

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97121212.0

[45] 授权公告日 2002 年 10 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1091849C

[22] 申请日 1997. 10. 23 [21] 申请号 97121212.0

[30] 优先权

[32] 1996. 10. 23 [33] DE [31] 19643716. 4

[73] 专利权人 阿尔斯通公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 P·梅兰

[56] 参考文献

CN1003385A 1989. 2. 22 F04D29/58

CN1129290A 1996. 8. 21 F04D29/32

US4230436 1980. 10. 28 F04D29/58

审查员 谢 亮

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

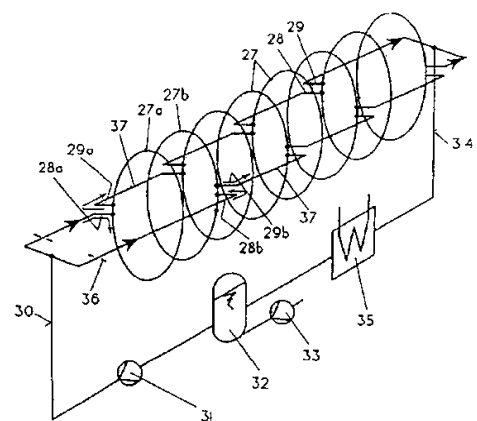
代理人 崔幼平 黄力行

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 用于压缩机的叶片支承件

[57] 摘要

一种用于轴向流动式压缩机的叶片支承件,配置有冷却管道,冷却介质通过该冷却管道在闭合回路中流动。冷却管道在叶片支承件的内部。至少接近于周向上延伸,并且位于闭合的水循环中,该水循环基本上由一台循环泵(31)、一只恒压调节容器(32)和一台热交换器(35)组成。该冷却管道呈环状布置,每个冷却环(27)都配置了一根输入管(28)和一根输出管(29)。在叶片支承件的纵向上,至少每个第二个接连的冷却环被连接在一条独立的冷却路径上。



权 利 要 求 书

1.一种用于轴向流动的压缩机(17),尤其是用于高热负荷的高压压缩机的叶片支承件,该叶片支承件(21)配置有冷却管道(26),冷却介质在冷却管道的闭合回路中流动,其中,冷却管(26, 26a)在叶片支承件(21)的内部、至少接近于切线方向上延伸,并且位于闭合的水循环中,该水循环基本上由一台循环泵(31),一只恒压调节容器(32)和一台热交换器(35)组成。

2.如权利要求1所述的叶片支承件,其中,冷却管道(26、26a)呈环状布置,每个冷却环(27)都配置有一根输入管(28)和一根输出管(29)。

3.如权利要求1所述的叶片支承件,其中,冷却管道(26、26a)呈螺旋状布置。

4.如权利要求3所述的叶片支承件,其中,在螺旋形布置的情况下,至少提供两套独立的冷却路径。

5.如权利要求2或3所述的叶片支承件,其中,在叶片支承件的纵向上,邻近的冷却管道中的流动反向。

6.如权利要求2或3所述的叶片支承件,其中,在叶片支承件的纵向上,至少每个第二个接连的冷却环,或者在螺旋状布置的情况下,至少每个第二个接连的环,连接在一条独立的冷却路径上。

7.如权利要求2或3所述的叶片支承件,其中,带有输入和输出管的冷却管(26)构成一个连通的结构,它与叶片支承件铸在一起。

8.如权利要求2或3所述的叶片支承件,其中,在叶片支承件的外壁内加工冷却管道(26a),并且用一条焊上去的包带封闭。

9.如权利要求1所述的叶片支承件,其中,冷却管道(26)在它们的外壁上配置了肋板(40)、腹板(41)或细杆(42)。

10.如权利要求5所述的叶片支承件,其中,在有许多冷却路径的情况下,在供水管(30)内设置一块隔板(36)。

11.如权利要求1所述的叶片支承件,其中,冷却管道(26, 26a)中的流动平行于压缩机流体。

说明书

用于压缩机的叶片支承件

技术领域

- 5 本发明涉及一种用于轴向流动式压缩机，尤其是用于高热负荷的高压压缩机叶片支承件，这种叶片支承件配置了冷却管道，在其闭合回路内有冷却剂流通。

背景技术

- 10 用于涡轮机的冷却或加热的叶片支承件已为人熟知。为了解决汽轮机的起动问题，已由 BE-A549186 得知，在叶片支承件和外部绝热层之间，以圆形或螺旋方式在叶片支承件缘的周围布置一个由管、管道、导管和类似物组成的系统，目的是随时通过外部供热，把叶片支承件保持在一个预定温度。

