



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103292509 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201310060699. 6

(22) 申请日 2013. 02. 27

(30) 优先权数据

2012-040635 2012. 02. 27 JP

(71) 申请人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 水野阳治

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 温旭 郝传鑫

(51) Int. Cl.

F25B 9/14 (2006. 01)

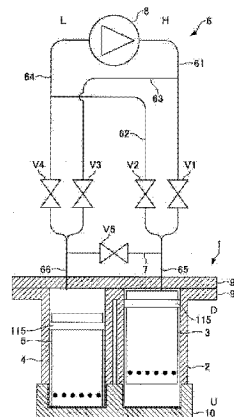
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

超低温制冷机

(57) 摘要

本发明提供一种能够更加有效地实现高输出化的超低温制冷机。本发明的超低温制冷机(1), 其特征在于, 包括: 第一缸体(2); 第一置换器(3), 其能够相对第一缸体(2) 往复移动; 第二缸体(4); 第二置换器(5), 其能够相对第二缸体(4) 往复移动; 吸排气系统(6)(61 ~ 66+V1 ~ V4), 其交替进行吸排气动作, 该吸排气动作对第一缸体(2) 内或第二缸体(4) 内的任一侧进行吸气的同时对另一侧进行排气; 连通路(7), 其将第一缸体(2) 内与第二缸体(4) 内连通; 及开闭构件(V5), 其对连通路(7) 进行开闭。



1. 一种超低温制冷机,其特征在于,

该超低温制冷机包括:第一缸体;第一置换器,其能够相对该第一缸体往复移动;第二缸体;第二置换器,其能够相对该第二缸体往复移动;吸排气系统,其交替进行吸排气动作,该吸排气动作为对所述第一缸体内或所述第二缸体内的任一个进行吸气并且对另外一个进行排气;连通路,其将所述第一缸体内与所述第二缸体内连通;及开闭构件,其对该连通路进行开闭。

2. 如权利要求1所述的超低温制冷机,其特征在于,

在即将进行所述吸排气动作之前的预定时间将所述开闭构件设为开。

3. 如权利要求1或2所述的超低温制冷机,其特征在于,

该超低温制冷机包括:

驱动机构,其以不同的相位驱动所述第一置换器与所述第二置换器;及一个驱动构件,其驱动该驱动机构。

4. 如权利要求1或2所述的超低温制冷机,其特征在于,

该超低温制冷机分别包括多个所述第一置换器与所述第二置换器。

5. 如权利要求1或2所述的超低温制冷机,其特征在于,

该超低温制冷机还具有与第一置换器及第二置换器热耦合的冷却台。

6. 如权利要求5所述的超低温制冷机,其特征在于,

所述冷却台以从外侧包围第一膨胀空间及第二膨胀空间的方式结合于所述第一置换器及所述第二置换器各自的外周面,其中所述第一膨胀空间形成于所述第一置换器的低温端与所述第一缸体之间,所述第二膨胀空间形成于所述第二置换器的低温端与所述第二缸体之间。

7. 如权利要求3所述的超低温制冷机,其特征在于,

所述驱动机构具有连接机构,且该连接机构连接所述第一置换器与所述第二置换器。

8. 如权利要求7所述的超低温制冷机,其特征在于,

所述第一缸体与所述第二缸体并列设置,

所述连接机构具有:支承部件,其从并列设置的所述第一缸体与第二缸体上设置的盖部延伸;及臂部,其中央部能够转动地连结于该支承部件,该臂部的第一端部能够转动地连结于从所述第一置换器延伸的第一轴,第二端部能够转动地连结于从所述第二置换器延伸的第二轴。

9. 如权利要求8所述的超低温制冷机,其特征在于,

所述驱动机构还具有止转棒枢机构,且该止转棒枢机构将所述驱动构件的旋转驱动力转换成往复驱动力,

该止转棒枢机构形成所述第一轴的一部分。

10. 如权利要求9所述的超低温制冷机,其特征在于,

所述连接机构还具有另一臂部,该另一臂部以与所述臂部平行的方式将第一端部、第二端部及中央部分别能够转动地连结于所述第一轴、所述第二轴及所述支承部件。

超低温制冷机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超低温制冷机,其利用从压缩装置供给的高压制冷剂气体,产生西蒙膨胀来产生超低温寒冷。

背景技术

[0002] 伴随超低温制冷机的用途的扩大,要求高输出化。以往为了提高超低温制冷机的性能,通常进行加大制冷机的缸体口径、加长冲程、加大制冷剂气体的高低压差。除此以外,如专利文献 1 所记载,还提出将多台压缩机与多台膨胀机组合的技术。

[0003] 专利文献 1:日本特开平 11-257772 号公报

[0004] 然而,在上述的以往技术中,易导致包括压缩机的压缩机单元的大型化或效率的恶化,并且压缩机单元的负担变大而易导致寿命缩短。即,未能构筑更加有效地实现高输出化的超低温制冷机。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够更加有效地实现高输出化的超低温制冷机。

[0006] 为了解决上述的问题,依据本发明的超低温制冷机的特征在于,包括:

[0007] 第一缸体;第一置换器,其能够相对该第一缸体往复移动;第二缸体;第二置换器,其能够相对该第二缸体往复移动;吸排气系统,其能够交替进行对所述第一缸体内或所述第二缸体内的任一侧进行吸气的同时对另一侧进行排气的吸排气动作;连通路,其将所述第一缸体内与所述第二缸体内连通;及开闭构件,其对该连通路进行开闭。

[0008] 其中,该超低温制冷机也可设为如下:在即将进行所述吸排气动作之前的预定时间将所述开闭构件设为开;并且包括:驱动机构,其以不同的相位驱动所述第一置换器与所述第二置换器;及一个驱动构件,其驱动该驱动机构;而且分别包括多个所述第一置换器与所述第二置换器。

