

(21)申請案號：098114659

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/324 (2006.01)**

(30)優先權：2008/05/02 美國 61/050,167
2008/05/23 美國 61/055,814

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：亞德霍沃夫甘 R ADERHOLD, WOLFGANG R. (DE)；亞潤杭特 HUNTER, AARON (US)；拉尼許喬瑟夫 M RANISH, JOSEPH M. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 53 頁

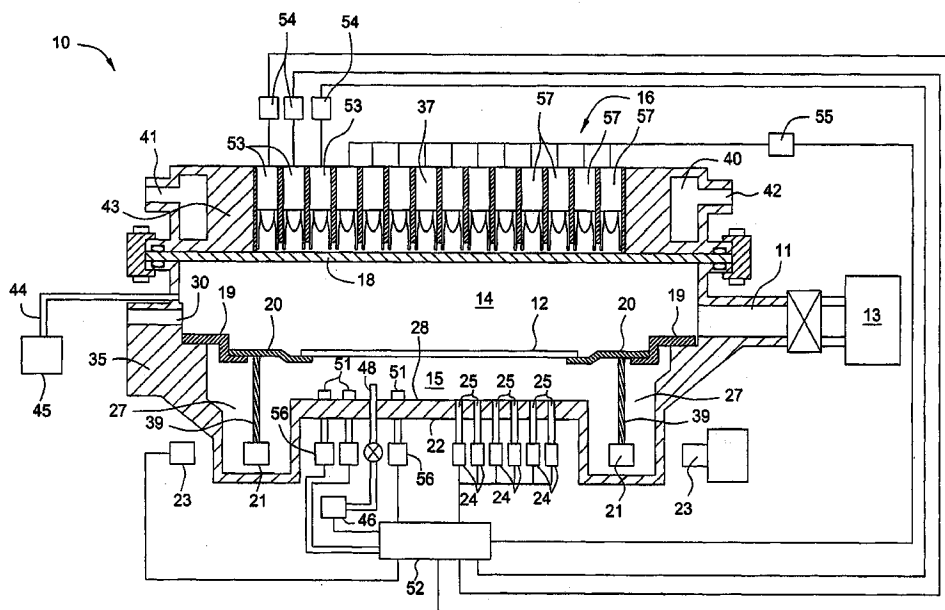
(54)名稱

用於旋轉基板之非徑向溫度控制系統

SYSTEM FOR NON RADIAL TEMPERATURE CONTROL FOR ROTATING SUBSTRATES

(57)摘要

本發明之實施例提供了降低熱處理期間不均勻性的設備與方法。一實施例提供了一種處理基板的設備，包括一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。



- 10：快速熱處理系統
- 11：出口
- 12：基板
- 14：處理容積
- 15：反射腔
- 16：加熱燈泡組件
- 18：石英窗
- 20：邊緣環
- 21：磁性轉子
- 22：反射板
- 23：磁性定子
- 24：熱探針
- 25：孔洞
- 27：圓形通道
- 28：反射表面
- 30：狹縫閘
- 32：孔洞

- 35：腔室主體
- 37：加熱元件陣列
- 39：管狀升降器
- 40：冷卻通道
- 41：入口
- 42：出口
- 43：反射主體
- 44：進氣口
- 45：氣體來源
- 46：清除氣體來源
- 48：進氣口
- 51：輔助加熱源
- 52：控制器
- 53：脈衝群組
- 54：功率源
- 55：功率源
- 56：功率源
- 57：區域群組

(21)申請案號：098114659

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/324 (2006.01)**

(30)優先權：2008/05/02 美國 61/050,167

2008/05/23 美國 61/055,814

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：亞德霍沃夫甘 R ADERHOLD, WOLFGANG R. (DE)；亞潤杭特 HUNTER, AARON

(US)；拉尼許喬瑟夫 M RANISH, JOSEPH M. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 53 頁

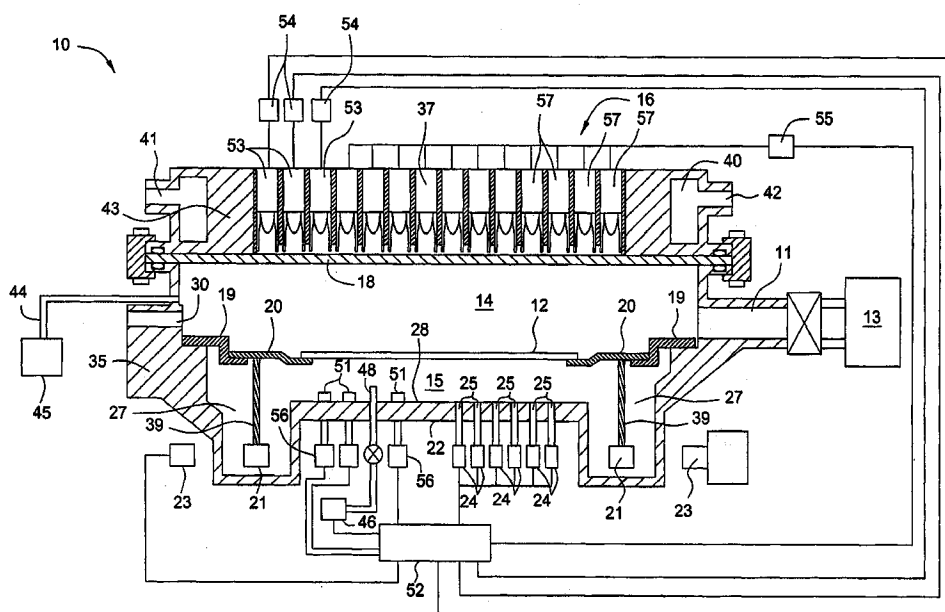
(54)名稱

用於旋轉基板之非徑向溫度控制系統

SYSTEM FOR NON RADIAL TEMPERATURE CONTROL FOR ROTATING SUBSTRATES

(57)摘要

本發明之實施例提供了降低熱處理期間不均勻性的設備與方法。一實施例提供了一種處理基板的設備，包括一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。



10：快速熱處理系統

11：出口

12：基板

14：處理容積

15：反射腔

16：加熱燈泡組件

18：石英窗

20：邊緣環

21：磁性轉子

22：反射板

23：磁性定子

24：熱探針

25：孔洞

27：圓形通道

28：反射表面

30：狹縫閘

32：孔洞

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例一般是關於處理半導體基板的設備與方法。特別是，本發明之實施例是與快速熱處理腔室中之基板處理有關。

【先前技術】

快速熱處理 (RTP) 是半導體處理中的一種基板退火程序。在 RTP 期間，基板一般是由靠近邊緣區域的支撐裝置予以支撐，並在受一或多個熱源加熱時由其加以旋轉。在 RTP 期間，一般是使用熱輻射將一受控制環境中的基板快速加熱至一最大溫度 (高達約 1350°C)，根據處理所需而使此一最大溫度保持一段特定時間 (從一秒以下至數分鐘)；接著將基板冷卻至室溫以進行其他處理。一般會使用高強度鎢鹵素燈作為熱輻射源，也可由傳導耦接至基板的加熱台來提供額外熱能給基板。

半導體製程中有多種 RTP 之應用，這些應用包括熱氧化、高溫沈浸退火、低溫沈浸退火、以及尖峰退火。在熱氧化中，基板係於氧、臭氧、或氧與氫之組合中進行加熱，其使矽基板氧化而形成氧化矽；在高溫沈浸退火中，基板係暴露至不同的氣體混合物 (例如氮、氬、或氧)；低溫沈浸退火一般是用來退火沉積有金屬的基板；尖峰退火是用於當基板需要在非常短時間中暴露於高溫

時，在尖峰退火期間，基板會被快速加熱至足以活化摻質之一最大溫度，並快速冷卻，在摻質實質擴散之前結束活化程序。

RTP 通常需要整個基板上實質均勻的溫度輪廓。在先前技術中，溫度均勻性可藉由控制熱源（例如雷射、燈泡陣列）而提升，其中熱源係經配置以於前側加熱基板，而在背側之一反射表面則將熱反射回基板。也已使用發射率測量與補償方法來改善整個基板上的溫度梯度。

由於半導體工業的發展，對於 RTP 中溫度均勻性的要求也隨之增加。在某些處理中，從基板邊緣內 2mm 處開始具有實質上小之溫度梯度是重要的；特別是，可能需要以溫度變化約 1°C 至 1.5°C 的條件來加熱基板至介於約 200°C 至約 1350°C 。習知 RTP 系統的情形是結合了可徑向控制區以改善沿著處理基板的半徑之均勻性；然而，不均勻性會因各種理由而以各種態樣產生，不均勻性比較像是非徑向之不均勻性，其中在相同半徑上不同位置處的溫度會有所變化。非徑向之不均勻性無法藉由根據其半徑位置調整加熱源而解決。

第 1A-1D 圖示意說明了示例非徑向之不均勻性。在 RTP 系統中，通常使用一邊緣環在周圍附近支撐基板。邊緣環與基板重疊而在靠近基板邊緣處產生複雜的加熱情形。一方面，基板在靠近邊緣處會具有不同的熱性質，這大部分是指經圖案化之基板、或絕緣層上覆矽（SOI）基板。在另一方面，基板與邊緣環在邊緣附近重疊，因

此難以藉由單獨測量與調整基板的溫度而在靠近邊緣處達到均勻的溫度輪廓；根據邊緣環的熱性質相對於基板的熱與光性質，基板的溫度輪廓一般在邊緣為高或在邊緣為低。

第 1A 圖示意說明了在 RTP 腔室中處理之基板的一般溫度輪廓的兩種類型；垂直軸代表在基板上所測量之溫度，水平軸代表離基板邊緣的距離。輪廓 1 是一邊緣為高之輪廓，其中基板的邊緣具有最高的溫度測量值；輪廓 2 是一邊緣為低之輪廓，其中基板的邊緣具有最低的溫度測量值。要去除習知 RTP 系統狀態中的基板邊緣附近之溫度差異是很困難的。

第 1A 圖是置於支撐環 101 上之基板 102 的上視示意圖。支撐環 101 沿一中心（一般與整個系統的中心一致）旋轉，基板 102 的中心需與支撐環 101 的中心對齊，然而，基板 102 可能會基於各種理由而未與支撐環 101 對齊。當熱處理之需求增加時，基板 102 與支撐環 101 之間微小的不對齊都會產生如第 1B 圖所示之不均勻性。在尖峰處理中，1mm 的移位會產生約 30°C 的溫度變化。習知熱處理系統的狀態是具有約 0.18mm 之基板放置精確度，因此其因對齊限制所導致之溫度變化約為 5°C 。

第 1B 圖係該基板 102 於熱處理期間的示意溫度圖，其中基板 102 未與支撐環 101 對齊。基板 102 通常沿著邊緣區 105 具有高溫區 103 與低溫區 104 兩者。

第 1C 圖是基板 107 在快速熱處理期間的示意溫度圖。

基板 107 具有沿著水平方向 106 之一溫度梯度。第 1C 圖所示之溫度梯度會因各種理由而產生，例如離子佈植、腔室不對稱性、固有基板特性以及製程組的變化性。

第 1D 圖是一經圖案化之基板 108 的示意溫度圖，該基板 108 具有由與基板 108 不同的材料所形成之表面結構 109。線 111 是基板 108 在整個直徑上的溫度輪廓。溫度會產生變化是因為表面結構 109 的特性與基板 108 不同。由於熱處理中的大部分基板都具有形成於其上之結構，因此由局部圖案所產生的溫度變化是常見的現象。

故，需要一種用於 RTP 中以減少非徑向之溫度不均勻性的設備與方法。

【發明內容】

本發明之實施例提供了一種在熱處理期間減少不均勻性的設備與方法。特別是，本發明之實施例提供了用於減少熱處理期間非徑向之不均勻性的設備與方法。

本發明之一實施例提供了一種用於處理一基板的設備，其包括：一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。

本發明之另一實施例提供了一種用於處理一基板的方

法，包括：放置一基板在一基板支撐件上，該基板支撐件係置於一處理腔室的一處理容積中；旋轉該基板；以及藉由將輻射能量導向該處理容積來加熱該基板，其中該輻射能量的至少一部分是脈衝式能量，其頻率是由該基板的轉速決定。

本發明之又一實施例提供了一種熱處理腔室，包括：一腔室主體，其具有一由數個腔室壁、一石英窗與一反射板限定之處理容積，其中該石英窗與該反射板係置於該處理容積的相對側上；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以支持及旋轉一基板；一加熱源，其置於該石英窗外部，並配置以將能量經由該石英窗導向該處理容積，其中該加熱源包括複數個加熱元件，且該等加熱元件中的至少一部分是經配置以對該處理容積提供脈衝式能量之脈衝加熱元件；一感測組件，其通過該反射板設置，並經配置以測量該處理容積中沿著不同半徑位置處之溫度；以及一系統控制器，其係配置以調整來自該加熱源之脈衝式能量的頻率、相位與振幅中至少其一。

【實施方式】

本發明之實施例提供了減少熱處理期間不均勻性的設備與方法。特別是，本發明之實施例提供了減少熱處理期間非徑向之不均勻性的設備與方法。

本發明之一實施例提供了一種具有一或多個脈衝加熱元件的熱處理腔室。本發明之一實施例提供了一種藉由調整該一或多個脈衝加熱元件的功率源頻率、相位與振幅中至少其一以減少不均勻性的方法。在一實施例中，調整功率源的相位及/或振幅是以由基板旋轉頻率所決定之頻率加以執行。在一實施例中，功率源的頻率與基板的旋轉頻率相同。在一實施例中，功率源的相位是得自複數個感測器之溫度圖所決定。

在一實施例中，熱處理腔室包括複數個加熱元件，其分組成一或多個方位角控制區。在一實施例中，各方位角控制區包括一或多個加熱元件，其可藉由調整功率源的相位及/或振幅而加以控制。

在另一實施例中，除主加熱源外，熱處理腔室還包括一或多個輔助加熱元件。在一實施例中，該一或多個輔助加熱元件可藉由調整其功率源的相位及/或振幅而加以控制。

本發明之另一實施例提供了一種熱處理腔室，其包括一加熱源，該加熱源係經配置以加熱一處理基板之一背側。在熱處理期間從背側加熱基板可減少因基板圖案而引起的不均勻性。

第 2 圖示意說明了根據本發明一實施例之快速熱處理系統 10 的截面圖。快速熱處理系統 10 包括一腔室主體 35，其限定了一處理容積 14，處理容積 14 係建構用於對其中之一碟形基板 12 進行退火。腔室主體 35 是由不

銑鋼製成且襯以石英。處理容積 14 係配置以受一加熱燈泡組件 16 輻射加熱，該加熱燈泡組件 16 係置於該快速熱處理系統 10 的石英窗 18 上。在一實施例中，石英窗 18 為水冷式。

在腔室主體 35 的一側形成有一狹縫閥 30，其提供通道供基板 12 進入處理容積 14。進氣口 44 連接至氣體來源 45 以對處理容積 14 提供處理氣體、清除氣體及/或清潔氣體。真空泵 13 係透過一出口 11 而流體連接至處理容積 14，以抽送出處理容積 14 外。

圓形通道 27 係形成於靠近腔室主體 35 底部處，在圓形通道 27 中置有一磁性轉子 21。管狀升降器 39 停置在磁性轉子 21 上或與其耦接。基板 12 受該管狀升降器 39 上之一邊緣環 20 支撐於周圍邊緣。磁性定子 23 係位於磁性轉子 21 外部，並通過腔室主體 35 磁性耦接，以誘發磁性轉子 21 之旋轉，因而帶動邊緣環 20 與支撐於其上之基板 12 旋轉。磁性定子 23 也可配置以調整磁性轉子 21 的升降，因而舉升處理基板 12。

腔室主體 35 包括靠近基板 12 背側之一反射板 22，反射板 22 具有一光學反射表面 28，其面向基板 12 的背側以提升基板 12 的發射率。在一實施例中，反射板 22 為水冷式。反射表面 28 與基板 12 的背側限定了一反射腔 15。在一實施例中，反射板 22 的直徑略大於受處理基板 12 的直徑。舉例而言，當快速熱處理系統 10 係配置以處理 12 吋之基板時，反射板 22 的直徑為約 13 吋。

清除氣體係透過與清除氣體來源 46 連接之清除進氣口 48 而提供至反射板 22。注入反射板 22 之清除氣體有助於反射板 22 的冷卻，特別是在靠近未將熱反射回基板 12 的孔洞 25 處。

在一實施例中，外環 19 係耦接於腔室主體 35 與邊緣環 20 之間，以隔離反射腔 15 與處理容積 14。反射腔 15 與處理容積 14 具有不同的環境。

加熱燈泡組件 16 包括一加熱元件陣列 37。加熱元件陣列 37 可為 UV 燈、鹵素燈、雷射二極體、電阻式加熱器、微波驅動加熱器、發光二極體 (LEDs)、或任何其他適當的單獨或組合加熱元件。加熱元件陣列 37 係置於反射主體 43 中所形成之垂直孔洞中。在一實施例中，加熱元件 37 係排列為六邊形。在反射主體 43 中形成有一冷卻通道 40，冷卻劑 (例如水) 會從一入口 41 進入反射主體 43，毗鄰通過垂直孔洞處而冷卻加熱元件陣列 47，然後從出口 42 離開反射主體 43。

加熱元件陣列 37 係連接至一控制器 52，其可調整加熱元件陣列 37 的加熱作用。在一實施例中，加熱元件陣列 37 分為複數個群組以藉由多個同心圓區來加熱基板 12。每一個加熱群組都可獨立控制以於基板 12 的整個半徑上提供所需溫度輪廓。

在一實施例中，加熱燈泡組件 16 包括一或多個區域群組 57 與一或多個脈衝群組 53。各區域群組 57 係連接至功率源 55，且可獨立加以控制。在一實施例中，提供至

各區域群組 57 之功率源的振幅可被獨立控制以調整導至對應區域的輻射能量。各脈衝群組 53 包括一或多個加熱元件 37，且其連接至可藉由相位及/或振幅而加以控制的功率源 54。功率源 54 的相位可經調整以控制導向徑向區之一區段的輻射能量。

第 4 圖是一示意圖，其說明將第 2 圖之加熱燈泡組件 16 分組的一實施例。加熱燈泡組件 16 的加熱元件分組成彼此同心的複數個區域群組 57。各區域群組 57 包括複數個加熱元件。在加熱燈泡組件 16 中也形成有一或多個脈衝群組 53。

