



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112384134 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 15

(21) 申请号 201980040992.1	(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
(22) 申请日 2019.06.11	地址 荷兰艾恩德霍芬
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 112384134 A	(72) 发明人 B·格莱希 J·E·拉米尔
(43) 申请公布日 2021.02.19	(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
(30) 优先权数据 18178783.9 2018.06.20 EP	专利代理师 蔡洪贵
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 2020.12.18	(51) Int.Cl. A61B 5/0215 (2006.01) G01L 19/14 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
(86) PCT国际申请的申请数据 PCT/EP2019/065090 2019.06.11	(56) 对比文件 US 2007236213 A1, 2007.10.11 GB 626624 A, 1949.07.19
(87) PCT国际申请的公布数据 W02019/243098 EN 2019.12.26	审查员 马银银

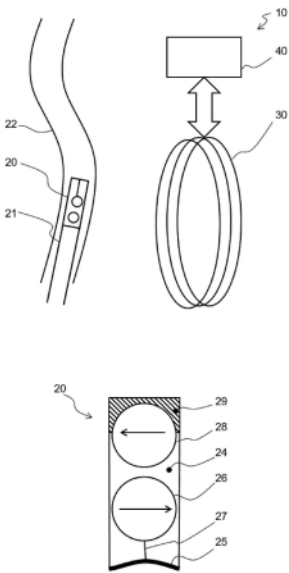
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

用于远程压力感测的压力感测单元、系统和方法

(57) 摘要

一种无线压力感测单元 (20) 包括形成腔体的外壁部分的膜片 (25) 和位于腔体内的两个永磁体 (26, 28)。一个磁体联接到膜片, 并且至少一个磁体以旋转移动自由振荡。至少一个以旋转移动自由振荡。振荡发生在共振频率, 该共振频率是所感测的压力的函数, 该压力影响两个永磁体之间的间距。该振荡频率可以通过测量由振荡改变的磁场来远程地感测。该无线压力感测单元可以设置在导管 (21) 或导丝上。



1. 一种压力感测单元,包括:
封闭的腔体(24),其中所述腔体包括形成所述腔体的外壁部分的至少一个膜片(25);
位于所述腔体内并且被联接到所述至少一个膜片的第一永磁体(26);和
位于所述腔体内的第二永磁体(28),
其中,所述第二永磁体(28)通过固定的联接器(29)联接到所述腔体,以使得所述第二永磁体(28)是静态的,并且所述第一永磁体(26)通过允许所述第一永磁体(26)在所述腔体内进行旋转运动的细长结构(27)联接到所述膜片。
2. 根据权利要求1所述的压力感测单元,其中,所述细长结构包括顺应性材料。
3. 根据权利要求1或2所述的压力感测单元,其中,所述膜片(25)由弹性体或图案化的金属片制成。
4. 根据权利要求1或2所述的压力感测单元,其中,所述腔体(24)是圆柱体,并且:
存在形成所述圆柱体的一端的一个膜片(25);或
存在形成所述圆柱体的每一端的相应膜片。
5. 根据权利要求4所述的压力感测单元,其中,所述第一永磁体(26)包括旋转对称的形状。
6. 根据权利要求5所述的压力感测单元,其中,所述第一永磁体(26)为球体或圆柱体。
7. 根据权利要求1或2所述的压力感测单元,其中,所述腔体被抽真空。
8. 根据权利要求1或2所述的压力感测单元,其中,所述压力感测单元具有外部形状,使得其装配到直径为1 mm的圆柱体中。
9. 根据权利要求1或2所述的压力感测单元,其中,所述压力感测单元具有外部形状,使得其装配到直径为0.5 mm的圆柱体中。
10. 根据权利要求1或2所述的压力感测单元,其中,所述压力感测单元具有外部形状,使得其装配到直径为0.3 mm的圆柱体中。
11. 一种压力感测系统,包括:
根据权利要求1至10中的任一项所述的压力感测单元;
激励线圈装置(30),用于通过生成磁场以无线方式感应出所述第一永磁体的共振旋转振荡。
12. 根据权利要求11所述的压力感测系统,其中,所述压力感测系统还包括控制器(40),其适于:
控制所述激励线圈装置(30)以感应出和维持所述第一永磁体(26)的共振旋转振荡;和
测量由所述共振旋转振荡改变的磁场。
13. 根据权利要求12所述的压力感测系统,其中,所述控制器(40)适于通过施加不连续的外部磁场来控制所述激励线圈装置(30)以感应出和维持所述共振旋转振荡。
14. 根据权利要求13所述的压力感测系统,其中,所述控制器(40)适于测量所述不连续的外部磁场的有效时间段之间的磁场。
15. 根据权利要求12至14中的任一项所述的压力感测系统,其中,所述控制器适于使用与用于测量所述磁场的相同的一个或多个线圈来感应出和维持所述共振旋转振荡。
16. 根据权利要求11至14中的任一项所述的压力感测系统,其中,所述压力感测系统包括多个压力感测单元,每个压力感测单元具有不同的共振频率。

17. 一种导管或导丝系统,包括:

导管或导丝 (21);和

根据权利要求11至16中的任一项所述的压力感测系统,其中压力感测单元沿着所述导管或导丝设置。

18. 一种压力感测方法,包括:

