



(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 I710042 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：108104880

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 14 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/67 (2006.01)**

(30)優先權：2018/02/23 美國 62/634,693

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

(72)發明人：劉 樹坤 LAU, SHU-KWAN (HK)；葉祉淵 YE, ZHIYUAN (CN)；朱作明 ZHU, ZUOMING (CN)；妙 尼 O MYO, NYI O. (US)；山契斯 艾羅安東尼歐 C SANCHEZ, ERROL ANTONIO C. (US)；諸 紹芳 CHU, SCHUBERT (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 201212126A

TW 201802868A

US 2017/0103907A1

審查人員：趙芝婷

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：8 共 58 頁

(54)名稱

藉由脈衝或剖面點加熱作磊晶(EPI)厚度調諧

(57)摘要

本文所述的實施例提供處理腔室，該處理腔室包括：用於處理容積的外殼；外殼內的可旋轉支撐件，該支撐件具有延伸到外殼外部的軸，其中軸具有位於處理容積外部的信號特徵；外殼內的能量模組，其中軸延伸通過能量模組、耦合到外殼的一個或多個定向能量源；及定位在信號特徵附近的一個或多個信號器，將每個信號器耦合到定向能量源中的至少一個。

Embodiments described herein provide processing chambers that include an enclosure for a processing volume, a rotatable support within the enclosure, the support having a shaft that extends outside the enclosure, wherein the shaft has a signal feature located outside the processing volume, an energy module within the enclosure, wherein the shaft extends through the energy module, one or more directed energy sources coupled to the enclosure, and one or more signalers positioned proximate to the signal feature, each signaler coupled to at least one of the directed energy sources.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 處理腔室
- 102 . . . 外殼
- 103 . . . 處理容積
- 104 . . . 內殼
- 106 . . . 第一部分
- 108 . . . 第二部分
- 110 . . . 第三部分
- 112 . . . 基座
- 114 . . . 基座支撐件
- 116 . . . 軸
- 118 . . . 臂
- 120 . . . 提升銷
- 122 . . . 能量模組
- 124 . . . 容器
- 126 . . . 開口
- 128 . . . 旋轉致動器
- 130 . . . 線性致動器
- 132 . . . 接觸構件
- 134 . . . 馬達
- 136 . . . 密封件
- 138 . . . 進出埠
- 140 . . . 入口埠
- 142 . . . 排氣埠
- 144 . . . 信號特徵
- 146 . . . 信號器
- 148 . . . 反射器
- 150 . . . 定向能量源
- 152 . . . 電源
- 154 . . . 控制器
- 156 . . . 發射器
- 158 . . . 開口

圖 1

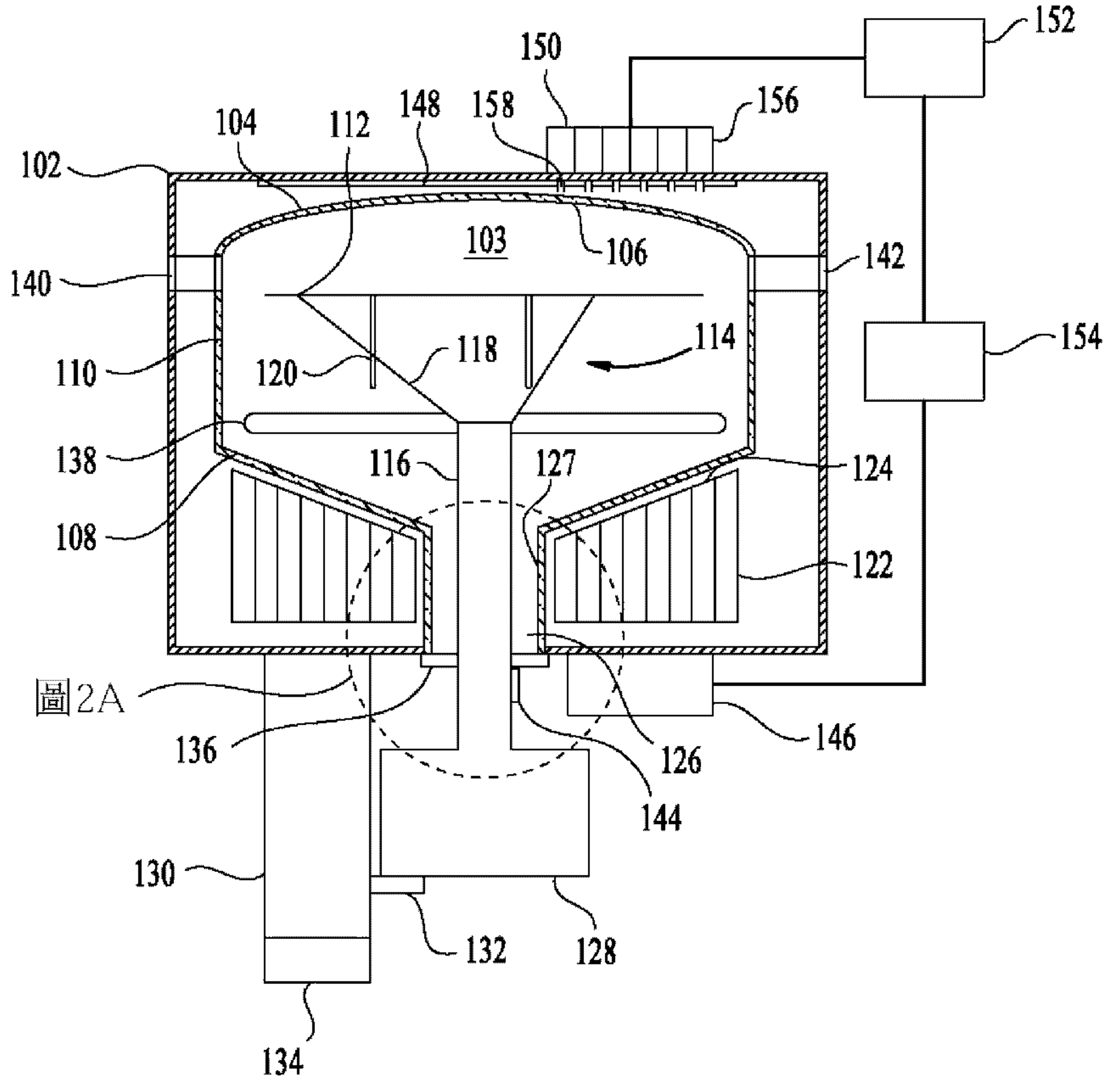


圖 2A





I710042

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】藉由脈衝或剖面點加熱作磊晶(EPI)厚度調諧

【英文發明名稱】EPI THICKNESS TUNING BY PULSE OR PROFILE SPOT

HEATING

【中文】

本文所述的實施例提供處理腔室，該處理腔室包括：用於處理容積的外殼；外殼內的可旋轉支撐件，該支撐件具有延伸到外殼外部的軸，其中軸具有位於處理容積外部的信號特徵；外殼內的能量模組，其中軸延伸通過能量模組、耦合到外殼的一個或多個定向能量源；及定位在信號特徵附近的一個或多個信號器，將每個信號器耦合到定向能量源中的至少一個。

【英文】

Embodiments described herein provide processing chambers that include an enclosure for a processing volume, a rotatable support within the enclosure, the support having a shaft that extends outside the enclosure, wherein the shaft has a signal feature located outside the processing volume, an energy module within the enclosure, wherein the shaft extends through the energy module, one or more directed energy sources coupled to the enclosure, and one or more signalers positioned proximate to the signal feature, each signaler coupled to at least one of the directed energy sources.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100 處理腔室

102 外殼

- 1 0 3 處 理 容 積
- 1 0 4 內 殼
- 1 0 6 第 一 部 分
- 1 0 8 第 二 部 分
- 1 1 0 第 三 部 分
- 1 1 2 基 座
- 1 1 4 基 座 支 撐 件
- 1 1 6 軸
- 1 1 8 臂
- 1 2 0 提 升 銷
- 1 2 2 能 量 模 組
- 1 2 4 容 器
- 1 2 6 開 口
- 1 2 8 旋 轉 致 動 器
- 1 3 0 線 性 致 動 器
- 1 3 2 接 觸 構 件
- 1 3 4 馬 達
- 1 3 6 密 封 件
- 1 3 8 進 出 埠
- 1 4 0 入 口 埠
- 1 4 2 排 氣 埠
- 1 4 4 信 號 特 徵
- 1 4 6 信 號 器
- 1 4 8 反 射 器

1 5 0 定向能量源

1 5 2 電源

1 5 4 控制器

1 5 6 發射器

1 5 8 開口

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】藉由脈衝或剖面點加熱作磊晶(EPI)厚度調諧

【英文發明名稱】EPI THICKNESS TUNING BY PULSE OR PROFILE SPOT HEATING

【技術領域】

【0001】本發明的實施例通常涉及具有可控制加熱的熱處理腔室。具體地，本文所述的熱處理腔室具有定向能量源，該定向能量源被配置為加熱設置在腔室中的基板的特定位置，用於處理基板。

【先前技術】

【0002】熱處理通常用於改變物品的性質。在半導體製造中，可對基板進行熱處理，以改變基板的原子結構、以促進材料在基板上的沉積、及/或從基板移除材料或促進材料的移除。在熱處理對熱處理的溫度敏感的程度，在處理期間基板上的溫度不均勻性可能導致處理結果的不均勻性。例如，若在熱處理期間將材料沉積在基板上，則沉積速率可取決於基板的局部溫度或基板表面附近的位置處的局部溫度。沉積速率的差異可能導致跨基板沉積的材料厚度的差異，其可能導致在基板上形成的裝置的功能性中的不可接受的不均勻性。

【0003】在處理期間基板上的溫度不均勻性可由處理腔室中的各種結構的熱和光性質產生，諸如具有不同熱和光性質的不同物體和表面以及在腔室的處理環境內的不同取向。處理不均勻性的其他來源亦可能影響處理的結



果。在具有圓形或圓柱形幾何形狀的處理系統中，不均勻性可具有徑向圖案及/或方位角圖案。典型地通過在徑向區域中的加熱調整，來解決不均勻性的徑向圖案。解決由離散腔室結構(諸如基板支撐件和運輸結構)產生的方位角圖案更具挑戰性。

**【0004】** 隨著裝置幾何尺寸的不斷下降，半導體處理的均勻性變得要求更高。奈米等級的不均勻性在高級維度節點處越來越成問題。對於減少在熱處理腔室中的處理不均勻性的處理設備和方法存在持續需求。

**【發明內容】**

**【0005】** 本文所述的實施例提供了一種處理腔室，包括：用於處理容積的外殼；在外殼內的可旋轉支撐件，該支撐件具有延伸到外殼外部的軸，其中軸具有位於處理容積外部的信號特徵；在外殼內的能量模組，其中軸延伸通過能量模組；一個或多個定向能量源，將一個或多個定向能量源耦合到外殼；及一個或多個信號器，將一個或多個信號器定位在信號特徵附近，將每個信號器耦合到定向能量源中的至少一個。

**【0006】** 本文所述的其他實施例提供了一種處理腔室，包括：用於處理容積的外殼；在外殼內的可旋轉支撐件，該支撐件具有延伸到外殼外部的軸；在外殼內的能量模組，其中軸延伸通過能量模組；旋轉致動器，將旋轉致動器耦合到軸；定向能量源，將定向能量源耦合到外殼；

及控制器，將控制器耦合到旋轉致動器和定向能量源，控制器被配置為使支撐件的旋轉與定向能量源的操作同步。

【0007】 本文所述的其他實施例提供了一種處理腔室，包括：用於處理容積的外殼；在外殼內的可旋轉支撐件，該支撐件具有延伸到外殼外部的軸，其中軸具有複數個信號特徵；在外殼內的能量模組，其中軸延伸通過能量模組；一個或多個定向能量源，將一個或多個定向能量源耦合到外殼；一個或多個信號器，將一個或多個信號器定位在信號特徵附近；及控制器，將控制器耦合到一個或多個信號器和一個或多個定向能量源。

【圖式簡單說明】

【0008】 因此，可詳細地理解本揭示的上述特徵的方式，可通過參考實施例得到上文簡要概述的本揭示的更具體的描述，其中一些實施例在附圖中示出。然而，應注意的是，附圖僅示出了示例性實施例，而因此不應視為限制其範疇，並且可允許其他同等有效的實施例。

【0009】 圖1是根據一個實施例的處理腔室的示意性截面側視圖。

【0010】 圖2A是圖1的處理腔室的一部分的詳細視圖。

【0011】 圖2B和2C是示出在圖1的處理腔室中的各種信號特徵的實施方式的示意性配置視圖。

【0012】 圖3A是根據另一實施例的處理腔室的部分橫截面視圖。

【0013】 圖3B是圖3A的處理腔室的示意性頂視圖。



【0014】 圖3C是根據另一實施例的處理腔室的示意性頂視圖。

【0015】 圖3D是根據一個實施例的輻射源的示意性側視圖。

【0016】 圖4A是根據另一實施例的處理腔室的部分橫截面視圖。

【0017】 圖4B是圖4A的處理腔室的示意性頂視圖。

【0018】 圖5是根據另一實施例的處理腔室的部分橫截面視圖。

【0019】 圖6是根據又一實施例的處理腔室的示意性橫截面視圖。

【0020】 圖7是概述根據又一實施例的方法的流程圖。

【0021】 圖8A - 圖8B是根據另一實施例的操作中的基座的頂視圖。

【0022】 為了促進理解，在可能的情況下，已使用相同元件符號，來表示在附圖中共同的相同元件。可預期的是，一個實施例的元件和特徵可有利地併入其他實施例中而無需進一步敘述。

#### 【實施方式】

【0023】 本文揭示了一種處理腔室，包括用於處理容積的外殼。將可旋轉支撐件設置在外殼內。支撐件具有延伸到外殼的外部的軸。將能量模組設置在外殼內。將定向能量源耦合到外殼。處理腔室亦包括信令和激活設備，用於使定向能量源的激活與支撐件的旋轉同步。在本文所述的

處理腔室中，將定向能量源與支撐件的旋轉同步地脈動，以提供對設置在支撐件上的基板進行方位角局部點加熱，以便利用方位角圖案來解決熱不均勻性。因此，處理腔室具有在處理期間補償具有方位角分量的基板熱不均勻性的能力。

【0024】圖1是根據一個實施例的處理腔室100的示意性側視圖。處理腔室100具有用於處理容積103的外殼102，處理容積103可由外殼102或由內殼104來限定。圖1的內殼104由第一部分106、第二部分108、及第三部分110來限定，第三部分110將第一部分106與第二部分108連接以限定處理容積103。第一部分106和第二部分108由傳輸選定波長的輻射的材料製成，如下文進一步描述。

【0025】包括基座112，用於在處理期間在基座112上支撐基板。將基座112設置在處理容積103中，例如在內殼104內，並且在外殼102內。基座112在處理期間支撐基板並且吸收通過第二部分108傳輸的輻射，該第二部分108加熱基座112。被基座112吸收的熱通過與基板的接觸或通過在基座112與基板之間的氣體傳導，或者從基座112輻射到基板。在一些情況下，基座112包括將基板升高到基座112的表面上方的突起(未示出)。基座112在圖1中顯示為盤狀構件，但是在一些實施例中，基座112可以是僅與基板的邊緣接觸的環形支撐件。



