



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102928131 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201210380890. 4

US 5113698 A, 1992. 05. 19,

(22) 申请日 2012. 10. 09

CN 1986385 A, 2007. 06. 27,

(73) 专利权人 西安交通大学

审查员 张超然

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路
28 号

(72) 发明人 赵玉龙 程荣俊

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 贺建斌

(51) Int. Cl.

G01L 1/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-132913 A, 2004. 04. 30,

CN 101672710 A, 2010. 03. 17,

CN 1485599 A, 2004. 03. 31,

CN 202204625 U, 2012. 04. 25,

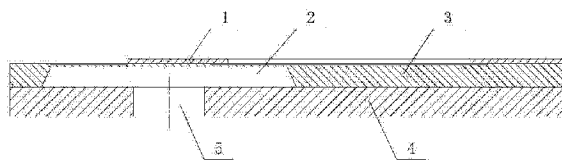
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种石英谐振梁式微压力传感器芯片

(57) 摘要

一种石英谐振梁式微压力传感器芯片, 包括玻璃基底, 玻璃基底上设有压力孔, 硅压力敏感膜片与玻璃基底封接在一起, 石英谐振梁粘接在硅压力敏感膜片的正面, 石英谐振梁由两端的基座和中部腐蚀有矩形腔的梁身构成, 基座上表面覆盖有压焊块, 梁身的四周覆盖有电极, 石英谐振梁的一端基座粘接在硅压力敏感膜片的感压区中央, 另一端基座粘接在压力敏感膜的非感压区上, 压力敏感膜片正面的非感压区的外围上制作有热敏电阻, 通过检测石英谐振梁谐振频率的变化实现测量外界压力, 本发明结合了石英晶体和梁膜结构的硅微压力膜片的优良特性, 具有高灵敏度、高精度、高分辨率的优点。



1. 一种石英谐振梁式微压力传感器芯片,包括玻璃基底(4),其特征在于:玻璃基底(4)上设有压力孔(5),硅压力敏感膜片(3)与玻璃基底(4)封接在一起,玻璃基底(4)上的压力孔(5)与硅压力敏感膜片(3)的感压区中央对正,石英谐振梁(1)粘接在硅压力敏感膜片(3)的正面,石英谐振梁(1)由两端的基座(8)和中部腐蚀有矩形腔的梁身(7)构成,基座(8)上表面覆盖有压焊块(6),梁身(7)的四周覆盖有电极,基座(8)和梁身(7)材料均为石英晶体,压焊块(6)和电极材料为银,石英谐振梁(1)的厚度为 $80 \sim 200 \mu\text{m}$,石英谐振梁(1)的一端基座(8)粘接在硅压力敏感膜片(3)的感压区中央,另一端基座(8)粘接在压力敏感膜(3)的非感压区上,压力敏感膜片(3)正面的非感压区的外围上制作有热敏电阻;

所述的硅压力敏感膜片(3)背面经湿法腐蚀形成凹腔(5),凹腔(5)即为感压区;硅压力敏感膜片(3)正面对应于感压区的部位腐蚀了4个等腰梯形状凹槽,分别为第一等腰梯形状凹槽(9)、第二等腰梯形状凹槽(10)、第三等腰梯形状凹槽(11)、第四等腰梯形状凹槽(12),腐蚀深度一致,槽深为 $20 \sim 50 \mu\text{m}$,形成沿对角线方向的斜交叉形梁膜结构,硅压力敏感膜片(3)正面对应非感压区的部位腐蚀了一个矩形凹槽(13),矩形凹槽(13)与第二等腰梯形状凹槽(10)相通,腐蚀深度一致;

所述的热敏电阻是由在压力敏感膜片(3)正面上形成P型电阻条(18)、第一压焊块(14)、第二压焊块(15)和第一电极引线(16)、第二电极引线(17)构成,第一压焊块(14)通过第一电极引线(16)和P型电阻条(18)的一端连接,第二压焊块(15)通过第二电极引线(17)和P型电阻条(18)的另一端连接。

一种石英谐振梁式微压力传感器芯片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微压力传感器芯片,特别涉及一种石英谐振梁式微压力传感器芯片。

