



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101321407 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 26

(21) 申请号 200710100242. 8

WO 2006046927 A2, 2006. 05. 04, 说明书第

(22) 申请日 2007. 06. 06

10页第7行到第28页第22行、附图1-18.

(73) 专利权人 歌尔声学股份有限公司

CN 201063851 Y, 2008. 05. 21, 权利要求

地址 261031 山东省潍坊市高新区东方路北  
首

1-9.

审查员 张凡

(72) 发明人 宋青林 庞胜利 陶永春 刘同庆

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 周国城

(51) Int. Cl.

H04R 7/02(2006. 01)

H04R 19/01(2006. 01)

H04R 19/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1968547 A, 2007. 05. 23, 全文 .

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 5 页

CN 1352515 A, 2002. 06. 05, 全文 .

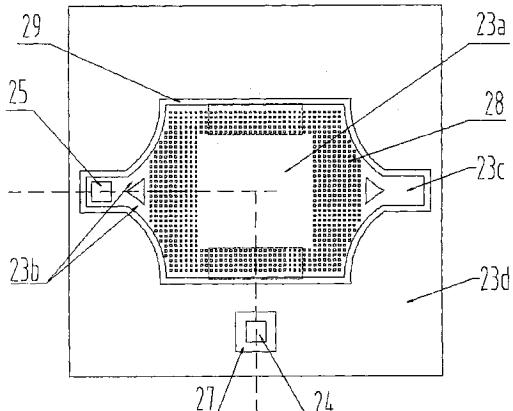
US 5870482 A, 1999. 02. 09, 全文 .

(54) 发明名称

梁式振膜组成的传声器芯片

(57) 摘要

本发明一种梁式振膜组成的传声器芯片，涉及传声器技术，梁式振膜组成的传声器芯片，为电容式传声器芯片，是振膜在上，背极在下的电容式结构。振膜为梁式结构，在振膜的纵方向上两端固定，在振膜的垂直方向为自由状态，利用梁式振膜中线振幅最大的特点，实现高灵敏度特性，振膜边缘设有无数的小孔，配合声孔释放振膜和背极之间原有的牺牲层，并对传声器的声学特性有改善作用；背极中心有一大孔，为声孔；梁式振膜边缘与背极构成电容。本发明具有高灵敏度、低噪声、频带宽的特性，制作工艺简单，可靠性高，容易批量生产。



1. 一种梁式振膜组成的传声器芯片，是振膜在上，背极在下的单膜电容式结构，包括基底、绝缘层、导电层、下电极、上电极；基底作为背极，基底中心有一声孔，基底上表面固接有绝缘层，绝缘层包括至少两个外悬梁支撑和周边绝缘层，周边绝缘层上表面固接有导电层，基底上表面还设有下电极；其特征在于，

所述梁式振膜包括振膜、外悬梁和外悬梁边框；振膜为梁式条状，在振膜的纵方向上两端各设有至少一个外悬梁，外悬梁为均衡对称结构且与振膜充分连接用于振膜保持水平平衡状态，振膜通过外悬梁与外悬梁边框固连；梁式振膜中心部为片状，在片状边缘到振膜外边缘区域内设有多数个孔；

梁式振膜的至少两个外悬梁边框分别固连在外悬梁支撑上表面，其中一外悬梁边框上表面固接有上电极，梁式振膜的片状中心部覆盖声孔，振膜上设孔区域与基底构成电容。

2. 如权利要求 1 所述的传声器芯片，其特征在于，所述基底为半导体硅。
3. 如权利要求 1 所述的传声器芯片，其特征在于，所述绝缘层为 PSG、LTO、TEOS 氧化硅。
4. 如权利要求 1 所述的传声器芯片，其特征在于，所述上电极和下电极为金属金或铝。

## 梁式振膜组成的传声器芯片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及传声器技术领域，特别是半导体电容式传声器芯片，是一种梁式振膜组成的传声器芯片。

### 背景技术

[0002] 半导体传声器芯片研究已有 20 多年的历史了，期间各类传声器陆续在硅片上被开发实现。其中，最主要最热门的一种即电容式硅传声器。电容式硅传声器不仅具有体积小、灵敏度高、频响特性好、噪声低等特点，更重要的是具有很宽工作温度，可适用于 SMT 等自动化生产线作业和恶劣的工作环境。

