[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F25B 9/00 (2006.01)
F02G 1/055 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580022732.X

[43] 公开日 2007 年 6 月 13 日

[11] 公开号 CN 1981167A

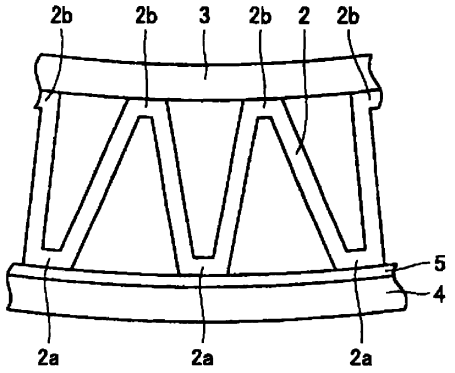
[22] 申请日 2005.5.13
[21] 申请号 200580022732.X
[30] 优先权
[32] 2004. 7. 6 [33] JP [31] 198807/2004
[86] 国际申请 PCT/JP2005/008757 2005.5.13
[87] 国际公布 WO2006/003756 日 2006.1.12
[85] 进入国家阶段日期 2007.1.5
[71] 申请人 夏普株式会社
地址 日本大阪府
[72] 发明人 大野公隆 野田治义
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 温大鹏
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称

热交换器及斯特林发动机

[57] 摘要

一种热交换器，包括：作为外壳体的金属制的圆筒状部件(4)；作为安装在圆筒状部件(4)上的热交换部件的金属制的波纹翅片(2)；以及在圆筒状部件(4)的表面与波纹翅片(2)表面的至少一方上形成的包覆层(5)。 此外，将波纹翅片(2)压接在圆筒状部件(4)上。 该热交换器可设置在例如斯特林发动机的吸热部或放热部中。



1．一种热交换器，其特征是，包括:

金属制的筒状或有底筒状的外壳体（4）;

安装在所述外壳体（4）周面上的金属制的热交换部件（2）;

在所述外壳体（4）周面与所述热交换部件（2）周面的至少一方上形成的包覆层（5），

所述热交换部件（2）压接在所述外壳体（4）上。

2．如权利要求1所述的热交换器，其特征是，令所述包覆层（5）的硬度低于所述外壳体（4）与所述热交换部件（2）中的至少一方的硬度。

3．如权利要求1所述的热交换器，其特征是，

所述包覆层（5）由金属材料构成，

在所述外壳体（4）与所述热交换部件（2）之间，备有合金层，该合金层通过将构成所述包覆层（5）的金属材料、以及构成所述外壳体（4）与所述热交换部件（2）的至少一方的金属材料合金化而形成。

4．如权利要求1所述的热交换器，其特征是，在将所述包覆层（5）熔融后令其固化。

5．一种斯特林发动机，其特征是，备有权利要求1所述的热交换器。

6．一种热交换器，其特征是，包括:

金属制的筒状或有底筒状的外壳体（4）;

安装在所述外壳体（4）的周面上且由铜材料构成的热交换部件（2），该铜材料是铜含量为99.99%以上的铜材料或含有银和锡的至少一种的铜材料，

将所述热交换部件（2）的周面压接在所述外壳体（4）的周面上。

7．一种斯特林发动机，其特征是，备有权利要求6所述的热交换器。

热交换器及斯特林发动机

技术领域

本发明涉及一种热交换器及备有该热交换器的斯特林发动机，特别涉及构成热交换器的热交换部件与外壳体（圆筒状部件）的接触结构。

背景技术

以往，在制冷机等的热交换器中，安装有进行热交换用的热交换部件。例如，在特开 2001-91075 号公报中，公开了一种斯特林发动机用的热交换器，该热交换器备有圆筒状部件及作为热交换部件的波纹翅片。波纹翅片安装在圆筒状部件的内侧，这时，用环状部件将波纹翅片向圆筒状部件侧推压，由此将波纹翅片压接在圆筒状部件上。

此外，在特开 2003-251459 号公报中，公开了一种将热交换部件安装在圆筒壳体内的制冷机的热交换器。在该热交换器中，在热交换部件的外周面和圆筒壳体内的内周面的至少一方上形成镀层，借助于与该镀层的共晶反应形成的共晶合金而将圆筒壳体与热交换部件之间的传热面接合在一起。

专利文献 1：特开 2001-91075 号公报。

专利文献 2：特开 2003-251459 号公报。

但是，像特开 2001-91075 号公报中所记载的热交换器那样仅仅将波纹翅片压接在圆筒状部件的内周面上时，难以充分确保波纹翅片与圆筒状部件的接触面积。如果波纹翅片与圆筒状部件的接触面积不是很充分，则从波纹翅片向圆筒状部件的热传导效率就会降低，结果，会产生热交换器的性能降低的问题。

此外，如特开平 2003－251459 号公报所记载那样，即使借助由与镀层的共晶反应形成的共晶合金而将圆筒壳体与热交换部件之间的传热面进行接合，在共晶合金形成之前的阶段，如果圆筒壳体与镀层的接触面积不充分，其结果是，难以确保充分的接触面积。因此，会产生与特开 2001-91075 号公报的情况同样的问题。

