



(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 I713525 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：105115413

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 19 日

(51)Int. Cl. : C23C16/455 (2006.01)

C23C16/50 (2006.01)

C23C16/52 (2006.01)

(30)優先權：2015/05/22 美國

62/165,761

2015/09/10 美國

14/850,816

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

美國

(72)發明人：謙德拉瑟哈蘭 拉密許 CHANDRASEKHARAN, RAMESH (IN)；尚朋 山古特 SANGPLUNG, SAANGRUT (TH)；史旺明內森 珊卡 SWAMINATHAN, SHANKAR (IN)；帕斯果 法蘭克 PASQUALE, FRANK (US)；康虎 KANG, HU (CN)；拉芙依 艾里恩 LAVOIE, ADRIEN (US)；奧古斯丁尼亞克 愛德華 AUGUSTYNIAK, EDWARD (US)；崎山幸紀 SAKIYAMA, YUKINORI (JP)；巴爾達塞羅尼 克洛伊 BALDASSERONI, CHLOE (FR)；凡拉德拉真 瑟沙撒依 VARADARAJAN, SESHASAYEE (IN)；薩賈德 巴沙 SAJJAD, BASHA (US)；派翠利亞 珍妮佛 L PETRAGLIA, JENNIFER L. (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 200902751A

US 9017481B1

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：26 項 圖式數：16 共 81 頁

(54)名稱

用以達成改良的流動均勻性之具有面板孔的小體積噴淋頭

(57)摘要

在半導體處理設備中的噴淋頭可包括面板通孔，配置以改良原子層沉積期間的流動均勻性。該噴淋頭可包括一面板，其具有用以將氣體配送至基板上的複數通孔，其中該面板包括小直徑的通孔。例如，各個通孔的直徑可小於約 0.4 英吋。除此之外或替代地，該噴淋頭可包括沿著一環圓周向地設置的邊緣通孔，該環具有大於正在處理的基板的直徑的直徑。該噴淋頭可為小體積噴淋頭，且可包括設置在一或多個氣體入口附近的一阻流板，而該一或多個氣體入口與噴淋頭的充氣部體積流體連通。具有小直徑通孔及/或邊緣通孔的面板，可改良整體薄膜不均勻性、改良基板邊緣處的方位角薄膜不均勻性、並能夠在較高 RF 功率下操作。

A showerhead in a semiconductor processing apparatus can include faceplate through-holes configured to improve the flow uniformity during atomic layer deposition. The showerhead can include a faceplate having a plurality of through-holes for distributing gas onto a substrate, where the faceplate includes small diameter through-holes. For example, the diameter of each of the through-holes can be less than about 0.04 inches. In addition or in the alternative, the showerhead can include edge through-holes positioned circumferentially along a ring having a diameter greater than a diameter of the substrate being processed. The showerhead can be a low volume showerhead and can include a baffle proximate one or more gas inlets

in communication with a plenum volume of the showerhead. The faceplate with small diameter through-holes and/or edge through-holes can improve overall film non-uniformity, improve azimuthal film non-uniformity at the edge of the substrate, and enable operation at higher RF powers.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1454 . . . 面板

1482 . . . 通孔

1487a . . . 環

1487b . . . 環

1488 . . . 通孔

1488a . . . 通孔

1488b . . . 通孔

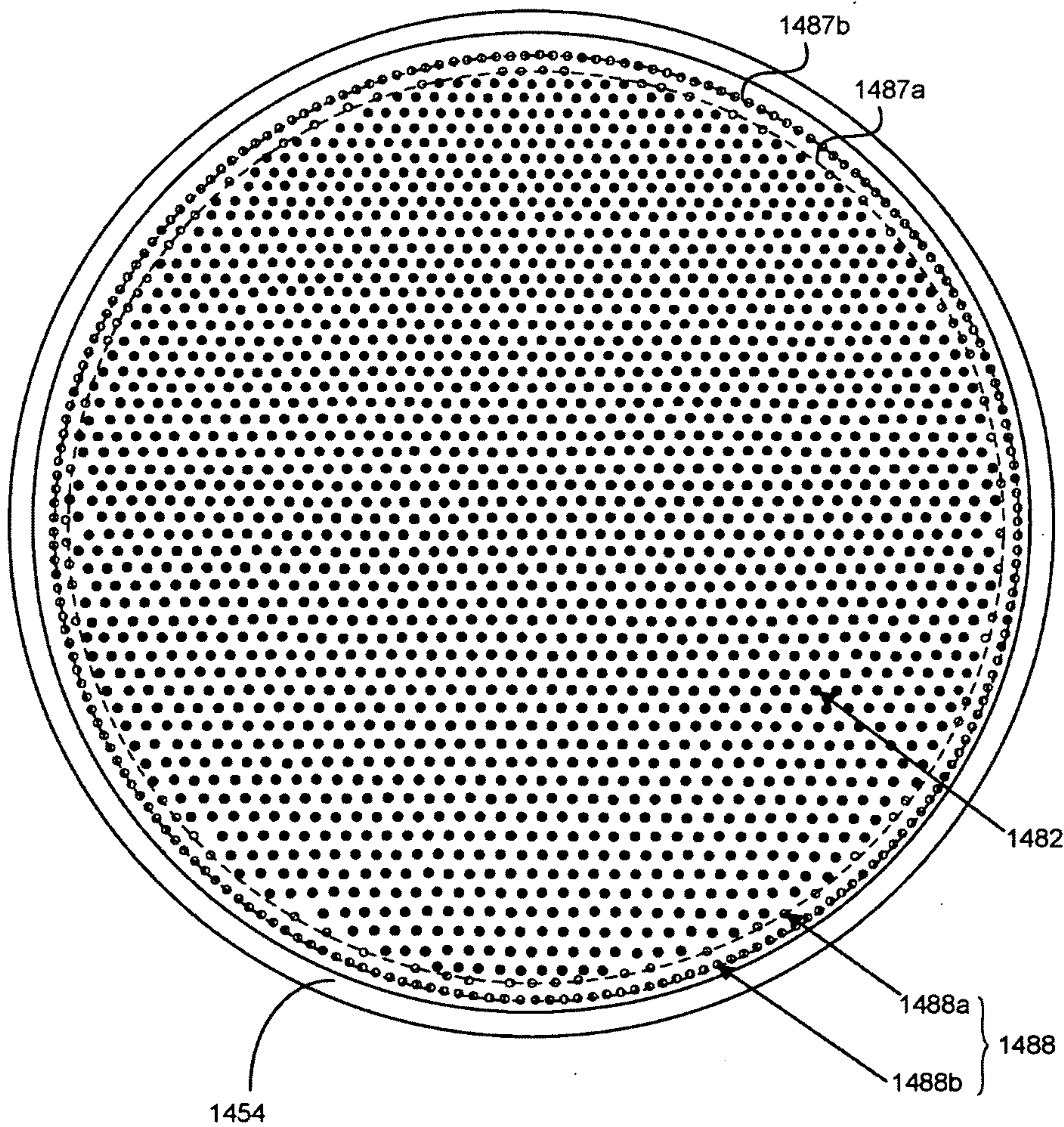


圖 14B



I713525

公告本

【發明摘要】

申請日：105年5月19日

IPC分類：C23C 16/455 (2006.01)
C23C 16/50 (2006.01)
C23C 16/52 (2006.01)

【中文發明名稱】用以達成改良的流動均勻性之具有面板孔的小體積噴淋頭

【英文發明名稱】LOW VOLUME SHOWERHEAD WITH FACEPLATE HOLES

FOR IMPROVED FLOW UNIFORMITY

【中文】

在半導體處理設備中的噴淋頭可包括面板通孔，配置以改良原子層沉積期間的流動均勻性。該噴淋頭可包括一面板，其具有用以將氣體配送至基板上的複數通孔，其中該面板包括小直徑的通孔。例如，各個通孔的直徑可小於約 0.4 英吋。除此之外或替代地，該噴淋頭可包括沿著一環圓周向地設置的邊緣通孔，該環具有大於正在處理的基板的直徑的直徑。該噴淋頭可為小體積噴淋頭，且可包括設置在一或多個氣體入口附近的一阻流板，而該一或多個氣體入口與噴淋頭的充氣部體積流體連通。具有小直徑通孔及/或邊緣通孔的面板，可改良整體薄膜不均勻性、改良基板邊緣處的方位角薄膜不均勻性、並能夠在較高 RF 功率下操作。

【英文】

A showerhead in a semiconductor processing apparatus can include faceplate through-holes configured to improve the flow uniformity during atomic layer deposition. The showerhead can include a faceplate having a plurality of through-holes for distributing gas onto a substrate, where the faceplate includes small diameter through-holes. For example, the diameter of each of the through-holes can be less than about 0.04 inches. In addition or in the alternative, the showerhead can include edge through-holes positioned circumferentially along a ring having a diameter

greater than a diameter of the substrate being processed. The showerhead can be a low volume showerhead and can include a baffle proximate one or more gas inlets in communication with a plenum volume of the showerhead. The faceplate with small diameter through-holes and/or edge through-holes can improve overall film non-uniformity, improve azimuthal film non-uniformity at the edge of the substrate, and enable operation at higher RF powers.

【指定代表圖】 第(14B)圖

【代表圖之符號簡單說明】

1454 面板

1482 通孔

1487a 環

1487b 環

1488 通孔

1488a 通孔

1488b 通孔

【發明說明書】

【中文發明名稱】用以達成改良的流動均勻性之具有面板孔的小體積噴淋頭

【英文發明名稱】LOW VOLUME SHOWERHEAD WITH FACEPLATE HOLES
FOR IMPROVED FLOW UNIFORMITY

【技術領域】

【0001】 本發明大致上係涉及用以在半導體處理設備中配送氣體之噴淋頭。本發明的某些態樣係關於用以在原子層沉積處理中配送氣體的小體積噴淋頭，該小體積噴淋頭具有多孔阻流板、位於面板中的小直徑通孔、及/或位於面板中的其他邊緣通孔。

【先前技術】

【0002】 半導體處理工具經常包括設計用來以在整個半導體基板或晶圓上相對均勻的方式配送處理氣體之元件。這樣的元件在業界普遍稱為「噴淋頭」。噴淋頭一般包括面向某種充氣部體積之面板。該面板可包括複數通孔，該複數通孔使得充氣部體積中的氣體得以流動穿過面板並進入基板與面板之間(或支撐晶圓的晶圓支撐部與面板之間)的反應空間。通孔一般佈置成使得整個晶圓上的氣體配送可導致實質上均勻的基板處理。

【發明內容】

【0003】 本發明係關於使用於半導體處理設備中的一噴淋頭。該噴淋頭包含一充氣部體積，具有一第一表面及與該第一表面相對的一第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的該充氣部體積。該噴淋頭亦包括：與該充氣部體積流體連通的一或更多氣體入口；包括複數面板通孔的一面板；以及設置在該一或更多氣體入口附近的一阻流板。該複數面板通孔從該面

板的一第一側延伸至一第二側，其中該面板的該第一側界定了該充氣部體積的該第一表面，且其中各個面板通孔具有小於約 0.04 英吋的直徑。

【0004】 在一些實行例中，該阻流板包括複數阻流板通孔。該阻流板之孔隙率介於約 5%與約 25%之間。在一些實行例中，該阻流板係設置在該充氣部體積與該一或更多氣體入口之間的一區域中。在一些實行例中，各個面板通孔的直徑介於約 0.01 英吋與約 0.03 英吋之間。在一些實行例中，該面板通孔之直徑經配置以提高從該面板流出的氣體流量的空間均勻性。在一些實行例中，該面板通孔之直徑經配置以減少電漿從該面板之外進入該充氣部體積的回流。

【0005】 本發明亦關於一半導體處理站，該半導體處理站包括上述之噴淋頭。該半導體處理站包含一控制器，其具有用以執行以下操作之指令：提供一基板至該半導體處理站中；透過該噴淋頭將反應物氣體引入該半導體處理站中以吸附至該基板之表面上；透過該噴淋頭將吹淨氣體引入該半導體處理站中；並施加電漿以在該基板之該表面上由被吸附的該反應物氣體形成一薄膜層。在一些實行例中，該電漿係在大於約 500W 的功率下施加，且該薄膜層的薄膜不均勻性小於約 0.5%。在一些實行例中，該薄膜層的薄膜不均勻性小於約 0.3%。

【0006】 本發明亦關於使用於半導體處理設備中的一噴淋頭，其中該噴淋頭包含：一充氣部體積，具有一第一表面及與該第一表面相對的一第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的該充氣部體積。該噴淋頭亦包括與該充氣部體積流體連通的一或更多氣體入口；包括複數面板通孔的一面板；及設置在該一或更多氣體入口附近的一阻流板。該複數面板通孔從該面板的一第一側延伸至一第二側，其中該面板的該第一側界定了該充氣部體積的該第一表面，其中該複數面板通孔包括中央通孔與圍繞該中央通孔的邊緣通

孔，該邊緣通孔以大於一基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)之直徑的直徑圓周向地設置在該面板的該第二側。

【0007】 在一些實行例中，該邊緣通孔從該面板的該第一側到該第二側傾斜小於約 90 度的角度。在一些實行例中，該邊緣通孔沿著一第一環以及圍繞該第一環的一第二環圓周向地設置在該面板的該第二側。在一些實行例中，該第一環具有大於約 300mm 的直徑，且該第二環具有大於約 310mm 的直徑。在一些實行例中，該邊緣通孔從該面板的該第一側到該第二側傾斜小於約 75 度的角度。在一些實行例中，該阻流板係設置在該充氣部體積與該一或更多氣體入口之間的一區域中，且該阻流板包括複數阻流板通孔。在一些實行例中，各個面板通孔的直徑小於約 0.04 英吋。

【0008】 本發明亦關於一半導體處理站，該半導體處理站包括上述之噴淋頭。該半導體處理站包含：一控制器，配置有用以執行以下操作之指令：提供一基板至該半導體處理站中；透過該噴淋頭將反應物氣體引入該半導體處理站中以吸附至該基板之表面上；透過該噴淋頭將吹淨氣體引入該半導體處理站中；並施加電漿以在該基板之該表面上由被吸附的該反應物氣體形成一薄膜層。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖1顯示具有阻流板之例示性噴淋頭的等角剖面圖。

【0010】 圖2顯示具有多孔阻流板之例示性小體積噴淋頭的等角剖面圖。

【0011】 圖3顯示圖2之小體積噴淋頭中的多孔阻流板的放大等角剖面圖。

【0012】 圖4顯示二個例示性噴淋頭之側面剖面視圖的並排比較。

【0013】 圖5顯示小體積噴淋頭中的多孔阻流板及面板的通孔之排列的例示性佈局。

【0014】 圖6A顯示例示性噴淋頭的部分之側面剖面視圖，該例示性噴淋頭包括一阻流板，其中箭頭指出了該噴淋頭內的標稱氣體流動方向。

【0015】 圖6B顯示例示性小體積噴淋頭的部分之側面剖面視圖，該例示性小體積噴淋頭包括一多孔阻流板，其中箭頭指出了小體積噴淋頭內的標稱氣體流動方向。

【0016】 圖7A顯示噴淋頭中之例示性阻流板的等角視圖。

【0017】 圖7B顯示噴淋頭中之例示性阻流板的等角視圖，該例示性阻流板包括複數通孔。

【0018】 圖8顯示一曲線圖，該曲線圖將來自噴淋頭面板之氣體的軸向流動速率描繪為面板之徑向尺寸的函數。

【0019】 圖9顯示一曲線圖，該曲線圖描繪二個噴淋頭之原子層沉積的不均勻性之百分比。

【0020】 圖10顯示具有複數面板通孔的例示性面板的底部視圖。

【0021】 圖11顯示具有複數小直徑面板通孔的例示性面板的底部視圖。

【0022】 圖12顯示限制自由基回流的面板通孔的剖面示意圖

【0023】 圖13A顯示一曲線圖，該曲線圖將來自面板之氣體的軸向流動速率描繪為面板之徑向距離的函數，而面板具有漸小的通孔直徑。

【0024】 圖13B顯示一曲線圖，其描繪帶有0.04英吋直徑的面板通孔的小體積噴淋頭、及帶有0.02英吋直徑的面板通孔的小體積噴淋頭的薄膜不均勻性。

【0025】 圖14A顯示具有複數中央通孔與複數邊緣通孔的例示性面板的底部視圖。

【0026】 圖 14B 顯示具有複數中央通孔、沿著第一環的複數邊緣通孔、及沿著第二環的複數邊緣通孔的例示性面板的底部視圖。

【0027】 圖14C顯示例示性面板的放大等角剖面圖，該面板具有中央通孔與以一角度傾斜的一或多個邊緣通孔。

【0028】 圖15A顯示側面剖面視圖，其將具有中央通孔的例示性面板及具有中央與邊緣通孔的例示性面板進行比較。

【0029】 圖 15B 顯示側面剖面視圖之放大部分，其將圖 15A 的二個例示性面板進行比較。

【0030】 圖 15C 顯示等角剖面視圖之放大部分，其將圖 15A 的二個例示性面板進行比較。

【0031】 圖16顯示一多站處理工具的示意圖，該多站處理工具可包括小體積噴淋頭。

【實施方式】

【0032】 爲提供本發明概念的全面性的認識，將於下列實施方式中闡述多個具體細節。毋須一些或全部之該等具體細節即可實施本發明概念。在其他例子中，爲了避免不必要地混淆所描述的概念，熟知的處理作業將不再贅述。雖然某些概念將聯合具體實施例一起描述，但應知悉其本意非限制這些實施例。

【0033】 在本案中，「半導體晶圓」、「晶圓」、「基板」、「晶圓基板」、及「部分已製成積體電路」等用語可互換地使用。本技術領域中具有一般技藝者應知悉的係，「部分已製成積體電路」這個用語係指涉在其上的許多積體電路製程階段中之任一期間的矽晶圓。使用於半導體裝置產業的晶圓或基板典型地具有 200mm、或 300mm、或 450mm 的直徑。接下來的實施方式假設本發明係在一晶圓上實施。然而，本發明並非這般限制性。工作件可具有各種形狀、尺寸、以及材料。除了半導體晶圓，其他可受益於本發明的工作件包括各種物

件，例如印刷電路板、磁性記錄媒體、磁性記錄感測器、反射鏡、光學元件、微機械裝置、以及其他相似物。

【0034】 在本發明中的一些圖式及討論中可能採用了一些慣例用法。舉例而言，在許多地方提到了「體積」，例如「充氣部體積」。這些體積一般可能標示在許多的圖中，但應理解的係，圖式及隨附的元件符號僅代表了這樣的體積之近似表示，實際的體積可能延伸至例如界定了該體積之邊界的不同實心表面。各樣的較小體積(例如，通過原本會是實心之充氣部體積邊界表面的氣體入口或其它的孔)可流體連接至充氣部體積。

【0035】 應理解的係，例如「在...上方」、「在...頂部上」、「在...下方」、「在...下面」等的相對性的術語之使用，應被理解為意指複數元件的空間關係(關於在噴淋頭的正常使用期間內這些元件之方位)。換言之，可對噴淋頭進行定向以於基板處理操作期間內向下往基板配送氣體。

引言

【0036】 在半導體處理中所使用的各樣沉積技術中，一特定的沉積技術可包括原子層沉積(ALD)。相對於使用熱活化氣相反應來沉積薄膜的化學氣相沉積(CVD)處理，ALD 處理使用表面媒介沉積反應而以逐層的方式來沉積薄膜。在一例示性 ALD 處理中，將包括了表面活性位置之群體的基板表面暴露於第一薄膜前驅物(P1)的氣相配送。P1 的一些分子可在基板表面之上形成凝態，其中包括了 P1 的化學吸附物種及物理吸附分子。接著將反應器抽空以移除氣相及物理吸附的 P1，使得僅有化學吸附物種留下。接著將第二薄膜前驅物(P2)引入至反應器中，使得 P2 的一些分子吸附至基板表面。可再次將反應器抽空，這一次是爲了移除未結合的 P2。隨後，提供至基板的能量使得在 P1 與 P2 的被吸附分子

之間的表面反應活化，從而形成一薄膜層。最後，將反應器抽空以移除反應副產物及可能的未反應 P1 及 P2，而結束 ALD 循環。可包括額外的 ALD 循環以積累薄膜厚度。

【0037】 依據前驅物用劑步驟的暴露時間及前驅物的粘著係數，在一範例中，每一 ALD 循環可沉積介於二分之一與三埃厚的一薄膜層。每一 ALD 循環可歷時約 5 秒或更少、約 3 秒或更少、或約 2 秒或更少。

【0038】 保型薄膜沉積(CFD)為類似於 ALD 技術的沉積技術，其中於複數循環期間內執行沉積，每一循環使用小量的反應物或前驅物。一般而言，用以產生 CFD 膜的表面反應係藉由使表面吸附的反應物暴露於電漿、紫外線輻射、或相似來源而活化。在某些情況下，一反應物於沉積處理期間內持續流動，該沉積處理可包括 CFD 的好幾個循環。不像 ALD 處理，許多 CFD 處理可容許二或更多反應物以汽相共存於腔室中。在 CFD 中，ALD 處理中所描述的一或更多處理步驟可在一例示性 CFD 處理中被縮短或除去。在 2011 年 4 月 11 日申請的美國專利申請案第 13/084399 號中描述了使用 CFD 來形成薄膜的方法，該案為所有目的加入本案之參考資料。為了便於理解，以下提供 CFD 的簡短描述。

【0039】 大致上，一 CFD 循環為表面沉積反應可執行的最小操作組。一循環的結果為在基板表面上產生至少一部分的薄膜層。一般而言，一 CFD 循環僅會包括用以將每一反應物輸送並吸附至基板表面、及接著使那些吸附反應物反應以形成部分薄膜層所需要的那些步驟。當然，循環可包括某些輔助步驟，例如清除反應物或副產物其中的一或更多者、及/或於沉積時對部分膜進行處理。大致上，一循環僅包含一獨特操作順序例。作為範例，一循環可包括以下操作：

(i) 輸送/吸附反應物 A、(ii) 輸送/吸附反應物 B、(iii) 使用吹淨氣體(purge gas)將

B 清除出反應腔室、及(iv)施加電漿來驅動 A 及 B 的表面反應以在表面上形成部分薄膜層。在一些實行例中，可將這些步驟之特性描述為用劑步驟、吹淨步驟、及電漿步驟。在一些實行例中，循環中可包括一電漿後吹淨步驟以進一步吹淨。

【0040】 一些實行例可使用不同的處理順序。一可能的處理包括了以下的操作序列：(1) 持續流動輔助反應物、(2) 提供含矽或其他主要反應物之用劑、(3) 吹淨 1、(4) 將基板暴露於 RF 電漿、(5) 吹淨 2。另一替代處理包括了以下的操作序列：(1) 持續流動惰性氣體、(2) 提供含矽或其他主要反應物之用劑、(3) 吹淨 1、(4) 將基板暴露於 RF 電漿，同時提供氧化劑或其它輔助反應物之用劑、(5) 吹淨 2。

【0041】 大致上，「清除」或「吹淨」階段的概念將汽相反應物其中一者從反應腔室中移除或吹淨、且一般僅在這樣的反應物之輸送完成之後才發生。換言之，在吹淨階段期間內該反應物不再被輸送至反應腔室中。然而，在吹淨階段期間內該反應物保持吸附在基板表面上。一般而言，吹淨係用以在反應物被吸附至基板表面上達期望程度之後移除腔室中任何殘留的汽相反應物。吹淨階段亦可將弱吸附的物種(例如，某些前驅物配位基或反應副產物)從基板表面移除。

【0042】 在半導體處理設備中，噴淋頭經常用於以期望的方式(例如以均勻配送的方式)將處理氣體配送至整個半導體基板。噴淋頭一般包括充氣部，該充氣部的邊界被一面板所界定，該面板具有通向噴淋頭的外部的複數氣體配送孔。面板一般面向半導體處理腔室或反應腔室中的基板反應區域，且基板在半導體處理腔室中通常放在面板下方，例如於面板下方的位置支撐著晶圓的晶圓支持件或支座上。

【0043】在 ALD 中，薄膜以自限制(self-limiting)及自飽和(self-saturating)的方式在基板表面上生長。換言之，前驅物被輸送並以自限制的方式與表面反應，使得一旦表面上的所有反應位置被消耗，則反應終止。這意味著，ALD 處理中的特定步驟已達到飽和。一般而言，當達到完全飽和時，薄膜均勻性不會是問題。然而，許多 ALD 處理以更節約的方式操作，並期望一定的產量門檻。因此，爲了達到期望產量，在 ALD 中並非所有的步驟均達到完全飽和，所以完全飽和在 ALD 處理中可能是因產量而難以達成的(throughput-prohibitive)。舉例而言，爲了達到期望產量，ALD 處理可達到介於約 70%與約 99%的飽和度。如本文中所使用的 ALD 處理可包括 CFD 處理，且其爲可互換使用的。

