[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
F28D 9/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97198917.6

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1109875C

[22] 申请日 1997.10.17 [21] 申请号 97198917.6

[30] 优先权

[32] 1996.10.17 [33] JP [31] 275057/1996

[86] 国际申请 PCT/JP97/03779 1997.10.17

[87] 国际公布 WO98/16787 日 1998.4.23

[85] 进入国家阶段日期 1999.4.16

[71] 专利权人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 神尾纯一 角田正

[56] 参考文献

JP57-500945A 1982.05.27 F28F3/04

审查员 李永波

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

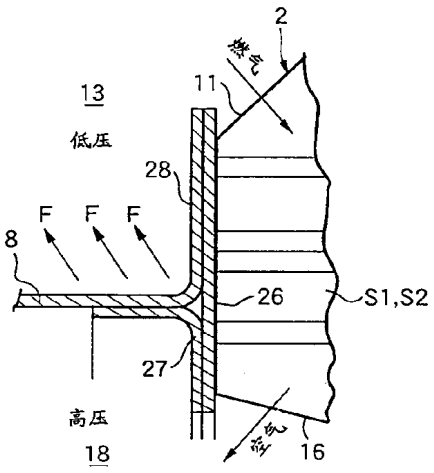
代理人 陈 健

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 13 页

[54] 发明名称 热交换器

[57] 摘要

在由钎焊于热交换器 2 的多个传热板 S1、S2 端面的板 8 构成分隔燃气通路入口 11 及空气通路出口 16 的分隔壁的场合，防止燃气及空气的压力差在上述板 8 作用的负荷 F 造成上述钎焊部寿命降低。为此，在传热板 S1、S2 的端面钎焊接合基板 26，在接合基板 26 的前面钎焊将板 8 的端部弯曲成直角形成的接合凸缘 28 的后面，同时，在板 8 的下面及接合基板 26 的前面钎焊断面为 L 字状的接合凸缘 27。由此提高接合部的刚性，缓和应力集中，提高寿命。



ISSN1008-4274

1.一种热交换器，所用折板坯料（21）通过第1折线（L_1）及第2折线（L_2）交替连设多个第1传热板（S1）及多个第2传热板（S2），在该第1、第2折线（L_1、L_2）将该折板坯料（21）折成曲折状，由该第1折线（L_1）与第1端板（6）的接合封闭邻接的第1折线（L_1）间的间隙，同时，由该第2折线（L_2）与第2端板（7）的接合封闭邻接的第2折线（L_2）间的间隙，从而在邻接的上述第1传热板（S1）和第2传热板（S2）之间交替形成高温流体通路（4）及低温流体通路（5），

在该热交换器中，将第1传热板（S1）及第2传热板（S2）的流路方向两端部切割成有2个端缘的角形，通过在高温流体通路（4）的流路方向一端部封闭上述2个端缘的一方而开放另一方，形成高温流体通路入口（11），同时，通过在高温流体通路（4）的流路方向的另一端部封闭上述2个端缘的一方而开放另一方，形成高温流体通路出口（12），另外，还通过在低温流体通路（5）的流路方向的另一端部封闭上述2个端缘的另一方而开放一方，形成低温流体通路入口（15），同时，通过在低温流体通路（5）的流路方向的一端部封闭上述2个端缘的另一方而开放一方，形成低温流体通路出口（16），并且在流路方向一端侧的角形的顶点部分接合隔板(8)，将上述高温流体通路入口(11)和低温流体通路出口(16)分隔开，在流路方向另一端侧的角形的顶点部分接合隔板(10)，将上述低温流体通路入口(15)和高温流体通路出口(12)分隔开；其特征在于：

流路方向一端侧的角形的顶点部分与隔板(8)的接合部及/或流路方向另一端侧的角形的顶点部分与隔板(10)的接合部配置在与流路方向垂直的方向上，在与上述顶点部分接合的接合基板（26）以面接触地一体接合一对接合凸缘（27、28），该一对接合凸缘（27、28）从沿流路方向延伸的隔板（8）的端部分成两支后沿与流路方向垂直的方向延伸。

2.如权利要求1所述的热交换器，其特征在于：以同一构件构成隔板（8）、接合基板（26）、及至少一方的接合凸缘（27、28）。

热交换器

发明领域

本发明涉及一种通过将多个第 1 传热板及多个第 2 传热板折曲成曲折状而交替形成高温流体通路及低温流体通路的热交换器。

背景技术

在日本专利公报实开平 4-82857 号、特开昭 58-205091 号中公开了一种热交换器，其中，隔着规定间隔地平行配置多个传热板，在这些多个传热板的端面钎焊板，形成流体通路。

可是，在通过钎焊于多个传热板的端面的板构成分隔燃气通路出入口及空气通路出入口的分隔壁的场合，燃气及空气的压力差在上述板作用负荷，所以，在该板与传热板的端面的钎焊部形成应力集中，存在降低寿命的可能性。

发明的公开

本发明就是鉴于上述情况而作出的，其目的在于避免在传热板的端面的接合部产生应力集中，提高寿命。

为了达到上述目的，按照本发明的第 1 特征，提供一种热交换器，所用折板坯料通过第 1 折线及第 2 折线交替连设多个第 1 传热板及多个第 2 传热板，在该第 1、第 2 折线将该折板坯料折成曲折状，由该第 1 折线与第 1 端板的接合封闭邻接的第 1 折线间的间隙，同时，由该第 2 折线与第 2 端板的接合封闭邻接的第 2 折线间的间隙，从而在邻接的上述第 1 传热板和第 2 传热板之间交替形成高温流体通路及低温流体通路；在该热交换器中，将第 1 传热板及第 2 传热板的流路方向两端部切割成有 2 个端缘的角形，通过在高温流体通路的流路方向一端部封闭上述 2 个端缘的一方而开放另一方，形成高温流体通路入口，同时，通过在高温流体通路的流路

方向的另一端部封闭上述 2 个端缘的一方而开放另一方，形成高温流体通路出口，另外，还通过在低温流体通路的流路方向的另一端部封闭上述 2 个端缘的另一方而开放一方，形成低温流体通路入口，同时，通过在低温流体通路的流路方向的一端部封闭上述 2 个端缘的另一方而开放一方，形成低温流体通路出口，并且在流路方向一端侧的角形的顶点部分接合隔板，将上述高温流体通路入口和低温流体通路出口分隔开，在流路方向另一端侧的角形的顶点部分接合隔板，将上述低温流体通路入口和高温流体通路出口分隔开；流路方向一端侧的角形的顶点部分与隔板的接合部及/或流路方向另一端侧的角形的顶点部分与隔板的接合部配置在与流路方向垂直的方向上，在与上述顶点部分接合的接合基板以面接触地一体接合一对接合凸缘，该一对接合凸缘从沿流路方向延伸的隔板的端部分成两支后沿与流路方向垂直的的方向延伸。

按照上述构成，当在分别于两面接触高压的低温流体及低压的高温流体的隔板作用压力差产生的负荷时，虽在隔板与角形的顶点部分的接合部产生应力集中，但由于上述接合部使接合基板与一对的接合凸缘进行面接触接合成一体，该接合基板配置在与流路方向垂直的方向并接合在上述顶点部分，该一对的接合凸缘从沿流路方向延伸的隔板的端部分成二支并沿与流路方向垂直的方向延伸，从而提高了刚性，所以，可经受上述应力集中。另外，在上述的发明中，接合基板、接合凸缘及/或隔板可以用同一构件构成也可以用不同构件构成。

按照本发明的第 2 特征，提供一种热交换器，除上述第 1 特征以外，还有这样的特征：以同一构件构成隔板、接合基板、及至少一方的接合凸缘。

按照上述构成，由于以同一构件构成隔板、接合基板、及至少一方的接合凸缘，所以，与用不同构件构成它们并加以接合的场合相比，不仅可以减少接合工时，而且可以增加接合部的刚性。

