



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108180984 A

(43)申请公布日 2018.06.19

(21)申请号 201810046774.6

(22)申请日 2018.01.18

(71)申请人 北京北方高业科技有限公司  
地址 100070 北京市丰台区航丰路1号院2  
号楼16层1619室

(72)发明人 魏斌 翟光杰 李志刚 翟光强

(74)专利代理机构 北京维澳专利代理有限公司  
11252  
代理人 周放 张春雨

(51) Int. Cl.  
G01H 17/00(2006.01)

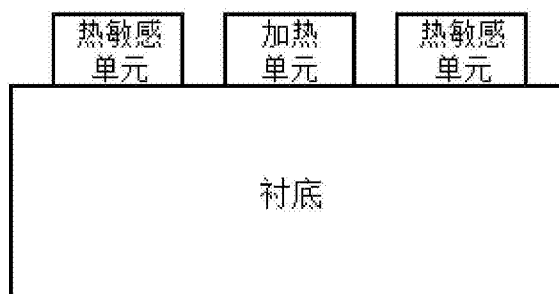
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种微热式声音传感器及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种微热式声音传感器及其制备方法,包括:隔热绝缘衬底结构、加热单元和热敏感单元,所述加热单元和所述热敏感单元相邻、且均位于所述隔热绝缘衬底结构之上;所述加热单元用于提供局部温度场;所述热敏感单元用于探测声波传播对所述局部温度场造成的温度变化,将该温度变化转换为电信号或光信号。利用本发明可以有效提升声音拾取效果。



1. 一种微热式声音传感器,其特征在于,包括:

隔热绝缘衬底结构、加热单元和热敏感单元,所述加热单元和所述热敏感单元相邻、且均位于所述隔热绝缘衬底结构之上;

所述加热单元用于提供局部温度场;

所述热敏感单元用于探测声波传播对所述局部温度场造成的温度变化,将该温度变化转换为电信号或光信号。

2. 根据权利要求1所述的微热式声音传感器,其特征在于,所述热敏感单元具体用于根据以下任意一种或多种属性的变化探测所述温度变化:

热敏材料的物理属性改变、和器件工作参数改变,其中,热敏材料的物理属性变化包括以下任意一种或多种:自发极化变化、相变、阻变,器件工作参数改变包括:工作电压改变。

3. 根据权利要求2所述的微热式声音传感器,其特征在于,

所述热敏感单元为丝状、片状、柱状或网状;

所述热敏材料包括以下任意一种或多种:热释电材料、氧化钒、半导体氧化物、硅、硅锗、硅锗氧化物、碳化硅的非晶或多晶复合材料,当所述热敏材料为非热释电材料时,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在薄膜同一面的不同位置;和/或

所述热释电材料包括以下任意一种或多种:聚偏氟乙烯、钽酸锂、钛酸铅、镧钛酸铅、锆钛酸铅、钙钛酸铅、钛酸锶钡、硫酸三甘氨酸,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在薄膜的上下表面;和/或

所述器件为PN结,所述PN结的P型区和N型区水平分布或垂直分布,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在P型区和N型区。

4. 根据权利要求1所述的微热式声音传感器,其特征在于,所述隔热绝缘衬底结构包括以下任意一种:隔热绝缘衬底、隔热衬底和绝缘结构、绝缘衬底和隔热结构或者衬底和隔热绝缘结构。

5. 根据权利要求4所述的微热式声音传感器,其特征在于,

所述隔热绝缘衬底包括以下任意一种或多种:聚酰亚胺,石英,蓝宝石,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>陶瓷;

所述绝缘结构包括位于衬底表面的介质膜;

所述隔热结构包括空腔,所述加热单元和所述热敏感单元位于所述空腔之上;

所述隔热绝缘结构包括:位于衬底表面的介质膜、以及位于所述衬底中且位于所述介质膜之下的空腔,所述加热单元和热敏感单元位于所述空腔和所述介质膜之上。

6. 根据权利要求1所述的微热式声音传感器,其特征在于,所述加热单元和所述热敏感单元位于同一平面的相邻位置和/或不同平面的相邻位置,所述不同平面的相邻位置包括:由介质层和/或空腔隔离或者相接触。

7. 根据权利要求6所述的微热式声音传感器,其特征在于,所述热敏感单元所在位置相较于所述加热单元所在位置先接触到声波。

8. 根据权利要求1所述的微热式声音传感器,其特征在于,所述加热单元和所述热敏感单元的材料不相同。

9. 根据权利要求1所述的微热式声音传感器,其特征在于,所述加热单元的加热方式包括以下任意一种或多种:电加热、辐射加热、光致加热。

10. 根据权利要求1至9任一项所述的微热式声音传感器,其特征在于,通过MEMS工艺制备微热式声音传感器阵列。

11. 一种微热式声音传感器的制备方法,其特征在于,包括:

