



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112595445 A

(43) 申请公布日 2021.04.02

(21) 申请号 202011387709.3

(22) 申请日 2020.12.02

(71) 申请人 武汉纺织大学

地址 430200 湖北省武汉市江夏区阳光大道1号

申请人 武汉飞帛丝科技有限公司

(72) 发明人 王栋 钟卫兵 明晓娟 蒋海青

李沐芳 丁新城

(74) 专利代理机构 武汉卓越志诚知识产权代理

事务所(特殊普通合伙)

42266

代理人 胡婷婷

(51) Int.Cl.

G01L 1/20 (2006.01)

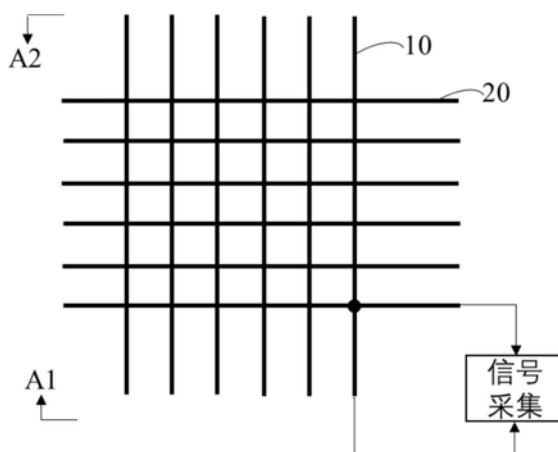
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

点接触式可穿戴压力传感器

(57) 摘要

本发明提供了一种点接触式可穿戴压力传感器,包括相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线,以及用于采集第一导电纱线和第二导电纱线的交叉点处电信号的采集电路。交叉点处第一导电纱线的第一电极和第二导电纱线的第二电极之间设有电介质层,电介质层与第一电极和第二电极的电阻率差值均大于 $0.1 \Omega \cdot m$ 。当交叉点处受到压力刺激时,通过采集交叉点处的电信号,实现压力传感的检测。该压力传感器以纱线交叉点作为感压区,能够实现微纳传感,压力传感灵敏度显著提高。本发明提供的压力传感器能够通过刺绣的方式将其集成在织物表面,便于集成、拆卸和损坏后的修复,而且能够将其设计成各种刺绣花纹,在增加织物美观度的同时实现压力传感。



1. 一种点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,包括相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线,以及用于采集第一导电纱线和第二导电纱线的交叉点处电信号的采集电路;所述交叉点处第一导电纱线的第一电极和第二导电纱线的第二电极之间设有电介质层,所述电介质层与所述第一电极和第二电极的电阻率差值均大于 $0.1 \Omega \cdot m$;当交叉点处受到压力刺激时,通过采集所述交叉点处的电信号,实现压力传感的检测。

2. 根据权利要求1所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述第一导电纱线和/或第二导电纱线为包芯纱、包覆纱或皮芯纤维;所述包芯纱、包覆纱或皮芯纤维的芯层为第一电极或第二电极,皮层包括所述电介质层。

3. 根据权利要求1所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述第一导电纱线与所述第二导电纱线具有若干个交叉点,所述点接触式可穿戴压力传感器能够采集每个所述交叉点的位置信息。

4. 根据权利要求3所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述点接触式可穿戴压力传感器通过行列扫描采集每个所述交叉点的位置信息。

5. 根据权利要求1或2所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述电介质层包括弹性聚合物基体和导电物质。

6. 根据权利要求1或5所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述弹性聚合物基体包括至少两种具有不同压缩模量的弹性聚合物基体。

7. 根据权利要求5所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述电极包括但不限于为金属电极、无机电极、有机电极或复合电极;

所述导电物质包括但不限于为无机类、有机类或金属类导电物质;所述无机类导电物质包括但不限于为石墨纤维、碳纤维、硅纤维、碳纳米管纤维中的一种或多种,所述有机类导电物质包括但不限于为聚乙炔、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、PEDOT:PSS中的一种或多种,所述金属类导电物质包括但不限于为金属纳米粒子、金属纳米线/片、液态金属、金属氧化物粉体、导电钛白粉中的一种或多种。

8. 根据权利要求1至7中任一项权利要求所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述点接触式可穿戴压力传感器还包括柔性基底,所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线集成在所述柔性基底的内部或表面。

