



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116907463 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 15

(21) 申请号 202311154782.X

(22) 申请日 2023.09.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 116907463 A

(43) 申请公布日 2023.10.20

(73) 专利权人 华芯拓远(天津)科技有限公司  
地址 300450 天津市滨海新区经济技术开发区南海路156号通厂30号厂房东侧

(72) 发明人 雷龙海 陈东华

(74) 专利代理机构 北京沁优知识产权代理有限公司 11684  
专利代理师 周庆路

(51) Int. Cl.

G01C 19/5656 (2012.01)

G01C 19/00 (2013.01)

(56) 对比文件

CN 108318019 A, 2018.07.24

CN 112284368 A, 2021.01.29

CN 116124110 A, 2023.05.16

CN 116147599 A, 2023.05.23

CN 208140130 U, 2018.11.23

CN 113566804 A, 2021.10.29

CN 106289210 A, 2017.01.04

CN 107101629 A, 2017.08.29

CN 108507555 A, 2018.09.07

审查员 金璐

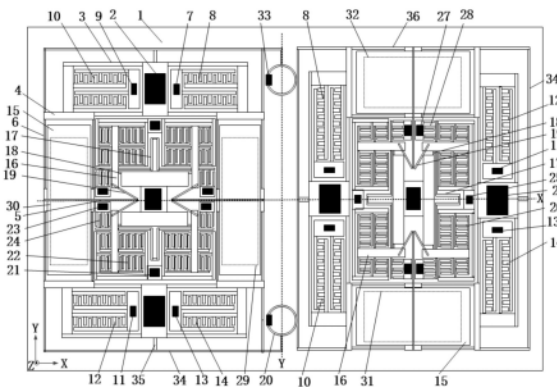
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪

(57) 摘要

本发明公开了一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪,包括衬底层;驱动单元,与所述衬底层固定连接,用于提供方向相反的推挽式驱动力;驱动检测单元,用于为驱动端提供差分检测输出信号;第一检测单元,用于检测X方向的角速度;第二检测单元,用于检测Y方向的角速度;第三检测单元,用于检测Z方向的角速度,所述第三检测单元受驱动做蝶翼式运动;反馈检测单元,用于提供Z轴检测输出闭环控制信号。本发明的有益效果是在同一套驱动模式下,实现了对X轴、Y轴、Z轴的全差分角速度测量,陀螺仪芯片尺寸小、器件可靠性、稳定性高,同时提高了陀螺仪的检测灵敏度,并兼顾满足三轴陀螺仪在工作精度上的协调一致问题。



1. 一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪,其特征在于,包括衬底层(1);  
驱动单元,与所述衬底层(1)固定连接,用于提供方向相反的推挽式驱动力;  
驱动检测单元,与所述衬底层(1)固定连接,用于为驱动端提供差分检测输出信号;  
第一检测单元,与所述衬底层(1)固定连接,设置于所述衬底层(1)一侧,用于检测X方向的角速度;  
第二检测单元,与所述衬底层(1)固定连接,设置于所述衬底层(1)另一侧,用于检测Y方向的角速度;  
第三检测单元,与所述衬底层(1)固定连接,设置于所述衬底层(1)左右两侧,用于检测Z方向的角速度,所述第三检测单元受驱动做蝶翼式运动;  
反馈检测单元,与所述衬底层(1)固定连接,设置于所述衬底层(1)左右两侧,用于提供Z轴检测输出闭环控制信号;  
X方向、Y方向和Z方向两两相互垂直;  
哥氏质量块组(15),包括第一哥氏质量块、第二哥氏质量块、第三哥氏质量块和第四哥氏质量块,所述第一哥氏质量块、第二哥氏质量块设置于衬底层(1)一侧,且左右对称分布,所述第三哥氏质量块和第四哥氏质量块设置于衬底层(1)另一侧且上下对称分布;  
还包括固定单元,其包括驱动双端固支梁(3),驱动框架(4),驱动耦合固支梁(5),X轴检测双端固支梁(6),Z轴检测框架(16),Z轴检测耦合梁(17),Z轴检测框架支点(18),Z轴检测桁架(19),第一驱动耦合环形梁(20),第二驱动耦合环形梁(33),驱动桁架(34),驱动桁架支点(35),Y轴检测双端固支梁(36);  
驱动双端固支梁(3),通过第一锚点(2)与所述衬底层(1)固定连接;驱动框架(4)与所述驱动双端固支梁(3)相连接;  
所述X轴检测双端固支梁(6)一端与所述驱动框架(4)相连,另一端与所述哥氏质量块组(15)中的各哥氏质量块分别相连,所述驱动耦合固支梁(5)一端与各哥氏质量块分别相连,另一端与所述Z轴检测桁架(19)相连,而所述Z轴检测桁架(19)另一端则与所述Z轴检测框架(16)相连,所述Z轴检测耦合梁(17)两端分别与其左右所述Z轴检测框架(16)相连,使Z轴检测框架(16)模态分离,所述Z轴检测框架支点(18)一端与所述Z轴检测框架(16)相连,一端与中心锚点结构连接,所述驱动耦合环形梁(20)为环形结构,在其两垂直直径方向与所述驱动桁架(34)相连,用于保证工作时相连的两驱动框架(4)运动协同一致,所述驱动桁架支点(35)一端与所述驱动桁架(34)中点相连,一端与所述锚点(2)相连,通过该驱动桁架支点(35)使得所述驱动桁架(34)可以绕其摆动;  
驱动框架(4)和X轴检测双端固支梁(6)用于固定第一检测单元,驱动框架(4)和Y轴检测双端固支梁(36)用于固定第二检测单元,Z轴检测框架(16)、Z轴检测耦合梁(17)、Z轴检测框架支点18和Z轴检测桁架(19)用于固定第三检测单元;  
还包括驱动双端固支梁(3),与所述衬底层(1)固定连接;  
驱动框架(4),与所述驱动双端固支梁(3)相连接;  
哥氏质量块组(15),与所述驱动框架(4)固定连接;  
所述驱动单元与所述驱动双端固支梁(3)固定连接,所述驱动单元包括分别固定于衬底层(1)的两组驱动正电极梳齿对(10)和驱动负电极梳齿对(8),两组驱动正电极梳齿对(10)和驱动负电极梳齿对(8)分别设置于衬底层(1)左右两侧,其中一组驱动正电极梳齿对

