



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102460080 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201080027916. 6

(22) 申请日 2010. 04. 23

(30) 优先权数据

0907012. 9 2009. 04. 23 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 12. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2010/050663 2010. 04. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/122348 EN 2010. 10. 28

(73) 专利权人 埃尔斯特水计量有限公司

地址 英国伯明翰市

(72) 发明人 罗斯·杰姆斯·博达

罗纳德·德斯蒙德·克拉里奇

阿拉姆·拉希德

艾弗·托马斯·罗杰斯

威廉·戴维·斯托克尔

道格拉斯·理查德·莱特

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 吴敬莲

(51) Int. Cl.

G01F 1/115(2006. 01)

审查员 向薇

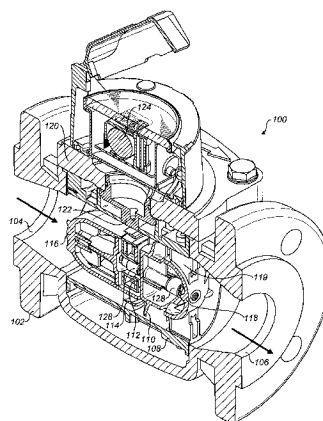
权利要求书1页 说明书7页 附图12页

(54) 发明名称

流体流量计

(57) 摘要

本发明涉及一种流体流量计,包括用于限定流体流动路径的装置;转子,具有至少一个叶片,所述转子定位在所述流体流动路径中;和环,所述环定位在所述转子的上游并邻近所述转子,其中所述环适于在操作条件的范围上调节在转子叶片的前缘处的流体流。通过设置环可以改善精确度和流量测量范围。



1. 一种流体流量计,包括:
用于限定流体流动路径的装置;
定位在所述流体流动路径内的转子;
在所述转子的轴上的至少一个感应目标,所述至少一个感应目标包括围绕转子的轴的120°至220°定位的导电带;以及
安装有至少三个感应传感器的传感器组件;
其中所述传感器组件被定位成靠近所述转子的轴,使得所述至少一个传感器定位在所述至少一个感应目标的附近。
2. 根据权利要求1所述的流体流量计,包括三个感应传感器。
3. 根据权利要求1所述的流体流量计,其中,围绕所述轴彼此等角度地定位所述传感器。
4. 根据权利要求1-3中任一项所述的流体流量计,其中,转子被布置使得至少一个目标不会在转子中产生任何不平衡。
5. 根据权利要求4所述的流体流量计,包括多个所述目标,其中,围绕所述轴等角度地设置所述目标。
6. 根据权利要求4所述的流体流量计,包括多个所述目标,其中,围绕所述轴等距离地设置所述目标。
7. 根据权利要求4所述的流体流量计,还包括适于平衡所述至少一个目标的重量的配重。
8. 根据权利要求1所述的流体流量计,所述转子相对于转子轴的轴线被平衡和/或悬浮。
9. 根据权利要求8所述的流体流量计,其中,所述转子被浮力平衡。
10. 根据权利要求8或9所述的流体流量计,其中,所述转子被平衡使得其在被放置在流体中时其保持任何方位。
11. 根据权利要求10所述的流体流量计,其中,所述转子具有在与所述转子相关的全部六个自由度的平衡浮力。
12. 根据权利要求8所述的流体流量计,其中,所述转子是静平衡的。
13. 根据权利要求8所述的流体流量计,其中,所述转子是动平衡的。
14. 根据权利要求13所述的流体流量计,其中,所述转子当其在流体内时是动平衡的。

流体流量计

技术领域

[0001] 本发明涉及流体流量计,例如轴向流动机械流体流量计。

背景技术

[0002] 术语“机械”所表达的含义是指具有移动部分的流量计,其移动部分的移动被用来测量流量。移动部分可以是转子,转子的转动与通过仪表的流体流速或流量成比例。本发明尤其涉及采用转子移动的感应感测的精确地测量装置。本发明还涉及转子的特性,例如浮力或浮置特性。

发明内容

[0003] 流动调节环

[0004] 根据本发明的一方面,提供一种流体流量计,包括用于限定流体流动路径的装置;转子,具有至少一个叶片,所述转子定位在所述流体流动路径中;和环,所述环定位在所述转子的上游并邻近所述转子,其中所述环适于在操作条件的范围上调节在转子叶片的前缘处的流体流。与没有环的相同的仪表的流量测量范围相比,通过设置环,可以改善精确度和流量测量范围。

[0005] 优选地,操作条件的所述范围是流速或流量的范围。优选地,流速的所述范围小于流体流量计的额定范围,但是优选大于所述额定范围的 25%或 33%或 50%或 75%。

[0006] 优选地,与没有环的情况相比,在转子叶片的前缘处的流动状况被改善。

[0007] 优选地,在操作条件的所述范围下,与在转子叶片的上游没有设置环的情形对比,流动状况被改善。

[0008] 优选地,在操作条件的所述范围下,例如通过破坏从环的上游流出的较大涡旋(例如与涉及紊流流动的较小涡流相比),环适于使得流动平滑或平稳。

[0009] 优选地,在操作条件的所述范围的至少部分下,所述环适于在转子叶片的前缘处引起基本上紊流的流。

[0010] 优选地,优化所述环的半径以便对转子叶片的前缘处流动状况的改善最大化。

[0011] 优选地,所述环的半径大于转子毂的半径。更优选地,所述环的半径比转子毂的半径大转子的毂至叶片的末端的距离的 40%至 60%之间,优选是所述环的半径比转子毂的半径大转子的毂至叶片的末端的距离的 45%至 55%之间,更优选所述环的半径比转子毂的半径大转子的毂至叶片的末端的距离的 53%。

[0012] 优选地,环的半径比转子毂的半径大从转子毂至限定流动路径的装置的距离的 35%至 55%之间,优选环的半径比转子毂的半径大从转子毂至限定流动路径的装置的距离的 40%至 50%之间,更优选环的半径比转子毂的半径大从转子毂至限定流动路径的装置的距离的 45%。

[0013] 优选地,限定流动路径的装置的形状是基本上圆柱形的。更优选地,所述环的半径是圆柱形的、限定流动路径的装置的半径的 65%至 85%之间,优选 70%至 80%之间,更优

选半径的 75%。

[0014] 优选地,所述环定位在所述流体流动路径内中心或中央。

[0015] 优选地,所述环离转子毂的轴向距离被优化以使对转子叶片的前缘处流动状况的改善最大化。

[0016] 优选地,所述环离转子毂的轴向距离是所述环的弦长度的 10%至 30%之间,优选为 15%至 25%之间,更优选为 20%。

[0017] 优选地,所述环离所述转子毂的轴向距离在 1.0mm 至 3.0mm 之间,优选在 1.5mm 至 2.5mm 之间,更优选是 2.0mm。

[0018] 优选地,所述环的前缘比所述环的后缘薄。

[0019] 优选地,所述环的前缘是锥形的。更优选地,所述环的前缘是尖锐的。优选地,所述环的后缘是钝的。更优选地,所述环的后缘是方形的或直角的。

[0020] 优选地,所述环的形状是可模制的。

[0021] 优选地,所述环还适于对在转子叶片处的流体流进行节流。

[0022] 优选地,所述环还适于在所述转子的下游处引起紊流流动。更优选地,在流量计的出口处引起紊流流。通过引起紊流可以减小跨过流量计的压力和压头损失(head loss)

[0023] 优选地,所述环还适于至少部分减缓作用到所述转子上的推力载荷。

[0024] 根据本发明的另一方面,提供一种基本上优化流体流量计的流量范围和精确度的方法,包括:将环定位在流体流动路径内转子的上游并使环邻近所述转子;和调节所述环的特性和位置以便基本上优化流量范围和精确度。

[0025] 优选地,所述特性包括下列中的至少一个:环半径、环厚度、环的弦长度以及环的横截面形状。

[0026] 优选地,所述位置至少包括距离所述转子的轴向距离。

[0027] 传感器组件

[0028] 根据本发明的另一方面,提供一种流体流量计,包括:用于限定流体流动路径的装置;定位在所述流体流动路径内的转子;在所述转子的轴上的至少一个感应目标;以及至少一个感应传感器;其中所述至少一个传感器定位在所述至少一个感应目标的附近。通过采用感应传感器,减小对转子转动的阻力,并因此延长流量计的寿命,因为其使用了比常规仪表少的功率。

[0029] 优选地,流量计包括至少两个、优选 3 个感应传感器。更优选地,围绕所述轴彼此等角度地定位所述传感器。优选地,转子被布置使得至少一个目标不会产生任何不平衡,并且使得可以通过等角度地和/或等距离地设置多个目标实现,或其他配重目标来实现。

[0030] 优选地,目标设置在轴端面。

[0031] 浮力或浮置平衡转子(包括制造浮力平衡转子的方法)

