



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110114639 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201780080970.9

(22)申请日 2017.11.22

(30)优先权数据

102016125809.1 2016.12.28 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.06.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/080087 2017.11.22

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2018/121927 DE 2018.07.05

(71)申请人 恩德斯+豪斯流量技术股份有限公司

地址 瑞士,赖纳赫

(72)发明人 斯特凡·普夫吕格尔

斯特凡·齐格勒 弗兰克·沃伊特

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

代理人 穆森 戚传江

(51)Int.Cl.

G01F 1/58(2006.01)

G01F 1/66(2006.01)

G01N 22/00(2006.01)

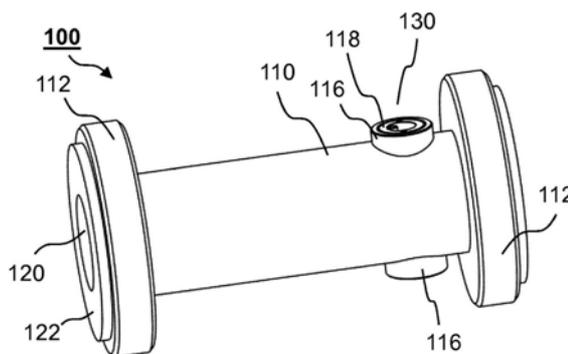
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

(54)发明名称

用于通过微波分析流动介质的测量组件

(57)摘要

本发明涉及一种测量组件,其包括:金属测量管(110),其两侧开口以承载介质,其中测量管(110)具有外圆周表面、内圆周表面和至少两个孔口,其中所述两个孔口从所述外圆周表面延伸到所述内圆周表面;介电包层(120),其靠在所述测量管(110)的所述内圆周表面上;第一微波天线(130),其被布置在所述测量管(110)中,并且能够通过所述第一孔口进行与所述第一微波天线(110)的接触;第二微波天线(130),其被布置在所述测量管(110)中,并且能够通过所述第二孔口进行与所述第二微波天线(130)的接触;其中所述介电包层(120)形成介电波导,经由该介电波导,微波能够至少在一定程度上从所述第一微波天线(130)到达所述第二微波天线(130)。



1. 一种测量组件(100),其包括:

金属测量管(110),所述金属测量管(110)两侧开口以承载介质,其中所述测量管(110)具有外圆周表面、内圆周表面和至少两个孔口,其中所述两个孔口从所述外圆周表面延伸到所述内圆周表面;

介电包层(120),所述介电包层(120)靠在所述测量管(110)的所述内圆周表面上;

第一微波天线(130),所述第一微波天线(130)被布置在所述测量管(110)中,并且能够通过所述第一孔口进行与所述第一微波天线(130)的接触;

第二微波天线(130),所述第二微波天线(130)被布置在所述测量管(110)中,并且能够通过所述第二孔口进行与所述第二微波天线(130)的接触;

其中所述介电包层(120)形成介电波导,经由所述介电波导,微波能够至少在一定程度上从所述第一微波天线(130)到达所述第二微波天线(130)。

2. 根据权利要求1所述的测量组件,

还包括第一导电环结构和第二导电环结构,它们分别布置在所述金属测量管的端侧面上,并在所述端侧面上界定所述介电包层。

3. 根据权利要求1或2所述的测量组件,

其中所述第一微波天线被所述包层覆盖,和/或

其中所述第二微波天线被所述包层覆盖。

4. 根据权利要求1、2或3所述的测量组件,

其中所述测量管基本上是圆柱形的;

其中所述包层的厚度 b 不超过10mm,特别是不超过8mm,优选地不超过7mm,

和/或为所述测量管的内径的五分之一,特别是不超过六分之一。

5. 根据上述权利要求中一项所述的测量组件,

其中所述包层的厚度 d 不小于2mm,特别是不小于4mm,优选地不小于5mm。

6. 根据上述权利要求中一项所述的测量组件,

其中所述测量管具有测量管轴线,其中在所述第一微波天线和所述第二微波天线之间存在直连接线,并且所述直连接线与所述测量管轴线成直角相交。

7. 根据上述权利要求中一项所述的测量组件,

其中至少一个微波天线包括平面天线,其中特别是两个微波天线都包括平面天线。

8. 根据权利要求7所述的测量组件,

其中至少一个所述平面天线是螺旋形的,其中特别是两个平面天线都是螺旋形的。

9. 根据权利要求7或8所述的测量组件,

其中至少一个所述平面天线具有作为支撑主体的承压陶瓷板,其中特别是两个平面天线都具有作为支撑主体的承压陶瓷板。

10. 根据上述权利要求中一项所述的测量组件,

还包括用于产生磁场的磁体组件,所述磁场基本上垂直于所述测量管轴线穿过所述测量管。

11. 根据权利要求10所述的测量组件,

还包括第一电极和第二电极,所述第一电极和所述第二电极穿过所述包层延伸到所述测量管中,其中所述电极被设计以与所述测量管中承载的介质电接触,其中,特别是在两个

电极之间的直连接线基本上垂直于所述磁场并垂直于所述测量管轴线延伸。

12. 根据权利要求10所述的测量组件，

其中所述第一微波天线具有所述第一电极，并且所述第二微波天线具有所述第二电极。

13. 根据上述权利要求中一项所述的测量组件，

还包括：

操作和评价电子装置，所述操作和评价电子装置具有高频发生器，以向至少一个所述微波天线供应至少一个高频信号并且被设计以基于从另一所述天线接收的微波信号确定所述测量管中承载的介质的至少一个特性。

