



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95120125.5

[43]公开日 1997年2月19日

[11] 公开号 CN 1143182A

[22]申请日 95.12.27

[30]优先权

[32]95.1.3 [33]US[31]367,603

[71]申请人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72]发明人 维杰伊·萨里汉

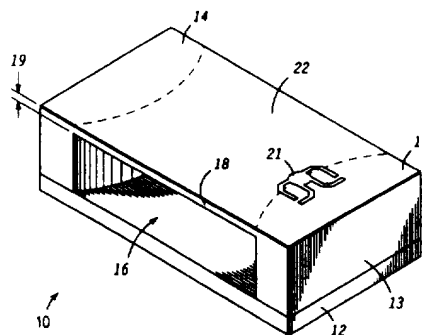
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所
代理人 陆立英

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 流量传感器装置及其方法

[57]摘要

流量传感器包括主体部分，当置于流体流中时提供压力差，和压力传感器部分与主体部分相关联以感测压力差。在主体部分(13、72、113)包括从入口侧(24、44、124)向出口侧(26、46)延伸的管道(16、76、116)。该管道有一个内部部分(27、47、87)，在入口侧处有第一截面积，并内部(27、47、87)有一个小于第一截面积的第二截面积。压力传感器部分包括隔板(18、38、78、118)。



权 利 要 求 书

1. 一种微加工传感器，用以感测流体的流速，其特征在于：

一个带有管道（16、36、76）的流量缩颈部分（13、33、72），此管道具有二个相对的侧壁、在一端有一个第一开口，而在另一端有一个第二开口，其中管道从第一开口到喉部（27、47、87）逐渐变窄，而从喉部到第二开口逐渐变宽，致使管道在第一开口处有一个第一截面积并在喉部处有一个第二截面积，此第二截面积小于第一截面积；

一个盖板部分（12、73、112、212），构成管道（16）一侧；
以及

一个压力传感部分（14、34、74），带有一个薄隔板（18、38、78），此薄隔板具有一个厚度（19、39、79）和第一及第二相对表面，此压力传感部分与流量缩颈部分的空间关系使得在流体流过管道时，薄隔板根据第一和第二表面之间的压力差而偏移。

2. 权利要求 1 的微加工传感器，其特征在于，薄隔板（19、39）构成管道的另一侧。

3. 权利要求 2 的微加工传感器，其特征在于，薄隔板（19、39）在二个相对的管道侧壁之间有一个间距（28、48、128），二个相对的管道侧壁中的一个具有使管道（16、36）变窄以提供第二截面积的几何形状。

4. 权利要求 2 的微加工传感器，其特征在于，薄隔板（19、39）在二个相对的侧壁之间有一个间距，盖板部分（112、212）包

括一个使管道变窄以提供第二截面积的突出部分 (117、217)，而其中的间距 (128) 从第一开口到第二开口基本上均匀。

5. 权利要求 1 的微加工传感器，其特征在于，盖部 (73) 包括一个孔 (84)，压力传感器部分 (74) 固定在盖部 (73) 的一侧，流量缩颈部分 (72) 定在盖部 (73) 的另一侧。

6. 权利要求 5 的微加工传感器，其特征在于，流量缩颈部分 (72) 和盖部 (73) 由同一块材料制作。

7. 权利要求 1 的微加工传感器，其特征在于，压力传感器部分包括压阻元件 (21、81)。

8. 一种制造流量传感器的方法，其特征在于，包括以下步骤：

在主体部分 (13、33、72) 中形成一个管道 (16、36、76)，用以流经流体，此管道从入口侧延伸到出口侧，其中，管道有一个第一和一个第二相对侧，管道在入口侧处有一个第一截面积，管道在入口侧和出口侧之间有一个喉部 (27、47、87)，此管道在喉部有一个第二截面积，其中的第二截面积小于第一截面积；

形成一个盖板部分 (12、73、112)，此盖板部分与主体部分相耦联，盖板部分构成管道的一侧；以及

形成一个压力传感器部分 (14、34、74)，此压力传感器部分有一个隔板 (18、38、78、118)，此隔板有相对的第一和第二表面，其中，第二表面与主体部分连接，使当流体流过管道时，隔板根据第一和第二相对表面之间的压力差而偏移，且其中的流速由压力差、第一截面积和第二截面积来确定。

