



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108852341 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 01

(21) 申请号 201810649740.6

(22) 申请日 2018.06.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108852341 A

(43) 申请公布日 2018.11.23

(73) 专利权人 山东师范大学

地址 250014 山东省济南市文化东路88号

(72) 发明人 孙建辉 蔡阳健 李登旺 王晶晶

赵曰峰

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司

公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

A61B 5/318 (2021.01)

A61B 5/24 (2021.01)

A61B 5/369 (2021.01)

A61B 5/389 (2021.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/398 (2021.01)

(56) 对比文件

CN 106510696 A, 2017.03.22

CN 105871387 A, 2016.08.17

CN 205964038 U, 2017.02.22

CN 107346973 A, 2017.11.14

审查员 郑亮

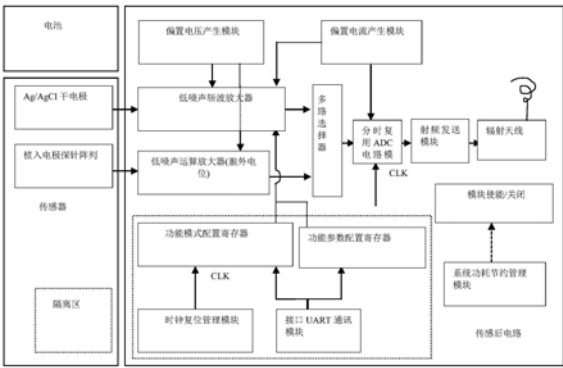
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片、系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片、系统及方法。其中,检测单芯片包括:时钟复位管理模块,用于为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;及接口UART通讯模块,其用于分别通过工作模式配置寄存器和功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;神经电生理信号采集模块,用于在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模拟信号;低噪声处理模块,用于接收神经电生理模拟信号并对其进行滤波放大处理,并传送至分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号;及射频发送模块,用于将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波,再经辐射天线辐射出去。



1. 一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片,其特征在于,包括:

时钟复位管理模块,其用于为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;及

接口UART通讯模块,其用于分别通过工作模式配置寄存器 and 功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;

所述神经电生理信号采集模块,用于在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模拟信号;所述低噪声处理模块,用于接收神经电生理模拟信号并对其进行滤波放大处理,并传送至分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号;及

射频发送模块,用于将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波,再经辐射天线辐射出去;

所述分时复用ADC电路模块与射频发送模块之间还串接有数字与射频隔离环路,所述射频隔离环路用于对神经电生理数字信号进行噪声隔离,并将隔离噪声后的神经电生理数字信号传送至射频发送模块;

所述神经电生理信号采集模块包括多检测位点植入MEMS电生理信号检测探针阵列,其用于采集皮下组织的神经电生理模拟信号;及

Ag/AgCl干电极,其用于感知皮肤处的神经电生理模拟信号;

低噪声处理模块包括低噪声斩波放大器和低噪声运算放大器,所述低噪声斩波放大器用于对皮肤处的 μV 与 mV 级微弱信号进行放大,消除掉低频闪烁噪声与输入的失调;所述低噪声运算放大器,用于放大带通滤波组织细胞外神经动作电位;低噪声斩波放大器包括高增益高跨导放大器,以及中频增益稳定环路和输入阻抗提高环路,高增益高跨导放大器的输入端设置有第一斩波开关,在高增益高跨导放大器的输出端设置有第二斩波开关,第二斩波开关的两端还并联有纹波抑制环路,所述纹波抑制环路包括串联连接的跨导器、积分器和第三斩波开关;低噪声运算放大器包括两个串联连接的运算放大器,每个运算放大器的正输入端和负输出端,以及负输入端和正输出端均并联有RC支路;

所述数字化无线神经电生理信号检测单芯片还包括系统功耗节约管理模块,所述系统功耗节约管理模块与低噪声处理模块相连,用于关闭与使能信号放大滤波处理通道,以降低系统不同工作模式时的能耗。

2. 如权利要求1所述的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片,其特征在于,射频发送模块还偏置电压产生模块和偏置电流产生模块分别相连,所述偏置电压产生模块和偏置电流产生模块分别用于为射频发送模块产生偏置电压和偏置电流。

3. 如权利要求1所述的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片,其特征在于,所述神经电生理信号采集模块还与多路选择器相连,所述多路选择器用于为神经电生理信号采集模块所采集的神经电生理模拟信号提供多通道切换分时检测。