[0032] 根据本发明的还一方面,提供一种用于流体流量计的转子,其关于转子轴的轴线被平衡和/或悬浮。

[0033] 优选地,所述转子被浮力平衡。正如这里所使用的,平衡浮力优选包含当目标被放置在流体中时其在任何方位被保持静态的状态。通过提供浮力平衡转子流量计在低速条件下的精确度被改善。在尤其优选的实施例中,转子被平衡使得当其被放置在流体中时其保持任何方位。转子可以具有在与所述转子相关的全部六个自由度的平衡浮力。

- [0034] 优选地,转子是静平衡的。优选地,转子是动平衡的(优选当转子在流体中的时候)。
- [0035] 本发明延伸至并入如上所述的转子的流体流量计。
- [0036] 根据本发明的还一方面,提供用于制造用于流体流量计的平衡浮力转子的方法,包括:转动转子,优选转动流体内的转子;确定正确的、增加质量或移去质量的位置;以及由此增加或移去质量。
- [0037] 优选地,转子是动平衡的。
- [0038] 本发明延伸至并入上述方法制造的转子的流体流量计。
- [0039] 具有多个感应目标的感应目标轮
- [0040] 根据本发明还一方面,提供一种用于流体流量计的传感器组件,包括:具有多个感应目标的感应目标轮,感应目标轮适于测量流体流量。
- [0041] 优选地,传感器组件还包括多个感应传感器,其布置使得所述多个感应目标在传感器中引入信号。
- [0042] 优选地,目标轮的感应目标的数量不是感应传感器的数量的倍数。
- [0043] 优选地,目标轮上的感应目标的数量是 4、8、12 或更多。
- [0044] 优选地,感应传感器的数量 3。
- [0045] 本发明延伸至包括上述传感器组件的流体流量计。
- [0046] 设备和方法的特征可以适当地交换,并且可以彼此独立地设置或提供。在本发明一个方面的任何特征可以以任何合适的结合方式应用于本发明的其他方面。具体地,方法方面可以应用于设备方面,反之亦然。

附图说明

- [0047] 参照附图仅以示例的方式描述本发明,在附图中:
- [0048] 图 1 是流量计的透视剖面图;
- [0049] 图 2 是流量计的平面图,其示出在图 3、4 和 5 中详细示出的多个截面部分,
- [0050] 图 3 是流量计沿 A-A 处的截面图;
- [0051] 图 4 是流量计沿 B-B 处的截面图;
- [0052] 图 5 是流量计沿 C-C 处的截面图;
- [0053] 图 6 是图 4 中示出的在点 E 处寄存器连接的详细视图;
- [0054] 图 7 是图 4 中示出的在点 D 处传感器组件的部分的详细视图;
- [0055] 图 8 是传感器组件的详细视图;
- [0056] 图 9 是示出具有和不具有流动环的仪表的性能曲线;
- [0057] 图 10 是示出具有不同流动环直径的仪表的性能;
- [0058] 图 11 是通过流量计的液体流动的 CFD 表示;
- [0059] 图 12 是通过使用蜗杆传动以输出转子的转动的流量计的截面图;
- [0060] 图 13 是通过使用感应传感器以输出转子的转动的流量计的截面图;
- [0061] 图 14 是不同的转子目标;和
- [0062] 图 15 示出使用具有多个感应目标的感应目标的流量计的剖视图。

具体实施方式

[0063] 参照图 1, 流量计的剖面图示出包括流量计 100 的多个特征。在整个说明书中使用相同的附图标记表示相同部件。

[0064] 流量计 100 包括外部壳体 102, 其具有带凸缘的入口连接部 104 和带凸缘的出口连接部 106。在外部壳体 102 内部容纳仪表测量组件插入件 108。仪表测量组件插入件 108 包括转子 110、传感器组件 112、流动调节环 114、用于使用轴承 (例如, 滚针轴承) 安置转子的第一端部件 (鼻) 116 和第二端部件 (尾部) 118, 以及用于将第一和第二端部件保持在测量组件 108 内的多个肋 119。通过肋保持第一和第二端部件使得转子轴线和流量计轴线是一致的。转子包括轴、转子毂以及转子叶片。转子毂的直径与端部件的直径基本上相等。

[0065] 外部壳体 102 由铸铁或其他类似的材料制成, 设置在标准尺寸 40、50、65、80、100、125、150、200、250 以及 300mm 范围 (等于连接管道尺寸)。然而, 插入件 108 仅以三种不同尺寸设置。为了使插入件可以在上述整个尺寸范围都能够使用, 外部壳体的入口和出口从发散 / 会聚部分 (如图 1 所示) 变化为会聚 / 发散部分。在某些情形中, 一定比例的流体流可以旁通测量元件。

[0066] 传感器组件 112 包括马蹄铁形的主体, 其以大约 120° 的间隔围绕转子轴定位三个感应传感器。用以在将传感器信号发送至寄存器之前调节传感器信号的 ASIC (专用集成电路) 定位在靠近传感器的邻近。ASIC 定位在靠近传感器的邻近使得来自传感器的信号的衰减被最小化, 并因此减小功率要求。ASIC 还包括用于传感器组件的校准数据, 因而例如如果寄存器损坏, 寄存器可以在任何点进行改变。

[0067] 替换地, 传感器组件包括两组三个感应传感器, 沿转子的轴线每一组偏离其他组。这有效地减小从 120° 至 60° 的传感器之间的角分离, 因而提高整个传感器组件的敏感性。作为另一替换, 每一组感应传感器可以包括 1、2 或多个传感器。

[0068] 来自 ASIC 的信号线延伸通过传感器组件的主体, 并通过传感器组件 112 的顶部离开仪表; 信号线埋入或罐装 (potted) 在传感器组件的顶部中以提供密封。传感器组件 112 的顶部凸出通过压力板 120 并使用诸如 O 形环等的径向密封而密封。围绕传感器组件的顶部布置法兰或凸缘或者隔膜, 使得压力板将传感器组件安置在合适的位置, 并使得壳体内部的流体压力作用在该法兰或凸缘 / 隔膜上以在压力板和传感器组件之间保持密封。

[0069] 转子 110 具有感应目标, 感应目标包括围绕转子轴的 120° 至 220° 定位金属箔片带 126。为了平衡转子, 另一金属箔片带 128 被定位在转子的相对侧的转轴轴上并且位于轴的相对侧上。通过使用三个感应传感器和围绕轴 120° 至 220° 定位的带, 可以确定转子的转动速度和方向。与机械或磁性装置用于确定转子的转动速度相比, 使用感应传感器提高流量计的精确度和操作流量范围。精确度和操作流量范围被提高, 而作为损失的主要部分是由于反电动势 (EMF), 这与使用机械或磁性装置确定转子的转动速度的相同的仪表中的损失相比, 是非常低的。

[0070] 金属箔片带位于转子的轴上, 与转子主体的端面相对, 因为传感器和金属箔片之间的距离对于稳定的感测和由此的精确度是至关重要的。转子在轴承 (例如滚针轴承) 上转动并因此具有轴端浮动或轴向游动 (end float); 因此, 在转子的端面使用金属箔片将在传感器和金属箔片之间导致可变的距离。

[0071] 为了减小与流体动力学阻力相关的任何损失, 在制造期间金属箔片带被模制入转

子。这通过首先模制转子轴的内部芯部、然后将两个金属箔片带放置在合适位置以及最后将该芯部与带模制在聚丙烯转子或其他材料上来完成。

[0072] 替换地,可以采用诸如蜗杆传动的机械系统测量转子的转动。在这种情形中,感应、磁性或机械耦合被用于将蜗杆传动的输出连接至寄存器。

[0073] 测量组件和压力板被布置成可移动的插入件,其能够被安装至已有的制造中,例如以替代已有的机械测量组件。

[0074] 寄存器 124 设置在压力板 120 上面以记录转子的转动并因此记录流量,并且通过覆盖物或遮蔽物与外部环境隔离。

[0075] 转子布置为当其在测量的流体(例如水)中的时候被悬浮(neutrally buoyant),并且进一步地,沿全部六个自由度具有平衡的浮力。转子被布置成具有静平衡和优选的动平衡;静平衡是当转子不转动的时候即转子被放置在测量的流体中时将保持在任何位置上,动平衡是当转子转动时即当转动时在恒定的流动条件下施加在转子轴承上的力是恒定的。这使得仪表能够在整个范围上具有合适的精确度的情况下在非常宽的流速范围上(例如,从相当于 1.5rpm 至 4000rpm 上)操作。转子芯部的几何形状被设计成实现中性浮置,并且芯部由与转子材料不同的材料形成。在低流速的条件下期望中性浮置和平衡的浮力以使得倘若转子是动平衡的则转子能够以一致的速度转动,并且期望在高流速的条件使得减小磨损。