14. 根据权利要求13所述的测量组件，

其中所述高频发生器被设计以向所述至少一个所述微波天线供应一系列不同频率的高频信号。

15. 根据权利要求13或14所述的测量组件，

其中所述操作和评价电子装置被设计以基于所述高频信号的衰减和/或照射的高频信号与接收的高频信号之间的相位确定所述测量管中承载的所述介质的至少一种特性。

16. 根据权利要求10和权利要求11或12中一项以及权利要求13至15中一项所述的测量组件，

其中所述磁体组件包括至少一个场线圈，

其中所述操作和评价电子装置被设计以

向所述至少一个场线圈供应，

检测所述第一电极和所述第二电极之间的电位，所述电位取决于介质穿过所述测量管的流率，并且取决于所述电位确定流量测量值。

用于通过微波分析流动介质的测量组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于通过微波分析流动介质的特性的测量组件。特别地,能够通过微波确定处理管线中介质的介电常数和损耗因子的物理变量。通过在一个或多个不同频率下测量的这两个变量,能够得出关于应用特定参数,例如关于水和其它非极性或非极性组分的混合物中水的比例的结论。

背景技术

[0002] 在L.F.Chen、C.K.Ong、C.P.Neo、V.V.Varadan、V.K.Varadan的一2004年约翰·威利父子出版公司出版的《微波电子学、测量和材料表征》(“Microwave Electronics, Measurement and Materials Characterization”)中描述了建立的传输/反射测量。为此,微波信号在容器或管道中在两个不同位置处耦合到介质中,测量这些耦合结构之间的散射参数(透射和可选地反射),并且根据测量的散射参数计算介质的所述物理特性。

[0003] 然而,传统的耦合结构具有各种缺点:

[0004] 许多耦合结构,诸如缩短的偶极天线,突出到测量管中。然而,由于测量管堵塞或可能损坏耦合结构的危险,这对于压力损失和具有固体成分的介质而言是不希望的。

[0005] 附接在金属测量管外部并因此不突出到测量管内的耦合结构需要微波信号能够通过其耦合的介电(不导电)窗口。然而,就食品领域中的应用的卫生要求和压缩强度两者而言,将该窗口密封在金属测量管上在结构方面是昂贵的。

[0006] 如果通过磁感应测量原理测量流率也与通过微波传感器系统测量材料特性同时进行,则围绕通常耦合结构的介质接触钢管与将磁感应测量原理的介质与导电管壁的所需的绝缘不相容。因此,在一个测量点或一个设备中组合两种测量原理是不可能的。

发明内容

[0007] 因此,本发明的目标在于提供一种克服上述缺点的测量组件。

[0008] 根据本发明,通过根据独立权利要求1所述的测量组件实现了该目标。

[0009] 根据本发明的测量组件包括:

[0010] 金属测量管,其两侧开口以承载介质,其中测量管具有外圆周表面、内圆周表面和至少两个孔口,其中两个孔口从外圆周表面延伸到内圆周表面;

[0011] 介电包层,靠在测量管的内圆周表面上;

[0012] 第一微波天线,其被布置在第一孔口的区域中,并且能够通过第一孔口进行与第一微波天线的接触;

[0013] 第二微波天线,其被布置在第二孔口的区域中,并且能够通过第二孔口进行与第二微波天线的接触;

[0014] 其中介电包层形成介电波导,经由介电波导,微波能够至少在一定程度上从第一微波天线到达第二微波天线。

[0015] 在本发明的发展中,测量组件还包括第一导电环结构和第二导电环结构,它们分

别布置在金属测量管的端侧面上,并在端侧面上界定介电包层。

[0016] 这些环形结构例如能够为测量管本身的一部分,或者例如当安装在管道中时,以相邻管的形式或者以匹配内径的环形盘的形式被安装在测量管的端侧面上。

[0017] 电磁功率到也称为衬里的介电包层的耦合能够类似于到传统波导的耦合进行。这些可能性尤其包括通过探针的耦合,探针导电地连接到介质或者以与介质绝缘的方式终止于衬里内。适合地,穿过金属外管的孔口能够以同轴管线技术进行。如果探针与介质导电连接,则可能另外并行地使用探针作为用于根据磁感应原理的流量测量的测量电极。通过频率高于1GHz的微波信号和频率不超过10MHz的流量测量信号之间的大频率差,能够分离不同的测量信号。为此目的,能够使用所谓的T型偏置(bias tee)一高通和低通的组合。

[0018] 在本发明的发展中,第一微波天线被包层覆盖,和/或第二微波天线被包层覆盖。

[0019] 在本发明的发展中,测量管基本上是圆柱形的,其中包层具有不大于测量管内径的十分之一,特别是不大于其二十分之一厚度b。

[0020] 在本发明的发展中,包层具有不小于2mm,特别是不小于4mm,优选地不小于5mm的平均厚度d。

[0021] 在本发明的发展中,测量管具有测量管轴线,其中在第一微波天线和第二微波天线之间存在直连接线,并且直连接线与测量管轴线成直角相交。

[0022] 在本发明的发展中,第一微波天线包括平面天线,和/或第二微波天线包括平面天线。

[0023] 特别地,平面天线特别能够经由同轴连接器差分馈电。

[0024] 在本发明的发展中,平面天线是螺旋形的。

[0025] 在本发明的发展中,平面天线包括承压陶瓷板。

[0026] 在本发明的发展中,测量组件还包括用于产生磁场的磁体组件,该磁场基本上垂直于测量管轴线穿过测量管。

[0027] 在本发明的发展中,测量组件包括第一电极和第二电极,第一电极和第二电极穿过包层延伸到测量管中,其中电极被设计成与测量管中承载的介质电接触,其中,特别是在两个电极之间的直连接线基本上垂直于磁场并垂直于测量管轴线延伸。

