



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107834991 A

(43)申请公布日 2018.03.23

(21)申请号 201711046708.0

(22)申请日 2017.10.31

(71)申请人 中电科技集团重庆声光电有限公司

地址 401332 重庆市沙坪坝区西永微电园  
西永大道23号

(72)发明人 林日乐 李文蕴 谢佳维 赵建华  
满欣

(74)专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限  
公司 50212

代理人 黄河

(51)Int.Cl.

H03H 9/13(2006.01)

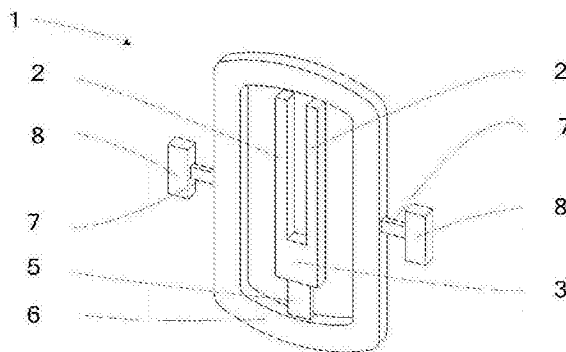
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种石英谐振敏感芯片

(57)摘要

本发明公开了一种石英谐振敏感芯片,包括谐振敏感单元及固定块,还包括第一挠性桥、隔离框及第二挠性桥,其中,第一敏感单元设置在隔离框内,与隔离框通过第一挠性桥连接,隔离框通过两个第二挠性桥分别与两个固定块连接。与现有技术通过优化敏感单元的振动节点位置,使检测模态的振动节点位置处于固定块支撑结构位置,从而避免振动能量耗散,提高频率稳定性的方式相比,本发明中的石英谐振敏感芯片不存在因为工艺误差导致优化效果不理想的问题,且振动能量耗散小,频率稳定性高。



1. 一种石英谐振敏感芯片,包括谐振敏感单元及固定块,其特征在于,还包括第一挠性桥、隔离框及第二挠性桥,其中:

所述第一敏感单元设置在所述隔离框内,与所述隔离框通过第一挠性桥连接;

所述隔离框通过两个第二挠性桥分别与两个所述固定块连接。

2. 如权利要求1所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,所述谐振敏感单元包括基部及第一谐振柱,其中:

所述基部的第一侧面分别与两个所述第一谐振柱的一端连接,两个所述第一谐振柱的另一端朝向同一方向;

所述基部的第二侧面通过所述第一挠性桥与所述隔离框连接,所述第一侧面与所述第二侧面为相对的两个侧面。

3. 如权利要求1所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,所述石英谐振敏感芯片还包括连接梁,所述谐振敏感单元包括基部、第一谐振柱及第二谐振柱,其中:

所述基部的整体形状为具有四个侧面和两个端面的矩形块;

所述基部的第一侧面分别与两个所述第一谐振柱的一端连接,两个所述第一谐振柱的另一端朝向同一方向;

所述基部的第二侧面分别与两个所述第二谐振柱的一端连接,两个所述第二谐振柱的另一端朝向同一方向,所述第一侧面与所述第二侧面为相对的两个侧面;

所述基部的另外两个侧面各伸出一根所述连接梁,每个所述连接梁的两侧分别通过两个所述第一挠性桥与所述隔离框连接。

4. 如权利要求1-3任一项所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,两个所述第一谐振柱间的距离与两个所述第二谐振柱间的距离不相同。

5. 如权利要求1-3任一项所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,所述第一挠性桥的厚度小于所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度。

6. 如权利要求1-3任一项所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,所述第一挠性桥的厚度为所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度的30%至80%。

7. 如权利要求1-3任一项所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,所述第二挠性桥的厚度小于所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度。

8. 如权利要求1-3任一项所述的石英谐振敏感芯片,其特征在于,所述第二挠性桥的厚度为所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度的30%至80%。

## 一种石英谐振敏感芯片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及谐振器技术领域,尤其涉及一种石英谐振敏感芯片。

### 背景技术

[0002] 在航天、航空、电子等领域,广泛应用着各类微型传感器,包括角速度传感器、加速度传感器、压力传感器以及温度传感器等。石英晶体材料由于具有品质因数高、物理性能稳定、时间及温度稳定性好、具有压电效应等特点,常用于制作各种类型传感器的基材。基于石英晶体材料制作的各类传感器,其谐振敏感单元大都设计成振梁或音叉结构,并利用石英晶体的压电效应,进行谐振激励和信号检测。石英谐振敏感单元是微型传感器的核心部件,其谐振状态的稳定性直接影响传感器的性能,而谐振稳定性是由频率稳定性决定的。

