



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102022141 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201010294562. 3

审查员 何卿

(22) 申请日 2010. 09. 17

(30) 优先权数据

12/561, 496 2009. 09. 17 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 A·J·加西亚－克雷斯波

G·C·利奥塔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F01D 11/02(2006. 01)

F01D 11/16(2006. 01)

F04D 29/08(2006. 01)

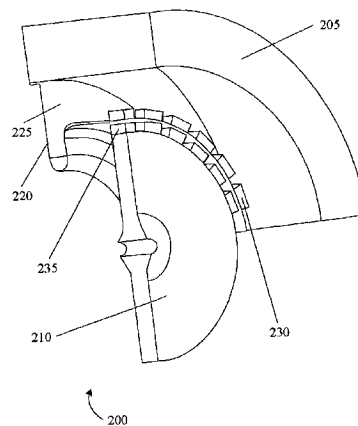
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

用于提供磁性密封的系统、方法和装置

(57) 摘要

本发明的实施例可提供用于提供磁性密封的系统、方法和装置。根据一个实施例,可提供具有磁性密封件的一种系统。该系统可包括具有第一部件和第二部件的旋转机械。磁性密封件可安装到该第一部件上,并相对于该第二部件定位,以提供磁性密封件和第二部件之间的间隙。该磁性密封件可包括第一磁性元件和适于响应于由第二磁性元件施加在该磁性密封件上的力而调节的顺应性材料。该第二磁性元件可安装到第二部件上,以便可以响应于由第二磁性元件施加在磁性密封件上的力而改变磁性密封件和第二部件之间的间隙。



1. 一种用于提供磁性密封的方法,包括:

将至少一个磁性密封件安装到旋转机械中的第一部件上,其中所述至少一个磁性密封件包括第一磁性元件和顺应性材料;

将第二磁性元件安装到旋转机械中的第二部件上,其中所述第二部件相对于所述第一部件定位,以在所述第二部件和所述至少一个磁性密封件之间提供间隙,并且其中所述第二磁性元件可操作以逆着所述至少一个磁性密封件施加力;以及

调节所述顺应性材料以响应于由所述第二磁性元件施加的力而改变所述间隙。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述至少一个磁性密封件安装到所述旋转机械中的所述第一部件上包括:

将至少一个磁性密封件安装到以下至少其中一个中的所述第一部件上:涡轮机,压缩机或泵。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述第二磁性元件安装到所述旋转机械中的所述第二部件上包括:

将所述第二磁性元件安装到以下至少其中一个上:涡轮机叶轮,压缩机叶轮,轴承组件,或轴。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述顺应性材料包括以下的至少其中一种:挡板,可折叠箔片,以及其它可变形结构。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述第二磁性元件安装到所述旋转机械中的所述第二部件上包括:

将永久性磁体安装到所述旋转机械中的所述第二部件上。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述第二磁性元件包括以下材料的至少其中一种:钐,钴,钕,铁以及硼。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

由所述至少一个磁性密封件至少部分地基于与所述第二部件相关的旋转运动产生电流;以及

至少部分地基于由所述至少一个磁性密封件产生的所述电流确定与所述间隙相关的空气流。

8. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,安装到所述第二部件上的所述第二磁性元件是电磁体,并且所述方法还包括:

向所述第二磁性元件提供电流,以逆着所述至少一个磁性密封件施加力。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

调节向所述第二磁性元件提供的所述电流以改变所述间隙。

10. 一种磁性密封系统,包括:

包括第一部件和第二部件的旋转机械;

至少一个磁性密封件,其安装到所述第一部件上并相对于所述第二部件定位,以在所述第二部件和所述至少一个磁性密封件之间提供间隙,其中所述至少一个磁性密封件包括第一磁性元件和顺应性材料;以及

第二磁性元件,其安装到所述第二部件上,且可操作以逆着所述至少一个磁性密封件施加力,其中所述顺应性材料可操作以响应于由所述第二磁性元件施加的力而调节,从而

改变所述第二部件和所述至少一个磁性密封件之间的所述间隙。

11. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述旋转机械包括以下至少其中一个:涡轮机,压缩机和泵。

12. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述第二部件包括以下至少其中一个:涡轮机叶轮,压缩机叶轮,轴承组件,和轴。

13. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述顺应性材料包括以下的至少其中一种:挡板,可折叠箔片,以及其它可变形结构。

14. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述第二磁性元件是永久性磁体。

15. 如权利要求 14 所述的系统,其特征在于,所述第二磁性元件包括以下材料的至少其中一种:钐,钴,钕,铁以及硼。

16. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

至少一个传感器,其可操作以测量电流,并联接到所述至少一个磁性密封件上,其中所述至少一个磁性密封件可操作以至少部分地基于与所述第二部件相关的旋转运动而产生电流;以及

至少一个处理器,其可操作以从所述至少一个传感器接收电流信息,并至少部分地基于由所述至少一个磁性密封件产生的电流而确定与所述间隙相关的空气流。

17. 如权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述第二磁性元件是电磁体,并且所述系统还包括:

至少一个电流源,其可操作以向所述第二磁性元件提供电流,以逆着所述至少一个磁性密封件施加力。

18. 一种磁性密封装置,包括:

至少一个磁性密封件,其包括第一磁性元件和顺应性材料,其中所述至少一个磁性密封件可操作以安装到旋转机械中的第一部件上;以及

第二磁性元件,其可操作以安装到所述旋转机械中的第二部件上,并且还可操作以逆着所述至少一个磁性密封件施加力。

19. 如权利要求 18 所述的装置,其特征在于,所述顺应性材料包括以下的至少其中一种:挡板,可折叠箔片,以及其它可变形结构。

20. 如权利要求 18 所述的装置,其特征在于,所述第二磁性元件是永久性磁体。

用于提供磁性密封的系统、方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及带有旋转和静止部件的机械,且更具体地,涉及用于提供磁性密封的系统、方法和装置。

背景技术

[0002] 旋转机械(例如用于动力发生和机械驱动应用的蒸汽涡轮机和燃气涡轮机)通常是包括旋转部件和静止部件的大型机械。在运行中,此类旋转机械依靠这些部件之间受控的空气流。例如,在涡轮机中,流过不同涡轮级的高压空气可以通过一系列静止和旋转部件。当通过某些静止和旋转部件时,例如从具有较高压力的区域到具有较低压力的区域的空气泄漏通常是不希望的。部分地由于此原因,可使用静止和旋转部件之间的密封件。除了控制空气泄漏,密封件还可用来将空气流从一些部件(例如轴承套和转子部件)引开并引向其它部件(例如吹扫腔)。旋转机械的效率可取决于此类密封件防止空气泄漏以及在旋转和静止部件之间引导空气流的能力。

