



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109068477 B

(45)授权公告日 2019.11.08

(21)申请号 201811073426.4

G01D 5/14(2006.01)

(22)申请日 2018.09.14

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109068477 A

CN 107345825 A,2017.11.14,

CN 105784189 A,2016.07.20,

CN 101092033 A,2007.12.26,

CN 106895924 A,2017.06.27,

JP 2007314925 A,2007.12.06,

(43)申请公布日 2018.12.21

(73)专利权人 上海无线电设备研究所

地址 200090 上海市杨浦区黎平路203号

审查员 杨娇

(72)发明人 俞玉澄 巫婕好 沈艳 顾峰

肖玲华

(74)专利代理机构 上海元好知识产权代理有限公司

公司 31323

代理人 张妍

(51)Int.Cl.

H05K 1/02(2006.01)

H05K 3/46(2006.01)

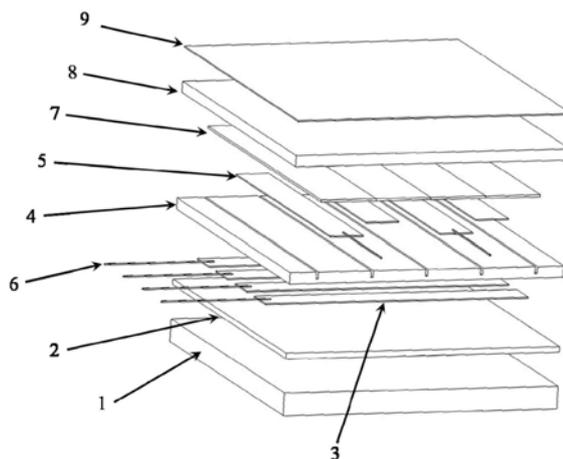
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元及制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元及制备方法,利用柔性铁电薄膜具有的压电效应与热释电效应实现压力传感功能与温度传感功能的集成,敏感元包含柔性衬底、功能薄膜组合体和热管理薄膜组合体。该方法中,在柔性衬底上依次沉积绝热层、下电极,连接导线,沉积柔性铁电薄膜并刻蚀隔热槽,在柔性铁电薄膜上沉积上电极,连接导线,然后依次沉积热控层、导热层、红外反射层,最后通过导线对敏感元进行极化与测试。本发明的敏感元实现了单一敏感元上压力传感功能和温度传感功能的集成,集成度高,使用结构简单;适合大面积制备,适用于平面、曲面、异形面等结构上,适应性强;抗冲击、振动能力强,仿生度高,可靠性高等优点。



1. 一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,包含:
 - 支撑传感器敏感元的柔性衬底(1),与安装面连接;
 - 提高传感器敏感元敏感度的热管理薄膜组合体,设置在所述柔性衬底(1)上;
 - 功能薄膜组合体,设置在所述热管理薄膜组合体中的两层级之间,将传感器敏感元感知的压力变化信号与温度变化信号转换为电流信号,独立采集传感器敏感元不同区域压力、温度变化信号,并感知压力与温度变化的位置;
 - 所述热管理薄膜组合体包含:
 - 绝热层(2),设置在所述柔性衬底(1)上,降低所述柔性衬底(1)的热容对敏感元性能的影响;
 - 用于调控热流传导的热控层(7),设置在所述绝热层(2)的上方;
 - 导热层(8),设置在所述热控层(7)上,将敏感元上表面感应到的热流传递到热控层(7)上;
 - 红外反射层(9),设置在所述导热层(8)上,降低环境红外热辐射对敏感元的影响。
2. 如权利要求1所述的一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,所述功能薄膜组合体设置在所述绝热层(2)和所述热控层(7)之间,所述功能薄膜组合体包含:
 - 具有压电效应和热释电效应的柔性铁电薄膜(4);
 - 上电极(5),设置在所述柔性铁电薄膜(4)的上表面;
 - 位于所述绝热层(2)上的下电极(3),设置在所述柔性铁电薄膜(4)的下表面;
 - 导线(6),连接在所述上电极(5)和所述下电极(3)上。
3. 如权利要求2所述的一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,所述绝热层(2)采用低热导率的有机聚合物材料或者绝热泡沫或者绝热气凝胶;
 - 和/或,所述导热层(8)采用导热硅胶或者导热胶带或者石墨烯;
 - 和/或,所述红外反射层(9)采用金属反射膜或者电介质反射膜;
 - 和或,所述下电极(3)、所述上电极(5)和所述导线(6)分别可选用铂(Pt)、金(Au)、钛(Ti)、铜(Cu)和铝(Al)中的任意一种金属材料,每个电极厚度设置为10nm~500nm,所述导线(6)直径设置为0.1mm~1mm。
4. 如权利要求2或3所述的一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,
 - 所述柔性铁电薄膜(4)包含相互交替的压力传感区域(21)和温度传感区域(22),所述上电极(5)和所述下电极(3)呈正交分布,相邻两条上电极(5)和单条下电极(3)的重叠部分为压力温度传感单元,该压力温度传感单元包含压力传感单元(19)和温度传感单元(20);
 - 所述上电极(5)上连接有与所述压力传感区域(21)相适配的第一导线(11)、第二导线(12)以及与所述温度传感区域(22)相适配的第三导线(13)和第四导线(14);
 - 所述下电极(3)上连接有为所述压力传感区域(21)和所述温度传感区域(22)共用的第五导线(15)、第六导线(16)、第七导线(17)和第八导线(18);
 - 其中,所述第二导线(12)连接的上电极和所述第八导线(18)连接的下电极两者的重叠区域设置为所述压力传感单元(19),所述第四导线(14)连接的上电极和所述第八导线(18)连接的下电极两者的重叠区域设置为温度传感单元(20);

