個流通口163及噴出口164噴淋狀地供給至處理空間S內。

【0028】

又，於頂板保持部160經由開關173及匹配器171連接有第1高頻電源170。第1高頻電源170為電漿產生用電源，其產生13.56 MHz以上之頻率、例如60 MHz之第1高頻電力。第1高頻電源170所產生之第1高頻電力於開關173處於接通狀態時，經由匹配器171及開關173供給至頂板保持部160。匹配器171使第1高頻電源170之內部(或輸出)阻抗與負載阻抗匹配。

【0029】

控制裝置3產生作為特定工作比之週期信號之脈衝信號HF，並將所產生之脈衝信號HF供給至開關173。開關173基於自控制裝置3供給之脈衝信號HF，控制自第1高頻電源170向頂板保持部160供給第1高頻電力及停止供給第1高頻電力。開關173例如於脈衝信號HF之電壓為高之情形時成為接通狀態，向頂板保持部160供給來自第1高頻電源170之第1高頻電力。另一方面，例如於脈衝信號HF之電壓為低之情形時，開關173成為斷開狀

態，停止自第1高頻電源170向頂板保持部160供給第1高頻電力。

【0030】

又，於頂板保持部160經由低通濾波器(LPF)175連接有直流電源174。直流電源174經由LPF175向頂板保持部160供給負直流電壓。直流電源174為電壓供給部之一例。再者，於簇射頭16設置有未圖示之加熱器、及用以使冷媒循環之未圖示之配管等溫度調整機構，從而能夠於晶圓W之處理中將簇射頭16控制於所期望之範圍內之溫度。

【0031】

如上述般構成之裝置本體2藉由具備記憶體、處理器、及輸入輸出介面之控制裝置3進行控制。處理器讀出記憶體內儲存之程式並加以執行，藉此基於記憶體內儲存之製程配方或資料，經由輸入輸出介面控制裝置本體2之各部。

【0032】

[使用了偏移脈衝之高頻電力之供給]

於本實施形態中之電漿蝕刻裝置1中，藉由控制裝置3例如產生如圖2所示之脈衝信號HF及脈衝信號LF。圖2(a)及圖2(b)係表示本發明之一實施形態中之脈衝信號之一例之圖。脈衝信號HF用於第1高頻電力之供給及停止供給，脈衝信號LF用於第2高頻電力之供給及停止供給。

【0033】

脈衝信號HF及脈衝信號LF係以週期 T_0 為週期重複之週期脈衝信號。例如，如圖2(a)所示，脈衝信號HF於週期 T_0 中，於期間 T_H 中成為高狀態(以下記載為H狀態)，於除此以外之期間中成為低狀態(以下記載為L狀態)。開關173於脈衝信號HF處於H狀態時成為接通狀態，自第1高頻電源

170向頂板保持部160供給第1高頻電力。另一方面，開關173於脈衝信號HF處於L狀態時成為斷開狀態，停止自第1高頻電源170向頂板保持部160供給第1高頻電力。

【0034】

例如，如圖2(b)所示，脈衝信號LF於週期 T_0 中，於期間 T_L 中成為H狀態，於除此以外之期間中成為L狀態。開關183於脈衝信號LF處於H狀態時成為接通狀態，自第2高頻電源180向下部電極12供給第2高頻電力。另一方面，開關183於脈衝信號LF處於L狀態時成為斷開狀態，停止自第2高頻電源180向下部電極12供給第2高頻電力。

【0035】

將相對於週期 T_0 之長度之H狀態之長度定義為工作比。於本實施形態中，脈衝信號HF之工作比例如為10%以上20%以下之範圍內之值。又，脈衝信號LF之工作比高於脈衝信號HF之工作比，例如為50%以上之值。

【0036】

又，於本實施形態中，脈衝信號HF自L狀態變化為H狀態之時點 t_0 與脈衝信號LF自H狀態變化為L狀態之時點 t_0 一致。又，於本實施形態中，於週期 T_0 中當脈衝信號HF或脈衝信號LF之任一者為H狀態之期間，另一個為L狀態。即，於週期 T_0 中，脈衝信號HF及脈衝信號LF被排他地供給。藉此，能夠於處理容器10內穩定地產生電漿。

【0037】

又，為了穩定地點燃電漿，脈衝信號HF之期間 T_H 需為60 μ 秒以上之長度。為了以20%之工作比使脈衝信號HF之期間 T_H 成為60 μ 秒以上之長度，脈衝信號HF之一個週期 T_0 之長度需為300 μ 秒以上。因此，脈衝信號

HF及脈衝信號LF之頻率需為3.3 kHz以下。

【0038】

又，若脈衝信號HF之期間 T_L 過長，則導致已點燃之電漿滅火。因此，脈衝信號HF之頻率例如較佳為1 kHz以上，且脈衝信號HF之工作比例例如較佳為10%以上。因此，脈衝信號HF及脈衝信號LF之頻率較佳為1 kHz以上3.3 kHz以下之範圍內之頻率。

【0039】

又，於本實施形態中，於週期 T_0 中較佳為包含脈衝信號HF及脈衝信號LF兩者均為L狀態之期間 T_1 。藉此，硬體之控制變得容易。

【0040】

再者，就電漿之穩定性之觀點而言，脈衝信號HF及脈衝信號LF之工作比例例如亦可為如圖3(a)及(b)所示之關係。圖3(a)及(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。就電漿之穩定性之觀點而言，例如如圖3(a)及(b)所示，脈衝信號LF之工作比亦可低於脈衝信號HF之工作比。

【0041】

又，就電漿之穩定性之觀點而言，脈衝信號HF及脈衝信號LF之工作比例例如亦可為如圖4(a)及(b)所示之關係。圖4(a)及(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。就電漿之穩定性之觀點而言，例如如圖4(a)及(b)所示，脈衝信號LF之工作比亦可為與脈衝信號HF之工作比相同之值。

【0042】

但是，於圖3或圖4所示之脈衝信號HF及脈衝信號LF中，雖然能夠於處理容器10內穩定地產生電漿，但就下述孔之形狀之改善之觀點而言並不充分。

【0043】

再者，例如於如圖5(a)及(b)所示之脈衝信號HF及脈衝信號LF中，因於處理容器10內電漿變得不穩定，故欠佳。圖5(a)及(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。於圖5(a)及(b)所例示之脈衝信號HF及脈衝信號LF中，脈衝信號HF自L狀態變化為H狀態之時點與脈衝信號LF自H狀態變化為L狀態之時點並不一致。因此，於處理容器10內電漿變得不穩定。

【0044】

又，例如於如圖6(a)及(b)所示之脈衝信號HF及脈衝信號LF中，因於處理容器10內電漿亦變得不穩定，故欠佳。圖6(a)及(b)係表示脈衝信號之另一例之圖。於圖6(a)及(b)所例示之脈衝信號HF及脈衝信號LF中，脈衝信號HF自L狀態變化為H狀態之時點 t_0 與脈衝信號LF自H狀態變化為L狀態之時點 t_0 一致。但是，脈衝信號HF為H狀態之期間與脈衝信號LF為H狀態之期間於期間 ΔT 內重疊。因此，處理容器10內電漿變得不穩定。

【0045】**[電漿蝕刻方法]**

圖7係表示本發明之一實施形態中之電漿蝕刻方法之一例之流程圖。圖7所例示之電漿蝕刻方法主要藉由控制裝置3控制裝置本體2之各部而實現。

【0046】

首先，將未處理之晶圓W搬入至處理容器10內(S10)。於步驟S10中，例如將如圖8所示之晶圓W搬入至處理容器10內。圖8係表示晶圓W之一例之剖視圖。晶圓W具有基板100、含矽膜101、及遮罩膜102。含矽膜101包含氧化矽膜103及氮化矽膜104。於遮罩膜102形成有圖案，該圖案

