



(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 I557320 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：101104149

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 08 日

(51)Int. Cl. : **F04B37/08 (2006.01)**

(30)優先權：2011/02/09 美國

61/441,027

(71)申請人：布魯克機械公司(美國) BROOKS AUTOMATION, INC. (US)

美國

(72)發明人：賽索夫 瑟傑 SYSSOEV, SERGEI (US)；巴特雷 艾倫 J BARTLETT, ALLEN J.

(US)；卡賽羅 約翰 J CASELLO, JOHN J. (US)；威爾斯 傑佛瑞 A WELLS,

JEFFREY A. (US)；小以克巴契 麥可 J EACOBACCI, JR., MICHAEL J. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 200902848A

US 4896511

US 2009/0007574A1

US 2009/0038319A1

US 2009/0282841A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：15 共 42 頁

(54)名稱

低溫泵、低溫泵的前隔板及製造低溫泵之前隔板的方法

CRYOPUMP, FRONTAL BAFFLE PLATE FOR CRYOPUMP AND METHOD OF MAKING SUCH FRONTAL BAFFLE PLATE

(57)摘要

一低溫泵具有容易製造之前隔板且具有大面積之第二階段陣列板以捕獲第 II 型氣體，該容易製造之前隔板具經改良之氣體分佈。該低溫泵具有第一階段前隔板，該第一階段前隔板具有孔口及自該等孔口彎曲且附接至該等孔口之擋板。該低溫泵具有在面積上大於該第二階段陣列之冷卻隔板的第二階段頂板。

A cryopump has a simple-to-manufacture frontal baffle plate with improved gas distribution and has a large-area second-stage array plate to capture Type II gases. The cryopump has a first-stage frontal baffle plate having orifices and flaps bent from and attached to the orifices. The cryopump has a second-stage top plate that is larger in area than cooling baffles of the second stage array.

指定代表圖：

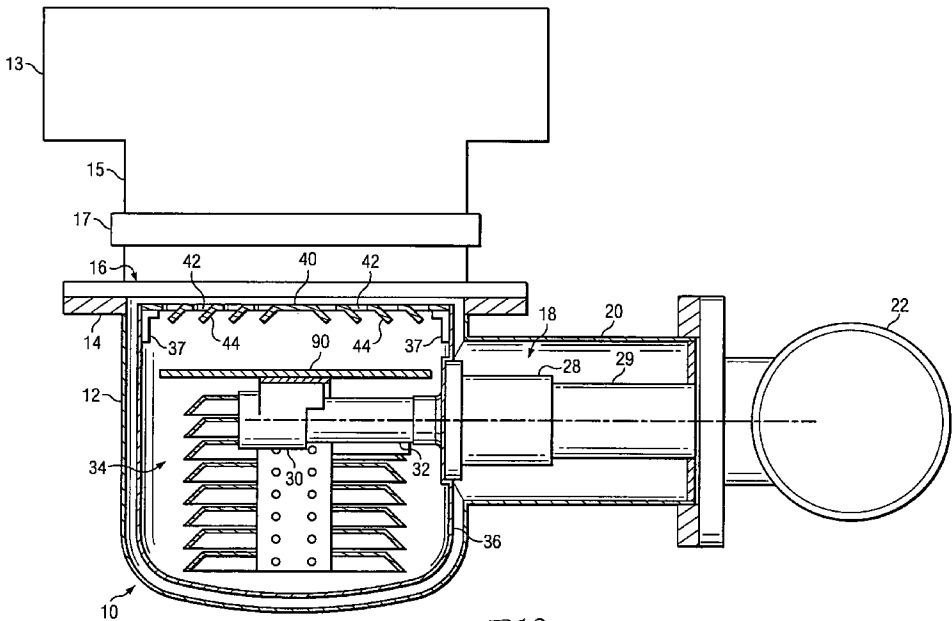


圖13

符號簡單說明：

- 10 . . . 低溫泵
- 12 . . . 低溫泵外殼
- 13 . . . 處理室
- 14 . . . 凸緣
- 15 . . . 處理管道
- 16 . . . 前部開口/低溫泵口
- 17 . . . 閘閥
- 18 . . . 階段冷指
- 20 . . . 容器之圓柱形部分
- 22 . . . 馬達
- 28 . . . 第一階段散熱片或散熱台
- 29 . . . 致冷器之第一階段
- 30 . . . 散熱片/第二階段散熱台
- 32 . . . 冷指之第二階段
- 34 . . . 隔板陣列
- 36 . . . 輻射屏蔽罩
- 37 . . . 托架
- 40 . . . 前隔板
- 42 . . . 孔口
- 44 . . . 擋板
- 90 . . . 大面積頂板

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101104149

※申請日：101. 2. 08

※IPC 分類：F04B 37/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

低溫泵、低溫泵的前隔板及製造低溫泵之前隔板的方法

Cryopump, Frontal Baffle Plate for Cryopump and

Method of Making Such Frontal Baffle Plate

二、中文發明摘要：

一低溫泵具有容易製造之前隔板且具有大面積之第二階段陣列板以捕獲第 II 型氣體，該容易製造之前隔板具經改良之氣體分佈。該低溫泵具有第一階段前隔板，該第一階段前隔板具有孔口及自該等孔口彎曲且附接至該等孔口之擋板。該低溫泵具有在面積上大於該第二階段陣列之冷卻隔板之第二階段頂板。

三、英文發明摘要：

A cryopump has a simple-to-manufacture frontal baffle plate with improved gas distribution and has a large-area second-stage array plate to capture Type II gases. The cryopump has a first-stage frontal baffle plate having orifices and flaps bent from and attached to the orifices. The cryopump has a second-stage top plate that is larger in area than cooling baffles of the second stage array.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 13

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10：低溫泵
- 12：低溫泵外殼
- 13：處理室
- 14：凸緣
- 15：處理管道
- 16：前部開口/低溫泵口
- 17：閘閥
- 18：階段冷指
- 20：容器之圓柱形部分
- 22：馬達
- 28：第一階段散熱片或散熱台
- 29：致冷器之第一階段
- 30：散熱片/第二階段散熱台
- 32：冷指之第二階段
- 34：隔板陣列
- 36：輻射屏蔽罩
- 37：托架
- 40：前隔板
- 42：孔口
- 44：擋板
- 90：大面積頂板

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本申請案主張 2011 年 2 月 9 日申請之美國臨時申請案第 61/441,027 號之權利。

上述申請案之完整教示係以引用之方式併入本文中。

【先前技術】

當前可用之低溫泵（不論是用開放低溫循環抑或封閉低溫循環冷卻）一般遵循相同設計概念。通常在 4 K 至 25 K 之範圍中操作的低溫度第二階段低溫板為主要抽汲表面。此表面藉由通常在 40 K 至 130 K 之溫度範圍中操作之高溫度輻射屏蔽罩所包圍，該輻射屏蔽罩對較低溫度陣列提供輻射屏蔽。輻射屏蔽罩一般包含外殼，除了在定位於主要抽汲表面與待抽空之腔室之間的前低溫板陣列處之外，該外殼為封閉的。此較高溫度之第一階段前陣列充當用於諸如水蒸氣之高沸點氣體（稱為第 I 型氣體）之抽汲位置。

在操作中，諸如水蒸氣之高沸點氣體在前陣列上冷凝。較低沸點氣體穿過前陣列且進入輻射屏蔽罩內之體積中。諸如氮氣之第 II 型氣體在第二階段陣列上冷凝。諸如氫氣、氬氣及氦氣之第 III 型氣體在 4 k 下具有可感知之蒸氣壓。為了捕獲第 III 型氣體，可用諸如活性碳、沸石或分子篩之吸附劑塗佈第二階段陣列之內表面。吸附為氣體藉以藉由保持在低溫溫度下之材料以實體方式捕獲且藉此自環境移除的過程。隨著氣體因此冷凝或吸附至抽汲表面上，僅真空保留在工作腔室中。

在藉由封閉式循環冷卻器來冷卻之低溫泵系統中，冷卻器通常為具有延伸穿過輻射屏蔽罩之冷指之兩階段致冷器。致冷器之第二階段最冷之冷端位於冷指之尖端處。主要抽汲表面或低溫板係在冷指之第二階段之最冷端處連接至散熱片。此低溫板可為簡單金屬板、杯狀物或圍繞第二階段散熱片配置且連接至第二階段散熱片的金屬隔板之陣列，如（例如）在以引用之方式併入本文中的美國專利第 4,555,907 號及第 4,494,381 號中。此第二階段低溫板亦可支撐低溫度冷凝氣體吸附劑，諸如先前所陳述之活性碳或沸石。

致冷器冷指可延伸穿過杯狀輻射屏蔽罩之底座且與該屏蔽罩同心。在其他系統中，冷指延伸穿過輻射屏蔽罩之側面。此建構常有可用於置放低溫泵之較好地配合空間。

輻射屏蔽罩係於致冷器之第一階段之最冷端處連接至散熱片或散熱台。此屏蔽罩以保護第二階段低溫板以使其免受輻射熱之方式包圍第二階段低溫板。封閉輻射屏蔽罩之前陣列係藉由穿過該屏蔽罩或穿過熱支柱（如以引用之方式併入本文中的美國專利第 4,356,701 中所揭示）之第一階段散熱片來冷卻。

在已收集大量氣體之後，必須不時地再生低溫泵。再生為釋放先前由低溫泵捕獲之氣體的過程。再生通常係藉由允許低溫泵恢復至環境溫度來完成，且氣體接著借助於二階段泵而自低溫泵移除。在氣體之此釋放及移除之後，自再冷卻再次能夠自工作腔室移除大量氣體起，低溫泵得

以恢復。

低溫泵之優點為氫氣捕獲機率，其為自低溫泵外到達該泵之開口部的氫氣分子將在陣列之第二階段上被捕獲的機率。捕獲機率直接與用於氫氣之泵之速度、泵每秒捕獲之公升數相關。習知設計之較高速率泵具有對氫氣之 20% 或以上之捕獲機率。

已提議各種泵設計以增加第 III 型氣體之抽汲速度。舉例而言，以引用之方式併入本文中的美國專利第 4,718,241 號提出第二階段陣列設計，其經建構以增加用於抽汲不可冷凝氣體之速度，同時限制系統之再生之頻率。其藉由敞開第二階段低溫板以允許非冷凝氣體（諸如，氫氣、氖氣或氬氣）至已置放於低溫板之圓盤之內表面上的吸附劑材料之較大接近性來完成此設計。此允許非冷凝氣體被更快地吸附，因此增加非冷凝物之抽汲速度。同時，該第二階段陣列經設計以便確保所有氣體分子首先撞擊低溫板之尚未塗佈有吸附劑材料之表面。

其他泵設計（諸如，以引用之方式併入本文中之美國專利第 5,211,022 號中所描述之泵）用具有多個孔口之板替換第一階段之尖頂或通氣窗。與尖頂或通氣窗相比，該等孔口限制氣體至第二階段之流動。藉由限制至內部第二段抽汲區域之流動，允許一定百分比之惰性氣體保留在工作空間中以提供惰性氣體之中等壓力（通常為 10^{-3} 托或更大）來用於最佳濺鍍。然而，諸如水之較高冷凝溫度氣體係藉由前孔口板上之冷凝而迅速地自環境移除。

