



(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 I604559 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：103122512

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/683 (2006.01)**

(30)優先權：2013/08/15 美國 61/866,379

(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：貝德傑特米漢 BEHDJAT, MEHRAN (US)；杭特亞倫穆依爾 HUNTER, AARON MUIR (US)；拉尼許喬瑟夫 M RANISH, JOSEPH M. (US)；譚諾曼 L TAM, NORMAN L. (US)；托比恩傑弗瑞 TOBIN, JEFFREY (US)；李濟平 LI, JIPING (US)；崔恩馬汀 TRAN, MARTIN (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

US 6395363B1

US 7378618B1

US 7704327B2

審查人員：林弘恩

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：5 共 26 頁

(54)名稱

用於熱處理室的支撐圓柱

SUPPORT CYLINDER FOR THERMAL PROCESSING CHAMBER

(57)摘要

本發明揭露的實施例一般係關於用於熱處理室的支撐圓柱。在一個實施例中，支撐圓柱包括具有內周表面與外周表面的環形主體，其中環形主體包括不透明石英玻璃材料且其中環形圓柱以光學透明層塗層。光學透明層具有與不透明石英玻璃材料實質匹配或相似的熱膨脹係數以減少熱膨脹失配(mismatch)，熱膨脹失配可導致高熱負載下的熱應力。在一個實施例中，不透明石英玻璃材料係合成黑石英且光學透明層包括透明熔融石英材料。

Embodiments of the disclosure generally relate to a support cylinder used in a thermal process chamber. In one embodiment, the support cylinder comprises a ring body having an inner peripheral surface and an outer peripheral surface, wherein the ring body comprises an opaque quartz glass material and wherein the ring body is coated with an optical transparent layer. The optical transparent layer has a coefficient of thermal expansion that is substantially matched or similar to the opaque quartz glass material to reduce thermal expansion mismatch that may cause thermal stress under high thermal loads. In one example, the opaque quartz glass material is synthetic black quartz and the optical transparent layer comprises a clear fused quartz material.

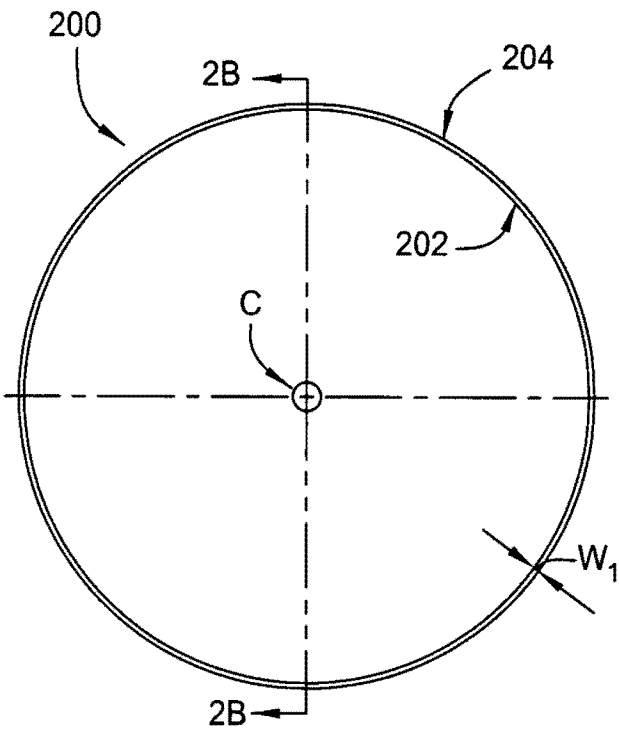
指定代表圖：

符號簡單說明：

200 . . . 支撐圓柱

202 . . . 內周表面

204 . . . 外周表面



第2A圖

發明摘要

※ 申請案號：103122512

※ 申請日：2014 年 06 月 30 日

※IPC 分類：H01L 21/683 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

用於熱處理室的支撐圓柱

SUPPORT CYLINDER FOR THERMAL PROCESSING
CHAMBER

【中文】

本發明揭露的實施例一般係關於用於熱處理室的支撐圓柱。在一個實施例中，支撐圓柱包括具有內周表面與外周表面的環形主體，其中環形主體包括不透明石英玻璃材料且其中環形圓柱以光學透明層塗層。光學透明層具有與不透明石英玻璃材料實質匹配或相似的熱膨脹係數以減少熱膨脹失配（mismatch），熱膨脹失配可導致高熱負載下的熱應力。在一個實施例中，不透明石英玻璃材料係合成黑石英且光學透明層包括透明熔融石英材料。

【英文】

Embodiments of the disclosure generally relate to a support cylinder used in a thermal process chamber. In one embodiment, the support cylinder comprises a ring body having an inner peripheral surface and an outer peripheral surface, wherein the ring body comprises an

opaque quartz glass material and wherein the ring body is coated with an optical transparent layer. The optical transparent layer has a coefficient of thermal expansion that is substantially matched or similar to the opaque quartz glass material to reduce thermal expansion mismatch that may cause thermal stress under high thermal loads. In one example, the opaque quartz glass material is synthetic black quartz and the optical transparent layer comprises a clear fused quartz material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 2A ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

200 支撐圓柱

202 內周表面

204 外周表面

【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

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於熱處理室的支撐圓柱

SUPPORT CYLINDER FOR THERMAL PROCESSING
CHAMBER

【技術領域】

【0001】 本發明揭露之實施例一般係關於用於熱處理室中的晶圓支撐圓柱。

【先前技術】

【0002】 在許多半導體元件製程中，只有在基板處理期間，基板（半導體晶圓）的溫度被緊密監測與控制下，才能達到所需高水準的元件性能、良率與過程重現性。例如，快速熱處理過程（RTP）用於數個不同製造過程，包括快速熱退火（RTA）、快速熱清洗（RTC）、快速熱化學氣相沉積（RTCVD）、快速熱氧化（RTO）與快速熱氮化（RTN）。