係沿著形成於含矽膜101之孔之開口部之形狀。

【0047】

於步驟S10中，打開閘閥G，藉由未圖示之搬送機構將未處理之晶圓W搬入至處理容器10內，並載置於靜電吸盤14上。隨後，關閉閘閥G，自直流電源140向靜電吸盤14內之電極14a供給直流電壓。藉此，將晶圓W吸附保持於靜電吸盤14之上表面。隨後，利用未圖示之冷卻器單元，調整於下部電極12之流路120內循環之冷媒之溫度，藉此將晶圓W之溫度調節成特定之溫度。步驟S10為載置步驟之一例。

【0048】

其次，調整處理容器10內之壓力(S11)。於步驟S11中，藉由排氣裝置73排出處理容器10內之氣體直至特定之真空度，並打開閥152a～152c。隨後，藉由MFC151a調整自氣體供給源150a供給至處理容器10內之C4F6氣體之流量。又，藉由MFC151b調整自氣體供給源150b供給至處理容器10內之C3F8氣體之流量。又，藉由MFC151c調整自氣體供給源150c供給至處理容器10內之O2氣體之流量。包含C4F6氣體、C3F8氣體、及O2氣體之處理氣體於簇射頭16之擴散室162內擴散，並噴淋狀地供給至處理容器10之處理空間S內。步驟S11係供給步驟之一例。

【0049】

其次，開始經由簇射頭16向處理容器10內供給第1高頻電力(S12)。於步驟S12中，控制裝置3例如產生圖2(a)所示之脈衝信號HF，開關173基於脈衝信號HF控制自第1高頻電源170向簇射頭16供給第1高頻電力及停止供給第1高頻電力。藉由向處理空間S內供給第1高頻電力，可將供給至處理空間S內之處理氣體電漿化。步驟S12係電漿產生步驟之一例。

【0050】

其次，開始向下部電極12供給第2高頻電力(S13)。於步驟S13中，控制裝置3例如產生圖2(b)所示之脈衝信號LF，開關183基於脈衝信號LF控制自第2高頻電源180向下部電極12供給第2高頻電力及停止供給第2高頻電力。藉由向下部電極12供給第2高頻電力，可將處理空間S內產生之電漿所含之離子引入至靜電吸盤14上之晶圓W。藉由被引入至晶圓W之離子，沿著遮罩膜102之圖案對晶圓W進行蝕刻。步驟S13係離子引入步驟之一例。

【0051】

其次，判定是否經過了特定時間(S14)。特定時間例如為形成於含矽膜101之孔達到特定之深度所需要之時間。於未經過特定時間之情形(S14：否(No))時，再次執行步驟S14之處理。

【0052】

另一方面，於經過了特定時間之情形(S14：是(Yes))時，停止第1高頻電力及第2高頻電力之供給(S15)。隨後，關閉閥152a～152c，停止向處理容器10內供給處理氣體(S16)。

【0053】

並且，於排出處理容器10內之處理氣體後，停止自直流電源140向靜電吸盤14內之電極14a供給直流電壓。隨後，打開閘閥G，藉由未圖示之搬送機構將處理完畢之晶圓W自處理容器10內搬出(S17)。自此，本流程圖所示之電漿蝕刻方法結束。

【0054】

圖7所例示之電漿蝕刻方法中之主要處理條件例如如下所述。

壓力：10～30 mTorr

氣體種類：C₄F₆/C₃F₈/O₂

第1高頻電力：2000～3000 W

第2高頻電力：7000～10000 W

脈衝信號之週期：1～10 kHz

供給至簇射頭16之負直流電壓：-500～-300 V

【0055】

[比較實驗]

進行對本實施形態中之電漿蝕刻與比較例中之電漿蝕刻進行比較之實驗。於比較例中之電漿蝕刻中，例如使用了如圖9(a)及(b)所示之脈衝信號。圖9(a)及(b)係表示比較實驗中使用之脈衝信號之圖。

【0056】

例如如圖9(a)及(b)所示，比較實驗中使用之脈衝信號HF及脈衝信號LF於週期 T_0 中，均在期間 T_a 中為H狀態。比較實驗中使用之脈衝信號HF及脈衝信號LF之工作比(T_a/T_0)均為20%。

【0057】

另一方面，本實施形態中之脈衝信號HF及脈衝信號LF例如為圖2(a)及(b)所示之脈衝信號。即，於週期 T_0 中，脈衝信號HF自L狀態變化為H狀態之時點 t_0 與脈衝信號LF自H狀態變化為L狀態之時點 t_0 一致。又，於脈衝信號HF及脈衝信號LF中H狀態之期間不重疊。又，脈衝信號LF之工作比高於脈衝信號HF之工作比。於實驗中，使用了工作比為10%之脈衝信號HF及工作比為60%之脈衝信號LF。對於除此以外之處理條件，比較例之處理條件與本實施形態之處理條件相同。

【0058】

圖10(a)及(b)係表示第1實驗中形成之孔之形狀之一例之剖視圖。於圖10(a)中表示了在比較例之處理條件下形成於晶圓W之孔，於圖10(b)中表示了在本實施形態之處理條件下形成於晶圓W之孔。以下，將氧化矽膜103中之孔之寬度之最大值定義為氧化矽膜103之彎曲值，將氮化矽膜104中之孔之寬度之最大值定義為氮化矽膜104之彎曲值。

【0059】

於在比較例之處理條件下形成之孔中，氧化矽膜103之彎曲值為26.1 nm，氮化矽膜104之彎曲值為26.8 nm。另一方面，於在本實施形態之處理條件下形成之孔中，氧化矽膜103之彎曲值為24.9 nm，氮化矽膜104之彎曲值為23.6 nm。即，於在本實施形態之處理條件下形成之孔中，與在比較例之處理條件下形成之孔相比，氧化矽膜103之彎曲值改善了1.2 nm，氮化矽膜104之彎曲值改善了3.2 nm。

【0060】

圖11(a)～(c)係表示第2實驗中形成之孔之形狀之一例之剖視圖。於第2實驗中，僅使用脈衝信號HF及脈衝信號LF中之一者進行電漿蝕刻。圖11(a)表示僅使用工作比10%之脈衝信號HF所形成之孔之形狀，圖11(b)表示僅使用工作比60%脈衝信號LF所形成之孔之形狀。又，圖11(c)表示使用本實施形態之處理條件中之脈衝信號HF及脈衝信號LF所形成之孔之形狀。於圖11(a)之電漿蝕刻中，第2高頻電力之供給已被停止，於圖11(b)之電漿蝕刻中，第1高頻電力之供給已被停止。除此以外之處理條件均相同。

【0061】

於僅使用工作比10%之脈衝信號HF進行電漿蝕刻之情形時，例如如圖11(a)所示，遮罩膜102之開口因反應副產物(所謂堆積物)而堵塞，蝕刻停止。即，藉由使用工作比10%之脈衝信號HF，能夠使堆積物堆積於孔。

【0062】

又，於僅使用工作比60%之脈衝信號LF進行電漿蝕刻之情形時，例如如圖11(b)所示，形成了孔。於圖11(b)所示之孔中，氧化矽膜103之彎曲值為22.1 nm，氮化矽膜104之彎曲值為21.7 nm。

