I437655

(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 I437655 B

(45)公告日： 中華民國 103 (2014) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：100137618 (22)申請日： 中華民國 100 (2011) 年 10 月 18 日

(51)Int. Cl.： *H01L21/67 (2006.01)* *G05D23/22 (2006.01)*
C23C16/52 (2006.01)

(30)優先權：2010/10/18 日本 JP2010-233575
2011/05/11 日本 JP2011-106088

(71)申請人：日立國際電氣股份有限公司 (日本) HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC. (JP)
日本

(72)發明人：杉浦忍 SUGIURA, SHINOBU (JP)；上野正昭 UENO, MASAAKI (JP)；田中和夫 TANAKA, KAZUO (JP)；杉下雅士 SUGISHITA, MASASHI (JP)；山口英人 YAMAGUCHI, HIDETO (JP)；白子賢治 SHIRAKO, KENJI (JP)

(74)代理人：何金塗；王彥評

(56)參考文獻：

TW	362149	TW	376543
TW	414932	TW	I293183
TW	200612512	WO	2006/043530A1

審查人員：孫建文

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：16 共 0 頁

(54)名稱

基板處理裝置、基板處理裝置的溫度控制方法及基板處理裝置的加熱方法

SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS, TEMPERATURE CONTROLLING METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND HEATING METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

(57)摘要

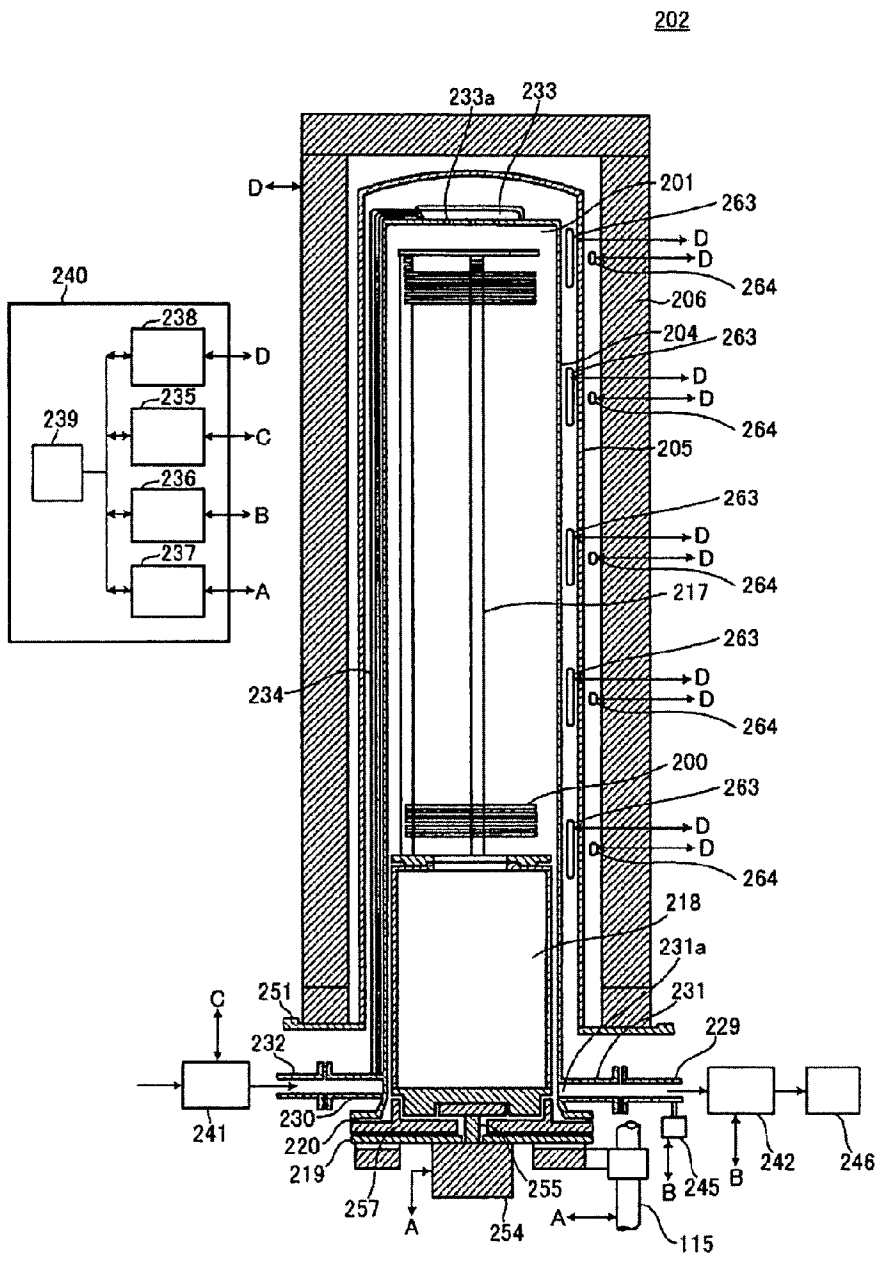
本發明之目的在於提供一種在使用溫度感測器控制熱處理之際能抑制其不良情形的基板處理裝置。

本發明具有：加熱手段，其係加熱收容基板的處理室；第 1 溫度檢測手段，其係利用熱電偶檢測前述基板附近的溫度；第 2 溫度檢測手段，其係利用熱電偶檢測前述加熱手段附近的溫度；第 1 控制手段，其係根據由前述第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；第 2 控制手段，其係根據由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；及控制切換手段，其係按照由前述第 1 溫度檢測手段或前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，切換由前述第 1 控制手段進行的前述加熱手段的控制與由前述第 2 控制手段進行的前述加熱手段的控制；在第 1 溫度檢測手段所使用的熱電偶比在第 2 溫度檢測手段所使用的熱電偶更具有較佳耐熱性的特性，用於第 2 溫度檢測手段的熱電偶比用於第 1 溫度檢測手段的熱電偶更具有較佳溫度檢測性能的特性。

Provided is a substrate processing apparatus capable of suppressing inferiority when heat treatment is controlled using a temperature sensor. The substrate processing apparatus includes a heating means

configured to heat a process chamber wherein a substrate is accommodated； a first temperature detection means configured to detect a temperature about the substrate using a first thermocouple； a second temperature detection means configured to detect a temperature about the heating means using a second thermocouple； a control unit configured to control the heating means based on the temperature detected by the first temperature detection means and the temperature detected by the second temperature detection means； and a control switching means configured to control the control unit based on the temperatures detected by the first temperature detection means and the second temperature detection means such that the control unit is switched between a first control mode and a second control mode, wherein a heat resistance of the first thermocouple is greater than that of the second thermocouple, and a temperature detection performance of the second thermocouple is higher than that of the first thermocouple.

圖 1



115・・・舟皿升降機
200・・・晶圓
201・・・處理室
202・・・處理爐
204・・・均熱管(外管)
206・・・舟皿
218・・・隔熱筒
219・・・密封蓋
220・・・O 型環
229・・・氣體排氣管
230・・・氣體導入部
231・・・氣體排氣部
231a・・・排氣口
232・・・氣體供應管
233・・・頂棚部
233a・・・氣體導入口
234・・・細管
235・・・氣體流量控制部
236・・・壓力控制部
237・・・驅動控制部
238・・・溫度控制部
239・・・主控制部
240・・・控制器
241・・・MFC(質流控制器)

242・・・壓力調整裝置

245・・・壓力感測器

246・・・排氣裝置

251・・・加熱器底座

255・・・旋轉軸

254・・・旋轉機構

257・・・底座

263・・・內部溫度感測器

264・・・外部溫度感測器

I437655

公告本

發明專利說明書

PD1117786B

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：100137618　　H01L 21/67 (2006.01)

※申請日：100 10 18　　※IPC 分類：G05D 23/22 (2006.01)

C03C 16/52 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

基板處理裝置、基板處理裝置的溫度控制方法及基板處理裝置的加熱方法

SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS, TEMPERATURE CONTROLLING METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND HEATING METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

二、中文發明摘要：

本發明之目的在於提供一種在使用溫度感測器控制熱處理之際能抑制其不良情形的基板處理裝置。

本發明具有：加熱手段，其係加熱收容基板的處理室；第1溫度檢測手段，其係利用熱電偶檢測前述基板附近的溫度；第2溫度檢測手段，其係利用熱電偶檢測前述加熱手段附近的溫度；第1控制手段，其係根據由前述第1溫度檢測手段檢測出的溫度、及由前述第2溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；第2控制手段，其係根據由前述第2溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；及控制切換手段，其係按照由前述第1溫度檢測手段或前述第2溫度檢測手段檢測出的溫度，切換由前述第1控制手段進行的前述加熱手段的控制與由前述第2控制手段進行的前述加熱手段的控制；在第1溫度檢測手段所使用的熱電偶比在第2溫度檢測手段所使用的熱電偶更具有較佳耐熱性的特性，用於第2溫度檢測手段的熱電偶比用於第1溫度檢測手段的熱電偶更具有較佳溫度檢測性能的特性。

三、英文發明摘要：

Provided is a substrate processing apparatus capable of suppressing inferiority when heat treatment is controlled using a temperature sensor. The substrate processing apparatus includes a heating means configured to heat a process chamber wherein a substrate is accommodated; a first temperature detection means configured to detect a temperature about the substrate using a first thermocouple; a second temperature detection means configured to detect a temperature about the heating means using a second thermocouple; a control unit configured to control the heating means based on the temperature detected by the first temperature detection means and the temperature detected by the second temperature detection means; and a control switching means configured to control the control unit based on the temperatures detected by the first temperature detection means and the second temperature detection means such that the control unit is switched between a first control mode and a second control mode, wherein a heat resistance of the first thermocouple is greater than that of the second thermocouple, and a temperature detection performance of the second thermocouple is higher than that of the first thermocouple.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

115	舟皿升降機
200	晶圓
201	處理室
202	處理爐
204	均熱管(外管)
206	舟皿
218	隔熱筒
219	密封蓋
220	O型環
229	氣體排氣管
230	氣體導入部
231	氣體排氣部
231a	排氣口
232	氣體供應管
233	頂棚部
233a	氣體導入口
234	細管
235	氣體流量控制部
236	壓力控制部
237	驅動控制部
238	溫度控制部
239	主控制部

240	控制器
241	MFC(質流控制器)
242	壓力調整裝置
245	壓力感測器
246	排氣裝置
251	加熱器底座
255	旋轉軸
254	旋轉機構
257	底座
263	內部溫度感測器
264	外部溫度感測器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種進行擴散或CVD處理，並且進行所希望的熱處理之基板處理裝置。

【先前技術】

立式熱擴散裝置或立式減壓CVD裝置，係例如為在處理基板上形成薄膜而將基板收容於熱處理爐內，以預定的加熱手段加熱熱處理爐內。而且，大多情況下係利用設置於熱處理爐的溫度感測器檢測熱處理爐內的溫度，按照其結果控制溫度。

例如，專利文獻1揭示一種關於即使產生伴隨迅速冷卻的干擾，也多半能利用穩定的反饋控制來控制溫度的半導體製造裝置。在此半導體製造裝置方面，升溫步驟及目標溫度的維持，係使用設置於加熱熱處理爐內的加熱器附近的熱電偶(加熱熱電偶)、及設置於熱處理爐內部的均熱管與反應管之間的熱電偶(串聯熱電偶)進行串聯控制環路的溫度控制，降低加熱器的溫度時，則切換為只用串聯熱電偶的直接控制環路來進行溫度控制。

【先前技術文獻】

【專利文獻】

【專利文獻1】特開2004－119804號公報

【發明內容】

【發明欲解決之課題】

例如，以往對於檢測立式熱擴散裝置的熱處理爐內的溫度的溫度感測器，一般使用R型熱電偶。然而，若

在立式熱擴散裝置，特別是處理溫度為高溫(1000℃以上)的裝置中使用 R 型熱電偶，則有熱電偶提前斷線的問題。此被認為是因熱電偶的＋側素線與－側素線的熱膨脹率之差而於高溫時產生伸縮量之差造成熱電偶變形，加上因反覆的升降溫而反覆變形，素線劣化，導致斷線。再者，其他的要因則係，熱電偶結晶因在高溫的使用而肥大化，在晶粒界面的強度變弱，導致斷線。

相對於此，比 R 型熱電偶耐熱性佳的 B 型熱電偶則存在著熱電動勢小、低溫的測定困難之類的問題。

再者，所謂 R 型熱電偶及 B 型熱電偶，係指 JIS 規格 C1602 所規定的熱電偶。更具體而言，所謂 R 型熱電偶，係使用含銠 13%的鉑銠合金作為＋腳的構成材料、使用鉑作為－腳的構成材料的熱電偶。此外，所謂 B 型熱電偶，係使用含銠 30%的鉑銠合金作為＋腳的構成材料、使用含銠 6%的鉑銠合金作為－腳的構成材料的熱電偶。

此外，例如使用輻射溫度計檢測熱處理爐內的溫度的情況下，由於輻射溫度計利用波長測定對象物的溫度，所以可測定的溫度範圍受到限制。於是，要實現廣大範圍的溫度測定，需要如低溫用輻射溫度計、高溫用輻射溫度計之類的複數種的輻射溫度計。然而，在依據溫度帶切換控制複數種的輻射溫度計的情況下，有切換時的溫度測定值及進行切換的溫度附近的溫度測定值不穩定的問題。

本發明的目的在於提供一種在使用溫度感測器控制

熱處理之際能抑制其不良情形的基板處理裝置。

【解決課題之手段】

為了達成上述目的，本發明的基板處理裝置具有：加熱手段，其係加熱收容基板的處理室；第 1 溫度檢測手段，其係利用熱電偶檢測前述基板附近的溫度；第 2 溫度檢測手段，其係利用熱電偶檢測前述加熱手段附近的溫度；第 1 控制手段，其係根據由前述第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；第 2 控制手段，其係根據由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；及控制切換手段，其係按照由前述第 1 溫度檢測手段或前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，切換由前述第 1 控制手段所進行的前述加熱手段的控制與由前述第 2 控制手段所進行的前述加熱手段的控制；在第 1 溫度檢測手段所使用的熱電偶比在第 2 溫度檢測手段所使用的熱電偶更擁有較佳耐熱性的特性，用於第 2 溫度檢測手段的熱電偶比用於第 1 溫度檢測手段的熱電偶更擁有較佳溫度檢測性能的特性。

此外，本發明之基板處理裝置的溫度控制方法，係利用加熱手段加熱收容基板的處理室；利用熱電偶，藉由第 1 溫度檢測手段檢測前述基板附近的溫度；利用熱電偶，藉由第 2 溫度檢測手段檢測前述加熱手段附近的溫度；按照由前述第 1 溫度檢測手段或前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，切換第 1 控制及第 2 控制，前述第 1 控制係根據由前述第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度

、及由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度控制前述加熱手段，前述第 2 控制係根據由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度控制前述加熱手段；在第 1 溫度檢測手段所使用的熱電偶比在第 2 溫度檢測手段所使用的熱電偶更有較佳耐熱性的特性，用於第 2 溫度檢測手段的熱電偶比用於第 1 溫度檢測手段的熱電偶更有較佳溫度檢測性能的特性。

另外，本發明之基板處理裝置具有：加熱手段，其係加熱收容基板的處理室；第 1 溫度檢測手段，其係使用第 1 輻射溫度計檢測由前述加熱手段加熱的溫度；第 2 溫度檢測手段，其係使用第 2 輻射溫度計來檢測由前述加熱手段加熱的溫度，而前述第 2 輻射溫度計是將比由第 1 輻射溫度計測定的溫度範圍的上限更高的溫度作為所測定的溫度範圍的上限，且以比由第 1 輻射溫度計測定的溫度範圍的下限更高的溫度作為所測定的溫度範圍的下限；第 1 控制手段，其係根據由前述第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；第 2 控制手段，其係根據由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制前述加熱手段；及控制切換手段，其係根據由前述第 1 溫度檢測手段或由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度與預定的臨界值，切換由前述第 1 控制手段所進行的前述加熱手段的控制與由前述第 2 控制手段所進行的前述加熱手段的控制。