附图的简单说明

图 1～图 12 示出本发明的第 1 实施例，图 1 为燃气涡轮发动机的全

体侧视图，图 2 为图 1 的 2-2 线剖视图，图 3 为图 2 的 3-3 线放大剖视图（燃气通路的剖视图），图 4 为图 2 的 4-4 线放大剖视图（空气通路的剖视图），图 5 为图 3 的 5-5 线放大剖视图，图 6 为图 3 的 6-6 线放大剖视图，图 7 为折板坯料的展开图，图 8 为热交换器的要部透视图，图 9 为示出燃气及空气的流动的示意图，图 10A、10B 及 10C 为说明使凸起的节距均匀的场合的作用的图，图 11A、11B 及 11C 为说明使凸起的节距不均匀的场合的作用的图，图 12 为图 3 的 12 部的放大图，图 13A、13B 及 13C 为示出本发明的第 2-第 4 实施例的与上述图 12 相对应的图。

实施发明的最佳形式

下面根据附图所示本发明的实施例说明本发明的实施形式。

如图 1 及图 2 那样，燃气涡轮发动机 E 具有将图中未示出的燃烧器、压缩机、涡轮等收容于内部的发动机本体 1，环绕该发动机本体 1 的外周配置圆环状的热交换器 2。热交换器 2 夹着接合面 3…沿圆周方向配置具有 90° 中心角的 4 个组件 2_1，在圓周方向上交替形成通过涡轮的温度较高的燃气所通过的燃气通路 4…和由压缩机压缩了的温度较低的空气通过的空气通路 5…（参照图 5 及图 6）。图 1 中的断面与燃气通路 4…相对应，空气通路 5…邻接着该燃气通路 4…的靠纸面外方侧和靠里面侧形成。

热交换器 2 的沿轴线的断面形状为轴向长径向短的扁平六角形，其径向外周面由大直径圆筒状的外壳 6 作为第 1 端板进行封闭，其径向内周面由小直径圆筒状的内壳 7 作为第 2 端板进行封闭。热交换器 2 的断面的前端侧（图 1 的左侧）被切割成不等长的角形，在对应该角形顶点的端面作为隔板钎焊着与发动机本体 1 的外周相连的端板 8。另外，热交换器 2 的断面的后端侧（图 1 的右侧）被切割成不等长的角形，在对应该角形顶点的端面作为隔板钎焊着与外箱 9 相连的端板 10。

热交换器 2 的各燃气通路 4 在图 1 中的左上及右下具有燃气通路入口 11 及燃气通路出口 12，在燃气通路入口 11 连接着沿发动机本体 1 外周形成的用于导入燃气的空间（简称燃气导入管）13 的下游端，同时，在燃气通路出口 12 连接着延伸到发动机本体 1 内部的用于排出燃气的空间（简称燃气排出管）14 的上游端。

热交换器 2 的各空气通路 5 在图 1 中的右上及左下具有空气通路入口 15 及空气通路出口 16，在空气通路入口 15 连接着沿后部外箱 9 内周形成的用于导入空气的空间（简称空气导入管）17 的下游端，同时，在空气通路出口 16 连接着延伸到发动机本体 1 内部的用于排出空气的空间（简称空气排出管）18 的上游端。

这样，如图 3、图 4 和图 9 所示，燃气与空气相互沿相反方向流动并且相互交叉，从而实现了热交换效率高的逆流及所谓的横流。即，通过使高温流体和低温流体相互朝相反的方向流动，可以沿该流路的全长在高温流体和低温流体间保持大的温差，提高热交换效率。

驱动涡轮的燃气的温度在燃气通路入口 11…约为 600～700℃，当该燃气通过燃气通路 4…时，经与空气进行热交换，在燃气通路出口 12 将其冷却到约 300～400℃。另一方面，由压缩机压缩后的空气的温度在空气通路入口 15…约为 200～300℃，当该空气通过空气通路 5…时，经与燃气进行热交换，在空气通路出口 16 将其加热到约 500～600℃。

下面，参照图 3～图 8 说明热交换器 2 的构造。

如图 3、图 4 及图 7 所示，热交换器 2 的组件 2_1 由折板坯料 21 制造而成，该折板坯料 21 在预先将不锈钢等的金属薄板切割成规定形状后于其表面用压力加工形成凹凸。折板坯料 21 交替地配置第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…，通过山形折线 L_1 和谷形折线 L_2 折成曲折状。山形折叠是朝纸面的外侧凸起折叠，谷形折叠是朝纸面的里侧凸起折。各山形折线 L_1 和谷形折线 L_2 不是单纯的直线，为了在第 1 传热板 S1…与第 2 传热板 S2…之间形成规定的空间，实际上是由圆弧状的折线或平行而且邻接的 2 根折线构成。

在第 1 传热板 S1…与第 2 传热板 S2…采用压力成形的方法形成以不等间隔配置的多个第 1 凸起 22…和第 2 凸起 23…。在图 7 中以×符号示出的第 1 凸起 22…向纸面外侧凸出，以○符号示出的第 2 凸起 23…向纸面里侧凸出，它们交替地（即第 1 凸起 22…相互间或第 2 凸起 23…相互间不连续地）排列。

在第 1、第 2 传热板 S1、S2 的切割成角形的前端部及后端部压力成

形有朝图 7 中的纸面外侧凸出的第 1 凸条 24_F…、24_R…和朝纸面里侧凸出的第 2 凸条 25_F…、25_R…。第 1 传热板 S1…与第 2 传热板 S2…都在对角位置配置有前后一对第 1 凸条 24_F…、24_R…，在另外的对角位置配置有前后一对第 2 凸条 25_F…、25_R…。

图 3 所示第 1 传热板 S1 的第 1 凸起 22…、第 2 凸起 23…、第 1 凸条 24_F…、24_R…及第 2 凸条 25_F…、25_R…的凹凸关系与图 7 所示的第 1 传热板 S1 相反，这是因为图 3 是从背面观看第 1 传热板 S1 时的状态。

从图 5~图 7 可知，通过在山形折线 L_1 折曲该折板坯料 21 的第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…而在两传热板 S1…、S2…间形成燃气通路 4 时，第 1 传热板 S1 的第 2 凸起 23…的前端与第 2 传热板 S2 的第 2 凸起 23…的前端相互接触并钎焊在一起。另外，第 1 传热板 S1 的第 2 凸条 25_F…、25_R…与第 2 传热板 S2 的第 2 凸条 25_F…、25_R…互接触并钎焊在一起，封闭图 3 所示的燃气通路 4 的左下部分及右上部分，同时，第 1 传热板 S1 的第 1 凸条 24_F…、24_R…与第 2 传热板 S2 的第 1 凸条 24_F…、24_R…存有间隙地相向，在图 3 所示燃气通路 4 的左上部分及右下部分分别形成燃气通路入口 11 及燃气通路出口 12。

通过在谷形折线 L_2 折曲该折板坯料 21 的第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…而在两传热板 S1…、S2…间形成空气通路 5 时，第 1 传热板 S1 的第 1 凸起 22…的前端与第 2 传热板 S2 的第 1 凸起 22…的前端相互接触并钎焊在一起。另外，第 1 传热板 S1 的第 1 凸条 24_F…、24_R…与第 2 传热板 S2 的第 1 凸条 24_F…、24_R…互接触并钎焊在一起，封闭图 4 所示的空气通路 5 的左上部分及右下部分，同时，第 1 传热板 S1 的第 2 凸条 25_F…、25_R…与第 2 传热板 S2 的第 2 凸条 25_F…、25_R…存有间隙地相向，在图 4 所示空气通路 5 的右上部分及左下部分分别形成空气通路入口 15 及空气通路出口 16。

在图 6 的上侧（径向外侧），示出由第 1 凸条 24_F…封闭空气通路 5…的状态，在下侧（径向外侧），示出由第 2 凸条 25_F…封闭燃气通路 4…的状态。