背景技术

[0002] 目前微压力传感器是市场上需求量最大,应用范围最广的一类传感器,被广泛应用于风洞测试,生物医学及石油化工等领域。市场上微压力传感器主要有电容式、压阻式及谐振式,电容和压阻式输出的是模拟量,必须应用高精度调理电路对微弱信号进行处理,这些因素必然导致测量精度下降;而谐振式压力传感器是利用压力变化来改变物体的谐振频率,从而通过测量频率变化来间接测量压力,其输出为准数字频率信号,具有测量精度高,灵敏度高、分辨率高、抗干扰能力强,并且适用于长距离传输而不会降低其精度等优点,比较适合对压力进行高精度检测。石英晶体谐振器具有品质因数高、重复性好、没有迟滞、时间稳定性好、耐化学腐蚀等优点,成为谐振式传感器中常见的一种类型,而采用微细机械加工技术制造的微传感器具有体积小、重量轻、灵敏度高、可靠性高等优点成为世界范围内具有战略性的研究领域。目前,尚未发现有将石英谐振梁与硅微压力膜片结合在一起的压力传感器芯片的研究。

发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提出一种石英谐振梁式微压力传感器芯片,具有高灵敏度、高精度、高分辨率的优点。

[0004] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0005] 一种石英谐振梁式微压力传感器芯片,包括玻璃基底 4,玻璃基底 4 上设有压力孔 5,硅压力敏感膜片 3 与玻璃基底 4 封接在一起,玻璃基底 4 上的压力孔 5 与硅压力敏感膜片 3 的感压区中央对正,石英谐振梁 1 粘接在硅压力敏感膜片 3 的正面,石英谐振梁 1 由两端的基座 8 和中部腐蚀有矩形腔的梁身 7 构成,基座 8 上表面覆盖有压焊块 6,梁身 7 的四周覆盖有电极,基座 8 和梁身 7 材料均为石英晶体,压焊块 6 和电极材料为银,石英谐振梁 1 的厚度为 $80\sim 200\mu\text{m}$,石英谐振梁 1 的一端基座 8 粘接在硅压力敏感膜片 3 的感压区中央,另一端基座 8 粘接在压力敏感膜 3 的非感压区上,压力敏感膜片 3 正面的非感压区的外围上制作有热敏电阻。

[0006] 所述的硅压力敏感膜片 3 背面经湿法腐蚀形成凹腔 5,该区域即为感压区;硅压力敏感膜片 3 正面对应于感压区的部位腐蚀了 4 个等腰梯形状凹槽,分别为第一等腰梯形状凹槽 9、第二等腰梯形状凹槽 10、第三等腰梯形状凹槽 11、第四等腰梯形状凹槽 12,腐蚀深度一致,槽深为 $20\sim 50\mu\text{m}$,形成沿对角线方向的斜十字交叉形梁膜结构,硅压力敏感膜片 3 正面对应非感压区的部位腐蚀了一个矩形凹槽 13,矩形凹槽 13 与第二等腰梯形状凹槽 10 相通,腐蚀深度一致。

[0007] 所述的热敏电阻是由在压力敏感膜片 3 正面上形成 P 型电阻条 18、第一压焊块

14、第二压焊块 15 和第一电极引线 16、第二电极引线 17 构成,第一压焊块 14 通过第一电极引线 16 和 P 型电阻条 18 的一端连接,第二压焊块 15 通过第二电极引线 17 和 P 型电阻条 18 的另一端连接。

[0008] 与现有技术相比本发明的优点在于:石英谐振梁 1 具有品质因数高、重复性好、稳定性好、没有迟滞,容易实现压电激励与检测等优点,而采用硅微机械加工技术制造的硅压力敏感膜片 3 具有灵敏度高、可靠性好、成本低等硅微传感器所具有的优良特性,设计成斜十字交叉型梁膜结构可以增加硅压力敏感膜片 3 的刚度,提高传感器的线性度,结合二者的优点,并对石英谐振梁 1 进行温度补偿,本发明实现对压力的高精度、高灵敏度和高分辨率测量。