4. 一种如权利要求1-3中任一项所述的数字化无线神经电生理信号检测单芯片的工作方法,其特征在于,包括:

数字化无线神经电生理信号检测单芯片上电,时钟复位管理模块为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;

利用接口UART通讯模块分别通过工作模式配置寄存器和功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;

神经电生理信号采集模块在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模

拟信号并传送至低噪声处理模块进行滤波放大处理；滤波放大处理后的神经电生理模拟信号经分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号；

射频发送模块将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波，再经辐射天线辐射出去。

5.如权利要求4所述的数字化无线神经电生理信号检测单芯片的工作方法，其特征在于，该方法还包括：利用与低噪声处理模块相连的系统功耗节约管理模块来关闭与使能信号放大滤波处理通道，以降低系统不同工作模式时的能耗；

或/和

该方法还包括：神经电生理信号采集模块所采集的神经电生理模拟信号经多路选择器进行多通道切换分时检测；

或/和

分时复用ADC电路模块转化后的神经电生理数字信号经射频隔离环路进行噪声隔离，并将隔离噪声后的神经电生理数字信号传送至射频发送模块。

6.一种数字化无线神经电生理信号检测单系统，其特征在于，包括如权利要求1-3中任一项所述的数字化无线神经电生理信号检测单芯片。

一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片、系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于芯片电路设计领域,尤其涉及一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片、系统及方法。

背景技术

[0002] 目前,由于人体微弱小信号(比如:心电ECG、颅内细胞外神经电、颅外脑电EEG、肌电EKG、眼动)各种不同目标信号的多种AI应用场景的识别检测需求;并且由于需要识别的生物电信号的电压范围很微弱,需要识别的目标小信号很容易被不需要的目标信号所干扰湮没,甚至需要的目标小信号还会被环境背景噪声以及电路内部噪声等所污染湮没,因此迫切需设计一款具有多神经电生理信号检测功能的普适应用的人体生物微弱小信号检测识别芯片核。

[0003] 由于在听力,视觉神经通路研究中,既需要检测颅内皮下组织的细胞外神经电生理信号,比如海马区细胞外神经动作电位spike与field场电位信号,比如听觉脑干区域神经电信号;同时,也需要检测皮肤外(包括颅外的)的神经电生理信号,比如EEG脑电、ECG心电信号,因此需要一款针对皮下或皮外不同空间位置的神经电记录芯片系统。

[0004] 在传统的生物电记录电路系统中,绝大部分不是利用单芯片系统,因此最终的仪器体积比较大,质量也比较重;并且由于传统系统不具备人体多种电生理信号记录检测能力,还需要利用市电供电,其存在50Hz工频干扰,也不具备本专利基于电池供电便于使用者携带设备移动等特点。

[0005] 而且,传统生物电检测设备基于购买相关器件进行组装成系统,因此来自不同厂家的器件之间的干扰没有进行统一考虑与避免消除,因此最终系统噪声可能比较大;同时,传统设备的电路稳定性和可靠性也没有很好的解决。

[0006] 专利申请号为201580018958.6的路仁技术公司的“生物信号测量装置”,但是其基于右腿驱动电路,且“生物信号测量装置”也不具备多个神经电生理信号集成检测功能。

[0007] 专利申请号为201110197578.7的江苏健康在线医疗器械有限公司的“通用胜利信号转换器”,不具备本专利集成芯片的小型且轻量特点,不具有本专利针对细胞外与颅外的神经电检测的专用芯片电路结构,也不能进行多个放大器通道选择,具体放大滤波器等的参数配置等功能。

[0008] 综上所述,传统生物电检测设备都没有给出基于专用单芯片进行多项神经电生理检测的集成功能,也没有进行低功耗设计考虑,噪声降低也没有进行更好的优化,不能满足未来可穿戴系统或设备的应用。

发明内容

[0009] 为了解决现有技术的不足,本发明的第一目的是提供一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片,其高度集成,体积小,质量轻,适用于穿戴设备。

[0010] 本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片,包括:

