



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102744441 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201210129831. X

B23B 47/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 04. 19

(30) 优先权数据

13/089987 2011. 04. 19 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 J·B·霍尔姆斯 J·W·赫尔博德

J·M·克拉克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 谭祐祥

(51) Int. Cl.

B23B 45/02 (2006. 01)

B23B 45/04 (2006. 01)

B23B 45/14 (2006. 01)

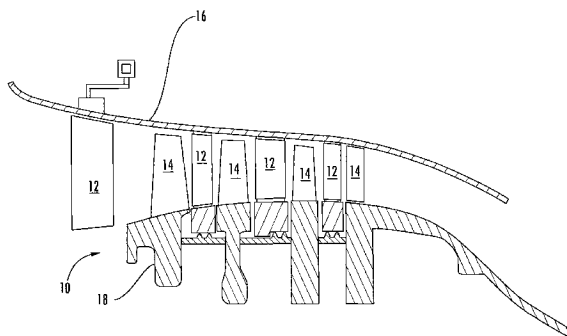
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 10 页

(54) 发明名称

用于改良转子的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于改良转子的系统和方法。一种用于改良转子(18)中的槽口(24)的系统(40)包括具有竖向轴线(46)的基座(44)。钻机(42)沿着竖向轴线(46)滑动地连接到基座(44)上,而夹具(80)连接到基座(44)上,并且构造成与槽口(24)的内表面接合。一种用于改良转子(18)中的槽口(24)的方法包括将钻机(42)定位在槽口(24)附近,以及将夹具(80)插入到槽口(24)中,其中,夹具(80)滑动地连接到钻机(42)上。该方法进一步包括使夹具(80)与槽口(24)的内表面接合,以及操作钻机(42)来在槽口(24)中产生腔体(28)。



1. 一种用于改良转子 (18) 中的槽口 (24) 的系统 (40), 包括:
 - a. 基座 (44), 其中, 所述基座 (44) 包括竖向轴线 (46);
 - b. 沿着所述竖向轴线 (46) 滑动地连接到所述基座 (44) 上的钻机 (42); 以及
 - c. 夹具 (80), 其连接到所述基座 (44) 上, 并且构造成与所述槽口 (24) 的内表面接合。
2. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统 (40), 其特征在于, 所述夹具 (80) 的至少一部分具有大致与所述内表面所述槽口 (24) 相一致的形状。
3. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统 (40), 其特征在于, 所述夹具 (80) 包括凸出部 (84), 其中, 当所述凸出部 (84) 自所述夹具 (80) 伸出时, 所述凸出部 (84) 将所述夹具 (80) 结合到所述槽口 (24) 上。
4. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统 (40), 其特征在于, 所述钻机 (42) 包括气动马达、液压马达或电动马达 (48) 中的至少一个。
5. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统 (40), 其特征在于, 所述系统 (40) 进一步包括在所述钻机 (42) 和所述基座 (44) 之间的齿轮连接件 (60)。
6. 根据权利要求 1 所述的系统 (40), 其特征在于, 所述系统 (40) 进一步包括用于使所述钻机 (42) 相对于所述槽口 (24) 而沿轴向对准的器件。
7. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统 (40), 其特征在于, 所述系统 (40) 进一步包括用于测量所述钻机 (42) 沿着所述竖向轴线 (46) 的移动的器件。
8. 根据前述权利要求中的任一项所述的系统 (40), 其特征在于, 所述系统 (40) 进一步包括用于限制所述钻机 (42) 沿着所述竖向轴线 (46) 的移动的器件。
9. 一种用于改良转子 (18) 中的槽口 (24) 的方法, 包括:
 - a. 将钻机 (42) 定位在所述槽口 (24) 附近;
 - b. 将夹具 (80) 插入到所述槽口 (24) 中, 其中, 所述夹具 (80) 滑动地连接到所述钻机 (42) 上;
 - c. 使所述夹具 (80) 与所述槽口 (24) 的内表面接合; 以及
 - d. 操作所述钻机 (42) 来在所述槽口 (24) 中产生腔体 (28)。
10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述方法进一步包括使所述钻机 (42) 相对于所述槽口 (24) 而沿轴向对准。
11. 根据权利要求 9 至 10 中的任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法进一步包括测量所述钻机 (42) 沿着所述竖向轴线 (46) 的移动。
12. 根据权利要求 9 至 11 中的任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法进一步包括限制所述钻机 (42) 沿着所述竖向轴线 (46) 的移动。

用于改良转子的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明大体涉及用于改良转子的系统和方法。具体而言,本发明的实施例提供了一种用于在转子中的槽口中产生腔体的系统和方法。

背景技术

[0002] 各种形式的商用装备包括旋转构件。例如,典型的燃气轮机在前部处包括轴向压缩机,在中部的周围包括一个或多个燃烧器,以及在后部处包括涡轮。压缩机大体包括包围和封闭交替的数级沿周向安装的定子静叶和旋转叶片的壳体。定子静叶典型地附连到壳体上,而旋转叶片典型地附连到压缩机的内部的转子上。环境空气进入压缩机,并且各级定子静叶将空气流引导到下一级旋转叶片,以逐渐对工作流体(空气)施加动能,以将其带入高度赋能的状态。工作流体离开压缩机且流到燃烧器,在燃烧器中,工作流体与燃料混合且点燃,以产生具有高的温度和压力的燃烧气体。燃烧气体离开燃烧器且流到涡轮,在涡轮中,燃烧气体膨胀而产生功。例如,燃烧气体在涡轮中的膨胀可旋转连接到发电机上的轴,以产生电。

[0003] 压缩机中的旋转叶片典型地以允许旋转叶片被定期移除以进行维护、检查和/或更换的方式连接到转子上。例如,旋转叶片可包括滑动到转子中的互补的燕尾槽口中的根部或基座。在根部和燕尾槽口之间的互补的表面防止各个叶片沿径向移动,而且转子上的包围槽口的区域可被“桩定(stake)”或塑性变形,以防止根部在槽口中沿轴向移动。照这样,可从转子上移除各个旋转叶片,在重新桩定转子以使叶片保持就位之前,可将同一旋转叶片或替代叶片重新插入到燕尾槽口中。

[0004] 适于桩定叶片的转子的表面上的区域是有限的,并且因此将容许移除和重新桩定叶片有限的次数。因此,已经开发出多种系统和方法来改良转子,以容许多次移除和重新桩定叶片。例如,转让给与本申请相同的受让人的美国专利公开 2009/0077795 描述了一种其中使用钻机来在槽口的底部中产生凹部的系统和方法。然后可将插入件置于凹部中且桩定它,以使叶片沿轴向保持就位。在必须再次从转子上移除叶片的情况下,可使用新的插入件来再次沿轴向使叶片桩定就位。

[0005] 改良转子中的槽口典型地需要在实质上拆卸压缩机和相关联的装备,以提供通往转子的适当通路。例如,常常完全移除包围旋转叶片的壳体,并且在转子的周围竖起脚手架,以支承执行改良的装备和人员。另外,燃气轮机本身可位于具有墙壁和/或屋顶的建筑物中,墙壁和/或屋顶必须被移除或以别的方式打开以提供足够的通往转子的通路。这个拆卸和搭架执行起来代价高昂,会延长转子改良所需的时间,并且会增加与改良相关联的停机。因为,会减少压缩机的拆卸和搭架的量的用于改良转子中的槽口的改进的系统和方法将是有益的。

发明内容

[0006] 下面将在以下描述中阐述本发明的各方面和优点,或者根据描述,本发明的各方

面和优点可为显而易见的,或者可通过实践本发明来学习本发明的各方面和优点。

[0007] 本发明的一个实施例是一种用于改良转子中的槽口的系统。该系统包括具有竖向轴线的基座。钻机沿着竖向轴线滑动地连接到基座上,而夹具连接到基座上,并且构造成与槽口的内表面接合。

