



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104075479 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 01

(21) 申请号 201410075094. 9

(22) 申请日 2014. 03. 03

(30) 优先权数据

2013-065160 2013. 03. 26 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 平塚善胜 中野恭介

(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)

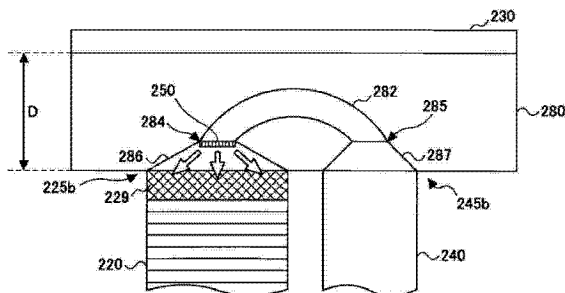
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

U字形脉冲管制冷机

(57) 摘要

本发明提供一种显著提高了制冷效率的斯特林式U字形脉冲管制冷机。在斯特林式U字形脉冲管制冷机中,并列配置有蓄冷管和脉冲管,其中,在所述蓄冷管的低温端配置有热交换器,所述蓄冷管的低温端与所述脉冲管的低温端由连通路连接,在所述热交换器与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口之间配置有整流部件。



1. 一种 U 字形脉冲管制冷机, 其为并列配置有蓄冷管和脉冲管的斯特林式 U 字形脉冲管制冷机, 其特征在于,

在所述蓄冷管的低温端配置有热交换器,

所述蓄冷管的低温端与所述脉冲管的低温端由连通路连接,

在所述热交换器与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口之间配置有整流部件。

2. 根据权利要求 1 所述的 U 字形脉冲管制冷机, 其特征在于,

所述整流部件设置成与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口接触。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的 U 字形脉冲管制冷机, 其特征在于,

所述整流部件具有沿着与所述蓄冷管的延伸轴方向大致平行的方向形成的多个贯穿孔和 / 或从所述连通路的所述蓄冷管侧的出口侧朝向所述蓄冷管的低温端侧呈放射状延伸的多个贯穿孔。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的 U 字形脉冲管制冷机, 其特征在于,

所述整流部件具有沿着与所述蓄冷管的延伸轴方向大致垂直的方向放射状形成的多个贯穿孔。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的 U 字形脉冲管制冷机, 其特征在于,

在所述蓄冷管的低温端与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口之间设置有空间部, 该空间部具有其尺寸从所述连通路的所述蓄冷管侧的出口朝向所述蓄冷管的低温端增加的锥形形状。

U 字形脉冲管制冷机

[0001] 本申请主张基于 2013 年 3 月 26 日申请的日本专利申请第 2013-065160 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。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种脉冲管制冷机,尤其涉及一种斯特林式 U 字形脉冲管制冷机。

背景技术

[0003] 一直以来,作为所谓的斯特林式脉冲管制冷机已知有串联排列压缩机、蓄冷器以及脉冲管而构成的直线型脉冲管制冷机和并列配置蓄冷器和脉冲管的 U 字形脉冲管制冷机(例如专利文献 1)。

[0004] 这种斯特林式脉冲管制冷机的特征在于,工作气体的工作频率为数十 kHz 级,工作气体以极快的速度在制冷机内往返,这一点与所谓的 GM(吉福德-麦克马洪)式脉冲管制冷机(工作气体的频率为 1~2Hz 左右)是大不相同的。

[0005] 专利文献 1:日本特开 2001-289523 号公报

[0006] 在如前述的斯特林式脉冲管制冷机中,至今还极高地期望进一步提高制冷效率。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于这种问题而完成的,本发明的目的在于提供一种比以往显著提高了制冷效率的斯特林式 U 字形脉冲管制冷机。

[0008] 本发明的 U 字形脉冲管制冷机,其为并列配置有蓄冷管和脉冲管的斯特林式 U 字形脉冲管制冷机,其中,

[0009] 在所述蓄冷管的低温端配置有热交换器,

[0010] 所述蓄冷管的低温端与所述脉冲管的低温端由连通路连接,

[0011] 在所述热交换器与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口之间配置有整流部件。

[0012] 在此,在根据本发明的 U 字形脉冲管制冷机中,所述整流部件也可设置成与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口接触。

[0013] 并且,在根据本发明的 U 字形脉冲管制冷机中,所述整流部件也可具有沿着与所述蓄冷管的延伸轴方向大致平行的方向形成的多个贯穿孔和/或从所述连通路的所述蓄冷管侧的出口侧朝向所述蓄冷管的低温端侧呈放射状延伸的多个贯穿孔。

[0014] 并且,在根据本发明的 U 字形脉冲管制冷机中,所述整流部件也可具有沿着与所述蓄冷管的延伸轴方向大致垂直的方向呈放射状形成的多个贯穿孔。

[0015] 并且,在根据本发明的 U 字形脉冲管制冷机中,也可在所述蓄冷管的低温端与所述连通路的所述蓄冷管侧的出口之间设置空间部,该空间部具有其尺寸从所述连通路的所述蓄冷管侧的出口朝向所述蓄冷管的低温端增加的锥形形状。

