



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102597583 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 17

(21) 申请号 200980161396. 5

F02C 7/28(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 08. 27

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

US 3913925 A, 1975. 10. 21,

2012. 03. 09

US 3937477 A, 1976. 02. 10,

(86) PCT国际申请的申请数据

US 4546985 A, 1985. 10. 15,

PCT/US2009/055103 2009. 08. 27

US 5145189 A, 1992. 09. 08,

(87) PCT国际申请的公布数据

US 6145843 A, 2000. 11. 14,

W02011/025484 EN 2011. 03. 03

US 2004/0155410 A1, 2004. 08. 12,

(73) 专利权人 斯坦密封公司

审查员 谢婷婷

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 葛伦·M·加里深

(74) 专利代理机构 深圳市万商天勤知识产权事

务所(普通合伙) 44279

代理人 王志明

(51) Int. Cl.

F16J 15/32(2006. 01)

F01D 11/08(2006. 01)

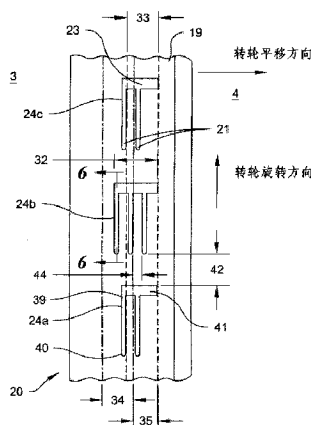
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

适用于有大平移的流体环形密封系统

(57) 摘要

一种环形密封系统,通过带圆周外表面(19)的转轮(20)和设于该圆周外表面(19)周围的密封圈(6)将高压区(4)与低压区(3)密封隔离。该密封系统包括多个沿该圆周外表面(19)独立设置的凹槽组(24a-24c)。每个凹槽组(24a-24c)进一步包括至少两个凹槽(21)。当转轮(20)沿着与转轮(20)的旋转方向大致垂直的基线移向密封圈(6)时,每个凹槽组(24a-24c)内至少有一个凹槽(21)将高压区(4)的流体传到密封圈(6)上,以产生一个举力。当转轮(20)因涡轮发动机内部环境而发生轴向移动时,不管转轮(20)与密封圈(6)的相对位置如何,连续传到密封圈(6)上的流体可确保在它们之间形成一层薄膜。



1. 一种环形密封系统,用于通过带圆周外表面的转轮和包含多个环形垫片的密封圈将高压区与低压区密封隔离,所述环形垫片设于所述圆周外表面的周围,其特征在于包括:

多个沿所述圆周外表面独立设置的凹槽组,每个所述凹槽组包括至少两个凹槽,当所述转轮沿着与所述转轮旋转方向大致垂直的基线移向所述密封圈时,每一个所述凹槽组内至少有一个凹槽将来自所述高压区的流体传送到所述密封圈上,所述流体在所述密封圈和所述转轮之间产生一个举力。

2. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:至少一个所述凹槽组内的所述凹槽呈基本平行的设置。

3. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:每个所述凹槽组进一步包括一个补给槽,所述补给槽将所述流体传送到各个所述凹槽内。

4. 根据权利要求3所述的环形密封系统,其特征在于:所述补给槽垂直于所述凹槽组内的凹槽。

5. 根据权利要求3所述的环形密封系统,其特征在于:所述补给槽相对于所述凹槽组内的凹槽呈角度设置。

6. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:相邻的所述凹槽组含有的凹槽数量不同。

7. 根据权利要求6所述的环形密封系统,其特征在于:具有 x 个凹槽的所述凹槽组被相间放置在具有 $x+y$ 个凹槽的所述凹槽组之间,其中的 x 和 y 是大于 0 的整数。

8. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:相邻的所述凹槽组之间的所述凹槽被偏移设置。

9. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:至少一个所述凹槽组内的所述凹槽平行于所述转轮的旋转方向。

10. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:至少一个所述凹槽组内的所述凹槽相对于所述转轮的旋转方向倾斜设置。

11. 根据权利要求10所述的环形密封系统,其特征在于:所述凹槽的长度,即所述凹槽的有效宽度应等于或小于密封圈支撑面的宽度,以中断从所述高压区进入所述低压区的所述流体的传输路径。

12. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:每个凹槽组内的所述凹槽具有不同的长度或被设置在所述圆周外表面上,从而至少有一个凹槽具有足够的长度,使得在所述转轮平移前产生所述举力,并且至少有另一个凹槽具有足够的长度,使得在所述转轮平移时产生所述举力。

13. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:最多每隔一个所述凹槽组,就有至少一个可将所述流体传送到所述密封圈上的凹槽。

14. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:至少一个所述凹槽组将所述流体传送到所述环形垫片上。

15. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:所述密封圈包括一个孔槽挡板和—个与所述圆周外表面相邻的内孔槽。

16. 根据权利要求1所述的环形密封系统,其特征在于:所述密封圈被设置在一个密封装置中。

17. 根据权利要求 1 所述的环形密封系统,其特征在于:所述环形密封系统被设置在一个涡轮发动机中。

18. 根据权利要求 17 所述的环形密封系统,其特征在于:使用在涡轮发动机内的所述环形密封系统,能够在出现低压或反转气压条件时防止泄露。

19. 一种通过带圆周外表面的转轮和设置在所述圆周外表面上的含有多个环形垫片的密封圈将高压区与低压区密封隔离的方法,其特征在于方法包括以下步骤:

(a) 将流体从高压区引入多个独立设置于所述圆周外表面上的凹槽组内,每个所述凹槽组包括至少两个凹槽;

(b) 当所述转轮沿着与所述转轮旋转方向大致垂直的基线移向所述密封圈时,将所述流体从各个所述凹槽组内的至少一个凹槽中传送到所述密封圈上;

(c) 借助含有所述流体的密封圈所产生的举力,所述密封圈相对于所述圆周外表面作径向移动。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于:每个凹槽组内的所述凹槽具有不同的长度或被设置在所述圆周外表面上,从而至少有一个凹槽具有足够的长度,使得在所述转轮平移前产生所述举力,并且至少有另一个凹槽具有足够的长度,使得在所述转轮平移时产生所述举力。

21. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于:至少有一个所述凹槽将所述流体传送到所述环形垫片之下。

22. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于:最多每隔一个所述凹槽组,就有至少一个可将所述流体传送到所述密封圈下的凹槽。

23. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于:至少有一个所述凹槽组将所述流体传送到所述环形垫片之下。

适用于有大平移的流体环形密封系统

技术领域

[0001] 本发明通常涉及一种由密封圈和转轮组成的环形密封系统,其中转轮可相对于密封圈作大幅度的轴向平移。具体来说,本发明包括多个位于转轮圆周外、沿转轮旋转方向平行或倾斜设置的液压槽。进一步地,液压槽包括多个独立设在转轮周面上的凹槽组。每个凹槽组均包括至少两个凹槽,不管密封圈与转轮相对位置如何,凹槽都可以单独或共同对密封圈内径施加一个流体举力。

背景技术

[0002] 外壳包含很多应用,有些外壳带有多个贯穿有旋转件的内腔,并且其中某个内腔还需要通过密封方法与另一个内腔相隔离。例如,在燃气涡轮机的应用中,就必须将外壳润滑舱中的润滑油和毗邻油封的液体或气体分割开来。这点在旋转轴经常从润滑油这侧穿到流体那侧时,显得尤其关键。在飞机发动机中,油盘油封用于将外围的高压大气区,例如煤气区,与气压较低的潮湿油盘区,如润滑油区,分割开来。油盘油封可以防止润滑油从低压油舱中漏出,并最大限度地降低热气从高压区流入潮湿油舱的速度。

[0003] 润滑油从润滑油侧泄漏并进入煤气侧,会对设备性能造成不利影响。在飞机发动机的案例中,润滑油从油封外漏进入高温煤气侧,可能会导致石油焦化或发动机起火。更具体地说,当飞机使用的是油基润滑剂时,石油与煤气的混合可能会导致石油焦化,或使石油副产品被加热到高温状态,从而改变石油的化学成分,对燃气涡轮机造成不利。石油焦化还会污染油封的表面,并阻止润滑舱内的轴承正常润滑。因此,不仅仅是在飞机发动机中,在类似应用中,将润滑油密封在润滑舱内并使其无法从旋转轴周围的油封处泄漏,同样是很重要的。此类应用中的油封可以包括环形密封或面型密封;不过,上述案例一般使用的是环形轴封。

