I834857

(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 I834857 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：109111730 (22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 04 月 08 日

(51)Int. Cl.： ***H05H1/28 (2006.01)*** ***H05H1/54 (2006.01)***

(30)優先權：2019/04/08 美國 62/830,896

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

(72)發明人：朱爾瑞 約翰 史蒂芬 DREWERY, JOHN STEPHEN (US)；班傑明 尼爾 馬汀保羅 BENJAMIN, NEIL MARTIN PAUL (GB)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW	519856B	TW	201230626A
CN	103329410A	US	5364488A
US	7527713B2	US	2012/0120974A1
US	2015/0279634A1	US	2017/0103875A1

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：6 共 35 頁

(54)名稱

熱管冷卻系統

(57)摘要

在一實施例中，被揭露的儀器係一熱管冷卻系統，該系統包含具有被截斷的一上部分的一錐形結構。該錐形結構被配置以形成在一介電窗之上且該錐形結構被配置以冷凝來自位於或形成於在該介電窗及該錐形結構之間所形成的一容積之中的一傳熱流體的蒸氣。至少一冷卻線圈形成在該錐形結構的一外部部分之上。其他儀器及系統係加以揭露。

In one embodiment, the disclosed apparatus is a heat-pipe cooling system that includes a conical structure having an upper portion that is truncated. The conical structure is configured to be formed above a dielectric window with the conical structure being configured to condense vapor from a heat-transfer fluid placed or formed within a volume formed between the dielectric window and the conical structure. At least one cooling coil is formed on an exterior portion of the conical structure. Other apparatuses and systems are disclosed.

指定代表圖：

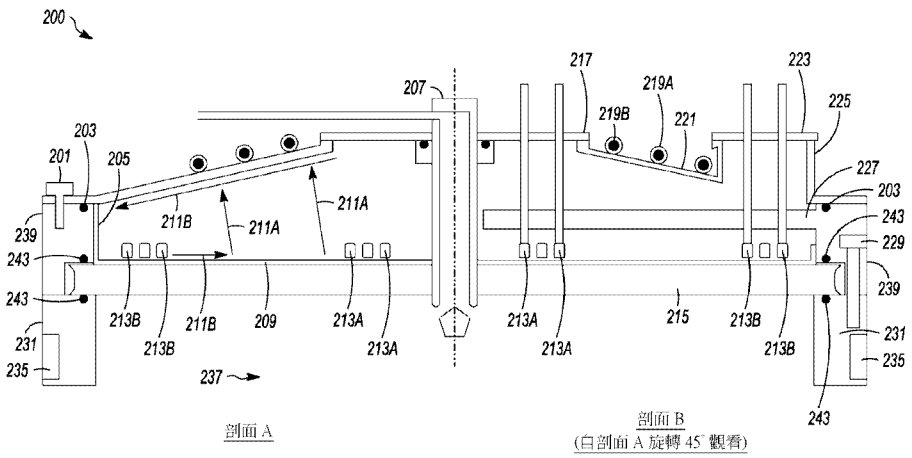


圖 2

符號簡單說明：

200:熱管冷卻系統

201:扣件

203:密封劑材料

205:毛細溝槽

207:處理氣體注入器

209:毛細溝槽

211A:蒸氣

211B:傳熱流體冷凝液

213A:內側的激發 RF 天線

213B:外圍的激發 RF 天線

215:介電窗

217:頂部絕緣板

219A:冷卻線圈

219B:傳熱流體

221:錐形結構

223:埠絕緣板

229:扣件

231:下窗支撐結構

235:通道

237:內部部分

239:上窗支撐結構

243:密封劑材料

I834857

【發明摘要】

【中文發明名稱】 熱管冷卻系統

【英文發明名稱】 A HEAT-PIPE COOLING SYSTEM

【中文】在一實施例中，被揭露的儀器係一熱管冷卻系統，該系統包含具有被截斷的一上部分的一錐形結構。該錐形結構被配置以形成在一介電窗之上且該錐形結構被配置以冷凝來自位於或形成於在該介電窗及該錐形結構之間所形成的一容積之中的一傳熱流體的蒸氣。至少一冷卻線圈形成在該錐形結構的一外部部分之上。其他儀器及系統係加以揭露。

【英文】In one embodiment, the disclosed apparatus is a heat-pipe cooling system that includes a conical structure having an upper portion that is truncated. The conical structure is configured to be formed above a dielectric window with the conical structure being configured to condense vapor from a heat-transfer fluid placed or formed within a volume formed between the dielectric window and the conical structure. At least one cooling coil is formed on an exterior portion of the conical structure. Other apparatuses and systems are disclosed.

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

200:熱管冷卻系統

201:扣件

203:密封劑材料

205:毛細溝槽

207:處理氣體注入器

209:毛細溝槽

211A:蒸氣

211B:傳熱流體冷凝液

213A:內側的激發RF天線

213B:外圍的激發RF天線

215: 介電窗

217:頂部絕緣板

219A:冷卻線圈

219B:傳熱流體

221:錐形結構

223: 埠絕緣板

229:扣件

231:下窗支撐結構

235:通道

237:內部部分

239:上窗支撐結構

243:密封劑材料

【發明說明書】

【中文發明名稱】 熱管冷卻系統

【英文發明名稱】 A HEAT-PIPE COOLING SYSTEM

【技術領域】

【0001】 [主張優先權]本申請案主張以下優先權：美國專利申請案第62/830896號，申請於2019年4月8日，發明名稱為「COOLING FOR AN INDUCTIVE PLASMA-BASED REACTOR」，藉由引用將其全部內容併入本文。

【0002】 在此揭露的申請標的關聯於使用在半導體及相關產業中的各種不同類型的設備。更具體而言，本揭露申請標的關聯於一電感式基於電漿之反應器的一介電窗之溫度控制。

【先前技術】

【0003】 基於電漿之處理儀器被用以藉由包含以下的技術處理基板：蝕刻、原子層沉積（ALD）、物理氣相沉積（PVD）、化學氣相沉積（CVD）、離子佈植、阻劑移除、及其他本技藝習知之技術。在電漿處理中使用的一類型的電漿處理儀器包含一感應耦合電漿（ICP）室、或變壓耦合電漿（TCP）室。藉由電磁感應（以時變磁場）所產生的電流供給能量。以一或多的RF線圈為形式的一射頻（RF）天線提供能量以激發位於該室之內的反應氣體成電漿態以處理在該室之內的基板（如矽晶圓）。

【0004】 在ICP/TCP室之中，一介電（如陶瓷）窗將該室與該射頻天線或線圈分隔。然而，該介電窗材料的脆性本質對射頻功率的使用設下了限制，因為當該射頻功率增加，進入該介電窗的熱通量增加。該熱通量導致該窗內的溫

度梯度，該溫度梯度可在該介電窗中造成內應力。並且，該窗之內的熱通量的分布可產生一高度不均勻的熱分布，加劇該熱應力問題。

【0005】隨著施加在ICP/TCP室的功率增加，該介電窗的冷卻成為重大的顧慮。目前，該介電窗係使用強制空氣（forced air）加以冷卻。然而，強制空氣系統的複雜度已逐漸增加。強制空氣不昂貴，但被該窗加熱過的空氣通常無法被排入一製造（fab）環境，反而必須運送至一通風系統。該強制空氣通常包含必須以大體積被提供到該基於電漿之處理儀器的該窗的壓縮空氣。一個多區溫度控制系統係加以使用以維持該窗在基本上一致的溫度。此控制系統因為以下各種不同的原因而難以實現：牽涉龐大的熱質量、加熱/冷卻系統的緩慢響應、及目前用於壓縮空氣冷卻的「開-關」控制的內在的非線性。未適當控制每一此些變數的結果對該窗的溫度產生大量溫變。除了增加在該窗之中的應力外，因為該介電窗相對於周遭元件的熱膨脹及潛在的窗塗層脫層所導致的內室元件的機械摩擦，該大量溫變的一效果係在該室之中的基板上的顆粒汙染的增加。

【0006】使用於高密度電漿CVD（HDPCVD）反應器的一方式係使一冷卻流體經電漿激發線圈而流動及將這些線圈結合至該HDPCVD反應器的該介電圓頂（在該殼體中）。不幸的是，室與室均勻性的需求、開環線圈設計、及翻新和重新安裝該介電窗的需要，將此方式排除於當前的ICP/TCP反應器。

【0007】對該窗加熱問題的另一嘗試解方中，冷卻液體通路被埋入該介電窗中。然而，ICP/TCP製造商在同樣依靠冷卻液體通路的靜電卡盤（ESC）設計所得到的經驗中，已顯示如此的通路之設計係複雜的。使用冷卻液體通路代表當該冷卻液體經過該窗時被加熱，從而導致在該窗之中的熱的不均勻。進一步，如果足夠的液體要加以循環以移除該熱，所需通路的長度導致該通路的大深度。如此的通路難以製造並且弱化該介電窗。

【0008】 此章節中所提供的被描述的資訊係提供熟悉技藝者對後續揭露申請標的的背景，且不應被視為是公認的先前技術。

【發明內容】

【0009】 在一例示實施例中，所揭露申請標的係包含具有被截斷的一上部分的一錐形結構的一熱管冷卻系統。該錐形結構配置在一介電窗之上。該錐形結構冷凝來自形成在該介電窗及該錐形結構之間的一容積的一第一傳熱流體的蒸氣。至少一冷卻線圈係靠近該錐形結構的一外部部分而加以形成。

【0010】 在另一例示實施例中，揭露的申請標的係一熱管理系統，其被配置以自位於一基於電漿之反應器之中的至少若干元件移除熱。該熱管理系統包含一錐形結構配置在一介電窗之上。該錐形結構被配置以冷凝來自一第一傳熱流體的蒸氣，該第一傳熱流體位在該介電窗及該錐形結構之間的一容積之中。該錐形結構的一內表面具有自該錐形結構的一中央部分往該錐形結構的一外周邊的向下斜坡。至少一冷卻線圈靠近該錐形結構而形成。該至少一冷卻線圈被配置以運送在其中的一第二傳熱流體。