[0003] 电容式传声器芯片是由振膜、背极形成的电容结构，目前大多报导和专利采用双膜电容结构，在硅片上利用微机械加工技术制作振膜和背极双膜电容结构。对于单膜电容式硅传声器的研究、报导罕见，文献 Fabrication of silicon condenser microphone using single wafer technology, Journal of microelectromechanical systems, VOL. 1. No. 3, 1992, p147-154, 报导了一种单膜电容式硅传声器，利用振膜边缘和硅基底形成电容结构，硅基底作为背极，背极中心大孔作为声孔。此报导存在着不足，由于振膜边缘与周边相连，接收声波的时候，最大振动在振膜的中心，振膜边缘的振动较小，由于振膜中心正对背极声孔，振幅最大区域的机械灵敏度没有得到利用，振膜机械灵敏度对传声器灵敏度贡献小；美国专利 US5,870,482 描述了悬臂梁式振膜，悬臂梁一端固定，利用自由端边缘与背极构成电容，这种结构机械灵敏度对传声器灵敏度贡献很大，但是结构制作比较复杂，同时悬臂梁三端自由，振膜的姿态和可靠性较难得到保证；美国公开专利 US2006/0093170A1, 提出了悬梁均匀分布的单膜结构，利用振膜边缘与背极形成电容，悬梁提高了机械灵敏度对传声器输出灵敏度的贡献，但还是不能实现所述的振膜平动模型。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是为了解决现有单膜电容式传声器芯片技术中存在的问题，针对当前存在的不足，提出了一种梁式振膜组成的传声器芯片，梁式振膜组成的单膜电容式传声器芯片，有效提高灵敏度，并改善其性能及可靠性。

[0005] 为达到上述目的，本发明的技术解决方案是：

[0006] 一种梁式振膜，用于电容式传声器芯片，包括振膜、外悬梁、外悬梁边框；其振膜为梁式条状，在振膜的纵方向上两端各设有至少一个外悬梁，外悬梁为均衡对称结构且与振膜充分连接用于振膜保持水平平衡状态，振膜通过外悬梁与外悬梁边框固连；梁式振膜中心部为片状，在片状边缘到振膜外边缘区域内设有多数个孔。

[0007] 一种所述的梁式振膜组成的传声器芯片，是振膜在上，背极在下的单膜电容式结构，包括基底、绝缘层、导电层、下电极、上电极；基底作为背极，基底中心有一声孔，基底上表面固接有绝缘层，绝缘层包括至少两个外悬梁支撑和周边绝缘层，周边绝缘层上表面固接有导电层，基底上表面还设有下电极；其梁式振膜的至少两个外悬梁边框分别固连在外

悬梁支撑上表面，其中一外悬梁边框上表面固接有上电极，梁式振膜的片状中心部覆盖声孔，振膜上设孔区域与基底构成电容。

- [0008] 所述的传声器芯片，其所述基底为半导体硅。
- [0009] 所述的传声器芯片，其所述绝缘层为 PSG、LTO、TEOS 氧化硅。
- [0010] 所述的传声器芯片，其所述上电极和下电极为金属金或铝。
- [0011] 本发明的电容式传声器芯片，振膜为梁式结构，梁的纵方向上振膜两端固接，在与梁垂直的方向上振膜自由，振膜的边缘与基底形成电容结构。振膜振动时，振膜的最大位移在梁的中线位置，振膜的最大机械灵敏度贡献给输出灵敏度。基底作为背极，背极中间有一个大孔——声孔，振膜覆于此声孔之上。振膜正对声孔范围之外设有的无数小孔，这些小孔配合背极声孔释放振膜和背极之间原有的牺牲层，并对传声器的频响特性有改善作用。
- [0012] 振膜两端固接于基底，可以选用多种形式连接，这种梁式振膜的优点为最大限度发挥出振膜的机械灵敏度，即在灵敏度达到要求的前提下，可以有效的保证振膜抗跌落等可靠性；基底作为背极，有很强的刚性。此结构的传声器芯片结构简单、工艺难度低、成本低、可靠性高。
- [0013] 本发明提出了梁式振膜结构，在梁的纵方向上的振膜两端固定，与梁垂直的方向振膜自由。振膜边缘与基底形成电容结构，梁方向振膜中线处振幅最大，充分利用振膜振幅最大处的机械灵敏度。

