



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104677484 B

(45)授权公告日 2020.09.08

(21)申请号 201410426204.1

G01P 15/125(2006.01)

(22)申请日 2014.08.26

G01L 1/14(2006.01)

G01L 3/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104677484 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.06.03

US 2005022597 A1,2005.02.03

US 2012050206 A1,2012.03.01

(30)优先权数据

61/869,952 2013.08.26 US

US 5492016 A,1996.02.20

14/136,145 2013.12.20 US

US 3824577 A,1974.07.16

US 4584569 A,1986.04.22

(73)专利权人 德州仪器德国股份有限公司

US 2005210980 A1,2005.09.29

地址 德国弗莱辛

US 2012210790 A1,2012.08.23

(72)发明人 凯·格斯纳

US 2004187577 A1,2004.09.30

US 5492016 A,1996.02.20

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

US 2006006883 A1,2006.01.12

责任公司 11287

CN 1484001 A,2004.03.24

代理人 路勇

审查员 李想

(51)Int.Cl.

G01H 11/06(2006.01)

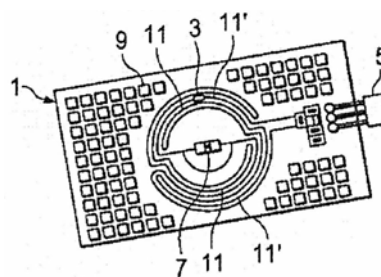
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

使用电容器的振动及动态加速度感测

(57)摘要

本发明涉及使用电容器的振动及动态加速度感测,其中所述控制器经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述感测电容器的电荷改变的信号,且其中所述控制器经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述感测电容器的力的量、所述感测电容器的加速度、所述感测电容器的扭矩、所述感测电容器的振动或施加到所述感测电容器的拉力。



1. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备,其包括:  
至少一个感测电容器,及  
控制器,其  
经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号,其中所述控制器经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定:  
施加到所述至少一个感测电容器的力的量、或者  
所述至少一个感测电容器的加速度,  
其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB,其中所述PCB包括呈圆的弧段的形式的一个或多个切口,其中至少第一切口围绕所述圆的中心对称地布置且呈镜像,至少第二切口围绕所述圆的所述中心对称地布置且呈镜像,且其中所述至少一个感测电容器在所述圆的所述中心处或在所述第一与第二切口之间耦合到所述PCB。
2. 根据权利要求1所述的设备,其进一步包括  
电荷放大器,其连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间。
3. 根据权利要求2所述的设备,其中  
所述电荷放大器包括至少第一运算放大器。
4. 根据权利要求3所述的设备,其进一步包括  
至少一个第一电容器,其连接于所述第一运算放大器的输出与所述第一运算放大器的反相输入之间。
5. 根据权利要求2所述的设备,其中  
所述电荷放大器包括至少第一及至少第二运算放大器,其中所述第一运算放大器的反相输入连接到所述至少一个感测电容器的第一端子,且所述第二运算放大器的反相输入连接到所述至少一个感测电容器的第二端子,且其中第一电容器连接于所述第一运算放大器的输出与所述第一运算放大器的所述反相输入之间,且第二电容器连接于所述第二运算放大器的输出与所述第二运算放大器的所述反相输入之间。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中  
第三运算放大器连接到所述第一运算放大器及所述第二运算放大器的所述输出。
7. 根据权利要求1所述的设备,其中  
所述至少一个感测电容器为陶瓷电容器或硅电容器。
8. 根据权利要求1所述的设备,  
其中所述至少一个感测电容器通过使用集成电路技术耦合到所述PCB。
9. 根据权利要求1所述的设备,其进一步包括:  
电荷放大器或电荷放大器的部分连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间,  
其中所述电荷放大器或所述电荷放大器的部分在所述圆的所述中心处耦合到所述PCB,  
其中所述至少一个感测电容器在所述第一与第二切口之间耦合到所述PCB。
10. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备,其包括:  
至少一个感测电容器,及  
控制器,其经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号,其中所述控制器经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定:

施加到所述至少一个感测电容器的力的量、或者  
所述至少一个感测电容器的加速度，

其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB，其中所述PCB包括彼此平行布置的至少两个纵向切口，且其中所述至少一个感测电容器在所述至少两个纵向切口之间且与所述至少两个纵向切口等间隔地耦合到所述PCB。

11. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备，其包括：

至少一个感测电容器，及

控制器，其经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号，

其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB，其中第一感测电容器耦合到所述PCB的第一侧、且第二感测电容器耦合到所述PCB的与所述第一侧相对的第二侧，且其中所述第一感测电容器及所述第二感测电容器彼此邻近或直接相对地耦合到所述PCB，并且

其中所述控制器经配置以基于所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的所述电荷改变以及基于施加到所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的力的量来确定所述PCB的振荡。

12. 根据权利要求11所述的设备，其中

所述PCB为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状，其中所述第一端为可固定的且所述第二端为可移动的，其中电荷放大器或电荷放大器的部分连接于所述第一及第二感测电容器与所述控制器之间，其中所述控制器邻近于所述第一端耦合到所述PCB且其中所述第一感测电容器及所述第二感测电容器以距所述第一端的第一距离耦合到所述PCB。

13. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备，其包括：

至少一个感测电容器，及

控制器，其经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号，

其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB，其中所述PCB为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状，其中所述第一端为可固定的、且所述第二端为可旋转的，其中第一感测电容器的两个导体及电介质垂直于PCB的旋转轴而耦合到所述PCB，

