



(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 I819012 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：108122530

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 27 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)****H05H1/46 (2006.01)**

(30)優先權：2018/06/29 日本

2018-124896

2019/02/25 日本

2019-032013

2019/05/28 日本

2019-099609

(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：林大輔 HAYASHI, DAISUKE (JP)；梅澤義弘 UMEZAWA, YOSHIHIRO (JP)；岡
信介 OKA, SHINSUKE (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201438097A

TW 201634739A

TW 201635424A

TW 201812958A

CN 101110381A

JP 2015-92580A

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：14 共 62 頁

(54)名稱

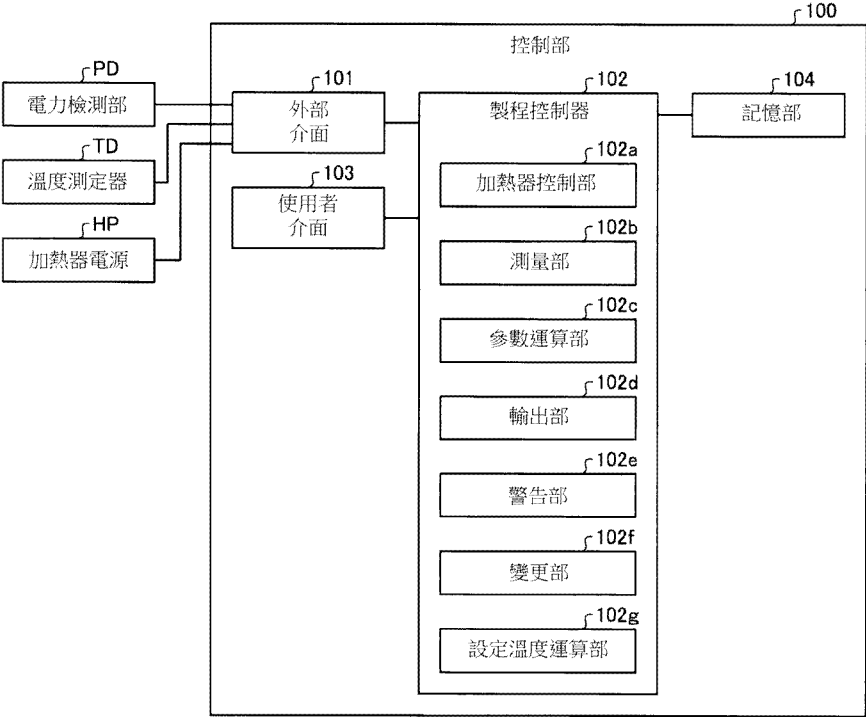
電漿處理裝置、電漿狀態檢測方法及電漿狀態檢測程式

(57)摘要

本發明不於處理容器內配置感測器而檢測電漿狀態。

本發明之測量部於藉由加熱器控制部以加熱器之溫度變成固定之方式控制向加熱器之供給電力，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向加熱器之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力。本發明之參數運算部對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數而計算上述過渡狀態之供給電力之運算模型，使用由測量部所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出熱輸入量。本發明之輸出部輸出基於由參數運算部算出之熱輸入量之資訊。

指定代表圖：



【圖3】

符號簡單說明：

- 100:控制部
- 101:外部介面
- 102:製程控制器
- 102a:加熱器控制部
- 102b:測量部
- 102c:參數運算部
- 102d:輸出部
- 102e:警告部
- 102f:變更部
- 102g:設定溫度運算部
- 103:使用者介面
- 104:記憶部
- HP:加熱器電源
- PD:電力檢測部
- TD:溫度測定器



I819012

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電漿處理裝置、電漿狀態檢測方法及電漿狀態檢測程式

【中文】

本發明不於處理容器內配置感測器而檢測電漿狀態。

本發明之測量部於藉由加熱器控制部以加熱器之溫度變成固定之方式控制向加熱器之供給電力，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向加熱器之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力。本發明之參數運算部對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數而計算上述過渡狀態之供給電力之運算模型，使用由測量部所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出熱輸入量。本發明之輸出部輸出基於由參數運算部算出之熱輸入量之資訊。

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

- 100 控制部
- 101 外部介面
- 102 製程控制器
- 102a 加熱器控制部
- 102b 測量部
- 102c 參數運算部
- 102d 輸出部
- 102e 警告部

102f	變更部
102g	設定溫度運算部
103	使用者介面
104	記憶部
HP	加熱器電源
PD	電力檢測部
TD	溫度測定器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電漿處理裝置、電漿狀態檢測方法及電漿狀態檢測程式

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種電漿處理裝置、電漿狀態檢測方法及電漿狀態檢測程式。

【先前技術】

【0002】

先前，已知有一種電漿處理裝置，其使用電漿對半導體晶圓(以下，亦稱為「晶圓」)等被處理物進行蝕刻等電漿處理。揭示有一種於該電漿處理裝置中，於處理容器內配置各種探針或各種電子傳感器等感測器來檢測電漿狀態之技術。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2009-194032號公報

[專利文獻2]日本專利特開2009-087790號公報

[專利文獻3]日本專利特表2014-513390號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】

本發明提供一種不配置感測器便檢測電漿狀態之技術。

[解決問題之技術手段]

【0005】

本發明之一態樣之電漿處理裝置具有：載置台、加熱器控制部、測量部、參數運算部、及輸出部。載置台設置有可對載置成為電漿處理對象之被處理物之載置面之溫度進行調整之加熱器。加熱器控制部以加熱器成為所設定之設定溫度之方式控制向加熱器之供給電力。測量部於藉由加熱器控制部以加熱器之溫度變成固定之方式控制向加熱器之供給電力時，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向加熱器之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力。參數運算部對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數而計算上述過渡狀態之供給電力之運算模型，使用由上述測量部所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出熱輸入量。輸出部輸出基於由參數運算部算出之熱輸入量之資訊。

[發明之效果]

【0006】

根據本發明，不於處理容器內配置感測器便可檢測電漿狀態。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係表示實施形態之電漿處理裝置之概略構成之一例之剖視圖。

圖2係表示實施形態之載置台之構成之一例之俯視圖。

圖3係表示對實施形態之電漿處理裝置進行控制之控制部之概略性構成之一例的方塊圖。

圖4係模式性地表示影響晶圓之溫度之能量之流動之一例的圖。

圖5A係模式性地表示未點燃狀態之能量之流動之一例的圖。

圖5B係模式性地表示點燃狀態之能量之流動之一例的圖。

圖6(A)、圖6(B)係表示晶圓W之溫度與向加熱器HT之供給電力之變化之一例的圖。

圖7係模式性地表示點燃狀態之能量之流動之一例的圖。

圖8(A)～(D)係概略性地表示不同電漿之密度分佈下之未點燃狀態與過渡狀態之溫度變化之一例的圖。

圖9係模式性地表示未點燃狀態與過渡狀態之能量之流動之一例的圖。

圖10(A)、圖10(B)係表示晶圓W之溫度與向加熱器HT之供給電力之變化之一例的圖。

圖11A係表示對電漿之密度分佈加以表示之資訊之輸出之一例的圖。

圖11B係表示對電漿之密度分佈加以表示之資訊之輸出之一例的圖。

圖12係模式性地表示電漿蝕刻之圖。

圖13係表示實施形態之電漿狀態檢測及電漿狀態控制之流程之一例的流程圖。

圖14係表示實施形態之載置台之載置面之分割之一例的俯視圖。

【實施方式】

【0008】

以下，參照圖式對本申請案所揭示之電漿處理裝置、電漿狀態檢測方法及電漿狀態檢測程式之實施形態詳細地進行說明。再者，所揭示之電漿處理裝置、電漿狀態檢測方法及電漿狀態檢測程式並不受本實施形態限定。

【0009】

且說，例如於電漿處理裝置中，有於處理容器內配置各種探針或各種電子傳感器等感測器來檢測電漿狀態者。然而，若於處理容器內、有時於接近電漿產生區域之場所配置感測器，則會因感測器之影響導致電漿狀態發生變化。如此，於電漿處理裝置中，有對被處理膜進行之電漿處理之特性或均勻性等受到影響之顧慮。又，於電漿處理裝置中，亦有產生顆粒或異常放電之顧慮。又，於電漿處理裝置中，若於處理容器內配置有感測器，則存在無法對被處理膜執行電漿處理之情況。如此，於電漿處理裝置中，無法對實際上正在執行電漿處理之電漿之狀態進行檢測。因此，期待不於處理容器內配置感測器便檢測電漿狀態。

【0010】

[電漿處理裝置之構成]

首先，對實施形態之電漿處理裝置10之構成進行說明。圖1係表示實施形態之電漿處理裝置之概略構成之一例之剖視圖。圖1所示之電漿處理裝置10係電容耦合型平行平板電漿蝕刻裝置。電漿處理裝置10具備大致圓筒狀之處理容器12。處理容器12例如包含鋁。又，處理容器12之表面被實施了陽極氧化處理。

【0011】

處理容器12內設置有載置台16。載置台16包括靜電吸盤18及基台20。靜電吸盤18之上表面設為載置成為電漿處理對象之被處理物之載置面。於本實施形態中，將晶圓W作為被處理物載置於靜電吸盤18之上表面。基台20具有大致圓盤形狀，且於其主要部分例如包含鋁等導電性金屬。基台20構成下部電極。基台20由支持部14支持。支持部14係自處理容器12之底部延伸之圓筒狀之構件。

【0012】

基台20電性連接有第1高頻電源HFS。第1高頻電源HFS係產生用於生成電漿之高頻電力之電源，產生27～100 MHz之頻率、於一例中產生40 MHz之高頻電力。藉此，於基台20正上方產生電漿。整合器MU1具有用以將第1高頻電源HFS之輸出阻抗與負載側(基台20側)之輸入阻抗整合之電路。

【0013】

又，基台20經由整合器MU2電性連接有第2高頻電源LFS。第2高頻電源LFS產生用以將離子引入至晶圓W之高頻電力(高頻偏壓電力)，將該高頻偏壓電力供給至基台20。藉此，於基台20產生偏壓電位。高頻偏壓電力之頻率係400 kHz～13.56 MHz之範圍內之頻率，於一例中為3 MHz。整合器MU2具有用以將第2高頻電源LFS之輸出阻抗與負載側(基台20側)之輸入阻抗整合之電路。

【0014】

於基台20上設置有靜電吸盤18。靜電吸盤18藉由庫倫力等靜電力來吸附晶圓W，從而保持該晶圓W。靜電吸盤18於陶瓷製之本體部內具有靜電吸附用電極E1。電極E1經由開關SW1電性連接有直流電源22。保持晶圓W之吸附力依存於自直流電源22施加之直流電壓之值。

【0015】

於基台20之上表面之上且於靜電吸盤18之周圍設置有聚焦環FR。設置聚焦環FR係為了提高電漿處理之均勻性。聚焦環FR包含根據應執行之電漿處理而適宜選擇之材料，例如可包含矽、或石英。

【0016】

於基台20之內部形成有冷媒流路24。自設置於處理容器12之外部之冷卻器單元經由配管26a向冷媒流路24供給冷媒。供給至冷媒流路24之冷媒經由配管26b返回冷卻器單元。再者，包括基台20及靜電吸盤18之載置台16之詳細內容將於後文敘述。

【0017】

於處理容器12內設置有上部電極30。上部電極30係於載置台16之上方與基台20對向配置，基台20與上部電極30設置成彼此大致平行。

【0018】

上部電極30介隔絕緣性遮蔽構件32被支持於處理容器12之上部。上部電極30可包括電極板34及電極支持體36。電極板34面向處理空間S，提供複數個氣體噴出孔34a。電極板34可包括焦耳熱較少之低電阻之導電體或半導體。

【0019】

電極支持體36裝卸自如地支持電極板34，例如可包含鋁等導電性材料。電極支持體36可具有水冷構造。於電極支持體36之內部設置有氣體擴散室36a。連通至氣體噴出孔34a之複數個氣體流通孔36b自氣體擴散室36a起向下方延伸。又，電極支持體36形成有向氣體擴散室36a引導處理氣體之氣體導入口36c，氣體導入口36c連接有氣體供給管38。

【0020】

氣體供給管38經由閥組42及流量控制器組44連接有氣體源組40。閥組42具有複數個開閉閥，流量控制器組44具有質量流量控制器等複數個流量控制器。又，氣體源組40具有電漿處理所需之複數種氣體用之氣體源。氣體源組40之複數個氣體源經由對應之開閉閥及對應之質量流量控制

器連接於氣體供給管38。

【0021】

於電漿處理裝置10中，將來自選自氣體源組40之複數個氣體源中的一個以上之氣體源的一種以上之氣體供給至氣體供給管38。供給至氣體供給管38之氣體到達氣體擴散室36a，經由氣體流通孔36b及氣體噴出孔34a噴出至處理空間S。

【0022】

又，如圖1所示，電漿處理裝置10可進而具備接地導體12a。接地導體12a為大致圓筒狀之接地導體，且設置成自處理容器12之側壁起較上部電極30之高度位置向更上方延伸。

【0023】

又，於電漿處理裝置10中，沿著處理容器12之內壁裝卸自如地設置有積存物遮罩46。又，積存物遮罩46亦設置於支持部14之外周。積存物遮罩46防止蝕刻副產物(積存物)附著於處理容器12，可藉由於鋁材被覆 Y_2O_3 等陶瓷而構成。

【0024】

於處理容器12之底部側，在支持部14與處理容器12之內壁之間設置有排氣板48。排氣板48例如可藉由於鋁材被覆 Y_2O_3 等陶瓷而構成。於排氣板48之下方，在處理容器12設置有排氣口12e。排氣口12e經由排氣管52連接有排氣裝置50。排氣裝置50具有渦輪分子泵等真空泵，可將處理容器12內減壓至所需之真空度。又，於處理容器12之側壁設置有晶圓W之搬入搬出口12g，搬入搬出口12g可藉由閘閥54進行開閉。

【0025】

如上所述般構成之電漿處理裝置10由控制部100統一控制其動作。控制部100例如為電腦，對電漿處理裝置10之各部進行控制。電漿處理裝置10由控制部100統一控制其動作。

【0026】

[載置台之構成]

其次，對載置台16詳細地進行說明。圖2係表示實施形態之載置台之構成之一例之俯視圖。如上所述，載置台16具有靜電吸盤18及基台20。靜電吸盤18具有陶瓷製之本體部18m。本體部18m具有大致圓盤形狀。本體部18m提供載置區域18a及外周區域18b。載置區域18a係於俯視下為大致圓形之區域。於載置區域18a之上表面上載置晶圓W。即，載置區域18a之上表面作為載置晶圓W之載置面發揮功能。載置區域18a之直徑為與晶圓W大致相同之直徑，或略小於晶圓W之直徑。外周區域18b係包圍載置區域18a之區域，呈大致環狀延伸。於本實施形態中，外周區域18b之上表面處於較載置區域18a之上表面更低之位置。