[0004] 环形密封一般是指一种被广泛应用的密封设备,特别是在飞机发动机领域上应用更多。图 1a 和图 1b 示出了一种设于转轮 2 旁边的标准密封装置 1,密封装置 1 的两侧分别是低压区 3 和高压区 4。该密封装置 1 将密封圈 6 固定在转轮 2 周围,该密封装置 1 包括密封外壳 5、扣环 7、后板 8、多个设于密封圈 6 周围的压缩弹簧 9、螺旋弹簧 10、空腔 43 以及抗旋转插销 14。设于密封圈 6 上的支撑垫片 11 与转轮 20 可在密封半径 15 内构成环形密封,该支撑垫片 11 可包括一个底部封闭的内孔槽 26 和孔槽挡板 13,从而提高密封性能。设于密封圈 6 上的第二表面 12 可在密封外壳 5 上进行表面密封。

[0005] 图 2a 和图 2b 分别是一个标准环形垫片 16 的表面视图和内径视图。多个环形垫片 16 可组成一个密封圈 6。每个环形垫片 16 主要由碳和 / 或石墨制成,并被环绕在转轮 2 周围,由此构成一个连续的相对静止的密封圈 6。每个环形垫片 16 包括一个舌片 17 和一个接合片 18,该接合片 18 用于将两个相邻的环形垫片 16 接合起来,以防止泄漏。相关技术公开的密封圈 6 在其内径上设有一个或多个底部封闭的凹槽或类似结构。相关技术并没有沿图 1a 所示的转轮 2 的圆周外表面上设置这种凹槽。

[0006] 目前,大多数环形密封都是图 1a、1b、2a、2b 所示的环形密封的变种,主要用于解

决低压液体舱和高压气体舱之间的密封需求。举一个例子,发明人波普在公开号为5145189的美国专利中公开了一种带浅槽的密封圈,该密封圈可以将高压气体重新引入到多个较深的排气槽中。在另一个例子中,发明人黄某在公开号为6145843的美国专利中公开了一种带浅槽的密封圈,该密封圈利用加压舱使流体进入高压区。

[0007] 在密封圈内径上设置凹槽会带来一些问题,特别是在性能更高的涡轮发动机中问题更多。首先,密封圈通常由碳石墨组成,容易造成表面磨损,从而损坏浅层液压槽。其次,上述发动机的内部结构和运行环境经常会导致转轮沿发动机的轴向作大幅平移。例如,在一些应用中由转轮引起的轴向平移的幅度可能有四分之一英寸。由于传统的凹槽都排列在轴向位置上,转轮和密封圈之间的大幅相对移动,将使凹槽内的液体不受控制地排出凹槽。其结果会使凹槽对转轮所施加的流体举力减少或消失。举力的强度不够大,更容易使转轮和密封圈发生接触。而任何这种接触都会磨损密封圈内径表面,并随着时间的推移降低凹槽的深度和性能。

[0008] 根据以上讨论显而易见,现有技术不包括一种环形密封,使得转轮既可以大幅轴向平移,又不会影响密封系统性能。现有技术也不能解决内径上带凹槽的密封圈的性能问题。

[0009] 因此,需要提供一种环形密封,实现当转轮出现大幅移位时,密封圈和转轮间的举力不受影响。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种转轮大幅平移时密封圈和转轮间的举力不受影响的环形密封。

[0011] 根据本发明的一个实施例,环形密封系统通过带圆周外表面的转轮和密封圈可以将高压区与低压区密封隔离,该密封圈包括多个设于圆周外表面上的环形垫片。该密封系统包括多个独立设于圆周外表面上的凹槽组。每个凹槽组包括至少两个凹槽。当转轮沿着与自身旋转方向垂直的基线移向密封圈时,每个凹槽组内至少有一个凹槽通过高压区内的流体对密封圈施加一个举力。

[0012] 在其他实施例中,每个凹槽组包括多个沿转轮旋转方向倾斜或大致平行设置的凹槽。

[0013] 在另一实施例中,每个凹槽组包括一个补给槽,用于给其他凹槽传送流体。该补给槽和其他凹槽垂直或倾斜设置。

[0014] 在又一实施例中,相邻凹槽组之间的凹槽可以在数量、布局上有所不同,从而各凹槽可沿圆周外表面偏移设置。

[0015] 在进一步的实施例中,每个凹槽组内的凹槽可以有不同的长度或被设置在圆周外表面上,从而确保转轮平移发生前至少有一个凹槽可以将举力传到密封圈内径上,转轮发生平移时至少有一个凹槽可以将举力传到密封圈内径上。

[0016] 在进一步的实施例中,间隔的凹槽组可以将举力传到密封圈上,或至少一个凹槽组可以将举力传到每个环形垫片上。

[0017] 本发明具有以下几个优点:本发明可确保在转轮移向密封圈时,每个凹槽组内至少有一个凹槽位于密封圈各环形垫片和转轮之间的重叠区上,从而流体举力可连续传送到

密封圈各环形垫片上。无论密封圈和转轮相对位置如何,只要加压流体持续对密封圈施加举力,便可确保转轮轴向平移时在密封圈和转轮之间形成一个薄膜。本发明将液压槽设在比密封圈更耐磨的转轮外径上,因此可以延长密封系统寿命。

附图说明

[0018] 为了使本发明的区别技术、特征和优点变得更容易理解和显而易见,说明书中将结合以下附图对本发明进行说明,其中:

[0019] 图 1a 是现有技术设于涡轮发动机内的转轮旁的环形密封装置的剖视图;

[0020] 图 1b 是图 1a 所示的现有环形密封装置的局部放大剖视图;

[0021] 图 2a 是现有技术环形密封上的环形垫片的一个侧视图;

[0022] 图 2b 是设于图 2a 所示环形垫片上的舌片和接合片的外部纵向视图;

[0023] 图 3 是本发明实施例中设于转轮旁边的环形密封的剖视图;

[0024] 图 4 是本发明实施例中阐明设于图 3 所示转轮圆周外表面上的液压槽位置的局部放大截面图,该液压槽沿转轮的旋转方向平行设置;

[0025] 图 5 是本发明实施例中阐明设于图 4 所示转轮圆周外表面上的液压槽布局的内部纵向视图,液压槽包括多个凹槽组,每个凹槽组包括多个与补给槽垂直连接的平行凹槽;

[0026] 图 6 是本发明实施例中阐明设于图 5 所示转轮上的带补给槽的液压槽侧面结构的截面图;

[0027] 图 7 是本发明实施例中阐明设于转轮圆周外表面上的液压槽布局的内部纵向视图,液压槽包括多个凹槽组,每个凹槽组包括多个与补给槽斜向连接的平行凹槽;

[0028] 图 8 本发明实施例中阐明设于图 3 所示转轮圆周外表面上的液压槽位置的局部放大截面图,该液压槽沿转轮的旋转方向倾斜设置;

[0029] 图 9 是本发明实施例中阐明设于图 8 所示转轮圆周外表面上的液压槽布局的内部纵向视图,液压槽包括多个凹槽组,每个凹槽组包括多个与转轮旋转方向呈一定角度设置的平行凹槽;

[0030] 图 10 是本发明实施例中阐明设于图 9 所示转轮上的液压槽侧面结构的截面图;

[0031] 图 11a 是本发明实施例中阐明转轮平移前圆周外表面上的液压槽布局的内部纵向视图,其中液压槽包括多个凹槽组,每个凹槽组包括多个与转轮旋转方向呈一定角度设置的平行凹槽,密封圈包括一个孔槽挡板和内孔槽;

[0032] 图 11b 是阐明图 11a 所示转轮平移后、液压槽和密封圈布局的内部纵向视图;

[0033] 图 12 是本发明实施例中液压槽内部的优选压力场的曲线图;以及

[0034] 图 13 是本发明实施例中设于转轮圆周外表面上的密封圈和液压槽的受力分析示意图。

具体实施方式

[0035] 现在结合附图通过本发明的几个最佳实施例进行详细说明。附图使用相同/相似的序号来表示相同/相似的部件或步骤。附图采用缩略图,并不表示精确的尺寸。

[0036] 现在请参考图 3-4,所示的环形密封系统包括一个内部带密封圈 6 的密封装置 1,该密封圈 6 设于转轮 20 周围,与转轮 20 相邻。该密封装置 1 和密封圈 6 可以包括各种现