另外，本發明之基板處理裝置的加熱方法，係利用加熱手段加熱收容基板的處理室；使用第 1 輻射溫度計

，藉由第 1 溫度檢測手段檢測由前述加熱手段加熱的溫度；使用第 2 輻射溫度計藉由第 2 溫度檢測手段來檢測由前述加熱手段加熱的溫度，而該第 2 輻射溫度計是將比由第 1 輻射溫度計測定的溫度範圍的上限更高的溫度作為所測定的溫度範圍的上限，且以比由第 1 輻射溫度計測定的溫度範圍的下限更高的溫度為所測定的溫度範圍的下限；根據由前述第 1 溫度檢測手段或由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度與預定的臨界值來切換第 1 控制手段與第 2 控制手段，而該第 1 控制手段係根據由前述第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度控制前述加熱手段，而該第 2 控制手段係根據由前述第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度控制前述加熱手段。

【發明之效果】

藉由本發明，可提供一種在使用溫度感測器控制熱處理之際可抑制其不良情形的基板處理裝置。

【實施方式】

以下，根據圖式，就本發明的第 1 實施形態進行說明。

圖 1 為在本發明第 1 實施形態中適合使用的基板處理裝置即立式熱擴散裝置的處理爐 202 的示意結構圖，以縱剖面圖顯示。

如圖 1 所示，處理爐 202 具有作為加熱機構的加熱器 206。加熱器 206 為圓筒形狀，藉由支持於作為保持板的加熱器底座 251 上而被垂直地安裝著。

在加熱器 206 的內側，和加熱器 206 同心圓狀地配

設有由例如碳化矽(SiC)等的耐熱性材料構成、上端閉塞、下端有開口的圓筒形狀的均熱管(外管)205。此外，在均熱管 205 的內側，和均熱管 205 同心圓狀地配設有由例如石英(SiO_2)等的耐熱性材料構成、上端閉塞、下端有開口的圓筒形狀的反應管(內管)204。在反應管 204 的筒中空部形成有處理室 201，構成為可在將作為基板的晶圓 200 利用後述的舟皿 217 以水平姿勢沿著垂直方向多層排列的狀態下收容。

在反應管 204 的下端部設有氣體導入部 230，從氣體導入部 230 到反應管 204 的頂棚部 233，沿著反應管 204 的外壁配設有作為氣體導入管的細管 234。從氣體導入部 230 導入的氣體在細管 234 內流通而到達頂棚部 233，從設於頂棚部 233 上的複數個氣體導入口 233a 被導入處理室 201 內。此外，在與反應管 204 下端部的氣體導入部 230 不同的位置上設有從排氣口 231a 排出反應管 204 內的氣體的氣體排氣部 231。

氣體供應管 232 連接於氣體導入部 230。未圖示的處理氣體供應源、載送氣體供應源、惰性氣體供應源經由作為氣體流量控制器的 MFC(質流控制器)241 而連接於和與氣體供應管 232 的氣體導入部 230 的連接側相反側的上游側。再者，需要供應水蒸氣給處理室 201 內的情況，在比氣體供應管 232 的 MFC241 更下游側設置未圖示的水蒸氣產生裝置。氣體流量控制部 235 電性連接於 MFC241，構成為依所希望的時間點進行控制，以便供應的氣體的流量成為所希望的量。

氣體排氣管 229 連接於氣體排氣部 231。排氣裝置 246 經由作為壓力檢測器的壓力感測器 245 及壓力調整裝置 242 而連接於和與氣體排氣管 229 的氣體排氣部 231 的連接側相反側的下游側，構成為使處理室 201 內的壓力成為既定的壓力而可進行排氣。壓力控制部 236 電性連接於壓力調整裝置 242 及壓力感測器 245，壓力控制部 236 構成為根據由壓力感測器 245 檢測出的壓力，利用壓力調整裝置 242 依所希望的時間點進行控制，以便處理室 201 內的壓力成為所希望的壓力。

在反應管 204 的下端部設有作為可氣密地閉塞反應管 204 的下端開口的保持體的底座 257、及作為爐口蓋體的密封蓋 219。密封蓋 219 係由例如不銹鋼等的金屬構成，形成為圓盤狀。底座 257 係由例如石英構成，形成為圓盤狀，安裝於密封蓋 219 之上。在底座 257 的上面設置作為與反應管 204 的下端抵接的密封構件的 O 型環 220。在密封蓋 219 的和處理室 201 相反側設有使舟皿旋轉的旋轉機構 254。旋轉機構 254 的旋轉軸 255 貫穿密封蓋 219 與底座 257，連接於後述的隔熱筒 218 與舟皿 217，構成為藉由使隔熱筒 218 及舟皿 217 旋轉而使晶圓 200 旋轉。密封蓋 219 構成為，藉由作為升降機構而垂直裝備於反應管 204 外部的舟皿升降機 115 而沿著垂直方向升降，藉此可對於處理室 201 搬入搬出舟皿 217。驅動控制部 237 電性連接於旋轉機構 254 及舟皿升降機 115，構成為依所希望的時間點進行控制，以便進行所希望的動作。

作為基板保持器的舟皿 217 係由例如石英或碳化矽等的耐熱性材料構成，構成為使複數片的晶圓 200 在以水平姿勢且互相之間中心一致的狀態下排列保持。作為由例如石英或碳化矽等的耐熱性材料構成的呈圓筒形狀的隔熱構件的隔熱筒 218 以支持舟皿 217 的方式設於舟皿 217 的下方，構成為來自加熱器 206 的熱難以傳到反應管 204 的下端側。

作為溫度檢測器，有兩種感測器被設於處理爐 202 上。即，在均熱管 205 與反應管 204 之間設置複數個內部溫度感測器 263 作為溫度檢測器，並在均熱管 205 與加熱器 206 之間設置作為溫度檢測器的複數個外部溫度感測器 264。此內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 使用熱電偶檢測溫度，例如內部溫度感測器 263 使用 B 型熱電偶，外部溫度感測器 264 使用 R 型熱電偶檢測溫度。再者，關於內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264，後述詳細。溫度控制部 238 電性連接於加熱器 206、內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264，構成為依所希望的定時進行控制，以便藉由根據由內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 檢測出的溫度資訊調整對加熱器 206 的通電情況，而處理室 201 內的溫度成為所希望的溫度分布。

氣體流量控制部 235、壓力控制部 236、驅動控制部 237、溫度控制部 238 也構成操作部、輸入輸出部，電性連接於控制基板處理裝置整體的主控制部 239。此等氣體流量控制部 235、壓力控制部 236、驅動控制部 237、

溫度控制部 238、主控制部 239 構成為控制器 240。

其次，就使用關於上述結構的處理爐 202，對晶圓 200 施以氧化、擴散等的處理方法作為半導體裝置製程的一步驟進行說明。再者，在以下的說明中，構成基板處理裝置的各部的動作為控制器 240 所控制。

複數片的晶圓 200 被裝填(晶圓裝載)於舟皿 217 上，如圖 1 所示，保持有複數片晶圓 200 的舟皿 217 就被舟皿升降機 115 升起而搬入(舟皿裝載)到處理室 201 中。在此狀態下，密封蓋 219 成為經由底座 257、O 型環 220 而密封反應管 204 下端的狀態。

處理室 201 內藉由排氣裝置 246 排氣成所希望的壓力。此時，處理室 201 內的壓力以壓力感測器 245 測定，根據此測定的壓力，反饋控制壓力調節器 242。此外，處理室 201 內藉由加熱器 206 加熱成所希望的溫度。此時，根據為溫度檢測器的內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 檢測出的溫度資訊反饋控制對加熱器 206 的通電情況，以便處理室 201 內成為所希望的溫度分布。再者，關於根據由溫度檢測器檢測出的溫度資訊的加熱器 206 的控制，後述詳細。接著，藉由以旋轉機構 254 旋轉隔熱筒 218、舟皿 217，而旋轉晶圓 200。

其次，從處理氣體供應源及載送氣體供應源供應且以 MFC241 控制成所希望流量的氣體從氣體供應管 232 在氣體導入部 230 及細管 234 內流通，到達頂棚部 233，從複數個氣體導入口 233a 被噴淋狀地導入處理室 201 內。再者，對於晶圓 200 進行使用水蒸氣的處理的情況，

以 MFC241 控制成所希望流量的氣體被供應給水蒸氣產生裝置，含有以水蒸氣產生裝置產生的水蒸氣(H_2O)的氣體被導入處理室 201 內。導入的氣體流下處理室 201 內，並在排氣口 231a 流通而從氣體排氣部 231 被排氣。氣體通過處理室 201 內之際和晶圓 200 的表面接觸，對晶圓 200 進行氧化、擴散等的處理。

經過預先設定的處理時間，從惰性氣體供應源供應惰性氣體，將處理室 201 內置換為惰性氣體，並且使處理室 201 內的壓力恢復常壓。

其後，利用舟皿升降機 115 降下密封蓋 219，打開反應管 204 的下端，並且處理完之晶圓 200 被以保持於舟皿 217 上的狀態從反應管 204 的下端搬出(舟皿卸載)到反應管 204 的外部。其後，處理完之晶圓 200 被從舟皿 217 取出(晶圓卸載)。

以上為對晶圓 200 施以氧化、擴散等處理的一連串的步驟。其次，就本實施形態的溫度檢測器、及使用溫度檢測器的加熱器 206 的控制進行詳述。

要檢測熱處理爐內的溫度的情況，一般以 R 型熱電偶為溫度感測器而進行溫度檢測，但在高溫環境下會提前產生 R 型熱電偶斷線的情形。對此課題，在本實施形態中使用 B 型熱電偶作為比 R 型熱電偶耐熱性佳的熱電偶。B 型熱電偶之所以耐熱性佳，是因為在鉑中添加銠，一般機械強度就會變強，不易產生變形所造成的斷線。此外，一般認為銠越少晶粒會越粗大，因此銠多就比較可抑制晶粒的粗大化。因而，可期待抑制晶粒粗大化時

的晶粒界面的強度降低。

然而，使用 B 型熱電偶將在如下之點成為問題。圖 2 為顯示 B 型熱電偶及 R 型熱電偶的溫度特性之圖。再者，此圖為以 JIS 規格 C1602 的基準熱電動勢表為基礎而在橫軸標繪出溫度(℃)、在縱軸標繪出熱電動勢(mV)之圖。由圖 2 得知，B 型熱電偶比 R 型熱電偶在任一溫度區域熱電動勢都要小。例如，1200℃的熱電動勢在 R 型熱電偶為 13.228mV，相對於此，在 B 型熱電偶為 6.786mV，較小；而 600℃的熱電動勢在 R 型熱電偶為 5.583mV，相對於此，在 B 型熱電偶為 1.792mV，較小。如此，B 型熱電偶的熱電動勢較小，所以有特別是在低溫區域(250℃以下)容易產生測定誤差，並有測定精度惡化的可能性之類的問題。

再者，B 型熱電偶的熱電動勢有時會取負值，也有無法指定溫度之類的問題點。圖 3 為放大圖 2 的圖表的 0℃到 100℃附近之圖。

B 型熱電偶具有在 40℃以下的溫度，電動勢成為負值，並在不同的溫度成為相同的熱電動勢的特性。因此，檢測出負值的熱電動勢時，無法指定溫度。

如此，要將 B 型熱電偶使用作為溫度檢測器是有問題的。於是，在本實施形態中，設置使用 B 型熱電偶的內部溫度感測器 263 與使用 R 型熱電偶的外部溫度感測器 264 作為溫度檢測器，在小於臨界值溫度 T 的環境中，只使用外部溫度感測器 264 控制加熱器 206 的溫度，而在超過臨界溫度 T 的環境中，使用內部溫度感測器 263

及外部溫度感測器 264 控制加熱器 206 的溫度。再者，內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 分別依據基於圖 2 所示的溫度特性的溫度－熱電動勢變換表，從所檢測出的熱電動勢求出溫度。

圖 4 為顯示本實施形態的溫度控制的流程圖之圖。茲按照流程圖說明加熱器 206 的溫度的控制方法。

在步驟 100(S100)，選擇加熱器 206 的溫度的控制方法。在本實施形態中，有後述的加熱器直接控制、爐串聯控制及 ARC 直接 C 控制的 3 個控制模式作為控制方法，在 S100 選擇任一種控制模式。

再者，在本實施形態中，在 S100 的處理方面，雖然選擇加熱器直接控制、爐串聯控制及 ARC 直接 C 控制的 3 個控制模式中的任一種模式，但可以再追加別的控制模式，或者不具有 ARC 直接 C 控制也可以。

在 S100，作為控制模式，選擇加熱器直接控制時進入 S102 的處理，選擇 ARC 直接 C 控制時進入 S104 的處理，選擇爐串聯控制時進入 S106 的處理。

在步驟 102(S102)中，根據外部溫度感測器 264 的檢測溫度進行加熱器直接控制並控制加熱器 206 的溫度直到控制模式被變更或加熱器 206 的溫度控制被結束為止。

在步驟 104(S104)中，不藉由內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 的檢測溫度而進行 ARC 直接 C 控制並控制加熱器 206 的溫度直到控制模式被變更或加熱器 206 的溫度控制被結束為止。

在步驟 106(S106)中，確認由內部溫度感測器 263 所檢測的溫度。此檢測溫度超過臨界值溫度 T 時，進入 S108 的處理，進行爐串聯控制。另一方面，檢測溫度小於臨界值溫度 T 時，進入 S102 的處理，進行加熱器直接控制。在加熱器直接控制方面，要控制加熱器 206 的溫度而不使用內部溫度感測器 263 的檢測溫度。因此，在檢測溫度小於臨界值溫度 T 時，可進行加熱器直接控制之穩定的反饋控制，而不會受到用於內部溫度感測器 263 的 B 型熱電偶在低溫區域的特性之影響。例如，若將臨界值溫度 T 設定為 250℃，則可進行穩定的控制，而不會受到產生測定誤差及無法指定溫度此類的 B 型熱電偶的問題所造成的影響。

再者，在步驟 106 中實施控制模式的切換，以免受到使用 B 型熱電偶的內部溫度感測器 263 在低溫區域的影響。因此，較佳為確認內部溫度感測器 263 的檢測溫度並進行和臨界值溫度 T 的比較，但也可以確認由外部溫度感測器 264 檢測出的溫度而進行和臨界值溫度 T 的比較，並進行控制模式的切換。

此外，也可以設置判別內部溫度感測器 263 為 B 型熱電偶或 R 型熱電偶的步驟作為即將進行 S106 的處理之前的步驟。設有此種判別步驟時，如本實施形態，以 B 型熱電偶構成內部溫度感測器 263 時，要轉移到 S106 的處理，但以 R 型熱電偶構成內部溫度感測器 263 時，不轉移到 S106 的處理而要轉移到 S108 的處理，進行爐串聯控制。

在步驟 108(S108)，進行內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 的爐串聯控制並控制加熱器 206 的溫度直到內部溫度感測器 263 的檢測溫度小於臨界值溫度 T 或加熱器 206 的溫度控制被結束為止。

如以上說明，關於本實施形態的基板處理裝置由於按照溫度切換根據內部溫度感測器 263 及外部溫度感測器 264 的檢測溫度進行控制的爐串聯控制、及不用內部溫度感測器 263 的檢測溫度的加熱器直接控制，所以可進行穩定的加熱器 206 的溫度控制，而不會受到 B 型熱電偶所造成的低溫區域的影響。

此處，就在步驟 100 所選擇的控制模式進行說明。圖 5 為控制模式為加熱器直接控制的情況的溫度控制部 238 的結構圖。在加熱器直接控制方面，溫度調整部 270a 進行 PID 控制，以便使插入加熱器附近，例如均熱管 205 與加熱器 206 之間的複數區域的熱電偶(外部溫度感測器 264)測量到的溫度與溫度設定值一致，並將輸出脈衝輸出到輸出控制部 271。然後，輸出控制部 271 以所輸入的輸出脈衝為基礎而控制加熱器 206 的溫度。