[0076] 为了补偿在模制过程中的任何缺陷,在制造之后平衡转子。该过程涉及转动转子,以及确定正确位置以便增加质量,例如小的钢插针(热铆合至转子毂),或移去材料,例如在空隙存在的位置以便保持基本上相等的密度。

[0077] 图 2 示出流量计 100 的平面图并示出三个截面图 A-A、B-B 以及 C-C。下面将详细地参照附图描述每一个示出的截面图。

[0078] 参照示出截面 A-A 的图 3(与图 1 中示出的类似的截面图),可以看到附加的细节。如上所述,可以看到径向密封 300 将压力板和传感器组件的顶部密封。此外,可以看到 o 形环或类似物 302 在凸缘/隔膜 304 和压力板之间提供附加密封。此外,o 形环或类似物 306 用以将压力板密封至外部壳体。最后,垫圈 308 和 310 用以将外部壳体连接至外部管道。

[0079] 使用螺栓 312,压力板和测量组件被连接在一起以形成插入件。这使得容易将单元插入至外部壳体内。

[0080] 连接器 314 用以将传感器组件连接至寄存器,使得可以记录 ASIC 的输出。

[0081] 参照示出截面 B-B 的图 4,可以看到垂直于图 1 和 2 中示出的截面图。此外,示出两个详细视图 D 和 E,并且这些详细的视图在图 5、6 和 7 中分别详细示出。除了覆盖寄存器显示器的遮蔽物 400,还示出寄存器 124。此外,还示出固定寄存器至压力板的螺栓 402。

[0082] 如上所述,传感器组件 112 是马蹄铁的形式,并且围绕转子轴设置。这使得传感器组件能够在制造期间围绕转子轴容易地被插入,并且如果需要,当仪表在原位时(即假如仪表被损坏时),传感器组件能够容易地被插入。因为流动调节环优选需要围绕流动路径的整个外周延伸,传感器组件壳体容纳环的一部分,并因此在被插入至测量组件 108 时容纳全部(complete)环。

[0083] 替换地,传感器组件是围绕转子轴设置的环形环的形式,并且该替换的形式提供附加的空间以安置多个或多种传感器。例如,在相对小的仪表中可能要求这种设置。

[0084] 可以详细看到上述的流动调节环 114。该流动调节环通过多个肋 404 设置在合适位置处。作用在环上的流体力可以很大,因此需要多个肋。除了设置环,肋(或辐条)用以使得流体流变直。环用以在流接触转子上之前调节流体流。此外,环用以在高流速期间通过在转子前面形成低压区域而减小作用在转子上的推力载荷。

[0085] 从较薄的前缘至较厚的后缘对环倒角,这有助于减小推理载荷。环的外侧与流动路径平行。

[0086] 环被定位成使得其仅设置在转子的上游,并且具有大于转子毂的半径的半径。为了适当地调节流动,理想地,环被设置在从转子的毂至叶片的末端的距离的 40%至 60%之间(因为转子叶片的尺寸形成为仅配合在测量元件的孔内,因此使用元件孔的半径也可以限定流动环的位置,并且将得出相同的比值),优选在 45%至 55%之间,更优选为 53%。

[0087] 在轴向上,环被设置成离转子叶片 1.0mm 至 3.0mm 之间,优选在 1.5mm 至 2.5mm 之间,更优选为 2.0mm。这提供最佳的流动调节的同时,允许任何小的碎片通过仪表。

[0088] 环的弦长度(相对于流动方向)大致为 10 至 20mm,或 10 或 12 至 15mm。太窄的环不能提供充分的流动调节,并且难以制造,同时太宽的环也不会提供充分地调节流动。

[0089] 通常,环被设计成优化流动条件,并因此相对于没有流动调节环的流量计使性能最大化的改善。

[0090] 如果没有适当地调节,涡旋从外部壳体的偏离入口部分流出,这降低仪表的精确度。环用以破坏涡旋并因此提供用以在整个有效的流速范围上在整个转子叶片上提供基本上一致的流动的装置。通过在转子叶片上形成基本上一致的流动,流动条件被改善,使得精确度和精度方面的性能得以改善。

[0091] 操作条件的范围,具体地是在环用以破坏/打断涡旋的情况下的流速或流量的范围,小于流量计的流速或流量额定范围,但是大于额定范围的 25%或 33%或 50%或 75%。

[0092] 附加地,或替换地,在操作条件范围的至少部分的条件下(其中该范围可以与打断涡旋流出的范围重叠或可以不重叠),环可以将层流流体切断为紊流流体流动,因而由此在转子叶片的前缘处提供基本上均匀或一致的流。

[0093] 因而,环可以被优化以使得未校正的传感器输出-流速曲线“变平”。通过使得该曲线“变平”,线性化过程更容易,因而在较宽的流速或流量范围上提供精确的测量。

[0094] 参照详细示出图 4 中的 D 的图 5,可以看到径向密封 300。阴影表示的部件 500 用以将从传感器组件 ASIC 的连接器 502 和到寄存器的连接器 504 密封至传感器组件的顶部内部。

[0095] 参照详细示出图 4 中的 E 的图 6 和 7,螺栓 402 和垫圈 600 用以将寄存器连接至压力板。也可以使用刺状(bayonet)配合装置 700 将寄存器连接至压力板。

[0096] 可以使用其他形式的寄存器,例如提供遥测或其他远距离读取的装置,代替本地显示器或本地显示器,或机械的而不是电子显示器。也可以为过程控制应用提供瞬时流量输出而不是总的流量输出(求和的)。

[0097] 图 8 示出传感器组件 112 的示例。图中示出连接至传感器组件的流动环 802 的部分和马蹄铁布置 800。图中示出三个感应传感器 804,其围绕马蹄铁传感器组件以 120° 定位。

[0098] 图 9 和 10 示出在流动路径内包括流动环的效果。如图 9 所示,仪表的精确度在操

作包络线（用方框虚线指示）的整个主要部分上得以改善。

[0099] 图 10 示出用于 50mm 仪表的流动环直径的优化过程。如图所示，50mm 仪表的较好的环直径大致为转子毂直径的 111%。

[0100] 图 11 示出通过具有和不具有流动环的流量计的液体流动的 CFD 表示。如图中区域 A 看到的，通过环已经对在转子处的流体流进行节流，这在图中被示出为在该区域内流动速度的减小。此外，在这个转子叶片上的速度变化曲线更加一致或更加均匀。如图区域 B 中看到的，速度变化曲线基本上是平的，这是紊流流动的证明；在该区域内引起的紊流流动将减小跨过流量计的总的损失（压力损失和压头损失）。

[0101] 图 12 示出使用蜗杆传动以输出转子的转动速度的流量计。测量元件 1200 容纳转子 1202，其通过上游转子支撑 1204 和下游转子支撑 1206 安置。主轴或纺锤组件适于使用蜗杆传动经由隔膜插头 1210 输出转子转动速度至仪表的干燥侧，并通过 o 形环 1212 密封。校准叶片由 1214 表示。如上所述，流动环 1216 适于改善流量计的精确度。

[0102] 图 13 示出使用感应传感器测量转子 1300 的转动速度的流量计的替换视图。转子 1300 设置在转子支撑 1302 的上游。

[0103] 图 14 示出感应目标轮 1400 的变体，每一个轮具有多个感应目标。感应目标与感应传感器组件一起可以用以改进机械流量计以便实现电子输出。图 15 中示出这种流量计的一个示例，其中感应寄存器单元 1500 替换传统的机械寄存器单元。目标轮 1400 具有多个感应目标，其通过感应传感器 1502 感测，围绕感应目标有三个感应传感器 1502 以 120° 间隔定位。在传统技术中，使用单个感应目标，但是这限制了输出的分辨率。通过设置多个感应目标，分辨率与所使用的目标的数量成比例增加。然而，所使用的感应目标的数量受到目标轮的直径的限制，因为每个感应目标必须足够大以便在感应传感器中提供一致的信号。此外，当使用 3 个感应传感器，目标的数量不必是 3 的倍数，因为在这目标的数量条件下目标轮的方向不确定。通过大量减小齿轮系，由于减小齿轮系中的阻力，增加感应目标的数量还提高仪表的低流速性能。

[0104] 目标轮可以在最初的位置安装在流量计上，并因此任何已有的具有主轴或纺锤（spindle）输出的仪表都可以改善或提高感应输出。

[0105] 在本说明书中公开的和 / 或在附图中示出的每一个特征（其中，包括权利要求）可以不依赖于其他所公开和 / 或示出的特征而并入本发明。具体地但不限制地，尤其独立权利要求的从属权利要求中的任一项的特征可以以任何结合的形式引入至独立权利要求中。