(10) 与驱动负电极梳齿对(8)左右对称分布并且与驱动单元,另一组驱动正电极梳齿对(10)与驱动负电极梳齿对(8)上下对称分布;

所述驱动检测单元包括分别固定于衬底层(1)的两组驱动检测正电极梳齿对(12)和驱动检测负电极梳齿对(14),两组驱动检测正电极梳齿对(12)和驱动检测负电极梳齿对(14)分别设置于衬底层(1)左右两侧,其中一组驱动检测正电极梳齿对(12)和驱动检测负电极梳齿对(14)左右对称分布并且与驱动单元上下对称,另一组驱动检测正电极梳齿对(12)和驱动检测负电极梳齿对(14)上下对称分布并且与驱动单元左右对称;

第一检测单元,设置于衬底层(1)一侧,包括X轴检测正电极(30),其与所述第一哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述X轴检测正电极(30)固定于衬底层(1);

X轴检测负电极(29),其与所述第二哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述X轴检测负电极(29)固定于衬底层(1);

所述X轴检测正电极(30)与所述X轴检测负电极(29)左右对称;

第二检测单元,设置于衬底层(1)另一侧,包括Y轴检测正电极(32),其与所述第三哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述Y轴检测正电极(32)固定于衬底层(1);

Y轴检测负电极(31),其与所述第四哥氏质量块形成的变间隙平板电容,所述Y轴检测负电极(31)固定于衬底层(1);

所述Y轴检测正电极(32)与所述Y轴检测负电极(31)上下对称。

2. 根据权利要求1所述的一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪,其特征在于,第三检测单元,包括固定于衬底层(1)的Z轴检测正电极梳齿对(26)和Z轴检测负电极梳齿对(22),所述Z轴检测正电极梳齿对(26)与所述Z轴检测负电极梳齿对(22)分别对应连接的电极构成一组差分电容电极,两个差分电容电极分别设置于衬底层(1)左右两侧,所述Z轴检测正电极梳齿对(26)和Z轴检测负电极梳齿对(22)受驱动做蝶翼式运动。

3. 根据权利要求2所述的一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪,其特征在于,反馈检测单元,包括固定于衬底层(1)的Z轴检测反馈正电极梳齿对(28)和Z轴检测反馈负电极梳齿对(24),所述Z轴检测反馈正电极梳齿对(28)与所述Z轴检测反馈负电极梳齿对(24)分别对应连接的电极构成一组差分电容电极,检测反馈正电极梳齿对和Z轴检测反馈负电极梳齿对(24)分别设置于衬底层(1)左右两侧。

## 一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪

### 技术领域

[0001] 本发明涉及MEMS陀螺仪技术领域,特别是一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪。

### 背景技术

[0002] MEMS陀螺仪是测量物体角速度/角度的装置,随着智能化、无人化应用场景的不断深入,市场对载体自身的位置、方位及姿态等运动信息提出了更高的要求,特别是在工业过程及控制、导航过程及控制以及特种军事应用等领域,对高精度三轴MEMS陀螺仪的需求更加迫切。

[0003] 在现有技术中,常见的三轴MEMS陀螺仪实现方案是设计三个独立的X轴、Y轴及Z轴陀螺仪结构,这类解决方案每个轴向均需要独立的驱动和检测模块,使芯片整体面积较大,影响器件的可靠性、稳定性,且在实际工作中,存在X轴、Y轴及Z轴角速度检测精度不协调问题,因此限制了其在高精度市场环境的应用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是为了解决上述问题,设计了一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪。

[0005] 包括衬底层;

[0006] 驱动单元,与所述衬底层固定连接,用于提供方向相反的推挽式驱动力;

[0007] 驱动检测单元,与所述衬底层固定连接,用于为驱动端提供差分检测输出信号;

[0008] 第一检测单元,与所述衬底层固定连接,设置于所述衬底层一侧,用于检测X方向的角速度;

[0009] 第二检测单元,与所述衬底层固定连接,设置于所述衬底层另一侧,用于检测Y方向的角速度;

[0010] 第三检测单元,与所述衬底层固定连接,设置于所述衬底层左右两侧,用于检测Z方向的角速度,所述第三检测单元受驱动做蝶翼式运动;

[0011] 反馈检测单元,与所述衬底层固定连接,设置于所述衬底层左右两侧,用于提供Z轴检测输出闭环控制信号;

[0012] X方向、Y方向和Z方向两两相互垂直。

[0013] 进一步地,还包括驱动双端固支梁,与所述衬底层固定连接;

[0014] 驱动框架,与所述驱动双端固支梁相连接;

[0015] 哥氏质量块组,与所述驱动框架固定连接。

[0016] 进一步地,所述哥氏质量块组包括第一哥氏质量块、第二哥氏质量块、第三哥氏质量块和第四哥氏质量块,所述第一哥氏质量块、第二哥氏质量块设置于衬底层一侧,且左右对称分布,所述第三哥氏质量块和第四哥氏质量块设置于衬底层另一侧且上下对称分布。

