



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110840405 A

(43)申请公布日 2020. 02. 28

(21)申请号 201911172242.8

(22)申请日 2019.11.26

(71)申请人 苏州大学

地址 215000 江苏省苏州市相城区济学路8号

(72)发明人 王凤霞 章云霖 陈涛 孙立宁

(74)专利代理机构 苏州见山知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 32421

代理人 胡益萍

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

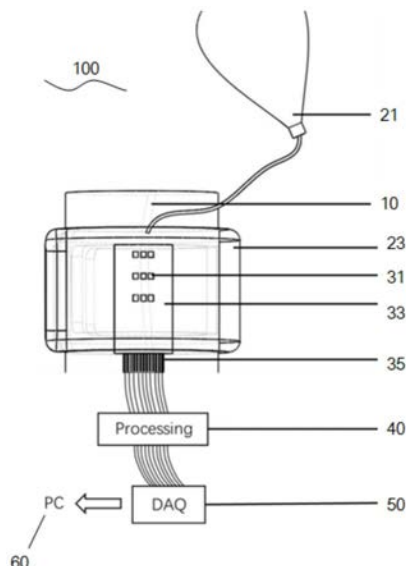
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种柔性阵列传感器的制作方法及基于其的脉象检测系统

(57)摘要

本发明实施例公开了一种柔性阵列传感器的制作方法及基于其的脉象检测系统。基于柔性阵列传感器的脉象检测系统包括用于对桡动脉施加压力的外力施加模块,位于桡动脉的预设位置处且用于感知预设位置处的脉搏压力的柔性阵列传感器,与柔性阵列传感器的输出端相连且用于处理柔性阵列传感器的输出信号的信号处理模块,与信号处理模块相连且用于实现信号的转换和存储的脉象采集模块,与脉象采集模块相连且用于根据脉象采集模块中的信号进行特征提取与分析并实现脉象三维化的呈现及判别不同的脉象的脉象判别模块。该脉象检测系统使用方便、穿戴简单、能够直观呈现脉象分布。



1. 一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述系统包括:  
外力施加模块,用于模拟中医切脉过程中对桡动脉施加压力;  
柔性阵列传感器,位于桡动脉的预设位置处,用于感知预设位置处的脉搏压力;  
信号处理模块,与所述柔性阵列传感器的输出端相连,用于处理所述柔性阵列传感器的输出信号;

脉象采集模块,与所述信号处理模块相连,用于实现信号的转换和存储;

脉象判别模块,与所述脉象采集模块相连,用于根据所述脉象采集模块中的信号进行特征提取与分析,并实现脉象三维化的呈现及判别不同的脉象。

2. 根据权利要求1所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述外力施加模块包括:

柔性单元,位于桡动脉的预设位置处,用于模拟中医切脉过程中对桡动脉施加压力;

紧固单元,用于将柔性单元固定在桡动脉的预设位置处;

加压单元,与所述柔性单元连接,用于变换所述柔性单元中的压力;

气压检测单元,与所述柔性单元连接,用于检测所述柔性单元中的压力。

3. 根据权利要求2所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述柔性阵列传感器贴附在所述柔性单元的内侧,用于感知预设位置处的脉搏压力。

4. 根据权利要求1所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述预设位置包括桡动脉的寸、尺、关三个部位的位置。

5. 根据权利要求1所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述柔性阵列传感器包括多个压敏传感器单元。

6. 根据权利要求5所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述柔性阵列传感器包括柔性基底、脉象检测层、柔性电极及封装层,所述脉象检测层包括多个压敏传感器单元。

7. 根据权利要求1所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述信号处理模块包括差分放大电路和滤波电路。

8. 根据权利要求1所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述脉象采集模块为多通道数据采集卡,用于将模拟信号转换成数字信号。

9. 根据权利要求1所述的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统,其特征在于,所述脉象判别模块中的判别算法包括步骤:

对所述脉象采集模块所输入的信号进行特征提取,根据所提取出的特征,判别出脉搏的频率、强度与脉象;

采用差值法,将所述脉象绘制成空间分布的三维曲面图;

对所述曲面进行特征分析,并结合所述脉搏的频率和强度,判定出人体健康情况。

10. 一种用于脉象检测系统的柔性阵列传感器的制作方法,其特征在于,所述制作方法包括步骤:

根据人体桡动脉的寸、关、尺三个部位的分布尺寸,设计柔性阵列传感器中各个传感器单元的位置布局;

根据设计好的传感器单元的位置布局,分别制备具有传感器单元的柔性基底及柔性电极,并在柔性基底上制备柔性有效层,在柔性电极上贴上绝缘层;

