(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110236531 A
(43)申请公布日 2019.09.17

(21)申请号 201910088658.5

(22)申请日 2019.01.30

(71)申请人 南京市儿童医院
地址 210000 江苏省南京市鼓楼区广州路72号

(72)发明人 陈静 李若妍 郭虎 陶伟 陈新 张笪 郑文娟 沙飞 吴旎 叶玲

(74)专利代理机构 北京集智东方知识产权代理有限公司 11578
代理人 林青

(51)Int.Cl.
A61B 5/0476(2006.01)
A61B 5/0488(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)

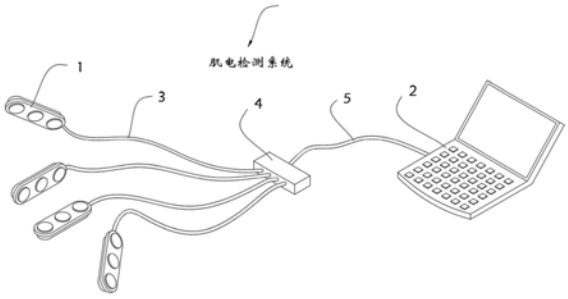
权利要求书2页 说明书9页 附图13页

(54)发明名称

应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法

(57)摘要

本发明涉及癫痫检测系统技术领域，尤其为应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法，包括用于测量肌电信号的肌电检测系统和用于测量脑电信号的脑电检测系统。通过采用直立伸臂试验方法，该方法无不良反应及后遗效应，通过直立伸臂试验及早发现负性肌阵挛发作，提高阳性率，可协助临床早期诊断，判断预后，提早干预，减少患儿认知的损害，为临床诊断提供了有力的证据，大大提高了癫痫诊断及鉴别诊断的正确率，防止漏诊和延误治疗，负性肌阵挛发作同步肌电图呈现持续稳定的中等波幅肌电活动中一侧或双侧上肢肌电活动的静息或明显衰减，同期脑电图呈现为对侧或双侧Rolandic区为著的棘慢波发放现象，对于正确诊断癫痫发作，进一步的治疗和判断预后提供了有力的证据。



CN 110236531 A

1.应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,包括用于测量肌电信号的肌电检测系统和用于测量脑电信号的脑电检测系统,其特征在于:所述肌电检测系统包括多个肌电检测板(1)、数据采集卡(4)以及肌电分析终端(2),所述数据采集卡(4)的一端通过数据采集线(3)连接所述肌电检测板(1),所述数据采集卡(4)的另一端通过数据传输线(5)连接所述肌电分析终端(2),所述肌电检测板(1)包括基板(11)、安装在所述基板(11)顶部的多个肌电电极(12)以及设置在所述基板(11)底部的底板(13),所述底板(13)的外表面开设有一对滑槽(14),所述滑槽(14)底端设置有斜板(15),所述滑槽(14)内部开设有内通槽(16),所述底板(13)外壁开设有外通槽(17),所述滑槽(14)内还设置有滑块(18),所述滑块(18)的一侧设置有弧边(19),所述弧边(19)的外表面设置有防滑纹(110),所述滑块(18)的另一侧开设有凹槽(111),所述滑块(18)靠近所述凹槽(111)一侧安装有弹簧(112)。

2.根据权利要求1所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,其特征在于:所述滑块(18)的尺寸和所述滑槽(14)的尺寸相适配。

3.根据权利要求1所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,其特征在于:所述肌电电极(12)内还设置有电极采集模块、信号放大模块、滤波模块、差分调压模块和供电电源模块;

所述电极采集模块用于采集和检测肌电信号;

所述信号放大模块用于对采集的肌电信号进行放大处理;

所述滤波模块滤去干扰信号和多余信号,采集有效的肌电信号;

所述差分调压模块用于将偏移的肌电信号调到基准位置;

所述供电电源模块用于为所述肌电电极(12)提供电源。

4.根据权利要求1所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,其特征在于:所述肌电分析终端(2)包括时域参数分析模块和频域参数分析模块;

