I490410

(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 I490410 B

(45)公告日： 中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：101120129 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 06 月 05 日

(51)Int. Cl.： *F04B37/08 (2006.01)* *F25B9/14 (2006.01)*

(30)優先權：2011/06/08 日本 2011-128662

(71)申請人：住友重機械工業股份有限公司 (日本) SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD. (JP)
日本

(72)發明人：田中秀和 TANAKA, HIDEKAZU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	472113	JP	2002-243294A
JP	2002-243294A	JP	2006-90648A
US	2011/0126554A1		

審查人員：施文彬

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：6 共 42 頁

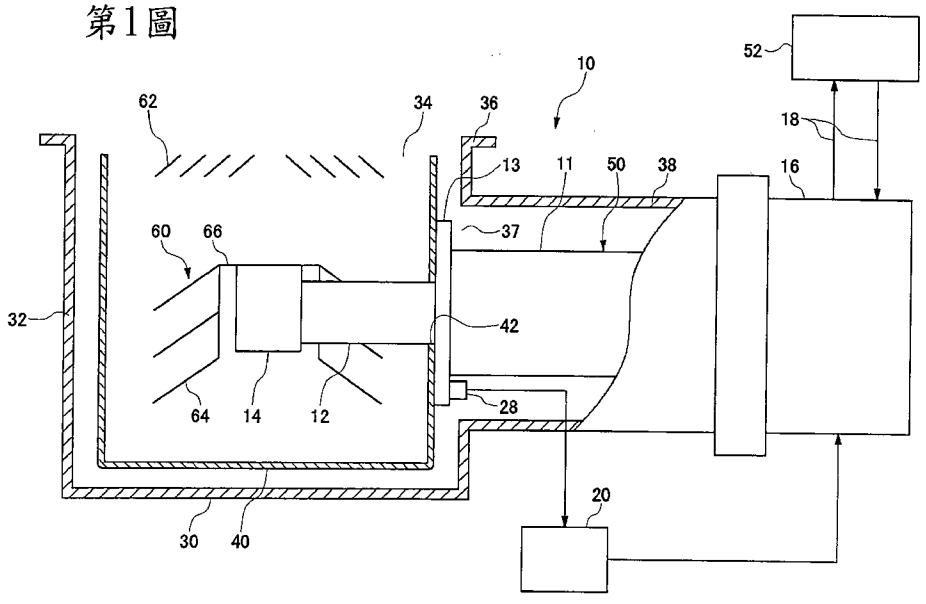
(54)名稱

低溫泵及極低溫冷凍機

(57)摘要

本發明提供一種能夠實現更適於應用對象之設計之極低溫冷凍機及應用該冷凍機之低溫泵。本發明的冷凍機(50)具備在長邊方向上鄰接之 2 個置換器，高溫側的置換器包括用於蓄冷材料之主容納區間和副容納區間。2 個置換器之間形成有工作氣體的直通流路。低溫泵(10)具備低溫低溫板(60)、冷卻成比低溫低溫板(60)更高溫之放射屏蔽(40)及冷凍機(50)。

第1圖



32・・・胴體
62・・・擋板
60・・・低溫低溫板
66・・・板安裝構件
64・・・板
14・・・第 2 冷卻台
12・・・第 2 缸
30・・・低溫泵容器
40・・・放射屏蔽
34・・・吸氣口
36・・・安裝凸緣
10・・・低溫泵
13・・・第 1 冷卻台
11・・・第 1 缸

50・・・冷凍機

38・・・冷凍機容納部

37・・・開口

42・・・冷凍機安裝孔

28・・・溫度感測器

20・・・控制部

52・・・壓縮機

18・・・冷媒管

16・・・閥驅動馬達

公告本

發明專利說明書

（本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：101120129

※申請日：101 年 06 月 05 日　　※IPC 分類：F04B 37/8 (2006.01)
F25B 9/4 (2006.01)

一、發明名稱：（中文／英文）

低溫泵及極低溫冷凍機

二、中文發明摘要：

本發明提供一種能夠實現更適於應用對象之設計之極低溫冷凍機及應用該冷凍機之低溫泵。本發明的冷凍機（50）具備在長邊方向上鄰接之 2 個置換器，高溫側的置換器包括用於蓄冷材料之主容納區間和副容納區間。2 個置換器之間形成有工作氣體的直通流路。低溫泵（10）具備低溫低溫板（60）、冷卻成比低溫低溫板（60）更高溫之放射屏蔽（40）及冷凍機（50）。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

（一）本案指定代表圖為：第(1)圖。

（二）本代表圖之元件代表符號簡單說明：

32：胴體

62：擋板

60：低溫低溫板

66：板安裝構件

64：板

14：第 2 冷卻台

12：第 2 缸

30：低溫泵容器

40：放射屏蔽

34：吸氣口

36：安裝凸緣

10：低溫泵

13：第 1 冷卻台

11：第 1 缸

50：冷凍機

38：冷凍機容納部

37：開口

42：冷凍機安裝孔

28：溫度感測器

20：控制部

52：壓縮機

18：冷媒管

16：閥驅動馬達

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】

本申請主張基於 2011 年 6 月 8 日申請之日本專利申請第 2011-128662 號之優先權。其申請之全部內容通過參閱援用於本說明書中。

本發明係有關一種低溫泵及極低溫冷凍機。

【先前技術】

例如專利文獻 1 中記載之低溫泵，具有將第 1 段置換器與第 2 段置換器之間的連接部中的工作氣體流路分歧成 2 個工作氣體流路之冷凍機。第 1 工作氣體流路從第 1 段蓄冷器中的低溫側端部連接於第 1 段膨脹室。第 2 工作氣體流路從第 1 段蓄冷器中的低溫側端部直接連接於第 2 段蓄冷器。藉由第 2 工作氣體流路向第 2 段蓄冷器流入之氣體的一部份，並不經第 1 段膨脹室內而流入。

（先前技術文獻）

（專利文獻）

專利文獻 1：日本特開 2002-243294 號公報

【發明內容】

（本發明所欲解決之課題）

作爲極低溫冷凍機的典型應用對象之一之低溫泵，具有被冷卻成不同溫度位準之低溫板，且其溫度差以較大爲佳。低溫的低溫板和高溫的低溫板的空間配置上有一定程

度的限制。例如，爲了抑制來自外部之輻射熱的影響，低溫低溫板被高溫低溫板所圍繞。這種限制還影響到用於冷卻低溫板之冷凍機的結構，例如提供較低冷卻溫度之冷卻位置與提供較高冷卻溫度之冷卻位置的位置關係。該位置關係是決定兩者的溫度差之主要因素之一。

本發明係鑒於這種狀況而完成者，其一態樣的例示目的之一，在於提供一種能夠實現更適於應用對象之設計之極低溫冷凍機及應用該冷凍機之低溫泵。

（用以解決課題之手段）

本發明的一態樣的低溫泵，具備：低溫低溫板；高溫低溫板，冷卻成比低溫低溫板更高溫；及冷凍機，提供用於冷卻低溫低溫板之低溫冷卻位置和用於冷卻高溫低溫板之高溫冷卻位置，低溫冷卻位置和高溫冷卻位置沿長邊方向排列。該冷凍機，具備：第 1 置換器；及第 2 置換器，其在前述長邊方向上與該第 1 置換器的低溫側鄰接。第 1 置換器，具備：低溫端，其具有用於從其主蓄冷器朝向第 2 置換器的蓄冷器引導工作氣體之直通流路；及副蓄冷器，其設置於該直通流路。

本發明的另一態樣爲極低溫冷凍機。該極低溫冷凍機具備在長邊方向上鄰接之低溫側置換器和高溫側置換器，高溫側置換器包括用於蓄冷材料之主容納區間和副容納區間，副容納區間的與前述長邊方向垂直之剖面積小於主容納區間，且以氣體能夠流通之方式設置於主容納區間與低

溫側置換器之間。

本發明的另一態樣爲極低溫冷凍機。該極低溫冷凍機具備蓄冷器，該蓄冷器包括用於冷卻來自高溫側之工作氣體並向低溫側送出之冷卻路徑，該蓄冷器的用於向鄰接之蓄冷器送出工作氣體之冷卻路徑長，比用於向鄰接之膨脹空間送出工作氣體之冷卻路徑更長。

（發明之效果）

依本發明可提供一種能夠實現更適於應用對象之設計之極低溫冷凍機及應用該冷凍機之低溫泵。

【實施方式】

本發明的一實施形態中，用於低溫泵 10 之冷凍機 50，爲了冷卻低溫低溫板 60 及放射屏蔽(高溫低溫板)40 以各別對應之配置提供低溫冷卻位置及高溫冷卻位置。冷凍機 50 中，形成有從高溫側的第 1 置換器 68 向低溫側的第 2 置換器 70 之直通流路，該直通流路上附加有副蓄冷器 136。工作氣體從第 1 置換器 68 經主蓄冷器 134 和副蓄冷器 136 供給至第 2 置換器 70。工作氣體從主蓄冷器 134 供給至與第 1 置換器 68 鄰接之第 1 膨脹空間 94 而不經副蓄冷器 136。

如此，能夠相對昇高向第 1 膨脹空間 94 供給之氣體溫度，且相對降低向第 2 置換器 70 供給之氣體溫度。這有助於提高冷凍機的第 2 段冷凍能力。並且，能夠保持冷

凍機 50 的外觀形狀並加大低溫冷卻位置與高溫冷卻位置的溫度差。

第 1 圖係示意表示本發明的一實施形態之低溫泵 10 之圖。爲了安裝於例如離子植入裝置或濺鍍裝置等的真空腔室來將真空腔室內部的真空度提高至所希望之程序中所要求之位準而使用低溫泵 10。低溫泵 10 包括低溫泵容器 30、放射屏蔽 40 及冷凍機 50 而構成。

冷凍機 50 例如爲脈管式冷凍機（所謂 GM 冷凍機）等冷凍機。冷凍機 50 具備第 1 缸 11、第 2 缸 12、第 1 冷卻台 13、第 2 冷卻台 14 及閥驅動馬達 16。第 1 缸 11 和第 2 缸 12 串列連接。在第 1 缸 11 之與第 2 缸 12 的結合部側設置第 1 冷卻台 13，在第 2 缸 12 之遠離第 1 缸 11 之一側的端設置第 2 冷卻台 14。