- 15 对于轴向压缩机，尤其是高压压缩机来说，例如在用于压缩燃烧用空气的静止的气轮机或涡轮发动机内，在运动叶片的外端和压缩机壳的内壁之间，径向间隙的数量级为 1mm，这个间隙应该尽可能小，使得空气回流和由此产生的效率降低很小。与此类似地，这也适用于导向叶片顶端的情况，它对转子提供密封。

- 20 由于在压缩机的不同工况下，转子叶片和压缩机壳不同程度地膨胀或收缩，使得径向间隙的减少更加困难。因此，径向间隙必须这样选择，即在最不利的工作条件下，也就是说当转子和运动叶片膨胀，以及压缩机壳收缩时，径向间隙仍然足够。这里应考虑径向间隙的改变可能具有机械原因，又有热的原因。机械原因尤其可以是快速旋转过程中离心力引起的转子和运动叶片的径向偏心。因所用材料的温差或不同的膨胀系
25 数造成的转子和定子的不同热膨胀以及分界面内的结合部造成的机壳部分的椭圆化，被看作为热原因。

- 过去已经提出过大量建议，以解决工作期间径向间隙的所谓“有效控制”。为了上述目的，例如可以有选择地把来源于不同压缩阶段的冷压成热压空气，导入转子内部，目的是通过控制承载着运动叶片的圆盘
30 的温度，来控制径向间隙。

除上文所述的转子温度控制以外，还提出了压缩机壳的温度控制 (US-A-4,230,436)，其中压缩机壳的温度由强或弱的冷却空气

流控制而降低。在这种情况下，在不同的压缩机阶段鼓入冷却空气，冷却空气在导向叶片后面和对着运动叶片的压缩机的内壁后面的冷却管道中流动。

5 这些已知的用于有效的间隙控制的方法，是针对压缩机的正常工况的。因此，为了冷却或加热不同的压缩机部件或部位，它们还可以借助于不同温度的压缩机空气，或者在蒸气涡轮机的压缩机的情况下，可以借助于来自发动机部件的热气体。

10 但没考虑所谓“热起动”情况，在这种情况下，压缩机在前次停机之后，但在完全冷却前，重新起动。在这种情况下，转子和定子处于明显不同的温度，这是因为外侧的定子更快地冷却，并且相应地收缩，而转子将更久地保持热量，并且相应地保持其原有的膨胀。因此径向间隙明显减小。为了在这种状态下可以重新起动（热起动），在设计径向间隙的参数时，必须考虑到这种特殊情况，这将导致径向间隙值的提高。

15 对于现代的蒸气轮机，转子同样能够被冷却，并由铁氧材料制成。因而通常它配置有绝热层，以保证转子温度低于压缩机出口各部分的燃烧空气的温度。在这种情况下，径向工作间隙大于在该装置的冷状态下的间隙，这是因为转子温度低于叶片支承件的温度。

发明内容

20 因此，设法补救这一点。本发明所依据的思想是把叶片支承件冷却到约 70 至 120℃，这样在所有的工作条件下，使其仅承受可忽略不计的热变形。因此，只有转子的机械变形和热变形必须考虑，并且在所有的工作条件下能够实现最小的径向间隙。尤其是对热起动不再构成正确选择径向间隙的基准。

25 按照本发明，对于上述种类的叶片支承件来说，该目的这样实现，即冷却管道在叶片支承件的内部，至少接近于在切线方向上延伸，并且位于闭合的水循环中，水循环主要由一台循环泵、一只恒压调节容器和一部热交换器组成。水适合于作为冷却介质；如果需要的话也可以考虑把冷气体或高压蒸汽用作冷却介质。

