

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01P 15/00 (2006.01)

F42B 15/01 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710061572.0

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100520413C

[22] 申请日 2007.3.6

[21] 申请号 200710061572.0

[73] 专利权人 中北大学

地址 030051 山西省太原市尖草坪区学院路3号

[72] 发明人 郭涛 熊继军 张文栋 刘俊
马游春 张斌珍 李丽华 毛海央
翟成瑞 李杰

[56] 参考文献

JP2000-187040A 2000.7.4

US2003/0057447A1 2003.3.27

CN1752757A 2006.3.29

CN1841072A 2006.10.4

US6589433B2 2003.7.8

审查员 黄涛

[74] 专利代理机构 山西太原科卫专利事务所
代理人 张彩琴

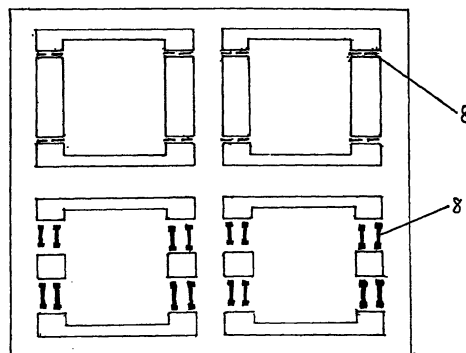
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

复合式微加速度计

[57] 摘要

本发明涉及一种微加速度计，具体是用于常规弹药制导抗高过载复合式微加速度计，解决了有些物理过程存在相差上百甚至上千倍的多个加速度值需要测量，而现有技术中一个微加速度计无法完成测试的问题。包括四组微加速度计单元，所述四组微加速度计单元按 2×2 阵列结构设置，上排两组微加速度计单元的压敏电阻沿固支梁的长度方向设置，下排两组微加速度计单元的压敏电阻沿固支梁的宽度方向设置，各微加速度计单元的框架为整体。本发明不但能同时感测4种不同的加速度信号，而且具有很好的抗干扰能力、较高的抗过载能力和自检测功能。



1、一种复合式微加速度计，包括四组微加速度计单元（1），微加速度计单元（1）包括硅结构层（2）和玻璃底层（3），硅结构层（2）由框架（4）、质量块（5）、固支梁（6）构成，框架（4）上开有通孔（7），通孔（7）中部设质量块（5），质量块（5）两侧分别通过两个固支梁（6）与框架（4）连接，每个固支梁（6）上设有两个压敏电阻（8），硅结构层（2）底部开有深槽（9），通孔（7）与深槽（9）之间设有浅槽（10）；质量块（5）的厚度小于框架（4）的厚度；浅槽（10）的深度等于框架（4）与质量块（5）的厚度差；质量块（5）下方的玻璃底层（3）上设置电极（11），深槽（9）下方的玻璃底层（3）上设置压焊点（13），电极（11）和压焊点（13）通过穿于浅槽（10）内的金属引线（12）连接，其特征在于所述四组微加速度计单元（1）为测量量程各异的微加速度计单元，按 2×2 阵列结构设置，上排两组微加速度计单元的压敏电阻（8）沿固支梁（6）的长度方向设置，下排两组微加速度计单元的压敏电阻（8）沿固支梁（6）的宽度方向设置，各微加速度计单元的框架（4）为一个整体结构。

复合式微加速度计

技术领域

本发明涉及一种微加速度计，具体是用于常规弹药制导抗高过载复合式微加速度计。

背景技术

现代战争是高科技的较量，为适应现代战争的要求，武器系统的打击精确度、弹药的利用效率都要求很高，在战争中只有确保弹药具有精确命中和高效毁伤能力，才能使部队能够“发射后不管”和“发射后转移”，提高己方的战场生存力。同时，在现代世界和政治环境中，至关重要的是在打击目标的同时，尽可能地减少对友军和平民所造成的间接损伤。所以，精确制导武器在战争中使用比例的大幅度上升已成为时代的必然，它不但是新军事技术革命的产物，并且正在引领唱响未来高技术战场主旋律。常规弹药属于无控弹，很容易受到环境的制约，命中率低，这种现状已满足不了现代战争的要求。我国目前常规弹药库存的无控弹数量非常大，如果应用高端技术对目前无控弹进行智能化改造，提高弹药的精确打击能力，就可以有效的提高目前我国库存弹药的生存寿命。