## 附图说明

- [0014] 图 1 为本发明具有人字形悬梁的梁式振膜传声器芯片俯视图；
- [0015] 图 2 为本发明具有人字形悬梁的梁式振膜传声器芯片沿图 1 虚线的剖面图；
- [0016] 图 3 为本发明具有人字形悬梁的梁式振膜传声器芯片中绝缘层俯视图；
- [0017] 图 4 为本发明具有人字形悬梁的梁式振膜传声器芯片仰视图；
- [0018] 图 5 为本发明具有双人字形悬梁的梁式振膜电容式传声器芯片俯视图；
- [0019] 图 6 为本发明具有双人字形悬梁的梁式振膜电容式传声器芯片沿图 5 虚线的剖面图；
- [0020] 图 7 为本发明具有一字形悬梁的梁式振膜电容式传声器芯片俯视图；
- [0021] 图 8 为本发明具有一字形悬梁的梁式振膜电容式传声器芯片沿图 7 虚线的剖面图；

## 具体实施方式

[0022] 本发明有多种不同形式的实施例，图 1-8 所示为本发明一优选实施例，下面对此实施例进行详细说明。

[0023] 本发明梁式振膜电容式传声器芯片结构，如图 1-4 所示，其特点为在梁式振膜的纵方向上振膜两端固定，与之垂直方向振膜成自由状态，基底中心有声孔，振膜边缘与基底形成电容，此结构自下而上为：基底 21、绝缘层 22、导电层 23、下电极 24、上电极 25。

[0024] 其中，基底 21 中心有贯通孔，为声孔 26。基底 21 为导体或者半导体材料，作为电容结构的背极。半导体材料可以是硅，对于硅材料，基底 21 中心部的声孔 26 可用体硅腐蚀工艺形成，如图 4 所示。也可采用干法腐蚀形成柱状声孔。

[0025] 基底 21 上表面固连有绝缘层 22，绝缘层 22 由外悬梁支撑 22a 和周边绝缘层 22b 构成，如图 3 所示。周边绝缘层 22b 成环状，外悬梁支撑 22a 在环形周边层 22b 之内且相互隔离，声孔 26 上开口在周边绝缘层 22b 之内。在环状周边绝缘层 22b 之上一侧有一贯通孔，为下电极孔 27。在下电极孔 27 内，基底 21 上表面固接金属电极，为下电极 24，下电极 24 可以是金、铝。绝缘层 22 可以是氧化硅，为 PSG, LT0, TEOS。

[0026] 导电层 23 由梁式振膜 23a、外悬梁 23b、外悬梁边框 23c 以及周边导电层 23d 构成，如图 1 所示。振膜 23a 通过外悬梁 23b 与外悬梁边框 23c 相连，外悬梁边框 23c 与外悬梁支撑 22a 上表面固接；振膜 23a 覆盖于声孔 26 上开口之上，振膜 23a 大于声孔 26 上开口的面积，振膜 23a 边缘与基底 21 形成电容结构；振膜 23a 正对在声孔 26 开口之外有数个小孔 28，可以是圆孔、方孔或其它多边形孔；振膜 23a、外悬梁 23b 以及外悬梁边框 23c 在周边绝缘层 22b 环形范围内，且有间隙 29。周边导电层 23d 固接于周边绝缘层 22b 上表面，形状一致。外悬梁边框 23c 上表面固结金属电极，为上电极 25，上电极 25 可以是金、铝。导电层 23，可以是低应力多晶硅，并通过掺磷或者硼，形成 n 型或者 p 型导电层。振膜 23a 在声波的作用下产生振动时，图 1 中虚线框位置振幅较大，是提供灵敏度的主要部分。

[0027] 为了使振膜 23a 中线位置灵敏度一致，释放残余应力，同时使振膜保持水平平衡状态，外悬梁需选用均衡对称结构且与振膜充分连接。图 1-4 为人字形外悬梁；图 5-6 双人字形外悬梁；图 7-8 为一字形外悬梁，这些一字形外悬梁从中间到两边宽度依次减小。

