



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103964370 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 06

---

(21) 申请号 201310033190. 2

(22) 申请日 2013. 01. 29

(71) 申请人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学

(72) 发明人 刘圣亚 高成臣 郝一龙

(51) Int. Cl.

B81C 1/00 (2006. 01)

---

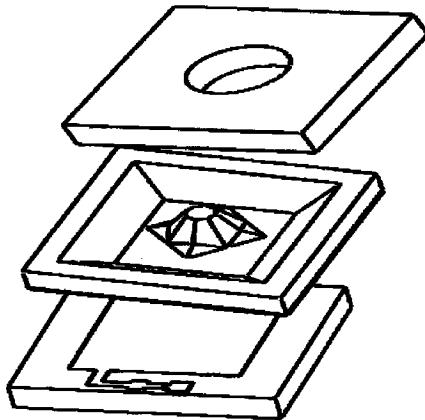
权利要求书1页 说明书3页 附图6页

(54) 发明名称

一种电容式压力传感器的制备方法

(57) 摘要

一种电容式压力传感器的制备方法。本发明在于用采用相对简单的工艺方法，制造出结构简单但是可靠性好，重复性好的器件。具体加工方法包括，敏感膜片的加工，电容间隙的加工，电极的加工及电极引出，硅玻璃的键合等。敏感膜片的加工过程包括：电容间隙的腐蚀，采用四甲基氢氧化铵 (TMAH) 溶液，硅岛的腐蚀采用氢氧化钾 (KOH) 溶液。本专利的发明在于硅岛的腐蚀，本发明在于提出了一种变截面（八角形）型膜片。变截面膜片有较好的线性度，且有较低的应力集中。电容间隙在 2 ~ 4um，用 TMAH 溶液易于控制腐蚀精度。淀积 Cr/Au 电极，与玻璃电极键合在一起，玻璃面用胶保护好后，光刻正面并腐蚀出硅岛，在键合时，考虑静电键合腔内进水，做了相应的设计。



1. 一种体硅工艺制成的压力传感器，该压力传感器自上而下包括上玻璃板，硅敏感膜片，下玻璃电极板。其特征在于，所述方法包括以下步骤：玻璃电极的加工步骤：采用玻璃作为下极板，在玻璃板上采用淀积工艺淀积金属，作为电极，并图形化电极形成电极引线和压焊电极。敏感膜片的加工：采用硅片作为基片，在背面腐蚀出电容间隙，淀积电极，和玻璃电极键合后，腐蚀出正面的硅岛。硅岛为变截面型硅岛。打孔玻璃键合：腐蚀出硅岛后，与打孔玻璃键合在一起。划片：通过划片完成裂片和压焊电极的露出。

2. 根据权利要求 1 所述电容式压力传感器的制造方法，玻璃电极的制造方法包括电极和引线以及阳极键合时为避免静电吸合而制作的电极。金属层生长步骤，在玻璃基片上形成金属层；金属层图形化步骤，图形化所述金属层，形成所述电容式压力传感器的一个极板的电极，电信号引出线以及压焊电极。

3. 根据权利要求 1 所述的电容式压力传感器的制造方法，其特征在于当采用单晶硅基片作为敏感电极膜片时，膜片的的制造方法包括电容间隙的制造和硅岛的制造，在电容间隙制造制造时包括电极引出槽和防进水槽的设计，以及防止静电吸合时接触电极。在腐蚀硅岛时采用 KOH 溶液作为腐蚀液，腐蚀出变截面（八角形）膜片。

膜片的加工步骤为，

热氧化生长步骤，通过热氧化在单晶硅基片上形成绝缘层。电容间隙腐蚀步骤，背面光刻 SiO<sub>2</sub>，用 TMAH 溶液腐蚀出电容间隙及防止后续键合进水装置。电容极板金属制作步骤，淀积金属，并图形化金属电极，形成电容的硅极板电极及引线及压焊电极。