【0063】

又，於使用工作比10%之脈衝信號HF及工作比60%之脈衝信號LF進行電漿蝕刻之情形時，例如如圖11(c)所示，形成了孔。於圖11(c)所示之孔中，氧化矽膜103之彎曲值為21.6 nm，氮化矽膜104之彎曲值為20.3 nm。即，於在本實施形態之處理條件下形成之孔中，與僅藉由工作比60%之脈衝信號LF所形成之孔相比，氧化矽膜103之彎曲值改善了0.5 nm，氮化矽膜104之彎曲值改善了1.4 nm。

【0064】

由圖11(a)～(c)所示之第2實驗之結果可知，孔之蝕刻藉由應用了工作比60%之脈衝信號LF之第2高頻電力而進行。在此基礎上添加應用了工作比10%之脈衝信號HF之第1高頻電力，藉此能夠一面使堆積物堆積於孔之側壁一面進行蝕刻。藉此，於在本實施形態之處理條件下形成之孔中抑制了彎曲。

【0065】

此處，調查了藉由應用了脈衝信號HF之第1高頻電力而使堆積物堆積

之條件。圖12(a)~(c)係表示改變了第1高頻電力之大小之情形之蝕刻速率之一例之圖。圖12(a)表示第1高頻電力為500 W之情形之蝕刻速率。圖12(b)表示第1高頻電力為2000 W之情形之蝕刻速率。圖12(c)表示第1高頻電力為5500 W之情形之蝕刻速率。於圖12(a)~(c)中，將始終為H狀態之信號代替脈衝信號HF而輸入至開關173。又，於圖12(a)~(c)中，成為蝕刻速率之測定對象之膜為氧化矽膜。

【0066】

由圖12(a)~(c)之結果可知，第1高頻電力愈小，蝕刻速率愈低。第1高頻電力為500 W之情形之蝕刻速率幾乎為0，因此認為若第1高頻電力為500 W以下，則可藉由第1高頻電力使堆積物堆積。

【0067】

圖13(a)~(c)係表示改變了應用於第1高頻電力之脈衝信號HF之工作比之情形的蝕刻速率之一例之圖。於圖13(a)~(c)中，第1高頻電力為2000 W。圖13(a)為與圖12(b)相同之測定結果。於圖13(b)中，將工作比20%之脈衝信號HF輸入至開關173。於圖13(c)中，將工作比10%之脈衝信號HF輸入至開關173。

【0068】

由圖13(a)~(c)之結果可知，脈衝信號HF之工作比愈低，蝕刻速率愈低。於工作比20%之脈衝信號HF中，例如如圖13(b)所示，蝕刻速率幾乎為0。因此，認為於第1高頻電力為2000 W之情形時，若脈衝信號HF之工作比為20%以下，則可藉由第1高頻電力使堆積物堆積。

【0069】

根據圖12及圖13之實驗結果，認為於將第1高頻電力設為P(W)、將

脈衝信號HF之工作比設為D(%)之情形時，若為滿足下述關係式(1)之條件，則可藉由第1高頻電力使堆積物堆積。

$$P \times D / 100 \leq 500 \quad \cdots (1)$$

【0070】

再者，就產生穩定之電漿之觀點而言，脈衝信號HF之工作比較佳為10%以上。因此，脈衝信號HF之工作比較佳為10%以上20%以下之範圍內之值。

【0071】

圖14(a)及(b)係表示改變了應用於第2高頻電力之脈衝信號LF之工作比之情形的蝕刻速率之一例之圖。圖14(a)表示使用了工作比20%之脈衝信號HF及工作比20%之脈衝信號LF之情形之蝕刻速率。又，圖14(a)表示使用了工作比20%之脈衝信號HF及工作比60%之脈衝信號LF之情形之蝕刻速率。於圖14(a)及(b)中，成為蝕刻速率之測定對象之膜為氧化矽膜。

【0072】

由圖14(a)及(b)之結果可知，若脈衝信號LF之工作比提高，則蝕刻速率上升。於圖14(b)之實驗中，脈衝信號LF之工作比為60%，但之後的實驗之結果為若脈衝信號LF之工作比為50%以上，則可見蝕刻速率提高。因此，脈衝信號LF之工作比較佳為50%以上。

【0073】

以上，對一實施形態進行了說明。如上所述，本實施形態之電漿蝕刻裝置1具備處理容器10、載台11、氣體供給部15、第1高頻電源170、第2高頻電源180、及控制裝置3。載台11設置於處理容器10內，並供載置積層有成為蝕刻對象之膜之晶圓W。氣體供給部15向處理容器10內供給處理

氣體。第1高頻電源170藉由向處理容器10內供給第1高頻電力，而將供給至處理容器10內之處理氣體電漿化。第2高頻電源180向載台供給頻率低於第1高頻電力之頻率之第2高頻電力。控制裝置3控制第1高頻電力及第2高頻電力之供給及停止供給。又，控制裝置3在每個特定週期控制第1高頻電力及第2高頻電力之供給及停止供給。又，第1高頻電力及第2高頻電力被排他地供給。又，第1高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率低於第2高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率。藉此，能夠改善藉由蝕刻而形成於晶圓W之孔之形狀。

【0074】

又，於上述實施形態中，於控制第1高頻電力及第2高頻電力之供給及停止供給之一個週期中，包含既不供給第1高頻電力亦不供給第2高頻電力之期間。藉此，容易進行硬體之控制。

【0075】

又，於上述實施形態中，控制裝置3於停止第2高頻電力之供給之時間開始第1高頻電力之供給。藉此，能夠於處理容器10內穩定地產生電漿。

【0076】

又，於上述實施形態中，控制裝置3以第1高頻電力之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率成為10%以上20%以下之範圍內之比率的方式，控制第1高頻電力之供給及停止供給。藉此，能夠一面抑制孔之側壁之蝕刻，一面進行孔之深度方向之蝕刻。

【0077】

又，於上述實施形態中，控制裝置3以第2高頻電力之供給及停止供

給之每一個週期之供給時間的比率成為50%以上之比率的方式，控制第2高頻電力之供給及停止供給。藉此，能夠迅速地形成所期望之深度之孔。

【0078】

又，上述實施形態中之電漿蝕刻裝置1進而具備：簇射頭16，其將自氣體供給部15供給之處理氣體噴淋狀地供給至處理容器10內；及直流電源174，其向簇射頭16供給負直流電壓。藉此，能夠提高蝕刻之精度。

【0079】

又，於上述實施形態中，成為蝕刻對象之膜為含矽絕緣膜。又，含矽絕緣膜為包含氧化矽膜、氮化矽膜、或氮氧化矽膜之至少任一者之膜。藉此，能夠改善成為蝕刻對象之膜上形成之孔之形狀。

【0080】

又，上述實施形態中之電漿蝕刻方法包含載置步驟、供給步驟、電漿產生步驟、及離子引入步驟。於載置步驟中，將積層有成為蝕刻對象之膜之晶圓W載置於處理容器10內設置之載台11上。於供給步驟中，向處理容器10內供給處理氣體。於電漿產生步驟中，藉由向處理容器10內供給第1高頻電力，而將供給至處理容器10內之處理氣體電漿化。於離子引入步驟中，藉由向載台11供給頻率低於第1高頻電力之頻率之第2高頻電力，而將處理氣體之電漿所含之離子引入至晶圓W。藉此，能夠改善藉由蝕刻而形成於晶圓W之孔之形狀。

【0081】

[其他]

