



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108423633 A

(43)申请公布日 2018.08.21

(21)申请号 201810139900.2

(22)申请日 2018.02.09

(30)优先权数据

15/432,133 2017.02.14 US

(71)申请人 恩智浦美国有限公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 阿龙·A·盖斯贝格尔 李丰园

(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 倪斌

(51)Int.Cl.

B81B 7/00(2006.01)

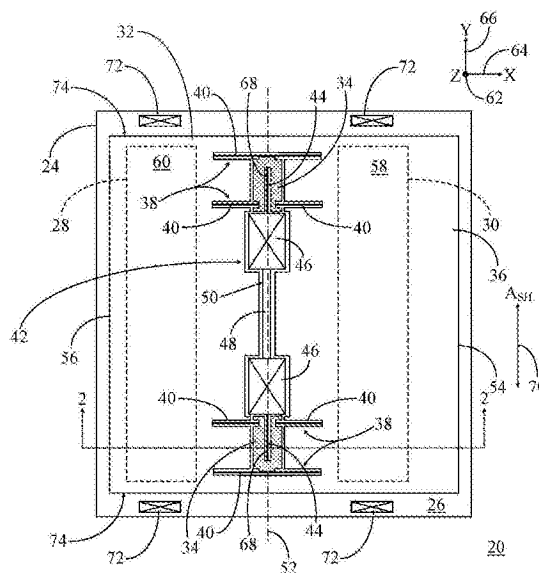
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

具有离轴防震的MEMS装置

(57)摘要

一种微机电系统(MEMS)装置,例如单轴加速度计,包括悬挂在基板上的可移动质量。所述可移动质量具有第一部分和第二部分。第一弹簧系统使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连。第二弹簧系统使所述第一部分与锚定系统互连。所述第一弹簧系统实现所述可移动质量的所述第二部分响应于强加到所述可移动质量上的震动事件力而在与感测方向正交的第一方向上的移动,其中所述第一弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述震动事件力而在所述第一方向上的移动。然而,所述第一和第二可移动质量响应于加速力而在所述感测方向上一起移动。



1. 一种微机电系统 (MEMS) 装置, 其特征在于, 包括:  
基板;  
悬挂在所述基板上的可移动质量, 所述可移动质量具有第一部分和第二部分; 以及  
使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连的弹簧系统, 所述弹簧系统实现所述可移动质量的所述第二部分响应于强加到所述可移动质量的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的移动, 其中所述弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动。

2. 根据权利要求1所述的MEMS装置, 其特征在于, 所述可移动质量的所述第二部分包围所述可移动质量的所述第一部分。

3. 根据权利要求1所述的MEMS装置, 其特征在于, 进一步包括在所述第一方向上远离所述可移动质量的所述第二部分的外部周界侧向移位的至少一个运动限制结构, 其中当所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力而在所述第一方向上移动时, 所述可移动质量的所述第二部分接触所述至少一个运动限制结构。

4. 根据权利要求1所述的MEMS装置, 其特征在于, 所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力的所述移动大体上平行于所述基板的表面。

5. 根据权利要求1所述的MEMS装置, 其特征在于, 所述弹簧系统包括多个弹簧元件, 所述弹簧元件中的每一个实现所述可移动质量的所述第二部分在所述第一方向上的运动且所述弹簧元件中的所述每一个在所述感测方向上是刚性的。

6. 根据权利要求1所述的MEMS装置, 其特征在于, 所述弹簧系统包括多个直梁挠性件, 所述多个直梁挠性件使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的第二部分互连。

7. 根据权利要求1所述的MEMS装置, 其特征在于, 所述弹簧系统是第二弹簧系统, 且所述MEMS装置进一步包括:

连接到所述基板的锚定系统; 以及

使所述可移动质量的所述第一部分与所述锚定系统互连的第二弹簧系统, 所述第二弹簧系统使得所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的第二力而在所述感测方向上一起移动。

8. 根据权利要求7所述的MEMS装置, 其特征在于, 所述感测方向大体上垂直于所述基板的表面, 且所述第二弹簧系统包括扭转弹簧, 所述扭转弹簧用于实现所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的所述第二力而在所述感测方向上围绕大体上平行于所述基板的所述表面的旋转轴的运动。

9. 一种微机电系统 (MEMS) 装置, 其特征在于, 包括:

基板;

悬挂在所述基板上的可移动质量, 所述可移动质量具有第一部分和第二部分, 所述第二部分包围所述第一部分;

远离所述可移动质量的所述第二部分的外部周界侧向移位的至少一个运动限制结构; 以及

使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的第二部分互连的弹簧系统, 所述弹簧系统实现所述可移动质量的第二部分响应于强加到所述可移动质量上的

第一力而在与感测方向正交的第一方向上的移动,其中当所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力而在所述第一方向上移动时,所述可移动质量的所述第二部分接触所述至少一个运动限制结构,且其中所述弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动。

10. 一种微机电系统 (MEMS) 装置,其特征在于,包括:

基板;

悬挂在所述基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分;