9. 权利要求 8 的方法，其特征在于，形成主体部分 (13、33) 的步骤包括用半导体材料来制作主体部分，形成压力传感器部分

(14、34) 的步骤包括用半导体材料来制作压力传感器部分，隔板 (18、38、118) 构成管道的一侧。

10. 权利要求 8 的方法，其特征在于，形成盖板部分 (73) 的步骤包括形成带有孔 (84) 的盖板部分，此孔位于喉部 (87) 上方大致中央处，其中的盖板部分在压力传感器部分 (74) 和主体部分 (72) 之间。

说明书

流量传感器装置及其方法

本发明涉及固态传感装置，具体涉及固态流量传感装置。

在包括生物医学、汽车、航天、化学以及加热、通风和空调 (HVAC) 的许多应用中，测量流体（气体和液体）的流量是至关重要的。几种测量流体流速的方法已为人们所知。

热丝风速计常常被用来测量或检测质量气流 (mass air flow)。热丝风速计通常由暴露于被测速度的气流中的电加热的细丝（通常是铂）组成。在其它条件相同的情况下，流体速度的增大使热丝到气体的热流量加大，借此，往往使热丝冷却并改变其电阻。在恒电流型风速计中，用测量得到的热丝电阻来确定气体速度。在恒电阻型风速计中，用保持热丝温度即电阻恒定所需的电流来确决气体速度。尽管附着在热丝上的气泡和污物会引起一些问题，但热丝风速计加以修改后也可用来测量液体。热丝风速计体积大而价格昂贵，需要昂贵的监控设备，还因热丝暴露于被测流体中而使其应用范围受到限制。

还报道过一种微加工硅质量空气流量传感器型的热丝风速计。这种装置采用悬挂于微加工腔体上的耐热薄膜。通常，加热和感测的电阻器组成交叉图案。由于空气流通而使热量从一个电阻器传到另一个电阻器。热量传输引起电阻的不平衡正比于流速。微加工型的热丝风速计价格昂贵、难以制造，而且也需要昂贵的监控设备。

其它已知的测量流速的方法包括文氏管型流量计。文氏管型流量计的工作原理是：当在密闭管道中设置一个缩颈时，在缩颈点处就发生速度的增大并因此发生动能的增大。根据能量守恒关系，速度的增大就导致压力的减小。于是从压力减小，缩颈截面积和液体密度等其它因数得到流速。现有技术的文氏管型流量测量器件很笨重，不适用于注重空间和关注重量的情况。而且现有技术的文氏管型器件需要昂贵的监控设备。

据此，现在需要一种适用于多种环境的经济实惠、可降低外部监控设备要求的、可利用现有压力传感技术的、小而轻的流量传感器。

图 1 示出根据本发明的流量传感器装置的一个实施例的透视图；

图 2 示出图 1 实施例的局部透视图；

图 3 示出根据本发明另一实施例的流量传感器装置的局部透视图；

图 4 示出根据本发明又一实施例的流量传感器装置的剖面透视图；

图 5 示出根据本发明再一实施例的流量传感器装置的透视图；

图 6 示出根据图 5 的实施例的平板部分的透视图；以及

图 7 示出根据图 5 实施例的另一平板部分的透视图。

总的说来，本发明提供了一种用来测量流体（气体和液体）流速的固态流量传感器装置。更具体地说，该固态传感器装置包括一个当该固态传感器装置置于流体流中时产生压力差的主体部分和一个测量此压力差的压力传感器部分。流速部分地由压力差确定。参

照图 1—7，结合下文的详细描述可更好地理解本发明。

图 1 示出固态或微加工流量传感器装置 10 一个实施例的透视图，它包括一个半导体管心 11 和一个盖板部分 12。半导体管心 11 最好由硅组成，但也可用其它半导体材料组成。盖板部分 12 起支持半导体管心 11 的作用，最好由 pyrex[®] 派热克斯玻璃、硅或类似物之类的耐热和抗化学的材料组成。盖板 12 的热膨胀系数 (TCE) 最好接近半导体管心 11 的 TCE (在几 PPM 以内)。盖板 12 用公知的玻璃烧结工艺或片子键合工艺固定到半导体管心 11 上。在一个可任选的实施例中，半导体管心 11 和盖板 12 用同一片材料制作。

