



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110840417 A

(43)申请公布日 2020.02.28

(21)申请号 201911112839.3

(22)申请日 2019.11.14

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

申请人 浙江清华柔性电子技术研究院

(72)发明人 冯雪 陈颖 王显

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

A61B 5/01(2006.01)

G01K 7/16(2006.01)

G01K 13/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

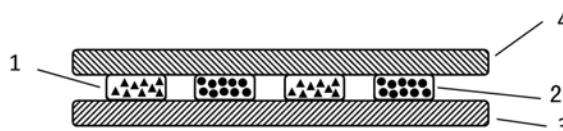
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

柔性可延展温度传感装置及其制造方法

(57)摘要

本公开涉及一种柔性可延展温度传感装置及其制造方法,该装置包括:柔性基层层、柔性封装层、功能层和多个外接导线,功能层包括至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,第一功能部、第二功能部的阻值随所处环境的温度、所受压力的变化而变化,功能层位于柔性基层层上,且第一功能部和第二功能部在柔性基层层上同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置;多个外接导线,分别与至少一个第一功能部和至少一个第二功能部连接;柔性基层层用于承载功能层和柔性封装层;柔性封装层,用于对功能层进行封装。本公开实施例所制造的装置结构简单,具有良好的柔性、可延展性,且在装置受力产生大变形的情况下,也可以保证温度检测的准确度和精度。



1. 一种柔性可延展温度传感装置, 其特征在于, 所述装置包括: 柔性基底层、柔性封装层、功能层和多个外接导线,

所述功能层包括至少一个第一功能部和至少一个第二功能部, 所述第一功能部、所述第二功能部的阻值随所处环境的温度、所受压力的变化而变化, 所述功能层位于所述柔性基底层上, 且第一功能部和第二功能部在所述柔性基底层上同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置;

所述多个外接导线, 分别与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部连接;

所述柔性基底层用于承载所述功能层和所述柔性封装层;

所述柔性封装层, 用于对所述功能层进行封装,

其中, 所述第一功能部和所述第二功能部的形状为可延展形状, 所述第一功能部和所述第二功能部的形状和尺寸一致, 所述第一功能部和所述第二功能部的材料的压阻系数和温阻系数均不相同。

2. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括:

监测模块, 通过所述外接导线与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部连接, 用于对所述第一功能部和第二功能部的阻值进行监测, 并根据监测结果、第一功能部和第二功能部的温阻系数、压阻系数、所述功能层的初始温度, 确定所述功能层的温度。

3. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时, 所述功能层还包括:

绝缘层, 位于垂直重叠放置的所述第一功能部和所述第二功能部之间。

4. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 在所述第一功能部和第二功能部采用同一平面内并列间隔放置的方式进行放置时, 相邻的两个所述第一功能部和第二功能部之间存在间隙,

在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时, 垂直重叠放置的第一功能部和第二功能部, 与相邻的垂直重叠放置的第一功能部和第二功能部之间存在间隙。

5. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括:

增强层, 位于所述功能层和所述柔性基底层之间。

6. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述第一功能部和所述第二功能部的形状和尺寸一致包括: 至少同一平面内并列间隔放置的相邻的第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致, 或者至少垂直重叠放置第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致。

7. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述可延展形状包括蛇形、分形中的至少一种。

8. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述第一功能部和所述第二功能部的温阻系数相差至少一个数量级。

9. 一种柔性可延展温度传感装置的制造方法, 其特征在于, 用于制造权利要求1-8任一项所述的装置, 所述方法包括:

在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部, 得到功能层, 第一功能部和第二功能部采用同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置的方式放置;

制备与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部分别连接的外接导线；
将所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上；
对所述功能层进行封装，形成柔性封装层，得到柔性可延展温度传感装置。

10. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部，包括：

先在所述硬质衬底上制备增强层；

在所述增强层上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部，得到功能层；

对所述增强层进行图案化处理，获得处理后的增强层，以使所述处理后的增强层的形状与所述至少一个第一功能部和至少一个第二功能部相匹配；

其中，将所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上，包括：

将所述处理后的增强层和所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上，

其中，在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时，所述在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部，得到功能层，包括：

在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部、绝缘层和至少一个第二功能部，得到功能层。

柔性可延展温度传感装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及柔性电子技术领域,尤其涉及一种柔性可延展温度传感装置及其制造方法。

背景技术

[0002] 柔性电子是指具有变形能力的电子器件,除了柔性显示、柔性能源,当前柔性电子技术最热门最具前景的应用是与人体直接集成,实现人体生理参数的连续实时监测用于健康医疗。其中,温度是人体最基本的生理指标。