[0028] 在本发明的发展中,第一微波天线具有第一电极,并且第二微波天线具有第二电极。

[0029] 在本发明的发展中,测量组件还包括操作和评价电子装置,其具有高频发生器,以向至少一个微波天线供应至少一个高频信号并且被设计以基于从另一天线接收的微波信号确定测量管中承载的介质的至少一个特性。

[0030] 在本发明的发展中,高频发生器被设计以向至少一个微波天线供应一系列不同频率的高频信号。

[0031] 在本发明的发展中,操作和评价电子装置被设计以基于高频信号的衰减和/或照射的高频信号与接收的高频信号之间的相位,确定测量管中承载的介质的至少一种特性。

[0032] 在本发明的发展中,磁体组件包括至少一个场线圈,其中操作和评价电子装置被设计以向该至少一个场线圈供应,以检测第一电极和第二电极之间的电位,该电位取决于介质穿过测量管的流率,并且取决于电位确定流量测量值。

附图说明

[0033] 下面基于附图中示出的示例性实施例进一步详细地描述本发明。其中示出：

[0034] 图1a:根据本发明的测量组件的示例性实施例的空间表示图；

[0035] 图1b:图1a的测量组件的侧视图；

[0036] 图1c:沿平面C-C截取的图1b的测量组件的横截面图；

[0037] 图1d:沿平面D-D截取的图1b的测量组件的横截面图；

[0038] 图1e:图1d的测量组件在以E识别的位置处的细节图；

[0039] 图2a:图1a至图1e的测量组件安装在其中的管道段的纵向截面图；

[0040] 图2b:具有端侧面金属盘的测量组件的另一示例性实施例的纵向截面图；

[0041] 图2c:测量组件的另一示例性实施例的测量管段的详细纵向截面图；

[0042] 图2d:根据本发明的测量组件的第二示例性实施例的空间表示图；

[0043] 图3a:根据本发明的测量组件的示例性实施例的平面天线的前视图；

[0044] 图3b:根据本发明的测量组件的测量管的具有MIF电极的波导天线的详细纵向截面图；

[0045] 图3c:具有图3b的MIF电极的波导天线的场模拟；

[0046] 图4:根据本发明的测量组件的测量管的示意性半截面图；

[0047] 图5a:根据本发明的测量组件中的场分布波传播的示例性模拟结果；以及

[0048] 图5b:关于根据本发明的测量组件中和根据现有技术的测量组件中的微波传输的曲线图。

具体实施方式

[0049] 图1a至1e中所示的测量组件包括具有端侧面的金属测量管110、金属连接法兰112,该测量管衬有衬里120,衬里120包括塑料—例如聚氨酯或含氟聚合物,诸如PFA或PTFE。衬里120可具有端侧面密封表面122,端侧面密封表面122从测量管110引出并靠在法兰112的端侧面上。

[0050] 为了能够耦合或解耦微波,测量组件100包括两个天线单元130,两个天线单元130被彼此相对地布置在测量管110的圆周表面上,并且其细节尤其在图1e中示出。在天线单元130的区域中,测量管110分别具有一个孔口114,孔口114通过螺纹套管116包围在测量管100的外圆周表面上,夹紧环118被拧入螺纹套管116中以便夹紧陶瓷板132,陶瓷板132形成用于平面天线的支撑主体,以及端子板134,端子板134被布置在陶瓷板132的外侧,抵靠衬里120。为了补偿温度波动和制造公差,另外可以将弹性环136布置在夹紧环118和陶瓷板132或端子板134之间。从其外侧开始,衬里120在陶瓷板132的位置处具有凹口132,凹口124被陶瓷板132完全填充。作为结果,在不会影响衬里120朝向测量管内部的完整性的情况下,平面天线的支撑主体被引入衬里120中。另外,通过陶瓷板132和夹紧环118的合适尺寸来保持测量组件的抗压强度。

[0051] 对于根据本发明的测量组件,有利的是衬里120在测量管110的纵向方向上由导电材料,特别是金属界定。为了实现这种条件,图2a至图2c中示出了两种备选方案。

[0052] 图2a示出了根据本发明的测量组件100,其测量管110被安装在第一金属管210和第二金属管210之间的管道段中,其中管道310的法兰320在每种情况下都连接至测量管110

的法兰112。两个金属管310具有对应于衬里120内径的内径。因而，实现了由金属材料在测量组件100的纵向方向上的衬里120的界定。

[0053] 图2b示出根据本发明的测量组件100a，其实现了独立于管道截面中的安装位置，由金属材料在测量组件100a的纵向方向上的衬里120a的界定。为此目的，测量组件100a具有金属环形盘117，其内径对应于衬里120a的内径，并且其例如通过钎焊和焊接的结合而紧固至法兰112a的端面。作为结果，环形盘117与测量管110a一起在向外的径向方向上以及两个轴向方向上实现衬里120a的导电终端。