各脈衝群組 53 包括一或多個加熱元件。在一實施例中，脈衝群組 53 係相應於不同半徑位置而形成。在第 4 圖的實施例中，各脈衝群組 53 具有相同半徑涵蓋範圍的一對應區域群組 57。

在一實施例中，脈衝群組 53 中的加熱元件可在不同於對應區域群組 57 中加熱元件的相位而驅動，因而能夠在處理基板旋轉時，調整導向半徑涵蓋範圍不同位置處之輻射能量。

在另一實施例中，區域群組 57 中的加熱元件對一旋轉基板的整個半徑區域提供了固定的能量等級，而脈衝區域 53 中的加熱元件的能量等級是脈衝式、且隨旋轉基板的半徑區域中的區域而改變。藉由調整脈衝群組 53 的能量等級脈衝之相位與振幅，即可調整旋轉基板的半徑區域內的不均勻性。

脈衝群組 53 可沿著相同的半徑而形成，並對齊以形成一圓形區段，如第 4 圖所示。脈衝群組 53 也可散開於不同的方位角，以更有彈性地加以控制。

再次參閱第 2 圖，功率源 55 與功率源 54 係連接至控制器 52，其可原位(in-situ)取得一基板溫度圖，並根據所得溫度圖來調整功率源 55、56。

快速熱處理系統 10 更包括複數個熱探針 24，其係配置以測量基板 12 不同半徑位置處的熱性質。在一實施例中，所述複數個熱探針 24 為複數個高溫計，其光學地耦接於並置於形成於反射板 22 中的複數個孔洞 25 內，以偵測基板 12 不同半徑部分的溫度或其他熱性質。所述複數個孔洞 25 係沿著一半徑而放置（如第 2 圖所示），或位於不同半徑處（如第 4 圖所示）。

在以特定頻率取樣時，所述複數個熱探針 24 可用以取得基板 12 在處理期間的溫度圖，因此各探針 24 可在基板 12 旋轉的不同時間對基板 12 的不同位置進行測量。在一實施例中，此特定頻率高於基板旋轉的頻率數倍，因此當基板 12 轉完一整圈時，各探針 24 可對一圈上均勻分佈的位置進行測量。

第 3 圖是根據本發明一實施例之一基板的上視示意圖，其繪示取得溫度圖的方法。第 5 圖是基板 12 的一示例圖，其顯示當基板以 4Hz 旋轉而以 100Hz 進行資料取樣時，基板上獲得溫度資料處的位置。

再次參照第 2 圖，熱處理系統 10 包括一或多個輔助加

熱源 51，其係配置以於處理期間加熱基板 12。與脈衝群組 53 類似的是，輔助加熱源 51 係連接至功率源 56，其可調整相位及/或振幅而加以控制。輔助加熱源 51 係配置以藉由沿一對應圓形區域，對較低溫位置施加比較高溫位置更多的輻射能量，來減少溫度不均勻性。

在一實施例中，輔助加熱源 51 係置於加熱燈泡組件 16 的一相對側上。各輔助加熱源 51 與脈衝群組 53 可獨立或結合使用。

在一實施例中，該輔助加熱源 51 係一輻射源，其於探針 24 的帶寬中不產生輻射。在另一實施例中，孔洞 25 係自輔助加熱源遮蔽，因此探針 24 並不受來自輔助加熱源 51 的輻射影響。在一實施例中，輔助加熱源 51 為雷射（例如二極體雷射、紅寶石雷射、CO₂ 雷射或其他）二極體、或線發光體(line emitter)。在一實施例中，輔助加熱源 51 可設置在處理腔室外部，且來自輔助加熱源 51 的能量係經由光纖、導光管、鏡體、或全內反射稜鏡而導向該處理容積。

第 5 圖係繪示根據本發明一實施例，用於處理基板之方法 200 的示意流程圖。方法 200 係配置以減少不均勻性，包括徑向之不均勻性與非徑向之不均勻性。在一實施例中，方法 200 係使用根據本發明一實施例之熱處理系統執行。

在方塊 210 中，欲處理之基板係置於一熱處理腔室中，例如第 2 圖所示之熱處理系統 10。在一實施例中，

可藉由在邊緣環上的機械裝置來放置基板。

在方塊 220 中，基板是在熱處理腔室內旋轉。

在方塊 230 中，基板是由一加熱源進行加熱，該加熱源具有一或多個脈衝組件，其可由相位或振幅其中之一加以調整。示例脈衝組件為第 2 圖之輔助加熱源 51 與脈衝群組 53。

在方塊 240 中，基板的溫度可利用複數個感測器加以測量，例如熱處理系統 10 的探針 24。當基板旋轉時，可藉由使用一特定取樣速率來測量複數個位置。

在方塊 250 中，可從方塊 240 的測量產生基板溫度圖。在一實施例中，溫度圖是由控制器中的軟體所產生，例如第 2 圖中的控制器 52。

在方塊 260 中，可由方塊 250 中所得之溫度圖來決定溫度不均勻性的特性。這些特性為整體變化、與加熱區相應之區域間的變化、一加熱區內的變化（例如具有高與低溫度的角度）等。

在步驟 270 中，可調整一或多個脈衝組件的相位及/或振幅以減少溫度變化。詳細的調整係說明於下述第 6A-6E 圖與第 7A-7E 圖。

方塊 230、240、250、260 與 270 可重複執行，直到完成處理為止。

第 6A 圖係顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖表，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以將輻射能量導向基板 304a 的邊緣區域。基板 304a 由一主加熱源（例

如第 2 圖所示之加熱燈泡組件 16) 以及脈衝式雷射加熱源 303 加熱。加熱源 303 與第 2 圖之輔助加熱源 51 相似。線 301 說明了基板 304a 相對於加熱源 303 的旋轉角，曲線 302a 說明了供應至加熱源 303 的功率。

功率 302a 具有相同於基板 304a 旋轉頻率的頻率，因此，當基板旋轉時，最高的功率等級會重複導向一位置 307a，該位置 307a 與加熱源 303 開始旋轉前呈 90 度。相同的，最低的功率等級會重複導向一位置 305a，該位置 305a 與加熱源 303 呈 270 度。

因此，功率 302a 係經調整使得當低溫位置通過加熱源 303 時達到其峰值，以對該低溫位置提供額外加熱。

雖然本文中說明了功率 302a 為正弦脈衝，但也可使用任何適當的脈衝。

此外，302a 的頻率也可與旋轉頻率不同。舉例而言，功率頻率可為旋轉頻率的分數比，例如一半、三分之一、或四分之一，以實現所需用途。

第 6B 圖是顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖表，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以在加熱源啟動於功率 302b 時將輻射能量導向基板 304b。最高功率等級係重複導向一位置 307b，該位置 307b 與加熱源 303 開始旋轉前呈 180 度。類似的，最低功率等級係重複導向一位置 305b，該位置 305b 與加熱源 303 呈 0 度。

第 6C 圖是顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以在加熱源啟動於

功率 302c 時將輻射能量導向基板 304c。最高功率等級係重複導向一位置 307c，該位置 307c 與加熱源 303 開始旋轉前呈 270 度。類似的，最低功率等級係重複導向一位置 305c，該位置 305c 與加熱源 303 呈 90 度。

第 6D 圖是顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以在加熱源啟動於功率 302d 時將輻射能量導向基板 304d。最高功率等級係重複導向一位置 307d，該位置 307d 與加熱源 303 開始旋轉前呈 0 度。類似的，最低功率等級係重複導向一位置 305d，該位置 305d 與加熱源 303 呈 180 度。

第 6E-6F 圖示意說明了藉由調整雷射加熱源的相位與振幅之均勻性的改善。如第 6E 圖所示，在未調整雷射加熱源的相位與振幅時，沿著處理基板邊緣處會有非徑向之不均勻性。第 6F 圖示意說明了經相位與振幅調整之處理基板的溫度圖，其非徑向之不均勻性係藉由調整雷射加熱源的相位而實質降低。

第 7A 圖是一加熱燈泡組件 16a 的示意上視圖，其具有三個脈衝區 51a、51b、51c。脈衝區 51a 包括複數個加熱元件 37a，其置於一個相應於基板邊緣外部區域的區域上。各脈衝區 51a、51b、51c 中的加熱元件係藉由調整對應功率源的相位與振幅，獨立於加熱燈泡組件 16a 中的其他加熱元件而控制。脈衝區 51b 包括複數個加熱元件 37a，其置於一個相應於靠近基板邊緣之區域的區域上。脈衝區 51c 包括複數個加熱元件，其置於一個相

應於靠近基板中間之區域的區域上。燈泡組件 16a 係用於第 2 圖之熱處理系統 10 中。

第 7B 圖示意說明了脈衝區 51c 的作用。如第 7B 圖所示，調整脈衝區 51c 的相位可改變基板的中間區域內的溫度變化。

第 7C 圖示意說明了脈衝區 51b 的作用。如第 7C 圖所示，調整脈衝區 51b 的相位可改變基板的邊緣區域內的溫度變化。

第 7D 圖示意說明了脈衝區 51a 的作用。如第 7D 圖所示，調整脈衝區 51a 的相位可改變基板的斜邊邊緣區域內的溫度變化。

第 7E 圖為顯示調整第 7A 圖脈衝區 51a 之相位與振幅的熱處理示意圖。在處理期間，基板是以 4Hz 之頻率加以旋轉。使用對應於基板中央至邊緣的七個高溫計，以 100Hz 之取樣頻率測量溫度。此熱處理像是尖峰退火，其具有高昇溫與降溫率。

曲線 321 反應了基板的旋轉週期。曲線 322 反應了供應至脈衝區 51a 的功率之相位與振幅。曲線 323 反應了供應至非位在脈衝區 51a 中之加熱元件 37a 的功率。曲線 325 指示了不同感測器在不同位置處所測量的溫度。曲線 324 指示了在處理期間支持基板的邊緣環的溫度。

脈衝功率 322 的振幅與主功率 323 同步，這種配置使主加熱裝置與脈衝區使用相同的功率供應。

第 8 圖是根據本發明一實施例之熱處理系統 10_b 的示

意截面側視圖。熱處理系統 10_b 與熱處理系統 10 相似，除了加熱燈泡組件 16 是位於腔室主體 35 的底側上，而反射板 27 是位於腔室頂部之上。

熱處理系統 10_b 的配置使基板可由加熱燈泡組件 16 自背側加熱。基板 12 需要面向上方以將經圖案化之一側暴露於傳送至處理容積 14 的處理氣體。背側加熱使用熱處理系統 10_b 降低因元件側上的圖案而產生的溫度變化。第 10A-10D 圖說明了背側加熱的優點。

第 10A 圖係具有方格板圖案之測試基板 401 的示意上視圖。區塊 402 覆以 1700 埃之氧化矽。區塊 403 覆以 570 埃之多晶矽。

第 10B 圖是顯示對第 10A 圖之測試基板所執行的熱處理的示意圖。線 404 說明了加熱元件的平均溫度。線 405 說明了基板的平均溫度。在熱處理期間氧是流動的，因此氧化矽係形成於基板的背側。基板背側產生之氧化矽的厚度反應了基板的溫度。

第 10C 圖為曲線 406 的示意圖，其說明了當測試基板從經圖案化之一側加熱時，測試基板背側的氧化矽厚度。氧化矽厚度的變化反應了基板溫度的變化。溫度的變化則強烈受到圖案的影響。

第 10D 圖為曲線 407 的示意圖，其說明了藉由加熱基板的非圖案化一側（例如使用類似於第 8 圖之熱處理系統 10_b 的熱處理系統）之熱處理期間，測試基板整個直徑上的氧化矽厚度。

根據本發明之溫度控制方法也可延伸至控制邊緣環的溫度，該邊緣環係配置以於處理期間支撐基板。

第 9 圖是根據本發明一實施例之熱處理腔室 10_c 的示意截面側視圖。該熱處理腔室 10_c 與熱處理腔室 10_b 相似，除了熱處理腔室 10_c 更包括邊緣環 20 之感測器、加熱與冷卻裝置之外。

邊緣環 20 係設計以根據欲處理之基板 12 的熱性質而具有如熱質量、發射率與吸收率等熱性質，以改善基板溫度輪廓。邊緣環 20 的熱性質可藉由選擇不同材料、不同厚度與不同塗層而調整。

在一實施例中，主要係配置用以加熱邊緣環 20 的邊緣環加熱裝置 61，係置於加熱燈泡組件 16 的加熱元件陣列 37 外部。邊緣環加熱裝置 61 係連接至控制器 52，其調整邊緣環加熱裝置 61 的加熱功率 62。邊緣環加熱裝置 61 可獨立於加熱元件陣列 37 而控制，因此邊緣環 20 的溫度係獨立於基板 12 的溫度而控制。

熱處理系統 10_c 更包括一邊緣環熱探針 63，其耦接至且置於靠近邊緣環 20 處反射板 22 上的一孔洞 32 中。邊緣環熱探針 63 係一高溫計，其配置以測量邊緣環 20 的溫度或其他熱性質。邊緣環熱探針 63 係與控制器 52 連接，控制器 52 連接至邊緣環加熱裝置 61。

熱處理系統 10_c 更包括一輔助加熱源 67，其係配置以調整邊緣環 20 的非徑向之溫度變化。

氣體噴嘴 65 係至於靠近邊緣環 20 處以冷卻邊緣環

20。在一實施例中，氣體噴嘴 65 共用相同的清除氣體來源 66。氣體噴嘴 65 係導向邊緣環 20 並放出冷卻氣體(例如氮氣)以冷卻邊緣環 20。氣體噴嘴 65 係透過閥 68 而連接至氣體來源 66，閥 68 係由控制器 52 控制。因此，控制器 52 包括邊緣環 20 的封閉迴路之溫度控制中氣體噴嘴 66 的冷卻作用。

自感測器 63 之測量可以類似於使用探針 24 產生基板 12 之溫度圖的方式，而產生邊緣環 20 的溫度圖。可使用例如方法 200 的方法來調整邊緣環加熱裝置 61 及/或輔助加熱源 67 的相位及/或振幅，以減少邊緣環 20 中的不均勻性。此外，自氣體噴嘴 65 的流率係根據邊緣環 20 的旋轉角度而調整，以提供可調整的冷卻。

雖然本文中說明了半導體基板的處理，本發明之實施例也可用於任何適當情形以控制受熱處理之物件的溫度。本發明之實施例也可用於控制冷卻設備中的冷卻處理。

前述雖與本發明之實施例有關，也可在不背離其基本範疇下導引出本發明之其他實施例，所述基本範疇係由下述申請專利範圍限定。

【圖式簡單說明】

參照描述了本發明部分實施例之如附圖式即可進一步詳細瞭解本發明之上述特徵與詳細內容。然而，應注意

如附圖式僅說明了本發明之一般實施例，本發明仍涵蓋其他等效實施例，因而如附圖式不應視為限制其範疇之用。

第 1A 圖是於熱處理期間置於支撐環上之基板的上視示意圖。

第 1B 圖是一熱處理期間之基板示意溫度圖，該溫度圖顯示因未對齊而產生的非徑向之不均勻性。

第 1C 圖是一熱處理期間之基板示意溫度圖，該溫度圖顯示整個基板的溫度梯度。

第 1D 圖是一經圖案化之基板的示意截面側視圖以及整個直徑上的溫度輪廓，其顯示了因圖案所產生的變化。

第 2 圖為根據本發明一實施例之熱處理腔室的示意截面側視圖。

第 3 圖為一基板的上視圖，其根據本發明實施例而描述了一種取得溫度圖的方法。

第 4 圖為根據本發明一實施例之加熱源的示意圖，該加熱源具有脈衝區與脈衝加熱組件。

第 5 圖為一示意流程圖，其說明根據本發明實施例之基板處理方法。

第 6A 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6B 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6C 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射

加熱源的作用。

第 6D 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6E-6F 圖示意說明了藉由雷射加熱源的相位與振幅調整來改善均勻性。

第 7A 圖為具有三個脈衝區的燈泡組件之示意上視圖。

第 7B 圖示意說明了在相應於基板中間區附近的脈衝燈泡區的作用。

第 7C 圖示意說明了在相應於基板邊緣區附近的脈衝燈泡區的作用。

第 7D 圖示意說明了在相應於基板邊緣區外部附近的脈衝燈泡區的作用。

第 7E 圖是一示意圖表，其說明了調整相應於基板邊緣區外部附近的脈衝區中燈泡的相位與振幅之熱處理。

第 8 圖為根據本發明一實施例之熱處理腔室的示意截面側視圖。

第 9 圖為根據本發明一實施例之熱處理腔室的示意截面側視圖。

第 10A 圖為具有方格板圖案之測試基板的示意上視圖。

第 10B 圖為一示意圖表，其說明了對第 10A 圖之基板所執行的熱處理。

第 10C 圖為一示意圖表，其說明了在加熱基板的經圖案化側之熱處理期間，測試基板整個直徑上的溫度輪廓。

第 10D 圖為一示意圖表，其說明了在加熱基板的非圖案化側之熱處理期間，測試基板整個直徑上的溫度輪廓。

為幫助瞭解，圖式中盡可能使用一致的元件符號來代表相同的元件。應知一實施例中的元件也可用於其他實施例，不需特別加以說明。

【主要元件符號說明】

101	支撐環	102	基板
103	高溫區	104	低溫區
105	邊緣區	107	基板
108	基板	109	表面結構
111	線		
10	快速熱處理系統	11	出口
12	基板	14	處理容積
15	反射腔	16	加熱燈泡組件
18	石英窗	20	邊緣環
21	磁性轉子	22	反射板
23	磁性定子	24	熱探針
25	孔洞	27	圓形通道
28	反射表面	30	狹縫閥
32	孔洞	35	腔室主體
37	加熱元件陣列	39	管狀升降器
40	冷卻通道	41	入口

42	出口	43	反射主體
44	進氣口	45	氣體來源
46	清除氣體來源	48	進氣口
51	輔助加熱源	52	控制器
53	脈衝群組	54	功率源
55	功率源	56	功率源
57	區域群組	61	邊緣環加熱裝置
62	加熱源	63	邊緣環熱探針
65	氣體噴嘴	66	氣體來源
67	輔助加熱源	68	閥
200	方法	303	雷射加熱源
302a-302d	功率源		
304a-304d	基板		
305a-305d	位置		
307a-307d	位置		
321-325	曲線		
321	曲線	401	測試基板
402	區塊	403	區塊
404	線	405	線
407	曲線		