使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连的第一弹簧系统,所述第一弹簧系统包括多个弹簧元件,所述弹簧元件中的每一个实现所述可移动质量的所述第二部分响应于强加到所述可移动质量上的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的运动;

连接到所述基板的锚定系统;以及

使所述可移动质量的所述第一部分与所述锚定系统互连以使所述可移动质量悬挂在所述基板上的第二弹簧系统,所述第二弹簧系统使得所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的第二力而在所述感测方向上一起移动,其中所述第一弹簧系统的所述弹簧元件中的所述每一个在所述感测方向上是刚性的,因此所述第一弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动。

## 具有离轴防震的MEMS装置

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及微机电系统 (MEMS) 传感器。更具体地说,本发明涉及一种受保护免于离轴震动事件的MEMS装置,例如传感器。

### 背景技术

[0002] 微机电系统 (MEMS) 传感器广泛用于例如汽车、惯性导引系统、家用电器、用于多种装置的保护系统以及许多其它工业、科学和工程系统等应用。此类MEMS传感器用于感测例如加速度、压力、角旋转或温度等物理状况并提供表示感测到的物理状况的电信号。

[0003] 电容性MEMS加速度计通常包括悬挂在基板上的可移动质量。可移动质量取决于设计和感测方向而响应于加速力移动,即,旋转或平移。可移动质量的运动导致电容相对于加速力的变化,从而改变带电电路的输出。MEMS加速度计常常经受离轴方向上的高加速力,在本文中被称为震动事件。不利的是,用于悬挂可移动质量的弹簧悬挂设计对此类震动事件可能并不稳固,从而导致装置故障。

### 发明内容

[0004] 根据本发明的第一方面,提供一种微机电系统 (MEMS) 装置,包括:

[0005] 基板;

[0006] 悬挂在所述基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分;以及

[0007] 使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连的弹簧系统,所述弹簧系统实现所述可移动质量的所述第二部分响应于强加到所述可移动质量的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的移动,其中所述弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动。

[0008] 在一个或多个实施例中,所述可移动质量的所述第二部分包围所述可移动质量的所述第一部分。

[0009] 在一个或多个实施例中,所述MEMS装置进一步包括在所述第一方向上远离所述可移动质量的所述第二部分的外部周界侧向移位的至少一个运动限制结构,其中当所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力而在所述第一方向上移动时,所述可移动质量的所述第二部分接触所述至少一个运动限制结构。

[0010] 在一个或多个实施例中,所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力的所述移动大体上平行于所述基板的表面。

[0011] 在一个或多个实施例中,所述弹簧系统包括多个弹簧元件,所述弹簧元件中的每一个实现所述可移动质量的所述第二部分在所述第一方向上的运动且所述弹簧元件中的所述每一个在所述感测方向上是刚性的。

[0012] 在一个或多个实施例中,所述弹簧系统包括多个直梁挠性件,所述多个直梁挠性件使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连。

[0013] 在一个或多个实施例中,所述弹簧系统是第一弹簧系统,且所述MEMS装置进一步包括:

[0014] 连接到所述基板的锚定系统;以及

[0015] 使所述可移动质量的所述第一部分与所述锚定系统互连的第二弹簧系统,所述第二弹簧系统使得所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的第二力而在所述感测方向上一起移动。

[0016] 在一个或多个实施例中,所述第一弹簧系统使所述锚定系统和所述第二弹簧系统与响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动分离。

[0017] 在一个或多个实施例中,所述感测方向大体上垂直于所述基板的表面,且所述第二弹簧系统包括扭转弹簧,所述扭转弹簧用于实现所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的所述第二力而在所述感测方向上围绕大体上平行于所述基板的所述表面的旋转轴的运动。

[0018] 在一个或多个实施例中,所述MEMS装置进一步包括感测电极,所述感测电极形成于所述基板的所述表面上且位于所述可移动质量的所述第二部分之下。

[0019] 在一个或多个实施例中,所述感测方向大体上平行于所述基板的表面,且所述第二弹簧系统包括弹簧元件,所述弹簧元件用于实现所述可移动质量的所述第一部分和第二部分响应于强加到所述可移动质量上的所述第二力而在所述感测方向上的平移运动。

[0020] 在一个或多个实施例中,所述可移动质量的所述第一部分包括多个可移动电极;且

[0021] 所述MEMS装置进一步包括形成于所述基板上、接近于所述可移动质量的所述第一部分的所述可移动电极的固定电极。

[0022] 根据本发明的第二方面,提供一种微机电系统(MEMS)装置,包括:

[0023] 基板;

[0024] 悬挂在所述基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分,所述第二部分包围所述第一部分;

[0025] 远离所述可移动质量的所述第二部分的外部周界侧向移位的至少一个运动限制结构;以及

[0026] 使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连的弹簧系统,所述弹簧系统实现所述可移动质量的所述第二部分响应于强加到所述可移动质量上的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的移动,其中当所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力而在所述第一方向上移动时,所述可移动质量的所述第二部分接触所述至少一个运动限制结构,且其中所述弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动。

