



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102032002 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201010298303. 8

(22) 申请日 2010. 09. 27

(30) 优先权数据

12/568398 2009. 09. 28 US

(73) 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 D·A·古特克内希特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 原绍辉

(56) 对比文件

US 5076755 A, 1991. 12. 31, 说明书第1栏以及说明书附图7.

CN 1719055 A, 2006. 01. 11, 说明书第3页第9-23行以及说明书附图1-2.

CN 1891998 A, 2007. 01. 10, 说明书第2页第10-20行以及说明书附图1.

CN 1273622 A, 2000. 11. 15, 全文.

US 3390926 A, 1968. 07. 02, 全文.

审查员 曹昕慧

(51) Int. Cl.

F01D 25/16(2006. 01)

F01D 25/18(2006. 01)

F02C 6/12(2006. 01)

F02C 7/06(2006. 01)

F02B 39/00(2006. 01)

F02B 39/14(2006. 01)

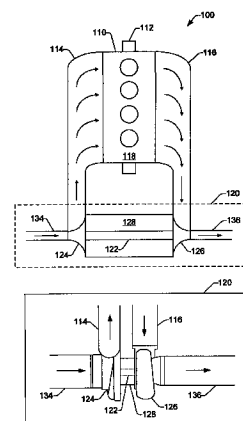
权利要求书2页 说明书8页 附图11页

(54) 发明名称

螺旋内径槽轴颈轴承

(57) 摘要

本发明公开了螺旋内径槽轴颈轴承,具体提供了一种示例性的轴承组件,包括:涡轮侧轴颈轴承,其具有沿内轴颈表面的螺旋槽,其中每个螺旋槽包括润滑剂开口和相对的臂部,其中每个臂部终止于该轴颈轴承的各自轴向表面;压缩机侧轴颈轴承,其具有沿内轴颈表面的螺旋槽,其中每个螺旋槽包括润滑剂开口和相对的臂部,其中每个臂部终止于该轴颈轴承的各自轴向表面;以及隔圈,以沿轴线隔开所述涡轮侧轴颈轴承和所述压缩机侧轴颈轴承。还公开了各种其它示例性的设备、系统、方法等。



1. 一种用于涡轮增压器的轴承组件,包括:

涡轮侧轴颈轴承,其包括沿内轴颈表面的螺旋槽,其中,每个螺旋槽包括润滑剂开口、与该润滑剂开口相邻的井孔以及从该井孔延伸的相对的臂部,其中,每个臂部终止于该轴颈轴承的各自轴向表面;

压缩机侧轴颈轴承,其包括沿内轴颈表面的螺旋槽,其中,每个螺旋槽包括润滑剂开口、与该润滑剂开口相邻的井孔以及从该井孔延伸的相对的臂部,其中,每个臂部终止于该轴颈轴承的各自轴向表面;以及

隔圈,以沿轴线隔开所述涡轮侧轴颈轴承和所述压缩机侧轴颈轴承。

2. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个螺旋槽包括由绕所述轴线的方位角限定的槽跨度。

3. 如权利要求2所述的轴承组件,其特征在于,所述槽跨度包括井孔跨度和臂部跨度。

4. 如权利要求3所述的轴承组件,其特征在于,所述井孔跨度超过所述臂部跨度之和。

5. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,所述相对的臂部中的每一个包括由绕所述轴线的方位角限定的臂部跨度。

6. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个槽包括由一个或多个半径限定的与所述轴线垂直的剖面。

7. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个臂部包括由半径限定的垂直于所述轴线的剖面。

8. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个轴颈轴承包括三个槽。

9. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个轴颈轴承包括四个槽。

10. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个槽包括对称的臂部,绕各自开口的轴线旋转180度对称。

11. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个轴承包括对称的轴承。

12. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个轴承包括一个或多个轴向凹部。

13. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,每个轴承包括一个或多个外表面槽,所述一个或多个外表面槽构造成用于润滑剂流到所述开口中的一个或多个或者从所述开口中的一个或多个流出。

14. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,所述涡轮侧轴颈轴承和所述隔圈构成单体件,或者所述压缩机侧轴颈轴承和所述隔圈构成单体件。

15. 如权利要求1所述的轴承组件,其特征在于,所述轴颈轴承的每一个包括位于所述轴颈轴承内径处的一个或多个表面,无论所述轴颈轴承在壳体的孔中的角取向如何,所述轴颈轴承都支撑涡轮增压器轴。

16. 一种用于涡轮增压器的单体轴承,包括:

涡轮侧轴颈轴承部,其包括沿内轴颈表面的螺旋槽,其中,每个螺旋槽包括润滑剂开口、与该润滑剂开口相邻的井孔以及从该井孔延伸的相对的臂部,其中,每个臂部终止于该轴颈轴承的各自轴向表面;

压缩机侧轴颈轴承部,其包括沿内轴颈表面的螺旋槽,其中,每个螺旋槽包括润滑剂开口、与该润滑剂开口相邻的井孔以及从该井孔延伸的相对的臂部,其中,每个臂部终止于该轴颈轴承的各自轴向表面;以及

隔圈部,其位于所述涡轮侧轴颈轴承部和所述压缩机侧轴颈轴承部之间。

螺旋内径槽轴颈轴承

技术领域

[0001] 本文公开的主要内容大致涉及一种用于内燃发动机的涡轮机，具体地，涉及轴承系统。

背景技术

[0002] 常规的涡轮增压器通常依赖于中心壳体旋转组件 (CHRA)，所述中心壳体旋转组件包括附接到轴的涡轮叶轮和压缩机叶轮，该轴通过一个或多个轴承可旋转地支撑在中心壳体中。运行期间以及刚刚运行后，来自各源的热能会导致部件达到超过 1000 华氏度 (538 摄氏度) 的温度。热能源包括润滑剂膜 (例如，旋转轴与轴承表面之间的润滑剂) 的粘性剪力，入口气体的粘性发热，摩擦发热等。诸如旋转部件质量、润滑剂性质、旋转速度等这样的因素会影响热的生成。

[0003] 高温会导致含碳润滑剂 (例如油) 的碳化，也被称为成焦或“焦化”。焦化会通过多种机制加剧热生成和热滞留，并且随着时间过去，焦炭沉积会缩短被润滑的轴承系统的寿命。例如，焦炭沉积会将轴承系统间隙减少到出现咬粘 (seizure) (例如在轴承与轴之间) 的程度，导致轴承系统和涡轮增压器完全失效。在研发以高转速或在高温环境下运行的涡轮增压器以及具有大质量旋转部件的涡轮增压器的过程中，应考虑这种现象。例如，采用高强度材料，如钛 (例如，钛制压缩机叶轮) 作为旋转部件会增加旋转组件的质量，从而增加热生成。

[0004] 这里所述各种示例技术可减少焦化，并总体上减少涡轮增压器旋转组件的局部最大运行温度。

附图说明

[0005] 可参照以下说明并联系附图，更完整地理解这里所述的各种方法、设备、系统、配置等及其等同物，附图中：

[0006] 图 1 是涡轮增压器和内燃发动机的图；

[0007] 图 2 是现有技术中心壳体旋转组件的一系列剖视图；

[0008] 图 3 是示例性中心壳体旋转组件的一系列剖视图，该组件包括两个示例性轴颈轴承；

[0009] 图 4 是图 3 的组件的两个轴颈轴承和隔圈的剖视图；

[0010] 图 5 是图 3 的示例性轴颈轴承的端视图，该轴承包括三个开口和三个槽；

[0011] 图 6 是示例性轴颈轴承的端视图，该轴承包括外通道；

[0012] 图 7 是图 3 的示例性轴颈轴承的剖视图；

[0013] 图 8 是示例性轴颈轴承的两个侧视图和一个剖视图，该轴承包括外表面槽从而为润滑剂开口提供流径；

[0014] 图 9 是示例性轴颈轴承的剖视图和端视图，该轴承包括四个开口和四个槽；

[0015] 图 10 是示例性轴承的侧视图和端视图，该轴承包括四个开口和四个外表面槽从

而为相应的四个开口提供流径；

[0016] 图 11 是示例性的两件式组件的剖视图以及两个示例性的单体轴承的剖视图。

具体实施方式

[0017] 涡轮增压器经常用于增加内燃发动机的输出。参照图 1, 常规的系统 100 包括内燃发动机 110 和涡轮增压器 120。内燃发动机 110 包括容纳一个或多个燃烧室的发动机缸体 118, 该一个或多个燃烧室操作性地对轴 112 进行驱动。如图 1 所示, 进气口 114 为空气进入发动机缸体 118 提供流径, 而排气口 116 为排气从发动机缸体 118 排出提供流径。

[0018] 涡轮增压器 120 起到从排气中提取能量的作用, 并将能量提供给进气, 进气可与燃料混合形成燃烧气体。如图 1 所示, 涡轮增压器 120 包括空气入口 134、轴 122、压缩机 124、涡轮 126、壳体 128 和排气出口 136。壳体 128 因其位于压缩机 124 与涡轮 126 之间而可被称作中心壳体。轴 122 可为包括多种部件的轴组件。

[0019] 参照涡轮 126, 这种涡轮可选地包括可变几何单元和可变几何控制器。可变几何单元和可变几何控制器可选地包括例如与可商购的可变几何涡轮增压器 (VGT) 有关的特征。可商购的 VGT 例如包括 GARRETT® VNT™ 和 AVNT™ 涡轮增压器, 这些涡轮增压器采用多个可调叶片来控制排气在涡轮上的流动。示例性的涡轮增压器可采用废气门 (wastegate) 技术作为可变几何技术的替代或补充。

