

1. 一种惯性传感器，其包括：

至少一个基板；和

在所述至少一个基板上方的平面内配置成线性阵列的至少两对传感元件，各对传感元件包括：

第一传感元件，其具有悬置在第一框架内部的第一谐振器；和

第二传感元件，其具有悬置在第二框架内部的第二谐振器，其中：

所有框架沿位于所述至少一个基板上方的所述平面内的第一轴线对齐，每一对传感元件的框架配置成沿平行轴线彼此反相位移，其中所述平行轴线位于所述至少一个基板上方的平面内，并且所述平行轴线垂直于所述第一轴线。

2. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，第一和第二谐振器沿第一轴线彼此共线地、反相位地移动。

3. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，所述至少一个基板绕垂直于所述至少一个基板上方的平面的轴线的旋转引起框架运动。

4. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，各对传感元件还包括：将第一和第二框架互连的第一耦合件。

5. 如权利要求4所述的惯性传感器，其中，第一耦合件包括：

耦合在第一和第二框架之间的至少一个杆，所述至少一个杆由锚固到所述至少一个基板上的结构支撑，当框架彼此反相位移动时，所述结构允许所述至少一个杆绕一枢转点旋转，但防止框架的同相位运动。

6. 如权利要求5所述的惯性传感器，其中，第一耦合件包括：

从其中一个框架延伸并通过第一长挠曲件互连在一起的第一对短

挠曲件；

从另一个框架延伸并通过第二长挠曲件互连在一起的第二对短挠曲件；

在第一和第二长挠曲件的中点处将第一长挠曲件耦合到第二长挠曲件上的杆；和

支撑所述杆的锚固挠曲件，锚固挠曲件与所述杆在所述杆和所述锚固挠曲件的中点相交，锚固挠曲件的各个端部锚固到基板上。

7. 如权利要求5所述的惯性传感器，其中，第一耦合件包括：

从其中一个框架延伸的第一挠曲件；

从另一个框架延伸的第二挠曲件；

耦合在第一和第二挠曲件之间的杆；和

支撑所述杆的至少一个锚固挠曲件，各锚固挠曲件包括在一端锚固到所述至少一个基板上并向后折叠180度以与杆相抵接的结构。

8. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，惯性传感器的布置与谐振器的相位相协调，从而所有的传感元件共享一个公共的质心。

9. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，各框架包括指状物结构，所述指状物结构与锚固到所述至少一个基板上的、用于静电感知框架的运动的固定感知指状物交错。

10. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，各谐振器包括指状物结构，所述指状物结构与锚固到所述至少一个基板上的、用于静电移动谐振器的固定驱动指状物交错。

11. 如权利要求1所述的惯性传感器，其中，一对传感元件的第二框架邻接于另一对传感元件的第一框架，以及其中所述邻接的框架配置成彼此同相位移动。

12. 一种惯性传感器，其包括：

至少一个基板；和

在所述至少一个基板上方的平面内配置成线性阵列的至少两对传感元件，各对传感元件包括：

第一传感元件，其具有悬置在第一框架内部的第一谐振器；和

第二传感元件，其具有悬置在第二框架内部的第二谐振器，其中：

所有框架沿位于所述至少一个基板上方的所述平面内的第一轴线对齐，以及其中惯性传感器还包括用于允许各对传感元件的框架沿平行轴线彼此反相位移动的装置，其中，所述平行轴线位于所述至少一个基板上方的平面内，并且所述平行轴线垂直于所述第一轴线。