[0017] 进一步地,所述驱动单元与所述驱动双端固支梁固定连接,所述驱动单元包括分别固定于衬底层的两组驱动正电极梳齿对和驱动负电极梳齿对,两组驱动正电极梳齿对和驱动负电极梳齿对分别设置于衬底层左右两侧,其中一组驱动正电极梳齿对与驱动负电极

梳齿对左右对称分布并且与驱动单元,另一组驱动正电极梳齿对与驱动负电极梳齿对上下对称分布。

[0018] 进一步地,驱动检测单元,包括分别固定于衬底层的两组驱动检测正电极梳齿对和驱动检测负电极梳齿对,两组驱动检测正电极梳齿对和驱动检测负电极梳齿对分别设置于衬底层左右两侧,其中一组驱动检测正电极梳齿对和驱动检测负电极梳齿对左右对称分布并且与驱动单元上下对称,另一组驱动检测正电极梳齿对和驱动检测负电极梳齿对上下对称分布并且与驱动单元左右对称。

[0019] 进一步地,第一检测单元,设置于衬底层一侧,包括X轴检测正电极,其与所述第一哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述X轴检测正电极固定于衬底层;

[0020] X轴检测负电极,其与所述第二哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述X轴检测负电极固定于衬底层;

[0021] 所述X轴检测正电极与所述X轴检测负电极左右对称。

[0022] 进一步地,第二检测单元,设置于衬底层另一侧,包括Y轴检测正电极,其与所述第三哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述Y轴检测正电极固定于衬底层;

[0023] Y轴检测负电极,其与所述第四哥氏质量块形成的变间隙平板电容,所述Y轴检测负电极固定于衬底层;

[0024] 所述Y轴检测正电极与所述Y轴检测负电极上下对称。

[0025] 进一步地,第三检测单元,包括固定于衬底层的Z轴检测正电极梳齿对和Z轴检测负电极梳齿对,所述Z轴检测正电极梳齿对与所述Z轴检测负电极梳齿对分别对应连接的电极构成一组差分电容电极,两个差分电容电极分别设置于衬底层左右两侧,所述Z轴检测正电极梳齿对和Z轴检测负电极梳齿对受驱动做蝶翼式运动。

[0026] 进一步地,反馈检测单元,用于提供Z轴检测输出闭环控制信号,

[0027] 包括固定于衬底层的Z轴检测反馈正电极梳齿对和Z轴检测反馈负电极梳齿对,所述Z轴检测反馈正电极梳齿对与所述Z轴检测反馈负电极梳齿对分别对应连接的电极构成一组差分电容电极,检测反馈正电极梳齿对和Z轴检测反馈负电极梳齿对分别设置于衬底层左右两侧。

[0028] 利用本发明的技术方案制作的一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪,达到的有益效果:

[0029] 本发明通过在面内设计四质量块扭摆式结构,采用全解耦全差分工作方式实现Z轴角速度的检测,同时在面外设计平面电极装置,在Z轴同一套驱动模式下,实现对X轴、Y轴的全差分角速度测量,实现了单芯片结构同时对三个轴向角速率的检测;

[0030] 通过桁架和驱动耦合环形梁、第二驱动耦合环形梁的组合创新设计,实现了左右框架结构的垂直协同运动,对驱动框架实现了模态分离,抑制了器件同相耦合误差;

[0031] 本发明三轴MEMS陀螺仪芯片尺寸小,器件可靠性、稳定性高;

[0032] 本发明三轴MEMS陀螺仪提高了陀螺仪的检测灵敏度,从而提高了陀螺仪的测量精度;

[0033] 本发明结构紧凑芯片面积小,同时提高了陀螺仪的检测灵敏度并兼顾满足三轴陀螺仪在工作精度上的协调一致问题,可以广泛应用于工业、航空、军事等高端领域。

## 附图说明

- [0034] 图1是本发明所述的一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪结构示意图；
- [0035] 图2是本发明所述的一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪在驱动作用下结构运动示意图；
- [0036] 图3是本发明对X轴进行测量时的示意图；
- [0037] 图4是本发明对Y轴进行测量时的示意图；
- [0038] 图5是本发明对Z轴进行测量时的示意图；
- [0039] 图中,1、衬底层;2、第一锚点;3、驱动双端固支梁;4、驱动框架;5、驱动耦合固支梁;6、X轴检测双端固支梁;7、第二锚点;8、驱动负电极梳齿对;9、第三锚点;10、驱动正电极梳齿对;11、第四锚点;12、驱动检测正电极梳齿对;13、第五锚点;14、驱动检测负电极梳齿对;15、哥氏质量块组;16、Z轴检测框架;17、Z轴检测耦合梁;18、Z轴检测框架支点;19、Z轴检测桁架;20、第一驱动耦合环形梁;21、第六锚点;22、Z轴检测负电极梳齿对;23、第七锚点;24、Z轴检测反馈负电极梳齿对;25、第八锚点;26、Z轴检测正电极梳齿对;27、第九锚点;28、Z轴检测反馈正电极梳齿对;29、X轴检测负电极;30、X轴检测正电极;31、Y轴检测负电极;32、Y轴检测正电极;33、第二驱动耦合环形梁;34、驱动桁架;35、驱动桁架支点;36、Y轴检测双端固支梁。

