

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01L 9/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310106329.8

[45] 授权公告日 2006年3月8日

[11] 授权公告号 CN 1244807C

[22] 申请日 2003.11.12

[21] 申请号 200310106329.8

[71] 专利权人 王文襄

地址 215325 江苏省昆山市周庄镇秀海路1号

[72] 发明人 王文襄 李水侠 刘秀娥

审查员 霍成山

[74] 专利代理机构 昆山四方专利事务所

代理人 盛建德

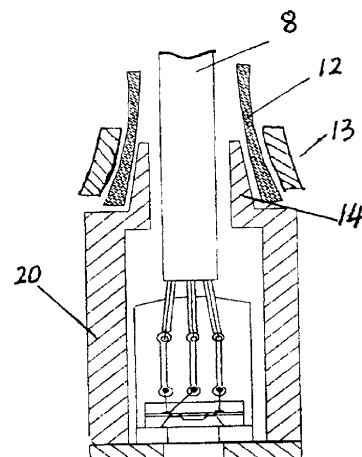
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

一种微型动态压阻压力传感器及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种微型动态压阻压力传感器及其制造方法，用 MEMS 硅体微机械加工方法制造 E 型硅杯结构的力敏芯片，芯片背面用静封工艺与 Pyrex 玻璃环及日立合金环焊接，形成硅背面接触介质准齐平封装，芯片背面覆盖抗干扰的绝缘层，芯片正面经转接电路外接引出电缆，尾部有电缆出口口的传感器管帽密封焊接到日立合金环，形成测压面与背压腔间密封隔离，管帽尾部挤紧电缆不密封，穿套在电缆外的套管管口部密封套住管帽尾部，穿套在电缆外的热缩导管段密封固定套管口外端部，实现背压腔与被测环境大气沟通，用于大坝、船闸、桥墩、堤防、舰船、鱼雷及海洋平台等水工缩模试验，具有低量程、高灵敏、强抗干扰性、流体动力学试验动态性能优良。



1. 一种微型动态压阻压力传感器的制造方法，其特征在于包括以下步骤：

1) 用 MEMS 硅体微机械加工方法制造压力敏感芯片，该压力敏感芯片为微型 E 型硅杯力敏结构设计；

2) 该压力敏感芯片背面用静电键合工艺依次与 Pyrex 玻璃环片及日立合金环片焊接，形成硅背面接触介质、准齐平封装；

3) 该压力敏感芯片背面氧化一层用于增强导电介质中抗干扰性的绝缘层；

4) 将该压力敏感芯片正面通过转接电路装置外接引出电缆；

5) 将尾部设计电缆出口口的传感器薄壁管帽口，用激光焊接机或电子束密封焊接到该压力敏感芯片的日立合金环环面，形成以该压力敏感芯片背面为测压面与由该管帽和压力敏感芯片正面构成背压腔之间的密封隔离；

6) 加压管帽固线尾部，挤紧对应引出电缆但不密封，将预先穿套在该电缆外的套管管口部密封套住管帽尾部，并将穿套在该引出电缆外的热缩导管段密封固定于该套管管口外部，这样在实现防水密封的同时，通过该电缆与套管间的通气间隙实现传感器背压腔与被测环境大气沟通。

2. 如权利要求 1 所述的一种微型动态压阻压力传感器的制造方法，其特征在于：

1) 该压力敏感芯片的制造：作弹性元件的双面抛光硅片在 MEMS 技术加工中先用传统的热氧化工艺在两面覆盖 SiO_2 层，再用标准的 LPCVD 法在两面覆盖 Si_3N_4 层；该芯片单元在大片加工时，在芯片单元之间经腐蚀分割成 V 型沟槽，沟槽拐角处的削角腐蚀形成单元芯片对角线无尖角；保护该芯片正面的 Si_3N_4 层和 SiO_2 层，用两次光刻技术刻蚀掉该芯片背面由该芯片边界硬框围成的薄膜部位和该薄膜中心留有的中心岛部位的 Si_3N_4 层以及该薄膜部位的 SiO_2 层，保留该中心岛部位覆盖的 SiO_2 层；将该芯片在 KOH 腐蚀