(50) 使用激励线圈装置以无线方式将压力感测单元激励成共振旋转振荡,其中,所述压力感测单元包括:

封闭的腔体,其中所述腔体包括形成所述腔体的外壁部分的至少一个膜片;

位于所述腔体内并且联接到所述至少一个膜片的第一永磁体;

位于所述腔体内的第二永磁体,其中所述第二永磁体 (28) 通过固定的联接器 (29) 联接到所述腔体,以使得所述第二永磁体 (28) 是静态的,且所述第一永磁体 (26) 通过允许所述第一永磁体 (26) 在所述腔体内进行旋转运动的细长结构 (27) 联接到所述膜片,其中磁矩的至少一部分垂直于旋转轴线定向,所述第一永磁体被激励成所述共振旋转振荡;

(52) 测量由所述共振旋转振荡改变的磁场;和

(54) 根据所测量的磁场的改变频率确定压力。

用于远程压力感测的压力感测单元、系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及压力感测,尤其是使用远程和无源压力传感器,例如植入式压力传感器。

背景技术

[0002] 血压的测量在医学中很重要。

[0003] 例如,在最近几十年中,例如在血流储备分数FFR操作中,基于导丝的冠状动脉血压测量已成为评估狭窄严重程度的重要工具。这涉及冠状动脉导管插入术,其间使用护套和导丝将导管插入股动脉(腹股沟)或桡动脉(腕部)中。FFR使用位于导丝末端的小型传感器来测量压力、温度和流量,以确定病变的确切严重程度。这是在最大血流(充血)期间完成的,这可以通过注射合适的药物来诱发。

[0004] 还已经提出了植入式肺压力传感器,并且已被商业化以用于测量右心压力。

[0005] FFR操作的主要问题是缺乏真正的无线解决方案来促进快速的工作流程。另外,希望在导丝上具有一个以上的传感器,并且如果传感器的精确定位是可能的,则将是有益的。

[0006] 在其他应用的情况下,例如在动脉瘤的压力监测中,仍然缺少足够小的无线解决方案。

[0007] 一种无线方法涉及提供感应线圈作为植入式传感器的一部分,以建立与外部控制器的通信。这些线圈必须具有约为1mm的直径,因此,对于某些输送类型和植入部位来说,它们太大了。

[0008] 还已经提出了基于超声的传感器,但是它们不能在每个身体部位(例如肺)起作用,并且读出装置需要直接皮肤接触,这通常是不实际的。

[0009] Ee Lim Tan等人的文章“Design, Fabrication, and Implementation of a Wireless Passive Implantable Pressure Sensor Based on Magnetic Higher-Order Harmonic Fields(基于磁高阶谐波场的无线无源可植入压力传感器的设计、制造和实现)”, Biosensors 2011, 1, 134-152, ISSN 2079-6374”中公开了一种压力传感器,其使用软磁性材料和永磁条来产生取决于两个元件的间隔的磁特征。该间隔由被感测的压力来改变。这样产生弱信号(由于退磁因子),因此不易微型化。

[0010] 仍然需要用于远程无源压力测量的微型无线解决方案。

发明内容

[0011] 本发明由权利要求限定。

[0012] 根据根据本发明的一个方面的示例,提供了一种无线压力感测单元,包括:

[0013] 封闭的腔体,其中,该腔体包括形成该腔体的外壁部分的至少一个膜片;

[0014] 位于腔体内并联接到该至少一个膜片的第一永磁体;和

[0015] 位于腔体内的第二永磁体

[0016] 其中第一永磁体和第二永磁体中的至少一个能够绕旋转轴线执行旋转移动,并且

磁矩的至少一部分垂直于旋转轴线定向。

[0017] 该压力感测单元包括两个永磁体,并且至少一个可移动以实现旋转。两个永磁体之间的间隔距离是外部压力(即腔体外部)的函数,因为这会使膜片变形,进而使两个永磁体相对于彼此移动。可以只有与第一永磁体联接的一个膜片,但是可以替代地有两个膜片,每个膜片都联接到相应的永磁体。

[0018] 在所有情况下,间隔距离都通过膜片的偏转而改变,并且这影响了它们的磁场相互作用的方式,因此影响了磁机械共振频率。因此,可以基于检测到的磁场中的共振频率分量来感测压力,该共振频率分量尤其是由未固定的永磁体的旋转振荡移动引起的。

[0019] 这种基于旋转振荡的感测方法提供了高度灵敏的操作,以及利用远程读出装置使该单元可以微型化,例如用作植入式传感器。

[0020] 在一种装置中,第一永磁体和第二永磁体中的一个可以执行旋转移动,并且第一永磁体和第二永磁体中的另一个被固定。这意味着只有一个可移动部件。但是,可以使两个永磁体都能够移动,并且对生成的磁场产生的影响仍然可以检测到。

