

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95116248.9

[45] 授权公告日 2002 年 4 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1082626C

[22] 申请日 1995.9.8 [24] 颁证日 2002.4.10

[21] 申请号 95116248.9

[30] 优先权

[32] 1994.9.9 [33] JP [31] 215565/94

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 鹤诚司 冲田纯二

[56] 参考文献

JP, A, 4-358785 1992.12.11 F04C18/16

JPU3-77084 1991.8.1 F04C18/16

US, A, 4475878 1984.10.9 F01C1/16

US, A, 4475878 1984.10.9 F01C1/16

审查员 张阿玲

[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

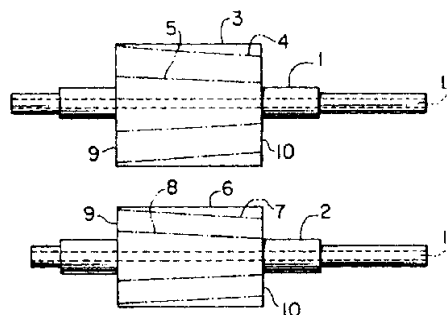
代理人 吴 鹏

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 干式螺旋流体机械

[57] 摘要

在一种干式螺旋流体机械中,一对凸形和凹形转子相互以非接触啮合关系转动。各转子成形使其外径根据在机械工作过程中的弹性变形而减小。至少在一个转子的螺纹的牙顶上形成一尖端,其尺寸根据工作过程中的热膨胀确定。各所述两转子的螺纹的牙顶和槽底直径在转子的低温侧大于在转子的高温侧,并且在所述机械的工作过程中各转子的温度在高温侧高于在转子的低温侧。一个转子的尖端的顶端和其轴线之间的距离从高温侧至低温侧为恒定。



权 利 要 求 书

1.一种干式螺旋流体机械，包括：

一对可转动地容装在一壳体中的螺旋型凸形和凹形转子，所述两转子可以非接触啮合方式转动，各所述两转子的螺纹的牙顶和槽底直径在所述转子的低温侧大于在所述转子的高温侧，并且在所述机械的工作过程中各所述转子的温度在高温侧高于在所述转子的低温侧；其特征在于，它还包括

在所述两个转子的至少一个的螺纹的牙顶上从所述高温侧至所述低温侧形成的尖端，一个转子的所述尖端的顶端和其轴线之间的距离从所述高温侧至所述低温侧为恒定。

2.根据权利要求1的干式螺旋流体机械，其特征在于，各所述凸形和凹形转子的螺纹的牙顶和槽底直径之间的差值从所述转子的高温侧至所述转子的低温侧保持恒定，各所述两转子的温度在所述机械的工作过程中在所述高温侧比所述低温侧的高。

3.按权利要求1所述的干式螺旋流体机械，其特征在于：

一个低温侧相应于一个吸入侧，一个高温侧相应于一个排出侧。

4.按权利要求3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于：

所述两转子事先以在室温时比壳体内径小的外径成形从而可补偿承受在所述机械工作过程中的热膨胀量；以及

一个或多个所述尖端的顶端和其轴线之间的距离确定为这么大，以使其可补偿以下各量中的至少一个：即所述两个转子的弹

性变形量，支承所述两转子的所述轴承的窜动和弹性变形量，以及在工作过程中的所述壳体的内圆周的热变形量。

5.按权利要求3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于：

所述两转子事先以在室温时比壳体内径小的外径成形从而可补偿承受在所述转子工作过程中的热膨胀量，各转子的吸入侧的热膨胀量根据在所述机械的非负载工作过程中的所述转子的温度来确定，而各转子的排出侧的热膨胀量根据在所述机械的负载工作过程中的所述转子的温度来确定。

6.根据权利要求1或3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于，各所述凸形和凹形转子的螺纹的牙顶和槽底直径之间的差值从所述吸入侧至所述排出侧保持恒定。

7.按权利要求3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于：

各所述两转子事先以在室温时比壳体内径小的外径成形以使可补偿承受在所述机械的工作过程中的弹性变形量；以及

所述的一个或多个尖端的宽度比所述一个转子的直径小，并且所述尖端从所述一个转子的螺纹的牙顶伸出由工作过程中的热变形量而决定的那么小的量。

8.根据权利要求1或3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于，各所述两转子的螺纹牙顶直径以及螺纹槽底直径沿所述转子轴线方向以一恒定比率变化。