[0003] 相关技术中,用于实现人体体温连续测量的传感器原理如下:1) 利用金属或半导体的温阻效应,通过金属层电阻变化反应人体体温。2) 利用纳米复合材料组成的薄膜场效应晶体管,根据漏电流与温度变化的对应关系确定温度变化。3) 感温变色液晶材料,其颜色随温度改变等等。其中,使用最广泛的是利用金属或半导体的温阻效应进行温度测量。然而传感器在大变形环境下金属或半导体的压阻效应会使金属或半导体的阻值随受力变而变化,使得传感器在温度测量过程中,因应变变化所导致的电阻变化的影响,使得温度测量不准确。相关技术中,消除大变形测量环境下应变带来的影响的方式仍存在稳定性不够、引入额外结构等问题,如何提供一种不受变形应变影响、性能稳定、无需引入额外结构的温度传感器,是目前亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本公开提出了一种柔性可延展温度传感装置及其制造方法。

[0005] 根据本公开的一方面,提供了一种柔性可延展温度传感装置,所述装置包括:柔性基底层、柔性封装层、功能层和多个外接导线,

[0006] 所述功能层包括至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,所述第一功能部、所述第二功能部的阻值随所处环境的温度、所受压力的变化而变化,所述功能层位于所述柔性基底层上,且第一功能部和第二功能部在所述柔性基底层上同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置;

[0007] 所述多个外接导线,分别与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部连接;

[0008] 所述柔性基底层用于承载所述功能层和所述柔性封装层;

[0009] 所述柔性封装层,用于对所述功能层进行封装,

[0010] 其中,所述第一功能部和所述第二功能部的形状为可延展形状,所述第一功能部和所述第二功能部的形状和尺寸一致,所述第一功能部和所述第二功能部的材料的压阻系数和温阻系数均不相同。

[0011] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括:

[0012] 监测模块,通过所述外接导线与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部连接,用于对所述第一功能部和第二功能部的阻值进行监测,并根据监测结果、第一功

能部和第二功能部的温阻系数、压阻系数、所述功能层的初始温度,确定所述功能层的温度。

[0013] 在一种可能的实现方式中,在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时,所述功能层还包括:

[0014] 绝缘层,位于垂直重叠放置的所述第一功能部和所述第二功能部之间。

[0015] 在一种可能的实现方式中,在所述第一功能部和第二功能部采用同一平面内并列间隔放置的方式进行放置时,相邻的两个所述第一功能部和第二功能部之间存在间隙,

[0016] 在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时,垂直重叠放置的第一功能部和第二功能部,与相邻的垂直重叠放置的第一功能部和第二功能部之间存在间隙。

[0017] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括:

[0018] 增强层,位于所述功能层和所述柔性基底层之间。

[0019] 在一种可能的实现方式中,所述第一功能部和所述第二功能部的形状和尺寸一致包括:至少同一平面内并列间隔放置的相邻的第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致,或者至少垂直重叠放置第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致。

[0020] 在一种可能的实现方式中,所述可延展形状包括蛇形、分形中的至少一种。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述第一功能部和所述第二功能部的温阻系数相差至少一个数量级。

[0022] 根据本公开的另一方面,提供了一种柔性可延展温度传感装置的制造方法,其特征在于,用于上述柔性可延展温度传感装置,所述方法包括:

[0023] 在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,得到功能层,第一功能部和第二功能部采用同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置的方式放置;

[0024] 制备与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部分别连接的外接导线;

[0025] 将所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上;

[0026] 对所述功能层进行封装,形成柔性封装层,得到柔性可延展温度传感装置。

[0027] 在一种可能的实现方式中,在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,包括:

[0028] 先在所述硬质衬底上制备增强层;

[0029] 在所述增强层上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,得到功能层;

[0030] 对所述增强层进行图案化处理,获得处理后的增强层,以使所述处理后的增强层的形状与所述至少一个第一功能部和至少一个第二功能部相匹配;

[0031] 其中,将所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上,包括:

[0032] 将所述处理后的增强层和所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上。

[0033] 在一种可能的实现方式中,在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时,所述在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,得到功能层,包括:

[0034] 在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部、绝缘层和至少一个第二功能部,得到功能层。

[0035] 本公开实施例所提供的柔性可延展温度传感装置及其制造方法,该装置包括:柔性基底层、柔性封装层、功能层和多个外接导线,功能层包括至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,第一功能部、第二功能部的阻值随所处环境的温度、所受压力的变化而变化,功能层位于柔性基底层上,且第一功能部和第二功能部在柔性基底层上同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置;多个外接导线,分别与至少一个第一功能部和至少一个第二功能部连接;柔性基底层用于承载功能层和柔性封装层;柔性封装层,用于对功能层进行封装,其中,第一功能部和第二功能部的形状为可延展形状,第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致,第一功能部和第二功能部的材料的压阻系数和温阻系数均不相同。本公开实施例所提供的柔性可延展温度传感装置及其制造方法,所制造的装置结构简单,具有良好的柔性、可延展性,且在装置受力产生大变形的情况下,也可以保证温度检测的准确度和精度。