## 具体实施方式

- [0040] 下面结合附图对本发明进行具体描述,一种高精度全解耦三轴MEMS陀螺仪,如图1所示,包括衬底层1和器件层,衬底层1和器件层均为硅材质。器件层结构通过相应的锚点固定在衬底层1上,器件层包括驱动单元,与所述衬底层1固定连接,用于提供方向相反的推挽式驱动力;
- [0041] 驱动检测单元,与所述衬底层1固定连接,用于为驱动端提供差分检测输出信号;
- [0042] 第一检测单元,与所述衬底层1固定连接,设置于所述衬底层1一侧,用于检测X方向的角速度;
- [0043] 第二检测单元,与所述衬底层1固定连接,设置于所述衬底层1另一侧,用于检测Y方向的角速度;
- [0044] 第三检测单元,与所述衬底层1固定连接,设置于所述衬底层1左右两侧,用于检测Z方向的角速度,所述第三检测单元受驱动做蝶翼式运动;
- [0045] 反馈检测单元,与所述衬底层1固定连接,设置于所述衬底层1左右两侧,用于提供Z轴检测输出闭环控制信号;
- [0046] X方向、Y方向和Z方向两两相互垂直。
- [0047] 还包括固定单元,具体包括驱动双端固支梁3,驱动框架4,驱动耦合固支梁5, X轴检测双端固支梁6,Z轴检测框架16,Z轴检测耦合梁17,Z轴检测框架支点18,Z轴检测桁架19,第一驱动耦合环形梁20,第二驱动耦合环形梁33,驱动桁架34,驱动桁架支点35,Y轴检测双端固支梁36。
- [0048] 具体地,驱动双端固支梁3,通过第一锚点2与所述衬底层1固定连接;驱动框架4,与所述驱动双端固支梁3相连接。所述X轴检测双端固支梁6一端与所述驱动框架4相连,另一端与所述哥氏质量块组15中的各哥氏质量块分别相连,所述驱动耦合固支梁5一端与各

哥氏质量块分别相连,另一端与所述Z轴检测桁架19相连,而所述Z轴检测桁架19另一端则与所述Z轴检测框架16相连,所述Z轴检测耦合梁17两端分别与其左右所述Z轴检测框架16相连,使Z轴检测框架16模态分离,所述Z轴检测框架支点18一端与所述Z轴检测框架16相连,一端与中心锚点结构连接,所述驱动耦合环形梁20为环形结构,在其两垂直直径方向与所述驱动桁架34相连,以保证工作时相连的两驱动框架4运动协同一致,所述驱动桁架支点35一端与所述驱动桁架34中点相连,一端与所述锚点2相连,通过该驱动桁架支点35使得所述驱动桁架34可以绕其摆动。驱动框架4和X轴检测双端固支梁6用于固定第一检测单元,驱动框架4和Y轴检测双端固支梁36用于固定第二检测单元,Z轴检测框架16、Z轴检测耦合梁17、Z轴检测框架支点18和Z轴检测桁架19用于固定第三检测单元。

[0049] 哥氏质量块组15与所述驱动框架4固定连接。所述哥氏质量块组15包括第一哥氏质量块、第二哥氏质量块、第三哥氏质量块和第四哥氏质量块,所述第一哥氏质量块、第二哥氏质量块设置于衬底层1一侧,且左右对称分布,所述第三哥氏质量块和第四哥氏质量块设置于衬底层1另一侧且上下对称分布。所述驱动框架4与哥氏质量块组15一起构成驱动环路质量,分布在整体结构左侧的第一哥氏质量块与第二哥氏质量块同时是X轴检测环路质量,分布在整体结构右侧的第三哥氏质量块和第四哥氏质量块,同时是Y轴检测环路质量,所述Z轴检测框架16与第一哥氏质量块、第二哥氏质量块、第三哥氏质量块和第四哥氏质量块,一起构成Z轴检测环路质量,整个三轴MEMS陀螺仪结构为全解耦差分设计。

[0050] 所述驱动单元与所述驱动双端固支梁3固定连接,所述驱动单元包括分别固定于衬底层1的两组驱动正电极梳齿对10和驱动负电极梳齿对8,两组驱动正电极梳齿对10和驱动负电极梳齿对8分别设置于衬底层1左右两侧,其中一组驱动正电极梳齿对10与驱动负电极梳齿对8左右对称分布并且与驱动单元,另一组驱动正电极梳齿对10与驱动负电极梳齿对8上下对称分布。所述驱动正电极梳齿对10通过第三锚点9固定在所述衬底层1,所述驱动负电极梳齿对8通过第二锚点7固定在所述衬底层1,所述驱动正电极梳齿对10有N对,为变面积梳齿设计,所述驱动负电极梳齿对8有N对,为变面积梳齿设计,所述驱动正电极梳齿对10与所述驱动负电极梳齿对8分别对应连接的电极将构成一组差分电容电极,分别对称分布在驱动结构的左、右两侧,且关于图示Y轴呈90度旋转排布,它们为三轴MEMS陀螺仪提供推挽式驱动力。

[0051] 驱动检测单元,包括分别固定于衬底层1的两组驱动检测正电极梳齿对12和驱动检测负电极梳齿对14,两组驱动检测正电极梳齿对12和驱动检测负电极梳齿对14分别设置于衬底层1左右两侧,其中一组驱动检测正电极梳齿对12和驱动检测负电极梳齿对14左右对称分布并且与驱动单元上下对称,另一组驱动检测正电极梳齿对12和驱动检测负电极梳齿对14上下对称分布并且与驱动单元左右对称。所述驱动检测正电极梳齿对12通过第四锚点11固定在所述衬底层1,所述驱动检测负电极梳齿对14通过对应第五锚点13固定在所述衬底层1,所述驱动检测正电极梳齿对12有N对,为变面积梳齿设计,所述驱动检测负电极梳齿对14有N对,为变面积梳齿设计,所述驱动检测正电极梳齿对12与所述驱动检测负电极梳齿对14分别对应连接的电极将构成一组差分电容电极,分别对称分布在结构的左、右两侧,且关于图示Y呈90度旋转排布,它们为三轴MEMS陀螺仪驱动端提供差分检测输出信号。