9.根据权利要求1或3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于，沿转子轴线穿过所述凸形和凹形转子中的至少一个形成一个供冷却流体流过的孔。

10.按权利要求3所述的干式螺旋流体机械，其特征在于：所

述的两个转子还包括:

分别安装在所述转子一端上的定时齿轮,

并且其中在室温时所述的牙顶和槽底的直径从吸入侧到排放侧线性减少, 在所述吸入侧和排放侧之间的牙顶和槽底的直径差值保持恒定, 另外所述机械还包括其中容纳有定时齿轮的壳体。

11.根据权利要求 1 或 3 所述的干式螺旋流体机械, 其特征在于, 各所述两转子由线性膨胀系数不大于 $6 \times 10^{-6}/\text{k}$ 的材料制成。

12.根据权利要求 1 或 3 所述的干式螺旋流体机械, 其特征在于, 各所述转子由不锈钢制成。

说明书

干式螺旋流体机械

本发明涉及一种干式（无油）螺旋流体机械，其中凸形转子和凹形转子以非接触相互啮合方式转动，其间保持一非常小的间隙，并且该干式流体机械最好适于以低的成本提高性能。

为了保持两转子之间的间隙为最佳，日本实用新型未审查公开 No. 3-77084 提出了一种方法，其中各转子通过机加工这样成形，以使转子的外径（即外圆周）根据转子的热变形的轴向分布从吸入侧朝向排出侧成锥形。然而，在该方法中，尽管在工作过程中可保持转子之间的间隙很小，但并未考虑各转子与壳体之间的间隙。

因此，由于转子的弹性变形（例如，由于失衡所产生的离心力或转子螺纹槽中产生的空气压力所引起的），轴承的窜动和弹性变形以及各转子和壳体之间的热变形量差等等，各转子的外圆周有可能与壳体的内表面相互接触。

为避免这种接触，需要减小转子加工成为锥形的机加工量。然而，如果减小这种机加工量，就不能满意地补偿转子的热变形，从而不利地降低机械的性能。

针对热变形，日本专利未审查公开 No. 4-358785 公开了一种方法，其中在螺纹的一个端部上沿周向（即螺纹的宽度方向）形成一尖端。然而在该方法中，并未考虑转子的热变形的轴向分布

的影响。

另外，美国专利 USA4475878 中公开了一种螺旋机械，其中锥形转子牙顶直径由转子上的齿的设计温度所决定，但是，由于转子和壳体所产生的间隙与在转子的齿上的设计温度的分布不同，这种设计对于由此减少空气泄漏没有太大的效果。

本发明的一个目的是提供一种可以低成本生产的干式螺旋流体机械，其中在工作过程中不仅转子之间的间隙而且各转子和壳体之间的间隙分别保持最佳，从而可以减少空气的泄漏，由此而改善所使用的压缩机的性能。

本发明的另一个目的是提供一种干式螺旋液体机械，其中各螺旋转子在吸入侧和排出侧的温度差减小，从而可减小转子的锥度。

按本发明的螺旋流体机械可实现上述目的，它包括：一对可转动地容装在一壳体中的螺旋型凸形和凹形转子，所述两转子可以非接触啮合方式转动，各所述两转子的螺纹的牙顶和槽底直径在所述转子的低温侧大于在所述转子的高温侧，并且在所述机械的工作过程中各所述转子的温度在高温侧高于在所述转子的低温侧；它还包括在所述两个转子的至少一个的螺纹的牙顶上从所述高温侧至所述低温侧形成的尖端，一个转子的所述尖端的顶端和其轴线之间的距离从所述高温侧至所述低温侧为恒定。

本发明的第一个特征为各转子的外直径根据或考虑到在工作过程中的热变形量而减小，并且一个转子的尖端的顶端和其轴线之间的距离这样确定以补偿以下各量中的一个，即两个转子的弹性变形量，支承两转子的轴承的窜动和弹性变形量，以及在工作