【0044】因此，可以薄膜均勻性的代價來達到更高的產量，且可以產量的代價來達到更大的薄膜均勻性。然而，本發明的噴淋頭可設計來改良薄膜均勻性及產量。在一些實行例中，噴淋頭可設計來幫助 ALD 處理中的處理或吹淨氣體之輸送。在 ALD 處理中，改良汽相反應物輸送之流動均勻性可改良所沉積之薄膜的均勻性(尤其是在用劑及電漿步驟期間內)。此外，對於吹淨時間的改良可改良吹淨步驟的效率，從而增加了 ALD 處理的產量。

【0045】可藉由減少噴淋頭的體積而獲得可提高產量的噴淋頭。可將充氣部體積及柄部體積減少或最小化以減少在吹淨步驟期間內完成前驅物之吹淨的吹淨時間。減少的體積增加了背壓，使得吹淨氣體可快速且有效地輸送至反應腔室中。然而，減少噴淋頭的體積一般可能危害到沉積薄膜的薄膜均勻性。在小體積噴淋頭中獲得在整個噴淋頭面板上空間均勻之流動可能係困難的。在整個面板上的空間不均勻之流動可能導致在正進行沉積之薄膜中的厚度不均勻性。如上所述，在一些 ALD 處理中，ALD 處理中的沉積循環可能是短的、且可能不

允許達到完全飽和。因此，在整個面板上的空間不均勻之流動可能對沉積薄膜的薄膜均勻性及薄膜特性產生負面影響。

具有多孔阻流板之小體積噴淋頭

【0046】 一噴淋頭可具有減少的體積而無需承受空間不均勻流動之壞處。這樣的小體積噴淋頭可包括一多孔阻流板，該多孔阻流板係位於柄部體積與充氣部體積之間的區域之凹陷中，其描述於 Chandrasekharan 等人於 2015 年 3 月 25 日申請的美國專利申請案第 14/668511 號，案名為「LOW VOLUME SHOWERHEAD WITH POROUS BAFFLE」，該案為所有目的以全文加入本案之參考資料。

【0047】 小體積噴淋頭可意指具有約等於或小於 500 毫升的總體積之噴淋頭。在一些實行例中，小體積噴淋頭可具有在約 50 毫升與約 500 毫升之間的體積。習知噴淋頭可具有大於 500 毫升的體積(尤其在 ALD 應用中)。

【0048】 大致上，主要的噴淋頭類型有兩種：枝型吊燈類型(chandelier type)、及嵌入安裝類型(flush mount type)。枝型吊燈類型噴淋頭具有一柄部，該柄部一端附接至腔室的頂部、且另一端附接至面板或背板。柄部的一部分可從腔室頂部突出以連接氣體管線及 RF 電源。嵌入安裝的噴淋頭類型係整合至腔室的頂部中、且一般不具有柄部。雖然所描繪的圖式通常是關於枝型吊燈類型噴淋頭，但應理解的係，本發明亦可適用於嵌入安裝類型噴淋頭。

【0049】 圖 1 顯示了具有阻流板 110 之例示性噴淋頭 100 的等角剖面圖。圖 1 中的噴淋頭 100 可具有大於 500 毫升的體積、並包括一非多孔阻流板 110。如圖 1 中所繪示，噴淋頭 100 包括了背板 102 及面板 104，其中背板 102 及面板 104 可為分開的機械元件或被整合成為單一主體。可將背板 102 及面板 104 設置

成彼此相對。面板 104 可具有複數氣體配送孔或通孔 132 以幫助將氣體輸送至基板。可將充氣部體積 130 界定在背板 102 與面板 104 之間，其中充氣部體積 130 可具有第一表面、及與該第一表面相對的第二表面。在一些實行例中，充氣部體積 130 的第一表面及第二表面可具有環向表面(circumferential surface)。第一表面及第二表面可至少部分地界定噴淋頭 100 的充氣部體積 130。面板 104 的第一側可界定充氣部體積 130 的第一表面。背板 102 的第二側可界定充氣部體積 130 的第二表面。大致上，充氣部體積 130 的第一表面可具有相同、或實質上相同於基板(該噴淋頭經配置以適用於該基板)之直徑的直徑。在一些實行例中，如圖 1 所繪示，沿著充氣部體積 130 的第二表面，充氣部體積 130 在形狀上可為大致上圓錐狀的。

【0050】 可透過一或更多氣體入口 120 對充氣部體積 130 供應氣體(例如，反應物氣體或吹淨氣體)。圖 1 中的氣體入口 120 可連接至用以輸送氣體的一或複數氣體供應器。氣體入口 120 可包括柄部 122，其中柄部 122 可包括連接至窄管 124 的闊管 126。闊管 126 可具有大於窄管 124 之直徑的直徑以於到達充氣部體積 130 時提供更空間分佈的流動。

【0051】 噴淋頭 100 可更包括阻流板 110，該阻流板係位於充氣部體積 130 的凹陷中。阻流板 110 可為安裝在充氣部體積 130 中的實心或非多孔結構以引導氣體向外穿過充氣部體積 130、及朝向面板 104 的邊緣。阻流板 110 可鄰近於氣體入口 120。可將阻流板 110 安裝在離氣體入口 120 一定距離的地方以容許氣體在充氣部體積 130 內散佈。此外，在第二表面的充氣部體積 130 可為圓錐狀的以在氣體入口 120 與阻流板 110 之間提供更多空間。在一些實行例中，阻流板 110 可為圓形的、且具有大於闊管 126 之直徑的直徑。藉由引導氣體的流動向外穿

過充氣部體積 130，可得到更大的流動均勻性。此外，阻流板 110 可大致位於氣體入口 120 的中央以避免氣體流動噴射穿過面板 104 的中央、或者將其最小化。

【0052】圖 2 顯示了具有多孔阻流板 210 的例示性小體積噴淋頭 200 的等角剖面圖。多孔阻流板 210 亦可稱為多孔阻流板片。圖 2 中的小體積噴淋頭 200 可具有在約 50 毫升與約 500 毫升之間的體積、並包括了多孔阻流板 210。在一些實行例中，小體積噴淋頭 200 可具有在約 100 毫升與約 300 毫升之間的體積。小體積噴淋頭 200 包括了背板 202 及面板 204，其中背板 202 及面板 204 可為分開的機械元件或被整合成為單一主體。可將背板 202 及面板 204 設置成彼此相對。在一些實行例中，背板 202 及面板 204 每一者可為圓柱狀的。面板 204 可具有複數通孔 232 以幫助將氣體輸送至基板。在一些實行例中，面板 204 的尺寸(例如，直徑)可經配置成對應於正在處理的基板之尺寸，其中面板 204 的尺寸可稍大於正在處理的基板之尺寸。例如，若於正在處理的基板之直徑約 300mm，則面板 204 的直徑可介於約 300mm 與約 350mm 之間。通孔 232 可從面板 204 的第一側延伸穿過面板 204 至第二側。可將充氣部體積 230 界定在背板 202 與面板 204 之間，其中充氣部體積 230 可具有第一表面及與該第一表面相對的第二表面。在一些實行例中，充氣部體積 230 的第一表面及第二表面可具有環向表面。第一表面及第二表面可至少部分地界定了小體積噴淋頭 200 的充氣部體積 230。面板 204 的第一側可界定充氣部體積 230 的第一表面。背板 202 的第二側可界定充氣部體積 230 的第二表面。在一些實行例中，如圖 2 中所繪示，充氣部體積 230 在形狀上可為圓柱狀的或大致上圓柱狀的。由於圖 2 中的充氣部體積 230 相較圖 1 中的充氣部體積 130 具有減小的體積，因此這可減少噴淋頭的總內部體積。

【0053】可透過一或更多氣體入口 220 而對充氣部體積 230 供應氣體(例如反應物氣體或吹淨氣體)。圖 2 中的氣體入口 220 可連接至用以輸送氣體的一或複數氣體供應器。氣體入口 220 可包括柄部 222，其中柄部 222 可包括窄管 224。柄部 222 可與充氣部體積 230 流體連通。在一些實行例中，柄部 222 的體積可在約 1 毫升與約 50 毫升之間。由於圖 2 中的窄管 224 相較圖 1 中的闊管 126 具有較小的直徑，因此將窄管 224 設置做為整個柄部 222 亦可減少噴淋頭的總內部體積。

【0054】小體積噴淋頭 200 可更包括一多孔阻流板 210，該多孔阻流板鄰近於氣體入口 220，例如位在充氣部體積 230 與氣體入口 220 之間的區域 235 中。圖 3 顯示了圖 2 的小體積噴淋頭 200 中的多孔阻流板 210 的放大等角剖面圖。在一些實行例中，多孔阻流板 210 可位於區域 235 的凹陷中，其中多孔阻流板 210 可安裝在離氣體入口 220 一定距離的地方、且在充氣部體積 230 的上方。雖然多孔阻流板 210 可設置在區域 235 中，但應理解在某些其它實行例中，多孔阻流板 210 可設置在充氣部體積 230 中。因此，可將多孔阻流板 210 安裝在離氣體入口 220 一距離的地方，該距離延伸穿過區域 235。區域 235 可為背板 202 的凹陷空間。區域 235 為在氣體入口 220 與充氣部體積 230 之間的氣體流動提供了一過渡區域。在一些實行例中，區域 235 可位於背板 202 的第二側的凹陷中，其中背板 202 的第二側界定了充氣部體積 230 的第二表面。在一些實行例中，柄部 222、區域 235、及充氣部體積 230 其中每一者界定了一圓柱狀體積，其中充氣部體積 230 的直徑大於區域 235 的直徑，且區域 235 的直徑大於柄部 222 的直徑。

【0055】雖然應理解，可將多孔阻流板 210 之特性描述為設置在充氣部體積 230 與氣體入口 220 之間的區域 235 中，但所屬技術領域中具有通常知識者應

理解，可將區域 235 視為氣體入口 220 的一部分、且多孔阻流板 210 可設置在氣體入口 220 中。然而，多孔阻流板 210 可具有允許氣體流動穿過的孔隙率，而不會於設置在氣體入口 220 中時阻擋氣體的流動。

【0056】阻流板 210 可為選擇性地多孔的，其中阻流板 210 的孔隙率可在約 5%與約 25%之間。在某些實行例中，阻流板 210 可包括或者由多孔材料所製成。多孔材料之範例可包括多孔鋁、多孔氧化鋁、及多孔石英。阻流板 210 可由任何合適的材料製成(包括但不限於鋁、氧化鋁、石英、及不銹鋼)。材料可與遠距清潔相容、且可為鈍化或不容易與氨/氟自由基反應之材料。在某些實行例中，阻流板 210 可包括延伸穿過阻流板 210 的複數通孔 212。可透過阻流板 210 之材料來提供通孔 212 以有效地模擬及模仿孔隙率。在一些實行例中，阻流板 210 可為圓形的，且具有大於柄部 222 之直徑的直徑。然而，在一些實行例中，阻流板 210 實質上小於面板 204。例如，面板 204 之直徑為阻流板 210 之直徑的至少四倍、或為阻流板 210 之直徑的至少十倍。另外，阻流板 210 可具有小於區域 235 之直徑的直徑。因此，氣體流動可不僅被引導通過通孔 212，而是亦被引導向外穿過充氣部體積 230 而朝向面板 204 的邊緣。藉由將氣體之流動引導通過通孔 212 並向外穿過充氣部體積 230，雖然降低了噴淋頭 200 的總內部體積(相較於圖 1 中的噴淋頭 100)，但可得到更空間均勻的氣體流動。此外，阻流板 210 可大致位於氣體入口 220 的中央，俾使阻流板 210 的位置與阻流板 210 的孔隙率可將氣體噴射通過面板 204 之中央的效應最小化。在一些實行例中，阻流板 210 可大致平行於充氣部體積 230 的第一表面及第二表面。

【0057】圖 4 顯示了二範例噴淋頭 400a 及 400b 之側面剖面視圖的並排比較。習知噴淋頭 400a 顯示在左側，而本發明的小體積噴淋頭 400b 顯示在右側。

習知噴淋頭 400a 可對應至圖 1 中的噴淋頭 100，而小體積噴淋頭 400b 可對應至圖 2 中的小體積噴淋頭 200。

【0058】 噴淋頭 400a 及 400b 每一者包括了背板 402、及與背板 402 相對之面板 404。習知噴淋頭 400a 的背板 402a 及面板 404a 至少部分地界定了充氣部體積 430a，其中充氣部體積 430a 包括了圓柱狀部分及在圓柱狀部分上方的圓錐狀部分。小體積噴淋頭 400b 的背板 402b 及面板 404b 至少部分地界定了充氣部體積 430b，其中充氣部體積 430b 包括圓柱狀部分。噴淋頭 400a 及 400b 每一者亦包括了柄部 422a 或 422b，氣體通過該柄部而輸送至充氣部體積 430a 或 430b。習知噴淋頭 400a 中的柄部 422a 包括了窄管 424a 及闊管 426a，小體積噴淋頭 400b 中的柄部 422b 包括了窄管 424b。因此，習知噴淋頭 400a 可具有比小體積噴淋頭 400b 之體積大得多的體積(由於較大的柄部直徑及較大的充氣部高度)。習知噴淋頭 400a 中的較大體積可在充氣部體積 430a 中的氣體流動上導致再循環區，而再循環區可導致流動均勻度偏差。習知噴淋頭 400a 中的體積較大亦可導致更長的吹淨時間及增加的過渡時間，從而導致了減小的產量。

【0059】 此外，噴淋頭 400a、400b 包括阻流板 410a、410b，其中習知噴淋頭 400a 包括了大的、非多孔的阻流板 410a，小體積噴淋頭 400b 包括了小的、多孔的阻流板 410b。在一些實行例中，小的、多孔的阻流板 410b 位於充氣部體積 430b 與柄部 422b 之間的區域 435b 的凹陷中。在一些實行例中，區域 435b 可構成柄部 422b 的延伸，其中區域 435b 具有較窄管 424b 更大的直徑。在這樣的實行例中，可將小的、多孔的阻流板 410b 視為在柄部 422b 中。在一些實行例中，區域 435b 可做為擴散器，其中擴散器在形狀上可為圓錐狀或圓柱狀的。相較於大的、非多孔的阻流板 410a，小的、多孔的阻流板 410b 可增加通過面板 404

中央的流量。在一些實行例中，小的、多孔的阻流板 410b 中之孔的數量與配置可提供通過面板 404b 之氣體更空間均勻的流動。在一些實行例中，面板 404b 中孔的數量與配置亦可影響通過面板 404b 之氣體流動的空間均勻性。例如，減少面板 404b 中的孔總數可增加跨越面板 404b 的壓降以將氣體的流動更向外推向面板 404b 的邊緣。

【0060】 表 1 顯示了習知噴淋頭 400a 與小體積噴淋頭 400b 之間的特徵及值之比較。

表 1

特徵	習知噴淋頭 400a	小體積噴淋頭 400b
總內部體積	742.7 毫升	256.4 毫升
高度 (柄部至面板)	10.55 英吋	10.55 英吋
面板直徑	13 英吋	13 英吋
充氣部形狀	圓錐狀 (傾斜背部)	圓柱狀 (平行背部)
充氣部高度 (在邊緣)	0.25 英吋	0.125 英吋
孔的圖案	六角形	三角形
孔的總數	3292	2257
孔的直徑	0.04 英吋	0.04 英吋
柄部中的擴張區域	有 (直徑 1.21 英吋)	無
阻流板	實心阻流板	多孔阻流板

阻流板直徑	2.13 英吋	0.79 英吋
阻流板通孔的直徑	N/A	0.08 英吋 (6 通孔)
阻流板位於在柄部與 充氣部之間的凹陷中	否	是
阻流板厚度	0.064 英吋	0.04 英吋

【0061】 本發明之小體積噴淋頭 400b 可具有小於約 700 毫升、或介於約 50 毫升至約 500 毫升之間、或介於約 100 毫升至約 300 毫升之間的總內部體積。在表 1 中，本發明的小體積噴淋頭 400b 將習知噴淋頭 400a 的總內部體積從 742.7 毫升降低至 256.4 毫升，這代表了在體積上減少了 65%。習知噴淋頭 400a 中的充氣部高度可從 0.25 英吋減少至在小體積噴淋頭 400b 中的 0.125 英吋。在習知噴淋頭 400a 中的充氣部形狀可為大致上圓錐狀的、或至少包括一大致上圓錐狀部分及一大致上圓柱狀部分之組合。大致上圓錐狀部分的錐體散度(divergence)可為大於約 90 度、或大於約 120 度。在小體積噴淋頭 400b 中的充氣部形狀可為圓柱狀或大致上圓柱狀。圓柱狀充氣部體積的直徑可對應到或實質上對應到正在處理的基板之尺寸。例如，若正在處理的基板之尺寸為 200mm、300mm、或 450mm，則充氣部體積的尺寸可分別地約為 200mm、300mm、或 450mm。習知噴淋頭 400a 中的柄部直徑可從 1.21 英吋的直徑減少至在小體積噴淋頭 400b 中約 0.125 英吋及更高的直徑。在一些實行例中，這可減少吹淨時間並改良半導體應用(例如 ALD 應用)中的產量。在一些實行例中，小體積噴淋頭 400b 中的柄部直徑可在轉變區 435b 中從較小的直徑轉變成較大的直徑，其中較大的直徑可為約 1.21 英吋或更少。

【0062】 在一些實行例中，面板 404a、404b 中的通孔數量可影響在整個面板 404a、404b 上的流動均勻性。當噴淋頭的內部體積減小，提供在整個面板上的更均勻流動分佈可能需要增加充氣部體積與處理腔室之間的壓降。通常，氣體沿著最小阻力的路徑流動，因此，若小體積噴淋頭 400b 中的面板 404b 具有低的壓降，則氣體的流動將噴射通過面板 404b 的中央。然而，較高的壓降會將氣體的流動更向外朝向面板 404b 的邊緣推動。爲了促成更高的壓降，面板 404b 中的通孔數目可能隨著從習知噴淋頭 400a 至小體積噴淋頭 400a 所減少的內部體積而減少。否則，若面板 404b 中存在著過量的通孔，則壓降可能太低且在整個面板 404b 上從中央至邊緣的流量不會是均勻的。在一些實行例中，在小體積噴淋頭 400b 中的面板 404b 中通孔的數目可爲在約 1000 通孔與約 3000 通孔之間、或在約 1500 通孔與約 2500 通孔之間。例如，在表 1 中，可從習知噴淋頭 400a 中的 3292 通孔減少至小體積噴淋頭 400b 中的 2257 通孔。

【0063】 對於通過小體積噴淋頭 400b 的一給定氣體流率而言，面板 404b 中的通孔數量可達成特定的壓降，並藉此提供了在整個面板 404 上之特定流動分佈。若氣體的流率低，則會需要較少的通孔來達成在整個面板 404b 上期望之流動均勻性。

【0064】 在一些實行例中，面板 404a、404b 中的通孔之排列亦可影響在整個面板 404a、404b 上的流動均勻性。在一些實行例中，通孔的幾何排列可爲六角形的。例如，習知噴淋頭 400a 之面板 404a 可具有六角形排列之通孔。在一些實行例中，通孔的幾何排列可爲三角形的。例如，小體積噴淋頭 400b 之面板 404b 可具有三角形排列的通孔。

【0065】 習知噴淋頭 400a 可包括大的、非多孔的阻流板 410a，該阻流板位於柄部 422a 下方的中央，以避免噴射通過面板 404a 中央的效應或者使其最小化。例如，大的、非多孔的阻流板 410a 的直徑可為 2.13 英吋。非多孔阻流板 410a 的直徑可大於習知噴淋頭 400a 中的闊管 426a 的直徑。然而，爲了足夠的流動均勻性，可增加充氣部體積 430a 的體積以將大的、非多孔的阻流板 410a 容納在柄部 422a 的下方。可藉由充氣部體積 430a 的圓錐狀部分來提供增加的體積，使得氣體的流動可向外散佈。背板 402a 可爲傾斜的背部以提供充氣部體積 430a 的圓錐狀部分。

【0066】 相較而言，本發明的小體積噴淋頭 400b 可包括小的、多孔的阻流板 410b，該阻流板位於柄部 422b 下方的中央，以避免噴射通過面板 404b 中央的效應或者使其最小化。在一些實行例中，小的、多孔的阻流板 410b 可能實質上小於大的、非多孔的阻流板 410a。在一些實行例中，小的、多孔的阻流板 410b 可具有介於約 0.1 英吋與約 2.0 英吋的直徑。例如，小的、多孔的阻流板 410b 可具有 0.79 英吋的直徑。面板 404b 的直徑可能實質上大於小的、多孔的阻流板 410b 之直徑。例如，面板 404b 的直徑可為 13 英吋。在一些實行例中，面板 404b 的直徑可為小的、多孔的阻流板 410b 之直徑的至少四倍，或可為小的、多孔的阻流板 410b 之直徑的至少十倍。

【0067】 一般而言，從習知噴淋頭 400a 至小體積噴淋頭 400b 的內部體積之減少產生了「體積懲罰」，其中減少的內部體積藉由降低整個面板 404b 上的流動均勻性而對流動均勻性產生了負面的影響。爲了避免小體積噴淋頭 400b 中的此體積懲罰，本發明可提供小的、多孔的阻流板 410b，其中該小的、多孔的阻流板 410b 可設置於充氣部體積 430b 與柄部 422b 之間的區域 435b 中。小的、

多孔的阻流板 410b 中可設置於充氣部體積 430b 的上方而不會阻塞氣體的流動。相反地，小的、多孔的阻流板 410b 中可設置在區域 435b 中用以改良流動均勻性，其中，小的、多孔的阻流板 410b 之直徑以及小的、多孔的阻流板 410b 中之通孔的大小、數量、及排列可將氣體流動引導至充氣部體積 430b 中，從而影響整個面板 404b 上的流動均勻性。另外，可對面板 404b 中的通孔之大小、數量、及排列進行配置以達成跨越面板 404b 的更高壓降、並得到期望之流動均勻性。例如，在小的、多孔的阻流板 410b 中的通孔之直徑可介於約 0.01 英吋與約 0.15 英吋之間，例如約 0.08 英吋。如圖 5 及圖 7B 中所繪示，小的、多孔的阻流板 410b 中可包括排列成六角形環的六個孔。相較於小的、多孔的阻流板 410b 的中央，該六個孔可設置得更靠近小的、多孔的阻流板 410b 的邊緣。面板 404b 中的通孔之直徑可介於約 0.01 英吋與約 0.10 英吋之間，例如約 0.04 英吋。面板 404b 可包括排列成複數三角形圖案(如圖 5 中所繪示)的超過 2000 個孔。

【0068】 圖 5 顯示了小體積噴淋頭中的多孔阻流板的通孔 512、及面板的通孔 532、552 之排列的範例佈局。習知噴淋頭中的面板中的通孔 532 可形成六角形排列 550，且在小體積噴淋頭之通孔 532 中可加入通孔 552 以形成三角形排列 560。多孔阻流板中的通孔 512 可設置於面板的通孔 532 上方。多孔阻流板中的通孔 512 之排列、及面板中的通孔 532、552 之排列可影響在整個面板上的流動均勻性。

【0069】 圖 6A 顯示了例示性噴淋頭之部分的側面剖面視圖，該例示性噴淋頭包括阻流板 610a，其中箭頭 640a 指出了該噴淋頭內的標稱氣體流動方向。圖 6B 顯示了例示性小體積噴淋頭之部分的側面剖面視圖，該例示性小體積噴淋頭包括多孔阻流板 610b，其中箭頭 640b 指出了小體積噴淋頭內的標稱氣體流動

方向。來自氣體入口 620a 的氣體流動之流動向量 640a 可由圖 6A 中的箭頭來表示，來自氣體入口 620b 的氣體流動之流動向量 640b 可由圖 6B 中的箭頭來表示。阻流板 610a、610b 的位置、大小、及孔隙率可影響通過面板 604a、604b 之通孔 632a、632b 的流動向量 640a、640b。阻流板 610b 中之通孔 612b 的大小、排列、及數目可影響通過面板 604b 的通孔 632b 之流動向量 640b。在圖 6A 中，阻流板 610a 可將流動向量 640a 向外往面板 604a 的邊緣引導。然而，在圖 6B 中，多孔阻流板 610b 可將流動向量 640b 向外往邊緣引導、及往面板 604b 的中央引導，造成往面板 604b 中央的流量增加。在 ALD 應用中，這可導致在基板中央的更高用劑濃度。

【0070】圖 7A 顯示了習知噴淋頭 700a 中之例示性阻流板 710a 的等角視圖。習知噴淋頭 700a 包括了背板 702a 及氣體入口 720a，該氣體入口通過背板 702a 而流體連接至習知噴淋頭 700a 的充氣部體積。阻流板 710a 可位於充氣部體積的凹陷中，其中可從背板 702a 的一側藉由一或更多內部支撐柱 714a 而安裝阻流板 710a。

