



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102369414 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201080015565. 7

(22) 申请日 2010. 03. 01

(30) 优先权数据

20095201 2009. 03. 02 FI

20095903 2009. 09. 02 FI

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 09. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2010/050160 2010. 03. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/100334 EN 2010. 09. 10

(73) 专利权人 村田电子有限公司

地址 芬兰万塔

(72) 发明人 安斯·布卢姆奎斯特 亚科·罗希奥

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理有限公司 11290

代理人 褚海英 武玉琴

(51) Int. Cl.

G01C 19/5642(2012. 01)

(56) 对比文件

US 7043985 B2, 2006. 05. 16, 说明书第 4 栏第 2 行 - 第 6 栏第 18 行、附图 1-3.

US 5920012 A, 1999. 07. 06, 全文.

US 6807858 B2, 2004. 10. 26, 全文.

CN 1826532 A, 2006. 08. 30, 全文.

US 2008/0282833 A1, 2008. 11. 20, 全文.

审查员 索子繁

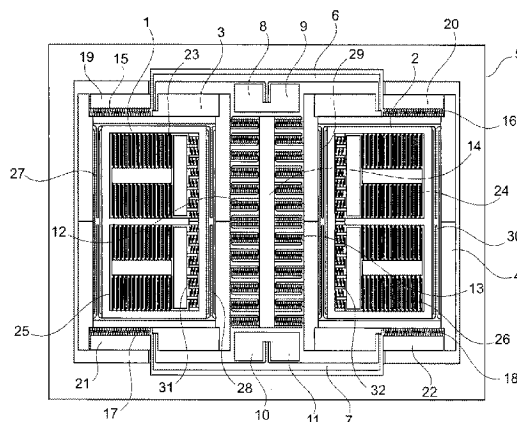
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

振动型微机械角速度传感器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于测量角速度的测量仪器,更具体地涉及一种振动型微机械角速度传感器。本发明的角速度传感器包括至少两个振动质量块结构 (1)、(2)、激励结构 (3)、(4) 以及耦合跷跷板式弹簧 (6)、(7)。本发明旨在提供一种改进的传感器结构,该传感器结构具体地在小型振动型微机械角速度传感器的技术方案中可实现高效可靠测量。



1. 一种包括至少两个振动质量块结构 (1)、(2) 的振动型微机械角速度传感器,其特征
在于,所述角速度传感器还包括激励结构 (3)、(4) 和耦合跷跷板式弹簧 (6)、(7),使得所述
至少两个振动质量块结构 (1)、(2) 分开设置并通过弹簧 (27 ~ 30) 支撑于所述激励结构
(3)、(4) 处,从而所述激励结构 (3)、(4) 在其至少一端通过所述耦合跷跷板式弹簧 (6)、(7)
而支撑于锚点 (8 ~ 11) 处;所述跷跷板式弹簧 (6)、(7) 布置为允许弹簧的刚性支撑结构在
表平面内关于固定轴转动;所述跷跷板式弹簧 (6)、(7) 布置为所述弹簧使包括所述至少两
个振动质量块结构 (1)、(2) 的所述激励结构 (3)、(4) 在表平面内反相振动;以及所述激励
结构 (3)、(4) 的所述反相振动的运动路径以相反的方向形成两条平行弧线。

2. 如权利要求 1 所述的角速度传感器,其特征不在于,所述角速度传感器还包括:激励梳
状结构 (12)、(13),它们设置于包括所述至少两个振动质量块结构 (1)、(2) 的所述激励结
构 (3)、(4) 之间。

3. 如权利要求 2 所述的角速度传感器,其特征不在于,所述激励梳状结构 (12)、(13) 支
撑在位于中央的锚定结构 (14) 处。

4. 如权利要求 1 ~ 3 之任一项所述的角速度传感器,其特征不在于,所述角速度传感器还
包括:正交运动补偿梳状结构 (31)、(32),它们设置于包括所述至少两个振动质量块结构
(1)、(2) 的所述激励结构 (3)、(4) 之间。

5. 如权利要求 1 ~ 3 之任一项所述的角速度传感器,其特征不在于,所述角速度传感器还
包括检测梳状结构 (23 ~ 26),所述检测梳状结构 (23 ~ 26) 布置用于由角速度引起的科里
奥利力的双差分检测。

6. 如权利要求 4 所述的角速度传感器,其特征不在于,所述角速度传感器还包括检测梳
状结构 (23 ~ 26),所述检测梳状结构 (23 ~ 26) 布置用于由角速度引起的科里奥利力的双
差分检测。