[0009] 发明效果

[0010] 依据本发明的超低温制冷机,能够通过开闭构件的开动作使从压缩机吸气至第一缸体及第二缸体中的一侧的高压制冷剂气体流通至另一侧。同样也能够进行从另一侧至一侧的流通。由此,能够抑制压缩机的高压侧的变动及低压侧的变动双方,降低压缩机的负担。

附图说明

[0011] 图 1 是表示本发明的实施例所涉及的超低温制冷机的配管结构的示意图。

[0012] 图 2 是表示实施例的超低温制冷机的驱动结构的示意图。

[0013] 图 3 是说明实施例的第一及第二置换器的结构的图。

[0014] 图 4 是表示实施例的超低温制冷机的止转棒枢机构的示意图。

[0015] 图 5 是表示实施例的超低温制冷机的阀 V1 ~ V5 的阀定时 VT 的具体方式的示意

图。

[0016] 图 6 是与第一及第二置换器的位置、第一及第二缸体内的压力、压缩机的高压侧及低压侧的压力一同表示实施例及参考例的超低温制冷机的阀定时的时序图。

[0017] 图 7 是表示实施例的变形例的概要图。

[0018] 图中：1-超低温制冷机，2-第一缸体，3-第一置换器，4-第二缸体，5-第二置换器，6-吸排气系统，7-连结管(连通管)，8-压缩机，9-盖部，10-冷却台，11-曲柄销轴承，12-第一臂部，13-第二臂部，16-连结部件，17-连结部件，21-支承部件，31-驱动轴，32-框部，34-窗部，51-从动轴，61-第一供给配管，62-第一排气配管，63-第二供给配管，64-第二排气配管，65-第一给排共用配管，66-第二给排共用配管，70-止转棒机构，74-输出轴，75-曲柄销，77-曲柄部件，78-止转棒，80-连接机构，90-凸缘部，108A、108B-室温室，109、110-整流器，111、116-开口，113A-第一膨胀空间，113B-第二膨胀空间，115-密封部件，V1-第一吸气阀，V2-第一排气阀，V3-第二吸气阀，V4-第二排气阀，V5-连通阀(开闭构件)。

具体实施方式

[0019] 以下，参考附图对本发明的实施例进行说明。

[0020] [实施例]

[0021] 图 1 及图 2 是用于说明基于本发明的一实施例的超低温制冷机 1 的图。图 1 是表示超低温制冷机 1 的配管结构的图，图 2 是表示超低温制冷机 1 的驱动结构的图。本实施例的超低温制冷机 1 例如为使用氦气作为制冷剂气体的吉福德-麦克马洪(GM)式制冷机。

[0022] 首先，对超低温制冷机 1 的配管结构进行说明。如图 1 所示，超低温制冷机 1 包括第一缸体 2、第一置换器 3、第二缸体 4、第二置换器 5、构成吸排气系统 6 的配管组和阀组 V1 ~ V4、连结管 7 (连通路) 及连通阀 V5 (开闭构件) 而构成。而且，超低温制冷机 1 包括未图示的微型计算机，其作为对阀组 V1 ~ V4 和连通阀 V5 的开闭进行控制的控制构件。构成吸排气系统 6 的配管组包括第一供给配管 61、第一排气配管 62、第二供给配管 63、第二排气配管 64、第一给排共用配管 65 及第二给排共用配管 66 而构成。第一供给配管 61 的一侧端与压缩机 8 的高压侧 H 连接，另一侧端与连接于第一缸体 2 的第一给排共用配管 65 连接。在该第一供给配管 61 的途中位置设置有第一吸气阀 V1。

[0023] 第二供给配管 63 的一侧端与第一供给配管 61 的中途连接，另一侧端与连接于第二缸体 4 的第二给排共用配管 66 连接。在该第二供给配管 63 的途中位置设置有第二吸气阀 V3。

[0024] 第二排气配管 64 的一侧端与压缩机 8 的低压侧 L 连接，另一侧端与连接于第二缸体 4 的第二给排共用配管 66 连接。在该第二排气配管 64 的途中位置设置有第二排气阀 V4。

[0025] 第一排气配管 62 的一侧端与第二排气配管 64 的中途连接，另一侧端与连接于第一缸体 2 的第一给排共用配管 65 连接。在该第一排气配管 62 的途中位置设置有第一排气阀 V2。

[0026] 连结管 7 的一侧端与第一给排共用配管 65 连接，另一侧端与第二给排共用配管 66 连接。在该连结管 7 的中间设置有连通阀 V5。

[0027] 接着,利用图 2 对超低温制冷机 1 的驱动结构进行说明。第一缸体 2 构成为有底圆筒状,并外包围第一置换器 3。而且,第二缸体 4 构成为有底圆筒状,并外包围第二置换器 5。

[0028] 第一缸体 2 与第二缸体 4 具有共用的凸缘部 90,第一缸体 2 的上端与第二缸体 4 的上端分别在凸缘部 90 的上表面开口。第一缸体 2 的上端与第二缸体 4 的上端通过共用的盖部 9 气密地密封。

[0029] 第一缸体 2 与第二缸体 4 设为在图 2 中左右方向上并列的结构。而且,在凸缘部 90 的上表面的第一缸体 2 与第二缸体 4 的上端开口之间的壁面部 8a 上,经由形成于盖部 9 的贯穿孔 9c 设置有向上方延伸的柱状的支承部件 21。支承部件 21 固定于贯穿孔 9c。

[0030] 接着,参考图 1 及图 3,对本实施例的第一置换器 3 及第二置换器 5 的结构进行说明。另外,第一置换器 3 及第二置换器 5 设为相同结构,因此在图 3 中示出第一置换器 3 来进行说明,而省略第二置换器 5 的说明。另外,当有需要时,用括弧示出第二置换器 5 的构成要件的符号。

[0031] 在第一置换器 3 的低温端与第一缸体 2 之间形成有第一膨胀空间 113A。而且,在第二置换器 5 的低温端与第二缸体 4 之间形成有第二膨胀空间 113B。如图 1 所示,在第一及第二缸体 2、4 的第一膨胀空间 113A 及第二膨胀空间 113B 的外周热力学结合有冷却台 10。冷却台 10 例如由铜、铝、不锈钢等构成。