[0027] 在一个或多个实施例中,所述可移动质量的所述第二部分响应于所述第一力的所述移动大体上平行于所述基板的表面。

[0028] 在一个或多个实施例中,所述弹簧系统包括多个直梁挠性件,所述多个直梁挠性件使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连。

[0029] 在一个或多个实施例中,所述弹簧系统是第一弹簧系统,且所述MEMS装置进一步包括:

[0030] 连接到所述基板的锚定系统;以及

[0031] 使所述可移动质量的所述第一部分与所述锚定系统互连的第二弹簧系统,所述第二弹簧系统使得所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的第二力而在所述感测方向上一起移动。

[0032] 根据本发明的第三方面,提供一种微机电系统(MEMS)装置,包括:

[0033] 基板;

[0034] 悬挂在所述基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分;

[0035] 使所述可移动质量的所述第一部分与所述可移动质量的所述第二部分互连的第一弹簧系统,所述第一弹簧系统包括多个弹簧元件,所述弹簧元件中的每一个实现所述可移动质量的所述第二部分响应于强加到所述可移动质量上的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的运动;

[0036] 连接到所述基板的锚定系统;以及

[0037] 使所述可移动质量的所述第一部分与所述锚定系统互连以使所述可移动质量悬挂在所述基板上的第二弹簧系统,所述第二弹簧系统使得所述可移动质量的所述第一部分和第二部分能够响应于强加到所述可移动质量上的第二力而在所述感测方向上一起移动,其中所述第一弹簧系统的所述弹簧元件中的所述每一个在所述感测方向上是刚性的,因此所述第一弹簧系统抑制所述可移动质量的所述第一部分响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动。

[0038] 在一个或多个实施例中,所述第一弹簧系统使所述锚定系统和所述第二弹簧系统与响应于所述第一力而在所述第一方向上的移动分离。

[0039] 在一个或多个实施例中,所述感测方向大体上垂直于所述基板的表面;

[0040] 所述第二弹簧系统包括扭转弹簧,所述扭转弹簧用于实现所述可移动质量的所述第一部分和第二部分响应于强加到所述可移动质量上的所述第二力而在所述感测方向上围绕大体上平行于所述基板的所述表面的旋转轴的运动;且

[0041] 所述MEMS装置进一步包括形成于所述基板的所述表面上且位于所述可移动质量的所述第二部分之下的感测电极。

[0042] 在一个或多个实施例中,所述感测方向大体上平行于所述基板的表面;

[0043] 所述第二弹簧系统包括弹簧元件,所述弹簧元件用于实现所述可移动质量的所述第一部分和第二部分响应于强加到所述可移动质量上的所述第二力而在所述感测方向上的平移运动;且

[0044] 所述MEMS装置进一步包括形成于所述基板上、接近于所述可移动质量的所述第一部分的所述可移动电极的固定电极。

[0045] 本发明的这些和其它方面将根据下文中所描述的实施例显而易见,且参考这些实施例予以阐明。

## 附图说明

[0046] 附图用于另外示出各种实施例并解释根据本发明的所有各种原理和优点,在附图中类似附图标记贯穿不同的视图指代相同的或功能类似的元件,各图未必按比例绘制,附图与下文的具体实施方式一起并入本说明书且形成本说明书的部分。

- [0047] 图1示出根据实施例的微机电系统 (MEMS) 装置的俯视图的简化和代表形式；
- [0048] 图2示出MEMS装置沿着图1的截面线2-2的侧视图；且
- [0049] 图3示出根据另一实施例的MEMS装置的俯视图的简化和代表形式。

### 具体实施方式

[0050] 概括地说，本公开关注微机电系统 (MEMS) 装置，所述微机电系统装置具有对离轴加速力的改进的稳固性，所述离轴加速力在本文中被称为震动事件。这些MEMS装置可包括惯性传感器，例如MEMS加速度计，且具体地说，沿着单轴（例如，X方向、Y方向或Z方向）感测加速度的单轴MEMS加速度计。更具体地说，MEMS装置包括可移动质量配置，有时被称为质量块，所述可移动质量配置包括通过第一弹簧系统互连的第一部分和第二部分。可移动质量的第一部分与第二弹簧系统直接连接，从而使可移动质量悬挂在基板上。第一部分限于仅在单一自由度感测方向上的移动。可移动质量的第二部分通过第一弹簧系统在离轴方向上具有额外灵活性，使得所述第二部分可响应于震动事件而在离轴方向上潜在地移动成运动限制结构。此可移动质量配置可增强单轴MEMS传感器装置的悬挂稳固性，同时不干扰装置的所需性能。也就是说，通过将第一部分的运动限制为感测方向，换能器悬挂弹簧和锚定系统可受到保护而免于离轴高加速力（即，高g）震动事件。

[0051] 提供本公开以另外通过能够实现的方式对在应用时制造和使用根据本发明的各种实施例的最佳模式进行解释。另外提供本发明以加强对本发明的创造性原理和优点的理解和了解，而不是以任何方式限制本发明。本发明仅由所附权利要求书限定，所附权利要求书包括在本申请案及提出的那些权利要求的全部等效物的未决期间所进行的任何修正。

