(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101965458 B
(45)授权公告日 2015.09.16

(21)申请号 200880127727.9
(22)申请日 2008.12.29
(30)优先权数据
11/967,941 2007.12.31 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2010.08.31
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2008/088429 2008.12.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2009/088827 EN 2009.07.16
(73)专利权人 普拉德研究及开发股份有限公司
地址 英属维尔京群岛多多拉岛
(72)发明人 杰夫·当顿
(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 汤雄军
(51)Int.Cl.
F04C 2/107(2006.01)
F04C 14/00(2006.01)
F01C 11/00(2006.01)
F01C 21/00(2006.01)
F01C 20/28(2006.01)
B22D 46/00(2006.01)
E21B 4/02(2006.01)
E21B 17/02(2006.01)

(56)对比文件
EP 1739307 A2,2007.01.03, 说明书第5-7栏,附图1-2.
DE 3639251 A1,1987.06.19, 说明书第2-3栏,附图1-3.
US 5679894 A,1997.10.21,
US 6457958 B1,2002.10.01,

审查员 高阳

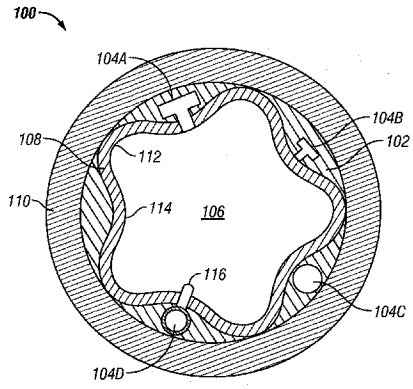
权利要求书3页 说明书16页 附图9页

(54)发明名称

具有变换器的螺杆设备及其形成和使用方法

(57)摘要

本发明公开了一种具有型面螺旋形孔(106,206,306,606,706,806,906,1006)定子,且所述定子包括具有变换器(104A-104D;304;604A-604D;710;804;904A-904D;1010)的铸造材料层(102;202;302;602;702;802;902;1002),所述变换器设置在所述铸造材料层内,本发明还公开了形成这种定子的方法。在将变换器放置在铸造材料内期间,所述铸造材料是流体状态的。铸造材料层(202)可以包括设置在其内的壳体(218,222)和/或形成在其内的腔(226)。变换器可以是传感器(104A-104C)和/或致动器(104D)。变换器(804)可以沿定子(800)的长度轴向延伸。一个变换器或多个变换器(904A-904C)可以沿螺旋形路径延伸。另外或者可选地,套筒(1008)可以包括变换器(1110)。



CN 101965458 B

1. 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法，包括以下步骤：

提供具有型面螺旋形外表面的芯体；

使所述芯体在主体的纵向孔中移动；

利用流体状态下的铸造材料填充所述芯体的型面螺旋形外表面与所述主体的纵向孔之间的空隙；

将至少一个变换器设置在所述铸造材料中，同时所述铸造材料是流体状态的铸造材料并且允许所述铸造材料适应所述至少一个变换器；

固化所述铸造材料；

从固化的所述铸造材料移除所述芯体以暴露所述型面螺旋形孔；以及

使用来自变换器的信号监测与铸造材料的固化相关的至少一个参数，

其中：所述至少一个变换器与所述型面螺旋形孔连通。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括以下步骤：

提供来自所述铸造材料中的温度传感器的信号。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，还包括以下步骤：

根据所述信号控制所述固化所述铸造材料的步骤。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括以下步骤：

在固化之前，将压力补偿壳体设置到所述铸造材料内。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括以下步骤：

在固化之前，将气密壳体设置到所述铸造材料内。

6. 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法，包括以下步骤：

提供具有型面螺旋形外表面的芯体；

使所述芯体在主体的纵向孔中移动；

利用流体状态下的铸造材料填充所述芯体的型面螺旋形外表面与所述主体的纵向孔之间的空隙；

将至少一个型腔模具设置在所述铸造材料中，同时所述铸造材料是流体状态的铸造材料且允许所述铸造材料适应所述至少一个型腔模具；

将变换器包封在所述铸造材料内；

固化所述铸造材料；

从固化的所述铸造材料移除所述芯体以暴露所述型面螺旋形孔；以及

使用变换器监测铸造材料内的参数，

其中：所述至少一个型腔模具与所述型面螺旋形孔连通。

7. 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法，包括以下步骤：

提供具有型面螺旋形孔的管，所述型面螺旋形孔在所述管内；

使所述管在主体的纵向孔内移动；

利用流体状态下的铸造材料填充所述管的外表面与所述主体的纵向孔之间的空隙；

将至少一个温度传感器设置在所述铸造材料内，同时所述铸造材料是流体状态的铸造材料且允许所述铸造材料适应所述至少一个温度传感器，其中：所述至少一个温度传感器与所述型面螺旋形孔连通；

固化所述铸造材料；以及

使用来自温度传感器的信号监测与铸造材料的固化相关的至少一个参数。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，还包括以下步骤：

从所述主体的纵向孔移除所述铸造材料和所述管的组件。

9. 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法，包括以下步骤：

提供具有型面螺旋形外表面的芯体，所述芯体上设置有弹性材料套筒；

使所述芯体在主体的纵向孔内移动；

利用流体状态下的铸造材料填充所述芯体的型面螺旋形外表面与所述主体的纵向孔之间的空隙；

将至少一个变换器设置在铸造材料内，同时所述铸造材料是流体状态的铸造材料并且允许所述铸造材料适应所述至少一个变换器；

固化所述铸造材料；

从所述弹性材料套筒移除所述芯体以暴露所述型面螺旋形孔，其中所述弹性材料套筒被保留在固化的所述铸造材料内；

提供来自铸造材料内的变换器的信号；

使用所述信号监测与所述铸造材料的固化相关的至少一个参数；以及

移除所述芯体以暴露所述型面螺旋形孔，

其中：所述至少一个变换器延伸通过所述弹性材料套筒而与所述型面螺旋形孔连通。

10. 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法，包括以下步骤：

提供弹性材料套筒，所述弹性材料套筒内具有至少一个变换器和所述型面螺旋形孔，其中：所述至少一个变换器与所述型面螺旋形孔连通；

使所述弹性材料套筒在主体的纵向孔内移动；

利用流体状态下的铸造材料填充所述弹性材料套筒的外表面与所述主体的纵向孔之间的空隙；

固化所述铸造材料；

提供来自弹性材料套筒内的变换器的信号；以及

使用所述信号监测与所述铸造材料的固化相关的至少一个参数。

11. 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法，包括以下步骤：

提供可固化的弹性材料套筒，所述可固化的弹性材料套筒内具有至少一个温度传感器和所述型面螺旋形孔，其中：所述至少一个温度传感器与所述型面螺旋形孔连通；

使所述可固化的弹性材料套筒在主体的纵向孔内移动；

利用流体状态下的铸造材料填充所述可固化的弹性材料套筒与所述主体的纵向孔之间的空隙；

固化所述铸造材料和所述可固化的弹性材料套筒；以及

使用来自温度传感器的信号确定任何不连续性。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，还包括以下步骤：

至少在所述固化所述铸造材料和所述可固化的弹性材料套筒的步骤期间，利用具有型面螺旋形外表面的芯体支撑所述可固化的弹性材料套筒。

13. 一种形成螺杆设备的弹性材料套筒的方法，所述方法包括以下步骤：

提供套筒模具，所述套筒模具提供型面螺旋形孔和型面螺旋形外表面中的至少一个；

利用流体状态下的弹性材料填充所述套筒模具；

将至少一个温度传感器设置到所述弹性材料内，同时所述弹性材料是流体状态的弹性材料并且允许所述弹性材料适应所述至少一个温度传感器，其中：所述至少一个温度传感器与所述型面螺旋形孔和型面螺旋形外表面中的至少一个连通；

固化所述弹性材料以形成所述弹性材料套筒，所述弹性材料套筒内具有所述至少一个温度传感器；以及

使用来自温度传感器的信号确定任何不连续性。

具有变换器的螺杆设备及其形成和使用方法

技术领域

[0001] 本发明总体涉及用于与螺杆泵或螺杆马达一起使用的定子；更具体地，本发明涉及一种在其内具有至少一个变换器（transducer）的定子和形成并使用所述定子的方法。

背景技术

[0002] 也被称作为渐进腔式泵或马达的螺杆泵或螺杆马达通常包括由具有型面螺旋形外表面的转子构成的动力部分，且所述转子设置在具有型面螺旋形孔的定子内。螺杆设备的转子和定子根据初始公开在美国专利No.1,892,217的Moineau原理运行，该专利通过引用在此并入。

[0003] 在作为泵使用中，通过本领域所公知的任何方法在定子与转子之间提供相对旋转，并且转子的型面（profiled）螺旋形外表面的一部分接合定子的型面螺旋形孔，以形成密封室或腔。当转子在定子内以偏心的方式转动时，腔轴向渐进以使存在于腔中的任何流体移动。

[0004] 在作为马达使用中，将流体源提供给形成在转子与定子之间的腔。流体的压力使腔渐进，并提供定子与转子之间的相对旋转。依此方式，可以将流体能转换成机械能。

[0005] 当螺杆泵或螺杆马达依靠在定子表面与转子表面之间的密封件上时，这两个表面中的一个或两个都可以包括弹性或尺寸宽容材料。通常，弹性材料是设置在定子的内表面中的一层相对较薄的弹性体。具有薄弹性体层的定子通常被称作为薄壁或平坦壁设计。

[0006] 先前在美国专利No.3,084,631中在“Helical Gear Pump with stator Compression”中已经公开了具有均匀或平坦厚度弹性体层的弹性体加衬定子。现有技术已经围绕将弹性体注入到具有型面螺旋形孔的定子主体与具有型面螺旋形外表面的芯体（例如，芯轴）之间的窄空隙的原理而展开。然后在弹性体固化之后移除芯体，而剩余组件形成加衬弹性体的定子。弹性体基本上是最后形成的部件。

[0007] 上述定子主体具有预成形型面螺旋形孔。型面螺旋形孔大致由如通过引用在此并入的美国专利No.6,543,132的“methods of Making Mud Motors”中所述的诸如轧制、锻压、或喷射成形的方法制造而成。类似地，型面螺旋形孔可以由如通过引用在此并入的美国专利No.6,568,076的“Internally profiled stator Tube”所述的金属挤压形成。此外，如通过引用在此并入的P.C.T.出版物No.WO 2004/03604 A1的“Stators of a Moineau-Pump”所述的诸如轧管、旋压、或液压成形的各种热金属或冷金属成形技术可以用于形成具有型面螺旋形孔的定子。

[0008] 定子主体还可以通过在相对较薄的金属管中生成型面螺旋形孔而形成。然后，这种成形的金属管本身可以用作具有被注入内弹性体层的定子主体，或者成形的金属管可以插入到具有纵向孔的第二主体内以形成定子主体。具有型面螺旋形孔的定子主体还可以通过诸如对粉末材料（例如，金属）的烧结或热等静压的其它过程来形成，或者型面螺旋形孔可以被直接加工成主体。

[0009] 此外，理想的是在定子主体内包括变换器，所述变换器包括传感器和致动器。制造

定子主体的当前方法需要对通常为钢的定子主体材料进行复杂加工等，并因此不能有助于对容纳在成品上的变换器提供另外的加工。如这里更加全面地所述，变化器的容纳还可以有助于以多种方式制造定子。

[0010] 参照在钻井操作中使用的螺杆井下马达（例如，泥浆马达）的具体实施例，井下条件的感测装置和测量装置可获得的空间是有限的。包括马达的典型的底部钻具组合的操作部分可能相对较长，达到大约 9 米 (30 英尺）或更长。通过使用迄今不含有任意感测装置或测量装置的螺杆马达的定子作为诸如变换器的电子设备的承载装置，则可以为复杂的钻井底部钻具组合获得有用的另外的空间。