[0032] 第一缸体 2 以能够在长边方向(图 3 中,箭头 Z1、Z2 方向)上往复移动的方式容纳第一置换器 3。第二缸体 4 也以能够在长边方向上往复移动的方式容纳第二置换器 5。以确保强度、导热率、氦截断能力为主要观点,在第一缸体 2 及第二缸体 4 中例如使用不锈钢。

[0033] 第一置换器 3 及第二置换器 5 具有圆筒形状,内部形成有制冷剂气体流动的流路空间。通过在该流路空间填充蓄冷材料来构成蓄冷器 117。

[0034] 在第一缸体 2 与第一置换器 3 的高温端之间形成有室温室 108A,且在第二缸体 4 与第二置换器 5 的高温端之间形成有室温室 108B。

[0035] 室温室 108A、108B 是容积随着第一置换器 3 及第二置换器 5 的往复移动而变化的空间。在该室温室 108A 上连接有所述的第一给排共用配管 65,并且在室温室 108B 上连接有所述的第二给排共用配管 66。

[0036] 另外,在各蓄冷器 117 的上端侧即室温室 108A、108B 侧设置有对氦气的流动进行整流的上侧的整流器 109,在各蓄冷器 117 的下端侧设置有下列的整流器 110。

[0037] 在第一置换器 3 及第二置换器 5 的高温端,形成有使氦气从室温室 108A、108B 向蓄冷器 117 流通的开口 111。

[0038] 在第一置换器 3 及第二置换器 5 的低温端,形成有对第一膨胀空间 113A 及第二膨胀空间 113B 导出导入氦气的开口 116。

[0039] 第一膨胀空间 113A 及第二膨胀空间 113B 的容积分别随着第一置换器 3 及第二置换器 5 的往复移动而变化。另外,在第一置换器 3 的靠近高温端的部分与第一缸体 2 之间安装有密封部件 115。

[0040] 从比重与耐磨损性、强度、导热率的观点出发,在第一置换器 3 及第二置换器 5 中使用例如酚醛树脂(酚醛布)等。蓄冷材料例如由金属丝网等构成。

[0041] 超低温制冷机 1 具有以不同的相位驱动第一置换器 3 及第二置换器 5 的驱动机

构。驱动机构包括止转棒铰机构 70 及连接机构 80。

[0042] 图 4 是表示止转棒铰机构 70 的概要图。止转棒铰机构 70 包括曲柄部件 77 及止转棒铰 78。曲柄部件 77 与马达(驱动构件)的输出轴(马达轴)74 连结。曲柄部件 77 具有曲柄销 75,该曲柄销从输出轴 74 偏心而配置且与输出轴 74 平行地延伸。止转棒铰 78 具有形成有窗部 34 的横长的框部 32、驱动轴 31 及圆筒形状的曲柄销轴承 11。框部 32 形成于驱动轴 31 的中途部分。即,框部 32 形成驱动轴 31 的一部分。

[0043] 驱动轴 31 的下端固定于第一置换器 3 的上部。曲柄销轴承 11 能够转动地设置于窗部 34。曲柄销 75 能够滑动地收容于曲柄销轴承 11 的内壁。止转棒铰机构 70 通过这种结构,经曲柄部件 77 的旋转运动,将在马达产生的旋转驱动力转换为使第一置换器 3 向上下方向(图 2 的 Z1、Z2 方向)往复移动的驱动力。

[0044] 如图 2 所示,驱动轴 31 从第一置换器 3 的上部经盖部 9 的插通孔 9a 向上侧且向外侧突出。而且,在第二置换器 5 的上部固定有从动轴 51。从动轴 51 经盖部 9 的插通孔 9b 从第二置换器 5 的上部向上方突出。

[0045] 如图 2 所示,超低温制冷机 1 具有连接止转棒铰机构 70 和从动轴 51 的连接机构 80。连接机构 80 包括第一臂(杆)部 12、第二臂(杆)部 13 及支承部件 21。另外,第一臂部 12 及第二臂部 13 可省略任一个。

[0046] 第一臂部 12 的第一端部 12a 与驱动轴 31 的上端部、第二端部 12b 与从动轴 51 的上端部、中央部 12c 与支承部件 21 的上部分别通过销等连结部件 16 能够转动地连结。

[0047] 而且,第二臂部 13 的第一端部 13a 与驱动轴 31 的框部 32 的下部、第二端部 13b 与从动轴 51 的中间部、中央部 13c 与支承部件 21 的中间部分别通过销等连结部件 17 能够转动地连结。

[0048] 即,第一臂部 12、第二臂部 13,能够在在支承部件 21 的上下方向上分开地将各自的中央部 12c、中央部 13c 与支承部件 21 连结且维持为相互平行的状态下,以连结点为中心在图 2 的用箭头 A1、A2 示出的方向上摆动。

[0049] 若一同参考图 4,曲柄销 75 由马达旋转,由此曲柄销轴承 11 一边沿窗部 34 的长边方向滑动,一边使驱动轴 31 及第一置换器 3 向上下方向往复移动。

[0050] 根据该往复移动,将各自的第一端部 12a、13a 连结于驱动轴 31 的第一臂部 12、第二臂部 13 以与支承部件 21 的连结点为中心向图 2 的 A1、A2 方向进行摆动。即,当驱动轴 31 向上方向(图 2 的 Z1 方向)滑动时,第一臂部 12、第二臂部 13 向图 2 的箭头 A2 方向进行摆动,其结果,与第一臂部 12、第二臂部 13 的第二端部 12b、13b 连结的从动轴 51 向下方向(图 2 的 Z2 方向)滑动。而且,当驱动轴 31 向下方向滑动时,第一臂部 12、第二臂部 13 向图 2 的箭头 A1 方向进行摆动,其结果,从动轴 51 向上方向滑动。这种由第一臂部 12、第二臂部 13 引起的摆动的驱动轴 31、从动轴 51 的滑动动作(上下移动)的结果,与驱动轴 31、从动轴 51 结合的第一置换器 3、第二置换器 5 以相反相位向上下方向往复移动。

