



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01815989.3

[45] 授权公告日 2005 年 11 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1225643C

[22] 申请日 2001.7.19 [21] 申请号 01815989.3

[30] 优先权

[32] 2000.7.20 [33] US [31] 09/620,007

[86] 国际申请 PCT/US2001/022919 2001.7.19

[87] 国际公布 WO2002/008713 英 2002.1.31

[85] 进入国家阶段日期 2003.3.20

[71] 专利权人 诚实公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 T·彼得森 J·A·迪尔兹迪尔兹

G·R·库茨

审查员 霍成山

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

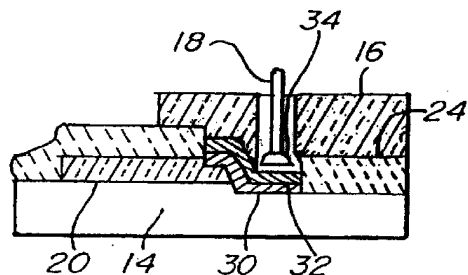
代理人 崔幼平 黄力行

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称 可用于高度洁净及高腐蚀性环境的感测器

[57] 摘要

一种在超过 400℃ 温度下可操作的感测器。本发明的感测器的操作无须液体充填，该感测器是无孔隙、无污染，且无外在暴露金属元件。该感测器包括一无孔隙不渗透的感测隔膜，其可置于高度洁净环境直接与流体接触。无孔隙表面被包括作为玻璃装配于支撑板的单晶蓝宝石层。本发明的感测器可适用于呈化学惰性的压力传感器，以感测在过程流体中的压力及/或温度，且可直接模制成形为压力传感器模块的高温塑胶壳体。



1. 一种具有无孔隙的外部表面的感测器，该感测器包括：
支撑板，其具有内部与外部表面；
无孔隙的隔膜，其包括化学惰性材料并具有内部与外部表面；
5 设置在该隔膜的内部表面上的感测元件；以及
玻璃层，该层是通过将玻璃装配到该支撑板的内部表面和该无孔隙
隔膜的内部表面的其外缘附近而粘合的，由此粘合支撑板与无孔隙隔
膜，并且将所述感测元件包围在所述支撑板内，其中于接近所述无孔隙
隔膜处的压力和温度中的至少之一可借助该感测元件检测，并且该玻璃
10 层具有高粘接强度和 700°C 或以上的高熔点。
2. 如权利要求 1 所述的感测器，其特征在于，该玻璃层具有一厚
度尺寸，其中当该无孔隙隔膜弯曲到所需的最大曲率时，隔膜的内部表
面的一部分与该支撑板的内部表面接合。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的感测器，其特征在于，该支撑板与该
15 无孔隙隔膜由具有相似热膨胀率的材料构造成。
4. 如权利要求 1 或 2 所述的感测器，其特征在于，感测元件是检
测绝对压力。
5. 如权利要求 1 或 2 所述的感测器，其特征在于，其还包括一伸
展穿过该支撑板的孔，以便通过所述感测元件提供表压力的检测。
- 20 6. 如权利要求 1 所述的感测器，其特征在于，其还包括一外延沉
积的硅层，该硅层位于支撑板与隔膜之间的蓝宝石隔膜上，其中该感测
元件形成于该硅层上。
7. 如权利要求 6 所述的感测器，其特征在于，其还包括定位于该
硅层与支撑板之间的耐化学腐蚀层，其中该耐化学腐蚀层作为电绝缘
25 体。
8. 如权利要求 6 所述的感测器，其特征在于，其还包括在所述玻
璃层与所述无孔隙隔膜之间的粘合垫。
9. 如权利要求 8 所述的感测器，其特征在于，其还包括形成在该
玻璃层内的窗口，以提供该粘合垫和硬焊到该粘合垫上的电导线的通
30 道。
10. 如权利要求 1 所述的感测器，其特征在于，其还包括定位于支
撑板与无孔隙隔膜之间的所述硅层，其中该感测元件形成于该硅层上。

11. 如权利要求 1 所述的感测器，其特征在于，其还包括位于无孔隙隔膜与支撑板之间的金属化层，以阻挡电磁干扰/射频干扰 (EMI/FRI) 从而避免影响该感测元件。

5 12. 如权利要求 8 所述的感测器，其特征在于，该多个粘合垫包括钛层与扩散屏障层。

13. 如权利要求 1 所述的感测器，其特征在于，其还包括耐化学腐蚀层聚合物，其邻接于所述无孔隙隔膜与所述支撑板的外边缘的至少一部分。

10 14. 如权利要求 1 所述的感测器，其特征在于，该无孔隙隔膜包括蓝宝石。

15. 一种形成具有无孔隙的外部表面的感测器的方法，该方法包括：

设置无孔隙的且呈化学惰性的隔膜，其具有内部表面与外部表面；
在该无孔隙隔膜的内部表面上设置感测元件；

15 将具有内部表面与外部表面的支撑板定位在该隔膜和该感测元件上；以及

使用玻璃材料层，以将该支撑板的内部表面粘合到靠近该无孔隙隔膜的外缘处的该隔膜的内部表面上，以便包围所述感测元件在所述支撑板内，其中该玻璃材料具有高粘接强度和 700°C 或以上的高熔点。

20 16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，其还包括通过设置在该隔膜的内表面上的多层粘合垫将该感测元件与电导线粘合的步骤。

17 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，其还包括形成该支撑板中的孔以便电导线进入的步骤，以及将电导线硬焊到粘合垫上的步骤。

25 18. 一种具有无孔隙的外部表面的温度感测器，该温度感测器包括：

支撑板，其具有内部与外部表面；

无孔隙且呈化学惰性的隔膜，其具有内部与外部表面，该化学惰性的隔膜从一组包括钻石和蓝宝石的材料中选择；

30 设置在该隔膜的内部表面上的温度感测元件；以及

玻璃层，该层是通过将玻璃装配到该支撑板的内部表面和该无孔隙隔膜的内部表面的其外缘附近而粘合的，由此粘合支撑板与无孔隙隔

膜，并且将所述感测元件包围在所述支撑板内，其中由于化学惰性的厚度和导电性，接近所述无孔隙隔膜处的温度可借助该感测元件立即检测，并且该玻璃层具有高粘接强度和 700℃或以上的高熔点。

19. 如权利要求 18 所述的感测器，其特征在于，其还包括：
5 与该感测元件联接的电导线，其延伸穿过该支撑板；
设置在所述玻璃层和所述无孔隙隔膜之间的多个粘合垫；和
形成在所述玻璃层中的窗口，以通过所述粘合垫进入通道，其中所述电导线硬焊到所述粘合垫上。

20. 如权利要求 18 所述的感测器，其特征在于，其还包括设置在该隔膜的外缘上的主密封元件。
10

21. 如权利要求 20 所述的感测器，其特征在于，该主密封元件沿该感测器的侧边从该隔膜表面的该外缘延伸。

22. 如权利要求 20 所述的感测器，其特征在于，其还包括次密封元件，其沿支撑板的该侧边设置并且与该主密封元件间隔开。

23. 一种其中具有感测器的压力传感器模块，该感测器带有无孔隙的外部表面，该模块包括：
15

压力和温度感测器，其包括
支撑板，其具有内部与外部表面；
无孔隙且呈化学惰性的隔膜，其具有内部与外部表面，该化学惰性的隔膜从一组包括钻石和蓝宝石的材料中选择；
20

设置在该隔膜的内部表面上的温度感测元件；以及
玻璃层，该层是通过将玻璃装配到该支撑板的内部表面和该无孔隙隔膜的内部表面的其外缘附近而粘合的，由此粘合支撑板与无孔隙隔膜，并且将所述感测元件包围在所述支撑板内，其中由于化学惰性的厚度和导电性，接近所述无孔隙隔膜处的温度可借助该感测元件立即检测，并且该玻璃层具有高粘接强度和 700℃或以上的高熔点；以及
25 呈化学惰性的壳体，其适于密封该感测器并暴露该隔膜表面的一部分。