9. 根据权利要求8所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线集成在所述柔性基底的表面。

10. 根据权利要求9所述的点接触式可穿戴压力传感器,其特征在于,所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线通过刺绣的方式集成在所述柔性基底的表面;

或者,所述点接触式可穿戴压力传感器还包括固定纱线,用于将所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线按预设花纹固定于所述柔性基底的表面,且所述第一导电纱线和第二导电纱线仅分布于所述柔性基底的一侧。

点接触式可穿戴压力传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及柔性可穿戴电子器件技术领域,尤其涉及一种点接触式可穿戴压力传感器。

背景技术

[0002] 智能纺织品是将电子技术与织物高度融合的一种纺织品,其在保持传统纺织品的基本功能外,还具备监测、信息处理及通讯等功能,因而在军事、航空航天、医疗保健和休闲娱乐等领域有着广阔的应用前景。智能纺织品一般由传感器、执行器、数据处理、通讯和电源等部分组成;其中,传感器是智能纺织品实现人体与外界交互的关键,这就要求传感器具有良好的柔性、高灵敏度及快速响应等特性。

[0003] 目前,传统的织物压力传感器的集成方式,大多是通过将压力敏感的导电纱线作为经纱或纬纱,与织物一体化成型设置,通过织物受到压力刺激时发生厚度方向上的形变,使得其电阻发生变化,通过检测织物厚度方向上的电信号,实现压力传感的检测。此种集成方式,存在压力传感灵敏度低、织物的柔性及穿着舒适性低、集成复杂、不便于拆卸和检修的问题,导致其制备成本和能耗高,实用性低。

[0004] 有鉴于此,有必要设计一种改进的可穿戴压力传感器,以解决上述问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种点接触式可穿戴压力传感器,包括相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线。交叉点处第一导电纱线的第一电极和第二导电纱线的第二电极之间设有电介质层,电介质层与第一电极和第二电极的电阻率差值均大于 $0.1 \Omega \cdot m$ 。当交叉点处受到压力刺激时,通过采集所述交叉点处的电信号,实现压力传感的检测。该压力传感器以纱线交叉点作为感压区,能够实现微纳传感,压力传感灵敏度高。将其集成在织物表面,便于制备、拆卸和损坏后的修复。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明提供了一种点接触式可穿戴压力传感器,包括相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线,以及用于采集第一导电纱线和第二导电纱线的交叉点处电信号的采集电路;所述交叉点处第一导电纱线的第一电极和第二导电纱线的第二电极之间设有电介质层,所述电介质层与所述第一电极和第二电极的电阻率差值均大于 $0.1 \Omega \cdot m$;当交叉点处受到压力刺激时,通过采集所述交叉点处的电信号,实现压力传感的检测。

[0007] 作为本发明的进一步改进,所述第一导电纱线和/或第二导电纱线为包芯纱、包覆纱或皮芯纤维;所述包芯纱、包覆纱或皮芯纤维的芯层为第一电极或第二电极,皮层包括所述电介质层。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述第一导电纱线与所述第二导电纱线具有若干个交叉点,所述点接触式可穿戴压力传感器能够采集每个所述交叉点的位置信息。

[0009] 作为本发明的进一步改进,所述点接触式可穿戴压力传感器通过行列扫描采集每

个所述交叉点的位置信息。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述电介质层包括弹性聚合物基体和导电物质。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述弹性聚合物基体包括至少两种具有不同压缩模量的弹性聚合物基体。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述电极包括但不限于为金属电极、无机电极、有机电极或复合电极;

[0013] 所述导电物质包括但不限于为无机类、有机类或金属类导电物质;所述无机类导电物质包括但不限于为石墨纤维、碳纤维、硅纤维、碳纳米管纤维中的一种或多种,所述有机类导电物质包括但不限于为聚乙炔、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、PEDOT:PSS中的一种或多种,所述金属类导电物质包括但不限于为金属纳米粒子、金属纳米线/片、液态金属、金属氧化物粉体、导电钛白粉中的一种或多种。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述点接触式可穿戴压力传感器还包括柔性基底,所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线集成在所述柔性基底的内部或表面。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线集成在所述柔性基底的表面。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线通过刺绣的方式集成在所述柔性基底的表面;

[0017] 或者,所述点接触式可穿戴压力传感器还包括固定纱线,用于将所述相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线按预设花纹固定于所述柔性基底的表面,且所述第一导电纱线和第二导电纱线仅分布于所述柔性基底的一侧。