振动型微机械角速度传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于测量角速度的测量仪器,更具体地涉及振动型微机械角速度传感器。本发明旨在提供一种改进的传感器结构,该传感器结构具体地在小型振动型微机械角速度传感器技术方案中可实现高效可靠测量。

背景技术

[0002] 基于振动型角速度传感器的测量已被证实是一种构思简单且可靠的角速度测量方法。在振动型角速度传感器中,产生某种已知的主运动,并在该传感器中使所述主运动持续。然后,期望用该传感器所测量的运动被检测为该主运动的偏差。

[0003] 角速度传感器所要求的主要特性为抗震性和耐冲击性。尤其是在例如汽车工业的驱动控制系统等高要求应用中,这些要求极其严格。即使例如由石块造成的外部撞击等猛烈的冲击,或者由汽车立体声系统造成的振动,也不应该影响角速度传感器的输出。

[0004] 最常使用的振动型角速度传感器的工作原理是所谓的音叉原理。在音叉原理中,主运动是两个线性谐振器以反相的方式关于共轴振动时的振动。在与谐振器的运动方向垂直的方向上对该传感器起影响作用的外部角速度可产生在相反的方向上影响质量块的科里奥利力 (Coriolis force)。

[0005] 与角速度成比例的科里奥利力可从各质量块中直接检测出来,或者可从在同一旋转轴上连接的质量块中检测出来,因此,检测出的运动是在角速度轴的方向上的角振动。然而,待检测的角振动易受外部的机械干扰影响。

[0006] 由于材料和子结构的振动,从冲击事件和振动中还对角速度传感器的检测轴不可避免地产生角加速度的情况。于是,特别是当干扰的频率接近传感器的工作频率时,检测用谐振器的运动被干扰,并且角速度传感器的输出信号产生偏差。

[0007] 已提出了几个现有技术的传感器技术方案以补偿干扰信号。通常采用所谓的差分检测来制造这种传感器,因此可实现对外部机械干扰极不敏感的传感器结构。例如,美国专利公报 US6,705,164 号中描述了这样一种现有技术的传感器技术方案,其中,并排设置的两个振动质量块在表平面内以反相的方式并以相同方向进行线性振动。这样,检测用谐振器的轴对两个质量块是共同的,并且与主运动垂直。

[0008] 在差分检测中,用于各检测用谐振器的重心的共同运动轴对外部机械扰动呈现最优的不灵敏度。由于传统音叉陀螺的对角加速度的灵敏度与各检测用谐振器的轴之间的距离成比例,因此在共检测轴的特殊情况下,而且在角加速度的情况下,利用两个质量块的差分检测抵消了外部线性加速度。

[0009] 于是,与例如传统音叉相比,这种根据所谓反音叉原理的角速度传感器的实施方式可在震动条件下极为更可靠地工作。然而,反音叉原理的最大缺点是主运动易受外部扰动的影响。

[0010] 在上述美国专利公报 US6,705,164 号的结构中,耦合成的线性谐振器在同相比在反相的情况下更易于移动。于是,由于使各质量块发生物理位移,因此沿主轴的线性加速度

可极易于干扰传感器的工作,尽管对各质量块的差分检测在很大程度上减小了由此产生的信号。

[0011] 比差分检测更好的用于补偿机械扰动的技术方案是所谓的双差分检测。这种现有技术的传感器技术方案例如在美国专利公报 US6, 122, 961 号中予以描述,其中,图 3 表示双差分音叉结构,该结构还具有包含以上所述的并列质量块的反音叉的工作原理。

[0012] 在美国专利公报 US6, 122, 961 号中,四个质量块耦合在一起形成双差分音叉结构,其中,根据所述音叉的两对差分质量块以反相的方式并行振动。于是,该现有技术的结构包含两个反相的反音叉。

[0013] 实际上,双差分音叉是基于一个平面内的线性运动的最可靠的角速度传感器结构。然而,双差分音叉的最大缺点是极其复杂且庞大的弹簧结构。激励结构也难以设计并且它们还占用大量空间。

[0014] 在设计好的角速度传感器时的另一重大挑战是尤其在科里奥利力检测中的静电驱动的容性串扰。主运动的驱动信号与质量块的速度同相,而最经常观察到串扰信号与科里奥利信号精确地同相。这可引起依赖于驱动信号幅值的传感器零点值的扰动,从而导致依赖于例如温度的误差。