【0027】

如圖2所示，靜電吸盤18於載置區域18a內具有靜電吸附用電極E1。如上所述，電極E1經由開關SW1連接於直流電源22。

【0028】

又，於載置區域18a內且電極E1之下方設置有複數個加熱器HT。於本實施形態中，載置區域18a被分割成複數個分割區域，且於各個分割區域設置有加熱器HT。例如，如圖2所示，於載置區域18a之中央之圓形區域內、及包圍該圓形區域之同心狀之複數個環狀區域設置有複數個加熱器HT。又，於複數個環狀區域之各者中，複數個加熱器HT排列於圓周方

向。再者，圖2所示之分割區域之分割方法為一例，並不限於此。載置區域18a亦可分割成更多個分割區域。例如，載置區域18a亦可分割成越接近外周，角度寬越小，徑向之寬度越窄之分割區域。加熱器HT經由設置於基台20之外周部分之未圖示之配線單獨連接於圖1所示之加熱器電源HP。加熱器電源HP於控制部100之控制下向各加熱器HT供給經單獨調整之電力。藉此，單獨控制各加熱器HT所產生之熱，從而單獨調整載置區域18a內之複數個分割區域之溫度。

【0029】

加熱器電源HP設置有檢測向各加熱器HT供給之供給電力之電力檢測部PD。再者，電力檢測部PD亦可與加熱器電源HP分開設置於供電力自加熱器電源HP流向各加熱器HT之配線。電力檢測部PD檢測向各加熱器HT供給之供給電力。例如，電力檢測部PD檢測電量[W]作為向各加熱器HT供給之供給電力。加熱器HT根據電量發熱。因此，向加熱器HT供給之電量表示加熱器功率。電力檢測部PD將表示所檢測到之向各加熱器HT之供給電力之電力資料通知給控制部100。

【0030】

又，載置台16於載置區域18a之各分割區域分別設置有可檢測加熱器HT之溫度之未圖示之溫度感測器。溫度感測器亦可為可與加熱器HT分開測定溫度之元件。又，溫度感測器亦可配置於供電力流向加熱器HT之配線，利用主要金屬之電阻與溫度上升成正比增加之性質，藉由測定對加熱器HT施加之電壓、電流求出電阻值，根據所求出之電阻值檢測溫度。由各溫度感測器所檢測到之感測器值發送至溫度測定器TD。溫度測定器TD根據各感測器值測定載置區域18a之各分割區域之溫度。溫度測定器TD將

表示載置區域18a之各分割區域之溫度之溫度資料通知給控制部100。

【0031】

進而，亦可藉由未圖示之傳熱氣體供給機構及氣體供給管線，將傳熱氣體、例如He氣體供給至靜電吸盤18之上表面與晶圓W之背面之間。

【0032】

[控制部之構成]

其次，對控制部100詳細地進行說明。圖3係表示對實施形態之電漿處理裝置進行控制之控制部之概略性構成之一例的方塊圖。控制部100設置有外部介面101、製程控制器102、使用者介面103、及記憶部104。

【0033】

外部介面101可與電漿處理裝置10之各部進行通訊，輸入輸出各種資料。例如，自電力檢測部PD向外部介面101輸入表示向各加熱器HT之供給電力之電力資料。又，自溫度測定器TD向外部介面101輸入表示載置區域18a之各分割區域之溫度之溫度資料。又，外部介面101向加熱器電源HP輸出對向各加熱器HT供給之供給電力進行控制之控制資料。

【0034】

製程控制器102具備CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)，對電漿處理裝置10之各部進行控制。

【0035】

使用者介面103包括供製程管理者為了對電漿處理裝置10進行管理而進行命令之輸入操作之鍵盤、及將電漿處理裝置10之運轉狀況可視化顯示之顯示器等。

【0036】

記憶部104中儲存有用以藉由製程控制器102之控制來實現使電漿處理裝置10執行之各種處理之控制程式(軟體)、記憶有處理條件資料等之製程配方、及進行電漿處理時之裝置或製程之相關參數等。再者，控制程式或處理條件資料等製程配方可使用儲存於電腦可讀取之電腦記錄媒體(例如硬碟、DVD(Digital Versatile Disc，數位多功能光碟)等光碟、軟碟、半導體記憶體等)等中之狀態者。又，製程配方亦可自其他裝置例如經由專用線路隨時傳輸而線上利用。

【0037】

製程控制器102具有用以儲存程式或資料之內部記憶體，讀出記憶部104中所記憶之控制程式，並執行所讀出之控制程式之處理。製程控制器102藉由使控制程式進行動作而作為各種處理部發揮功能。例如，製程控制器102具有加熱器控制部102a、測量部102b、參數運算部102c、輸出部102d、警告部102e、變更部102f、及設定溫度運算部102g之功能。再者，加熱器控制部102a、測量部102b、參數運算部102c、輸出部102d、警告部102e、變更部102f及設定溫度運算部102g之各功能亦可藉由複數個控制器來分散實現。

【0038】

此處，對影響晶圓W之溫度之能量之流動進行說明。圖4係模式性地表示影響晶圓之溫度之能量之流動之一例的圖。於圖4中簡化表示晶圓W、及包括靜電吸盤(ESC)18之載置台16。圖4之例就靜電吸盤18之載置區域18a之1個分割區域，表示影響晶圓W之溫度之能量之流動。載置台16具有靜電吸盤18及基台20。靜電吸盤18與基台20由接著層19接著。於靜電吸盤18之載置區域18a之內部設置有加熱器HT。於基台20之內部形成有

供冷媒流動之冷媒流路24。

【0039】

加熱器HT根據自加熱器電源HP供給之供給電力發熱，從而溫度上升。於圖4中，將向加熱器HT供給之供給電力表示為加熱器功率 P_h 。於加熱器HT中，產生加熱器功率 P_h 除以靜電吸盤18之設置有加熱器HT之區域之面積A所得之每單位面積之發熱量(熱通量) q_h 。

【0040】

又，於正在進行電漿處理之情形時，晶圓W因來自電漿之熱輸入而溫度上升。於圖4中，表示為自電漿向晶圓W之熱輸入量除以晶圓W之面積所得之每單位面積之來自電漿之熱通量 q_p 。

【0041】

已知來自電漿之熱輸入主要與向晶圓W照射之電漿中之離子量、與用以將電漿中之離子拉入晶圓W之偏壓電位的乘積成正比。向晶圓W照射之電漿中之離子量與電漿之電子密度成正比。電漿之電子密度與產生電漿時施加之來自第1高頻電源HFS之高頻電力HFS之功率成正比。又，電漿之電子密度依存於處理容器12內之壓力。用以將電漿中之離子拉入晶圓W之偏壓電位與產生偏壓電位時施加之來自第2高頻電源LFS之高頻電力LFS之功率成正比。又，用以將電漿中之離子拉入晶圓W之偏壓電位依存於處理容器12內之壓力。再者，於未將高頻電力LFS施加於載置台12之情形時，藉由產生電漿時所產生之電漿之電位(電漿電位)與載置台12之電位差，將離子拉入載置台。

【0042】

又，來自電漿之熱輸入包括藉由電漿之發光進行之加熱、電漿中之

電子及自由基向晶圓W之照射、離子與自由基在晶圓W上之表面反應等。該等成分亦依存於交流電力之功率或壓力。除此以外，來自電漿之熱輸入還依存於與電漿產生相關之裝置參數、例如載置台16與上部電極30之間隔距離或供給至處理空間S之氣體種類。

【0043】

傳導至晶圓W之熱向靜電吸盤18傳導。此處，晶圓W之熱並非全部傳導至靜電吸盤18，而是對應於晶圓W與靜電吸盤18之接觸程度等導熱難度而將熱傳導至靜電吸盤18。導熱難度、即熱阻係與熱對於傳熱方向之截面面積成反比。因此，於圖4中，以晶圓W與靜電吸盤18之表面間之每單位面積之熱阻 $R_{th} \cdot A$ 表示自晶圓W向靜電吸盤18之表面之熱之傳導難度。再者，A係設置有加熱器HT之區域之面積。 R_{th} 係設置有加熱器HT之整個區域之熱阻。又，於圖4中，以自晶圓W向靜電吸盤18表面之每單位面積之熱通量 q 表示自晶圓W向靜電吸盤18表面之熱輸入量。再者，晶圓W與靜電吸盤18之表面間之每單位面積之熱阻 $R_{th} \cdot A$ 依存於靜電吸盤18之表面狀態、為了保持晶圓W而自直流電源22施加之直流電壓之值、及供給至靜電吸盤18之上表面與晶圓W之背面之間的傳熱氣體之壓力。又，除此以外，熱阻 $R_{th} \cdot A$ 亦依存於與熱阻或熱導率相關之裝置參數。

【0044】

傳導至靜電吸盤18之表面之熱使靜電吸盤18之溫度上升，進而向加熱器HT傳導。於圖4中，以自靜電吸盤18表面向加熱器HT之每單位面積之熱通量 q_c 表示自靜電吸盤18表面向加熱器HT之熱輸入量。

【0045】

另一方面，藉由流經冷媒流路24之冷媒冷卻基台20，從而冷卻與其

接觸之靜電吸盤18。於圖4中，以自靜電吸盤18之背面向基台20之每單位面積之熱通量 q_{sus} 表示自靜電吸盤18之背面通過接著層19向基台20之排熱量。藉此，加熱器HT藉由排熱被冷卻，從而溫度降低。

【0046】

於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，加熱器HT成為傳導至加熱器HT之熱之熱輸入量及加熱器HT所產生之發熱量之總和、與自加熱器HT排出之排熱量相等之狀態。例如，於未將電漿點燃之未點燃狀態下，成為加熱器HT所產生之發熱量與自加熱器HT排出之排熱量相等之狀態。圖5A係模式性地表示未點燃狀態之能量之流動之一例之圖。於圖5A之例中，藉由自基台20進行冷卻，而自加熱器HT排出「100」之熱量。例如，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，於加熱器HT中，自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「100」之熱量。

【0047】

另一方面，例如於已將電漿點燃之點燃狀態下，成為向加熱器HT輸入之熱量及加熱器HT所產生之熱量之總和、與自加熱器HT排出之排熱量相等之狀態。圖5B係模式性地表示點燃狀態之能量之流動之一例之圖。此處，點燃狀態有過度狀態與恆定狀態。過度狀態例如為對於晶圓W或靜電吸盤18之熱輸入量多於排熱量，晶圓W或靜電吸盤18之溫度成為經時性上升傾向之狀態。恆定狀態為晶圓W或靜電吸盤18之熱輸入量與排熱量變得相等，而晶圓W或靜電吸盤18之溫度不再有經時性上升傾向，溫度變得大致固定之狀態。

【0048】

於圖5B之例中，亦藉由自基台20進行冷卻，自加熱器HT排出「100」之熱量。於點燃狀態之情形時，晶圓W藉由來自電漿之熱輸入而溫度上升直至成為恆定狀態。熱自晶圓W經由靜電吸盤18傳導至加熱器HT。於如上所述般以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，向加熱器HT輸入之熱量與自加熱器HT排出之熱量成為相等之狀態。對加熱器HT而言，將加熱器HT之溫度維持為固定所需之熱量降低。因此，向加熱器HT之供給電力降低。

【0049】

例如，於圖5B中，在設為「過度狀態」之例中，「80」之熱量自電漿向晶圓W傳導。傳導至晶圓W之熱向靜電吸盤18傳導。又，於晶圓W之溫度並非恆定狀態之情形時，傳導至晶圓W之熱之一部分作用於晶圓W之溫度上升。作用於晶圓W之溫度上升之熱量依存於晶圓W之熱容量。於是，自電漿傳導至晶圓W之「80」之熱量中之「60」之熱量自晶圓W向靜電吸盤18之表面傳導。傳導至靜電吸盤18之表面之熱向加熱器HT傳導。又，於靜電吸盤18之溫度並非恆定狀態之情形時，傳導至靜電吸盤18之表面之熱之一部分作用於靜電吸盤18之溫度上升。作用於靜電吸盤18之溫度上升之熱量依存於靜電吸盤18之熱容量。於是，傳導至靜電吸盤18之表面之「60」之熱量中之「40」之熱量向加熱器HT傳導。因此，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，在加熱器HT中自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「60」之熱量。

【0050】

又，於圖5B中，在設為「恆定狀態」之例中，「80」之熱量自電漿向晶圓W傳導。傳導至晶圓W之熱向靜電吸盤18傳導。又，於晶圓W之溫度

為恆定狀態之情形時，晶圓W成為熱輸入量與排熱量相等之狀態。因此，自電漿傳導至晶圓W之「80」之熱量自晶圓W向靜電吸盤18之表面傳導。傳導至靜電吸盤18之表面之熱向加熱器HT傳導。於靜電吸盤18之溫度為恆定狀態之情形時，靜電吸盤18成為熱輸入量與排熱量相等。因此，傳導至靜電吸盤18之表面之「80」之熱量向加熱器HT傳導。因此，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，於加熱器HT中自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「20」之熱量。

【0051】

如圖5A及圖5B所示，點燃狀態下向加熱器HT之供給電力較未點燃狀態降低。又，於點燃狀態下，向加熱器HT之供給電力降低直至成為恆定狀態為止。

【0052】

再者，如圖5A及圖5B所示，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，於「未點燃狀態」、「過度狀態」、「恆定狀態」之任一狀態下，均藉由自基台20進行冷卻，自加熱器HT排出「100」之熱量。即，自加熱器HT朝向對基台20之內部形成之冷媒流路24供給之冷媒的每單位面積之熱通量 q_{sus} 始終固定，自加熱器HT至冷媒之溫度梯度亦始終固定。因此，用於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之溫度感測器不必直接安裝於加熱器HT。例如，只要為靜電吸盤18之背面、接著層19之中、基台20之內部等加熱器HT與冷媒之間，加熱器HT與溫度感測器間之溫度差亦始終固定，使用處於加熱器HT與溫度感測器之間之材質所具有之熱導率、熱阻等算出溫度感測器與加熱器HT之間之溫度差(ΔT)，使溫度感測器中所檢測之溫度之值加上溫度差(ΔT)，藉此可輸出為加熱器

