

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

F23R 3/28

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99108319.9

[43]公开日 1999年12月29日

[11]公开号 CN 1239766A

[22]申请日 99.6.8 [21]申请号 99108319.9

[30]优先权

[32]98.6.8 [33]US[31]093,371

[71]申请人 联合工艺公司

地址 美国康涅狄格州

[72]发明人 约翰·J·科曾多尔弗

杰弗里·D·梅尔曼

艾伦·J·戈茨丘斯

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

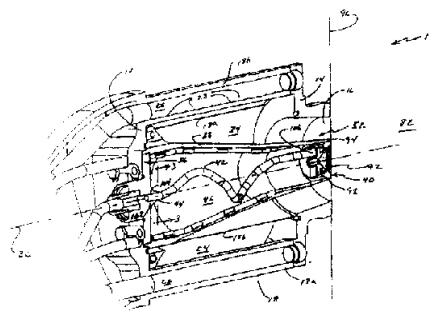
代理人 李晓舒

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 3 页

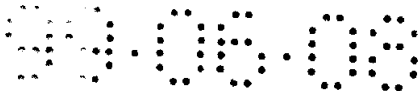
[54]发明名称 带改进的辅助燃料空气喷射的预混合燃料喷射器

[57]摘要

一种用于燃气涡轮机的预混合切向进入燃料喷射器的辅助燃料-空气喷射嵌入件通过连接件主动地固定到中心体壳体上。辅助燃料供给导管主动固定到中心体基底和嵌入件上,并且至少在两个维度上弯曲。导管可被弯曲成螺旋形。中心体对应发动机内部的温度升高而延伸,引起嵌入件从基底远离移动。导管的弯曲允许导管稍微挠曲以适应该位移。导管的弯曲可使其固有频率高于导管在发动机工作过程中经历的最大振动频率。

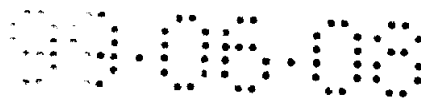


ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种用于涡轮机的预混合燃料喷射器, 包括:
涡管组件; 和
- 5 中心体, 从涡管组件径向间隔, 并与涡管组件一起形成了用于将主燃料混合到主空气流中的混合室, 中心体包括:
具有燃料出口的基底;
从基底轴向延伸的壳体, 以形成混合室的径向内侧端和辅助空气供给管道的径向外侧端;
- 10 具有燃料入口的嵌入件, 嵌入件与基底轴向间隔, 被壳体外接并主动固定到壳体上; 和
燃料供给导管, 延伸穿过管道, 并具有入口端和排出端, 导管的入口端通过第一连接件主动固定到基底上, 以建立燃料出口和导管之间的流体联通, 导管的排出端通过第二连接件主动固定到嵌入件上, 以建立导管和
- 15 燃料入口之间的流体联通, 燃料供给导管至少在两个维度上弯曲, 以适应壳体和燃料供给导管之间的不一致的尺寸变化。
2. 如权利要求 1 所述的燃料喷射器, 其特征在于, 第一和第二连接件是能密封流体的。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的燃料喷射器, 其特征在于, 燃料供给导管
- 20 被具有估计最大相关频率的工作振动激励, 并且导管被弯曲从而使其固有频率大于相关的最大频率。
4. 如权利要求 1, 2 或 3 所述的燃料喷射器, 其特征在于, 尺寸的变化是热变化引起的。
5. 如前述任一项权利要求所述的燃料喷射器, 其特征在于, 导管在三
- 25 维上弯曲。
6. 如权利要求 5 所述的燃料喷射器, 其特征在于, 导管以大致螺旋形状弯曲。
7. 如权利要求 6 所述的燃料喷射器, 其特征在于, 螺旋形状覆盖大致一个 360° 圆周。
- 30 8. 一种用于预混合燃料喷射器的中心体, 包括:
具有燃料出口的中心体基底;



从基底轴向延伸的壳体，以形成辅助空气供给管道的径向外侧端；

具有燃料入口的嵌入件，嵌入件与基底轴向间隔，被壳体外接并主动固定到壳体上；和

5 燃料供给导管，延伸穿过管道，并具有入口端和排出端，导管的入口端通过第一连接件主动固定到基底上，以建立燃料出口和导管之间的流体联通，导管的排出端通过第二连接件主动固定到嵌入件上，以建立导管和燃料入口之间的流体联通，燃料供给导管至少在两个维度上弯曲，以适应壳体和燃料供给导管之间的不一致的尺寸变化。

