



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106872728 B

(45)授权公告日 2019.06.11

(21)申请号 201710123219.4

(22)申请日 2017.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106872728 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(73)专利权人 苏州戎维邦信息技术有限公司
地址 215513 江苏省苏州市常熟经济技术
开发区科创园研究院路5号

(72)发明人 马少杰 陈宏亮 王晓东 李飞胤

(74)专利代理机构 常州佰业腾飞专利代理事务
所(普通合伙) 32231

代理人 滕诣迪

(51)Int.Cl.
G01P 15/12(2006.01)

(56)对比文件
CN 101968495 A,2011.02.09,
CN 1337581 A,2002.02.27,

CN 1821787 A,2006.08.23,
CN 103777038 A,2014.05.07,
CN 101118249 A,2008.02.06,
CN 104483511 A,2015.04.01,
JP 2008107257 A,2008.05.08,
US 7281427 B2,2007.10.16,
US 2009071251 A1,2009.03.19,
石云波等.《单片三轴大量程加速度传感器
性能测试与分析》.《传感技术学报》.2012,第25
卷(第9期),
董培涛等.《单片集成的高性能压阻式三轴
高g加速度计的设计、制造和测试》.《半导体学
报》.2007,第28卷(第9期),
田雷等.《单片集成三轴加速度传感器》.《半
导体技术》.2012,第37卷(第12期),
孙剑等.《一种压阻式三轴加速度传感器的
设计》.《传感技术学报》.2006,第19卷(第5期),

审查员 吕新强

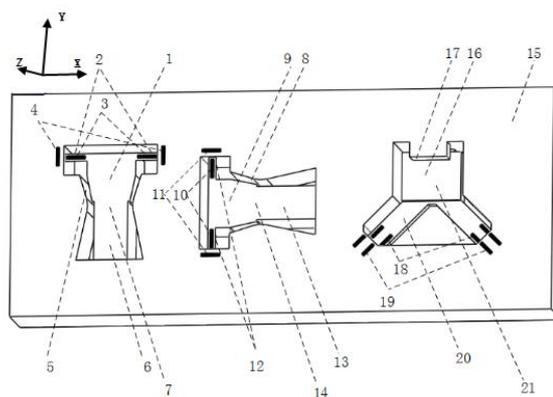
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传
感器

(57)摘要

本发明公开了一种带超量程保护的高g值三
轴集成加速度传感器,包括分别测量X、Y、Z三个
方向加速度信号的检测单元。其中X和Y方向加速
度检测单元结构相同,都包括硅框架、质量块、主
悬臂梁、敏感梁、基准电阻、压敏电阻、敏感方向
超量程保护曲面,它们在平面内相互垂直布置。Z
方向加速度检测单元位于Y方向检测单元右侧,
包括敏感方向超量程保护曲面、“人”字型悬臂
梁、质量块、基准电阻、压敏电阻。该传感器具有
抗过载保护,轴间耦合度小,灵敏度较大,体积较
小和易于集成特点。



1. 带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器,包括三个相互独立的硅MEMS压阻式加速度检测单元,其特征在于:X和Y方向加速度检测单元的结构完全相同,X方向加速度检测单元(7)包括X轴超量程保护曲面(5)、硅框架(15)、带曲面的X轴质量块(1)、X轴主悬臂梁(6)、X轴敏感梁(2)、X轴压敏电阻(3)、X轴基准电阻(4),X轴质量块(1)通过X轴主悬臂梁(6)、X轴敏感梁(2)和硅框架(15)连接;Y方向加速度检测单元(14)包括Y轴超量程保护曲面(8)、硅框架(15)、带曲面Y轴质量块(9)、Y轴主悬臂梁(13)、Y轴敏感梁(12)、Y轴压敏电阻(10)、Y轴基准电阻(11),Y轴质量块(9)通过Y轴主悬臂梁(13)、Y轴敏感梁(12)和硅框架(15)连接;X、Y方向加速度检测单元在平面内相互垂直布置;Z方向加速度检测单元(21)包括Z轴超量程保护曲面(17)、硅框架(15)、Z轴质量块(16)、“人”字型悬臂梁(20)、Z轴压敏电阻(18)、Z轴基准电阻(19),Z轴质量块通过“人”字型悬臂和硅框架连接,且“人”字型悬臂梁的厚度要比Z轴质量块的厚度小;在Z轴质量块的上下两侧对称设置有超量程保护曲面;在“人”字型悬臂梁两条腿的根部分别设置有两个平行的、用于检测应力大小的Z轴压敏电阻,且在靠近“人”字型悬臂梁的硅框架上对称的设置有4个Z轴基准电阻,这8个电阻构成惠斯通电桥检测电路。