提供衬底,所述衬底为隔热绝缘衬底结构;

在所述衬底上形成加热单元和热敏感单元。

12. 根据权利要求11所述的制备方法,其特征在于,所述衬底通过以下方法制备:

提供硅衬底;

在所述硅衬底上形成第一介质薄膜。

13. 根据权利要求12所述的制备方法,其特征在于,所述在所述衬底上形成加热单元和热敏感单元包括:

在所述第一介质薄膜上形成热阻结构和加热电极,以及

在衬底表面之上形成热敏感单元和热敏感单元电极。

14. 根据权利要求13所述的制备方法,其特征在于,在所述衬底表面形成加热电极之后,所述方法还包括:

在所述加热电极之上形成第二介质薄膜;和/或

在所述加热电极之上形成牺牲层,在所述牺牲层之上形成热敏感单元之后,去除所述热敏感单元之下的牺牲层,以形成空腔。

15. 根据权利要求11至14任一项所述的制备方法,其特征在于,

在所述衬底背面形成掩模;

在形成加热单元和热敏感单元之后,所述制备方法还包括:

进行刻蚀,去除所述掩模未保护的衬底,以形成位于所述热敏感单元之下的空腔。

## 一种微热式声音传感器及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于声音传感器技术领域,尤其涉及一种微热式声音传感器及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 声音传感器是将声波信号转换成相应电信号的换能器。目前常用的声音传感器主要包括电容式、动圈式声音传感器,以电容式为例进行说明,通过声压改变电容器的两个基板之间的距离来改变电容,以实现探测声波,然而通过机械形变来探测声波的灵敏度有限,且由于多普勒效应引起的频率响应问题,造成现有的声音传感器的拾音效果不佳。

### 发明内容

[0003] 本发明提供一种微热式声音传感器及其制备方法,以解决现有的声音传感器的拾音效果不佳的问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明的技术方案为:

[0005] 一种微热式声音传感器,包括:

[0006] 隔热绝缘衬底结构、加热单元和热敏感单元,所述加热单元和所述热敏感单元相邻、且均位于所述隔热绝缘衬底结构之上;

[0007] 所述加热单元用于提供局部温度场;

[0008] 所述热敏感单元用于探测声波传播对所述局部温度场造成的温度变化,将该温度变化转换为电信号或光信号。

[0009] 优选地,所述热敏感单元具体用于根据以下任意一种或多种属性的变化探测所述温度变化:

[0010] 热敏材料的物理属性改变、和器件工作参数改变,其中,热敏材料的物理属性变化包括以下任意一种或多种:自发极化变化、相变、阻变,器件工作参数改变包括:工作电压改变。

[0011] 优选地,所述热敏感单元为丝状、片状、柱状或网状;

[0012] 所述热敏材料包括以下任意一种或多种:热释电材料、氧化钒、半导体氧化物、硅、硅锗、硅锗氧化物、碳化硅的非晶或多晶复合材料,当所述热敏材料为非热释电材料时,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在薄膜同一面的不同位置;和/或

[0013] 所述热释电材料包括以下任意一种或多种:聚偏氟乙烯、钽酸锂、钛酸铅、镧钛酸铅、锆钛酸铅、钙钛酸铅、钛酸锶钡、硫酸三甘氨酸,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在薄膜的上下表面;和/或

[0014] 所述器件为PN结,所述PN结的P型区和N型区水平分布或垂直分布,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在P型区和N型区。

[0015] 优选地,所述隔热绝缘衬底结构包括以下任意一种:隔热绝缘衬底、隔热衬底和绝

缘结构、绝缘衬底和隔热结构或者衬底和隔热绝缘结构。

[0016] 优选地,所述隔热绝缘衬底包括以下任意一种或多种:聚酰亚胺,石英,蓝宝石,  $Al_2O_3$ 陶瓷;

[0017] 所述绝缘结构包括位于衬底表面的介质膜;

[0018] 所述隔热结构包括空腔,所述加热单元和所述热敏感单元位于所述空腔之上;

[0019] 所述隔热绝缘结构包括:位于衬底表面的介质膜、以及位于所述衬底中且位于所述介质膜之下的空腔,所述加热单元和热敏感单元位于所述空腔和所述介质膜之上。

[0020] 优选地,所述加热单元和所述热敏感单元位于同一平面的相邻位置和/或不同平面的相邻位置,所述不同平面的相邻位置包括:由介质层和/或空腔隔离或者相接触。

[0021] 优选地,所述热敏感单元所在位置相较于所述加热单元所在位置先接触到声波。

[0022] 优选地,所述加热单元和所述热敏感单元的材料不相同。

[0023] 优选地,所述加热单元的加热方式包括以下任意一种或多种:电加热、辐射加热、光致加热。

[0024] 优选地,通过MEMS工艺制备微热式声音传感器阵列。

[0025] 相应地,本发明还提供了一种微热式声音传感器的制造方法,包括:

[0026] 提供衬底,所述衬底为隔热绝缘衬底结构;

[0027] 在所述衬底上形成加热单元和热敏感单元。

[0028] 优选地,所述衬底通过以下方法制备:

[0029] 提供硅衬底;

[0030] 在所述硅衬底上形成第一介质薄膜。

[0031] 优选地,所述在所述衬底上形成加热单元和热敏感单元包括:

[0032] 在所述第一介质薄膜上形成热阻结构和加热电极,以及

[0033] 在衬底表面之上形成热敏感单元和热敏感单元电极。

[0034] 优选地,在所述衬底表面形成加热电极之后,所述方法还包括:

[0035] 在所述加热电极之上形成第二介质薄膜;和/或

[0036] 在所述加热电极之上形成牺牲层,在所述牺牲层之上形成热敏感单元之后,去除所述热敏感单元之下的牺牲层,以形成空腔。

[0037] 优选地,在所述衬底背面形成掩模;

[0038] 在形成加热单元和热敏感单元之后,所述制备方法还包括:

[0039] 进行刻蚀,去除所述掩模未保护的衬底,以形成位于所述热敏感单元之下的空腔。

[0040] 本发明提供的微热式声音传感器及其制备方法,通过测量声音传播过程中的热扰动来获得声音的基本属性,具体地采用了热敏感单元来探测热扰动的温差变化,从而直接探测出声波信息,避免了通过机械形变的方式来探测声波,且不涉及多普勒效应引起的频率响应问题,因此可以有效提升拾音效果。

[0041] 进一步地,本发明在所述热敏感单元之下的衬底内形成空腔结构,这样可以有效避免界面反射造成的信号干扰,使得声波可以透过检测区域向下继续传播,且由于热敏感单元可以通过检测热扰动的温差变化,从而直接探测出声音的标量和矢量信息,如表征声场的基本物理量有三个:标量信息声压 $p$ ,矢量信息质点振动速度 $u$ 、媒质密度变化量 $\rho'$ ,而现有的电容式或动圈式声音传感器只能检测到标量信息声压 $p$ ,为了检测矢量信息,通常通

过声压传感器阵列来进行声音拾取,但是阵列的结构体积较大且结构复杂,导致成本较高;而本发明通过简单的结构即可实现标量信息声压 $p$ ,矢量信息质点振动速度 $u$ 的检测,进而有效提升拾音效果。

### 附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本发明实施的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0043] 图1是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的一种截面结构示意图;

[0044] 图2至图4是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第一至第三种水平分布的俯视示意图;

[0045] 图5至图7是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第四至第六种垂直分布的截面结构示意图;

[0046] 图8是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第二种截面结构示意图;

[0047] 图9是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第一种制备方法的流程图;

[0048] 图10是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第二种制备方法的流程图。

### 具体实施方式

[0049] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0050] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0051] 其次,本发明结合示意图进行详细描述,在详述本发明实施例时,为便于说明,表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大,而且所述示意图只是示例,其在此不应限制本发明保护的范围。此外,在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。“之上”等相似描述包括相接触或不接触的情形。

[0052] 现有技术通常是通过声波的声压对传感器造成机械形变来探测声音,例如,电容式声音传感器:通过检测由声波造成的电容间距离改变导致的电容改变来探测声音,动圈式声音传感器实质上也是利用机械形变来探测声音,然而,通过机械形变来探测声波的灵敏度有限,且由于多普勒效应引起的频率响应问题,造成现有的声音传感器的拾音效果不佳。

[0053] 本发明提供的微热式声音传感器,通过探测声波传播对加热单元形成的局部温度场造成的温度变化,来探测声音,这就避免了现有通过机械形变来探测声波的灵敏度有限,且由于多普勒效应引起的频率响应问题,因此可以有效提升拾音效果。

[0054] 进一步地,表征声场的基本物理量有三个:标量信息声压 $p$ 、矢量信息质点振动速度 $u$ 、媒质密度变化量 $\rho'$ 。由于声波是媒质质点振动的传播,所以矢量信息质点振动速度 $u$ 是最适合描述声波的物理量。目前常用的电容式,动圈式声音传感器等主要是测量标量信息声压 $p$ ,为获得足够的声场信息,高保真的感知声音,还需要声音的矢量信息。目前多采用声

压传感器阵列来实现声音的矢量信息的获取。而传声器阵列的整体尺寸将比较大,结构也较为复杂。为了解决上述问题,本发明在衬底上对应热敏感单元的位置设置空腔,使得声波可以穿过热敏感单元进入空腔中,而不会在热敏感单元和衬底接触之处发送声波反射,造成不易探测矢量信息的缺陷,使得本发明可以利用单个微热式声音传感器同时探测标量信息声压 $p$ 和矢量信息质点振动速度 $u$ 的变化,这样可以有效提升拾音效果。

