



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110946574 A

(43)申请公布日 2020.04.03

(21)申请号 201911302521.1

A61B 5/0402(2006.01)

(22)申请日 2019.12.17

A61B 5/0205(2006.01)

(71)申请人 电子科技大学

A61B 5/0496(2006.01)

地址 610054 四川省成都市郫都区西源大道2006号电子科技大学

A61B 5/11(2006.01)

(72)发明人 刘铁军 宋晓宇 黄振祥 赵威
李春燕 吕彬 谢佳欣 于翔川
郜东瑞 任俊如 尧德中

(74)专利代理机构 北京元本知识产权代理事务所 11308

代理人 王红霞

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61M 21/02(2006.01)

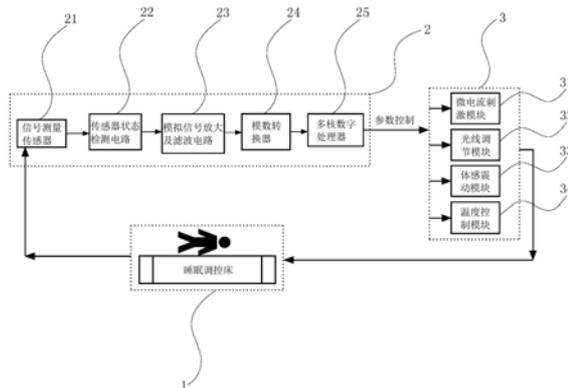
权利要求书4页 说明书12页 附图12页

(54)发明名称

基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置

(57)摘要

本发明涉及一种基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其包括睡眠调控床以及匹配设置在所述睡眠调控床上的睡眠监测单元和睡眠调控单元;睡眠监测单元包括信号测量传感器、传感器状态检测电路、模拟信号放大及滤波电路、第一模数转换器和多核数字处理器;信号测量传感器一端连接睡眠调控床,另一端与传感器状态检测电路电连接;传感器状态检测电路电连接模拟信号放大及滤波电路;模拟信号放大及滤波电路电连接第一模数转换器;第一模数转换器电连接多核数字处理器;多核数字处理器与睡眠调控单元电连接;睡眠调控单元包括微电流刺激模块、光线调节模块、体感震动模块和温度控制模块。本发明能够检测睡眠并改善使用者睡眠质量。



1. 一种基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述装置包括睡眠调控床以及匹配设置在所述睡眠调控床上的睡眠监测单元和睡眠调控单元;

所述睡眠监测单元包括信号测量传感器、传感器状态检测电路、模拟信号放大及滤波电路、第一模数转换器和多核数字处理器;所述信号测量传感器用于获得人体生理电信号,其一端连接所述睡眠调控床,另一端与所述传感器状态检测电路电连接;所述传感器状态检测电路电连接所述模拟信号放大及滤波电路;所述模拟信号放大及滤波电路电连接所述第一模数转换器;所述第一模数转换器电连接所述多核数字处理器;所述多核数字处理器与所述睡眠调控单元电连接;

所述睡眠调控单元包括与所述多核数字处理器电连接的微电流刺激模块、光线调节模块、体感震动模块和温度控制模块。

2. 如权利要求1所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述模拟信号放大及滤波电路包括模拟信号放大电路和二阶低通滤波电路;

所述模拟信号放大电路由运算放大器U1~U3和电阻R0连接组成,所述运算放大器U1和U2的型号为AD8639,所述运算放大器U3的型号为AD8424;所述运算放大器U1的同相输入端为信号输入端,反向输入端连接至输出端;所述运算放大器U2的同相输入端为参考信号输入端,反向输入端连接至输出端;所述运算放大器U3的反相输入端连接所述运算放大器U1的输出端,所述运算放大器U3的同相输入端连接所述运算放大器U2的输出端;所述电阻R0连接于所述运算放大器U3的同相输入端和反相输入端之间;

所述二阶低通滤波电路由电阻R1~R4、电容C1~C2、运算放大器U4连接组成;所述运算放大器U4的型号为AD8639;所述电阻R1一端为输入管脚VIN且与所述运算放大器U3的输出端管脚Vout连接,所述电阻R1的另一端连接所述电阻R2并通过所述电阻R2连接于所述运算放大器U4的反相输入端;所述电阻R4一端接地,另一端连接所述运算放大器U4的同相输入端;所述电容C1一端接地,另一端连接所述电阻R3并通过所述电阻R3连接于所述运算放大器U4的输出端;所述电阻R4一端接地,另一端连接所述运算放大器U4的同相输入端。

3. 如权利要求2所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述第一模数转换器由运算放大器U5、电阻R21~R24、模数转换器U6连接组成;所述运算放大器U5的型号为THS4521;所述模数转换器U6的型号为ADS1278;所述电阻R21的一端为输入管脚Vin且与所述运算放大器U4的输出端管脚VOUT连接,所述电阻R21的另一端连接所述电阻R22并通过所述电阻R22连接所述运算放大器U5的负极端;所述电阻R24一端接地,另一端连接所述运算放大器U5的反相输入端;所述电阻R23一端连接所述运算放大器U5的反相输入端,另一端连接所述运算放大器U5的正极;所述运算放大器U5的同相输入端连接于所述电阻R21与电阻R22之间;所述模数转换器U6通过管脚AIN_N连接所述运算放大器U5的负极,通过管脚VCOM连接所述运算放大器U5的输出端,通过管脚AIN_P连接所述运算放大器U5的正极;所述模数转换器U6还具有信号控制线和数据输出线,所述模数转换器U6通过信号控制线和数据输出线连接至所述多核数字处理器。

4. 如权利要求3所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述多核数字处理器由芯片U5A、芯片J5、芯片S001、电阻RJ4~RJ13、电阻RJ53~RJ57、电容CC3、电容C15~C19、电容C52~C53、晶振X2组成;

所述芯片U5A的型号为TMS320F2812PGF,其通过管脚XA0连接所述模数转换器U6的信号

控制线,通过管脚XA1连接所述模数转换器U6的数据输出线;所述电阻RJ9一端接地GND,另一端连接所述芯片U5A的管脚ADCRESEXT;所述电容C52一端接地GND,另一端连接所述芯片U5A的管脚ADCREFM;所述电容C53一端接地GND,另一端连接所述芯片U5A的管脚ADCREFP;所述电阻RJ53一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片U5A的管脚XHOLD;所述电阻RJ54一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片U5A的管脚XHOLDA;所述电阻R57一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片U5A的管脚XREADY;所述晶振X2的频率为30MHz,其一端连接所述芯片U5A的管脚X1,另一端连接所述芯片U5A的管脚X2;所述电容C18一端接地,另一端连接所述芯片U5A的管脚X1;所述电容C19一端接地,另一端连接所述芯片U5A的管脚X2;

所述芯片J5的型号为JTAG且具有14个管脚,其通过8号管脚接地,通过3号管脚连接所述芯片U5A的管脚TDI,通过7号管脚连接所述芯片U5A的管脚TDO;所述电容C15一端连接所述电阻RJ4并通过所述电阻RJ4连接至所述芯片J5的1号管脚,所述电容C15另一端连接所述电阻RJ6并通过所述电阻RJ6连接至所述芯片J5的9号和11号管脚;所述电容C16一端接地,另一端连接所述芯片J5的5号管脚;所述电阻RJ5一端接地,另一端连接所述芯片J5的2号管脚;所述电阻RJ7一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片J5的13号管脚;所述电阻RJ8一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片J5的14号管脚;所述电容C17一端接地,另一端连接于电源VDD33;

所述芯片S001的型号为SW DIP-2;所述芯片S001通过1号管脚连接所述电阻R13并通过所述电阻R13接地;所述芯片S001通过2号管脚连接所述电阻R11并通过所述电阻R11接地;所述芯片S001通过3号管脚连接所述电阻R10并通过所述电阻R10连接电源VDD33;所述芯片S001通过4号管脚连接所述电阻R12并通过所述电阻R12连接电源VDD33;所述电容CC3一端接地,另一端连接电源VDD33。

5.如权利要求4所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述微电流刺激模块包括信号生成器、恒流源电路、过流保护电路和紧急机械控制开关;所述信号生成器的信号输入端与所述多核数字处理器电连接,所述信号生成器的信号输出端连接所述恒流源电路;所述恒流源电路分别与所述过流保护电路和紧急机械控制开关电连接;所述过流保护电路的输出端IO与人体相连接,实现对人体的微电流刺激;

所述信号生成器由芯片DAC1、电容C2和电容C3组成;所述恒流源电路由电容C5、电容C6、电容Cp6、电容C8、电阻R6、电阻R7、电阻RdaD1、电阻R15、稳压二极管D0组成;所述稳压二极管D0的型号为SMBJ2,所述芯片DAC1的型号为DAC7760;所述过流保护电路由芯片U7、电阻R1、电阻R2、电阻Rsense1、电阻Rlimit1、电容C1组成;所述芯片U7的型号为INA301A1;

所述芯片DAC1通过管脚-VSENSE和管脚DVDD-EN接地AGND,通过管脚DVDD连接3.3V电源,通过管脚LATCH连接所述芯片U5A的管脚XA2,通过管脚SCLK连接所述芯片U5A的管脚XA3;所述电容C2和电容C3一端均接地,另一端均连接所述芯片DAC1的管脚DVDD;所述电阻R6一端连接所述芯片DAC1的管脚IOUT,另一端连接所述电阻R7并通过所述电阻R7连接所述芯片U7的管脚IN+;所述稳压二极管D0的阳极端接地,阴极端连接于所述电阻R6与电阻R7之间的连接点;所述电容C5一端连接所述芯片DAC1的管脚HART-IN,另一端接地;所述电容C8一端接地,另一端分别连接所述芯片DAC1的管脚REFIN和管脚REFOUT;所述电阻R15一端接地,另一端连接所述芯片DAC1的管脚ISET-R;所述电阻RdaD1一端连接15V电源,另一端连接所述芯片DAC1的管脚DAVDD;所述电容C6和电容Cp6一端均接地,另一端均连接所述芯片

DAC1的管脚DAVDD;

所述芯片U7通过管脚VS连接3.3V电源,通过管脚GND接地AGND;所述电阻Rsense1连接于所述芯片U7的管脚IN+和管脚IN-之间;所述电容C1一端连接所述芯片U7的管脚VS,另一端接地;所述电阻R101一端连接所述芯片U7的管脚VS,另一端连接所述芯片U7的管脚ALERT;所述电阻Rlimit1一端连接所述芯片U7的管脚GND,另一端连接所述电阻R102并通过所述电阻R102连接所述芯片U7的管脚LIMIT;

所述紧急机械控制开关由三极管Q1、电阻R100和开关S1组成;所述三极管Q1采用PNP三极管,其集电极接地,基极连接所述芯片U5A的管脚XA4,发射极连接所述电阻R100一端;所述电阻R100的另一端连接所述开关S1并通过所述开关S1接地。

6.如权利要求5所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述传感器状态检测电路包括微控制器、第二模数转换器、阻抗转换模块、多通道模拟开关、第一两通道模拟开关、第二两通道模拟开关、第一射随器、第二射随器和电阻R229;

所述微控制器由芯片U3A、电阻R45~R50、电阻RDM1、电阻RDP1、无源晶振X1、电容C45~C47组成;所述芯片U3A的型号为STM32F102,所述电阻R45、R46、RDM1和RDP1的电阻值均为330Ω,所述电阻R47~R49的电阻值均为1KΩ,所述电阻R50的电阻值为10KΩ,所述电容C45和C46的电容值为22pF,所述电容C47的电容值为104F,所述无源晶振X1的频率为8MHz;所述芯片U3A通过管脚PA9连接所述电阻R45的一端,所述电阻R45另一端与所述多通道模拟开关连接;所述芯片U3A通过管脚PA10连接所述电阻R46的一端,所述电阻R46另一端与所述第一两通道模拟开关连接;所述芯片U3A通过管脚PA11连接所述电阻R47一端,所述电阻R47另一端与所述第二两通道模拟开关连接;

