

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01L 9/00 (2006.01)

G01L 19/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580028696.8

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100552401C

[22] 申请日 2005.8.25

[21] 申请号 200580028696.8

[30] 优先权

[32] 2004.8.27 [33] US [31] 10/928,024

[86] 国际申请 PCT/US2005/030297 2005.8.25

[87] 国际公布 WO2006/026376 英 2006.3.9

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.26

[73] 专利权人 阿舍克罗夫特-内野股份有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 金子义和 岛田修二 柳泽育弘

和田义则 W·S·柯什

W·J·洛克西姆

[56] 参考文献

EP1382953A2 2004.1.21

CN2400795Y 2000.10.11

EP1211496A2 2000.6.5

EP0995979A1 2000.4.26

审查员 付 强

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 陈 炜

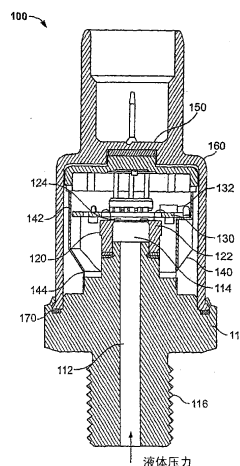
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于压力测量的系统和方法

[57] 摘要

一种压力测量系统通过使用电路板外壳就可提供现成的制造、可靠的操作和/或增强的性能。在具体实现中,压力测量系统 100 包括增压管接头 110、压力检测部件 120、电路板 130 和电路板外壳 140。压力检测部件耦合至适于引入流体压力的增压管接头。电路板耦合至压力检测部件并可用于调节来自压力检测部件的电信号。电路板外壳至少部分地包围压力检测部件并适于与电路板相接合。电路板外壳大致呈圆柱形并且包括较大直径部分 142 和较小直径部分 144,该较小直径部分耦合至增压管接头,电路板至少部分地置于较大直径部分内。



1. 一种压力测量系统，所述系统包括：

适于引入流体压力的增压管接头；

耦合至所述增压管接头的压力检测部件；

耦合至所述压力检测部件并可用于调节来自所述压力检测部件的电信号的电路板；以及

至少部分地包围所述压力检测部件并与所述电路板相耦合的电路板外壳，所述电路板外壳大致呈圆柱形，所述电路板外壳包括较大直径部分和较小直径部分，所述较小直径部分耦合至所述增压管接头，所述电路板至少部分地置于所述较大直径部分内，所述电路板外壳还包括各形成为从所述电路板外壳的内周面向内突出并基本平行于所述电路板外壳的纵轴的多个柱，每个柱都包括靠近所述电路板外壳的较大直径部分而设置在所述柱的一端处并与所述电路板相接合的盖。

2. 如权利要求 1 所述的压力测量系统，其特征在于，所述柱大致呈半圆柱形并且从所述较小直径部分向所述较大直径部分基本上与所述电路板外壳的纵轴平行地延伸。

3. 如权利要求 1 所述的压力测量系统，其特征在于，所述电路板外壳还包括在至少一个柱的所述盖上形成的凸起，所述凸起与所述电路板相接合。

4. 如权利要求 3 所述的压力测量系统，其特征在于，所述电路板外壳包括在每个柱的所述盖上形成的凸起，所述凸起以不相等间隔排列在所述电路板外壳的纵轴周围。

5. 如权利要求 3 所述的压力测量系统，其特征在于，所述凸起与所述电路板的地线电耦合。

6. 如权利要求 5 所述的压力测量系统，其特征在于，所述凸起与所述增压管接头电耦合。

7. 如权利要求 1 所述的压力测量系统，其特征在于，还包括电耦合至所述电路板以便于连接到外部设备的电连接器。

8. 如权利要求 1 所述的压力测量系统，其特征在于，所述电路板外壳的所述较小直径部分在多个点处通过点焊与所述增压管接头结构上形成整体。

9. 如权利要求 8 所述的压力测量系统, 其特征在于, 所述较小直径部分的平行于所述电路板外壳纵轴的至少一部分与所述增压管接头相接合, 并且在这一部分进行焊接。