HT之溫度，從而可以使實際之加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制。

【0053】

圖6係表示晶圓W之溫度與向加熱器HT之供給電力之變化之一例之圖。圖6(A)表示晶圓W之溫度之變化。圖6(B)表示向加熱器HT之供給電力之變化。圖6之例表示以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制，自未將電漿點燃之未點燃狀態將電漿點燃，測定晶圓W之溫度與向加熱器HT之供給電力所得之結果之一例。晶圓W之溫度係使用由KLA-Tencor公司銷售之Etch Temp等溫度測量用晶圓進行測量。

【0054】

圖6之T1期間係未將電漿點燃之未點燃狀態。於T1期間內，向加熱器HT之供給電力成為固定。圖6之T2期間係已將電漿點燃之點燃狀態，且為過渡狀態。於T2期間內，向加熱器HT之供給電力降低。又，於T2期間內，晶圓W之溫度上升至固定溫度。圖6之T3期間係已將電漿點燃之點燃狀態。於T3期間內，晶圓W之溫度固定，成為恆定狀態。若靜電吸盤18亦成為恆定狀態，則向加熱器HT之供給電力變得大致固定，下降之傾向之變動穩定。圖6之T4期間係使電漿熄滅之未點燃狀態。於T4期間內，自電漿向晶圓W之熱輸入消失，因此晶圓W之溫度降低，向加熱器HT之供給電力增加。

【0055】

圖6之T2期間所示之過度狀態下向加熱器HT之供給電力降低之傾向根據自電漿向晶圓W之熱輸入量、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之熱阻等變化。

【0056】

圖7係模式性地表示點燃狀態之能量之流動之一例之圖。再者，圖7均為過渡狀態之例。例如，於圖7中，在設為「熱輸入量：小、熱阻：小」之例中，「80」之熱量自電漿向晶圓W傳導。自電漿傳導至晶圓W之「80」之熱量中之「60」之熱量自晶圓W向靜電吸盤18之表面傳導。然後，傳導至靜電吸盤18之表面之「60」之熱量中之「40」之熱量向加熱器HT傳導。例如，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，在加熱器HT中，自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「60」之熱量。

【0057】

又，於圖7中，在設為「熱輸入量：大、熱阻：小」之例中，「100」之熱量自電漿向晶圓W傳導。自電漿傳導至晶圓W之「100」之熱量中之「80」之熱量自晶圓W向靜電吸盤18之表面傳遞。然後，傳導至靜電吸盤18之表面之「80」之熱量中之「60」之熱量向加熱器HT傳導。例如，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，在加熱器HT中自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「40」之熱量。

【0058】

又，於圖7中，在設為「熱輸入量：小、熱阻：大」之例中，「80」之熱量自電漿向晶圓W傳導。自電漿傳導至晶圓W之「80」之熱量中之「40」之熱量自晶圓W向靜電吸盤18之表面傳導。傳導至靜電吸盤18之表面之「40」之熱量中之「20」之熱量向加熱器HT傳導。例如，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，在加熱器HT中自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「80」之熱量。

【0059】

如此，於將加熱器HT之溫度控制為固定之情形時，加熱器功率 P_h 根據自電漿向晶圓W之熱輸入量、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之熱阻變化。因此，圖6(B)中所示之T2期間向加熱器HT之供給電力降低之傾向根據自電漿向晶圓W之熱輸入量、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之熱阻等而變化。因此，T2期間向加熱器HT之供給電力之曲線圖可以自電漿向晶圓W之熱輸入量、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之熱阻作為參數而模型化。即，T2期間向加熱器HT之供給電力之變化可以自電漿向晶圓W之熱輸入量、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之熱阻作為參數，藉由運算式來模型化。

【0060】

於本實施形態中，將圖6(B)中所示之T2期間向加熱器HT之供給電力之變化模型化為每單位面積之式。例如，將點燃電漿後之經過時間設為 t ，將經過時間 t 之加熱器功率 P_h 設為 $P_{h(t)}$ ，將於經過時間 t 存在來自電漿之熱通量時每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 q_h 設為 $q_{h(t)}$ 。於該情形時，於經過時間 t 存在來自電漿之熱通量時每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 $q_{h(t)}$ 可表示為以下之式(2)。又，未將電漿點燃不存在來自電漿之熱通量時之恆定狀態下每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 q_{h_off} 可表示為以下之式(3)。又，靜電吸盤18之表面與加熱器間之每單位面積之熱阻 $R_{thc} \cdot A$ 可表示為以下之式(4)。熱通量 q_p 於有電漿產生之情形時與未產生電漿之情形時之熱通量 q_p 變化。將有電漿產生時之自電漿向晶圓W之每單位面積之熱通量 q_p 設為熱通量 q_{p_on} 。將自電漿向晶圓W之每單位面積之熱通量 q_{p_on} 、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之每單位面積之熱阻 $R_{th} \cdot A$ 作為參

數，將 a_1 、 a_2 、 a_3 、 λ_1 、 λ_2 、 τ_1 、 τ_2 表示為以下之式(5)-(11)時，存在來自電漿之熱通量時每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 $q_{h(t)}$ 可表示為以下之式(1)。

【0061】

[數式1]

$$q_{h(t)} = q_{h_off} - q_{P_on} - \frac{R_{th} \cdot A \cdot q_{P_on}}{R_{thc} \cdot A \cdot (\lambda_1 - \lambda_2)} \left\{ \left(1 + \frac{a_2 + a_3}{a_1 \cdot a_3} \cdot \lambda_2 \right) (2a_1 + 3\lambda_1) \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) - \left(1 + \frac{a_2 + a_3}{a_1 \cdot a_3} \cdot \lambda_1 \right) (2a_1 + 3\lambda_2) \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right\} \quad \cdots (1)$$

$$q_{h(t)} = \frac{P_{h(t)}}{A} \quad \cdots (2)$$

$$q_{h_off} = \frac{P_{h_off}}{A} \quad \cdots (3)$$

$$R_{thc} \cdot A = \frac{Z_c}{\kappa_c} \quad \cdots (4)$$

$$a_1 = \frac{1}{\rho_w \cdot C_w \cdot z_w \cdot R_{th} \cdot A} \quad \cdots (5)$$

$$a_2 = \frac{2}{\rho_c \cdot C_c \cdot z_c \cdot R_{th} \cdot A} \quad \cdots (6)$$

$$a_3 = \frac{2}{\rho_c \cdot C_c \cdot z_c \cdot R_{thc} \cdot A} \quad \cdots (7)$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{2} \left\{ -(a_1 + 2a_2 + 2a_3) + \sqrt{(a_1 + 2a_2 + 2a_3)^2 - 8a_1a_3} \right\} \quad \cdots (8)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{2} \left\{ -(a_1 + 2a_2 + 2a_3) - \sqrt{(a_1 + 2a_2 + 2a_3)^2 - 8a_1a_3} \right\} \quad \cdots (9)$$

$$\tau_1 = -\frac{1}{\lambda_1} \quad \cdots (10)$$

$$\tau_2 = -\frac{1}{\lambda_2} \quad \cdots (11)$$

【0062】

此處，

$P_{h(t)}$ 為於經過時間 t 存在來自電漿之熱通量時之加熱器功率[W]。

P_{h_off} 為不存在來自電漿之熱通量時之恆定狀態下之加熱器功率 [W/m²]。

$q_{h(t)}$ 為於經過時間 t 存在來自電漿之熱通量時每單位面積之來自加熱器 HT 之發熱量 [W/m²]。

q_{h_off} 為不存在來自電漿之熱通量時之恆定狀態下每單位面積之來自加熱器 HT 之發熱量 [W/m²]。

$R_{th} \cdot A$ 為自電漿向晶圓 W 之每單位面積之熱通量 [W/m²]。

$R_{thc} \cdot A$ 為靜電吸盤 18 之表面與加熱器間之每單位面積之熱阻 [K · m²/W]。

A 為設置有加熱器之區域之面積 [m²]。

ρ_w 為晶圓 W 之密度 [kg/m³]。

C_w 為晶圓 W 之每單位面積之熱容量 [J/K · m²]。

z_w 為晶圓 W 之厚度 [m]。

ρ_c 為構成靜電吸盤 18 之陶瓷之密度 [kg/m³]。

C_c 為構成靜電吸盤 18 之陶瓷之每單位面積之熱容量 [J/K · m²]。

z_c 為自靜電吸盤 18 之表面至加熱器 HT 之距離 [m]。

κ_c 為構成靜電吸盤 18 之陶瓷之熱導率 [W/K · m]。

t 為將電漿點燃後之經過時間 [sec]。

【0063】

關於式(5)所示之 a_1 ， $1/a_1$ 為表示晶圓 W 之加熱難度之時間常數。又，關於式(6)所示之 a_2 ， $1/a_2$ 為表示靜電吸盤 18 之熱之進入難度、加熱難度之

時間常數。又，關於式(7)所示之 a_3 ， $1/a_3$ 為表示靜電吸盤18之熱之滲透難度、加熱難度之時間常數。

【0064】

加熱器HT之面積 A 、晶圓W之密度 ρ_w 、晶圓W之每單位面積之熱容量 C_w 、晶圓W之厚度 z_w 、構成靜電吸盤18之陶瓷之密度 ρ_c 、構成靜電吸盤18之陶瓷之每單位面積之熱容量 C_c 、自靜電吸盤18之表面至加熱器HT之距離 z_c 、及構成靜電吸盤18之陶瓷之熱導 κ_c 係分別基於晶圓W或電漿處理裝置10之實際構成而預先決定。 $R_{thc} \cdot A$ 係根據熱導 κ_c 、距離 z_c 藉由式(4)而預先決定。

【0065】

每隔點燃電漿後之經過時間 t 存在來自電漿之熱通量時之加熱器功率 $P_{h(t)}$ 、及不存在來自電漿之熱通量時之恆定狀態下之加熱器功率 P_{h_Off} 可使用電漿處理裝置10藉由測量求出。然後，如式(2)及(3)所示，藉由使所求出之加熱器功率 $P_{h(t)}$ 及加熱器功率 P_{h_Off} 分別除以加熱器HT之面積 A ，可求出存在來自電漿之熱通量時每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 $q_{h(t)}$ 、及不存在來自電漿之熱通量時之恆定狀態下每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 q_{h_Off} 。

【0066】

並且，自電漿向晶圓W之每單位面積之熱通量 q_{p_on} 、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之每單位面積之熱阻 $R_{th} \cdot A$ 可藉由使用測量結果進行(1)式之擬合求出。

【0067】

又，圖6(A)中所示之T2期間晶圓W之溫度之曲線圖亦可以自電漿向

晶圓W之熱輸入量、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之熱阻作為參數而模型化。於本實施形態中，將T2期間之晶圓W之溫度之變化模型化為每單位面積之式。例如，將自電漿向晶圓W之每單位面積之熱通量 q_{p_on} 、及晶圓W與靜電吸盤18之表面間之每單位面積之熱阻 $R_{th} \cdot A$ 作為參數，並使用式(5)-(11)所示之 a_1 、 a_2 、 a_3 、 λ_1 、 λ_2 、 τ_1 、 τ_2 時，經過時間 t 之晶圓W之溫度 $T_{W(t)}[^\circ\text{C}]$ 可表示為以下之式(12)。

【0068】

[數式2]

$$T_{W(t)} = T_h + q_{p_on} \cdot (R_{th} \cdot A + R_{thc} \cdot A) + \frac{q_{p_on}}{\rho_w \cdot C_w \cdot z_w \cdot (\lambda_1 - \lambda_2)} \left\{ \left(1 + \frac{a_2 + a_3}{a_1 \cdot a_3} \cdot \lambda_2 \right) \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) - \left(1 + \frac{a_2 + a_3}{a_1 \cdot a_3} \cdot \lambda_1 \right) \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right\} \quad \cdots (12)$$

【0069】

此處，

$T_{W(t)}$ 為經過時間 t 之晶圓W之溫度 $[^\circ\text{C}]$ 。

T_h 為控制為固定之加熱器HT之溫度 $[^\circ\text{C}]$ 。

【0070】

加熱器HT之溫度 T_h 可基於實際上將晶圓W之溫度控制為固定時之條件求出。

【0071】

於藉由使用測量結果進行(1)式之擬合，求出了熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 之情形時，可根據式(12)算出晶圓W之溫度 T_W 。

【0072】

於經過時間 t 較式(10)、(11)所表示之時間常數 τ_1 、 τ_2 足夠長之情形、即計算使自圖6之T2期間之過渡狀態轉變為T3期間之恆定狀態後之晶圓W之溫度 T_w 成為目標溫度的加熱器HT之溫度 T_h 時，式(12)可省略為以下之式(13)。

【0073】

[數式3]

$$T_{w(t)} = T_h + q_{p_on} \cdot (R_{th} \cdot A + R_{thc} \cdot A) \quad \cdots (13)$$

【0074】

例如，藉由式(13)，可根據加熱器之溫度 T_h 、熱通量 q_{p_on} 、熱阻 $R_{th} \cdot A$ 、 $R_{thc} \cdot A$ 求出晶圓W之溫度 T_w 。

【0075】

然，電漿處理裝置10中，為了掌握電漿處理之狀況，希望檢測電漿處理中之電漿之狀態。例如於電漿處理裝置10中，希望檢測電漿之密度分佈作為電漿狀態。於電漿處理裝置10中，來自電漿之熱輸入量根據電漿之密度分佈變化。

【0076】

圖8係概略性地表示不同電漿之密度分佈下之未點燃狀態與過渡狀態之溫度變化之一例的圖。於圖8(A)~(D)中按時間序列表示電漿處理時之電漿密度之分佈、及載置台16之各分割區域之表面溫度變化。圖8(A)表示未點燃狀態。於未點燃狀態下，不產生電漿，於以各加熱器HT之溫度變成固定之方式對向各加熱器HT之供給電力進行控制之情形時，載置區域18a之各分割區域之溫度亦變成固定。圖8(B)~(D)表示過渡狀態。電漿密度較高之區域之自電漿向載置區域18a之熱輸入量多。電漿密度較低之區

域之自電漿向載置區域18a之熱輸入量少。例如，於所產生之電漿之密度分佈如圖8(B)~(D)所示般在載置區域18a之中心較高，在中間較低之情形時，載置區域18a之中心之熱輸入量變多。因此，載置區域18a之中心之表面溫度較中間附近更上升。於以各加熱器HT之溫度變成固定之方式對向各加熱器HT之供給電力進行控制之情形時，使載置區域18a之表面溫度之上升量降低，因此向加熱器HT之供給電力降低。載置區域18a之中心之加熱器HT由於熱輸入量較多，故而供給電力較中間附近之加熱器HT更大幅度地降低。

