



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111134671 A

(43)申请公布日 2020.05.12

(21)申请号 201911376075.9

(22)申请日 2019.12.27

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 刘景全 赵楠 杨汉嘉

(74)专利代理机构 上海恒慧知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 31317

代理人 徐红银 赵楠

(51)Int.Cl.

A61B 5/0492(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

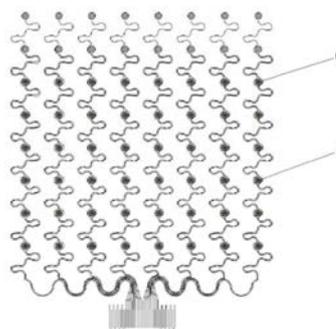
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备

(57)摘要

本发明提出了柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备,传感器包括第一双面柔性覆铜板、第二双面柔性覆铜板、第一PI覆盖膜及测量电极;第一双面柔性覆铜板的上下两面设置网状分布的蛇形互联导线,第二双面柔性覆铜板上、下两面设置网状分布的蛇形互联导线;第一双面柔性覆铜板与第二双面柔性覆铜板通过第一PI覆盖膜压合成一体结构,一体结构形成四层蛇形互联导线,四层蛇形互联导线由顶层至底层依次为第一层蛇形互联导线、第二层蛇形互联导线、第三层蛇形互联导线及第四层蛇形互联导线;测量电极设置于顶层或底层;测量电极处设有通孔,用于连接除了顶层/底层以外其他三层蛇形互联导线在测量电极处的电气连接,形成阵列式测量电极。



1. 一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:

所述传感器包括第一双面柔性覆铜板、第二双面柔性覆铜板、第一PI覆盖膜,测量电极;

其中,所述第一双面柔性覆铜板的上下两面设置网状分布的蛇形互联导线,所述第二双面柔性覆铜板上下两面设置网状分布的所述蛇形互联导线;

所述第一PI覆盖膜设置于所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板之间;所述第一双面柔性覆铜板、所述第一PI覆盖膜以及所述第二双面柔性覆铜板压合成一体结构,所述一体结构形成四层蛇形互联导线,所述四层蛇形互联导线由顶层至底层依次为第一层蛇形互联导线、第二层蛇形互联导线、第三层蛇形互联导线及第四层蛇形互联导线,即所述第一层蛇形互联导线作为顶层,所述第四层蛇形互联导线作为底层;

所述测量电极设置于所述顶层或所述底层;

所述测量电极处设有通孔,用于连接除了所述顶层或所述底层以外其他三层蛇形互联导线在所述测量电极处的电气连接,形成阵列式测量电极。

2. 根据权利要求1所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:所述传感器还包括在顶层和底层分别布置矩形金属焊盘,所述矩形金属焊盘用于连接PFC连接板;

所述第一层蛇形互联导线分别连接位于顶层的所述矩形金属焊盘;

顶层的所述矩形金属焊盘设置第一盲孔,所述第二层蛇形互联导线分别通过所述第一盲孔连接所述第一层蛇形互联导线,由顶层的所述矩形金属焊盘引出;

所述第四层蛇形互联导线分别连接位于底层的所述矩形金属焊盘;

所述第二矩形金属焊盘处设置第二盲孔,所述第三层蛇形互联导线通过所述第二盲孔连接所述第四层蛇形互联导线,由底层的所述矩形金属焊盘引出。

3. 根据权利要求1或2所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:所述传感器还包括设置第二PI覆盖膜,所述第二PI覆盖膜设置于所述顶层或所述底层的上方,所述顶层或所述底层为未设置所述测量电极的一层,用于对所述顶层/所述底层封装。

4. 根据权利要求1或2所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:所述传感器还包括设置第三PI覆盖膜,所述第三PI覆盖膜设置于所述顶层或所述底层的上方,所述顶层或所述底层为设置所述测量电极的一层,用于对所述顶层或所述底层封装,以及四层蛇形互联导线之间的绝缘,同时将测量电极暴露出来。

5. 根据权利要求4所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:所述测量电极与所述第三PI覆盖膜之间具有高度差,使所述测量电极凹陷,在所述测量电极上方设置修饰电极使得所述测量电极凸出来,用于提高所述测量电极的接触阻抗性能;采用电镀Ni或Au方式作为所述修饰电极,或者采用滴注Ag或AgCl导电凝胶、PEDOT:PSS、导电银浆、碳浆或多壁碳纳米管中任意一种作为所述修饰电极。

6. 根据权利要求1所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:所述底层设置粘性贴合层,使所述传感器与皮肤进行保型的贴合。

7. 根据权利要求6所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:具有以下一种或多种特征:

-所述粘性贴合层由两层聚合物组成,底层薄膜采用Ecoflex、Silbione、PDMS或Dragon Skin中任意一种,所述底层表面设置aPDMS薄膜层;

-所述aPDMS薄膜层贴于皮肤,所述aPDMS薄膜层形状为长方形、正方形或圆形中任意一种。

8. 根据权利要求1所述的一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,其特征在于:所述传感器通过互联导线与非导线互联形成蛇形保型边框,使所述传感器可以保型的贴于曲率较高的皮肤表面。

9. 一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器的制备方法,其特征在于,

采用第一双面柔性覆铜板和第二双面柔性覆铜板作为基材,对所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板分别经过光刻图形化、刻蚀后得到第一层蛇形互联导线、第二层蛇形互联导线、第三层蛇形互联导线及第四层蛇形互联导线;

之后在所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板的任意一面甩上粘胶,在所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板的中间设置第一PI覆盖膜,将所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板压合在一起,形成一体结构;

在所述一体结构的顶层或底层设置阵列式的测量电极点,所述测量电极点处设有通孔,用于连接除了所述顶层或所述底层以外其他三层蛇形互联导线在所述测量电极处的电气连接,在所述测量电极点处做镀金处理,形成阵列式测量电极;

所述传感器还包括在所述顶层和所述底层分别设置矩形金属焊盘;在顶层的所述矩形金属焊盘处设置第一盲孔,所述第一盲孔用于所述顶层的所述第一蛇形互联导线连接相邻中间层所述第二层蛇形互联导线,即:所述第二层蛇形互联导线分别通过所述第一盲孔连接所述第一层蛇形互联导线,由顶层的所述矩形金属焊盘引出;

在底层的所述矩形金属焊盘处设置第二盲孔,所述第二盲孔用于所述底层的所述第四蛇形互联导线连接相邻中间层所述第三层蛇形互联导线,即:所述第三层蛇形互联导线通过所述第二盲孔连接所述第四层蛇形互联导线,由底层的所述矩形金属焊盘引出。

10. 根据权利要求9所述一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器的制备方法,其特征在于,还包括以下一种或多种特征:

-在所述测量电极上方设置第三PI覆盖膜激光切割使得阵列式的测量电极与引出焊盘开窗后贴于有测量电极的一层做封装,通过所述第三PI覆盖膜热压合在所述测量电极的上方进行封装;再用第二PI覆盖膜压合在无测量电极的一层,用于封装。