半导体管心 11 包括一个主体部分即流体缩颈部分 13 和一个压力传感器部分 14。主体部分 13 包括一个用来通过待测速度的流体的微加工的管道、导管、通道即文氏管部分 16。管道 16 从主体部分 13 的一侧通至其对侧 (更清楚地示于图 2)。压力传感器部分 14 包括一个挡板即薄隔板 18 和制作在压力传感部分 14 一个顶侧 22 上的压阻元件 21。如下面将要更详细地解释那样，隔板 18 的厚度 19 要使被测速度的流体同时同方向地流经顶侧 22 上方和管道 16 时根据隔板上下方的压力差而偏移。

压阻元件 21 的设计方法是众所周知的。压阻元件 21 采用包括扩散、光刻和腐蚀工艺技术的公知的加工技术来制作。压力传感器部分 14 还可包括信号处理电路元件和温度偏移补偿电路元件以提供全集成化流量传感器。全集成化的流量传感器可降低对外部监控设备的要求。

图 2 的半导体管心 11 的透视图示出了主体部分 13、管道 16 以

及压力传感器部分 14 的相对的下侧 23。管道 16 从入口侧即第一窗口 24 到出口侧即第二窗口 26 而穿过主体部分 13 延伸。在此实施例中，管道 16 在入口侧 24 和出口侧 26 之间，从入口侧 24 至内部即喉部 27 逐渐变细即缩颈。管道 16 在内部 27 处具有间距 28。管道 16 在入口侧 24 处和内部 27 处有特定的截面积。管道 16 在内部 27 处的截面积小于在入口侧 24 处的截面积。从内部 27 到出口侧 26，管道 16 最好逐渐变大，使管道 16 在出口侧 26 的截面积大于在内部 27 处的截面积。

在图 2 所示的实施例中，管道 16 的相对侧壁 29 具有圆形的或曲线形的形状。管道 16 采用包括光刻和腐蚀技术的常规加工方法制作在主体部分 13 中。例如，当主体部分由硅组成时，可采用 KOH 或 HF/HNO₃ 之类的湿法硅腐蚀。也可选用反应离子刻蚀 (RIE) 或等离子体刻蚀之类的干法腐蚀技术。硅之类的半导体材料的干法腐蚀的化学试剂的种类和体系是众所周知的。例如，硅的干法腐蚀剂包括 CF₄、SF₆、NF₃、Cl₂ 和 CCl₂F₂。为了最好地控制管道 16 的几何形状，干法腐蚀技术是更可取的。

图 3 示出了半导体管心 31 的一个可任选的实施例，它带有主体部分 33、相对侧壁 37 的管道 36 以及压力传感器部分 34。相对侧壁 37 带有平直部分 41、42 和 43。压力传感器部分 34 包括一个厚度为 39 的隔板 38。与图 2 实施例相似，管道 36 在内部即喉部 47 处的截面积小于入口侧 44 处的截面积。从内部到出口侧 46，管道 36 最好逐渐变大。管道 36 在内部 47 处的间距为 48。与管道 16 相似，管道 36 也用熟知的加工技术来制作。

应该了解，还可以采用其它的管道形状，只要出现某种缩颈

即管道截面积出现减小就行。例如，管道 16 或 36 的一个侧壁可以是直的，即不变细，而其相对的侧壁可带有图 2 或图 3 所示的缩颈形状或某些其它形状。也可以是一个侧壁有一种形状而相对的侧壁具有另一种形状。

为了测量流体的流速，流量传感器 10 被置于流体流中。压力传感器部分 14 同主体部分 13 联结成当流体沿一个方向流过顶侧 22（主流）上方和管道 16（修正流）时，隔板 18 根据由管道 16 流体缩颈特性建立的压力差而偏移。亦即，在压力传感器部分 14 的顶侧 22 上，隔板 18 暴露于未经修正的主流流体，而在压力传感器部分 14 的下侧 23 上，隔板 18 暴露于经管道 16 修正过的流体。由于管道 16 使流体流缩颈，故比起主流流体来，发生了压力差，导致隔板 18 偏移。这一偏移由压阻元件 21（未于图 1）来检测。流体的速度则由下式确定：

$$V = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho [(A_1/A_2)^2 - 1]}}$$