[0051] 接着,利用图 5 及图 6 的时序图对超低温制冷机 1 的第一吸气阀 V1、第一排气阀 V2、第二吸气阀 V3、第二排气阀 V4、连通阀 V5 的动作形态即阀定时 VT 进行说明。另外,为了便于图示,在图 5 中用粗线示出阀定时 VT,在图 6(e)中以块状示意地表示图 5 所示的阀定时 VT。

[0052] 图 5 及图 6 中,纵轴表示 5 个阀 V1 ~ V5 的开闭状态,横轴表示时间。将横轴的原

点设为时刻 t_0 。5 个阀的动作根据图 6 (a) 所示的第一置换器 3、第二置换器 5 的位置 DP 确定。其中,用实线表示第一置换器 3 的位置 DP,用虚线表示第二置换器 5 的位置 DP。如从图 6 (a) 可知,第一置换器 3 与第二置换器 5 以成为相互相反相位的方式驱动。关于图 6 (b) 所示的压力 P,也用实线表示第一缸体 2 的膨胀空间 113A 内的压力,用虚线表示第二缸体 4 的膨胀空间 113B 内的压力。

[0053] 图 5 及图 6 的时刻 t_1 比第二置换器 5 的位置 DP 位于下止点 D 的时刻稍微靠前,在时刻 t_1 ,连通阀 V5 通过控制构件设为开,开状态持续预定时间,第二缸体 4 内的高压氦气经连结管 7 向第一缸体 2 内供给。

[0054] 该预定时间基于图 6 (b) 所示的第二缸体 4 内的压力 P 的从高压 H 至低压 L 的下降时间或第一缸体 2 内的压力 P 的从低压 L 至高压 H 的上升时间确定。该下降时间或上升时间例如能够通过实验或模拟而确定,预定时间大致设定为下降时间或上升时间的一半左右。即,在从时刻 t_1 经过预定时间的时刻 t_2 ,第二缸体 4 内与第一缸体 2 内的压力 P 大致相等。

[0055] 在连通阀 V5 的开状态持续预定时间之后的时刻 t_2 ,连通阀 V5 通过控制构件设为闭。而且,在时刻 t_2 ,第一吸气阀 V1 设为开,高压氦气从压缩机 8 的高压侧 H 经第一供给配管 61 及第一给排共用配管 65 向第一缸体 2 内供给,而第一缸体 2 内的压力 P 成为高压 H。而且,在从时刻 t_2 经过预定时间的时刻 t_3 ,第一吸气阀 V1 设为闭。

[0056] 相同地,在时刻 t_2 ,第二排气阀 V4 设为开,第二缸体 4 内的氦气经第二给排共用配管 66 及第二排气配管 64 向压缩机 8 的低压侧 L 排出,第二缸体 4 内的压力 P 成为低压 L。而且,在从时刻 t_2 经过预定时间的时刻 t_3 ,第二排气阀 V4 设为闭。

[0057] 图 5 及图 6 的时刻 t_4 比第一置换器 3 的位置 DP 位于下止点 D 的时刻稍微靠前,在时刻 t_4 ,连通阀 V5 通过控制构件设为开,开状态持续预定时间,第一缸体 2 内的高压氦气经连结管 7 向第二缸体 4 内供给。在从时刻 t_4 经过预定时间的时刻 t_5 ,第二缸体 4 内与第一缸体 2 内的压力 P 大致相等。

[0058] 在连通阀 V5 的开状态持续预定时间之后的时刻 t_5 ,连通阀 V5 通过控制构件设为闭。而且,在时刻 t_5 ,第二吸气阀 V3 设为开,高压氦气从压缩机 8 的高压侧 H 经第二供给配管 63 及第二给排共用配管 66 向第二缸体 4 内供给,而第二缸体 4 内的压力 P 成为高压 H。而且,在从时刻 t_5 经过预定时间的时刻 t_6 ,第二吸气阀 V3 设为闭。

[0059] 相同地,在时刻 t_5 ,第一排气阀 V2 设为开,第一缸体 2 内的氦气经第一给排共用配管 65 及第一排气配管 62 向压缩机 8 的低压侧 L 排出,而第一缸体 2 内的压力 P 成为低压 L。而且,在从时刻 t_5 经过预定时间的时刻 t_6 ,第一排气阀 V2 设为闭。

[0060] 另外,时刻 $t_7 \sim t_9$ 的阀的动作为使时刻 $t_1 \sim t_3$ 的动作延迟相当于第一置换器 3 或第二置换器 5 的往复移动的 1 周期的量的动作。而且,时刻 $t_{10} \sim t_{12}$ 的阀的动作为使时刻 $t_4 \sim t_6$ 的动作延迟相当于第一置换器 3 或第二置换器 5 的往复移动的 1 周期的量的动作。

[0061] 接着,一同参考图 1 ~ 3 对作为本实施例的超低温制冷机 1 的制冷机的动作进行说明。为了方便说明,仅对由第一缸体 2 及第一置换器 3 进行的制冷动作进行说明。另外,在以后的说明中,将使膨胀空间 113A 的容积最大的第一置换器的位置设为下止点 D,将使该容积最小的第一置换器的位置设为上止点 U。

[0062] 在氦气供给工序的某一时刻,第二置换器 5 位于第二缸体 4 内的上止点 U。在比其稍微靠前的定时,即图 5、6 的时刻 $t_1 \sim t_2$,通过控制构件将连通阀 V5 在预定时间内设为开。

[0063] 第二缸体 4 内的高压氦气经连通阀 V5 及连通管 7 流入到第一缸体 2 内,第二缸体 4 内的压力下降,而第一缸体 2 内的压力上升。从开经过预定时间之后,连通阀 V5 通过控制构件设为闭,将第一吸气阀 V1 设为开,将第二排气阀 V4 设为开。