所述芯片U3A还通过管脚PB0连接所述芯片DAC1的管脚ALARM,通过管脚PA7连接所述芯片DAC1的管脚DIN,通过管脚PA6连接所述芯片DAC1的管脚SD0,通过管脚PB1连接所述芯片U7的管脚OUT,通过管脚PB10连接所述芯片U7的管脚ALERT,通过管脚PB2所述芯片U7的管脚RESET,通过管脚PA5连接所述芯片U7的管脚LIMIT;

所述第二模数转换器采用型号为ADS8343的芯片U4A;所述芯片U4A通过管脚VCC连接电源,通过管脚GND和管脚COM接地,通过管脚DCLK连接所述芯片U3A的管脚PB0,通过管脚CS连接所述芯片U3A的管脚PB1,通过管脚DIN连接所述芯片U3A的管脚PB2,通过管脚BUSY连接所述芯片U3A的管脚PB5,通过管脚Dout连接所述芯片U3A的管脚PB6;

所述阻抗转换模块由27个并联的运算放大器U01A组成,每个所述运算放大器U01A的反相输入端与输出端之间均连接有电阻R1A,每个所述运算放大器U01A的反相输入端与所述信号测量传感器中对应每个干电极连接;每个所述运算放大器U01A的同相输入端连接所述芯片U4A的管脚CH0,每个所述运算放大器U01A的正极连接+5V电源,每个运算放大器U01A的负极连接-5V电源;所述电阻R1A的电阻值为100Ω;

所述多通道模拟开关由型号均为HCC4067的芯片U1A和芯片U2A组成;所述芯片U01A的管脚NA1~NA8连接所述电阻R45另一端;

所述第一两通道模拟开关采用型号为ADG619的芯片U03A,其通过管脚S1连接所述芯片U1A的管脚XI0连接,通过管脚S2连接所述第一跟随器,通过管脚IN连接所述电阻R229并通过所述电阻R229连接2.5V电源;所述芯片U03A通过管脚IN还分别连接所述芯片U4A的管脚CH0和所述电阻R46另一端;

所述第二两通道模拟开关采用型号为ADG619的芯片U04A,其通过信号线连接耳夹参考电极,通过管脚S1连接所述第二跟随器,通过管脚S2接地,通过管脚IN连接所述电阻R47另一端

所述第一射随器由运算放大器U05A和连接于所述运算放大器U05A的反相输入端与输出端之间的电阻R30组成,所述电阻R30的电阻值为 $100\ \Omega$;所述运算放大器U05A的正极连接+5V电源,负极连接-5V电源;所述运算放大器U05A的反相输入端与所述芯片U03A的管脚S2连接;

所述第二射随器由运算放大器U06A和连接于所述运算放大器U06A的反相输入端与输出端之间的电阻R31组成,所述电阻R31的电阻值为 $100\ \Omega$;所述运算放大器U06A的反相输入端连接所述芯片U04A的管脚S1。

7.如权利要求4所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述光线调节模块具有6个管脚,其1号管脚A1与所述芯片U5A的管脚GPIOB0-PWM7相连,2号管脚A2与所述芯片U5A的管脚GPIOB1-PWM8相连,3号管脚I01与所述芯片U5A的管脚GPIOB2-PWM9相连,4号管脚I02与所述芯片U5A的管脚GPIOB3-PWM10相连,5号管脚I03与所述芯片U5A的管脚GPIOB4-PWM11相连,6号管脚I04与所述芯片U5A的管脚GPIOB5-PWM12相连。

8.如权利要求4所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述温度控制模块由温度传感器T1、电加热器J1和J2组成;所述温度传感器T1的1号管脚为测量点,2号管脚为数据线且与所述芯片U5A的管脚XA0连接连接;所述电加热器J1一端接地GND,另一端为控制电加热器J1工作的信号线且与所述芯片U5A的管脚GPIOB6-T3PWM_T3CMP连接;所述电加热器J2一端接地GND,另一端控制电加热器J2工作的信号线且所述芯片U5A的管脚GPIOB7-T4PWM_T4CMP连接。

9.如权利要求1所述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其特征在于:所述体感震动模块由四个震动单元组成即包括第一震动单元UC1、第二震动单元UC2、第二震动单元UC3和第三震动单元UC4;所述第一震动单元UC1的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R01并通过所述电阻R01连接电源VCC;所述第二震动单元UC2的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R02并通过所述电阻R02连接电源VCC;所述第三震动单元UC3的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R03并通过所述电阻R03连接电源VCC;所述第四震动单元UC4的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R04并通过所述电阻R04连接电源VCC。

基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种睡眠监测及睡眠调控装置,具体的说,涉及一种基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置。

背景技术

[0002] 根据世界卫生组织调查,全世界范围内约有三分之一的人存在睡眠问题。睡眠不足不仅会损害个人的健康与幸福,对国家的经济也会造成重大影响,其中睡眠不足产生的最严重问题是:增加死亡风险。自《时代》周刊的报告显示,与每晚平均睡眠时间达到7-9小时的人相比,每晚睡眠时间不足6小时的人死亡率要比前者高13%,比每晚睡眠时间在6-7小时的人高7%。

[0003] 随着经济水平发展,以及个人对睡眠问题认识,越来越多的人开始选择睡眠辅助产品帮助睡眠。当前调节睡眠的常用手段有药品、保健品及改善睡眠器械,但长时间的食用药品和保健品,可能会引起药物依赖、人体内激素失调等副作用,因此非侵入式的电子类辅助睡眠逐渐受到人们的青睐。

[0004] 目前很多研究者提供了一些检测睡眠的方法,但在医疗领域,被人们认可的睡眠状态检测评价系统为专用的多导睡眠监测系统(polysomnography, PSG),但该系统体积大,需要专门的电脑进行数据分析采集,而且使用时需要专业人员帮助才能使用。

[0005] 综上所述,有必要对现有技术作进一步改进和创新。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是针对上述电子类辅助睡眠设备存在的问题,提出一种结构设计简答、合理,成本低,操作使用方便,以脑电信号为主要判别特征,准确度和科学性较高,除了能够检测睡眠外,还能够实时根据不同睡眠状态进行实时调节,改善使用者睡眠质量的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 上述的基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,包括睡眠调控床以及匹配设置在所述睡眠调控床上的睡眠监测单元和睡眠调控单元;所述睡眠监测单元包括信号测量传感器、传感器状态检测电路、模拟信号放大及滤波电路、第一模数转换器和多核数字处理器;所述信号测量传感器用于获得人体生理电信号,其一端连接所述睡眠调控床,另一端与所述传感器状态检测电路电连接;所述传感器状态检测电路电连接所述模拟信号放大及滤波电路;所述模拟信号放大及滤波电路电连接所述第一模数转换器;所述第一模数转换器电连接所述多核数字处理器;所述多核数字处理器与所述睡眠调控单元电连接;所述睡眠调控单元包括与所述多核数字处理器电连接的微电流刺激模块、光线调节模块、体感震动模块和温度控制模块。

[0009] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述模拟信号放大及滤波电路包括模拟信号放大电路和二阶低通滤波电路;

[0010] 所述模拟信号放大电路由运算放大器U1~U3和电阻R0连接组成,所述运算放大器U1和U2的型号为AD8639,所述运算放大器U3的型号为AD8424;所述运算放大器U1的同相输入端为信号输入端,反向输入端连接至输出端;所述运算放大器U2的同相输入端为参考信号输入端,反向输入端连接至输出端;所述运算放大器U3的反相输入端连接所述运算放大器U1的输出端,所述运算放大器U3的同相输入端连接所述运算放大器U2的输出端;所述电阻R0连接于所述运算放大器U3的同相输入端和反相输入端之间;

[0011] 所述二阶低通滤波电路由电阻R1~R4、电容C1~C2、运算放大器U4连接组成;所述运算放大器U4的型号为AD8639;所述电阻R1一端为输入管脚VIN且与所述运算放大器U3的输出端管脚Vout连接,所述电阻R1的另一端连接所述电阻R2并通过所述电阻R2连接于所述运算放大器U4的反相输入端;所述电阻R4一端接地,另一端连接所述运算放大器U4的同相输入端;所述电容C1一端接地,另一端连接所述电阻R3并通过所述电阻R3连接于所述运算放大器U4的输出端;所述电阻R4一端接地,另一端连接所述运算放大器U4的同相输入端。

[0012] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述第一模数转换器由运算放大器U5、电阻R21~R24、模数转换器U6连接组成;所述运算放大器U5的型号为THS4521;所述模数转换器U6的型号为ADS1278;所述电阻R21的一端为输入管脚Vin且与所述运算放大器U4的输出端管脚VOUT连接,所述电阻R21的另一端连接所述电阻R22并通过所述电阻R22连接所述运算放大器U5的负极端;所述电阻R24一端接地,另一端连接所述运算放大器U5的反相输入端;所述电阻R23一端连接所述运算放大器U5的反相输入端,另一端连接所述运算放大器U5的正极;所述运算放大器U5的同相输入端连接于所述电阻R21与电阻R22之间;所述模数转换器U6通过管脚AIN N连接所述运算放大器U5的负极,通过管脚VCOM连接所述运算放大器U5的输出端,通过管脚AIN P连接所述运算放大器U5的正极;所述模数转换器U6还具有信号控制线和数据输出线,所述模数转换器U6通过信号控制线和数据输出线连接至所述多核数字处理器。

[0013] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述多核数字处理器由芯片U5A、芯片J5、芯片S001、电阻RJ4~RJ13、电阻RJ53~RJ57、电容CC3、电容C15~C19、电容C52~C53、晶振X2组成;

[0014] 所述芯片U5A的型号为TMS320F2812PGF,其通过管脚XA0连接所述模数转换器U6的信号控制线,通过管脚XA1连接所述模数转换器U6的数据输出线;所述电阻RJ9一端接地GND,另一端连接所述芯片U5A的管脚ADCRESEXT;所述电容C52一端接地GND,另一端连接所述芯片U5A的管脚ADCREFM;所述电容C53一端接地GND,另一端连接所述芯片U5A的管脚ADCREFP;所述电阻RJ53一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片U5A的管脚XHOLD;所述电阻RJ54一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片U5A的管脚XHOLDA;所述电阻R57一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片U5A的管脚XREADY;所述晶振X2的频率为30MHz,其一端连接所述芯片U5A的管脚X1,另一端连接所述芯片U5A的管脚X2;所述电容C18一端接地,另一端连接所述芯片U5A的管脚X1;所述电容C19一端接地,另一端连接所述芯片U5A的管脚X2;

[0015] 所述芯片J5的型号为JTAG且具有14个管脚,其通过8号管脚接地,通过3号管脚连接所述芯片U5A的管脚TDI,通过7号管脚连接所述芯片U5A的管脚TDO;所述电容C15一端连接所述电阻RJ4并通过所述电阻RJ4连接至所述芯片J5的1号管脚,所述电容C15另一端连接所述电阻RJ6并通过所述电阻RJ6连接至所述芯片J5的9号和11号管脚;所述电容C16一端接

地,另一端连接所述芯片J5的5号管脚;所述电阻RJ5一端接地,另一端连接所述芯片J5的2号管脚;所述电阻RJ7一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片J5的13号管脚;所述电阻RJ8一端连接电源VDD33,另一端连接所述芯片J5的14号管脚;所述电容C17一端接地,另一端连接于电源VDD33;

[0016] 所述芯片S001的型号为SW DIP-2;所述芯片S001通过1号管脚连接所述电阻R13并通过所述电阻R13接地;所述芯片S001通过2号管脚连接所述电阻R11并通过所述电阻R11接地;所述芯片S001通过3号管脚连接所述电阻R10并通过所述电阻R10连接电源VDD33;所述芯片S001通过4号管脚连接所述电阻R12并通过所述电阻R12连接电源VDD33;所述电容CC3一端接地,另一端连接电源VDD33。

