(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109855789 B
(45)授权公告日 2021.12.24

(21)申请号 201910024495.4

(22)申请日 2019.01.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109855789 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(73)专利权人 北京机械设备研究所
地址 100854 北京市海淀区永定路50号(北京市142信箱208分箱)

(72)发明人 杨晓波 周中岳 黄磊 何春涛 彭雪明

(74)专利代理机构 北京天达知识产权代理事务所(普通合伙) 11386
代理人 和欢庆 胡时冶

(51)Int.Cl.
G01L 9/04(2006.01)
G01L 19/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 201247122 Y,2009.05.27
CN 106017777 A,2016.10.12
CN 101545817 A,2009.09.30

审查员 孙溪

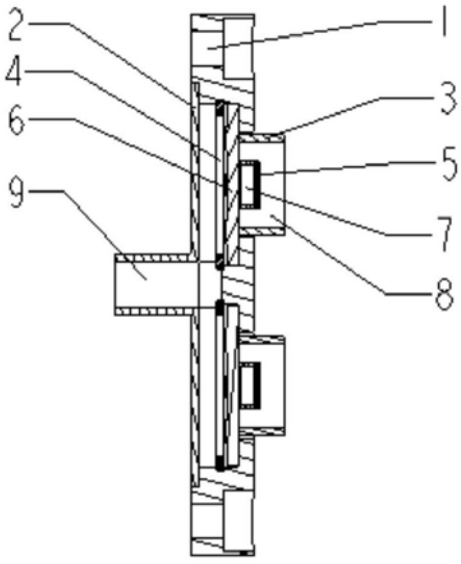
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器

(57)摘要

本发明涉及一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器，属于传感器技术领域，用于解决现有压力传感器结构尺寸、防水性及安装方式无法满足小型航行器性能要求的技术问题。该传感器包括第一和第二压力探头以及传感器外壳体，传感器外壳体为具有一向外凸出曲面的长方体结构，曲面上设有结构相同的第一和第二探头孔结构，第一和第二探头孔结构内对应的设有结构相同的第一和第二压力探头；第一压力探头包括第一PCB板、第一感压环和第一压力芯体，第一PCB板设于第一探头孔内，第一感压环和第一压力芯体均设于第一PCB板上；小型航行器上设有与传感器外部形状相同的凹槽，传感器嵌于凹槽内。本发明的压力传感器与信号调理电路配合使用，精确监测水下小型航行器表面的压力。



CN 109855789 B

1.一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器,其特征在于,包括第一压力探头和第二压力探头以及传感器外壳体,所述传感器外壳体为具有一向外凸出曲面的长方体结构,所述传感器外壳体为流线型结构,安装到水下小型航行器上时用于减小流体阻力,所述曲面上设有结构相同且对称设于传感器外壳体的上、下两端的第一探头孔结构和第二探头孔结构,第一探头孔结构和第二探头孔结构内对应的设有结构相同的第一压力探头和第二压力探头,两个压力探头相互独立,测得的压力数据相互备份,两个探头的输出得到均值输出;传感器外形尺寸不大于24mm*12mm*10mm;

所述第一压力探头包括第一PCB板、第一感压环和第一压力芯体,所述第一PCB板设于第一探头孔内,所述第一感压环和第一压力芯体均设于第一PCB板上;且所述第一感压环设于第一压力芯体外侧;

所述第一感压环靠近第一PCB板的一端设于第一探头孔的第一孔中,另一端为自由端,所述第一感应环形成的空腔为流体的感压腔体;

在所述第一感压环的自由端设有滤网,所述滤网用于过滤流体中的杂质;

所述小型航行器上设有与传感器外部形状相同的凹槽,所述传感器嵌于凹槽内;

所述第一探头孔结构和第二探头孔结构均为阶梯型;所述第一探头孔结构包括第一孔和第二孔,所述第一孔和第二孔的端面连通且均与第一压力芯体同轴,第一孔的孔径小于第二孔的孔径;

所述第一压力芯体内部具有绝压腔体,绝压腔体为绝对压力为零的真空腔,用于为感压腔体提供绝对压力为零的参照标准;

所述第一PCB板设于第二孔上且靠近第一孔的一侧,所述第二孔上还设有限位卡槽,所述限位卡槽内设有弹性卡环,所述弹性卡环将第一PCB板卡紧在限位卡槽与第一孔之间;

传感器外壳体后侧设有后盖板,后盖板与传感器外壳体间通过焊接密封,传感器外壳体与第一压力探头和第二压力探头间采用胶密封,第一感压环和第二感压环用胶对应的粘接在PCB板上也形成了密封,出线孔处的电缆采用水密电缆,传感器内部就形成一个密封结构。