多个所述压力温度传感单元形成压力温度集成传感阵列；

当所述压力温度集成传感阵列的压力传感单元 (19) 感应到外部压力时,在压力传感单元 (19) 对应的第二导线 (12) 和第八导线 (18) 中读取电流,通过第一导线 (11)、第二导线 (12)、第三导线 (13) 和第四导线 (14) 以及第五导线 (15)、第六导线 (16)、第七导线 (17) 和第八导线 (18) 的匹配组合,实现对不同压力传感单元电流信号的测试,确定压力位置;

或者,当所述压力温度集成传感阵列的温度传感单元 (20) 感应到温度时,在所述温度传感单元 (20) 对应的所述第四导线 (14) 和所述第八导线 (18) 中读取电流,通过第一导线 (11)、第二导线 (12)、第三导线 (13) 和第四导线 (14) 以及第五导线 (15)、第六导线 (16)、第七导线 (17) 和第八导线 (18) 的匹配组合,实现对不同温度传感单元电流信号的测试,确定受热位置。

5. 如权利要求4所述的一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,所述热控层 (7) 包含:

绝热区域 (23),覆盖在所述压力传感区域 (21) 上;

导热区域 (24),覆盖在所述温度传感区域 (22) 上。

6. 如权利要求2所述的一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,所述柔性铁电薄膜 (4) 还设置有用以降低相邻区域的热流串扰的隔热槽 (10)。

7. 如权利要求6所述的一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,其特征在于,所述柔性铁电薄膜 (4) 厚度设置为 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$;

所述柔性铁电薄膜 (4) 由 β 相聚偏氟乙烯薄膜和/或聚偏氟乙烯-三氟乙烯薄膜通过施加电场进行极化获得;

或者,所述柔性铁电薄膜 (4) 是在 β 相聚偏氟乙烯薄膜和/或聚偏氟乙烯-三氟乙烯薄膜中添加包含锆钛酸铅 (PZT)、铌镁酸铅 (PMN-PT)、铌酸钠钾 (KNN)、钽酸锂 (LiTaO_3) 中一种或者多种在内的铁电陶瓷粉末形成陶瓷-有机复合材料,添加的陶瓷粉末粒度设置为 $0.1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ 。

8. 一种制备如权利要求1-7任意一项所述的柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元的方法,其特征在于,该制备方法包含以下步骤:

S1、在柔性衬底 (1) 上沉积绝热层 (2);

S2、在绝热层 (2) 上沉积下电极 (3) 并连接导线;

S3、在绝热层 (2) 和下电极 (3) 上沉积柔性铁电薄膜 (4);

S4、在柔性铁电薄膜 (4) 上刻蚀隔热槽 (10);

S5、在柔性铁电薄膜 (4) 上沉积上电极 (5) 并连接导线;

S6、在柔性铁电薄膜 (4) 和上电极 (5) 上沉积热控层 (7);

S7、在热控层 (7) 上沉积导热层 (8);

S8、在导热层 (8) 上沉积红外反射层 (9);

S9、对柔性铁电薄膜 (4) 进行极化;

S10、对敏感元进行测试与标定。

9. 如权利要求8所述的柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元的制备方法,其特征在于,

所述步骤S1中,在柔性衬底 (1) 上通过采用旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或

者多种沉积低热导率有机聚合物以制备绝热层(2),或者,通过采用物理发泡法、化学发泡法、占位填料法中的一种或者多种制备绝热泡沫以制备绝热层(2);

和/或,所述步骤S2中,在绝热层(2)上通过磁控溅射法、蒸发镀膜法、丝网印刷法中的一种或者多种沉积图形化的下电极(3),通过键合法、纳米银浆法中的一种或者多种连接第五导线(15)、第六导线(16)、第七导线(17)和第八导线(18);其中,第五导线(15)、第六导线(16)、第七导线(17)和第八导线(18)为所述柔性铁电薄膜(4)的压力传感区域(21)和温度传感区域(22)共用;

和/或,所述步骤S3中,在绝热层(2)和下电极(3)上通过旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种沉积柔性铁电薄膜(4);

和/或,所述步骤S4中,在柔性铁电薄膜(4)上通过激光刻蚀法、离子刻蚀法中的一种或者多种划刻隔热槽(10);

和/或,所述步骤S5中,在柔性铁电薄膜(4)通过磁控溅射法、蒸发镀膜法、丝网印刷法中的一种或者多种沉积图形化的上电极(5),通过键合法、纳米银浆法中的一种或者多种连接第一导线(11)、第二导线(12)、第三导线(13)和第四导线(14);其中,第一导线(11)、第二导线(12)与所述压力传感区域(21)相适配,以及第三导线(13)和第四导线(14)与所述温度传感区域(22)相适配;

和/或,所述步骤S6中,在柔性铁电薄膜(4)和上电极(5)上依次沉积绝热区域(23)和导热区域(24),通过旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种制备热控层(7);

和/或,所述步骤S7中,在柔性铁电薄膜(4)、上电极(5)和热控层(7)上通过采用旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种制备导热层(8),或者通过贴导热胶带法制备导热层(8);

和/或,所述步骤S8中,在导热层(8)上通过磁控溅射法沉积红外反射层(9);

