



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107179074 B

(45) 授权公告日 2021.06.11

(21) 申请号 201610877204.2

(22) 申请日 2016.09.30

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107179074 A

(43) 申请公布日 2017.09.19

(30) 优先权数据  
102016000024696 2016.03.09 IT

(73) 专利权人 意法半导体股份有限公司  
地址 意大利阿格拉布里安扎

(72) 发明人 G·加特瑞 L·G·法罗尼  
C·瓦尔扎希纳

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256  
代理人 王茂华 张曦

(51) Int.Cl.

G01C 19/5656 (2012.01)

G01C 19/5663 (2012.01)

(56) 对比文件

US 2013174661 A1, 2013.07.11

CN 103213934 A, 2013.07.24

CN 102712460 A, 2012.10.03

审查员 吴黎舒

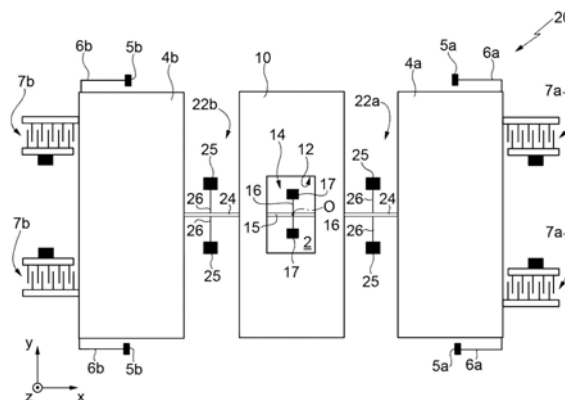
权利要求书4页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

用于MEMS传感器设备特别是MEMS陀螺仪的具有改进的驱动特征的微机械检测结构

(57) 摘要

一种微机械检测结构(20),包括:半导体材料的衬底(2);驱动质量体布置(4a-4c),耦合至驱动电极集合(7a-7c)并且在驱动电极集合的电偏置之后在驱动移动中被驱动;第一锚固单元(5a-5c,6a-6c),耦合至驱动质量体布置以用于在第一锚固部(5a-5c)处将驱动质量体布置弹性地耦合至衬底(2);被驱动质量体布置(10,30),通过耦合单元(22a-22b)弹性地耦合至驱动质量体布置并且被设计为由驱动移动所驱动;以及第二锚固单元(14,34),耦合至被驱动质量体布置以用于在第二锚固部(17,37)处将被驱动质量体布置弹性地耦合至衬底(2)。在驱动移动之后,在第一和第二锚固部处施加于衬底(2)上的力和扭矩的合量基本上为零。



1. 一种微机械检测结构,包括:

包括半导体材料的衬底;

驱动质量体布置,被配置为以驱动移动被驱动;

第一锚固单元,耦合至所述驱动质量体布置,并且被配置为在第一锚固部处将所述驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底;

被驱动质量体布置;

第二锚固单元,耦合至所述被驱动质量体布置,并且被配置为在第二锚固部处将所述被驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底;

耦合单元,被配置为:将所述驱动质量体布置弹性地耦合到所述被驱动质量体布置,并且响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动而以被驱动移动来驱动所述被驱动质量体布置,所述耦合单元进一步被配置为:响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动和所述被驱动质量体布置的所述被驱动移动,而在所述第一锚固部和所述第二锚固部处提供如下的力和扭矩,所述力和所述扭矩导致作用于所述衬底上的为零的力和扭矩,其归因于所提供的所述力和所述扭矩;以及

平面元件,在第一水平轴线和第二水平轴线所定义的水平平面中,

其中所述驱动质量体布置包括第一驱动质量体和第二驱动质量体,所述第一驱动质量体和所述第二驱动质量体被配置为沿着所述第二水平轴线在相反方向上被驱动,

其中所述被驱动质量体布置包括第一被驱动质量体,所述第一被驱动质量体沿着所述第一水平轴线被布置在所述第一驱动质量体与所述第二驱动质量体之间,并且其中所述第一被驱动质量体被配置为:响应于所述第一驱动质量体和所述第二驱动质量体沿着所述第二水平轴线在相反方向上被驱动,而在所述水平平面中以旋转移动被驱动,并且

其中所述耦合单元包括:将所述第一被驱动质量体弹性地耦合至所述第一驱动质量体的第一耦合元件、以及将所述第一被驱动质量体弹性地耦合至所述第二驱动质量体的第二耦合元件,所述第一耦合元件和所述第二耦合元件被约束至所述衬底并且被配置为在所述衬底上施加扭矩,所述扭矩与所述第二锚固单元响应于所述被驱动质量体的旋转而在所述衬底上施加的扭矩相等且相反。

2. 根据权利要求1所述的微机械检测结构,其中所述耦合单元被配置为:响应于所述驱动移动,而提供在所述第一锚固部处作用于所述衬底上的在第一方向上的第一力和扭矩,并且其中所述耦合单元被配置为:响应于所述被驱动移动,而提供在所述第二锚固部处作用于所述衬底上的、在与所述第一方向相反的第二方向上的第二力和扭矩。

3. 根据权利要求1所述的微机械检测结构,其中所述第一耦合元件和所述第二耦合元件每个都被配置为定义刚性连接元件,所述刚性连接元件具有利用铰接耦合连接至所述被驱动质量体的第一末端、以及利用铰接耦合连接至相应的所述第一驱动质量体或所述第二驱动质量体的第二末端。

4. 根据权利要求3所述的微机械检测结构,其中所述刚性连接元件在其处于所述被驱动质量体与相应的所述第一驱动质量体或所述第二驱动质量体之间的中间部分处包括到所述衬底的约束点,所述中间部分在所述约束点处被铰接至所述衬底。

5. 根据权利要求4所述的微机械检测结构,其中所述第一耦合元件和所述第二耦合元件每个都被配置为:作为在所述约束点处具有中心支点的杠杆而进行操作。

6. 根据权利要求1所述的微机械检测结构,其中所述第二锚固单元被定位在所述被驱动质量体布置的中心处的孔隙内并且包括:

锚固元件,附接至所述衬底;

弹性连接元件结构,连接至所述锚固元件;以及

刚性元件结构,连接至所述弹性连接元件结构和所述被驱动质量体布置。

7. 一种微机械检测结构,包括:

包括半导体材料的衬底;

驱动质量体布置,被配置为以驱动移动被驱动;

第一锚固单元,耦合至所述驱动质量体布置,并且被配置为在第一锚固部处将所述驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底;

被驱动质量体布置;

第二锚固单元,耦合至所述被驱动质量体布置,并且被配置为在第二锚固部处将所述被驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底;以及

耦合单元,被配置为:将所述驱动质量体布置弹性地耦合到所述被驱动质量体布置,并且响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动而以被驱动移动来驱动所述被驱动质量体布置,所述耦合单元进一步被配置为:响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动和所述被驱动质量体布置的所述被驱动移动,作为所述第一锚固部和所述第二锚固部处的力和扭矩的结果,而提供作用于所述衬底上的为零的力和扭矩,