国外的 MEMS 技术研究起步较早，硅惯性器件制造技术已经比较先进。国外在加速度传感器的研制方面，主要有四种类型：压阻式、电容式、压电式和隧道式。早在 1979 年 Roylance 和 Angell 就开始了微机械压阻式加速度计的研制，所采用的工艺主要为 KOH 腐蚀体硅工艺，单悬臂梁+质量块结构，达到的技术指标为：满量程范围为 $\pm 200g$ ，灵敏度为 $50 \mu V / (g \cdot V_{supply})$ ，偏轴灵敏度为 10%，

压阻效应的温度系数为 $-0.2\sim 0.3\%/^{\circ}\text{C}$ （即灵敏度对温度的变化值），谐振频率为 2330Hz 。随后各种结构的压阻式加速度计相继出现，并且增加了自检功能和集成 CMOS 电路，测量方向也从单轴逐渐向多轴集成测量发展。现在已有 ENDEVCO、SILICON DESIGNS 等几家公司生产商业化微机械压阻式加速度计。加速度计应用于常规弹药惯性制导上也取得了实质性的进展。例如，美国研制成功的第四代制导炸弹“联合直接攻击弹药(JDAM)”，就是在现役航空炸弹上加装相应制导控制装置而成的，具有昼/夜、全天候、防区外、投射后不管、多目标攻击能力的。该炸弹在 1999 年北约空袭南联盟的战争中首次使用。还有美海军 127mm 增程炮弹(ERGM)，美陆军精确制导迫击炮弹(PGMM)，英国 155mm 多用途尾翼稳定子母炮弹等。

目前，国内已在逐步对常规弹药进行升级，添加制导装置，新研制的各类常规弹药也向智能化、通用化、模块化发展。而这也促进了国内微惯性器件的研究。

在同一个物理过程中往往存在相差上数十倍甚至上万倍的多个加速度值需要测量，例如，分析弹体在发射和飞行过程中的受力情况，既需要测试发射过程中上万个 g 的加速度，也需要测试飞行过程中几个 g 的加速度。在这些场合用同一个加速度计很难满足整个过程的测试要求。

发明内容

本发明为了解决有些物理过程存在相差上百甚至上千倍的多个加速度值需要测量，而现有技术中一个微加速度计无法完成测试的问题，提供了一种结合了高量程至 $10000g$ ，低量程至 $10g$ 的复合式微加速度计。

本发明采用如下的技术方案实现：复合式微加速度计，包括四组微加速度计单元，微加速度计单元包括硅结构层和玻璃底层，硅结构层由框架、质量块、

固支梁构成，框架上开有通孔，通孔中部设质量块，质量块两侧分别通过两个固支梁与框架连接，每个固支梁上设有两个压敏电阻，硅结构层底部开有深槽，通孔与深槽之间设有浅槽；质量块的厚度小于框架的厚度；浅槽的深度等于框架与质量块的厚度差；质量块下方的玻璃底层上设置电极，深槽下方的玻璃底层上设置压焊点，电极和压焊点通过穿于浅槽内的金属引线连接；所述四组微加速度计单元为测量量程各异的微加速度计单元，按 2×2 阵列结构设置，上排两组微加速度计单元的压敏电阻沿固支梁的长度方向设置，下排两组微加速度计单元的压敏电阻沿固支梁的宽度方向设置，各微加速度计单元的框架为一个整体结构。

本发明微加速度计敏感元件应用硅压阻原理，采用阵列式压阻传感器结构，将测试四种量程加速度信号的过载结构以阵列的形式结合到一起。整个加速度计采用两层结构，上面一层为结构层，使用单晶硅材料通过体硅微机械加工技术制成，包括框架、质量块和四根固支梁，在框架上腐蚀一个浅槽和一个深槽；下面一层采用玻璃材料制成的底盖，其主要功能是实现对加速度计的过载保护和自检测，底盖上有金属电极，引线及压焊点。硅-玻璃结构采用静电键合。微加速计通过体硅微机械加工技术制成，其抗干扰能力的实现是通过加工工艺来实现的，主要思路是：在硅衬底上重掺杂磷离子，从而形成 $n+$ 区；在每一个电阻条区（ $p-$ 区）的上方覆盖一层铝金属；将衬底上的 $n+$ 区和电桥电路设计中的供电电压正输入端（与电阻条相连的 $p+$ 端）通过引线孔连接在一起，同时将电阻条上的铝金属与 $n+$ 区也通过引线孔连接在一起。