第 1 凸起 22…与第 2 凸起 23…大体为圆锥台形状，它们的前端部相

互以面接触以提高钎焊强度。另外，第 1 凸条 24_F…、24_R…和第 2 凸条 25_F…、25_R…也大体为台状，它们的前端部也相互以面接触以提高钎焊强度。

由图 5 可知，由于空气通路 5…的径向内周部分相当于折板坯料 21 的折曲部（谷形折线 L_2），所以自动封闭，而空气通路 5…的径向外周部分开放，该开放部钎焊于外壳 6 而被封闭。另一方面，由于燃气通路 4…的径向外周部分相当于折板坯料 21 的折曲部（山形折线 L_1），所以自动封闭，而燃气通路 4…的径向内周部分开放，该开放部钎焊于外壳 7 而被封闭。

当将折板坯料 21 折曲成曲折状时，邻接的山形折线 L_1 之间不相互接触，但通过第 1 凸起 22…相互接触而将上述山形折线 L_1 的相互间隔保持为一定。另外，邻接的谷形折线 L_2 之间不相互接触，但通过第 2 凸起 23…相互接触而将上述谷形折线 L_2 的相互间隔保持为一定。

当将上述折板坯料 21 折曲成曲折状以制作热交换器 2 的组件 2_1…时，第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…从热交换器 2 的中心配置成放射状。因此，邻接的第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…间的距离在与外壳 6 相接的径向外周部最大，而且在与内壳 7 相接的径向内周部最小。所以，上述第 1 凸起 22…、第 2 凸起 23…、第 1 凸条 24_F…、24_R…及第 2 凸条 25_F…、25_R…的高度从径向内侧向外侧逐渐增加，由此可将第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…正确地配置成放射状（参照图 5 及图 6）。

通过采用上述放射状的折板构造，同心地对外壳 6 及内壳 7 进行定位，从而可以精密地保持热交换器 2 的轴对称性。

通过由相同构造的 4 个组件 2_1 的组合构成热交换器 2，可以使制造变得容易并使构造简化。另外，以放射状及曲折状折曲该折板坯料 21，连续地形成第 1 传热板 S1…及第 2 传热板 S2…，与将一块一块的独立的多个第 1 传热板 S1…和一块一块的独立的多个第 2 传热板 S2…交替地钎焊的场合相比，不仅可以大幅度地减少部件个数及钎焊位置，而且可以提高完成的产品的尺寸精度。

由图 5 可知，当在接合面 3…（参照图 2）将热交换器 2 的组件 2_1…

相互接合时，重合越过山形折线L_1折曲成J字状的第1传热板S1…的端缘和在山形折线L_1的靠纸面外方切断成直线的第2传热板S2…的端缘并加以钎焊。通过采用上述构造，接合邻接的组件2_1…时不需要特别的接合构件，另外也不需要改变折板坯料21的厚度等特别的加工，所以，不仅可以减少部件个数和减少加工费用，而且可以避免接合部的热质量（heat mass）的增加。另外，由于不产生不是燃气通路4…也不是空气通路5…的死空间，所以，可以最大限度地抑制流路阻力的增加，不存在热交换效率降低的危险。

在燃气涡轮发动机E的运行过程中，燃气通路4…的压力较低，空气通路5…的压力较高，所以，该压力差在第1传热板S1…及第2传热板S2…作用弯曲负荷，但由相互接触并钎焊的第1凸起22…及第2凸起23…可以获得能够承受上述负荷的足够的刚性。

另外，由第1凸起22…及第2凸起23…可以增加第1传热板S1…及第2传热板S2…的表面积（即燃气通路4…和空气通路5…的表面积），而且由于搅拌燃气及空气的气流，所以，可以提高热交换效率。

如图12所示，形成环状的接合基板26的后面钎焊在热交换器2的切割成角形的顶点部分。在端板8的后端一体形成朝径向外侧弯曲的凸缘28，该接合凸缘28的后面以面接触地接合在基板26的前面并进行钎焊。断面形成为L字状的接合凸缘27的后面接触在接合基板26的前面并进行钎焊，同时，其上面以面接触在端板8的后端下面并进行钎焊。

这样，端板8与热交换器2的角形的顶点部分的接合部由接合基板26及2个接合凸缘27、28加强，因此，即使高压的空气与低压的燃气的压力差在端板8作用箭头F方向的负荷，也可以缓和上述接合部的应力集中，提高寿命。此时，通过使2个接合凸缘27、28的弯曲部具有足够大的曲率半径，可以进一步有效地缓和上述应力集中。

表示燃气通路4…及空气通路5…间的热传递量的传热单位数N_{tu}可由下式计算

$$N_{tu} = (K \times A) / [C \times (dm/dt)] \quad \cdots (1)$$

在上述（1）式中，K为第1传热板S1…及第2传热板S2…的传热系

数，A为第1传热板S1…及第2传热板S2…的面积（传热面积），C为流体的比热，dm/dt为流过上述传热面积的流体的质量流量。上述传热面积A及比热C为常数，但上述传热系数K及质量流量dm/dt为邻接的第1凸起22…间或邻接的第2凸起23…间的节距P（参照图5）的函数。

当传热单位数N_{tu}沿第1传热板S1…及第2传热板S2…的径向变化时，第1传热板S1…及第2传热板S2…的温度分布在径向上不均匀，不仅热交换效率降低，而且，第1传热板S1…及第2传热板S2…沿径向不均匀地进行热膨胀，产生不良的热应力。因此，如适当地设定第1凸起22…及第2凸起23…的径向配置节距P，使传热单位数N_{tu}在第1传热板S1…及第2传热板S2…的径向各部位一定，则上述各问题得以解决。

如图10A所示，在沿热交换器2的径向将传热单位数N_{tu}设为一定的场合，如图10B所示，传热单位数N_{tu}在径向内侧部分大，在径向外侧部分小，所以，如图10C所示，第1传热板S1…及第2传热板S2…的温度分布也在径向内侧部分高，在径向外侧部分低。另一方面，如图11A所示，如使上述节距P在径向内侧部分大，在径向外侧部分小，则如如图11B及图11C所示那样，可以使传热单位数N_{tu}及温度分布在径向大体一定。

由图3~图5可知，在本实施例的热交换器2中，在其径向内侧部分设置第1凸起22…及第2凸起23…的径向配置节距P大的区域，同时，在其径向外侧部分设置第1凸起22…及第2凸起23…的径向配置节距P小的区域。这样，可在第1传热板S1…及第2传热板S2…的整个区域使传热单位数N_{tu}大体一定，提高热交换率和减轻热应力。

如热交换器的全体形状和第1凸起22…及第2凸起23…的形状不同，则传热系数K及质量流量dm/dt也变化，所以，适当的节距P的配置也与本实施例不同。因此，除如本实施例那样的节距P朝径向外侧逐渐减少的场合以外，也有朝径向外侧逐渐增加的场合。然而，如设定上述（1）式成立那样的节距P的配置，则不论热交换器的全体形状和第1凸起22…及第2凸起23…的形状如何，都可以获得上述作用效果。

如图3及图4可知，在热交换器2的前端部及后端部，第1传热板S1…及第2传热板S2…切割成分别有长边及短边的不等长的角形，沿着前端

侧及后端侧的长边分别形成燃气通路入口 11 及燃气通路出口 12，同时，沿着后端侧及前端侧的短边分别形成空气通路入口 15 及空气通路出口 16。

这样，在热交换器 2 的前端部沿角形的二边分别形成燃气通路入口 11 及空气通路出口 16，同时，在热交换器 2 的后端部沿角形的二边分别形成燃气通路出口 12 及空气通路入口 15，所以，比起不将热交换器 2 的前端部及后端部切割成角形地形成上述入口 11、15 及出口 12、16 的场合，可以确保这些入口 11、15 及出口 12、16 的流路断面积较大，将压力损失抑制到最小限度。而且，由于沿上述角形的二边形成入口 11、15 及出口 12、16，所以，不仅可以使燃气和空气的流路光滑，进一步减少压力损失，而且可以不使流路急剧弯曲地沿轴向配置与入口 11、15 及出口 12、16 相连的管路，使热交换器 2 的径向尺寸小型化。