10 9. 如权利要求 8 所述的中心体，其特征在于，第一和第二连接件是能密封流体的。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的中心体，其特征在于，燃料供给导管被具有估计最大相关频率的工作振动所激励，并且导管被弯曲从而使其固有频率大于相关的最大频率。

15 11. 如权利要求 8，9 或 10 所述的中心体，其特征在于，尺寸的变化是热变化引起的。

12. 如权利要求 8 至 11 中任一项所述的中心体，其特征在于，导管在三维上弯曲。

13. 如权利要求 12 所述的中心体，其特征在于，导管以大致螺旋形状弯曲。

20 14. 如权利要求 13 所述的中心体，其特征在于，螺旋形状覆盖大致一个 360° 圆周。

15. 一种用于预混合燃料喷射器的中心体，包括：

具有燃料出口的基底；

从基底轴向延伸的壳体，以形成空气供给管道的径向外侧端；

25 具有燃料入口的嵌入件，嵌入件与基底轴向间隔，被壳体外接并主动固定到壳体上；和

30 燃料供给导管，延伸穿过管道，并具有入口端和排出端，导管的入口端通过第一连接件主动固定到基底上，以建立燃料出口和导管之间的流体联通，导管的排出端通过第二连接件主动固定到嵌入件上，以建立导管和燃料入口之间的流体联通，燃料供给导管被弯曲以适应壳体和燃料供给导管之间的不一致的尺寸变化。

带改进的辅助燃料空气喷射的预混合燃料喷射器

5 本发明涉及用于将主和辅助燃料和空气引入燃气涡轮发动机燃烧室的预混合燃料喷射器，并且特别涉及对传输和喷射辅助燃料和空气有改进设计的预混合燃料喷射器。

例如那些使用在发电厂或工业动力厂中的工业燃气涡轮发动机受到氮氧化物(NO_x)和其它有害排放的限制。为了减少这些排放，工业燃气涡轮发
10 动机装备了可称为切向进入型喷射器的预混合燃料喷射器。典型的切向进入喷射器的特征是，轴向延伸的中心体和一对圆弧形涡管，其在前部隔壁和后部隔壁之间轴向延伸。这些涡管从中心体径向间隔开，以界定环形预混合室。涡管还彼此径向偏置，以形成一对空气进气槽，每个空气进气槽引入一个主燃烧空气流切向进入混合室。每个涡管包括一组将主燃料引入
15 射流空气流中的轴向分布的燃料射入通道。喷射器的后部隔壁包括将主燃料和空气引入发动机燃烧室的排出口，并且排出口的最后端形成了燃料喷射器排出平面。

喷射器中心体包括固定到前部隔壁上的基底，具有平直的向后表面的喷射嵌入件，和大致成截头锥形的中空壳体。壳体从基底轴向延伸以形成
20 混合室的径向内侧端和辅助空气供给管道的径向外侧端。喷射器嵌入件与基底轴向间隔，并适当的保持在壳体的后端中，使得其后部的轴向的平直表面与中心体的尾部边缘以及喷射器的排放平面轴向对齐。尽管嵌入件和壳体的后端相互接触，嵌入件仅固定到辅助燃料供给导管上，该供给导管从基底开始并线性延伸穿过管道。因此，嵌入件在径向被壳体的后端支撑，
25 而轴向被辅助燃料供给导管支撑。在壳体和嵌入件之间缺乏主动连接件使得壳体和嵌入件能对应于不一致的热变化引起的尺寸变化而彼此轴向滑动，从而保护喷射器不受损坏。这些不一致的尺寸变化发生的原因是，中心体壳体能够达到高达 900°F (480°C) 的温度，而燃料供给导管暴露于不高于 200°F (90°C) 的温度下的流体中。结果，中心体壳体在轴向方向显著延伸，
30 但燃料供给导管在轴向方向的延伸相对很小。