[0052] 第一检测单元,设置于衬底层1一侧,包括X轴检测正电极30,其与所述第一哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述X轴检测正电极30固定于衬底层1;X轴检测负电极29,其与

所述第二哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述X轴检测负电极29固定于衬底层1;所述X轴检测正电极30与所述X轴检测负电极29左右对称。所述X轴检测正电极30为平板电极结构,与所述第一哥氏质量块形成变间隙平板电容,构成X轴电容检测正极,所述X轴检测负电极29为平板电极结构,与所述第二哥氏质量块形成变间隙平板电容,构成X轴电容检测负极,电容检测正极与X轴电容检测负极将构成一组全差分电容电极,分布在整个结构的左侧,它们为三轴MEMS陀螺仪提供X轴差分检测输出信号,以检测X轴角速度。

[0053] 第二检测单元,设置于衬底层1另一侧,包括Y轴检测正电极32,其与所述第三哥氏质量块形成变间隙平板电容,所述Y轴检测正电极32固定于衬底层1;Y轴检测负电极31,其与所述第四哥氏质量块形成的变间隙平板电容,所述Y轴检测负电极31固定于衬底层1,所述Y轴检测正电极32与所述Y轴检测负电极31上下对称。所述Y轴检测正电极32为平板电极结构,与所述第三哥氏质量块形成变间隙平板电容,构成Y轴电容检测正极,所述Y轴检测负电极31为平板电极结构,与所述第四哥氏质量块形成变间隙平板电容,构成Y轴电容检测负极,Y轴电容检测正极与Y轴电容检测负极将构成一组全差分电容电极,分布在整个结构的右侧,它们为三轴MEMS陀螺仪提供Y轴差分检测输出信号,以检测Y轴角速度。

[0054] 第三检测单元,包括固定于衬底层1的Z轴检测正电极梳齿对26和Z轴检测负电极梳齿对22,所述Z轴检测正电极梳齿对26与所述Z轴检测负电极梳齿对22分别对应连接的电极将构成一组差分电容电极,两个差分电容电极分别设置于衬底层1左右两侧,所述Z轴检测正电极梳齿对26和Z轴检测负电极梳齿对22受驱动做蝶翼式运动。所述Z轴检测正电极梳齿对26通过对应第八锚点25固定在所述衬底层1,所述Z轴检测负电极梳齿对22通过第六锚点21固定在所述衬底层1,所述Z轴检测正电极梳齿对26有N对,为变间隙梳齿设计,所述Z轴检测负电极梳齿对22有N对,为变间隙梳齿设计,所述Z轴检测正电极梳齿对26与所述Z轴检测负电极梳齿对22分别对应连接的电极将构成一组差分电容电极,分别分布在整个结构的左、右两侧,且关于图示Y轴呈90度旋转排布,它们为三轴MEMS陀螺仪提供Z轴差分检测输出信号,以检测Z轴角速度。

[0055] 反馈检测单元,用于提供Z轴检测输出闭环控制信号,包括固定于衬底层1的Z轴检测反馈正电极梳齿对28和Z轴检测反馈负电极梳齿对24,所述Z轴检测反馈正电极梳齿对28与所述Z轴检测反馈负电极梳齿对24分别对应连接的电极将构成一组差分电容电极,检测反馈正电极梳齿对和Z轴检测反馈负电极梳齿对24分别设置于衬底层1左右两侧。所述Z轴检测反馈正电极梳齿对28通过第九锚点27固定在所述衬底层1,所述Z轴检测反馈负电极梳齿对24通过第七锚点23固定在所述衬底层1,所述Z轴检测反馈正电极梳齿对28有N对,为变间隙梳齿设计,所述Z轴检测反馈负电极梳齿对24有N对,为变间隙梳齿设计,所述Z轴检测反馈正电极梳齿对28与所述Z轴检测反馈负电极梳齿对24分别对应连接的电极将构成一组差分电容电极,分别分布在整个结构的左、右两侧,且关于图示Y轴呈90度旋转排布,它们为三轴MEMS陀螺仪提供Z轴检测输出闭环控制信号。

[0056] 本发明三轴MEMS陀螺仪工作原理:

[0057] MEMS陀螺仪主要基于哥氏力效应进行工作,首先通过陀螺仪驱动环路,使驱动结构保持恒幅恒频振荡,当各轴向有外界角速度作用时,结构在该效应下产生哥氏力,使MEMS陀螺仪相应检测结构发生微位移,进而引起相应结构电极的电容变化,并通过外部接口电路完成电容检测,以实现最终各轴向角速度的测量。



[0058] 如图2所示,为本发明驱动环路在驱动推挽力作用下驱动结构的运动示意。

[0059] 如图3所示,当外界有X轴向角速度输入时,MEMS陀螺仪结构中相应的第一哥氏质量块与第二哥氏质量块将受到哥氏力,使其产生面外微位移,进而在X轴检测正电极30与X轴检测负电极29间引起相应的电容变化,通过外部接口电路将完成电容检测,从而实现X轴向角速度的测量。