【0003】 在 RTP 腔室中，例如，基板可被基板支撐環的邊緣支撐在基板的外周上，基板支撐環從腔壁向內延伸並環繞基板的外周。基板支撐環被架在可旋轉的管狀支撐圓柱上，可旋轉的管狀支撐圓柱轉動基板支撐環，而在處理期間，被支撐的基板最大化基板溫度均勻性。支撐圓柱以不透明石英製成以提供光罩性質與低溫度傳導率使得來自處理區域的熱與（或）加熱源在支撐圓柱附近係實質減弱的。支撐圓柱一般

以聚矽層塗層而使得支撐圓柱對於基板溫度量測頻率範圍中的輻射不透明。

【0004】 然而，觀察到在高溫下聚矽層的熱膨脹係數與不透明石英的失配導致聚矽層中的破裂及（或）聚矽層與不透明石英間界面附近的破裂。此等破裂會損害基板，因為此等破裂會擴散到下層石英，使得聚矽層與黏著於該聚矽層的下層石英的部分在熱循環後剝離。聚矽層與石英片的剝離不僅降低支撐圓柱的不透明度，也污染處理室與帶有粒子的基板。

【0005】 因此，以增強的光罩性質改善支撐圓柱係有需求的，增強的光罩性質在熱處理期間防止處理室與基板的污染。

【發明內容】

【0006】 本發明揭露之實施例一般係關於用於熱處理室中的支撐圓柱。在一個實施例中，支撐圓柱包括環形主體，環形主體具有內周表面與平行於該內周表面的外周表面，以及從外周表面往內周表面徑向延伸的平坦表面，其中環形主體包括不透明石英玻璃材料且環形主體以光學透明層塗層。光學透明層具有與不透明石英玻璃材料實質匹配或相似的熱膨脹係數以減少熱膨脹失配，熱膨脹失配導致在高熱負載下的熱應力。在一個實施例中，不透明石英玻璃材料係合成黑石英且光學透明層包括透明熔融石英材料。

【0007】 在另一個實施例中，提供一種用於熱處理室中處理環形主體的方法。該方法包括在環形主體上形成光學透明層，環形主體包括不透明石英玻璃材料，其中環形主體具有內周表面、外周表面，與從外周表面往內周表面徑向延伸的

平坦表面，以及以具有約 1.5 折射率的光學透明層將環形主體的至少一部分塗層。

【0008】 在又另一實施例中，提供熱處理室中處理基板的方法。該方法包括將環形主體以熱處理室內周面的向內徑向定位，其中環形主體包含不透明石英玻璃材料且具有在不透明石英玻璃材料上形成的光學透明層，及其中環形主體具有內周表面、外周表面，與從內周表面往外周表面徑向延伸的平坦表面，以及藉由環形主體的平坦表面支撐一支撐環，其中支撐環具有從支撐環的表面向內徑向延伸的端緣（edge lip）以從半導體基板的背側支撐半導體基板的外周。

【圖式簡單說明】

【0009】 本發明揭露之實施例已簡要概述於前，並在以下有更詳盡之討論，可以藉由參考所附圖式中繪示之本發明實施例以作瞭解。然而，值得注意的是，所附圖式只繪示了本發明的典型實施例，而由於本發明可允許其他等效之實施例，所附圖式並不會視為本發明範圍之限制。

【0010】 第 1 圖概要繪示了快速熱處理室的截面示意圖。

【0011】 第 2A 圖係根據一個實施例揭露可用於第 1 圖支撐圓柱處的支撐圓柱之概要俯視圖。

【0012】 第 2B 圖係沿著第 2A 圖的線 2B-2B 的支撐圓柱之截面示意圖。

【0013】 第 2C 圖係第 2B 圖中所示的支撐圓柱的部分「2C」的放大示意圖。

【0014】 第 3 圖繪示了示於第 2B 圖中根據本發明揭露的一個

實施例的支撐圓柱的部分之概要側視圖。

【0015】 第 4 圖繪示了示於第 3 圖中根據本發明揭露的另一個實施例使用反射塗層的支撐圓柱的部分之概要側視圖。

【0016】 第 5 圖繪示了示於第 3 圖中根據本發明揭露的又另一個實施例的支撐圓柱的一部分之概要側視圖。

【實施方式】

【0017】 本發明揭露的實施例一般係關於用於熱處理室中的支撐圓柱。欲做熱處理的基板被支撐環支撐在基板的外周上。支撐環沿著處理室的內周面徑向向內延伸並環繞基板的外周。支撐環具有從支撐環表面徑向向內延伸的端緣（edge lip）以從背側支撐基板外周。支撐環具有與支撐圓柱耦接的底部。支撐圓柱包括具有內周表面與外周表面的環形主體。外周表面較內周表面遠離支撐圓柱的中心縱軸。支撐圓柱可由合成黑石英製成，合成黑石英對於紅外線輻射係不透明的。在一個實施例中，支撐圓柱以透明熔融石英塗層，透明熔融石英在遠紅外線區域具有高發射率。因為透明熔融石英與下層的合成黑石英全部係具有相同熱膨脹係數的石英元件，本發明的支撐圓柱沒有在傳統支撐圓柱中常見的因不透明石英與在該不透明石英上塗層的聚矽層之間的熱膨脹係數失配而產生的粒子污染問題。支撐圓柱的各種實施例在下面有進一步詳盡的討論。