-所述测量电极与所述第三PI覆盖膜之间具有高度差,使所述测量电极凹陷,在所述测量电极上方设置修饰电极使得所述测量电极凸出来,用于提高所述测量电极的接触阻抗性能;

-采用电镀Ni或Au方式作为修饰电极,或者采用滴注Ag或AgCl导电凝胶、PEDOT:PSS、导电银浆、碳浆或多壁碳纳米管中任意一种作为所述修饰电极。

柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备

技术领域

[0001] 本发明涉及高密度表面肌电电极传感器领域,具体地,涉及一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备。

背景技术

[0002] 高密度表面肌电电极传感器对于吞咽障碍或者困难、肌肉疲劳、无声交互等医学领域有很大的帮助。

[0003] 高密度表面肌电电极传感器一般使用微加工或者FPC柔性电路板工艺,但是对于微加工工艺制作出的传感器,特别是对于大面积的高密度这个特性,虽然柔性特别好,能完美的贴合与皮肤的各个地方,但是由于PI韧性较低且在厚度比较薄,使得整个器件脆性太高太容易破裂损坏,并且相对于FPC柔性电路板工艺,微加工工艺制作费用高,制作时间长,并且成品率很低,不适于商业化与大范围推广使用。其次,以前的研究中很多也使用FPC柔性电路板工艺,而由于FPC最小线宽与间距70 μm 限制(有时候可以达到50 μm),使得非结构化设计使得大面积电极柔性不高,例如OT电极,较高的硬度使得无法很好地与皮肤保型的贴合,当然,为了解决此工艺制作出的传感器与皮肤的贴合问题,使用类似于双面黏胶的多孔无纺布做掩膜,既可以贴合于皮肤上又可以通过使用导电凝胶通过多孔渗透使得电极点采集效果良好,但是每次无纺布都需要更换,过程繁琐且极易将传感器拉扯坏,同时由于无纺布贴于电极与皮肤之间,使得整个器件厚度明显增加。众所周知。肌电传感器与皮肤的贴合情况是很大的问题,贴合情况几乎直接决定了肌电信号的采集质量,而肌电信号的质量好坏对之后数据处理有很大的影响,很多时候运动伪迹特别是运动时运动伪迹使得噪音的幅值远大于肌电信号本身幅值。

[0004] 经检索,专利公开号为CN109341727A,发明名称为:一种柔性可拉伸式传感器,公开了柔性可拉伸式传感器包括M \times N个探测单元排列形成的M \times N阵列;其中,每个探测单元包括可拉伸部分和不可拉伸部分;每个探测单元的传感模块设置于不可拉伸部分,通过可拉伸部分设置的导线与相邻探测单元的传感模块连接。使用时,通过可拉伸部分实现宏观的拉伸功能,同时不影响不可拉伸部分的探测功能。

[0005] 上述专利存在的问题:可拉伸性、重复使用性还存在不足之处,制作成本较高。

发明内容

[0006] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种柔性多通道可拉伸可重复使用的HD-sEMG(高密度表面肌电信号A high density surface electromyogram)传感器阵列及制备,采用软件设计蛇形导线,实现了制备工艺简单,成品率高等优点。

[0007] 根据本发明的第一个方面,提供一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器,所述传感器包括第一双面柔性覆铜板、第二双面柔性覆铜板、第一PI覆盖膜,测量电极;

[0008] 其中,所述第一双面柔性覆铜板的上下两面设置网状分布的蛇形互联导线,所述第二双面柔性覆铜板上下两面设置网状分布的所述蛇形互联导线;

[0009] 所述第一PI覆盖膜设置于所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板之间；所述第一双面柔性覆铜板、所述第一PI覆盖膜以及所述第二双面柔性覆铜板压合成一体结构，所述一体结构形成四层蛇形互联导线，所述四层蛇形互联导线由顶层至底层依次为第一层蛇形互联导线、第二层蛇形互联导线、第三层蛇形互联导线及第四层蛇形互联导线，即所述第一层蛇形互联导线作为所述顶层，第四层蛇形互联导线作为所述底层；

[0010] 所述测量电极设置于所述顶层或所述底层；

[0011] 所述测量电极处设有通孔，用于连接除了所述顶层或所述底层以外其他三层蛇形互联导线在所述测量电极处的电气连接，形成阵列式测量电极。

[0012] 上述电极结构采用Cadence、Altium Designer软件或者CAM350软件等电路板软件绘制四层电路板的方法，使用FPC柔性电路板制作工艺，同时FPC柔性电路板制作工艺较微加工工艺更加成熟，使得整个器件在柔韧性与可拉伸性可重复性三方面性能极其优越。同时，传统的高密度表面肌电电极也使用FPC柔性电路板制作工艺制作，但是都是非结构化的器件，即传感器中导线采用直线或者折线，即使是使用单面柔性覆铜板，也由于非结构化的结构使得整个器件硬度比较高，无法很好的贴在曲率较高的身体表面。

[0013] 优选地，所述传感器还包括在顶层和底层分别布置矩形金属焊盘，所述矩形金属焊盘用于连接PFC连接板；

[0014] 所述第一层蛇形互联导线分别连接位于顶层的所述矩形金属焊盘；

[0015] 顶层的所述矩形金属焊盘设置第一盲孔，所述第二层蛇形互联导线分别通过所述第一盲孔连接所述第一层蛇形互联导线，由顶层的所述矩形金属焊盘引出；

[0016] 所述第四蛇形互联导线分别连接位于底层的所述矩形金属焊盘；

[0017] 所述第二矩形金属焊盘处设置第二盲孔，所述第三层蛇形互联导线通过所述第二盲孔连接所述第四层蛇形互联导线，由底层的所述矩形金属焊盘引出。

[0018] 优选地，所述传感器还包括设置第二PI覆盖膜，所述第二PI覆盖膜设置于所述顶层/所述底层的上方，所述顶层或所述底层为未设置所述测量电极的一层，用于对所述顶层/所述底层封装。

[0019] 优选地：所述传感器还包括设置第二PI覆盖膜，所述第二PI覆盖膜设置于所述顶层或所述底层的上方，所述顶层或所述底层为设置所述无测量电极的一层，用于对所述顶层/所述底层封装，以及四层蛇形互联导线之间的绝缘。

[0020] 优选地，所述测量电极与所述第三PI覆盖膜之间具有高度差，使所述测量电极凹陷，在所述测量电极上方设置修饰电极使得所述测量电极凸出来，用于提高所述测量电极的接触阻抗性能；

[0021] 采用电镀Ni或Au方式作为所述修饰电极，或者采用滴注Ag或AgCl导电凝胶、PEDOT:PSS、导电银浆、碳浆或多壁碳纳米管中任意一种作为所述修饰电极。