2. 根据权利要求1所述的带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器,其特征在于X方向加速度检测单元(7)的X轴主悬臂梁(6)的尺寸要比X轴敏感梁(2)的尺寸大1个数量级左右,X轴主悬臂梁(6)截面形状为矩形,尺寸上Z方向上的边长要比X方向上的边长要大,X轴主悬臂梁(6)的Y方向的长度为X方向长度的1-3倍;X轴质量块(1)的末端Y方向对称分布了两个X轴敏感梁(2),X轴敏感梁(2)的厚度比X轴主悬臂梁(6)的厚度小1个数量级;在X轴敏感梁(2)上表面各设置有1个用于检测应力大小的压敏电阻,同时在靠近X轴敏感梁的硅框架上也各设置有1个基准电阻,基准电阻的阻值大小不随外部环境改变,这四个电阻组成惠斯通电桥检测电路;在X轴质量块的两侧对称设置有超量程保护曲面。

3. 根据权利要求1所述的带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器,其特征在于Y方向加速度检测单元(14)的Y轴主悬臂梁的尺寸要比Y轴敏感梁的尺寸大1个数量级左右,Y轴主悬臂梁截面形状为矩形,尺寸上Z方向上的边长要比Y方向上的边长要大,Y轴主悬臂梁在X方向的长度为Y方向长度的1-3倍;Y轴在质量块末端X方向对称分布了两个Y轴敏感梁,Y轴敏感梁的厚度比Y轴主悬臂梁的厚度小1个数量级;在Y轴敏感梁上表面各设置有1个用于检测应力大小的压敏电阻,同时在靠近Y轴敏感梁的硅框架上也各设置有1个基准电阻,基础阻值大小不随外部环境改变,这四个电阻组成惠斯通电桥检测电路;在Y轴质量块的两侧对称设置有超量程保护曲面。

4. 根据权利要求1所述的带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器,其特征在于三个硅MEMS压阻式检测单元采用完全相同的工艺制作在同一个芯片上。

带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及MEMS微机械传感器领域,具体是一种带超量程保护的,固有频率高,灵敏度较高,轴间耦合程度小的三轴集成压阻式加速度传感器。

背景技术

[0002] 加速度传感器是将加速度转化为形变或应力偏差的传感器, MEMS是微机电机械传感器的简称,它是一种微米级的类似集成电路的装置和工具。高g(g为重力加速度单位)是对高g值加速度传感器的统称,目前主要用于军事和航空航天领域,民用领域像汽车碰撞测试等也有少量应用。MEMS加速度传感器按敏感原理的不同可以分为压电式、压阻式、电容式、谐振式、隧穿式热对流式等。压阻式传感器有着灵敏度高、结构和加工简单等特点,目前大部分的高g值微机械加速度传感器都采用压阻式,其最大优点是低频下限可以延伸至零频率,特别适合于对低频响应有要求的冲击测量。MEMS压阻式加速度传感器的关键技术在于压敏电阻的制作,目前的加工工艺主要是在敏感梁的上表面通过硼离子注入扩散形成压敏电阻。当敏感梁被拉伸或者压缩产生拉、压应力变化时,敏感电阻的阻值随之发生变化,将敏感电阻和基准电阻连接成惠斯通电桥,通过检测电桥电压的变化即可测量加速度的大小。