示範快速熱處理室

【0018】 第 1 圖概要繪示了快速熱處理室 10 的截面示意圖。合適的 RTP 腔室示範例可包括自加州聖塔克拉拉的應用材料

公司（Applied Materials, Inc., Santa Clara, California）取得的 RADIANCE[®] RTP 或 CENTURA[®] RTP 腔室。處理室 10 顯示頂部加熱結構（即設置在基板相對上方的加熱燈），而可以預期的是底部加熱結構（即設置在基板相對下方的加熱燈）亦可受益於本發明之揭露。欲被加熱的基板 12（例如，如矽基板的半導體基板）穿過閘或出入口 13 而被傳遞進入處理室 10 的處理區域 18。基板 12 被環形支撐環 14 支撐在基板的外周上。端緣 15 向環形支撐環 14 的內部延伸並接觸基板 12 背側的部分。基板可經定向使得在基板 12 的前表面中形成之經處理的特徵 16 朝處理區域 18 面向上，處理區域 18 被透明石英窗 20 界定在處理區域的上側上。基板 12 的前表面面向燈 26 陣列。在某些實施例中，基板 12 的前表面（帶有形成在基板 12 的前表面上的經處理之特徵）可背向燈 26 陣列，即面向高溫計 40。與概要的圖示相反，對於大部分元件的特徵 16 在基板 12 的前表面外沒有突出充分的距離，而是在前表面的平面內與附近構成圖案（pattern）。

【0019】 當基板被夾持在葉片或機械葉片間而將基板帶入處理室與支撐環 14 上時，複數個升舉銷 22（如三個升舉銷）可被升起與下降以支撐基板 12 的背側。輻射加熱設備 24 被定位在窗 20 上並經配置以將輻射能穿過窗 20 而導向基板 12。在處理室 10 中，輻射加熱設備可包括大量（如 409 為一個示範數量）的高密度鎢鹵素燈 26，高密度鎢鹵素燈 26 被定位在以六方緊密堆積陣列排列在窗 20 上的個別反射管 27 中。燈 26 陣列有時被稱為燈頭。然而，可以預期的是其他輻射加熱

設備可被替代。一般來說，這些包含阻抗加熱的設備快速地把輻射熱源的溫度升高。合適的燈示範例包括具有環繞燈絲的玻璃或二氧化矽包封之汞汽燈以及包含環繞氣體（氬）的玻璃或二氧化矽包封之閃光燈，當氣體被供電時，閃光燈提供熱源。如在本說明書中所使用，術語燈意圖涵蓋包括環繞熱源包封之燈。燈的「熱源」係指可以增加基板溫度的材料或元件，例如，可以被通電的燈絲或氣體，或發射輻射的材料之固體區域，如 LED 或固態雷射與雷射二極管。

【0020】 如本說明書中所使用的，快速熱處理或 RTP 係指能以約 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 與更高速率（如以約 $100^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 到 $150^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 的速率，及以約 $200^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 到 $400^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 的速率）均勻加熱基板的設備或方法。RTP 腔室中的一般減速（冷卻）速率係在約 $80^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 到 $150^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 的範圍。在 RTP 腔室中執行的某些過程要求跨基板間溫度的變化小於很少的攝氏溫度。因此，RTP 腔室必須包括燈或其他合適的加熱系統且加熱系統能控制加熱速率高達約 $100^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 到 $150^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，及約 $200^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 到 $400^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，而與其他沒有加熱系統及能以此等速率快速加熱的加熱控制系統之熱腔室區別。帶有此加熱控制系統的 RTP 腔室可在 5 秒內將樣品退火處理，如小於 1 秒，而在某些實施例中可在毫秒間退火處理。

【0021】 將跨基板 12 的溫度控制到跨基板 12 一緊密界定的溫度均勻係相當重要的。改善均勻性的一種被動式方法可包括設置在基板 12 下的反射器 28。反射器 28 與大於基板 12 的區域水平延伸並覆蓋此大於基板 12 的區域。反射器 28 將

來自基板 12 發射的熱輻射有效反射回向基板 12 以增強基板 12 的表面發射率。基板 12 與反射器 28 間の間隔可係介於約 3mm 到 9mm 間，而凹口 (cavity) 的寬與厚度比最好大於 20。反射器 28 的頂部 (可由鋁製成並具有高反射表面塗層或多層介電干涉鏡) 與基板的背側形成反射凹口以增強基板的有效發射率，從而改善溫度量測的準確度。在特定實施例中，反射體 28 可具有較不規則的表面或具有黑色或其他顏色的表面以更近似黑體壁。反射體 28 可沉積在第二壁 53 上，第二壁 53 係由金屬製成的水冷基部以將來自基板的多餘輻射散熱，特別是在退火 (cool down) 期間。因此，處理室 10 的處理區域具有至少兩實質平行的壁，其中的第一個係窗 20，由對輻射透明的材料 (如石英) 製成，而第二壁 53 與第一壁實質平行且由顯然不是透明的金屬製成。

【0022】 改善均勻性的一個方法包括將支撐環 14 支撐在可旋轉的支撐圓柱 30 上，支撐圓柱 30 以處理室 10 的內周面 60 徑向向內設置。支撐圓柱 30 與定位在處理室 10 外的可旋轉的凸緣 32 磁耦接。馬達 (未圖示出) 轉動凸緣 32 並因此將基板繞基板中心 34 旋轉，基板中心 34 亦係一般為對稱的腔室之中心線。或者，支撐圓柱 30 的底部可係由磁鐵持住的磁浮圓柱，磁鐵設置在可旋轉的凸緣 32 中且被可旋轉的凸緣 32 中的旋轉磁場轉動，該磁場來自可旋轉的凸緣 32 中的線圈。

【0023】 改善均勻性的另一個方法將燈 26 分配到繞中心軸 34 以一般環狀排列的區域。控制電路改變傳遞到不同區域中燈 26 的電壓從而裁減 (tailor) 輻射能的徑向分佈。區域加熱

的動態控制受一或複數個高溫計 40 影響，一或複數個高溫計 40 穿過一或多個光纖管 42 耦接，而該一或多個光纖管 42 經定位穿過反射器 28 中的孔而面向基板 12 的背側以量測跨旋轉基板 12 半徑的溫度。光纖管 42 可以多種結構（包括藍寶石、金屬與二氧化矽光纖）形成。電腦控制器 44 接收高溫計 40 的輸出並因此控制供應到不同燈 26 的環之電壓，從而在處理期間動態控制輻射加熱密度與方式。高溫計通常量測窄波長頻寬中的光強度，例如，約 700 到 1000nm 範圍間的 40nm。控制器 44 或其他儀器透過光密度的光譜分佈之著名的蒲朗克分佈將光強度轉換成溫度，該光強度從維持在該溫度的黑體輻射。然而，高溫量測受被掃描的基板 12 的部分之發射率影響。發射率 ϵ 可以在表示黑體的 1 到表示完美反射體的 0 間變化並因此係基板背側反射率 $R=1-\epsilon$ 的逆量測。基板的背表面一般係均勻的使得預期有均勻的發射率，而背側組成可依照先前的處理作改變。高溫量測可以藉由進一步包括發射測量儀（emissometer）而得以改善，發射測量儀光學探測基板以在相關的波長範圍中量測基板部分的發射率或反射率，且控制器 44 內的控制演算法包括被測量的發射率。