【0077】

圖9係模式性地表示未點燃狀態與過渡狀態之能量之流動之一例的圖。再者，於圖9之例中，將載置區域18a分為載置區域18a之中心附近即中央部(Center)、包圍中央部之中間部(Middle)、包圍中間部之載置區域18a之邊緣附近即邊緣部(Edge)3個區域。電漿之密度分佈與圖8(B)~(D)同樣地假定為在載置區域18a之中心較高，在中間較低。

【0078】

於圖9中所示之未點燃狀態下，藉由自基台20進行冷卻，自加熱器HT排出「100」之熱量。例如，於以加熱器HT之溫度變成固定之方式進行控制之情形時，在加熱器HT中自加熱器電源HP藉由加熱器功率 P_h 產生「100」之熱量。藉此，成為加熱器HT中產生之熱量、與自加熱器HT出熱之熱量相等之狀態。

【0079】

另一方面，於圖9中所示之過渡狀態下，由於載置區域18a之中心之電漿之密度分佈高於中間，故而載置區域18a之中央部(Center)之熱輸入

量成為「大」，中間部(Middle)之熱輸入量成為「中」，邊緣部(Edge)之熱輸入量成為「小」。例如，於設為中央部、中間部、邊緣部之熱阻相同之情形時，於中央部(Center)，自電漿熱輸入「100」之熱量，「60」之熱量向加熱器HT傳導。於中間部(Middle)，自電漿熱輸入「80」之熱量，「40」之熱量向加熱器HT傳導。於邊緣部(Edge)，自電漿熱輸入「40」之熱量，「20」之熱量向加熱器HT傳導。

【0080】

圖10係表示晶圓W之溫度與向加熱器HT之供給電力之變化之一例之圖。圖10(A)表示中央部(Center)、中間部(Middle)、邊緣部(Edge)之晶圓W之溫度之變化。圖10(B)表示中央部(Center)、中間部(Middle)、邊緣部(Edge)之向加熱器HT之供給電力之變化。如圖10(B)所示，供給電力之波形亦根據熱輸入量變化。因此，測量未點燃狀態與過渡狀態下之各區域之向加熱器HT之供給電力，使用每個區域之測量結果進行(1)式之擬合，藉此可求出各區域之熱輸入量。然後，可根據各區域之熱輸入量求出電漿之密度分佈。即，實施形態之電漿處理裝置10不於處理容器12內配置感測器便可檢測電漿狀態。

【0081】

返回圖3。加熱器控制部102a對各加熱器HT之溫度進行控制。例如，加熱器控制部102a向加熱器電源HP輸出指示向各加熱器HT之供給電力之控制資料，控制自加熱器電源HP向各加熱器HT供給之供給電力，藉此控制各加熱器HT之溫度。

【0082】

於電漿處理時，在加熱器控制部102a中設定各加熱器HT之目標設定

溫度。例如，於加熱器控制部102a中，對載置區域18a之各分割區域單獨設定作為目標之晶圓W之目標溫度作為該分割區域之加熱器HT之設定溫度。目標溫度例如為使對晶圓W進行之電漿蝕刻之精度變得最良好之溫度。

【0083】

加熱器控制部102a於電漿處理時，以各加熱器HT成為所設定之設定溫度之方式控制向各加熱器HT之供給電力。例如，加熱器控制部102a對於每個分割區域，將對外部介面101輸入之溫度資料所示之載置區域18a之各分割區域之溫度與該分割區域之設定溫度進行比較。然後，加熱器控制部102a分別特定出溫度低於設定溫度之分割區域、及溫度高於設定溫度之分割區域。加熱器控制部102a向加熱器電源HP輸出使對溫度低於設定溫度之分割區域之供給電力增加，使對溫度高於設定溫度之分割區域之供給電力減少之控制資料。

【0084】

測量部102b使用對外部介面101輸入之電力資料所示之向各加熱器HT之供給電力，測量向各加熱器HT之供給電力。例如，測量部102b於藉由加熱器控制部102a以各加熱器HT之溫度變成固定之方式控制向各加熱器HT之供給電力時，測量未將電漿點燃之未點燃狀態下之向各加熱器HT之供給電力。又，測量部102b測量過渡狀態下之向各加熱器HT之供給電力，該過渡狀態為自將電漿點燃後起至向各加熱器HT之供給電力降低之傾向之變動穩定為止。

【0085】

例如，測量部102b於加熱器控制部102a以各加熱器HT之溫度成為固

定之設定溫度之方式對向各加熱器HT之供給電力進行控制之狀態下，測量電漿處理之開始前電漿未點燃狀態下之向各加熱器HT之供給電力。又，測量部102b測量過渡狀態下之向各加熱器HT之供給電力，該過渡狀態為自將電漿點燃後起至向各加熱器HT之供給電力降低之傾向之變動穩定為止。未點燃狀態下之向各加熱器HT之供給電力只要利用各加熱器HT至少測量1次即可，亦可測量複數次將平均值設為未點燃狀態之供給電力。過渡狀態下之向各加熱器HT之供給電力只要測量2次以上即可。測量供給電力之測量時點較佳為供給電力降低之傾向較大之時點。又，於測量次數較少之情形時，測量時點較佳為相隔特定期間以上。於本實施形態中，測量部102b於電漿處理之期間內以特定週期(例如0.1秒週期)測量向各加熱器HT之供給電力。藉此，多次測量過渡狀態下之向各加熱器HT之供給電力。

【0086】

測量部102b以特定循環測量未點燃狀態、與過渡狀態之向各加熱器HT之供給電力。例如，測量部102b於每次交換晶圓W，並將所交換之晶圓W載置於載置台16進行電漿處理時，測量未點燃狀態、與過渡狀態之向各加熱器HT之供給電力。再者，例如，參數運算部102c亦可於每次電漿處理時測量未點燃狀態、與過渡狀態之向各加熱器HT之供給電力。

【0087】

參數運算部102c對於每個加熱器HT，使用以來自電漿之熱輸入量及晶圓W與加熱器HT間之熱阻作為參數而計算過渡狀態之供給電力之運算模型，算出熱輸入量及熱阻。例如，參數運算部102c使用由測量部102b所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力對運算模型進行擬合，算出熱

輸入量及熱阻。

【0088】

例如，參數運算部102c對每個加熱器HT求出每隔經過時間 t 之未點燃狀態之加熱器功率 P_{h_off} 。又，參數運算部102c對每個加熱器HT求出每隔經過時間 t 之過渡狀態之加熱器功率 $P_{h(t)}$ 。然後，參數運算部102c藉由使所求出之加熱器功率 $P_{h(t)}$ 、及加熱器功率 P_{h_off} 分別除以每個加熱器HT之面積，求出每隔經過時間 t 之未點燃狀態下每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 q_{h_off} 、及每隔經過時間 t 之過渡狀態下每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 $q_{h(t)}$ 。

【0089】

參數運算部102c使用上述式(1)-(11)作為運算模型，對每個加熱器HT進行每隔經過時間 t 之每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 $q_{h(t)}$ 、及每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 q_{h_off} 之擬合，算出誤差變得最小之熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 。

【0090】

參數運算部102c以特定循環使用所測得之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力算出熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 。例如，參數運算部102c於每次交換晶圓W時，使用在將該晶圓W載置於載置台16之狀態下所測得之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力算出熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 。再者，例如，參數運算部102c亦可於每次電漿處理時，使用未點燃狀態與過渡狀態之供給電力算出熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 。

【0091】

輸出部102d控制各種資訊之輸出。例如，輸出部102d以特定循環輸

出基於由參數運算部102c算出之熱通量 q_{p_on} 之資訊。例如，輸出部102d基於由參數運算部102c算出之每個加熱器HT之熱通量 q_{p_on} ，將表示電漿之密度分佈之資訊輸出至使用者介面103。例如，輸出部102d於每次交換晶圓W時，將表示對該晶圓W進行電漿處理時之電漿之密度分佈的資訊輸出至使用者介面103。再者，輸出部102d亦可將表示電漿之密度分佈之資訊作為資料向外部裝置輸出。

【0092】

圖11A係表示顯示電漿之密度分佈之資訊之輸出之一例的圖。於圖11A之例中，在設置有加熱器HT之載置區域18a之每個分割區域以圖案顯示該分割區域之熱通量 q_{p_on} 。

【0093】

圖11B係表示顯示電漿之密度分佈之資訊之輸出之一例的圖。於圖11B之例中，表示央部(Center)、中間部(Middle)、邊緣部(Edge)之熱通量 q_{p_on} 。

【0094】

藉此，製程管理者或電漿處理裝置10之管理者可掌握電漿狀態。

【0095】

然，電漿處理裝置10存在電漿狀態發生異常之情況。例如，電漿處理裝置10存在如下情況：因靜電吸盤18之大幅度消耗或積存物之附著等導致處理容器12內之特性變化，電漿狀態變成不適合電漿處理之異常狀態。又，電漿處理裝置10亦存在被搬入異常晶圓W之情況。

【0096】

因此，警告部102e基於由參數運算部102c以特定循環算出之熱輸入

量、或熱輸入量之變化進行警告。例如，警告部102e於以特定循環由參數運算部102c算出之熱通量 q_{p_on} 為特定之容許範圍以外之情形時進行警告。又，警告部102e於以特定循環由參數運算部102c算出之熱通量 q_{p_on} 變化了特定之容許值以上之情形時進行警告。警告係只要可向步驟管理者或電漿處理裝置10之管理者等人報告異常，可為任何方式。例如，警告部102e於使用者介面103顯示報告異常之訊息。

【0097】

藉此，本實施形態之電漿處理裝置10可於因處理容器12內之特性、或異常晶圓W之搬入等導致電漿狀態變得異常之情形時，報告異常之發生。

【0098】

變更部102f基於表示電漿之密度分佈之資訊，以使對晶圓W進行之電漿處理均等化之方式變更電漿處理之控制參數。

【0099】

此處，電漿蝕刻包括自由基之表面吸附、由熱能引起之脫附及由離子碰撞引起之脫附之因素。圖12係模式性地表示電漿蝕刻之圖。圖12之例係將利用 O_2 氣體對有機膜之表面進行電漿蝕刻之狀態模型化而成者。有機膜之表面係藉由O自由基之吸附、與由熱能引起之脫附及由離子碰撞引起之脫附之協同作用而被蝕刻。

【0100】

電漿蝕刻之蝕刻速率(E/R)可表示為以下之式(14)。

【0101】

[數式4]

$$E/R = \frac{1}{n_c} \cdot \frac{1}{\frac{1}{K_d + kE_i \cdot \Gamma_{ion}} + \frac{1}{s \cdot \Gamma_{radical}}} \quad \cdots (14)$$

【0102】

此處，

n_c 為表示被蝕刻膜之材質之值。

$\Gamma_{radical}$ 為自由基之供給量。

s 為向表面之吸附概率。

K_d 為熱反應速度。

Γ_{ionl} 為離子入射量。

E_i 為離子能量。

K 為離子性脫離之反應概率。

【0103】

式(14)之「 K_d 」部分表示由熱能引起之脫附。「 $kE_i \cdot \Gamma_{ionl}$ 」部分表示由離子碰撞引起之脫附。「 $s \cdot \Gamma_{radical}$ 」部分表示自由基之表面吸附。

【0104】

電漿之濃度分佈影響由離子碰撞引起之脫附，式(14)之「 $kE_i \cdot \Gamma_{ionl}$ 」部分根據電漿之濃度變化。蝕刻速率亦根據「 K_d 」部分、或「 $s \cdot \Gamma_{radical}$ 」部分變化。因此，藉由與電漿之密度分佈對應地改變「 K_d 」部分、或「 $s \cdot \Gamma_{radical}$ 」部分，可使蝕刻速率均等化。變更部102f基於表示電漿之密度分佈之資訊，以使對晶圓W進行之電漿處理均等化之方式變更影響「 K_d 」部分、或「 $s \cdot \Gamma_{radical}$ 」部分之電漿處理之控制參數。

【0105】

例如，「 K_d 」部分例如根據晶圓W之溫度變化。又，「 $s \cdot \Gamma_{radical}$ 」部

分根據形成電漿之氣體之濃度變化。

【0106】

變更部102f基於表示電漿之密度分佈之資訊，變更載置區域18a之每個分割區域之晶圓W之溫度之目標溫度。例如，變更部102f對於電漿密度較高之分割區域，以由熱能引起之脫附減少之方式變更目標溫度。例如，變更部102f將目標溫度變更得較低。又，變更部102f對於電漿密度較低之分割區域，以由熱能引起之脫附增加之方式變更目標溫度。例如，變更部102f將目標溫度變更得較高。再者，於上部電極30構成為可對將下表面分割而成之每個分割區域變更噴出之氣體之濃度時，變更部102f亦可基於表示電漿之密度分佈之資訊，對上部電極30之每個分割區域變更噴出之氣體之濃度。例如，變更部102f將電漿密度較高之分割區域之氣體之濃度變更得較低。又，變更部102f將電漿密度較低之分割區域之氣體之濃度變更得較高。變更部102f亦可組合進行變更每個分割區域之晶圓W之溫度之目標溫度、與變更對上部電極30之每個分割區域噴出之氣體之濃度。

【0107】

設定溫度運算部102g對每個加熱器HT，使用所算出之熱輸入量及熱阻算出使晶圓W成為目標溫度之加熱器HT之設定溫度。例如，設定溫度運算部102g對於每個加熱器HT，將所算出之熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 代入式(5)、(6)、(12)。然後，設定溫度運算部102g對於每個加熱器HT，使用式(5)-(11)所示之 a_1 、 a_2 、 a_3 、 λ_1 、 λ_2 、 τ_1 、 τ_2 ，根據式(12)算出使晶圓W之溫度 T_w 成為目標溫度之加熱器HT之溫度 T_h 。例如，設定溫度運算部102g將經過時間 t 設為可視為恆定狀態之較大之特定值，算出使晶圓W之溫度 T_w 成為目標溫度之加熱器HT之溫度 T_h 。所算出之加熱器HT之溫度

T_h 係使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度。再者，使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度 T_h 亦可自式(13)求出。

【0108】

再者，設定溫度運算部102g亦可根據式(12)以如下方式算出當前之加熱器HT之溫度 T_h 下之晶圓W之溫度 T_w 。例如，設定溫度運算部102g算出於當前之加熱器HT之溫度 T_h 下，將經過時間 t 設為可視為恆定狀態之較大之特定值時晶圓W之溫度 T_w 。其次，設定溫度運算部102g算出所算出之溫度 T_w 與目標溫度之差量 ΔT_w 。然後，設定溫度運算部102g亦可算出自當前之加熱器HT之溫度 T_h 減去差量 ΔT_w 所得之溫度作為使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度。

