

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103026194 A

(43) 申请公布日 2013.04.03

(21) 申请号 201180036716.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.05.26

G01L 1/14 (2006.01)

(30) 优先权数据

G01L 19/08 (2006.01)

PA201000466 2010.05.27 DK

G01M 5/00 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.01.25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DK2011/000051 2011.05.26

(87) PCT申请的公布数据

W02011/147414 EN 2011.12.01

(71) 申请人 丹佛斯多能公司

地址 丹麦诺堡

(72) 发明人 M. Y. 本斯里梅恩 P. 格拉维森

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 姚冠扬

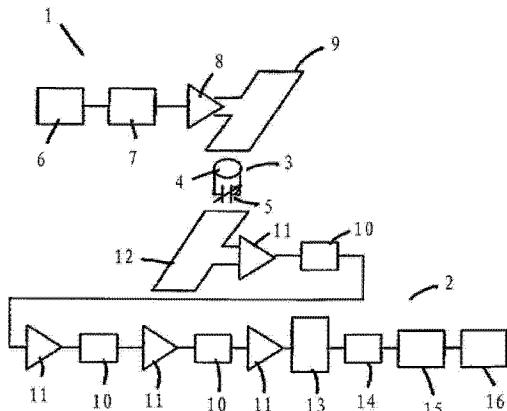
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

具有可变谐振频率的谐振电路

(57) 摘要

一种具有由可变电容器(5)提供可变谐振频率的谐振电路，该电容器具有布置在可变形片(23)上的柔性电极。当片(23)变形时，电容发生改变。进一步地，传感元件(3)包括该谐振电路，传感系统包括至少一个传感元件(3)、发送单元(1)和接收单元(2)。适合批量生产。提供制造性价比高的无线传感系统。可用于低成本的产品，例如玩具。还可用于监控结构的位移，例如壁结构(28)上的裂纹(29)。进一步，位置压敏传感器包括布置在二维结构(22)上的压力传感器。



1. 一种传感系统,包括:

—一个或多个传感元件(3),包括具有可变电容的电容器(5),

至少一个发送单元(1),包括天线(9),适于至少在至少一个所述传感元件(3)的谐振频率范围之内引发电磁场(18),和 / 或至少一个接收单元(2),包括天线(12),适于响应发送单元(1)产生的电磁信号(18),从而接收由至少一个所述传感元件(3)产生的信号(19)。

2. 根据权利要求 1 所述的传感系统,其中传感元件是谐振电路,包括:

一线圈(4),

—所述电容器(5)包括一组布置在可变形片(23)上的柔性电极,可变形片(23)的变形导致电容器(5)的电容变化,从而使谐振电路的谐振频率发生变化。

3. 根据权利要求 2 所述的传感系统,其中可变形片(23)由弹性材料制成。

4. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,其中电容器(5)的电容可在特定的电容范围内变化,从而谐振电路的谐振频率可在特定的谐振频率范围内变化。

5. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,其中所述柔性电极是波纹状的。

6. 根据权利要求 5 所述的传感系统,其中可变形片(23)被布置在至少一个由可变形材料制成的物体(17)上,并且其中通过改变施加在可变形材料制成的物体(17)上的压力使得可变形片(23)发生变形。

7. 根据权利要求所述的传感元件(3),其中所述可变形材料是弹性材料。

8. 根据权利要求 5 至 7 中任一项所述的传感元件(3),其中所述传感元件(3)是压力传感器或形成压力传感器的一部分。

9. 一种根据权利要求 2 至 8 中任一项所述的传感元件(3),其中可变形片(23)是不可压缩的,即可变形片(23)的体积基本被保留,可变形片(23)的实质变形从而是源于形状的变化。

10. 根据权利要求 9 所述的传感系统,其中通过拉伸可变形片(23)使其产生变形。

11. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,其中发送单元(1)适于产生一系列改变频率的电磁信号短脉冲,所述频率覆盖一个或多个传感元件(3)的谐振频率的范围,由此发送单元(1)能够分别激发一个或多个传感元件(3)的每个的当前谐振频率。

12. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,包括多个传感元件(3),每个传感元件具有在一定谐振频率范围内可变化的谐振频率,并且每个传感元件适于响应发送单元(1)产生的电磁信号(18)而产生并发射该传感元件(3)专属的识别信号,从而形成特殊的响应信号(19)。

13. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,进一步包括响应在接收单元(2)接收到的响应信号(19)从而致动外部装置(21)的部件。

14. 根据权利要求 13 所述的传感系统,该传感系统包括多个传感元件(3),每个传感元件具有在一定谐振频率范围内可变化的谐振频率,并且每个传感元件适于响应发送单元(1)产生的电磁信号(18)而产生并发射该传感元件(3)专属的识别信号,从而形成特殊的响应信号(19),其中致动外部装置(21)的部件适于响应在接收单元(2)接收到且源自于特殊传感元件(3)的特殊响应信号(19),从而致动多个特殊装置(21)和 / 或一个外部装置(21)的多个特殊功能。

15. 根据权利要求 13 或 14 的传感系统,其中致动外部装置(21)的部件包括将接收到

的信号(19)处理为致动信号(20)的部件。

16. 根据权利要求 15 的传感系统,其中所述处理部件包括微控制器。

17. 根据权利要求 13 至 16 中任一项所述的传感系统,其中致动外部装置(21)的部件形成接收单元(2)的一部分。

18. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,其中该传感系统的至少一部分适于定位在外部结构(28)上或靠近外部结构(28),使得该传感系统适于检测该外部结构(28)的位置(29)。

19. 一种位置压敏传感器,包括多个布置在二维结构(22)上的压敏元件,每个压敏元件包括具有线圈(4)和电容器(5)的谐振电路,该电容器的电容响应施加在压敏元件上的压力变化而产生变化,由此相应的谐振电路具有可变的谐振频率,每个压敏元件还适于响应电磁信号(18)而产生并发射该元件专属的识别信号,从而测量到的响应信号(19)为施加到二维结构(22)特定位置上的压力提供测量。