示範支撐圓柱

【0024】 第 2A 圖係根據本發明揭露的一個實施例可用於第 1 圖支撐圓柱處 30 的支撐圓柱 200 之概要俯視圖。繪示於第 2A 圖中的支撐圓柱 200 可設置在處理室內，例如示於第 1 圖中的快速熱處理室 10。支撐圓柱 200 一般係帶有實質一致徑向寬度「W」的連續環形主體。支撐圓柱 200 具有內周表面 202

與平行於內周表面 202 的外周表面 204。外周表面 204 較內周表面 202 更遠離支撐圓柱 200 的中心縱軸「C」。但未圖示出，支撐圓柱 200 經調整大小使得外周表面 204 以處理室的內周面徑向向內設置，如以上關於第 1 圖討論。

【0025】 第 2B 圖係沿著第 2A 圖的線 2B-2B 的支撐圓柱 200 之截面示意圖。第 2C 圖係第 2B 圖中所示的支撐圓柱 200 的部分「2C」的放大示意圖。對於 300mm 基板，支撐圓柱 200 可具有約 310mm 到 360mm 的外直徑「 D_1 」（從外周表面 204 量測），例如約 330，與約 305mm 到 350mm 的內直徑「 D_2 」（從內周表面 202 量測），例如約 324mm。支撐圓柱 200 可具有約 10mm 到 80mm 的厚度「 T_1 」（第 2B 圖），例如約 24mm。支撐圓柱 200 可具有約 2.5mm 到 35mm 的徑向寬度（ W_1 ），例如約 6mm。一般來說，選擇徑向寬度（ W ）的尺寸以確保在處理期間，當支撐圓柱 200 與支撐環旋轉時，置於支撐圓柱上的支撐環不會從支撐圓柱 200 滑落。可以預期的是如果使用較大或較小的基板與（或）處理室，前述的尺寸可改變。

【0026】 在示於第 2C 圖的一個實施例中，支撐圓柱 200 的第一端 206 可具有斜角表面部分 208 與圓頭表面部分 210。圓頭表面部分 210 可具有約 0.25mm 到 0.5mm 的半徑以減少支撐圓柱 200 中的機械應力。斜角表面部分 208 穿過平坦表面 212 與圓頭表面部分 210 連接，平坦表面 212 從外周表面 204 往支撐圓柱 200 的內周表面 202 徑向延伸。斜角表面部分 208 以相對於內周表面 202 約 15° 到 40° 的角度「 α 」朝內周表面 202 向下傾斜，例如約 30° 。平坦表面 212 可具有約 0.5mm 的

寬度「 W_2 」。平坦表面 212 經配置而與支撐環（未圖示出）實體接觸，支撐環支撐半導體基板。因此，支撐圓柱 200 只以平坦表面 212 與支撐環接觸以實質減少可用於支撐圓柱 200 與支撐環（以及基板）間的熱傳遞之接觸面積。

【0027】 同樣地，支撐圓柱 200 的第二端 214 可具有斜角表面部分 216 與圓頭表面部分 218。斜角表面部分 216 穿過平坦表面 220 與圓頭表面部分 218 連接，平坦表面 220 從外周表面 204 往支撐圓柱 200 的內周表面 202 徑向延伸。斜角表面部分 216 以相對於外周表面 204 約 15° 到 40° 的角度「 θ 」朝外周表面 204 向下傾斜，例如約 30° 。平坦表面 220 經配置而與磁性轉子（magnetic rotor）（未圖示出）耦接，磁性轉子與可旋轉凸緣 32（第 1 圖）耦接以引起磁性轉子的旋轉以及支撐圓柱 200、支撐環與被支撐基板繞支撐圓柱 200 的中心縱軸「C」的旋轉。

【0028】 支撐圓柱 200 的斜角表面部分可使用雷射機械加工技術或任何合適的技術形成。支撐圓柱 200 的第一端 206 可經配置而提供具有用於支撐圓柱 200 與置於其上的支撐環之間熱傳遞的有限接觸區域之凸塊（bump）或凸部（projection），而不是使用平坦表面 212 以接觸支撐環。凸塊或凸部可係任意合適的形狀，如矩形、菱形、正方形、半球形、六邊形或三角形的凸出物。由於半球形凸塊或凸部藉由將表面接觸轉成點接觸進一步減少支撐圓柱 200 與支撐環（以及置於其上的基板）間的表面接觸面積，所以基於有效熱質量的減少，半球形凸塊或凸部係有利的。只要支撐環係以基板支撐件與