第 1 圖所示之冷凍機 50 爲二段式冷凍機，藉由將缸串列地進行二段組合來實現更低溫度。冷凍機 50 可以爲三段缸串列連接之三段式冷凍機或多於三段之多段冷凍機。冷凍機 50 透過冷媒管 18 連接於壓縮機 52。

壓縮機 52 壓縮例如氦等冷媒氣體亦即工作氣體並透過冷媒管 18 供給至冷凍機 50。冷凍機 50 藉由使工作氣體通過蓄冷器來進行冷卻。使工作氣體在第 1 缸 11 內部的膨脹室及第 2 缸 12 內部的膨脹室膨脹來進一步進行冷卻。蓄冷器組裝於膨脹室內部。設置於第 1 缸 11 之第 1 冷卻台 13 冷卻成第 1 冷卻溫度位準，設置於第 2 缸 12 之第 2 冷卻台 14 冷卻成低於第 1 冷卻溫度位準之溫度之第 2

冷卻溫度位準。例如，第 1 冷卻台 13 冷卻成 65K～120K 左右，冷卻成 80K～100K 爲較佳，第 2 冷卻台 14 冷卻成 10K～20K 左右。

如此，冷凍機 50 提供用於冷卻低溫低溫板之低溫冷卻位置和用於冷卻高溫低溫板之高溫冷卻位置。低溫冷卻位置和高溫冷卻位置沿長邊方向、亦即缸排列方向排列。1 個或複數個提供中間冷卻溫度之中間冷卻位置可排列於低溫冷卻位置與高溫冷卻位置之間。

藉由在膨脹室膨脹來吸熱而冷卻各冷卻台後之工作氣體再度通過蓄冷器，經過冷媒管 18 返回到壓縮機 52 中。從壓縮機 52 向冷凍機 50 之工作氣體的流動及從冷凍機 50 向壓縮機 52 之工作氣體的流動藉由冷凍機 50 內的旋轉閥（未圖示）進行切換。閥驅動馬達 16 從外部電源接受電力供給來使旋轉閥旋轉。

設置有用於控制冷凍機 50 之控制部 20。控制部 20 依第 1 冷卻台 13 或第 2 冷卻台 14 的冷卻溫度控制冷凍機 50。爲此，第 1 冷卻台 13 或第 2 冷卻台 14 上可設置有溫度感測器 28。控制部 20 可藉由控制閥驅動馬達 16 的運轉頻率來控制冷卻溫度。爲此，控制部 20 可具備用於控制閥驅動馬達 16 之變頻器。控制部 20 可構成爲控制壓縮機 52。控制部 20 可以一體地設置於低溫泵 10，亦可以作爲與低溫泵 10 分離之控制裝置來構成。

第 1 圖所示之低溫泵 10 爲所謂臥式低溫泵。臥式低溫泵一般是冷凍機的第 2 冷卻台 14 沿著與筒狀放射屏蔽

40的軸向交叉之方向（通常是正交方向）插入於放射屏蔽40內部之低溫泵。此外，本發明同樣亦能夠應用於所謂立式低溫泵。立式低溫泵是冷凍機沿著放射屏蔽的軸向插入之低溫泵。

低溫泵容器 30 具備形成爲一端具有開口而另一端封閉之圓筒狀形狀之部位（以下稱爲“胴部”）32。開口作爲讓應從濺鍍裝置等的真空腔室排氣之氣體進入之吸氣口 34 而設置。吸氣口 34 藉由低溫泵容器 30 的胴部 32 的上端部內面界定。並且，在胴部 32 形成有用於插通冷凍機 50 之開口 37。胴部 32 的開口 37 上安裝有圓筒狀冷凍機容納部 38 的一端，另一端安裝於冷凍機 50 的殼體。冷凍機容納部 38 容納冷凍機 50 的第 1 缸 11。

另外，安裝凸緣 36 在低溫泵容器 30 的胴部 32 的上端朝向徑向外側延伸。低溫泵 10 使用安裝凸緣 36 來安裝於排氣對象容積亦即濺鍍裝置等的真空腔室。

爲了將低溫泵 10 的內部和外部分隔而設置低溫泵容器 30。如上所述，低溫泵容器 30 包括胴部 32 和冷凍機容納部 38 而構成，胴部 32 及冷凍機容納部 38 的內部氣密地保持爲共通的壓力。在低溫泵 10 的動作中亦即冷凍機作動期間，低溫泵容器 30 的外面亦暴露在低溫泵 10 外部的環境中。因此，低溫泵容器 30 的外面維持爲高於放射屏蔽 40 之溫度。典型地，低溫泵容器 30 的溫度維持爲環境溫度。其中，環境溫度是指設置有低溫泵 10 之場所的溫度或接近該溫度之溫度，例如室溫左右。

放射屏蔽 40 配設於低溫泵容器 30 的內部。放射屏蔽 40 形成爲一端具有開口而另一端封閉之圓筒狀形狀亦即杯狀形狀。放射屏蔽 40 可構成爲如第 1 圖所示之一體的筒狀，另外，亦可以由複數個零件構成爲整體呈筒狀形狀。該等複數個零件可相互保持間隙而配設。

低溫泵容器 30 的胴部 32 及放射屏蔽 40 均形成爲大致圓筒狀，且呈同軸配設。低溫泵容器 30 的胴部 32 的內徑若干大於放射屏蔽 40 的外徑，放射屏蔽 40 以與低溫泵容器 30 的胴部 32 的內面之間保持若干間隔而與低溫泵容器 30 非接觸的狀態配置。亦即，放射屏蔽 40 的外面與低溫泵容器 30 的內面對置。此外，低溫泵容器 30 的胴部 32 及放射屏蔽 40 的形狀不限於圓筒形狀，可以是多角柱形狀或橢圓筒形狀等任意剖面的筒形狀。典型地，放射屏蔽 40 的形狀呈與低溫泵容器 30 的胴部 32 的內面形狀相似之形狀。

放射屏蔽 40 作爲保護第 2 冷卻台 14 及與此熱連接之低溫低溫板 60 之高溫低溫板而設置，以避免受到主要來自低溫泵容器 30 的輻射熱。放射屏蔽 40 包圍低溫低溫板 60。第 2 冷卻台 14 在放射屏蔽 40 的內部配置於放射屏蔽 40 的大致中心軸上。放射屏蔽 40 以熱連接於第 1 冷卻台 13 之狀態固定，冷卻成與第 1 冷卻台 13 相同程度之溫度。

低溫低溫板 60 例如包括複數個板 64。板 64 例如分別具有圓錐台側面的形狀，即所謂傘狀形狀。各板 64 安裝

於板安裝構件 66，板安裝構件安裝於第 2 冷卻台 14。各板 64 上通常設置有活性碳等吸附劑（未圖示）。吸附劑例如黏著於板 64 的背面。

板安裝構件 66 例如具有一端封閉而另一端開放之筒形狀，封閉之端部安裝於第 2 冷卻台 14 的上端，以筒狀側面圍繞第 2 冷卻台 14 之方式朝向放射屏蔽 40 的底部延伸。在板安裝構件 66 的側面以相互隔著間隔的方式安裝有複數個板 64。在板安裝構件 66 的側面形成有用於讓冷凍機 50 的第 2 缸 12 通過之開口。或者，板安裝構件 66 可具備用於安裝於第 2 冷卻台 14 之端部及從該端部朝向放射屏蔽 40 的底部延伸之用於安裝板之平板。

爲了保護第 2 冷卻台 14 及與其熱連接之低溫低溫板 60 而避免受到來自真空腔室等之輻射熱，在放射屏蔽 40 的吸氣口設置有擋板 62。擋板 62 例如形成爲百葉窗結構或人字形結構。擋板 62 可形成爲以放射屏蔽 40 的中心軸爲中心之同心圓狀，或者，亦可以形成爲格子狀等其他形狀。擋板 62 安裝於放射屏蔽 40 的開口側的端部，冷卻成與放射屏蔽 40 相同程度之溫度。此外，在擋板 62 與真空腔室之間可設置有閘閥（未圖示）。該閘閥例如在低溫泵 10 再生時被關閉，在藉由低溫泵 10 對真空腔室進行排氣時被打開。

在放射屏蔽 40 的側面形成有冷凍機安裝孔 42。冷凍機安裝孔 42 在放射屏蔽 40 的中心軸方向上形成於放射屏蔽 40 側面的中央部。放射屏蔽 40 的冷凍機安裝孔 42 與

低溫泵容器 30 的開口 37 呈同軸設置。冷凍機 50 的第 2 缸 12 及第 2 冷卻台 14 從冷凍機安裝孔 42 沿著與放射屏蔽 40 的中心軸方向垂直之方向插入。放射屏蔽 40 以熱連接於第 1 冷卻台 13 之狀態固定於冷凍機安裝孔 42。

此外，除了將放射屏蔽 40 直接安裝於第 1 冷卻台 13，亦可藉由連接用套筒將放射屏蔽 40 安裝於第 1 冷卻台 13。該套筒例如爲包圍第 2 缸 12 的第 1 冷卻台 13 側的端部且將放射屏蔽 40 熱連接於第 1 冷卻台 13 之傳熱構件。與將放射屏蔽 40 直接安裝於第 1 冷卻台 13 時相比，藉由該結構能加長第 2 缸 12。如此能夠加大第 1 冷卻台 13 與第 2 冷卻台 14 的溫度差。

以下說明基於上述結構的低溫泵 10 之動作。低溫泵 10 作動時，首先，在其作動之前用其他適當的粗抽泵將真空腔室內部粗抽至 1Pa 左右。之後使低溫泵 10 動作。第 1 冷卻台 13 及第 2 冷卻台 14 藉由冷凍機 50 的驅動而被冷卻，與其等熱連接之放射屏蔽 40、擋板 62 及低溫低溫板 60 亦被冷卻。