4. 根据权利要求 1，硅岛的制备方法为，先将制备好的玻璃极板和硅极板以静电键合的方法键合在一起，键合完成后背面玻璃用胶保护，正面光刻，并腐蚀出硅岛。

5. 根据权利要求 1，电容式压力传感器的制备方法，将腐蚀好的硅岛与打孔玻璃键合在一起。

6. 根据权利要求 1，电容式压力传感器的制备方法，通过划片完成裂片和电容间隙的露出。

## 一种电容式压力传感器的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微电子机械加工领域,尤其涉及一种基于硅各向异性腐蚀的高精度电容式压力传感器的加工方法。

### 背景技术

[0002] 在工业生产中,气体和液体的压力的测量时是相当重要的一部分,压力测量的原理和方法有很多,针对所应用的各个领域或特别需求,有不同的设计方法与考虑,目前压力传感器的设计方法主要包括:压阻式、压电式、电容式等类型。由于电容式压力传感器具有高的灵敏度,静态功耗低,受温度影响小等特点而被广泛的应用。特别是微电子机械系统(MEMS)技术的发展,使得压力传感器具有微小型化,可批量制造、成本低的特点,且可以将弱信号测量电路利用集成电路工艺和传感器件做一个芯片上形成单个元件,这样对于压力传感器尤为重要,这样弱信号就可以在芯片上做就近做放大处理,可以避免电磁干扰,杂散电容的干扰等,且可以利用信号处理电路,通过模/数转换电路后,再输入到中央处理单元,可以提高信号的可靠性,减少连线数与中央控制系统的负担。近年来,微机电容式压力传感器发展很快,在工业领域得到了广泛的应用。

[0003] 电容压力传感器的在国外的发展始于 80 年代初期,有代表的是 1980 年的 Sander 等人开发出的单片集成压力传感器用于生物医疗中的疾病的检测,采用体硅加工和阳极键合工艺,是早期微电容压力传感器的代表。该传感器采用了平膜片结构,非线性较大,增加了后续电路处理的负担。

[0004] 1988 年密歇根大学的 Wise K.D 等提出用选择性硼重掺杂自停止腐蚀的方法来制作敏感电容,主要用于心血管的血压的测量,这种溶硅技术后来被广泛的应用于压力传感器的设计,此压力传感器也是用平膜片制造。

[0005] 1990 年 Hanneborg 和 Ohlckers 采用带凸起的膜和用于阳极键合的硼硅酸盐玻璃溅射薄膜来加工压力传感器,输出采用频率调制,获得了相当低的温度系数和零点漂移。

[0006] 为了实现与集成电路的兼容,90 年代表面微机械的牺牲层技术被引入压力传感器的制造。早期的表面微机械电容式压力传感器基于 PN 结隔离,利用多晶硅充当敏感膜。对于应用在汽车、航天工业中的压力传感器,PN 结在高温下具有明显的漏电流。为了解决这一问题,Kasten 等人尝试采用注氧隔离技术以实现较低的温度漂移。在制作压力敏感单元的同时,还在厚氧 层上加工出压力参考单元,这样压力信号将转化为敏感电容同参考基准电容的比值,大大提高了测量的灵敏度,有效的抑制了电容信号的寄生效应。但是传感器结构是平面结构。为了提高电容式压力传感器的线性度,采用岛膜结构或波纹膜片结构,但是岛膜结构有较大的应力集中,波纹膜片结构工艺实现较复杂且误差较大,难于控制精度。

[0007] 文中所说的电容式压力传感器,特征在于敏感膜片结构和工艺制造方法及电极引出方法上。

### 发明内容

[0008] 本发明在于用采用简单的工艺方法,制造出结构简单但是可靠性好,重复性好的器件。具体加工方法包括,敏感膜片的加工,电容间隙的加工,电极的加工及电极引出,硅玻璃的键合等。

[0009] 敏感膜片的加工过程包括:电容间隙的腐蚀,硅岛的腐蚀可采用四甲基氢氧化铵溶液或氢氧化钾溶液,硅岛的腐蚀采用氢氧化钾溶液。本专利的发明在于硅岛的腐蚀,有文献记载的是E型膜片和波纹型膜片及平膜片。本发明在于提出了一种变面截(八角形)膜片。工艺简单,在用ansys仿真可以看出,在相同的膜厚及面积下,变E型膜片有更好的灵敏度,线性度,且有较低的应力集中。电容间隙在用TMAH溶液易于控制腐蚀精度。腐蚀好电容间隙之后,淀积金属电极,并图形化电极,与玻璃电极键合在一起,玻璃面用胶保护好后,光刻正面并腐蚀出硅岛,在键合时,考虑静电键合和防进水,做了相应的设计。很好的避免了上述问题。