和/或,所述步骤S9中,通过导线对柔性铁电薄膜(4)施加电场进行极化,压力传感区域(21)和温度传感区域(22)的极化电场强度相同,应大于柔性铁电薄膜(4)的矫顽场且小于柔性铁电薄膜(4)的击穿电场;

和/或,所述步骤S10中,通过导线对敏感元各压电传感单元(19)和温度传感单元(20)的压电系数和热释电系数进行测试和标定。

一种柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及薄膜阵列传感器领域,特别涉及一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元及制备方法。

背景技术

[0002] 随着机器人技术飞速发展,工业机器人、服务机器人、娱乐机器人和陪护机器人等多种不同机器人频繁出现在工业生产和居民生活中。传统机器人皮肤仅考虑外观仿真度而不考虑触感功能,在现有技术中,介绍有一种魔芋葡甘聚糖机器人仿生皮肤及制备方法,该皮肤以天然魔芋葡甘聚糖为基料,仿度高,生物利用度好,但不具备压力感知与温度感知功能。

[0003] 但是,随着近年来人形机器人的大量出现和使用,无论是在工业生产中还是居民生活中都对机器人的拟人度提出了更高需求,例如,在工业生产中人们希望机器人能感知抓夹压力甚至被抓夹产品的温度,在居民生活中人们希望机器人能对触碰压力、触碰温度甚至触碰位置给予反馈。因此,就需要机器人拥有和人类相似的触觉系统,包括触感系统和温感系统。而目前,大部分机器人触觉系统仅包含触感系统,例如现有技术中介绍有一种耐压高灵敏度智能机器人皮肤,实现外界压力的灵敏感知,有效解决了量程和灵敏度的矛盾。另,现有技术中还介绍有一种电子仿生皮肤系统,该系统基于电感式压力传感器能够将外界压力转换成脉冲电信号的频率变化;同时,现有技术中还介绍介绍有一种机器人皮肤触感系统及实现方法,该系统能够将施加在机器人皮肤上的压力转化为一定频率的光信号。上述现有技术中的方案均实现了机器人皮肤的压力感知功能,但未能实现机器人的温度感知功能。

[0004] 压力传感器和温度传感器分别作为触感系统和温感系统核心零部件,其结构基本相似,均包括敏感元、读出电路和处理电路三大主要部分,传统的压力传感器敏感元主要为金属应变片、压敏陶瓷、压电陶瓷和半导体元件等,传统的温度传感器敏感元主要为热敏电阻、热敏电容、热电偶和半导体元件等。例如,现有技术中,采用金属图形化的工艺在柔性PI上制作了湿度、温度和压力三种传感器敏感元,但未能实现三种敏感元的集成;以及,现有技术中还利用最新的纳米功能材料制备了柔性压力、温度等不同的传感器敏感元,同样未实现压力传感与温度传感功能的集成。

[0005] 目前,限制传统压力传感器敏感元和温度传感器敏感元实现在机器人触感系统上应用的原因主要有以下几点:(1)压力传感器敏感元和温度传感器敏感元原理、结构复杂,差异性大,难以实现集成;(2)传统敏感元材料一般为脆性材料、刚性材料,柔性化程度低,直接触碰易损坏,无法满足异形面的安装要求和反复触碰的使用要求;(3)传统敏感元材料难以实现大面积制备,无法满足大面积使用需求;(4)传统温度敏感元,考虑到自身的热容量和升温过程,存在响应时间较长的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元及制备方法,利用柔性铁电薄膜具有的压电效应与热释电效应将压力变化信号和温度变化信号转换为电流信号,将压力传感功能和温度传感功能集成的同时满足平面、曲面、异形面的等不同环境下的使用需求,提高传感器敏感元集成度和适应性。

[0007] 为了达到上述目的,本发明通公开了一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元,包含:

[0008] 支撑传感器敏感元的柔性衬底,与安装面连接;

[0009] 提高传感器敏感元敏感度的热管理薄膜组合体,设置在所述柔性衬底上;

[0010] 功能薄膜组合体,设置在所述热管理薄膜组合体中的两层级之间,将传感器敏感元感知的压力变化信号与温度变化信号转换为电流信号,独立采集传感器敏感元不同区域压力、温度变化信号,并感知压力与温度变化的位置。

[0011] 优选地,所述热管理薄膜组合体包含:

[0012] 绝热层,设置在所述柔性衬底上,降低所述柔性衬底的热容对敏感元性能的影响;

[0013] 用于调控热流传导的热控层,设置在所述绝热层的上方;

[0014] 导热层,设置在所述热控层上,将敏感元上表面感应到的热流传递到热控层上;

[0015] 红外反射层,设置在所述导热层上,降低环境红外热辐射对敏感元的影响。

[0016] 优选地,所述功能薄膜组合体设置在所述绝热层和所述热控层之间,所述功能薄膜组合体包含:

[0017] 具有压电效应和热释电效应的柔性铁电薄膜;

[0018] 上电极,设置在所述柔性铁电薄膜的上表面;

[0019] 位于所述绝热层上的下电极,设置在所述柔性铁电薄膜的下表面;

[0020] 导线,连接在所述上电极和所述下电极上。

[0021] 优选地,所述绝热层采用低热导率的有机聚合物材料或者绝热泡沫或者绝热气凝胶;

[0022] 和/或,所述导热层采用导热硅胶或者导热胶带或者石墨烯;