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；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：98114659

※申請日期：2009年5月1日

※IPC分類：

H01L^{21/374}(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於旋轉基板之非徑向溫度控制系統

SYSTEM FOR NON RADIAL TEMPERATURE CONTROL FOR
ROTATING SUBSTRATES

二、中文發明摘要：

本發明之實施例提供了降低熱處理期間不均勻性的設備與方法。一實施例提供了一種處理基板的設備，包括一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the present invention provide apparatus and method for reducing non uniformity during thermal processing. One embodiment provides an apparatus for processing a substrate comprising a chamber body defining a processing volume, a substrate support disposed in the processing volume, wherein the substrate support is configured to rotate the substrate, a sensor assembly configured to measure temperature of the substrate at a

201009948

plurality of locations, and one or more pulse heating elements configured to provide pulsed energy towards the processing volume.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於處理一基板之設備，其包括：
 - 一腔室主體，其限定一處理容積；
 - 一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；
 - 一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及
 - 一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，更包括一主加熱源，其係配置以對該處理容積提供能量。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之設備，更包括一系統控制器，其係配置以調整該一或多個脈衝加熱元件的頻率、相位與振幅中至少其一，並調整對該主加熱源之一功率級。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之設備，其中該控制器係配置以使用該感測組件而產生在該基板支撐件上旋轉之一基板的一溫度圖，並根據該溫度圖調整該一或多個脈衝加熱元件與該主加熱源。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其中該主加熱源包括複數個加熱元件，該些加熱元件係分組成複數個同心

加熱區，各同心加熱區係經獨立控制，且該一或多個脈衝加熱元件係置於一或多個同心加熱區內。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其中該一或多個脈衝加熱元件係分組成一或多個方位角控制區。

7. 如申請專利範圍第 2 項所述之設備，更包括一輔助加熱源，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量，其中該脈衝式能量的頻率、相位、或振幅為可調整。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該基板支撐件包括一邊緣環，其係配置以於靠近一邊緣區域處支撐一基板，且該輔助加熱源係配置將能量導向該邊緣環。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該主加熱源與該一或多個脈衝加熱元件係置於該容積的一第一側上，且該輔助加熱源是置於該處理容積的一相對側上。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之設備，其中該主加熱源與該一或多個脈衝加熱元件係配置以將能量導向一處理之基板的一背側，且該輔助加熱源係配置以將能量導向該基板的一前側。

11. 一種用於處理一基板之方法，其包括：

放置一基板在一基板支撐件上，該基板支撐件係置於一處理腔室的一處理容積中；

旋轉該基板；以及

藉由將輻射能量導向該處理容積來加熱該基板，其中該輻射能量的至少一部分是脈衝式能量，其頻率是由該基板的轉速決定。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中加熱該基板包括：

從一主加熱源將非脈衝式能量導向該處理容積；以及
從一或多個脈衝加熱元件將脈衝式能量導向該處理容積。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該主加熱源包括複數個同心區，其各可獨立加以控制。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該一或多個脈衝加熱元件係分組成一或多個方位角控制區。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，更包括：

測量該基板在複數個位置處之溫度；以及
根據溫度測量而調整該一或多個脈衝加熱元件的頻率、相位與振幅中至少其一。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中加熱該基板更包括自一輔助加熱源加熱一支撐該基板之一邊緣區域的邊緣環，且該輔助加熱源係配置以對該處理容積提供脈

衝式能量。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，更包括：

當該邊緣環旋轉時，測量該邊緣環上不同位置處的溫度；以及

根據測量之邊緣環溫度，調整該輔助加熱源的頻率、相位與振幅中至少其一。

18. 一種熱處理腔室，其包括：

一腔室主體，其具有一由數個腔室壁、一石英窗與一反射板限定之處理容積，其中該石英窗與該反射板係置於該處理容積的相對側上；

一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以支持及旋轉一基板；

一加熱源，其置於該石英窗外部，並配置以將能量經由該石英窗導向該處理容積，其中該加熱源包括複數個加熱元件，且該等加熱元件中的至少一部分是經配置以對該處理容積提供脈衝式能量之脈衝加熱元件；

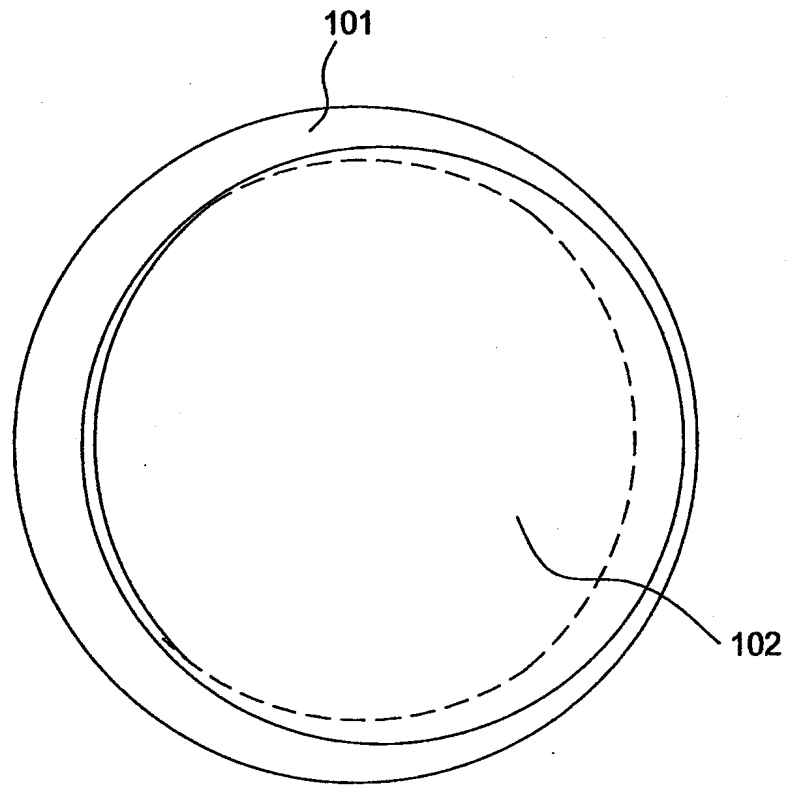
一感測組件，其通過該反射板設置，並經配置以測量該處理容積中沿著不同半徑位置處之溫度；以及

一系統控制器，其係配置以調整來自該加熱源之脈衝式能量的頻率、相位與振幅中至少其一。

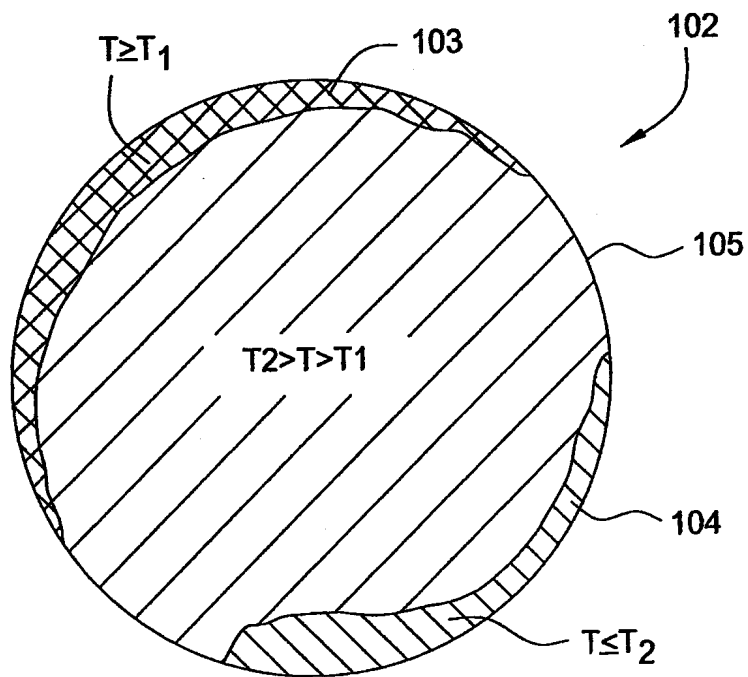
19. 如申請專利範圍第 18 項所述之熱處理腔室，其中該

加熱源的該複數個加熱元件係分組成複數個同心區，且該等脈衝加熱元件係分組成一或多個方位角控制區。

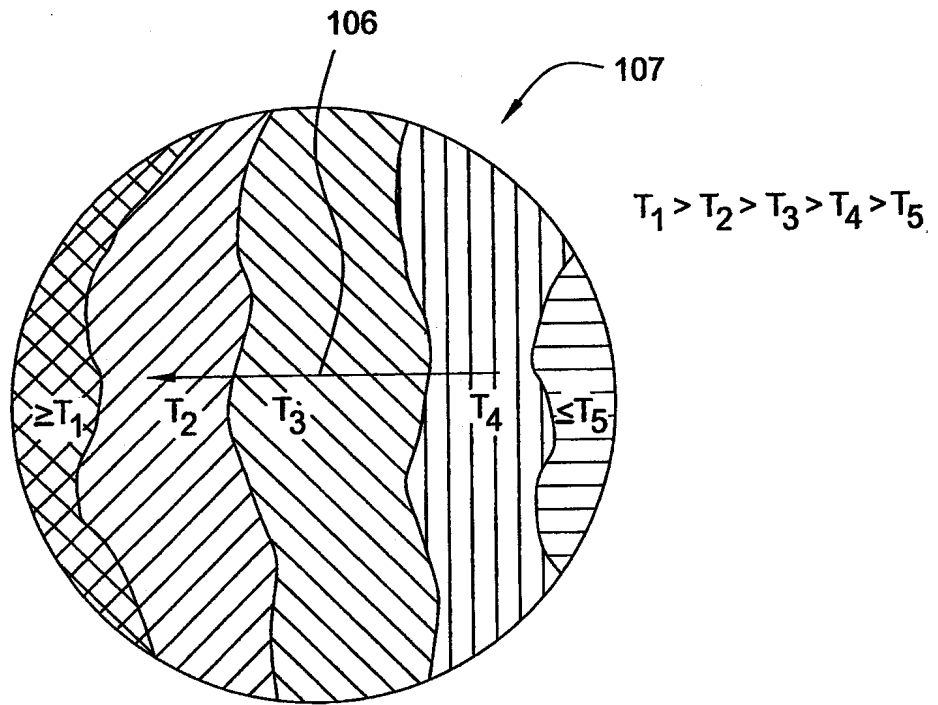
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之熱處理腔室，更包括一輔助加熱元件，其係配置以將脈衝式能量導向一支持該基板之邊緣環。