- [0011] 时钟复位管理模块,其用于为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;及
- [0012] 接口UART通讯模块,其用于分别通过工作模式配置寄存器和功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;
- [0013] 所述神经电生理信号采集模块,用于在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模拟信号;所述低噪声处理模块,用于接收神经电生理模拟信号并对其进行滤波放大处理,并传送至分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号;及
- [0014] 射频发送模块,用于将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波,再经辐射天线辐射出去。
- [0015] 本发明的数字化无线神经电生理信号检测单芯片由电池进行驱动供电,避免了市电供电导致的50Hz工频干扰问题。
- [0016] 本发明的数字化无线神经电生理信号检测单芯片把采集信号数字化后再利用射频发出模块把打包后数字帧无线辐射到接收端,避免了该微型芯片到上位机的复杂连线,提高了信号传输的速度与准确性。
- [0017] 进一步的,所述神经电生理信号采集模块包括多检测位点植入MEMS电生理信号检测探针阵列,其用于采集皮下组织的神经电生理模拟信号;及
- [0018] Ag/AgCl干电极,其用于感知皮肤处的神经电生理模拟信号。
- [0019] 本发明的神经电生理信号采集模块能够满足多种神经电生理信号检测功能,比如:心电ECG、颅内细胞外神经动作电位、颅外脑电EEG、肌电EMG、眼动等不同人体生物电信号的检测需求。
- [0020] 进一步的,射频发送模块还偏置电压产生模块和偏置电流产生模块分别相连,所述偏置电压产生模块和偏置电流产生模块分别用于为射频发送模块产生偏置电压和偏置电流。
- [0021] 其中,偏置电压产生模块和偏置电流产生模块用来保证射频发送模块正常工作。
- [0022] 进一步的,低噪声处理模块包括低噪声斩波放大器和低噪声运算放大器,所述低噪声斩波放大器用于对皮肤处的 μV 与 mV 级微弱信号进行放大,消除掉低频闪烁噪声与输入的失调;所述低噪声运算放大器,用于放大带通滤波组织细胞外神经动作电位。
- [0023] 进一步的,所述数字化无线神经电生理信号检测单芯片还包括系统功耗节约管理模块,所述系统功耗节约管理模块与低噪声处理模块相连,用于关闭与使能信号放大滤波处理通道,以降低系统不同工作模式时的能耗。
- [0024] 进一步的,所述神经电生理信号采集模块还与多路选择器相连,所述多路选择器用于为神经电生理信号采集模块所采集的神经电生理模拟信号提供多通道切换分时检测。
- [0025] 本发明通过多路选择器来实现对神经电生理模拟信号的快速分时检测。
- [0026] 进一步的,所述分时复用ADC电路模块与射频发送模块之间还串接有数字与射频隔离环路,所述射频隔离环路用于对神经电生理数字信号进行噪声隔离,并将隔离噪声后的神经电生理数字信号传送至射频发送模块。
- [0027] 本发明通过数字与射频隔离环路对神经电生理数字信号进行噪声隔离,避免对射频发送模块产生噪声干扰,提高了神经电生理信号检测的准确性。
- [0028] 本发明的第二目的是提供一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片的工作方法。

[0029] 本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片的工作方法,包括:

[0030] 数字化无线神经电生理信号检测单芯片上电,时钟复位管理模块为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;

[0031] 利用接口UART通讯模块分别通过工作模式配置寄存器和功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;

[0032] 神经电生理信号采集模块在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模拟信号并传送至低噪声处理模块进行滤波放大处理;滤波放大处理后的神经电生理模拟信号经分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号;

[0033] 射频发送模块将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波,再经辐射天线辐射出去。

[0034] 进一步的,该方法还包括:利用与低噪声处理模块相连的系统功耗节约管理模块来关闭与使能信号放大滤波处理通道,以降低系统不同工作模式时的能耗。

[0035] 进一步的,该方法还包括:神经电生理信号采集模块所采集的神经电生理模拟信号经多路选择器进行多通道切换分时检测。

[0036] 本发明通过多路选择器来实现对神经电生理模拟信号的快速分时检测。

[0037] 进一步的,分时复用ADC电路模块转化后的神经电生理数字信号经射频隔离环路进行噪声隔离,并将隔离噪声后的神经电生理数字信号传送至射频发送模块。

[0038] 本发明通过数字与射频隔离环路对神经电生理数字信号进行噪声隔离,避免对射频发送模块产生噪声干扰,提高了神经电生理信号检测的准确性。

[0039] 本发明的第三目的是提供一种数字化无线神经电生理信号检测单系统,其能够针对人体不同位置的,集中不同区域神经电信号检测功能,包括细胞外与皮肤处(包括颅外)的神经电生理信号检测且体积小,便于携带。