【0026】 基座112典型地由吸收第一光譜輻射(例如，主要是可見光)的材料製成，並且發射不同於第一光譜的第二光譜輻射(例如，主要是紅外線輻射)，用於處理設置在基座上的基板。基座可以由諸如石英、石墨、矽、或碳化矽的材料或其混合物構成，並且可將基座塗覆任何該等材料。在一個示例中，基座是碳化矽。在另一示例中，基座是塗覆有碳化矽的矽或塗覆有碳化矽的石墨。

【0027】 將基座112設置在基座支撐件114上，基座支撐件114具有用於支撐基座112的複數個臂118。可將基座112放在臂118上，或可將基座112附接到臂118。臂118從軸116突出，軸116通過在外殼102的壁中的開口126延伸到外殼102外部。由密封件136密封開口，密封件136在減壓操作期間減少或防止環境氣體侵入外殼102。軸116可旋轉，並因此可通過耦合到旋轉致動器128，使基座支撐件114和基座112圍繞基座112的基板接收表面上的一點旋轉。支撐件114可在其旋轉方向的軸線上線性移動，亦即，可通過將軸耦合到線性致動器130，來升高和降低支撐件114。線性致動器130包括接觸構件132和馬達134，該接觸構件132接觸支撐件114，該馬達134線性地移動接觸構件132，以使支撐件114沿其旋轉軸線來線性移動。以此方式，可將支撐件114升高和降低。基座支撐件114典型地由諸如石英、二氧化矽、或藍寶石的材料製成，該材料最小化意圖加熱基座的輻射的吸收。



【0028】 將基板定位在基座112上以用於處理基板。將基座112下降到基板裝載和卸載位置，使得基座112是定位在進出埠138的水平面下方，如圖1中的處理腔室100的後部所示。線性致動器130縮回支撐件114，使基座朝向第二部分108移動。在圖1的實施例中，將提升銷120耦合到基座112，懸掛在基座112中形成的開口中。當基座112朝向第二部分108移動時，提升銷120接觸第二部分108，並且提升銷120的上端在基座112上方延伸到基板裝載和卸載位置。基板處理器(未示出)通過進出埠138到達，以將基板放在提升銷120上或從提升銷120取回基板。當基板放在提升銷120上時，可由線性致動器130將支撐件114移動到處理位置，在處理中將基板從提升銷120上提升。應注意的是，在一些實施例中，提升銷120可由分開的致動器來分開致動。

【0029】 在處理期間，由能量模組122將能量施加到基座112。圖1的能量模組122包括設置在各個容器124中的複數個能量發射器。在一個實施例中，容器124可以是在殼體中形成的管，並且能量發射器可以是燈或其他輻射發射器(諸如LED、雷射、VCSEL等)。能量發射器利用熱輻射照射基座112，熱輻射加熱基座112。基座112又將熱量傳導及/或輻射到設置在其上的基板。可將處理氣體通過入口埠140提供到外殼102，入口埠140通過外殼102的壁形成，並且在此情況下處理氣體還通過內殼104的壁(例如入口埠通過第三部分110形成)，用於對在處理

容積 103 內的基板執行處理。應注意的是，在使用內殼 104 的情況下，可使用兩個不同的入口埠，來允許處理氣體進入內殼 104。也就是說，第一入口埠（諸如入口埠 140）可通過外殼 102 的壁形成，並且不與第一入口埠相鄰或共處一地的第二入口埠（圖 1 中未示出）可通過內殼的壁形成。

**【0030】** 將處理氣體源（未示出）耦合到入口埠 140，以使處理氣體流到基板的附近。可通過激活旋轉致動器 128，在處理期間旋轉基板。氣體與基板相互作用，並且在一些情況下氣體與基板反應。廢氣通過在外殼 102 的壁中形成的排氣埠 142 流出外殼 102 並且在一些情況下流出內殼 104，在此情況下排氣埠通過內殼 104 的壁形成。如上文關於入口埠 140 所述，在一些情況下，可使用兩個排氣埠。將真空源（未示出）耦合到排氣埠 142，以從處理腔室 100 排出氣體並且在外殼 102 內部保持真空。

**【0031】** 第二部分 108 的形狀通常遵循能量模組 122 的與第二部分 108 相鄰的表面的形狀。第二部分 108 由對從能量模組 122 發射到基座 112 的能量基本上透明的材料製成。在其他情況下，第二部分 108 可由吸收來自能量模組 122 的輻射並且從其向基座 112 發射輻射的材料製成。第二部分 108 具有中空頸部 127，中空頸部 127 向下延伸到外殼 102 中的開口 126，以允許軸 116 通過其延伸且然後從開口 126 向外延伸。第二部分 108 的頸部 127 和軸 116 延伸通過能量模組 122 中的開口，該開口位於外殼



102的下壁與第二部分108之間。如上文所述，在一些情況下，沒有內殼104。在彼等情況下，在能量模組122與基座112之間沒有第二部分108。

【0032】 處理腔室100包括面向基座112定位的反射器148。在處理期間，反射器148將由設置在基座112上的基板發射的輻射反射回向基板。

【0033】 將定向能量源150設置在外殼102外部，並且將定向能量源150耦合到外殼102。亦可將定向能量源150設置在外殼102內部。例如，可將定向能量源150附接到外殼102的壁的内部表面，且在此情況下在外殼102與第一部分106之間。在一些情況下，若可將定向能量源150的溫度適當地保持足夠低，則將定向能量源150僅設置在外殼102內部，以減少對定向能量源150的損壞的發生。例如，定向能量源150可藉由將冷卻流體循環通過定向能量源150來冷卻。定向能量源150產生定向熱輻射。將定向能量源150以使得定向能量源150能夠將定向熱輻射發射到外殼102中並且朝向基座112的方式耦合到外殼。

【0034】 定向能量源150包括發射定向熱輻射的一個或多個發射器156。將發射器156耦合到電源152，電源152為發射器156供電以發射定向熱輻射。發射器156可以是雷射、LED、及VCSEL的任何組合，以及用於將由發射器156發射的熱輻射導向期望方向的光元件。在一種情況下，發射器156是通過光纖耦合到外殼102的雷射二



極體陣列。在其他情況下，發射器 156 可以是安裝到外殼 102 的固態雷射。第一部分 106 和第二部分 108 由對定向熱輻射的至少一部分基本上透明的材料製成。例如，第一部分 106 和第二部分 108 可由石英或藍寶石製成。

【0035】發射器 156 可發射脈衝輻射或連續輻射。在一個實施例中，發射器 156 發射對寬頻帶成單色的輻射的光譜，其中 UV、可見光、及紅外光譜中的波長範圍為 200 nm 至 2  $\mu$  m。當使用雷射時，雷射可通過功率循環、電子快門、及 Q 開關的任何組合來脈衝。

【0036】可採用折射和反射光元件，將由發射器 156 發射的熱輻射引導到與基座 112 相鄰的目標位置，基板在處理期間是定位在該目標位置中。可將開口 158 (其可替代地是窗口) 提供在反射器 148 中，以將定向熱輻射通過反射器 148 傳遞到基座 112。或者，反射器 148 可由對定向熱輻射基本上透明的材料製成。在這種示例中，可不在反射器 148 中形成開口。例如，反射器可由允許大多數在 1.1  $\mu$  m 或低於 1.1  $\mu$  m 的輻射傳遞通過並且反射大多數高於大約 1.5  $\mu$  m 的輻射的材料製成。

【0037】如上文所述，發射器 156 是由電源 152 供電，並且可將可選的控制器 154 耦合到電源 152 以控制其操作。軸 116 包括在軸 116 上的一個或多個信號特徵 144，以控制定向能量源 150 的操作。信號特徵 144 用於 (例如) 觸發定向能量源 150 的操作，如下文所述。

【0038】 將信號器146定位在信號特徵144附近，以接收來自信號特徵144的信令。將信號器146通過直接耦合到電源152、耦合到控制器154、或耦合到在定向能量源150的輸出處的控制機制（諸如發射器156的電子快門），來耦合到定向能量源150。信號器146接收來自信號特徵144的信號並且產生控制由定向能量源150發射的定向熱輻射的信號。將信號從信號器146傳輸到控制器154、電源152、及/或定向能量源150。信號特徵144和信號器146用於使定向能量源150的操作與支撐件114的旋轉同步，使得當支撐件114旋轉時，由定向能量源150發射的能量可指向特定位置。

【0039】 圖2A是處理腔室100的一部分的詳細視圖。在圖2A的視圖中，示出了信號特徵的一個實施方式。軸116具有至少一個信號特徵202在其上。在一個實施例中，信號特徵202是軸116的反射部分。軸116的旋轉是由箭頭203指示。圖2A中的信號器146朝向軸116發射光信號。當軸116旋轉時，信號特徵202（其可以是固定到軸116的反射材料的條帶，或者僅僅是軸116的拋光部分（其比軸116的其餘部分更具反射性））旋轉以與信號器146發射的光信號配準。當軸116到達發生這種配準的角位置時，來自信號器146的電磁能量從信號特徵202反射到位於信號器146中的偵測器。

【0040】 偵測反射的電磁能量可觸發定向能量源150的發射，以使得定向熱能量的脈衝朝向設置在基座112上



的基板發射。可基於信號特徵 202 的反射性質，從定向能量源 150 觸發輻射輸出的脈衝。每次從定向能量源 150 發射定向熱能量時，定向能量源 150 的輻射輸出的固定方向使得基板的相同位置接收定向熱能量。例如，通過基於（例如）在偵測到來自軸 116 的反射的特定改變之後的固定時間來定時定向熱能量的脈衝的發射，接收定向熱能量的脈衝的基板上的位置對於定向熱能量的每個脈衝將會是相同的位置。同樣地，定向能量源 150 可被配置為使得隨著軸 116 的每個完整旋轉，發射定向熱能量的脈衝，並且在定位在基座 112 上的基板上的相同位置處接收定向熱能量的脈衝。

**【0041】** 或者，可將軸 116 的完整旋轉的數目設定為大於 1。然而，只要發射定向熱能量的脈衝的觸發事件是相同的，則基板上的相同位置將接收定向熱能量的重複照射。而且，若使用諸如控制器 154 的控制器，而不是（或者除此之外）僅僅觸發來自定向能量源 150 的脈衝，則可通過偵測反射的電磁能量來激活更複雜的操作，如下文進一步描述。

**【0042】** 圖 2B 和 2C 是示出有益於觸發定向熱能量脈衝的發射的各種信令配置的實施方式的示意性配置視圖。圖 2B 和圖 2C 的視圖是從上方向下看軸 116。在圖 2B 中，軸 116 包括一個或多個突起 204，並且信號器 146 包括可按壓開關 206。當軸 116 旋轉時（如箭頭 203 指示），突起 204 實體地按壓開關 206 以操作信號器 146。軸 116



可具有任何數目的突起 204。如圖 2B 所示，在軸上的等距角位置(即  $120^\circ$ )處形成三個突起 204，以  $120^\circ$  的旋轉間隔從定向能量源 150 產生脈衝，引導到基板表面上的三個特定的不同區域。這種佈置可用於(例如)補償在基板表面上的冷點，這是由於位於基板下方的基座 112 中的提升銷 120(圖 1 所示)的頭部以  $120^\circ$  的間隔存在。

**【0043】** 可將突起 204 定位在軸 116 上並且與提升銷 120 對準(例如，在與提升銷位置成圓形配準的  $120^\circ$  角位置處)。在該情況下，當提升銷 120 在定向能量源 150 下方移動時，突起 204 按壓開關 206，並且定向能量源 150 向基板發射定向熱能量的脈衝，以補償通過其下方的提升銷 120 的存在而產生的基板上的冷點。注意到，在這種情況下，提升銷 120 典型位於距基座 112 的中心的單個徑向距離處，因此定向能量源 150 可位於距基座 112 的中心相同的徑向距離處。

**【0044】** 圖 2C 示出信號特徵 202 和突起 204 的組合。在圖 2C 中，將信號特徵 202 設置在突起 204 中的一個上。第一信號器 146A 具有用於與突起 204 相互作用的可按壓開關 206，而同時第二信號器 146B 具有光信號發射器和光偵測器以偵測信號特徵 202。以此方式，可獨立地控制定向能量源 150 的不同行為。

**【0045】** 注意到，突起 204 和信號特徵 202 中的一個的角位置在圖 2C 中基本上相同，但是第一信號器 146A 和第二信號器 146B 的角位置分別是不同的，因此由兩個信號

特徵觸發的行為可發生在基板的不同旋轉位置處，並且因此將指向在基板上的不同位置。還注意到，可將可按壓開關 206 和光發射和偵測特徵組合在單個信號器 146 中。在該情況下，並且軸 116 上的信號特徵 202 和突起 204 的角位置可以是不同的，以致能兩個行為的特定指向，其可以是相同的（例如發射輻射的脈衝）或不同的，如下文進一步描述。

【0046】 圖 3A 是根據另一實施例的處理腔室 300 的部分橫截面視圖。處理腔室 300 在許多方面類似於圖 1 中的處理腔室 100。用相同的元件符號來標記在處理腔室 100 與處理腔室 300 之間的相同特徵。處理腔室 300 在信號特徵、信號器、及定向能量源的實施方式上不同。

【0047】 處理腔室 300 包括定向能量源 150，定向能量源 150 包括三個定向熱能量發射器 350A、350B、及 350C。在處理腔室 300 中，發射器 350A、350B、350C 位於不同的徑向位置，以將熱輻射引導到基板上的不同位置。將電源 152 耦合到每個發射器 350A、350B、350C 並且對每個發射器 350A、350B、350C 提供電力。

【0048】 處理腔室 300 的軸 116 包括多個信號特徵 202A、202B、及 202C。信號特徵 202A、202B、及 202C 中的每一個位於軸 116 上的不同角位置處並且位於軸 116 上的不同高度處。第一信號特徵 202A 位於軸 116 上的第一位置處，並且第二信號特徵 202B 位於軸 116 上的第二位置處。第二位置與第一位置在角位置和高度上不



同。第三信號特徵202C位於軸116上的第三位置處。第三位置與第一位置和第二位置在角位置和高度位置上不同。

【0049】 在處理腔室300中，信號器146包括三個信號器146C、146D、及146E，每個信號特徵202A、202B、及202C一個。將第一信號器146C定位成與第一信號特徵202A接合；將第二信號器146D定位成與第二信號特徵202B接合；以及將第三信號器146E定位成與第三信號特徵202C接合。在一個實施例中，信號器146C、146D、及146E中的每一個是具有光發射器和光偵測器的光信號器，並且信號特徵202A、202B、及202C中的每一個是在軸116上的反射部分。當信號特徵202A、202B、及202C與相應信號器146C、146D、及146E接合時，信號器146C、146D、及146E各自對控制器154發送信號。

【0050】 控制器154基於來自信號器146的信號來控制電源152，使得定向熱能量發射器350A、350B、及350C根據來自信號器146C、146D、及146E的信號操作。在一個實施例中，來自第一信號器146C的信號控制第一發射器350A，來自第二信號器146D的信號控制第二發射器350B，並且來自第三信號器146E的信號控制第三發射器350C。每個發射器350A、350B、及350C在接收到源自其相應信號器146C、146D、及146E的信號時向基板發射定向熱能量的脈衝。



【0051】 反射信號特徵202A、202B、及202C的不同角位置使得要發射用於控制發射器350A、350B、及350C的信號在軸116的不同角位置處，並且因此在定位在基座上的基板上的不同角位置處。以此方式，發射器350A、350B、及350C在軸116的每個旋轉時將熱能量引導到基板的不同部分。