液中按标准的硅体微机械加工工艺进行各向异性腐蚀；用双面光刻工艺和离子注入掺杂工艺，在该芯片正面特定位置制作成力敏电阻全桥；

2) 该压力敏感芯片背面的绝缘层形成：该压力敏感芯片背面被置于 HF: HNO₃ 混合液密闭环境中形成一层用于增强导电介质中抗干扰性的绝缘层；

3) 该压力敏感芯片尺寸为 2.2×2.2mm，薄膜尺寸为 1.4×1.4mm，中心岛尺寸为 0.8×0.8mm，该芯片对角线尺寸小于 3mm，用静电键合在一个直径 Φ3mm，内孔 Φ0.8mm，厚度 1.2mm 的 pyrex 玻璃环上，封接电压为 1000—1200V，封接温度为 300—320℃，然后在封于该压力敏感芯片上的 pyrex 玻璃环背面与一个外径 Φ5mm，内孔 Φ0.8mm，厚度 0.8mm 的日立合金环用静电键合在一起，形成硅背面接触介质、准齐平封装，也可以将 pyrex 玻璃环片和日立合金环片厚度设计为各 0.5mm 的准齐平封装；

4) 该压力敏感芯片的转接电路装置制作：将该压力敏感芯片正面内压焊点用金丝球焊机焊上金丝内引线，将该金丝内引线另一端用微型调温电烙铁焊接到用环氧树脂胶固定于该日立合金环片的转接电路板上，引出电缆导线焊接在该转接电路板的另一端。

3. 一种用权利 1 或 2 的方法制造的微型动态压阻压力传感器，其特征在于：

1) 两面分别覆盖 SiO₂ 层和 Si₃N₄ 层的微型 E 型硅杯力敏结构设计的压力敏感芯片背面形成由该芯片边界硬框围成的薄膜部位和该薄膜中心留有的中心岛部位，该中心岛覆盖有 SiO₂ 层，该边界硬框覆盖有 SiO₂ 层和 Si₃N₄ 层，该薄膜裸露有硅层；

2) 该压力敏感芯片背面依次与 Pyrex 玻璃环片及日立合金环片焊接，形成硅背面接触介质、准齐平封装；

3) 该压力敏感芯片背面覆盖有增强导电介质中抗干扰性的绝缘层；

4) 该压力敏感芯片正面经转接电路装置外接引出电缆；

5) 尾部设计电缆引出口的传感器薄壁管帽口密封焊接到该日立合金环环面;

6) 管帽固线尾部挤紧电缆但不密封, 穿套在引出电缆外的套管管口部密封套住管帽尾部, 穿套在引出电缆外的热缩导管段密封固定于该套管管口外部, 这样在实现防水密封的同时, 通过该电缆与套管间的通气间隙实现传感器背压腔与被测环境大气沟通。

4. 如权利要求 3 所述的一种微型动态压阻压力传感器, 其特征在于: 该转接电路装置为将一端焊接到该压力敏感芯片正面的金丝内引线而另一端焊接到固定于该日立合金环片的转接电路板上, 引出电缆导线焊接在该转接电路板的另一端。

5. 如权利要求 3 所述的一种微型动态压阻压力传感器, 其特征在于: 该压力敏感芯片为 $2.2 \times 2.2\text{mm}$, 薄膜为 $1.4 \times 1.4\text{mm}$, 中心岛为 $0.8 \times 0.8\text{mm}$, 该芯片对角线小于 3mm ; pyrex 玻璃环外径 $\Phi 3\text{mm}$, 内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$, 厚度 1.2mm ; 日立合金环外径 $\Phi 5\text{mm}$, 内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$, 厚度 0.8mm ; 也可以将 pyrex 玻璃环片和日立合金环片厚度设计为各 0.5mm 。