被冷卻之擋板 62，將從真空腔室朝向低溫泵 10 內部飛來之氣體分子予以冷卻，使在該冷卻溫度下蒸氣壓充份變低之氣體（例如水份等）凝結於表面而被排氣。在擋板 62 的冷卻溫度下蒸氣壓無法充份變低之氣體通過擋板 62 進入放射屏蔽 40 內部。進入後之氣體分子當中，在低溫低溫板 60 的冷卻溫度下蒸氣壓充份變低之氣體凝結於低溫低溫板 60 的表面而被排氣。在該冷卻溫度下蒸氣壓仍

無法充份變低之氣體（例如氫等）藉由黏著於低溫低溫板60的表面且被冷卻之吸附劑吸附而被排氣。如此，低溫泵10能夠使真空腔室的真空度達到所希望之位準。

第2圖至第4圖係表示本發明的一實施形態之冷凍機50的主要部份之圖。分別表示包括冷凍機50的中心軸之剖面。第3圖以箭頭示意表示吸氣步驟中的工作氣體流動，第4圖以箭頭示意表示排氣步驟中的工作氣體流動。

冷凍機50具備沿著中心軸方向、亦即長邊方向相互鄰接之第1置換器68及第2置換器70。高溫側的第1置換器68和低溫側的第2置換器70藉由連結部72連結。冷凍機50具備有置換器連結結構，亦即使第2置換器70的高溫側的末端（附圖中爲上端）稍微進入第1置換器68的低溫端而連結。

詳細內容如後述，第1置換器68具備第1蓄冷器88。第1蓄冷器88包括冷卻路徑，該冷卻路徑用於對從高溫側流入之工作氣體進行冷卻並向低溫側送出。第1蓄冷器88具備適於高溫側的置換器之蓄冷材料86、及用於該蓄冷材料86之蓄冷材料容器87。第1蓄冷器88能夠區分爲主蓄冷器134和副蓄冷器136。形成有從第1置換器68通過主蓄冷器134及副蓄冷器136朝向第2蓄冷器114引導工作氣體之直通流路。藉由設置副蓄冷器136，第1蓄冷器88的用於向第2蓄冷器114送出工作氣體之冷卻路徑變得比用於向第1膨脹空間94送出工作氣體之冷卻路徑更長。

第 1 置換器 68 的中空結構兼作爲蓄冷材料容器 87。蓄冷材料容器 87 包括用於填充蓄冷材料 86 之主容納區間 138 和副容納區間 140。主容納區間 138 中容納主蓄冷器 134，副容納區間 140 中容納副蓄冷器 136。副容納區間 140 以氣體能夠在與主容納區間 138 之間流通之方式設置於主容納區間 138 的低溫側。副容納區間 140 的與長邊方向垂直之剖面積小於主容納區間 138。藉此，能夠在副容納區間 140 的外側形成與直通流路分隔而從主蓄冷器 134 朝向第 1 膨脹空間 94 引導工作氣體之獨立流路。

第 1 缸 11 和第 2 缸 12 形成爲一體，第 1 缸 11 的低溫端和第 2 缸 12 的高溫端藉由第 1 缸底部 74 連接。第 1 缸 11 及第 2 缸 12 分別沿長邊方向上串列排列。第 2 缸 12 爲與第 1 缸 11 呈同軸配置且直徑小於第 1 缸 11 之圓筒構件。第 1 缸 11 將第 1 置換器 68 予以能夠往返移動地容納，第 2 缸 12 將第 2 置換器 70 予以能夠往返移動地容納。

第 1 缸 11 的低溫端的外周部安裝有第 1 冷卻台 13，第 2 缸 12 的低溫端的外周部安裝有第 2 冷卻台 14。第 1 缸底部 74 爲將第 1 缸 11 和第 2 缸 12 以各自的末端連接之圓環狀構件。第 2 缸 12 的低溫端被第 2 缸底部 76 所封閉。第 1 缸 11 的高溫端的外周部形成有凸緣部 78。

與第 1 缸 11 的高溫端鄰接設置具備有閥驅動馬達 16、旋轉閥、蘇格蘭軛機構之驅動機構（未圖示）。第 1 置換器 68 連接於蘇格蘭軛機構。該蘇格蘭軛機構藉由閥

驅動馬達 16 驅動。馬達的旋轉藉由蘇格蘭軛機構轉換成直線往返運動，藉此第 1 置換器 68 沿著第 1 缸 11 的內側面往返移動。第 1 置換器 68 和第 2 置換器 70 連結，因此第 2 置換器 70 亦與第 1 置換器 68 聯動而沿著第 2 缸 12 的內側面往返移動。

第 1 置換器 68 爲與第 1 缸 11 的內部容積形狀對應地形成爲大致圓筒狀之構件。第 1 置換器 68 的最大徑部份的外徑實際上稍小於或等於第 1 缸 11 的內徑，藉此使第 1 置換器 68 能夠沿著第 1 缸 11 滑動，或者能夠保持微小間隙而非接觸地移動。

第 1 置換器 68 包括第 1 高溫端 80、第 1 圓筒部份 82 及第 1 低溫端 84 而構成。第 1 高溫端 80 及第 1 低溫端 84 分別封閉第 1 圓筒部份 82 的相互對置之端面。如後述，用於連接第 1 置換器 68 的內部和外部之開口分別形成於第 1 高溫端 80 及第 1 低溫端 84。

第 1 置換器 68 的第 1 高溫端 80 與第 1 圓筒部份 82 的連接部的徑向外側形成有用於裝配密封件之圓環溝槽，此處裝配有圓環狀第 1 密封件 90。第 1 密封件 90 能夠滑動地密合於第 1 缸 11，用以截斷在第 1 置換器 68 外側之第 1 缸 11 的高溫端與第 1 膨脹空間 94 之間的工作氣體流通。爲了提高與缸外部的隔熱性，在第 1 置換器 68 的第 1 圓筒部份 82 的外周部份形成有極淺的凹部 92。

第 1 圓筒部份 82 的內部填充有第 1 段蓄冷材料 86。蓄冷材料 86 例如爲金屬（例如銅或銅與其他金屬例如鋅

的合金）的網狀積層體。或者，蓄冷材料 86 可以爲這種金屬製的具有複數個開口之板狀積層體。被第 1 高溫端 80、第 1 圓筒部份 82 及第 1 低溫端 84 所圍住之第 1 置換器 68 的內部容積，可以說是保持蓄冷材料 86 之第 1 蓄冷器 88。

第 1 置換器 68 在其內部劃分成主容納區間 138 和副容納區間 140。主容納區間 138 被第 1 高溫端 80、第 1 圓筒部份 82 及第 1 低溫端 84 所圍住，佔第 1 置換器 68 的容積的一大半。副容納區間 140 爲與主容納區間 138 的低溫側連續之空間，其形成於第 1 低溫端 84。副容納區間 140 可以是將主容納區間 138 連接於第 1 置換器 68 外側之單一開口部份，亦可以是複數個開口。

主容納區間 138 是大徑圓筒空間，副容納區間 140 是直徑小於主容納區間之圓筒空間。主容納區間 138 和副容納區間 140 同軸排列，副容納區間 140 與主容納區間 138 的低溫側的中心部相連結。副容納區間 140 是用於在第 1 置換器 68 中收容第 2 置換器 70 之凹部 132 的至少一部份，例如是凹部 132 當中連接器構件 128 與主容納區間 138 之間的區域。

同種蓄冷材料 86 填充於主容納區間 138 和副容納區間 140 雙方。填充於主容納區間 138 之蓄冷材料 86 構成主蓄冷器 134，填充於副容納區間 140 之蓄冷材料 86 構成副蓄冷器 136。副蓄冷器 136 是從主蓄冷器 134 朝向第 2 置換器 70 於凹部 132 延伸之蓄冷材料延長部份。亦即，

第 1 置換器 68 在第 1 低溫端 84 具備蓄冷材料延長部份。

副蓄冷器 136 的蓄冷材料可藉由例如從凹部 132 的內壁突出之固定部（未圖示）保持於副容納區間 140。或者，副蓄冷器 136 的蓄冷材料亦可以藉由連結部 72 的連接器構件 128 的上端保持於副容納區間 140。

主容納區間 138 和副容納區間 140 中可填充有不同種類的蓄冷材料。或者，主容納區間 138 和副容納區間 140 的至少一方可進一步劃分爲複數個用於不同種類的蓄冷材料之小區間。此時，可在主容納區間 138 與副容納區間 140 的邊界或相鄰小區間的邊界設置用於隔離不同種類的蓄冷材料之隔離構件或空隙。

在第 1 缸 11 的內部與第 1 低溫端 84 鄰接地形成有第 1 膨脹空間 94。第 1 膨脹空間 94 的容積藉由第 1 置換器 68 的往返移動而變化。第 1 膨脹空間 94 是被第 1 置換器 68、第 1 缸 11 及第 2 置換器 70 所圍住之區域。具體而言，第 1 膨脹空間 94 藉由第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84、第 1 缸 11 的內面及從第 1 置換器 68 的凹部 132 延伸之第 2 置換器 70 的第 2 圓筒部份 108 界定。第 1 膨脹空間 94 和第 1 低溫端 84 的末端部圍繞第 2 置換器 70 的高溫端 106。

第 1 置換器 68 的第 1 高溫端 80 形成有用於使工作氣體在第 1 置換器 68 的外側（亦即第 1 缸 11 的高溫側）與第 1 蓄冷器 88 之間流通之第 1 開口 96。第 1 開口 96 沿著圍繞中心軸之周向設置於多處。

第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84 形成有用於使工作氣體在第 1 蓄冷器 88 與第 1 膨脹空間 94 之間流通之第 2 開口 98。第 2 開口 98 沿著圍繞中心軸之周向在第 1 低溫端 84 的外周部設置於多處。第 2 開口 98 的入口部份 100 形成於第 1 蓄冷器 88 的低溫端，出口部份 102 形成於第 1 低溫端 84 的側面。從入口部份 100 向出口部份 102 之彎曲流路形成於第 1 低溫端 84。

在此，僅爲了方便而如此稱呼入口部份 100 及出口部份 102，第 2 開口 98 不僅容許從入口部份 100 朝向出口部份 102 之工作氣體流動，而且還容許從出口部份 102 朝向入口部份 100 之工作氣體流動。此外，第 2 開口 98 可以不是彎曲流路，可以是在第 1 蓄冷器 88 的低溫端例如沿著中心軸方向或其正交方向形成之直線貫通孔。