【0052】 信號特徵202A、202B、及202C具有不同寬度。第一信號特徵202A具有第一寬度。第二信號特徵202B具有大於第一寬度的第二寬度。第三信號特徵202C具有小於第一寬度或第二寬度的第三寬度。在一個實施例中，電源152被配置為當它們相應信號特徵202A、202B、及202C反射由相應信號器146C、146D、及146E發射的光信號時，對發射器350A、350B、及350C供電。

【0053】 信號器146C、146D、及146E位於與其相應信號特徵202A、202B、及202C的高度位置匹配的高度處，使得由信號器146C、146D、及146E發射的光信號可接合相應信號特徵202A、202B、及202C。反射光信號由相應信號器146C、146D、及146E中的光偵測器來接收，並且信號由信號器146發射到控制器154，而同時光信號由信號器146C、146D、及146E中的一個來偵測。相應發射器350A、350B、及350C發射輻射，而同時電源152對該發射器350A、350B、及350C供應電力。

【0054】 電源152對發射器350A、350B、及350C供應電力，而同時電源152從控制器154接收信號。在從相應信號器146C、146D、及146E接收信號的時間段期間，控制器154發射信號以對發射器350A、350B、及350C中的一個供電。以此方式，在軸的給定固定旋轉速率下，信號特徵202A、202B、及202C的寬度控制由發射器350A、350B、及350C發射的脈衝的持續時間。如上文所述，定向熱能量的脈衝補充由能量模組122發射的輻射能量，以改善在處理期間的基板的溫度均勻性。

【0055】 圖3B是處理腔室300的基座112的示意性頂視圖，其中定向能量源150以虛線示出。將定向能量發射器350A、350B、及350C沿著基座112的半徑佈置。示出三個處理區域210A、210B、及210C，其對向相應角度212A、212B、及212C。

【0056】 角度212A、212B、及212C以及因此處理區域210A、210B、及210C的弧形長度由軸116上的信號特徵202的弧形長度208來確定。弧形長度208A、208B、及208C中的每一個相對於軸116的中心軸線延伸過一角度，並且每個弧形長度208的角度範圍與相應角度212A、212B、及212C匹配。由弧形長度208A界定的角度與角度212A匹配，由弧形長度208B界定的角度與角度212B匹配，並且由弧形長度208C界定的角度與角度212C匹配。



【0057】 每次基座112旋轉時，信號特徵202A循環與信號器146C配準，信號器146C發送信號以當信號特徵202A的第一邊緣循環與信號器146C配準時開始。來自第一信號器146C的信號在第一處理區域210A的對應前邊緣在第一發射器350A下方移動時激活第一發射器350A。當信號特徵202A循環通過信號器146C時，信號特徵202A將由信號器146C向信號特徵202A發射的光反射回向信號器146C。

【0058】 在信號器146C偵測到來自第一信號特徵202A的反射光的時間段期間，信號器146C將信號發送到控制器154，控制器154又控制電源152以對第一發射器350A供電，當基座112圍繞軸的軸線旋轉時，第一發射器350A將定向熱能量的脈衝發射到處理區域210A。

【0059】 以此方式，由發射器350A發射的定向熱輻射的脈衝沿著一弧線延伸，每次基座112圍繞軸的軸線旋轉一圈時，該弧線照射在基板上的相同處理區域210A。信號特徵202B和202C以及相應的對應處理區域210B和210C也是如此。用於每個處理區域210A、210B、及210C的照射弧線的尺寸由信號特徵202A、202B、及202C的弧形長度208來控制，並且處理區域210A、210B、及210C的角位置由軸116上的信號特徵202A、202B、及202C的在旋轉方向203上的相對端或相對側來控制。



【0060】圖3C是根據另一實施例的處理腔室的示意性頂視圖。圖3C中示意性描繪的處理腔室類似於處理腔室100和300，除了定向熱輻射發射器中的一個或多個具有定尺寸元件，該定尺寸元件確定由發射器發射的電磁輻射的徑向覆蓋範圍。因此，圖3C中的處理區域210A、210B、及210C可具有不同的徑向寬度。在圖3C中，處理區域210A具有第一徑向寬度211A，處理區域210B具有第二徑向寬度211B，以及處理區域210C具有第三徑向寬度211C。徑向寬度211A、211B、及211C都是不同的。

【0061】圖3D是根據一個實施例的定向熱輻射發射器150的示意性側視圖。在此情況下，定向熱輻射發射器150具有定向熱輻射的源151和定尺寸部件153，定尺寸部件153調整由源151發射的輻射場的尺寸。定尺寸部件153可以是透鏡、孔、或包括反射及/或折射部件的更奇特光元件，其調整由發射器150發射的定向熱輻射的徑向範圍，並且入射在基座112處。定尺寸部件153可以是可調整的及/或可交換的，以允許隨意重新調整電磁輻射場的尺寸。

【0062】再次參考圖3C，處理區域210C示出可交換或可調整的定尺寸部件153的效果。通過調整或交換定尺寸部件153，可將處理區域210C的寬度加寬到210C'或變窄到210C''，每個處理區域具有對應的徑向寬度。以此方式，可通過施加適當的定尺寸部件153，來控制定向熱

輻射的徑向範圍。可使用軸 116 的信號特徵，來控制電磁輻射的方位角範圍和其他特徵，如本文其他地方所述。

**【0063】** 圖 4A 是根據另一實施例的處理腔室 400 的示意性側視圖。處理腔室 400 類似於處理腔室 100 和 300，其中使用相同的元件符號來標記相似特徵。腔室 400 在信號特徵、信號器、及定向能量源的使用上與腔室 100 不同。腔室 400 具有第一定向能量源 150 和第二定向能量源 404。第一定向能量源 150 位於第一位置處，耦合到外殼 102，並且第二定向能量源 404 位於第二位置處，耦合到外殼 102。兩個定向能量源 150 和 404 都顯示為耦合到外殼 102 且在處理容積 103 的外部，但是定向能量源 150 和 404 中的任一個或兩個可以耦合到外殼 102 且在其內表面上。

**【0064】** 第一定向能量源 150 包括沿著從軸 116 的旋轉軸線徑向延伸的射線佈置的第一發射器 450A 和第二發射器 450B，如下文進一步描述。第二定向能量源 404 亦包括兩個發射器（在圖 4A 的側視圖中看不見）。圖 4B 是圖 4A 的腔室 400 的部分頂視圖。在圖 4B 中示出第一和第二定向能量源 150 和 404 的配置。

**【0065】** 在圖 4B 中，第一定向能量源 150 的發射器 450A、450B 沿著從軸 116 的旋轉軸線徑向延伸的第一射線來定向，並且第二定向能量源 404 的第三發射器 404A 和第四發射器 404B 沿著從軸 116 的旋轉軸線徑向延伸的第二射線來定向。定向能量源 150 和 404 可以任何



便利的方式來定向，以使用定向熱輻射來照亮在基座 1 1 2 上設置的基板表面上的期望處理區域。如圖 4 B 所示，第二定向能量源 4 0 4 包括第三發射器 4 0 4 A 和第四發射器 4 0 4 B。

【0066】 返回參考圖 4 A，將複數個信號特徵 1 4 4 結合在腔室 4 0 0 的軸 1 1 6 中。將第一信號特徵組 1 4 4 A 設置在軸 1 1 6 上且在第一高度處。將第二信號特徵組 1 4 4 B 設置在軸 1 1 6 上且在第二高度處。將第三信號特徵組 1 4 4 C 設置在軸 1 1 6 上且在第三高度處。將第四信號特徵組 1 4 4 D 設置在軸 1 1 6 上且在第四高度處。

【0067】 在處理腔室 4 0 0 中，信號特徵組 1 4 4 A、1 4 4 B、1 4 4 C、1 4 4 D 中的每一組被配置為使得用於控制發射器 4 5 0 A、4 5 0 B、4 0 4 A、4 0 4 B 中的一個的信號發生。例如，控制器 1 5 4 可被配置為使用第一信號特徵組 1 4 4 A 來控制第一發射器 4 5 0 A 的操作，使用第二信號特徵組 1 4 4 B 來控制第二發射器 4 5 0 B 的操作，使用第三信號特徵組 1 4 4 C 來控制第三發射器 4 0 4 A 的操作，以及使用第四信號特徵組 1 4 4 D 來控制第四發射器 4 0 4 B 的操作。以此方式，腔室 4 0 0 的信號特徵 1 4 4 用於致能控制器 1 5 4 來獨立地控制發射器 4 5 0 A、4 5 0 B、4 0 4 A、及 4 0 4 B 的操作。如上文所述，可以不要控制器 1 5 4，並且將信號器 1 4 6 F、1 4 6 G、1 4 6 H、及 1 4 6 I 直接連接到電源 1 5 2 A 和 1 5 2 B，以僅使用信號器 1 4 6 F、1 4 6 G、1 4 6 H、及 1 4 6 I



和信號特徵 144，來提供對定向能量源 150 和 404 的直接切換到開和關狀態。

【0068】 應注意的是，可對相應定向能量源 150 和 404 的諸如發射器 450A、450B、404A、404B 的發射器施加各種類型的控制。例如，第一信號特徵組 144A 可提供用於在開或關狀態之間切換發射器 450A、450B、404A、404B 中的一個或多個的信號。例如，來自第一信號特徵組 144A 的第一信號特徵的信號用於使發射器 404A 在第一角度通電，並且與第一信號特徵組 144A 的第一信號特徵分開一角度的第一信號特徵組 144A 的相鄰第二信號特徵用於使發射器 404A 斷電。因此，當基座 112 在操作期間旋轉時，定向熱能量的一個或多個光束可照射基板的一部分，即使第一信號特徵組 144A 的信號特徵沒有跟信號器 146F 配準時亦是如此。

【0069】 作為一示例，第一信號特徵組 144A 的第一信號特徵對信號器 146 發信號，其發送信號以通電發射器。發射器發射定向熱能量的光束，以加熱基板的一位置。當第一信號特徵組 144A 的第一信號特徵循環未與信號器 146 配準時，光束保持激活。當基板與基座一起旋轉時，光束繼續照射基板，直到第一信號特徵組 144A 的第二信號特徵循環到與信號器 146 配準。當第一信號特徵組 144A 的第二信號特徵循環到與信號器 146 配準時，信號器 146 發送信號以斷電發射器，關閉光束。以此方式，信

號特徵可用於將發射器 450 A、450 B、404 A、404 B 中的一個或多個切換到開或關。

**【0070】** 在另一態樣，信號特徵組 144 A、144 B、144 C、144 D 的一個或多個信號特徵可用於引起發射器 450 A、450 B、404 A、404 B 中的一個或多個的輸出功率的改變。例如，第二信號特徵組 144 B 的第一信號特徵可用於觸發在第一功率水平的一個或多個發射器 450 A、450 B、404 A、及 404 B 的操作，並且第二信號特徵組 144 B 的第二信號特徵可用於觸發對第二功率水平的改變。當第二信號特徵組 144 B 的第一信號特徵循環到與信號器 146 配準時，信號器 146 發送信號，以將電源 152 A 或 152 B 對發射器 450 A、450 B、404 A、404 B 中的一個或多個的輸出設定到第一功率水平，導致光束具有第一強度照射基板的一位置。當第二信號特徵組 144 B 的第一信號特徵循環未與信號器 146 配準時，第一功率水平保持存在。當第二信號特徵組 144 B 的第二信號特徵循環到與信號器 146 配準時，信號器 146 發送信號，以將電源 152 A 或 152 B 對發射器 450 A、450 B、404 A、404 B 中的一個或多個的輸出設定到第二功率水平，導致光束的強度改變為第二強度。以此方式，信號特徵 144 可用於控制由發射器 450 A、450 B、404 A、及 404 B 中的一個或多個發射的光束的強度。

**【0071】** 在另一態樣，發射器 450 A、450 B、404 A、404 B 可發射多於一個波長的定向熱輻射，並且信號特徵



144 可通過操作控制器 154 或通過直接連接到電源 152 A 和 152 B 來觸發一個波長或另一波長的發射。在此種實施例中，發射器 450 A、450 B、404 A、及 404 B 以多於一個波長發射。例如，發射器 450 A 發射與發射器 404 A 不同波長的熱輻射，並且發射器 450 B 發射與發射器 404 B 不同波長的熱輻射。當第一信號特徵組 144 A 的第一信號特徵循環到與信號器 146 配準時，信號器 146 發送信號，以激活(例如)發射器 450 A (發射脈衝或切換)，其向基板發射具有第一波長的光束。當第一信號特徵組 144 A 的第二信號特徵循環到與信號器 146 配準時，信號器 146 發送信號，以激活(例如)發射器 404 A (發射脈衝或切換)，其向基板發射具有第二波長的光束。以此方式，可通過使用信號特徵 144 和信號器 146 且與電源 152 A 和 152 B 以及可選地控制器 154 合作，來觸發不同波長的輻射。

**【0072】** 以上文所述方式，信號特徵 144 可用於激活定向能量源 150 和 404 的複雜操作模式，包括多個脈衝、開/關循環、功率水平、及輻射波長，這取決於確切的配置。圖 4 B 示出信號特徵 144、信號器 146、控制器 154、電源 152、及定向能量源 150 和 404 的配置是如何導致由對定向能量源 150 和 404 的定位和由信號特徵 144 的角位置和信號器 146、控制器 154、及電源 152 A 和 152 B 的配置確定的基板上的位置處的處理區域 406 的方位角圖案化處理。定向能量源 150 和 404 的位置將在其中的發射器朝向基板對準。基板的旋轉使基板的環形區域在每個發射



器的範圍內。發射器的操作、脈衝、切換、調整功率等引起定向熱能量的光束照射發射器可進出的環形區域的部分，每個照射區域形成弧形照射區域（即，處理區域406）。由一個發射器圖案化的各種處理區域406沿著發射器可進出的環形區域排列。每個處理區域406的角位置和弧形長度對應於信號特徵144和定向能量源150和404之間的信令。

【0073】圖5是根據另一實施例的處理腔室500的部分橫截面視圖。除了信號特徵的實施方式以及信號器和控制器的配置之外，腔室500類似於腔室100和300。腔室500具有耦合到腔室500的軸116的外部的複數個信號特徵544。將複數個信號特徵544佈置在第一組544A、第二組544B、及第三組544C中。可使用任何數目的組，僅受到軸116上的可用空間和信號器146的尺寸的限制。信號特徵544可以位於軸116上且在外殼102內部或外部的的位置處，再次僅受到可用空間的限制。

【0074】信號特徵544是複數個點（其可以是反射的或突出的），用於驅動信號器146。在一個實施例中，信號器146包括三個光類型的信號器546A、546B、及546C，但是可包括任何數目的光類型及/或開關類型的信號器。可根據定向能量源的期望行為，來沿著軸116軸向對準或未對準信號特徵544。可以任何數目的列來提供信號特徵544，以與信號器146中的光偵測器接合。

【0075】 信號特徵544提供編碼模式，以對應於定向能量源的一個或多個發射器的複雜行為模式（圖5中看不見）。如上文所述，信號特徵544可被配置為引起一個或多個定向能量源的一系列操作，包括脈衝、切換開和關、調整功率水平、及選擇由發射器中的一個或多個發射的輻射波長。可將定向能量源佈置成對基板上的任何預選半徑提供定向熱能量，並且信號特徵544激活定向熱輻射的模式。