[0003] 在旋转机械中已经使用了多种不同的密封件设计。这些密封件可包括:“南瓜齿(pumpkin teeth)”密封件;迷宫式密封件;蜂窝式密封件以及毛刷密封件。这些设计意图最小化跨越部件的空气泄漏并在部件之间引导空气流。因为这些密封件可定位在旋转和静止部件之间,所以此类密封件可与这些部件成物理接触。当机械运行时,旋转和静止部件之间的摩擦会导致密封件劣化。当密封件磨损时,机械的效率会变差,且失效的可能性会增加。

[0004] 因此,需要一种用于减少空气泄漏并控制旋转机械中的空气流的改善的密封件。更具体地,需要用于提供磁性密封的系统、方法和装置。

发明内容

[0005] 本发明的实施例可解决以上所述的一些或全部需要。本发明的某些实施例一般地涉及用于提供磁性密封的系统、方法和装置。根据一个实施例,可提供一种用于在旋转机械中提供磁性密封的方法。该方法可包括将磁性密封件安装到旋转机械中的第一部件上。该方法还可包括与第二部件相关而定位该磁性密封件,从而限定该磁性密封件和第二部件之间的间隙。该磁性密封件可包括第一磁性元件和适于响应于逆着该磁性密封件施加的力而调节的顺应性材料。该方法还可包括将第二磁性元件安装到第二部件上,以逆着该磁性密封件施加力。该方法还可包括响应于由第二磁性元件施加的力而调节顺应性材料以改变间隙。

[0006] 根据本发明的另一个实施例,可提供一种用于提供磁性密封的系统。该系统可包括具有第一部件和第二部件的旋转机械。磁性密封件可安装到该第一部件上,并相对于该第二部件定位,以限定磁性密封件和第二部件之间的间隙。该磁性密封件可包括第一磁性元件和适于响应于施加在该磁性密封件上的力而调节的顺应性材料。第二磁性元件可安装在第二部件上,并适于逆着磁性密封件而施加力,以便可以改变磁性密封件和第二部件之间的间隙。

[0007] 根据本发明的又一个实施例,可提供一种用于提供磁性密封的装置。该装置可包括具有第一磁性元件和顺应性材料的磁性密封件。该磁性密封件可为可操作的以安装到旋转机械中的第一部件上,并提供该磁性密封件和旋转机械中的第二部件之间的间隙。第二磁性元件可为可操作的以安装到旋转机械中的第二部件上,并逆着该磁性密封件施加力。顺应性材料可为可操作的以响应于由第二磁性元件施加的力而进一步调节。

[0008] 由结合附图所做的以下描述,本发明的其它实施例和方面将变得明显。

附图说明

[0009] 已经像这样总体地描述了本发明,现在将参考附图,这些附图不一定按比例绘制,并且其中:

[0010] 图1图示了作为旋转机械的一部分的静止和旋转部件。

[0011] 图2图示了根据本发明的一个实施例用于提供磁性密封的示例性系统。

[0012] 图3图示了根据本发明的一个实施例用于提供磁性密封的示例性系统。

[0013] 图4图示了用于提供磁性密封的示例性装置。

[0014] 图5图示了用于提供磁性密封的示例性装置。

[0015] 图6图示了根据本发明的一个实施例用于提供磁性密封的示例性方法。

[0016] 部件列表

[0017]

100	系统
105	迷宫式密封齿
110	转子叶轮
115	蜂窝状结构
120	定子
200	系统
205	静止部件
210	旋转部件
220	磁性密封件
225	顺应性挡板
230	密封磁体
235	旋转磁体
300	系统
340	压力 P1
345	压力 P2
350	标称位置
355	移位位置
400	系统
405	定子
410	转子叶轮
411	冷空气源
415	间隙
420	磁性密封件
425	可折叠箔片结构
426	通风通路
427	通风通路
430	密封磁体
435	旋转磁体

500	系统
515	间隙
520	磁性密封件
525	可折叠箔片结构
526	通风通路
527	通风通路
530	密封磁体
535	旋转磁体
600	方法
605	块
610	块
615	块
625	块
630	块
620	块

具体实施方式

[0018] 下文将参考附图更详尽地描述本发明，附图中显示了本发明的示例实施例。然而，本发明可以许多不同的形式实施，且不应解释为限于本文所展示的示例；相反，提供这些实施例以便本公开将向本领域技术人员传递本发明的范围。贯穿全文相似的数字指相似的元件。

[0019] 图 1 图示了作为系统 100 的一部分的静止和旋转部件。系统 100 可包括任何旋转机械，诸如燃烧型燃气轮机、蒸汽型燃气轮机、压缩机等。在燃烧型燃气轮机中，可存在气路，其以串行流的关系包括空气进口（或入口）、压缩机、燃烧器、涡轮以及气体出口（或排放喷嘴）。在运行中，燃烧气体可以用在燃烧型燃气轮机中来驱动涡轮段。就是说，燃烧气体可用来以相对高的速度使承载多个转子叶片的多个转子叶轮旋转，转子叶片围绕各转子叶轮轴向地隔开。此类转子叶轮可以可旋转地附接到多个周围的非旋转定子上，其中在转子叶轮和周围的定子之间可形成间隙。

[0020] 因为此间隙内的空气泄漏可导致功率损耗，并会危害系统效率，所以期望的是根据部件设计减小此间隙。同时，因为这些静止和旋转部件会移动、震动或由于热效应而膨胀，所以维持最小净空间隙也会是期望的。例如，在瞬态运行期间，一个或多个部件可相对于彼此移动，意味着如果分开这些部件的间隙太小，则部件会彼此接触，导致部件损坏。因此，可能需要最小净空间隙。尽管此净空间隙的尺寸可通过对于旋转和静止部件使用具有不同热膨胀系数的材料来减小，但其不能完全减小。旋转部件相对于静止部件的相对运动要求维持一些间隙。

