



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207679453 U

(45)授权公告日 2018.08.03

(21)申请号 201720467769.3

(22)申请日 2017.04.29

(73)专利权人 广州雪利昂生物科技有限公司  
地址 510663 广东省广州市广州经济开发区科学城南翔一路62号(一)栋叁楼东半部

(72)发明人 黄晓蔚 宋祥锐

(74)专利代理机构 广州市越秀区哲力专利商标事务所(普通合伙) 44288  
代理人 谢嘉舜

(51)Int.Cl.  
A61B 5/0488(2006.01)  
A61B 5/145(2006.01)  
A61N 1/36(2006.01)  
A61B 5/00(2006.01)

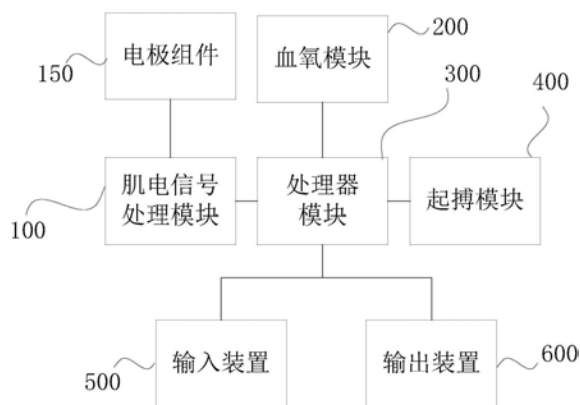
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

## (54)实用新型名称

一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置

## (57)摘要

本实用新型公开了治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,包括肌电信号处理模块、血氧模块、处理器模块和起搏模块;肌电信号处理模块用于对电极组件采集到的表面肌电信号进行处理,血氧模块用于获取血氧饱和度,处理器模块用于根据表面肌电信号处理模块的输出和血氧饱和度控制起搏模块,起搏模块由处理器模块控制以对呼吸肌进行起搏。通过肌电信号处理模块处理采集到的呼吸肌的表面肌电信号,进行放大滤波;由处理器模块对表面肌电信号计算,产生呼吸机电标示信号;由血氧模块检测患者的血氧饱和度;根据呼吸机电标示信号和血氧饱和度决定起搏模块是否对呼吸肌进行起搏;实现了将表面肌电信号和血氧参数应用于中枢性睡眠呼吸暂停综合征的治疗。



1. 一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:包括肌电信号处理模块、血氧模块、处理器模块和起搏模块,所述肌电信号处理模块、血氧模块和起搏模块均连接于所述处理器模块;

所述肌电信号处理模块用于对电极组件采集到的表面肌电信号进行处理,所述血氧模块用于获取血氧饱和度,所述处理器模块用于根据所述表面肌电信号处理模块的输出和所述血氧饱和度控制所述起搏模块,所述起搏模块由所述处理器模块控制以对呼吸肌进行起搏。

2. 如权利要求1所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述起搏模块包括起搏电路,所述起搏电路包括依次连接的电压调节模块、电流调节模块和输出模块。

3. 如权利要求2所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述电压调节模块包括并联的升压单元和降压单元。

4. 如权利要求2所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述电流调节模块包括换向桥单元。

5. 如权利要求2-4中任一项所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述电压调节模块、电流调节模块由所述处理器模块控制。

6. 如权利要求2所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述起搏电路还包括电压检测模块,所述电压检测模块用于将所述电压调节模块输出的电压反馈至所述处理器模块。

7. 如权利要求2所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述起搏电路还包括电流检测模块,所述电流检测模块用于将所述电流调节模块输出的电流反馈至所述处理器模块。

8. 如权利要求2-4或6或7中任一项所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述起搏模块包括两路所述起搏电路。

9. 如权利要求1-4或6或7中任一项所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:所述肌电信号处理模块包括用于对所述表面肌电信号进行放大和滤波的放大滤波单元、用于提供人体参考电信号且抗共模干扰的腿部驱动模块、用于的抬升信号电压的电压偏置模块和用于去除工频干扰的陷波模块;

所述放大滤波单元与所述陷波模块连接,所述腿部驱动模块的一端连接于所述放大滤波单元,所述腿部驱动模块的另一端用于连接所述电极组件中的腿部电极,所述电压偏置模块连接于所述放大滤波单元和所述陷波模块之间。

10. 如权利要求1-4或6或7中任一项所述的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其特征在于:还包括与所述处理器模块连接的输入装置、输出装置。

## 一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及医疗技术领域,尤其涉及一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置。

### 背景技术

[0002] 中枢性睡眠呼吸暂停(CSA)特点是睡眠时因中枢驱动功能受损而引起的反复气流中断。中枢性呼吸暂停是指呼吸暂停时间 $\geq 10$ 秒,无呼吸运动。通常这种情况每小时 $>5$ 次就认为是异常的。CSA综合征是指睡眠期间平均每小时出现5次以上中枢性呼吸暂停,并且出现睡眠片段(频繁觉醒)相关症状和/或白天过度嗜睡。阻塞性呼吸暂停患者也可发生中枢性呼吸暂停,因此应着重辨别CSA,尽管在这个问题上还没有绝对标准,通常对CSA患者的研究要求50%甚至80%以上的症状要符合中枢性。CSA通常非单一因素诱发,因此出现了大量的综合征,且各自存在一些潜在的病理生理学机制。潮式呼吸(CSR)与神经病变,如脑血管疾病、痴呆等有关,亦常发生在心力衰竭患者中,特点是呼吸呈渐强—渐弱改变,在呼吸运动终末出现中枢性呼吸暂停或低通气。心力衰竭患者发生CSR是由于循环时间延长以及通气控制系统高增益对高碳酸血症反应增强的联合作用所致。这种联合作用导致通气控制的不稳定性以及特定形式的周期性呼吸。原发性CSA特点是因高碳酸血症引起深度通气反应导致的通气不稳。中枢性睡眠呼吸暂停综合征是一种严重影响工作和生活的疾病,目前的治疗手段极其有限,主要为完善心力衰竭治疗、气道正压通气、夜间吸氧等。完善心力衰竭治疗、夜间吸氧对于中枢性睡眠呼吸暂停综合征的确切疗效还没有明确的结论。气道正压通气治疗要求患者夜间使用睡眠呼吸机,但大多数患者对于使用睡眠呼吸机感觉舒适性很差,不能长期坚持。