[0021] 例如,两个永磁体对准,且它们的磁极位于相反的方向,即处于稳定状态,然后被外部磁场干扰。这意味着两个磁铁彼此吸引。

[0022] 可移动的永磁体在另一个永磁体的磁场中执行旋转振荡。局部磁场取决于磁体的接近度,磁体的接近度随后确定振荡的共振频率。

[0023] 应注意的是,该压力感测单元只是整个系统的远程部件。通过一个单独的远程单元来实现激励成共振和读出。

[0024] 膜片例如由弹性体或图案化的金属片制成。它响应于外部压力而变形,从而改变了间隔距离。

[0025] 腔体可以是圆柱体,并且膜片形成圆柱体的一端,或者可以在圆柱体的每一端有膜片。

[0026] 圆柱体尤其适合于微型传感器,例如用于沿着导管(例如血管)行进。

[0027] 第一永磁体和第二永磁体中的至少一个可以包括旋转对称的形状,例如球体或圆柱体。这样,旋转不会引起物理振动。两个永磁体可以具有相同的形状,或者它们可以不同。球形磁体是优选的,因为它易于生产为期望的尺寸和公差。

[0028] 第一永磁体和第二永磁体中的至少一个在具有周围间距的情况下装配在圆柱体内,使得它在空间中振荡而没有摩擦表面接触。由于两个磁体之间的吸引力,第一永磁体和第二永磁体中的至少一个被约束以旋转。因此,永磁体的移动不需要该单元占据任何额外的空间。

[0029] 第二永磁体例如通过固定的联接器联接到腔体,并且第一永磁体通过丝或线联接到膜片。

[0030] 丝或线例如通过两个永磁体之间的吸引磁力来保持绷紧。该力例如比重力大一个或多个量级。因此,传感器单元可以以任何定向操作。丝或线将通过磁力保持在延伸负荷下。这些力还使第一永磁体和第二永磁体中的至少一个居中,从而确保绕固定轴线旋转。

[0031] 第一永磁体例如被胶粘到圆柱体中,而第二永磁体被丝或线悬置。由于丝或线保持绷紧,所以丝或线在膜片和第二永磁体之间提供了固定的距离,但丝或线可以扭转以允许共振振荡。应注意的是,在替代性装置中,与膜片相关联的永磁体可以被固定,与腔体相

关联的永磁体可以自由旋转。

[0032] 该单元例如具有外部形状,使得其装配到直径为1mm、例如直径为0.5mm、例如直径为0.3mm的圆柱体中。

[0033] 这些微型化程度使该装置尤其适于植入体内。

[0034] 本发明还提供一种压力感测系统,包括:

[0035] 如上所限定的压力感测单元;

[0036] 激励线圈装置,用于通过生成磁场以无线方式感应出第一永磁体和第二永磁体中至少一个的共振旋转振荡。

[0037] 整个系统有一个外部激励系统。它可以是围绕压力感测单元(例如,围绕植入有压力感测单元的受试者的身体部位)的线圈或仅用于抵靠身体放置的线圈,或者是用于放置在压力感测单元的每一侧的线圈。植入式压力感测单元的位置可以例如通过X射线确定,但是可以替代地基于感测本身来确定。

[0038] 外部线圈(一个或多个)产生低强度的振荡磁场,以激励旋转机械振荡。

[0039] 该系统还可包括控制器,其适于:

[0040] 控制激励线圈装置以感应出和维持第一永磁体和第二永磁体中的另一个的共振振荡;和

[0041] 测量由共振振荡改变的磁场。

[0042] 因此,可以检测到共振振荡,并且其频率与感测到的压力相关。

[0043] 控制器可以适于通过施加不连续的外部磁场来控制激励线圈装置以感应出和维持共振振荡。

[0044] 以此方式,维持共振振荡,以克服否则会衰减振荡的摩擦和其他损失。

[0045] 控制器可以适于测量在不连续的外部场的有效时间段之间或在不连续的外部场的有效时间段期间或在连续的外部场期间的磁场。因此可能存在重复的激励和测量序列,或者同时的激励和测量。

[0046] 激励线圈装置可以包括用于感应出和维持共振振荡的至少3个非共线线圈,以及用于测量磁场的至少3个非共线线圈。以这种方式使用多个线圈确保了压力感测单元相对于激励场的任何定向都可以被容许。

[0047] 控制器可以适于使用与用于测量磁场的相同的一个或多个线圈来感应出共振振荡。这提供了一套低成本的硬件。当然,如果需要,可以使用单独的线圈。

[0048] 该系统可以包括多个压力感测单元,每个压力感测单元具有不同的共振频率。

[0049] 这些可以用来测量多个位置的压力,并且可以基于它们产生的共振频率的已知范围来识别不同的位置。

[0050] 本发明还提供一种导管或导丝系统,包括:

[0051] 导管或导丝;和

[0052] 如上所限定的系统,其中压力传感器单元沿导管或导丝设置。

[0053] 在导管或导丝的末端处可以有一个压力感测单元,或者沿着导管或导丝的长度可以有多个压力感测单元。

[0054] 本发明还提供了一种压力感测方法,包括:

[0055] 使用激励线圈装置以无线方式将压力感测单元激励成共振振荡,其中,压力感测

单元包括：

- [0056] 封闭的腔体,其中该腔体包括形成该腔体的外壁部分的至少一个膜片;
- [0057] 位于腔体内并联接到至少一个膜片的第一永磁体;
- [0058] 位于腔体内的第二永磁体,其中第一永磁体和第二永磁体中的至少一个能够绕旋转轴线执行旋转移动,其中磁矩的至少一部分垂直于旋转轴线定向,永磁体中的该至少一个被激励成共振振荡;
- [0059] 测量由共振振荡改变的磁场;和
- [0060] 根据测量到的磁场的改变频率确定压力。
- [0061] 参考下文描述的实施例,本发明的这些和其他方面将变得明显并被阐明。