20. 根据权利要求 19 所述的位置压敏传感器,其中多个压敏元件被布置为预定的二维图案。

21. 根据权利要求 20 所述的位置压敏传感器,其中所述预定的二维图案是二维阵列。

22. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的位置压敏传感器,其中至少一个压敏元件是根据权利要求 1 至 18 中任一项所述的传感元件(3)。

23. 根据权利要求 19 至 22 中任一项所述的位置压敏传感器,其中二维结构(22)是一片挠性材料。

24. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,其中至少一个发送单元(1)的天线(9)和至少一个接收单元(2)的天线(12)是同一个天线元件,因此发挥发送单元(1)和接收单元(2)的作用。

25. 根据前述任一权利要求所述的传感系统,包括多个发送单元(1)和 / 或接收单元(2)。

## 具有可变谐振频率的谐振电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种谐振电路，其中谐振频率是可变的。本发明还涉及一种包括所述谐振电路的传感元件和一种包括所述传感元件的传感系统。最后，本发明还涉及一种包括多个压敏元件的位置压敏传感器。

### 背景技术

[0002] US2003/0139690A1 描述了一种用于骨头中或骨头上压力变化和压力的体内测量的装置。该装置由可植入探针和评价单元组成，该探针包括振荡电路，其包括压力传感器形式的电容器和线圈。该评价单元包括谐振振荡电路，能够检测振荡电路的自然频率。根据由压力变化造成的电容器尺寸变化，该自然频率是可变的。电容器尺寸变化是由电容器膜片变形所导致的。该压力传感器与线圈在空间上分隔，并由电导体连接至线圈。由此允许可植入压力传感器的小尺寸，同时确保清楚的信号可以在较长的距离上传播。

[0003] US2003/0139690A1 中描述的装置有一个缺点，就是自然频率的变化是由电容器膜片变形导致的，所以该装置的制造较为复杂和昂贵。

### 发明内容

[0004] 因此本发明的一个目的是，提供一种具有可变谐振频率并且制造较为便宜、简单的谐振电路。

[0005] 本发明的另一个目的是，提供一种具有可变谐振频率并且适合批量生产的谐振电路。

[0006] 本发明的另一个目的是，提供一种制造性价比高的无线传感系统。

[0007] 本发明的另一个目的是，提供一种制造性价比高的位置压敏传感器。

[0008] 本发明的另一个目的是，提供一种传感器，包括谐振电路，能够响应施加到传感器上的压力来改变谐振频率。

[0009] 本发明的另一个目的是，提供一种传感器，包括谐振电路，能够响应施加到传感器上的压力来改变谐振频率，并且其中谐振频率的改变转化为某些致动。

[0010] 本发明的另一个目的是，提供一种包括谐振电路的传感器系统，能够记录区域内的压力分布。

[0011] 本发明的另一个目的是，提供一种包括谐振电路的传感器，能够响应位移来改变谐振频率。

[0012] 本发明的另一个目的是，提供一种包括谐振电路的传感器，能够响应变形来改变谐振频率。

[0013] 根据本发明的第一个方面，上述的和其他的目的通过提供一种谐振电路来实现，该谐振电路包括：

[0014] 一线圈，

[0015] 一电容器，包括一组布置在可变形片上的柔性电极，可变形片的变形导致电容器

的电容变化,从而使谐振电路的谐振频率发生变化。

[0016] 线圈和电容器组合在一起形成谐振电路。所述谐振电路的谐振频率由线圈的电感 L 和电容器的电容 C 决定,根据下列公式得出:

$$[0017] f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

[0018] 由于电容器的电容 C 随着施加在变形材料上的变形改变而改变,谐振频率也将根据上述关系而改变。

[0019] 在本文中,术语“柔性电极”应被理解为受到沿至少一个维度的尺寸改变的影响的电极。因此,柔性电极可以例如在一个或多个方向上被拉伸,并且应当能够至少在某种程度上跟随,或至少不阻止,可变形片的变形。

[0020] 电容器的柔性电极被布置在可变形片上这一事实,使得设置谐振电路成为可能,其制造过程被保持在性价比高的水平。因此,上述限定的谐振电路可以以一大片、或长带或长条的形式制造。所述片 / 带 / 条后续可被切割成期望的尺寸和形状以满足特定需要。而且谐振电路可被附着在更大的物体上,从而形成例如适于感知施加在物体上的压力或发生在物体上的位移的元件,或者该物体被用作例如激活远程装置的无线“按钮”。因此,该谐振电路非常适合批量生产,从而可以维持较低的生产成本。

[0021] 在本文中,术语“可变形片”应被理解为具有下述空间尺寸的一片材料,即在一个维度上的尺寸比其余两个维度上的尺寸小得多,即为相对平面的物体。另外,可变形片应由下述材料制成,即在没有外界压力施加到该材料的情况下,可通过沿着至少一个维度施加压力至该材料从而使该材料沿着所述维度变形,变形使得由该材料制成的物体沿所述维度变小,还使得物体尺寸沿另一维度变大,由此基本保留了材料的原始体积。而且,沿着一个维度拉伸该材料制成的物体从而增加沿所述维度的物体尺寸,将会导致沿其余一个或两个维度上的尺寸减少。因此,术语“可变形”应被理解为该材料的固有特性。

[0022] 优选地,可变形片是柔性的意即其可以被卷绕或弯曲成以下方式,即该谐振电路可具有期望的形状或可装配到具有特定形状的物体上,以及该谐振电路的形状可以根据需要进行改变。优选地,可变形片由弹性材料制成,例如硅弹性体,如 elastosil 1625。然而,任何具有适当的变形度特性的弹性材料都可以适用。可选地,可变形片可以是相对刚性的,即可适于至少在一个方向上至少基本保留其形状。