[0003] 人体的呼吸相关肌肉主要有膈肌、肋间外肌、胸大肌、腹肌、胸锁乳突肌等,其中膈肌和肋间外肌是最主要的吸气肌。吸气时,膈肌收缩,膈顶下将,胸腔增大;呼气时,膈肌舒张,膈顶上升,胸腔缩小。吸气时,肋间外肌收缩,肋骨向上向外运动,体积增大;呼气时,肋间外肌舒张,肋骨向下向内运动,体积缩小。用力吸气时,除了膈肌、肋间外肌的收缩,胸大肌、胸锁乳突肌等发生收缩,参与扩张胸廓。用力呼气时,除了膈肌、肋间外肌的舒张,肋间内肌、腹肌等发生收缩,参与收缩胸廓。

[0004] 研究表明,吸气期间吸气肌的肌电信号出现,随着吸气努力的增加,吸气肌的肌电信号也增强;而吸气肌的肌电信号随吸气的结束和呼气的开始而消失。呼气期间呼气肌的肌电信号出现;而呼气肌的肌电信号随呼气的结束和吸气的开始而消失。如果能够采集到呼吸肌的肌电信号并对肌电活动进行计时,就可以初步判断有无呼吸暂停。

[0005] 膈肌是最主要的呼吸肌,但表面膈肌肌电信号非常微弱,健康个体在平静呼吸时表面电极所测膈肌肌电幅值约为 $10\sim 100\mu\text{V}$ ,极易受多种噪声的影响。同时,由于解剖的差异性,膈肌肌电受电极与膈肌的距离以及膈肌肌纤维分布密度等的影响,不同个体之间、同一个体不同时间段的膈肌肌电幅值存在较大差别。为保证高精度测量膈肌肌电信号并预留一定裕量,所需测量范围将高达数千倍以上。

[0006] 膈肌肌电信号微弱并受多种因素的影响(如心脏、胃肠等肌性器官及胸腹肌肉的电活动、电极位置移动等的干扰),获取稳定的膈肌肌电信号难度较大。肋间外肌和胸大肌、腹肌的表面肌电信号采集时也受心电信号的很大干扰。由于表面肌电图采集呼吸相关肌肉的肌电信号时受心电等信号的干扰很严重,难于提取到纯洁的肌电信号,使得呼吸肌表面肌电图应用受限。

[0007] 中国专利申请号CN2574596A公开了一种睡眠呼吸障碍快捷诊断监护装置,旨在安全、快捷、方便地获得睡眠呼吸暂停综合症特征病理参数,为实现睡眠呼吸暂停综合症普查提供一种有效的技术手段,为睡眠呼吸暂停综合症患者提供必要的监护。它包括两个探测呼吸运动的体位传感器、呼吸信号处理器、双信号相关分析器、记录显示呼吸参数的终端、可控电路开关和报警救助装置。患者在睡眠中出现呼吸障碍时,实时记录显示关键病理参数,并自动提供必要的救助。这种装置不扰动自然呼吸过程,能够大幅度降低睡眠呼吸暂停综合症诊断装置的制造成本,还可以成为家用健康监测装置。

[0008] CN202505987U公开了一种基于体外膈肌起搏的睡眠呼吸暂停治疗装置,由传感器、膈肌起搏器和电极组成,其中,传感器与膈肌起搏器连接,膈肌起搏器与电极连接。使用时,当气流传感器、声音传感器、腹部运动传感器或/和氧饱和度传感器检测到睡眠呼吸暂停后,输出控制信号至膈肌起搏器,脉冲信号产生器按照预置的程序发出脉冲信号,通过体表的膈神经附近的电极传送电脉冲,膈神经受到脉冲刺激后传递至膈肌,使膈肌收缩,呼吸恢复正常。该实用新型对中枢性和阻塞性睡眠呼吸暂停均有良好的效果,对中枢性睡眠呼吸暂停尤为明显。

[0009] CN103458781A公开了一种诊断患者的中枢性睡眠呼吸暂停的方法和系统,采用几乎不结合呼吸参数的相对短的测试。与通常使用的耗时且复杂的多参数睡眠研究相比,所述测试时间短。所述患者使用气道正压通气设备,并且遵从呼吸提示。在传送呼吸提示期间,中枢性呼吸暂停的发生可以支持对中枢性睡眠呼吸暂停的诊断。

[0010] 综上所述,现有的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置存在以下缺陷:相对来说都比较简单,没有实现与人体自然呼吸的同步,有可能与人体自然呼吸冲突,使治疗效果变差,没有实现表面肌电信号应用于中枢性睡眠呼吸暂停综合症的治疗;表面膈肌肌电信号非常微弱,健康个体在平静呼吸时表面电极所测膈肌肌电幅值约为10~100 $\mu$ V,极易受多种噪声的影响。

### 实用新型内容

[0011] 为了克服现有技术的不足,本实用新型的目的在于提供一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,其能解决现有的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置相对来说都比较简单,没有实现与人体自然呼吸的同步,有可能与人体自然呼吸冲突,使治疗效果变差,没有实现表面肌电信号应用于中枢性睡眠呼吸暂停综合症的治疗;表面膈肌肌电信号非常微弱,健康个体在平静呼吸时表面电极所测膈肌肌电幅值约为10~100 $\mu$ V,极易受多种噪声的影响的问题。

[0012] 本实用新型的目的采用如下技术方案实现:

[0013] 一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置,包括肌电信号处理模块、血氧模块、处理器模块和起搏模块,所述肌电信号处理模块、血氧模块和起搏模块均连接于所述处理器模

块；

[0014] 所述肌电信号处理模块用于对电极组件采集到的表面肌电信号进行处理，所述血氧模块用于获取血氧饱和度，所述处理器模块用于根据所述表面肌电信号处理模块的输出和所述血氧饱和度控制所述起搏模块，所述起搏模块由所述处理器模块控制以对呼吸肌进行起搏。