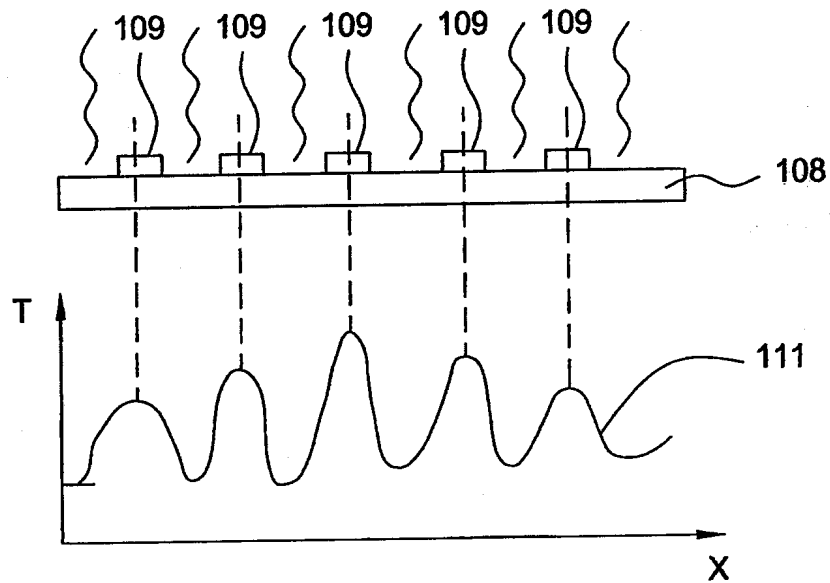
第 1A 圖



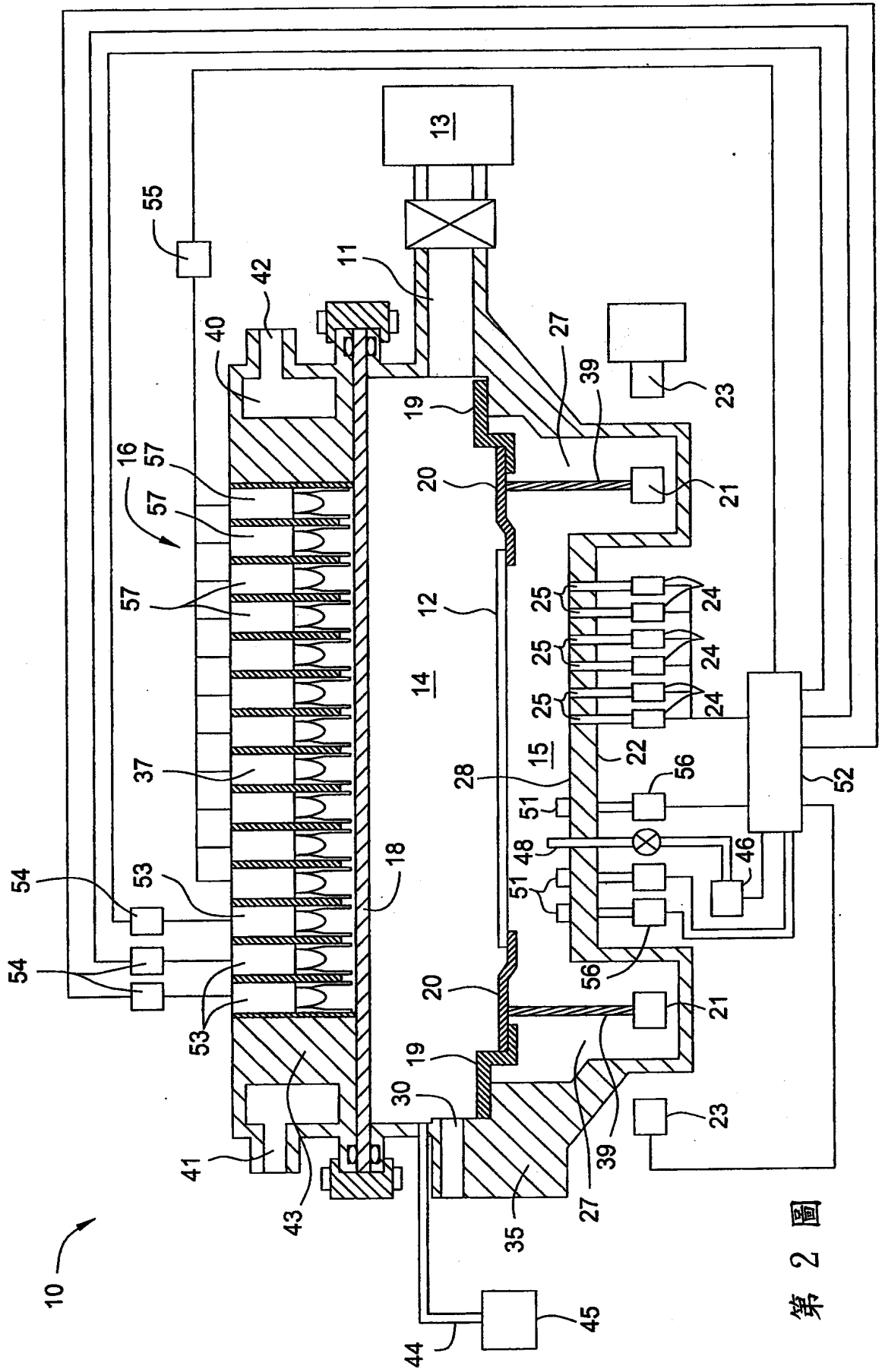
第 1B 圖

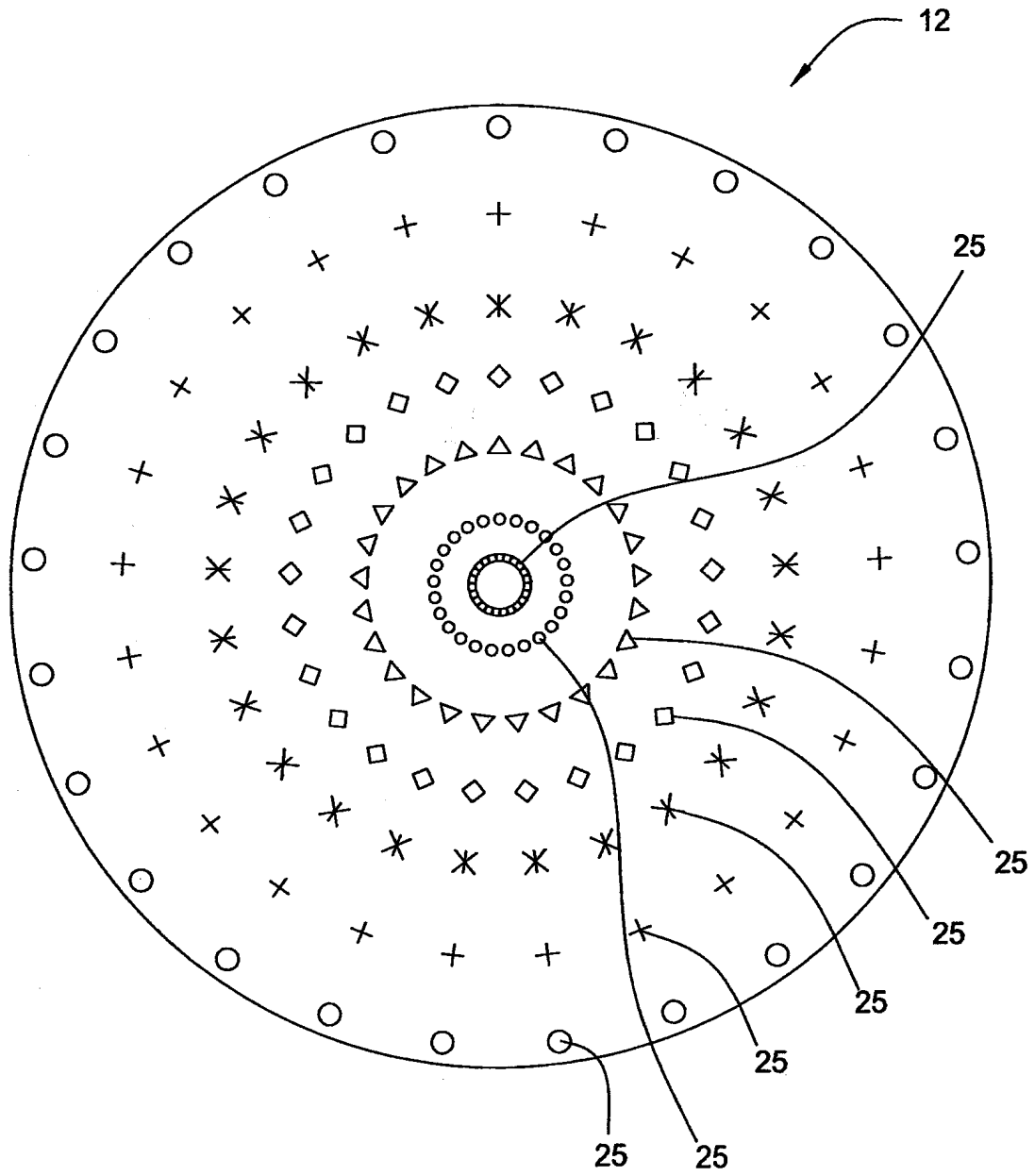


第 1C 圖

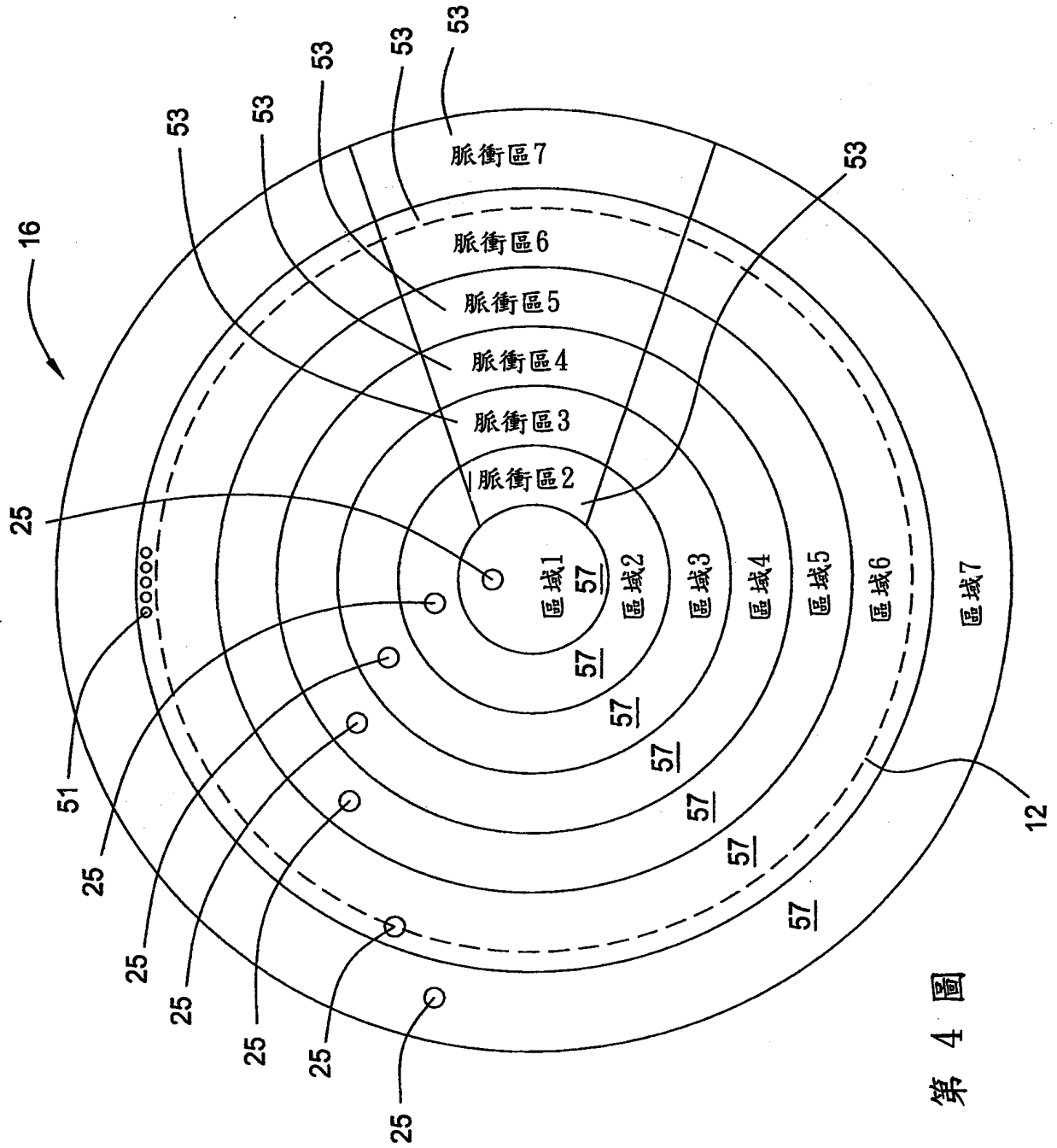


第 1D 圖

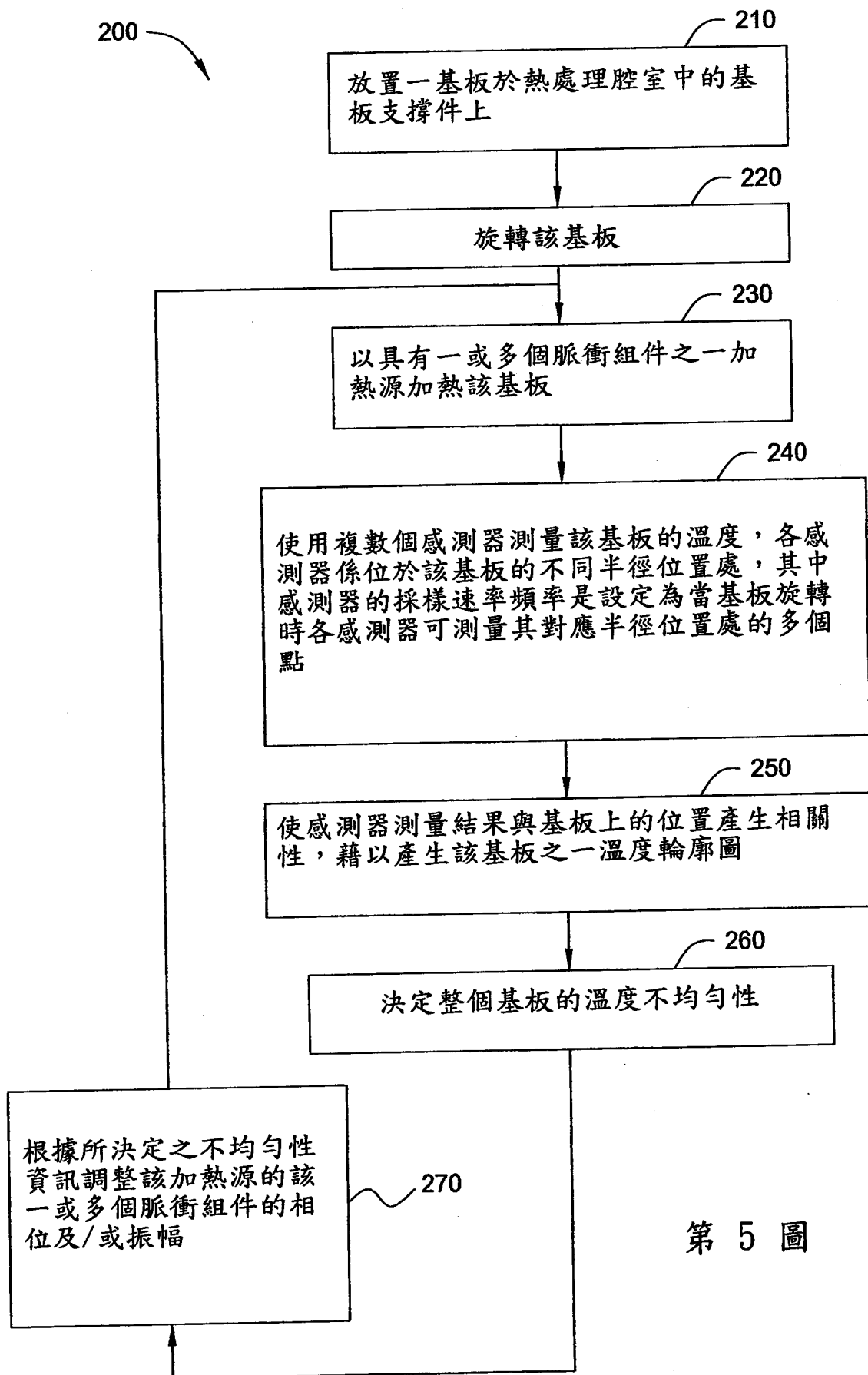




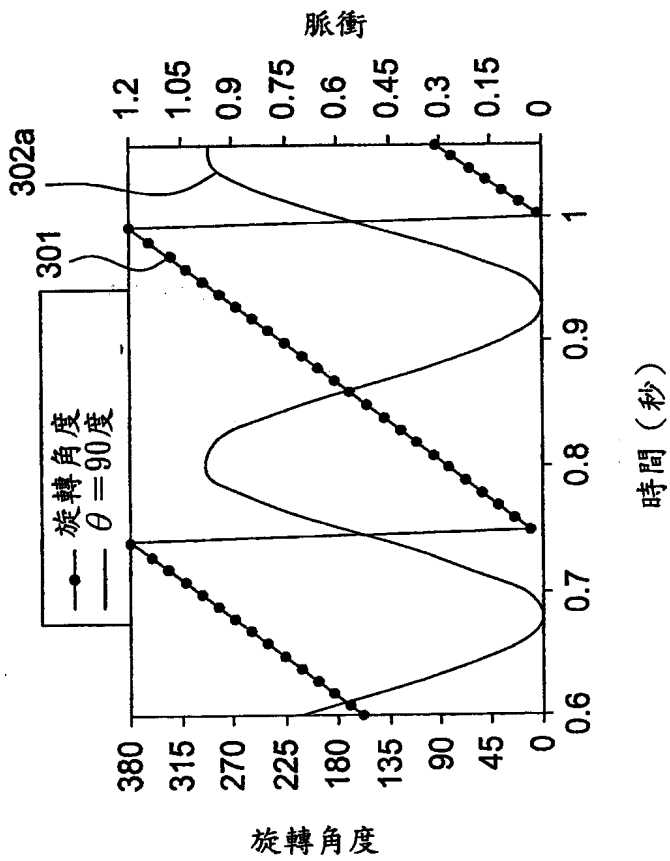
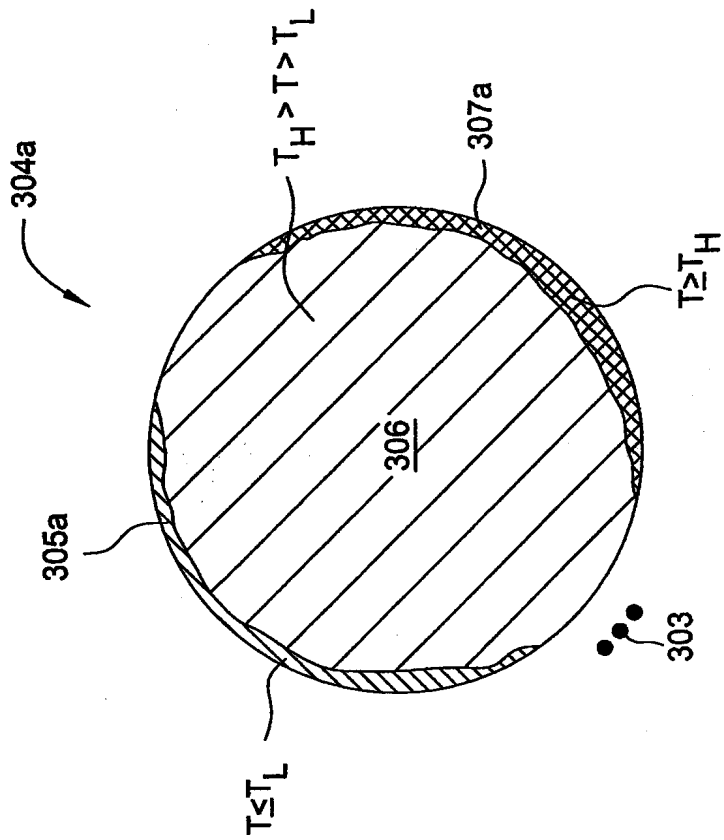
第 3 圖



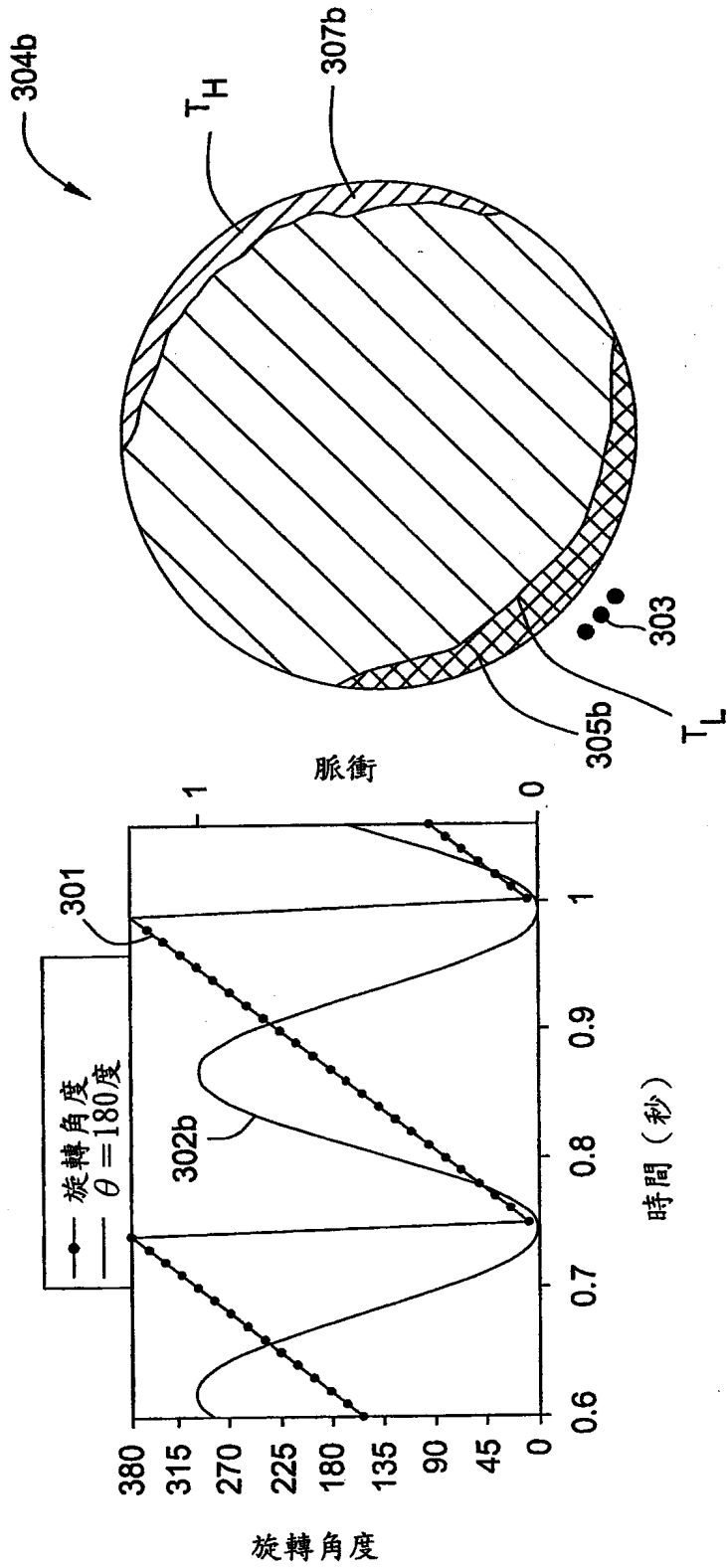
第 4 圖



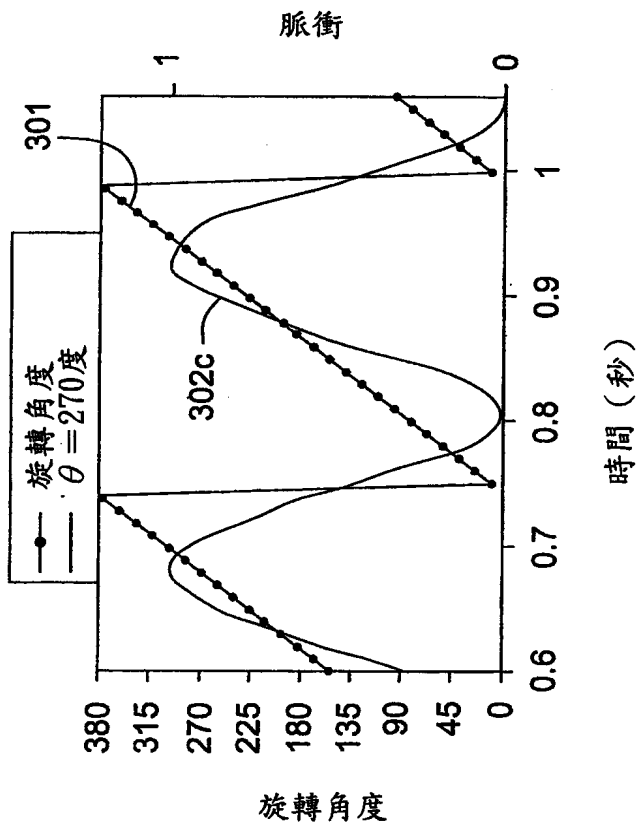
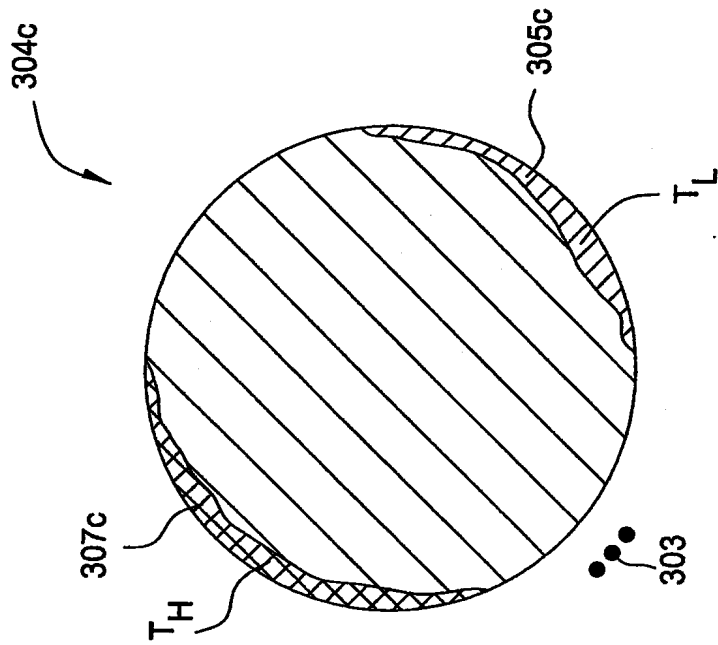
第 5 圖