再者，本案所揭示之技術並不限定於上述實施形態，可於其主旨之範圍內進行各種變形。

【0082】

例如，於上述實施形態中，向簇射頭16供給第1高頻電力，但發明之技術並不限定於此。作為另一例，第1高頻電力亦可供給至下部電極12。

【0083】

又，於上述實施形態中，使用了電容耦合型電漿(CCP)作為電漿源之一例，但發明之技術並不限定於此。作為電漿源，例如亦可使用感應耦合電漿(ICP)、微波激發表面波電漿(SWP)、電子回旋共振電漿(ECP)、或螺旋波激發電漿(HWP)等。

【0084】

再者，應認為本次所揭示之實施形態全部內容均為例示，而非進行限制。實際上，上述實施形態可藉由多種形態實現。又，上述實施形態可於不脫離隨附之申請專利範圍及其主旨之情形下，藉由各種形態進行省略、置換、變更。

【符號說明】**【0085】**

1:電漿蝕刻裝置

2:裝置本體

3:控制裝置

10:處理容器

11:載台

12:下部電極

12a:絕緣構件

12b:內壁構件

- 13:邊緣環
- 14:靜電吸盤
- 14a:電極
- 14b:絕緣膜
- 15:氣體供給部
- 16:簇射頭
- 45:絕緣構件
- 71:排氣通路
- 72:排氣管
- 73:排氣裝置
- 74:開口
- 75:隔板
- 76:積存物遮罩
- 77:積存物遮罩
- 100:基板
- 101:含矽膜
- 102:遮罩膜
- 103:氧化矽膜
- 104:氮化矽膜
- 120:流路
- 121(121a, 121b):配管
- 140:直流電源
- 141:配管

150(150a, 150b, 150c):氣體供給源

151(151a, 151b, 151c):MFC

152(152a, 152b, 152c):閥

153:配管

160:頂板保持部

161:頂板

162:擴散室

163:流通口

164:噴出口

165:導入口

170:第1高頻電源

171:匹配器

173:開關

174:直流電源

175:LPF

180:第2高頻電源

181:匹配器

183:開關

G:閘閥

HF:脈衝信號

LF:脈衝信號

S:處理空間

W:晶圓

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電漿蝕刻裝置，其具備：

處理容器；

載台，其設置於上述處理容器內，並供載置積層有成為蝕刻對象之膜之基板，且作為下部電極發揮作用；

上部電極，其與上述載台對向而設置；

氣體供給部，其向上述處理容器內供給處理氣體；

第1高頻電源，其藉由向上述處理容器內供給第1高頻電力，而將供給至上述處理容器內之上述處理氣體電漿化；

第2高頻電源，其向上述載台供給頻率低於上述第1高頻電力之頻率之第2高頻電力；及

控制裝置，其控制上述第1高頻電力及上述第2高頻電力之供給及停止供給；

上述控制裝置係

在每個特定週期控制上述第1高頻電力及上述第2高頻電力之供給及停止供給，

上述第1高頻電力及上述第2高頻電力係以於一個週期內，在上述第1高頻電力及上述第2高頻電力中任一者之一者被供給間，上述第1高頻電力及上述第2高頻電力中任一者之另一者之供給被停止之方式，被排他地供給，

上述第1高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率低於上述第2高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的

比率。

【請求項2】

如請求項1之電漿蝕刻裝置，其中於控制上述第1高頻電力及上述第2高頻電力之供給及停止供給之一個週期中，包含既不供給上述第1高頻電力亦不供給上述第2高頻電力之期間。

【請求項3】

如請求項1或2之電漿蝕刻裝置，其中上述控制裝置係於停止上述第2高頻電力之供給之時點開始上述第1高頻電力之供給。

【請求項4】

如請求項1或2之電漿蝕刻裝置，其中上述控制裝置係以上述第1高頻電力之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率成為10%以上20%以下之範圍內之比率的方式，控制上述第1高頻電力之供給及停止供給。

【請求項5】

如請求項1或2之電漿蝕刻裝置，其中上述控制裝置係以上述第2高頻電力之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率成為50%以上之比率的方式，控制上述第2高頻電力之供給及停止供給。

【請求項6】

如請求項1或2之電漿蝕刻裝置，其進而具備：
簇射頭，其將自上述氣體供給部供給之上述處理氣體噴淋狀地供給至上述處理容器內；及

電壓供給部，其向上述簇射頭供給負直流電壓。

【請求項7】

如請求項1或2之電漿蝕刻裝置，其中上述成為蝕刻對象之膜為含矽絕緣膜。

【請求項8】

如請求項7之電漿蝕刻裝置，其中上述含矽絕緣膜為包含氧化矽膜、氮化矽膜、或氮氧化矽膜之至少任一者之膜。

【請求項9】

如請求項1或2之電漿蝕刻裝置，其中上述第1高頻電力被供給至上述上部電極。

【請求項10】

一種電漿蝕刻方法，其包含：

載置步驟，其係將積層有成為蝕刻對象之膜之基板載置於設置在處理容器內且作為下部電極發揮作用之載台上；

供給步驟，其係向上述處理容器內供給處理氣體；

電漿產生步驟，其係藉由向上述處理容器內經由與上述載台對向而設置之上部電極供給第1高頻電力，而將供給至上述處理容器內之上部處理氣體電漿化；及

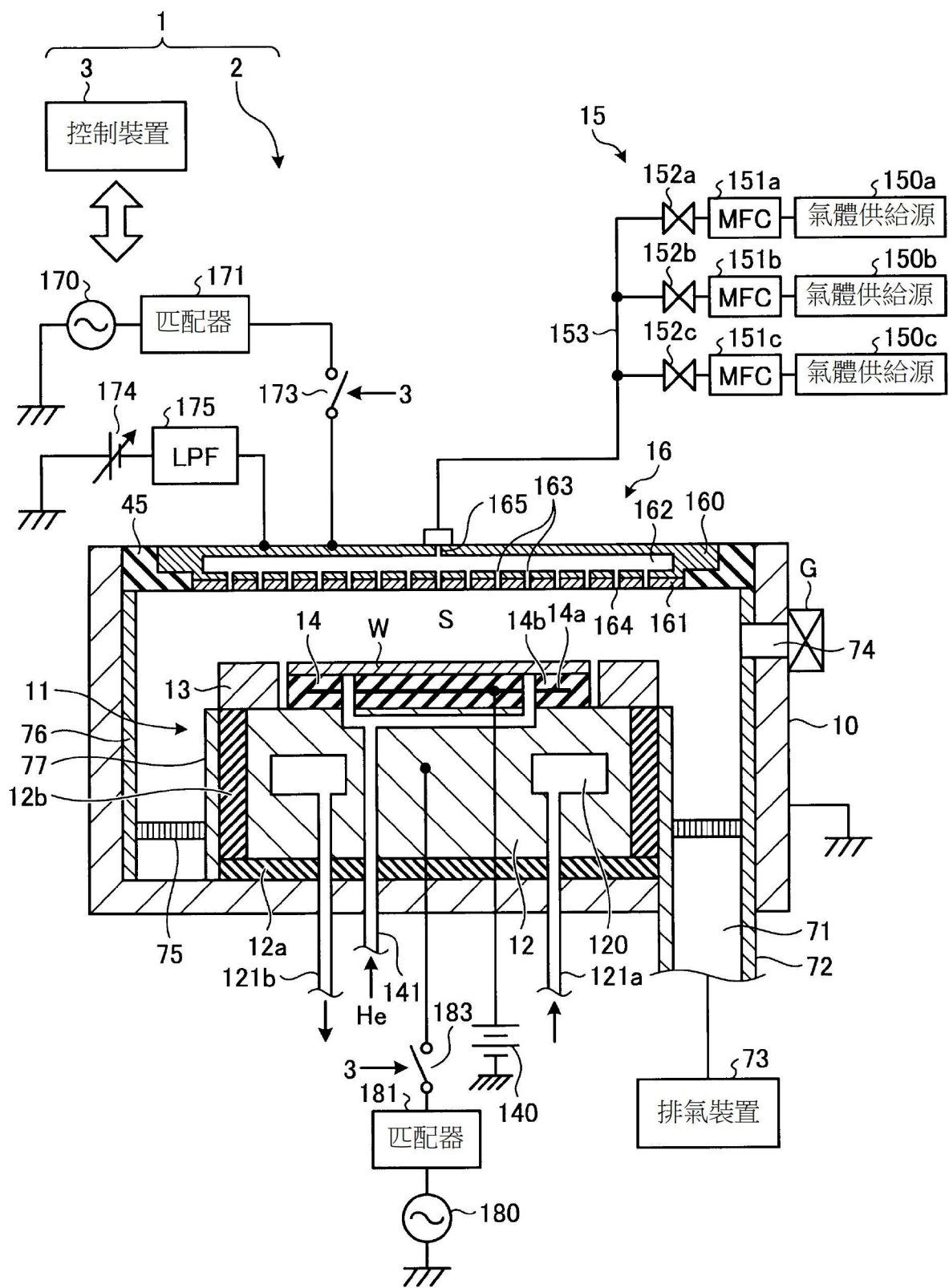
離子引入步驟，其係藉由向上述載台供給頻率低於上述第1高頻電力之頻率之第2高頻電力，而將上述處理氣體之電漿所含之離子引入至上述基板；