[0052] 应理解，例如第一和第二、顶部和底部等相关术语（如果存在的话）的使用仅用于区分实体或动作，而不必要求或意指在此类实体或动作之间的任何实际此种关系或次序。此外，附图中的一些可通过使用各种底纹和/或阴影线来说明以区分在各个结构层内产生的不同元件。可利用当前和未来的沉积、图案化、蚀刻等微型制造技术来产生结构层内的这些不同元件。因此，尽管在附图中利用了不同的底纹和/或阴影线，但是结构层内的不同元件可能由相同材料形成。

[0053] 参考图1和2，图1示出根据实施例的微机电系统 (MEMS) 装置20的俯视图的简化和代表形式，图2示出MEMS装置20沿着图1的截面线2-2的侧视图。MEMS装置20呈加速度计的形式且被构造为“跷跷板”类型的传感器。由此，MEMS装置20适用于感测加速度，且具体地说由图2中的箭头22表示的Z轴加速度 $A_z$ 。MEMS装置20在下文中将被称为Z轴加速度计20。

[0054] Z轴加速度计20包括具有大体上平面表面26的基板24。电极元件28、30形成于基板24的平面表面26上。可移动质量32，有时被称为质量块，在基板24的平面表面26上方以间隔关系安放。应注意到，电极元件28、30在图1的视图中的被上覆可移动质量32遮挡。由此，电极元件28、30在图1中由虚线框表示。在图2中，电极元件28、30是可见的，且出于说明性目的由向右且向下阴影线图案对该电极元件28、30加底纹。

[0055] 可移动质量32具有第一部分34和第二部分36。在示出的例子中，第二部分36包围可移动质量32的第一部分34，且电极元件28、30位于可移动质量32的更大第二部分36之下。然而，在其它实施例中，可移动质量32的第一部分34可更大，使得电极元件28、30可同时位于第一部分34和第二部分36下方或仅位于可移动质量的第一部分34下方。用斑点图案对可

移动质量32的第一部分34加底纹以使该第一部分34与可移动质量32的第二部分36清楚地区分。然而,应理解,在相同处理操作期间,可移动质量32的第一部分34和第二部分36共同由相同材料形成。

[0056] 第一弹簧系统38使可移动质量32的第一部分34与可移动质量的第二部分36互连。在特定例子中,第一弹簧系统38包括使第一部分34与第二部分36互连的多个直梁挠性件40。另外,锚定系统42连接到基板24的表面26,且第二弹簧系统44使可移动质量32的第一部分34与锚定系统42互连。在此例子中,锚定系统42包括与基板24物理连接的两个锚46以及与两个锚46中的每一个互连且悬挂在基板24的表面上方的刚性梁48。锚46与基板24的物理连接由延伸穿过锚46中的每一个的“X”指示。总之,锚定系统42和第二弹簧系统44作用来使可移动质量32的第一部分34和第二部分36悬挂在基板24的表面26上,从而使得可移动质量32与电极元件28、30之间存在空气隙(在图2中最佳地所见)。可使用现有的和未来的MEMS制造设计规则和过程来形成Z轴加速度计20的组件,所述MEMS制造设计规则和过程包括例如沉积、图案化和蚀刻。

[0057] 如所示出,开口50延伸穿过可移动质量32。锚定系统42沿着可移动质量32的位于可移动质量32的第一末端54与第二末端56之间的旋转轴52安放在开口50的大致中心处。当意欲作为跷跷板类型的加速度计操作时,可移动质量32的在旋转轴52一侧的第一区段58与可移动质量32的在旋转轴52另一侧的第二区段60相比由相对更大的质量形成。在例子实施例中,可通过使旋转轴52偏移使得第一区段58长于第二区段60来产生第一区段58的更大质量。在替代实施例中,可通过额外材料层向第一区段58增加质量、通过相对于第一区段58从第二区段60去除质量等来实现此质量差。

[0058] 如上文所提及,Z轴加速度计20被配置成检测加速力,即,沿着三维坐标系中的垂直于基板24的表面26的Z轴62的Z轴加速度22,所述三维坐标系另外包括X轴64和Y轴66。在此例子中,X轴64和Y轴66大体上平行于基板24的表面26。因此,按照惯例,X轴64在页面上向右和向左引导,Y轴66在页面上向上和向下引导,且Z轴62离开图1的页面引导。相应地,在图2的侧视图说明中,表示三维坐标系,其中Y轴64在页面上向右和向左引导,Z轴62在页面上向上和向下引导,且X轴66离开页面引导。

[0059] 因此,第二弹簧系统44包括扭转弹簧68,所述扭转弹簧68使得可移动质量32能够响应于Z轴加速度22围绕旋转轴52旋转(其中旋转轴52大体上平行于Y轴62)。具体地说,由于第二弹簧系统44通过第一弹簧系统38的挠性件40的互连,所述第二弹簧系统44使得可移动质量32的第一部分34和第二部分36能够响应于Z轴加速度22围绕旋转轴52一起移动。因此,可移动质量32响应于Z轴加速度22改变其相对于下伏感测电极元件28、30的位置。此位置变化产生电容集合,所述电容集合的差值,即微分电容,表示Z轴加速度22的量值。