【0076】 圖6是根據另一實施例的處理腔室600的示意性橫截面視圖。處理腔室600具有單個基板化學氣相沉積（CVD）反應器610，包括石英處理或反應腔室612。將複數個輻射熱源支撐在腔室612外部，以將熱能提供到腔室612中而沒有通過腔室612的壁明顯吸收熱能。輻射熱源包括細長管類型輻射加熱元件613的上加熱組件。將上加熱元件613優選地以間隔開的平行關係設置，並且還基本上與通過且穿過下面的反應腔室612的反應物氣體流路徑平行。下加熱組件包括類似的細長管類型輻射加熱元件614，其位於反應腔室612下方並且橫向於上加熱元件613來定向。通過在上和下加熱元件613、614上方和下方的粗糙鏡面反射器板（未示出），將由加熱元件613、614發射的一部分輻射熱量擴散地反射到腔室612中，每個加熱元件可以分別是燈或另一輻射源。此外，複數個加熱元件615（諸如聚光燈）將集中的熱量供應到基板支撐結構的下側（在下文描述），以抵消由延伸通過反應腔室



612的底部的冷支撐結構產生的散熱效果。細長管類型加熱元件613、614中的每一個可以是高強度鎢絲燈，其產生通過反應腔室612的壁傳輸的輻射熱能，而沒有明顯的吸收。

【0077】 示出基板616(其可以是矽基板或其他半導體材料)被支撐在反應腔室612內且在基板支撐結構618上。所示支撐結構618包括基板保持器620(基板616放在基板保持器620上)，和支撐件622。將支撐件622耦合到軸624，軸624通過從腔室612的下壁延伸的管626延伸遠離基板保持器620。管626可與清潔或吹掃氣體源連通(氣體可在處理期間流動)，抑制處理氣體逸出到腔室612的下部分。吹掃氣體亦可在基板保持器620下方水平流動，以幫助最小化自下面的污染物洩漏。

【0078】 將複數個溫度感測器(例如一個或多個高溫計或熱電偶)定位在基板616附近。在所示實施例中，溫度感測器包括第一或中心熱電偶628，以任何合適的方式設置在基板保持器620下方。中心熱電偶628穿過支撐件622靠近基板保持器620。反應器610進一步包括複數個輔助或外圍熱電偶(亦靠近基板616)，包括前邊緣或前熱電偶629、後邊緣或後熱電偶630、及側熱電偶(未示出)。將外圍熱電偶中的每一個容納在滑環632內，滑環632圍繞基板保持器620和基板616。可將中心和外圍熱電偶中的每一個耦合到控制器154，控制器154可被程式



化為回應於熱電偶的讀數，來設定各種加熱元件 613、614、615 的功率。

【0079】除了容納外圍熱電偶之外，滑環 632 在高溫處理期間吸收和發射輻射熱量，使得滑環補償在基板邊緣處朝向更大的熱損失或吸收的趨勢（已知是由於基板的邊緣處的表面積與體積的比率較大而發生的一種現象）。通過最小化邊緣損失，滑環 632 可降低跨基板 616 的徑向溫度不均勻性的風險。滑環 632 可通過任何合適的方式懸掛。例如，如所示，滑環 632 放在一個或多個彎頭 634 上，彎頭 634 從前腔室分隔器 636 和後腔室分隔器 638 懸垂。分隔器 636、638 可以是石英。在一些佈置中，後分隔器 638 可以省略。

【0080】所示反應腔室 612 包括用於注入反應物和載體氣體的人口埠 640，並且基板 616 亦可穿過人口埠 640。出口埠 642 位於腔室 612 的相對側，其中基板支撐結構 618 定位在人口埠 640 與出口埠 642 之間。

【0081】入口部件 650 被耦合到圍繞人口埠 640 的反應腔室 612，並且包括水平伸長的槽 652，基板 616 可通過該槽來插入。入口 654 接收來自氣體源（未示出）的氣體，並且將這種氣體與槽 652 和人口埠 640 連通。將出口部件 656 類似地耦合到反應腔室 612，使得排氣口 658 與出口埠 642 對齊並且導向排氣導管 659。排氣導管 659 又可與合適的真空構件（未示出）連通，用於通過反應腔室 612 抽取處理氣體。

【0082】 所示反應器610亦包括可選的激發物質源660，包括遠端電漿產生器、磁控管發電機、及沿著氣體線662的施加器。在所示實施例中，將來自磁控管的微波能量耦合到沿著氣體線662在施加器中的流動氣體。將前體氣體源663耦合到氣體線662，用於引入激發物質產生器660中。亦將載體氣體源664耦合到氣體線662。亦可提供一個或多個分支線665，用於額外的反應物。如所示，每個氣體線可提供有分開的質量流控制器(MFC)和閥門，以允許選擇引入到激發物質產生器660並因此進入反應腔室612的載體和反應物物質的相應量。激發物質產生器660可用於電漿增強沉積，但是在所示實施例中，當沒有工件容納在反應腔室612中時，用於激發蝕刻劑來清潔反應腔室612的過量沉積。

【0083】 圖6的腔室包括由能量源支撐件680從可附接位置(諸如出口部件656)支撐的定向能量源150。能量源支撐件680成形為將定向能量源150定位在期望位置處，以向基板保持器620上的基板616的選定處理區域提供定向能量。在此情況下，能量源支撐件680包括在基板保持器620上延伸的延伸構件682。延伸構件682可在基板保持器620上水平延伸，例如平行於由加熱元件613界定的一平面，或可朝向或遠離基板保持器620傾斜。此外，儘管未示於圖6，但是延伸構件682可在平行於通過反應腔室612的氣體流路徑的方向上延伸，例如平行於加熱元件613中的每一個，或在另一個示例中，垂直於入口



埠 640 和出口埠 642，或延伸構件 682 可在與加熱元件 613、入口埠 640、及 / 或在與出口埠 642 中的一個或多個的軸線形成一角度的方向上延伸。

【0084】 延伸構件 682 具有要由來自定向能量源 150 的定向熱能量照亮的基板上的目標位置確定的長度。延伸構件 682 的長度可以是從出口埠 642 到任一邊緣熱電耦 629、630 的距離，或之間的任何距離，以照亮基板 616。將延伸構件 682 耦合到能量源支撐件 680 的高度構件 684、附接到能量源支撐件 680 的高度構件 684、或與能量源支撐件 680 的高度構件 684 成一體，該高度構件 684 從可附接位置（在此情況下，出口部件 656）延伸到與延伸構件 682 的接合點，允許延伸構件 682 在維護反應器或能量源 150 和電源 152 期間擺動清除反應器 610。

【0085】 電源 152 亦被耦合到圖 6 中的能量源支撐件 680 的延伸構件 682，但是可耦合到高度構件 684，或耦合到反應器 610 的另一方便位置。將電源 152 耦合到控制器 154（如上文所述可以不要），控制器 154 又耦合到信號器 146（基本上如上文所述）。軸 624 包括信號特徵 144，其可以是上文所述的任何信號特徵。在圖 6 中，將信號器 146 示出為光類型信號器，其經由支撐件 670 耦合到腔室 612。在一些實施例中，信號器 146 可以是具有信號特徵 144 的緊鄰軸 624 定位的實體開關類型信號器。信號特徵 144 可具有上文所述的任何配置，以控制上文所述的各種可控制屬性中的任何一種。

【0086】 本文所述的各種操作模式可通過在處理腔室中使用基板支撐件的軸上的一個或多個信號特徵來致能，該處理腔室被配置為分析由腔室的操作產生的系統不均勻性的結果。圖7是概述根據一個實施例的方法700的流程圖。方法開始於操作702，其中根據相同的測試程式在熱處理腔室中處理一個或多個測試基板。在操作704，分析基板，用於處理不均勻性。例如，可跨每個基板測量沉積厚度。沉積厚度的系統變化指示系統不均勻性，其可能是由腔室中的熱不均勻性或材料不均勻性(例如氣流)引起的。

【0087】 在操作706，具有耦合到腔室的定向能量源的腔室被程式化為使用耦合到腔室中的軸的信號特徵，來對腔室中的位置提供定向熱能量，該等位置對應於系統減少的沉積厚度的位置。腔室可被程式化為在沉積區域的前邊緣處打開定向能量源，其中得到的沉積層在沉積區域中比圍繞沉積區域的沉積層更薄，並且在沉積區域的後邊緣處關閉定向能量源。通過將發射器定位在進出沉積區域的位置處，可對多個沉積區域程式化該行為，其中得到的沉積層在沉積區域中比圍繞沉積區域的沉積層更薄。若沉積區域小，則可將定向能量源脈衝一脈衝持續時間，該脈衝持續時間由沉積區域的弧形長度(以弧度表示)除以基板支撐件的旋轉速度(每秒弧度)來界定。若沉積區域大，則定向能量源可以在開和關狀態之間來切換，其中週期比單個脈衝長。若沉積區域中的沉積層具有多個不同厚度(例如



沉積層的第一部分具有第一厚度且沉積層的第二部分具有不同於第一厚度的第二厚度)，則可將定向能量源脈衝及/或切換開和關，或可調整施加到定向能量源的功率水平。最後，若在不同位置存在多個沉積區域並且要處理的基板具有不同的組成(由於在其上形成的不同結構和裝置的緣故)，則腔室可被程式化為在沉積區域處傳送不同類型的輻射，以優化腔室的操作。

【0088】圖8A是來自腔室的具有非對稱熱不均勻性802和三個對稱熱不均勻性804的基座800的頂視圖。對稱熱不均勻性804可能是由於提升銷冷點的緣故，並且非對稱熱不均勻性802可能是由於基座在非對稱熱不均勻性的位置處的局部結構或組成特徵的緣故。在此情況下，如本文所述，可將單個信號特徵806施加到基座支撐軸116(在基座800下方以虛線示出)，以識別基座的原始位置808。以此方式，信號特徵就是歸位特徵。歸位特徵不觸發發射定向能量源，但是當基座旋轉時，控制器使用該歸位特徵來追蹤基座的位置。

【0089】根據方法700，可根據圓形坐標、半徑、及角度，來識別不均勻性802和804，並且控制器可被程式化為操作定向能量源，當基座到達角位置時，通過激活定向熱能量的光束，來照亮對應於不均勻性的位置的基板區域，其中熱不均勻性的已知位置與定向熱能量的發射器的已知位置一致。例如，在圖8中，不均勻性802位於半徑R處，其中可定位定向能量源150，使得發射器是在半徑

R 處。不均勻性 802 跨一方位角延伸，該方位角始於與歸位特徵 144 成角度  $\alpha$  處，並且止於與歸位特徵 144 成角度  $\beta$  處。示出定向能量源 150，其中發射器位於與信號器 146 的光軸線成角位移  $\partial$  處，在該角位移  $\partial$  處，歸位特徵 144 與信號器 146 配準。該等坐標可在控制器 154 中被程式化為不均勻性 802 相對於歸位位置的恆定位置。

【0090】圖 8B 是基座 800 在旋轉角度  $\gamma$  之後的頂視圖。當基座 800 處於原始位置 808 時，信號器 146 偵測信號特徵 806 (以本文所述的各種方式)。信號器 146 對控制器發信號，該控制器記錄下基座 800 處於原始位置 808，因此  $\gamma = 0$ 。控制器可以追蹤基座 800 的角位移，並且當基座 800 旋轉時，通過根據旋轉速度和時間 (旋轉速度  $\times$  時間 = 角位移) 來計算自原始位置 808 的角位移，來識別角度  $\gamma$ 。在偵測到歸位特徵 144 之後，瞬時旋轉速度和時間可以相乘並且求和，以產生角位移  $\gamma$ 。然後不均勻性 802 的角位置可被計算為在  $\beta + \gamma$  處的前邊緣和在  $\alpha + \lambda$  處の後邊緣。可將所計算的熱不均勻性的角位移 (前邊緣和後邊緣) 與發射器的已知角位置  $\partial$  進行比較，並且當控制器確定了  $\beta + \gamma = \partial$  時，控制器可激活定向能量源 150，以將定向熱能量發射到對應於熱不均勻性的基板上的位置。當控制器確定了  $\alpha + \gamma = \partial$  時，控制器可停用定向能量源 150。注意到，若考慮光束寬度，則光束位置可由指定光束的邊緣的兩個角度  $\partial 1$  和  $\partial 2$  來界定，並且可以任何期望的方式在兩個角度  $\partial 1$  和  $\partial 2$  上預測光束操作。



【0091】 類似的方法可用於使用一個定向能量源和由恆定角度  $\omega$  分開的對稱熱不均勻性的三個已知位置，來處理對稱不均勻性 804。在此情況下，當控制器在原始位置 808 處偵測到基座 800 時，控制器確定了  $\gamma = 0$ 。第一對稱不均勻性 804 位於前邊緣  $\beta$  處和後邊緣  $\alpha$  處。第二對稱不均勻性 804 位於前邊緣  $\beta + \omega$  處和後邊緣  $\alpha + \omega$  處。第三對稱不均勻性 804 位於前邊緣  $\beta + 2\omega$  處和後邊緣  $\alpha + 2\omega$  處。若控制器確定了  $\beta$ 、 $\beta + \omega$ 、或  $\beta + 2\omega$  中的任何一個等於  $\delta$ ，則控制器激活定向能量源 150。若控制器確定了  $\alpha$ 、 $\alpha + \omega$ 、或  $\alpha + 2\omega$  中的任何一個等於  $\delta$ ，則控制器停用定向能量源 150。以此方式，可使用單個信號特徵 144，以及發射器和熱不均勻性的已知位置以及程式化的控制器，來操作定向能量源，以補償在處理中的熱不均勻性。

【0092】 應注意的是，如上所述，可通過使用信號特徵、信號器、及可操作地耦合到定向能量源的電源的控制器，來程式化腔室，或者可使用軟體將操作模式直接程式化到控制器中。如上所述，可通過分析測試基板，來界定操作模式，因此可在不使用信號特徵的情況下對腔室進行程式化，或者腔室程式化可包括信號特徵和軟體以提供期望的操作模式。

【0093】 另外，本文所述的定向能量源、信號特徵、信號器、電源、及控制器可與具有不同類型的基板支撐件和用於處理基板的能量模組的處理腔室一起使用。例如，可使用習用的基板支撐件，包括基座式支撐件、環式支撐

件、及懸掛支撐件。在基座式支撐件中，可通過在基座中設置加熱元件(諸如電阻加熱元件)，來提供能量。懸掛支撐件可使用如上文所述的基座或電阻式熱支撐表面。亦可使用用於支撐複數個基板的基板支撐件。如圖6的實施例中所示例，可在處理腔室中包括兩個能量模組，其中基板支撐件在兩個能量模組之間。除了圖6的處理腔室600之外，這種配置可用於圖1、圖3A、及圖4A的處理腔室100、300、及400。在每種情況下，可將定向能量源定位為引導能量通過能量模組中的一個到基板支撐件。

**【0094】** 儘管前述內容是針對本揭示的實施例，但是可以在不脫離本揭示的基本範疇的情況下設計本揭示的其他和進一步實施例，並且本揭示的範圍由所附申請專利範圍來確定。

**【符號說明】**

**【0095】**

100 處理腔室

102 外殼

103 處理容積

104 內殼

106 第一部分

108 第二部分

110 第三部分

112 基座

114 基座支撐件



- 1 1 6 軸
- 1 1 8 臂
- 1 2 0 提升銷
- 1 2 2 能量模組
- 1 2 4 容器
- 1 2 6 開口
- 1 2 7 頸部
- 1 2 8 旋轉致動器
- 1 3 0 線性致動器
- 1 3 2 接觸構件
- 1 3 4 馬達
- 1 3 6 密封件
- 1 3 8 進出埠
- 1 4 0 入口埠
- 1 4 2 排氣埠
- 1 4 4 信號特徵
- 1 4 4 A 信號特徵組
- 1 4 4 B 信號特徵組
- 1 4 4 C 信號特徵組
- 1 4 4 D 信號特徵組
- 1 4 6 信號器
- 1 4 6 A 信號器
- 1 4 6 B 信號器
- 1 4 6 C 信號器