附图说明

- [0062] 为了更好地理解本发明,并更清楚地显示本发明如何实施,现在将仅以举例的方式参考附图,其中:
- [0063] 图1示出了压力感测系统;
- [0064] 图2更详细地示出了压力感测单元;
- [0065] 图3示出了结合激励线圈装置、X射线系统和患者台的设备。
- [0066] 图4示出了可能的激励线圈装置的第一示例;
- [0067] 图5示出了可能的激励线圈装置的第二示例;
- [0068] 图6示出了可能的激励线圈装置的第三示例;和
- [0069] 图7示出了压力感测方法。

具体实施方式

- [0070] 将参考附图描述本发明。
- [0071] 应当理解,详细描述和具体示例虽然指示出设备、系统和方法的示例性实施例,但是仅旨在用于例示说明的目的,并不旨在限制本发明的范围。从下面的描述、所附权利要求和附图,将更好地理解本发明的设备、系统和方法的这些和其他特征、方面和优点。应当理解,附图仅是示意性的,并且没有按比例绘制。还应当理解,在所有附图中使用相同的附图标记表示相同或相似的部件。
- [0072] 本发明提供了一种无线压力感测单元,其包括两个永磁体。至少一个以旋转移动自由地振荡。振荡发生在共振频率,该共振频率是所感测的压力的函数,该压力影响两个永磁体之间的间距。该振荡频率可以被远程地感测到。
- [0073] 图1示出了包括感测局部压力的压力感测单元20的压力感测系统10。压力感测单元20是无线的并且不需要本地电源。它根据感测到的压力调制所生成的磁场。尤其是,其进入由外部电磁场感应出的机械共振振荡的状态,并且可以通过其对感测单元20自身产生的磁场的影响来检测该机械共振。在该示例中,压力感测单元20位于医疗介入轴杆21(即导管或导丝)的端部处。它可以位于沿轴杆的任何位置,或者实际上可以沿着轴杆有多个压力感测单元。压力感测单元可以替代地是永久植入装置,例如支架或医疗线圈的一部分。
- [0074] 系统10具有激励线圈装置30,用于无线地感应出磁感应机械共振。
- [0075] 激励线圈装置可以是单个线圈(这意味着一个或多个单独的匝,但都彼此平行并

围绕一个公共轴线),或者可以是具有平行或不平行的定向的多个线圈。

[0076] 图1以示意性形式示出了位于压力感测单元20一侧的激励线圈装置30。其可以替代地围绕压力感测单元(例如,围绕植入有压力感测单元的受试者的身体部位)。可以有多个线圈,而所有线圈都被布置并缠绕在同一平面内,从而形成阵列。该线圈阵列可以放置在患者下方(例如,患者躺在平坦的结构上)。然而,存在许多布置激励线圈装置的方式。另一个示例是使用放置在患者侧面的缠绕在软磁(铁氧体)棒上的线圈。

[0077] 外部线圈的所需尺寸取决于所使用的技术。扁平线圈阵列的总直径例如可以与最大测量距离具有相同的量级。较小的线圈需要更多的功率,并且可能需要低噪声接收放大器。利用软磁性材料芯的线圈的直径可以小得多。举例来说,每个线圈的直径可以约为最大距离的十分之一。

[0078] 控制器40用于驱动激励线圈装置30以生成交变电磁场。另外,控制器分析检测到的磁场,尤其是检测压力感测单元的机械共振频率,该共振频率取决于被感测的局部压力。

[0079] 在典型的(但不是唯一可能的)使用中,压力感测单元20被植入到受试者的血管22或器官中。位置可以由诸如X射线的成像系统识别和跟踪,以将压力感测单元放置在期望的位置。激励线圈装置可以定位在适当的位置。替代地,基于外部线圈30对由压力感测单元20生成的磁场位置的检测,可以将压力感测单元带到期望的位置。

[0080] 控制器40使用外部线圈30(或多个线圈)来生成低强度的振荡场,以激励出共振并且还维持共振振荡。在图1的示例中,同一激励线圈装置用于测量由共振振荡改变的磁场。替代地,可以使用一个或多个单独的线圈来检测由振荡生成的变化磁场。

[0081] 控制器可以通过施加脉冲交变磁场来感应出和维持共振振荡,并且其可以测量脉冲之间的磁场。因此,存在激励和测量序列。

[0082] 图2更详细地示出了压力感测单元20的示例。

[0083] 它包括由金属或聚合物外壳形成的封闭的腔体24。可变形的膜片25形成腔体的外壁部分。例如其可以是弹性体或结构化的金属箔。腔体中充满了气体(例如空气)或被抽真空。

[0084] 在所示的示例中,腔体是圆柱体,并且膜片25形成端壁。在替代示例中,两个端壁都可以由膜片形成,并且两个膜片响应于外部压力的增加而向内朝向彼此移动。

[0085] 圆柱体的外径以及感测单元的外径可以小于0.3mm,例如小至0.2mm,更通常小于1mm,并且优选地小于0.5mm。更一般地(且与具体形状无关),压力感测单元可装配到具有如上所列的内径的圆柱体中。然后可以将压力感测单元集成到诸如支架或动脉瘤卷的永久植入物中,或诸如导丝或导管的临时植入物中,或者可以将其独立地诸如经由血流输送以进入肺部。