[0060] 在单轴加速度计中,设计的典型目标是产生加速度计设计,使得所得性能紧密地匹配单一自由度系统。这种设计约束需要一种在离轴方向上具有高硬度的弹簧悬挂设计(例如,具有第二弹簧系统44的锚定系统42)。尽管此类弹簧悬挂设计可能良好地匹配所需理想性能,但是其可能并不稳固,即,无法抵抗离轴方向上的高加速度震动事件。在图1中,这种不希望的震动加速度 $A_{SH}$ ,在本文中被称为震动事件70,由大体上平行于Y轴66的箭头表示。在此不希望的方向上,扭转弹簧68可能是非常硬的,从而在锚46、刚性梁48或锚定系统42和第二弹簧系统44的其它特征处产生大量负载。



[0061] 为了加强悬挂稳固性,使可移动质量32分成第一部分34和第二部分36。在Z轴加速度22下,部分34、36同时围绕旋转轴52枢转。然而,响应于震动事件70,只有第二部分36能够移动显著的量。也就是说,通过第一弹簧系统38的挠性件40的使用,第二部分36具有额外灵活性。因此,第二部分36可响应于不希望的震动事件70而在大体上平行于Y轴66的方向上平移。通过结合此设计特征,可移动质量32的第二部分36可平移到与刚性止动件或运动限制结构72接触。在此例子中,连接到基板24的表面26的运动限制结构72远离可移动质量32的第二部分36的外部周界74侧向移位。

[0062] 然而,挠性件40是大体上刚性的或抵抗平行于Z轴62的感测方向上的挠曲。因此,可移动质量32分成第一部分34和第二部分36抑制了可移动质量32的第一部分34响应于震动事件70而在大体上平行于Y轴66的方向上的平移移动,其中第一弹簧系统38使所述第一部分34与第二部分36互连。由此,可移动质量32的第一部分34大部分限于围绕旋转轴52的纯粹旋转运动。因此,锚定系统42和第二弹簧系统44不会受到来自震动事件70的高g负载的潜在损害性影响。

[0063] Z轴加速度计20的组件以高度简化形式示出。本领域的技术人员将认识到,可移动质量32可具有与所示出的形状不同的形状。另外,挠性件40和/或扭转弹簧68可具有不同形状,例如,蛇形配置等。此外,尽管锚定系统42和第二弹簧系统44被示出为连接到可移动质量32的内部,但应理解,颠倒配置等效地适用。举例来说,可移动质量的通过弹簧悬挂系统连接到基板的第一部分可包围可移动质量的第二部分,其中所述第二部分能够响应于震动事件移动且所述第一部分大部分限于纯粹单轴感测运动。再者,合适的弹簧系统可使可移动质量第一部分与第二部分互连,其中所述第二部分可经启用以响应于两个离轴方向上的震动事件而在大体上平行于基板的表面的两个方向上平移,而可移动质量的与弹簧悬挂系统互连的所述第一部分限于纯粹单轴感测运动。

[0064] 图3示出根据另一实施例的MEMS装置80的俯视图的简化和代表形式。MEMS装置80呈加速度计的形式且适用于感测加速力,且具体地说由平行于X轴64的箭头82表示的X轴加速度 $A_x$ 。MEMS装置80在下文中将被称为X轴加速度计80。当然,应显而易见的是,通过使X轴加速度计80旋转90度,所述X轴加速度计80将等效地能够感测平行于Y轴66的Y轴加速力。

[0065] X轴加速度计80包括具有大体上平面表面86的基板84。电极元件88、90对形成于基板84的平面表面86上。可移动质量92在基板84的平面表面86上方以间隔关系安放。而且,出于说明性目的通过向右和向下阴影线图案对电极元件88、90加底纹。

[0066] 可移动质量92具有第一部分94和第二部分96。在示出的例子中,可移动质量92的第二部分96包围第一部分94。与Z轴加速度计20(图1)相比,电极元件88、90驻留在形成于可移动质量92的第一部分94中的开口98中。然而,在其它实施例中,开口可形成于可移动质量92的第二部分96中,电极元件88、90驻留在所述开口中。同样,用斑点图案对可移动质量92的第一部分94加底纹以使该第一部分94与可移动质量92的第二部分96清楚地区分。然而,应理解,在相同处理操作期间,可移动质量92的第一部分94和第二部分96共同由相同材料形成。

[0067] 第一弹簧系统100使可移动质量92的第一部分94与可移动质量92的第二部分96互连。在特定例子中,第一弹簧系统100包括使第一部分94与第二部分96互连的多个直梁挠性件102。另外,锚定系统104连接到基板84的表面86,且第二弹簧系统106使可移动质量92的