【0011】 在另一例示實施例中，揭露的申請標的係自一基於電漿之反應器之中的一介電窗移除熱的熱虹吸器。該熱虹吸器包含一錐形結構以配置在該介電窗之上。該錐形結構被配置以冷凝來自位於該介電窗及該錐形結構之間的一容積內的一第一傳熱流體的蒸氣。該錐形結構的一內表面有自該錐形結構的一中央部分朝該錐形結構的一外周邊的一向下斜坡。該系統也包含至少一冷卻線圈形成在該錐形結構之上。該至少一冷卻線圈被配置以運送在其中的一第二傳熱流體。被配置以被加熱的一貯槽靠近該介電窗且在其之下而形成，以啟動該第一傳熱流體的一二相熱力循環。

【0012】 在此揭露的各種不同的例示實施例之中，其他設備、儀器、及系統被揭露。

【圖式簡單說明】

【0013】 圖1顯示一ICP/TCP基於電漿之處理儀器的一橫剖面圖的一實施例；

【0014】 圖2顯示根據各種不同的實施例的一熱管冷卻系統的一實施例的一橫剖面圖；

【0015】 圖3顯示根據圖2的該熱管冷卻系統的一俯視圖；

【0016】 圖4A至4C顯示在一介電窗上冷卻劑分布通道的各種不同的例示實施例；

【0017】 圖5A顯示根據各種不同的實施例的一冷卻劑預熱器的一實施例；

【0018】 圖5B顯示根據各種不同的實施例的，結合在一上室之中的一冷卻劑預熱器的另一實施例；

【0019】 圖6顯示根據各種不同的實施例的一上窗支撐結構及一線圈支撐環的一俯視圖的一實施例。

【實施方式】

【0020】 本揭露申請標的現在將藉由參考一些普遍及具體的如描繪在各個不同的附隨圖式中的實施例加以詳細說明。在後續的描述中，為了提供對本揭露申請標的的詳盡理解而加以闡述數個具體細節。然而，對熟悉此技藝者而言將係明顯的，本揭露申請標的可能在不具備若干或全部這些特定細節的情況下被實踐。在其他例中，習知的處理步驟、構造技術、或結構未加以詳細描述以免模糊本揭露申請標的。

【0021】 本揭露申請標的使用來自熱管及熱虹吸器構造二者的概念。所以，「熱管」及「虹吸器」之詞彙可能普遍地被理解為同義詞且可能因此在此被可互換地使用，除非上下文另有說明。

【0022】如本技藝中具備一般技術水準者所知，熱虹吸器及熱管結構可能被用以將溫度控制在藉由該工作流體（如該傳熱流體）的蒸氣壓所決定的一溫度。熱傳係藉由潛熱傳遞加以完成。因為對該工作流體的蒸氣壓——及因此的蒸發（冷凝）速率——的強相依性，該熱虹吸器的內表面可能被認為係幾乎等溫的。如果傳熱流體分布在該被加熱表面之上的一薄層之中（例如，足夠薄以避免明顯的氣泡形成），該被加熱表面的溫度將高度均勻。一蒸發速率係高的，因為該速率係溫度的函數。當該溫度增加，該蒸發速率顯著地依比例地增加。

【0023】本揭露申請標的的一熱虹吸器的各種不同的實施例可能適用以冷卻或加熱本技藝中習知的各種不同類型的ICP/TCP基於電漿之反應室的介電窗。如在此所述，用於該傳熱流體（工作流體）的一冷凝表面包含在該介電窗之上的一錐形結構。藉由循環的傳熱流體，該錐形結構的一表面被維持在或幾乎在該介電窗的理想溫度。在各種不同的實施例中，ICP/TCP加熱器線圈被埋入該熱虹吸器結構中。該線圈暴露於該工作流體以使該虹吸器結構具有足夠的空間。然而，該線圈在某種程度上限制該流體的選擇。例如，對熱虹吸器結構而言，水係一良好的工作流體，因其優秀的每單位體積的潛熱。在若干例中，水蒸氣可能與在ICP/TCP線圈附近出現的可能大於10kV的電壓不相容。

【0024】進一步言，在特定應用及實施例中，由於外漏的（相對小的）可能性，避免可燃燒的或有毒的工作流體的使用可能是期望的。如以下更細節的討論，適合使用在熱虹吸器內所遇到的大約120°C溫度範圍之中的工作流體係各種不同的全氟或氟碳化合物型傳熱流體，其普遍被使用於冷卻。這些傳熱流體可以被調配為具有各種不同的沸點（例如，像是大約110°C的沸點）。不幸的是，其每單位體積的潛熱小於大約10%的水的當量體積的潛熱。例如，計算顯示為了自該窗表面移除大約5kW，需要大約2.5公升/分鐘的體積流量。因

為在此揭露的該熱虹吸組件的各種不同的實施例在實體尺度普遍較大，如果對控制往該介電窗的冷凝液回流的結構之設計給予充足的考量，使用非水型傳熱流體可能是可行的。

【0025】在此提供的本揭露申請標的的各種不同的實施例使用一封閉式循環的熱虹吸器以自該介電窗移除熱。在此描述的各種不同的實施例中，該熱虹吸器可能也被認為係熱管的一類型（如上所載，該二詞彙可能被理解為同義詞且可能從而在此互換地被使用）。熱虹吸器藉由蒸發自被加熱表面移除能量。被蒸發的液體在分離的一處加以冷凝且再循環至該被冷卻表面。如果冷凝或被冷卻表面係充分大的且位於該被加熱表面之上，該系統，在特定實施例中，可係完全被動的。在其他實施例中，該系統可能藉由流體幫浦及外於該熱虹吸器環境（例如，形成在該冷凝結構的一外表面之上的成螺旋線圈）的熱交換器加以協助。藉由控制該被冷卻表面的溫度以獲得溫度控制。因為蒸發速率對溫度的高度非線性相關，該被加熱表面有著較高熱輸入的區域被更劇烈地冷卻；因此，相較於其他方式所得到的溫度，該系統可導致在一大型表面之上獲得一更均勻的溫度。進一步，如在此各種不同的實施例中所述，本揭露申請標的使用埋入熱虹吸組件中的ICP/TCP線圈且射頻功經由此組件的壁加以耦合。

【0026】現在參考圖1，顯示一電感式耦合電漿/變壓耦合電漿（ICP/TCP）處理儀器100的一橫剖面圖的一實施例。如本技藝中一般技術水準者所了解，該ICP/TCP處理儀器100可被用以（根據ALD、CVD、PECVD、及其他在本技藝中習知的技術）沉積材料，以及在基板上的各種不同材料的電漿蝕刻。一般而言，一處理氣體在低壓（如低於100 mTorr）加以供應至一真空室之中，且射頻（RF）能量係向該氣體加以供應。ICP/TCP電漿處理室的例子包含各種不同的沉積及蝕刻系統。例如，合適的電漿處理室包含Altus®系列的沉

積系統及Kiyo®系列的蝕刻系統，二者皆由Lam Research Corporation, 4650 Cushing Parkway, Fremont, California, USA所製造。

【0027】該ICP/TCP處理儀器100被顯示為包含一反應室105、一介電窗101、一氣體分布裝置103、一RF源113、一RF阻抗匹配電路111、及供應RF功率至位於該反應室105中的氣體的RF線圈115。處理氣體自一氣體供給件119（或多個處理氣體供給件）經由該氣體分布裝置103加以導入該反應室105。該氣體分布裝置103可能包含一氣體噴淋頭、一氣體注入器、或本技藝中習知其他合適的裝置。來自該RF線圈115的該RF能量經由該介電窗101與該處理氣體電感耦合。

【0028】該介電窗101由於在該窗之上基本上均勻的溫度分布而較不可能破裂。本揭露申請標的提供一熱管（熱虹吸器），因為在此提供的細節，該熱管的內部部分係在一相當均勻的溫度。如在此所定義，一熱管基於自然對流提供在熱管內的被動熱交換。因此，在該介電窗提供足夠的熱以在該熱管內產生自然對流之後，在該熱管內沒有機械裝置被用以促使強制對流。然而，根據不同的實施例，該液體在未沸騰的情況下直接繼續轉變為氣相。該介電窗101的一最上表面的一平面在提供一基本上係平的面，蒸發可能發生於該面之上。因此，該熱管可能被認為係一迴路式熱管。在各種不同的實施例中，本揭露申請標的的熱管可能被認為係一密封單元，而傳熱流體係加以容納於該密封的熱管之內。

【0029】該ICP/TCP處理儀器100進一步顯示係在該反應室105之內部包含一基板支撐件107（如，一靜電卡盤（ESC））以支撐一基板109（如，一矽晶圓）。一旦一或多的處理氣體自該氣體供給件119經該氣體分布裝置103被導入該反應室105的內部，藉由該RF線圈115感應地供給能量至該反應室105的內部，該處理氣體被激發為一高濃度電漿117。在各種不同的實施例中，該RF線

圈115包含由該RF源113及該RF阻抗匹配電路111供電的一外部的平面天線以感應耦合RF能量至該反應室105之中。藉由對該RF線圈（如平面天線）施加RF功率所產生的一電磁場激發該一或多的處理氣體以形成該高密度電漿117。在一例示實施例中，該高密度電漿117可能包含基本上在該基板109上方形成的大約10^{10}至大約10^{12} 離子/cm^3。

【0030】 繼續參考圖1，該介電窗101形成該反應室105的一頂壁或一最上壁。數個不同類型的窗材料可能加以使用於該介電窗101，包含陶瓷、石英、或玻璃材料。例如，適合用於該介電窗101的各種不同的材料可能包含氧化鋁（Al_2O_3）、氧化鋯（ZrO_2）、二氧化矽（SiO_2）、及其他本技藝習知的材料。該介電窗101維持該反應室105的內部與外部環境（如，該晶圓廠）的隔離，且允許由該RF線圈115產生的磁場通過。該RF線圈115可以配置成非常靠近（或碰觸）該介電窗101，以增加或最大化在該反應室105之內所產生的磁場的強度。所選擇的該介電窗101的厚度係足夠薄而得以傳導來自該RF線圈115的RF功率至該反應室105的內部，從而允許該高密度電漿117的形成。反之，該介電窗101加以選擇為足夠厚的以承受該反應室105內所產生的真空及外部環境之間所產生的壓力差。基於為形成該介電窗101所選擇的材料及該介電窗101所跨越的物理距離，本技藝中一般技術水準者將了解如何決定該介電窗101適合的厚度。