[0022] 优选地，所述底层设置粘性贴合层，使所述传感器与皮肤进行保型的贴合。

[0023] 优选地，具有以下一种或多种特征：

[0024] -所述粘性贴合层由两层聚合物组成，底层薄膜采用Ecoflex、Silbione、PDMS或Dragon Skin中任意一种，所述底层表面设置aPDMS薄膜层；

[0025] -所述aPDMS薄膜层贴于皮肤，所述aPDMS薄膜层形状为长方形、正方形或圆形中任意一种。

[0026] 为了使高密度表面肌电电极传感器更好的贴敷于皮肤上,采用Ecoflex、Silbione、PDMS、Dragon Skin和aPDMS其中一种都可以作为贴合层。或者使用掩膜层喷胶、喷aPDMS、PDMS、Silbione任意一种,后两种硅橡胶使用一定的温度固化后可以达到很好的粘度效果。贴合层可以做成与高密度表面肌电电极传感器大小相等或者较其大一些,在形状方面可以是非结构化的整片贴合层或者是结构化后的蛇形贴合层。

[0027] 优选地,所述传感器通过互联导线与非导线互联形成蛇形保型边框,使所述传感器可以保型的贴于曲率较高的皮肤表面。例如:脖颈,手臂和手腕等部位。

[0028] 本发明第二个方面,提供了一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器的制备方法,

[0029] 采用第一双面柔性覆铜板和第二双面柔性覆铜板作为基材,对所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板分别经过光刻图形化、刻蚀后得到第一层蛇形互联导线、第二层蛇形互联导线、第三层蛇形互联导线及第四层蛇形互联导线;

[0030] 之后在所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板的任意一面甩上粘胶,在所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板的中间设置第一PI覆盖膜,将所述第一双面柔性覆铜板和所述第二双面柔性覆铜板压合在一起,形成一体结构;

[0031] 在所述一体结构的顶层或底层设置阵列式的测量电极点,所述测量电极点处设有通孔,用于连接除了所述顶层或所述底层以外其他三层蛇形互联导线在所述测量电极处的电气连接,在所述测量电极点处做镀金处理,形成阵列式测量电极;

[0032] 所述传感器还包括在所述顶层或所述底层分别设置矩形金属焊盘;在顶层的所述矩形金属焊盘处设置第一盲孔,所述第一盲孔用于所述顶层的所述第一蛇形互联导线连接相邻中间层所述第二层蛇形互联导线,即:所述第二层蛇形互联导线分别通过所述第一盲孔连接所述第一层蛇形互联导线,由顶层的所述矩形金属焊盘引出;

[0033] 在所述第二矩形金属焊盘处设置第二盲孔,所述第二矩形金属焊盘处设置第二盲孔,所述第三层蛇形互联导线通过所述第二盲孔连接所述第四层蛇形互联导线,由底层的所述矩形金属焊盘引出。

[0034] 上述方法中,还包括:利用Cadence绘制的四层板导线图以及第一盲孔、第二盲孔、通孔。

[0035] 优选地,还包括以下一种或多种特征:

[0036] -在所述测量电极上方设置第三PI覆盖膜激光切割使得阵列式的测量电极与引出焊盘开窗后热压合在所述测量电极的上方封装;再用第二PI覆盖膜,用于对四层蛇形互联导线做绝缘,在具体实施例中,顶层是有测量电极的一层,底层是无测量电极的一层。范例中第三PI覆盖膜贴于顶层,第二PI覆盖膜贴于底层;

[0037] -所述测量电极与所述第三PI覆盖膜之间具有高度差,使所述测量电极凹陷,在所述测量电极上方设置修饰电极使得所述测量电极凸出来,用于提高所述测量电极的接触阻抗性能;

[0038] 本发明由于FPC柔性电路板制作工艺的限制,所以阵列式分布的测量电极与作为绝缘层而最后贴上的最上层的第一PI覆盖膜有20~30 μm 高度差,所述测量电极凹陷下去,于是采用电镀方式或者用Ag或AgCl导电凝胶、PEDOT:PSS、导电银浆、碳浆、MWCNT(多壁碳纳米管)修饰电极,使得采集信号质量达到所需的程度。

[0039] -采用电镀Ni或Au方式作为修饰电极,或者采用滴注Ag或AgCl导电凝胶、PEDOT:PSS、导电银浆、碳浆或多壁碳纳米管中任意一种作为所述修饰电极。

[0040] 本发明中涉及到的技术语解释:

[0041] HD-sEMG:高密度表面肌电电极传感器;

[0042] aPDMS:粘性PDMS,一种粘性多孔弹性聚合物硅橡胶;

[0043] Silbione,有机硅塑料,有机硅塑料耐高低温、耐水性好、高频绝缘性好,耐辐射、耐臭氧性好适于制作电工、电子组件及线圈的灌封与固定。医疗器械及女性成人玩具产品;

[0044] Dragon Skin,龙皮肤,硅胶为高性能铂金固化液体有机硅化合物,用于各种应用场合,从制作皮肤效果和其他电影特效到制作用于浇注各种材料的生产模具。由于Dragon Skin硅胶的卓越物理性能和柔韧性,也可用于医疗假肢和缓冲应用场合。

[0045] Ecoflex,铂催化硅橡胶,多功能和易于使用的。Ecoflex橡胶混合1a:1b的重量或体积和固化在室温无收缩。硅橡胶表面可以做到不发粘。低粘度确保易于混合和脱泡。

[0046] 现有技术中采用微加工工艺制作出的电极,存在流片时间长,费用高,成品率低,损坏率极高的问题,采用FPC柔性电路板加工工艺存在由于线宽限制问题,同时没有结构化设计,使得做出的电极硬度比较高,柔性并不好,同时与皮肤的贴合工艺上,都是一次性的,不能多次使用,比如双面多孔胶,基本都是仅仅可以使用一次。

[0047] 相对于上述现有技术中的不足和缺陷:

[0048] 本发明设计的传感器结构具有很强的柔韧性,可拉伸性,可重复使用性,能够很好地贴合于皮肤上。同时可以批量生产,费用低廉,成品率极高,损坏率极低,最后可以达到柔性,多通道,可拉伸的可重复使用的肌电传感器。

[0049] 进一步的,本发明采用四层蛇形蛇形互联导线的结构,使得机械性也就是可拉伸性良好,30%拉伸度。

[0050] 进一步的,本发明实施例采用Cadence软件设计线宽为100 μ m的四层蛇形导线,工艺耗费时间不超过1天,成品率极高,并且每个器件的费用成本基本在100元左右,可批量生产;

[0051] 本发明与商用肌电测量仪器很好的连接,例如OT的便携式64通道肌电信号的采集传感器,Neuroscan采集等;本发明贴合层采用背面粘合的方式,可多次利用,电极经过修饰后信号质量好,所以本发明完全可商业化。

[0052] 此外,本发明中测量电极之间间距上可以拉大,可以制作成手环以及集成在护腕上,或者贴在脸上、脖颈、后背等测量特定部位的肌电信号。

附图说明

[0053] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0054] 图1为本发明中优选实施例中FPC柔性电路板制作工艺流程图示意图;