第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84 的直徑稍小於第 1 圓筒部份 82 的低溫側末端。藉此，在第 1 低溫端 84 的側面與第 1 缸 11 的內面之間形成連接第 2 開口 98 和第 1 膨脹空間 94 之圓環狀第 1 通路 104。第 1 通路 104 亦可視爲第 1 膨脹空間 94 的一部份。第 2 開口 98 的出口部份 102 藉由第 1 通路 104 連接於第 1 膨脹空間 94。

第 1 通路 104 沿著第 1 冷卻台 13 向長邊方向延伸。如圖所示，第 1 冷卻台 13 的長邊方向的長度包括第 2 開口 98 的出口部份 102 的長邊方向的活動範圍。藉此，不管第 1 置換器 68 是處於任何長邊方向位置，第 1 冷卻台 13 都會與第 2 開口 98 的出口部份 102 對置。如此，流過

第 1 通路 104 之工作氣體和第 1 冷卻台 13 能夠通過第 1 缸 11 有效地進行熱交換。

如此，形成用於使工作氣體從第 1 置換器 68 通過第 2 開口 98 流向第 1 膨脹空間 94 之第 1 流路。該第 1 流路從壓縮機 52 及冷媒管 18（參閱第 1 圖）通過第 1 開口 96、主蓄冷器 134、第 2 開口 98、第 1 通路 104 向第 1 膨脹空間 94 輸送工作氣體（參閱第 3 圖）。並且，使工作氣體向反方向從第 1 膨脹空間 94 返回到壓縮機 52 中（參閱第 4 圖）。

上述第 1 流路包括：與從第 1 置換器 68 向第 2 置換器 70 之直通流路相獨立之流路。獨立流路使第 1 置換器 68 的主蓄冷器 134 與第 1 膨脹空間 94 相連結。第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84 包括相對於第 2 置換器 70 之非對置部份。該非對置部份是露出在第 1 膨脹空間 94 之第 1 低溫端 84 的外周部 130。獨立流路形成於該非對置部份。如此，獨立流路從形成於第 1 低溫端 84 的與第 2 置換器 70 對置之部份之直通流路分離。

第 2 置換器 70 是與第 2 缸 12 的內部容積形狀對應地形成爲大致圓筒狀之構件。第 2 置換器 70 的最大徑部份的外徑實際上稍小於或等於第 2 缸 12 的內徑，藉此使第 2 置換器 70 能夠沿著第 2 缸 12 滑動，或者能夠保持微小間隙而非接觸地移動。

第 2 置換器 70 包括第 2 高溫端 106、第 2 圓筒部份 108 及第 2 低溫端 110 而構成。第 2 高溫端 106 及第 2 低

溫端 110 分別封閉第 2 圓筒部份 108 的相互對置之端面。如後述，用於連接第 2 置換器 70 的內部和外部之開口分別形成於第 2 高溫端 106 及第 2 低溫端 110。

第 2 圓筒部份 108 的內部填充有第 2 段蓄冷材料 112。被第 2 高溫端 106、第 2 圓筒部份 108 及第 2 低溫端 110 所圍住之第 2 置換器 70 的內部容積，可以說是保持蓄冷材料 112 之第 2 蓄冷器 114。第 2 蓄冷器 114 的高溫側設置有用於固定蓄冷材料 112 之毛氈或金屬網 124。同樣地，低溫側亦可容納有用於固定蓄冷材料 112 之毛氈或金屬網。

第 2 置換器 70 的第 2 圓筒部份 108 的徑向外側形成有用於裝配密封件之圓環溝槽，此處裝配有圓環狀第 2 密封件 116。第 2 密封件 116 遍及第 2 置換器 70 的活動範圍可滑動地密合於第 2 缸 12，用以截斷在第 2 置換器 70 外側之第 1 膨脹空間 94 與第 2 膨脹空間 120 之間的工作氣體流通。爲了提高與缸外部的隔熱性，在第 2 置換器 70 的第 2 圓筒部份 108 的外周部份形成有極淺的凹部 118。在第 2 缸 12 的內部與第 2 低溫端 110 鄰接地形成有第 2 膨脹空間 120。第 2 膨脹空間 120 的容積藉由第 2 置換器 70 的往返運動而變化。

第 2 置換器 70 的第 2 高溫端 106 形成有用於使工作氣體在第 2 置換器 70 的外側（亦即第 1 置換器 68 的低溫側）與第 2 蓄冷器 114 之間流通之第 3 開口 122。第 3 開口 122 沿著圍繞中心軸之周向設置於多處或設置於整周。

第 2 置換器 70 的第 2 低溫端 110 形成有用於使工作氣體在第 2 蓄冷器 114 與第 2 膨脹空間 120 之間流通之第 4 開口 126。第 4 開口 126 形成於第 2 低溫端 110 側面的多處。與第 1 通路 104 相同，將第 4 開口 126 連接於第 2 膨脹空間 120 之流路也是沿著第 2 冷卻台 14 設置，藉此使從第 2 膨脹空間 120 流向第 2 蓄冷器 114 之工作氣體和第 2 冷卻台 14 能夠有效地進行熱交換。

如上所述，第 1 置換器 68 和第 2 置換器 70 藉由連結部 72 沿著長邊方向相互連結。連結部 72 包括連接器構件 128。第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84 和第 2 置換器 70 的第 2 高溫端 106 透過圓柱狀或角柱狀連接器構件 128 連結。

連接器構件 128 的兩端插通有 2 個相互正交之方向的結合銷，其中一端的銷連結第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84 和連接器構件 128，另一端的銷連結第 2 置換器 70 的第 2 高溫端 106 和連接器構件 128。2 個銷的插通方向均爲與冷凍機 50 的長邊方向正交之方向。在一實施例中，連結部 72 可包括所謂萬向接頭。

如此，第 1 置換器 68 和連接器構件 128 彼此藉由結合銷可擺動地連接，第 2 置換器 70 和連接器構件 128 在與其正交之方向上藉由結合銷可擺動地連接。藉此，在冷凍機 50 的組裝步驟，要將第 1 置換器 68 及第 2 置換器 70 插入到第 1 缸 11 及第 2 缸 12 時，第 2 置換器 70 能夠相對於第 1 置換器 68 稍微相對移動或偏心。因此，可緩合

缸製造上的公差，有助於冷凍機 50 的低成本化。

第 1 置換器 68 的第 1 低溫端 84 具有外周部 130。外周部 130 是以從第 1 圓筒部份 82 朝向第 1 缸底部 74 突出之環狀凸部的形式來形成。外周部 130 的側面也是第 1 低溫端 84 的側面。藉此，外周部 130 的側面與第 1 缸 11 的內面對置，在外周部 130 的側面與第 1 缸 11 的內面之間形成上述第 1 通路 104。被外周部 130 所圍住之中心部份成爲凹部 132。凹部 132 向第 1 蓄冷器 88 開口。外周部 130 包圍形成副容納區間 140 之至少 1 個開口。

連接器構件 128 配置於該凹部 132，其上側的至少一部份容納於凹部 132。連接器構件 128 的上端與副蓄冷器 136 之間有空隙而互不接觸。連接器構件 128 之與第 2 置換器 70 的連接部，容納於第 2 置換器 70 的第 3 開口 122。在連接器構件 128 的下端與第 2 蓄冷器 114 或金屬網 124 之間存在空隙而互不接觸。

第 1 低溫端 84 的凹部 132 是爲了收容第 2 置換器 70 而形成。第 2 置換器 70 的高溫側，具體而言第 2 高溫端 106 留有間隙地插入於凹部 132。亦即，帶著若干遊隙而被插入。藉此，在凹部 132 的側面與第 2 置換器 70 的第 2 高溫端 106 的側面之間形成間隙 G。凹部 132 的直徑與第 2 圓筒部份 108 的直徑之差成爲間隙 G。間隙 G 至多爲 0.5mm 以內。如圖所示，第 2 置換器 70 的高溫端 106 僅以長度 A 進入第 1 低溫端 84 的端面。該進入量例如至多爲 15mm 或者至多爲 10mm。

如此，形成用於使工作氣體從第 1 置換器 68 通過凹部 132 流向第 2 置換器 70 之直通流路。直通流路包括使第 1 置換器 68 的主蓄冷器 134 和第 2 置換器 70 的蓄冷器 114 相連結之中間部份。該直通流路的中間部份形成於第 1 置換器 68 的低溫端 84 的面向第 2 置換器 70 之對置部份，包括設置有副蓄冷器 136 之至少 1 個開口。

直通流路用來使工作氣體從壓縮機 52 及冷媒管 18（參閱第 1 圖）通過第 1 開口 96、主蓄冷器 134、副蓄冷器 136、凹部 132、第 3 開口 122、第 2 蓄冷器 114、第 4 開口 126 輸送到第 2 膨脹空間 120（參閱第 3 圖）。並且，用來使工作氣體向反方向從第 2 膨脹空間 120 返回到壓縮機 52（參閱第 4 圖）。

將間隙 G 的尺寸調整爲，工作氣體在第 1 置換器 68 與第 2 置換器 70 之間的流通中，使通過該直通流路之流動成爲主流。如此一來，能夠抑制第 1 蓄冷器 88 與第 2 蓄冷器 114 之間的工作氣體流動通過間隙 G 洩漏。且能夠增多不經第 1 膨脹空間 94 而從第 1 蓄冷器 88 直接流入第 2 蓄冷器 114 之工作氣體。

間隙 G 從凹部 132 通往第 1 膨脹空間 94。但是，間隙 G 的尺寸被調整爲工作氣體在第 1 膨脹空間 94 與第 1 置換器 68 之間的流通中通過第 2 開口 98 之流動成爲主流。亦即，從第 1 置換器 68 通過第 2 開口 98 流入第 1 膨脹空間 94 之工作氣體，再度通過第 2 開口 98 返回到第 1 置換器 68 中。如此可充份抑制經第 1 膨脹空間 94 並通過