[0023] 柔性电极被布置在可变形片上,使得该可变形片的变形导致电容器的电容发生改变。优选地,柔性电极位于可变形片的相对侧面上,即沿着可变形片较大的维度。而且,柔性电极优选地位于相对侧面的相应位置,即在电极的面积基本大小相同的情况下,该面积至少基本重叠。因此,电容器形成为具有与电极面积基本相等的面积,并且电极之间的距离与可变形片的厚度相等。由此,可变形片的变形导致可变形片厚度的变化,进而导致电容器的电容变化。可以通过沿着其余一个或两个维度拉伸可变形片有利地提供此变形。出于体积守恒的原因,将导致可变形片厚度的减小,柔性电极之间的距离也因此减小。然后,将导致电容器电容的增加以及谐振电路谐振频率的减小。

[0024] 可选地,变形可以通过下述方式提供,即增加可变形片的厚度,从而导致柔性电极之间的距离增加,然后导致电容器电容的减小以及谐振电路谐振频率的增加。可以通过例如至少部分地释放之前施加到可变形片的拉伸张力来提供此变形。

[0025] 电容器的电容可以在特定的电容范围内变化,由此谐振电路的谐振频率可以在特定的谐振频率范围内变化。该范围可以由例如当没有变形施加到可变形片时的电容器电容和当预定的最大变形施加到可变形片时的电容器电容来限定。

[0026] 在一个优选的实施例中,柔性电极是褶皱状的。它们只在一个方向上发生褶皱,其中电极仅在该方向上是柔性的,而在与该方向基本垂直的方向上不是柔性的。所述褶皱可形成正弦图案、三角图案、“方波”图案或其他适合的图案,只要该图案限定“峰”和“谷”。

[0027] 柔性电极可被直接沉积在可变形片上,例如通过气相沉积的途径。W002/37660 描述了沉积柔性电极的一种方式。可选地,柔性电极可被机械地附着在可变形材料上,例如通过胶粘的形式。

[0028] 前述的谐振电路可以有利地形成传感元件的一部分。在这种情形下,谐振电路的可变谐振频率可用于感知可变形片是否发生了变形。

[0029] 在传感元件中,可变形片可被布置在至少一个可变形材料的物体上,其中通过改变施加在可变形材料的物体上的压力使可变形片发生变形。

[0030] 如上所述,术语“可变形的”应被理解为材料的固有特性,并且应被解释为物体沿一个维度上尺寸的减小将导致在其余一个或两个维度上尺寸的增加,反之亦然,即在物体的变形过程中,物体的体积至少被基本保留。

[0031] 在一个实施例中,可变形片可被布置在两个可变形材料的物体之间,并以下述方式附着在所述物体,即当压力施加到所述物体中的一个或两个时,可变形片或被拉伸或被放松,取决于压力是如何施加的。如上所述,拉伸可变形片将导致可变形片的厚度减小。类似地,放松可变形片将导致可变形片的厚度增加。

[0032] 在一个可选实施例中,可变形片可被定位为围绕具有细长横截面,例如椭圆形横截面,的物体。取决于压力施加在物体的位置,该横截面会变得更细长或不细长,该横截面的周长相应地变得更长或更短。在压力以使横截面变得更细长的方式施加到物体上、从而使横截面的周长变得更长的情况下,可变形片被拉伸,可变形片的厚度相应地减小。类似地,在压力以使横截面变得不细长的方式施加到物体上的情况下,可变形片的厚度相应地增加。当横截面是椭圆形时,如果压力以基本垂直主轴的方向施加到物体上,该横截面变得更细长,从而导致横截面的周长变得更偏心。类似地,如果压力以基本平行主轴的方向施加到物体上,该横截面变得不细长,从而导致横截面的周长变得更圆。

[0033] 可变形材料可以是例如上面所述的弹性材料。在一个实施例中,物体的材料可以与可变形片的材料相同。

[0034] 传感元件可以是压力传感器或压力传感器的一部分。因此,当压力施加到可变形材料的物体上时,电容器的电容发生变化,从而谐振电路的谐振频率也发生变化。通过测量谐振电路的谐振频率,可以确定压力是否施加到传感元件上。这可以例如从远程位置无线地实现,由此提供了一种性价比高且制造简单的无线压力传感器,同时由于上述原因适合于批量生产。因此,压力传感器可应用在需要考虑成本的场合,例如玩具或其他不太昂贵的物品。

[0035] 根据本发明的第二个目的,上述的和其他的目的通过提供一种传感系统来实现,该传感系统包括:

[0036] —根据本发明第一个方面所述的一个或多个传感元件,

[0037] 一发送单元,包括适于对至少一个传感元件至少在谐振频率范围内诱发电磁场的天线,

[0038] 一接收单元,包括适于响应发送单元产生的电磁信号来接收至少一个传感元件产生的信号的天线。

[0039] 所述传感系统以如下方式运作。发送单元在至少一个传感元件所在区域内诱发电磁场。该电磁场可以变化频率以“扫描”频率范围。当诱发的电磁场频率与传感元件的谐振频率相匹配时,传感元件开始“响铃”,从而产生并发射在该谐振频率的信号。此发射的信号被接收单元所接收,从而表示传感元件的谐振频率得到匹配。它还表示了谐振频率的值,从而可以确定所述传感元件是否处于“被激活状态”,即,传感元件的谐振电路的可变形片是否发生变形。

[0040] 在一个实施例中,由发送单元诱发的电磁信号的频率范围应使得只有“被激活”的传感元件的谐振频率能够得到匹配。在此情况下,当接收单元接收到响应信号,即表明传感元件被激活。而且,该响应信号可提供关于哪一个传感元件被激活的信息。发送单元还可以诱发单一频率电磁信号(或者频率仅在非常窄的范围内变化)。在此情况下,只有具备与诱发频率相匹配的谐振频率的传感元件将会“响铃”,从而表明传感元件被激活。