[0020] 图 2 示出适用在图 1 的涡轮增压器 120 中的现有技术涡轮增压器组件 200 的几个剖视图。这些剖视图包括中心壳体旋转组件的剖视图, 该组件沿线 A-A 剖切的剖视图, 以及轴承系统 230 的特写剖视图。在圆柱坐标系中, 轴承和中心壳体特征可关于径向坐标、方位角坐标 (角坐标) 和轴向坐标而限定 (即, 分别为 r 、 Θ 、 z)。例如参见 Beyer, W. H., CRC Standard Mathematical Tables, 28th ed. Boca Raton, FL : CRC Press, p. 212, 1987。

[0021] 组件 200 用作非限制性的示例来说明这里公开的各种示例性设备、方法、系统等。涡轮增压器 200 包括中心壳体 210、轴 220、压缩机叶轮 240 和涡轮叶轮 260, 其中压缩机叶轮 240 和涡轮叶轮 260 可操作地连接到轴 220。

[0022] 轴 220 可由形成单个可操作的轴单元的多个部件制成, 或可为单体轴。压缩机叶轮 240、涡轮叶轮 260 和轴 220 具有大致与 z 轴一致的旋转轴线。中心壳体 210 支撑轴承系统 230, 轴承系统 230 接收轴 220 并允许轴 220 绕 z 轴旋转。

[0023] 压缩机叶轮 240 包括轮毂 242 和多个叶片 244。轮毂 242 在鼻端 246 处终止, 所述鼻端 246 的形状可设置成有助于压缩机叶轮 240 附接到轴 220。涡轮叶轮 260 包括轮毂 262 和多个叶片 264。轮毂 262 在鼻端 266 处终止, 所述鼻端 266 的形状可设置成有助于涡轮叶轮 260 附接到轴 220。

[0024] 轴 220 包括延伸到压缩机叶轮轮毂 242 的孔中的压缩机轴部。尽管图 2 的例子示出“无孔”压缩机叶轮 (即, 没有通孔), 但也可采用其它类型的压缩机叶轮。例如, 具有通孔或贯眼 (full bore) 的压缩机叶轮通常接收轴, 所述轴在轮毂 242 的鼻端 246 接受螺母或其它附接机构。这种附接机构可包括接受插座或扳手的特征 (例如, 考虑六角形)。

[0025] 通常, 孔是柱形孔, 具有直径 (或半径) 以及沿轴线的长度。例如, 孔可用具有合适钻头的钻机制造, 其中钻机和钻头可根据待钻的材料类型来选择。例如, 在压缩机叶轮 260 由铝制成的情况下, 制造工艺会指定用于在铝中钻孔的钻机和钻头以及钻机转速和轴向移

动。可在组装中心壳体旋转组件之前、期间和 / 或之后进行钻孔。取决于组装的阶段, 对一个或多个用于钻孔的表面的接触 (通达) 可随之变化。

[0026] 在图 2 中, 中心壳体 210 包括通孔 215 (用于收容轴承套 230), 用于形成润滑剂入口 270 的润滑剂入孔 218 以及横向润滑剂孔 219, 所述横向润滑剂孔 219 用于形成通向孔 211 并延伸到通孔 215 处的槽 212 的润滑剂分配路径以及延伸到通孔 215 处的槽 214 的另一个润滑剂分配路径。各自的槽 212、214 可小于整圆 (即, 小于 360 度), 由绕孔 215 的轴线的角度 Θ_B 限定。轴承系统 230 沿线 A-A (涡轮侧) 的剖面示出角度 Θ_B , 其可与压缩机侧相同 (见以下关于流动和焦化的说明)。如图 2 所示, 通孔 215 的直径或半径可变化, 例如, 通孔 215 台阶式地变化到较大的半径, 该较大的半径限定了位于其涡轮端和压缩机端之间的中部。

[0027] 润滑剂入孔 218 和横向润滑剂孔 219 由从各自外表面 (例如顶表面和前或压缩机侧表面) 钻中心壳体 210 而形成。横向润滑剂孔 219 也对压缩机侧止推环供应润滑剂。轴承润滑剂槽 212、214 可通过经由中心壳体 210 的涡轮端和 / 或压缩机端进入通孔 215 来钻中心壳体 210 而形成。

[0028] 壳体 210 进一步包括中间润滑剂出口 276、277 和 278 以及润滑剂出口 279。通常, 润滑剂在压力下流动通过中心壳体 210, 这部分地可被重力促进 (例如, 润滑剂入口 270 和润滑剂出口 279 可大致与重力对准), 关机时, 重力使至少部分润滑剂从中心壳体 210 排出。

[0029] 在图 2 的布置中, 在运行期间, 润滑剂流动到轴承系统 230 并形成各种膜。轴承系统 230 的特写剖面示出涡轮侧轴承 232, 压缩机侧轴承 232' 和轴承隔圈 236。在通孔 215 和轴承 232、232' 以及轴承隔圈 236 之间形成的膜允许这些部件“漂浮”在通孔 215 中。

[0030] 如轴承系统 230 的特写剖面所示, 轴 220 具有与涡轮侧轴承 232 合作 (经轴承内表面 235 和轴表面 223) 的涡轮侧部分 222、与压缩机侧轴承 232' 合作 (经轴承内表面 235' 和轴表面 223') 的压缩机侧部分 222' 以及位于涡轮侧部分 222 与压缩机侧部分 222' 之间的部分 224 (具有表面 221)。组件 230 的压缩机侧被用于更详细地说明功能性特征, 注意, 涡轮侧包括相同的功能性特征。

[0031] 轴 220 的压缩机部分 222' 包括在轴颈表面半径处设置的轴颈表面 223', 压缩机侧轴承 232' 包括在压缩机轴承内表面半径 (例如, 轴承内径 “ID”) 处设置的相应的内表面 235'。在压缩机侧, 润滑剂于开口 233' 进入轴承 232', 主要通过部分地由轴承润滑剂孔 211 和槽 212 限定的润滑剂路径供给。在运行期间, 热能导致润滑剂的加热, 这进而会导致成焦 (例如, 来自反应物、中间物、产物、杂质等)。焦炭会沉积在任意的多种表面。例如, 焦炭可沉积在轴 220 和 / 或轴承 232' 上, 并减少轴部分 232' 的轴颈表面 223' 与轴承内表面 235' 之间的间隙。替代性地或补充地, 焦炭可沉积在开口 233' 中并阻碍润滑剂到轴 220 的流动。在这种例子中, 焦炭会导致热传递降低并导致发热增加, 这会造成轴承系统失效。

[0032] 在图 2 的配置中, 轴承隔圈 236 包括在外表面半径处设置的外表面 238, 在内表面半径处设置的内表面 239, 一对开口 237、237', 涡轮侧端切口 241 和压缩机侧端切口 241'。整个轴承系统 230 可在中心壳体 210 的通孔 215 中旋转, 独立的轴承系统部件 232、232' 和 236 可相对彼此旋转。这些部件通常以轴 220 转速的某个分数旋转 (例如, 隔圈的每分钟转数是轴每分钟转数的大约 1/8, 轴承每分钟转数是轴每分钟转数的大约 1/4)。因此, 中心壳体 210 的轴承润滑剂槽 212、214 与轴颈轴承 232、232' 的开口 233、233' 之间的关系会在中

心壳体旋转组件 (CHRA) 运行期间改变。但是, 通孔 215 的槽 212、214 的布置确保无论中心壳体 210 与轴承 232、232' 之间的旋转关系如何, 每个轴承的至少一个轴承开口 (例如参见开口 233、233') 可接收润滑剂。在图 2 的例子中, 所示的轴承 232、232' 各自具有在轴向尺度 (例如在相对的轴向端之间居中) 上设置并以 90 度的方位角隔开的四个开口。

[0033] 如背景技术部分所述, 成焦会导致轴承系统失效或寿命缩短。造成成焦的化学反应依赖于温度和时间。例如, 在短时间达到高温的润滑剂会成焦, 而在较长时间达到较低温度的润滑剂也会成焦。示例性的轴颈轴承包括由槽限定的润滑剂流径, 与常规的轴颈轴承 232 相比, 这些槽可帮助降低润滑剂的局部温度最大值和 / 或帮助减少润滑剂在旋转轴附近的驻留时间。如下所述, 示例性的轴承可使相邻于润滑剂膜的润滑剂容量增加, 使润滑剂膜中的和 / 或邻近的润滑剂体积流量增加, 或者同时使相邻于润滑剂膜的润滑剂容量增加以及润滑剂膜中的和 / 或邻近的润滑剂体积流量增加。

[0034] 示例性的轴承可用在包括钛压缩机叶轮和 / 或重转子的涡轮增压器中。这种涡轮增压器已知需要所谓的“高容量”轴承以支撑转子质量并提供稳定的运行。由于其高负载容量, 这种涡轮增压器倾向于使得轴承系统运转得热得多。高的轴温会导致润滑剂焦化, 集结在轴和轴承上的焦炭会导致轴承内部间隙损失, 这最终导致轴承系统失效。

[0035] 各种示例性的轴承作为浮动轴承示出。尽管已经采用半浮动轴承用于高负载, 但半浮动轴承倾向于要求高的润滑剂流速并通常相当昂贵 (例如, 会以超过 10 : 1 的因子增加轴承系统成本)。另外, 对于安装在内燃发动机上 (即, 高振动环境) 的涡轮增压器, 半浮动轴承倾向于表现高的轴运动。