於電漿產生步驟及離子引入步驟中，上述第1高頻電力及上述第2高頻電力之供給及停止供給在每個特定週期彼此獨立地受到控制，

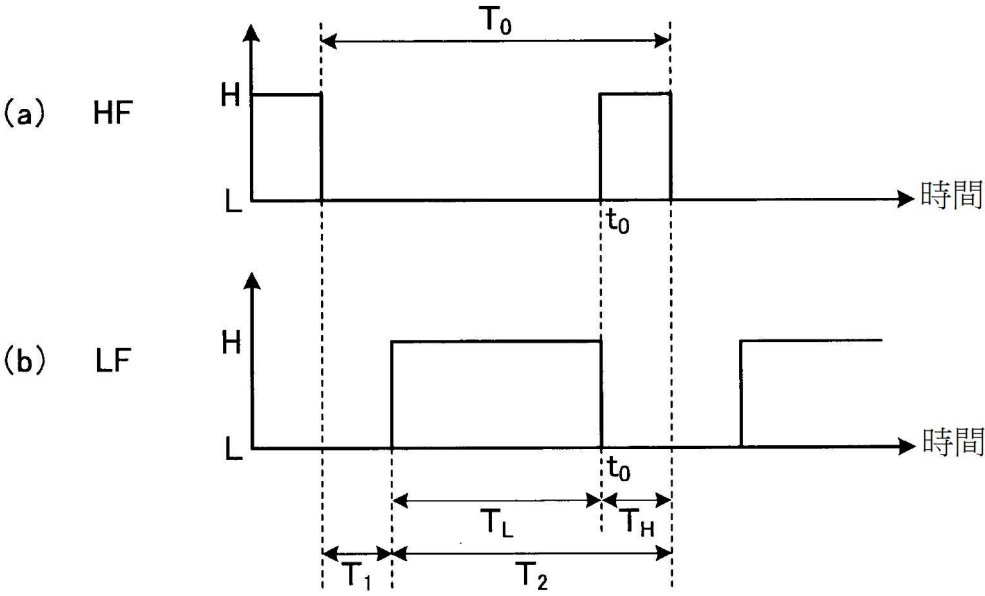
上述第1高頻電力及上述第2高頻電力係以於一個週期內，在上述第1高頻電力及上述第2高頻電力中任一者之一者被供給間，上述第1高頻電力及上述第2高頻電力中任一者之另一者之供給被停止之方式，被排他地供給，

上述第1高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率低於上述第2高頻電力中之供給及停止供給之每一個週期之供給時間的比率。

