

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102454437 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 16

(21) 申请号 201110337625. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 10. 21

F01D 25/28(2006. 01)

F02C 7/20(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/909505 2010. 10. 21 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 K·K·施莱夫 G·Q·布朗

P·M·卡鲁索 F·J·卡萨诺瓦

S·W·蔡 J·S·卡明斯

M·R·费尔斯卢 A·C·哈特

R·D·琼斯 J·Y·朴 F·索兰纳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 李强 谭祐祥

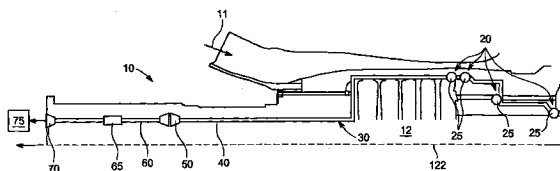
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 19 页

(54) 发明名称

用于涡轮发动机的通讯系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于涡轮发动机的通讯系统。提供了一种通讯系统,其包括:传感器,其测量在距中心线某一径向距离处限定在涡轮的转子上的测量关注点处的状况,该转子能够绕着中心线旋转;配线,其在距中心线某一径向距离处设置在转子上,该配线包括联接到传感器上的第一配线区段,第二配线区段以及第一连接件,第一配线区段和第二配线区段可通过该第一连接件而连接;第二连接件,第二配线区段通过该第二连接件将反应检测到的状况的信号传输到不旋转的记录元件;以及温度补偿模块,其设置在第二配线区段上以调节该信号。



1. 一种通讯系统 (30), 包括 :

传感器 (25), 用来测量在距中心线 (122) 某一径向距离处限定在涡轮的转子 (12) 上的测量关注点 (20) 处的状况, 所述转子 (12) 能够绕着所述中心线 (122) 旋转 ;

配线, 在距所述中心线 (122) 某一径向距离处设置在所述转子 (12) 上, 所述配线包括联接到所述传感器 (25) 上的第一配线区段 (40), 第二配线区段 (60) 以及第一连接件 (50), 所述第一配线区段和第二配线区段 (40, 60) 能够通过所述第一连接件 (50) 而连接 ;

第二连接件 (70), 所述第二配线区段 (60) 通过所述第二连接件 (70) 将反应检测到的状况的信号传输到不旋转的记录元件 (75) ; 以及

温度补偿模块 (65), 设置在所述第二配线区段 (60) 上以调节信号。

2. 根据权利要求 1 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 所述传感器 (25) 包括 :

具有基本圆柱形形状和相对的第一端和第二端 (27, 28) 的本体 (26) ; 和

联接到所述相对的第一端和第二端中的一个上的感测端 (29), 所述相对的第一端和第二端中的另一个联接到所述第一配线区段上,

所述感测端 (29) 包括构造成产生反应检测到的对其施加的静态压力和 / 或动态压力的信号的感测装置 (299), 以及

所述相对的第一端和第二端 (27, 28) 中的至少一个形成为限定了用于吸收重力负荷的肩部部分 (277, 288)。

3. 根据权利要求 1 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 所述第一配线区段 (40) 包括高温配线。

4. 根据权利要求 1 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 对所述第一配线区段 (40) 提供了应变消除。

5. 根据权利要求 4 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 还包括配线组件 (99), 以将所述第一配线区段 (40) 固定到支承所述传感器的探测器保持器 (90), 在所述配线组件 (99) 的前面和后面有松弛部。

6. 根据权利要求 1 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 所述第一连接件 (50) 包括金销密封连接器。

7. 根据权利要求 1 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 所述不旋转的记录系统 (75) 联接到滑环、遥测系统或其它合适的传输装置。

8. 根据权利要求 1 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 所述测量关注点 (20) 位于以下中的一个或多个处 : 绕着所述中心线沿周缘限定在前轴本体 (80) 中的抽气腔体, 限定成延伸通过中间轴本体 (100) 的冷却空气孔 (14) 的出口, 在所述中间轴 (100) 的前凸缘 (16) 附近的区域和在后轴塞 (17) 附近的区域。

9. 根据权利要求 8 所述的通讯系统 (30), 其特征在于, 对于位于所述抽气腔体处的测量关注点 (20), 所述第一配线区段 (40) 沿着轴向方向穿过所述前轴本体 (120) 且朝所述抽气腔体沿径向向外穿引。

10. 一种通讯系统 (30), 包括 :

多个传感器 (25), 用来在前轴本体 (120) 的抽气腔体处、在通过中间轴 (15) 而限定的冷却空气孔 (14) 的出口处、在所述中间轴 (15) 的前凸缘 (16) 附近的区域处以及在后轴塞 (17) 附近的区域处测量在距中心线 (122) 某一径向距离处限定在涡轮 (10) 的转子 (12) 上

的测量关注点 (20) 处的状况,所述转子 (12) 能够绕着所述中心线 (122) 旋转;

配线,在距所述中心线 (122) 某一径向距离处设置在所述转子 (12) 上,所述配线包括联接到所述多个传感器 (25) 中的各个上的第一配线区段 (40),第二配线区段 (60) 以及第一连接件 (50),所述第一配线区段和第二配线区段 (40,60) 能够通过所述第一连接件 (50) 连接;

第二连接件 (70),所述第二配线区段 (60) 通过所述第二连接件 (70) 将反应检测到的状况的信号传输到不旋转的记录系统 (75);以及

温度补偿模块 (65),设置在所述第二配线区段 (60) 上以调节所述信号。

## 用于涡轮发动机的通讯系统

### [0001] 与相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及与本申请同时提交的且标题为“用于涡轮发动机的传感器封装 (Sensor Packaging For Turbine Engine)”、“具有G-负荷吸收肩部的传感器 (Sensor With G-Load Absorbing Shoulder)”和“用于涡轮发动机传感器的探测器保持器 (Probe Holder For Turbine Engine Sensor)”的共同未决的美国专利申请,并且与这些申请交叉引用,这些申请中的各个的全部内容通过引用而结合在本文中。

### 技术领域

[0003] 本文中公开的主题涉及涡轮发动机传感器,并且更具体而言,涉及在距转子中心线某一径向距离处设置在转子上的涡轮发动机传感器。

### 背景技术

[0004] 在涡轮发动机中,高温流体被引导通过涡轮区段,它们在涡轮区段中与绕着转子可旋转的涡轮轮叶相互作用而产生机械能。涡轮区段内的以及转子的周围的或转子上的环境因此特征在于较高的重力负荷(g-负荷)、高温和高压。通常有利的是获得那些温度和压力的测量结果,以便确定涡轮是否在正常参数内运行。

[0005] 测量压力的尝试一般集中在转子上的压力测量上,但是需要压力传感器被封装在g-负荷减小处的转子中心线处或该转子中心线的附近。典型地,波导管(管道)从压力传感器通到有测量关注性的测量点。但是,使刚性却可弯曲的管道的路线通过转子中的一系列的槽口和孔可为困难的,并且通常可导致泄露或断裂的连接。而且,波导管的使用使压力测量仅限于静态测量,因为由于传感器和测量点之间的较大体积的空气的原因,不能使用波导管来测量动态压力。这个较大的体积的空气会有效地阻尼压力波。

### 发明内容

[0006] 根据本发明的一方面,提供了一种通讯系统,其包括:传感器,其用来测量在距中心线某一径向距离处限定在涡轮的转子上的测量关注点处的状况,转子可绕着该中心线旋转;配线,其在距该中心线某一径向距离处设置在转子上,配线包括联接到传感器上的第一配线区段,第二配线区段,以及第一配线区段和第二配线区段可通过其而连接的第一连接件;第二连接件,第二配线区段通过该第二连接件将反应检测到的状况的信号传输到不旋转的记录元件;以及温度补偿模块,其设置在第二配线区段上以调节该信号。

[0007] 根据本发明的另一方面,提供了一种通讯系统,其包括:多个传感器,其用来在前轴本体的抽气腔体处、在通过中间轴而限定的冷却空气孔的出口处、在中间轴的前凸缘附近的区域处以及在后轴塞附近的区域处测量在距中心线某一径向距离处限定在涡轮的转子上的测量关注点处的状况,转子可绕着该中心线旋转;配线,其在距该中心线某一径向距离处设置在转子上,配线包括联接到该多个传感器中的各个上的第一配线区段,第二配线区段以及第一配线区段和第二配线区段可通过其而连接的第一连接件;第二连接件,第二

配线区段通过该第二连接件将反应检测到的状况的信号传输到不旋转的记录系统；以及温度补偿模块，其设置在第二配线区段上以调节该信号。

[0008] 根据结合附图得到的以下描述，这些和其它优点和特征将变得更加显而易见。

#### 附图说明

[0009] 在说明书的结论处的权利要求中特别指出和清楚地要求保护被看作本发明的主题。根据结合附图得到的以下详细描述，本发明的前述和其它特征和优点是显而易见的，其中：

[0010] 图 1 是涡轮发动机的侧视图；

[0011] 图 2 是图 1 的涡轮发动机的测量关注点的示意图；

[0012] 图 3 是压力传感器和配线的示意图；

[0013] 图 4 是压力传感器的透视图；

[0014] 图 5 是图 1 的涡轮发动机的前轴本体的轴向视图；

[0015] 图 6 是图 5 的前轴本体的前轴腔体的放大视图；

[0016] 图 7 是探测器保持器的透视图；

[0017] 图 8 是图 7 的探测器保持器的分解透视图；

[0018] 图 9 是图 7 的探测器保持器和配线组件的平面图；

[0019] 图 10 是图 7 的探测器保持器的内部的平面图；

[0020] 图 11 是图 1 的涡轮发动机的中间轴的透视图；

[0021] 图 12 是图 11 的中间轴的冷却空气孔的出口的放大视图；

[0022] 图 13 是探测器保持器的透视图；

[0023] 图 14 是图 13 的探测器保持器的分解透视图；

[0024] 图 15 是图 13 的探测器保持器的内部的平面图；

[0025] 图 16 是中间轴的周围的配线的侧视图；

[0026] 图 17 是图 11 的中间轴的前凸缘的侧视示意图；

[0027] 图 18 和 19 是用于安装在图 17 的前凸缘内的探测器保持器的分解视图；

[0028] 图 20 是图 18 和 19 的探测器保持器的内部的侧视图；

[0029] 图 21 是安装在图 17 的前凸缘内的图 18 和 19 的探测器保持器的透视图；

[0030] 图 22 是图 1 的涡轮发动机的后轴塞的透视图；

[0031] 图 23 是用于安装在图 22 的后轴塞内的探测器保持器的分解视图；

[0032] 图 24 是图 23 的探测器保持器的内部的侧视图；以及

[0033] 图 25 是后轴塞的周围的配线的轴向视图。

[0034] 详细描述以参照附图的实例的方式阐述了本发明的实施例以及优点和特征。

[0035] 部件列表：

[0036] 10 涡轮发动机

[0037] 11 涡轮区段

[0038] 12 转子

[0039] 13 前轴

[0040] 14 冷却空气孔

- [0041] 15 中间轴
- [0042] 16 前凸缘
- [0043] 17 后轴塞
- [0044] 122 中心线
- [0045] 20 测量关注点
- [0046] 25 传感器
- [0047] 26 本体
- [0048] 266 平坦部
- [0049] 267 螺纹
- [0050] 27、28 相对的端部
- [0051] 277、288 肩部部分
- [0052] 29 感测端
- [0053] 299 感测装置
- [0054] 30 通讯系统
- [0055] 40 第一配线区段
- [0056] 41 前区段
- [0057] 42 第一配线区段的一部分
- [0058] 421 泡拼接件
- [0059] 50 第一连接件
- [0060] 60 第二配线区段
- [0061] 65 温度补偿模块
- [0062] 70 第二连接件
- [0063] 75 不旋转的固定式记录系统
- [0064] 80 前轴本体
- [0065] 81 前轴腔体
- [0066] 82 主腔体区域
- [0067] 83 沟槽
- [0068] 84 导线孔
- [0069] 85 颈部部分
- [0070] 86 肩部抵靠部分
- [0071] 90 探测器保持器
- [0072] 91 探测器保持器本体
- [0073] 92 帽
- [0074] 93 颈部
- [0075] 94 翼
- [0076] 95 传感器腔体
- [0077] 955 传感器腔体肩部
- [0078] 96 表面
- [0079] 97 探测器保持器沟槽