在发动机工作过程中，主空气和燃料进入混合室，绕中心体涡旋，并

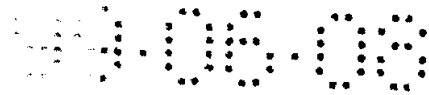


被充分地混合。涡旋的燃料-空气混合物轴向流过混合室，穿过喷射排出平面，进入发动机燃烧室，在这里混合物被点燃并燃烧。充分混合的燃料空气混合物将燃烧火焰温度均匀地保持在较低温度，这是抑制 NO_x 生成并促进完全清洁的燃烧的必要前提。同时，辅助空气流通过基底中的孔进入空气供给管道，且辅助燃料流流入燃料供给导管。喷射嵌入件将辅助空气和燃料流分成不连续的，分布合适的空气和燃料射流，并将这些射流引入燃烧室。辅助燃料和空气促进燃烧火焰被嵌入件的暴露后端阻挡，并被空间稳定。结果，防止了火焰被吸入混合室，在那里吸入的火焰将引起严重的破坏。空间稳定的火焰还减小了发生空气-热力共鸣的可能，这是一种伴随空间不稳定火焰发生的现象，并且该现象会引起严重的发动机结构损坏。最后，由于嵌入件的后表面与中心体的尾部边缘轴向对齐，则被阻挡的，空间稳定的燃烧火焰在中心体的外侧完全燃烧，因此避免了对中心体内部的热损坏。

尽管切向进入的燃料喷射器具有如上所述的多个优点，但也具有缺点。具体说，在嵌入件和壳体之间缺少主动连接件，在利于避免热引起的损坏的同时，并不能完全令人满意地提供可延伸的，无故障的服务。在嵌入件和壳体的重叠表面之间的相对滑动会侵蚀这些表面，并损坏嵌入件和壳体之间的适当配合。在磨损过程中，狭窄的环形间隙在嵌入件和壳体之间扩大，使得嵌入件能自由振动。振动的嵌入件会使燃料供给导管和中心体基底之间的连接应力过大并因此损坏。此外，小量的但未被调整的辅助空气经过该环形间隙泄漏，并会增加排放，或逐渐损坏火焰被保持并阻挡在嵌入件外的能力。另外，如果燃料供给导管沿长度在某处损坏，嵌入件可能会从喷射器脱出，从而可能引起对发动机的严重的外物损坏。最后，壳体相对于燃料供给导管的不相等的轴向热膨胀会引起嵌入件的后端面轴向缩回壳体中。被阻挡在嵌入件的最后端的燃烧火焰将部分缩进壳体中，在那里火焰将引起热损坏。

因此需要一种预混合燃料喷射器，能适应中心体壳体相对于辅助燃料供给导管的不一致的尺寸变化，表现出超常的可靠性，防止了其工作特性的减低，并使脱开零件和发生外物损坏的可能减至最小。

根据本发明，预混合燃料喷射器包括辅助燃料-空气喷射嵌入件，主动地固定到中心体上，并连接到至少在两个维度上弯曲的以适应不一致的



尺寸变化的燃料供给导管上。根据本发明的一个方面，燃料供给导管被弯曲，使得其固有频率超过导管将在发动机工作过程中经历的最大振动的频率。在本发明一个实施例中，导管被弯曲成覆盖约一个 360° 的圆周的螺旋形。

5 本发明喷射器的主要优点是其在适应不一致的尺寸变化的同时，而不受到因喷射器构件之间的相对滑动引起的明显的磨损。必然的优点包括使发生外物损坏的危险减至最低，长期保持理想的工作特性，例如较低排放和火焰空间稳定性。

下面结合参照附图示例性的描述本发明的优选实施例。附图中：

10 图 1 是工业涡轮机的预混合燃料喷射器的透视图，其被剖开可以示出包括中心体壳体，辅助燃料-空气喷射器嵌入件和辅助燃料供给导管的中心体；

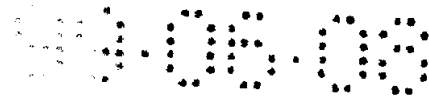
图 2 是喷射器中心体后端的放大侧视图，示出了中心体壳体和燃料-空气喷射嵌入件之间的关系；

15 图 3 是沿图 1 中 3 - 3 方向的视图，示出了辅助燃料供给导管的螺旋形。

参照图 1 至 3，切向进入的预混合燃料喷射器 10 包括前部隔壁 12，和后部隔壁 14，具有延伸穿过后部隔壁的燃料-空气喷射口 16。喷射器还包括涡管组件 18，其包括一对在隔壁之间延伸的涡管 18a,18b。每个涡管 18a,18b 从燃料喷射器轴线 22 径向偏置，以形成一对主空气进气槽，如槽 24。每个涡管还包括主燃料供给歧管 26 和轴向分布的一组主燃料喷入通道，如通道 28。