【0031】 圖2顯示根據各種實施例的一熱管冷卻系統200的一實施例的橫剖面圖。如圖2所示，該圖示的左半部顯示對於如圖3所示的剖面A的橫剖面。該圖示的右半部顯示關於亦如圖3所示的剖面B的橫剖面。該熱管冷卻系統200顯示為包含被截斷的一錐形結構221（因此該錐形結構形成一類型的截頭錐形結構，該結構一般具有錐體的截錐體的形狀——錐體的基底（較低）部分係由以大致平行於該底面的一平面截斷頂部所形成，如本技藝中所理解）。該錐形

結構221包含一頂部絕緣板217及靠近或接觸（如，接近於）該錐形結構的一最上部分的至少一冷卻線圈219A。該至少一冷卻線圈219A包含一傳熱流體219B，該傳熱流體219B可能在該冷卻線圈219A之中藉由一外部幫浦加以循環且輸送通過一熱交換器以冷卻該傳熱流體219B（無論該外部幫浦或該熱交換器機構皆未加以顯示，但在閱讀及理解本揭露申請標的後，對熟悉本技藝者而言本申請案中該二裝置的使用是可理解的）。普遍而言，該冷卻線圈219A及該傳熱流體219B可能維持在或接近於該介電窗215的理想作業溫度。

【0032】 在特定實施例中，內側的激發RF天線213A及外圍的激發RF天線213B的其中之一或二者可能也被包含及放置在一介電窗215附近。該內側的激發RF天線213A可能經由該頂部絕緣板217加以放入。該外圍的激發RF天線213B可能經由在該錐形結構221的一部分之中所形成的一埠225加以置入。該埠225係以一埠絕緣板223加以覆蓋。

【0033】 該錐形結構221可能自各種不同的材料加工或其他方式所形成。在特定例示實施例中，該錐形結構221可能自各種不同類型的金屬的或其他導熱材料加以形成。這些材料包含，例如，銅及銅合金（包含鋅合金（如黃銅）、鋁及各種不同類型的鋁合金、或各種不同等級的不鏽鋼（如型號304或316L））。在該錐形結構221可能與腐蝕性氣體或其他液體接觸的特定例示實施例中，該錐形結構221可能自各種不同類型的高性能合金加以形成。該高性能合金包含以下例子：Inconel®（可自不同來源取得，包括 Inco Alloys International, Inc., Huntington, West Virginia, USA）或Hastelloy®（可自不同來源取得，包括Haynes Stellite Company, Kokomo, Indiana, USA and Union Carbide Corporation, New York, New York, USA）。在其他例示實施例中，該錐形結構221可能自各種不同類型的介電或聚合材料加以形成。這些材料包含可加工的及/或可塑形的聚合物及高性能塑膠（如Delrin®或Kepital®，此二者皆為本技藝

所習知）。然而，為了保持一相對高程度的熱導率，該各種不同的介電或聚合材料可能以碳（舉例）加以浸漬。

【0034】該頂部絕緣板217及該埠絕緣板223可能至少部分地以各種不同類型的本技藝習知的熱絕緣材料所形成以將熱保持在該熱管冷卻系統200之中。該熱絕緣材料可能包含一材料，該材料相似或相同於用以形成（與本技藝中習知的一熱絕緣材料耦合的）該錐形結構221之材料。該絕緣板217、223各自扣緊或其他方式黏著（如，以化學黏著劑、焊接、或其他本技藝中習知的技術）於該錐形結構221及該埠225的一最上部分。在特定應用的特定實施例中，該絕緣板217、223可能完全自一非熱絕緣材料所形成。

【0035】在繼續參考圖2的情況下，現在參考圖6，該內側的激發RF天線213A及該外圍的激發RF天線213B二者皆可能以一線圈支撐環227所支撐。該線圈支撐環227可能自各種不同的本技藝習知的材料（如陶瓷或金屬）加以加工或以其他方式所形成。一處理氣體注入器207可能引入一或多的處理氣體至一反應室（如圖1的該反應室105）的一內部部分237。每一該內側的激發RF天線213A及該外圍的激發RF天線213B、該介電窗215、及該處理氣體注入器207可能各自相同或相似於圖1的該RF線圈115、該介電窗101、及該氣體分布裝置103。雖然未明確地顯示，該處理氣體注入器207在該頂部絕緣板217及該介電窗215二者被密封（以防止真空解除或洩漏至外部的大氣環境）。

【0036】該錐形結構221藉由一複數的扣件201（如，機器螺釘、螺栓、或其他本技藝中習知的扣件）加以扣緊於一上窗支撐結構239，為求清晰僅顯示其中之一。該複數扣件的每一件係經由在一孔位圓301（見圖3）之中的複數的對應的通孔加以插入。一密封劑材料203防止在該反應室的該內部部分237之中所產生的真空在該上窗支撐結構239及該錐形結構221之間洩漏。該密封劑材料203可能包含本技藝中習知的各種不同類型的金屬密封件、或O型環密封件

（如由Kalrez®或其他類型的全氟化彈性體或含氟彈性體材料所製造）可能被用以防止氣體自該上窗支撐結構239及該錐形結構221之間洩漏。在具體的例示實施例中，該密封劑材料203的完整性可能以最大值大約每秒10^{-9}托爾公升的氦氣洩漏率加以測試。

【0037】該上窗支撐結構239藉由複數的扣件229（如，機器螺釘、螺栓、或其他本技藝中習知的扣件）加以扣緊在該下窗支撐結構231，為求清晰僅顯示其中之一。一密封劑243防止在該反應室的該內部部分237之中所產生的真空在該上窗支撐結構239及該介電窗215之間、或在該介電窗215及該下窗支撐結構231之間洩漏。該密封劑材料243可能相同或相似於上述的該密封劑材料203（如，一金屬密封件或一O型環）。在此所揭露的各種不同的實施例中，在該熱管冷卻系統200之中的壓力範圍是可觀的。取決於該應用，必須在大約20托爾至1500托爾的絕對壓力下很少或沒有洩漏。因此，本技藝中一般技術水準者將理解該密封劑材料203、243的需求。

【0038】該下窗支撐結構231也包含一或多的通道235以提供如在此所述的熱（加熱或冷卻）控制。該通道235係藉由加工或其他本技藝中習知的技術在該下窗支撐件231內所形成。各種不同類型的傳熱流體（下文將細節描述）可能被用於及放置於該一或多的通道235之內。該通道235可能在靠近該下窗支撐件231的一外周邊或在該下窗支撐結構231之內任何被選定之處加以形成。另外，該通道235可能在該下窗支撐結構231之內連續地形成（例如，一環型通路）或在該下窗支撐結構231之中形成複數的分段部分。因此，在各種不同的實施例中，該下窗支撐結構231可能形成自具有高熱導率的一材料，如此包含在該通路235之中的該傳熱流體可能經歷自該下窗支撐結構231至介電窗215的傳導冷卻，及經歷自該下窗支撐結構231至該通路中的傳熱流體的對流冷卻。

在各種不同的實施例中，該通路中的流體可能藉由（例如）一外部幫浦加以循環以提供額外的對流冷卻。

【0039】 在該熱管冷卻系統200的作業期間，位在該介電窗215及該錐形結構221之間所形成的空間中的傳熱流體自該介電窗215的一最上表面被蒸發。該傳熱流體接著自該最上表面蒸發為蒸氣211A且接著在對面的一冷卻表面（該錐形結構221的底面）冷凝，從而形成一傳熱流體冷凝液211B。在一具體的例示實施例中一傳熱流體如Galden® HT110（可取得自Solvay Solexis, Inc., Thorofare, New Jersey, USA）可能使用在該熱管冷卻系統200之中。Galden®係有著介在大約55°C至大約270°C的可選擇沸點範圍的一介電流體（在標準溫度及氣壓下）。在Galden®之中的全氟聚醚（perfluorinated polyethers, PFPE）的介電性質以及它們的化學穩定度結合在非常低以及高溫中作業的能力，使Galden®成為於半導體及相關產業中出現的條件下合適的傳熱流體。在另一具體例示實施例中，另一全氟碳化合物型傳熱流體可能被用以取代或伴隨Galden®。如此的氟碳化合物類傳熱流體的一種係Fluorinert®（可取得自the 3M Company, Maplewood, Minnesota, USA）。Fluorinert®的各種不同的配方可加以選擇以具有範圍介在大約56°C至大約215°C的沸點。閱讀及理解本揭露申請標的後，在本技藝中一般技術水準者將理解一些其他能夠在二相狀態（如液相與蒸氣相）運作以提供在此所述的蒸發冷卻的傳熱流體也可被使用。

【0040】 該上窗支撐結構239的內側壁可能包含在其中被加工的、被蝕刻的（如被化學蝕刻或被雷射蝕刻）、或以其他方法形成的一些毛細溝槽205。該毛細溝槽205提供一路徑以運送形成在該錐形結構221的一內部部分之上的該傳熱流體冷凝液211B，該傳熱流體冷凝液211B來自藉由該介電窗215的熱所產生的該蒸氣211A。該介電窗215的一最上表面也包含複數的毛細溝槽209，且可能也選擇性包含一芯結構，該芯結構包含一或多類型的液體芯吸材料，如一網

狀材料、一多孔（或部分多孔）燒結粉末、一燒結陶瓷、一燒結聚合物、或於本技藝中習知的另一毛細結構（該毛細管及該芯材料在圖2無法簡單地看到，但以下藉由參考圖4A至4C以詳細描述）。