[0040] 本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单系统,包括上述所述的数字化无线神经电生理信号检测单芯片。

[0041] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0042] (1) 本发明的神经电生理检测芯片高度集成,体积小,质量轻,适用于穿戴设备。

[0043] (2) 本发明的神经电生理检测芯片可用于皮下与皮肤的神经电信息检测,并且可以进行同步检测皮下组织细胞外神经电与皮肤位置(包括颅外)的神经电信号,能够满足多种神经电生理信号检测功能,比如:心电ECG、颅内细胞外神经动作电位、颅外脑电EEG、肌电EMG、眼动等不同人体生物电信号的检测需求。

[0044] (3) 本发明的神经电生理检测芯片具有低功耗管理,把不工作的信号放大滤波处理通道关闭。

[0045] (4) 本发明的神经电生理检测芯片具有放大通道参数可配置功能。

[0046] (5) 本发明的神经电生理信号检测单芯片把采集信号数字化后再利用射频发出模块把打包后数字帧无线辐射到接收端,本发明的神经电生理检测芯片具有放大后模拟信息量化与数据帧无线发送功能,具有普适应用价值,避免了该微型芯片到上位机的复杂连线,提高了信号传输的速度与准确性。

附图说明

[0047] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0048] 图1是本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片实施例结构示意图。

[0049] 图2是本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片工作方法流程图。

[0050] 图3是低噪声斩波放大器结构示意图。

[0051] 图4是低噪声运算放大器结构示意图。

具体实施方式

[0052] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0053] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0054] 正如背景技术所介绍的,现有技术中存在神经电检测仪器体积过大,重量太重,检测信息单一,连线复杂凌引起不便于佩戴者运动,市电供电引起50Hz工频干扰等问题,本发明提供了一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片。

[0055] 图1是本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片实施例结构示意图。

[0056] 如图1所示,本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片,包括:

[0057] 时钟复位管理模块,其用于为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;及

[0058] 接口UART通讯模块,其用于分别通过工作模式配置寄存器和功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;

[0059] 所述神经电生理信号采集模块,用于在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模拟信号;所述低噪声处理模块,用于接收神经电生理模拟信号并对其进行滤波放大处理,并传送至分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号;及

[0060] 射频发送模块,用于将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波,再经辐射天线辐射出去。

[0061] 本发明的数字化无线神经电生理信号检测单芯片由电池进行驱动供电,避免了市电供电导致的50Hz工频干扰问题。

[0062] 本发明的数字化无线神经电生理信号检测单芯片把采集信号数字化后再利用射频发出模块把打包后数字帧无线辐射到接收端,避免了该微型芯片到上位机的复杂连线,提高了信号传输的速度与准确性。

[0063] 如图1所示,所述神经电生理信号采集模块包括多检测位点植入MEMS电生理信号检测探针阵列,其用于采集皮下组织的神经电生理模拟信号;及

[0064] Ag/AgCl干电极,其用于感知皮肤处的神经电生理模拟信号。

[0065] 本发明的神经电生理信号采集模块能够满足多种神经电生理信号检测功能,比如:心电ECG、颅内细胞外神经动作电位、颅外脑电EEG、肌电EMG、眼动等不同人体生物电信

号的检测需求。

[0066] 在图1中,射频发送模块还偏置电压产生模块和偏置电流产生模块分别相连,所述偏置电压产生模块和偏置电流产生模块分别用于为射频发送模块产生偏置电压和偏置电流。

[0067] 其中,偏置电压产生模块和偏置电流产生模块用来保证射频发送模块正常工作。

[0068] 偏置电压产生模块和偏置电流产生模块的电路结构为现有结构。

[0069] 在图1中,低噪声处理模块包括低噪声斩波放大器和低噪声运算放大器,所述低噪声斩波放大器用于对皮肤处的 μV 与 mV 级微弱信号进行放大,消除掉低频闪烁噪声与输入的失调;所述低噪声运算放大器,用于放大带通滤波组织细胞外神经动作电位。

[0070] 如图3所示,低噪声斩波放大器包括:高增益高跨导放大器,以及中频增益稳定环路和输入阻抗提高环路,高增益高跨导放大器的输入端设置有第一斩波开关,在高增益高跨导放大器的输出端设置有第二斩波开关,第二斩波开关的两端还并联有纹波抑制环路,所述纹波抑制环路包括串联连接的跨导器、积分器和第三斩波开关。