10. 如权利要求 1 所述的压力测量系统, 其特征在于, 还包括至少部分地包围所述电路板外壳的第二外壳, 所述第二外壳与所述增压管接头相耦合。

11. 一种用于压力测量系统的电路板外壳, 所述电路板外壳适于至少部分地包围压力检测部件并与装入所述电路板外壳的电路板相耦合, 所述电路板外壳大致呈圆柱形, 所述电路板外壳包括较大直径部分和较小直径部分, 所述较小直径部分适于与增压管接头相耦合, 所述电路板外壳还包括各形成为从所述电路板外壳的内周面向内突出并基本平行于所述电路板外壳的纵轴的多个柱, 每个柱都包括靠近所述电路板外壳的较大直径部分而设置在所述柱的一端处并适于与装入所述电路板外壳的电路板相接合的盖。

12. 如权利要求 11 所述的电路板外壳, 其特征在于, 所述柱大致呈半圆柱形并且从所述较小直径部分向所述较大直径部分基本上与所述电路板外壳的纵轴平行地延伸。

13. 如权利要求 11 所述的电路板外壳, 其特征在于, 所述电路板外壳还包括在至少一个柱的所述盖上形成的凸起, 所述凸起适于与装入所述电路板外壳的所述电路板相接合。

14. 如权利要求 13 所述的电路板外壳, 其特征在于, 所述电路板外壳包括在每个柱的所述盖上形成的凸起, 所述凸起以不相等间隔排列在所述电路板外壳的纵轴周围。

15. 如权利要求 13 所述的电路板外壳, 其特征在于, 所述凸起适于与装入所述电路板外壳的电路板的地线电耦合。

16. 如权利要求 11 所述的电路板外壳, 其特征在于, 所述较小直径部分适于在多个点处通过点焊与增压管接头结构上形成一体。

17. 如权利要求 16 所述的电路板外壳, 其特征在于, 所述较小直径部分平行于所述电路板外壳纵轴的至少一部分与增压管接头相接合, 并且在这一部分进行焊接。

18. 如权利要求 1 所述的压力测量系统, 其特征在于, 所述电路板外壳通过焊接耦合至所述电路板。

19. 如权利要求 1 所述的压力测量系统, 其特征在于, 所述柱由所述电路

板外壳形成。

20. 如权利要求 3 所述的压力测量系统，其特征在于，所述凸起由所述柱形成。

21. 如权利要求 3 所述的压力测量系统，其特征在于，所述凸起通过焊接与所述电路板相接合。

22. 如权利要求 11 所述的电路板外壳，其特征在于，所述电路板外壳适于通过焊接耦合至所述电路板。

23. 如权利要求 11 所述的电路板外壳，其特征在于，所述柱由所述电路板外壳形成。

24. 如权利要求 13 所述的电路板外壳，其特征在于，所述凸起由所述柱形成。

25. 如权利要求 13 所述的电路板外壳，其特征在于，所述凸起通过焊接与所述电路板相接合。

用于压力测量的系统和方法

相关申请的参考

本申请要求于 2004 年 8 月 27 日提交的美国专利申请第 10/928,024 号并被公开为美国专利公开 No. 2006/0042393 A1 的优先权,其全部内容合并在此作为参考。

发明领域

本发明涉及工序管理,尤其涉及压力测量。

背景

在诸如日本专利公开第 3,440,629 公报所公开的基于常规技术的压力传感器结构中,放大电路板被粘合剂直接固定至主体(如本公开第 4 页所述以及图 1 至图 3 所示)。粘合剂可以是硅酮胶。具有馈通电容器的屏蔽元件被放置在放大电路板上以覆盖该放大电路板,并且该屏蔽元件连同固定件一起通过激光焊接或电阻焊接技术被固定至主体以改进抗噪性。

在美国专利第 5,880,372 号中,印刷电路板被固定至由焊接技术在压力端口上提供的衬垫上,其中该衬垫由诸如树脂的电绝缘材料制成(如本专利第 2 页所述以及图 2A 所示)。在衬垫上提供的联锁与在压力端口上提供的联锁接收器(孔)相接合以便与测速锤一起确定其在旋转方向上的位置。为了改进抗噪性,就通过将印刷电路板的地线从衬垫经由测速锤压入配合在压力端口上提供外壳地接触(孔)来实现电连接。在印刷电路板上的部件被组装之后,就通过压紧荷载一向下的力来固定该衬垫。