[0018] 本发明的有益效果是:

[0019] 1、本发明提供的点接触式可穿戴压力传感器,包括相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线,交叉点处包括第一电极、第二电极和设置于所述第一电极和第二电极之间的电介质层,使得两个电极之间形成电阻梯度。当交叉点处受到压力刺激时,两个电极之间的距离发生变化,进而使其电阻发生变化,此时通过采集所述交叉点处的电信号,能够实现压力传感的检测。如此设置,能够通过纱线的交叉点构造出点接触式可穿戴压力传感器,便于在织物上集成,且每一个交叉点处均能形成独立的压力传感区,能够实现微纳传感,显著提高了压力传感灵敏度和压力响应范围。

[0020] 2、本发明提供的点接触式可穿戴压力传感器,通过设置若干个交叉点,能够构造出若干个压力传感位点,以实现仅在第一导电纱线和第二导电纱线的端点处设置一个采集电路,采集电路与每个交叉点均能形成导电通路,从而采集每个交叉点处的电信号,再辅以交叉点的位置信息,即能检测出相应位置处的压力。如此操作,通过调整交叉点个数就能够调整压力传感的量程等性能;具有高度可调控性,便于大规模制备和使用。

[0021] 3、本发明提供的点接触式可穿戴压力传感器,第一导电纱线和第二导电纱线优选为芯层为电极、皮层为电介质层的包芯纱、包覆纱或皮芯纤维,此种结构得到的压力传感器的压力传感性能更稳定,能够实现高度集成。当第一导电纱线和第二导电纱线为芯层为电极、皮层为电介质层的皮芯纤维时,能够构造出尺度更微小(目前基本可实现每平方厘米分布1个单元点,通过优化结构后可以实现每平方厘米上分布10个甚至更多单元点的精度)的压力传感器(如纳米级皮芯纤维),实现更高精度的压力传感;还可以通过调整电介质层的

厚度,对压力传感性能进行调节。

[0022] 4、本发明提供的点接触式可穿戴压力传感器,可以将相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线集成在柔性基底表面。如此设置,能够将压力传感器集成在任何织物表面,对织物种类要求更低、适用度更高,相比现有传感器与织物一体化成型设置,本发明的集成更方便,且不会对织物的穿着舒适度造成影响。此外,可以采用固定纱线将相互交叉分布的第一导电纱线和第二导电纱线按预设花纹固定于柔性基底表面,且第一导电纱线和第二导电纱线仅分布于所述柔性基底的一侧。如此操作,在增加织物美观度的同时实现压力传感,而且第一导电纱线和第二导电纱线整根都分布于柔性基底的同一侧,无需缝制弯折,从而保持第一导电纱线和第二导电纱线的良好传感性能。由于与柔性基底是分开制备的,因此便于集成和清洗、集成后的拆卸和损坏后的修复等,不会对织物本身造成影响。

附图说明

[0023] 图1为本发明点接触式可穿戴压力传感器的一种结构示意图;

[0024] 图2为本发明点接触式可穿戴压力传感器的另一种结构示意图;

[0025] 图3为图1中A1-A2方向视图下交叉点处的一种结构示意图;

[0026] 图4为图1中A1-A2方向视图下交叉点处的另一种结构示意图;

[0027] 图5为本发明点接触式可穿戴压力传感器在织物中的一种集成方式示意图;

[0028] 图6中a为实施例1中单个压力点在受到压力状态下,相对电流变化数据图;b为传感点单个压缩和舒展内的相对电流变化与响应时间的关系图;c、d分别为该传感点在5000次循环下的运行状态;

[0029] 图7为实施例2具有4个交叉传感点的传感器通过刺绣的方式做成鞋垫样式的整列的模型图;

[0030] 图8为实施例2具有4个交叉传感点的传感器通过刺绣的方式做成鞋垫样式的整列,通过行列扫描采集数据时,足部受力状况的数码照片。

[0031] 附图标记

[0032] 图中,10-第一导电纱线;11-第一电极;12-第一电介质层;20-第二导电纱线;21-第二电极;22-第二电介质层;30-电介质层;40-固定纱线。