过程中的壳体的内圆周（直径）的热变形量。

本发明的第二个特征是各转子的外直径根据转子的热膨胀量而减小，其中各转子的吸入侧的热膨胀量根据转子在机械的非装载工作过程中的温度来确定，而各转子的排出侧的热膨胀量根据转子在机械的装载工作过程中的温度来确定。

本发明的第三个特征是供冷却流体通过的孔沿转子轴线穿过至少一个转子而形成，并根据这种冷却来确定转子螺纹的牙顶和槽底的直径，以及一个转子的尖端的顶端和其轴线之间的距离。

在本发明中，从热膨胀的观点来看，最好各转子由具有低的热膨胀系数的材料，例如高镍球墨铸铁制成。

从抗腐蚀的观点来看,最好各转子由不锈钢制成。

下面参照图 1—4 描述本发明的一个最佳实施例。附图中:

图 1 为示出根据本发明的带尖端的螺旋转子的结构视图;

图 2 为凸形转子的螺纹的垂直横截面图;

图 3 为尖端的放大视图;

图 4 为示出根据本发明的螺旋压缩机的一个最佳实施例的总体结构的视图。

图 1 详细示出凸形转子 1 和凹形转子 2 的结构;图 2 示出从垂直于凸形转子的轴线的方向看的凸形转子 1 的螺纹的一个齿或凸齿的结构;图 3 以放大的方式示出螺纹牙顶上的尖端的结构;而图 4 示出体现本发明的干式(无油)螺旋压缩机的总体结构以及转子冷却油系统。

在图 4 中,凸形转子 1 和凹形转子 2 由轴承 14 可转动地支承,并以它们的螺纹相互啮合的方式装在一壳体 13 中。定时齿轮 15 分别安装在凸形转子 1 和凹形转子 2 的一端(轴部分),并且凸形转子 1 和凹形转子 2 以一小的齿隙(在工作过程中沿节圆约为 $0.06mm$)相互啮合,驱动力矩从凸形转子 1 传递至凹形转子 2。沿着轴线穿过各凸形和凹形转子 1 和 2 形成一转子冷却孔 11,各转子通过从注油口 19 向冷却孔 11 中注入冷却油而被冷却。冷却油为用于轴承 14 和定时齿轮 15 的润滑油的一部分,并由一油泵 17 从油箱 16 输送至油冷却器 18,冷却油在此冷却,然后将这样冷却的冷却油通过转子排出侧 10 的轴端注入各转子冷却孔 11 中。然后,这样注入用以冷却各转子的冷却油从转子吸入侧 9 的轴端排出而返回到油箱 16。

在压缩机的工作过程中,空气从吸入侧 9 通过形成于壳体 13 中的空气吸入口进入工作腔(工作腔由凸形和凹形转子 1 和 2 的螺纹以及壳体的内表面形成)中,并被两转子 1 和 2 的转动压缩至高温和高压,然后通过形成在壳体 13 中的排出口从排出侧 10 排出。壳体 13 由水套 20 冷却。

在工作过程中,空气被压缩热加热至高温,两转子 1 和 2 被空气加热,因此两转子的温度在排出侧高于吸入侧。例如,在排出压力为 $7\text{kg/cm}^2\text{G}$ 的两阶段压缩机的工作过程中,转子排出侧的温度约比吸入侧高 60° (摄氏度)。因此,两转子的热变形从吸入侧朝排出侧逐渐增加。因此,两转子具有这样的形状,即各转子的螺纹的槽底和齿顶的直径从吸入侧至排出侧逐渐减小,以提供一锥形结构,从而补偿吸入侧和排出侧之间的热变形量的差值。尖端形成在两个转子的至少一个的外圆周上。该一个转子的尖端顶部和轴线之间的距离是这样确定的,以使两转子之间的间隙从吸入侧至排出侧均匀一致。将转子尖端顶部和轴线之间的距离设定成这样一个值,以使尖端不会由于工作过程中的转子温度的热变形而与相配合的转子接触。尖端的宽度大大地小于转子的直径,尖端从螺纹的牙顶略微伸出,并且即使尖端由于热变形或偏移而与壳体 13 的内表面接触,它可被很小的力磨去。因此,两转子中的各转子的外圆周与壳体 13 之间的间隙在压缩机的工作过程中保持在最小值。例如,尖端宽度为约 0.5mm ,尖端从螺纹牙顶的高度在排出侧为约 0.2mm 。各转子外圆周与壳体之间的间隙依赖于各种因素,例如转子的热变形,壳体的热变形,由于作用在转子上的离心力而产生的偏移(据认为转子在工作过程中的弹性变形量为转子总长度的 $1/10,000$),由于转子