[0021] 为了减小与旋转机械中两个部件（诸如旋转的转子叶轮和静止的定子）之间的净空间隙相关的空气泄漏，可使用一个或多个密封件。在系统 100 中，可使用蜂窝型迷宫密封件来改变静止和旋转部件之间的空气流。迷宫密封件齿 105 可安装在转子叶轮 110 上，并位于与安装到定子 120 的一部分上的蜂窝结构 115 的径向相对处。系统 100 的蜂窝型迷宫密封件可禁止转子叶轮 110 和定子 120 之间的空气流。在运行期间，当转子叶轮 110 和定子 120 的表面结构彼此接近（这可由热膨胀和 / 或由发动机振动而引起）时，蜂窝型迷宫密封件磨损。就是说，当两个部件彼此接近时，它们可能彼此接触，导致会使蜂窝型迷宫密封件磨损的摩擦。当蜂窝型迷宫密封件磨损时，系统 100 会失效。此外，摩擦会导致系统 100

中的温度升高,这会抑制系统 100 的性能。有时希望减轻这些效果以及与常规系统 100 相关的故障的增加的实例。

[0022] 图 2 和图 3 图示了根据本发明的一个实施例用于提供磁性密封的示例性系统 200 和 300。系统 200 和 / 或 300 可为任何类型的旋转机械的一部分,诸如压缩机、涡轮机或泵。在示例性实施例中,系统 200 代表压缩机,并且可包括第一部件和第二部件。例如,第一部件可包括静止部件 205,其可围绕第二部件,诸如旋转部件 210。静止部件 205 相对于旋转部件 210 定位以在它们之间形成间隙 215。

[0023] 旋转部件 210 可横向地安装到轴上,并且可构造成在由静止部件 205 环绕的同时旋转。将会意识到旋转部件 210 可为旋转机械中的任何旋转部件,诸如但不限于,涡轮叶轮、压缩机叶轮、轴承组件或轴。间隙 215 可允许空气在旋转部件 210 和静止部件 205 之间轴向地流动。将会意识到尽管在示例性实施例中间隙 215 关于旋转部件 210 和静止部件 205 之间的径向间隙而描述,但间隙 215 可包括在机械中可存在于该机械中的第一部件和第二部件之间的任何间隙,诸如但不限于,径向空隙、轴向空隙、线性空隙、非线性空隙等。

[0024] 在该示例性实施例中,间隙 215 可表示径向间隙,其可允许轴向空气流动。为减少与间隙 215 相关的轴向空气流动,可提供磁性密封件 220。该磁性密封件 220 可包括顺应性材料和第一磁性元件。顺应性材料可包括诸如挡板或可折叠箔片的任何可变形结构。在一个实施例中,顺应性材料可安装到静止部件上,并且第一磁性元件可安装到该顺应性材料上。在另一个实施例中,第一磁性元件和顺应性材料可一体结合以提供磁性地顺应的结构。

[0025] 在示例性系统 200 和 300 中,顺应性材料可包括挡板 225。挡板 225 可包括适于围绕旋转部件 210 顺应并减小间隙 215 的顺应性金属片结构。第一磁性元件(诸如密封磁体 230)可安装到挡板 225 上;并且诸如旋转磁体 235 的第二磁性元件可安装到旋转部件 210 上。

[0026] 密封件 230 和旋转磁体 235 可为任何类型的磁体,诸如永久性磁体、电磁体等。永久性磁体可以居里点为特征。居里点限定一温度,永久性磁体在该温度下退磁。稀土磁体,诸如钕磁体或钐磁体或类似磁体,具有相对高的居里点,意味着它们可承受相对高的温度。部分地由于此原因,在其中系统 200 包括一部分高温涡轮级的一些实施例中,或在其中密封磁体 230 和 / 或旋转磁体 235 暴露于高温下的那些实施例中,可使用能够抵抗高温的稀土磁体。

[0027] 旋转磁体 235 可以构造成逆着包括挡板 225 和密封磁体 230 的磁性密封件 220 而施加力。在示例性系统 200 中,此构造可包括相对紧靠密封磁体 230 而将旋转磁体 235 安装到旋转部件 210 上,并定向旋转磁体 235,以便旋转磁体 235 的北极与密封磁体 230 的对应北极相对。在另一个实施例中,旋转磁体 235 可安装成以便旋转磁体 235 的南极与密封磁体 230 的对应南极相对。以这些方式,旋转磁体 235 和密封磁体 230 彼此排斥,并且由于密封磁体 230 安装在顺应性挡板 225 上,顺应性挡板 225 可响应于排斥力而弯曲。当旋转部件 210 处在运动中时,挡板 225 还可顺应与旋转部件 210 相关的运动以维持间隙 215 的尺寸而无需物理地接触旋转部件 210,从而提供可与部件运动相符的密封表面。与部件相关的此类运动可部分地为热膨胀和 / 或振动的结果。

[0028] 除了在瞬时事件期间提供可顺应的表面,旋转磁体 235 和磁性密封件 220 可适于在存在液体动力时提供可顺从的密封表面。液体动力是当某些形式的流强加在主体的表面

上时施加在主体上的力。在示例性实施例中,磁性密封件 220 还可适于在存在液体动力和 / 或瞬时效件的情况下提供可顺从密封表面。

[0029] 参考图 3 说明,因为系统 300 可为压缩机,在运行期间,340 处的压力 P1 和 345 处的压力 P2 可与静止部件 205 和旋转部件 210 相关。在压缩机实施例中,345 处的压力 P2 可相对比 340 处的压力 P1 大,意味着 345 处的压力 P2 可以向下推在顺应性挡板 225 上,以减小当旋转部件 210 围绕轴旋转时间隙 215 的尺寸。没有旋转磁体 235,当 245 处的压力 P2 足够地大于 240 处的压力 P1 时,挡板 225 可朝旋转部件 210 向下弯曲,导致旋转部件 210 和挡板 225 之间的物理接触。在瞬时效件期间,诸如与热膨胀相关的那些瞬时效件,旋转部件 210 可向静止部件 205 延伸,使得旋转部件 210 即使不也接触静止部件 205,也可再次接触挡板 225。

