



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102334009 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201080009206. 0

(22) 申请日 2010. 02. 03

(30) 优先权数据

102009001247. 8 2009. 02. 27 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 08. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/051300 2010. 02. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/097275 DE 2010. 09. 02

(73) 专利权人 玛克西姆综合公司

地址 奥地利格拉茨 - 莱布灵, A8403, 爱贝芬德酒店

(72) 发明人 伏尔克·坎普

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王永建

(51) Int. Cl.

G01C 19/5691 (2012. 01)

(56) 对比文件

US 2007/0266785 A1, 2007. 11. 22,

US 5349855 A, 1994. 09. 27,

CN 1826532 A, 2006. 08. 30,

CN 1530632 A, 2004. 09. 22,

CN 101135563 A, 2008. 03. 05,

CN 101839718 A, 2010. 09. 22,

DE 19610554 A1, 1996. 10. 24,

DE 10134620 A1, 2003. 02. 06,

US 6257057 B1, 2001. 07. 10,

US 2006/0042382 A1, 2006. 03. 02,

US 2004/0169244 A1, 2004. 09. 02,

US 5239868 A, 1993. 08. 31,

CN 1841020 A, 2006. 10. 04,

审查员 徐建营

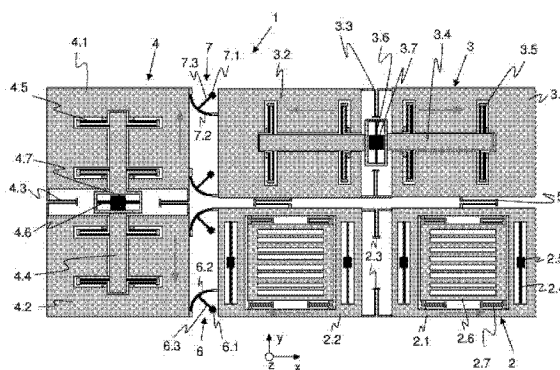
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

微机电传感器

(57) 摘要

本发明提出一种微机电传感器(MEMS) (1), 包含多个在一 x-y 平面内受线性驱动的驱动元件(2, 3, 4), 所述驱动元件布置在一衬底上, 用于测定所述衬底的转速矢量的至少两个(优选三个)分量, 其中, 存在两组驱动元件(2, 3; 4), 其大体在多个相互成直角的方向上受驱。本发明的微机电传感器(MEMS) (1) 的特征在于, 相互间成直角受驱的所述驱动元件(2, 4; 3, 4) 借助一耦合装置(6, 7) 彼此相连, 以实现同步运动, 所述耦合装置以可旋转的方式安装在所述衬底上。



CN 102334009 B

1. 一种 MEMS(1), 包含多个在一  $x$ - $y$  平面内受线性驱动的驱动元件, 所述驱动元件布置在一衬底上, 用于测定所述衬底的转速矢量的三个分量, 其中, 存在两组驱动元件, 其大体在多个相互成直角的方向上受驱, 其特征在于, 相互间成直角受驱的所述驱动元件借助第一耦合装置彼此相连, 以实现同步运动, 所述第一耦合装置以可旋转的方式安装在所述衬底上, 一组中的至少两个驱动元件可相对平行运动, 且同样借助第二耦合装置彼此相连。

2. 如权利要求 1 所述的 MEMS, 其特征在于, 至少两个平行受驱的驱动元件借助第二耦合装置彼此相连, 所述第二耦合装置在驱动方向上为刚性, 从而使两个驱动元件的驱动运动同步化。

3. 如权利要求 2 所述的 MEMS, 其特征在于, 所述第二耦合装置为相同类型。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的 MEMS, 其特征在于, 第一耦合装置为相同类型的耦合装置。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的 MEMS, 其特征在于, 第一耦合装置是一可绕一锚件旋转的支臂。