[0086] 压力感测单元例如具有在1mm至5mm范围内的长度。

[0087] 第一永磁体26通过细长结构27(例如,丝或线)联接到膜片。第二永磁体28联接到腔体的内部,尤其是联接到与膜片25相对的封闭端。第二永磁体例如通过胶29附接。因此,在该特定示例中,第二永磁体是静态的(相对于腔体的固定部分)。

[0088] 永磁体可以是球体,并且至少第一永磁体26在整个周围有间距的情况下装配在腔体内。固定的第二永磁体28与细长结构27一起使旋转的第一永磁体26在装置中自动地居中。以这种方式,旋转的磁体永不接触壳体的内部。这能够实现高质量因数的振荡。

[0089] 旋转轴线对应于丝或线的细长轴线,其沿着腔体的长度方向延伸。可移动的永磁体26的磁矩的至少一部分垂直于旋转轴线定向。因此,磁体26经受的磁力可感应出绕旋转轴线的旋转扭矩。在所示的示例中,永磁体是偶极磁体,它们的磁矩完全垂直于旋转轴线。磁力使磁体沿旋转轴线对齐,其磁矩沿相反的方向,如图所示。永磁体之间的吸引力使细长结构27保持绷紧,因此,细长结构可以是来自具有顺应性的材料的丝或线。

[0090] 可以使用其他磁体形状,例如圆柱磁体或甚至其他形状。可移动的第一磁体优选地具有围绕旋转轴线的旋转对称形状,使得旋转是平衡的。所示的球形磁体的优点在于,它们可以容易地制造成高精度并且因此容易获得。

[0091] 两个永磁体不必具有相同的尺寸或形状或类型。基本上,固定的永磁体用于创建静态磁场,移动的永磁体的磁场与之相互作用。移动的永磁体用于产生旋转振荡以及与固定的永磁体的静态磁场相互作用的旋转磁场。

[0092] 两个永磁体相反地对准,即,北-南极对和南-北极对彼此相邻。与由于磁场引起的扭转相比,细长结构(丝或线)的旋转刚度可以选择为低的。在两个磁体之间有很强的吸引力,因此在丝或线上施加沿着丝或线的方向的应力。磁力通常是重力的数百倍。因此,丝或线不需要显著的刚性,并且例如可以是非常细的UHMWPE(超高分子量聚乙烯)线。这也意味着传感器单元可以在任何定向上操作,因为重力对传感器读数的影响可以忽略不计。

[0093] 在所示的示例中,第二永磁体28与固定的静态角位置联接,并且第一永磁体26与表现出允许角旋转移动的顺应性的细长结构(例如,丝或线)联接。

[0094] 两个磁体之间的间隔距离是外部压力(即腔体外部)的函数,因为这使膜片25变形,进而使两个永磁体相对于彼此移动。永磁体26和膜片25之间的距离由细长结构(丝或线)固定,该细长结构通过两个磁体之间的磁引力而保持绷紧。

[0095] 永磁体26能够旋转,尤其是绕由丝或线27限定的轴线旋转。丝或线可以足够细,以使得由于丝或线的扭转而导致的永磁体26上的扭矩可以小于由于磁力而承受的扭矩。但是,这不是必需的。较硬的丝或线将使振荡的共振频率偏移 to 较高的值,因此记录的信号将处于较高的频率,这可能更易于处理。但是,较高频率的信号将使每个单位压力变化的频率变化较小。

[0096] 共振频率与共振体的线性尺寸大致成反比。因此,对于直径为1mm的装置,共振频率约为500Hz,而对于直径为0.2mm的装置,共振频率约为2.5kHz。

[0097] 共振旋转振荡通过由激励线圈装置30生成的适当电磁脉冲来启动。

[0098] 可以利用取决于共振频率(如果预先大致知道)的选定频率来使用激励信号。替代地,可以用单个短激励脉冲来启动振荡。这启动了可被记录的振荡。然后可以测量共振频率,然后可以以增加振荡幅度的方式对下一个脉冲进行计时。

[0099] 一种替代方法是使用显示出窄频谱的长脉冲串来启动振荡。然后可以改变中心频率,直到充分满足共振以接收来自传感器的信号为止。然后可以跟踪频率。通过改变脉冲串的长度,可以改变频谱选择性。长(频谱选择性)脉冲串的优势在于,它需要较低的磁场振幅将传感器设置成共振。因此,它需要在发送/接收系统上花费较少的技术工作,并且/或者可以找到在距线圈较大距离的位置的传感器。

[0100] 使用频谱选择性脉冲的缺点是平均需要更长的时间来找到传感器。

[0101] 因此,可以使用一系列脉冲来维持共振振荡。然后,这一系列脉冲利用不连续的外

部磁场感应出和维持共振振荡。例如,用于维持振荡的脉冲的持续时间至少为振荡周期的 $1/8$,即对于1mm的球体(500Hz)为0.25ms,对于0.2mm的球体(2.5kHz)为0.05ms。通过增加幅度可以使脉冲更短。