与通过空气通路入口 15 及空气通路出口 16 的空气的体积流量相比，在该空气中混合燃料使其燃烧、在涡轮使其进一步膨胀后的压力下降了的燃气的体积流量大。在本实施例中，由上述的不等长的角形，可以使体积流量小的空气通过的空气通路入口 15 及空气通路出口 16 的长度小，使体积流量大的燃气通过的燃气通路入口 11 及燃气通路出口 12 的长度大，这样，可以使燃气的流速相对降低，更为有效地避免压力损失的发生。

由于形成为角形的热交换器 2 的前端部及后端部的前端端面钎焊着端板 8、10，所以，可以使钎焊面积达到其最小限度，减小钎焊不良造成的燃气和空气的泄漏可能性，而且可以在抑制入口 11、15 及出口 12、16 的开口面积的减少的同时，简单而且确实地将该入口 11、15 及出口 12、16 分开。

下面，根据图 13 说明本发明的第 2～第 4 实施例。在图 13A 所示的本发明的第 2 实施例中，由独立于端板 8 的构件构成接合凸缘 28，该接合凸缘 28 钎焊在端板 8 的后端上面及接合基板 26 的前面。按照该第 2 实施例，由于端板 8 的后端部为 3 层构造，所以，与该第 1 实施例相比，接合部的刚性进一步提高。

在图 13B 所示的本发明的第 3 实施例中，与端板 8 一体地形成一方的

接合凸缘28及接合基板26，在图13C所示的本发明的第4实施例中，与端板8一体地形成两方的接合凸缘27、28及接合基板26。按照该第3、4实施例，当然可以减少钎焊的工时，另外，与进行钎焊的场合相比，还可以提高接合部的刚性。

以上详述了本发明的实施例，但本发明在不脱离其要旨的范围内，可以作种种设计变更。

例如，在实施例中将本发明应用于一方的端板8，但也可以将其应用于另一方的端板 10、或两方的端板 8、10。另外，在实施例中例示出燃气涡轮发动机E用的热交换器2，但本发明也可以应用于其它用途的热交换器。本发明不限于以放射状配置第1传热板S1…及第2传热板S2…的热交换器2，也可以应用于平行地将其配置的热交换器。