間隙 G 流入凹部 132 之流動。

第 2 置換器 70 向第 1 置換器 68 之進入部份的間隙 G，較佳爲被密封成工作氣體實際上不能流通。間隙 G 的至少一部份可藉由在冷凍機 50 的組裝作業中第 1 置換器 68 與第 2 置換器 70 的擺動而被完全封閉。或者，亦可以在第 1 置換器 68 或第 2 置換器 70 的間隙 G 的位置裝配密封構件來截斷間隙 G 的氣體流通。亦可以將第 1 置換器 68 和第 2 置換器 70 藉由波紋管連接來截斷間隙 G 的氣體流通。亦可以藉由將第 1 置換器 68 與第 2 置換器 70 形成爲一體來完全封閉整個間隙 G 或其一部份。

如此，使工作氣體向第 1 膨脹空間 94 之流動和工作氣體向第 2 膨脹空間 120 之流動分離。藉此，抑制流入第 1 膨脹空間 94 且與第 1 冷卻台 13 進行了熱交換之工作氣體流入第 2 置換器 70。使從第 1 置換器 68 供給且直接朝向第 2 膨脹空間 120 之工作氣體不經第 1 膨脹空間 94。如此，能夠減小冷凍機 50 的第 1 段冷卻溫度對第 2 段冷凍能力帶來之影響。

如此將流動分離之結構，在不同冷卻台所要求之溫度差較大時爲尤佳。當工作氣體經由被冷卻成較高溫之冷卻台及其熱交換部（亦即膨脹空間）流向下一段的更低溫的冷卻台及其熱交換部時，前段高溫對後段帶來之影響變大。藉由將流動分離能抑制對後段冷凍能力之影響。

藉此，例如在二段式冷凍機 50 中，當第 1 段冷卻溫度爲 80K 以上，較佳爲 100K 以上，且第 2 段冷卻溫度爲

30K 以下，較佳爲 20K 以下時，採用上述流動分離結構爲較佳。並且，當相鄰冷卻段的溫度差至少爲 50K 以上，較佳爲 80K 以上時，採用流動分離結構爲較佳。

另外，將各流路構成爲，使經由第 2 膨脹空間 120 之直通流路從第 1 置換器 68 流出之工作氣體的流動方向、與朝向第 1 膨脹空間 94 從第 1 置換器 68 流出之工作氣體的流動方向一致。至少將從主蓄冷器 134 向獨立流路之進入部份的方向設定爲，使從主蓄冷器 134 向獨立流路之流出方向與從主蓄冷器 134 向直通流路之流動方向一致。

因此，凹部 132 形成爲使從第 1 蓄冷器 88 朝向第 2 蓄冷器 114 之流動向長邊方向流動，第 2 開口 98 的入口部份 100 亦形成爲使來自第 1 蓄冷器 88 之流動向長邊方向流動。凹部 132 及第 2 開口 98 的入口部份 100，是與缸的中心軸方向平行地形成之開口部。此外，如上所述，流入第 2 開口 98 之工作氣體，從在第 2 開口 98 的內部向徑向外側彎曲之出口部份 102 流出。亦即，流動方向在第 1 蓄冷器 88 的外部發生改變。

如此，藉由以使從第 1 蓄冷器 88 的主蓄冷器 134 的低溫端向外側之流動方向一致之方式形成開口，能夠提高工作氣體在主蓄冷器 134 的低溫端之流動均一性。藉此改善工作氣體流動均一性，而使第 1 蓄冷器 88 的低溫端的溫度分佈均一性也變得良好。這有助於在第 1 蓄冷器 88 的低溫端整體上保持低溫。

本實施例之第 1 置換器 68 的蓄冷器結構，局部加長

用於冷卻從高溫側流入之工作氣體之冷卻路徑或熱交換路徑。相對於此，典型的蓄冷器爲簡單圓筒形，從工作氣體的流入口到流出口之路徑長度是均一的。

本實施例之蓄冷器結構，在長邊方向上追加副蓄冷器136，藉此使與第2置換器70對置之局部區域的冷卻路徑，比包括與第1膨脹空間94對置之區域在內之其他區域的冷卻路徑更長。由於能夠向第2置換器70供給更低溫的工作氣體，因此能夠提高冷凍機50的第2段冷凍能力。由於向第1膨脹空間94供給之氣體爲相對高溫，因此能夠加大冷凍機50的第1段與第2段溫度差。

在第1置換器68的內部形成副蓄冷器136，因此能夠維持現有的缸形狀及尺寸。如此，亦可保持置換器的活動範圍（所謂行程），因此亦無需改變冷凍機50的驅動機構的設計。此外，可保持現有的缸形狀及尺寸，亦即冷凍機50的外形，因此對應用冷凍機50之裝置結構的設計之影響較少或不存在。例如，在低溫泵10中，能夠以保持放射屏蔽40與低溫低溫板60的位置關係之狀態提高低溫低溫板60的排氣能力。

對冷凍機50的動作進行說明。以第3圖所示之吸氣步驟及第4圖所示之排氣步驟爲1循環，冷凍機50反覆進行該循環。在吸氣步驟的某一時點，第1置換器68及第2置換器70分別位於第1缸11及第2缸12內的下死點。與此同時或稍微錯開時點，壓縮機52的吐出側與缸內部容積藉由旋轉閥連接，藉此使高壓工作氣體例如氦氣

從壓縮機 52 流入第 1 置換器 68。

高壓氦氣從第 1 開口 96 流入第 1 蓄冷器 88，且被蓄冷材料 86 冷卻。被冷卻之氦氣的一部份通過第 2 開口 98、第 1 通路 104 流入第 1 膨脹空間 94。流入第 1 膨脹空間 94 之工作氣體從主蓄冷器 134 供給，並不經副蓄冷器 136。

被冷卻之氦氣的剩餘部份，通過第 1 置換器 68 的凹部 132 及第 2 置換器 70 的第 3 開口 122 流入第 2 蓄冷器 114。流入第 2 蓄冷器 114 之氦氣被主蓄冷器 134 和副蓄冷器 136 雙方冷卻。氦氣被第 2 蓄冷器 114 的蓄冷材料 112 進一步冷卻，通過第 4 開口 126 流入第 2 膨脹空間 120。

如此，第 1 膨脹空間 94 及第 2 膨脹空間 120 分別成爲高壓狀態。第 1 置換器 68 及第 2 置換器 70 向上死點移動，藉此使第 1 膨脹空間 94 及第 2 膨脹空間 120 擴張。擴張後之第 1 膨脹空間 94 及第 2 膨脹空間 120 由高壓氦氣所充滿。

在排氣步驟的某一時點，第 1 置換器 68 及第 2 置換器 70 分別位於第 1 缸 11 及第 2 缸 12 內的上死點。與此同時或稍微錯開時點，壓縮機 52 的吸入側與缸內部容積藉由旋轉閥的旋轉連接。第 1 膨脹空間 94 及第 2 膨脹空間 120 的氦氣被減壓而膨脹。氦氣經由膨脹成爲低壓，產生寒冷。第 1 膨脹空間 94 的氦氣從第 1 冷卻台 13 吸收熱來進行冷卻，第 2 膨脹空間 120 的氦氣從第 2 冷卻台 14

吸收熱來進行冷卻。

第1置換器68及第2置換器70朝向下死點移動，使第1膨脹空間94及第2膨脹空間120縮小。低壓氦氣從第1膨脹空間94通過第1通路104、第2開口98、第1蓄冷器88及第1開口96回收至壓縮機52。此外，低壓氦氣從第2膨脹空間120通過第4開口126、第2蓄冷器114、第3開口122、凹部132、第1蓄冷器88及第1開口96回收至壓縮機52中。此時，第1蓄冷器88的蓄冷材料86及第2蓄冷器114的蓄冷材料112亦被冷卻。

第5圖係表示典型的其他冷凍機150的吸氣步驟之圖，第6圖係表示該冷凍機150的排氣步驟之圖。關於第1置換器168的蓄冷器結構，該冷凍機150的結構不同於上述第2圖所示之冷凍機50。對於第1置換器168與第2置換器170的連結部172，其結構亦有不同於上述的第2圖所示之冷凍機50的部份。對於第1缸11、第2缸12、第1冷卻台13及第2冷卻台14，在第2圖所示之冷凍機50和第5圖、第6圖所示之冷凍機150設定爲同一尺寸及形狀。

如第5圖及第6圖所示，在冷凍機150中，第1置換器168與第2置換器170之間的空間，亦即連結用凹陷160作爲連接第1膨脹空間194和第2蓄冷器114之流路。爲了保證向第2置換器170之充份的流動，進入部份中的第2置換器170與第1置換器168的間隔至少大於2mm～3mm。

藉此，吸氣步驟中的工作氣體流動經過第 1 開口 96、第 1 蓄冷器 88、第 2 開口 198、第 1 膨脹空間 194、連結用凹陷 160、第 2 蓄冷器 114 供給至第 2 膨脹空間 120（參閱第 5 圖）。排氣步驟中的工作氣體流動成爲與此相反之方向，從第 2 膨脹空間 120 向第 1 開口 96 返回（參閱第 6 圖）。如此，第 1 蓄冷器 88 與第 2 蓄冷器 114 之間的工作氣體流動經第 1 膨脹空間 194。因此，冷凍機 150 的第 2 段冷凍性能易受第 1 段冷卻溫度的影響。

此外，在冷凍機 150 中，用於使第 1 置換器 168 的第 1 蓄冷器 88 與第 1 膨脹空間 194 連通之第 2 開口 198 形成於第 1 置換器 168 的低溫側側面。第 2 開口 198 從冷凍機 150 的中心軸以放射狀形成於第 1 置換器 168 側面的多處。該第 2 開口 198 亦能夠在第 2 圖所示之冷凍機 50 中採用。

如從與第 5 圖及第 6 圖所示之冷凍機 150 的對比可知，第 2 圖～第 4 圖所示之冷凍機 50 的連結部 72 可以說具有密封結構，，用以密封從與第 1 置換器 68 鄰接之第 1 膨脹空間 94 通往第 2 置換器 70 之間隙 G 的氣體流動。