- [0080] 98 区段
- [0081] 99 配线组件
- [0082] 100 中间轴本体
- [0083] 101 中间轴腔体
- [0084] 102 中间轴腔体区域
- [0085] 103 第一互补性锁定特征
- [0086] 104 中间轴肩部抵靠部分
- [0087] 110 探测器保持器
- [0088] 111 探测器保持器本体
- [0089] 112 帽
- [0090] 113 第二互补性锁定特征
- [0091] 114 侧壁
- [0092] 115 面
- [0093] 117 弹性元件
- [0094] 118 传感器腔体肩部
- [0095] 119 中间轴探测器保持器沟槽
- [0096] 1191 表面
- [0097] 120 前凸缘本体
- [0098] 121 前凸缘腔体
- [0099] 123 前凸缘腔体区域
- [0100] 124 径向沟槽
- [0101] 125 凸缘肩部抵靠部分
- [0102] 130 探测器保持器
- [0103] 131 探测器保持器本体
- [0104] 132 探测器保持器塞
- [0105] 133 螺栓
- [0106] 134 桥接环
- [0107] 135 防旋转特征
- [0108] 136 传感器腔体
- [0109] 137 弹性元件
- [0110] 138 传感器腔体肩部
- [0111] 140 探测器保持器
- [0112] 141 后盖板
- [0113] 142 前盖板
- [0114] 143 塞
- [0115] 147 轴向螺栓
- [0116] 144 后轴塞腔体
- [0117] 145 弹性元件
- [0118] 146 后盖板肩部部分

[0119] 148 配线孔

### 具体实施方式

[0120] 根据本发明的各方面,提供了能够测量涡轮的转子的关注点处的静态压力和 / 或动态压力内容的传感器。关注点 (或测量位置) 是恶劣的环境,并且传感器暴露于高的 g- 负荷和极端温度。传感器和相关联的电导线各自战略性地定向和固定在探测器保持器中,探测器保持器确保传感器可承受旋转的转子的极端离心负荷。各个关注点需要独特的探测器保持器设计和导线铺设策略。探测器保持器与主转子构件的接口设计成传递重力负荷以及解决应力集中。

[0121] 各个探测器保持器在期望获取数据的点处将传感器封装在转子上,使得传感器的特定的高强度表面接触探测器保持器的承载表面。此布置容许传感器在极高的 g- 负荷处旋转。传感器另外可由弹性元件 (例如弹簧) 保持就位。弹簧在转子加速旋转期间使传感器保持就位,直到传感器由离心负荷保持就位为止。探测器保持器还固定导线 (一个或多个),以提供应变消除以及防止短路或分离。

[0122] 根据各方面,获得转子上的静态压力和 / 或动态压力读数的能力允许设计工程师评估转子中的和转子周围的空气流。具体而言,旋转的传感器允许工程师验证通过转子内的线路的重要的冷却空气流。这种数据使得工程师能够更好地评估他们的设计,并且确保有足够的冷却空气到达涡轮区段中的空气冷却的硬件。旋转压力数据可潜在地延长燃气涡轮的寿命。旋转的传感器还允许工程师测量转子内的声学现象。某些声学现象发生在转子内的深处,并且不能由位于定子上的传感器测量到。

[0123] 参照图 1 和 2,提供了涡轮发动机 10,例如燃气涡轮或蒸汽涡轮发动机。涡轮发动机 10 包括:涡轮区段 11,在涡轮区段 11 中,从高能流体流中获得机械能;以及转子 12,其绕着中心线 122 可旋转。涡轮发动机 10 进一步包括传感器 25,以测量例如在距中心线 122 某一径向距离处限定在转子 12 上的测量关注点 20 处的静态压力和 / 或动态压力。涡轮发动机 10 进一步包括通讯系统 30 和用于各个传感器 25 的探测器保持器 90、110、130 和 140 (分别参见图 7、13、20 和 24)。通讯系统 30 可为有线系统或无线系统,并且容许静态压力和 / 或动态压力传感器信号通过例如用来传输旋转信号的滑环、遥测系统或任何其它合适的传输装置而从传感器 25 传输到不旋转的记录系统 75。探测器保持器 90、110、130 和 140 在测量关注点 20 中的各个的附近将传感器 25 和通讯系统 30 的一部分固定在转子 12 上。

[0124] 根据实施例,测量关注点 20 可相对于涡轮发动机 10 的各种构件位于各种位置处。这些包括由前轴 13 的本体的外部径向部分沿周缘在中心线 122 的周围形成的抽气腔体和限定成沿轴向延伸通过中间轴 15 的冷却空气孔 14 的出口处。位置还可包括在中间轴 15 的前凸缘 16 的附近的区域和在后轴塞 17 的附近的区域处。对于抽气腔体处的测量关注点 20,传感器 25 的纵向轴线基本平行于转子 12 的径向尺寸,对于冷却空气孔 14 出口处的测量关注点 20,传感器 25 的纵向轴线基本平行于转子 12 的周向尺寸,而对于前凸缘 16 和后轴塞 17 附近的相应的测量关注点 20,传感器 25 的纵向轴线基本平行于转子 12 的轴向尺寸。在各个情况下,在转子 12 绕着中心线 122 旋转时,传感器 25 暴露于静态压力和 / 或动态压力两者。

[0125] 参照图 3 和 4,各个传感器 25 包括具有基本圆柱形形状且具有相对的第一端 27 和

第二端 28 的本体 26。感测端 29 联接到相对的第一端和第二端 27 或 28 中的一个上且从该一个的相应的面沿纵向突起,而(相对的第一端 27 和第二端 28 中的)另一个联接到通讯系统 30 的第一配线区段 40 上。相对的第一端 27 和第二端 28 形成为分别限定肩部部分 277 和 288,以吸收重力负荷。肩部部分 277 和 288 限定在相对的第一端 27 和第二端 28 的相应的面处,远离感测端 29 和与第一配线区段 40 的联接部。本体 26 还可形成为限定用于校准的平坦部 266,例如扳手平坦部,并且感测端 29 可形成有螺纹 267。

[0126] 感测端 29 可包括感测装置 299,其构造成产生反映检测到的对其施加的静态压力和 / 或动态压力的电信号。当静态压力施加到感测装置 299 上时,感测装置 299 就产生具有反映静态压力的幅度的直流 (DC) 电信号。当动态压力施加到感测装置 299 上时,感测装置 299 就叠加在 DC 电信号上而产生具有反映动态压力的幅度的交流 (AC) 电信号。感测装置 299 可包括压阻元件或相似类型的装置。

[0127] 根据本发明的各方面,提供了用于通讯的系统,并且其包括用以测量在距中心线 122(转子 12 绕着其可旋转)某一径向距离处限定在转子 12 上的测量关注点处的静态压力和 / 或动态压力的传感器 25,以及通讯系统 30。为了清楚和简洁的目的,将关于用于一个测量关注点 20 处的一个传感器 25 来描述该系统。通讯系统 30 可通过配线装置或通过无线装置来运行。当通讯系统 30 为有线的时,其在距中心线 122 某一径向距离处设置在转子 12 上,并且包括在前区段 41 处联接到传感器 25 上的第一配线区段 40,例如导线。通讯系统 30 进一步包括第二配线区段 60 和第一连接件 50,第一配线区段 40 和第二配线区段 60 可通过第一连接件 50 来连接。

[0128] 第一配线区段 40 可由例如两根不锈钢高温线或类似地结实的配线形成。第一配线区段 40 形成为经受和承受存在于涡轮发动机 10 内的重力负荷、高温和高压。第一连接件 50 可包括密封连接器或类似的装置,使得涡轮发动机 10 内的高温 and 高压可密封在其中。

[0129] 该系统可进一步包括沿着第二配线区段 60 而设置的温度补偿模块 65 和第二连接件 70。温度补偿模块 65 调节感测装置 299 产生的电信号,并且通常将沿着第一配线区段 40 而布置在第一连接件 50 的另一侧。然而,因为测量关注点 20 位于温度和压力特别高的区域处,所以将温度补偿模块移动到第二配线区段 60 提供了比将以别的方式从暴露于涡轮状况的温度补偿模块可获得的(温度补偿操作)更精确的温度补偿操作。第二连接件 70 容许与转子 12 一起绕着中心线 122 旋转的第二配线区段 60 通过滑环、遥测系统或任何其它合适的传输装置将与感测装置 299 和温度补偿模块 65 产生的电信号一致的信号传输到不旋转的固定式记录系统 75 或元件。

[0130] 参照图 5-10,测量关注点 20 中的一个位于由前轴 13 的前轴本体 80 的外部径向部分沿周缘在中心线 122 的周围形成的抽气腔体处。抽气腔体在前轴本体 80 中形成为从其面向后部的表面凹入的环形凹陷。如图 5 和 6 中显示,前轴腔体 81 在前轴本体 80 中形成于抽气腔体附近的位置处,并且可作为在抽气腔体的周围间隔开的多个前轴腔体 81 来提供。各个前轴腔体 81 具有限定在前轴本体 80 内的主腔体区域 82、沟槽 83 和导线孔 84。主腔体区域 82 包括通入抽气腔体中的颈部部分 85 以及较平坦的且较宽地从颈部部分 85 延伸的肩部抵靠部分 86。导线孔 84 容许第一配线区段 40 沿轴向方向穿过 (thread through) 前轴本体 80 而从前侧穿到面向后部的表面,而沟槽 83 容许第一配线区段 40 沿径向向外朝向主腔体区域 82 而引导。

[0131] 如图 7-10 中显示,探测器保持器 90 可插入前轴腔体 81 中,并且成形为基本类似于主腔体区域 82 的形状,但是这仅是示例性而非必需的,只要探测器保持器 90 以别的方式可固定在其中且能够承受和吸收与转子 12 旋转相关联的高重力负荷、高温和高压即可。探测器保持器 90 包括探测器保持器本体 91 和帽 92。探测器保持器本体 91 装配在主腔体区域 81 内,并且具有装配在颈部部分 85 内的颈部 93 和装配在肩部抵靠部分 86 内的翼 94。翼 94 与肩部抵靠部分 86 的抵靠会吸收重力负荷。

[0132] 当探测器保持器 90 插入前轴腔体 81 中时,颈部 93 径向最外部面基本与抽气腔体的内径对齐。探测器保持器本体 91 进一步形成为在其中限定传感器腔体 95,并且例如两个传感器 25 可插入传感器腔体 95 中,使得各个传感器 25 的纵向轴线与转子 12 的径向尺寸对齐,并且使得感测装置 299 与颈部 93 的径向最外部面和抽气腔体的内径对齐。帽 92 可附连到探测器保持器本体 91 上,以将传感器 25 固定在此位置上,至少直到转子 12 旋转开始为止。传感器腔体 95 进一步限定为具有肩部部分 277 所抵靠的传感器腔体肩部 955。当转子 12 旋转开始时,传感器腔体肩部 955 与肩部部分 277 的抵靠会吸收重力负荷。

[0133] 探测器保持器本体 91 进一步形成为限定表面 96 和探测器保持器沟槽 97。第一配线区段 40 的部分 42 可固定到表面 96 上且可穿过探测器保持器沟槽 97,以与传感器 25 连接,使得为部分 42 提供应变消除。通过在限定在配线组件 99 的前面和后面的区段 98 处对部分 42 提供松弛部来实现应变消除。配线组件 99 可包括薄箔箍或者将部分 42 固定到表面 96 上而不容许配线和探测器保持器 90 有相对运动的类似材料。在运行期间,区段 98 处的松弛部允许对配线施加应变,而不会有断开或类似故障的风险。