具体实施方式

[0033] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合具体实施例对本发明进行详细描述。

[0034] 在此,还需要说明的是,为了避免因不必要的细节而模糊了本发明,在具体实施例中仅仅示出了与本发明的方案密切相关的结构和/或处理步骤,而省略了与本发明关系不大的其他细节。

[0035] 另外,还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0036] 请参阅图1和图2所示,本发明提供的一种点接触式可穿戴压力传感器,包括相互

交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20,以及用于采集第一导电纱线10和第二导电纱线20的交叉点处电信号的采集电路。所述交叉点处第一导电纱线的第一电极和第二导电纱线的第二电极之间设有电介质层30,所述电介质层30与所述第一电极和第二电极的电阻率差值均大于 $0.1 \Omega \cdot m$,优选大于 $100 \Omega \cdot m$,更优选大于 $1000 \Omega \cdot m$,目的是使得两个电极之间产生电阻梯度。当交叉点处受到压力刺激时,第一电极和第二电极之间的距离发生变化,使得两者之间的电阻发生变化,通过采集所述交叉点处的电信号,即可实现压力传感的检测。

[0037] 通过采用上述技术方案,能够通过纱线的交叉点构造出点接触式可穿戴压力传感器,便于在织物上集成,且每一个交叉点处均能形成独立的压力传感区,能够实现微纳传感,压力传感灵敏度和压力响应范围显著提高。

[0038] 请参阅图2所示,在一些实施方式中,所述第一导电纱线10与所述第二导电纱线20具有若干个交叉点,所述点接触式可穿戴压力传感器能够采集每个所述交叉点的位置信息。例如可以通过行列扫描、红外成像、建立等效模型、陀螺仪等方式获取每个所述交叉点的位置信息。通过设置若干个交叉点,构造出若干个压力传感位点,此时可以只在第一导电纱线10和第二导电纱线20的端点处设置一个采集电路,则采集电路与每个交叉点均形成导电通路,能够采集每个交叉点处的电信号,再辅以交叉点位置信息,即能检测出相应位置处的压力。通过调整交叉点个数能够调整压力传感的量程等性能。

[0039] 优选地,所述点接触式可穿戴压力传感器通过行列扫描采集每个所述交叉点的位置信息。具体为集成电路中有一个控制中心——多路采集器,电流以极快的速度通过每一行或列,多路采集器控制特定的点导通,记录该点的数据值。由于电流速度极快(接近光速),因此不管何时所有交叉点都可默认为处在接通状态。当对其中某点或某些点施加压力时,这些点的电信号发生改变,从而记录下了该处点的位置信息和压力变化信息。

[0040] 请参阅图3所示,在一些实施方式中,所述第一导电纱线10和第二导电纱线20分别为两个电极层,可以通过采用电介质层30对第一导电纱线10和/或第二导电纱线20的表面进行涂覆改性,实现两个电极之间的阻隔。

[0041] 请参阅图4所示,在某些实施方式中,所述第一导电纱线10和/或第二导电纱线20为包芯纱、包覆纱或皮芯纤维;所述包芯纱、包覆纱或皮芯纤维的芯层为电极,皮层包括所述电介质层30。例如:所述第一导电纱线10为芯层为第一电极11、皮层为第一电介质层12的包芯纱、包覆纱或皮芯纤维,此时第二导电纱线可以为普通导电纱线构成电极,也可以是芯层为第二电极21、皮层为第二电介质层22的包芯纱、包覆纱或皮芯纤维。所述第一导电纱线10和第二导电纱线20优选均为芯层为电极、皮层为电介质层的包芯纱或皮芯纤维。当所述第一导电纱线10和第二导电纱线20为芯层为电极、皮层为电介质层的皮芯纤维时,能够构造出尺度更微小的压力传感器,实现更高精度的压力传感。可以通过调整电介质的厚度,对压力传感性能进行调节。

[0042] 特别地,所述电介质层30包括弹性聚合物基体和导电物质。所述弹性聚合物基体选自聚氨酯、脂肪-芳香族共聚酯或聚烯烃弹性体。所述导电物质与弹性聚合物基体的复合方式包括:共混纺丝形成复合纤维、共混纺纱形成混纺纱线或者将导电物质浸渍或涂覆于弹性聚合物基体形成的纤维或纱线表面。优选地,所述纤维和/或纱线的横截面为异形横截面,用于扩大所述压力传感纱线的压力量程。