[0016] 在本发明中,能够提供一种比以往显著提高了制冷效率的斯特林式 U 字形脉冲管制冷机。

附图说明

[0017] 图 1 是概略地表示一般斯特林式 U 字形脉冲管制冷机的一构成例的图。

[0018] 图 2 是示意地表示一般 U 字形脉冲管制冷机的冷却台的结构剖视图。

[0019] 图 3 是示意地表示一般 U 字形脉冲管制冷机的冷却台的其他结构的剖视图。

[0020] 图 4 是示意地表示根据本发明的一实施例的脉冲管制冷机的冷却台的一构成例的剖视图。

[0021] 图 5 是示意地表示根据本发明的一实施例的脉冲管制冷机的整流部件的一结构例的剖视图。

[0022] 图 6 是示意地表示根据本发明的一实施例的脉冲管制冷机的整流部件的其他结构例的剖视图。

[0023] 图 7 是示意地表示根据本发明的一实施例的脉冲管制冷机的冷却台的其他构成例的剖视图。

[0024] 图中：100- 斯特林式 U 字形脉冲管制冷机，110- 压缩机，112- 弹簧，113- 活塞，114- 气体流路，115- 凸缘，120- 蓄冷管，121- 缸体，122- 蓄冷材料，125a- 蓄冷管的高温端，125b- 蓄冷管的低温端，129- 低温热交换器，130- 被冷却体，140- 脉冲管，141- 缸体，145a- 脉冲管的高温端，145b- 脉冲管的低温端，180、180-1、180-2- 冷却台，182、182-1、182-2- 连通路，184-1、184-2- 第 1 出口，185-1、185-2- 第 2 出口，186-1、186-2- 第 1 空间部，187-1、187-2- 第 2 空间部，190- 缓冲罐，192- 气体流路，220- 蓄冷管，225b- 蓄冷管的低温端，229- 低温热交换器，230- 被冷却体，240- 脉冲管，245b- 脉冲管的低温端，250- 整流部件，251、253- 贯穿孔，260- 块状结构物，261- 贯穿孔，263- 侧面，280- 冷却台，282- 连通路，284- 第 1 出口，285- 第 2 出口，286- 第 1 空间部，287- 第 2 空间部。

具体实施方式

[0025] 以下，参照附图对本发明进行说明。

[0026] 首先，为了更加便于理解本发明的特征，参照图 1 对一般斯特林式 U 字形脉冲管制冷机的结构以及动作进行简单说明。

[0027] 在图 1 中示意地表示一般斯特林式 U 字形脉冲管制冷机的结构。

[0028] 如图 1 所示，该 U 字形脉冲管制冷机 100 具有压缩机 110、蓄冷管 120、脉冲管 140、冷却台 180 以及缓冲罐 190。蓄冷管 120 具有高温端 125a 以及低温端 125b，脉冲管 140 具有高温端 145a 以及低温端 145b。

[0029] 压缩机 110 具有通过弹簧 112 支承于缸体的内部的往返移动型活塞 113。并且，压缩机 110 经由气体流路 114 与蓄冷管 120 的高温端 125a 连接。

[0030] 蓄冷管 120 由中空状的缸体 121 构成，在其内部填充有蓄冷材料 122。并且，在蓄冷管 120 的低温端 125b 配置有低温热交换器 129。

[0031] 脉冲管 140 由中空状的缸体 141 构成。

[0032] 蓄冷管 120 的低温端 125b 以及脉冲管 140 的低温端 145b 接触固定于冷却台 180。并且，蓄冷管 120 的低温端 125b 与脉冲管 140 的低温端 145b 通过设置于冷却台 180 内的连通路 182 而相互连通。冷却台 180 与被冷却体 130 热连接，从而冷却被冷却体 130。

[0033] 缓冲罐 190 经由气体流路 192 与脉冲管 140 的高温端 145a 连接。

[0034] 另外,蓄冷管 120 以及脉冲管 140 通过使各自的高温端 125a 以及 145a 与凸缘 115 连接而被固定。

[0035] 接着,对这种结构的斯特林式 U 字形脉冲管制冷机 100 的动作进行简单说明。

[0036] 首先,在压缩机 110 的压缩过程中,工作气体被活塞 113 压缩。被压缩的工作气体从压缩机 110 经由气体流路 114 供给至蓄冷管 120。流入到蓄冷管 120 内的工作气体被蓄冷材料 122 冷却而降温,并且到达蓄冷管 120 的低温端 125b。工作气体被设置于蓄冷管 120 的低温端 125b 侧的低温热交换器 129 进一步冷却之后,通过连通路 182 流入到脉冲管 140 的内部。

[0037] 此时,预先存在于脉冲管 140 的内部的低压工作气体被流入的高压工作气体压缩。由此,脉冲管 140 内的工作气体的压力变得高于缓冲罐 190 内的压力,工作气体通过气体流路 192 流入到缓冲罐 190 内。