[0028] 基底 21 与振膜 23a 边缘形成电容结构，间距为 2-5 微米。当振膜 23a 受到声波的作用时，振膜 23a 中心无孔区域受力，带动整个振膜 23a 平衡振动，振膜 23a 中线位置变形最大，振膜 23a 的变形量转换成电容值的变化，从而实现传感器的功能。由于本发明中采用梁式振膜结构，利用振膜 23a 变形最大的区域贡献灵敏度，因此，在灵敏度满足要求的基础上，可以有效的增加可靠性，提高成品率。

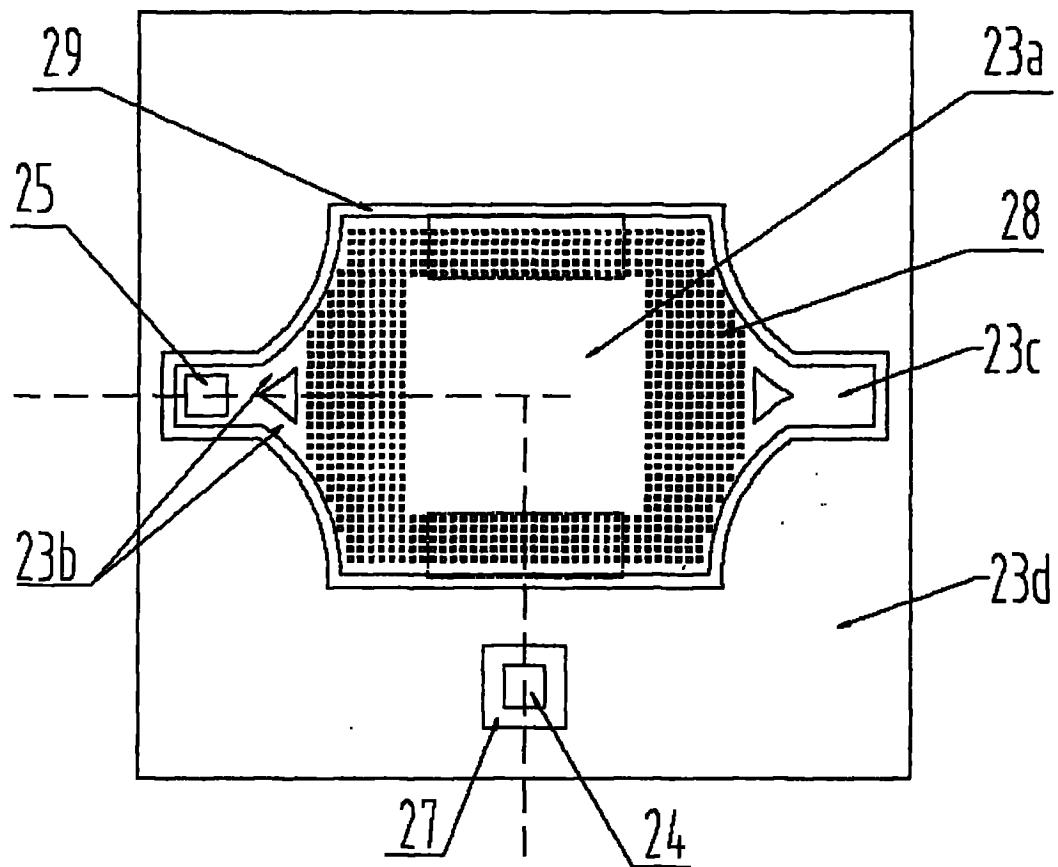