[0036] 根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明,本公开的其它特征及方面将变得清楚。

附图说明

[0037] 包含在说明书中并且构成说明书的一部分的附图与说明书一起示出了本公开的示例性实施例、特征和方面,并且用于解释本公开的原理。

[0038] 图1、图2示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置的结构示意图。

[0039] 图3、图4示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置的结构示意图。

[0040] 图5示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置中第一功能部和第二功能部的俯视图。

[0041] 图6示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置的制造方法的流程图。

[0042] 图7示出根据本公开一实施例的制造柔性可延展温度传感装置的流程示意图。

具体实施方式

[0043] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0044] 在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

[0045] 另外,为了更好的说明本公开,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本公开同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本公开的主旨。

[0046] 相关技术中,为消除大变形测量环境下应变带来的影响,目前已有两种解决策略用于温度传感器。第一种是通过调节温敏聚合物中成分,使得传感材料中既有正压阻系数聚合物,也有负压阻系数聚合物,且两种物质配比刚好使材料整体表现出压阻系数为零的特性,从而形成对变形不敏感的可延展柔性温度传感器。但零压阻系数聚合物方法是基于

有机导体的温阻效应,其所制备出的传感器的稳定性和可重复性现阶段难以保证使用需求,仍然是研究的重点问题。

[0047] 另一种是在温度传感器中引入应变隔离或应变限制结构,使得应变无法传递至敏感材料中,从而消除应变对温度测量的影响。但应变隔离或应变限制策略需要在温度传感器中引入额外的结构,使得器件厚度增加,器件弯曲刚度增加,不利于器件直接与人体集成。

[0048] 图1、图2示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置的结构示意图。如图1、图2所示,该装置包括:柔性基层3、柔性封装层4、功能层和多个外接导线(图中未示出)。

[0049] 所述功能层2包括至少一个第一功能部1和至少一个第二功能部2,所述第一功能部1、所述第二功能部2的阻值随所处环境的温度、所受压力的变化而变化,所述功能层位于所述柔性基层3上,且第一功能部1和第二功能部2在所述柔性基层3上同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置。

[0050] 所述多个外接导线,分别与所述至少一个第一功能部1和所述至少一个第二功能部2连接;

[0051] 所述柔性基层3用于承载所述功能层和所述柔性封装层4;

[0052] 所述柔性封装层4,用于对所述功能层进行封装。

[0053] 其中,所述第一功能部1和所述第二功能部2的形状为可延展形状,所述第一功能部1和所述第二功能部2的形状和尺寸一致,所述第一功能部1和所述第二功能部2的材料的压阻系数和温阻系数均不相同。

[0054] 在本实施例中,第一功能部和所述第二功能部的形状和尺寸一致可以是指第一功能部和第二功能部的形状和尺寸相同或相似,以保证温度检测的准确性。

[0055] 在本实施例中,第一功能部和第二功能部的材料需为同时兼具压阻效应和温阻效应的材料,也即第一功能部和第二功能部在受力和/或所处环境温度发生变化时,其阻值均会发生变化。压阻系数可以是指材料的应变发生单位应变值变化时,材料的电阻变化率发生变化的大小。温阻系数可以是指材料的温度变化单位温度时,材料的电阻变化率发生变化的大小。

[0056] 在一种可能的实现方式中,第一功能部所用材料可以是金属、合金、金属化合物、碳基材料等固体材料或液态金属类材料。其中,金属可以是铂、金、铜、铝、银等,合金可以是康铜、锰铜等,金属化合物可以是氧化钛、氮化钛等,碳基材料可以是石墨烯、碳纳米管、碳纳米纤维等。本领域技术人员可以根据实际需要第一功能部和第二功能部的材料进行设置,本公开对此不作限制。

[0057] 本公开实施例所提供的柔性可延展温度传感装置,结构简单,具有良好的柔性、可延展性,且在装置受力产生大变形的情况下,也可以保证温度检测的准确度和精度。

[0058] 在本实施例中,柔性基层、柔性封装层的材料可以是具有柔软可变形特性的材料,如聚二甲基硅氧烷(PDMS, polydimethylsiloxane),水凝胶,聚酰亚胺,聚氨酯等。柔性基层、柔性封装层可以是预先制备好的薄膜,如上述聚合物薄膜。