1 4 6 D 信號器  
1 4 6 E 信號器  
1 4 6 F 信號器  
1 4 6 G 信號器  
1 4 6 H 信號器  
1 4 6 I 信號器  
1 4 8 反射器  
1 5 0 定向能量源  
1 5 1 源  
1 5 2 電源  
1 5 2 A 電源  
1 5 2 B 電源  
1 5 3 定尺寸部件  
1 5 4 控制器  
1 5 6 發射器  
1 5 8 開口  
2 0 2 信號特徵  
2 0 2 A 信號特徵  
2 0 2 B 信號特徵  
2 0 2 C 信號特徵  
2 0 3 旋轉方向  
2 0 4 突起  
2 0 6 開關  
2 0 8 A 弧形長度



2 0 8 B 弧形長度  
2 0 8 C 弧形長度  
2 1 0 A 處理區域  
2 1 0 B 處理區域  
2 1 0 C 處理區域  
2 1 0 C ' 處理區域  
2 1 0 C '' 處理區域  
2 1 1 A 徑向寬度  
2 1 1 B 徑向寬度  
2 1 1 C 徑向寬度  
2 1 2 A 角度  
2 1 2 B 角度  
2 1 2 C 角度  
3 0 0 處理腔室  
3 5 0 A 發射器  
3 5 0 B 發射器  
3 5 0 C 發射器  
4 0 0 處理腔室  
4 0 4 定向能量源  
4 0 4 A 發射器  
4 0 4 B 發射器  
4 0 6 處理區域  
4 5 0 A 發射器  
4 5 0 B 發射器

5 0 0 處理腔室  
5 4 4 信號特徵  
5 4 4 A 第一組  
5 4 4 B 第二組  
5 4 4 C 第三組  
5 4 6 A 信號器  
5 4 6 B 信號器  
5 4 6 C 信號器  
6 0 0 處理腔室  
6 1 0 反應器  
6 1 2 腔室  
6 1 3 加熱元件  
6 1 4 加熱元件  
6 1 5 加熱元件  
6 1 6 基板  
6 1 8 支撐結構  
6 2 0 基板保持器  
6 2 2 支撐件  
6 2 4 軸  
6 2 6 管  
6 2 8 熱電偶  
6 2 9 熱電偶  
6 3 0 熱電偶  
6 3 2 滑環



- 6 3 4 彎頭
- 6 3 6 分隔器
- 6 3 8 分隔器
- 6 4 0 入口埠
- 6 4 2 出口埠
- 6 5 0 入口部件
- 6 5 2 槽
- 6 5 4 入口
- 6 5 6 出口部件
- 6 5 8 排氣口
- 6 5 9 排氣導管
- 6 6 0 激發物質源 / 激發物質產生器
- 6 6 2 氣體線
- 6 6 3 前體氣體源
- 6 6 4 載體氣體源
- 6 6 5 分支線
- 6 7 0 支撐件
- 6 8 0 能量源支撐件
- 7 0 0 方法
- 7 0 2 操作
- 7 0 4 操作
- 7 0 6 操作
- 8 0 0 基座
- 8 0 2 非對稱熱不均勻性

8 0 4 對稱熱不均勻性

8 0 6 信號特徵

8 0 8 原始位置

【生物材料寄存】

【 0 0 9 6 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 9 7 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種處理腔室，包括：

用於一處理容積的一外殼；

在該外殼內的一可旋轉支撐件，該可旋轉支撐件具有延伸到該外殼外部的一軸；

一個或多個信號特徵，將該一個或多個信號特徵設置在該軸上且在該外殼外部；

在該外殼內的一能量模組，其中該軸延伸通過該能量模組；

一個或多個定向能量源，將該一個或多個定向能量源耦合到該外殼；及

一個或多個信號器，將該一個或多個信號器定位在該信號特徵附近，每個信號器對應於該等定向能量源中的至少一個。

【第2項】 如請求項 1 所述之處理腔室，其中該一個或多個信號特徵中的每一個是一個或多個反射表面，並且一對應的信號器包括一照亮器和一光接收器。

【第3項】 如請求項 2 所述之處理腔室，其中該照亮器是一雷射，並且該光接收器是一光電二極體電路。

【第4項】 如請求項 1 所述之處理腔室，其中該一個或多個定向能量源包括：一準直器，將該準直器附接到該外殼中的一開口；一雷射，將該雷射光纖耦合到該



準直器；及一電源，將該電源耦合到該雷射。

【第5項】如請求項4所述之處理腔室，其中將該一個或多個信號器耦合到該電源。

【第6項】如請求項4所述之處理腔室，其中該一個或多個信號特徵中的每一個是從該軸延伸的一突起，並且該一個或多個信號器包括一實體開關，當該可旋轉支撐件旋轉時，將該實體開關定位以接觸該突起。

【第7項】如請求項6所述之處理腔室，其中該實體開關通電該電源。

【第8項】如請求項1所述之處理腔室，其中該一個或多個信號特徵包括在該軸上的複數個反射條帶。

【第9項】如請求項8所述之處理腔室，進一步包括複數個提升銷，將該複數個提升銷耦合到該可旋轉支撐件，每個提升銷是在一角位置處，並且該等反射條帶位於該軸上且在該等提升銷的該等角位置處。

【第10項】如請求項1所述之處理腔室，其中該一個或多個定向能量源是複數個定向能量源，該一個或多個信號器是複數個信號器，並且將每個信號器耦合到該一個或多個定向能量源中的對應的一個。

【第11項】如請求項10所述之處理腔室，其中該一個或多個信號特徵中的每一個包括複數個信號元件，並且將該一個或多個信號器中的每一個定位在一對應的

信號元件附近。

【第12項】 一種處理腔室，包括：

用於一處理容積的一外殼；

在該外殼內的一可旋轉支撐件，該可旋轉支撐件具有延伸到該外殼外部的一軸；

在該外殼內的一能量模組，其中該軸延伸通過該能量模組；

一旋轉致動器，將該旋轉致動器耦合到該軸；

一定向能量源，將該定向能量源耦合到該外殼；

一控制器，將該控制器耦合到該旋轉致動器和該定向能量源，該控制器被配置為使該可旋轉支撐件的旋轉與該定向能量源的操作同步；

一信號器，將該信號器耦合到該控制器；及

複數個信號特徵，將該複數個信號特徵設置在該軸上並且分組為複數個組，將該複數個信號特徵中的每一個操作地耦合到該信號器。

【第13項】 如請求項12所述之處理腔室，其中該定向能量源包括耦合到一電源的一輻射源，並且該控制器被配置為通電該電源。

【第14項】 如請求項13所述之處理腔室，其中該輻射源是一雷射。

【第15項】 如請求項14所述之處理腔室，其中將該雷

射光纖耦合到一準直器，將該準直器耦合到該外殼。

【第16項】 如請求項12所述之處理腔室，其中該控制器被配置為基於由該處理腔室的操作產生的系統處理不均勻性，來使該可旋轉支撐件的旋轉與該定向能量源的操作同步。

【第17項】 如請求項12所述之處理腔室，其中該控制器被配置為基於由該複數個信號特徵觸發的來自該信號器的信號，來使該可旋轉支撐件的旋轉與該定向能量源的操作同步。

【第18項】 一種處理腔室，包括：

用於一處理容積的一外殼；

在該外殼內的一可旋轉支撐件，該可旋轉支撐件具有延伸到該外殼外部的一軸；

複數個信號特徵，將該複數個信號特徵設置在該軸上；

在該外殼內的一能量模組，其中該軸延伸通過該能量模組；

一個或多個定向能量源，將該一個或多個定向能量源耦合到該外殼；

一個或多個信號器，將該一個或多個信號器定位在該等信號特徵附近，將每個信號器操作地耦合到該複數個信號特徵中的一個或多個；及



一控制器，將該控制器耦合到該一個或多個信號器和該一個或多個定向能量源。

【第19項】 如請求項18所述之處理腔室，其中該複數個信號特徵中的至少一個是該軸的一反射部分，並且該一個或多個信號器中的至少一個包括一光發射器和一光偵測器，將該光發射器和該光偵測器都光耦合到該反射部分。