先前技術之實踐已進行以保護具有尖頂及濺鍍板之第二階段，從而減小輻射熱衝擊第二階段、控制至第二階段之第 II 型及 III 氣體流動速率且防止第 I 型（較高沸點）冷凝氣體在較冷表面及吸附劑層上冷凝。輻射及流動速率之減小降低第二階段低溫板表面及此等表面上之冷凝氣體以及吸附劑之溫度。較低溫度導致增加的氣體捕獲能力且減小再生循環之頻率。與含有提供輻射熱至第二階段低溫板表面之直接視線之孔口之濺鍍板相比，尖頂提供非常良好之輻射屏蔽。然而，與尖頂相比，當前先進技術濺鍍板將第 II 型及第 III 型氣體非常嚴格地限制至第二階段低溫板，此導致此等氣體之較低抽汲速度。在一些應用中，抽汲速度之此嚴格限制係較佳的，此係因為允許一定百分比之惰性氣體保留在處理室之工作空間中以提供惰性氣體之中等壓力來用於最佳濺鍍或其他處理。

【發明內容】

對具有提供經改良輻射阻擋與通過隔板之有限氣體流動速率的容易製造之第一階段隔板及可攜載增加量之冷凝氣體之第二階段陣列之低溫泵存在著市場需求。容易製造之第一階段隔板具有孔口，該等孔口具有以一角度彎曲且在該等孔口之邊緣處附接之擋板。第二階段陣列使用頂板，該頂板在面積上大於該第二階段陣列之隔板。低溫泵可單獨或組合地使用容易製造之第一階段隔板及大面積頂板中之每一者。

如所提到，低溫泵可包含第一階段前隔板，該第一階

段前隔板配置於該低溫泵之開口中。該前隔板具有實質上覆蓋該低溫泵之該開口之面積。該前隔板具有複數個孔口，每一孔口具有自該前隔板彎曲且在孔口之邊緣處附接至該前隔板之擋板，且每一擋板配置於穿過該前隔板之路徑中。該等孔口可為矩形、正方形、梯形、圓形、三角形或任何其他形狀。該等擋板相對於該前隔板之表面較佳以在 10° 與 60° 之間的角度彎曲，且最佳以在 25° 與 35° 之間的角度彎曲。為達成更高速度但由於第二階段上之較高熱負載， 35° 至 45° 之角度為較佳的。

可藉由首先提供金屬板來形成容易製造之前隔板。在該圓形金屬板中形成複數個孔口，且自每一孔口的來自該板的該金屬之至少一部分（擋板）保持在孔口之邊緣處附接至該板。接著沿著邊緣相對於金屬板之表面呈一角度來彎曲金屬之該部分。該等孔口可為矩形、正方形、圓形、梯形或三角形或任何其他形狀。每一孔口處之擋板可附接至其各別孔口之最接近該前隔板之中心的邊緣。該等孔口可配置於該前隔板上，以使得存在自該板之中心至板之邊緣的至少一不具有孔口之路徑。該等孔口可（例如）藉由雷射切割、水射流切割、機械切割、蝕刻及衝壓中之至少一者而形成。

本文中所描述的具有前隔板之低溫泵之優點包括製造之簡單性及對來自該低溫泵所附接至的處理室之輻射之經改良阻擋。本文中所描述的具有前隔板之低溫泵之另一優點為第 II 型氣體及第 III 型氣體在低溫泵之第二階段陣列處

之經改良分佈。

視情況，低溫泵可具有第二階段陣列，該第二階段陣列具有具第一投影面積（自通過至處理室之開口向低溫泵中看的視點看）之複數個冷卻隔板，該複數個冷卻隔板可配置為陣列，其中該等冷卻表面中之一或多者之至少一部分塗佈有吸附劑材料。冷卻隔板之該陣列可水平地、垂直地、以堆疊配置或以任何其他組合定向。該複數個冷卻隔板中之每一者直接附接至第二階段致冷器，或該複數個冷卻隔板附接至連接至第二階段致冷器之托架。該第二階段陣列亦可具有頂板，該頂板耦接至該複數個冷卻隔板且配置於該前隔板與該複數個冷卻隔板之間，該頂板與該複數個冷卻隔板對準且具有大於該第一投影面積之第二投影面積。該頂板之該投影面積可大於包圍該第二階段的該低溫泵之輻射屏蔽罩的前開口面積之 50% 且較佳為約 90%。然而，該頂板可具有大於該等冷卻隔板之面積（其通常為輻射屏蔽罩之約 50%）的任何其他面積。

本文中所描述之具有大面積頂板之低溫泵的優點包括在需要低溫泵之再生之前的冷凝之第 II 型氣體的增加之容量。大面積頂板之另一優點為改良吸附劑材料與第 II 型氣體之隔離，從而保留吸附劑材料以用於第 III 型氣體。大面積頂板對於上文所描述之前隔板特別有利。相較於使用濺鍍板之習知前陣列，結合大面積頂板之前隔板允許來自處理室之較少輻射到達隔板之第二階段陣列。減少之輻射降低隔板之陣列/頂板之溫度，且特別降低最接近前隔板之隔

板/頂板及存在於最接近前隔板之隔板/頂板上之第 II 型冷凝氣體的溫度。大面積頂板能夠捕獲較大體積之冷凝氣體，同時維持該冷凝氣體可接受之表面溫度。

前隔板可用較佳成 10° 至 60° 且最佳成 35° 至 45° 之角度的同心環替換。

【實施方式】

前述內容將自本發明之實例具體實例之以下較特定描述顯而易見，如隨附圖式中所說明，在該等隨附圖式中相同參考字元在不同視圖中始終指代相同部件。該等圖式未必按比例繪製，而是將重點放在說明本發明之具體實例上。

以下為本發明之實例具體實例之描述。

在圖 1A 及圖 1B 中分別展示附接至處理室 13 之先前技術圓形低溫泵 6A 及 6B 之橫截面側視圖。低溫泵 6A 及 6B 包括低溫泵外殼 12，其可沿著凸緣 14 直接安裝至處理室或安裝至在其與連接至處理室 13 之處理管道 15 之間的中間閘閥 17。處理管道 15 包括可用以隔離低溫泵 6 與處理室 13 之閘閥 17。低溫泵 6A 及 6B 能夠對處理室 13 進行抽汲。低溫泵 6A 及 6B 包括以螺栓結合至耦接至處理室 13 之處理管道 15 之低溫泵外殼 12。低溫泵外殼 12 中之前部開口 16 與處理室 13 中之圓形開口連通。致冷器之兩階段冷指 18 穿過容器之圓柱形部分 20 突出至低溫泵外殼 12 中。該致冷器可為如 Chellis 等人之美國專利第 3,218,815 號中所揭示的 Gifford-McMahon 致冷器。兩階段冷指 18 中之兩階段置換器係藉由馬達 22 驅動。關於每一循環，在壓力下引入

至冷指中之氦氣膨脹且因此冷卻且接著經由管線 (line) 排出。第一階段散熱片或散熱台 28 係安裝於致冷器之第一階段 29 之冷端處。類似地，散熱片 30 係安裝至第二階段 32 之冷端處。

主要抽汲表面為安裝至第二階段散熱台 30 之隔板陣列 34。此陣列較佳保持在 20 K 以下之溫度下以便使低冷凝溫度氣體冷凝。杯狀輻射屏蔽罩 36 係結合至第一階段散熱台 28。冷指之第二階段 32 延伸穿過該輻射屏蔽罩中之開口。此屏蔽罩包圍隔板陣列 34 至該陣列之後部及側部以使最小化輻射對該陣列之加熱。較佳地，此輻射屏蔽罩之溫度約小於 130 K。

圖 1A 展示前低溫板陣列 38，其既充當用於隔板陣列 34 之輻射屏蔽罩，又充當用於諸如水蒸氣之較高沸騰溫度氣體的低溫抽汲表面。此陣列包含藉由徑向支撐桿 41 結合之通氣窗 39。支撐桿 41 係安裝至輻射屏蔽罩 36。輻射屏蔽罩 36 既支撐前低溫板陣列 38，又充當自散熱片 28 至前低溫板陣列 38 之熱路徑。

圖 1B 展示另一前低溫板設計，其包括與輻射屏蔽罩 36 熱接觸之前隔板 33，其既充當用於第二階段抽汲區域之輻射屏蔽罩，並且充當用於諸如水蒸氣之較高沸騰溫度氣體之低溫抽汲表面。前隔板 33 係藉由托架 37 附接至輻射屏蔽罩 36。前隔板 33 具有限制較低沸點溫度氣體至第二階段陣列之流動的複數個孔口 35。

該前隔板以選擇性方式起作用，此係因為該前隔板保

持在接近第一階段散熱片之溫度（在 50 K 與 130 K 之間）的溫度下。當較高冷凝溫度氣體在隔板自身上凍結時，孔口 35 限制此等較低冷凝溫度氣體傳遞至第二階段。如上所述，藉由限制至內部第二階段抽汲區域之流動，允許一定百分比之惰性氣體保留在工作空間中以提供惰性氣體之中等壓力（通常為 10^{-3} 托或更大）來用於最佳濺鍍。總而言之，在到達低溫泵口 16 之氣體中，較高沸騰溫度氣體係藉由前隔板上之冷凝而自環境移除，同時限制較低溫度氣體至第二階段抽汲表面之流動。流動限制導致工作腔室中之壓力較高。

圖 2 展示具有前隔板 40 之具體實例之圓形低溫泵 7，且圖 3A 及圖 3B 展示與低溫泵隔離之前隔板 40。前隔板 40 具有複數個孔口 42，每一孔口具有與其相關聯之擋板 44。圖 3A 展示前隔板 40 之俯視圖。前隔板 40 攜載複數個孔口 35。前隔板 40 亦可攜載複數個孔 46，該複數個孔可收納鉚釘、螺釘或其他扣件（圖中未示）以將前隔板 40 附接至托架 37。在所展示之具體實例中，該複數個孔口 35 係以提供不具有孔口 35 之區 48 的圖案配置在前隔板 40 上。此等區 48 允許前隔板 40 之中心 50 與前隔板 40 之孔 46 及周邊 47 之間的較高導熱性。一般而言，前隔板 40 係經由孔 46 在托架 37 處熱耦接至輻射屏蔽罩，且亦可在前隔板 40 與輻射屏蔽罩 36 接觸的周邊 47 處耦接。圖 2 展示座落在輻射屏蔽罩 36 內之前隔板 40。或者，前隔板 40 可配置在輻射屏蔽罩 36 之上。圖 3B 展示圖 3A 中所展示之截面 A-A 處

的前隔板 40 之側視圖橫截面。前隔板 40 中之每一孔口 35 具有擋板 44。每一擋板 44 係在其各別孔口 35 之邊緣 48 處附接至前隔板 40。

圖 3C 展示用於圓形低溫泵之具有矩形孔口 51 的前隔板 49 之替代具體實例的透視圖。圖 3C 自面向處理室 13 之側展示前隔板 49。每一矩形孔口 51 具有在摺線 55 處附接之相關聯擋板 53。用於每一孔口 51 之摺線 55 位於最接近前隔板 49 之中心之孔口邊緣處，以使得自處理室 13 至隔板陣列 34 之無阻擋路徑穿過孔口 51 以徑向方式由前隔板之中心向外。此徑向向外路徑將來自處理室之相對熱氣流引導離開以免首先衝擊隔板陣列 34，從而減少隔板陣列上之熱負載。此徑向向往路徑亦減少隔板之第二階段陣列 34 上之輻射負載，此係因為輻射亦被引導離開隔板陣列 34。

一般而言，增加前隔板 40 上之孔口 35 之數目及將孔口 35 均勻地分佈在前隔板 40 上導致穿過孔口 35 之第 II 型氣體較均勻地碰撞在低溫泵中之隔板陣列 34 上。然而，增加具給定大小之孔口 35 之數目及均勻地間隔孔口 35 減小不具孔口 35 之區 48 之大小，從而減小前隔板 40 之導熱性，此可增加操作中低溫泵中之前隔板 40 的溫度。又，增加孔口 35 之數目可能需要較小孔口 35，且較小孔口 35 較容易被冷凝氣體堵住。