[0036] 如这里所述, 各种示例性轴颈轴承包括由槽限定的多个螺旋形内径的轴承路径, 以使润滑剂流增加而不使轴承系统失稳。另外, 当在全浮动轴承中实施时, 外膜形成有高刚度和良好的阻尼特性, 这有助于在高振动环境中确保轴承稳定性。尽管与半浮动轴承有关的各种特性可能是不利的, 示例性的半浮动轴承可包括螺旋槽。

[0037] 轴承系统中的轴承可被视为具有负载侧和未负载侧 (即, 单向径向力向量)。如这里所述, 螺旋路径对示例性轴承的负载和未负载侧两者都提供合适的润滑剂流。通过轴承的未负载侧的润滑剂流冷却轴承和轴。这种冷却起到减少会导致焦化的局部温度最大值的作用。

[0038] 如这里所述, 螺旋槽绕轴承轴线跨过一角度, 例如, 从轴承的一个轴向端处的第一角度到轴承的相对轴向端处的第二角度。进一步地, 螺旋槽具有可由关于轴向位置的一个或多个角度限定的槽宽。具有螺旋槽的示例性轴承确保轴总是由轴承的内轴颈表面支撑。换句话说, 在具有螺旋槽的轴承中, 轴不会“落”到槽内 (例如, 考虑到其中可安放轴并由此阻碍或改变润滑剂流的轴向槽)。再进一步地, 对于示例性轴承, 轴在轴承的一侧上经过螺旋槽区域, 由轴承另一侧上的压力楔产生轴与轴承之间的间隙。保持这种分离确保了在轴经过螺旋槽并开始发展压力以保持承载压力楔的负载时, 这种间隙得以保持。考虑到随之轴的第二侧到达其螺旋路径, 相应的第一侧已经重新建立起其全负载承载能力。

[0039] 如这里所述, 螺旋槽的形状确保润滑剂可高效地进入轴与轴承之间以允许形成压力楔, 该压力楔支撑从轴施加到轴承的负载。示例性的槽形状可为斜坡表面 (例如, 如用于止推轴承的那种)。涡轮增压器可包括外高压润滑剂供应以克服轴承内的压力从而确保示例性轴承经历足够的润滑剂流以支撑轴并带走热量。

[0040] 如这里所述,示例性轴承系统将轴与轴承保持得较冷。进一步,较冷的润滑剂通常具有更高的粘性,这在分离表面时更有效。

[0041] 如这里所述,示例性的一对轴承(或单体轴承)包括用于涡轮侧轴的轴颈表面的三个螺旋槽以及用于压缩机侧轴的轴颈表面的三个螺旋槽。这种示例性的多个轴承(或单个轴承)可选地用于较小尺寸的涡轮增压器。在这种例子中,可具有外表面槽以提高流向连接到螺旋槽的开口的润滑剂流。这种外表面槽可具有以角度测量的弧形跨度(span)。例如,这种外槽可具有大约 15 度的弧形跨度。弧形跨度的总和通常小于 360 度;注意,在每个轴承均具有 360 度弧形跨度的外通道的情况下,已经观测到较高的轴运动。

[0042] 图 3 示出中心壳体 210 中的示例性轴承系统 330。轴承系统 330 沿线 A-A 的剖视图示出连结半环形槽 414(例如与槽 214 不同的形状)的孔 219、示例性轴颈轴承 420 和轴 220。轴承 420 包括外表面 440 和内表面 450。运行期间,在外表面 440 与壳体 210 的孔 215 之间形成阻尼膜,在内表面 450 与轴 220 的外表面 223 之间形成润滑剂膜。如所述,轴承 420 因被阻尼膜支撑而可在孔 215 中浮动。阻尼膜和润滑剂膜都参与热传递的同时,阻尼膜还起到吸收振动能量的作用,该振动能量会影响轴 220 在轴承 420 中的旋转。

[0043] 图 3 中,轴承系统 330 的特写剖视图示出涡轮侧轴承 420,压缩机侧轴承 420' 和轴承隔圈 236。在该具体例子中,由于在隔圈 236 的包括平坦部(flat)的部分上取剖视,所以轴承隔圈 236 看起来具有比每个轴承 420、420' 较小的外径。

[0044] 在图 3 的例子中,每个轴承 420、420' 包括三个螺旋槽 422、422', 其中每个槽 422、422' 延伸一轴向距离并跨开一方位角(例如关于各自润滑剂开口 430 定中)。关于压缩机侧轴承 420' 示出的上部放大视图,示出从轴承 420' 的开口 430' 出现的分叉的润滑剂流箭头,而下部放大视图示出轴承 420' 的槽 422' 中的润滑剂流箭头。在上部放大视图中,来自开口 430' 的润滑剂流分叉以沿螺旋槽 422' 的两个相对的臂部流动。

[0045] 在沿线 A-A 的剖视图中,各槽 212、414 可小于整圆(即,小于 360 度),由绕通孔 215 的轴线的角度 Θ_B 限定。轴承系统 330 沿线 A-A 的剖面(涡轮侧)示出角度 Θ_B , 其可与压缩机侧的相同(见以下关于流动和焦化的说明)。在图 3 的例子中,孔 215 中的月牙形槽 414 的角度足够大到将润滑剂供应到轴承 420 的三个开口中的两个(见 11 点钟和 3 点钟处的开口)。在这种布置中,润滑剂流到轴承 420 中三个开口中的两个,并流到轴承 420 中各自的螺旋槽。对于没有与月牙形槽 414 对齐的开口(在 7 点钟处),压力会导致没有流动或甚至导致从螺旋槽流出其相应的开口(例如,到轴承 420 与孔 215 之间的润滑剂膜空间)。

[0046] 如这里所述,为了在具有螺旋槽的示例性轴承中支撑轴,要么轴承具有无论轴承的角位置如何都能确保润滑剂流到两个或更多开口的一个或多个特征,要么壳体的孔具有无论角度位置如何都能够允许润滑剂流到两个或更多开口的一个或多个特征。作为另一个替代,示例性轴承可包括例如在轴承外表面上的局部槽这样的特征,其中每个局部槽导向各自的开口(例如参见图 8 和图 10)。这种局部槽可与孔的一个或多个特征合作以确保润滑剂流到两个或更多开口(例如,每个开口沿内轴承表面导向螺旋槽的情况)。如这里所述,示例性的组件包括具有孔的壳体,其中孔包括绕该孔跨开足够角度的润滑剂槽以将润滑剂提供到关于轴承的圆柱壁以大约 120 度间隔的三个开口中的至少两个。在这种组件中,润滑剂槽可跨开大约 240 度并可允许润滑剂流动到所有三个开口(例如,一个开口在与壳体

的润滑剂槽的顶部中心对齐的 12 点钟处,其它两个开口分别在 4 点钟和 8 点钟处)。

[0047] 图 4 示出图 3 的轴承系统 330 的剖视图以及示例性的槽特性 480,其中没有轴 220。槽特性 480 包括流动相关参数,例如槽数、槽深(例如,作为轴向位置的函数),轴颈轴承内径处的槽宽,以及开口(例如轴承圆柱壁中的孔口)处的分叉(divergence)。沿线 D-D 的剖面的槽深的示例图示出槽 422 中心部分周围的深度,其中槽 422 分支到相对的臂部(例如,槽 1)。槽深与轴向距离的关系曲线的示例图示出槽的臂部(例如,槽 1、臂部 1)可如何在开口附近具有较大的深度(例如,测量为径向尺度 Δr),以及在接近或在轴承轴向端处具有较小的深度。槽深与方位角的关系曲线的示例图示出在大约 120 度的角度上,两个槽的臂部(例如,槽 1、臂部 1 和槽 2、臂部 2)的槽深可如何变化。在该例中,两个臂部之间的缝隙表示深度 0(即,轴颈轴承 420 的内径)。另一个示例图表示作为方位角尺度($\Delta \Theta$)的槽宽与轴向距离的关系曲线。该图示出接近开口 430(在线 D-D)处的槽宽有多大,然后在过渡到各自臂部(例如,到端部 426)时变小。

[0048] 如这里所述,在诸如槽中的用于润滑剂流的剖面面积、槽相对轴颈面积的面积、槽容积、槽数等因素之间存在平衡。例如,随着槽面积和槽数增加,轴颈面积(例如,轴颈轴承内径处的表面积)减小。还考虑到随着槽的剖面面积与槽深一起增加,润滑剂流动的阻力减小,这会增加润滑剂的体积流量,从而增加热量排除并减小润滑剂所经历的最大温度。但是,如果证明对有效的润滑剂膜的形成和维持有害,则应避免润滑剂流的极端沟道作用(channeling)。选择槽特性的一个示例性方法包括提供最小的轴颈表面面积并确定槽形状(例如,槽面积)和槽数以至少保持该最小的轴颈表面面积。

[0049] 图 5 示出轴承 420 的具体例子的端视图并示出各种尺寸。在图 5 的例子中,每个槽的跨度为 Θ_w 与两倍 Θ_e 之和,其中 Θ_w 是与开口(例如参见开口 430)相邻的井孔(well)跨度而 Θ_e 是两个相对且对称的臂部(例如参见槽端 424、426)的臂部跨度。图 5 还示出怎样用固定半径(例如,研磨半径 r_c)形成槽的臂部。例如,磨具可位于坯料轴颈轴承中,沿轴向和方位角方向操作以形成槽臂部,然后重复以形成槽的相对的臂部。在图 5 中,槽深半径示为 R_p ,而内径示为 R_i ,其中槽深半径 R_p 部分地决定润滑剂容量,而内径 R_i 决定用于形成润滑剂膜的轴颈面积,润滑剂膜在轴半径到 R_i 厚度的情况下支撑轴。