[0011] 马达优选地被安装成为尽可能地靠近钻头；然而，由于钻头邻近新钻的地层，因此，邻近钻头的空间非常有价值。尽可能地靠近新钻地层来测量相应的井下数据的诸如传感器的变换器允许进行更好并且更短时间的井位判断，即，控制钻进方向。

[0012] 此外，所述马达受到明显的应力和应变，尤其是受到通过弹性材料层（例如，密封件）的荷载，因为弹性材料层对钻头扭矩和来自井下传递装置和轴承的任意力有效地反作用。例如，一些马达可以在大约 150℃ (300 ℉）或以下的高温下持续输送几百千瓦的电力 200 小时或以上。

[0013] 监测定子和 / 或地层和新井眼的诸如温度、应变和压力的状态可以允许对当前的性能水平进行评价，例如，在马达可能故障之前可以生成多少动力，马达预期持续多长时间，和对昂贵的钻井计划具有类似重要性的其它问题。

[0014] 先前在现有技术中已公开了可以用于以电的形式、液压形式和 / 或机械形式进行通信的导管、导体和 / 或通道的分布，并且所述导管、导体和 / 或通道的分布对本领域的技术人员是公知的。例如，参见通过引用在此并入的美国专利和商标 No. 11/496562。

发明内容

[0015] 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法可以包括以下步骤：提供具有型面螺旋形外表面的芯体；使芯体在主体的纵向孔中移动；利用流体状态下的铸造材料填充芯体的型面螺旋形外表面与主体的纵向孔之间的空隙；将至少一个变换器设置在铸造材料中；以及固化铸造材料。. 当铸造材料是流体状态时执行所述将至少一个变换器设置在铸造材料中的步骤。所述方法可以包括以下步骤：从固化的铸造材料移除芯体。芯体包括弹性材料套筒，所述弹性材料套筒设置在所述芯体上。所述方法可以包括以下步骤：从弹性材料套筒移除芯体，其中弹性材料套筒被保留在固化的铸造材料内。所述方法可以还包括以下步骤：提供来自铸造材料中的温度传感器的信号。所述方法可以包括以下步骤：通过所述信号监测固化步骤。所述方法可以 . 包括以下步骤：根据所述信号控制固化步骤。

[0016] 一种检测具有铸造材料主体（所述铸造材料主体内具有型面螺旋形孔）的定子的不连续性的方法可以包括以下步骤：加热定子；提供来自至少一个温度传感器的信号，所述至少一个温度传感器设置在铸造材料主体内；以及比较所述信号与原型信号以确定任何不连续性。

[0017] 一种组装螺杆设备的转子和定子的方法可以包括以下步骤：提供具有铸造材料主体的定子，所述铸造材料主体内具有型面螺旋形孔；将转子插入到型面螺旋形孔内；提供来自至少一个应变传感器的信号，所述至少一个应变传感器设置在铸造材料主体内；以及

比较所述信号与原型信号以确定任何不期望的配合，所述原型信号与定子与转子之间的期望配合相对应。

[0018] 一种组装螺杆设备的转子和定子的方法可以包括以下步骤：提供具有铸造材料主体的定子，所述铸造材料主体内具有型面螺旋形孔；将转子插入到型面螺旋形孔内；提供来自至少一个压力传感器的信号，所述至少一个压力传感器设置在铸造材料主体内，并且与型面螺旋形孔连通；以及比较所述信号与原型信号以确定任何不期望的配合，所述原型信号与定子与转子之间的期望配合相对应。

[0019] 一种组装螺杆设备的转子和定子的方法可以包括以下步骤：提供具有铸造材料主体的定子，所述铸造材料主体内具有型面螺旋形孔；将转子插入到型面螺旋形孔内；提供来自至少一个压力传感器的压力信号和来自至少一个应变传感器的应变信号，所述至少一个压力传感器与型面螺旋形孔连通，所述至少一个应变传感器设置在铸造材料主体内；以及比较压力信号与原型压力信号并比较应变信号与原型应变信号，以确定任何不期望的配合，所述原型压力信号和所述原型应变信号与定子与转子之间的期望配合相对应。

[0020] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括以下步骤：提供至少一个应变传感器，所述至少一个应变传感器设置在定子的铸造材料主体内；提供至少一个应变传感器的原型信号，所述原型信号与定子与转子之间的期望配合相对应；提供来自至少一个应变传感器的随后的信号；以及比较原型信号与随后的信号以确定所述原型信号与所述随后的信号之间的任何偏差。

[0021] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括以下步骤：提供至少一个压力传感器，所述至少一个压力传感器设置在定子的铸造材料主体内，并且与型面螺旋形孔连通；提供至少一个压力传感器的原型信号，所述原型信号与定子与转子之间的期望配合相对应；提供来自至少一个压力传感器的随后的信号；以及比较原型信号与随后的信号以确定所述原型信号与所述随后的信号之间的任何偏差。

[0022] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括以下步骤：提供至少一个应变传感器和至少一个压力传感器，所述至少一个应变传感器和至少一个压力传感器与设置在定子的铸造材料主体内的型面螺旋形孔连通；提供至少一个应变传感器的原型应变信号和至少一个压力传感器的原型压力信号，所述原型应变信号和所述原型压力信号与定子与转子之间的期望配合相对应；提供来自至少一个应变传感器的随后的应变信号和来自至少一个压力传感器的随后的压力信号；以及比较原型应变信号与随后的应变信号并比较原型压力信号与随后的压力信号，以确定所述原型应变信号与所述随后的应变信号之间和所述原型压力信号与所述随后的压力信号之间的任何偏差。

[0023] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括以下步骤：提供温度传感器、与型面螺旋形孔连通的压力传感器、和设置在定子的铸造材料主体内的应变传感器中的至少一个；提供来自温度传感器、压力传感器、和应变传感器中的至少一个的第一信号；提供来自温度传感器、压力传感器、和应变传感器中的至少一个的随后的第二信号；以及比较第一信号与随后的第二信号，以确定所述第一信号与所述随后的第二信号之间的任何偏差。在所述．检测螺杆设备的方法中，其中，第一信号和随后的第二信号中的至少一个在转子在定子的铸造材料主体内的型面螺旋形孔中的旋转期间生成。

[0024] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括

以下步骤：提供多个压力传感器，所述多个压力传感器设置在定子的铸造材料主体内，并且与型面螺旋形孔连通；提供来自压力传感器中的一个的第一信号；提供来自压力传感器中的其它压力传感器的第二信号；以及比较第一信号与随后的第二信号以确定所述第一信号与所述随后的第二信号之间的任何偏差。检测还包括以下步骤：沿定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布多个压力传感器。监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法还包括以下步骤：沿定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布多个压力传感器，和/或．沿定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布所述多个压力传感器，且每一个螺距具有至少一个压力传感器。

[0025] 一种测量具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的扭矩输出的方法可以包括以下步骤：提供至少一个压力传感器，所述至少一个压力传感器设置在定子的铸造材料主体内，并且与型面螺旋形孔连通；提供至少一个压力传感器的原型信号，所述原型信号与已知的扭矩输出相对应；提供来自至少一个压力传感器的随后的信号；以及比较原型信号与随后的信号以确定扭矩输出。

[0026] 一种测量具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的扭矩输出的方法可以包括以下步骤：提供至少一个应变传感器，所述至少一个应变传感器设置在定子的铸造材料主体内；提供至少一个应变传感器的原型信号，所述原型信号与已知的扭矩输出相对应；提供来自至少一个应变传感器的随后的信号；以及比较原型信号与随后的信号以确定扭矩输出。

[0027] 一种在具有定子和转子的螺杆设备中生成电力的方法可以包括以下步骤：提供转子，所述转子具有电力生成设备的磁体和线圈中的一个；提供定子，所述定子具有设置在定子的铸造材料主体内的磁体和线圈中的另一个；以及使转子在定子的铸造材料主体内的型面螺旋形孔中旋转，以通过磁体与线圈之间的相对旋转来生成电力。

[0028] 一种在具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备中生成电力的方法可以包括以下步骤：提供压电发生器，所述压电发生器设置在定子的铸造材料主体内，并且与型面螺旋形孔连通；以及将流体设置成通过定子的型面螺旋形孔，其中，流体通过压电发生器的致动生成电力。

[0029] 一种在具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备中生成液压动力的方法可以包括以下步骤：提供定子，所述定子具有设置在定子的铸造材料主体内的往复泵；以及使转子在定子的铸造材料主体中的型面螺旋形孔内旋转，其中，转子接合往复泵的延伸到型面螺旋形孔内的致动构件，以生成液压动力。

[0030] 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法可以包括以下步骤：提供具有型面螺旋形外表面的芯体；使芯体在主体的纵向孔中移动；利用流体状态下的铸造材料填充芯体的型面螺旋形外表面与主体的纵向孔之间的空隙；将至少一个型腔模具设置在铸造材料中；以及固化铸造材料。

[0031] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括以下步骤：提供至少一个轴向载荷传感器，所述至少一个轴向载荷传感器设置在定子的铸造材料主体内；以及提供来自至少一个轴向载荷传感器的信号，所述信号与定子上的轴向载荷相对应。

[0032] 一种监测具有设置在定子的型面螺旋形孔内的转子的螺杆设备的方法可以包括

以下步骤：提供至少一个有线应变传感器，所述至少一个有线应变传感器设置在定子的铸造材料主体内；以及提供来自至少一个有线应变传感器的信号，所述信号与定子上的轴向扭矩相对应。所述方法可以．所述方包括以下步骤：在固化之前将压力补偿壳体设置到铸造材料内，和／或．在固化之前将气密壳体设置到铸造材料内。

[0033] 一种在螺杆设备（所述螺杆设备具有在定子与转子之间的弹性材料套筒）的定子与转子之间通信的方法可以包括以下步骤：提供定子，所述定子具有在所述定子的铸造材料主体内的第一电导体环，且第一电导体环在定子的型面螺旋形孔的圆周上；提供转子，所述转子具有外表面，所述外表面具有邻接所述外表面的第二电导体环；以及通过弹性材料套筒的中间环状部分在第一电导体环与第二电导体环之间进行通信，所述中间环状部分可以包括设置在其内的导电材料。

[0034] 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法可以包括以下步骤：提供具有型面螺旋形孔的管，所述型面螺旋形孔在所述管内；使管在主体的纵向孔内移动；利用流体状态下的铸造材料填充管的外表面与主体的纵向孔之间的空隙；将至少一个变换器设置在铸造材料内；以及固化铸造材料。所述方法可以．所包括以下步骤，从主体的纵向孔移除铸造材料和管的组件。

[0035] 一种定子可以包括：具有型面螺旋形孔的铸造材料主体；和至少一个变换器，至少一个变换器设置在铸造材料主体内。至少一个变换器可以与型面螺旋形孔连通。．至少一个变换器可以被包封在铸造材料主体内。．铸造材料主体可以包括非晶形合金。定子可以．钉子啊可包括设置在型面螺旋形孔内的弹性材料套筒。．定子可以是螺杆设备定子。．铸造材料主体可以设置在主体的纵向孔中。设置在铸造材料主体内的任何变换器．设置可以是传感器，并且可以沿定子的轴向长度延伸。多个．多个变换器可以沿定子的轴向长度分布和／或沿定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布。此外，设置的变换器阵列可以是．沿所述定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布的多个变换器，且每一个螺距和／或沿着单个凸起部具有至少一个变换器。

[0036] 变换器可以选自包括下列所述的群：压力传感器、电极、应变传感器、温度传感器、电力生成设备的线圈、电力生成设备的磁体、与型面螺旋形孔连通的压电发生器、往复泵、加速仪、震动传感器、磁力仪、倾斜计、地层传感器、电阻率传感器、地震检波器、电磁感应线圈、电磁通信设备、荷载传感器、有线应变传感器、光纤、和磁流变传感器。变换器可以是往复泵，且所述往复泵的致动构件延伸到型面螺旋形孔内。变换器可以是被设置成邻近铸造材料主体的外表面的地层传感器、沿定子的轴向长度设置的有线应变传感器、和／或沿定子的轴向长度设置的光纤。