[0102] 振荡的寿命可以例如为数秒的量级,例如2秒。因此,激励脉冲的最大间隔约为1秒。原则上,寿命可以更长,几十秒甚至几百秒,并且激励脉冲之间的间隙可以相应地调整,最大间隔为振荡寿命的一半的量级。然而优选的是每秒实施许多激励,以维持振幅基本恒定的共振响应。

[0103] 举例来说,可能希望每秒测量大约10次压力,因此每秒使用10个激励串是合适的。例如,可能希望较小的装置每秒执行50次或更多次测量,然后优选是每秒提供更多数量的激励。每个信号读出都可能有激励,因此在振荡寿命的同一点进行读出,但这不是必需的。激励之间的时间段与信号读出之间的时间段之间可以有任何比率。

[0104] 不连续的激励信号的使用使得能够按时间顺序激励并读出。以此方式,一旦第一永磁体26的旋转振荡开始,则随后的场脉冲以增强振荡的方式被计时。在发送的激励脉冲之间,测量由传感器单元生成的振荡磁场。

[0105] 但是,同时激励和读出也是可能的,在这种情况下,可以使用连续的激励信号。这需要更复杂的接收器系统。

[0106] 尤其是,为了在提供激励的同时利于同时的信号测量,必须最小化在接收器处响应于激励信号本身而生成的信号。这可以通过将接收器处的发射(发送)信号的模拟减法(例如,通过使用在接收器之前的变压器,发送信号的一部分被馈送入变压器中)和数字减法相结合来实现。在数字减法步骤中,接收器处的残余发送信号首先被表征,然后被从数字化的接收信号中数字化减去。

[0107] 因此,存在多种方式将传感器设置成共振振荡。

[0108] 也可以以各种方式对由一对磁体生成的磁场中的共振频率进行测量,该共振频率取决于可移动磁体的机械旋转(或,如果两个磁体都可移动,则取决于作为旋转系统的两个磁体的旋转)。可以通过与上述相同的激励线圈装置或通过单独的接收系统来实现测量。接收系统可以使用除简单线圈以外的磁场传感器,例如磁通门磁力计,但是线圈已经可以提供所需的灵敏度。

[0109] 如上所述,两个永磁体之间的间隔距离影响可移动的永磁体对外部磁场的机械响应。尤其是,可移动的永磁体离固定的永磁体越近,由固定的永磁体的磁场提供的使可移动的永磁体对准的力越大。该力导致产生机械共振的较高共振频率。

[0110] 这两个磁场之间的相互作用是可检测的,并且由于与可移动的永磁体的机械移动存在相关性,因此可以检测共振频率。

[0111] 图3示出了结合激励线圈装置30、成像系统40(例如,X射线C型臂)和患者台42的设备。压力感测单元是位于患者体内的植入式传感器,患者躺在台上。成像系统(在这种情况下为X射线C型臂)可用于定位压力感测单元。

[0112] 激励线圈装置30包括重叠的基本为平面的线圈44形成的阵列,从而形成集成在患者台42中的平面线圈阵列。线圈例如由铝制成,总厚度为mm的规模,例如小于2mm的厚度。来自X射线系统的X射线吸收较低。

[0113] 线圈可以包括从金属片切出的单环或扁平螺旋体。如上所述,考虑到传感器单元

处所需的磁场和到传感器单元的最大距离来设计各个线圈以及整个线圈装置的尺寸。

[0114] 图4示出了可能的激励线圈装置的第一示例,该示例更清楚地表示了图3中所示的装置。它包括扁平的线圈44形成的阵列。

[0115] 图5示出了可能的激励线圈装置的第二示例,该激励线圈装置包括圆柱形的线圈46形成的阵列。它们可以包括空气芯线圈或具有铁氧体芯的线圈。

[0116] 图6示出了具有三个非共线线圈48的可能的激励线圈装置的第三示例。在所示的示例中,三个线圈的磁矩彼此垂直。这改善了压力感测单元相对于激励线圈装置具有任何方向定向的自由度。

[0117] 激励系统和接收系统都可以具有至少三个非共线的场发生器和接收器。但是,对于许多应用,例如不时地被读取的植入式传感器,单轴系统可能就足够了,尤其是如果它可以自由定向。

[0118] 因此,应理解,激励线圈装置有许多可能的设计,并且这些对于本领域技术人员将是明显的。

[0119] 该系统可以扩展为包括多个传感器单元。这可以使得能够在多个位置处进行感测,并且还可以提供一种使用接收系统中的相对幅度或激励系统中的维持一定振荡幅度所需的相对幅度来重构传感器单元的位置的方式。

[0120] 如果将多个传感器调谐到不同的共振频率,例如,通过使用永磁体之间的不同距离或传感器中的不同磁特性,则可以并行操作多个传感器。

[0121] 可以使用共享线圈系统,例如以所有传感器增加其能量含量的方式确保激励脉冲的定时和/或整形。理想地,不同传感器单元的可能共振频率的范围并不重叠,使得具有位于不同位置的激励线圈和接收线圈的接收系统可以区分传感器。

[0122] 在上面的示例中,膜片被附接到可移动的永磁体。当然,与膜片相关联的永磁体可以替代地相对于膜片固定,并且与腔体相关联的永磁体可以自由旋转。如上所述,可以有两个膜片,每个膜片都联接到一个永磁体,使得它们两者在存在外部压力的情况下都朝着彼此移动。两个永磁体中的仅一个可以以能够旋转移动的方式联接到其相应的膜片,或者两个永磁体都可以联接以允许旋转移动,即,它们都可以通过细长结构(丝或线)连接到它们相应的膜片。