24. 如权利要求 23 所述的感测器，其特征在于，该感测器包括设置在该隔膜的外缘上的主密封元件和沿支撑板的该侧边并且与该主密封元件间隔开的次密封元件，该主和次密封元件适于与壳体接触并设置在壳体中的开孔的任一侧，该开孔从壳体的外侧延伸到密封元件
30

之间，并且适于促进流体通过并释放密封元件之间的任何压力。

可用于高度洁净及高腐蚀性环境的感测器

技术领域

5 本发明大体上涉及多个感测器，更具体而言是涉及一种压力及/或温度感测器，其在 200°C 以上具有优异的稳定度且在 700°C 以上仍能有效地运作。本发明的感测器的操作无须液体充填，且无外在暴露的金属元件。该感测器包括无孔隙且不渗透的表面，其可置于高度洁净环境直接与流体接触。在本发明一具体实施例中，该无孔隙表面包括化学侵蚀
10 无法渗透的单晶蓝宝石层。依此方式，化学物或污染物无法随时间从感测器被抽出至过程流中。在无限制情况下，本发明的压力感测器可适用于使用在化学惰性的压力传感器模块或流量计中以感测在过程流体中的压力，并且可直接模制成该压力传感器模块或流量计的高温塑胶壳体。

15 背景技术

压力感测器已被运用于多样不同的应用以量测计量压力或绝对压力。这些应用中的许多包括在不利的环境中的压力量测。该压力感测器可为一电容形式或压阻形式。例如，一氧化铝陶瓷电容器感测器可包括一薄，通常合用的陶瓷板，其具有一绝缘间隔环包夹于一厚，不合用陶
20 瓷板之中。第一个薄陶瓷板或隔膜厚度约.005 至.050 英寸，典型地为.020 吋。厚陶瓷板则有一厚度范围.100 至.200 英寸。本领域普通技术人员将认可，隔膜的厚度是较佳地取决于该薄膜的直径。该间隔则可由一适用的聚合物建构。附添的面由金属如金、镍、黄铅金属化合以造出一电容盘。一类似的电容压力传感器已被贝尔 (Bell) 等人说明于美国
25 专利第 4,177,496 号 (专利'496 号)。其他类似专利'496 号中述及的电容压力传感器，均可取得且为本领域所知。一压阻感测器典型地利用到一惠斯顿电桥，其可量测电压变化并将该电压变化关联至感测压力的变化。任一这些压力感测器形式可利用以量测高度洁净环境中的流体压力，然而，一无污染压力感测器仍有其必要。

30 敏感材料的高度洁净过程处理典型地需要利用腐蚀性的流体。在制造程序中敏感材料对污染物的敏感性，是制造者面对的一项重大难题。多样不同的制造系统已被至设计出以便减低外来微粒、离子污染物、及

制造程序产生的烟雾对敏感材料的污染。敏感材料的过程处理经常包括直接接触腐蚀性的流体。因此，将腐蚀性的流体以一无污染状态且无外来微粒下输送至过程处理位址是非常重要的。过程处理设备的多样不同元件一般设计以减低产生微粒的总量与溶解至过程流体的离子，并隔绝
5 过程处理化学物以免遭污染物影响。

过程处理设备典型地包括流体传送系统，以自进料槽运送腐蚀性化学物经过汞，控制站，及过程处理设备本身。该流体化学传送系统包括输送管、汞、软管、监视装置、感测装置、阀、接头配件、及相关装置等，是经常由抗腐蚀性化学物毁坏效应的塑胶制成。传统上用于如此监
10 视装置的金属，无法可靠地长时间处于该腐蚀性环境。因此，监视与感测装置必须并入替代材料或维持与腐蚀性流体隔绝。

尽管过程处理必须非常洁净，单过程处理常包括侵略性非常强的化学物。其可包括例如强烈的酸、脱氧核糖核酸基盐、与溶剂。半导体工业近来已引进使用具侵略性的磨粒（研磨粉体）的过程处理。

另外，过程处理设备器械的高可靠性是不可或缺的。为任何理由关闭一半导体或制药的生产线代价昂贵。在过去，压力传感器一般是利用填料流体以自过程处理传送压力至感测器本身。该填料流体借助某类或其他绝缘隔膜与过程处理分离。此绝缘隔膜的失效及进入过程处理的填料流体随后的损失，会导致产品损失且需在重新运作前清洗系统。自该
15 设计中减除绝缘隔膜与填料流体是有利的。

此外，一般使用于制造半导体的过程处理设备具有一监视、阀、及感测装置。这些装置典型地是以一紧密循环反馈关系连接，且用以监视及控制该设备。这些监视及感测装置亦必须设计为可消除可能引入的任何污染。感测装置可包括压力传感器模块及具有压力感测器的流量计。
25 亦可能意欲具有一直接执着触腐蚀性流体的压力传感器或流量计的压力感测器的部分部件。因而，直接接触腐蚀性流体的压力感测器表面应为无污染。顷发现，渗透性材料允许腐蚀性流体进出穿透该等材料。例如，陶瓷材料被多样不同玻璃类似材料粘合在一起，该玻璃类似材料其自身极易遭更具侵略性的腐蚀性材料侵蚀。因此，较佳地为直接接触腐
30 蚀性流体的压力感测器的部分部件，由无孔隙材料制成。

颁发给 Ghiselin 等人的美国专利第 4,774,843 号中，说明一应变计具有一单晶蓝宝石隔膜粘附于一铝基氧化物。Ghiselin 等人指出该

单晶蓝宝石是借助一玻璃粘合材料，环氧化物或其他胶粘方法粘附。Ghiselin 等人并未提供该玻璃粘合材料的进一步说明或该玻璃粘合如何粘附于蓝宝石及铝基氧化物。然而，Ghiselin 等人说明了一几何可变化以降低应变点即因此避免低强度玻璃的缺点。颁发给 Hegner 等人的美国专利第 5,954,900 号中，说明使用玻璃粘合于铝氧化物陶瓷部分的难题。Hegner 等人说明了于氧化铝陶瓷使用氧化铝作为粘接材料。Hegner 等人及 Ghiselin 等人说明的装置被相信被限制于低于 400℃温度下可有效操作。因此，当温度超过 400℃时，Hegner 等人及 Ghiselin 等人说明的感测器的可靠度便降低。过程处理设备的腐蚀性流体温度经常超过 400℃。因此，具有一无孔隙表面的压力感测器有其必要，该表面是以一高强度粘合粘合于该基底，其中介于无孔隙材料与基底间的该粘合于温度超过 400℃时为稳定。

顷发现，电磁与射频干扰（电磁干扰与射频干扰个别地）会降低压阻感测器性能。由于蓝宝石上的硅的磊晶结构，一传导屏蔽层不能直接置于一硅层（其上构造有惠斯顿电桥）与蓝宝石之间。而当蓝宝石外部与腐蚀性流体接触时，一传导屏蔽层置于蓝宝石外部并不为较佳。因此，一无污染压力感测器存在一需求，其为可阻挡电磁干扰与射频干扰，免于影响构造在压力感测第一非外露表面上的感测元件。检阅本发明的说明，则易显本发明符合这些及其他需求。

发明内容

本发明提供一压力感测器，包括一无孔隙外部表面。该无孔隙表面性质为一低扩散性与低吸收性。在较佳具体实施例中，压力感测器包括，一支撑板，无孔隙隔膜，一感测元件邻接于隔膜内部表面，及一高强度材料的玻璃层，该层借助玻璃装配粘合于支撑板与无孔隙隔膜之间。支撑板提供结构刚性。支撑板的刚性抗拒自壳体（未图示）传送到感测隔膜上的感测元件的应力。虽然支撑板未直接接触过程处理升值，其仍必须为机械稳定且经得起高温过程处理考验。支撑板的热膨胀率应极近似感测隔膜。由于热效应的（温度）补偿为可能，一大型不协调将在过程处理中产生应力导致两元件的粘合超过时间而被迫失效。本领域普通技术人员将认可无孔隙隔膜可包括一惠斯顿电桥或一构造在其上的探头层以个别地作为电容形式感测器之一压阻。