发明内容

本发明是为了解决上述问题而提出的，其目的是提供一种可增大热交换部件与装有该热交换部件的外壳体之间的接触面积的热交换器及备有该热交换器的斯特林发动机。

本发明的热交换器，在一个方面，备有：金属制的外壳体；安装在该外壳体周面上的金属制的热交换部件；在外壳体周面与热交换部件周面的至少一方上形成的包覆层，将热交换部件压接在外壳体上。此外，在本申请说明书中，所谓“热交换部件”是指具有与工作介质等之间进行热交换的功能的部件。此外，包覆层只要是覆盖外壳体的周面和/或热交换部件的周面的至少一部分即可。

上述包覆层的硬度优选低于外壳体与热交换部件的至少一方的硬度。此外，上述包覆层，若是热传导性优良的材料，则也可以使用除金属材料之外的材料，但是在用金属材料构成该包覆层的情况下，最好是在外壳体与热交换部件之间形成合金层，该合金层是通过将构成包覆层的金属材料、以及构成外壳体与热交换部件的至少一方的金属材料合金化而形成的。此外，也可以将包覆层熔融后令其固化。

本发明的热交换器，在另一方面，备有：金属制的外壳体、以及安装在外壳体上且由铜材料构成的热交换部件，该铜材料是铜含量为99.99％以上的铜材料或含有银和锡的至少一种的铜材料，将热交换部件的周面压接在外壳体周面上。即，在该方面，作为热交换部件的材料，使用不仅热传导性而且延展性也良好的材料。

上述外壳体可以由例如圆筒状部件构成，热交换部件可以由例如波纹翅片构成。在这种情况下，将热交换部件安装在外壳体的内部。

本发明的斯特林发动机具有上述的热交换器。

在本发明一方面的热交换器中，由于将热交换部件压接在外壳体上，所以，与仅仅令热交换部件或外壳体与包覆层抵接的情况相比较，可以增大热交换部件或外壳体与包覆层的接触面积。由于包覆层在外壳体的表面与热交换部件的表面的至少一方上形成，所以，可以说是热交换部件或外壳体的一部分。因此，可以增大热交换部件或外壳体与包覆层的接触面积，其结果是，可增大热交换部件与外壳体之间的接触面积。

在本发明另一方面的热交换器中，作为热交换部件的材料，采用了铜含量为 99.99%以上的铜材料或含有银与锡的至少一方的铜材料，所以，可提高热交换部件自身的延展性。由此，可增大将热交换部件与外壳体压接时热交换部件与外壳体的接触部上的热交换部件的变形量，在这种情况下，也能增大热交换部件与外壳体之间的接触面积。

本发明的斯特林发动机，由于备有上述的热交换器，所以，能得到备有可确保热交换部件与外壳体之间的接触面积的高性能的热交换器的斯特林发动机。

附图说明

图 1 是本发明实施方式 1 的热交换器的要部剖视立体图。

图 2 是图 1 所示的热交换器的局部放大图。

图 3 是图 2 的要部放大图。

图 4 是表示图 3 结构的变形例的图。

图 5 是本发明实施方式 2 的热交换器的局部放大图。

图 6 是图 5 的要部放大图。

图 7 是表示图 6 结构的变形例的图。

图 8 是本发明实施方式 3 的热交换器的局部放大图。

图 9 是本发明实施方式 4 的热交换器的局部放大图。

图 10 是备有基于本发明的热交换器的斯特林发动机的剖视图。

附图标记说明

1、1A、1B－热交换器，2－波纹翅片，2a－外周部，2b－内周部，3－环状部件，4－圆筒状部件，5－包覆层，7－斯特林发动机，8－管道，12－壳体，13－气缸，14－活塞，15－排出器，16－再生器， 17－工作空间，17A－压缩空间，17B－膨胀空间，18－放热部，19－吸热部，20－内部轭铁，21－可动磁铁部，22－外部轭铁，23－线性马达，24－活塞弹簧，25－排出器弹簧，26－排出器杆，27－背压空间。

具体实施方式

下面，用图 1～图 10，对本发明的实施方式进行说明。

（实施方式 1）

图 1 是本发明实施方式 1 的热交换器 1 的立体图。图 2 是图 1 所

示的热交换器 1 的局部放大图。

本实施方式 1 的热交换器，备有：金属制的筒状或有底筒状的外壳体；安装在该外壳体内周面上的金属制的热交换部件；以及在外壳体内周面与热交换部件的外侧表面的至少一方上形成的包覆层。在图 1 的例子中，热交换器 1 备有作为外壳体的金属制的圆筒状部件或有底圆筒状部件（作为放热部或吸热部的部件：以下称作圆筒状部件）4；作为安装在该圆筒状部件 4 上的热交换部件的金属制的波纹翅片 2；以及金属制的环状部件 3。