本发明不但能同时感测4种不同的加速度信号，而且具有很好的抗干扰能力、较高的抗过载能力和自检测功能。在测试与控制系统应用中，具有较为灵活的功能：1. 可以实现单点测试或者控制；2. 可以实现多参数测试或者多功能和多方面控制；3. 通过不同量程的组合，实现测试与控制的综合应用。

附图说明

图 1 为本发明的结构示意图

图 2 为微加速度计单元的结构示意图

图 3 为硅结构层的结构示意图

图 4 为玻璃底层的结构示意图

图 5 为本发明的电阻布置图

图中：1-微加速度计单元，2-硅结构层，3-玻璃底层，4-框架，5-质量块，6-固支梁，7-通孔，8-压敏电阻，9-深槽，10-浅槽，11-电极，12-金属引线，13-压焊点

具体实施方式

结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明，实施例是用来说明本发明的，而不是对其作任何限制的。

如图 1、图 2 所示复合式微加速度计，包括四组微加速度计单元 1。所述微加速度计单元 1 包括硅结构层 2 和玻璃底层 3。

如图 3 所示硅结构层 2 由框架 4、质量块 5、固支梁 6 构成，框架 4 上开有通孔 7，通孔 7 中部设质量块 5，质量块 5 两侧分别通过两个固支梁 6 与框架 4 连接，每个固支梁 6 上设有两个压敏电阻 8，硅结构层 2 底部开有深槽 9，通孔 7 与深槽 9 之间设有浅槽 10；质量块 5 的厚度小于框架 4 的厚度；浅槽 10 的深度等于框架 4 与质量块 5 的厚度差。

如图 4 所述质量块 5 下方的玻璃底层 3 上设置电极 11，深槽 9 下方的玻璃底层 3 上设置压焊点 13，电极 11 和压焊点 13 通过穿于浅槽 10 内的金属引线 12 连接。

如图 5 所示四组微加速度计单元 1 按 2×2 阵列结构设置，上排两组微加速

度计单元的压敏电阻 8 沿固支梁 6 的长度方向设置，下排两组微加速度计单元的压敏电阻 8 沿固支梁 6 的宽度方向设置，各微加速度计单元的框架 4 为整体。

本发明的加工方法采用现有微加速度计的加工方法。电桥的设计与现有微加速度设计方法相近，是本领域技术人员可从现有技术中轻松获知的。

实施例：四组微加速度计单元的量程，分别为 10g、100g、500g 和 10000g。为了最大限度地提高器件性能并降低设计、加工难度，该阵列中各单元的质量块与固支梁的厚度相等。10g、100g、500g 和 10000g 微加速度单元中固支梁的宽度分别为 80um、100um、190um、700um，固支梁的长度分别为 650um、650um、500um、500um。