【發明圖式】

圖 1

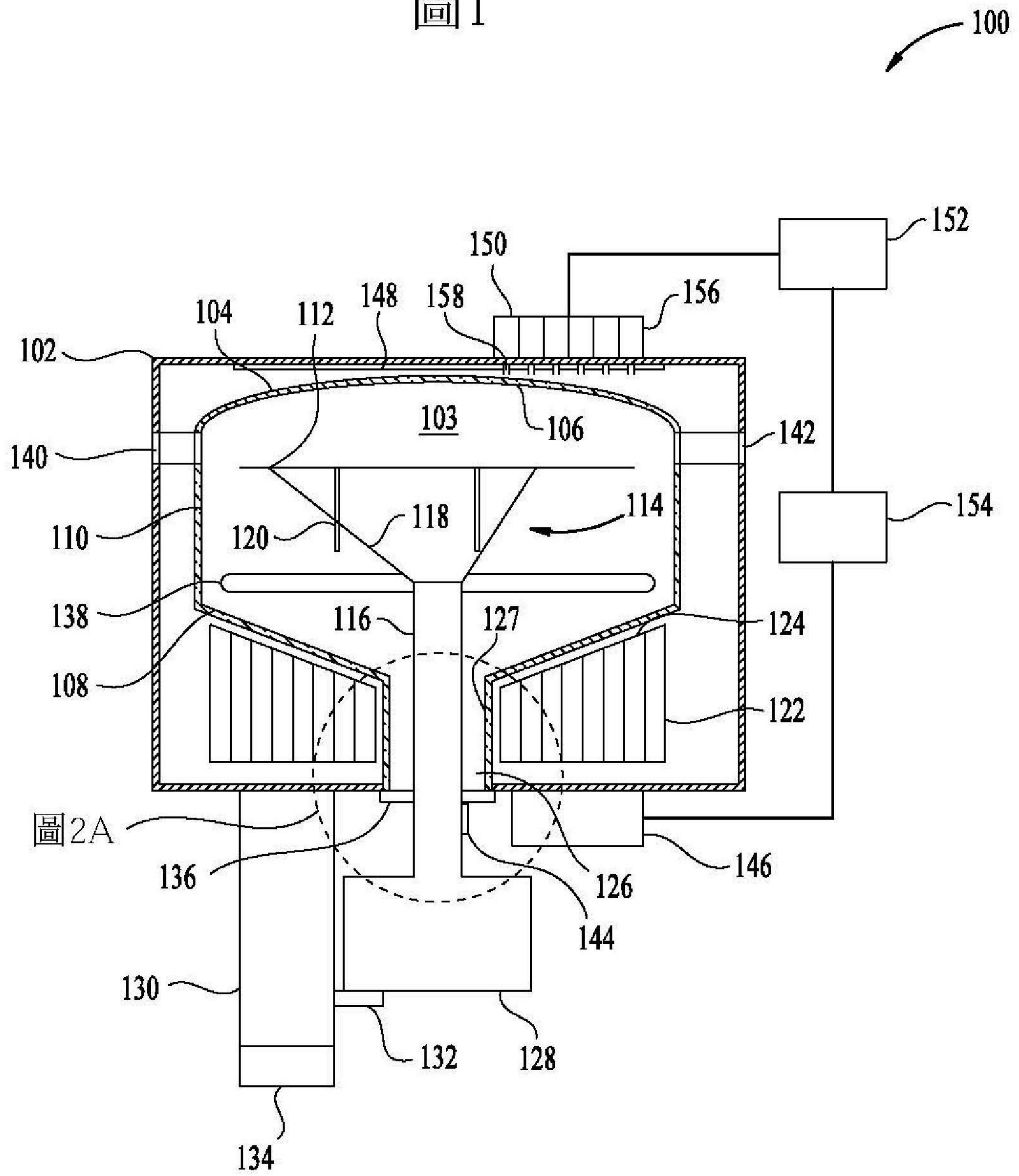


圖 2A



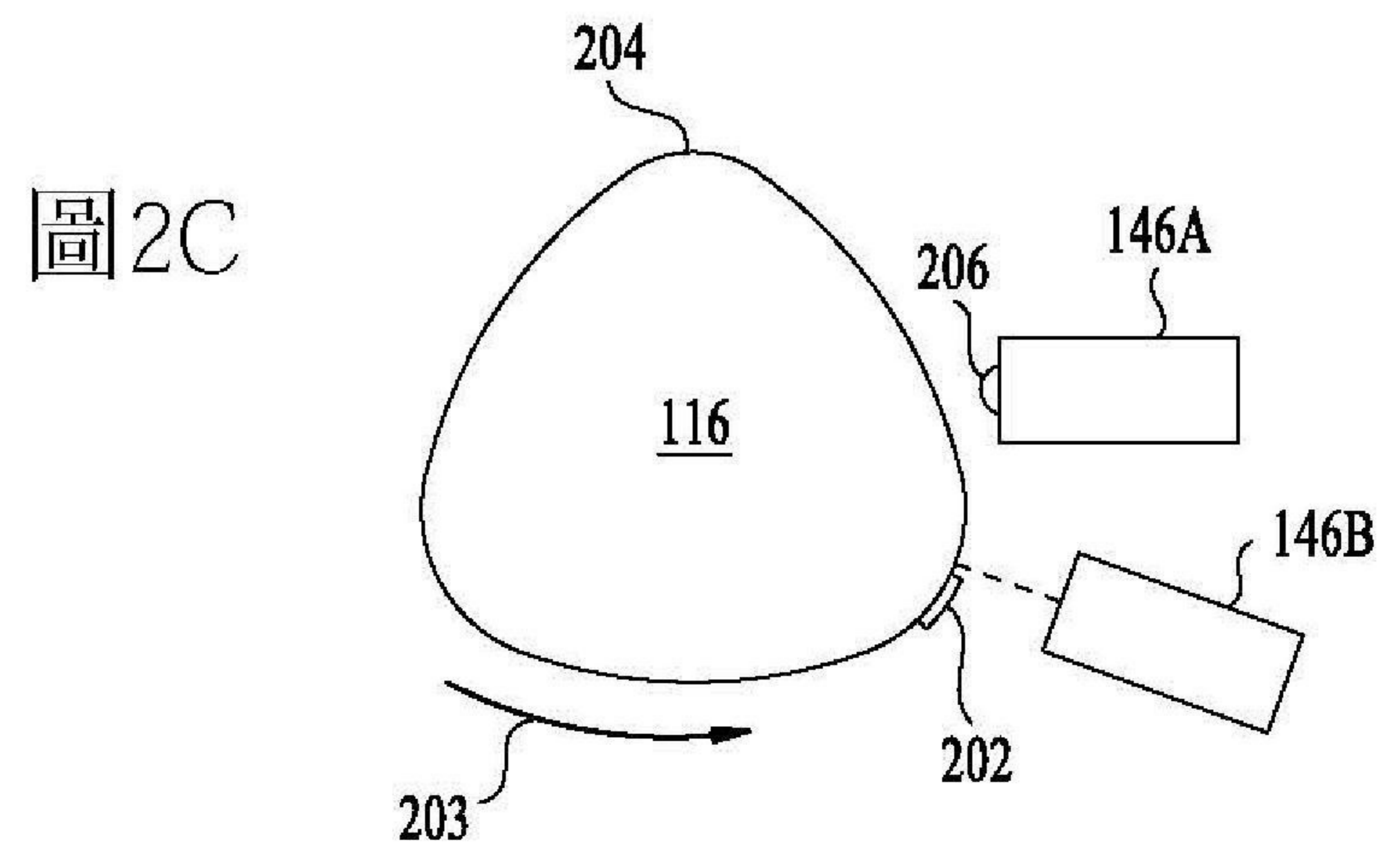
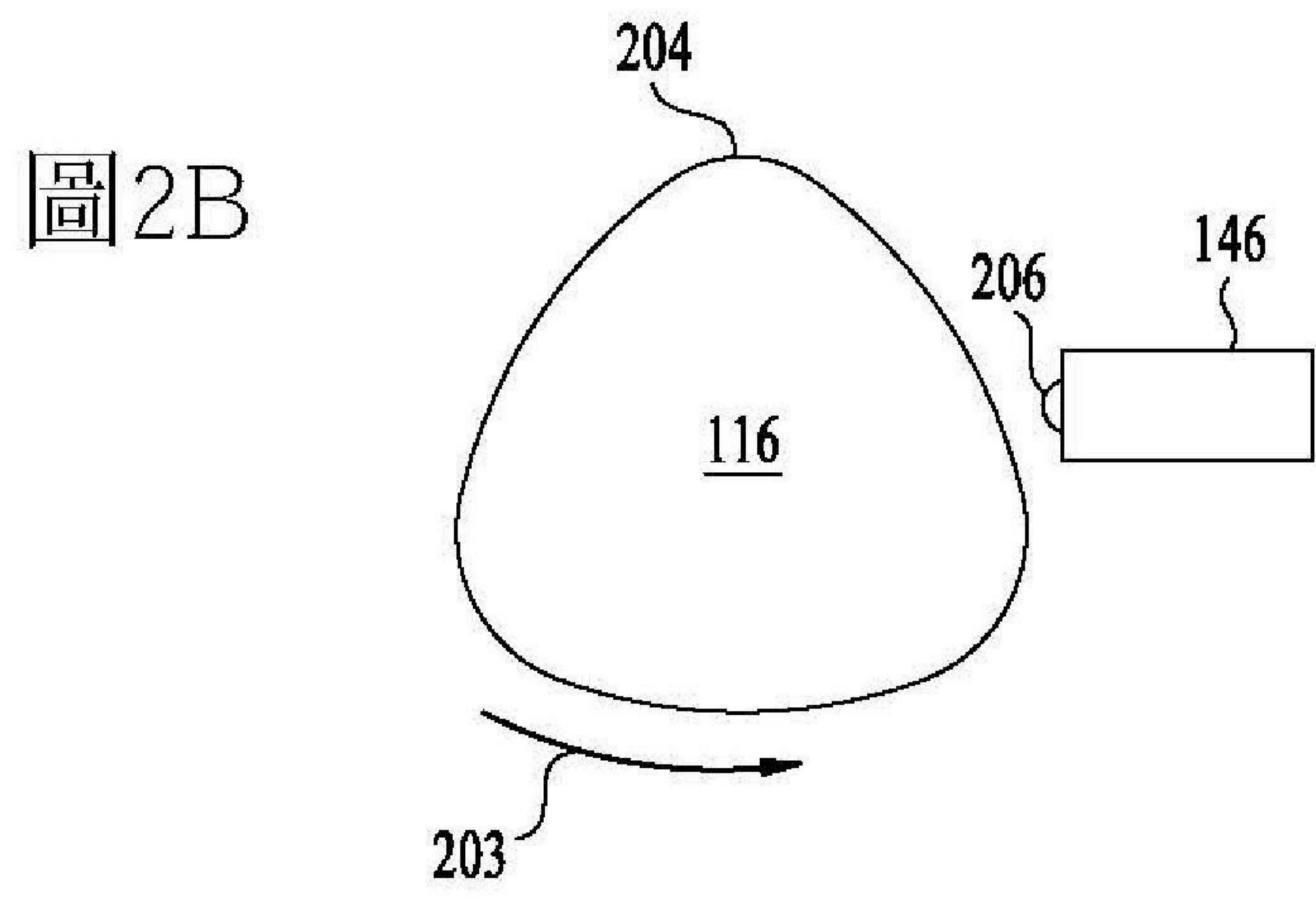
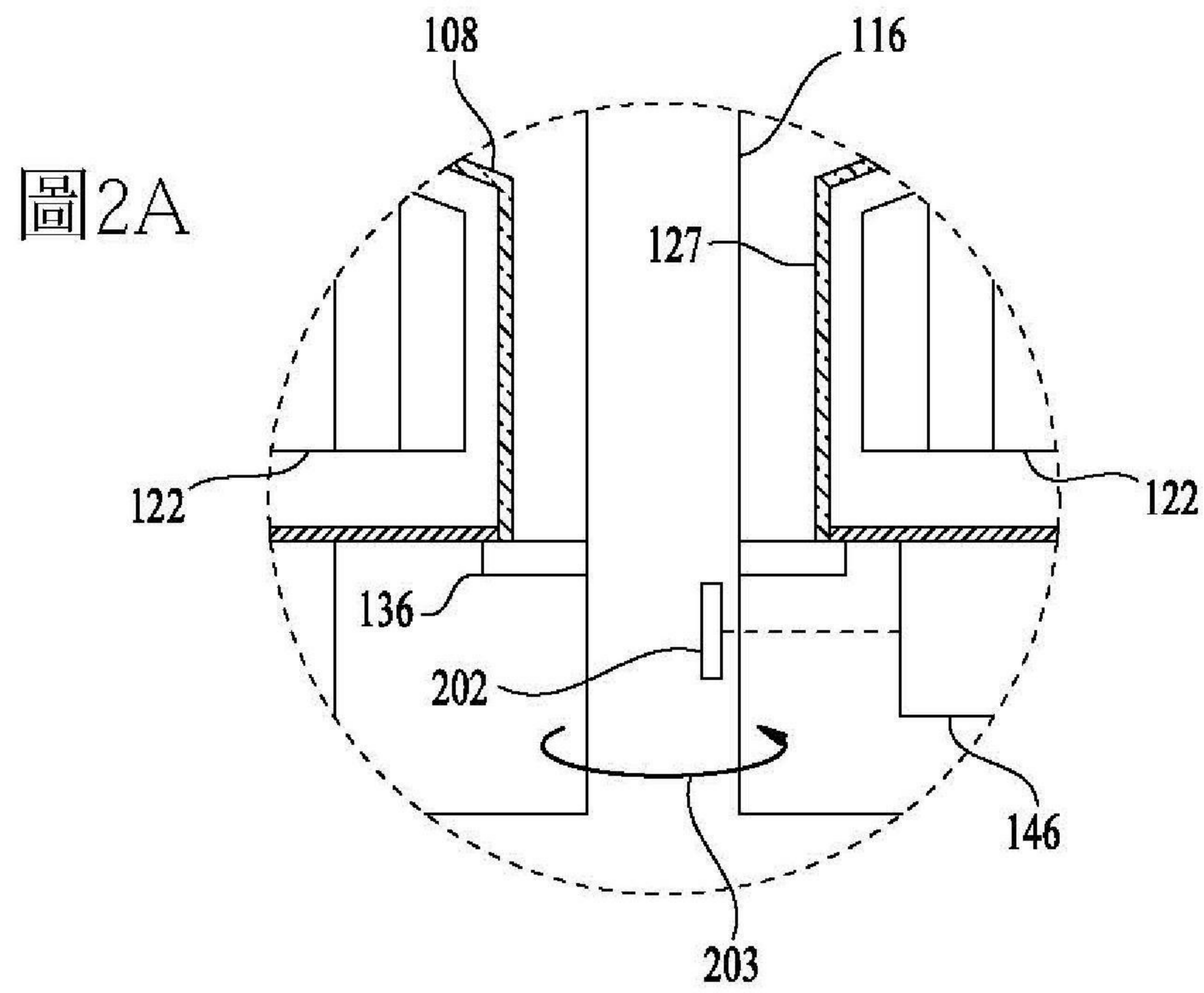