有技术公知的结构设计。因此,所述环形密封系统适用于各种带旋转件的发动机,所述旋转件贯穿于彼此隔离的各隔间。

[0037] 此外,所述环形密封系统也适用于发动机的低压环境和气压反转环境中。在高级燃气涡轮发动机的特定飞机环境中,油箱侧的气压可能会高于密封舱侧的气压,这会导致可观的燃油泄漏。当气压反转发生时,液压槽会产生比油箱侧更高的气压,从而可以阻止燃油从孔槽挡板 13 中泄漏。因此,在气压反转期间,当油箱侧与密封舱侧的气压差为负值时,空气会不断地从密封舱侧进入油箱。

[0038] 在本发明中,转轮 20 可以包括多个隐藏于转轮圆周外表面上的类似口袋的凹槽 21。该凹槽 21 可直接设于转轮 20 的结构内部,或设于转轮圆周外表面 19 外加的涂覆层 22 上。

[0039] 在一些实施例中,在圆周外表面 19 的端面 37 内藏入涂覆层 22 可能比较有利。该涂覆层 22 最好是一种可通过现有技术添加的坚硬耐磨材料。例如,涂覆层 22 可以由碳化钨组成的通过火焰喷涂在圆周外表面 19 上的厚度为 0.003 到 0.005 英寸的均匀涂层。凹槽 21 和 / 或端面 37 可以通过现有技术已知的机械、模铸或成型方法设在转轮 20 或涂覆层 22 内。

[0040] 现在请参考图 4-5,转轮 20 周围每隔一个间隔 24 设有凹槽 21,多个凹槽 21 构成不同的凹槽组 24a-24c。然而,在一些实施例中,当每个凹槽组 24a-24c 内的第二末端 40 被倾斜或偏移放置时,相邻的凹槽组 24a-24c 可能会重叠或交叉在一起,但互不连通。虽然图 5 显示的是三个凹槽组 24a-24c,但应该理解可以设置很多类似凹槽在转轮 20 周围。因此,凹槽组 24a-24c 的总数取决于具体应用和设计。

[0041] 每个凹槽组 24a-24c 内的凹槽 21 长度可以相同或不同,并且可以按各种非平行和平行方式排列。每个凹槽组 24a-24c 分别将来自高压区 4 的流体引到密封圈 6 上。此外,每个凹槽组 24a-24c 内的每个凹槽 21 也可独立将流体引到密封圈 6 上。

[0042] 请再次参考图 5,凹槽 21 被大致平行地设置在转轮 20 的圆周外表面上。凹槽 21 之间具有一个分开的间隔 44,各个凹槽组 24a-24c 上以及各个相邻凹槽 21 之间和 / 或上的间隔 44 可以有所不同。该圆周外表面 19 上设有一个补给槽 23,该补给槽 23 与各凹槽 21 的第一末端 39 相交,从而补给槽 23 和各凹槽组 24a-24c 内的各凹槽 21 之间可以形成一个连续的通路。如图 5 所示,该补给槽 23 可以与各凹槽 21 垂直相交,或者按图 7 所示方式倾斜相交。每个补给槽 23 的入口 41 最好朝向高压区 4,从而便于流体从高压区 4 进入补给槽 23,然后再进入各凹槽 21。在优选的实施例中,通过控制手段,密封圈 6 和转轮 20 之间的流体可以排放到低压区 3 内。

[0043] 凹槽组 24a-24c 的总数部分取决于密封圈 6 和转轮 20 的大小,环形垫片 16 的个数,每个环形垫片 16 的长度,每个凹槽组 24a-24c 内凹槽 21 的个数和放置角度,每个凹槽 21 的长度、深度和宽度,需要将流体引到密封圈 6 或各环形垫片 16 下面、用以维持转轮 20 和密封圈 6 间所需举力的凹槽 21 个数,相邻凹槽组 24a-24c 间的凹槽 21 重叠或偏移情况,以及转轮 20 的最大平移距离。

[0044] 该圆周外表面 19 上的各凹槽组 24a-24c 内的凹槽 21 个数可以相同或不同。如图 5 所示,凹槽组 24b 具有三个凹槽 21,凹槽组 24a 和 24c 具有两个凹槽,凹槽组 24b 设于凹槽组 24a 和 24c 之间;然而,也可以采用其他设置。在另一概括实施例中,置于凹槽组 24a-24c

之间的凹槽 21 个数可以不同,由此,凹槽组 24b 可以设置 x 个凹槽 21,与其相邻的凹槽组 24a,24c 设置 $x+y$ 个凹槽,其中 x 和 y 是大于 0 的整数。

[0045] 如图 5 所示,置于凹槽组 24a-24c 之间的凹槽 21 可以偏移一定位置,以保证流体可沿着凹槽的完整传输路径被传送到密封圈 6 上。凹槽所偏移的幅度取决于具体设计,并且相邻凹槽组 24a-24c 内的一个或多个凹槽 21 间相互可以不重叠或部分重叠。

[0046] 转轮 20 的轴向平移可以由不稳定状态、条件、温度、或其它影响因素所引起。一般而言,这种平移是沿着与转轮 20 的旋转轴大致平行或垂直的方向进行的,图 5 示出了沿旋转轴垂直方向进行的平移。为了容易理解,覆盖区是指圆周外表面 19 上紧挨密封圈 6 或环形垫片 16 下部的区域。初始覆盖区 33 是指转轮 20 启动时密封圈 6 或环形垫片 16 与转轮 20 之间的覆盖区域。在该实施例中,密封圈 6 或环形垫片 16 可以覆盖外侧凹槽组 24a,24c 内最靠右的凹槽 21 和中间凹槽组 24b 内的右边两个凹槽 21。因此,在该特定位置上的凹槽 21 可以将流体传到密封圈 6 或环形垫片 16 上。在转轮 20 平移至其最大移动距离 35 时,密封圈 6 或环形垫片 16 覆盖转轮 20 上以最终覆盖区 34 表示的区域。在最终覆盖区上,密封圈 6 或环形垫片 16 可以覆盖外侧凹槽组 24a,24c 内最靠左的凹槽 21 和中间凹槽组 24b 内的左边两个凹槽 21。因此,在该特定位置上的凹槽 21 可以将流体传到密封圈 6 或环形垫片 16 下面。转轮 20 在初始覆盖区 33 和最终覆盖区 34 之间平移时,通过一个或多个凹槽组 24a-24c 内的其他凹槽 21 组合,流体可被传送到密封圈 6 或环形垫片 16 下面。根据最大移动距离 35 的幅度,初始覆盖区 33 和最终覆盖区之间可以重叠或不重叠。

[0047] 现在请参考图 4-6,图中示出了优选凹槽 21 和补给槽 23 的侧视图。所示的凹槽 21 基本上呈现出线状延伸结构,具有一长度 28、一均匀的深度 27 和一均匀的宽度 31;然而,凹槽 21 的深度 27 和宽度 31 可以逐渐变化,从而凹槽 21 可能会是锥形或其他形状。凹槽 21 沿长度 28 方向可以是非线性或弓形的结构。凹槽 21 的第二末端 40 可以为三角形、长方形、扁平的或圆形的结构,圆形的结构如图 5 所示。优选地,凹槽的尺寸包括但不限于:深度 27 在 0.000010 到 0.010 英寸之间,宽度 31 在 0.010 到 1.000 英寸之间,长度 28 在 0.100 至 10.000 英寸之间,间隔 44 在 0.010 到 1.000 英寸之间。

[0048] 补给槽 23 基本上也呈现出线状延伸结构,具有一长度 32、一均匀的宽度 30 和一均匀的深度 29;然而,补给槽 23 的深度 29 和宽度 30 也是可以逐渐变化的,从而补给槽 23 可能会是锥形或其他形状。补给槽 23 在长度方向上也可以是非线性结构或弓形结构。虽然图示的补给槽 23 具有弧形末端,但其他形状也是可行的。优选地,补给槽的尺寸包括但不限于:深度 29 在 0.000010 到 0.010 英寸之间,宽度 30 在 0.010 到 1.000 英寸之间,长度 32 在 0.100 至 10.000 英寸之间。

[0049] 现在请参考图 8 和图 9,在转轮 20 的圆周上设有多个可构成不同凹槽组 24a-24c 的凹槽 21,相邻凹槽组 24a-24b,24b-24c 之间的凹槽相互重叠和接触。虽然图 9 示出了三个凹槽组 24a-24c,但应当理解可以有更多的类似结构被设置在转轮 20 的圆周附近。因此,所述凹槽组 24a-24b 的总数取决于具体应用和设计。

