



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110769610 A

(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201911196177.2

A61B 5/0408(2006.01)

(22)申请日 2019.11.27

A61B 5/0488(2006.01)

(71)申请人 华中科技大学

A61B 5/0492(2006.01)

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(72)发明人 臧剑锋 曾志康 黄钊 吴志刚

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 李智

(51)Int.Cl.

H05K 3/20(2006.01)

H05K 3/04(2006.01)

H05K 1/03(2006.01)

H05K 1/09(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

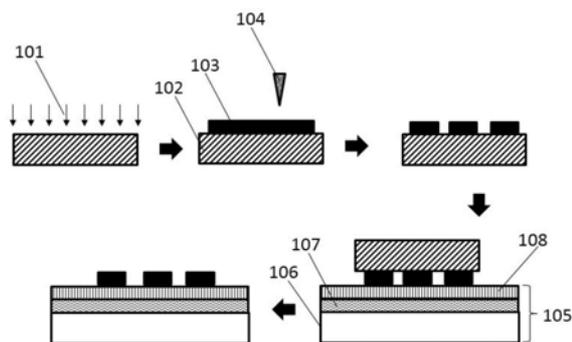
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种表皮电子器件和多模态表皮电子传感器的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种表皮电子器件和多模态表皮电子传感器的制备方法,属于柔性表皮电子领域。包括:选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面。通过本发明实现了聚合物基板上的金属薄膜的高精度图案化,以及金属薄膜图案的室温下转移,且工艺流程简单低成本。



1. 一种表皮电子器件的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

S1. 选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;

S2. 将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;

S3. 去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述无黏性聚合物基板为PET膜或PDMS膜。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述金属薄膜为厚度为5~30 μm 的铜箔或铝箔。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,若表皮电子器件用于检测心电/肌电,则所述目标图案包括:三个生物电极和相应导电路径,其中,地电极用于定义一个电势零点,工作电极和参比电极用于采集心电/肌电活动引起的皮肤表面的电势变化,导电路径用于与外部设备通信;

若表皮电子器件用于检测皮电,则所述目标图案包括:两个电极和相应导电路径,其中,正电极和负电极用于检测由于汗腺活动引起的两电极间皮肤的电导/电阻变化,导电路径用于与外部设备通信;

若表皮电子器件用于检测脑电,则所述目标图案包括:九个生物电极和相应导电路径,其中,地电极用于定义一个电势零点,六个工作电极和两个参比电极用于采集脑电的电势变化,导电路径用于与外部设备通信;

若表皮电子器件用于无线通信,则所述目标图案包括:四个环形线圈,用于向外界接收装置进行信息无线传输所需的天线。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,生物电极中心间距为25mm~40mm,环形线圈的半径为5cm~10cm。

6. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,导电路径为蜿蜒线结构,生物电极采用半交叉蜿蜒线结构,环形线圈为蜿蜒线结构。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述表皮电子基底为水转印纹身纸。

8. 一种多模态表皮电子传感器的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

S1. 将石墨棒在砂纸上划痕,在砂纸上形成石墨颗粒层;

S2. 通过贴附转移,将石墨颗粒层转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面;

S3. 选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;

S4. 将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;

S5. 去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面已有石墨颗粒层的表皮电子基底表面,确保石墨区域两端与铜箔接触良好。

9. 一种多模态表皮电子传感器的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

S1. 选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;

S2. 将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;

S3. 将石墨棒在砂纸上划痕,在砂纸上形成石墨颗粒层;

S4. 通过贴附转移,将石墨颗粒层转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面;

S5. 去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面已有石墨颗粒层的表皮电子基底表面,确保石墨区域两端与铜箔接触良好。

10. 如权利要求8或9所述的方法,其特征在于,形成的石墨颗粒层为2mm*10mm的矩形区域。

一种表皮电子器件和多模态表皮电子传感器的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于柔性表皮电子领域,更具体地,涉及一种表皮电子器件和多模态表皮电子传感器的制备方法。

