



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110946577 A

(43)申请公布日 2020. 04. 03

(21)申请号 201911216695.6

(22)申请日 2019.12.03

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 王从庆 谢作述

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 张婷婷

(51)Int.Cl.

A61B 5/0488(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种采集手臂肌电信号的柔性电路板装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于采集手臂肌电信号的柔性电路板装置,通过FPC(Flexible Printed Circuit简称FPC)的可任意弯曲性,可更好的贴合手臂肌肉群,使对手臂肌电信号的采集更加方便快捷。所述装置由集成在FPC上的信号采集单元、信号处理单元、蓝牙装置和供电电源组成。其特点在于可以将弹簧探针电极均匀环绕手臂一周,弹簧探针可紧密的和手臂肌肉接触,能够更好的减少接触阻抗,进而增加弹簧探针电极的信噪比,使得采集到的肌电信号更加准确;本发明具有实用性强,使用方便等优点。



1. 一种用于手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,包括FPC及其上设置的肌电信号采集单元、信号处理单元和信号发送装置,FPC的供电端还连接有供电电源;若干肌电信号采集单元纵向间隔排列在FPC上,并联后连接至信号处理单元;所述肌电信号采集单元采集手臂肌肉运动产生的电信号,信号处理单元将采集到的模拟电信号进行模数转换,信号发送装置将转换后的数字信号发送出去。

2. 根据权利要求1所述的手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,所述FPC上共有16路肌电信号采集单元,每路肌电信号采集单元都由两个弹簧探针电极和一个仪表放大器及其周围阻容元件组成。

3. 根据权利要求2所述的手臂肌电信号采集装置,其特征在于,所述16路肌电信号采集单元等间距分布在FPC上,每路采集单元内两个电极之间的距离为2cm,纵向排列在FPC上。

4. 根据权利要求2所述的手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,所述仪表放大器为AD620芯片。

5. 根据权利要求1所述的手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,所述的信号处理单元为带通滤波和模数转换器,与所述肌电信号采集单元相连,将肌电信号采集单元采集到的模拟信号进行滤波处理再转换为数字信号。

6. 根据权利要求1所述的手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,所述信号发送装置为蓝牙装置,与所述模数转换器相连,用于实时发送转换后的数字信号。

7. 根据权利要求1所述的手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,所述供电电源为独立直流电源,用于给采集单元、信号处理单元和信号发送器供电。

8. 根据权利要求1所述的手臂肌电信号的采集装置,其特征在于,在每个电源管脚加上一个0.1uF的贴片电容。

一种采集手臂肌电信号的柔性电路板装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于采集手臂肌电信号的柔性电路板装置,用于神经肌肉运动单位募集,属于康复机器人领域。

背景技术

[0002] 由于具有肢体运动功能障碍的人越来越多,患者甚至失去了生活的自理能力。这些患者的日常生活和工作都受到了严重的影响,对家庭以及社会造成了巨大的负担。而表面肌电信号的采集与解码为从表面肌电信号中提取神经肌肉运动单位募集、发放信息和MUPA(运动单位动作电位)波形信息,研究神经肌肉系统的控制机理,并为神经肌肉疾病的康复打下了重要的基础。

[0003] 目前传统的表面肌电采集电极阵列系统中,大多数应用场景是通过将电极固定在皮肤表面实现采集的。如果采集电极的阵列不能很跟随皮肤表面的起伏而贴合,容易造成在采集过程中产生运动伪迹,这会干扰采集到的肌电信号质量。

[0004] 而为了更加方便快捷的采集到患者手臂的肌电信号,通过将信号采集单元、信号处理单元、蓝牙、电源直接集成在FPC上,可以做到更加贴合手臂肌肉群的同时,使得信号采集、处理与发送一体化。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明设计一种用于采集手臂肌电信号的柔性电路板装置,解决普通肌电信号采集装置不能很好的贴合手臂肌肉的问题。