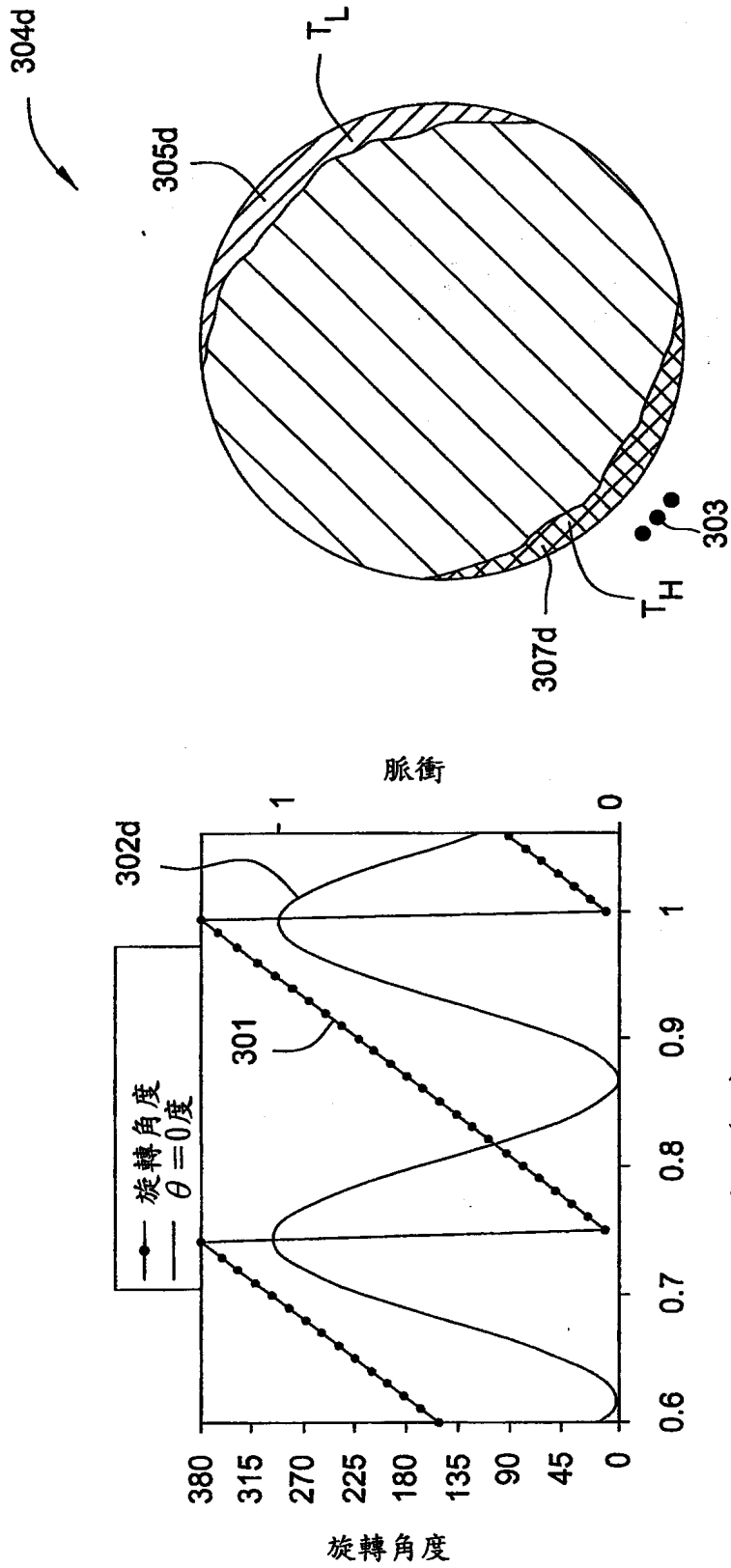
第 6A 圖



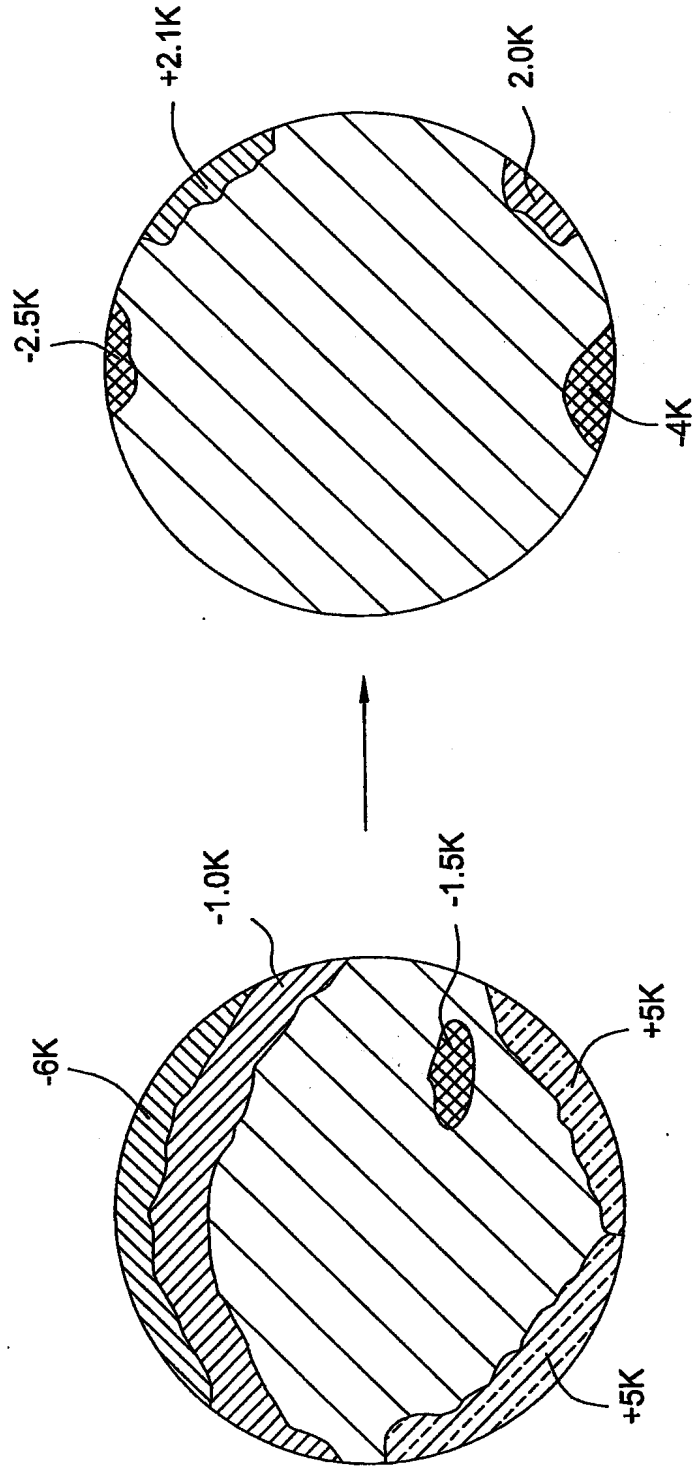
第 6B 圖



第 6C 圖

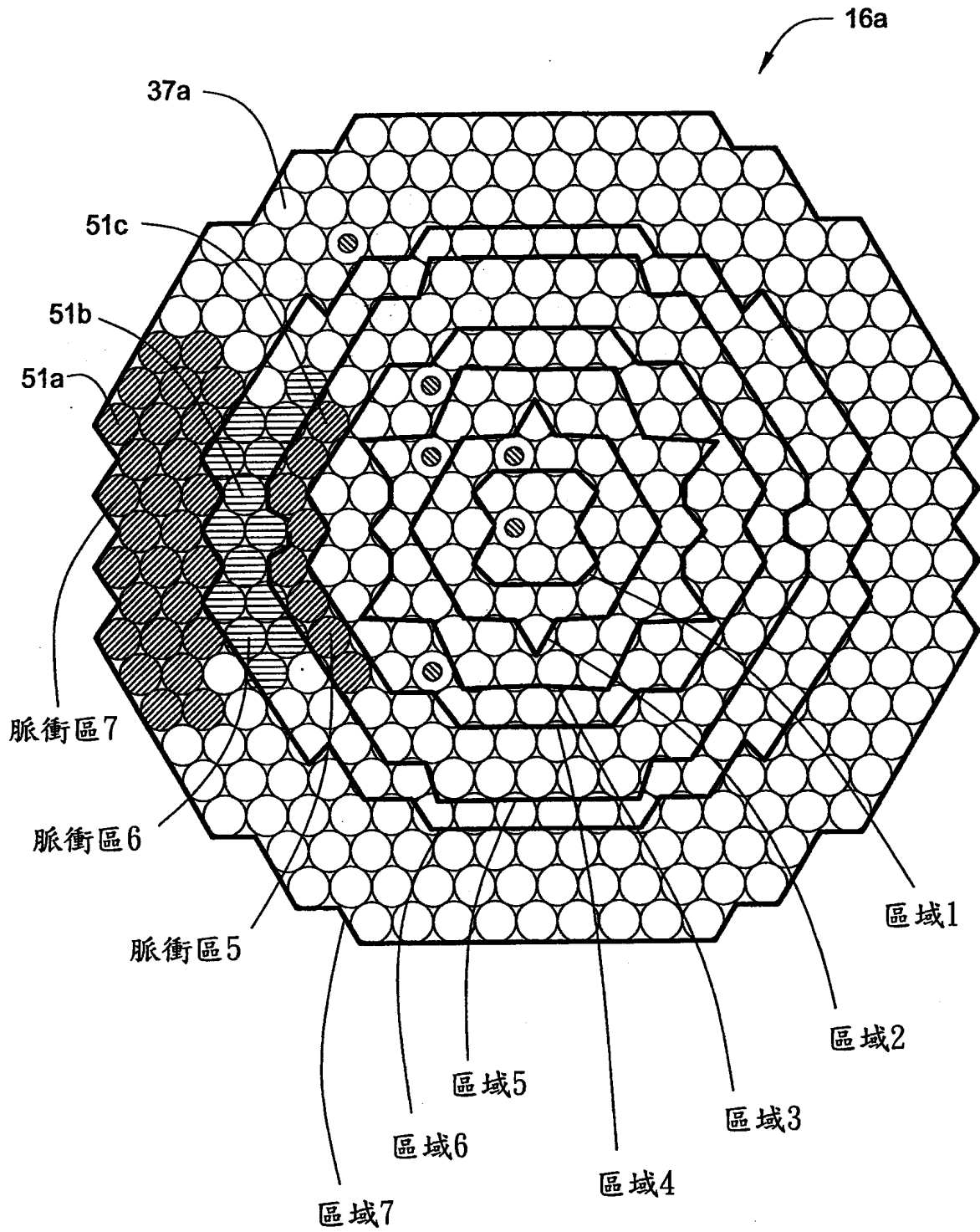


第 6D 圖

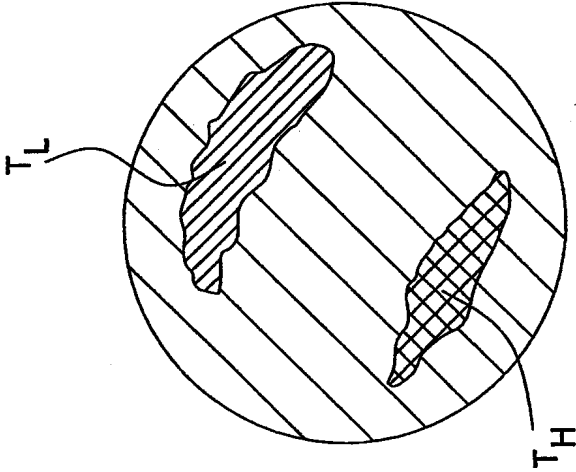


經脈衝調整
第 6F 圖

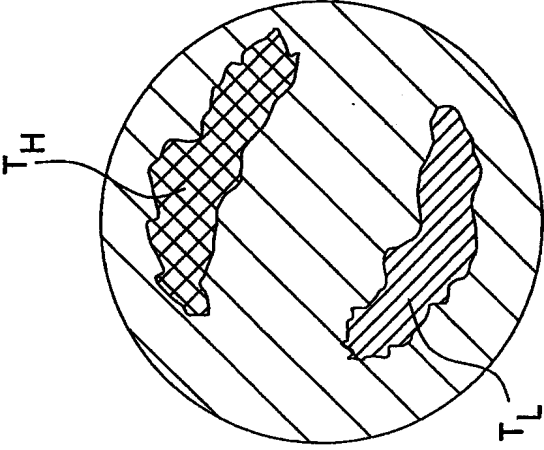
原本的
第 6E 圖



第 7A 圖

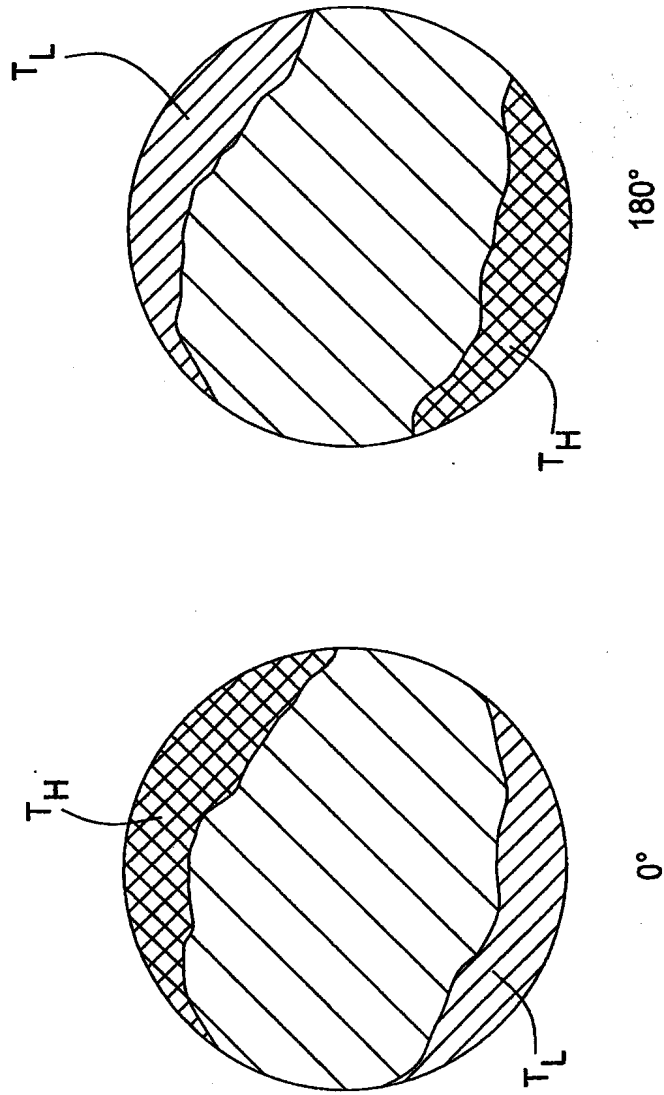


180°

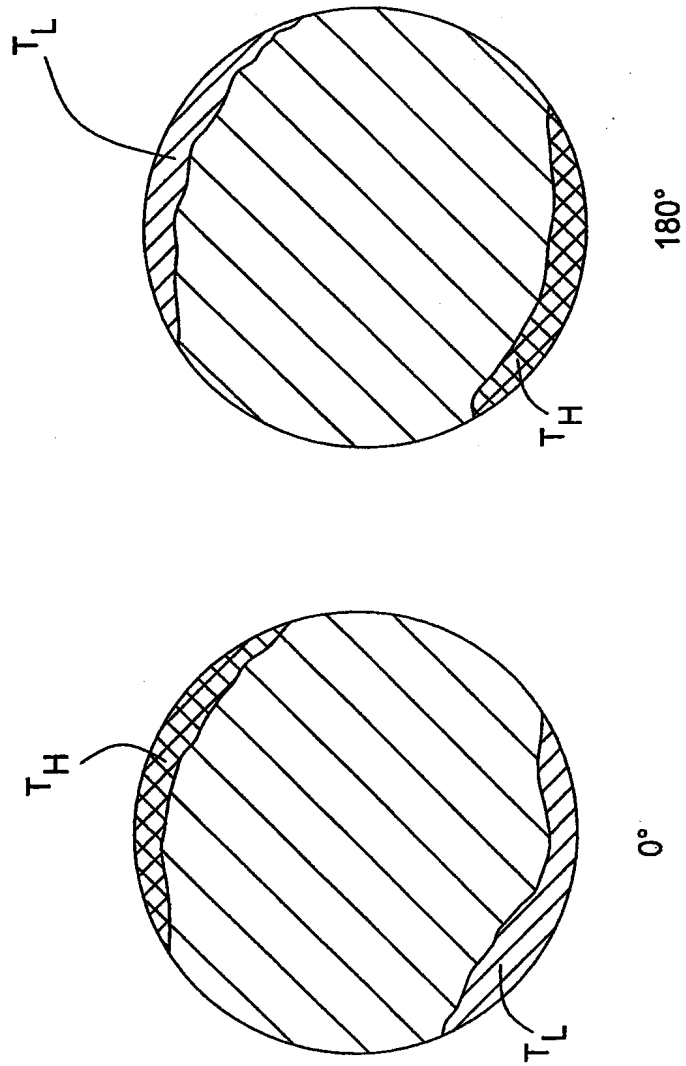


0°

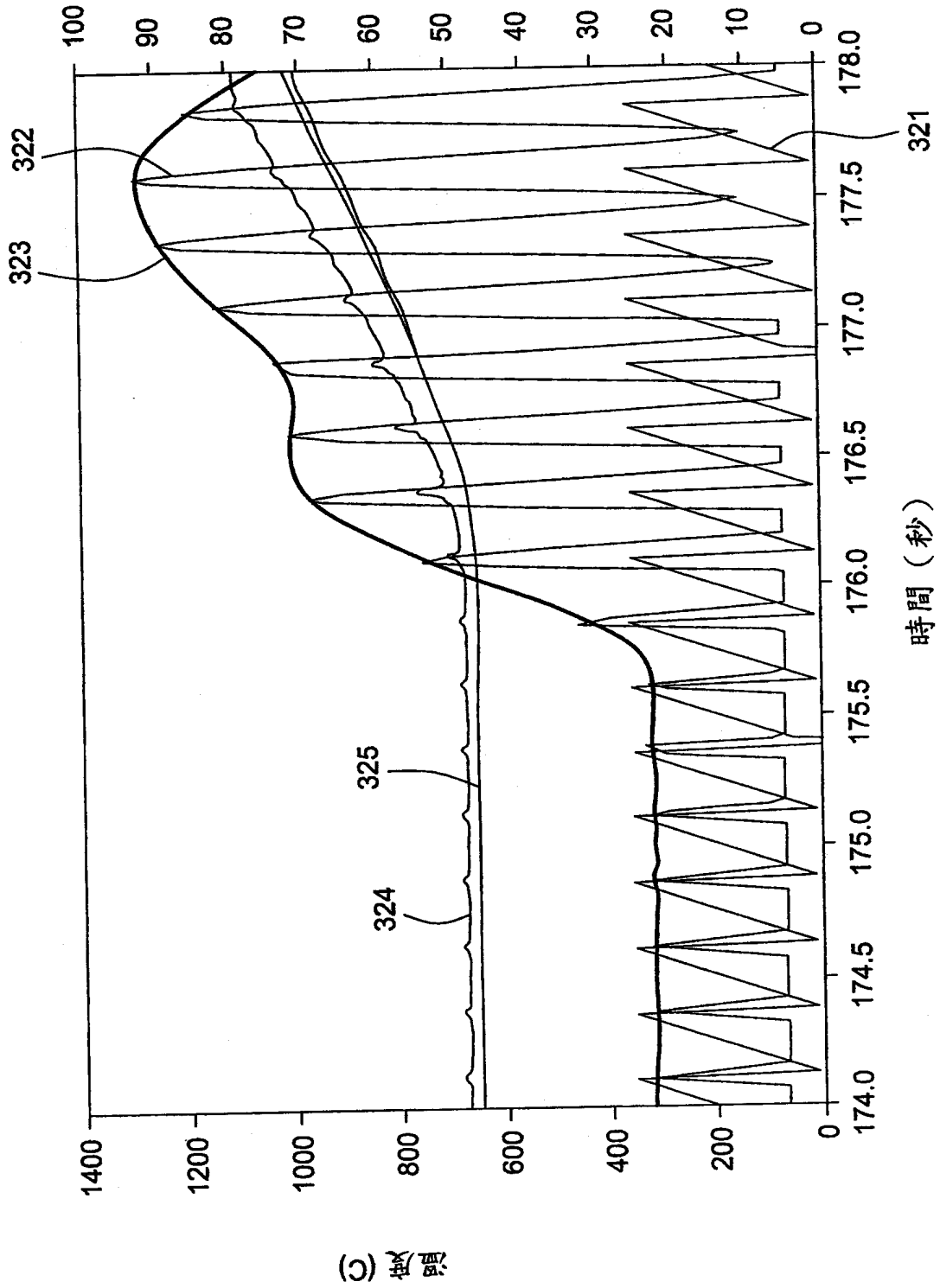
第 7B 圖



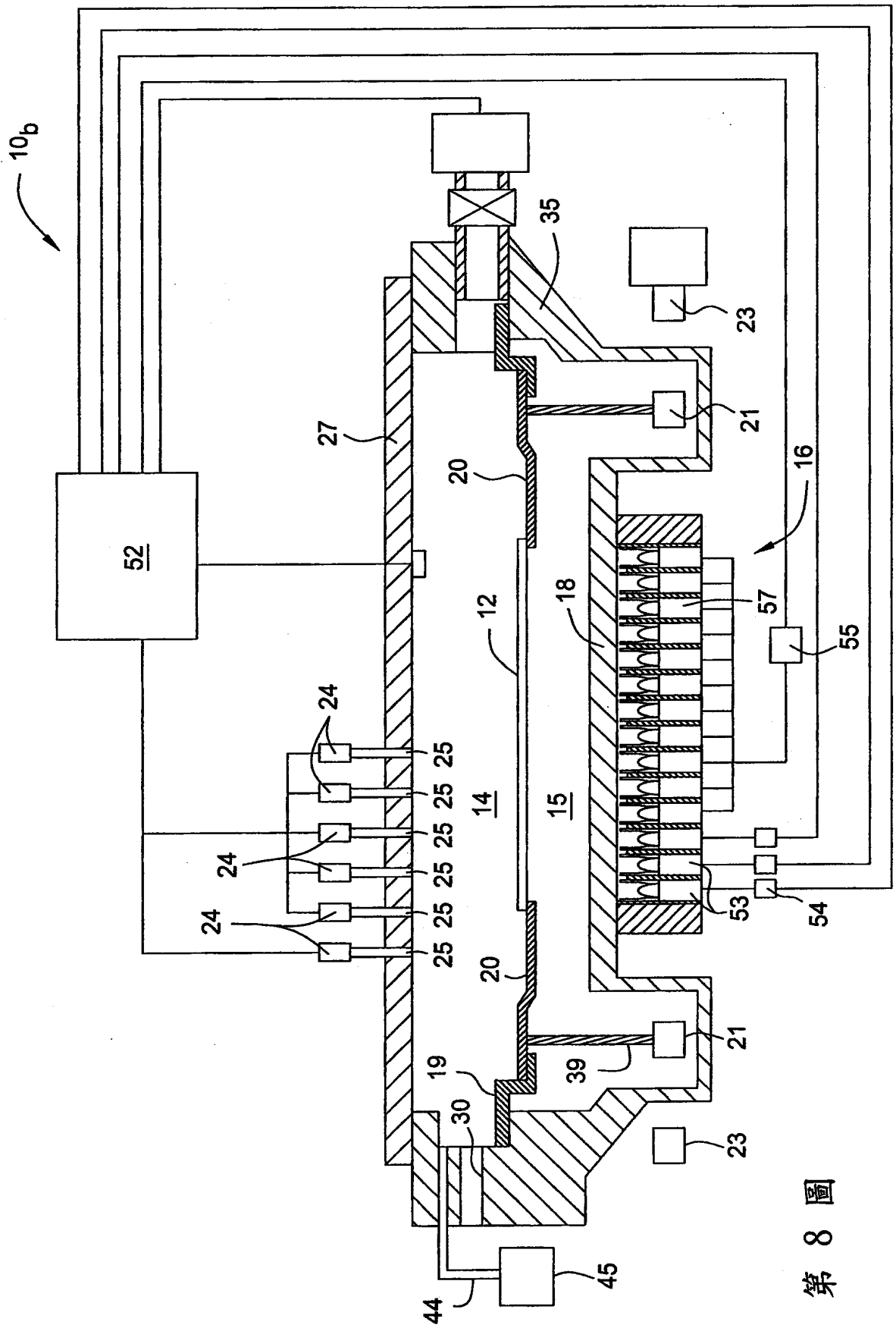
第 7C 圖



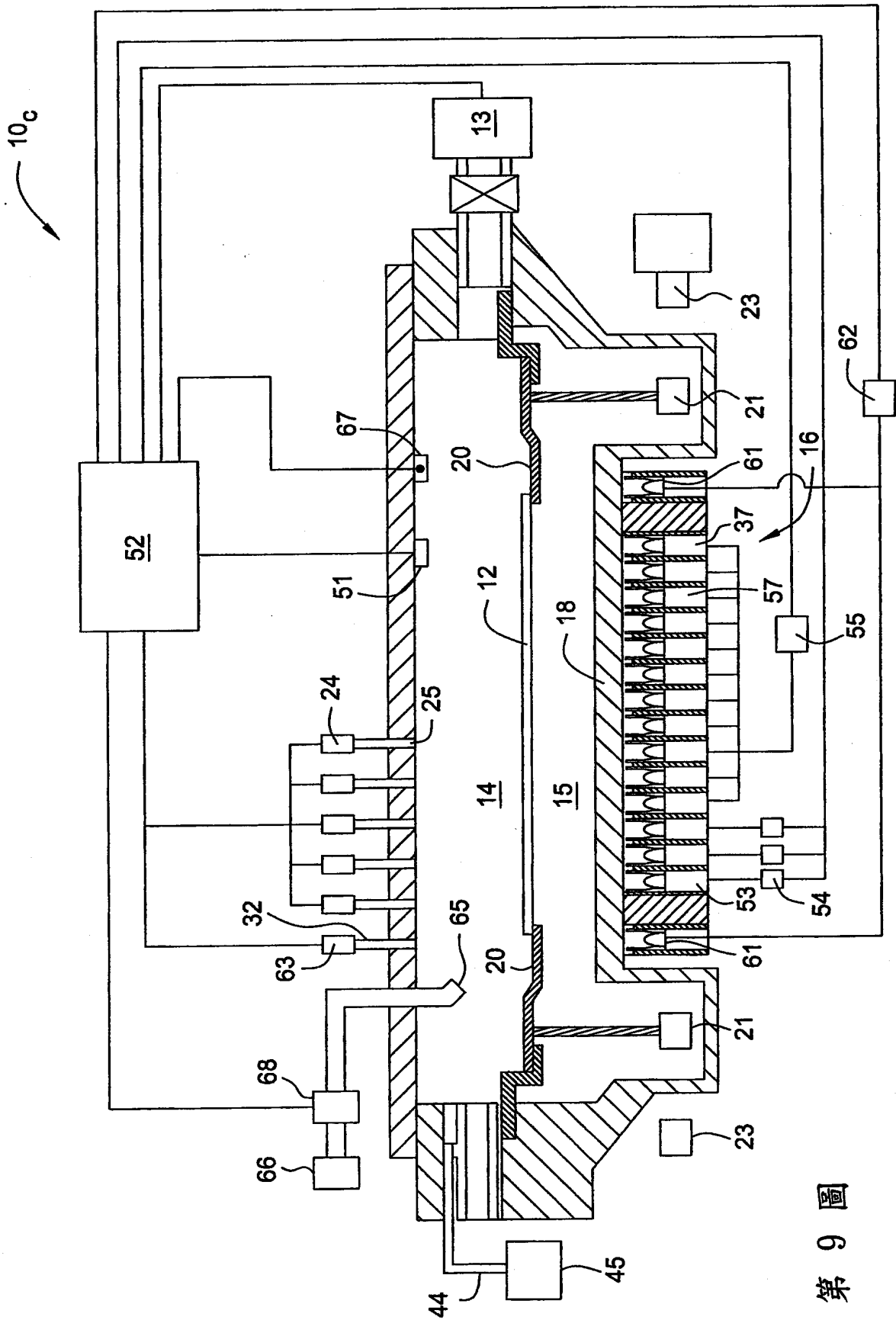
第 7D 圖



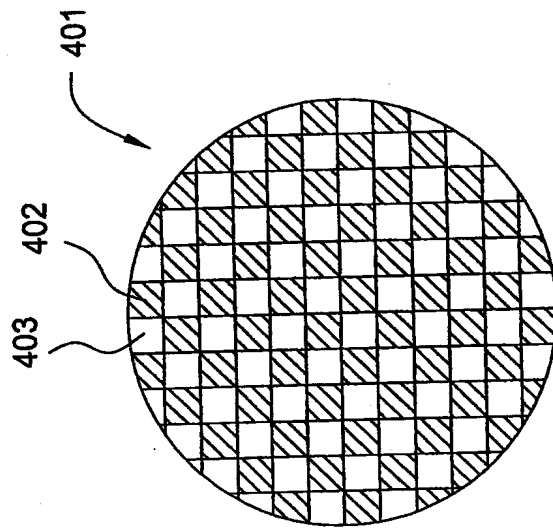
第 7E 圖



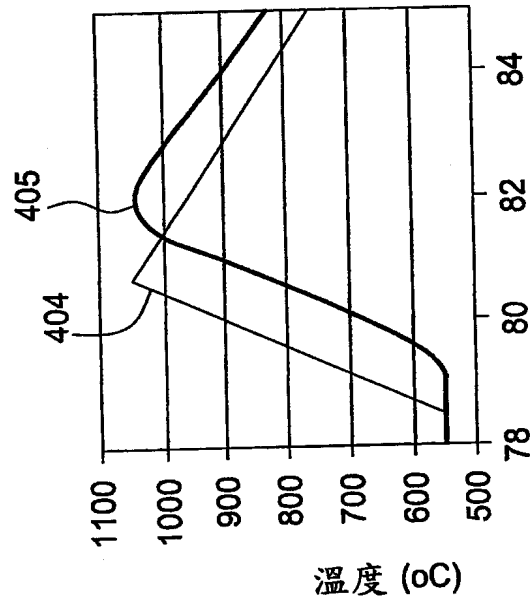
第 8 圖



第 9 圖

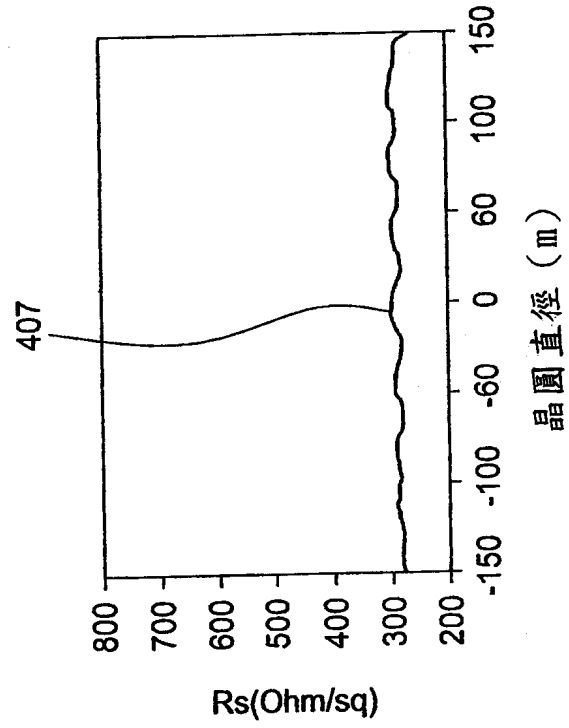


第 10A 圖

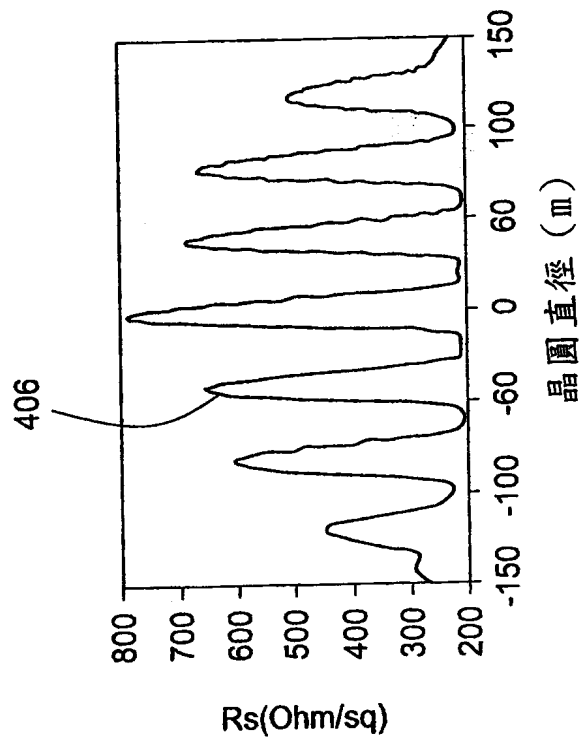


時間 (秒)

第 10B 圖



第 10D 圖



第 10C 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	快速熱處理系統	11	出口
12	基板	14	處理容積
15	反射腔	16	加熱燈泡組件
18	石英窗	20	邊緣環
21	磁性轉子	22	反射板
23	磁性定子	24	熱探針
25	孔洞	27	圓形通道
28	反射表面	30	狹縫閥
32	孔洞	35	腔室主體
37	加熱元件陣列	39	管狀升降器
40	冷卻通道	41	入口
42	出口	43	反射主體
44	進氣口	45	氣體來源
46	清除氣體來源	48	進氣口
51	輔助加熱源	52	控制器
53	脈衝群組	54	功率源
55	功率源	56	功率源
57	區域群組		

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

發明專利說明書

98年10月30日

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98114659

※ 申請日期：2009 年 5 月 1 日

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

用於旋轉基板之非徑向溫度控制系統

SYSTEM FOR NON RADIAL TEMPERATURE CONTROL FOR
ROTATING SUBSTRATES

二、中文發明摘要：

本發明之實施例提供了降低熱處理期間不均勻性的設備與方法。一實施例提供了一種處理基板的設備，包括一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the present invention provide apparatus and method for reducing non uniformity during thermal processing. One embodiment provides an apparatus for processing a substrate comprising a chamber body defining a processing volume, a substrate support disposed in the processing volume, wherein the substrate support is configured to rotate the substrate, a sensor assembly configured to measure temperature of the substrate at a

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例一般是關於處理半導體基板的設備與方法。特別是，本發明之實施例是與快速熱處理腔室中之基板處理有關。