圖3A

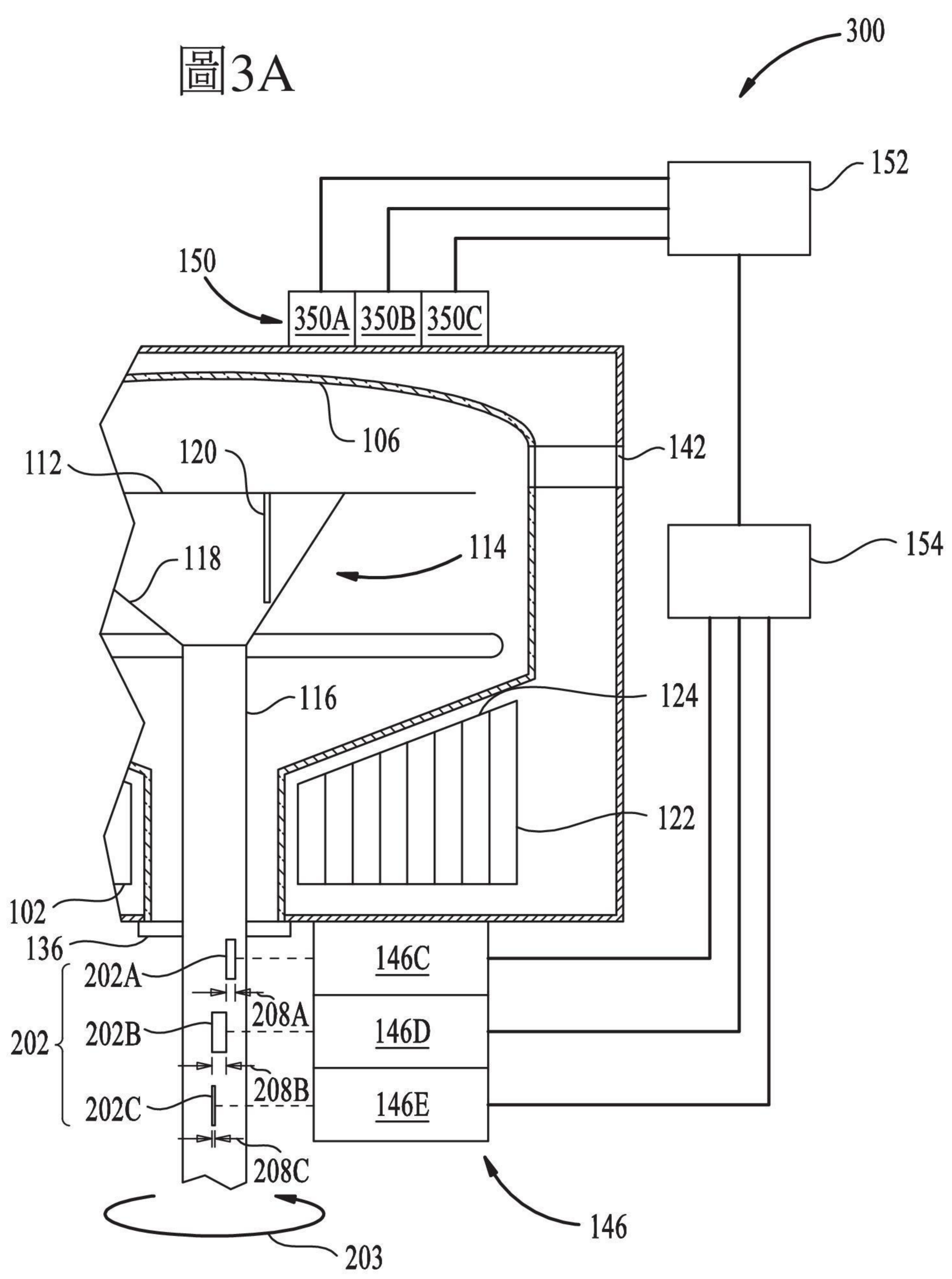


圖3B

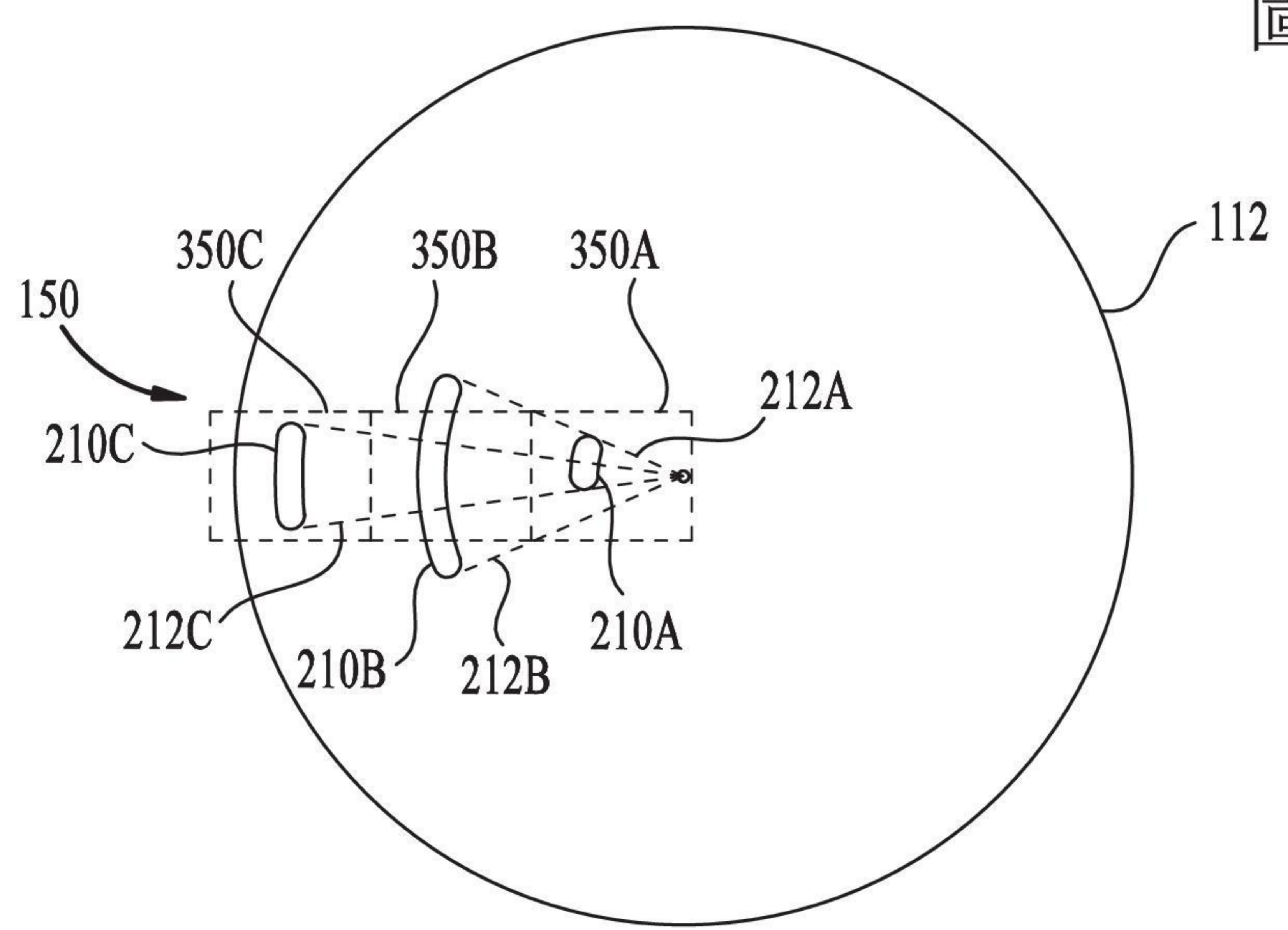




圖3C

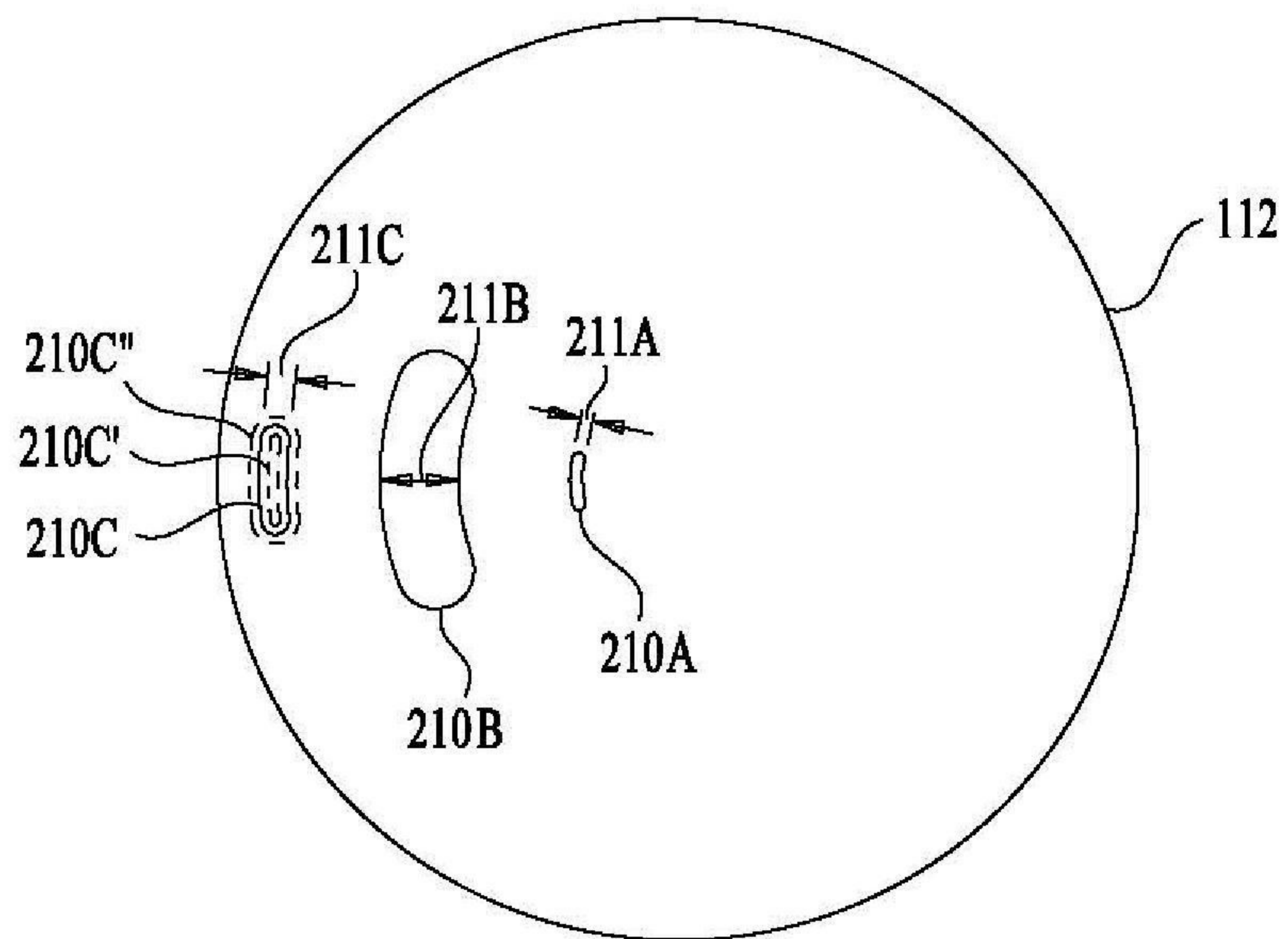


圖3D

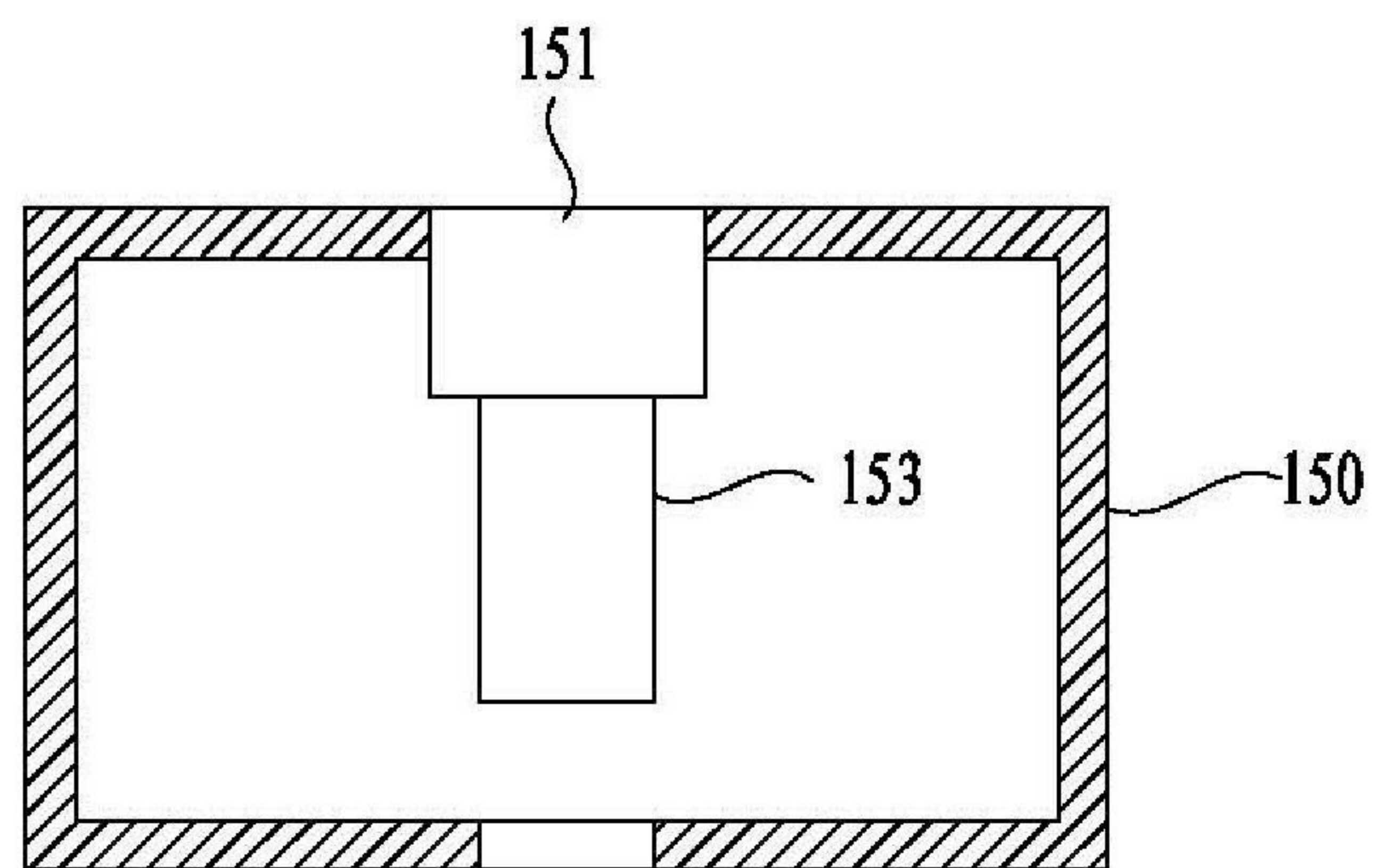




圖4A

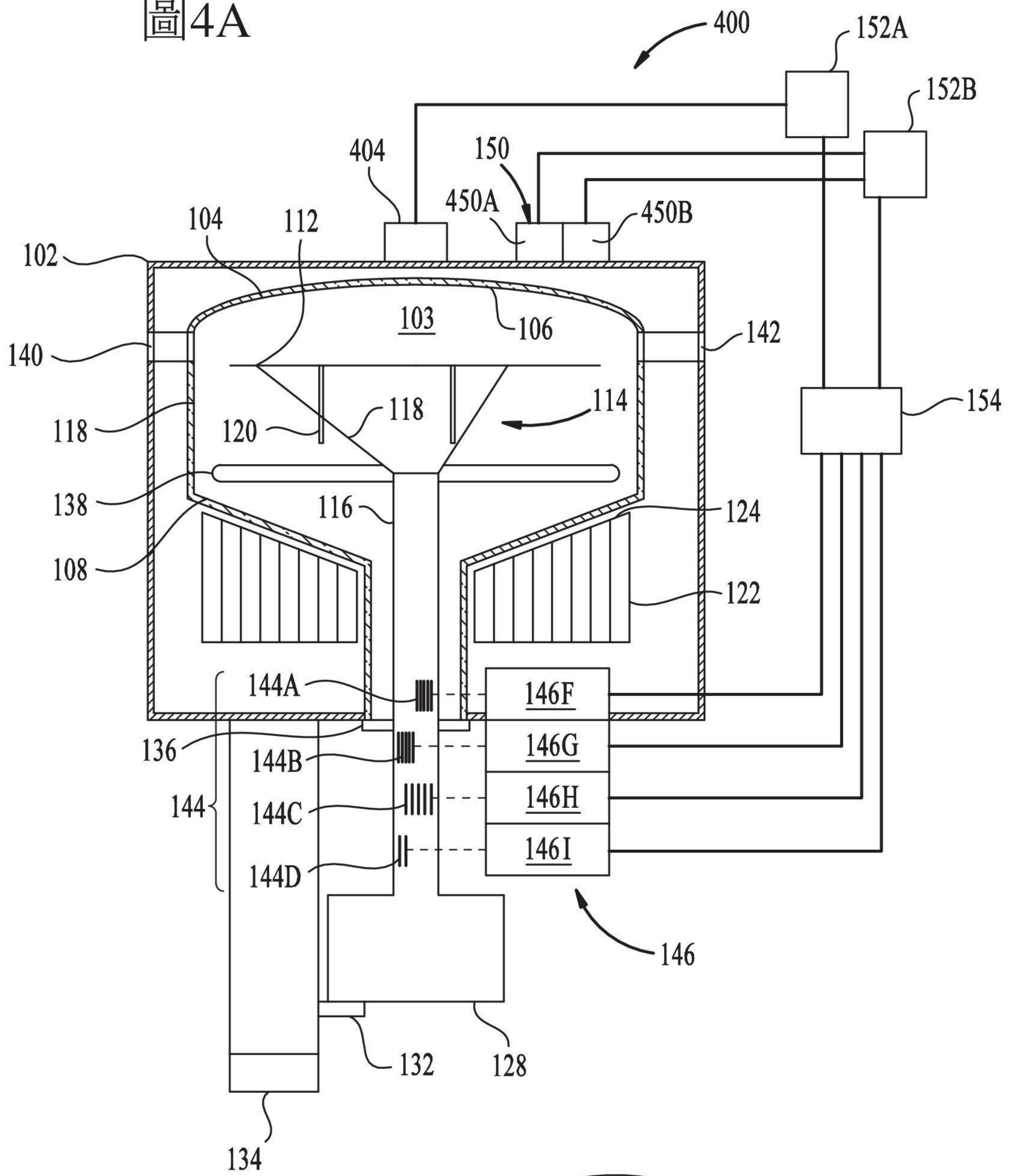


圖4B