[0050] 转轮 20 可以包括多个隐藏于转轮圆周外表面上的类似口袋的凹槽 21。该凹槽 21 可直接设于转轮 20 的结构内部,或设于转轮圆周外表面 19 外加的涂覆层 22 上。在一些实施例中,在转轮圆周外表面 19 的台面 37 内藏入涂覆层 22 可能比较有利。该涂覆层 22 最好是一种可通过现有技术添加的坚硬耐磨材料。

[0051] 每个凹槽组 24a-24c 内的凹槽 21 长度可以相同或不同,并且可以按各种非平行和平行方式排列。每个凹槽组 24a-24c 分别将来自高压区 4 的流体引到密封圈 6 上。此外,任一凹槽组 24a-24c 内的每个凹槽 21 也可独立将流体引到密封圈 6 下面。

[0052] 在图 9 中,凹槽 21 被大致平行地设置在转轮 20 的圆周外表面 19 上。凹槽 21 之间具有一个分开的间隔 44,各个凹槽组 24a-24c 上或者各个相邻凹槽 21 之间和 / 或上的间隔 44 可以有所不同。在该实施例中,凹槽 21 所处的位置与转轮 20 的旋转方向之间具有一个角度 25,从而各凹槽 21 的第一末端 39 基本对准圆周外表面 19 一侧并朝向高压区 4。通过这种排列方式,流体可以从高压区进入各凹槽 21 内。各凹槽 21 的第二末端 40 朝向低压区 3,从而各凹槽 21 可以停靠在离高压区 4 具有一定距离的不同位置上。通过这种排列方式,当转轮 20 发生平移时,各凹槽组 24a-24c 内的一个或多个第二末端 40 可以将流体传送到密封圈 6 或环形垫片 15 上。在优选的实施例中,通过控制手段,密封圈 6 和转轮 20 之间的流体可以排放到低压区 3 内。所述凹槽组 24a-24b 的总数取决于具体应用和设计。

[0053] 圆周外表面 19 上的各凹槽组 24a-24c 内的凹槽 21 个数可以相同或不同。在图 8 中,凹槽组 24b 具有三个长度不同的凹槽 21;然而,也可以采用其他设置方式,包括但不限于具有不平行的多个凹槽 21,凹槽 21 的末端采用带尖角或无尖角的形状。

[0054] 在该实施例中,初始覆盖区 33 可以是转轮 20 启动时密封圈 6 或环形垫片 16 与转轮 20 之间的覆盖区域。在一个实施例中,密封圈 6 或环形垫片 16 可以覆盖最靠右的两个凹槽 21 的一部分。因此,在该特定位置上的凹槽 21 可以将流体传到密封圈 6 或环形垫片 16 上。在转轮 20 平移至其最大移动距离 35 时,密封圈 6 或环形垫片 16 可以覆盖转轮 20 上以最终覆盖区 34 表示的区域。在最终覆盖区上,凹槽组 24a-24c 内最靠左的凹槽 21 可以覆盖密封圈 6 或者一个或多个环形垫片 16,从而密封圈 6 或环形垫片 16 对准第二末端 40。因此,在该特定位置上的凹槽 21 可以将流体传到密封圈 6 或环形垫片 16 上。转轮 20 在初始覆盖区 33 和最终覆盖区 34 之间平移时,通过中间的凹槽 21 或者通过一个或多个凹槽组 24a-24c 内的其他凹槽 21 组合,流体可被传送到密封圈 6 或环形垫片 16 上。根据最大移动距离 35 的幅度,初始覆盖区 33 和最终覆盖区之间可以重叠或不重叠。

[0055] 现在请参考图 9-10,图中示出了优选凹槽 21 的侧视图。所示的凹槽 21 基本上呈现出线状延伸结构,具有一长度 28、一均匀的深度 27 和一均匀的宽度 31;然而,凹槽 21 的深度 27 和宽度 31 可以逐渐变化,从而凹槽 21 可能会是锥形或其他形状。凹槽 21 在长度 28 方向上可以是非线性结构或弓形结构。凹槽 21 的第二末端 40 可以为三角形、长方形、圆形的或扁平的结构,后面两种结构分别如图 9 和 11a 所示。优选地,凹槽的尺寸包括但不限于:深度 27 在 0.000010 到 0.010 英寸之间,宽度 31 在 0.010 到 1.000 英寸之间,长度 28 在 0.100 至 10.000 英寸之间,间隔 44 在 0.010 到 1.000 英寸之间。

[0056] 现在请参考图 11a-11b。在图 8-9 所示的本发明另一实施例中,转轮 20 的圆周外表面 19 上包括多个可构成凹槽组 24a-24c 的凹槽 21,各个凹槽 21 以基本平行的方式错开设置、互不重叠。在这个实施例中,凹槽 21 所处的位置与转轮 20 的旋转方向之间具有一个角度 25,从而各凹槽 21 的第一末端 39 基本朝向高压区 4。通过这种排列方式,流体可根据密封圈 6 的位置从高压区 4 进入各凹槽 21 内。各凹槽 21 的第二末端 40 朝向低压区 3,从而各凹槽 21 可以停靠在离高压区 4 具有一定距离的不同位置上。进一步地,第一末端 39 和第二末端 40 被削成尖端形,从而第二末端 40 的最左侧边及第一末端 39 的最右侧边平行

于密封圈 6 的侧边。这种排列方式确保转轮 20 在平移期间,各凹槽组 24a-24c 内的一个或多个第二末端 40 可以将流体传送到密封圈 6 或环形垫片 15 上。

[0057] 在这个实施例中,通过设置初始覆盖区 33,图 11b 中的密封圈 6 或环形垫片 16 上的支撑垫片 11、内孔槽 26 和孔槽挡板 13 可以覆盖图 11a-11b 所示的最右边三个凹槽 21 的一部分,从而对准第二末端 40。因此,至少最右边两个凹槽 21 可以将流体传到密封圈 6 或环形垫片 16 上。转轮 20 开始平移后,支撑垫片 11、内孔槽 26 和孔槽挡板 13 可以覆盖转轮 20 上以最终覆盖区 34 表示的区域。在最终覆盖区上,各凹槽组 24a-24c 内的最左边两个凹槽 21 可以覆盖支撑垫片 11,从而支撑垫片 11 可对准第二末端 40。因此,在该特定位置上的凹槽 21 可以将流体传到密封圈 6 或环形垫片 16 上。转轮 20 在初始覆盖区 33 和最终覆盖区 34 之间平移时,支撑垫片 11、内孔槽 26 和 / 或孔槽挡板 13 可以与各凹槽组 24a-24c 内的一个或多个凹槽 21 交互,从而流体可被传送到密封圈 6 或环形垫片 16 上。

[0058] 在一些实施例中,凹槽 21 的长度 45,即凹槽 21 的有效宽度 46 应等于或小于密封圈 6 上至少一个支撑垫片 11 的宽度,以便转轮轴向平移时可以在某一点上切断从高压区 4 到低压区 3 的流体的传输路径。这种安排可以防止凹槽 21 一旦处于密封圈 6 下面或被其覆盖时,高压进入凹槽 21 的高压末端。

[0059] 现在请参考图 12,图 12 是以凹槽 21 几乎完全被密封圈 6 或一个或多个环形垫片 16 覆盖为条件,沿凹槽 21 长度 28 方向上测定的流体优选压力图。在这个实施例中,第一末端 39 所受压力接近于零或等于外围压力值,沿凹槽 21 的长度 28 方向凹槽所受压力逐渐增大,直到第二末端 40 达到最大值。在其他实施例中,当最初是密封圈 6 或环形垫片 16 覆盖凹槽 21 时,压力最小值可能会出现在凹槽 21 上的某个其他位置。在又一其他实施例中,根据密封圈 6 或环形垫片 16 与转轮 20 之间的接口情况、一个或多个凹槽 21 的尺寸或其他因素,该压力图可能是非线性的。

[0060] 一般来说,密封圈 6 或一个或多个环形垫片 16 需要沿着凹槽 21 的长度 28 方向充分覆盖凹槽 21,以使转轮 20 传给密封圈 6 或环形垫片 16 的举力达到最大值。当凹槽 21 被部分覆盖时,凹槽 21 也可以传递足够的举力到密封圈 6 或环形垫片 16 上,使其覆盖凹槽 21 的第二末端 40 的相邻区域。当凹槽组 24a-24c 内的各凹槽 21 长度不同时,每个凹槽组 24a-24c 内至少一个凹槽具有足够的长度,用于保证转轮 20 平移前转轮 20 和密封圈 6 间能产生举力,并且至少另一凹槽具有足够的长度,用于在转轮 20 沿其平移路径平移时维持所述举力。凹槽 21 也可以分开设置在转轮圆周外表面 19 上,从而至少一个凹槽 21 可以保证平移前转轮 20 和密封圈 6 之间能产生举力,至少另一个凹槽 21 可以在转轮 20 穿过其平移路径时维持所述举力。