[0055] 图1中标记分别表示为:S为测量电极间距、D为测量电极直径、W为蛇形互联导线的宽度、s:两个相邻蛇形互联导线中间的间隔;

[0056] 图2a为本发明中优选实施例中Cadence绘制的四层板导线图以及通孔与盲孔示意图;

- [0057] 图2b为本发明中优选实施例中Cadence绘制的通孔的结构示意图；
- [0058] 图2c为本发明中优选实施例中Cadence绘制的矩形金属焊盘的结构示意图；
- [0059] 图2d为本发明中优选实施例中Cadence绘制的第一盲孔的结构示意图；
- [0060] 图2e为本发明中优选实施例中Cadence绘制的第二盲孔的结构示意图；
- [0061] 图3a为图2中底层测量电极与互联导线示意图；
- [0062] 图3b为图2中middle1层测量电极与互联导线示意图；
- [0063] 图3c为图2中middle2层测量电极与互联导线示意图；
- [0064] 图3d为图2中顶层测量电极与互联导线示意图；
- [0065] 图4a为本发明中优选实施例中CAD绘制的最后激光切割边框示意图；
- [0066] 图4b为本发明中优选实施例中切割保型边框后的正面示意图；
- [0067] 图4c为本发明中优选实施例中在对除测量电极以外做其他处理时的掩膜版示意图；
- [0068] 图5为测量电极表面经过PEDOT:PSS修饰过后的电极示意图；
- [0069] 图6为本发明中优选实施例中未经PEDOT:PSS修饰的金电极、经过修饰过后的电极、商用Ag或AgCl电极贴在皮肤上测试的接触阻抗对比示意图；
- [0070] 图7为本发明中优选实施例中传感器贴于皮肤上的示意图；
- [0071] 图中标记分别表示为：测量电极1、第一层蛇形互联导线2、第二层蛇形互联导线3、第三层蛇形互联导线4、第四层蛇形互联导线5、通孔6、第一盲孔7、第二盲孔8、矩形金属焊盘9。

具体实施方式

[0072] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0073] 本实施例具体公开一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备。

[0074] 传感器包括第一双面柔性覆铜板、第二双面柔性覆铜板、第一PI覆盖膜，测量电极1；

[0075] 其中，第一双面柔性覆铜板的上下两面设置网状分布的蛇形互联导线，第二双面柔性覆铜板上下两面设置网状分布的蛇形互联导线；

[0076] 第一PI覆盖膜设置于第一双面柔性覆铜板和第二双面柔性覆铜板之间，第一PI覆盖膜用于第一PI覆盖膜和第二双面柔性覆铜板之间的绝缘；第一双面柔性覆铜板、第一PI覆盖膜以及第二双面柔性覆铜板压合成一体结构，一体结构形成四层蛇形互联导线，四层蛇形互联导线由顶层至底层依次为第一层蛇形互联导线2、第二层蛇形互联导线3、第三层蛇形互联导线4及第四层蛇形互联导线5；

[0077] 测量电极1设置于顶层或底层；由于测量电极1贴在皮肤上，因此，测量电极1设置在顶层或者底层，将其他三层的蛇形互联导线通过设置通孔6连接在顶层或者底层。

[0078] 测量电极1处设有通孔6，用于连接除了所述顶层或所述底层以外其他三层蛇形互联导线在所述测量电极1处的电气连接，形成阵列式测量电极1。

[0079] 其中,如图2a、图2b所示,测量电极1点为圆形,圆形测量电极1处设置有通孔6,用于连接除了顶层以外其他三层在圆形测量电极1处的电气连接,也就是说圆形测量电极1点虽然仅仅在顶层,但是连接圆形电极点与矩形金属焊盘9的互联线是均匀分布在四层的,如图3a所示,阵列中前两行蛇形互联导线分布在底层,如图3b、图3c、图3d中所示,之后每两行占用一层做蛇形互联导线,阵列式圆形测量电极1与最后矩形金属焊盘9连接是用了四层金属板子,也就是在两个双面覆铜的柔性电路板压合的一体结构中形成8*8阵列式圆形测量电极1。如图3a、图3b、图3c、图3d中所示,每层有16根互联导线,共有64根互联导线,8*8测量电极1处除了前两行互联导线本身就在底层不需要通孔6,其他三层需要将蛇形互联导线在通孔6位置处将蛇形互联导线与底层圆形测量电极1连接。

[0080] 本发明的进一步设置为:如图2c、图2d、图2e中所示,传感器还包括在顶层和底层分别布置矩形金属焊盘9,在矩形金属焊盘9处设置盲孔。位于顶层的矩形金属焊盘9处设置第一盲孔7,位于底层的矩形金属焊盘9处设置第二盲孔8。矩形金属焊盘9用于连接PFC连接板;本实施例中每层有32个矩形金属焊盘9。

[0081] 如图2c、图2d、图2e中所示,由于焊盘需要外漏位置后连接在电路上做压印使用,所以需要第一盲孔7或第二盲孔8来连接第一双面柔性覆铜板或第二双面柔性覆铜板的双面导线使得最后矩形金属焊盘9都布置在顶层或者底层,由于上述结构采用了四层蛇形互联导线,矩形金属焊盘9布置在底层和顶层,所以将中间两层分别向底层和顶层两层引出,本实施例中,蛇形互联导线是64根,矩形金属焊盘9顶层和底层分别是32个,互联线4层中每层有16根,所以底层导线直接就在底层连接矩形金属焊盘9,而紧挨底层的中间层互联导线通过盲孔使得其与底层导线连接在一起之后在底层使用矩形金属焊盘9引出。顶层导线直接就在顶层连接矩形金属焊盘9,而紧挨顶层的中间层互联导线通过盲孔使得其与顶层导线连接在一起之后在顶层使用矩形金属焊盘9引出。

[0082] 如图1中e所示,传感器还包括设置第二PI覆盖膜,第二PI覆盖膜做底面封装,第二PI覆盖膜设置于一体结构的底层,底层是经过激光切割而露出矩形金属焊盘9区域,即:第二PI覆盖膜热压合在无圆形测量电极1点的底层,做底面封装。

[0083] 如图1中f所示,传感器还包设置第三PI覆盖膜,括将第三PI覆盖膜通过激光切割出8*8的阵列式圆形测量电极1孔和矩形金属焊盘9口后甩胶,并且热压合在一一体结构设置圆形测量电极1点的顶层,将圆形测量电极1和矩形金属焊盘9裸漏出来。

[0084] 本发明的进一步设置为:传感器结构中还包括设置修饰电极,测量电极1与第三PI覆盖膜之间具有高度差,使测量电极1凹陷,在测量电极1上方设置修饰电极使得测量电极1凸出来,用于提高测量电极1的接触阻抗性能;