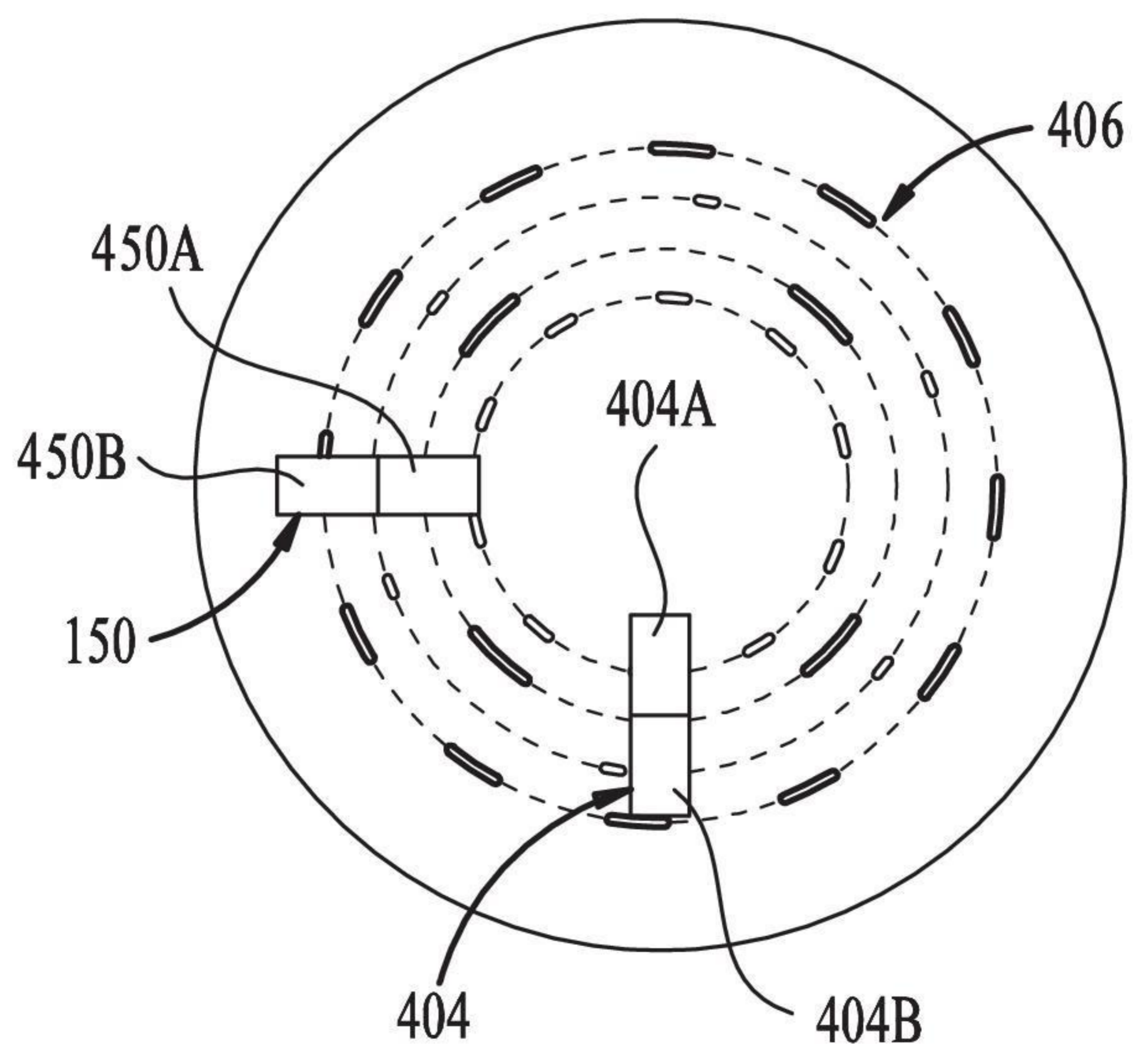




圖5

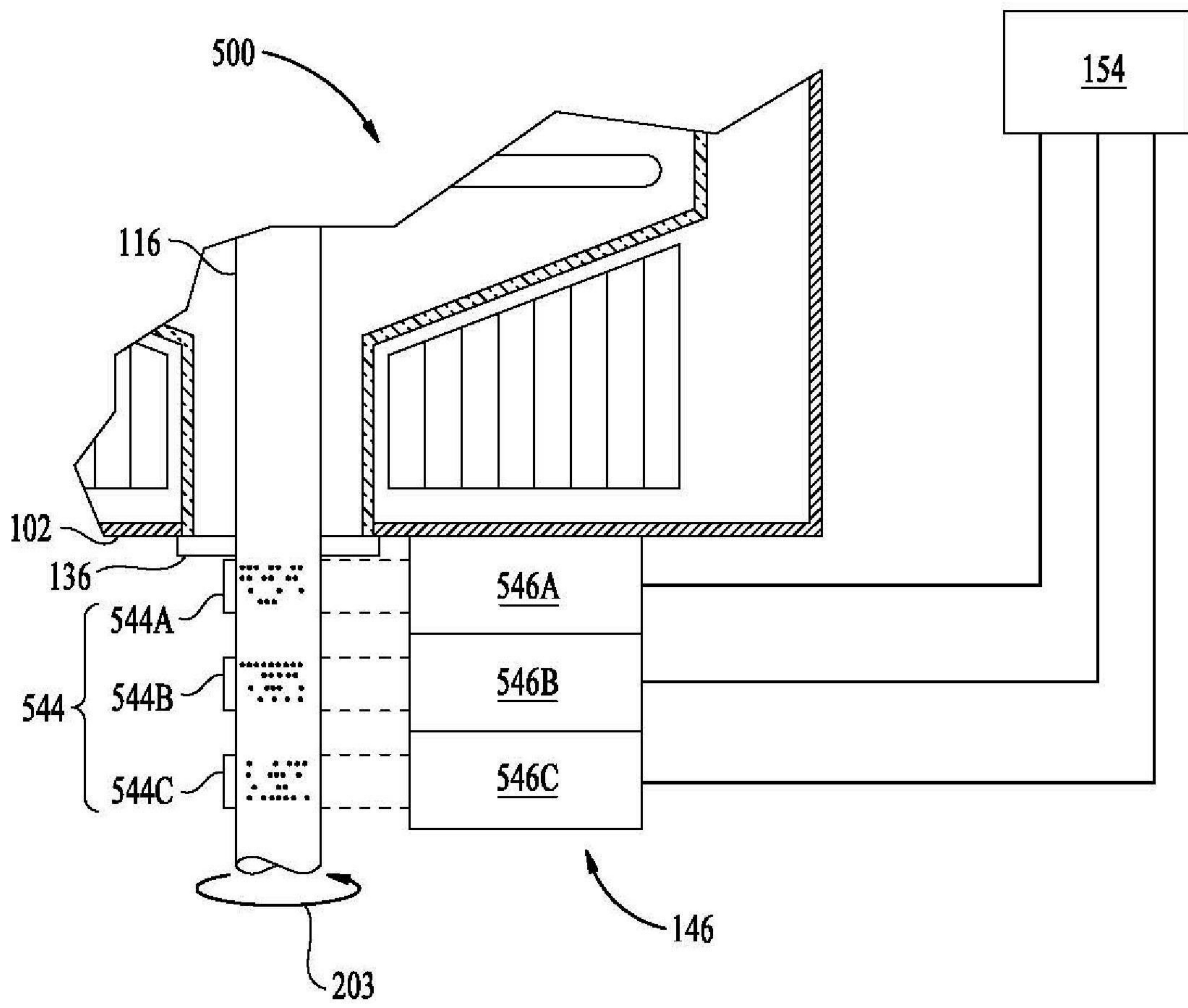




圖6

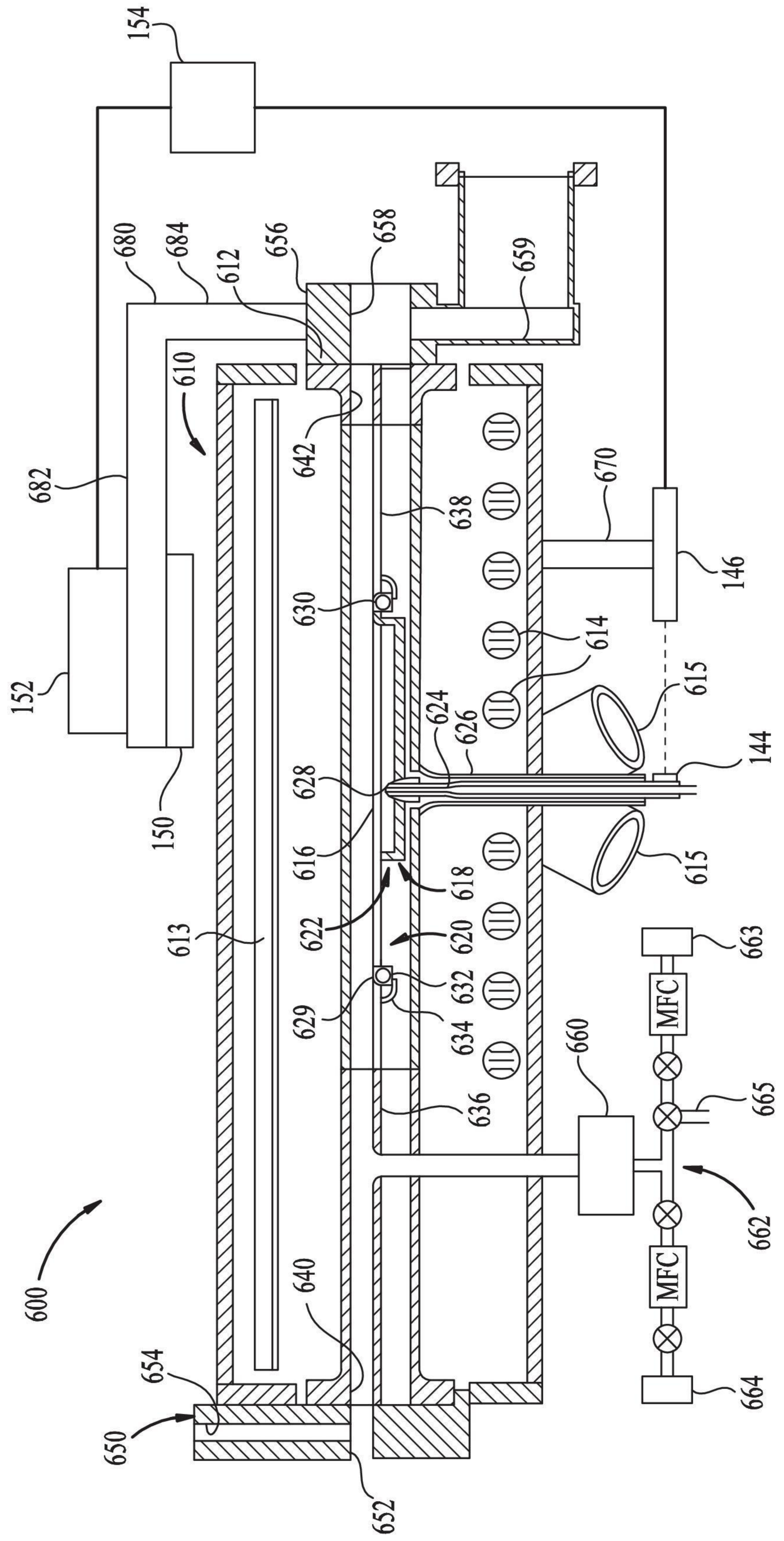




圖 7

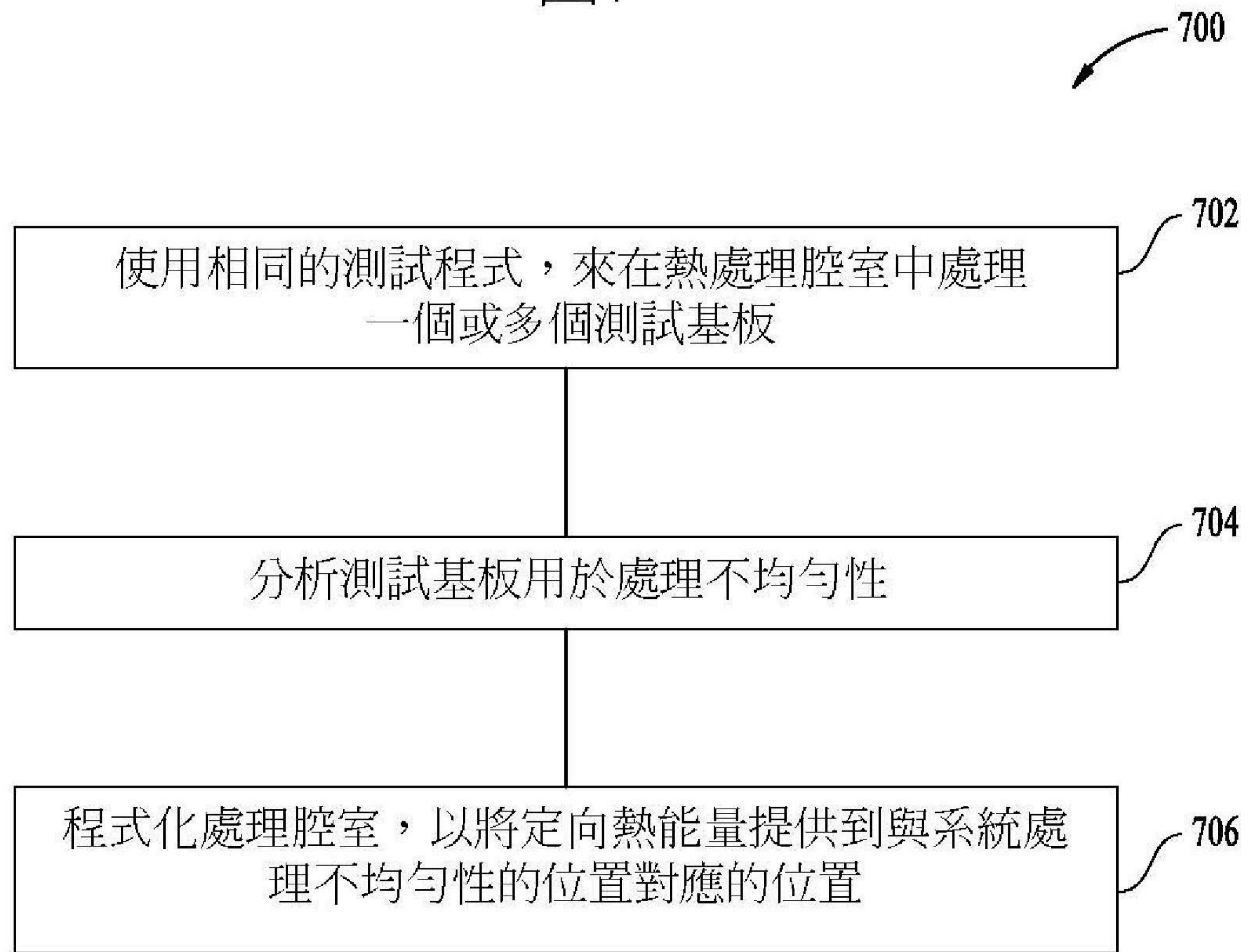




圖8A

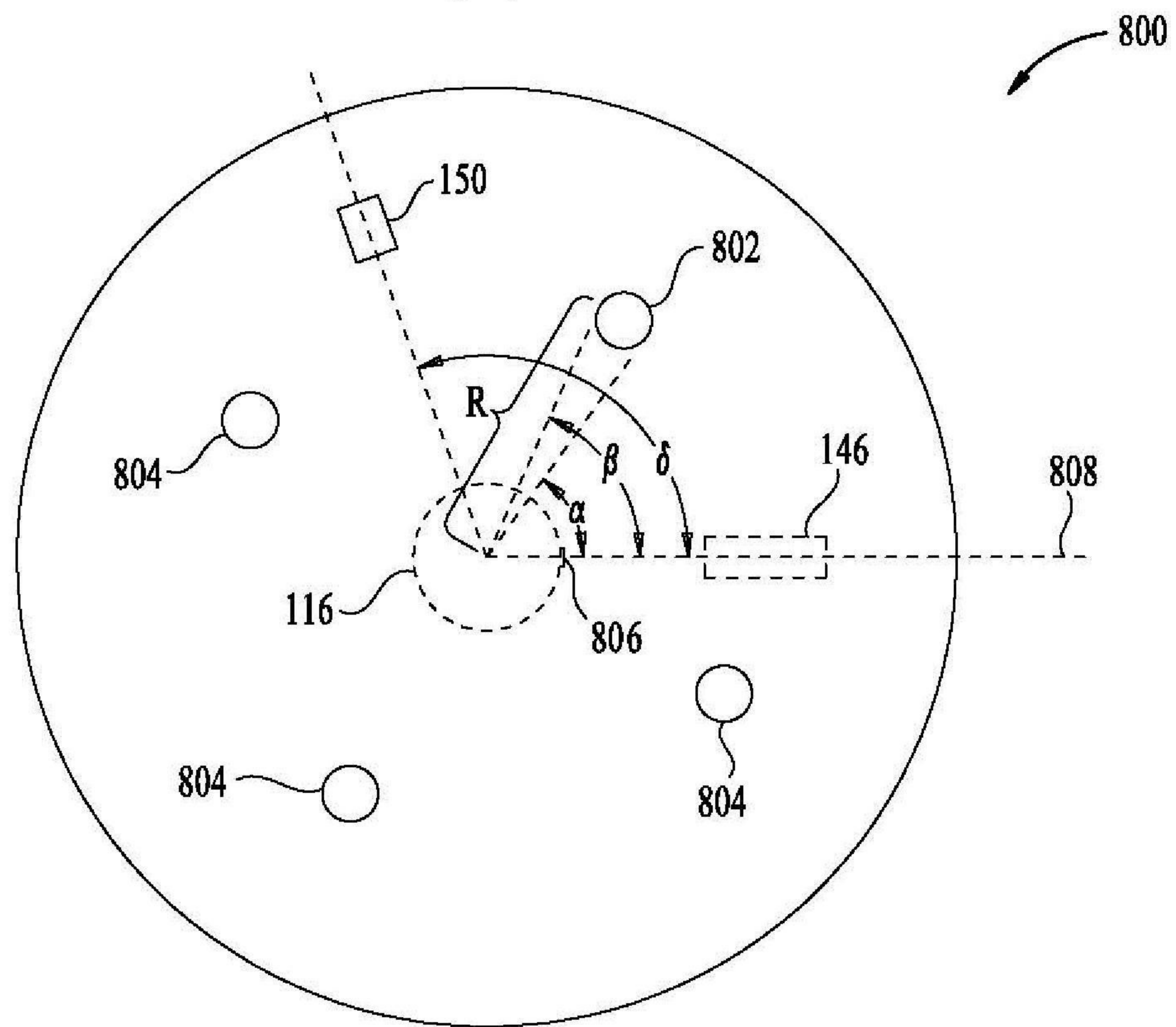


圖8B