30 本发明的优点除此之外还在于，对于一种被这样冷却的叶片支承件来说，可以使用如球墨铸铁或灰铸铁等成本低并且易于加工的材料，这与现在通用的贵重材料，例如 10% 的铬钢不同。此外由于叶片支承件温度低，不会产生椭圆化，而且一种基本上完全无泄漏的结构成为可

能。

下述情况是适宜的：如果冷却管道呈环形或螺旋状布置，而且如果每个冷却环被配置一根输入管道和一根输出管道，那么就能够至少提供两套独立的冷却线路。然后，在叶片支承件的纵向上，至少每个第二个
5 接连的冷却环，或者至少每个第二个接连的呈螺旋状布置的环，最好被连接在一套独立的冷却线路上。

如果带有输入和输出管道的冷却管构成一个互相连接的结构，那么这个结构就能够放进叶片支承件的铸模中，并与叶片支承件铸在一起。虽然这已由 US - A - 4, 382, 885 公开，即把冷却管道整体铸在叶片支
10 承件内。然而这还涉及到气轮机叶片的冷却，为此，在机器的轴向上延伸，并且与导向叶片底部连通的管道，装在叶片支承件内。

附图说明

当结合固定式气轮机的附图，参考后面的详细说明时，会更容易完全理解本发明及它的很多辅助优点，因为这些能更好地被理解。在附图
15 中：

图 1 表示气轮机的压缩机的局部纵向剖面；

图 2 表示冷却管道布置的原理示意图；

图 3 至 6 表示冷却管的示范性实施例；

图 7 表示冷却管道布置的一种变体。

具体实施方式

现在参考附图，其中类似的参考号在这几个视图中表示相同或相应的部件，附图中仅介绍了用于理解本发明的基本部件，工作介质的流动方向用箭头标出。图 1 简要表示一种单轴气轮机，它在本实施例中配置了再加热装置。在涡轮机方面，转子 10 和叶片支承件 11 带有一套单级
25 高压叶片 12 或者一套多级低压叶片（未绘出）。从初级燃烧室 13 流出的烟气在高压叶片 12 中膨胀，传送动力，并进入混合段 25。在那里通过燃料供给，给烟气掺入燃料，需要的话掺入助燃空气，而混合物被供给第二燃烧室。

初级燃烧室 13 从集气室 14 获得助燃空气，并且通过燃料管道 15
30 获得液体和/或气体燃料。

助燃空气由压缩机 17 的扩散器 16 到达集气室 14。压缩机 17 的多级高压叶片 18 或低压叶片 19 一方面由运动叶片 18a, 19a 构成，它们嵌

在转子 10 的环形槽中。另一方面, 附属的导向叶片 18b, 19b 被固定在分两部分构成的低压叶片支承件 20 和高压叶片支承件 21 的环形槽内。在高压叶片 18 和低压叶片 19 之间设置了冷空气孔 22。为了表示主要问题, 假设由于在低压叶片内的压缩助燃空气, 在低压叶片的出口处已具有约 450℃ 的温度。由图 1 可知, 高压叶片支承件 21 的倾斜延伸部分的内侧暴露在该温度下。在高压叶片 18 中, 助燃空气被压缩到其最终压力, 并在此过程中达到约 550℃ 的温度, 该温度的助燃空气通过扩散器 16 被喷到集气室 14 内。高压叶片支承件 21 的整个外侧, 以及其界定了扩散器的内壁, 暴露在该温度下。

为了能够把低成本材料用于高热负荷的叶片支承件, 在扩散器的壁面上以合适的方式安装隔热层 23。叶片支承件 21 的外侧, 在其整个轴向延伸方向上, 被一层护板状的绝热层 24 与集气室 14 相分离。同样叶片支承件 21 在其整个长度上配置了冷却管道 26, 冷却介质, 在这里是水在冷却管道闭合回路内流动。该冷却管道 26 在叶片支承件 21 内部的周向上延伸, 冷却管道中的流动平行于压缩机中的流动。