[0054] 图2c中所示的测量组件100b与图1a的测量组件相比具有修改。在其端面上，法兰112b具有环形的圆周轴向凹口115b，在凹口115b中接收衬里120的端侧面密封表面122b。就法兰112b在与轴向凹口115b邻接的径向段中连接到金属管310的法兰320而言，在它们之间不存在可能损害微波信号的间隙。除此以外，连接到测量组件的金属管310的内径对应于衬里120b的内径。因此，实现了由金属材料在测量组件100b的纵向方向上的衬里120b的界定。图2c仅示出了测量组件的一个轴向端部段。当然，另一端部段是相应设计的。出于简化的目的，虽然根据本发明的测量组件100b当然具有两个天线单元，在该图中省略了天线单元的代表图。

[0055] 图2d示出根据本发明的测量组件100c的另一实施例，其与图1a至图1e的示例性实施例不同在于天线单元130c的轴向位置。虽然图1a至图1e中所示的天线单元的不对称定位在轴向方向上为测量管110上的其它部件留有空间，但是图2d的示例性实施例中的天线单元130c在轴向方向上对称地定位在测量组件的两个法兰112c之间。除此以外，根据本发明的测量组件100c的该实施例对应于图1a至图1e的实施例。

[0056] 电磁功率到衬里的耦合能够类似于耦合到传统波导进行。这些可能性特别包括通过探针的耦合，探针导电地连接到介质或者以与介质绝缘的方式终止于衬里内。适合地，穿过金属外管的孔口能够以同轴管线技术进行。如果探针与介质导电连接，则可能另外并行地使用探针作为用于根据磁感应原理的流量测量的测量电极。通过微波信号和用于流量测量的信号之间的大频率差（微波信号大多 $>1\text{GHz}$ ，用于流量测量的信号大多 $<10\text{MHz}$ ），能够分离不同的测量信号。为此目的，能够使用所谓的T型偏置（高通和低通的组合）。

[0057] 此外，还可设想使用差分馈电天线，特别是差分馈电螺旋天线来耦合电磁功率。

[0058] 图3a示出了具有两个螺旋金属导体轨道140、142的平面天线，其被制备在陶瓷板132的端侧面上。在测量操作期间，平面天线132用导体轨道140、142首先插入测量管，使得导体轨道140、142位于衬里120的凹口124中。导体轨道142、144经由电气馈通144、146从陶瓷板132的后侧接触陶瓷板132的中心。它们经由馈通连接到例如图1e中所示的端子板134，以便为平面天线供应微波信号或者传导从平面天线接收的微波信号。

[0059] 图3b示出了波导天线345，其被引导通过金属测量管310和衬里320到达介质M并且用金属MIF电极146朝向介质M终止，金属MIF电极146与介质电流接触，以便在实现作为磁感应流量测量设备的测量组件中检测与流量相关的电位。

[0060] 图3c中所示的模拟结果示出了微波信号在衬里320和介质M中的传播。

[0061] 现在将参考图4a和4b解释根据本发明的测量组件100的操作原理。电绝缘衬里120a（例如，存在于磁感应流量计中）能够用作微波信号的耦合结构的功能部分。这种构造被设计成使得衬里120a在除了介质接触内表面的所有侧面上都邻接金属壁，即围绕衬里

120a和端侧面环形盘112a的测量管110a。根据图4a的截面图示意性地示出这种构造。沿着管圆周的“滚动”能够示出衬里120a与波导良好近似地对应,如图4b所示。与由理想的导电壁在所有侧面上界定的理想矩形波导相比,上部介质接触波导壁的导电率是有限的,并且取决于测量管中的介质。

[0062] 在非常高导电性的介质的情况下,这种结构中的波传播能够通过填充有衬里的介电材料的理想矩形波导中的波传播来近似。然后能够从麦克斯韦方程确定满足这些边界条件的几种解(TE_{mn}和TM_{mn}模式)。这些场模式具有截止频率 $f_{c,mn}$,其给出为

$$[0063] \quad f_{c,mn} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\epsilon\mu}} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2} \quad (1)$$

[0064] 在截止频率之上,这些波能够传播。在这种情况下,“a”表示波导在图2中指定的x坐标轴方向上的长度,“b”表示沿y坐标轴的长度。整数索引m和n指示相应模式的顺序。相应模式的传播系数同样能够如下从麦克斯韦方程导出

$$[0065] \quad \gamma_{mn}(f) = j \frac{2\pi f \sqrt{\epsilon_r \mu_r}}{c_0} \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} \quad (2)$$

[0066] 在具有较低电导率的介质的情况下,能够通过调整波导的介质接触侧的边界条件和通过用于全波模拟的软件模拟结构精确计算能够传播的模式和相关的传播系数。由于非理想导电的边界条件,在波传播期间发生另外的损耗部分。

[0067] 此外,由于波导沿着管圆周的环形布置,存在附加的边界条件,即根据图2的模型的前端面和后端面中的场图像在xy平面中必须相同($z = \min$ 和 $z = \max$)。只有当波导的长度“l”对应于波导中波长的整数倍,能满足该附加边界条件。在无损的情况下,这种条件是:

$$[0068] \quad \lambda = j \frac{2\pi}{\gamma_{mn}(f)} \stackrel{!}{=} p \cdot l \quad (3)$$

[0069] 只有某些频率f能满足这个条件;由此能够计算相关的谐振频率。在有损情况下,这种计算优选地使用数字辅助进行。由于发生的损耗,在理想无损情况下出现的谐振频率被扩展到谐振曲线;在其谐振宽度内可以进行波传播。这些谐振中的一些能够相互转换,因而使波能够在宽频率范围内传播。