支撐圓柱 200 間的最小接觸面積穩固支撐的話，平坦表面 212（或如果使用凸塊（凸部））的形狀與（或）尺寸係可改變的。

【0029】 在一個實施例中，支撐圓柱 200 由不透明石英玻璃材料製成。不透明石英玻璃材料可具有高濃度的微觀小氣體內含物或空洞而致使支撐圓柱 200 對於用於基板溫度量測之高溫計（如第 1 圖的高溫計 40）頻率範圍的輻射不透明。本說明書使用的術語「不透明」可係指具有視密度範圍 $1.7\text{-}2.2\text{g/cm}^3$ 的石英玻璃、直徑範圍 10 到 $100\mu\text{m}$ 的普通氣泡或氣體內含物，以及 6×10^5 到 9×10^8 氣泡/ cm^3 容量的氣泡或氣體內含物。由於不透明石英玻璃材料可以阻擋來自可能干擾溫度量測的外部源之輻射，基板溫度量測的準確率得以改善。此外，由不透明石英玻璃材料製成的支撐圓柱具有較高的熱阻率，此較高的熱阻率減少從支撐圓柱 200 中心到周圍元件（如支撐環）熱傳導。不透明石英玻璃材料中的氣體內含物或空洞亦將石英中吸收的光消散以避免支撐圓柱 200 變成吸熱器。一個示範不透明石英玻璃材料係合成黑石英（SBQ），可自德國的 Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG 取得。或者，除了自各種形狀的氣體內含物或空洞製成的微觀固體粒子之外，不透明石英玻璃材料可由微觀固體粒子 ZrO_2 與 HfO_2 製成。合成黑石英在高溫中係熱絕緣、尺寸穩定的，且本質上對高溫計（如第 1 圖的高溫計 40）頻率範圍內的紅外線輻射不透明以避免與來自基板的高溫計訊號的不必要干擾。特定言之，合成黑石英具有低熱膨脹係數（約 $5.1\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ）

使得支撐圓柱 200 與形成於其上的塗層（將在以下討論）具有實質上互相匹配或相似的熱膨脹係數以減少熱膨脹失配，熱膨脹失配可在高熱負載下產生熱應力。合成黑石英材料的雜質程度亦很低。本說明書所述的低雜質程度係指高純度的黑石英，其中金屬雜質（如 Na、K、Li、Al、Fe、Cu、Mg、Ca 與 Ti）的總含量低於 5wt ppm 或更少。合成黑石英材料的部分性質提供於表 1。

表 1

在 500°C 的電阻率 (Ω•cm)	熱擴散比 (x10 ⁻⁴ m ² /s)	熱傳導率 (w/(m•k))	在 500°C 的熱膨脹 (x10 ⁻⁷ /°C)	密度 (g/cm ³)	抗曲 強度 (N/mm ²)	楊氏係 數(Gpa)	介電常 數 ε (在 500 MHz)
1.51*10 ¹²	0.00816	1.31	5.1	2.204	163	73.0	3.87

【0030】 在某些實施例中，合成黑石英可由加了深化黑色的元素或化合物到石英玻璃的材料製成。合適的化合物可包括 V、Mo、Nb、C、Si、氧化鐵或鎢。所添加的深化黑色之元素量沒有特定限制，但一般係基於石英玻璃重量的 0.1 至 10 重量百分比。在某些實施例中，合成黑石英可藉由將石英玻璃或黑二氧化矽熱噴塗在基板（如石英玻璃、金屬或陶瓷）上製成。帶有在基板上形成的黑石英玻璃熱塗佈薄膜之支撐圓柱具有極佳的遠紅外線輻射性質與極佳的光罩性質及熱罩性質。如需要，不透明石英玻璃熱塗佈薄膜可進一步在黑石英玻璃熱噴部薄膜上疊層。以此不透明石英玻璃熱塗佈疊層的黑石英玻璃熱塗佈薄膜將紅外線光消散且不對可見光透光，且因此對於熱絕緣性質更有效。

【0031】 在某些實施例中，不透明石英玻璃材料可由在高溫

中（如約介於 900°C 至 2500°C 間）真空下、大氣壓力下或在 0.05MPa 的高壓或更高的壓力（如 1000MPa）下加熱與燃燒石英玻璃多孔材料獲得。

【0032】 使用合成黑石英材料的支撐圓柱 200 的其他變化亦被考慮。例如，支撐圓柱 200 可係由透明石英、碳化矽、漬矽碳化矽或類似物與以上討論的合成黑石英材料製成的塗層而製成的芯體，上面所討論的合成黑石英材料製成的塗層覆蓋芯體大部分暴露的表面。

【0033】 第 3 圖繪示了示於第 2B 圖中根據本發明揭露的另一個實施例的支撐圓柱 200 的部分之概要側視圖。在此實施例中，支撐圓柱 200 進一步以光學透明層塗層，如透明熔融石英材料層 302。透明熔融石英材料層 302 可具有約 1.5 的折射率。透明熔融石英材料層 302 可具有約 30 μ m 至 200 μ m 的厚度「T₂」，如約 100 μ m。透明熔融石英材料層 302 可覆蓋除了斜角表面部分 216、平坦表面 220 與圓頭表面部分 218 之外的支撐圓柱 200 大部分的暴露表面，斜角表面部分 216、平坦表面 220 與圓頭表面部分 218 係與轉子或其他元件耦接的地方。或者，透明熔融石英材料層 302 可覆蓋支撐圓柱 200 的整個表面。透明熔融石英材料層 302 被選作具有在約 300°C 到 1450°C 相關溫度範圍的低熱膨脹係數（約 $5.5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）。透明熔融石英材料層可具有至少 99.9 重量百分比純度的 SiO₂。

【0034】 由於透明熔融石英材料層 302 展示與下層合成黑石英材料良好的黏附性，所以在亦係由石英材料（即合成黑石

英)製成的支撐圓柱 200 上提供透明熔融石英材料層係有利的。更重要的是，透明熔融石英材料層 302 具有與下層合成黑石英材料實質匹配或相似的熱膨脹係數，從而減少或甚至避免在支撐圓柱上的熱應力，否則該熱應力會在塗層產生破裂與快速部分分解而有損及不透明度與粒子的問題。透明熔融石英材料層 302 亦改善紅外線範圍內支撐圓柱 200 的發射率。藉由增加紅外線範圍內支撐圓柱 200 的發射率，支撐圓柱 200 可以被更快速加熱使得支撐圓柱 200 不作為熱負載將支撐環的熱帶走而是成為可干擾基板溫度量測的吸熱器(heat sink)。