[0015] 针对该问题的常规解决方案即为所谓的载波检测。在载波检测中,跨过待测量的电容来施加 AC 电压、即载波。在该配置中,以可变电容来调制前置放大器的输出信号的幅值,并且通过对载波进行解调而获得依赖于所述电容的电压。然后,由容性串扰引起的干扰信号被调制而远离载波频率处的信号频带。

[0016] 然而,载波检测使角速度传感器这种已非常复杂的电子装置变得更复杂,于是,会增加电子装置的成本和尺寸并削弱该装置的可靠性。实际上,值得如此设计电容传感器元件,以便在差分科里奥利力检测中,会尽可能完全抵消由杂散电容引起的驱动信号的串扰。

[0017] 实际上,本发明旨在实现一种小型化且抗干扰的振动型角速度传感器结构,通过该结构可以可靠地测量与表平面垂直的角速度。

发明内容

[0018] 本发明旨在提供这样一种改进的振动型角速度传感器,该传感器具体地在小型振动型角速度传感器的技术方案中可对与表平面垂直的角速度实现可靠与高性能的测量,并且相比于具有两个质量块的现有技术的技术方案,所述改进的振动型角速度传感器对机械干扰显著不敏感。

[0019] 本发明提供一种振动型微机械角速度传感器,其包括至少两个振动质量块结构,而所述角速度传感器还包括激励结构和耦合跷跷板式弹簧,使得所述至少两个振动质量块结构分开设置并通过弹簧支撑于激励结构处,从而所述激励结构在其至少一端通过耦合跷跷板式弹簧而支撑于锚点处。

[0020] 优选地,所述跷跷板式弹簧布置为允许弹簧的刚性支撑结构在表平面内关于固定轴转动。优选地,所述跷跷板式弹簧布置为所述弹簧使包括所述至少两个振动质量块结构的激励结构在表平面内反相振动。优选地,所述激励结构的反相振动的运动路径以相反的方向形成两条平行弧线。

[0021] 优选地,所述角速度传感器还包括激励梳状结构,所述激励梳状结构设置于包括

所述至少两个振动质量块结构的激励结构之间。优选地,所述激励梳状结构支撑在位于中央的锚定结构处。

[0022] 优选地,所述角速度传感器还包括正交运动补偿梳状结构,所述正交运动补偿梳状结构设置于包括所述至少两个振动质量块结构的激励结构之间。优选地,所述角速度传感器还包括检测梳状结构,所述检测梳状结构适于对主运动进行差分检测。优选地,所述角速度传感器还包括科里奥利力检测梳状结构,所述检测梳状结构适于对由角速度引起的科里奥利运动进行双差分检测。

附图说明

[0023] 下面,通过示例性地参照附图来详述本发明及其优选的实施例,附图如下:

[0024] 图 1 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的功能性结构图。

[0025] 图 2 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的可替换功能性结构图。

[0026] 图 3 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的第二可替换功能性结构图。

[0027] 图 4 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的第三可替换功能性结构图。

[0028] 图 5 详细表示不具有二次耦合结构的实施例。

具体实施方式

[0029] 图 1 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的功能性结构图。本发明所描述的振动型微机械角速度传感器包括分开设置的两个质量块结构 1、2,质量块结构 1、2 通过弹簧 27 ~ 30 支撑于激励结构 3、4 处。所述激励结构 3、4 通过耦合跷跷板式弹簧 6、7 而支撑于与传感器邻接的框架 5 的锚点 8 ~ 11 处。

[0030] 本发明的振动型微机械角速度传感器还包括支撑于振动质量块 1、2 处的电容梳状结构 23 ~ 26 以及连接于激励结构 3、4 的激励梳状结构 12、13。所述激励梳状结构 12、13 设置于包含质量块结构 1、2 的激励结构 3、4 之间,并且所述激励梳状结构 12、13 支撑在位于中央的锚定结构 14 处。

[0031] 本发明的振动型微机械角速度传感器还包括支撑于锚点 21、22 处的电容激励运动检测梳状结构 17、18 以及正交运动补偿梳状结构 31、32。

[0032] 在本发明的振动型微机械角速度传感器中,由相对的激励梳状结构 12、13 通过共模信号对主运动进行静电激励,并且由检测梳状结构对主运动进行差分检测。

[0033] 本发明的振动型微机械角速度传感器包括:两个分开设置的振动质量块结构 1、2,所述质量块结构 1、2 通过激励结构 3、4 和耦合弹簧 6、7 而悬挂在紧固于传感器的盖和/或底部的锚点 8 ~ 11 处。