背景技术

[0002] 作为柔性电子的一种,表皮电子系统的机械性质与人类皮肤的机械性质匹配,具有轻便,透气的特点。可以像临时转移纹身那样,贴附在人皮肤表面检测心电、呼吸、肌电等生理信号。

[0003] 传统的表皮电子设备的制备方法依赖于标准微制造过程,包括:旋转涂覆、光刻、湿法或干法蚀刻以及转移印刷,来实现导电材料在柔性基底上的图案化。这类制备方法具有较高的图案化精度,但是所涉及到的原料和工艺成本很高,同时工艺周期耗时较长。

[0004] 另外一类基于“切割和粘贴”的方法,首先将聚合物-金属叠层贴附在热释放胶带(TRT)表面,使用台式电子切割机器来机械地在聚合物-金属叠层上雕刻出设计好的图案。然后加热至100°以上使TRT胶带黏性失效,以便于用镊子轻易去除多余聚合物-金属叠层,只留下设计好的图案。最后将该聚合物-金属叠层图案转移到纹身贴纸或医用胶带表面。这类方法工艺成本较低,且工艺周期短。但是存在几个缺点:(1)刀片式切割头的切割精度有限,最小线宽约为200 μm ,且容易随着使用而磨损,不宜用于制备精细的图案化器件;(2)聚合物-金属叠层作为一个整体被切割和转移,聚合物的存在一方面增加了金属电极厚度,进而增加了与皮肤的接触电阻,不利于生理电信号的测量;另一方面,聚合物-金属叠层只有金属层那一面具有导电性,限制了聚合物-金属叠层与其他导电材料及制备工艺的结合;(3)TRT胶带的使用引入了100°以上高温,制约了与不耐高温功能材料的结合。

发明内容

[0005] 针对现有技术的缺陷和改进需求,本发明提供了一种表皮电子器件的制备方法,其目的在于利用高功率密度激光束实现金属单层的高精度(20 μm)图案化,利用等离子清洗预处理的弱吸附性基底实现室温下的金属支撑和转移,制备类纹身的表皮电子器件,实现心电、呼吸等生理信号的测量。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明的第一方面,提供一种表皮电子器件的制备方法,该方法包括以下步骤:

[0007] S1. 选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;

[0008] S2. 将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;