其中所述微机械检测结构包括在第一水平轴线和第二水平轴线所定义的水平平面中的平面元件,

其中所述驱动质量体布置包括第一驱动质量体和第二驱动质量体,所述第一驱动质量体和所述第二驱动质量体被配置为沿着所述第二水平轴线在相同方向上以驱动移动被驱动,并且所述驱动质量体布置进一步包括第三驱动质量体,所述第三驱动质量体沿着所述第一水平轴线被布置在所述第一驱动质量体与所述第二驱动质量体之间,并且被配置为沿着所述第二水平轴线在相反方向上被驱动,并且

其中所述被驱动质量体布置包括:

第一被驱动质量体,沿着所述第一水平轴线被布置在所述第一驱动质量体与所述第三驱动质量体之间,并且被配置为响应于所述驱动移动而在所述水平平面中以第一旋转移动被驱动,以及

第二被驱动质量体,沿着所述第一水平轴线被布置在所述第二驱动质量体与所述第三驱动质量体之间,并且被配置为响应于所述驱动移动而在所述水平平面中以第二旋转移动被驱动,所述第二旋转移动具有与所述第一旋转移动相反的方向。

8. 根据权利要求7所述的微机械检测结构,其中所述第二锚固单元包括:关于所述衬底被固定的至少一个第一中心锚固部,所述第一被驱动质量体弹性地连接至所述至少一个第一中心锚固部;以及关于所述衬底被固定的至少一个第二中心锚固部,所述第二被驱动质量体弹性地连接至所述至少一个第二中心锚固部;其中所述第一被驱动质量体和所述第二被驱动质量体的所述第一旋转移动和所述第二旋转移动被配置为:在所述第一中心锚固部和所述第二中心锚固部处在所述衬底上施加相等且相反的扭矩。

9. 根据权利要求8所述的微机械检测结构,其中所述第一被驱动质量体和所述第二被

驱动质量体每个都在相应中心处具有相应的窗口,所述第一中心锚固部和所述第二中心锚固部分别被布置在所述相应的窗口内。

10. 根据权利要求9所述的微机械检测结构,其中所述驱动质量体布置和所述驱动移动被配置以使得在所述衬底上在所述第一锚固部处的合力为零。

11. 一种MEMS传感器设备,包括:

微机械检测结构,所述微机械检测结构包括:

衬底,包括第一锚固部和第二锚固部;

驱动质量体布置,被配置为以驱动移动被驱动;

第一锚固单元,耦合到所述驱动质量体布置和所述第一锚固部,被配置为在所述第一锚固部处将所述驱动质量体布置弹性地耦合到所述衬底;

被驱动质量体布置;

耦合单元,弹性地耦合到所述驱动质量体布置和所述被驱动质量体布置,并且被配置为响应于所述驱动移动而以被驱动移动来驱动所述被驱动质量体布置;

第二锚固单元,耦合到所述被驱动质量体布置和所述第二锚固部,被配置为在所述第二锚固部处将所述被驱动质量体布置弹性地耦合到所述衬底,并且

其中所述第一锚固单元和所述第二锚固单元以及所述第一锚固部和所述第二锚固部被配置为:响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动和所述被驱动质量体布置的所述被驱动移动,而向所述衬底提供为零的合力和合成扭矩;以及

电子电路,电耦合至所述微机械检测结构并且被配置为:向所述微机械检测结构供应电驱动和偏置量,并且处理所述微机械检测结构所检测的至少一个电量,其中所述微机械检测结构和电子电路被配置为形成双轴或三轴MEMS陀螺仪。

12. 根据权利要求11所述的MEMS传感器设备,其中所述微机械检测结构和所述电子电路被集成在相应的裸片中,所述相应的裸片包括半导体材料并且被容纳于相同的封装中。

13. 根据权利要求11所述的MEMS传感器设备,其中所述第一锚固单元被配置为:响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动而向所述衬底施加为零的合力,并且其中所述第二锚固单元被配置为:响应于所述被驱动质量体布置的所述被驱动移动而向所述衬底施加为零的合成扭矩。

14. 一种用于制造微机械检测结构的方法,所述方法包括:

提供包括半导体材料的衬底;

形成驱动质量体布置,包括将驱动电极集合耦合至所述驱动质量体,以使得所述驱动质量体在所述驱动电极集合的偏置之后以驱动移动被驱动;

在第一锚固部处将所述驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底;

将被驱动质量体布置通过耦合单元弹性地耦合至所述驱动质量体布置,以使得所述被驱动质量体布置在所述驱动移动引起的移动中被驱动;

在第二锚固部处将所述被驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底;以及

将所述驱动质量体布置、所述被驱动质量体布置和所述耦合单元的所述弹性耦合配置为:响应于所述驱动质量体布置的所述驱动移动和所述被驱动质量体布置的所述被驱动移动,而抵消在所述第一锚固部和所述第二锚固部处作用于所述衬底上的合力和合成扭矩。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中响应于所述驱动移动,在所述第一锚固部和所述

第二锚固部处作用于所述衬底上的所述力和所述扭矩为零。

16. 根据权利要求14所述的方法, 其中在第二锚固部处将所述被驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底包括: 抵消响应于所述被驱动质量体布置的所述被驱动移动而施加到所述衬底的扭矩。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述被驱动质量体布置包括被驱动质量体, 所述被驱动质量体具有在所述被驱动质量体的中心处的空置空间, 并且其中在第二锚固部处将所述被驱动质量体布置弹性地耦合至所述衬底包括: 在所述被驱动质量体的所述中心附近将所述被驱动质量体耦合到所述第二锚固部。

18. 根据权利要求14所述的方法, 进一步包括: 形成包括单个被驱动质量体或者包括第一被驱动质量体和第二被驱动质量体的所述被驱动质量体布置, 所述单个被驱动质量体被配置为响应于所述驱动移动而在一个方向上旋转, 所述第一被驱动质量体和所述第二被驱动质量体被配置为响应于所述驱动移动而在相反方向上旋转。

## 用于MEMS传感器设备特别是MEMS陀螺仪的具有改进的驱动特征的微机械检测结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于MEMS (微机电系统) 传感器设备的具有改进的驱动特征的微机械检测结构。特别地,以下讨论将参考该微机械检测结构在MEMS陀螺仪中的使用,但这不暗示对一般性的任何丧失。

### 背景技术

[0002] 如已知的,微机械加工技术使得能够在多层半导体材料内制造微机械结构,该多层半导体材料是在牺牲层上沉积(例如,多晶硅层)或生长(例如,外延层)的,牺牲层经由化学腐蚀被去除。