【0071】圖 7B 顯示了小體積噴淋頭 700b 中之例示性阻流板 710b 的等角視圖，該例示性阻流板包括複數通孔 712b。小體積噴淋頭 700b 包括了背板 702b 及氣體入口 720b，該氣體入口通過背板 702b 而流體連接至小體積噴淋頭 700b 的充氣部體積。在背板 702b 與氣體入口 720b 之間的交界上，一口袋區域或過渡區域 735b 被設置在充氣部體積與氣體入口 720b 之間。在一些實行例中，阻流板 710b 可位於過渡區域 735b 的凹陷中、或從過渡區域 735b 延伸，其中可從過渡區域 735b 藉由一或更多內部支撐柱 714b 而安裝阻流板 710b。阻流板 710b 可包括複數通孔 712b。在一些實行例中，相較於阻流板 710b 的中央，可選擇性地將

複數通孔 712b 排列地更朝向阻流板 710b 的邊緣。在一些實行例中，阻流板 710b 的孔隙率可介於約 5%與約 25%之間，例如約 10%。在一些實行例中，阻流板 710b 可由多孔材料製成，或者阻流板 710b 可由實心材料所製成，該實心材料具有設置穿過其中的通孔 712b。在一些實行例中，阻流板 710b 的通孔 712b 可排列成六角形圖案。

【0072】圖 8 顯示一曲線圖，該曲線圖將來自噴淋頭面板之氣體的軸向流動速率描繪為面板之徑向尺寸的函數。在距離噴淋頭面板 1mm 所測量到的軸向流動速率可反映來自噴淋頭之氣體的流動均勻性，其中以圖示描繪從面板中央到邊緣的軸向流動速率。在每分鐘 5 標準公升(slm)的氧氣及 6 托的壓力下，不具有阻流板的噴淋頭於面板中央附近展現了極快的軸向流動速率、並於面板中央的附近幾公釐內展現了極慢的軸向流動速率。若沒有阻流板，則從面板的中央至邊緣的流動均勻性係非常差的。在 5 slm 的氧氣及 6 托的壓力下，具有非多孔阻流板的噴淋頭於面板中央附近展現了極慢的軸向流動速率、並於更靠近面板邊緣的地方展現了增加的軸向流動速率。若使用非多孔阻流板，則從面板的中央至邊緣的流動均勻性係不良的。若使用距離噴淋頭表面 2.5mm 且包括六個通孔(其中每一者直徑為 0.08 英吋)的多孔阻流板，則從面板的中央至邊緣的軸向流動速率係相對均勻的。該多孔阻流板之直徑可為 2cm、厚度可為 1mm、且六個通孔可距離中央 1cm。

【0073】圖 9 顯示一曲線圖，該曲線圖描繪了二個噴淋頭之原子層沉積的薄膜不均勻性的百分比。可藉由取在沉積薄膜的最厚部分與最薄部分之間的差、並將該值除以該沉積薄膜厚度的平均值的兩倍來計算薄膜不均勻性：不均勻性 $\% = (\text{最大值} - \text{最小值}) / (2 * \text{平均值})$ 。在圖 9 中，習知噴淋頭可產生約 0.5%的不均

勻性，而本發明的小體積噴淋頭可產生約 0.2%的不均勻性。因此，藉由設計本發明的小體積噴淋頭，可顯著地改良 ALD 處理中的薄膜均勻性。

【0074】 本發明的小體積噴淋頭可提供一硬體配置，該硬體配置可獲得薄膜均勻性而毋需藉由調整各樣的處理步驟或處理控制手段來進行補償。換言之，藉由設置以改良薄膜均勻性為目標的小體積噴淋頭，可使得薄膜均勻性從製程參數脫鉤(decoupled)。因此，像濕蝕刻速率、及乾蝕刻速率這樣的薄膜特性可與薄膜均勻性脫鉤。其他的薄膜特性可包括介電常數、折射率、濕蝕刻速率、乾蝕刻速率、光學特性、孔隙率、密度、組成、硬度及模量、阻劑剝離及灰化速率、化學機械平坦化的移除率等。

【0075】 一般而言，可藉由調整各樣的製程參數而獲得期望程度的薄膜均勻性。在一些實行例中，可調諧製程參數(例如流率、用劑時間、吹淨時間、射頻(RF)功率、RF 開啓時間(RF on time)、及其它製程參數)以達成期望的薄膜均勻性。舉例而言，可藉由增加每一 ALD 循環的處理時間來提供更大的飽和度而改良薄膜均勻性。然而，產量將會減少。在另一範例中，可藉由流動更多前驅物(例如，用劑增加)而改良薄膜均勻性。然而，增加前驅物用劑可能導致增加的化學成本、對薄膜的化學計量的負面影響、及對於薄膜特性(例如，濕蝕刻速率及乾蝕刻速率)之不樂見的改變。因此，用以獲得期望程度的薄膜均勻性的一般手段可能對產量及薄膜特性產生不樂見的衝擊。

【0076】 表 2 對本發明的小體積噴淋頭與用劑增加、RF 功率、及 RF 開啓時間的製程參數進行薄膜均勻性(中央厚度)及薄膜特性(濕蝕刻速率及乾蝕刻速率)方面的比較。

表 2

	中央厚度	濕蝕刻速率	乾蝕刻速率
小體積噴淋頭	增加	無影響	無影響
用劑增加	增加	增加	增加
RF 功率	減少	無影響	減少
RF 開啓時間	減少	減少	無影響

【0077】 如表 2 所示，本發明的小體積噴淋頭增加了沉積薄膜的中央厚度，而沒有影響到沉積薄膜的濕蝕刻速率及乾蝕刻速率。然而，調整製程參數(例如，用劑程度、RF 功率、及 RF 開啓時間)並未使薄膜均勻性與薄膜特性脫鉤。增加用劑增加了沉積薄膜的濕蝕刻速率及乾蝕刻速率。減少 RF 功率減少了沉積薄膜的乾蝕刻速率，且減少 RF 開啓時間減少了沉積薄膜的濕蝕刻速率。因此，設置小體積噴淋頭可在獲得期望程度的薄膜均勻性的同時為半導體處理提供更寬的處理窗口，而毋須微調製程參數(例如，流率、用劑時間、吹淨時間、等)來獲得期望程度的薄膜均勻性。在一些實行例中，小體積噴淋頭可達成小於約 1.0%的薄膜不均勻性，例如小於約 0.5%、或小於約 0.3%。在一些實行例中，可以 1.5 秒或更少的 ALD 循環達成小於約 1.0%的薄膜不均勻性。例如，用劑時間可為 0.4 秒或更少，吹淨時間可為 0.4 秒或更少，且電漿步驟可為 0.4 秒或更少，且電漿後吹淨步驟可為 0.15 秒或更少。相較而言，習知噴淋頭中的 ALD 循環可大於每循環約 1.5 秒，而用劑時間為 0.6 秒或更多、吹淨時間為 0.4 秒或更多、電漿步驟為 0.4 秒或更多、且電漿後吹淨步驟為 0.15 秒或更多。小體積噴淋頭可在獲得期望程度的薄膜均勻性的同時，藉由減少 ALD 循環的總時間而增加產量。此

外，小體積噴淋頭可獲得期望程度的薄膜均勻性而不會影響其它的薄膜特性，例如濕蝕刻速率及乾蝕刻速率。

【0078】 本發明的小體積噴淋頭可安裝在半導體處理腔室中。處理腔室可包括安裝至腔室殼體之頂部的小體積噴淋頭。基板支持件可支持處理腔室內小體積噴淋頭下方的半導體基板。基板支持件與小體積噴淋頭之間可形成一微體積。該微體積可做為基板反應區域、並可於處理期間內幫助將處理氣體集中並保持在半導體基板附近。基板支持件可配置以上下移動以便於裝卸操作。在一些實行例中，小體積噴淋頭可藉由柄部而懸掛在處理腔室的頂蓋下方，且其本身可不形成處理腔室之「頂蓋」的一部分。在這樣的實行例中，小體積噴淋頭可配置以上下移動以便於基板裝卸操作。

具有小直徑孔之噴淋頭

【0079】 本發明關於具有面板的噴淋頭，該面板帶有小直徑通孔。如先前所述，具有多孔阻流板的小體積噴淋頭可包括一面板，而該面板所帶有的通孔具有約 0.04 英吋或更大的直徑。然而，小體積噴淋頭可包括一面板，而該面板所帶有的通孔具有約 0.04 英吋或更小的直徑。若通孔的直徑小於約 0.04 英吋，則較小直徑的通孔可達到更空間均勻性的流動，還可以減少通孔內部的局部電場濃度。這不僅使標準 RF 功率之情況下的沉積薄膜不均勻性得以改良，即使在更高 RF 功率之情況下，亦使沉積薄膜不均勻性及其他薄膜性質得以改良。

【0080】 在產生更空間均勻性的流動、及薄膜性質方面帶來改良的此類噴淋頭，對於通過該噴淋頭的氣體流量發生瞬變流之情況係有幫助的。瞬變流可能在例如 ALD 的沉積處理中發生。透過適當設計並放置阻流板於該噴淋頭中可達到相當高的流動均勻性；而透過適當設置面板可達到相當高或甚至更高的流

動均勻性。例如，延伸通過面板之通孔的直徑、數量、及配置可對離開面板的流動均勻性加以微調。

【0081】圖 10 顯示具有複數面板通孔 1032、1034 的例示性面板 1004 的底部視圖。面板 1004 可為用於半導體處理設備中之噴淋頭的一部分。該噴淋頭可包含充氣部體積，其具有第一表面及與該第一表面相對的第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的充氣部體積。該噴淋頭可包括與該充氣部體積流體連通的一或更多氣體入口。該噴淋頭可更包括設置在該一或更多氣體入口附近的阻流板。在一些實行例中，該阻流板可被設置在該充氣部體積與該一或更多氣體入口之間的一區域中。在一些實行例中，該阻流板可包括複數阻流板通孔。在一些實行例中，該噴淋頭可為小體積噴淋頭，例如前述之小體積噴淋頭。

【0082】該噴淋頭可包括面板 1004，其包括複數面板通孔 1032、1034，其中複數面板通孔 1032、1034 從面板 1004 的第一側延伸至第二側。面板 1004 的第一側可界定該充氣部體積的第一表面。在圖 10 中，面板通孔 1032、1034 的每一者可具有大的直徑，例如等於或大於約 0.04 英吋的直徑。

【0083】此外，面板通孔可包括內側通孔 1032 及外側通孔 1034，外側通孔 1034 被設置在面板 1004 的第二側、及內側通孔 1032 的周圍。如圖 10 所繪示，外側通孔 1034 被設置在邊界記號 1036 之外，而內側通孔 1032 被設置在面板 1004 的第二側、及邊界記號 1036 之內。

【0084】圖 11 顯示具有複數小直徑面板通孔 1132 的例示性面板 1104 的底部視圖。面板 1104 可為用於半導體處理設備中之噴淋頭的一部分。該噴淋頭可包含充氣部體積，其具有第一表面及與該第一表面相對的第二表面，該第一表

面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的充氣部體積。該噴淋頭可包括與該充氣部體積流體連通的一或更多氣體入口。該噴淋頭可更包括設置在該一或更多氣體入口附近的阻流板。在一些實行例中，該阻流板可被設置在該充氣部體積與該一或更多氣體入口之間的一區域中。在一些實行例中，該阻流板可包括複數阻流板通孔。在一些實行例中，該噴淋頭可為小體積噴淋頭，例如前述之小體積噴淋頭。

【0085】 該噴淋頭可包括面板 1104，其包括複數面板通孔 1132，其中複數面板通孔 1132 從面板 1104 的第一側延伸至第二側。面板 1104 的第一側可界定該充氣部體積的第一表面。該噴淋頭的面板 1104 可製造成具有所選直徑的面板通孔 1132。在圖 11 中，面板通孔 1132 的每一者可具有小的直徑，例如小於約 0.04 英吋的直徑。在一些實行例中，面板通孔 1132 的直徑可介於約 0.01 英吋與約 0.03 英吋之間。在一些實行例中，面板通孔 1132 的直徑可約 0.02 英吋。

【0086】 用於噴淋頭的面板 1104 可製造成具有所選數量的通孔 1132，其具有所選配置與直徑。在一些實行例中，通孔 1132 的數量可介於約 300 與約 6000 之間。在一些實行例中，通孔 1132 的配置可為六角形或三角形。在一些實行例中，通孔 1132 的配置可為同心的。

【0087】 將面板通孔 1132 的數量、配置、及直徑最佳化，可產生離開面板 1104 的更空間均勻性的軸向流動速率。在瞬變流期間，較小直徑的面板通孔 1132 可產生跨越面板 1104 的更高壓降，而降低噴射通過面板 1106 的效應。跨越面板 1104 的更高壓降可產生離開面板 1104 的更均勻流動，而在薄膜沉積期間提供更多薄膜均勻性。例如，在 ALD 的用劑步驟期間，前驅物可更均勻地配送在整個基板上；且在 ALD 的電漿步驟期間，氧化物及其他輔助反應物可更均勻

地配送在整個基板上。換言之，提高壓降導致更佳的流動均勻性，而更佳的流動均勻性導致從面板中央至邊緣的更均勻的物種配送。

【0088】 面板通孔 1132 在直徑方面可小於直徑至少 0.04 英吋的一般面板通孔。小直徑面板通孔 1132 可進一步擴張處理半導體基板的處理窗口。該處理窗口可包括命中某些薄膜性質的期望目標，例如薄膜的不均勻性比例、濕蝕刻速率、及乾蝕刻速率。使用小直徑面板通孔 1132 可達到期望的薄膜非均勻性之程度，而毋須微調製程參數，例如流率、用劑時間、吹淨時間、RF 功率等。如此一來，可改良薄膜性質(例如薄膜的濕蝕刻速率及乾蝕刻速率)，同時達到理想的薄膜非均勻性量。事實上，當具有小直徑面板通孔 1132 的面板 1104 與包括多孔阻流板的小體積噴淋頭結合時，薄膜不均勻性可低更多，且毋須微調前述製程參數的任一者。在一些實行例中，半導體基板上沉積薄膜的薄膜不均勻性可小於約 0.5%、或小於約 0.3%，其中可在對薄膜的濕蝕刻速率及乾蝕刻速率無負面影響之情況下發生薄膜不均勻性降低。在一些實行例中，小直徑面板通孔 1132 甚至可使薄膜性質(例如薄膜的濕蝕刻速率及乾蝕刻速率)得以改良。

【0089】 在一些實行例中，小直徑面板通孔 1132 可提供更高的壓降而改良流動均勻性，小直徑面板通孔 1132 還可以避免或限制電漿回流。透過面板通孔 1132 限制電漿回流，可避免或者減少面板通孔 1132 中的局部電場濃度。小直徑面板通孔 1132 不太可能維持面板通孔 1132 中的電漿或中空陰極放電(HCDs)。如此一來，在較低 RF 功率之情況下，可得到薄膜不均勻性之改良，並減少寄生耗損。

【0090】 在此種條件下，可達到比先前的噴淋頭實行例更大的處理窗口。雖然在先前實行例中可達到某一薄膜非均勻性量，但 RF 功率或氧化物/輔助反

應物濃度可能不足以達到期望的薄膜濕蝕刻速率或乾蝕刻速率。在先前實行例中為維持期望的薄膜非均勻性，這些製程參數(例如 RF 功率、氧化物/輔助反應物濃度等)可能係不可接受地低。然而，有了小直徑面板通孔 1132，這類製程參數可被提高但不損失或影響期望的薄膜非均勻性。

【0091】圖 12 顯示限制自由基回流之面板通孔的剖面示意圖。不局限於任何理論，該示意圖可呈現小直徑面板通孔 1232 相對於電漿 1292 的各種活性物種的效果。該示意圖顯示一部分的噴淋頭，其包括界定在背板 1202 與面板 1204 之間的充氣部 1230。面板通孔 1232 從面板 1204 的第一側延伸到第二側。在一或更多操作(例如 ALD 的一或更多操作)期間，可在面板 1204 的下方產生大量電漿 1292。靜電鞘 1291 可形成在面板 1204 與大量電漿 1292 之間。在一些實行例中，靜電鞘 1291 為電漿中具有較高的正離子密度的一層，且可平衡掉在與其接觸之材料表面上的相反的負電荷。靜電鞘 1291 為從電漿到實體表面的過渡層。若面板通孔 1232 的尺寸小於靜電鞘 1291 的尺寸，則面板通孔 1232 的尺寸可避免靜電鞘 1291 進入面板通孔 1232 而在面板通孔 1232 中維持電漿或 HCD。因此，藉由避免面板通孔 1232 中的局部電場濃度發展，面板通孔 1232 的尺寸可限制離子、電子、及自由基擴散回到噴淋頭的充氣部 1230。

【0092】如圖 12 所示，離子與電子 1281 可能從大量電漿 1292 透過面板通孔 1232 而擴散回到充氣部 1230。若電漿欲進入面板通孔 1232，且在面板通孔 1232 中有更高的局部電場濃度，則離子與電子 1281 較有可能受引致電場的影響而擴散通過面板通孔 1232。此類擴散發生得比中性物種更快，且正與負電荷不會分開。離子與電子 1281 在面板通孔 1232 中再結合，而較有可能發生電子耗損。

【0093】 此外，中性自由基 1282 可能在面板通孔 1232 中歷經再結合，其中高度激發的物種具有較高的去激發機率。面板通孔 1232 可限制中性自由基 1282 的回擴散或回流。相對於大量電漿 1292，介穩狀態與長生命期的中性自由基 1282 的密度可超過該電漿密度二或三個數量級。

【0094】 若面板通孔 1232 的尺寸夠小，則靜電鞘 1291 無法被維持在面板通孔 1232 中，且可避免或者減少電漿回流。此增加的益處使噴淋頭能夠在較高 RF 功率之情況下達到期望的薄膜性質，而不危害到薄膜非均勻性。表 3 針對帶有 0.04 英吋面板通孔的小體積噴淋頭、及帶有 0.02 英吋面板通孔的小體積噴淋頭，說明提高 RF 功率對薄膜非均勻性及沉積速率的效果。

表 3

功率	參數	噴淋頭類型		差量
		0.04-英吋孔	0.02-英吋孔	
200 W	沉積速率	0.52	0.54	0.02
	平均均勻性	1.2	1.3	0.10
	最大均勻性	1.2	1.4	0.20
	晶圓與晶圓之間	0.38	0.22	-0.16
	RI	1.965	1.945	-0.02
350 W	沉積速率	0.63	0.67	0.04
	平均均勻性	1.9	1.4	-0.50
	最大均勻性	2.0	1.5	-0.50

	晶圓與晶圓之間	0.15	0.24	0.09
	RI	1.849	1.847	0.00
550 W	沉積速率	0.74	0.78	0.04
	平均均勻性	4.0	1.8	-2.20
	最大均勻性	4.3	2.9	-1.40
	晶圓與晶圓之間	0.13	0.5	0.37
	RI	1.798	1.800	0.00
650 W	沉積速率	0.78	0.81	0.03
	平均非均勻性	4.2	1.6	-2.60
	最大非均勻性	4.3	2.0	-2.30
	晶圓與晶圓之間	0.69	0.67	-0.02
	RI	1.785	1.790	0.00

【0095】如表 3 所示，對帶有 0.04 英吋面板通孔的小體積噴淋頭而言，提高 RF 功率導致更高程度的薄膜不均勻性。尤其在 550 W 與 650 W 之下，薄膜非均勻性變差。相較之下，對帶有 0.02 英吋面板通孔的小體積噴淋頭而言，提高 RF 功率導致相當良好且穩定的薄膜非均勻性，即使在更高的 RF 功率下亦如此。甚至當 RF 功率提高到 550W 與 650W，薄膜非均勻性仍維持相當類似於 200W 與 350W 的薄膜非均勻性。總的來說，透過提高到更高的 RF 功率，薄膜可向更高的電漿密度邁進，而使其更小型與密集。因此，薄膜性質(例如濕蝕刻速率與

乾蝕速率)可隨著更高的 RF 功率而被改良。小直徑面板通孔可有助於改良薄膜不均勻性,小直徑面板通孔還可有助於達到更高的電漿密度而改良薄膜性質。因此,有了小直徑面板通孔的處理窗口可大許多。

【0096】 圖 13A 顯示一曲線圖,該曲線圖將來自面板之氣體的軸向流動速率描繪為面板之徑向距離的函數,而面板具有漸小的通孔直徑。該曲線圖由四個面板通孔直徑漸小的曲線 1301、1302、1303、及 1304 所組成。曲線圖中的曲線 1301 顯示面板通孔直徑為 0.04 英吋的小體積噴淋頭之軸向流動速率。曲線圖中的曲線 1302 顯示面板通孔直徑為 0.03 英吋的軸向流動速率;曲線 1303 顯示面板通孔直徑為 0.02 英吋的軸向流動速率;而曲線 1304 顯示面板通孔直徑為 0.015 英吋的軸向流動速率。雖然小更多的直徑可能因更高的空間均勻性流動而令人滿意,但在面板中製造更小直徑的可行性可能具有挑戰且成本過高。

【0097】 在圖 13A 中,隨著面板通孔直徑漸小,軸向流動速率降低但變得更均勻。曲線 1301 表現出在整個面板上明顯不均勻的軸向流動速率;曲線 1302 與曲線 1303 表現出在整個面板上適度均勻的軸向流動速率;而曲線 1304 表現出在整個面板上實質上均勻的軸向流動速率。

【0098】 在圖 13B 顯示一曲線圖,其描繪帶有 0.04 英吋直徑的面板通孔的小體積噴淋頭、及帶有 0.02 英吋直徑的面板通孔的小體積噴淋頭的薄膜不均勻性。為量測遍及基板上的複數點的基板厚度輪廓,使用標準的 49 點極性橢圓偏振技術資料,可量測並計算薄膜不均勻性百分比。在上方的曲線圖中,針對標準面板通孔尺寸之情況測試四個基板,其中面板通孔直徑約 0.04 英吋。在下方的曲線圖中,針對小直徑面板通孔尺寸之情況測試兩組四個基板,其中面板通

孔直徑約 0.02 英吋。下方的曲線圖顯示約 0.49% 的平均薄膜不均勻性，而上方的曲線圖顯示約 0.85% 的平均薄膜不均勻性。

【0099】此外，對於標準面板通孔尺寸與小直徑面板通孔尺寸兩者而言，沉積速率相當類似。就得自圖 13B 的曲線圖中測試基板的資料來說，對於標準面板通孔尺寸與小直徑面板通孔尺寸兩者而言，完成一 ALD 循環的時間幾乎相同，且沉積的材料厚度幾乎相等。一般而言，提高壓降會降低前驅物與其他氣體的流動速率，而對薄膜沉積速率產生負面影響。例如，透過減少面板通孔的數量或增加面板的厚度來提高壓降，會對沉積速率產生負面影響。然而，有了小直徑面板通孔，資料顯示即使在有更高壓降以改良軸向流動速率之情況下，完成一 ALD 循環的時間也不受負面影響。因此，使用小直徑面板通孔可引進更高的壓降，而其不會危害吹淨時間與沉積速率。

【0100】在一些實行例中，可在半導體處理腔室或半導體處理站中設置具有小直徑面板通孔的噴淋頭。處理腔室可包括安裝至腔室殼體之頂部的噴淋頭。基板支持件可支持處理腔室內噴淋頭下方的半導體基板。基板支持件與噴淋頭之間可形成一微體積。該微體積可做為基板反應區域、並可於處理期間內幫助將處理氣體集中並保持在半導體基板附近。基板支持件可配置以上下移動以便於裝卸操作。在一些實行例中，該噴淋頭可藉由柄部而懸掛在處理腔室的頂蓋下方，且其本身可不形成處理腔室之「頂蓋」的一部分。在這樣的實行例中，該噴淋頭可配置以上下移動以便於基板裝卸操作。該半導體處理站可更包括一控制器(參考圖 16 更詳細描述如下)，配置有用以執行一或更多操作之指令。該一或更多操作可包括與執行 ALD 相關的操作。例如，該控制器可配置有用以執行下列操作之指令：(1)提供一基板至該半導體處理站中；(2)透過該噴淋頭將反

應物氣體引入該半導體處理站中以吸附至基板之表面上；(3)透過該噴淋頭將吹淨氣體引入該半導體處理站中；以及(4)施加電漿以在該基板之該表面上由被吸附的該反應物氣體形成一薄膜層。在一些實行例中，形成該薄膜層之操作可使用前述之噴淋頭在小於約 1.5 秒內於一 ALD 循環中執行。

【0101】 在一些實行例中，可將一或更多處理腔室設置為多站半導體處理工具中的處理站。在一些實行例中，單一處理腔室可包括多個處理站，多個處理站其中的一些或全部可具有它們自己的噴淋頭組件。多站半導體處理工具的更詳細敘述參考圖 16 提供於下文。