[0023] 和/或,所述红外反射层采用金属反射膜或者电介质反射膜;

[0024] 和或,所述下电极、所述上电极和所述导线分别可选用铂、金、钛、铜和铝中的任意一种金属材料,每个电极厚度设置为10nm~500nm,所述导线直径设置为0.1mm~1mm。

[0025] 优选地,所述柔性铁电薄膜包含相互交替的压力传感区域和温度传感区域,所述上电极和所述下电极呈正交分布,相邻两条上电极和单条下电极的重叠部分为压力温度传感单元,该压力温度传感单元包含压力传感单元和温度传感单元;

[0026] 所述上电极上连接有与所述压力传感区域相适配的第一导线、第二导线以及与所述温度传感区域相适配的第三导线和第四导线;

[0027] 所述下电极上连接有为所述压力传感区域和所述温度传感区域共用的第五导线、第六导线、第七导线和第八导线;

[0028] 其中,所述第二导线连接的上电极和所述第八导线连接的下电极两者的重叠区域设置为所述压力传感单元,所述第四导线连接的上电极和所述第八导线连接的下电极两者的重叠区域设置为温度传感单元;

- [0029] 多个所述压力温度传感单元形成压力温度集成传感阵列；
- [0030] 当所述压力温度集成传感阵列的压力传感单元感应到外部压力时，在压力传感单元对应的第二导线和第八导线中读取电流，通过第一导线、第二导线、第三导线和第四导线以及第五导线、第六导线、第七导线和第八导线的匹配组合，实现对不同压力传感单元电流信号的测试，确定压力位置；
- [0031] 或者，当所述压力温度集成传感阵列的温度传感单元感应到温度时，在所述温度传感单元对应的所述第四导线和所述第八导线中读取电流，通过第一导线、第二导线、第三导线和第四导线以及第五导线、第六导线、第七导线和第八导线的匹配组合，实现对不同温度传感单元电流信号的测试，确定受热位置。
- [0032] 优选地，所述热控层包含：绝热区域，覆盖在所述压力传感区域上；导热区域，覆盖在所述温度传感区域上。
- [0033] 优选地，所述柔性铁电薄膜还设置有用于降低相邻区域的热流串扰的隔热槽。
- [0034] 优选地，所述柔性铁电薄膜厚度设置为 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ；所述柔性铁电薄膜由 β 相聚偏氟乙烯薄膜和/或聚偏氟乙烯-三氟乙烯薄膜通过施加电场进行极化获得；
- [0035] 或者，所述柔性铁电薄膜是在 β 相聚偏氟乙烯薄膜和/或聚偏氟乙烯-三氟乙烯薄膜中添加包含锆钛酸铅、铌镁酸铅、铌酸钠钾、钽酸锂中一种或者多种在内的铁电陶瓷粉末形成陶瓷/有机复合材料，添加的陶瓷粉末粒度设置为 $0.1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ ；
- [0036] 一种制备如权利要求所述的柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元的方法，该制备方法包含以下步骤：
- [0037] S1、在柔性衬底上沉积绝热层；
- [0038] S2、在绝热层上沉积下电极并连接导线；
- [0039] S3、在绝热层和下电极上沉积柔性铁电薄膜；
- [0040] S4、在柔性铁电薄膜上刻蚀隔热槽；
- [0041] S5、在柔性铁电薄膜上沉积上电极并连接导线；
- [0042] S6、在柔性铁电薄膜和上电极上沉积热控层；
- [0043] S7、在热控层上沉积导热层；
- [0044] S8、在导热层上沉积红外反射层；
- [0045] S9、对柔性铁电薄膜进行极化；
- [0046] S10、对敏感元进行测试与标定。
- [0047] 优选地，所述步骤S1中，在柔性衬底上通过采用旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种沉积低热导率有机聚合物以制备绝热层，或者，通过采用物理发泡法、化学发泡法、占位填料法中的一种或者多种制备绝热泡沫以制备绝热层；
- [0048] 和/或，所述步骤S2中，在绝热层上通过磁控溅射法、蒸发镀膜法、丝网印刷法中的一种或者多种沉积图形化的下电极，通过键合法、纳米银浆法中的一种或者多种连接第五导线、第六导线、第七导线和第八导线；其中，第五导线、第六导线、第七导线和第八导线为所述柔性铁电薄膜的压力传感区域和温度传感区域共用；
- [0049] 和/或，所述步骤S3中，在绝热层和下电极上通过旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种沉积柔性铁电薄膜；
- [0050] 和/或，所述步骤S4中，在柔性铁电薄膜上通过激光刻蚀法、离子刻蚀法中的一种

或者多种划刻隔热槽；

[0051] 和/或,所述步骤S5中,在柔性铁电薄膜通过磁控溅射法、蒸发镀膜法、丝网印刷法中的一种或者多种沉积图形化的上电极,通过键合法、纳米银浆法中的一种或者多种连接第一导线、第二导线、第三导线和第四导线;其中,第一导线、第二导线与所述压力传感区域相适配,以及第三导线和第四导线与所述温度传感区域相适配;

[0052] 和/或,所述步骤S6中,在柔性铁电薄膜和上电极上依次沉积绝热区域和导热区域,通过旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种制备热控层;

[0053] 和/或,所述步骤S7中,在柔性铁电薄膜、上电极和热控层上通过采用旋涂法、热压法、流延法、印刷法中的一种或者多种制备导热层,或者通过贴导热胶带法制备导热层;