[0006] 技术方案:本发明采用的技术方案为一种用于采集手臂肌电信号的FPC装置,包括FPC上的信号采集单元,信号处理单元,信号发送器和供电电源。若干路肌电信号采集单元纵向间隔排列在FPC上,并联后连接至信号处理单元;所述肌电信号采集单元采集手臂肌肉运动所产生的电信号,信号处理单元将采集到的模拟电信号进行模数转换,信号发送装置将转换后的数字信号发送出去。

[0007] 所述信号采集单元共有16路,每路由两个弹簧探针电极和一个仪表放大器及其周围阻容元件组成,且等间距分布在FPC上。

[0008] 所述仪表放大器及其周围阻容元件为AD620芯片和串联在仪表放大器增益端的电容和电阻。

[0009] 所述信号处理单元为集成在FPC上的滤波电路和模数转换器。

[0010] 所述信号处理单元、信号发送器、电源都依次分布在FPC装置的一端。

附图说明

[0011] 图1为其中一路采集单元的采集电路图;

[0012] 图2为信号处理单元的结构图;

[0013] 图3为带通滤波电路图;

- [0014] 图4为反向放大电路图；
 [0015] 图5为加法器电路图；
 [0016] 图6为本发明总体结构图；
 [0017] 图7为本实施方案所对应的实物图。

具体实施方式

[0018] 本发明公开了一种用于采集手臂肌电信号的柔性电路板(Flexible Printed Circuit简称FPC)装置,通过FPC的可任意弯曲性,可更好的贴合手臂肌肉群,使对手臂肌电信号的采集更加方便快捷。所述装置由集成在FPC上的信号采集单元、信号处理单元、蓝牙装置和供电电源组成。其特点在于可以将弹簧探针电极均匀环绕手臂一周,弹簧探针可紧密的和手臂肌肉接触,能够更好的减少接触阻抗,进而增加弹簧探针电极的信噪比,使得采集到的肌电信号更加准确;本发明具有实用性强,使用方便等优点。

[0019] 下面结合附图和具体实施例,进一步阐明本发明,应理解这些实例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围,在阅读了本发明之后,本领域技术人员对本发明的各种等同形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定的范围。

[0020] 如图6所示,手臂肌电信号采集装置包括FPC及其上设置的肌电信号采集单元、信号处理单元、供电电源和信号发送器。将采集装置缠绕在手臂上一圈,再用弹性束带使之紧贴手臂上,当手臂运动时,所产生的肌电信号依次经过采集单元,信号处理单元、信号发送器。信号发送器优选用蓝牙发送器。

[0021] 如图1所示,为一路采集单元内部电路图,其中芯片引脚1和引脚4分别接一个弹簧探针电极,可实现放大器的差分放大,以消除共模信号,芯片引脚2和引脚3之间串联的电容和电阻以实现信号的高通滤波,引脚5和引脚8上的接地电容 C_{S_1} 和 C_{S_2} 则用作去耦电容。

[0022] 金属电极与皮肤表面接触后,会有微量金属以离子的形式进入皮肤表面的电解质。在实际的肌电信号检测中,受试者肢体的运动将产生肌肉膨胀、皮肤抖动等现象,导致与电极接触的电解质的数量、离子的浓度发生变化,界面处的电荷分布被搅乱,从而电极电位随着人体运动的状态产生波动,这种波动被称为运动伪迹。

[0023] 运动伪迹的频谱主要集中在10~20Hz以下的低频段,而肌电信号的有效频率在20Hz以上,二者并不重叠,因此高通滤波是消除运动伪迹的一种有效方法。本发明采用将高通滤波电路放置在仪表放大器之前,这样可以避免运动伪迹引起的影响,如图1所示,将电容和电阻串联接在仪表放大器的增益调端实现高通滤波,其中 R_g 和 C_g 既为仪表放大器元件,也为高通滤波元件,放大器的增益如式(1)所示:

$$[0024] \quad A = 1 + \frac{R_0}{R_g + \frac{1}{j\omega C_g}} \quad (1)$$

[0025] 其中,A为输出增益, $R_0=49.4K\Omega$ 为仪表放大器内部固定阻值, R_g 为电阻, C_g 为电容,j为虚数单位,w为信号频率;