在无限制下，于较佳具体实施例中，一硅层构造在无孔隙隔膜的內

部表面上，其中一应变计例如一惠斯顿电桥构造在其上。支撑板包括伸展穿透于其中的多孔隙缝，该缝隙被改装得适应接受邻接于感测元件的电导线。接近无孔隙隔膜的一压力变化可经感测元件检测。沿靠隔膜的一压力增减会导致隔膜挠曲，该挠曲因而改变应变计的电阻。该电阻变化是相关于毗连隔膜的压力。

在无限制下，无孔隙膜是较佳地被包括于一化学惰性材料例如蓝宝石。介于蓝宝石与支撑板的玻璃层，是较佳地由高粘合强度硅酸硼玻璃或其他已知结构适用的玻璃制成，及熔点高于 700℃ 且较佳地高于 1000℃。隔膜挠曲的总量由玻璃层的厚度与直径控制。玻璃可有一厚度范围自 .002 至 .030 英寸且较佳地为 .010 英寸，及一外径范围自 .100 至 2.0 英寸时且较佳地为 0.007 英寸。隔膜的有效感测区域可有范围自 .050 至 2.0 英寸且较佳地为 0.400 英寸。本领域普通技术人员将认可，隔膜的厚度与直径范围不应建构为有限制，于某些特定应用中，厚度与直径可依所意欲进一步减少或增加。依此方式，当无孔隙隔膜挠曲至最大曲率，隔膜内部表面的一部分接合支撑板的内部表面。本领域普通技术人员将认可，支撑板与无孔隙隔膜是以具类似膨胀率的材料建构，以便避免历经大范围温度时的非必要应力。如下更详细的说明，压力感测器可建构为其感测元件可检测一绝对压力或计量压力。

压力感测器可还包括一硅层与一金属化合或传导层，该等层置于硅层与支撑板之间（见图 11）。依此方式，该氮化硅层作用如一电绝缘体，且该金属化层阻挡阻挡 EMI/FRI 免于影响该感测元件 20。压力感测器可还包括一涂层、衬垫、或密封垫邻接于无孔隙隔膜、氮化硅层、金属化层及支撑板的一外缘的至少一部分部件。在无限制下，抗酸环氧化物或抗腐蚀聚合物例如 PTFE（聚四氟乙烯），PVDF（聚偏二氟乙烯），PEEK（聚二醚酮），聚胺酯，或聚对亚苯基二甲基（parlylene）均可利用，其中一抗酸环氧化物是为较佳。

压力感测器包括多个粘合垫，构造在介于玻璃层与无孔隙隔膜间的隔膜上。在无限制下，粘合垫的具体实施例包括一钛层与一扩散屏障层。掺杂硅薄膜以一已知适用方式互连粘合垫，以构造成为惠斯顿电桥。一窗口被构造在玻璃层与支撑板之间，藉此提供粘合垫通道。电导线是硬焊于粘合垫，且玻璃层是将玻璃装配到隔膜与支撑板上。

在一替代性具体实施例中，隔膜与感测元件被修正以创造一电容而

非压阻感测器。施压会挠曲的薄感测隔膜有一电容板构造在感测隔膜内部表面上，及另一电容板构造在支撑板内部表面上。一电导线被连接至构造在感测隔膜内部表面上的电容板，及另一电导线被电连接至支撑板的薄表面。隔膜与板之间隔随着板的电容改变而变化。此电容变化可由一已知适用结构的电连接感测元件检测。

基于上述目的，本发明提供一种具有无孔隙的外部表面的感测器，该感测器包括支撑板，其具有内部与外部表面；无孔隙的隔膜，其包括化学惰性材料并具有内部与外部表面；设置在该隔膜的内部表面上的感测元件；以及玻璃层，该层是通过将玻璃装配到该支撑板的内部表面和该无孔隙隔膜的内部表面的其外缘附近而粘合的，由此粘合支撑板与无孔隙隔膜，并且将所述感测元件包围在所述支撑板内，其中于接近所述无孔隙隔膜处的压力和温度中的至少之一可借助该感测元件检测，并且该玻璃层具有高粘接强度和 700℃ 或以上的高熔点。该玻璃层具有一厚度尺寸，其中当该无孔隙隔膜弯曲到所需的最大曲率时，隔膜的内部表面的一部分与该支撑板的内部表面接合。该支撑板与该无孔隙隔膜由具有相似热膨胀率的材料构造成。感测元件是检测绝对压力。该感测器还包括一伸展穿过该支撑板的孔，以便通过所述感测元件提供表压力的检测。该感测器还包括一外延沉积的硅层，该硅层位于支撑板与隔膜之间的蓝宝石隔膜上，其中该感测元件形成于该硅层上。该感测器还包括定位于该硅层与支撑板之间的耐化学腐蚀层，其中该耐化学腐蚀层作为电绝缘体。该感测器还包括在所述玻璃层与所述无孔隙隔膜之间的粘合垫。该感测器还包括形成在该玻璃层内的窗口，以提供该粘合垫和硬焊到该粘合垫上的电导线的通道。该感测器还包括定位于支撑板与无孔隙隔膜之间的所述硅层，其中该感测元件形成于该硅层上。该感测器还包括位于无孔隙隔膜与支撑板之间的金属化层，以阻挡电磁干扰/射频干扰 (EMI/FRI) 从而避免影响该感测元件。该多个粘合垫包括钛层与扩散屏障层。该感测器还包括耐化学腐蚀层聚合物，其邻接于所述无孔隙隔膜与所述支撑板的外边缘的至少一部分。该无孔隙隔膜包括蓝宝石。

本发明还一种形成具有无孔隙的外部表面的感测器的方法，该方法包括设置无孔隙的且呈化学惰性的隔膜，其具有内部表面与外部表面；在该无孔隙隔膜的内部表面上设置感测元件；将具有内部表面与外部表面的支撑板定位在该隔膜和该感测元件上；以及使用玻璃材料层，以将

该支撑板的内部表面粘合到靠近该无孔隙隔膜的外缘处的该隔膜的内部表面上，以便包围所述感测元件在所述支撑板内，其中该玻璃材料具有高粘接强度和 700°C 或以上的高熔点。该方法还包括通过设置在该隔膜的内表面上的多层粘合垫将该感测元件与电导线粘合的步骤。该方法
5 还包括形成该支撑板中的孔以便电导线进入的步骤，以及将电导线硬焊到粘合垫上的步骤。

本发明也提供一种具有无孔隙的外部表面的温度感测器，该温度感测器包括支撑板，其具有内部与外部表面；无孔隙且呈化学惰性的隔膜，其具有内部与外部表面，该化学惰性的隔膜从一组包括钻石和蓝宝石
10 的材料中选择；设置在该隔膜的内部表面上的温度感测元件；以及玻璃层，该层是通过将玻璃装配到该支撑板的内部表面和该无孔隙隔膜的内部表面的其外缘附近而粘合的，由此粘合支撑板与无孔隙隔膜，并且将所述感测元件包围在所述支撑板内，其中由于化学惰性的厚度和导电性，接近所述无孔隙隔膜处的温度可借助该感测元件立即检测，并且该
15 玻璃层具有高粘接强度和 700°C 或以上的高熔点。该感测器还包括与该感测元件联接的电导线，其延伸穿过该支撑板；设置在所述玻璃层和所述无孔隙隔膜之间的多个粘合垫；和形成在所述玻璃层中的窗口，以通过所述粘合垫进入通道，其中所述电导线硬焊到所述粘合垫上。该感测器还包括设置在该隔膜的表面的外缘上的主密封元件。该主密封元件沿
20 该感测器的侧边从该隔膜表面的该外缘延伸。该感测器还包括次密封元件，其沿支撑板的该侧边设置并且与该主密封元件间隔开。