圆筒状部件 4 可由例如铜（Cu）、铜合金、不锈钢、铝（Al）、铝合金等热传导性优良的金属材料（包括合金）或组合这些材料而成的复合材料构成。

在图 1 的例子中，在圆筒状部件 4 的内侧，安装有波纹翅片 2。波纹翅片 2 是与工作介质之间进行热交换的部件，波纹翅片 2 的外径设定为与圆筒状部件 4 的内径基本相等的大小。由此，通过向波纹翅片 2 的内周施加朝向圆筒状部件 4 的径向外侧的方向上的力，可将波纹翅片 2 的外周面推压到圆筒状部件 4 的内周面上，可将波纹翅片 2 的外周面压接到圆筒状部件 4 的内周面上。该波纹翅片 2 可用例如铜或铜合金制作。

环状部件 3 主要具有将波纹翅片 2 推压到圆筒状部件 4 的内周面上而固定的功能，可以用与圆筒状部件 4 同样的材料构成，也可以用与圆筒状部件 4 不同的材料构成。例如可以考虑用硬度比构成波纹翅片 2 的材料高的材料构成环状部件 3。

环状部件 3，典型地具有稍稍大于波纹翅片 2 的内径的外径，在将波纹翅片 2 安装到圆筒状部件 4 的内侧之后，将该环状部件 3 压入波纹翅片 2 的内侧。这时，由于用硬度比构成波纹翅片 2 的材料高的材料构成环状部件 3，所以，可减少上述压入时的环状部件 3 的变形量，能可靠且有效地将朝向圆筒状部件 4 的径向外侧的力施加给波纹翅片 2。

在本实施方式 1 中，如图 2 所示，在圆筒状部件 4 的内周面上形成包覆层 5。如图 2 所示，波纹翅片 2 具有外周部 2a、内周部 2b、以及将两者连接并沿着圆筒状部件 4 的径向延伸的连接部，而且，在其圆周方向上具有周期的凹凸形状。将该波纹翅片 2 的外周部 2a 压接在

圆筒状部件 4 的内周面上的包覆层 5 上，将波纹翅片 2 的内周部 2b 压接在环状部件 3 的外周面上。

包覆层 5 典型地由金属构成，但是，也可以考虑使用金属以外的材料。在包覆层 5 用金属构成的情况下，可以采用镀敷或蒸镀等的方法形成。例如，可以考虑使用延展性及热传导性优良的金（Au）等作为包覆层 5。该包覆层 5 可以典型地在圆筒状部件 4 内周面的整个面上以数μm 左右的厚度形成，也可以只在需要的位置有选择地形成。此外，包覆层 5 可以是单层结构，也可以由多层层叠的结构构成。在用多层层叠的结构构成包覆层 5 的情况下，各层的材质、硬度、厚度等可以是同样的，也可以是不同的。

在本实施方式 1 中，其重要的特征在于，以令包覆层变形的方式，在外壳体上安装热交换部件。在图 1 及图 2 的例子中，以使包覆层 5 变形的方式在圆筒状部件 4 内安装波纹翅片 2。例如，可以通过将波纹翅片 2 压入圆筒状部件 4 内，使包覆层 5 变形，也可以在将波纹翅片 2 插入圆筒状部件 4 内后，借助于环状部件 3 等将将波纹翅片 2 推压到圆筒状部件 4 一侧，从而借助于波纹翅片 2 的外周部 2a 而令包覆层 5 变形。

由于以这样的令包覆层 5 变形的方式在圆筒状部件 4 上压接波纹翅片 2，所以可通过变形的包覆层 5 将波纹翅片 2 安装在圆筒状部件 4 上，此外，也可以将包覆层 5 配置在波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的接触部的周围。不论是哪种情况，与仅仅令波纹翅片 2 与包覆层 5 抵接的情况相比较，可增大波纹翅片 2 与包覆层 5 的接触面积。不仅如此，通过令包覆层 5 压缩变形，可减少包覆层 5 与波纹翅片 2 和/或圆筒状部件 4 之间的微小间隙。这也能有效地起到增大波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间的接触面积的作用。

此外，令包覆层 5 的硬度低于波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的至少一方的硬度，优选是低于波纹翅片 2 的硬度。由此，不仅可容易使包覆层 5 变形，而且，也可进一步增大波纹翅片 2 与包覆层 5 的接触面积。

图 3 示出了图 2 中的波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 的内周部的接合部（抵接部）的放大图。

在图 3 的例子中，通过将波纹翅片 2 的外周部 2a 推压到包覆层 5

上，令包覆层 5 变形，随之，在波纹翅片 2 的外周部 2a 的周围形成包覆层 5 的隆起部。于是，通过将波纹翅片 2 的外周部 2a 压入包覆层 5 中，可使包覆层 5 延伸到波纹翅片 2 的外周部 2a 的侧壁面上，可增大波纹翅片 2 与包覆层 5 的接触面积。不仅如此，由于包覆层 5 在波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间被压缩变形，所以，可令包覆层 5 嵌入波纹翅片 2 的外周部 2a 的表面附近或圆筒状部件 4 的内周面附近等处存在的微小间隙中。这也能有效地起到增大波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间的接触面积的作用。