[0055] 为了更好地理解本发明的技术方案和技术效果,以下将结合流程图和具体的实施例进行详细的描述,如图1所示,是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第一种截面结构示意图。

[0056] 在本实施例中,一种微热式声音传感器,可以包括:隔热绝缘衬底结构、加热单元和热敏感单元,所述加热单元和所述热敏感单元相邻、且均位于所述隔热绝缘衬底结构之上;所述加热单元用于提供局部温度场;所述热敏感单元用于探测声波传播对所述局部温度场造成的温度变化,将该温度变化转换为电信号或光信号。

[0057] 该声音传感器可以通过微机电系统(Micro-Electro-Mechanical System, MEMS)技术来实现,并且可以实现阵列化结构,当然,也可以采用其他技术来制造该声音传感器。具体通过测量声音传播过程中的热扰动来获得声音的基本属性。采用了热敏感材料来探测热扰动的温差变化,通过设计合理的结构,从而直接探测出声音的标量、或者标量和矢量信息。由于热敏感材料的基本物理性质会随温度变化而产生极化电荷、相变变化、电阻等变化,所以其响应带宽可以很宽,灵敏度会很高、抗干扰性会很高。如热敏电阻材料,主要成分为各种半导体氧化物,其电阻率随着温度变化分别以负温度系数(NTC)和正温度系数(PTC)变化。氧化钒材料,其随着温度变化会发生晶体相变现象,由可逆半导体到金属的相跃迁,导致其电阻率产生了跃迁变化。非晶硅、SiGe、SiGeO以及SiC等非晶及多晶复合材料其电阻率随着温度变化以正温度系数变化。硅PN结其输出电压随温度以负温度系数下降。热释电材料如PVDF(聚偏氟乙烯)、LiTaO<sub>3</sub>、PbTiO<sub>3</sub>、PLT、PZT、PCT、BST、TGS等,由于自发极化会随温度变化,会在材料两表面形成表面电荷。这样可以通过检测热敏感单元的工作电压或工作电流的改变以探测声波。

[0058] 其中,隔热绝缘衬底结构可以由衬底、隔热结构和/或绝缘结构等构成,例如,所述隔热绝缘衬底结构包括以下任意一种:隔热绝缘衬底、隔热衬底和绝缘结构、绝缘衬底和隔热结构或者衬底和隔热绝缘结构。具体地,隔热绝缘衬底可以为有机物聚合物衬底、无机物衬底等,包括但不限于以下任意一种或多种:聚酰亚胺,石英,蓝宝石,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>陶瓷,如石英和蓝宝石的叠层衬底等,在此不做限定。当采用隔热衬底时,为了避免加热单元和/或热敏感单元与衬底之间发生漏电,可以在所述隔热衬底上形成绝缘结构,隔热衬底的材料可以同隔热绝缘衬底,还可以为隔热但是不绝缘衬底,例如,具有导热但不导电的填充物的有机物制成的衬底,在此不再一一列举,绝缘结构包括但不限于:介质薄膜、空腔等。绝缘衬底可以同隔热绝缘衬底,也可以是绝缘导热衬底,然后在绝缘导热衬底上形成隔热结构,如导热率低的薄膜、空腔等,在此不做限定。此外,还可以采用常用的衬底和隔热绝缘结构来实现隔热绝缘的效果,例如,采用常用的半导体衬底,然后在半导体衬底上形成介质膜和/或空腔结构等来实现隔热绝缘衬底结构。所述半导体衬底可以为Si衬底、Ge衬底、SiGe衬底等,在其他实施例中,所述半导体衬底还可以为包括其他元素半导体或化合物半导体的衬底,例如GaAs、InP或SiC等,还可以为叠层结构,例如Si/SiGe等;所述半导体衬底也可以是绝缘体

上半导体衬底,例如SOI衬底、GOI衬底、SGOI衬底等。此外,所述衬底还可以为蓝宝石衬底、石英衬底等氧化物晶体衬底以及玻璃衬底等,或者还可以是聚合物衬底,在此不再列举。需要说明的是,上述各种衬底的一个基础作用是为加热单元和热敏感单元提供机械支撑。

[0059] 优选地,上述绝缘结构包括位于衬底表面的介质膜;所述隔热结构包括空腔,所述加热单元和所述热敏感单元位于所述空腔之上;所述隔热绝缘结构包括:位于衬底表面的介质膜、以及位于所述衬底中且位于所述介质膜之下的空腔,所述加热单元和热敏感单元位于所述空腔和所述介质膜之上。其中,上述介质膜包括但不限于:SiNx、SiO<sub>2</sub>、Poly Si、a-Si、BPSG、TiO<sub>2</sub>、SiNO等。