2.根据权利要求1所述的用于监测水下小型航行器表面压力的传感器,其特征在于,所述第一和第二压力探头与传感器外壳体间均采用环氧胶固定和密封。

3.根据权利要求2所述的用于监测水下小型航行器表面压力的传感器,其特征在于,所述后盖板与传感器外壳体间采用激光焊接固定,所述后盖板上设有出线孔,用于电缆出线。

4.根据权利要求1或3所述的用于监测水下小型航行器表面压力的传感器,其特征在于,所述传感器外壳体的两端设有安装孔,所述凹槽内设有通孔和螺纹孔,所述通孔与传感器出线孔连接,所述螺纹孔与所述安装孔对应连接。

5.根据权利要求1所述的用于监测水下小型航行器表面压力的传感器,其特征在于,所述第一压力芯体表面设有惠斯通电桥,所述惠斯通电桥采用MEMS工艺制成;所述第一PCB板还设有四个正面焊盘,所述四个正面焊盘分别对应焊接所述惠斯通电桥的电源正极、电源负极、输出正极和输出负极。

6.根据权利要求5所述的用于监测水下小型航行器表面压力的传感器,其特征在于,所述第一PCB还设有与四个正面焊盘对应的背面焊盘,所述四个背面焊盘用于焊接导线。

一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器结构设计技术领域，尤其涉及一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器。

背景技术

[0002] 压力传感器是一种测量液体或气体压强的传感器，广泛应用于小型航行器领域，它是监测与控制小型航行器的必备元件，不仅可以测量压力，还可间接测量流量、流速。

[0003] 水下航行器在设计过程中经常使用缩比模型进行水动力试验，在试验过程中由于水下小型航行器的模型结构较小，因此要求与其配合使用的压力传感器的在结构尺寸上、防水性上以及安装方式上都有严格要求。

[0004] 常规的压力传感器结构尺寸都比较大，很难应用于水下小型航行器；有些压力传感器虽然尺寸合适，但是当将其用于水下小型航行器时，由于其带来的阻力大而影响航行器的运行速率；还有些压力传感器的航行器的防水性能差，难于应用到水下小型航行器上，还有些压力传感器采用螺纹连接的方式，不便于在小结构上进行安装，因此，普通的压力传感器难以应用在水下小型航行器的模型结构上。

发明内容

[0005] 鉴于上述的分析，本发明实施例旨在提供一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器，用于解决现有压力传感器结构尺寸、防水性及安装方式无法满足小型航行器性能要求的技术问题。

[0006] 本发明提供了一种用于监测水下小型航行器表面压力的传感器，包括第一和第二压力探头以及传感器外壳体，传感器外壳体为具有一向外凸出曲面的长方体结构，曲面上设有结构相同且对称设于传感器外壳体的上、下两端的第一探头孔结构和第二探头孔结构，第一和第二探头孔结构内对应的设有结构相同的第一和第二压力探头；

[0007] 第一压力探头包括第一PCB板、第一感压环和第一压力芯体，第一PCB板设于第一探头孔内，第一感压环和第一压力芯体均设于第一PCB板上；且第一感压环设于第一压力芯体外侧；小型航行器上设有与传感器外部形状相同的凹槽，传感器嵌于凹槽内。

[0008] 进一步地，第一探头孔结构包括第一孔和第二孔，第一孔和第二孔的端面连通且均与第一压力芯体同轴，第一孔的孔径小于第二孔的孔径。

[0009] 进一步地，第一和第二压力探头与传感器外壳体间均采用环氧胶固定和密封。

[0010] 进一步地，传感器外壳体后侧设有后盖板，后盖板与传感器外壳体间采用激光焊接固定，后盖板上设有出线孔，用于电缆出线。

[0011] 进一步地，传感器外壳体的两端设有安装孔，凹槽内设有通孔和螺纹孔，通孔与传感器出线孔连接，螺纹孔与安装孔对应连接。

[0012] 进一步地，第一感压环靠近第一PCB板的一端设于第一孔中，另一端为自由端，第一感应环形成的空腔为流体的感压腔体。

[0013] 进一步地，第一压力芯体内部具有绝压腔体，绝压腔体为绝对压力为零的真空腔，用于为感压腔体提供绝对压力为零的参照标准。

[0014] 进一步地，第一PCB板设于第二孔上且靠近第一孔的一侧，第二孔上还设有限位卡槽，限位卡槽内设有弹性卡环，弹性卡环将第一PCB板卡紧在限位卡槽与第一孔之间。