其中所述控制器经配置以基于所述第一感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述第一感测电容器的扭矩力。

14. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备，其包括：

至少一个感测电容器，及

控制器，其经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号，

其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB，其中所述PCB为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状，其中所述第一端为可固定的、且所述第二端为可移动的，其中第一感测电容器邻近于所述PCB的所述第一端且与所述第一端间隔开第一距离地耦合到所述PCB，其中所述电荷放大器邻近于所述PCB的所述第一端且与

所述第一端间隔第二距离地耦合到所述PCB,所述第二距离小于所述第一距离;且

其中所述控制器经配置以基于所述第一感测电容器的所述电荷改变而确定所述第一感测电容器的振动。

15. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备,其包括:

至少一个感测电容器,及

控制器,其经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号,

其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB,所述PCB布置于压力单元内,其中所述PCB将所述压力单元划分成第一及第二压力室,其中所述第一压力室包括用于将第一压力施加到所述第一压力室的第一开口,且所述第二压力室包括用于将第二压力施加到所述第二压力室的第二开口,其中第一感测电容器耦合到所述PCB的第一侧且第二感测电容器耦合到所述PCB的与所述第一侧相对的第二侧,其中所述第一感测电容器及所述第二感测电容器彼此邻近或直接相对地耦合到所述PCB,

其中所述控制器经配置以基于所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的压差。

16. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备,其包括:

至少一个感测电容器,及

控制器,其经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号,

其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB,其中所述PCB为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状,其中所述第一端为可固定的且所述第二端为可移动的,其中第一感测电容器的两个导体及电介质平行于所述两个纵向端而耦合到所述PCB,且

其中所述控制器经配置以基于所述第一感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述PCB的所述第二端的拉力。

17. 一种使用电容器的振动及动态加速度感测的设备,其包括:

至少一个感测电容器,及

控制器,其

经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述至少一个感测电容器的电荷改变的信号,其中所述控制器经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定:

施加到所述至少一个感测电容器的力的量、或者

所述至少一个感测电容器的加速度,

其中电荷放大器连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间,其中所述电荷放大器包括至少第一运算放大器,其中所述至少一个感测电容器耦合到印刷电路板PCB,其中所述PCB包括彼此平行布置的至少两个纵向切口,且其中所述至少一个感测电容器在所述至少两个纵向切口之间且与所述至少两个纵向切口等间隔地耦合到所述PCB。

## 使用电容器的振动及动态加速度感测

### [0001] 相关申请案

[0002] 本申请案根据35 U.S.C. §119 (e) 主张2013年8月26日申请的第61/869,952号美国临时专利申请案的权益,所述临时专利申请案以全文引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及测量施加到力传感器的力、振动或扭矩。更具体来说,本发明的实例涉及测量感测电容器的电荷并基于所述电荷改变而确定施加到感测电容器的力、振动或扭矩。

### 背景技术

[0004] 经配置以感测机械力的设备需要感测元件。目前工艺水平中已知使用压电传感器或微型光电机械系统传感器(MEMS传感器)来测量机械力。另外,在目前工艺水平中已知使用电容器来感测机械力。为了借助于已知感测电容器测量机械力,检测电容改变且基于感测电容器的电容改变而确定所述机械力。根据一个实例,电容器的导体中的至少一者(如板型电容器的板)可响应于所施加的机械力而相对于电介质移动。借此,电容器的电容改变,且基于所述电容改变,可确定所施加的机械力。

[0005] 用于机械力的已知感测元件的一个缺点是,其必须针对每一类型的应用而个别化。此外,允许基于其电容改变而测量机械力的已知感测电容器与标准电容器相比为昂贵的。

[0006] 此外,所述压电及MEMS传感器可能不能使用集成工艺技术而容易地安装到印刷电路板。举例来说,压电传感器对热量为敏感的,且焊接电缆可能损坏压电传感器。此外,MEMS传感器可能不能够对高频率做出响应。

[0007] 因此,本发明的一个目标是通过可使用集成工艺技术容易地耦合到电路板且具有低成本的传感器来克服测量机械力的问题。本发明的另一目标是提供一种允许以高频响应测量机械力的传感器。

### 发明内容

[0008] 本发明的一个方面是一种包括至少一个感测电容器及一控制器的设备。所述控制器可经配置以从所述至少一个感测电容器接收指示所述感测电容器的电荷改变的信号。所述控制器可经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述感测电容器的力的量、所述感测电容器的加速度、所述感测电容器的扭矩、所述感测电容器的振动及/或施加到所述感测电容器的拉力。

[0009] 使用来自感测电容器的指示所述感测电容器的电荷改变的信号来确定机械力允许提供较低功率消耗设备。此外,所使用的感测电容器与压电传感器或MEMS传感器相比为极廉价的,且可通过使用集成工艺技术容易地耦合到电路板。

[0010] 所述感测电容器的所述电荷改变基于压电效应。一般来说,取决于电容器的DC电

压,由于电容的减小而辨识电容器的所述压电效应。

[0011] 因此,不具有可移动元件的如陶瓷或硅电容器的标准电容器可用作根据本发明的用于测量机械力的感测电容器。

[0012] 电容器的压电效应取决于其电介质。举例来说,具有Y5V或X7R作为其电介质的电容器对所施加的机械力为高度敏感的,而(例如)具有NP0作为电介质的电容器对所施加的机械力为较不敏感的。