[0034] 本发明的耦合弹簧 6、7 设计为使得刚性支撑结构可在表平面内关于固定轴转动。于是,主运动悬挂弹簧 6、7 使振动质量块结构 1、2 的激励结构 3、4 以反相的方式在表平面内进行振动。激励结构 3、4 的运动路径以相反的方向形成两条平行弧线。

[0035] 在本发明的振动型微机械角速度传感器中,振动质量块结构 1、2 被悬挂于激励结构 3、4 处,使得悬挂弹簧 27 ~ 30 可在表平面内实现由科里奥利力引起的与质量块主运动的偏离。可由检测梳状结构 15 ~ 18 沿与激励方向垂直的方向来检测偏差,所述检测梳状结构 15 ~ 18 沿质量块结构 1、2 的相反方向在表平面内检测偏差。

[0036] 图 2 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的可替换功能性结构图。本发明所描述的可替换振动型微机械角速度传感器包括两个分开设置的质量块结构,所述质量块结构通过弹簧支撑于激励结构处。所述激励结构通过耦合跷跷板式弹簧而支撑于传感器的锚点处。本发明的可替换振动型微机械角速度传感器包括支撑于激励结构处的电容梳状结构以及连接于激励结构的激励梳状结构。所述激励梳状结构设置于包含质量块结构的各个激励结构之间,并且所述激励梳状结构支撑在位于中央的锚定结构处。本发明的可替换振动型微机械角速度传感器包括电容激励运动检测梳状结构和正交运动补偿梳状结构。

[0037] 在本发明的可替换振动型微机械角速度传感器中,激励结构通过耦合弹簧以及主运动度量弹簧而支撑于传感器的锚点处。

[0038] 在本发明的可替换振动型微机械角速度传感器中,可通过单独的主运动度量弹簧来加强激励结构的悬挂并调节主运动的谐振频率和曲率半径。

[0039] 图 3 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的第二可替换功能性结构图。本发明所描述的第二可替换振动型微机械角速度传感器包括两个分开设置的质量块结构,所述质量块结构通过弹簧支撑于激励结构处。所述激励结构通过耦合跷跷板式弹簧而支撑于传感器的锚点处。本发明的第二可替换振动型微机械角速度传感器包括支撑于激励结构处的电容梳状结构以及连接于激励结构的激励梳状结构。所述激励梳状结构设置于包含质量块结构的各个激励结构之间,并且所述激励梳状结构支撑在位于中央的锚定结构处。本发明的第二可替换振动型微机械角速度传感器包括电容激励运动检测梳状结构和正交运动补偿梳状结构。

[0040] 在本发明的第二可替换振动型微机械角速度传感器中,激励结构通过耦合弹簧以及主运动度量弹簧而支撑于传感器的锚点处,并且还通过第二主运动度量弹簧而支撑于与传感器部件邻接的框架 5 处。

[0041] 在本发明的第二可替换振动型微机械角速度传感器中,可通过单独的主运动度量弹簧来加强激励结构的悬挂并调节主运动的谐振频率和曲率半径。

[0042] 在本发明的第二可替换振动型微机械角速度传感器中,激励结构不仅通过耦合弹簧还通过主运动度量弹簧而悬挂在全部四个角处,主运动度量弹簧使主运动的曲率半径增加至几乎无穷大,于是将主运动限定为在表平面内基本呈线性。

[0043] 图 4 表示本发明的振动型微机械角速度传感器的第三可替换功能性结构图。本发明所述的第三可替换振动型微机械角速度传感器包括两个分开设置的质量块结构,所述质量块结构通过弹簧支撑于激励结构处。所述激励结构通过耦合跷跷板式弹簧支撑于传感器的锚点处。本发明的第三可替换振动型微机械角速度传感器包括支撑于激励结构处的电容梳状结构以及连接于激励结构的激励梳状结构。所述激励梳状结构设置于包含质量块结构的各个激励结构之间,并且所述激励梳状结构支撑在位于中央的锚定结构处。本发明的第三可替换振动型微机械角速度传感器包括电容激励运动检测梳状结构和正交运动补偿梳状结构。

[0044] 在本发明的第三可替换振动型微机械角速度传感器中,激励结构通过耦合弹簧以及主运动度量弹簧而支撑于传感器的锚点处,并且还通过第二主运动度量弹簧而支撑于传感器部件的框架的锚点处。在本发明的第三可替换振动型微机械角速度传感器中,可通过单独的主运动度量弹簧来加强激励结构的悬挂并调节主运动的谐振频率和曲率半径。