[0030] 通过逆着磁性密封件 220 施加力,旋转磁体 235 可维持间隙 215 的尺寸以提供相对一致的密封。在运行中,当与热效应和 / 或振动相关的压力梯度或物理膨胀导致旋转部件 210 靠近挡板 225 和静止部件 205 时,旋转磁体 235 的排斥力可导致挡板 225 从 350 处的标称位置调节至 335 处的移位位置。换句话说,一旦旋转部件 210 的非顺应表面相对于挡板 225 的顺应表面移动,则与密封磁体 230 和旋转磁体 235 相关的磁性排斥力可使所述顺应表面变形以阻止部件之间的接触,并从而维持间隙 215。

[0031] 至少以此方式,本发明的某些实施例可以采用磁性力来提供连续可变的密封表面,该密封表面可不考虑振动和 / 或热膨胀而维持间隙 215 的尺寸。此外,由于间隙 215 的尺寸可以维持,可不使用物理地接触静止部件 205 和旋转部件 210 的密封件而控制轴向空气流的量。

[0032] 在本发明的其它实施例中,系统 200 和 / 或 300 可包括用于确定与间隙 215 相关的径向空隙的尺寸的感应装置。在一个实施例中,可改变挡板 225 以产生至少部分基于旋转磁体 235 的旋转运动的相对少量的电流,例如通过将传导性电路和 / 或感应线圈安装到挡板 225 上。该电路和 / 或线圈可适于感测由旋转磁体 235 产生的磁通量,并且部分地作为旋转磁体 235 的旋转运动的结果而产生对应的电流。

[0033] 由旋转磁体 235 的旋转运动所产生的电流的大小可由适当的感应装置(诸如电传感器)感测,并与间隙 215 的尺寸相关。适当的传感装置可包括但不限于万用表、电表、伏特计等。与间隙 215 的尺寸的关联可由适于从传感装置接收电流信息的一个或多个处理器执行。在一个实施例中,间隙 215 的尺寸可由处理器至少部分地基于从传感装置接收的电流信息而确定。在另一个实施例中,处理器可适于从传感装置接收信息,并至少部分地基于由至少一个磁性密封件产生的电流而确定与间隙相关的空气流量。处理器的实施例可包括但不限于,ASIC,比较器,微分模块,或其它硬件装置。处理器还可包括可存储在存储器中并可由处理器或其它处理装置执行的软件或其它计算机可执行指令,以执行以上所述的一个或多个操作。

[0034] 在本发明的其它实施例中,可使用电磁体来替代以上所述的永久性磁体或与永久性磁体结合使用。例如,在一个实施例中,旋转磁体 235 可为电磁体。为了逆着包括挡板 225 和密封磁体 230 的磁性密封件 220 施加力,可向旋转磁体 235 提供电流以磁化该电磁体。随着电流增加,逆着包括挡板 225 和密封磁体 230 的磁性密封件 220 施加的力的量可相似地增加,从而增加挡板 225 的移位。随着电流减少,逆着包括挡板 225 和密封磁体 230

的磁性密封件施加的力的量可相似地减少,从而减少挡板 225 的移位。以这些方式,通过改变向旋转磁体 235 提供的电流的量,可增加或减少间隙 215 的尺寸,并且调整通过间隙 215 的轴向空气流的量。

[0035] 图 4 和图 5 示出了用于提供根据本发明的其它实施例的磁性密封件的示例系统和装置 400 及 500, 其中实施例 400 和 500 可包括旋转机械如涡轮机系统的一部分。和系统 200 相似,系统 400 和 500 可包括静止部件(例如定子 405)和旋转部件(例如转子叶轮 410)。定子 405 可相对于转子叶轮 410 定位以形成其特征为径向空隙的间隙 415 和间隙 515。示例性系统 400 和 500 可构造成在高温下运行,使得可向 411 处的定子 405 提供冷却空气来调节定子 405 的运行温度。

[0036] 系统 400 和 500 还可包括一个或多个磁性密封件。例如,系统 400 可包括磁性密封件 420,该磁性密封件 420 包括可折叠的箔片 425 和密封磁体 430。可折叠的箔片 425 可相对地构造成类似花托。在系统 500 中,该系统 500 包括磁性密封件 520,磁性密封件 520 包括可折叠的箔片 525 和密封磁体 530,可折叠的箔片 525 可构造成类似手风琴状结构。在两个实施例中,可折叠的箔片 425 和可折叠的箔片 525 均可以构造成响应于由 411 处的冷却空气源提供的压力而向外调节。磁性密封件 420 和磁性密封件 520 还可适于减小在 411 处提供的冷却空气的量逸出定子 405,从而将定子 405 维持在相对较低的温度下,例如大约 600-800° F。在示例性实施例中,可折叠的箔片 425 和可折叠的箔片 525 可分别包括通路 426, 427, 526 和 527,以部分地为了维持定子 405 内相对恒定的空气压力而改变和/或限制从定子 405 逸出的冷却空气的量。

[0037] 将会意识到的是由于磁性密封件 420 和 520 可适于维持相对恒定的空气压力,因此磁性密封件 420 和磁性密封件 520 也可适于将在 411 处提供的冷却空气引导至系统 400 和 500 中的某些部件。这些部件可包括与磁性密封件 420 和 520 相关的一个或多个部件。例如,通路 426, 427, 526 和 527 可定位成将冷却空气引向旋转磁体 435 和 535。在一些实施例中,诸如燃气涡轮机系统中,旋转磁体 435 和 535 可暴露于相对高的温度下,并且如果任其未冷却的话,会变得被退磁。退磁可与磁性密封件 420 和 520 的故障相关。部分地由于此原因,通路 426, 427, 526 和 527 可适于将冷却空气引导至旋转磁体 435 和 535,使得旋转磁体 435 和 535 能够在它们相关的居里点之下运行,在居里点会发生退磁。

[0038] 在示例性系统 400 和 500 中,可折叠箔片结构 425 和 525 也可构造成响应于由安装到转子叶轮 410 上的旋转磁体 435 和 535 所施加的力而向内调节,直至达到平衡点。更具体地,可折叠箔片 425 和可折叠箔片 525 可构造成当转子叶轮 410 例如由于热膨胀和/或振动而向磁性密封件 420 蠕动时从转子叶轮 410 向内调节。假设在 411 处提供的对应的空气压力向外推动磁性密封件 420 和 520,则系统 400 中由磁体 430 和 435 提供的,以及系统 500 中由磁体 530 和 535 提供的相反的磁力将磁性密封件向内推动,直至获得力的平衡。在此平衡点处,系统 400 和 500 中的间隙 415 和间隙 515 的尺寸可相对维持。