【0109】

設定溫度運算部102g將加熱器控制部102a之各加熱器HT之設定溫度修正為使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度。

【0110】

設定溫度運算部102g以特定循環算出使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度，對各加熱器HT之設定溫度進行修正。例如，設定溫度運算部102g於每次交換晶圓W時算出使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度，各加熱器HT之設定溫度進行修正。再者，例如，設定溫度運算部102g亦可於每次電漿處理時算出使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度，對各加熱器HT之設定溫度進行修正。

【0111】

藉此，本實施形態之電漿處理裝置10可將電漿處理中之晶圓W之溫度精度良好地控制為目標溫度。

【0112】**[控制之流程]**

其次，對使用本實施形態之電漿處理裝置10之電漿狀態檢測方法進行說明。圖13係表示實施形態之電漿狀態檢測及電漿狀態控制之處理之流程之一例的流程圖。該處理係於特定時點、例如開始電漿處理之時點執行。

【0113】

加熱器控制部102a以各加熱器HT成為設定溫度之方式控制向各加熱器HT之供給電力(步驟S10)。

【0114】

測量部102b於加熱器控制部102a以各加熱器HT之溫度成為固定之設定溫度之方式對向各加熱器HT之供給電力進行控制之狀態下，測量未點燃狀態與過渡狀態下之向各加熱器HT之供給電力(步驟S11)。

【0115】

參數運算部102c對於每個加熱器HT，使用藉由使所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力除以加熱器HT之面積所求出之每單位面積之來自加熱器HT之發熱量對運算模型進行擬合，算出熱輸入量及熱阻(步驟S12)。例如，參數運算部102c使用上述式(1)-(11)作為運算模型，對於每個加熱器HT，進行每隔經過時間 t 之每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 $q_{h(t)}$ 、及每單位面積之來自加熱器HT之發熱量 q_{h_off} 之擬合，算出誤差變得最小之熱通量 q_{p_on} 及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 。

【0116】

輸出部102d輸出基於由參數運算部102c算出之熱輸入量之資訊(步驟

S13)。例如，輸出部102d基於由參數運算部102c算出之每個加熱器HT之熱通量 q_{p_on} ，將表示電漿之密度分佈之資訊輸出至使用者介面103。

【0117】

變更部102f基於表示電漿之密度分佈之資訊，以使對晶圓W進行之電漿處理均等化之方式變更電漿處理之控制參數(步驟S14)。例如，變更部102f基於表示電漿之密度分佈之資訊，變更載置區域18a之每個分割區域之晶圓W之溫度之目標溫度。

【0118】

設定溫度運算部102g對每個加熱器HT，使用所算出之熱輸入量及熱阻算出使晶圓W成為目標溫度之加熱器HT之設定溫度(步驟S15)。例如，設定溫度運算部102g對於每個加熱器HT，將算出之熱通量 q_{p_on} 、及熱阻 $R_{th} \cdot A$ 代入式(5)、(6)、(12)。然後，設定溫度運算部102g使用式(5)-(11)所示之 a_1 、 a_2 、 a_3 、 λ_1 、 λ_2 、 τ_1 、 τ_2 ，根據式(12)算出晶圓W之溫度 T_w 成為目標溫度之加熱器HT之溫度 T_h 。再者，使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之溫度 T_h 亦可根據式(13)求出。

【0119】

設定溫度運算部102g將加熱器控制部102a之各加熱器HT之設定溫度修正為使晶圓W之溫度成為目標溫度之加熱器HT之設定溫度(步驟S16)，結束處理。

【0120】

如此，本實施形態之電漿處理裝置10具有：載置台16、加熱器控制部102a、測量部102b、參數運算部102c、及輸出部102d。載置台16設置有可對供載置晶圓W之載置面之溫度進行調整之加熱器HT。加熱器控制

部102a以加熱器HT成為所設定之設定溫度之方式控制向加熱器HT之供給電力。測量部102b於藉由加熱器控制部102a以加熱器HT之溫度變成固定之方式控制向加熱器HT之供給電力時，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向加熱器HT之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力。參數運算部102c對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數且算出過渡狀態之供給電力之運算模型，使用由測量部102b所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出熱輸入量。輸出部102d輸出基於由參數運算部102c算出之熱輸入量之資訊。藉此，電漿處理裝置10不於處理容器12內配置感測器便可檢測電漿狀態。

【0121】

又，本實施形態之電漿處理裝置10係於將載置台16之載置面分割而成之每個區域分別設置有加熱器HT。加熱器控制部102a以每個區域所設置之加熱器HT成為對每個區域所設定之設定溫度之方式，對每個加熱器HT控制供給電力。測量部102b於藉由加熱器控制部102a以溫度變成固定之方式對每個加熱器HT控制供給電力時，對每個加熱器HT測量未點燃狀態、與過渡狀態下之供給電力。參數運算部102c對於每個加熱器HT，使用由測量部102b所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力對運算模型進行擬合，對每個加熱器HT算出熱輸入量。輸出部102d基於由參數運算部102c算出之每個加熱器HT之熱輸入量，輸出表示電漿之密度分佈之資訊。藉此，電漿處理裝置10不於處理容器12內配置感測器便可提供表示電漿處理時之電漿之密度分佈之資訊。

【0122】

又，本實施形態之電漿處理裝置10進而具有變更部102f。變更部

102f基於電漿之密度分佈，以使對晶圓W進行之電漿處理均等化之方式變更電漿處理之控制參數。藉此，電漿處理裝置10可使對晶圓W進行之電漿處理均等化。

【0123】

又，本實施形態之電漿處理裝置10進而具有警告部102e。警告部102e基於由輸出部102d輸出之資訊或該資訊之變化進行警告。藉此，電漿處理裝置10可於電漿狀態發生異常之情形時進行警告。

【0124】

以上，對實施形態進行了說明，但應認為本次所揭示之實施形態之全部內容均為示例，而非對本發明之限制。實際上，上述實施形態可以多種形態實現。又，上述實施形態亦可於不脫離申請專利範圍及其主旨之情況下以各種形態進行省略、置換、變更。

【0125】

例如，於上述實施形態中，以將半導體晶圓作為被處理物進行電漿處理之情形為例進行了說明，但並不限於此。被處理物只要為溫度影響電漿處理之進行者，可隨意。例如，被處理物亦可為玻璃基板等。

【0126】

又，於上述實施形態中，以進行電漿蝕刻作為電漿處理之情形為例進行了說明，但並不限於此。電漿處理只要為使用電漿之處理，可隨意。例如，作為電漿處理，可列舉化學氣相沈積法(CVD)、原子層沈積法(ALD)、灰化、電漿摻雜、電漿退火等。

【0127】

又，於上述實施形態中，電漿處理裝置10係於基台20連接有電漿產

生用第1高頻電源HFS及偏壓電力用第2高頻電源LFS，但並不限於此。電漿產生用第1高頻電源HFS亦可經由整合器MU連接於上部電極30。

【0128】

又，於上述實施形態中，電漿處理裝置10為電容耦合型平行平板電漿處理裝置，但可用於任意電漿處理裝置。例如，電漿處理裝置10亦可為任意類型之電漿處理裝置，如感應耦合型之電漿處理裝置、藉由微波等表面波來激發氣體之電漿處理裝置。

【0129】

又，於上述實施形態中，以變更部102f基於表示電漿之密度分佈之資訊，變更載置區域18a之每個分割區域之晶圓W之溫度之目標溫度之情形為例進行了說明，但並不限於此。例如，於設為可對將上部電極30之下表面分割而成之每個分割區域、或類似之每個分割區域變更產生電漿時之電漿密度之分佈之構成時，變更部102f亦可基於表示電漿之密度分佈之資訊，對電漿產生之每個分割變更電漿密度。再者，所謂可對每個分割區域變更電漿密度之分佈之構成，作為一例，於電容耦合型平行平板電漿處理裝置之情形時，可列舉將上部電極30分割為各個分割區域，對所分割之每個上部電極連接可產生不同高頻電力之複數個第1高頻電源HFS的構成。又，於感應耦合型電漿處理裝置之情形時，可列舉將電漿產生用天線劃分為各個分割區域，對所分割之每個天線連接可產生不同高頻電力之複數個第1高頻電源HFS的構成。

【0130】

又，於上述實施形態中，以在將載置台16之載置區域18a分割而成之各分割區域設置有加熱器HT之情形為例進行了說明，但並不限於此。亦

可於載置台16之整個載置區域18a設置1個加熱器HT，測量未點燃狀態與過渡狀態下之向該加熱器HT之供給電力，對於運算模型進行測量結果之擬合，算出熱輸入量。所算出之熱輸入量為電漿整體之熱輸入量，因此可根據所算出之熱輸入量檢測電漿整體之狀態。

【0131】

又，於上述實施形態中，如圖2所示，以將載置台16之載置區域18a分割為中央之圓形區域內、及包圍該圓形區域之同心狀之複數個環狀區域之情形為例進行了說明，但並不限於此。圖14係表示實施形態之載置台之載置面之分割之一例的俯視圖。例如，亦可如圖14所示，將載置台16之載置區域18a分割成格子狀，於各分割區域設置加熱器HT。藉此，可對格子狀之每個分割區域檢測熱輸入量，可更詳細地求出電漿之密度分佈。

【符號說明】

【0132】

10	電漿處理裝置
12	處理容器
12a	接地導體
12e	排氣口
12g	搬入搬出口
14	支持部
16	載置台
18	靜電吸盤
18a	載置區域
18b	外周區域

18m	本體部
19	接著層
20	基台
22	直流電源
24	冷媒流路
26a	配管
26b	配管
30	上部電極
32	絕緣性遮蔽構件
34	電極板
34a	氣體噴出孔
36	電極支持體
36a	氣體擴散室
36b	氣體流通孔
36c	氣體導入口
38	氣體供給管
40	氣體源組
42	閥組
44	流量控制器組
46	積存物遮罩
48	排氣板
50	排氣裝置
52	排氣管

54	閘閥
100	控制部
101	外部介面
102	製程控制器
102a	加熱器控制部
102b	測量部
102c	參數運算部
102d	輸出部
102e	警告部
102f	變更部
102g	設定溫度運算部
103	使用者介面
104	記憶部
E1	電極
FR	聚焦環
HFS	第1高頻電源
HP	加熱器電源
HT	加熱器
LFS	第2高頻電源
MU1	整合器
MU2	整合器
PD	電力檢測部
TD	溫度測定器

S	處理空間
SW1	開關
W	晶圓
S10~S16	步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種電漿處理裝置，其具有：

載置台，其設置有可對載置成為電漿處理對象之被處理物之載置面之溫度進行調整之加熱器；

加熱器控制部，其以上述加熱器成為所設定之設定溫度之方式控制向上述加熱器之供給電力；

測量部，其於藉由上述加熱器控制部以上述加熱器之溫度變成固定之方式控制向上述加熱器之供給電力，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向上述加熱器之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力；

參數運算部，其對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數且算出上述過渡狀態之供給電力之運算模型，使用由上述測量部所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出上述熱輸入量；及

輸出部，其輸出基於由上述參數運算部算出之上述熱輸入量之資訊。

【第2項】

如請求項1之電漿處理裝置，其中

上述載置台係於將上述載置面分割而成之每個區域分別設置有上述加熱器，

上述加熱器控制部以每個區域所設置之上述加熱器成為對每個區域所設定之設定溫度之方式對每個上述加熱器控制供給電力，

上述測量部於藉由上述加熱器控制部對每個上述加熱器以上述加熱器之溫度變成固定之方式控制供給電力時，對每個上述加熱器測量上述未

點燃狀態、與上述過渡狀態下之供給電力，

上述參數運算部對於每個上述加熱器，使用由上述測量部所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力對上述運算模型進行擬合，從而對每個上述加熱器算出上述熱輸入量，

上述輸出部基於由上述參數運算部算出之每個上述加熱器之上述熱輸入量，輸出表示電漿之密度分佈之資訊。

【第3項】

如請求項2之電漿處理裝置，其進而具有變更部，其基於上述電漿之密度分佈，以使對上述被處理物進行之電漿處理均等化之方式變更電漿處理之控制參數。

【第4項】

如請求項1至3中任一項之電漿處理裝置，其進而具有警告部，其基於由上述輸出部輸出之資訊或該資訊之變化進行警告。

【第5項】

一種電漿狀態檢測方法，其特徵在於由電腦執行如下處理：

以設置有加熱器之載置台之上述加熱器之溫度變成固定之方式，控制向上述加熱器之供給電力，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向上述加熱器之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力，上述加熱器可對載置成為電漿處理對象之被處理物之載置面之溫度進行調整；

對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數而算出上述過渡狀態之供給電力之運算模型，使用所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出上述熱輸入量；及