作爲表示該密封結構的密封性之指標之一，可以考慮第 2 置換器 70 的進入長度 A 與間隙 G 之比 X。亦即，X=A/G。當第 2 置換器 70 的進入長度 A 較大且間隙 G 較小時，比 X 值變大。此時，工作氣體變得很難流動。相反，當第 2 置換器 70 的進入長度 A 較小且間隙 G 較大時，比 X 值變小。此時，工作氣體變得容易流動。

在一實施例中，當進入長度 A 爲 10mm、間隙 G 爲 0.5mm 時比 X 成爲 20，因此比 X 至少 20 以上爲較佳。當進入長度 A 爲 15mm、間隙 G 爲 0.5mm 時比 X 成爲 30，因此比 X 至少 30 以上爲更佳。與此相對，如第 5 圖及第 6 圖所示之冷凍機 150，當進入長度 A 爲 10mm 且間隙 G 爲 2mm～3mm 時，比 X 成爲約 3.3～5。如此，與典型的冷凍機的連結部份相比，能夠藉由將比 X 值設爲 10 倍以上的大小來實現充份的密封性。

在較佳的一實施例中，進入長度 A 爲 15mm 以下，間隙 G 爲 0.5mm 以下，且比 X 爲 30 以上。亦即，爲了使比 X 成爲 30 以上，進入長度 A 選自 15mm 以下的範圍，間隙 G 選自 0.5mm 以下的範圍。藉由這種結構，能夠在用於副蓄冷器 136 之副容納區間 140 確保充份的寬度，同時對間隙 G 賦予充份的密封性。

如所說明，依本發明的一實施形態，在 2 個冷卻台位置及缸尺寸大致固定之冷凍機的結構中，形成從第 1 置換器 68 向第 2 置換器 70 之直通流路且附加副蓄冷器 136。從長邊方向觀察時，在第 1 蓄冷器 88 的中心部份形成有蓄冷材料 86 的較長部位，在第 1 蓄冷器 88 的外周部份形成有蓄冷材料 86 的較短部位。與第 1 膨脹空間 94 停留的工作氣體相比，能夠降低向第 2 置換器 70 供給之氣體溫度。

藉此，能夠加大冷凍機 50 的第 1 段與第 2 段溫度差。並且，使向第 2 段之工作氣體溫度下降，因此亦能夠

提高第 2 段冷凍能力。低溫泵 10 具備位置關係固定之放射屏蔽 40 和其內部的低溫低溫板 60，因此成爲這種冷凍機 50 的較佳應用對象。尤其在要求較大地設定放射屏蔽 40 與其內部的低溫低溫板 60 的溫度差時更適合。

以上，依實施例對本發明進行了說明，但本發明並不限於上述實施形態，所屬領域技術具有通常知識者可理解能夠進行各種設計變更、能夠實現多種多樣的變形例、及這種變形例亦屬本發明範圍內。

副蓄冷器 136 未必一定要設置於主蓄冷器 134 的低溫側。本發明的一實施形態之蓄冷器結構可以在高溫端或其他部份具有在熱交換方面沒有效果或熱交換作用小於蓄冷材料之局部部份。如此，蓄冷器結構可包括冷卻路徑相對較長之區域和較短之區域。例如，蓄冷器結構可具有蓄冷材料欠缺之區域，來代替設置副蓄冷器 136，或者設置副蓄冷器 136 的同時具有蓄冷材料欠缺之區域。用於向鄰接之膨脹空間送出工作氣體之冷卻路徑可包括蓄冷材料欠缺區域。即使如此亦能夠對朝向膨脹空間之工作氣體與朝向低溫置換器之工作氣體賦予溫度差。

本發明並不限於對二段式冷凍機之應用，還可應用於比此更多段之冷凍機。此時，可以由第 1 段和與此鄰接之第 2 段中高溫側之第 1 段蓄冷器結構具備上述副蓄冷器 136，亦可以由第 2 段和與此鄰接之第 3 段中高溫側之第 2 段蓄冷器結構具備上述副蓄冷器 136。並且，本發明的一實施形態之冷凍機不僅能夠應用於低溫泵，還能夠應用於

任意對象。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係示意表示本發明的一實施形態之低溫泵之圖。

第 2 圖係表示本發明的一實施形態之冷凍機的主要部份之圖。

第 3 圖係表示本發明的一實施形態之冷凍機的吸氣步驟的工作氣體流動之圖。

第 4 圖係表示本發明的一實施形態之冷凍機的排氣步驟的工作氣體流動之圖。

第 5 圖係表示其他一例的冷凍機的吸氣步驟的工作氣體流動之圖。

第 6 圖係表示其他一例的冷凍機的排氣步驟的工作氣體流動之圖。

【主要元件符號說明】

10：低溫泵

11：第 1 缸

12：第 2 缸

13：第 1 冷卻台

14：第 2 冷卻台

20：控制部

30：低溫泵容器

40：放射屏蔽

50：冷凍機

60：低溫低溫板

68：第 1 置換器

70：第 2 置換器

72：連結部

88：第 1 蓄冷器

114：第 2 蓄冷器

132：凹部

134：主蓄冷器

136：副蓄冷器

138：主容納區間

140：副容納區間

G：間隙

七、申請專利範圍：

1. 一種低溫泵，其特徵為，具備：

低溫低溫板；

高溫低溫板，冷卻成比低溫低溫板更高溫；及

冷凍機，具備有第 2 冷卻台、第 1 冷卻台、第 1 缸及第 2 缸，該第 2 冷卻台用於冷卻低溫低溫板，該第 1 冷卻台用於冷卻高溫低溫板，該第 1 缸在低溫端設有第 1 冷卻台且朝長邊方向延伸，該第 2 缸在低溫端設有第 2 冷卻台且朝前述長邊方向延伸，使第 1 缸的低溫端和第 2 缸的高溫端連接而將第 2 冷卻台和第 1 冷卻台沿前述長邊方向排列，

該冷凍機，具備有：第 1 置換器及第 2 置換器，該第 1 置換器將第 1 缸收納成可沿前述長邊方向往返移動，該第 2 置換器將第 2 缸收納成可沿前述長邊方向往返移動，且在前述長邊方向上以與該第 1 置換器的低溫側鄰接的方式連結於第 1 置換器，

第 1 置換器，具備有主蓄冷器、直通流路以及副蓄冷器，

該主蓄冷器，是從第 1 置換器的高溫端往低溫端填充蓄冷材料而構成；

該直通流路，設置於第 1 置換器的低溫端，用於從前述主蓄冷器的低溫端沿著前述長邊方向朝向第 2 置換器的蓄冷器引導工作氣體；

該副蓄冷器，設置於該直通流路，在前述長邊方向上

配置在比前述主蓄冷器更低溫側。

2. 如申請專利範圍第 1 項之低溫泵，其中，

前述直通流路包括至少 1 個開口，該開口形成於第 1 置換器的低溫端的面向第 2 置換器之對置部份，前述副蓄冷器設置於該至少 1 個開口。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之低溫泵，其中，

在第 1 缸的內部，形成有與第 1 置換器的低溫端鄰接之第 1 膨脹空間；

第 1 置換器的低溫端包括對於第 2 置換器之非對置部份，該非對置部份具有獨立流路，該獨立流路用於從前述主蓄冷器的低溫端朝向前述第 1 膨脹空間引導工作氣體。

4. 如申請專利範圍第 3 項之低溫泵，其中，

至少將從前述主蓄冷器向前述獨立流路的進入部份的方向設定爲，使從前述主蓄冷器向前述獨立流路之流出方向與從前述主蓄冷器向前述直通流路之流動方向一致。

5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之低溫泵，其中，

前述直通流路包括凹部，該凹部爲了收容前述第 2 置換器的高溫端而形成於第 1 置換器的低溫端，該高溫端與該凹部的間隙調整爲，使在第 1 置換器與第 2 置換器之間通過該直通流路之流動成爲主流。

6. 一種極低溫冷凍機，其特徵爲，

具備有在長邊方向上鄰接之低溫側置換器和高溫側置換器，

高溫側置換器包括用於蓄冷材料之主容納區間和副容

納區間，該主容納區間是用於將蓄冷材料收納成遍及高溫側置換器之高溫端至低溫端，該副容納區間，是在前述長邊方向上連續於該主容納區間的低溫側而用於收納蓄冷材料；

副容納區間，其與前述長邊方向垂直之剖面積小於主容納區間，且以氣體能夠流通之方式設置於主容納區間與低溫側置換器之間。

7. 一種極低溫冷凍機，其特徵爲，

具備有高溫側置換器和低溫側置換器，

該高溫側置換器，係設有用於冷卻來自高溫側之工作氣體並向低溫側送出之第 1 蓄冷器，且能沿長邊方向往返移動；

該低溫側置換器，係設有用於將經由第 1 蓄冷器冷卻後之工作氣體進一步冷卻之第 2 蓄冷器，且能和高溫側置換器一起沿前述長邊方向往返移動；

第 1 蓄冷器具備有：從其高溫端往低溫端延伸之蓄冷材料容器、填充於該蓄冷材料容器內之蓄冷材料、使工作氣體在第 1 蓄冷器的高溫端朝向前述蓄冷材料流入之工作氣體入口、使工作氣體從前述蓄冷材料朝向與第 1 蓄冷器的低溫端鄰接的膨脹空間流出之工作氣體出口、以及使工作氣體從第 1 蓄冷器的低溫端朝向第 2 蓄冷器流動之工作氣體通路；