[0039] 图 6 图示了根据本发明的另一个实施例用于提供磁性密封的示例性方法 600。方法 600 可在块 605 处开始,此处磁性密封件可安装到旋转机械中的第一部件上。旋转机械可包括具有旋转部件的任何机械,诸如涡轮机、压缩机、泵等。第一部件可为静止部件(诸如定子),静止部件的一部分,旋转部件(诸如转子),或旋转部件的一部分。同时,磁性密封件可包括第一磁性元件和顺应性材料。磁性密封件的示例实施例包括可包括以上关于图

1 到图 5 所描述的那些第一磁性元件和顺应性材料。将会意识到第一磁性元件可为任何磁性元件,如永久性磁体或电磁体。

[0040] 方法 600 可在块 610 处继续,此处第二磁性密封元件可安装到旋转机械中的第二部件上。该第二部件可包括旋转机械中的任何部件,例如旋转部件或静止部件。该第二部件可相对于磁性密封件定位成安装在第一部件上,以在第二部件和该至少一个磁性密封件之间提供径向间隙。此类径向间隙,如图 2 中的间隙 215,可允许空气在第一部件和第二部件之间轴向地流动,如以上关于图 2 也描述的静止部件 205 和旋转部件 210。

[0041] 第二磁性元件可为任何磁性元件,如永久性磁体或电磁体,并可构造成在块 615 逆着磁性密封件施加力。在一个实施例中,第二磁性元件可为永久性磁体,并相对于也可永久性磁体的第一磁性元件构造,以便第一磁性元件和第二磁性元件的极彼此相对地定位。以这种方式,第二磁性元件可逆着磁性密封件施加力。在另一个实施例中,第二磁性元件或第一磁性元件可为电磁体,并且向该电磁体提供电流以使得磁性元件能够逆着磁性密封件施加力。例如,在方法 600 的一个实施例中,如在可选块 620 处所示,第二磁性元件可为电磁体,并向该电磁体提供电流,以便第二磁体可逆着磁性密封件施加力。再次,在此实施例中,电磁体的极可相对于第一磁性元件定位,使得第二磁性元件和第一磁性元件的极彼此相对。此类定位可通过物理布置或偏置提供给电磁体的电流而达成。

[0042] 在块 625,方法 600 可继续响应于由第二磁性元件施加的力而调节包括磁性密封件的顺应性材料。此调节可改变磁性密封件和第二部件之间的径向空隙。在一个实施例中,此调节可与确定第一部件和第二部件之间的轴向空气流相关,如在可选块 630 处所示。例如,第一磁性元件和第二磁性元件可设计成对于旋转机械的给定操作点维持最小净空间隙。在另一个实施例中,其中第一磁性元件和 / 或第二磁性元件是电磁体,可调节提供给任一磁性元件的电流,以调节径向空隙,并从而调节轴向空气流。当调节径向空隙时,可根据与旋转机械相关的一个或多个参数而确定该轴向空气流。

[0043] 由于本发明的某些实施例可不需要与磁性密封件的物理接触而维持与第一部件和第二部件相关的径向空隙,本发明的某些实施例可解决与在机械运行期间彼此摩擦或形成接触的密封件相关的特定的问题。更特别地,本发明的某些实施例可提供比在常规系统中提供的那些密封件劣化更少并且密封更好的密封件。改善的密封性能是本发明的至少一个技术效果。改善的耐久性是本发明的至少另一个技术效果。

[0044] 此外,由于本发明的某些实施例可无需任何相关的摩擦而提供第一部件和第二部件之间的密封表面,因此本发明的此类实施例可改善一些部件的使用寿命。没有磁性密封件和密封表面之间的摩擦,降低了与密封件以及其对应的密封表面相关的热效应。与降低的热效应相伴而至的是对于与这些密封表面相关的一个或更多部件减小的热剖面。对于一个或更多部件减小的热剖面可导致部件以及旋转机械的更长的使用期限。对于旋转机械和机械部件改善的使用寿命期限是本发明的其它的技术效果。

[0045] 本领域技术人员将想到本文所述的本发明的许多改型和其它实施例,属于这些改型和其它实施例的这些发明具有在前述描述和相关附图中所示的教导的益处。因此,本领域技术人员将会理会的是本发明可以以许多形式实施,并且不限于以上描述的实施例。因此,将会理解的是本发明不限于所公开的具体实施例,并且改型和其它实施例意在包括在所附的权利要求书的范围内。尽管本文采用了具体的用语,但它们仅以普通的且描述性的