[0041] 关于哪一个传感元件被激活的信息可由单独的识别信号提供,该识别信号是伴随“响铃信号”由传感元件产生并发射的。在此情况下,传感元件可有利地采用射频识别(RFID)标签的形式,能够响应由发送单元发射的电磁信号来发射识别信号。在本实施例中,发送单元和接收单元需要分别具有单独的天线。在此情况下,发送信号是具有基本恒定的幅度和在感兴趣的频率范围内扫描的可变频率的信号。RFID标签能够存储谐振电路的能量并以预定的数位序列使谐振电路短路。根据 RFID 标签产生的数位序列,接收天线可感知具有基本恒定幅度但是振幅调制微弱的信号。在这样的系统中,每个具有由可变电容器决定的谐振频率的谐振电路在发送信号频率与谐振频率相匹配时吸收能量,并且不久之后将 ID 位代码传送到发送单元。因此,在位代码到达时,发送单元能够检测来自传感元件的信号,同时识别信号源自哪一个传感元件(借助 ID 位代码)。

[0042] 可选地,所述信息可包含在响应信号中。这可以通过将传感元件设计为下述方式实现,即各传感元件的谐振频率在特殊的谐振频率范围内是可变的,从而关于哪一个传感元件“被激活”的信息可以直接由谐振频率提供。然而在此情况下,出于实际原因,传感元件的可能的数量是有限的,大约在 4 到 16 个范围内。这种方式的另一个重要特征是“响铃信号”通常比较弱。因此,发送单元可通过下述方式运作。为了使接收到的信号不被发送信号干扰,发送信号应采取发送信号的短脉冲形式并且其间具有“无声”停顿,其中微弱的响铃信号能够被检测到。所述短脉冲的持续时间与检测到的谐振频率  $f_{res}$  以及检测到的谐振电路的 Q 值有关。为了使谐振电路吸收足够的能量而不损失采样率,该持续时间应为  $Q/f_{res}$  的 1-3 倍。为了使谐振电路传输所吸收的大部分能量,从而获得最佳的信噪比,所述发送短脉冲之间的“无声”间隔应当具有类似的持续时间  $Q/f_{res}$ 。

[0043] 发送单元和接收单元可形成为单一装置,或至少同一个天线可用于发射发送单元产生的电磁信号和接收传感元件产生的信号。这种天线共用和切换的原理在无线通讯系统中是已知的。

[0044] 发送单元可适用于产生一系列改变频率的电磁信号短脉冲,所述频率覆盖一个或

多个传感元件的谐振频率的范围。由此发送单元能够分别激发各个传感元件的当前谐振频率。还可以确定传感元件是否被激活。

[0045] 发送单元还包括栅控电压控制振荡器(VCO)和用于产生和放大电磁信号的放大器。然而，发送单元还可被构造为任何适当的形式，只要其设计为能够提供满足特定应用需求的信号。

[0046] 另外，接收单元可包括至少一个放大器，用于放大传感元件产生的信号。这是非常有利的，因为传感元件产生的信号相对较弱，因此需要放大该信号来从中提取相关的信息。

[0047] 可选地或附加地，接收单元可包括至少一个限制器，用于限制由发送单元产生和在接收单元接收的信号。由发送单元产生和在接收单元接收的信号经常被认为要比传感元件响应发送单元发射的信号而产生的信号(即“响铃信号”)更强。为了能够检测传感元件产生的信号，需要限制直接源自发送单元的信号。

[0048] 因此，接收单元可包括多个级联限制器，和放大器，用于放大传感元件产生的信号，并限制由发送单元产生和在接收单元接收的信号。在此情况下，“期望的”信号被加强而“不期望的”信号被限制，从而提高了从接收到的信号中提取相关信息的可能性。

[0049] 传感系统可包括多个传感元件，每个传感元件具有在一定谐振频率范围内可变化的谐振频率，并且每个传感元件适于响应发送单元产生的电磁信号而产生并发射该传感元件专属的识别信号，从而形成专门的响应信号。如上所述，在此情况下传感元件可有利地作为RFID标签或形成RFID标签的一部分，该标签除响应信号之外还能够产生识别信号。在此情况下，传感系统应被设计为系统的每一个标签都具备独有的代码，即每一个标签应能够产生和发射区别于系统其他任一标签所产生和发射的识别信号。

[0050] 可选地，识别信息可存在于响应信号中，例如如上所述，以各传感元件的特殊谐振频率的形式存在。

[0051] 传感系统还可包括响应在接收单元接收到的响应信号来致动外部装置的部件。在此情况下，传感系统起到外部装置的无线致动系统的作用。在传感系统包括两个或多个传感元件的情况下，每个传感元件可表示外部装置的一个特定功能，激活传感元件将导致该装置执行相应的动作。而且，接收单元能够检测传感元件被激活到何种程度，即可变形片变形到何种程度。在这里，相应的动作可有利地包括位置控制、位移控制、体积控制、加速控制或速度控制，并且激活的程度将决定外部装置的位置、位移、体积、加速或速度。

[0052] 因此提供了一种制造性价比高的无线传感系统。这使得在相对低成本的产品上使用无线传感系统成为可能，例如玩具、操纵杆、遥控器、压力控制系统等。

[0053] 因此，在传感系统包括多个传感元件的情况下，每个传感元件具有在一定谐振频率范围内可变化的谐振频率，并且每个传感元件适于响应发送单元产生的电磁信号而产生并发射该传感元件专属的识别信号，从而形成特殊的响应信号。致动外部装置的部件可适于响应在接收单元接收到且源自于特殊传感元件的相应的特殊响应信号，从而致动多个特殊装置和/或一个外部装置的多个特殊功能。

[0054] 致动外部装置的部件可包括将接收到的信号处理为致动信号的部件。因此，当接收到表明特定传感元件被激活的信号时，接收单元可对外部装置产生一个能够触发外部装置中一个相应动作的信号。而且，当接收单元注意到可变形片的变形发生变化时，相应于“激活程度”的变化，接收单元可产生能够触发外部装置中一个相应变化的信号，例如位置、