图 2 表示一种适宜的冷却管道布置的实施例。冷却管道 26 呈环状, 并由许多以适当的距离并排布置的冷却环 27 组成, 冷却环各有一根输入管 28 和一根输出管 29。冷却环 27 通过一根输水管 30、并借助于一台循环泵 31 被供给。冷却水由一只恒压调节容器 32 获得, 而容器借助于一台压力泵 33 得到水供应。恒压调节容器内的水平面上方存在气体气氛。水通过水回流管 34 总是从最后的冷却环中排出, 在它到达恒压调节容器 32 之前, 在热交换器 35 内被再冷却。

在本实施例中, 提供了两条分开的冷却回路, 它们由公共供水管 30 得到供应, 并且在冷却管 26 的出口处汇入公共水回流管 34。为了使两条回路均匀地获得水的供应, 隔板 36 装在每种情况的冷却环的上游, 使水先流到冷却环的上游。

冷却路径被这样设计, 即这种布置的每个第二个冷却环 27 位于同一路径中。正如由图 2 所看到的, 第一个环 27a 从左侧输入管 28a 获得水。水沿逆时针方向流过环 27a, 通过输出管 29a 被引出环 27a 外。该输出管 29a 通过连接管 37 与下一个冷却环 27 的输入管连通。与此相应, 第二个环 27b 由右侧输入管 28b 获得水。水顺时针流过环, 通过输出管 29b 被引出环外。该输出管 29b 又通过连接管 37 与下一个冷却环 27 的输入

管连通。因此，在叶片支承件 21 的轴向上，通过相邻的冷却管 26 中的水流反方向流动。

不难理解，这样的环状布置显然不必是如图 2 所示的纯粹的圆筒状，而是按照图 1 中所示，冷却管 26 也可以径向互相重叠、或者倾斜延伸。

5 两个相邻环 27 之间需要的距离将由专业人员根据每种情况中局部排放的热量进行选择。

与冷却管布置的实际几何结构无关，该解决方法具有下述优点，即分别带有输入和输出管 28 或 29 的全部冷却环 27 以及连接管 37 起，例如通过焊接，能组装形成一个构架结构。该构架结构随后可以与叶片支承件 21 浇铸在一起。球墨铸铁，例如 GGG40Mo 或者灰铸铁适合于作为叶片支承件的原料。冷却环 27 最好用钢管组成，钢管的熔点高于叶片支承件材料的熔点。由于不锈钢较高的热膨胀系数，在工作期间，始终保证叶片支承件和冷却管之间的密切接触，从而保证了叶片支承件和冷却管之间良好的热交换。

15 为了进一步促进热交换，按照图 3 至 6，冷却管可以在它们的外周配置焊接上去的肋板 40，腹板 41 或细杆 42。肋板在这里可以是环形（图 3）或呈螺旋状（图 4）布置。纵向的腹板 41（图 6）和细杆 42（图 5）可以以同样的方式在几个点上连接到管子周围。

一个数字例子清楚地说明了本发明的动作模式。当待冷却的叶片支承件 21 的壁厚约 50 至 70mm 时，选择外径为 20mm 的钢管。叶片支承件 21 的热绝缘层被这样确定尺寸，即在叶片支承件 21 的外侧和内侧之间，温差不应大于 30~70℃。通过对流，助燃空气和叶片支承件 21 之间产生的热传递应被限制在 50~150W/m²K。对于现代设备上的叶片支承件 21，其结果是，约 500kw 的热量经闭合的水冷却循环被带走。如果允许在水进口和水出口之间的温差为 20℃，那么这将要求水流量为 6kg/s。因此工作水压为 40 至 80bar，工作水温最大为 120℃是适宜的。

30 另一种冷却管道布置（未画出）可以是，冷却管道 26 呈螺旋状布置，而且这里也至少配置两套独立的冷却路径。这种解决方法相当于双头螺纹。然后螺旋状布置的每个第二个接连的环，通过分离的输入和输出管，连接在分离的冷却路径上。

另一种在图 7 中所示的冷却管布置可以是，冷却管 26a 可以通过铣削或车削，在叶片支承件缘的外壁内加工，并用一块焊上去的包带 38

封闭。对于这种解决方法，也可以使用环形或螺旋形管道布置。在这种情况下，各管道的输入和输出管以及连接管，位于原来的叶片支承件 21 的外侧。那么，一种低合金钢适合于作为叶片支承件 21 的原料。在叶片支承件 21 的内壁上形成的、用于压缩机静叶片 18b 的环形槽用 39 表示。