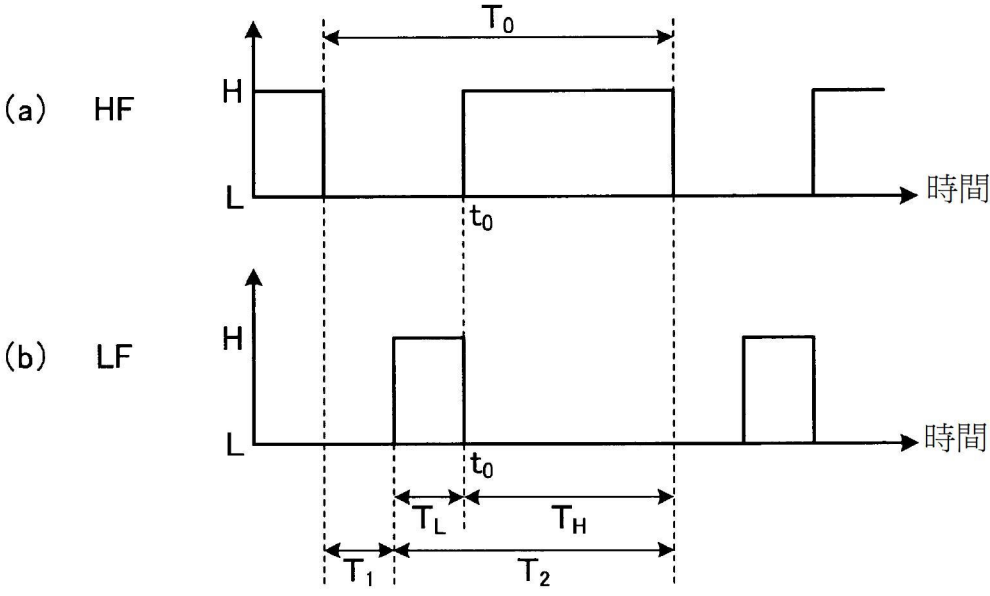
【發明圖式】



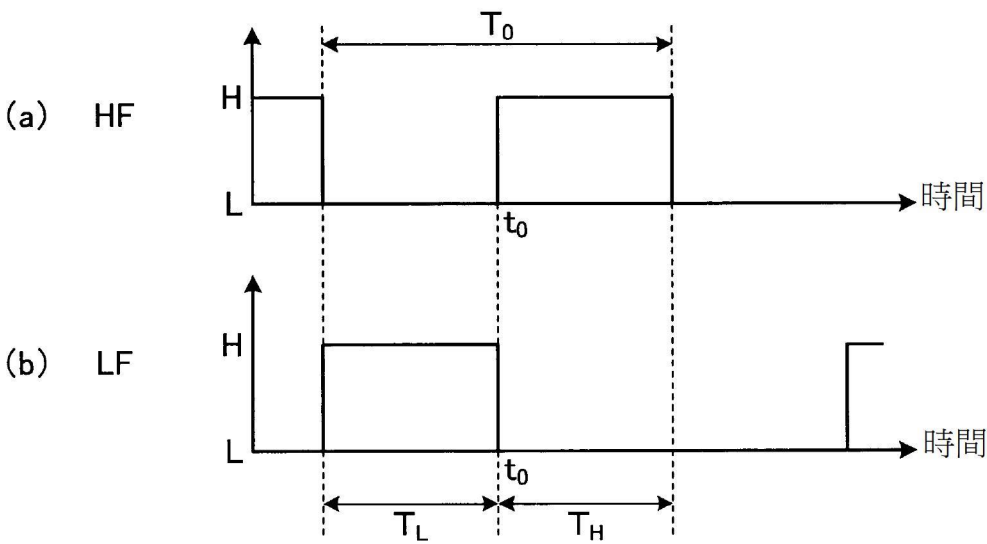
【圖1】



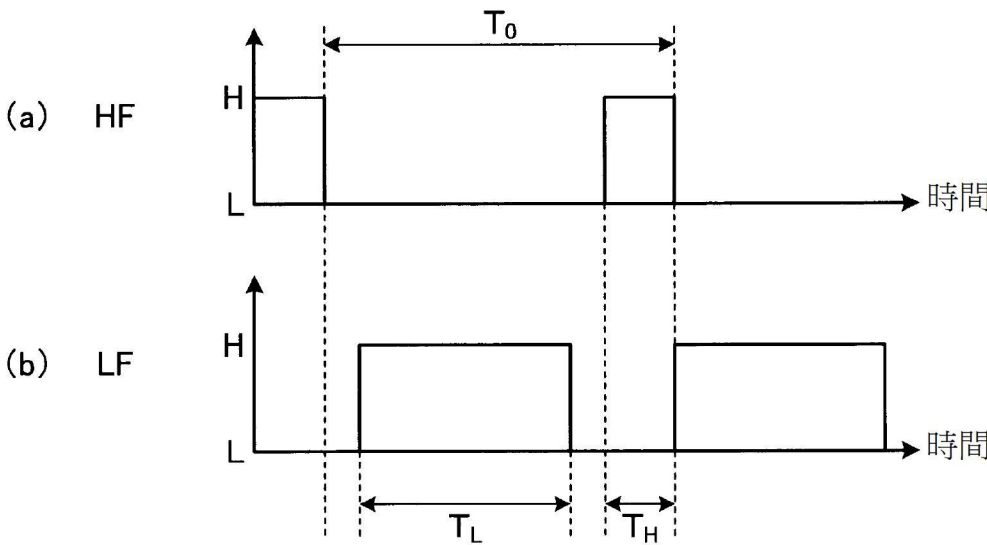
【圖2】



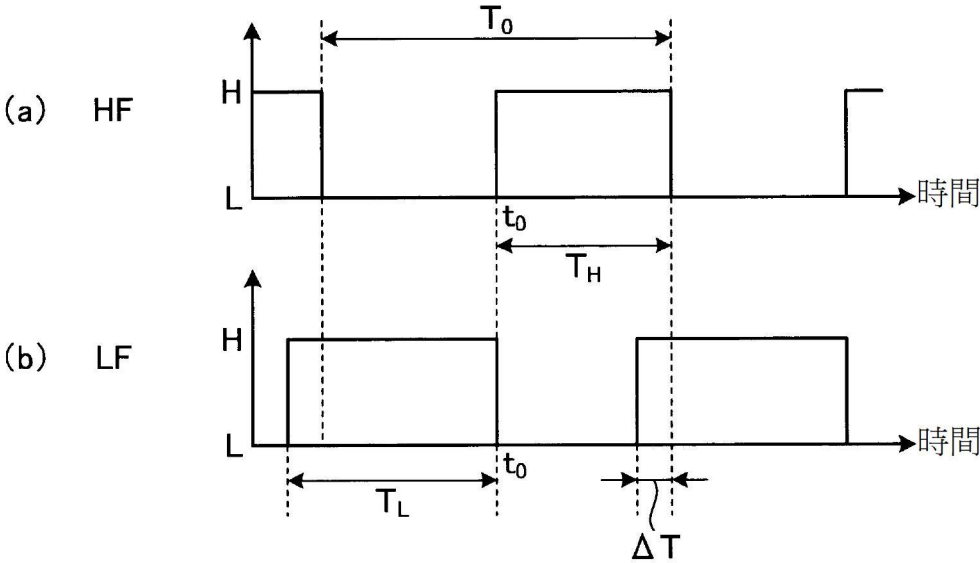
【圖3】



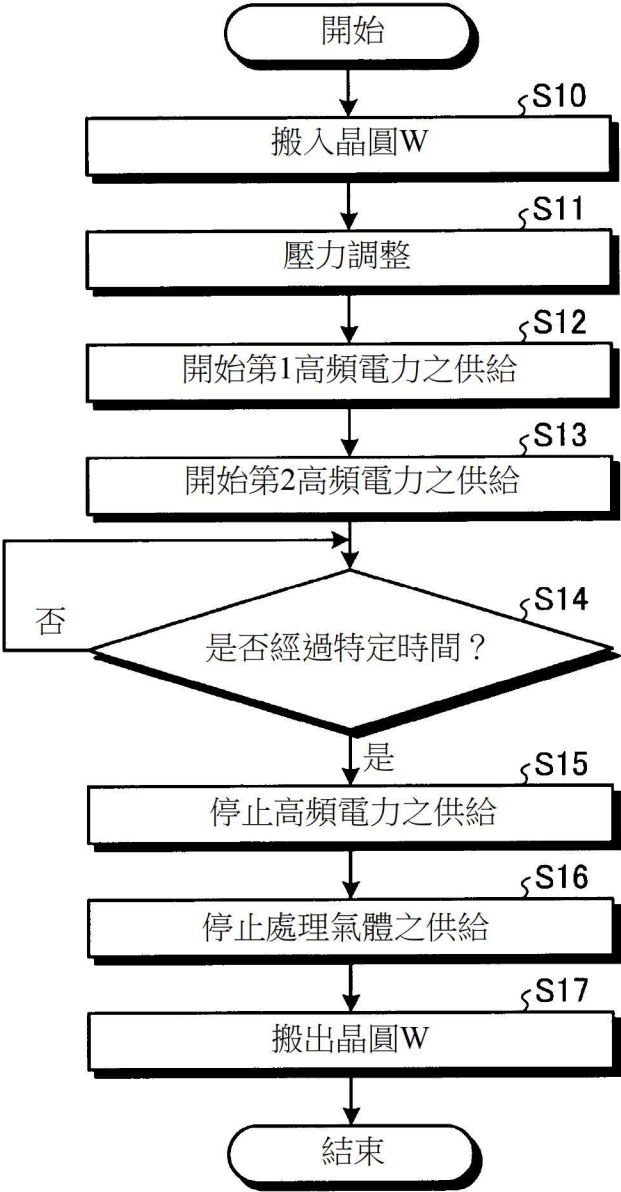