上的压力差而产生的偏移,以及支承转子的轴承的窜动和弹性变形。然而,根据实际工作条件略微磨掉尖端可将该间隙保持到最佳水平。因此,可使空气通过该间隙的泄漏减至最小,从而提高压缩机的性能。另外,各转子牙顶不会与壳体 13 接触,并可保证足够的锥度。各转子和尖端可分别由不同的材料制成。例如,尖端可由比转子和壳体的材料更易磨损的材料制成。

图 1 示出如图 4 所示的凸形和凹形转子 1 和 2 的结构两转子中各转子的螺纹的牙顶 4,7 和槽底 5,8 从吸入侧 9 向排出侧 10 成锥形或收敛。尖端 3,6 的顶部与各转子轴线之间的距离从吸入侧 9 至排出侧 10 为常量。

图 2 示出从垂直于凸形转子 1 的轴线的方向看的凸形转子的螺纹的一个齿的结构。在图 2 中,实线表示室温下的一个排出侧齿 12a,而点划线代表室温下的一个吸入侧齿 12b。在排出侧齿 12a 的尖端 3 的顶部与转子的轴线之间的距离等于在吸入侧齿 12b 的尖端 3 的顶部与转子的轴线之间的距离,因此尖端 3 离转子螺纹牙顶的高度在排出侧齿 12a 处大于在吸入侧齿 12b 处。图 3 以放大的方式示出尖端 3 的结构。

为了用机加工成形或形成转子螺纹,首先确定转子在各种工作条件(如在负载工作和非负载工作条件)下的温度,然后确定在吸入侧 9 的转子螺纹的最高温度以及在排出侧 10 的转子螺纹的最高温度,并且根据在最高转子温度下的热膨胀量(相对于室温条件)确定用于形成转子螺纹的刀具的进给量。然后,通过从吸入侧 9 至排出侧 10 线性地改变该进给量而使转子成形。在这种情况下,在另外的步骤或过程在转子螺纹的外圆周上形成尖端 3,以使尖端 3 的顶端

和转子轴线之间的距离从吸入侧 9 至排出侧 10 保持恒定。尖端 3 的顶端与转子的轴线之间的距离是这样确定的,以使尖端的顶端不会与相配合的螺纹的槽底接触。为了使尖端 3 不完全磨损掉,壳体 13 的容装转子的部分的内径根据压缩机工作过程中转子的热膨胀,转子由于其剩余失衡的弹性变形,以及轴承 14 的径向窜动和弹性变形等而确定。

在该实施例中,转子螺纹的牙顶和槽底直径从吸入侧 9 至排出侧 10 线性变化,从而这些直径之间的差值从吸入侧至排出侧保持恒定。然而,转子螺纹牙顶和槽底直径之差可根据沿转子轴线方向的位置而变化,并且各直径可按非线性但沿以类似于转子轴向温度分布曲线的曲线变化。

在上述实施例中,在工作条件下两转子之间的间隙保持最佳值,并且各转子与壳体之间的间隙由于位于转子螺纹上的尖端的存在而亦保持最佳值。因此,将减小空气通过这些间隙的泄漏,从而提高压缩机的性能。由于这种结构,例如,与普通的机器相比总的绝热系数可提高约 5%。即使当转子温度没有达到锥形转子设计所确定的水平,仅仅各转子上的尖端的磨损减小,而各转子和壳体之间的间隙仍保持最佳。

尖端在工作过程中的磨损量可通过事先将尖端的外径形成为根据转子偏转,轴承的窜动和弹性变形以及壳体的热变形等所确定的形状而减小,从而提高可靠性。

在上述实施例中,使转子牙顶和槽底的直径之差从吸入侧 9 至排出侧 10 恒定,并且尖端在宽度方向上的成形与转子的成形同时进行。这样就可使用一种刀具来形成转子从而降低生产成本。