[0008] 本发明的另一个实施例是一种用于改良转子中的槽口的系统。该系统包括具有竖向轴线的基座。该系统进一步包括沿着竖向轴线滑动地连接到基座上的钻机和用于使钻机在槽口的上方对准的器件。

[0009] 本发明还可包括一种用于改良转子中的槽口的方法。该方法包括将钻机定位在槽口附近,以及将夹具插入到槽口中,其中,夹具滑动地连接到钻机上。该方法进一步包括使夹具与槽口的内表面接合,以及操作钻机来在槽口中产生腔体。

[0010] 在审阅说明书之后,本领域普通技术人员将更好地理解这样的实施例和其它实施例的特征和各方面。

附图说明

[0011] 在说明书的其余部分中更具体地阐述了针对本领域技术人员的本发明的完整和能够实施的公开,包括其最佳模式,说明书包括对附图的参照,其中:

[0012] 图 1 是示例性压缩机的横截面图;

[0013] 图 2 是图 1 中显示的压缩机中的第一级旋转叶片的一部分的放大透视图;

[0014] 图 3 是在用本发明的一个实施例改良之后的、图 2 中显示的第一级旋转叶片的放大透视图;

[0015] 图 4 是根据本发明的一个实施例的、用于改良转子的系统的透视图;

[0016] 图 5 是图 4 中显示的系统的俯视平面图;

[0017] 图 6 是图 4 中显示的系统的正视平面图;

[0018] 图 7 是图 4 中显示的系统的一部分的侧视图;

[0019] 图 8 是用来改良图 1 中显示的示例性压缩机的转子的、图 4 中显示的系统的轴向视图;

[0020] 图 9 是安装在转子上的、图 4 中显示的系统的透视图;以及

[0021] 图 10 是改良转子的、图 4 中显示的系统的透视图。

[0022] 部件列表

[0023] 10 压缩机

[0024] 12 定子静叶

[0025] 14 旋转叶片

[0026] 16 壳体

[0027] 18 转子

[0028] 20 转子缘边

[0029] 22 根部

[0030] 24 槽口

[0031] 26 桩定记号

[0032] 28 腔体

[0033]	30 插入件
[0034]	40 系统
[0035]	42 钻机
[0036]	44 基座
[0037]	46 竖向轴线
[0038]	48 马达
[0039]	50 齿轮箱
[0040]	52 夹头
[0041]	54 钻头
[0042]	56 电缆
[0043]	58 控制器
[0044]	60 齿轮连接件
[0045]	62 轨道
[0046]	64 把手
[0047]	66 对准凸块
[0048]	68 测微计
[0049]	70 冲杆
[0050]	72 基准板
[0051]	74 机械止档
[0052]	76 螺柱
[0053]	78 锁定件
[0054]	80 夹具
[0055]	82 夹具的外周缘
[0056]	84 凸出部
[0057]	86 固定螺钉
[0058]	88 倾斜表面
[0059]	90 千斤顶
[0060]	92 精密块

具体实施方式

[0061] 现在将详细参照本发明的目前的实施例,在附图中示出了实施例的一个或多个实例。详细描述使用数字和字母标号来指示图中的特征。图和描述中的相同或相似的标号用来指示本发明的相同或相似的部件。

[0062] 以阐明本发明而非限制本发明的方式来提供各个实例。事实上,对本领域技术人员将显而易见的是,可在本发明中作出改良和变型,而不偏离本发明的范围或精神。例如,示出或描述成一个实施例的一部分的特征可用于另一个实施例上,以产生另外的另一个实施例。因而,意图的是本发明覆盖在所附权利要求及其等效方案的范围内的这样的改良和变型。

[0063] 本发明的多种实施例提供了一种用于改良转子的改进的系统和方法。在特定的实

施例中,可在之前由移除的叶片占据的径向空间中将钻机安装在转子上,从而在不需要完全移除壳体或包围转子的任何壁或其它结构的情况下允许执行改良。备选地或另外,该系统可包括用于移动钻机、沿轴向对准钻机、测量钻机的移动和 / 或限制钻机的移动的器件,使得可在受限的空间中精确地且可重复地执行改良。虽然将在包括在压缩机中的转子的语境中描述本发明的各种实施例,但是本领域普通技术人员将容易地理解,本发明的教导不限于压缩机转子,而是同样可应用于其它形式的旋转装备中的转子。

[0064] 图 1 提供了示例性压缩机 10 的横截面图,以示出本发明的各种实施例。压缩机 10 大体包括本领域中已知的交替的数级定子静叶 12 和旋转叶片 14。第一级定子静叶 12 通常被称为入口导向静叶,并且可以能够被调节,以改变通过压缩机 10 的空气流的量或体积。各级定子静叶 12 和旋转叶片 14 大体包括多个沿周向布置的翼型件,定子静叶 12 附连到包围压缩机 10 的壳体 16 上,而旋转叶片 14 则附连到大体对准压缩机 10 的轴向中心线的转子 18 上。照这样,定子静叶 12 将进入压缩机 10 的空气流引导到下一级旋转叶片 14 上,以逐渐对工作流体(空气)施加动能,以将其带入高度赋能的状态。

[0065] 图 2 提供了压缩机 10 中的第一级旋转叶片 14 的一部分的放大透视图。如所显示的那样,旋转叶片 14 自转子 18 的缘边 20 沿径向延伸。各个叶片 14 大体包括滑动到缘边 20 中的槽口 24 中的根部 22,并且在根部 22 和槽口 24 之间的互补的表面防止各个叶片 14 沿径向移动。另外,转子 18 的缘边 20 可被“桩定”或塑性变形,从而产生图 2 中显示的特征桩定记号 26,以防止根部 22 在槽口 24 中沿轴向移动。

[0066] 图 3 提供了在用本发明的一个实施例改良之后的、图 2 中显示的第一级旋转叶片 14 的放大透视图。如所显示的那样,已经加工了缘边 20 的一部分,以在槽口 24 中形成腔体 28。插入件 30 或饼块(biscuit)已经被置于腔体 28 中,并且被桩定,以沿轴向将根部 22 约束在槽口 24 中。照这样,可重复地从转子 18 上移除各个旋转叶片 14,并且可将新的插入件 30 置于腔体 28 中,以在重新安装好之后将旋转叶片 14 桩定就位。

[0067] 图 4-7 分别提供了根据本发明的一个实施例的、用于改良转子 18 的系统 40 的透视图、俯视图、正视图和侧视图。如所显示的那样,系统 40 大体包括沿着竖向轴线 46 滑动地连接到基座 44 上的钻机 42。钻机 42 可包括例如通过齿轮箱 50 而连接到构造成固持钻头 54 的钻夹头(chuck)52 上的气动马达、液压马达或电动马达 48,如本领域中已知的那样。连接到马达 48 上的电缆 56 可供应气动动力、液压动力或电功率,以运行马达 48,并且控制器 58 可允许操作者如期望的那样远程地促动马达 48。一个或多个齿轮可在钻机 42 和基座 44 之间提供齿轮连接件 60,以提供关于沿着与竖向轴线 46 对准或平行的轨道 62 滑动钻机 42 的机械优点。本领域普通技术人员可容易地确定齿轮的数量和定向以及齿轮连接件 60 所实现的特定齿轮比,而不需要进行过度的实验,而且它们并不限制本发明,除非在权利要求中有特别的叙述。例如,如图 4-6 中显示的那样,把手 64 可以可操作地连接到齿轮连接件 60 上,使得把手 64 的旋转导致齿轮连接件 60 沿着轨道 62 推进或缩回钻机 42,从而相对于基座 44 沿竖向重新定位钻机 42。一旦定位在期望的位置处,马达 48 的促动将驱动钻头 54 在转子 18 中加工出或钻出腔体 28,并且可进一步旋转把手,以在腔体 28 中推进或缩回钻头 54。