图1

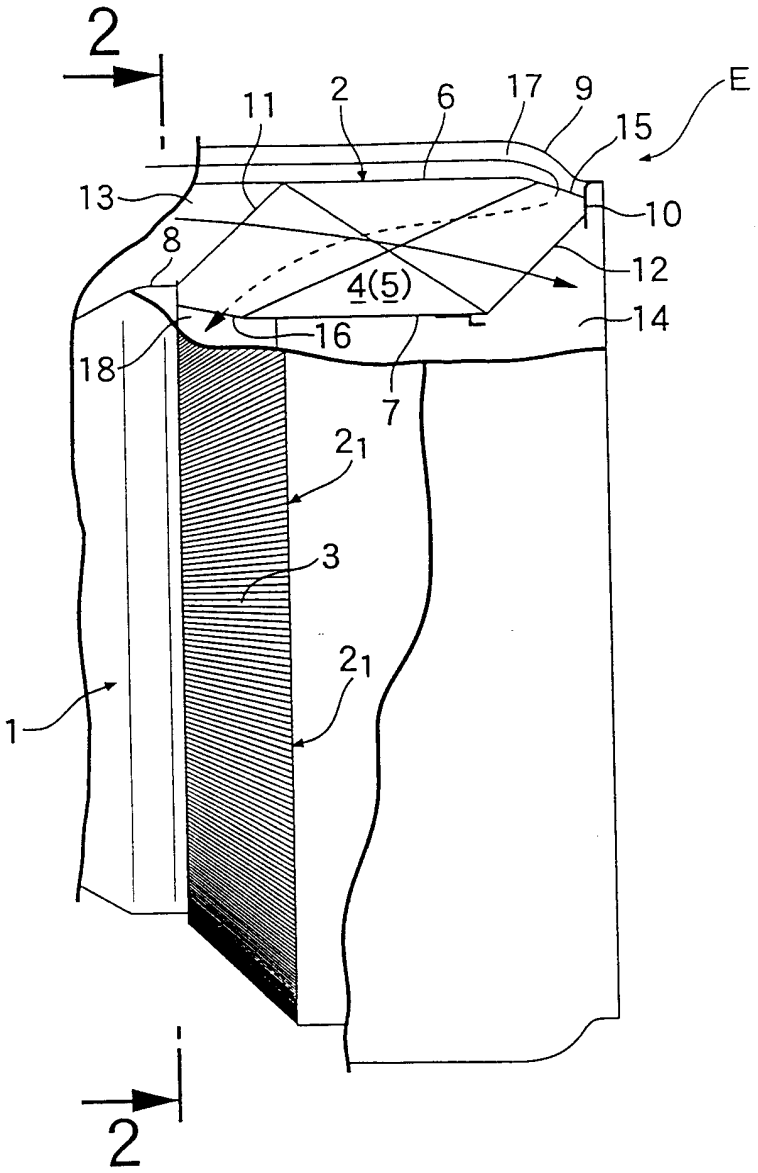


图2

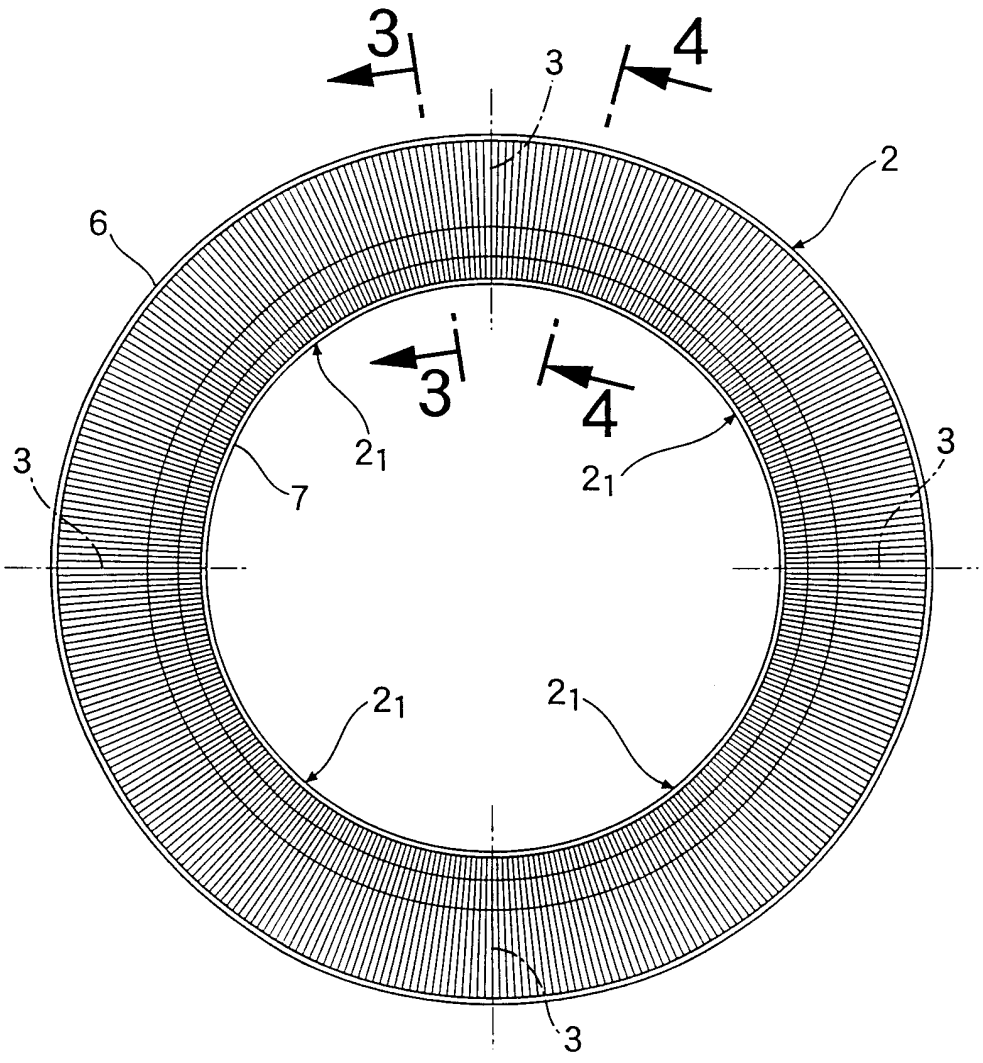