采用贴附的方法将柔性电极与柔性基底进行贴合。

## 一种柔性阵列传感器的制作方法及基于其的脉象检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械的技术领域,特别是涉及一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统及用于该脉象检测系统的柔性阵列传感器的制作方法。

### 背景技术

[0002] 中医是中华民族的医学瑰宝,是用于研究人体生理、病理以及疾病诊断和防治的一门医学学科。脉象作为中医诊断的一项重要依据,它是指脉搏的快慢、强弱、深浅的情况,是脉搏的形象与动态的形象展示。在中医诊断过程中,医生通过切脉来确定脉象。切脉的过程为:中医医生用三根手指在患者桡动脉的寸、关、尺三部施加不同压力,来感受患者动脉不同脉动的过程。由于传统中医对于脉象的诊断都是依靠医师对于脉搏波动的主观感受,无法精确和量化地将手指的感受表达出来,所以无法被广大学者所认可。进一步地,由于脉象受限于中医医师的水平与肉体感知的准确度,因此,脉象诊断的准确性与在现代医学中的实际应用都受到了很大制约作用。

[0003] 目前,机械化的脉象诊断设备主要有两种。第一种是医院等专业场所使用的大型脉象诊断设备,这种设备结构复杂、使用门槛较高且需要专业医护人员的陪同指导使用才可以采集到较好的脉象信号,难以适应现代医疗的便捷化发展趋势,不利于其广泛的推广。第二种是便携式家用的脉象诊断仪,这种仪器使用较为方便、使用场景相对随意,但是购买成本较高,对采集到的人体脉象分布信号没有直观呈现,无法给到用户自己脉象具体的分析原理与对应关系。

[0004] 机械化的脉象诊断设备中最主要的部件为脉象传感器。目前,脉象传感器包括单点脉象传感器和阵列脉象传感器。单点脉象传感器只是单点地采集桡动脉处地脉搏信号,通过时域分析法对二维脉搏信号进行分析来判断人体脉象,这样的研究无法形象地呈现出脉搏信号的空间分布,故无法表征出它的三维形象与动态。现有的阵列脉象传感器中的各个单元传感器的排布较为散乱,没有合理根据人体桡动脉寸、尺、关三部位置进行定位,故虽然能采集到三维的脉象信号,但是信号分布杂乱不利于进行脉象信号分析。进一步地,现有的脉象传感器阵列大多依托于硅基硬质电路板,各个传感器单元器件本身也为刚性材质,故与患者手腕的曲面贴合度较差,采集准确度会受到影响,穿戴舒适性也较低

[0005] 因此,针对上述技术问题,有必要提供一种使用方便、穿戴简单、能够直观呈现脉象分布的基于柔性阵列传感器的脉象检测系统及用于该脉象检测系统的柔性阵列传感器的制作方法。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,针对现有技术中的大型诊断设备存在使用不方便而便携式诊断装置穿戴不方便且无法直观呈现脉象分布的问题,本发明实施例采用柔性阵列传感器多点且分别检测桡动脉三部的脉搏信号、并通过处理器分析检测得到的脉搏信号并通过判别系统将分析结果三维化显示。进一步地,本发明实施例采用的柔性阵列传感器能够合理根据人体桡

动脉的寸、尺、关三个部位进行分布各个传感器单元,且采用柔性基底及柔性电极,不仅提高传感信号的精确度且提高穿戴舒适度。

[0007] 为了实现上述目的,本发明一实施例提供的技术方案如下:一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统包括:外力施加模块,用于模拟中医切脉过程中对桡动脉施加压力;柔性阵列传感器,位于桡动脉的预设位置处,用于感知预设位置处的脉搏压力;信号处理模块,与上述柔性阵列传感器的输出端相连,用于处理上述柔性阵列传感器的输出信号;脉象采集模块,与上述信号处理模块相连,用于实现信号的转换和存储;脉象判别模块,与上述脉象采集模块相连,用于根据上述脉象采集模块中的信号进行特征提取与分析,并实现脉象三维化的呈现及判别不同的脉象。

[0008] 作为本发明的进一步改进,上述外力施加模块包括:柔性单元,位于桡动脉的预设位置处,用于模拟中医切脉过程中对桡动脉施加压力;紧固单元,用于将柔性单元固定在桡动脉的预设位置处;加压单元,与上述柔性单元连接,用于变换上述柔性单元中的压力;气压检测单元,与上述柔性单元连接,用于检测上述柔性单元中的压力。