[0015] 进一步地，第一压力芯体表面设有惠斯通电桥，惠斯通电桥采用MEMS工艺制成；第一PCB板还设有四个正面焊盘，四个正面焊盘分别对应焊接惠斯通电桥的电源正极、电源负极、输出正极和输出负极。

[0016] 进一步地，第一PCB还设有与四个正面焊盘对应的背面焊盘，四个背面焊盘用于焊接导线。

[0017] 进一步地，传感器外形尺寸不大于24mm*12mm*10mm。

[0018] 相对于现有技术，本发明的有益效果为：

[0019] (1)本发明的传感器与常规压力传感器的安装方式不同，常规的压力传感器均采用螺纹连接的方式，而且感压面在螺纹结构内部，与本发明有显著区别；本发明在水下小型航行器表面加工有一个与传感器外部形状相同的凹槽，传感器嵌在凹槽内，传感器的感压面朝向流体介质，传感器外壳体的外表面正好与航行器外表面连续，进一步减小了由于安装传感器带来的流体阻力；电缆尾罩外壁上套直径4mm的密封圈，用于传感器与航行器间的密封，确保了安装传感器后的水下小型航行器内部的密封性。另外，水下小型航行器的凹槽内还设有两个螺纹孔，传感器与航行器间通过两个螺钉进行固定。

[0020] (2)本发明的传感器外壳体设有流线型结构，当将传感器通过安装孔安装到水下小型航行器上时，该流线型结构能够用于减小流体阻力。

[0021] (3)本发明的传感器采用两个独立的压力探头设计(即第一压力芯体和第二压力芯体)，测得的压力数据既可以相互备份，提高传感器的可靠性，也可以获取两个探头的输出得到均值输出，消除干扰，与常规压力传感器不同，常规压力传感只设有一个感知压力部件。

[0022] (4)本发明采用的后盖板与传感器外壳体间通过焊接密封，传感器外壳体与第一压力探头和第二压力探头间采用胶密封，另外，第一感压环和第二感压环用胶对应的粘接在PCB板上也形成了密封，出线孔处的电缆采用水密电缆，这样传感器内部就形成一个密封结构，不会进水影响内部电路，因此，本发明提供的传感器具有良好的防水功能。

[0023] (5)本发明提供的传感器的结构尺寸较小，其外形尺寸不大于24mm*12mm*10mm；能够方便的安装到水下小型航行器上，可以实时监测小型航行器表面压力。

[0024] 本发明中，上述各技术方案之间还可以相互组合，以实现更多的优选组合方案。本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分优点可从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的内容中来实现和获得。

附图说明

[0025] 附图仅用于示出具体实施例的目的，而并不认为是对本发明的限制，在整个附图中，相同的参考符号表示相同的部件。

[0026] 图1为本发明提供的用于水下航行器表面压力监测的传感器结构外形示意图；

[0027] 图2为本发明提供的用于水下航行器表面压力监测的传感器结构剖面示意图。

[0028] 附图标记：

[0029] 1-安装孔；2-后盖板；3-第一感压环；4-弹性卡环；5-压力芯体；6-PCB板；7-第一绝压腔；8-第一感压腔；9-出线孔。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例，其中，附图构成本申请一部分，并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理，并非用于限定本发明的范围。

[0031] 本发明提供了一种用于监测水下航行器表面压力的传感器外壳结构，如图1和图2所示，包括第一和第二压力探头以及传感器外壳体，传感器外壳体为具有一向外凸出曲面的长方体结构，曲面上设有结构相同且对称设于传感器外壳体的上、下两端的第一探头孔结构和第二探头孔结构，第一和第二探头孔结构内对应的设有结构相同的第一和第二压力探头；第一压力探头包括第一PCB板6、第一感压环3和第一压力芯体5，第一PCB板6设于第一探头孔内，第一感压环3和第一压力芯体5均设于第一PCB板6上；且第一感压环3设于第一压力芯体5外侧；小型航行器上设有与传感器外部形状相同的凹槽，传感器嵌于凹槽内。

[0032] 具体地，本发明提供的传感器的外形尺寸不大于24mm*12mm*10mm，其压力测量范围为0～1500kPa(跟选用的芯体有关)，供电为5V～12V，满量程输出75mV～100mV。其中，第一压力探头孔结构和第二压力探头结构的外形和构造均相同，分别设于传感器外壳体两端，在第一探头孔结构和第二探头孔结构中对应的设有第一压力探头和第二压力探头，第一压力探头包括第一PCB板6、第一感压环3和第一压力芯体5，其中，第一压力芯体5通过环氧胶粘接在第一PCB板6上，第一感压环3同样通过环氧胶粘接在第一PCB板6上且设于第一压力芯体5外围，即第一压力芯体5和第一感压环3同轴且第一感压环3外径大于第一压力芯体5，第一压力芯体5用于测试流体的压力，第一感压环3用于保护第一压力芯体5，使其避免受到破坏。第二压力探头设于第二探头孔结构中，且其结构与第一压力探头的结构完全相同，不再赘述。