圖 4 為前隔板 40 中之圓形孔口 35 的透視近視圖。孔口 35 為前隔板 40 所包圍。擋板 44 係在摺線 52 處附接至前隔板 40 且相對於前隔板 40 以角度 α 定位。角度 α 較佳

為在 10° 與 60° 之間的角度，且更佳為在 20° 與 40° 之間的角度，且最佳為在 25° 與 35° 之間的角。選擇角度 α 為阻擋輻射（較小角度 α ）與改良至第二階段之氣體流動（較大角度 α ）之間的折衷，且理想角度 α 可取決於特定應用及抽汲需要。

圖 5 展示在使擋板 44 彎曲之前的前隔板 40 中之圓形孔口 35 的俯視近視圖。通常，孔口 35 係藉由在前隔板 40 中切開間隙 54 而形成。可使用任何移除手段（包括（但不限於）雷射切割、水射流切割、蝕刻及機械切割）形成該間隙。除了間隙 54 不能連續地完全圍繞孔口 35 之邊緣之外，間隙 54 界定孔口 35 之邊緣。附接至擋板 44 之摺線 52（摺線 52 具有長度 L ）使孔口 35 之邊緣完整。間隙 54 具有寬度 G 。除了一些輻射將穿過間隙 54 到達隔板陣列 34 之外，來自處理室 13 之穿過孔口 35 之輻射將由擋板 44 阻擋。因此，需要最小化間隙 54 之寬度 G 。可能藉由形成孔口 35（例如，藉由衝壓）而使間隙 54 具有零寬度 G ，在該情況下，擋板 44 係藉由自前隔板 40 剪切擋板而形成。然而，衝壓一般需要造價高昂之工具且在未訂購新衝壓工具之情況下不能適應改變（例如，不同孔口大小、形狀或圖案）。雷射切割方法可形成小至 0.020 吋的間隙。

在一具體實例中，圓形孔口具有二分之一吋之直徑。一般而言，孔在前隔板中之總面積愈大，氣體通過板之傳導性愈強。許多較小孔允許氣體在第二階段上之較均勻分佈。然而，孔不應太小以致於被冷凝氣體堵住。圓形孔口

可（例如）具有在 0.25 吋至 1 吋之範圍中之直徑。

圖 6 展示前隔板 60 中之矩形孔口 62 的俯視近視圖。矩形孔口 62 具有間隙 66，除了間隙 66 不能連續地完全圍繞孔口 62 之邊緣之外，該間隙 66 界定孔口 62 之邊緣。附接至擋板 68 之摺線 64（摺線 64 具有長度 L）使孔口 62 之邊緣完整。摺線 64 較佳配置在矩形孔口 62 之最長尺寸上。舉例而言，在一具體實例中，矩形孔口 62 具有二分之一吋長乘以一吋長之尺寸，且摺線 64 較佳配置在一吋長之側上。矩形孔口之尺寸可在 1:1 至 5:1 之長度對寬度比的範圍內。矩形孔口之優點包括易於製造性及針對給定孔口 62 大小的擋板 68 與前隔板 60 之間的經改良之導熱性（與圓形孔口相比）。因為摺線 64 之長度在矩形孔口上比在大小相當之圓形孔口上大，所以導熱性得到改良。

圖 7 展示前隔板 70 中之三角形孔口 72 的俯視近視圖。三角形孔口 72 可為類似等邊三角形或類似等腰三角形之形狀。三角形孔口 72 具有間隙 76，除了間隙 76 不能連續地完全圍繞三角形孔口 72 之邊緣之外，該間隙 76 界定三角形孔口 72 之邊緣。附接至擋板 78 之摺線 74（摺線 74 具有長度 L）使孔口 72 之邊緣完整。再次，摺線 74 較佳配置在三角形孔口 74 之最長尺寸上。若三角形孔口 72 為類似等邊三角形之形狀，則摺線 74 可位於孔口 72 之任何邊緣上。然而，若三角形孔口 72 為類似等腰三角形之形狀，則可較佳將摺線 74 配置在孔口 72 之較短、非相等長度邊緣上以相對於剩餘邊緣保持摺疊對稱。圖 5 至圖 7 僅展示前隔板

中之孔口之實例形狀。亦可使用其他形狀。圖 2 中之孔口 42 可包括具此等形狀中之任一者之孔口，且孔口 42 可包括不同形狀之混合。

圖 8A 展示具有具複數個孔口 82 之前隔板 80 之低溫泵 8 的另一具體實例。在此具體實例中，擋板 84 經配置以使得該等擋板指向處理室 13 且遠離第二階段陣列 34。類似圖 2，孔口 82 可包括具任何形狀之孔口，且可包括不同形狀之混合。當處理室 13 之側上比第二階段陣列 34 之側上存在更多的空間時，可以將擋板面向處理室 13 之方式定位前隔板 80。再次，該等擋板經定向以引導流離開第二階段。

圖 8B 展示具有複數個孔口 91 之前隔板 85 之另一具體實例。前隔板 85 包括堆疊且接合在一起的多個層 87、89。層 87 包括如上文關於圖 3 至圖 7 所描述之孔口 91 及擋板 93。層 89 包括孔口 91，但不包括擋板 93。圖 8B 僅展示兩個層 87、89。然而，前隔板可由兩個以上層形成。該多個層可藉由任何手段（包括（但不限於）熔接、焊接、鉚釘、螺釘、螺栓及黏合劑）接合在一起。

圖 9 展示具有大面積頂板 90 之低溫泵 9 之具體實例，該大面積頂板可定位於隔板之第二階段陣列 34 之最上部隔板之上或如圖所展示替換隔板之第二階段陣列 34 之最上部隔板。大面積頂板 90 導致其本身與輻射屏蔽罩 36 之間的間隙 92 比隔板陣列 34 之剩餘隔板與輻射屏蔽罩 36 之間的間隙 94 小。針對給定量之經抽汲之第 II 型氣體，大面積頂板 90 減小冷凝氣體之厚度，此導致抽汲期間的遍及冷凝材

料之厚度之較小溫差且亦減小返回基線溫度之工作循環之間所需的時間量，如下文所描述。大面積頂板 90 亦將允許抽汲更多第 II 型氣體，此係因為對於相同厚度之冷凝氣體，冷凝氣體之總體積將由於較大面積而增加。大面積頂板 90 減小到達隔板陣列 34 之剩餘隔板及剩餘隔板之下側上的吸附劑材料（圖中未示）的第 II 型氣體之量。

圖 10 展示第二階段陣列之圓形大面積頂板 90 及建置於其上之冷凝氣體層 102 的側視圖橫截面。該等冷凝氣體由冷凝之第 II 型氣體組成。如上所述，來自處理室 13 之特定氣體穿過前隔板且在第二階段陣列之頂板 90 上冷凝。此等氣體冷凝成具有厚度 t 之冷凝氣體層 102，且該等氣體具有導熱係數 K 。如上所述，大面積頂板 90 被維持在極低溫度 T_1 下。冷凝氣體層 102 之表面處之溫度將為比 T_1 暖之不同溫度 T_2 。當工作腔室閒置且無額外氣體將添加至低溫泵時， T_2 最後將降至等於（或非常接近等於） T_1 。然而，當新氣體自工作腔室引入至低溫泵中且在已冷凝之氣體層 102 之上冷凝時， T_2 高於 T_1 。 T_2 與 T_1 之間的差為冷凝氣體層 102 之厚度 t 、冷凝氣體層 102 之熱導率 K 及在板 90 上冷凝之進入氣體之溫度及到達速率的函數。冷凝氣體層 102 愈厚，在處理室 13 中之工作循環之後 T_2 返回 T_1 所需時間愈長。若 T_2 在臨限溫度以上，則低溫泵不能有效地自工作腔室抽汲氣體，且 T_2 在臨限溫度以上之時間愈長，處理室 13 不可使用之時期愈長。因此，在自工作腔室接收氣體之後 T_2 降至臨限位準以下所需的時間量為用以判定何時再生

低溫泵之因素。最小化冷凝氣體層 102 之厚度因此對最大化再生循環之間的時間量為有益的。

圖 11A 及圖 11B 說明大面積頂板 90 如何最小化冷凝氣體 102 之厚度。首先，對於諸如圖 11A 及圖 11B 中所展示之板的圓柱形板，請注意，冷凝氣體 102 形成大致圓柱形體積（忽視稍微圓形之側及包覆至大直徑頂板 90 之相反側上之冷凝氣體）。圖 11A 展示具有小直徑 D_1 之圓形頂板 110 的側視圖橫截面。板 110 為來自隔板陣列 34 之頂部隔板之代表。為簡單起見，忽視隔板陣列 34 中所展示之有角度之邊緣。頂板 110 在其之上具有冷凝氣體層 112。冷凝氣體 112 具有體積 V 且為圓柱形之形狀。圖 11B 展示具有大直徑 D_2 之圓形大面積頂板 114 的側視圖橫截面，其中 D_2 大於 D_1 。大面積頂板 114 在其之上具有冷凝氣體層 116。冷凝氣體 116 具有與板 110 上之冷凝氣體 112 相同的體積 V 。然而，冷凝氣體 116 之厚度 t_2 小於圖 11A 之板 110 上之冷凝氣體 112 之厚度 t_1 。圓柱體之體積為 $\pi D^2/4$ 乘以厚度 t 。因此，將板之直徑自 D_1 增加至 D_2 意謂著相同體積 V 之冷凝氣體 112 及 116 將其厚度自 t_1 減小至 t_2 。對於相同體積之霜，大面積頂板 114 因此可比板 110 更快地自 T_2 返回 T_1 。又，大面積頂板 114 可在可接受之時間量中將 T_2 減小至 T_1 且積聚在大面積頂板上之冷凝氣體比板 110 可積聚之冷凝氣體多。又，因為對於給定體積之冷凝氣體 116， T_1 與 T_2 之間的差較小，所以大面積頂板 114 之溫度 T_1 可高於小頂板 110 之溫度 T_1 ，同時仍維持冷凝氣體 116 之可接受溫度 T_2 。

返回圖 9，大面積頂板 90 亦藉由捕獲較多之第 II 型氣體、防止彼等第 II 型氣體到達隔板陣列 34 中之剩餘隔板及剩餘隔板之一些或全部上之吸附劑材料（圖中未示）來改良低溫泵。第 II 型氣體將在吸附劑材料上冷凝，但此冷凝減小吸附劑材料吸附第 III 型氣體之能力。第 II 型氣體較佳在大面積頂板 90 上冷凝以保存吸附劑材料用於第 III 型氣體。大面積頂板 90 提供比隔板陣列 34 之剩餘隔板與輻射屏蔽罩 36 之間間隙 94 小的大面積頂板 90 之邊緣與輻射屏蔽罩 36 之間間隙 92。較小間隙 92 減小在大面積頂板 90 與輻射屏蔽罩 36 之間穿過的第 II 型氣體之量。然而，較小間隙亦使到達隔板陣列 34 中之剩餘隔板上之吸附劑材料的第 III 型氣體之移動減慢，藉此減小彼等氣體之抽汲速度。又，大面積頂板 90 之較大表面積使大面積頂板 90 較容易受來自工作腔室之輻射影響。增加大面積頂板 90 之輻射曝露增加大面積頂板 90 因此第二階段之熱負載亦然。