[0038] 接着,在压缩机 110 的膨胀过程中,若活塞 113 进行吸引动作,则脉冲管 140 内的工作气体通过低温端 145b 流入到蓄冷管 120 的低温端 125b。并且,工作气体通过蓄冷管 120 内从高温端 125a 流经气体流路 114 回收至压缩机 110 内。

[0039] 在此,脉冲管 140 经由气体流路 192 与缓冲罐 190 连接。因此,工作气体的压力变动的相位和工作气体的体积变化的相位以恒定的相位差变化。通过该相位差,在脉冲管 140 的低温端 145b 产生因工作气体的膨胀而引起的寒冷。

[0040] 因此,通过反复进行上述动作,能够使与冷却台 180 连接的被冷却体 130 冷却。

[0041] 如前所述,斯特林式 U 字形脉冲管制冷机 100 的特征在于,工作气体的工作频率为数十 kHz 级,工作气体以极快的速度在制冷机内往返。

[0042] 在此,在如图 1 的结构的 U 字形脉冲管制冷机 100 中,制冷效率的提高有限,进而存在很难更进一步提高制冷效率的问题。以下,参照图 2 以及图 3 对该问题进行说明。

[0043] 在图 2 中表示以往的 U 字形脉冲管制冷机 100 的冷却台部分的示意性截面放大图。

[0044] 如图 2 所示,在冷却台 180-1 的顶端安装有被冷却体 130。并且,在冷却台 180-1 内配置有连接蓄冷管 120 的低温端 125b 与脉冲管 140 的低温端 145b 的连通路 182-1。

[0045] 更具体而言,在冷却台 180-1 内,连通路 182-1 具有蓄冷管 120 侧的第 1 出口 184-1 和脉冲管 140 侧的第 2 出口 185-1。并且,在连通路 182-1 的第 1 出口 184-1 与蓄冷管 120 之间配置有第 1 空间部 186-1,在连通路 182-1 的第 2 出口 185-1 与脉冲管 140 之间配置有第 2 空间部 187-1。

[0046] 第 1 空间部 186-1 具有其直径朝向蓄冷管 120 一侧增大的锥形形状。同样地,第 2 空间部 187-1 具有其直径朝向脉冲管 140 一侧增大的锥形形状。但是,在通常情况下,与第 2 空间部 187-1 的锥形形状相比,第 1 空间部 186-1 的锥形形状的缩径率(即,蓄冷管 120 或脉冲管 140 侧的直径与连通路 182-1 侧的直径之比)较大。

[0047] 第 1 空间部 186-1 具有使从脉冲管 140 流入到蓄冷管 120 内的工作气体的流动均匀的作用(参照图 2 的箭头)。同样地,第 2 空间部 187-1 具有使从蓄冷管 120 流入到脉冲管 140 内的工作气体的流动均匀的作用。

[0048] 在此,连通路 182-1 的与工作气体的流动方向大致平行的方向(与纸面平行的方

向)的截面具有大致半圆形的形状。因此,连通路 182-1 的高度 H 较大(曲率半径较小)。

[0049] 当冷却台 180-1 具有这种结构时,被冷却体 130 与配置于蓄冷管 120 的低温端 125b 的低温热交换器 129 之间的距离 D 相对较大。因此,采用这种冷却台 180-1 的结构,低温热交换器 129 的寒冷传递至被冷却体 130 时,容易产生因热传导引起的损失,进而存在很难提高制冷机的制冷效率的问题。

[0050] 另外,为了解决这种问题,可以考虑改变连通路 182-1 的形状(尤其是高度 H),并缩短低温热交换器 129 与被冷却体 130 之间的距离 D 。

[0051] 在图 3 中示意地表示根据这种想法构成的具有其他形状的连通路的冷却台的截面结构。

[0052] 在图 3 所示的例子中,与图 2 所示的连通路 182-1 相比,冷却台 180-2 内的连通路 182-2 构成为与工作气体的流动方向大致平行的方向(与纸面平行的方向)的截面的曲率半径较大。因此,与图 2 所示的连通路 182-1 相比,连通路 182-2 的高度 H 较小。

[0053] 在该情况下,由于被冷却体 130 与配置于蓄冷管 120 的低温端 125b 的低温热交换器 129 之间的距离 D 减小,因此能够在一定程度上抑制两者之间的因热传导引起的损失。

[0054] 但是,在该情况下如图 3 中的箭头所示,当工作气体从脉冲管 140 流入到蓄冷管 120 时,工作气体的流动产生偏流,进而产生工作气体在整个低温热交换器 129 内很难均匀地流动的问题。

[0055] 尤其是在斯特林式 U 字形脉冲管制冷机 100 的情况下,由于在内部流通的工作气体的流速比较大,因此该偏流问题显得极其明显。因此,在如图 3 的冷却台 180-2 的结构中,也导致制冷机的制冷效率下降。

[0056] 如此,在以往的 U 字形脉冲管制冷机 100 中,存在很难提高制冷效率的问题。

[0057] 相对于此,在本发明中如以下详细说明,在维持低温热交换器与被冷却体之间的距离 D 较短的情况下,仍然能够抑制流入到蓄冷管的工作气体的偏流。因此,在本发明中,能够显著提高 U 字形脉冲管制冷机的制冷效率。