[0106] 应该理解，本发明不限制于仅通过示例的方式描述的上述实施例的具体内容，并且在本发明的范围内可以实施这些具体内容的修改。

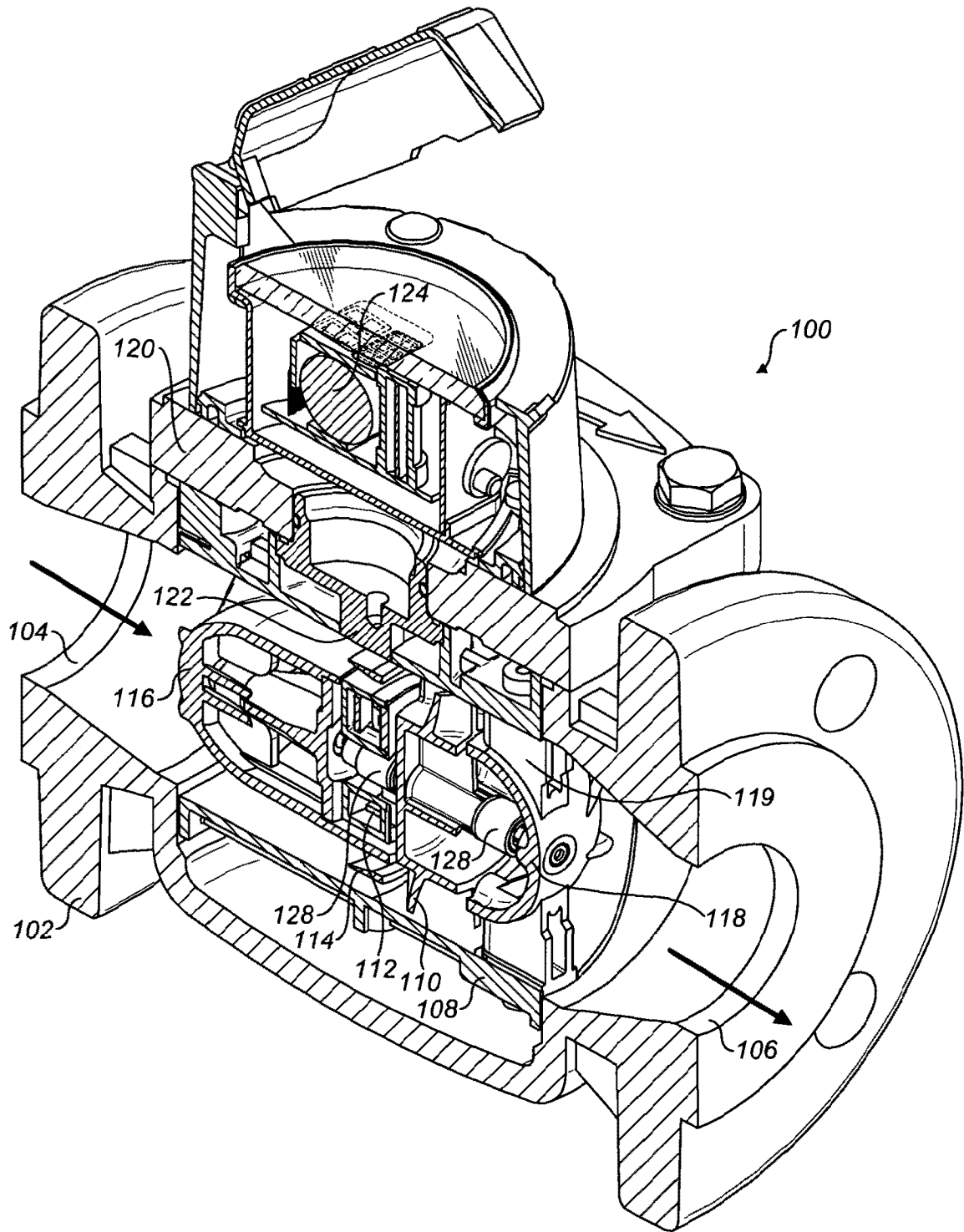


图 1

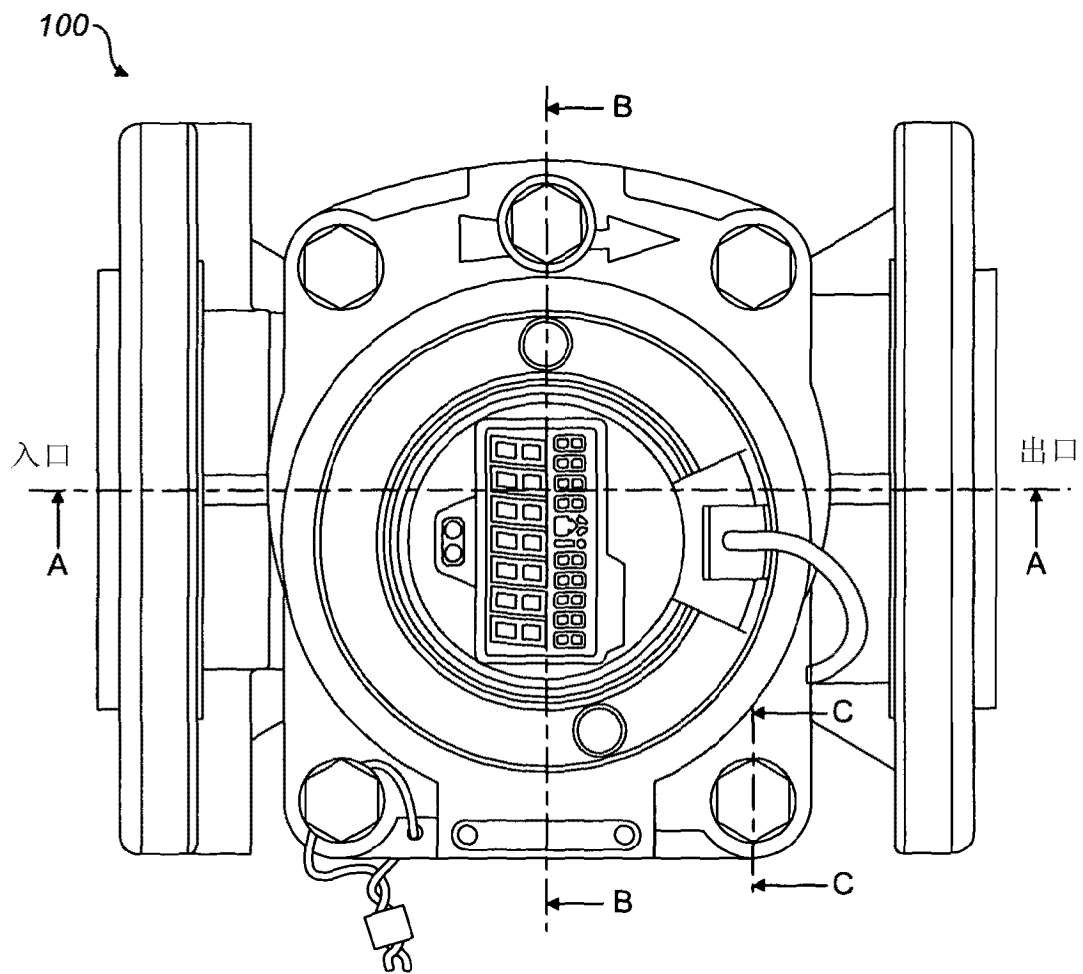