[0060] 所述加热单元的加热方式包括以下任意一种或多种:电加热、辐射加热、光致加热、磁场加热等,现有技术中便于产生局部温度场的加热方式均适用,优选采用电加热方式。电加热时需要通过电极给加热单元供电以实现电加热,该加热单元的材料包括但不限于:Pt、多晶硅、W、Ni等材料,具体可以通过光刻、刻蚀、剥离等相关MEMS工艺制作出具体的结构,如丝状、片状、柱状等。电极可以为Au、Al、Ag、Pt、Cu等多种金属薄膜,多采用溅射或者蒸发工艺制作,然后通过半导体工艺制备出具体的形状。需要说明的是,电极材料的选取可以通过实验或根据理论选取,例如,选取比接触电阻低的材料作为电极,此外,为了降低接触电阻或电极的体电阻,还可以通过热退火等工艺来进行优化。加热单元的作用是提供局部温度场,当采用电加热方式,相应地,需要给加热单元制备电极以便于通电加热。此外,该加热单元还可以是利用激光等对加热单元进行光加热以产生局部温度场,在此不再一一列举。

[0061] 所述热敏感单元具体用于根据以下任意一种或多种属性的变化探测所述温度变化:热敏材料的物理属性改变、和器件工作参数改变;其中,热敏材料的物理属性变化包括以下任意一种或多种:自发极化变化、相变、阻变,器件工作参数改变包括:工作电压改变、开启阈值改变、工作电流改变等。当然,为了引出探测到的声音信号,需要给所述热敏感单元设置电极,例如,给一个电极提供恒电压,检测另一个电极输出的电压和/或电流的变化;对于热释电现象,可以通过电极引出产生的电荷;对于器件,可以给器件的正负极分别设置电极,然后检测工作电压的变化。此外,还可以以光信号的形式输出探测到的声音信息,例如,将输出的电信号通过电光转换器转换为光信号,在此不再详述。

[0062] 优选地,所述热敏感单元为丝状、片状、柱状或网状。所述加热单元和所述热敏感单元位于同一平面的相邻位置和/或不同平面的相邻位置,所述不同平面的相邻位置包括:由介质层和/或空腔隔离或者相接触。也就是说热敏感单元和加热单元可以有多种排布方式。所述热敏感单元可以位于所述加热单元的任意一侧或多侧,例如,上侧、下侧、左侧、右侧、左上侧、右上侧、左下侧、右下侧等,在此不做限定,如图2至图4所示,是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第一至第三种水平分布的俯视示意图;如图5至图7所示,是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第四至第六种垂直分布的截面结构示意图。优选地,热敏感单元和加热单元在空间位置上让热敏感单元优先接触到声波,这样可以获得更好的探测效果。

[0063] 所述热敏材料包括以下任意一种或多种:热释电材料、氧化钒、半导体氧化物、硅、硅锗、硅锗氧化物(SiGeO)、碳化硅的非晶或多晶复合材料,当所述热敏材料为非热释电材料时,例如氧化钒,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在薄膜



同一面的不同位置;和/或所述热释电材料包括以下任意一种或多种:聚偏氟乙烯、钽酸锂、钛酸铅、镧钛酸铅(PLT)、锆钛酸铅、钙钛酸铅(PCT)、钛酸锶钡、硫酸三甘氨酸(TGS),所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在薄膜的上下表面;和/或所述器件为PN结,所述PN结的P型区和N型区水平分布或垂直分布,所述微热式声音传感器还包括:数个热敏感单元电极,分别设置在P型区和N型区。一个声音传感器上可以设置一个或多个加热单元、一个或多个热敏感单元,每个热敏感单元探测的属性可以相同或不同,例如,一个热敏感单元根据自发极化探测所述温度变化,一个热敏感单元根据阻变探测所述温度变化,一个热敏感单元根据PN结的工作电压探测所述温度变化等,当然,每种热敏感单元的数量不限为一个,在此不再一一列举。所述PN结可以通过离子注入等方式形成水平分布的结构,还可以通过外延生长的方式形成垂直分布的结构,在此不再列举。热敏感单元的材料可以通过溅射、蒸发、氧化、化学气相沉积CVD、离子注入、溶胶凝胶等工艺实现,热敏感单元电极包括但不限于: Au、Al、Ag、Pt、Cu等,同样可以选择比接触电阻小的材料,对于相变、阻变类热敏感单元,热敏感单元电极可以位于热敏感单元的同一面,例如上表面的同一侧或下表面的同一侧;对于自发极化类热敏感单元,热敏感单元电极可以位于热敏感单元的相对的两面,例如分别位于热敏感单元的上下表面;对于PN结类热敏感单元,热敏感单元电极可以分别位于PN结的p型区和n型区。

