



(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 I473538 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：097136827

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 09 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H05H1/34 (2006.01)**

(30)優先權：2007/09/25 美國

60/960,331

(71)申請人：蘭姆研究公司 (美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：漢沙 羅金 DHINDSA, RAJINDER (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 483087

TW 200524038A

TW 200541414A

TW 200733203A

CN 1310290C

KR 10-2006-0085358A

US 2007/0137573A1

審查人員：林家正

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 41 頁

(54)名稱

電漿處理設備的噴淋頭電極組件、及其溫度控制模組與溫度控制方法

SHOWERHEAD ELECTRODE ASSEMBLIES FOR PLASMA PROCESSING APPARATUSES, AND
TEMPERATURE CONTROL MODULES AND TEMPERATURE CONTROLLING METHODS
THEREOF

(57)摘要

一種半導體材料電漿處理室之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，包含：一加熱板，固定於該噴淋頭電極組件之一上電極的上表面，並且將熱供應至該上電極，以控制該上電極的溫度；一冷卻板，固定於該噴淋頭電極組件之一頂板的表面並與其熱隔絕，並且冷卻該加熱板以及控制該上電極與該加熱板之間的熱傳導；以及至少一熱抗流器，用以控制該加熱板與該冷卻板之間的熱傳導。

A temperature control module for a showerhead electrode assembly for a semiconductor material plasma processing chamber includes a heater plate adapted to be secured to a top surface of a top electrode of the showerhead electrode assembly, and which supplies heat to the top electrode to control the temperature of the top electrode; a cooling plate adapted to be secured to and thermally isolated from a surface of a top plate of the showerhead electrode assembly, and to cool the heater plate and control heat conduction between the top electrode and heater plate; and at least one thermal choke adapted to control heat conduction between the heater plate and cooling plate.

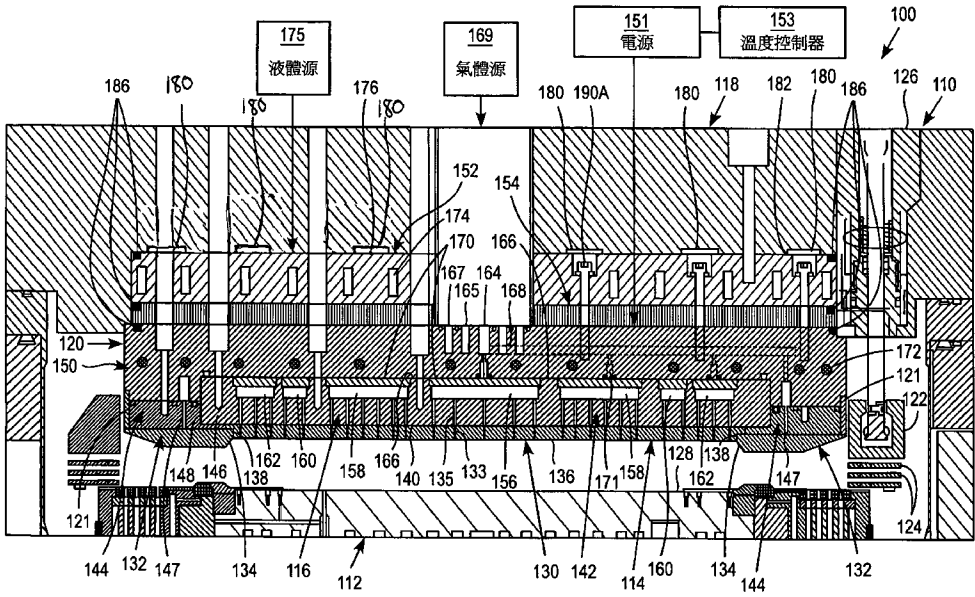


圖 1

- 100 . . . 電漿處理室
- 110 . . . 噴淋頭電極組件
- 112 . . . 基板載台
- 114 . . . 上電極
- 116 . . . 支撐構件
- 118 . . . 頂板
- 120 . . . 溫度控制模組
- 121 . . . 覆蓋環
- 122 . . . 約束環組件
- 124 . . . 電漿約束環
- 126 . . . 揚升機構
- 128 . . . 上表面
- 130 . . . 內電極構件
- 132 . . . 外電極構件
- 133 . . . 氣體流道
- 134 . . . 內階梯
- 135 . . . 氣體流道
- 136 . . . 電漿曝露下表面
- 138 . . . 下凹外緣
- 140 . . . 平面界面
- 142 . . . 支撐板
- 144 . . . 支撐環
- 146 . . . 周緣部分
- 147 . . . 氣體流道
- 148 . . . 下凹表面
- 150 . . . 加熱板
- 151 . . . 電源
- 152 . . . 冷卻板
- 153 . . . 溫度控制器
- 154 . . . 熱抗流器
- 156 . . . 氣體分配充氣部
- 158 . . . 氣體分配充氣部

160 . . .	氣體分配充氣部
162 . . .	氣體分配充氣部
164 . . .	氣體流道
165 . . .	氣體流道
166 . . .	圈環狀凸部
167 . . .	氣體流道
168 . . .	氣體分配通道
169 . . .	氣體供應源
170 . . .	覆蓋板
171 . . .	軸向流道
172 . . .	加熱元件
174 . . .	液體通道
175 . . .	液體源
176 . . .	界面
180 . . .	溝槽
182 . . .	圈環狀凸部
186 . . .	密封部
190A . . .	扣結件

公告本

發明專利說明書

(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：97136827

※申請日：97.9.25

※IPC 分類：H05H 1/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電漿處理設備的噴淋頭電極組件、及其溫度控制模組與溫度控制方法/ SHOWERHEAD ELECTRODE ASSEMBLIES FOR PLASMA PROCESSING APPARATUSES, AND TEMPERATURE CONTROL MODULES AND TEMPERATURE CONTROLLING METHODS THEREOF

二、中文發明摘要：

一種半導體材料電漿處理室之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，包含：一加熱板，固定於該噴淋頭電極組件之一上電極的上表面，並且將熱供應至該上電極，以控制該上電極的溫度；一冷卻板，固定於該噴淋頭電極組件之一頂板的表面並與其熱隔絕，並且冷卻該加熱板以及控制該上電極與該加熱板之間的熱傳導；以及至少一熱抗流器，用以控制該加熱板與該冷卻板之間的熱傳導。

三、英文發明摘要：

A temperature control module for a showerhead electrode assembly for a semiconductor material plasma processing chamber includes a heater plate adapted to be secured to a top surface of a top electrode of the showerhead electrode assembly, and which supplies heat to the top electrode to control the temperature of the top electrode; a cooling plate adapted to be secured to and thermally isolated from a surface of a top plate of the showerhead electrode assembly, and to cool the heater plate and control heat conduction between the top electrode and heater plate; and at least one thermal choke adapted to control heat conduction between the heater plate and cooling plate.

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：

- 100 電漿處理室
- 110 噴淋頭電極組件
- 112 基板載台
- 114 上電極
- 116 支撐構件
- 118 頂板
- 120 溫度控制模組
- 121 覆蓋環
- 122 約束環組件
- 124 電漿約束環
- 126 揚升機構
- 128 上表面
- 130 內電極構件
- 132 外電極構件
- 133 氣體流道
- 134 內階梯
- 135 氣體流道
- 136 電漿曝露下表面
- 138 下凹外緣
- 140 平面界面
- 142 支撐板
- 144 支撐環
- 146 周緣部分
- 147 氣體流道
- 148 下凹表面
- 150 加熱板
- 151 電源

- 152 冷卻板
- 153 溫度控制器
- 154 熱抗流器
- 156 氣體分配充氣部
- 158 氣體分配充氣部
- 160 氣體分配充氣部
- 162 氣體分配充氣部
- 164 氣體流道
- 165 氣體流道
- 166 圈環狀凸部
- 167 氣體流道
- 168 氣體分配通道
- 169 氣體供應源
- 170 覆蓋板
- 171 軸向流道
- 172 加熱元件
- 174 液體通道
- 175 液體源
- 176 界面
- 180 溝槽
- 182 圈環狀凸部
- 186 密封部
- 190A 扣結件

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：

【相關申請案之交互參照】

本申請案根據U.S.C. 119主張美國臨時申請案第60/960331號的優先權，該優先權案的標題為「TEMPERATURE CONTROL MODULES FOR SHOWERHEAD ELECTRODE ASSEMBLIES FOR PLASMA PROCESSING APPARATUSES」，並且申請於2007年9月25日，其整體內容藉由參考文獻方合併於此。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種溫度控制模組，尤其係關於一種半導體材料電漿處理室之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組。

【先前技術】

在半導體材料處理領域中，包含真空處理室的半導體材料處理設備被用於執行各種電漿處理，例如位於基板上之材料的蝕刻。這些蝕刻處理的效能通常係取決於用以控制在處理室之特定位置上之溫度條件的能力。

【發明內容】

半導體材料電漿處理室之噴淋頭電極組件用之溫度控制模組的一示範實施例包含：加熱板，具有下表面，此下表面固定於噴淋頭電極組件之上電極的上表面，上電極具有電漿曝露下表面，加熱板包含至少一加熱器，加熱器用以將熱供應至上電極，以控制上電極的溫度；冷卻板，具有上表面，此上表面固定於頂板的下表面並且與其熱隔絕，頂板用以形成電漿處理室的頂壁，冷卻板用以控制加熱板的溫度，並且控制加熱板與上電極之間的熱傳導；以及至少一導電與導熱性熱抗流器，位於加熱板的上表面與冷卻板的下表面之間，並且與加熱板的上表面以及冷卻板的下表面產生接觸，至少一熱抗流器用以控制加熱板與冷卻板之間的熱傳導。