[0010] 相对于现有技术,本发明有以下特点:

[0011] 第一,敏感膜片的结构,采用变截面(八角形)膜片,工艺简单,易于实现且优于其他膜片。

[0012] 第二,采用先腐蚀出电容间隙后先与玻璃键合,再腐蚀硅岛。

[0013] 第三,该压力传感器结构为玻璃-硅-玻璃三层结构。

## 附图说明

[0014] 图1是整体装配图。11是打孔玻璃,12是敏感膜片,13是玻璃电极。

[0015] 图2是敏感膜片。21是岛结构。

[0016] 图3是玻璃极板。31是玻璃上Cr/Au电极。

[0017] 图4是硅片基底。

[0018] 图5是图4的剖切图。52是氧化硅。51是硅。

[0019] 图6是附图步骤说明

[0020] 图7是电容间隙的制备过程。71是电容间隙。

[0021] 图8是电容间隙腐蚀时的版图。81和83是防止湿法腐蚀时电容腔内进水槽。82是键合面。

[0022] 84是防止阳极键合时静电吸合而做的接触凸起。

[0023] 85是电容间隙的面积。

[0024] 图9是压力计电容键合后的示意图。91是玻璃极板,92是电容间隙,93是电容引出电极位置及划片是断裂处。

[0025] 图10是整体剖面图。101是玻璃电极,102是打孔玻璃,103是敏感膜片。

## 具体实施方式

[0026] 为使本发明的上述目的,特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图及具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0027] 如图1整体包括敏感膜片和玻璃电极以及打孔玻璃构成。工艺步骤如下:

[0028] 在4英寸(100)硅片热氧2000~5000埃,正面涂胶保护。

[0029] 第一次光刻,用氢氟酸溶液腐蚀氧化硅,用四甲基氢氧化铵溶液或氢氧化钾溶液,

腐蚀出电容间隙  $2 \sim 4\mu m$ , 本工艺过程采用 25% 的四甲基氢氧化铵溶液, 在 60 度的温度下腐蚀; 腐蚀完成后, 溅射 Cr/Au  $300 \sim 400$  埃 /  $1500 \sim 2000$  埃, 并进行第二次光刻, 并图形化电极。

[0030] 在 PREX7740 玻璃上淀积 Cr/Au  $300 \sim 400$  埃 /  $1500 \sim 2000$  埃, 作为玻璃电极。采用阳极键合的方法将硅和玻璃键合在一起, 键合条件为 1000V 电压,  $350^{\circ}C$  温度环境, 完成电容的制作。

[0031] 在硅面用等离子增强化学气象淀积技术 (PECVD) 在硅面上淀积一层 SiC  $0.5 \sim 1.5\mu m$ , 也可以用溅射 Cr/Au 做掩膜, 本工艺采用是 SiC 做为掩膜。用 ASE 技术图形化 SiC, 并用氢氧化钾 (KOH) 溶液腐蚀硅岛也可以用四甲基氢氧化铵溶液。腐蚀出硅岛后与打孔玻璃键合在一起, 完成工艺过程, 后续过程包括 TO 封装和测试。

[0032] 以上对本发明所提供一种电容式压力传感器加工方法进行了详细介绍, 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述, 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想; 同时, 对于本领域的一般技术人员, 依据本发明的思想, 在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处, 综上所述, 本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