[0017] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述微电流刺激模块包括信号生成器、恒流源电路、过流保护电路和紧急机械控制开关;所述信号生成器的信号输入端与所述多核数字处理器电连接,所述信号生成器的信号输出端连接所述恒流源电路;所述恒流源电路分别与所述过流保护电路和紧急机械控制开关电连接;所述过流保护电路的输出端I0与人体相连接,实现对人体的微电流刺激;所述信号生成器由芯片DAC1、电容C2和电容C3组成;所述恒流源电路由电容C5、电容C6、电容Cp6、电容C8、电阻R6、电阻R7、电阻RdaD1、电阻R15、稳压二极管D0组成;所述稳压二极管D0的型号为SMBJ2,所述芯片DAC1的型号为DAC7760;所述过流保护电路由芯片U7、电阻R1、电阻R2、电阻Rsense1、电阻Rlimit1、电容C1组成;所述芯片U7的型号为INA301A1;

[0018] 所述芯片DAC1通过管脚-VSENSE和管脚DVDD-EN接地AGND,通过管脚DVDD连接3.3V电源,通过管脚LATCH连接所述芯片U5A的管脚XA2,通过管脚SCLK连接所述芯片U5A的管脚XA3;所述电容C2和电容C3一端均接地,另一端均连接所述芯片DAC1的管脚DVDD;所述电阻R6一端连接所述芯片DAC1的管脚IOUT,另一端连接所述电阻R7并通过所述电阻R7连接所述芯片U7的管脚IN+;所述稳压二极管D0的阳极端接地,阴极端连接于所述电阻R6与电阻R7之间的连接点;所述电容C5一端连接所述芯片DAC1的管脚HART-IN,另一端接地;所述电容C8一端接地,另一端分别连接所述芯片DAC1的管脚REFIN和管脚REFOUT;所述电阻R15一端接地,另一端连接所述芯片DAC1的管脚ISET-R;所述电阻RdaD1一端连接15V电源,另一端连接所述芯片DAC1的管脚DAVDD;所述电容C6和电容Cp6一端均接地,另一端均连接所述芯片DAC1的管脚DAVDD;

[0019] 所述芯片U7通过管脚VS连接3.3V电源,通过管脚GND接地AGND;所述电阻Rsense1连接于所述芯片U7的管脚IN+和管脚IN-之间;所述电容C1一端连接所述芯片U7的管脚VS,另一端接地;所述电阻R101一端连接所述芯片U7的管脚VS,另一端连接所述芯片U7的管脚ALERT;所述电阻Rlimit1一端连接所述芯片U7的管脚GND,另一端连接所述电阻R102并通过所述电阻R102连接所述芯片U7的管脚LIMIT;

[0020] 所述紧急机械控制开关由三极管Q1、电阻R100和开关S1组成;所述三极管Q1采用PNP三极管,其集电极接地,基极连接所述芯片U5A的管脚XA4,发射极连接所述电阻R100一端;所述电阻R100的另一端连接所述开关S1并通过所述开关S1接地。

[0021] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述传感器状态检测电路包括微控制器、第二模数转换器、阻抗转换模块、多通道模拟开关、第一两通道模拟开关、第二两通道模拟开关、第一射随器、第二射随器和电阻R229;

[0022] 所述微控制器由芯片U3A、电阻R45~R50、电阻RDM1、电阻RDP1、无源晶振X1、电容C45~C47组成；所述芯片U3A的型号为STM32F102，所述电阻R45、R46、RDM1和RDP1的电阻值均为330 Ω ，所述电阻R47~R49的电阻值均为1K Ω ，所述电阻R50的电阻值为10K Ω ，所述电容C45和C46的电容值为22pF，所述电容C47的电容值为104F，所述无源晶振X1的频率为8MHz；所述芯片U3A通过管脚PA9连接所述电阻R45的一端，所述电阻R45另一端与所述多通道模拟开关连接；所述芯片U3A通过管脚PA10连接所述电阻R46的一端，所述电阻R46另一端与所述第一两通道模拟开关连接；所述芯片U3A通过管脚PA11连接所述电阻R47一端，所述电阻R47另一端与所述第二两通道模拟开关连接；

[0023] 所述芯片U3A还通过管脚PB0连接所述芯片DAC1的管脚ALARM，通过管脚PA7连接所述芯片DAC1的管脚DIN，通过管脚PA6连接所述芯片DAC1的管脚SD0，通过管脚PB1连接所述芯片U7的管脚OUT，通过管脚PB10连接所述芯片U7的管脚ALERT，通过管脚PB2所述芯片U7的管脚RESET，通过管脚PA5连接所述芯片U7的管脚LIMIT；

[0024] 所述第二模数转换器采用型号为ADS8343的芯片U4A；所述芯片U4A通过管脚VCC连接电源，通过管脚GND和管脚COM接地，通过管脚DCLK连接所述芯片U3A的管脚PB0，通过管脚CS连接所述芯片U3A的管脚PB1，通过管脚DIN连接所述芯片U3A的管脚PB2，通过管脚BUSY连接所述芯片U3A的管脚PB5，通过管脚Dout连接所述芯片U3A的管脚PB6；

[0025] 所述阻抗转换模块由27个并联的运算放大器U01A组成，每个所述运算放大器U01A的反相输入端与输出端之间均连接有电阻R1A，每个所述运算放大器U01A的反相输入端与所述信号测量传感器中对应每个干电极连接；每个所述运算放大器U01A的同相输入端连接所述芯片U4A的管脚CH0，每个所述运算放大器U01A的正极连接+5V电源，每个运算放大器U01A的负极连接-5V电源；所述电阻R1A的电阻值为100 Ω ；

[0026] 所述多通道模拟开关由型号均为HCC4067的芯片U1A和芯片U2A组成；所述芯片U01A的管脚NA1~NA8连接所述电阻R45另一端；

[0027] 所述第一两通道模拟开关采用型号为ADG619的芯片U03A，其通过管脚S1连接所述芯片U1A的管脚XI0连接，通过管脚S2连接所述第一跟随器，通过管脚IN连接所述电阻R229并通过所述电阻R229连接2.5V电源；所述芯片U03A通过管脚IN还分别连接所述芯片U4A的管脚CH0和所述电阻R46另一端；

[0028] 所述第二两通道模拟开关采用型号为ADG619的芯片U04A，其通过信号线连接耳夹参考电极，通过管脚S1连接所述第二跟随器，通过管脚S2接地，通过管脚IN连接所述电阻R47另一端

[0029] 所述第一射随器由运算放大器U05A和连接于所述运算放大器U05A的反相输入端与输出端之间的电阻R30组成，所述电阻R30的电阻值为100 Ω ；所述运算放大器U05A的正极连接+5V电源，负极连接-5V电源；所述运算放大器U05A的反相输入端与所述芯片U03A的管脚S2连接；

[0030] 所述第二射随器由运算放大器U06A和连接于所述运算放大器U06A的反相输入端与输出端之间的电阻R31组成，所述电阻R31的电阻值为100 Ω ；所述运算放大器U06A的反相输入端连接所述芯片U04A的管脚S1。

[0031] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置，其中：所述光线调节模块具有6个管脚，其1号管脚A1与所述芯片U5A的管脚GPIOB0-PWM7相连，2号管脚A2与所述芯片

U5A的管脚GPIOB1-PWM8相连,3号管脚IO1与所述芯片U5A的管脚GPIOB2-PWM9相连,4号管脚IO2与所述芯片U5A的管脚GPIOB3-PWM10相连,5号管脚IO3与所述芯片U5A的管脚GPIOB4-PWM11相连,6号管脚IO4与所述芯片U5A的管脚GPIOB5-PWM12相连。

[0032] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述温度控制模块由温度传感器T1、电加热器J1和J2组成;所述温度传感器T1的1号管脚为测量点,2号管脚为数据线且与所述芯片U5A的管脚XA0连接连接;所述电加热器J1一端接地GND,另一端为控制电加热器J1工作的信号线且与所述芯片U5A的管脚GPIOB6-T3PWM_T3CMP连接;所述电加热器J2一端接地GND,另一端控制电加热器J2工作的信号线且所述芯片U5A的管脚GPIOB7-T4PWM_T4CMP连接。

[0033] 所述基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,其中:所述体感震动模块由四个震动单元组成即包括第一震动单元UC1、第二震动单元UC2、第二震动单元UC3和第二震动单元UC4;所述第一震动单元UC1的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R01并通过所述电阻R01连接电源VCC;所述第二震动单元UC2的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R02并通过所述电阻R02连接电源VCC;所述第三震动单元UC3的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R03并通过所述电阻R03连接电源VCC;所述第四震动单元UC4的1号管脚接地,2号管脚连接有电阻R04并通过所述电阻R04连接电源VCC。

[0034] 本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置结构设计简单、合理,具有以下优点:

[0035] (1) 本发明提出了以脑电信号为主便携式睡眠监测与调控系统,与市场已有方法相比,具有更高的准确度和科学性,因为脑电信号是国内外学术界公认的睡眠状态分类的“黄金标准”。

[0036] (2) 本发明脑电信号的监测传感器为干电极,使用者不需要注射电极膏和专门人员的辅助帮忙,躺在床上即可实现脑电信号的监测,使用方便;

[0037] (3) 本发明除了采集脑电信号外,还可以同时采集心电、眼电、呼吸、体温和体动信号,不仅能够辅助睡眠状态分析和调控,而且能够对一些特殊使用者,比如打鼾、突发呼吸暂停等进行监测,并能够及时发出警报;

[0038] (4) 本发明除了能够检测睡眠外,还能够实时根据不同睡眠状态进行实时调节,改善使用者睡眠质量;

[0039] (5) 本发明采用多核数字处理器,能够根据不同任务,选择多核数字处理器中不同资源进行处理,脱离传统电脑计算处理的方式,实现设备的可穿戴和低成本。

附图说明

[0040] 图1为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的结构原理图;

[0041] 图2为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的脑电传感器分布及电极状态检测原理图;

[0042] 图3为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠监测单元的传感器状态检测电路中微控制器的电路图;

[0043] 图4为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠监测单元的传感器状态检测电路去掉微控制器之后的电路图;

- [0044] 图5为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠监测单元的模拟信号放大及滤波电路的电路图；
- [0045] 图6为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠监测单元的第一模数转换器的电路图；
- [0046] 图7为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠监测单元的多核数字处理器的电路图；
- [0047] 图8为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的结构连接原理图；
- [0048] 图9为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的微电流刺激模块中信号生成器和恒流源电路的电路图；
- [0049] 图10为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的微电流刺激模块中的过流保护电路的电路图；
- [0050] 图11为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的微电流刺激模块中的紧急机械控制开关的电路图；
- [0051] 图12为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的光线调节模块的电路图；
- [0052] 图13为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的体感震动模块的电路图；
- [0053] 图14为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠调控单元的温度控制模块的电路图；
- [0054] 图15为本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的睡眠自动分期算法流程图。

具体实施方式

- [0055] 如图1所示,本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置,包括睡眠调控床1以及匹配设置在睡眠调控床1上的睡眠监测单元2和睡眠调控单元3。
- [0056] 该睡眠监测单元2包括信号测量传感器21、传感器状态检测电路22、模拟信号放大及滤波电路23、第一模数转换器24和多核数字处理器25。
- [0057] 该信号测量传感器21用于获得人体生理电信号且与传感器状态检测电路22电连接,该信号测量传感器21包括脑电采集电极、心电电极、眼电电极、呼吸传感器、体温探头和体动传感器等;该脑电采集电极即是干电极,该心电电极贴在左手或右手手腕处,该眼电电极贴在左侧或右侧上下眼睑处,该呼吸传感器位于鼻孔下方,该体温探头贴在额头部位,该体动传感器位于床的中间区域。
- [0058] 如图2所示,该传感器状态检测电路22电连接模拟信号放大及滤波电路23;其中,该传感器状态检测电路22包括微控制器221、第二模数转换器222、阻抗转换模块223、多通道模拟开关224、第一两通道模拟开关225、第二两通道模拟开关226、第一射随器227、第二射随器228和电阻R229。
- [0059] 如图3所示,该微控制器221是普通微控制器,其由芯片U3A、电阻R45~R50、电阻RDM1、电阻RDP1、无源晶振X1、电容C45~C47组成;该芯片U3A的型号为STM32F102,该电阻