[0003] 利用这种技术制作的惯性传感器(例如,加速度计和陀螺仪)成功地被使用在例如汽车领域、惯性导航、或便携式设备的领域中。

[0004] 特别地,利用MEMS技术制作的半导体材料的集成陀螺仪是已知的,它们在后文中被称作MEMS陀螺仪。

[0005] 这些MEMS陀螺仪利用科里奥利(Coriolis)加速度而基于相对加速度的原理进行操作。当角速度被应用到在线性方向上被驱动的移动质量时,移动质量经受到表观力或科里奥利力,该表观力或科里奥利力确定了其在如下方向上的位移,该方向垂直于线性驱动方向以及该角速度围绕其而被应用的轴线。

[0006] 移动质量经由弹性元件而在衬底上方被支撑,这些弹性元件使得其在驱动方向上的驱动以及在表观力方向上的位移成为可能,该位移与该角速度直接成比例。

[0007] 移动质量的位移例如可以经由电容性转导系统被检测,该电容性转导系统确定移动电极(它们关于移动质量被固定)与固定电极(它们关于衬底被固定)之间的电容变化。

[0008] 图1是已知类型的MEMS陀螺仪的微机械检测结构的示意性表示,其由1标示并且在包括衬底2的半导体材料(例如,硅)的裸片中被制作。

[0009] 检测结构1拥有基本上平面的配置,该配置具有处于互相正交的第一水平轴线x和第二水平轴线y所定义的水平平面xy中的主要延伸,并且基本上平行于衬底2的平面,并且在平行于垂直轴线z的方向上关于前述主要延伸具有小的尺寸,垂直轴线z与第一和第二水平轴线x、y形成三条正交轴线的集合。

[0010] 检测结构1包括第一驱动质量体4a和第二驱动质量体4b,它们在水平平面xy中具有延伸(纯粹通过示例的方式,基本上为矩形),并且通过弹性锚固元件6a、6b连接至关于衬底2被固定的相应的锚固部5a、5b。驱动质量体4a、4b被悬置在衬底2上方,在静止条件下平行于相同的衬底2。

[0011] 相应的驱动电极集合7a、7b被关联至每个驱动质量体4a、4b。每个驱动电极集合7a、7b包括:相应的多个移动电极8a、8b,它们关于相应的驱动质量体4a、4b被固定并且在外部延伸至驱动质量体4a、4b;以及相应的多个固定电极9a、9b,它们关于衬底2被固定并且与移动电极8a、8b成梳齿状。

[0012] 来自用于驱动MEMS陀螺仪的电子电路(这里未图示)的适合的电偏置信号通过电极的相互且交替的静电吸引来确定驱动质量体4a、4b在线性驱动方向上(在该示例中是沿着第二水平轴线y)的振荡驱动移动。特别地,如后文所描述的图2中的箭头所指示的,第一和第二驱动质量体4a、4b在驱动方向的相反意义上被驱动。

[0013] 弹性锚固元件6a、6b因此被配置为遵从于这一驱动移动。

[0014] 检测结构1进一步包括被驱动质量体10,其被布置在第一和第二驱动质量体4a、4b之间(在第一水平轴线x的方向上),并且通过弹性连接元件11a、11b连接至驱动质量体4a、4b。被驱动质量体10也被悬置在衬底2的上方,在静止条件下与之平行。

[0015] 被驱动质量体10具有在水平平面xy中的主要延伸,例如具有矩形形状,并且在中心定义空置空间12,其中心0与整个结构的形心和对称中心相一致。

[0016] 耦合单元14被布置在空置空间12之内,被配置用于将被驱动质量体10弹性地耦合并锚定至衬底2。

[0017] 特别地,耦合单元14包括刚性元件15,刚性元件15在该示例中沿着第一水平轴线x具有直线延伸,被布置在空置空间12的中心处,通过弹性元件(未示出)弹性地连接至被驱动质量体10,并且通过相应的弹性连接元件16(它们在该示例中沿着第二水平轴线y具有线性延伸)进一步连接至中心锚固元件17。

[0018] 在使用中,并且如图2中示意性地示出的(其中为了清楚地说明再次示意性地示出了检测结构1),耦合单元14被配置为响应于驱动质量体4a、4b在相反方向上的驱动移动(如箭头所表示)而使得被驱动质量体10能够在传感器平面xy(关于衬底2)绕垂直轴线z进行旋转。基本上,被驱动质量体10由驱动质量体4a、4b的移动拉动旋转,在该示例中是在逆时针方向上。

[0019] 响应于驱动移动并且在存在绕第一水平轴线x作用的角速度的情况下,驱动质量体4a、4b上生成沿着垂直轴线z定向的科里奥利力,其引起相同的驱动质量体4a、4b在传感器平面xy之外的相应旋转,在该示例中是绕第二水平轴线y。在驱动质量体4a、4b下方布置于衬底2上的适合电极(此处未图示)通过与相同的驱动质量体4a、4b的电容性耦合而使得能够检测到如下的量,该量指示绕第一水平轴线x(其因此构成用于MEMS陀螺仪的第一检测轴线)的角速度的值。

[0020] 以基本上类似的方式,再次地是响应于驱动移动并且在存在绕第二水平轴线y作用的角速度的情况下,被驱动质量体10上生成沿着垂直轴线z定向的科里奥利力,这引起其在传感器的平面xy之外的相应旋转,在该示例中是绕第一水平轴线x。再次地,在被驱动质量体10下方布置于衬底2上的适合电极(此处未示出)通过与相同的被驱动质量体10的电容性耦合而使得能够检测到如下的量,该量指示绕第二水平轴线y(其因此构成用于MEMS陀螺仪的第二检测轴线)作用的角速度的值。

[0021] 尽管从许多视角来看是有利的,但是先前所描述的检测结构1不是完全令人满意的。

[0022] 特别地,本申请人已经发现:检测结构之间在其电气测试期间(当它们耦合至相同的测试结构时)的不合意串扰;由于驱动移动在对应封装中引起的振动;MEMS传感器设备的零电平的振荡和不稳定性(所谓的ZRL—零率电平);以及额外的对导致绕垂直轴线z的旋转加速度的不合意的外部应力和振动的非零敏感度。

## 发明内容

[0023] 本解决方案的目的是提供一种具有改进的机械和电气特性的MEMS传感器设备(特别是MEMS陀螺仪)的检测结构。

[0024] 根据本解决方案,因此提供了一种检测结构和MEMS传感器设备。具体地,所提供的微机械检测结构包括:包括半导体材料的衬底;驱动质量体布置,耦合至驱动电极集合并且被设计为在驱动电极集合的电偏置之后在驱动移动中被驱动;第一锚固单元,耦合至驱动质量体布置并且被配置为在第一锚固部处将驱动质量体布置弹性地耦合至衬底;被驱动质量体布置,通过耦合单元被弹性地耦合至驱动质量体布置,并且被设计为在驱动移动所引起的运动中被驱动;以及第二锚固单元,耦合至被驱动质量体布置并且被配置为在第二锚固部处将被驱动质量体布置弹性地耦合至衬底,其特征在于,驱动质量体布置和被驱动质量体布置、第一锚固单元和第二锚固单元、以及耦合单元、以及驱动移动被联合配置用于抵消在第一锚固部和第二锚固部处作用于衬底上的力和扭矩的合量。此外,所提供的MEMS传感器设备包括上述微机械检测结构。