位移、速度、加速或体积的变化。

[0055] 处理部件可包括微控制器,用于解读接收到的信号并基于该解读产生致动信号。

[0056] 致动外部装置的部件可形成接收单元的一部分,可选地,可形成外部装置的一部分,或成为单独的部分。

[0057] 在一个实施例中,传感系统的至少一部分可适于定位在外部结构上或靠近外部结构,使得该传感系统适于检测该外部结构的位移。在传感系统包括两个或多个传感元件的情况下,该系统可定位为使每个传感元件可感知在结构的特定位置的位移。在此情况下,必能够确定位移在哪一个位置发生,即,谐振频率的变化在哪一个传感元件发生。这可通过前述方式实现。

[0058] 如上所述的传感系统的一个应用例子是监控例如壁上或桥上的裂纹的系统。在此情况下,传感元件可被定位在壁或桥上的不同位置,不论是任意定位或是定位在已知裂纹或预计发生裂纹的位置。当裂纹发生或在传感元件对应的位置变大时,传感元件的可变形片被该裂纹拉伸,谐振频率相应地发生变化。因此可从远程位置检测到裂纹发生或生长,同时可以确定该裂纹的位置。因此可以在结构发生严重损害之前修补该裂纹。

[0059] 传感系统的实际状态可以时不时地通过对其进行扫描来进行记录,例如,通过直升飞机(helicopter)。这种传感系统的优点是可与例如天气等条件相协调、便宜、且不需要任何电力,因为激活系统的能量来自于发送者的脉冲。

[0060] 可选地,传感系统可定位在柔软物体上或靠近柔软物体,例如身体部分,譬如缠绕在人的手臂或腿上。当人使用该身体部分时,身体部分的体积(或传感系统所在的身体部分的至少横截面面积)可能变化。所述变化导致可变形片被拉伸或被放松(取决于体积增加或减少),而且是可检测的。因此柔软物体中的应变能够被测量。

[0061] 根据本发明的第三个方面,上述的和其他的目的通过提供一种位置压敏传感器来实现,该传感器包括:多个布置在二维结构上的压敏元件,每个压敏元件包括具有线圈和电容器的谐振电路,该电容器的电容响应施加在压敏元件上的压力变化而产生变化,由此相应的谐振电路具有可变的谐振频率,每个压敏元件还适于响应电磁信号而产生并发射该元件专属的识别信号,从而测量到的响应信号为施加到二维结构特殊位置上的压力提供测量。

[0062] 通过使用上面定义的位置压敏传感器,可以确定在哪一个位置施加压力,因为每个压敏元件的位置是已知的,而且每个压敏元件的相应信号是独特的。而且,可以确定在各位置上有多少压力被施加,这可以由接收到的谐振频率所反映。

[0063] 所述多个压敏元件可被布置为预定的二维图案,例如二维阵列。

[0064] 在一个优选实施例中,至少一个压敏元件是上述根据发明的第一方面的传感元件。甚至所有压敏元件都可以是所述传感元件。

[0065] 所述二维结构可以是一片挠性材料,例如毯子、毡子或垫子。在此情况下,可以确定在毯子、毡子或垫子的哪一个位置施加压力,从而可以确定特定物体在何处被定位和/或如何被定位。

[0066] 应当被理解的是,与本发明第一方面结合描述的特征也可以与本发明的第二和第三方面结合描述,与本发明第二方面结合描述的特征也可以与本发明的第一和第三方面结合描述,与本发明第三方面结合描述的特征也可以与本发明的第一和第二方面结合描述。

## 附图说明

- [0067] 现将参照附图描述本发明，其中；
- [0068] 图 1 是根据本发明实施例的传感系统的示意图，
- [0069] 图 2 示出了应用在玩具中的根据本发明实施例的传感系统，
- [0070] 图 3 示出了根据本发明实施例的位置压敏传感器，
- [0071] 图 4 和图 5 示出了形成本发明传感元件的两种方式，以及
- [0072] 图 6 示出了位于壁结构上的根据本发明实施例的传感系统。

## 具体实施方式

[0073] 图 1 是根据本发明的传感系统的示意图。该传感系统包括发送单元 1，接收单元 2 和传感元件 3。该传感元件 3 包括线圈 4 和可变电容器 5。该可变电容器 5 具有柔性电极，布置在前述的可变形片上。该线圈 4 和可变电容器 5 组合在一起形成具有可变谐振频率的谐振电路。

[0074] 发送单元 1 包括与栅控电压控制振荡器 (VC0) 7 串联的计时器坡值 (timer ramp) 6，该 VC07 又依序与放大 VC07 产生的信号的放大器 8 串联。放大的信号经由天线线圈 9 发射，从而在传感元件 3 所在的区域产生电磁场。发射信号的频率是可变的，当发射频率与传感元件 3 的谐振电路的当前谐振频率相匹配时，该谐振电路以该谐振频率产生响应信号。

[0075] 接收单元 2 包括一系列级联限制器 10 和放大器 11，与天线线圈 12 连接，适于接收电磁信号。天线线圈 12 拾取发送单元 1 发射的信号以及传感元件 3 产生的信号。由于发送单元 1 发射的信号通常比传感元件 3 产生的信号强得多，并且人们更愿意从后者获取信息，所以与发送单元 1 发射的信号相比，加强传感元件 3 产生的信号是必要的。在图 1 所示的接收单元 2 中，这一点通过所述级联限制器 10 和放大器 11 得到实现。限制器 10 限制直接源自发送单元 1 的信号，而放大器 11 放大传感元件 3 产生的信号。被限制 / 被放大的信号通过带通滤波器 13、整流器 14、积分器 15 和模拟数字转换器 (ADC) 16 进行各种信号处理。这一处理过程致使传感元件 3 的谐振频率产生。