R45、R46、RDM1和RDP1的电阻值均为 $330\ \Omega$ ，该电阻R47~R49的电阻值均为 $1\text{K}\ \Omega$ ，该电阻R50的电阻值为 $10\text{K}\ \Omega$ ，该电容C45和C46的电容值为 22pF ，该电容C47的电容值为 104F ，无源晶振X1的频率为 8MHz 。该芯片U3A通过管脚PA9连接电阻R45的一端，该电阻R45另一端与图4中多通道模拟开关224的芯片U01A的管脚NA1~NA8连接；该芯片U3A通过管脚PA10连接电阻R46的一端，该电阻R46另一端与图4中该第一两通道模拟开关225的控制管脚IN连接；该芯片U3A通过管脚PA11连接电阻R47的一端，电阻R47另一端与图2中第二两通道模拟开关226的控制管脚IN连接。

[0060] 如图4所示，该第二模数转换器222采用型号为ADS8343的芯片U4A；该芯片U4A通过管脚VCC连接电源，通过管脚GND和管脚COM接地，通过管脚DCLK连接图3中的芯片U3A的管脚PB0，通过管脚CS连接图3中的芯片U3A的管脚PB1，通过管脚DIN连接图3中的芯片U3A的管脚PB2，通过管脚BUSY连接图3中的芯片U3A的管脚PB5，通过管脚Dout连接图3中的芯片U3A的管脚PB6。

[0061] 如图4所示，该阻抗转换模块223由27个并联的运算放大器U01A组成，每个运算放大器U01A的反相输入端与输出端之间均连接有电阻R1A，每个运算放大器U01A的反相输入端与信号测量传感器21中的每一个干电极连接；每个运算放大器U01A的同相输入端连接第二模数转换器222的芯片U4A的管脚CH0连接，每个运算放大器U01A的正极连接+5V电源，每个运算放大器U01A的负极连接-5V电源；电阻R1A的电阻值为 $100\ \Omega$ 。

[0062] 如图4所示，该多通道模拟开关224由型号均为HCC4067的芯片U1A和芯片U2A组成。

[0063] 如图4所示，该第一两通道模拟开关225采用型号为ADG619的芯片U03A，其通过管脚S1连接多通道模拟开关224的芯片U1A的管脚XI0连接，通过管脚S2连接第一跟随器227的反相输入端，通过管脚IN连接电阻R229并通过电阻R229连接 2.5V 电源；同时，该芯片U03A还通过管脚IN连接该第二模数转换器222的芯片U4A的管脚CH0。

[0064] 如图4所示，该第二两通道模拟开关226采用型号为ADG619的芯片U04A，其通过信号线与耳夹参考电极连接，通过管脚S1连接第二跟随器228的运算放大器U06A的反相输入端，通过管脚S2接地。

[0065] 如图4所示，该第一射随器227由运算放大器U05A和连接于该运算放大器U05A的反相输入端与输出端之间的电阻R30组成，该电阻R30的电阻值为 $100\ \Omega$ ；该运算放大器U05A的正极连接+5V电源，负极连接-5V电源。

[0066] 如图4所示，该第二射随器228由运算放大器U06A和连接于该运算放大器U06A的反相输入端与输出端之间的电阻R31组成，该电阻R31的电阻值为 $100\ \Omega$ 。

[0067] 如图2-图4所示，本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的脑电传感器分布及电极状态检测原理图为：

[0068] 信号测量传感器21为测量脑电信号的干式电极阵列，目的是检测使用者不同睡眠姿势（包括仰睡、左侧或右侧的侧睡）时的脑电信号；信号测量传感器21中的干电极阵列与阻抗转换模块223相连，其中信号测量传感器21中的每一个干电极与阻抗转换模块223中每个运算放大器U01A的反相输入端相连，实现阻抗转换；阻抗转换模块223中每个运算放大器U01A将转换后的信号输出至多通道模拟开关224，多通道模拟开关224的芯片U01A的管脚NA1~NA8接收微控制器221输出的控制信号，实现针对阻抗转换模块223中每个运算放大器U01A输出信号的选择，然后通过多通道模拟开关224的管脚XI0输出至第一两通道模拟开关

225的管脚S1;第一两通道模拟开关225的芯片U03A通过管脚NB接收微控制器221的控制信号,实现第一两通道模拟开关225的芯片U03A的管脚S1与第一两通道模拟开关225的芯片U03A的管脚S2或管脚IN相连接,其中与第一两通道模拟开关225的管脚S2连接表示该通道信号可用,经过第一射随器227后输出至图5中模拟信号放大及滤波电路23的模拟信号放大电路的运算放大器U1的信号输入端,经过电阻R229后连接至2.5V电压源,进行干电极与大脑头皮接触状态的检测;耳夹参考电极放置在耳垂位置,经过第二两通道模拟开关226后,在微控制器221的控制下通过管脚PA11输出控制信号,然后通过226的2脚输出至第二射随器208的负相输入端,然后通过208的Vref端输出,与信号测量传感器21的干电极阵列中的电极形成差分信号,输出至图1中的23模块;第二两通道模拟开关226在微控制器221的控制下实现芯片U04A的管脚S1与管脚D相连接时,将实现干电极与大脑头皮接触状态的检测;当微控制器221检测到与头皮接触阻抗最小的两个干电极后,将控制多通道模拟开关224选择这两个干电极与多通道模拟开关224中芯片U1A和芯片U2A的管脚XI0相连接,同时控制第一两通道模拟开关225的芯片U03A的管脚S1和管脚S2连接,以及控制第二两通道模拟开关226的输出端管脚与反相输入端管脚连接,形成信号采集电路。

[0069] 如图5所示,该模拟信号放大及滤波电路23电连接第一模数转换器24且包括模拟信号放大电路和二阶低通滤波电路。其中,如图5所示,该模拟信号放大电路由运算放大器U1~U3和电阻R0连接组成,该运算放大器U1和U2的型号为AD8639,该运算放大器U3的型号为AD8424;该运算放大器U1的同相输入端为信号输入端,反向输入端连接至输出端;该运算放大器U2的同相输入端为参考信号输入端,反向输入端连接至输出端;该运算放大器U3的反相输入端连接该运算放大器U1的输出端,该运算放大器U3的同相输入端连接该运算放大器U2的输出端;该电阻R0连接于该运算放大器U3的同相输入端和反相输入端之间。如图5所示,该二阶低通滤波电路由电阻R1~R4、电容C1~C2、运算放大器U4连接组成;该运算放大器U4的型号为AD8639;其中,该电阻R1一端为二阶低通滤波电路24的输入管脚VIN且与图6中的运算放大器U3的输出端管脚Vout连接,该电阻R1另一端连接电阻R2并通过电阻R2连接于运算放大器U4的反相输入端;该电阻R4一端接地,另一端连接运算放大器U4的同相输入端;该电容C1一端接地,另一端连接电阻R3并通过电阻R3连接于运算放大器U4的输出端;该电阻R4一端接地,另一端连接运算放大器U4的同相输入端。

[0070] 如图6所示,该第一模数转换器24电连接多核数字处理器25;其中,该第一模数转换器24由运算放大器U5、电阻R21~R24、模数转换器U6连接组成;该运算放大器U5的型号为THS4521;该模数转换器U6的型号为ADS1278;该电阻R21一端为第一模数转换器24输入管脚Vin且与图7中的运算放大器U4的输出端管脚VOUT连接,该电阻R21另一端连接电阻R22并通过电阻R22连接运算放大器U5的负极端;该电阻R24一端接地,另一端连接运算放大器U5的反相输入端;该电阻R23一端连接运算放大器U5的反相输入端,另一端连接运算放大器U5的正极;该运算放大器U5的同相输入端连接于电阻R21与电阻R22之间;该模数转换器U6通过管脚AIN N连接运算放大器U5的负极,通过管脚VCOM连接运算放大器U5的输出端,通过管脚AIN P连接运算放大器U5的正极;该模数转换器U6还具有信号控制线和数据输出线,该模数转换器U6的信号控制线与图7中的多核数字处理器25的芯片U5A的管脚XA0相连,该模数转换器U6的数据输出线与图7中的多核数字处理器25的芯片U5A的管脚XA1相连;通过模数转换器U6将滤波放大后的模拟脑电信号转换为数字信号,由于模数转换器U6为全差分输入方

式,因此需要将单端模拟信号转换为差分信号,采用单端转差分芯片THS4521即运算放大器U5,实现单端输入差分输出。

[0071] 如图7所示,该多核数字处理器25与睡眠调控单元3电连接,其中,该多核数字处理器25由芯片U5A、芯片J5、芯片S001、电阻RJ4~RJ13、电阻RJ53~RJ57、电容CC3、电容C15~C19、电容C52~C53、晶振X2组成。

[0072] 如图7所示,该电阻RJ4的电阻值为4.7K Ω ,电阻RJ5、电阻RJ11和电阻RJ13的电阻值均为2K Ω ,电阻RJ6的电阻值为1K Ω ,电阻RJ7和电阻RJ8的电阻值均为3K Ω ,电阻RJ9的电阻值为22K Ω ,电阻RJ10和电阻RJ12的电阻值均为4K Ω ;该电阻RJ53~RJ57的电阻值均为330 Ω ;该电容CC3、电容C15~C17、该电容C52~C53的电容值均为104F,该电容C18和电容C19的电容值均为24PF。

[0073] 如图7所示,该芯片U5A的型号为TMS320F2812PGF;该电阻RJ9一端接地GND,另一端连接芯片U5A的管脚ADCRESEXT;该电容C52一端接地GND,另一端连接芯片U5A的管脚ADCREFM;该电容C53一端接地GND,另一端连接芯片U5A的管脚ADCREFP;该电阻RJ53一端连接电源VDD33,另一端连接芯片U5A的管脚XHOLD;该电阻RJ54一端连接电源VDD33,另一端连接芯片U5A的管脚XHOLDA;该电阻R57一端连接电源VDD33,另一端连接芯片U5A的管脚XREADY;该晶振X2的频率为30MHz,其一端连接芯片U5A的管脚X2,另一端连接芯片U5A的管脚X2;该电容C18一端接地,另一端连接芯片U5A的管脚X2;该电容C19一端接地,另一端连接芯片U5A的管脚X2。

[0074] 如图7所示,该芯片J5的型号为JTAG且具有14个管脚,其通过8号管脚接地,通过3号管脚连接图7中芯片U5A的管脚TDI,通过7号管脚连接图7中芯片U5A的管脚TDO;该电容C15一端连接电阻RJ4并通过电阻RJ4连接至芯片J5的1号管脚,该电容C15另一端连接电阻RJ6并通过电阻RJ6连接至芯片J5的9号和11号管脚;该电容C16一端接地,另一端连接芯片J5的5号管脚;该电阻RJ5一端接地,另一端连接芯片J5的2号管脚;该电阻RJ7一端连接电源VDD33,另一端连接芯片J5的13号管脚;该电阻RJ8一端连接电源VDD33,另一端连接芯片J5的14号管脚;该电容C17一端接地,另一端连接于电源VDD33。

[0075] 如图7所示,该芯片S001的型号为SW DIP-2;该芯片S001通过1号管脚连接电阻R13并通过电阻R13接地;该芯片S001通过2号管脚连接电阻R11并通过电阻R11接地;该芯片S001通过3号管脚连接电阻R10并通过电阻R10连接电源VDD33;该芯片S001通过4号管脚连接电阻R12并通过电阻R12连接电源VDD33;该电容CC3一端接地,另一端连接电源VDD33。

[0076] 该睡眠调控单元3包括微电流刺激模块31、光线调节模块32、体感震动模块33和温度控制模块34。

[0077] 该微电流刺激模块31电连接睡眠监测单元2的多核数字处理器25;其中,如图8所示,该微电流刺激模块31用于输出不同的电流参数,实现对人脑不同区域的微电流刺激,调整睡眠状态,其包括信号生成器311、恒流源电路312、过流保护电路313和紧急机械控制开关314;该信号生成器311的信号输入端与多核数字处理器25电连接,信号输出端连接恒流源电路312;该恒流源电路312分别与过流保护电路313和紧急机械控制开关314电连接;该过流保护电路313的输出端I0与人体相连接,实现对人体的微电流刺激。