[0015] 进一步地，所述起搏模块包括起搏电路，所述起搏电路包括依次连接的电压调节模块、电流调节模块和输出模块。

[0016] 进一步地，所述电压调节模块包括并联的升压单元和降压单元。

[0017] 进一步地，所述电流调节模块包括换向桥单元。

[0018] 进一步地，所述电压调节模块、电流调节模块由所述处理器模块控制。

[0019] 进一步地，所述起搏电路还包括电压检测模块，所述电压检测模块用于将所述电压调节模块输出的电压反馈至所述处理器模块。

[0020] 进一步地，所述起搏电路还包括电流检测模块，所述电流检测模块用于将所述电流调节模块输出的电流反馈至所述处理器模块。

[0021] 进一步地，所述起搏模块包括两路所述起搏电路。

[0022] 进一步地，所述肌电信号处理模块包括用于对所述表面肌电信号进行放大和滤波的放大滤波单元、用于提供人体参考电信号且抗共模干扰的腿部驱动模块、用于的抬升信号电压的电压偏置模块和用于去除工频干扰的陷波模块；

[0023] 所述放大滤波单元与所述陷波模块连接，所述腿部驱动模块的一端连接于所述放大滤波单元，所述腿部驱动模块的另一端用于连接所述电极组件中的腿部电极，所述电压偏置模块连接于所述放大滤波单元和所述陷波模块之间。

[0024] 进一步地，所述治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置还包括与所述处理器模块连接的输入装置、输出装置。

[0025] 相比现有技术，本实用新型的有益效果在于：通过肌电信号处理模块处理采集到的呼吸肌的表面肌电信号，进行放大滤波；然后由处理器模块对表面肌电信号进行计算，产生呼吸肌电标示信号；另一方面，由血氧模块检测患者的血氧饱和度；根据呼吸肌电标示信号和血氧饱和度决定起搏模块是否对呼吸肌进行起搏；实现了将表面肌电信号和血氧参数应用于中枢性睡眠呼吸暂停综合征的治疗。

## 附图说明

[0026] 图1为本实用新型提供的治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置的结构示意图；

[0027] 图2为图1中起搏模块中的起搏电路的结构示意图；

[0028] 图3为图2中电压调节模块和电压检测模块的电路原理图；

[0029] 图4为图2中电流调节模块、输出模块和电流检测模块的电路原理图；

[0030] 图5为图1中肌电信号处理模块的结构示意图；

[0031] 图6为图5中放大滤波单元的电路原理图；

[0032] 图7为图5中腿部驱动模块的电路原理图；

[0033] 图8为图5中电压偏置模块的电路原理图；

[0034] 图9为图5中陷波模块的电路原理图。

[0035] 图中:100、肌电信号处理模块;110、放大滤波单元;120、腿部驱动模块;130、电压偏置模块;140、陷波模块;150、电极组件;151、第一电极;152、第二电极;153、腿部电极;200、血氧模块;300、处理器模块;400、起搏模块;410、电压调节模块;420、电流调节模块;430、输出模块;440、电压检测模块;450、电流检测模块;500、输入装置;600、输出装置。

### 具体实施方式

[0036] 下面,结合附图以及具体实施方式,对本实用新型做进一步描述,需要说明的是,在不相冲突的前提下,以下描述的各实施例之间或各技术特征之间可以任意组合形成新的实施例。

[0037] 如图1为治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置的结构示意图,包括肌电信号处理模块100、血氧模块200、处理器模块300和起搏模块400,肌电信号处理模块100、血氧模块200和起搏模块400均连接于处理器模块300;其中肌电信号处理模块100用于对电极组件150采集到的表面肌电信号进行处理,血氧模块200用于获取血氧饱和度,处理器模块300用于根据表面肌电信号处理模块100的输出和血氧饱和度控制起搏模块400,起搏模块400由处理器模块300控制以对呼吸肌进行起搏。

[0038] 具体的,血氧模块200可以使用夹于手指的血氧饱和度探头,也可以是用于连接外接血氧饱和度探头的接口。电极组件150包括用于采集吸气肌表面肌电信号的第一电极151、第二电极152和用于获取人体参考电信号的腿部电极153;第一电极151、第二电极152和腿部电极153连接于肌电信号处理模块100。

[0039] 本实用新型通过肌电信号处理模块100处理采集到的呼吸肌(包括但不限于膈肌、肋间外肌、胸大肌、腹肌)的表面肌电信号,进行放大滤波;然后由处理器模块300对表面肌电信号进行计算,产生呼吸机电标示信号,呼吸机电标示信号用来标记呼吸肌的收缩运动,由于心电信号幅值通常大于呼吸肌的肌电信号,但心电的短时过零率远小于肌电的短时过零率,可以用短时过零率来区分心电还是呼吸肌的肌电信号;另一方面,由血氧模块200检测患者的血氧饱和度;根据呼吸机电标示信号和血氧饱和度决定起搏模块400是否对呼吸肌进行起搏。例如,如果连续10秒没有采样到呼吸机电标示信号且血氧饱和度下降超过3%,则对呼吸肌进行体外起搏。实现了将表面肌电信号和血氧参数应用于中枢性睡眠呼吸暂停综合征的治疗。

[0040] 进一步地,起搏模块400包括起搏电路,如图2所示,起搏电路包括依次连接的电压调节模块410、电流调节模块420和输出模块430。对呼吸肌进行起搏时,电压调节模块410、电流调节模块420通过输出模块430输出脉冲对患者进行起搏。

[0041] 作为本实用新型的进一步改进,如图3所示,电压调节模块410包括并联的升压单元和降压单元,选择性的输出电压至VD1。其中,升压单元为BOOST升压电路,包括变压器T1、二极管D14和开关管Q13;降压单元包括开关管Q11、Q14和稳压芯片U7;其中,CH1\_H\_PWM、CH1\_LOAD、CH10L00、CH1\_L\_PWM均连接于处理器模块300,CH1\_H\_PWM为升压PWM调节端,CH1\_L\_PWM为降压PWM调节端,CH1\_LOAD连接于一假负载,CH10L00用于控制降压单元的开通或关断。

[0042] 进一步地,如图4所示电流调节模块420,包括换向桥单元。换向桥单元包括开关器件Q24、Q25、Q28和Q29,分别通过SIG+和SIG-连接至处理器模块300。处理器模块300控制换