[0070] 主要在衬里中传播的这些模式中的每一个模式导致导电边界表面中的相关电流密度分布。然而,衬里的介质接触边界层中的这种电流密度分布也引起电磁场传播到非理想导电介质中。因而,边界层实现了天线的功能。与典型的水性介质相比,衬里中更快的传播速度导致通过介质的电磁功率的定向发射,如图5a所示。这里的灰度级对应于电场强度。

[0071] 如图5b所示,通过叠加衬里中的传播路径与穿过介质的传播路径,实现了更有意义的传输曲线,特别是对于具有低导电率的介质。点划曲线示出了根据本发明的测量组件中微波的传输曲线,其中填充有导电率为1.5S/m的介质。虚线曲线示出了没有衬里的测量组件中微波的传输曲线,该测量组件填充有具有相同介质的介质。利用根据本发明的测量组件获得的传输曲线明显轮廓更清晰,因而能够更可靠地确定介质特性。

[0072] 最后,图6示出了根据本发明的测量组件200的另一示例性实施例,这基本上发展了图1a至图1e的测量组件。除了用于微波信号的两个天线单元230之外,用于磁感应流量测量(MIF)的两个场线圈组件240沿相同的方向布置在测量管210上。在场线圈组件240的轴向

位置中,两个相对的电极245垂直于作用在场线圈组件240之间的磁场方向,并垂直于测量管的轴向方向布置,并且延伸穿过测量管210和衬里220到达测量管的内部,以便检测流动介质的流动相关电位(在图中仅示出一个电极)。另外,测量组件包括用于检测介质温度的温度传感器250。测量组件200还包括操作和评价单元260,天线单元230、场线圈组件240、电极245和温度传感器250连接到该操作和评价单元260。操作和评价单元能够具有各种子单元,其分别处理测量组件200的不同测量任务。