6. 如权利要求 4 所述的一种微型动态压阻压力传感器, 其特征在于: 该压力敏感芯片为 $2.2 \times 2.2\text{mm}$, 薄膜为 $1.4 \times 1.4\text{mm}$, 中心岛为 $0.8 \times 0.8\text{mm}$, 该芯片对角线小于 3mm ; pyrex 玻璃环外径 $\Phi 3\text{mm}$, 内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$, 厚度 1.2mm ; 日立合金环外径 $\Phi 5\text{mm}$, 内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$, 厚度 0.8mm ; 也可以将 pyrex 玻璃环片和日立合金环片厚度设计为各 0.5mm 。

7. 如权利要求 5 所述的一种微型动态压阻压力传感器, 其特征在于: 对应压力量程 10、30、50、100KPa 的薄膜厚度为 10、15、20、 $25\mu\text{m}$ 。

8. 如权利要求 6 所述的一种微型动态压阻压力传感器, 其特征在于: 对应压力量程 10、30、50、100KPa 的薄膜厚度为 10、15、20、 $25\mu\text{m}$ 。

一种微型动态压阻压力传感器及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种微型动态压阻压力传感器及其制造方法，特别涉及一种基于 MEMS (Micro Electro Mechanical System) 硅体微机械加工技术的微型动态压阻压力传感器及其制造方法，特别用于大坝、船闸、桥墩、堤防、舰船、鱼雷及海洋平台等水工缩模试验。

背景技术

MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技术的硅体微机械加工技术用于压阻压力传感器的制作始于 20 世纪 70 年代后期，利用硅的压阻效应，用平面集成电路工艺在硅片上一定晶向，一定位置用氧化扩散或离子注入掺杂、光刻等方法制作成的应变检测压敏电阻，并互连构成检测用惠斯顿应变电桥。用双面对准光刻，硅的各向异性腐蚀等硅三维加工工艺，把衬底硅片制作成周边固支的力敏薄膜结构以代替传统的机械研磨加工硅杯工艺。这种用上述硅体微机械加工工艺制作的硅压阻压力传感器在保持了硅压阻压力传感器低量程高灵敏度优点的同时，缩小了芯片尺寸，从而使传感器的外形尺寸缩小到 $\Phi 12\text{mm}$ 左右。

80 年代至 90 年代，美国 kulite 公司、Endevco 公司等利用这种技术，制作了外径尺寸 $\Phi 2\text{mm}-\Phi 5\text{mm}$ 的各种微型压阻压力传感器，将它们大量用于空气动力学试验，俗称风洞试验中。

这些微型压力传感器由于封装困难，一般都采用正面受压形式。由于硅片正面有检测电桥元件及内引线，因此 kulite 等公司在其产品手册中也声明这种微型传感器只能用于无腐蚀性、不导电的气液体介质中。也就是说，它只能用于空气介质或绝缘油介质，不能用于可导电的水中。

由于传感器敏感元件的灵敏度主要取决于力敏薄膜的直径尺寸和厚度尺寸，厚度受工艺限制，而直径尺寸恰是微型传感器限制的，因此 kulite 的微型压力传感器量程都较大，一般在 70KPa 以上。

用于流体动力学研究时，一般要求传感器有较高的动态频响，小的芯片尺寸是取得高的动态频响第一要考虑的，第二要考虑的是传感器的封装不能形成管腔，必须压力敏感膜片直接面对迎向压力。kulite 公司的微型传感器的芯片有小的径向尺寸，因此固有频率本是高的，但由于要正面迎接介质，而介质灰尘的影响，光照效应的影响，使得 kulite 封装产品时不得不在硅片正面的前方挡上一个用激光打有阵列孔的薄帽罩，而且为通气但又要防灰尘粒子高速撞击到最薄弱、易击穿击破的薄膜中心处，这些阵列孔通常被称为 M 型或 S 型布在薄膜边沿外沿区，这种防护是要严重影响使用动态频响的。

发明内容

为了解决上述问题，本发明提供了一种基于 MEMS 技术的能用于大坝、船闸、桥墩、堤防、舰船、鱼雷及海洋平台等水工缩模试验的具有低量程、高灵敏、强抗干扰、流体动力学试验动态性能优良的微型动态压阻压力传感器及其制造方法。