意义使用,而不是用于限制目的。

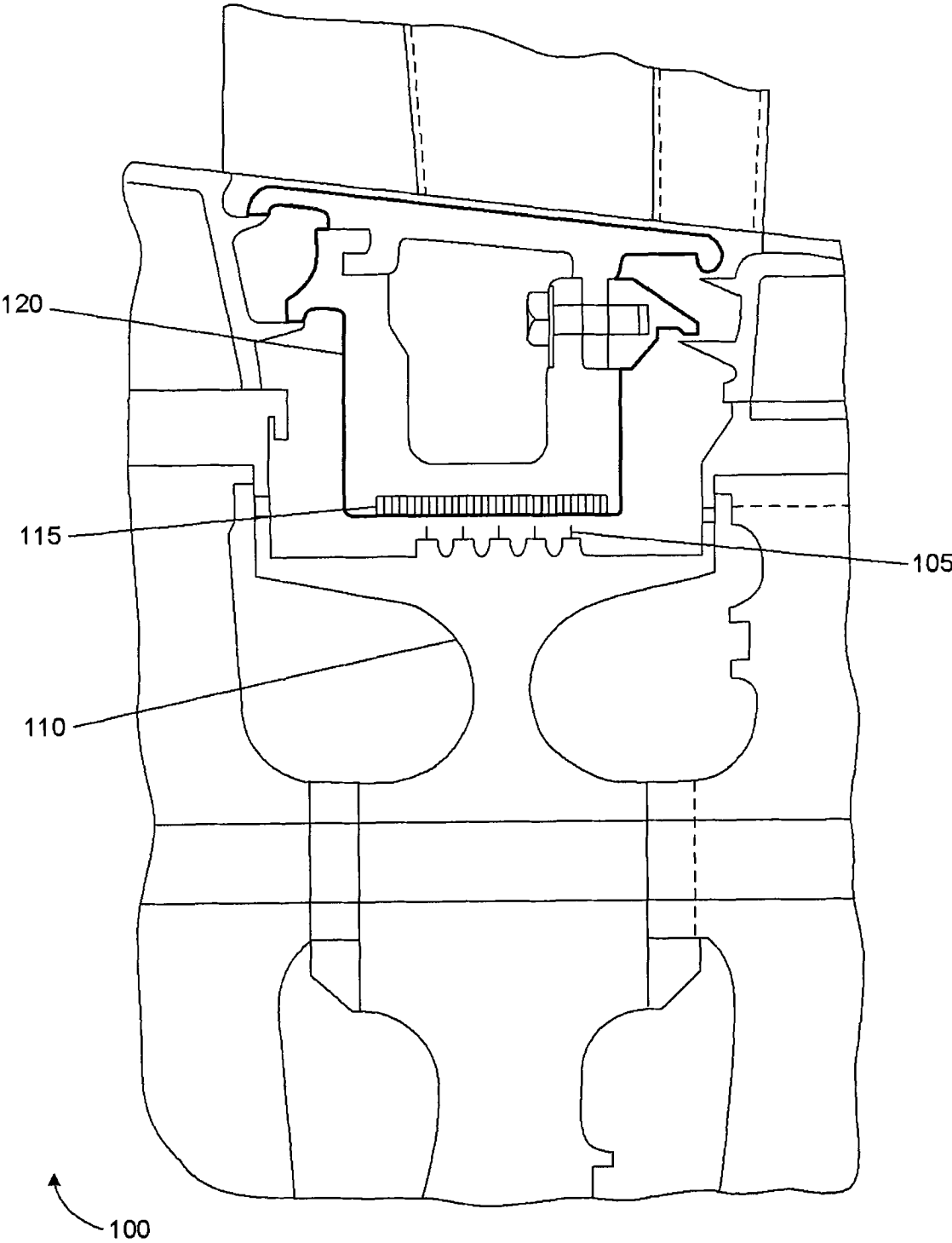


图1 （现有技术）

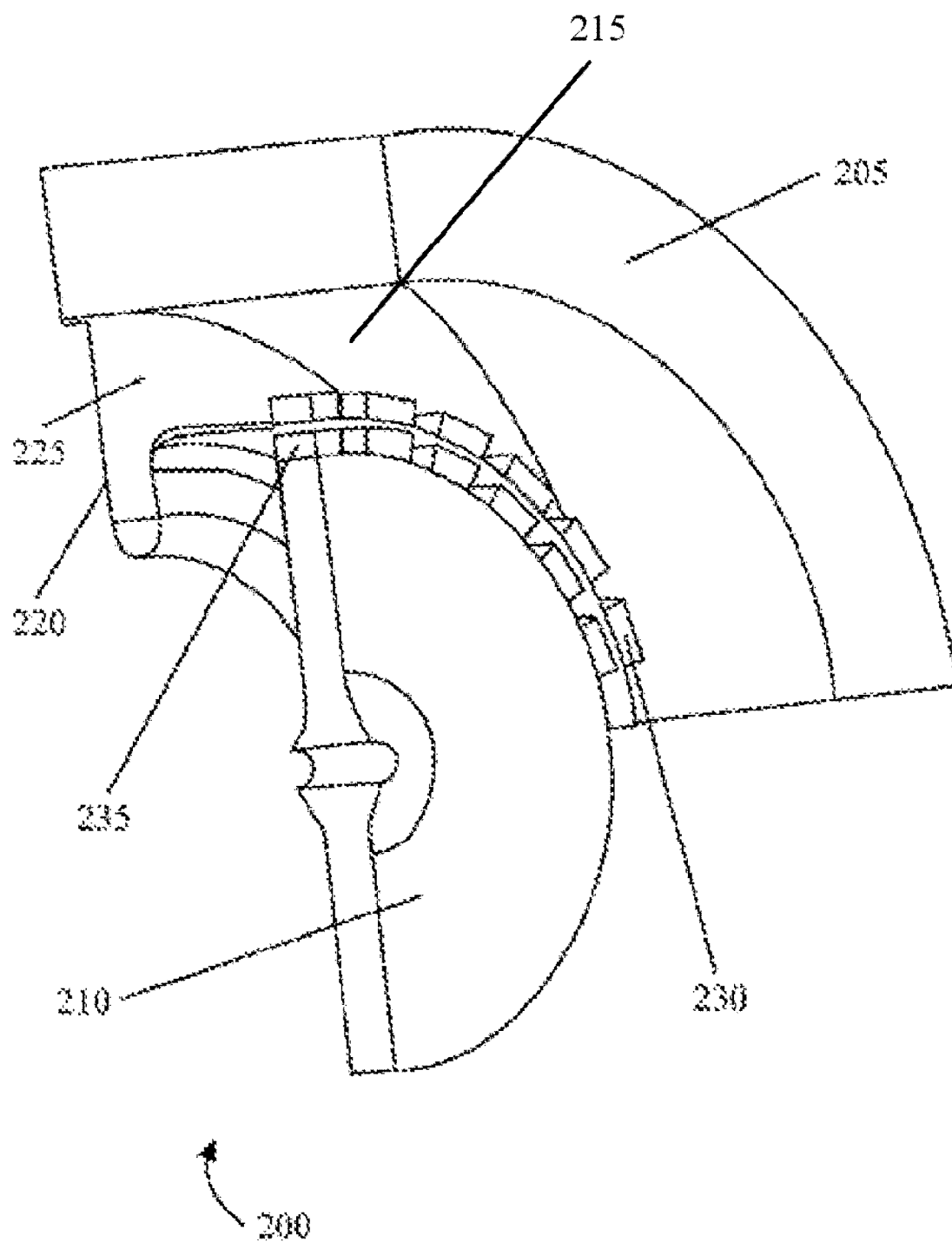