图 2

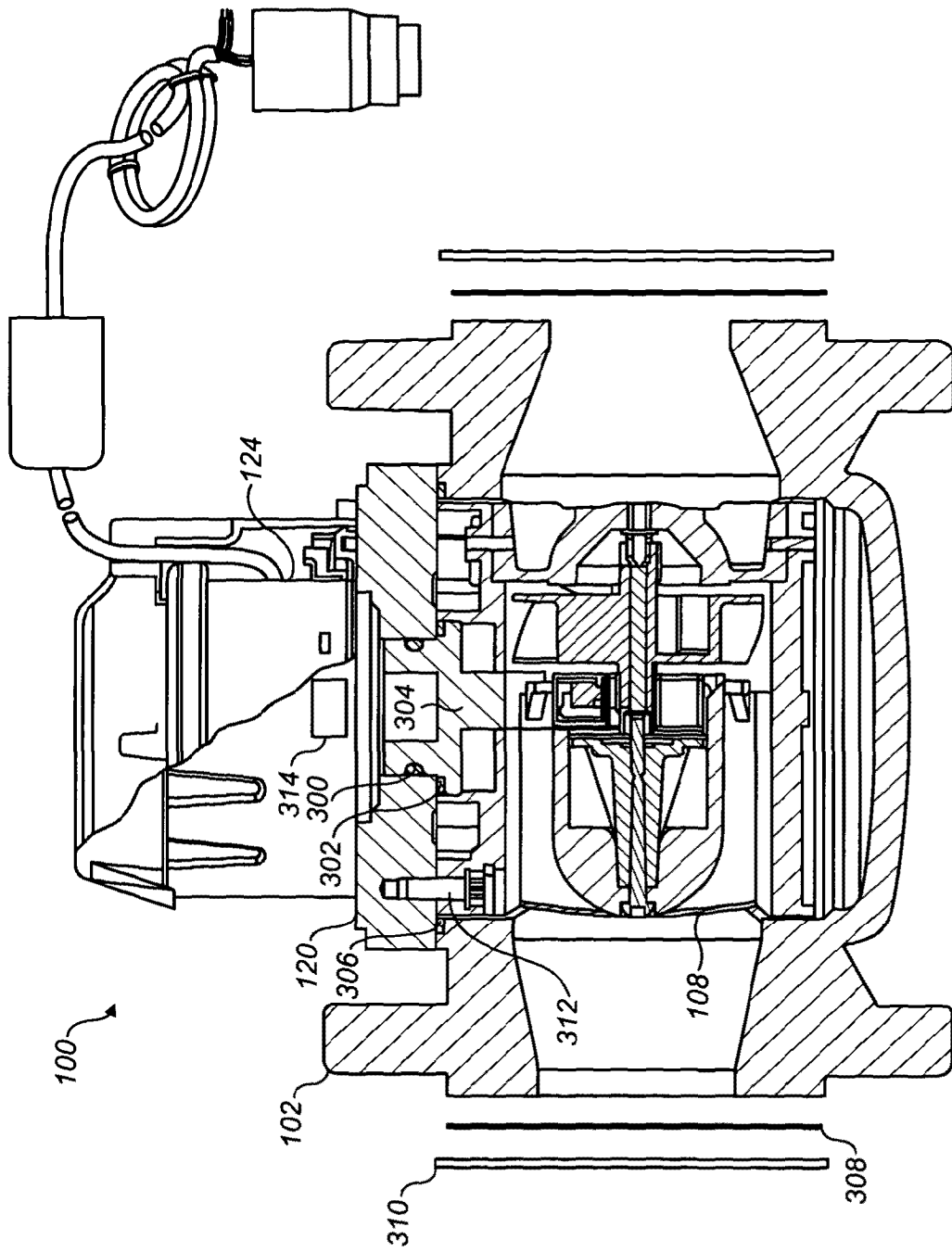


图 3

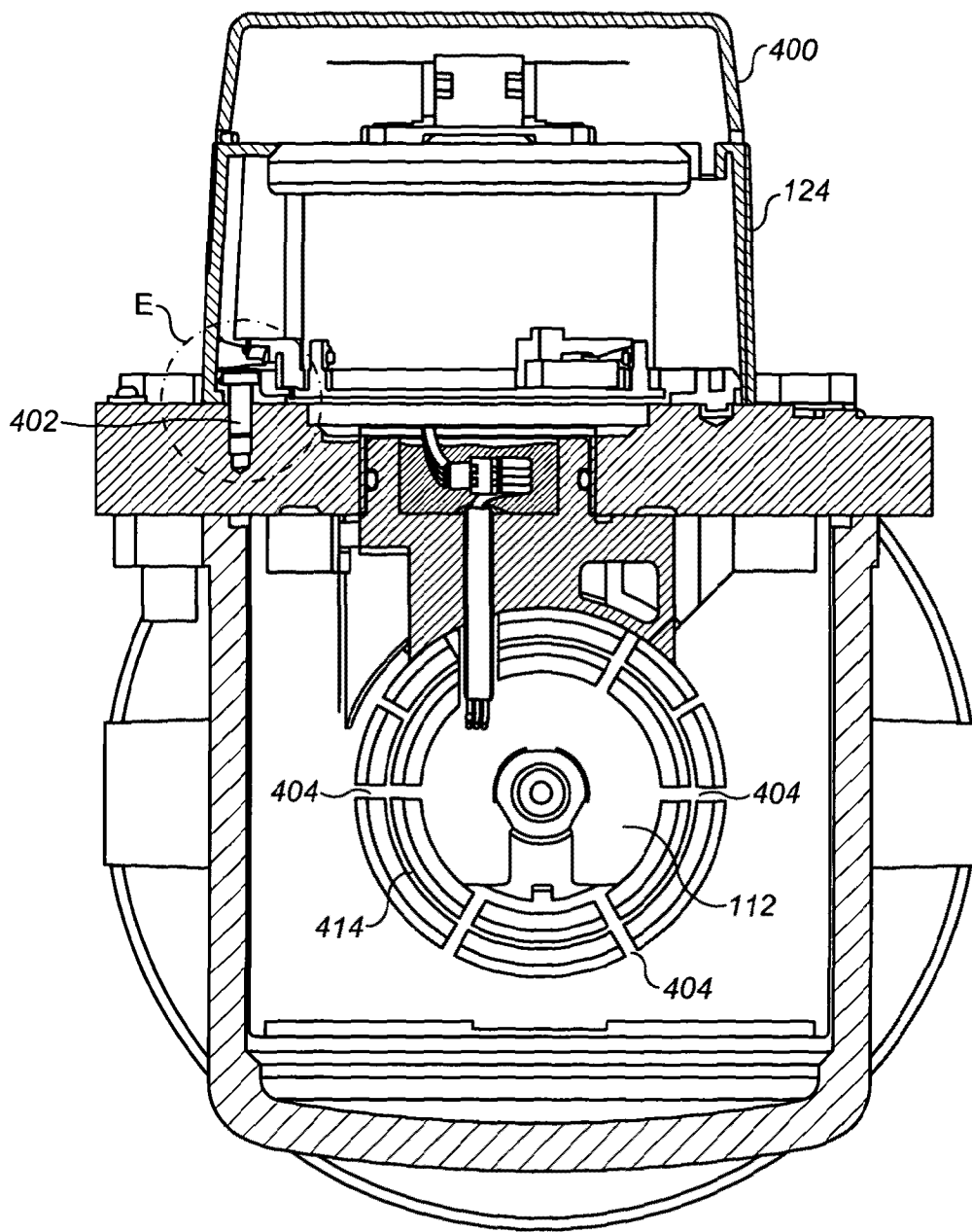


图 4

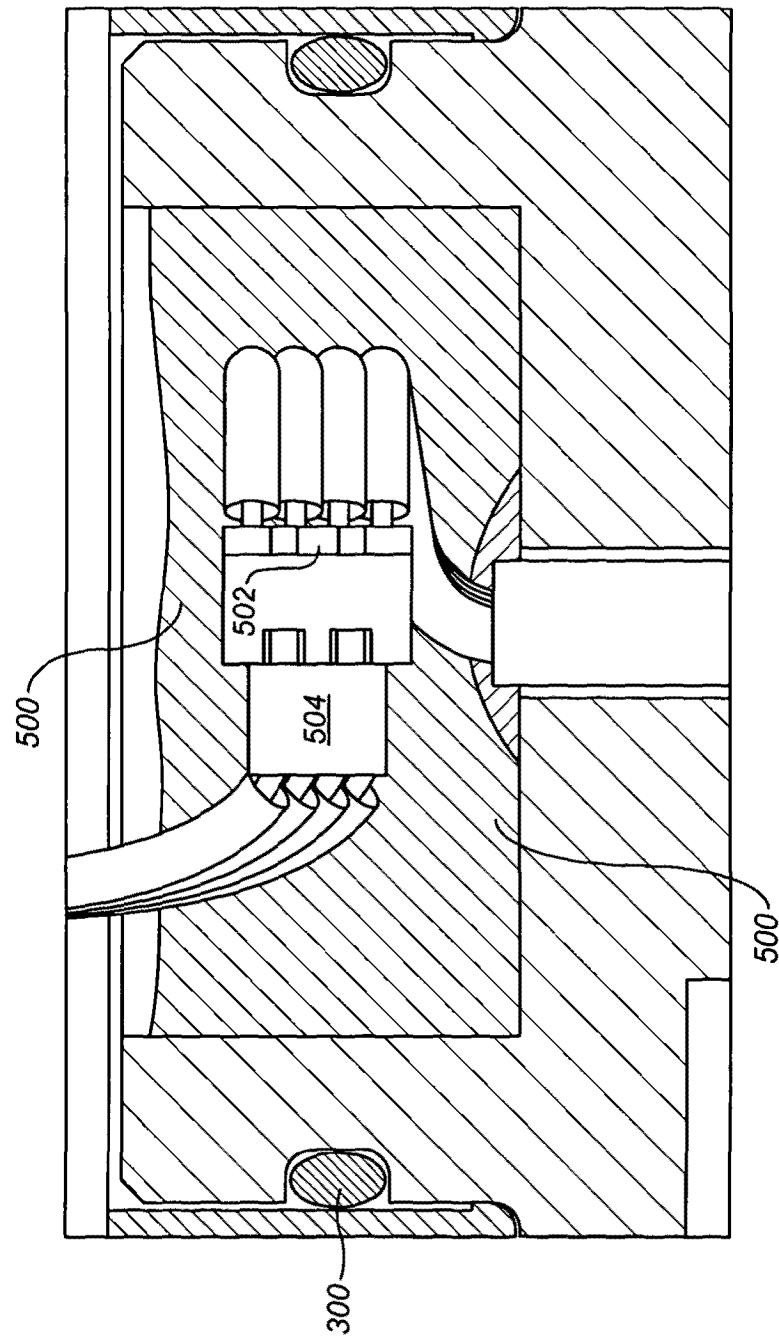


图 5