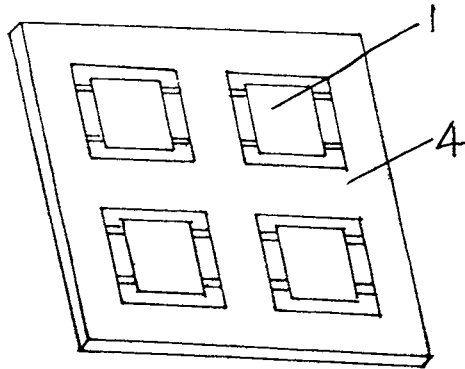


图1

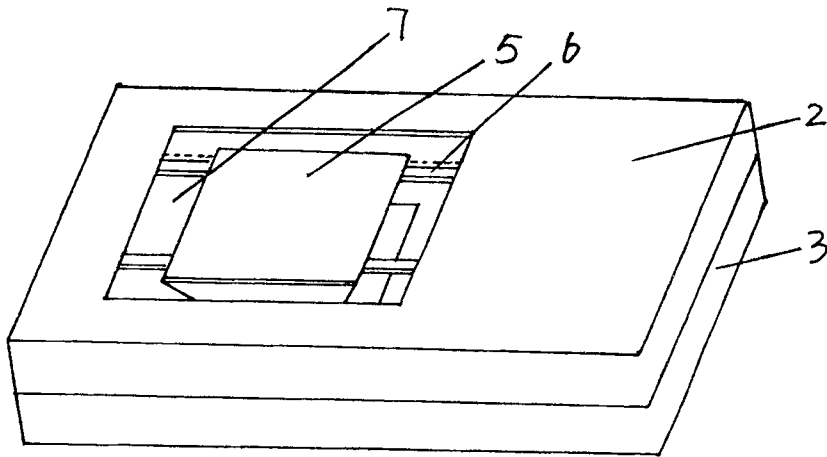


图2

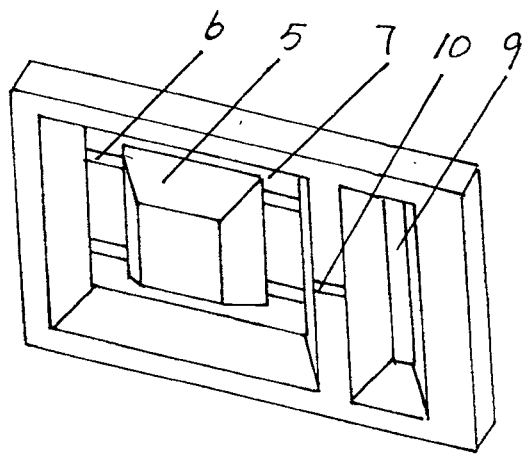


图3

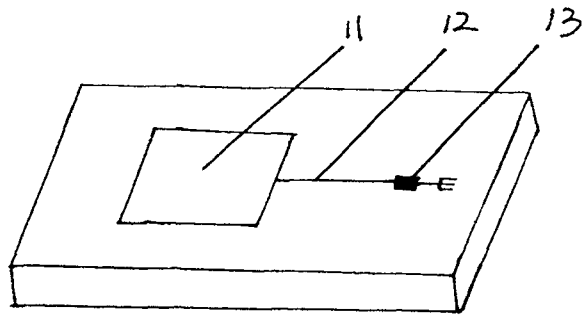


图4

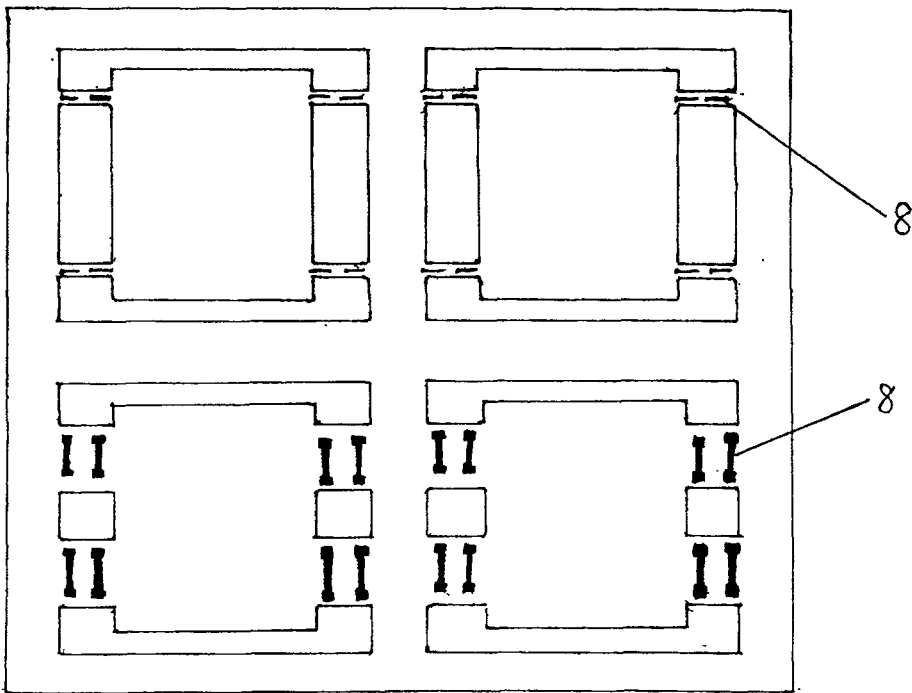


图5