[0013] 根据本发明的一个实例,电容器可具有Y5V或X7R来作为电介质。

[0014] 根据本发明的一个实例,电荷放大器可连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间。

[0015] 借此,提供针对低噪声及高密度优化的电荷放大器可为有利的。

[0016] 根据本发明的一个实例,所述电荷放大器包括至少第一运算放大器。根据此实例,至少一个第一电容器可连接于所述运算放大器的输出与所述第一运算放大器的反相输入之间。

[0017] 在替代方案中,根据本发明的一个实例,所述电荷放大器可包括至少第一及至少第二运算放大器,其中所述第一运算放大器的所述反相输入可连接到所述至少一个感测电容器的第一端子,且所述第二运算放大器的反相输入可连接到所述至少一个感测电容器的第二端子。所述第一电容器可连接于所述第一运算放大器的所述输出与所述第一运算放大器的所述反相输入之间,且第二电容器可连接于所述第二运算放大器的输出与所述第二运算放大器的所述反相输入之间。

[0018] 根据一个实例,第三运算放大器可连接到所述第一运算放大器及所述第二运算放大器的所述输出。借此,所述第三运算放大器可提供来自所述至少一个感测电容器的指示所述感测电容器的电荷改变的信号的进一步放大及噪声的减小。

[0019] 根据本发明实例的电荷放大器的输入阻抗可为极高的。如果所述感测电容器及所述电荷放大器可耦合于电路内,那么所述电荷放大器可从干线拾取50Hz或60Hz信号。在所述感测电容器与所述电荷放大器之间的长连接线的情况中,此拾取可为较高的。根据本发明的一个实例,所述感测电容器与所述电荷放大器之间的连接线可驻存于接地连接线之间以提供良好的屏蔽且减少拾取。

[0020] 根据本发明的一个实例,所述至少一个感测电容器可耦合到印刷电路板(PCB)。

[0021] 这可提供将所述感测电容器与所述电荷放大器及其它电装置耦合的容易且廉价的可能性。PCB可在机械上支撑并使用导电轨迹、衬垫及其它来电连接电子组件。可使用如压层、铜包覆压层、树脂浸渍B阶段布(预浸材)、铜箔或陶瓷的材料来提供PCB。

[0022] 根据本发明的另一实例,所述PCB可包括呈圆的弧段的形式切口,其中至少第一及至少第二切口可围绕所述圆的中心对称地布置且呈镜像,且其中所述至少一个感测电容器可在所述圆的所述中心处或在所述第一与第二切口之间耦合到所述PCB。

[0023] 此实例允许圆的中心及耦合到其的感测电容器作为感测区域相对于PCB的剩余部分而移动。所述感测电容器的可测量电压振幅与施加到所述感测区域的动态力呈线性。因此,可根据此实例提供加速度测量或力敏按钮。

[0024] 根据本发明的一个实例,惯性物可在所述圆的所述中心处耦合到所述PCB。举例来说,电荷放大器或电荷放大器的部分连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间,

且所述电荷放大器或所述电荷放大器的部分在所述圆的所述中心处耦合到所述PCB。

[0025] 此惯性物可有利于改进感测区域反应于所施加的机械力的移动且因此可允许经改进的测量结果。

[0026] 根据所述实例,所述控制器可经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述感测电容器的力的量或施加到所述感测电容器的所述感测电容器的加速度。

[0027] 根据本发明的另一实例,所述PCB可包括彼此平行布置的至少两个纵向切口,且其中所述至少一个感测电容器在所述至少两个纵向切口之间且与所述至少两个纵向切口等间隔地耦合到所述PCB。

[0028] 所属领域的技术人员显而易见,多个感测电容器可布置于PCB上。举例来说,第一感测电容器可布置于彼此平行布置的第一切口之间,且第二感测电容器可布置于彼此平行布置的第二切口之间,且其中所述第一切口及所述第二切口彼此移位、旋转、平行或垂直地安置。

[0029] 根据此实例,电荷放大器或电荷放大器的部分连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间,在所述至少两个纵向切口之间且与所述至少两个纵向切口等间隔地耦合到所述PCB。

[0030] 此外,根据此实例,所述控制器可经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述感测电容器的力的量或施加到所述感测电容器的所述感测电容器的加速度。

[0031] 根据本发明的另一实例,第一感测电容器可耦合到所述PCB的第一侧且第二感测电容器可耦合到与所述PCB的所述第一侧相对的第二侧,其中所述第一感测电容器及所述第二感测电容器彼此邻近或直接相对地耦合到所述PCB。

[0032] 至少两个感测电容器的此布置可允许差分测量。

[0033] 借此,所述PCB可为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状,其中所述第一端可为可固定的且所述第二端可为可移动的,且其中电荷放大器或电荷放大器的部分可连接于所述至少一个感测电容器与所述控制器之间,且其中所述控制器可邻近于所述第一端耦合到所述PCB。所述第一感测电容器及所述第二感测电容器可以距所述第一端的第一距离耦合到所述PCB。

[0034] 根据此实例,所述控制器可经配置以基于所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的所述电荷改变而基于施加到所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的力的量来确定所述PCB的振荡。

[0035] 根据本发明的另一实例,所述PCB可为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状,其中所述第一端为可固定的且所述第二端可为可旋转的,且其中所述至少一个感测电容器的两个导体及电介质可垂直于所述PCB的旋转轴而耦合到所述PCB。

[0036] 通过平行于施加到PCB的扭矩力而布置感测电容器的两个导体及电介质,可测量所述扭矩力。

[0037] 根据此实例,所述控制器可经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述感测电容器的扭矩力。