輸出基於所算出之上述熱輸入量之資訊。

【第6項】

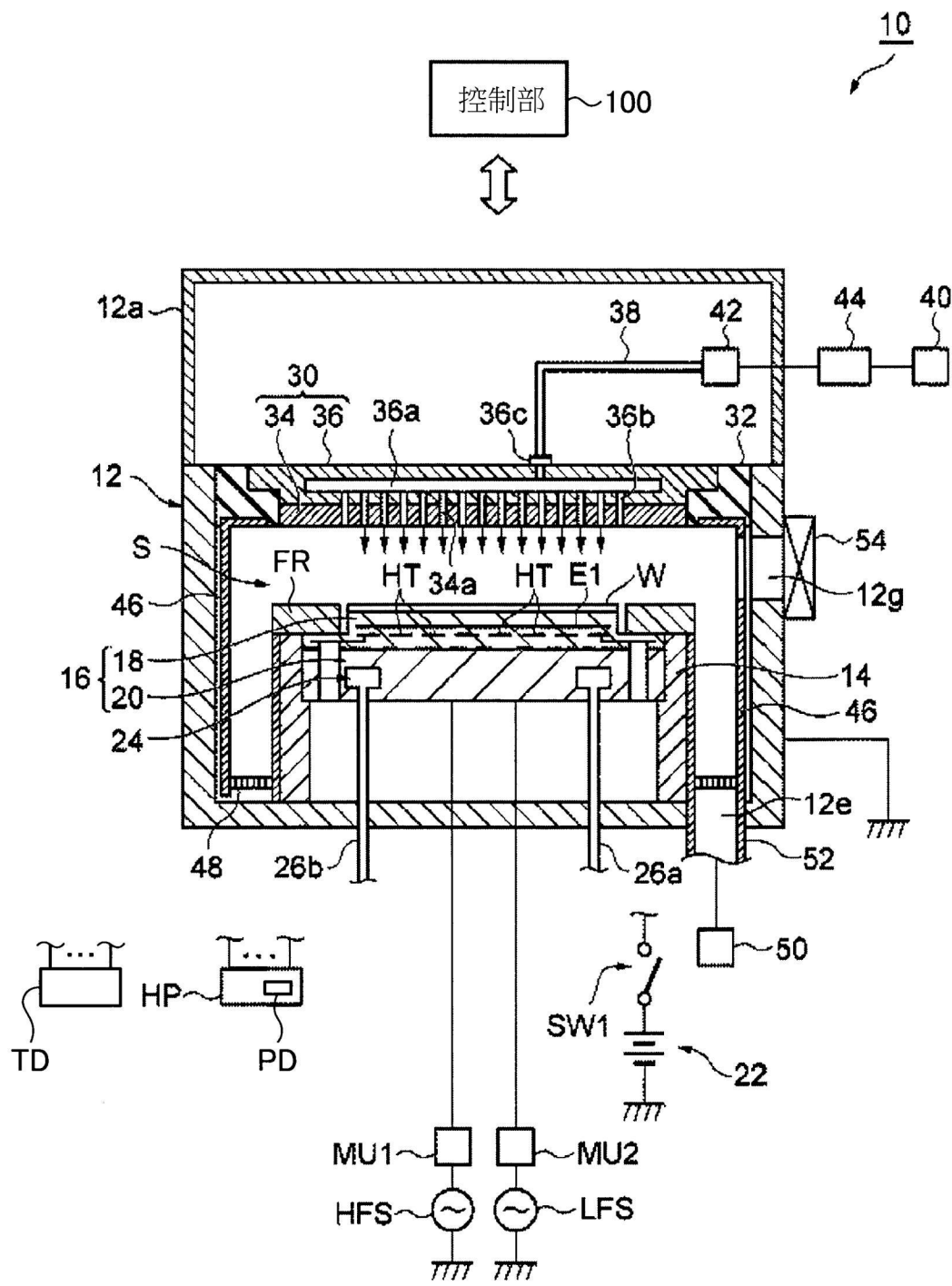
一種電漿狀態檢測程式，其特徵在於使電腦執行下述處理：

以設置有加熱器之載置台之上述加熱器之溫度變成固定之方式，控制向上述加熱器之供給電力，測量未將電漿點燃之未點燃狀態、與將電漿點燃後向上述加熱器之供給電力降低之過渡狀態下之供給電力，上述加熱器可對載置成為電漿處理對象之被處理物之載置面之溫度進行調整；

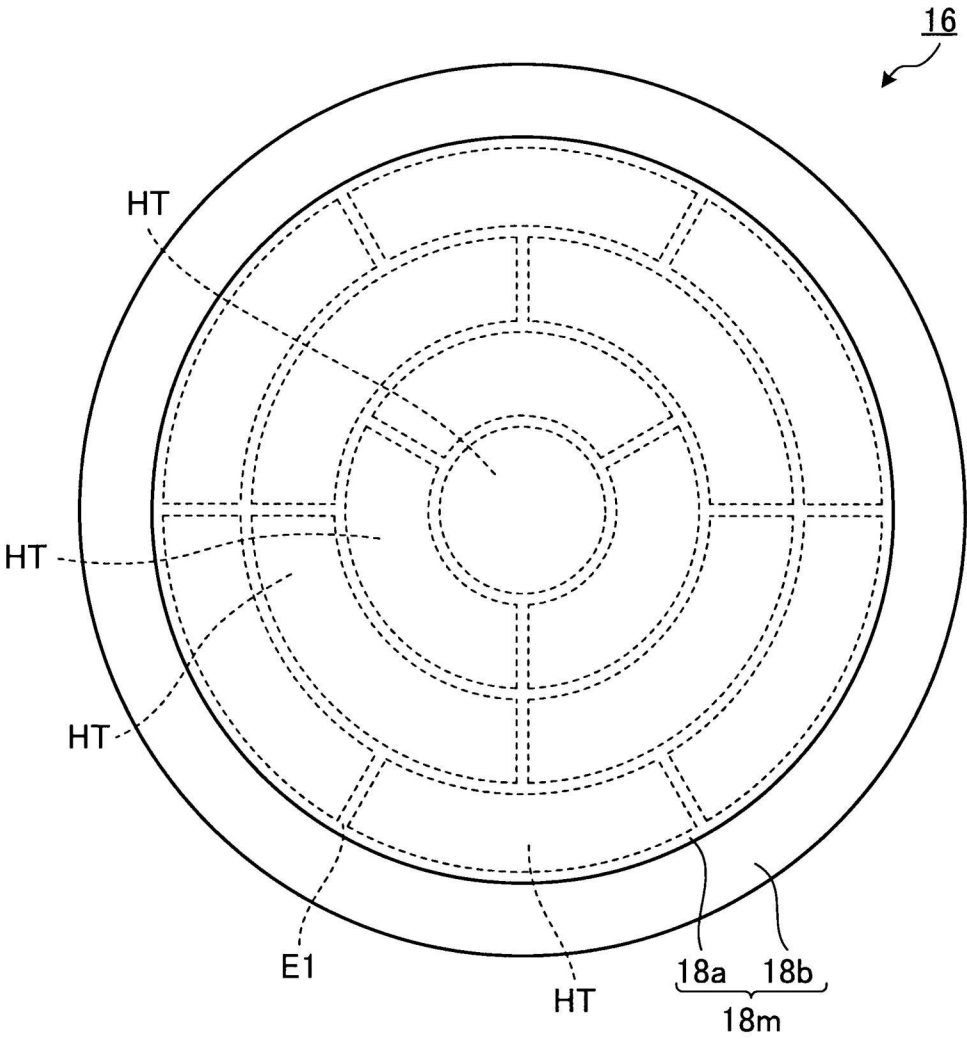
對於包含來自電漿之熱輸入量作為參數而算出上述過渡狀態之供給電力之運算模型，使用所測量之未點燃狀態與過渡狀態之供給電力進行擬合，算出上述熱輸入量；及