[0085] 本发明由于FPC柔性电路板制作工艺的限制,所以阵列式分布的测量电极1与作为绝缘层而最后贴上的最上层的第三PI覆盖膜有20~30 μm 高度差,测量电极1凹陷下去,于是采用电镀方式或者用Ag或AgCl导电凝胶、PEDOT:PSS、导电银浆、碳浆、MWCNT(多壁碳纳米管)修饰电极,使得采集信号质量达到所需的程度。

[0086] 为采集的信号质量考虑,虽然经过镀金处理,但是由于电镀后在使用大约50次后,电镀的金会掉,使得采集的信号质量由于接触阻抗过高而变差,肌电信号的采集接触阻抗是最关键的一方面,本实施例在具体实施过程中采用PEDOT:PSS利用滴注的方法将PEDOT:PSS滴注在测量电极1表面,如图5所示,经过PEDOT:PSS修饰过后的电极,经过PEDOT:PSS修

饰过后的电极,经过测试对比,接触阻抗性能相比于商用凝胶电极效果更好,如图6所示,为未经PEDOT:PSS修饰的金电极、经过修饰过后的电极、商用Ag或AgCl电极贴在皮肤上测试的接触阻抗对比图。由于本发明中所用电极直径仅有1.8mm,而商用Ag或AgCl电极直径有约9mm大小,所以,虽然接触阻抗相差不大但是从电极大小上明显可以看出本发明所使用的PEDOT:PSS修饰后的电极接触阻抗方面性能更好。

[0087] 作为一优选实施例:传感器的底层设置粘性贴合层,使传感器与皮肤进行保型的贴合。粘性贴合层由两层聚合物组成,底层薄膜采用Ecoflex、Silbione、PDMS或Dragon Skin中任意一种,所述底层表面设置aPDMS薄膜层;aPDMS薄膜层贴于皮肤,aPDMS薄膜层形状为长方形、正方形或圆形中任意一种。

[0088] 同时,为了能够更好地与皮肤进行保型的贴合,除了在结构上的设计以外,还采用外贴贴合层来实现,贴合层由两层聚合物组成,采用Ecoflex、Silbione、PDMS中任意一种,或,Dragon Skin和aPDMS作为贴合层,或者使用掩膜层喷胶、喷aPDMS、PDMS、Silbione(后两种硅橡胶使用一定的温度固化后可以达到很好的粘度效果)。其中,底层为光滑且柔性较好,可以采用Ecoflex、Silbione、PDMS或Dragon Skin中任意一种;根据最终贴于皮肤上不同部位,所以厚度可以随意改变,同时形状可以是长方形、正方形、圆形。之后在底层薄膜上旋涂aPDMS使得旋涂后的这一面粘性非常好,最后将肌电电极背面贴于粘附层的粘性一面,使得测量电极1表面暴露于空气中,如图7所示,之后便于贴于皮肤上。贴合层可以做成与高密度表面肌电电极传感器大小相等或者较其大一些,在形状方面可以是非结构化的整片贴合层或者是结构化后的蛇形贴合层。经过试验测试,这种贴附方案,可以多次使用粘性不会减小。

[0089] 作为一优选实施例:传感器通过互联导线与非导线互联形成蛇形保型边框,使所述传感器可以保型的贴于曲率较高的皮肤表面。

[0090] 本实施例中阵列式传感器上述结构具有很强的柔韧性,可拉伸性,可重复使用性,能够很好地贴合于皮肤上。尤其是电极结构最终采用Cadence软件绘制四层电路板的方法,使用FPC柔性电路板制作工艺,同时FPC柔性电路板制作工艺较微加工工艺更加成熟,使得整个器件在柔韧性与可拉伸性可重复性三方面性能极其优越。同时,高密度表面肌电电极之前也使用FPC柔性电路板制作工艺制作,但是都是非结构化的器件,即使是使用单面柔性覆铜板,也由于非结构化的结构使得整个器件硬度比较高,无法很好的贴在曲率较高的身体表面,而本发明设计的互联导线与非导线互联为蛇形结构,使得在切割最外围蛇形保型边框后,高密度表面肌电传感器可以保型的贴在例如脖颈,手臂和手腕等部位。

[0091] 本发明中的蛇形互联导线的层数并不局限于本实施例中的四层,其他层数可以实现,但是为了蛇形结构的实现电极点间距需要相应做调整。采用6层的也可以扩展8*8阵列扩展成8*10阵列,每层16个互联导线。采用四层的蛇形互联导线,解决了现有厂家制作工艺的局限性:线宽0.1mm,如果将所有导线放在单面上而引起大面积导线变成一整块矩形结构而非蛇形结构,一整块矩形结构无拉伸性,而4层蛇形结构具有拉伸性。

[0092] 如图1左上角所示,第二PI覆盖膜互联线宽700 μm ,最外围保型边框1.8mm,焊盘宽度0.3mm,间距0.5mm。其中,采用的第一双面柔性覆铜板、第二双面柔性覆铜板基材是无胶基材,其中第一PI覆盖膜厚25 μm ,Cu厚12 μm ,所以一个双面基材总厚度是49 μm ,第二PI覆盖膜厚度27.5 μm ,每次甩胶厚度一般是20~30 μm ,如图1右上角图所示。

[0093] 基于上述实施例中柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器的结构,本实施例另一方面,提供了一种柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器的制备方法,

[0094] 如图1所示,具体采用了FPC柔性电路板制作工艺制作,具体包括:

[0095] 第一步:首先采用两个第一双面柔性覆铜板和第二双面柔性覆铜板、三个PI覆盖膜作为基材。

[0096] 第二步:如图1中a所示,将两个第一双面柔性覆铜板和/或第二双面柔性覆铜板分别经过光刻图形化、刻蚀后截面图如图1中b所示得到四层蛇形互联导线。每层蛇形互联导线有16根互联导线,四层互联导线共有64根互联导线,同时,测量电极1也是经过在顶层和互联导线一起光刻、刻蚀出来的。

[0097] 第三步:如图1中c所示,在第一PI覆盖膜的双面都甩上胶,或者也可以在第一双面覆铜板和第二双面覆铜板的中间两层上甩上胶。将第一PI覆盖膜放置于第一双面柔性覆铜板和第二双面柔性覆铜板的中间,第一PI覆盖膜作为绝缘层使用,如图(1-d),将两个第一双面柔性覆铜板和第二双面柔性覆铜板压合在一起形成一体结构,在一体结构中形成四层蛇形互联导线,四层蛇形互联导线由顶层至底层依次为第一层蛇形互联导线2、第二层蛇形互联导线3、第三层蛇形互联导线4及第四层蛇形互联导线5。

[0098] 第四步:测量电极1位于一体结构的顶层,如图2a、图2b中所示,测量电极1处设有通孔6,用于连接除了顶层以外其他三层蛇形互联导线在测量电极1处的电气连接,形成阵列式测量电极1。通孔6是经过钻孔、黑孔、极化、电镀制作成层间导通的通孔6。如图3a、3b、3c、3d所示,每层有16根互联导线,共有64根互联导线,8*8测量电极1处除了前两行互联导线本身就在顶层不需要通孔6,其他三层需要将蛇形互联导线在通孔6位置处将蛇形互联导线与顶层圆形测量电极1连接。