[0026] 放大器的截止频率如式(2)所示:

$$[0027] \quad F = \frac{1}{2\pi R_g C_g} \quad (2)$$

[0028] 其中, R_g 为电阻, C_g 为电容, F 为截止频率。本发明通过取 $R_g = 800 \Omega$, $C_g = 10 \mu F$, 对直流和极低频运动伪迹放大倍数为 1, 对肌电信号的放大倍数为 $1 + R_0/R_g$, 约为 62 倍, 截止频率为 20Hz, 有效的抑制了运动伪迹。

[0029] 当电源为每个负载提供能源时, 每个负载要正常工作, 前提就是负载上的供电电压要稳定, 但当负载内的器件工作时都会动态的吸收电流, 使供电电压极不稳定, 也就是原有电压上叠加了各种高频噪声, 这些噪声可以看成是直流电压上耦合了由于器件工作带来的交流噪声。这样耦合了交流的直流供电电压不仅会影响本负载区域内的电路的工作, 也会影响到其它连接在同一个电源上的其它负载的工作, 有可能导致那些负载的电路工作出现问题。既然每个负载工作时会导致其电源出现额外的波动, 那就让波动在本地尽可能降低, 且不影响到其它负载的工作。降低负载供应波动影响的方式就是加强能即时响应的供给——通过备用的供给平滑掉主供给快速反应方面的不足。电容的本性就是储能, 用电容来做备用电能提供供给也就能平滑掉负载瞬间的需求带来的波动, 保证该负载的电压尽可能稳定。

[0030] 本发明通过在每个电源管脚加上一个 $0.1 \mu F$ 的贴片电容来去除耦合作用。

[0031] 如图 2 所示, 为信号处理单元内部结构图, 首先对所采集到的 16 路肌电信号进行 20–500Hz 的带通滤波, 再经过模数转换器转换为数字信号, 模数转换器的采样频率确定为 1000Hz, 再将数据传给蓝牙。

[0032] 如图 3 所示, 为带通滤波电路图, 该电路为巴特沃斯电路结构, 采用单位增益滤波器, 由低通滤波电路和高通滤波电路串联形成带通滤波, 供电方式为 9V 的双电源供电。其中 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 为该滤波电路的参数。前级为高通滤波, 为了实现截止频率为 20Hz 的高通滤波, 电路中所用电容 $C_1 = C_2 = 0.1 \mu F$, 计算电阻 R_1 、 R_2 的公式为:

$$[0033] \quad R_1 = \frac{1}{\sqrt{2} \times \pi \times C_1 \times f} \quad (3)$$

$$[0034] \quad R_2 = \frac{1}{2\sqrt{2} \times \pi \times C_2 \times f} \quad (4)$$

[0035] 其中 $f = 20 \text{Hz}$ 为高通滤波需要的截止频率, 可依次算出 $R_1 = 112 \text{K} \Omega$, $R_2 = 56 \text{K} \Omega$, 本发明实际采用的 $R_1 = 100 \text{K} \Omega$, $R_2 = 51 \text{K} \Omega$, 可得最后截止频率约为 22Hz。

[0036] 后级为了实现 500Hz 的低通滤波, 取电路中电容 $C_4 = 2C_3 = 0.2 \mu F$, 则计算电阻 R_3 、 R_4 的公式为:

$$[0037] \quad R_3 = R_4 = \frac{1}{2\sqrt{2} \times \pi \times C_3 \times f_1} \quad (5)$$

[0038] 其中 $f_1 = 500 \text{Hz}$ 为低通滤波需要的截止频率, 可以算出 $R_3 = R_4 = 2250 \Omega$, 本发明实际采用的 $R_1 = R_2 = 2 \text{K} \Omega$, 可得最后的截止频率为 562Hz。