【0041】該毛細溝槽209的形成可能相同或相似於在該上窗支撐結構239的該內側壁之上所形成的該毛細溝槽205。然而，在該上窗支撐結構239的該內側壁之上的該毛細溝槽係形成為基本上垂直導向的以增加回到該介電窗215的該最上部分的該傳熱流體的質量傳輸。該毛細溝槽209繼續橫跨該介電窗215的一最上部分將該傳熱流體冷凝液211B運送返回。一旦該傳熱流體冷凝液211B自該介電窗215接收足夠的熱以使該冷凝液再次轉變為該蒸氣211A相，則整個熱力冷卻循環再次開始。

【0042】該芯結構因此使該傳熱流體冷凝液211B排放且被分布橫跨該介電窗215的一上表面。對於來自該介電窗215的熱負載無法維持該介電窗215的溫度的情況，一被加熱的貯槽加以提供（參考圖5A及5B，顯示及描述於下）以使該蒸氣211A及傳熱流體冷凝液211B能夠開始上述用以冷卻該介電窗215的該二相熱力循環。

【0043】所以，該熱管冷卻系統200因此係結合熱傳導性及相變二原理的一傳熱裝置以自該介電窗215運送熱至包含二固體介面的該錐形結構221。該錐形結構221接著進一步被該冷卻線圈219A及其中包含的傳熱流體219B加以冷卻。在該熱管的熱介面（該介電窗215），該傳熱流體冷凝液211B與該熱傳導固體表面接觸，藉由吸收來自該介電窗215的一最上表面的熱而轉變為該蒸氣211A。該蒸氣211A接著移動到該熱管的冷介面部分（該錐形結構211）且冷凝回液體，從而釋放來自與該介電窗215的接觸得到的潛熱。該液體接著經由（例如）毛細作用（該毛細溝槽205）及重力的組合回到該熱介面（該介電窗215），且重複該熱力循環。在各種不同的實施例中，且至少部分取決於所選

擇的傳熱流體的物理性質，以及該熱管冷卻系統200的總體物理大小，大於1 每分鐘公升（lpm）的流體可被蒸發並接著冷凝而重啟該循環。

【0044】 圖3顯示依據圖2的該熱管冷卻系統200的一俯視圖300。該俯視圖300因此以藉由提供在該熱管冷卻系統200之中一例示的元件配置的額外細節補充圖2。閱讀及理解本揭露申請標的後，在本技藝中一般技術水準者將理解額外或各種不同的元件配置可能加以實現且仍在本揭露申請標的的範圍之內。

【0045】 圖4A到4C顯示冷卻劑分布通道的各種不同的例示實施例。在圖4A到4C的每一圖中，由溝槽、一網狀材料、一多孔燒結粉末、或另一毛細結構所組成的芯結構係加以形成在該介電窗215的一最上表面403之上。在各種不同的實施例中，為了冷凝液的加強分布，溝槽及一多孔燒結結構的組合可能結合加以使用。例如，溝槽401的一第一圖案400、溝槽411的一第二圖案410、及溝槽431的一第三圖案430，分別顯示於圖4A、4B、及4C。藉由同時參考圖4A到4C及圖2，每一這些圖案係被配置以允許來自在該上窗支撐結構239的內部的一外周邊之上的該毛細溝槽205的傳熱冷凝液211B（見圖2）流動在該介電窗215的該最上表面403之上，從而自該介電窗215傳遞熱至該傳熱流體。一但足夠的熱被傳遞至該傳熱流體，該流體接著自該介電窗215的最上表面403蒸發且將熱力學狀態從液體轉變為該蒸氣211A。

【0046】 閱讀及理解本揭露申請標的後，在本技藝中一般技術水準者將認識如何基於流動經該溝槽401、411、431的冷凝液體積、被傳遞至該流體（冷凝液）的熱量、該液體的熱容量、該介電窗215的厚度、及本技藝中習知的其他因素而決定實際尺寸（如該溝槽401、411、431的深度及寬度應該為多少）。同時，熟悉本技藝者將認識該溝槽401、411、431可能以一些其他圖案加以形成。

【0047】現在參考圖5A，依據本揭露申請標的的各種不同的實施例的一冷卻劑預熱器500的一實施例加以顯示。該上窗支撐結構239及該錐形結構221加以顯示為包含延伸超過該介電窗215之外的一貯藏器/加熱器部分503A。一貯槽圍阻部分505A形成在該上窗支撐結構239的一底面之下，且在該介電窗215的直徑之外（亦見圖6）。如果該液體在該介電窗215之上超過一預定深度，一堰體結構501允許液體流入該貯槽圍阻部分505A。當該介電窗215由於在該反應室105（見圖1）的該內部部分237之中一電漿反應而被加熱時，上述的該冷卻劑蒸氣循環開始作用。然而，當該介電窗215係相對冷時（例如，在電漿啟動後，像是在系統維護之後或工具啟動之後），如此該介電窗215無法提供足夠的熱以使該傳熱流體成為上述的蒸氣相，此時可能使用一分離的加熱器。從而，該介電窗215可能係冷的且該錐形結構221（該冷凝結構）可能處在較該介電窗215高的溫度。在此情形中，熱將無法有效地流動至或流動自該介電窗215。在此情形中，本揭露申請標的可能包含如以下詳述的允許外部提供熱之特徵。

【0048】繼續參考圖5A，在該貯槽圍阻部分505A之中的一傳熱流體507可能被加熱。舉例而言，當該介電窗215係冷的，一電熱器元件509可能被用以對該傳熱流體507提供一初始程度的熱。該傳熱流體507可能相同或相似於如上所述在通道235之中運載的傳熱流體。

【0049】該堰體結構501允許在該介電窗215之上冷凝的液體溢流至該貯槽圍阻部分505A。在熱虹吸器系統之中的液體量係被控制的，如此當該熱管冷卻系統200（見圖2）處在其初始溫度時，在基本上所有該傳熱流體（作業流體）處在液相的情形下，該貯槽圍阻部分505A將至少部分地填充。該貯槽圍阻部分505A可以，如上所述，接著以（例如）該電熱器元件509加熱。

【0050】 圖5B，依據本揭露申請標的各種不同的實施例，顯示被納入一上室的冷卻劑預熱器510的另一實施例。如上述圖5A，該上窗支撐結構239及該錐形結構221加以顯示為包含延伸超過該介電窗215之外的（亦見圖6）一貯藏器/加熱器部分503B。一貯槽圍阻部分505B加以形成在該上窗支撐結構239的底面之下，且於該介電窗215的直徑之外。相似於以上參考圖5A所提供的描述，如果該液體在該介電窗215之上超過一預定深度，該堰體結構501允許液體流入該貯槽圍阻部分505B。在此例的傳熱流體515可能以圍繞著一通路513的一溫度控制區511加熱。

【0051】 該溫度控制區511可能與一外部溫度控制器（未顯示）加以耦合。供給至該外部溫度控制器的熱可能至少部分係以本技藝中習知的一些加熱方案加熱，該習知的加熱方案像是再利用自製造工廠中之設備的各種不同部分排出的熱及被排入設備冷卻部的熱。閱讀及理解本揭露申請標的後，在本技藝中一般技術水準者將認識提供熱至該溫度控制區511的一些其他方案。

【0052】 該通路513可能以在此所述的任何該傳熱流體或其他本技藝中習知的其他傳熱流體填充，或至少部分填充。該傳熱流體515可能相同或相似於在該通路513之中所包含的的傳熱流體。該通路513及該傳熱流體515二者可能接著以該溫度控制區511加以加熱以提供足夠的熱至熱管冷卻系統200（見圖2）以開始在此所述的二相熱力循環。

【0053】 關於圖5A及圖5B二者，在替代的或額外的實施例中，在該介電窗215已被加熱（例如，因為一電漿處理反應發生）之後，用以自該熱管冷卻系統200的一上部分移除熱的該傳熱流體可以用於加熱該貯槽圍阻部分505A、505B、或可以使用圖5A及圖5B二方法的結合。當貯槽圍阻部分505A、505B被加熱，蒸氣將冷凝在該介電窗215的一表面，因此再次開始在堰體結構501之上的液體流動且回到該貯槽圍阻部分505A及505B。如果該熱輸入係充分的，此液

體循環將導致該熱管冷卻系統200（見圖2）達到一恆溫狀態，在大約等於該錐形結構221的溫度。

【0054】圖5A及5B僅描述二種方法，允許將該介電窗215使用的傳熱流體的溫度升溫至充分的熱度以開始在此所述的該熱力製程。然而，閱讀及理解本揭露申請標的後，在本技藝中一般技術水準者將認識自冷卻狀態加熱該介電窗215以開始在此所述的二相製程的其他方法。與該介電窗215一起所使用的該傳熱流體的其他方法因此被認為係在本揭露申請標的的範圍之中。

【0055】圖6顯示根據各種不同的實施例之中的該上窗支撐結構239及該線圈支撐環227的一俯視圖600的一實施例。圖6已關聯於圖2、圖5A、及圖5B在上文被詳盡描述。圖6的該俯視圖600因此對這些圖式提供額外的細節及對本技藝中一般技術水準者提供額外的資訊。

【0056】總體而言，在此包含的本揭露申請標的描述或通常關聯於在一半導體製造環境（fab）之中可運作以且可用以冷卻工具的部分的該熱管冷卻系統。這些工具可包含各種不同類型的沉積（包含基於電漿之工具如原子層沉積（ALD）、化學氣相沉積（CVD）、電漿輔助CVD（PECVD）、等等）及蝕刻工具（如活性離子蝕刻（RIE）工具）。因此在各種不同的實施例中，本揭露申請標的關聯於一熱管理系統以冷卻一基於電漿之反應器。本揭露申請標的可能也與各種不同類型的熱爐（如快速熱退火及氧化）、離子佈植、及在各種不同半導體製造環境中會出現及本技藝中習知的各種不同的其他製程及量測工具一起使用。然而，本揭露申請標的不局限於半導體環境且可被用於一些機械工具環境之中，如在機器人組裝、製造、及加工環境（如，包含那些使用物理氣相沉積（PVD工具）的作業）之中的冷卻作業、以及各種不同的其他環境。閱讀及理解在此提供的本揭露申請標的後，在本技藝中一般技術水準者將理解