[0059] 在一种可能的实现方式中,所述装置还可以包括:

[0060] 监测模块,通过所述外接导线与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功

能部连接,用于对所述第一功能部和第二功能部的阻值进行监测,并根据监测结果、第一功能部和第二功能部的温阻系数、压阻系数、所述功能层的初始温度,确定所述功能层的温度。进而可以将功能层的温度确定为装置所处环境、装置所在的待检测物体或生命体的位置的温度。

[0061] 下面对监测模块确定温度的原理进行描述:

[0062] 假设第一功能部和第二功能部所用材料分别为材料A和材料B。材料A、材料B的温阻系数分别为 α_1 和 α_2 、压阻系数分别为 β_1 和 β_2 。假定该装置用于测量人体的温度,在将装置放置于到人体上后,可以设初始体温值为参考温度,记为 T_0 。在某一时刻,装置随人体的移动或者动作变化而发生变形,假设柔性基底层发生某一程度拉伸变形,使得第一功能部和第二功能部中所发生的应变为 ε ,同时人体的体温发生变化,假设体温上升 ΔT 。根据温阻效应和压阻效应的定义,此时第一功能部和第二功能部的电阻变化率 $\Delta R_i/R_i$ 可以表示成(1)式和(2)式:

$$[0063] \quad \frac{\Delta R_1}{R_1} = \alpha_1 \Delta T + \beta_1 \varepsilon \quad (1)$$

$$[0064] \quad \frac{\Delta R_2}{R_2} = \alpha_2 \Delta T + \beta_2 \varepsilon \quad (2)$$

[0065] 其中, R_i 为材料初始电阻值。 ΔR_i 为电阻变化值,等于当前电阻值 R_i' 与初始电阻值 R_i 之差,也即 $\Delta R_i = R_i' - R_i$ 。 $i=1$ 时表示材料A, $i=2$ 时表示材料B。以 ΔT 和 ε 作为未知数,其余为已知数解方程组(1)和(2),可以得到此时温度值 T 表达式为:

$$[0066] \quad T = T_0 + \frac{\frac{\Delta R_1}{R_1} \alpha_2 - \frac{\Delta R_2}{R_2} \alpha_1}{\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \alpha_1} \quad (3)$$

[0067] 此时通过测量第一功能部和第二功能部电阻值,加上已知的材料系数 $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ 可以得到第一功能部和第二功能部的当前温度值 T ,也即得到人体的当前体温值 T 。

[0068] 在一种可能的实现方式中,可以通过结构设计使得第一功能部和第二功能部的材料中应力应变水平一致。但不论是同一平面内并列间隔放置排布还是垂直重叠排布,第一功能部和第二功能部的中材料的应变状态仍然可能存在一定的微小差异。下面分析第一功能部和第二功能部的两种材料中存在一定应变差时,本公开所提供装置对于消除应变影响的有效性。假设材料A和材料B之间存在应变差为 $\Delta \varepsilon$,方程组(1)和(2)可以重新表示为:

$$[0069] \quad \frac{\Delta R_1}{R_1} = \alpha_1 \Delta T + \beta_1 (\varepsilon + \Delta \varepsilon) \quad (4)$$

$$[0070] \quad \frac{\Delta R_2}{R_2} = \alpha_2 \Delta T + \beta_2 \varepsilon \quad (5)$$

[0071] 解方程组(4)和(5)可以得到与应变差 $\Delta \varepsilon$ 相关的当前温度值表达式:

$$[0072] \quad T = T_0 + \frac{\frac{\Delta R_1}{R_1} \alpha_2 - \frac{\Delta R_2}{R_2} \alpha_1 - \alpha_1 \alpha_2 \Delta \varepsilon}{\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \alpha_1} \quad (6)$$

[0073] 对比式(3)可以得到由于应变差 $\Delta \varepsilon$ 引起的温度值计算误差为:

$$[0074] \quad err = \frac{\alpha_1 \alpha_2 \Delta \varepsilon}{\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \alpha_1} \quad (7)$$

[0075] 从误差表达式(7)中可以看到,应变差 $\Delta \varepsilon$ 与温度值误差 err 成正比关系,另外考虑到功能层的材料的压阻系数变化范围较小,第一功能部和第二功能部的材料的温阻系数差异越大,由于应变差引起的温度值计算误差则越小。在一种可能的实现方式中,可以将所述第一功能部和所述第二功能部的温阻系数设置为相差至少一个数量级,可以使得最终所测功能层温度值的误差小,保证测量结果的精度。可以根据测量精度需求对第一功能部和第二功能部的温阻系数的差值进行设置,本公开对此不作限制。