[0038] 根据另一实例,所述PCB可为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状,其中所述第一端为可固定的且所述第二端可为可旋转的,且其中所述至少一个感测电容器可邻近于所述PCB的所述第一端且与所述第一端间隔开第一距离地耦合到所述PCB,且其中所述电荷放大器可邻近于所述PCB的所述第一端且与所述第一端间隔开第二距离地耦合到所述PCB,所述第二距离小于所述第一距离。

[0039] 根据此实例,所述控制器可经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定所述感测电容器的振动。

[0040] 根据本发明的另一实例,所述PCB可布置于压力单元内,且其中所述PCB可将所述压力单元划分成第一及第二压力室,且其中所述第一压力室可包括用于将第一压力施加到所述第一压力室的第一开口,且所述第二压力室可包括用于将第二压力施加到所述第二压力室的第二开口,且其中第一感测电容器可耦合到所述PCB的第一侧且第二感测电容器可耦合到与所述PCB的所述第一侧相对的第二侧,其中所述第一感测电容器及所述第二感测电容器可彼此邻近或直接相对地耦合到所述PCB。

[0041] 根据此实例,所述控制器可经配置以基于所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述第一感测电容器及所述第二感测电容器的压差。

[0042] 根据本发明的另一实例,所述PCB可为具有第一端及与所述第一端相对的第二端以及两个纵向端的纵向形状,其中所述第一端可为可固定的且所述第二端可为可移动的,且其中所述至少一个感测电容器的所述两个导体及所述电介质可平行于所述两个纵向端而耦合到所述PCB。

[0043] 根据此实例,所述控制器可经配置以基于所述至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述PCB的所述第二端的拉力。

[0044] 根据本发明的一个实例,所述至少一个感测电容器为陶瓷电容器或硅电容器。

[0045] 陶瓷电容器及硅电容器提供可通过相应电容器的电荷改变而测量的压电效应,其中可使用标准电容器。

[0046] 根据本发明的另一实例,所述至少一个感测电容器通过使用集成电路技术耦合到所述PCB。

[0047] 这可减少制造期间的成本。

[0048] 根据本发明的另一实例,一种方法包括以下步骤:测量感测电容器的电荷改变;及基于至少一个感测电容器的所述电荷改变而确定施加到所述感测电容器的力的量、所述感测电容器的加速度、所述感测电容器的扭矩、所述感测电容器的振动或施加到所述感测电容器的拉力。

[0049] 根据本发明的一个实例,所述方法可采用根据本发明的一个实例的设备。

[0050] 根据一个实例,根据本发明的设备可用于流量感测(旋涡或紊流感测两者)、轴承磨损监测及/或加速度感测、应变仪感测及/或振动感测。另外,所述设备可用作敲击传感器,例如以使得移动装置检测敲击,例如在被用手指敲击时触发功能的手表。借此,举例来说,根据一个实例,可借助于三角测量来定位对板的敲击。举例来说,此三角测量的可能用途可为在大块板后面的用户接口。此用户接口不能借助现有工艺水平中已知的电容性传感器来实现。根据本发明的设备的用途的另一实例可为通过谐波分析测量旋转速度及/或借助多个传感器检测冲击及/或加速度的方向。



## 附图说明

[0051] 本发明的前述方面及许多附随优点将变得更容易了解,因为其通过结合附图参考以下详细描述而得到更好的理解,附图中:

[0052] 图1图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的实例性设备;

[0053] 图2图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的另一实例性设备;

[0054] 图3图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的另一实例性设备;

[0055] 图4图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的设备的又一实例;

[0056] 图5图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的设备的再一实例;

[0057] 图6图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的设备的又一实例,其包含耦合到PCB的第一感测电容器、第二感测电容器及电荷放大器;

[0058] 图7图解说明使用电容器的振动及动态加速度感测的设备,其包含耦合到PCB的第一感测电容器及电荷放大器;

[0059] 图8图解说明第一电荷放大器;

[0060] 图9图解说明第二电荷放大器;

[0061] 图10a图解说明根据本发明的实例性设备;

[0062] 图10b图解说明相对于所施加的机械力对图10a的所得测试;

[0063] 图11a图解说明振动及动态加速度测试的实例的设备;

[0064] 图11b图解说明图11a的设备的测试的第一所得波形;且

[0065] 图11c图解说明图11a的设备的测试的第二所得波形。

## 具体实施方式

[0066] 尽管下文图解说明并描述说明性实例,但将了解,可在其中做出各种改变,此并不背离本发明的精神及范围。就这一点来说,下文结合附图所陈述的详细描述仅打算作为所揭示的标的物的各种实例的描述且不算表示仅有的实例。本发明中所描述的每一实例仅提供作为实例或图解说明且不应解释为比其它实例优选或有利。本文中所提供的说明性实例不打算为详尽的或将本发明限制于所揭示的精确形式。类似地,本文中所描述的任何步骤可与其它步骤或步骤的组合互换,以便实现相同或实质上类似的结果。

[0067] 可借助图1中所展示的设备来实践本发明的实例。设备1包括一个感测电容器3及控制器5。控制器5经配置以从感测电容器3接收指示感测电容器3的电荷改变的信号。基于所述信号,控制器5经配置以确定施加到感测电容器3的力的量,特定来说,感测电容器3的加速度。感测电容器3借此耦合到印刷电路板(PCB)9。

[0068] 电荷放大器7连接于感测电容器3与控制器5之间以放大由控制器5感测的信号。PCB 9包括呈圆的弧段的形式切口11,其中第一切口11及第二切口11'围绕圆的中心对称地布置且呈镜像。