## 附图说明

[0025] 为了更好地理解本解决方案,现在参考附图纯粹通过非限制性示例的方式来描述其优选实施例,在附图中:

[0026] 图1是已知类型的MEMS传感器设备的微机械检测结构的示意性俯视图;

[0027] 图2示出了图1的检测结构,它的驱动移动已经被突出显示;

[0028] 图3是根据本解决方案的第一实施例的MEMS传感器设备的微机械检测结构的示意性俯视图;

[0029] 图4示出了图3的检测结构,它的驱动移动已经被突出显示;

[0030] 图5是根据本解决方案的第二实施例的MEMS传感器设备的微机械检测结构的示意性俯视图;

[0031] 图6示出了图5的检测结构,它的驱动移动已经被突出显示;以及

[0032] 图7是MEMS传感器设备的总体框图。

## 具体实施方式

[0033] 如后文将被澄清的,本解决方案源自于本申请人的如下认识:先前所强调的问题一般是由于作为驱动移动的结果由移动质量(驱动质量体和被驱动质量体)在对应的锚固部处在衬底上(并且因此在对应的封装上)的惯性效应所施加的力和扭矩的非零合量。

[0034] 特别地,参考图2,在已知类型的检测结构1中,归因于被驱动质量10绕垂直轴线z的旋转,在衬底2上在耦合单元14处生成了扭矩。

[0035] 本申请人已经认识到,被传送至衬底2以及封装的前述扭矩在电气测试操作期间例如导致与其他检测结构的不合意的耦合,或者一般导致不合意的扰动效应。

[0036] 如将详细描述,首先参考图3,本解决方案的特定方面因此设想到提供一种由20所指示的检测结构,其中驱动质量体/被驱动质量体和用于耦合并锚固至衬底2的对应弹性元件的布置和配置、以及对应驱动移动的方向诸如将引起在对应锚固部处施加于衬底2上的力和扭矩的基本上且理想地为零的合量。



- [0037] 换句话说,衬底2上的各种移动质量的惯性效应在力和扭矩方面诸如将相互补偿。
- [0038] 详细地说,在第一实施例中,检测结构20基本上等同于图1的检测结构1(类似的元件因此在这里没有再次被描述,并且由相同的参考标号所标示),区别在于它包括第一耦合元件22a和第二耦合元件22b,它们分别将被驱动质量体10弹性地耦合至第一驱动质量体4a和第二驱动质量体4b。
- [0039] 这些耦合元件22a、22b被配置为在衬底2上生成扭矩以诸如基本上补偿由于被驱动质量体10的旋转所致的扭矩;扭矩的合量因此作为该驱动移动的结果而基本上为零。这些耦合元件22a、22b特别地引起被驱动质量体10的速度或驱动方向关于参考图2所描述的传统解决方案的逆转。
- [0040] 每个耦合元件22a、22b被配置为定义刚性连接元件24,刚性连接元件24具有连接至被驱动质量体10的第一末端和连接至相应驱动质量体4a、4b的第二末端,以便于定义相应的铰接耦合(经由相应的弹性铰链元件,这里未图示出)。
- [0041] 刚性连接元件24在静止时具有纵向延伸,在该示例中是沿着第一水平轴线x。前述刚性连接元件24(其理想地可以被考虑为具有对弯曲的无限刚度)在其处于被驱动质量体10与相应的驱动质量体4a、4b之间的中间部分(例如在其中心部分)具有到衬底2的约束点(其在驱动质量4a、4b的移动期间是受力的,也就是说,基本上对平移保持固定)。特别地,前述中间部分在前述约束点处铰接至检测结构20的衬底2,在该示例中是通过一对相应的锚固部25,前述中间部分经由相应的弹性铰链元件26连接到该对相应的锚固部25。
- [0042] 刚性连接元件24因此理想地在中心处铰接至衬底2,并且在它的末端处铰接至被驱动质量体10和相应的驱动质量体4a、4b,因此基本上作为摇臂(或者作为具有中心支点的杠杆)进行操作。
- [0043] 在操作期间,如图4中示意性示出的,刚性连接元件24在水平平面xy中绕中心约束点自由旋转,但是不平移。因此,驱动质量体4a、4b在驱动方向(在该示例中,沿着第二水平轴线y)的相反意义上的驱动移动在这种情况下导致被驱动质量体10在顺时针方向上的旋转(即,在与图1的已知解决方案的方向相反的方向上)。
- [0044] 特别地,如在前述图4中所突出显示的,耦合元件22a、22b被配置为在相应的中心约束处在衬底2上施加如下的总扭矩(在该示例中,在逆时针方向上),该总扭矩与被驱动质量体10的耦合元件14由于相同的被驱动质量体10绕垂直轴线z的旋转而在中心锚固元件17处施加于相同衬底2上的扭矩(在该示例中,在顺时针方向上)相等且相反。
- [0045] 此外,在这个实施例中,由于驱动质量体4a、4b的驱动移动而施加于锚固部5a、5b上的力的合量基本上为零,至于个体驱动质量体4a、4b所施加的力基本上被补偿(假定相应的驱动移动在驱动方向上彼此相反)。
- [0046] 因此,有利的是,作用于衬底2上的力的合量以及扭矩的合量这两者都基本上为零。
- [0047] 以从已经讨论的内容来看将是明显的方式,被驱动质量体10的、驱动质量体4a、4b的、以及用于耦合并锚固至衬底2的相应元件的机械特性(例如,在弹性元件的惯性质量和刚度方面)被设计,以便于确保在相反方向上所生成的力和扭矩基本上相等并因此相互补偿,并且基本上抵消了作用于衬底2上的力和扭矩的合量。
- [0048] 在一种可能的实施例中,先前所定义每个弹性铰链元件可以包括相应的弹簧

对,它们具有纵向延伸(例如,沿着第二水平轴线 $y$ )并且被设置为从相应的铰接点开始的彼此的延长。

[0049] 参考图5,现在提出本解决方案的第二实施例的描述,其设想到驱动质量体/被驱动质量体以及用于耦合并锚固至衬底2的对应弹性元件的不同布置,以诸如再次在对应锚固部处引起施加于相同衬底2上的力和扭矩的基本上为零的合量。

[0050] 特别地,在这个第二实施例中,检测结构(再次由20标示)包括第三驱动质量体4c,在该示例中基本上为矩形,具有在水平平面 $xy$ 中的延伸,并且通过相应的弹性锚固元件6c连接至相应锚固部5c,锚固部5c关于衬底2被固定。第三驱动质量体4c被悬置在衬底2上方,在静止条件下平行于相同的衬底2。