本发明为了解决其技术问题所采用的技术方案是：一种微型动态压阻压力传感器的制造方法，包括以下步骤：

- 1) 用 MEMS 硅体微机械加工方法制造压力敏感芯片，该压力敏感芯片为微型 E 型硅杯力敏结构设计；
- 2) 该压力敏感芯片背面用静电键合工艺依次与 Pyrex 玻璃环片及日立合金环片焊接，形成硅背面接触介质、准齐平封装；
- 3) 该压力敏感芯片背面氧化一层用于增强导电介质中抗干扰性的绝缘层；

4) 将该压力敏感芯片正面通过转接电路装置外接引出电缆;

5) 将尾部设计电缆引出口的传感器薄壁管帽口,用激光焊接机或电子束密封焊接到该压力敏感芯片的日立合金环环面,形成以该压力敏感芯片背面为测压面与由该管帽和压力敏感芯片正面构成背压腔之间的密封隔离;

6) 加压管帽固线尾部,挤紧对应引出电缆但不密封,将预先穿套在该电缆外的套管管口部密封套住管帽尾部,并将穿套在该引出电缆外的热缩导管段密封固定于该套管管口外部,这样在实现防水密封的同时,通过该电缆与套管间的通气间隙实现传感器背压腔与被测环境大气沟通。

本发明所述的微型动态压阻压力传感器的制造方法,进一步改进是:

1) 该压力敏感芯片的制造:作弹性元件的双面抛光硅片在MEMS 技术加工中先用传统的热氧化工艺在两面覆盖 SiO_2 层,再用标准的 LPCVD 法在两面覆盖 Si_3N_4 层;该芯片单元在大片加工时,在芯片单元之间经腐蚀分割成 V 型沟槽,沟槽拐角处的削角腐蚀形成单元芯片对角线无尖角;保护该芯片正面的 Si_3N_4 层和 SiO_2 层,用两次光刻技术刻蚀掉该芯片背面由该芯片边界硬框围成的薄膜部位和该薄膜中心留有的中心岛部位的 Si_3N_4 层以及该薄膜部位的 SiO_2 层,保留该中心岛部位覆盖的 SiO_2 层;将该芯片在 KOH 腐蚀液中按标准的硅体微机械加工工艺进行各向异性腐蚀;用双面光刻工艺和离子注入掺杂工艺,在该芯片正面特定位置制作成力敏电阻全桥;

2) 该压力敏感芯片背面的绝缘层形成:该压力敏感芯片背面被置于 $\text{HF}:\text{HNO}_3$ 混合液密闭环境中形成一层用于增强导电介质中抗干扰性的绝缘层;

3) 该压力敏感芯片尺寸为 $2.2\times 2.2\text{mm}$,薄膜尺寸为 $1.4\times 1.4\text{mm}$,中心岛尺寸为 $0.8\times 0.8\text{mm}$,该芯片对角线尺寸小于

3mm，用静电键合在一个直径 $\Phi 3\text{mm}$ ，内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$ ，厚度1.2mm的pyrex玻璃环上，封接电压为1000—1200V，封接温度为300—320℃，然后在封于该压力敏感芯片上的pyrex玻璃环背面与一个外径 $\Phi 5\text{mm}$ ，内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$ ，厚度0.8mm的日立合金环用静电键合在一起，形成硅背面接触介质、准齐平封装，也可以将pyrex玻璃环片和日立合金环片厚度设计为各0.5mm的准齐平封装；

4) 该压力敏感芯片的转接电路装置制作：将该压力敏感芯片正面内压焊点用金丝球焊机焊上金丝内引线，将该金丝内引线另一端用微型调温电烙铁焊接到用环氧树脂胶固定于该日立合金环片的转接电路板上，引出电缆导线焊接在该转接电路板的另一端。