[0069] 因此,根据图1的设备可允许圆的中心及耦合于第一切口11与第二切口11'之间的感测电容器3作为感测区域相对于PCB 9的其余部分移动。借此,电荷放大器7作为感测电容器3的惯性物而耦合到PCB。

[0070] 感测电容器3的可测量电压振幅与施加到感测区域的动态力呈线性。因此,举例来说,可提供加速度测量或力敏按钮。

[0071] 可借助图2中所展示的设备来进一步实践本发明的实例。

[0072] 根据图2的设备10包括感测电容器3及电荷放大器7。感测电容器3及电荷放大器7耦合到PCB 9'。PCB 9'包括彼此平行布置的两个纵向切口13。如图2中所展示,感测电容器3及电荷放大器7在两个纵向切口13之间且与两个纵向切口13等间隔地耦合到PCB 9'。电荷放大器7进一步连接于感测电容器3与控制器5之间以放大由控制器5感测的表示感测电容器3的电荷改变的信号。

[0073] 控制器3可经配置以基于至少一个感测电容器3的电荷改变而确定施加到感测电容器3的力的量或施加到感测电容器3的感测电容器3的加速度。

[0074] 可借助图3中所展示的设备来进一步实践本发明的实例。

[0075] 根据图3的设备20包括耦合到PCB 9''的第一感测电容器3及第二感测电容器15以及电荷放大器7。

[0076] 第一感测电容器3耦合到PCB 9''的第一侧17且第二感测电容器15耦合到与PCB 9''的第一侧17相对的第二侧19,其中第一感测电容器3及第二感测电容器15彼此直接相对地耦合到PCB 9''。第一感测电容器3及第二感测电容器15的此布置允许差分测量。

[0077] 借此,PCB 9''为具有第一端21及与第一端21相对的第二端23的纵向形状。第一端21为固定的且第二端23为可移动的。根据此实例,控制器5经配置以基于第一感测电容器3及第二感测电容器15的电荷改变而基于施加到第一感测电容器3及第二感测电容器15的力的量来确定PCB 9''的振荡。根据图3的设备的可能采用形式可为旋涡流量计,其中PCB 9''的第二端23的振荡可与待测量的体积流率成比例。为放大表示第一感测电容器3及第二感测电容器15的电荷改变的信号,将电荷放大器连接于所述两个感测电容器3、15与控制器5之间。

[0078] 根据图4的设备30包括耦合到PCB 9的感测电容器3'及电荷放大器7。

[0079] PCB 9为具有第一端21及与第一端21相对的第二端23以及两个纵向端25、27的纵向形状,其中第一端21为固定的且第二端23为可旋转的。感测电容器3'的两个导体及电介质垂直于PCB 9的旋转轴A而耦合到PCB 9。通过平行于施加到PCB 9的扭矩力而布置感测电容器3'的两个导体及电介质,可测量所述扭矩力。控制器5经配置以基于感测电容器3'的电荷改变而确定施加到感测电容器3'的扭矩力。

[0080] 根据图5的设备40包括耦合到PCB 9的感测电容器3''及电荷放大器7。

[0081] PCB 9可为具有第一端21及与第一端21相对的第二端23以及两个纵向端25、27的纵向形状,其中第一端21为固定的且第二端23为可移动的。感测电容器3''邻近于PCB 9的第一端21且与第一端21间隔开第一距离地耦合到PCB 9,且其中电荷放大器7邻近于PCB 9的第一端21且与第一端21间隔开第二距离地耦合到PCB 9。控制器5经配置以基于至少一个感测电容器的电荷改变而确定感测电容器3''的振动。

[0082] 根据图6的设备50包括耦合到PCB 9的第一感测电容器3、第二感测电容器15及电荷放大器7。

[0083] PCB 9布置于压力单元28内且将压力单元28划分成第一压力室29及第二压力室33。第一压力室29包括用于将第一压力施加到第一压力室29的第一开口31且第二压力室33包括用于将第二压力施加到第二压力室33的第二开口35。第一感测电容器3耦合到PCB 9的第一侧且第二感测电容器15耦合到与PCB 9的第一侧相对的第二侧。第一感测电容器3及第

二感测电容器15彼此直接相对地耦合到PCB 9。根据此实例,控制器5经配置以基于第一感测电容器3及第二感测电容器15的电荷改变而确定施加到第一感测电容器3及第二感测电容器15的压差。

[0084] 根据图7的设备60包括耦合到PCB 9的第一感测电容器3''及电荷放大器7。PCB 9为具有第一端21及与第一端相对的第二端23以及两个纵向端25、27的纵向形状。第一端21为固定的且第二端23为可移动的。感测电容器3''的两个导体及电介质与两个纵向端25、27平行地耦合到PCB 9。借此,控制器5经配置以基于感测电容器3''的电荷改变而确定施加到PCB 9的第二端23的拉力。

[0085] 根据图1到7的本发明的实例可采用陶瓷电容器或硅电容器作为第一或第二感测电容器。借此,根据一个实例,第一及第二感测电容器可通过使用集成电路技术耦合到PCB。

[0086] 图8及9展示根据本发明的电荷放大器的实例。根据图8的电荷放大器7包括第一运算放大器37及第一电容器39。第一电容器39连接于运算放大器37的输出与第一运算放大器37的反相输入之间。感测电容器3连接于运算放大器37的反相与非反相之间以放大表示感测电容器3的电荷的信号。