[0068] 如可在图 3 中看到的那样,特别地选择腔体 28 在槽口 24 中的位置和深度,以允许插入件 30 装配在腔体 28 中,而不会过度地延伸超越转子 18 的前表面。因此,系统 40 可进

一步包括相对于槽口 24 精确地定位钻机 42 和 / 或基座 44、精确地测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的移动以及 / 或者限制钻机 42 沿着竖向轴线 46 的径向移动的一个或多个构件或装置。例如,如图 4 和 6 中最清楚地显示的那样,系统 40 可包括用于使钻机 42 和 / 或基座 44 相对于槽口 24 而沿轴向对准的器件。用于使钻机 42 和 / 或基座 44 相对于槽口 24 而沿轴向对准的器件可包括例如沿径向自钻机 42 和 / 或基座 44 延伸的一个或多个凸出部或对准凸块 66。照这样,该一个或多个凸出部可接触转子 18 的前部面,以使钻机 42 和 / 或基座 44 相对于槽口 24 而沿轴向对准。用于执行使钻机 42 和 / 或基座 44 相对于槽口 24 而沿轴向对准的功能的其它适当的结构可包括一个或多个锁销、测量带、直边缘、销或附连到钻机 42 和 / 或基座 44 上的类似的装置。

[0069] 备选地或另外,系统 40 可包括用于测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的移动的器件。用于测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的移动的器件可包括测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的径向移动的任何传感器。例如,如图 4-6 中显示的那样,用于测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的移动的器件可包括连接到钻机 42 上的测微计 68,使得测微计 68 在钻机 42 沿着竖向轴线 46 滑动时随着钻机 42 沿径向移动。测微计 68 可包括构造成接触基准板 72 的可缩回的冲杆 70,使得测微计 68 可在钻机 42 沿着竖向轴线 46 移动时测量可缩回的冲杆 70 的移动。在备选实施例中,测微计 68 或其它传感器可相对于钻机 42 连接到基座 44 或其它固定构件上,以测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的径向移动。

[0070] 在另外的实施例中,系统 40 可包括用于限制钻机 42 沿着竖向轴线 46 的移动的器件。例如,如图 4 和 6 中最清楚地显示的那样,在钻机 42 和基座 44 之间的机械止档 74 在物理上限制钻机 42 相对于基座 44 以及从而沿着竖向轴线 46 的竖向移动。机械止档 74 可包括例如与基座 44 成螺纹接合的螺柱 76,使得可调节螺柱 76 相对于基座 44 的高度。机械止档 74 可进一步包括构造成接合螺柱 76 且防止螺柱 76 有意外的移动的锁定件 78,例如螺栓、螺母或环。适于限制钻机 42 沿着竖向轴线 46 的移动的额外的结构可包括例如锁销、凹口或位于齿轮连接件 60 和 / 或轨道 62 上的、限制钻机 42 沿着竖向轴线 46 的径向移动的其它机械装置。

[0071] 如图 6 和 7 中最清楚地显示的那样,系统 40 可进一步包括用于使钻机 42、基座 44 和 / 或竖向轴线 46 在槽口 24 的上方或在槽口 24 的径向外侧对准的器件。在图 6 和 7 中显示的特定实施例中,用于使钻机 42、基座 44 和 / 或竖向轴线 46 在槽口 24 的上方对准的器件包括滑动地连接到钻机 42 和 / 或基座 44 上且装配在槽口 24 的内部的夹具 80。夹具 80 的外周缘 82 可大致与槽口 24 的内表面相一致,使得当夹具 80 沿轴向滑动到槽口 24 中时,夹具 80 的至少一部分与槽口 24 的内表面接合,以将钻机 42、基座 44 和 / 或竖向轴线 46 保持在槽口 24 的上方。夹具 80 另外可包括例如与固定螺钉 86 成螺纹接合的一个或多个凸出部 84。固定螺钉 86 的旋转可迫使该一个或多个凸出部 84 抵靠着夹具 80 的内部的倾斜表面 88,以使凸出部 84 延伸超越夹具 80 的外周缘 82,以进一步将夹具 80 结合到槽口 24 上,从而防止系统 40 在钻机 42 操作时有意外的移动。适于使钻机 42、基座 44 和 / 或竖向轴线 46 在槽口 24 的上方对准的额外的结构可包括例如台钳、扳手、千斤顶或连接到钻机 42 或基座 44 中的至少一个上的、可将系统 40 不动地连接到槽口 24 上的其它等效的机械装置。

[0072] 图 8-10 示出了用来改良图 1 中显示的示例性压缩机 10 的转子 18 的图 4-7 中显示

的系统 40。如图 8 中显示的那样,已经打开了壳体 16,并且已经将固定的千斤顶 90 安装在壳体 16 的区段之间,以在壳体 16 中产生大约 18 英寸-24 英寸的开口。这个开口足够大,以允许使系统 40 穿过开口,而不需要完全移除壳体 16 或邻近的结构。已经移除了第一级中的旋转叶片 14,并且系统 40 已经位于被改良的槽口 24 的上方或附近。夹具 80 对准被改良的槽口 24,并且系统 40 沿轴向向后滑动,从而导致夹具 80 在槽口 24 的内部向后滑动,直到对准凸块 66 抵靠转子 18 的前表面为止。一旦对准凸块 66 抵靠转子 18 的前表面,钻机 42 就沿轴向对准槽口 24,以在期望的位置中加工出腔体 28,而且夹具 80 的外表面 82 接合槽口 24 的内表面,以将系统 40 保持就位。可旋转固定螺钉 86(如果存在),以进一步上紧槽口 24 的内部的夹具 80。例如,如之前关于图 7 所论述的那样,固定螺钉 86 的旋转可迫使凸出部 84 抵靠着夹具 80 的内部的倾斜表面 88,以使凸出部 84 延伸超越夹具 80 的外周缘 82,以进一步将夹具 80 结合到槽口 24 上。

[0073] 如图 9 中显示的那样,已经旋转了把手 64,以沿着竖向轴线 46 沿径向向内移动钻机 42,直到钻头 54 在腔体 28 的期望位置处接触槽口 24 的内表面为止。可将与插入件 30 具有相同厚度的精密块 92 置于机械止档 74 的顶部上,并且可旋转螺柱 76,直到精密块 92 抵靠钻机 42 为止。然后可从机械止档 74 上移除精密块 92,而且可将锁定件 78 应用于螺柱 76,使得在钻机 42 和螺柱 76 的顶部之间产生的距离等于待加工到槽口 24 中的腔体 28 的期望深度。在钻头 54 接触槽口 24 的内表面的情况下,可使测微计 68 归零,以允许准确地测量钻机 42 沿着竖向轴线 46 的径向移动。

[0074] 在图 10 中,已经促动了钻机 42,并且已经旋转了把手 64,以沿着竖向轴线 46 沿径向向内推进钻机 42。因此,钻头 54 将腔体 28 加工到槽口 24 的底部中。测微计 68 提供钻头 54 在槽口 24 中的深度的持续指示,并且机械止档 74 确保不会超过腔体 28 的期望深度。当达到腔体 28 的期望深度时,如由测微计 68 或与机械止档 74 的接触所指示的那样,可沿相反的方向旋转把手 64,以沿着竖向轴线 46 沿径向向外抽回钻机 42。然后可旋转固定螺钉 86(如果存在),以松开槽口 24 的内部的夹具 80。然后可使系统 40 沿轴向向前滑动,直到夹具 80 离开槽口 24 为止,而且系统 40 可位于待加工的下一个槽口 24 的附近或上方。