[0009] S3. 去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面。

[0010] 具体地,所述无黏性聚合物基板为PET膜或PDMS膜。

- [0011] 具体地,所述金属薄膜为厚度为5~30 μ m的铜箔或铝箔。
- [0012] 具体地,若表皮电子器件用于检测心电/肌电,则所述目标图案包括:三个生物电极和相应导电路径,其中,地电极用于定义一个电势零点,工作电极和参比电极用于采集心电/肌电活动引起的皮肤表面的电势变化,导电路径用于与外部设备通信;
- [0013] 若表皮电子器件用于检测皮电,则所述目标图案包括:两个电极和相应导电路径,其中,正电极和负电极用于检测由于汗腺活动引起的两电极间皮肤的电导/电阻变化,导电路径用于与外部设备通信;
- [0014] 若表皮电子器件用于检测脑电,则所述目标图案包括:九个生物电极和相应导电路径,其中,地电极用于定义一个电势零点,六个工作电极和两个参比电极用于采集脑电的电势变化,导电路径用于与外部设备通信;
- [0015] 若表皮电子器件用于无线通信,则所述目标图案包括:四个环形线圈,用于向外界接收装置进行信息无线传输所需的天线。
- [0016] 具体地,生物电极中心间距为25mm~40mm,环形线圈的半径为5cm~10cm。
- [0017] 具体地,导电路径为蜿蜒线结构,生物电极采用半交叉蜿蜒线结构,环形线圈为蜿蜒线结构。
- [0018] 具体地,所述表皮电子基底为水转印纹身纸。
- [0019] 为实现上述目的,按照本发明的第二方面,提供了一种多模态表皮电子传感器的制备方法,该方法包括以下步骤:
- [0020] S1.将石墨棒在砂纸上划痕,在砂纸上形成石墨颗粒层;
- [0021] S2.通过贴附转移,将石墨颗粒层转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面;
- [0022] S3.选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;
- [0023] S4.将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;
- [0024] S5.去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面已有石墨颗粒层的表皮电子基底表面,确保石墨区域两端与铜箔接触良好。
- [0025] 为实现上述目的,按照本发明的第三方面,提供了一种多模态表皮电子传感器的制备方法,该方法包括以下步骤:
- [0026] S1.选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面;
- [0027] S2.将该基板送入激光切割机,调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度,按照目标图案对基板表面的金属进行切割,同时不损伤基板;
- [0028] S3.将石墨棒在砂纸上划痕,在砂纸上形成石墨颗粒层;
- [0029] S4.通过贴附转移,将石墨颗粒层转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面;
- [0030] S5.去除基板表面多余金属,只留下目标金属图案,通过贴附转移,将金属图案转移到表面已有石墨颗粒层的表皮电子基底表面,确保石墨区域两端与铜箔接触良好。
- [0031] 具体地,形成的石墨颗粒层为2mm*10mm的矩形区域。
- [0032] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案,能够取得以下有益效果:
- [0033] (1)本发明用等离子体轰击聚合物表面,使得原本表面对金属薄膜无吸附性的聚

合物基板具有弱吸附性,金属薄膜很容易平铺吸附在处理过的聚合物表面,一方面为超薄金属薄膜提供了稳定基板,另一方面在将金属图案转移时,可以很容易被转移到更高吸附性的目标表皮电子基底表面,避免了由热释放胶带的引入的高温加热过程。通过采用激光图案化金属薄膜的方式,利用高功率密度激光束照射聚合物基板上的金属薄膜,利用激光的定点、精确、可调、能量密度高的特点,使金属很快被加热至汽化温度,蒸发形成孔洞,随着光束对材料的移动,孔洞连续形成宽度很窄的切缝,同时完全不影响下层聚合物基板。实现了聚合物基板上金属薄膜层的高精度图案化,同时金属单层形成的电路由于其两面导电性,更易于与其他导电材料进行有效电接触。通过直接的贴附转移,将金属图案转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面,制备成类似纹身的表皮电子器件,实现了聚合物基板上的金属薄膜的高精度图案化,以及金属薄膜图案的室温下转移,且工艺流程简单低成本。

[0034] (2) 本发明在表皮电子系统中实现了平台兼容性,即在水转印纸这一平台上,同时集成心电传感器和呼吸传感器,布局设计使得心电电极正确导联的同时,呼吸传感器处于胸腔起伏较大处;传感器集成实现了工艺兼容性,利用水转印纸表面的高粘性,通过吸附转移的工艺,将石墨颗粒层与铜箔图案转移到水转印纸表面,石墨层的蓬松特性使得石墨与铜箔形成良好导电接触。

附图说明

[0035] 图1为本发明实施例一提供的一种表皮电子器件的制备方法示意图;

[0036] 图2为本发明实施例二提供的可同时检测心电和呼吸频率信号的多模态表皮电子传感器的电路图案;

[0037] 图3为本发明实施例三提供的一种多模态表皮电子传感器的制备方法示意图;

[0038] 图4为本发明实施例四提供的一种多模态表皮电子传感器的使用方法示意图。

具体实施方式

[0039] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0040] 本发明提供了一种表皮电子器件的制备方法,该方法包括以下步骤:

[0041] 步骤S1. 选取表面无黏性聚合物基板,对其表面进行等离子清洗,使其对金属薄膜具有弱吸附性,将金属薄膜平铺在该基板表面。

[0042] 进一步优选地,所述无黏性聚合物基板为PET膜或PDMS膜。所述金属薄膜厚度优选5~30 μm ,可以是铜箔或铝箔。

[0043] 通过对聚合物基板进行预处理,用等离子体轰击聚合物表面,使得原本表面对金属薄膜无吸附性的聚合物基板具有弱吸附性。金属薄膜很容易平铺吸附在处理过的聚合物表面,一方面为超薄金属薄膜提供了稳定基板,另一方面在将金属图案转移时,可以很容易被转移到更高吸附性的目标表皮电子基底表面,避免了由热释放胶带的引入的高温加热过程。

[0044] 进一步优选地,所述等离子清洗时长优选为3分钟~5分钟。

[0045] 步骤S2. 将该基板送入激光切割机, 调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度, 按照目标图案对基板表面的金属进行切割, 同时不损伤基板。

[0046] 采用激光图案化金属薄膜的方式, 利用高功率密度激光束照射聚合物基板上的金属薄膜, 利用激光的定点、精确、可调、能量密度高的特点, 使金属很快被加热至汽化温度, 蒸发形成孔洞, 随着光束对材料的移动, 孔洞连续形成宽度很窄的切缝, 同时完全不影响下层聚合物基板。实现了聚合物基板上金属薄膜层的高精度图案化, 同时金属单层形成的电路由于其两面导电性, 更易于与其他导电材料进行有效电接触。

[0047] 若表皮电子器件用于检测心电/肌电, 则所述目标图案包括: 三个生物电极和相应导电路径, 其中, 地电极用于定义一个电势零点, 工作电极和参比电极用于采集心电/肌电活动引起的皮肤表面的电势变化, 导电路径用于与外部设备通信。

[0048] 若表皮电子器件用于检测皮电, 则所述目标图案包括: 两个电极和相应导电路径, 其中, 正电极和负电极用于检测由于汗腺活动引起的两电极间皮肤的电导/电阻变化, 导电路径用于与外部设备通信。

[0049] 若表皮电子器件用于检测脑电, 则所述目标图案包括: 九个生物电极和相应导电路径, 其中, 地电极用于定义一个电势零点, 六个工作电极和两个参比电极用于采集脑电活动引起的皮肤表面的电势变化, 导电路径用于与外部设备通信。

[0050] 若表皮电子器件用于无线通信, 则所述目标图案包括: 四个环形线圈, 用于向外界接收装置进行信息无线传输所需的天线。

[0051] 步骤S3. 去除基板表面多余金属, 只留下目标金属图案, 通过贴附转移, 将金属图案转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面。

[0052] 进一步优选地, 所述表面黏性更强的表皮电子基底优选为水转印纹身纸。

[0053] 如图1所示, 本发明实施例提供一种表皮电子器件的制备方法, 包括以下步骤:

[0054] 步骤S1. 将PET薄膜102放入等离子101清洗机中, 进行3分钟的表面等离子清洗, 使得PET表面被清洁并具有弱黏附力。然后将9 μ m铜箔103平铺到PET基底表面102。

[0055] 步骤S2. 将设计好的电路图案文件导入到激光切割机104, 将激光脉冲频率设为70kHz, 切割速率设为95mm/s, 切割高度设为5.8mm, 对PET上的铜箔进行图案化切割。

[0056] 步骤S3. 借助镊子轻易去除PET上多余的铜箔, 只留下设计好的铜箔图案。然后将PET具有铜箔图案的一面贴附到水转印纹身纸105上具有表面粘附性的透气可拉伸基底表面, 按压后撕下PET。由于可拉伸基底表面对于铜箔的粘附性远大于PET表面, 铜箔图案被转移到可拉伸基底表面。