到本揭露申請標的的各種不同的實施例可能被用於其他類型的處理工具以及一廣泛的各種不同的其他工具、設備、及元件。

【0057】 如在此所使用，該詞「或」可能以包括性或排他性的意思理解。進一步，在本技藝中一般技術水準者在閱讀及理解被提供的本揭露之後將理解其他的實施例。進一步，在閱讀及理解在此提供的本揭露之後，本技藝中一般技術水準者將快速了解在此提供的技術及例子的各種不同的組合可能全被施用在各種不同的配置中。

【0058】 雖然各種不同的實施例係分別討論，這些個別的實施例不意在被設想為獨立的技術或設計。如上指出，每一各種不同的部分可能係內在關聯的且每一可能分別被使用或與其他在此討論的實施例結合。例如，雖然方法、操作、及製程的各種不同的實施例已加以描述，但這些方法、操作、及製程可能被分離地或以各種不同組合地加以使用。

【0059】 因此，可以做出許多修改及改變，此對閱讀及了解在此所提供的本揭露之後的本技藝中一般技術水準者而言將是顯而易見的。進一步，在本揭露範圍中功能性相當的方法及裝置，除了那些已枚舉的之外，將對前述的熟悉技藝者而言係顯而易見的。若干實施例、材料、及構造技術的部分及特徵可能被包含於其他實施例、材料、及構造技術，或被其取代。如此的修改及改變旨在落入隨附的請求項的範圍之中。因此，本揭露僅被隨附的請求項的文句，以及這些請求項所賦予的權利所相當的全部範圍所限制。也需要了解，此處所使用的術語僅係為描述具體實施例且非旨在進行限制。

例子

【0060】 在一第一例中，本揭露申請標的係包含具有一被截斷的上部分的一錐形結構的一熱管冷卻系統。該錐形結構配置在一介電窗之上。該錐形結

構冷凝來自在該介電窗及該錐形結構之間的一容積之中所形成的一第一傳熱流體的蒸氣。至少一冷卻線圈靠近該錐形結構的一外部部分而形成。

【0061】第一例的該至少一冷卻線圈運送其中的一第二傳熱流體。

【0062】在任何的前例中，於該介電窗被加熱的作業期間，該第一傳熱流體自該介電窗接收充分的熱以將該第一傳熱流體自液相轉變為蒸氣相，且在與錐形結構接觸之後，該蒸氣相自該冷凝蒸氣形成一冷凝液。

【0063】在任何的前述例子中，該至少一冷卻線圈靠近該錐形結構的外部部分而形成且與該錐形結構的外部部分直接熱接觸。

【0064】在任何的前述例子中，該第一傳熱流體係具有一可選擇的沸點及能夠在二相狀態（包含一液相狀態及一蒸氣相狀態）運作的一介電流體，以提供該介電窗的蒸發冷卻。

【0065】在該前述例子中，該可選擇的沸點係於該介電窗及該錐形結構之間的容積內的壓力下在大約55°C至大約270°C的範圍之中可選擇的。

【0066】在任何的前述例子中，該熱管冷卻系統包含與相對應於該錐形結構及該介電窗二者的外周邊機械連接的一上窗支撐結構。

【0067】在該前述例子中，毛細溝槽在該上窗支撐結構的一內部的一外周邊之上加以形成，以使該第一傳熱流體流過該介電窗的一最上表面。

【0068】在任何的前述例子中，該介電窗的一最上表面包含該第一傳熱流體流動於其中的一些毛細溝槽。

【0069】在任何的前述例子中，該介電窗的一最上表面包含一芯結構，該芯結構包含一或多類型的液體芯吸材料，該液體芯吸材料包含選自以下材料的一或多種材料：一網狀材料、一至少部分多孔的燒結粉末、一燒結陶瓷、及一燒結聚合物。

【0070】在任何的前述例子中，該熱管冷卻系統包含可被加熱的一貯槽。該貯槽靠近該介電窗而形成以啟動該第一傳熱流體的二相熱力循環。

【0071】在該前述例子中，該熱管冷卻系統包含一堰體結構，如果來自該第一傳熱流體的液體在該介電窗之上超過一預定深度，該堰體結構允許該液體流入該貯槽。

【0072】在任何的該前述例子中，該第一傳熱流體係分布於該介電窗之上的一層之中，該層係充分薄以減少泡沫形成在該第一傳熱流體之中。

【0073】在另一例中，本揭露申請標的係用於自基於電漿之反應器中的至少若干元件移除熱的一熱管理系統。該熱管理系統包含配置在一介電窗之上的一錐形結構。該錐形結構被配置以冷凝來自位於該介電窗及該錐形結構之間的容積之中的一第一傳熱流體的蒸氣。該錐形結構的一內表面有自該錐形結構的中央部分朝該錐形結構的一外部周圍的一下坡。至少一冷卻線圈被配置靠近於該錐形結構。該至少一冷卻線圈被配置以運送其中的一第二傳熱流體。

【0074】在該熱管理系統的另一例中，該錐形結構包含被截斷的一上部分，從而形成一類型的截頭錐形結構。該上部分設置成靠近該錐形結構的中央部分。

【0075】在該熱管理系統任何的前述例子中，在該基於電漿之反應器的一作業時，該第一傳熱流體自該介電窗接收充分的熱以使該第一傳熱流體自液相轉變為蒸氣相。與該錐形結構接觸之後，該蒸氣相自該被冷凝蒸氣形成一冷凝液。

【0076】在該熱管理系統任何的前述例子中，該至少一冷卻線圈形成在該錐形結構的一外部部分之上且與該錐形結構的該外部部分直接熱接觸。

【0077】在該熱管理系統任何的前述例子中，該第二傳熱流體藉由一外幫浦在該至少一冷卻線圈中循環。

【0078】在該熱管理系統的任何前述例子中，該錐形結構自一或多的導熱材料形成，該導熱材料包含選自以下材料的至少一材料：銅、銅合金、鋅合金、鋁、鋁合金、不鏽鋼、及高性能合金。

【0079】在該熱管理系統的任何前述例子中，該錐形結構自一或多的導熱材料形成，該導熱材料包含選自以下材料的至少一材料：碳浸漬介電材料及碳浸漬聚合材料。

【0080】在該熱管理系統的任何前述例子中，該介電窗的一最上表面包含該第一傳熱流體在其中流動的複數的毛細溝槽。

【0081】在該熱管理系統的任何前述例子中，該系統包含可以被加熱的一貯槽。該貯槽靠近該介電窗。該貯槽啟動該第一傳熱流體的二相熱力循環。

【0082】在該熱管理系統的任何前述例子中，該系統包含一堰體結構，如果該液體在該介電窗之上超過一預定深度，該堰體結構允許來自該第一傳熱流體的液體流入該貯槽。

【0083】在另一例中，本揭露申請標的係用於自一基於電漿之反應器之中的一介電窗移除熱的一熱虹吸器。該熱虹吸器包含配置在該介電窗之上的一錐形結構。該錐形結構加以配置以冷凝來自位於該介電窗及該錐形結構之間一容積之中的一第一傳熱流體的蒸氣。該錐形結構的一內表面具有自該錐形結構的中央部分往該錐形結構的一外部周圍的下坡。該系統也包含至少一冷卻線圈，其形成在該錐形結構上。該至少一冷卻線圈被配置以運送其中的一第二傳熱流體。配置以受加熱的一貯槽係靠近於該介電窗且在其之下而加以形成，以啟動該第一傳熱流體的二相熱力循環。

【0084】在該熱虹吸器的另一例中，包含一堰體結構，如果來自該第一傳熱流體的液體在該介電窗之上超過一預定的深度，該堰體結構允許該液體流入該貯槽。

【0085】在該熱虹吸器的任何前述例子中，該介電窗的一最上表面包含該第一傳熱流體流動於其中的複數毛細溝槽。

【0086】本揭露的摘要係被提供以允許讀者迅速確定本技術揭露的本質。該摘要係以其不被用以詮釋或限制本請求項的理解之下所提出。並且，在前述的實施方法中，可以見到各種不同的特徵可能在一實施例中為精簡本揭露而群組在一起。此揭露方法不應被詮釋為限制本案請求項。因此，下述的發明申請專利範圍在此併入實施方法章節，每一請求項位於一個別的實施例。

【符號說明】

【0087】

100:處理儀器

101:介電窗

103:氣體分布裝置

105:反應室

107:基板支撐件

109:基板

111:RF阻抗匹配電路

113:RF源

115:RF線圈

117:高濃度電漿

119:氣體供給件

200:熱管冷卻系統

201:扣件

203:密封劑材料

205:毛細溝槽

207:處理氣體注入器

209:毛細溝槽

211A:蒸氣

211B:傳熱流體冷凝液

213A:內側的激發RF天線

213B:外圍的激發RF天線

215: 介電窗

217:頂部絕緣板

219A:冷卻線圈

219B:傳熱流體

221:錐形結構

223: 埠絕緣板

225: 埠

227: 線圈支撐環

229:扣件

231:下窗支撐結構

235:通道

237:內部部分

239:上窗支撐結構

243:密封劑材料

301:孔位圓

400:第一圖案

401:溝槽

403:最上表面

410:第二圖案

411:溝槽

430:第三圖案

431:溝槽

500:冷卻劑預熱器

501:堰體結構

503A:貯藏器/加熱器部分

503B:貯藏器/加熱器部分

505A:貯槽圍阻部分

505B:貯槽圍阻部分

507:傳熱流體

509:電熱器元件

510:冷卻劑預熱器

511:溫度控制區

513:通路

515:傳熱流體

600:俯視圖

A:剖面

B:剖面

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種熱管冷卻系統，包含：

一錐形結構，其具有被截斷的一上部分，該錐形結構被配置以設置在一介電窗之上，該錐形結構係配置以將形成在該介電窗及該錐形結構之間的一容積中的一第一傳熱流體的蒸氣加以冷凝，該第一傳熱流體被配置以自該介電窗接收充分的熱以將該第一傳熱流體自液相轉變為蒸氣相而不沸騰，並且，在與該錐形結構接觸後，該蒸氣相自該被冷凝的蒸氣形成一冷凝液；及