所述时域参数分析模块包括用于分析肌电信号平均水平的均值分析模块、用于分析机电信号随机变量和均值之间偏离程度的方差分析模块、用于分析肌电信号离散程度的标准差分析模块、用于提取肌电信号特征的积分肌电值分析模块以及用于滤除肌电信号中噪声的均方根分析模块;

所述频域参数分析模块包括用于对肌电信号转换频域的FFT变换模块、用于分析信号或噪声的自相关函数傅里叶变换的功率谱分析模块、用于分析信号倒谱函数的倒谱分析模块、用于分析平均功率频率的平均功率评率分析模块以及用于分析各个时间段功率平均值的中值分析模块。

5.根据权利要求1所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,其特征在于:所述脑电检测系统包括脑电检测装置(6)和脑电显示屏(7),所述脑电检测装置(6)和所述脑电显示屏(7)之间通过无线传输实现数据交互,所述脑电检测装置(6)包括头带(61),所述头带(61)的顶部设置有多个紧固带(62),所述紧固带(62)的内部设置有多个脑电采集芯片(63),所述紧固带(62)的一端连接有连接板(64),所述连接板(64)的顶部设置有移动板(65),所述移动板(65)的顶部安装有螺杆(66),所述螺杆(66)的顶部设置有固定板(67),所述固定板(67)的顶部设置有提手(68);

所述连接板(64)的内部设置凸块(641),所述连接板(64)和所述凸块(641)之间留有转槽(642),所述转槽(642)的内壁开设有内槽(643),所述连接板(64)的中心位置开设有通孔

(644)；

所述移动板(65)的底部设置有凸环(651)，所述凸环(651)的外壁安装有多个滑杆(652)，所述凸环(651)的中心位置设置有螺纹槽(653)。

6.根据权利要求5所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，其特征在于：所述凸环(651)和所述转槽(642)转动连接。

7.根据权利要求5所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，其特征在于：所述螺杆(66)和所述螺纹槽(653)螺纹连接。

8.根据权利要求5所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，其特征在于：所述脑电检测装置(6)内还设置有脑电信号采集模块、前端采集模块、发送端单片机模块以及发送端无线传输模块；

所述脑电信号采集模块用于采集脑电信号；

所述前端采集模块用于对采集的脑电信号进行采集处理；

所述发送端单片机模块用于对采集的脑电信号进行处理；

所述发送端无线传输模块用于脑电信号进行无线传输。

9.根据权利要求5所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，其特征在于：所述脑电显示屏(7)内还设置有接收端无线传输模块、接收端单片机模块和显示模块；

所述接收端无线传输模块用于接收检测的脑电信号；

所述接收端单片机模块用于对接收的脑电信号进行处理；

所述显示模块用于对脑电信号进行图形显示。

10.应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验方法，包括权利要求1-9任意一项所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，其特征在于：方法步骤如下：

S1、肌电检测板(1)佩戴：操作人员用手指捏在滑块(18)的弧边(19)一侧，并将滑块(18)推动到滑槽(14)远离内通槽(16)一侧，当手指推动滑块(18)时，滑块(18)离开内通槽(16)一侧，将医用胶带从外通槽(17)穿入至内通槽(16)内，并将医用胶带穿过肌电检测板(1)，当手指松开滑块(18)时，滑块(18)通过弹簧(112)的弹性，将滑块(18)推动至内通槽(16)一侧，并压在医用胶带上，再将基板(11)带有肌电电极(12)一侧贴合在测试者的皮肤上，通过两侧的医用胶带粘连在皮肤上，便于将肌电电极(12)贴合在测试者的皮肤上；

S2、脑电检测装置(6)进行佩戴：将头带(61)套在被测试者的额头部位，通过旋转移动板(65)，使得移动板(65)通过螺纹槽(653)在螺杆(66)上螺动，进而调节紧固带(62)的松紧度，使得脑电采集芯片(63)贴合在头部皮肤上；