[0043] 优选地,所述弹性聚合物基体包括至少两种具有不同压缩模量的弹性聚合物基体。通过不同压缩模量聚合物复合,或者通过异形纤维的构筑,使得压力传感纱线能够在不同的压力范围内均能做出反应,扩大压力传感量程。

[0044] 所述电极包括但不限于为金属电极、无机电极、有机电极或复合电极。电极的电阻率一般小于 $10^{-5} \Omega \cdot m$,例如银的电阻率为 $1.65 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 、铜的电阻率为 $1.75 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 、金的电阻率为 $2.40 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$,石墨的电阻率为 $(8 \sim 13) \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ 。

[0045] 所述导电物质包括但不限于为无机类、有机类或金属类导电物质;所述无机类导电物质包括但不限于为石墨纤维、碳纤维、硅纤维、碳纳米管纤维中的一种或多种,所述有机类导电物质包括但不限于为聚乙炔、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、PEDOT:PSS中的一种或多种,所述金属类导电物质包括但不限于为金属纳米粒子、金属纳米线/片、液态金属、金属氧化物粉体、导电钛白粉中的一种或多种。

[0046] 请参阅图5所示,特别地,在一些实施方式中,本发明提供的点接触式可穿戴压力传感器还包括柔性基底,所述相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20集成在所述柔性基底的内部或表面,从而得到智能传感织物。所述柔性基底为织物或无纺布。

[0047] 优选地,所述相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20集成在所述柔性基底的表面。即在纺织成型好的织物表面,将所述相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20固定于所述柔性基底表面。如此设置,能够将压力传感器集成在任何织物表面,对织物种类要求更低、适用度更高,相比现有传感器与织物一体化成型设置,本发明的集成更方便,且不会对织物的穿着舒适度造成影响。

[0048] 在一些实施方式中,所述相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20通过刺绣的方式集成在所述柔性基底的表面。

[0049] 请参阅图5所示,在另一些实施方式中,所述点接触式可穿戴压力传感器还包括固定纱线40,用于将所述相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20按预设花纹固定于所述柔性基底的表面,且所述第一导电纱线10和第二导电纱线20仅分布于所述柔性基底的一侧。其中,固定纱线为绝缘纱线,防止短路。

[0050] 如此操作,在增加织物美观度的同时实现压力传感,而且第一导电纱线10和第二导电纱线20整根都分布于柔性基底的同一侧,无需缝制弯折,从而保持第一导电纱线10和第二导电纱线20的良好传感性能。由于与柔性基底是分开制备的,因此便于集成和清洗、集成后的拆卸和损坏后的修复,不会对织物本身造成影响。

[0051] 实施例1

[0052] 一种点接触式可穿戴压力传感器,包括柔性基底(具体为较为柔软的涤纶斜纹织物)和通过固定纱线(具体为旦数130、表面比较光滑的涤纶纱线)集成在柔性涤纶斜纹织物基底表面的相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20,以及用于采集第一导电纱线10和第二导电纱线20的交叉点处电信号的采集电路。

[0053] 其中,第一导电纱线10为包芯纱,具体为芯层为多股旦数为40的不锈钢丝(作为电极,电阻率约为 $0.25 \times 10^{-6} \sim 0.85 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$),皮层为炭黑和聚酯的复合纱线(电阻率约为 $0.58 \times 10^6 \Omega \cdot m$),通过包芯机以50个捻每10cm包芯而成。第二导电纱线20为第一导电纱线的同种纱线。

[0054] 第一导电纱线10和第二导电纱线20在柔性基底表面的交叉点个数为1个。

[0055] 请参阅图6所示,图6中a为单个压力点在受到压力状态下,相对电流变化数据,从图中a可以看出,在0-15kPa区间内该传感点的相对电流变化高达2500%,15-50kPa区间内,曲线较为平缓但依旧有明显的变化。b为该传感点单个压缩和舒展内的相对电流变化,响应时间为0.95s,得到了常用传感器响应时间范围。说明本发明制成的压力传感器具有良好的响应灵敏度。c、d分别展示了该传感点在5000次循环下的运行状态,从图中可以看出,该器件运行状态优异,说明其具有良好的循环稳定性和较长的使用寿命。

[0056] 实施例2

[0057] 一种点接触式可穿戴压力传感器,与实施例1相比,不同之处在于,第一导电纱线10和第二导电纱线20在柔性基底表面的交叉点个数为4个,并且做成了鞋垫的形状,该阵列能够通过行列扫描采集每个交叉点的位置信息。其他与实施例1大致相同,在此不再赘述。