[0033] 需要说明的是，第一压力探头和第二压力探头均和信号调理电路配合使用于水下小型航行器上，共同用于监测水下小型航行器表面的压力。另外，信号调理电路为传感器领域常用电路，其作用是将传感器探头输出的mV级的电信号调理放大成V级的电信号，方便采集器进行采集。其具体结构及电路布置不在赘述。

[0034] 与现有的传感器相比，本发明提供的传感器的结构尺寸较小，能够方便的安装到水下小型航行器上，可以实时监测小型航行器表面压力。本发明的传感器外壳体设有流线型结构，当将传感器通过安装孔1安装到水下小型航行器上时，该流线型结构能够用于减小流体阻力。

[0035] 为了更好的限位第一压力芯体5和第二压力芯体，固定第一压力探头和第二压力探头，上述第一探头孔结构和第二探头孔结构均为阶梯型；由于第一探头孔结构和第二探头孔结构相同，现着重说明第一探头孔结构，第一探头孔结构包括第一孔和第二孔，其中第一孔和第二孔的端面连通且均与第一压力芯体5同轴，第一孔的孔径小于第二孔的孔径。

[0036] 为了保证传感器具有良好的密封性，避免传感器内部进水影响内部电路，第一压力探头和第二压力探头与传感器外壳体间采用环氧树胶或者硅橡胶进行固定和密封。

[0037] 具体地，后盖板2与传感器外壳体间通过焊接密封，传感器外壳体与第一压力探头和第二压力探头间采用环氧树胶或者硅橡胶进行固定和密封；另外，第一感压环3和第二感压环用胶对应的粘接在PCB板上也形成了密封环境，出线孔9处的电缆采用水密电缆，这样传感器内部就形成一个密封结构，不会进水影响内部电路，因此，本发明提供的传感器具有良好的防水功能。需要说明的是，在第一感压环3的自由端可以设有滤网，该滤网用于过滤流体，从而防止杂质进入流体第一感压腔8影响压力探测，提高第一压力芯体5。

[0038] 为了避免传感器外壳体内部进水影响内部电路工作，使传感器具有良好的防水功能，传感器外壳体后侧设有后盖板2，后盖板2与第一探头空结构和第二探头孔结构围合形成空腔，空腔内可以通过电缆，该空腔与设于后盖板2上的出线孔9连通，后盖板2与传感器外壳体间采用激光焊接固定，后盖板2上的出线孔9用于电缆出线，电缆采用水密电缆，水密电缆与出线孔9间形成良好的密封。

[0039] 本发明采用激光焊接固定后盖板2，激光焊接是将材料局部熔融进行焊接，不仅时间短，热量小，不会造成内部芯体结构损坏，而且焊接固定比常用的螺纹连接等方式结构上可以做到更小，而相对于胶接等方式更可靠。

[0040] 为了将传感器安装到水下小型水下航行器上且避免增加流体阻力，传感器外壳体的两端设有安装孔1；小型水下航行器上设有与传感器外部形状相同的凹槽，传感器嵌在凹槽内；凹槽内设有通孔和两个螺纹孔，通孔与传感器出线孔9连接，螺纹孔与所述安装孔1对应连接。

[0041] 具体地，本发明提供的传感器用于水下小型航行器表面压力监测，需要确保安装后不影响航行器密封性。安装时航行器表面需要加工一个跟传感器外壳形状相同的凹槽，传感器嵌在凹槽内，感压面朝外，传感器外壳体的外表面正好与航行器外表面连续。凹槽内还需加工个直径为4mm的通孔，正好能够让电缆尾罩即穿线孔嵌入孔内，其中，电缆尾罩为圆柱薄壁结构，内穿电缆，并灌胶压接对电缆与传感器外壳体间进行密封，电缆尾罩外壁上套直径4mm的密封圈，用于传感器与航行器间的密封。凹槽内加工两个螺纹孔，传感器与航行器间通过两个螺钉进行固定，传感器上的螺钉安装孔1见附图1。

[0042] 本发明的传感器与常规压力传感器的安装方式不同，常规的压力传感器均采用螺纹连接的方式，而且感压面在螺纹结构内部，而本发明将感压面设置在传感器外部，且通过嵌入凹槽的方式与水下小型航行器固定连接。