S3、直立伸臂观察：患儿平举双臂，保持直立伸臂姿势，通过电极采集模块采集和检测肌电信号，通过信号放大模块对采集的肌电信号进行放大处理，通过滤波模块滤去干扰信号和多余信号，采集有效的肌电信号，并监测肌电图呈现持续稳定的中等波幅肌电活动中一侧或双侧上肢肌电活动有无静息或明显衰减，同期脑电图呈现为对侧或双侧Rolandic区为著的棘慢波发放现象，观察双侧上肢有无下垂现象发生。

应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及癫痫检测系统技术领域，具体为应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法。

背景技术

[0002] 癫痫是小儿时期最常见的慢性神经系统疾病之一，患病率为3%-10%，60%在儿童时期起病，儿童良性Rolandic癫痫，是儿童期最常见癫痫综合征，人群发病率为21/10万，占各种儿童癫痫的15%-24%。起病高峰年龄为学龄期儿童(3-13岁)，75%在5-10岁间起病。患儿精神运动发育正常，神经系统和神经影像学检查正常。经过合适抗癫痫药物的治疗后多数预后佳，不影响患儿智力运动发育，但是，其中部分患儿可有不典型的演变，称为儿童不典型良性部分性癫痫，具有与良性Rolandic癫痫类似的夜间局灶性发作，且常以此为首发症状，其脑电图放电模式也类似，但经过多种抗癫痫药物治疗控制差，且选择抗癫痫药物的错误选择会导致病情的加重，而癫痫发作和频繁放电可严重影响儿童的语言、记忆等认知功能及情绪问题，对儿童的身心健康造成了极大的影响，所以早期识别和及早治疗，减少对患儿认知损害，其临床意义重大。儿童不典型良性部分性癫痫主要表现为皮质肌阵挛，由于临床上短暂的肌阵挛很容易被其后的失张力所掩盖，同时家长对患儿疏于观察，尤其年龄小的儿童，难以捕捉到这种细微的变化，容易延误诊断，不利于疾病的早期诊断和治疗，而且可能会误导抗癫痫药物的错误选择。鉴于此，我们提出应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法，以解决上述背景技术中提出的由于临床上短暂的肌阵挛很容易被其后的失张力所掩盖，同时家长对患儿疏于观察，难以捕捉到这种细微的变化，容易延误诊断，不利于疾病的早期诊断和治疗的问题。

[0004] 为实现上述目的，一方面，本发明提供一种应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，包括用于测量肌电信号的肌电检测系统和用于测量脑电信号的脑电检测系统，所述肌电检测系统包括多个肌电检测板、数据采集卡以及肌电分析终端，所述数据采集卡的一端通过数据采集线连接所述肌电检测板，所述数据采集卡的另一端通过数据传输线连接所述肌电分析终端，所述肌电检测板包括基板、安装在所述基板顶部的多个肌电电极以及设置在所述基板底部的底板，所述底板的外表面开设有一对滑槽，所述滑槽底端设置有斜板，所述滑槽内部开设有内通槽，所述底板外壁开设有外通槽，所述滑槽内还设置有滑块，所述滑块的一侧设置有弧边，所述弧边的外表面设置有防滑纹，所述滑块的另一侧开设有凹槽，所述滑块靠近所述凹槽一侧安装有弹簧。

[0005] 作为优选，所述滑块的尺寸和所述滑槽的尺寸相适配。作为优选，所述肌电电极内还设置有电极采集模块、信号放大模块、滤波模块、差分调压模块和供电电源模块；所述电