13. 如权利要求12所述的惯性传感器，还包括：

用于移动谐振器以便使第一和第二谐振器沿第一轴线彼此共线地、反相位地移动的装置。

14. 如权利要求12所述的惯性传感器，其中，所述至少一个基板绕垂直于所述至少一个基板上方的平面的轴线的旋转引起框架运动。

15. 如权利要求12所述的惯性传感器，还包括：

用于将各对传感元件的第一和第二框架互连的装置。

16. 如权利要求15所述的惯性传感器，其中，互连装置包括：

耦合在第一和第二框架之间的至少一个杆；和

用于支撑所述至少一个杆以便当框架彼此反相位移动时允许所述至少一个杆绕一枢转点旋转、但防止框架同相位运动的装置。

17. 如权利要求16所述的惯性传感器，其中，互连装置包括：

从其中一个框架延伸并通过第一长挠曲件互连在一起的第一对短挠曲件；

从另一个框架延伸并通过第二长挠曲件互连在一起的第二对短挠

曲件；

在第一和第二长挠曲件的中点处将第一长挠曲件耦合到第二长挠曲件上的杆；和

支撑所述杆的锚固挠曲件，锚固挠曲件与所述杆在所述杆和所述锚固挠曲件的中点相交，锚固挠曲件的各个端部锚固到基板上。

18. 如权利要求16所述的惯性传感器，其中，互连装置包括：

从其中一个框架延伸的第一挠曲件；

从另一个框架延伸的第二挠曲件；

耦合在第一和第二挠曲件之间的杆；和

支撑所述杆的至少一个锚固挠曲件，每个锚固挠曲件包括在一端锚固到所述至少一个基板上并向后折叠180度以与杆相抵接的结构。

19. 如权利要求12所述的惯性传感器，其中，惯性传感器的布置与谐振器的相位相协调，从而所有传感元件共享一个公共的质心。

20. 如权利要求12所述的惯性传感器，其中，各框架包括指状物结构，所述指状物结构与锚固到所述至少一个基板上的、用于静电感知框架的运动的固定感知指状物交错。

21. 如权利要求12所述的惯性传感器，其中，一对传感元件的第二框架邻接于另一对传感元件的第一框架，以及其中所述邻接的框架配置成彼此同相移动。

带有传感元件的线性阵列的惯性传感器

技术领域

本发明总的涉及传感器，更具体地说，本发明涉及惯性传感器。

背景技术

惯性传感器，诸如MEMS陀螺仪，通常会受到驱动频率中的旋转振动（通常称为“摆动”（wobble））的不利影响。特别是，如果MEMS陀螺仪不能区分旋转振动与旨在检测的实际运动，MEMS陀螺仪就可能产生错误的读数。

而且，具有振动质量体、例如陀螺仪的MEMS装置的形状畸变会对横向于纵向驱动指状物（drive finger）的力产生不平衡。这种不平衡会引起不能与科里奥利（Coriolis）力相区别的净力。因而陀螺仪产生假输出。这些形状畸变存在至少两个来源。一个由基板的表面剪切力（例如，切割时的释放/晶片弯曲）引发。另一个是由组件的不均匀膨胀和施加的加速度（例如，对角 $G \times G$ ）引发。 $G \times G$ 误差的一些原因论述在IEEE设计2004年会刊1-6页Geen,J.A.的“集成陀螺仪的进展”中，其全部内容在此引入作为参考。

发明内容

本发明的实施例提供了一种惯性传感器，其具有配置成线性阵列的至少两对传感元件。各传感元件具有框架和悬置在框架内部的可动质量体。各对传感元件的框架可耦合成，允许框架沿平行轴线彼此反相位移，但基本上防止框架彼此同相位移。

依照本发明的一个方面，提供了一种惯性传感器，其具有至少一个基板和基本上在所述至少一个基板上方的平面内配置成线性阵列的

至少两对传感元件。各对传感元件包括：第一传感元件，其具有悬置在第一框架内部的第一谐振器；和第二传感元件，其具有悬置在第二框架内部的第二谐振器。所有框架大体上沿所述平面内的第一轴线对齐。每一对传感元件的框架配置成沿垂直于第一轴线的平面内的平行轴线彼此反相位移动。

通常使第一和第二谐振器沿第一轴线彼此共线、反相位移动。通常由所述至少一个基板绕垂直于平面的轴线的旋转引起框架运动。

各对传感元件可包括用于将第一和第二框架互连的第一耦合件。第一耦合件可包括耦合在第一和第二框架之间的至少一个杆，所述至少一个杆由锚固到所述至少一个基板的结构支撑，当框架彼此反相位移动时，所述结构允许所述至少一个杆绕一枢转点旋转，但基本上防止框架的同相位运动。

在一个示例性实施例中，第一耦合件包括：从其中一个框架延伸并通过第一长挠曲件（flexure）互连在一起的第一对短挠曲件；从另一个框架延伸并通过第二长挠曲件互连在一起的第二对短挠曲件；大体上在第一和第二长挠曲件的中点处将第一长挠曲件耦合到第二长挠曲件上的杆；和支撑所述杆的锚固挠曲件，锚固挠曲件与所述杆大体上在所述杆和所述锚固挠曲件的中点相交，锚固挠曲件的各个端部锚固到基板上。

在另一个示例性实施例中，第一耦合件包括：从其中一个框架延伸的第一挠曲件；从另一个框架延伸的第二挠曲件；耦合在第一和第二挠曲件之间的杆；和支撑所述杆的至少一个锚固挠曲件，每个锚固挠曲件包括在一端锚固到所述至少一个基板上并向后折叠180度以与杆相抵接的结构。

惯性传感器的布置与谐振器的相位相协调从而共享一个公共的质

心。各框架通常包括指状物结构，所述指状物结构与锚固到所述至少一个基板上的、用于静电感知框架运动的固定感知指状物（sensing finger）交错。各谐振器通常包括指状物结构，所述指状物结构与锚固到所述至少一个基板上的、用于静电移动谐振器的固定驱动指状物交错。