在根據本發明之圓形低溫泵之一具體實例中，圓形大面積頂板 90 之直徑 D_2 為 6.5 吋且隔板陣列 34 中之剩餘隔板之直徑 D_1 為 5.28 吋。在此建構之一測試中，發現第 III 型氣體之抽汲速度減小了大約 12%。然而，其他直徑亦為可能的。圓形大面積頂板 90 可具有大於隔板陣列 34 之直徑的任何直徑，同時在該板與輻射屏蔽罩 36 之間留下間隙以提供第 III 型氣體之足夠抽汲速度。隔板陣列 34 通常具有為輻射屏蔽罩 36 之直徑之大約 70% 的直徑。大面積頂板 90 可具有在輻射屏蔽罩 36 之直徑之大約 70% 與 98% 之間的

直徑。對於非圓形低溫泵，大頂板具有在輻射屏蔽罩之橫截面積之 50%與 95%之間的橫截面積。較佳地，頂板投影面積將為輻射屏蔽罩之前開口面積的 73%至 90%。頂板可將吸附劑支撐於其底表面上。

圖 12 為展示用於特定圓形低溫泵之大面積頂板之各種大小的測試結果的曲線圖。該曲線圖展示隨著冷凝氣體之體積增加時的冷凝氣體（「霜」）之表面溫度。對於測試中所使用之特定低溫泵，冷凝氣體之表面溫度之臨限溫度 120 為 27 K，較高溫度將為不可接受的且將需要再生低溫泵。該曲線圖展示較大面積頂板可固持較大體積之冷凝氣體，同時將溫度維持在臨限溫度 120 之下。舉例而言，在冷凝氣體之表面溫度超過臨限溫度 120 之前，具有 5 吋之直徑的圓形大面積頂板 1 可積聚大約 2.3 立方吋之冷凝氣體。在另一實例中，在冷凝氣體之表面溫度超過臨限溫度 120 之前，具有 5.5 吋之直徑的圓形大面積頂板 2 可積聚大約 2.7 立方吋之冷凝氣體。在又一實例中，在冷凝氣體之表面溫度超過臨限溫度 120 之前，具有 6.0 吋之直徑的圓形大面積頂板 3 可積聚大約 3.1 立方吋之冷凝氣體。在第四實例中，在冷凝氣體之表面溫度超過臨限溫度 120 之前，具有 6.5 吋之直徑的圓形大面積頂板 4 可積聚大約 2.6 立方吋之冷凝氣體。

圖 13 展示併有前隔板 40（諸如，上文中在圖 3 至圖 8 中所描述之前隔板）及大面積頂板 90（諸如，在圖 9 至圖 11 中所描述之板）兩者之低溫泵 10 的側視圖橫截面。前隔

板 40 與大面積頂板 90 之組合為有益的。前隔板 40 允許來自處理室 13 之比使用濺鍍板之習知前陣列少的輻射到達隔板之第二階段陣列 34 及頂板 90。減小之輻射減小隔板陣列 34 之溫度，且詳言之降低最接近前隔板 40 之隔板/頂板 90 之溫度。如上文所解釋，大面積頂板 90 能夠捕獲較大體積之冷凝氣體及維持可接受之溫度。

圖 14 為展示併有前隔板 40 及大面積頂板 90 兩者之低溫泵 10 之優點的圖表。圖 14 展示低溫泵能夠在各種流動速率下維持之依據已抽汲之總體積的真空之測試結果。對於測試中所使用之低溫泵，不能超過 1×10^{-6} 托之臨限壓力 122。若低溫泵不能將壓力維持在臨限壓力 122 以下，則低溫泵必須再生。該圖表展示正以 100 標準立方公分/分鐘（「sccm」）之速率 124 抽汲氣體之標準低溫泵（諸如，圖 1 中所展示之低溫泵）在其不能將壓力維持在臨限壓力 122 以下之前可抽汲大約 1750 公升。與之相比，以 230 sccm 之速率 126 抽汲氣體之標準低溫泵在其不能將壓力維持在臨限壓力 122 以下之前僅可抽汲大約 420 公升之氣體。併有前隔板 40 及大面積頂板 90 兩者之低溫泵 10（其正以 230 sccm 128 進行抽汲）可在其不能將壓力維持在臨限壓力 122 以下之前抽汲超過 1,100 公升。僅具有前隔板 40 及大面積頂板 90 中之一者之低溫泵可呈現以 230 sccm 所說明之兩個速率 126 及 128 之間的結果。

圖 15A 及圖 15B 說明利用大面積頂板 90 之本發明之又一具體實例。在此具體實例中，前陣列包含支撐在耦接至

輻射屏蔽罩之壁的桿 132 及 134 上之同心環 130。雖然該等同心環可包括如圖 1 中所說明之尖頂，但為了增加速度，每一環為僅在一個方向上成角度之截頭圓錐體環。較佳角度在 10° 至 60° 之範圍中，但更佳在 35° 至 45° 之範圍中。角度之選擇為速度與第二階段上之輻射熱負載之間的取捨。較佳地，每一環之外徑大約與下一較大環之內徑相同或恰好大於下一較大環之內徑。雖然該等環經展示為由輻射屏蔽罩之側壁支撐，但該等環可由延伸至輻射屏蔽罩之底座的縱向延伸之支柱支撐。

在其他具體實例中，如上所述，具有前隔板陣列及/或大頂板之低溫泵在形狀上可為非圓形的。此等非圓形低溫泵之實例係在美國專利第 6,155,059 號中描述，該案之內容以全文引用之方式併入。對於矩形低溫泵，大頂板較佳可覆蓋輻射屏蔽罩之橫截面積之 50% 至 98%。在其他具體實例中，如上所述，具有前隔板陣列及/或大頂板之低溫泵可為現場低溫泵或附屬泵。此等現場低溫泵及附屬低溫泵之實例係在專利合作條約申請案第 PCT/US2009/065168 號中描述，該案之內容以全文引用之方式併入。

本文中所引用之所有專利、公開申請案及參考文獻之教示係以全文引用之方式併入。

雖然已參考本發明之實例具體實例特定地展示並描述了本發明，但熟習此項技術者將理解，在不脫離由附加之申請專利範圍涵蓋的本發明之範疇之情況下可作出形式及細節上之各種改變。

【圖式簡單說明】

圖 1A 為先前技術低溫泵之側視圖橫截面；

圖 1B 為另一先前技術低溫泵之側視圖橫截面；

圖 2 為具有前隔板之具體實例之低溫泵的側視圖橫截面；

圖 3A 為具有圓形孔口之前隔板之具體實例的俯視圖；

圖 3B 為圖 3A 中所展示之前隔板之具體實例的側視圖橫截面；

圖 3C 為具有矩形孔口之前隔板之具體實例的俯視圖；

圖 4 為圖 3A 及圖 3B 中所展示之前隔板之具體實例中的孔口及擋板的透視圖；

圖 5 為圖 3A、圖 3B 及圖 4 中所展示之前隔板中之孔口的俯視圖；

圖 6 為前隔板中之矩形孔口的俯視圖；

圖 7 為前隔板中之三角形孔口的俯視圖；

圖 8A 為具有前隔板之另一具體實例之低溫泵的側視圖橫截面；

圖 8B 為前隔板之側視圖橫截面；

圖 9 為具有大面積頂板之另一具體實例之低溫泵的側視圖橫截面；

圖 10 為圖 9 中所展示之大面積頂板的側視圖橫截面；

圖 11A 為第二階段頂板之側視圖橫截面；

圖 11B 為第二階段大面積頂板之側視圖橫截面；

圖 12 為展示具有不同直徑之各種大面積頂板之冷凝氣

體容量的圖表；

圖 13 為具有結合大面積頂板之具體實例的前隔板之具體實例之低溫泵的側視圖橫截面；

圖 14 為展示各種低溫泵建構之抽汲能力的圖表；

圖 15A 為具有同心環之前陣列及大面積頂板之低溫泵的側視圖橫截面；及

圖 15B 為圖 15A 之前陣列之平面圖。

【主要元件符號說明】

6：低溫泵

6A：先前技術圓形低溫泵

6B：先前技術圓形低溫泵

8：低溫泵

9：低溫泵

10：低溫泵

12：低溫泵外殼

13：處理室

14：凸緣

15：處理管道

16：前部開口/低溫泵口

17：閘閥

18：階段冷指

20：容器之圓柱形部分

22：馬達

28：第一階段散熱片或散熱台

- 29：致冷器之第一階段
- 30：散熱片/第二階段散熱台
- 32：冷指之第二階段
- 33：前隔板
- 34：隔板陣列
- 35：孔口
- 36：輻射屏蔽罩
- 37：托架
- 38：前低溫板陣列
- 39：通氣窗
- 40：前隔板
- 41：徑向支撐桿
- 42：孔口
- 44：擋板
- 46：孔
- 47：前隔板之周邊
- 48：不具有孔口之區
- 49：前隔板
- 50：前隔板之中心
- 51：矩形孔口
- 52：摺線
- 53：擋板
- 54：相關間隙
- 55：摺線

- 60：前隔板
- 62：矩形孔口
- 64：摺線
- 66：矩形孔口的間隙
- 68：擋板
- 70：前隔板
- 72：三角形孔口
- 74：摺線
- 76：三角形孔口的間隙
- 78：擋板
- 80：前隔板
- 82：孔口
- 84：擋板
- 85：前隔板
- 87：層
- 89：層
- 90：大面積頂板
- 91：孔口
- 92：較小間隙
- 93：擋板
- 94：擋板陣列的其餘擋板與輻射屏蔽罩之間的間隙
- 102：冷凝氣體層
- 110：圓形頂板
- 112：冷凝氣體

114：大面積頂板

116：冷凝氣體

120：冷凝氣體之表面溫度的臨限溫度

122：臨限壓力

124：在 100sccm 之抽汲速率下的壓力

126：在 100sccm 之抽汲速率下的壓力

128：在 100sccm 之抽汲速率下的改良構造的壓力

130：同心環

132：桿

134：桿

T_1 ：大面積頂板之溫度

T_2 ：冷凝氣體之表面處的溫度

K ：導熱係數

D_1 ：頂板 110 之小直徑

D_2 ：頂板 114 之大直徑

α ：擋板相對於前隔板之角度

L ：摺線之長度

G ：間隙之寬度

t ：冷凝氣體層之厚度

t_1 ：冷凝氣體 112 之厚度

t_2 ：冷凝氣體 116 之厚度

V ：冷凝氣體之體積

七、申請專利範圍：

1.一種低溫泵，其包含：

一第一階段前隔板，其配置在該低溫泵之一開口中以實質上覆蓋該開口，該前隔板具有複數個孔口，每一孔口具有自該前隔板彎曲且在該孔口之一邊緣處附接至該第一階段前隔板之一擋板，每一擋板配置在穿過該第一階段前隔板之一路徑中。

2.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中該複數個孔口中之每一者為矩形的。

3.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中該複數個孔口中之每一者為圓形的。

4.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中該擋板之大小及形狀實質上與該孔口相同。

5.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中該擋板相對於該第一階段前隔板係以在 10° 與 60° 之間的一角度彎曲。

6.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中該擋板相對於該第一階段前隔板係以在 25° 與 35° 之間的一角度彎曲。

7.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中該擋板相對於該第一階段前隔板係以在 35° 與 45° 之間的一角度彎曲。

8.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其中每一孔口之各別擋板所附接至的每一孔口之該邊緣為最接近該第一階段前隔板之中心的一邊緣。