本发明进一步提供一种其中具有感测器的压力传感器模块，该感测器带有无孔隙的外部表面，该模块包括压力和温度感测器，其包括支撑板，其具有内部与外部表面；无孔隙且呈化学惰性的隔膜，其具有内部
25 与外部表面，该化学惰性的隔膜从一组包括钻石和蓝宝石的材料中选择；设置在该隔膜的内部表面上的温度感测元件；以及玻璃层，该层是通过将玻璃装配到该支撑板的内部表面和该无孔隙隔膜的内部表面的其外缘附近而粘合的，由此粘合支撑板与无孔隙隔膜，并且将所述感测元件包围在所述支撑板内，其中由于化学惰性的厚度和导电性，接近所述
30 无孔隙隔膜处的温度可借助该感测元件立即检测，并且该玻璃层具有高粘接强度和 700°C 或以上的高熔点；以及呈化学惰性的壳体，其适于密封该感测器并暴露该隔膜表面的一部分。该感测器包括设置在该隔膜

的表面的外缘上的主密封元件和沿支撑板的该侧边并且与该主密封元件间隔开的次密封元件，该主和次密封元件适于与壳体接触并设置在壳体中的开孔的任一侧，该开孔从壳体的外侧延伸到密封元件之间，并且适于促进流体通过并释放密封元件之间的任何压力。

- 5 自检阅如下具体实施例的详细说明，对本领域普通技术人员而言，则易显本发明的优点，特别是当一并虑及权利要求及如编号所指相关部件一些视图的附图时。

附图说明

- 图 1 为本发明压力感测器的一透视图；
- 10 图 2 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 3 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 4 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 5 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 6 为本发明具有一惠斯登电桥构造于其上的该隔膜的上平面视图；
- 15 图 7 为本发明隔膜的一具体实施例的部分部件上平面视图；
图 8 为本发明粘合垫的一具体实施例的部分部件上平面视图；
图 9 为本发明粘合垫的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 10 为本发明粘合垫的一具体实施例的部分部件侧视图；
- 20 图 11 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 12 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；
图 13 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图，图示为位于一压力传感器壳体内；
- 图 14 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图，图
25 示为射出成形为一压力传感器壳体；
图 15 为本发明隔膜的一具体实施例的部分部件上平面视图；
图 16 为本发明隔膜的一具体实施例的部分上平面视图；
图 17 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图；及
图 18 为本发明压力感测器的一具体实施例的部分部件侧视图，其
30 中有一密封垫或衬垫邻接于该感测器边缘。

具体实施方式

本发明相当于压力感测器的广泛地可应用的改进。于此的多个详细

具体实施例意为可并入本发明的改进的代表或示范，并不因而意味限制于此。本发明压力感测器可建构为一具有感测隔膜的压阻或电容感测器。该感测隔膜是由一块单晶蓝宝石构成。替代地，感测隔膜可包括一单晶蓝宝石。本发明感测器 10 通常包括一支撑板 12，感测隔膜 14，二氧化硅玻璃粘合于支撑板 14、隔膜 16、及电导线 18 之间（见图 1 及图 2）。在感测隔膜 14 的制造过程中，单晶蓝宝石的一大块晶圆片被使用，以使许多感测器利用常见的半导体技术平面过程处理便可同时制成。

本领域普通技术人员将认可蓝宝石为一电绝缘体。当蓝宝石被沿 R-平面切割时，于蓝宝石顶部形成一近似厚度的单晶磊晶薄膜是可能的。借助扩散、离子植入、或其他方法，硅层可于其中掺杂诸如硼或磷的原子碎片，以使该薄膜具有半导体的特性。借助变化植入能量及掺杂物集中程度，薄膜的区域电阻值可被调整。此附加有电阻的薄膜，将在回应变时变化其电阻。此项特性即众所熟知的压阻。如前述，感测隔膜 14 的偏斜将使该薄膜拉紧，及产生电阻的变化。压力感测讯号即由该电阻变化导出。

若选择离子植入法掺杂该硅层，则在掺杂后用超过 1000℃ 的高温炉管退火步骤，以移除在植入过程中施于薄膜中的应力，将是所意欲的。超过 1000℃ 的高温炉管退火步骤，亦有助于将掺杂原子更均匀地分布于整个硅层。硅图案 20 构造成一惠斯顿电桥 22（见图 6 与 7）。本领域普通技术人员应了解尚有一些不同的模式可构造成惠斯顿电桥 22。硅电阻 20 可由光蚀刻技术构造成。一绝缘的氮化硅层 24（见图 8 与 9）借助化学气相沉积被施用于蓝宝石晶圆片表面。光蚀刻电阻被用于防止氮化硅层 24 免于粘合垫 26 区域内被沉积。当电阻被蚀刻，一窗口 28 被开于其上并毗连至惠斯顿电桥（见图 8）的每一连接点或粘合垫 26。氮化硅层 24 是为一高绝缘层且可更进一步保护精密的硅层。

金属化合垫 26 是必需的，以便将电导线 18 连接至惠斯顿电桥 22。因诸如金与铝在玻璃装配温度会与硅化合，并不适用，故一般在半导体中使用其他金属做为粘合垫 26。在具体实施例中，一两金属层粘合垫被构造成（见图 10）。利用被称为射频（RF）的程序溅镀的一钛层 30，被沉积至整个晶圆片。钛是一种极活跃的金属，且有一极佳的粘合特性。然而，在钛与硬焊填料 34 之间仍需有一扩散屏障层 32。该硬焊填料合金 34 将粘合垫 26 连结至多个脚 18。若无扩散屏障层 32，硬焊填

料 34 将与钛层 30 及薄硅层 20 两者合金化。当冷却时，该金合将被表面张力拉在一起，并局部摧毁该硅薄膜。扩散屏障层 32 应为一折射性金属，其不会于硬焊的温度（约 1000℃）构造成为合金。为此目的，铌、钨、铀、钼、钽、铂等均适用，并无任何限制。扩散屏障层 32 必须可
5 被制于一薄膜中，该薄膜有一伸展穿过其中的最小数量的脚洞。任何氧化物在硬焊的温度均会分解。铌被发现可为一良好的扩散屏障层。铌是经 RF 射频溅镀于钛层 30 顶部的整个蓝宝石晶圆片 14。铌层因而藉众所熟知的光蚀刻技术被模造。

在较佳具体实施例中，制成粘合垫 26 的金属是被沉积及模造，藉
10 本领域普通技术人员所熟知的方法，包括且不限于，如蒸发及溅镀。粘合垫 26 是按金属镀于（见图 8）硅层 20 的一部份，但主要为直接接触蓝宝石隔膜 14 的方式被模造。如此做的理由是因为金属化合的层可能有着小的脚洞。顷发现，如果硬焊填料 34 能穿透扩散屏障层 32，其将与硅合金化导致薄膜损坏。在玻璃装配与硬焊时，二氧化硅玻璃 16 可用以禁止硬焊填料 34 自脚流至粘合垫 26 镀于硅图案 20 的区域。硬焊
15 填料 34 绝不可覆盖硅图案 20。

一旦蓝宝石隔膜 14 被模造，蓝宝石晶圆片被以众所熟知的切割法切割，以便将蓝宝石隔膜自蓝宝石晶圆片分离。一些方法包括且不限于，加在沿晶平面划刻及破裂切削，超音波切割，或雷射切割，均可利
20 用。已知的方法皆可用以切割制造压力感测器所意欲的圆形隔膜 14。

电导线 18 被硬焊于粘合垫 26，而支撑板 12 则藉装配玻璃至隔膜 14。厚的支撑板 12 或晶圆片是由具有多个洞或孔 36（见图 2）的陶瓷构成。孔 36 构造在支撑板 12 之内，以与粘合垫 26 成一直线，并利用压力资讯提供电导线 18 由感测隔膜 14 至多个电子装置的通道。当一量
25 测压力感测合意时，一孔洞 38 被提供穿过支撑板 12。一般而言，陶瓷包括金属氧化物粉末，其是典型地使用小量玻璃作为粘合剂，而于高温烧结在一起。一普通的陶瓷为氧化铝，其具有许多性质与单晶蓝宝石类似。只要氧化铝陶瓷中的玻璃成分被保持在低百分比，则这两种材料的热胀性质将是可忽略地差异。