至少一冷卻線圈，靠近於該錐形結構的一外部部分加以形成，其中該至少一冷卻線圈係配置以運送一第二傳熱流體於其中。

【請求項2】如請求項1之熱管冷卻系統，其中，在該介電窗被加熱的一作業期間，該第一傳熱流體被配置以自該介電窗接收充分的熱以將該第一傳熱流體自液相轉變為蒸氣相。

【請求項3】如請求項1之熱管冷卻系統，其中靠近該錐形結構的該外部部分而形成的該至少一冷卻線圈係與該錐形結構的該外部部分直接熱接觸。

【請求項4】如請求項1之熱管冷卻系統，其中該第一傳熱流體係一介電流體，該介電流體具有一可選擇的沸點且能夠在一二相狀態運作以提供該介電窗的蒸發冷卻，該二相狀態包含一液相狀態及一蒸氣相狀態。

【請求項5】如請求項4之熱管冷卻系統，其中該可選擇沸點，於該介電窗及該錐形結構之間的該容積之中的一壓力下，可選自大約55 °C至大約270 °C的範圍。

【請求項6】如請求項1之熱管冷卻系統，進一步包含與該錐形結構及該介電窗二者的相對應的外周邊呈機械連接的一上窗支撐結構。

【請求項7】如請求項6之熱管冷卻系統，其中毛細溝槽形成在該上窗支撐結構的一內部的一外周邊之上且加以配置使該第一傳熱流體流過在該介電窗的一最上表面。

【請求項8】如請求項1之熱管冷卻系統，其中該介電窗的一最上表面包含該第一傳熱流體流動於其中的複數的毛細溝槽。

【請求項9】如請求項1之熱管冷卻系統，其中該介電窗的一最上表面包含一芯結構，該芯結構包含一或多類型的液體芯吸材料，該液體芯吸材料包含選自以下材料的一或多種材料：網狀材料、至少部分多孔的燒結粉末、燒結陶瓷、及燒結聚合物。

【請求項10】如請求項1之熱管冷卻系統，進一步包含一貯槽，配置以受到加熱，該貯槽靠近該介電窗而形成以啟動該第一傳熱流體的一二相熱力循環。

【請求項11】如請求項10之熱管冷卻系統，進一步包含一堰體結構，如果來自該第一傳熱流體的液體在該介電窗上方超過一預定的深度，該堰體結構允許該液體流入該貯槽。

【請求項12】如請求項1之熱管冷卻系統，其中該第一傳熱流體分布在該介電窗之上的一層之中，該層充分薄以減少在該第一傳熱流體中的泡沫形成。

【發明圖式】

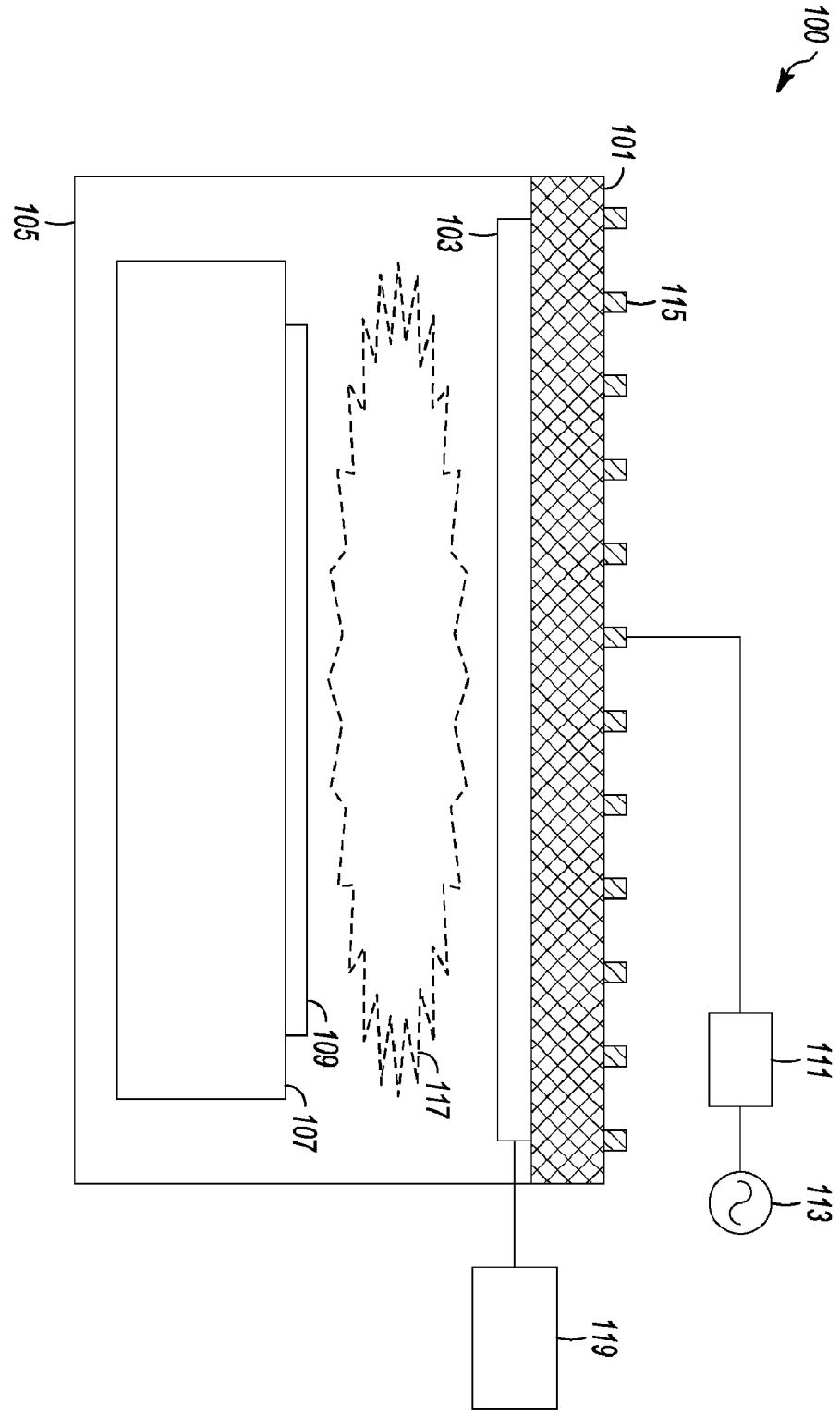


圖 1

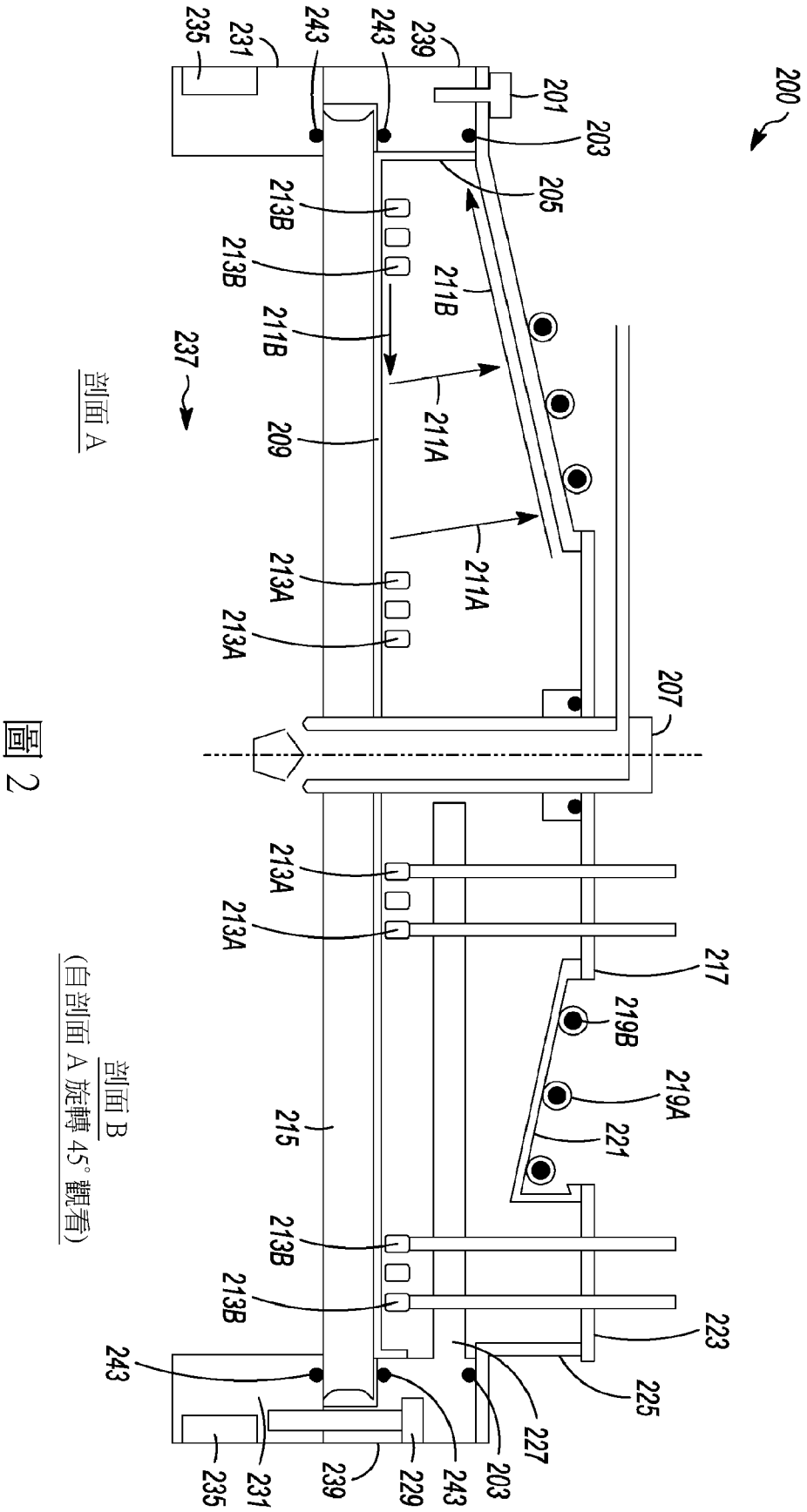

200
201
203
205
207
209
211A
211B
213A
213B
215
217
219A
219B
221
223
225
227
229
231
235
237
239
243
剖面 A
剖面 B
(自剖面 A 旋轉 45° 觀看)