圖 6 是控制模式為爐串聯控制的情況之溫度控制部 238 的結構圖。在爐串聯控制的溫度調整部 270b 按照以插入處理爐內，例如均熱管 205 與反應管 204 之間的複數區域的熱電偶(內部溫度感測器 263)測量到的溫度、及以插入加熱器附近的複數區域的熱電偶(外部溫度感測器 264)測量到的溫度，分別進行 PID 控制。此處，內部溫度感測器 263 所進行的 PID 控制與外部溫度感測器

264 所進行的 PID 控制串聯地構成控制環路，進行雙重的反饋控制。

所謂 ARC 直接 C 控制，係對於加熱器的各區域，只以 C 動作直接控制加熱器的開環控制。此處，所謂 C 動作，係輸出由時間函數的修正圖案所表示的一定值(Compensation：C)的動作。

其次，就本實施形態的變形例進行說明。在變形例方面，和上述的實施形態不同之點，在於設有 T1 與 T2 作為 S106 的處理的臨界值溫度。圖 7 為顯示臨界值溫度 T1 及 T2 與控制模式的關係之圖。此處，圖中的實線表示進行加熱器直接控制，點線表示進行爐串聯控制。即使 S106 的處理的內部溫度感測器 263 所進行的檢測溫度結果上升，若小於臨界值溫度 T1，則也進入 S102 的處理，進行加熱器直接控制。檢測溫度再上升，達到臨界值溫度 T1 以上，就被切換成移至 S108，控制模式被切換到爐串聯控制。其後，若檢測溫度為 T2 以上，則爐串聯控制繼續，若檢測溫度小於 T2，則被切換成移至 S102，控制模式被切換到加熱器直接控制。

若只按照臨界值溫度 T 進行控制模式的切換，則若檢測溫度在臨界值溫度 T 附近反覆上升下降，伴隨此控制模式也就會反覆切換加熱器直接控制與爐串聯控制，有控制成為不穩定的可能性。然而，在設有臨界值溫度 T1 及 T2，於檢測溫度的上升時與下降時改變控制模式切換的溫度的情況，可防止在臨界值溫度附近的控制模式反覆切換，並可進行穩定的控制。

在以上說明過的實施形態及其變形例中，雖然將 B 型熱電偶用於內部溫度感測器 263，將 R 型熱電偶用於外部溫度感測器 264，但所使用的熱電偶不限於此等熱電偶。即，將兩種熱電偶(第 1 熱電偶及第 2 熱電偶)分別用於內部溫度感測器 263 與外部溫度感測器 264，第 1 熱電偶比第 2 熱電偶耐熱性佳，第 2 熱電偶比第 1 熱電偶溫度檢測性能佳即可。

而且，對於第 1 熱電偶的溫度檢測性能不足的溫度區域，進行藉由只有第 2 熱電偶的檢測溫度的反饋控制，對於其以外的溫度區域，利用第 1 熱電偶的檢測溫度與第 2 熱電偶的檢測溫度進行反饋控制即可。

此外，在本實施形態中，雖然將 B 型熱電偶用於內部溫度感測器 263，將 R 型熱電偶用於外部溫度感測器 264，但相反地也可以將 R 型熱電偶用於內部溫度感測器 263，將 B 型熱電偶用於外部溫度感測器 264。此情況，要利用內部溫度感測器 263 進行加熱器直接控制。再者，如本實施形態，將 B 型熱電偶用於內部溫度感測器 263，將 R 型熱電偶用於外部溫度感測器 264 較適合例如以下的情況。即，係在外部溫度感測器 264 的各區域的設置位置沿著水平方向設置熱電偶，並且在外部溫度感測器 264 所使用的熱電偶比在內部溫度感測器 263 所使用的熱電偶的長度更短的情況。此種情況，在外部溫度感測器 264 方面，因施加於熱電偶本身的負荷小且熱電偶成為高溫的部分短因此熱膨脹所產生的延伸量小。因而，外部溫度感測器 264 的使用態樣比內部溫度感測器

263的使用態樣更難以產生斷線。因此，將B型熱電偶用於內部溫度感測器263，而將R型熱電偶用於外部溫度感測器264較佳。

如以上說明，本發明之第1實施形態及變形例方面，可謀求溫度感測器的長壽命化。因此，可減低基板處理裝置的停機時間(downtime)，使運轉率提高。此外，由於進行基於適合各溫度範圍的溫度感測器的加熱溫度的控制，所以不會使溫度控制精度惡化，即使是在高溫區域的使用，也可以謀求溫度感測器的長壽命化。

其次，就本發明之第2實施形態，根據圖面進行說明。

圖8為顯示形成關於本發明第2實施形態的SiC(碳化矽)磊晶膜的半導體製造裝置300一例的立體圖。

作為基板處理裝置(成膜裝置)的半導體製造裝置300為批式直立熱處理裝置，具有配置主要部分的殼體302。關於半導體製造裝置300，作為收納以例如SiC等構成的基板之晶圓304(參閱後述的圖9)的基板收容器，使用環箍(hoop)(以下稱為盒(pod))306作為晶圓載具。在殼體302的正面側配置有盒台308，盒306被搬送到盒台308上。盒306中收納例如25片的晶圓304，以蓋上蓋子的狀態被放置在盒台308上。

在殼體302內的正面側且與盒台308對向的位置上配置有盒搬送裝置310。此外，在盒搬送裝置310的附近配置有盒收納架312、開盒器314及基板片數檢測器316。盒收納架312配置於開盒器314的上方，構成為將

載置複數個盒 306 的狀態進行保持。基板片數檢測器 316 係鄰接於開盒器 314 而配置，箱搬送裝置 310 係在箱台 308、盒收納架 312 及開盒器 314 之間搬送盒 306。開盒器 314 係打開盒 306 的蓋子的器具，基板片數檢測器 316 係檢測被打開蓋子的盒 306 內的晶圓 304 的片數。

在殼體 302 內配置有基板移載機 318、以及作為基板保持器的舟皿 320。基板移載機 318 具有臂(捏鉗)322，係藉由未圖示的驅動機構而可升降且可旋轉的構造。臂 322 可取出例如 5 片的晶圓 304，藉由移動臂 322，在放置於開箱器 314 位置上的盒 306 及舟皿 320 間搬送晶圓 304。

舟皿 320 以例如碳-石墨或 SiC 等的耐熱性材料構成，構成為使複數片的晶圓 304 以水平姿勢且互相使中心一致的狀態排列而沿著縱向堆積、保持。再者，在舟皿 320 的下部配置有舟皿隔熱部 324 作為例如以石英或 SiC 等的耐熱性材料構成的圓盤形狀的隔熱構件，構成為來自後述的被加熱體(被感應體)326 的熱難以傳到處理爐 328 的下方側(參閱後述的圖 9)。

在殼體 302 內的背面側上部配置有處理爐 328。裝填有複數片晶圓 304 的舟皿 320 被搬入處理爐 328 內，進行熱處理。

其次，就形成 SiC 磊晶膜的半導體製造裝置 300 的處理爐 328 進行說明。

圖 9(a)為顯示關於本發明第 2 實施形態的處理爐 328 一例的側面剖面圖，圖 9(b)為支撐於舟皿 320 上的

晶圓 304 的側面剖面圖。

在處理爐 328 上設有具有第 1 氣體供應口 330 的第 1 氣體供應噴嘴 332、具有第 2 氣體供應口 334 的第 2 氣體供應噴嘴 336、及第 1 氣體排氣口 338。此外，圖示有供應惰性氣體的第 3 氣體供應口 340、第 2 氣體排氣口 342。

處理爐 328 具備由石英或 SiC 等的耐熱性材料構成，並且形成為上端閉塞、下端開口的圓筒形狀的反應管 344。歧管 346 與反應管 344 同心圓狀地配設於反應管 344 的下方。歧管 346 係由例如不銹鋼等構成，形成為上端及下端開口的圓筒形狀。歧管 346 被設置成支撐反應管 344。再者，在歧管 346 與反應管 344 之間設有作為密封構件的 O 型環(未圖示)。藉由將歧管 346 支撐於未圖示的保持體上，反應管 344 成為被垂直安裝的狀態。藉由反應管 344 與歧管 346 形成反應容器。

處理爐 328 具備形成為上端閉塞、下端開口的圓筒形狀的被加熱體(被感應體)326 及作為磁場產生部的感應線圈 348。在反應管 344 的內側形成有反應室 350，構成為可收納保持作為以 SiC 等構成的基板的晶圓 304 的舟皿 320。被加熱體 326 被由設於反應管 344 外側的感應線圈 348 所產生的磁場加熱，藉由被加熱體 326 的發熱，可加熱反應室 350 內。

此外，如圖 9(b)所示，晶圓 304 被保持於圓環狀的下部晶圓保持器 352b 上，在以圓板狀的上部晶圓保持器 352a 覆蓋上面的狀態下被保持於舟皿 320 上即可。藉

此，可保護晶圓 304 以防止從晶圓上部落下的粒子，並可抑制相對於成膜面(晶圓 304 的下面)之背面側的成膜。此外，可使成膜面離開晶圓保持器 352a、352b 的部分、舟皿柱子，並可縮小舟皿柱子的影響。舟皿 320 構成為保持有晶圓 304，該晶圓 304 係以水平姿勢且互相之間中心一致的狀態下沿著縱向排列的方式被保持於晶圓保持器 352a、352b 上。

在被加熱體 326 的附近設有溫度感測器作為檢測反應室 350 內溫度的溫度檢測體。作為溫度感測器，則有例如在被加熱體 326 的附近沿著縱向分割為 3 個區域而配置有輻射溫度計 354、356、358、360。輻射溫度計 354 被配置於縱向的 3 個區域中之上部的區域，輻射溫度計 356、358 被配置於縱向的 3 個區域中之中部的區域，輻射溫度計 360 被配置於縱向的 3 個區域中之下部的區域。

配置於上部區域的輻射溫度計 354 及配置於下部區域的輻射溫度計 360 為監測用，按照目的配置有低溫用輻射溫度計或高溫用輻射溫度計的任一種輻射溫度計。配置於中部區域的輻射溫度計 356 及 358 之中，輻射溫度計 356 為高溫用輻射溫度計，輻射溫度計 358 為低溫用輻射溫度計。輻射溫度計 356 及 358 係以測定相同地方的溫度為目的而被配置，切換高溫用輻射溫度計之輻射溫度計 356 與低溫用輻射溫度計之輻射溫度計 358 來進行溫度控制。

此處，假設以高溫用輻射溫度計可計測之溫度範圍的上限溫度及下限溫度分別為高溫用上限值 Max__

High、高溫用下限值 Min__High，以低溫用輻射溫度計可計測的溫度範圍的上限溫度及下限溫度分別為低溫用上限值 Max__Low、低溫用下限值 Min__Low，則高溫用輻射溫度計與低溫用輻射溫度計會符合如下的關係。即，高溫用上限值 Max__High 為比低溫用上限值 Max__Low 更高的值，並且高溫用下限值 Min__High 為比低溫用下限值 Min__Low 更高的值。

圖 10 為顯示關於本發明第 2 實施形態的半導體製造裝置 300 的控制結構一例的方塊圖。感應線圈 348 及輻射溫度計 362、356、358、360 分別與圖 10 所示的溫度控制部 362 電性連接。溫度控制部 362 構成為依預定的定時控制，以便藉由根據輻射溫度計 356 或輻射溫度計 358 檢測出的溫度資訊調節對感應線圈 348 的通電情況，而使反應室 350 內的溫度成為所希望的溫度分布。例如對於被以高頻電源驅動的圓柱型的感應加熱之加熱器即感應線圈 348，溫度控制部 362 比較由輻射溫度計 356 或輻射溫度計 358 檢測出的溫度資訊與設定溫度來驅動高頻電源，以便輸出適當的熱量。

此外，溫度控制部 362 按照後述的切換方式切換基於由輻射溫度計 356 檢測出的溫度資訊的控制、及由輻射溫度計 358 檢測出的溫度資訊的控制來進行控制。

再者，在感應線圈 348 的附近沿著縱向分割為 3 個區域而配置有熱電偶 364、366、368。熱電偶 364 被配置於縱向的 3 個區域中之上部的區域，熱電偶 366 被配置於縱向的 3 個區域中之中部的區域，熱電偶 368 被配

置於縱向的3個區域中之下部的區域。熱電偶364、366、368係用作為過高熱保護而使用，分別電性連接於溫度控制部362。

再者，最好在反應室350內於第1及第2氣體供應噴嘴332、336與第1氣體排氣口338之間且被加熱體326與晶圓304之間，以掩埋被加熱體326與晶圓304之間的空間之方式將沿著垂直方向延伸且剖面為圓弧狀的構造物370設於反應室350內。圖11為顯示關於本發明第2實施形態的處理爐328一例的平面剖面圖。例如，如圖11所示，藉由在對向的位置分別設置構造物370，可防止從第1及第2氣體供應噴嘴332、336供應的氣體沿著被加熱體326的內壁繞晶圓304而行。就構造物370而言，較佳為以隔熱材料或碳氈等構成，即可耐熱及抑制粒子的產生。

在反應管344與被加熱體326之間設置以例如難以被感應的碳氈等所構成的隔熱材料372，藉由設置隔熱材料372，可抑制被加熱體326的熱傳到反應管344或反應管344的外側。

此外，於感應線圈348的外側則以包圍反應室350的方式設置有例如為水冷構造的外側隔熱壁374，用以抑制反應室350內的熱傳到外側。再者，於外側隔熱壁374的外側設有磁封376，防止由感應線圈348產生的磁場漏到外側。

如圖9所示，為供應至少含有Si(矽)原子的氣體、及含有Cl(氯)原子的氣體給晶圓304而將設有至少1個

第 1 氣體供應口 330 的第 1 氣體供應噴嘴 332 設置於被加熱體 326 與晶圓 304 之間。此外，為供應至少含有 C(碳)原子的氣體及還原氣體給晶圓 304 而將設有至少 1 個第 2 氣體供應口 334 的第 2 氣體供應噴嘴 336 設置於和被加熱體 326 與晶圓 304 之間的第 1 氣體供應噴嘴 332 不同之處。此外，第 1 氣體排氣口 338 也同樣地配置於被加熱體 326 與晶圓 304 之間。另外，第 3 氣體供應口 340 及第 2 氣體排氣口 342 配置於反應管 344 與隔熱材料 372 之間。

此外，雖然分別各 1 支第 1 氣體供應噴嘴 332 及第 2 氣體供應噴嘴 336 也可以，但最好構成為如圖 11 所示，第 2 氣體供應噴嘴 336 設有 3 支，而第 1 氣體供應噴嘴 332 以夾入第 2 氣體供應噴嘴 336 之間的方式設置。藉由如此交替配置，可促進含有 Si 原子的氣體與含有 C 原子的氣體的混合。此外，藉由使第 1 氣體供應噴嘴及第 2 氣體供應噴嘴為奇數支，而能以中央的第 2 氣體供應噴嘴 336 為中心而使成膜氣體左右對稱地供應，並可提高晶圓 304 內的均勻性。

第 1 氣體供應口 330 及第 1 氣體供應噴嘴 332 以例如碳-石墨所構成，設於反應室 350 內。此外，第 1 氣體供應噴嘴 332 以貫穿歧管 346 的方式安裝於歧管 346。此處，在形成 SiC 磊晶膜之際，第 1 氣體供應口 330 將例如甲矽烷(以下為 SiH_4)氣體作為至少含有 Si(矽)原子的氣體、例如氯化氫(以下為 HCl)氣體作為含有 Cl(氯)原子的氣體、及以惰性氣體(例如 Ar(氬))作為載送氣體

經由第 1 氣體供應噴嘴 332 而供應至反應室 350 內。

第 1 氣體供應噴嘴 332 經由第 1 氣體線路 378 而連接於氣體供應單元 380。圖 12 為顯示關於本發明第 2 實施形態的半導體製造裝置 300 的氣體供應單元 380 一例的模式圖。如圖 12 所示，第 1 氣體線路 378 係對於 SiH_4 氣體、HCl 氣體、惰性氣體，經由作為流量控制器(流量控制手段)的質流控制器(以下為 MFC)382c、382d、382f、及閥 384c、384d、384f 而連接於例如 SiH_4 氣體供應源 386c、HCl 氣體供應源 386d、惰性氣體供應源 386f。