发明内容

[0003] 本发明需要解决的问题是提供一种带有曲面过载保护,固有频率高、轴间耦合程度低,灵敏度高,体积小,易于集成的高g值三轴压阻式加速度传感器的微机械结构。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采取的技术方案是:带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器,包括了三个相互独立的检测单元,分别负责检测X、Y、Z三个方向的加速度大小,其中X和Y方向的检测单元的结构相同,均采用带曲面过载保护和敏感微梁的悬臂梁结构,它们都包括超量程保护曲面、带曲面质量块、硅框架、主悬臂梁、敏感梁、基准电阻、压敏电阻。质量块通过主悬臂梁和敏感梁和硅框架连接成一个整体,压敏电阻通过离子注入扩散设置在敏感梁上表面,同时在相应的硅框架上设置基准电阻,从而构成惠斯通电桥检测电路;上述两个检测单元在芯片平面内相互垂直分布,芯片左侧的为X方向加速度检测单元负责测量X方向的加速度,芯片中间的为Y方向加速度检测单元负责检测Y方向的加速度。芯片右侧的为Z方向加速度检测单元,负责检测Z方向的加速度,其结构由敏感方向(X方向加速度检测单元的敏感方向为X方向,非敏感方向为Y和Z方向,其他以此类推)超量程保护曲面、硅框架、质量块、“人”字型悬臂梁、基准电阻、压敏电阻。质量块通过“人”字型悬臂和硅框架连接成一体,压敏电阻通过离子注入扩散设置在“人”字型悬臂梁上表面,同时在相应的硅框架上设置基准电阻,从而构成惠斯通电桥检测电路。

[0005] 本发明相对于“梁岛塔型压阻式三轴MEMS高g值加速度传感器阵列”(申请号:201210392440.7)的X轴加速度传感器改进在于:X和Y方向加速度检测单元主悬臂梁的尺寸要比敏感梁的尺寸要大1个数量级以上,且主悬臂梁厚度要比宽度大;敏感梁对称设置在

质量块纵向两侧并连接到硅框架内侧,横向上敏感梁与质量块平齐,敏感梁的厚度比主悬臂梁的厚度小1-2个数量级;在质量块和硅框架设置对应的超量程保护曲面,由传统的单点接触转变为多点接触或者线接触,实现超量程的过载保护。

[0006] 本发明结构的Z方向加速度检测单元为“人”字型悬臂梁加质量块结构,相对于传统的单悬臂梁加质量块和双悬臂梁加质量块结构,改进在于:Z方向加速度检测单元包括Z轴超量程保护曲面、硅框架、质量块、“人”字型悬臂梁、基准电阻、压敏电阻。悬臂梁由传统的单悬臂梁或者相互平行的双悬臂梁结构改为“人”字型双悬臂梁结构;在质量块的上下两个端面加有超量程保护曲面,由传统的单点接触转变为多点接触或者线接触,实现超量程的过载保护。

[0007] 由于采用上述技术方案,本发明所产生的效果在于:

[0008] 加速度传感器有三个相互独立的检测单元组成,每个检测单元只能检测一个方向的加速度信号,而对另外两个方向的加速度信号不会产生响应。通过三个检测单元输出电压值,换算后就可以得到传感器所处环境中加速度的大小和方向。

[0009] X(Y)方向加速度检测单元在受到X(Y)方向的加速度时,主悬臂梁将发生变形并带动质量块位移,越靠近主悬臂梁的末端变形越大,质量块的位移带动敏感梁受拉或者受压,由于敏感梁的尺寸小,厚度小,敏感梁微小的变形都会产生很大的应力变化,敏感梁内应力的变化会导致敏感梁上表面压敏电阻的阻值变化。这样通过主悬臂梁的变形带动敏感梁的变形会显著提高检测单元的灵敏度,却又不降低结构的固有频率。由于悬臂梁的厚度比宽要大很多,检测单元在受到非敏感方向加速度时,质量块的位移比受敏感方向加速度质量块的位移要小得多,即降低了对非敏感方向的响应,降低了传感器的交叉轴耦合。超量程保护曲面能够使传感器在受到大于设计量程的加速度时阻止质量块继续位移,起到保护检测结构的作用。