在日本专利公开第 2001-208633 公报中,放大电路板通过焊接固定至由树脂制成的端子基座(如本公开第 8 页所述以及图 1 至图 6 所示)。端子在上侧具有多个凸起部分,并且这些凸起部分与在将要固定在那里的平板上提供的凹入部分相接合。防护壳通过将其中的开口外围边缘插入在外部外围表面上提供的凹入部分并压紧而被固定至端子基座,并且经由在开口外围边缘上提供的弹性片电连接至外部金属壳(如本公开图 8 所示)以改进抗噪性。

在日本实用新型公开 No. 平 6-78836 公报中,放大电路板由填入设置在外壳上的凹槽内的粘合剂固定(如该公开第 2 页所述以及图 2 所示)。一平板经由子

连接器和连接器通过填隙与外壳相接触并电连接以改进抗噪性。

发明内容

压力测量系统可包括用于电路板的外壳，该电路板调节压力检测部件的输出信号。该外壳能为制造和使用提供便利性和可靠性。此外，该外壳还能提供增强的性能。

在一个一般方面，压力测量系统包括：适于引入流体压力的增压管接头；耦合至所述增压管接头的压力检测部件；耦合至所述压力检测部件并可用于调节来自所述压力检测部件的电信号的电路板；以及至少部分地包围所述压力检测部件并与所述电路板相耦合的电路板外壳，所述电路板外壳大致呈圆柱形，所述电路板外壳包括较大直径部分和较小直径部分，所述较小直径部分耦合至所述增压管接头，所述电路板至少部分地置于所述较大直径部分内，所述电路板外壳还包括各形成为从所述电路板外壳的内周面向内突出并基本平行于所述电路板外壳的纵轴的多个柱，每个柱都包括靠近所述电路板外壳的较大直径部分而设置在所述柱的一端处并与所述电路板相接合的盖。

这些柱大致呈半圆柱形并从较小直径部分向较大直径部分延伸。

在某些实现中，凸起在至少一个柱的盖上形成并适于与电路板相耦合，而在其他实现中，多个凸起在各个柱的盖上形成，这些凸起以不相等间隔排列在圆柱体周围。一个或多个凸起能与电路板的地线电耦合和/或与增压管接头电耦合。

电路板外壳通过点焊在多个点处与增压管接头相耦合。在一个实现中，较小直径部分的纵向部分中的至少一部分与增压管接头相接合，并且在这一部分进行焊接。

在具体实现中，压力测量系统可包括电耦合至电路板以便连接到外部设备的电连接器。压力测量系统还可包括至少部分地包围电路板外壳的第二外壳，该第二外壳与增压管接头相耦合。

在另一个一般方面，一种用于压力测量系统的电路板外壳适于至少部分地包围压力检测部件并与电路板相接合，该电路板外壳大致呈圆柱形并且包括较大直径部分和较小直径部分，其中较小直径部分与增压管接头相耦合。该电路板外壳还包括各形成为从所述电路板外壳的内周面向内突出并基本平行于所述电路板外壳的纵轴的多个柱，每个柱都包括靠近所述电路板外壳的较大直径

部分而设置在所述柱的一端处并适于与装入所述电路板外壳的电路板相接合的盖。

各个柱大致呈半圆柱形并从较小直径部分向较大直径部分延伸，并且各个柱的盖适于与电路板相接合。凸起在至少一个柱的所述盖上形成并适于与电路板相耦合。该凸起还适于与电路板的地线电耦合。

在又一个一般方面，一种压力测量系统包括增压管接头、压力检测部件、电路板、以及电路板外壳。增压管接头适于引入流体压力，而压力检测部件则耦合至该增压管接头。电路板耦合至压力检测部件并可用于放大来自压力检测部件的电信号。电路板外壳至少部分地包围压力检测部件并适于与电路板相接合。同样，电路板外壳大致呈圆柱形并且包括较大直径部分、较小直径部分以及多个大致呈半圆柱形的柱。较小直径部分通过点焊在多个点处与增压管接头相耦合，该较小直径部分的纵向部分中的至少一部分在焊接点周围与增压管接头相接合。各个柱基本上与电路板外壳的纵轴平行地形成并从较小直径部分向较大直径部分延伸。每个柱都包括具有形成其上以耦合至电路板的凸起的上盖，电路板通过这些凸起固定在较大直径部分内多个柱的上盖上，这些凸起以不相等间隔在圆柱体周围分隔开。至少一个凸起还被电耦合至电路板的地线，并耦合至所述增压管接头。该压力测量系统还包括外壳和电连接器。该外壳部分地包围电路板外壳并与增压管接头相耦合。该电连接器则电耦合至电路板以便连接至外部设备。