[0009] 作为本发明的进一步改进,上述柔性阵列传感器贴附在上述柔性单元的内侧,用于感知预设位置处的脉搏压力。

[0010] 作为本发明的进一步改进,上述预设位置包括桡动脉的寸、尺、关三个部位的位置。

[0011] 作为本发明的进一步改进,上述柔性阵列传感器包括多个压敏传感器单元。

[0012] 作为本发明的进一步改进,上述柔性阵列传感器包括柔性基底、脉象检测层、柔性电极及封装层,上述脉象检测层包括多个压敏传感器单元。

[0013] 作为本发明的进一步改进,上述信号处理模块包括差分放大电路和滤波电路。

[0014] 作为本发明的进一步改进,上述脉象采集模块为多通道数据采集卡,用于将模拟信号转换成数字信号。

[0015] 作为本发明的进一步改进,上述脉象判别模块中的判别算法包括步骤:对上述脉象采集模块所输入的信号进行特征提取,根据所提取出的特征,判别出脉搏的频率、强度与脉象;采用差值法,将上述脉象绘制成空间分布的三维曲面图;对上述曲面进行特征分析,并结合上述脉搏的频率和强度,判定出人体健康情况。

[0016] 本发明实施例还提供一种用于脉象检测系统的柔性阵列传感器的制作方法,包括步骤:根据人体桡动脉的寸、关、尺三个部位的分布尺寸,设计柔性阵列传感器中各个传感器单元的位置布局;根据设计好的传感器单元的位置布局,分别制备具有传感器单元的柔性基底及柔性电极,并在柔性基底上制备柔性有效层,在柔性电极上贴上绝缘层;采用贴附的方法将柔性电极与柔性基底进行贴合。

[0017] 本发明具有以下优点:

[0018] 本发明实施例采用柔性阵列传感器多点且分别检测桡动脉三部的脉搏信号、并通过处理器分析检测得到的脉搏信号并通过判别系统将分析结果三维化显示。进一步地,本发明实施例制作方法所制作出的柔性阵列传感器能够合理根据人体桡动脉的寸、尺、关三个部位进行分布各个传感器单元,且采用柔性基底及柔性电极,不仅提高传感信号的精确度且提高穿戴舒适度。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明实施例提供的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统的结构示意图;

[0021] 图2为本发明实施例提供的一种柔性阵列传感器的传感单元分布示意图;

[0022] 图3为本发明实施例提供的一种柔性阵列传感器的制备方法流程图及相应的结构示意图;

[0023] 图4为图1所示实施例中的一种柔性阵列传感器检测的脉搏信号的示意图;

[0024] 图5为图1所示实施例中的脉象检测系统所感知的空间脉象分布示意图;

[0025] 图6为图1所示实施例的脉象检测系统的工作步骤流程图。

[0026] 附图中的标记说明:

[0027] 100、基于柔性阵列传感器的脉象检测系统

[0028] 10、桡动脉 21、加压单元

[0029] 23、柔性单元 31、柔性阵列传感器

[0030] 33、柔性基底 40、信号处理模块

[0031] 50、脉象采集单元 60、脉象判别单元

[0032] 35、数据连接器

## 具体实施方式

[0033] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0034] 参考图1所示,本发明实施例提供的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统100。基于柔性阵列传感器的脉象检测系统100包括用于模拟中医切脉过程中对桡动脉10施加压力的外力施加模块,位于桡动脉10的预设位置处且用于感知预设位置处的脉搏压力的柔性阵列传感器31,与柔性阵列传感器31的输出端相连且用于处理柔性阵列传感器的输出信号的信号处理模块40,与信号处理模块40相连且用于实现信号的转换和存储的脉象采集模块50,与脉象采集模块50相连且用于根据脉象采集模块50中的信号进行特征提取与分析并实现脉象三维化的呈现及判别不同的脉象的脉象判别模块60。其中,预设位置包括桡动脉的寸、尺、关三个部位的位置。

[0035] 继续参考图1,外力施加模块包括位于桡动脉10的预设位置处且用于模拟中医切脉过程中对桡动脉10施加压力的柔性单元23,用于将柔性单元23固定在桡动脉10的预设位置处的紧固单元(图中未示出),与柔性单元23连接且用于变换柔性单元23中的压力的加压单元21,与柔性单元23连接且用于检测柔性单元23中的压力的气压检测单元(图中未示

出)。其中,柔性阵列传感器31贴附在柔性单元23的内侧,用于感知预设位置处的脉搏压力。在具体实施例中,柔性单元23为柔性气囊,紧固单元为魔术贴,加压单元21为气泵,气压检测单元为气压传感器。由于柔性气囊为完全柔性,因此,可以与患者手腕处有很好的贴合度。魔术贴将柔性气囊环绕固定于预设位置处,通过气泵加压模拟中医诊脉过程中的浮、中、沉取的不同切脉压力,从而能确定诊脉过程中的最佳压力,以使柔性阵列传感器31采集到波形最佳的脉搏波。这种外力施加模块结构简单且易于使用。