第一部分94与锚定系统104互连。在此例子中,锚定系统104包括两个锚108,这两个锚108与基板84物理连接且在大体上平行于X轴64的方向上远离彼此侧向移位。锚108与基板84的物理连接由延伸穿过锚108中的每一个的“X”指示。锚定系统104和第二弹簧系统106一起用于使可移动质量92的第一部分94和第二部分96悬挂在基板84的表面86上。

[0068] 如所示出,开口110延伸穿过可移动质量92的第一部分94。锚定系统104的锚108安放在开口110中的每一个的大致中心处。如上文所提及,X轴加速度计80被配置成检测加速度,即,沿着大体上平行于基板84的表面86的X轴64的X轴加速度82。因此,第二弹簧系统106包括同样驻留在开口110中的弹簧112,所述开口110互连在锚108中的每一个与可移动质量92的第一部分94之间。弹簧112使得可移动质量92能够响应于X轴加速度82而在大体上平行于感测轴的感测方向上平移,即在大体上平行于X轴64的感测方向上平移。具体地说,由于通过第一弹簧系统100的挠性件102的互连,第二弹簧系统106使得可移动质量92的第一部分94和第二部分96能够响应于X轴加速度82而大体上平行于X轴64一起移动。因此,可移动质量92响应于X轴加速度82改变其相对于感测电极元件88、90对的位置。此位置变化产生电容集合,该电容集合的差值,即微分电容,表示X轴加速度82的量值。

[0069] 在X轴加速度82下,可移动质量92的部分94、96都大体上平行于X轴64一起平移。然而,响应于震动事件70(大体上平行于Y轴66),只有第二部分96能够移动。也就是说,通过第一弹簧系统100的挠性件102的使用,第二部分96具有额外灵活性。因此,第二部分96可响应于不希望的震动事件70而在大体上平行于Y轴66的方向上平移且潜在地平移到与运动限制结构114接触。在此例子中,运动限制结构114连接到基板84的表面86并远离可移动质量92的第二部分96的外部周界116侧向移位。

[0070] 然而,挠性件102是大体上刚性的或抵抗平行于X轴64的感测方向上的挠曲。因此,可移动质量92分成第一部分94和第二部分96抑制了可移动质量92的第一部分94响应于震动事件70而在大体上平行于Y轴66的方向上的平移移动,其中第一弹簧系统100使所述第一部分94与第二部分96互连。由此,可移动质量92的第一部分94大部分限于在大体上平行于X轴64的感测方向上的纯粹平移运动。因此,锚定系统104和第二弹簧系统106不会受到来自震动事件70的高g负载的潜在损害性影响。

[0071] X轴加速度计80的组件以高度简化形式示出。本领域的技术人员将认识到,可移动质量92可具有与所示出的形状不同的形状。另外,挠性件102和/或弹簧112可具有许多种形状,例如,蛇形配置等。

[0072] 综上所述,公开了对高g震动事件具有改进的稳固性的MEMS装置。MEMS装置的实施例包括:基板;悬挂在基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分;以及使可移动质量的第一部分与可移动质量的第二部分互连的弹簧系统,所述弹簧系统实现可移动质量的第二部分响应于强加到可移动质量上的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的移动,其中所述弹簧系统抑制可移动质量的第一部分响应于所述第一力而在第一方向上的移动。

[0073] MEMS装置的另一实施例包括:基板;悬挂在基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分,所述第二部分包围所述第一部分;远离可移动质量的第二部分的外部周界侧向移位的至少一个运动限制结构;以及使可移动质量的第一部分与可移动质量的第二部分互连的弹簧系统。弹簧系统实现可移动质量的第二部分响应于强加到可移动

质量上的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的移动,其中当可移动质量的第二部分响应于第一力而在第一方向上移动时,可移动质量的第二部分接触至少一个运动限制结构,且其中弹簧系统抑制可移动质量的第一部分响应于所述第一力而在第一方向上的移动。

[0074] MEMS装置的又一实施例包括:基板;悬挂在基板上的可移动质量,所述可移动质量具有第一部分和第二部分;使可移动质量的第一部分与可移动质量的第二部分互连的第一弹簧系统,所述第一弹簧系统包括多个弹簧元件,所述弹簧元件中的每一个实现可移动质量的第二部分响应于强加到可移动质量上的第一力而在与感测方向正交的第一方向上的运动。锚定系统连接到基板,且第二弹簧系统使可移动质量的第一部分与锚定系统互连,从而使可移动质量悬挂在基板上。第二弹簧系统使得可移动质量的第一和第二部分能够响应于强加到可移动质量上的第二力而在感测方向上一起移动,其中第一弹簧系统的弹簧元件中的每一个在感测方向上是刚性的,使得第一弹簧系统抑制可移动质量的第一部分响应于所述第一力而在第一方向上的移动。

[0075] 本文中所描述的各实施例可得到对离轴震动事件具有改进的稳固性的MEMS装置,且具体地说单轴MEMS加速度计装置。包括通过第一弹簧系统互连的第一部分和第二部分的可移动质量配置可增强单轴MEMS传感器装置的悬挂稳固性,同时不干扰装置的所需性能,其中所述第一部分限于仅在单个方向上移动,且所述第二部分通过互连的第一弹簧系统在离轴方向上具有额外灵活性。也就是说,通过将第一部分的运动限制为感测方向,换能器悬挂弹簧和锚定系统可受到保护而免于离轴高加速力(即,高g)震动事件。