輸出基於所算出之上述熱輸入量之資訊。

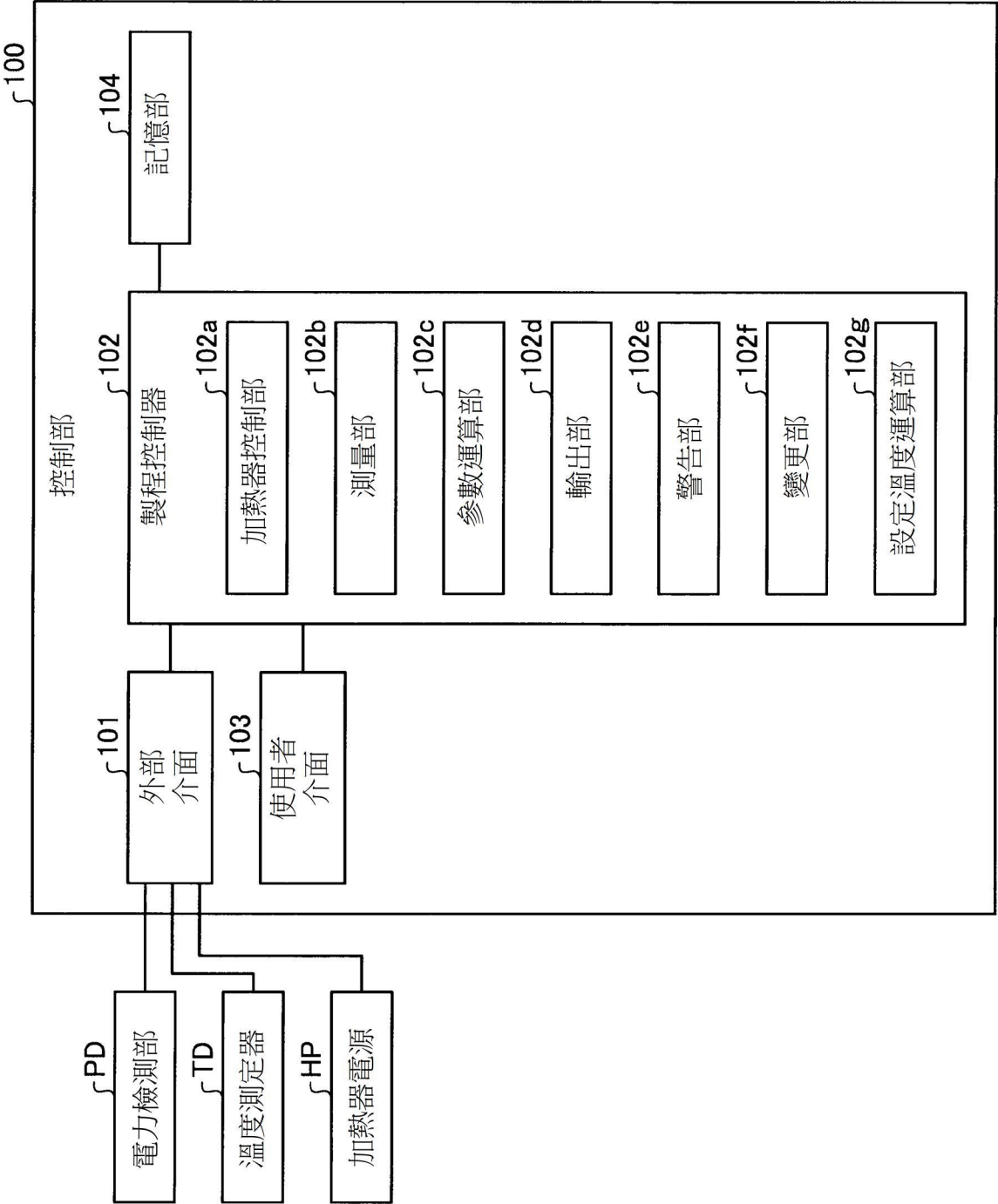
【發明圖式】



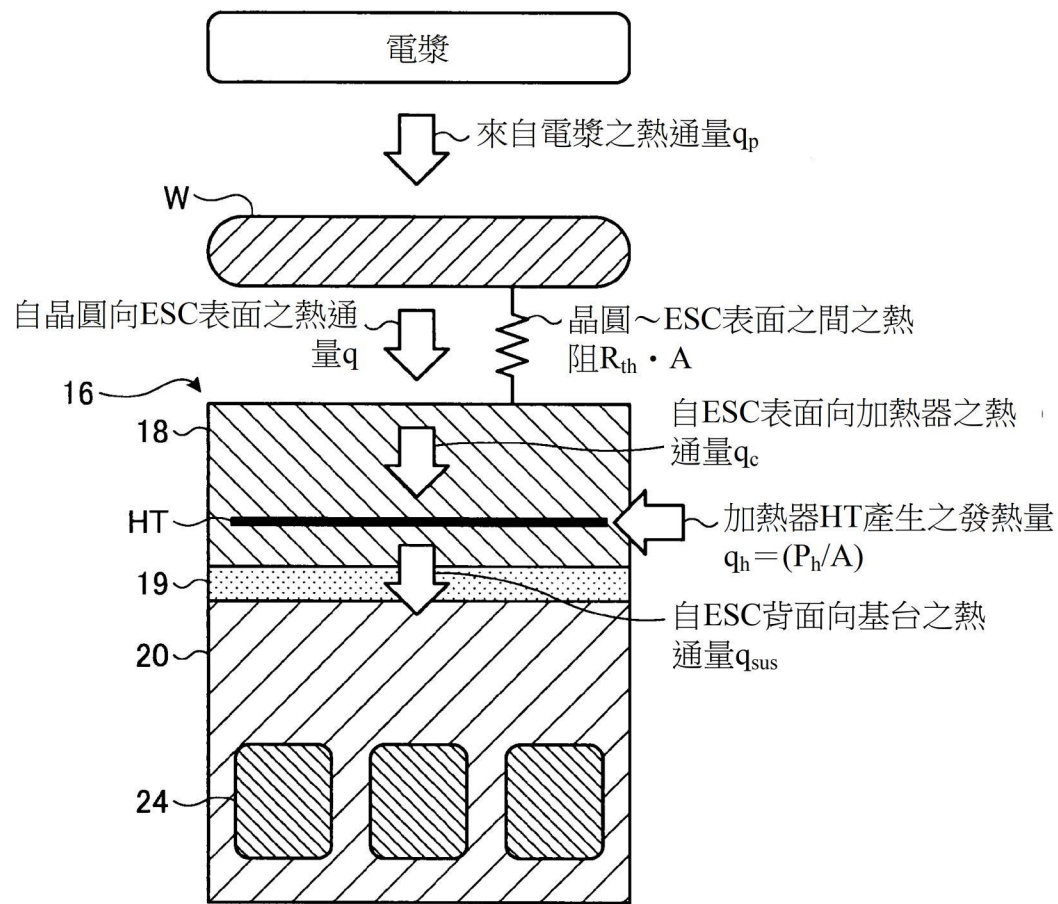
【圖1】



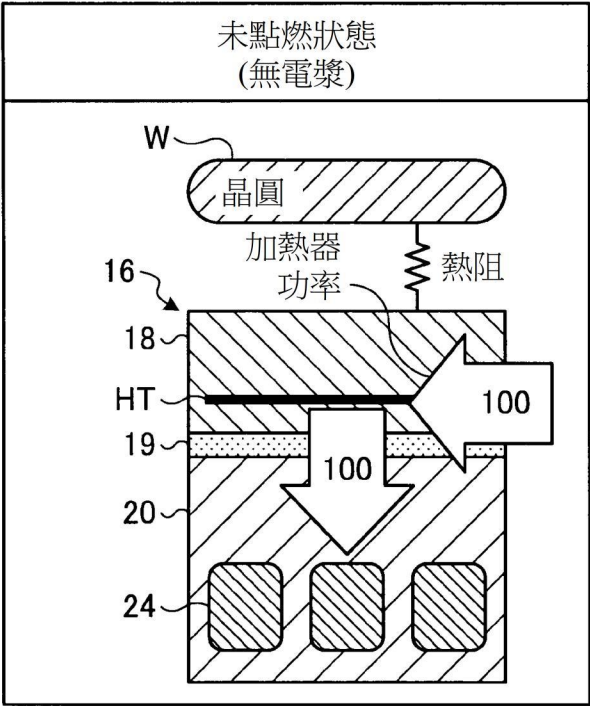
【圖2】



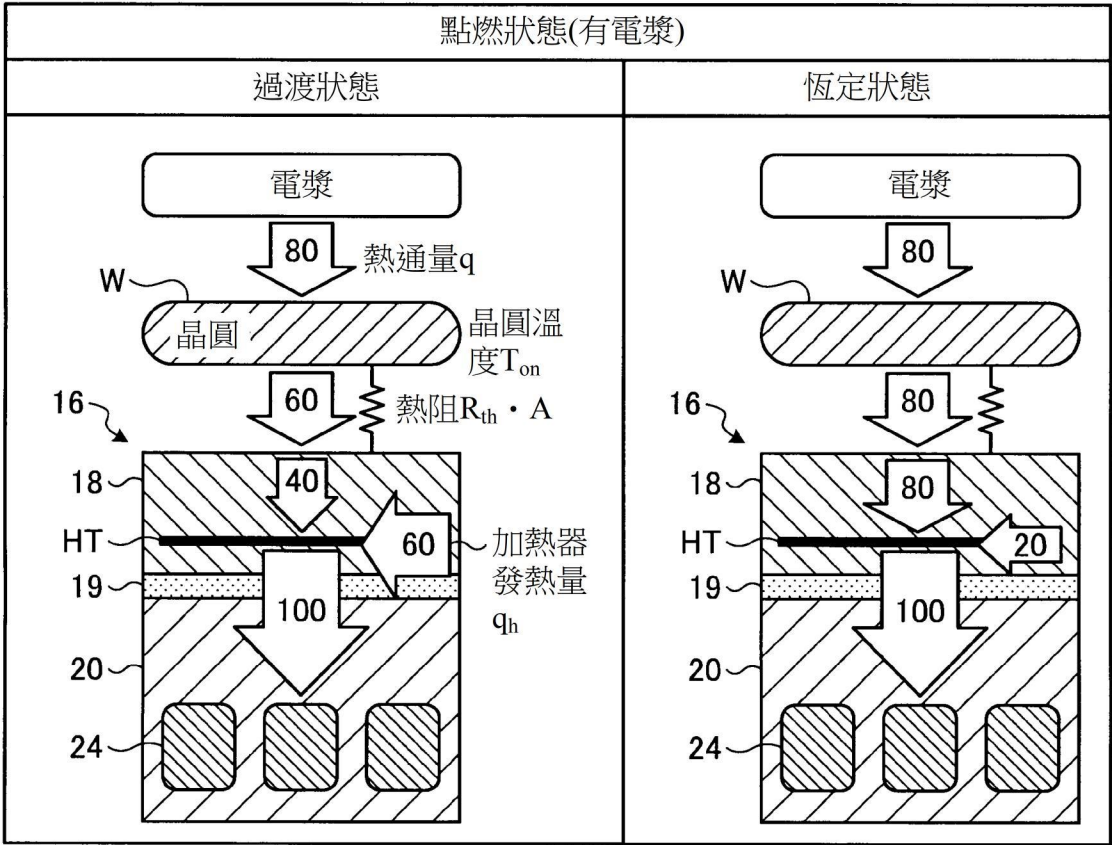
【圖3】



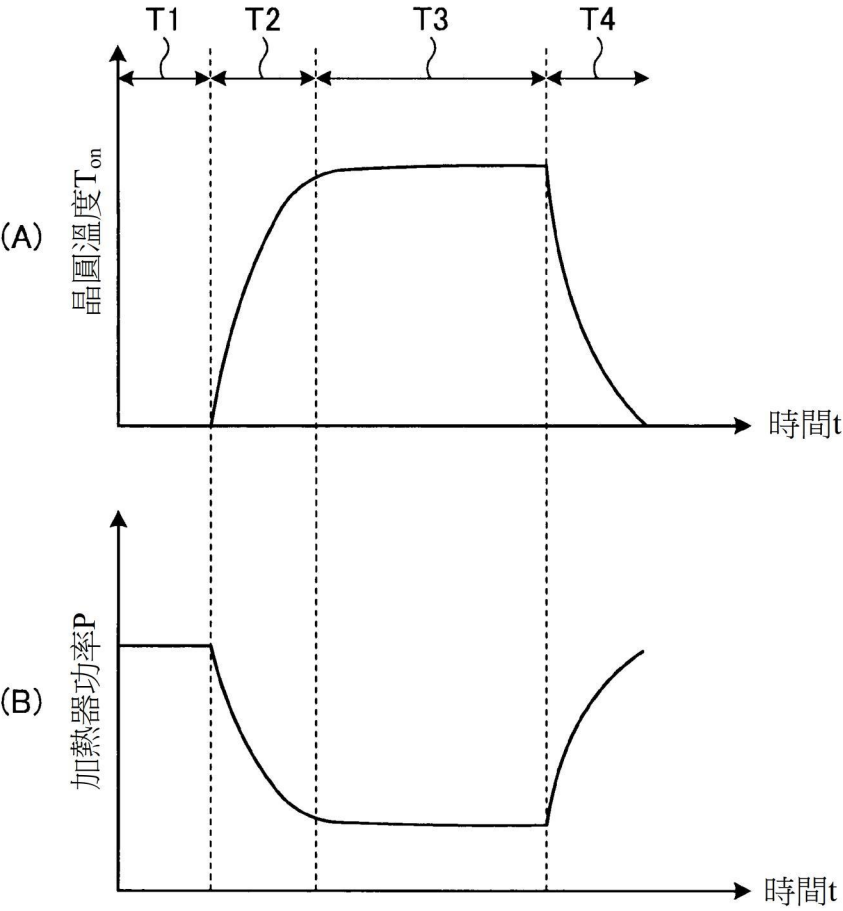
【圖4】



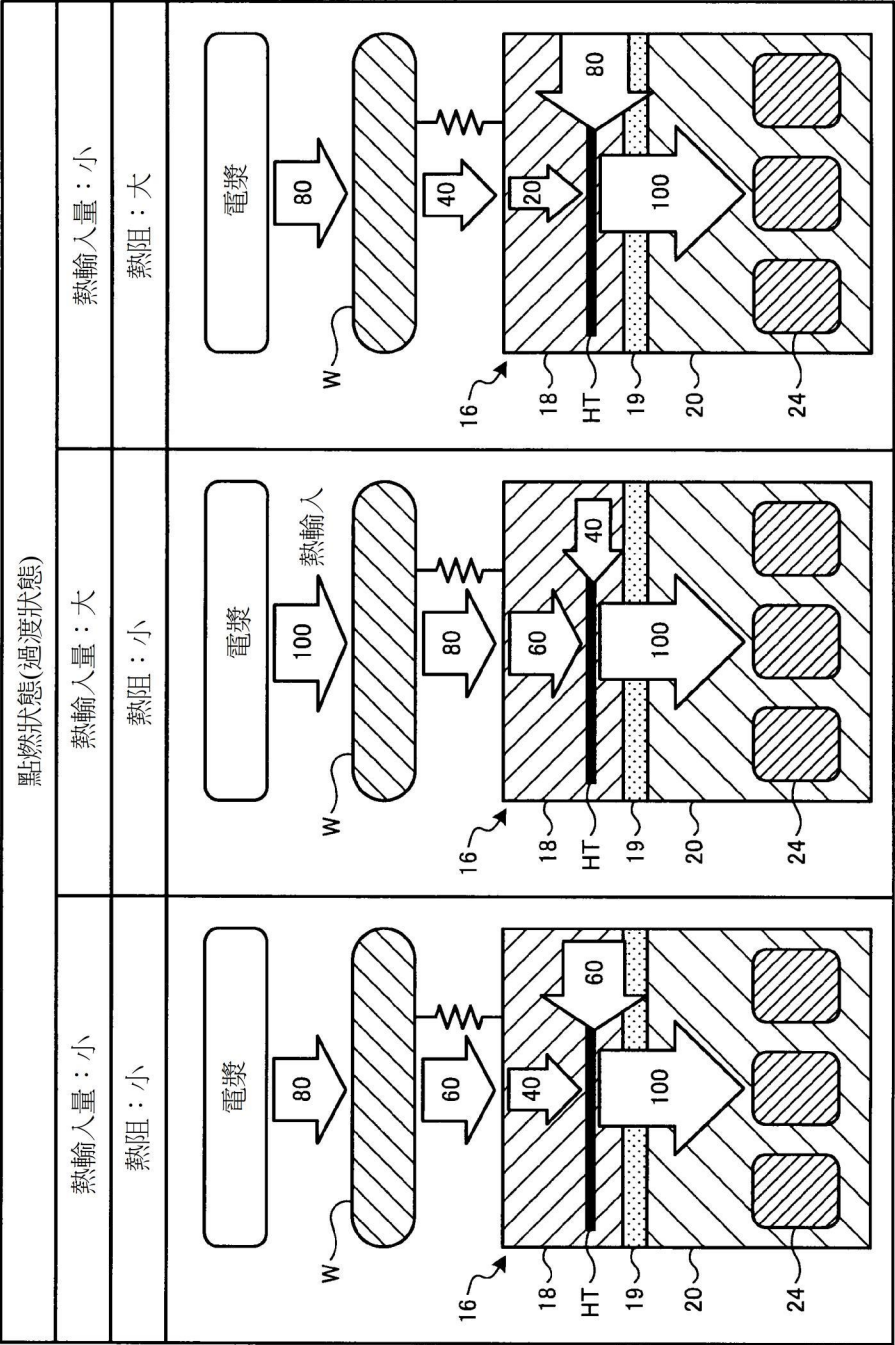
【圖5A】



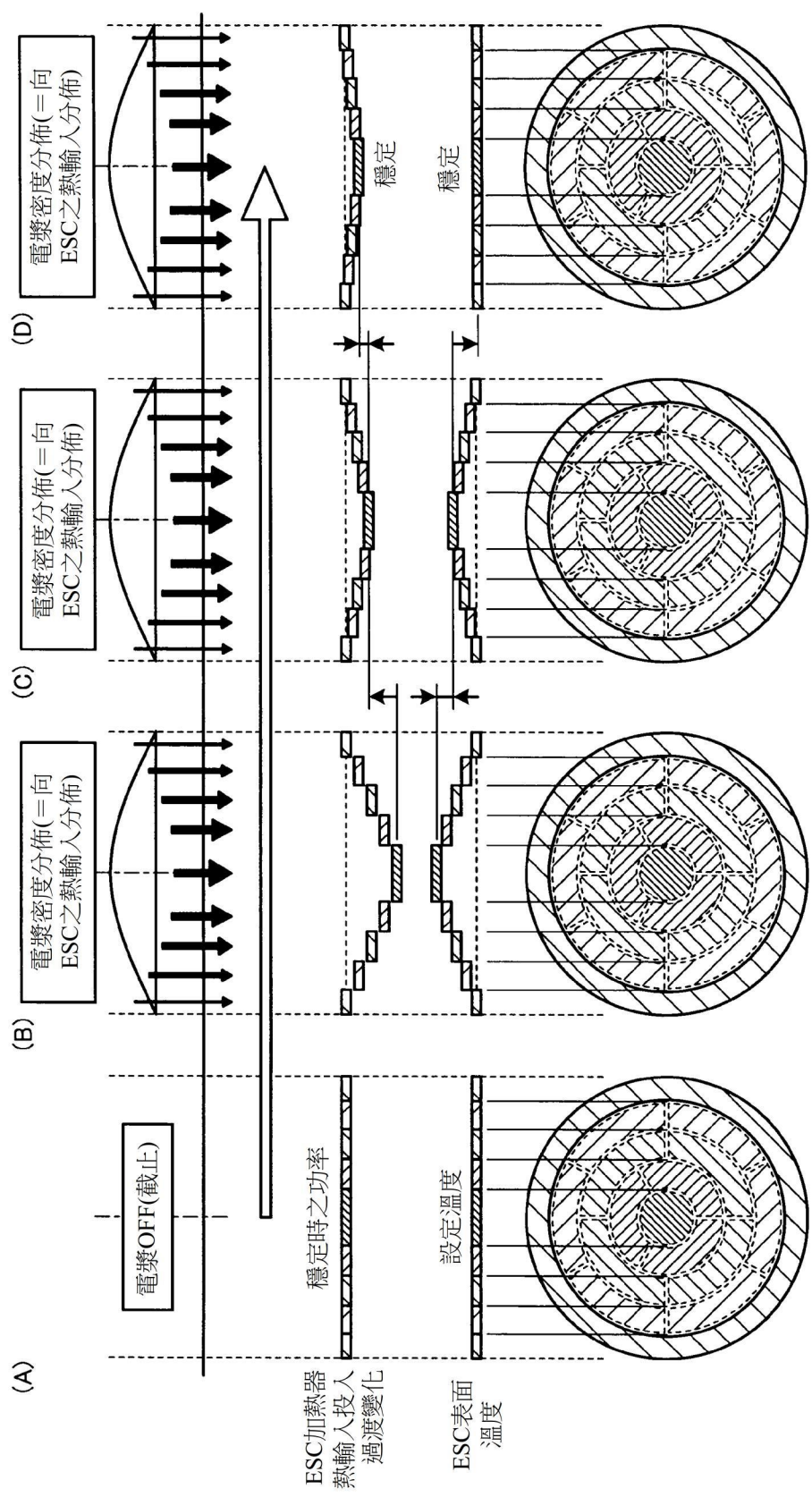
【圖5B】