图3

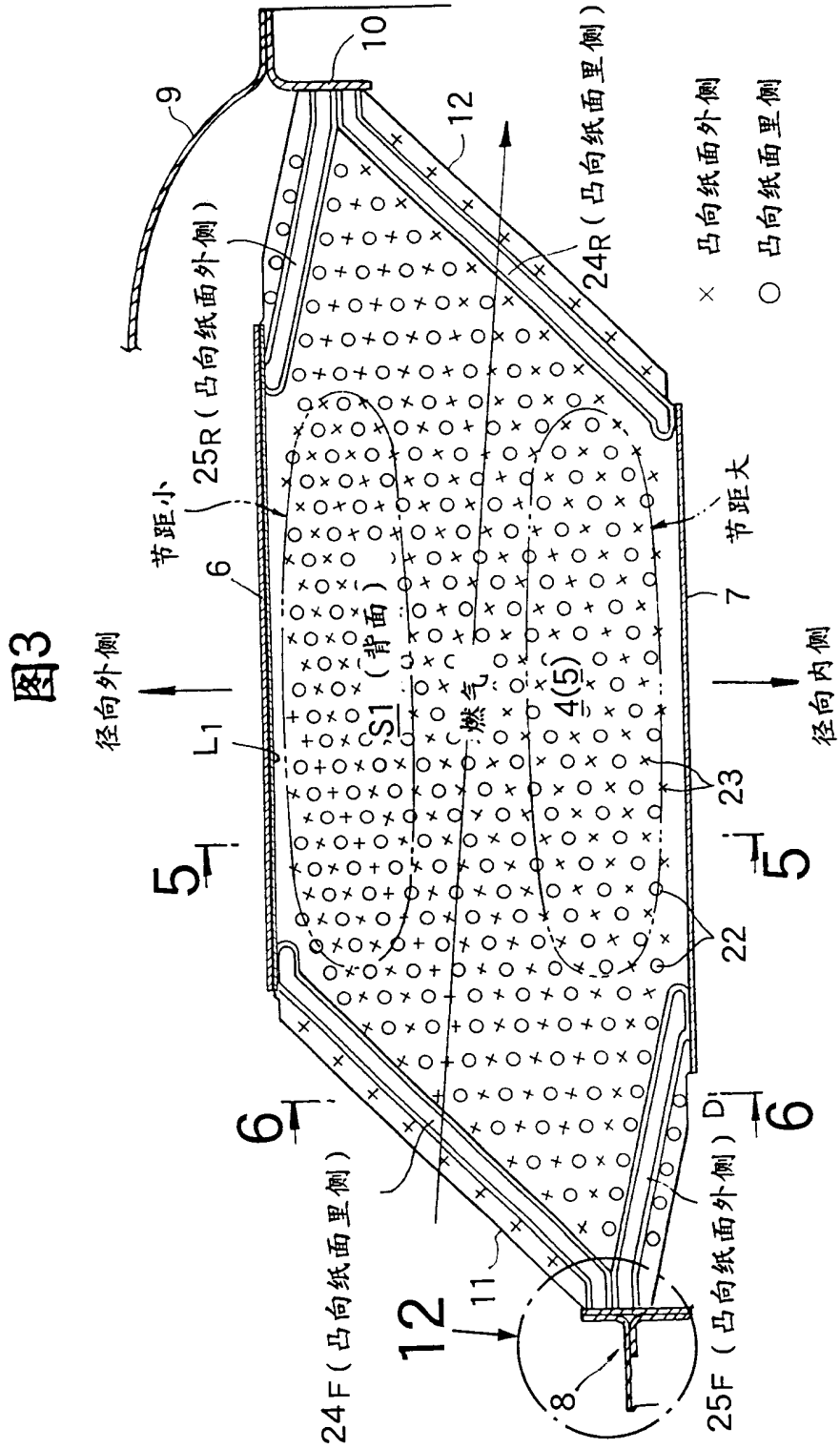
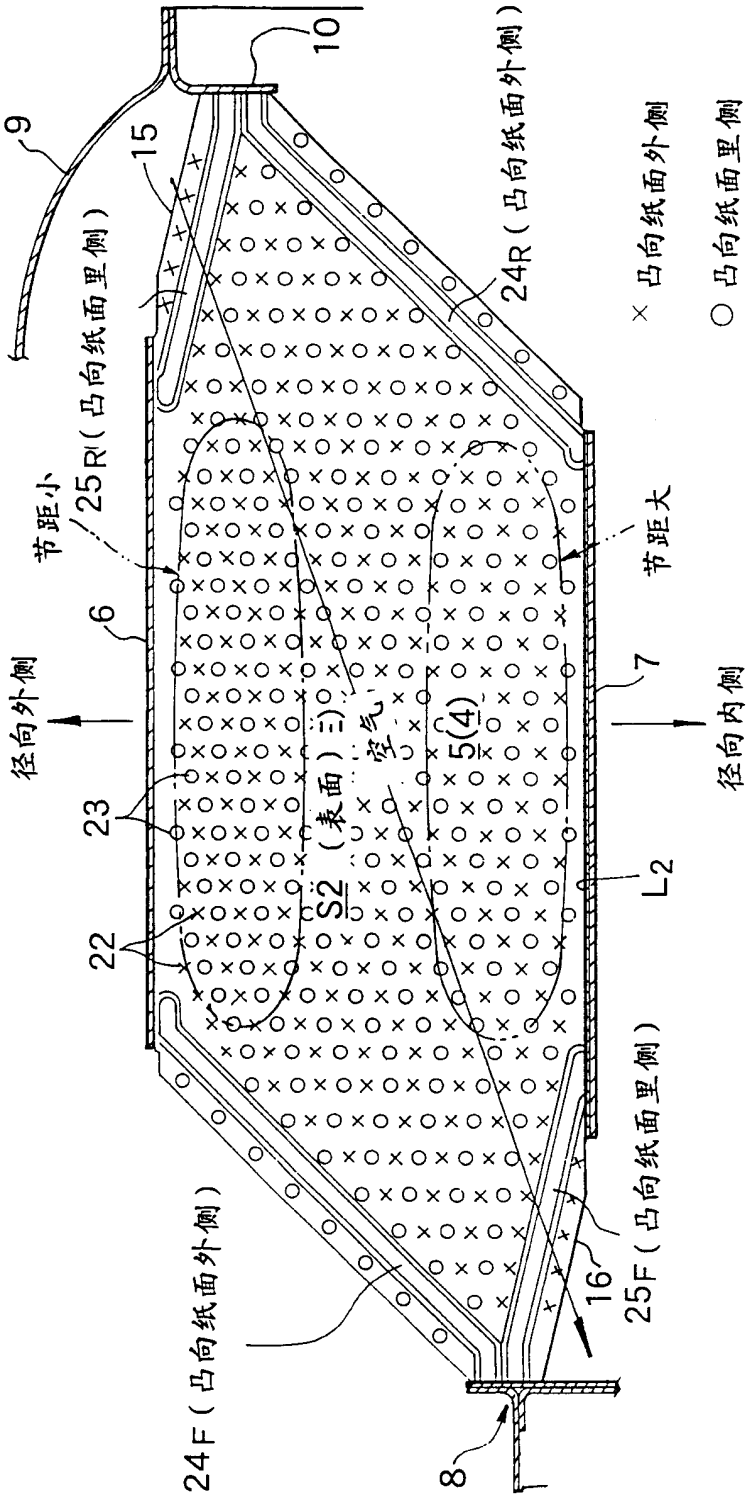