30 一将良好粘合蓝宝石与氧化铝陶瓷的玻璃，必须有类似的热胀性质。硅酸硼玻璃已被发现极适合此目的。这些玻璃具有远高于用以烧结粘合材料的玻璃质的熔点。已发现，自大块硅制成的感测器，遭受掺杂

原子的过度扩散进入毗连区域。因而，这些大块硅感测器典型地被限制于处理温度不超过 450°C，及仅于短程。如 Ghiselin 等人于美国专利第 4,774,843 号中所指出，蓝宝石隔膜的可靠粘合于一陶瓷支撑板，一直是一项重大难题。所推荐的用于装配玻璃的高粘合强度硅酸硼玻璃，
5 显然与低温低强度的焊锡玻璃或（用以制造瓷器或釉料的）玻璃质不同。焊锡玻璃有一熔点约 450°C 且为低强度。

为了通过“玻璃装配”而非硬焊以便使蓝宝石与氧化铝陶瓷粘合，二氧化硅玻璃可被预先成型或映射至支撑板 12 的表面上。在两者任一实例中，重要的是二氧化硅玻璃并未流动远离其起始位置。如果玻璃模式之内径显著地变化，则感测器 10 的压力特性亦会大大地变化。另外，
10 在玻璃装配过程期间，如果在粘合垫 26 上的硬焊填料 34 熔化前，玻璃 16 流动经过金属化合垫 26，则多个脚 18 将无法硬焊于粘合垫 26。玻璃的炉火应为固定的温度，以避免遗留可导致不稳定或玻璃破裂的应力于玻璃粘合中。二氧化硅玻璃更应为多个电脚 18 而具有多个开口或窗
15 口。此外，借助控制二氧化硅玻璃粘合 16 介于隔膜 14 与支撑板 12 间的厚度，感测隔膜 14 于过大压力期间在支撑板 12 上将降至最低点（见图 4）。因而，此过大压力阻挡借助一系数 100 或更高得以增加感测器 10 的过大压力容量。

用以将电导线 18 粘合于粘合垫 26 的硬焊填料合金 34，熔点必须低于二氧化硅玻璃 16。另外，硬焊填料 34 于其熔点时必须具足够的侵略性，以移除金属层 26 的任何氧化物。在无限制下，顷发现一些可适用的已知结构的铜硬焊合金，可符合这些条件。当硬焊填料 34 在玻璃 16 开始流动之前熔化，则若二氧化硅玻璃 16 流动经过粘合垫 26，其将流动经过硬焊填料 34 与粘合垫 26，藉此可对粘合垫区域提供显著的应力
25 缓和。在无限制下，硬焊填料合金如由加州圣卡罗斯（San Carlos, California）威士高金属公司（Wesgo Metals），即摩根先进陶瓷公司（Morgan Advanced Ceramics Incorporated）的一分公司，所生产的巴库索-15（Pakusil-15）已被发现可适用于硬焊。

电导线或脚 18 其横断面应小，且较佳地由易延展的材料制成。借助陶瓷 12 内多个洞 36 的几何所限制的如此一脚 18，将具有良好的应变缓和性质，且不会将应力自多个脚 18 导引至感测元件。多个脚 18 应镀
30 有良好硬焊及合理软焊能力的材料，例如镍或金。

建构感测器 10 全部材料的高温能力，允许于一非常高的温度（高于 400°C）延长时间使用如此的感测器 10，及/或如此的感测器 10 可直接射出成形为高性能塑胶壳体，如特氟隆®（TEFLON®）（“TEFLON”为杜邦公司（E. I. DuPont DeNemours and Company）的注册商标）（见图 14）。在压力感测器内的如此射出成形，于感测器 10 与塑胶壳体间提供了一极端可靠的密封。

再次参考图 3 与 4，隔膜 14 的曲率现可被讨论。第一条虚线标为 40，代表隔膜 14 的一极度夸张的挠曲。第二条虚线标为 42，代表隔膜 14 因过大压力的挠曲（忽略支撑板 12 在过大压力其间因隔膜 14 挠曲而具有的阻挡效应）。如此的极端的挠曲很可能会使得隔膜 14 破裂或碎裂。图 5 显示一经修正的隔膜 14，具有一隔膜中心部位较隔膜外缘部位薄。典型地，当隔膜的直径减少时，隔膜的厚度亦应减少以求最大敏感度。隔膜 14 与支撑板 12 之间的缝隙，可藉玻璃粘合 16 的厚度控制。在无限限制下，一隔膜的典型的曲率约介于 0.01 至 0.0001 英寸，且间隔约介于 0.2 至 0.0002 英寸，视隔膜 14 的厚度与直径而定。缝隙大小的规律是较佳地两倍于隔膜 14 的厚度。一厚度介于 0.002 至 0.050 英寸的隔膜的隔膜有效感测区域可介于 0.075 至 2 英寸。实际的限制条件于制成圆过程中，限制单晶蓝宝石晶圆片的厚度。然而，不像单晶硅，并无借助化学过程处理可构造成薄的蓝宝石隔膜的简易方法。虽然自一薄的蓝宝石晶圆片制造隔膜已研发到达某程度，在感测器构成过程中诱发的高热应力仍会导致自破坏的内部应力。替代性地，增加隔膜感测区域的直径，亦会增加一压力感测装置的敏感度。然而，典型地当隔膜直径增加时，成本亦会增加。

图 5 所示经修正的隔膜 14，在自一厚的蓝宝石晶圆片制造时，是于近似感测区域减少隔膜厚度。在薄膜过程处理完成后令隔膜变薄，可产制更多合用的压力感测隔膜。经过每一装置的一材料外缘提供所需的强度，例如，当感测隔膜直接接触一压力感测壳体时。薄的中央感测区域 46 提供所需的敏感度。蓝宝石隔膜可藉传统的机械方法变薄，例如为本领域普通技术人员熟知的磨粒（磨粒（研磨粉体）粉体）切削或超音波切削。替代性地，一环状沟槽 80 可构造在隔膜 14 的外部感测表面上（见图 17）。本领域普通技术人员应了解的是，虽然沟槽的形状并非十分紧要，但环绕的边及沟槽是较佳的。同样地，虽然沟槽是环状的，其他几

何形状于毗连玻璃粘合 16 的区域亦可适用以缓和挠曲应力。

现在参考图 11 所示为本发明压力感测器的一替代性具体实施例，具有一传导层夹在支撑板 12 与氮化硅层 24 中间。所示的该传导层 48 是为电接地。于此方式，电磁干扰与射频干扰（EMI 及 FRI）是被阻
5 挡。电磁干扰与射频干扰已知会降低压阻感测器性能。由于蓝宝石上的硅的磊晶结构，及意欲将硅直接粘合于蓝宝石，在硅与蓝宝石之间置一传导层并非所意欲的。另外，在蓝宝石隔膜外面置一传导层将使无孔隙失效，化学地在蓝宝石隔膜插入属性。在无限制下，该传导层或金属化层 48 可包括一铌、钨、铍、钼、钽、铂、及钯层，或其他材料已知可
10 屏蔽电磁干扰与射频干扰者。如此，金属层 48 便可屏蔽发自传导层上方的电磁干扰与射频干扰。

由于传导层 48 为接地电位，电磁干扰与射频干扰将于传导层 48 建立零电位的静止波。己为吾人所知者为，若静止波的放射线具有频率组成为波长介于地面及电阻元件之间的规律距离，则显著的干扰将产生。
15 另一方面，若地面至电阻元件的距离是小的，则静止波于压阻元件位置上具有可以忽略的振幅且没有干扰会产生。由于电磁干扰与射频干扰的干扰范围为 1 MHz 至 1,000 MHz，该频率范围的最小波长为 0.3 米。另外，地面与压阻元件或硅图案 20 间的距离等于氮化硅层的厚度，其规律为 500 埃或 0.00000005 米。如此，可预期的电磁干扰与射频干扰有效屏蔽为约 6,000,000:1。
20