6. 如权利要求 5 所述的 MEMS, 其特征在于, 所述支臂呈弧形或圆形。

7. 如权利要求 5 所述的 MEMS, 其特征在于, 所述支臂在其第一末端区域内与沿  $x$  向受驱的驱动元件相连, 在其第二末端区域内与沿  $y$  向受驱的驱动元件相连。

8. 如权利要求 5 所述的 MEMS, 其特征在于, 在所述支臂和所述驱动元件之间设有一弹簧装置 (6.4, 7.4)。

9. 如权利要求 8 所述的 MEMS, 其特征在于, 所述弹簧装置 (6.4, 7.4) 在驱动方向上为刚性, 在与所述驱动方向成直角的方向上为柔性。

10. 如权利要求 1、2、7、8 和 9 中任一项所述的 MEMS, 其特征在于, 每个驱动方向上的驱动元件都成对设有子元件 (2.1, 2.2; 3.1, 3.2; 4.1, 4.2)。

11. 如权利要求 1、2、7、8 和 9 中任一项所述的 MEMS, 其特征在于, 一驱动元件沿  $x$  向受驱, 且借助一锚件以可整体或部分沿  $y$  向偏斜的方式布置在所述衬底上, 以便测定因所述衬底绕  $z$  轴旋转而产生的科氏力。

12. 如权利要求 1、2、7、8 和 9 中任一项所述的 MEMS, 其特征在于, 一驱动元件沿  $x$  向受驱, 且借助一锚件以可整体或部分绕  $y$  轴偏斜的方式布置在所述衬底上, 以便测定因所述衬底绕  $y$  轴旋转而产生的科氏力。

13. 如权利要求 1、2、7、8 和 9 中任一项所述的 MEMS, 其特征在于, 一驱动元件沿  $y$  向受驱, 且借助一锚件以可整体或部分绕  $x$  轴偏斜的方式布置在所述衬底上, 以便测定因所述衬底绕  $x$  轴旋转而产生的科氏力。

14. 如权利要求 1、2、7、8 和 9 中任一项所述的 MEMS, 其特征在于, 设有多个分配给所述驱动元件的驱动电极。

15. 如权利要求 1、2、7、8 和 9 中任一项所述的 MEMS, 其特征在于, 所述驱动元件具有一大体呈矩形的轮廓。

16. 如权利要求 10 所述的 MEMS, 其特征在于, 所述驱动元件具有反相受驱的子元件 (2.1, 2.2; 3.1, 3.2; 4.1, 4.2)。

17. 如权利要求 10 所述的 MEMS, 其特征在于, 至少其中一个所述驱动元件的子元件 (2.1, 2.2; 3.1, 3.2; 4.1, 4.2) 布置在一横臂上 (3.4, 4.4), 所述横臂以可倾斜的方式安装在所述衬底上。

## 微机电传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种微机电传感器 (MEMS), 包含多个在  $x-y$  平面内受线性驱动的驱动元件, 所述驱动元件布置在衬底上, 用于测定所述衬底的转速矢量的至少两个 (优选三个) 分量, 其中, 存在两组驱动元件, 这两组驱动元件大体在多个相互成直角的方向上受驱。

### 背景技术

[0002] 衬底上固定有多个受振荡驱动的驱动元件的 MEMS 传感器或 MEMS 陀螺仪是公知技术。这些驱动元件通常借助可弹性变形的弹簧布置在衬底上, 以此实现振荡运动。此外, 整个驱动元件或者驱动元件上的至少一个部件采用这样的安装方式, 当衬底绕规定轴线旋转而产生作用于受驱驱动元件的科氏力时, 驱动元件会在该科氏力的作用下, 在规定方向上振荡偏斜。通常也需为此设置有助于实现这种偏斜的弹簧。