极采集模块用于采集和检测肌电信号;所述信号放大模块用于对采集的肌电信号进行放大处理;所述滤波模块滤去干扰信号和多余信号,采集有效的肌电信号;所述差分调压模块用于将偏移的肌电信号调到基准位置;所述供电电源模块用于为所述肌电电极提供电源。作为优选,所述肌电分析终端包括时域参数分析模块和频域参数分析模块;所述时域参数分析模块包括用于分析肌电信号平均水平的均值分析模块、用于分析机电信号随机变量和均值之间偏离程度的方差分析模块、用于分析肌电信号离散程度的标准差分析模块、用于提取肌电信号特征的积分肌电值分析模块以及用于滤除肌电信号中噪声的均方根分析模块;所述频域参数分析模块包括用于对肌电信号转换频域的FFT变换模块、用于分析信号或噪声的自相关函数傅里叶变换的功率谱分析模块、用于分析信号倒谱函数的倒谱分析模块、用于分析平均功率频率的平均功率评率分析模块以及用于分析各个时间段功率平均值的中值分析模块。作为优选,所述脑电检测系统包括脑电检测装置和脑电显示屏,所述脑电检测装置和所述脑电显示屏之间通过无线传输实现数据交互,所述脑电检测装置包括头带,所述头带的顶部设置有多个紧固带,所述紧固带的内部设置有多个脑电采集芯片,所述紧固带的一端连接有连接板,所述连接板的顶部设置有移动板,所述移动板的顶部安装有螺杆,所述螺杆的顶部设置有固定板,所述固定板的顶部设置有提手;所述连接板的内部设置凸块,所述连接板和所述凸块之间留有转槽,所述转槽的内壁开设有内槽,所述连接板的中心位置开设有通孔;所述移动板的底部设置有凸环,所述凸环的外壁安装有多个滑杆,所述凸环的中心位置设置有螺纹槽。作为优选,所述凸环和所述转槽转动连接。作为优选,所述螺杆和所述螺纹槽螺纹连接。作为优选,所述脑电检测装置内还设置有脑电信号采集模块、前端采集模块、发送端单片机模块以及发送端无线传输模块;所述脑电信号采集模块用于采集脑电信号;所述前端采集模块用于对采集的脑电信号进行采集处理;所述发送端单片机模块用于对采集的脑电信号进行处理;所述发送端无线传输模块用于脑电信号进行无线传输。作为优选,所述脑电显示屏内还设置有接收端无线传输模块、接收端单片机模块和显示模块;所述接收端无线传输模块用于接收检测的脑电信号;所述接收端单片机模块用于对接收的脑电信号进行处理;所述显示模块用于对脑电信号进行图形显示。另一方面,本发明还提供一种应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验方法,包括权利要求上述任意一项所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,方法步骤如下:S1、肌电检测板佩戴:操作人员用手指捏在滑块的弧边一侧,并将滑块推动到滑槽远离内通槽一侧,当手指推动滑块时,滑块离开内通槽一侧,便于将医用胶带从外通槽穿入至内通槽内,并将医用胶带穿过肌电检测板,当手指松开滑块时,滑块通过弹簧的弹性,将滑块推动至内通槽一侧,并压在医用胶带上,再将基板带有肌电电极一侧贴合在测试者的皮肤上,通过两侧的医用胶带粘连在皮肤上,便于将肌电电极贴合在测试者的皮肤上;S2、脑电检测装置进行佩戴:将头带套在被测试者的额头部位,通过旋转移动板,使得移动板通过螺纹槽在螺杆上螺动,进而调节紧固带的松紧度,使得脑电采集芯片贴合在头部皮肤上;S3、直立伸臂观察:患儿平举双臂,保持直立伸臂姿势,通过电极采集模块采集和检测肌电信号,通过信号放大模块对采集的肌电信号进行放大处理,通过滤波模块滤去干扰信号和多余信号,采集有效的肌电信号,并监测肌电图呈现持续稳定的中等波幅肌电活动中一侧或双侧上肢肌电活动有无静息或明显衰减,同期脑电图呈现为对侧或双侧Rolandic区为著的棘慢波发放现象,观察双侧上肢有无下垂现象发生。

[0006] 与现有技术相比，本发明的有益效果：

[0007] 1、该应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法，同步肌电图呈现持续稳定的中等波幅肌电活动，同期脑电图呈现为对侧或双侧Rolandic区为著的棘慢波发放现象，对于正确诊断癫痫发作，进一步的治疗和判断预后提供了有力的证据，同时区分患儿和经典的良性部分性癫痫不同，考虑可能为变异型，为直立伸臂试验为临床早期诊断和治疗提供了重要的线索。2、该应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法，通过采用直立伸臂试验方法，该方法无不良反应及后遗效应，通过直立伸臂试验及早发现负性肌阵挛发作，提高阳性率，可协助临床早期诊断，判断预后，提早干预，减少患儿认知的损害，为临床诊断提供了有力的证据，大大提高了癫痫诊断及鉴别诊断的正确率，防止漏诊和延误治疗。