图 1

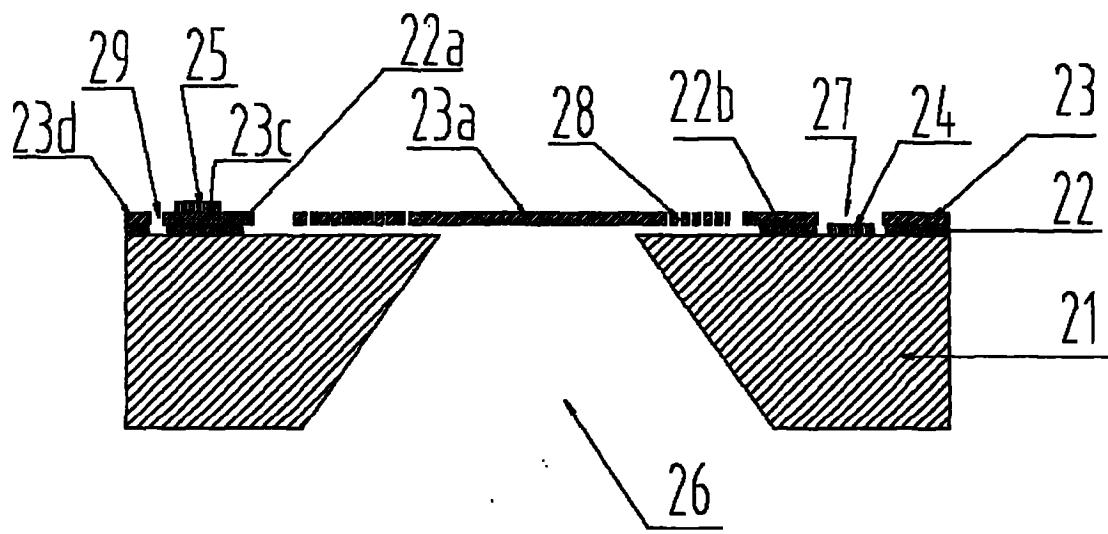


图 2

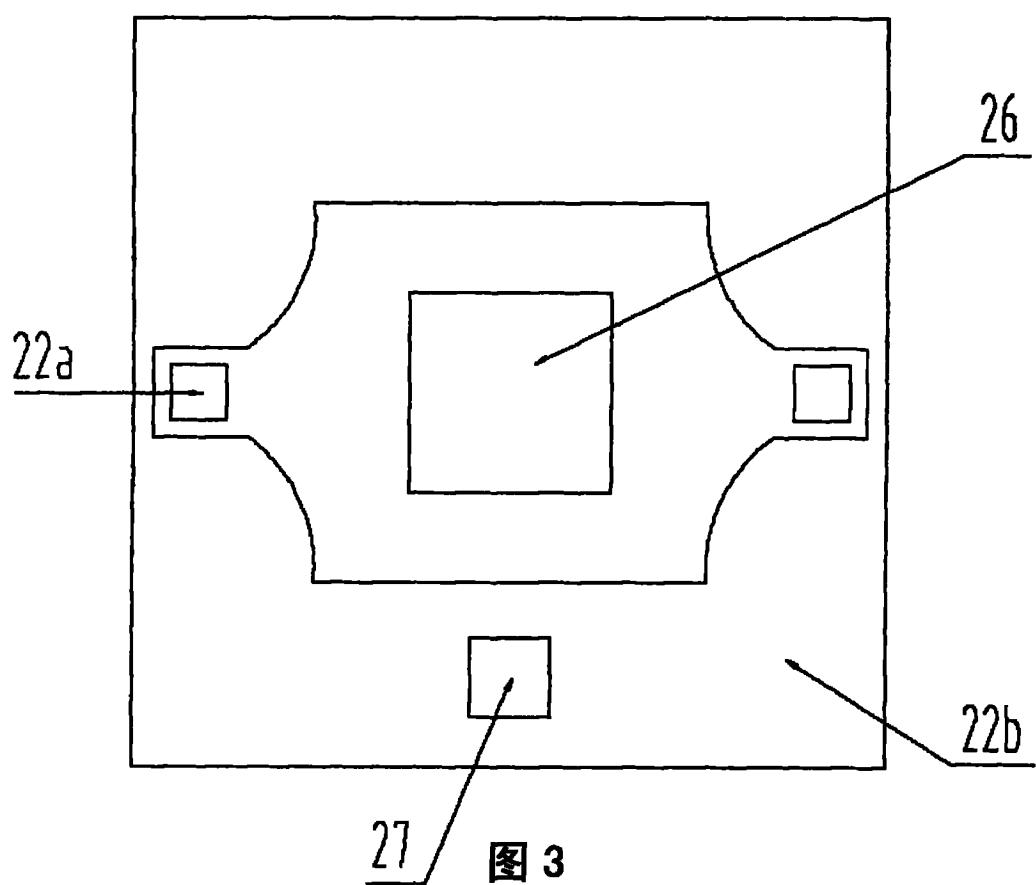


图 3