[0050] 如所述,槽深可关于轴向和/方位角尺度而变化。在图 5 的例子中,槽 422 的最大槽深示出为相邻于开口 430 并等于所谓井孔深度(ΔR_w)。示例性的轴颈轴承包括三个槽,槽跨度为每臂部大约 36 度,总槽跨度大约 72 度。在该例中,井孔跨度可为大约 42 度,每臂部跨开另外的 15 度(例如,总槽跨度为 42 度 + 2 × 15 度)。三个槽以大约 120 度隔开的情况下,存在轴颈面积的三个轴向带(例如,在内径 R_i 处),具有大约 48 度的跨度。

[0051] 如这里所述,示例性的轴承组件包括:涡轮侧轴颈轴承,其具有沿内轴颈表面的多个螺旋槽,其中每个螺旋槽包括润滑剂开口和相对的臂部,每个臂部终止于轴颈轴承的各自轴向表面;压缩机侧轴颈轴承,其具有沿内轴颈表面的多个螺旋槽,其中每个螺旋槽包括润滑剂开口和相对的臂部,其中每个臂部终止于轴颈轴承的各自轴向表面;以及隔圈,以沿轴线隔开涡轮侧轴颈轴承和压缩机侧轴颈轴承。在这种组件中,每个螺旋槽可具有由绕轴线的方位角限定的槽跨度,例如,槽跨度可包括井孔跨度和臂部跨度。另外,在这种例子中,井孔跨度可超过臂部跨度之和(例如参见图 5 的例子)。

[0052] 示例性的单体轴承包括位于两个轴颈轴承部之间的形成为一体的隔圈部。在一个

轴颈轴承不特定于压缩机侧或涡轮侧的情况下,这样的单体件可经任一端插到涡轮增压器壳体的孔中。示例性的组件可包括与轴颈轴承之一形成为一体的隔圈。例如,组件可包括形成为一体的轴颈轴承和隔圈件以及分离的轴颈轴承件。

[0053] 示例性的轴承可包括螺旋槽,其中每个槽包括相对的臂部,臂部具有臂部跨度,臂部跨度由绕轴承的轴线的方位角限定。示例性的轴承可包括螺旋槽,其中槽具有由一个或多个半径(例如,考虑到槽由球面刀具形成的槽)限定的垂直于该轴线的剖面。因此,螺旋槽的臂部可包括由一半径限定的垂直于轴线的剖面。如这里所述,示例性的轴承可包括具有对称臂部的螺旋槽(例如绕各自开口的轴线旋转 180 度对称)。示例性的轴承可为对称的,使得可按照无指向的方式形成组装,可避免组装中的错误。

[0054] 用于制造轴颈轴承的示例性方法可包括提供或生成具有粗略轴承形状的轴承坯料,可选地包括轴承外径周围的轴向通道。接下来,该方法包括从外径到内径钻径向润滑剂供给孔(例如,开口)。可用球型刀形成螺旋槽,例如用于开口到轴承内径交点的倒角。刀的路径可被编程以在开口的一侧(例如,第一臂部)切出螺旋图案,在润滑剂进给开口上运动以与开口连接并对其倒角,然后继续并在轴承的相对侧(例如,第二臂部)形成螺旋槽的其余部分。然后,可按照常规方式完成轴承外径(OD)和内径(ID)表面。

[0055] 在另一个例子中,螺旋槽可用圆头槽铣刀和四轴或五轴铣床切割。因此,功能更好的机器可切割更复杂的几何形状或路径形状,进一步提高斜面的功能。相同或类似类型的几何形状可应用到半浮动轴承。

[0056] 示例性方法包括:提供轴颈轴承坯料,该坯料具有轴线、布置在内径处的内表面、布置在外径处的外表面、相对的轴向表面以及在内表面与外表面之间延伸的开口;铣削或研磨井孔,该井孔绕轴线跨开一方位角;铣削或研磨臂部,该臂部绕轴线跨开一方位角并从井孔延伸到轴颈轴承的轴向表面中的一个;铣削或研磨相对的臂部,该相对的臂部绕轴线跨开一方位角并从井孔延伸到轴颈轴承的轴向表面中相对的一个;并且将轴颈轴承插到涡轮增压器中心壳体的孔中。这种方法可包括铣削或研磨对称的臂部以形成对称的轴颈轴承,这允许轴向无指向地将轴颈轴承插到孔中。

[0057] 用于热传递的示例性方法包括:在涡轮增压器中提供轴承组件,其中轴承组件包括由涡轮侧轴颈轴承和压缩机侧轴颈轴承支撑的涡轮增压器轴,所述涡轮侧轴颈轴承包括润滑剂开口和螺旋路径,每个螺旋路径包括一润滑剂开口和相对的臂部,每个臂部终止于轴颈轴承的各自轴向表面,所述压缩机侧轴颈轴承包括润滑剂开口和螺旋路径,每个螺旋路径包括一润滑剂开口和相对的臂部,每个臂部终止于轴颈轴承的各自轴向表面;为润滑剂开口中的至少两个提供润滑剂;在所述至少两个开口的每一个处,使润滑剂流分叉到各自螺旋路径的相对的臂部;并且将热能传递到在螺旋路径中流动的润滑剂。

[0058] 图 6 示出示例性轴承 620,其包括在通道半径 R_c 处的外通道 621 以及与轴承 420 相同或类似的特征。具体地,轴承 620 包括具有臂部端 624、626 的槽 622、开口 630 和外表面 640(位于半径 R_o 处)以及内表面 650(位于半径 R_i 处)。在本例中,外通道 621 可帮助提供向各种开口的润滑剂供应。这种特征可与中心壳体 210 的半环形 212、214 协作,并提高其供应。但是,应将通道特性确定为不会不利地影响轴颈轴承的阻尼。

[0059] 图 7 示出示例性轴承 420 沿线 B-B 的剖视图。图 7 示出各种尺寸,包括井孔跨度 Θ_c 、臂部跨度 Θ_e 、内径 R_i 、外径 R_o 、轴向凹部尺寸 Z_r 、轴向端部尺寸 Z_e 、轴向开口尺寸 Z_o (也

见开口半径 r_0) 以及轴向倒角尺寸 Z_{ch} (也见倒角半径 r_{ch})。

[0060] 图 8 示出示例性轴颈轴承 820 的两个侧视图和一个剖视图,轴颈轴承 820 包括外表面槽 829 以为润滑剂开口 830 提供流经。在图 8 的例子中,每个外表面槽具有弧形跨度 $\Delta \Theta_{g0}$ 和在各自开口 830 处或附近的最大半径深度 ΔR_{g0} 。可在轴承 820 中铣削或研磨这种槽 (例如,考虑到铣削或研磨半径 r_{g0})。如这里所述,这种外表面槽可与壳体的一个或多个润滑剂分配路径协作。沿线 A-A 的剖面图 (例如参见图 2) 示出壳体 210 中的示例性轴承 820,其中月牙形槽 214 跨过大约 180 度的弧长。如这里所述,外表面槽 829 与月牙形槽 214 合作以提高沿轴承 820 的内轴颈表面流向螺旋槽 822 的润滑剂流。以这种方式,示例性轴承 (例如具有以 120 度间隔的三个开口) 可通过延伸壳体的润滑剂分配系统而有效提高壳体中的流动。如这里所述,示例性轴承可包括一个或多个外表面槽,该一个或多个外表面槽构造成使润滑剂流到开口中的一个或多个或从开口中的一个或多个流出。

[0061] 图 9 示出示例性的轴颈轴承 920,其包括四个开口 930 和四个槽 922。每个槽 922 包括从各自开口 930 延伸到相对的端部 924、926 的两个臂部。在图 9 的例子中,轴承 920 包括端凹部和外通道 921。槽数增加的情况下,槽宽 (例如 Θ_p) 和槽跨度 (例如, Θ_s) 可减少以保持期望的轴颈面积 (例如位于内径 R_i 处的表面积 950)。

[0062] 图 10 示出示例性轴承 1020 的侧视图和端视图,该轴承包括用于每个开口 1030 的外表面槽 1029。如端视图所示,外表面槽 1029 提供用于润滑剂流到开口 1030 然后流到螺旋路径 1022 的路径。如所示,取决于压力,润滑剂会发生从螺旋路径 1022 到开口 1030 并且到外表面槽 1029 的逆向流动。在这种状况下,与没有这种槽 (或如图 9 的通道) 的开口相比,外表面槽 1029 提供更大的流出面积。图 10 的轴承 1020 目标是提供适当的阻尼和轴支撑。