[0078] 如图9所示,该信号生成器311由芯片DAC1、电容C2和电容C3组成;该恒流源电路312由电容C5、电容C6、电容Cp6、电容C8、电阻R6、电阻R7、电阻RdaD1、电阻R15、稳压二极管

D0组成;该稳压二极管D0的型号为SMBJ2。该电容C2、电容C3、电容C6、电容C8的电容值均为104F;该电容Cp6的电容值为10 μ F;电阻R6的电阻值为15 Ω ,电阻R7和电阻RdaD1均为零阻值;电阻R15的电阻值为15K Ω 。

[0079] 如图9所示,该芯片DAC1的型号为DAC7760,其通过管脚-VSENSE和管脚DVDD-EN接地AGND,通过管脚DVDD连接3.3V电源,通过管脚ALARM连接图3中芯片U3A的管脚PB0,通过管脚LATCH连接图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚XA2,通过管脚SCLK连接图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚XA3,通过管脚DIN连接图3中芯片U3A的管脚PA7,通过管脚SD0连接图3中芯片U3A的管脚PA6;该电容C2和C3均一端接地,另一端均连接芯片DAC1的管脚DVDD。该电阻R6一端连接芯片DAC1的管脚IOUT,另一端连接电阻R7并通过电阻R7连接图10中的芯片U7的管脚IN+;该稳压二极管D0的阳极端接地,阴极端连接于电阻R6与电阻R7之间的连接点;该电容C5一端连接芯片DAC1的管脚HART-IN,另一端接地;该电容C8一端接地,另一端分别连接芯片DAC1的管脚REFIN和管脚REFOUT;该电阻R15一端接地,另一端连接芯片DAC1的管脚ISET-R。该电阻RdaD1一端连接15V电源,另一端连接芯片DAC1的管脚DAVDD;该电容C6和电容Cp6均一端接地,另一端连接芯片DAC1的管脚DAVDD。

[0080] 如图10所示,该过流保护电路313由芯片U7、电阻R101、电阻R102、电阻Rsense1、电阻Rlimit1、电容C1组成。

[0081] 如图10所示,该电阻R101的阻值为10K Ω ,该电阻R102为零阻值,该电阻Rsense1的阻值为10~100 Ω ,该电阻Rlimit1的电阻值为20K~23.5K Ω ;该电容C1的电容值为104F。

[0082] 该芯片U7的型号为INA301A1,其通过管脚VS连接3.3V电源,通过管脚OUT连接图3中芯片U3A的管脚PB1,通过管脚ALERT连接图3中芯片U3A的管脚PB10,通过管脚RESET连接图3中芯片U3A的管脚PB2,通过管脚LIMIT连接图3中芯片U3A的管脚PA5,通过管脚GND接地AGND;该电阻Rsense1连接于芯片U7的管脚IN+和管脚IN-之间;该电容C1一端连接芯片U7的管脚VS,另一端接地;该电阻R101一端连接芯片U7的管脚VS,另一端连接芯片U7的管脚ALERT;该电阻Rlimit1一端连接芯片U7的管脚GND,另一端连接电阻R102并通过电阻R102连接芯片U7的管脚LIMIT。

[0083] 如图11所示,该紧急机械控制开关314由三极管Q1、电阻R100和开关S1组成;该电阻R100的电阻值为1K Ω 。其中,该三极管Q1采用PNP三极管,其集电极接地,基极连接图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚XA4,发射极连接电阻R100一端;该电阻R100另一端连接开关S1并通过开关S1接地。

[0084] 该光线调节模块32电连接睡眠监测单元2的多核数字处理器25,其通过发出不同的光线帮助人调节昼夜生活规律和其它生物效应。其中,如图12所示,该光线调节模块32具有6个管脚,其1号管脚A1与图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB0-PWM7相连,2号管脚A2与图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB1-PWM8相连,3号管脚I01与图7中的多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB2-PWM9相连,4号管脚I02与图7中的多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB3-PWM10相连,5号管脚I03与图7中的多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB4-PWM11相连,6号管脚I04与图7中的多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB5-PWM12相连。

[0085] 该体感震动模块33电连接睡眠监测单元2的多核数字处理器25,其用于控制电机,发出不同强度或频率的震动,进行体感调控。如图13所示,该体感震动模块33由四个震动单

元组成；第一震动单元UC1的1号管脚接地，2号管脚连接电阻R01并通过电阻R01连接电源VCC；第二震动单元UC2的1号管脚接地，2号管脚连接电阻R02并通过电阻R02连接电源VCC；第三震动单元UC3的1号管脚接地，2号管脚连接电阻R03并通过电阻R03连接电源VCC；第四震动单元UC4的1号管脚接地，2号管脚连接电阻R04并通过电阻R04连接电源VCC；该电阻R01~R04的电阻均为1K Ω 。

[0086] 该温度控制模块34电连接睡眠监测单元2的多核数字处理器25，其用于调整床垫温度，辅助睡眠。如图14所示，该温度控制模块34由温度传感器T1、电加热器J1和J2组成；该温度传感器T1的1号管脚为测量点（即与人体身体接触点），2号管脚为数据线且与图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚XA0连接；该电加热器J1一端接地GND，另一端为控制电加热器J1工作的信号线且与图7中多核数字处理器2的芯片U5A的管脚GPIOB6-T3PWM_T3CMP连接；该电加热器J2一端接地GND，另一端为控制电加热器J2工作的信号线且与图7中多核数字处理器25的芯片U5A的管脚GPIOB7-T4PWM_T4CMP连接。

[0087] 本发明基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置的工作原理：

[0088] 通过信号测量传感器21获得人体生理电信号，然后经过传感器状态检测电路22后，将与人体接触状态良好的传感器获得的信号传输至模拟信号放大及滤波电路23，实现对模拟信号的放大和滤波，接着在多核数字处理器25的控制下，控制第一模数转换器24将模拟信号转换为数字信号（多核数字处理器25中FPGA核实现），多核数字处理器25读取到第一模数转换器24输出的数字信号后，对信号进行处理，包括信号预处理、特征提取、特征识别、特征分类等操作，实现对睡眠状态监测（多核数字处理器25中DSP核实现），同时多核数字处理器25实时显示多模态生理信号和输出的调控参数（多核数字处理器25中ARM核实现）；根据睡眠监测单元2的监测结果，输出不同参数，控制睡眠调控单元3的功能模块，输出不同的调控数据；睡眠调控单元3中，通过微电流刺激模块31输出不同的电流参数，实现对人脑不同区域的微电流刺激，调整睡眠状态；通过光线调节模块32发出不同的光线帮助人调节昼夜生活规律和其它生物效应；通过体感震动模块33控制电机，发出不同强度或频率的震动，进行体感调控；通过温度控制模块34调整床垫温度，辅助睡眠。

[0089] 如图15所示，该微电流刺激模块31用于对睡眠状态的调控，其工作原理为：

[0090] 信号生成器311，如AD9831，在图7中多核数字处理器25的控制下，据不同睡眠状态，控制信号生成器311输出不同幅度、频率的刺激信号；然后该刺激信号输出至恒流源电路312处理，稳定输出需要的电流信号；同时为了防止突发情况，电流过大，对人体产生伤害，恒流源电路312输出的电流将经过过流保护电路313，当电流超过设定阈值时，电路自动断电，有效保护人体；同时为了提高安全级数，采用双机制保护，即采用紧急机械控制开关314，当使用者感觉不适或过流保护电路313无法发挥作用时，采用紧急机械控制开关314可以实现电路紧急断开。

[0091] 本发明所采用的原理：

[0092] (1) 干电极与大脑头皮接触状态的检测原理

[0093] 在图2中，微控制器221进行干电极与头皮接触状态检测时的判断原理为，利用第二模数转换器222获取205的3脚与207相连之间的电压值V1，207电阻阻值设为R，则干电极与头皮接触Rz为：

$$[0094] \quad \frac{V1}{Rz} = \frac{2.5-V1}{R} \quad (1)$$

[0095] 经过公式(1)转换,Rz为:

$$[0096] \quad Rz = \frac{V1 * R}{2.5 - V1} \quad (2)$$

[0097] 本发明中建议R的取值为10K~50KΩ,根据公式(1)、公式(2)获得Rz的值,当Rz值大于100KΩ时,认定为干电极与头皮无接触;当Rz值小于等于100KΩ时,认定为干电极与头皮无接触,同时选择阻抗值最小的两个电极,作为有效传感器采集脑电信号。

[0098] (2)睡眠分类的原理:

[0099] 本发明针对睡眠状态的判别,采用自动分期方法,即通过IIR巴特沃斯带通滤波器(0.3Hz-35Hz)对脑电进行伪迹去除,之后按时间序列顺序不重叠的进行30秒信号分段以得到分期数据帧,最后对分段数据帧加Hamming窗,从而得到整个算法的输入空间。然后,针对每段数据帧,算法分别提取脑电的时域特征、频域特征、时频特征及非线性特征构成25维特征空间。接下来,将特征空间及专家分期标记组成训练集作为支持向量机模型的输入并训练分期模型。最终对分期模型的分类准确性和泛化性能进行测试并选择测试结果最优的模型作为自动分期模型,如图15所示。

[0100] 本发明结构设计简答、合理,成本低,操作使用方便,以脑电信号为主要判别特征,准确度和科学性较高,除了能够检测睡眠外,还能够实时根据不同睡眠状态进行实时调节,改善使用者睡眠质量。