现在参考图 12，所示为本发明压力感测器 10 的又一替代性具体实施例。一无孔隙化学惰性的压力感测器 10 可用于一高腐蚀性的环境便利地检测压力。具有一由单晶蓝宝石建构的感测隔膜的感测器，提供极佳保护免于化学侵蚀。感测器 10 可置于一具有首要与次要密封垫 52 与
25 54 的压力传感器壳体 50 之内（见图 13）。若首要密封垫接合蓝宝石隔膜外部表面，过程流体只会弄湿密封垫与蓝宝石。由于密封垫已知的适用构造对过程流体为具渗透性，某些过程流体将流过首要密封垫。非常具侵略性的过程流体如可穿透首要密封垫的氢氟酸，会侵蚀蓝宝石隔膜 14 与陶瓷支撑板 12 之间的接合。腐蚀该接合产生的污染物，可因此穿
30 透回至过程流体。本发明可包括一具化学阻抗的聚合物如一抗酸环氧化物，例如在无限制下，于感测器 10 环绕该接合的边缘施用可自纽泽西州海肯赛克（Hackensack, N. J.）的马司特，庞德公司（Master Bond，

Inc.) 取得的抗酸环氧化物 EP21AR。替代性地, 例如在无限制下, 由 TEFLON 制成的衬垫形式密封垫, 或例如在无限制下, 由 KALREZ 制成的合成橡胶形式密封垫 84, 可靠着感测器的接合被压缩, 如图 18 所示。密封垫 84 有一 L 形横断面, 且可缠绕感测器 10 的侧边, 及缠绕于隔膜 14 感测外部表面上。本领域普通技术人员将认可衬垫密封垫 84 可被构造成为壳体 50 的部件。另外, 如加强电屏蔽, 材料可藉混合碳粉被制成具传导性。该传导环氧化物可藉毗连至地面的传导油墨方法, 被连接于一电接地。

参考图 13, 所示的感测器 10 置于一压力传感器壳体 50 的内具有流体接口 60。蓝宝石隔膜靠着首要与次要密封垫 52 与 54 密封。一排气孔或排水管 62 自压力传感器壳体外部, 延伸入介于首要与次要密封垫之间的该壳体。排气孔 62 可释放该等密封垫之间的压力, 及/或提供渗透穿过首要密封垫以排出于压力传感器壳体 50 外的流体一通道。本发明感测器 10 具有一蓝宝石隔膜, 提供一抗腐蚀与溶解的压力感测器, 具有一意欲的挠曲而无可测温度及压力磁滞现象, 且可忍受超过 400°C 的过程流体温度。参考图 14, 由于该压力感测器可抵挡高温, 该压力感测器可于射出成形过程处理中作为一插入物, 替代性地射出成形为压力传感器的塑胶壳体 50, 藉此消除一首要或次要密封垫的需求。壳体本身于感测器 10 作用如一密封垫。如此适当地模制的压力感测器与模块, 预料可降低生产成本, 简化建构及减小整个压力传感器模块的大小。

参考图 15, 所示为本发明压力感测器 10 的又一替代性具体实施例。感测器 10 能检测毗连隔膜 14 的流体的压力与温度。感测器 10 还包括一电阻器 70 模造于蓝宝石隔膜 14 上。粘合垫 72 以与粘合垫 72 类似的方式并同时构造在感测器上。电阻器 70 构造在玻璃粘合垫 16 与隔膜 14 之间。藉将电阻器置于压应力区外, 压力诱发的可影响电阻器 70 电阻的应力因此而被避免。该单晶硅电阻器 70 的电阻具有良好清楚的温度依赖度。顷发现, 于高掺杂集中 (p 掺杂高于 10^{19} 原子/公撮 (atoms/cc)), 温度与电阻之间的方程式接近近似一线性方程式。因而, 当电阻变化时, 温度变化可立即决定。

图 16 为感测器 10 的又一具体实施例, 其中该惠斯顿电桥 22 的电阻器被利用以决定压力与温度。感测器 10 的外部周围以虚线代表。同样地, 包括惠斯顿电桥的单晶硅电阻器具有良好清楚的温度依赖度。图

16 中标为“Rt”的一电阻器 76 是电邻接于惠斯顿电桥 22，但可绝缘于来自过程流体温度变化的任何温度影响。例如，在无限制下，电阻器 76 可与一压力传感器的感测电子装置置于同处，并自隔膜 14 遥控。电阻器 76 的值较佳为近似惠斯顿电桥 22 电阻的一半。当温度是由一本领域普通技术人员所熟知的数据符合程序多项式所决定，则压力效应在温度决定的准确性是可忽略的。当惠斯顿电桥 22 电阻因温度变化时，电压 Vt 亦会变化。整个电桥可利用为一在电压区分电路中的电阻。电压 Vt 可因而被用为类比或数位校正结构的一温度讯号。

电压 Vt 将几乎全赖惠斯顿电桥 22 的温度决定，特别是若硅电阻被重度掺杂时。若硅电阻被轻度掺杂或若使用者意欲降低温度量测的不稳定度，则温度可由一矩阵描述导出。以下多项式可被利用，其中温度可 T 被表为以 Vt 与 Vp 两者为输出的方程式：

$$T = a_{00} + a_{01}V_T + a_{02}V_T^2 + \dots + a_{10}V_P + a_{11}V_P V_T + a_{12}V_P V_T^2 + \dots + a_{20}V_P^2 + \dots$$

其中系数 axx 是由一本领域普通技术人员所熟知的最小二次幂符合程序取得。利用上述数据符合程序描述，可提供一感测器一因应变效应校准的校准温度输出。如此，自一单一感测器同时量测的压力与温度可藉快速反应次数达成。替代性地，若只意欲温度输出，压力描述可藉将电阻器的脚导向于应变不敏感的辅而被避免。例如，蓝宝石上的硅的 R-平面的最大应变敏感度，可借助将电阻器元件 45 的脚导向突出的 C-轴，其中 R-平面与 C-轴是由晶体几何的米勒指数定义。与突出的 C-轴直线平行或垂直的电阻器元件的压阻为零。电阻器的轴可被旋转以消除压力敏感度。依此方式，感测器 10 可被制成以消除压力敏感度且以，因而，只决定近似感测器 10 的温度。

本发明业已于此相当详地是说明以便符合专利申请，并提供本领域普通技术人员应用新颖原则，和建构及利用所需的专业要素时所需的资讯。然而，请了解本发明可藉特殊不同的装备与装置而实践，及装备与操作程序两者的多样的修正，亦均可在不脱离本发明自身范围内完成。