[0076] 最后得到的信号可以例如被传递到微控制器 (未示出) 进行进一步处理，例如利用该结果触发外部装置的一项或多项功能。

[0077] 图 2 示出了实施在玩具上的传感系统。该传感系统包括发送单元 1 和接收单元 2。发送单元 1 具有适于发射由发送单元 1 产生的电磁信号的天线线圈 9。类似地，接收单元 2 具有适于接收电磁信号的天线线圈 12。天线线圈 9、12 被定位为覆盖大片重叠区域。传感元件 3 位于所述区域内。传感元件 3 具有位于可变形片 23 上的一对柔性电极，该片 23 位于由可变形材料制成的物体 7 上。柔性电极形成上述具有可变电容的电容器。其还包括线圈 4，所述线圈 4 和电容器组合在一起形成具有可变谐振频率的谐振电路。通过使物体 7 变形从而拉伸载有柔性电极的片 23 来改变电容器的电容。从而可以通过向物体 7 施加压力使传感元件 3 “被激活”。

[0078] 图 2 的传感系统优选地以下方式运作。发送单元 1 产生并发射电磁信号 18。为了“扫描”一定范围的频率，所发射的信号 18 的频率可以改变，从而能够与传感元件 3 的可能的谐振频率相匹配。一旦与传感元件 3 的谐振频率相匹配，传感元件 3 开始“响铃”，由此

发射电磁响应信号 19，指示该谐振频率得到匹配。接收单元 2 的天线线圈 12 检测到该响应信号 19。该接收单元 2 的天线线圈 12 也能够检测发送单元 1 所发射的电磁信号 18。由此，接收单元 12 “知道”传感元件 3 的谐振频率得到匹配以及在哪一个频率得到匹配。因此可以确定传感元件 3 是否被激活，以及在何种程度上该传感元件 3 被激活。所述信息随后被接收单元 2 转换成为用于外部装置 21 的激活信号 20。在图 2 中，该外部装置 21 呈现为一个玩具卡车的形式。该激活信号 20 可包括对外部装置 21 所下的指令，以执行与传感元件 3 的状态所对应的特定动作。因此，在图 2 的例子中，可以使卡车开始或停止移动、改变速度、左转或右转、掉头、闪一个或多个灯、发出声音等等。

[0079] 因此，为玩具卡车 21 提供了无线致动系统，可以通过按压传感元件 3 来控制卡车 21。当更多的传感元件 3 出现在该区域，卡车 21 的数个功能可以由该系统无线控制。然而这只是致动系统的一个例子，任何可以想象得到的致动装置都可以适用，无论是有线还是无线。

[0080] 图 3 示出了根据本发明一个实施例的位置压敏传感器。该传感器包括发送单元（未示出），其具有适于发射由发送单元产生的电磁信号 18 的天线线圈 9。该传感器还包括接收单元（未示出），其具有适于接收由一个或多个传感元件 3 产生的响应信号的天线线圈 12。最后，该传感器还包括挠性结构 22，九个传感元件 3 被布置在该挠性结构上。每个传感元件 3 具有可在一定范围内变化的谐振频率，并且为响应发送单元产生并发射的电磁信号 18，每个传感元件 3 适于产生并发射每个传感元件 3 特定的识别信号。因此可以识别哪一个传感元件 3 的谐振频率得到匹配。

[0081] 当天线线圈 9 发射电磁信号 18 时，传感元件 3 检测到该信号 18，并且当被发射信号 18 的频率与传感元件 3 之一的谐振频率相匹配时，该传感元件 3 开始“响铃”，由此发射响应信号和识别信号。这将导致一个包括由该传感元件 3 产生并发射的响铃信号和识别信号的总响应信号 19。因此，该总响应信号具有传感元件 3 之一的谐振频率得到匹配以及在哪一个频率得到匹配的信息。而且，由于每个传感元件 3 具有特定的识别信号，所以接收系统能够从总响应信号 19 中提取哪一个传感元件 3 的谐振频率得到匹配以及是否（可能在何种程度）该传感元件 3 被激活的信息。由于传感元件 3 以已知的方式布置在挠性结构 22 上，所以被提取的信息能够很容易地被转化为使一个或多个传感元件 3 被激活的物体的位置信息。

[0082] 传感元件 3 有利地采用射频识别（RFID）标签的形式，前文已经进行了描述。

[0083] 在一个相关的例子中，传感元件（具有或没有 RFID 标签）3 被放置在车辆的轮胎处，用于感应轮胎的压力。

[0084] 图 4 示出了根据本发明一个实施例形成传感元件 3 的一种方式。如上所述在相对侧面置有一对柔性电极（未示出）的可变形片 23 位于两个由可变形材料制成的物体 7 之间。该电极形成电容器。在图 4A 中示出该传感元件 3 处于“放松”状态，即没有外界压力施加到物体 7 的状态。在图 4B 中，压力以箭头 24 所指示方向施加到物体 17 上。此压力使得物体 17 以沿方向 24 的尺寸减小的方式发生变形。由于体积守恒，又依次造成物体 17 在沿箭头 25 所指示方向上尺寸增加。所述效果在附图中被放大了。可变形片 23 被附着到物体 17 上，从而该变形使得片 23 如图 4B 中所示被拉伸。由于体积守恒，又依次造成片 23 的厚度减小，从而柔性电极相互移动靠近，进而使得电容器的电容增加。当压力不再施加到物体 17

上,这些将得到恢复,电容器的电容也相应地再次降低。

[0085] 图 5 示出了根据本发明实施例形成传感元件 3 的一种可选方式。可变形片 23 被布置在由可变形材料制成的物体 17 周围。可变形片 23 具有布置在相对侧上的一对柔性电极(未示出)。该电极形成电容器。在图 5A 中,传感元件 3 呈现“放松”状态,即没有外界压力施加到物体 17 上的状态。在图 5B 中,压力以箭头 26 所指示方向施加到物体 17 上。从而物体 17 的尺寸沿方向 26 减小并沿箭头 27 所示方向增加。该变形使得物体 17 的横截面变得更偏心,而物体 17 横截面的周长因此变得更长。这将使可变形片 23 被拉伸,从而使得片 23 的厚度减少而电容器的电容增加。所述变形效果在附图中被放大了。