其中 V 是流速， P_1 是主流压力， P_2 是管道 16 中的压力， ρ 是流体密度， A_1 是入口侧 24 处的管道 16 截面积， A_2 是内部 27 处管道 16 的截面积。由隔板 18 测得的压力差为 $P_1 - P_2$ 。借助于改变管道 16 在内部 27 处的缩颈截面积、改变隔板 18 的厚度 19 以及改变管道 16 的间距 28，可改变流量传感器 10 的灵敏度。用图 3 的实施例也得到相似的结果。

当流量传感器 10 被置于含有有害材料的环境中时，流量传感器 10 可用抗有害材料的可任选的保护膜来涂覆。或者只涂覆压力传感器部分 14 的顶侧 22 以保护压阻元件 21 和其它附加的电路元

件。保护膜的厚度不应影响隔板 18 的偏移特性，否则压力传感部分 14 会被相应地抵偿。保护膜的例子包括介质钝化、有机钝化之类。

在用来测量 5—15 米/秒范围内的空气流速的流量传感器 10 的优选实施例中，压力传感部分 14 最好包含微分压力传感器。微分压力传感器的压阻元件和电路元件是众所周知的。主体部分 13 最好由硅组成。管道 16 或 36 在内部 27 或 47 处的截面积最好约为 $0.0010\text{—}0.0012\text{cm}^2$ (170—180 平方密尔)。管道 16 或 36 在入口侧 24 或 44 处的截面积最好约为 $0.010\text{—}0.012\text{cm}^2$ (1700—1800 平方密尔)。间距 28 或 48 最好约为 $0.20\text{—}0.23\text{cm}$ (80—90 密尔) 的数量级。

图 4 示出了根据本发明的流量传感器装置 70 的另一实施例剖面透视图。流量传感器装置 70 包括一个主体部分 72、一个盖板部分 73 和一个压力传感部分 74。主体部分 72 包括一个管道、导管、流体缩颈通道即文氏管 76。管道 16 的形状相似于管道 16 或 36。只要在管道 76 的入口侧和出口侧之间的某处使管道 76 的截面积减小，也可以采用其它的管道 76 形状。在此实施例中，主体部分 72 含有一种半导体材料、一种金属材料、一种陶瓷材料、一种有机材料或一种复合材料。在众多的因素中，选作主体部分 72 的材料依赖于特定的使用环境和流体的特性。

当主体部分 72 包含硅之类的半导体材料时，可采用包括上述腐蚀技术的半导体加工技术。当主体部分 72 包含金属时，可采用铣或铸造之类工艺。当主体部分 72 包含陶瓷时，可采用粘性制作或烧结工艺之类，当主体部分 72 包含有机材料时，可采用铣或注

模工艺之类。当流量传感器 70 用于温度起伏或循环的环境中时，最好选择其 TCE 接近压力传感器部分 74 的 TEC 的材料作为主体部分 72 和盖板部分 73 的材料。

压力传感器部分 74 最好包含一个标准的市售压力传感器。压力传感部分 74 有一个厚度 79 的隔板 78，并包括压阻元件 81。通常用熟知的加工技术在压力传感器部分 74 中腐蚀出一个空腔 83 以形成隔板 78。压力传感器部分 74 还可包括温度和偏移补偿电路元件和信号处理元件。

盖板部分 73 最好由 pyrex[®] 派热克斯玻璃、硅之类的耐热和耐化学材料组成。盖板部分 73 也可由一个半导体材料组成。盖板 73 包括一个孔 84，它最好大致位于管道 76 喉部 87 的上方中央。

流量传感器装置 70 的功能相似于流量传感器装置 10。当流体沿一个方向流过压力传感器部分 74 的顶表面和管道 76 时，孔 84 使隔板 78 得以与管道 76 接通即感测管道 76 流体缩颈特性引起的相应压力差。压阻元件 81 检测隔板 78 的偏移。此偏移同隔板 78 顶侧和底侧之间的压力差有关。结合流体进入的入口侧处管道 76 的截面积、管道 76 在内部 87 处的截面积（小于入口侧处的截面积）以及流体的密度，利用前述公式，用测得的压力差来确定流速。

压力传感器部分 74 和主体部分 72 最好用玻璃烧结工艺之类的方法与盖板 73 连接。压力传感器部分 74 和主体部分 72 也可用有机粘合剂与盖板 73 连接。在一个可任选实施例中，主体部分 72 和盖板 73 由单一片材制作，从而消除了主体部分 72 固定到盖板部分 73 的必要性。