图 4 中示出了本实施方式 1 的变形例。在图 4 的例子中，将图 3 所示状态的包覆层 5 加热并使其熔融，之后令其固化。通过令包覆层 5 熔融，除了可进一步增大波纹翅片 2 与包覆层 5 的接触面积之外，还能进一步减小波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 之间所存在的上述微小间隙。此外，作为包覆层 5 的材料，通过选择相对于波纹翅片 2 渗润性良好的材料，可使熔融时位于波纹翅片 2 附近的包覆层 5 附着在波纹翅片 2 的表面上，可进一步扩大接触面积。

通过适当地调节施加在包覆层 5 上的加热处理的温度，可在使包覆层 5 熔融时，将构成包覆层 5 的金属材料、以及构成波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的至少一方的金属材料合金化而形成合金层。例如，波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的至少一方由铜材料构成，包覆层 5 用 10μm 左右厚度的 Cu-Sn-Ag（Bi）层或 Cu-Sn-Ag（In）层构成，由此，可在波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间形成合金层。在这种情况下，也能期待获得与上述情况同样的效果。

此外，上述以外的焊锡材料（Sn-Ag 系的焊锡材料、无铅焊锡材料等）也能作为包覆层 5 的材料使用。此外，通过令包覆层 5 中含有作为杂质的铋（Bi），可令合金化温度降低到 220℃左右。

（实施方式 2）

接着，用图 5～图 7，对本发明的实施方式 2 进行说明。

在本实施方式 2 中，在热交换部件侧形成包覆层。具体地说，如图 5 所示，在波纹翅片 2 的表面上形成上述的包覆层 5。除此以外的构成，与实施方式 1 的情况基本相同。在本实施方式 2 的情况下，也能期待获得与上述实施方式 1 同样的效果。

图 6 示出了图 5 中的波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 的内

周部的接合部（抵接部）的放大图。

如图 6 所示，在本实施方式 2 中，通过将波纹翅片 2 推压安装到圆筒状部件 4 侧，位于波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间的包覆层 5 变形而沿着圆筒状部件 4 的表面朝横向伸出。此外，由于包覆层 5 被压缩变形，所以，也能减小波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间的上述微小的间隙。因此，与上述实施方式 1 的情况同样地，可增大波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间的接触面积。

图 7 示出了本实施方式 2 的变形例。如图 7 所示，与上述实施方式 1 的情况同样地，也可将图 6 所示状态的包覆层 5 加热而使其熔融，之后令其固化。在本变形例的情况下，作为包覆层 5 的材料，通过选择相对于圆筒状部件 4 渗润性良好的材料，在令包覆层 5 熔融时，可令位于圆筒状部件 4 附近的包覆层 5 附着在圆筒状部件 4 的表面上。由此，可确保与图 6 的情况同等以上的接触面积。此外，通过令包覆层 5 熔融，也能进一步减小波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 之间的上述微小的间隙。

进一步，与实施方式 1 的情况同样地，在使包覆层 5 熔融时，也可以形成通过将构成包覆层的金属材料、以及构成波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的至少一方的金属材料合金化而形成的合金层。此外，各要素的具体材料，可使用与实施方式 1 的情况同样的材料。此外，也可以在波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 双方的表面上，形成单层或多层的包覆层 5。

（实施方式 3）

接着，用图 8，对本发明的实施方式 3 进行说明。在本实施方式 3 中，在外壳体的表面与热交换部件的表面的至少一方上，有选择地形成包覆层。更详细地说，在外壳体与热交换部件的接合位置及其附近，有选择地形成包覆层。

在图 8 的例子中，仅仅在波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 之间形成包覆层 5。包覆层 5 形成在波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的至少一方上即可。当仅仅在波纹翅片 2 的外周部 2a 的表面上有选择地形成包覆层 5 时，仅仅将波纹翅片 2 的外周部 2a 浸渍在例如镀敷液中即可。此外，在圆筒状部件 4 的内周面上有选择地形成包覆层 5 时，例如，在圆筒状部件 4 的内周面上有选择地形成掩膜，在形成该掩膜的位置

以外的圆筒状部件 4 的内周面上，通过蒸镀等形成包覆层 5 即可。

在本实施方式 3 的情况下，通过令包覆层 5 变形，可增大波纹翅片 2 或圆筒状部件 4、与包覆层 5 之间的接触面积，并且，可减小波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 之间的微小间隙。

此外，如上述实施方式 1、2 那样，也可以在令包覆层 5 变形后进行熔融，之后，将包覆层 5 固化。在这种情况下，也能期待获得与实施方式 1、2 的情况同样的效果。

（实施方式 4）

接着，用图 9，对本发明的实施方式 4 进行说明。在上述各实施方式中，是在外壳体与热交换部件之间形成包覆层，但是在本实施方式 4 中，不形成该包覆层，而是提高热交换部件自身的延展性。

图 9 中示出了本实施方式 4 的热交换器 1 的局部放大图。如图 9 所示，在本实施方式 4 中，在波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 之间，不形成包覆层，而是令波纹翅片 2 的外周部 2a 与圆筒状部件 4 直接接触。

于是，提高了波纹翅片 2 自身的延展性。为了提高波纹翅片 2 自身的延展性，在实质上用一种材质构成波纹翅片 2 的情况下，有时可通过提高该材料的纯度来提高延展性。此外，有时可通过在构成波纹翅片 2 的材料中添加其他材料来提高延展性。