[0036] 参考图1和图2所示,柔性阵列传感器31包括多个压敏传感器单元。柔性阵列传感器31包括柔性基底33、脉象检测层、柔性电极及封装层。其中,脉象检测层包括多个压敏传感器单元。柔性阵列传感器31采用柔性设计,能够与人体手腕曲面完美贴合,并将寸、尺、关三个部位的传感器单元集成在一个柔性电路中,从而有效地提高使用便捷性。在寸、关、尺处径向和横向各分布3个传感器单元,用于检测脉宽信号和脉搏信号。

[0037] 继续参考图3所示,用于脉象检测系统的柔性阵列传感器31的制作方法,包括步骤:根据人体桡动脉的寸、关、尺三个部位的分布尺寸,设计柔性阵列传感器中各个传感器单元的位置布局。根据设计好的传感器单元的位置布局,分别制备具有传感器单元的柔性基底及柔性电极,并在柔性基底上制备柔性有效层,在柔性电极上贴上绝缘层。采用贴附的方法将柔性电极与柔性基底进行贴合。

[0038] 一具体实施例过程为,在30mm长,6mm宽的空间内分布9个压敏传感器单元,轴向压敏传感器单元间间隔10mm,分别用于检测桡动脉的寸、关、尺三个部位的脉搏信号,径向分布的压敏传感器单元间间隔1mm,用于检测脉宽信号,依据此设计加工不锈钢模具,并在PET上用丝网印刷的方法制备柔性电极。将Eco-flex预聚物滴入不锈钢模具中,放在加热台上加热,固化后揭下,作为脉象传感器的柔性基底33。在离子液体(1-乙基-3-乙基咪唑二腈胺盐)中加入0.5%-2%的引发剂过硫酸铵(APS)和1.5%-3.5%的单分散二氧化硅微球乙醇溶液。将混合液置于离心管中混匀20分钟后,滴入制备好的柔性基底33中,放在加热台上加热至70℃下,持续40分钟,固化后取下。用氢氧化钾溶液对离子凝胶进行冲洗5分钟后,使用去离子水再次清洗离子凝胶薄膜2分钟,风干。采用贴附的方法将柔性电极与柔性基底33贴合,配合502胶水以保证良好接触。柔性电路与信号处理模块40之间采用数据连接器35连接。数据连接器35具体可以采用标准的插头,如12P-XH2.54标准的插头,从而易于更换阵列传感器。

[0039] 本发明实施例采用的柔性阵列传感器能够合理根据人体桡动脉的寸、尺、关三个部位进行分布各个传感器单元,且采用柔性基底及柔性电极,不仅提高传感信号的精确度且提高穿戴舒适度。

[0040] 信号处理模块40包括差分放大电路和滤波电路。信号处理模块40采用分压原理将压敏传感器单元的电阻信号转变成电压信号。由于脉搏信号的变化相对微弱,信号处理模块40需对差分放大电路后的电压信号进行二次放大且加入带通滤波器,过滤掉高频噪声,再将信号传输给脉象采集模块50。如图4所示,一具体实施例中信号处理模块40所获得的基于柔性阵列传感器检测的脉搏信号的示意图。

[0041] 脉象采集模块50为多通道数据采集卡,用于将模拟信号转换成数字信号。脉象采集模块以预设频率将信号处理模块40所输入的模拟量转变成数字量,如具体100Hz的频率将模拟量转化为数字量。

[0042] 脉象判别模块60用于根据脉象采集模块50中的信号进行特征提取与分析并实现脉象三维化的呈现及判别不同的脉象。脉象判别模块60具体可以为通用的计算机或者脉象信号判别的专业设备。脉象判别模块60中的判别算法包括步骤:对脉象采集模块50所输入的信号进行特征提取,根据所提取出的特征,判别出脉搏的频率、强度与脉象;采用差值法,将所述脉象绘制成空间分布的三维曲面图;对所述曲面进行特征分析,并结合所述脉搏的频率和强度,判定出人体健康情况。如图5所示,在一具体实施例中的脉象检测系统100所感知的空间脉象分布示意图。

[0043] 在一具体实施例中,脉象采集模块50可以采用多通道的NI数据采集卡,软件包括LABVIEW内封装好的DAQmx VI采集函数用于实现多通道电压信号的同时采集和存储。在脉象判别模块60的程序界面上将二维脉搏信号和脉象三维空间分布曲面呈现出来。

[0044] 如图6所示,本发明实施例提供的一种基于柔性阵列传感器的脉象检测系统100的具体工作流程为:将外力施加模块固定在预设位置(即将柔性阵列传感器定位),再施压模拟切脉过程;信号处理模块接收柔性阵列传感器的检测信号并将信号进行转化、放大和滤波,脉象采集模块多通道采集信号处理模块输出的信号并进行存储;脉象判别单元对脉象采集模块多通道的采集信号进行微信号特征提取、并进行脉搏空间插值分布与分析,从而实现脉象空间分布的三维化呈现与不同脉象的判别。