[0134] 参照图 11-16,另一个测量关注点 20 位于通过中间轴本体 100 而沿轴向延伸到其面向后部的表面的冷却空气孔 14 中的至少一些的出口处,其中,多个冷却空气孔 14 出口排列在转子中心线 122 的周围。如图 12 中显示,第一中间轴腔体 101 在中间轴本体 100 中形成于冷却空气孔 14 出口附近的位置处,并且可作为绕着转子中心线 122 间隔开的多个第一中间轴腔体 101 来提供。各个中间轴腔体 101 具有中间轴腔体区域 102 和第一互补性锁定特征 103。中间轴腔体区域 102 基本为管状的,可在相邻的冷却空气孔 14 出口之间延伸,并且包括较平坦的且沿着轴腔体区域 102 的长度较宽地延伸的中间轴肩部抵靠部分 104。

[0135] 如图 13-15 中显示,探测器保持器 110 可插入中间轴腔体区域 102 中,并且成形为基本类似于中间轴腔体区域 102 的形状,但是这仅是示例性而非必需的,只要探测器保持器 110 以别的方式可固定在其中且能够承受与转子 12 旋转相关联的高重力负荷、高温和高压即可。探测器保持器 110 包括探测器保持器本体 111 和帽 112。探测器保持器本体 111 装配在中间轴腔体区域 101 内,并且具有与第一锁定特征 103 匹配的第二互补性锁定特征 113 和抵靠在中间轴肩部抵靠部分 104 上的侧壁 114。探测器保持器本体 111 通过第一互补性锁定特征 103 和第二互补性锁定特征 113 的协作而固定,并且侧壁 114 与中间轴肩部抵靠部分 104 的抵靠会吸收重力负荷。另外,可通过将中间轴 15 的面向后部的表面用桩固定 (stake) 在探测器保持器本体 111 附近来防止探测器保持器本体 111 的轴向运动。

[0136] 探测器保持器本体 111 的面 115 可基本与冷却空气孔 14 出口的外径的曲率对齐,而帽 112 的后端可与相邻的冷却空气孔 14 出口的曲率对齐。探测器保持器本体 111 进一步形成为在其中限定传感器腔体 116,并且传感器 25 可插入传感器腔体 116 中,使得其纵向轴线与转子 12 的周向尺寸对齐,并且使得感测装置 299 与面 115 对齐。帽 112 可附连到探

探测器保持器本体 111 上,并且为弹性元件 117 提供锚定,弹性元件 117 可为弹簧或线圈。弹性元件 117 将传感器 25 固定在其周向位置上。传感器腔体 116 进一步限定为具有传感器腔体肩部 118,肩部部分 277 抵靠在传感器腔体肩部 118 上以吸收重力负荷。

[0137] 探测器保持器本体 111 进一步形成为限定中间轴探测器保持器沟槽 119 和表面 1191。第一配线区段 40 的部分 42 可固定到表面 1191 上,并且可穿过中间轴探测器保持器沟槽 119,以与传感器 25 连接,使得为部分 42 提供应变消除。通过以与如上所述提供应变消除的方式相类似的方式在区段 98 处对部分 42 提供松弛部来实现应变消除。

[0138] 参照图 16,第一配线区段 40 可沿着中间轴 15 的后部面沿径向向外穿引且然后沿轴向沿着中间轴 15 的外表面沿向前方向穿引,并且沿轴向方向穿过前凸缘 16。第一配线区段 40 可沿着这个路线设有线拼接件 421。

[0139] 参照图 17-21,另一个测量关注点 20 位于中间轴 15 的前凸缘 16 附近的区域处。前凸缘 16 形成为从中间轴 15 的前侧突起的环形突起,并且沿周缘在中心线 122 的周围延伸。如图 17 中显示,前凸缘 16 包括前凸缘本体 120,前凸缘腔体 121 限定成通过前凸缘本体 120,在一些情况下,多个前凸缘腔体 121 限定成通过前凸缘本体 120,并且绕着中心线 122 间隔开。在各种实施例中,前凸缘腔体 121 均匀地和不均匀地分布在中心线 122 的周围。

[0140] 如图 20 和 21 中显示,各个前凸缘腔体 121 具有限定在前凸缘本体 120 内的前凸缘腔体区域 123 和径向沟槽 124。前凸缘腔体区域 123 基本是管状的且可延伸通过前凸缘 16。因而,前凸缘腔体区域 123 包括沿着前凸缘腔体区域 123 的长度延伸的凸缘肩部抵靠部分 125。径向沟槽 124 容许第一配线区段 40 穿引到中间轴 15 的前部面,沿径向向外穿引,并且然后穿引进入前凸缘腔体区域 123 中。

[0141] 如图 18 和 19 中显示,探测器保持器 130 可从后面方向插入前凸缘腔体 121 中,并且成形为基本类似于前凸缘腔体区域 123 的形状,但是这仅是示例性而非必需的,只要探测器保持器 130 以别的方式可固定在其中且能够承受与转子 12 旋转相关联的高重力负荷、高温和高压即可。探测器保持器 130 包括探测器保持器本体 131、探测器保持器塞 132、螺栓 133 和桥接环 134。探测器保持器本体 131 进一步包括防止其在前凸缘腔体区域 123 内旋转的防旋转特征 135。

[0142] 探测器保持器本体 131 从后面方向安装且与探测器保持器塞 132 一起向前通过前凸缘腔体区域 123,探测器保持器塞 132 可插入探测器保持器本体 131 中。可通过例如螺纹连接和 / 或焊接固定到探测器保持器塞 132 上的螺栓 133 可沿后面方向插入。然后桥接环 134 在螺栓 133 后面通过滑动配合和 / 或焊接而安装到前凸缘腔体区域 123 中,以提供通往径向沟槽 123 的配线路径。当发生转子 12 旋转时,通过使探测器保持器本体 131 和防旋转特征 135、探测器保持器塞 132、螺栓 133 和桥接环 134 与凸缘肩部抵靠部分 125 抵靠来固定探测器保持器本体 131。

[0143] 探测器保持器本体 131 的轴向最后部面基本与前凸缘 16 的最后部面对齐。探测器保持器本体 131 进一步形成为在其中限定传感器腔体 136,并且弹性元件 137 (例如压缩弹簧) 和传感器 25 可插入传感器腔体 136 中。弹性元件 137 可锚定在探测器保持器塞 132 上,并且偏置传感器 25,使得传感器 25 的纵向轴线保持在与转子 12 的轴向尺寸对齐的位置上,并且使得感测装置 299 保持在与探测器保持器本体 131 的轴向最后部面和前凸缘 16 的最后部面对齐的位置上。传感器腔体 136 进一步限定成具有传感器 25 的肩部部分 277 抵

靠在其上的传感器腔体肩部 138。

[0144] 在第一配线区段 40 沿着径向沟槽 124 穿引的情况下, 以与如上所述提供应变消除的方式类似的方式在区段 98 处为第一配线区段 40 的部分 42 提供应变消除。

[0145] 参照图 22-25, 另一个测量关注点 20 位于沿周缘在中心线 122 的周围形成的后轴塞 17 的后部面的附近的区域处。如图 22 和 24 中显示, 探测器保持器 140 形成为可插入限定在后轴塞 17 中的腔孔中。探测器保持器 140 包括分别提供于孔的后侧和前侧上的后盖板 141 和前盖板 142, 以及夹在通过轴向螺栓 147 栓接在一起的后盖板 141 和前盖板 142 之间的塞 143。塞 143 和后盖板 141 协作地限定弹性元件 145 (例如压缩弹簧) 和传感器 25 可设置到其中的后轴塞腔体 144。

[0146] 在后盖板 141 和前盖板 142 栓接在一起的情况下, 弹性元件 145 沿后面方向推动传感器 25, 使得感测装置 299 与后盖板 141 的后部面和后轴塞 17 的后部面排齐。弹性元件 145 可为压缩弹簧, 或者可备选地使用机械加工的间隔件。后盖板肩部部分 146 逆着弹性元件 145 施加的力而抵靠肩部部分 277。塞 143 和前盖板 142 协作地限定配线孔 148, 第一配线区段 40 的部分 42 可穿过配线孔 148, 并且可以与上述类似的方式对部分 42 提供应变消除。

[0147] 如图 23 中显示, 通过将传感器 25 和弹性元件 145 插在后轴塞腔体 144 内来组装探测器保持器 140。然后, 在塞 143 的任一侧用螺栓 147 将后盖板 141 和前盖板 142 栓接到彼此上, 从而将传感器 25 固定就位。第一配线区段 40 的部分 42 然后沿向前方向穿过配线孔 148 且然后沿着后轴塞 17 的前部面沿径向向外穿引。

[0148] 如图 25 中显示, 第一配线区段 40 沿着前盖板 142 和后轴塞 17 的前部面沿径向向外穿引。在各种实施例中, 后轴塞腔体 144 在数量方面可为复数, 并且可均匀地以及不均匀地分布在中心线 122 的周围。

[0149] 虽然结合了仅有限数量的实施例来详细地描述本发明, 但是应当容易地理解, 本发明不限于这样的公开的实施例。相反, 可修改本发明, 以结合前文未描述的但与本发明的精神和范围相当的任何数量的变型、改变、替代或等效布置。另外, 虽然描述了本发明的多种实施例, 但是应当理解, 本发明的各方面可包括所描述的实施例中的仅一些。因此, 本发明不应当看作由前面的描述所限制, 而是仅由所附权利要求的范围限制。