[0045] 在本发明的第三可替换振动型微机械角速度传感器中,激励结构不仅通过耦合弹簧还通过主运动度量弹簧而悬挂于全部四个角处,主运动度量弹簧使主运动的曲率半径增加至几乎无穷大,于是将主运动限定为在表平面内基本呈线性。

[0046] 在本发明的第三可替换振动型微机械角速度传感器中,双差分检测梳状结构还通过弹簧结构而支撑于激励结构处。

[0047] 在本发明的技术方案中,主运动激励结构的一端设置于各质量块之间。而且,在本发明的技术方案中,各个科里奥利力检测结构存在差异,它们远离激励结构而对称地位于传感器部件的两侧,并且各个科里奥利力检测结构尽可能靠拢地紧固于传感器部件两侧的框架处。此外,正交信号补偿结构尽可能对称地设置于激励结构和检测结构之间。于是,在检测中会出现尽可能小的由杂散电容引起的激励信号串扰,另外,该激励信号串扰会在差分侦听中被抵消。

[0048] 根据一个实施例,传感器结构在各质量块之间包括连接于驱动结构的共模驱动梳状结构。根据本发明的一个实施例,传感器结构在各质量块之间包括对称双差分感测梳状结构。根据本发明的一个实施例,由作为激励框架结构的框架来实现激励结构。根据这样的一个实施例,所述结构包括封闭框架结构。