[0058] 以下,对本发明的一实施方式进行详细说明。

[0059] (关于根据本发明的一实施例的 U 字形脉冲管制冷机)

[0060] 接着,参照图 4 对根据本发明的一实施例的 U 字形脉冲管制冷机(称为“第一 U 字形脉冲管制冷机”)进行说明。

[0061] 另外,第一 U 字形脉冲管制冷机的基本结构与参照图 1 说明的以往的 U 字形脉冲管制冷机 100 相同。因此,在此主要对第一 U 字形脉冲管制冷机的特征部分、即冷却台的结构及其效果进行说明。

[0062] 在图 4 中表示第一 U 字形脉冲管制冷机的冷却台部分附近的示意性放大剖视图。

[0063] 如图 4 所示,第一 U 字形脉冲管制冷机的冷却台 280 配置成连接蓄冷管 220 的低温端 225b 与脉冲管 240 的低温端 245b。在蓄冷管 220 的低温端 225b 设置有低温热交换器 229。在冷却台 280 的顶端安装有被冷却体 230。

[0064] 在冷却台 280 内配置有连接蓄冷管 220 的低温端 225b 与脉冲管 240 的低温端 245b 的连通路 282。

[0065] 连通路 282 具有位于蓄冷管 220 侧的第 1 出口 284 和位于脉冲管 240 侧的第 2 出口 285。并且,在连通路 282 的第 1 出口 284 与蓄冷管 220 之间配置有第 1 空间部 286,在

连通路 282 的第 2 出口 285 与脉冲管 240 之间配置有第 2 空间部 287。

[0066] 第 1 空间部 286 具有其直径朝向蓄冷管 220 一侧增大的锥形形状。同样地,第 2 空间部 287 具有其直径朝向脉冲管 240 一侧增大的锥形形状。在通常情况下,与第 2 空间部 287 的锥形形状相比,第 1 空间部 286 的锥形形状的缩径率(即,蓄冷管 220 或脉冲管 240 侧的直径与连通路 282 侧的直径之比)较大。

[0067] 在此,与前述图 3 所示的连通路 182-2 相同,冷却台 280 内的连通路 282 构成为与工作气体的流动方向大致平行的方向(与纸面平行的方向)的截面的曲率半径较大。

[0068] 因此,在第一 U 字形脉冲管制冷机的冷却台 280 中,能够使被冷却体 230 与配置于蓄冷管 220 的低温端 225b 的低温热交换器 229 之间的距离 D 较小。并且,由此能够显著抑制在低温热交换器 229 与被冷却体 230 之间产生因热传导引起的损失。

[0069] 另外,第一 U 字形脉冲管制冷机的特征为具有整流部件 250。

[0070] 整流部件 250 具有如下作用:在从脉冲管 240 的低温端 245b 流入到连通路 282 的工作气体流入到蓄冷管 220 的低温端 225b 时,使工作气体的流动均匀化。

[0071] 例如在图 4 的例子中,在第 1 空间部 286 内配置有整流部件 250。整流部件 250 发挥如下功能:使从连通路 282 朝向蓄冷管 220 的低温端 225b 的工作气体的流动在第 1 空间部 286 内变得均匀。因此,从连通路 282 流向蓄冷管 220 的工作气体如图 4 中的箭头所示在第 1 空间部 286 内被均匀化之后,流入到设置于蓄冷管 220 的低温端 225b 的低温热交换器 229 内。

[0072] 通过设置这种整流部件 250,在工作气体从脉冲管 240 的低温端 245b 流入到蓄冷管 220 的低温端 225b 时,能够显著抑制工作气体的偏流。

[0073] 因此,在第一 U 字形脉冲管制冷机中,在维持低温热交换器 229 与被冷却体 230 之间的距离 D 较短的情况下,仍然能够抑制流入到蓄冷管 220 的工作气体的偏流。并且,由此在第一 U 字形脉冲管制冷机中能够显著提高 U 字形脉冲管制冷机的制冷效率。

[0074] 在此,整流部件 250 的结构不作特别限定。

[0075] 整流部件 250 例如也可以具有从连通路 282 的第 1 出口 284 侧朝向蓄冷管 220 的低温端 225b 侧(即,第 1 空间部 286)延伸的多个贯穿孔。

[0076] 在图 5 中示意地表示具有这种多个贯穿孔的整流部件 250 的一结构例。在图 5 中,附图的上侧相当于连通路 282 侧,下侧相当于第 1 空间部 286。如图 5 所示,整流部件 250 具有沿与蓄冷管 220 的延伸轴方向大致平行的方向(附图的 Z 方向)延伸的多个贯穿孔 251。

[0077] 在图 6 中示意地表示整流部件 250 的其他结构例。在图 6 中,附图的上侧相当于连通路 282 侧,下侧相当于第 1 空间部 286。如图 6 所示,整流部件 250 也可以具有从连通路 282 的第 1 出口 284 侧朝向第 1 空间部 286 侧呈放射状延伸的多个贯穿孔 253。