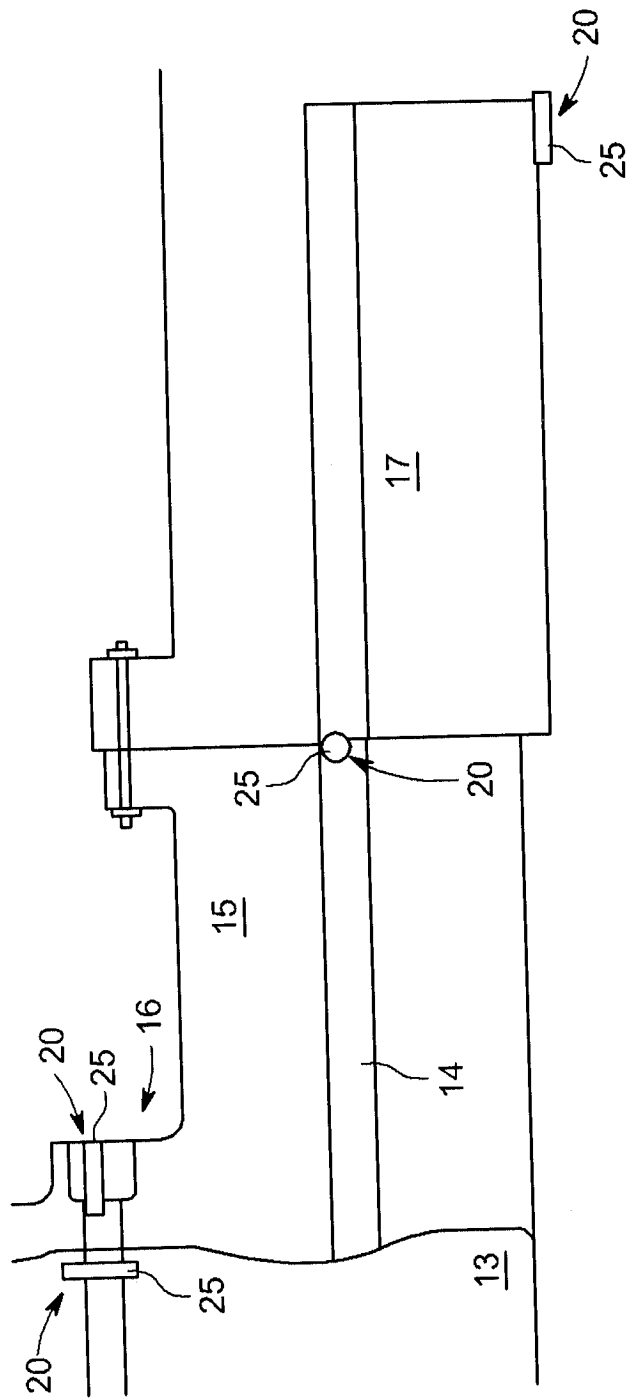


图 2

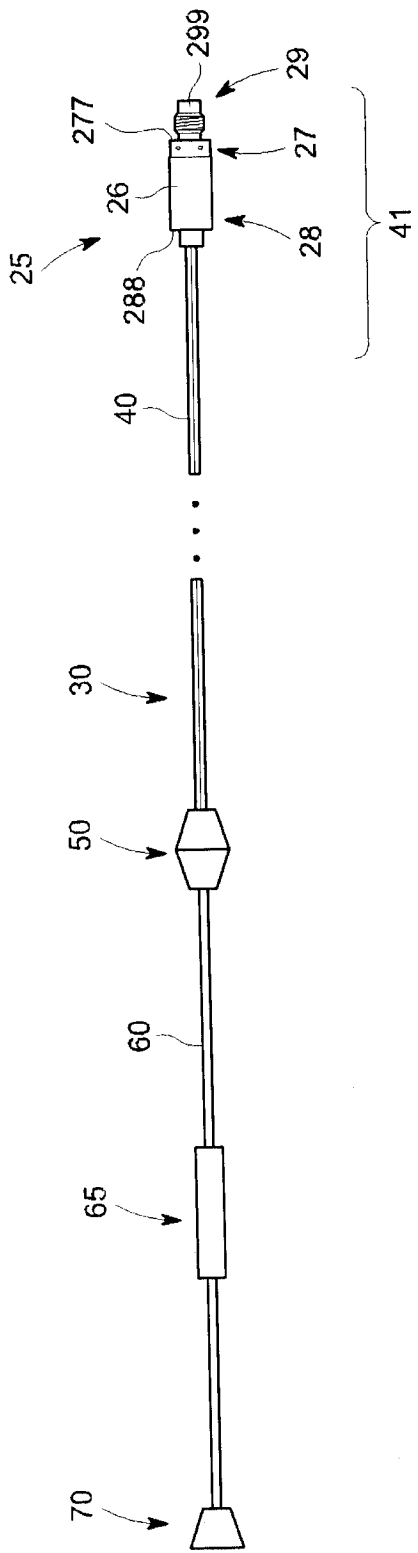


图 3

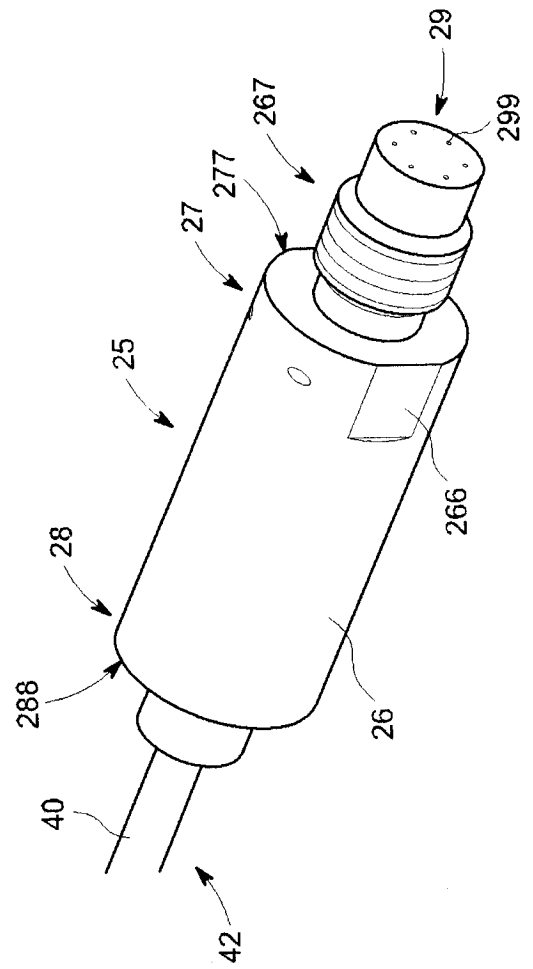


图 4

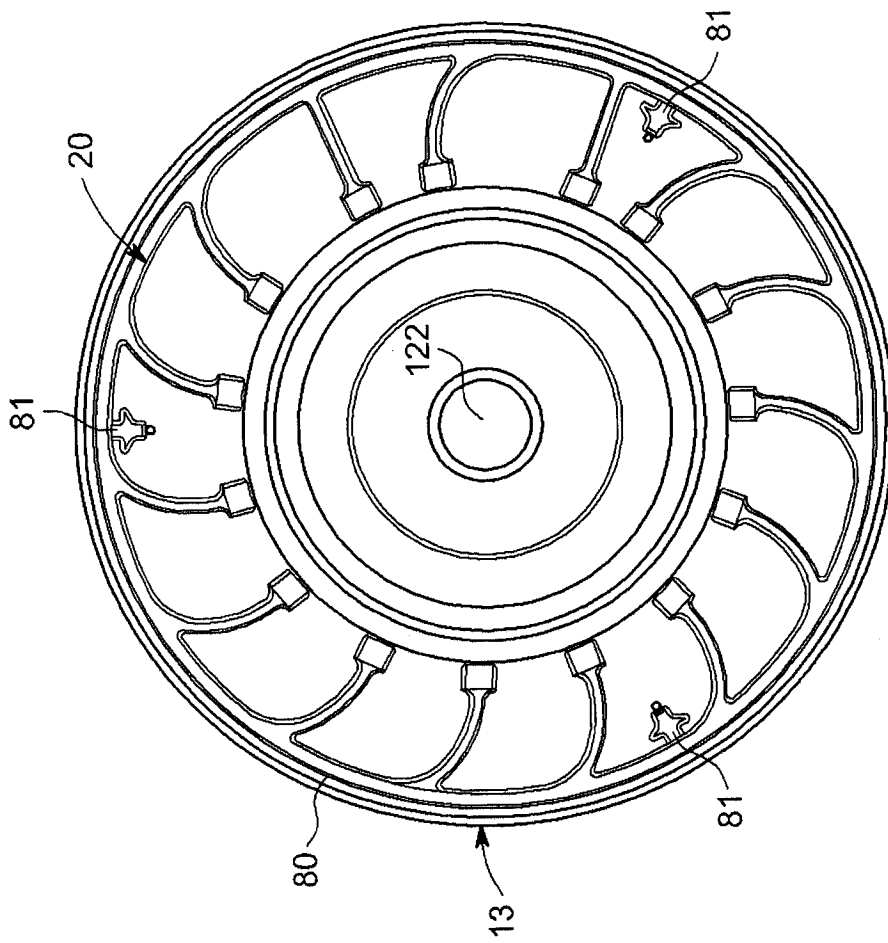


图 5

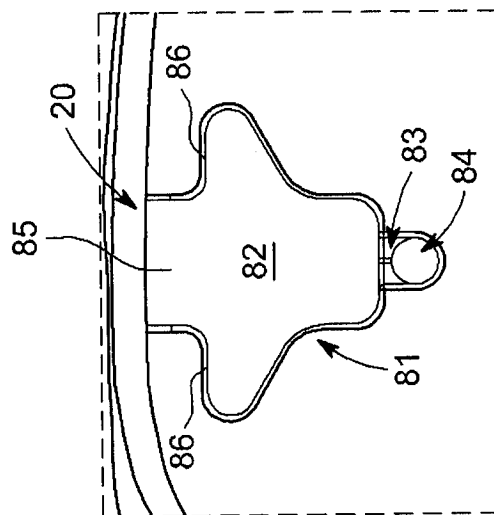