在线性阵列内部，其中一对传感元件的第二框架邻接另一对传感元件的第一框架。这些邻接的框架配置成彼此同相位操作。

依照本发明的另一个方面，提供了一种惯性传感器，其具有至少一个基板和基本上在所述至少一个基板上方的平面内配置成线性阵列的至少两对传感元件。各对传感元件包括：第一传感元件，其具有悬置在第一框架内部的第一谐振器；和第二传感元件，其具有悬置在第二框架内部的第二谐振器。所有框架基本上沿所述平面内的第一轴线对齐。惯性传感器还包括用于沿垂直于第一轴线的平面内的平行轴线彼此反相位操作各对传感元件的框架的装置。

惯性传感器通常还包括用于移动谐振器以便使第一和第二谐振器沿第一轴线彼此共线、反相位移动的装置。所述至少一个基板绕垂直于平面的轴线的旋转引起框架运动。

惯性传感器还可包括用于互连各对传感元件的第一和第二框架的装置。互连装置可包括：耦合在第一和第二框架之间的至少一个杆；和用于支撑所述至少一个杆以便当框架彼此反相位移动时允许所述至少一个杆绕一枢转点旋转、但基本上防止框架同相位运动的装置。

在一个示例性实施例中，互连装置包括：从其中一个框架延伸并通过第一长挠曲件互连在一起的第一对短挠曲件；从另一个框架延伸并通过第二长挠曲件互连在一起的第二对短挠曲件；大体上在第一和第二长挠曲件的中点处将第一长挠曲件耦合到第二长挠曲件上的杆；

和支撑所述杆的锚固挠曲件，锚固挠曲件与所述杆大体上在所述杆和所述锚固挠曲件的中点相交，锚固挠曲件的各个端部锚固到基板上。

在另一个示例性实施例中，互连装置可包括：从其中一个框架延伸的第一挠曲件；从另一个框架延伸的第二挠曲件；耦合在第一和第二挠曲件之间的杆；和支撑所述杆的至少一个锚固挠曲件，每个锚固挠曲件包括在一端锚固到所述至少一个基板上并向后折叠180度以与杆相抵接的结构。

惯性传感器的布置与谐振器的相位相协调从而共享一个公共的质心。惯性传感器通常还包括用于感知框架运动的装置。

在线性阵列内部，其中一对传感元件的第二框架邻接另一对传感元件的第一框架。这些邻接的框架配置成彼此同相位操作。

附图说明

参考附图，从下面进一步的说明中将更全面地领会本发明的前述内容和优点，其中：

图1示意显示了依照本发明的示例性实施例配置的陀螺仪线性阵列；

图2示意显示了依照本发明的示例性实施例、用于耦合图1所示的两个框架的耦合设备；

图3示意显示了第一对陀螺仪的另一实施例的补充细节；

图4显示了图3所示的陀螺仪所使用的具体耦合设备的更多细节；

和

图5显示了依照本发明的示例性实施例的具体平衡器的更多细节。

附图用于示例性目的，可以不按比例描绘。

具体实施方式

在示例性实施例中，惯性传感器具有配置成线性阵列以便所有传感元件共享一个公共的质心的至少两对单个传感元件。每个传感元件包括框架和悬置在框架内部的至少一个谐振器（质量体）。虽然不是必需的，但是各对传感元件的框架最好由耦合设备互连在一起，所述耦合设备允许框架反相位运动，但基本上防止框架同相位运动。两对传感元件通常不互连在一起。下面详细论述示例性实施例。

图1示意显示了依照本发明示例性实施例配置的微机电系统（即，“MEMS”）的阵列10。具体地说，MEMS装置的阵列10结合在一起，有效地执行单个陀螺仪的功能。为此，阵列10包括四个MEMS陀螺仪12A-D，全部MEMS陀螺仪12A-D都固定到一公共的下伏基板（未显示）上。做为选择，MEMS陀螺仪12A-12D也可以固定到不同的基板上。

每个陀螺仪12A-12D包括至少一个振动质量体（在此分别被称为“谐振器14A、14B、14C或14D”，或统称为“谐振器14”），1）所述至少一个振动质量体以恒定的频率沿X轴振动，2）所述至少一个振动质量体与单个加速度计框架（在此分别被称为“框架16A、16B、16C或16D”，或统称为“框架16”）。举例来说，谐振器14只在X轴方向是顺从（compliant）的，而框架16只在Y轴方向是顺从的。因此，任何一个陀螺仪12A-12D绕Z轴的旋转都使得谐振器14产生施加给加速度计框架16的科里奥利力。一旦接收到该科里奥利力，框架16就沿Y轴移动。电容耦合指状物18检测到该Y轴运动，并将其转换成表示角加速度大小的信号。

在示例性实施例中，陀螺仪12A-12D类似于美国专利号6,505,511和6,122,961中披露的陀螺仪，这些文件披露的全部内容在此引入作为参考。陀螺仪12A-12D也可类似于美国专利号6,877,374中披露的陀螺仪，该文件披露的全部内容在此引入作为参考。