[0075] 关于图 4-10 所描述和示出的系统 40 提供了优于用来改良转子的现有技术的一个或多个好处。例如,在本发明的范围内构想到的系统 40 比现有技术小得多和轻得多。具体而言,钻机 42 和夹具 80 设计成针对同一槽口 24 定位或对准同一槽口 24,从而允许系统 40 装配在由于移除单个旋转叶片 14 而产生的宽度内。另外,系统 40 的较轻的重量允许在转子 18 周围的紧的范围内容易地操纵系统 40。因此,系统 40 不需要完全移除壳体 16 和/或邻近的结构,不需要安装脚手架,或者不需要使用外部起重机来在槽口 24 之间移动系统 40,它们全部都在准备转子 18 以进行改良以及在改良完成之后恢复转子 18 以使其工作的方面产生了相当大的节约。

[0076] 本书面描述使用实例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法。本发明的可授予专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这样的其它实例包括不异于权利要求的字面语言的结构元素,或者如果这样的其它实例包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构元素,则它们意图处于权利要求的范围之内。

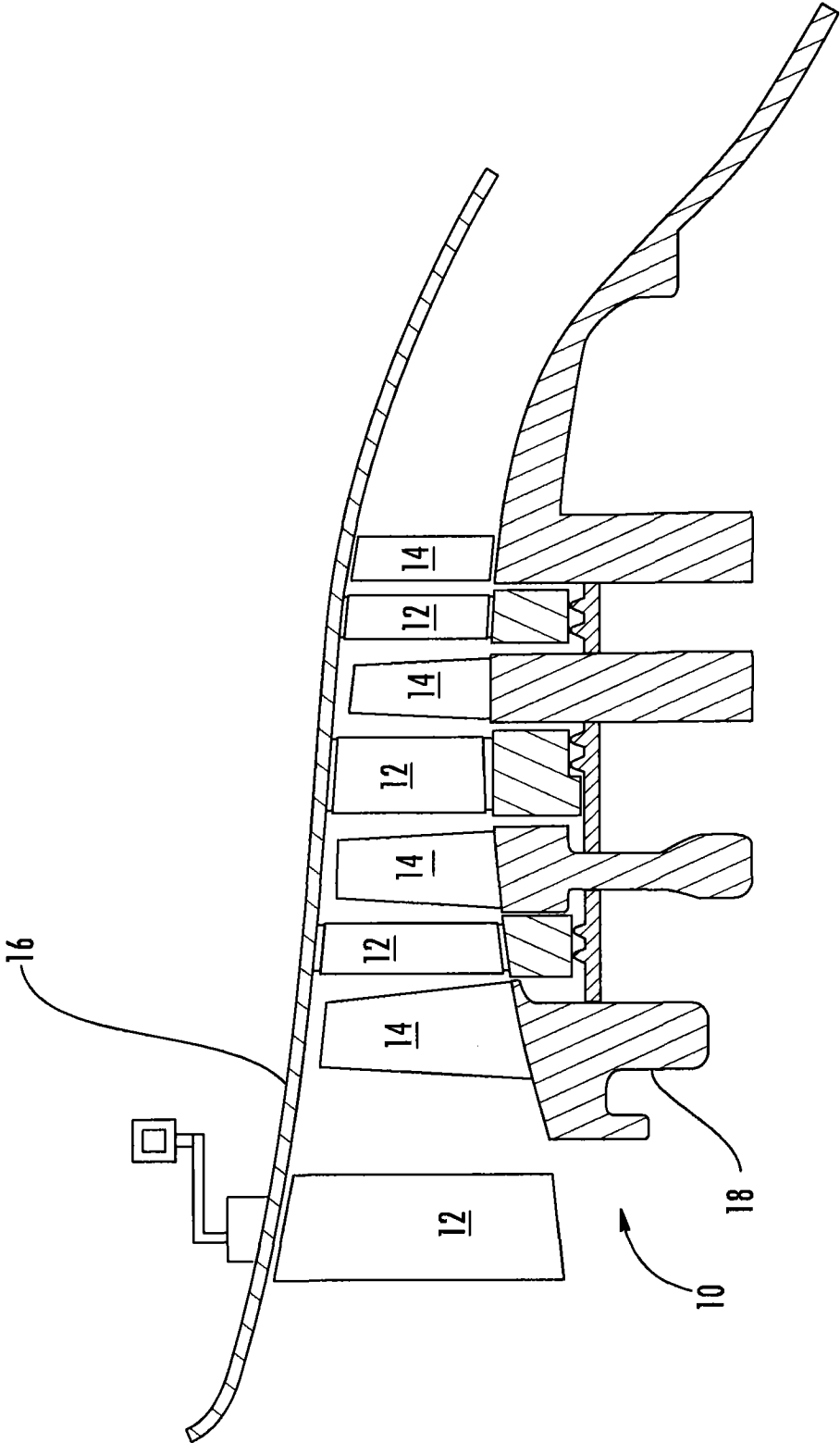


图 1