[0010] 传感器到Z方向加速度时,X和Y方向加速度检测单元由于结构特点将基本上对Z方向上的加速度不响应,而Z方向加速度检测单元悬臂梁厚度较小,悬臂梁发生变形,通过压敏电阻检测“人”字型梁根部的应力变化即可得到Z方向的加速度,当Z方向加速度检测单元受到X方向的加速度时,传统单悬臂梁或者平行双悬臂梁将在X方向产生较大的变形。将单悬臂梁或者平行双悬臂梁改为“人”字型悬臂梁后,结构稳定性提高,降低Z方向加速度检测单元对X方向加速度的相应,减小轴间耦合。同时在Z方向加速度检测单元质量块的上下表面设置有抗过载曲面,通过合理设计抗过载曲面到质量块上下表面的距离即可实现对传感器的过载保护。

[0011] 采用该结构可方便将所有压敏电阻制作在梁的表面,可保证工艺的一致性,避免了在悬臂梁侧面制作电阻的复杂工艺,降低加工难度。在同一个芯片上制作出三个检测单元,实现单片三轴集成,具有体积小,质量轻,可靠性高,成本低,易于集成的特点。

附图说明

[0012] 图1是本发明带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器三维立体结构示意图。

[0013] 其中:1、X轴质量块,2、X轴敏感梁,3、X轴压敏电阻,4、X轴基准电阻,5、X轴超量程保护曲面,6、X轴主悬臂梁,7、X方向加速度检测单元,8、Y轴超量程保护曲面,9、Y轴质量块,

10、Y轴压敏电阻,11、Y轴基准电阻,12、Y轴敏感梁,13、Y轴主悬臂梁,14、Y方向加速度检测单元,15硅框架,16、Z轴质量块,17、Z轴超量程保护曲面,18、Z轴压敏电阻,19、Z轴基准电阻,20、“人”字型悬臂梁,21、Z方向加速度检测单元。

[0014] 图2是本发明带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器X(Y)方向加速度检测单元检测单元示意图。

[0015] 图3是本发明带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器Z方向加速度检测单元示意图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0017] 本发明的结构和X、Y、Z三个方向检测单元的位置关系如图1所示,这三个检测单元分别用于检测X、Y、Z方向的加速度信号。本发明的带超量程保护的高g值三轴集成式加速度传感器,X和Y方向加速度检测单元的结构完全相同,X方向加速度检测单元7包括X轴超量程保护曲面5、硅框架15、带曲面的X轴质量块1、X轴主悬臂梁6、X轴敏感梁2、X轴压敏电阻3、X轴基准电阻4,X轴质量块1通过X轴主悬臂梁6、X轴敏感梁2和硅框架15连接;Y方向加速度检测单元(14)包括Y轴超量程保护曲面8、硅框架15、带曲面Y轴质量块9、Y轴主悬臂梁13、Y轴敏感梁12、Y轴压敏电阻10、Y轴基准电阻11,Y轴质量块9通过Y轴主悬臂梁13和Y轴敏感梁12和硅框架15连接;X、Y方向加速度检测单元在平面内相互垂直布置;Z方向加速度检测单元21包括Z轴超量程保护曲面17、硅框架15、Z轴质量块16、“人”字型悬臂梁20、压敏电阻18、基准电阻19,质量块通过“人”字型悬臂和硅框架连接。

[0018] X方向加速度检测单元7的X轴主悬臂梁6的尺寸要比X轴敏感梁2的尺寸大1个数量级左右,X轴主悬臂梁6截面形状为矩形,尺寸上Z方向上的边长要比X方向上的边长要大,X轴主悬臂梁6的Y方向的长度为X方向长度的1-3倍;X轴质量块1的末端Y方向对称分布了两个X轴敏感梁2,X轴敏感梁2的厚度比X轴主悬臂梁6的厚度小1-2个数量级。在X轴敏感梁2上表面各设置有1个用于检测应力大小的压敏电阻,同时在靠近X轴敏感梁的硅框架上也各设置有1个基准电阻(阻值大小不随外部环境改变),这四个电阻组成惠斯通电桥检测电路;在X轴质量块的两侧对称设置有超量程保护曲面。