電漿處理室用之噴淋頭電極組件的一示範實施例包含頂板，用以形成電漿處理室的頂壁；上電極，包含上表面以及電漿曝露下表面；以及溫度控制模組，包含：加熱板，具有下表面，此下表面固定於上電極的上表面，加熱板包含至少一加熱器，加熱器用以將熱供應至上電極，以控制上電極的溫度；冷卻板，具有上表面，此上表面固定於頂板的下表面並且與其熱隔絕，冷卻板用以控制加熱板的溫度，並且控制加熱板與冷卻板之間的熱傳導；以及至少一導電與導熱性熱抗流器，位於加熱板的上表面與冷卻板的下表面之間，並且與加熱板的上表面以及冷卻板的下表面產生熱接觸，至少一熱抗流器用以控制加熱板與冷卻板之間的熱傳導。

控制噴淋頭電極組件之上電極溫度之方法的一示範實施例，噴淋頭電極組件係位於包含基板載台的電漿處理室中，基板載台具有下電極，噴淋頭電極組件包含用以形成電漿處理室之頂壁的頂板，以及座落並固定在頂板與上電極之間的溫度控制模組，此方法包含：在電漿處理室中，於上電極與基板載台之間的間隙內產生電漿；從至少一電源將電力施加至溫度控制模組之加熱板的至少一加熱器，以對上電極進行加熱；從至少一液體源將溫度控制液體供應至溫度控制模組之冷卻板的液體通道，以控制冷卻板的溫度；以及(i)藉由冷卻板與頂板的隔熱來控制冷卻板與頂板之間的熱傳導、(ii)以位在冷卻板與加熱板之間的至少一熱抗流器來控制冷卻板與加熱板之間的熱傳導、以及(iii)藉由控制加熱板的溫度而控制加熱板與上電極之間的熱傳導，藉以將上電極維持在期望的溫度。

【實施方式】

提供溫度控制模組以及包含溫度控制模組之實施例的噴淋頭電極組件。溫度控制模組可提供經整合的加熱與冷卻模組，此加熱與冷卻模組可對噴淋頭電極組件之噴淋頭電極的溫度進行期望的控制。溫度控制模組可與所選擇的噴淋頭電極組件部分熱隔

絕，並且具有期望的快速響應時間，以進行可靠及響應的溫度控制。

圖 1 顯示電容耦合式無線射頻(RF, radio-frequency)電漿處理室 100，於其中處理例如矽晶圓的半導體基板。電漿處理室 100 包含噴淋頭電極組件 110 的示範實施例、位於噴淋頭電極組件 110 下方的基板載台 112(在局部視圖中)、以及位於噴淋頭電極組件 110 與基板載台 112 之間的間隙(於其中產生電漿)。噴淋頭電極組件 110 包含：上電極 114；任意支撐構件 116，固定於上電極 114；頂板 118；以及溫度控制模組 120，位於支撐構件 116 與頂板 118 之間。約束環組件 122 圍繞位於上電極 114 與基板載台 112 之間的間隙。

頂板 118 可由鋁等等所製造。可選擇地，藉由使溫度控制液體(例如處於設定溫度與流率的水)流過形成於其中的液體流道而控制頂板 118 的溫度。頂板 118 能夠形成電漿處理室 100 的可移除式頂壁。

約束環組件 122 包含複數個電漿約束環 124，藉由一個以上揚升機構 126 的操作來調整約束環的垂直位置，以控制各鄰接電漿約束環 124 之間的垂直間隙。例如，約束環組件 122 可包含三個彼此隔開 120°的揚升機構 126。約束環 124 可增強位於上電極 114 與基板載台 112 的上表面 128 之間的間隙對電漿的約束。可用於電漿處理室 100 的示範約束環組件被揭露於例如共同擁有之美國專利第 6019060 號以及第 6984288 號，以及美國專利申請案第 2006/0207502 號以及第 2006/0283552 號，上述每一專利案的內容皆藉由參考文獻方式合併於此。

基板載台 112 包含下電極以及任意靜電箝制(ESC, electrostatic clamping)電極，此靜電箝制電極用以靜電箝制位於基板載台 112 之上表面 128 上受到電漿處理的基板。

在本實施例中，上電極 114 包含內電極構件 130 以及圍繞內電極構件 130 的外電極構件 132 或電極延伸部。內電極構件 130 為用於圓形半導體基板之電漿處理的圓柱形板。內電極構件 130

可由例如單晶矽、多晶矽或碳化矽的任何適當材料所構成。內電極構件 130 包含多個氣體通路 133，透過這些氣體通路，處理氣體被注入位於上電極 114 與基板載台 112 之間的間隙。藉由將 RF 功率供應至上電極 114 及/或下電極，以在間隙中產生電漿。

為了在電漿處理室 100 中對較大直徑的基板進行電漿處理，外電極構件 132 可用以擴充上電極 114 的直徑。例如，內電極構件 130 可具有 12 英吋或 13 英吋的直徑，而外電極構件 132 可為具有將上電極 114 之直徑延伸成約 15 英吋至 17 英吋或甚至更大之半徑寬度的環。

外電極構件 132 可為連續環(即一體式環)，例如多晶矽環。或者，外電極構件 132 可包含用以排列形成一個環的多個環段，例如從兩至十段。環段可例如由單晶矽、多晶矽、或碳化矽所構成。環段較佳係接合在一起。外電極構件 132 的鄰接環段較佳係具有以接合材料互相接合的重疊邊緣。外電極構件 132 以及內電極構件 130 可以例如彈性材料接合在一起。此彈性材料可為任何適當的導熱與導電性彈性材料，其可適應熱應力並且傳遞熱能與電能。

如圖 1 所示，外電極構件 132 可具有大於內電極構件 130 的厚度，或者被垂直轉折(off-set)，而形成從內電極構件 130 之電漿曝露下表面 136 以一角度向外延伸的內階梯 134。此角度較佳係鈍角(obtuse angle)。同樣如圖 1 所示，外電極構件 132 的內緣被設置成與形成在內電極構件 130 內的下凹外緣 138 重疊及匹配。

在本實施例中，上電極 114 的上表面沿著平面界面 140 而固定在支撐構件 116 的下表面。支撐構件 116 包含：支撐板 142，固定於內電極構件 130 的上表面；以及支撐環 144，圍繞支撐板 142 並且固定於外電極構件 132 的上表面。覆蓋環 121 被設置在支撐環 144 的周緣外表面上。在本實施例中，支撐板 142 具有大於內電極構件 130 的直徑。支撐板 142 的周緣部分 146 以半徑方向從內電極構件 130 的周緣向外延伸，並且被支撐在形成於支撐環 144 內的下凹表面 148 上。

以適當的接合技術，分別將內電極構件 130 以及外電極構件

132 固定於支撐板 142 以及支撐環 144。如圖 1 所示，內電極構件 130 包含固定於支撐板 142、外電極構件 132 以及支撐環 144 的表面；外電極構件 132 包含固定於內電極構件 130 以及支撐環 144 的表面；以及支撐環 144 包含固定於支撐板 142、外電極構件 132 以及內電極構件 130 的表面。例如，內電極構件 130、外電極構件 132、支撐板 142 以及支撐環 144 的表面可使用彈性接合材料加以接合，此彈性接合材料可在附接的構件之間形成彈性接點。此彈性材料可適應熱應力，並且傳遞上電極 114 及支撐構件 116 之接合構件間的熱能以及電能。適當的彈性接合材料以及用以連接內電極構件 130、外電極構件 132、支撐板 142、以及支撐環 144 的技術被揭露於共同擁有之美國專利第 6073577 號，其整體內容藉由參考文獻方式合併於此。

支撐板 142 以及支撐環 144 可由各種不同的材料所構成。用以形成支撐板 142 的適當材料可例如包含鋁(包含鋁及鋁合金，例如 6061 Al)、石墨以及碳化矽。鋁支撐板可具有裸鋁外表面(即原生氧化外表面)，或者具有形成在整個或僅部分外表面上的陽極處理外表面。支撐環 144 可例如由石英所構成。

在本實施例中，溫度控制模組 120 包含：加熱板 150，固定於支撐板 142 以及支撐環 144；冷卻板 152，固定於頂板 118；以及熱抗流器(thermal choke)154，座落並固定在加熱板 150 與冷卻板 152 之間。藉由扣結件 190A，將冷卻板 152 附接於熱抗流器 154 以及加熱板 150，此扣結件被插入冷卻板 152 的下凹開口，並且延伸穿過冷卻板 152、熱抗流器 154 以及加熱板 150 的對正開口。扣結件 190A 較佳係包含具有鎖合墊圈以及滑移墊圈的墊圈組，此墊圈組用以抵抗在加熱板 150 之熱循環期間因為加熱板 150 的熱膨脹以及軸向與徑向移動而導致扣結件 190A 的鬆脫。

支撐板 142 包含徑向隔開的氣體分配充氣部 156、158、160、162。中央充氣部 156 係藉由中央凹部以及覆蓋板 170 加以形成，而外充氣部 158、160 以及 162 係藉由支撐板 142 內的圈環狀溝槽以及覆蓋板 170 而形成。鄰接的充氣部對 156 與 158；158 與 160；

160 與 162 係藉由各個圈環狀凸部 166 而彼此隔開。覆蓋板 170 可例如包含與支撐板 142 相同的材料。用於中央充氣部 156 的覆蓋板 170 較佳係具有盤形外觀，而用於外充氣部 158、160 以及 162 的覆蓋板 170 較佳係具有孔圈環(annular ring)構造。覆蓋板 170 較佳係被接合於支撐板 142，以防止氣體從充氣部 156、158、160 以及 162 產生洩漏。在一實施例中，覆蓋板 170 可被熔接(welded)或硬焊(brazed)於支撐板 142。