5 本发明显然并不局限于所介绍和说明过的实施例。与指定的流动方向不同，冷却管中的流动也可以与压缩机中流动方向逆流。同样所有冷却管中的同向流动，不论是顺时针流动还是逆时针流动，都没有离开本发明的范围。根据待冷却的叶片支承件的尺寸，当然可以提供许多冷却路径，而不是所介绍的两种路径。另外，正确的选择还是属于冷却系统
10 内部允许压力损失的一个问题。

最后，新的冷却方法不仅可用于固定的气体涡轮机，还可用于例如轻质结构的飞机涡轮机。在这种情况下，一种铝合金或镁合金被作为待冷却的叶片支承件的原料。

15 很明显，根据上面的说明可以进行本发明的各种变更和变化。因此，应该理解，在附加的权利要求的范围内，除了这里特别说明的实施例外，也可以实现本发明。

10. 转子

11. 气轮机侧面的叶片支承件

20 12. 气轮机侧面的高压叶片

13. 初始燃烧室

14. 集气室

15. 燃料管

16. 扩散器

25 17. 压缩机

18. 压缩机 17 的高压叶片

18a. 高压叶片 18 的动叶片

18b. 高压叶片 18 的静叶片

19. 压缩机 17 的低压叶片

30 19a. 低压叶片 19 的动叶片

19b. 低压叶片 19 的静叶片

20. 压缩机 17 的低压叶片支承件

- 21. 压缩机 17 的高压叶片支承件
- 22. 冷空气孔
- 23. 隔热板
- 24. 热绝缘层
- 5 25. 混合段
- 26、26a 冷却管道
- 27. 冷却环
- 28. 输入管
- 29. 输出管
- 10 30. 供水管
- 31. 循环泵
- 32. 恒压调节容器
- 33. 压力泵
- 34. 回水管
- 15 35. 热交换管
- 36. 隔板
- 37. 连接管
- 38. 包带
- 39. 用于压缩机导向叶片的环形槽
- 20 40. 装在冷却环 27 上的肋板
- 41. 装在冷却环 27 上的腹板
- 42. 装在冷却环 27 上的细杆