[0054] 和/或,所述步骤S8中,在导热层上通过磁控溅射法沉积红外反射层;

[0055] 和/或,所述步骤S9中,通过导线对柔性铁电薄膜施加电场进行极化,压力传感区域和温度传感区域的极化电场强度相同,应大于柔性铁电薄膜的矫顽场且小于柔性铁电薄膜的击穿电场;

[0056] 和/或,所述步骤S10中,通过导线对敏感元各压电传感单元和温度传感单元的压电系数和热释电系数进行测试和标定。

[0057] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:(1)本发明实现了单一敏感元上压力传感功能和温度传感功能的集成,集成度高,使用结构简单;(2)本发明的柔性敏感元除适用一般平面结构外,还可应用在曲面、异形面等特殊结构上,适应性更高;(3)本发明的柔性敏感元抗机械冲击、振动等环境因素的能力强,使用过程中可靠性高;(4)本发明对温度变化和压力变化较为敏感,且适合大面积制备,仿生度高。

附图说明

[0058] 图1为本发明中柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元示意图;

[0059] 图2为本发明中功能薄膜组合工作原理示意图;

[0060] 图3为本发明中热控层工作原理示意图;

[0061] 图4为本发明中柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元制备流程示意图;

具体实施方式

[0062] 本发明提供了一种柔性温度压力集成薄膜阵列传感器敏感元及制备方法,为了使本发明更加明显易懂,以下结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0063] 如图1所示,本发明的一种柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元,包含柔性衬底1、热管理薄膜组合体和功能薄膜组合体。热管理薄膜组合体设置在柔性衬底1上。

[0064] 柔性衬底1用于连接传感器敏感元与安装面,起着支撑、保护和改善传感器敏感元的作用。其中,柔性衬底1可以选用聚乙烯(PE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚酰亚胺(PI)等柔性聚合物材料,厚度为0.1mm~1mm,可以实现与平面、曲面的贴合安装。

[0065] 功能薄膜组合体用于将传感器敏感元感知到压力变化信号与温度变化信号转换为电流信号,并能实现敏感元不同区域压力、温度变化信号的独立采集,从而感知压力与温度变化的具体位置。

[0066] 热管理薄膜组合体用于降低衬底热容、热流串扰、红外辐射等因素对传感器敏感

元的影响,提高传感器敏感元敏感度。

[0067] 热管理薄膜组合体包含绝热层2、热控层7、导热层8和红外反射层9。热控层7设置在绝热层2的上方,功能薄膜组合体设置在绝热层2和热控层7之间。导热层8设置在热控层7上,红外反射层9设置在导热层8上。绝热层2设置在柔性衬底1和功能薄膜组合体之间。

[0068] 功能薄膜组合体包含下电极3、柔性铁电薄膜4、上电极5和导线6。其中,绝热层2设置在柔性衬底1上,下电极3设置在绝热层2上,上电极5设置在热控层7下方。柔性铁电薄膜4设置在上电极5和下电极3之间。导线6连接在上电极5、下电极3上。

[0069] 柔性铁电薄膜4应具备压电效应和热释电效应,可以由 β 相聚偏氟乙烯(PVDF)和聚偏氟乙烯-三氟乙烯(PVDF-TrFE)等聚合物材料薄膜通过施加电场进行极化获得,也可以在上述聚合物材料薄膜中添加锆钛酸铅(PZT)、铌镁酸铅(PMN-PT)、铌酸钠钾(KNN)和钽酸锂(LiTaO₃)等铁电陶瓷粉末构成陶瓷/有机复合材料来提高敏感元性能。

[0070] 柔性铁电薄膜4厚度为10 μ m~200 μ m,添加的陶瓷粉末粒度为0.1 μ m~2 μ m,可以将感应到的压力、温度变化信号转化为电流信号。

[0071] 下电极3、上电极5和导线6一般选用铂(Pt)、金(Au)、钛(Ti)、铜(Cu)和铝(Al)等金属材料,每个电极厚度为10nm~500nm,导线直径为0.1mm~1mm。通过导线6既可以对柔性铁电薄膜4施加电场进行极化,也可以对柔性铁电薄膜4产生的电流信号进行测量。

[0072] 绝热层2由于设置在柔性衬底1和功能薄膜组合体之间,用于降低柔性衬底1的热容对敏感元性能的影响,可以选用低热导率的有机聚合物材料、绝热泡沫和绝热气凝胶等隔热材料。

[0073] 热控层7由于设置在功能薄膜组合上方,用于调控热流,将敏感元感应到的接触热流向温度传感区域传导,提高敏感元温度传感敏感度的同时,降低接触热流对敏感元压力传感能力的干扰。

[0074] 导热层8设置在热控层7上,用于将敏感元上表面感应到的接触热流快速传递到热控层7上,可以选用导热硅胶、导热胶带、石墨烯等柔性导热材料。

[0075] 红外反射层9设置在导热层8上,位于敏感元的最外层,用于降低环境红外热辐射对敏感元的影响,可以选用金属反射膜或电介质反射膜等。

[0076] 如图2和图3结合所示,柔性铁电薄膜4分为交替排列的压力传感区域21和温度传感区域22,即本实施例是在两部分的压力传感区域21之间设置温度传感区域22。其中,压力传感区域21和温度传感区域22之间设置有隔热槽10,用于降低热流串扰对压力传感区域21的影响。