图 2

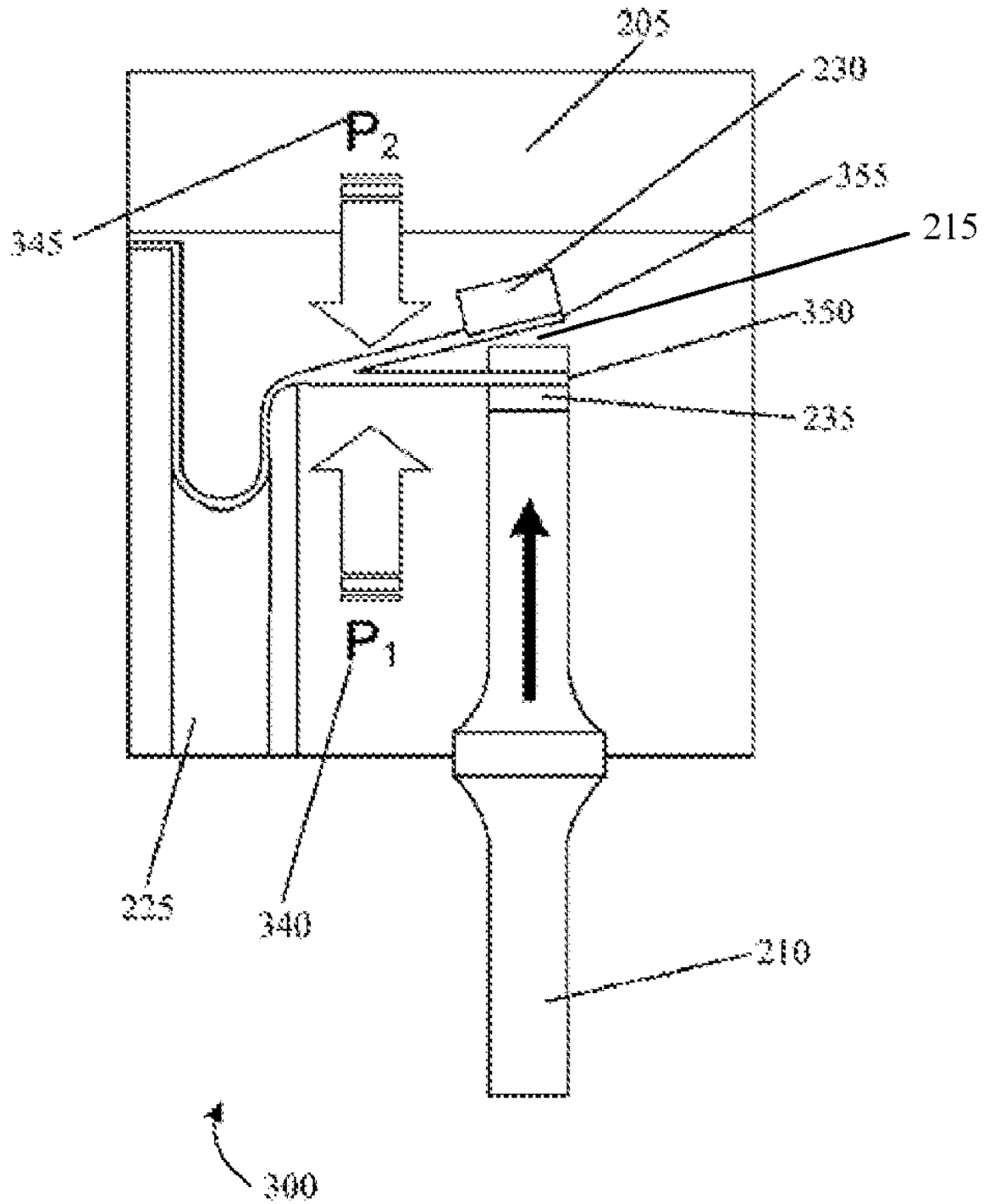


图 3

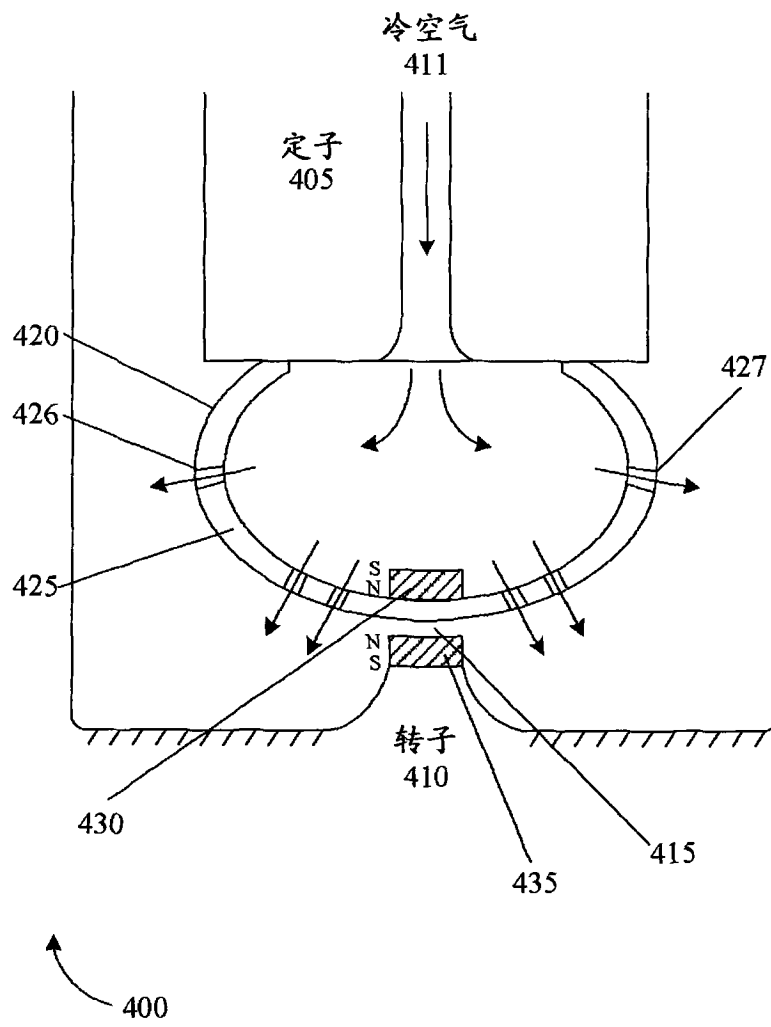