[0073] 在修改中,也可以在电极245的位置处使用具有集成MIF电极的波导天线来代替单独的天线单元230。

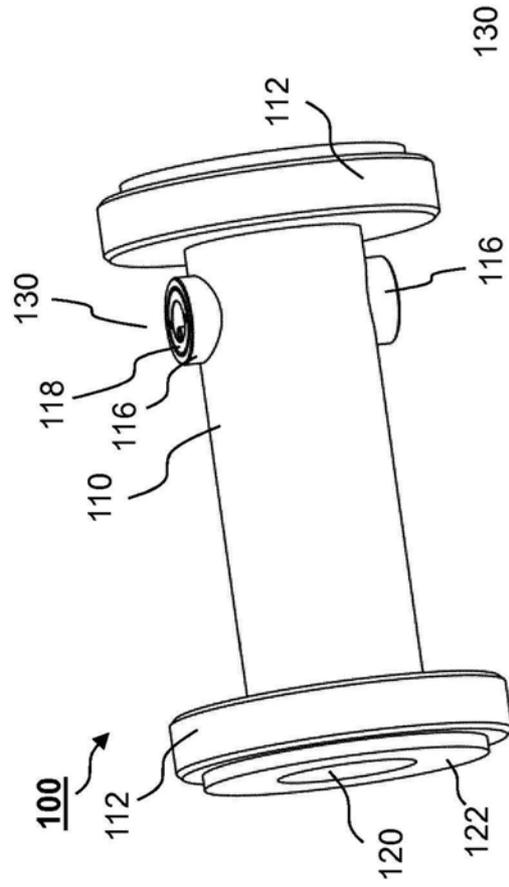


图1a

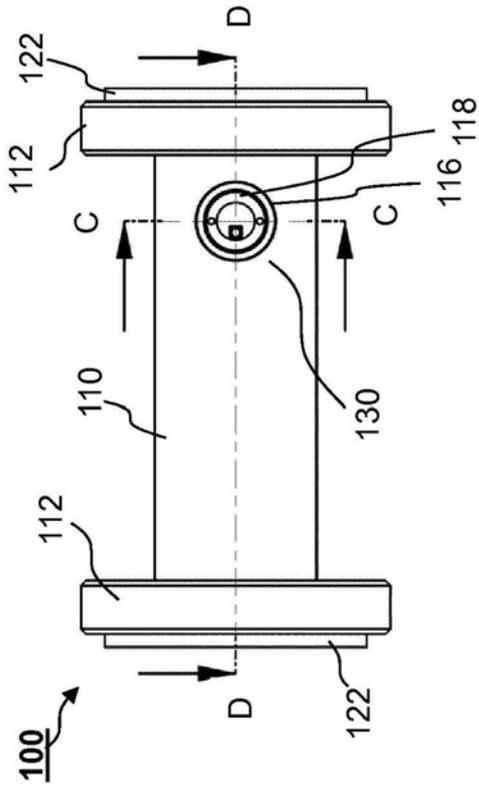


图1b

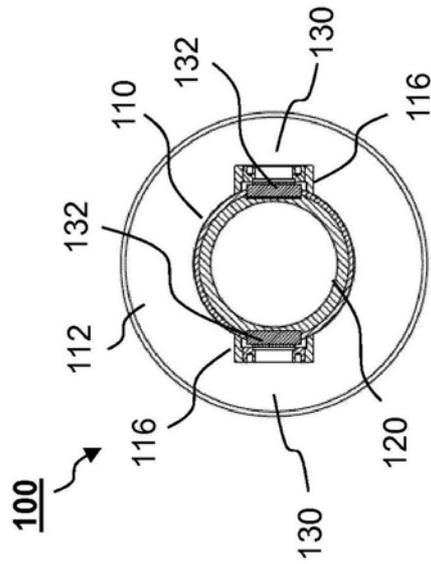


图1c

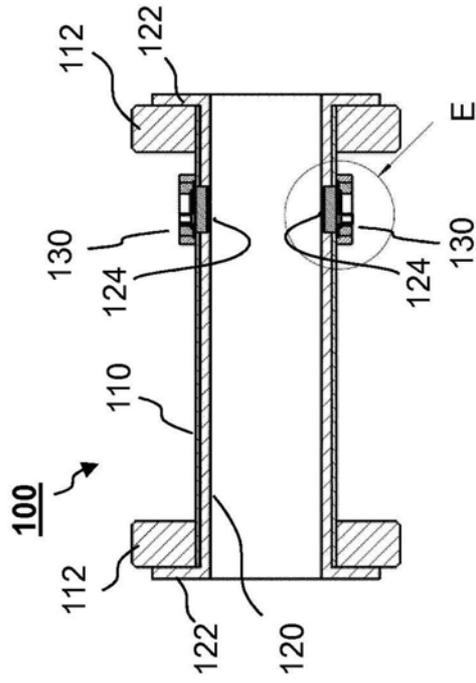


图1d

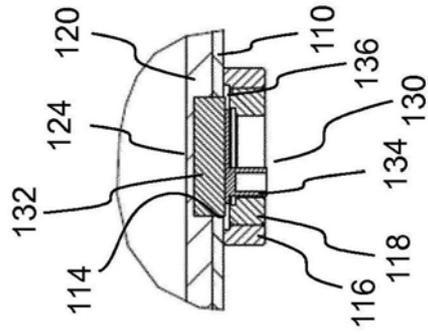