[0099] 本实施例中,如图2a所示,测量电极1位于一体结构的顶层,在本实施例具体实施时,主要参数如下,测量电极1之间的互联导电线宽100um,线间距100um,测量电极1分布为8*8的阵列式测量电极1,测量电极1直径为1.8mm,电极间距8mm。

[0100] 第五步:如图2a、图2c、图2d、图2e中在顶层和底层分别布置矩形金属焊盘9,矩形金属焊盘9用于连接PFC连接板,所有四层蛇形互联导线最后通过顶层和底层的64个矩形金属焊盘9与外电路进行连接,中间两层互联导线通过盲孔实现中间两层互联导线分别于其较近外层(顶层和底层)进行电气连接。最终形成阵列式肌电测量电极1又称(HD-sEMG肌电信号传感器)。

[0101] 本实施例中每层有32个矩形金属焊盘9,两层共64个矩形金属焊盘9。如图2c、图2d、图2e中所示,在顶层的矩形金属焊盘9处分别设置第一盲孔7;在底层的矩形金属焊盘9处分别设置第二盲孔8。本实施例中,蛇形互联导线是64根,矩形金属焊盘9顶层和底层分别是32个,互联线4层中每层有16根,所以底层导线直接就在底层连接矩形金属焊盘9,而紧挨底层的中间层互联导线通过第二盲孔8使得其与底层导线连接在一起之后在底层使用矩形金属焊盘9引出。顶层导线直接就在顶层连接矩形金属焊盘9,而紧挨顶层的中间层互联导线通过第一盲孔7使得其与顶层导线连接在一起之后在顶层使用矩形金属焊盘9引出。作为一优选实施例,矩形金属焊盘9的参数:为宽度0.3mm,间距0.5mm。

[0102] 第六步:之后如图1中e所示,第二PI覆盖膜经过激光切割成网状分布的蛇形区域以及最外围蛇形区域边框后粘合在一体结构的底层(无测量电极1的那一层)防止底层互联

导线暴露于空气中,封装导线,第三PI覆盖膜除了第二PI覆盖膜切割以外,将测量电极1的圆形区域也在第三PI覆盖膜上切割出来,然后将切割好的第三PI覆盖膜粘合在有测量电极1的顶层或底层。采用第二PI覆盖膜热压合将底面封装后,再用最后一块第三PI覆盖膜激光切割使得阵列式的测量电极1点与金手指(引出焊盘)开窗后贴于顶面封装。

[0103] 第七步:最后在测量电极1点处做镀金处理。

[0104] 第八步:制作修饰电极:具体指:将PEDOT:PSS导电水溶液在无浓缩情况下,使用定时滴定的方式将PEDOT:PSS导电液定量的滴在金电极表面,然后经过120度2小时烘干处理即可。滴定后阵列式电极固化后(也就是烘干后)如图5所示。

[0105] 第九步:保型的外边框的制作过程,保型边框就是第二PI覆盖膜与第三PI覆盖膜经过激光切割如图4a的形状,其中贴于顶层有测量电极1的第三PI覆盖膜在圆形测量电极1点处经过激光切割将电极电处也露出来。

[0106] 作为一优选实施例,最外围保型边框的蛇形宽度是2.1mm

[0107] 第十步:制作外贴贴合层,首先将ECOFLEX旋涂在经过硅烷化后的硅片上,硅片是4寸的,固化后将aPDMS旋涂在固化后的ECOFLEX上,固化后将整个粘合层从硅片上取下即可。

[0108] 如图1左上角图所示,最后PI互联线宽700um,,本实施例在具体实施时:使用的双面基材采用的是无胶基材,其中第一PI覆盖膜厚25um,Cu厚12um,所以一个第一双面柔性覆铜板或第二双面柔性覆铜板基材总厚度是49um。第二PI覆盖膜、第三PI覆盖膜厚度27.5um,每次甩胶厚度一般是10~20um,如图1右上角图所示。具体流程与基材参数如图1所示,利用Cadence绘制的四层板导线图以及通孔6与盲孔展示如图2a、图2b、图2c、图2d、图2e、图3a、图3b、图3c所示,其中图3a表示图2a中最顶层导线情况,图3b图表示图2a中第二层蛇形互联导线3情况,图3c表示图2a中第三层蛇形互联导线4也就是更靠近底层层层的导线情况,图3d图表示图2a中最底层导线情况。即顶层为第一层蛇形互联导、最底层为第四层蛇形互联导线5。利用CAD绘制的最后激光切割边框如图4a所示,如图4b所示为切割保型边框后的正面展示图,如图4c所示为在对除测量电极1以外做其他处理时的掩膜版示意图。

[0109] 本发明制作的高密度肌电电极传感器,除了柔性多通道可拉伸可重复这些优点以外,还有最大的一个特点,就是实用且便宜,成品率极高,可高效率量产不费时间1天可以制作一批,并且每个器件的费用大约在100元左右。

[0110] 该柔性多通道可拉伸可重复使用的高密度表面肌电传感器器件总体结构主要由阵列式分布的测量电极1、四层网状分布的蛇形互联导线、保型的外边框、修饰性电极、粘性贴合层结构。

[0111] 本器件最大的优点:采用Cadence电路板设计理念,四层走线设计弥补来自FPC柔性电路板线宽限制,可拉伸、可重复、制作效率高、可批量生产,商业前景是非广阔。