【圖4】



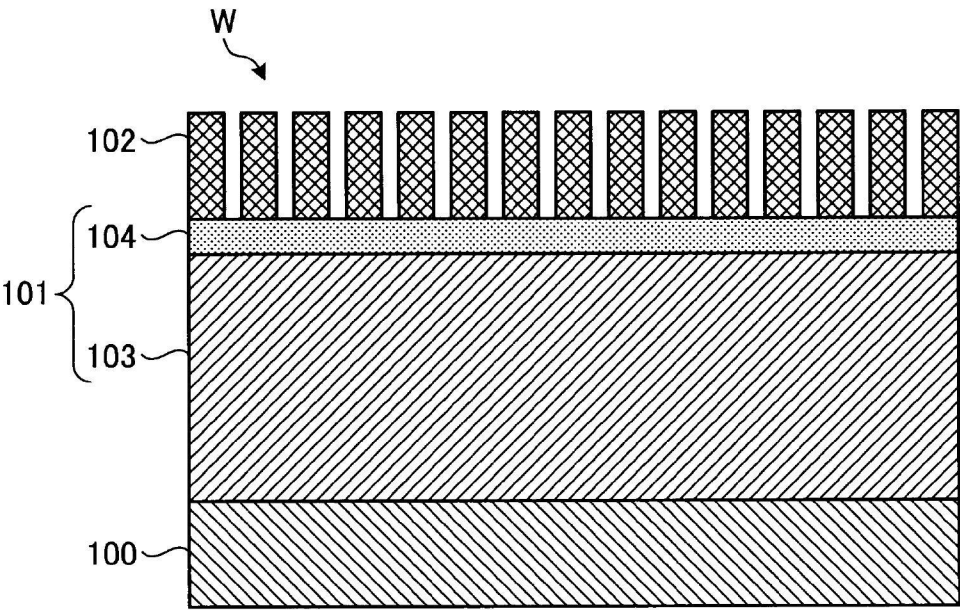
【圖5】



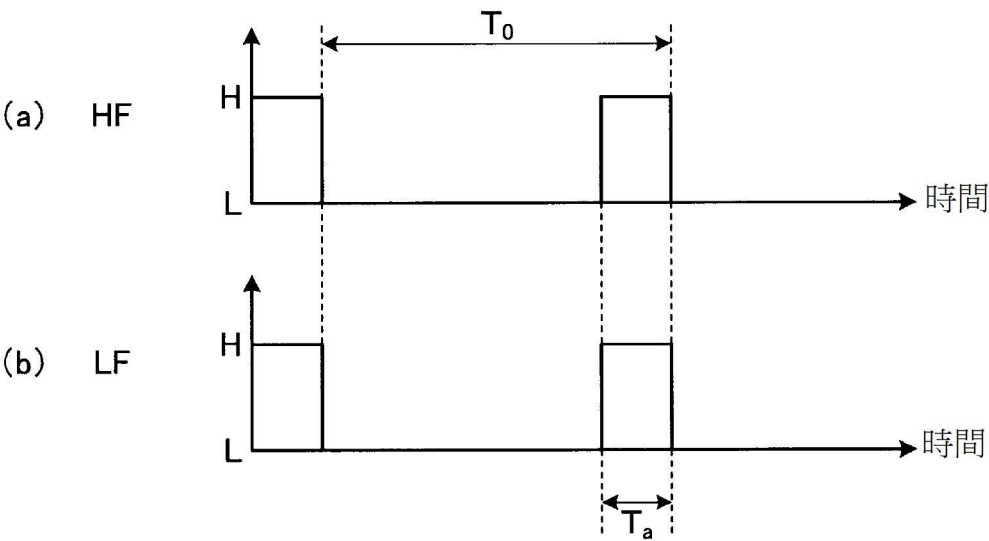
【圖6】



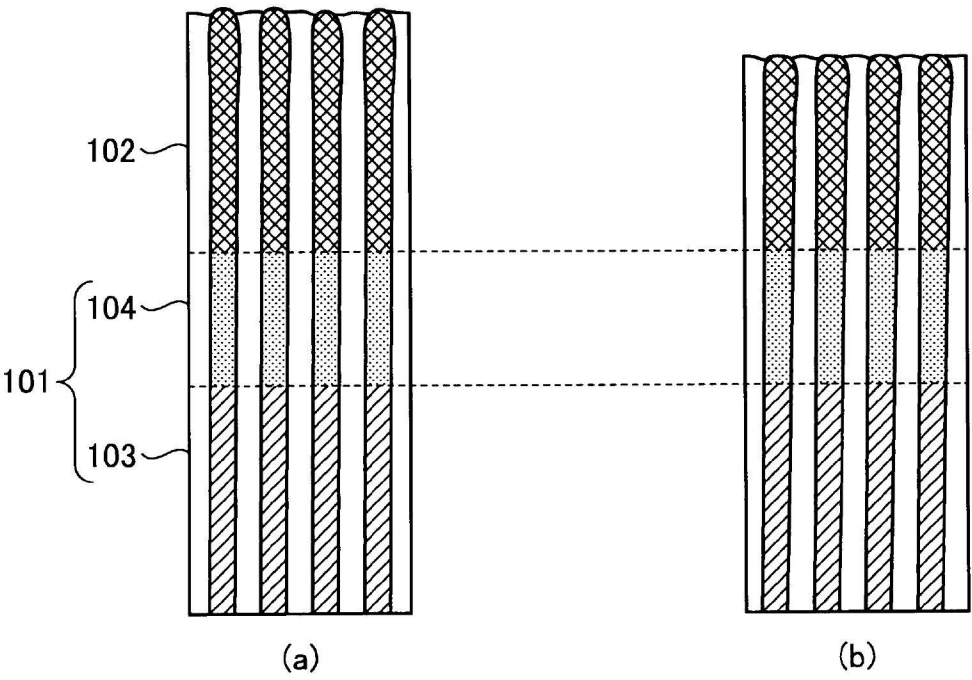
【圖7】



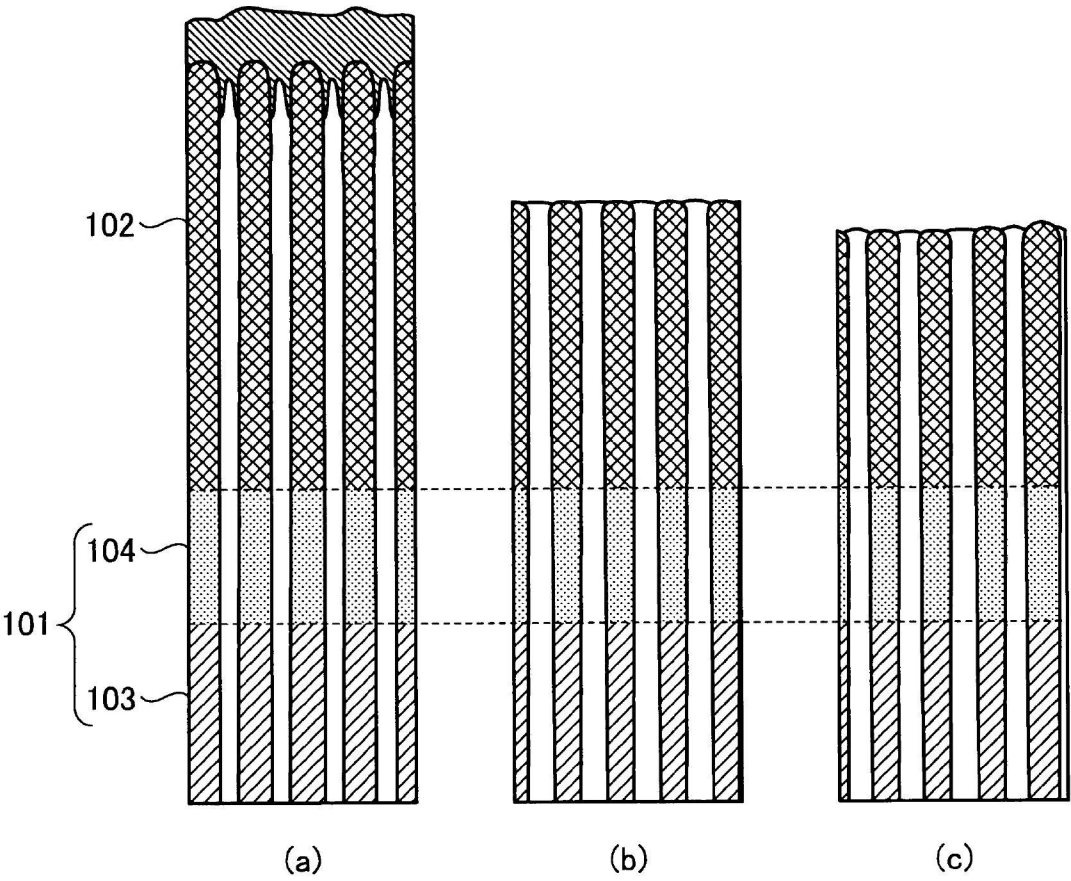
【圖8】