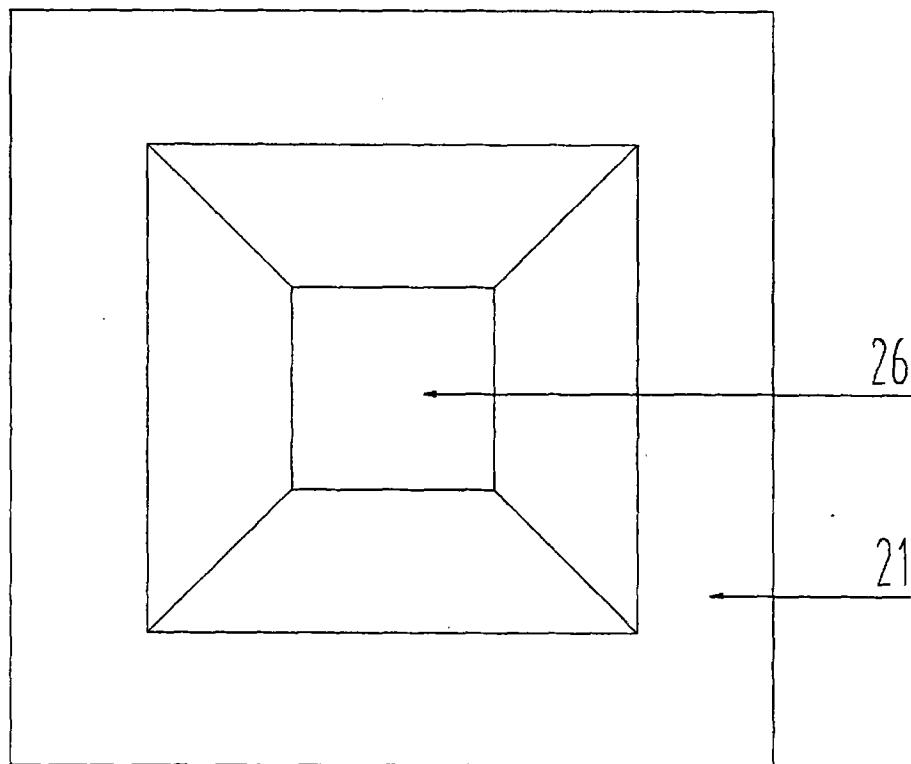


图 4

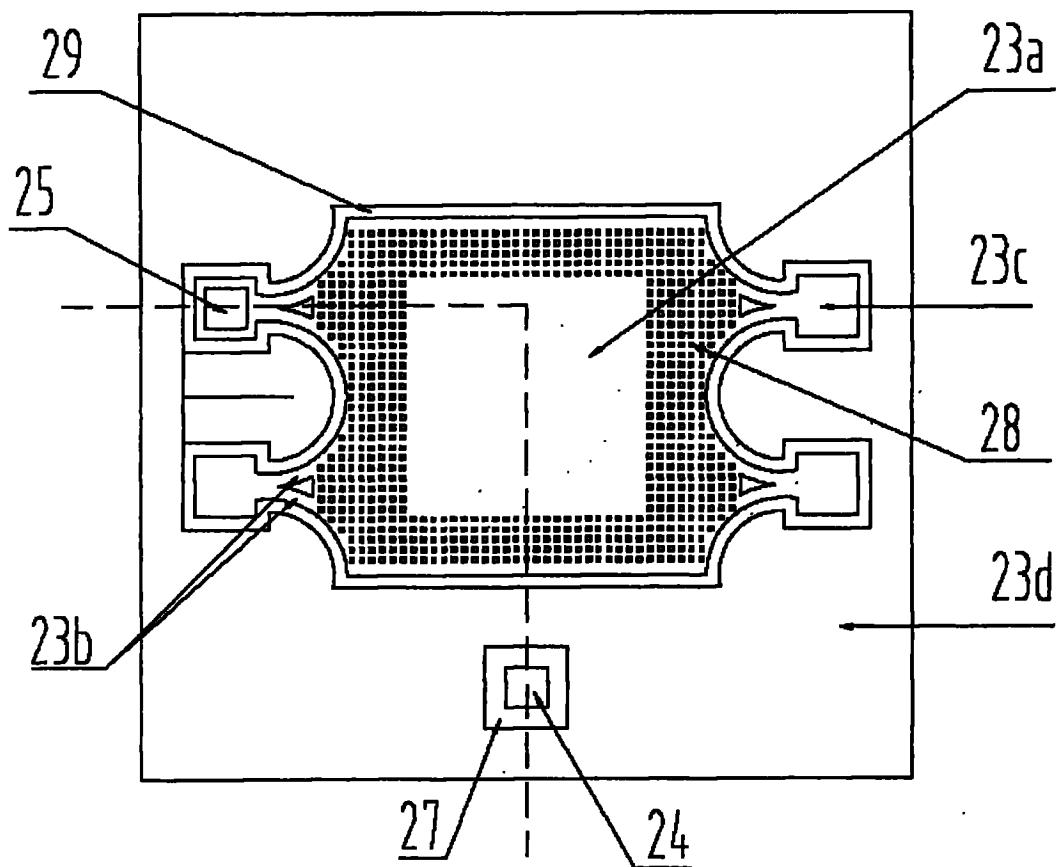


图 5

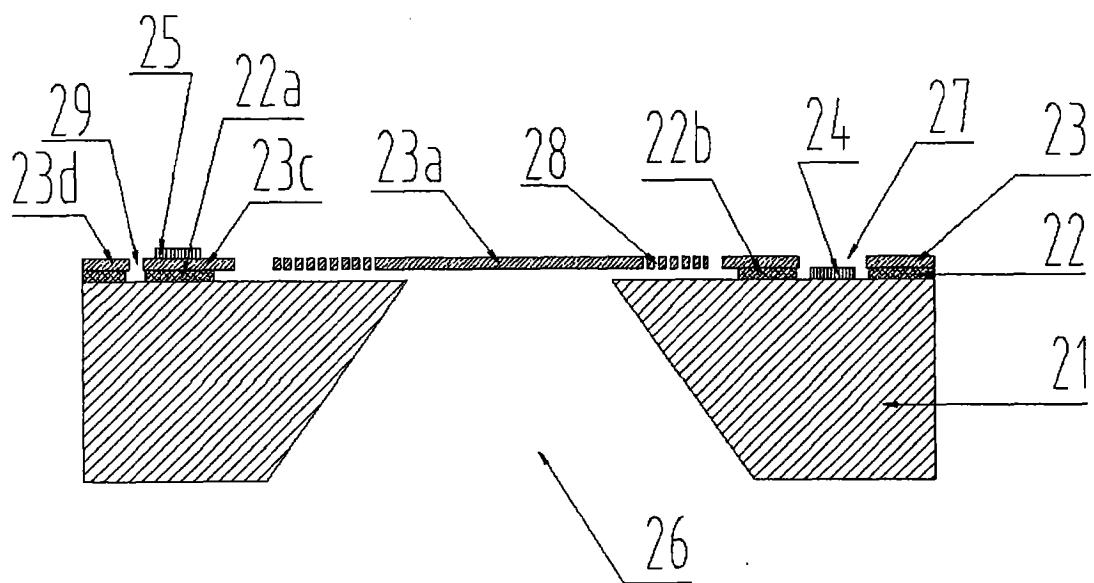