[0076] 本公开旨在解释使用根据本发明的各种实施例的方式而非限制根据本发明的各种实施例的真实、既定和公平的范围和精神。以上描述并不意欲是穷尽性的或将本发明限于所公开的确切形式。鉴于以上教导,可进行修改或变化。选择和描述实施例以提供对本发明的原理和其实际应用的最佳说明,以及使得本领域的技术人员能够在各种实施例中并利用适合于预期的特定用途的各种修改来利用本发明。当根据清楚地、合法地且公正地赋予的权利的宽度来解释时,所有这样的修改和变化及其所有等效物均处于如由所附权利要求书所确定的本发明的保护范畴内,且在本专利申请未决期间可修正。

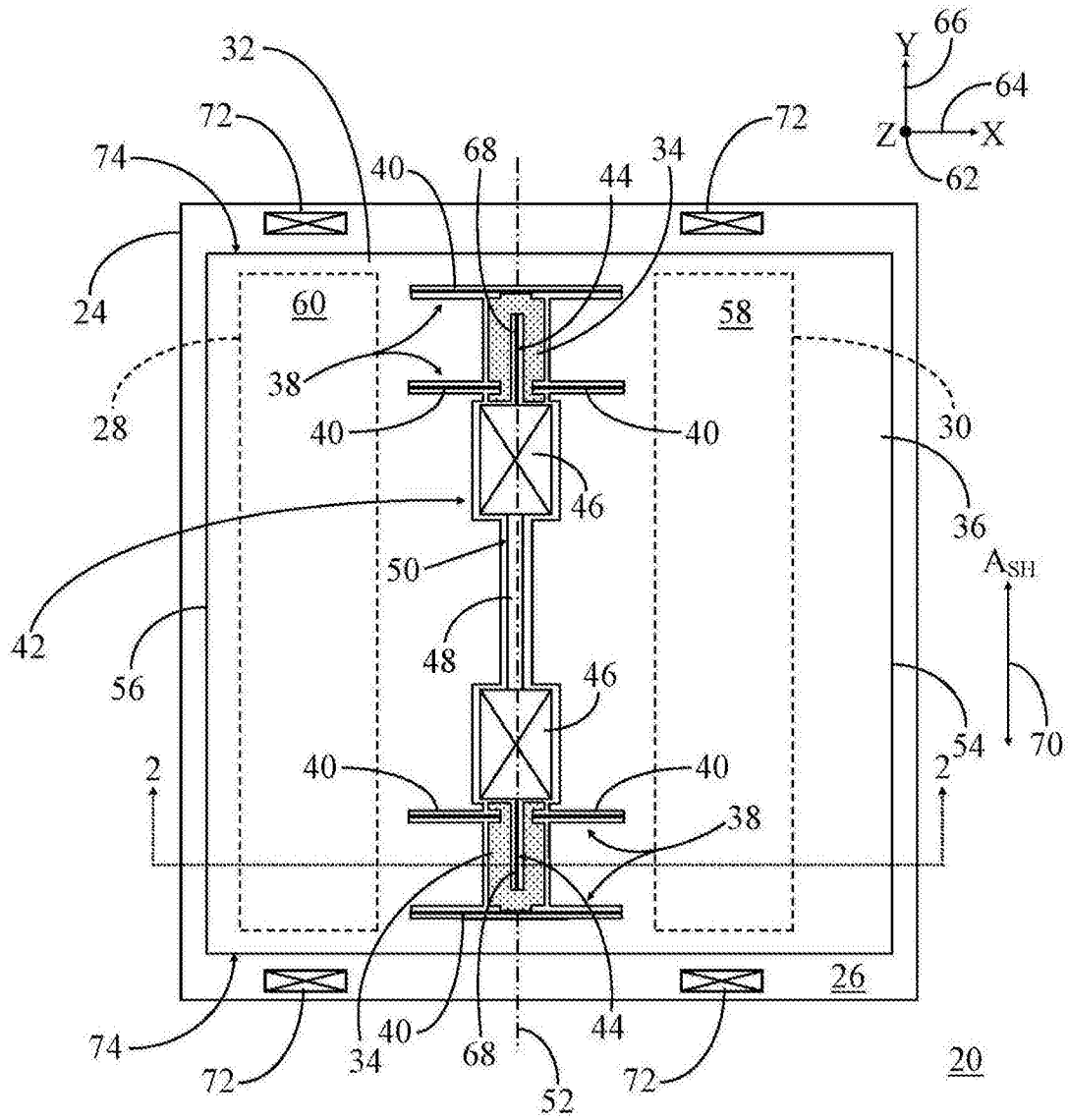


图1

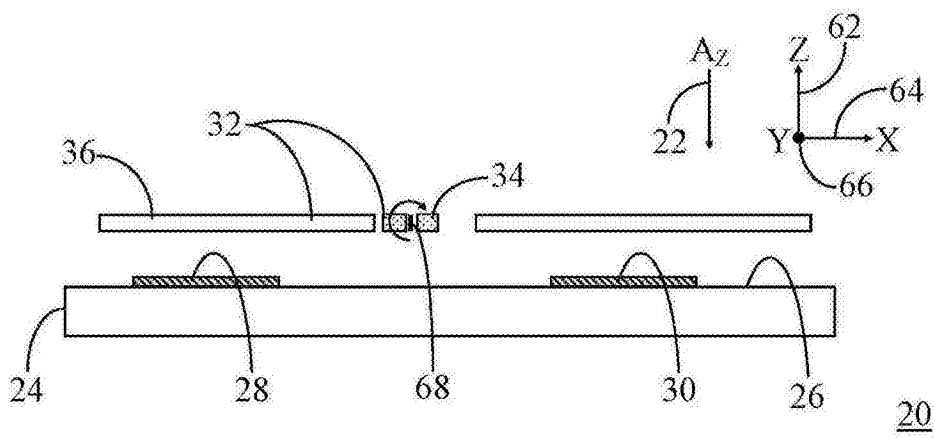


图2

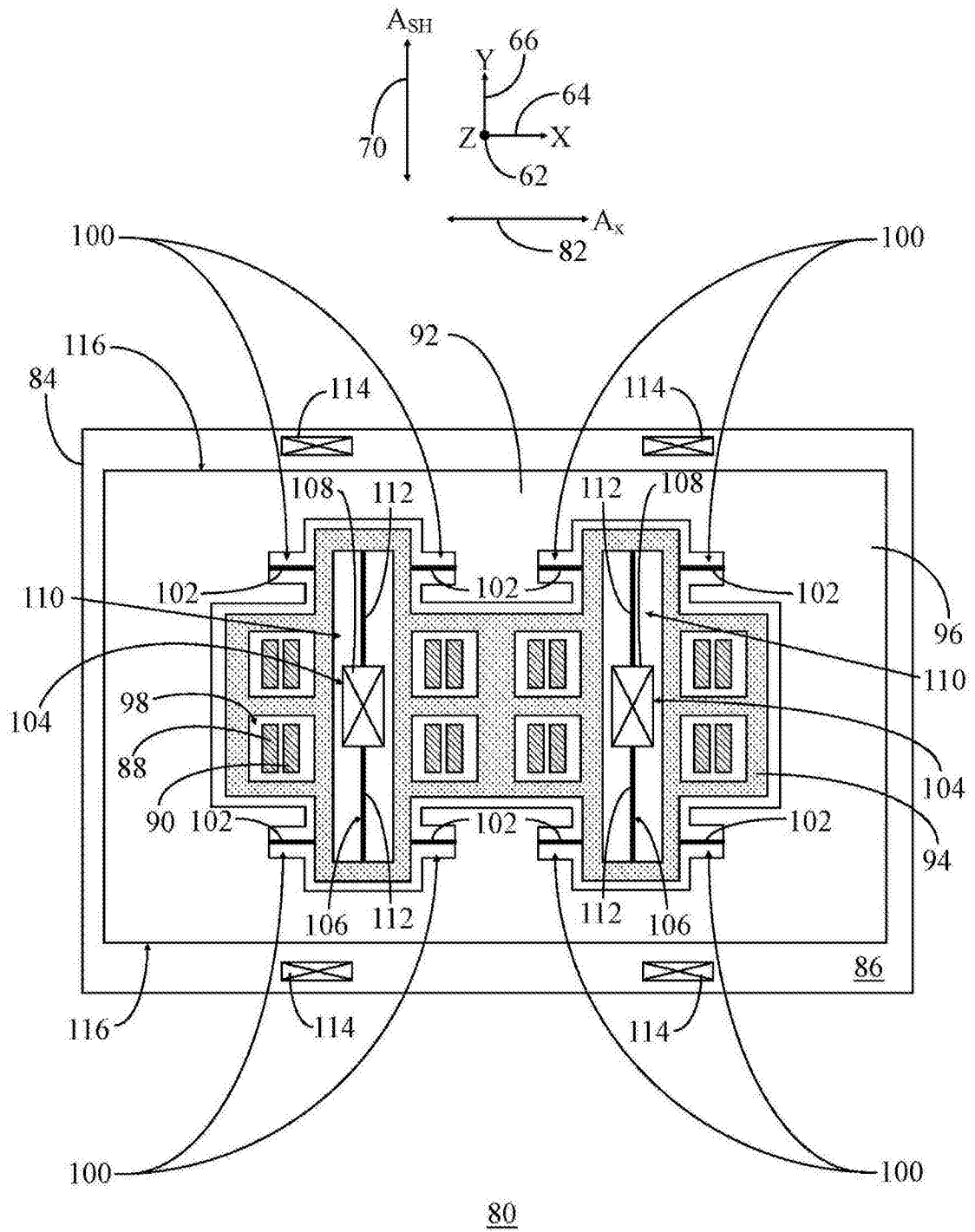


图3