[0003] 让弹簧只在规定方向上具有弹性, 是设计这种驱动元件时一贯的目标。尽量避免弹簧上出现叠加运动。为能测定衬底绕多个轴线的旋转, 即测定衬底转速矢量的多个分量, 已知的解决方案是结合使用多个能分别测定转速矢量的一个分量的上述传感器。这就需要在衬底上布置多个相同类型的驱动元件, 或者布置多个传感器, 使得转速矢量的待测分量能够通过驱动元件被所产生的科氏力引发的偏斜得到测定。各传感器或者传感器上的部件相应以能够测定转速矢量的各分量的方式进行布置。缺点是, 每个传感器都需要一个单独的驱动控制装置, 而且由于 (例如) 制造公差缘故, 无法避免驱动元件的运动频率存在差异。这会产生不同的科氏力, 而这些不同的科氏力又会导致驱动元件的偏斜不一致。相应的校正工作会大幅提高电子控制成本。

[0004] 现有技术中还有一类微机电陀螺仪, 其具有多个共同受驱的驱动元件, 以便测定转速矢量的多个分量。这类传感器在体积方面没有对微机电技术中的矩形可用空间加以最佳利用, 因此会产生附加成本。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种简单的低成本 MEMS 陀螺仪, 这种陀螺仪易于制造, 但仍具有较高的测量精度。

[0006] 本发明用来达成上述目的的解决方案为一种具有权利要求 1 所述特征的微机电传感器。

[0007] 本发明的微机电传感器又称 MEMS 陀螺仪, 具有多个在  $x-y$  平面内受线性驱动的驱动元件。这些驱动元件布置在衬底上, 用于测定所述衬底的转速矢量的至少两个 (优选三个) 分量。设有两组大体在相互成直角的方向上受驱的驱动元件。根据本发明, 相互间成直角受驱的驱动元件借助耦合装置彼此相连, 以实现同步运动, 该耦合装置以可旋转的方式安装在衬底上。如果设有两个相互间成直角受驱的驱动元件, 就可测定转速矢量的两个分量。但是, 优选在至少一个驱动元件组中设有两个平行受驱的驱动元件, 这两个驱动元件可在所产生的科氏力的作用下做不同的偏斜运动, 这样就能测定转速矢量的两个分量。这两

个构造相同的平行受驱驱动元件优选借助本发明的耦合装置与第二组中与之成直角受驱的驱动元件相连,以实现同步运动。这样可测定转速矢量的三个分量,也即,可以测定传感器或衬底绕 x 轴、y 轴和 z 轴的旋转。

[0008] 所述耦合装置使两组驱动元件相互间成直角的运动同步化。也即,驱动元件的同步振荡得到支持。其中一组驱动元件的运动方向被耦合装置改变为另一组驱动元件的运动方向。所述耦合装置具有能避免驱动元件不均匀振荡的刚性。两个通过耦合装置相连的驱动元件使该耦合装置发生振荡旋转运动。通过用耦合装置连接两个驱动元件,可以确保这两个通过耦合装置相连的驱动元件同步做振荡线性运动。因此,本发明的耦合装置可以使 MEMS 陀螺仪(由多个各负责测定转速矢量的一个分量的感测装置构成)的受驱驱动元件共同均匀振荡,借此保证对所产生的科氏力的反应的均一性,从而使本发明的微机电传感器具有较高的测量精度。

[0009] 根据本发明的优选实施方案,一组中的驱动元件可相对平行运动,至少两个平行受驱的驱动元件同样借助耦合装置彼此相连。所述耦合装置在驱动方向上为刚性,从而使两个驱动元件的驱动运动同步化。这样一来,不仅相互间成直角受驱的驱动元件能同步振荡,平行受驱的驱动元件也能同步运动。由此而得到的系统整体上能测定转速矢量的三个分量,还能在同步振荡的驱动元件基础上,通过传感器的相应旋转产生相应的科氏力和偏斜。这样能精确测定相应旋转。此外还能得到一种结构简单、能够对矩形可用空间进行最佳利用的三维陀螺仪,这种陀螺仪可以较低的电子控制成本提供较高的测量精度。