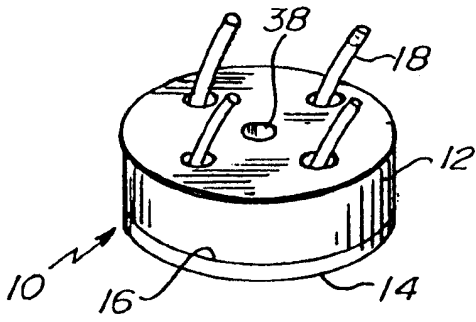


图 1

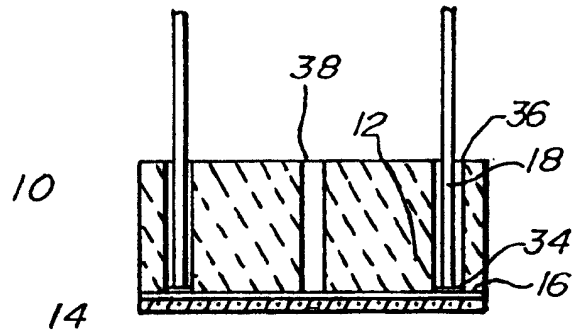


图 2

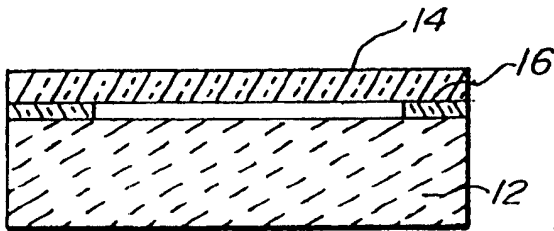


图 3

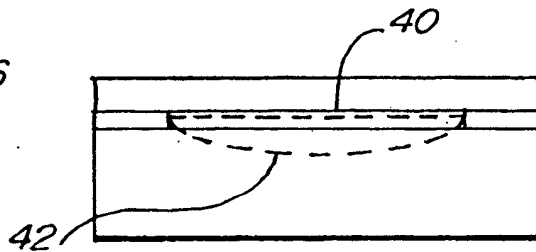


图 4

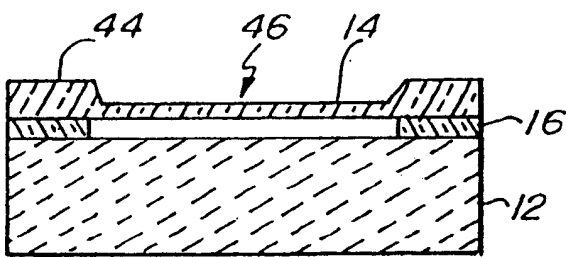


图 5

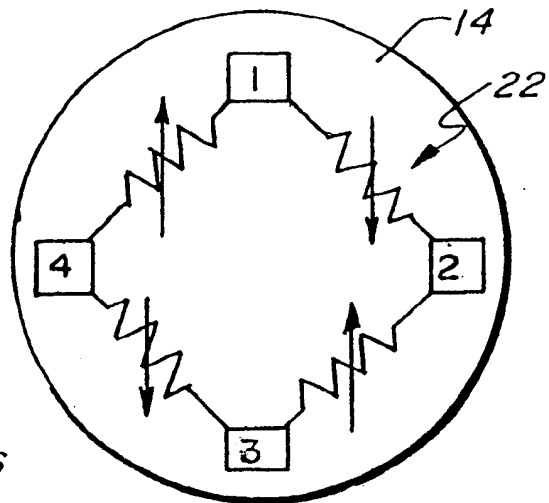


图 6

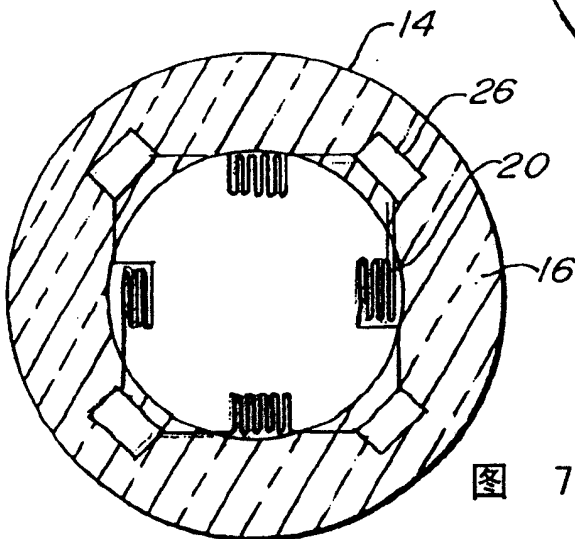


图 7

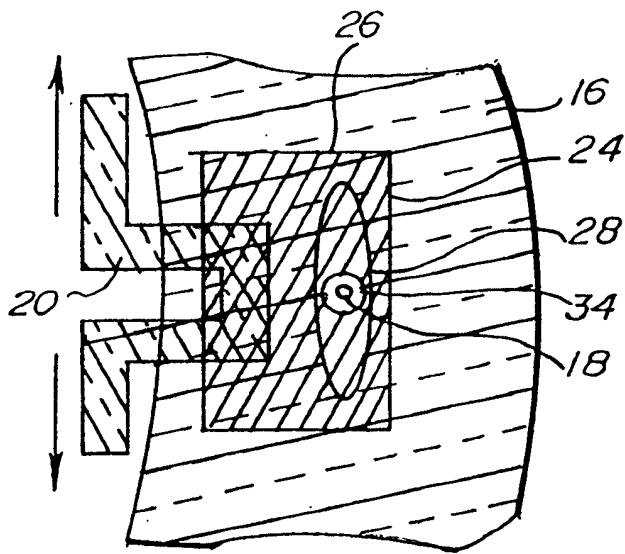


图 8

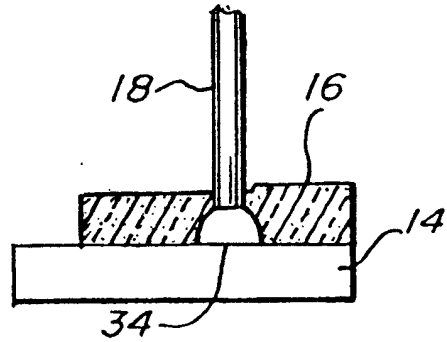


图 9