[0078] 具有这种多个贯穿孔的整流部件 250 也可以为例如网状物、金属丝网、冲压板和/或多孔板的形态。

[0079] 另外,在图 4 的例子中,整流部件 250 配置成与连通路 282 的第 1 出口 284 接触。但是,整流部件 250 的配置方式不限于该例子。即,整流部件 250 也可以配置在第 1 空间部 286 内的任何部位。但是,通常在如图 4 的例子那样将整流部件 250 配置成与连通路 282 的第 1 出口 284 接触的情况下,获得最大的均匀化效果。

[0080] 或者,整流部件例如也可以具有在与蓄冷管 220 的延伸轴大致垂直的平面内呈放

射状延伸的多个贯穿孔。并且,整流部件例如也可以具有从连通路 282 的第 1 出口 284 侧朝向蓄冷管 220 的低温端 225b 侧延伸的多个贯穿孔和在与蓄冷管 220 的延伸轴大致垂直的平面内呈放射状延伸的多个贯穿孔这二者。

[0081] 这种整流部件例如也可以由块状结构物构成。

[0082] 在图 7 中表示根据本发明的一实施例的其他 U 字形脉冲管制冷机(称为“第二 U 字形脉冲管制冷机”)的冷却台部分附近的示意性放大剖视图。在图 7 的例子中,作为整流部件使用了块状结构物。

[0083] 如图 7 所示,该块状结构物 260 具有底面被封闭的大致圆管状的形状。并且,块状结构物 260 在圆管的侧面 263 具有呈放射状设置的多个贯穿孔 261。块状结构物 260 配置成上表面与连通路 282 的第 1 出口 284 接触。

[0084] 当这种块状结构物 260 作为整流部件使用时,从连通路 282 朝向蓄冷管 220 的工作气体如图 7 中的箭头所示在第 1 空间部 286 内呈放射状扩散之后,流入到设置于蓄冷管 220 的低温端 225b 的低温热交换器 229 内。

[0085] 因此,在第二 U 字形脉冲管制冷机的情况下,工作气体从脉冲管 240 的低温端 245b 流入到蓄冷管 220 的低温端 225b 时,也能够显著抑制工作气体的偏流。

[0086] 如此,在第二 U 字形脉冲管制冷机中,在维持低温热交换器 229 与被冷却体 230 之间的距离 D 较短的情况下,仍然能够抑制流入到蓄冷管 220 的工作气体的偏流。因此,在第二 U 字形脉冲管制冷机中,也能够显著提高 U 字形脉冲管制冷机的制冷效率。

[0087] 以上,参照图 4~图 7 对本发明的一结构例进行了说明。但是,本发明不限于例示的结构,本领域技术人员应该可以理解在本发明的范围内可以进行各种变更以及组合。

[0088] 例如在前述图 4 以及图 7 的实施方式中,以在蓄冷管的低温端配置有低温热交换器的类型的 U 字形脉冲管制冷机为例,对本发明的特征进行了说明。

[0089] 但是,替代上述类型或者除上述类型之外,也可以采用如下类型的 U 字形脉冲管制冷机:将低温热交换器配置在脉冲管的低温端,并在连通路的第 2 出口(即,脉冲管的出口)侧配置与如图 4 或图 7 所示的整流部件相同的部件。由此,在缩短被冷却体与脉冲管的低温热交换器之间的距离的情况下,仍然能够抑制流入到脉冲管的低温端的工作气体的偏流。并且,由此能够显著提高制冷机的制冷效率。

[0090] 并且,在前述图 4 以及图 7 的实施方式中,第 1 空间部 286 具有直径朝向蓄冷管 220 侧增加的锥形形状。但是,未必一定需要如此,第 1 空间部 286 例如也可以不具有锥形形状(即,其尺寸从第 1 出口 284 侧至蓄冷管 220 的低温端 225b 侧为止大致相同的结构)。

[0091] 并且,连通路 282 的与工作气体的流动平行的方向的截面未必一定为曲线状,该截面例如也可以为将大致方括号“[”旋转 90° 的形状。

[0092] (制冷能力评价试验)

[0093] 接着,为了确认本发明的效果,利用以往的 U 字形脉冲管制冷机以及根据本发明的一实施例的 U 字形脉冲管制冷机进行了制冷能力的评价。

[0094] 作为以往的 U 字形脉冲管制冷机使用了具有前述图 3 所示的结构的冷却台 180-2 且为图 1 所示的结构的 U 字形脉冲管制冷机 100。并且,作为根据本发明的一实施例的 U 字形脉冲管制冷机使用了具有图 7 所示的结构的冷却台 280 的第二 U 字形脉冲管制冷机。因此,两个制冷机的差异仅仅在于有无由块状结构物 260 构成的整流部件。