【先前技術】

快速熱處理 (RTP) 是半導體處理中的一種基板退火程序。在 RTP 期間，基板一般是由靠近邊緣區域的支撐裝置予以支撐，並在受一或多個熱源加熱時由其加以旋轉。在 RTP 期間，一般是使用熱輻射將一受控制環境中的基板快速加熱至一最大溫度 (高達約 1350°C)，根據處理所需而使此一最大溫度保持一段特定時間 (從一秒以下至數分鐘)；接著將基板冷卻至室溫以進行其他處理。一般會使用高強度鎢鹵素燈作為熱輻射源，也可由傳導耦接至基板的加熱台來提供額外熱能給基板。

半導體製程中有多種 RTP 之應用，這些應用包括熱氧化、高溫沈浸退火、低溫沈浸退火、以及尖峰退火。在熱氧化中，基板係於氧、臭氧、或氧與氫之組合中進行加熱，其使矽基板氧化而形成氧化矽；在高溫沈浸退火中，基板係暴露至不同的氣體混合物 (例如氮、氫、或氧)；低溫沈浸退火一般是用來退火沉積有金屬的基板；尖峰退火是用於當基板需要在非常短時間中暴露於高溫

時，在尖峰退火期間，基板會被快速加熱至足以活化摻質之一最大溫度，並快速冷卻，在摻質實質擴散之前結束活化程序。

RTP 通常需要整個基板上實質均勻的溫度輪廓。在先前技術中，溫度均勻性可藉由控制熱源（例如雷射、燈泡陣列）而提升，其中熱源係經配置以於前側加熱基板，而在背側之一反射表面則將熱反射回基板。也已使用發射率測量與補償方法來改善整個基板上的溫度梯度。

由於半導體工業的發展，對於 RTP 中溫度均勻性的要求也隨之增加。在某些處理中，從基板邊緣內 2mm 處開始具有實質上小之溫度梯度是重要的；特別是，可能需要以溫度變化約 1°C 至 1.5°C 的條件來加熱基板至介於約 200°C 至約 1350°C 。習知 RTP 系統的情形是結合了可徑向控制區以改善沿著處理基板的半徑之均勻性；然而，不均勻性會因各種理由而以各種態樣產生，不均勻性比較像是非徑向之不均勻性，其中在相同半徑上不同位置處的溫度會有所變化。非徑向之不均勻性無法藉由根據其半徑位置調整加熱源而解決。

第 1A-1D 圖示意說明了示例非徑向之不均勻性。在 RTP 系統中，通常使用一邊緣環在周圍附近支撐基板。邊緣環與基板重疊而在靠近基板邊緣處產生複雜的加熱情形。一方面，基板在靠近邊緣處會具有不同的熱性質，這大部分是指經圖案化之基板、或絕緣層上覆矽（SOI）基板。在另一方面，基板與邊緣環在邊緣附近重疊，因

此難以藉由單獨測量與調整基板的溫度而在靠近邊緣處達到均勻的溫度輪廓；根據邊緣環的熱性質相對於基板的熱與光性質，基板的溫度輪廓一般在邊緣為高或在邊緣為低。

第 1A 圖示意說明了在 RTP 腔室中處理之基板的一般溫度輪廓的兩種類型；垂直軸代表在基板上所測量之溫度，水平軸代表離基板邊緣的距離。輪廓 1 是一邊緣為高之輪廓，其中基板的邊緣具有最高的溫度測量值；輪廓 2 是一邊緣為低之輪廓，其中基板的邊緣具有最低的溫度測量值。要去除習知 RTP 系統狀態中的基板邊緣附近之溫度差異是很困難的。

第 1A 圖是置於支撐環 101 上之基板 102 的上視示意圖。支撐環 101 沿一中心（一般與整個系統的中心一致）旋轉，基板 102 的中心需與支撐環 101 的中心對齊，然而，基板 102 可能會基於各種理由而未與支撐環 101 對齊。當熱處理之需求增加時，基板 102 與支撐環 101 之間微小的不對齊都會產生如第 1B 圖所示之不均勻性。在尖峰處理中，1mm 的移位會產生約 30°C 的溫度變化。習知熱處理系統的狀態是具有約 0.18mm 之基板放置精確度，因此其因對齊限制所導致之溫度變化約為 5°C 。

第 1B 圖係該基板 102 於熱處理期間的示意溫度圖，其中基板 102 未與支撐環 101 對齊。基板 102 通常沿著邊緣區 105 具有高溫區 103 與低溫區 104 兩者。

第 1C 圖是基板 107 在快速熱處理期間的示意溫度圖。

基板 107 具有沿著水平方向 106 之一溫度梯度。第 1C 圖所示之溫度梯度會因各種理由而產生，例如離子佈植、腔室不對稱性、固有基板特性以及製程組的變化性。

第 1D 圖是一經圖案化之基板 108 的示意溫度圖，該基板 108 具有由與基板 108 不同的材料所形成之表面結構 109。線 111 是基板 108 在整個直徑上的溫度輪廓。溫度會產生變化是因為表面結構 109 的特性與基板 108 不同。由於熱處理中的大部分基板都具有形成於其上之結構，因此由局部圖案所產生的溫度變化是常見的現象。

故，需要一種用於 RTP 中以減少非徑向之溫度不均勻性的設備與方法。

【發明內容】

本發明之實施例提供了一種在熱處理期間減少不均勻性的設備與方法。特別是，本發明之實施例提供了用於減少熱處理期間非徑向之不均勻性的設備與方法。

本發明之一實施例提供了一種用於處理一基板的設備，其包括：一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。

本發明之另一實施例提供了一種用於處理一基板的方

法，包括：放置一基板在一基板支撐件上，該基板支撐件係置於一處理腔室的一處理容積中；旋轉該基板；以及藉由將輻射能量導向該處理容積來加熱該基板，其中該輻射能量的至少一部分是脈衝式能量，其頻率是由該基板的轉速決定。

本發明之又一實施例提供了一種熱處理腔室，包括：一腔室主體，其具有一由數個腔室壁、一石英窗與一反射板限定之處理容積，其中該石英窗與該反射板係置於該處理容積的相對側上；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以支持及旋轉一基板；一加熱源，其置於該石英窗外部，並配置以將能量經由該石英窗導向該處理容積，其中該加熱源包括複數個加熱元件，且該等加熱元件中的至少一部分是經配置以對該處理容積提供脈衝式能量之脈衝加熱元件；一感測組件，其通過該反射板設置，並經配置以測量該處理容積中沿著不同半徑位置處之溫度；以及一系統控制器，其係配置以調整來自該加熱源之脈衝式能量的頻率、相位與振幅中至少其一。

【實施方式】

本發明之實施例提供了減少熱處理期間不均勻性的設備與方法。特別是，本發明之實施例提供了減少熱處理期間非徑向之不均勻性的設備與方法。

本發明之一實施例提供了一種具有一或多個脈衝加熱元件的熱處理腔室。本發明之一實施例提供了一種藉由調整該一或多個脈衝加熱元件的功率源頻率、相位與振幅中至少其一以減少不均勻性的方法。在一實施例中，調整功率源的相位及/或振幅是以由基板旋轉頻率所決定之頻率加以執行。在一實施例中，功率源的頻率與基板的旋轉頻率相同。在一實施例中，功率源的相位是由得自複數個感測器之溫度圖所決定。

在一實施例中，熱處理腔室包括複數個加熱元件，其分組成一或多個方位角控制區。在一實施例中，各方位角控制區包括一或多個加熱元件，其可藉由調整功率源的相位及/或振幅而加以控制。

在另一實施例中，除主加熱源外，熱處理腔室還包括一或多個輔助加熱元件。在一實施例中，該一或多個輔助加熱元件可藉由調整其功率源的相位及/或振幅而加以控制。

本發明之另一實施例提供了一種熱處理腔室，其包括一加熱源，該加熱源係經配置以加熱一處理基板之一背側。在熱處理期間從背側加熱基板可減少因基板圖案而引起的不均勻性。

第 2 圖示意說明了根據本發明一實施例之快速熱處理系統 10 的截面圖。快速熱處理系統 10 包括一腔室主體 35，其限定了一處理容積 14，處理容積 14 係建構用於對其中之一碟形基板 12 進行退火。腔室主體 35 是由不

鍍鋼製成且襯以石英。處理容積 14 係配置以受一加熱燈泡組件 16 輻射加熱，該加熱燈泡組件 16 係置於該快速熱處理系統 10 的石英窗 18 上。在一實施例中，石英窗 18 為水冷式。

在腔室主體 35 的一側形成有一狹縫閥 30，其提供通道供基板 12 進入處理容積 14。進氣口 44 連接至氣體來源 45 以對處理容積 14 提供處理氣體、清除氣體及/或清潔氣體。真空泵 13 係透過一出口 11 而流體連接至處理容積 14，以抽送出處理容積 14 外。

圓形通道 27 係形成於靠近腔室主體 35 底部處，在圓形通道 27 中置有一磁性轉子 21。管狀升降器 39 停置在磁性轉子 21 上或與其耦接。基板 12 受該管狀升降器 39 上之一邊緣環 20 支撐於周圍邊緣。磁性定子 23 係位於磁性轉子 21 外部，並通過腔室主體 35 磁性耦接，以誘發磁性轉子 21 之旋轉，因而帶動邊緣環 20 與支撐於其上之基板 12 旋轉。磁性定子 23 也可配置以調整磁性轉子 21 的升降，因而舉升處理基板 12。

腔室主體 35 包括靠近基板 12 背側之一反射板 22，反射板 22 具有一光學反射表面 28，其面向基板 12 的背側以提升基板 12 的發射率。在一實施例中，反射板 22 為水冷式。反射表面 28 與基板 12 的背側限定了一反射腔 15。在一實施例中，反射板 22 的直徑略大於受處理基板 12 的直徑。舉例而言，當快速熱處理系統 10 係配置以處理 12 吋之基板時，反射板 22 的直徑為約 13 吋。

清除氣體係透過與清除氣體來源 46 連接之清除進氣口 48 而提供至反射板 22。注入反射板 22 之清除氣體有助於反射板 22 的冷卻，特別是在靠近未將熱反射回基板 12 的孔洞 25 處。

在一實施例中，外環 19 係耦接於腔室主體 35 與邊緣環 20 之間，以隔離反射腔 15 與處理容積 14。反射腔 15 與處理容積 14 具有不同的環境。

加熱燈泡組件 16 包括一加熱元件陣列 37。加熱元件陣列 37 可為 UV 燈、鹵素燈、雷射二極體、電阻式加熱器、微波驅動加熱器、發光二極體 (LEDs)、或任何其他適當的單獨或組合加熱元件。加熱元件陣列 37 係置於反射主體 43 中所形成之垂直孔洞中。在一實施例中，加熱元件 37 係排列為六邊形。在反射主體 43 中形成有一冷卻通道 40，冷卻劑 (例如水) 會從一入口 41 進入反射主體 43，毗鄰通過垂直孔洞處而冷卻加熱元件陣列 47，然後從出口 42 離開反射主體 43。

加熱元件陣列 37 係連接至一控制器 52，其可調整加熱元件陣列 37 的加熱作用。在一實施例中，加熱元件陣列 37 分為複數個群組以藉由多個同心圓區來加熱基板 12。每一個加熱群組都可獨立控制以於基板 12 的整個半徑上提供所需溫度輪廓。

在一實施例中，加熱燈泡組件 16 包括一或多個區域群組 57 與一或多個脈衝群組 53。各區域群組 57 係連接至功率源 55，且可獨立加以控制。在一實施例中，提供至

各區域群組 57 之功率源的振幅可被獨立控制以調整導至對應區域的輻射能量。各脈衝群組 53 包括一或多個加熱元件 37，且其連接至可藉由相位及/或振幅而加以控制的功率源 54。功率源 54 的相位可經調整以控制導向徑向區之一區段的輻射能量。

第 4 圖是一示意圖，其說明將第 2 圖之加熱燈泡組件 16 分組的一實施例。加熱燈泡組件 16 的加熱元件分組成彼此同心的複數個區域群組 57。各區域群組 57 包括複數個加熱元件。在加熱燈泡組件 16 中也形成有一或多個脈衝群組 53。

各脈衝群組 53 包括一或多個加熱元件。在一實施例中，脈衝群組 53 係相應於不同半徑位置而形成。在第 4 圖的實施例中，各脈衝群組 53 具有相同半徑涵蓋範圍的一對應區域群組 57。

在一實施例中，脈衝群組 53 中的加熱元件可在不同於對應區域群組 57 中加熱元件的相位而驅動，因而能夠在處理基板旋轉時，調整導向半徑涵蓋範圍不同位置處之輻射能量。

在另一實施例中，區域群組 57 中的加熱元件對一旋轉基板的整個半徑區域提供了固定的能量等級，而脈衝區域 53 中的加熱元件的能量等級是脈衝式、且隨旋轉基板的半徑區域中的區域而改變。藉由調整脈衝群組 53 的能量等級脈衝之相位與振幅，即可調整旋轉基板的半徑區域內的不均勻性。

脈衝群組 53 可沿著相同的半徑而形成，並對齊以形成一圓形區段，如第 4 圖所示。脈衝群組 53 也可散開於不同的方位角，以更有彈性地加以控制。

再次參閱第 2 圖，功率源 55 與功率源 54 係連接至控制器 52，其可原位(in-situ)取得一基板溫度圖，並根據所得溫度圖來調整功率源 55、56。

快速熱處理系統 10 更包括複數個熱探針 24，其係配置以測量基板 12 不同半徑位置處的熱性質。在一實施例中，所述複數個熱探針 24 為複數個高溫計，其光學地耦接於並置於形成於反射板 22 中的複數個孔洞 25 內，以偵測基板 12 不同半徑部分的溫度或其他熱性質。所述複數個孔洞 25 係沿著一半徑而放置（如第 2 圖所示），或位於不同半徑處（如第 4 圖所示）。

在以特定頻率取樣時，所述複數個熱探針 24 可用以取得基板 12 在處理期間的溫度圖，因此各探針 24 可在基板 12 旋轉的不同時間對基板 12 的不同位置進行測量。在一實施例中，此特定頻率高於基板旋轉的頻率數倍，因此當基板 12 轉完一整圈時，各探針 24 可對一圈上均勻分佈的位置進行測量。

第 3 圖是根據本發明一實施例之一基板的上視示意圖，其繪示取得溫度圖的方法。第 5 圖是基板 12 的一示例圖，其顯示當基板以 4Hz 旋轉而以 100Hz 進行資料取樣時，基板上獲得溫度資料處的位置。

再次參照第 2 圖，熱處理系統 10 包括一或多個輔助加

熱源 51，其係配置以於處理期間加熱基板 12。與脈衝群組 53 類似的是，輔助加熱源 51 係連接至功率源 56，其可調整相位及/或振幅而加以控制。輔助加熱源 51 係配置以藉由沿一對應圓形區域，對較低溫位置施加比較高溫位置更多的輻射能量，來減少溫度不均勻性。

在一實施例中，輔助加熱源 51 係置於加熱燈泡組件 16 的一相對側上。各輔助加熱源 51 與脈衝群組 53 可獨立或結合使用。

在一實施例中，該輔助加熱源 51 係一輻射源，其於探針 24 的帶寬中不產生輻射。在另一實施例中，孔洞 25 係自輔助加熱源遮蔽，因此探針 24 並不受來自輔助加熱源 51 的輻射影響。在一實施例中，輔助加熱源 51 為雷射（例如二極體雷射、紅寶石雷射、CO₂ 雷射或其他）二極體、或線發光體(line emitter)。在一實施例中，輔助加熱源 51 可設置在處理腔室外部，且來自輔助加熱源 51 的能量係經由光纖、導光管、鏡體、或全內反射稜鏡而導向該處理容積。

第 5 圖係繪示根據本發明一實施例，用於處理基板之方法 200 的示意流程圖。方法 200 係配置以減少不均勻性，包括徑向之不均勻性與非徑向之不均勻性。在一實施例中，方法 200 係使用根據本發明一實施例之熱處理系統執行。

在方塊 210 中，欲處理之基板係置於一熱處理腔室中，例如第 2 圖所示之熱處理系統 10。在一實施例中，

可藉由在邊緣環上的機械裝置來放置基板。

在方塊 220 中，基板是在熱處理腔室內旋轉。

在方塊 230 中，基板是由一加熱源進行加熱，該加熱源具有一或多個脈衝組件，其可由相位或振幅其中之一加以調整。示例脈衝組件為第 2 圖之輔助加熱源 51 與脈衝群組 53。

在方塊 240 中，基板的溫度可利用複數個感測器加以測量，例如熱處理系統 10 的探針 24。當基板旋轉時，可藉由使用一特定取樣速率來測量複數個位置。

在方塊 250 中，可從方塊 240 的測量產生基板溫度圖。在一實施例中，溫度圖是由控制器中的軟體所產生，例如第 2 圖中的控制器 52。

在方塊 260 中，可由方塊 250 中所得之溫度圖來決定溫度不均勻性的特性。這些特性為整體變化、與加熱區相應之區域間的變化、一加熱區內的變化（例如具有高與低溫度的角度）等。

在步驟 270 中，可調整一或多個脈衝組件的相位及/或振幅以減少溫度變化。詳細的調整係說明於下述第 6A-6E 圖與第 7A-7E 圖。

方塊 230、240、250、260 與 270 可重複執行，直到完成處理為止。

第 6A 圖係顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖表，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以將輻射能量導向基板 304a 的邊緣區域。基板 304a 由一主加熱源（例

如第 2 圖所示之加熱燈泡組件 16) 以及脈衝式雷射加熱源 303 加熱。加熱源 303 與第 2 圖之輔助加熱源 51 相似。線 301 說明了基板 304a 相對於加熱源 303 的旋轉角，曲線 302a 說明了供應至加熱源 303 的功率。

供應至加熱源 303 的功率具有相同於基板 304a 旋轉頻率的頻率，因此，當基板旋轉時，最高的功率等級會重複導向一位置 307a，該位置 307a 與加熱源 303 開始旋轉前呈 90 度。相同的，最低的功率等級會重複導向一位置 305a，該位置 305a 與加熱源 303 呈 270 度。