藉由上述結構，可在反應室 350 內控制 SiH_4 氣體、HCl 氣體、惰性氣體各氣體的供應流量、濃度、分壓、供應時間點。閥 384c、384d、384f、MFC382c、382d、382f 電性連接於氣體流量控制部 388，依既定的定時被控制，以便分別供應的氣體的流量成為預定流量(參閱圖 10)。再者，藉由 SiH_4 氣體、HCl 氣體、惰性氣體各氣體的氣體供應源 386c、386d、386f、閥 384c、384d、384f、MFC382c、382d、382f、第 1 氣體線路 378、第 1 氣體供應噴嘴 332 及至少 1 個設於第 1 氣體供應噴嘴 332 上的第 1 氣體供應口 330 構成第 1 氣體供應系統作為氣體供應系統。

第 2 氣體供應口 334 以例如碳-石墨所構成，設於反應室 350 內。此外，第 2 氣體供應噴嘴 336 以貫穿歧管 346 的方式安裝於歧管 346。此處，在形成 SiC 磊晶膜之際，第 2 氣體供應口 334 將例如丙烷(以下為 C_3H_8)氣體作為至少含有 C(碳)原子的氣體、及例如氫(H 原子單體、

或 H_2 分子。以下為 H_2)作為還原氣體經由第 2 氣體供應噴嘴 336 而供應至反應室 350 內。

第 2 氣體供應噴嘴 336 經由第 2 氣體線路 390 而連接於氣體供應單元 380。此外，如圖 12 所示，第 2 氣體線路 390 與例如氣體配管(未圖示)分別連接，氣體配管(未圖示)分別對於作為含有 C(碳)原子的氣體例如 C_3H_8 氣體，經由作為流量控制手段的 MFC382a 及閥 384a 而連接於 C_3H_8 氣體供應源 386a，對於作為還原氣體之例如 H_2 氣體，經由作為流量控制手段的 MFC382b 及閥 384b 而連接於 H_2 氣體供應源 386b。

藉由上述結構，可在反應室 350 內控制例如 C_3H_8 氣體、H_2 氣體的供應流量、濃度、分壓。閥 384a、384b、MFC382a、382b 電性連接於氣體流量控制部 388，依既定的時間點被控制，以便供應的氣體流量成為既定的流量(參閱圖 10)。再者，藉由 C_3H_8 氣體、H_2 氣體的氣體供應源 386a、386b、閥 384a、384b、MFC382a、382b、第 2 氣體線路 390、第 2 氣體供應噴嘴 336、第 2 氣體供應口 334，構成第 2 氣體供應系統作為氣體供應系統。

此外，在第 1 氣體供應噴嘴 332 及第 2 氣體供應噴嘴 336 上，於基板的排列區域可以設置 1 個第 1 氣體供應口 330 及第 2 氣體供應口 334，也可以按晶圓 304 的既定片數分別設置。

如圖 9 所示，第 1 氣體排氣口 338 設於比舟皿 320 更下部，連接於第 1 氣體排氣口 338 的氣體排氣管 392 以貫穿的方式設於歧管 346。真空泵等之真空排氣裝置

396 經由作為未圖示的壓力檢測器的壓力感測器及作為壓力調整器的 APC(Auto Pressure Controller；自動壓力控制器)閥 394 而連接於氣體排氣管 392 的下游側。壓力控制部 398 電性連接於壓力感測器及 APC 閥 394，壓力控制部 398 構成為依既定的時間點進行控制，以便根據由壓力感測器檢測出的壓力調整 APC 閥 394 的開度，使處理爐 328 內的壓力成為既定的壓力(參閱圖 10)。

如上述，從第 1 氣體供應口 330 供應至少含有 Si(矽)原子的氣體與含有 Cl(氯)原子的氣體，從第 2 氣體供應口 334 供應至少含有 C(碳)原子的氣體與還原氣體，所供應的氣體對於以 Si 或 SiC 構成的晶圓 304 平行地流動，並從第 1 氣體排氣口 338 被排氣，所以晶圓 304 全體被有效且均勻地暴露於氣體中。

此外，如圖 11 所示，第 3 氣體供應口 340 配置於反應管 344 與隔熱材料 372 之間，安裝成貫穿歧管 346。再者，第 2 氣體排氣口 342 配置成在反應管 344 與隔熱材料 372 之間且與第 3 氣體供應口 340 形成對向，第 2 氣體排氣口 342 連接於氣體排氣管 392。第 3 氣體供應口 340 形成於貫穿歧管 346 的第 3 氣體線路 400 上，經由閥 384e、MFC382e 而與氣體供應源 386e 連接。從氣體供應源 386e 供應例如稀有氣體的 Ar 氣體作為惰性氣體，可防止有助於 SiC 磊晶膜成長的氣體、例如含有 Si(矽)原子的氣體或含有 C(碳)原子的氣體或含有 Cl(氯)原子的氣體或者此等氣體的混合氣體進入反應管 344 與隔熱材料 372 之間，並可防止無用的生成物附著於反應管 344

的內壁或隔熱材料 372 的外壁。

此外，供應至反應管 344 與隔熱材料 372 之間的惰性氣體經由比第 2 氣體排氣口 342 更在氣體排氣管 392 下游側的 APC 閥 394 而從真空排氣裝置 396 被排氣。

其次，就處理爐 328 及其周邊的結構進行說明。

圖 13 為關於本發明第 2 實施形態的處理爐 328 及周邊構造的概略剖面圖。在處理爐 328 的下方設有密封蓋 402 作為用以氣密地閉塞處理爐 328 下端開口的爐口蓋體。密封蓋 402 為例如不銹鋼等的金屬製，形成為圓盤狀。在密封蓋 402 的上面設有作為與處理爐 328 的下端抵接的密封材料之 O 型環(未圖示)。於密封蓋 402 上設置有旋轉機構 404，旋轉機構 404 的旋轉軸 406 貫穿密封蓋 402 而連接於舟皿 320，構成為藉由使舟皿 320 旋轉而使晶圓 304 旋轉。

此外，密封蓋 402 構成為作為設於處理爐 328 外側的升降機構而藉由後述的升降馬達 408 而沿著垂直方向升降，藉此可對處理爐 328 搬入搬出舟皿 320。驅動控制部 410 電性連接於旋轉機構 404 及升降馬達 408，構成為依既定的時間點控制，以便進行既定的動作(參閱圖 10)。

在作為預備室的負載鎖定室 412 的外面設有下基板 414。在下基板 414 上設有與升降台 416 滑動自如地嵌合的導軸 418 及與升降台 416 旋合的滾珠螺桿 420。此外，在立設於下基板 414 上的導軸 418 及滾珠螺桿 420 的上端設有上基板 422。滾珠螺桿 420 藉由設於上基板 422

上的升降馬達 408 而旋轉，升降台 416 藉由使滾珠螺桿 420 旋轉而升降。

在升降台 416 上垂設中空的升降軸 424，升降台 416 與升降軸 424 的連結部構成為氣密狀態，升降軸 424 可和升降台 416 共同升降。升降軸 424 寬鬆貫穿負載鎖定室 412 的頂板 426，升降軸 424 貫穿的頂板 426 的貫穿孔形成有充分的間隙，以免升降軸 424 和頂板 426 接觸。

此外，在負載鎖定室 412 與升降台 416 之間，以覆蓋升降軸 424 周圍的方式設有伸縮管 428 作為具有伸縮性的中空伸縮體，藉由伸縮管 428 可氣密地保持負載鎖定室 412。再者，伸縮管 428 具有可對應於升降台 416 升降量的充分的伸縮量，伸縮管 428 的內徑比升降軸 424 的外徑大許多，構成為於伸縮之際伸縮管 428 和升降軸 424 不會接觸。

升降基板 430 水平地固定於升降軸 424 的下端，驅動部蓋 432 經由 O 型環等的密封構件而氣密地裝於升降基板 430 的下面。以升降基板 430 與驅動部蓋 432 構成驅動部收納箱 434，藉由此結構，將驅動部收納箱 434 內部和負載鎖定室 412 的氣體隔離。

此外，在驅動部收納箱 434 的內部設有舟皿 320 的旋轉機構 404，旋轉機構 404 的周邊由冷卻機構 436 所冷卻。

電力電纜 438 從升降軸 424 的上端通過中空部而被引導連接於旋轉機構 404。此外，在冷卻機構 436 及密封蓋 402 上形成有冷卻水流路 440。再者，冷卻水配管

442 從升降軸 424 的上端通過中空部而被引導連接於冷卻水流路 440。

藉由驅動升降馬達 408，使滾珠螺桿 420 旋轉，經由升降台 416 及升降軸 424 而使驅動部收納箱 434 升降。

藉由驅動部收納箱 434 的上升，氣密地設於升降基板 430 上的密封蓋 402 即閉塞處理爐 328 開口部的爐口 444，成為可處理晶圓的狀態。此外，藉由驅動部收納箱 434 的下降，和密封蓋 402 一起降下舟皿 320，成為可將晶圓 304 搬出到外部的狀態。

其次，就構成形成 SiC 磊晶膜的半導體製造裝置 300 的各部控制結構進行說明。

在圖 10 中，溫度控制部 362、氣體流量控制部 388、壓力控制部 398、驅動控制部 410 構成操作部及輸入輸出部，電性連接於控制半導體製造裝置 300 全體的主控制部 446。此外，作為控制器 448 則由溫度控制部 362、氣體流量控制部 388、壓力控制部 398、驅動控制部 410 所構成。

其次，就構成上述第 1 氣體供應系統及第 2 氣體供應系統的理由進行說明。

在形成 SiC 磊晶膜的半導體製造裝置中，需要將以至少含有 Si(矽)原子的氣體、及含有 C(碳)原子的氣體所構成的原料氣體供應至反應室 350，形成 SiC 磊晶膜。此外，如本實施形態，在將複數片的晶圓 304 以水平姿勢使其多層排列而保持的情況，為了使晶圓間的均勻性提高，在反應室 350 內設有氣體供應噴嘴，以便可從各

個晶圓附近的氣體供應口供應成膜氣體。因此，氣體供應噴嘴內也成為和反應室相同的條件。此時，若以相同的氣體供應噴嘴供應含有Si原子的氣體與含有C原子的氣體，則會因原料氣體彼此反應而消耗原料氣體，不但在反應室350的下游側原料氣體會不足，而且在氣體供應噴嘴內反應、堆積的SiC膜等的堆積物會閉塞氣體供應噴嘴，使原料氣體的供應成為不穩定，並且會發生使粒子產生等的問題。

於是，在本實施形態中，經由第1氣體供應噴嘴332而供應含有Si原子的氣體，並經由第2氣體供應噴嘴336而供應含有C原子的氣體。如此，藉由從不同的氣體供應噴嘴供應含有Si原子的氣體與含有C原子的氣體，則在氣體供應噴嘴內可防止SiC膜堆積。並且，想要調整含有Si原子的氣體及含有C原子的氣體的濃度或流速時，分別供應適當的載送氣體即可。

再者，為了更有效地使用含有Si原子的氣體，有時會使用氫氣之類的還原氣體。此情況，最好是經由供應含有C原子氣體的第2氣體供應噴嘴336來供應還原氣體。如此和含有C原子的氣體一起供應還原氣體，藉由在反應室350內與含有Si原子的氣體混合，由於還原氣體成為較少的狀態，所以與成膜時相較，較能抑制含有Si原子的氣體的分解，並可抑制在第1氣體供應噴嘴內之Si膜的堆積。此情況，可使用還原氣體作為含有C原子氣體的載送氣體。再者，就含有Si原子氣體的載體而言，藉由使用氬(Ar)之類的惰性氣體(特別是稀有氣體)，

可抑制 Si 膜的堆積。

再者，最好供應 HCl 之類的含有氯原子的氣體給第 1 氣體供應噴嘴 332。如此一來，即使含有 Si 原子的氣體因熱而分解，變成可能堆積於第 1 氣體供應噴嘴內的狀態，也可以利用氯形成為蝕刻模式，可進一步抑制 Si 膜堆積於第 1 氣體供應噴嘴內。

再者，在圖 9 所示之例中，雖然以供應 SiH_4 氣體及 HCl 氣體給 1 氣體供應噴嘴 332，並供應 C_3H_8 氣體及 H_2 氣體給第 2 氣體供應噴嘴 336 的結構進行了說明，但如上述，圖 9 至圖 12 所示之例被認為是最佳的組合，不受此限。

此外，在圖 9 至圖 12 所示之例中，雖然例示了 HCl 氣體作為於形成 SiC 磊晶膜之際流出的含有 Cl(氯)原子的氣體，但也可以使用氯氣。

此外，在上述雖然於形成 SiC 磊晶膜之際供應含有 Si(矽)原子的氣體與含有 Cl(氯)原子的氣體，但也可以供應含有 Si 原子與 Cl 原子的氣體，例如四氯矽烷(以下為 $SiCl_4$)氣體、三氯矽烷(以下 $SiHCl_3$)氣體、二氯矽烷(以下 SiH_2Cl_2)氣體。此外，不用說此等含有 Si 原子與 Cl 原子的氣體也是含有 Si 原子的氣體，或者也可以說是含有 Si 原子的氣體與含有 Cl 原子的氣體的混合氣體。特別是 $SiCl_4$ 因被熱分解的溫度比較高，而從抑制噴嘴內的 Si 消耗的觀點來看最佳。

此外，在上述雖然例示了 C_3H_8 氣體作為含有 C(碳)原子的氣體，但也可以使用乙烯(以下為 C_2H_4)氣體、乙

炔(以下為 C_2H_2)氣體。

此外，雖然例示了 H_2 氣體作為還原氣體，但不限於此，也可以使用其他的含有 H(氫)原子的氣體。再者，就載送氣體而言，可以使用 Ar(氬)氣體、He(氦)氣體、Ne(氖)氣體、Kr(氪)氣體、Xe(氙)氣體等的稀有氣體之中至少 1 個，也可以使用組合上述氣體的混合氣體。

在上述係藉由經由第 1 氣體供應噴嘴 332 而供應含有 Si 原子的氣體，並經由第 2 氣體供應噴嘴 336 而供應含有 C 原子的氣體來抑制氣體供應噴嘴內的 SiC 膜的堆積(以下將分離供應含有 Si 原子的氣體與含有 C 原子的氣體的方式稱為「分離方式」)。然而，此方法雖然可抑制氣體供應噴嘴內的 SiC 膜的堆積，但含有 Si 原子的氣體與含有 C 原子的氣體的混合需要在從氣體供應口 330、334 到達到晶圓 304 之間充分地進行。

因此，若從晶圓內的均勻化的觀點來看，最好預先混合含有 Si 原子的氣體與含有 C 原子的氣體再供應給氣體供應噴嘴 332(以下將從同一氣體供應噴嘴供應含有 Si 原子的氣體與含有 C 原子的氣體的方式稱為「預混方式」)。然而，若從同一氣體供應噴嘴供應含有 Si 原子的氣體與含有 C 原子的氣體，則有 SiC 膜堆積於氣體供應噴嘴內之虞。另一方面，含有 Si 原子的氣體若加大蝕刻氣體之氯與還原氣體之氫的比(Cl／H)，則藉由氯的蝕刻效果會變大，可抑制含有 Si 原子的氣體的反應。因此，藉由供應含有 Si 原子的氣體、含有 C 原子的氣體、及含有氯的氣體給一方的氣體供應噴嘴，並從另一方的氣體

供應噴嘴供應用於還原反應的還原氣體(例如氫氣)，使氣體供應噴嘴內的 Cl／H 變大，而可抑制 SiC 膜的堆積。

其次，就使用上述半導體製造裝置 300 在以 SiC 等構成的晶圓 304 等的基板上形成例如 SiC 膜的基板的製造方法作為半導體裝置的製程的一步驟進行說明。

再者，在以下的說明中構成半導體製造裝置 300 的各部的動作為控制器 448 所控制。

首先，在盒台 308 上放置收納有複數片晶圓 304 的盒 306，利用盒搬送裝置 310 將盒 306 從盒台 308 上搬送到盒收納架 312 上存放。其次，利用盒搬送裝置 310 將存放於盒收納架 312 上的盒 306 搬送到開盒器 314 上放置，利用開盒器 314 打開盒 306 的蓋子，利用基板片數檢測器 316 檢測收納於盒 306 中的晶圓 304 的片數。