如上所述，在示例性实施例中，不同的陀螺仪12A和12D具有公共

的质心，陀螺仪产生反相位信号12B和12C。所以阵列10配置成使得陀螺仪12A-12D的位置以及各自的谐振器14的相位实现该结果。因而具体的放置、陀螺仪12A-12D的数量以及其谐振器14的相位相互协调，以保证它们共享一个公共的质心。

图1显示了产生所要求的结果的示例性配置。特别是，阵列10包括具有第一和第二陀螺仪12A和12B的第一对陀螺仪12A/B和具有第三和第四陀螺仪12C和12D的第二对陀螺仪12C/D。如图所示，各对陀螺仪的谐振器14相位错开180度操作，它们的框架16的耦合方式将在下面论述。但是，第一对陀螺仪12A/B不与第二对陀螺仪12C/D耦合。

当以图1所示的方式定位时，第一陀螺仪12A和第四陀螺仪12D同相位谐振，而第二和第三陀螺仪12B和12C同相位谐振。因此，下列等式成立：

$$V1+V4=V2+V3,$$

其中：

V1是第一陀螺仪12A到旋转点的矢量距离，

V2是第二陀螺仪12B到旋转点的矢量距离，

V3是第三陀螺仪12C到旋转点的矢量距离，和

V4是第四陀螺仪12D到旋转点的矢量距离。

注意，考虑该等式时，应当考虑矢量距离的符号。当保持该关系时，陀螺仪总体上变得基本上不再受绕旋转点的角加速度的干扰，这样以致于框架的响应相互匹配。耦合件克服了由制造公差导致的不匹配，从而改善了对角加速度的抑制。

该配置仍然不会不利地影响阵列10检测下方的角速度的设计目的。

因此，本发明的实施例基本上不会受到表面剪切力的干扰，而且

如上所述，消除了角加速度噪音。

如上所述，每对传感元件内部的各个框架16以促进操作的方式耦合在一起。具体地说，框架16A和16B通过耦合件99AB耦合在一起，而框架16C和16D通过耦合件99CD耦合在一起（在此统称为“耦合设备99”）。在示例性实施例中，各对框架16耦合在一起，保证它们只能反相位（即，相位错开180度）移动，不过两对框架没有互连在一起。图2示意显示了用于固定两个框架的机械耦合设备99的更多细节。虽然耦合设备99的实施例适用于所示的任何框架16，但是为简单起见，在图2中的框架16标记为第一和第二框架16A和16B。

具体地说，第一框架16A具有与第一长挠曲件22A耦合的第一对短挠曲件20A。相应的，第二框架16B具有与第二长挠曲件22B耦合的第二对短挠曲件20B。杆24将第一长挠曲件22A固定到第二长挠曲件22B上。为了提供一定的稳定性，一对锚固器26A和26B在杆24两侧延伸，并借助于锚固挠曲件28与杆24相耦合。

当两个框架被促使成同相位移动时，该配置基本上是不顺从的。相反，当两个框架被促使成反相位移动时，该配置基本上是顺从的。换句话说，当第一框架16A被促使成沿Y轴向上运动时，第二框架16B被促使成沿Y轴向下运动。但是，如果两者都被促使成沿Y轴向上运动，该配置将基本上是不顺从的。在有些实施例中，当框架16A和16B在Y轴方向移动时，该配置允许框架16A和16B旋转一定程度。

图3示意显示了第一对框架16A和16B的另一实施例的补充细节。如图所示，该实施例也具有谐振器14、框架16、耦合设备以及其他类似于如上所述的部件。图4显示了图3所示的具体耦合设备的更多细节。注意，耦合设备可以与其他陀螺仪构造一起使用，包括图1所示的那些陀螺仪构造。

如图4所示，锚固挠曲件28大体上向外延伸，然后向后折叠180度，与杆24相抵接。另外，耦合设备还具有刻蚀补偿器。看图4的文字，注意，折叠的锚固挠曲件28允许杆24绕一枢转点旋转，但不允许垂直于杆24的轴线平移。而且，该实施例不具有各框架上的一对短挠曲件20，而是使用了各框架上的单个短挠曲件20。

除保证框架16A和16B反相位移动之外，该挠曲件配置还能减少材料收缩和G×G（G cross G）误差的潜在不利影响。该G×G误差在框架同相位运动的时候产生，该误差由耦合件抑制或降低。

该耦合设备99有效地增加了质量和对框架16的运动的刚性。由于各框架仅仅沿其一侧耦合到邻接框架上，该耦合设备99实际上打破了各框架运动的平衡。所以，阵列10最好包括若干平衡器（在此分别被称为“平衡器97A、97B、97C和97D”，或统称为“平衡器97”），以帮助补偿该耦合设备99的效应。具体地说，平衡器97最好耦合到与耦合设备99相对的各框架一侧。因此，平衡器97A沿与耦合件99AB相对的一侧耦合到框架16A上，平衡器97B沿与耦合件99AB相对的一侧耦合到框架16B上，平衡器97C沿与耦合件99CD相对的一侧耦合到框架16C上，平衡器97D沿与耦合件99CD相对的一侧耦合到框架16D上。各平衡器97的构造通常为耦合设备99的一半的等同物，因此在各自的框架16上基本上赋予了相等但相反的机械作用。