各种实现可具有多种特征。例如，具体实现可提供结构简单但高度可靠的压力传感器，该压力传感器具有固定信号调节电路板、仅要求少量组装操作、并至多示出抗噪性性能随时间的最小变化的简单结构。

如下将结合附图和描述阐述一个或多个实现的细节。其他特征、目的和优点将会从描述和附图、及权利要求中显而易见。

附图简述

图 1 是示出了一示例压力测量系统的横截面视图。

图 2 是示出了用于图 1 中系统的电路板外壳的一个示例的立体图。

图 3 是图 2 中电路板外壳的横截面侧视图。

图 4 是示出了与压力检测部件和电路板有关的图 2 中电路板外壳的一个示例的横截面俯视图。

图 5 是示出了用于图 2 中电路板外壳的柱部分的一个示例的立体图。

图 6 是示出了一示例电路板外壳的立体图。

图 7 是图 6 中电路板外壳的横截面侧视图。

图 8 是示出了通过缝焊耦合的电路板外壳和增压管接头的横截面侧视图。

图 9 是示出了通过点焊耦合的电路板外壳和增压管接头的横截面侧视图。

各图中类似的编号标示类似的元件。

详细描述

用于压力测量的系统可生成表示所测压力的电信号。在具体实现中，用于压力测量的系统可包括压力检测部件、用于引入流体压力的增压管接头、用于调节来自压力检测部件的电信号的电路板、至少部分地围绕压力检测部件并适于接合电路板的电路板外壳、电耦合至电路板以提供与外部设备的电耦合的电连接器、以及至少部分地包围电路板外壳并耦合至增压管接头的外壳。然而，其他的实现可具有更少的、附加的和/或不同的部件排列。

图 1 示出了一示例压力测量系统 100。如图所示，压力测量系统 100 是压力传感器。压力测量系统 100 可测量任何适当流体（例如液体和/或气体）的压力。

压力测量系统 100 包括增压管接头 110、压力检测部件 120 和电路板 130。在某些实现中可以是套管的增压管接头 110 包括在腔 114 内终止的通道 112，其中腔 114 由增压管接头和压力检测部件 120 形成。增压管接头还包括将系统 100 固定至测量压力工序的螺纹 116。在具体实现中，增压管接头 110 可由具有高机械强度和抗腐蚀性的不锈钢组成。压力检测部件 120 包括底部大致呈圆柱形的膜片 122。膜片 122 可以是金属的，并且具有在与流体入口侧相对的表面上形成的应变仪 124。在具体实现中，可在多个（例如 4 个）位置上设置应变仪以形成桥接电路并输出一电信号。压力检测部件 120 可（例如通过焊接）被耦合（例如固定和密封）至增压管接头 110。电路板 130 电耦合至压力检测部件 120 并调节表示由压力检测部件生成的压力的信号。电路板 130 包括各个电子部件 132（例如滤波器、放大器和处理器）来调节压力表示信号。

压力测量系统 100 还包括接合电路板 130 的电路板外壳 140（例如屏蔽壳）。如图所示，电路板外壳 140 大致呈圆柱形、并且具有较大直径部分 142 和较小直径部分 144，其中较小直径部分可耦合至增压管接头 110。较小直径部分 144 可在多个点（例如通过电阻焊接或激光焊接）上耦合至增压管接头 110。如以下将详述地，

较大直径部分 142 适于耦合至电路板 130，尽管并不是所有的电路板或其部件都必需置于该较大直径部分内。电路板外壳 140 可开孔至大气，也可以不开孔。在具体实现中，电路板外壳 140 可电耦合至电路板 130 的地线，以便为电路板提供增大的抗噪性。

压力测量系统 100 还包括电连接器 150、系统外壳 160 和垫圈 170。电连接器 150 可耦合至系统外壳 160 并且可电耦合至电路板 130。在具体实现中，电连接器 150 和系统外壳 160 可由电绝缘材料组成。在所示实现中，电连接器 150 与系统外壳 160 构成为一体。系统外壳 160 还（例如，通过填隙、卷边或焊接）耦合至增压管接头 110。系统外壳 160 连同增压管接头 110 一起装有电路外壳 140。垫圈 170 与系统外壳 160 和增压管接头 110 相连接以防止湿气和灰尘从外部侵入。