[0037] 至少一个变换器可以容纳在设置在铸造材料主体内的压力补偿壳体中和／或容纳在设置在在铸造材料主体内的气密壳体中。至少一个变换器可以是在型面螺旋形孔的圆周上的电导体环。

[0038] 一种螺杆设备可以包括：定子，所述定子具有在定子的铸造材料主体内的第一电导体环，且第一电导体环在定子的孔的圆周上；转子，所述转子具有外表面，所述外表面具有在所述外表面的圆周上的第二电导体环，转子可旋转地保持在定子的孔内；弹性材料层，所述弹性材料层设置在转子与定子之间；和弹性材料套筒的中间环状部分，所述中间环状部分内可以包括用于在第一电导体环与第二电导体环之间进行通信的导电材料。

[0039] 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法可以包括以下步骤：提供具有型面螺旋形外表面的芯体；使芯体在主体的纵向孔内移动；利用流体状态下的铸造材料填充芯体的型面螺旋形外表面与主体的纵向孔之间的空隙；固化铸造材料；移除芯体以暴露型面螺旋形孔；以及将弹性材料套筒设置在型面螺旋形孔内，且弹性材料套筒内具有至少一个变换器。

[0040] 一种形成具有型面螺旋形孔的定子的方法可以包括以下步骤：提供弹性材料套筒，弹性材料套筒内具有型面螺旋形孔；使弹性材料套筒在主体的纵向孔内移动；利用流体状态下的铸造材料填充弹性材料套筒的外表面与主体的纵向孔之间的空隙；将至少一个变换器设置在弹性材料套筒中；以及固化铸造材料。

[0041] 一种形成型面螺旋形孔的定子的方法可以包括以下步骤：提供可固化的弹性材料套筒，所述可固化的弹性材料套筒内具有至少一个变换器和型面螺旋形孔；使可固化的弹性材料套筒在主体的纵向孔内移动；利用流体状态下的铸造材料填充可固化的弹性材料套筒与主体的纵向孔之间的空隙；以及固化铸造材料和可固化的弹性材料套筒。所述方法可以包括以下步骤：至少在固化步骤期间利用具有型面螺旋形外表面的芯体支撑可固化的弹性材料套筒。

[0042] 一种定子可以包括：铸造材料主体；弹性材料套筒，所述弹性材料套筒设置在铸造材料主体内，并且所述弹性材料套筒内具有型面螺旋形孔；和至少一个变换器，所述至少一个变换器设置在弹性材料套筒中。变换器可选地可以与型面螺旋形孔连通；或者所述变换器可以被包封在弹性材料套筒内。铸造材料主体可以是非晶形合金。定子可以是螺杆设备定子。铸造材料主体可以设置在主体的纵向孔中。如以上所述，变换器可以是传感器。变换器可以沿定子的轴向长度延伸。变换器可以是沿定子的轴向长度分布的多个变换器和/或沿定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布的多个变换器。变换器包括所述定子的型面螺旋形孔沿螺旋形路径分布的多个变换器，且每一个螺距具有至少一个变换器。

[0043] 一种螺杆设备可以包括：转子，所述转子可旋转地保持在定子的孔内；弹性材料套筒，所述弹性材料套筒设置在转子与定子之间；和至少一个变换器，所述至少一个变换器设置在弹性材料套筒中。

[0044] 一种形成螺杆设备的弹性材料套筒的方法可以包括以下步骤：提供套筒模具，所述套筒模具提供型面螺旋形孔和型面螺旋形外表面中的至少一个；利用流体状态下的弹性材料填充套筒模具；将至少一个变换器设置到弹性材料内；以及固化弹性材料以形成所述弹性材料套筒，所述弹性材料套筒内具有至少一个变换器。

附图说明

[0045] 图 1 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体和设置在其内的变换器的定子的示意性横截面图；

[0046] 图 2 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体的定子的示意性横截面图，其中所述铸造材料主体内具有壳体并形成有腔；

[0047] 图 3 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体和设置在其内的变换器的定子的示意性横截面图；

[0048] 图 4A 是根据本发明的一个实施例的型面螺旋管的立体图；

[0049] 图 4B 是图 4A 的型面螺旋管的近摄立体图；

[0050] 图 5 是根据本发明的一个实施例的、设置在具有型面螺旋形外表面的芯体上和主体的纵向孔内以形成弹性材料加衬定子的弹性材料套筒的立体图；

[0051] 图 6 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体的定子的纵向横截面图，其中所述铸造材料主体内设置有变换器；

[0052] 图 7 是根据本发明的一个实施例的、具有导电部分的螺杆设备的纵向横截面图；

[0053] 图 8 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体和设置在其内的变换器的定子的示意性纵向横截面图；

[0054] 图 9 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体的定子的剖面立体图，其中所述铸造材料主体内设置有变换器；

[0055] 图 10 是根据本发明的一个实施例的、具有套筒的定子的剖面立体图，其中所述套筒内设置有变换器；

[0056] 图 11 是电磁感应圈在定子或转子中的不同位置处的安装的示意性视图；以及

[0057] 图 11A 是可以用于将电磁感应圈安装在转子或定子上的两个可选的安装技术的示意性视图。

具体实施方式

[0058] 图 1 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体 102 和设置在其内的变换器 (transducer)104A-104D 的定子 100 的示意性横截面图。虽然以下参考油田井下马达的定子，但是这仅以示例的方式被提供。这里公开的方法和设备同样可适用于其它行业和使用。

[0059] 如这里所使用的，术语铸造材料应该表示在熔融或流体状态下被浇注到模具内的材料。未固化的铸造材料分别在诸如 21℃ (70 ℉) 和 101kPa(14.7psi) 的大约外界大气温度和 / 或压力下为流体状态。

[0060] 铸造材料可以是适于与螺杆设备一起使用的任意材料。例如，铸造材料可以是树脂或树脂的混合物。树脂的非限制性示例是 Devcon U.K. 的 High Temperature Mould Maker(C-1) 液体环氧树脂，所述液体环氧树脂可在达到 260℃ (500 ℉) 的温度下使用。铸造材料可以是填充金属的环氧树脂、填充陶瓷的环氧树脂、和 / 或填充聚合纤维的环氧树脂，例如，这些材料可以用作被包封在铸造材料中的基质。填充金属的环氧树脂的非限制性示例是通常被公知为液态金属并例如由美国的 ITW Devcon 和英国 Freeman Mfg. Supply 公司制造的环氧树脂。可以使用的金属填充物是钢、铝、和 / 或钛。填充聚合纤维的树脂的一个非限制性示例是 Protech Centreform(英国) 有限公司的填充聚碳纤维陶瓷的 NovolacTM 树脂，所述树脂直到 240℃ (460 ℉) 都保持稳定。如果期望，则可以添加金属填充物或其它导热材料，用于加强定子孔和 / 或将在定子孔内生成的热量传导到定子管的外表面以促进冷却。

[0061] 另一种类型的铸造材料是非晶形合金，所述非晶形合金是具有非晶形原子结构 (即，非晶状) 的合金。非晶形合金在重复重新加热之后保持非晶形结构。

[0062] 可以例如通过时间的推移和 / 或热固化对铸造材料进行固化。可以使用多个同心层的不同或类似铸造材料。可以根据可以包括诸如钻头泥浆的其它颗粒物质的流体选择铸

造材料以抵制过早磨损，所述流体用于给螺杆设备提供动力或被泵送通过所述螺杆设备。还可以根据预期受到的温度要求（例如，井下温度）选择铸造材料。

[0063] 在一实施例中，将铸造材料模制成期望的形状，且模制过程允许将变换器设置（例如，嵌入）在铸造材料内。更具体地，当正在铸造定子主体时材料的流体性质允许适应(conform to)设置在模具中的任何东西(whatever)。这可允许将变换器、壳体、型腔模具或其它设备直接插入到流体铸造材料内，所述流体铸造材料然后可以被固化（例如，凝固）成铸造材料主体。

[0064] 要注意的是附图中所示的实施例不需要按照比例画出。术语变换器应该表示可以将一种类型的能量转化成另一种类型的能量，即使两种类型的能量在诸如机械、化学或电学能量领域相同。变换器可以包括将诸如电磁通信设备领域内的多种能量类型联系起来。以下参照图 7 说明电磁通信设备的一个实施例。变换器可以是传感器和 / 或致动器。传感器通常监测系统，而致动器通常将条件施加在系统上。变换器可以包括但不局限于压力传感器、电极、应变传感器、温度传感器、电力生成设备的线圈、电力生成设备的磁体、压电发生器（所述压电发生器可以与定子的型面螺旋形孔连通）、往复泵、加速仪、震动传感器、磁力仪、倾斜计、地层传感器、电阻率传感器、地震检波器、电磁感应线圈、电磁通信设备、荷载传感器、有线应变传感器、光纤、磁流变传感器、或所述压力传感器、电极、应变传感器、温度传感器、电力生成设备的线圈、电力生成设备的磁体、压电发生器（所述压电发生器可以与定子的型面螺旋形孔连通）、往复泵、加速仪、震动传感器、磁力仪、倾斜计、地层传感器、电阻率传感器、地震检波器、电磁感应线圈、电磁通信设备、荷载传感器、有线应变传感器、光纤、磁流变传感器的组合。要认识的是变换器、壳体、型腔模具、或其它设备可以设置在定子或所述定子的铸造材料主体部分的外表面中、暴露给定子或所述定子的铸造材料主体部分的内表面（例如，在所述定子或所述定子的铸造材料主体部分中的型面螺旋形孔），或者可选地可以整体被包封在铸造材料主体内。如本领域所公知的，变换器可以是无线的。天线可以设置在铸造材料主体中。电池或其它电力储存和 / 或生成装置可以设置在铸造材料上或包封在所述铸造材料内。

[0065] 在图 1 的实施例中，定子 100 具有铸造材料主体 102，所述铸造材料主体包括设置在其内的多个变换器 (104A-104B)。定子 100 具有型面螺旋形孔 106，所述型面螺旋形孔轴向延长通过所述定子。在图 2 和图 6 中可以更加容易地看到型面螺旋形孔 106。图 1 示出了五个凸起轮廓，然而，根据 Moineau 原理运转的定子可以具有两个凸起部。例如，图 2 中的实施例显示了四个凸起部定子 200。定子的型面螺旋形孔的一个实施例可以具有相对较长的螺距（一个凸起部以螺旋形方式转动 360 度的轴向距离），例如，所述螺距可以是孔的外径的 2-20 倍。

[0066] 图 1 中所示的可以是弹性材料（例如，弹性体）的套筒 108、和外管 110 每一个都是任选的。虽然套筒或外管或者所述套筒和外管都如本领域所公知的具有可变厚度，但是附图示出了均匀厚度的套筒和外管。例如，套筒 108 的每一个凸起部的顶点 112 可以具有小于每一个凹部 114 处的厚度的壁厚，或者反之亦然。例如，参见图 3 中的套筒 308。

[0067] 变换器 (104A-104D) 可以设置在铸造材料主体 102 中的任意位置中。变换器 104A 与型面螺旋形孔 106 连通，并且包括延伸通过套筒 108 的端口。变换器 104A 可以是由通过定子的流体的流动供给动力的压电发生器。变换器 104B 包括邻接套筒 108 而终止的端口。

在其中套筒 108 是可渗透流体的或由可以传递跨过所述套筒的压力的材料（例如，高弹性材料）的材料形成的实施例中，变换器 104B 可以读取孔 106 中的压力。如果套筒 108 是不可渗透的或者由不能传递所述套筒两端的压力的材料形成，则变换器 104B 可以检测流体从密封孔 106 的任意泄露（例如，如果套筒 108 变成穿孔）。变换器 104C 被完全包封在铸造材料主体 102 内。变换器 104D 是往复泵。在所述的实施例中，往复泵 104D 包括致动构件 116。在使用中，在型面螺旋形孔 106 内旋转的转子（未示出）的外表面周期性地接触致动构件 116，所述致动构件使活塞（一个或多个）或柱塞（一个或多个）移动以促进泵送。例如，来自往复泵 104D 的液压动力可以用于给致动器提供动力。