[0051] 第三驱动质量体4c沿着第一水平轴线 $x$ 被布置在第一和第二驱动质量体4a、4b之间。第三驱动质量体4c的几何中心0在这种情况下表示检测结构20的形心和对称中心。

[0052] 相应的驱动电极集合7c与第三驱动质量体4c相关联,其包括相应的多个移动电极8c(关于相同的第三驱动质量体4c被固定)、以及相应的多个固定电极9c(关于衬底2被固定并且与移动电极8c成梳齿状)。

[0053] 来自用于驱动MEMS陀螺仪的电子电路(未示出)的适当电偏置信号通过电极的相互且交替的静电吸引来确定第三驱动质量体4c在线性驱动方向上的相应驱动移动,在该示例中沿着第二水平轴线 $y$ 。

[0054] 特别地,在这个实施例中,如在接下来的图6中由箭头表示的,第一和第二驱动质量体4a、4b在驱动方向的相同意义上被驱动,而第三驱动质量体4c在相同驱动方向的相反意义上被驱动。

[0055] 检测结构20在这种情况下包括:一对被驱动质量体(被悬置在衬底2上方,在静止条件下与之平行),并且特别是:再次由10标示的第一被驱动质量体,其布置在第一和第三驱动质量体4a、4c之间(在第一水平轴线 $x$ 的方向上)并且通过(例如,线性类型的)弹性连接元件11a、11b连接至相同的驱动质量体4a、4c;以及第二被驱动质量体30,其布置在第二和第三驱动质量体4b、4c之间(在第一水平轴线 $x$ 的方向上)并且通过(例如,也是线性类型的)相应的弹性连接元件31a、31b连接至相同的驱动质量体4b、4c。

[0056] 每个被驱动质量体10、30拥有在水平平面 $xy$ 中的主要延伸,具有例如为矩形的形状,并且在中心处定义了空置空间12、32,其内部被布置的是相应的耦合单元14、34,耦合单元14、34被配置用于将相应的被驱动质量体10、30弹性耦合并锚固至衬底2。

[0057] 每个耦合单元14、34包括刚性元件15、35,刚性元件15、35被布置在空置空间12、32的中心,弹性地连接至相应的被驱动质量体10、30,并且进一步通过相应的弹性连接元件16、36弹性地连接至中心锚固元件17、37,弹性连接元件16、36在该示例中具有线性延伸。

[0058] 特别地,在图5中所图示的示例中,与第一被驱动质量体10相关联的弹性连接元件16具有沿着第二水平轴线 $y$ 的线性延伸,而与第二被驱动质量体30相关联的弹性连接元件36具有沿着第一水平轴线 $x$ 的线性延伸(假定它们进一步被配置以便于使得相同的被驱动质量体10、30在检测到相应的角速度时能够旋转)。此外,在图5的相同示例中,耦合至第一被驱动质量体10的刚性元件15具有沿着第一水平轴线 $x$ 的线性延伸,而耦合至第二被驱动质量体30的刚性元件35具有沿着第二水平轴线 $y$ 的线性延伸。

[0059] 在操作期间,如图6中所示出的,响应于驱动移动,第一和第二被驱动质量体10、30

在传感器的平面 $xy$ 中关于衬底2并且绕垂直轴线 $z$ 在相反方向上(在该示例中,第一被驱动质量体10在逆时针方向上并且第二被驱动质量体30在顺时针方向上)进行旋转。

[0060] 因此,在衬底2上由于被驱动质量体10、30的旋转而生成基本上为零的合成扭矩,至于在相应的耦合单元14、34以及相应的中心锚固元件17、37处,生成具有基本上相同值但是在相反方向上取向的扭矩,因此互相补偿。

[0061] 再次地,事实上,被驱动质量体10、30以及相应的耦合单元14、34的机械特性(例如,在惯性质量和刚度方面)被设计为获得前述在相反方向上所生成的基本上等同的扭矩,并且基本上抵消了衬底2上的合成扭矩。

[0062] 此外,在这种情况下,由于驱动质量体4a、4b、4c的驱动移动而施加于锚固部5a、5b、5c上的力的合量基本上为零,至于个体驱动质量体4a、4b、4c所施加的力(针对第一和第二驱动质量体4a、4b在驱动方向的第一意义上,并且针对第三驱动质量体4c在相同驱动方向的第二意义上)基本上被补偿,再次是由于驱动质量体4a、4b和4c以及相对应的耦合和锚固弹性元件的机械特性的适当定量(sizing)。

[0063] 在这种情况下,检测移动由第一和第二被驱动质量体10、30执行,作为由于驱动移动而生成的科里奥利力的结果,第一和第二被驱动质量体10、30能够例如分别绕第一水平轴线 $x$ 和第二水平轴线 $y$ 进行转动。

[0064] 所提出的解决方案的优点从前述描述来看是清楚的。

[0065] 在任何情况下,要再次强调,本解决方案使得能够提供特别是用于MEMS传感器设备(例如MEMS陀螺仪)的微机械检测结构,其在移动质量的锚固部处具有作用于衬底上的力和扭矩的基本上为零的合量。

[0066] 以这种方式,有可能防止不合意的应力从微机械检测结构传送至传感器设备的衬底和封装,因此解决了先前所强调的问题,其中有:检测结构之间在它们的电气测试期间的不合意耦合;在驱动移动之后对应封装中所引起的振动;零电平的振荡和不稳定;以及对导致绕垂直轴线 $z$ 的旋转加速度的不合意外部应力和振动的敏感性。

[0067] 即使先前所描述的两个实施例都具有上文所强调的相同的有利特性,然而第一实施例(图3)至少在一些环境中可能比第二实施例(图5)更为有利,这例如是由于存在较小数目的移动质量、更好的面积占用、较小数目的弹性耦合元件、以及更大的所产生的构造简易度和对制造过程散布(spread)更大的不敏感性。

[0068] 在任何情况下,如先前所提到的,在MEMS传感器设备中使用检测结构20是有利的。

[0069] 就此而言,图7示意性地示出了传感器设备40,例如MEMS陀螺仪,传感器设备40包括:检测结构20,被设计为生成作为至少一个感兴趣量(例如,在陀螺仪的情况下为角速度)的函数的至少一个电检测量;以及电子电路42(所谓的ASIC—专用集成电路),电耦合至检测结构20并被设计为向检测结构20供应驱动和偏置电量,并且进一步被设计为例如通过放大和滤波操作来处理所检测的电量。

[0070] 特别地,检测结构20和电子电路42可以在相应的半导体材料的裸片中被制作,它们被容纳于相同的封装44之中,例如采用它们并排或垂直堆叠在彼此之上地被布置的配置。