[0064] 高压氦气从压缩机 8 的高压侧 H 经第一供给配管 61、第一给排共用配管 65 流入到第一缸体 2 内,第二缸体 4 内的高压氦气经第二给排共用配管 66、第二排气配管 64 流入到压缩机 8 的低压侧。

[0065] 高压氦气向第一缸体 2 内供给,从位于第一置换器 3 的上部的开口 111 流入到第一置换器 3 的内部的蓄冷器 117。流入到蓄冷器 117 的高压氦气一边被蓄冷材料冷却,一边经位于第一置换器 3 的下部的开口 116 向第一膨胀空间 113A 供给。

[0066] 如此,第一膨胀空间 113A 被高压氦气填满,如上述,第一吸气阀 V1 设为闭。此时,第一置换器 3 位于第一缸体 2 内的下止点 D。若比其稍微靠前将第一排气阀 V2 设为开,则第一膨胀空间的氦气进行绝热膨胀。通过绝热膨胀变成低温的第一膨胀空间 113A 的氦气吸收冷却台 10 的热量。

[0067] 第一置换器 3 朝向上止点 U 移动,第一膨胀空间 113A 的容积减少。第一膨胀空间 113A 内的氦气经开口 116、蓄冷器 117、开口 111 返回到压缩机 8 的吸入侧即低压侧 L。此时,蓄冷材料被氦气冷却。将该工序设为 1 周期,超低温制冷机 1 通过重复进行该冷却周期来冷却冷却台 10。

[0068] 在本实施例的超低温制冷机 1 中,成对使用第一置换器 3、第二置换器 5 及所对应的第一缸体 2、第二缸体 4,并使其以相互相反相位动作,基于连通阀 V5 的适当的开闭,能够不经压缩机 8 地使高压制冷剂气体在成对的第一缸体 2、第二缸体 4 彼此之间流通。

[0069] 在图 6 的(c)中作为参考例示出无本实施例的连通阀 V5 与连结管 7 的 4 阀式 GM 制冷机中的阀定时 VT (4V)。该阀定时 VT (4V)在时刻 $t_1 \sim t_3$ 之间进行第一吸气阀 V1 的开动作且进行第二排气阀 V4 的开动作,而且,在时刻 $t_4 \sim t_6$ 之间进行第二吸气阀 V3 的开动作且进行第一排气阀 V2 的开动作。

[0070] 用图 6 中(d)的 8P (4V)表示此时的压缩机 8 的高压侧 H 的压力变动与低压侧 L 的压力变动的波形。而且,用图 6 中(f)的 8P 表示本实施例的 5 阀式超低温制冷机 1 中的压缩机 8 的高压侧 H 的压力变动与低压侧 L 的压力变动的波形。

[0071] 若对此两者的波形进行比较,则可知与 8P (4V)相比,8P 将压力变动幅度抑制为大致一半左右。具体而言,相对于图 6 (d)所示的参考例的高压侧 H 的压力变动幅度 ΔH_2 ,图 6 (f)所示的本实施例的高压侧 H 的压力变动幅度 ΔH_1 较小($\Delta H_1 < \Delta H_2$)。而且该值为 $\Delta H_1 \approx (\Delta H_2/2)$ 。另外,本实施例的低压侧 L 的压力变动幅度也相同。

[0072] 即根据本实施例,通过在吸排气动作的初期阶段从压力较高侧的缸体向较低侧的缸体流通供给高压氦气,能够抑制压缩机 8 的压力变动。

[0073] 因此,在本实施例的超低温制冷机 1 中能够减轻压缩机 8 的负担。因此,不会导致包括压缩机 8 的压缩机单元的大型化或效率恶化。进而在本实施例中,能够抑制压力变动,因此能够抑制由压缩机单元的负担增大引起的寿命缩短。并且,还能够实现压缩机 8 本身

的工作量的降低,因此还能够实现节能化。

[0074] 另外,本实施例中示出将吸排气系统6所含的阀V1~V4、连通阀V5分别设为独立的电磁阀的方式,但这些阀也能够替换成构成周知的回转阀的阀板与阀主体。

[0075] 此时,可通过下述来构成:将阀板驱动结合于对图2所示的位于第一缸体2及第二缸体4的盖部9的上侧的止转棒机构70进行驱动的马达(驱动构件)的输出轴74,并在盖部9的上侧适当固定阀主体。即,使用回转阀时能够省略控制构件。

[0076] 以上对本发明的优选实施例进行了详细说明,但本发明并不限于上述实施例,能够在不脱离本发明的范围的情况下对上述的实施例施加各种变形及替换。

[0077] 例如,在上述的超低温制冷机中示出了级数为一级的情況,但该级数能够适当选择2级、3级等,置换器的对数也不仅限于一对还能够设为多对。

[0078] 图7是表示上述实施例的变形例中的设置多个置换器对的结构图。如图7中用单点划线所示,能够用连结部件85等将连接机构80彼此连结,由此通过单一的止转棒机构70驱动多个置换器对。此时,多个置换器对能够共同使用包括压缩机8的吸排气系统6。

[0079] 而且,在实施方式中,对超低温制冷机为GM制冷机的例子进行了说明,但并不限于此。本发明也能够适用于斯特林制冷机、苏尔威制冷机等具备置换器的任一种制冷机。而且,上止点、下止点的定义也可与上述相反地定义。进而,预定时间或一定时间的设定的方式也只示出了一例,也可基于下降时间或上升时间以其他比率定义。

[0080] 产业上的可利用性

[0081] 本发明在超低温制冷机中使用一对或多对置换器及所对应的缸体,并且不经压缩机地使高压制冷剂气体在成对的缸体相互间流通,由此能够减轻压缩机的负担。即,本发明不会导致包括压缩机的压缩机单元的大型化或效率的恶化。而且,本发明还能够防止压缩机单元的负担变大从而寿命缩短的情况。因此本发明能够适用于各种超低温制冷机。