[0049] 不仅可采用所述的各示例性结构,本发明的具有两个轴的角速度传感器还可在本发明的范围内进行多种变形。

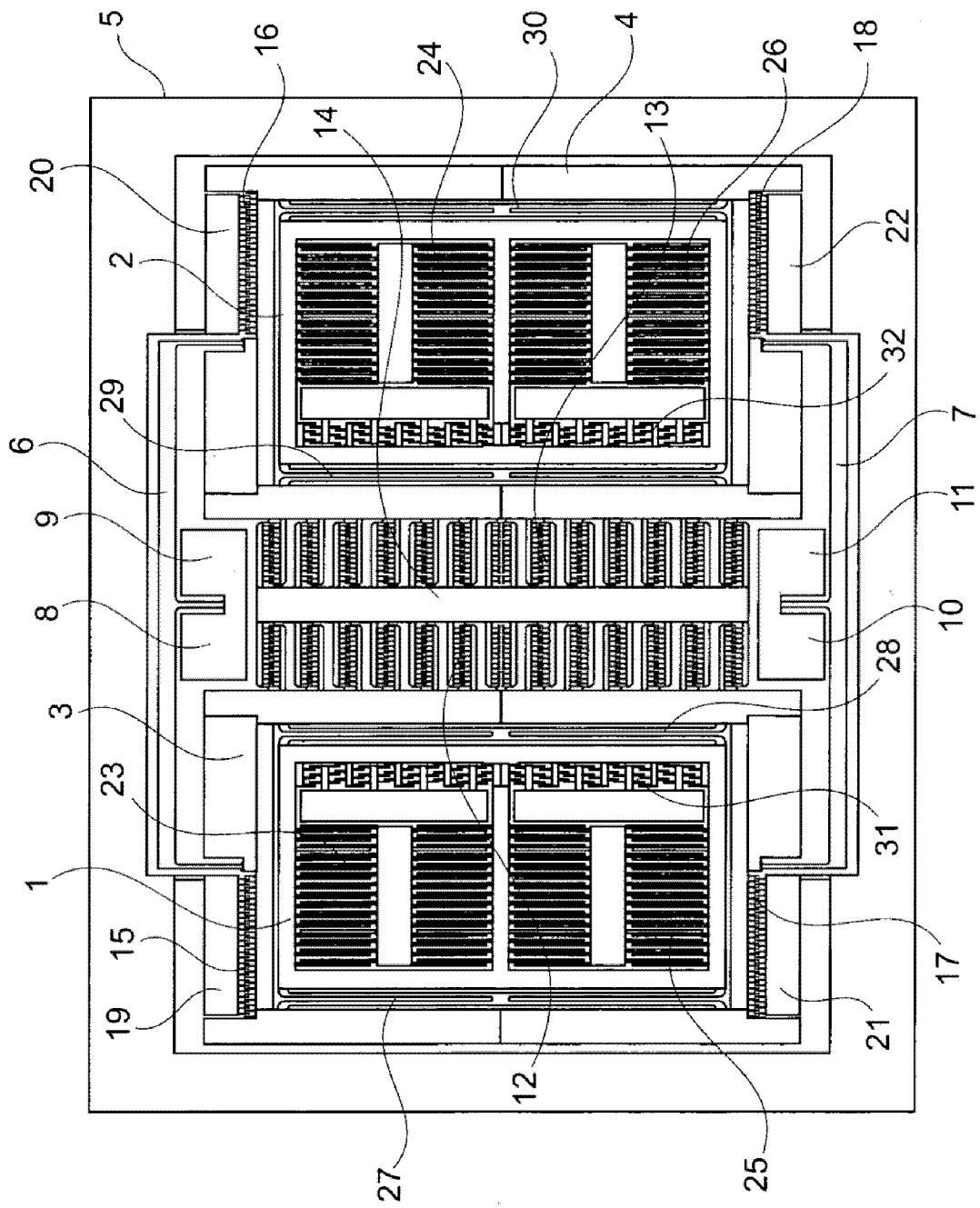