喷射器还包括与涡管一起轴向界定一个环形混合室 34 的中心体 32。中心体 32 包括基底 36，中空截头圆锥形壳体 38，辅助燃料和空气喷射嵌入件 40 和辅助燃料供给导管 42。基底 36 包括辅助燃料出口 44，并且被固定到前部隔壁 12 上。壳体从基底轴向延伸以形成混合室 34 的径向内侧端和辅助空气供给管道 46 的径向外侧端。如图 2 所示，嵌入件 40 包括具有整体冲击板 54 的套壳 52，流体分布器 56，具有辅助燃料入口的插入件 58 和端盖 64。流体分布器 56 包括圆柱形中心开口 66 和圆锥形腔体 68。

25 套壳，分布器和嵌入件一起形成了燃料分布室 72 和燃料歧管 74，通过分布器中的一组燃料分布通道 76 彼此联通。套壳中的辅助燃料通道 78 与通



向发动机燃烧室 82 的燃料歧管 74 连接。类似的，冲击板，端盖和套壳中的辅助空气通道 84,86,88 分别将辅助空气引如燃烧室。嵌入件 40 从基底轴向间隔，并且被壳体的后端外接从而使端盖的平直火焰阻挡表面 92 与壳体的尾端边缘或唇部 94 以及喷射器排放平面 96 轴向对齐。嵌入件通过能密封流体的黄铜连接件 98 主动地固定到壳体上。

辅助燃料供给导管 42 具有通过第一铜连接件 104 主动地固定到基底 36 上的入口端 102 上，以建立燃料出口 44 和供给管之间的流体联通。该导管还具有通过第二铜连接件 108 主动地固定到嵌入件 40 上的排出端 106，以建立供给导管和插入件 58 的第二燃料入口 62 之间的流体联通。在理论上，连接件 104,108 中的一个或两个可以是非主动连接，即是一个滑动连接，以适应壳体 38 和燃料供给导管 42 中的不一致的尺寸变化。但在实际中，仅有主动连接件能保证流体紧密封。

燃料供给导管是刚性管，不仅能抵抗由发动机振动引起的损坏，而且能适应不一致的尺寸变化，特别显著的是那些由壳体和燃料供给导管的不同热变形引入的尺寸变化。这些要求可以通过至少在两个方向上弯曲的导管实现，弯曲部分的实际特征部分取决于在机器工作过程中导管所处的估计振动频率范围。导管是弯曲的，从而其固有频率尽管不象直导管那样高，但显著大于所含能量值被认为是相关的那些振型的频率。该弯曲还使导管对应不一致的尺寸变化能稍微挠曲。

图中的实施例的导管被用在本申请的受让人制造的工业发动机中。导管由 Inconel 625 制成，内径为 0.180 英寸(5mm)，外径为 0.250 英寸(6mm)，从燃料出口 44 到燃料入口 62 之间直线跨度为约 8.2 英寸(215mm)。估计，导管是由具有较大能量容量的 450Hz 的第一阶振型，和具有较低能量容量的更高阶(更高频率)的振型激励的。由于振型的相关能量容量，仅 450Hz 振型是需要考虑的因素。对多个候选构型的分析表明，大约 9.7 英寸(245mm)长的，在三个纬度上弯曲并螺旋覆盖约一个 360° 圆周的导管是合适的。就是说，导管将具有约为 540Hz 的固有频率，高于相关频率约 20 %，并且能进行足够的挠曲以满足燃料供给导管和中心体壳体的不一致的尺寸变化。

在发动机工作过程中，主燃烧空气流通过空气进气槽 24 进入混合室 34。主气态燃料从燃料通道 28 流出并进入射入的空气流。主燃料和空气进入混合室，环绕中心体 32 涡旋，并充分混合。涡旋燃料-空气混合物轴向

流过混合室和燃料-空气喷射口 16，并且进入燃烧室 82，在燃烧室中混合物被点燃并燃烧。同时，辅助空气通过中心体基底 36 中的孔(未示出)进入辅助空气供给导管，并且通过通道 84,86,88 流入燃烧室。同时，来自燃料供给导管的辅助气体燃料，穿越通过燃料分布室 72，燃料分布通道 76，燃料歧管 74 和辅助燃料通道 78 的通路。当发动机工作时，主和辅助空气都足够热以将中心体壳体的温度升高到约 900°F(480°C)，但是，燃料供给导管 42 运载的燃料处于不大于 200°F(90°C)的温度上，因此仍处于相对较冷的状态。因此，中心体伴随传导入(或导出)壳体的热量而轴向伸长(或收缩)。在嵌入件和壳体之间的主动连接嵌入件相对于基底 36 被对应地移动。燃料导管稍微挠曲以适应该相应的位移。