说明书附图

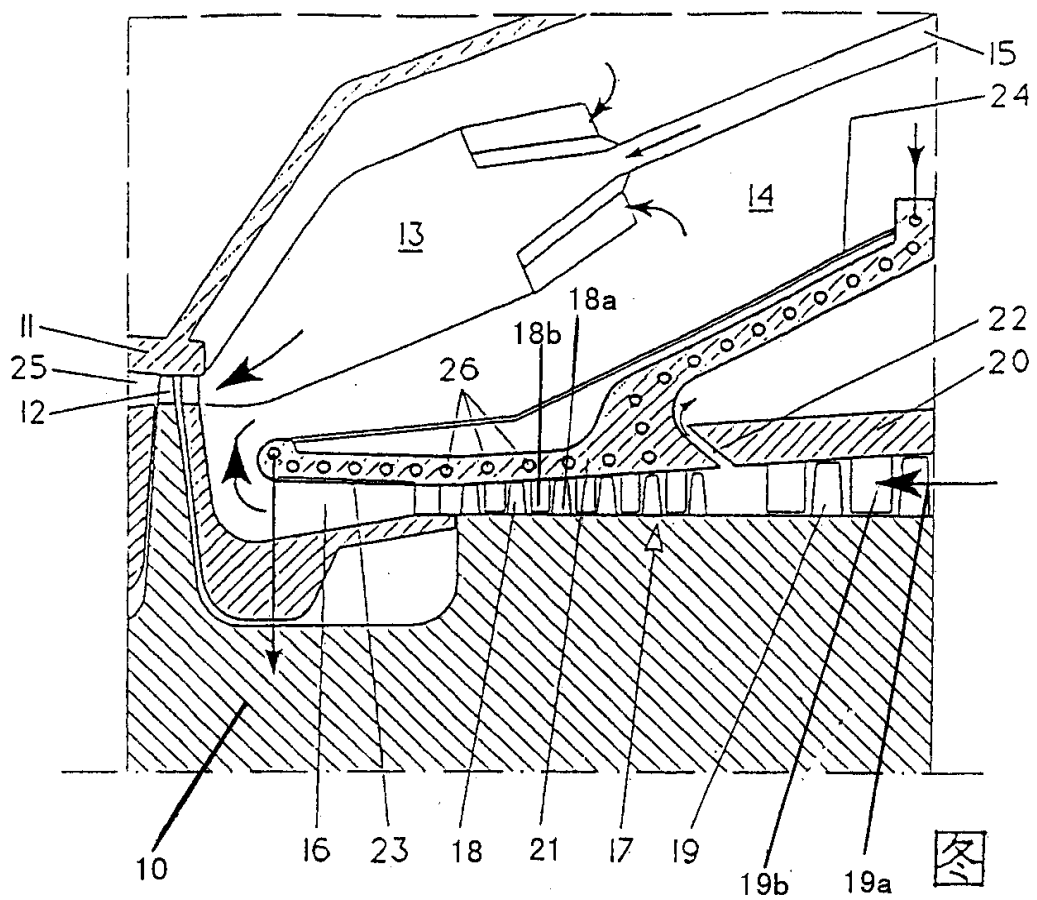


图 1

1

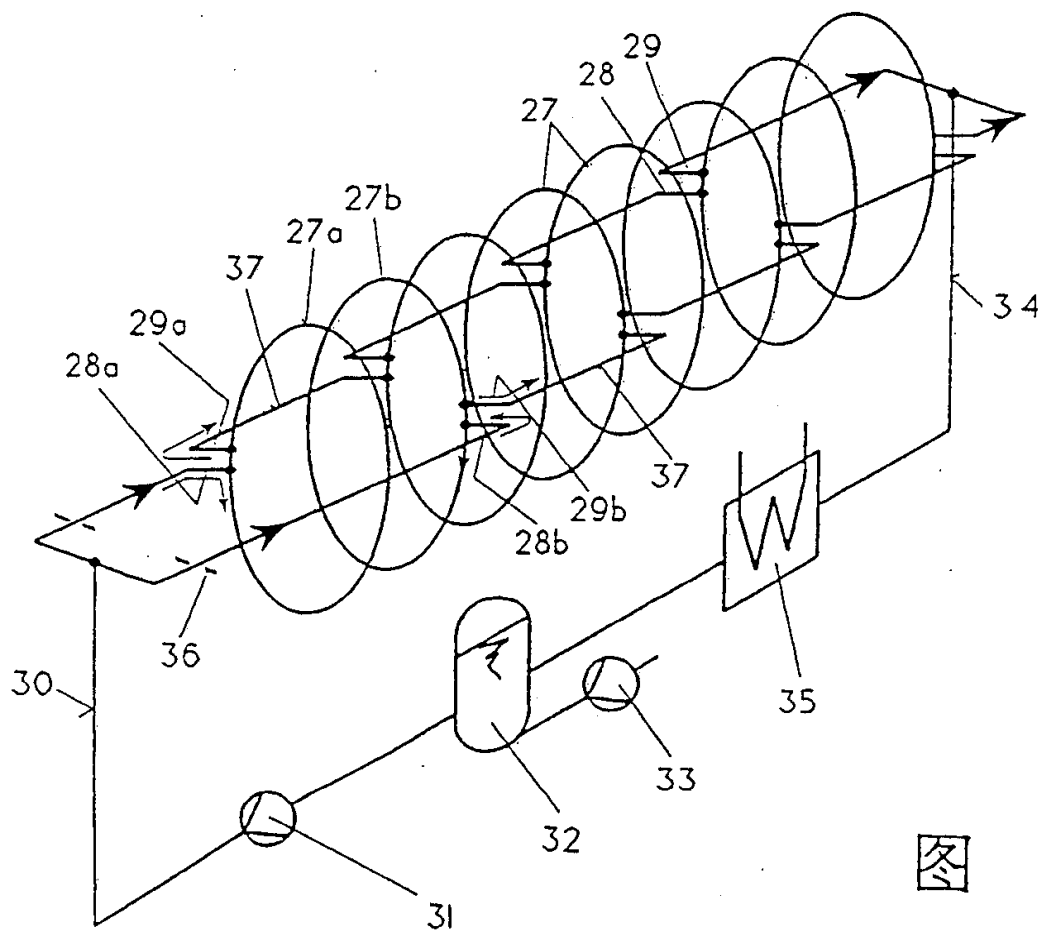


图 2

2

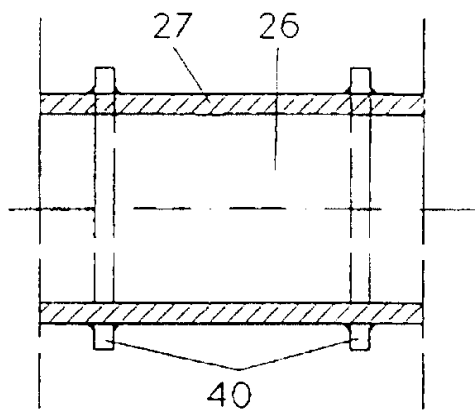


图 3