图 1

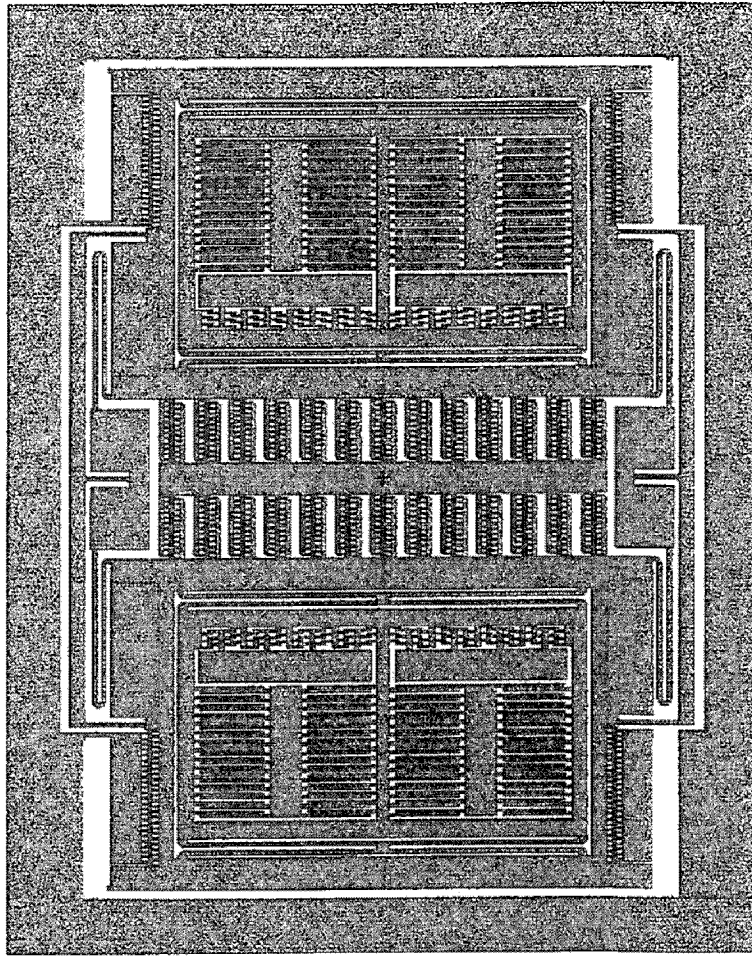


图 2

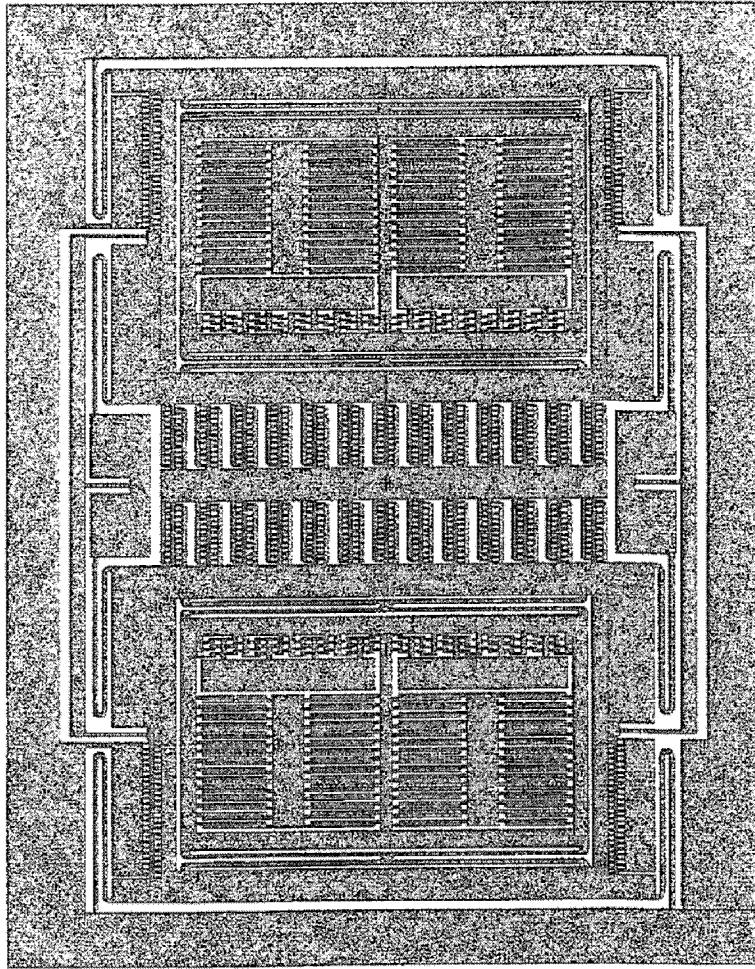