[0061] 所述的环形密封系统可以将来自高压区 4 的流体直接引入圆周外表面 19 上的多个凹槽组 24a-24c 内。之后,当转轮 20 沿着与其旋转轴基本垂直的基线移向密封圈 6 时,流体可从每个凹槽组 24a-24c 内的至少一个凹槽 21 传送到密封圈 6 上。这种流体可以形成一层薄膜,该薄膜足以在密封圈 6 上产生一个举力,从而将密封圈 6 从圆周外表面 19 上移开。在一些实施例中,这种举力可以由间隔的凹槽组 24a-24c 内的至少一个凹槽 21 所产生。

[0062] 现在请参考图 13,图 13 通过图表示出了本发明应用在图 1a、1b 所示的组件中时,作用在密封圈 6 周围的以 F_1 到 F_9 表示的平衡力,该平衡力可以在密封圈 6 和转轮 20 之间

产生流体运转环境。

[0063] 沿轴向方向上的载荷条件主要包括四个部分。密封圈 6 右侧包括由高压区 4 产生的压力 F_1 和由压缩弹簧 9 施加的压力 F_2 。密封圈 6 左侧包括反作用于第二表面 12 上密封外壳 5 和密封圈 6 之间的接口压力 F_3 ，以及由表面挡板产生的压力 F_4 。压力 F_1 和 F_2 之和应该大于压力 F_3 和 F_4 之和，从而使密封圈 6 能牢固倚靠在密封外壳 5 的轴向位置上。

[0064] 沿径向方向上的载荷条件主要包括五个部分。密封圈 6 的外圆周上包括由高压区 4 的加压流体产生的压力 F_5 和由螺旋弹簧 10 施加的压力 F_6 ，该高压区 4 处于密封圈 6 和密封外壳 5 之间的空腔 43 内。密封圈 6 的内圆周上包括由支撑垫片 11 周围的高压区 4 产生的压力 F_7 ，由孔槽挡板 13 底部产生的压力 F_8 ，以及由所述凹槽 21 传到密封圈 6 上的流体所产生的压力 F_9 。在稳定条件下，压力 F_5 和 F_6 之和应该等于或小于压力 F_7 、 F_8 和 F_9 之和，从而当从高压区 4 到低压区 3 的流体流量达到最小值时，密封圈 6 可以与旋转中的转轮 20 保持一定距离。在不稳态条件下，压力 F_5 和 F_6 之和应该小于压力 F_7 、 F_8 和 F_9 之和，从而转轮启动时密封圈 6 可被外力推开，与旋转中的转轮 20 分离，并且转轮关闭时密封圈 6 可移向转轮 20，最终与转轮 20 接触。流体密封时是通过一个薄膜进行的，并且凹槽不接触密封圈，以延长密封寿命，减少热量产生，并减少或排除涡轮发动机中的含油转轮 20 的冷却需求。

[0065] 以上说明示出了本发明所提供的多种灵活性强的实施方式。尽管说明书中通过一些特定的最佳方案详尽地描述了本发明的各种实施方式，但也可采用其他方案。因此，本发明的附属权利要求不应局限于上述最佳方案所包含的内容。

[0066] 工业适用性

[0067] 通过以上说明显而易见，本发明的环形密封系统及其相关改进，可以保证系统在可大幅相对轴向平移的接口上仍能维持密封性能。本发明预计可用在与外壳有关的应用中，这种外壳包括很多内腔，旋转件贯穿在内腔中，并且其中一个内腔需要通过密封方法与另一个隔离。一个具体的非限定的例子包括涡轮发动机。

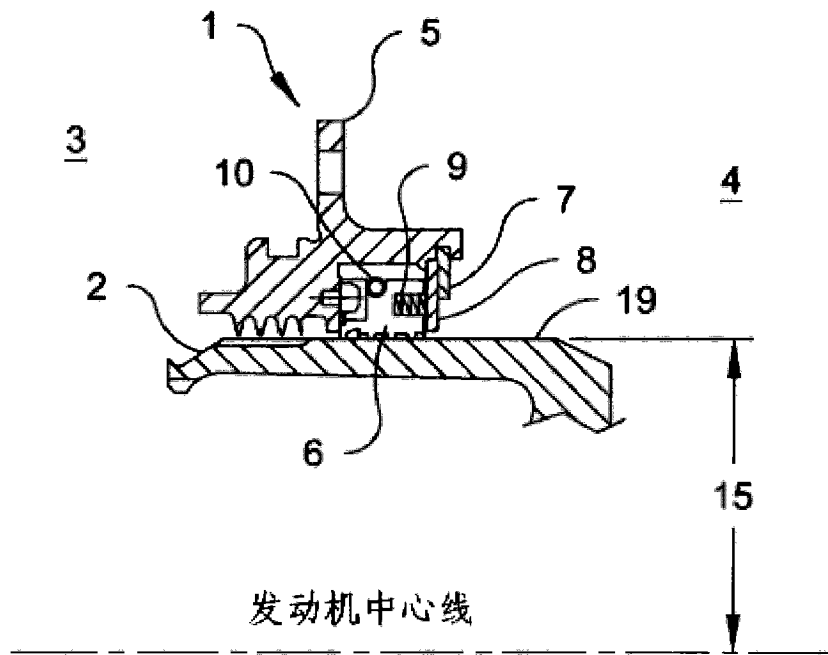


图 1a(现有技术)

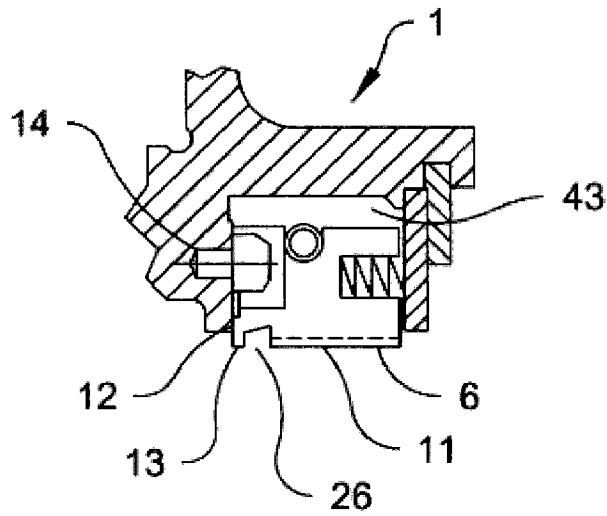


图 1b(现有技术)

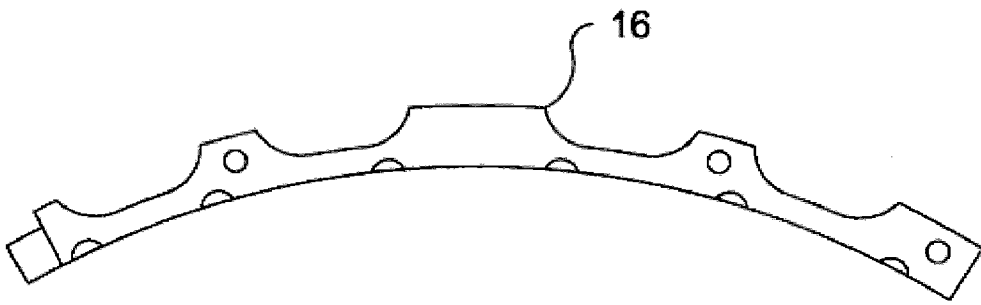


图 2a(现有技术)