[0010] 根据本发明的优选实施方案,所述多个用于使所述驱动元件的平行运动同步化的耦合装置为相同类型的耦合装置。这样能同步传递运动方向,即便在传感器某个分区的驱动元件逆向振荡以测定转速矢量的一个分量的情况下,也是如此。其中,所述驱动元件的逆向振荡部件与另一平行受驱驱动元件的逆向振荡部件是相同的。因此,驱动部件的平行逆向受驱部件以相同方式同步实现同步化。

[0011] 根据本发明的另一优选实施方案,所述多个用于使相互间成直角的运动同步化的耦合装置为相同类型的耦合装置。即使在驱动元件内部进行逆向运动的情况下,通过这个实施方案也能以相同的方式使该逆向运动与与之成直角受驱的驱动元件实现同步,进而也能实现相同的运动。

[0012] 根据本发明特别优选的实施方案,所述用于使相互间成直角的运动同步化的耦合装置是可绕锚件旋转的支臂。该支臂优选相对于压力和拉力为刚性,因而可以通过驱动元件的运动,对成直角受驱的驱动元件施加压力或拉力。借此避免耦合装置发生弹性变形,否则将无法保证驱动元件两个方向上的运动同步化。所述支臂可围绕固定在衬底上的锚件进行旋转,通过该支臂的刚性可对速度较慢的驱动元件施加压力或拉力,最终实现相同的振荡运动。

[0013] 特别优选地,所述支臂呈弧形。这样可将力以最佳方式从其中一个运动方向传递到与之成直角的另一运动方向上。

[0014] 所述支臂优选在其第一末端区域内与所述沿 x 向受驱的驱动元件相连,在其第二末端区域内与所述沿 y 向受驱的驱动元件相连。这样能减小支臂的受驱质量,因为支臂只建立从一个驱动元件到另一驱动元件的连接。

[0015] 所述支臂优选呈圆形,以便构建特别稳定的支臂。这样一来,该支臂本身就是一个

稳定的部件,几乎不会因受到压力或拉力作用而变形。借此能非常精确地使两驱动元件同步化,因为支臂本身基本上不会发生变形,从而排除了两驱动元件出现速度差的可能性。

[0016] 如果在支臂和驱动元件之间设置弹簧装置,就能有效避免相互间成直角的运动方向有可能引起的过大张力。从而减小让驱动元件做运动所需要的驱动能量。也能减小驱动元件的振荡强度。

[0017] 所述弹簧装置优选在驱动方向上为刚性,在与驱动方向成直角的方向上为柔性。每个弹簧装置各对应于一个运动方向,且布置在所述支臂和驱动元件上。这样可沿驱动方向将推力或拉力传递到支臂上。借助在该方向上采用柔性设计的弹簧装置可以对连接点因支臂旋转而发生的位置变化进行补偿,而且也不会产生过大张力。

[0018] 每个驱动方向上的驱动元件优选都采用成对设计,以便能均匀地传导和同步化振荡运动。这样可以使力的传导特别均匀,且不会产生过大张力。

[0019] 优选地,其中一个驱动元件沿 x 向受驱,且借助锚件以可完全或部分沿 y 向偏斜的方式布置在衬底上。这样能测定因衬底绕 z 轴旋转而产生的科氏力。

[0020] 为能测定转速矢量的第二分量,其中一个驱动元件优选沿 x 向受驱,且借助锚件以可完全或部分绕 y 轴偏斜的方式布置在衬底上。这样能测定因衬底绕 y 轴旋转而产生的科氏力。

[0021] 为能测定转速矢量的第三分量,其中一个驱动元件优选沿 y 向受驱,且借助锚件以可完全或部分绕 x 轴偏斜的方式布置在衬底上。这样能测定因衬底绕 x 轴旋转而产生的科氏力。使用两个或三个上述驱动元件可以测定传感器的转速矢量的两个或三个分量。因此通过布置普通的已知驱动元件,可以测定传感器的三种旋转运动。此外通过使驱动元件的驱动运动同步化,还可以共用一个低价的驱动控制装置,并且在测定转速矢量的任何一个分量时都能获得精确的测量结果。