因此，供應至加熱源 303 的功率係經調整使得當低溫位置通過加熱源 303 時達到其峰值，以對該低溫位置提供額外加熱。

雖然本文中說明了供應至加熱源 303 的功率為正弦脈衝，但也可使用任何適當的脈衝。

此外，供應至加熱源 303 之功率的頻率也可與旋轉頻率不同。舉例而言，功率頻率可為旋轉頻率的分數比，例如一半、三分之一、或四分之一，以實現所需用途。

第 6B 圖是顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖表，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以在加熱源啟動於功率 302b 時將輻射能量導向基板 304b。最高功率等級係重複導向一位置 307b，該位置 307b 與加熱源 303 開始旋轉前呈 180 度。類似的，最低功率等級係重複導向一位置 305b，該位置 305b 與加熱源 303 呈 0 度。

第 6C 圖是顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意

圖，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以在加熱源啟動於功率 302c 時將輻射能量導向基板 304c。最高功率等級係重複導向一位置 307c，該位置 307c 與加熱源 303 開始旋轉前呈 270 度。類似的，最低功率等級係重複導向一位置 305c，該位置 305c 與加熱源 303 呈 90 度。

第 6D 圖是顯示脈衝式雷射加熱源 303 之作用的示意圖，脈衝式雷射加熱源 303 係經配置以在加熱源啟動於功率 302d 時將輻射能量導向基板 304d。最高功率等級係重複導向一位置 307d，該位置 307d 與加熱源 303 開始旋轉前呈 0 度。類似的，最低功率等級係重複導向一位置 305d，該位置 305d 與加熱源 303 呈 180 度。

第 6E-6F 圖示意說明了藉由調整雷射加熱源的相位與振幅之均勻性的改善。如第 6E 圖所示，在未調整雷射加熱源的相位與振幅時，沿著處理基板邊緣處會有非徑向之不均勻性。第 6F 圖示意說明了經相位與振幅調整之處理基板的溫度圖，其非徑向之不均勻性係藉由調整雷射加熱源的相位而實質降低。

第 7A 圖是一加熱燈泡組件 16a 的示意上視圖，其具有三個脈衝區 51a、51b、51c。脈衝區 51a 包括複數個加熱元件 37a，其置於一個相應於基板邊緣外部區域的區域上。各脈衝區 51a、51b、51c 中的加熱元件係藉由調整對應功率源的相位與振幅，獨立於加熱燈泡組件 16a 中的其他加熱元件而控制。脈衝區 51b 包括複數個加熱元件 37a，其置於一個相應於靠近基板邊緣之區域的區

域上。脈衝區 51c 包括複數個加熱元件，其置於一個相應於靠近基板中間之區域的區域上。燈泡組件 16a 係用於第 2 圖之熱處理系統 10 中。

第 7B 圖示意說明了脈衝區 51c 的作用。如第 7B 圖所示，調整脈衝區 51c 的相位可改變基板的中間區域內的溫度變化。

第 7C 圖示意說明了脈衝區 51b 的作用。如第 7C 圖所示，調整脈衝區 51b 的相位可改變基板的邊緣區域內的溫度變化。

第 7D 圖示意說明了脈衝區 51a 的作用。如第 7D 圖所示，調整脈衝區 51a 的相位可改變基板的斜邊邊緣區域內的溫度變化。

第 7E 圖為顯示調整第 7A 圖脈衝區 51a 之相位與振幅的熱處理示意圖。在處理期間，基板是以 4Hz 之頻率加以旋轉。使用對應於基板中央至邊緣的七個高溫計，以 100Hz 之取樣頻率測量溫度。此熱處理像是尖峰退火，其具有高昇溫與降溫率。

曲線 321 反應了基板的旋轉週期。曲線 322 反應了供應至脈衝區 51a 的功率之相位與振幅。曲線 323 反應了供應至非位在脈衝區 51a 中之加熱元件 37a 的功率。曲線 325 指示了不同感測器在不同位置處所測量的溫度。曲線 324 指示了在處理期間支持基板的邊緣環的溫度。

脈衝功率的振幅與主功率同步，這種配置使主加熱裝置與脈衝區使用相同的功率供應。

第 8 圖是根據本發明一實施例之熱處理系統 10_b 的示意截面側視圖。熱處理系統 10_b 與熱處理系統 10 相似，除了加熱燈泡組件 16 是位於腔室主體 35 的底側上，而反射板 27 是位於腔室頂部之上。

熱處理系統 10_b 的配置使基板可由加熱燈泡組件 16 自背側加熱。基板 12 需要面向上方以將經圖案化之一側暴露於傳送至處理容積 14 的處理氣體。背側加熱使用熱處理系統 10_b 降低因元件側上的圖案而產生的溫度變化。第 10A-10D 圖說明了背側加熱的優點。

第 10A 圖係具有方格板圖案之測試基板 401 的示意上視圖。區塊 402 覆以 1700 埃之氧化矽。區塊 403 覆以 570 埃之多晶矽。

第 10B 圖是顯示對第 10A 圖之測試基板所執行的熱處理的示意圖。線 404 說明了加熱元件的平均溫度。線 405 說明了基板的平均溫度。在熱處理期間氧是流動的，因此氧化矽係形成於基板的背側。基板背側產生之氧化矽的厚度反應了基板的溫度。

第 10C 圖為曲線 406 的示意圖，其說明了當測試基板從經圖案化之一側加熱時，測試基板背側的氧化矽厚度。氧化矽厚度的變化反應了基板溫度的變化。溫度的變化則強烈受到圖案的影響。

第 10D 圖為曲線 407 的示意圖，其說明了藉由加熱基板的非圖案化一側（例如使用類似於第 8 圖之熱處理系統 10_b 的熱處理系統）之熱處理期間，測試基板整個直

徑上的氧化矽厚度。

根據本發明之溫度控制方法也可延伸至控制邊緣環的溫度，該邊緣環係配置以於處理期間支撐基板。

第 9 圖是根據本發明一實施例之熱處理腔室 10_c 的示意截面側視圖。該熱處理腔室 10_c 與熱處理腔室 10_b 相似，除了熱處理腔室 10_c 更包括邊緣環 20 之感測器、加熱與冷卻裝置之外。

邊緣環 20 係設計以根據欲處理之基板 12 的熱性質而具有如熱質量、發射率與吸收率等熱性質，以改善基板溫度輪廓。邊緣環 20 的熱性質可藉由選擇不同材料、不同厚度與不同塗層而調整。

在一實施例中，主要係配置用以加熱邊緣環 20 的邊緣環加熱裝置 61，係置於加熱燈泡組件 16 的加熱元件陣列 37 外部。邊緣環加熱裝置 61 係連接至控制器 52，其調整邊緣環加熱裝置 61 的加熱功率 62。邊緣環加熱裝置 61 可獨立於加熱元件陣列 37 而控制，因此邊緣環 20 的溫度係獨立於基板 12 的溫度而控制。

熱處理系統 10_c 更包括一邊緣環熱探針 63，其耦接至且置於靠近邊緣環 20 處反射板 22 上的一孔洞 32 中。邊緣環熱探針 63 係一高溫計，其配置以測量邊緣環 20 的溫度或其他熱性質。邊緣環熱探針 63 係與控制器 52 連接，控制器 52 連接至邊緣環加熱裝置 61。

熱處理系統 10_c 更包括一輔助加熱源 67，其係配置以調整邊緣環 20 的非徑向之溫度變化。

氣體噴嘴 65 係至於靠近邊緣環 20 處以冷卻邊緣環 20。在一實施例中，氣體噴嘴 65 共用相同的清除氣體來源 66。氣體噴嘴 65 係導向邊緣環 20 並放出冷卻氣體(例如氮氣)以冷卻邊緣環 20。氣體噴嘴 65 係透過閥 68 而連接至氣體來源 66，閥 68 係由控制器 52 控制。因此，控制器 52 包括邊緣環 20 的封閉迴路之溫度控制中氣體噴嘴 66 的冷卻作用。

自感測器 63 之測量可以類似於使用探針 24 產生基板 12 之溫度圖的方式，而產生邊緣環 20 的溫度圖。可使用例如方法 200 的方法來調整邊緣環加熱裝置 61 及/或輔助加熱源 67 的相位及/或振幅，以減少邊緣環 20 中的不均勻性。此外，自氣體噴嘴 65 的流率係根據邊緣環 20 的旋轉角度而調整，以提供可調整的冷卻。

雖然本文中說明了半導體基板的處理，本發明之實施例也可用於任何適當情形以控制受熱處理之物件的溫度。本發明之實施例也可用於控制冷卻設備中的冷卻處理。

前述雖與本發明之實施例有關，也可在不背離其基本範疇下導引出本發明之其他實施例，所述基本範疇係由下述申請專利範圍限定。

【圖式簡單說明】

參照描述了本發明部分實施例之如附圖式即可進一步

詳細瞭解本發明之上述特徵與詳細內容。然而，應注意如附圖式僅說明了本發明之一般實施例，本發明仍涵蓋其他等效實施例，因而如附圖式不應視為限制其範疇之用。

第 1A 圖是於熱處理期間置於支撐環上之基板的上視示意圖。

第 1B 圖是一熱處理期間之基板示意溫度圖，該溫度圖顯示因未對齊而產生的非徑向之不均勻性。

第 1C 圖是一熱處理期間之基板示意溫度圖，該溫度圖顯示整個基板的溫度梯度。

第 1D 圖是一經圖案化之基板的示意截面側視圖以及整個直徑上的溫度輪廓，其顯示了因圖案所產生的變化。

第 2 圖為根據本發明一實施例之熱處理腔室的示意截面側視圖。

第 3 圖為一基板的上視圖，其根據本發明實施例而描述了一種取得溫度圖的方法。

第 4 圖為根據本發明一實施例之加熱源的示意圖，該加熱源具有脈衝區與脈衝加熱組件。

第 5 圖為一示意流程圖，其說明根據本發明實施例之基板處理方法。

第 6A 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6B 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6C 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6D 圖是一示意圖表，其說明在一相位之脈衝式雷射加熱源的作用。

第 6E-6F 圖示意說明了藉由雷射加熱源的相位與振幅調整來改善均勻性。

第 7A 圖為具有三個脈衝區的燈泡組件之示意上視圖。

第 7B 圖示意說明了在相應於基板中間區附近的脈衝燈泡區的作用。

第 7C 圖示意說明了在相應於基板邊緣區附近的脈衝燈泡區的作用。

第 7D 圖示意說明了在相應於基板邊緣區外部附近的脈衝燈泡區的作用。

第 7E 圖是一示意圖表，其說明了調整相應於基板邊緣區外部附近的脈衝區中燈泡的相位與振幅之熱處理。

第 8 圖為根據本發明一實施例之熱處理腔室的示意截面側視圖。

第 9 圖為根據本發明一實施例之熱處理腔室的示意截面側視圖。

第 10A 圖為具有方格板圖案之測試基板的示意上視圖。

第 10B 圖為一示意圖表，其說明了對第 10A 圖之基板所執行的熱處理。

第 10C 圖為一示意圖表，其說明了在加熱基板的經圖

案化側之熱處理期間，測試基板整個直徑上的溫度輪廓。

第 10D 圖為一示意圖表，其說明了在加熱基板的非圖案化側之熱處理期間，測試基板整個直徑上的溫度輪廓。

為幫助瞭解，圖式中盡可能使用一致的元件符號來代表相同的元件。應知一實施例中的元件也可用於其他實施例，不需特別加以說明。

【主要元件符號說明】

101	支撐環	102	基板
103	高溫區	104	低溫區
105	邊緣區	107	基板
108	基板	109	表面結構
111	線		
10	快速熱處理系統	11	出口
12	基板	14	處理容積
15	反射腔	16	加熱燈泡組件
18	石英窗	20	邊緣環
21	磁性轉子	22	反射板
23	磁性定子	24	熱探針
25	孔洞	27	圓形通道
28	反射表面	30	狹縫閥
32	孔洞	35	腔室主體
37	加熱元件陣列	39	管狀升降器

- | | | | |
|-----------|--------|-----|---------|
| 40 | 冷卻通道 | 41 | 入口 |
| 42 | 出口 | 43 | 反射主體 |
| 44 | 進氣口 | 45 | 氣體來源 |
| 46 | 清除氣體來源 | 48 | 進氣口 |
| 51 | 輔助加熱源 | 52 | 控制器 |
| 53 | 脈衝群組 | 54 | 功率源 |
| 55 | 功率源 | 56 | 功率源 |
| 57 | 區域群組 | 61 | 邊緣環加熱裝置 |
| 62 | 加熱源 | 63 | 邊緣環熱探針 |
| 65 | 氣體噴嘴 | 66 | 氣體來源 |
| 67 | 輔助加熱源 | 68 | 閥 |
| 200 | 方法 | 303 | 雷射加熱源 |
| 302a | 曲線 | | |
| 302b-302d | 功率源 | | |
| 304a-304d | 基板 | | |
| 305a-305d | 位置 | | |
| 307a-307d | 位置 | | |
| 321-325 | 曲線 | | |
| 321 | 曲線 | 401 | 測試基板 |
| 402 | 區塊 | 403 | 區塊 |
| 404 | 線 | 405 | 線 |
| 407 | 曲線 | | |

發明專利說明書

98年10月30日

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：98114659

※ 申請日期：2009 年 5 月 1 日

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

用於旋轉基板之非徑向溫度控制系統

SYSTEM FOR NON RADIAL TEMPERATURE CONTROL FOR
ROTATING SUBSTRATES

二、中文發明摘要：

本發明之實施例提供了降低熱處理期間不均勻性的設備與方法。一實施例提供了一種處理基板的設備，包括一腔室主體，其限定一處理容積；一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the present invention provide apparatus and method for reducing non uniformity during thermal processing. One embodiment provides an apparatus for processing a substrate comprising a chamber body defining a processing volume, a substrate support disposed in the processing volume, wherein the substrate support is configured to rotate the substrate, a sensor assembly configured to measure temperature of the substrate at a

201009948

plurality of locations, and one or more pulse heating elements configured to provide pulsed energy towards the processing volume.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於處理一基板之設備，其包括：
 - 一腔室主體，其限定一處理容積；
 - 一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以旋轉該基板；
 - 一感測組件，其係配置以測量該基板在複數個位置處的溫度；以及
 - 一或多個脈衝加熱元件，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，更包括一主加熱源，其係配置以對該處理容積提供能量。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之設備，更包括一系統控制器，其係配置以調整該一或多個脈衝加熱元件的頻率、相位與振幅中至少其一，並調整對該主加熱源之一功率級。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之設備，其中該控制器係配置以使用該感測組件而產生在該基板支撐件上旋轉之一基板的一溫度圖，並根據該溫度圖調整該一或多個脈衝加熱元件與該主加熱源。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其中該主加熱源包括複數個加熱元件，該些加熱元件係分組成複數個同心

加熱區，各同心加熱區係經獨立控制，且該一或多個脈衝加熱元件係置於一或多個同心加熱區內。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其中該一或多個脈衝加熱元件係分組成一或多個方位角控制區。

7. 如申請專利範圍第 2 項所述之設備，更包括一輔助加熱源，其係配置以對該處理容積提供脈衝式能量，其中該脈衝式能量的頻率、相位、或振幅為可調整。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該基板支撐件包括一邊緣環，其係配置以於靠近一邊緣區域處支撐一基板，且該輔助加熱源係配置將能量導向該邊緣環。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中該主加熱源與該一或多個脈衝加熱元件係置於該容積的一第一側上，且該輔助加熱源是置於該處理容積的一相對側上。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之設備，其中該主加熱源與該一或多個脈衝加熱元件係配置以將能量導向一處理之基板的一背側，且該輔助加熱源係配置以將能量導向該基板的一前側。

11. 一種用於處理一基板之方法，其包括：

放置一基板在一基板支撐件上，該基板支撐件係置於一處理腔室的一處理容積中；

旋轉該基板；以及

藉由將輻射能量導向該處理容積來加熱該基板，其中該輻射能量的至少一部分是脈衝式能量，其頻率是由該基板的轉速決定。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中加熱該基板包括：

從一主加熱源將非脈衝式能量導向該處理容積；以及
從一或多個脈衝加熱元件將脈衝式能量導向該處理容積。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該主加熱源包括複數個同心區，其各可獨立加以控制。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該一或多個脈衝加熱元件係分組成一或多個方位角控制區。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，更包括：

測量該基板在複數個位置處之溫度；以及
根據溫度測量而調整該一或多個脈衝加熱元件的頻率、相位與振幅中至少其一。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中加熱該基板更包括自一輔助加熱源加熱一支撐該基板之一邊緣區域的邊緣環，且該輔助加熱源係配置以對該處理容積提供脈

衝式能量。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，更包括：

當該邊緣環旋轉時，測量該邊緣環上不同位置處的溫度；以及

根據測量之邊緣環溫度，調整該輔助加熱源的頻率、相位與振幅中至少其一。

18. 一種熱處理腔室，其包括：

一腔室主體，其具有一由數個腔室壁、一石英窗與一反射板限定之處理容積，其中該石英窗與該反射板係置於該處理容積的相對側上；

一基板支撐件，其置於該處理容積中，其中該基板支撐件係配置以支持及旋轉一基板；

一加熱源，其置於該石英窗外部，並配置以將能量經由該石英窗導向該處理容積，其中該加熱源包括複數個加熱元件，且該等加熱元件中的至少一部分是經配置以對該處理容積提供脈衝式能量之脈衝加熱元件；

一感測組件，其通過該反射板設置，並經配置以測量該處理容積中沿著不同半徑位置處之溫度；以及

一系統控制器，其係配置以調整來自該加熱源之脈衝式能量的頻率、相位與振幅中至少其一。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之熱處理腔室，其中該

加熱源的該複數個加熱元件係分組成複數個同心區，且該等脈衝加熱元件係分組成一或多個方位角控制區。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之熱處理腔室，更包括一輔助加熱元件，其係配置以將脈衝式能量導向一支持該基板之邊緣環。

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	快速熱處理系統	11	出口
12	基板	14	處理容積
15	反射腔	16	加熱燈泡組件
18	石英窗	20	邊緣環
21	磁性轉子	22	反射板
23	磁性定子	24	熱探針
25	孔洞	27	圓形通道
28	反射表面	30	狹縫閥
32	孔洞	35	腔室主體
37	加熱元件陣列	39	管狀升降器
40	冷卻通道	41	入口
42	出口	43	反射主體
44	進氣口	45	氣體來源
46	清除氣體來源	48	進氣口
51	輔助加熱源	52	控制器
53	脈衝群組	54	功率源
55	功率源	56	功率源
57	區域群組		

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