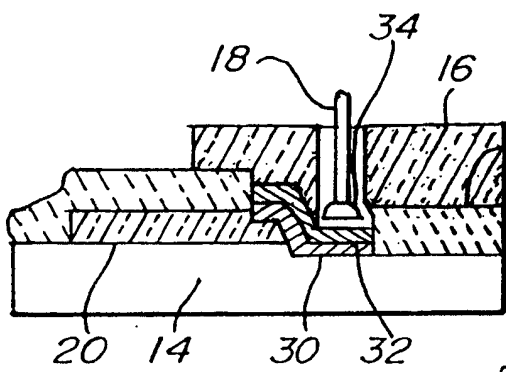


图 10

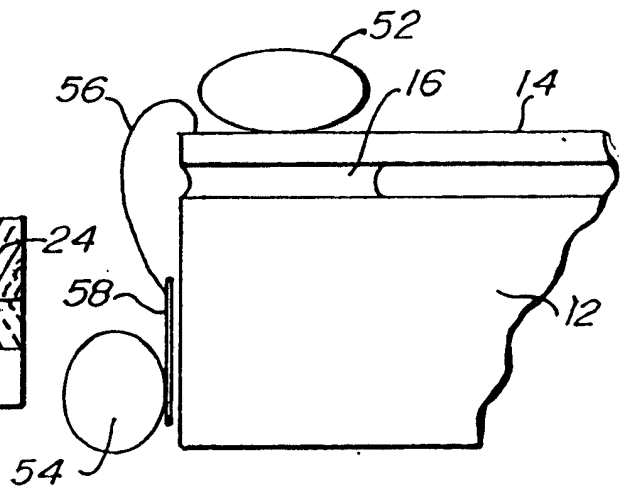


图 12

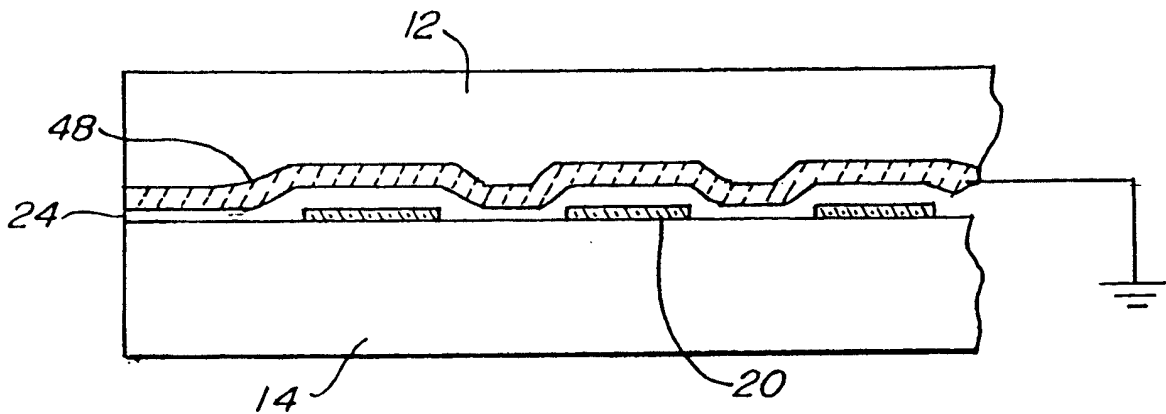


图 11

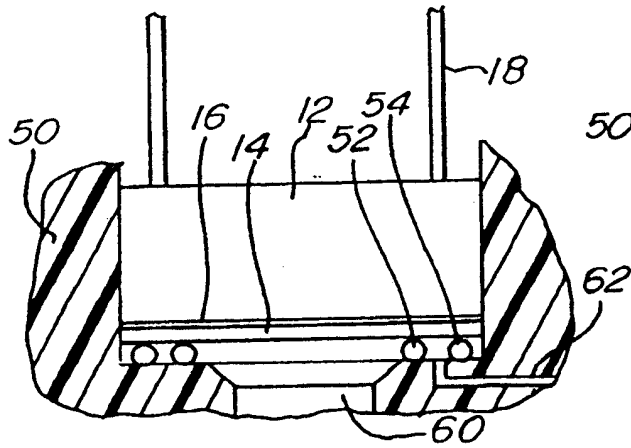


图 13

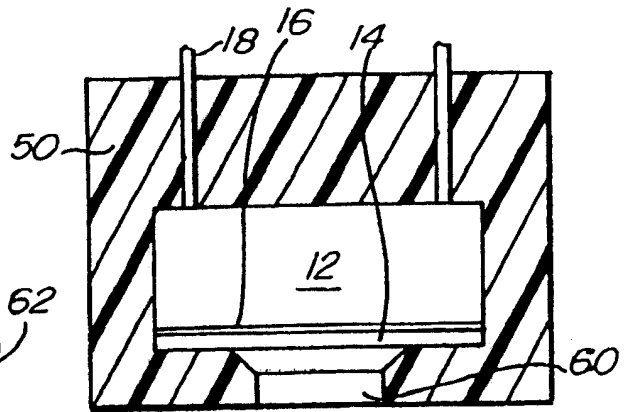


图 14

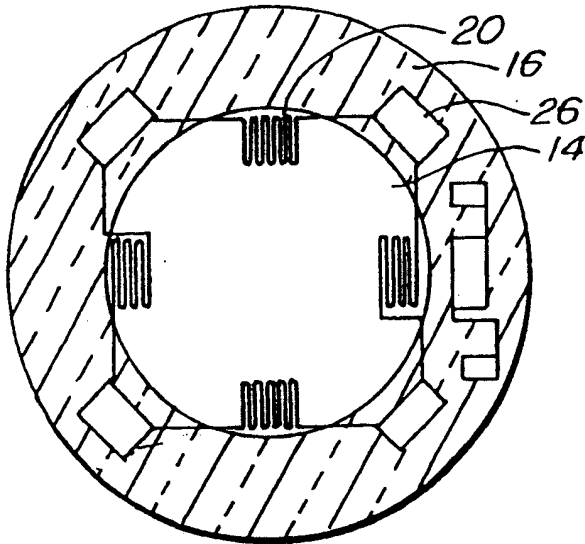


图 15

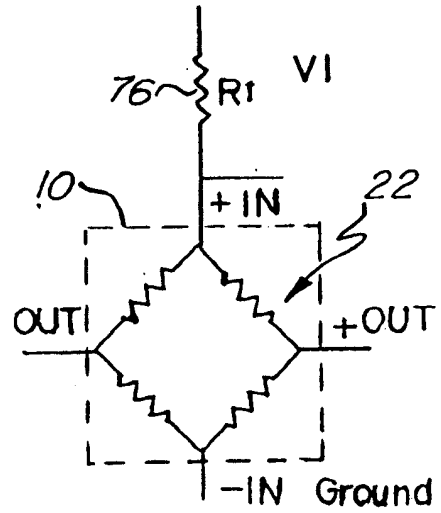


图 16

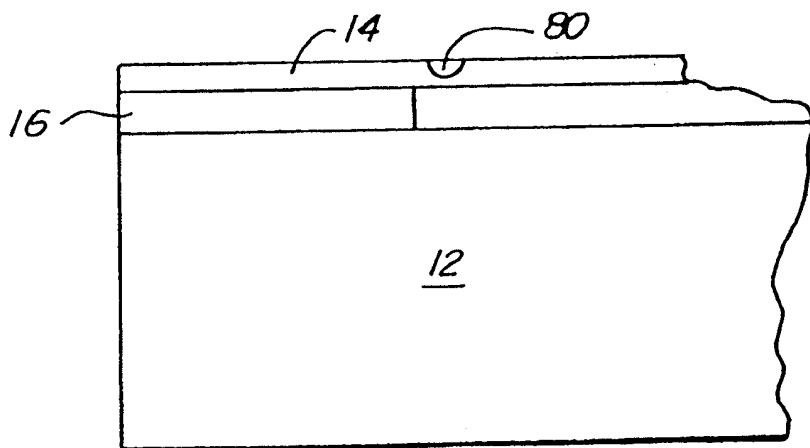


图 17

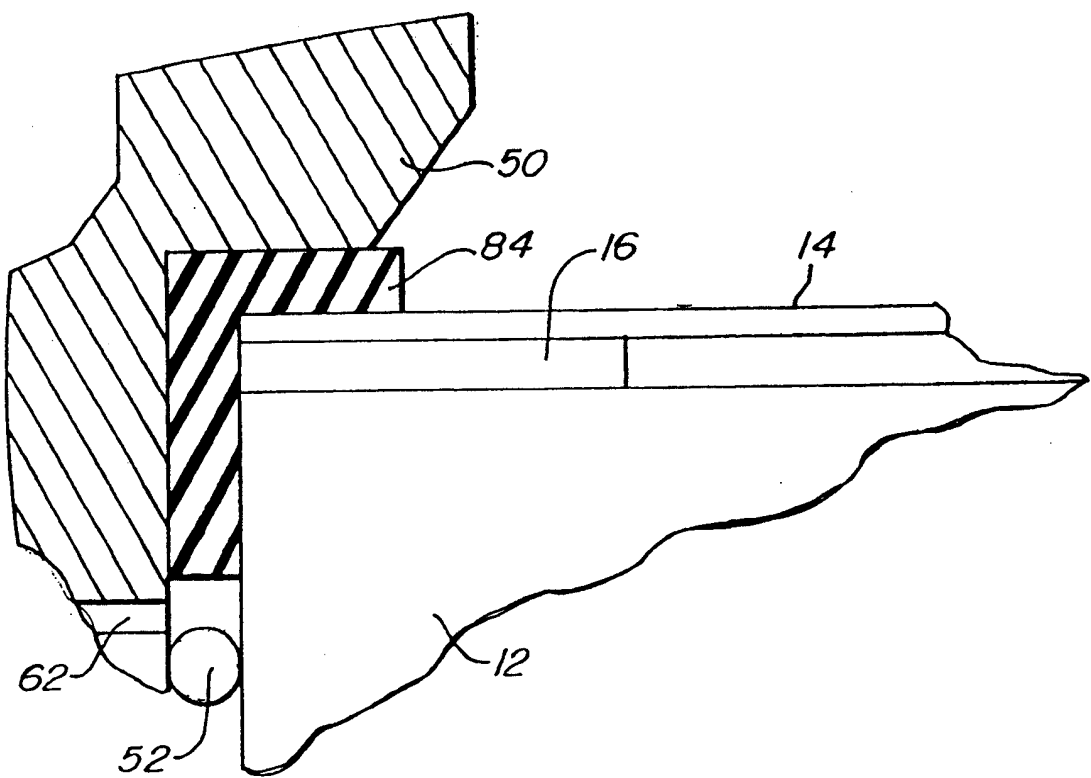


图 18