[0087] 图9中展示替代电荷放大器41。电荷放大器41包括第一运算放大器43及第二运算放大器45,其中第一运算放大器41的反相输入连接到至少一个感测电容器3的第一端子,且第二运算放大器45的反相输入连接到至少一个感测电容器3的第二端子,且其中第一电容器47连接于第一运算放大器43的输出与第一运算放大器43的反相输入之间,且第二电容器47连接于第二运算放大器45的输出与第二运算放大器45的反相输入之间。第三运算放大器51连接到第一运算放大器43及第二运算放大器45的输出。借此,提供呈第一运算放大器43及第二运算放大器45的形式的差分放大器以及后续第三斩波器运算放大器51。第一运算放大器43及第二运算放大器45对感测电容器的电荷的此差分测量可有利于减少扰动。在第一运算放大器43及第二运算放大器45两者具有相同输入阻抗的情况中,可自动地减去且因此消除电容性地耦合到中的扰动。第三斩波器运算放大器51可为有利的,特别是在第一运算放大器43及第二运算放大器45具有低放大率且第三运算放大器51具有高放大率的情况中。借此,可减少闪烁噪声且可显著改进信噪比。图10a展示根据本发明的设备53的实例且图10b为相对于所施加的机械力对此设备的测试的波形。感测电容器3及电荷放大器5耦合到PCB 9。PCB 9的第一端57为固定的且PCB的第二端59为可移动的。PCB的长度D为5cm。电荷放大器包括具有520pF反馈电容器的运算放大器,且感测电容器为陶瓷电容器1uF、50V、X7R、0805。PCB的第二端59上下弯曲约1mm,从而导致感测电容器3的电荷改变,如图10b中所展示。借此,证明了基于感测电容器3的电荷改变,可精确地检测PCB 9的可移动第二端59的偏转。

[0088] 图11a展示根据本发明的设备63的实例。图11b及11c展示相对于所施加的机械力对此设备的第一及第二测试。与图10b中所展示的设备之间的差异为第一端57及第二端59两者均为固定的。通过在63处紧挨电荷放大器7敲击PCB,可基于感测电容器3的电荷改变而检测到图11b中所展示的正斜率65。通过敲击PCB 9的背侧,可检测图11c中所展示的负斜率67。