例如，在用铜构成波纹翅片 2 的情况下，使用铜含量为 99.99%以上的铜材料制造波纹翅片 2，由此，可提高波纹翅片 2 自身的延展性。此外，在用包含铜与铜以外的金属材料的原材料构成波纹翅片 2 的情况下，可以考虑用包含银或锡等铜以外的材料的铜材料（以铜为主要成分的材料）构成波纹翅片 2。在这种情况下，通过向作为主要成分的铜中添加银或锡之类的材料，可提高铜材料的延展性。

如上所述，通过提高波纹翅片 2 自身的延展性，在将波纹翅片 2 安装在圆筒状部件 4 上时，可使波纹翅片 2 易于变形。因此，在向圆筒状部件 4 的内周面上压接波纹翅片 2 的位置上，可令波纹翅片 2 沿着圆筒状部件 4 的内周面变形，可增大波纹翅片 2 与圆筒状部件 4 的接触面积。

此外，在上述各实施方式中，说明了在金属制的外壳体的内部安装金属制的热交换部件的情况，但是，本发明的思想也可适用于在金

属制的外壳体的外部安装金属制的热交换部件的情况。

（实施方式5）

接着，用图10，对本发明的实施方式5进行说明。在本实施方式5中，对将上述各实施方式中所述的热交换器组装到斯特林发动机中的情况进行说明。

首先，用图10，说明本实施方式5的斯特林发动机的结构。如图10所示，斯特林发动机7包括：壳体12；组装在该壳体12中的气缸13；在该气缸13中作往复运动的活塞14和排出器15；再生器16；包含压缩空间17A和膨胀空间17B的工作空间17；放热部18（热头）；吸热部19（冷头）；作为活塞驱动装置的线性马达23；活塞弹簧24；排出器弹簧25；排出器杆26；以及背压空间27。

在壳体12中，组装有以气缸13、线性马达23、活塞弹簧24及排出器弹簧25为代表的种种部件。此外，在斯特林发动机7的内部，填充有氦气或氢气、氮气等的工作介质。

气缸13具有大致圆筒状的形状，内部可往复运动地收容有活塞14和排出器15。在气缸13内，在同一轴上隔开间隔地配置着活塞14和排出器15，该活塞14和排出器15将气缸13内的工作空间17划分成压缩空间17A和膨胀空间17B。更详细地说，工作空间17是比活塞14的排出器15一侧的端面更位于排出器15侧的空间，在活塞14与排出器15之间形成压缩空间17A，在排出器15与吸热部19之间形成膨胀空间17B。压缩空间17A主要由放热部18围成，膨胀空间17B主要由吸热部19围成。

在压缩空间17A与膨胀空间17B之间，配设有再生器16，该再生器16是在管道8的内周面上具有既定间隙地卷绕薄膜而成的，经由该再生器16将压缩空间17A与膨胀空间17B连通。因此，在斯特林发动机7内构成闭合回路。封入该闭合回路内的工作介质与活塞14和排出器15动作相配合而流动，从而可实现斯特林逆循环。

在位于气缸13外侧的背压空间27中，配设有线性马达23。线性马达23具有内部轭铁20、可动磁铁部21、及外部轭铁22，通过该线性马达23在气缸13的轴向上驱动活塞14。

活塞14的一端与由板簧等构成的活塞弹簧24相连接。该活塞弹簧24具有将弹力施加给活塞14的弹力施加装置的功能。通过由该活

塞弹簧 24 施加弹力，可使活塞 14 在气缸 13 内稳定地周期往复运动。排出器 15 的一端经由排出器杆 26 与排出器弹簧 25 连接。排出器杆 26 贯通活塞 14 地配设，该排出器弹簧 25 由板簧等构成。该排出器弹簧 25 的周缘部与活塞弹簧 24 的周缘部由从线性马达 23 延伸到活塞 14 的背压空间 27 侧的支承部件支承。

在相对于活塞 14 来说与排出器 15 相反的一侧，配设有由壳体 12 包围的背压空间 27。背压空间 27 包括壳体 12 内的位于活塞 14 周围的外周区域、和壳体 12 内的比活塞 14 更位于活塞弹簧 24 侧（后方侧）的后方区域。在该背压空间 27 内也存在工作介质。

在放热部 18、吸热部 19 上，分别设置有热交换器 1A（高温侧热交换器）和热交换器 1B（低温侧热交换器）。作为该热交换器 1A、1B，使用上述各实施方式中所述的热交换器。即，在放热部 18、吸热部 19 的内周面上以上述各实施方式的方法，连接（接合）有波纹翅片 2 的外周面。

由此，可增大放热部 18、吸热部 19 与波纹翅片 2 之间的接触面积。即，可确保热交换器的热交换部件与外壳体之间的充分的接触面积。因此，可降低热交换器的热阻力，减少传热损失。其结果是，可得到具有降低了热阻力的高性能的热交换器的斯特林发动机，在作为例如制冷机使用的情况下，可提高制冷能力。