每一個充氣部 156、158、160、162 皆與支撐板 142 內的複數氣體流道 135 產生流體連通。經由加熱板 150 內的氣體流道 164，將處理氣體從氣體供應源 169 供應至中央充氣部 156。經由與氣體供應源 169、以及形成在加熱板 150 內之徑向氣體分配通道 168 與軸向流道 171 產生流體連通的氣體流道 165、167，將氣體分配至外充氣部 158、160、162。

位於支撐板 142 內的氣體流道 135 與位於內電極構件 130 內的各個氣體流道 133 產生對正，以將處理氣體從氣體供應源 169 供應進入電漿處理室 100。如同顯示，位於支撐板 142 內的氣體流道 135 可具有大於內電極構件 130 之氣體流道 133 的直徑。例如，氣體流道 135 可具有約 0.04 英吋的直徑，而氣體流道 133 可具有約 0.020 英吋至約 0.025 英吋的直徑。支撐環 144 包含與加熱板 150 之徑向氣體分配通道 168 以及外電極構件 132 之氣體流道產生流體連通的氣體流道 147，以將處理氣體供應進入腔室。

溫度控制模組 120 為一種在電漿處理室中產生電漿時(即電漿「開啟」狀態)以及不產生電漿時(即電漿「關閉」狀態)，用以調整並且維持噴淋頭電極組件 110 之上電極 114 之溫度控制的整合單元。溫度控制模組 120 用以將受控制的熱量供應至上電極 114，並且從上電極 114 移除熱，而使上電極 114 維持在期望的溫度。溫度控制模組 120 可對上電極 114 的電漿曝露下表面 136 提供可靠且可重覆的溫度控制。例如，對於電極而言，吾人可以溫度控制模組 120 實現約 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 或甚至更小的中央至邊緣最大溫度梯度。藉由更嚴密控制上電極 114 之下表面 136 的溫度以及遍佈於其的

徑向溫度梯度，位在下表面 136 的電漿化學品可受到較佳的控制。

加熱板 150 用以透過支撐構件 116 而藉由熱傳導將熱供應至上電極 114。加熱板 150 可為例如鋁、鋁合金等等的已加工物件或金屬鑄件。加熱板 150 可包含一個以上的加熱器，這些加熱器可用以對加熱板 150 提供期望的加熱能力。如圖 1 所示，加熱板 150 可包含位於加熱板 150 內(例如埋設)之徑向隔開的內部加熱元件 172。如同顯示，加熱元件 172 可為圓形並且呈同心圓排列。例如，在圖 1 中，以配置在充氣部 156 上方之加熱元件 172 的兩個截面表示中央圓形加熱元件，並且以位於密封部 186 下方的兩個最外加熱元件 172 表示最外圓形加熱元件。圖 1 顯示六個圓形加熱元件。加熱元件 172 可相對於彼此而對稱排列。加熱元件 172 被電性連接至單一電源 151，或多個電源，這些電源將電力供應至加熱元件 172。例如，每一個加熱元件 172 可被連接至分離的電源，或者兩個以上加熱元件 172 的群組可被連接至各個電源。一個以上的電源 151 可選擇地將不同電量供應至單獨的加熱元件 172(或加熱元件的群組)，而對加熱板 150 之不同部分或區域進行可變控制加熱。例如，在操作噴淋頭電極組件 110 的期間，加熱板 150 用以將已知的熱量供應至上電極 114，而將內電極構件 130 以及外電極構件 132 維持在或十分接近期望的溫度，例如溫度設定點。例如，上電極 114 可藉由溫度控制模組 120 而維持在約 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以下的溫度設定點內。

噴淋頭電極組件 110 可包含例如在支撐構件 116 上由一個以上溫度感測器所設置而成的溫度感測器裝置。各個溫度感測器可監測位在上電極 114 之各個部分的溫度，並且將此種溫度資訊供應至溫度控制器 153。溫度控制器 153 可控制至少一電源 151 以將電力供應至加熱元件 172，而對上電極 114 進行加熱。根據上電極 114 的實際以及期望溫度來控制至少一電源 151，以將電力供應至加熱元件 172。例如，在電漿蝕刻半導體基板之前，當電漿為關閉狀態時，加熱板 150 可被啟動而對上電極 114 進行加熱。又，在需要但電漿為開啟狀態時，加熱板 150 較佳係以較低電力等級被

啟動，俾能獲得上電極 114 的期望溫度。

在溫度控制模組 120 中，冷卻板 152 用以冷卻加熱板 150 並且控制加熱板 150 與內電極構件 130 及外電極構件 132 之間的熱傳導。冷卻板 152 因為下列原因而具有微小的「熱質量(thermal mass)」。

物體被加熱及冷卻的速率係關於物體的熱容量，或「熱質量」， C 。熱質量等於物體之材料比熱 c 與物體之質量 m 的乘積，即 $C = c \cdot m$ (方程式 1)。因此，吾人可藉由改變物體的質量，即藉由改變用以形成物體之材料的體積而使物體變得更小及/或形成多孔性，以改變物體的熱質量。又，為了使物體溫度改變 ΔT 的量，必須藉由加熱物體而從熱源加諸於物體、或藉由冷卻物體而由物體所放出的熱量 q ，被表示為 $q = mc\Delta T$ (方程式 2)。因此，當物體的熱質量減少時，為了使物體溫度改變 ΔT 的量，必須增加至物體或從物體移除的熱量 q 亦會降低。

當物體與熱源產生實體接觸俾使熱藉由傳導而從熱源傳遞至物體時，當物體吸熱而使溫度增加時，熱源與物體之接觸表面間的溫度差會降低，此接著將降低從熱源至物體的熱傳速率。因此，藉由降低物體的熱質量，吾人能夠更嚴密地控制從熱源至物體的熱傳速率。

冷卻板 152 可對溫度控制模組 120 提供動態的溫度控制能力，因為冷卻板 152 具有微小的熱質量(俾能使必須加諸於或從冷卻板 152 移除以改變 ΔT 量之冷卻板溫度的熱量 q 被降低)，且冷卻板 152 與頂板 118 熱隔絕。

冷卻板 152 係由導熱與導電性材料所構成，例如鋁、鋁合金等等。冷卻板 152 可為一體式材料，例如鑄件。在另一實施例中，冷卻板 152 可包含兩個物件，這些物件係沿著其相對主面而接合在一起。冷卻板 152 較佳係具有微小體積。如圖 1 所示，冷卻板 152 可具有近似外電極構件 132 之外徑的直徑。例如，冷卻板 152 可具有約 15 英吋至 17 英吋的直徑。冷卻板 152 可例如具有僅約 1 英吋至 2 英吋的微小厚度。

冷卻板 152 係受到溫度控制。如圖 1 所示，冷卻板 152 包含液體通道 174，透過此液體通道，溫度控制液體可從至少一液體源 175 流動而對冷卻板 152 進行冷卻。液體通道 174 可為形成在一體式冷卻板 152 內的內部流道。或者，液體通道 174 可為形成在多件式冷卻板 152 之分離物件間的流道。此液體可例如為去離子水。液體源 175 較佳係將微小體積的液體供應至液體通道 174 而進行快速冷卻。此液體具有期望的溫度以及流率，以對冷卻板 152 提供期望的熱傳能力。例如，溫度控制液體可將冷卻板 152 維持在約 20°C 至約 40°C 的溫度。液體通道 174 亦可降低冷卻板 152 的質量，此可降低冷卻板 152 的熱質量。在溫度控制模組 120 中，冷卻板 152 的冷卻能力較佳係超出因為上電極 114 與基板載台間之間隙內所產生之電漿而在上電極 114 上所引起的加熱效應。此種冷卻能力可使溫度控制模組 120 在電漿為開啟狀態時，將上電極 114 之溫度設定點的過衝(overshooting)頻率與振幅降至最低。

除了具有微小質量以外，冷卻板 152 較佳係在噴淋頭電極組件 110 內與頂板 118 熱隔絕，以降低冷卻板 152 與頂板 118 之間的熱傳導。頂板 118 具有明顯大於冷卻板 152 的熱質量。在本實施例中，藉由降低位在頂板 118 與冷卻板 152 之間之界面 176 的總接觸表面積，而使冷卻板 152 與頂板 118 熱隔絕。例如，位於界面 176 之接觸表面積與面向頂板 118 之冷卻板 152 之上表面的總表面積的比率可為約 20% 至 30%。在本實施例中，至少一溝槽被形成在頂板 118 的下表面內。例如，如圖 1 所示，此至少一溝槽可包含多個徑向隔開、呈同心圓排列的溝槽 180。溝槽 180 可具有圈環狀構造。鄰接的溝槽 180 可被位在頂板 118 之下表面上的凸部 182(其可為圈環狀凸部)加以隔開。凸部 182 與冷卻板 152 的上表面產生熱接觸。冷卻板 152 與頂板 118 之間的熱傳導首先發生在圈環狀凸部 182。或者，(例如具有同心部分的)單一連續溝槽可被形成在頂板 118 的下表面內。此種冷卻板 152 與頂板 118 的隔熱可使熱傳導首先發生在加熱板 150 與微小冷卻板 152 之間，而非在加熱板 150 與頂板 118 之間，此頂板具有明顯大於冷卻板