[0077] 上电极5和下电极3分别设置在柔性铁电薄膜4的上、下表面,且呈正交分布。

[0078] 导线11、导线12、导线13和导线14均连接在上电极5上。其中导线11和导线12对应压力传感区域21,导线13和导线14对应温度传感区域22。

[0079] 导线15、导线16、导线17和导线18连接在下电极3上,为压力传感区域21和温度传感区域22共用。其中,导线12连接的上电极和导线18连接的下电极两者的重叠区域设置为压力传感单元19,导线14连接的上电极和导线18连接的下电极两者的重叠区域设置为温度传感单元20。

[0080] 压力传感单元19和温度传感单元20组成压力温度集成传感单元,多个压力温度集成传感单元组成压力温度集成传感阵列。

[0081] 当压力温度集成0传感阵列的压力传感单元19感应到外部压力时,在其对应的导线12和导线18中就可以读取到电流,通过导线11、12、13、14和导线15、16、17、18的不同匹配组合可以实现对不同压力传感单元电流信号的测试,从而确定压力位置。类似地也可以确定受热位置,即当压力温度集成传感阵列的温度传感单元20感应到热流时,在其对应的导线14和导线18中就可以读取到电流,通过导线11、12、13、14和导线15、16、17、18的不同匹配组合可以实现对不同温度传感单元电流信号的测试,从而确定受热位置。由于读出的电流由于受到压力和热流的串扰,需要进行修正以消除压力传感单元19的热释电感应电流和温度传感单元20的压电感应电流。

[0082] 如图3所示,热控层7包含绝热区域23和导热区域24,分别与绝热层2和导热层8的材料一致。绝热区域23覆盖在压力传感区域21上,导热区域24覆盖在温度传感区域22上,敏感元感应到的热流大部分经导热层8以及再经过热控层7的导热区域24,从而传递到温度传感区域22上。

[0083] 如图4所示,一种柔性压力温度集成薄膜阵列传感器敏感元制备方法,包含以下步骤:

[0084] S1、在柔性衬底1上沉积绝热层2;

[0085] 所述步骤S1中,在柔性衬底1上通过采用旋涂法、热压法、流延法、印刷法等沉积低热导率有机聚合物或通过采用物理发泡法、化学发泡法、占位填料法等制备绝热泡沫以制备热绝缘层2。

[0086] S2、在绝热层2上沉积下电极3并连接导线;

[0087] 所述步骤S2中,在绝热层2上通过磁控溅射法、蒸发镀膜法或者丝网印刷法沉积图形化的下电极3,通过键合法或纳米银浆连接导线15、16、17、18。

[0088] S3、在绝热层2和下电极3上沉积柔性铁电薄膜4;

[0089] 所述步骤S3中,在绝热层2和下电极3上通过旋涂法、热压法、流延法或印刷法沉积柔性铁电薄膜4。

[0090] S4、在柔性铁电薄膜4上刻蚀隔热槽10;

[0091] 所述步骤S4中,在柔性铁电薄膜4上通过激光刻蚀法、离子刻蚀法划刻隔热槽10。

[0092] S5、在柔性铁电薄膜4上沉积上电极5并连接导线;

[0093] 所述步骤S5中,在柔性铁电薄膜4通过磁控溅射法、蒸发镀膜法、或者丝网印刷法沉积图形化的上电极5,通过键合法或纳米银浆连接导线11、12、13、14。

[0094] S6、在柔性铁电薄膜4和上电极5上沉积热控层7;

[0095] 所述步骤S6中,在柔性铁电薄膜4和上电极5上依次沉积绝热区域23和导热区域24,制备热控层7,该步骤S6的制备方法与所述步骤S1和下述步骤S7一致,即通过旋涂法、热压法、流延法或印刷法制备热控层7。

[0096] S7、在热控层7上沉积导热层8;

[0097] 所述步骤S7中,在柔性铁电薄膜4、上电极5和热控层7上通过采用旋涂法、热压法、流延法或印刷法制备导热硅脂或者通过贴导热胶带制备导热层8。

[0098] S8、在导热层8上沉积红外反射层9;

[0099] 所述步骤S8中,在导热层8上通过磁控溅射法沉积红外反射层10(红外金属反射层)。

[0100] S9、通过导线对柔性铁电薄膜4进行极化；

[0101] 所述步骤S9中，通过导线6对柔性铁电薄膜4施加电场进行极化，压力传感区域21和温度传感区域22的极化电场强度相同，应大于柔性铁电薄膜4的矫顽场，且小于柔性铁电薄膜4的击穿电场。电场方向可以相同或相反，极化温度低于柔性铁电薄膜4的居里温度；当柔性铁电薄膜4为陶瓷/有机复合时，可以采用分步极化的方式提升极化效果。

[0102] S10、通过导线对敏感元进行测试与标定；

[0103] 所述步骤S10中，通过导线6对敏感元各压电传感单元19和温度传感单元20的压电系数和热释电系数进行测试和标定。

[0104] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍，但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后，对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此，本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