[0095] 在评价制冷机的制冷能力时使用了将被冷却体 130、230 冷却至 77K 时的电力指标值(瓦特数)。

[0096] 测定的结果如下：, 在以往的 U 字形脉冲管制冷机中, 获得了 128.5W 电力指标值；而在本发明的第二 U 字形脉冲管制冷机中, 获得了 146.5W 电力指标值。由此可以确认, 本发明的第二 U 字形脉冲管制冷机的制冷能力明显大于以往的 U 字形脉冲管制冷机。

[0097] 本发明例如能够用于斯特林式 U 字形脉冲管制冷机等中。

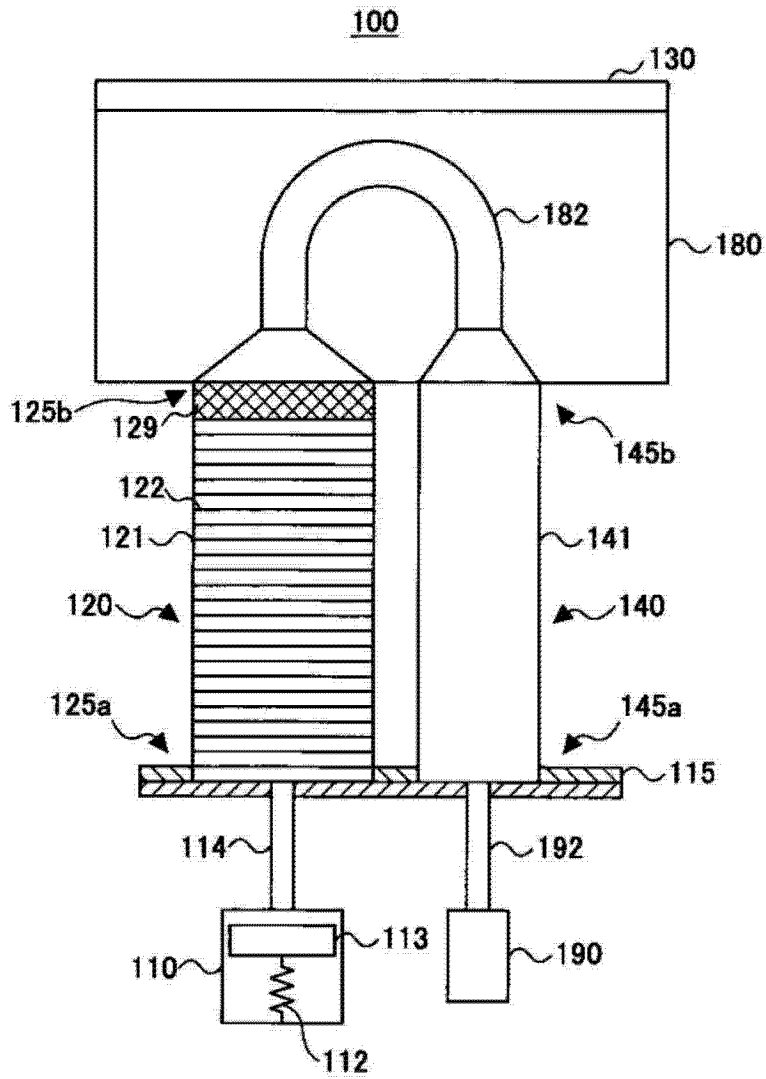


图 1

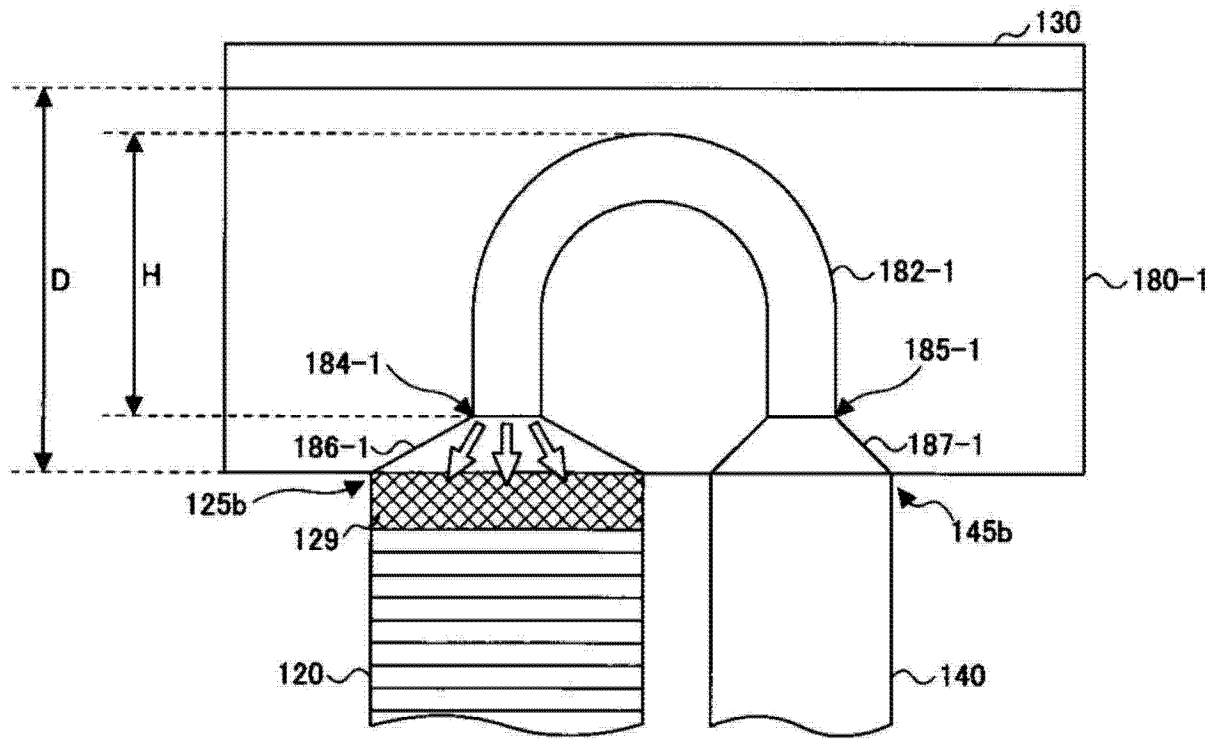


图 2

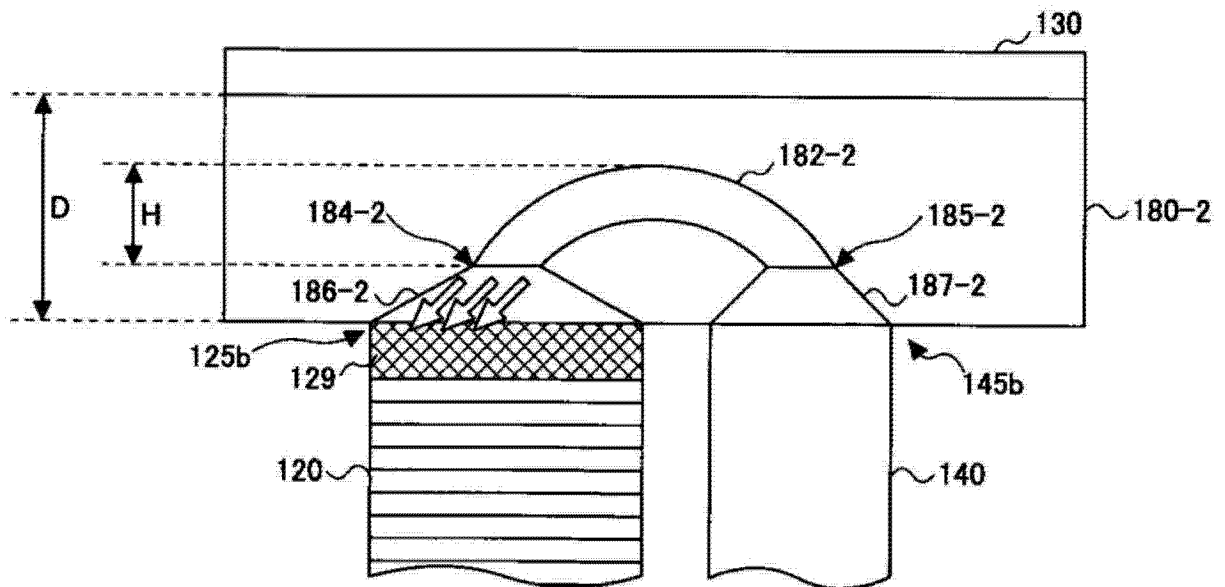


图 3