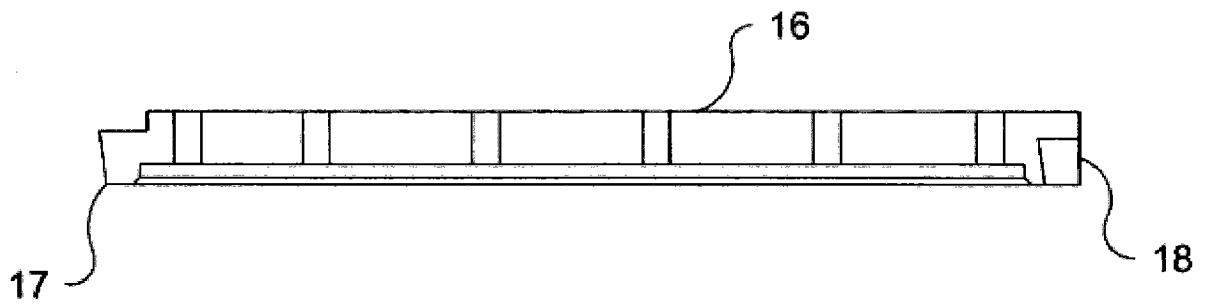


图 2b(现有技术)

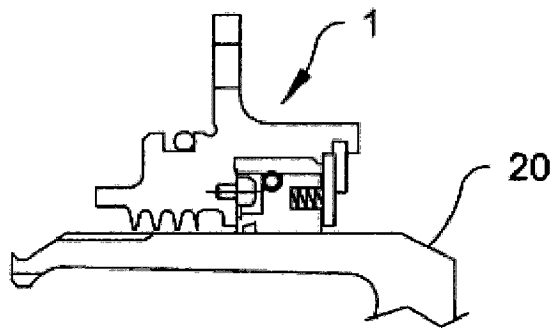


图 3

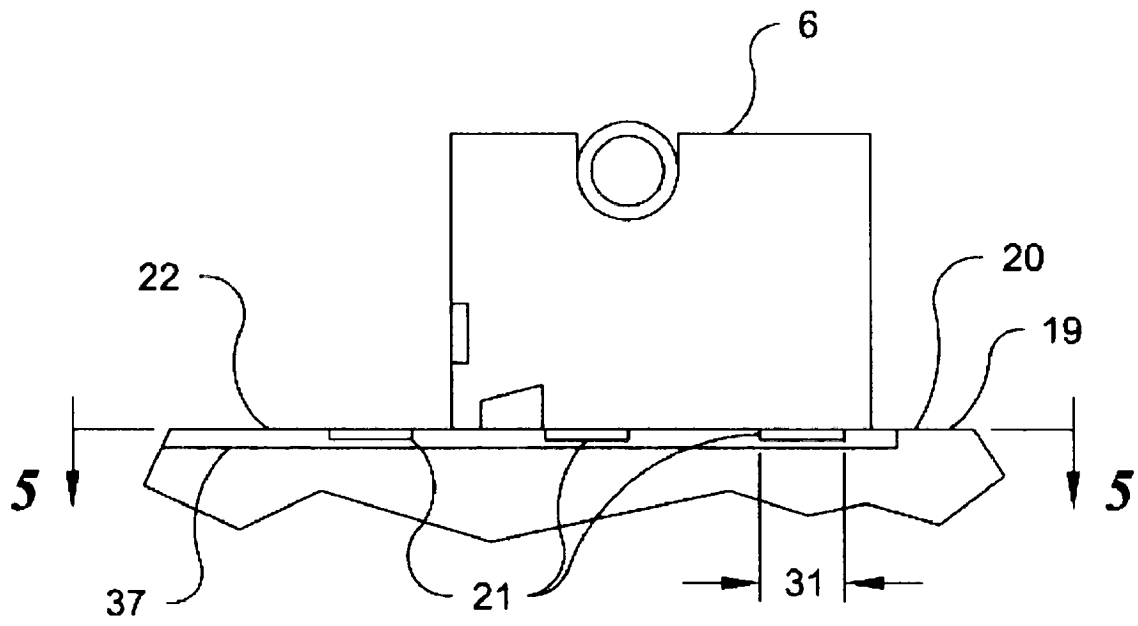


图 4

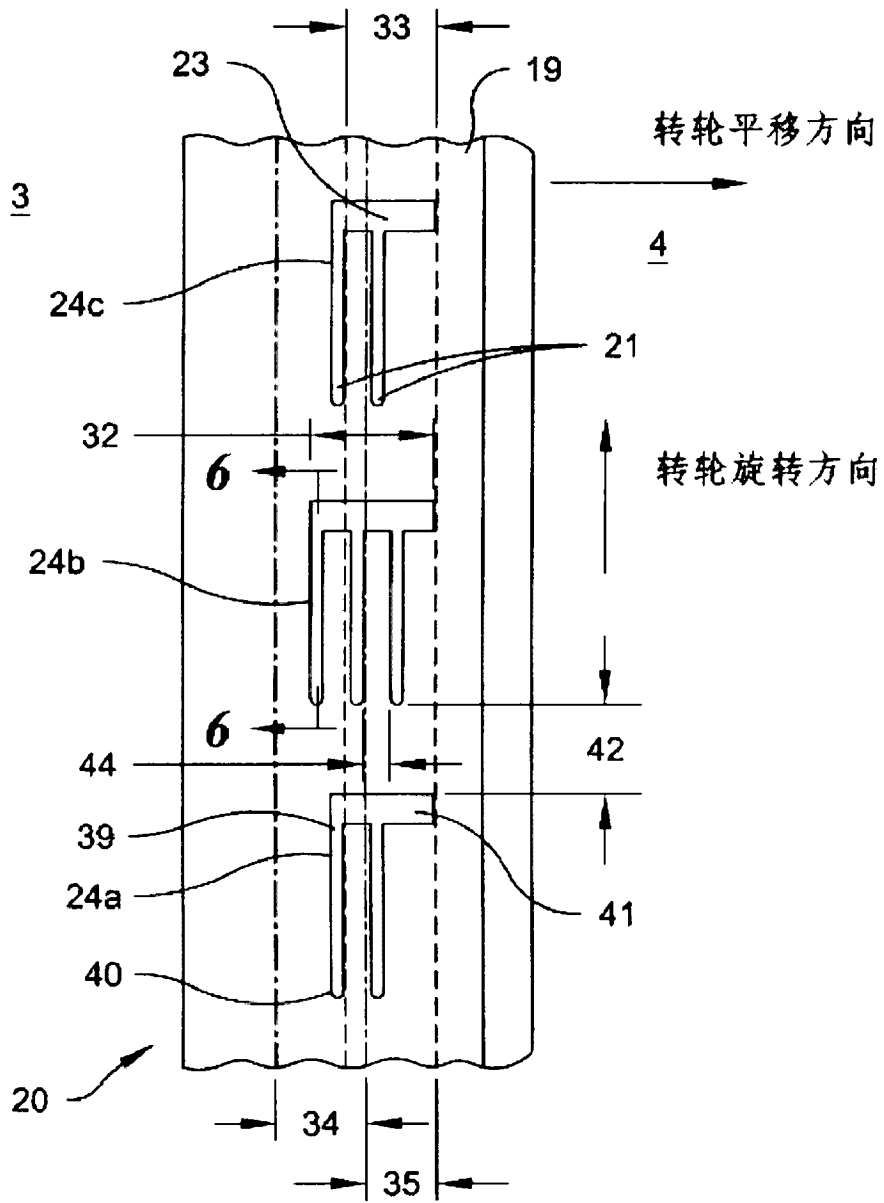


图 5