[0003] 为提高石英谐振敏感芯片的谐振稳定性,通常通过优化敏感单元的振动节点位置,使检测模态的振动节点位置处于固定块支撑结构位置,从而避免振动能量耗散,提高频率稳定性,同时也避免了外界振动条件对敏感单元的影响。但是,敏感单元的振动节点位置的优化,在实际制作中由于工艺误差会导致优化效果不理想。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术存在的上述不足,本发明要解决的技术问题是:如何避免石英谐振敏感芯片的振动能量耗散,如何提高石英谐振敏感芯片的频率稳定性。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用了如下的技术方案:

[0006] 一种石英谐振敏感芯片,包括谐振敏感单元及固定块,还包括第一挠性桥、隔离框及第二挠性桥,其中:

[0007] 所述第一敏感单元设置在所述隔离框内,与所述隔离框通过第一挠性桥连接;

[0008] 所述隔离框通过两个第二挠性桥分别与两个所述固定块连接。

[0009] 优选地,所述谐振敏感单元包括基部及第一谐振柱,其中:

[0010] 所述基部的第一侧面分别与两个所述第一谐振柱的一端连接,两个所述第一谐振柱的另一端朝向同一方向;

[0011] 所述基部的第二侧面通过所述第一挠性桥与所述隔离框连接,所述第一侧面与所述第二侧面为相对的两个侧面。

[0012] 优选地,所述石英谐振敏感芯片还包括连接梁,所述谐振敏感单元包括基部、第一谐振柱及第二谐振柱,其中:

[0013] 所述基部的整体形状为具有四个侧面和两个端面的矩形块;

[0014] 所述基部的第一侧面分别与两个所述第一谐振柱的一端连接,两个所述第一谐振柱的另一端朝向同一方向;

[0015] 所述基部的第二侧面分别与两个所述第二谐振柱的一端连接,两个所述第二谐振柱的另一端朝向同一方向,所述第一侧面与所述第二侧面为相对的两个侧面;

[0016] 所述基部的另外两个侧面各伸出一根所述连接梁,每个所述连接梁的两侧分别通

过两个所述第一挠性桥与所述隔离框连接。

[0017] 优选地,两个所述第一谐振柱间的距离与两个所述第二谐振柱间的距离不相同。

[0018] 优选地,所述第一挠性桥的厚度小于所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度。

[0019] 优选地,所述第一挠性桥的厚度为所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度的30%至80%。

[0020] 优选地,所述第二挠性桥的厚度小于所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度。

[0021] 优选地,所述第二挠性桥的厚度为所述谐振敏感单元、所述隔离框及所述固定块中任意一个的厚度的30%至80%。

[0022] 综上所述,本发明公开了一种石英谐振敏感芯片,包括谐振敏感单元及固定块,还包括第一挠性桥、隔离框及第二挠性桥,其中,所述第一敏感单元设置在所述隔离框内,与所述隔离框通过第一挠性桥连接,所述隔离框通过两个第二挠性桥分别与两个所述固定块连接。与现有技术通过优化敏感单元的振动节点位置,使检测模态的振动节点位置处于固定块支撑结构位置,从而避免振动能量耗散,提高频率稳定性的方式相比,本发明中的石英谐振敏感芯片不存在因为工艺误差导致优化效果不理想的问题,且振动能量耗散小,频率稳定性高。

## 附图说明

[0023] 为了使发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步的详细描述,其中:

[0024] 图1为本发明公开的石英谐振敏感芯片实施例1的结构示意图;

[0025] 图2为本发明公开的石英谐振敏感芯片实施例2的结构示意图;

[0026] 图3为本发明公开的石英谐振敏感芯片实施例2的剖面图;

[0027] 图4为本发明公开的石英谐振敏感芯片实施例2的对比结构的结构示意图。

[0028] 附图标记与说明书中标号的对应关系为:1-石英谐振敏感芯片;2-第一谐振柱;21-第二谐振柱;3-基部;4-连接梁;5-第一挠性桥;6-隔离框;7-第二挠性桥;8-固定块。