9.如申請專利範圍第1項之低溫泵，其進一步包含一第二階段陣列，該第二階段陣列具有：

複數個冷卻隔板，該複數個冷卻隔板熱耦接至一致冷器之一第二階段，至少一冷卻表面之至少一部分塗佈有一吸附劑材料；及

一頂板，該頂板熱耦接至該致冷器之該第二階段且配置於該前隔板與該複數個冷卻隔板之間，自該前隔板之角度來看，該頂板延伸超出該複數個冷卻隔板。

10.如申請專利範圍第9項之低溫泵，其中該頂板延伸超出該複數個冷卻隔板以覆蓋在該低溫泵之一輻射屏蔽罩之一橫截面積的50%與98%之間的面積。

11.一種用於一低溫泵之前隔板，其包含：

一金屬板，當該金屬板安裝在一低溫泵中時，該金屬板實質上覆蓋至該低溫泵之一開口；及

複數個孔口，其分佈在該金屬板上，每一孔口具有自該前隔板彎曲且在該孔口之一邊緣處附接至該前隔板之一擋板，每一擋板配置在穿過該前隔板之一路徑中。

12.如申請專利範圍第11項之前隔板，其中該金屬板具有自靠近該金屬板之中心至該金屬板之一外側邊緣之至少一路徑，該複數個孔口中無一者分佈在該至少一路徑中。

13.如申請專利範圍第11項之前隔板，其中該複數個孔口中之每一者為矩形的。

14.如申請專利範圍第11項之前隔板，其中該複數個孔口中之每一者為圓形的。

15.如申請專利範圍第11項之前隔板，其中該擋板之大小及形狀實質上與該孔口相同。

16.如申請專利範圍第 11 項之前隔板，其中該擋板相對於該金屬板係以在 10° 與 60° 之間的一角度彎曲。

17.如申請專利範圍第 11 項之前隔板，其中該擋板相對於該金屬板係以在 25° 與 35° 之間的一角度彎曲。

18.如申請專利範圍第 11 項之前隔板，其中該擋板相對於該金屬板係以在 35° 與 45° 之間的一角度彎曲。

19.如申請專利範圍第 11 項之前隔板，其中每一孔口之各別擋板所附接至的每一孔口之該邊緣為最接近該前隔板之一中心的一邊緣。

20.一種製造用於一低溫泵之一前隔板之方法，其包含：
提供一金屬板；

在該金屬板中形成複數個孔口，其中每一孔口處的來自該金屬板之金屬之至少一部分在該孔口之一邊緣處保持附接至該金屬板；及

關於該邊緣相對於該金屬板之表面以一角度彎曲金屬之該部分。

21.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中在該金屬板中形成至少一孔口包含形成一圓形孔口。

22.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中在該金屬板中形成至少一孔口包含形成一矩形孔口。

23.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中金屬之該部分係附接至該孔口之最接近該金屬板之中心的一邊緣。

24.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中形成該複數個孔口包括將該複數個孔口配置於該金屬板上以使得自該金

屬板之一中心至該金屬板之一邊緣的至少一路徑不具有孔口。

25.如申請專利範圍第20項之方法，其中形成該複數個孔口包括雷射切割、水射流切割、機械切割、蝕刻及衝壓中之至少一者。

八、圖式：

(如次頁)

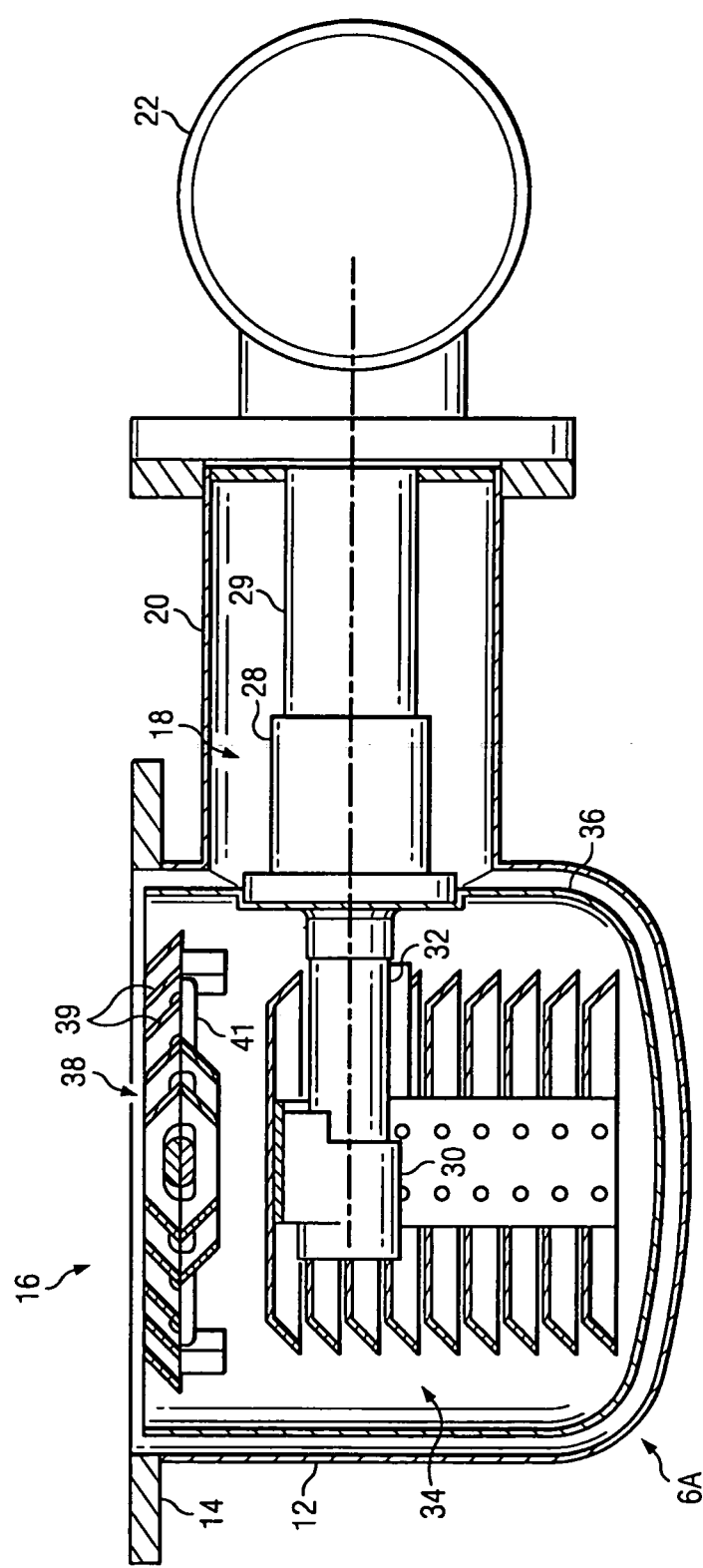


圖1A
(先前技術)

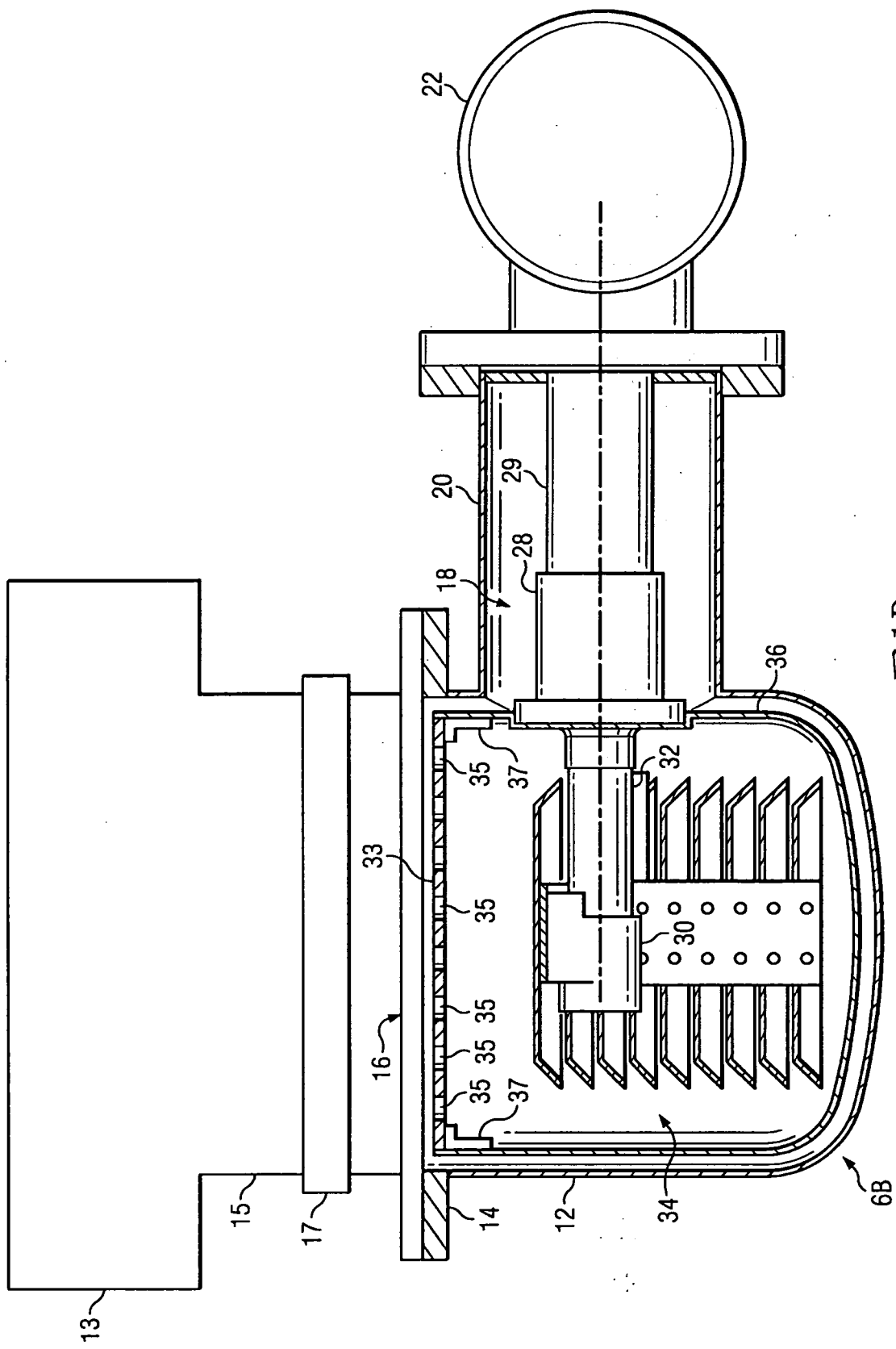
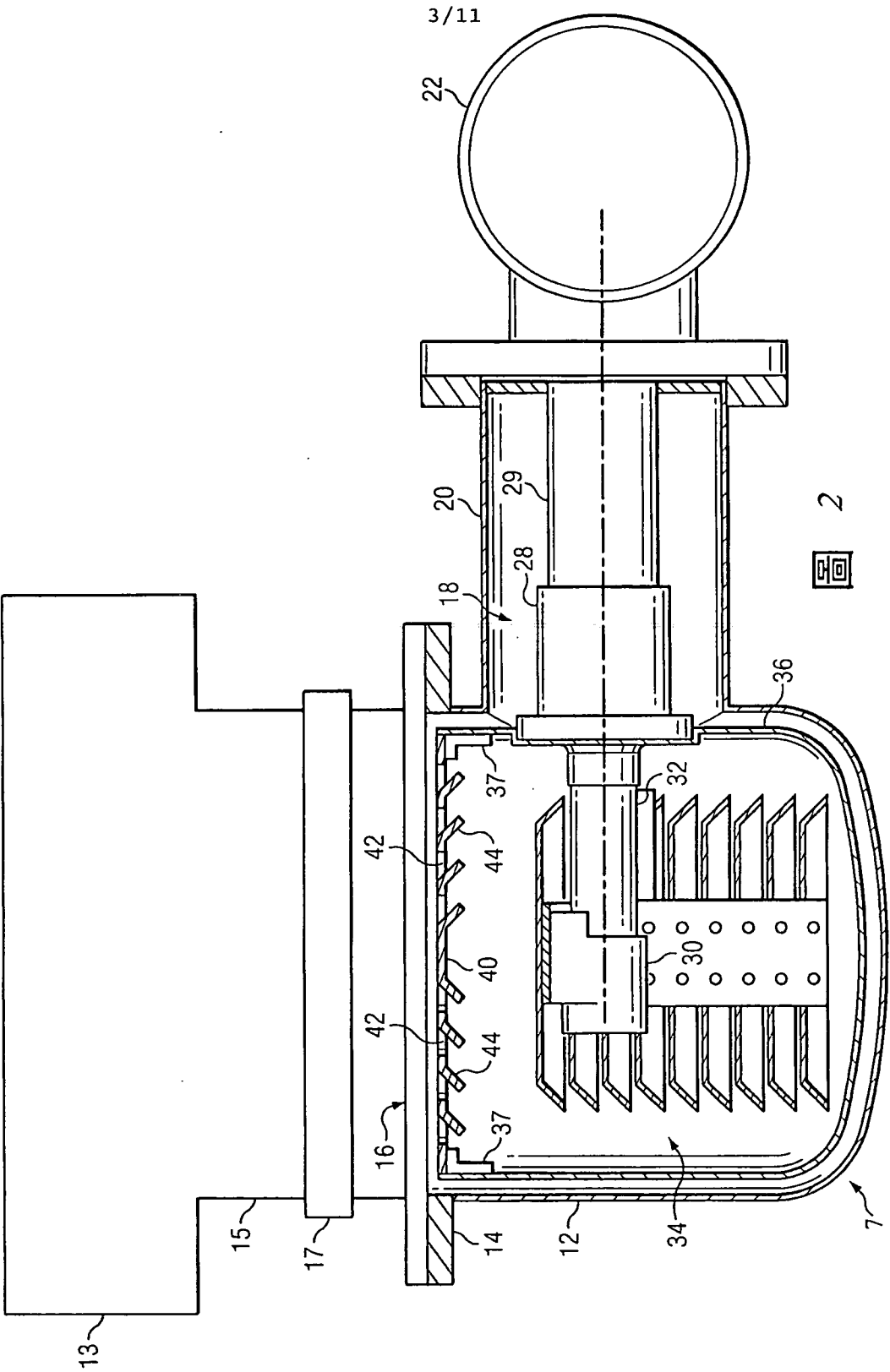