[0089] 因此,借助根据本发明的设备,可基于感测电容器的电荷改变而精确地测量机械力。

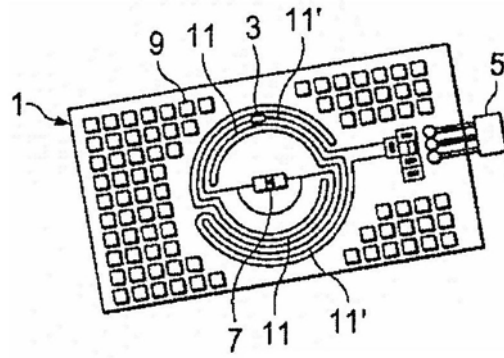


图1

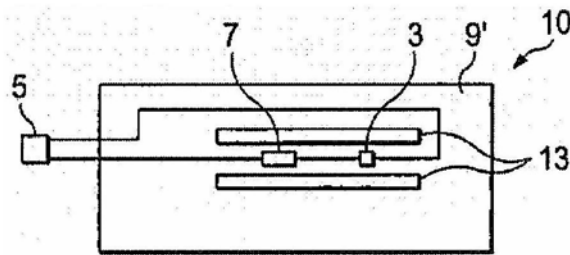


图2

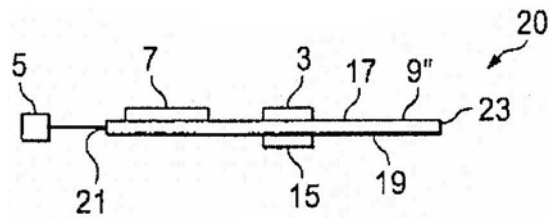


图3

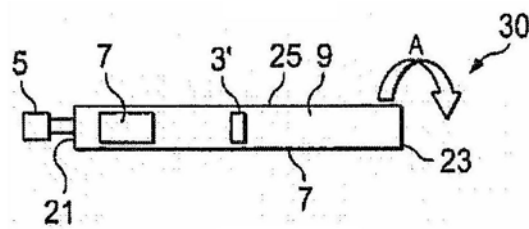


图4

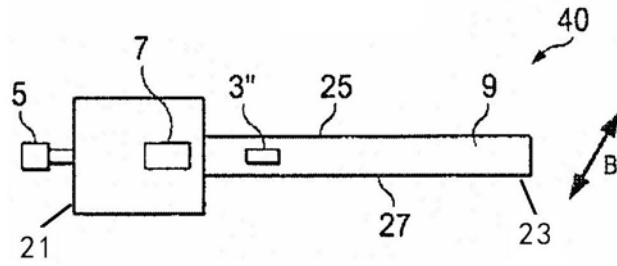


图5

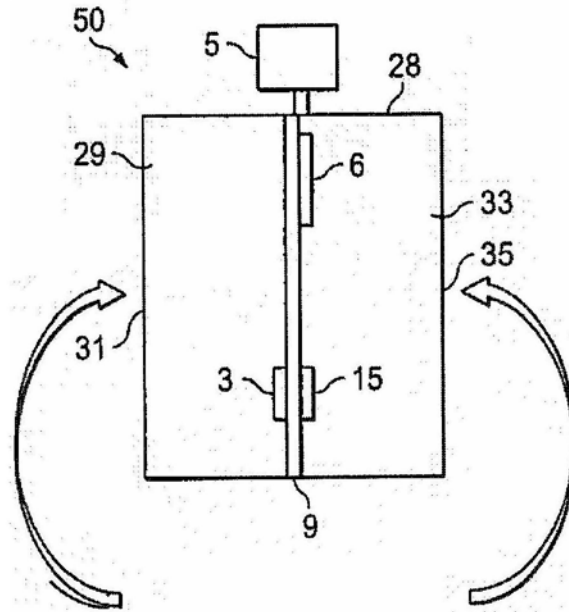


图6

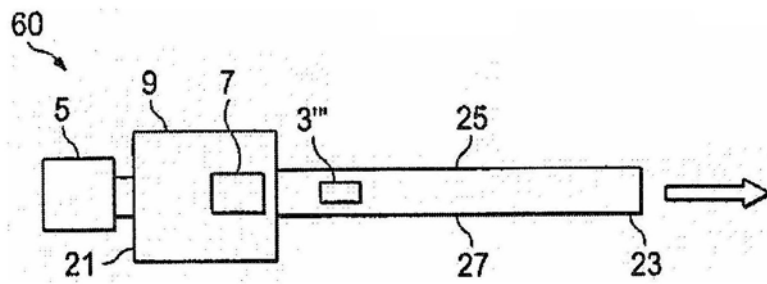