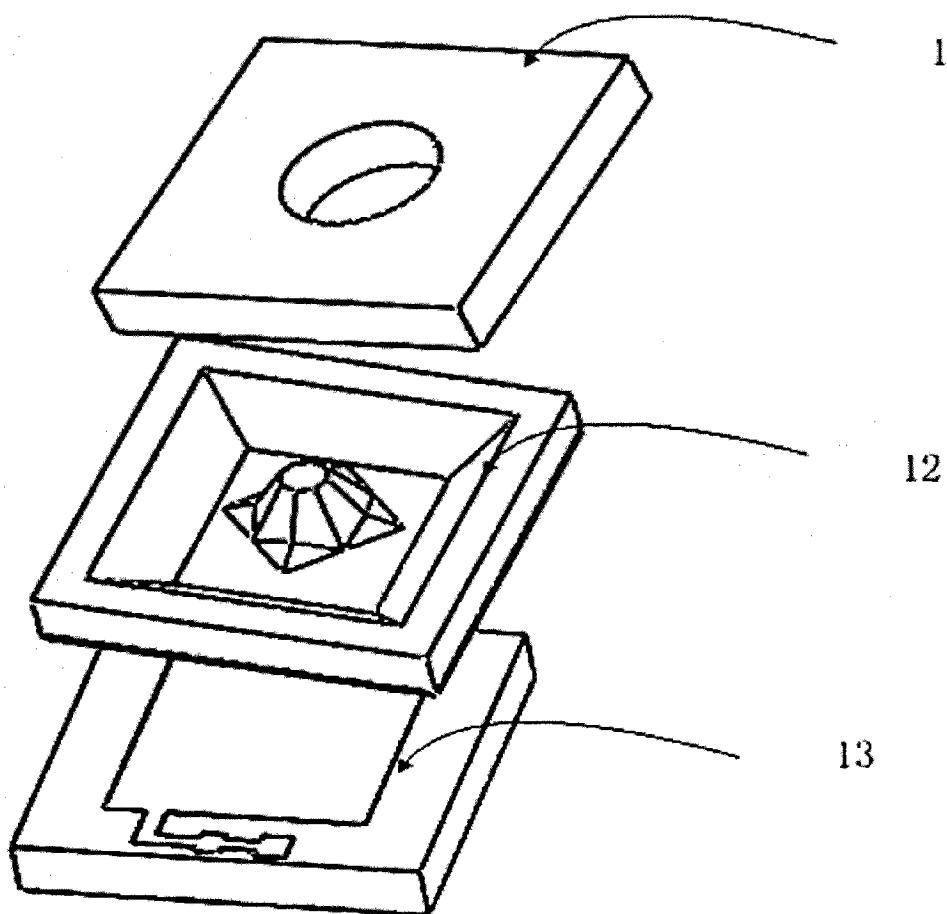


图 1

21

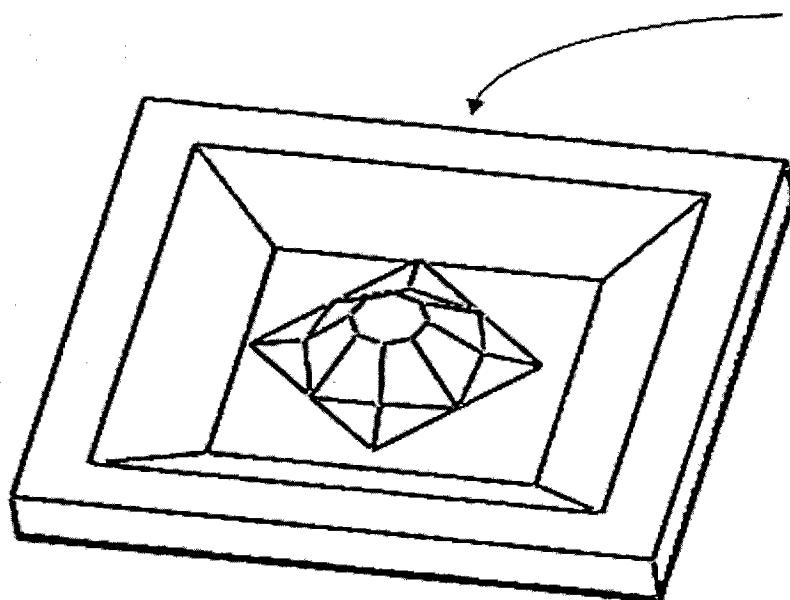


图 2

31

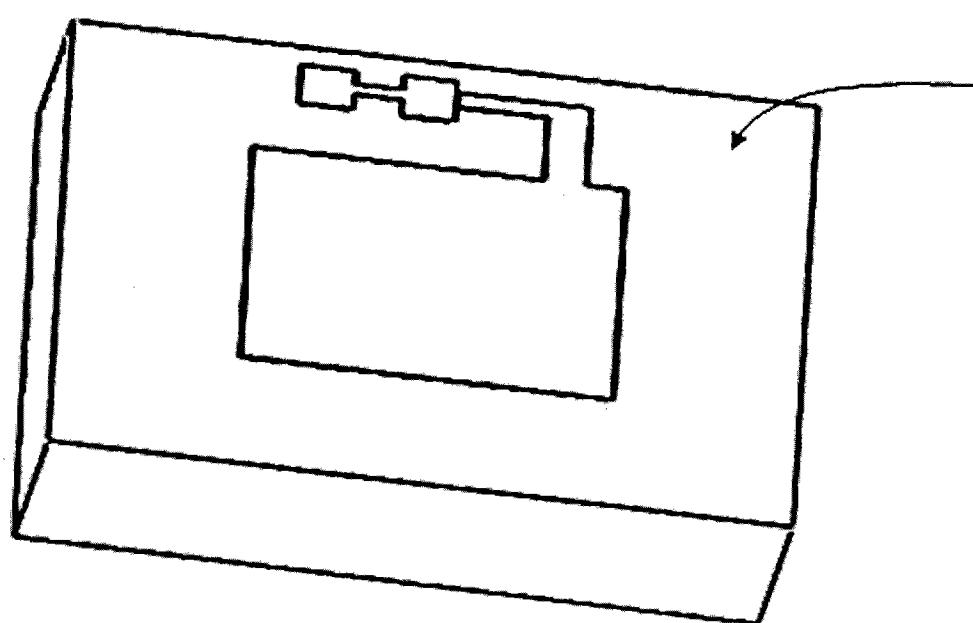