在工作时，增压管接头 110 被耦合（例如，用螺丝拧紧和密封）至要测量压力的工序、并允许流体压力经通道 112 进入并到达腔体 114。膜片 122 基于腔体 114 内的压力变形，而应变仪 124 读出压力作为应变，并将该压力转换成电信号传送给电路板 130。电路板 130 调节（例如，滤波并放大）该电信号，并随后将其传送给电连接器 150。电连接器 150 将该信号传送至系统外壳 160 之外，从而将该信号提供给远程设备。

图 2 至图 3 示出了电路板外壳 140 的一个示例，即电路板外壳 200。电路板外壳 200 包括较大直径部分 202 和较小直径部分 204。电路板外壳 200 由可与增压管接头匹配的镀锡软钢、不锈钢，可用具有良好电特性的、便于形成的基于铜的金属的软钢，或任何其他合适材料制成。较小直径部分 204 可接合增压管接头并在多个点处与之耦合（例如，通过点焊）。

电路板外壳 200 还包括三个柱状部分 210。柱状部分 210 的横截面基本呈半圆形并且从较小直径部分 204 向较大直径部分 202 延伸。柱状部分与电路板外壳的纵轴基本平行。在其它实现中，柱状部分 210 可具有任何其他适当的形状和/或定向。每个柱状部分 210 都包括盖 212，每个盖 212 都包括凸起 214。盖 212 能支持电路板，并且一个或多个凸起 214 可耦合至电路板。同样，一个或多个凸起 214 可电耦合至电路板的地线。电耦合的凸起可提供从电路板到增压管接头的一部分电路径。在某些实现中，电路板外壳可完成通向增压管接头的路径，并且电路板的地线可经由电容器和/或变阻器耦合至凸起。在具体实现中，各个凸起围绕外壳以不相等间距排列。

在一种工作模式中，电路板被安装在盖 212 并受到其支持。然后电路板被

耦合（例如通过接合和/或焊接技术）至凸起 214。耦合的至少之一可允许电路板的地线电耦合至凸起。当将凸起 214 中的一个耦合至电路板时，该凸起可压向电路板上的接地焊盘并在其上弯曲以便接合。然而在某些实现中，因为其增加的可靠性所以优选通过焊接接合。

图 4 示出了与压力检测部件 410 和电路板 420 接合的电路板外壳 200，其中压力检测部件 410 和电路板 420 分别与系统 100 的压力检测部件 120 和电路板 130 类似。如图所示，电路板 420 被耦合至电路板外壳 200，并且压力检测部件 410 的应变仪装置 412 的电极经由引线接合 414 电耦合至电路板 420 的电极。尽管在所示实现中压力检测部件通过引线接合直接与电路板相连，但是也可利用在其中压力检测部件经由引线框连接至电路板的配置。

电路板 420 还包括放大器 422、焊点 424、电容器 426 和输入/输出端子 428。放大器 422 例如可以是集成电路。在工作时，由压力检测部件 410 生成并由电路板 420 调节（例如放大）的电信号可被提供给输入/输出端子 428，电信号可从输入/输出端子 428 经由继电器盘发送至通向外部设备的电连接器。输入/输出端子 428 可用作经放大输出的基础（例如，0-5 Vdc 比率度量、4-20 mA 和 0-10 Vdc）。

电路板外壳 140 的该实现具有多个特征。例如，当电路板紧密耦合（例如通过焊接）至电路板外壳、并且电路板外壳用固定在其上的压力检测部件紧密耦合至增压管接头时，电路板的固定部分更不易断裂。这样就能获得高可靠性的压力测量系统。作为另一示例，电路板的接地端可经由电路板外壳电耦合至增压管接头，而这就提供了为电路板提供了良好的接地并改进了抗噪性。在具体实现中，叠加在 DC 电源线上的 AC 分量可释放至地面。同样，通过软焊和焊接、增加耦合的稳定性以及减轻随着时间的流逝可能出现的结构变化可实现这一电耦合，从而允许长时间地维持抗噪性。作为一附加示例，通过由点焊将电路板外壳固定至增压管接头可提高强度。这样通过提供即使在出现振动或冲击的环境中仍能保持性能的压力测量系统就能增加可靠性。作为又一个示例，因为电路板在较大直径部分内被耦合至电路板外壳、并且该外壳并不围绕其整个外围支持电路板，所以用于在电路板背面上安装部件的区域有所增大。同样，当部件安装区域被固定时，无需增大电路板的直径，结果也无需增大压力传感器的直径。此外，通过控制盖 212 的高度就能方便地控制电路板的高度。