【0035】 對於調整底部加熱類型配置的快速熱處理室(即基板相對於輻射熱源以其背側表面夾持，而其上表面(在其上的特徵如積體電路)背向輻射熱源)，支撐圓柱可進一步具有形成在透明熔融石英層或其部分的反射塗層以控制支撐圓柱 200 的溫度分佈。第 4 圖繪示了示於第 3 圖中的根據本發明揭露的又另一個實施例使用反射塗層的支撐圓柱的部分之概要側視圖。觀察到的是當支撐圓柱 200 直接暴露於輻射熱源，支撐圓柱 200 可能變得太熱而變形，接著可能使得支撐環與被支撐的基板水平平移。因此，基板溫度均勻性係不可預期地被影響。為防止支撐圓柱 200 變得太熱，反射塗層 402 可施用於透明熔融石英材料層 302 上使得熱輻射被反射回加熱燈以幫助支撐圓柱 200 在處理期間維持在較低的溫度，透明熔融石英材料層 302 在面向輻射熱源的內周表面 202 上。反射塗層 402 可覆蓋內周表面 202 約 20%到 100%的表面積。

在各種示範例中，反射塗層 402 可覆蓋內周表面 202 約 25%、約 30%、約 40%、約 50%、約 60%、約 70%、約 80%、約 90%、約 95% 的表面積。在某些情況中，反射塗層 402 可覆蓋支撐圓柱 200 的整個表面以助於支撐圓柱 200 的熱消散。該反射塗層 402 在所示支撐圓柱 200 的內周表面 202 上可係均勻的，或可係不均勻的以抵銷來自打在支撐圓柱 200 上的輻射熱源之紅外線輻射的不均勻性。在其他情況中，反射塗層 402 可具有約 20 μ m 到 150 μ m 的厚度「T₃」，如約 60 μ m。

【0036】 選用於製造反射塗層 402 的材料可具有與中間透明熔融石英材料層 302 實質匹配或相似的熱膨脹係數以減少熱膨脹失配，否則熱膨脹失配可在高熱負載下產生層中的熱應力以及伴隨而來的破裂。可用於反射塗層 402 的示範材料可包括熔融二氧化矽、硼矽酸玻璃，或類似物。

【0037】 雖然在此展示與描述了本發明揭露的示範實施例，但該發明所屬技術領域具有通常知識者可結合本發明揭露而設計的其他實施例，亦在本發明揭露的範圍中。例如，反射塗層 402 可用熱吸收塗層取代而藉由吸收來自輻射熱源之熱輻射與（或）處理室中的一或多個元件之熱輻射以幫助支撐圓柱 200 的熱消散。可選用熱吸收塗層的材料以吸收 1 微米到 4 微米波長或其他有興趣波長的熱輻射。一些可能的材料可包括聚氨酯、碳黑漆或包括石墨的合成物。

【0038】 或者，中間透明熔融石英材料層 302 可摻雜原子 502（第 5 圖），而不使用反射塗層 402，原子 502 吸收來自輻射熱源與（或）處理室中的一或多個元件之輻射。原子 502 可

均勻地提供於內周表面 202 的透明熔融石英材料 302 內，或提供於第 5 圖所示的整個透明熔融石英材料 302 上。如果摻雜物被均勻地分佈在內周表面 202 或支撐圓柱 200 的整個表面上，如此摻雜可使得支撐圓柱 200 有更均勻的溫度剖面。

【0039】 雖然前述係針對本發明揭露的實施例，但在不背離本發明說明書的基本範圍與以下本發明申請專利範圍界定的範圍下，可設計本發明的其他與進一步之實施例。

【符號說明】

【0040】

- 10 處理室
- 12 基板
- 13 出入口
- 14 支撐環
- 15 端緣
- 16 特徵
- 18 處理區域
- 20 窗
- 22 升舉銷
- 24 輻射加熱設備
- 26 燈
- 27 反射管
- 28 反射器
- 30 支撐圓柱
- 32 凸緣

- 34 基板中心
- 40 高溫計
- 42 光纖管
- 44 控制器
- 53 第二壁
- 60 內周面
- 200 支撐圓柱
- 202 內周表面
- 204 外周表面
- 206 第一端
- 208 斜角表面部分
- 210 圓頭表面部分
- 212 平坦表面
- 214 第二端
- 216 斜角表面部分
- 218 圓頭表面部分
- 220 平坦表面
- 302 透明熔融石英材料層
- 402 反射塗層
- 502 原子

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

申請專利範圍

1. 一種用於熱處理室的支撐圓柱，包括：

一中空圓柱主體，該中空圓柱主體具有一內周表面與平行於該內周表面的一外周表面，其中該內周表面與該外周表面沿平行於該支撐圓柱的一縱軸之一方向延伸；及

一平坦表面，該平坦表面從該外周表面徑向延伸到該內周表面，其中該中空圓柱主體包含一合成黑石英及該中空圓柱主體以一光學透明層塗層，及其中形成在該內周表面上的該光學透明層由一反射塗層覆蓋。