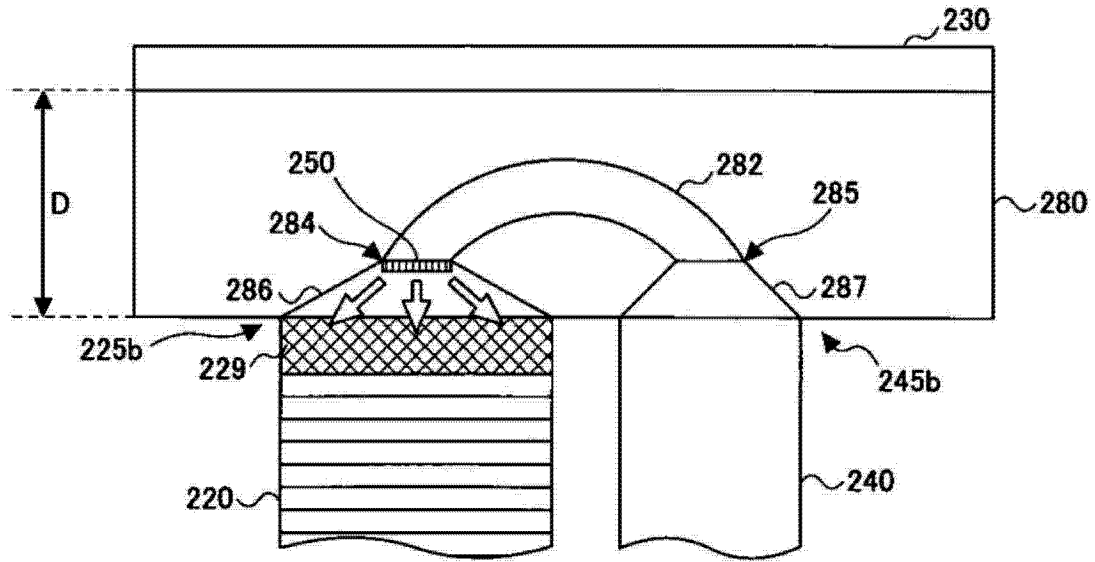


图 4

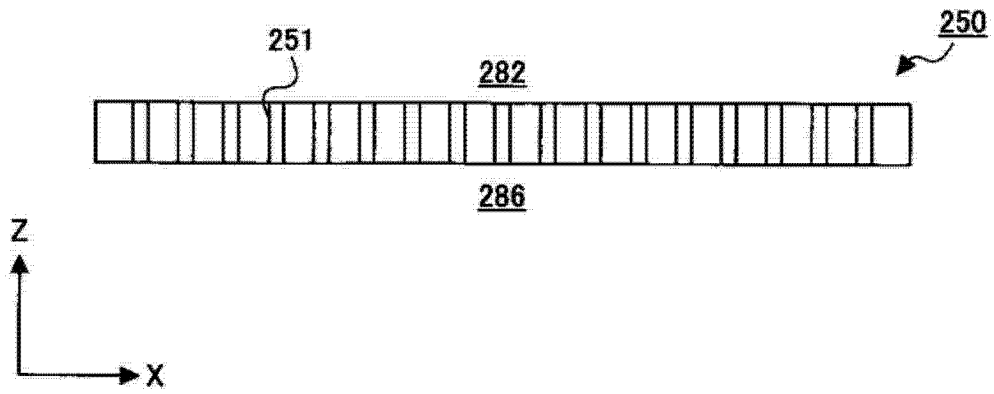


图 5

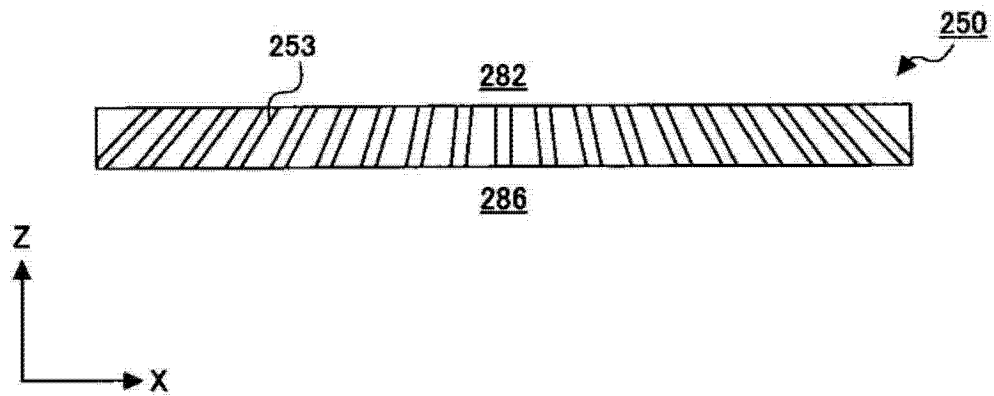


图 6

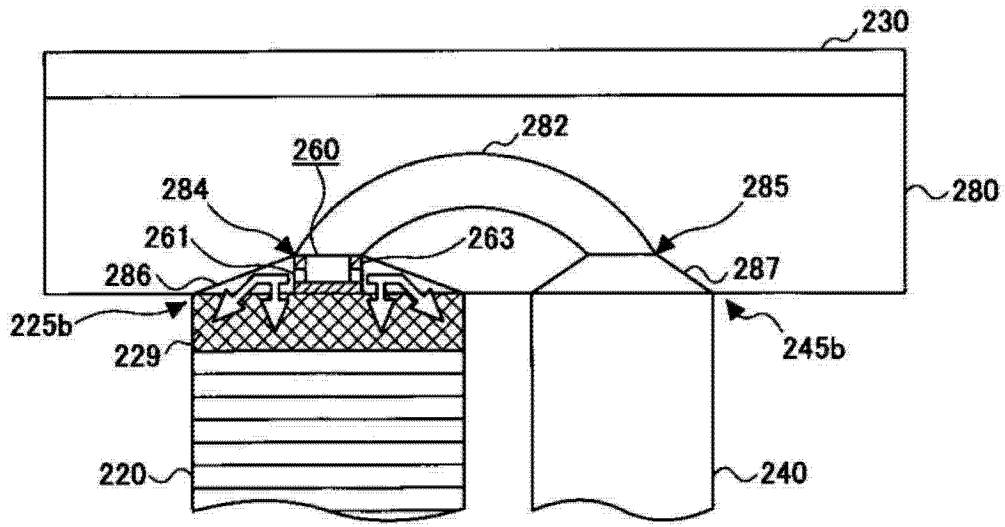


图 7