152 的熱質量。

在本實施例中，熱抗流器 154 係位在加熱板 150 與冷卻板 152 之間，以控制這些板件之間的熱傳導。熱抗流器 154 可對從加熱板 150 至冷卻板 152 的熱流提供「熱阻(thermal resistance)」，而增強從加熱板 150 至冷卻板 152 之熱傳導速率的控制。「熱阻」一詞的意義說明於下。又，熱抗流器 154 較佳係可充分撓曲，以補償在操作噴淋頭電極組件 110 期間之熱循環所引起之加熱板 150 的徑向與軸向膨脹。

對於一維穩態熱傳狀態而言，遍佈材料的熱傳速率 q 被表示為： $q=kA(T_1-T_2)/L$ (方程式 3)，此處的 k 為材料的導熱性； A 為材料在與熱傳方向垂直之方向上的截面積； T_1 為材料之其中一面的溫度而 T_2 為材料之相對面的溫度($\Delta T = T_1 - T_2$ ，此處的 ΔT 可為正或負)；以及 L 為發生熱傳的材料長度。方程式 3 可被重新排列成： $q = \Delta T/(L/kA)$ (方程式 4)。在方程式 4 中， L/kA 一項被稱為材料的「熱阻」。方程式 4 顯示在已知 ΔT 值的情況下，增加材料的熱阻會降低沿著發生熱傳之材料長度的熱傳速率 q 。吾人可藉由增加 L 、降低 k 及/或降低 A ，而增加熱阻。

在本實施例中，熱抗流器 154 為具有固定於加熱板 150 以及冷卻板 152 之相對平面表面的板件。這些構件可例如藉由彈性接合、硬焊、熔接、或扣結件加以固定。如圖 1 所示，例如 O 形環的密封部 186 被設置在頂板 118 與冷卻板 152 之間、冷卻板 152 與熱抗流器 154 之間、以及熱抗流器 154 與加熱板 150 之間，以提供真空密封。

熱抗流器 154 可例如由與加熱板 150 以及冷卻板 152 相同的材料所構成。例如，熱抗流器 154 可由陽極處理或非陽極處理鋁或鋁合金(例如 6061-T6 或 7075-T6 鋁)所製造。或者熱抗流器 154 可由具有期望導熱性與結構特徵的其他金屬、非金屬材料或複合材料所製造。熱抗流器 154 具有可在加熱板 150 與冷卻板 152 之間有效提供期望熱阻的結構。例如，熱抗流器 154 可具有蜂巢狀的多孔板、波形板、或其他適當的多孔結構，以提供期望的熱阻。

這些示範結構會增加上述方程式 4 中的「L」及/或減少「A」，此可增加熱抗流器 154 的熱阻。

在另一實施例中，熱抗流器 154 可為層狀結構，其包含例如鋁層以及具有低於鋁層之「k」值(參考方程式 4)之金屬或非金屬導熱與導電性材料(例如高分子材料或不銹鋼)的至少一中間層，以增加熱抗流器的熱阻。例如，熱抗流器 154 可具有約 0.25 英吋至約 1 英吋的總厚度。

藉由操作溫度控制模組 120，上電極 114 可在進行連續基板處理期間以及之間被維持在期望的溫度，俾能更均勻地處理多個基板，藉以改善處理良率。在示範實施例中，溫度控制模組 120 可將上電極 114 維持在約 40°C 至約 200°C 範圍內的溫度設定點，例如至少約 100°C、至少約 150°C、或至少約 180°C。上電極 114 的期望溫度會取決於在電漿處理室 100 內所進行的特定電漿處理。例如，介電材料蝕刻處理係對上電極 114 及/或下電極施加高電力等級，而產生上電極 114 的高對應溫度。

相較於加熱板 150 與頂板 118 產生直接熱接觸而言，冷卻板 152 的微小質量結合熱抗流器 154 的熱阻以及冷卻板 152 與頂板 118 的隔熱，可對加熱板 150 與冷卻板 152 之間的熱傳速率進行更嚴密且更快速的控制。藉由改善加熱板 150 與冷卻板 152 之間的熱傳導控制，加熱板 150 可更嚴密地控制上電極 114 的溫度。溫度控制模組 120 亦可提供用以控制上電極 114 之溫度的期望快速響應時間。此響應時間係當加熱板 150 被開啟及關閉時，控制模組 120 分別在加熱期間上升(ramps up)以及在冷卻期間下降(ramps down)的速率。

圖 2 顯示包含噴淋頭電極組件 210 之另一示範實施例的電漿處理室 200。如圖 2 所示，噴淋頭電極組件 210 包含：上電極 214；支撐構件 216，固定於上電極 214；頂板 218；以及溫度控模組 220，位於支撐構件 216 與頂板 218 之間。電漿約束環組件 222 在電漿處理室 200 內圍繞著上電極 214。基板載台 212(在部分視圖中)被配置在上電極 214 的下方。如下所述，上電極 214 以及溫度控制

模組 220 具有不同於圖 1 所示之上電極 114 以及溫度控制模組 120 的結構特徵。

在圖 2 所示之實施例中，上電極 214 包含內電極構件 230 以及圍繞內電極構件 230 的外電極構件 232。內電極構件 230 為一體式材料，其包含較佳係以鈍角從內電極構件 230 之較薄內部の下表面 236 向外延伸而逐漸增加厚度的階梯 231。內電極構件 230 包含多個氣體流道 233，透過這些氣體流道，處理氣體可被注入位於上電極 214 與基板載台 212 之間的空間(間隙)。外電極構件 232 可延伸上電極 214 的直徑，並且可為連續環或包含多個環段。如圖 2 所示，外電極構件 232 以及內電極構件 230 包含與位於階級 231 上之下凸部產生重疊的啮合凸部 215，其較佳係與位在外電極構件 232 上的上凸部產生互鎖(interlocking)。

在本實施例中，支撐板 242 沿著界面 240 被固定在內電極構件 230 的上表面，而支撐環 244 被固定在外電極構件 232 的上表面。如同顯示，支撐板 242 具有近似相同於內電極構件 230 的直徑。內電極構件 230 以及外電極構件 232 藉由適當的接合技術而分別固定於支撐板 242 以及支撐環 244。如圖 2 所示，內電極構件 230 包含固定於支撐板 242、外電極構件 232 以及支撐環 244 的表面；外電極構件 232 包含固定於內電極構件 230 以及支撐環 244 的表面；支撐板 242 包含固定於內電極構件 230 以及支撐環 244 的表面；以及支撐環 244 包含固定於支撐板 242、外電極構件 232 以及內電極構件 230 的表面。例如，吾人可使用導熱與導電性彈性接合材料，將這些表面接合在一起。

溫度控制模組 220 包含：加熱板 250，附接於支撐板 242 以及支撐環 244；以及冷卻板 252，附接於加熱板 250 以及頂板 218。覆蓋環 221 被設置在加熱板 250 以及支撐環 244 的徑向外表面上。

支撐板 242 包含複數個氣體充氣部 256、258、260、262，每一個充氣部皆與位於支撐板 242 內的複數個氣體流道 235 產生流體連通。中央充氣部 256 係藉由中央凹部以及覆蓋板 270 而形成，而充氣部 258、260、262 係藉由圈環狀溝槽以及覆蓋板 270 而形

成。覆蓋板 270 較佳係與支撐板 242 接合。在一實施例中，覆蓋板 270 可熔接或硬焊在支撐板 242。處理氣體經由氣體流道 264 而被供應至中央充氣部 256。鄰接的充氣部對 256 與 258；258 與 260；260 與 262 係藉由位於支撐板 242 上的圈環狀凸部 266 而加以隔開。氣體經由加熱板 250 內的氣體流道 265、267 以及徑向氣體分配通道 268 以及軸向流道 271，而被供應至外充氣部 258、260、262。

位於支撐板 242 內的氣體流道 235 與位於內電極構件 230 內的各個氣體流道 233 進行對正，以將氣體供應進入電漿處理室 200。支撐環 244 包含充氣部 245，此充氣部與加熱板 250 內的氣體分配通道 268、支撐環 244 內的氣體流道 247、以及外電極構件 232 內的氣體流道 249 產生流體連通。氣體經由氣體流道 249 而被供應進入腔室。

加熱板 250 包含加熱元件 272，這些元件以控制的方式透過支撐構件 216 將熱供應至上電極 214。加熱板 250 可用以將內電極構件 230 以及外電極構件 232 維持在期望的溫度。加熱元件 272 被電性連接至單一電源 251，或多個電源。溫度感測裝置可被設置在支撐構件 216 上，以監測上電極 214 的溫度並且將此種溫度資訊供應至溫度控制器 253。此溫度控制器用以控制至少一電源 251，以將電力供應至加熱板 250 而對內電極構件 230 以及外電極構件 232 進行加熱。加熱板 250 可以上述關於加熱板 150 的相同方式來進行操作。

如上所述，冷卻板 252 可用以冷卻加熱板 250 並且控制加熱板 250 與上電極 214 之間的熱傳。冷卻板 252 可對此種熱傳速率提供嚴密的控制。冷卻板 252 具有微小質量，並且可由導熱與導電性材料所製造。如圖 2 所示，冷卻板 252 可具有近似內電極構件 230 以及外電極構件 232 的直徑。例如，冷卻板 252 可具有約 15 英吋至 17 英吋的直徑，以及僅約 1 英吋至約 2 英吋的微小厚度。

冷卻板 252 包含液體流道 274，具有期望溫度的溫度控制液體可從單一液體源 275 或從一個以上的液體源進入此液體流道。例

如，溫度控制液體可將冷卻板 252 維持在約 20°C 至約 40°C 的溫度。冷卻板 252 的冷卻能力較佳係足以將因電漿加熱效應所引起之上電極 214 的溫度過衝降至最低。