在用来测量 5—15 米/秒范围内的空气流速的流量传感器 70 装置的最佳实施例中，压力传感器部分 74 最好包含一个微分压力传感器。诸如可从 Motorola 公司购得的 MPX2010 或 MPX2012 之类的微分压力传感器是适用的。盖板部分 73 最好由 pyrex[®] 派热克斯玻璃或硅组成，而主体部分 72 最好由硅组成。管道 76 和间距 88 的尺寸最好同前述管道 16 和间距 28 相同。

在一个可任选的实施例中，压力传感器部分 74 同主体部分 72 分隔开。亦即，主体部分 72 和盖板部分 73 构成一个单元，而压力传感器部分构成一个第二单元。在此实施例中，例如主体部分 72 置于流体流中，而压力传感器部分置于流体流之外。主体部分 74 用例如毛细管连接到压力传感器部分 74。一个毛细管向压力传感器部分 74 的一侧提供管道部分 76 中的压力，另一毛细管向压力传感器部分 74 的对侧提供主流压力。由于压力传感器部分 74 不直接暴露于有害材料，故此可选实施例适用于有害材料环境。

图 5 示出了根据本发明再一实施例的流量传感器装置 110 的透视图。流量传感器装置 110 包括一个半导体管心 111 和一个盖板部分 112。半导体管心 111 包含一个压力传感器部分 114 和一个带有管道 116 的主体部分 113。在此实施例中，盖板 112 上有一个锥形突出物的基座 117，使当盖板 112 连接到主体部分 113 时，锥形突出物 117 使管道 116 入口侧 124 同出口侧（未绘出）之间的管道 116 截面积减小。在图 6 中更清楚地示出了锥形突出物 117。

在此实施例中，管道 116 可具有直壁，亦即不成锥形，而由锥形突出物 117 单独提供管道 116 截面积的减小，或者，管道 116 可具有一个或多个锥形即变窄的壁同时又有锥形的突出物 117。可认

为当管道 116 具有锥形壁时，锥形突出物 117 的形状可被修改以适应锥形壁的几何形状。当只有锥形突出物 117 来提供管道 116 截面积的减小时，横穿管道 116 的隔板 118 的间距 128 最好大致均匀。

图 7 示出了与流量传感器装置 110 一起使用的盖板部分 212 的一个可任选的实施例。盖板部分 212 有一个从前边缘 218 延伸到后边缘 219 的曲面突出部分 217。曲面突出部分 217 也可以只覆盖部分盖板部位 217。可以认为盖板部分 112 或 212 可以具有其它导致管道 116 在某个内部处截面积减小的几何形状。

盖板部分 112 和 212 可容易地加以修改以用于图 4 所示的流量传感器装置 70。为用于流量传感器 70，可增加一个孔伸过锥形突出物 117 和盖板部分 112，或伸过曲面突出部分 217 和盖板部分 212。然后将盖板部分 112 或 212 同主体部分 72 排列，使锥形突出物 117 或曲面突出物 217 伸入到管道 76 中以减小管道 76 在喉部 87 处的截面积。可认为当盖板部分 112 或 212 用于流量传感器装置 70 时，管道 76 可具有直壁，亦即不用变窄，或者管道 76 根据设计要求可具有变窄的壁。当管道 76 具有变窄的壁时，可修改锥形突出物 117 或曲面突出物 217 的形状以适应管道壁的形状。在一个可任选实施例中，主体部分 72 和盖板部分 112 或 212 由同一块材料制成。

当管道截面积的减小由 112 或 212 之类的盖板部分来实现时，制造工艺得到了简化。例如，对于许多流量传感器应用，可制造一种标准的管道，并可设计各种各样的诸如盖板部分 112 或 212 的以使用标准管道来提供所需的流体缩颈要求。

还存在着提供或产生与流体速度相关的压降的其它主体部分。

例如，含有双重空针之类的微型皮氏流速测定管连接于带有隔板的压力传感器，使冲击压力加于隔板的一侧而静压力加于隔板的另一侧。

在一个实施例中，一个空心管（冲击压力管）置于测量冲击压力的双空针头处。第二空心管（静压力管）围绕着冲击压力管。静压力管有一开口或侧壁孔用来测量静压力。冲击压力管同隔板的一侧相连而静压力管同隔板的另一侧相连。例如，对于诸如图4所示的压力传感器件74，带有孔的盖帽连接于压力传感器的顶侧。诸如带有孔的盖板73之类的盖板连接于压力传感器的底侧。然后用例如毛细管将冲击压力管连接到压力传感器的一侧。同样，用例如毛细管将静压力管连接到隔板的另一侧。