[0071] 如图4所示,低噪声运算放大器包括:两个串联连接的运算放大器,每个运算放大器的正输入端和负输出端,以及负输入端和正输出端均并联有RC支路。

[0072] 在图1中,所述数字化无线神经电生理信号检测单芯片还包括系统功耗节约管理模块,所述系统功耗节约管理模块与低噪声处理模块相连,用于关闭与使能信号放大滤波处理通道,以降低系统不同工作模式时的能耗。

[0073] 其中,分时复用ADC电路模块为现有ADC电路结构。

[0074] 系统功耗节约管理模块可采用具有开关功能的电路结构来实现。

[0075] 射频发送模块为现有射频发送电路结构。

[0076] 在图1中,所述神经电生理信号采集模块还与多路选择器相连,所述多路选择器用于为神经电生理信号采集模块所采集的神经电生理模拟信号提供多通道切换分时检测。

[0077] 本发明通过多路选择器来实现对神经电生理模拟信号的快速分时检测。

[0078] 在具体实施中,所述分时复用ADC电路模块与射频发送模块之间还串接有数字与射频隔离环路,所述射频隔离环路用于对神经电生理数字信号进行噪声隔离,并将隔离噪声后的神经电生理数字信号传送至射频发送模块。

[0079] 其中,数字与射频隔离环路可采用但不限于光电耦合器来实现。

[0080] 本发明通过数字与射频隔离环路对神经电生理数字信号进行噪声隔离,避免对射频发送模块产生噪声干扰,提高了神经电生理信号检测的准确性。

[0081] 本发明的数字化无线神经电生理信号检测单芯片通过UART接口进行寄存器堆文件读与写,便于用户重新配置与检查;且片内的数字电路进行了隔离,防止其攻击射频模块。

[0082] 如图2所示,本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单芯片的工作方法,包括:

[0083] 数字化无线神经电生理信号检测单芯片上电,时钟复位管理模块为所述检测单芯片产生不同分频时钟与复位信号;

[0084] 利用接口UART通讯模块分别通过工作模式配置寄存器和功能参数配置寄存器对神经电生理信号采集模块的工作模式和低噪声处理模块的功能参数进行相应配置;

[0085] 神经电生理信号采集模块在相应工作模式下采集皮下组织或皮肤处的神经电生理模拟信号并传送至低噪声处理模块进行滤波放大处理；滤波放大处理后的神经电生理模拟信号经分时复用ADC电路模块转化为神经电生理数字信号；

[0086] 射频发送模块将神经电生理数字信号设置成帧且调制成序列载波，再经辐射天线辐射出去。

[0087] 在具体实施中，该方法还包括：利用与低噪声处理模块相连的系统功耗节约管理模块来关闭与使能信号放大滤波处理通道，以降低系统不同工作模式时的能耗。

[0088] 在具体实施中，该方法还包括：神经电生理信号采集模块所采集的神经电生理模拟信号经多路选择器进行多通道切换分时检测。

[0089] 本发明通过多路选择器来实现对神经电生理模拟信号的快速分时检测。

[0090] 在具体实施中，分时复用ADC电路模块转化后的神经电生理数字信号经射频隔离环路进行噪声隔离，并将隔离噪声后的神经电生理数字信号传送至射频发送模块。

[0091] 本发明通过数字与射频隔离环路对神经电生理数字信号进行噪声隔离，避免对射频发送模块产生噪声干扰，提高了神经电生理信号检测的准确性。

[0092] 本发明还提供了一种数字化无线神经电生理信号检测单系统，其能够针对人体不同位置的，集中不同区域神经电信号检测功能，包括细胞外与皮肤处（包括颅外）的神经电生理信号检测且体积小，便于携带。