[0057] 如图2所示, 实施例二为可同时检测心电和呼吸频率信号的多模态表皮电子传感器的电路图案, 其中, 用于检测心电/肌电的电路图案其包括三个用于生物电信号测量的表皮电极和相应导电路径, 三个生物电极分别是: 工作电极201、地电极202和参比电极203, 应变传感器204用于测量呼吸频率。

[0058] 优选地, 生物电极中心间距为25mm~40mm, 以便实现合适的导联, 测量到更强的心电信号。

[0059] 优选地, 导电路径采用了蜿蜒线结构, 电极采用了半交叉蜿蜒线结构, 线宽0.1~2mm, 线宽与外径比为0.4, 连接角度为0°。

[0060] 水转印纹身纸透气性好, 黏附性适中, 成本低。其由具有表面粘性的透气可拉伸基

底层108、水溶层107、临时基底层106构成。所述水溶层为聚乙烯醇树脂,所述临时基底层为白板纸。所述透气可拉伸基底杨氏模量约为26Mpa。

[0061] 如图3所示,实施例三提供一种多模态表皮电子传感器的制备方法,该方法包括:

[0062] 步骤S1.将石墨棒在砂纸301上划痕,在砂纸上形成石墨颗粒层302。

[0063] 由于砂纸表面颗粒对于石墨的摩擦磨损,在砂纸上形成矩形区域的石墨颗粒层。优选地,形成的石墨颗粒层为2mm*10mm的矩形区域,该大小的石墨颗粒层的电阻对呼吸时胸腔起伏引起的周期性应变变化,具有良好的应变敏感性,所述划痕次数为3~5次不等,具有一定厚度。

[0064] 步骤S2.通过贴附转移,将石墨颗粒层转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面。

[0065] 将砂纸表面有石墨颗粒层的一面贴附到水转印纹身纸上具有表面粘附性的透气可拉伸基底表面,按压后撕下砂纸。由于粘附作用,石墨颗粒层被转移到可拉伸基底表面。

[0066] 步骤S3.将PET薄膜放入等离子清洗机中,进行3分钟的表面等离子清洗,使得PET表面被清洁并具有弱黏附力。然后将9 μ m铜箔平铺到PET基底表面。

[0067] 步骤S4.将设计好的电路图案文件导入到激光切割机,将激光脉冲频率设为70kHz,切割速率设为95mm/s,切割高度设为5.8mm,对PET上的铜箔进行图案化切割。

[0068] 步骤S5.借助镊子去除PET上多余的铜箔,只留下设计好的铜箔图案。然后将PET贴附到S2中所述表面已有转移好的石墨颗粒层的可拉伸基底表面,确保石墨区域两端与铜箔接触良好。轻微按压后,撕下PET基底,铜箔图案可被轻易转移到可拉伸基底表面。

[0069] 确保石墨区域两端与铜箔接触良好并导通。如此便制备了一种可同时检测心电和呼吸频率信号的表皮电子传感器,这种传感器具有四层结构,从上到下为:传感功能层、可拉伸基底层、水溶层、临时基底层。其中,传感功能层包括:可检测生物电信号的铜箔电极和可检测由胸腔起伏引起的应变的石墨层。使用该装置可以舒适、无侵入地采集到人的心电和呼吸信号。

[0070] 如图4所示,实施例四提供一种多模态表皮电子传感器的使用方法,该方法包括:使用时将可拉伸基底层有传感器单元的那一面贴向皮肤401,用适量水402润湿传感器,使得水溶层被溶解,临时基底层随之自动脱落,只留下传感器单元及透气可拉伸基底层贴附在皮肤上。