圖 2

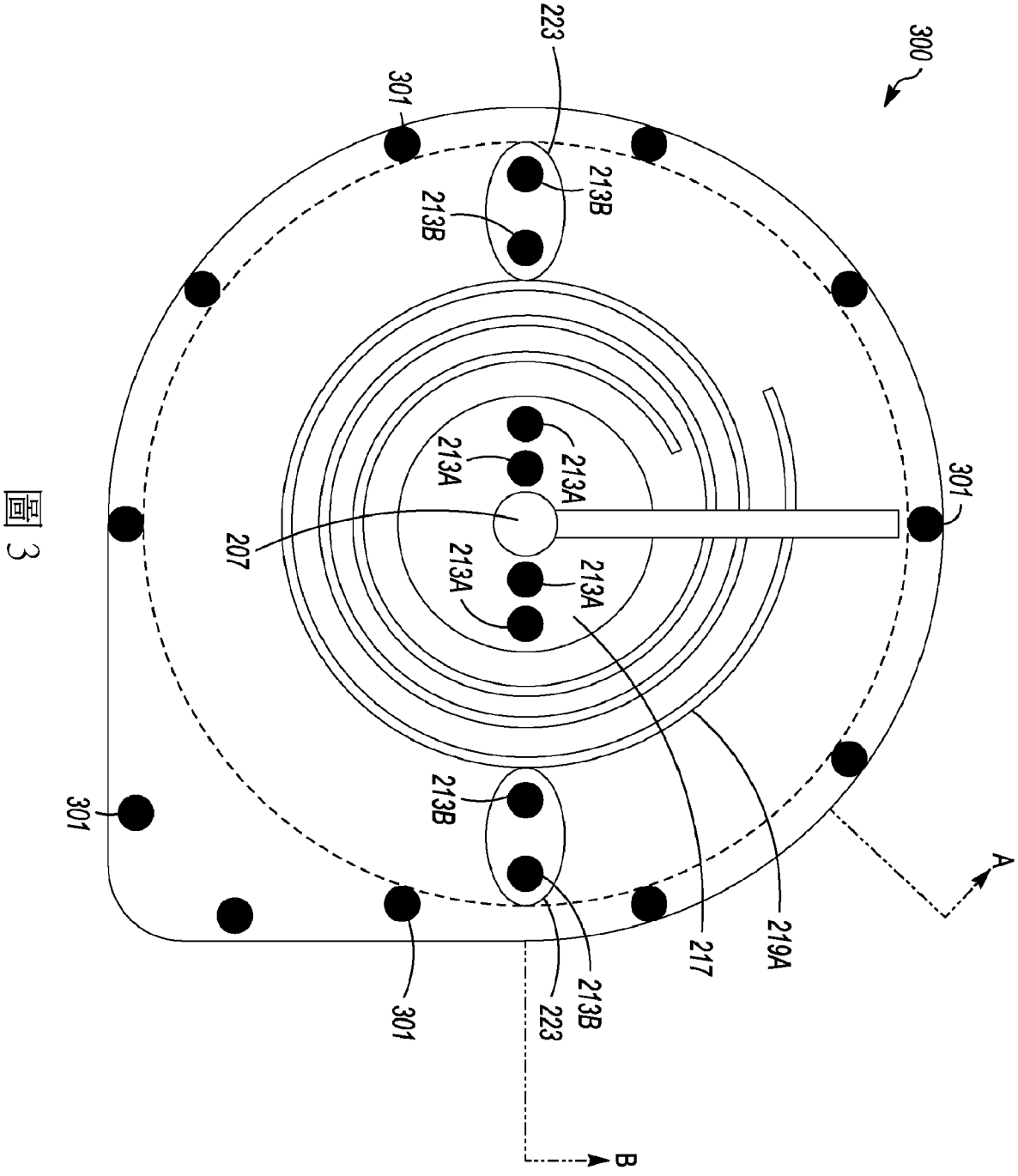

300
223
301
213B
213B
213A
213A
207
213A
213A
301
213B
301
301
217
219A
213B
223
301
A
B

圖 3

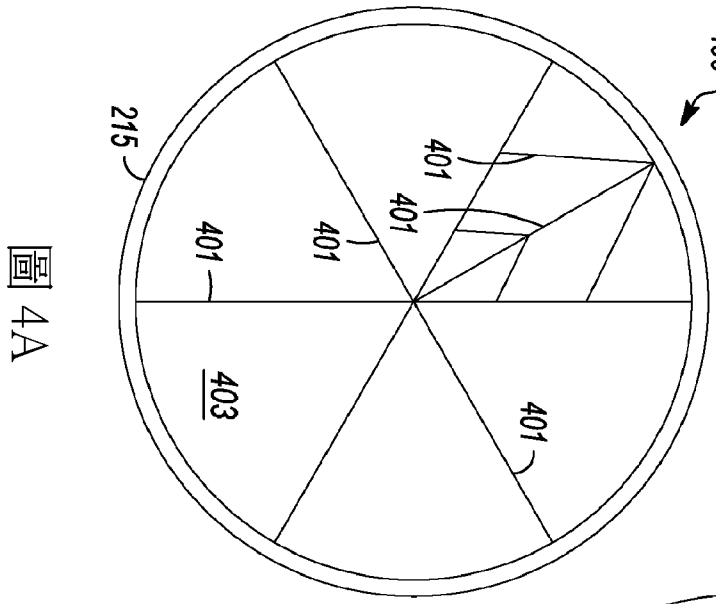

400
215
401
401
401
401
401
403

圖 4A

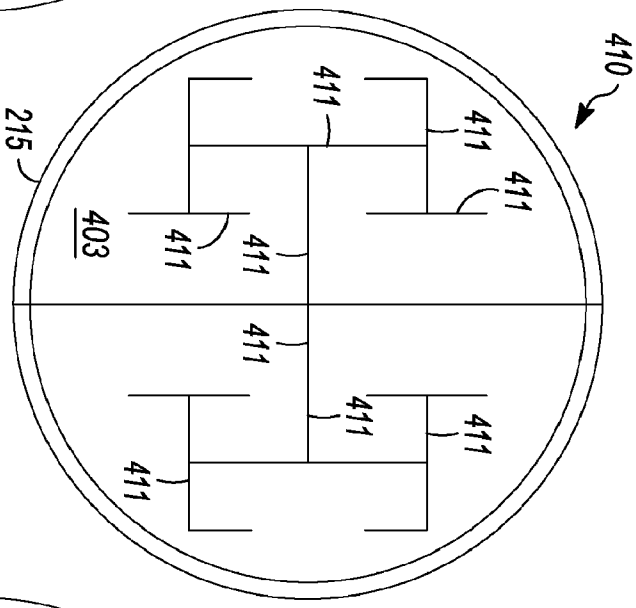

410
215
411
411
411
411
411
411
411
411
411