皮氏流速测定管置于流体流中并用下式确定流速：

$$V = \sqrt{\frac{2(P_3 - P_1)}{\rho}}$$

其中V是流速， P_3 是冲击压力， P_1 是静压力， ρ 是流体密度。此实施例适用于生物医学应用和有害材料应用。

像所述的其它实施例那样，皮氏管实施例的压力传感器部分可包括温度和偏移补偿和信号处理电路元件，从而提供一种集成化流量传感器。集成化流量传感器可降低对外部监控设备的要求。

至此，可以理解业已提供了一种测量流体流速的流量传感器装置。此流量传感器装置包括一个产生压降的主体部分和一个感测此压降的压力传感器部分。由于此流量传感器装置采用了半导体工艺，故体积小重量轻而坚固。这使流量传感器装置适合于广泛的应用。此流量传感器装置采用现有的压电压力传感器工艺和标准加工

技术，使其性能价格比合适。在流量传感器装置中可集成信号处理和温度补偿及偏移补偿元件这一点，降低了对外部监控设备的要求。

说明书附图

图 1

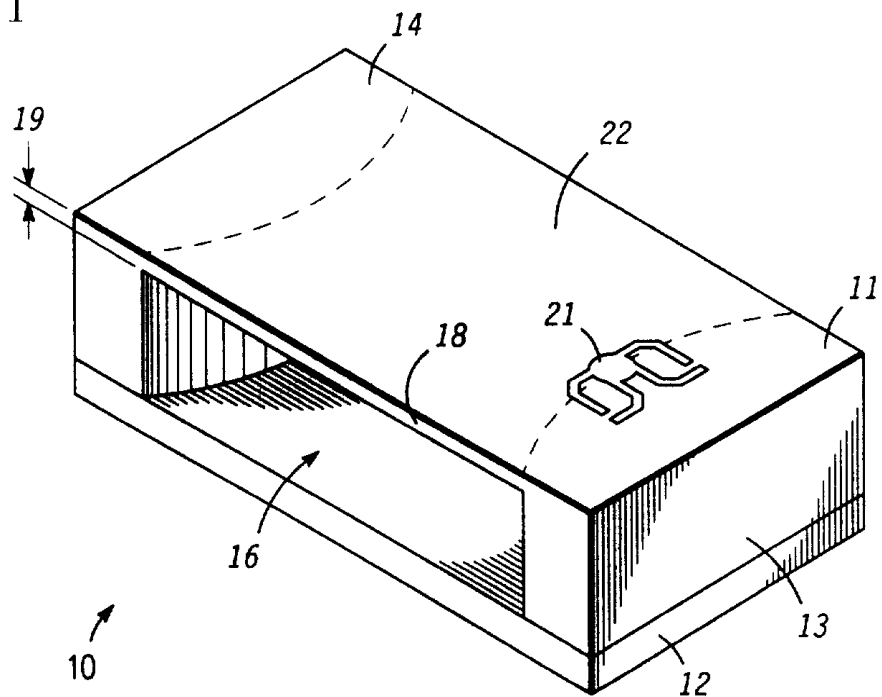


图 2