图 6

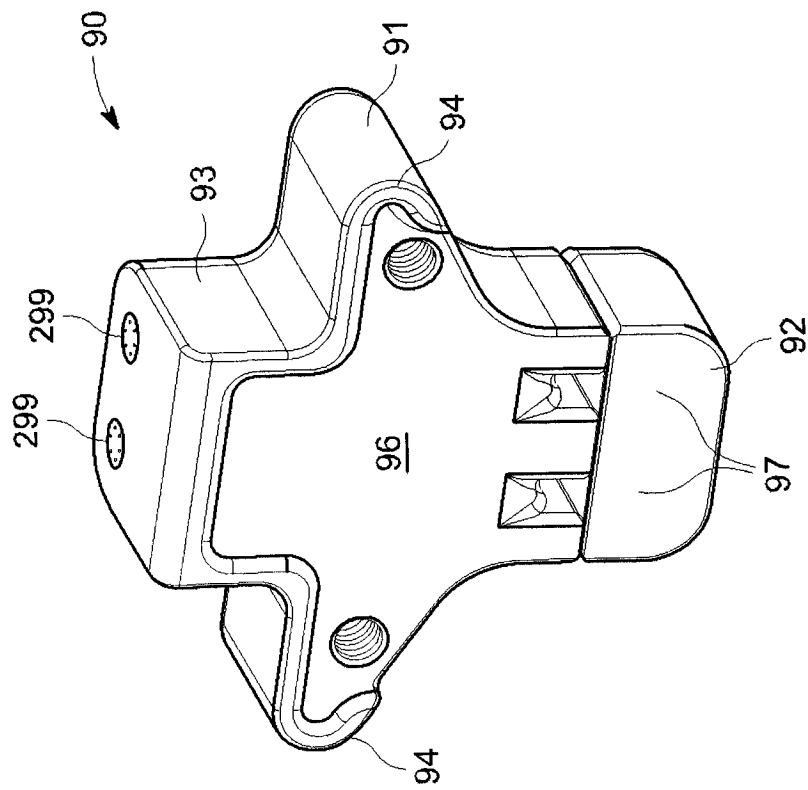


图 7

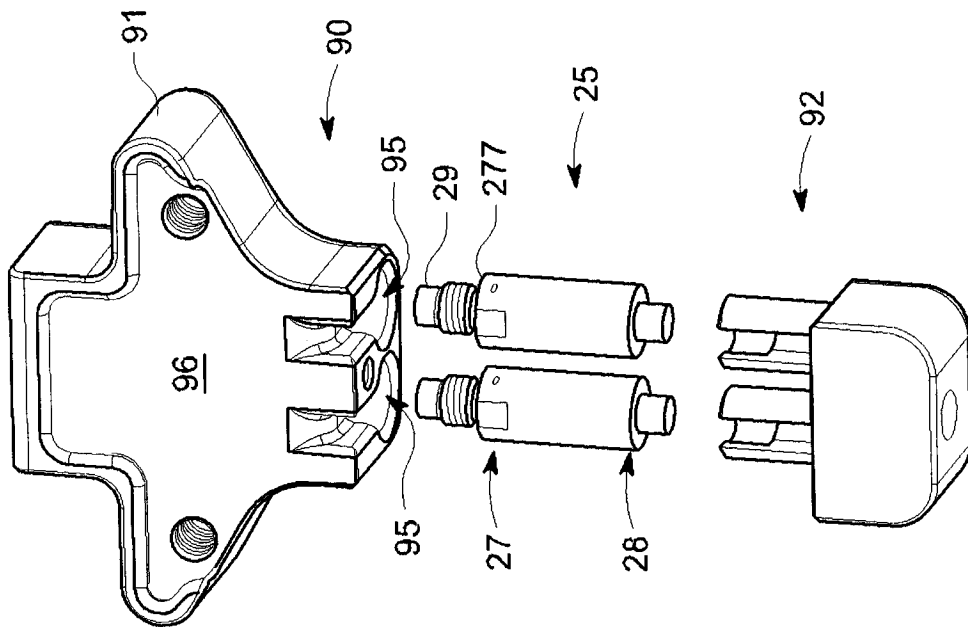


图 8

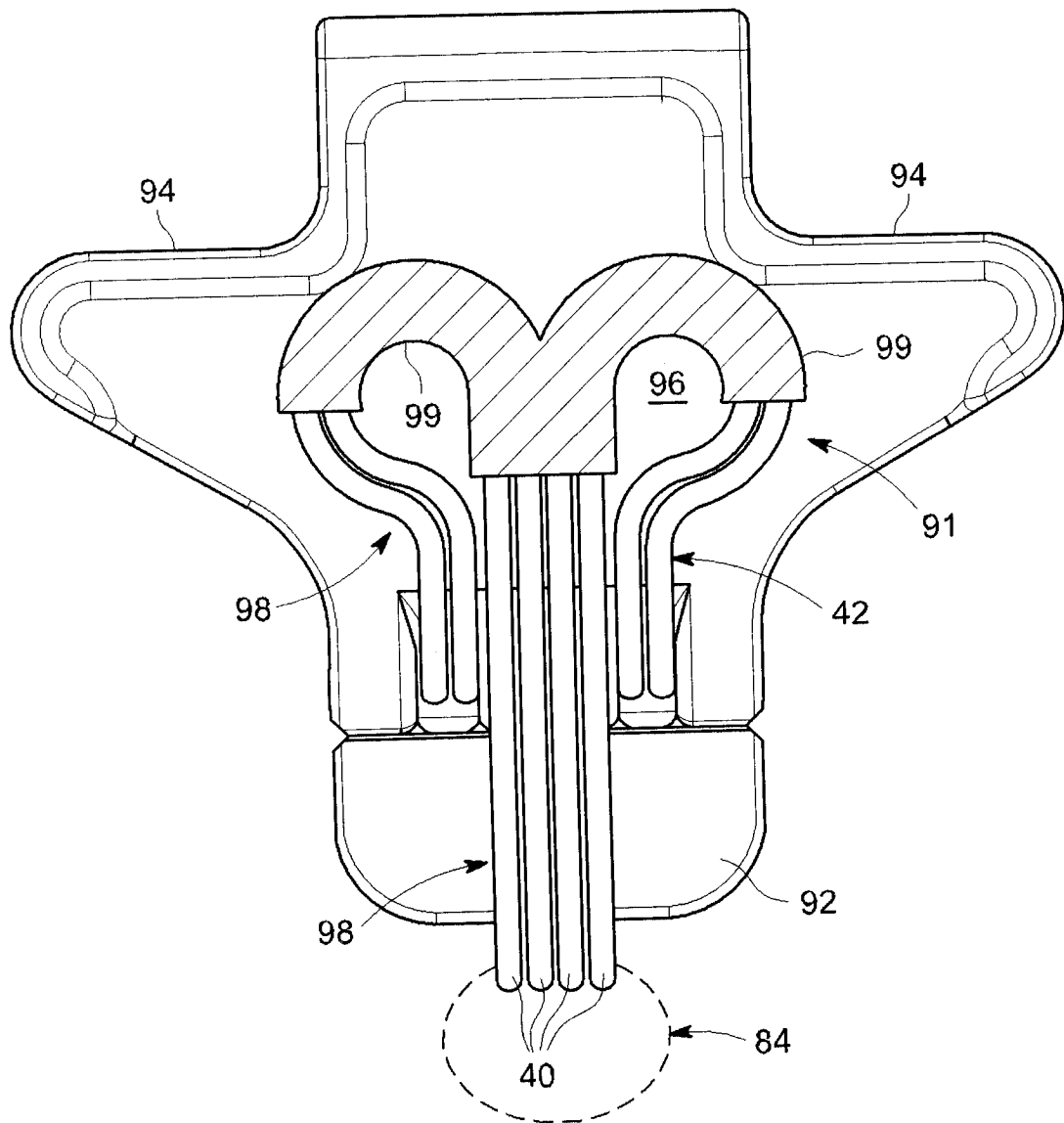


图 9

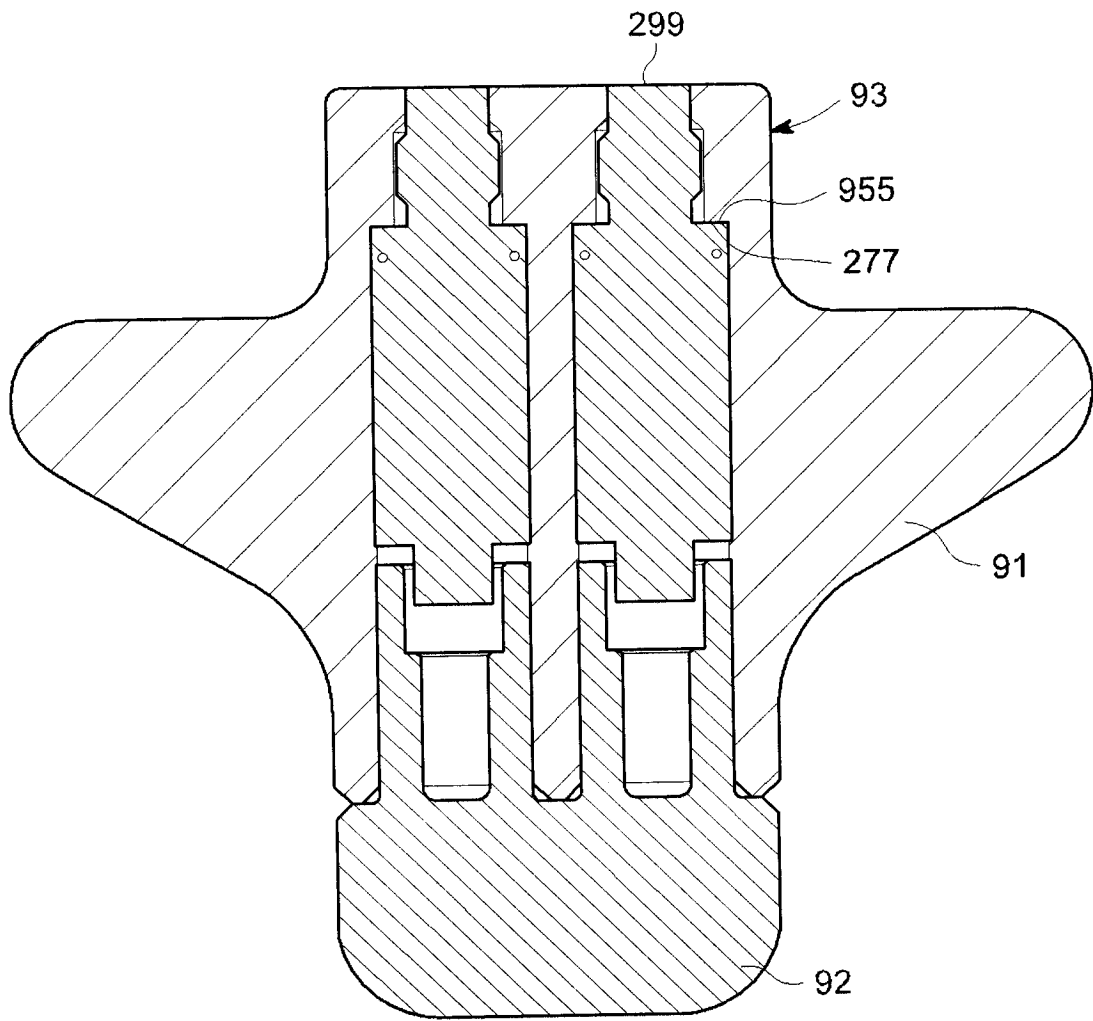


图 10

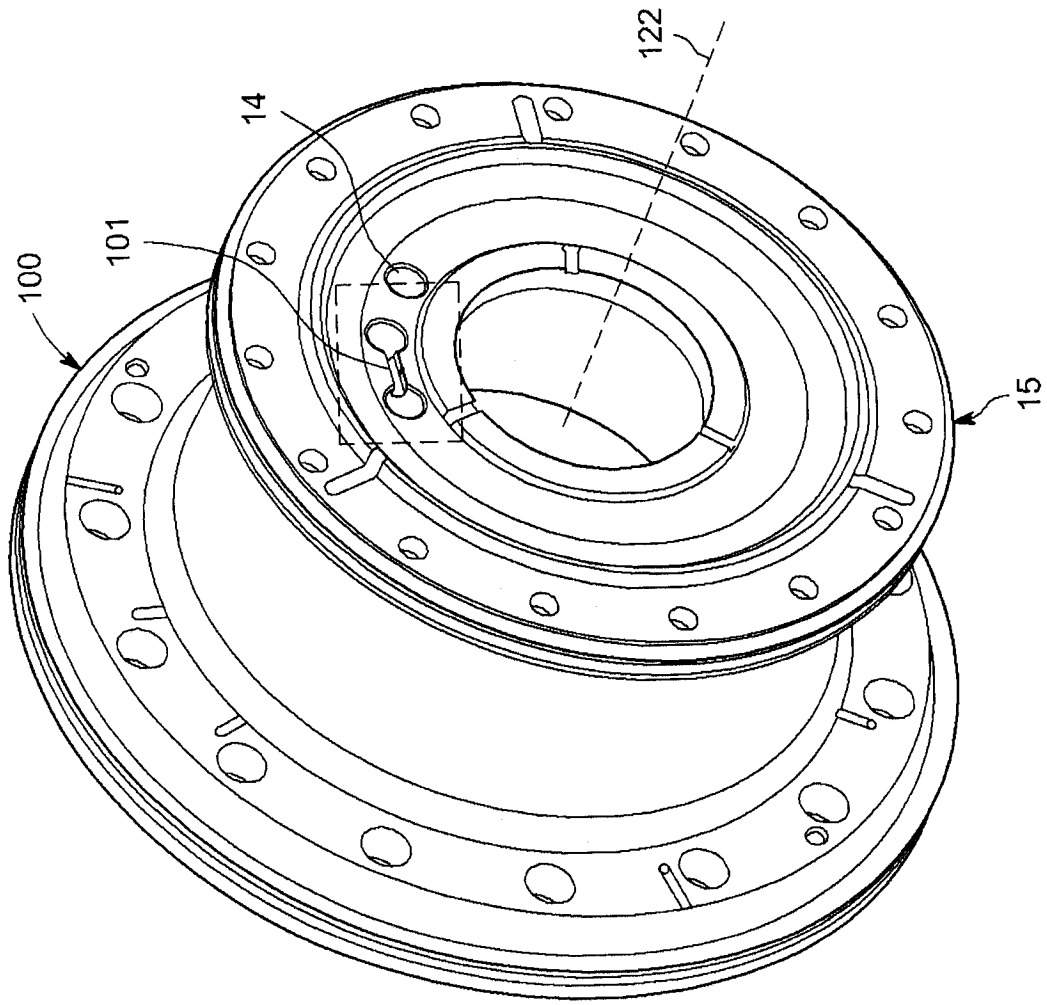