[0063] 图 11 示出示例性的两件式组件 1120、示例性单体轴承 1220 和具有用于定位销 1400 的插孔 1399 的示例性单体轴承 1320。两件式组件 1120 包括轴颈和隔圈件 1194 以及轴颈轴承件 1198。轴颈和隔圈件包括各种开口,例如开口 1193、开口 1195 和端切口 1197。单体轴承 1220 在附图标记 1293 以及附图标记 1297 处包括内径中的台阶,允许润滑剂流出各自轴颈区域,例如,经开口 1295 从轴承 1220 排出 (注意轴承 1220 可包括额外的开口)。单体轴承 1320 包括构造成用于接收定位销 1400 的插孔 1399,该定位销 1400 可经壳体 1410 中的开口而被接收。这种布置可允许轴承 1320 在壳体 1410 的孔中进行一些径向移动,同时限制轴承 1320 在壳体 1410 的孔中的轴向运动。图 11 中所示的用于组件 1120、单体轴承 1220 和单体轴承 1320 的特征为示意性目的,因为两件式组件和单体轴承可包括更少、更多或其它特征。

[0064] 尽管已在附图中示出并在前述具体实施方式中说明了一些示例性方法、设备、系统、布置等,但应理解所公开的示例性实施例不是限制性的,而是能在不背离所附权利要求阐释和限定的精神的情况下进行各种重新安排、修改和替换。

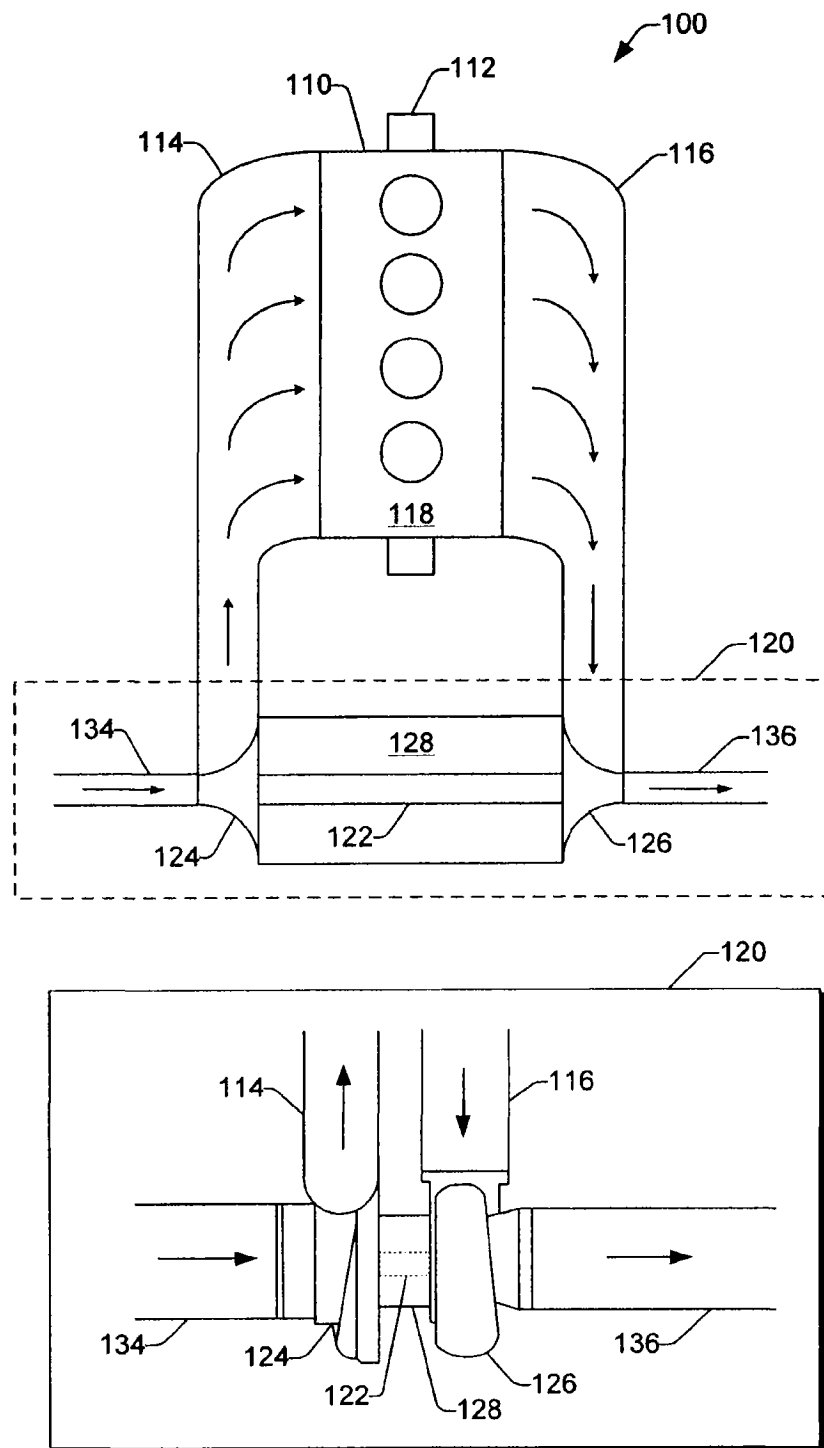


图 1

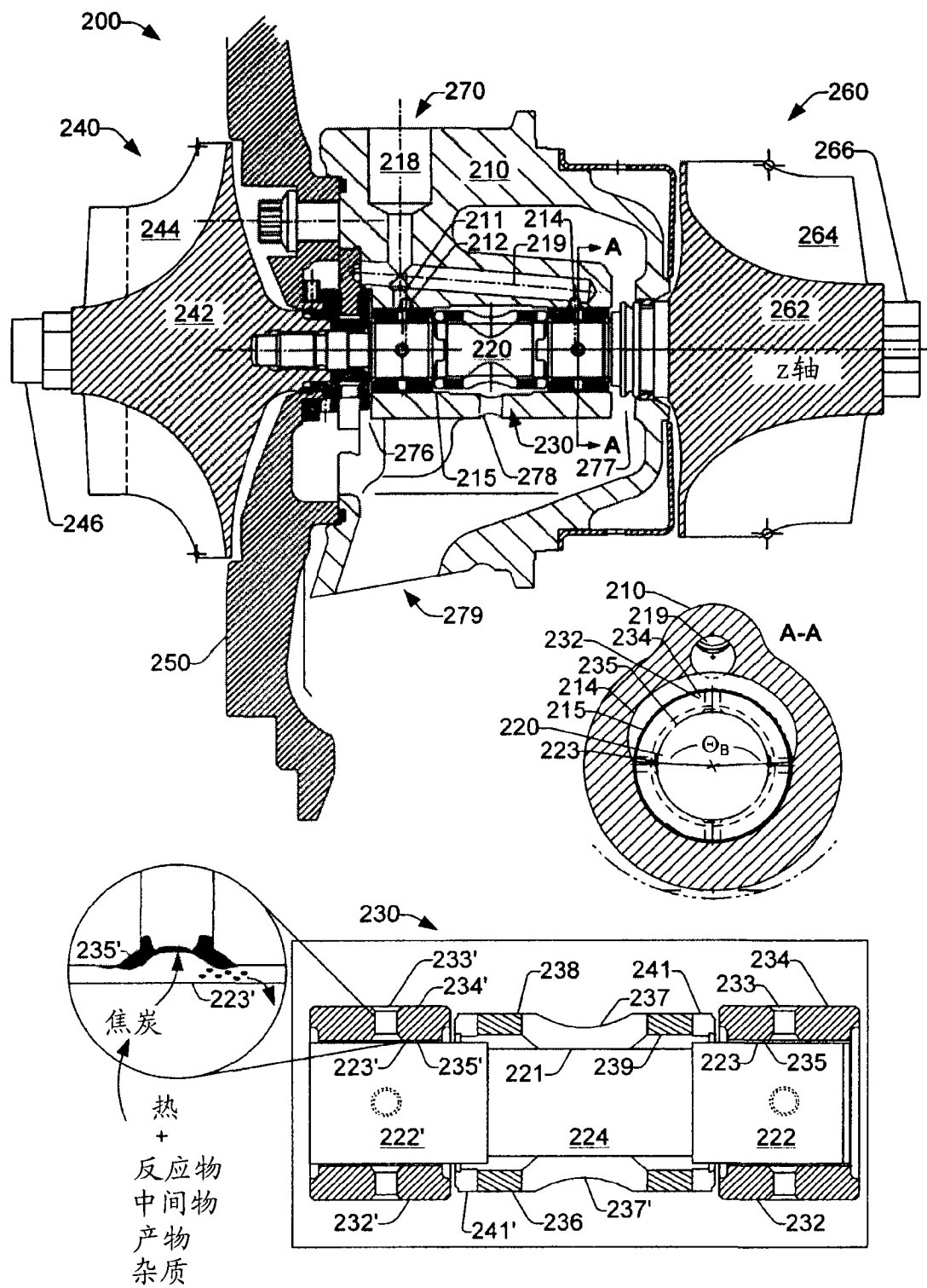


图 2(现有技术)