[0123] 响应于传感器设计的整个压力范围的共振频率变化对应于因子为2的频率变化。丝或线也将有助于振荡期间遇到的转矩,因此取决于线或线的设计,频率响应可能更显著。

[0124] 期望的压力范围例如是从大约800mBar (80kPa,绝对压力)到大约1300mBar (0.13MPa,绝对压力)。低端例如对应于在高海拔(例如墨西哥城)的低血压。如果需要,可以有两种(或更多种)产品设计,一种用于正常海拔,一种用于高海拔,以缩窄压力范围,从而提高灵敏度。

[0125] 压力感测单元可以应用于导管或导丝,或者可以用于其他应用,例如肺动脉压力传感器、植入式瓣膜上的传感器、支架或医疗线圈上的压力传感器。

[0126] 图7示出一种压力感测方法,包括:

[0127] 在步骤50中,使用激励线圈装置以无线方式将如上所述的压力感测单元激励成共振振荡;

[0128] 在步骤52中,测量由共振振荡改变的磁场;和

[0129] 在步骤54中,根据所测量的磁场的改变频率确定压力。

[0130] 通过研究附图、本公开内容和所附权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的发明时可以理解和实现所公开的实施例的变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中记载的若干项的功能。在互不相同的从属权利要求中记载某些措施的事实并不意味着不能有利地使用这些措施的组合。计算机程序可以存储在/分发在合适的介质上,例如与其他硬件一起提供或作为其一部分提供的光学存储介质或固态介质,但是也可以以其他形式分发,例如通过因特网或其他有线或无线电信系统。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为限制范围。