[0019] Y方向加速度检测单元14的Y轴主悬臂梁的尺寸要比Y轴敏感梁的尺寸大1个数量级左右,Y轴主悬臂梁截面形状为矩形,尺寸上Z方向上的边长要比Y方向上的边长要大,Y轴主悬臂梁在X方向的长度为Y方向长度的1-3倍;Y轴在质量块末端X方向对称分布了两个Y轴敏感梁,Y轴敏感梁的厚度比Y轴主悬臂梁的厚度小1-2个数量级;在敏感梁上表面各设置有1个用于检测应力大小的压敏电阻,同时在靠近Y轴敏感梁的硅框架上也各设置有1个基准电阻(阻值大小不随外部环境改变),这四个电阻组成惠斯通电桥检测电路;在Y轴质量块的两侧对称设置有超量程保护曲面。

[0020] Z方向加速度检测单元21包括Z轴超量程保护曲面17、硅框架15、Z轴质量块16、“人”字型悬臂梁20、Z轴基准电阻19、Z轴压敏电阻18;“人”字型悬臂梁将质量块和硅框架连接,且“人”字型悬臂梁的厚度要比Z轴质量块的厚度小;在Z轴质量块的上下两侧对称设置有设置有超量程保护曲面。在“人”字型悬臂梁两条腿的根部分别设置有两个平行的、用于检测应力大小的Z轴压敏电阻,且在靠近“人”字型悬臂梁的硅框架上对称的设置基准