[0060] 如图4所示,当外界有Y轴向角速度输入时,MEMS陀螺仪结构中相应的第三哥氏质量块与第四哥氏质量块将受到哥氏力,使哥氏质量块产生面外微位移,进而在Y轴检测正电极32与Y轴检测负电极31间引起相应的电容变化,通过外部接口电路将完成电容检测,从而实现Y轴向角速度的测量。

[0061] 如图5所示,当外界有Z轴向角速度输入时,MEMS陀螺仪结构中相应的哥氏质量块组均将受到哥氏力,使各哥氏质量块产生面内微位移,致使Z轴检测框架16在哥氏力作用下产生蝶翼式运动,进而驱使Z轴检测框架16上分布的Z轴检测正电极梳齿对26、Z轴检测负电极梳齿对22发生面内扭摆,此时在Z轴正、负检测电极间将引起相应的电容变化,通过外部接口电路完成电容检测,从而实现Z轴向角速度的测量。

[0062] 本发明在X轴向、Y轴向角速度检测时,结构采用双质量块面外全差分检测方式,消除了绝大部分的共模干扰噪声,器件灵敏度、信噪比高。

[0063] 本发明在Z轴向角速度检测时,结构采用面内四质量块扭摆式全差分架构,形成了Z轴MEMS陀螺仪整体结构全差分准三维运动,面内任意比例叠加方向在任意时刻的运动总惯量始终为零,实现了Z轴MEMS陀螺仪对周围环境的全方位隔振解耦,达到全面有效的抑制温度、环境冲击、振动等典型干扰对陀螺仪精度的影响。

[0064] 综上,本发明在同一套驱动模式下,实现了对X轴、Y轴、Z轴的全差分角速度测量,陀螺仪芯片尺寸小、器件可靠性、稳定性高,同时提高了陀螺仪的检测灵敏度,并兼顾满足三轴陀螺仪在工作精度上的协调一致问题,该发明结构工艺加工难度低,芯片面积小,可以实现批量制造,成本低,使其可以广泛应用于工业、航空、军事等高端领域。

[0065] 上述技术方案仅体现了本发明技术方案的优选技术方案,本技术领域的技术人员对其中某些部分所可能做出的一些变动均体现了本发明的原理,属于本发明的保护范围之内。