圖1B
(先前技術)

101年5月9日修正替換頁



101年5月9日修正替換頁

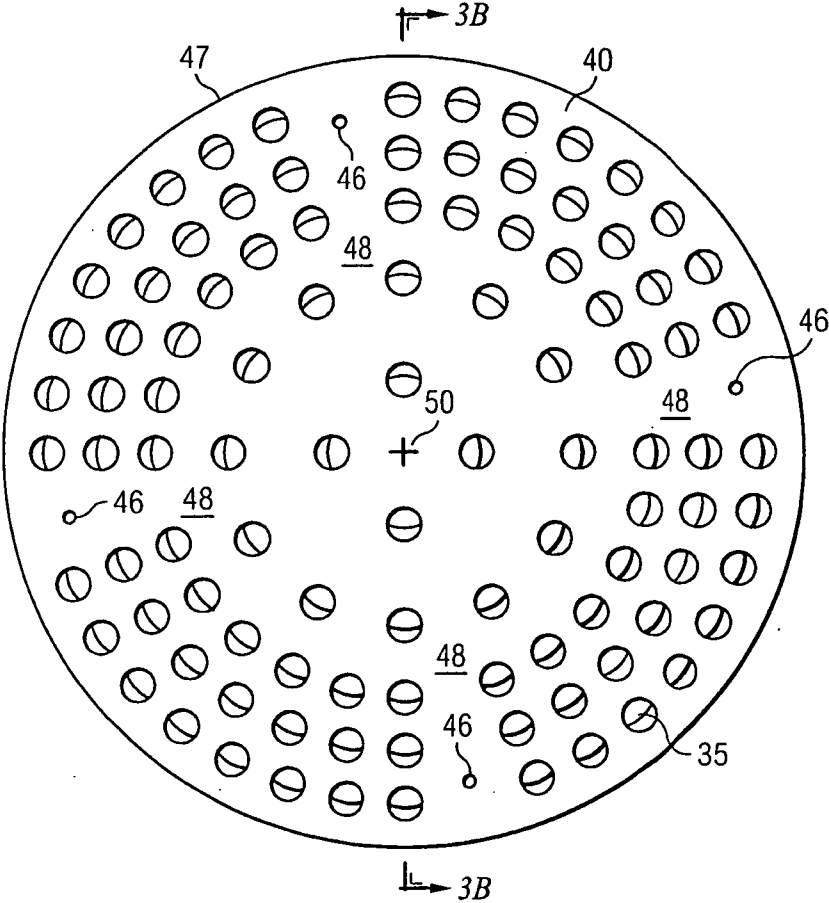


圖 3A

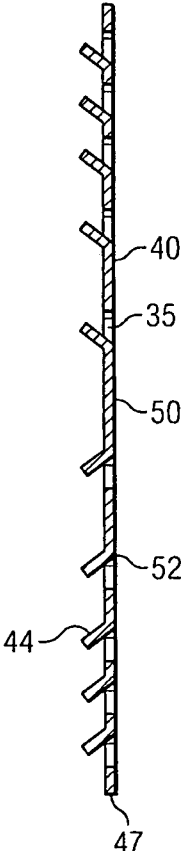


圖 3B

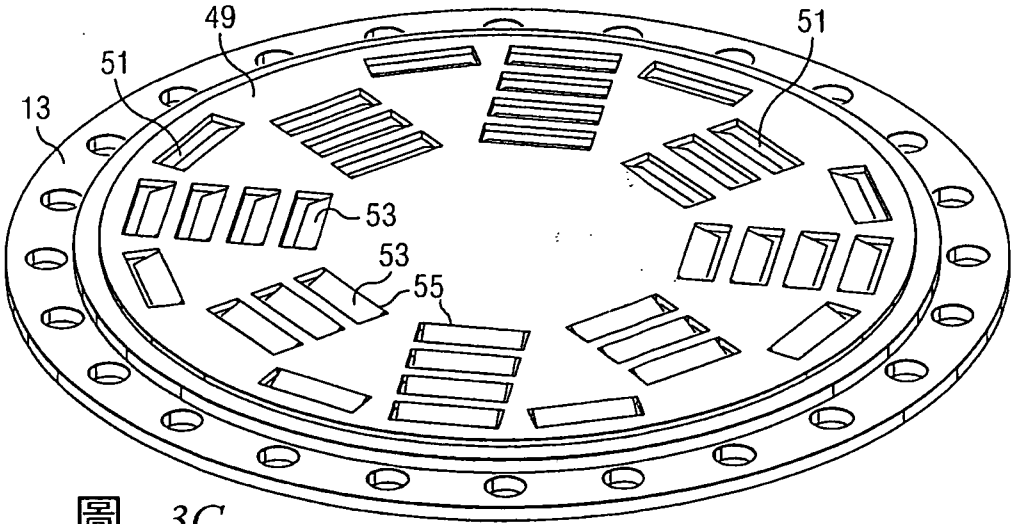


圖 3C

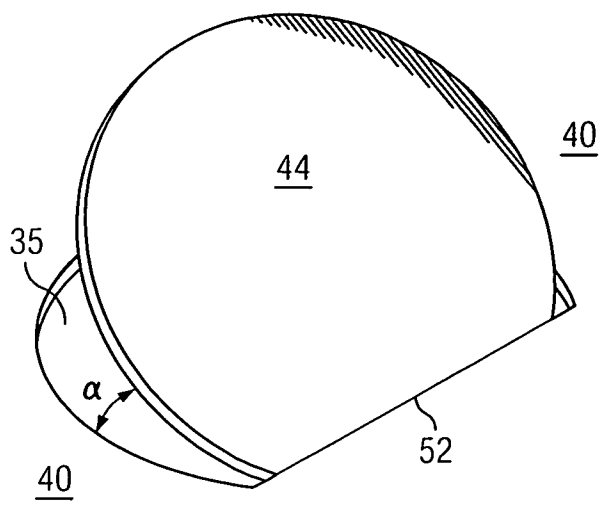


圖 4