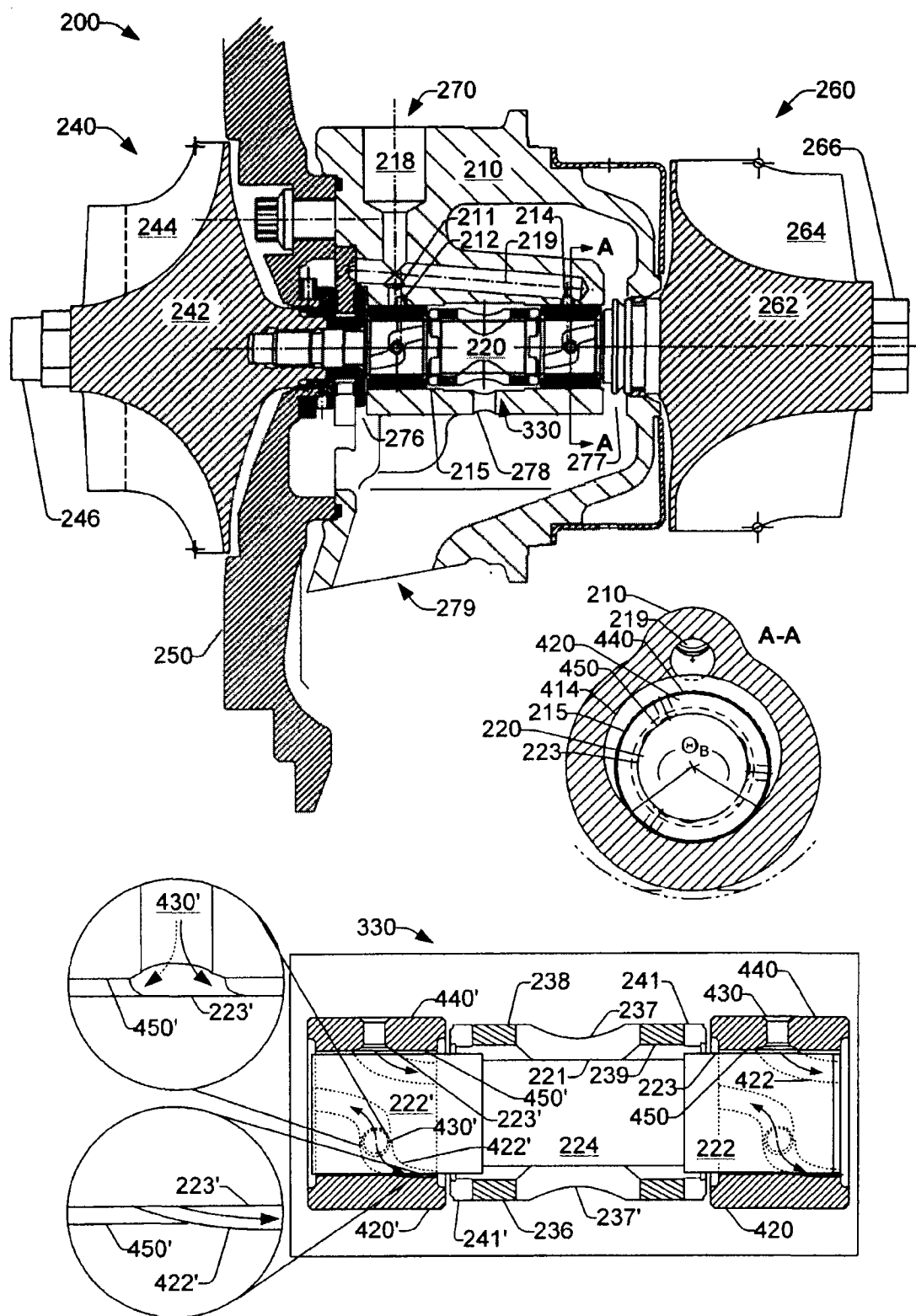


图 3

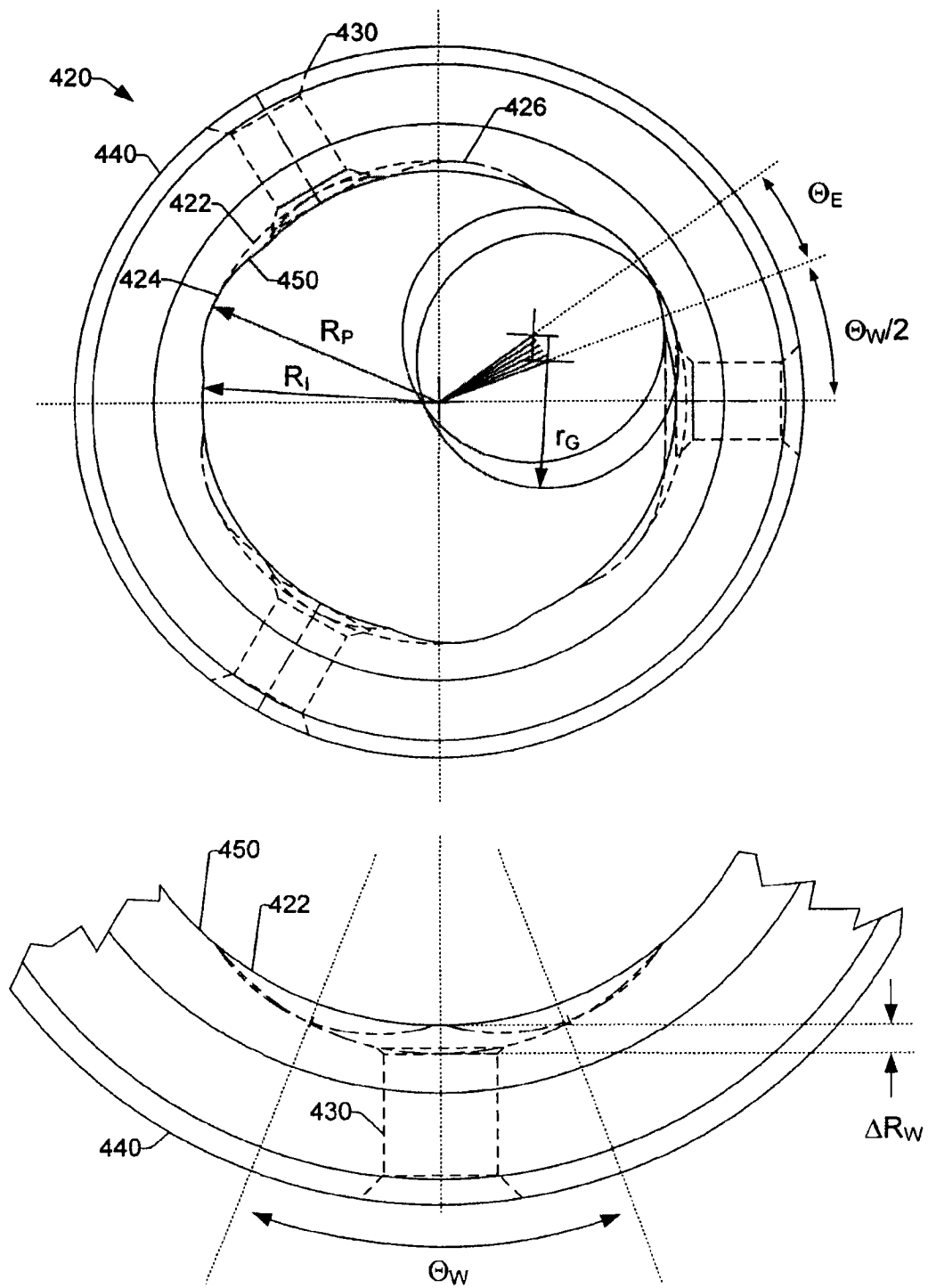


图 5

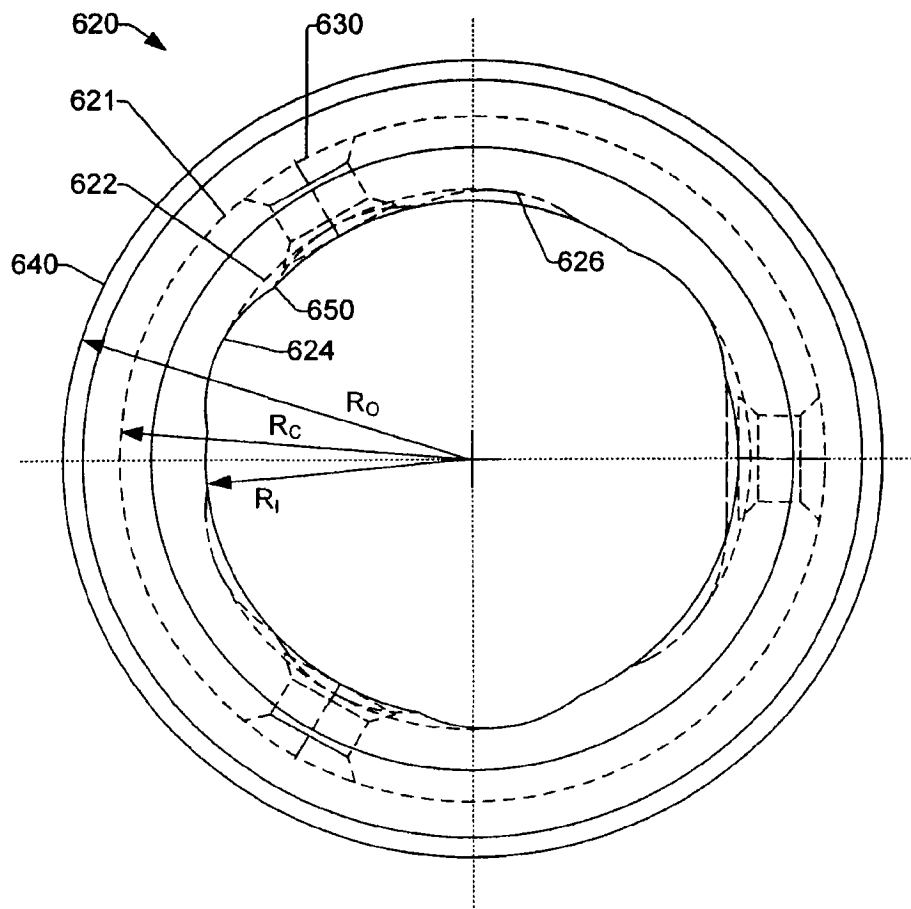