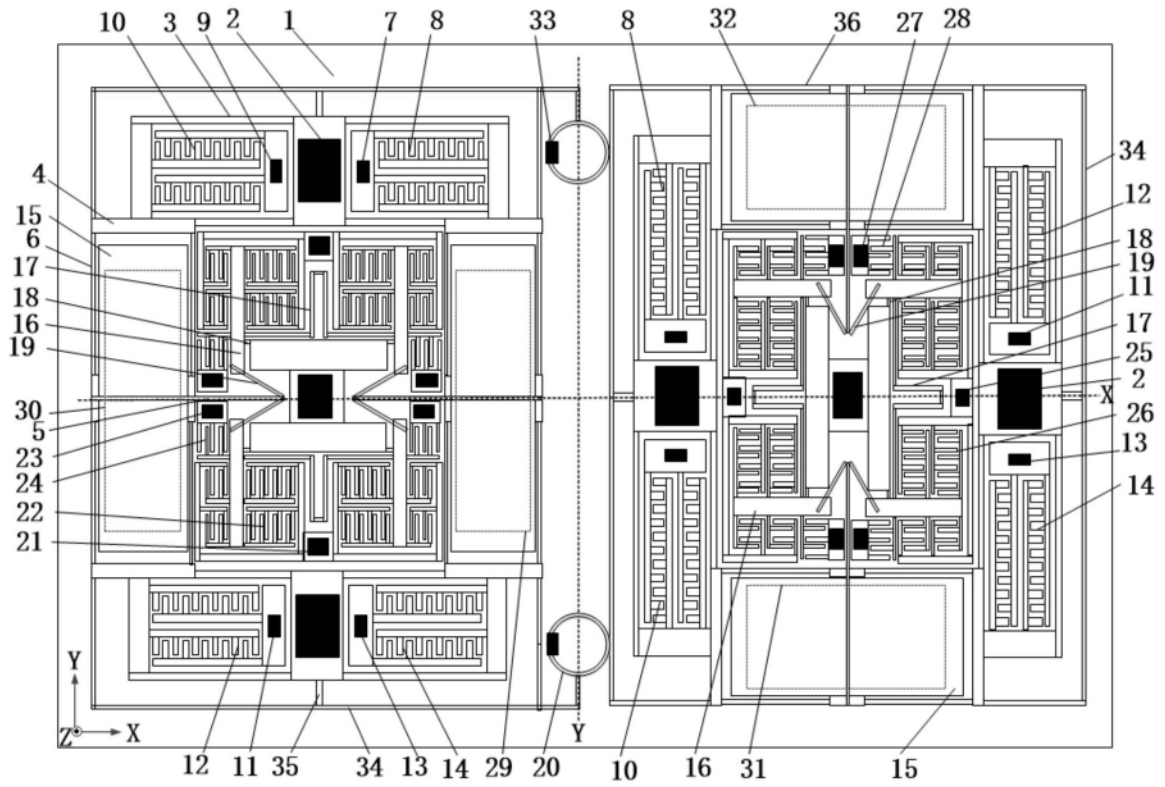


图1

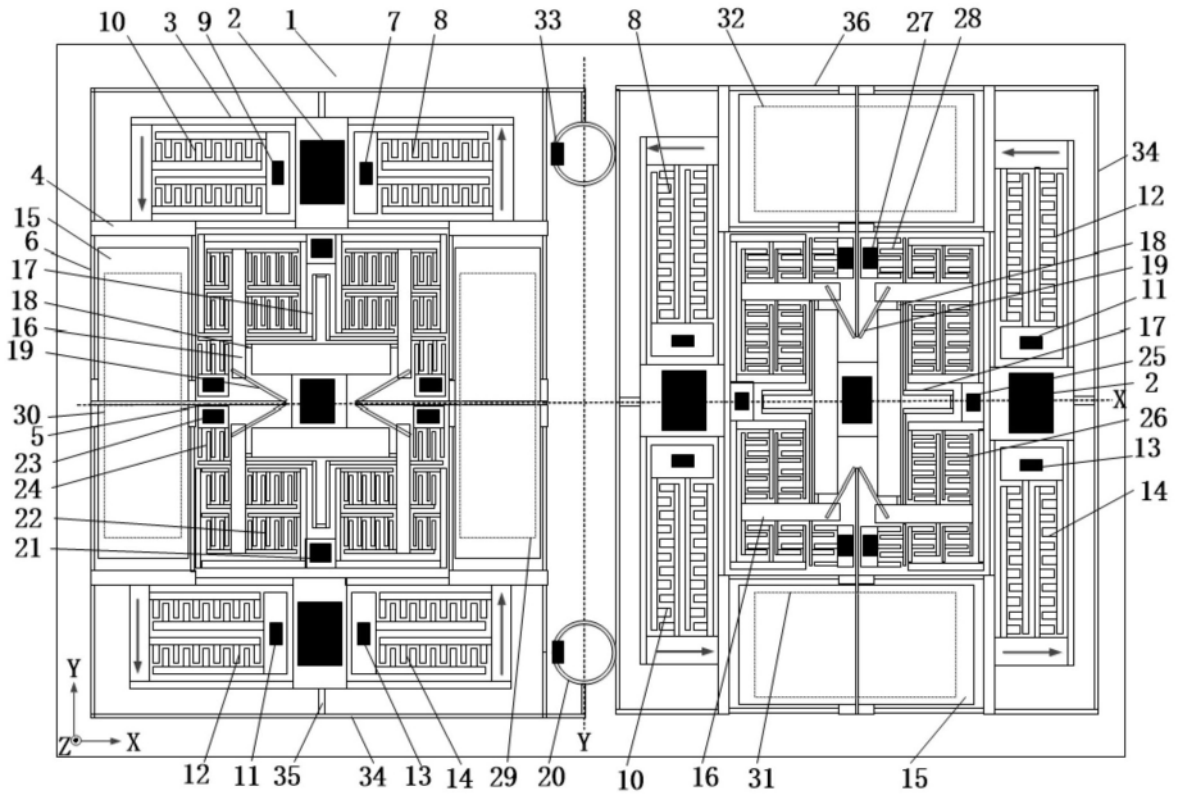


图2

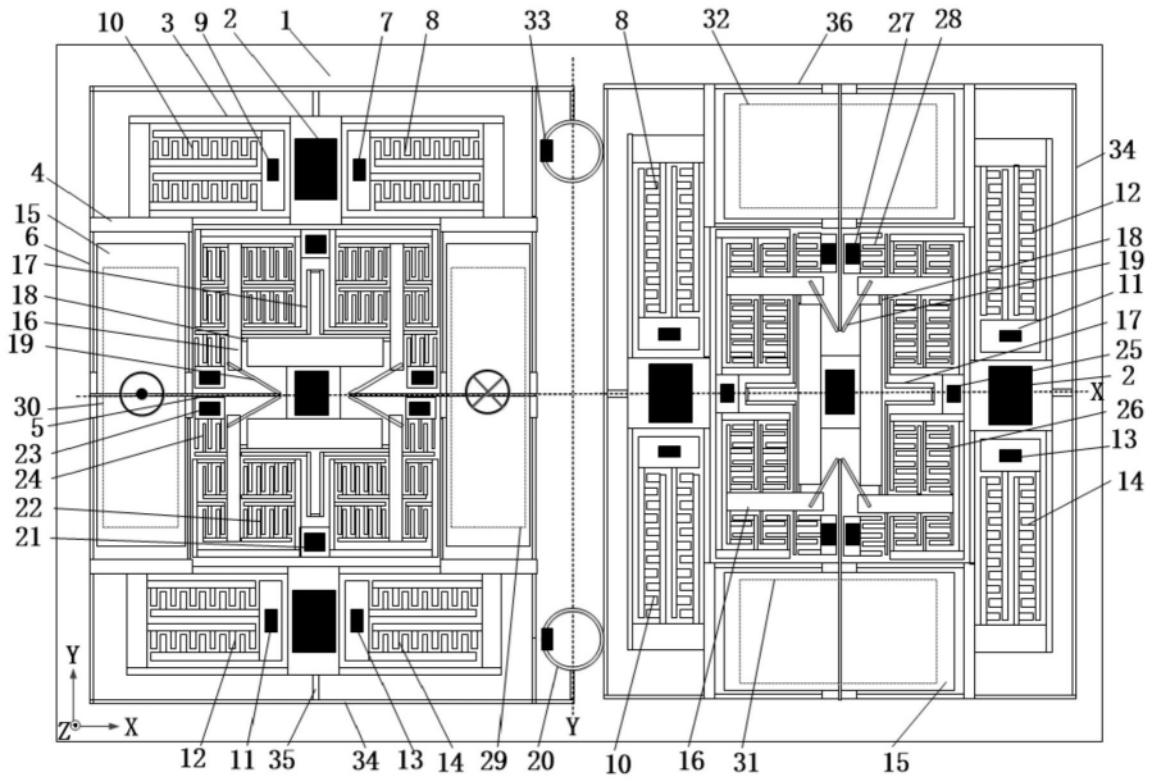