图1e

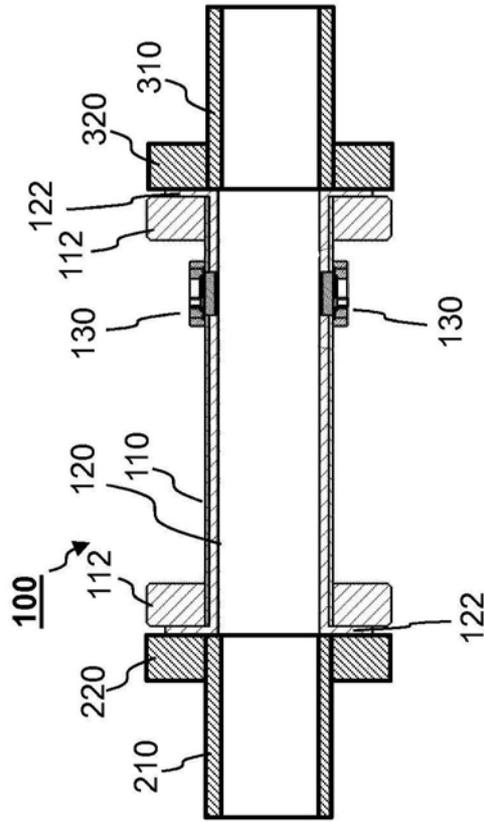


图2a

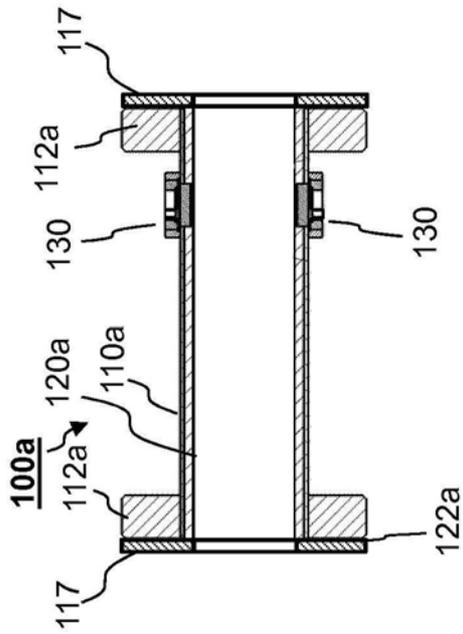


图2b

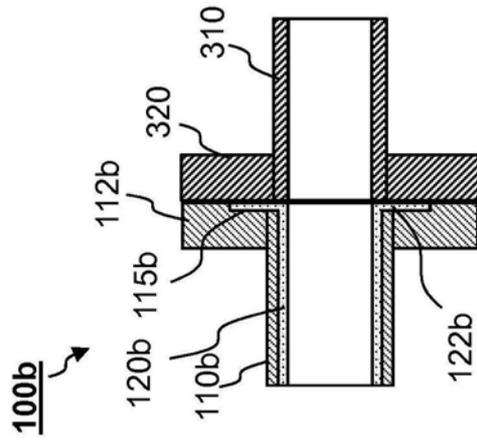


图2c

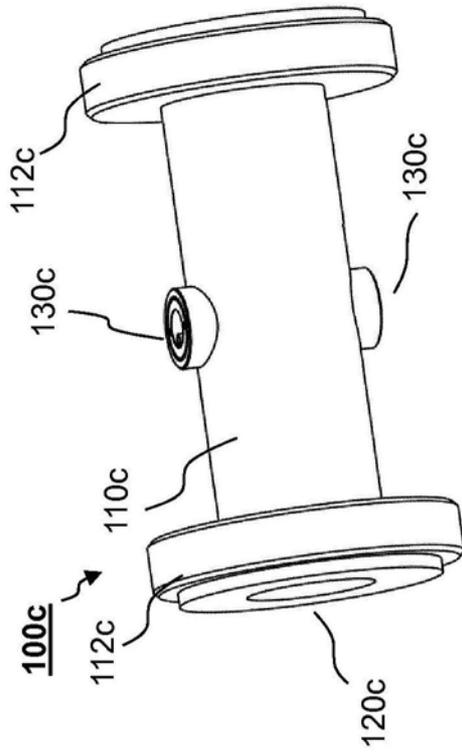


图2d

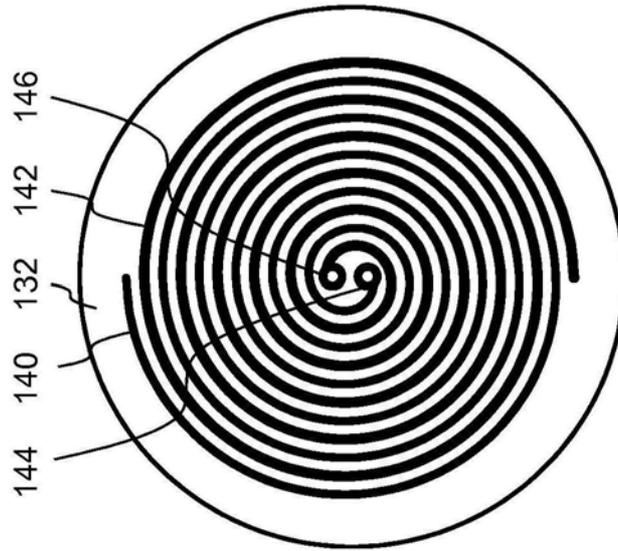


图3a

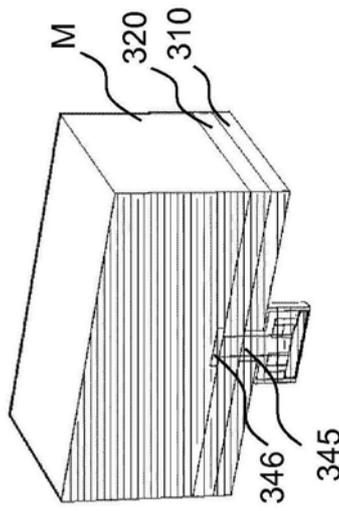