[0086] 应该被理解的是,可选地,图 4B 和 5B 可以表示传感元件 3 的“放松”状态,而图 4A 和 4B 可以表示压力沿着与箭头 25、27 所示方向相反的方向施加到物体 17 上的状态。产生的变形将导致可变形片 23 的厚度增加,并且电容器的电容相应地降低。

[0087] 图 6 示出了根据本发明实施例的传感系统。该传感系统位于壁结构 28 上,适于监控壁结构 28 上发生的裂纹 29。可变形片 23 横跨所述裂纹 29。可变形片 23 具有布置在相对侧上的一对柔性电极(未示出),该电极形成电容器。电容器和线圈 4 组合在一起形成谐振电路。在图 6A 中裂纹 29 非常小,但是在图 6B 中变得稍微大一些。从而可变形片 23 被拉伸,并且由于体积守恒,片 23 的厚度减少。如上所述,电容器的电容由此增加,造成谐振电路的谐振频率降低。

[0088] 天线线圈 9 发射电磁信号 18。当被发射信号 18 的频率与谐振电路的谐振频率相匹配时,谐振电路开始“响铃”,从而发射如上所述的包括响铃信号和识别信号的响应信号 19。从而能够利用接收天线 12 来检测可变形片 23 是否被裂纹 29 所拉伸,以及拉伸到何种程度。倘若两个或更多可变形片 23 被定位在壁结构 28 的不同位置,检测到的位移的位置也仍然能够被确定。这将非常有利,因为这将使得对结构(例如,壁结构 28)进行监控成为可能,从而能够发现结构中发生的例如以裂纹 29 的形式存在的任何位移。因此,不期望的位移可以在早期就很容易被检测到,从而避免对结构的严重损害。

[0089] 在任何实施例中,至少一个发送单元 1 的天线 9 和至少一个接收单元 2 的天线 12 可以是同一个天线元件,可以同时发挥发送单元 1 和接收单元 2 的作用。

[0090] 在任何实施例中,可以有具有发送单元 1 和接收单元 2 的多个天线组(或者在天线 9,12 既是发送单元 1 又是接收单元 2 的情况下,天线组即是所述共同天线 9,12)。这可以例如被利用来以如下方式定位所述天线组,即每一天线组扫描一个空间区域。在此种方式下,不仅测量了传感元件 3 的实际谐振频率,还测量了实际空间位置,至少在所述区域的面积内。在一个相关的实施例中,至少三个所述天线组被定位,通过比较测量到的信号的相对强度,扫描传感元件 3 的谐振频率,然后可用于推算所述实际空间位置。