具有邊緣孔的噴淋頭

【0102】 回到圖 10，一般的面板 1004 包括內側通孔 1032 及外側通孔 1034。外側通孔 1034 被設置在邊界記號 1036 之外，而內側通孔 1032 被設置在面板 1004 的第二側、及邊界記號 1036 之內，其中邊界記號 1036 界定鄰近於面板 1004 之邊緣的一環。外側通孔 1034 沿邊界記號 1036 之徑向路徑的空間分布係不均勻的。換言之，外側通孔 1034 之間的間隔在沿面板 1004 的周圍區域的方向上係不均勻的。當根據六角或三角圖案形成面板通孔 1032、1034 時，六角或三角圖案使得外側通孔 1034 的位置在沿面板 1004 的周圍區域的方向上彼此不均勻地分布。這使朝向面板 1004 之最外側邊緣的面板通孔分布產生方位角不連續性。此種不連續性可能產生關於在正在處理的基板之邊緣處的流動均勻性的問題。在一些實行例中，關於在基板之邊緣處的流動均勻性的問題，可包括在基板邊緣處的不均勻流率方面的問題、及在基板邊緣處的不均勻流動方向方面的問題。

【0103】 因外側通孔 1034 不均勻分布而產生的方位角不連續性，可能對沿基板邊緣的方位角薄膜非均勻性產生負面影響。更具體而言，不均勻的流動

均勻性、及不均勻的流動方向導致在基板之邊緣處的不均勻薄膜沉積。在一些實行例中，例如，當沿基板之邊緣進行量測時，可形成高及低沉積點的波浪圖案。

【0104】 本發明係關於具有一面板的噴淋頭，而該面板帶有邊緣通孔。圖 10 中除了內側通孔 1032 及外側通孔 1034 之外，邊緣通孔可形成在面板 1004 中。邊緣通孔可被設置在基板本身的外側，表示邊緣通孔可徑向地設置成從面板 1004 的中央擴展超過基板的邊緣。就在基板之邊緣處的流率與流動方向而言，邊緣通孔可提供更高的流動均勻性，而致使改良方位角薄膜不均勻性。在一些實行例中，方位角薄膜不均勻性可小於約 0.5%。

【0105】 如前文討論，噴淋頭可包括一面板，而該面板所帶有的通孔具有小於約 0.04 英吋的直徑。在一些實行例中，噴淋頭可包括具有多孔折流板的小體積噴淋頭，其中該小體積噴淋頭可具有一面板，而該面板所帶有的通孔具有約 0.04 英吋或更大、或小於約 0.04 英吋的直徑。在該面板更包括邊緣通孔的實行例中，在基板之邊緣處可提供更空間均勻性的流動，藉此改良在基板之邊緣處的沉積薄膜不均勻性。

【0106】 圖 14A 顯示具有複數中央通孔與複數邊緣通孔的例示性面板的底部視圖。面板 1404 可為用於半導體處理設備中之噴淋頭的一部分。該噴淋頭可包含充氣部體積，其具有第一表面及與該第一表面相對的第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的充氣部體積。該噴淋頭可包括與該充氣部體積流體連通的一或更多氣體入口。該噴淋頭可更包括設置在該一或更多氣體入口附近的阻流板。在一些實行例中，該阻流板可被設置在該充氣部體積與該一或更多氣體入口之間的一區域中。在一些實行例中，該阻流板可

包括複數阻流板通孔。在一些實行例中，該噴淋頭可為小體積噴淋頭，例如前述之小體積噴淋頭。在一些實行例中，面板 1404 可包括複數面板通孔 1432、1438，其中複數面板通孔 1432、1438 從面板 1404 的第一側延伸至第二側。面板 1404 的第一側可界定該充氣部體積的第一表面。在一些實行例中，面板通孔 1432、1438 的每一者可具有小於約 0.04 英吋的直徑。在一些實行例中，面板通孔 1432、1438 的每一者可具有等於或大於 0.04 英吋的直徑。

【0107】 面板通孔可包括中央通孔 1432 及邊緣通孔 1438。中央通孔 1432 包括擴展達到正在處理之基板尺寸的面板通孔。例如，中央通孔 1432 包括圖 10 中的內側通孔 1032 及外側通孔 1034。邊緣通孔 1438 被設置成圍繞中央通孔 1432 並且作為最靠近面板 1404 之邊緣的通孔組。在一些實行例中，邊緣通孔 1438 沿著環 1437 圓周向地設置在面板 1404 的周圍區域附近。

【0108】 在一些實行例中，邊緣通孔 1438 可排列成中央通孔 1432 的六角或三角圖案的延伸。因此，邊緣通孔 1438 沿著環 1437 的空間分布可為不均勻的。在一些實行例中，邊緣通孔 1438 可根據同心孔圖案而排列。因此，邊緣通孔 1438 沿著環 1437 的空間分布可為均勻的。

【0109】 半導體處理站及其隨附元件(例如噴淋頭)可配置用以處理特定尺寸的基板。例如，半導體處理站可經配置以處理具有 200mm、300mm、450mm 等之直徑的基板。面板 1404 的直徑可對應於基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)的直徑。相似地，中央通孔 1432 的排列可擴展達到基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)之直徑。例如，若正在處理之基板的直徑為 300mm，則中央通孔 1432 的排列直徑可為 300mm 或更小，例如 299mm。然而，環 1437(邊緣通孔 1438 設置於其上)的直徑大於基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)的直徑。例如，若

正在處理之基板的直徑為 300mm，則環 1437 的直徑可大於 300mm，例如 303mm。

【0110】邊緣通孔 1438 可製造成具有所選數量、位置、排列、及/或間距，以提高在基板邊緣處的流動均勻性。在一些實行例中，具有較多數量的邊緣通孔 1438，可提高在基板邊緣處的流動均勻性。例如，邊緣通孔 1438 的數量可大於 50 個通孔、大於 75 個通孔、或大於 100 個通孔。此外，使邊緣通孔 1438 設置成超過基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)的直徑，可提高在基板邊緣處的流動均勻性。再者，在邊緣通孔 1438 之間の間距更靠近、且空間上根據六角形、三角形、或同心的排列而分布之情況下，可提高在基板邊緣處的流動均勻性。

【0111】圖 14B 顯示具有複數中央通孔、沿著第一環的複數邊緣通孔、及沿著第二環的複數邊緣通孔的例示性面板的底部視圖。在一些實行例中，有了額外的通孔的環，可提高在基板邊緣處的流動均勻性。在圖 14B 中，面板 1454 可為用於半導體處理設備中之噴淋頭的一部分。面板 1454 包括複數面板通孔，其中面板通孔包括中央通孔 1482、及邊緣通孔 1488。邊緣通孔 1488 沿著第一環 1487a 且沿著第二環 1487b 圍繞中央通孔 1482。

【0112】複數第一邊緣通孔 1488a 沿著第一環 1487a 圓周向地設置，而複數第二邊緣通孔 1488b 沿著第二環 1487b 圓周向地設置。第一環 1487a 與第二環 1487b (邊緣通孔 1488 設置於其上)的直徑大於基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)的直徑。第二環 1487b 的直徑大於第一環 1487a 的直徑。例如，若正在處理的基板的直徑為 300mm，則第一環 1487a 的直徑可大於 300mm，例如 303mm，而第二環 1487b 的直徑可大於 310mm，例如 312mm。邊緣通孔 1488 可根據所選數量、位置、排列、及/或間距製造成沿著第一環 1487a 與第二環 1487b，以

提高在基板邊緣處的流動均勻性。在一些實行例中，第一邊緣通孔 1488a 的數量可多於 50 個通孔、75 個通孔、或 100 個通孔；而第二邊緣通孔 1488b 的數量可多於 100 個通孔、125 個通孔、或 150 個通孔。在一些實行例中，邊緣通孔 1448 在空間上可根據六角形、三角形、或同心的排列而分布。

【0113】圖 14C 顯示例示性面板的放大等角剖面圖，該面板具有中央通孔與以一角度傾斜的一或多個邊緣通孔。在一些實行例中，一或多個邊緣通孔可從該面板的第一側到第二側傾斜一角度。在圖 14C 中，噴淋頭包括充氣部體積 1430 與面板 1464。面板 1464 包括複數中央通孔 1492 與圍繞中央通孔 1492 的複數邊緣通孔 1498。一或多個邊緣通孔 1498 可從面板 1464 的第一側 1464a 到第二側 1464b 傾斜一角度，其中第一側 1464a 界定充氣部體積 1430 的一表面。從界定充氣部體積的表面的軸可量測該角度。在一些實行例中，該角度可從面板 1464 的第一側 1464a 到第二側 1464b 小於約 90 度，或從面板 1464 的第一側 1464a 到第二側 1464b 小於約 75 度。

【0114】在一些實行例中，一或多個傾斜的邊緣通孔 1498 可為單一通孔的環的一部分，如圖 14A 所繪示。中央通孔 1492 未傾斜。一或多個傾斜的邊緣通孔 1498 可為複數通孔的環之最末環的一部分，如圖 14B 所繪示。因此，中央通孔 1492 與若干邊緣通孔 1498(例如沿第一環圓周向地設置的邊緣通孔)未傾斜。

【0115】一或多個傾斜的邊緣通孔 1498 可提高在基板邊緣處的流動均勻性。在一些實行例中，充氣部體積 1430 的最外側邊緣未擴展超過基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)的邊緣。換句話說，充氣部體積 1430 之表面的直徑(由面板 1464 的第一側 1464a 所界定)不大於基板的直徑。若一或多個邊緣通孔 1498

以一角度在面板 1464 中形成，該角度可在面板 1464 的第二側 1464b 提供擴展超過基板的邊緣的一或多個邊緣通孔 1498。替代地，充氣部體積 1430 可擴展超過基板(該噴淋頭經配置以用於該基板)的邊緣，但不太多或不夠遠。以一角度形成的一或多個邊緣通孔 1498 可在面板 1464 的第二側 1464b 提供擴展遠遠超過基板的邊緣的一或多個邊緣通孔 1498。當氣體流量離開面板 1464 時，這可使在基板邊緣處的流動均勻性得以提高。

【0116】 不局限於任何理論，透過影響從面板 1464 出來的氣體的速率，該角度可提高在基板邊緣處的流動均勻性。首先，該角度可降低從面板 1464 出來的氣體的速度。第二，該角度可增加更多水平分量方向上的流量，其可進一步改良在基板邊緣處的流動均勻性。

【0117】 圖 15A 顯示側面剖面視圖，其將具有中央通孔的例示性面板及具有中央與邊緣通孔的例示性面板進行比較。第一面板 1504 包括中央通孔 1532，而第二面板 1554 包括中央通孔 1532 與邊緣通孔 1584、1586。圖 15B 顯示側面剖面視圖之放大部分，其將圖 15A 的二個例示性面板進行比較。圖 15C 顯示等角剖面視圖之放大部分，其將圖 15A 的二個例示性面板進行比較。在圖 15A-15C 中，噴淋頭 1500 可包括背板 1502 與面板 1504/1554，其中背板 1502 與面板 1504/1554 可設置成彼此相對。充氣部體積 1530/1580 可界定在背板 1502 與面板 1504/1554 之間，其中充氣部體積 1530/1580 可具有第一表面及與該第一表面相對的第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了充氣部體積 1530/1580。在一些實行例中，充氣部體積 1530/1580 的第一表面及第二表面可具有環向表面。

【0118】可透過與充氣部體積 1530/1580 流體連接的一或更多氣體入口 1520 而對充氣部體積 1530/1580 供應氣體(例如反應物氣體或吹淨氣體)。圖 15A 中的一或更多氣體入口 1520 可包括柄部 1522，其中柄部 1522 可包括延伸通過柄部 1522 的管部 1524。噴淋頭 1500 亦可包括設置在一或更多氣體入口 1520 附近的阻流板 1510。在一些實行例中，阻流板 1500 可被設置在充氣部體積 1530/1580 與一或更多氣體入口 1520 之間的一區域中。阻流板 1510 可為多孔性或非多孔性，其中阻流板 1510 可經設置以引導氣體的流量向外穿過充氣部體積 1530、及朝向面板 1504/1554 的邊緣。阻流板 1510 可抑制氣體流動噴射穿過面板 1504/1554 的中央。

【0119】圖 15A-15C 將第一面板 1504 的設計與第二面板 1554 的設計、以及由第一面板 1504 界定的第一充氣部體積 1530 與由第二面板 1554 界定的第二充氣部體積 1580 加以比較。第一面板 1504 與第二面板 1554 每一者包括從第一側延伸到第二側的複數中央通孔 1532。中央通孔 1532 可作為配送孔或通孔以幫助將氣體輸送至基板。在一些實行例中，中央通孔 1532 每一者可具有小於約 0.04 英吋的直徑。在一些實行例中，中央通孔 1532 每一者可具有等於或大於 0.04 英吋的直徑。

【0120】為容納額外的通孔，由第一面板 1504 界定的第一充氣部體積 1530 的體積可擴展以形成更大的體積，這可以由第二面板 1554 界定的第二充氣部體積 1580 來說明。第一充氣部體積 1530 與第二充氣部體積 1580 每一者可為圓柱狀，其中第二充氣部體積 1580 的直徑大於第一充氣部體積 1530 的直徑。在一些實行例中，第二充氣部體積 1580 的直徑可比第一充氣部體積 1530 的直徑大距離

D。擴展的體積可提供更多空間讓額外的通孔 1584、1586 形成在第二面板 1554 中。

【0121】額外的通孔 1584、1586 可設置在第二面板 1554 中，從第二面板 1554 的第一側延伸到第二側。在一些實行例中，額外的通孔 1584、1586 每一者可具有小於約 0.04 英吋的直徑。在一些實行例中，額外的通孔 1584、1586 每一者可具有等於或大於 0.04 英吋的直徑。有了額外的通孔 1584、1586，與僅具有通孔 1532 的第一面板 1504 相較之下，有更多通孔被設置在相鄰第二面板 1554 邊緣之處。在一些實行例中，額外的通孔可包括沿第一環形成的第一通孔 1584、及沿第二環形成的第二通孔 1586。第一通孔 1584 及/或第二通孔 1586 可提供更高的正在處理的基板之邊緣處的流動均勻性。在一些實行例中，該第一環與該第二環的直徑每一者可大於正在處理的基板之直徑。

【0122】在一些實行例中，可在半導體處理腔室或半導體處理站中設置具有邊緣通孔的噴淋頭。處理腔室可包括安裝至腔室殼體之頂部的噴淋頭。基板支持件可支持處理腔室內噴淋頭下方的半導體基板。基板支持件與噴淋頭之間可形成一微體積。該微體積可做為基板反應區域、並可於處理期間內幫助將處理氣體集中並保持在半導體基板附近。基板支持件可配置以上下移動以便於裝卸操作。在一些實行例中，該噴淋頭可藉由柄部而懸掛在處理腔室的頂蓋下方，且其本身可不形成處理腔室之「頂蓋」的一部分。在這樣的實行例中，該噴淋頭可配置以上下移動以便於基板裝卸操作。該半導體處理站可更包括一控制器(參考圖 16 更詳細描述如下)，配置有用以執行一或更多操作之指令。該一或更多操作可包括與執行 ALD 相關的操作。例如，該控制器可配置有用以執行下列操作之指令：(1)提供一基板至該半導體處理站中；(2)透過該噴淋頭將反應物氣

體引入該半導體處理站中以吸附至基板之表面上；(3)透過該噴淋頭將吹淨氣體引入該半導體處理站中；以及(4)施加電漿以在該基板之該表面上由被吸附的該反應物氣體形成一薄膜層。在一些實行例中，形成該薄膜層之操作可使用前述之噴淋頭在小於約 1.5 秒內於一 ALD 循環中執行。

【0123】 在一些實行例中，可將一或更多處理腔室設置為多站半導體處理工具中的處理站。在一些實行例中，單一處理腔室可包括多個處理站，多個處理站其中的一些或全部可具有它們自己的噴淋頭組件。多站半導體處理工具的更詳細敘述參考圖 16 討論。

【0124】 圖 16 顯示一多站處理工具的示意圖，該多站處理工具可包括具有多孔阻流板、小直徑面板通孔、及/或邊緣通孔的小體積噴淋頭。該多站處理工具 1600 可包括入站負載鎖室 1602 及出站負載鎖室 1604。在大氣壓力下的機械臂 1606 可配置以將基板從透過基板盒(pod)1608 裝載的卡匣中經由大氣埠 1610 移動至入站負載鎖室 1602 中。可藉由機械臂 1606 將基板放置在入站負載鎖室 1602 中的支座 1612 上，可關閉大氣埠 1610，然後可將負載鎖室抽空。若入站負載鎖室 1602 包括一遠距電漿源，則基板可在被引入處理腔室 1614 前在負載鎖室中暴露於遠距電漿處理。另外，基板亦可在入站負載鎖室 1602 中被加熱，例如，以移除濕氣及吸附的氣體。接下來，可開啓通往處理腔室 1614 的腔室傳輸埠 1616，然後另一機械臂(未顯示)可將基板放置在處理腔室 1614 中之第一站(顯示於反應器中)的支座上以進行處理。雖然圖 16 中描繪的實行例包括負載鎖室，但應理解在一些實行例中，基板可直接進入處理站。

【0125】 描繪的處理腔室 1614 包括四個處理站，在圖 16 所顯示的實行例中編號為 1 至 4。每一站可具有加熱或未加熱的支座(對站 1 而言顯示於 1618)、

及氣體管線入口。應理解在一些實行例中，每一處理站可具有不同或多重的目的。例如，在一些實行例中，一處理站可在 ALD 與電漿增強化學氣相沉積(PECVD) 處理模式之間切換。此外或或者，在一些實行例中，處理腔室 1614 可包括一或更多配對的 ALD 及 PECVD 處理站。雖然描繪的處理腔室 1614 包括四個站，但應了解根據本發明之處理腔室可具有任何合適數量之站。例如，在一些實行例中，一處理腔室可具有五或更多的站，然而在其他實行例中，一處理腔室可具有三或更少的站。

【0126】 每一站可包括獨立的噴淋頭組件，該噴淋頭組件將處理氣體輸送至相關聯的站之基板。在一些實行例中，這些噴淋頭其中一部分或全部可利用具有如本文中所描述之多孔阻流板、小直徑面板通孔、及/或邊緣通孔的小體積噴淋頭。例如，若一站對基板提供 ALD 處理或其他可因使用本文中所描述之設備而受益的處理，則該站之噴淋頭可為具有如本文中所描述之多孔阻流板、小直徑面板通孔、及/或邊緣通孔的小體積噴淋頭。

【0127】 圖 16 亦描繪用以在處理腔室 1614 內轉移基板的基板搬運系統 1690。在一些實行例中，基板搬運系統 1690 可在不同處理站之間及/或在處理站與負載鎖室之間轉移基板。已知可使用任何合適的基板搬運系統。非限制性的範例包括基板旋轉料架及基板搬運機械臂。圖 16 亦描繪一系統控制器 1650，該系統控制器係用以控制處理工具 1600 的處理條件及硬體狀態。系統控制器 1650 可包括一或更多記憶裝置 1656、一或更多大量儲存裝置 1654、及一或更多處理器 1652。處理器 1652 可包括 CPU 或電腦、類比及/或數位輸入/輸出連接件、步進馬達控制板等。

【0128】 在一些實施例中，控制器 1650 可為系統之部分，其可為上述範例之部分。此類系統可包含半導體處理設備，其包括一或複數之處理工具、一或複數之腔室、用於處理的一或複數之工作台、及/或特定處理元件(晶圓支座、氣流系統等)。該等系統可與電子設備結合，該電子設備係用於在半導體晶圓或基板之處理期間或在該處理前後控制其操作。該電子設備可稱為「控制器」，其可控制一或複數之系統的各種元件或子部件。依據製程參數及/或系統之類型，可對控制器 1650 編寫程式以控制本文所揭露的製程之任一者，包含處理氣體之輸送、溫度設定(例如加熱及/或冷卻)、壓力設定、真空設定、功率設定、射頻(RF)產生器設定、RF 匹配電路設定、頻率設定、流率設定、流體輸送設定、位置及操作設定、進出工具及連接至特定系統或與特定系統透過介面接合的其他傳送工具及/或負載鎖室之晶圓傳送。

【0129】 廣泛而言，可將控制器 1650 定義為具有接收指令、發送指令、控制操作、允許清潔操作、允許終點量測等之各種積體電路、邏輯、記憶體、及/或軟體的電子設備。該積體電路可包含儲存程式指令的韌體形式之晶片、數位信號處理器(DSPs)、定義為特殊應用積體電路(ASICs)之晶片、及/或執行程式指令(例如軟體)之一或更多的微處理器或微控制器。程式指令可為以各種個別設定(或程式檔案)之形式傳送到控制器的指令，其定義用以在半導體晶圓上、或針對半導體晶圓、或對系統執行特定製程的操作參數。在一些實施例中，該製程參數可為由製程工程師所定義之配方的部分，該配方係用以在一或更多的層、材料、金屬、氧化物、矽、二氧化矽、表面、電路、及/或晶圓之晶粒的製造期間，完成一或更多的處理步驟。

【0130】 在一些實施例中，控制器 1650 可為電腦的部分或連接至電腦，該電腦係與系統整合、連接至系統、或透過網路連接至系統、或上述之組合。舉例而言，控制器 1650 係可位於「雲端」(in the “cloud”)、或為晶圓廠主機電腦系統的全部或部分，其可允許晶圓處理之遠端存取。該電腦能達成對該系統之遠端存取，以監視製造操作之目前製程、查看過去製造操作之歷史、查看來自多個製造操作之趨勢或性能指標，來改變目前處理之參數，以設定處理步驟來接續目前的處理、或開始新的製程。在一些範例中，遠端電腦(例如何伺服器)可透過網路提供製程配方至系統，該網路可包含區域網路或網際網路。該遠端電腦可包含可達成參數及/或設定之輸入或編程的使用者介面，該等參數或設定接著自該遠端電腦傳送至該系統。在一些範例中，控制器接收資料形式之指令，在一或更多的操作期間，其針對待執行的處理步驟之每一者而指定參數。應瞭解，該等參數可特定於待執行之製程的類型、及工具(控制器 1650 係配置成透過介面與該工具接合或控制該工具)的類型。因此，如上所述，控制器 1650 可分散，例如藉由包含一或更多的分離的控制器，其透過網路連接在一起並朝共同的目標而作業，例如本文所敘述之製程及控制。用於此類用途的分開之控制器 1650 的範例可為腔室上之一或更多的積體電路，其與位於遠端(例如為平台等級、或為遠端電腦的部分)之一或更多的積體電路連通，其結合以控制該腔室上的製程。

【0131】 例示性系統可包含電漿蝕刻腔室或模組、沉積腔室或模組、旋轉沖洗腔室或模組、金屬電鍍腔室或模組、潔淨腔室或模組、斜邊蝕刻腔室或模組、物理氣相沉積(PVD)腔室或模組、化學氣相沉積(CVD)腔室或模組、原子層沉積(ALD)腔室或模組、原子層蝕刻(ALE)腔室或模組、離子佈植腔室或模組、

徑跡腔室或模組、及與半導體晶圓之加工及/或製造有關或用於其中的任何其他半導體處理系統，但不限於此。

【0132】 如上所述，依據待由工具執行之製程步驟(或複數製程步驟)，控制器 1650 可與下列一或多者通訊：其他工具電路或模組、其他工具元件、叢集工具、其他工具介面、牽引工具、鄰近工具、遍及工廠的工具、主要電腦、另一控制器、或將晶圓之容器帶往或帶離半導體製造廠中的工具位置及/或載入埠的用於材料傳送之工具。

【0133】 在一些實行例中，系統控制器 1650 控制處理工具 1600 的全部活動。系統控制器 1650 執行系統控制軟體 1658，其中該軟體被儲存於大量儲存裝置 1654 中、被載入記憶裝置中 1656、然後被在處理器 1652 上執行。系統控制軟體 1658 可包括複數指令，用以控制時程、氣體的混合、腔室及/或站壓力、腔室及/或站溫度、基板溫度、目標功率位準、RF 功率位準、基板支座、卡盤、及/或承受體位置、及由處理工具 1600 執行的特定處理之其他參數。可以任何合適的方式配置系統控制軟體 1658。例如，可撰寫各樣的處理工具元件子程式或控制物件以控制用以實行各樣處理工具之處理所必須的處理工具元件之運作。可以任何合適的電腦可讀程式語言將系統控制軟體 1658 編碼。

【0134】 在一些實行例中，系統控制軟體 1658 可包括輸入/輸出控制(IOC)序列指令，用以控制上述的各樣參數。例如，ALD 處理其中每一階段可包括一或更多用以被系統控制器 1650 執行的指令。用以為 ALD 處理階段設定製程條件的指令可被包括在對應的 ALD 配方階段中。在一些實行例中，若存在多個噴淋頭，則可對該等噴淋頭進行獨立地控制俾執行分開及平行的處理操作。

【0135】 在一些實行例中可使用儲存在與系統控制器 1650 聯結的大量儲存裝置 1654 及/或記憶裝置 1656 上的其他電腦軟體及/或程式。用於此目的之程式或程式片段之範例包括基板定位程式、處理氣體控制程式、壓力控制程式、加熱器控制程式、及電漿控制程式。