## 具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0030] 实施例1:

[0031] 如图1所示,本发明公开了一种石英谐振敏感芯片1,包括谐振敏感单元及固定块8,还包括第一挠性桥5、隔离框6及第二挠性桥7,其中:

[0032] 第一敏感单元设置在隔离框6内,与隔离框6通过第一挠性桥5连接;

[0033] 隔离框6通过两个第二挠性桥7分别与两个固定块8连接。

[0034] 谐振敏感单元依次通过第一挠性桥5与隔离框6内侧连接,构成第一级缓冲结构,隔离框6通过第二挠性桥7与固定块8连接,构成第二级缓冲结构。也即是,在石英谐振敏感芯片1中构成了谐振敏感单元—挠性桥—隔离框6—挠性桥—固定块8的一体式集成单芯片复合结构,即在敏感芯片中形成了一个挠性支撑的二级缓冲振动隔离结构形式。能有效避

免谐振敏感单元振动能量耗散,提高了敏感单元的频率稳定性,同时也衰减了通过固定块8传递的外部振动、温度因素对谐振敏感单元的影响,提高了谐振敏感芯片的环境适应性。

[0035] 具体实施时,谐振敏感单元包括基部3及第一谐振柱2,其中:

[0036] 基部3的第一侧面分别与两个第一谐振柱2的一端连接,两个第一谐振柱2的另一端朝向同一方向;

[0037] 基部3的第二侧面通过第一挠性桥5与隔离框6连接,第一侧面与第二侧面为相对的两个侧面。

[0038] 第一谐振柱2的一端与基部3的第一侧面连接,两个第一谐振柱2可平行设置在第一侧面上,与基部3形成一个音叉状的结构。

[0039] 具体实施时,第一挠性桥5的厚度小于谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度。

[0040] 第一挠性桥5的厚度比谐振敏感单元、隔离框6及固定块8薄,因此第一挠性桥5刚度小,从而产生更好的柔性缓冲效果,减少振动能量的耗散。

[0041] 具体实施时,第一挠性桥5的厚度为谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%。

[0042] 在产生柔性缓冲效果的同时还应保证一定的结构强度,避免芯片损坏,因此第一挠性桥5的厚度取谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%为宜。

[0043] 具体实施时,第二挠性桥7的厚度小于谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度。

[0044] 第二挠性桥7的厚度比谐振敏感单元、隔离框6及固定块8薄,因此第二挠性桥7刚度小,从而产生更好的柔性缓冲效果,减少振动能量的耗散。

[0045] 具体实施时,第二挠性桥7的厚度为谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%。

[0046] 在产生柔性缓冲效果的同时还应保证一定的结构强度,避免芯片损坏,因此第二挠性桥7的厚度取谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%为宜。

[0047] 实施例2:

[0048] 如图2所示,本发明公开了一种石英谐振敏感芯片1,包括谐振敏感单元及固定块8,还包括第一挠性桥5、隔离框6及第二挠性桥7,其中:

[0049] 第一敏感单元设置在隔离框6内,与隔离框6通过第一挠性桥5连接;

[0050] 隔离框6通过两个第二挠性桥7分别与两个固定块8连接。

[0051] 谐振敏感单元依次通过第一挠性桥5与隔离框6内侧连接,构成第一级缓冲结构,隔离框6通过第二挠性桥7与固定块8连接,构成第二级缓冲结构。也即是,在石英谐振敏感芯片1中构成了谐振敏感单元—挠性桥—隔离框6—挠性桥—固定块8的一体式集成单芯片复合结构,即在敏感芯片中形成了一个挠性支撑的二级缓冲振动隔离结构形式。能有效避免谐振敏感单元振动能量耗散,提高了敏感单元的频率稳定性,同时也衰减了通过固定块8传递的外部振动、温度因素对谐振敏感单元的影响,提高了谐振敏感芯片的环境适应性。

[0052] 具体实施时,石英谐振敏感芯片1还包括连接梁4,谐振敏感单元包括基部3、第一谐振柱2及第二谐振柱21,其中:

[0053] 基部3的整体形状为具有四个侧面和两个端面的矩形块;

[0054] 基部3的第一侧面分别与两个第一谐振柱2的一端连接,两个第一谐振柱2的另一端朝向同一方向;