其次，利用基板移載機 318 從在開盒器 314 位置的盒 306 中取出晶圓 304，移載到舟皿 320。

複數片的晶圓 304 被裝填於舟皿 320 上，保持有晶圓 304 的舟皿 320 就藉由升降馬達 408 所進行的升降台 416 及升降軸 424 的升降動作而被搬入反應室 350 內(舟皿裝載)。在此狀態下，密封蓋 402 成為經由 O 型環(未圖示)而密封歧管 346 下端的狀態。

搬入舟皿 320 後，藉由真空排氣裝置 396 進行真空排氣，以便反應室 350 內成為既定的壓力(真空度)。此時，藉由壓力感測器(未圖示)測定反應室 350 內的壓力，根據所測定出的壓力，反饋控制連通於第 1 氣體排氣口 338 及第 2 氣體排氣口 342 的 APC 閥 394。此外，加熱

被加熱體 326，以使晶圓 304 及反應室 350 內成為既定的溫度。此時，為了使反應室 350 內成為既定的溫度分布，而根據由後述的切換方式所選擇的高溫用輻射溫度計 356 或低溫用輻射溫度計 358 所檢測出的溫度資訊，反饋控制對感應線圈 348 的通電情況。接著，藉由利用旋轉機構 404 旋轉舟皿 320 而沿著圓周方向旋轉晶圓 304。

接著，分別從氣體供應源 386c、386d 供應有助於 SiC 磊晶成長反應的含有 Si(矽)原子的氣體及含有 Cl(氯)原子的氣體，自第 1 氣體供應口 330 噴出到反應室 350 內。此外，調整對應的 MFC382a、382b 的開度，以便含有 C(碳)原子的氣體及為還原氣體的 H_2 氣體成為既定的流量後，打開閥 384a、384b，使各氣體流通於第 2 氣體線路 390 及流通於第 2 氣體供應噴嘴 336 而自第 2 氣體供應口 334 被導入反應室 350 內。

從第 1 氣體供應口 330 及第 2 氣體供應口 334 供應的氣體通過反應室 350 內的被加熱體 326 的內側，自第 1 氣體排氣口 338 通過氣體排氣管 392 而被排氣。從第 1 氣體供應口 330 及第 2 氣體供應口 334 供應的氣體在通過反應室 350 內之際，和以 SiC 等構成的晶圓 304 接觸，在晶圓 304 表面上進行 SiC 磊晶膜成長。

此外，調整對應的 MFC382e 的開度，以便作為惰性氣體的稀有氣體之 Ar 氣體藉由氣體供應源 386e 成為既定的流量後，打開閥 384e，流通於第 3 氣體線路 400，自第 3 氣體供應口 340 被供應至反應室 350 內。從第 3

氣體供應口 340 供應的作為惰性氣體的稀有氣體之 Ar 氣體通過反應室 350 內的隔熱材料 372 與反應管 344 之間，自第 2 氣體排氣口 342 被排氣。

其次，經過預先設定的時間，即停止上述氣體的供應，從未圖示的惰性氣體供應源供應惰性氣體，以惰性氣體置換反應室 350 內的被加熱體 326 內側的空間，並且使反應室 350 內的壓力恢復常壓。

其後，利用升降馬達 408 降下密封蓋 402，歧管 346 的下端被開口，並且處理完的晶圓 304 以保持於舟皿 320 上的狀態從歧管 346 的下端被搬出(舟皿卸載)到反應管 344 的外部，使舟皿 320 在既定位置待命直到保持於舟皿 320 上的晶圓 304 變冷為止。使其待命的舟皿 320 的晶圓 304 被冷卻到既定溫度，即利用基板移載機 318 從舟皿 320 中取出晶圓 304，搬送到放置於開盒器 314 的空盒 306 中收納。其後，利用盒搬送裝置 310 將收納有晶圓 304 的盒 306 搬送到盒收納架 312、或盒台 308 上。如此一來，半導體製造裝置 300 的一連串的動作即完成。

其次，就溫度控制的輻射溫度計的切換進行說明。

例如，可考慮以下述方式進行切換：決定臨界值 S 作為基於低溫用輻射溫度計的測定值(檢測溫度)的溫度控制與基於高溫用輻射溫度計的測定值(檢測溫度)的溫度控制之切換判斷的基準，低溫用輻射溫度計或高溫用輻射溫度計的測定值低於臨界值 S 的情況下，則進行基於低溫用輻射溫度計的測定值的溫度控制，高於臨界值 S 的情況下，則進行基於高溫用輻射溫度計的測定值的

溫度控制。

此處，以低溫用輻射溫度計的可計測範圍為 50℃～550℃，以高溫用輻射溫度計的可計測範圍為 450℃～950℃作為一例。此情況，要切換低溫用輻射溫度計的控制與高溫用輻射溫度計的控制，就要使用一個臨界值(此處，例如低溫用輻射溫度計與高溫用輻射溫度計的可計測範圍重疊的 500℃)，以所計測的溫度低於臨界值時由低溫用輻射溫度計來控制，超過臨界值時由高溫用輻射溫度計來控制之方式進行切換。

然而，利用上述方法切換控制的情況，切換時的溫度測定值及進行切換的溫度附近的溫度測定值會不穩定。

以下，就溫度控制部 362 的輻射溫度計的切換方式進行說明。

溫度控制部 362 係根據從低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制切換到高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制之判斷基準的臨界值 P、及從高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制切換到低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制的臨界值 M，而進行切換控制。此處，臨界值 P 大於臨界值 M(即，處於 P＞M 的關係)。

此外，假設以高溫用輻射溫度計 356 的可計測溫度範圍的上限值為 Max_High，以高溫用輻射溫度計 356 的可計測溫度範圍的下限值為 Min_High，以低溫用輻射溫度計 358 的可計測溫度範圍的上限值為 Max_Low，以低溫用輻射溫度計 358 的可計測溫度範圍的下

限值為 Min__Low，則臨界值 P 及臨界值 M 滿足下式：

Max__High > Max__Low > P > M > Min__High > Min__Low

圖 14 為顯示溫度控制部 362 的溫度控制的切換規則之表。此外，圖 15 為顯示高溫用輻射溫度計的控制與低溫輻射溫度計的控制之切換的圖表。在圖 15 中，橫軸表示進行高溫用輻射溫度計的溫度控制或進行低溫用輻射溫度計的溫度控制，縱軸表示由輻射溫度計測定的測定溫度。再者，以粗線顯示的測定溫度表示由低溫用輻射溫度計 358 測定出的測定溫度，以虛線顯示的測定溫度表示由高溫用輻射溫度計 356 測定出的測定溫度。

如圖 14 及圖 15 所示，溫度控制部 362 藉由用於現在的溫度控制之輻射溫度計的測定溫度與臨界值的比較進行控制的切換。溫度控制部 362 在從低溫用輻射溫度計 358 的控制將控制對象切換到高溫用輻射溫度計 356 的情況下，若低溫用輻射溫度計 358 的測定值超過臨界值 P，則切換到高溫用輻射溫度計 356 的控制。此處，溫度控制部 362 在從低溫用輻射溫度計 358 的控制將控制對象切換到高溫用輻射溫度計 356 的情況下，在切換判斷上不考慮高溫用輻射溫度計的測定值。

相反地，溫度控制部 362 在從高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制切換到低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制的情況下，若高溫用輻射溫度計 356 的測定值小於臨界值 M，則切換到低溫用輻射溫度計 358 的控制。同樣地，溫度控制部 362 在從高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制

切換到低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制的情況下，在切換判斷上不考慮低溫用輻射溫度計的測定值。

在由上述溫度控制部 362 切換控制方面，可改善複數種輻射溫度計的切換時及在切換溫度附近之令人擔心的溫度測定值的不穩定，而可使溫度控制性提高。

其次，就第 2 實施形態的變形例進行說明。在上述第 2 實施形態中，雖然藉由用於現在的溫度控制之輻射溫度計的測定值與臨界值的比較來進行控制的切換，但在例如高溫用輻射溫度計 356 的測定值與低溫用輻射溫度計 358 的測定值有差異的情況下、或者高溫用輻射溫度計 356 或低溫用輻射溫度計 358 的任一者因故障等而無法輸出正常的測定值的情況下，會有溫度控制變成不穩定的可能性。

於是，在變形例中，從低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制切換到高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制的情況，就低溫用輻射溫度計 358 的測定值及高溫用輻射溫度計 356 的測定值各值進行和臨界值的比較。

在變形例中，於即使低溫用輻射溫度計 358 的測定值超過臨界值 P，高溫用輻射溫度計 356 的測定值小於臨界值 M 的情況下，也不切換到高溫用輻射溫度計 356 的控制此點，和上述第 2 實施形態不同。

在變形例也是，溫度控制部 362 根據從低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制切換到高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制之判斷基準的臨界值 P、以及從高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制切換到低溫用輻射溫度計 358 的溫

度控制的臨界值 M，來切換控制。此外，關於臨界值 P、臨界值 M、高溫用輻射溫度計 356 的可計測上限值 Max_High、高溫用輻射溫度計 356 的可計測下限值 Min_High、低溫用輻射溫度計 358 的可計測上限值 Max_Low、低溫用輻射溫度計 358 的可計測下限值 Min_Low 之關係，也同樣地以上述的關係式表示。

圖 16 為顯示變形例中的溫度控制部 362 的溫度控制的切換規則之表。

如圖 16 所示，在變形例中的溫度控制部 362 方面，從高溫用輻射溫度計 356 的控制將控制對象切換到低溫用輻射溫度計 358 的情況下，若高溫用輻射溫度計 356 的測定值小於臨界值 M，則切換到低溫用輻射溫度計 358 的控制。

此外，在變形例中的溫度控制部 362 方面，從低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制切換到高溫用輻射溫度計 356 的溫度控制的情況，只在低溫用輻射溫度計 358 的測定值超過臨界值 P 且高溫用輻射溫度計 356 的測定值超過臨界值 M 的情況下，切換到高溫用輻射溫度計 356 的控制。即，在高溫用輻射溫度計 356 的測定值小於臨界值 M 的情況下，即使低溫用輻射溫度計 358 的測定值超過臨界值 P 也不切換到高溫用輻射溫度計 356 的控制。是因為由於高溫用輻射溫度計 356 的測定值已經小於臨界值 M，所以在下一次的切換判斷會再切換到低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制，因連續進行切換而使溫度測定值變成不穩定。

此外，在作為低溫用輻射溫度計 358 的測定值超過臨界值 P 且高溫用輻射溫度計 356 的測定值小於臨界值 M 的情況下，有設想高溫用輻射溫度計 356 或低溫用輻射溫度計 358 的任一者錯誤的可能性，考慮安全性，而在此種情況進行溫度測定值高的低溫用輻射溫度計 358 的溫度控制。

在變形例中的控制之切換方面，除了可改善複數種輻射溫度計的切換時及在切換溫度附近所令人擔心的溫度測定值的不穩定之外，也能實現比作為第 2 實施形態而顯示的控制的切換更安全的溫度控制。

在以上的第 2 實施形態及其變形例的說明中，雖然顯示了溫度控制部 362 的溫度控制係使用配置於中部區域的輻射溫度計 356 及 358 而進行之例，但也可以在上部或下部區域設置高溫用輻射溫度計及低溫用輻射溫度計，同樣地進行控制的切換。

此外，不限於形成 SiC 磊晶膜的半導體製造裝置，也可適用於立式基板處理裝置全部。

【圖式簡單說明】

圖 1 為關於本發明第 1 實施形態的基板處理裝置即立式熱擴散裝置的處理爐的剖面圖。

圖 2 為顯示關於本發明第 1 實施形態的 B 型熱電偶及 R 型熱電偶的溫度特性之圖。

圖 3 為顯示關於本發明第 1 實施形態的 B 型熱電偶及 R 型熱電偶的溫度特性之圖的放大圖。

圖 4 為顯示關於本發明第 1 實施形態的溫度控制的

流程圖。

圖 5 為關於本發明第 1 實施形態的控制模式為加熱器直接控制的情況的溫度控制部 238 的結構圖。

圖 6 為關於本發明第 1 實施形態的控制模式為爐串聯控制的情況的溫度控制部 238 的結構圖。

圖 7 為顯示關於本發明第 1 實施形態的變形例的臨界溫度 T1 及 T2 與控制模式的關係之圖。

圖 8 為顯示形成關於本發明第 2 實施形態的 SiC(碳化矽)磊晶膜的半導體製造裝置 300 之一例的立體圖。

圖 9(a)為顯示關於本發明第 2 實施形態的處理爐 328 一例的側面剖面圖，(b)為支撐於舟皿 320 上的晶圓 304 的側面剖面圖。

圖 10 為顯示關於本發明第 2 實施形態的半導體製造裝置 300 的控制結構一例的方塊圖。

圖 11 為顯示關於本發明第 2 實施形態的處理爐 328 一例的平面剖面圖。

圖 12 為顯示關於本發明第 2 實施形態的半導體製造裝置 300 的氣體供應單元 380 一例的模式圖。

圖 13 為關於本發明第 2 實施形態的處理爐 328 及周邊構造的示意剖面圖。

圖 14 為顯示溫度控制部 362 之溫度控制的切換規則之表。

圖 15 為顯示高溫用輻射溫度計的控制與低溫用輻射溫度計的控制之切換的圖表。

圖 16 為顯示本發明第 2 實施形態的變形例中的溫度

控制部 362 之溫度控制的切換規則之表。

【主要元件符號說明】

202	處理爐
204	反應管
205	均熱管
206	加熱器
238	溫度控制部
263	溫度感測器
264	外部溫度感測器
354	溫度控制部
356、358	輻射溫度計

七、申請專利範圍：

1.一種基板處理裝置，其具有：

加熱手段，其係加熱收容基板的處理室；

第 1 溫度檢測手段，其係使用第 1 熱電偶檢測該基板附近的溫度；

第 2 溫度檢測手段，其係使用第 2 熱電偶檢測該加熱手段附近的溫度；

控制手段，其係根據由該第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制該加熱手段；及

控制切換手段，其係根據由該第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制該控制手段，以使該控制手段切換第 1 控制模式與第 2 控制模式；

該第 1 熱電偶的耐熱性比該第 2 熱電偶的耐熱性更大，該第 2 熱電偶的溫度檢測性能比該第 1 熱電偶的溫度檢測性能更高。

2.一種基板處理裝置的溫度控制方法，其具有：

利用加熱手段加熱收容基板的處理室之階段；

藉由使用第 1 熱電偶的第 1 溫度檢測手段檢測該基板附近的溫度之階段；

藉由使用第 2 熱電偶的第 2 溫度檢測手段檢測該加熱手段附近的溫度之階段；及

按照由該第 1 溫度檢測手段或該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，切換第 1 控制模式及第 2 控制模式

之階段，該第 1 控制模式係根據由該第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度控制該加熱手段，該第 2 控制模式係根據由該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度控制該加熱手段；

而該第 1 熱電偶的耐熱性比該第 2 熱電偶的耐熱性更大，該第 2 熱電偶的溫度檢測性能比該第 1 熱電偶的溫度檢測性能更高。

3.一種基板處理裝置，其具有：

加熱手段，其係加熱收容基板的處理室；

第 1 溫度檢測手段，其係使用第 1 輻射溫度計檢測由該加熱手段加熱的溫度；

第 2 溫度檢測手段，其係使用第 2 輻射溫度計來檢測由該加熱手段加熱的溫度，而該第 2 輻射溫度計是將比由第 1 輻射溫度計測定的溫度範圍的上限更高的溫度作為所測定的溫度範圍的上限，且以比由第 1 輻射溫度計測定的溫度範圍的下限更高的溫度作為所測定的溫度範圍的下限；

控制手段，其係根據由該第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度，控制該加熱手段；及

控制切換手段，其係根據由該第 1 溫度檢測手段檢測出的溫度、及由該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度來控制該控制手段，以使該控制機構切換第 1 控制模式與第 2 控制模式；或是根據由該第 1 溫度檢測手段或該第 2 溫度檢測手段檢測出的溫度與預定的臨界