[0039] 如图 4 所示, 为反向放大电路图, V_{in} 、 V_{out} 为输入与输出, 串联在带通滤波电路之后, 对肌电信号进行第二次放大, 其中放大倍数公式为:

$$[0040] \quad n = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -\frac{R_f}{R_g} \quad (6)$$

[0041] 其中 R_g 为增益电阻, 即连接运放的反向输入端和地的电阻。 R_f 为反馈电阻, 即连接运放的输出端与反向输入端的电阻。取 $R_g = 1 \text{K} \Omega$, $R_f = 20 \text{K} \Omega$, 得放大倍数为 $n = -20$, 故最后肌电信号总共被放大了约 1200 倍。

[0042] 如图5所示,为加法器电路, V_{in} 、 V_{out} 为输入与输出,采用 $V_1=V_2=9v$ 的双电源供电,经放大后的肌电信号电压范围最大在 $-9v$ 至 $9v$ 之间,采用分压原理,将其降为 $-1.5v$ 至 $1.5v$ 之间,然后采用加法器电路,对其增加 $V_3=-1.5v$ 电压,在加法器之前对两路要叠加的信号分别连接一个电压跟随器,使信号更稳定,肌电信号的电压范围则变为 $-3v$ 至 $0v$,加法器的公式为:

[0043]
$$V_{OUT} = -\left(\frac{R_f}{R_1} V_3 + \frac{R_f}{R_2} V_4\right) \quad (7)$$

[0044] 其中 R_f 、 R_1 、 R_2 都为 $10K\Omega$ 的电阻,可得肌电信号的电压范围为 $0v$ 至 $3v$,可供AD采样并进行模数转换。