[0068] 图 2 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体 202 的定子 200 的示意性横截面图，所述铸造材料主体内设置有壳体 (218, 222) 并形成有腔 226。图 2 中的实施例包括套筒 208 和外管 210，所述套筒可以是弹性材料（例如，弹性体），所述套筒和所述外管每一个都是任选的。如本领域所公知的，壳体可以是气密的或被补偿压力。壳体 (218, 222) 可以是任意形状，并且不局限于图 2 中所示的矩形形状。壳体 218 可以包括穿过铸造材料主体 202 进入型面螺旋形孔 206 内和 / 或到达铸造材料主体 202 或定子 200 的外表面的端口 220（用虚线示出）。壳体 222 被示出为具有穿过铸造材料主体 202 进入型面螺旋形孔 206 内和 / 或达到定子 200 的外表面的端口（例如，对于压力补偿壳体来说）。壳体 (218, 222) 可以由诸如聚合物或金属的任意材料形成。在将壳体 (218, 222) 插入到铸造材料主体 202 内之前，可以将变换器（未示出）设置在壳体 (218, 222) 内。在一个实施例中，在铸造材料固化（例如，凝固）之前，将壳体 (218, 222) 设置在流体铸造材料中。如果期望进入壳体 (218, 222) 和 / 或变换器，进入板 224 可以容纳在外管 210 和 / 或型面螺旋形孔 206（未示出）中。进入板 224 可以是任意形状，并且可以通过诸如焊接、螺栓连接、螺钉连接、粘合剂等的方式连接到定子 200。在没有外管 210 的实施例中，壳体 222 可以包括用于从外表面密封和 / 或遮盖到壳体 222（或空隙）的进入孔的进入板。要认识的是可以使用进入板（未示出）以从型面螺旋形孔 206 密封和 / 或遮盖到壳体 222（或腔 226) 的进入孔。

[0069] 图 2 中的定子 200 还示出了腔 226，所述腔与铸造材料主体 202 中的型面螺旋形孔连通并与所述型面螺旋形孔相连。类似地，腔 226 可以延伸通过任选的套筒 208，例如，与套筒 208 的型面螺旋形孔 206 相连。变换器可以直接安装在腔 226 中。腔 226 可以形成为变换器的至少一部分的镜像，例如用于可移除地容纳变换器。这还可以用于将变换器至少部分地保持到铸造材料主体 202。铸造材料主体 202 中的腔 226 可以包括用于连接到变换器的安装硬件。安装硬件可以设置在流体铸造材料中，并且铸造材料的固化（例如，凝固）可以将安装硬件粘结到铸造材料主体 202。例如，安装硬件的一部分将在铸造材料主体 202 内延伸以形成与铸造材料主体 202 的机械连接装置。如本领域所公知的型腔模具可以用于形成腔 226。例如，当定子 200 用作螺杆设备时，可以从铸造材料主体 202 移除型腔模具，或者可以使所述型腔模具保持连接到铸造材料主体 202。型腔模具可以涂覆有隔离剂或由非粘性材料（例如，聚四氟乙烯）制成，以有助于从铸造材料主体（例如，凝固的铸造材料）移除。虽然未示出，但是腔 226 可以从型面螺旋形孔 206 延伸到铸造材料主体 202 的外表面。

[0070] 图 3 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体 302 和设置在其内的变换器 304 的定子 300 的示意性横截面图。定子 300 不包括位于铸造材料主体 302 的圆周上的任选的管。变换器 304 被设置成邻接铸造材料主体 302 的外表面，所述外表面是定子 300

的外表面。在图 3 中变换器 304 与铸造材料主体 302 的外表面相连。在图 3 中，变换器 304 可以邻接铸造材料主体 302 的外表面，但是总体被包封在铸造材料主体 302 内。定子 300 包括任选的内部套筒 308。定子 300 还包括腔 326。腔 326 可以如以上参照图 2 所述形成。可以包括任选的进入板 324 以密封和 / 或遮盖定子 300 的外表面上的腔 326 的开口。在不背离本发明的精神的情况下，铸造材料主体 302 可以包括设置在其内的壳体。

[0071] 以下参照图 4A-5，说明了形成定子的一种方法。图 4A 是根据本发明的一个实施例的型面螺旋管 400 的立体图。型面螺旋管可以用作例如套筒。图 4B 是图 4A 的型面螺旋管 400 的近摄立体图，其中更加清楚地示出了型面螺旋状形状的凸起部和凹部。图 5 是根据本发明的一个实施例的、设置在具有型面螺旋形外表面的芯体上以及主体 510 的纵向孔内以形成弹性材料加衬定子 500 的弹性材料套筒 508（例如，来自图 4A-4B 的套筒 400）的立体图。如这里所使用的，术语弹性应该表示例如在已经被压缩之后能够大致返回到原始形状或位置的诸如弹性体、橡胶（例如，腈或硅酮）、丙烯、碳氟化合物、尿烷、或聚氨基甲酸酯的任意材料。弹性材料可以具有小于大约 90 硬度计的硬度或肖氏硬度。可选地，弹性材料可以由聚合物构成，所述聚合物具有玻璃化转变温度，该玻璃化转变温度近似于螺杆马达的预期操作温度以允许聚合物保持其硬度直到布置在井眼中，在井眼中实现玻璃化转变温度。聚合物在这种温度以上的弹性将足以允许马达有效地运转，所有在如与此一起同一日期提出申请的 SLB No. 92. 1174 中更全面地所述，该文献通过引用在此并入。

[0072] 在用作螺杆设备期间，主体 510 可以至少部分地为铸造材料主体提供机械支撑。固化过程可以将铸造材料主体（例如，铸造材料层）粘结到主体 510。可选地，铸造主体可以形成在外模具（未示出）上，然后，在铸造材料固化之后，所述铸造主体粘结到主体 510 以形成如图 3 中所示的定子。主体 510 可以是管（例如，图 1 的管 110 和图 2 中的管 210），更具体地，主体 510 可以是金属管。

[0073] 在制造定子的一个实施例中，提供具有型面螺旋形孔的套筒 508。如以下在固化期间通过使用支撑芯体 528 和 / 或将套筒 508 设置在主体 510（例如，模具）内进一步所述，套筒 508 可以在没有外部支撑的情况下保持型面螺旋状形状，或者绕套筒的流体铸造材料的固化可以保持型面螺旋状形状。

[0074] 具有型面螺旋形孔的管 508 可以由本领域所公知的任意方法形成。型面螺旋形内表面由管 508 提供，因此在此实施例中，型面螺旋形内表面没有必要在定子主体内预先形成，然后如通常现有技术中所述被内衬有弹性体。例如，如果通过将圆柱形半固化弹性材料管设置到芯体 528 上而形成弹性材料套筒 508，则芯体 528 由于半固化弹性材料的弹性而优选地将型面螺旋形形状保持到圆柱体上，并因此形成非型面螺旋形形状。更简洁地，芯体 528 初始确定套筒 508 的形状。此外，在如现有技术所述通过注射形成弹性体层时，弹性体层基本上是最后形成的部件。本发明允许弹性材料层 508 是在生产弹性材料加衬定子中首先形成的部件中的一个。

[0075] 在成形之后，然后将管（例如，套筒）508 设置在被示出为管的主体 510 的纵向孔内。主体 510 可以是如图中所示的简单的圆柱形管，或者可以是任意其它形状或任意其它类型的内径或外径，并且不局限于管状形状。主体 510 可以具有型面螺旋形内表面和 / 或型面螺旋形外表面，或者如果期望，主体 510 可以具有任意类型的复杂的内部几何结构。主体 510 的纵向孔的内径和外径或轮廓和套筒 508 的内径和外径或轮廓可以独立于提供的任

意尺寸或形式，套筒 508 可以设置在主体 510 内。

[0076] 在此实施例中，当主体 510 和套筒 508 位于期望的位置时，然后将流体铸造材料设置在套筒 508 的不需要是如图所示的型面螺旋形外表面的外表面与主体 510 的纵向孔之间的空隙 534 内。在一个实施例中，铸造材料当设置在空隙 534 中时为流体状态，并且随后可以通过热量、压力、时间的推移等被固化。为了将流体或没有完全被固化的铸造材料保持在主体 510 的纵向孔，可以至少密封套筒 508 的外表面与主体 510 的纵向孔之间的空隙 534 的末端。

[0077] 铸造材料可以与套筒 508 的外部的任意形状一致以填充整个空隙。铸造材料可以是适于与螺杆设备一起使用的任意材料。如果期望，可以添加金属填充物或其它导热材料以将定子孔内生成的热量传导到定子的外表面，从而促进冷却。

[0078] 铸造材料可以例如通过热固化而被固化。可以使用多个同心层的不同或类似铸造材料。可以根据可以包括诸如钻头岩屑的其它颗粒物质的用于给螺杆设备供给动力或通过所述螺杆设备被泵送的流体选择铸造材料。可以根据任何受到的温度要求（例如，井下流体温度）选择铸造材料。

[0079] 如果期望套筒 508 与铸造材料之间的进一步粘合，在插入到主体 510 的纵向孔之前，可以将诸如底层涂料的粘合剂涂到套筒 508 的外表面。如果期望主体 510 与铸造材料之间的进一步粘合，在将套筒插入到主体 510 内之前，可以将诸如底层涂料的表面粗糙剂或粘合剂涂到主体 510 的内表面。至少一个沟槽（未示出）可以被加工到主体 510 的纵向孔的内表面中以提供主体 510 与铸造材料之间的机械锁定。如果期望移除主体 510，则主体 510 的孔可以被涂覆有隔离剂或由非粘性材料（例如，聚四氟乙烯）制成以促进移除。

[0080] 如现有技术并且尤其是通过引用在此并入的美国专利和商标 No. 11/496562 中所述，导管、导体、和 / 或通道可以被铸造到主体 510 与套筒 508（例如，在一个实施例中，弹性材料管）之间的空隙内。铸造材料主体内的导管、导体、和 / 或通道可以连接到设置在铸造材料主体内的变换器，和 / 或导体可以在铸造材料主体层的外面。套筒 508 可以是至少部分地未被固化的材料。至少部分地未被固化的套筒 508 可以与铸造材料一起被固化。端环 530 可以设置在主体 510 的纵向孔的近端处以使套筒 508 和 / 或芯体 528 位于纵向孔的中心。

[0081] 在另一个实施例中，套筒 508 是被选择成为当铸造材料设置在空隙 534 内时保持型面螺旋形形状和 / 或抵制变形的设计。在这样一个实施例中，在定子 500 的形成期间，使用芯体 528 是任选的。

[0082] 还要认识的是在没有套筒 508 的情况下可以使用芯体 528。在一个实施例中，将芯体 528 放置到主体 510 的孔内，并且将流体铸造材料添加到主体 510 与芯体 528 之间的空隙 534。当铸造材料充分固化时，例如以与从螺母拧出螺栓类似的方式移除芯体 528，从而露出直接形成在铸造材料中的型面螺旋形孔。如果期望移除芯体 528，所述芯体的型面螺旋形外表面可以涂覆有隔离剂或由非粘性材料（例如，聚四氟乙烯）制成。芯体 528 可以是可以被破坏、熔化、以化学方法分解等以从设置在铸造材料中的型面螺旋形孔移除的易碎或一次性材料。当是这种定子或诸如本领域公知的通过弹性体注入被内衬时，可以使用这种定子。如果期望，定子的形成可以包括从铸造材料（例如，图 3 中的定子 300）移除主体 510。