[0112] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

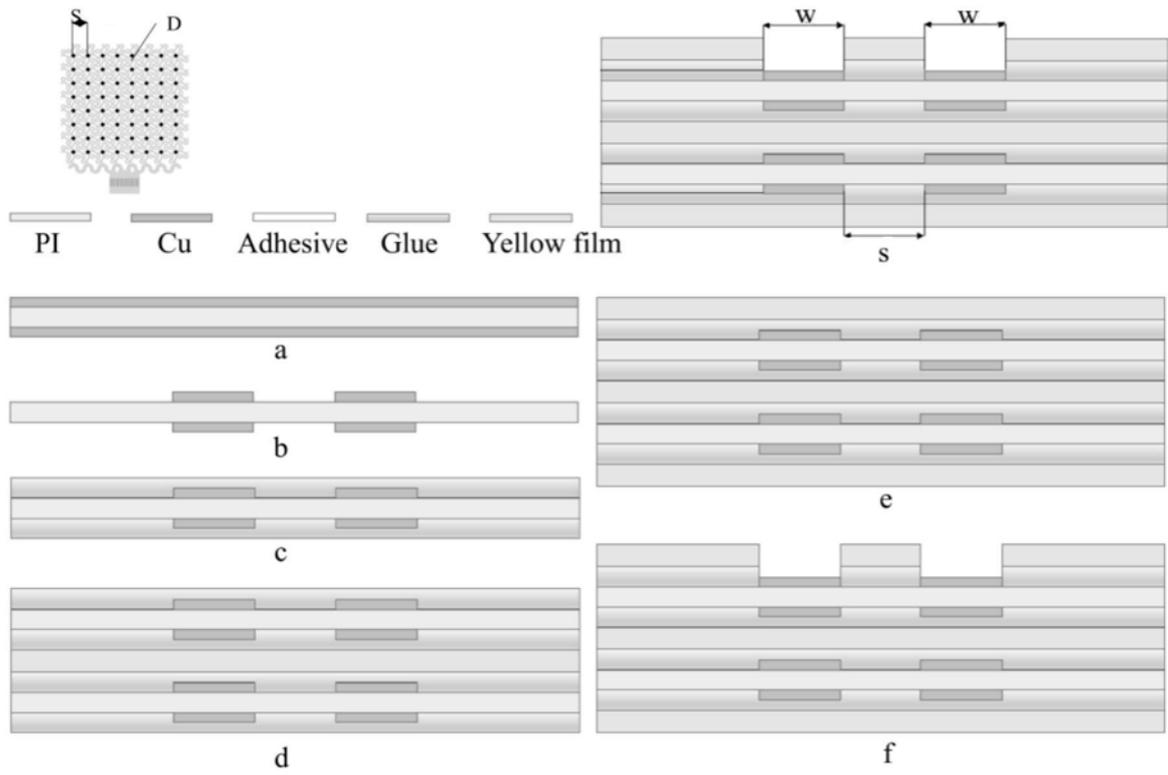


图1

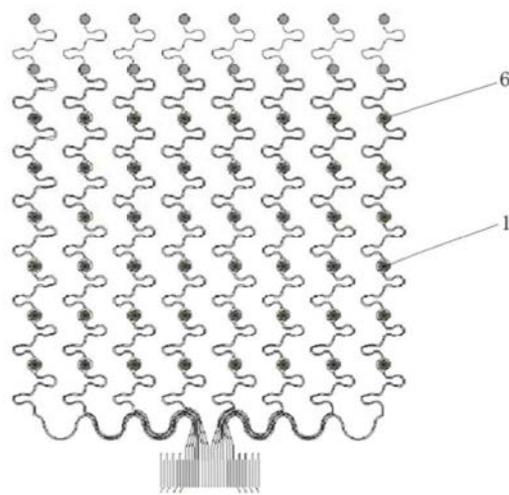


图2a

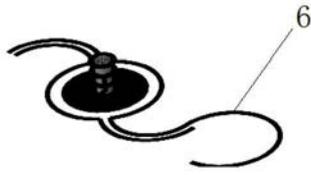


图2b

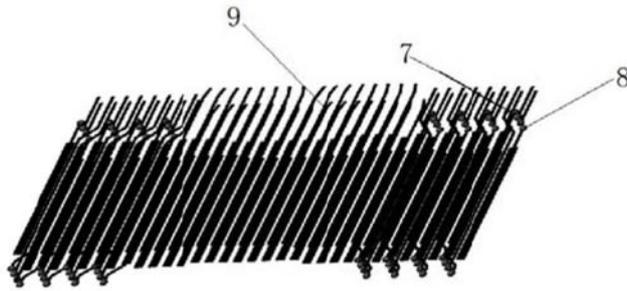


图2c

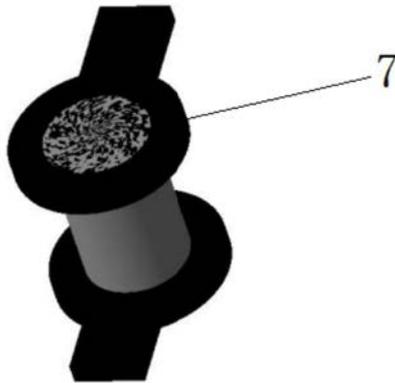


图2d

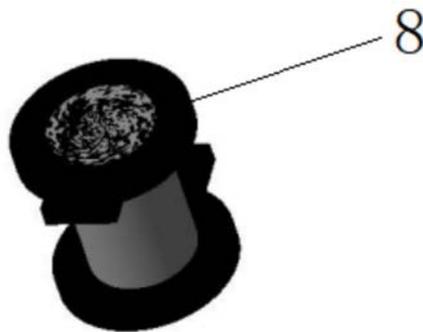


图2e

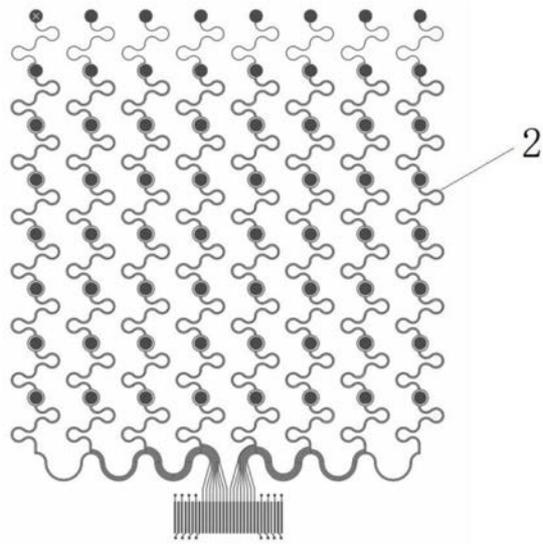


图3a

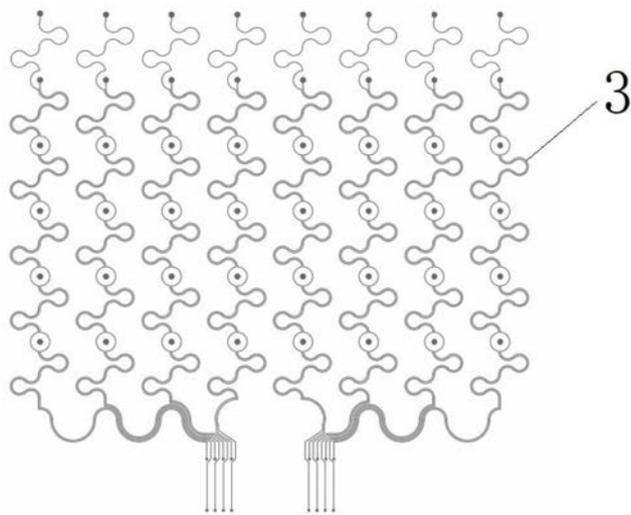


图3b

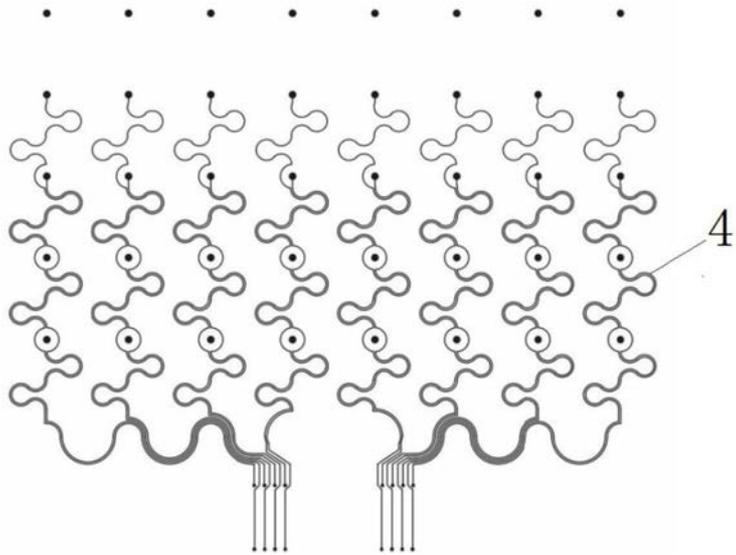


图3c

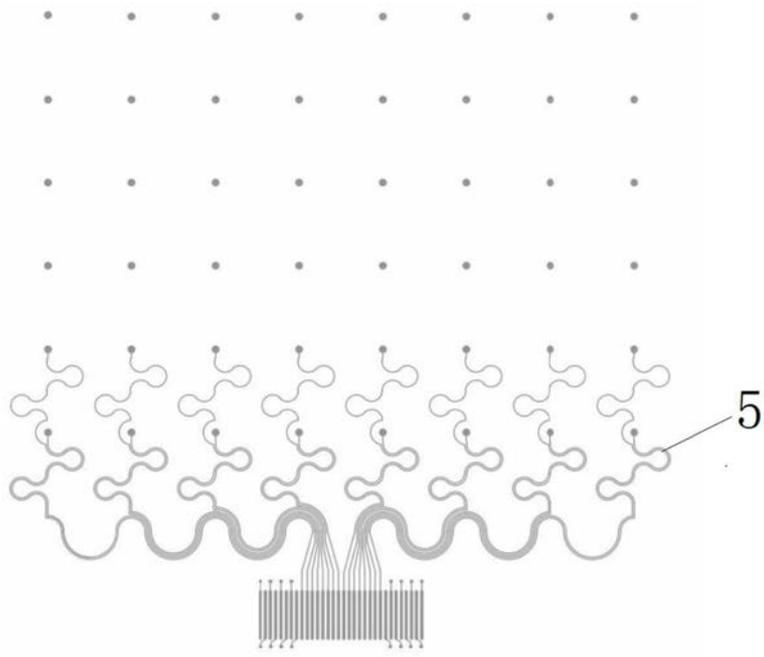


图3d

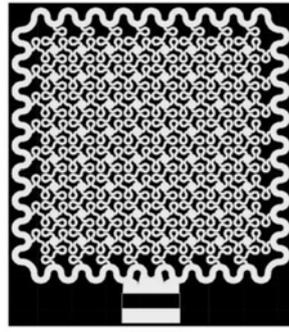


图4a

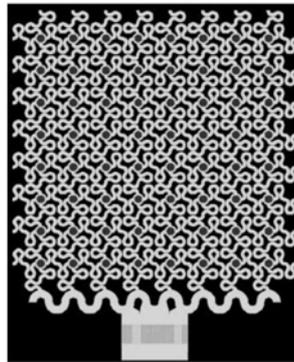


图4b

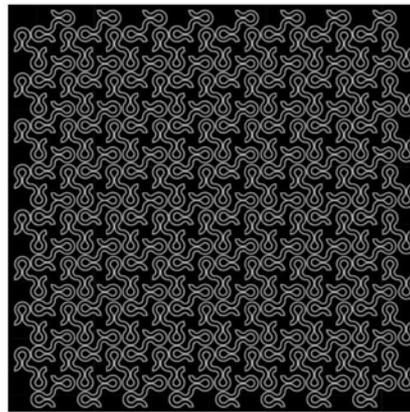


图4c