2. 一種用於熱處理室的支撐圓柱，包括：

一基板支撐環，該基板支撐環具有從該基板支撐環的一表面向內徑向延伸的一端緣（**edge lip**）；及

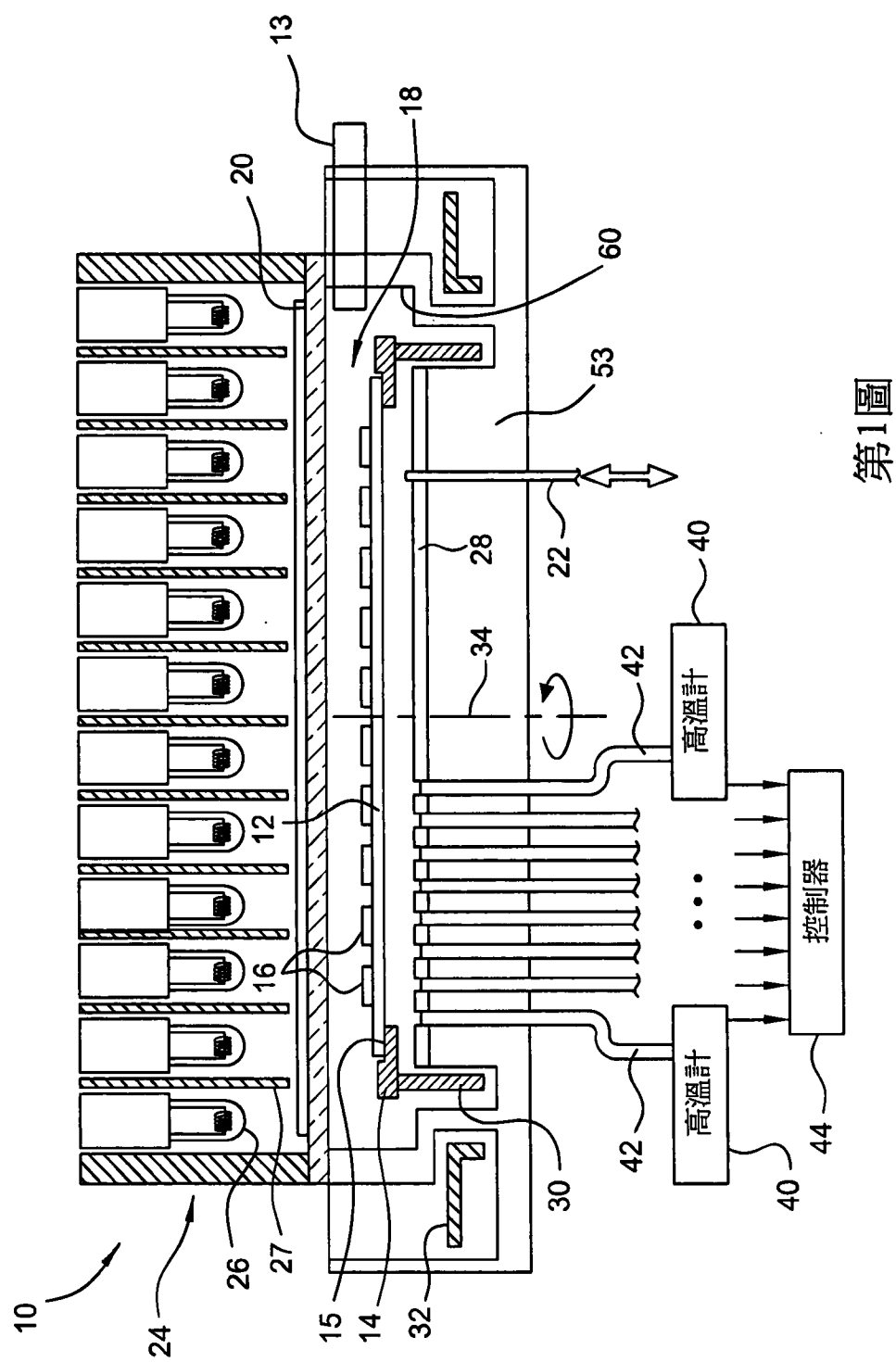
一中空圓柱主體，該中空圓柱主體耦接該基板支撐環的一底部，該中空圓柱主體具有一內周表面、平行於該內周表面的一外周表面及一平坦表面，該平坦表面從該內周表面徑向延伸到該外周表面，其中該內周表面與該外周表面沿平行於該支撐圓柱的一縱軸之一方向延伸，及其中該中空圓柱主體包含一合成黑石英，及該中空圓柱主體的每個暴露的表面以一透明熔融石英材料層塗層，及其中形成在該內周表面上的該透明熔融石英材料層由一反射塗層進一步覆蓋。

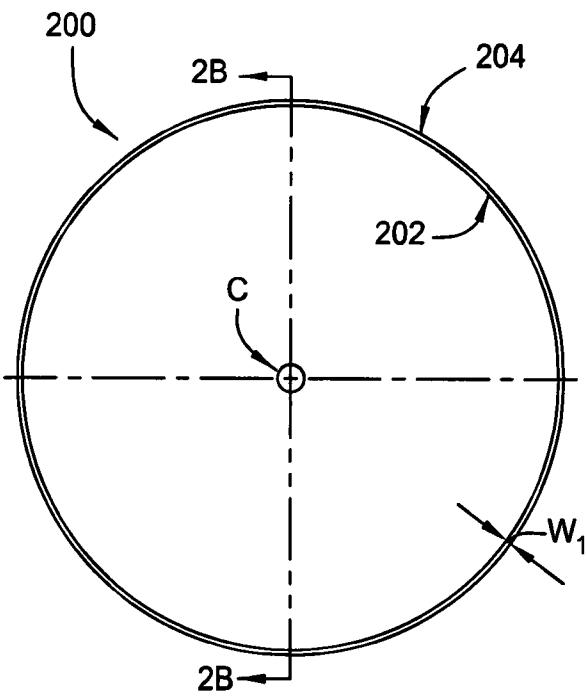
3. 一種用於處理室的支撐圓柱，包括：

一基板支撐環，該基板支撐環具有從該基板支撐環的一表面向內徑向延伸的一端緣；及

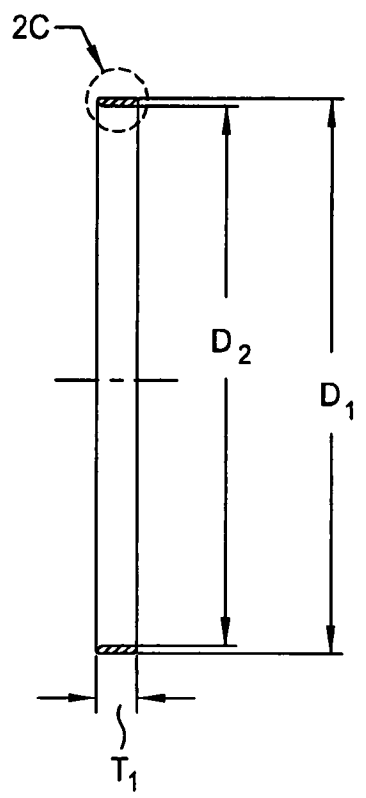
一中空圓柱主體，該中空圓柱主體耦接該基板支撐環的一底部，該中空圓柱主體具有一內周表面與平行於該內周表面的一外周表面，其中該內周表面與該外周表面沿平行於該支撐圓柱的一縱軸之一方向延伸，其中該中空圓柱主體包含一合成黑石英及該中空圓柱主體的該內周表面以一光學透明層塗層。