图3b

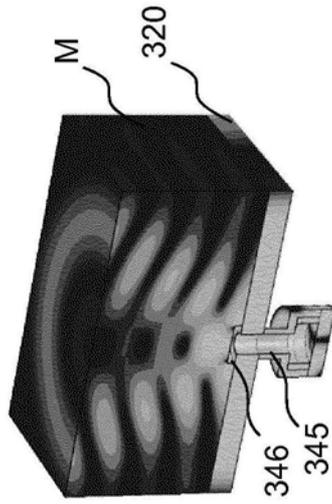


图3c

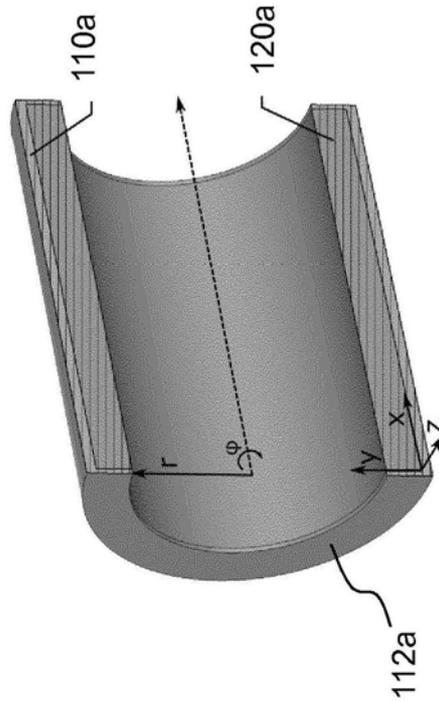


图4a

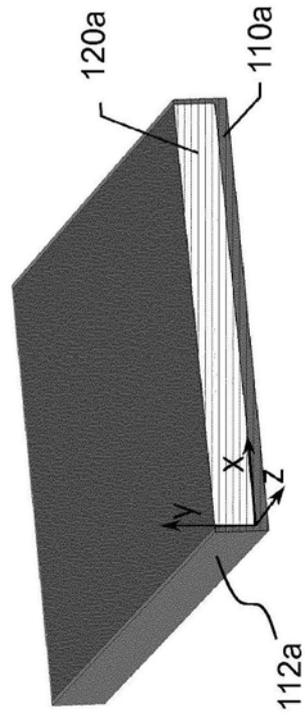


图4b

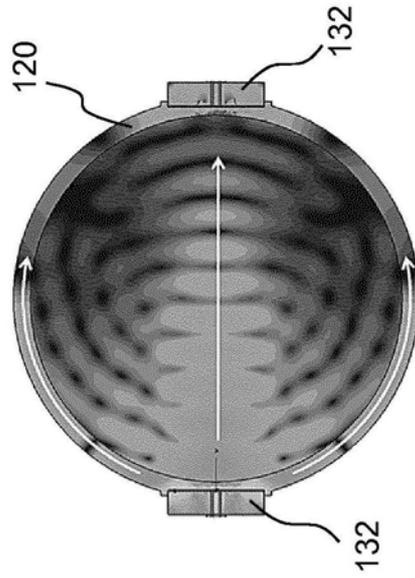


图5a

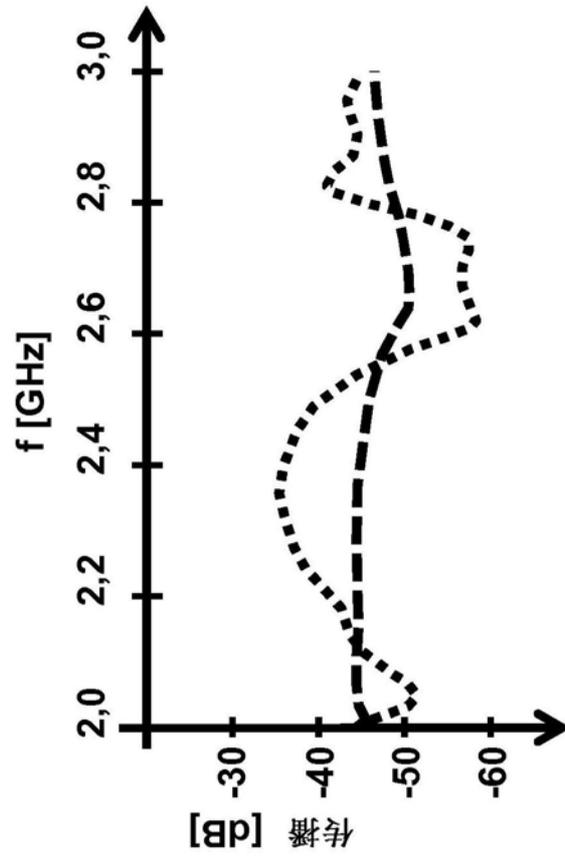


图5b

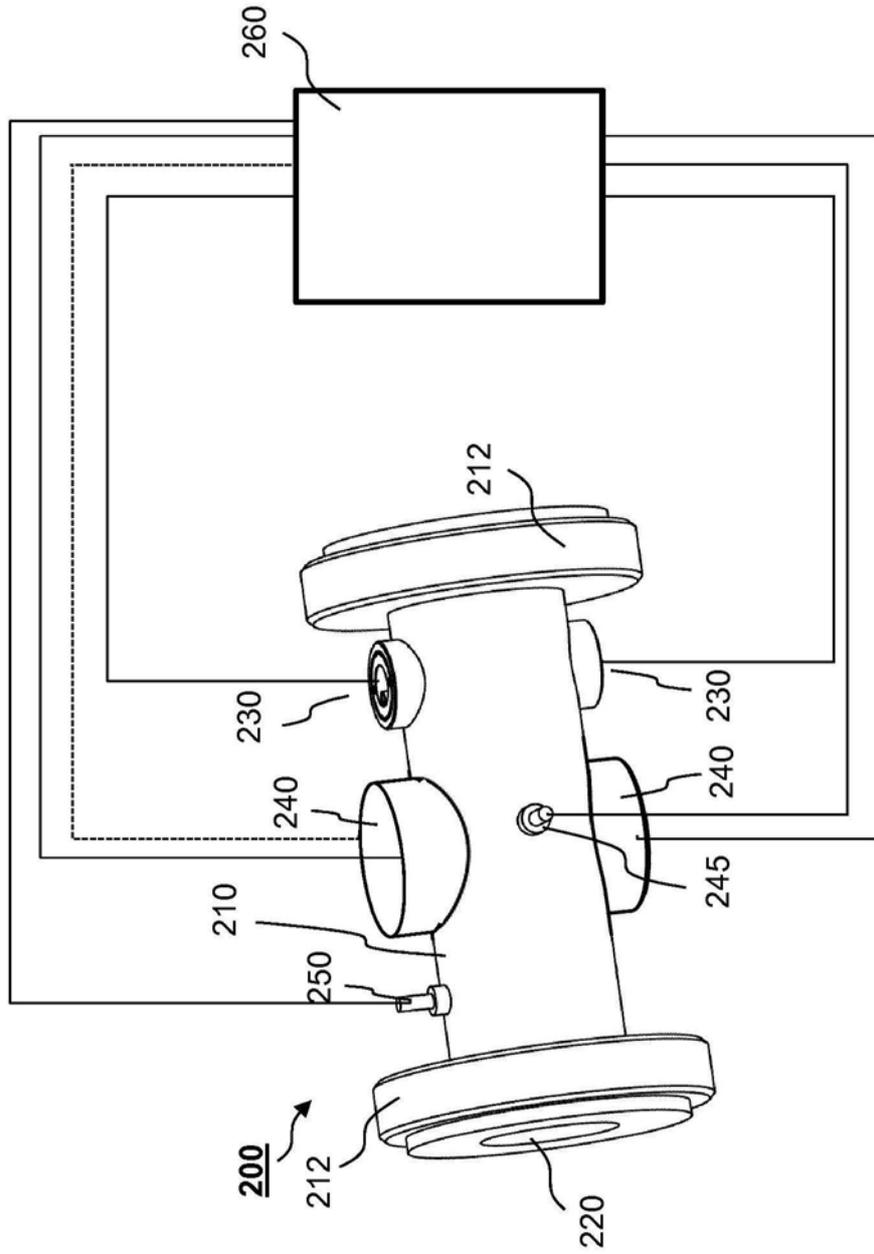


图6