【0136】 基板定位程式可包括用於處理工具元件上之程式碼，其中該處理工具元件係用以將基板裝載至支座 1618 上並控制基板與處理工具 1600 的其他元件之間的間隔。

【0137】 處理氣體控制程式可包括用以控制氣體組成及流率、並可選性地用以在沉積前將氣體流動進入一或更多處理站以穩定處理站內的壓力之編碼。壓力控制程式可包括藉由調節例如處理站之排氣系統中的節流閥、或進入處理站的氣體流量而控制處理站中的壓力之編碼。

【0138】 加熱器控制程式可包括用於控制用以加熱基板之加熱元件的電流之編碼。替代地，加熱器控制程式可控制熱傳氣體(例如氦)至基板的輸送。

【0139】 電漿控制程式可包括用於設定施加至一或更多處理站中之處理電極的 RF 功率位準之編碼。在適當的情況下，電漿控制程式包括用以控制外部電漿產生器及/或將處理氣體供應至電漿產生器或自由基來源體積所需之閥門調節之編碼。

【0140】 在一些實行例中，可具有與系統控制器 1650 聯結的使用者介面。該使用者介面可包括顯示螢幕、設備及/或製程條件的圖形化軟體顯示器、及使用者輸入裝置(例如指標裝置、鍵盤、觸控螢幕、麥克風等)。

【0141】 在一些實行例中，藉由系統控制器 1650 調整的參數可與製程條件有關。非限制性範例包括處理氣體組成及流率、溫度、壓力、電漿條件(例如

RF 偏壓功率位準)等。可將這些參數以配方的形式提供給使用者，而該配方可利用使用者介面而輸入。

【0142】 可從各樣的處理工具感測器藉由系統控制器 1650 的類比及/或數位輸入連接件而提供用以監控處理的訊號。可在處理工具 1600 的類比及數位輸出連接件上輸出用以控制處理的訊號。可監控的處理工具感測器之非限制性範例包括質量流量控制器、壓力感測器(例如壓力計)、熱偶等。可配合來自這些感測器的數據，使用合適地被程式化之反饋及控制演算法以維持製程條件。

【0143】 系統控制器 1650 可提供用以實行各樣半導體加工處理的程式指令。該程式指令可控制各樣的處理參數，例如 DC 功率位準、RF 偏壓功率位準、壓力、溫度等。該等指令可控制參數以對薄膜疊層的原位沉積進行操作。

【0144】 系統控制器一般可包括用以執行指令的一或更多記憶裝置及一或更多處理器，俾使設備根據本發明執行方法。可將機器可讀媒體連結至系統控制器，其中該機器可讀媒體含有用以根據本發明而對處理操作進行控制之指令。

【0145】 雖然圖 16 中所示的半導體處理工具描繪了單一的四站處理腔室或模組，但半導體處理工具的其它實行例可包括多個模組，其中每一模組具有單站或多個站。這樣的模組可彼此內連、及/或被安排在可幫助基板在模組之間移動的一或更多傳輸腔室附近。這樣的多模組半導體處理工具所設置的複數站其中一或更多者可根據需要而配備有包括如本文中所述之多孔阻流板、小直徑面板通孔、及/或邊緣通孔的小體積噴淋頭。

【0146】 一般而言，包括如本文中所述之多孔阻流板、小直徑面板通孔、及/或邊緣通孔的小體積噴淋頭可被安裝在反應腔室中用以支持一或更多半導體

基板的基板支持件之上方。舉例而言，小體積噴淋頭亦可做為反應腔室的頂蓋、或頂蓋的一部分。在其他實行例中，小體積噴淋頭可為「枝型吊燈」型噴淋頭，且可藉由柄部或其他支持結構而懸掛在反應腔室的頂蓋下方。

【0147】 上文中所描述之設備/處理可配合微影圖案化工具或處理（例如，步進機）而使用，例如用於半導體裝置、顯示器、LEDs、光伏面板、及類似物之製造或加工。一般來說，雖然不是必然，會在一共同的加工設備中一起使用或進行這樣的工具/處理。薄膜的微影圖案化一般包括一些或全部的以下操作，每一操作藉由一些可能的工具而實行：(1) 使用旋塗或噴塗工具將光阻劑塗佈在工作件(即晶圓)上；(2) 使用熱板或加熱爐或 UV 固化工具將光阻劑固化；(3) 利用例如晶圓步進機這樣的工具來將光阻劑暴露於可見或 UV 或 X 光；(4) 使用例如濕式清洗台這樣的工具來將光阻劑顯影以選擇性地移除光阻劑並藉此將其圖案化；(5) 藉由使用乾式或電漿輔助蝕刻工具來將光阻劑圖案轉移至下面的薄膜或工作件中；及(6) 使用例如 RF 或微波電漿光阻剝離器之工具來將光阻劑移除。

【0148】 雖然為了清楚理解的目的已對前述的實施例進行詳細地描述，顯而易見的，仍可在隨附申請專利範圍的範圍內實行某些改變及修改。應當注意，所述的處理、系統及設備具有許多替代做法。因此，所述的實施例應被認為係說明性的而非限制性的。

【符號說明】

【0149】

100 噴淋頭

102 背板

104 面板

110 阻流板

120 氣體入口

122 柄部

124 窄管

126 闊管

130 充氣部體積

132 通孔

200 小體積噴淋頭

202 背板

204 面板

210 多孔阻流板

212 通孔

220 氣體入口

222 柄部

224 窄管

230 充氣部體積

232 通孔

235 區域

400a 習知噴淋頭

400b 小體積噴淋頭

402a 背板

402b 背板

- 404a 面板
- 404b 面板
- 410a 阻流板
- 410b 阻流板
- 422a 柄部
- 422b 柄部
- 424a 窄管
- 424b 窄管
- 426a 闊管
- 430a 充氣部體積
- 430b 充氣部體積
- 435b 區域
- 512 通孔
- 532 通孔
- 552 通孔
- 550 六角形排列
- 560 三角形排列
- 604a 面板
- 604b 面板
- 610a 阻流板
- 610b 阻流板
- 612b 通孔

620a 氣體入口

620b 氣體入口

632a 通孔

632b 通孔

640a 流動向量

640b 流動向量

700a 習知噴淋頭

700b 小體積噴淋頭

702a 背板

702b 背板

710a 阻流板

710b 阻流板

712b 通孔

714a 內部支撐柱

714b 內部支撐柱

720a 氣體入口

720b 氣體入口

735b 過渡區域

1004面板

1032通孔

1034通孔

1036邊界記號

- 1104面板
- 1132通孔
- 1202背板
- 1204面板
- 1230充氣部
- 1232通孔
- 1281離子與電子
- 1282自由基
- 1291鞘
- 1292電漿
- 1301曲線
- 1302曲線
- 1303曲線
- 1304曲線
- 1404面板
- 1430充氣部體積
- 1432通孔
- 1437環
- 1438通孔
- 1454面板
- 1464面板
- 1464a第一側

- 1464b第二側
- 1482通孔
- 1487a環
- 1487b環
- 1488通孔
- 1488a通孔
- 1488b通孔
- 1492通孔
- 1498通孔
- 1500噴淋頭
- 1502背板
- 1504面板
- 1510阻流板
- 1520氣體入口
- 1522柄部
- 1524管部
- 1530充氣部體積
- 1532通孔
- 1554面板
- 1580充氣部體積
- 1584通孔
- 1586通孔

- 1600 處理工具
- 1602 入站負載鎖室
- 1604 出站負載鎖室
- 1606 機械臂
- 1608 基板盒
- 1610 氣壓埠
- 1612 底座
- 1614 處理腔室
- 1616 腔室傳輸埠
- 1618 支座
- 1650 控制器
- 1652 處理器
- 1654 大量儲存裝置
- 1656 記憶裝置
- 1658 系統控制軟體
- 1690 基板搬運系統

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種使用於半導體處理設備中的噴淋頭，包含：

一充氣部體積，具有一第一表面及在該第一表面對面的一第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的該充氣部體積；

一面板，包括複數面板通孔，該複數面板通孔從該面板的一第一側延伸至一第二側，該面板的該第一側界定了該充氣部體積的該第一表面，各個面板通孔具有等於或小於約0.04英吋的徑向直徑；

一背板，其在該面板對面，其中該背板的一側界定了該充氣部體積的該第二表面；

一柄部，連接至該背板且與該充氣部體積流體連通；及

一阻流板，包括複數阻流板通孔，該阻流板經配置以配送氣流於該阻流板之邊緣周圍並通過該阻流板，該阻流板係至少部分或完全設置在該充氣部體積與該柄部之間的區域內。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該區域係凹陷於該背板的該側中，並與該充氣部體積直接流體連通且與該柄部直接流體連通，該柄部、凹陷的該區域、及該充氣部體積之各者界定一圓柱狀體積，其中該充氣部體積之直徑大於凹陷的該區域之外直徑，且凹陷的該區域之直徑大於該柄部之直徑。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該阻流板之孔隙率介於約5%與約25%之間，且其中，相較於該阻流板的中央，該複數阻流板通孔係設置為更朝向該阻流板的邊緣。

【第4項】 如申請專利範圍第1項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該阻流板的直徑大於該柄部的內直徑，且為該面板之直徑的至多四分之一倍。

【第5項】 如申請專利範圍第1項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中各個面板通孔的直徑介於約0.01英吋與約0.03英吋之間。

【第6項】 如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該面板通孔之數量在約 300 與約 6000 通孔之間。

【第7項】 如申請專利範圍第1至5項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該面板通孔之直徑經配置以提高從該面板流出的氣體流量的空間均勻性。

【第8項】 如申請專利範圍第1至5項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該面板通孔之直徑經配置以減少電漿從該面板之外進入該充氣部體積的回流。

【第9項】 一種半導體處理站，該半導體處理站包括如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之噴淋頭。

【第10項】 如申請專利範圍第 9 項之半導體處理站，更包含：

一控制器，配置有用以執行以下操作之指令：

提供一基板至該半導體處理站中；

透過該噴淋頭將反應物氣體引入該半導體處理站中以吸附至該基板之表面上；

透過該噴淋頭將吹淨氣體引入該半導體處理站中；並

施加電漿以在該基板之該表面上由被吸附的該反應物氣體形成一薄膜層。

【第11項】 如申請專利範圍第 10 項之半導體處理站，其中該電漿係在大於約 500W 的功率下施加，且該薄膜層的薄膜不均勻性小於約 0.5%。

【第12項】如申請專利範圍第 11 項之半導體處理站，其中該薄膜層的薄膜不均勻性小於約 0.3%。

【第13項】如申請專利範圍第 10 項之半導體處理站，其中在一原子層沉積 (ALD) 循環中形成該薄膜層係在小於約 1.5 秒內完成。

【第14項】一種使用於半導體處理設備中的噴淋頭，包含：

一充氣部體積，具有一第一表面及在該第一表面對面的一第二表面，該第一表面及該第二表面至少部分地界定了該噴淋頭的該充氣部體積；

一面板，包括複數面板通孔，該複數面板通孔從該面板的一第一側延伸至一第二側，該面板的該第一側界定了該充氣部體積的該第一表面，該複數面板通孔包括中央通孔與圍繞該中央通孔的邊緣通孔，該邊緣通孔以大於一基板之直徑的直徑圓周向地設置在該面板的該第二側，而該噴淋頭經配置以用於該基板；

一背板，其在該面板對面，其中該背板的一側界定了該充氣部體積的該第二表面；

一柄部，連接至該背板且與該充氣部體積流體連通；及

一阻流板，包括複數阻流板通孔，該阻流板經配置以配送氣流於該阻流板之邊緣周圍且通過該阻流板，該阻流板係至少部分或完全設置在該充氣部體積與該柄部之間的區域內。

【第15項】如申請專利範圍第14項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該邊緣通孔沿著一環圓周向地設置在該面板的該第二側，而該環具有大於約 300mm 的直徑。

【第16項】如申請專利範圍第14項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該邊緣通孔從該面板的該第一側到該第二側傾斜小於約90度的角度。

【第17項】 如申請專利範圍第16項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該邊緣通孔從該面板的該第一側到該第二側傾斜小於約75度的角度。

【第18項】 如申請專利範圍第14項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該邊緣通孔沿著一第一環以及圍繞該第一環的一第二環圓周向地設置在該面板的該第二側。

【第19項】 如申請專利範圍第18項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該第一環具有大於約300mm的直徑，且該第二環具有大於約310mm的直徑。

【第20項】 如申請專利範圍第18項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該第二環的該邊緣通孔從該面板的該第一側到該第二側傾斜小於約75度的角度。

【第21項】 如申請專利範圍第14至20項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該區域係凹陷於該背板的該側中，並與該充氣部體積直接流體連通且與該柄部直接流體連通，該柄部、凹陷的該區域、及該充氣部體積之各者界定一圓柱狀體積，其中該充氣部體積之直徑大於凹陷的該區域之外直徑，且凹陷的該區域之直徑大於該柄部之直徑。

【第22項】 如申請專利範圍第14至20項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該阻流板的直徑大於該柄部的內直徑，且為該面板之直徑的至多四分之一倍。

【第23項】 如申請專利範圍第14至20項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中各個面板通孔的直徑小於約0.04英吋。