[0055] 基部3的第二侧面分别与两个第二谐振柱21的一端连接,两个第二谐振柱21的另一端朝向同一方向,第一侧面与第二侧面为相对的两个侧面;

[0056] 基部3的两侧各伸出一根连接梁4,每个连接梁4的两侧分别通过两个第一挠性桥5与隔离框6连接。

[0057] 第一谐振柱2与第二谐振柱21分别设置在基部3的两个相对的侧面,分别与基部3形成两个音叉状的结构,且第一谐振柱2与第二谐振柱21平行。

[0058] 谐振敏感单元采用两个音叉的结构,避免了音叉不同振动模式下的耦合,提高了频率的稳定性。并且可以灵活的设计两个音叉的结构尺寸,调节谐振敏感单元的频率特性。并将连接梁4设计在其振动节点位置,再通过第一挠性桥5与隔离框6连接,更好的减少振动能量的耗散。

[0059] 具体实施时,两个第一谐振柱2间的距离与两个第二谐振柱21间的距离不相同。

[0060] 如图2所示,两个第一谐振柱2间的距离与两个第二谐振柱21间的距离是可以不相同的,通过改变谐振柱间的距离使其达到更好的频率匹配性和结构平衡性。

[0061] 具体实施时,第一挠性桥5的厚度小于谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度。

[0062] 第一挠性桥5的厚度比谐振敏感单元、隔离框6及固定块8薄,因此第一挠性桥5刚度小,从而产生更好的柔性缓冲效果,减少振动能量的耗散。

[0063] 具体实施时,第一挠性桥5的厚度为谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%。

[0064] 在产生柔性缓冲效果的同时还应保证一定的结构强度,避免芯片损坏,因此第一挠性桥5的厚度取谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%为宜。

[0065] 具体实施时,第二挠性桥7的厚度小于谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度。

[0066] 第二挠性桥7的厚度比谐振敏感单元、隔离框6及固定块8薄,因此第二挠性桥7刚度小,从而产生更好的柔性缓冲效果,减少振动能量的耗散。

[0067] 具体实施时,第二挠性桥7的厚度为谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%。

[0068] 在产生柔性缓冲效果的同时还应保证一定的结构强度,避免芯片损坏,因此第二挠性桥7的厚度取谐振敏感单元、隔离框6及固定块8中任意一个的厚度的30%至80%为宜。

[0069] 如图4所示,采用实施例2中的双音叉结构制造了一个对比结构,对比结构没有本发明公开的谐振敏感芯片中的隔离框6、第一挠性桥5及第二挠性桥7,对本实施例公开的谐振敏感芯片及对比结构进行仿真实验,下表中的仿真分析结果表明,本发明实施例2中的石英谐振敏感芯片1相比对比结,其频率稳定性提升了一个数量级以上,本发明能够大幅度提高石英谐振敏感芯片1的谐振稳定性。

[0070]

器件结构	频率稳定性
对比结构	4.08%

本发明实施例2的谐振敏感芯片结构	0.055%
------------------	--------

[0071] 在本发明的所有实施例中,第一挠性桥5、隔离框6、第二挠性桥7构成的二级缓冲隔离结构符合隔振效率规律。即,第一挠性桥5、隔离框6、第二挠性桥7构成的二级缓冲隔离

结构符合隔振效率公式  $\eta = \frac{\sqrt{1+(2\xi Z)^2}}{\sqrt{(1-Z^2)^2+(2\xi Z)^2}}$  描述的规律,其中,  $Z = \frac{\omega}{\omega_n}$ ,  $Z$  为频率比,  $\omega$  为

谐振敏感单元频率,  $\omega_n$  为隔振系统频率,  $\eta$  为隔振效率,  $\xi$  为系统阻尼比系数,当  $Z > \sqrt{2}$  时,  $\eta < 1$ , 起到隔振效果。

[0072] 谐振敏感单元、第一挠性桥5、隔离框6,第二挠性桥7与固定块8一体式集成设计在单芯片上,有利于器件尺寸的微型化及降低器件制作难度。

[0073] 本发明公开的石英谐振敏感芯片1,制作基材为具有压电效应的石英晶体。

[0074] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管通过参照本发明的优选实施例已经对本发明进行了描述,但本领域的普通技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围。