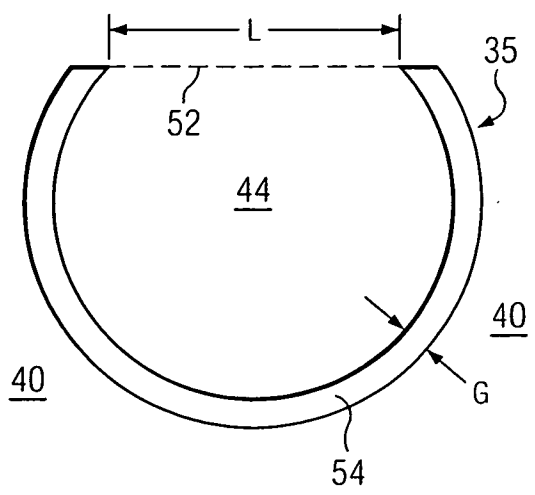


圖 5

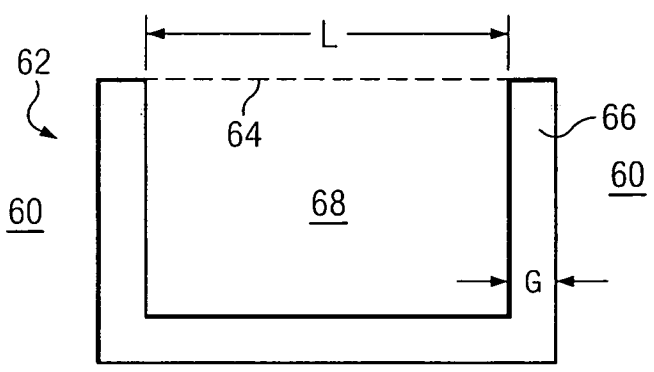


圖 6

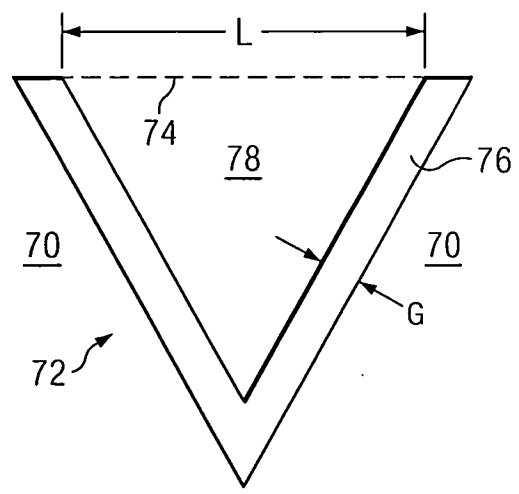


圖 7

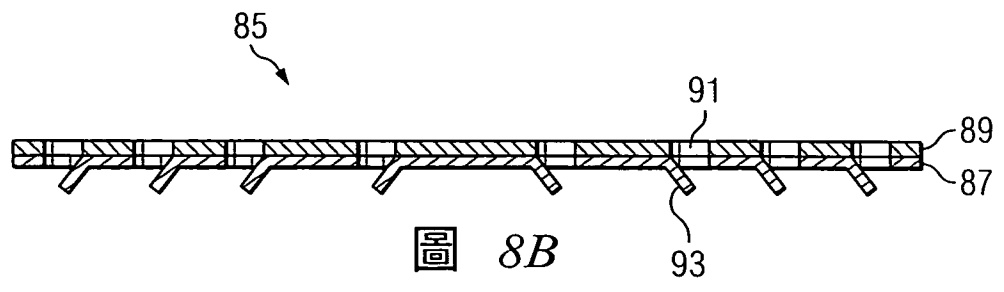
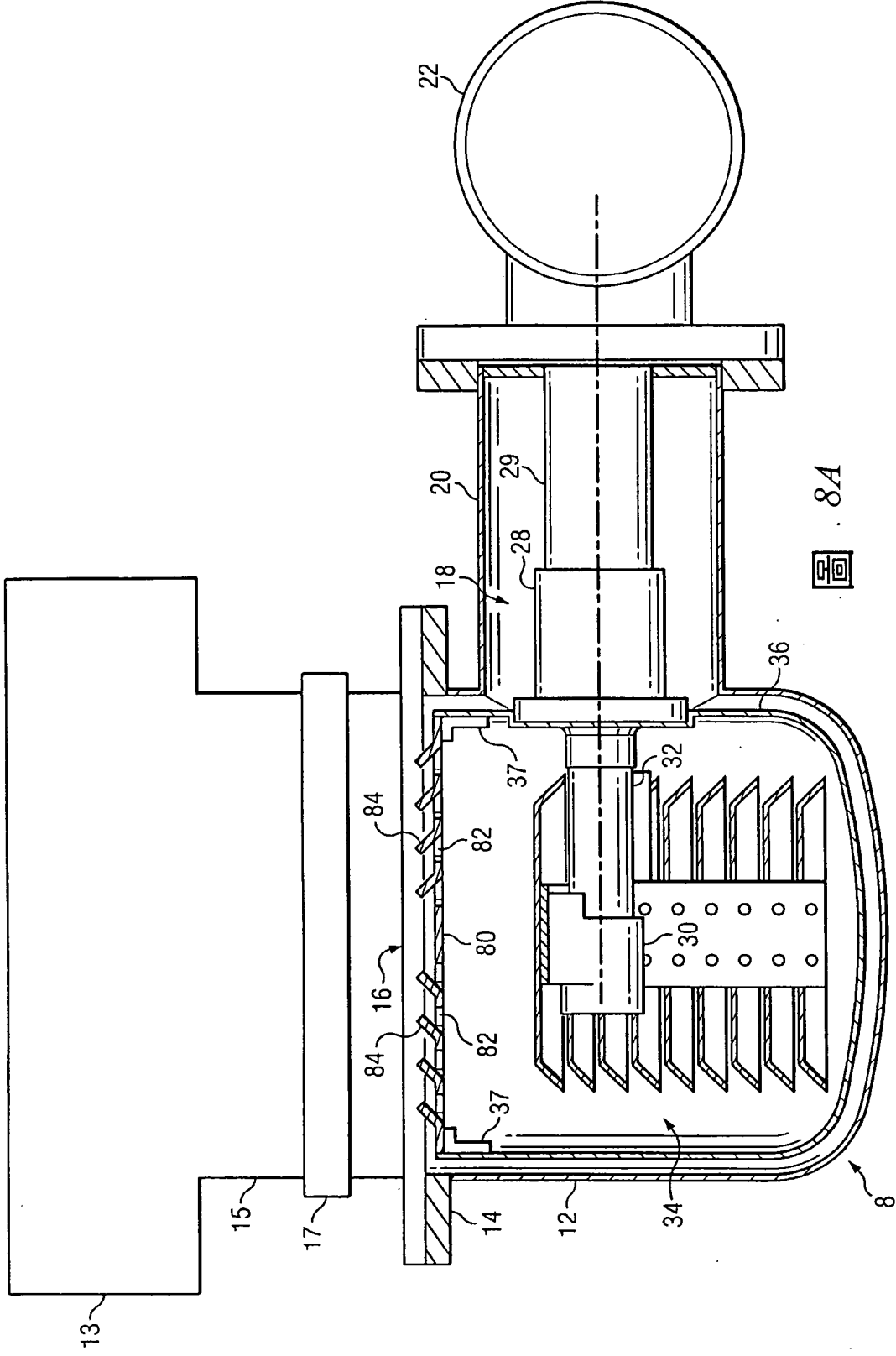
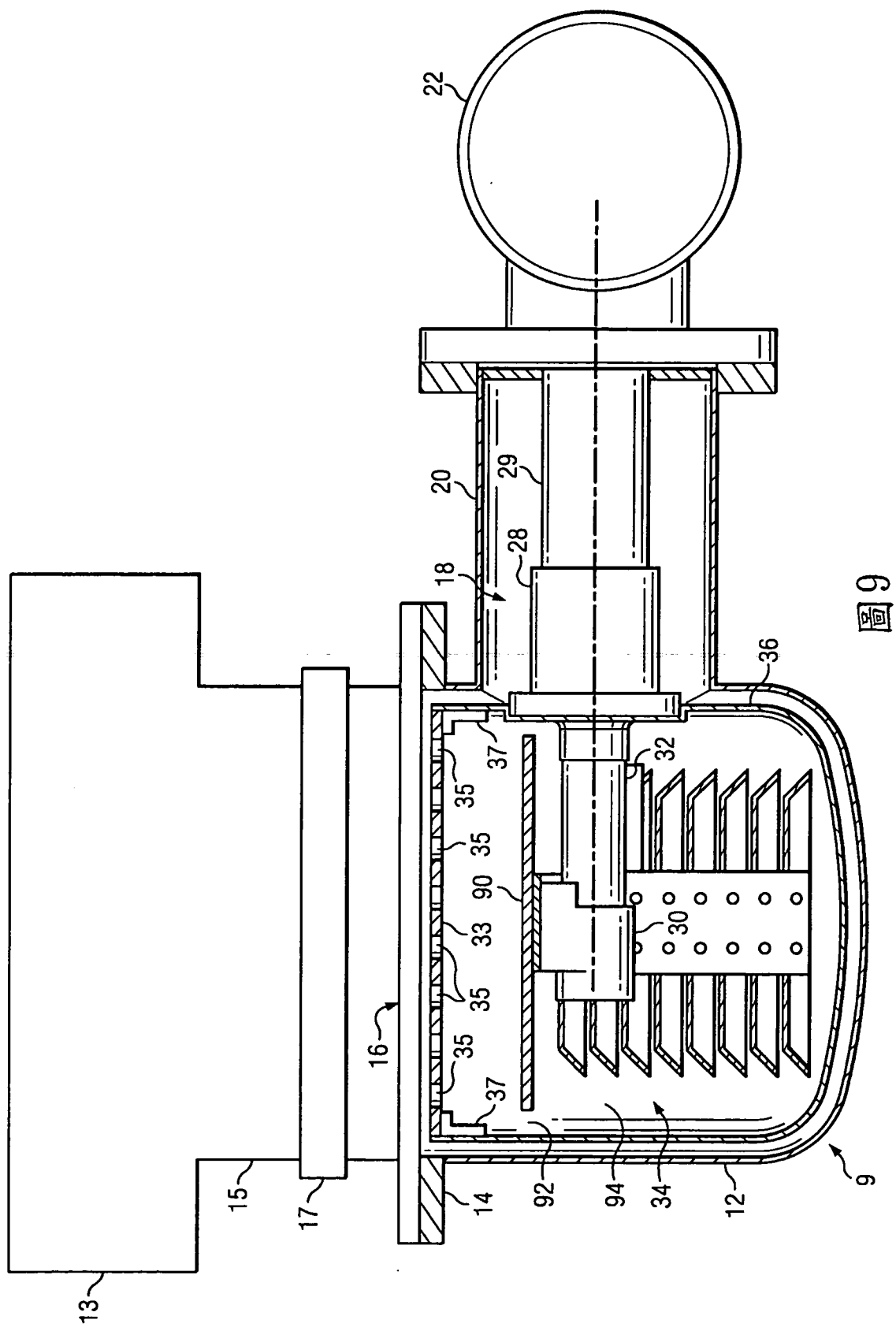