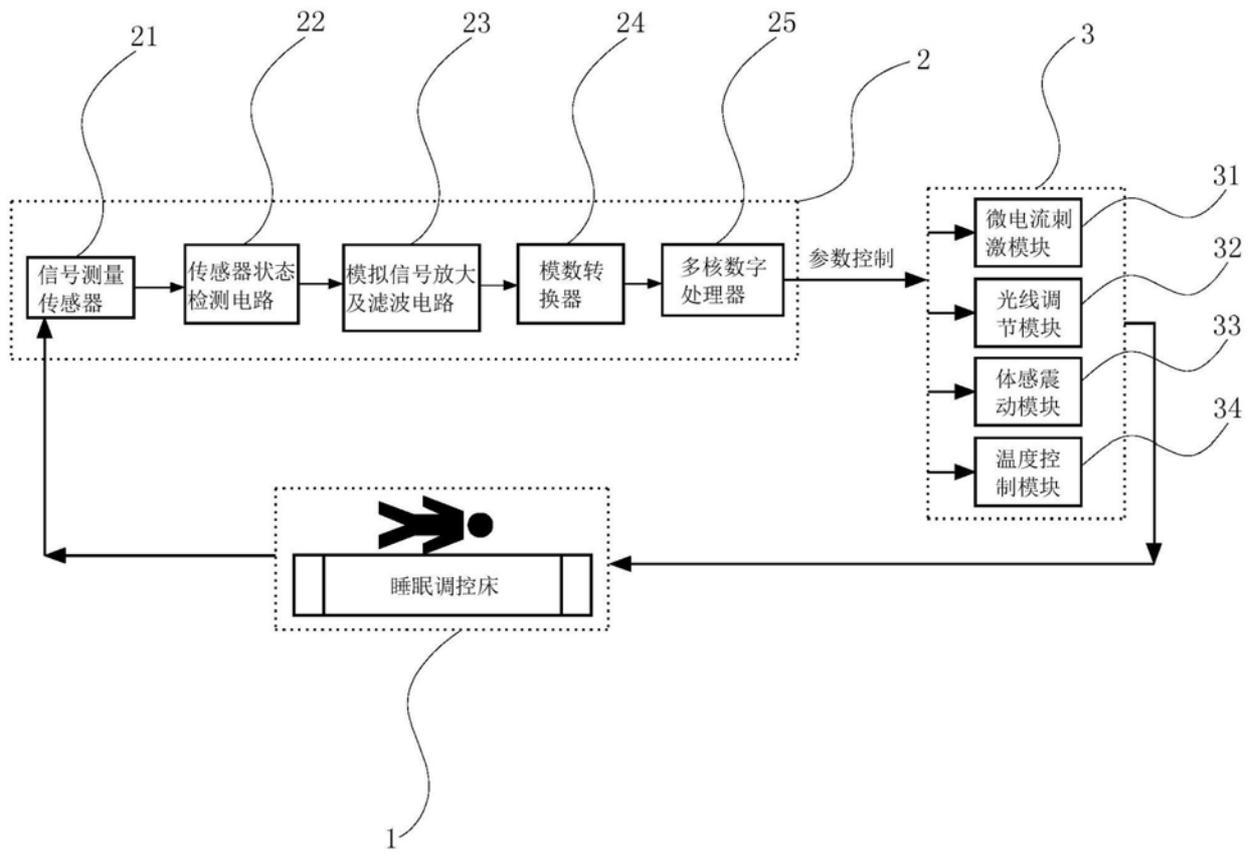


图1

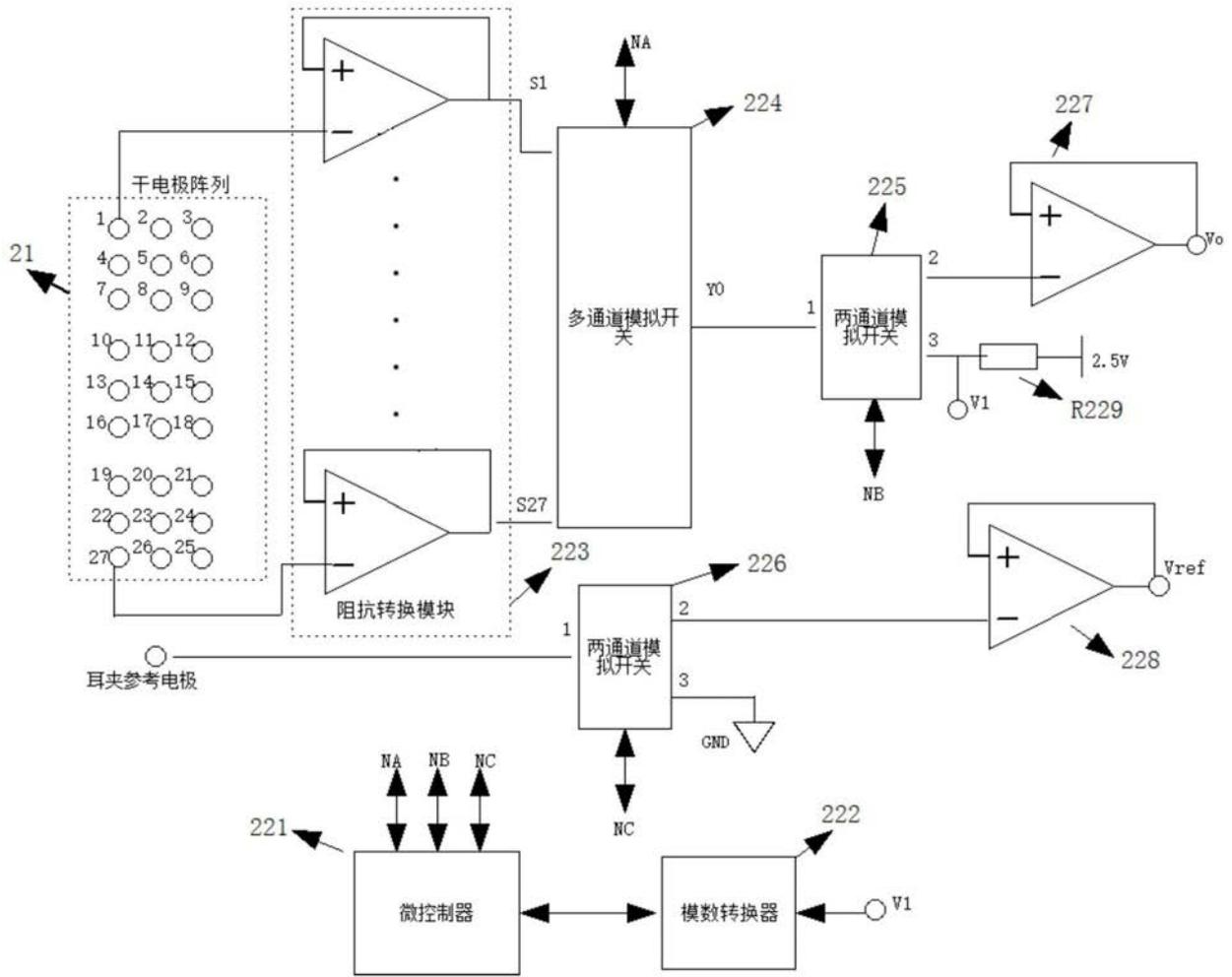


图2

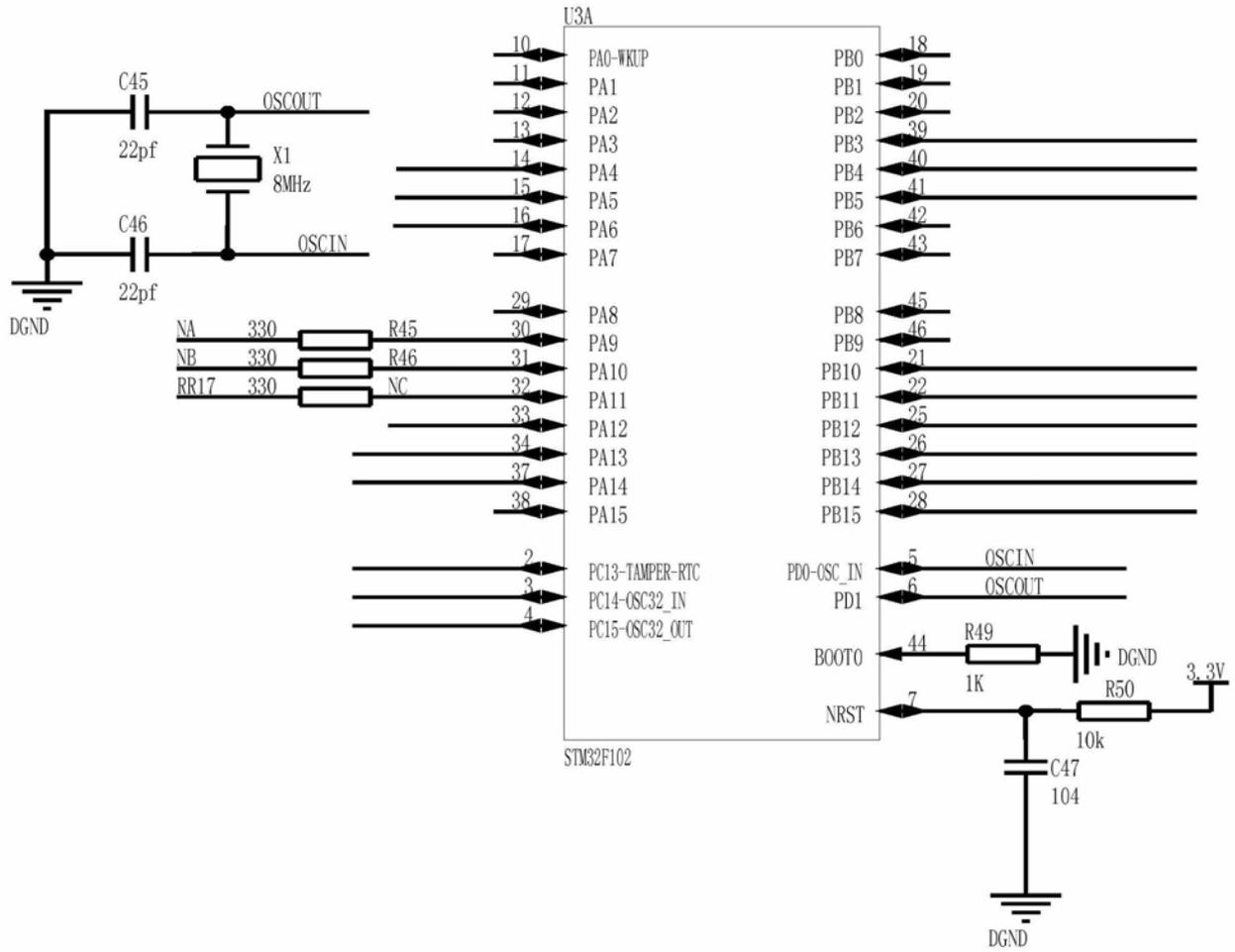


图3

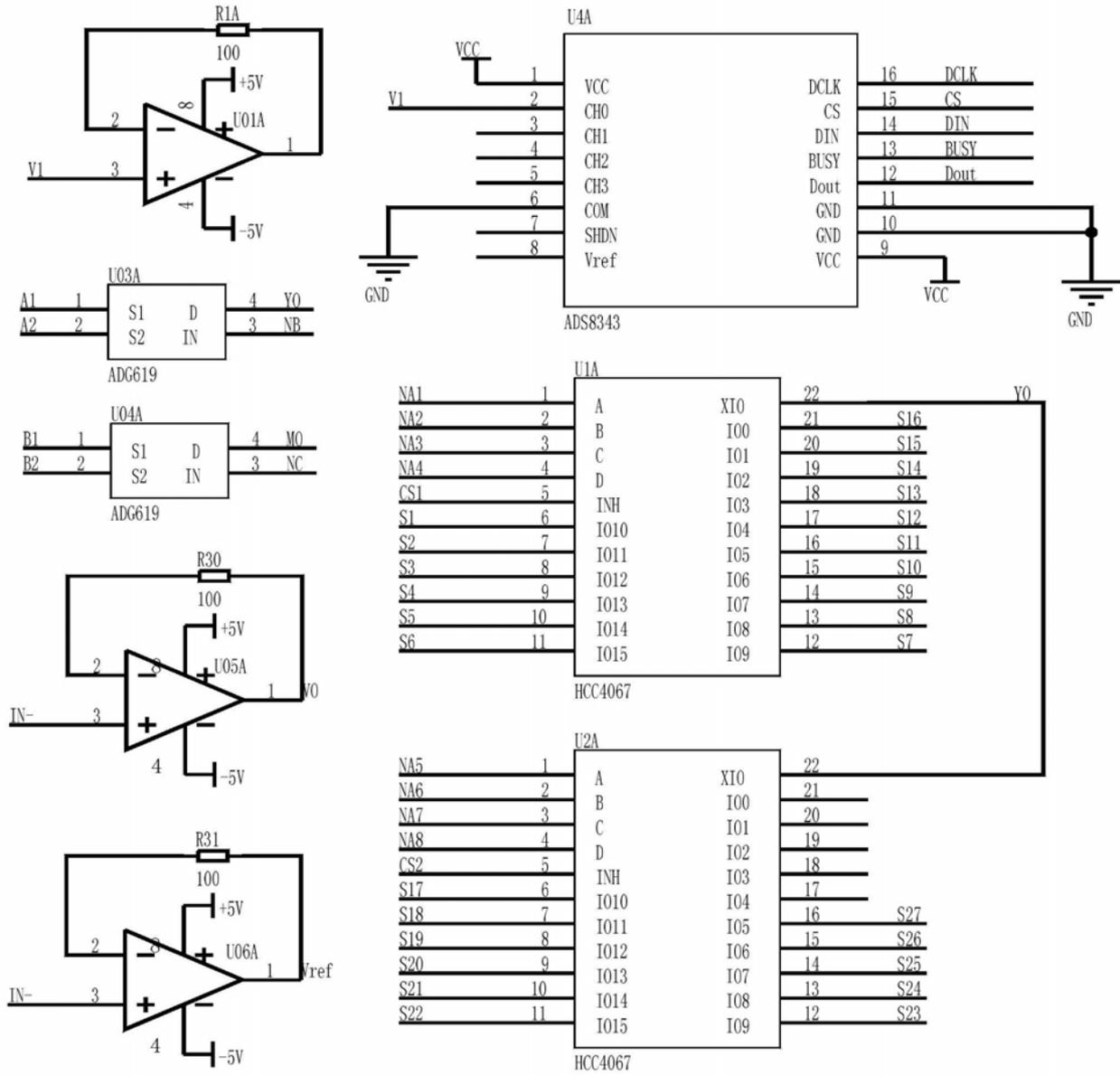


图4