图7

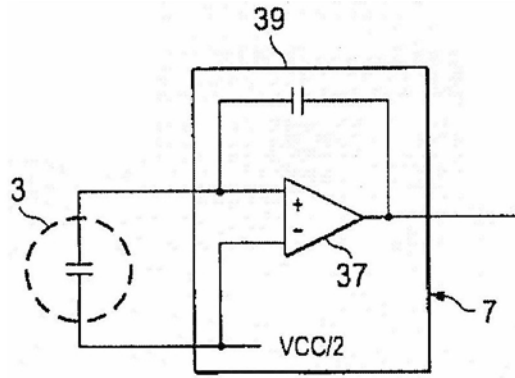


图8

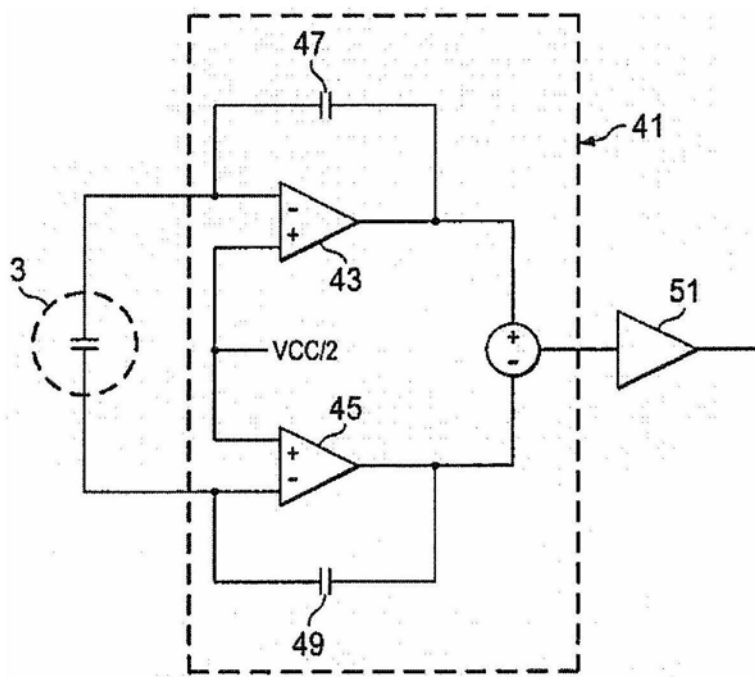


图9

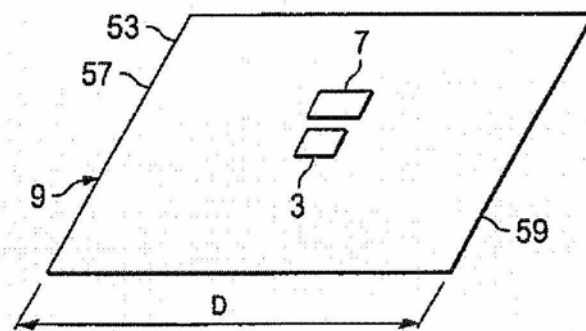


图10a

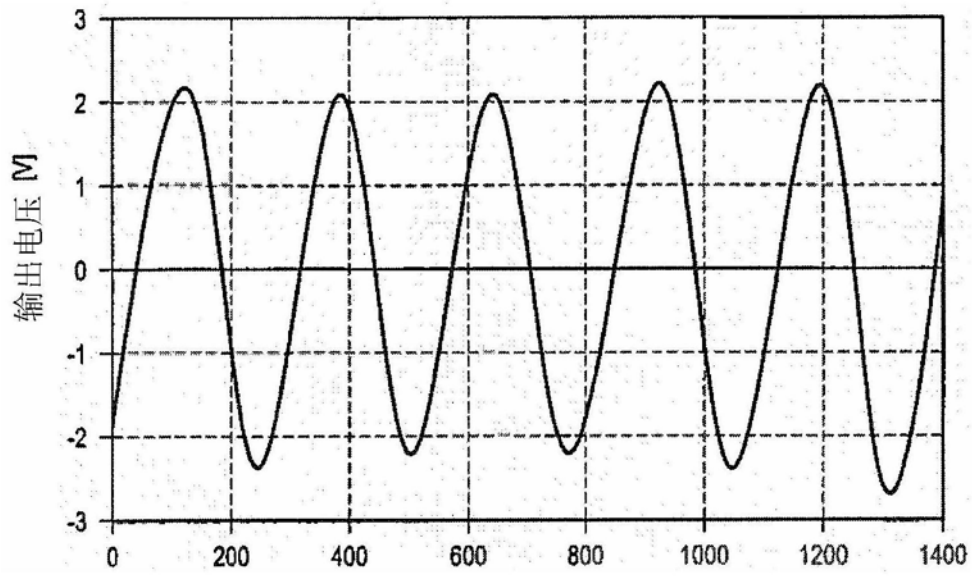


图10b

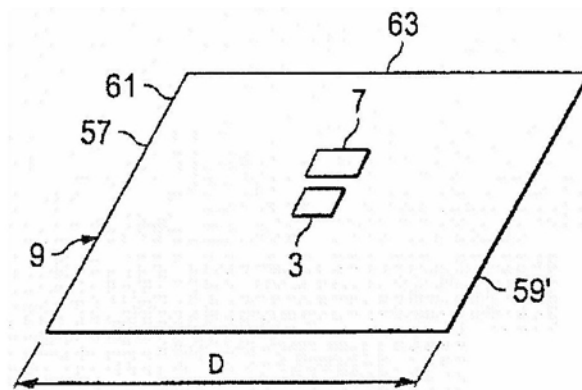


图11a

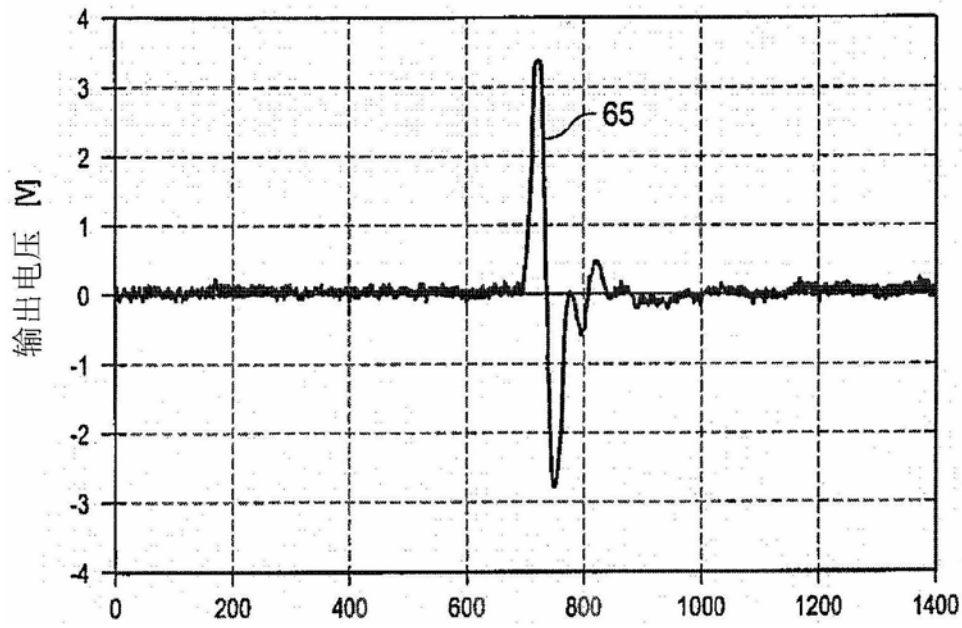


图11b

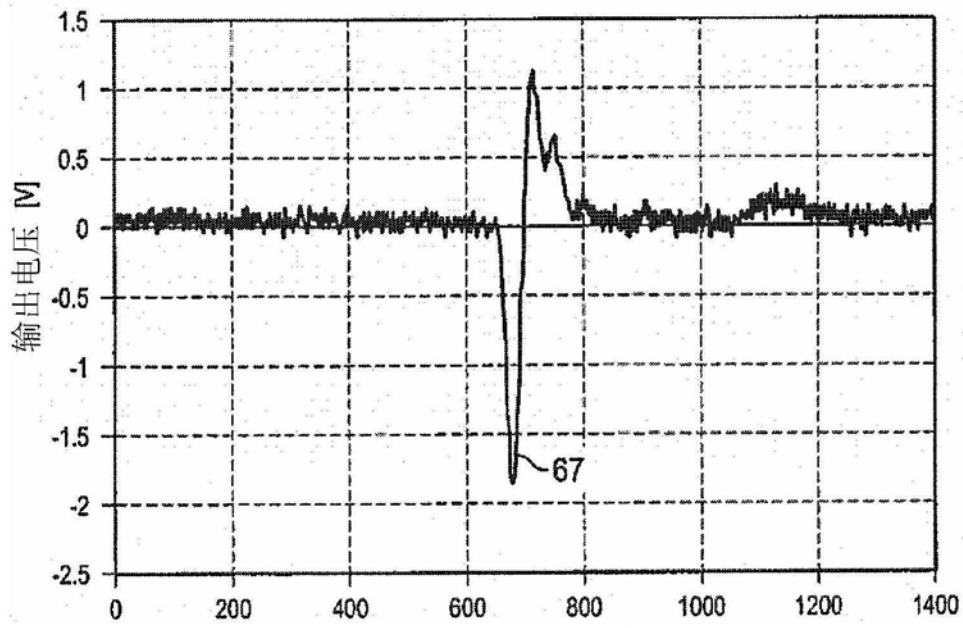


图11c