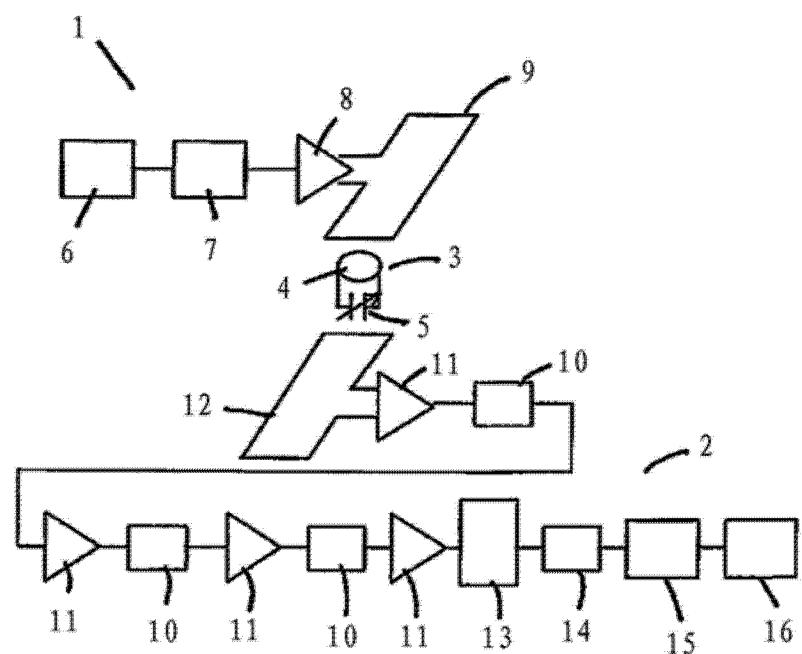


图 1

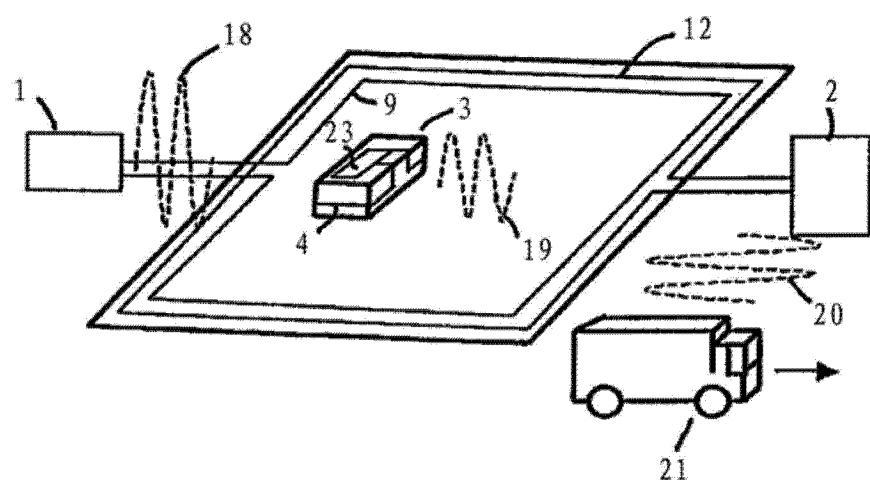


图 2

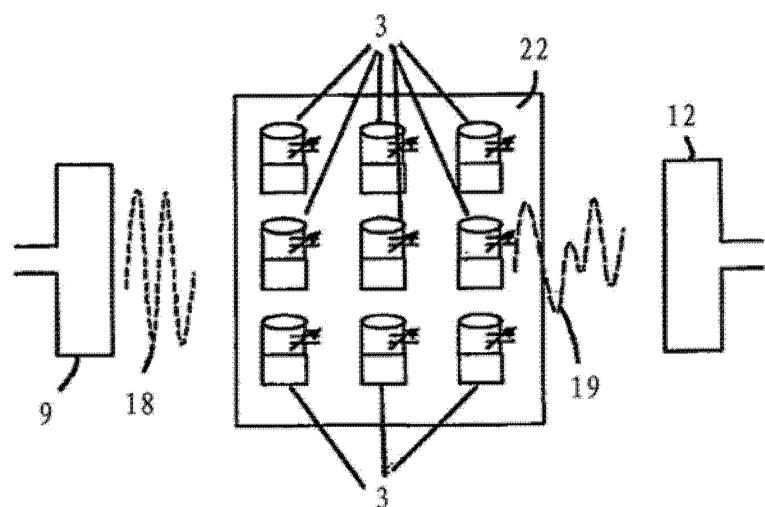


图 3

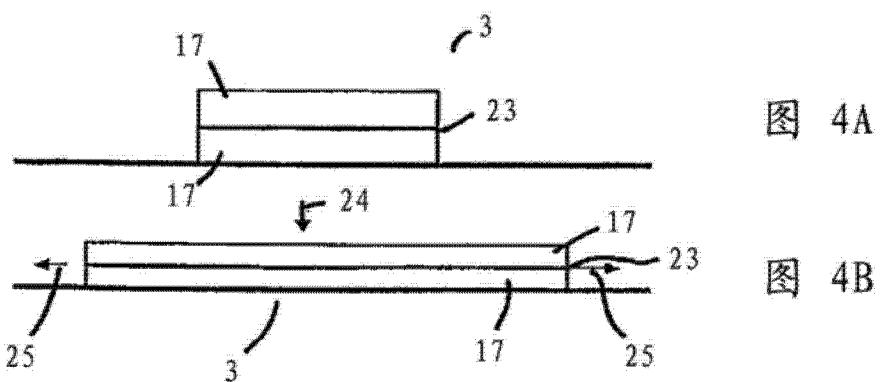


图 4A

图 4B

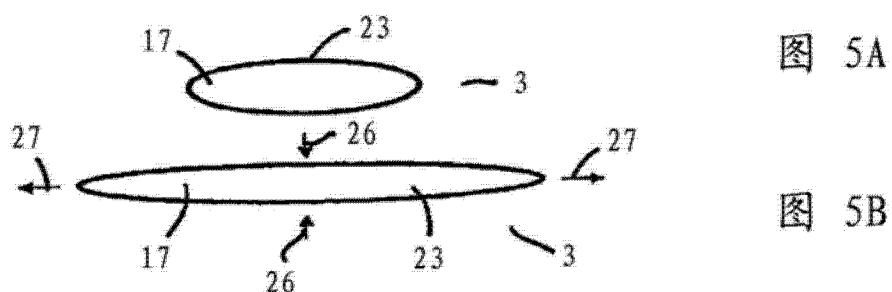


图 5A

图 5B

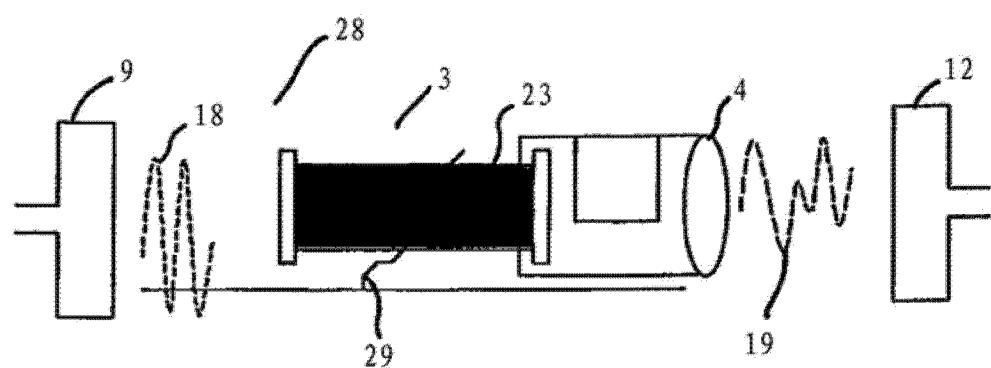


图 6A

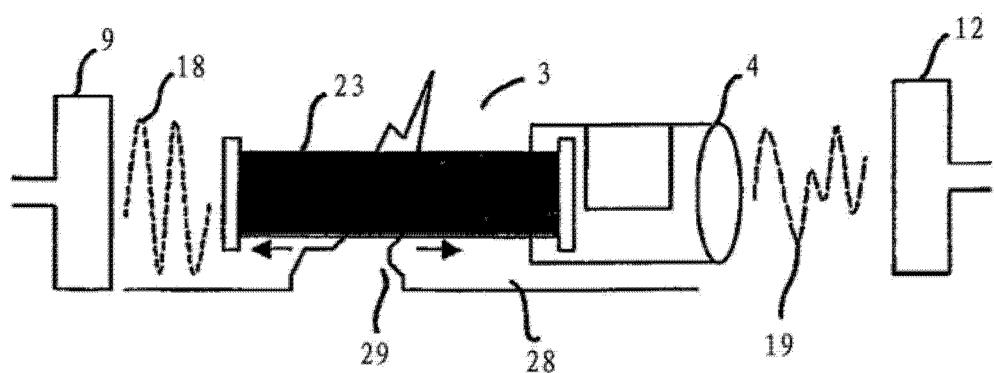


图 6B