[0058] 请参阅图7和图8所示,是将具有4个交叉点传感器通过刺绣的方式做成鞋垫样式的阵列模型。图8为数据采集点的实时采集图片,通过行列扫描采集数据,可以清晰看出人体在垂直站立时,足部受力状况。从图8可以清晰看到足部受力点的位置和受力点力学大小。因此,本实施例将两根导电包芯纱线集成在鞋垫表面,通过采集两根纱线交叉点处的信号,即能实现对足部压力的传感检测。集成更方便,且交叉传感点可见,实际使用时便于观察、调整和检测,当出现故障时,也便于检查和修复,且纱线本身细软,不会对足部造成不适感。

[0059] 综上所述,本发明提供的点接触式可穿戴压力传感器,包括相互交叉分布的第一导电纱线10和第二导电纱线20,以及用于采集第一导电纱线10和第二导电纱线20的交叉点处电信号的采集电路。交叉点处包括第一电极、第二电极和设置于所述第一电极和第二电极之间的电介质层30,使得交叉点处形成电阻梯度。当交叉点处受到压力刺激时,通过采集所述第一导电纱线10和第二导电纱线20两端的电信号,实现压力传感的检测。该压力传感器以纱线交叉点作为感压区,能够实现微纳传感,压力传感灵敏度显著提高。本发明提供的压力传感器能够通过刺绣的方式将其集成在织物表面,便于集成、拆卸和损坏后的修复,而且能够将其设计成各种刺绣花纹,在增加织物美观度的同时实现压力传感。