接着，说明上述斯特林发动机 7 的动作。

首先，使线性马达 23 工作而驱动活塞 14。被线性马达 23 驱动的活塞 14 接近排出器 15，并压缩压缩空间 17A 内的工作流体（工作气体）。

活塞 14 接近排出器 15，由此，压缩空间 17A 内的工作介质的温度上升，但是，该热经由热交换器 1A 而传递到放热部 18，通过放热部 18 将该压缩空间 17A 内产生的热向外部放出。因此，将压缩空间 17A 内的工作介质的温度维持为基本等温。即，本过程相当于斯特林逆循环中的等温压缩过程。

活塞 14 接近排出器 15 后，排出器 15 向吸热部 19 侧移动。另一方面，被活塞 14 在压缩空间 17A 内压缩的工作介质流入再生器 16 内，进一步向膨胀空间 17B 流入。这时，将工作介质所持有的热蓄热到再生器 16 中。即，本过程相当于斯特林逆循环中的等容冷却过程。

流入膨胀空间 17B 内的高压工作介质，通过排出器 15 向活塞 14 侧（壳体 12 的导管部分的后端侧）的移动而膨胀。随着这样的排出器 15 向后方侧的移动，排出器弹簧 25 的中央部也向后方侧突出地变形。

如上所述，通过工作介质在膨胀空间 17B 内膨胀，膨胀空间 17B 内的工作介质的温度会下降，但是，由于通过吸热部 19 将外部热向膨胀空间 17B 内传递，所以，膨胀空间 17B 内基本保持等温。即，本过程相当于斯特林逆循环中的等温膨胀过程。

之后，排出器 15 开始朝着远离活塞 14 的方向移动。由此，膨胀空间 17B 内的工作介质通过再生器 16 而再次向压缩空间 17A 侧返回。这时，将蓄热到再生器 16 中的热施加给工作介质，使工作介质升温。即，本过程相当于斯特林逆循环中的等容加热过程。

通过反复进行这一连串的过程（等温压缩过程—等容冷却过程—等温膨胀过程—等容加热过程），构成斯特林逆循环。其结果是，吸热部 19 逐渐变成低温，直到有非常低的温度为止。另一方面，放热部 18 的温度逐渐上升，达到既定的温度。在此，通过采用本实施方式的热交换器 1A、1B，可将来自工作介质的热经由各热交换器 1A、1B 有效地传递给吸热部 19 及放热部 18。