[0022] 根据本发明的优选实施方案,所述驱动元件由分配给这些驱动元件的驱动电极驱动。这些驱动电极中的一部分固定在衬底上,另一部分固定在驱动元件上。在成对设置的驱动电极上反相施加交流电压,从而使驱动元件交替地朝成对的两个驱动电极的方向受到引力作用。这样能让驱动元件做振荡运动。

[0023] 根据本发明的优选实施方案,所述驱动元件具有大体呈矩形的轮廓。这样一来,这些驱动元件就能紧凑地布置在衬底上,并且整体上只需要一个较小的轮廓,尤其是矩形轮廓。这样就能获得一个体积特别小的用于检测两个或三个转速矢量分量的传感器。

[0024] 所述驱动元件优选具有反相受驱的子元件,以便获得特别平衡且无干扰性转矩的 MEMS 传感器。受驱质量相互抵消,因此在未产生科氏力的情况下,总转矩为 0。在此情况下,传感器将提供特别精确的测量结果。

[0025] 为能测定衬底绕某一轴线的旋转,至少相应驱动元件的子元件优选布置在横臂上,所述横臂以可倾斜的方式安装在衬底上。其中特别优选地,所述耦合装置虽能沿驱动方向传递推力或拉力,但另一方面也能通过其在 z 向上的较大刚性,确保驱动元件能够做偏离 x-y 平面的逆向偏斜。

## 附图说明

[0026] 下面借助实施例对本发明的其他优点进行说明。其中：

[0027] 图 1 为具有矩形轮廓和弧形耦合装置的三维陀螺仪；

[0028] 图 2 为具有矩形轮廓和圆形耦合装置的三维陀螺仪。

### 具体实施方式

[0029] 图 1 为具有矩形轮廓的三维 MEMS 陀螺仪 1。微机电传感器 1 由三个驱动元件 2、3 和 4 构成。每个驱动元件 2、3 和 4 分别用于测定转速矢量的一个分量。驱动元件 2 由两个子元件 2.1 和 2.2 构成。子元件 2.1 和 2.2 在附图未展示的驱动电极的驱动下做反向振荡。它们借助弹簧对 2.3 彼此相连。弹簧 2.3 在 x 向上采用弹性设计，因此子元件 2.1 和 2.2 可以相互靠近，也可以彼此分离，并且做同步的逆向运动。

[0030] 每个子元件 2.1 和 2.2 都通过弹簧 2.4 安装在锚件 2.5 上。每个子元件 2.1 和 2.2 内部都设有多个可沿 y 向偏斜的感测元件 2.6。为此，子元件 2.1 和 2.2 以及感测元件 2.6 借助弹簧对 2.7 彼此相连。驱动元件 2 借助锚件 2.5 布置在衬底上，当该衬底沿 z 向旋转时，会产生一个使感测元件 2.6 沿 y 向偏斜的科氏力。这一偏斜可以借助附图未展示的例如电极或电容器加以测定，这些电极或电容器定位在衬底上的凹槽内。

[0031] 驱动元件 3 的子元件 3.1 和 3.2 受驱时也是沿 x 向做逆向振荡。子元件 3.1 和 3.2 借助弹簧 3.3 彼此相连，因此，子元件 3.1 和 3.2 可以相互靠近，也可以彼此分离，并在此过程中同步化。另外，驱动元件 3.1 和 3.2 借助弹簧 3.5 安装在可绕 y 轴偏斜的横臂 3.4 上。弹簧 3.5 允许子元件 3.1 和 3.2 沿 x 向相对于横臂 3.4 运动。横臂 3.4 借助弹簧 3.6 固定在衬底上的锚件 3.7 上。当衬底绕 y 轴旋转时，弹簧 3.6 允许横臂 3.4 绕 y 轴振荡倾斜。