用上述方法制造的微型动态压阻压力传感器：

1) 两面分别覆盖 SiO_2 层和 Si_3N_4 层的微型E型硅杯力敏结构设计的压力敏感芯片背面形成由该芯片边界硬框围成的薄膜部位和该薄膜中心留有的中心岛部位，该中心岛覆盖有 SiO_2 层，该边界硬框覆盖有 SiO_2 层和 Si_3N_4 层，该薄膜裸露有硅层；

2) 该压力敏感芯片背面依次与Pyrex玻璃环片及日立合金环片焊接，形成硅背面接触介质、准齐平封装；

3) 该压力敏感芯片背面覆盖有增强导电介质中抗干扰性的绝缘层；

4) 该压力敏感芯片正面经转接电路装置外接引出电缆；

5) 尾部设计电缆引出口的传感器薄壁管帽口密封焊接到该日立合金环环面；

6) 管帽固线尾部挤紧电缆但不密封，穿套在引出电缆外的套管管口部密封套住管帽尾部，穿套在引出电缆外的热缩导管段密封固定于该套管管口外部，这样在实现防水密封的同时，通过该电缆与套管间的通气间隙实现传感器背压腔与被测环境大气沟通。

该转接电路装置为将一端焊接到该压力敏感芯片正面的金丝内引线而另一端焊接到固定于该日立合金环片的转接电路板上，

引出电缆导线焊接在该转接电路板的另一端。

该压力敏感芯片为 $2.2 \times 2.2\text{mm}$ ，薄膜为 $1.4 \times 1.4\text{mm}$ ，中心岛为 $0.8 \times 0.8\text{mm}$ ，该芯片对角线小于 3mm ；pyrex 玻璃环外径 $\Phi 3\text{mm}$ ，内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$ ，厚度 1.2mm ；日立合金环外径 $\Phi 5\text{mm}$ ，内孔 $\Phi 0.8\text{mm}$ ，厚度 0.8mm ；也可以将 pyrex 玻璃环片和日立合金环片厚度设计为各 0.5mm 。

对应压力量程 10、30、50、100KPa 的薄膜厚度为 10、15、20、25 μm 。

本发明的有益效果是：由于该压力敏感芯片背面离测压面仅 2mm ，而且还可以通过将 pyrex 玻璃环片和日立合金环片减薄设计为各 0.5mm 而成为 1mm ，是典型的准齐平封装设计，充分保证了传感器的动态频响特性，完全满足水工缩模试验要求的响应频率；

由于进压口为日立合金环片的中心孔，它正对的是硅微芯片背面的厚岛区，因此有很优秀的抗光干扰性，抗介质中微粒撞击的安全性；

由于该压力敏感芯片背面接触介质，即使不作电化学氧化也能优良的用于水介质，硅芯片背面的电化学绝缘层有利于在导电性介质中使用时的抗电磁干扰性；

采用岛膜复合力学结构设计解决了低量程灵敏度问题；

由于采用电缆与穿套于该电缆外的套管间通气方式，实现了该传感器背压腔与被测环境大气沟通，解决了用于被测介质的适用性。

附图说明

图 1 是本发明涉及的覆盖有 SiO_2 层和 Si_3N_4 层的硅片结构示意图；

图 2 是本发明涉及的光刻岛膜区的芯片结构示意图；

图 3 是本发明涉及的腐蚀成 E 型硅杯的芯片结构示意图；

图 4 是本发明涉及的掺杂形成压力敏感电阻的芯片结构示意图；

图 5 是本发明涉及的形成检测电桥的芯片结构示意图；

图 6 是本发明涉及的静电键合 pyrex 玻璃环片和日立合金环片的芯片结构示意图；

图 7 是本发明涉及的外接引出电缆的芯片结构示意图；

图 8 是本发明的结构示意图。

对照图 1 至图 8 作如下进一步说明：

2—SiO ₂ 层	9- 电缆导线
1—Si ₃ N ₄ 层	10- 转接电路板
3—膜	11- 金丝内引线
4—边界硬框	12- 套管
5—岛	13- 热缩导管
6—pyrex 玻璃环	14- 管帽
7—日立合金环	20- 微型传感器
8—电缆	