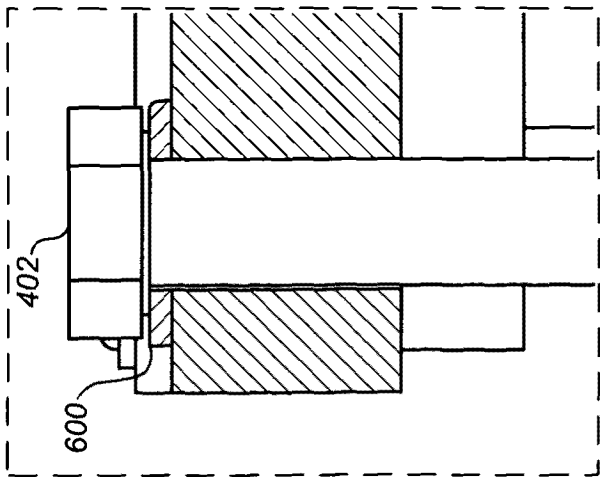


图 6

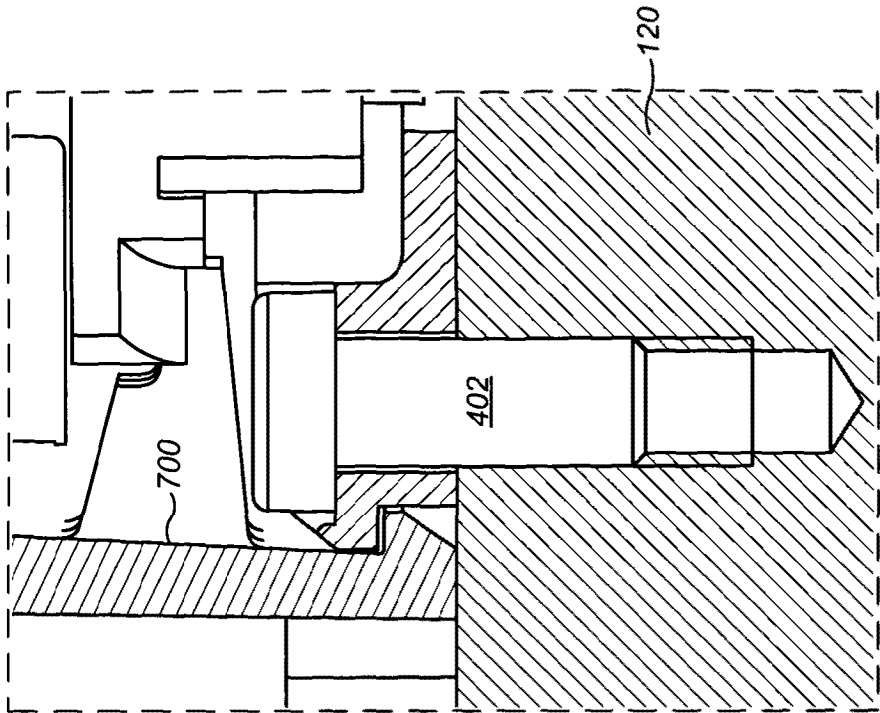


图 7

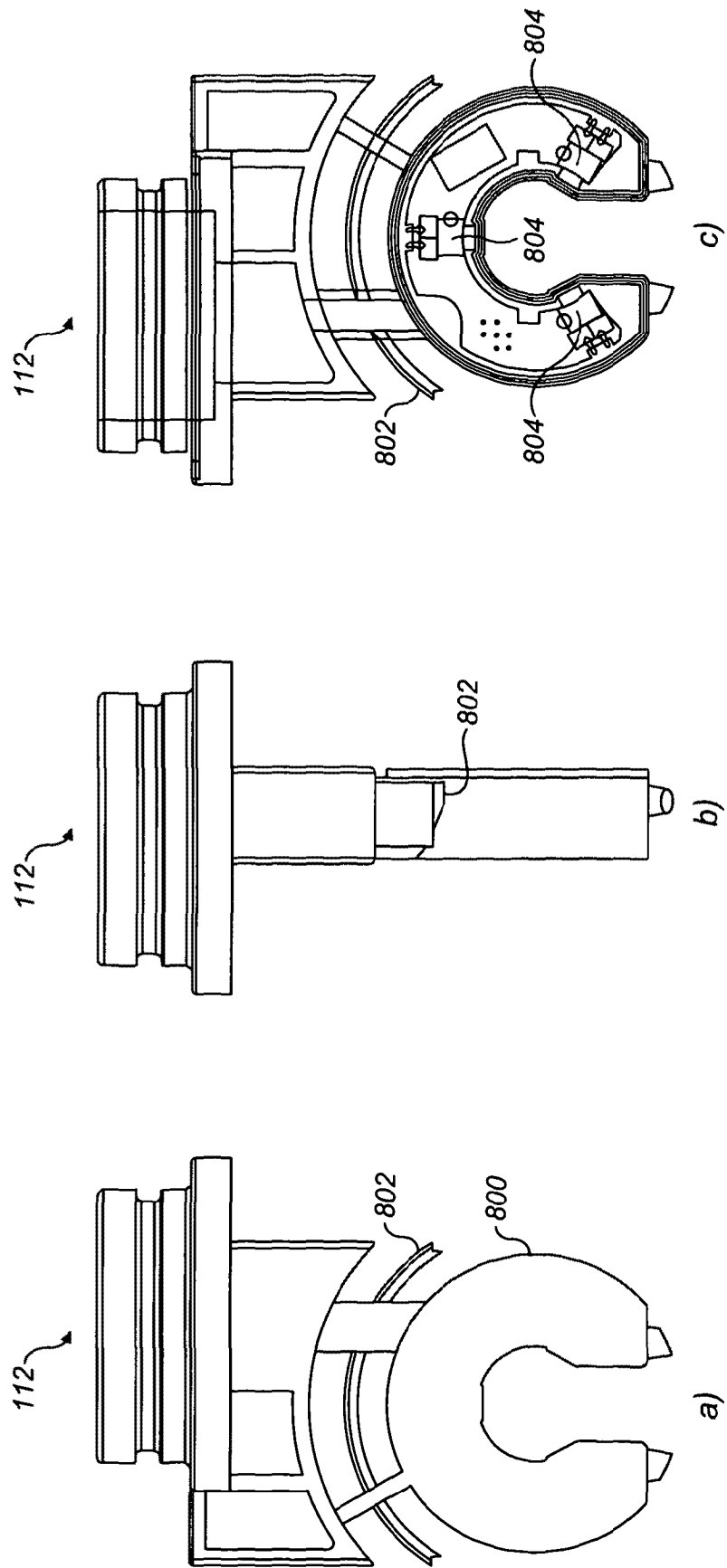


图 8

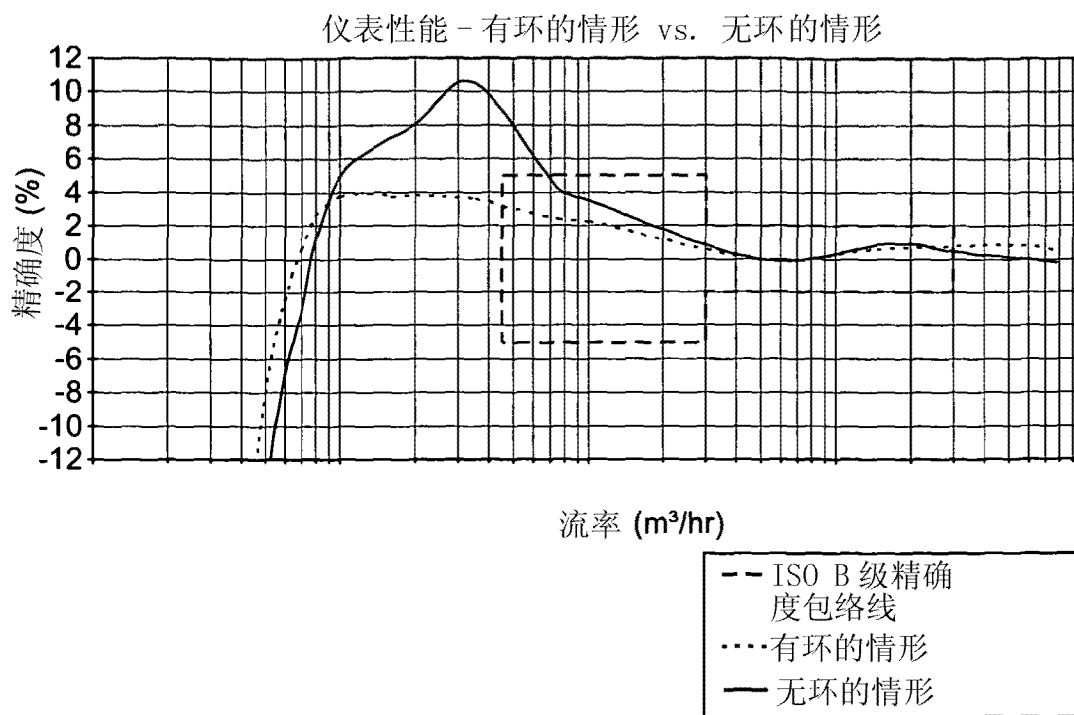