[0071] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

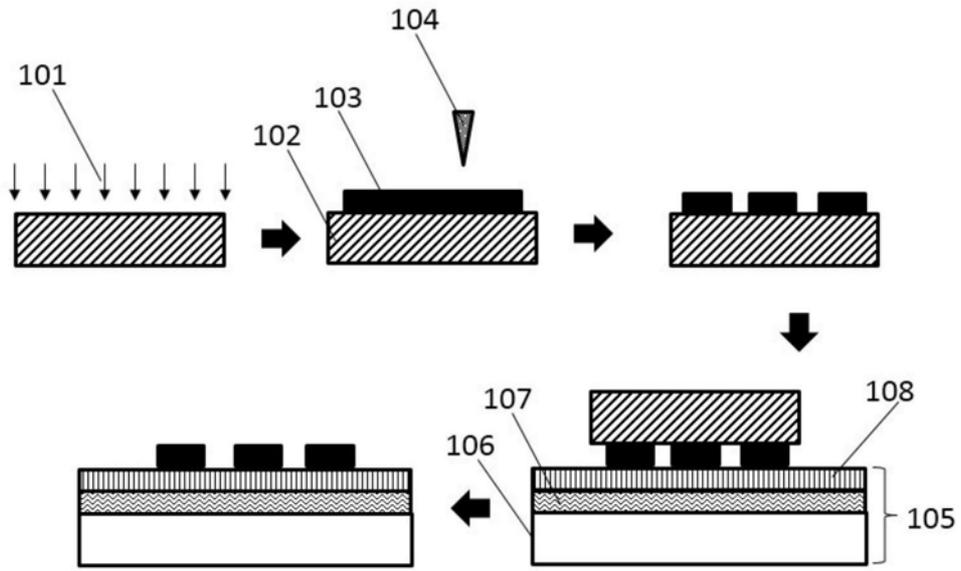


图1

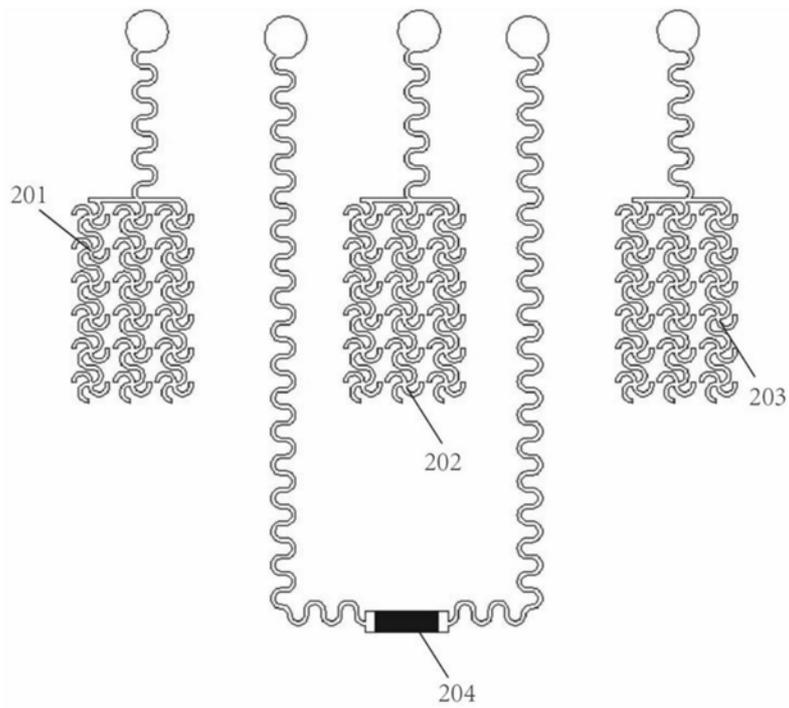


图2

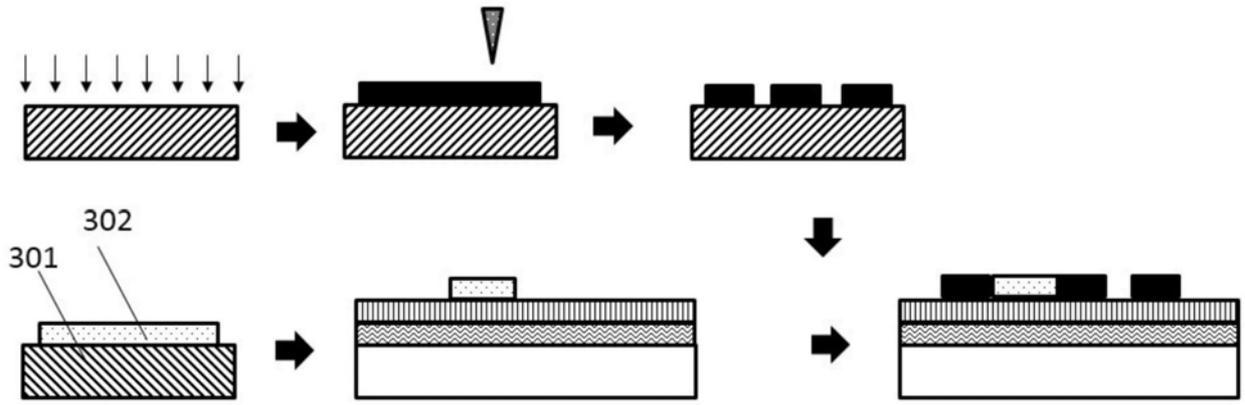


图3

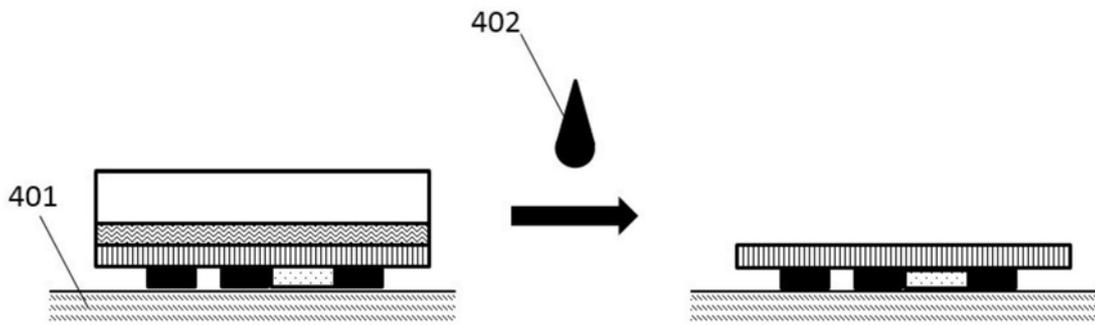


图4

专利名称(译)	一种表皮电子器件和多模态表皮电子传感器的制备方法		
公开(公告)号	CN110769610A	公开(公告)日	2020-02-07
申请号	CN201911196177.2	申请日	2019-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	臧剑锋 曾志康 黄钊 吴志刚		
发明人	臧剑锋 曾志康 黄钊 吴志刚		
IPC分类号	H05K3/20 H05K3/04 H05K1/03 H05K1/09 A61B5/0402 A61B5/0408 A61B5/0488 A61B5/0492 A61B5/0205 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/0402 A61B5/04085 A61B5/0488 A61B5/0492 A61B5/08 A61B5/6802 H05K1/0313 H05K1/09 H05K3/04 H05K3/20		
代理人(译)	李智		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种表皮电子器件和多模态表皮电子传感器的制备方法，属于柔性表皮电子领域。包括：选取表面无黏性聚合物基板，对其表面进行等离子清洗，使其对金属薄膜具有弱吸附性，将金属薄膜平铺在该基板表面；将该基板送入激光切割机，调节激光脉冲频率、切割速率和切割高度，按照目标图案对基板表面的金属进行切割，同时不损伤基板；去除基板表面多余金属，只留下目标金属图案，通过贴附转移，将金属图案转移到表面黏性更强的表皮电子基底表面。通过本发明实现了聚合物基板上的金属薄膜的高精度图案化，以及金属薄膜图案的室温下转移，且工艺流程简单低成本。