径向外侧
径向内侧
节距小
节距大
燃气
(背面)
凸向纸面外侧
凸向纸面里侧
24F(凸向纸面里侧)
25R(凸向纸面外侧)
24R(凸向纸面里侧)
25F(凸向纸面外侧)
L1
S1
Di
4(5)
5
6
7
8
9
10
11
12
22
23

图4


9
10
15
24R（凸向纸面外侧）
× 凸向纸面外侧
○ 凸向纸面里侧
节距小
25R（凸向纸面里侧）
6
径向外侧
23
22
S2（表面）
5(4)
节距大
7
径向内侧
L2
16
25F（凸向纸面里侧）
24F（凸向纸面外侧）
8

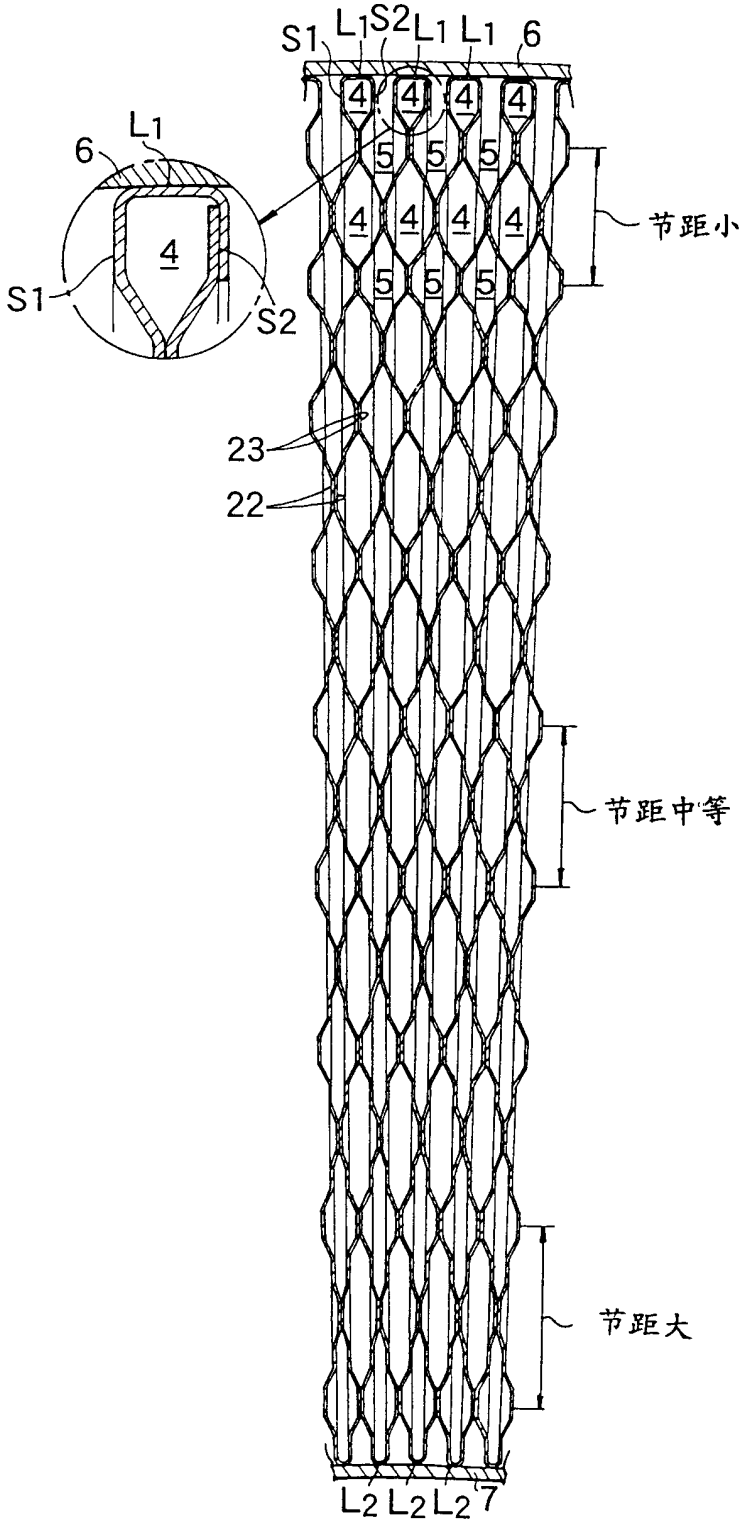


图5

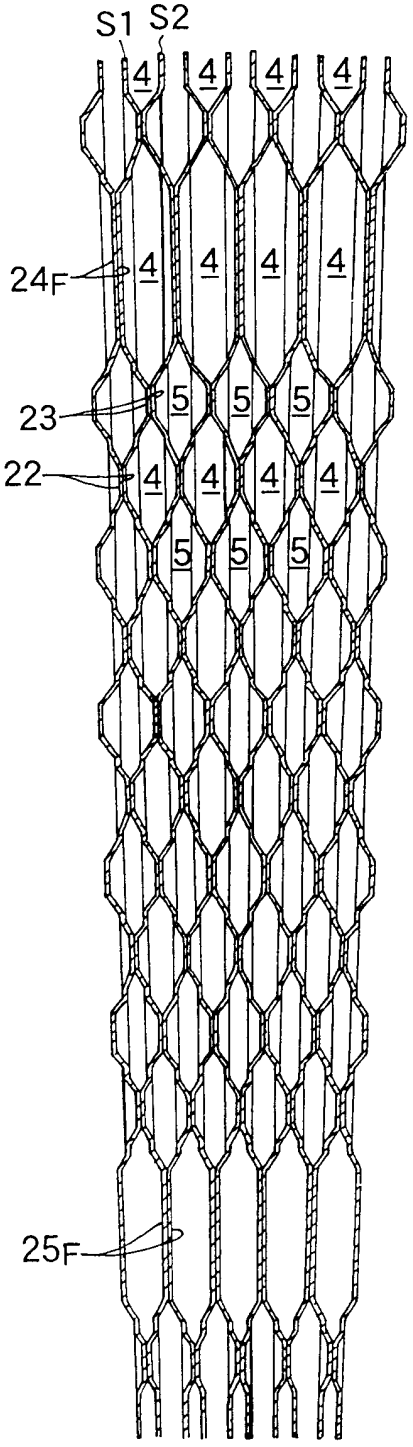


图6

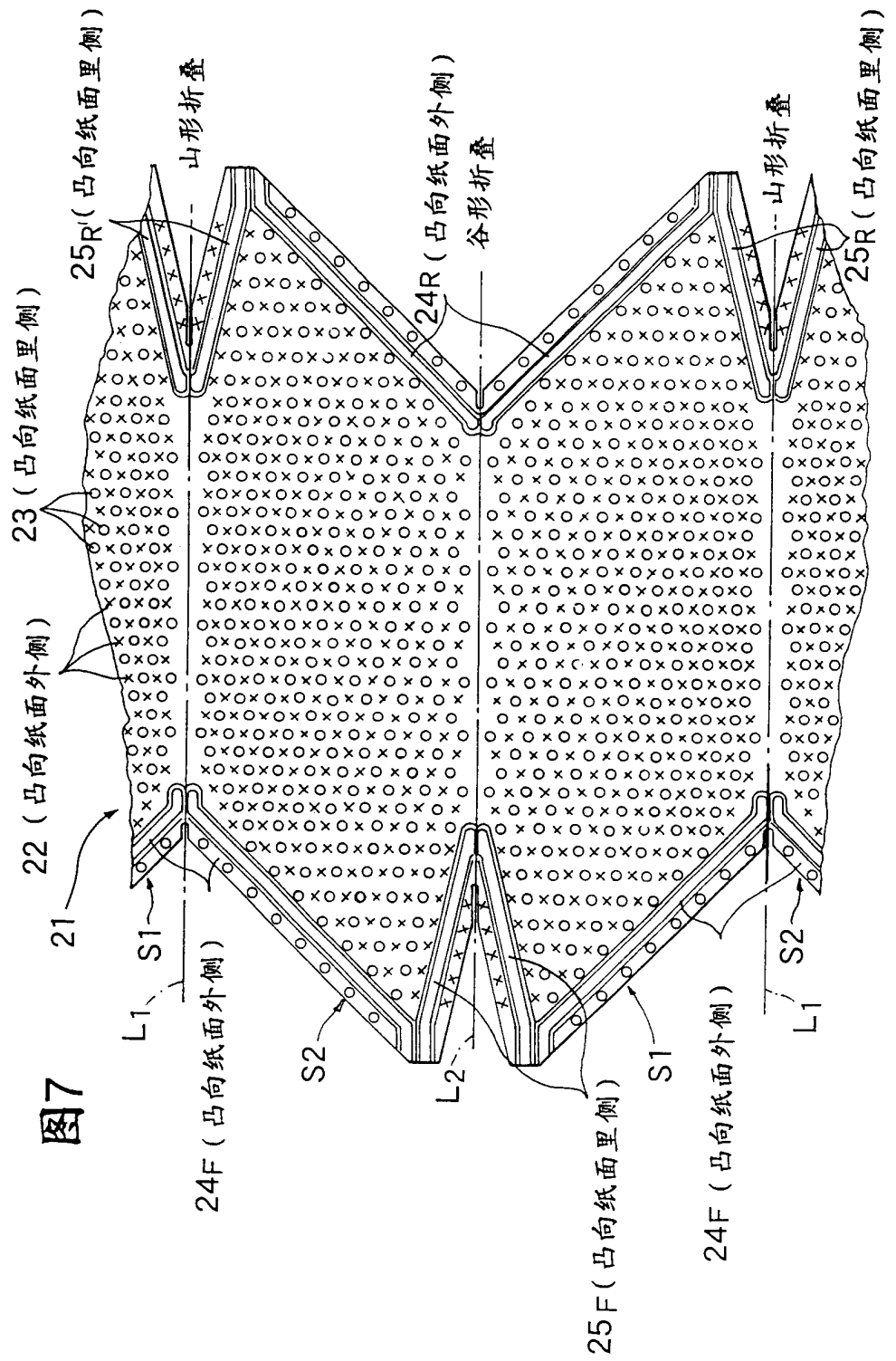

22（凸向纸面外侧）
23（凸向纸面里侧）
21
25R'（凸向纸面里侧）
山形折叠
24R（凸向纸面外侧）
谷形折叠
25R（凸向纸面里侧）
山形折叠
S1
S2
L1
L2
24F（凸向纸面外侧）
25F（凸向纸面里侧）
S1
S2
L1
24F（凸向纸面外侧）