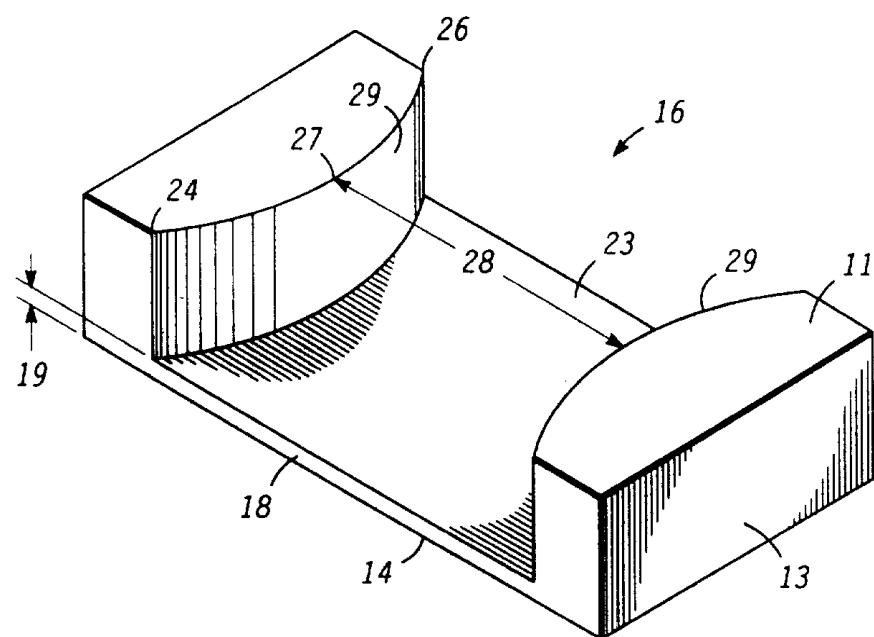


图 3

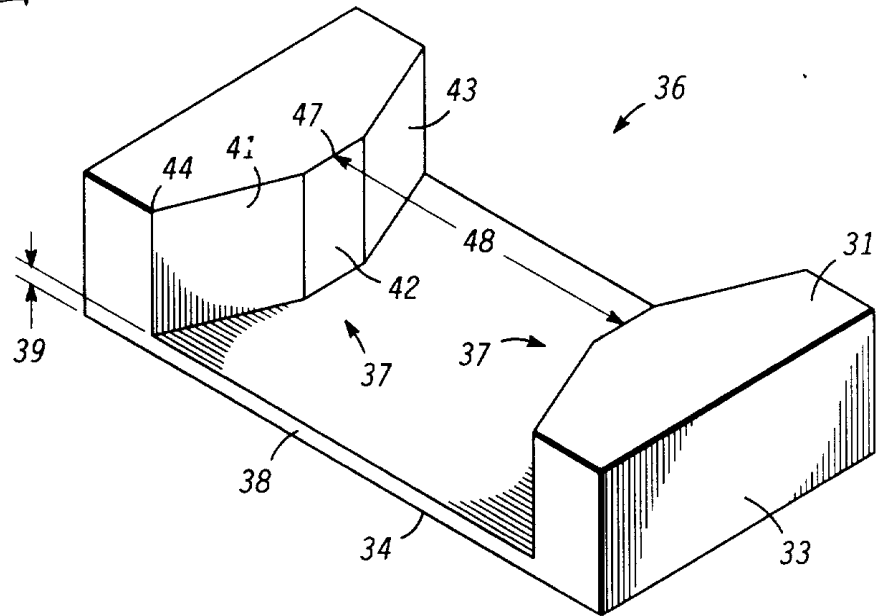


图 4

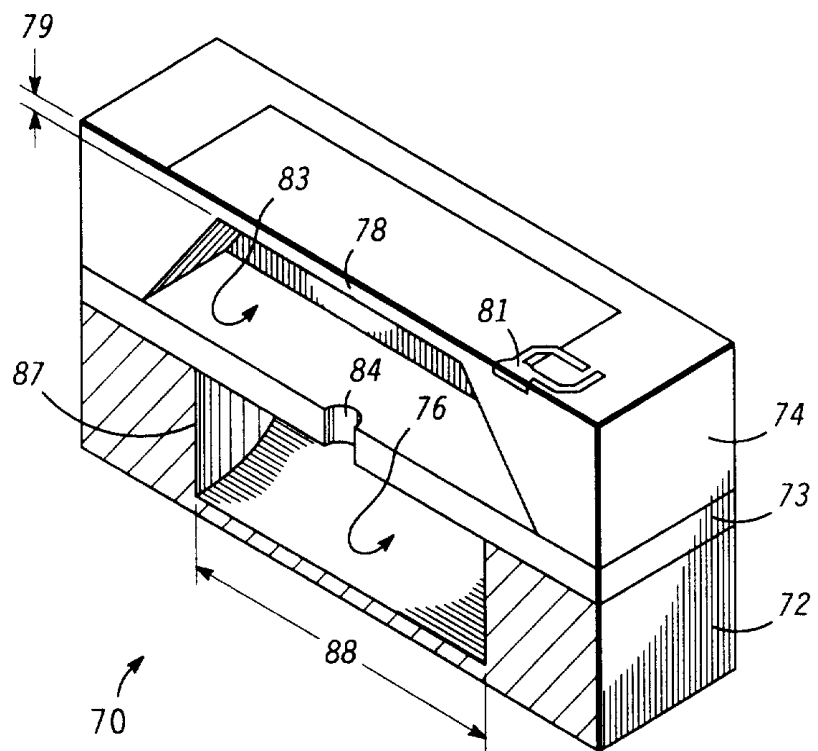


图 5

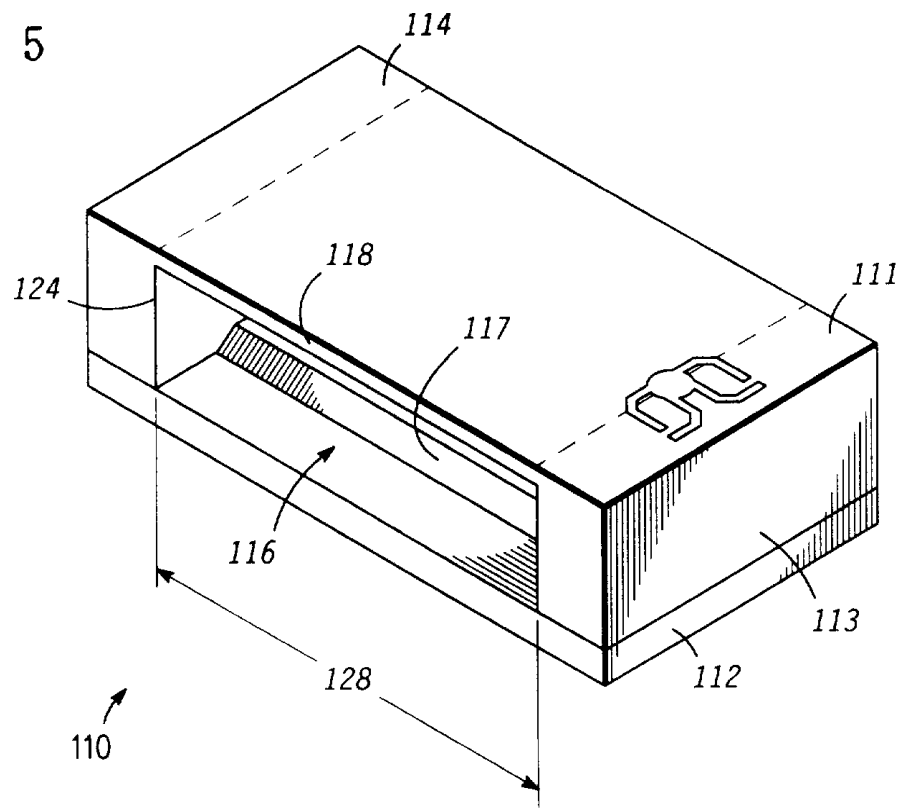


图 6

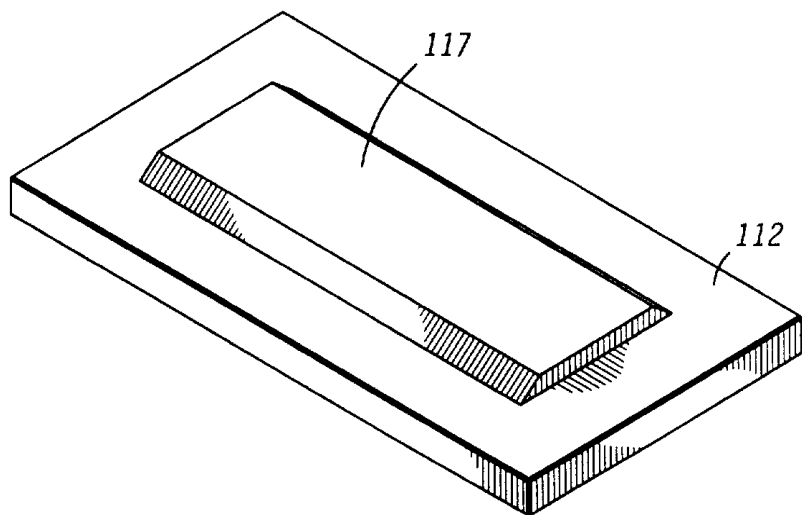


图 7