【第24項】 如申請專利範圍第14至20項中任一項之使用於半導體處理設備中的噴淋頭，其中該邊緣通孔經設置以提高從該面板流出的氣體流量的空間均勻性。

【第25項】 一種半導體處理站，該半導體處理站包括如申請專利範圍第14至20項中任一項之噴淋頭。

【第26項】 如申請專利範圍第25項之半導體處理站，更包含：

一控制器，配置有用以執行以下操作之指令：

提供一基板至該半導體處理站中；

透過該噴淋頭將反應物氣體引入該半導體處理站中以吸附至該基板之表面上；

透過該噴淋頭將吹淨氣體引入該半導體處理站中；並

施加電漿以在該基板之該表面上由被吸附的該反應物氣體形成一薄膜層。

【發明圖式】

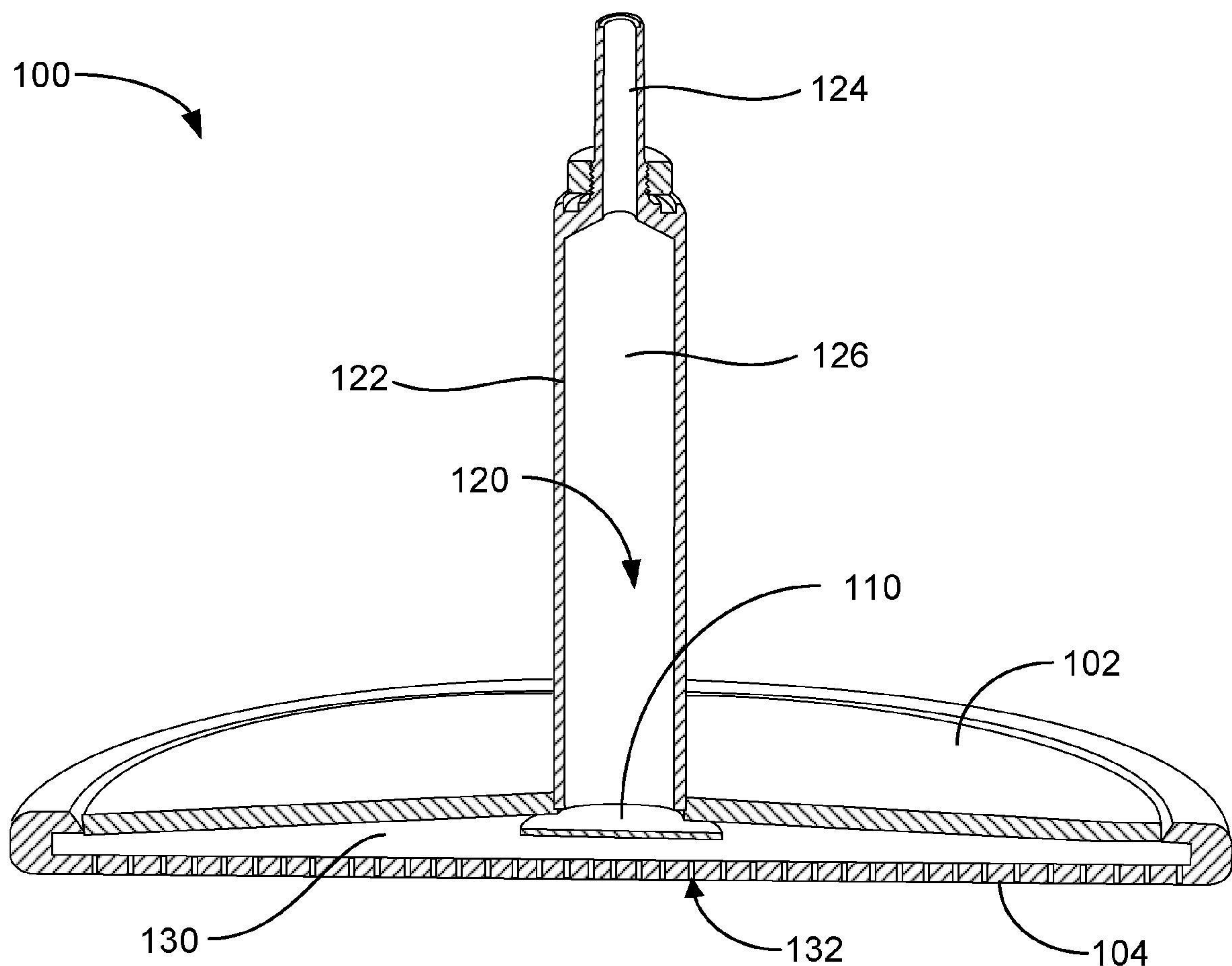


圖 1

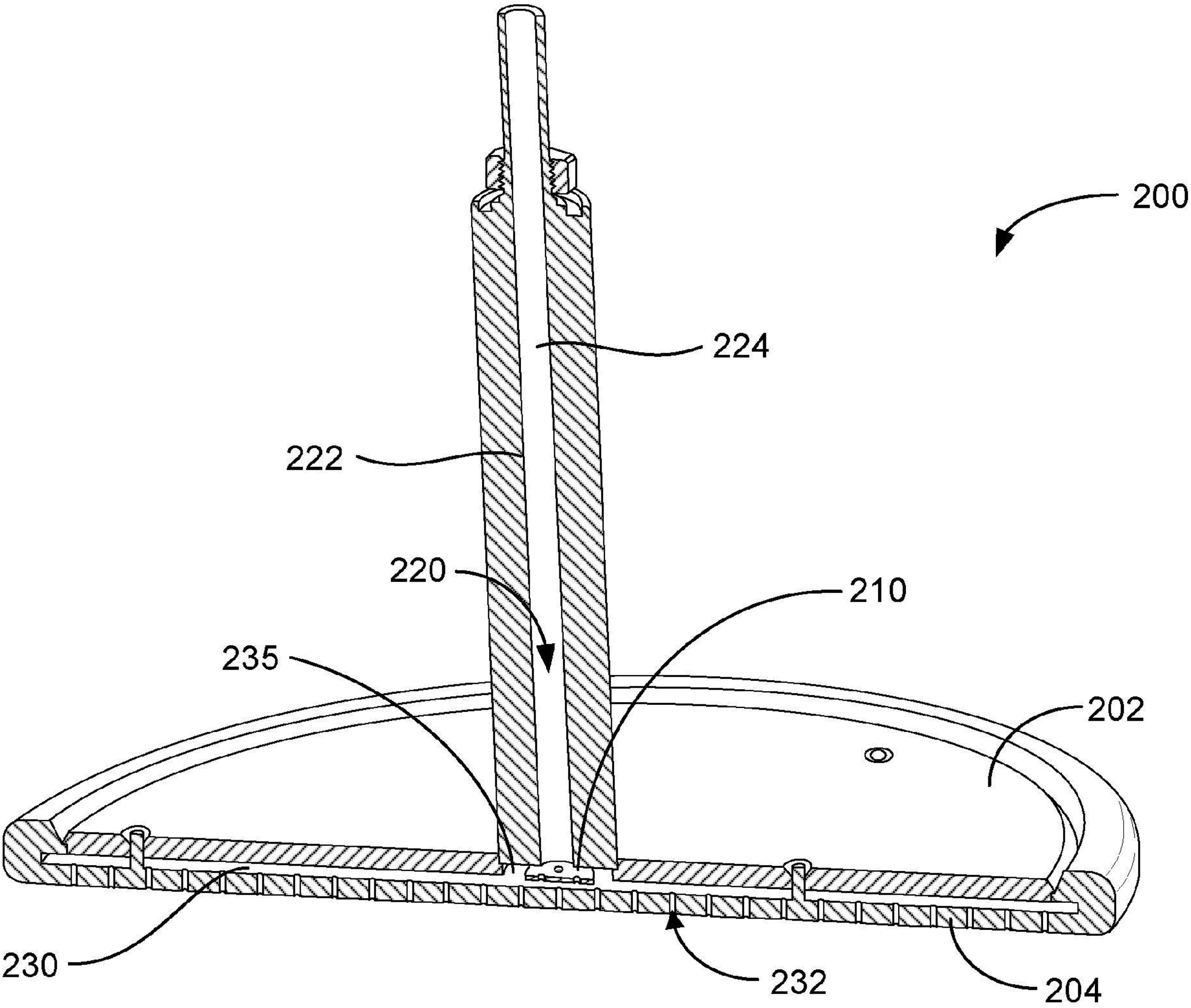


圖 2

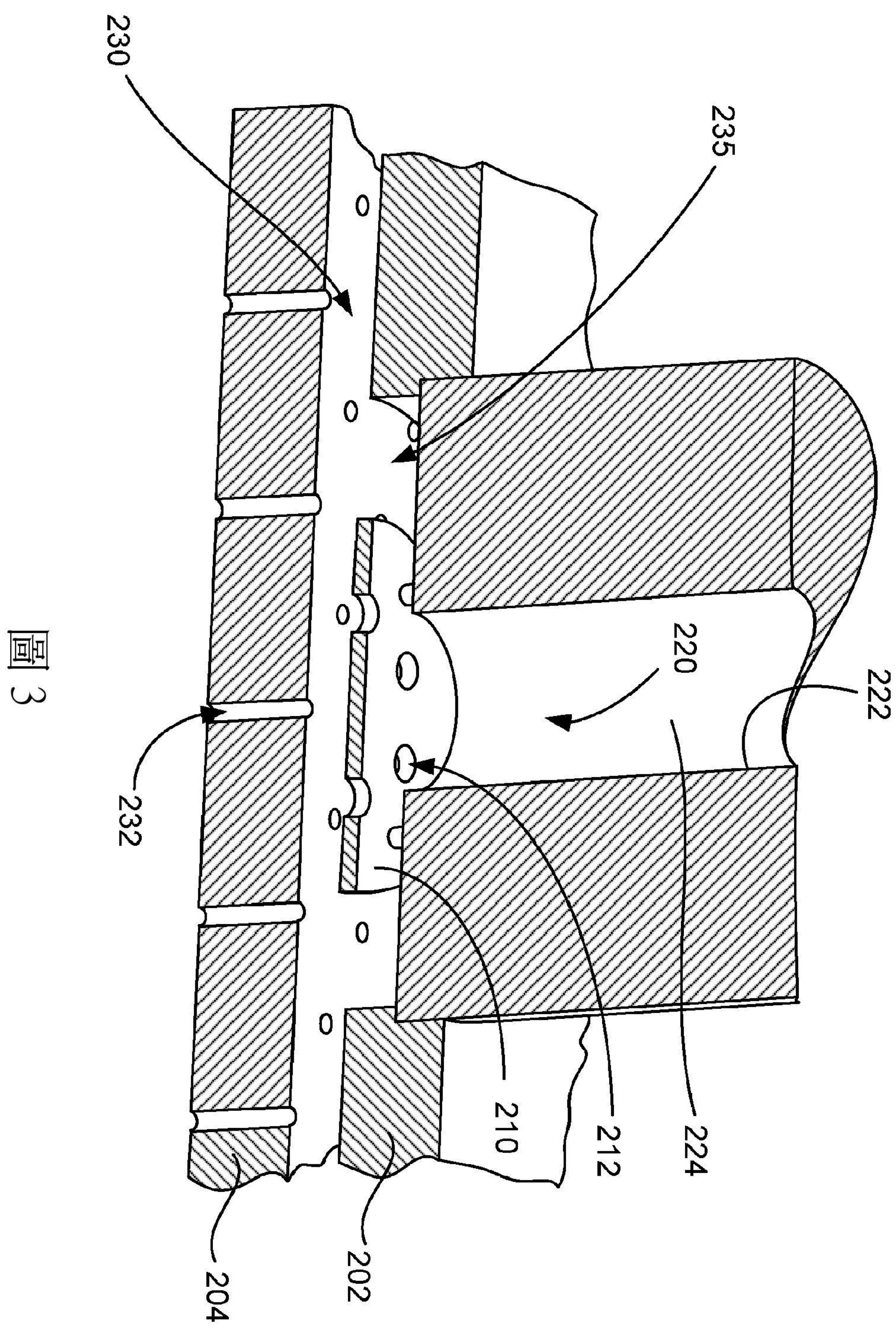


圖 3

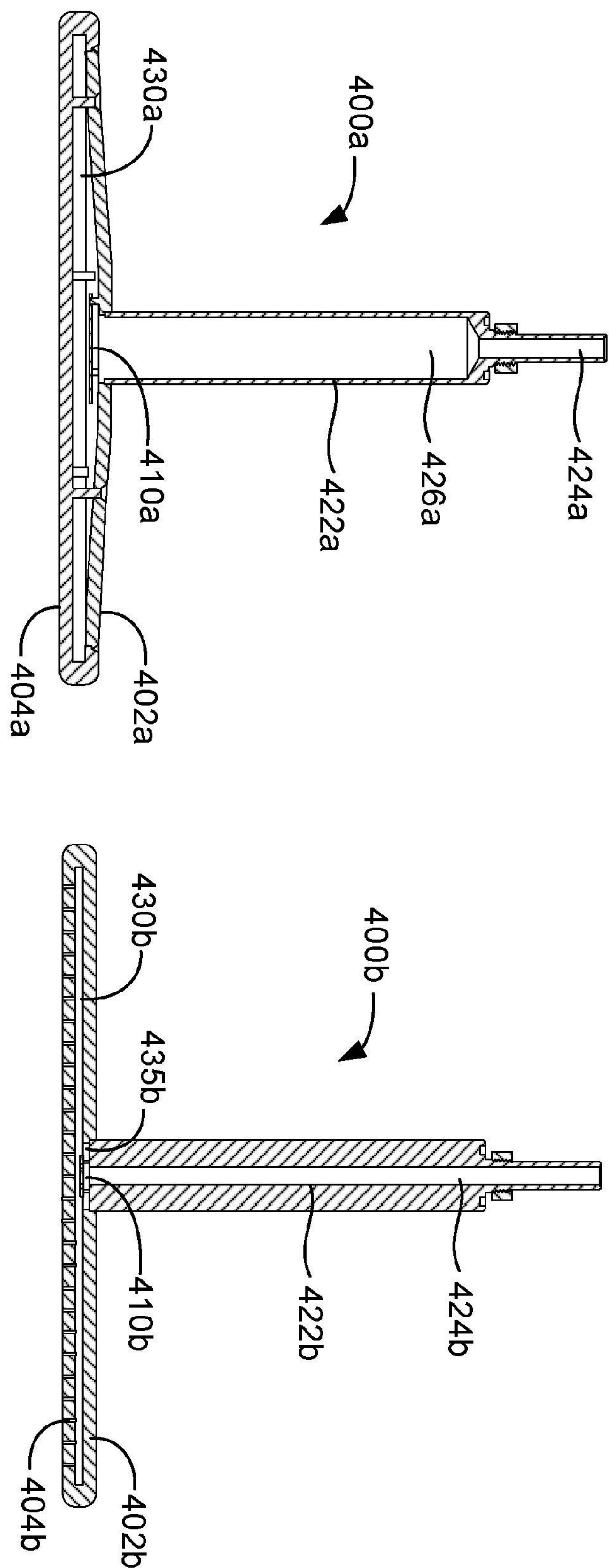