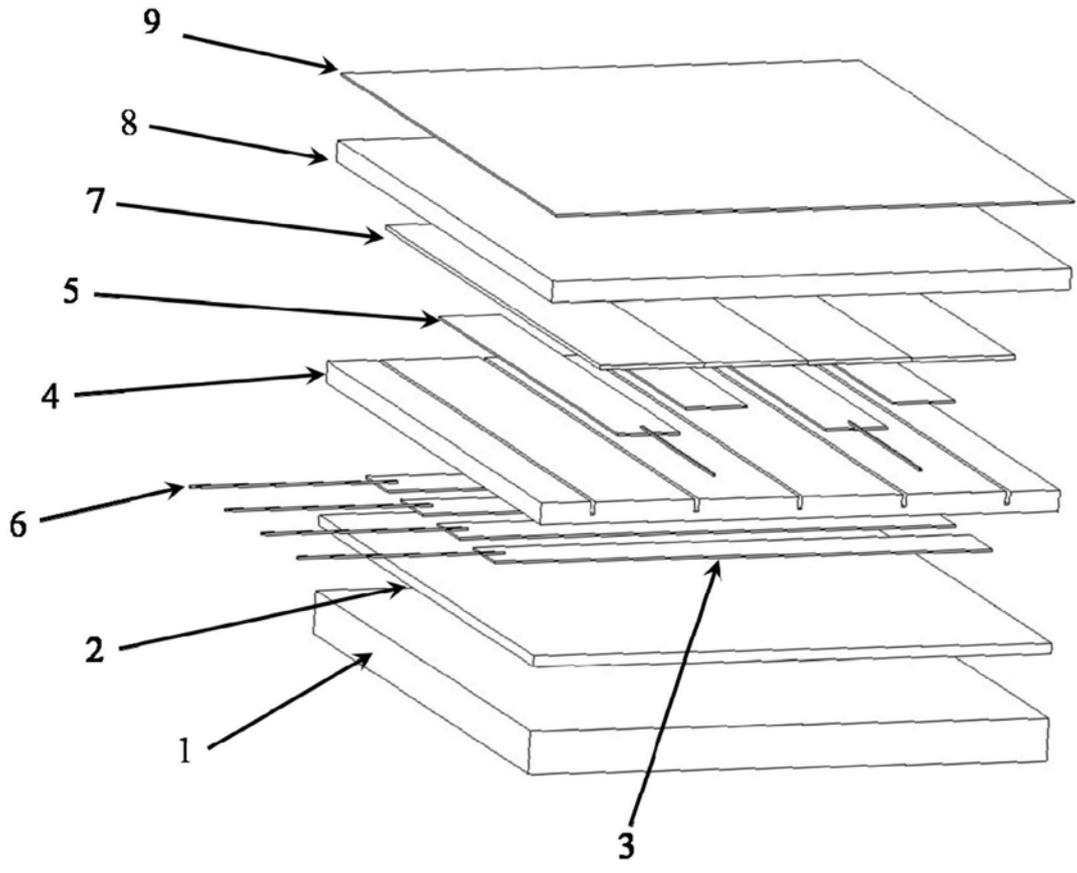


图1

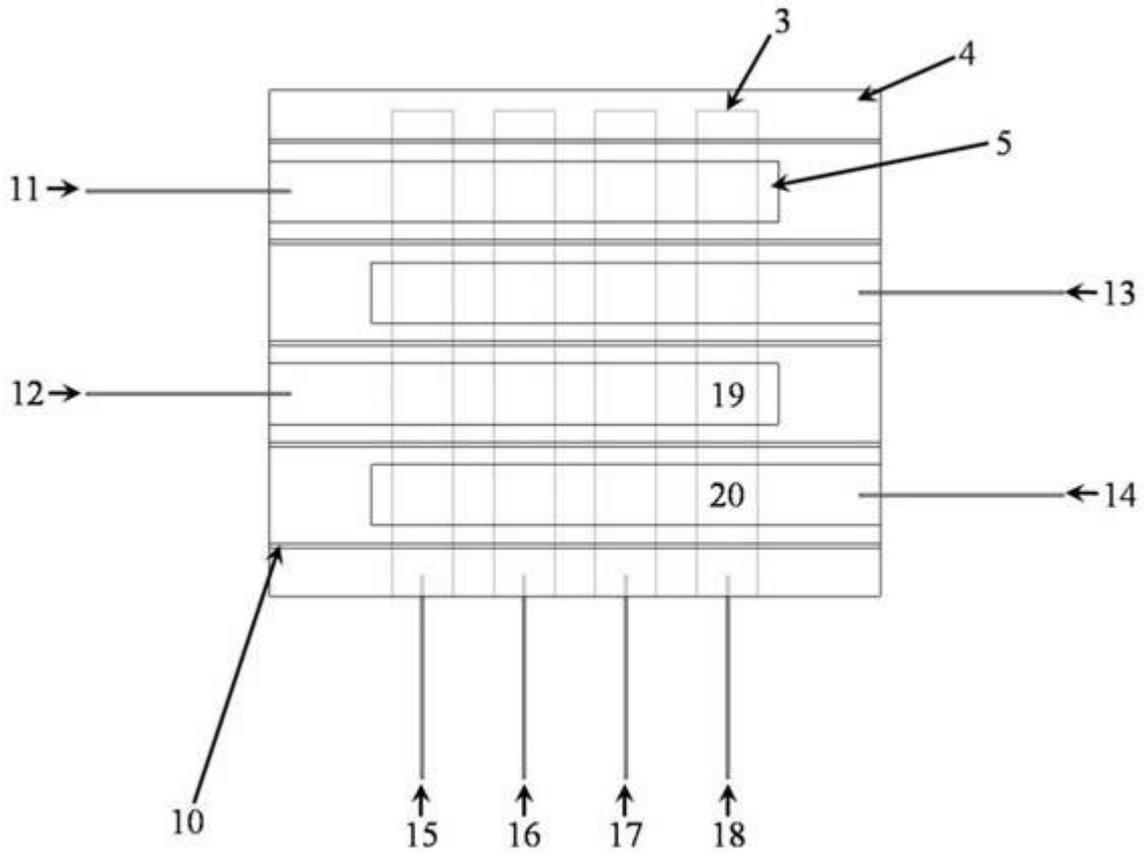


图2