[0064] 需要说明的是,优选所述加热单元和所述热敏感单元的材料不相同,这样可以灵活的各自独立调节控制,以实现最佳的探测效果。

[0065] 本发明提供的微热式声音传感器,通过测量声音传播过程中的热扰动来获得声音的基本属性,具体地采用了热敏感单元来探测热扰动的温差变化,从而直接探测出声波信息,避免了通过机械形变的方式来探测声波,且不涉及多普勒效应引起的频率响应问题,因此可以有效提升拾音效果。

[0066] 进一步地,为了通过简单的结构以实现标量信息声压 $p$ 和矢量信息质点振动速度 $u$ 的检测,进而有效提升拾音效果,如图8所示,是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第二种截面结构示意图。本发明在所述热敏感单元之下的衬底内形成空腔结构,这样可以有效避免界面反射造成的信号干扰,使得声波可以透过检测区域向下继续传播,且由于热敏感单元可以通过检测热扰动的温差变化,从而直接探测出声音的标量和矢量信息,如标量信息声压 $p$ ,矢量信息质点振动速度 $u$ ,从而实现现有的声音传感器矩阵才能采集到的声音矢量信息。

[0067] 相应地,本发明还提供了微热式声音传感器的制备方法,如图9所示,是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第一种制备方法的流程图。

[0068] 在本实施例中,该制备方法包括以下步骤:

[0069] 步骤S01,提供衬底,所述衬底为隔热绝缘衬底结构。

[0070] 其中,选择硅片作为衬底,在硅片上表面进行LPCVD法沉积 $\text{SiN}_x$ 介质薄膜,作为整体的支撑结构。

[0071] 步骤S02,在所述衬底上形成加热单元和热敏感单元。

[0072] 在本实施例中,在所述衬底上形成加热单元和热敏感单元包括:在所述第一介质薄膜上形成热阻结构和加热电极,以及在衬底表面之上形成热敏感单元和热敏感单元电极。具体地,可以在 $\text{SiN}_x$ 介质薄膜上面进行Pt金属薄膜的蒸发,并通过光刻、刻蚀和/或剥离

等工艺形成加热结构。 $\text{SiN}_x$ 薄膜上面进行热释电材料下电极Al的溅射,然后进行热释电材料PVDF(聚偏氟乙烯)的旋涂并极化,随后进行上电极Al的溅射。至此,热敏感单元的制作已经完成。通过光刻、刻蚀工艺制作出图形化的热释电薄膜形成热敏感单元。

[0073] 进一步地,在所述衬底表面形成加热电极之后,所述方法还包括:在所述加热电极之上形成第二介质薄膜;和/或在所述加热电极之上形成牺牲层,在所述牺牲层之上形成热敏感单元之后,去除所述热敏感单元之下的牺牲层,以形成空腔。

[0074] 在另一个实施例中,如图10所示,是根据本发明实施例提供的微热式声音传感器的第二种制备方法的流程图,为了形成能探测声音信号的矢量信息时,所述方法还可以进一步包括:

[0075] 步骤S03,在所述衬底背面形成掩模;

[0076] 在形成加热单元和热敏感单元之后,所述制备方法还包括:

[0077] 步骤S04,进行刻蚀,去除所述掩模未保护的衬底,以形成位于所述热敏感单元之下的空腔。

[0078] 具体地,将硅片背面的 $\text{SiN}_x$ 介质薄膜通过光刻、刻蚀工艺形成窗口,并以图形化的 $\text{SiN}_x$ 介质薄膜为掩膜,把硅衬底腐蚀或者刻蚀掉。这样就可以形成空腔结构,以探测声音信号的矢量信息。

[0079] 在另一个实施例中,可以选择硅片作为衬底,通过PECVD法在硅片上沉积 $\text{SiO}_2$ 薄膜,作为整体的支撑结构。通过PECVD法在 $\text{SiO}_2$ 薄膜的上表面形成多晶硅薄膜,并采用光刻、刻蚀工艺制备出加热结构。在加热结构上溅射氧化钒热敏感薄膜,并通过光刻、刻蚀工艺形成热敏感单元。然后在热敏感单元的上表面进行Au电极的制作。采用PECVD工艺在硅片的背面制作一层 $\text{SiN}_x$ 薄膜,并刻蚀出图形。以该图形为掩模对硅衬底进行腐蚀或者刻蚀,形成悬空或者镂空结构。至此,微热式声音传感器制作完成。

[0080] 在又一个实施例中,选择硅片作为衬底,通过PECVD工艺在硅片上进行 $\text{SiO}_2$ 介质薄膜的制作,作为整体的支撑结构。可以通过PECVD法在 $\text{SiO}_2$ 薄膜的上表面形成多晶硅薄膜,并光刻刻蚀出加热结构。在多晶硅薄膜中进行P型和N型离子注入,形成PN结来探测温度变化,并在相应位置溅射Al电极,将信号引出。通过PECVD工艺在硅片的背面生长一层 $\text{SiN}_x$ 薄膜,并刻蚀出图形。以该图形为掩模进行硅衬底的腐蚀或者刻蚀,形成悬空或者镂空结构。至此,微热式声音传感器制作完成。