附图说明

[0008] 图1为本发明的肌电检测系统示意图；

[0009] 图2为本发明的肌电检测板整体结构示意图；

[0010] 图3为本发明的肌电检测板结构拆分图；

[0011] 图4为本发明的肌电检测板平时状态下结构示意图；

[0012] 图5为本发明的肌电检测板使用状态下结构示意图；

[0013] 图6为本发明的电极采集模块图；

[0014] 图7为本发明的滤波模块图；

[0015] 图8为本发明的肌电分析模块图；

[0016] 图9为本发明的时域参数分析模块图；

[0017] 图10为本发明的频域参数分析模块图；

[0018] 图11为本发明的信号放大模块电路图；

[0019] 图12为本发明的高通滤波模块电路图；

[0020] 图13为本发明的低通滤波模块电路图；

[0021] 图14为本发明的带阻滤波模块电路图；

[0022] 图15为本发明的差分调压模块电路图；

[0023] 图16为本发明的供电电源模块电路图；

[0024] 图17为本发明的脑电检测系统图；

[0025] 图18为本发明的脑电检测装置结构示意图；

[0026] 图19为本发明的连接板结构示意图；

[0027] 图20为本发明的移动板结构示意图；

[0028] 图21为本发明的脑电信号采集模块图；

[0029] 图22为本发明的接收端无线传输模块图；

[0030] 图23为本发明的单片机模块和无线传输模块连接电路图；

[0031] 图24为本发明的接收端单片机模块和显示模块连接电路图。

[0032] 图中：1、肌电检测板；11、基板；12、肌电电极；13、底板；14、滑槽；15、斜板；16、内通槽；17、外通槽；18、滑块；19、弧边；110、防滑纹；111、凹槽；112、弹簧；2、肌电分析终端；3、数据采集线；4、数据采集卡；5、数据传输线；6、脑电检测装置；61、头带；62、紧固带；63、脑电采

集芯片;64、连接板;641、凸块;642、转槽;643、内槽;644、通孔;65、移动板;651、凸环;652、滑杆;653、螺纹槽;66、螺杆;67、固定板;68、提手;7、脑电显示屏。

具体实施方式

[0033] 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,都属于本发明保护的范围。

[0034] 实施例1

[0035] 一方面,应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统,如图1-图3所示,包括用于测量肌电信号的肌电检测系统和用于测量脑电信号的脑电检测系统,肌电检测系统包括多个肌电检测板1、数据采集卡4以及肌电分析终端2,数据采集卡4的一端通过数据采集线3连接肌电检测板1,数据采集卡4的另一端通过数据传输线5连接肌电分析终端2,肌电检测板1包括基板11、安装在基板11顶部的多个肌电电极12以及设置在基板11底部的底板13,底板13的外表面开设有一对滑槽14,滑槽14底端设置有斜板15,滑槽14内部开设有内通槽16,底板13外壁开设有外通槽17,滑槽14内还设置有滑块18,滑块18的一侧设置有弧边19,弧边19的外表面设置有防滑纹110,滑块18的另一侧开设有凹槽111,滑块18靠近所述凹槽111一侧安装有弹簧112。本实施例中,滑块18的尺寸和滑槽14的尺寸相适配,便于滑块18卡在滑槽14内部,避免滑块18脱落,同时滑块18能够在滑槽14上滑动。进一步的,外通槽17和内通槽16相通,便于将医用胶带从外通槽17穿入至内通槽16内。值得说明的是,每个肌电检测板1上肌电电极12设置有三个,且呈等距分布,中间端为参考点,另两端为输入端,使得采集到的肌电信号有基准,不会产生电压漂移。本实施例中的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统的肌电检测板1在进行固定时,操作人员用手指捏在滑块18的弧边19一侧,并将滑块18推动到滑槽14远离内通槽16一侧,一方面通过手指捏在弧边19上,便于对肌电检测板1取拿,避免肌电电极12受到污染,另一方面,当手指推动滑块18时,滑块18离开内通槽16一侧,整体如图4所示,便于将医用胶带从外通槽17穿入至内通槽16内,并将医用胶带穿过肌电检测板1,使得医用胶带缠绕在肌电检测板1内部,当手指松开滑块18时,滑块18通过弹簧112的弹性,将滑块18推动至内通槽16一侧,整体如图5所示,并压在医用胶带上,能够对医用胶带进行固定,再将基板11带有肌电电极12一侧贴合在测试者的皮肤上,通过两侧的医用胶带粘连在皮肤上,便于将肌电电极12贴合在测试者的皮肤上,且整体连接稳固,不易掉落。