[0083] 图 6 是根据本发明的一个实施例的具有铸造材料主体 602 的定子 600 的纵向横截面图，其中所述铸造材料主体内设置有变换器 604A-604D。变换器 604A-604D 可以沿定子 600 的轴向长度和 / 或定子的纵向轴线的圆周分布。变换器 604A-604D 可以沿定子以恒定或可变间隔分布。

[0084] 图 7 是根据本发明的一个实施例的具有导电部分 702 的螺杆设备 700 的纵向横截面图。螺杆设备 700 包括转子 704，所述转子具有设置在定子 706 的型面螺旋形孔内的型面螺旋形外表面，且套筒 708 设置在所述转子与所述定子之间。在一个实施例中，套筒 708 是弹性材料。所述的实施例示出了邻接定子 706 的型面螺旋形孔的套筒 708。在不背离本发明的精神的情况下，套筒 708 可以邻接转子 704 的型面螺旋形外表面。定子 706 可以具有铸造材料主体。

[0085] 在一个实施例中，导电部分 702 包括在定子 706 的铸造材料孔中的电导体环 710、具有外表面的转子 704（所述外表面具有在所述外表面的圆周上的第二电导体环 712）、和套筒 708 的中间环状部分 714，所述中间环状部分内含有用于在第一电导体环 710 与第二电导体环 712 之间进行通信的导电材料。套筒 708 可以是弹性材料，并且包括在其内的诸如碳的导电材料。在一个实施例中，碳颗粒被包封在可以是非导电材料的套筒 708 中。当铸造材料是流体状态时，电导体环 710 可以设置在定子 706 的铸造材料主体内。电导体环 710 可以位于定子 706 的孔的圆周上。导体或其它传递装置可以将电力提供给每一个导体环 (710, 712) 和 / 或从所述每一个导体环提供电力。

[0086] 在另一个实施例中，元件 710 可以是电力生成设备的磁体和线圈中的一个，而元件 712 可以是所述电力生成设备的磁体和线圈中的另一个。元件 710 与元件 712 之间的相对旋转可以生成电力。在此实施例中，可以期望的是确保铸造材料的适当的电阻率特征。螺杆设备 700 可以包括中间环状部分 714。

[0087] 图 8 是根据本发明的一个实施例的、具有铸造材料主体 802 和设置在其内的变换器 804 的定子 800 的示意性纵向横截面图。变换器 804 沿孔 806 的轴向长度延伸。变换器 804 例如可以是有线应变传感器或至少一个光纤。变换器 804 可以沿孔 806 沿螺旋形路径延伸。

[0088] 以下说明具有至少一个变换器的铸造材料主体定子的多个非限制性示例，其中所述至少一个变换器设置在所述铸造材料主体定子内。变换器包括传感器和致动器。在一个实施例中，设置在铸造材料主体内的传感器可以监测或检查定子的完好。这可以在定子使用期间（例如，用作泥浆马达）或在维修期期间进行。

[0089] 例如，具有铸造材料主体（所述铸造材料主体内设置有至少一个变换器）的定子可以允许以下使用。至少一个变换器可以是在定子的形成期间使用的温度传感器、压力传感器、应变传感器、载荷传感器等。可以使用来自定子的温度传感器、压力传感器、应变传感器、载荷传感器等的信号以监测铸造材料的固化。可以实时或以数据记录的方式进行监测。在一个实施例中，将热量施加到铸造材料以进行固化。来自铸造材料中的温度传感器的信号可以指示固化状态。可以使用单个传感器或多个传感器。可以通过信号控制固化。例如，调节施加到铸造材料的热量以在铸造材料中生成期望的温度（或温度分布）和 / 或调节施加到铸造材料的压力以在铸造材料中生成期望的压力（或压力分布）。

[0090] 可以使用铸造材料中的传感器以检测定子的任何不连续性。例如，可以将定子加

热到期望的温度，并且信号从铸造材料中的至少一个温度传感器返回。可以将所述信号与来自设置在铸造材料中的其它温度传感器的温度信号或原型信号进行比较。原型信号可以是当不存在不连续性时预期的信号。例如，可以通过温度传感器（一个或多个）监测通过铸造材料的热传递，并且可以将此与公知的模型进行比较，即，任何缺陷或空隙将破坏测量。

[0091] 可以使用铸造材料中的传感器以铸造或组装定子和/或监测或组装转子和定子以形成螺杆设备。可以由设置在铸造材料主体中相应的传感器（一个或多个）提供应变信号、压力信号、载荷信号、和/或温度信号。可以比较在将转子插入到定子的型面螺旋形孔期间提供的应变信号、压力信号、载荷信号、和/或温度信号与原型信号，以确定在所述应变信号、压力信号、载荷信号、和/或温度信号与所述原型信号之间的任意不期望的配合。

[0092] 类似地，可以比较在转子旋转到定子的型面螺旋形孔内期间（例如，在用作螺杆设备期间）提供的应变信号、压力信号、载荷信号、和/或温度信号与原型信号，以确定所述应变信号、压力信号、载荷信号、和/或温度信号与原型信号之间的任何偏差。应变信号、压力信号、载荷信号、和/或温度信号与原型信号的偏差可以与由于磨损、不合适的部件等不期望的配合相对应和/或与对螺杆设备的任何破坏（例如，对转子与定子之间的弹性材料套筒的破坏）相对应。原型信号可以是第一信号，所述第一信号然后可以与随后的第二信号进行比较以确定所述第一信号与所述第二信号之间的偏差。如本领域所公知的，先前的方法可以用于在正过盈配合定子中使用，例如，在转子在定子的型面螺旋形孔中旋转期间，弹性材料套筒被至少部分地压缩。

[0093] 多个压力传感器可以沿型面螺旋形孔分布，并且与所述型面螺旋形孔连通。在一个实施例中，如示意性地参照图 9 中的特征 904A-904C 所示，压力传感器沿单个螺距（例如，沿一个凸起部的螺旋形路径）分布。压力传感器将用于检查在组装好的马达内的腔的压力完善性。腔是转子与定子之间的空隙。在每一个螺距距离处都具有封闭腔，并且这种腔（即，空隙）沿螺杆设备移动以有效地运送一段流体。定子可以在每一个螺距距离处具有诸如压力传感器的一个传感器，用于提供沿螺杆设备的压力分布，即，用于检查转子与定子的泄漏和/或配合。

[0094] 另外或者可选地，压力传感器、载荷传感器、扭矩传感器等可以用于检查在当为螺杆设备（例如，井下螺杆设备）时制造与操作期间的配合和/或性能。与沿定子的压力、载荷、和/或扭矩相对应的信号可以允许评价当为螺杆马达时的功率输出。腔是转子与定子之间的空间，并且在每一个螺距距离处具有闭合腔。这种腔/空隙沿定子的型面螺旋形孔移动，从而有效地运送一段流体，但是传感器固定在定子上。在计算马达的性能时，来自传感器（例如，904A-904C）的压力测量值可以获得每一个螺距距离处的测量值，并且由马达几何结构的知识，可以计算每一个增压腔的扭矩贡献。

[0095] 如果传感器沿定子分布，则所述传感器可以允许确定其中问题是否正在发生，即，哪一节腔正在发生问题。在一个实施例中，应变计（例如，图 8 中的 804）可以测量定子 800 上的来自增压腔的反扭矩。类似地，如果从一个腔（即，空隙）到另一个腔具有泄露，则这将在来自应变仪 804 的扭矩测量值和/或来自与型面螺旋形孔连通的任意压力传感器（例如，图 9 中的传感器 904A-904C）的压力测量值中显示出来。腔之间的泄露的原因可能是由于对定子（例如，弹性材料衬管）或转子的破坏。这种信息可以与定子 800 内的流量和转子与定子之间的转速（例如，RPM）（例如，由周期性传感器读数检测到）结合，以确定功率

系数。

[0096] 再次参照图 1-9，以下说明使用方法，但是所述使用方法不限于所述的实施例。在一个实施例中，可以提供传感器（例如，图 1 的 104A-104C）的原型信号。诸如，可以将定子孔 106 加压到选定压力，并且在所述选定压力下来自传感器（一个或多个）的信号可以是原型压力信号。另外或者可选地，可以将定子孔 106 加热到选定温度，并且在所述选定温度下来自传感器（一个或多个）的信号可以是原型温度信号。当受到选定压力和 / 或温度时，定子 100 的来自传感器（一个或多个）（例如，104A-104C）的实际压力和 / 或温度可以分别与原型信号进行比较。所述实际压力和 / 或温度与所述原型信号之间的任何偏差可以指示定子 100 的不连续性，例如，铸造材料 102 和 / 或弹性材料 108 的不连续性。

[0097] 多个传感器（例如，图 9 中所示的传感器 904A-904C）可以沿定子分布。可以将来自第一传感器的信号与来自其它传感器（一个或多个）的信号进行比较，以确定所述来自第一传感器的信号与来自其它传感器（一个或多个）的信号之间的任何偏差。偏差可以指示定子的故障（例如，所述定子的破裂、弹性材料层 / 密封故障检测、转子 / 定子的磨损）和 / 或一段流体存在于本实施例的压力传感器中。比较同时发生的信号可以允许沿定子的期望长度进行监测。例如，压力传感器和 / 或应变传感器嵌入在铸造材料层内，可以使用来自所述传感器和 / 或应变传感器的信号（一个或多个）以指示如这里所述的马达的扭矩和 / 或功率特性。

[0098] 组装螺杆设备的转子和定子的方法可以包括以下步骤：提供当将转子正确地（例如，适当的公差）插入到定子的型面螺旋形孔时的原型信号。原型传感器信号可以是压力信号、应变信号、温度信号等。可以将在组装期间和 / 或在组装之后来自传感器的实际信号与原型信号进行比较，且方差与不期望的配合相对应。

[0099] 类似地，可以使用压力传感器、应变传感器、温度传感器等以监测螺杆设备或所述螺杆设备的定子。在一个实施例中，例如当螺杆设备正在正确运行时，传感器（例如，104A-104C）可以生成与期望的配合相对应的原型信号。因此，在用作螺杆设备期间，可以通过传感器（一个或多个）确定可以包括弹性材料层 108 的定子 100 的状态。例如，可以将来自传感器的第一信号与来自传感器的随后的第二信号进行比较，并且任何变化可以指示定子的不期望的配合和 / 或故障。本领域的普通技术人员将认识到可以确定与定子的不期望的配合和 / 或故障相对应的变化程度，即，信号相对较小的偏差不是必须指示定子的不期望的配合和 / 或故障。本发明的实施例可以用于产生实时监测系统。

[0100] 本发明的实施例可以用于产生输出性能试验 (OST)。获取来自新螺杆设备（例如，泥浆马达）的传感器（一个或多个）的信号，并且随后比较所述信号，以便在使用之后被衰减。如果泥浆马达正在发生问题，生成的热量可以是例如作为发动机监测器的即将发生的故障的指示。螺杆设备的功率输出也导致热量生产，即，特征指纹。可以确定这种温度分布图，并且随后将这种温度分布图与来自温度传感器（一个或多个）的信号进行比较，以确定任何故障和 / 或近似螺杆设备的功率输出。

[0101] 传感器可以是指示定子上的载荷的轴向载荷传感器。当螺杆设备是连接到钻头的泥浆马达时，定子载荷可以与钻压相对应。.