[0093] 本发明的一种数字化无线神经电生理信号检测单系统，包括如图1所示的数字化无线神经电生理信号检测单芯片。

[0094] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

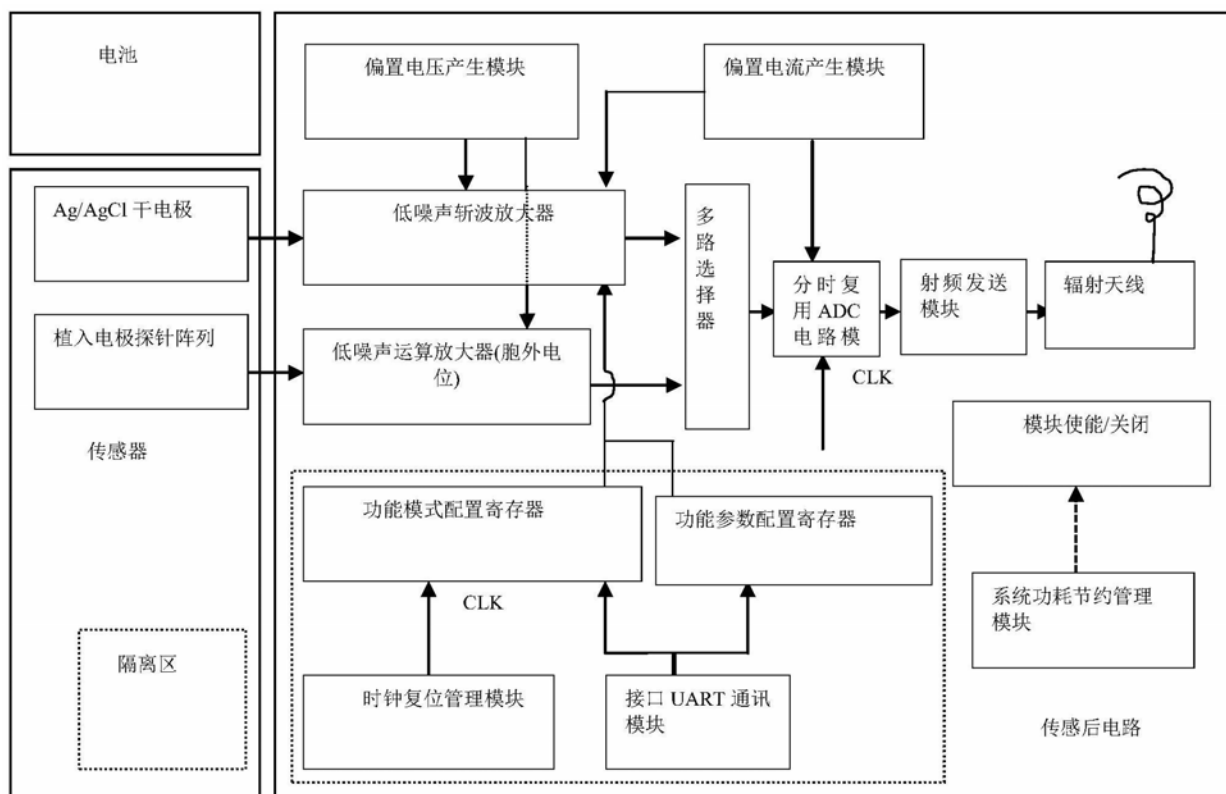