图 11

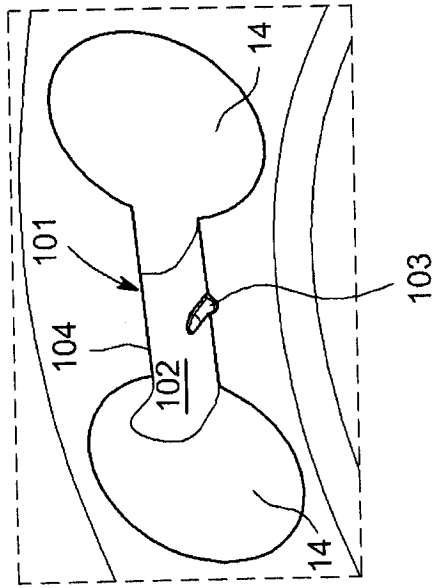


图 12

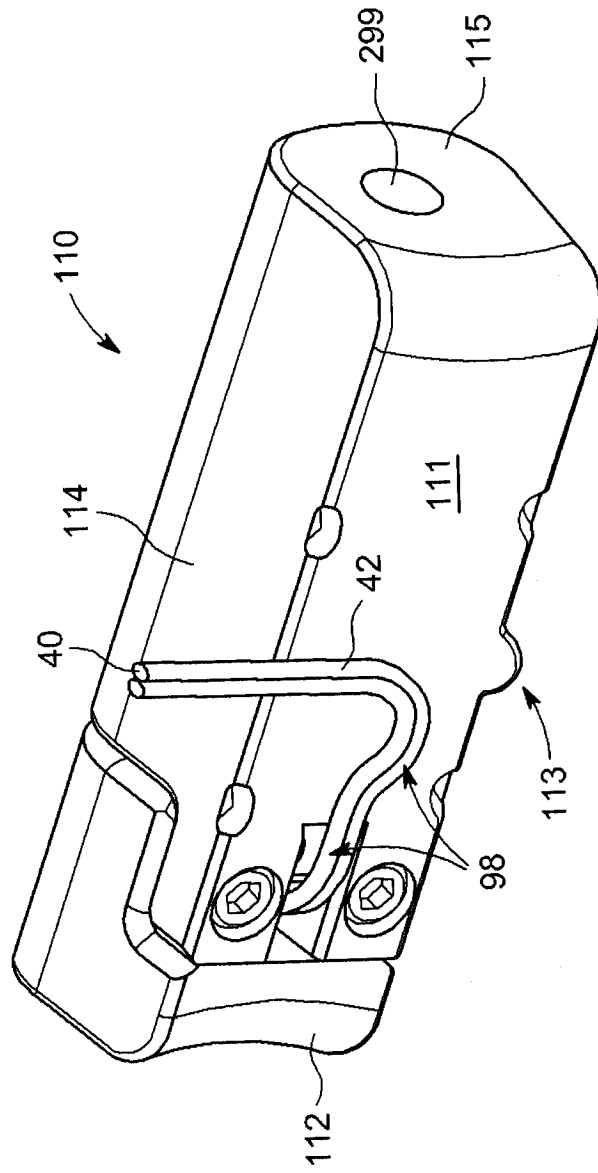


图 13

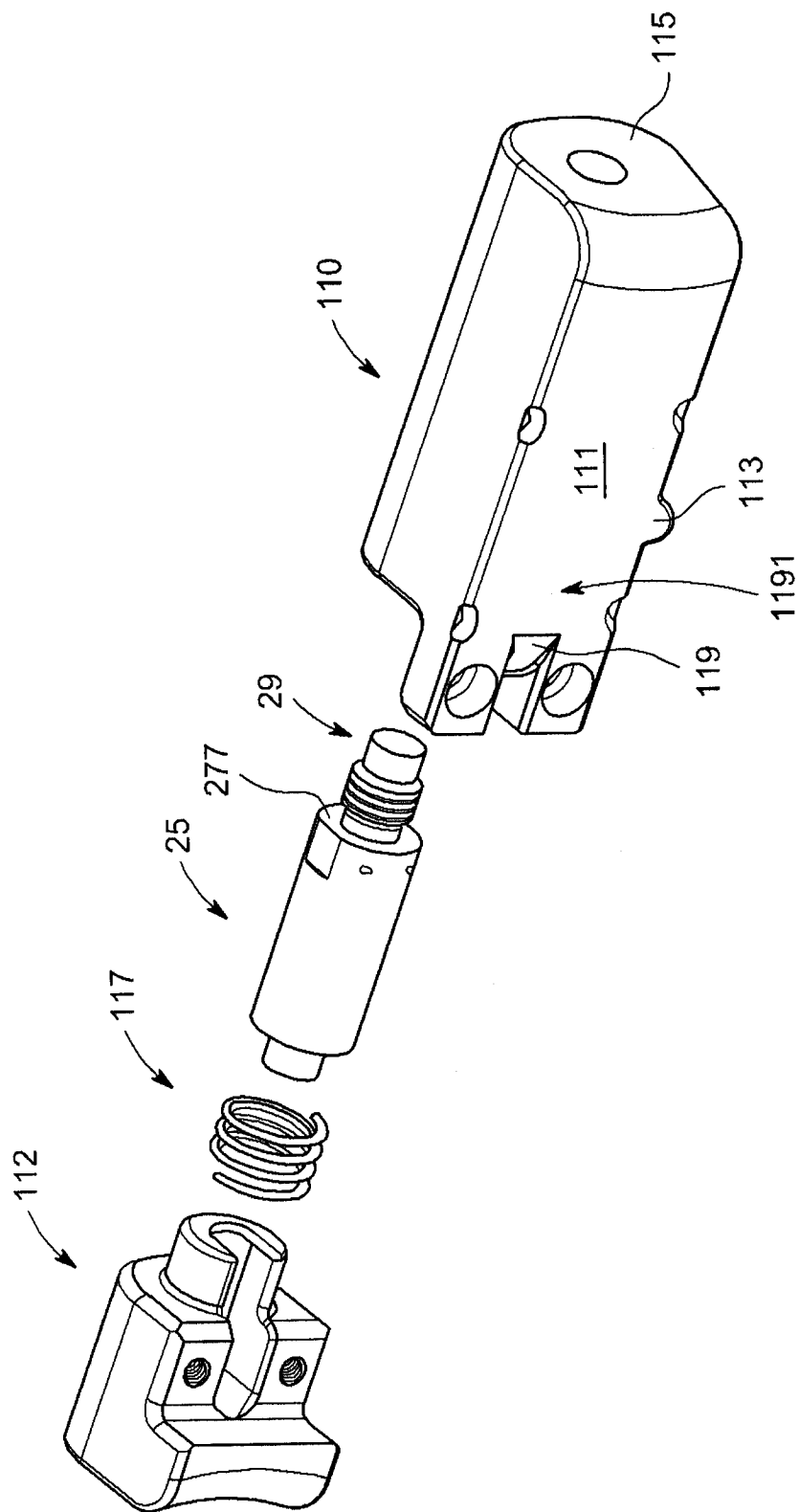


图 14

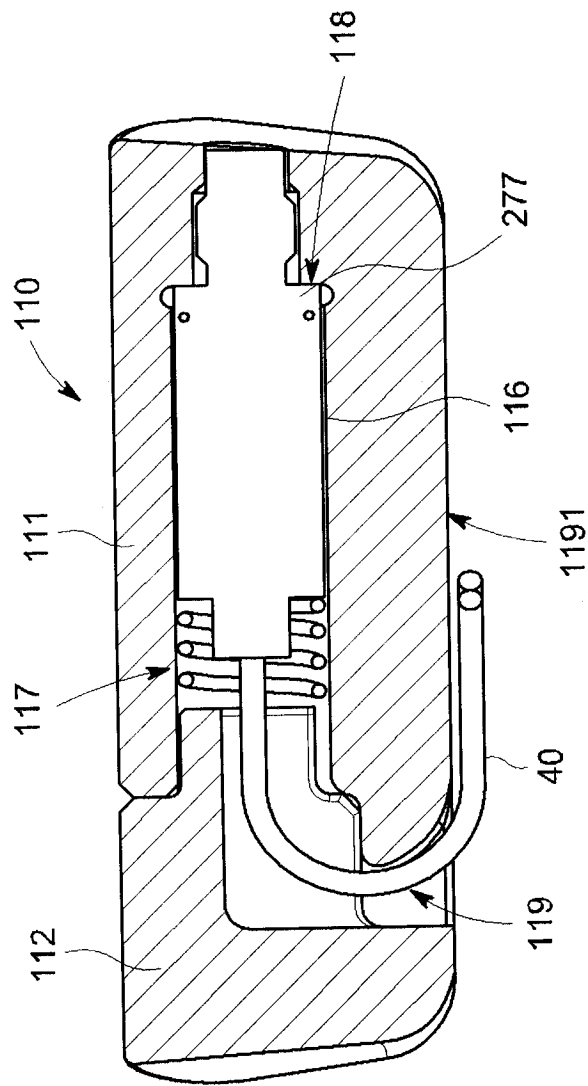


图 15

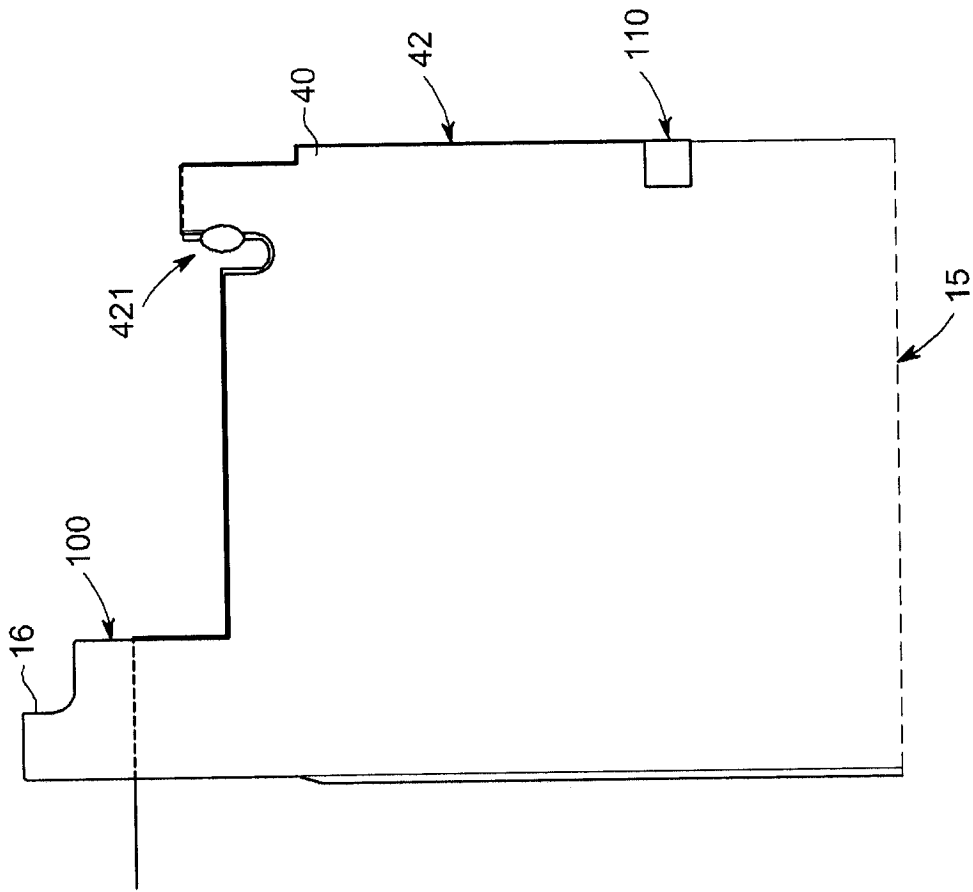