图 9

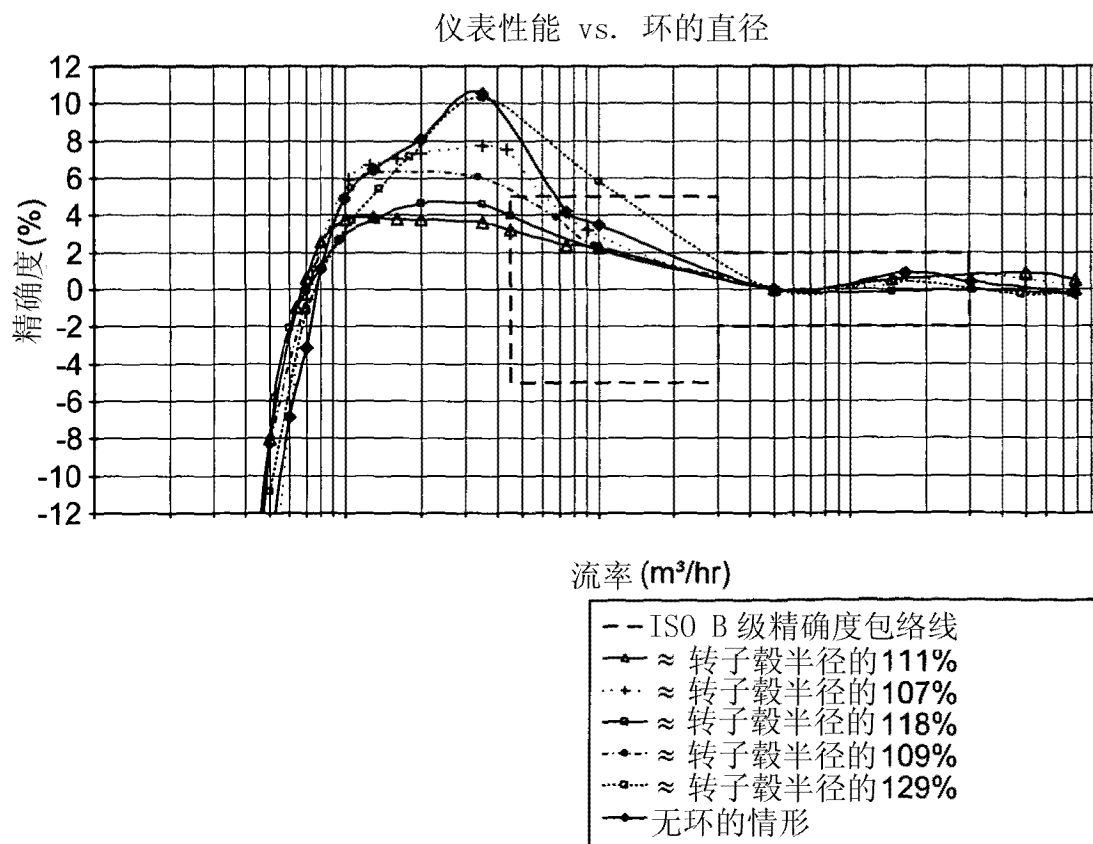


图 10

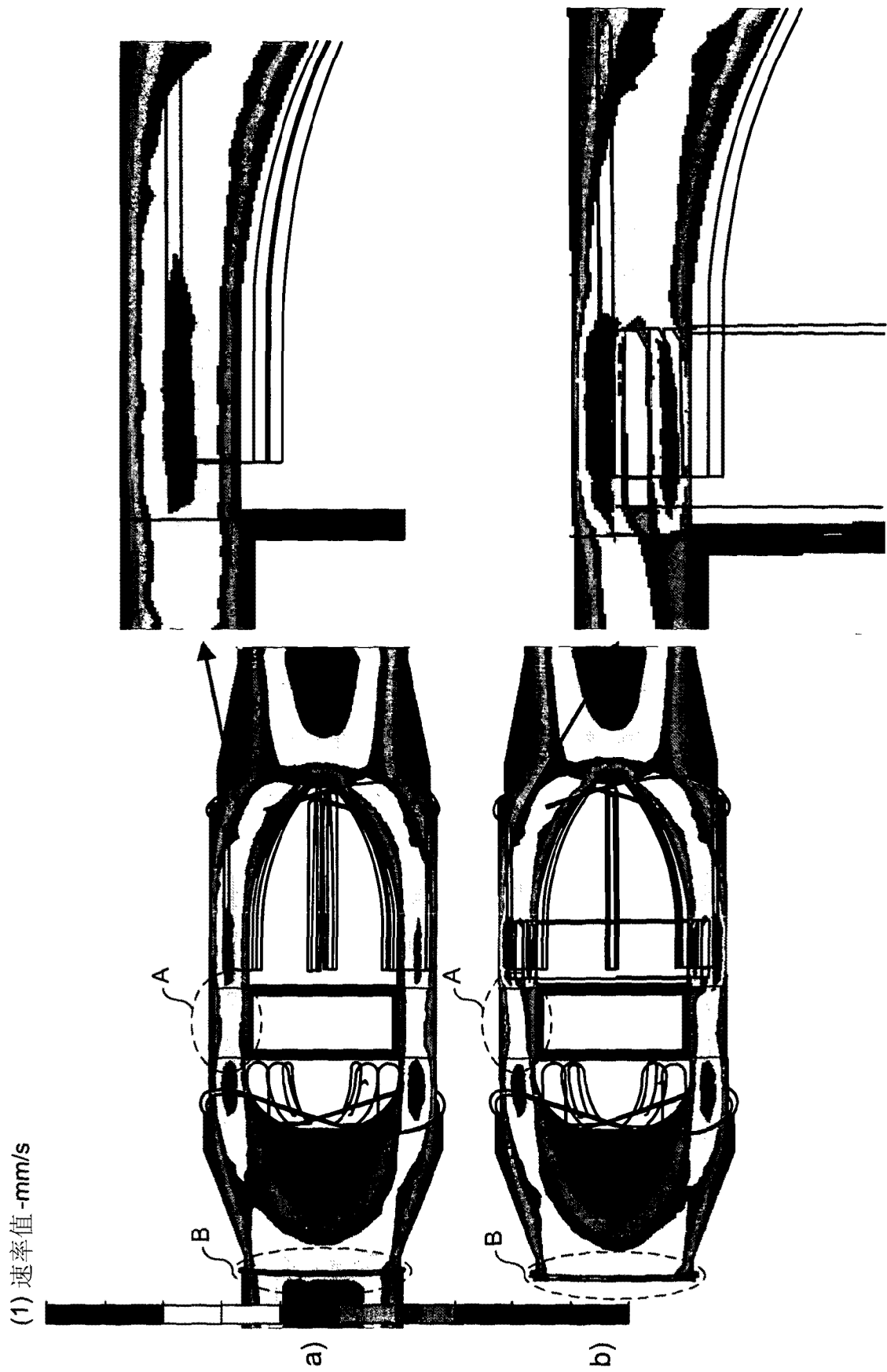


图 11

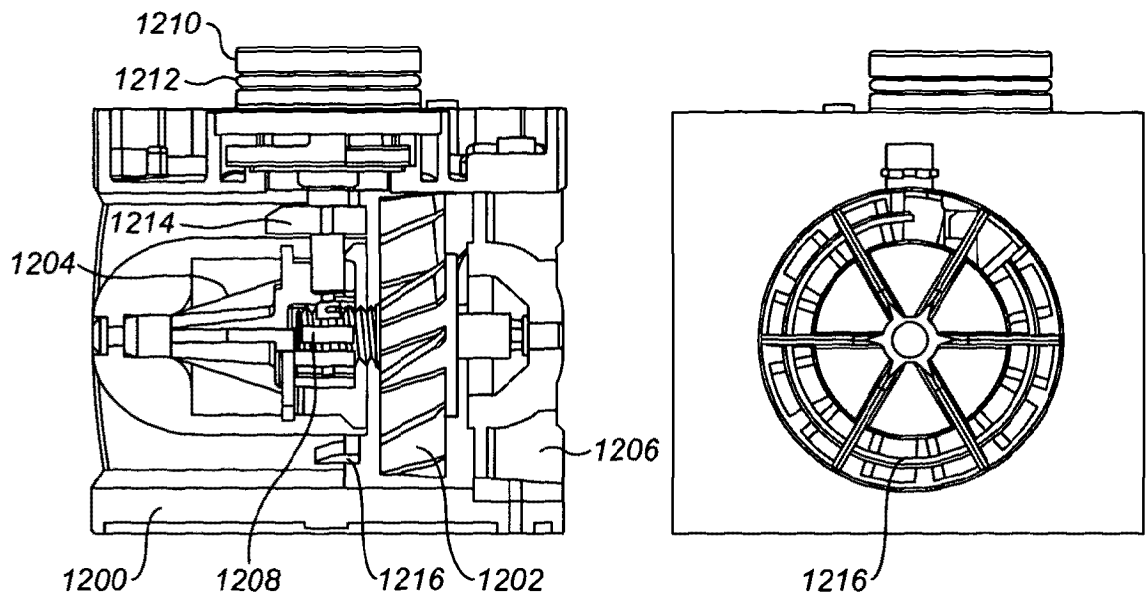