相对于现有技术，即具有直的燃料导管，并且嵌入件被燃料导管轴向支撑，被壳体径向支撑，而并不主动固定到壳体上的结构来说，上述喷射器具有多个优点。在壳体和嵌入件之间少了相对滑动后，消除了可能的磨损，并防止了位于嵌入件的径向外表面和壳体的径向内表面之间的狭窄环形间隙的增大。结果，嵌入件不会相对于壳体和过应力连接件 104 振动。没有了磨损出的圆环可以保证所有的辅助空气通过嵌入件的适当通道被计量，如期望的那样，从而不对排放以及火焰稳定性产生负面的影响。而且，由于嵌入件的位置相对于壳体不变，嵌入件的火焰阻挡表面 92 与壳体的唇边 94 保持轴向对齐，而不是缩进壳体或相对于导管 42 伸出。结果，燃烧火焰被整体地阻挡在壳体的外侧，而不是局部退入壳体中，在那里会引起严重的热损坏。最后，公开的结构使外界物体损坏发动机的可能减到最小，燃料供给导管的失效损坏并不能使嵌入件摆脱固定。可能性非常小的燃料供给导管和铜连接件 98 的双重损坏才能满足嵌入件脱离固定的要求。

尽管本发明已被示出并参照实施例进行了说明，本领域技术人员应该理解的是，在不背离所附权利要求提出的本发明的精神和范围的前提下，可以对本发明的形式和细节进行改动。

2008.08.08

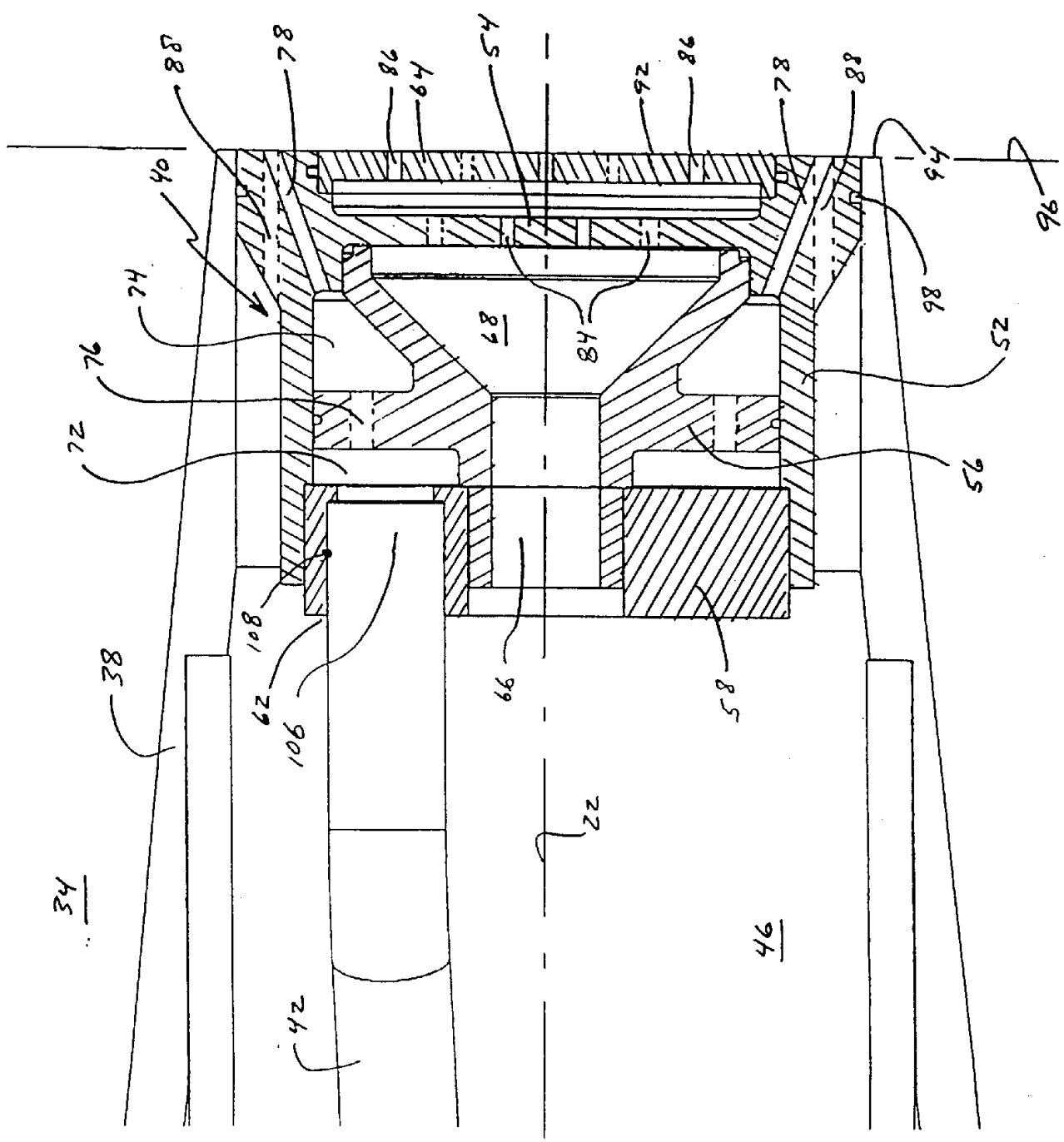


图 2

82

34

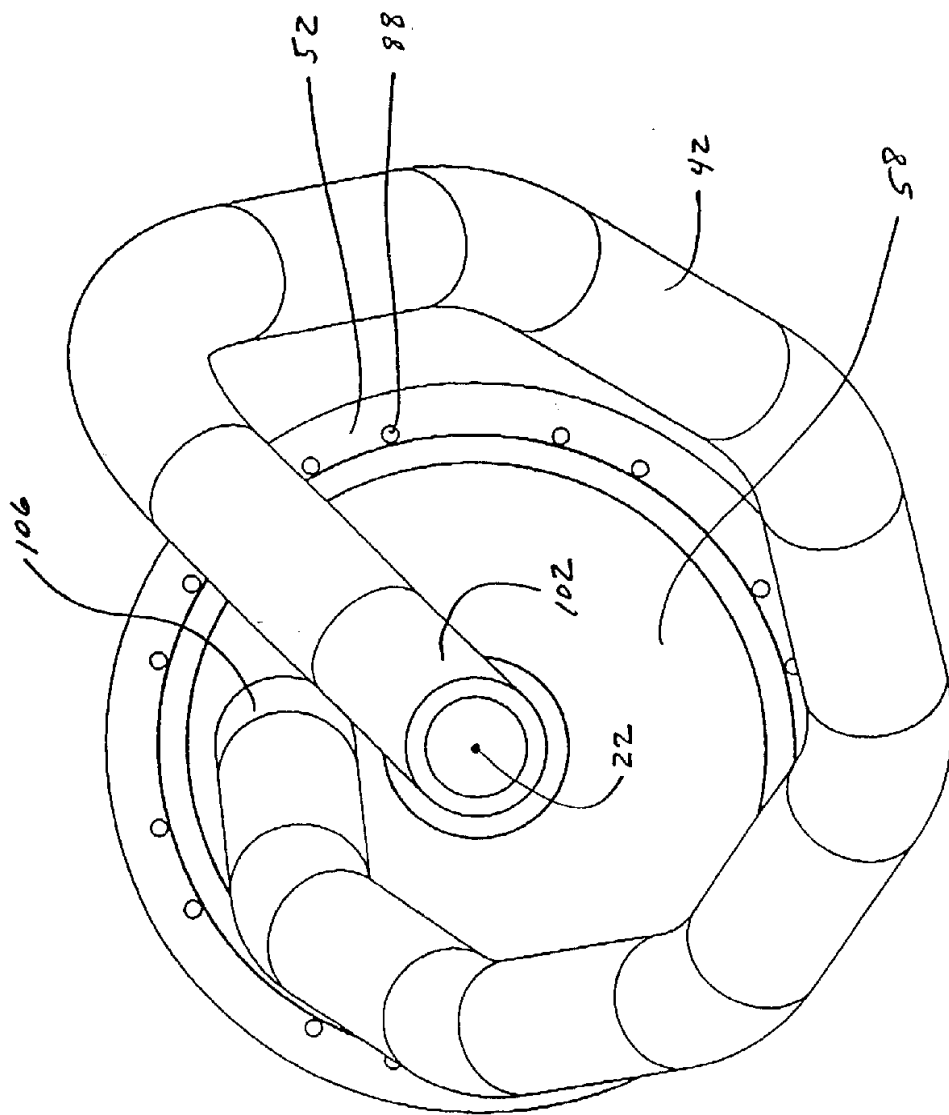


图 3