向桥单元切换电流调节模块420输出电流的方向,可以平衡神经肌肉受到的电流刺激,不会使用户感到疼痛。

[0043] 换向桥单元的输出连接于输出模块430的接口CH1PV和CH1NV,用于连接至治疗线输出脉冲对患者进行起搏。

[0044] 电流调节模块420还包括开关器件Q32和Q33,CH1\_OUT\_SW1、CH2\_L\_PWM也连接至处理器模块300,用于调节电流调节模块420的输出电流与大小。由于开关器件Q32和Q33并联的两条支路电阻值不同,通过CH1\_OUT\_SW1、CH2\_L\_PWM分别控制两条支路的通与断,达到切换电流调节模块420输出电流大小的作用。

[0045] 电压调节模块410、电流调节模块420由处理器模块300控制。输出模块430电路图参见图4,包括变压器L5。

[0046] 作为本发明的进一步改进,起搏电路还包括电压检测模块440,电压检测模块440用于将电压调节模块410输出的电压反馈至处理器模块300。如图3所示,电压检测模块440包括分压电阻R101、R105和电压检测端CH2\_VOUT\_AD。

[0047] 进一步地,起搏电路还包括电流检测模块450,电流检测模块450用于将电流调节模块420输出的电流反馈至处理器模块300。如图4所示,电流检测模块450包括运算放大器U15A和U15B,电流检测端为CH1\_Isense\_AD。

[0048] 进一步地,在另一实施例中,起搏模块400包括两路起搏电路。

[0049] 进一步地,如图5所示,肌电信号处理模块100包括用于对表面肌电信号进行放大和滤波的放大滤波单元110、用于提供人体参考电信号且抗共模干扰的腿部驱动模块120、用于的抬升信号电压的电压偏置模块130和用于去除工频干扰的陷波模块140;

[0050] 放大滤波单元110与陷波模块140连接,腿部驱动模块120的一端连接于放大滤波单元110,腿部驱动模块120的另一端用于连接电极组件150中的腿部电极153,电压偏置模块130连接于放大滤波单元110和陷波模块140之间。

[0051] 吸气肌的表面肌电信号,经过放大滤波单元110、腿部驱动模块120和陷波模块140的处理,排除了相关干扰,处理后的信号可以更为精确的体现吸气肌的工作状态。

[0052] 图6为一种放大滤波单元110的电路原理图。放大滤波单元110包括低通滤波器,第一仪表放大电路和高通滤波器;低通滤波器、高通滤波器连接于第一仪表放大电路。在本实施例中,包括电容C48、电阻R49和电容C55、电阻R63组成的两个低通滤波器、电容C47、电阻R51和电容C56、电阻R61组成的高通滤波;第一仪表放大电路包括算放大器U2A、U2B和U11C。

[0053] 进一步地,放大滤波单元110还包括第二仪表放大电路,在本实施例中,第二仪表放大电路包括运算放大器U11A、U11B和U2C;第二仪表放大电路连接于第一仪表放大电路;第一仪表放大电路、第二仪表放大电路上设有高频消噪电容C50、C51、C5、C56。

[0054] 图7为一种腿部驱动模块120的电路原理图。腿部驱动模块120的一端连接于第一仪表放大电路的输出端RLD\_1,另一端连接于电极组件150中的腿部电极153(P1上触点的3,即RLD\_OUT)。

[0055] 图8为一种电压偏置模块130的电路原理图。

[0056] 图9为一种陷波模块140的电路原理图,用于去除工频(50Hz或60Hz)干扰。在另一实施例中,陷波模块140还包括用于去除工频谐波干扰的梳状滤波单元(图未示),工频陷波单元与梳状滤波单元连接。

[0057] 进一步地,治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置还包括与处理器模块300连接的输入装置500、输出装置600。输入装置500可以是按键,触摸板等,输出装置600可以是蜂鸣器、灯、显示屏等。治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置还可以通过蓝牙、wifi等与外部设备或网络进行通信。

[0058] 处理器模块300可以采用STM103CBT6芯片。

[0059] 上述实施方式仅为本实用新型的优选实施方式,不能以此来限定本实用新型保护的范围,本领域的技术人员在本实用新型的基础上所做的任何非实质性的变化及替换均属于本实用新型所要求保护的范畴。