[0060] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

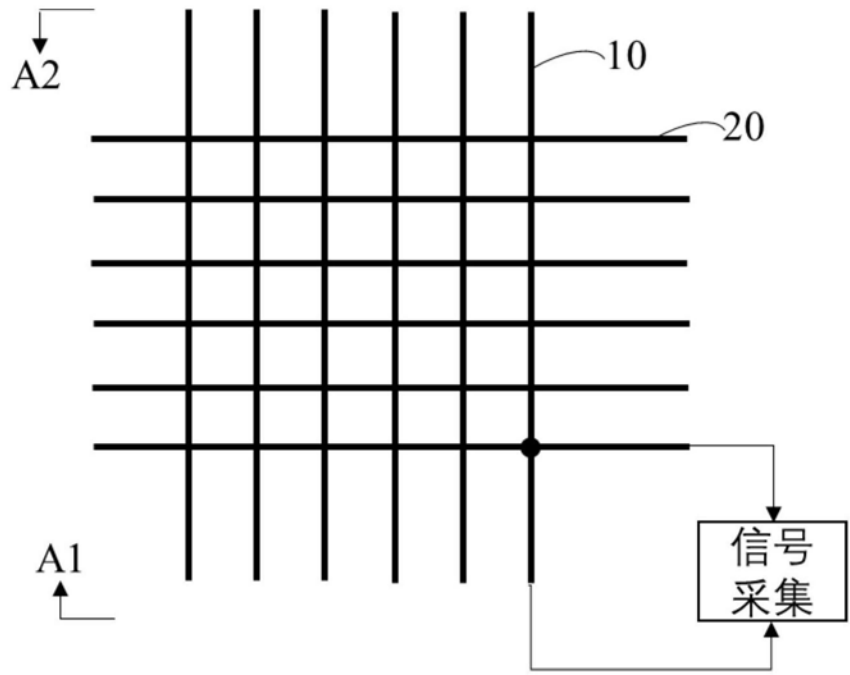


图1

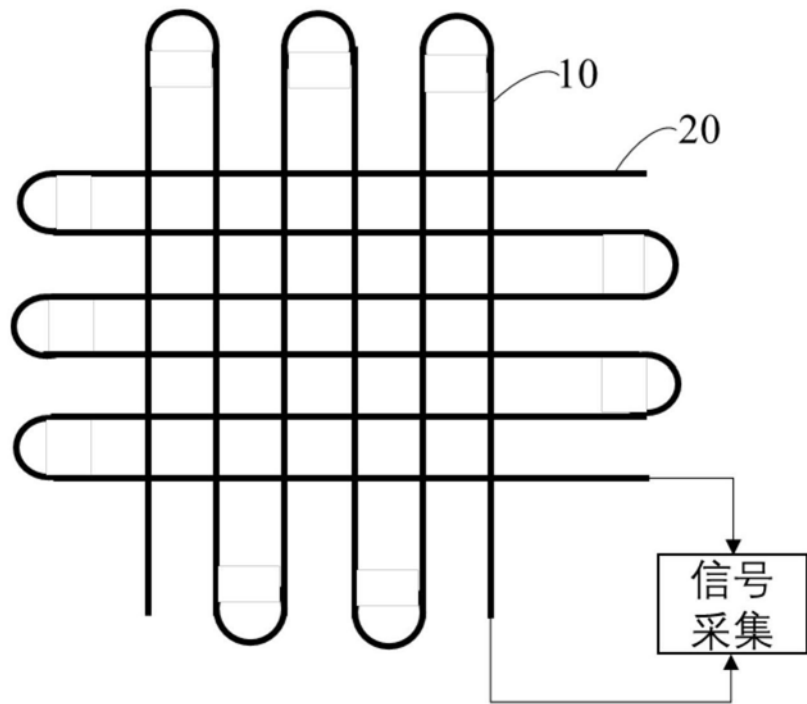


图2

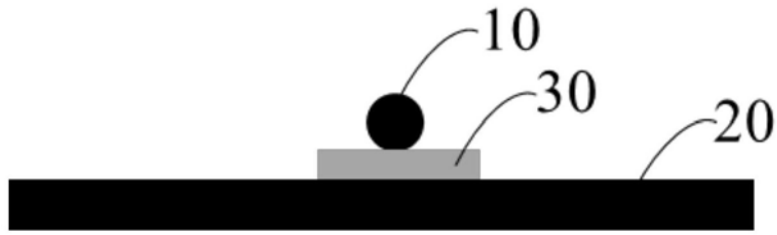