图 16

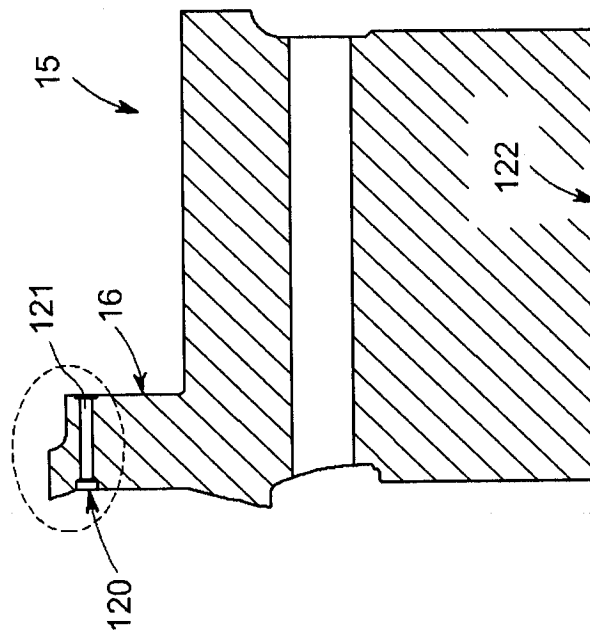


图 17

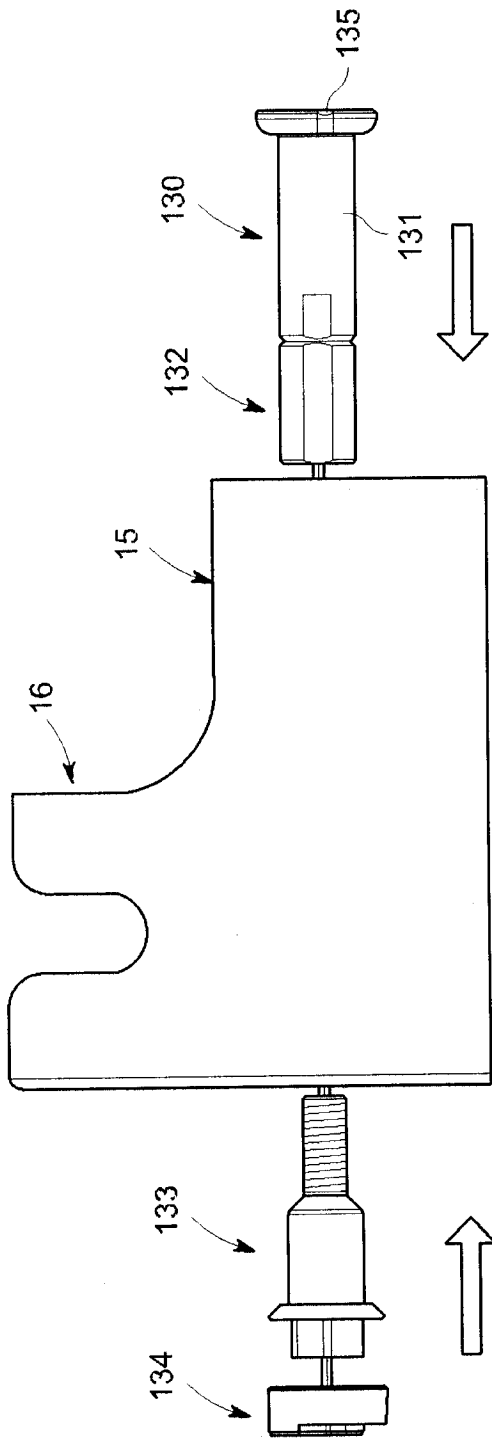


图 18

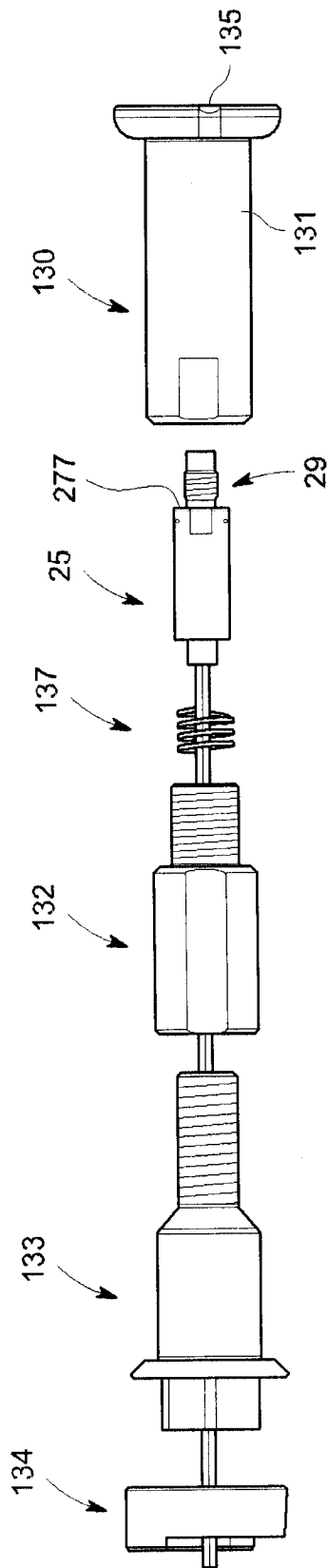


图 19

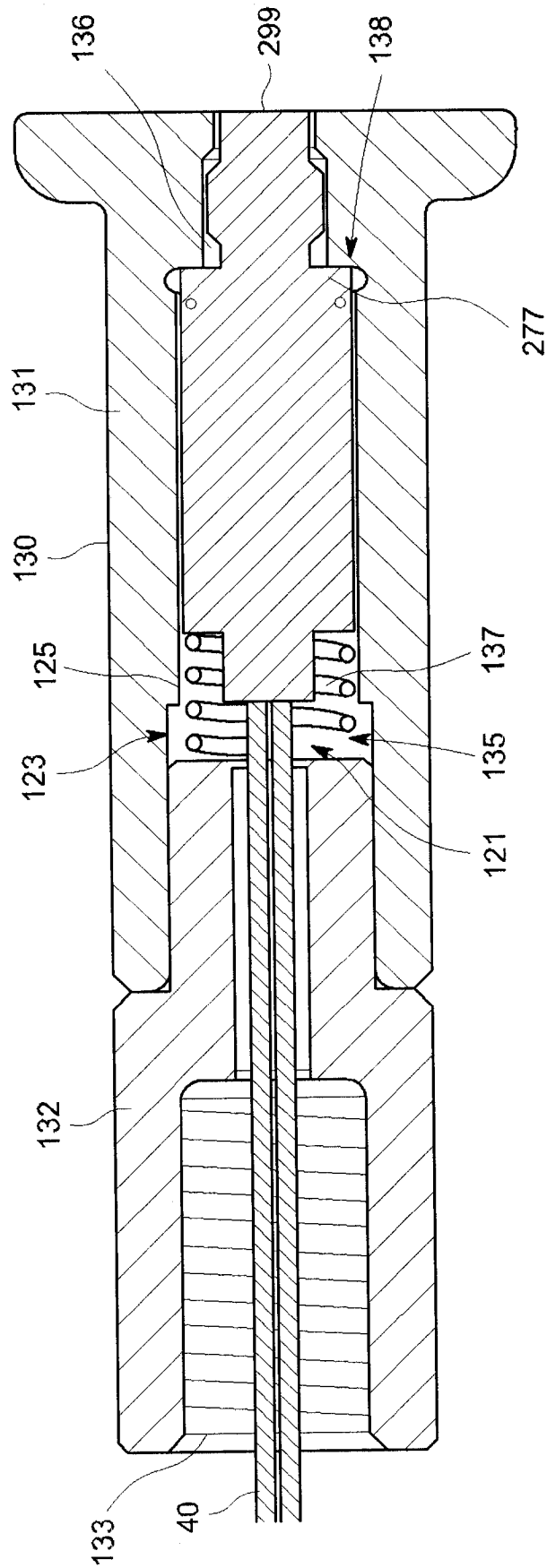


图 20