具体实施方式

采用 MEMS 硅体微机械加工工艺制作微型压力敏感芯片，芯片的单元尺寸为 2.2×2.2mm，敏感膜片的尺寸为 1.4×1.4mm，膜片的中心留一岛形硬心，硬心尺寸为 0.8×0.8mm，力敏检测电阻分布在硬心和边界硬框之间的薄膜上，位置按 E 型敏感芯片的方法设计确定。实施步骤按照如图 1 至图 5 所示实现：

图 1 是作弹性元件的双面抛光硅片在 MEMS 技术加工中先用传统的热氧化技术在两面覆盖 1μm 厚的 SiO₂层，再用标准的 LPCVD 法在两面上覆盖 3000Å 厚的 Si₃N₄层。图 2 是保护正面的 Si₃N₄层和 SiO₂层，用两次光刻技术，刻蚀掉硅片背面相当于今后岛和膜部位的 Si₃N₄层及膜部位的 SiO₂层，保留岛部位覆盖的 SiO₂层。

图3是将上述硅片在KOH腐蚀液中按标准的硅体微机械加工工艺技术进行各向异性腐蚀，由于预留在岛部位的SiO₂的腐蚀掩蔽作用形成岛——膜复合弹性力学敏感结构。

图4是用双面光刻技术和离子注入掺杂技术，在岛——膜复合弹性芯片的正面特定位置制作成力敏电阻全桥。上述未详加叙述的都是标准的集成电路工艺。

图5是一个完成了上述微机械加工工艺和硅集成电路工艺的微型力敏芯片，它的单元尺寸是2.2×2.2mm，作为弹性敏感薄膜的尺寸是1.4×1.4mm，薄膜部位的厚度是10~20μm，为改善低量程下平薄膜大挠度引起的力学非线性，在膜的中心部位的小岛的尺寸是0.8×0.8mm。

在图2所述刻蚀SiO₂和Si₃N₄层时，在芯片单元之间的地方，硅片图形两面同时刻蚀出相当于V型分划槽部位的SiO₂和Si₃N₄图形。因此在图3所述的各向异性腐蚀中，正反面的分划槽部位各腐蚀出深度为1/3硅片厚度的V型硅槽，因交叉槽拐角的削角腐蚀作用，消除了正方形单元芯片的对角线，减小了对角线尺寸对芯片直径及微封装的影响。

将制作有数百单元图形的硅大片进行划分，形成单个边长为2.2mm，但四个拐角无尖接近园润，直径略小于3mm的die。将它与外径φ3mm，内孔径φ0.8mm，厚度为1.2mm的两面光学抛光的pyrex7740玻璃环静电键合在一起，键合电压1000-1200V，键合温度300-320℃，然后再将这个玻璃环的另一抛光面与一个外径φ5mm，内孔1.0mm，厚度0.8mm，光学抛光的日立合金（一种特种高铌镍合金，国产有售）环片静电键合在一起，键合电压800-1000V，键合温度300℃左右，如图6所示。这种日立合金与pyrex7740及硅有着极为相近的热膨胀系数。

键合好的力敏元件硅片正面向下，用松香腊（松香：石腊=2：1）加热粘贴在平板玻璃上。面朝上的日立合金表面用毛笔涂上一层丙酮溶解的黑胶作为保护，然后放入密闭的容器中，同时放一敞口瓶装的硝酸氢氟酸混合液（ HNO_3 ： HF =3：1）。在混合酸蒸气处理下 2 小时，硅膜片背面裸露的硅被电化学氧化为一层薄薄的钝化绝缘层。它可在今后测量导电性水介质时，起低压电绝缘作用，隔离硅片与水导通，强化抗干扰能力。氧化处理后的力敏芯片加热取下，用甲苯丙酮乙醇热浴或低功率超声清洗干净备用。

将已完成的微型压力敏感芯片正面的内压焊点用金丝球焊机焊上直径 $\phi 40\text{--}50\mu\text{m}$ 的金丝，将内引线转接双面印刷电路板用环氧树脂胶固定在日立合金环片上，将压力敏感芯片的内引线金线的另一端用微型调温电烙铁焊接到电路板上。如果不计较产品价格成本，用于零位和灵敏度补偿的电阻元件也可以做成微型米粒型贴装元件，焊接在内转接电路板上的相应位置上。外接 $\phi 3\text{mm}$ 细电缆也焊接在转接电路板的另一端，如图 7 所示。