[0045] 本发明实施例提供的基于柔性阵列传感器的脉象检测系统中,阵列传感器采用完全柔性设计,能够与人体手腕曲面完美贴合,将寸、关、尺三个部位的传感单元器集成在一个柔性电路中,提高了使用便捷性。在寸、关、尺处部位分布多个传感器单元,用于检测脉宽信号。在脉象判别模块中不局限于对二维脉象信号的分析,结合三维空间分布的脉象信号的区别进行特征提取,分析以得到脉象信号。本发明实施例提供的柔性阵列传感器具备制备简单、成本较低、生物兼容性强和易于更换的优势,脉象检测系统突破传统的二维脉象特征点分析,从三维曲面的角度分析脉象以判定人体脉象,在中医现代化进程中具有良好的应用前景。

[0046] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0047] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

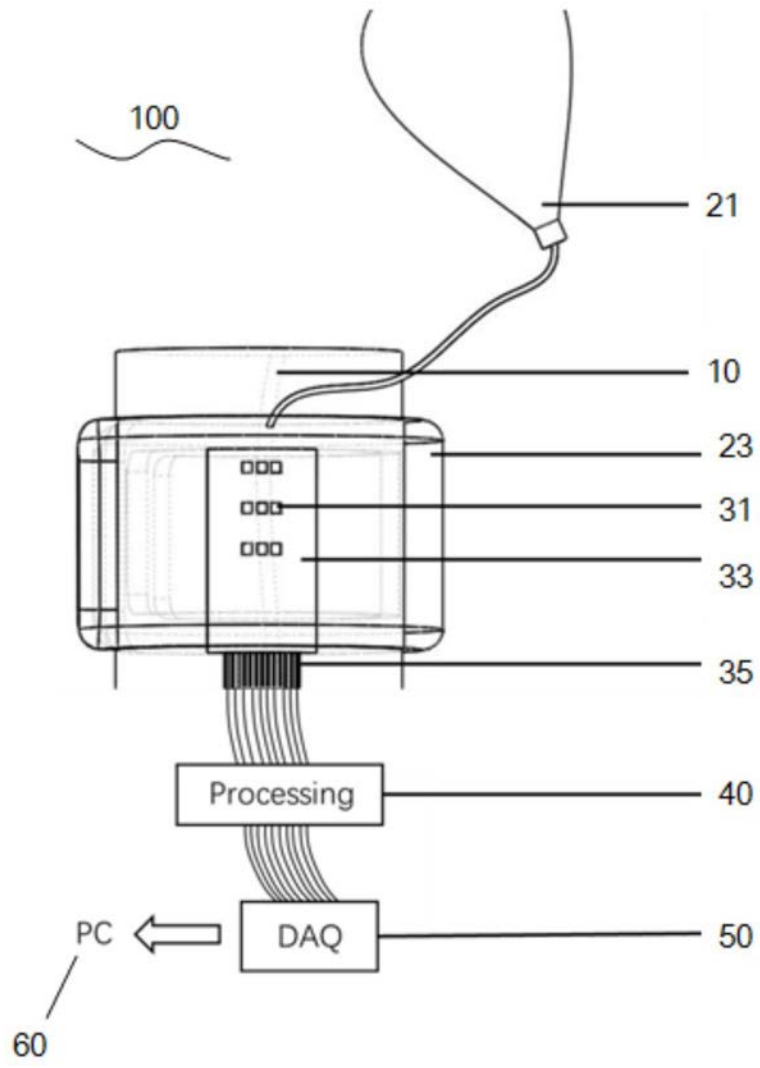


图1

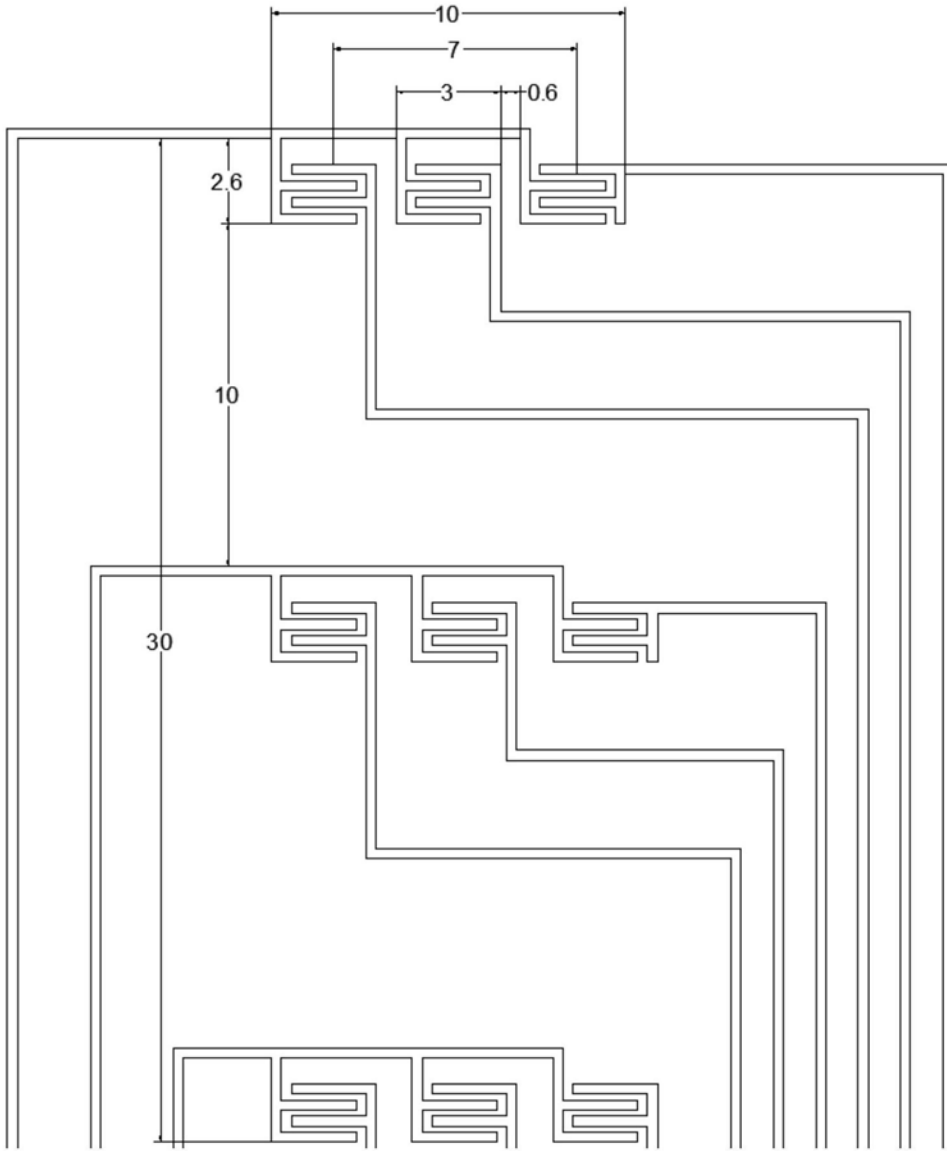


图2

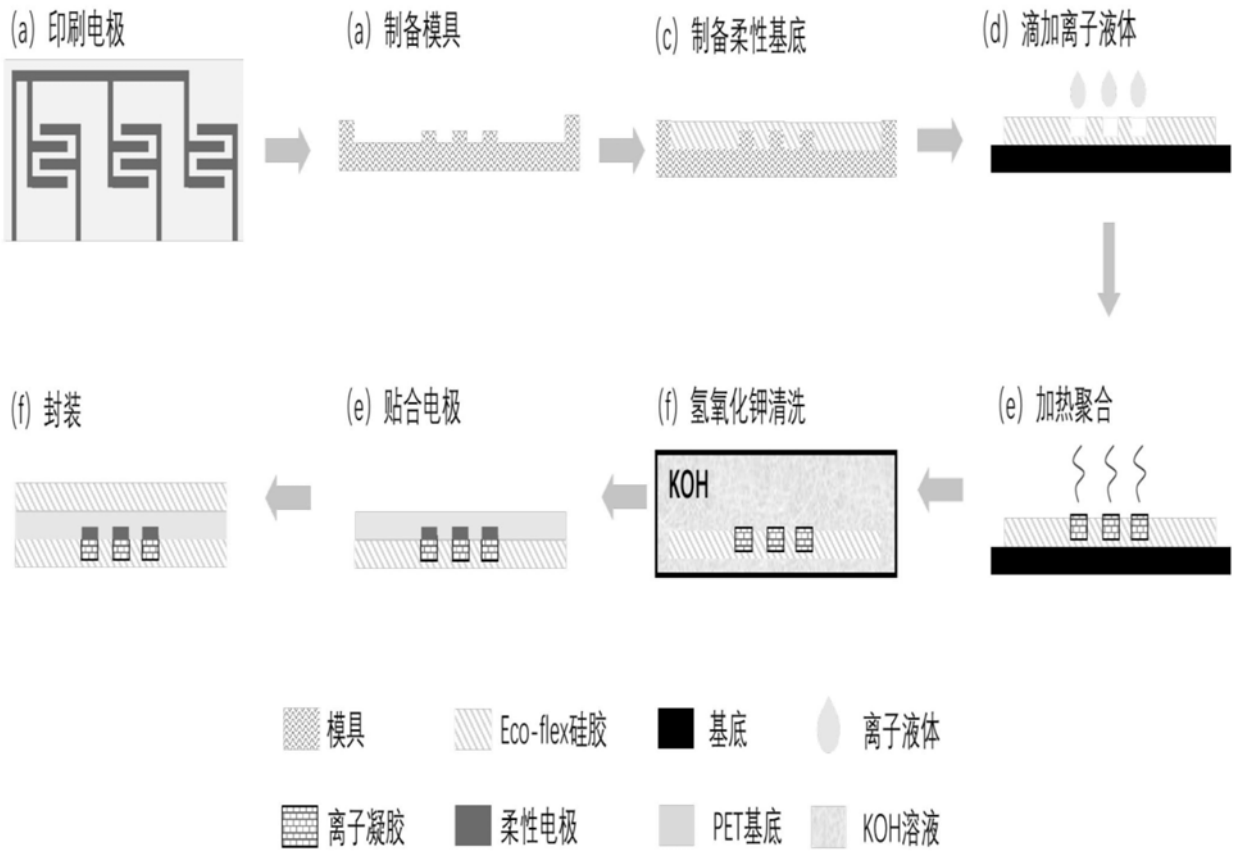


图3

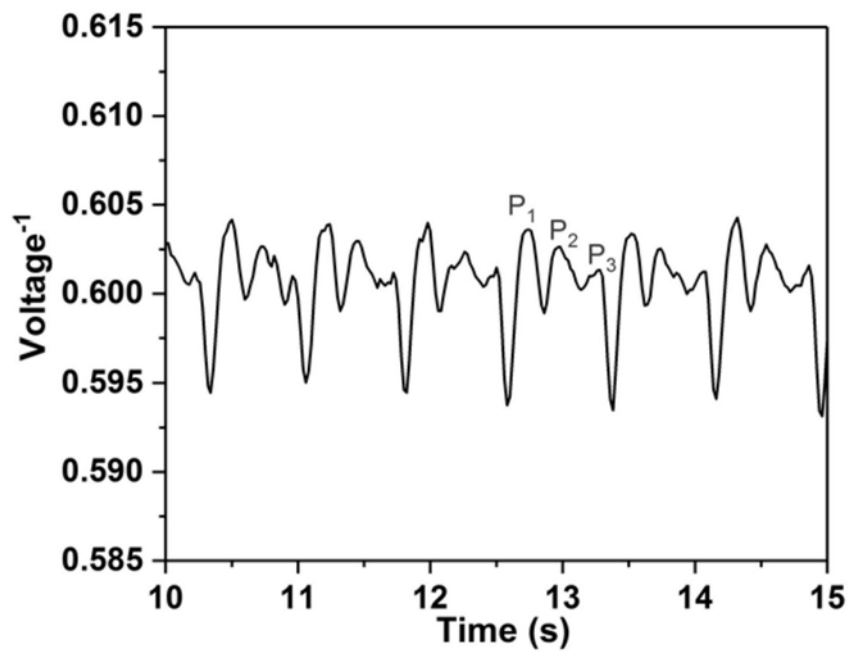


图4

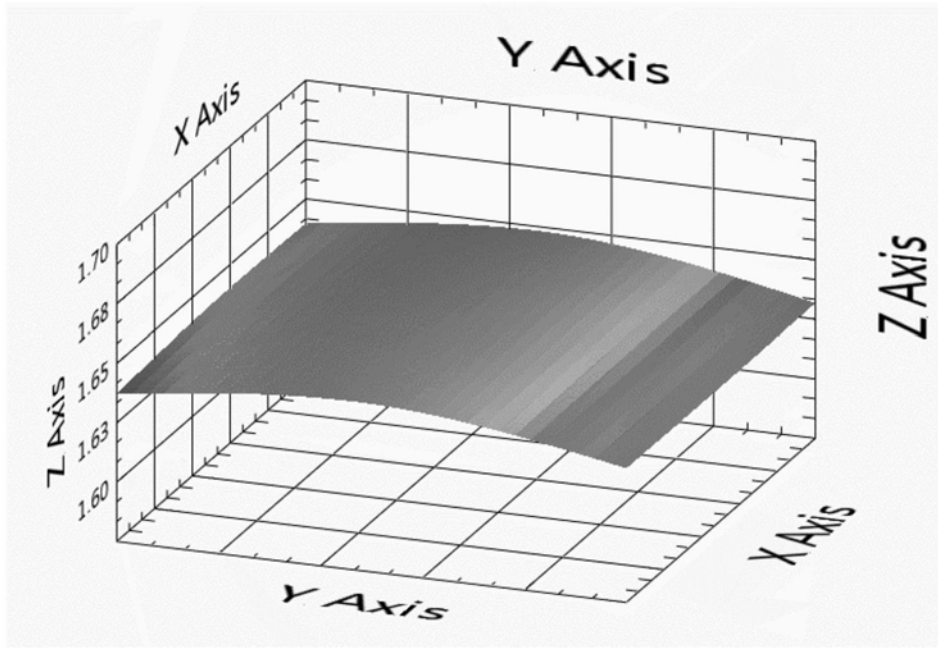


图5

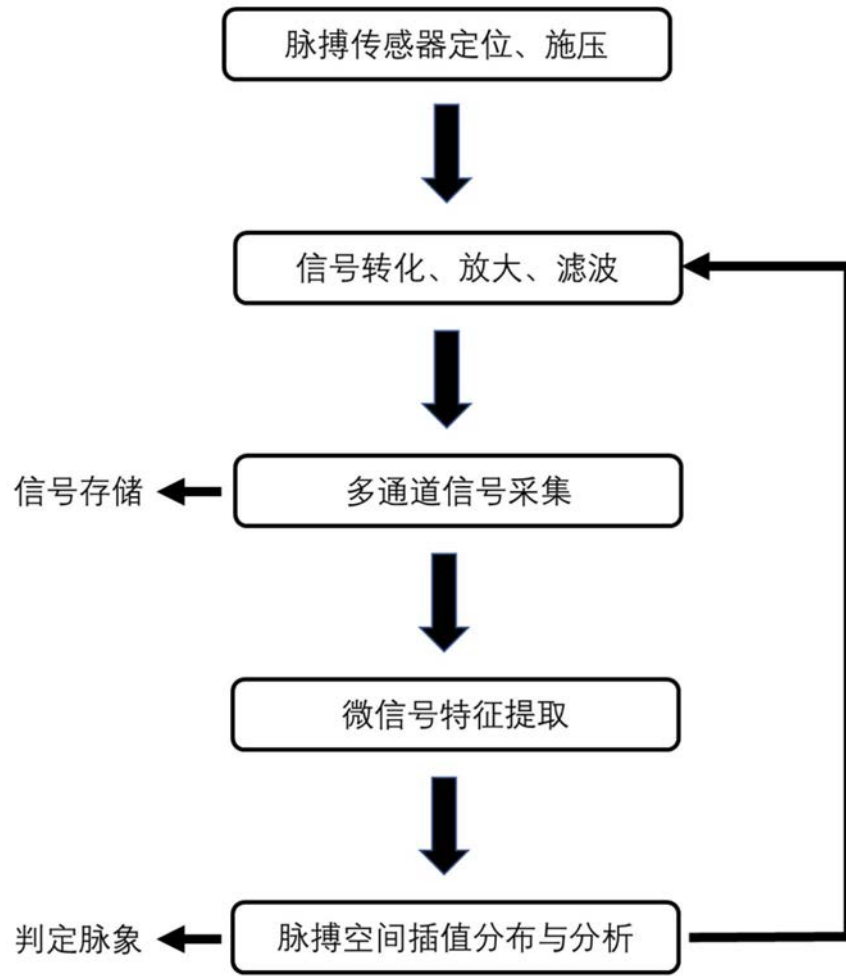


图6