[0043] 为了形成流体的感应腔体，第一感压环3靠近第一PCB板6的一端设于第一孔中，另一端为自由端，第一感应环形成的空腔为流体的第一感压腔8体。具体地，第一感应环一端设于第一孔中并粘结在第一PCB板6上，另一端即自由端裸露在传感器外壳体外，第一感应环的外径等于第一孔的内径，第一感应环的内部与第一PCB板6和第一压力芯体5共同形成流体的第一感压腔8体，外界流体通过第一感压环3的自由端入口进入到该第一感压腔8体内，第一压力芯体5对这部分流体进行测试其压力等数据。

[0044] 需要说明的是，第一压力芯体5内部包含第一绝压腔7体，其中，压力芯体为硅-玻璃键合结构，尺寸为3mm*3mm*1.4mm，压力芯体表面是一层具有弹性的硅薄膜结构，薄膜的表面光刻了四个电阻组成惠斯通电桥，压力芯体底层是玻璃基底，表面薄膜与玻璃基底间有真空腔，即第一绝压腔7体(硅薄膜一面用来感受压力，另一面是第一绝压腔7体)是一个绝对压力为零的真空腔，相当于为第一感压腔8体提供一个绝对压力为零的参照标准。给电

桥输入端供电，当有压力作用在弹性硅薄膜上时，电桥就会产生一个与压力成线性关系的电压输出信号。

[0045] 为了提高传感器外壳体的结构牢固性，第一PCB板6设于第二孔上且靠近第一孔的一侧，第二孔远离上设有限位卡槽，限位卡槽内设有弹性卡环4，弹性卡环4将第一PCB板6卡紧在限位槽第一孔之间。

[0046] 第一压力芯体5表面设有惠斯通电桥，惠斯通电桥采用MEMS工艺制成；第一PCB板6上还设有四个正面焊盘，四个正面焊盘分别焊接惠斯通电桥的电源正极、电源负极、输出正极和输出负极。需要说明的是，硅压阻式压力传感器是采用高精密半导体电阻应变片组成惠斯通电桥作为力电变换测量电路的，具有较高的测量精度、较低的功耗和极低的成本。MEMS硅压阻式压力传感器采用周边固定的圆形应力杯硅薄膜内壁，采用MEMS技术直接将四个高精密半导体应变片刻制在其表面应力最大处，组成惠斯通测量电桥，作为力电变换测量电路，将压力这个物理量直接变换成电量，其测量精度能达0.01-0.03％FS，其中FS是指满量程精度。应力硅薄膜与真空腔接触这一面经光刻生成电阻应变片电桥电路。当外面的压力经引压腔进入传感器应力杯中，应力硅薄膜会因受外力作用而微微向上鼓起，发生弹性变形，四个电阻应变片因此而发生电阻变化，破坏原先的惠斯顿电桥电路平衡，电桥输出与压力成正比的电压信号。第一PCB板6的另一面设有与四个正面焊盘对应的背面焊盘，四个背面焊盘用于焊接导线。

[0047] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

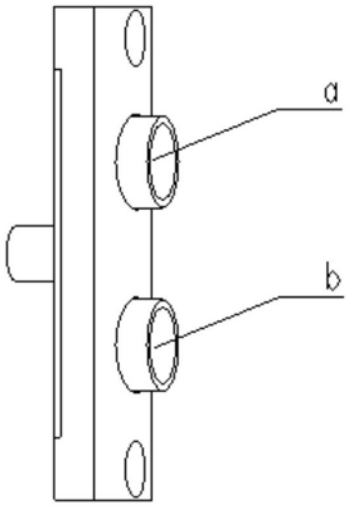


图1

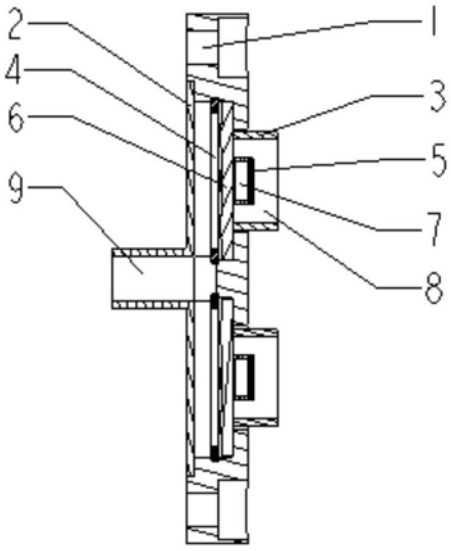


图2