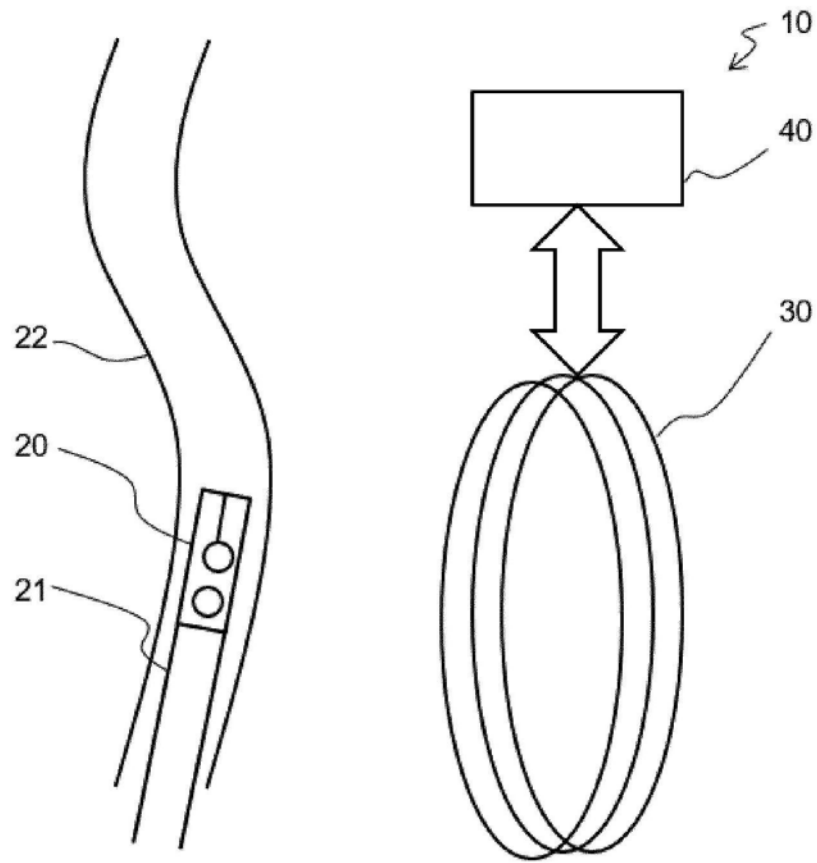


图1

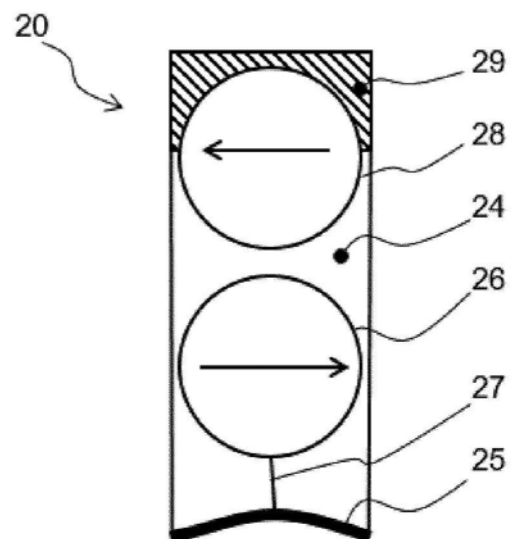


图2

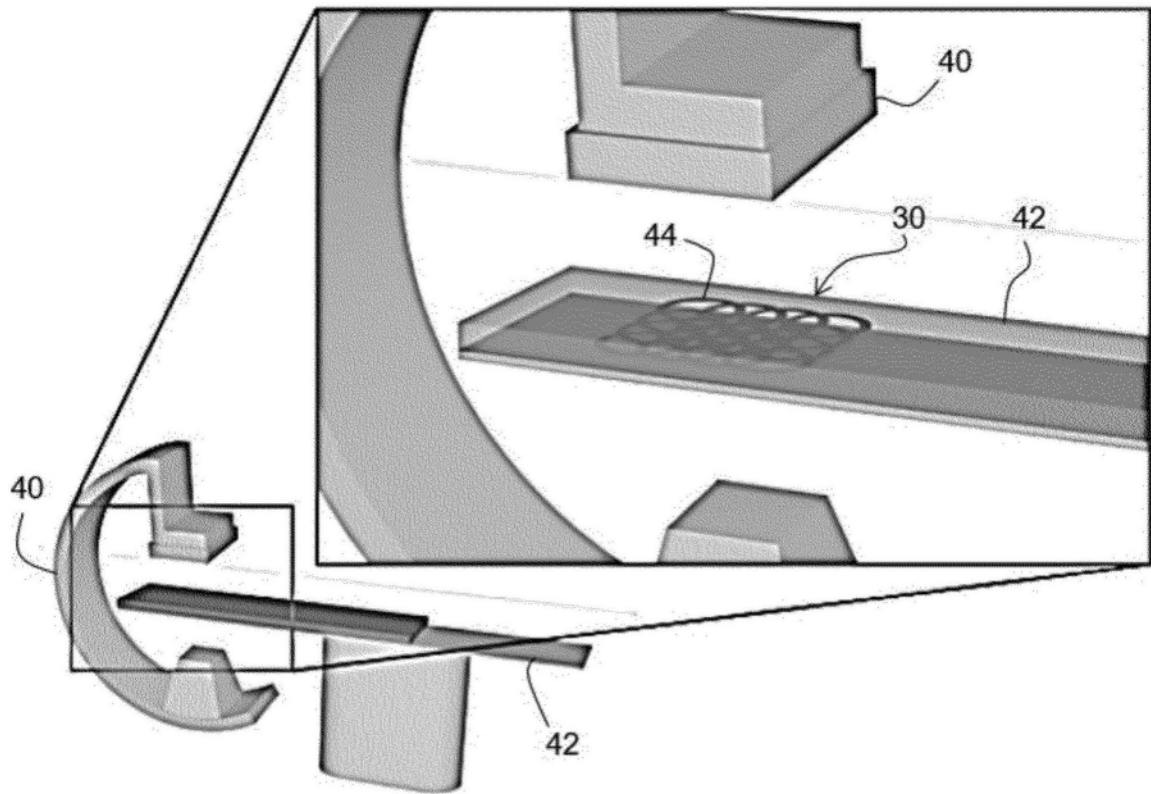


图3

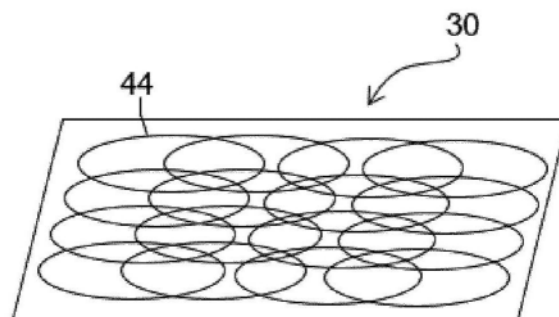


图4

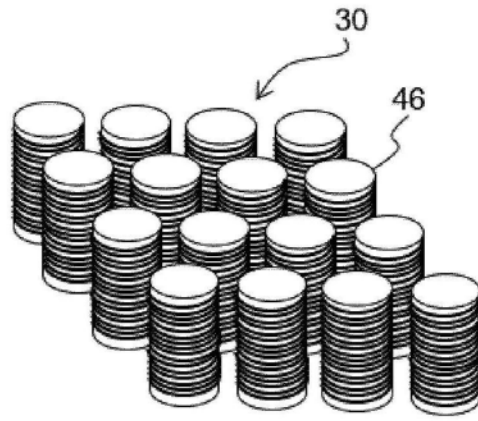


图5

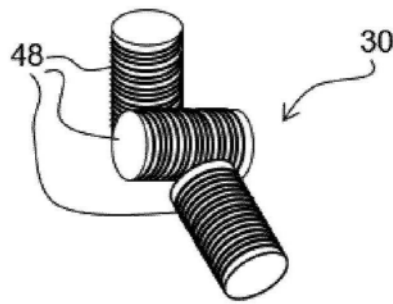


图6

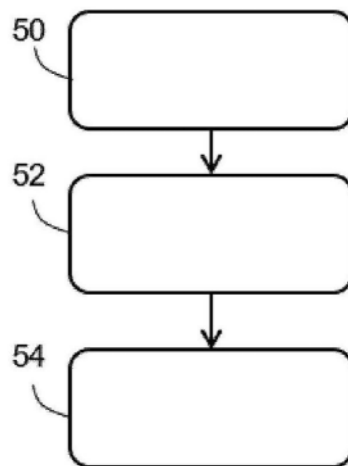


图7