图 3

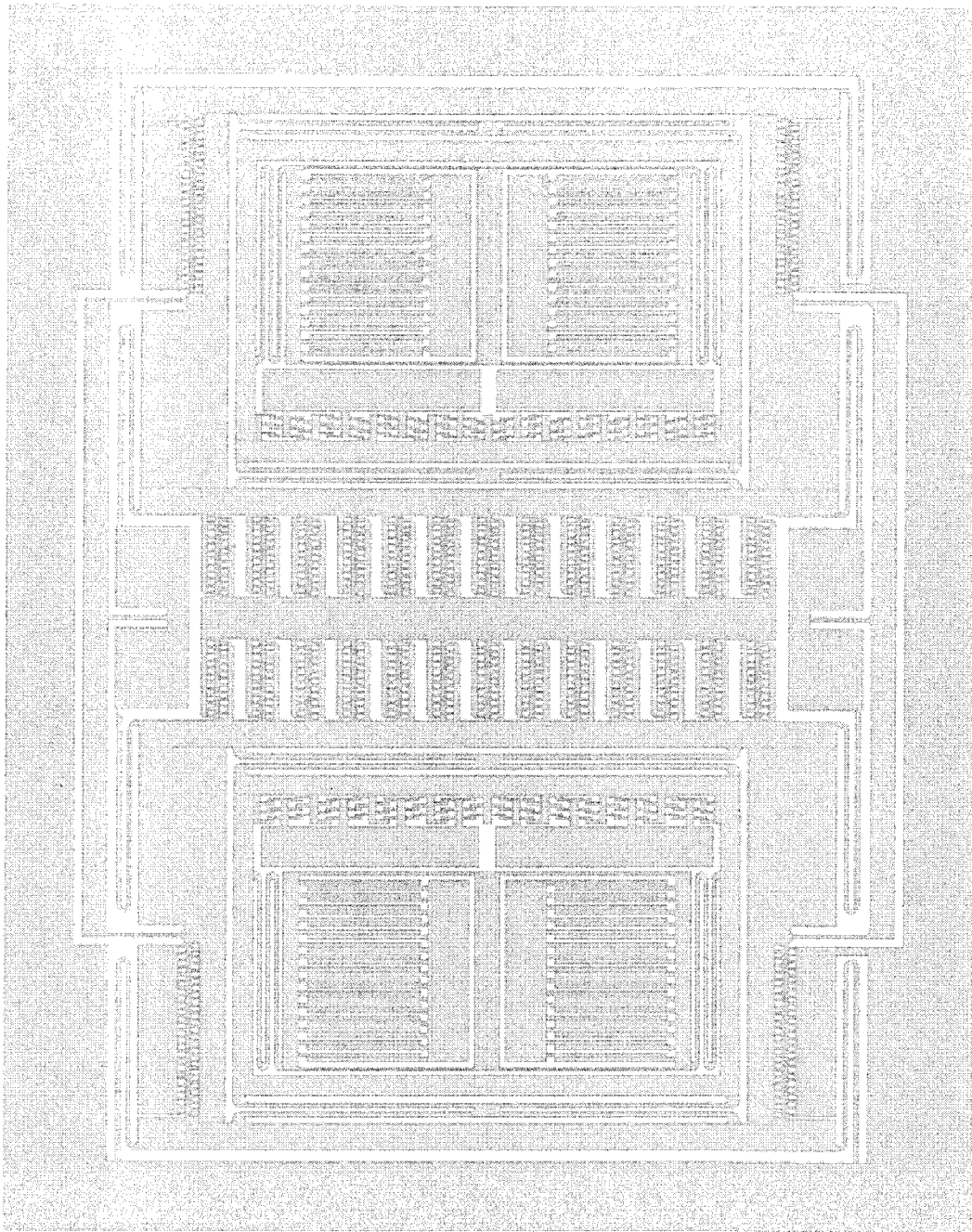


图 4

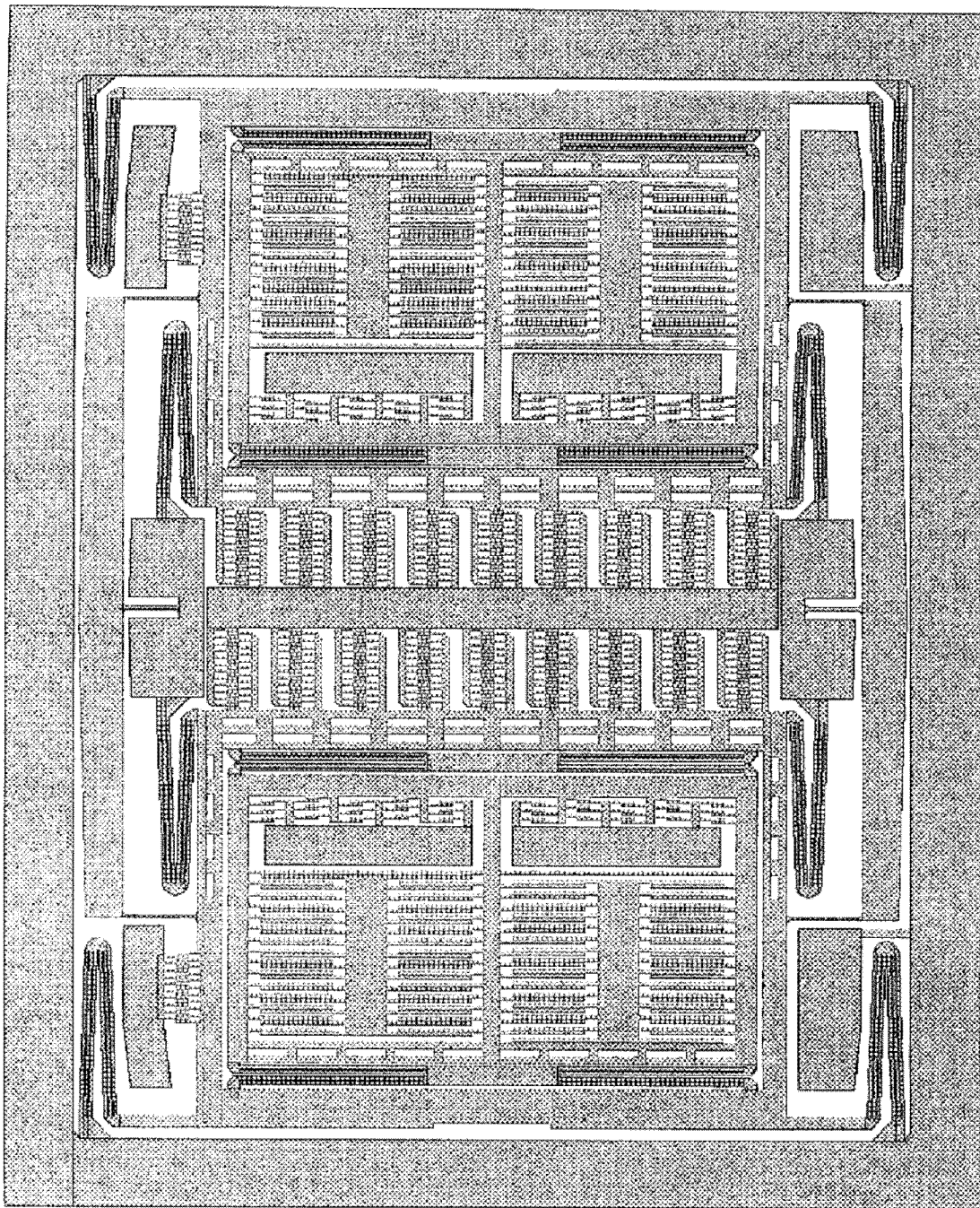


图 5