图 6

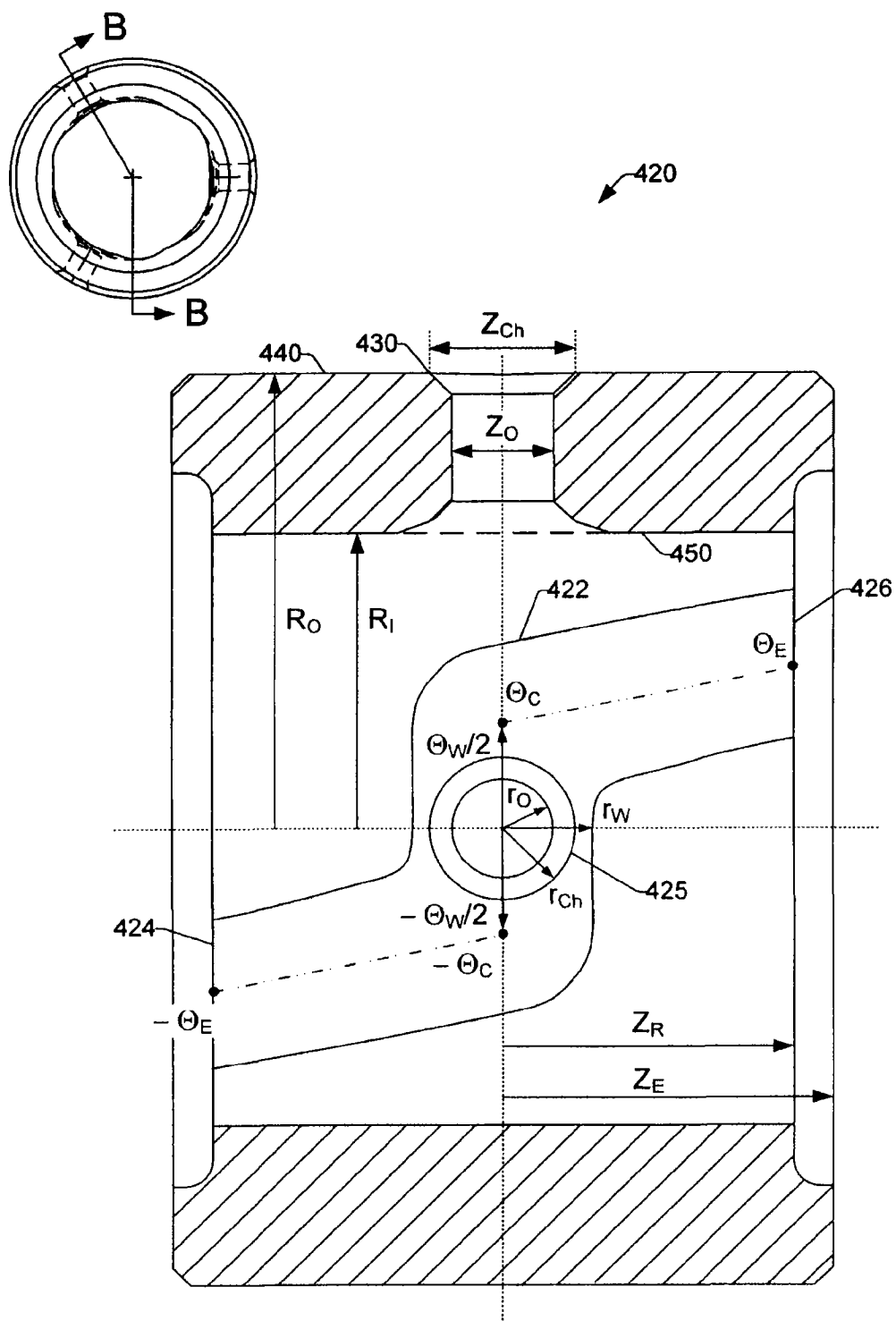


图 7

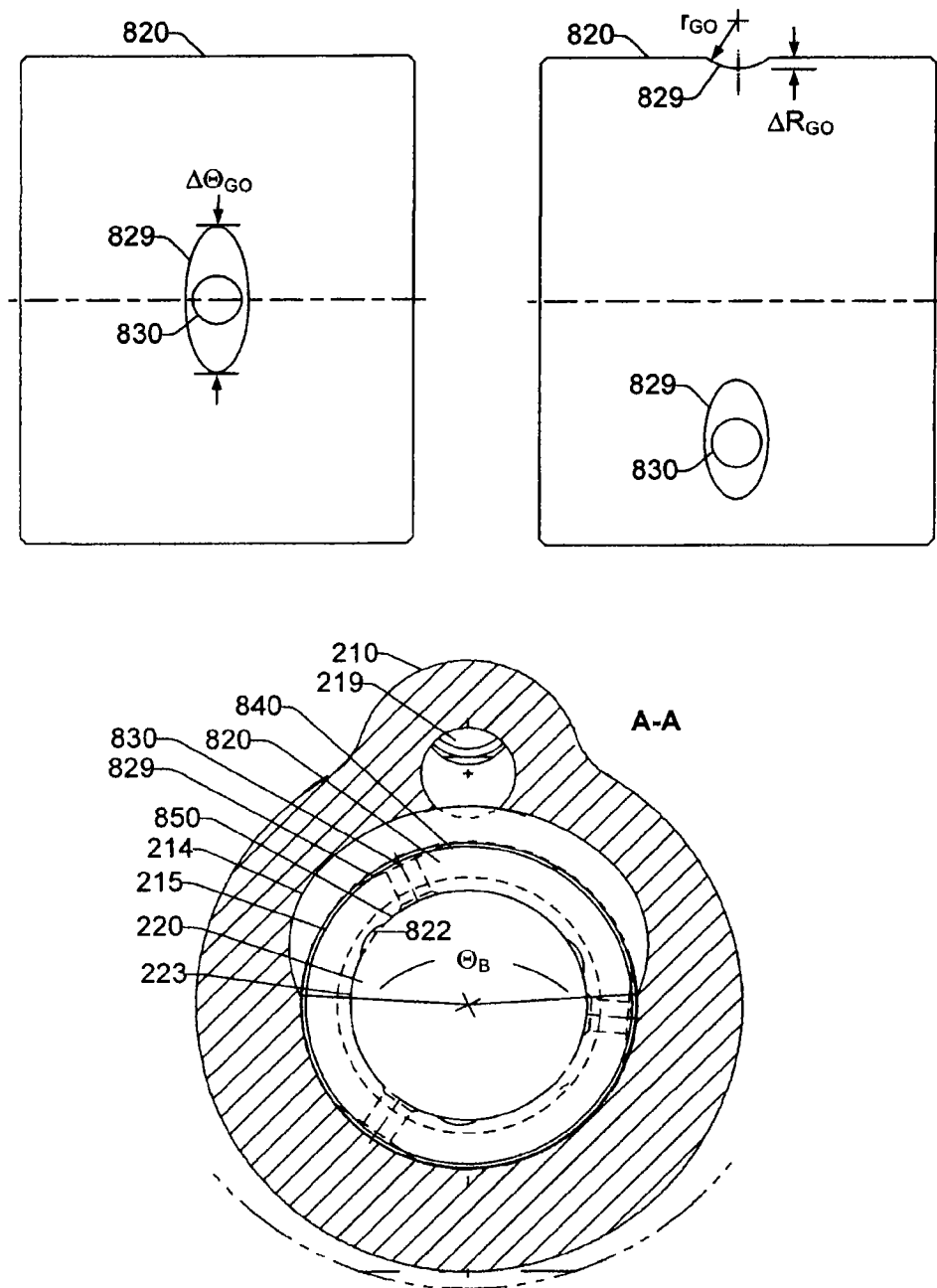


图 8