图 4

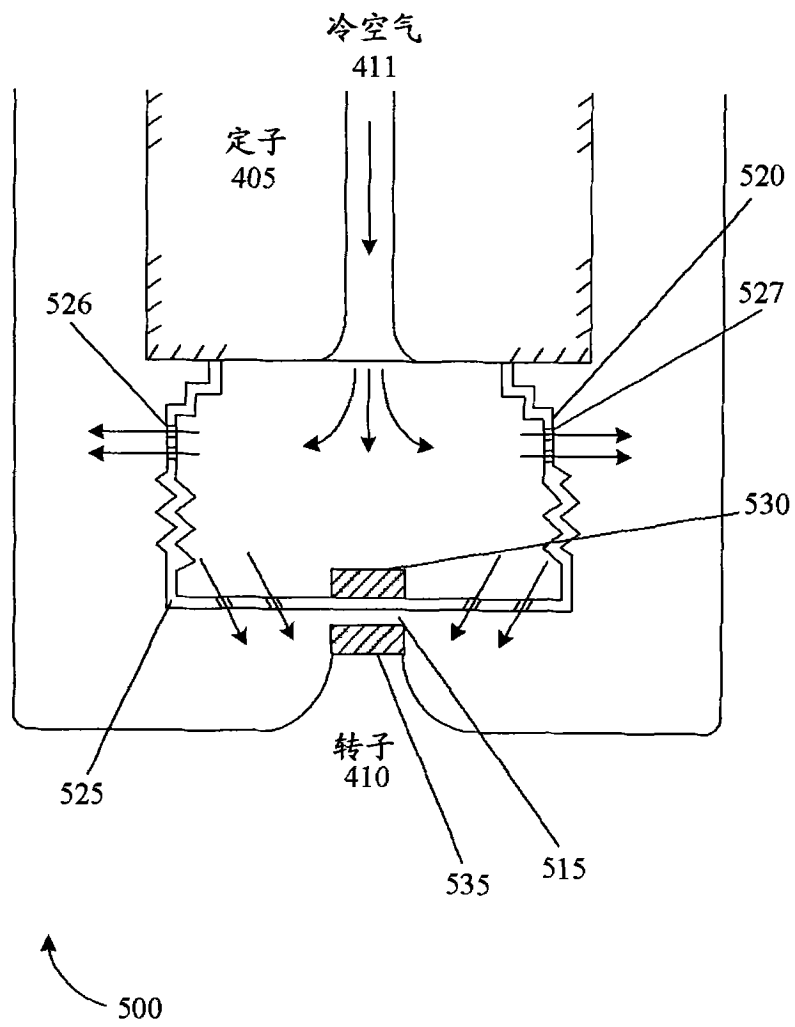


图 5

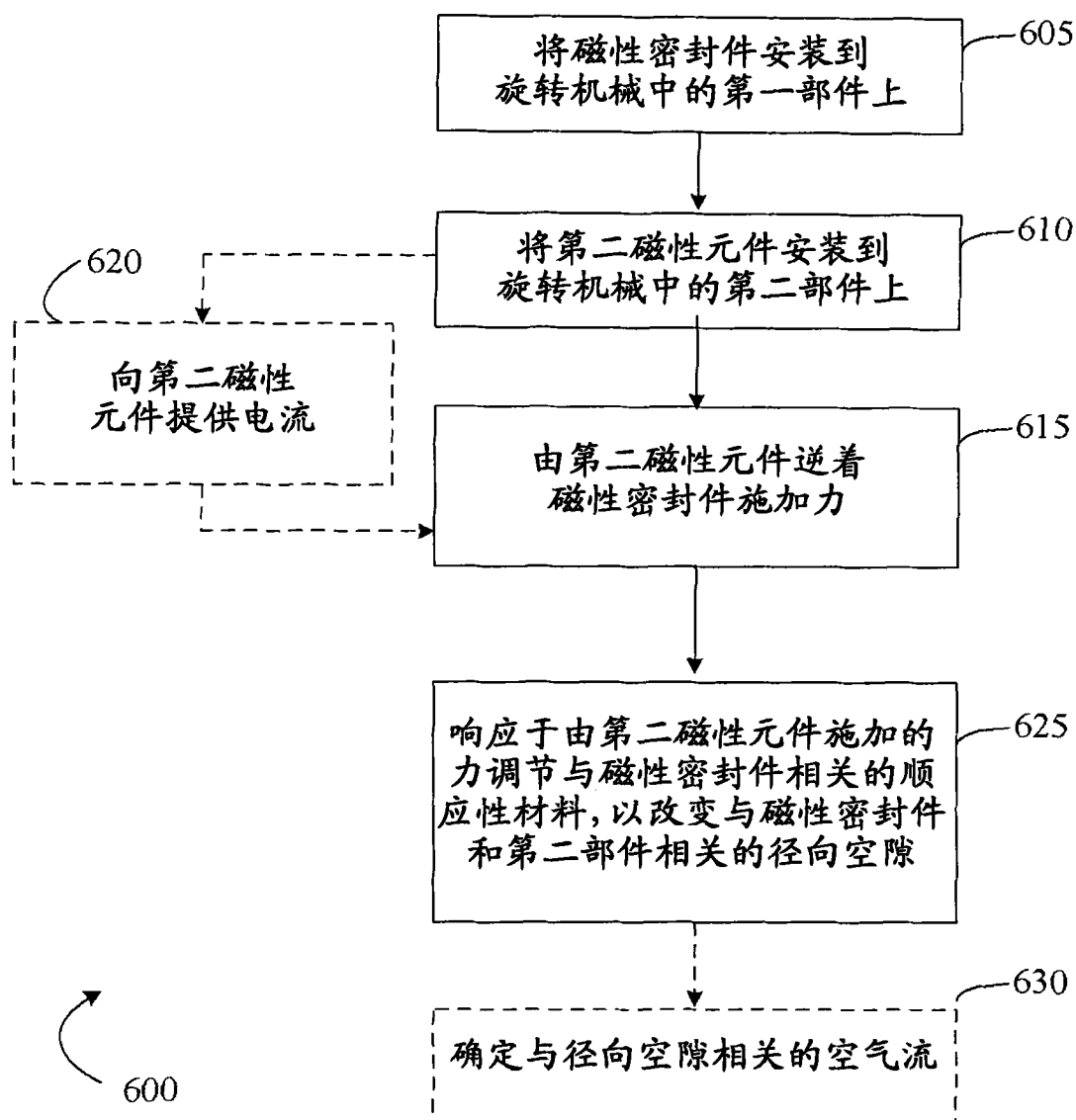


图 6