圖 8B

101年5月9日修正替換頁

6/11





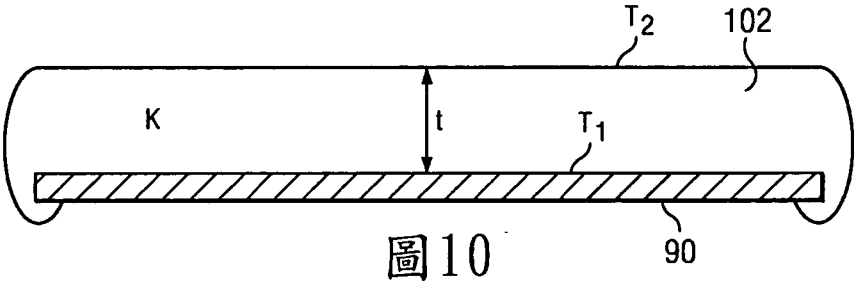


圖 10

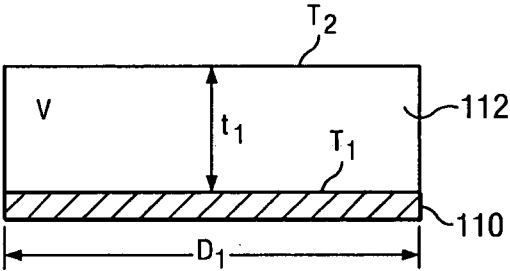


圖 11A

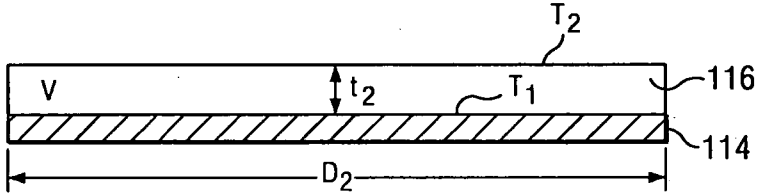


圖 11B

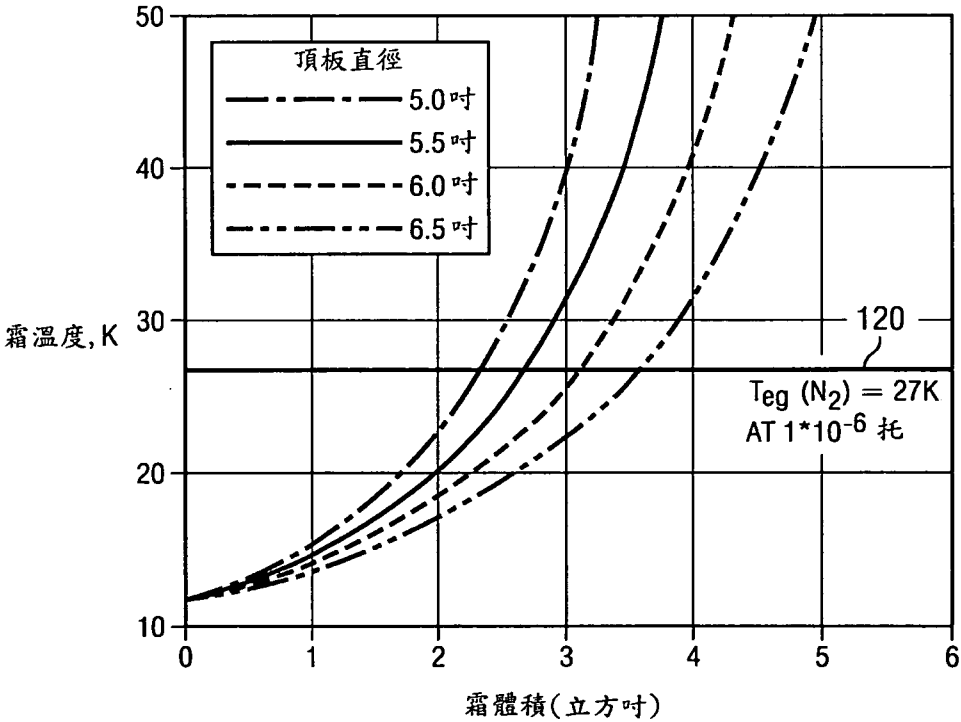


圖 12

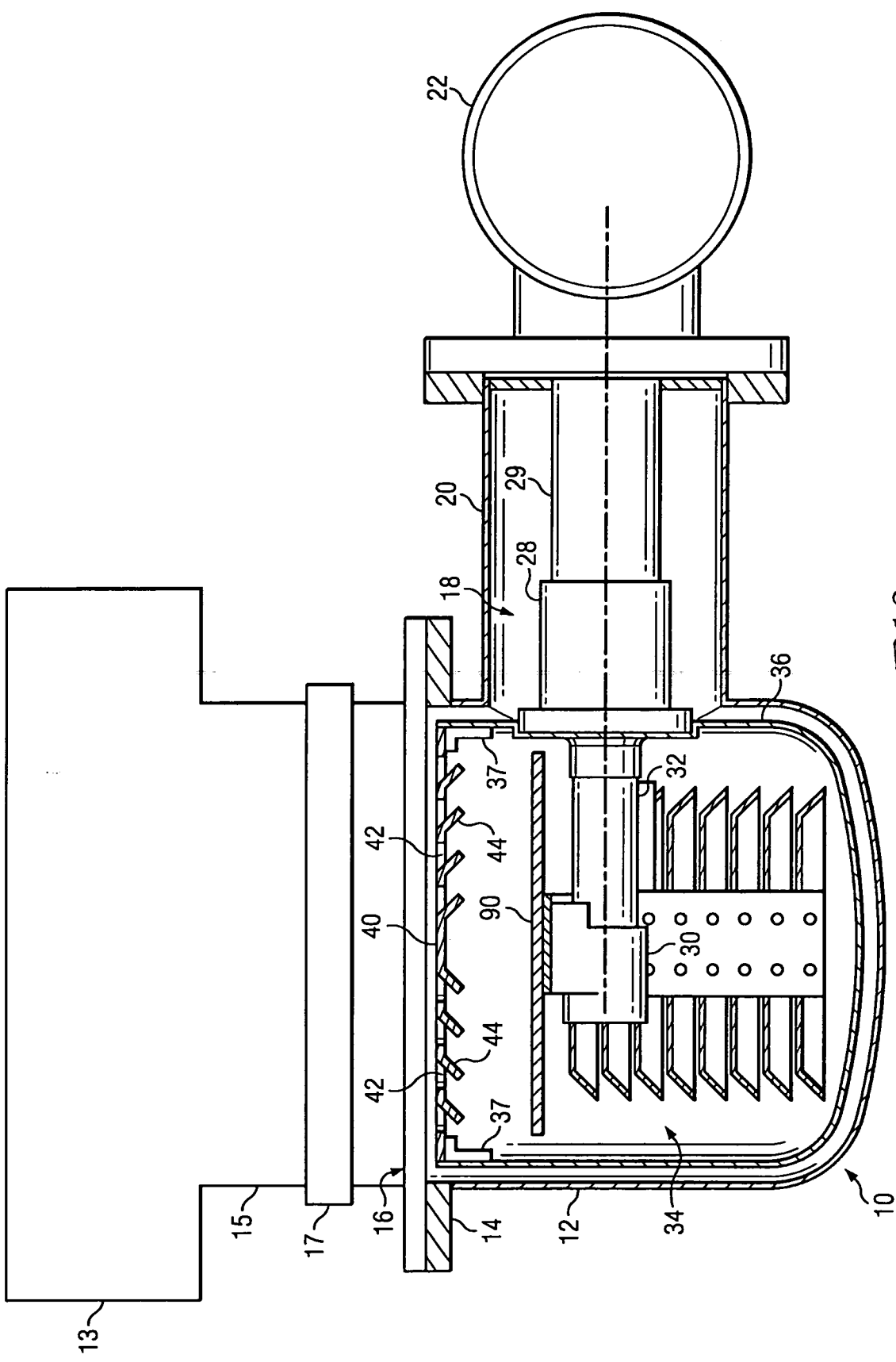


圖13

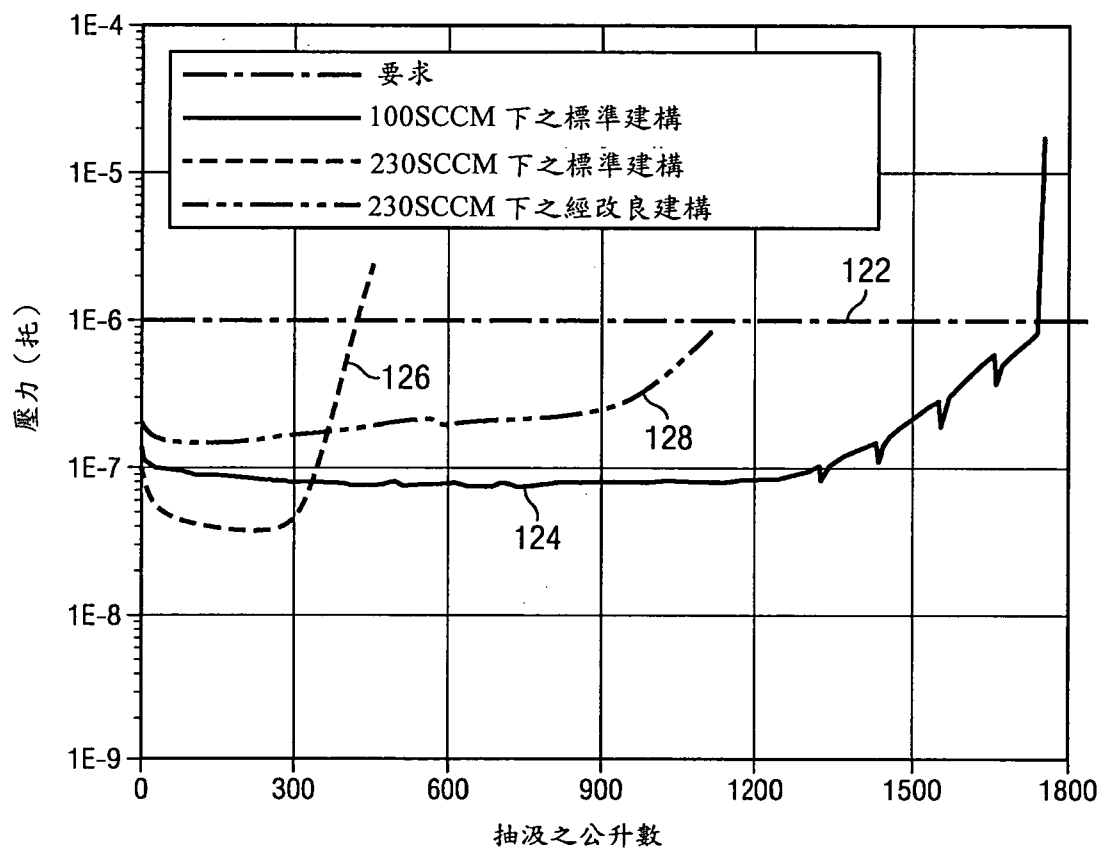


圖14

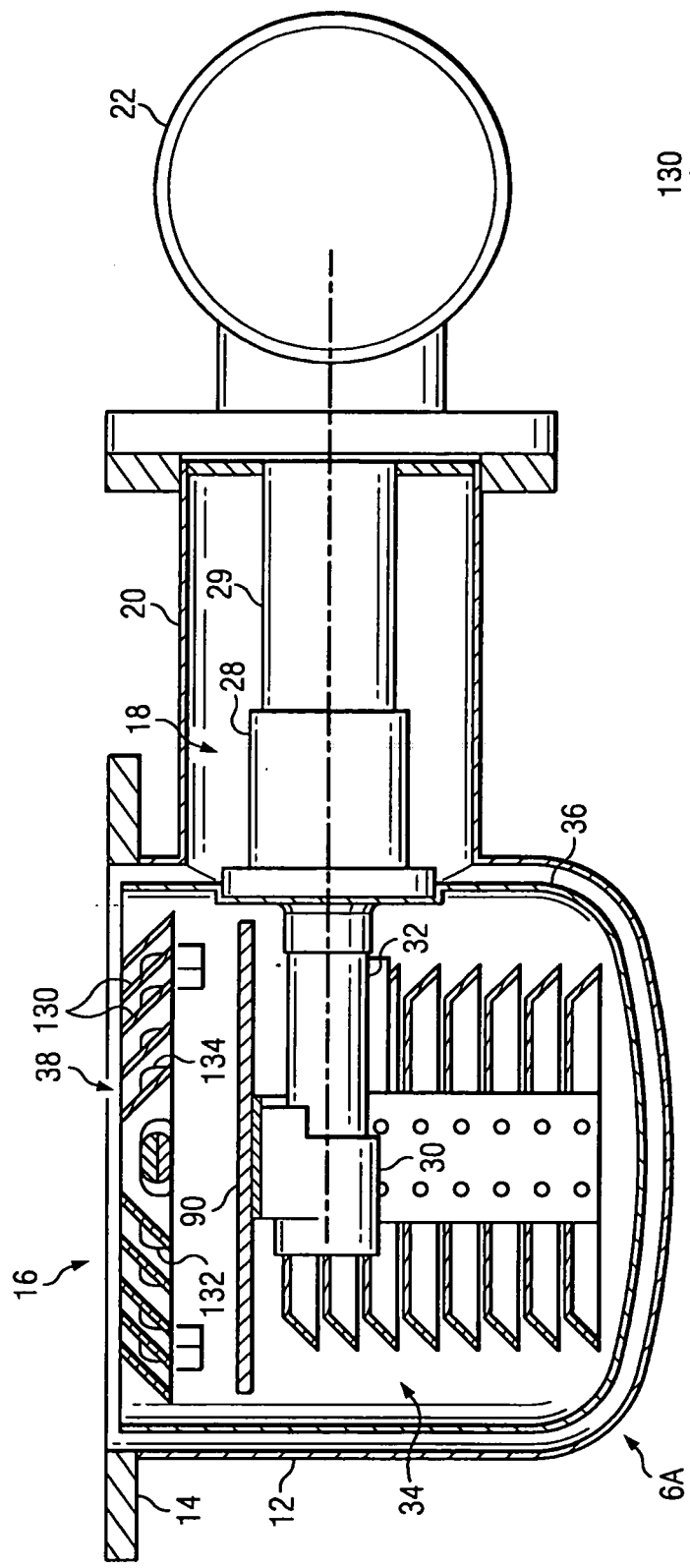


圖15A

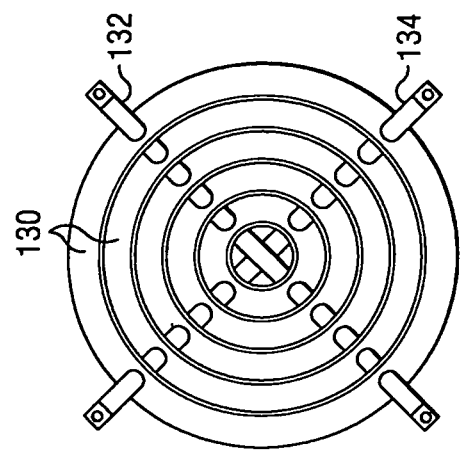


圖15B