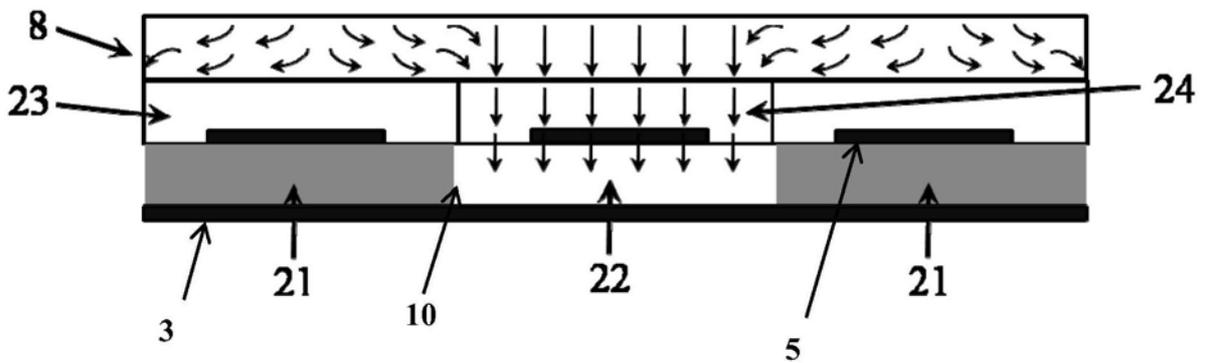


图3

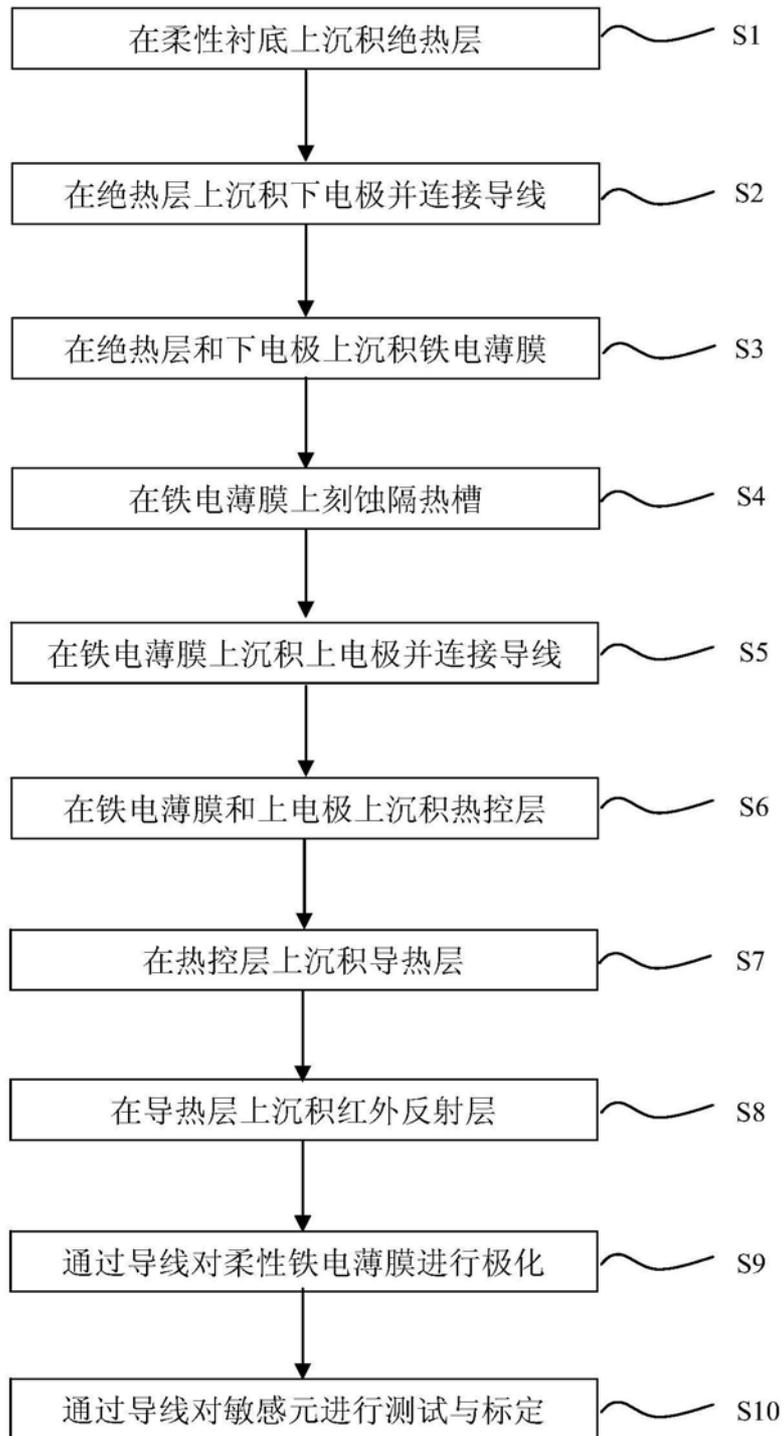


图4