冷卻板 252 藉由形成在頂板 218 之下表面內的至少一溝槽 280，而與頂板 218 熱隔絕。一個以上的溝槽 280 被凸部 282(例如圈環狀凸部)所隔開，這些凸部與冷卻板 252 的上表面接觸。熱首先經由圈環狀凸部 282 而在頂板 218 與冷卻板 252 之間進行傳導。例如，位於凸部之頂板 218 與冷卻板 252 之間的接觸表面積與面向頂板 218 之冷卻板 252 的上表面總表面積的比率可為約 20% 至 30%。

在本實施例中，一個以上的熱抗流器被設置在加熱板 250 與冷卻板 252 之間，以對加熱板 250 與冷卻板 252 之間的熱傳導速率提供增強的控制。如圖 2 所示，複數個熱抗流器 254、255、257 以及 259 可被設置在加熱板 250 與冷卻板 252 之間。熱抗流器 254、255、257 以及 259 為呈同心圓排列的孔圈環(annular ring)，這些孔圈環被設置在形成於冷卻板 252 之下表面內的各個溝槽中。這些圈環可為一體式的連續環，或者可包含兩個以上的環段。扣結件 290A 被容納在位於頂板 218；冷卻板 252；熱抗流器 254、255、257 以及 259；加熱板 250 以及支撐板 242 內的對正開口中。熱抗流器 254、255、257 以及 259 可由與加熱板 250 以及冷卻板 252 相同的材料所構成，或者由其他具有適當導熱性與結構特徵的金屬或非金屬材料所構成。例如，熱抗流器 254、255、257 以及 259 可由不銹鋼所構成，此不銹鋼具有低於使用在加熱板 250 及/或冷卻板 252 之鋁的導熱性。

圖 3 顯示熱抗流器 257 的示範實施例。具有不同於熱抗流器 257 之尺寸的熱抗流器 254、255 可具有與熱抗流器 257 相同的成分與結構。如圖 3 所示，熱抗流器 257 包含徑向通口 261，此徑向通口用以降低熱傳導用的截面積，並因此增加熱抗流器 257 的熱阻。在另一實施例中，熱抗流器 257 可為藉由粉末冶金所製造的多孔燒結環，例如不銹鋼環。熱抗流器 254、255 亦可為多孔燒結

環。多孔燒結環可被製造具有期望的孔結構，以提供期望的熱阻。熱抗流器 257(以及熱抗流器 254、255)亦包含周緣隔開、呈軸向延伸的開口 263，其用以容納螺紋扣結件 290A。

圖 4 顯示最外熱抗流器 259 的示範實施例。如圖 2 所示，熱抗流器 259 可形成冷卻板 252 之徑向外表面的部分。熱抗流器 259 較佳係無孔性(即具有等於用以形成熱抗流器之材料之理論密度的密度)。複數個向內延伸的凸部包含周緣隔開、呈軸向延伸的開口 263，其用以容納螺紋扣結件 290A。

如圖 2 所示，熱抗流器 254、255、257 以及 259 具有大於形成在冷卻板 252 內之各個溝槽的高度(即在軸方向)，俾能使冷卻板 252 被支撐在熱抗流器 254、255、257 以及 259 上，以及軸向間隙 273 被形成在冷卻板 252 的下表面與加熱板 250 的上表面之間。間隙 273 可免除加熱板 250 與冷卻板 252 之間的直接實體接觸，並且透過熱抗流器 254、255、257 以及 259，而迫使熱傳導發生在加熱板 250 與冷卻板 252 之間。

熱抗流器 254、255、257 以及 259 可具有約 0.25 英吋至約 0.75 英吋的示範高度，例如約 0.5 英吋，以及具有約 0.5 英吋至約 1 英吋的示範寬度，例如約 0.75 英吋。例如，熱抗流器 254 可具有約 2 英吋至約 4 英吋的外徑，熱抗流器 255 可具有約 6 英吋至約 8 英吋的外徑，熱抗流器 257 可具有約 10 英吋至約 12 英吋的外徑，以及熱抗流器 259 可具有約 15 英吋至約 17 英吋的外徑。如同顯示，例如 O 形環的密封部 286 被設置在冷卻板 252 與頂板 218 之間、冷卻板 252 與熱抗流器 259 之間、以及熱抗流器 259 與加熱板 250 之間，以形成真空密封。

在本實施例中，吾人以螺紋扣結件 290A 將冷卻板 252 固定於加熱板 250。每一個扣結件 290A 較佳係包含具有鎖合墊圈以及滑移墊圈的墊圈組，以抵抗因為加熱板 250 之溫度循環及熱膨脹與移動所引起之扣結件 290A 的鬆脫。

因此，在本實施例中，相較於加熱板 250 直接與頂板 218 產生接觸而言，冷卻板 252 的微小質量結合熱抗流器 254、255、257

以及 259 所提供的熱阻，以及冷卻板 252 與頂板 218 的隔熱，可對加熱板 250 與冷卻板 252 之間的熱傳速率進行改善的控制。溫度控制模組 220 可對上電極 214 的溫度進行更嚴密的控制。此外，整合的溫度控制模組 220 可提供用以控制上電極 214 之溫度的期望快速響應時間。

圖 5 顯示包含噴淋頭電極組件 310 之另一示範實施例之半導體材料電漿處理設備的電漿處理室 300。如圖 5 所示，噴淋頭電極組件 310 包含：上電極 314；支撐構件 316，固定於上電極 314；頂板 318；以及溫度控制模組 320，配置在支撐構件 316 與頂板 318 之間。約束環組件 322 在電漿處理室 300 內圍繞著上電極 314。包含下電極以及任意靜電箝制電極的基板載台 312(顯示在部分視圖中)被配置在上電極 314 的下方。

例示的噴淋頭電極組件 310 包含支撐板 342 以及支撐環 344。支撐板 342 包含充氣部 356、358、360 以及 362。除了支撐板 342 的不同結構以外，噴淋頭電極組件 310 具有與噴淋頭電極組件 210 相同的結構。如圖 5 所示，充氣部 356、358、360 以及 362 在軸方向具有朝上電極 314 增加的寬度。充氣部之寬度的擴大可提供用以在支撐板 342 與加熱板 350 之間設置例如 O 形環之密封部 392 的足夠面積，以防止氣體從充氣部產生洩漏，並且在支撐板 342 的上表面與加熱板 350 的下表面之間提供足夠的熱接觸面積。

為了定期保養而從上電極 314 拆卸支撐板 342 時，圖 5 之支撐板 342 的構造可在不移除上層覆蓋板(例如圖 1 與圖 2 之覆蓋板 170/270)的情況下，促進清理充氣部 356、358、360 以及 362 之內部表面的能力。

圖 6 顯示加熱板 650 的一實施例，其包含用以對外電極構件 632 以及內電極構件 630 進行單獨溫度控制的外加熱板 650A 以及內加熱板 650B。外加熱板 650A 包含加熱元件 672A，而內加熱板 650B 包含加熱元件 672B，其中加熱元件 672A 以及 672B 分別連接至同一或分離的電源。外加熱板 650A 可使用適當的扣結件而被固定於支撐環 644；而外電極構件 632 可與支撐環 644 接合。內加

熱板 650B 可藉由適當的扣結件而被固定於支撐板 642；而內電極構件 630 可與支撐板 642 接合。圖 6 的實施例可對外電極構件 632 提供與內電極構件 630 無關的溫度控制。吾人應注意到圖 6 的加熱板 650 可用於圖 1、2 或 5 其中任一的實施例。

圖 7 顯示噴淋頭電極組件之示範實施例的溫度對時間響應的圖表，此噴淋頭電極組件包含：上電極，包含內電極構件、外電極構件、附接於內與外電極構件的支撐板與支撐環；以及溫度控制模組，附接於支撐板與支撐環以及頂板。此溫度控制模組包含位於加熱板與冷卻板之間的熱抗流環。這些熱抗流環包含：中央不銹鋼環；最外不銹鋼環；以及鋁環，位於中央與最外環之間。加熱器電力為 7kW，處於一溫度下的冷卻劑流過冷卻板，將加熱器開啟約 17 分鐘並且關閉約 17 分鐘。上電極的溫度設定點為 200°C。溫度控制模組經過數個循環之在加熱時(開啟加熱器電力)的上升速率以及在冷卻時(關閉加熱器電力)的下降速率響應，可藉由位於遍佈上電極之不同位置的多個熱電耦 A 至 F 而加以量測。

吾人可藉由將熱抗流環的設計(構造以及成分)進行最佳化，而將溫度控制模組(包含一個以上位於冷卻板與加熱板之間的熱抗流環)之實施例的響應時間最佳化成期望的操作範圍，以在溫度控制模組內控制這些板件之間的熱傳導。在包含熱抗流板之溫度控制模組的其他實施例中，熱抗流板的構造與成分可被最佳化，以控制冷卻板與加熱板之間的熱傳導。