第 1 蓄冷器，是在前述工作氣體通路具備有蓄冷材料延長部分，而在前述長邊方向上，使從前述工作氣體入口

通往前述工作氣體通路之蓄冷材料長度，比從前述工作氣體入口通往前述工作氣體出口之蓄冷材料長度更長。

8. 一種低溫泵，其特徵爲，

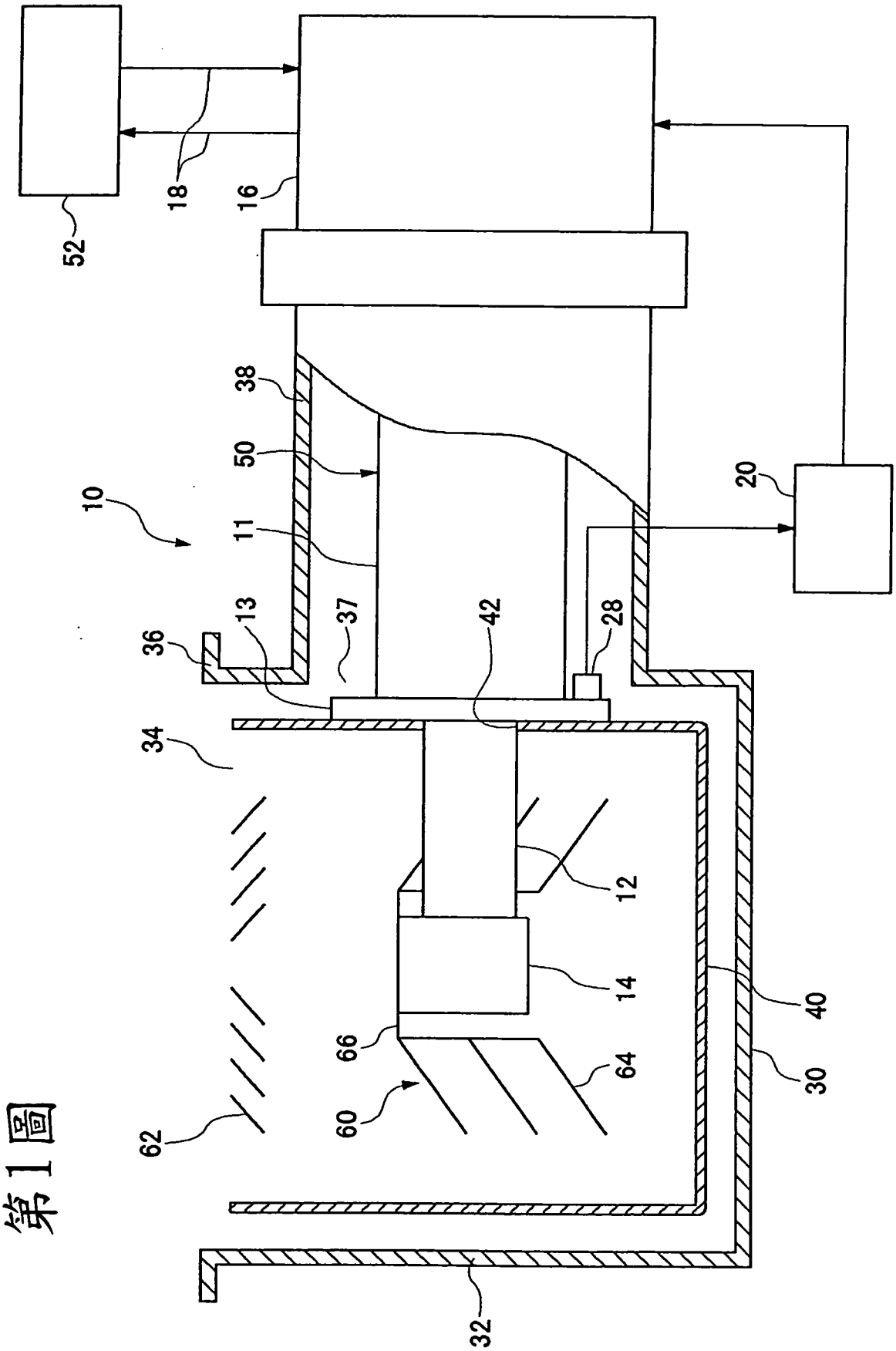
具備有低溫低溫板、被冷卻成比低溫低溫板更高溫之高溫低溫板、以及申請專利範圍第 6 或 7 項之冷凍機；

前述冷凍機，具備有第 2 冷卻台、第 1 冷卻台、第 1 缸及第 2 缸，該第 2 冷卻台用於冷卻低溫低溫板，該第 1 冷卻台用於冷卻高溫低溫板，該第 1 缸在低溫端設有第 1 冷卻台且朝長邊方向延伸，該第 2 缸在低溫端設有第 2 冷卻台且朝前述長邊方向延伸，使第 1 缸的低溫端和第 2 缸的高溫端連接而將第 2 冷卻台和第 1 冷卻台沿前述長邊方向排列，