专利名称(译)	一种柔性阵列传感器的制作方法及基于其的脉象检测系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN110840405A</a>	公开(公告)日	2020-02-28
申请号	CN201911172242.8	申请日	2019-11-26
[标]申请(专利权)人(译)	苏州大学		
申请(专利权)人(译)	苏州大学		
当前申请(专利权)人(译)	苏州大学		
[标]发明人	王凤霞 章云霖 陈涛 孙立宁		
发明人	王凤霞 章云霖 陈涛 孙立宁		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/02		
CPC分类号	A61B5/02 A61B5/4854 A61B5/681 A61B5/6824 A61B5/6843 A61B2562/04 A61B2562/12 A61B2562/164 A61B2562/168		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种柔性阵列传感器的制作方法及基于其的脉象检测系统。基于柔性阵列传感器的脉象检测系统包括用于对桡动脉施加压力的外力施加模块，位于桡动脉的预设位置处且用于感知预设位置处的脉搏压力的柔性阵列传感器，与柔性阵列传感器的输出端相连且用于处理柔性阵列传感器的输出信号的信号处理模块，与信号处理模块相连且用于实现信号的转换和存储的脉象采集模块，与脉象采集模块相连且用于根据脉象采集模块中的信号进行特征提取与分析并实现脉象三维化的呈现及判别不同的脉象的脉象判别模块。该脉象检测系统使用方便、穿戴简单、能够直观呈现脉象分布。