雖然本發明已參考其特定實施例加以詳細說明，但熟習本項技藝者可明白在不離開隨附請求項之範圍的情況下，可進行各種變化與修改，以及利用等效設計。

【圖式簡單說明】

圖 1 係半導體材料處理設備之電漿處理室的橫剖面圖，其包含噴淋頭電極組件的一示範實施例，此噴淋頭電極組件包含溫度控制模組；

圖 2 係半導體材料處理設備之電漿處理室的橫剖面圖，其包

含噴淋頭電極組件的另一示範實施例，此噴淋頭電極組件包含溫度控制模組；

圖 3 顯示圖 2 所示之溫度控制模組之熱抗流器的一示範實施例；

圖 4 顯示圖 2 所示之溫度控制模組之熱抗流器的另一示範實施例；

圖 5 係半導體材料處理設備之電漿處理室的橫剖面圖，其包含噴淋頭電極組件的另一示範實施例，此噴淋頭電極組件包含溫度控制模組；

圖 6 係包含外加熱板以及內加熱板之加熱板之另一實施例的橫剖面圖；及

圖 7 顯示溫度控制模組之一示範實施例之溫度對時間(上升以及下降速率)的圖表。

【主要元件符號說明】

- 100 電漿處理室
- 110 噴淋頭電極組件
- 112 基板載台
- 114 上電極
- 116 支撐構件
- 118 頂板
- 120 溫度控制模組
- 121 覆蓋環
- 122 約束環組件
- 124 電漿約束環
- 126 揚升機構
- 128 上表面
- 130 內電極構件
- 132 外電極構件
- 133 氣體流道

- 134 內階梯
- 135 氣體流道
- 136 電漿曝露下表面
- 138 下凹外緣
- 140 平面界面
- 142 支撐板
- 144 支撐環
- 146 周緣部分
- 147 氣體流道
- 148 下凹表面
- 150 加熱板
- 151 電源
- 152 冷卻板
- 153 溫度控制器
- 154 熱抗流器
- 156 氣體分配充氣部
- 158 氣體分配充氣部
- 160 氣體分配充氣部
- 162 氣體分配充氣部
- 164 氣體流道
- 165 氣體流道
- 166 圈環狀凸部
- 167 氣體流道
- 168 氣體分配通道
- 169 氣體供應源
- 170 覆蓋板
- 171 軸向流道
- 172 加熱元件
- 174 液體通道
- 175 液體源

176	界面
180	溝槽
182	圈環狀凸部
186	密封部
190A	扣結件
200	電漿處理室
210	噴淋頭電極組件
212	基板載台
214	上電極
215	嚙合凸部
216	支撐構件
218	頂板
220	溫度控制模組
221	覆蓋環
222	電漿約束環組件
230	內電極構件
231	階梯
232	外電極構件
233	氣體流道
235	氣體流道
236	下表面
240	界面
242	支撐板
244	支撐環
245	充氣部
247	氣體流道
249	氣體流道
250	加熱板
251	電源
252	冷卻板

- 253 溫度控制器
- 254 熱抗流器
- 255 熱抗流器
- 256 氣體分配充氣部
- 257 熱抗流器
- 258 氣體分配充氣部
- 259 熱抗流器
- 260 氣體分配充氣部
- 261 徑向通口
- 262 氣體分配充氣部
- 263 開口
- 264 氣體流道
- 265 氣體流道
- 266 圈環狀凸部
- 267 氣體流道
- 268 氣體分配通道
- 270 覆蓋板
- 271 軸向流道
- 273 軸向間隙
- 272 加熱元件
- 274 液體流道
- 275 液體源
- 280 溝槽
- 282 圈環狀凸部
- 286 密封部
- 290A 扣結件
- 300 電漿處理室
- 310 噴淋頭電極組件
- 312 基板載台
- 314 上電極

316	支撐構件
318	頂板
320	溫度控制模組
322	約束環組件
342	支撐板
344	支撐環
350	加熱板
356	充氣部
358	充氣部
360	充氣部
362	充氣部
392	密封部
630	內電極構件
632	外電極構件
642	支撐板
644	支撐環
650	加熱板
650A	外加熱板
650B	內加熱板
672A	加熱元件
672B	加熱元件

七、申請專利範圍：

1.一種噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，該電極組件係用於半導體材料電漿處理室，該溫度控制模組包含：

一加熱板，具有下表面，該下表面固定於該噴淋頭電極組件之一上電極的上表面，該上電極具有電漿曝露下表面，該加熱板包含至少一加熱器，該加熱器用以將熱供應至該上電極，以控制該上電極的溫度；

一冷卻板，具有上表面，該上表面固定於一頂板的下表面並且與其熱隔絕，該頂板用以形成該電漿處理室的一頂壁，該冷卻板用以控制該加熱板的溫度，並且控制該加熱板與該上電極之間的熱傳導；及

複數導電與導熱性熱抗流器，位於該加熱板的上表面與該冷卻板的下表面之間，並且與該加熱板的上表面以及該冷卻板的下表面產生接觸，該熱抗流器用以控制該加熱板與該冷卻板之間的熱傳導；

其中該熱抗流器包含至少一第一環及一第二環，而該第二環圍繞該第一環，該第二環為無孔性且形成該溫度控制模組的外表面。

2.如申請專利範圍第 1 項之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，其中：

該加熱板包含：一金屬物件，具有埋設於其中的加熱元件；以及氣體分配流道，與一氣體供應源以及位於該噴淋頭電極組件之一支撐構件內的氣體分配充氣部產生流體連通，該加熱元件被連接至用以將電力供應至該加熱元件的至少一電源；及

該冷卻板包含：一金屬物件，具有形成於其中的液體通道，該液體通道與一溫度控制液體的至少一來源產生流體連通，該溫度控制液體被供應至該液體通道，以控制該冷卻板的溫度。

3.如申請專利範圍第 1 項之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，其

中：

該冷卻板在該下表面中包含複數個徑向間隔、呈同心圓排列的第一溝槽，每一個該第一溝槽具有第一高度；及

各熱抗流器為一配置在該冷卻板內之個別第一溝槽中的環，各熱抗流器相對於彼此係以同心圓方式排列，各熱抗流器具有大於配置著各熱抗流器之該個別第一溝槽之第一高度的第二高度，以使各熱抗流器將該冷卻板支撐在該加熱板上，一間隙係形成在該冷卻板的該下表面與該加熱板的該上表面之間，且熱能係透過該環而在該加熱板與該冷卻板之間進行傳導。

4.如申請專利範圍第3項之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，其中該第一環包含複數個通口。

5.如申請專利範圍第3項之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，其中該第一環為一燒結多孔性金屬物體。

6.如申請專利範圍第1項之噴淋頭電極組件用的溫度控制模組，其中：

該冷卻板、該熱抗流器以及該加熱板包含對正開口；及

一螺紋扣結件被容納在各該對正開口內，以使該冷卻板、該熱抗流器以及該加熱板彼此固定，每一個螺紋扣結件包含一墊圈組，該墊圈組用以抵抗因該加熱板之熱循環所引起之該扣結件的鬆脫。

7.一種電漿處理室用的噴淋頭電極組件，包含：

一頂板，用以形成一電漿處理室的一頂壁；

一上電極，包含上表面以及電漿曝露下表面；及

一溫度控制模組，包含：

一加熱板，具有下表面，該下表面固定於該上電極的上表面，該加熱板包含至少一加熱器，該加熱器用以將熱供應至該

上電極，以控制該上電極的溫度；

一冷卻板，具有上表面，該上表面固定於該頂板的下表面並且與其熱隔絕，該冷卻板用以控制該加熱板的溫度，並且控制該加熱板與該上電極之間的熱傳導；及

複數導電與導熱性熱抗流器，位於該加熱板的上表面與該冷卻板的下表面之間，並且與該加熱板的上表面以及該冷卻板的下表面產生熱接觸，該熱抗流器用以控制該加熱板與該冷卻板之間的熱傳導；

其中該熱抗流器包含至少一第一環及一第二環，而該第二環圍繞該第一環，該第二環為無孔性且形成該溫度控制模組的外表面。

8.如申請專利範圍第 7 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中：

該加熱板包含與一氣體供應源產生流體連通的徑向氣體分配流道；及

該上電極包含：

一內電極構件，包含複數個第一氣體流道；

一外電極構件，固定於並圍繞該內電極構件，該外電極構件包含複數個第二氣體流道；

一支撐板，固定於該內電極構件的上表面，該支撐板包含複數個與該徑向氣體分配流道產生流體連通之徑向間隔充氣部，以及與個別第一氣體流道產生流體連通的第三氣體流道；及

一支撐環，圍繞該支撐板，該支撐環包含複數個與該徑向氣體分配流道產生流體連通的第四氣體流道。

9.如申請專利範圍第 8 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中：

該內電極構件包含與該支撐板、該外電極構件以及該支撐環接合的表面；

該外電極構件包含與該內電極構件以及該支撐環接合的表面；

該支撐板包含與該內電極構件以及該支撐環接合的表面；及
該支撐環包含與該支撐板、該外電極構件以及該內電極構件接合的表面。

10.如申請專利範圍第 8 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中該外電極構件包含以鈍角從該內電極構件之電漿曝露下表面向外延伸的一階梯。

11.如申請專利範圍第 8 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中該內電極構件包含以鈍角從該內電極構件之電漿曝露下表面向外延伸的一階梯。

12.如申請專利範圍第 8 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中：

該加熱板包含一金屬物件，該金屬物件具有埋設於其中的加熱元件，該加熱元件被連接至用以將電力供應至該加熱元件的至少一電源；及

該冷卻板包含一金屬物件，該金屬物件具有形成於其中的液體通道，該液體通道與一溫度控制液體的至少一來源產生流體連通，該溫度控制液體被供應至該液體通道，以控制該冷卻板的溫度；或

該加熱板包含具有至少一內加熱元件的一內加熱板以及具有至少一外加熱元件的一外加熱板，該內加熱元件與該外加熱元件被連接至個別電源，該個別電源用以將電力供應至該內加熱元件以及該外加熱元件，並且控制該內電極構件以及該外電極構件的溫度。