值來控制該控制手段，以使該控制手段切換第 1 控制模式與第 2 控制模式。

八、圖式：

圖 1

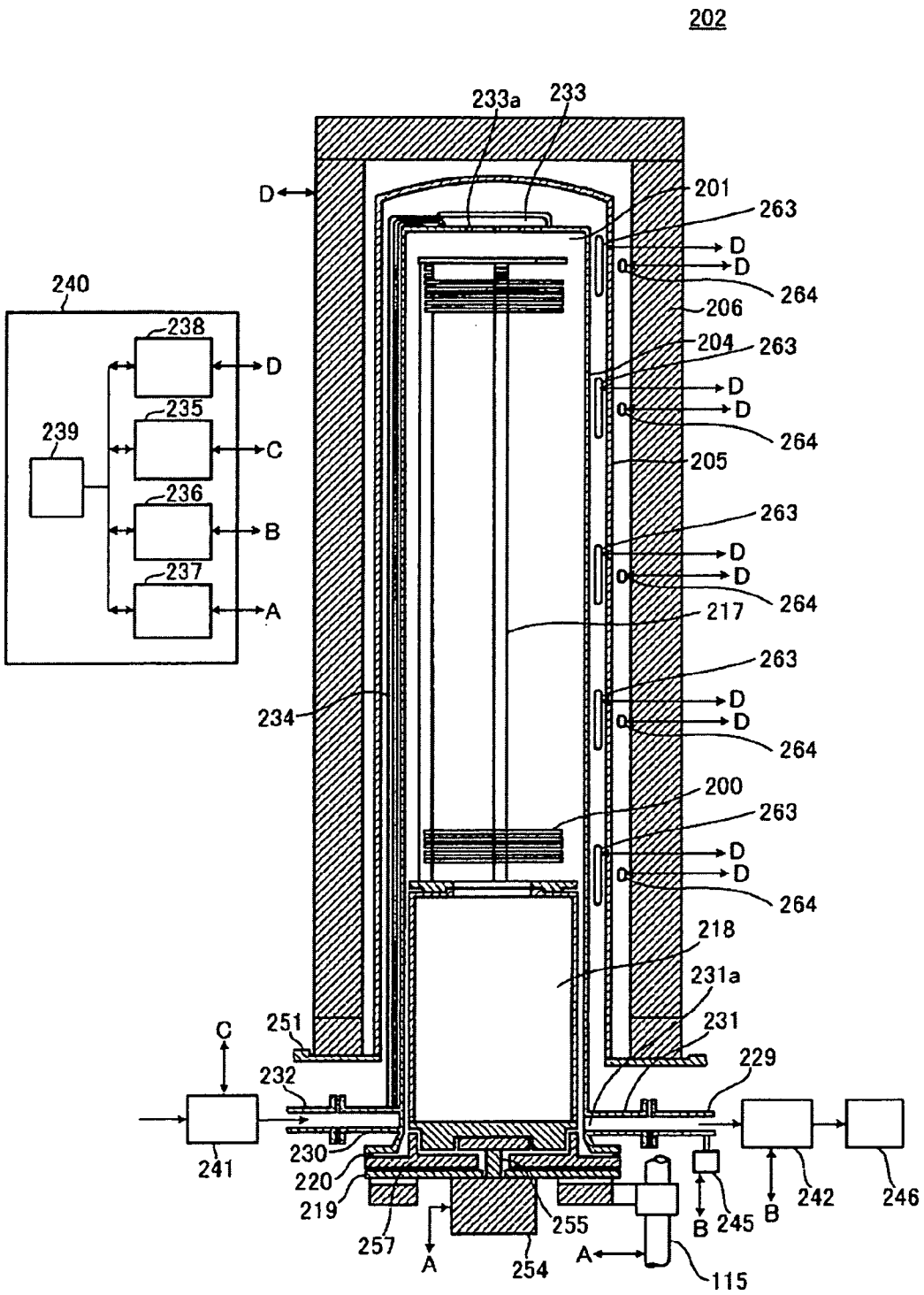

202
233a
233
D
201
263
D
D
264
206
240
238
D
204
263
D
D
264
239
235
C
205
236
B
263
D
D
264
237
A
217
263
234
D
D
264
200
263
D
D
264
218
231a
C
251
231
232
229
241
230
220
242
246
219
B
245
B
257
255
A
254
A
115

圖 2

B 型、R 型熱電偶溫度特性圖

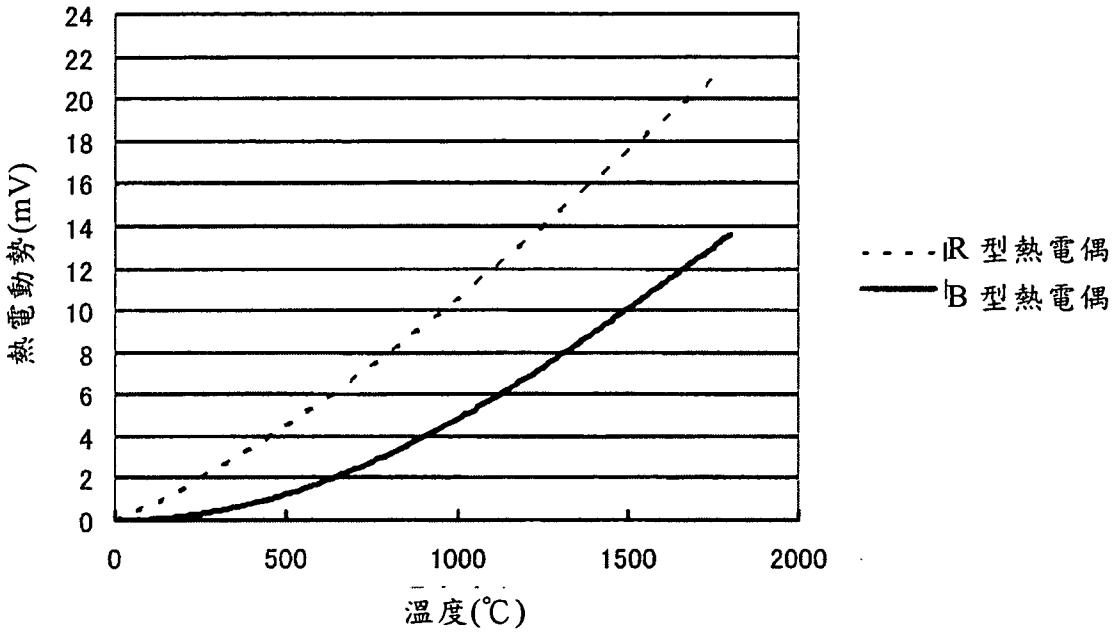


圖 3

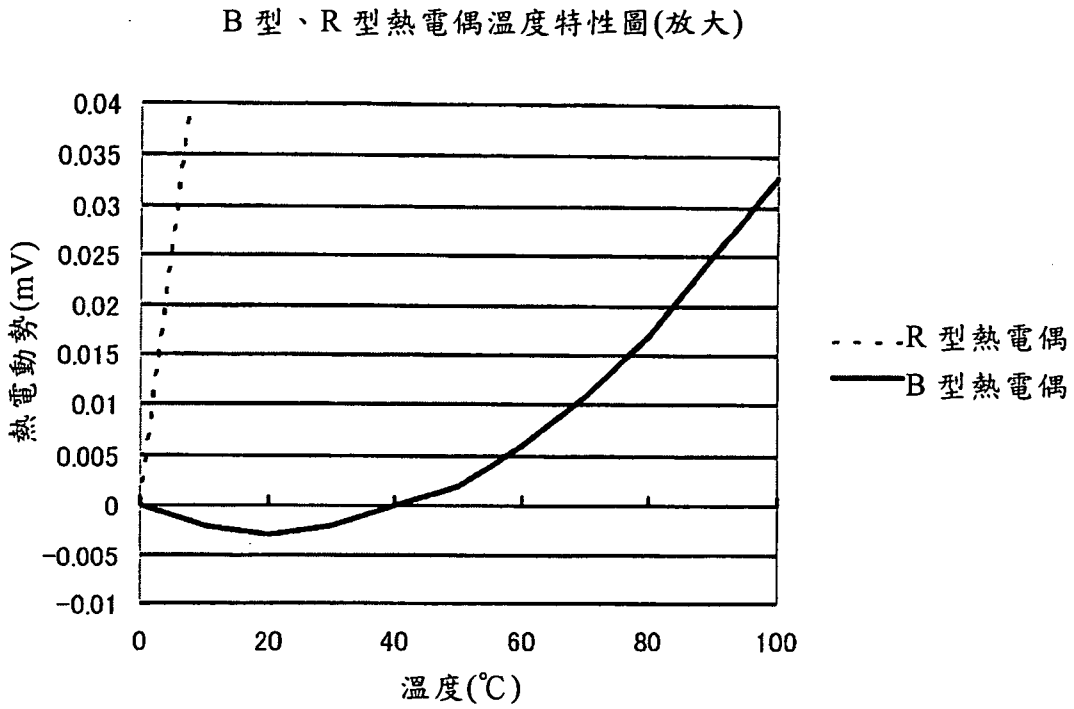

B 型、R 型熱電偶溫度特性圖(放大)
0.04
0.035
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
−0.005
−0.01
熱電動勢(mV)
0
20
40
60
80
100
溫度(℃)
R 型熱電偶
B 型熱電偶

圖 4

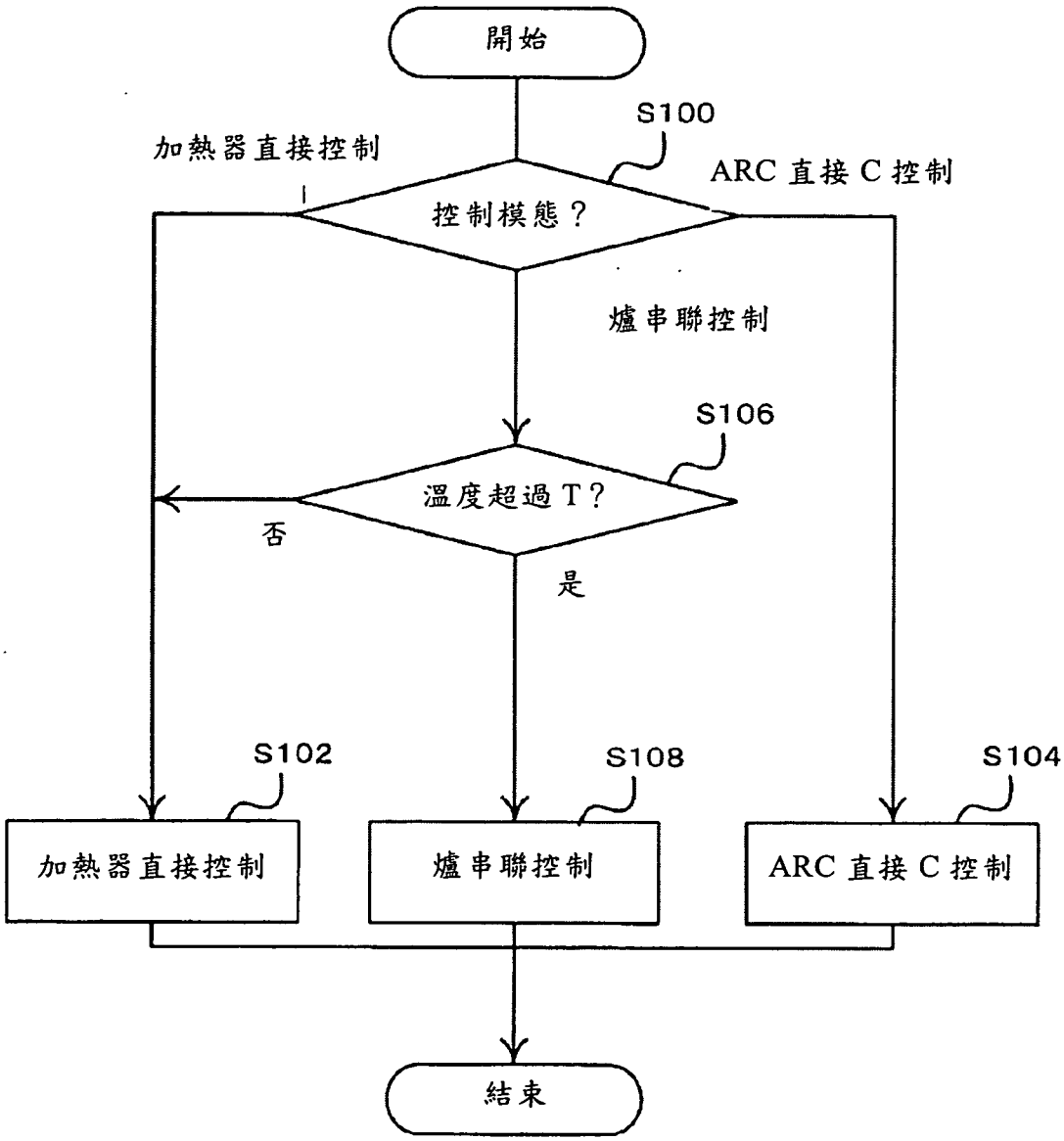

開始
S100
加熱器直接控制
ARC 直接 C 控制
控制模態？
爐串聯控制
S106
溫度超過 T？
否
是
S102
S108
S104
加熱器直接控制
爐串聯控制
ARC 直接 C 控制
結束