[0076] 在一种可能的实现方式中,如图2所示,在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时,所述功能层还包括:绝缘层6,位于垂直重叠放置的所述第一功能部1和所述第二功能部2之间。这样,可以使得第一功能部和第二功能部之间保持绝缘,保证测量结果的准确性。

[0077] 在一种可能的实现方式中,在所述第一功能部和第二功能部采用同一平面内并列间隔放置的方式进行放置时,相邻的两个所述第一功能部和第二功能部之间存在间隙。这样,可以使得第一功能部和第二功能部之间保持绝缘,保证测量结果的准确性。

[0078] 在一种可能的实现方式中,在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时,垂直重叠放置的第一功能部和第二功能部,与相邻的垂直重叠放置的第一功能部和第二功能部之间存在间隙。这样,可以使得相邻的、重叠在一起的第一功能部和第二功能部之间保持绝缘,保证测量结果的准确性。

[0079] 其中,上述间隙的宽度在保证第一功能部和第二功能部的绝缘特性的前提下尽可能小,使得第一功能部和第二功能部之间应力应变状态较为接近,保证测量结果的准确性。

[0080] 图3、图4示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置的结构示意图。在一种可能的实现方式中,如图3、图4所示,所述装置还包括:增强层5,位于所述功能层和所述柔性基层3之间。其中,增强层的材料可以是聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯(英文:Polyethylene terephthalate,简称PET)等聚合物。增强层可以增强第一功能部和第二功能部的可靠性、稳定性,保证所检测出温度的准确性。

[0081] 在一种可能的实现方式中,所述第一功能部和所述第二功能部的形状和尺寸一致包括:至少同一平面内并列间隔放置的相邻的第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致,或者至少垂直重叠放置第一功能部和第二功能部的形状和尺寸一致。其中,也可以设置所有第一功能部和第二功能部具有一致的形状和尺寸。将第一功能部和第二功能部的形状和尺寸设置一致,可以使得二者的应变分布相似,避免了第一功能部和第二功能部的变形对温度检测的不利影响,保证所检测出温度的准确性。

[0082] 图5示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置中第一功能部和第二功能部的俯视图。在一种可能的实现方式中,所述可延展形状包括蛇形(如图5所示)、分形中的至少一种。

[0083] 在该实现方式中,如图5所示,示出了相邻两个第一功能部和第二功能部的形状和尺寸,为表示区别第二功能部采用虚线形式,但实际上第二功能部也是连续的。在柔性基层层受力变形时,第一功能部和第二功能部会发生离面屈曲变形从而减小第一功能部和第二功能部中应力应变水平,从而具有可延展性。

[0084] 在一种可能的实现方式中,柔性基底的厚度可以为10微米-100微米,柔性封装层的厚度可以为10微米-100微米,功能层的厚度可以为10纳米-100纳米,绝缘层的厚度可以为100纳米-1微米,增强层的厚度可以为1微米-6微米,第一功能部的宽度可以为10微米-100微米,第二功能部的宽度可以为10微米-100微米。本领域技术人员可以根据实际需要对各层的厚度进行设置,本公开对此不作限制。

[0085] 图6示出根据本公开一实施例的柔性可延展温度传感装置的制造方法的流程图。该方法用于制造上述柔性可延展温度传感装置,如图6所示,该方法包括步骤S11至步骤S14。

[0086] 在步骤S11中,在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,得到功能层,第一功能部和第二功能部采用同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置的方式放置。

[0087] 在本实施例中,硬质衬底可以是玻璃片、硅片等硬质、易于去除的材料,本公开对此不作限制。

[0088] 在本实施例中,可以采用物理或化学气相沉积、打印、印刷等方式先制备出对应第一功能部的第一材料膜层,而后可以利用光刻等技术对第一材料膜层进行图案化,得到第一功能部。同时,可以在第一功能部上留下对准标记,便于后续制造过程进行对准。而后制造第二功能部,由于制造第二功能部的方式与第一功能部相似,区别仅在于材料的不同所选定的技术有差异,不再赘述。

[0089] 在步骤S12中,制备与所述至少一个第一功能部和所述至少一个第二功能部分别连接的外接导线。

[0090] 在本实施例中,可以将预先制备好的外接导线连接到对应的第一功能部和第二功能部上,并留出与监测模块相连接的长度。也可以用物理或化学气相沉积、打印、印刷等方式先制备出外接导线,本公开对此不作限制。

[0091] 在步骤S13中,将所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上。

[0092] 在步骤S14中,对所述功能层进行封装,形成柔性封装层,得到柔性可延展温度传感装置。

[0093] 在本实施例中,可以在将功能层转印到预先制备好的柔性基底层上之后,将预先制备好的柔性封装层薄膜直接覆盖住功能层。或者也可以采用相应的方式制备柔性封装层,以对功能层进行封装。