图5显示了依照本发明的示例性实施例的具体平衡器97（在该例子中，为坐落于两对传感元件之间的平衡器97B和97C）的更多细节。如图所示，各平衡器97的构造基本上为如图4所示的耦合设备的一半的等同物。应当指出，与耦合设备99不同，在两个相邻的平衡器97B和97C之间没有耦合件。

在示例性实施例中，加速度计在大约17伏运转。

在不脱离本发明的真实的范围的情况下，本发明可以包含其他的特定形式。所述的这些实施例在各个方面都被仅仅认为是示例性的，而非限制性的。

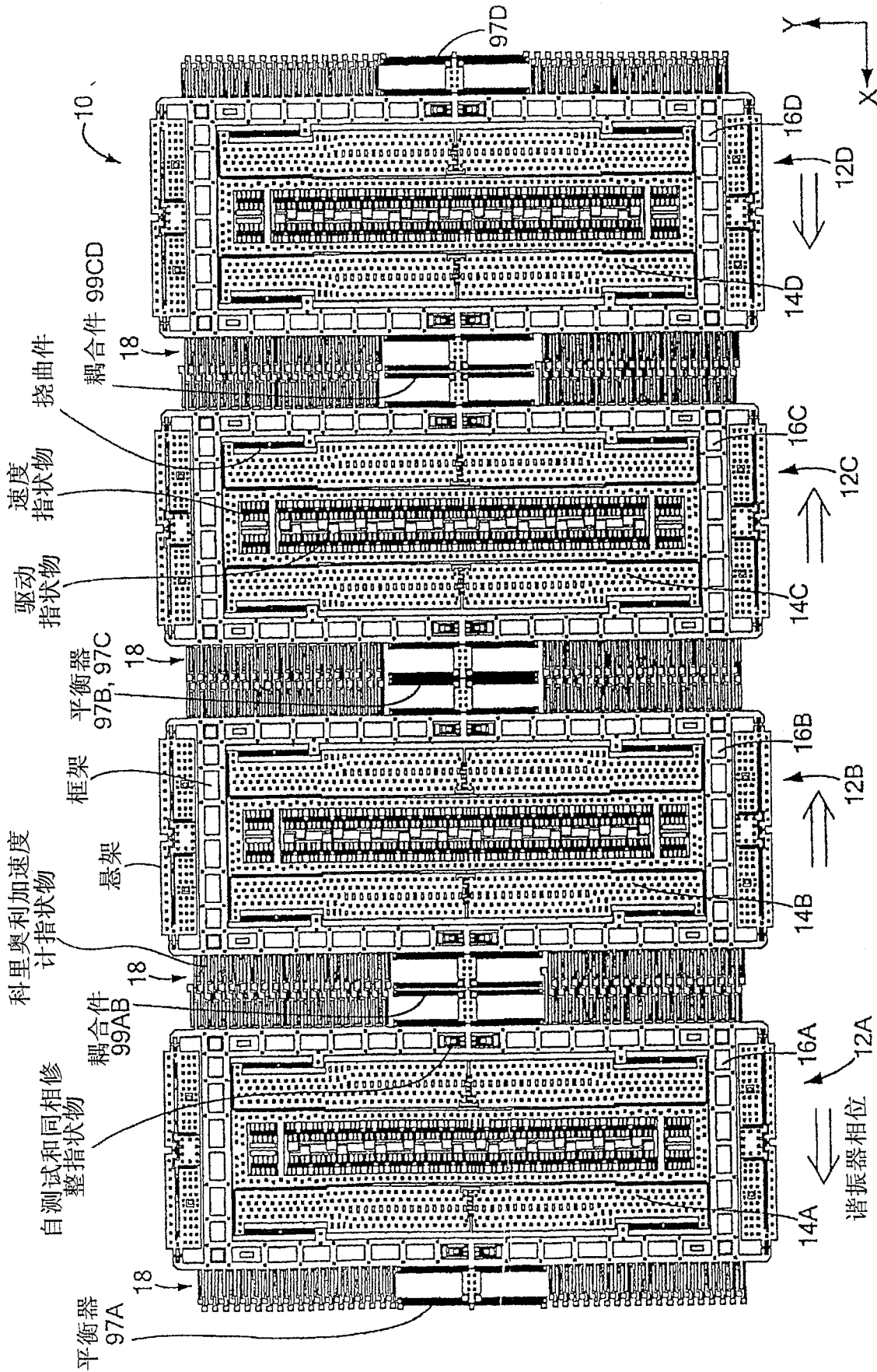


图1

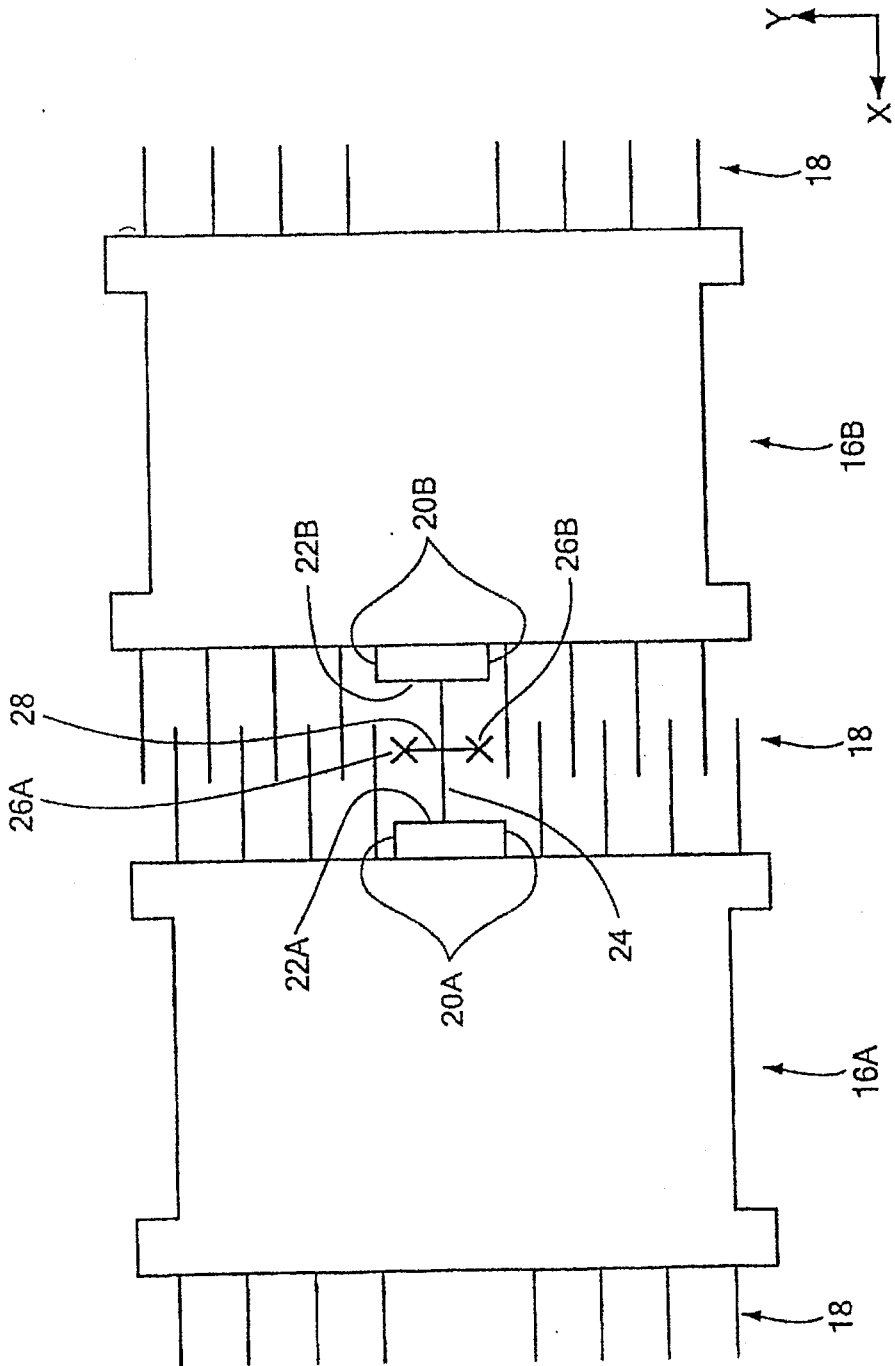


图2

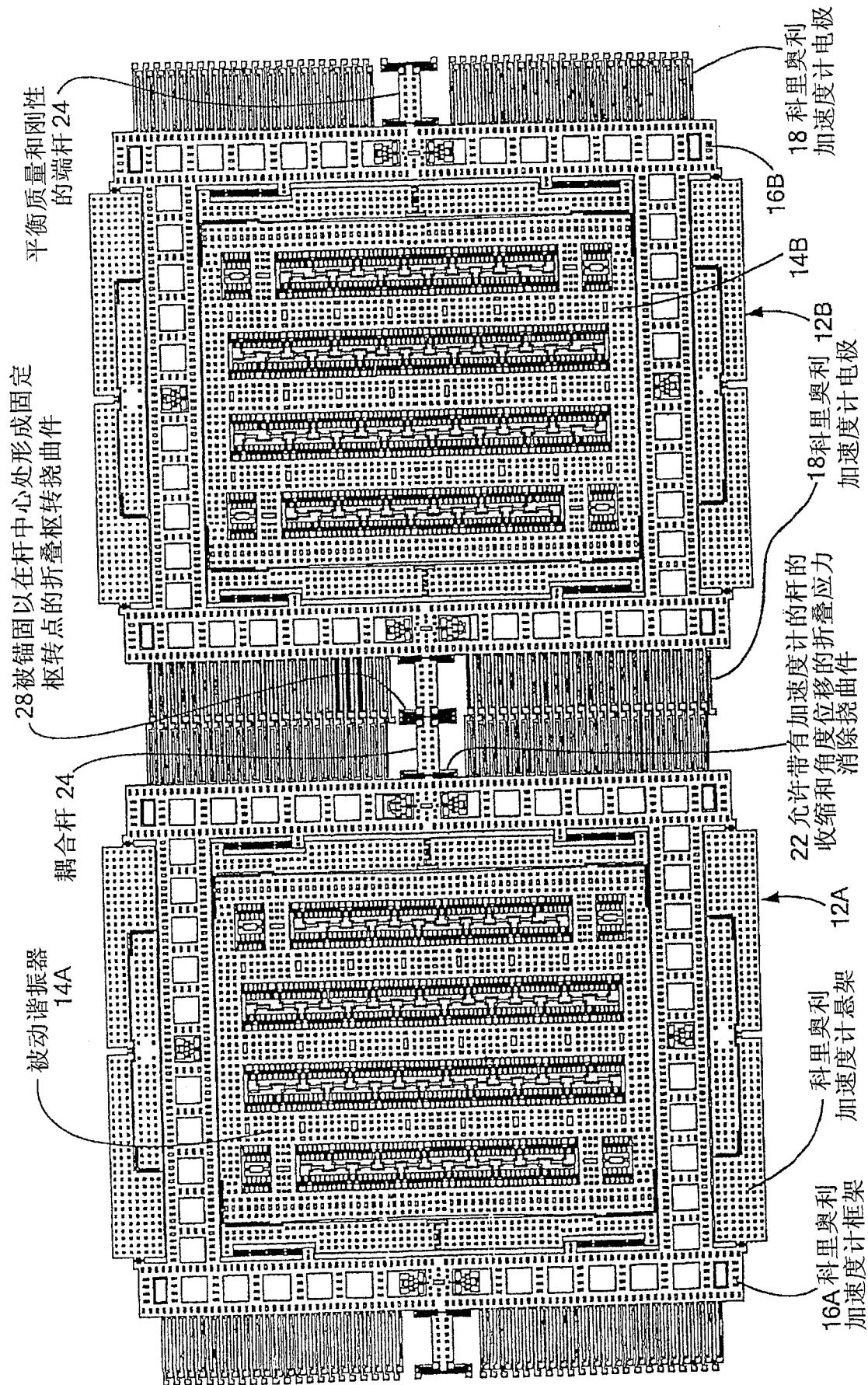