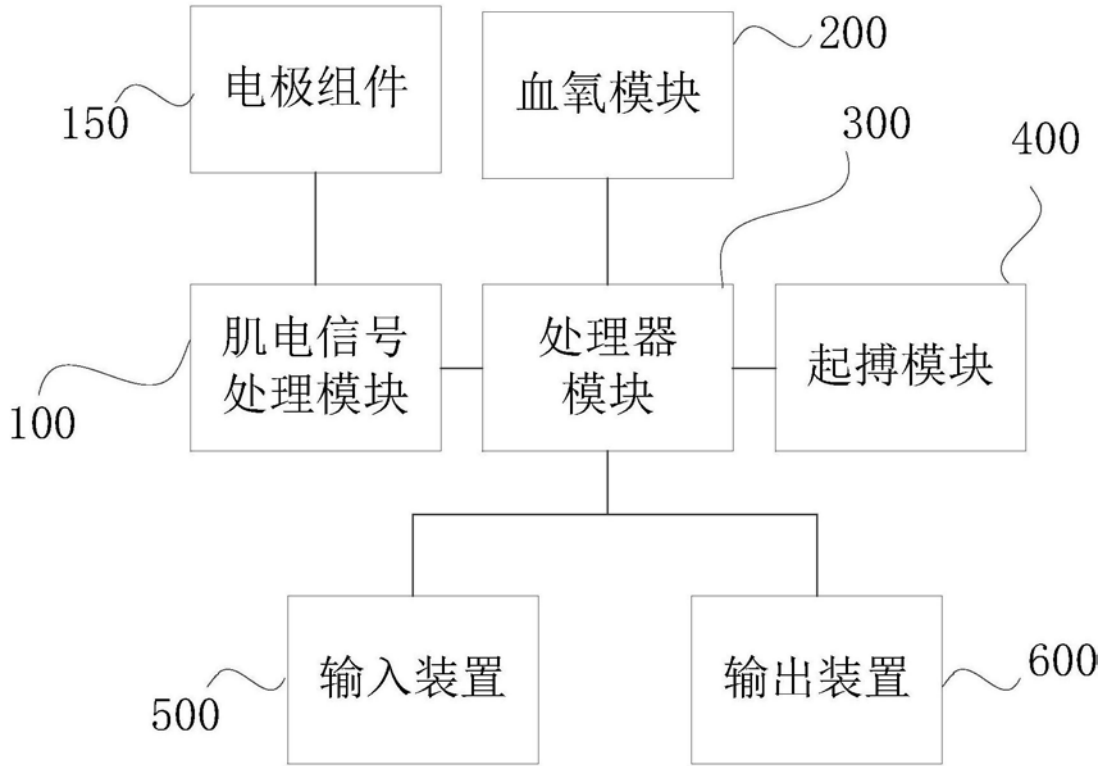


图1

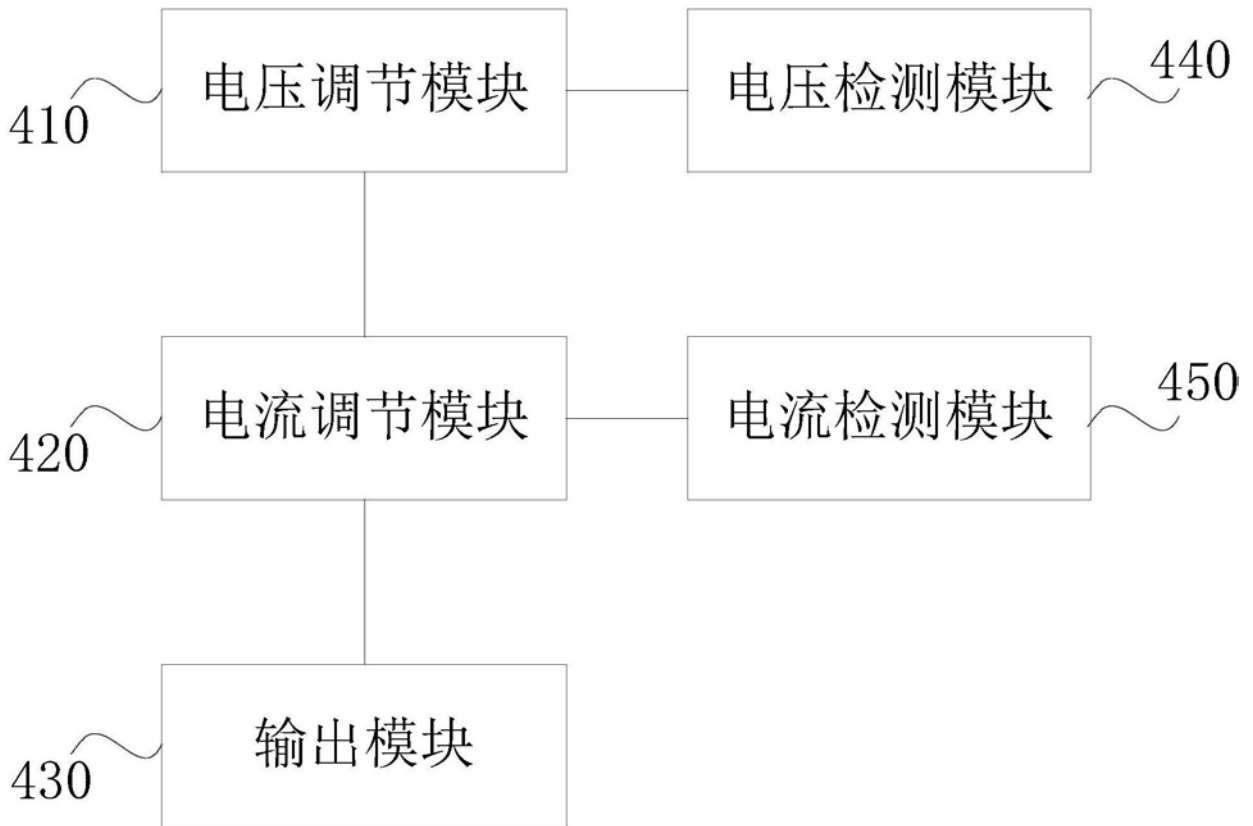


图2

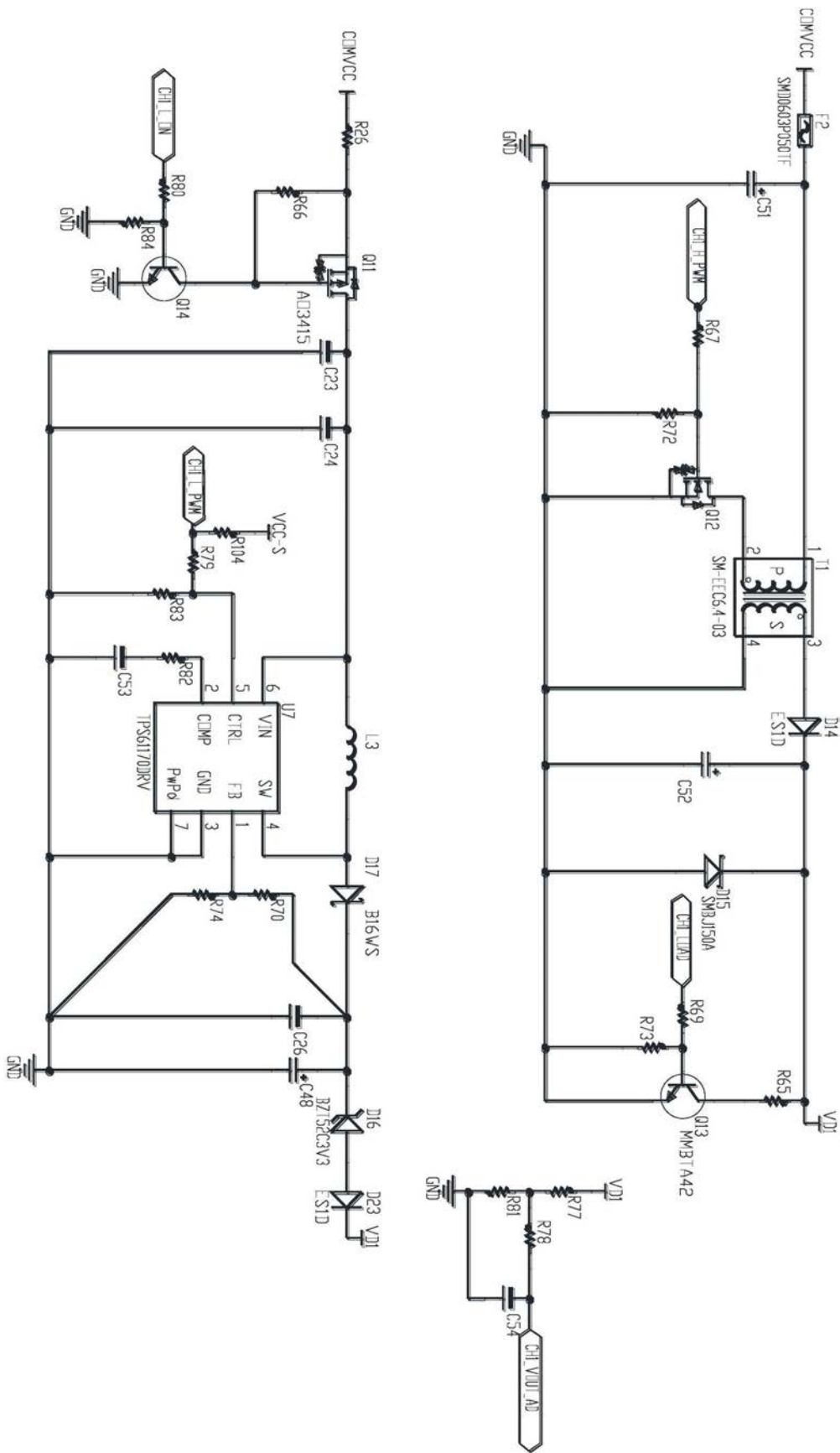


图3

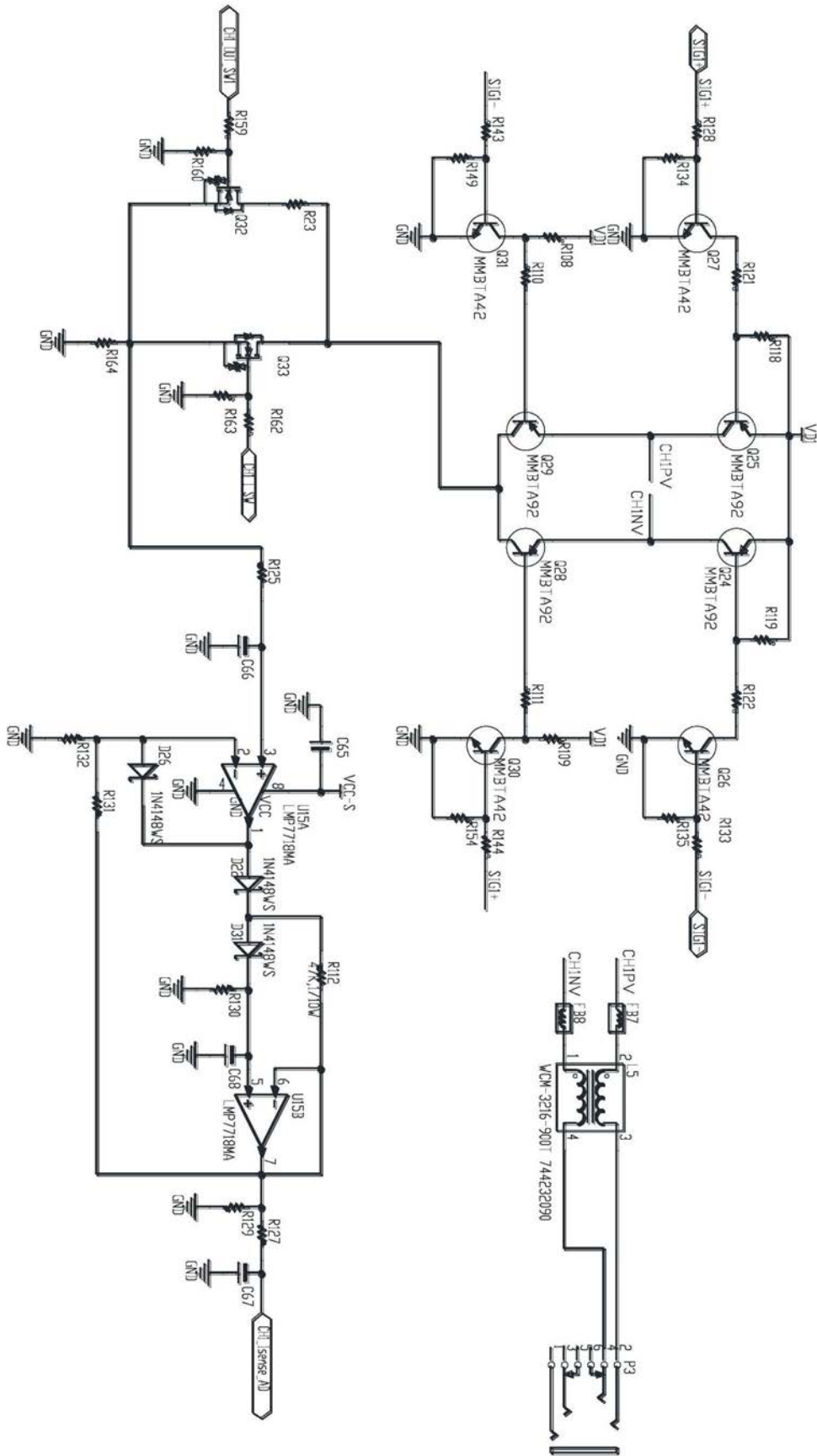


图4

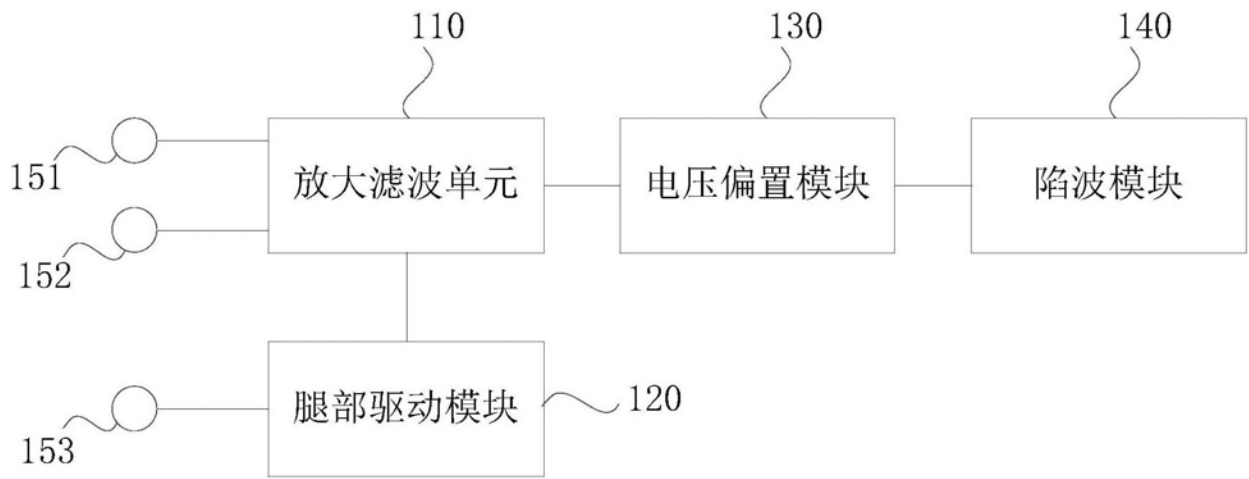


图5

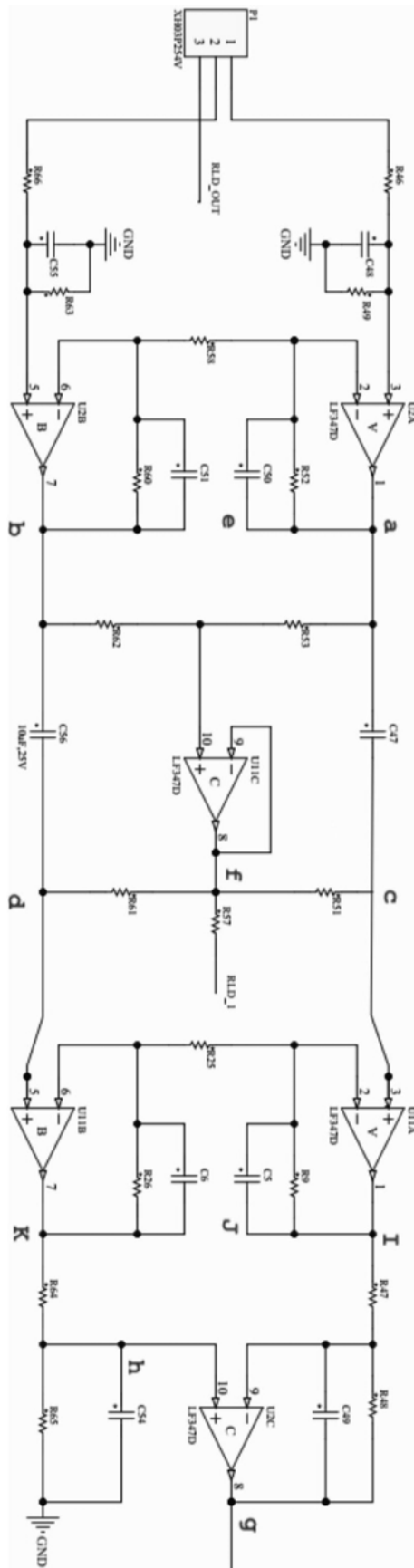


图6