图 12

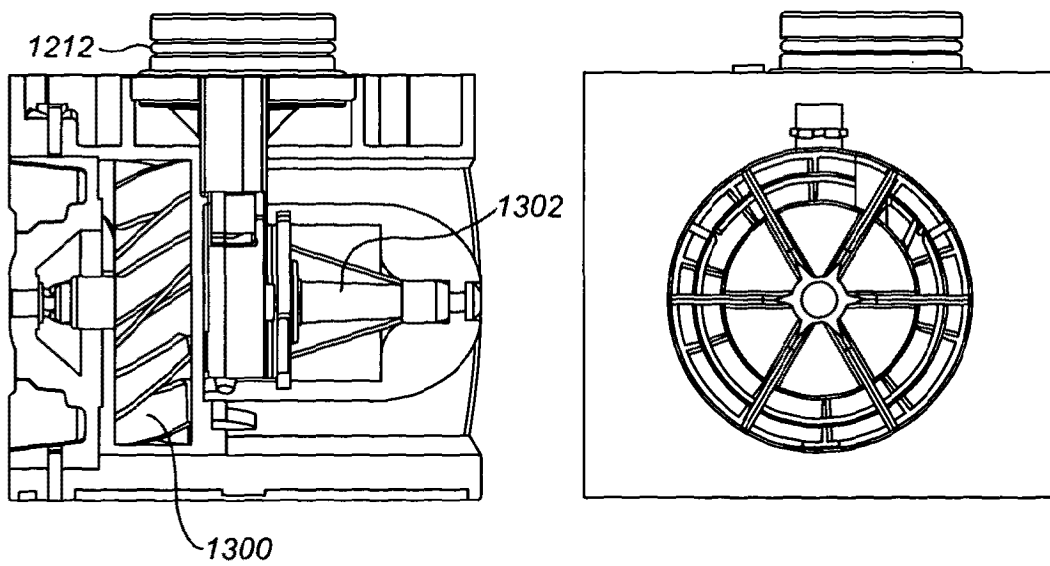


图 13

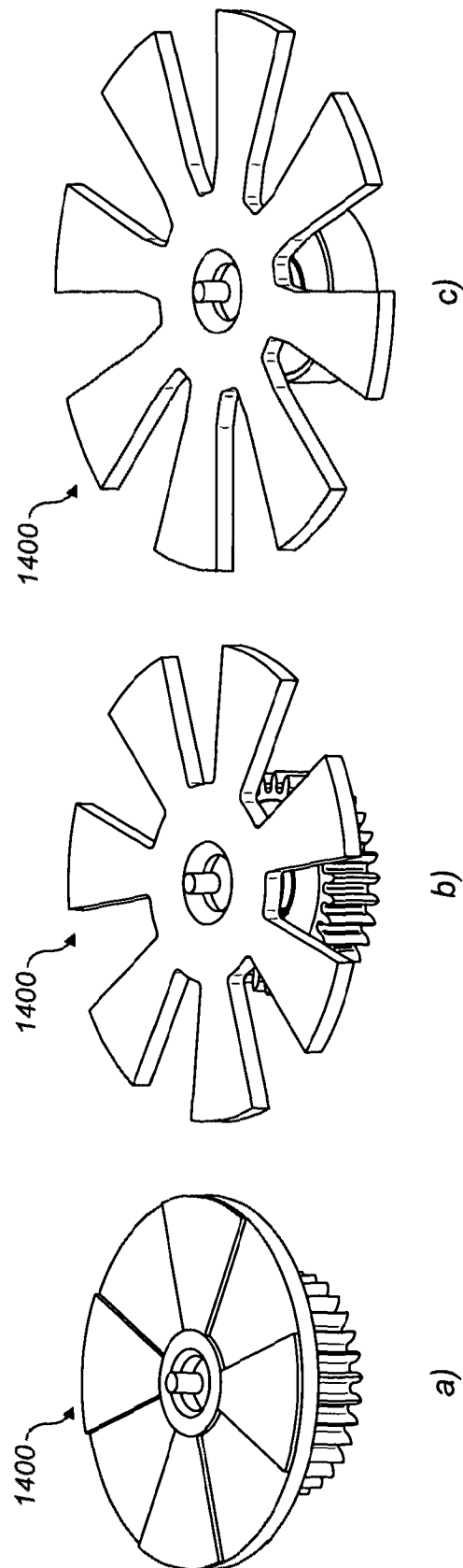


图 14

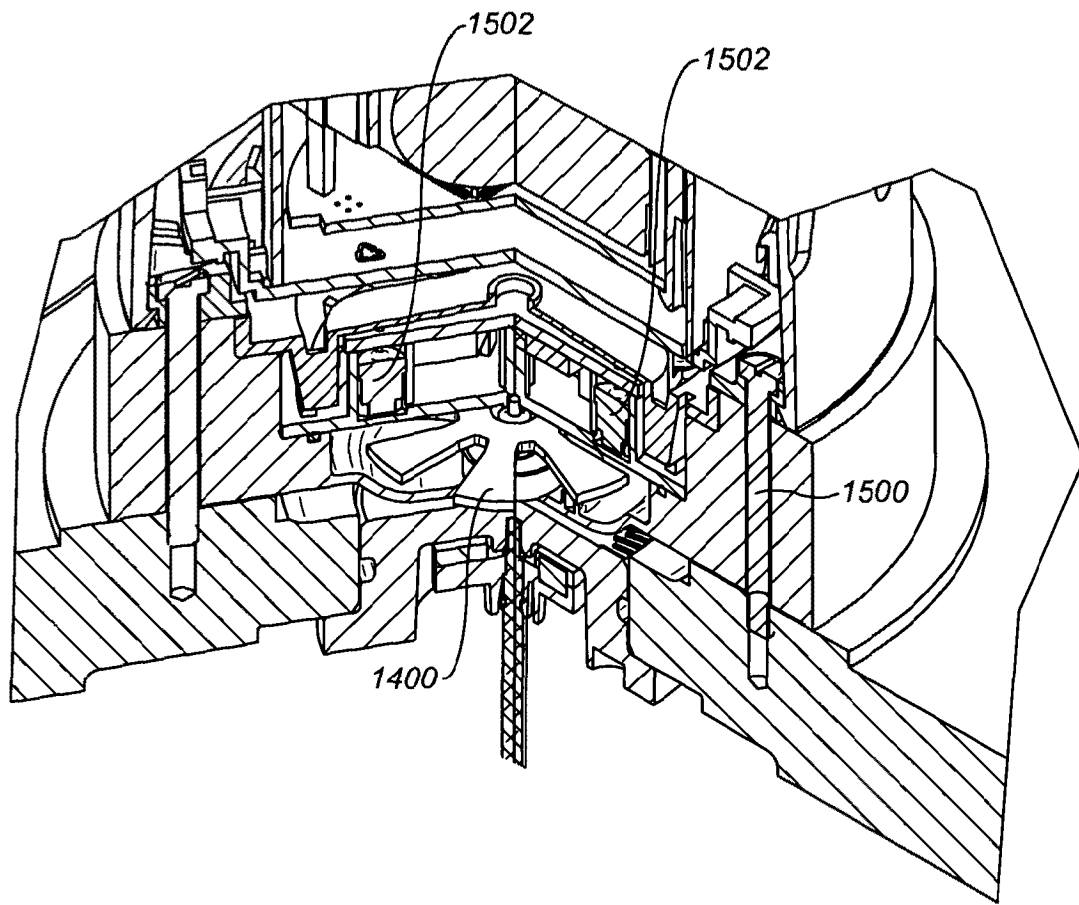


图 15