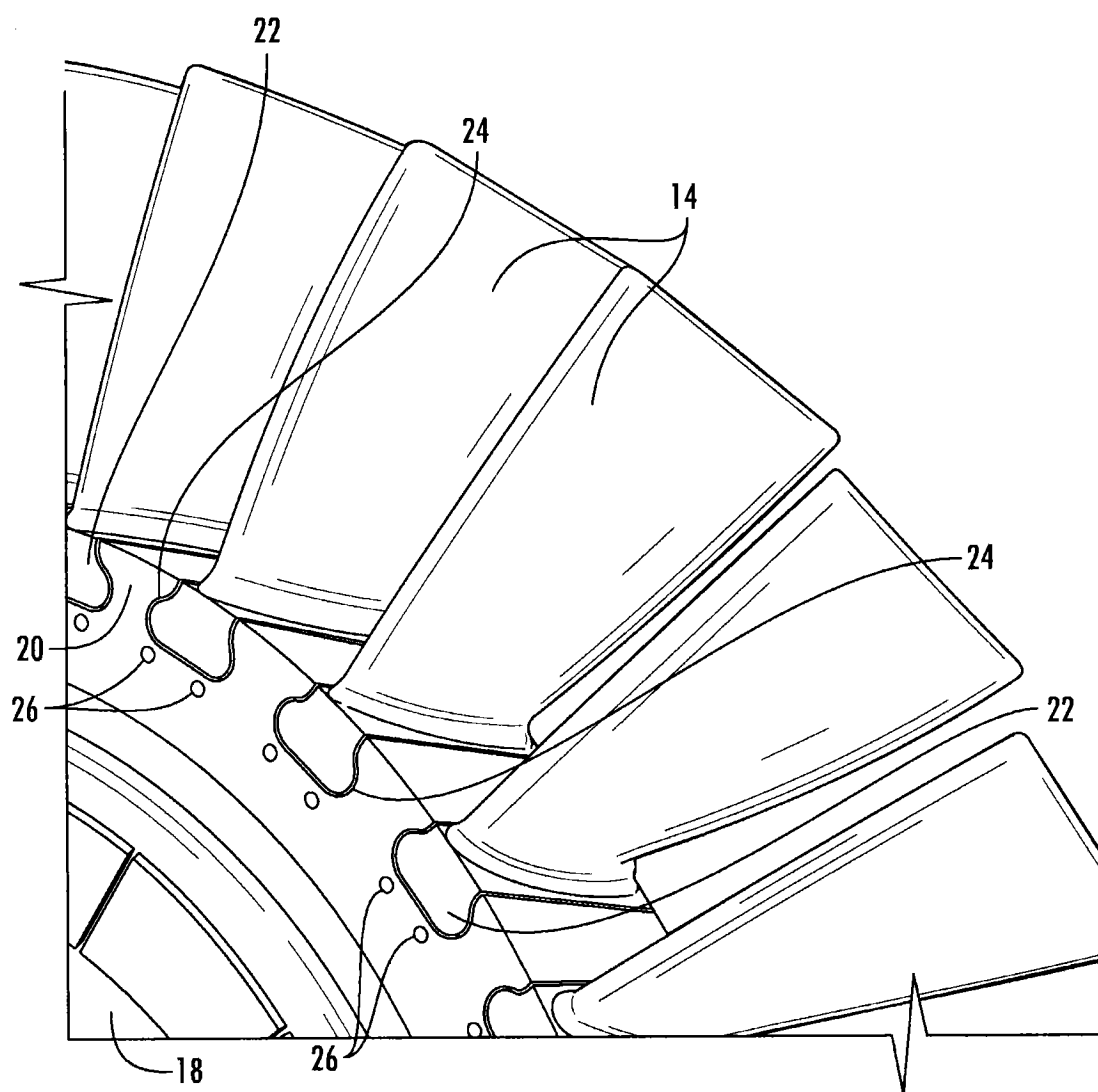


图 2

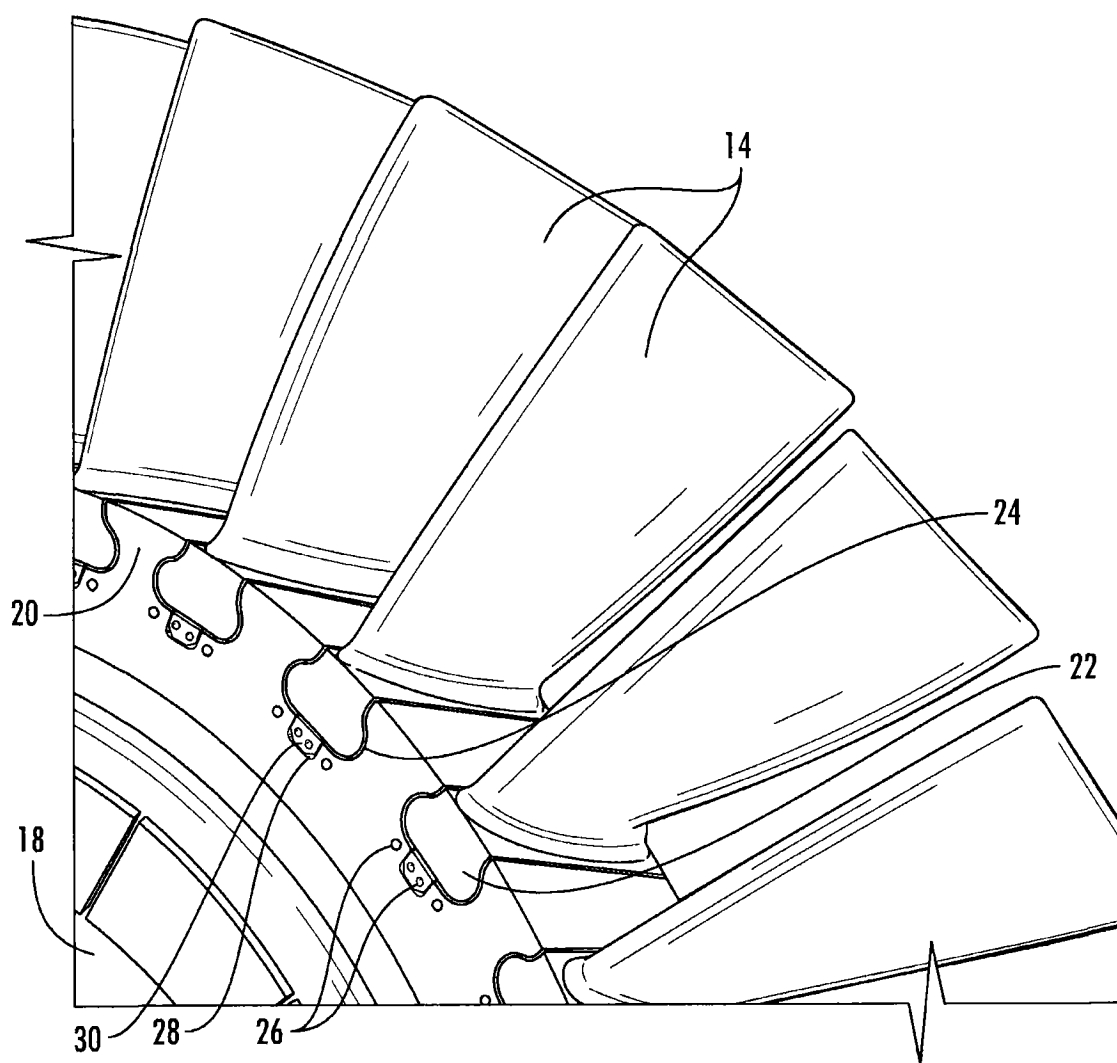


图 3

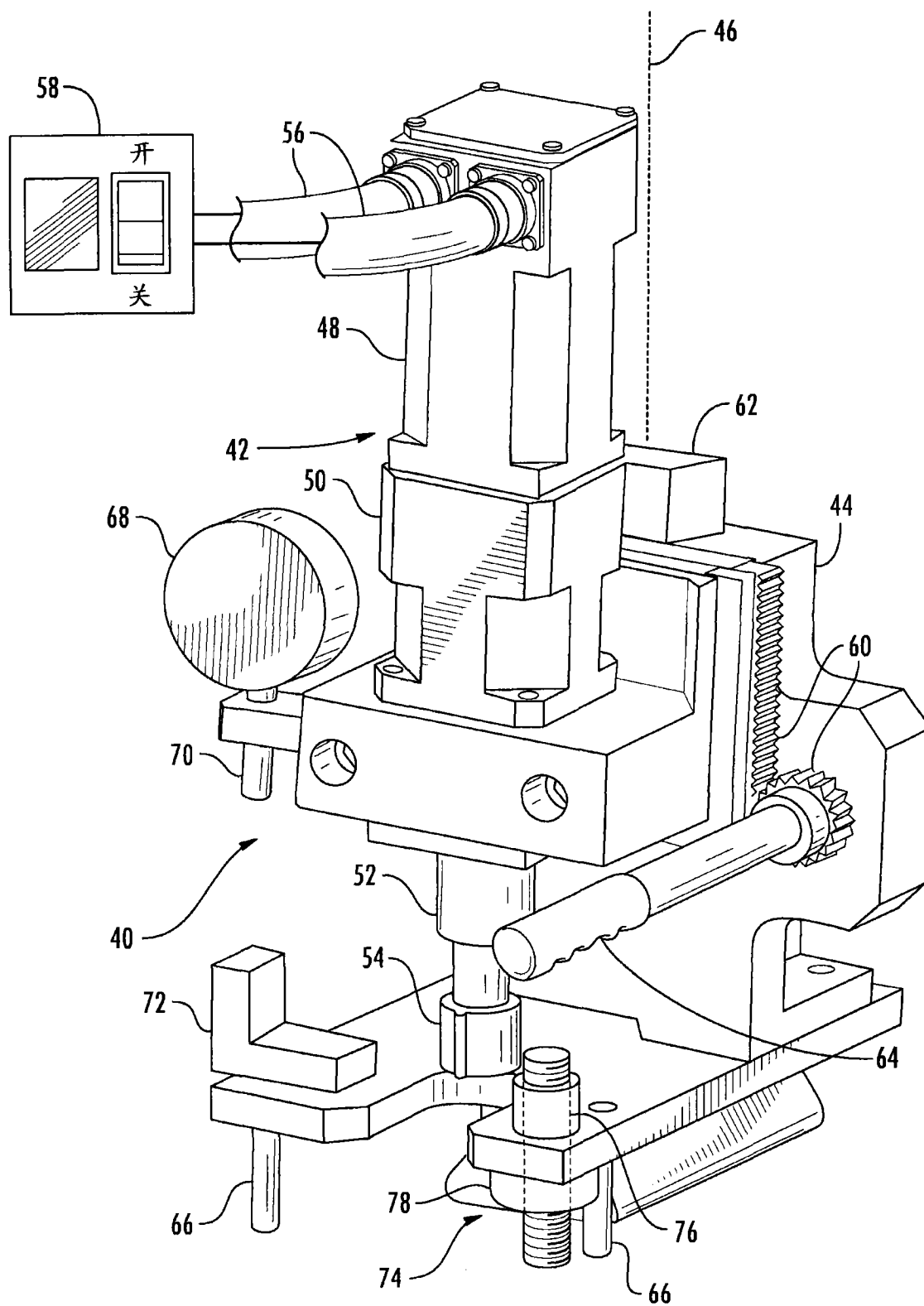


图 4

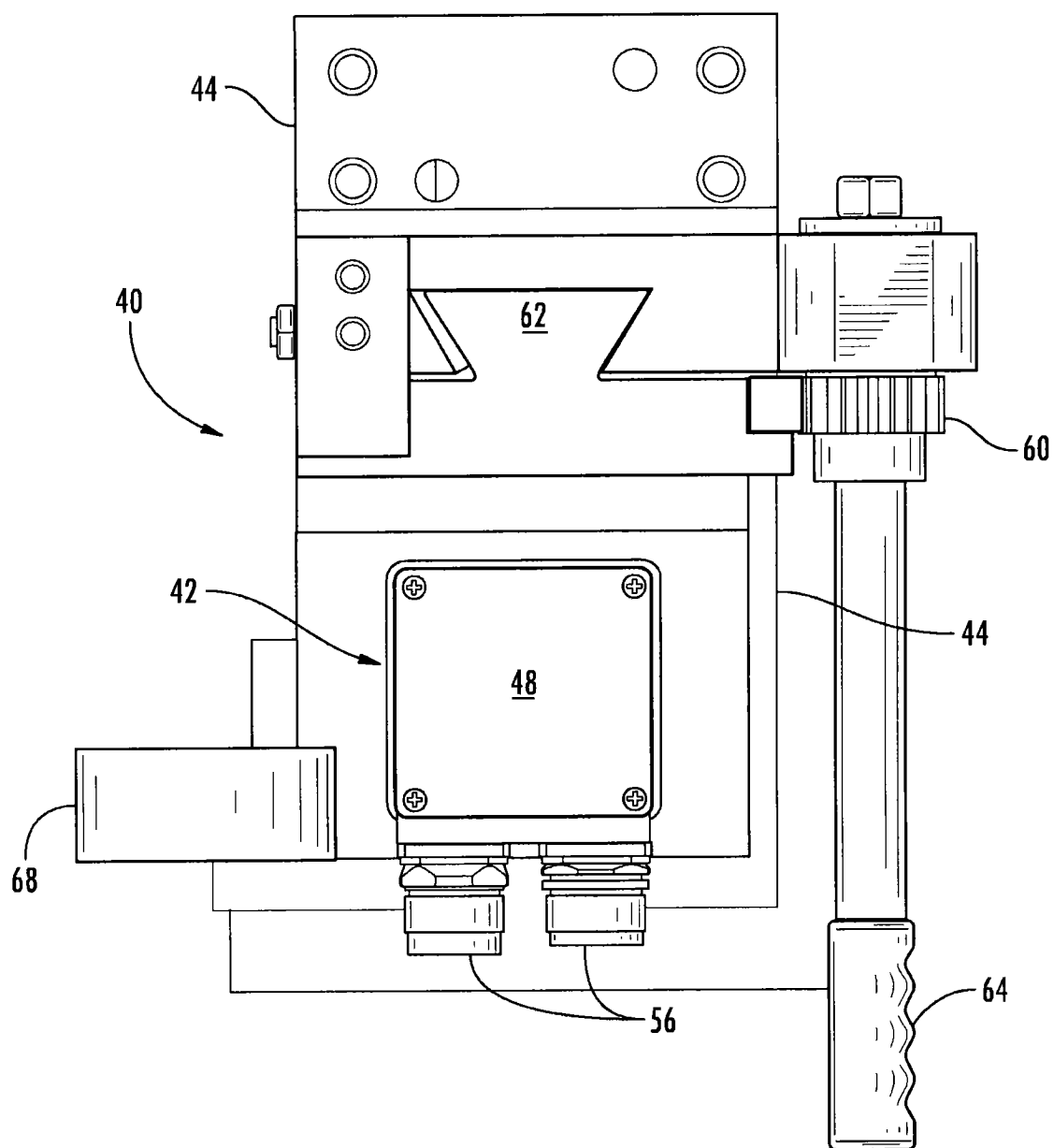


图 5

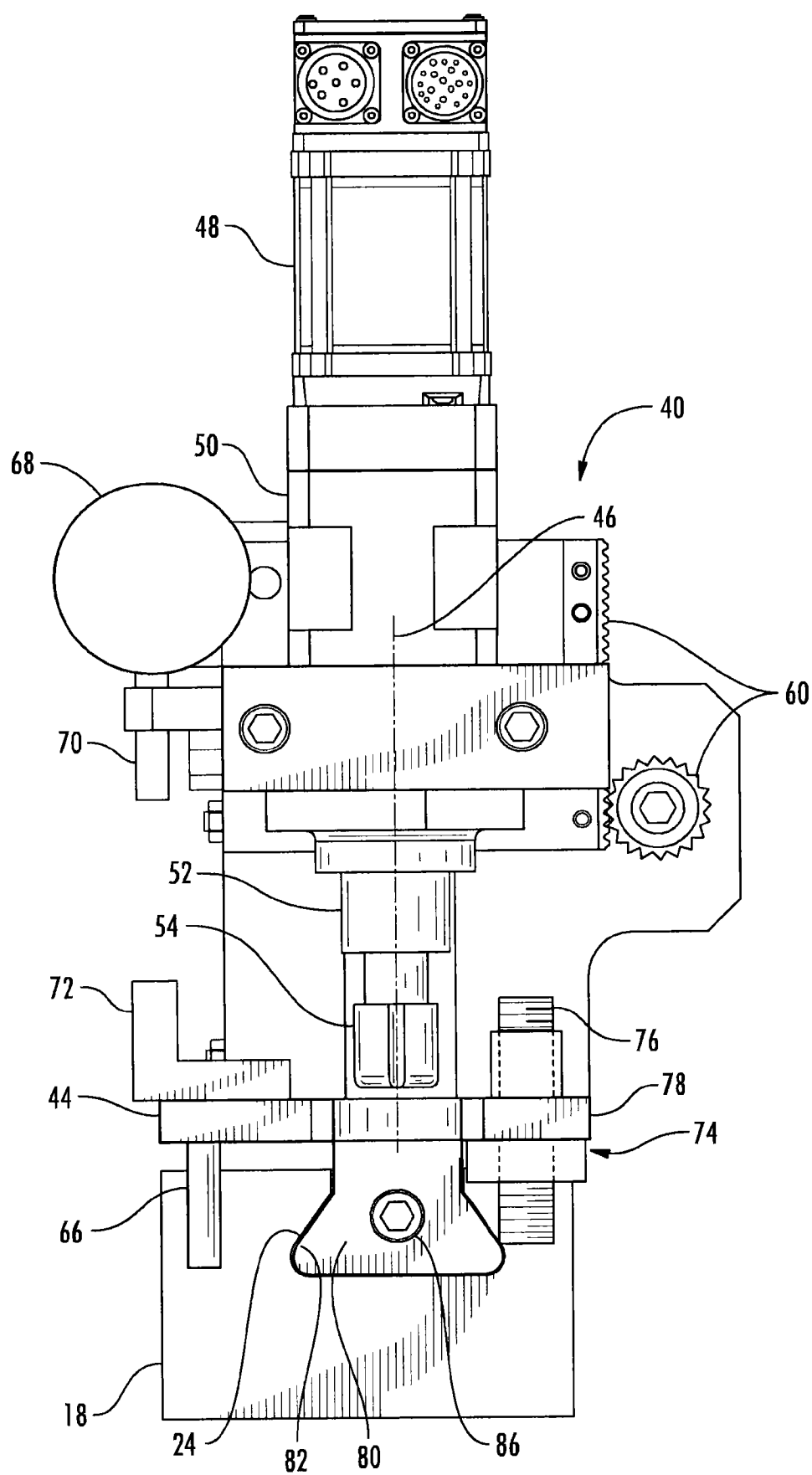