作为另一示例，因为柱状部分 210 被排列成在与电路板外壳的纵轴平行并

从较小直径部分延伸到较大直径部分，所以可方便地执行通过压制的制造。即可省略除了垂直方向上的处理之外的横向压制。这样在无需考虑结构一致性提高的情况下，不仅能降低硬模的复杂度，还能更容易地维护硬模并增加压制速度。在凸起的情况下也能实现纵向的压力方向，从而能更方便地制造压力测量系统。简易的处理操作导致电路板外壳可作为低成本元件生产。

作为一个附加示例，电路板通过被固定地耦合至增压管接头的电路板外壳与该增压管接头相耦合。这样就能提供电路板的恰当定位（特别是在旋转方向上），还能提供更为持久的耦合（特别是在高度静态或动态加热和/或复载环境下）。如果电路板脱离了与增压管端口的耦合，则会发生电路板与压力检测部件之间的接线电耦合的中断。

作为又一示例，电路板外壳可由导电材料制成。这样就能通过降低热膨胀系数之间的差异来改进电路板外壳的可靠性和/或电路板外壳与增压管接头之间接口的可靠性。

图 5 示出了一示例柱状部分 500。柱状部分 500 是用于电路板外壳 200 的柱状部分 210 的一个示例。与柱状部分 210 一样，柱状部分 500 包括盖 510 和凸起 512。凸起 512 通过切割盖 510 并弯曲切割部分形成。在其它实现中，凸起可通过由去毛刺工艺将盖子起拱至球状而形成。

图 6 至图 7 示出了另一示例电路板外壳 600。电路板外壳 600 包括较小直径部分 610 和较大直径部分 620。电路板由较大直径部分和较小直径部分之间的阻流板 630 保持。可根据需要设置用来与电路板地线耦合（例如通过焊接）的凸起 632。较小直径部分 610 可在多个点与增压管接头相接合、并可通过点焊（例如电阻焊或激光焊）与之耦合。

图 8 示出了用于耦合电路板外壳 800 和增压管接头 810 的常规技术。电路板外壳 800 和增压管接头 810 可与系统 100 的电路板外壳 140 和增压管接头 110 相类似。

如图所示，通过使用缝焊将电路板外壳 800 和增压管接头 810 沿着焊接部分 830 彼此耦合。在电路板外壳 800 和增压管接头 810 之间设置有间隙。但当在此状态下在焊接部分 830 内执行焊接时，横向力 F 会使得焊接部分 830 受到应力。一般情况下，电路板外壳不需要高强度，因此该电路板外壳通常通过使用压制技术用厚度约为 0.5mm 或更薄的铁板制造。这就造成了焊接部分相对较弱地被集成，结果当力 F 加载其上时焊接部分就很容易断裂。

图9示出了用于耦合电路板外壳800和增压管接头810的另一种技术。如图所示,通过使用点焊在多个焊接部分840(仅示出了其中的一个)处将电路板外壳800和增压管接头810彼此耦合。当在焊接部分840处执行点焊时,电路板外壳800在各个部分上稍向内变形。因为这一特征,所以当力F施加到电路板外壳上时,这些部分作为一个整体受力,这样应力就不会集中在焊接部分。结果使得焊接部分能抗断裂。

已描述了本发明的多个实现,并且提出或建议了多个其他实现。然而应该理解在做出各种附加、删除、替代和/或修改的同时仍然能完成压力测量。出于这些原因,本发明由包括了一个或多个实现的所附权利要求的范围度量。