图 3

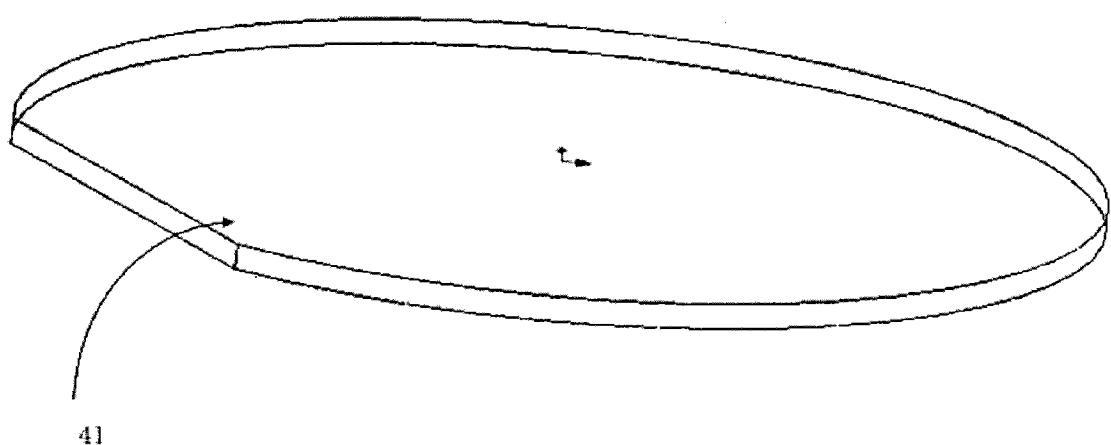


图 4

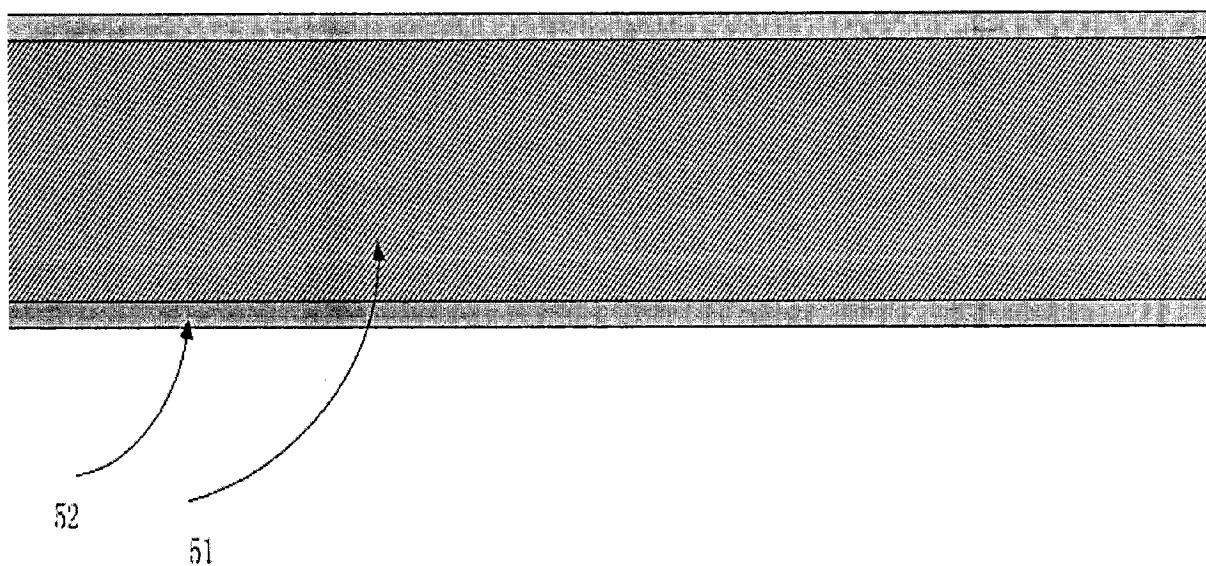
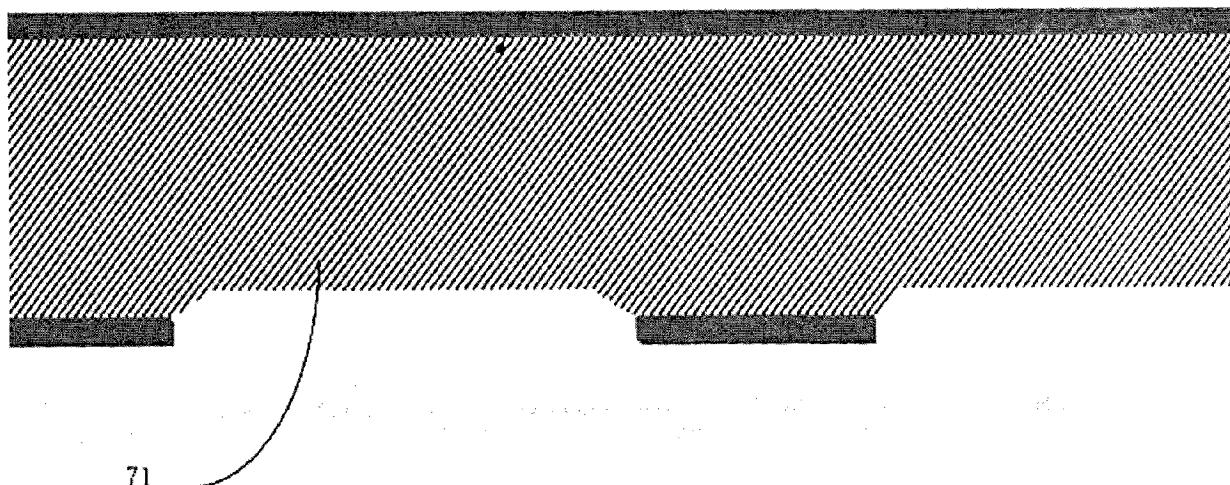


图 5

以硅片作为敏感膜片，腐蚀出电容间隙及硅岛，电容采用四甲基氢氧化铵（TMAH），腐蚀出电容间隙后，溅射 Cr/Au 作为电极，并图形化。采用 PREX7740 玻璃作为下电极板，并溅射 Cr/Au 作为电极材料。