在上述实施例中,各凸形和凹形转子1和2的螺纹牙顶的直径以及转子螺纹槽底的直径可根据轴向位置以等比率改变。这样,通过根据轴向位置以等比率增加刀具进给量可将各转子形成为锥形,从而可容易地进行转子的生产。

可沿轴线穿过至少凸形和凹形转子中的一个而形成一个孔,在这种情况下,冷却流体通过转子的排出侧端流入该孔并从转子的吸入侧端排出。由于这种结构,可减小吸入侧和排出侧的转子温差,并可减小锥度,从而即使当转子温度分布由于工作条件的改变而改变时,其性能亦很少受到影响。其结果,可稳定地获得高的性能。

转子最好由线性热膨胀系数不大于 $6 \times 10^{-6}/k$ 的材料,例如高镍球墨铸铁,制成。由于使用这种材料,转子的热膨胀量减小了,从而可减小转子温度估计误差的影响,并且也可更容易地在工作过程中获得最佳间隙。

如果转子由不锈钢制成,则可提高在压缩空气中抗腐蚀系数的可靠性。

说明书附图

图 1

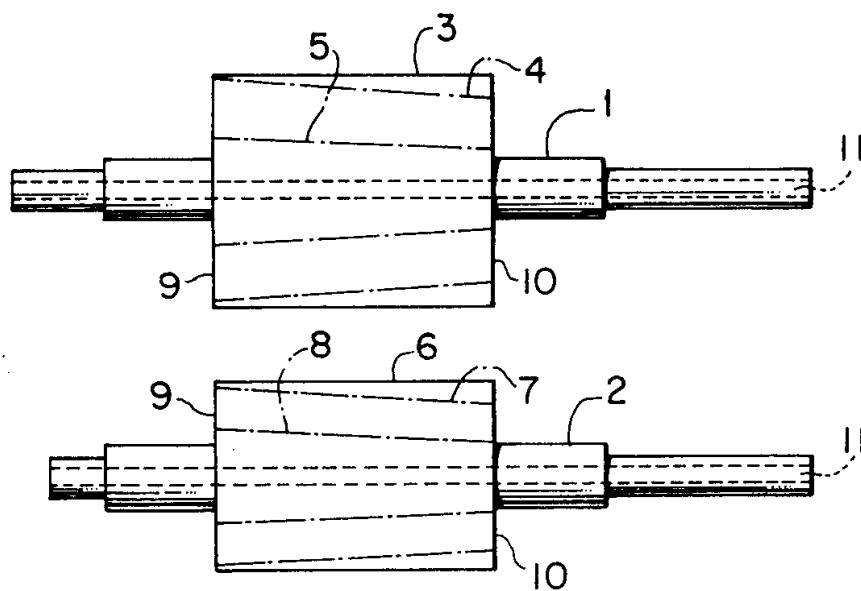


图 2

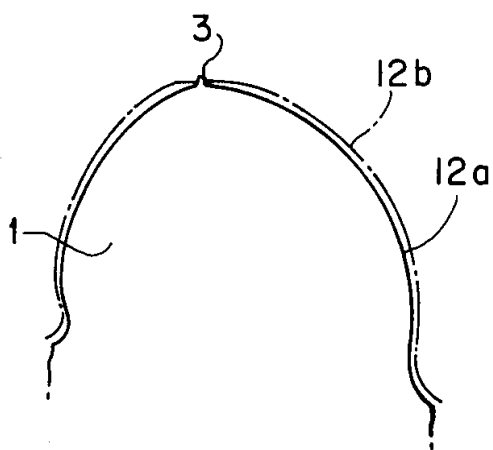


图 3

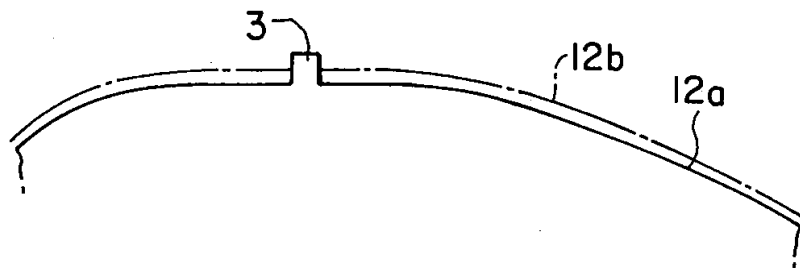


图 4