[0082] 本申请主张基于2012年2月27日申请的日本专利申请第2012-040635号的优先权。其申请的全部内容通过参考援用于本说明书中。

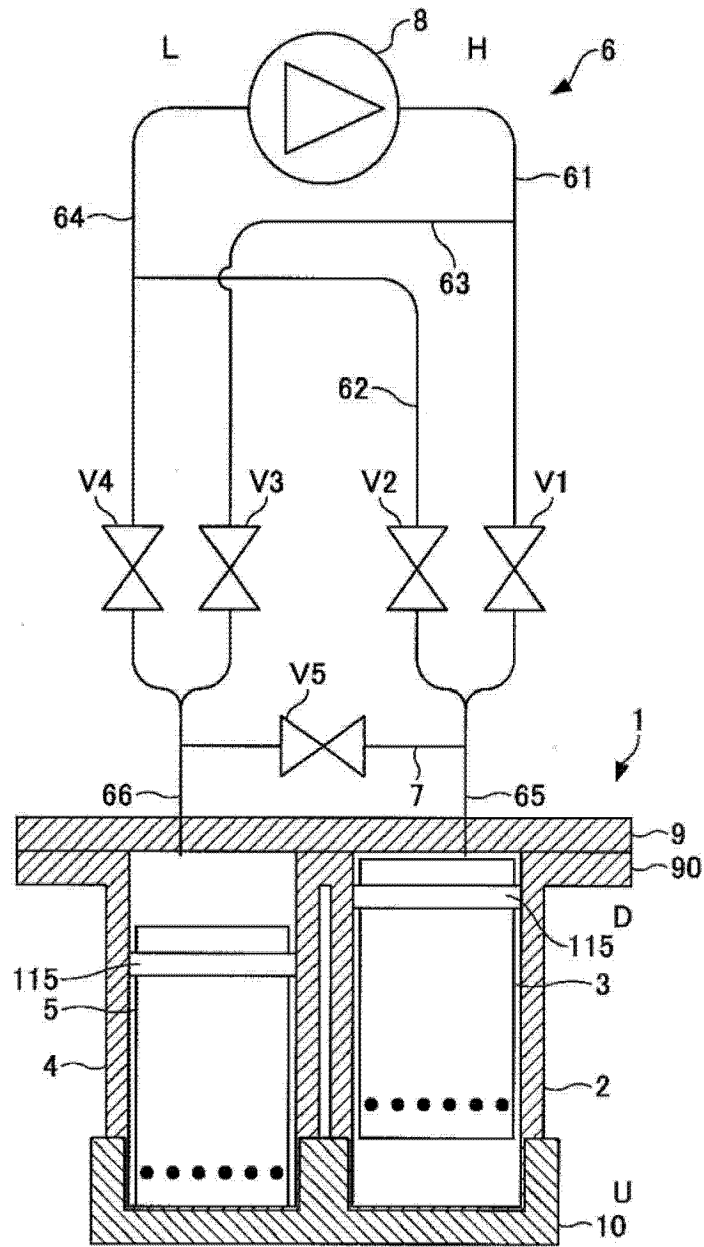


图 1