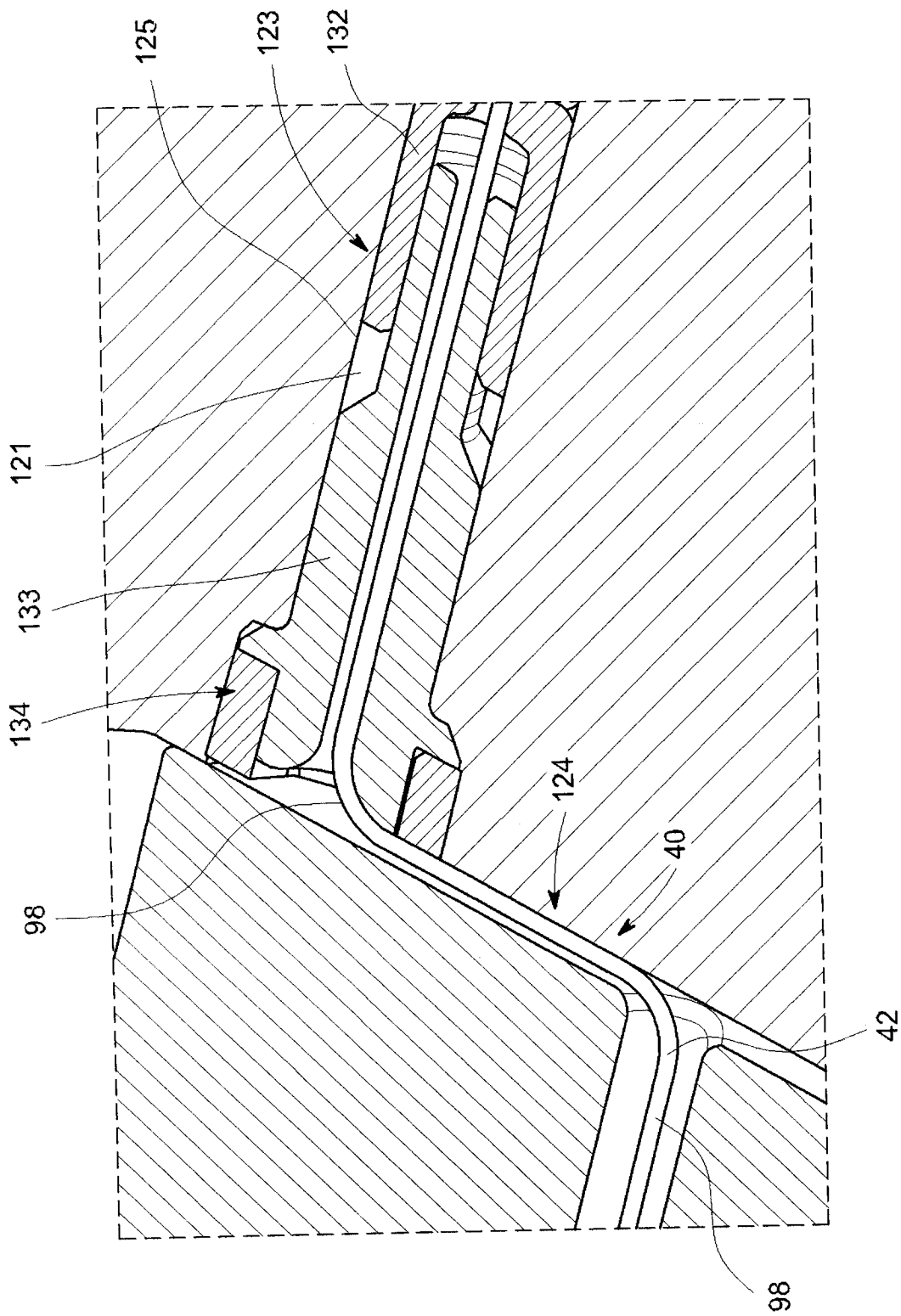


图 21

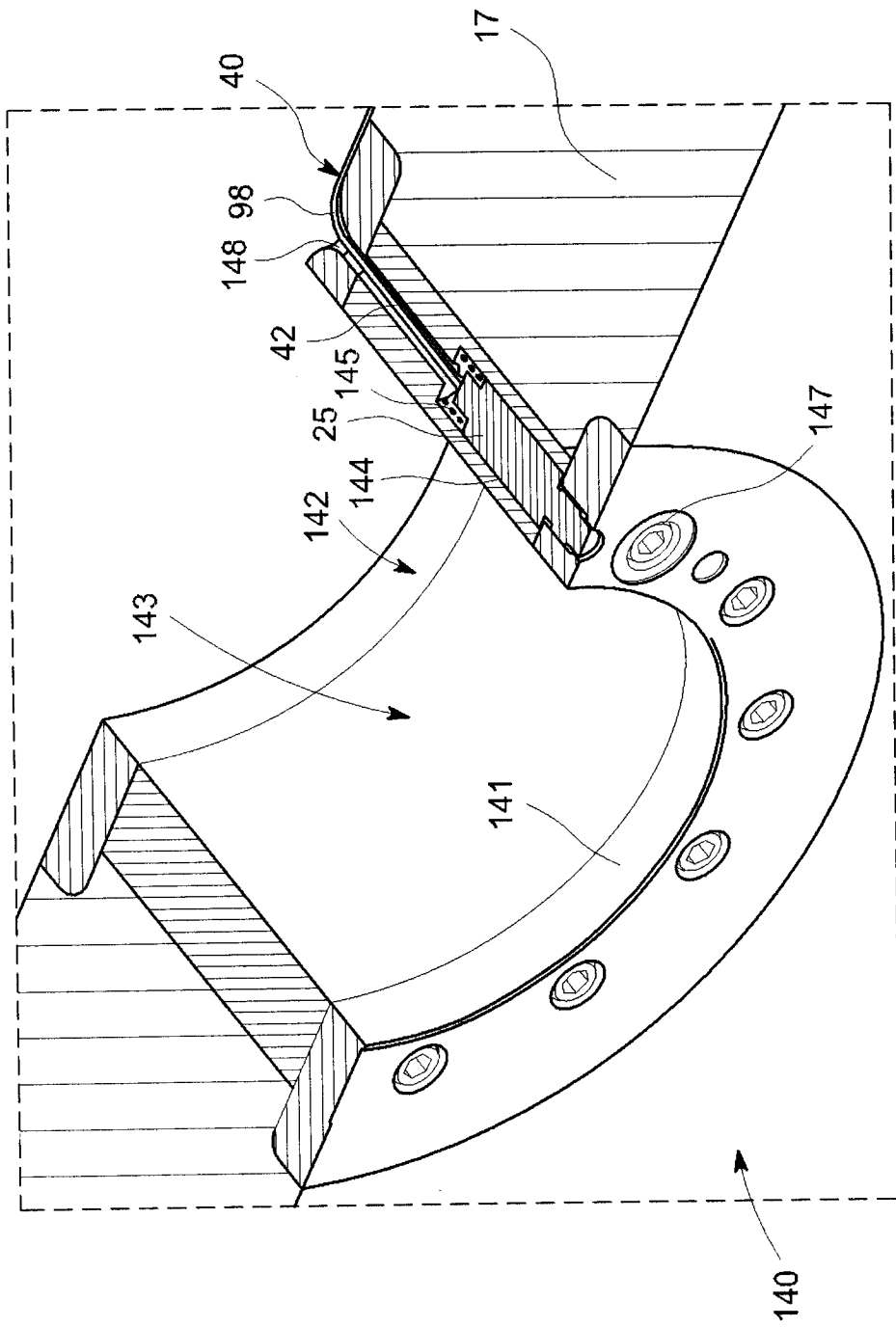


图 22

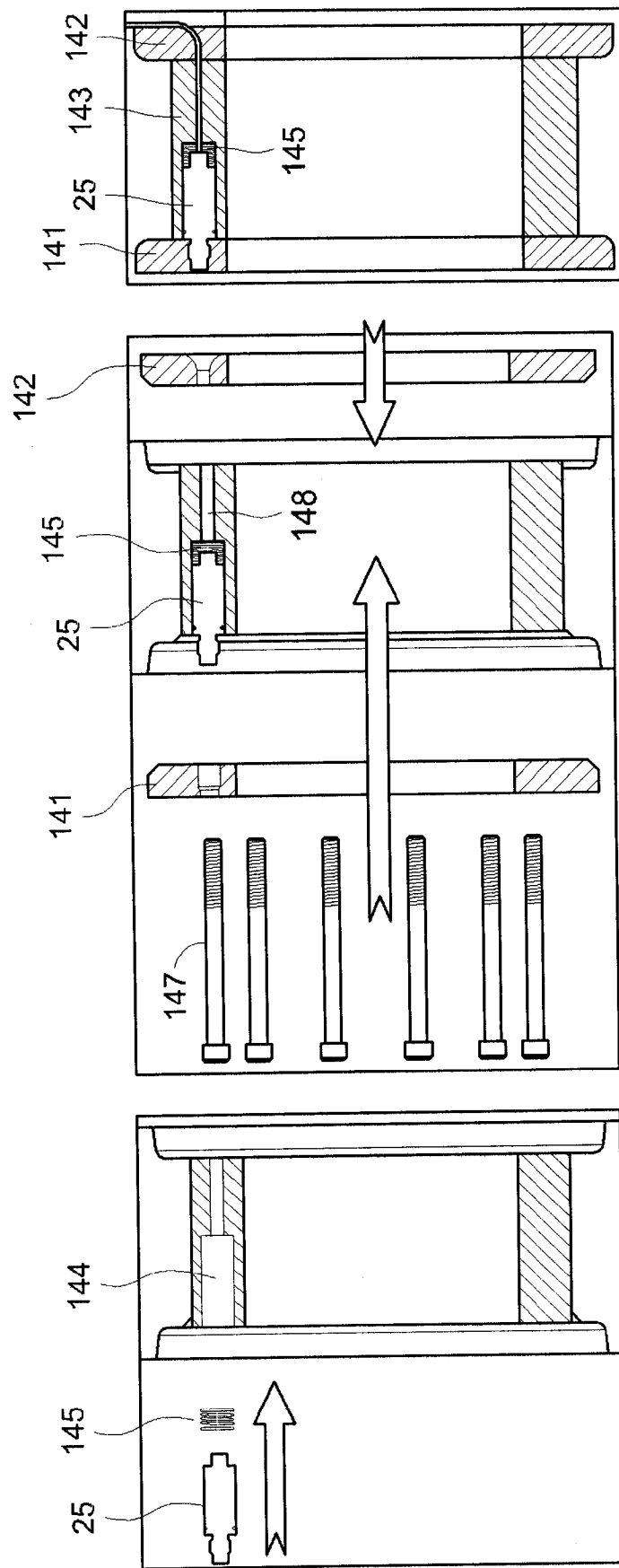


图 23

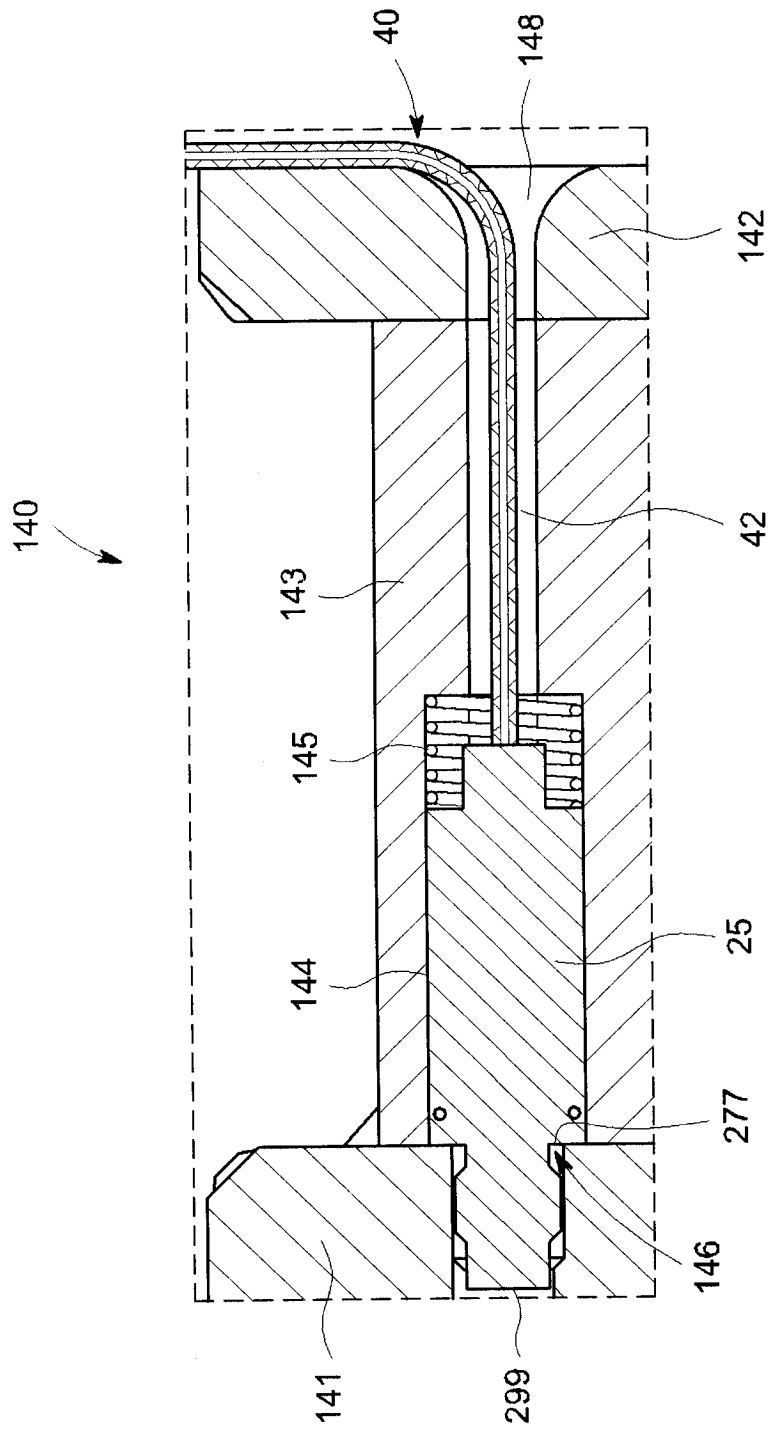


图 24

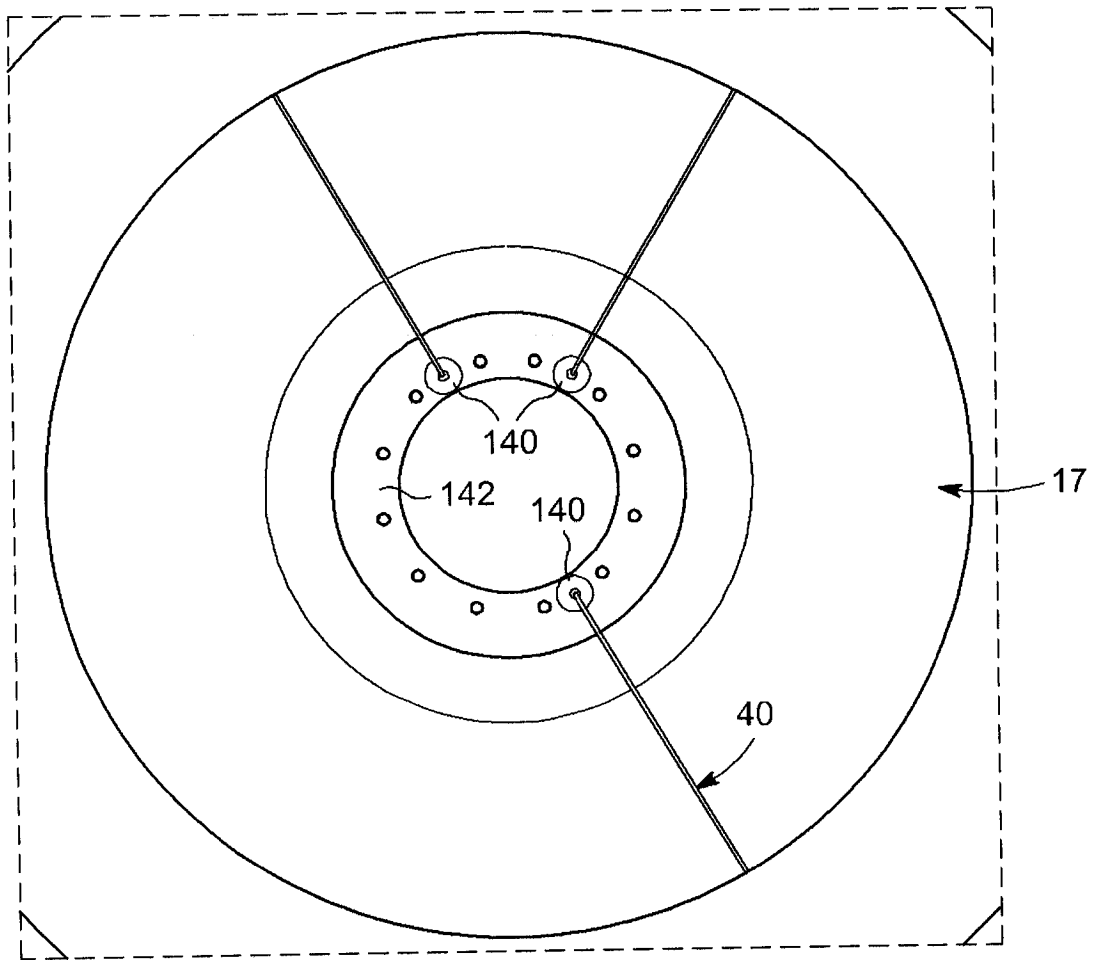


图 25