图3

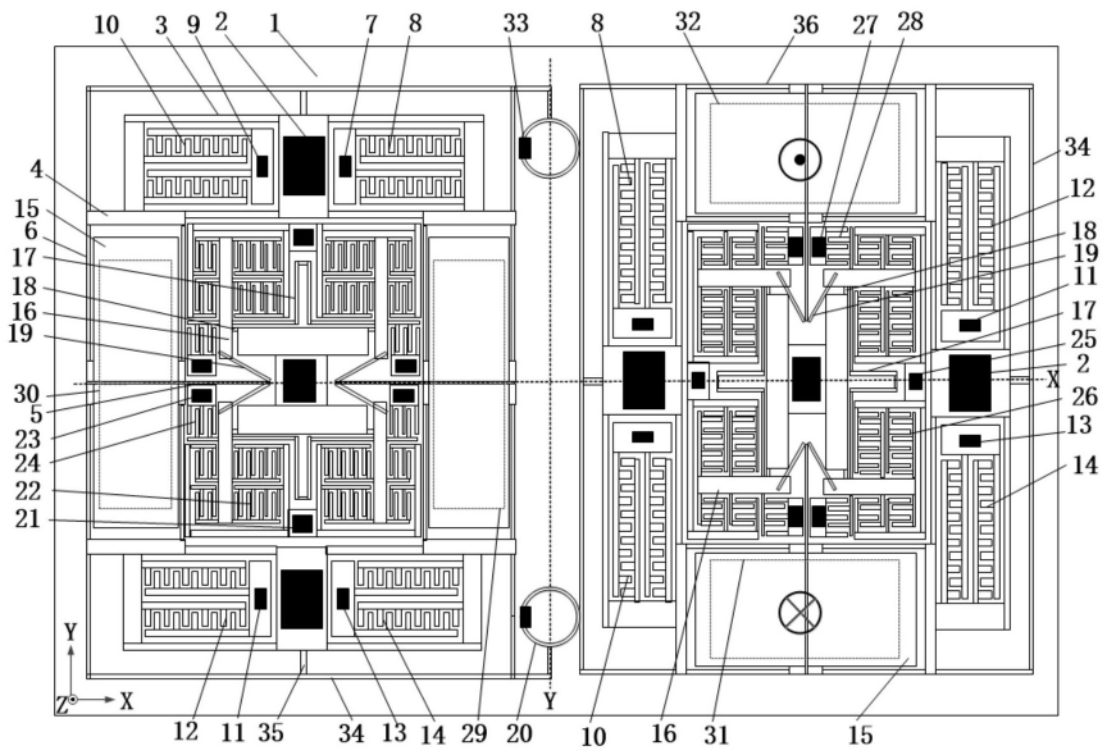


图4

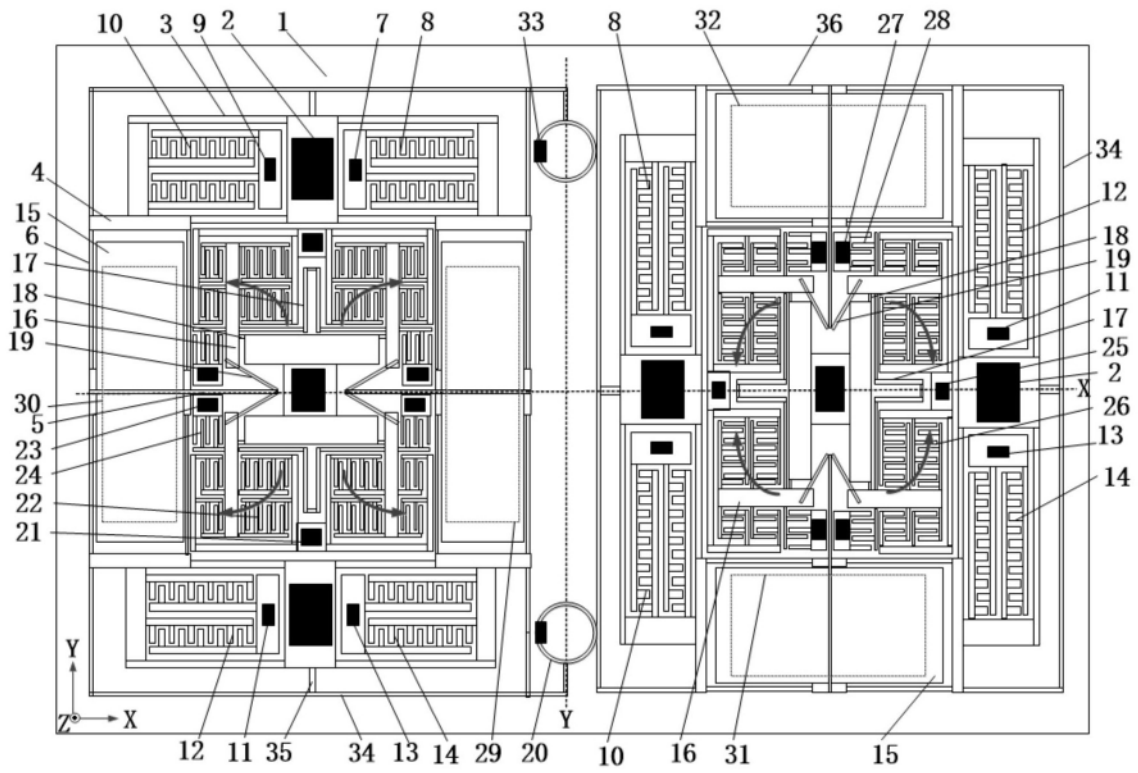


图5