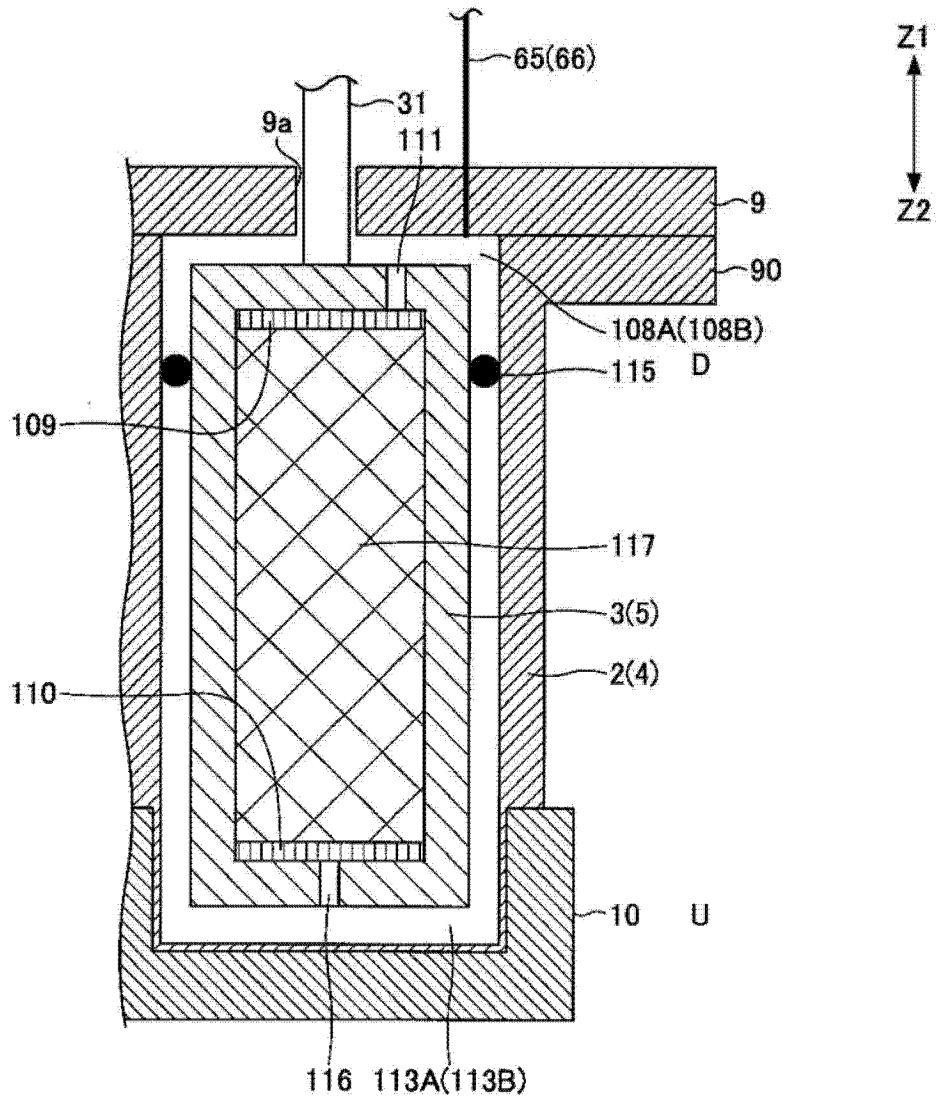


图 3

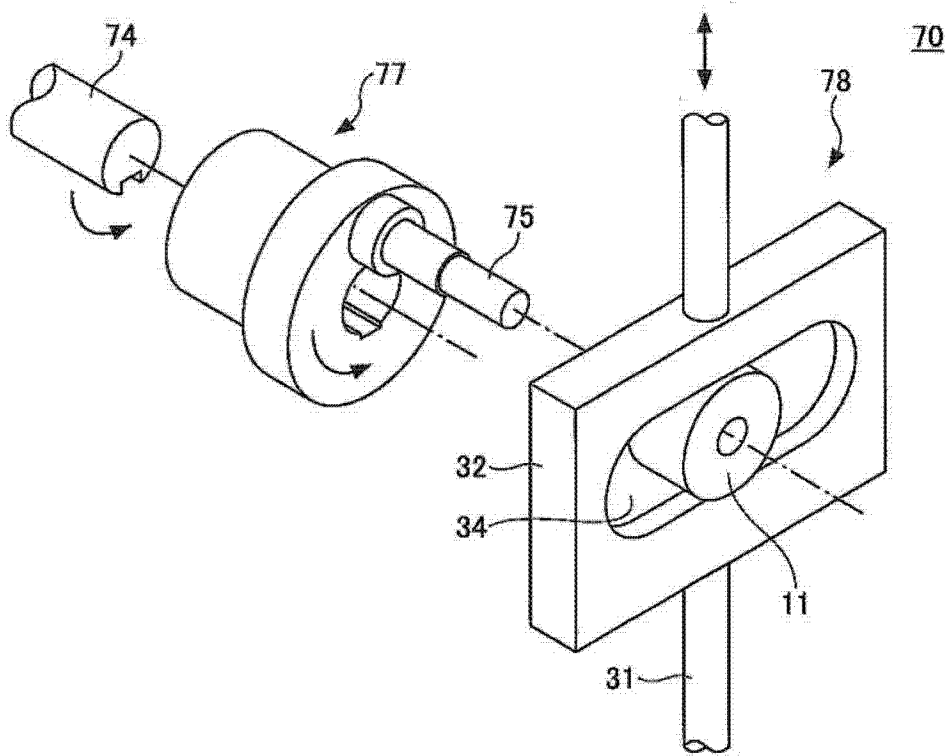


图 4

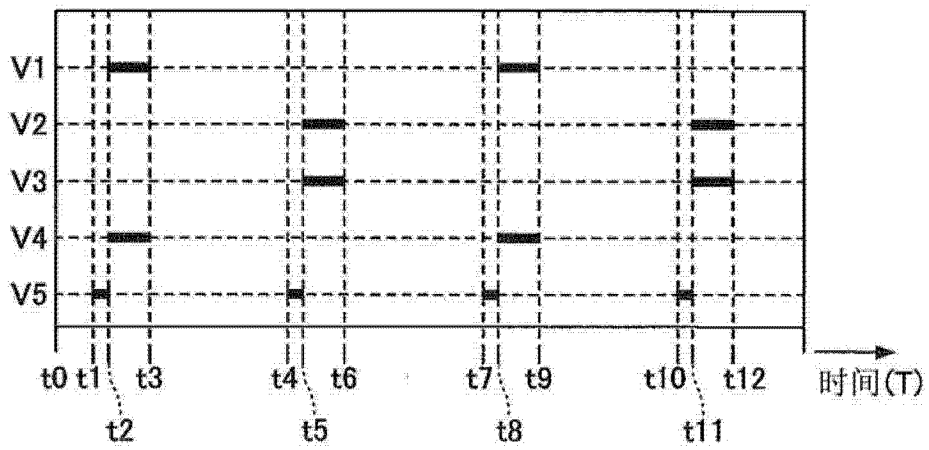