以上虽然对本发明的实施方式进行了说明，但是，最初也预定将上述各实施方式的构成进行适当的组合。

此外，这里公开的实施方式不应认为是例示了所有的点的限制性的方式。本发明的范围由权利要求的范围表示，也包括与权利要求范围均等的含义及范围内的所有变形。

工业实用性

本发明可有效地适用于热交换器及备有该热交换器的斯特林发动机。

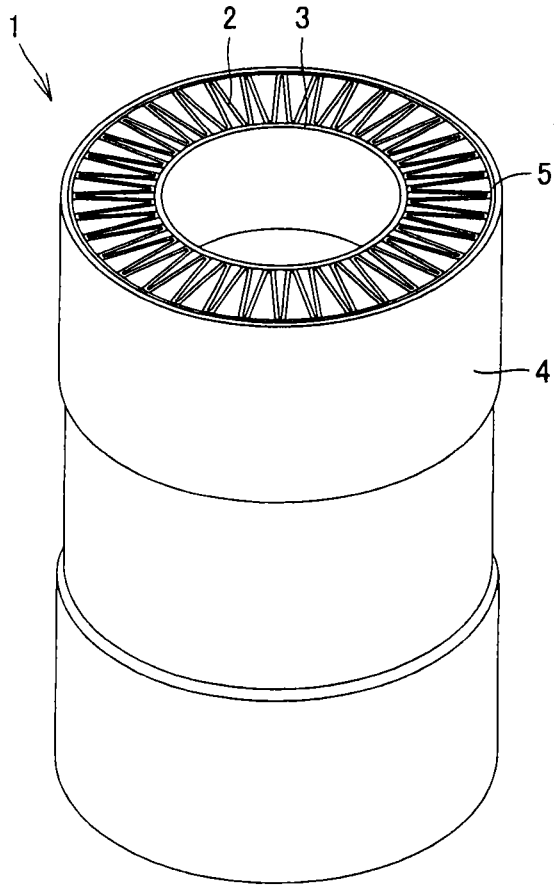


图 1

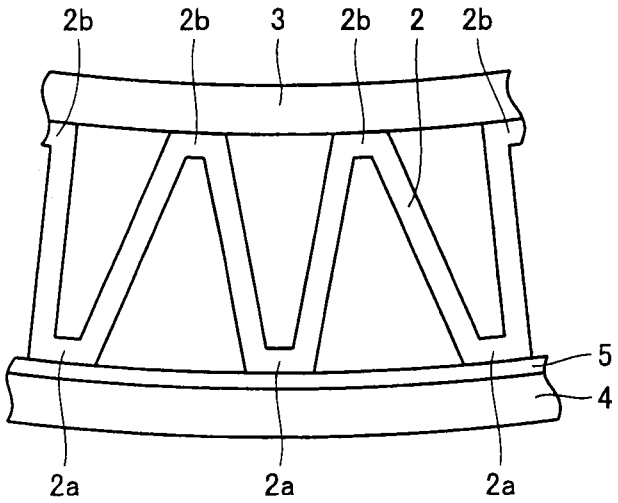


图 2

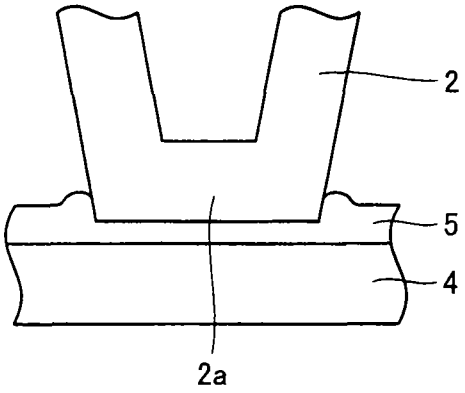


图 3