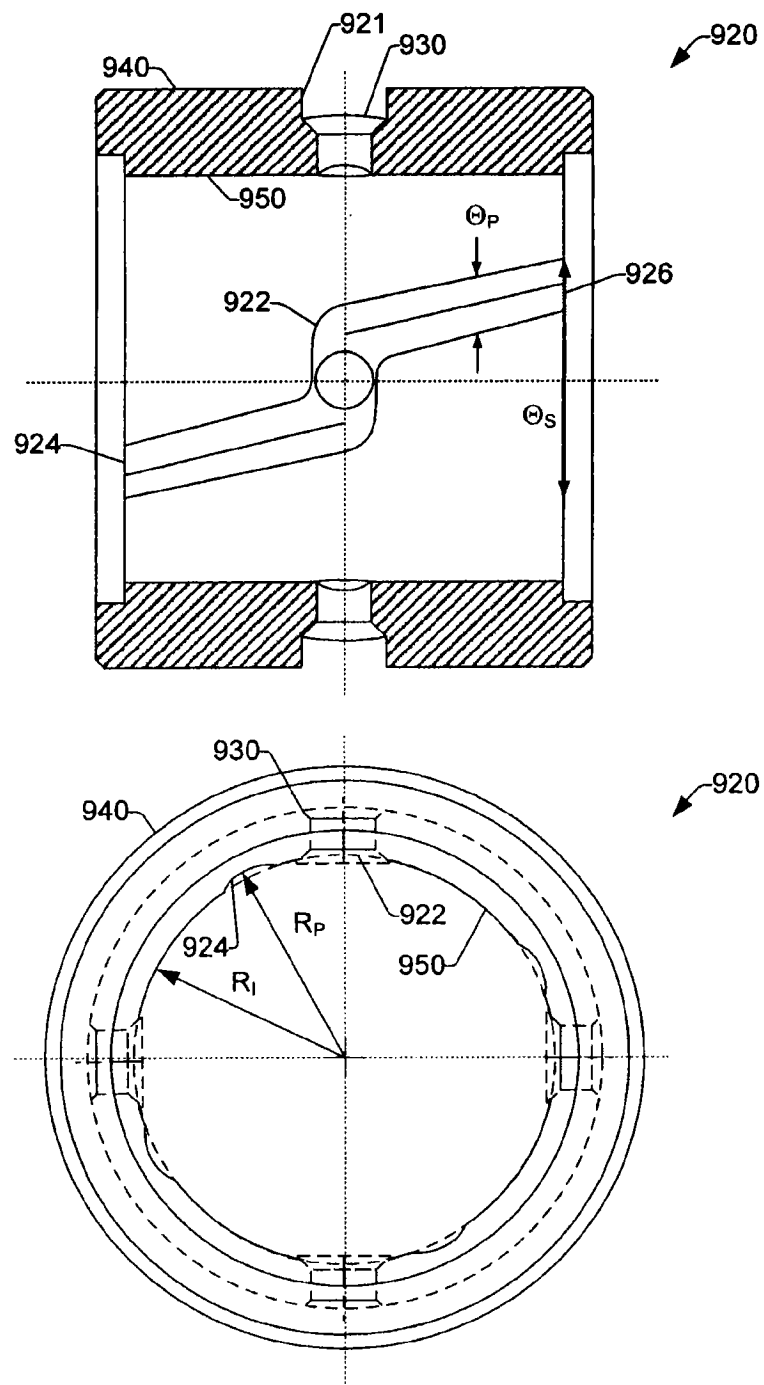


图 9

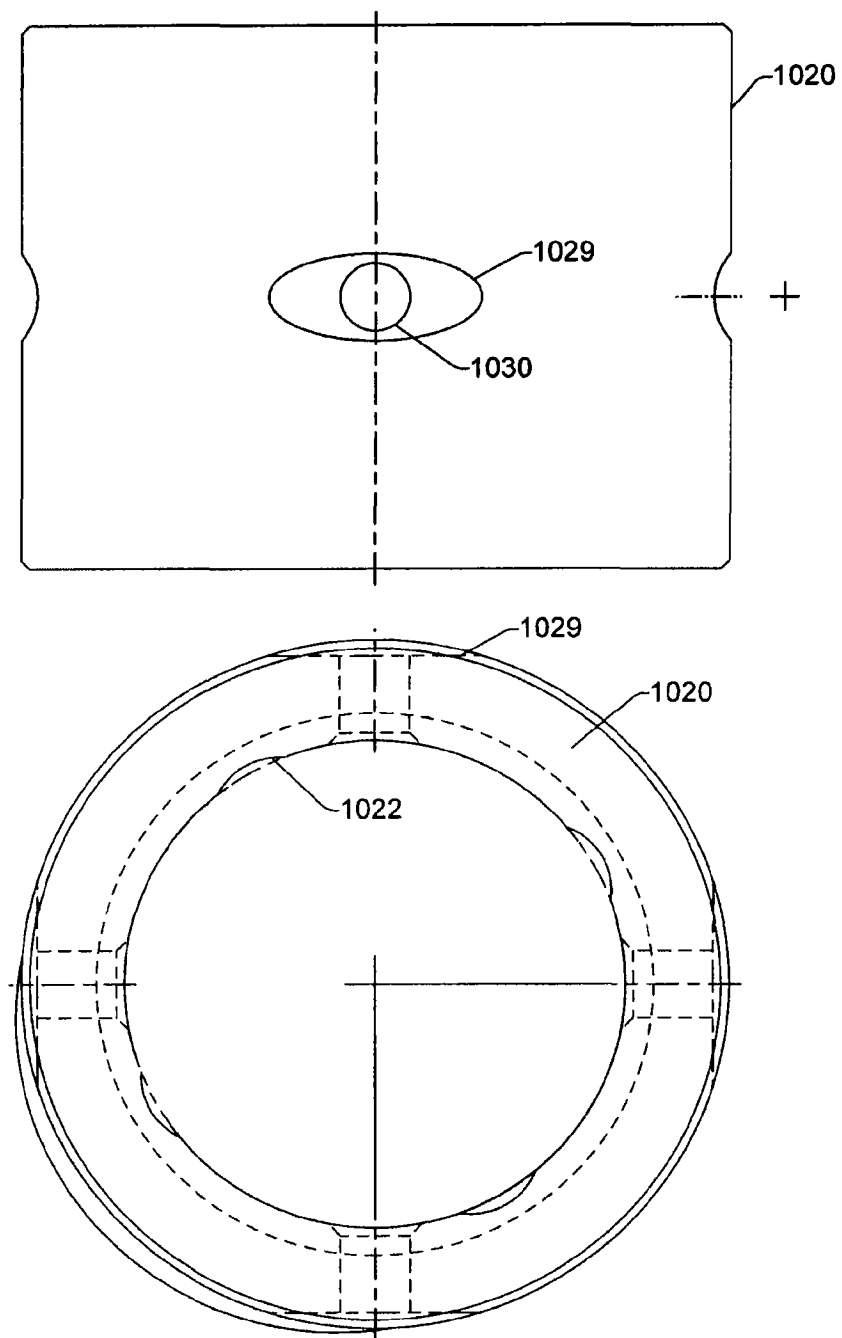


图 10

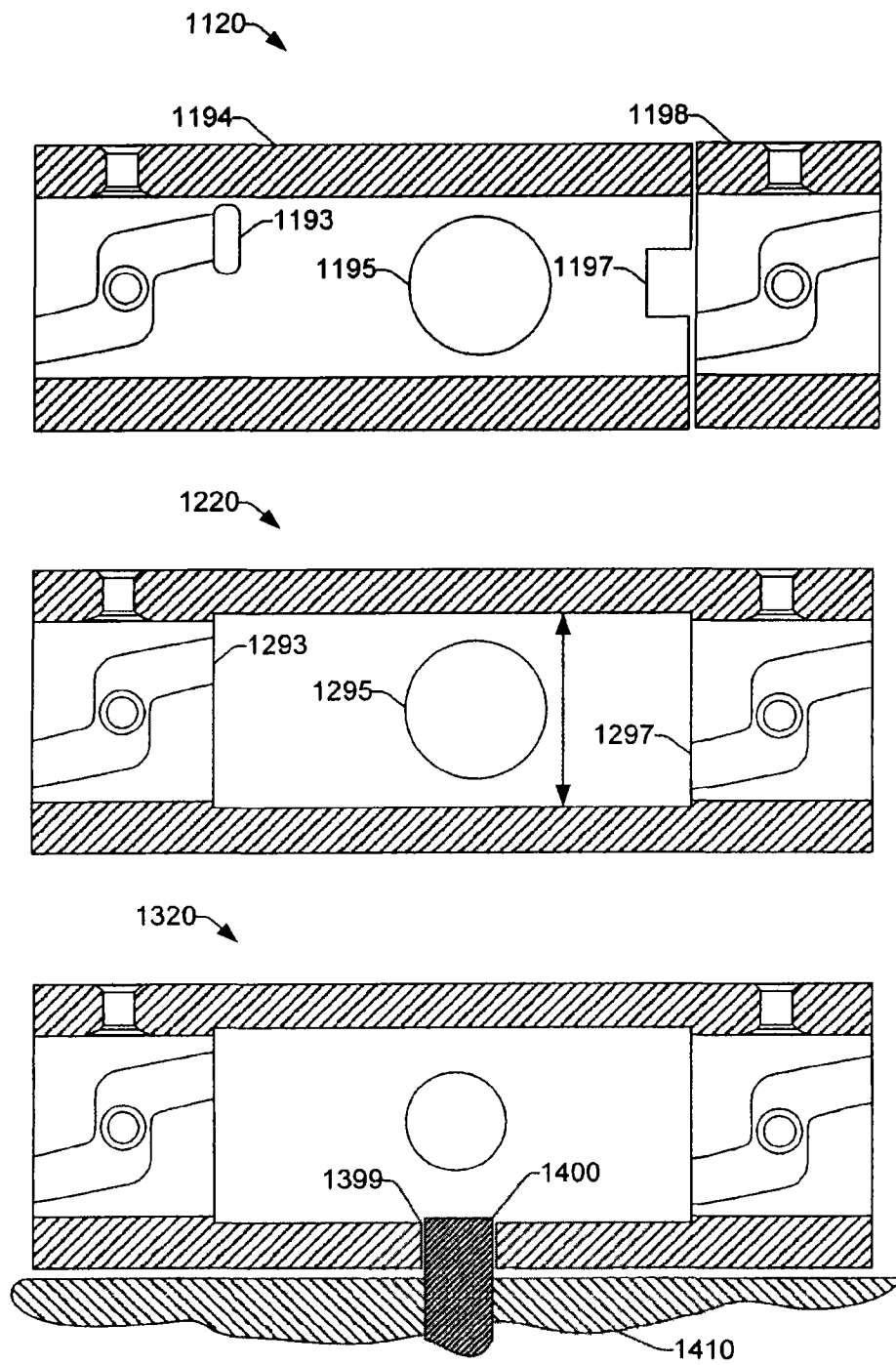


图 11