圖 4

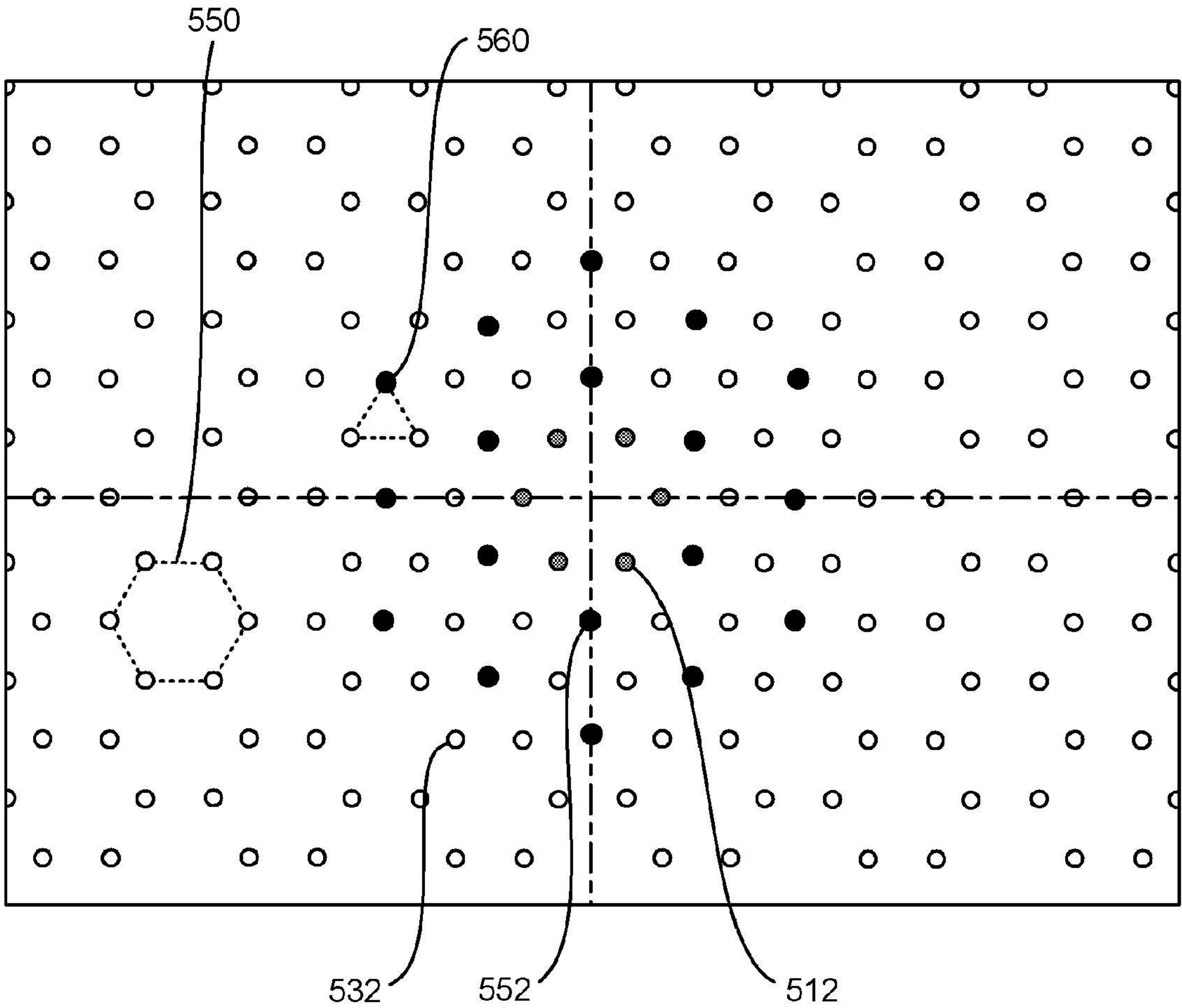


圖 5

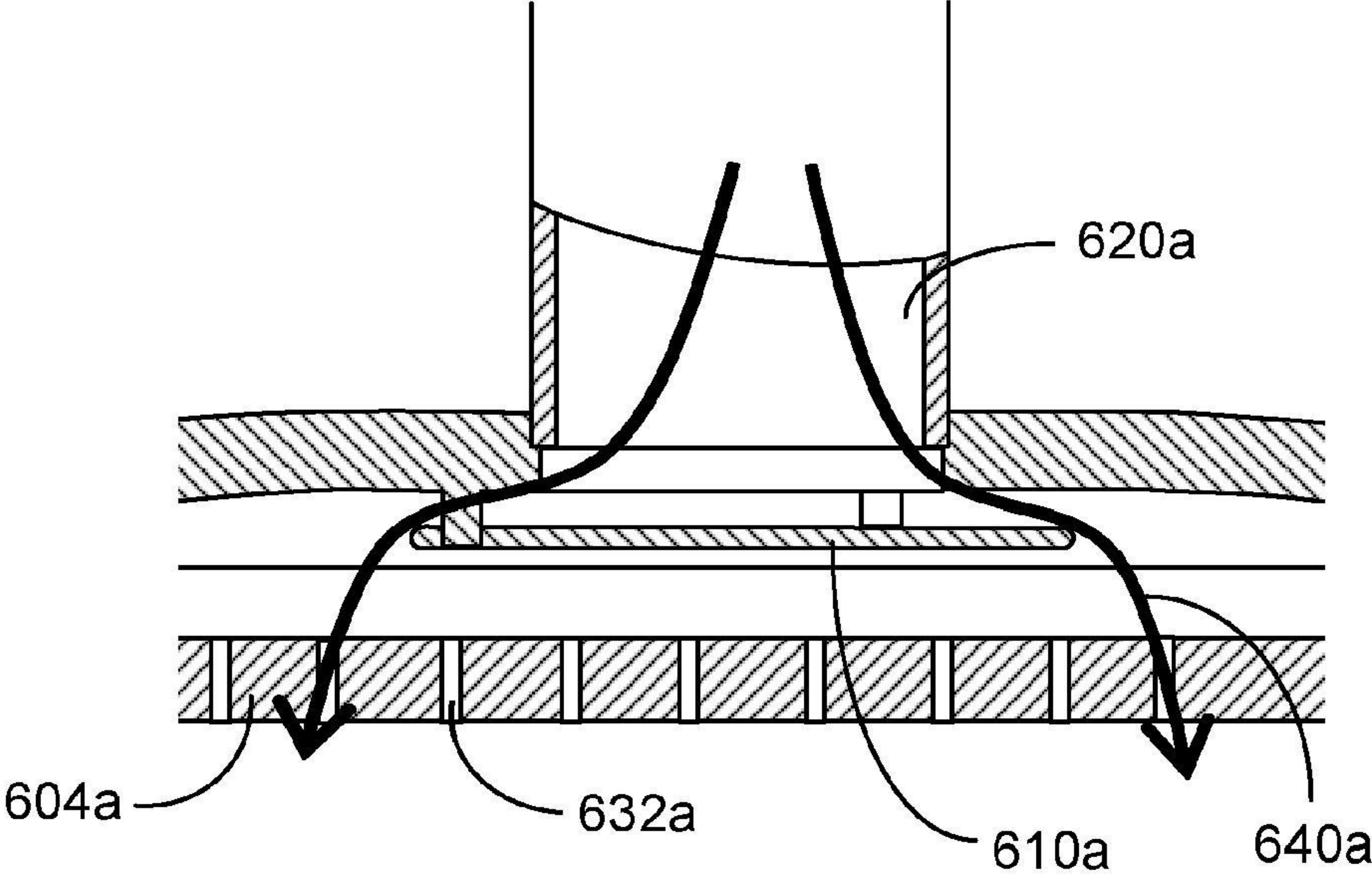


圖 6A

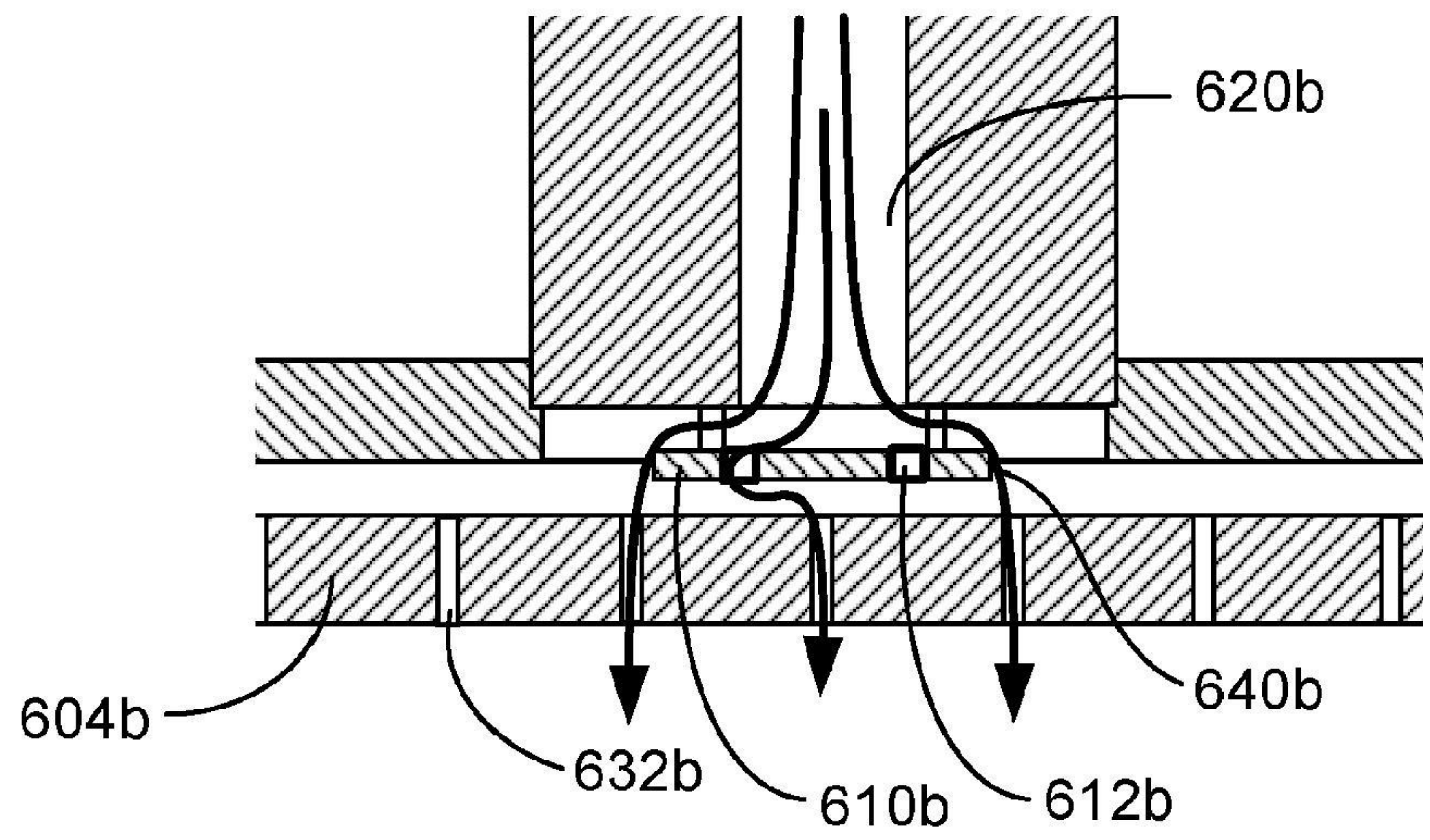


圖 6B

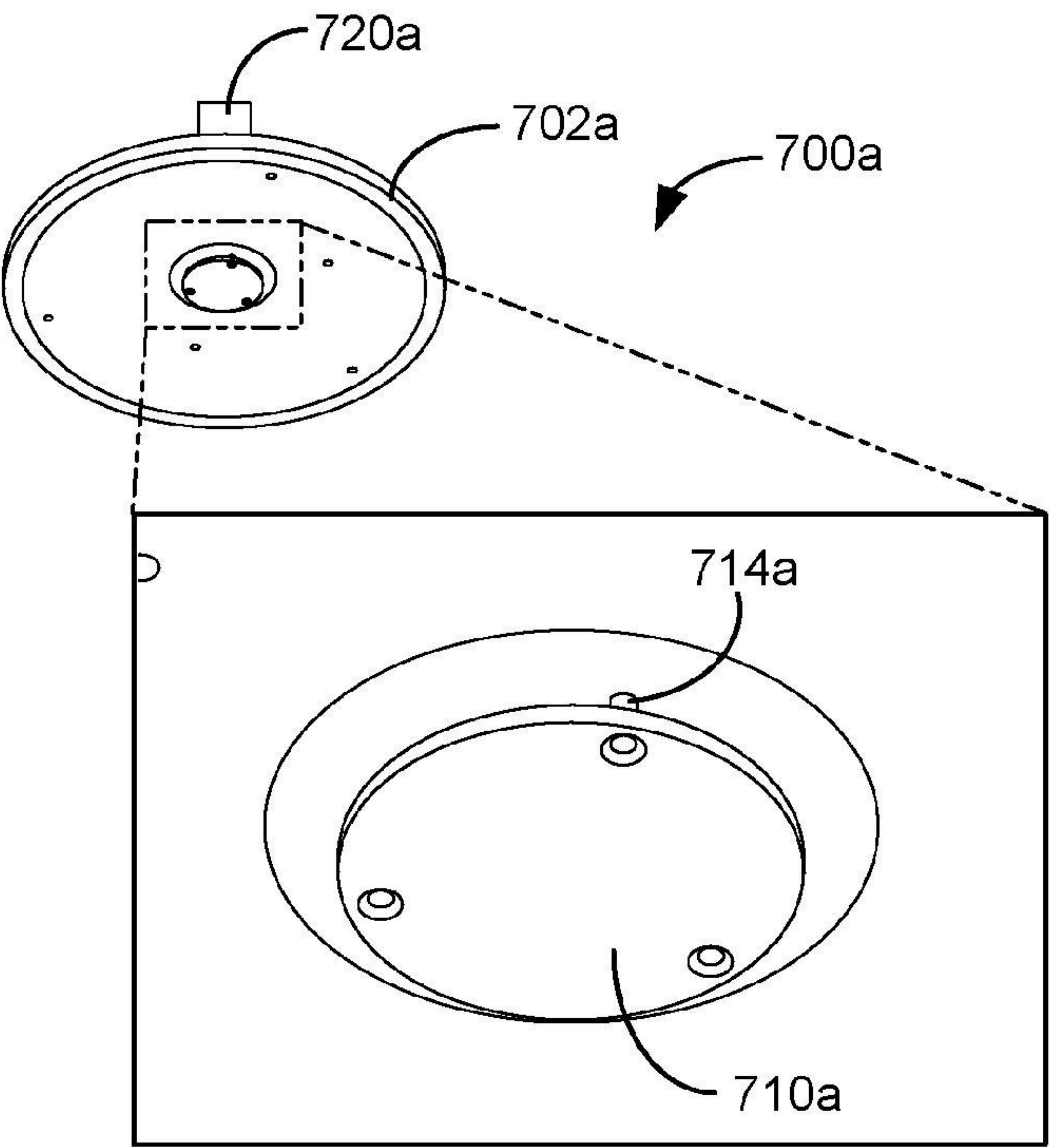


圖 7A

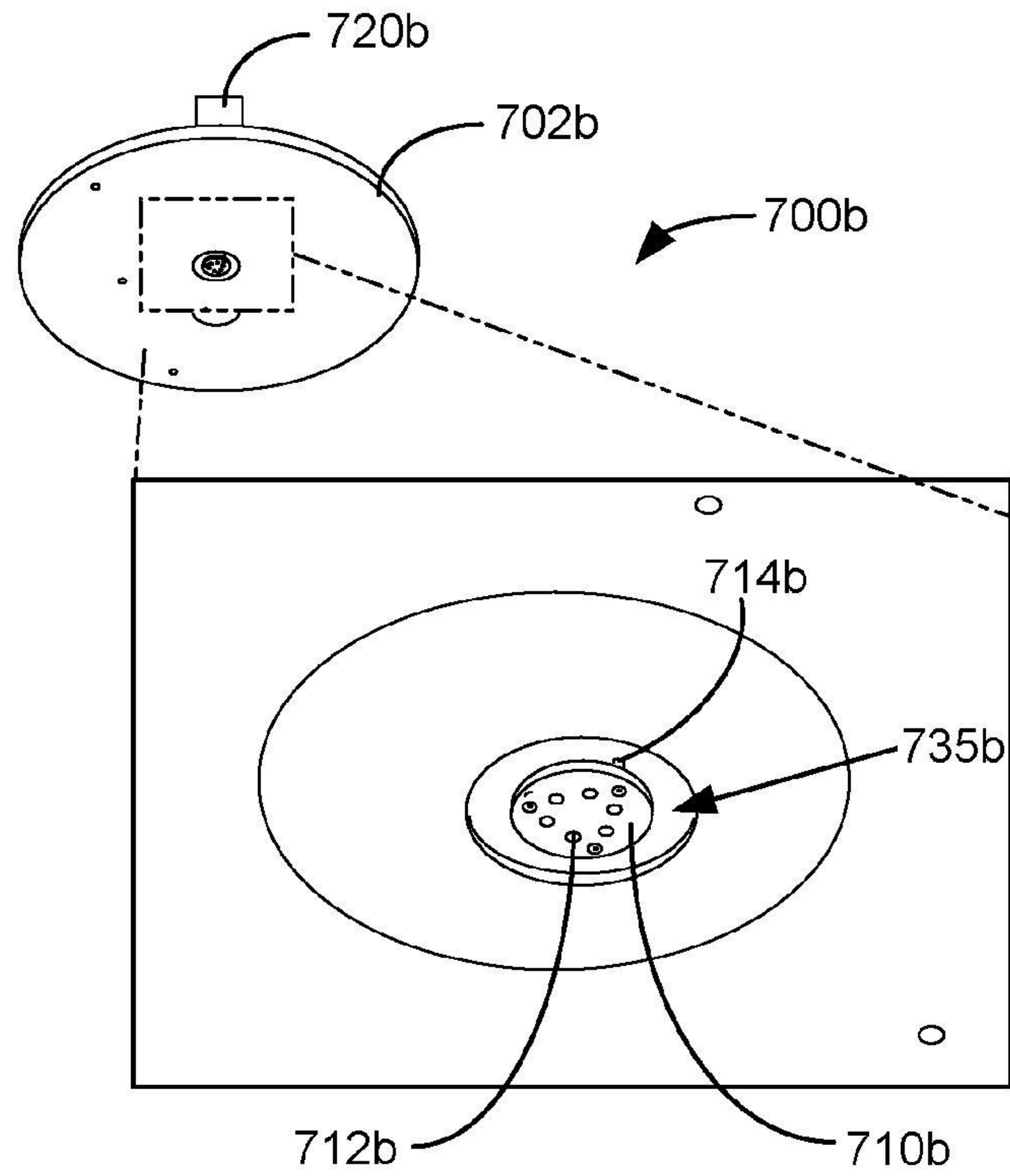


圖 7B

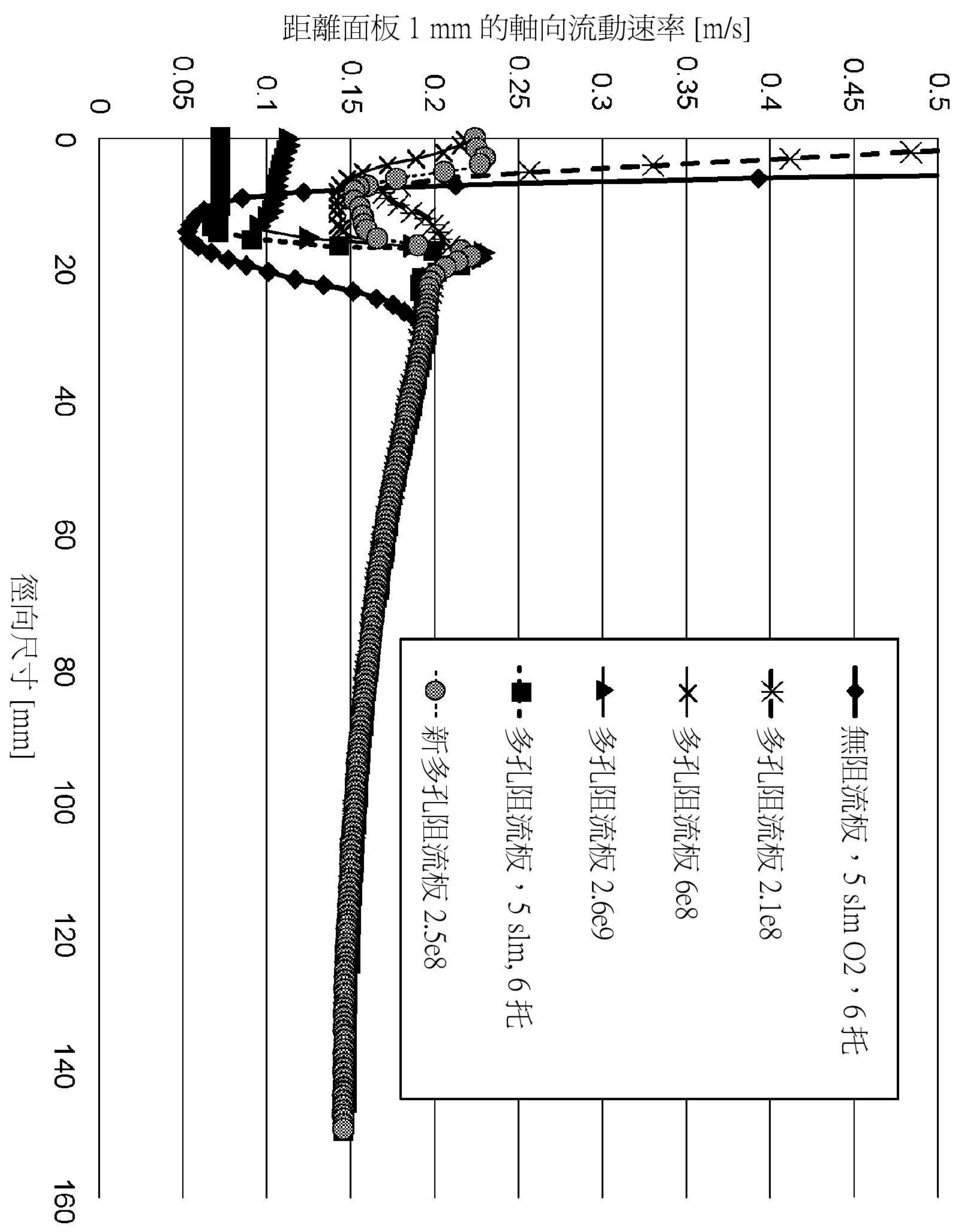


圖 8

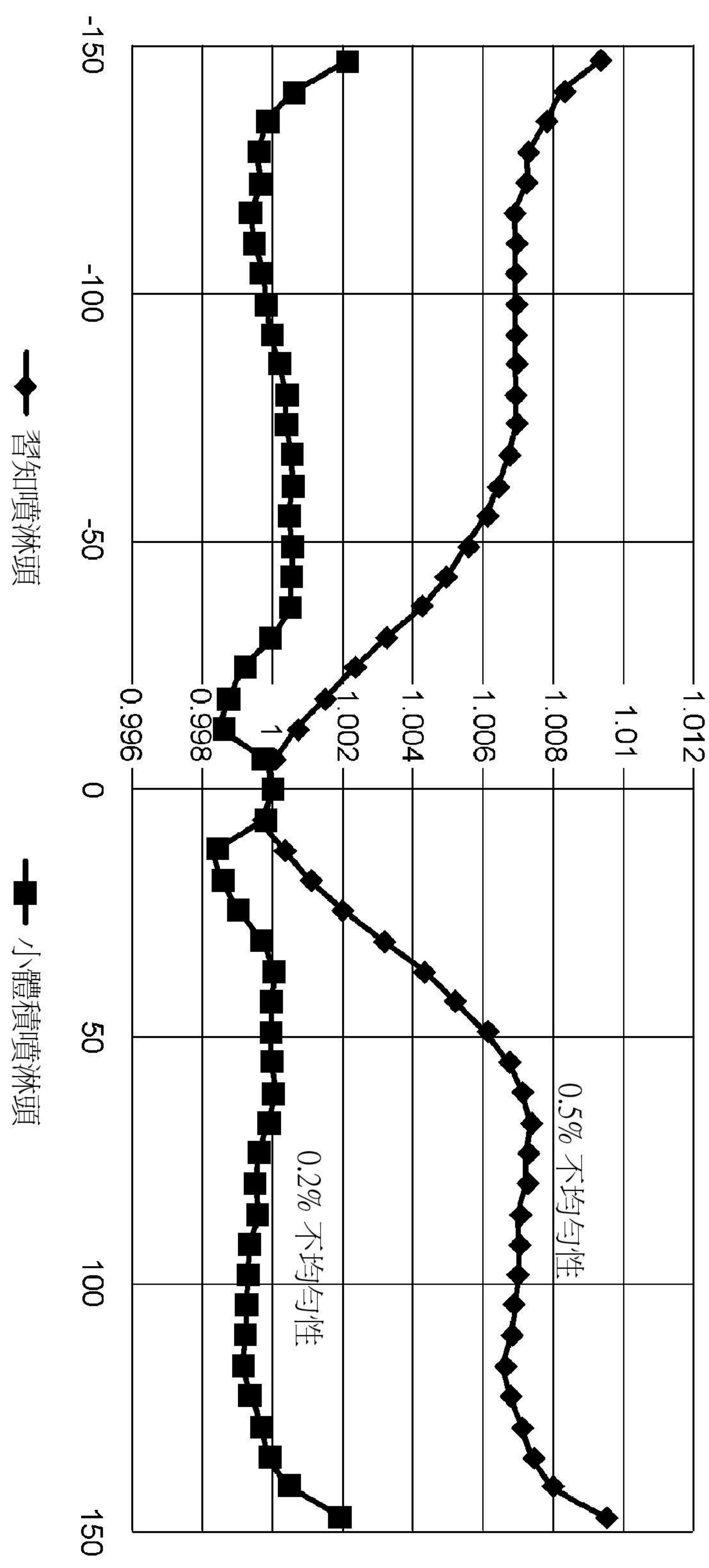


圖 9

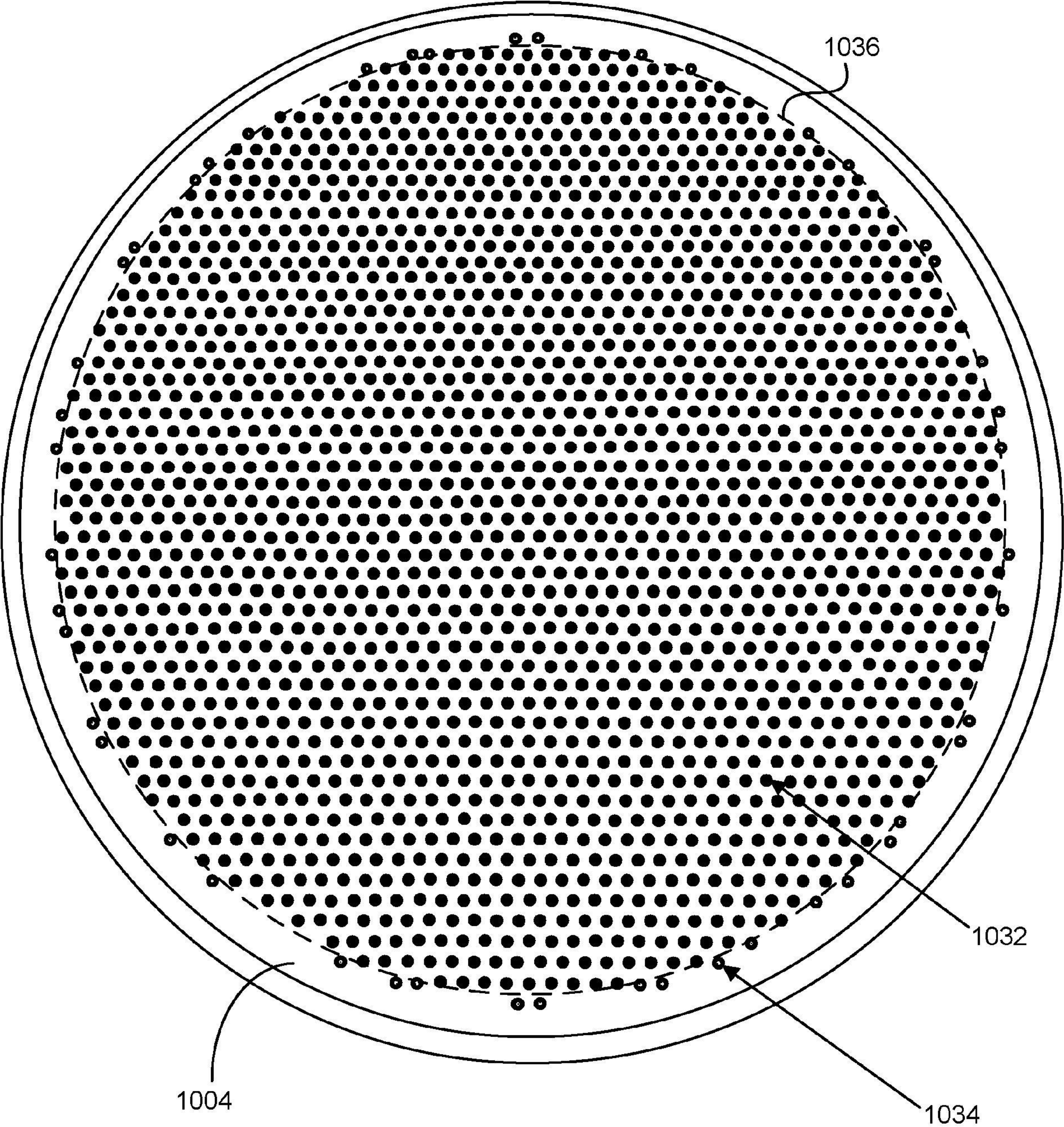


圖 10

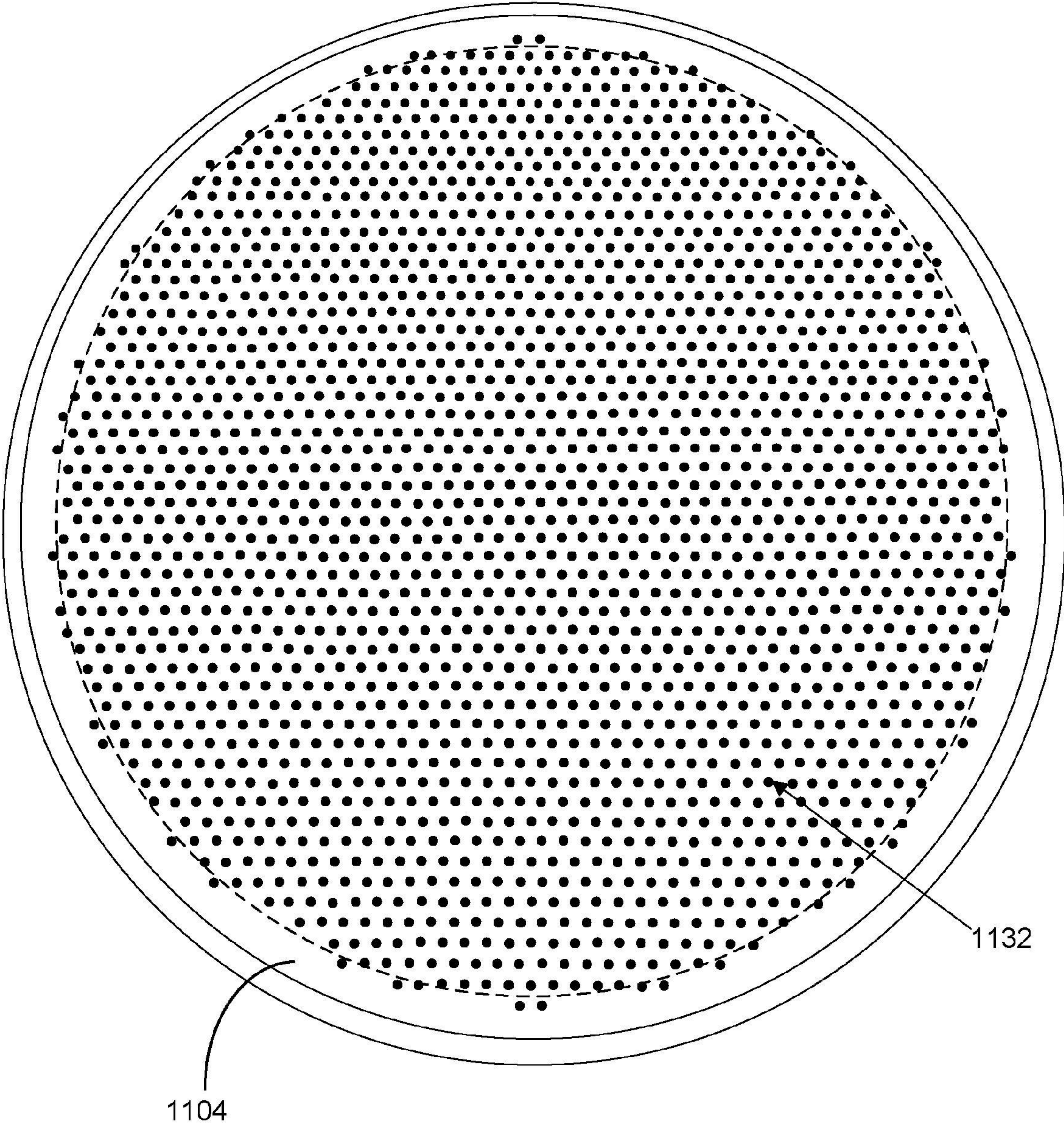


圖 11