13.如申請專利範圍第 8 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其

中：

該冷卻板包含下表面以及複數個位於該下表面中之徑向間隔、呈同心圓排列的第一溝槽，各該第一溝槽具有第一高度；及

各熱抗流器為一配置在該冷卻板內之個別第一溝槽中的環，並且具有大於配置著各熱抗流器之該個別第一溝槽之第一高度的第二高度，以使各熱抗流器將該冷卻板支撐在該加熱板上，一間隙係形成在該冷卻板的下表面與該加熱板的上表面之間，並且透過各熱抗流器，使熱在該加熱板與該冷卻板之間進行傳導。

14.如申請專利範圍第 13 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中該第一環具有複數個通口或為一燒結多孔性金屬物體。

15.如申請專利範圍第 7 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中：

該冷卻板、該熱抗流器以及該加熱板包含對正開口；及

一螺紋扣結件被容納在各該對正開口內，以使該冷卻板、該熱抗流器以及該加熱板彼此固定，每一個螺紋扣結件包含一墊圈組，該墊圈組用以抵抗因該加熱板之熱循環所引起之該扣結件的鬆脫。

16.如申請專利範圍第 7 項之電漿處理室用的噴淋頭電極組件，其中該頂板的該下表面包含徑向間隔、呈同心圓排列的第二溝槽，鄰接的該第二溝槽藉由位於該頂板之該下表面上的環狀凸部加以隔開，而該頂板在該環狀凸部處與該冷卻板的該上表面產生接觸。

17.一種噴淋頭電極組件之上電極溫度的控制方法，該噴淋頭電極組件係位於包含一基板載台的一電漿處理室中，該基板載台具有一下電極，該噴淋頭電極組件包含用以形成該電漿處理室之一頂壁的一頂板，以及座落並固定在該頂板與該上電極之間如申請專利範圍第 1 項的溫度控制模組，該方法包含：

在該電漿處理室中，於該上電極與該基板載台之間的一間隙內產生電漿；

從至少一電源將電力施加至如申請專利範圍第 1 項的溫度控制模組之該加熱板的該至少一加熱器，以對該上電極進行加熱；

從至少一液體源將一溫度控制液體供應至如申請專利範圍第 1 項的溫度控制模組之該冷卻板的液體通道，以控制該冷卻板的溫度；及

(i)藉由使該冷卻板與該頂板熱隔絕來控制該冷卻板與該頂板之間的熱傳導、(ii)藉由位在該冷卻板與該加熱板之間的該複數熱抗流器來控制該冷卻板與該加熱板之間的熱傳導、以及(iii)藉由控制該加熱板的溫度而控制該加熱板與該上電極之間的熱傳導，從而將該上電極維持在期望的溫度。

18.如申請專利範圍第 17 項之噴淋頭電極組件之上電極溫度的控制方法，其中：

當產生電漿時、以及當不產生電漿時，該溫度控制模組將該上電極之溫度維持在約 40°C 至約 200°C 設定點的約 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 內；及

該溫度控制模組將該上電極的最大徑向中央至邊緣溫度梯度維持在約 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 。