图3

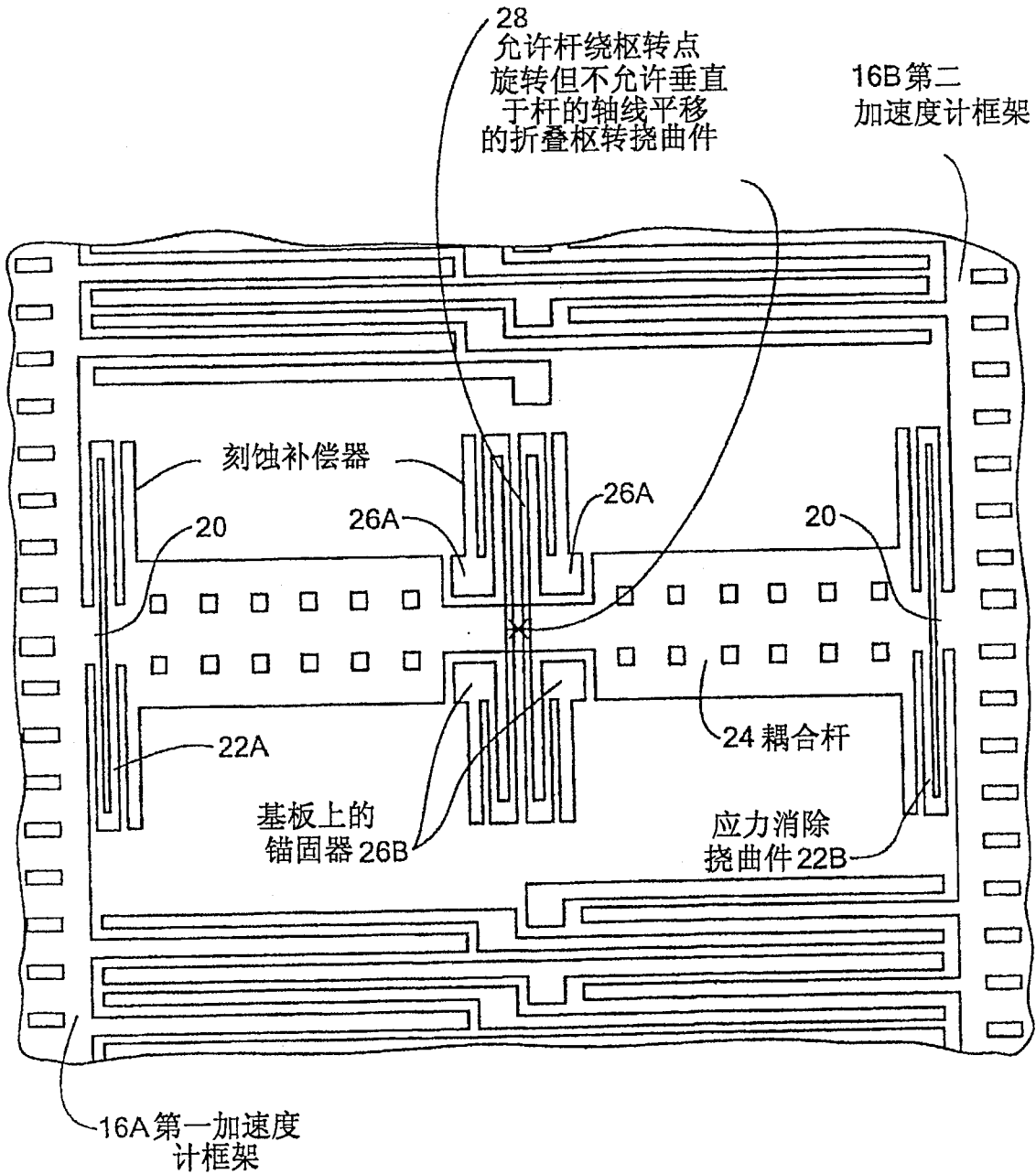


图4

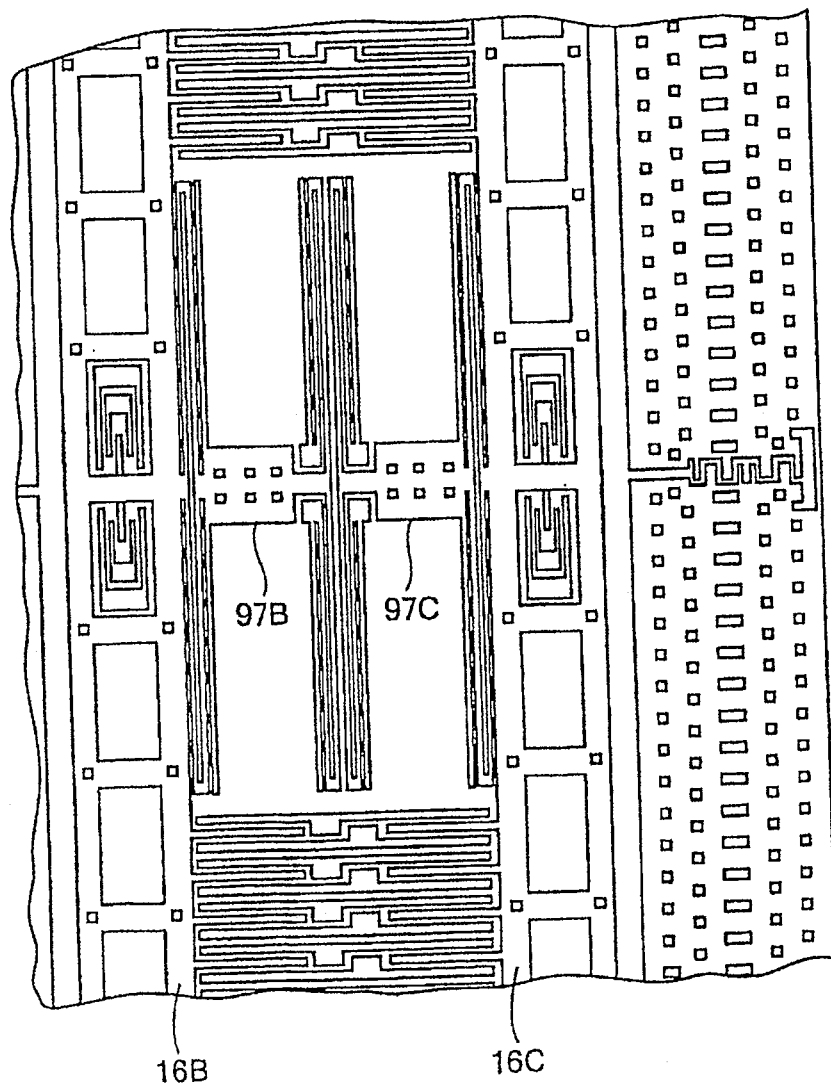


图5