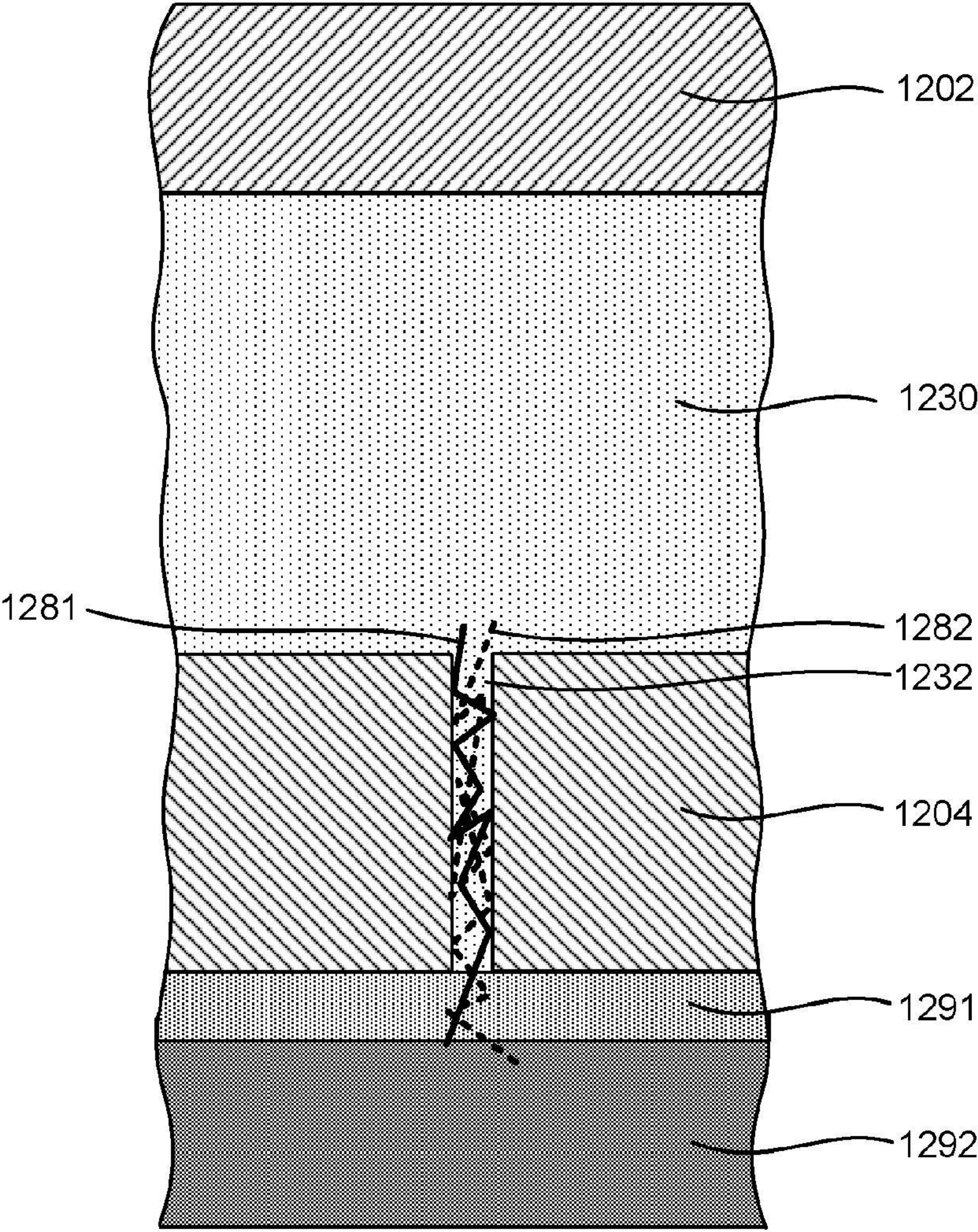


圖 12

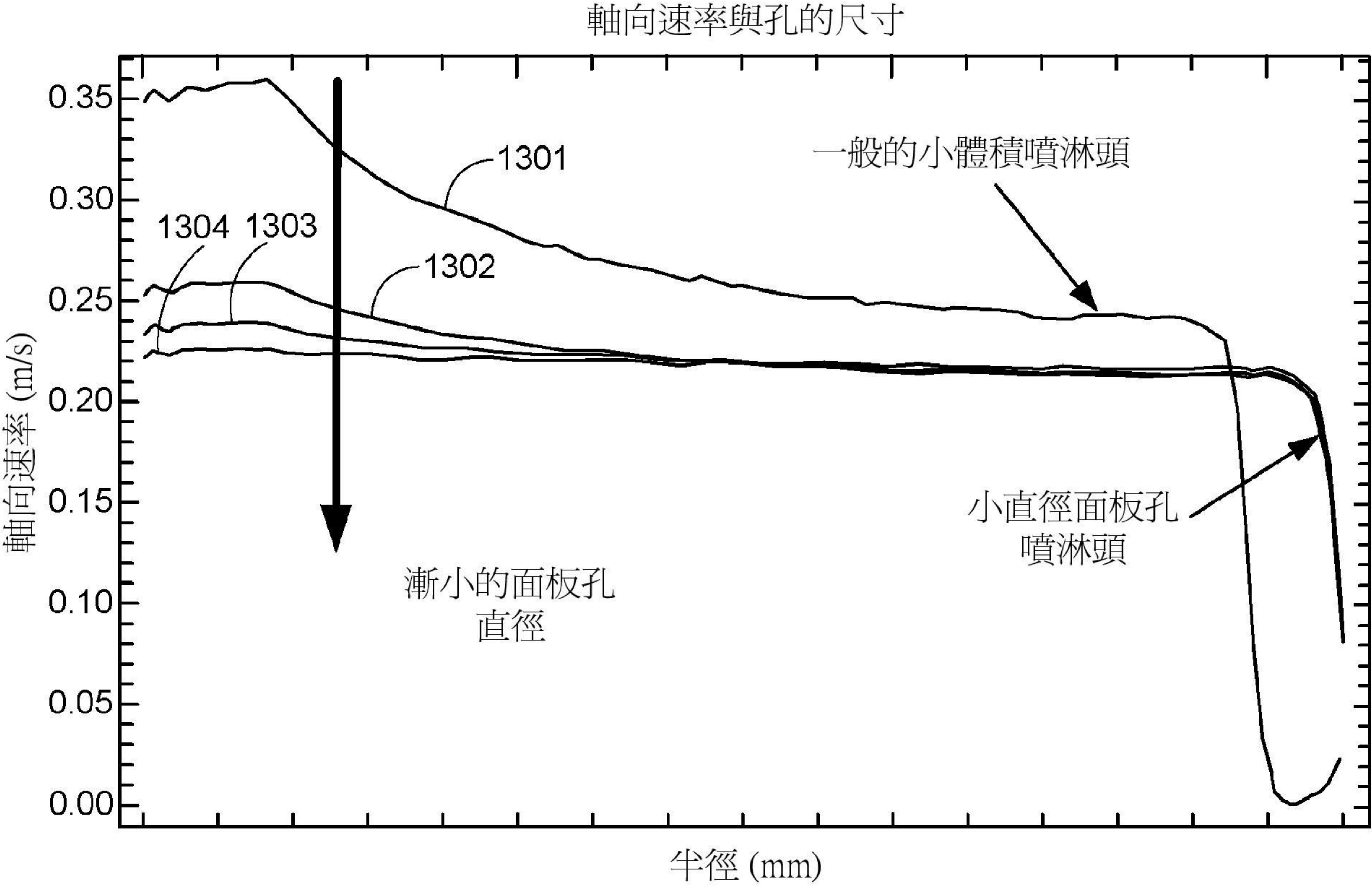


圖 13A

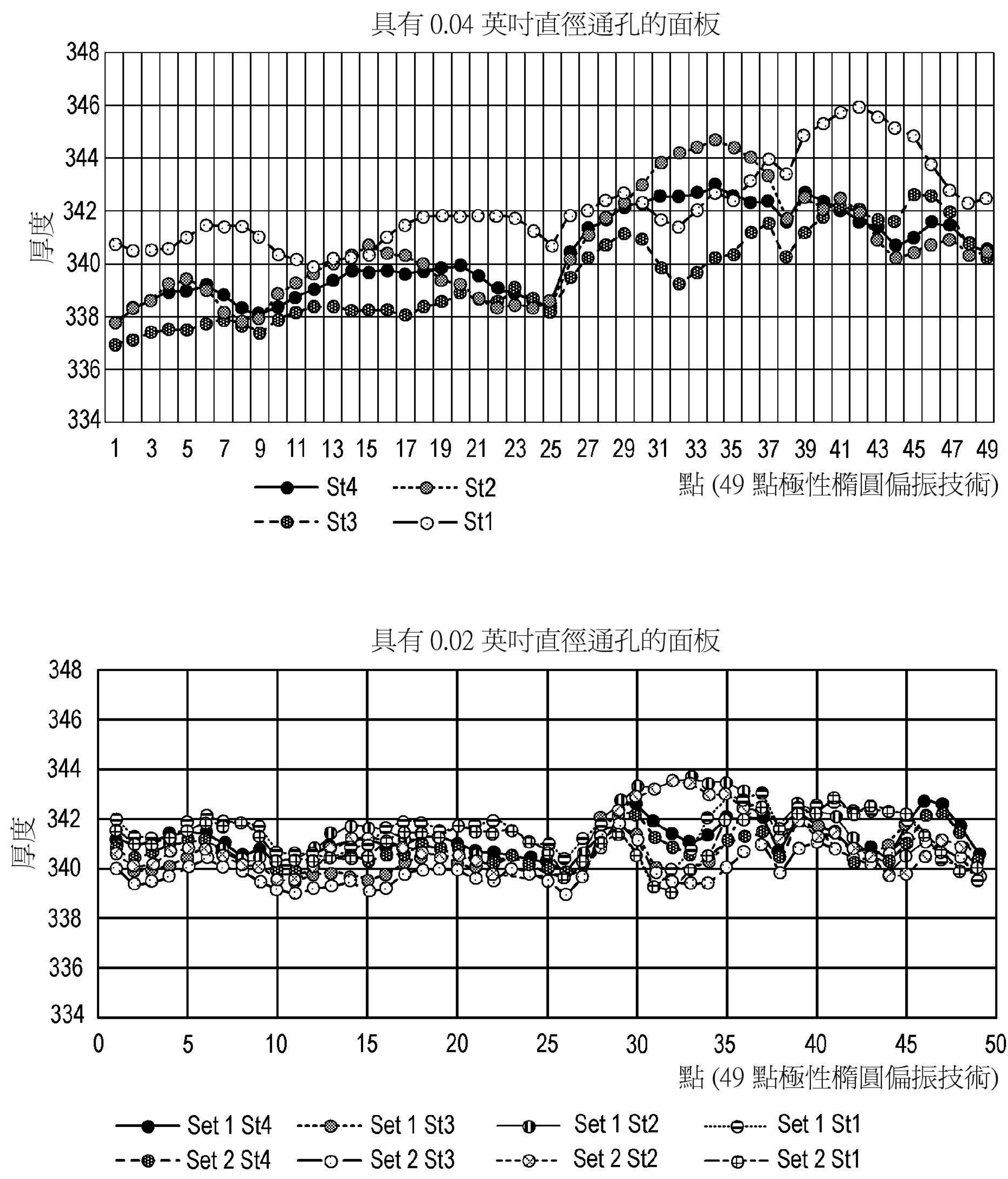


圖 13B

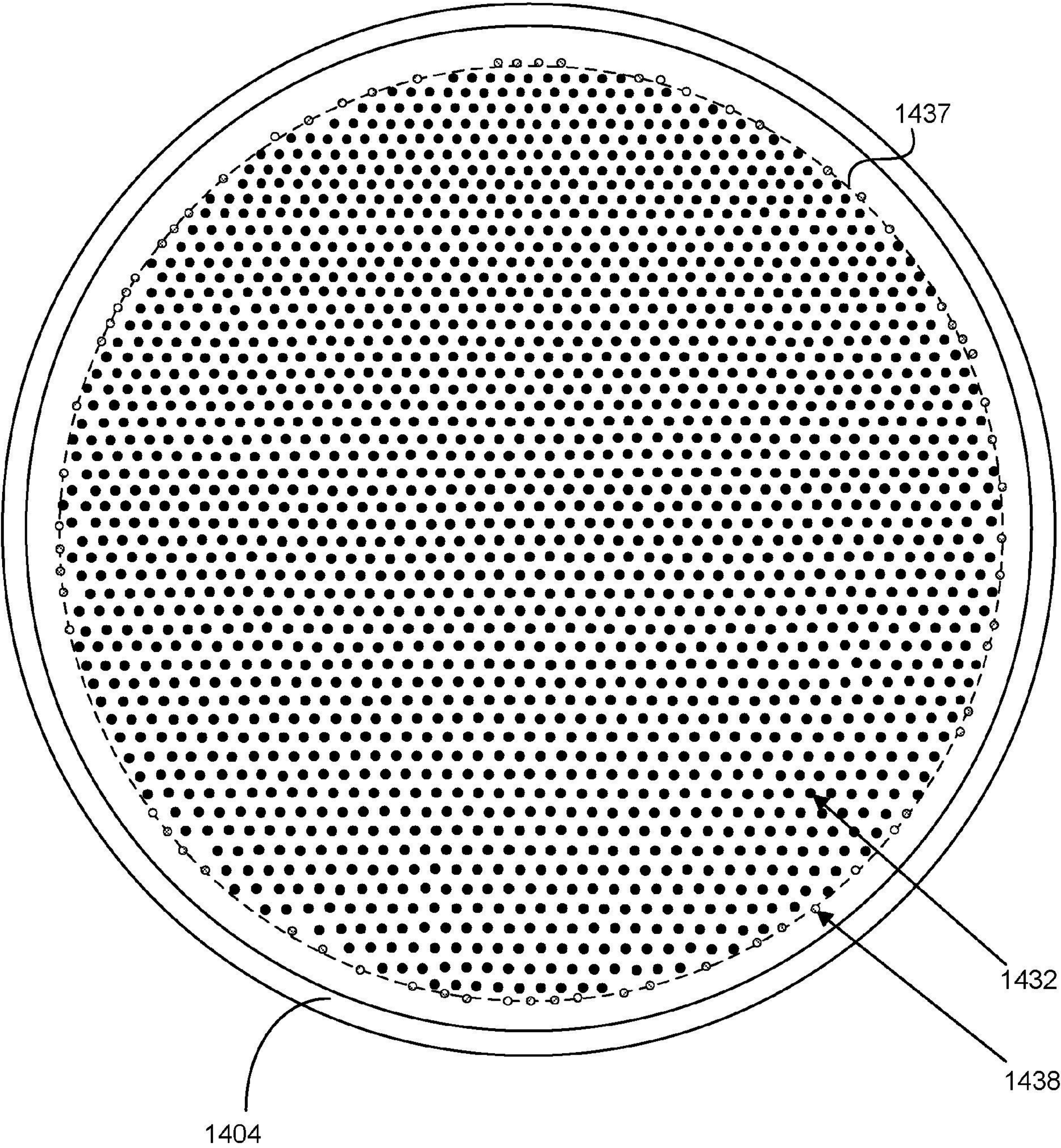


圖 14A

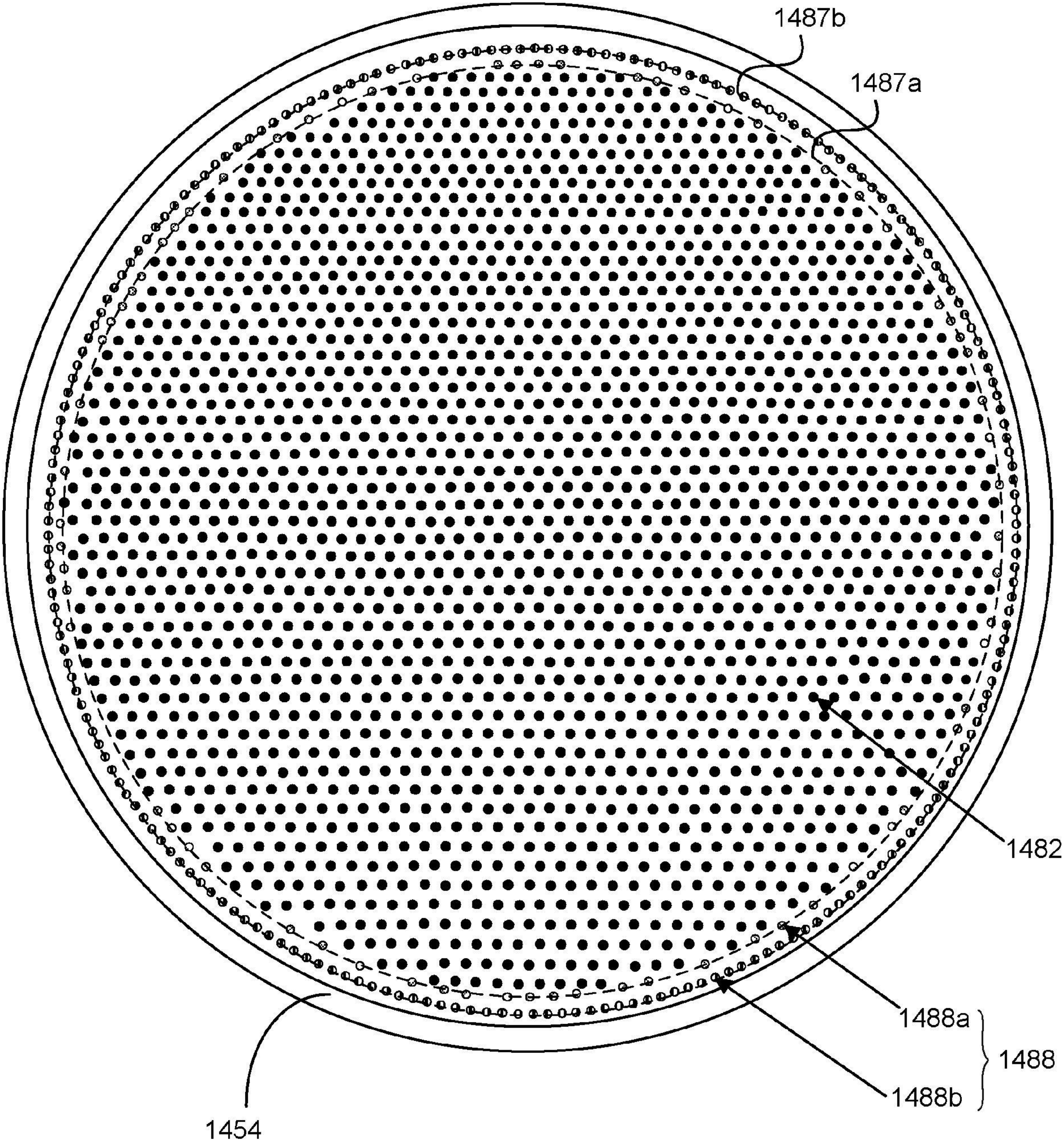


圖 14B

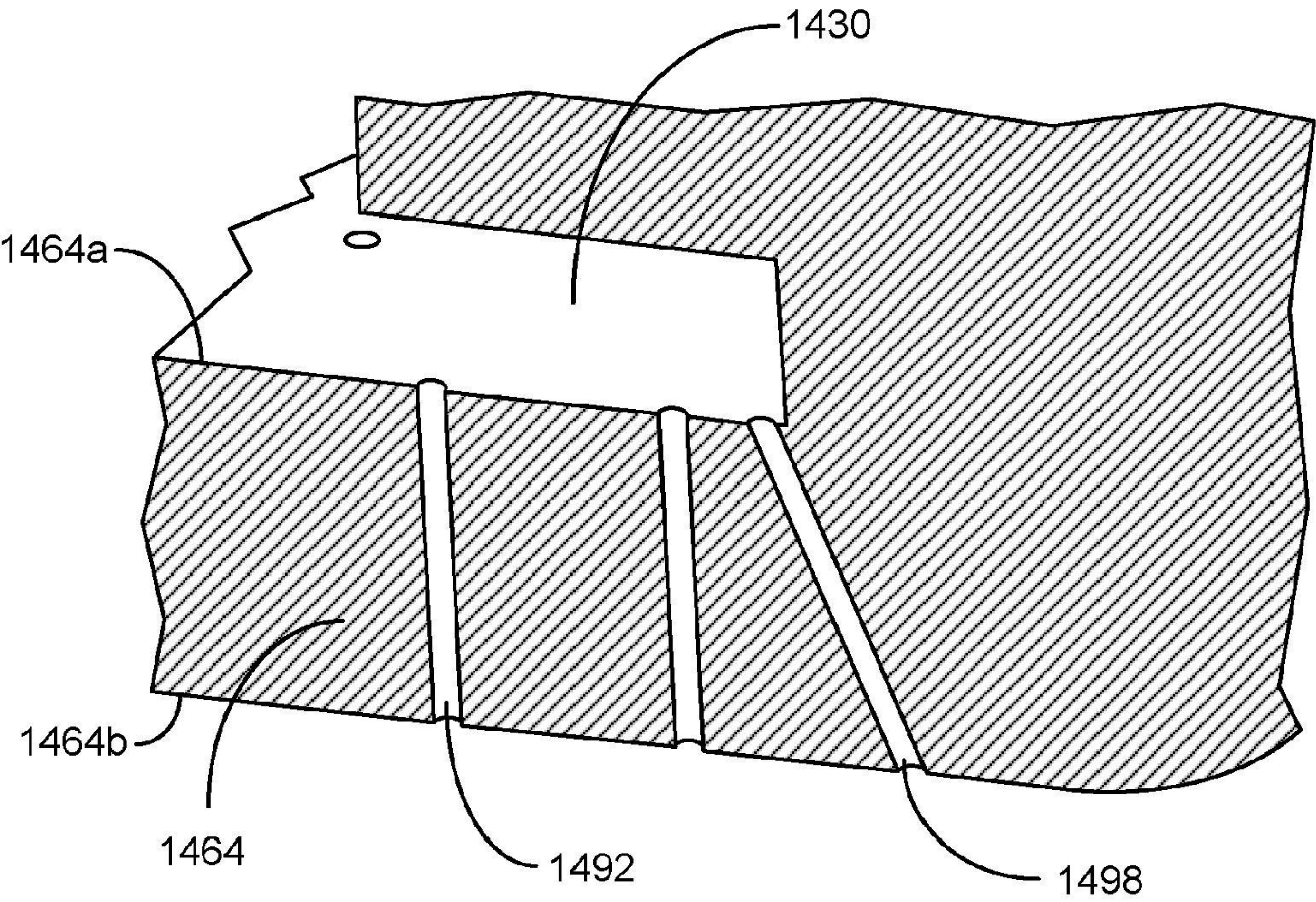


圖 14C

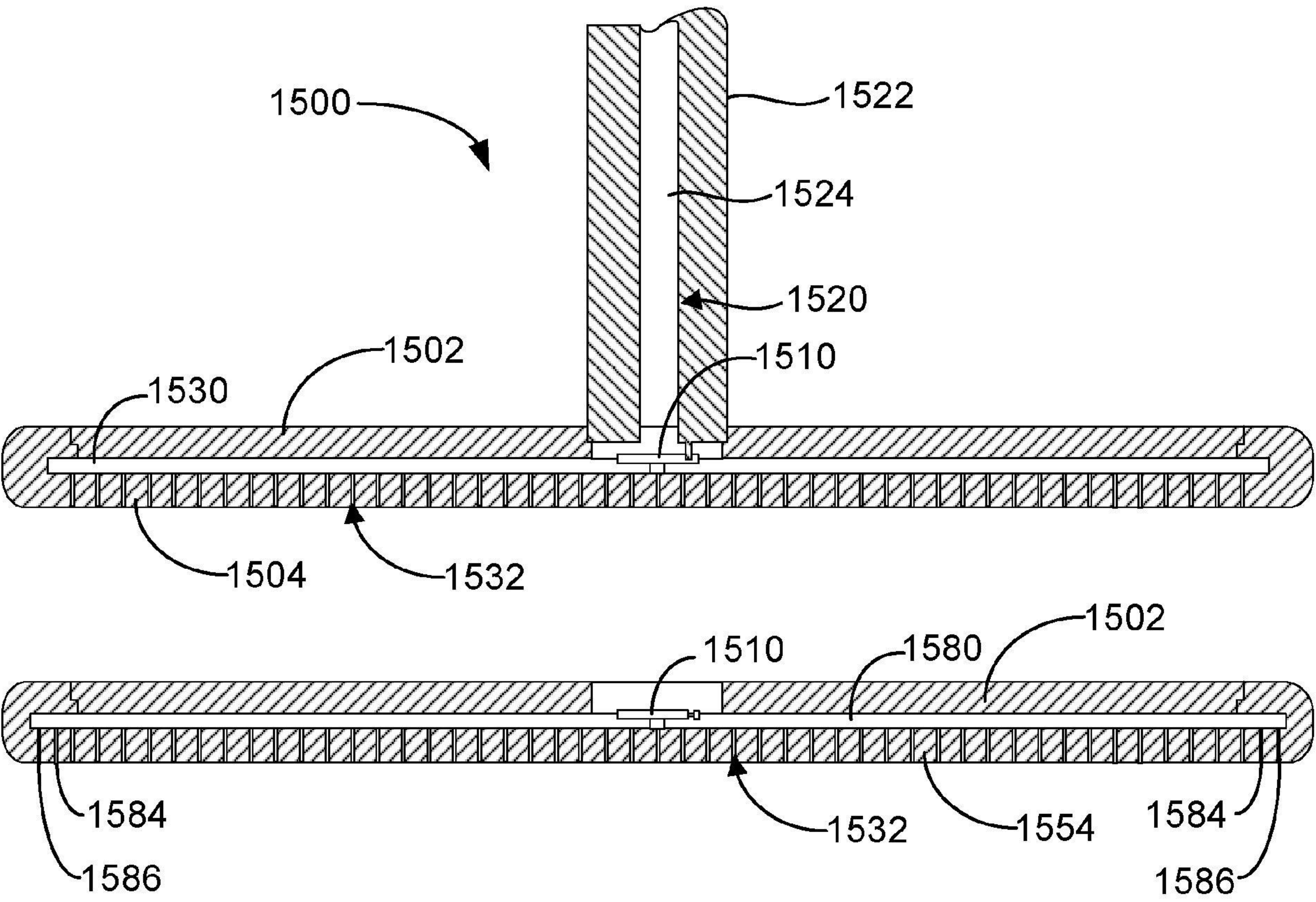


圖 15A

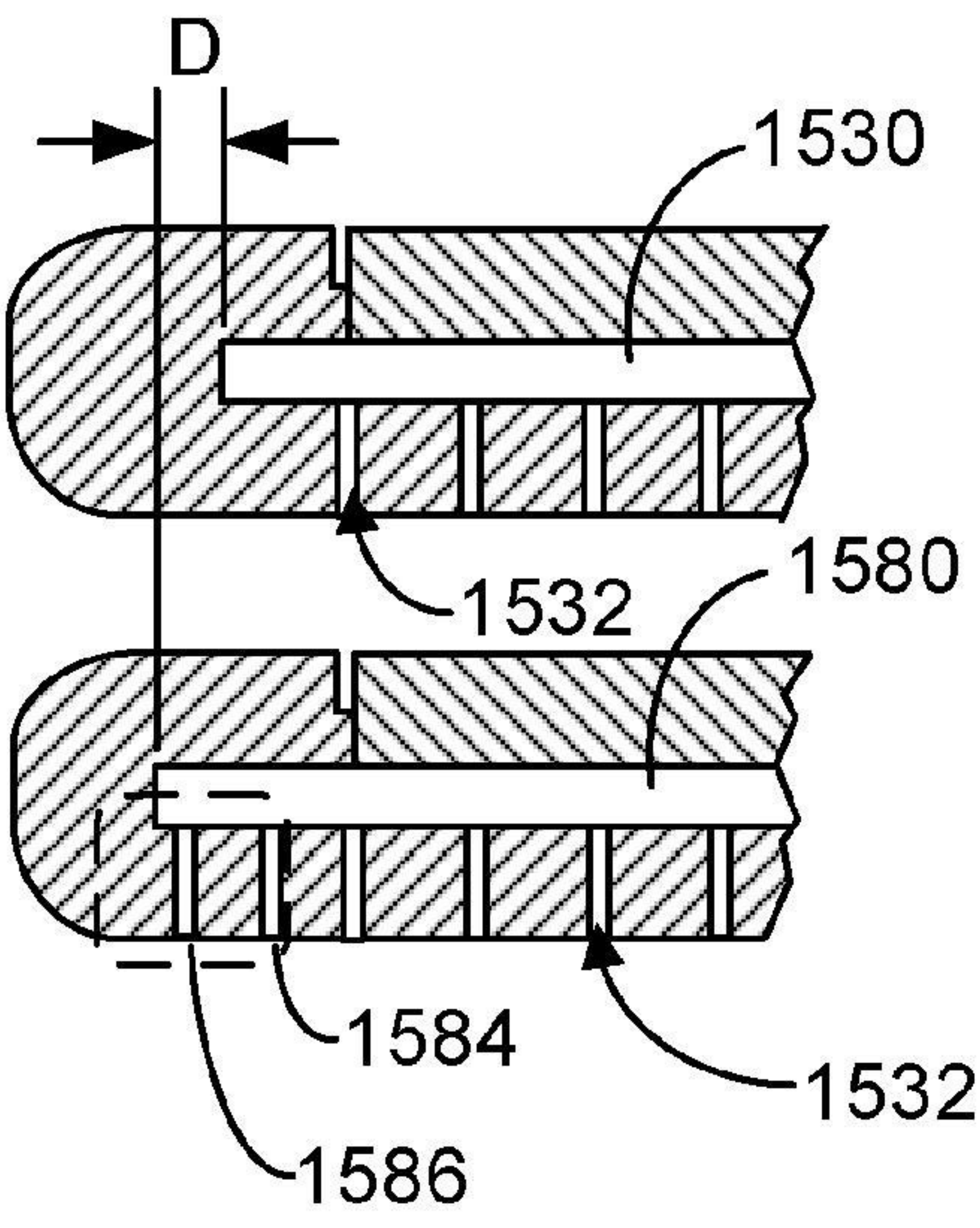


圖 15B

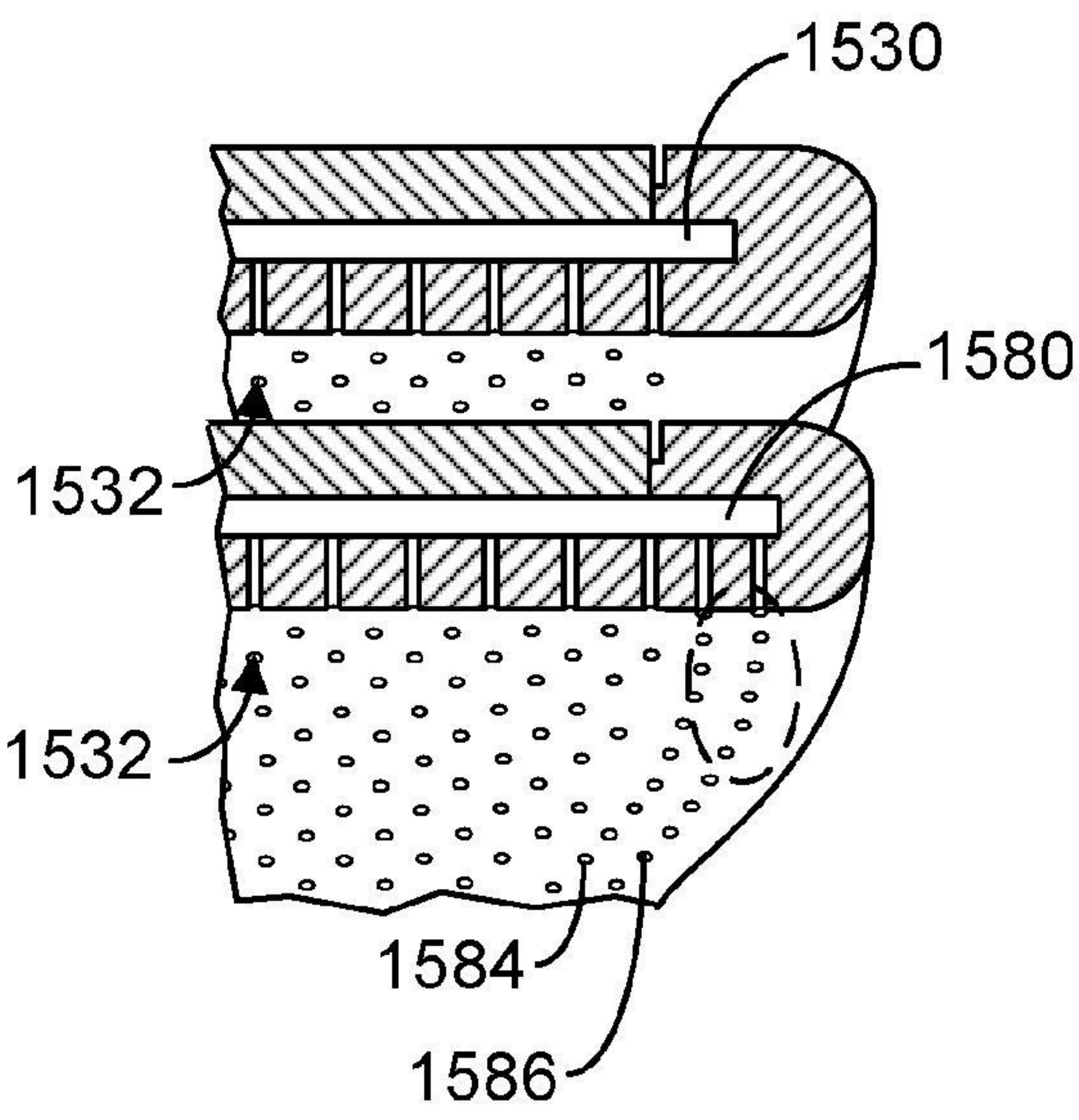


圖 15C

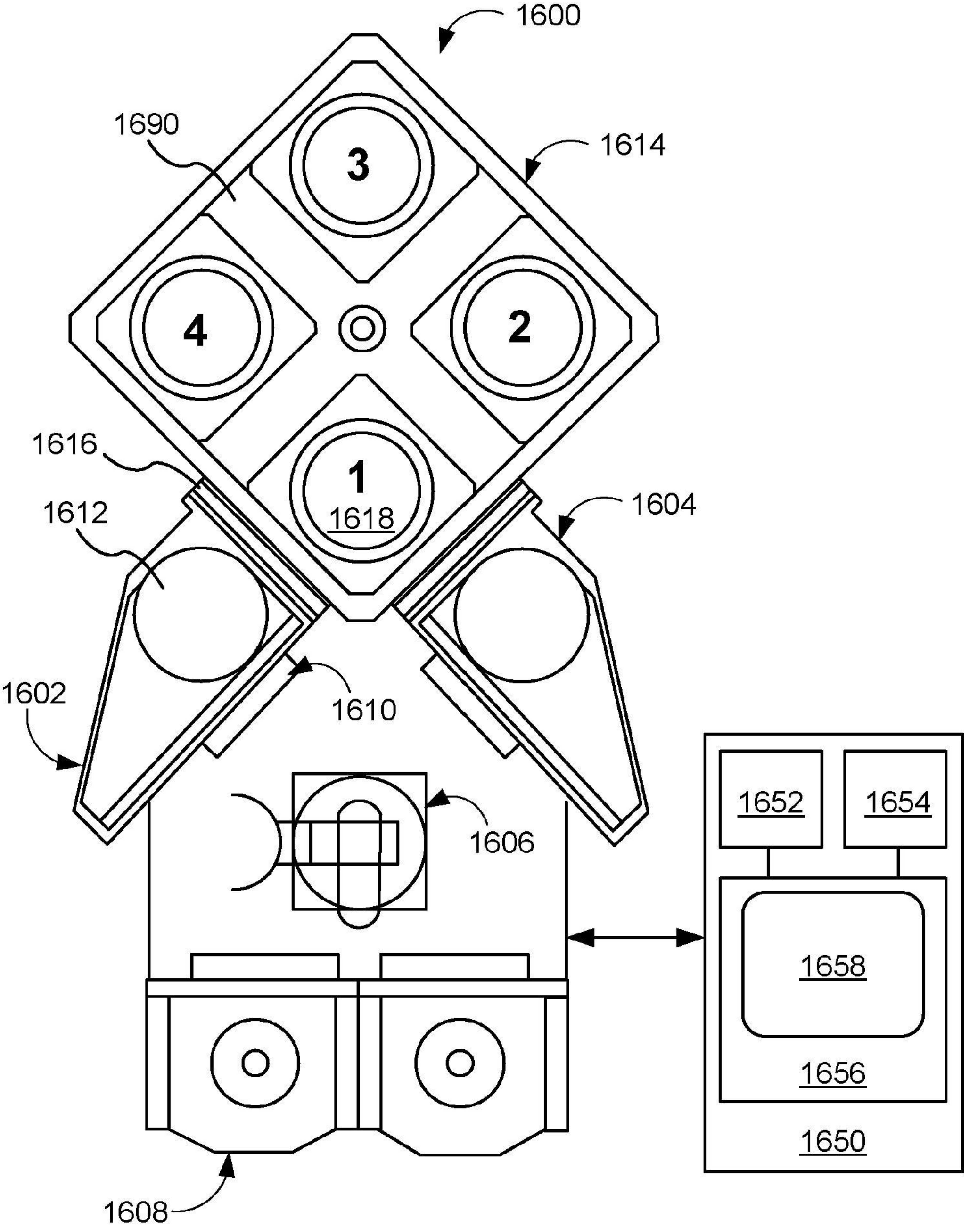


圖 16