[0102] 传感器可以是用于测量定子和 / 或转子的运动用于钻井力学和底部钻具组合 (BHA) 运动监测的加速仪、震动传感器、磁力仪等。

[0103] 地层传感器、声波传感器等（例如，图 3 中的传感器 304）可以设置在铸造材料内。这些可以用于电阻率、地震评价，或其它测井测量。定子的嵌入式传感器技术可以用于进行测量和 / 或随钻测井。

[0104] 电磁感应线圈可以设置在铸造材料（例如，图 8 中的 804）以在定子上发送信息（有源或无源）。如图 11 中更全面地所示，电磁感应圈可以设置在弹性体铸造材料 1101 内、定子管主体 1103 的内表面内、或定子主体 1105 的外表面上。这些线圈可以合作性地安装以当需要进行感测时与安装在螺杆马达 1107 的转子上的线圈进行通信。场线图仅仅是示例性的，并且不旨在限制由这些线圈中的任一个生成或感测到的电磁场的范围或方向。如图 11A 中更全面地所示，不管根据需要是否安装在定子的内表面或定子的外表面上，线圈可以位于定子主体 1109 的纵向轴线的圆周上，或者相对于定子主体 1111 的纵向轴线安装在切平面中。以本领域所公知的方式，多个这类线圈可以合并在一个定子主体内，用于实现多个有用的感测和控制功能。通过使用定子主体本身作为这些传感器所使用的电磁感应圈的支撑件而使螺杆泵的有用性扩大。

[0105] 荷载传感器可以设置在铸造材料内以检测钻头上的扭矩和 / 或钻压。在一个实施例中，有线应变传感器（例如，图 8 中的 804）可以被包封在铸造材料内。当沿定子的长度分布时，可以确定有线应变传感器的电阻率的小变化。可以将电阻率的这些变化与电阻率的原型变化进行比较，以指示轴向偏转（例如，钻压）和 / 或径向偏转（例如，扭矩）。电阻率的变化还可以用于检测沿马达的整个温度变化。通过沿定子主体将传感器设置在铸造材料中，可以采集并处理重要的温度数据，从而预先警告螺杆马达即将发生的故障、及其它与增加马达温度相关联的操作问题。

[0106] 光纤可以设置在铸造材料（例如，图 8 中的 804）内。光可以传输通过光纤。光的背散射可以指示光纤的偏转，并因此指示其中设置光纤的铸造材料的应变或偏转。这种偏转可以指示轴向偏转（例如，钻压）和 / 或径向偏转（例如，扭矩）。与光纤在铸造材料内的分布相关联的高无噪声带宽可以允许小型照相机在可见和红外光谱中实时检查泵内部以及良好状态。虽然可获得有线系统，但是与这种技术相关联的电子噪声使得光学观察变得困难。

[0107] 以上公开的所有说明都等同地适用于套筒（例如，图 1 中的弹性材料套筒 108）。图 10 是根据本发明的一个实施例的具有套筒 1008 的定子 1000 的剖面立体图，其中所述套筒 1008 内设置有变换器 1010。在一个实施例中，套筒 1008 是弹性材料。定子 1000 包括铸造材料主体 1002，所述铸造材料主体 1002 如以上所述可以被主体（未示出）包围。型面螺旋形孔 1006 延伸通过套筒 1008。出于图示的目的，铸造材料主体 1002 的一部分显示为被移除。铸造材料主体可以任选地包括设置在其内的变换器 1004。套筒 1008 的一部分显示为被移除，以便更加容易地显示变换器 1010。变换器 1010 可以被包封在套筒 1008 内（如图所示）或者部分地设置在套筒 1008 内。在弹性材料套筒的制造期间，传感器、电子设备和 / 或电线可以设置（或包封）到与可变形或柔性电路板一样的弹性材料套筒内。设置在套筒 1008 中的传感器 1010 可以允许以遥控的方式监测连续性和 / 或厚度。

[0108] 传感器 1010 被示出为网孔。网孔 1010 的不连续性可以指示套筒 1008（例如，弹性材料层）的破裂或其它故障。电线（一个或多个）1012 可以从套筒 1008 延伸到铸造材料主体 1002 内和 / 或延伸通过铸造材料主体 1002。在铸造材料的固化之前、在铸造材料的

固化期间和 / 或在铸造材料的固化之后，可以固化套筒 1008。在一个实施例中，至少套筒 1008 的内表面是弹性的。形成弹性材料套筒 1008 的步骤可以包括 ：提供套筒模具 ；利用流体状态下的弹性材料填充套筒 ；将至少一个变换器至少部分地设置到弹性材料中 ；以及固化弹性材料以形成具有至少一个变换器的弹性材料，所述至少一个变换器设置在所述弹性材料套筒中。套筒模具可以形成管状套筒或型面螺旋形套筒，从而允许在这种柔性构件中实现基于柔性电路板技术的嵌入式电子设备。这能够使这种套筒监测和记录螺杆泵的操作细节并且发送或保存这种数据，用于随后的下传和参阅。

[0109] 已经公开了多个实施例和所述实施例的替换物。虽然以上公开包括本发明人所认为的具体实施方式，但是不是所有可能的替换物已经被公开。因此，本发明的保护范围和限制不旨在限于上述公开，而是相反由所附权利要求限定和解释。