八、圖式：

圖式

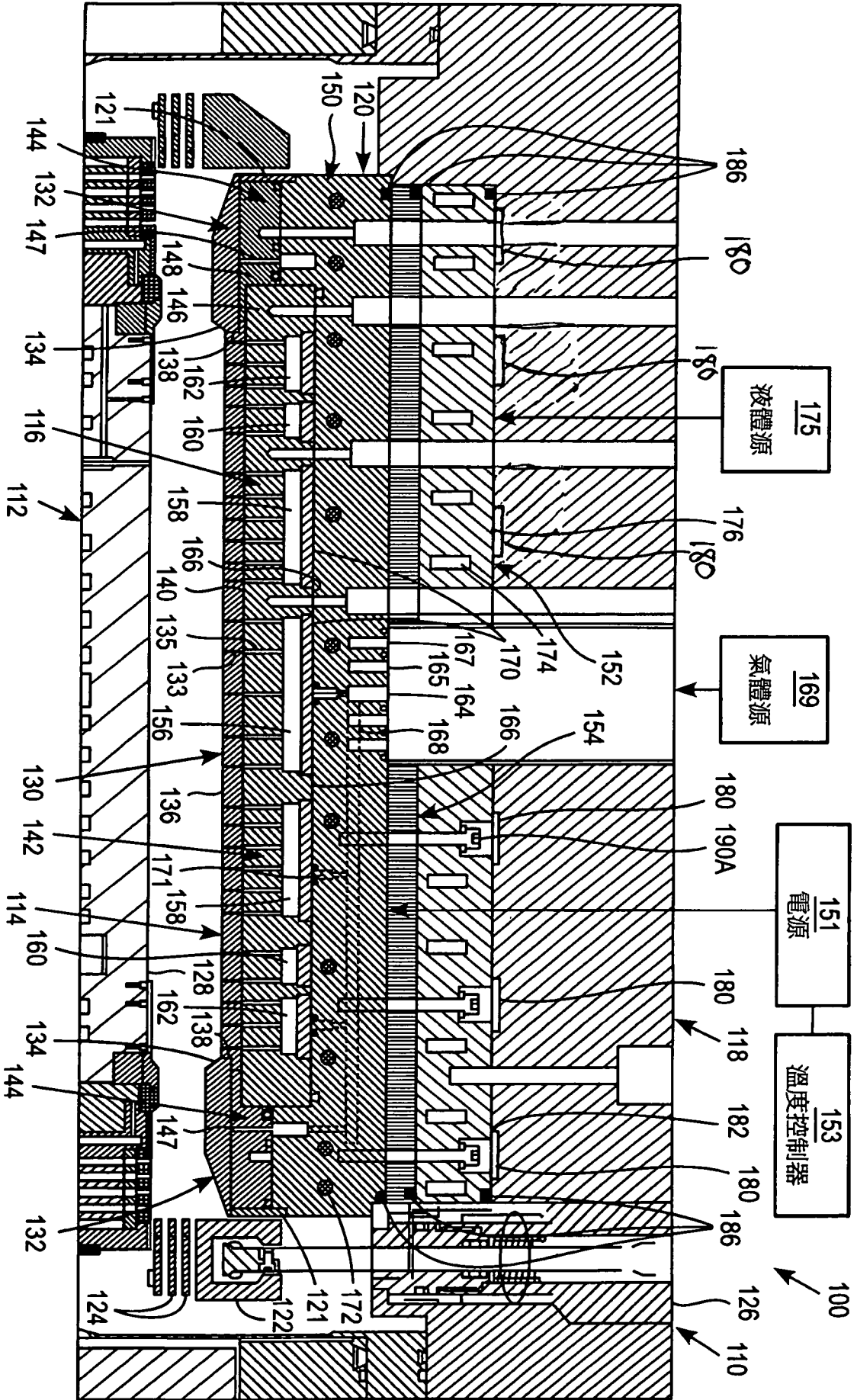


圖 1

圖式

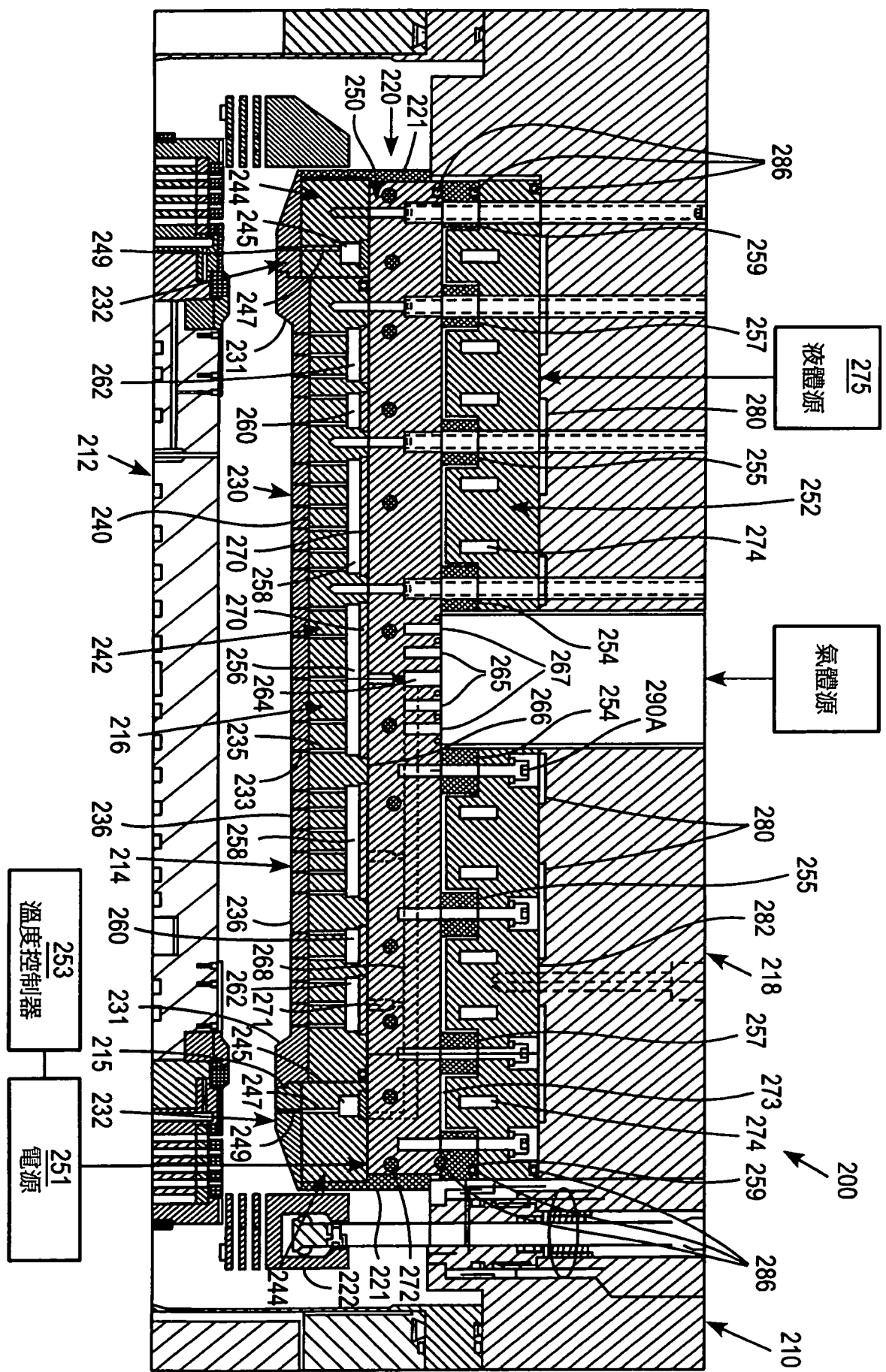


圖 2

圖式

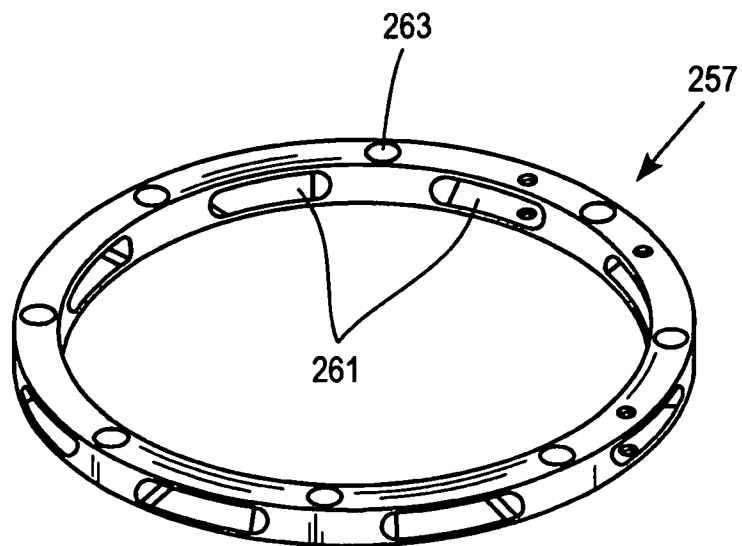


圖 3

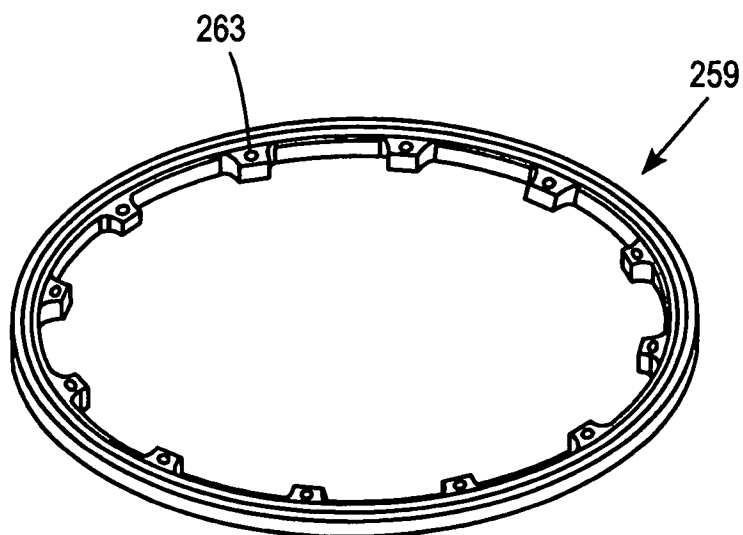


圖 4

圖式

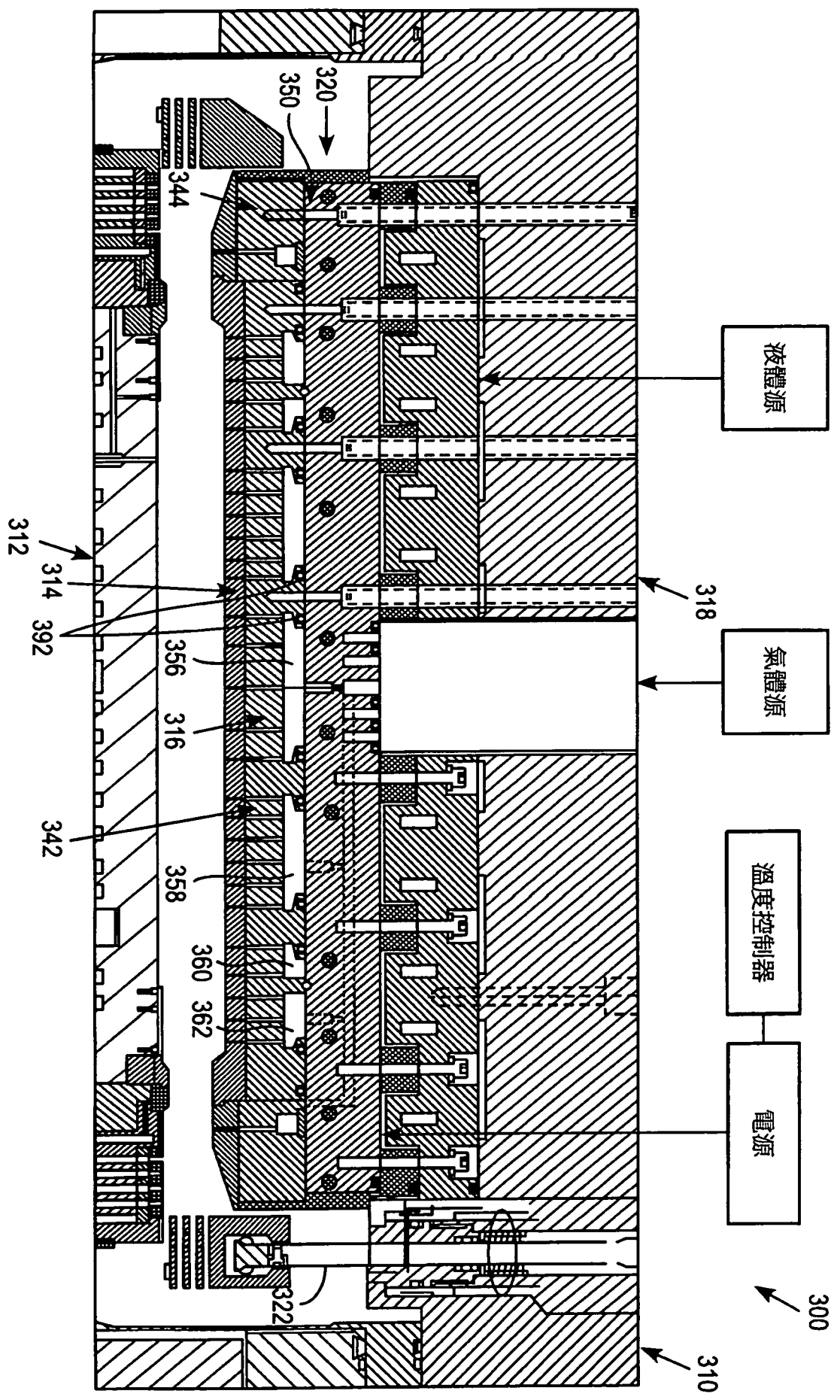


圖 5

圖式

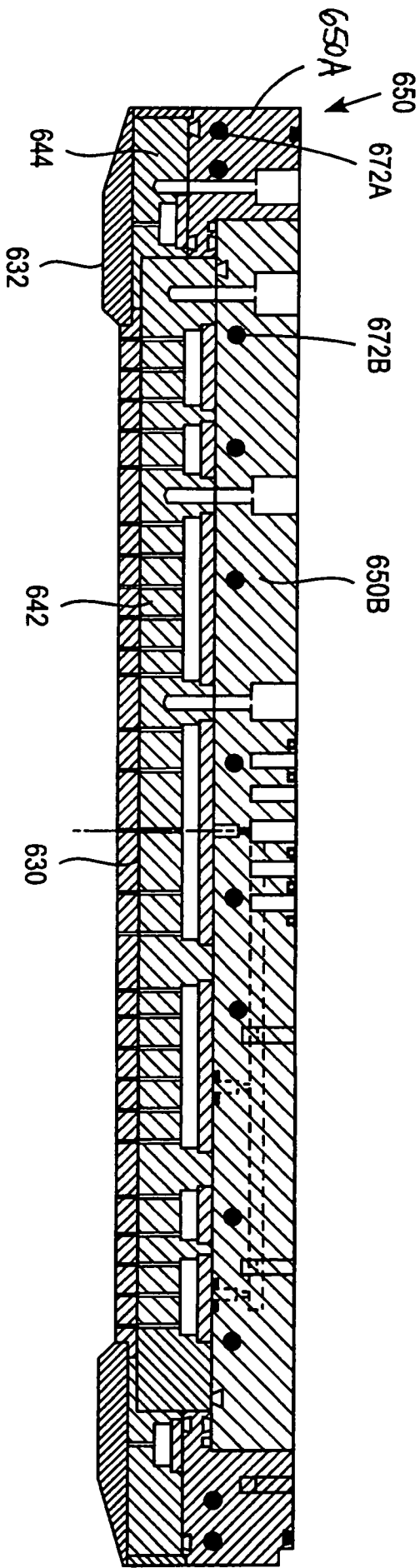


圖 6

圖式