[0094] 在一种可能的实现方式中,在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,可以包括:

[0095] 先在所述硬质衬底上制备增强层;

[0096] 在所述增强层上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部,得到功能层;

[0097] 对所述增强层进行图案化处理,获得处理后的增强层,以使所述处理后的增强层的形状与所述至少一个第一功能部和至少一个第二功能部相匹配;

[0098] 其中,将所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上,包括:

[0099] 将所述处理后的增强层和所述功能层转印到预先制备好的柔性基底层上。

[0100] 在该实现方式中,可以预先制备增强层薄膜,而后直接在硬质衬底上贴附增强层

薄膜。也可以采用物理或化学气相沉积、打印、印刷等方式在硬质衬底上制备出增强层，本公开对此不作限制。

[0101] 在该实现方式中，可以采用反应离子刻蚀等方式将没有被第一功能部和第二功能部覆盖的增强层刻蚀掉，以保证第一功能部和第二功能部的延展性。

[0102] 在一种可能的实现方式中，在所述第一功能部和所述第二功能部采用垂直重叠放置的方式进行放置时，所述在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部和至少一个第二功能部，得到功能层，包括：

[0103] 在硬质衬底上依次制备至少一个第一功能部、绝缘层和至少一个第二功能部，得到功能层。

[0104] 在该实现方式中，绝缘层的制备方式与第一功能部的制备方式类似，不再赘述。

[0105] 本公开实施例所提供的柔性可延展温度传感装置的制造方法，制造方法简单，所制造的装置结构简单，具有良好的柔性、可延展性，且在装置受力产生大变形的情况下，也可以保证温度检测的准确度和精度。

[0106] 应用示例

[0107] 以下结合“利用上述方法制造柔性可延展温度传感装置”作为一个示例性应用场景，给出根据本公开实施例的应用示例，以便于理解柔性可延展温度传感装置的制造方法的流程。本领域技术人员应理解，以下应用示例仅仅是出于便于理解本公开实施例的目的，不应视为对本公开实施例的限制。

[0108] 图7示出根据本公开一实施例的制造柔性可延展温度传感装置的流程示意图，如图7所示，第一功能部的材料可以金、第二功能部的材料可以是康铜（一种铜镍合金，由55%的铜和45%镍组成）、增强层的材料为聚酰亚胺、柔性封装层和柔性基底层都选用PDMS。第一功能部和第二功能部在同一平面内并列间隔放置。柔性基底层的厚度为50微米，柔性封装层的厚度为50微米，功能层的厚度为200纳米，增强层的厚度为6微米。制备过程可以为：

[0109] 首先在玻璃片7（也即硬质衬底）上固定一层厚度位6微米的聚酰亚胺薄膜5'，利用电子束蒸发镀膜在聚酰亚胺薄膜5'表面依次沉积5纳米厚的铬（作为金的粘结层）、100纳米厚的金（如图7所示的1'即为金和铬）。利用光刻与湿法刻蚀将金和铬图案化，得到第一功能部1，并注意留有对准标记，刻蚀完成后去掉残留光刻胶。然后利用电子束蒸发镀膜在样品表面（有第一功能部的一面）沉积100纳米厚康铜，利用对准标记进行套刻，将康铜刻蚀成与金相同的图案，得到第二功能部2。然后以第二功能部和第一功能部的图案为掩膜，利用反应离子刻蚀将对聚酰亚胺薄膜5'图案化，得到增强层5。利用热压法将外接导线连接到第一功能部和第二功能部上，并留出与监测模块连接的部分。利用转印技术将增强层5、第一功能部1、第二功能部2印制到提前制备好的PDMS薄膜衬底3（也即柔性基底层）上，用PDMS溶液刷涂或旋涂的方式对样品进行封装，制备柔性封装层4，得到成品柔性可延展温度传感装置。

[0110] 常温下，金的温阻系数为 $0.00324^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，康铜的温阻系数是 $0.00004^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，两者相差一个数量级，因此，按照本公开前述原理，基于双材料（金属单质与金属合金）的装置具有柔性与可延展性，还可以对大变形环境下温度信号进行准确测量，不受应变影响。

[0111] 需要说明的是，尽管以上实施例作为示例介绍了柔性可延展温度传感装置及其制造方法如上，但本领域技术人员能够理解，本公开应不限于此。事实上，用户完全可根据