图 6

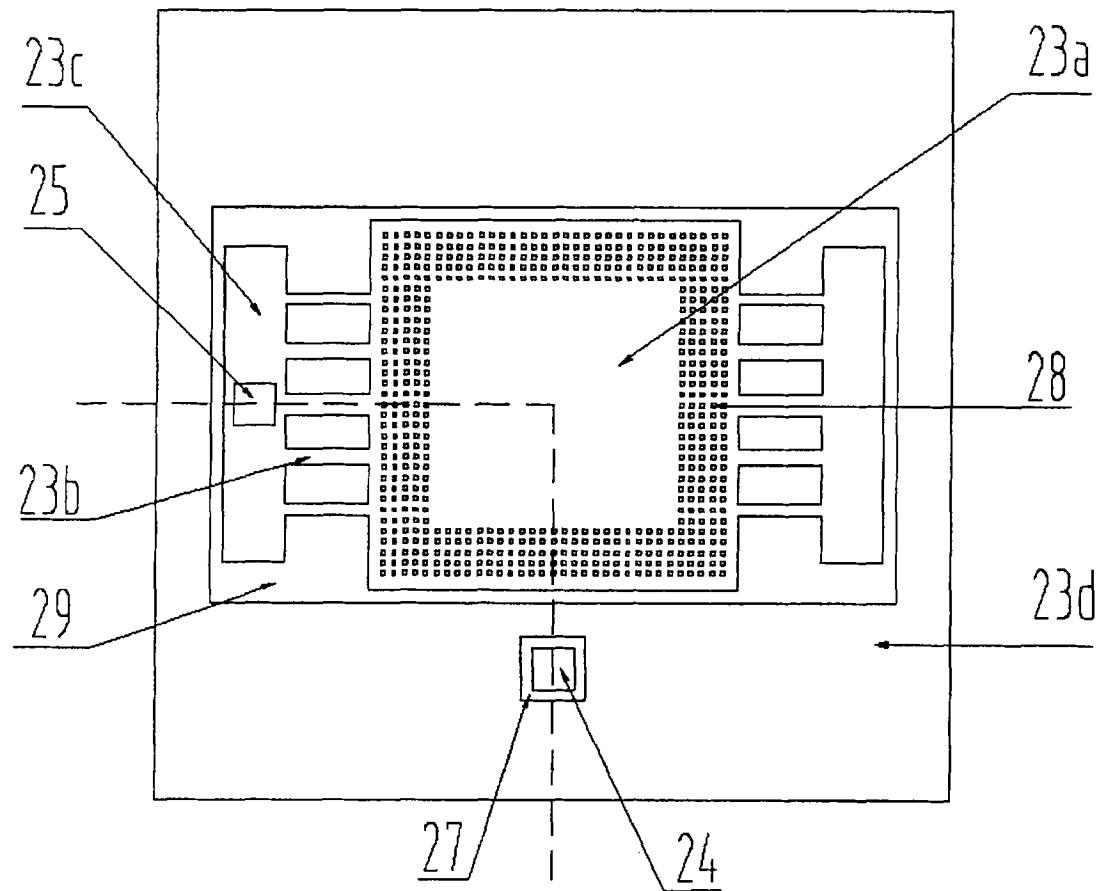


图 7

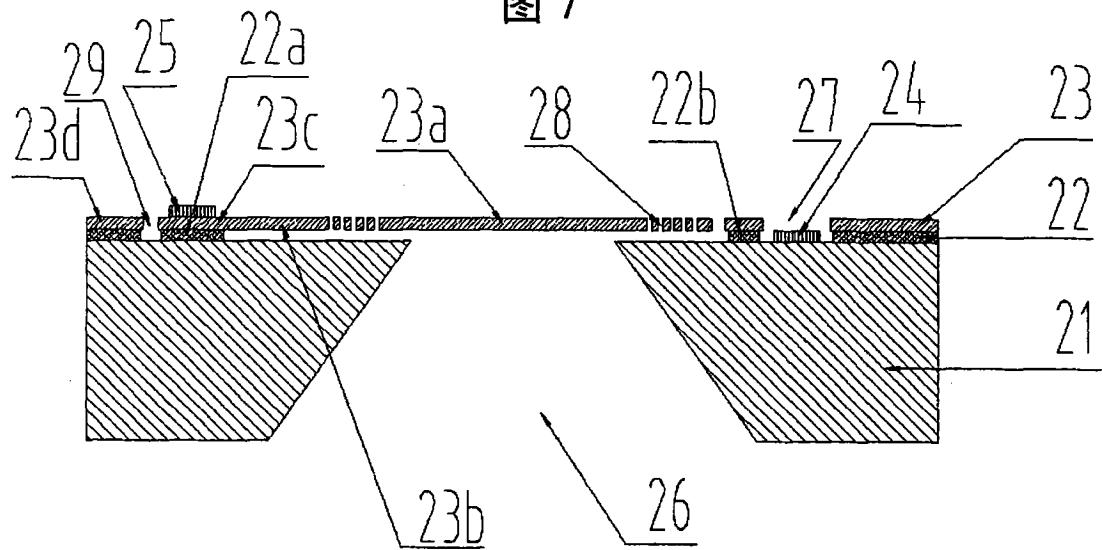


图 8