411
403

圖 4B

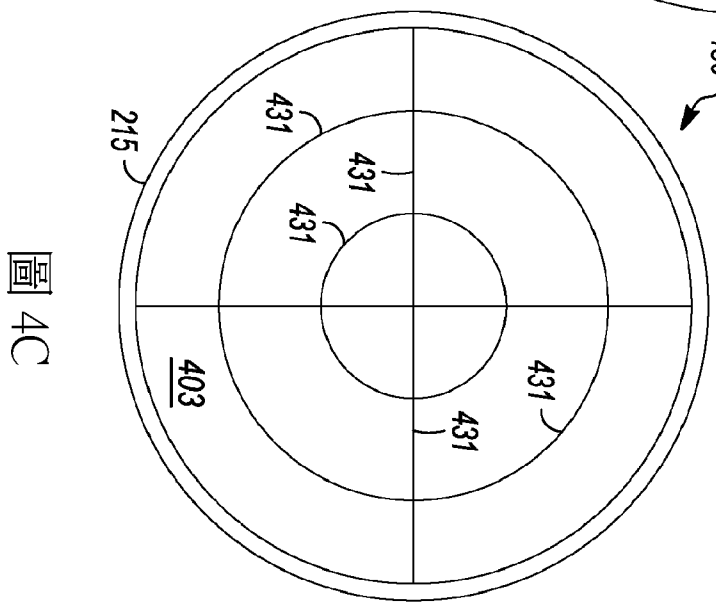

430
215
431
431
431
431
431
431
403

圖 4C

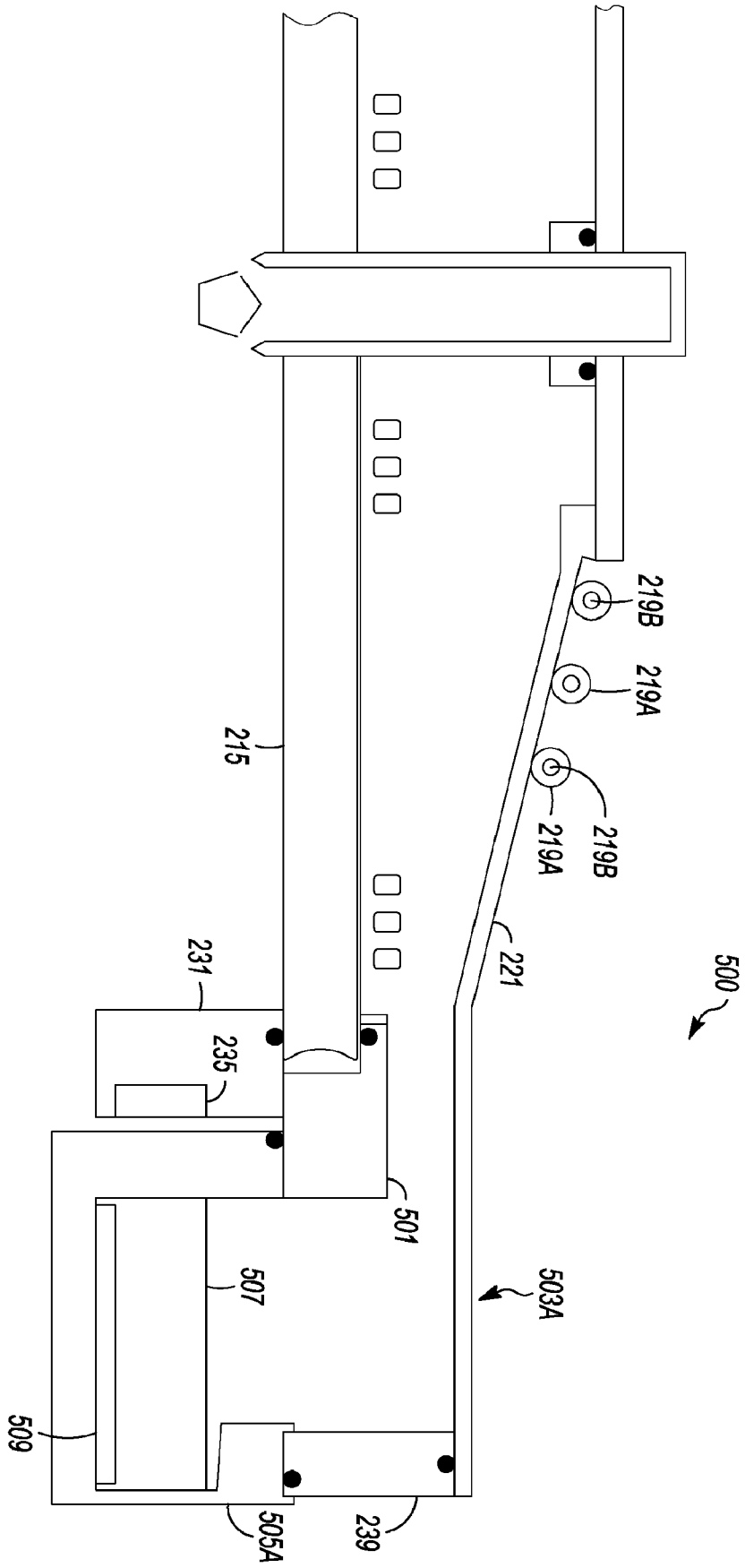

219B
219A
215
219A
219B
231
221
500
235
501
507
503A
509
505A
239

圖 5A

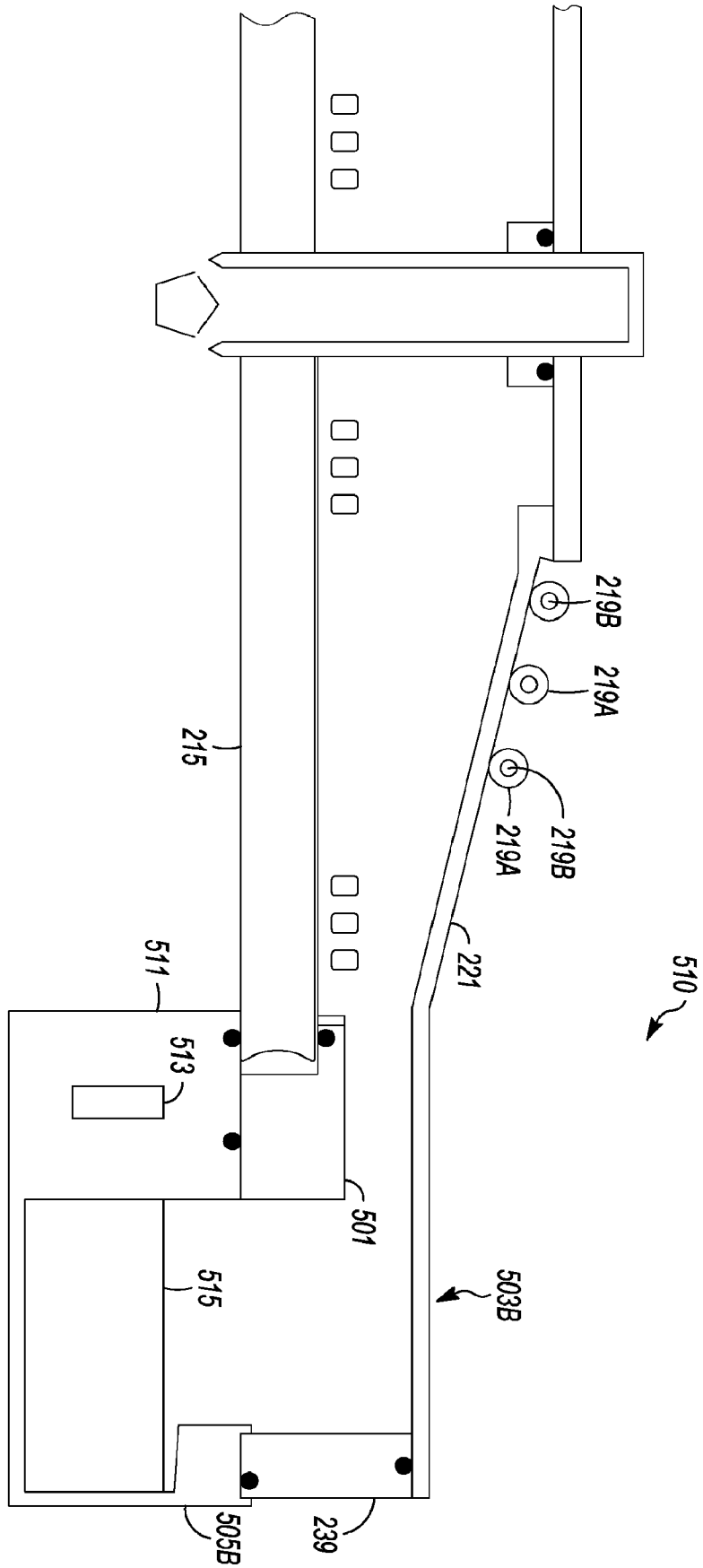


圖 5B

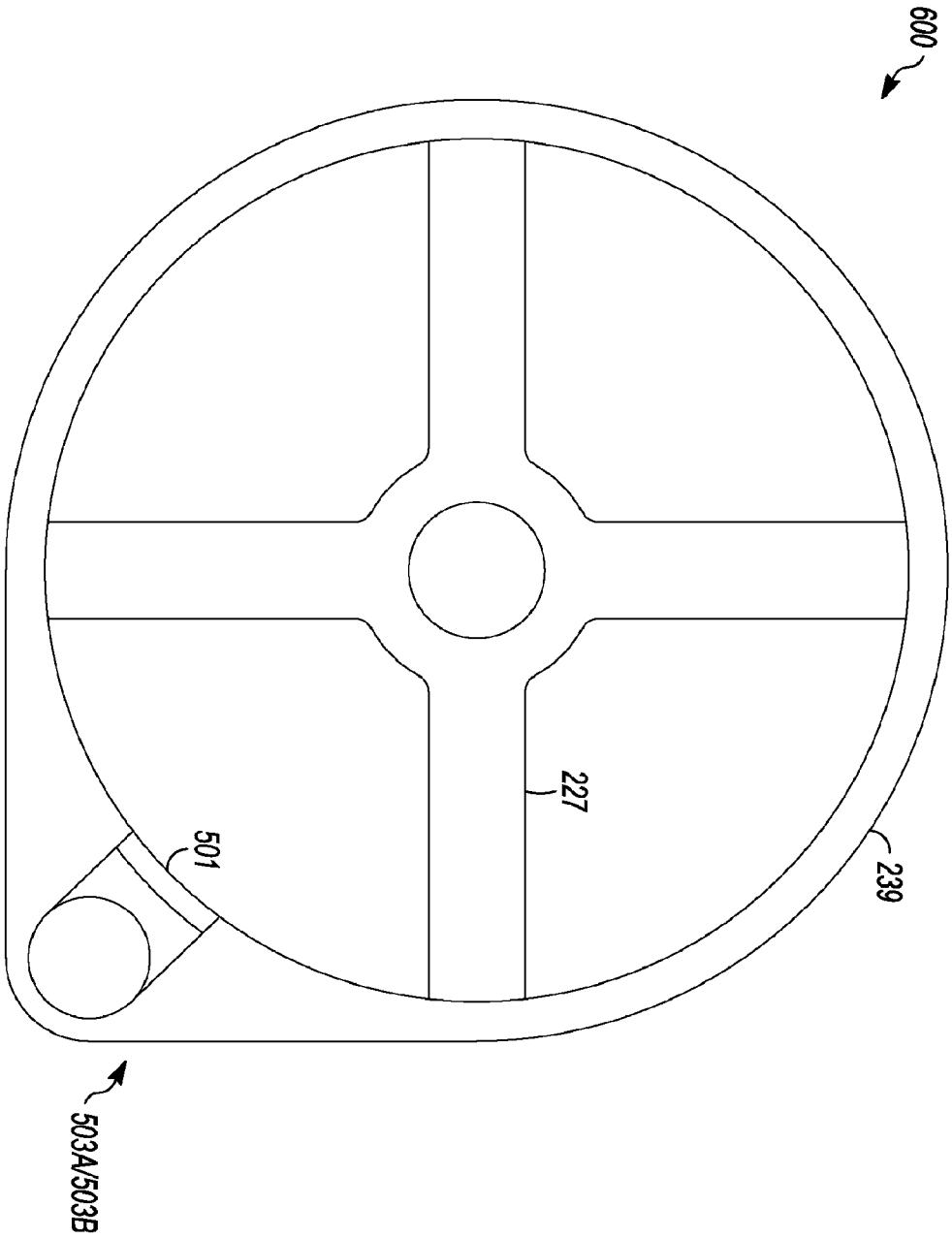


圖 6