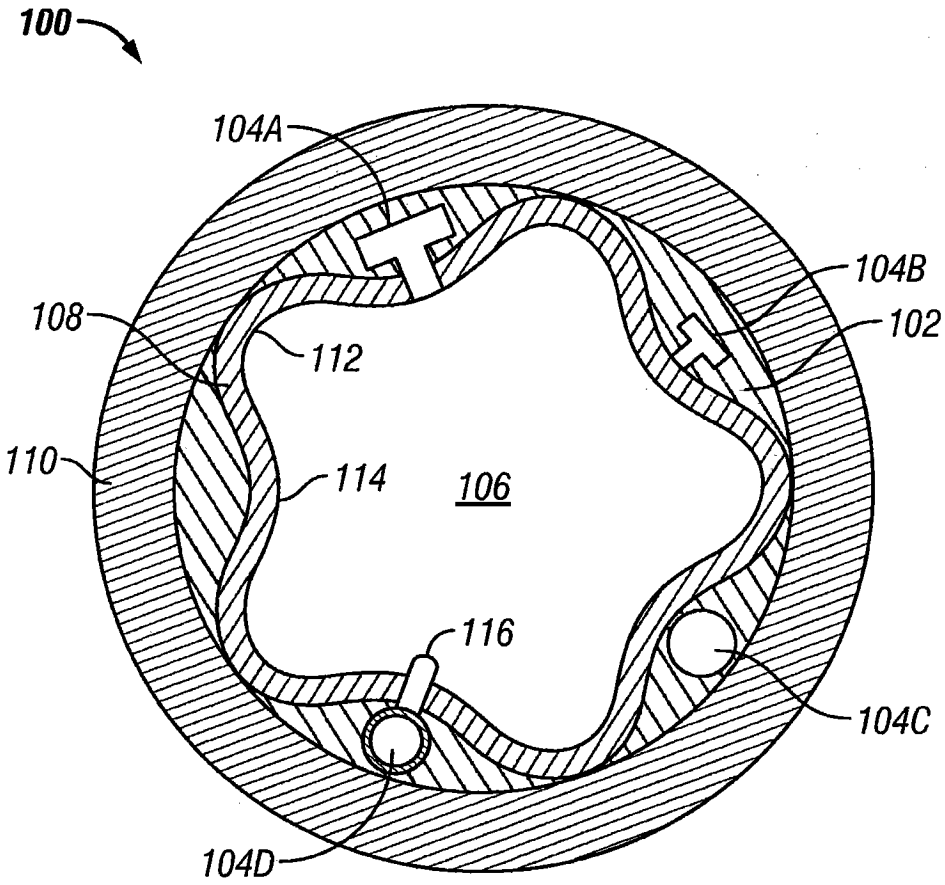


图 1

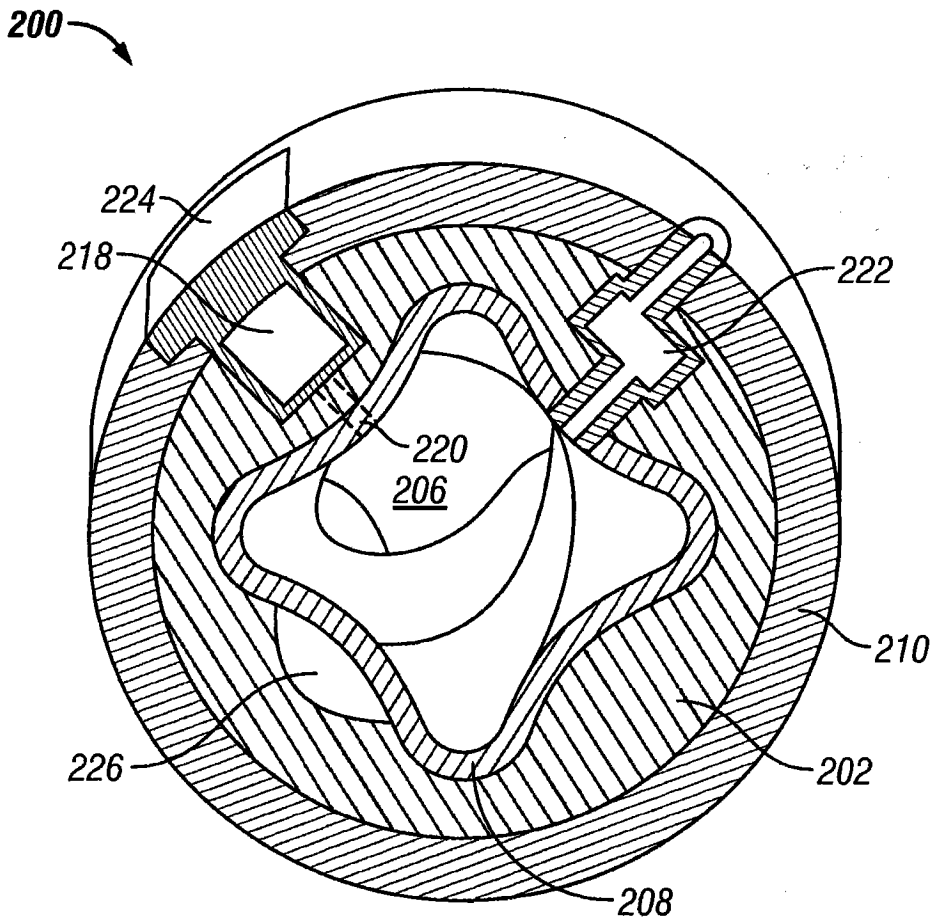


图 2

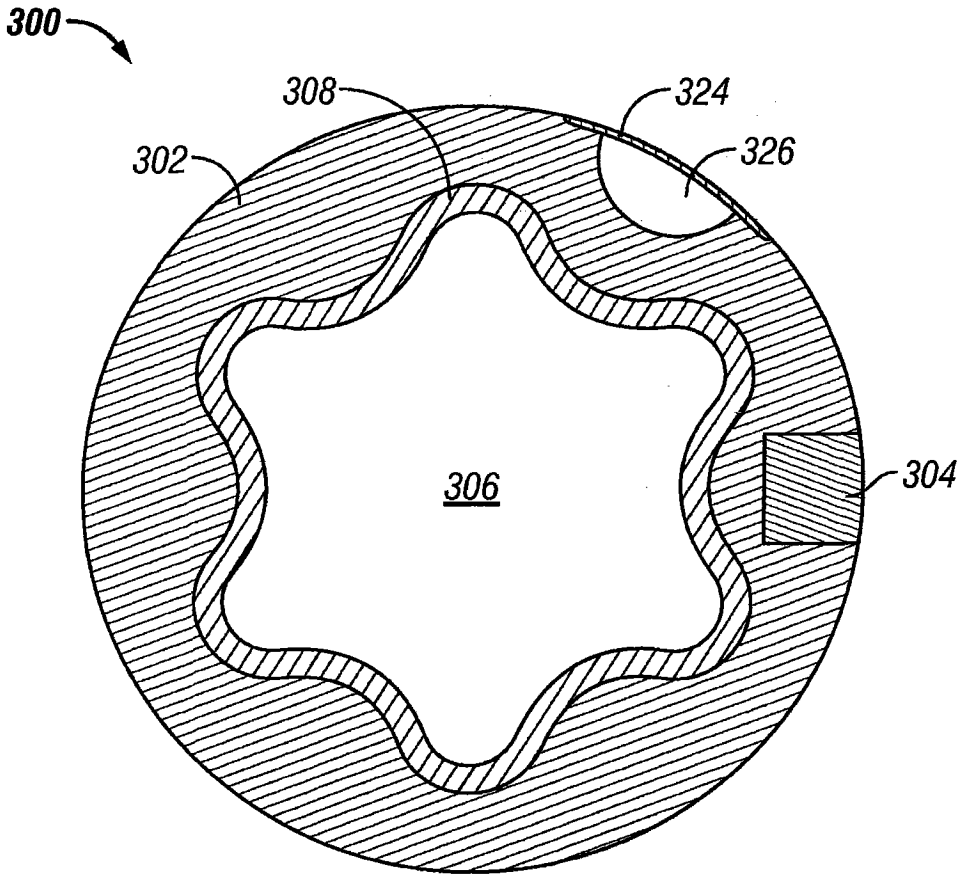


图 3

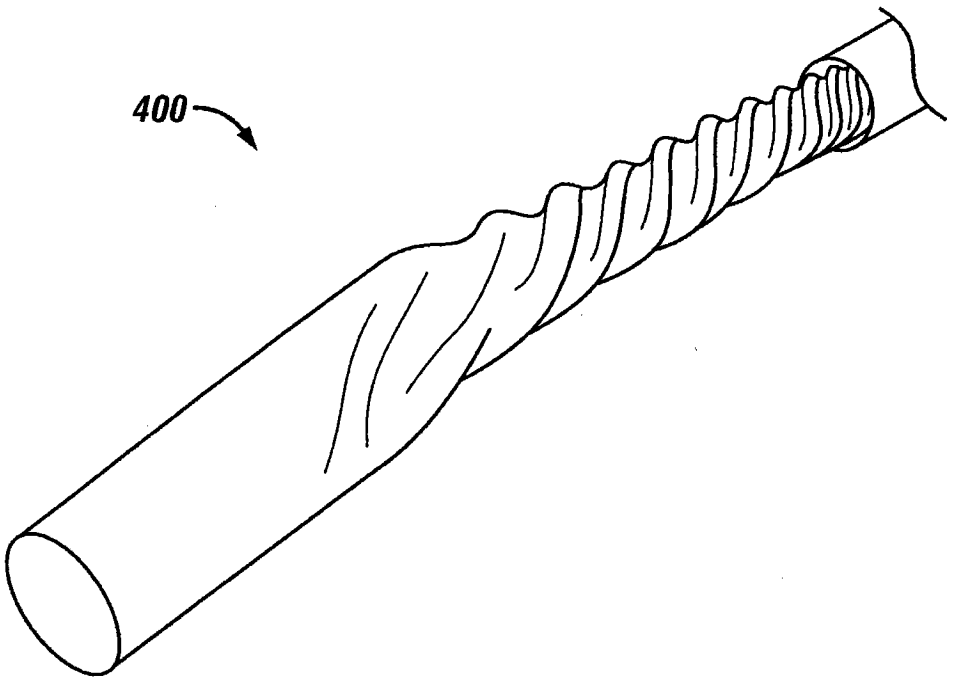


图 4A

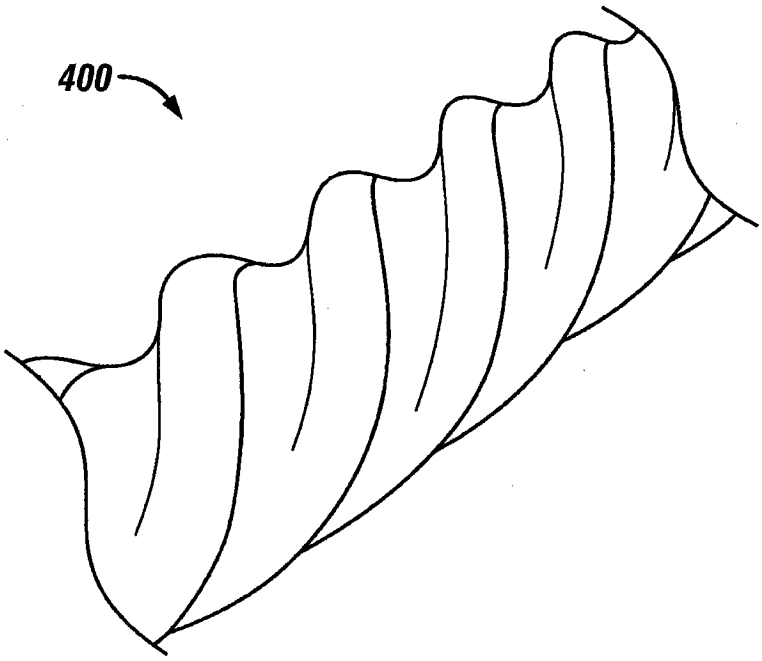


图 4B

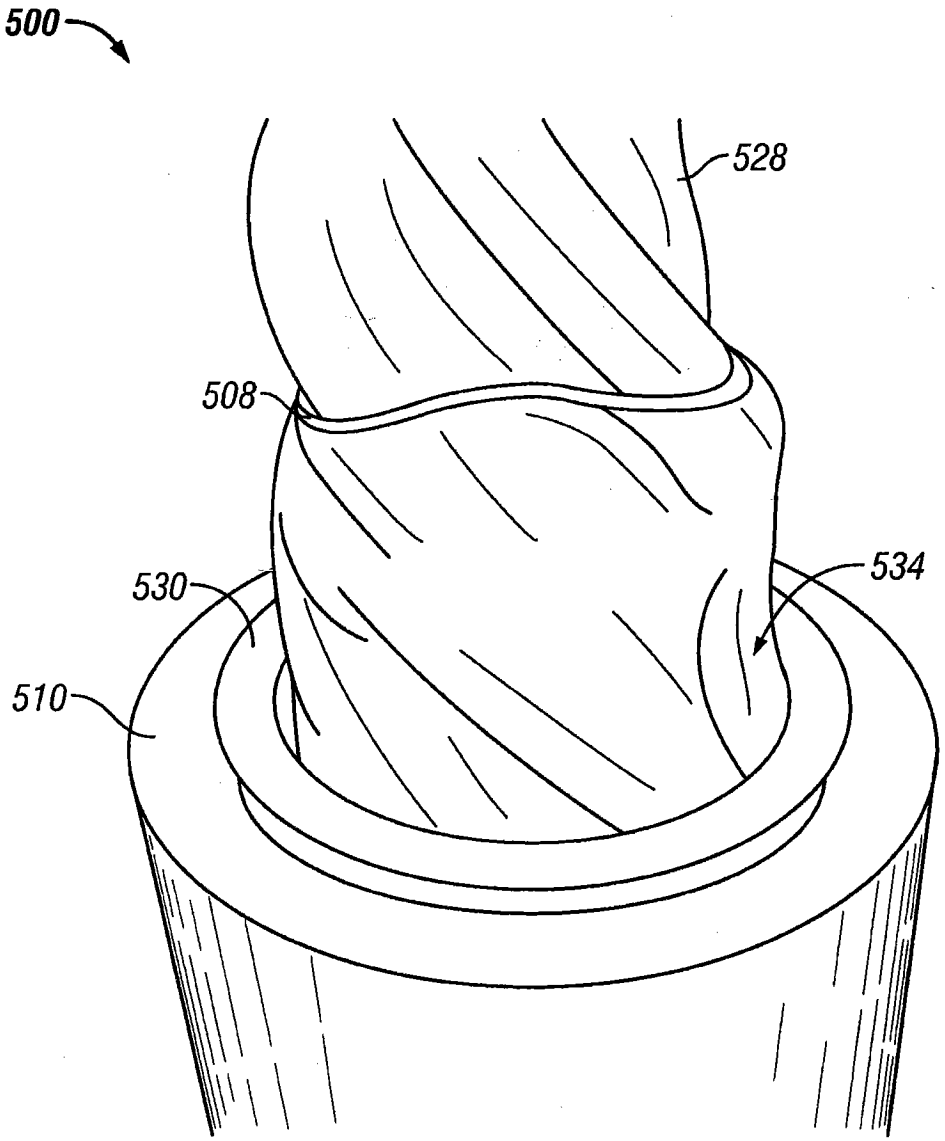


图 5

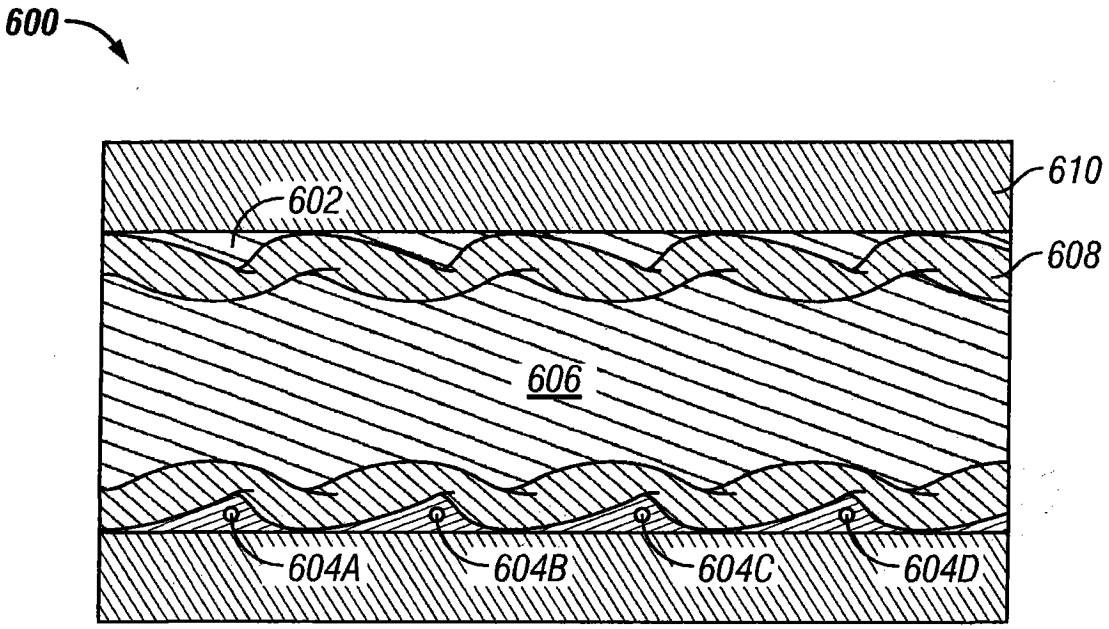

600
602
610
608
606
604A
604B
604C
604D

图 6