将硅片和玻璃片键合再一起后，正面硅片采用等离子化学气相沉积（PECVD）工艺，沉积 SiC，图形化 SiC，采用 KOH 溶液腐蚀硅岛，再与打孔玻璃键合，完成三层结构的电容式压力传感器制造。

图 6



71

图 7

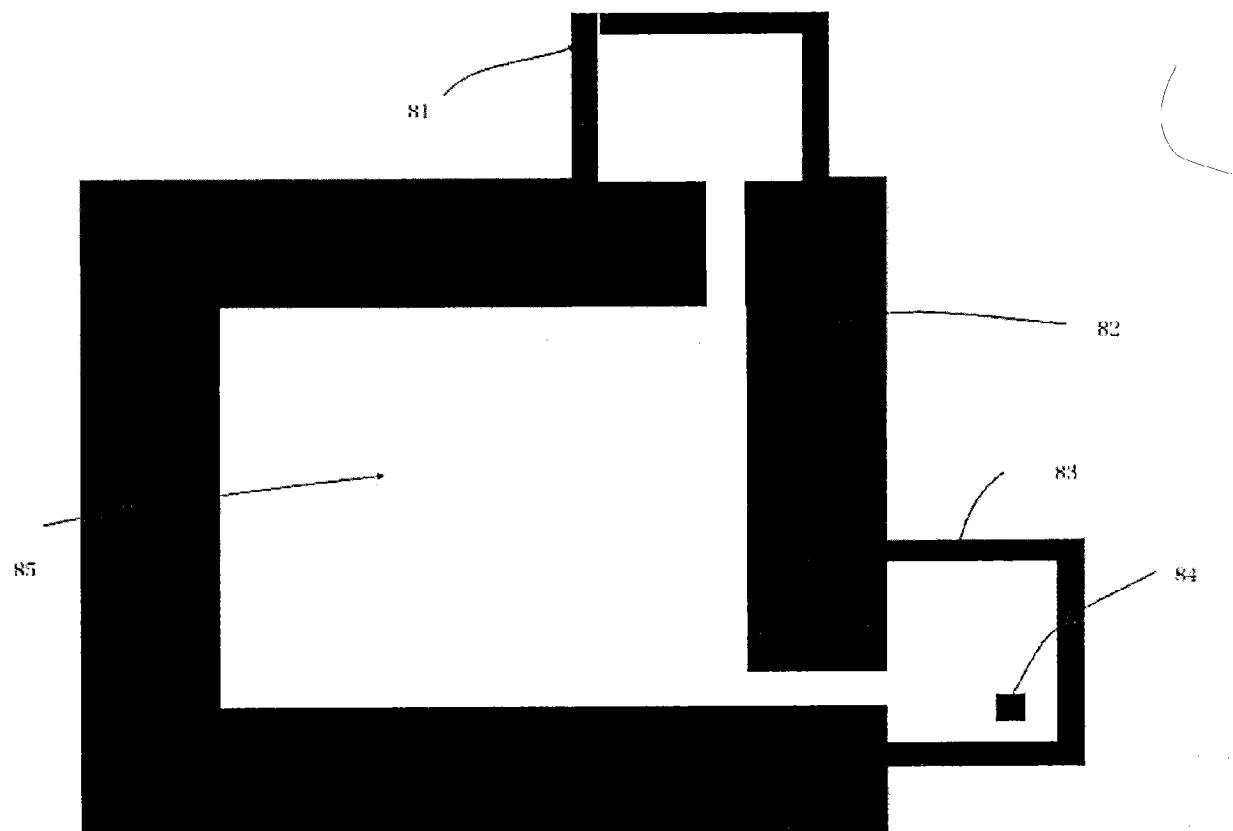


图 8

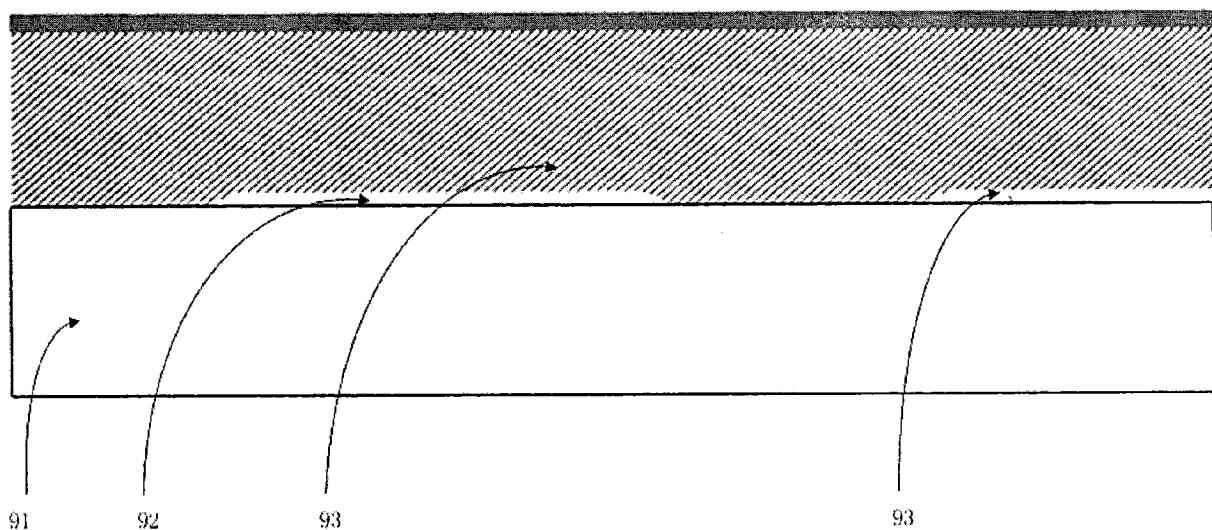


图 9

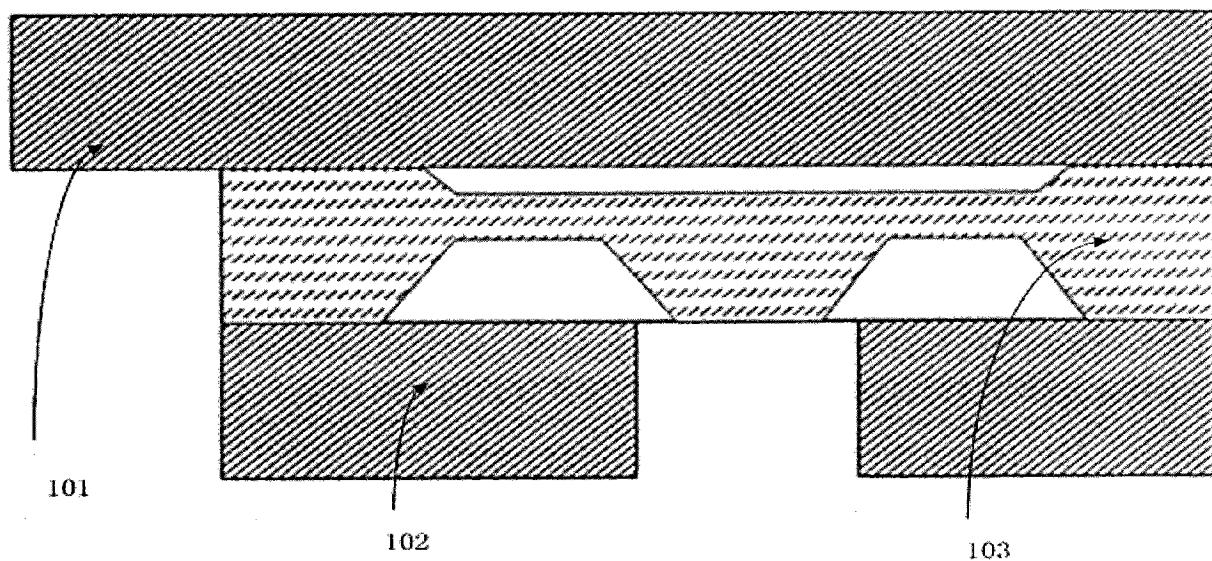


图 10