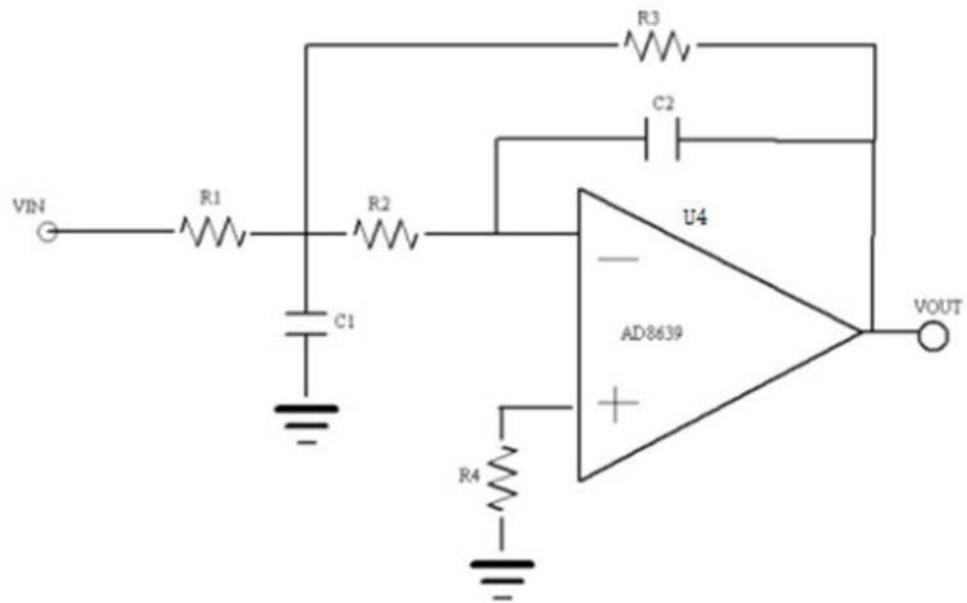
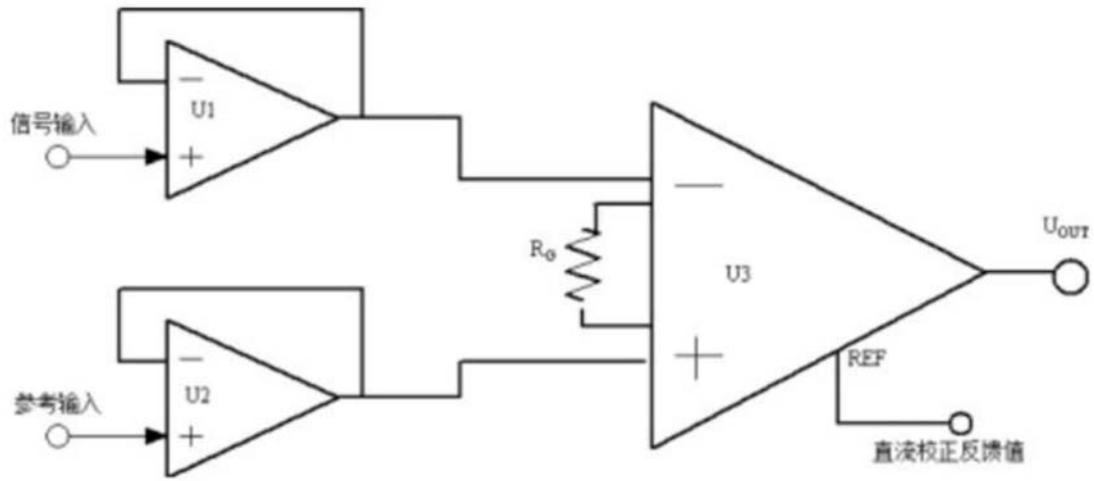


图5

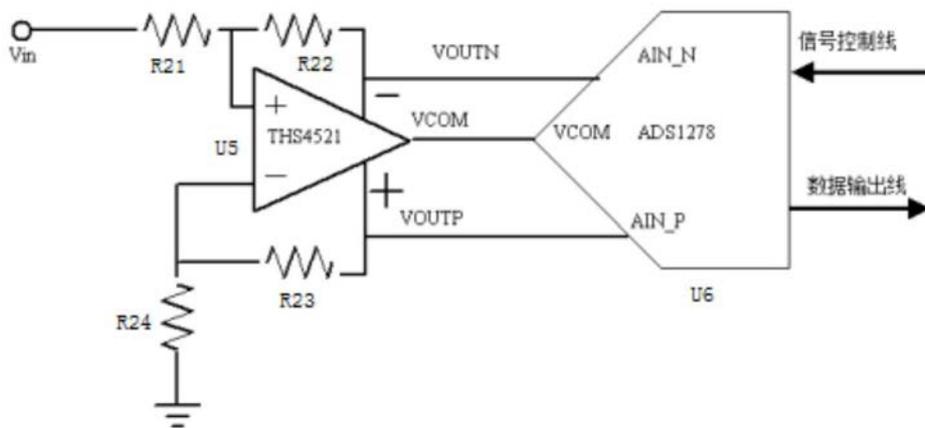


图6

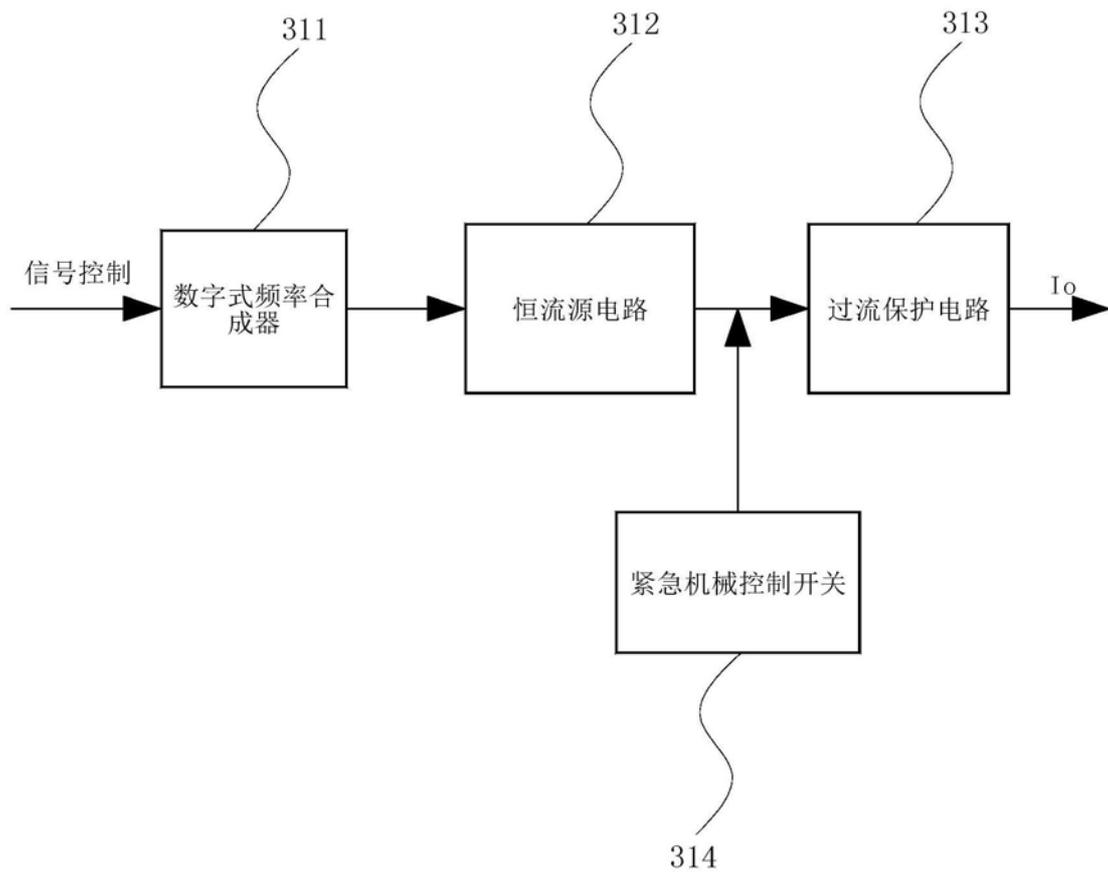
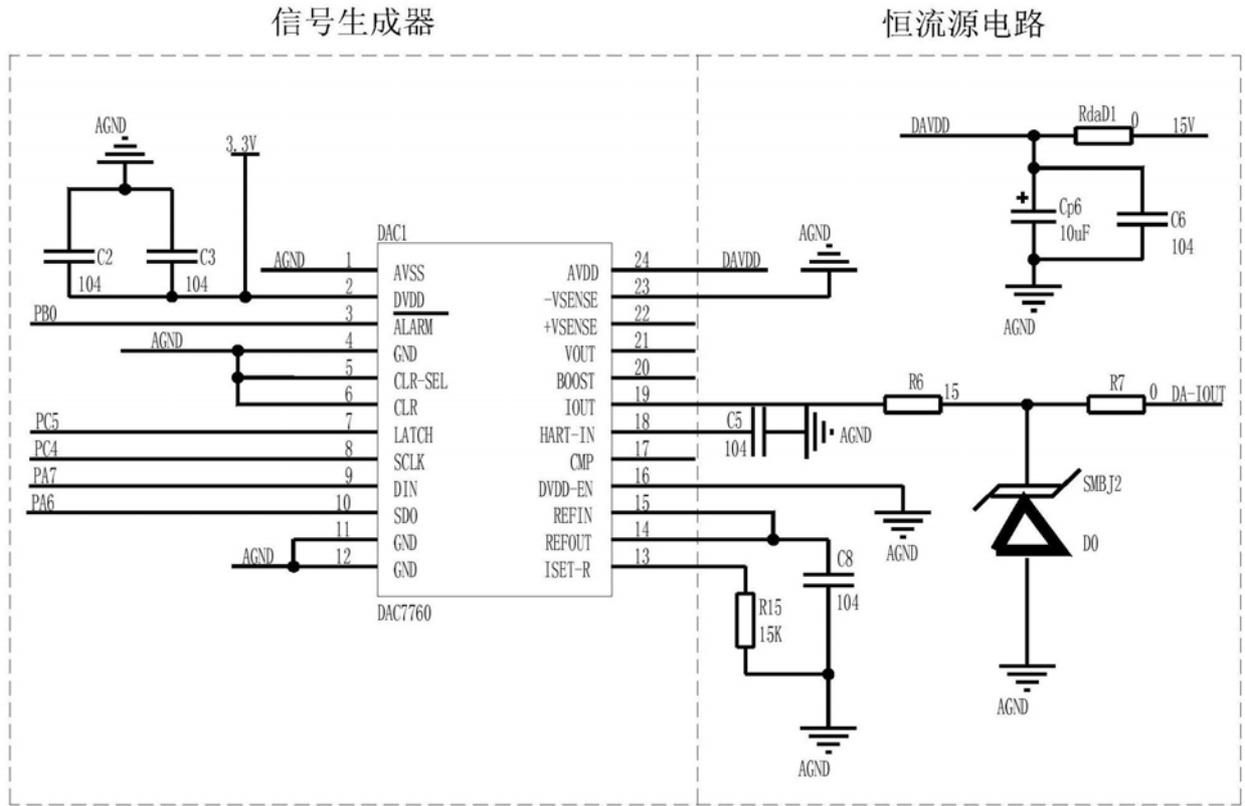