附图说明

[0009] 图 1 为本发明芯片结构示意图,其中,图 1 (a)为芯片俯视图,图 1 (b)为图 1 (a)的 A-A 剖视图。

[0010] 图 2 为石英谐振梁 1 结构示意图。

[0011] 图 3 为硅压力敏感膜片 3 结构示意图,其中,图 3 (a)为压力膜片俯视图,图 3 (b)为图 3 (a)的 B-B 剖视图。

[0012] 图 4 为热敏电阻结构示意图。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0014] 参照图 1,一种石英谐振梁式微压力传感器芯片,包括玻璃基底 4,玻璃基底 4 上设有压力孔 5,硅压力敏感膜片 3 通过阳极键合与玻璃基底 4 封接在一起,玻璃基底 4 上的压力孔 5 与硅压力敏感膜片 3 的感压区中央对正,石英谐振梁 1 粘接在硅压力敏感膜片 3 的正面,参照图 2,石英谐振梁 1 由两端的基座 8 和中部腐蚀有矩形腔的梁身 7 构成,基座 8 上表面覆盖有压焊块 6,梁身 7 的四周覆盖有电极,基座 8 和梁身 7 材料均为石英晶体,压焊块 6 和电极材料均为银,石英谐振梁 1 通过光刻、化学腐蚀、离子溅射和激光调频等技术制作,石英谐振梁 1 的厚度为 $80\sim 200\mu\text{m}$,石英谐振梁 1 一端的基座 8 粘接在硅压力敏感膜片 3 的感压区中央,另一端基座 8 粘接在压力敏感膜 3 的非感压区上,压力敏感膜片 3 正面的非感压区的外围上制作了热敏电阻,外界压力经压力孔 5 作用在硅压力敏感膜片 3 上,使得硅压力敏感膜片 3 和石英谐振梁 1 产生应力和应变,石英谐振梁 1 谐振频率发生变化,通过检测石英谐振梁 1 谐振频率的变化可以表征外界压力的大小。

[0015] 利用石英的逆压电效应激励石英谐振梁 1 振动,在闭环自激和正反馈控制系统的作用下,石英谐振梁 1 谐振时的振动模态沿宽度方向。

[0016] 参照图 3,所述的硅压力敏感膜片 3 背面经湿法腐蚀形成凹腔 5,该区域即为感压区;硅压力敏感膜片 3 的正面对应于感压区的部位腐蚀了 4 个等腰梯形状凹槽,分别为第一等腰梯形状凹槽 9、第二等腰梯形状凹槽 10、第三等腰梯形状凹槽 11、第四等腰梯形状凹槽 12,腐蚀深度一致,槽深为 $20\sim 50\mu\text{m}$,形成沿对角线方向的斜十字交叉形梁膜结构,斜十字交叉梁可增加硅压力敏感膜片 1 的刚度,提高传感器线性度,硅压力敏感膜片 3 正面对应非感压区的部位腐蚀了一个矩形凹槽 13,矩形凹槽 13 与第二等腰梯形状凹槽 10 相通,腐蚀深

度一致,矩形凹槽 13 和第二等腰梯形状凹槽 10 构成的区域可使梁身 7 处于悬空状态,避免工作时硅压力敏感膜片 3 干扰梁身 7 振动。

[0017] 参照图 4,所述的热敏电阻是由在压力敏感膜片 3 正面上形成 P 型电阻条 18、第一压焊块 14、第二压焊块 15 和第一电极引线 16、第二电极引线 17 构成,通过离子注入工艺形成 P 型电阻条 18,通过溅射和刻蚀工艺制作第一压焊块 14、第二压焊块 15 和第一电极引线 16、第二电极引线 17,第一压焊块 14 通过第一电极引线 16 和 P 型电阻条 18 的一端连接,第二压焊块 15 通过第二电极引线 17 和 P 型电阻条 18 的另一端连接, P 型电阻条 18 采用折弯的方法提高其阻值,热敏电阻实时检测传感器工作温度,对传感器进行温度补偿,以排除温度变化对石英谐振梁 1 谐振频率的影响,从而提高传感器精度。

[0018] 本发明的原理是:

[0019] 被测压力作用在硅压力敏感膜片 3 的感压区,使膜片发生变形,该变形导致石英谐振梁 1 内部产生应力和应变,由于石英谐振梁 1 的固有频率对应力变化极为敏感,硅压力敏感膜片 3 在小挠度变形情况下,石英谐振梁 1 的固有频率变化量与外界压力成正比,具有较好的线性关系,通过检测石英谐振梁 1 谐振频率的变化实现测量外界压力的目的。石英谐振梁 1 上覆盖有电极,利用石英的逆压电效应驱动石英谐振梁 1 自激振荡,当振动频率等于石英谐振梁 1 的固有频率时发生谐振,在闭环控制系统下对谐振频率进行检测;由于温度容易引起石英谐振梁 1 频率的变化,利用硅微工艺在硅压力敏感膜片 3 上制作热敏电阻测量传感器工作温度,对传感器进行温度补偿,以消除或减小温度对石英谐振梁 1 谐振频率的影响,从而提高传感器精度。

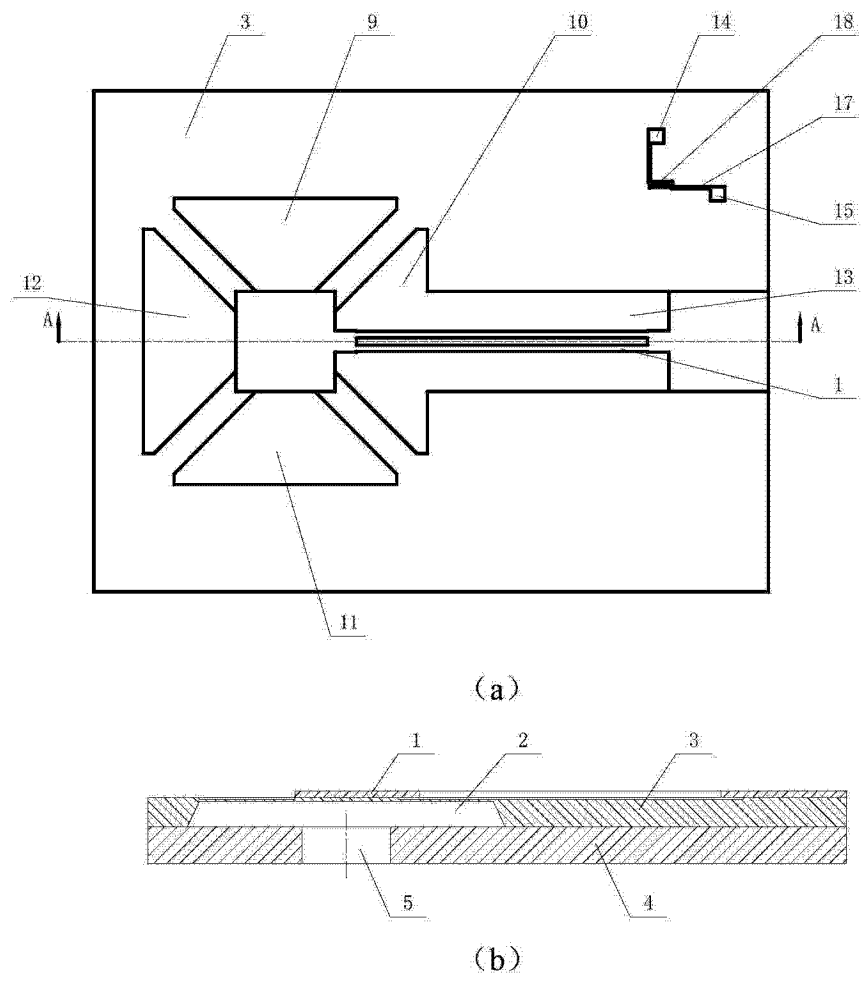


图 1

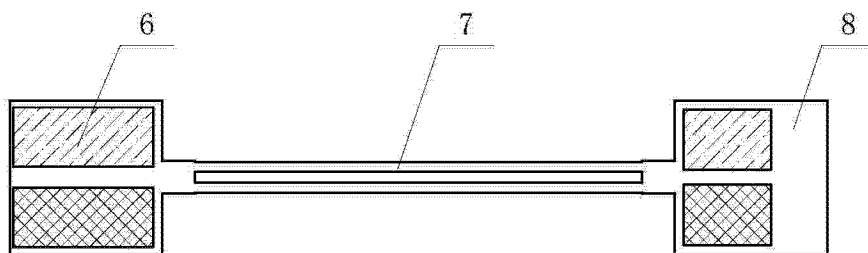


图 2

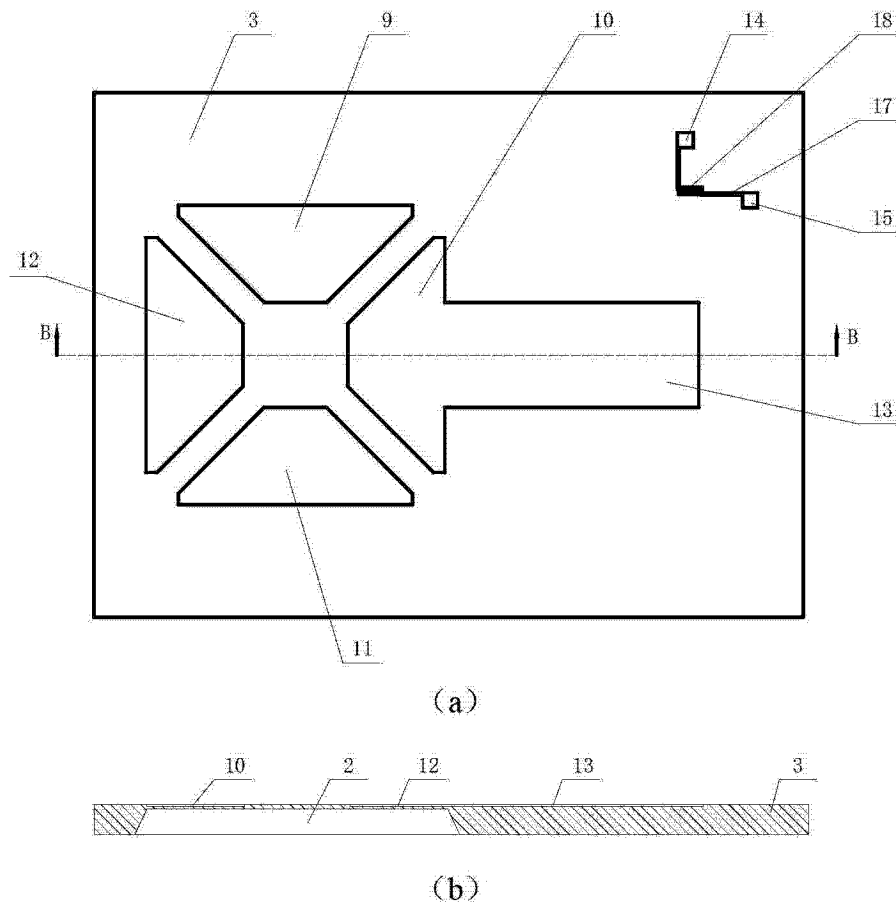


图 3

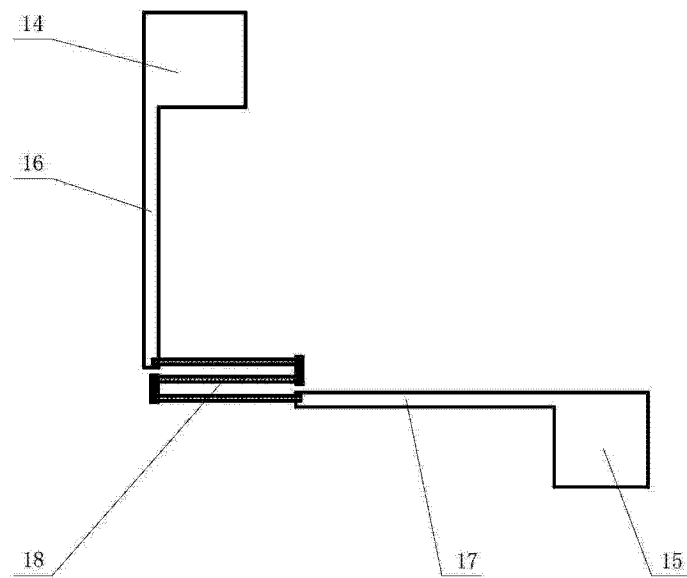


图 4