图 6

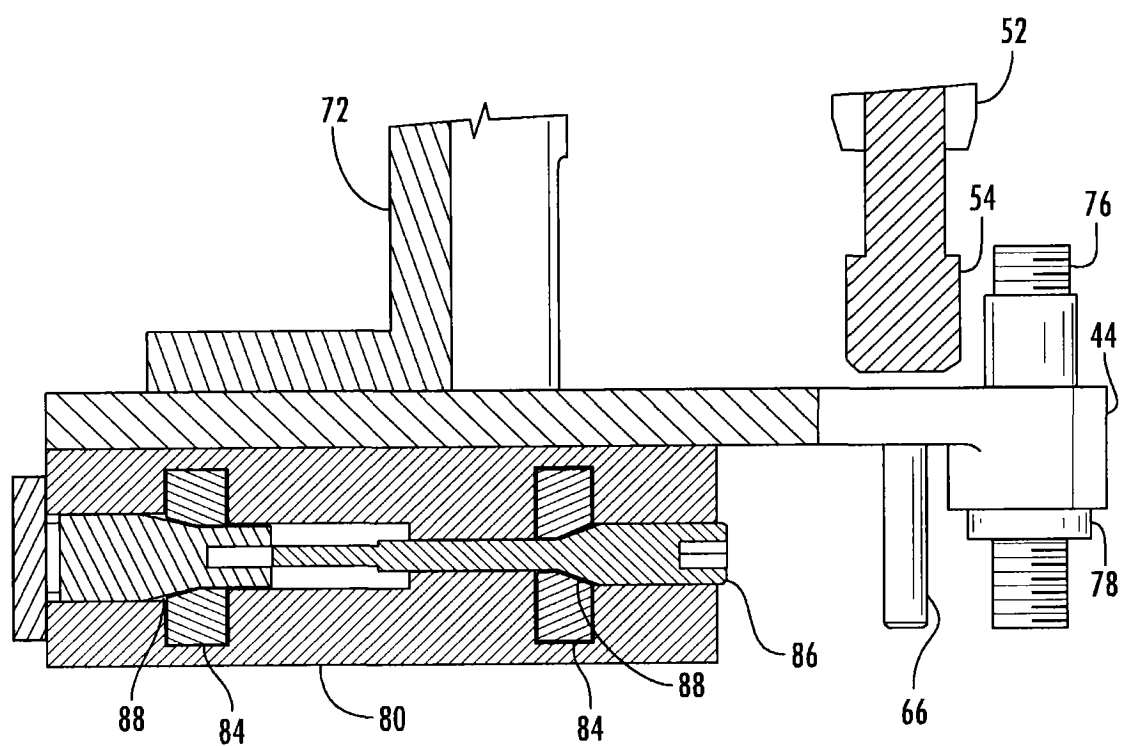


图 7

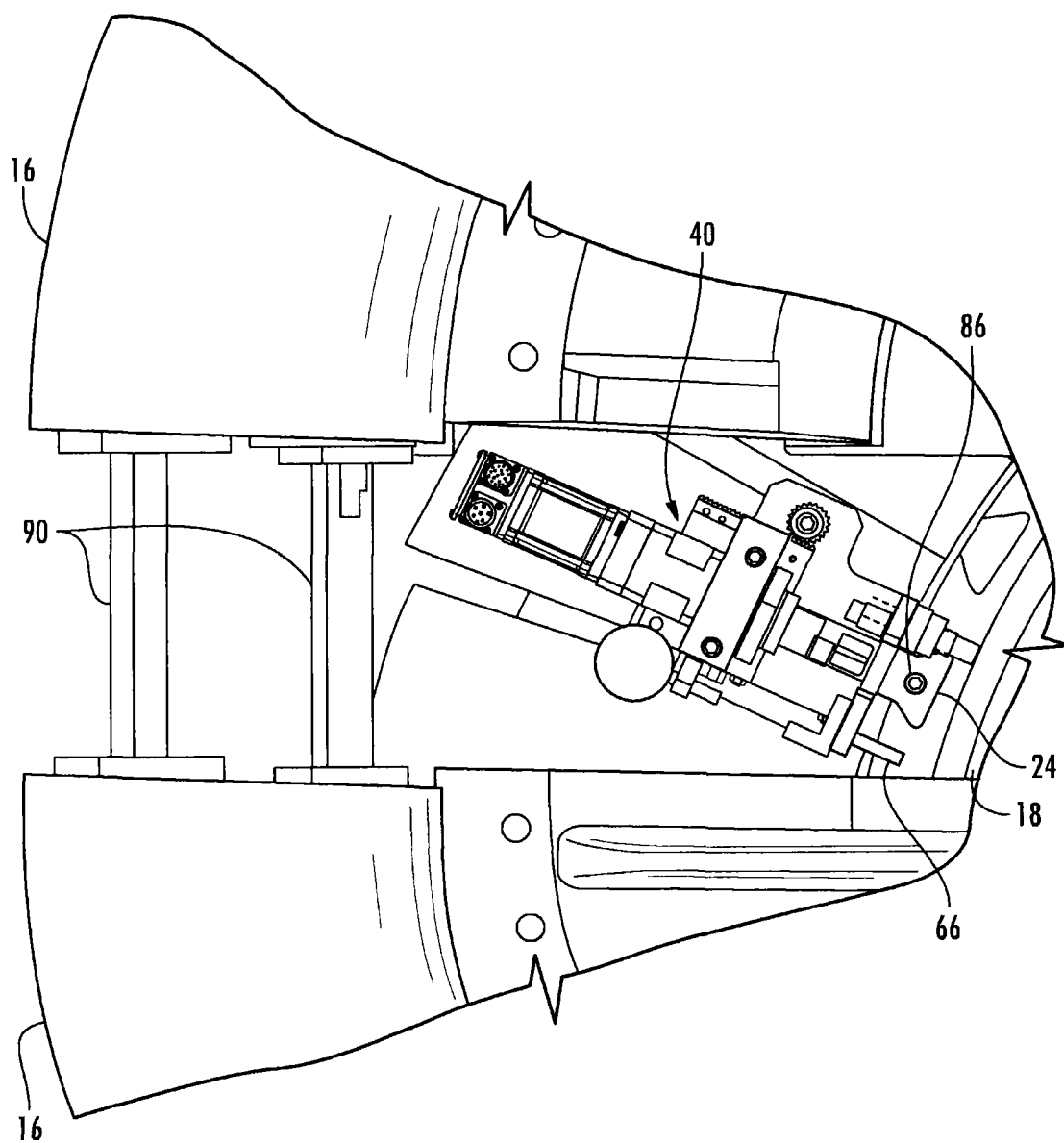


图 8

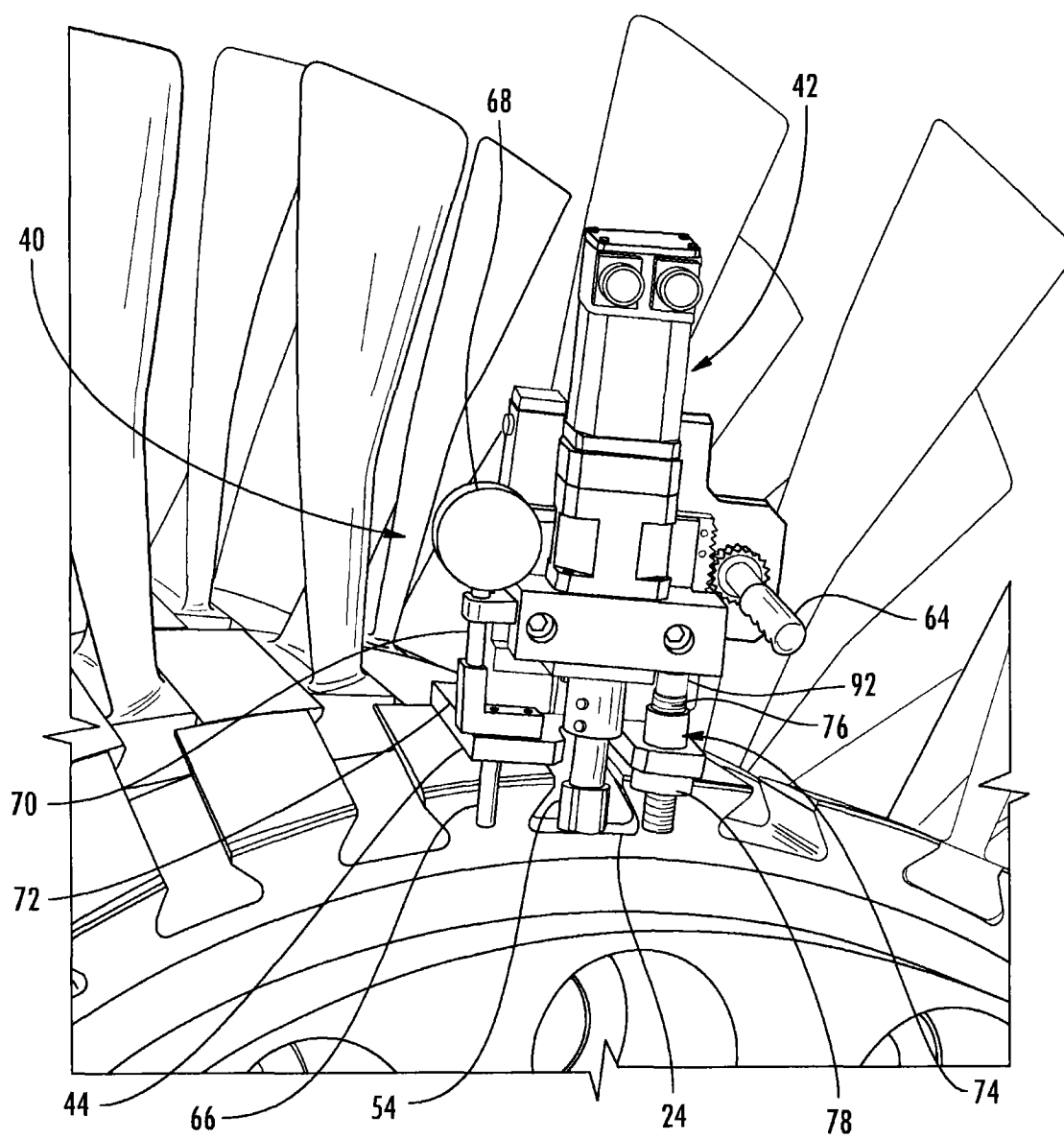


图 9

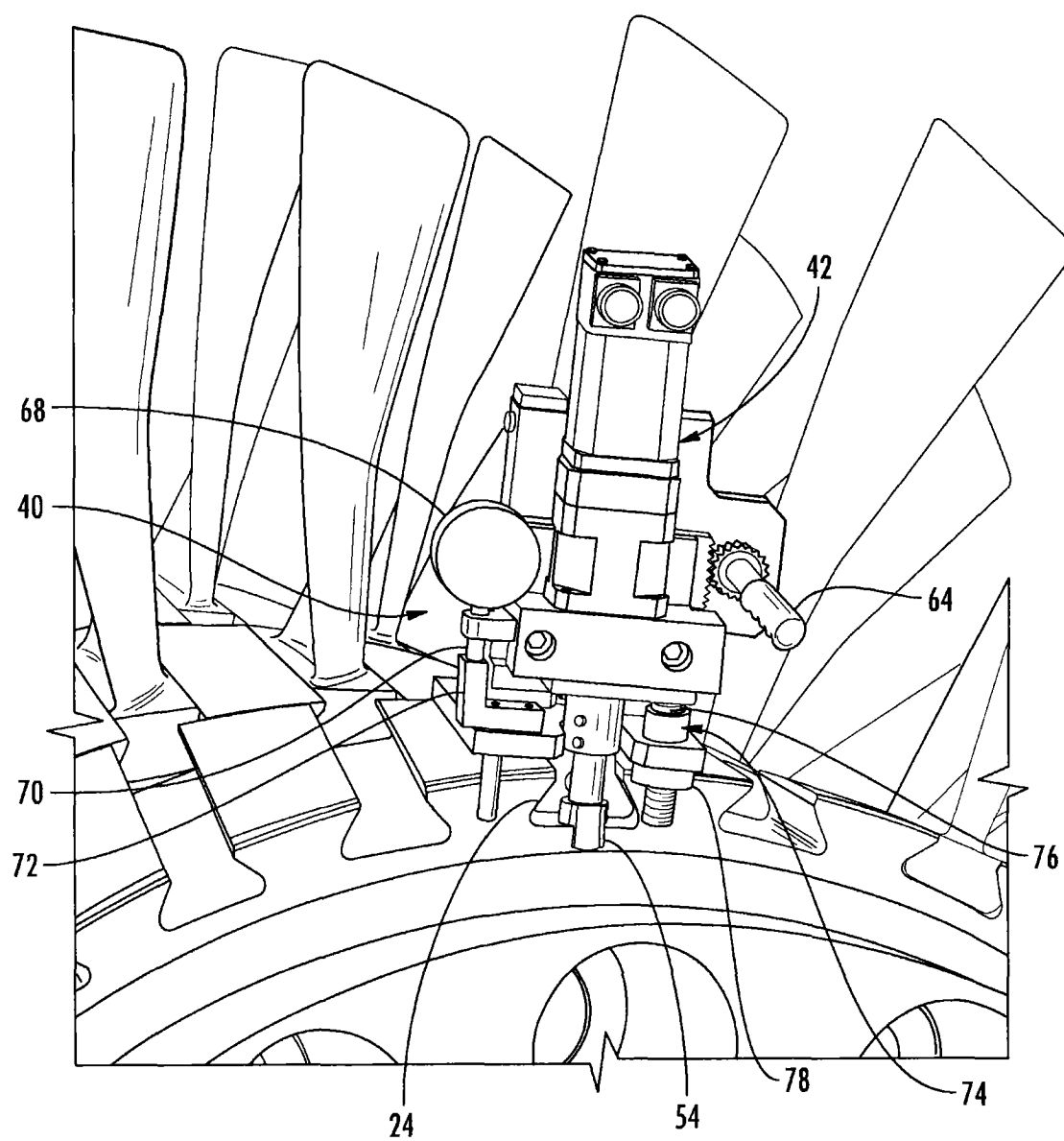


图 10