将尾部有固线设计的微型传感器薄壁管帽套上，并与日立合金环用激光焊接机或电子束焊接到一起，构成测压面与参考压力腔之间的隔离密封。用虎钳将引出电缆出线处的管帽固线尾部夹变形，卡住导线，但未形成密封。用预先通气穿套在引出电缆线外面的外径 $\phi 4.5\text{mm}$ 的 PVC 软塑料套管套住尾部紧线处，并用一段热缩导管在热吹风帮助下固定之。这样，微型传感器的背面就形成了 PVC 管完成的防水隔离，又通过该电缆与套管间的通气间隙，实现传感器背压腔与被测环境大气沟通的目的，如图 8 所示。

本微型传感器的量程是由微机械加工的硅力敏芯片的薄膜厚度控制的，由于薄膜中心的岛状结构的应力集中作用，它可以改善大挠度下的非线性，薄膜可以很薄，在膜厚为 $10\mu\text{m}$ 时，传感器的量程为 $10\text{KPa}(1\text{mH}_2\text{O})$ ，膜厚 $15\mu\text{m}$ 时，传感器量程为 $30\text{KPa}(3\text{mH}_2\text{O})$ ，膜厚为 $20\mu\text{m}$ 及 $25\mu\text{m}$ 时量程为 $50\text{KPa}(5\text{mH}_2\text{O})$ ，及 $100\text{KPa}(10\text{mH}_2\text{O})$ ，

薄膜用各向异性腐蚀工艺与精密控厚四电极电化学腐蚀装置完成。

本传感器的敏感芯片离传感器表面仅 2mm，而且还可以通过将 pyrex 玻璃环片和日立合金环片减薄设计为各 0.5mm 而成为 1mm，是典型的准齐平设计，充分保证了传感器的动态频响特性，3mH₂O 的本传感器经激波管实际标定的固有频率为 138KHz，完全满足水工缩模试验通常 20KHz 的要求响应频率。

本传感器的进压口为日立合金环片的中心孔，它正对的是硅微芯片背面的厚岛区，因此有很优秀的抗光干扰性，抗介质中微粒撞击的安全性。

本传感器硅片背面接触介质，即使不作电化学氧化也能优良的用于水介质，硅芯片背面的电化学绝缘层有利于在导电性水介质中使用时的抗电磁干扰性。

本传感器性能优良、稳定、抗干扰能力强，能用于水工流体动力学试验，也能用于空气动力学试验中的小量程高灵敏度用途，有着较好的市场前景。

本发明产品的主要性能指标为：

- 1、量程 0-10KPa、30KPa、50KPa、100KPa（对应 0-1m、3m、5m、10mH₂O）
- 2、输出灵敏度：30-100mV
- 3、外形尺寸：φ5mm×φ18mm
- 4、精度：0.1%-0.5%FS
- 5、时间稳定性：≅0.1mV
- 6、温度稳定性：≅5×10⁻⁴/°C·FS