图 5

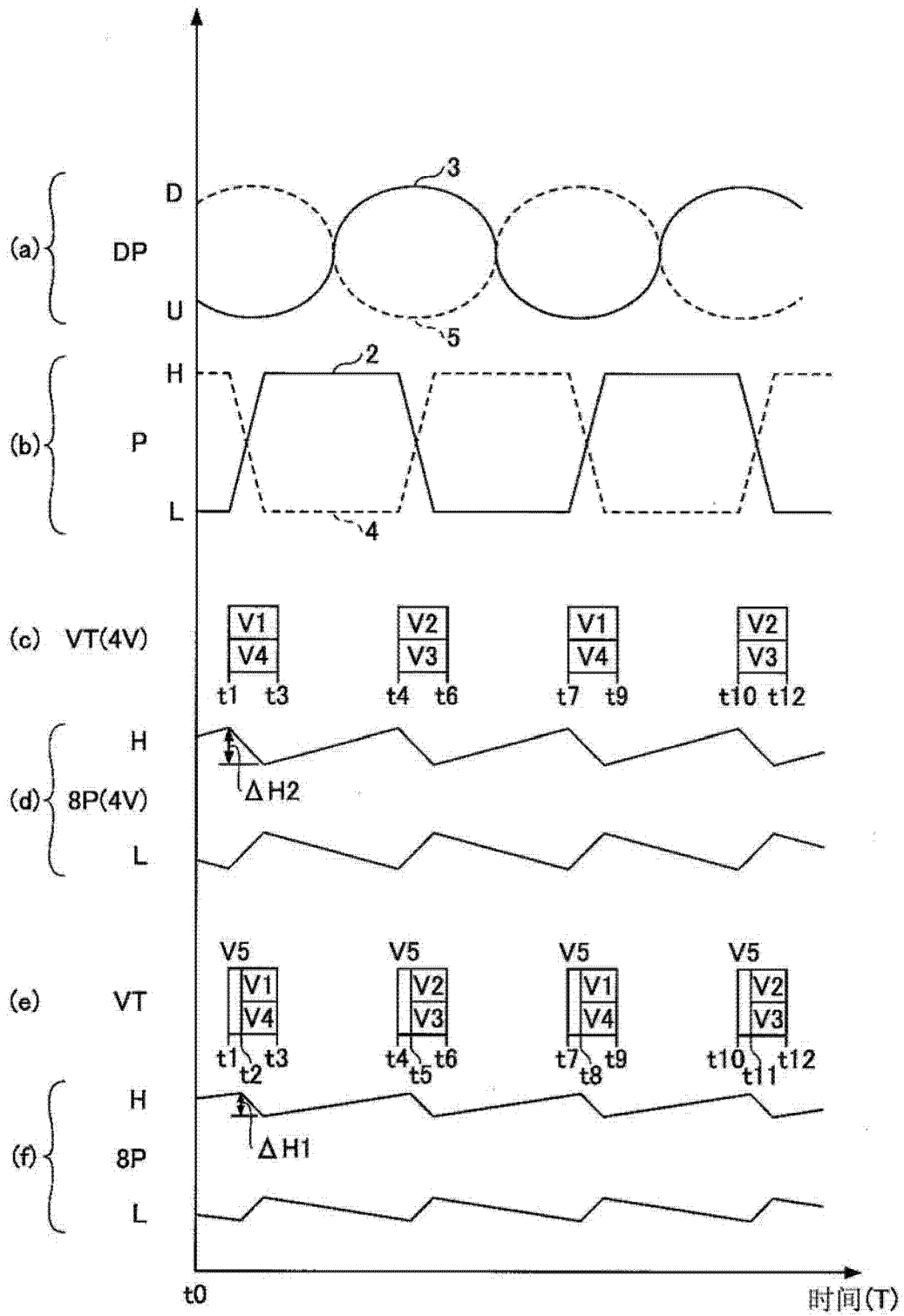


图 6

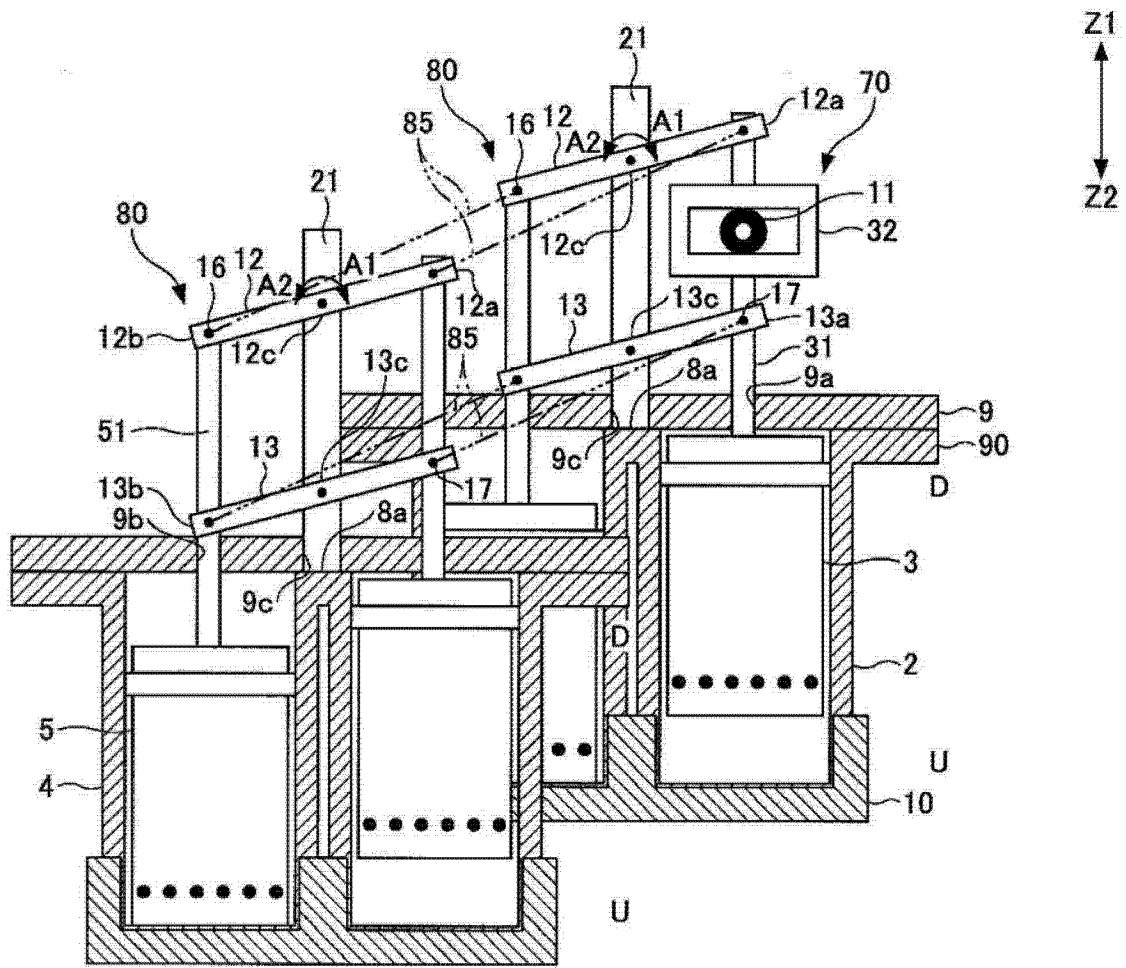


图 7