[0071] 最后,清楚的是,可以对本文已经描述并图示的内容进行修改和变化,而不会由此偏离如所附权利要求中所限定的本解决方案的范围。

[0072] 就此而言,所要再次强调的是,除了先前通过示例的方式已经说明的内容之外可以设想到不同的实施例,其中在任何情况下,移动质量以及用于耦合并锚固至衬底的对应弹性元件的配置和布置将诸如在适当驱动移动之后导致衬底上基本上为零的合力以及合成扭转力矩。

[0073] 特别地,可以设想到移动质量的不同运动布置、以及用于锚固至衬底的对应元件的不同配置。

[0074] 此外,所强调的是,所描述的解决方案可以在MEME陀螺仪中或者还在不同且另外的惯性类型的MEMS设备中的双轴或三轴微机械检测结构找到有利的应用,其中所期望的是抵消作用于衬底上的力和扭矩的合量,或者在任何情况下使得它们明显减小,例如至少以因数十减小。

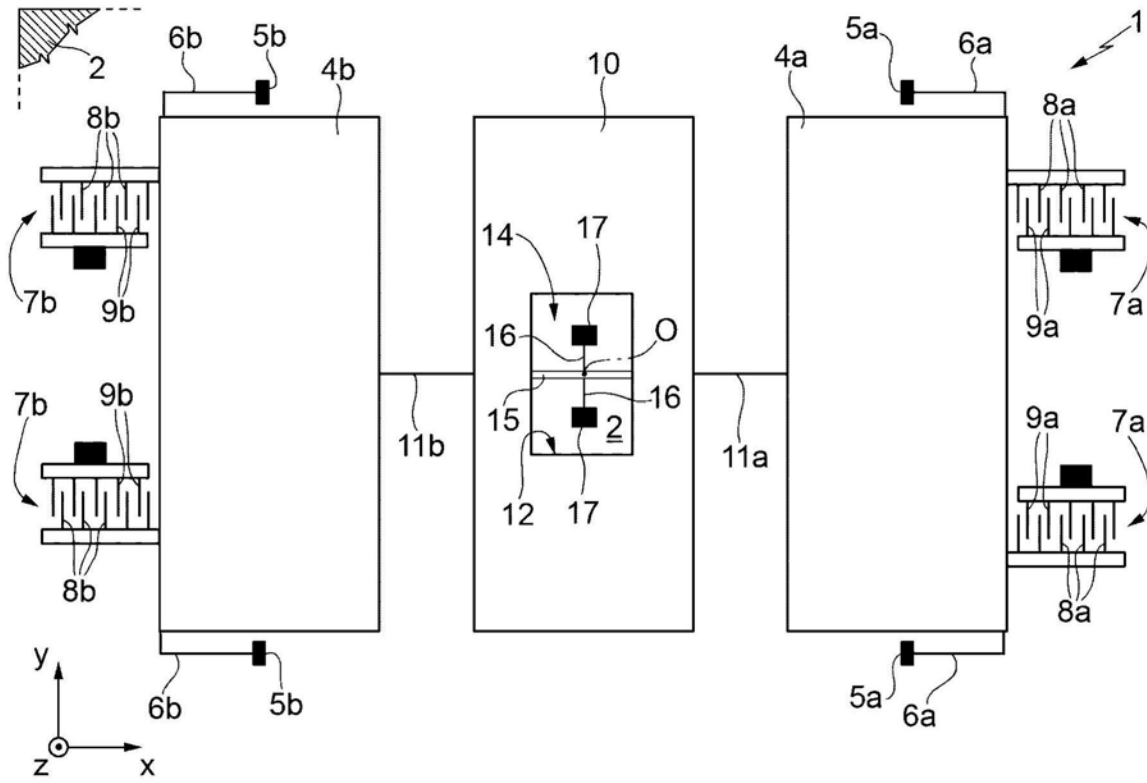


图1

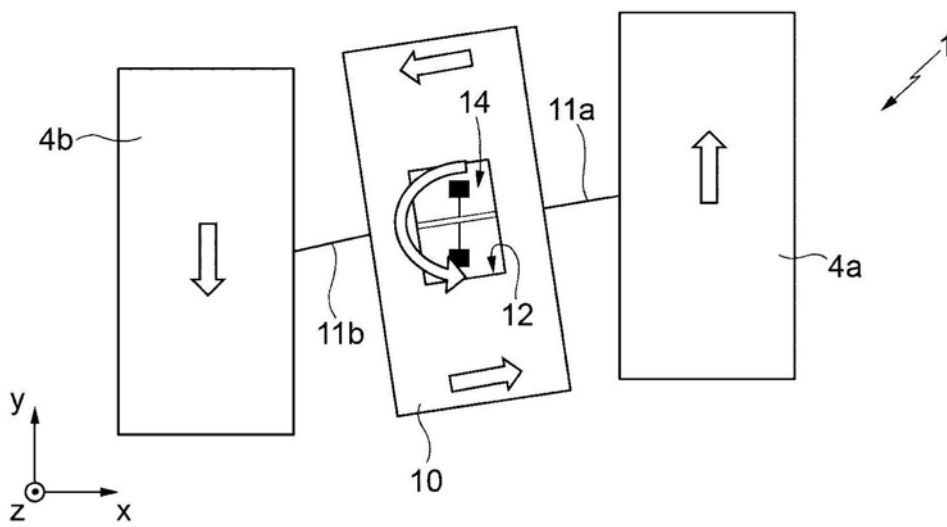


图2