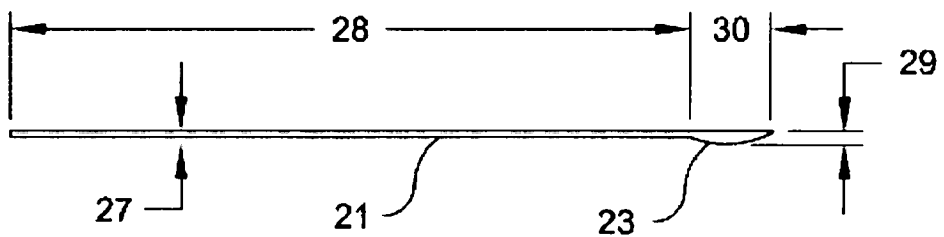


图 6

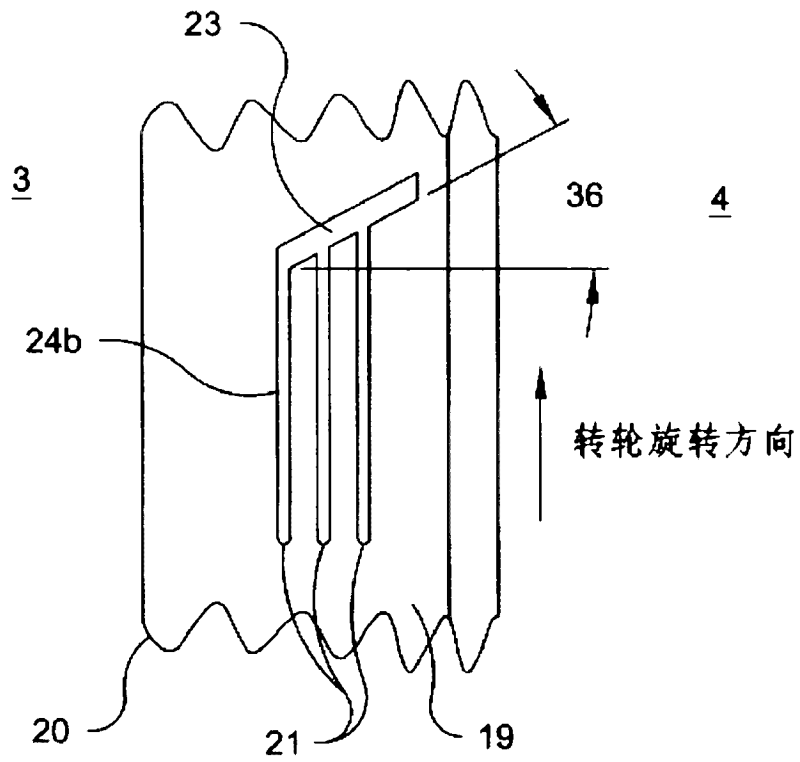


图 7

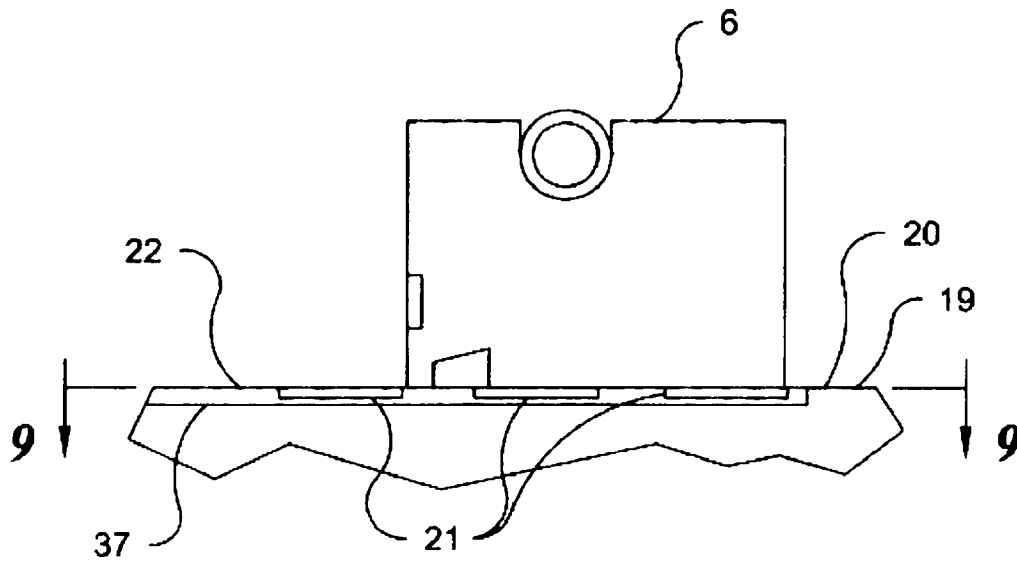


图 8

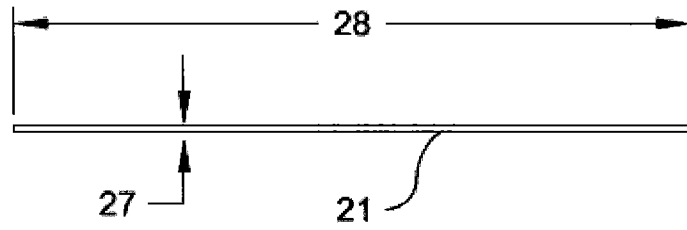


图 10

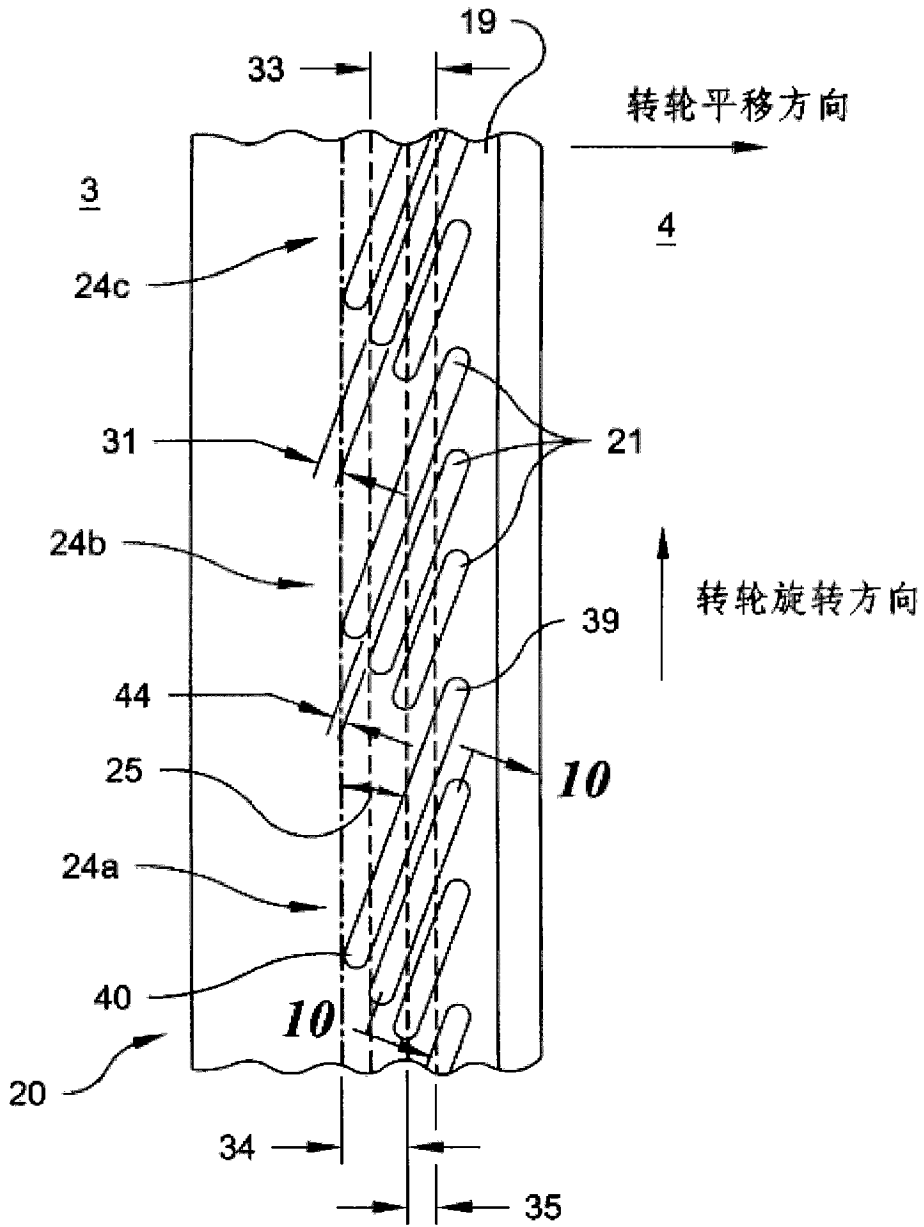