图7

图8

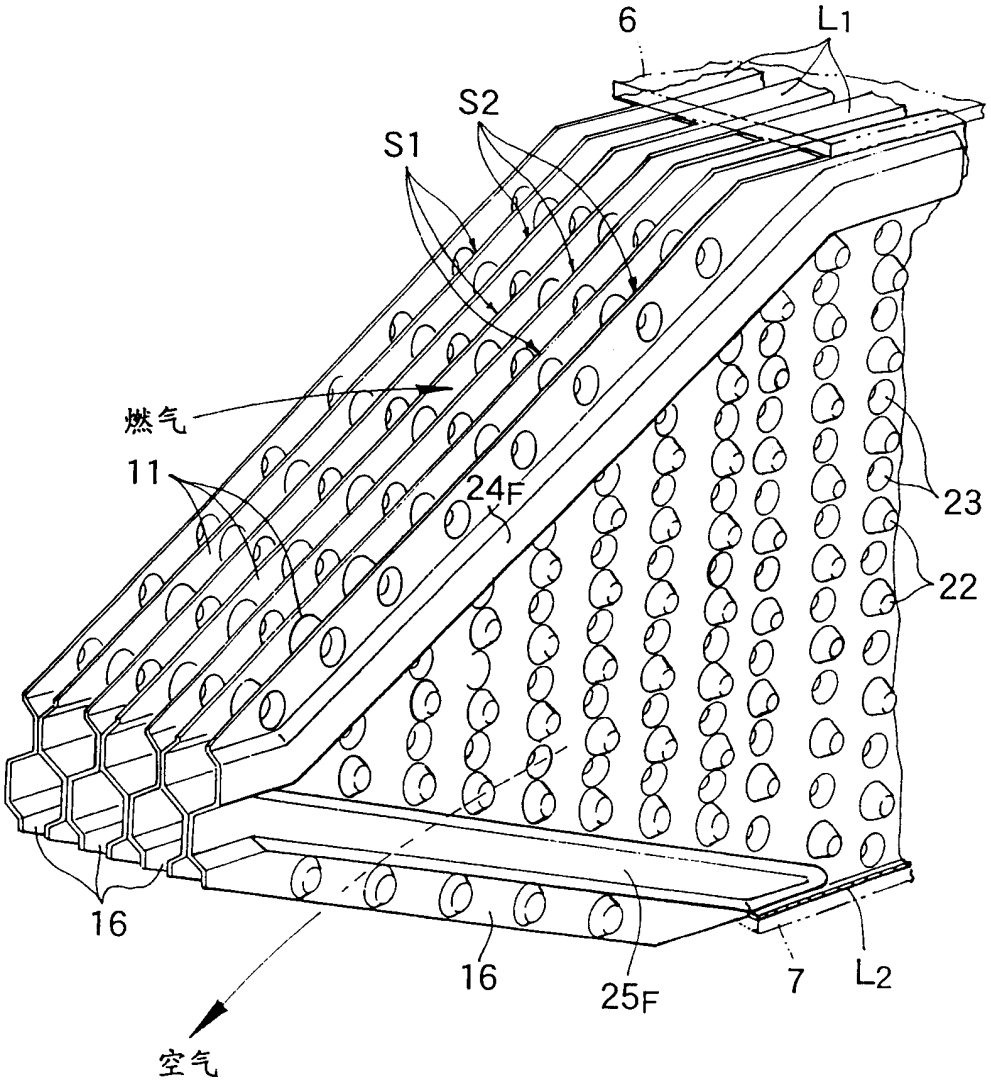


图9

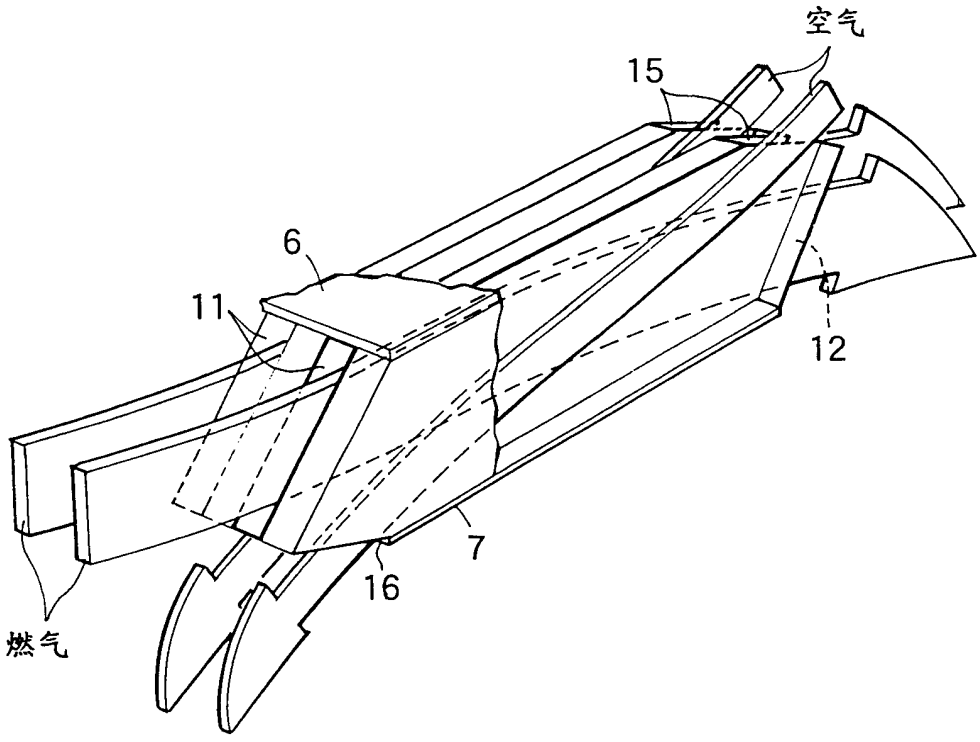


图10A

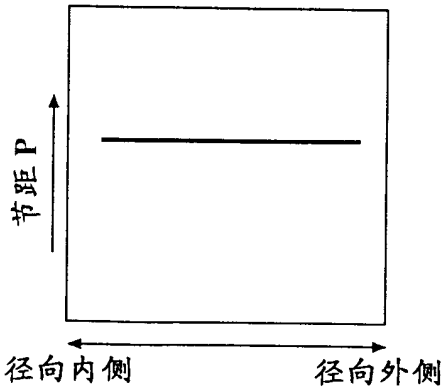


图10B

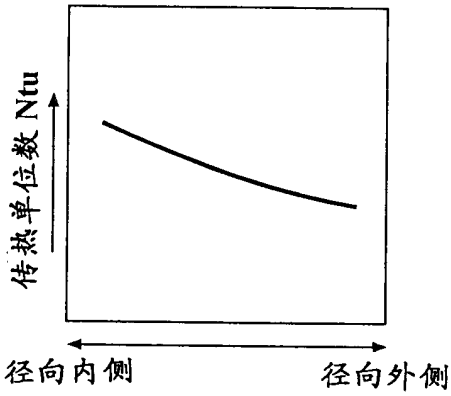


图10C

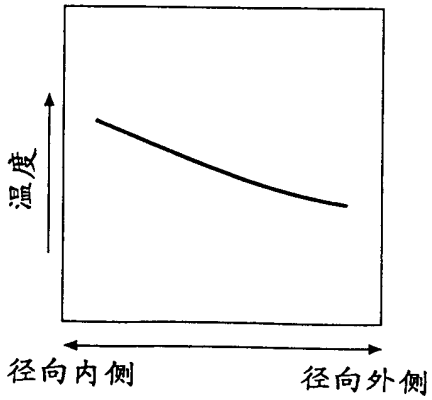


图11A

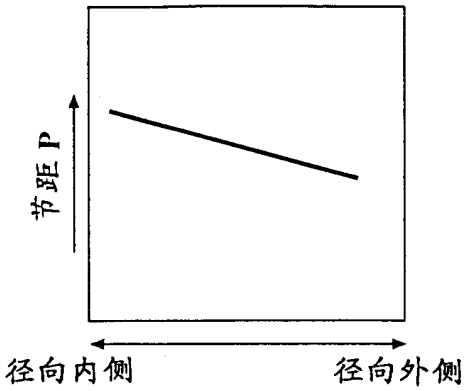


图11B

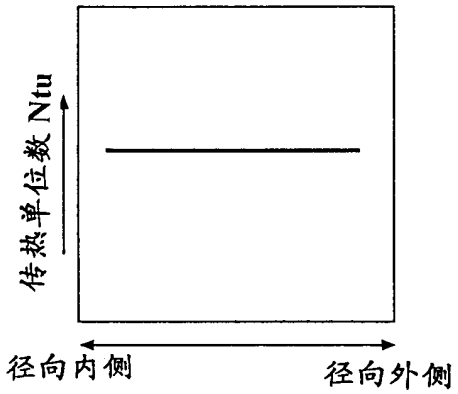


图11C

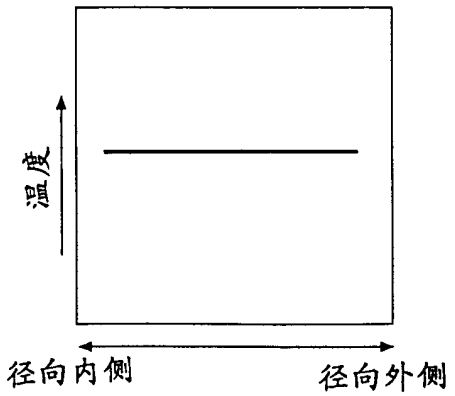


图12

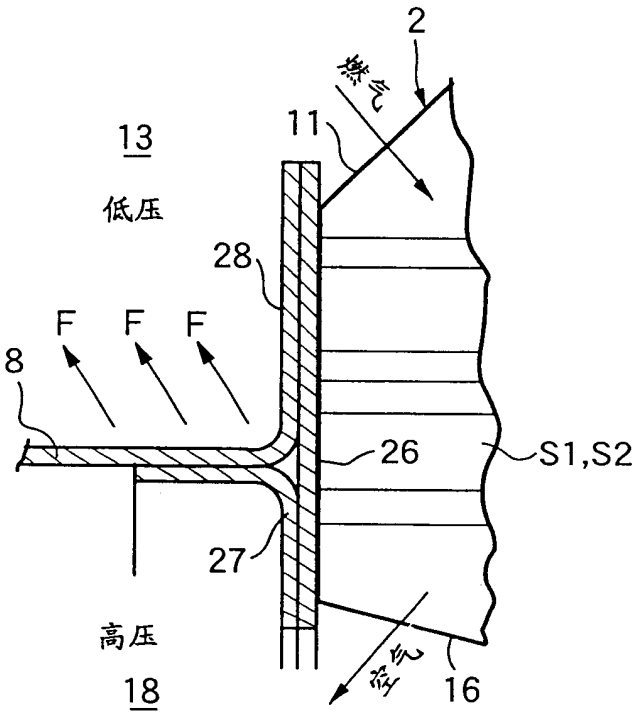


图13A

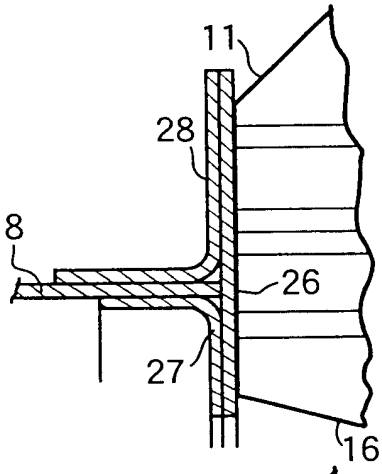


图13B

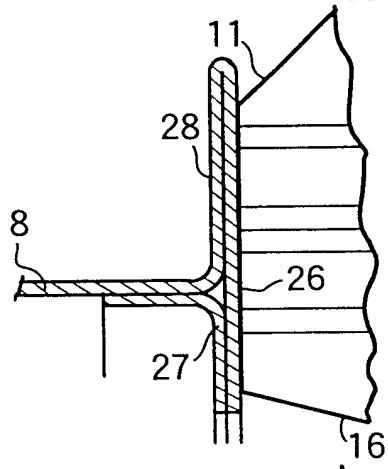


图13C