該低溫泵具備有高溫側置換器和低溫側置換器，

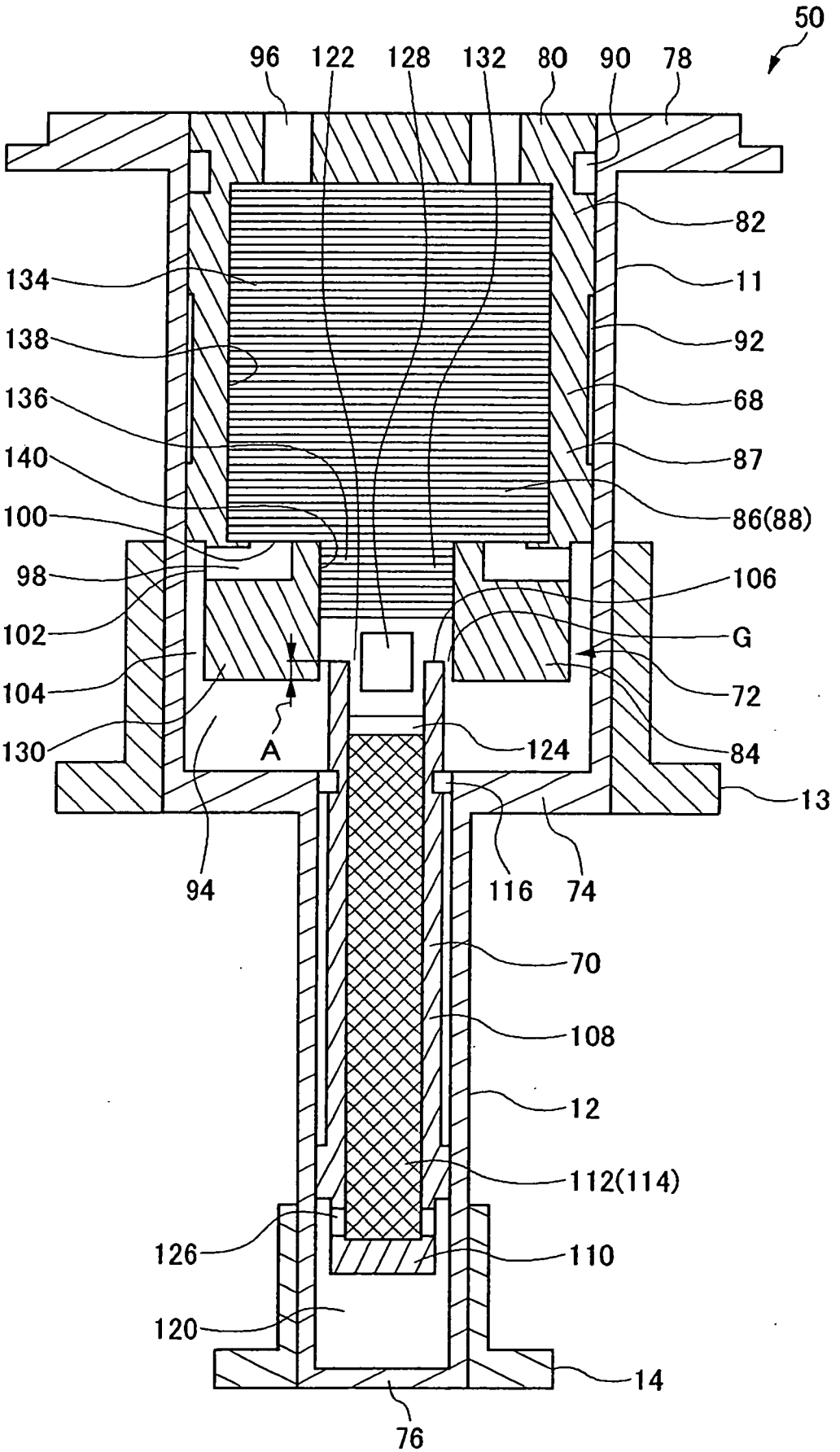
該高溫側置換器，是能沿前述長邊方向往返移動地收納於第 1 缸；

該低溫側置換器，是能沿前述長邊方向往返移動地收納於第 2 缸，在前述長邊方向上，以與高溫側置換器的低溫側鄰接的方式連結於高溫側置換器。

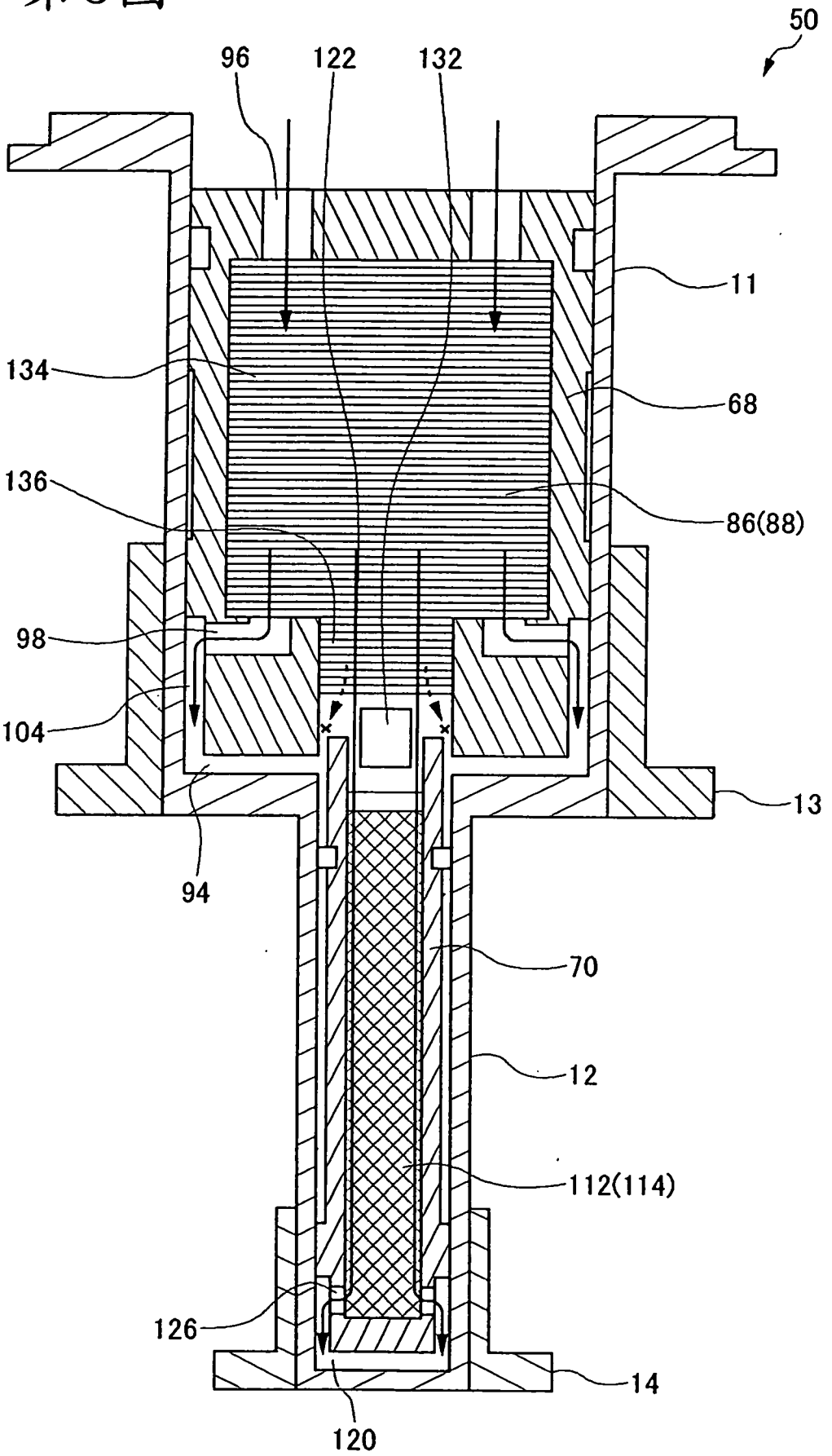


第1圖

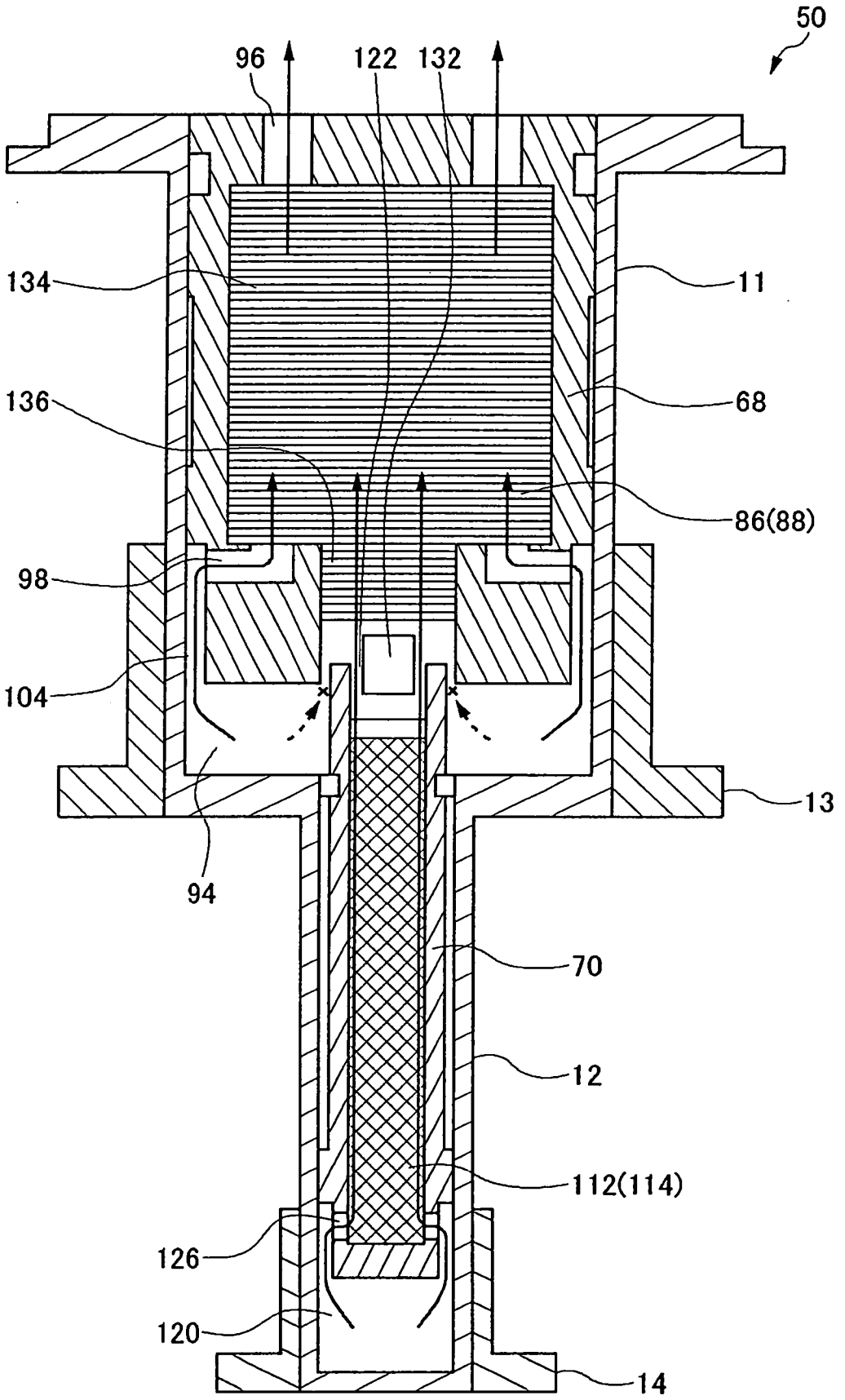
第2圖


50
96
122
128
132
80
90
78
82
134
11
138
92
136
68
140
87
100
86(88)
98
106
102
G
104
72
130
A
124
84
13
94
116
74
70
108
12
112(114)
126
110
120
14
76

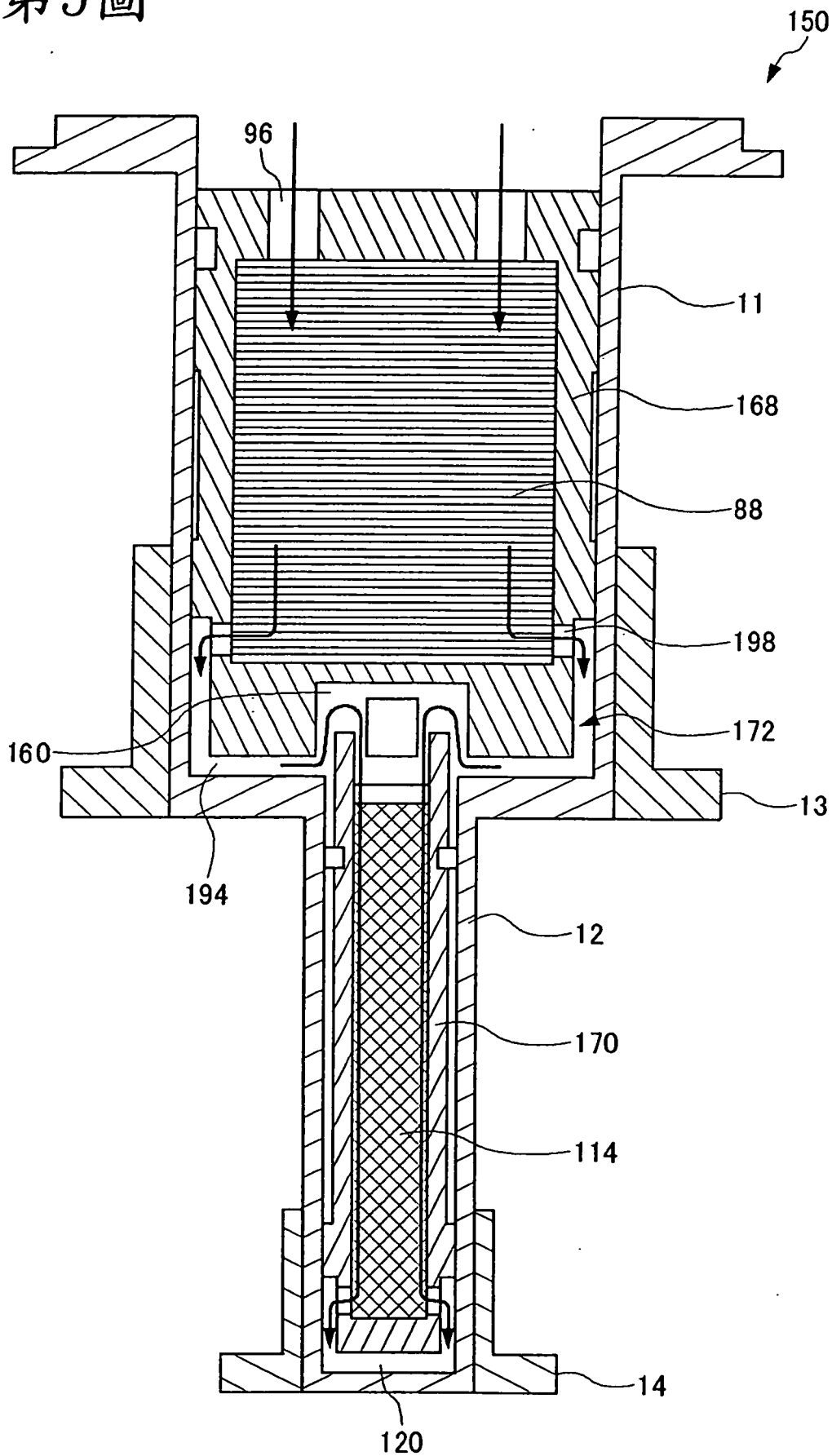
第3圖


50
96
122
132
11
134
68
136
86(88)
98
104
13
94
70
12
112(114)
126
14
120

第4圖


50
96
122
132
134
11
136
68
86(88)
98
104
13
94
70
12
112(114)
126
120
14

第5圖



第6圖