图1

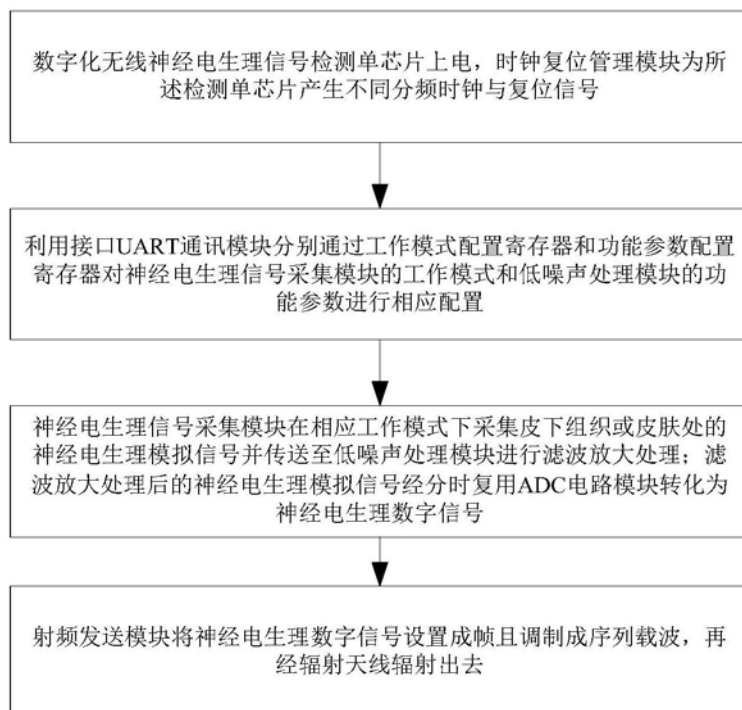


图2

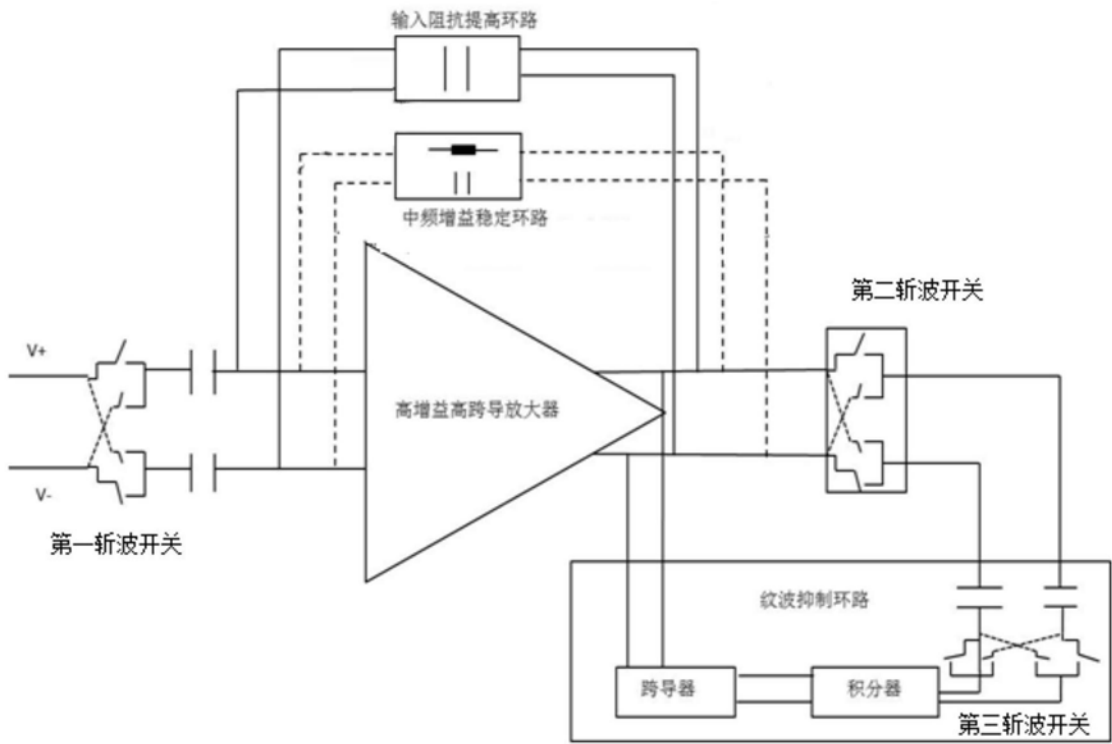


图3

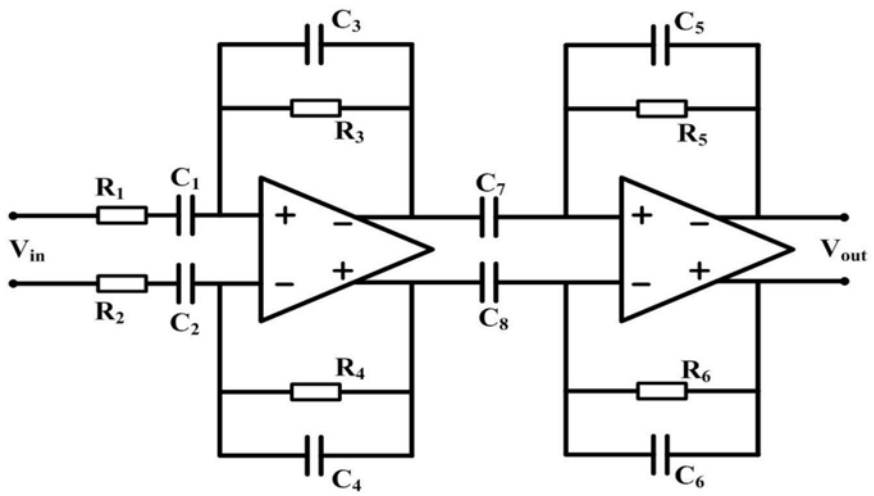


图4