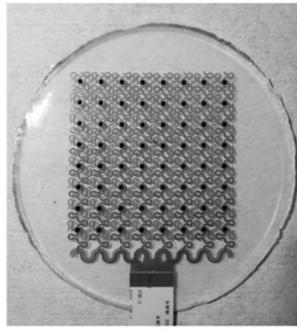


图5

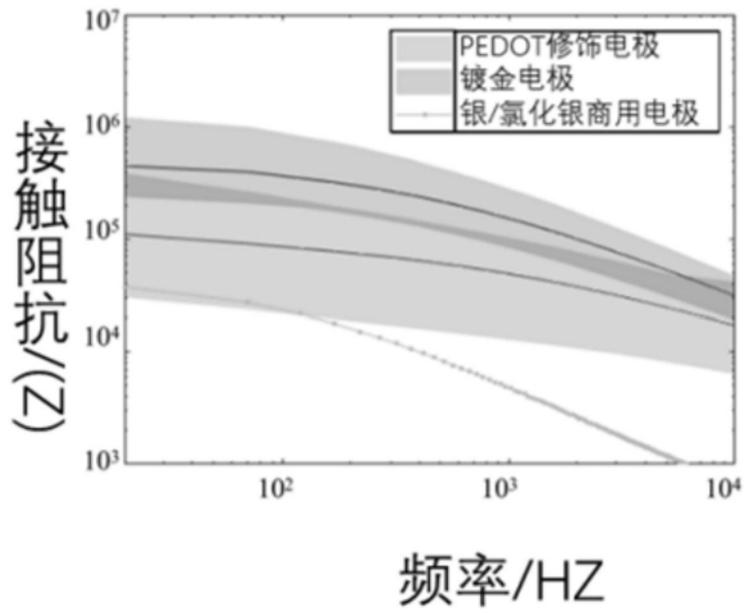


图6



图7

专利名称(译)	柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备		
公开(公告)号	CN111134671A	公开(公告)日	2020-05-12
申请号	CN201911376075.9	申请日	2019-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	刘景全 赵楠		
发明人	刘景全 赵楠 杨汉嘉		
IPC分类号	A61B5/0492 A61B5/00		
代理人(译)	徐红银 赵楠		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提出了柔性多通道可重复阵列式HD-sEMG传感器及制备，传感器包括第一双面柔性覆铜板、第二双面柔性覆铜板、第一PI覆盖膜及测量电极；第一双面柔性覆铜板的上下两面设置网状分布的蛇形互联导线，第二双面柔性覆铜板上下两面设置网状分布的蛇形互联导线；第一双面柔性覆铜板与第二双面柔性覆铜板通过第一PI覆盖膜压合成一体结构，一体结构形成四层蛇形互联导线，四层蛇形互联导线由顶层至底层依次为第一层蛇形互联导线、第二层蛇形互联导线、第三层蛇形互联导线及第四层蛇形互联导线；测量电极设置于顶层或底层；测量电极处设有通孔，用于连接除了顶层/底层以外其他三层蛇形互联导线在测量电极处的电气连接，形成阵列式测量电极。