电阻,这8个电阻构成惠斯通电桥检测电路。三个硅MEMS压阻式检测单元采用完全相同的工艺制作在同一个芯片上。

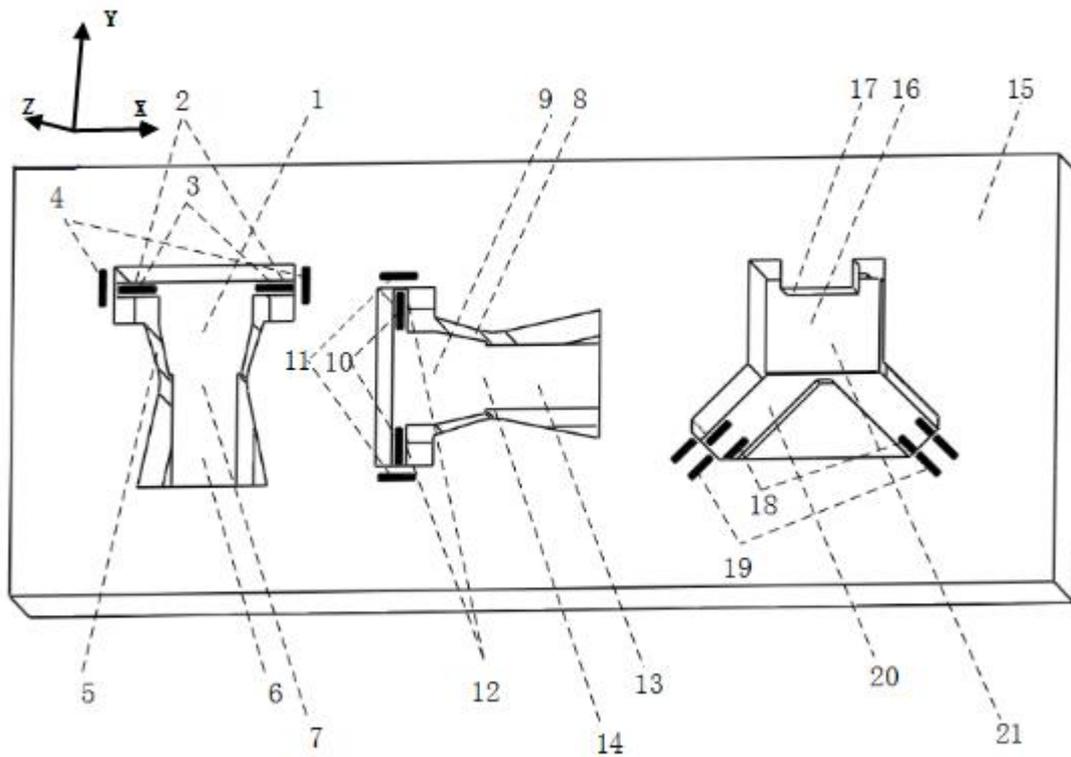


图1

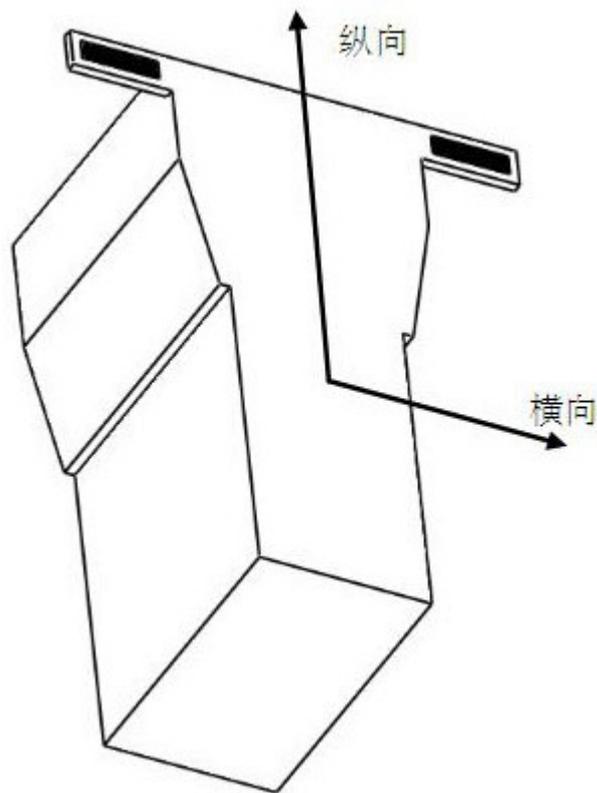


图2

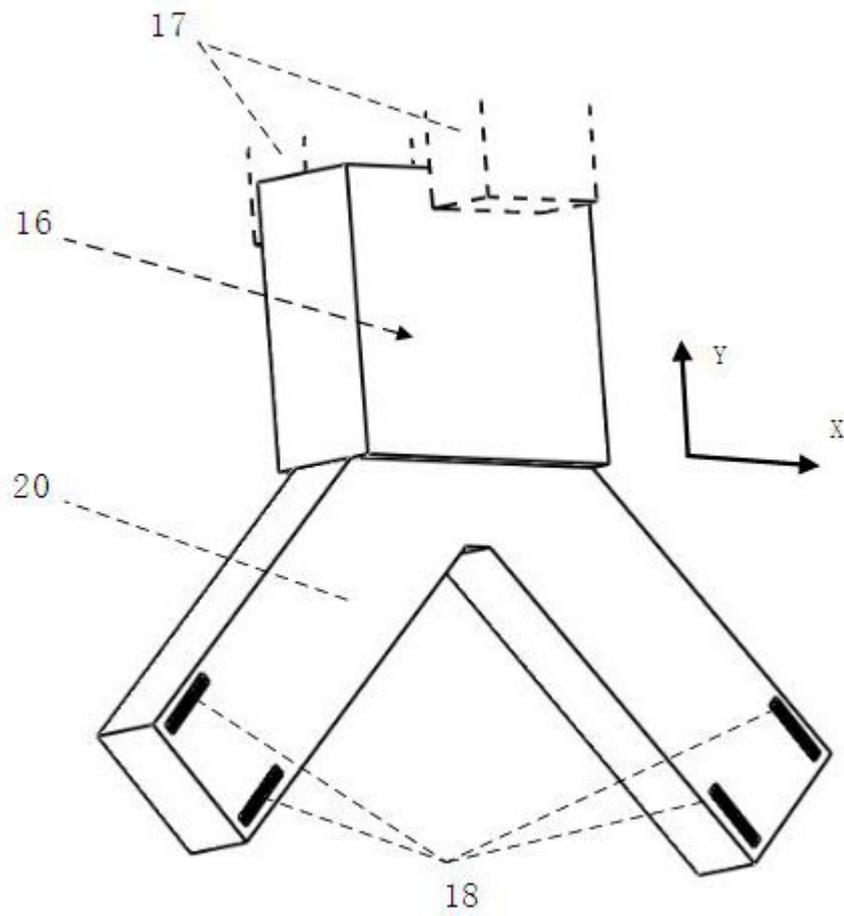


图3