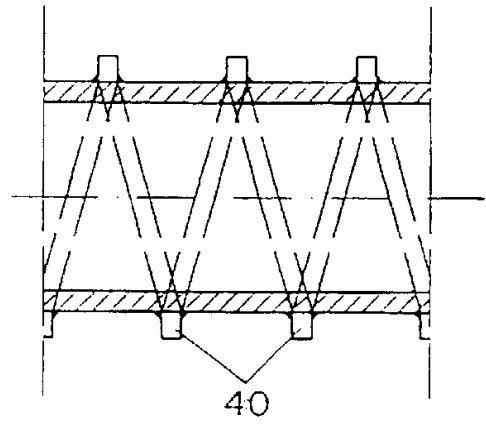


图 4

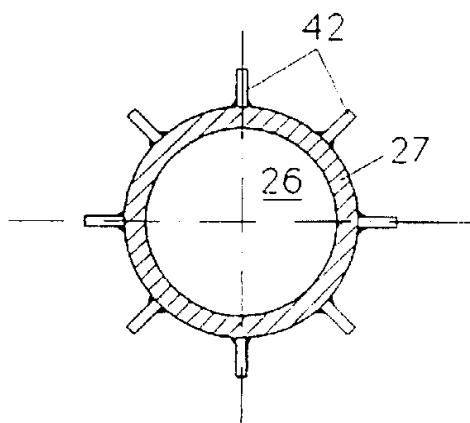


图 5

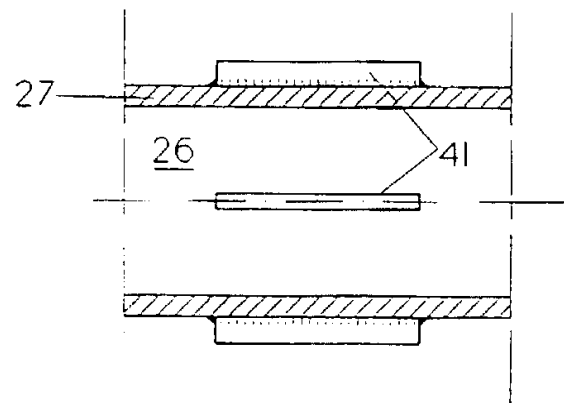


图 6

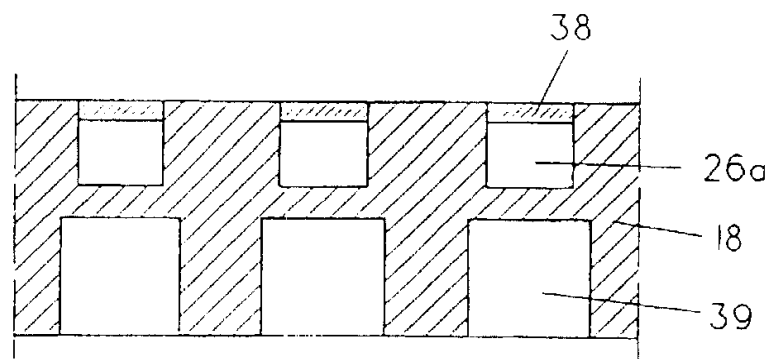


图 7