圖 5

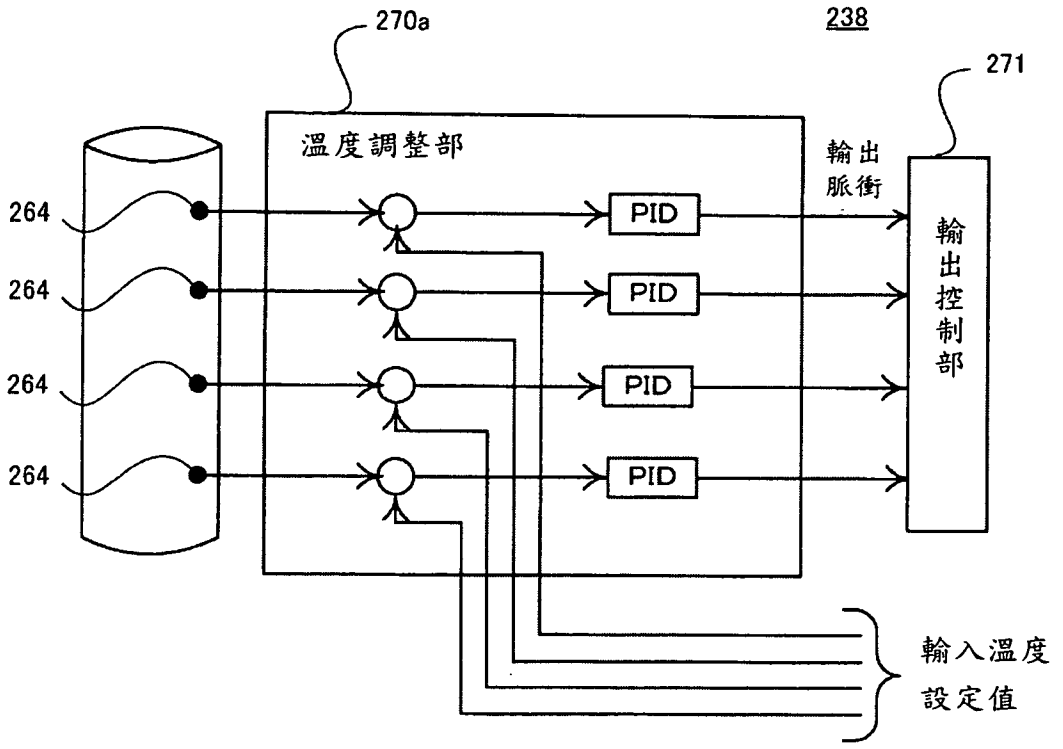

270a
238
271
溫度調整部
輸出
脈衝
264
264
264
264
PID
PID
PID
PID
輸出控制部
輸入溫度
設定值

圖 6

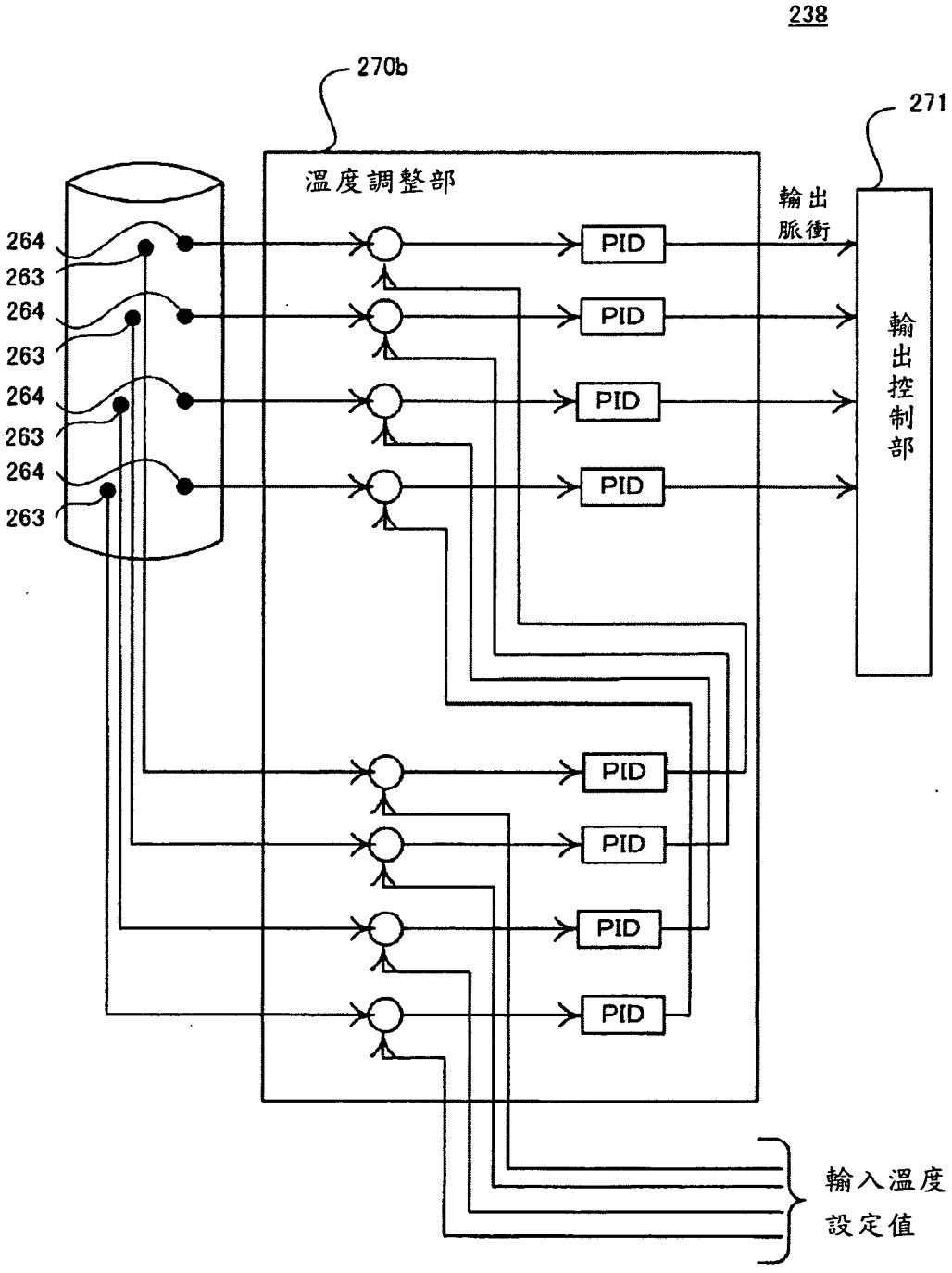

238
270b
271
溫度調整部
輸出
脈衝
264
263
264
263
264
263
264
263
PID
PID
PID
PID
PID
PID
PID
PID
輸出控制部
輸入溫度
設定值

圖 7

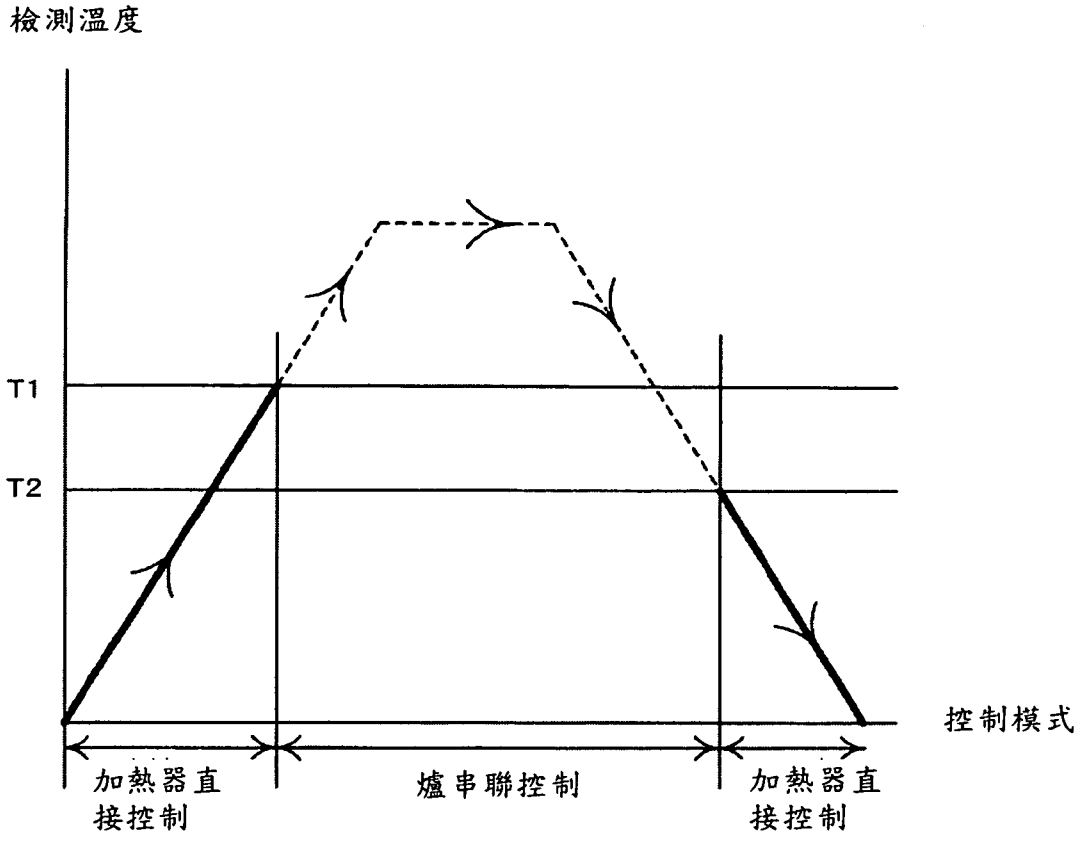


圖 8

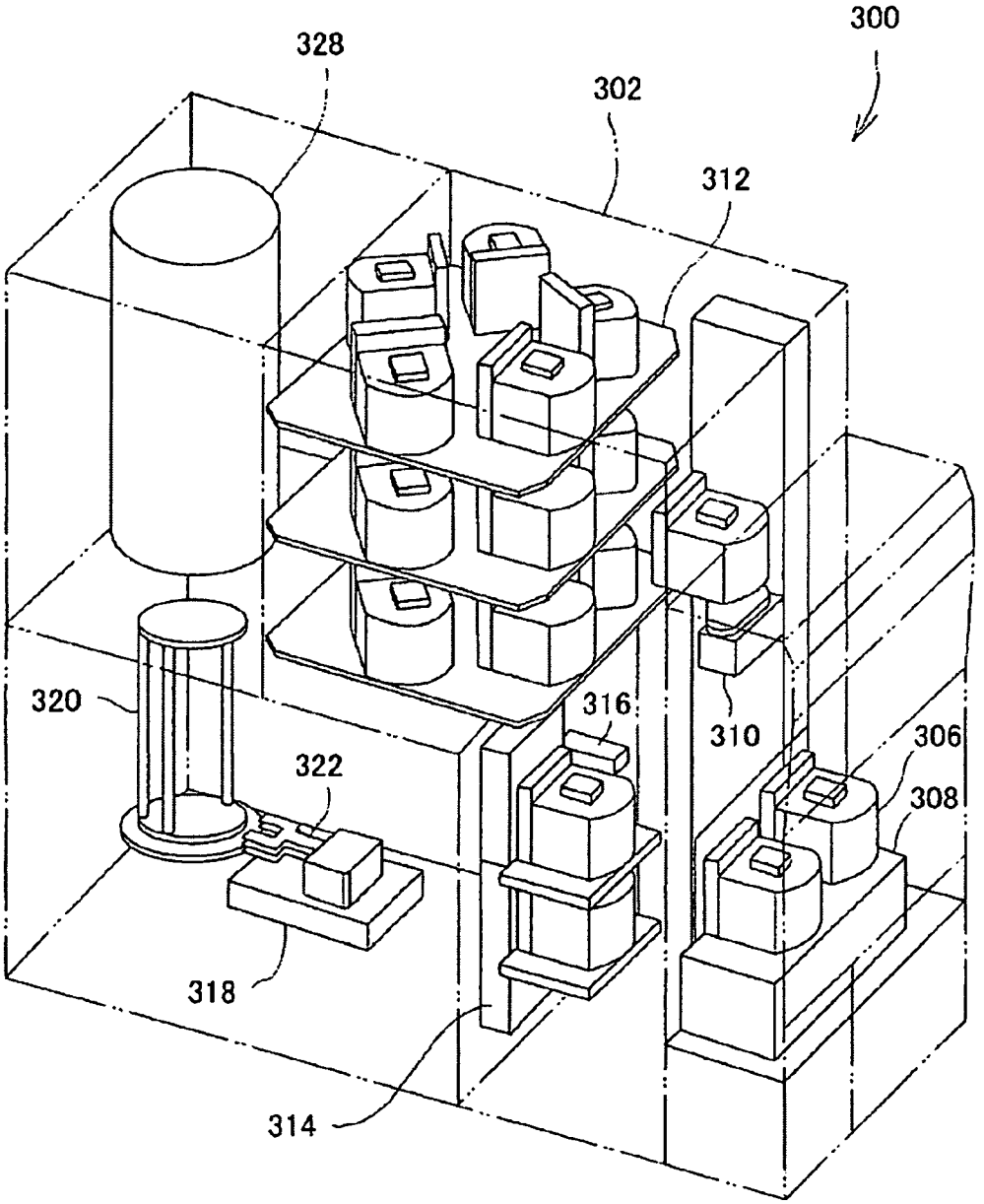
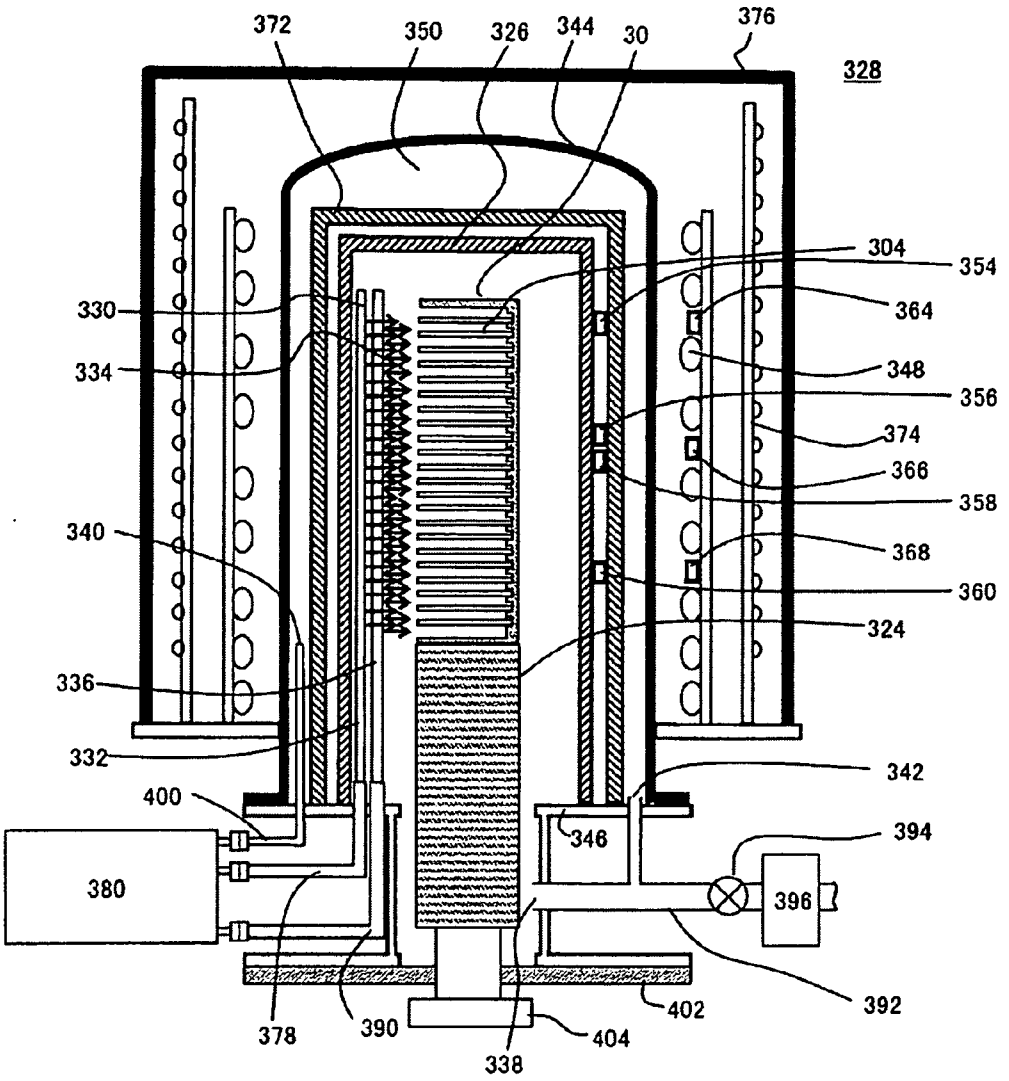


圖 9

(a)


372
350
326
344
30
376
328
304
354
330
364
334
348
356
374
366
358
340
368
360
324
336
332
342
400
346
394
380
396
392
402
378
390
404
338

(b)