图8



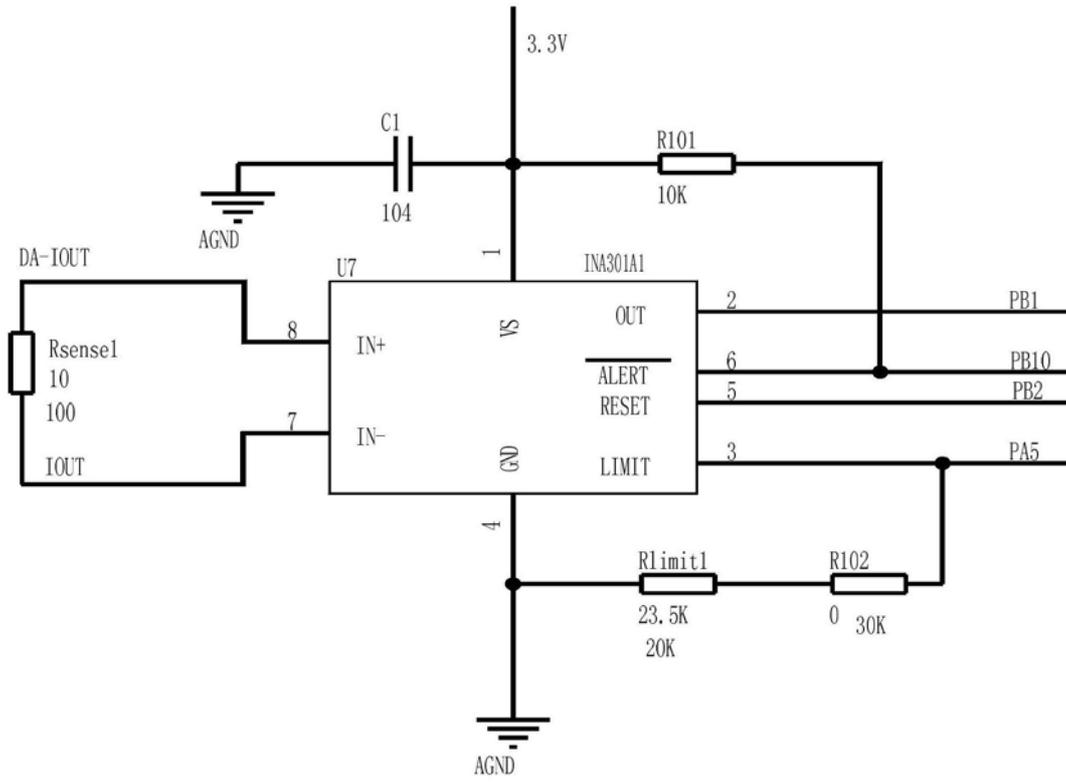


图10

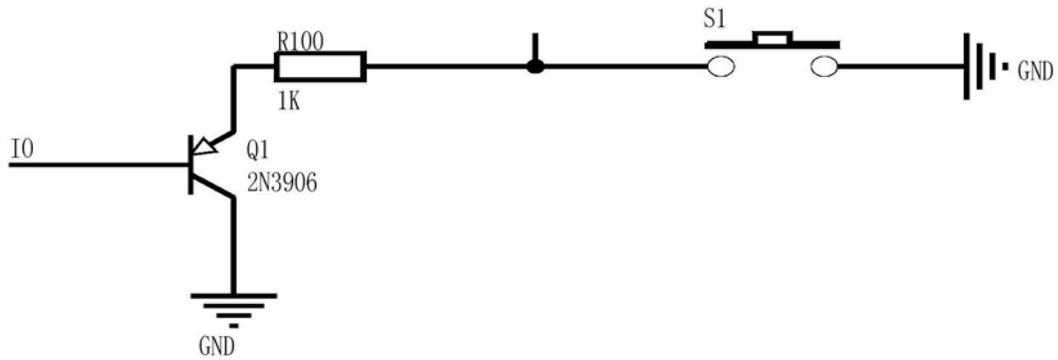


图11

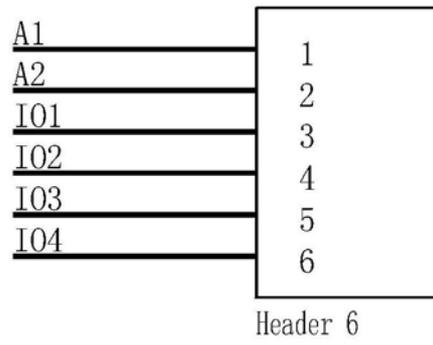


图12

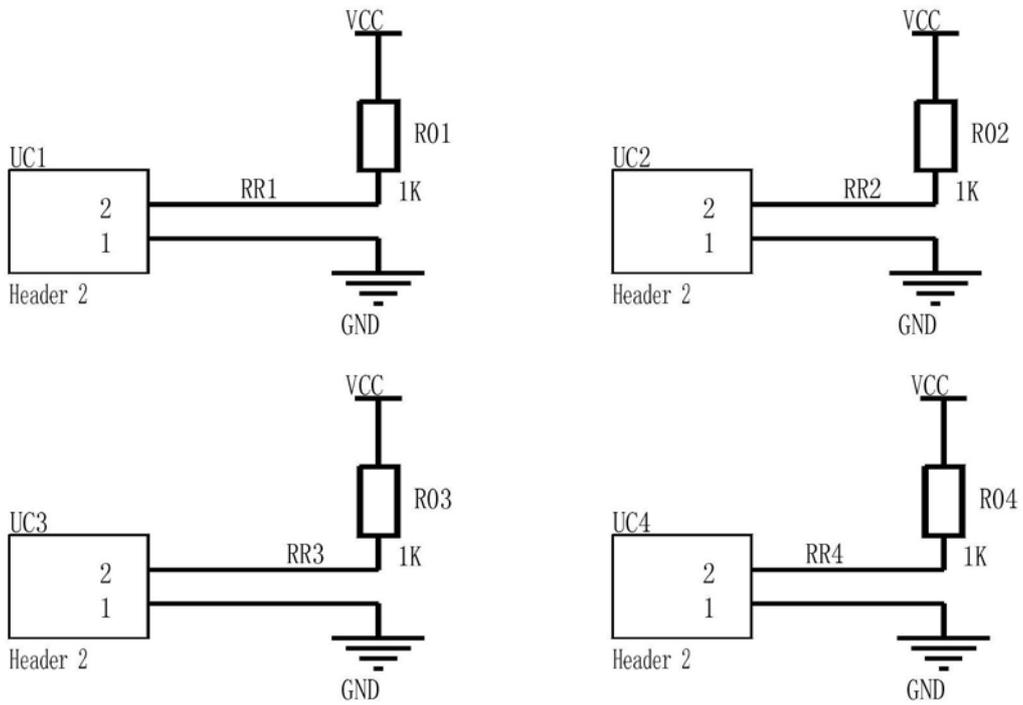


图13

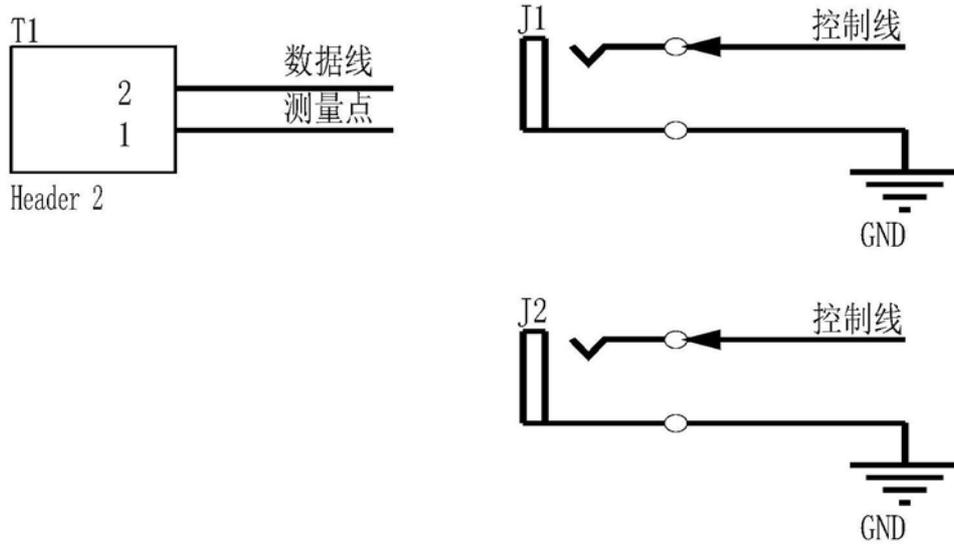


图14

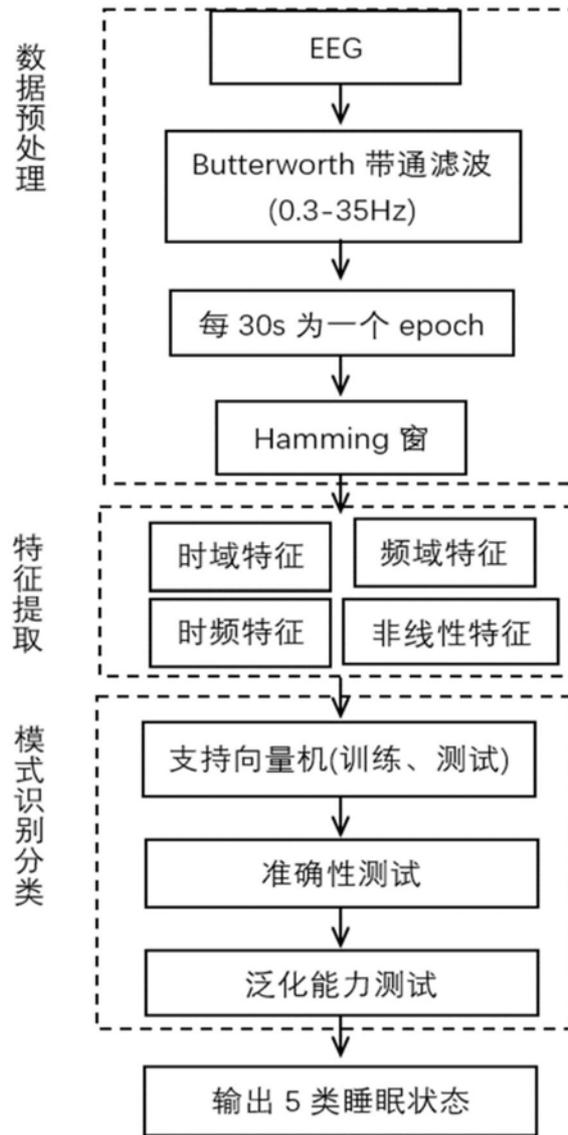


图15

专利名称(译)	基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置		
公开(公告)号	CN110946574A	公开(公告)日	2020-04-03
申请号	CN201911302521.1	申请日	2019-12-17
[标]申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
[标]发明人	刘铁军 宋晓宇 黄振祥 赵威 李春燕 吕彬 谢佳欣 于翔川 郜东瑞 任俊如 尧德中		
发明人	刘铁军 宋晓宇 黄振祥 赵威 李春燕 吕彬 谢佳欣 于翔川 郜东瑞 任俊如 尧德中		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00 A61M21/02 A61B5/0402 A61B5/0205 A61B5/0496 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/02055 A61B5/0402 A61B5/0476 A61B5/0496 A61B5/08 A61B5/0826 A61B5/1118 A61B5/4806 A61B5/4812 A61B5/4818 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7267 A61M21/02 A61M2021/0022 A61M2021/0044 A61M2021/0066 A61M2021/0072		
代理人(译)	王红霞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于人体多模信号的睡眠监测及睡眠调控装置，其包括睡眠调控床以及匹配设置在所述睡眠调控床上的睡眠监测单元和睡眠调控单元；睡眠监测单元包括信号测量传感器、传感器状态检测电路、模拟信号放大及滤波电路、第一模数转换器和多核数字处理器；信号测量传感器一端连接睡眠调控床，另一端与传感器状态检测电路电连接；传感器状态检测电路电连接模拟信号放大及滤波电路；模拟信号放大及滤波电路电连接第一模数转换器；第一模数转换器电连接多核数字处理器；多核数字处理器与睡眠调控单元电连接；睡眠调控单元包括微电流刺激模块、光线调节模块、体感震动模块和温度控制模块。本发明能够检测睡眠并改善使用者睡眠质量。