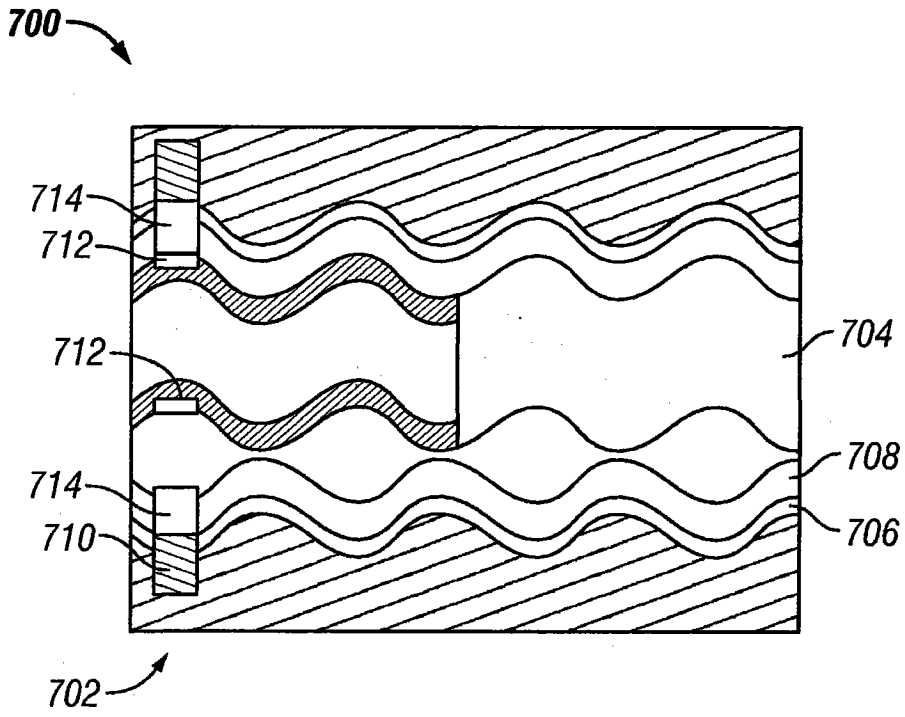

700
714
712
712
704
708
714
710
706
702

图 7

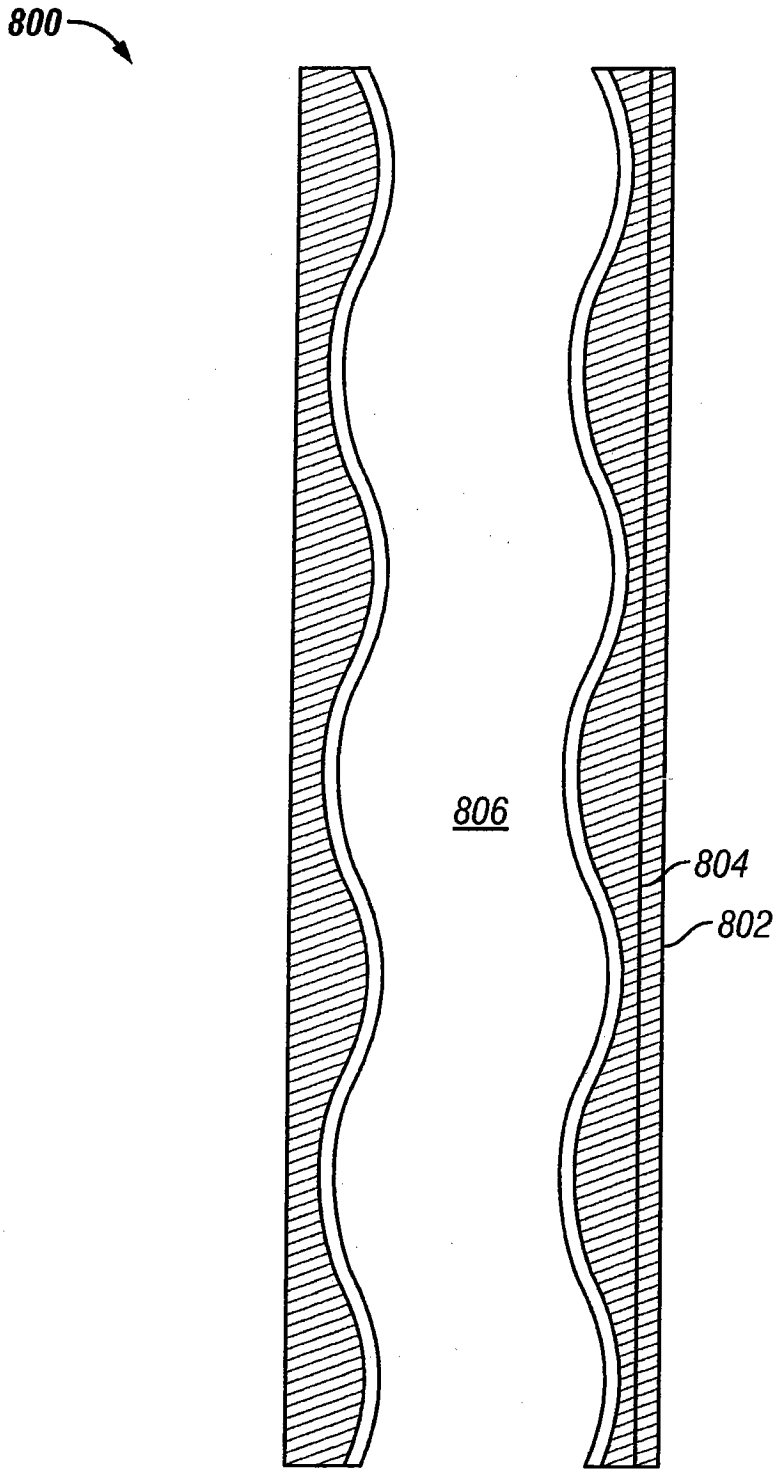


图 8

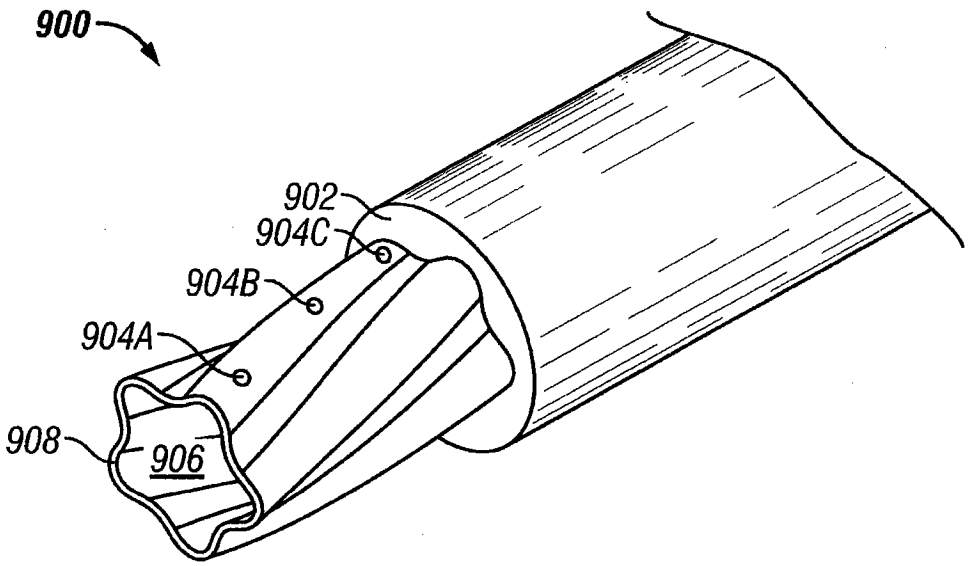

900
902
904C
904B
904A
908
906

图 9

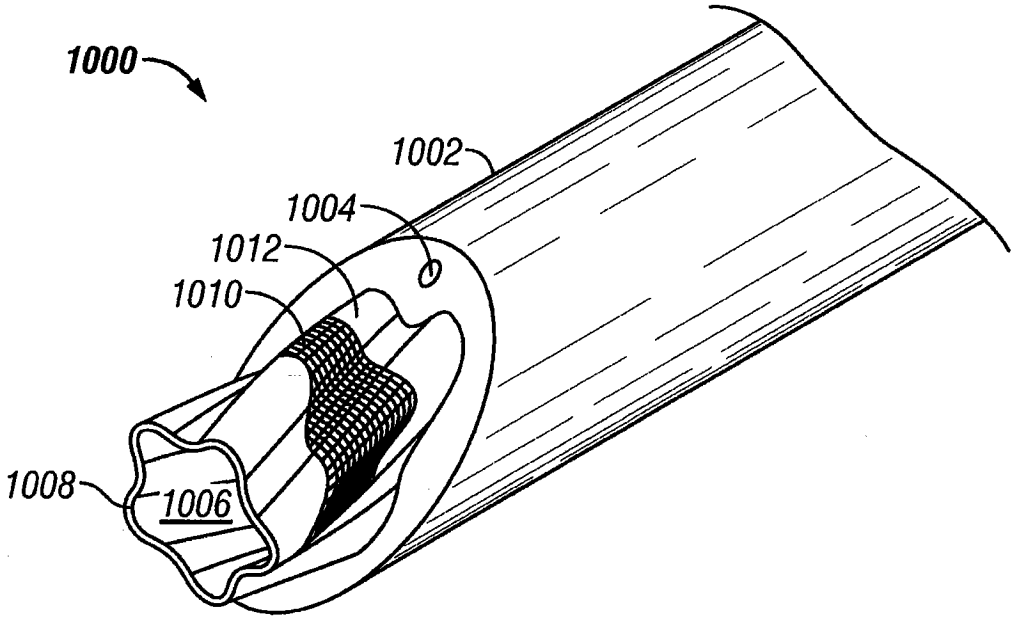

1000
1002
1004
1012
1010
1008
1006

图 10

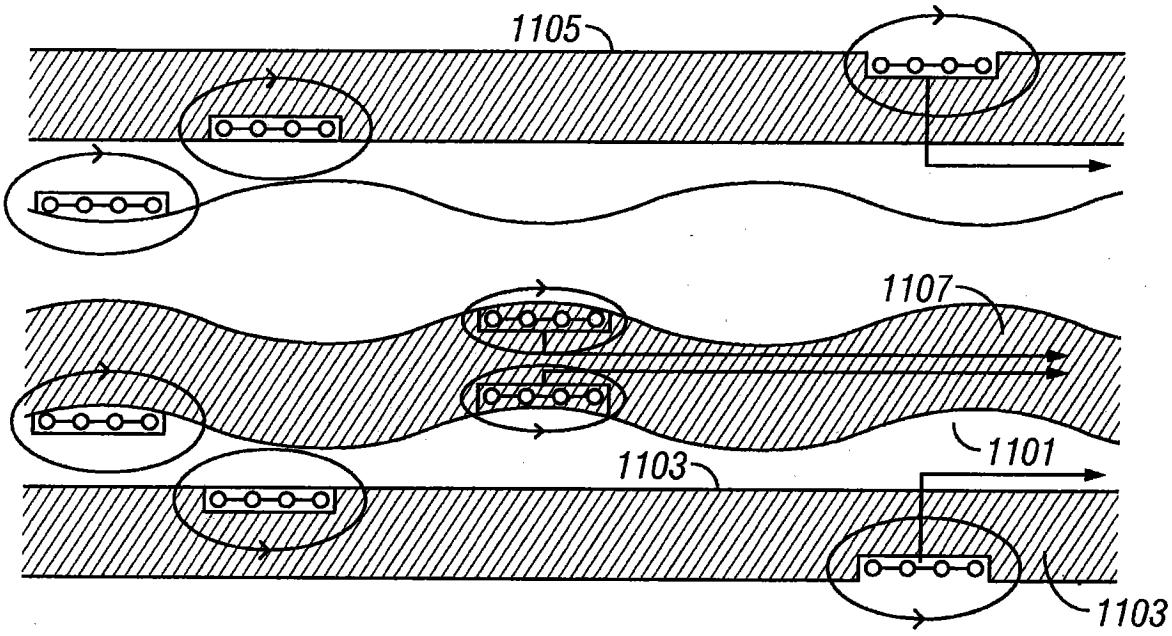


图 11

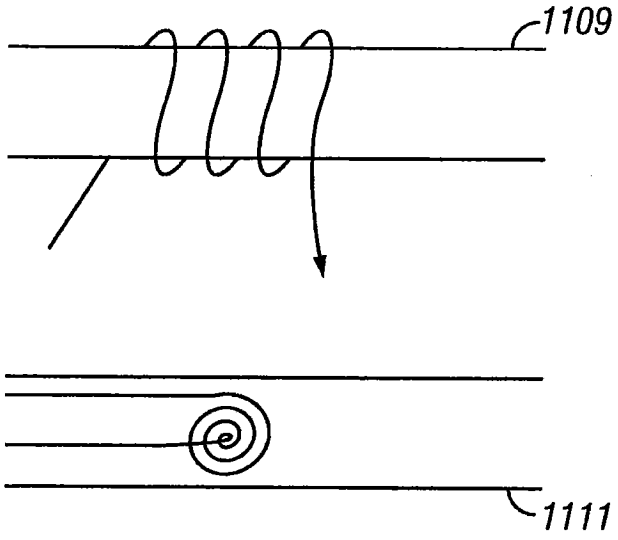


图 11A