个人喜好和/或实际应用场景灵活设定各模块以及各步骤,只要符合本公开的技术方案即可。

[0112] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

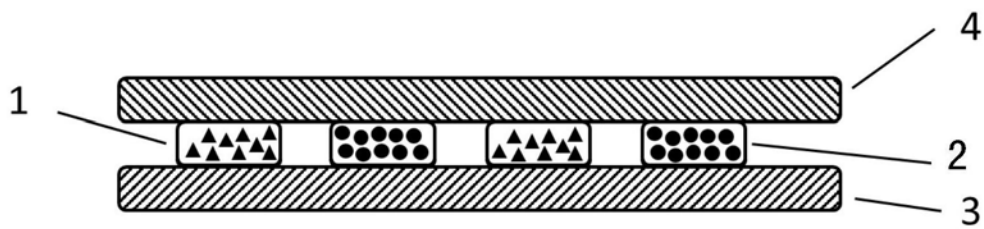


图1

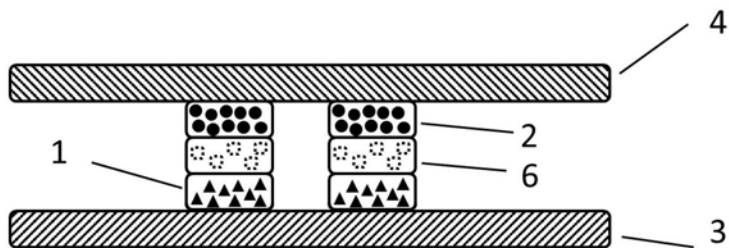


图2

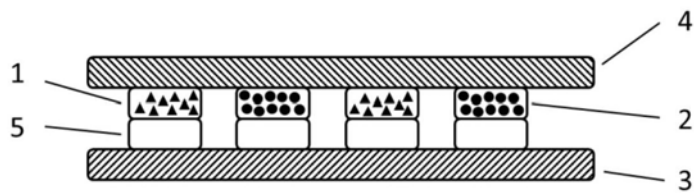


图3

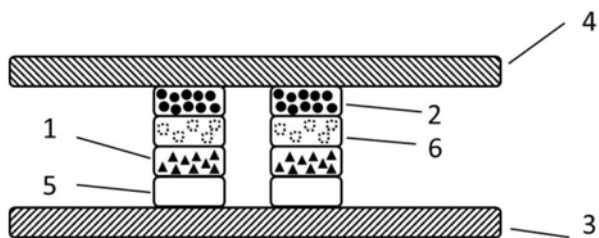


图4

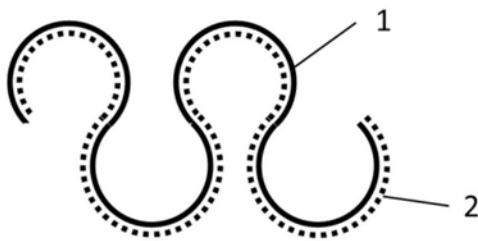


图5

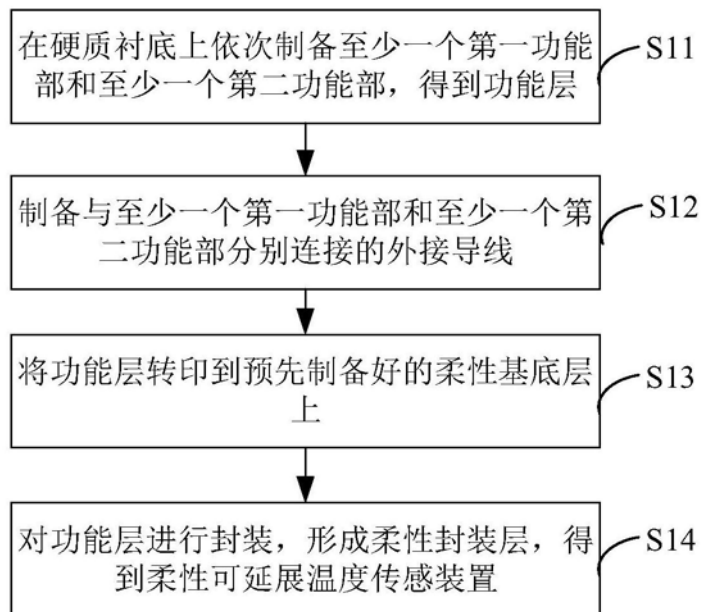


图6

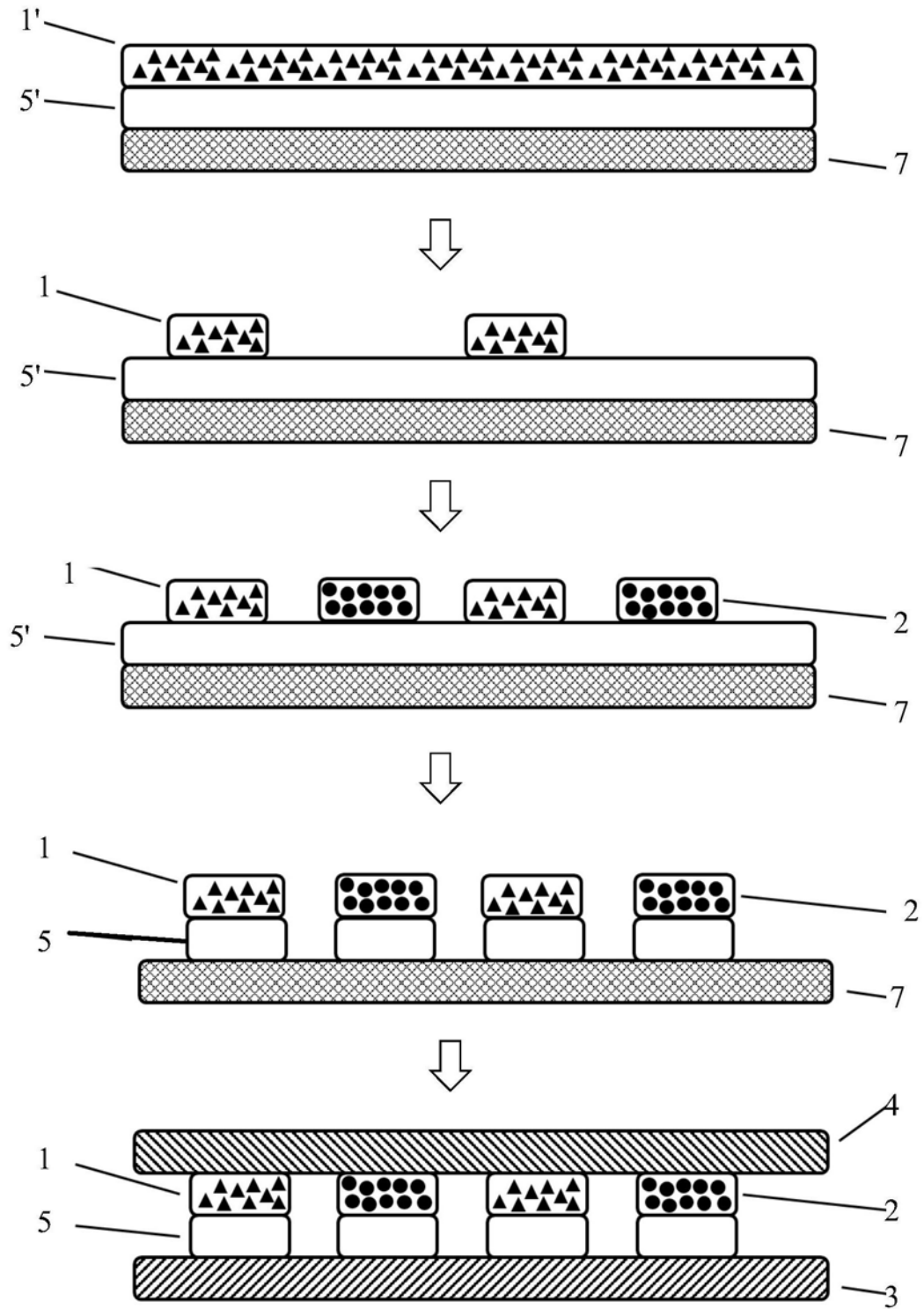


图7

专利名称(译)	柔性可延展温度传感装置及其制造方法		
公开(公告)号	CN110840417A	公开(公告)日	2020-02-28
申请号	CN201911112839.3	申请日	2019-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	冯雪 陈颖 王显		
发明人	冯雪 陈颖 王显		
IPC分类号	A61B5/01 G01K7/16 G01K13/00 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/01 A61B5/6802 G01K7/16 G01K13/002		
代理人(译)	刘新宇		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开涉及一种柔性可延展温度传感装置及其制造方法，该装置包括：柔性基层层、柔性封装层、功能层和多个外接导线，功能层包括至少一个第一功能部和至少一个第二功能部，第一功能部、第二功能部的阻值随所处环境的温度、所受压力的变化而变化，功能层位于柔性基层层上，且第一功能部和第二功能部在柔性基层层上同一平面内并列间隔放置或者垂直重叠放置；多个外接导线，分别与至少一个第一功能部和至少一个第二功能部连接；柔性基层层用于承载功能层和柔性封装层；柔性封装层，用于对功能层进行封装。本公开实施例所制造的装置结构简单，具有良好的柔性、可延展性，且在装置受力产生大变形的情况下，也可以保证温度检测的准确度和精度。