图3

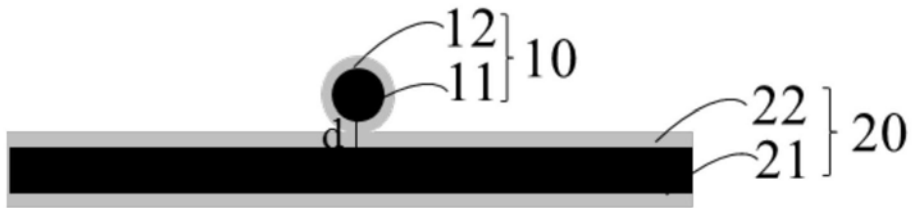


图4

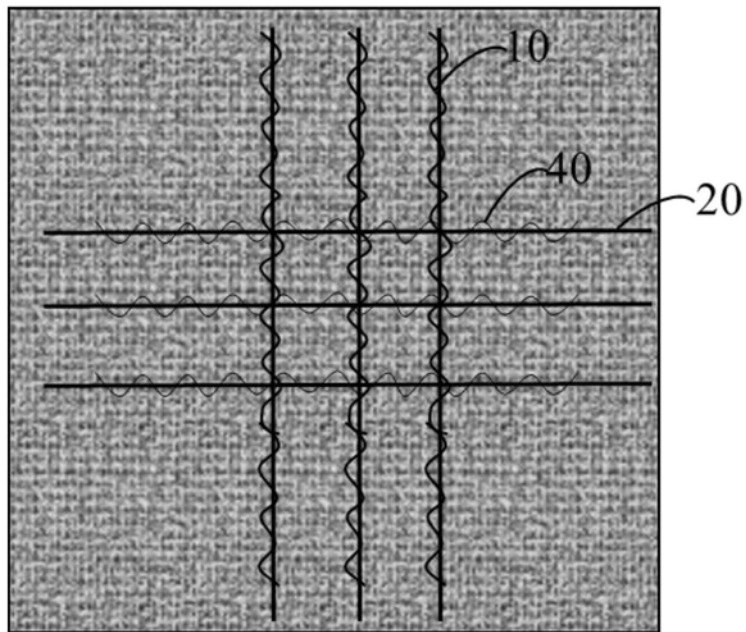


图5

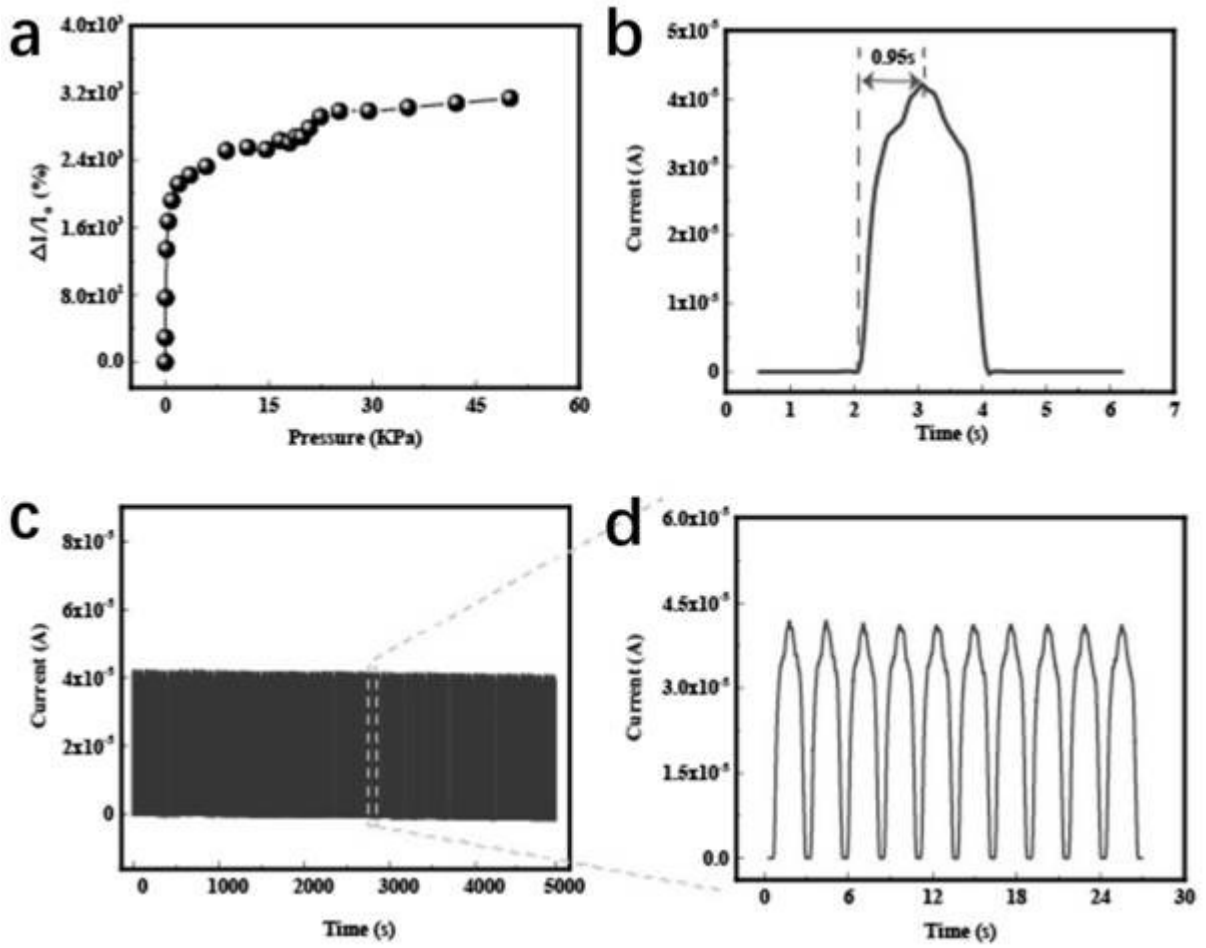


图6

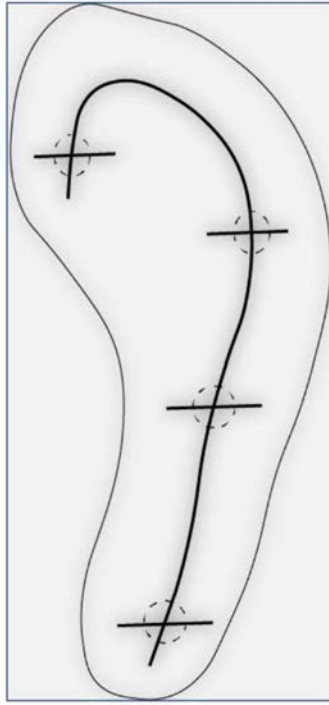


图7



图8