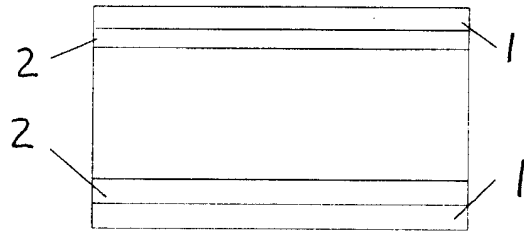


图 1

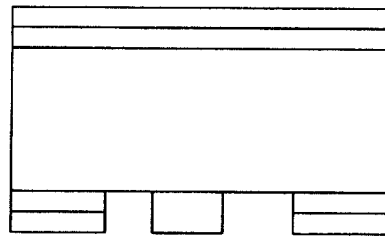


图 2

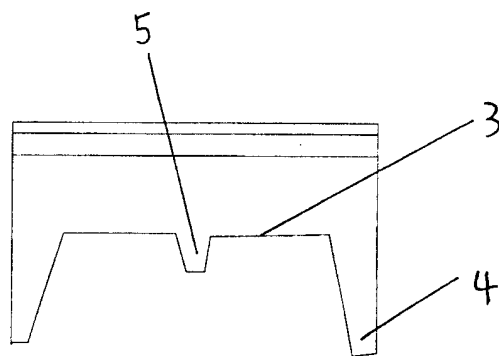


图 3

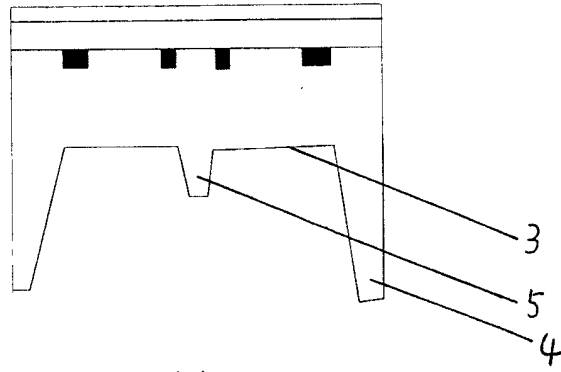


图 4

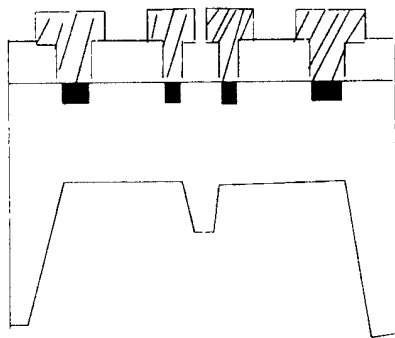


图 5

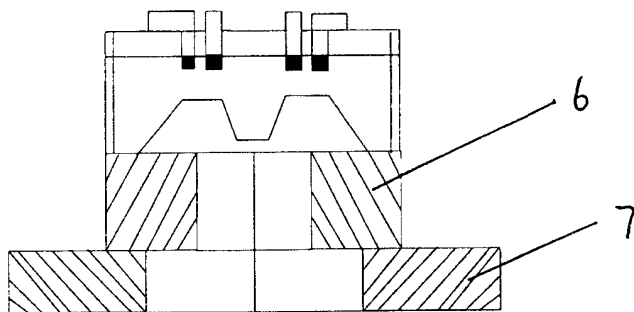


图 6

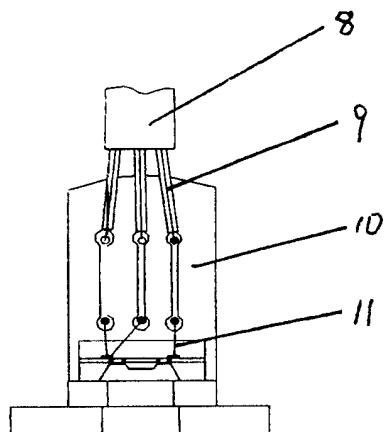


图 7

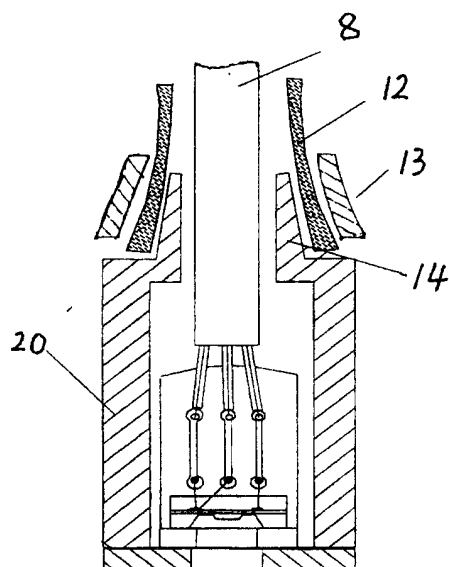


图 8