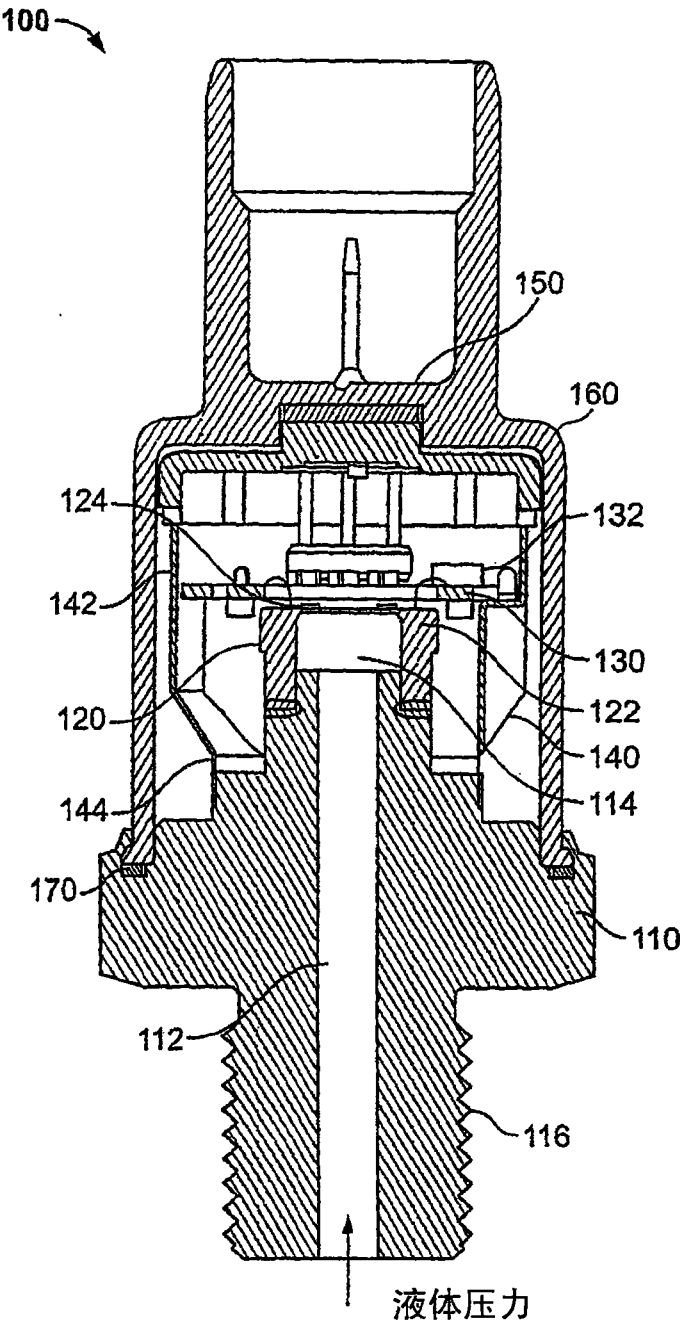


图 1

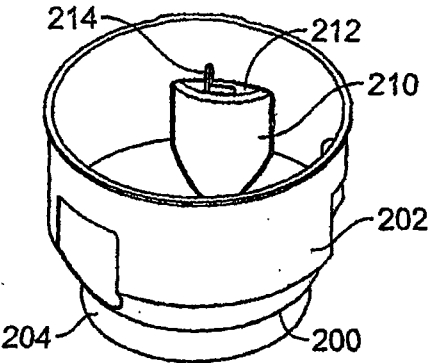


图 2

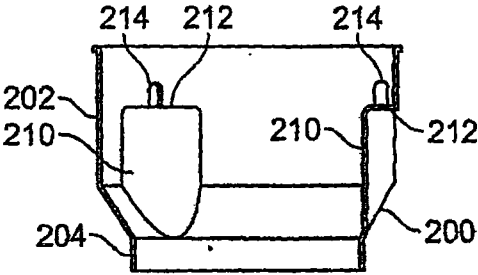


图 3

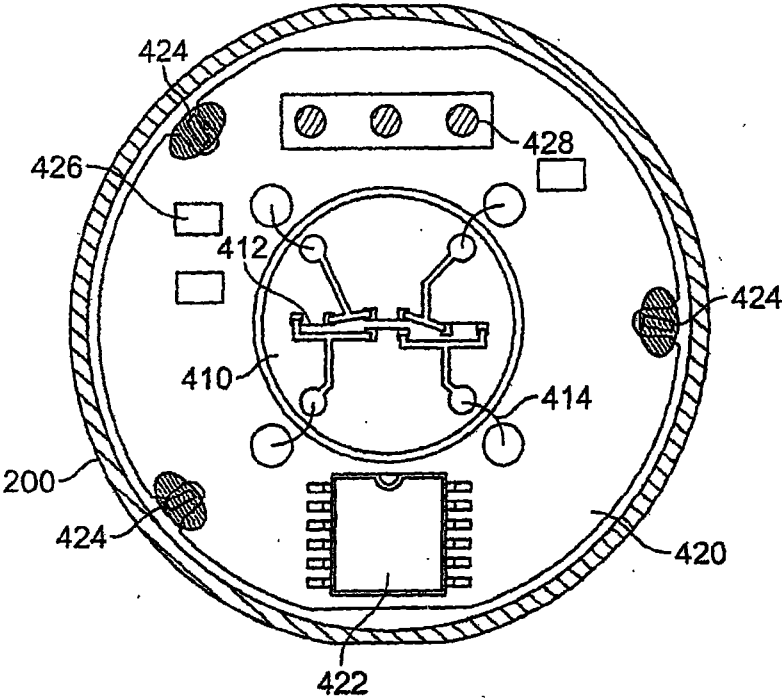


图 4

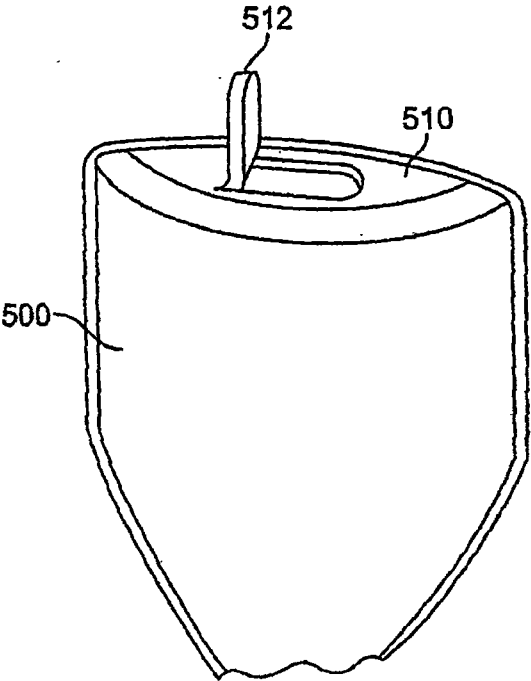