圖式

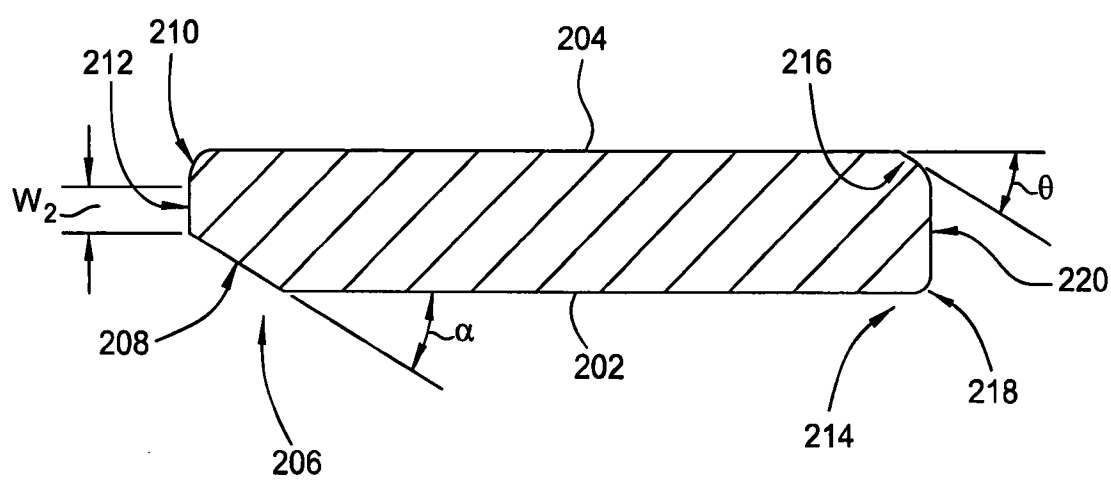




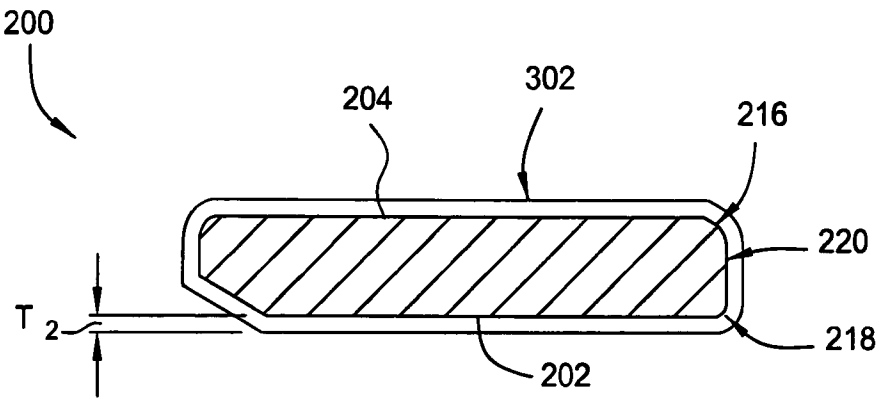
第2A圖



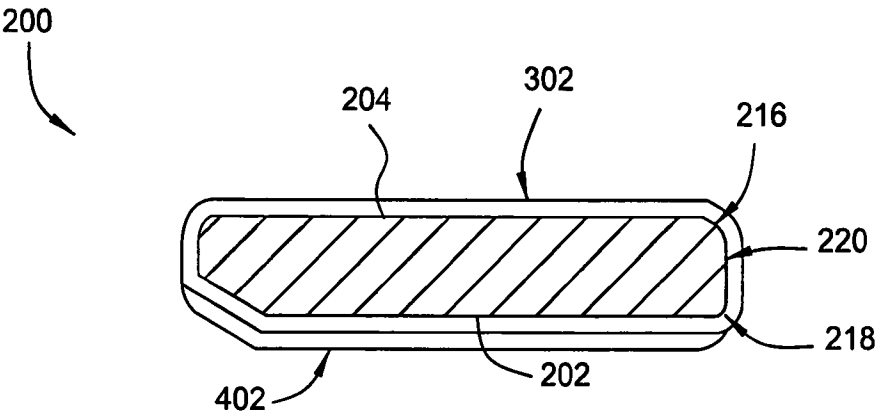
第2B圖



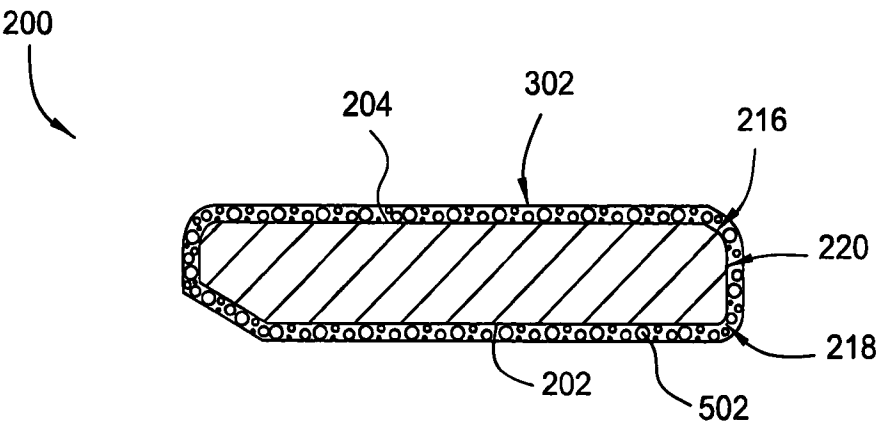
第2C圖



第3圖



第4圖



第5圖