[0032] 第三驱动元件 4 与其他两个驱动元件 2 和 3 成直角布置，在本实施例中构造与驱动元件 3 相同。但也可以采用其他构造。驱动元件 4 由子元件 4.1 和 4.2 构成，这些子元件借助弹簧 4.3 彼此相连。子元件 4.1 和 4.2 逆向振荡。它们借助弹簧 4.5 各布置在一个横臂 4.4 上，因此可沿 y 向受驱。横臂 4.4 借助扭转弹簧 4.6 以可偏斜的方式安装在锚件 4.7 上。一旦衬底绕 x 轴旋转，横臂 3.4 就会在科氏力作用下，与子元件 4.1 和 4.2 一起绕 x 轴偏斜。

[0033] 为使驱动元件 2 和 3 的驱动运动同步化，驱动元件 2 和 3 借助同步弹簧 5 彼此相连。这些同步弹簧在 x 向上为刚性，因此，子元件 2.1 和 3.1 以及 2.2 和 3.2 可同步做驱动运动。同步弹簧 4 在 z 向上为柔性，因此子元件 3.1 和 3.2 可以毫无阻碍地做偏斜运动。

[0034] 为使驱动元件 2 和驱动元件 4 做同步运动，子元件 2.2 借助耦合装置 6 与子元件 4.2 相连。耦合装置 6 由两个可各绕一个锚件 6.1 旋转的弧形支臂 6.2 构成。支臂 6.2 借助弹簧 6.3 固定在衬底上的锚件 6.1 上。支臂 6.2 的一个末端固定在子元件 2.2 上，另一末端固定在子元件 4.2 上。子元件 2.2 和子元件 4.2 的运动使支臂 6.2 发生振荡运动。支臂 6.2 采用刚性设计，因而能够改变运动方向，从而使子元件 2.2 和 4.2 做同步运动。为使子元件 2.2 和 4.2 均匀地同步工作，两个子元件 2.2 和 4.2 之间设有两个耦合装置 6。

[0035] 耦合装置 7 的构造与耦合装置 6 相同。只是支臂 7.2 的弯曲方向不同，因为子元件 4.1 逆向于子元件 4.2 运动。借助于包含锚件 7.1、支臂 7.2 和弹簧 7.3 的耦合装置 7，也能使子元件 3.2 和子元件 4.1 做同步运动。支臂 6.2 和 7.2 相对于推力和拉力是刚性的，相对于偏离 x-y 平面的偏斜则是柔性的。借此可让子元件 2.2 或 3.2 在绕 y 轴偏斜时能够做

偏离 x-y 平面的偏斜运动,或者让子元件 4.1 和 4.2 在绕 x 轴旋转时同样能做偏离 x-y 轴的偏斜运动。

[0036] 图 2 展示的是同样的驱动元件 2、3 和 4。驱动元件 2 和 3 仍然借助同步弹簧 5 相耦合。只有耦合装置 6 和 7 采用了不同设计。在本实施例中,耦合装置由圆形支臂 6.2' 和 7.2' 构成。所述支臂上设有弹簧装置 6.4 或 7.4,这些弹簧装置虽然对于驱动运动的传递是刚性的,但在垂直于推力施加方向的方向上是柔性的。这样可避免产生应力,特别是当子元件 2.2、3.2 相对于 4.2 和 4.1 做偏斜运动的时候。此外,圆形支臂 6.2' 还能更稳定地固定在锚件 6.1 上。弹簧 6.3 呈辐条状,以便支臂 6.2' 能够均匀地做旋转运动。耦合装置 7 同样如此。