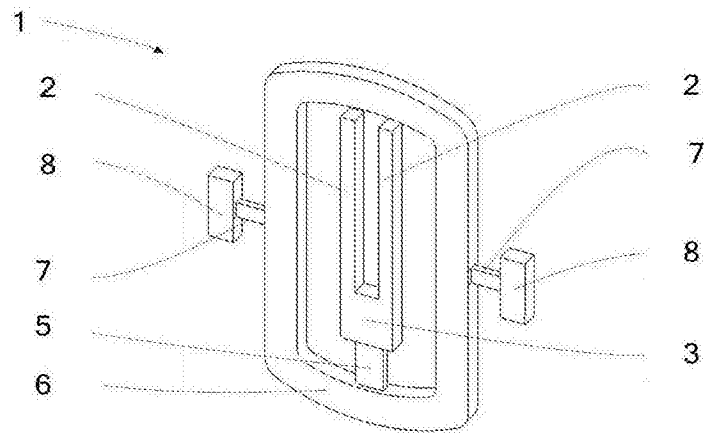


图1

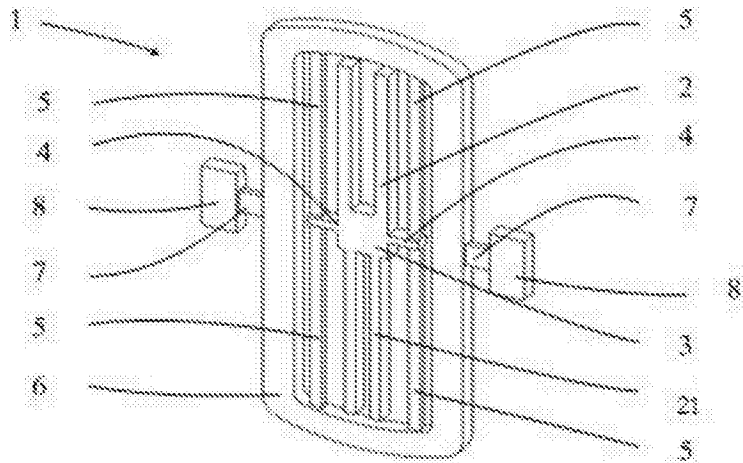


图2

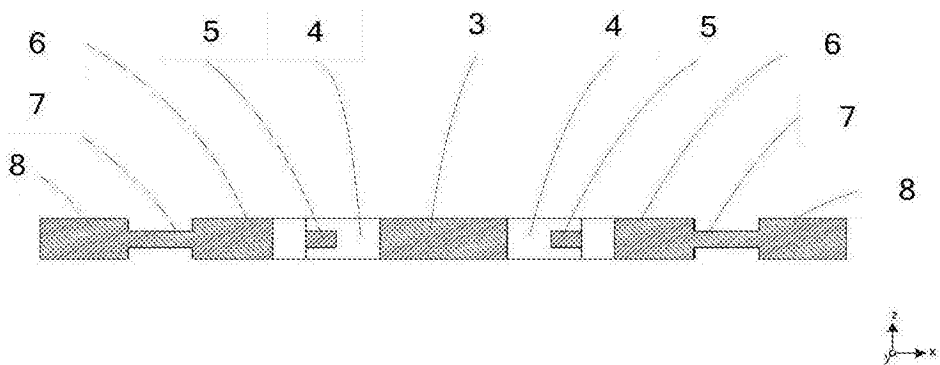


图3



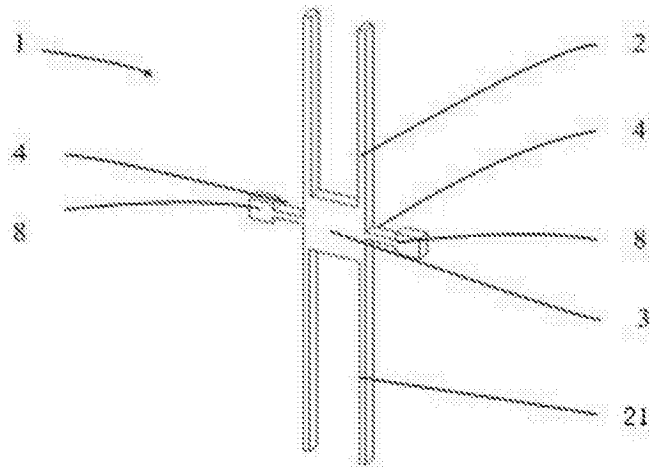


图4