图 5

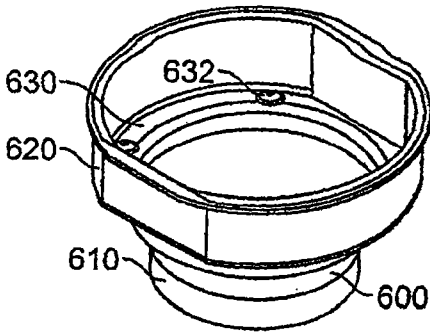


图 6

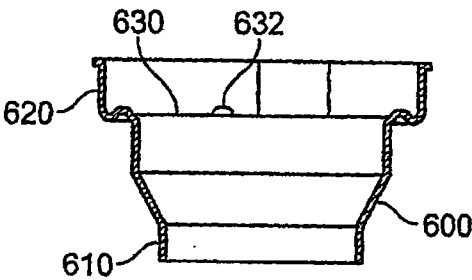


图 7

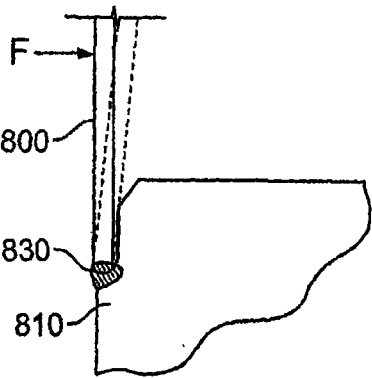


图 8

现有技术

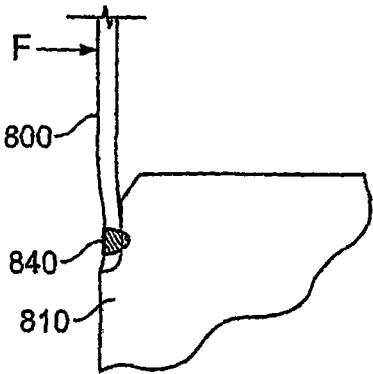


图 9