[0037] 本发明不限于上述实施例。在有效的权利要求书范围内,可对各实施例进行更改和组合。

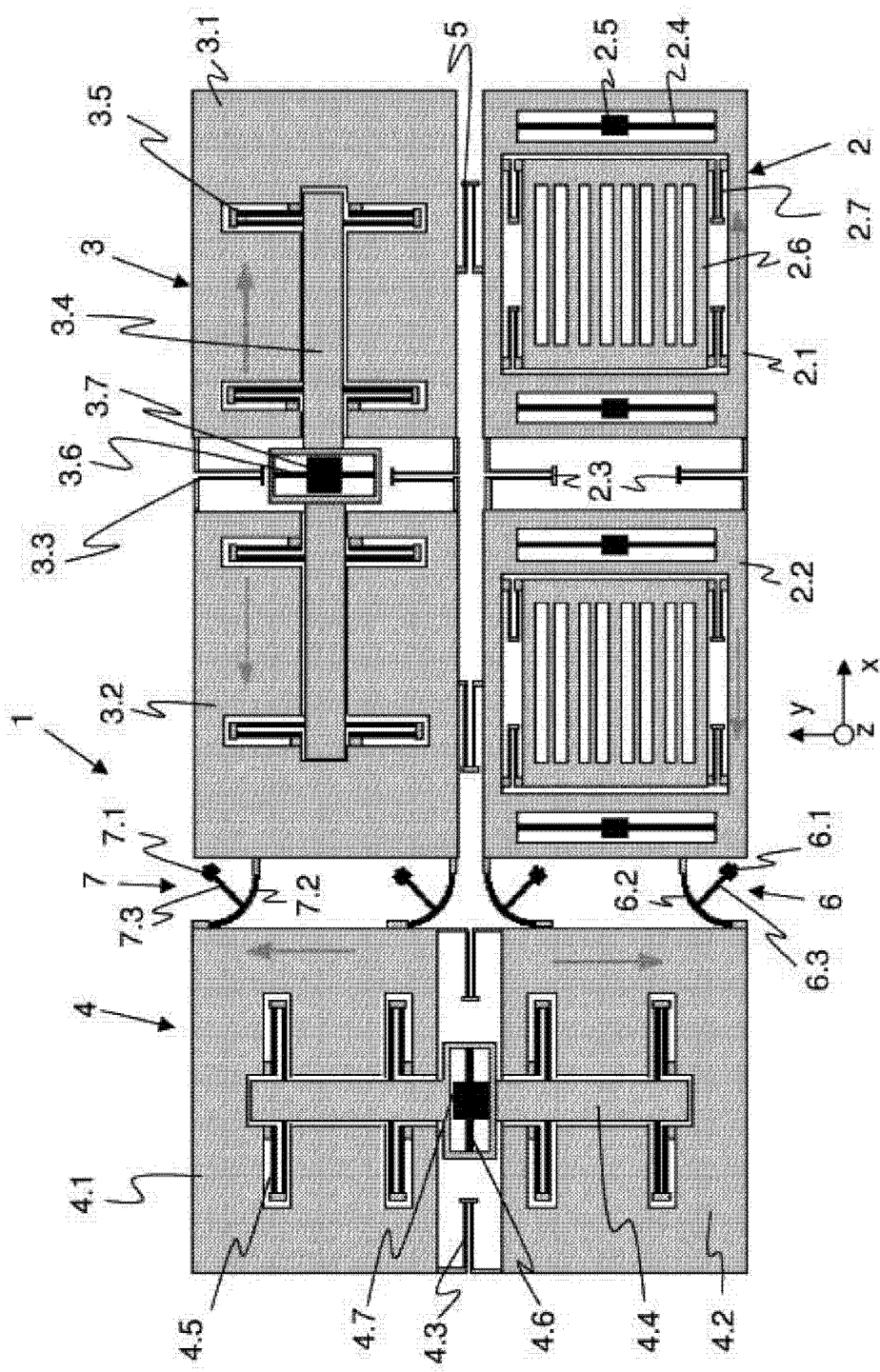