图 9

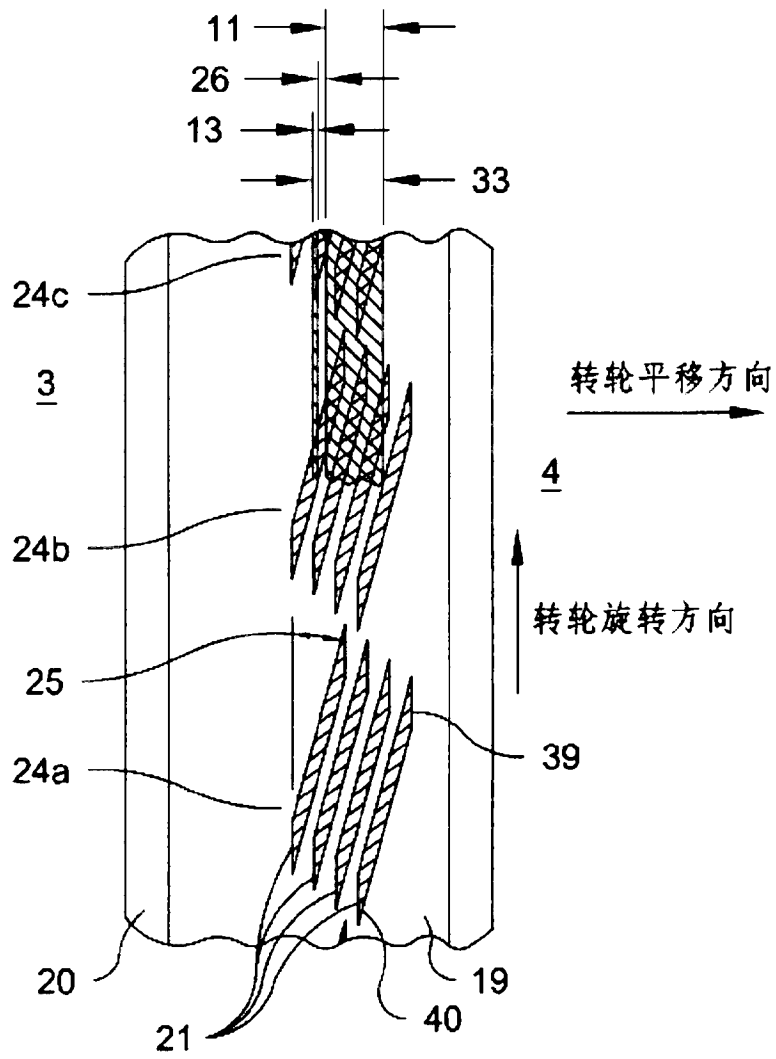


图 11a

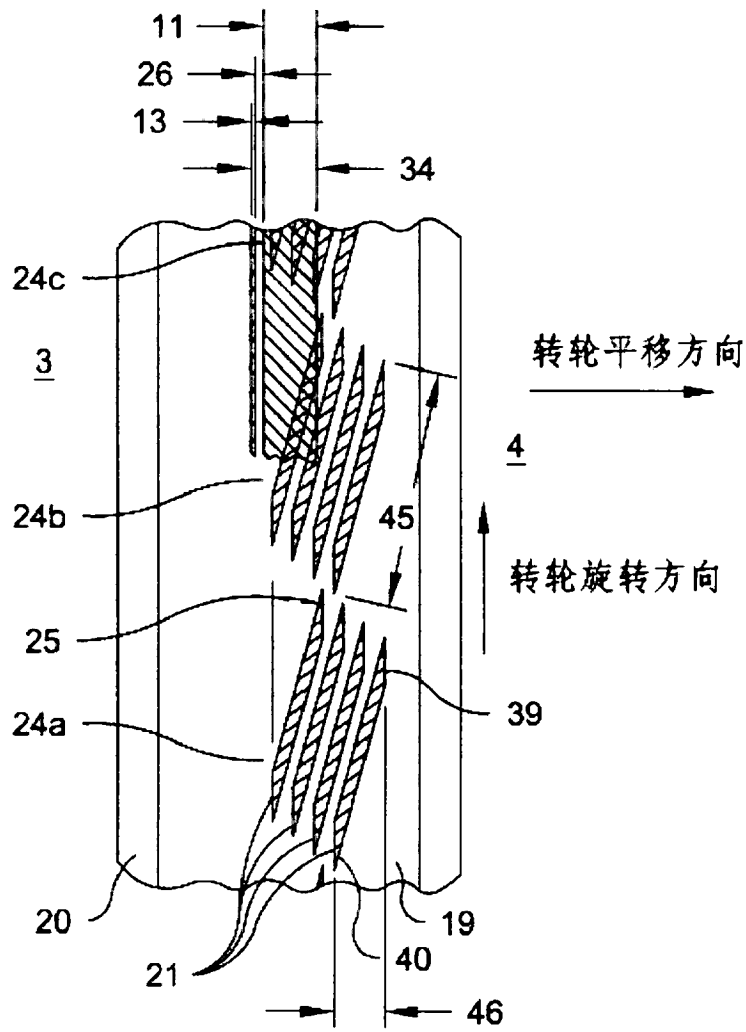


图 11b

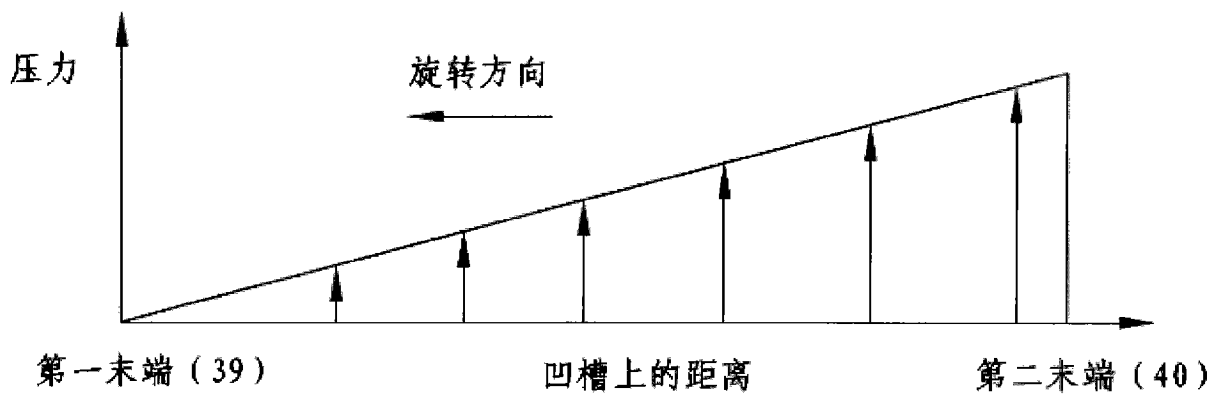


图 12

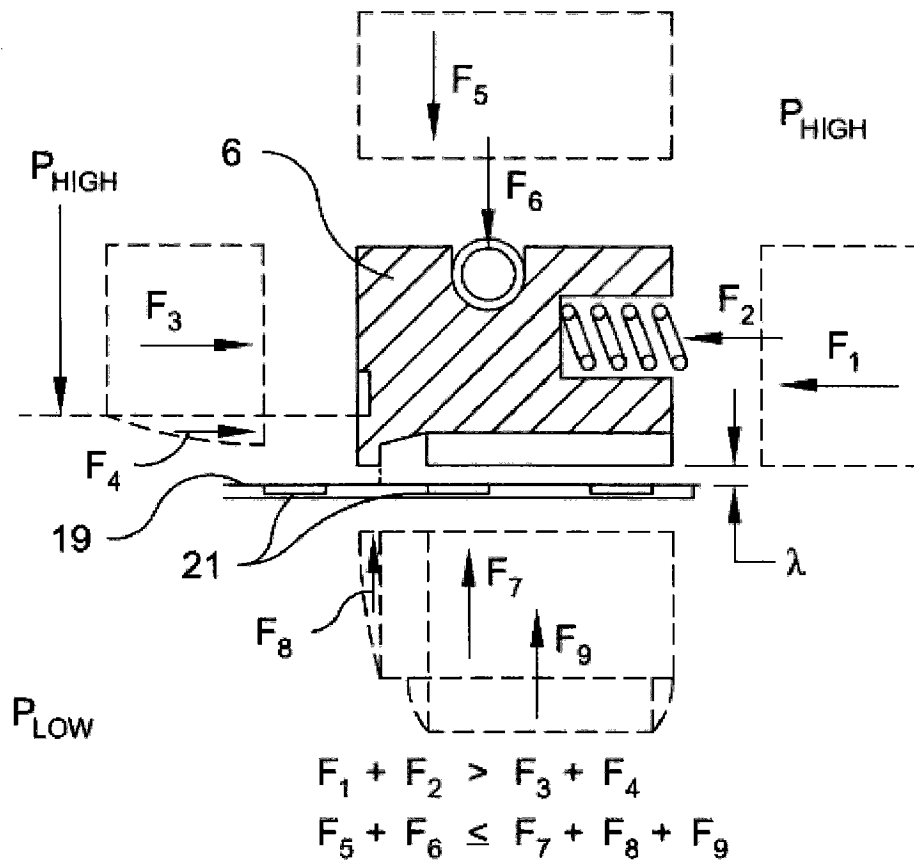


图 13