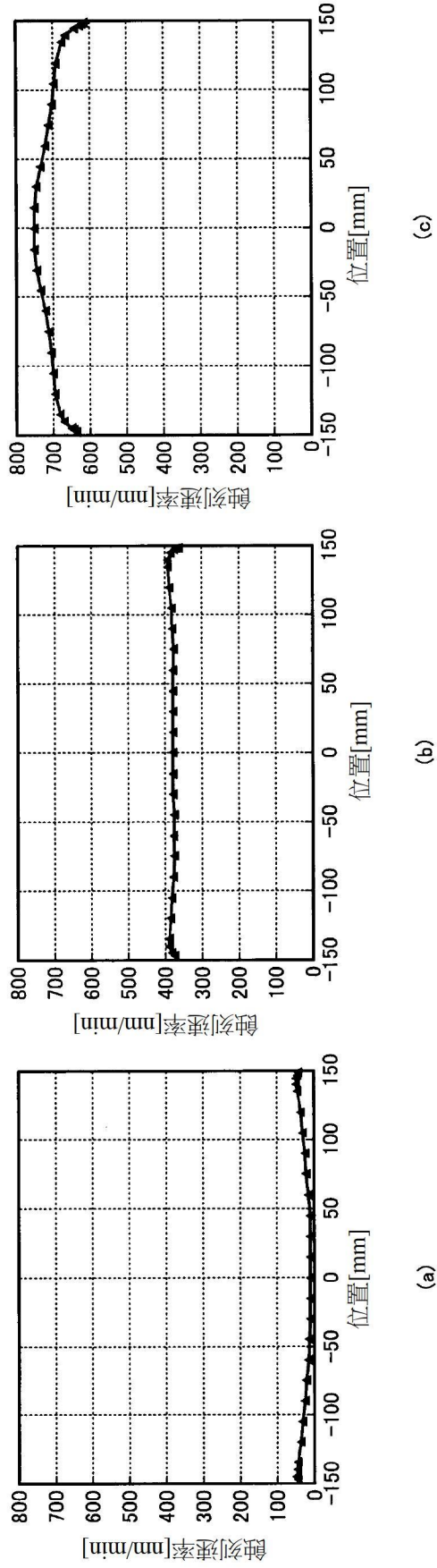
【圖9】



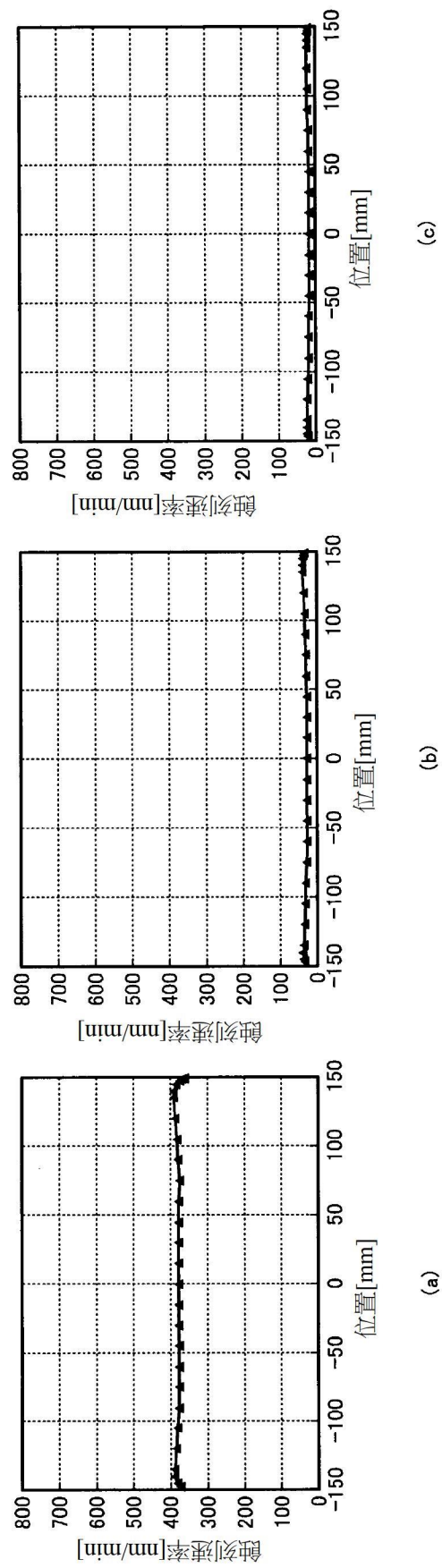
【圖10】



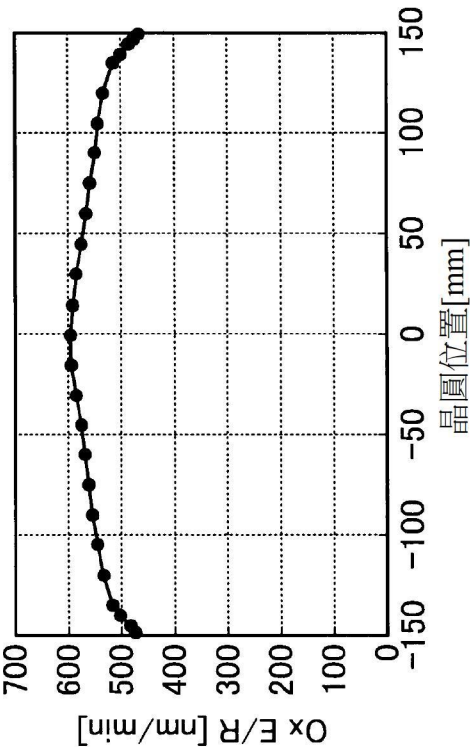
【圖11】



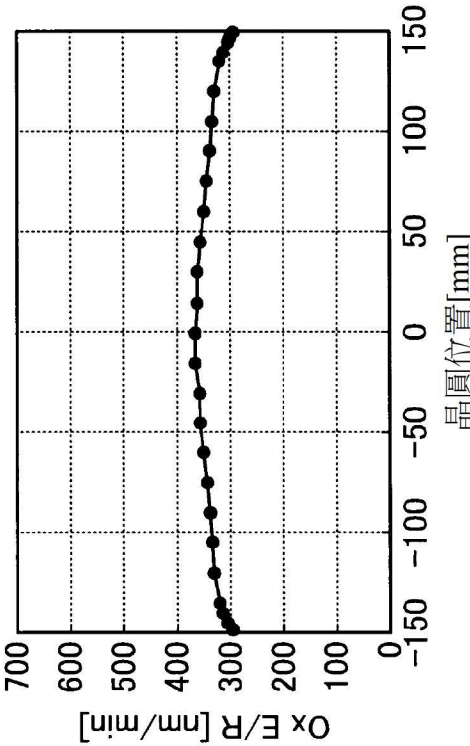
【圖12】



【圖13】



(a)



(b)

【圖14】