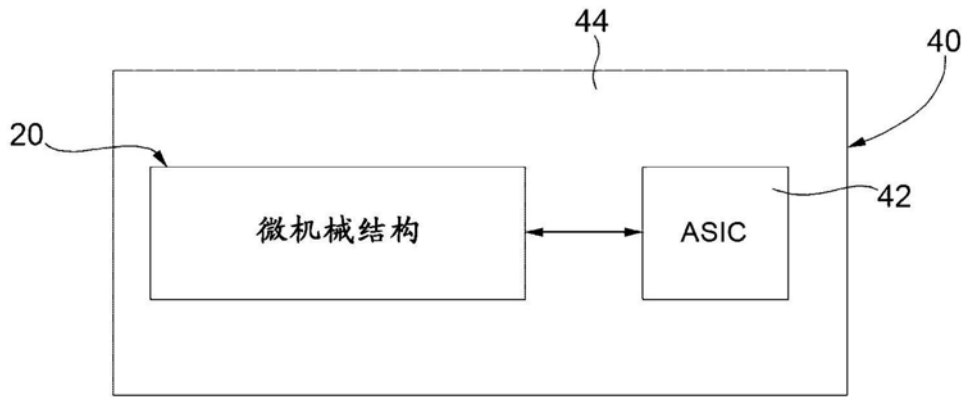


图7

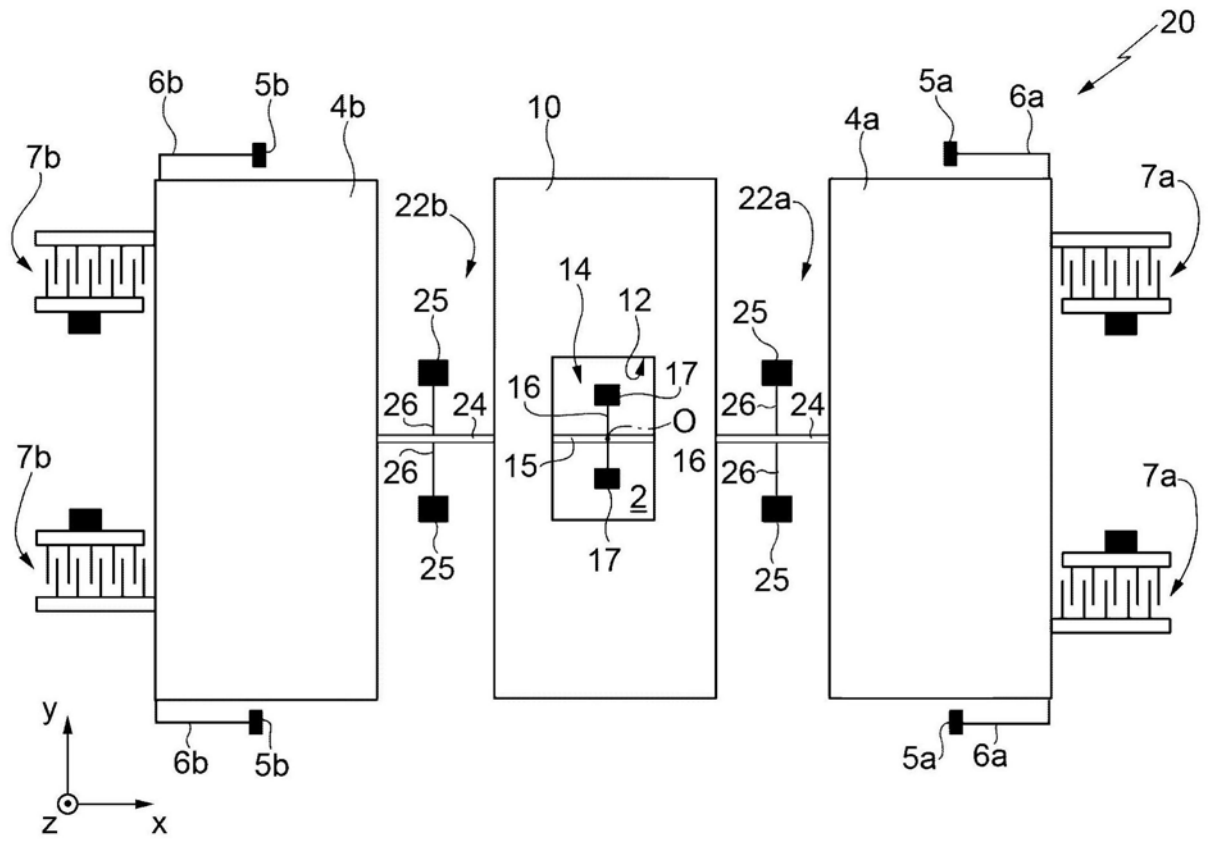


图3

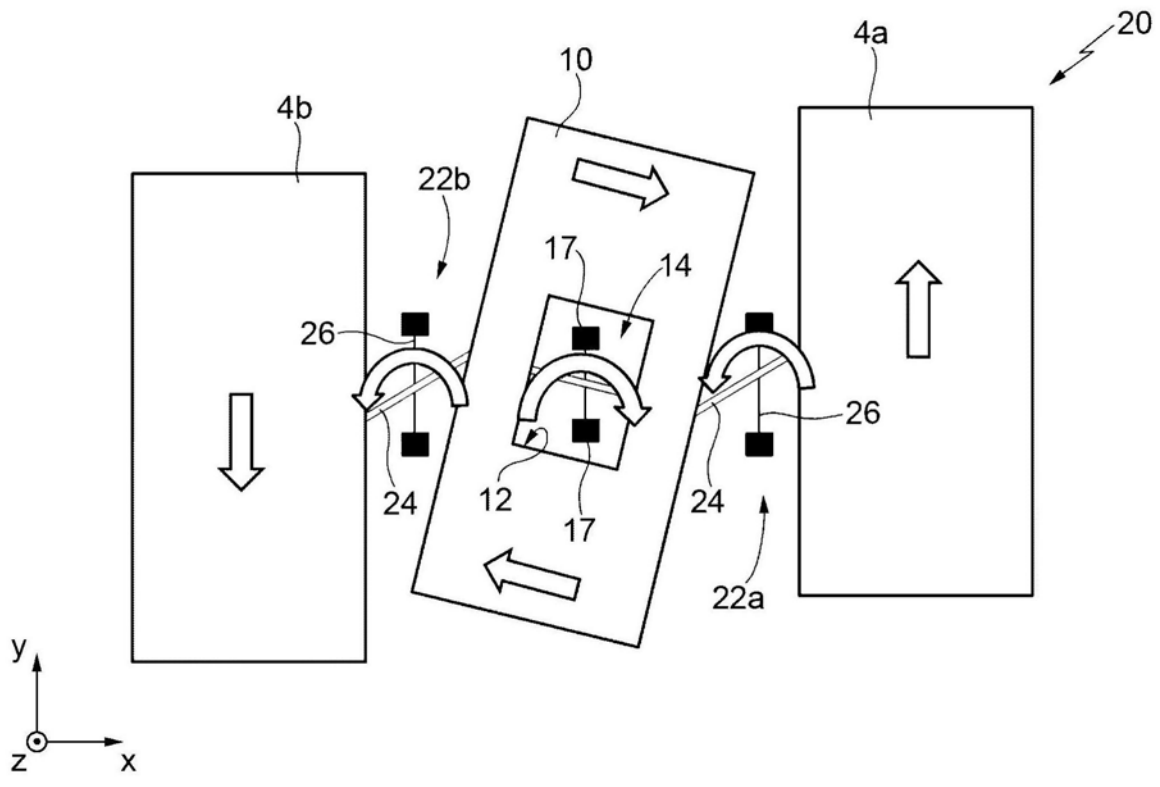


图4

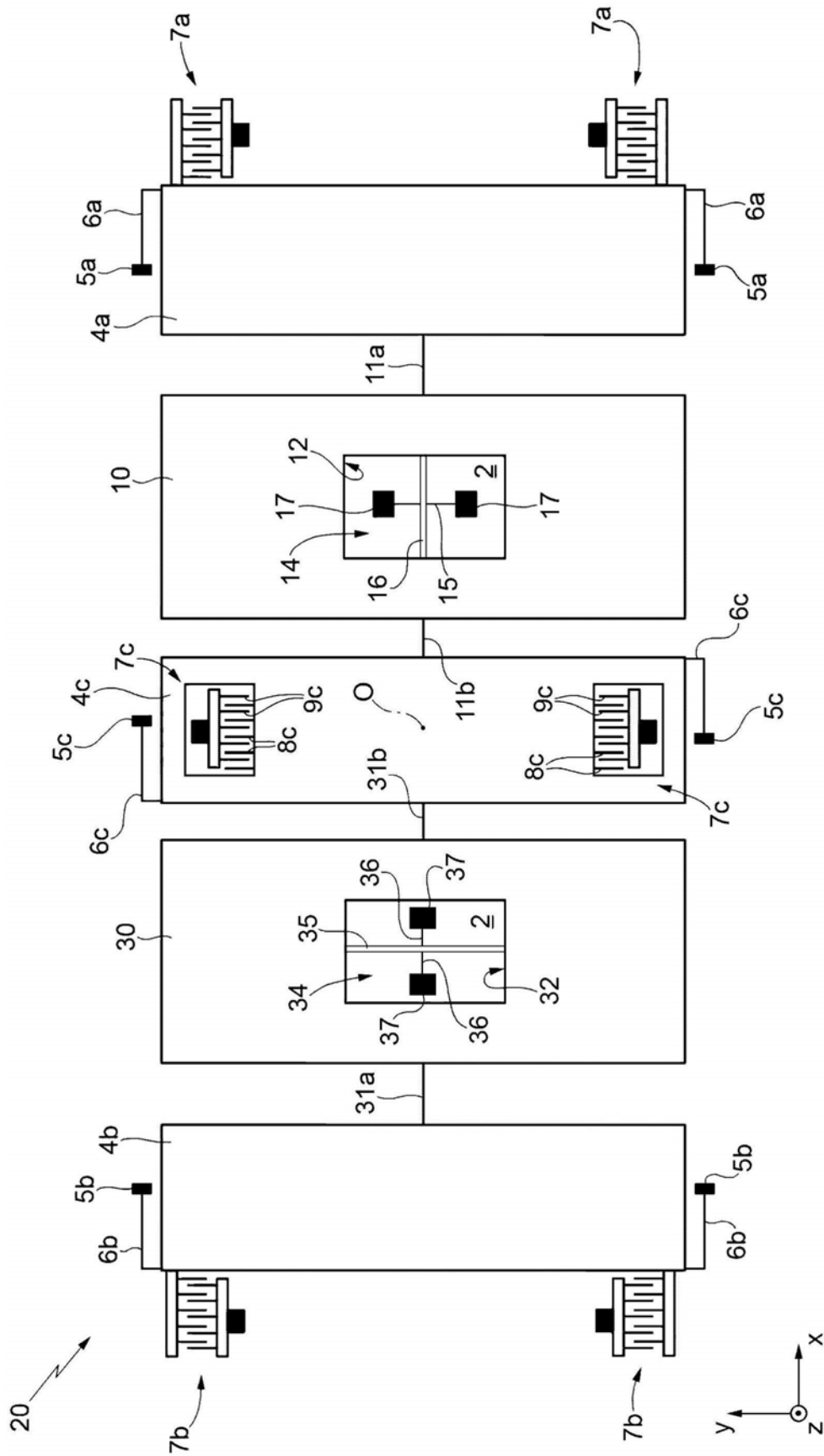


图5



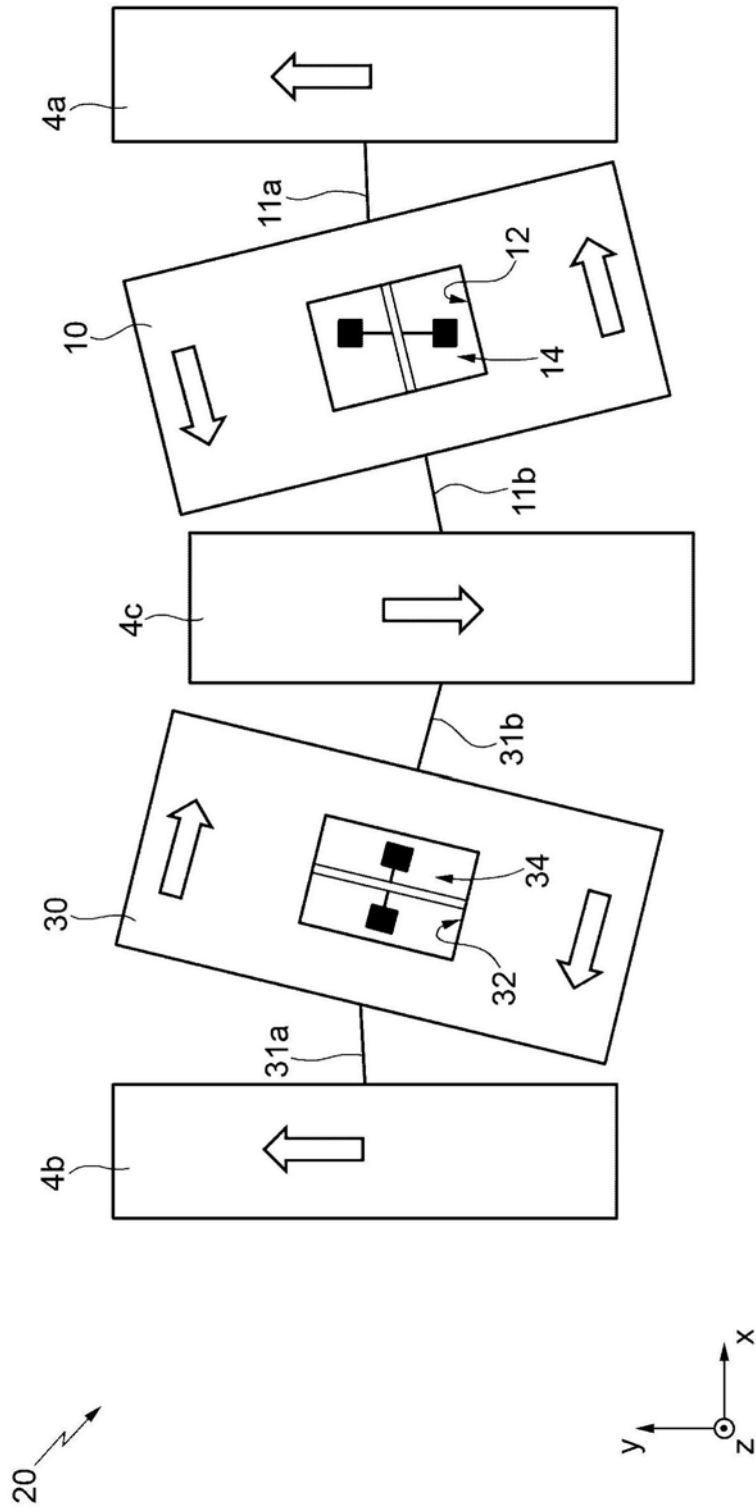


图6