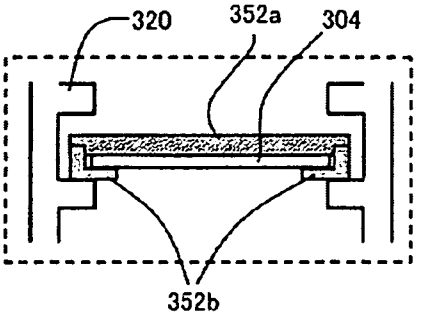

320
352a
304
352b

圖 10

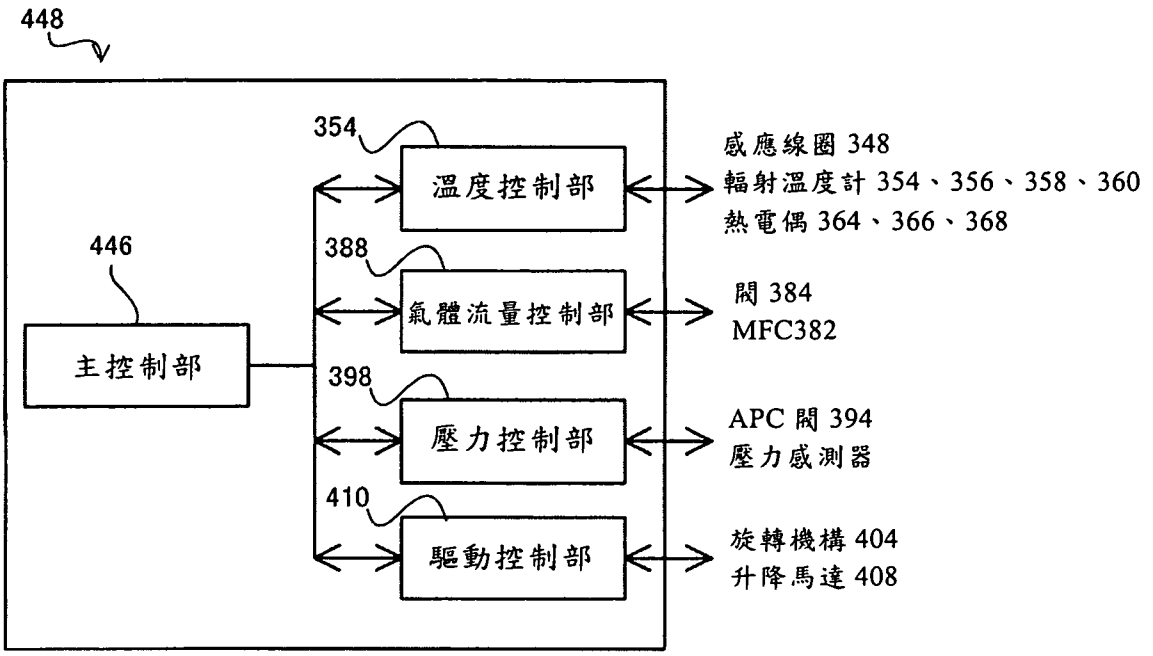

448
354
溫度控制部
感應線圈 348
輻射溫度計 354、356、358、360
熱電偶 364、366、368
446
388
主控制部
氣體流量控制部
閥 384
MFC382
398
壓力控制部
APC 閥 394
壓力感測器
410
驅動控制部
旋轉機構 404
升降馬達 408

圖 11

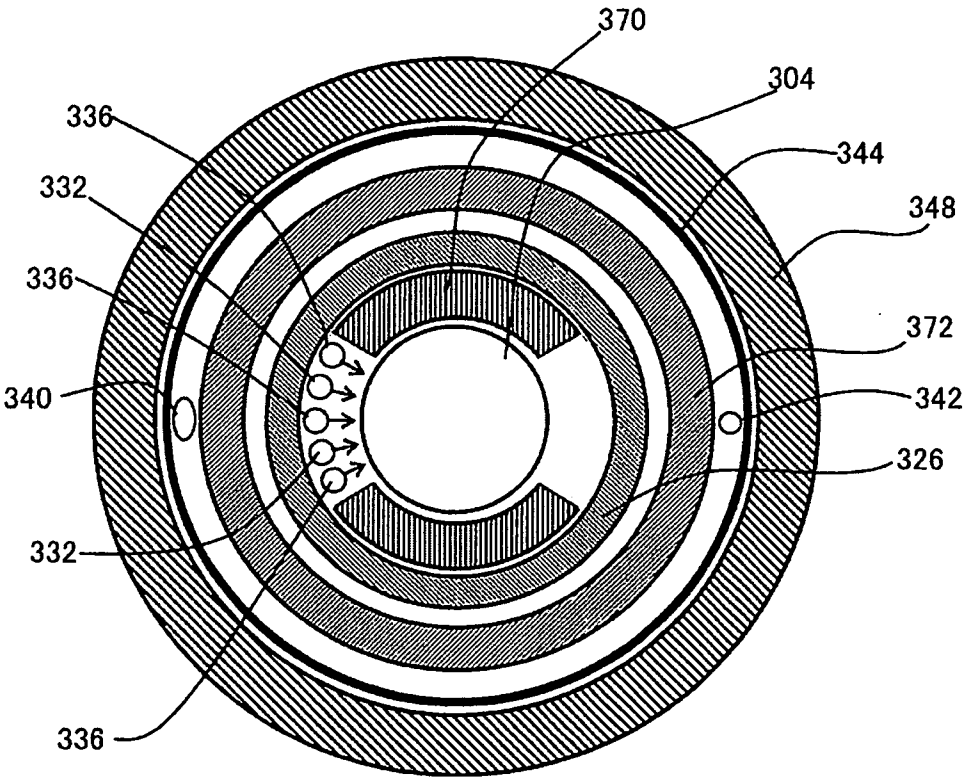


圖 12

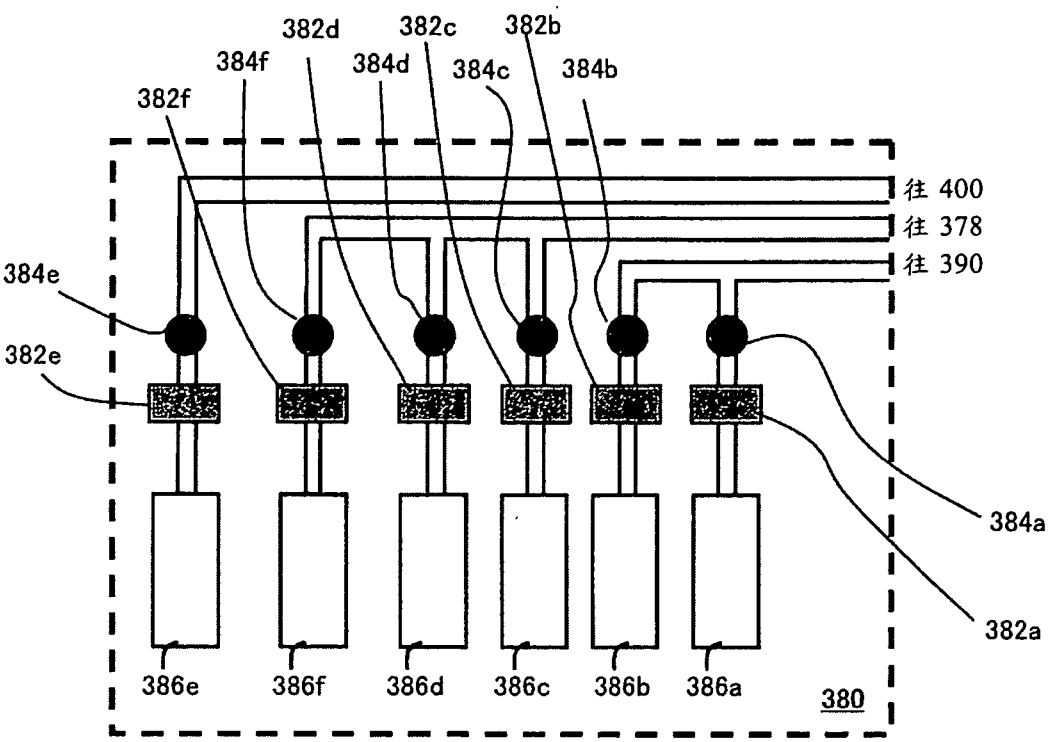

382d
382c
382b
384f
384d
384c
384b
382f
往 400
往 378
往 390
384e
382e
384a
382a
386e
386f
386d
386c
386b
386a
380

圖 13

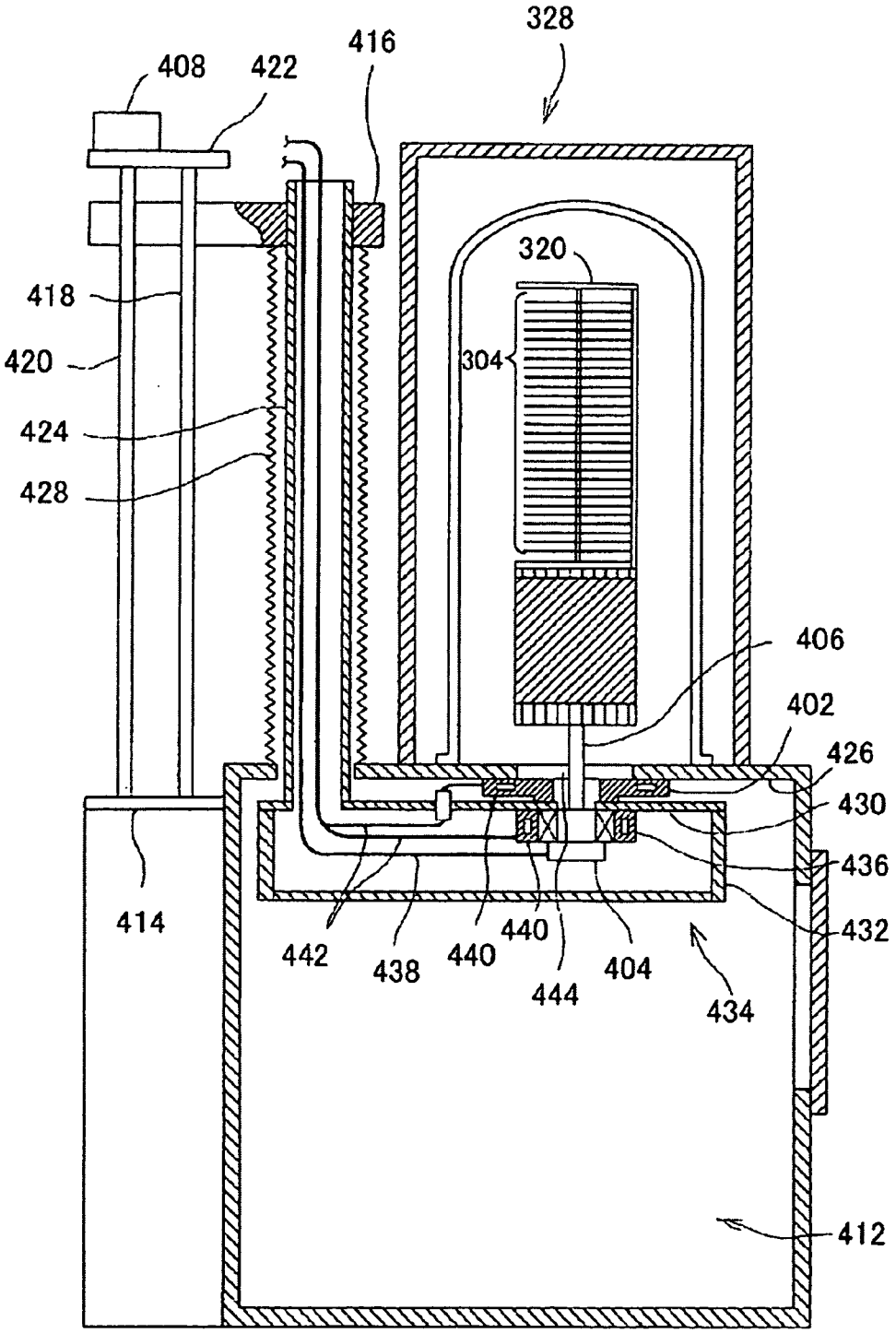

328
416
408
422
320
418
304
420
424
428
406
402
426
430
436
414
432
442
438
440
440
444
404
434
412

圖 14

現在的控制	測定值		溫度控制的切換
	低溫用輻射溫度計	高溫用輻射溫度計	
低溫用輻射溫度計的控制	超過臨界值 P	小於臨界值 P	切換到高溫用輻射溫度計
	超過臨界值 P	超過臨界值 P	切換到高溫用輻射溫度計
	小於臨界值 P	超過臨界值 P	繼續低溫用輻射溫度計
	小於臨界值 P	小於臨界值 P	繼續低溫用輻射溫度計
高溫用輻射溫度計的控制	超過臨界值 M	小於臨界值 M	切換到低溫用輻射溫度計
	超過臨界值 M	超過臨界值 M	繼續高溫用輻射溫度計
	小於臨界值 M	超過臨界值 M	繼續高溫用輻射溫度計
	小於臨界值 M	小於臨界值 M	切換到低溫用輻射溫度計

圖 15

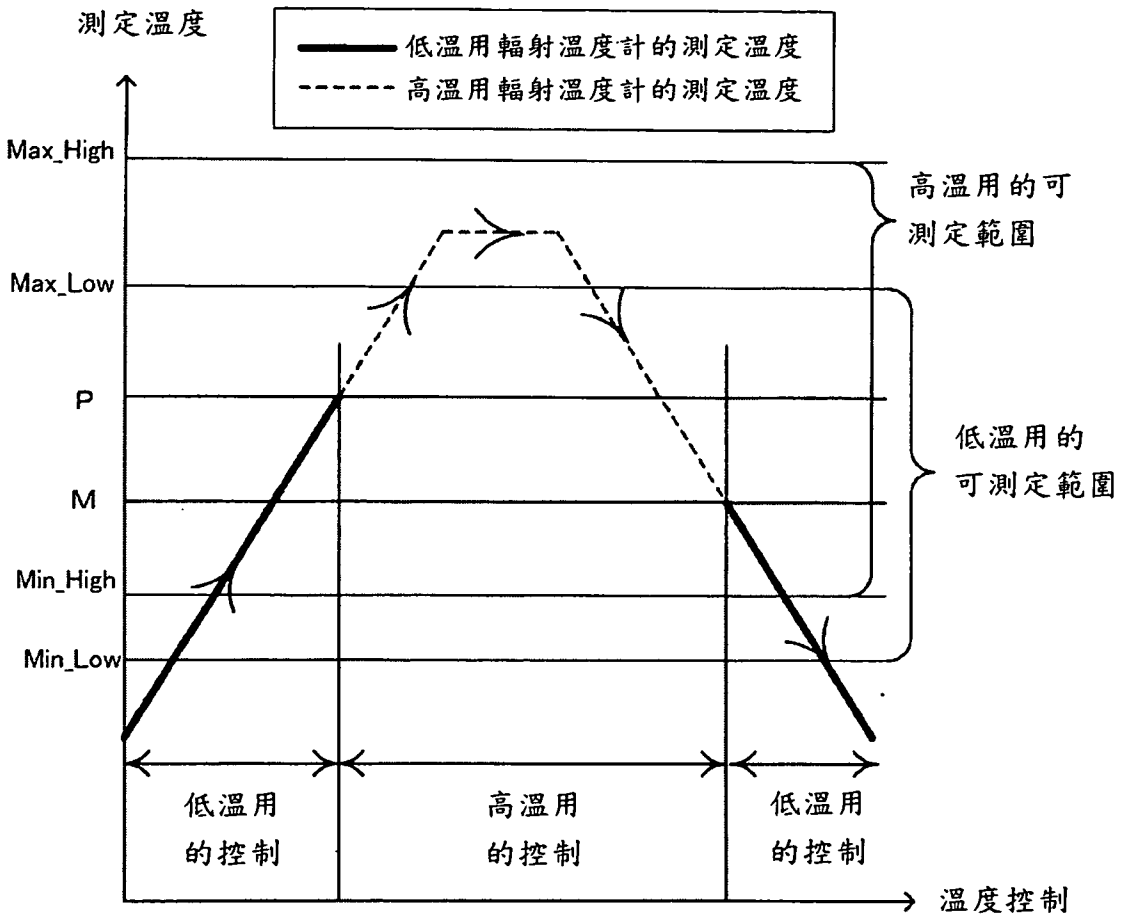

測定溫度
低溫用輻射溫度計的測定溫度
高溫用輻射溫度計的測定溫度
Max_High
Max_Low
P
M
Min_High
Min_Low
高溫用的可測定範圍
低溫用的可測定範圍
低溫用的控制
高溫用的控制
低溫用的控制
溫度控制

圖 16

現在的控制	測定值		溫度控制的切換
	低溫用輻射溫度計	高溫用輻射溫度計	
低溫用輻射溫度計的控制	超過臨界值 P	超過臨界值 M	切換到高溫用輻射溫度計
	超過臨界值 P	小於臨界值 M	繼續低溫用輻射溫度計
	小於臨界值 P	超過臨界值 M	繼續低溫用輻射溫度計
	小於臨界值 P	小於臨界值 M	繼續低溫用輻射溫度計
高溫用輻射溫度計的控制	超過臨界值 P	超過臨界值 M	繼續高溫用輻射溫度計
	小於臨界值 P	超過臨界值 M	繼續高溫用輻射溫度計
	超過臨界值 P	小於臨界值 M	切換到低溫用輻射溫度計
	小於臨界值 P	小於臨界值 M	切換到低溫用輻射溫度計