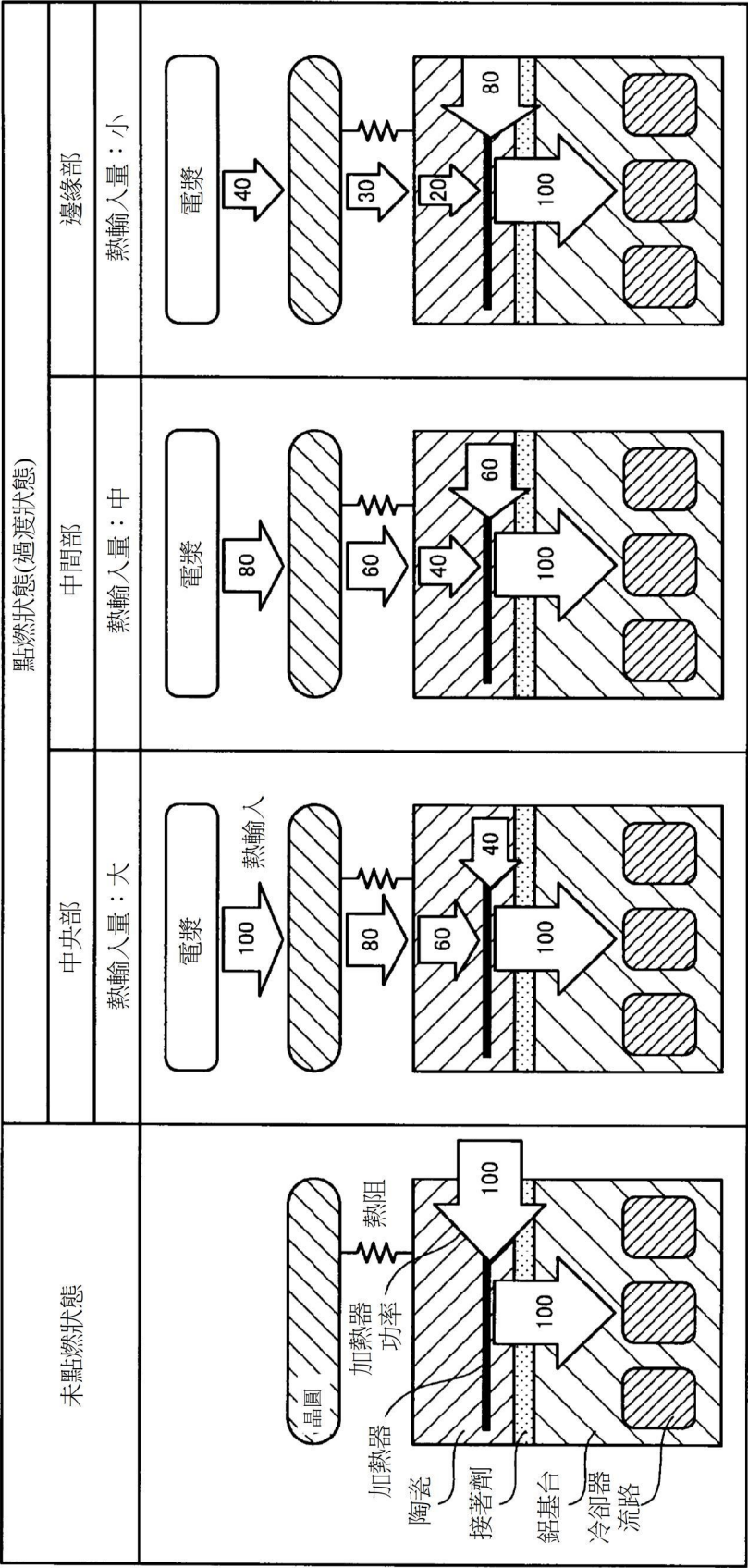
【圖6】



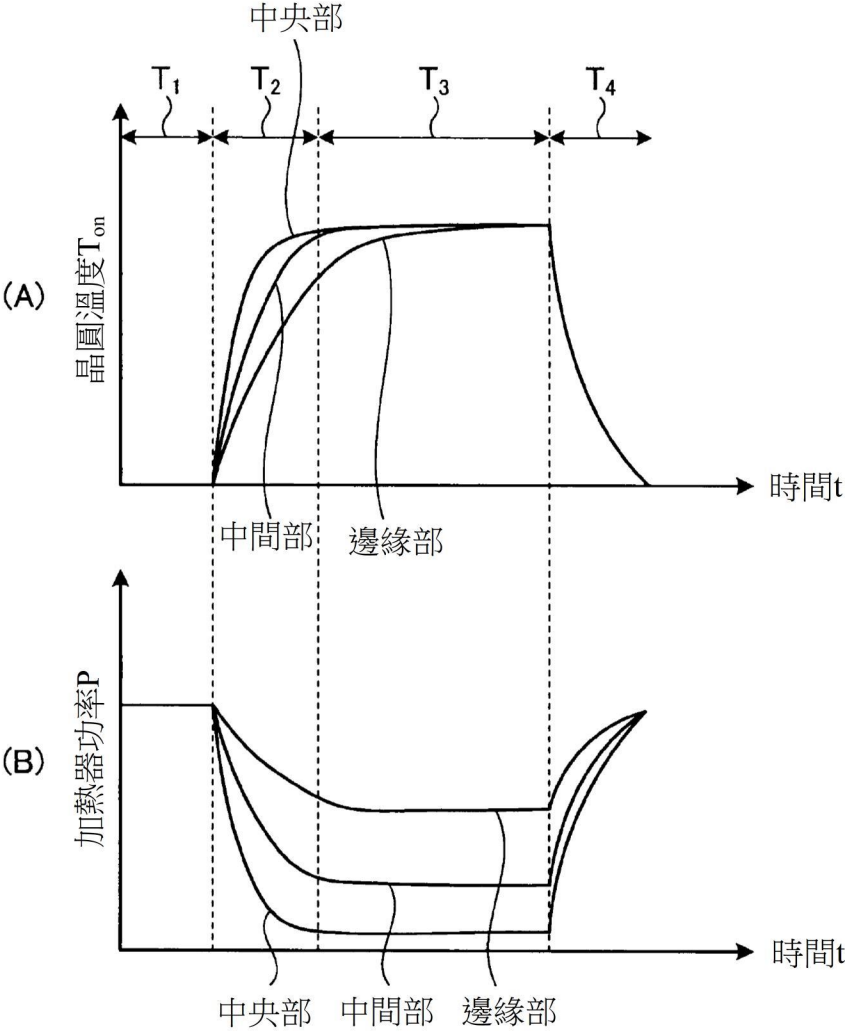
【圖7】



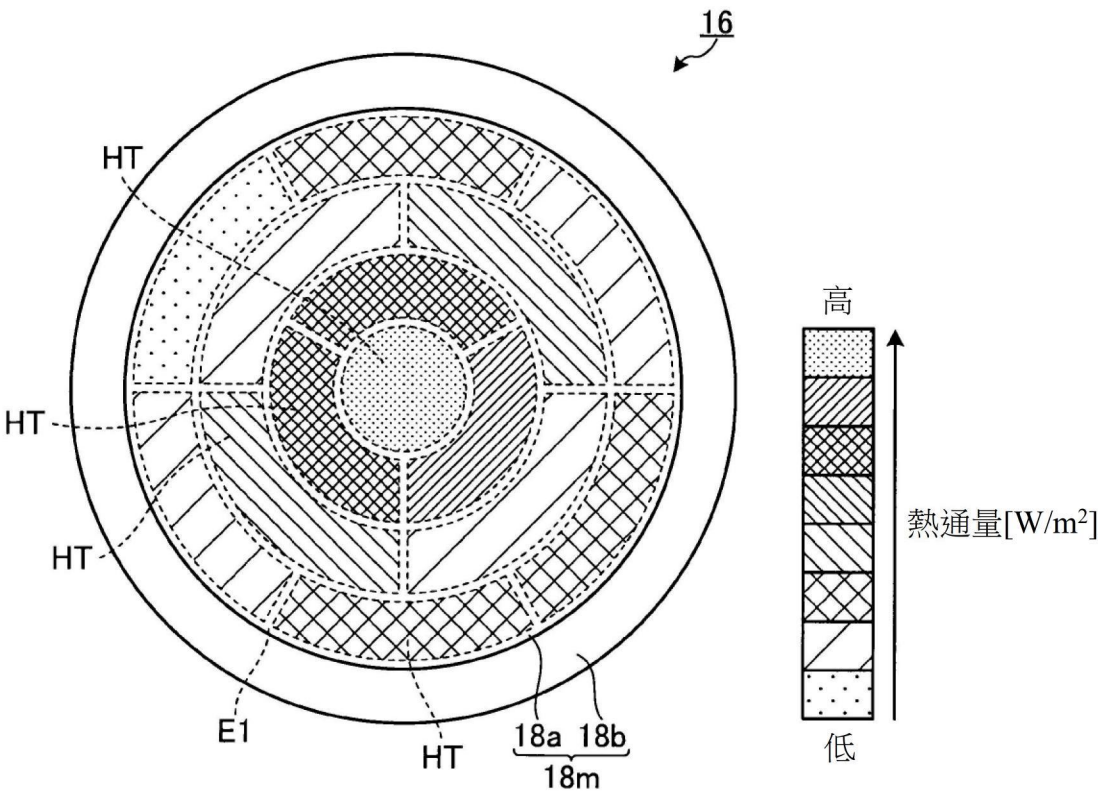
【圖8】



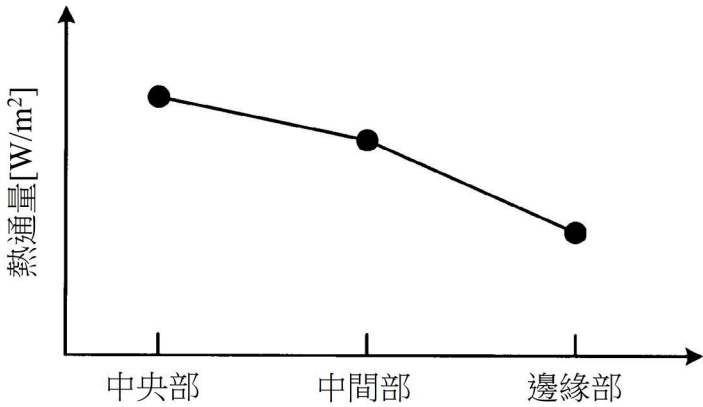
【圖9】



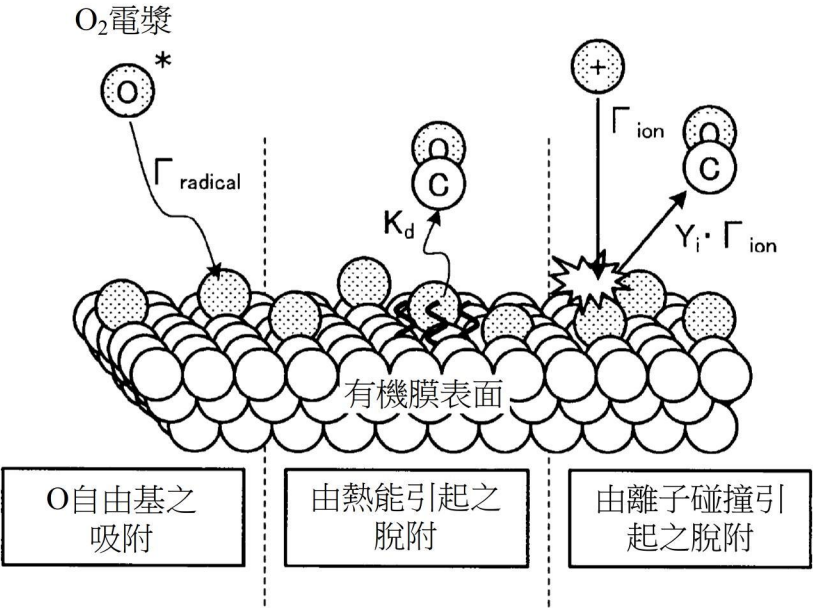
【圖10】



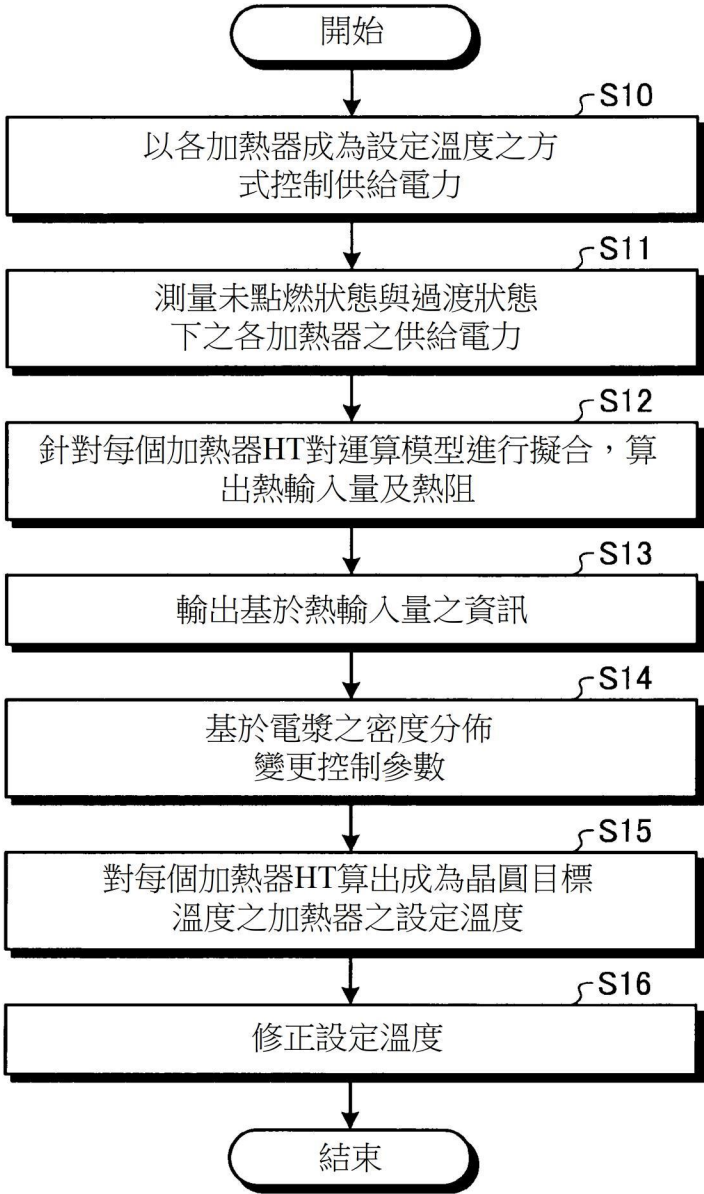
【圖11A】



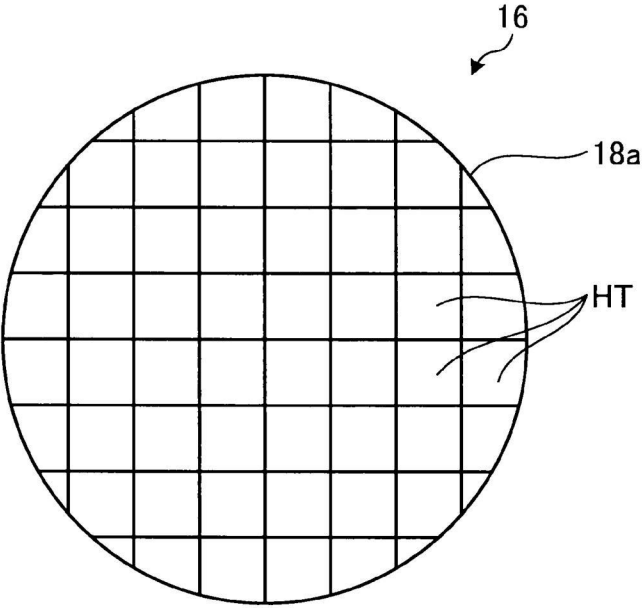
【圖11B】



【圖12】



【圖13】



【圖14】