图 1



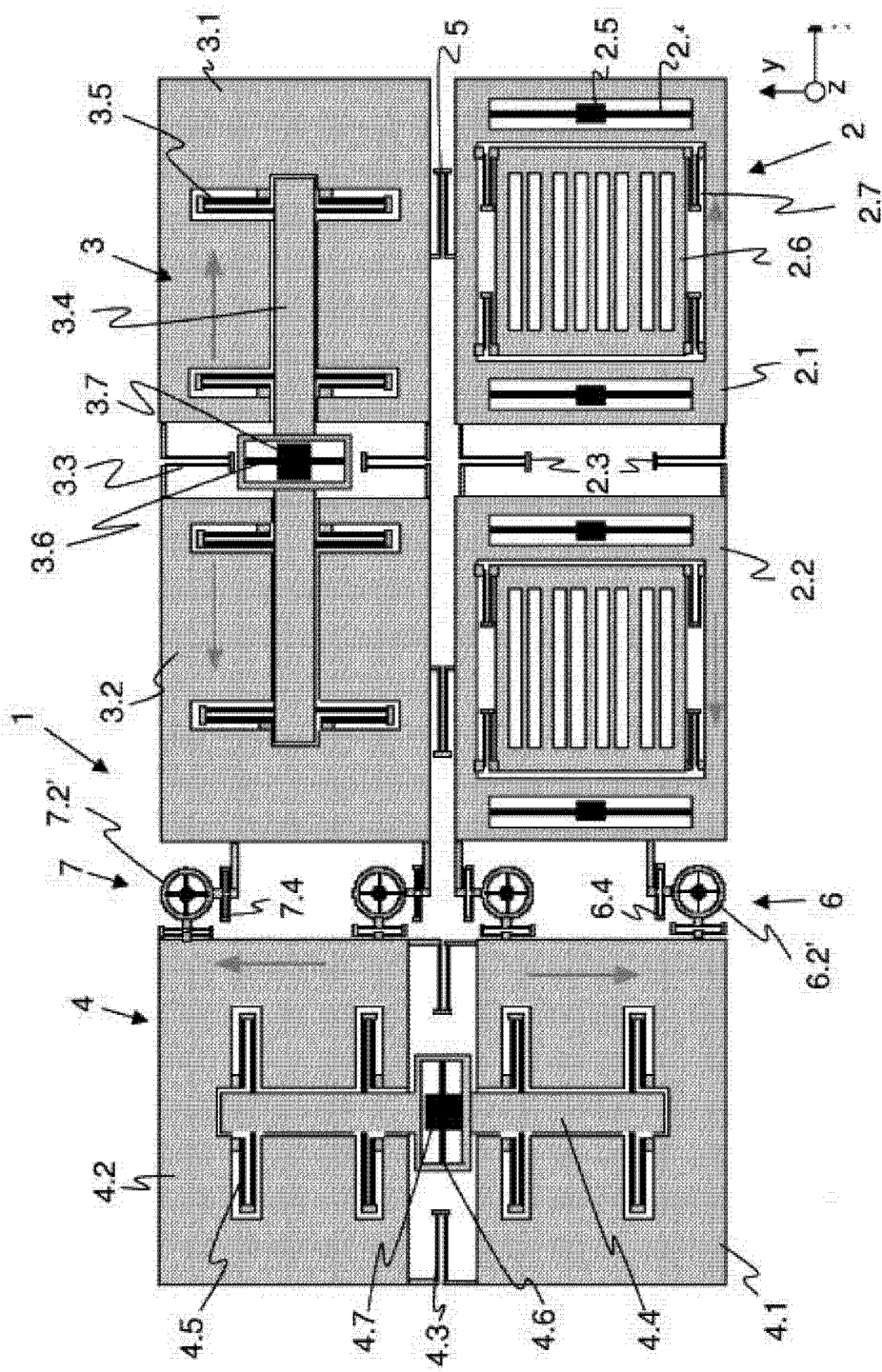


图 2