[0081] 在其他实施例中,选择石英片作为衬底,在石英片两面分别通过LPCVD法沉积 $\text{SiN}_x$ 介质薄膜,作为整体的支撑结构。随后在上表面的 $\text{SiN}_x$ 介质薄膜上进行Ni金属薄膜的蒸发,并通过光刻、剥离工艺形成加热单元,然后还可以进一步通过电镀工艺形成较厚的加热单元以承受更高的电流或电压,这样可以提供更高的热功率。在加热单元的上表面进行PI(聚酰亚胺)旋涂并光刻形成支撑柱图形。随后进行非晶硅的沉积,并光刻刻蚀出非晶硅图形。以图形化的非晶硅为掩模,用氧等离子将PI进行牺牲层处理,形成悬空桥状非晶硅敏感结构。而加热单元: Ni结构在非晶硅的下面,且与非晶硅悬空隔开。至此,微热式声音传感器制作完成。

[0082] 在本发明提供的微热式声音传感器的制备方法,可以简单高效的制备出微热式声音传感器,便于产业推广。

[0083] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制。

[0084] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

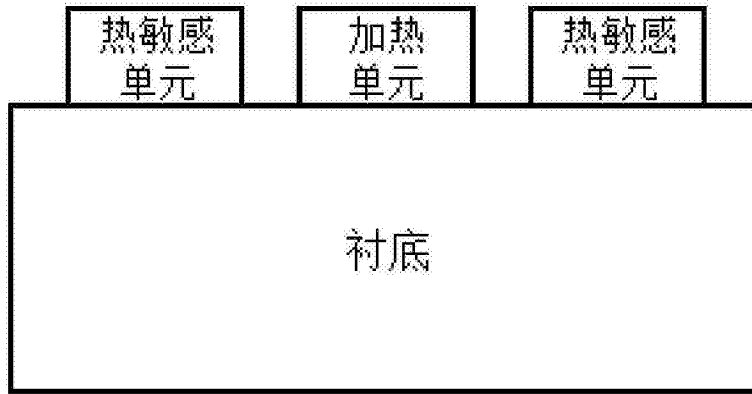


图1

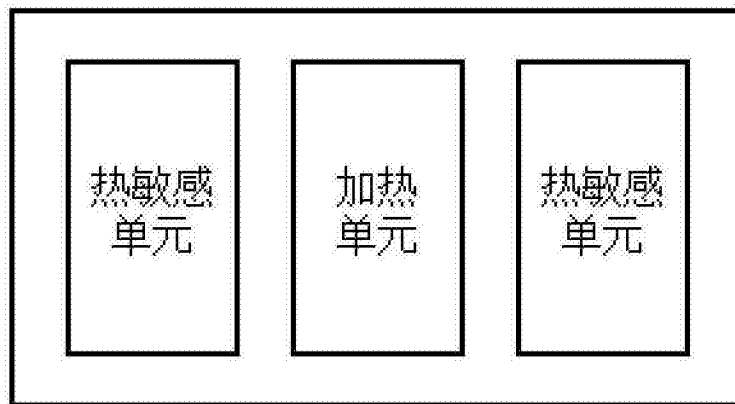


图2

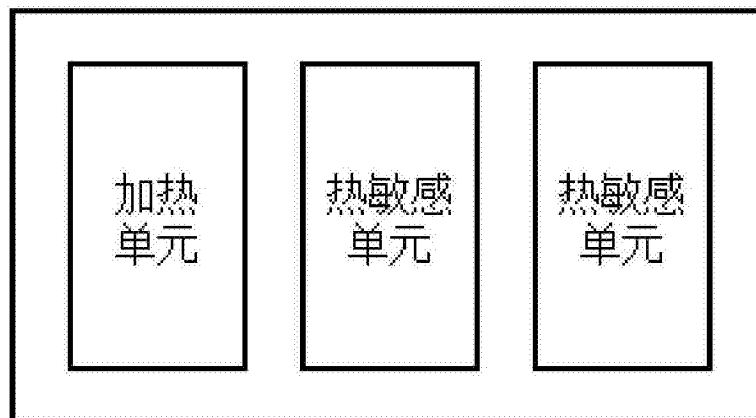


图3

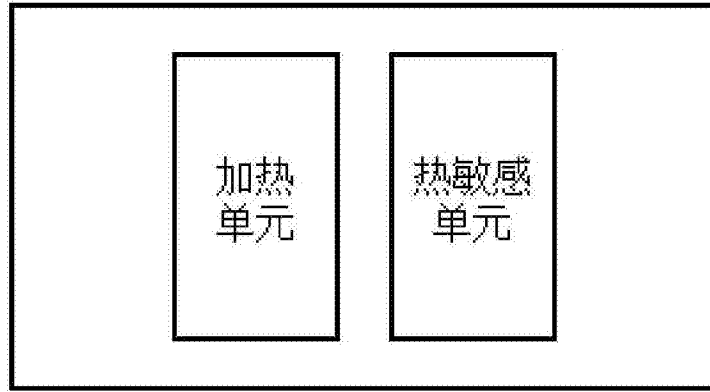


图4



图5



图6

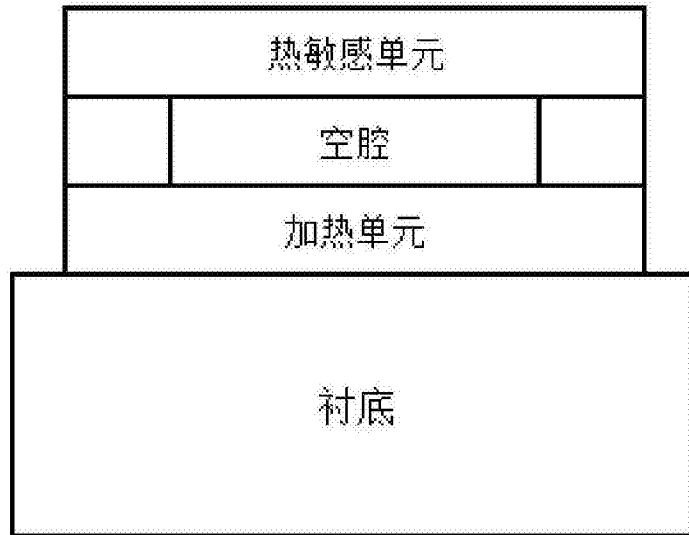


图7

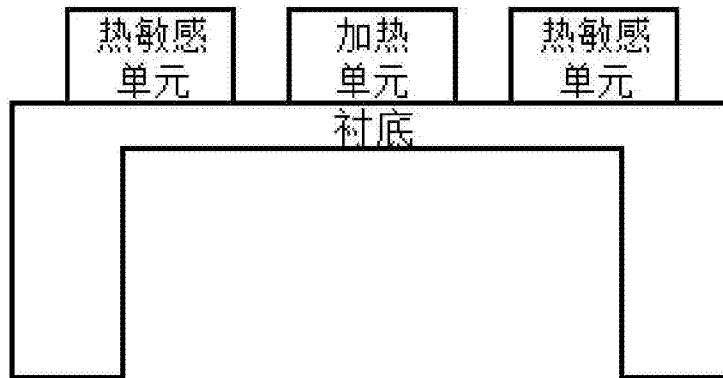


图8

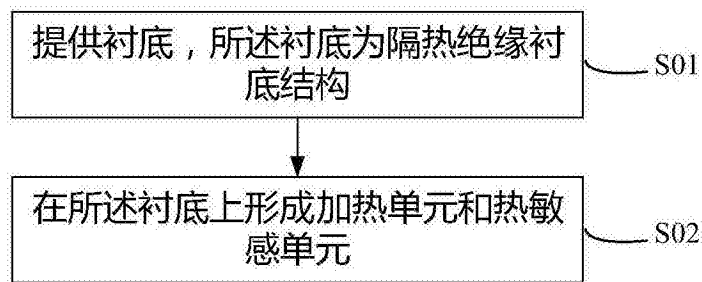


图9

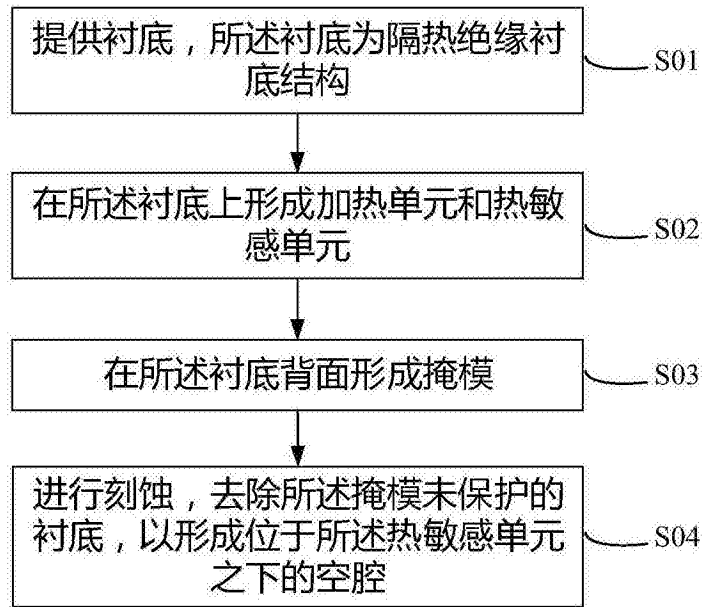


图10