[0045] 根据上述实施方案,图6给出本发明总体结构图;图7给出本实施方案所对应的实物图。

[0046] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

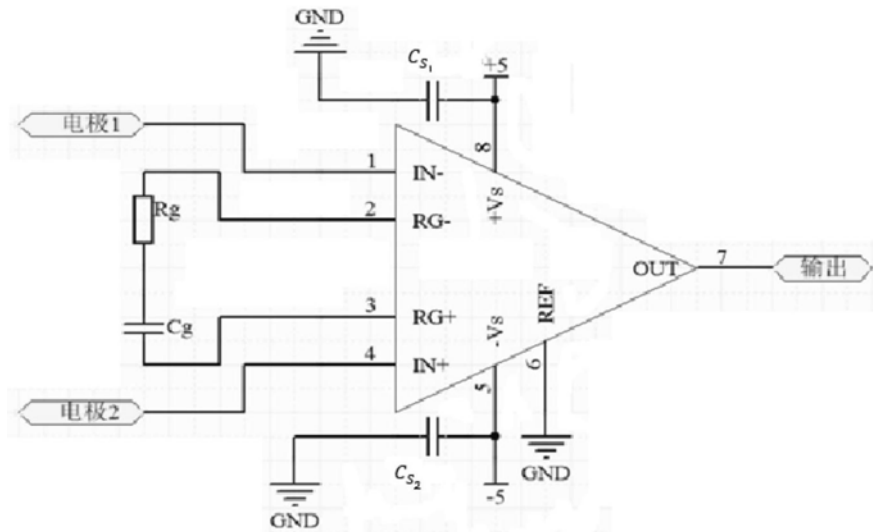


图1

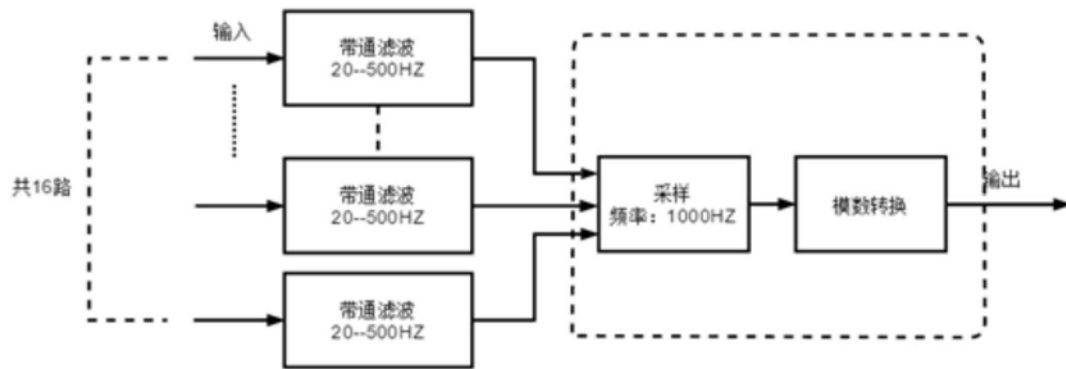


图2

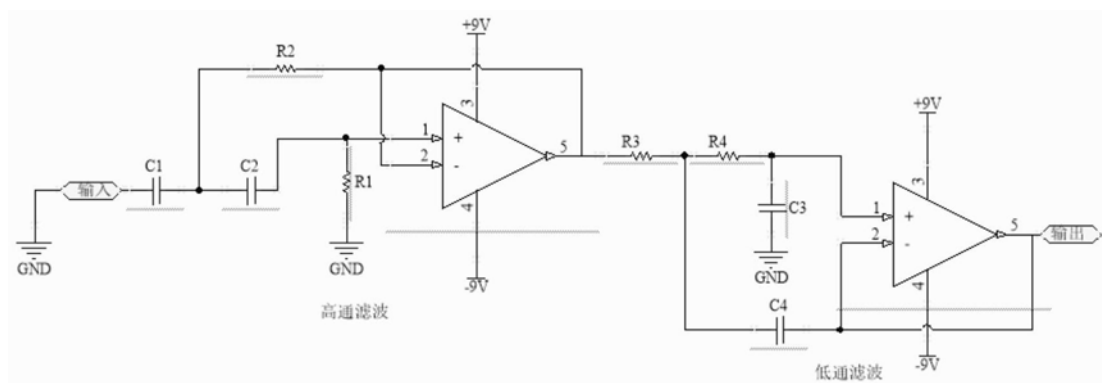


图3

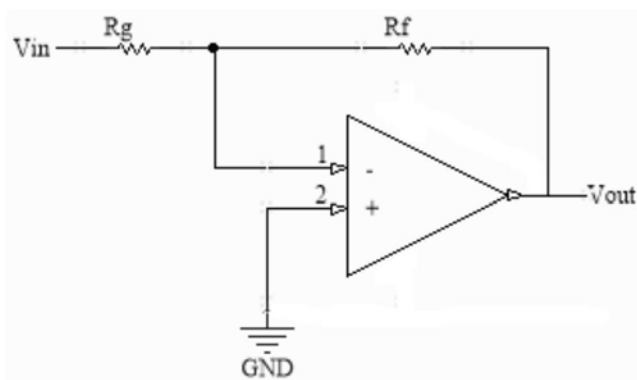


图4

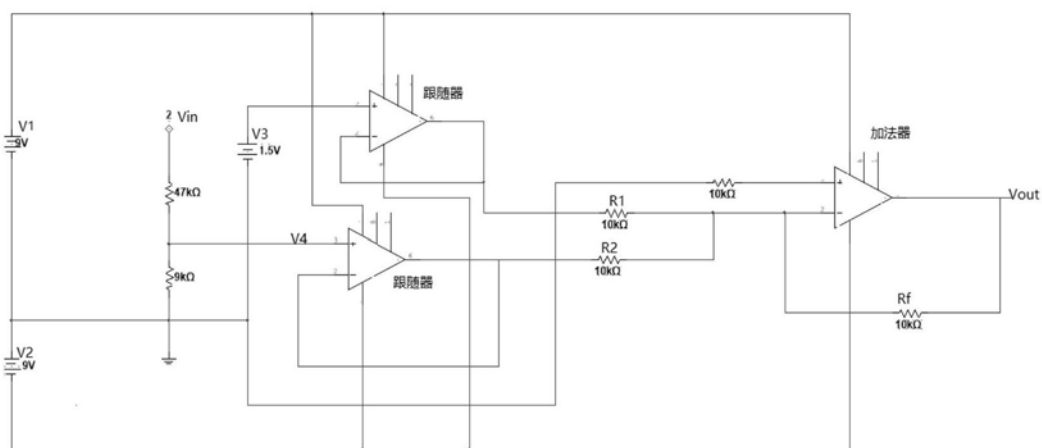


图5

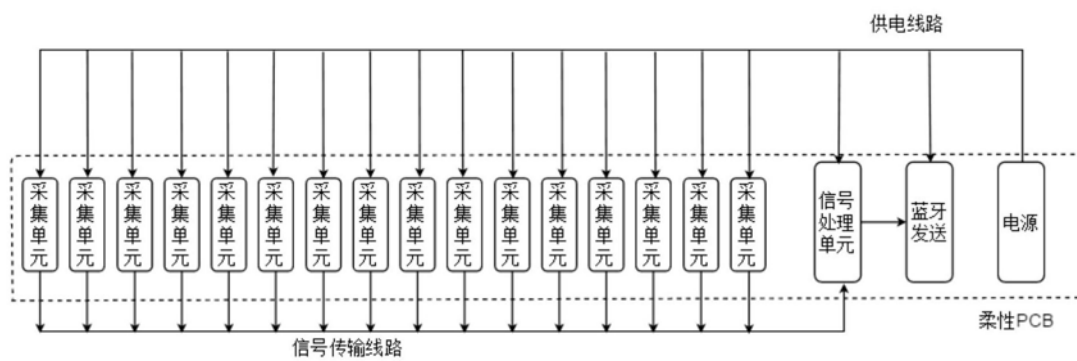


图6

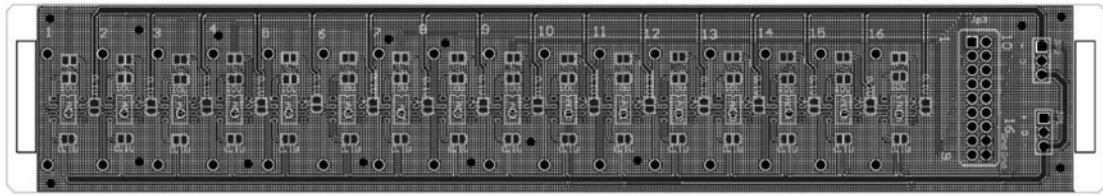


图7

专利名称(译)	一种采集手臂肌电信号的柔性电路板装置		
公开(公告)号	CN110946577A	公开(公告)日	2020-04-03
申请号	CN201911216695.6	申请日	2019-12-03
[标]申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学		
申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学		
[标]发明人	王从庆		
发明人	王从庆 谢作述		
IPC分类号	A61B5/0488 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0488 A61B5/6801 A61B5/7207 A61B5/7225		
代理人(译)	张婷婷		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于采集手臂肌电信号的柔性电路板装置，通过FPC (Flexible Printed Circuit简称FPC)的可任意弯曲性，可更好的贴合手臂肌肉群，使对手臂肌电信号的采集更加方便快捷。所述装置由集成在FPC上的信号采集单元、信号处理单元、蓝牙装置和供电电源组成。其特点在于可以将弹簧探针电极均匀环绕手臂一周，弹簧探针可紧密的和手臂肌肉接触，能够更好的减少接触阻抗，进而增加弹簧探针电极的信噪比，使得采集到的肌电信号更加准确；本发明具有实用性强，使用方便等优点。