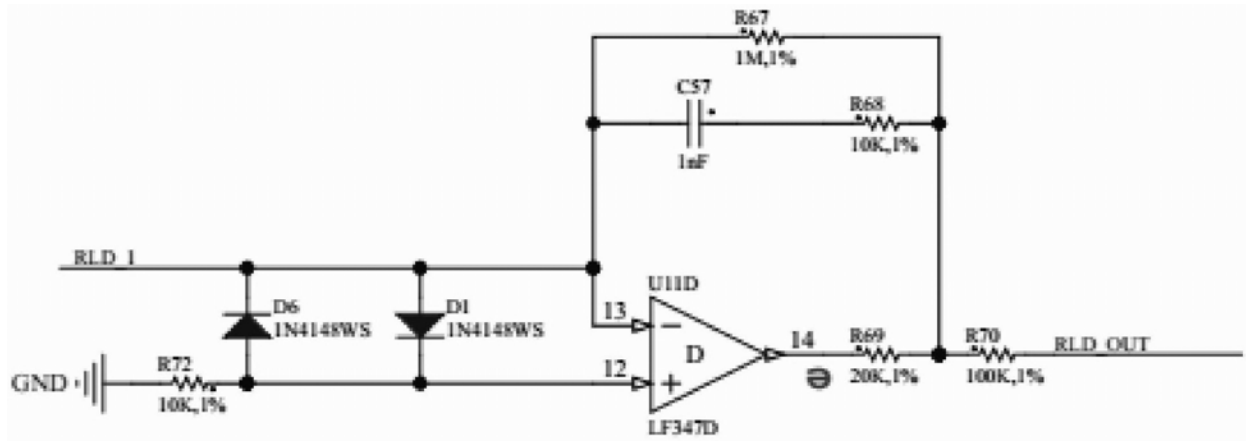


图7

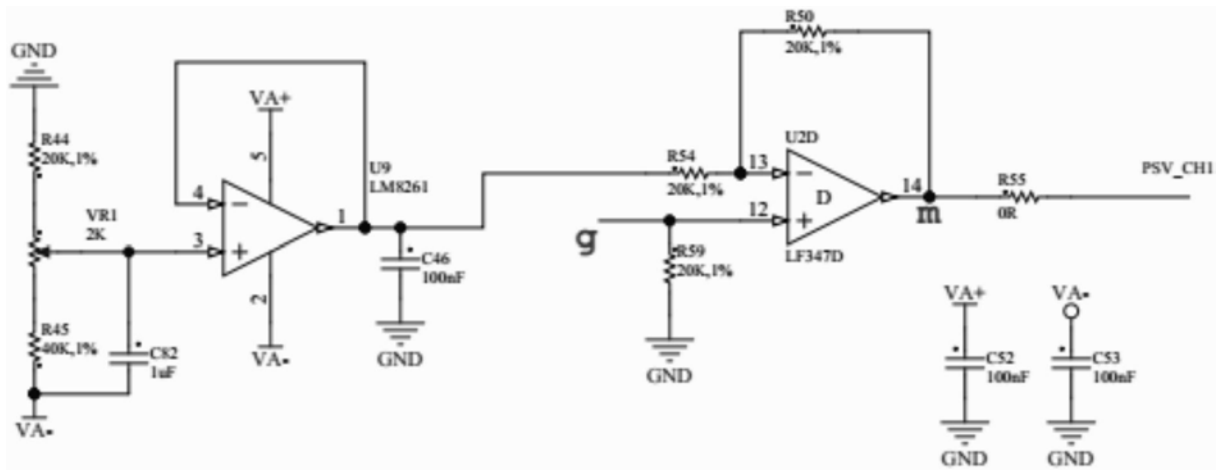


图8

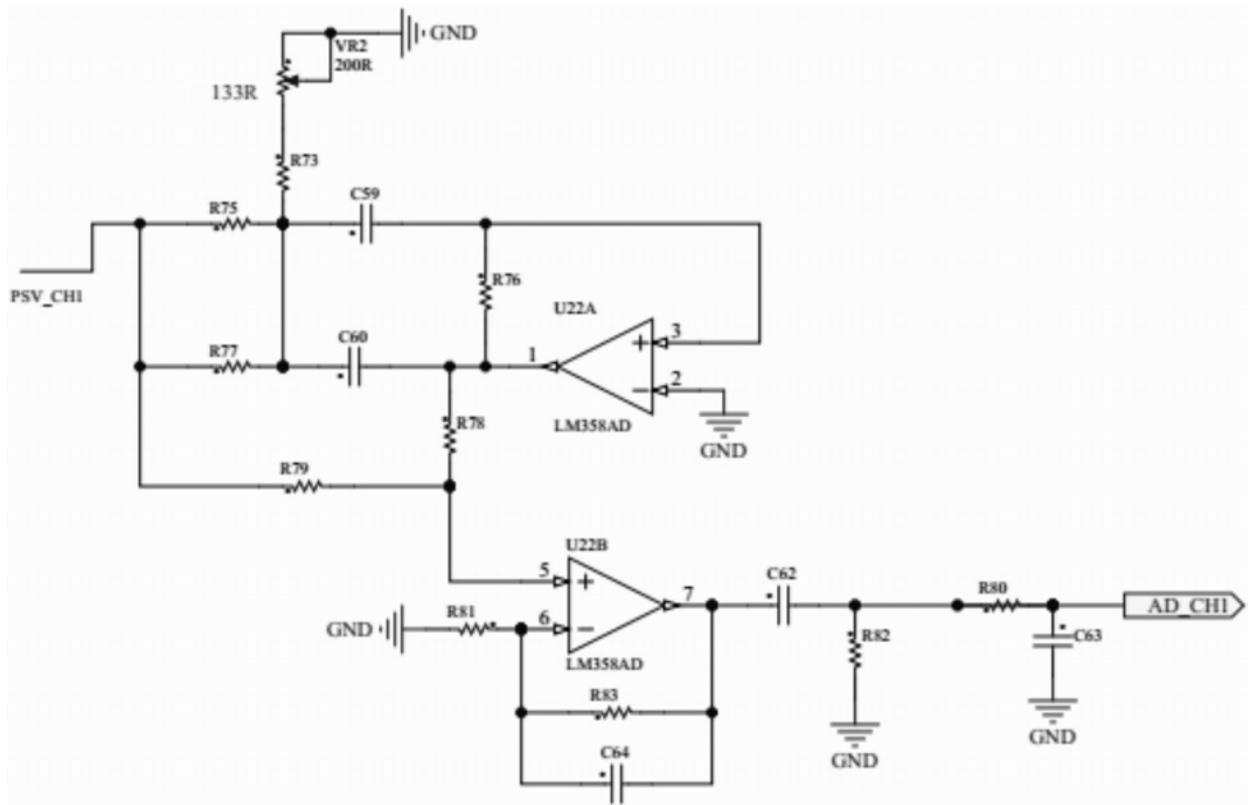


图9

专利名称(译)	一种治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN207679453U</a>	公开(公告)日	2018-08-03
申请号	CN201720467769.3	申请日	2017-04-29
[标]申请(专利权)人(译)	广州雪利昂生物科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	广州雪利昂生物科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广州雪利昂生物科技有限公司		
[标]发明人	黄晓蔚 宋祥锐		
发明人	黄晓蔚 宋祥锐		
IPC分类号	A61B5/0488 A61B5/145 A61N1/36 A61B5/00		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本实用新型公开了治疗中枢性睡眠呼吸暂停症的装置，包括肌电信号处理模块、血氧模块、处理器模块和起搏模块；肌电信号处理模块用于对电极组件采集到的表面肌电信号进行处理，血氧模块用于获取血氧饱和度，处理器模块用于根据表面肌电信号处理模块的输出和血氧饱和度控制起搏模块，起搏模块由处理器模块控制以对呼吸肌进行起搏。通过肌电信号处理模块处理采集到的呼吸肌的表面肌电信号，进行放大滤波；由处理器模块对表面肌电信号计算，产生呼吸机电标示信号；由血氧模块检测患者的血氧饱和度；根据呼吸机电标示信号和血氧饱和度决定起搏模块是否对呼吸肌进行起搏；实现了将表面肌电信号和血氧参数应用于中枢性睡眠呼吸暂停综合征的治疗。