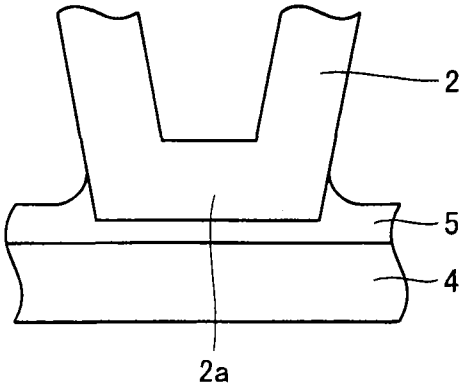


图 4

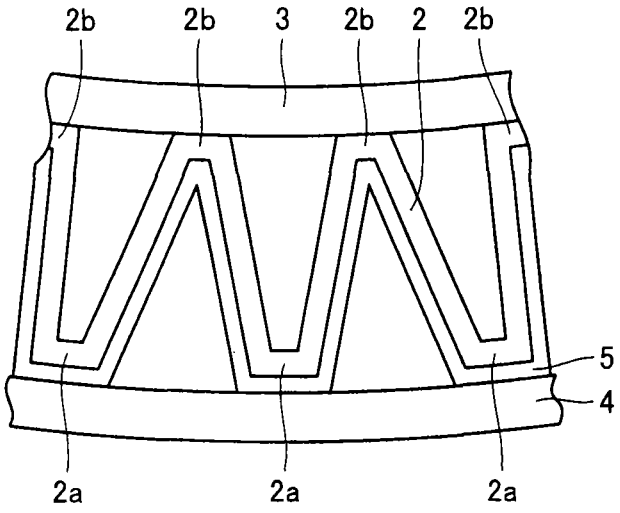


图 5

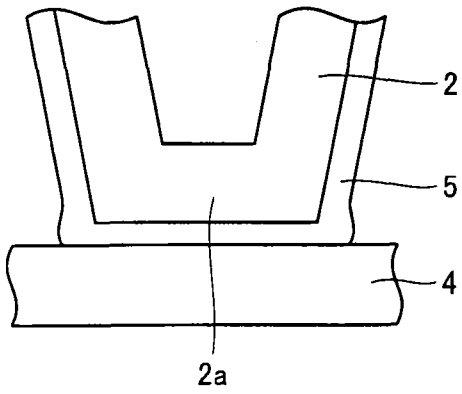


图 6

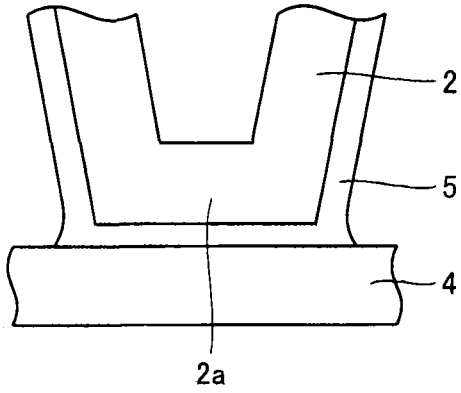


图 7

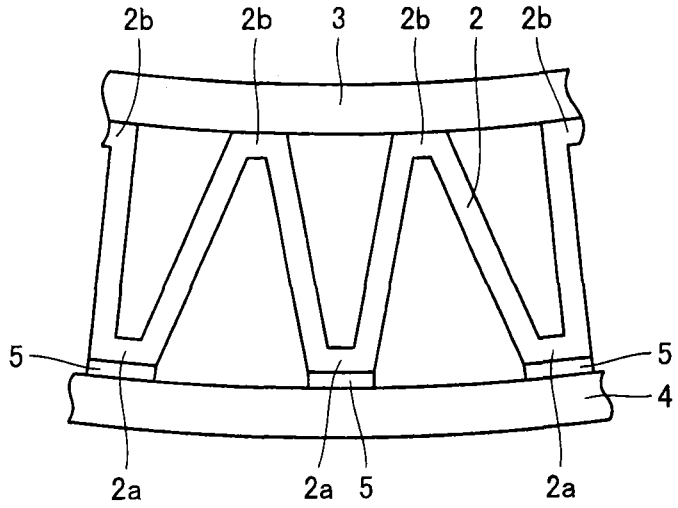


图 8

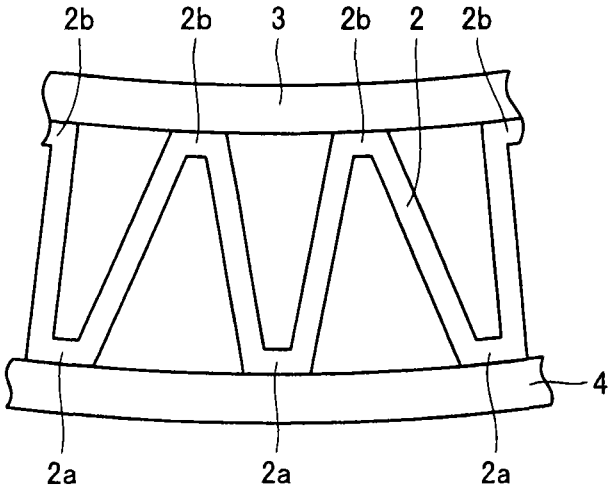


图 9

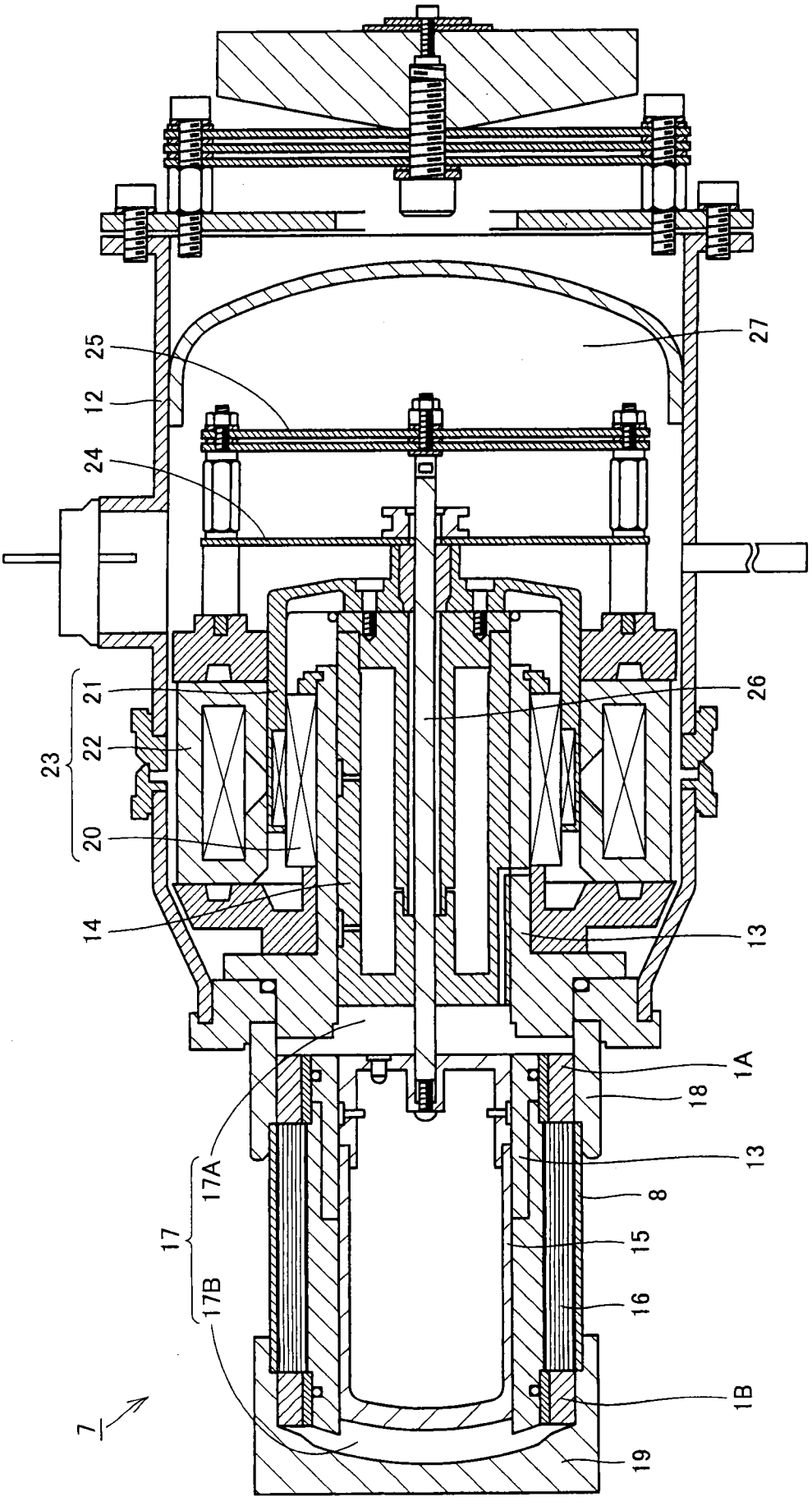


图 10