[0036] 实施例2

[0037] 作为本发明的第二种实施例,为了便于对肌电信号进行检测,本发明人员对肌电电极1作出改进作为一种优选实施例,如图6所示,肌电电极12内还设置有电极采集模块、信号放大模块、滤波模块、差分调压模块和供电电源模块,电极采集模块用于采集和检测肌电信号,信号放大模块用于对采集的肌电信号进行放大处理,滤波模块滤去干扰信号和多余信号,采集有效的肌电信号,差分调压模块用于将偏移的肌电信号调到基准位置,供电电源模块用于为肌电电极12提供电源。本实施例中,信号放大模块基于AD620芯片设计,其电路如图11所示,AD620芯片的电压增益是有一个外接电阻确定,放大倍数1-1000倍,放大范围

广，放大倍数调节简单，其电压增益公式为：

[0038] $G=50K/R_g+1$

[0039] 式中，R_g阻值设为100欧姆，放大倍数为501倍。

[0040] 进一步的，在肌电信号检测过程中，肌电信号可能会发生电压基准偏移，导致整体信号偏移，设计差分调压模块可以将偏移的肌电信号调到基准位置，其电路如图15所示，运放正端输入是由电阻分压控制的电压，另一端接输入的信号，经过差分比例电路，信号进行调压，差分输出电压公式为：

[0041] $U_o=Rf/R(U+-U-)$

[0042] 其中Rf＝R25，R＝R24，U+为可调电压，U-为出入肌电信号电压，通过此差分调压电路可以很好地将信号调整到基准位置，这样就方便后面数据采集卡地信号采集。

[0043] 具体的，供电电源模块将+5V电压通过IA0505S芯片装换为±5V电压，给运放运放芯片提供电源，之前选择芯片1W，电源的供电电压不能额定值，后来改换芯片功率为2W，使供电电压达到额定值，IA0505S芯片输入为DC+5V，输出选择一端作为参考点，其余两端相对这点参考点输出分别输出正负5V，给运放和芯片提供电源，其电路如图16所示。

[0044] 本实施例中的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统的肌电电极12在使用时，通过电极采集模块采集和检测肌电信号，通过信号放大模块对采集的肌电信号进行放大处理，通过滤波模块滤去干扰信号和多余信号，采集有效的肌电信号，通过差分调压模块将偏移的肌电信号调到基准位置，通过供电电源模块为肌电电极12提供电源。

[0045] 实施例3

[0046] 作为本发明的第三种实施例，为了便于对肌电信号进行滤波处理，本发明人员对滤波模块作出改进作为一种优选实施例，如图7所示，滤波模块包括高通滤波模块、低通滤波模块和带阻滤波模块。本实施例中，由于采集过来的肌电信号频率在1-1000Hz段，肌电信号能量主要集中在10-200Hz频率段中，所以要对肌电信号进行滤波，滤去一些干扰信号和多余信号，采集有效的肌电信号，本实施例采用高通滤波模块，高通滤波模块为压控式电压源二阶高通滤波，压控式电压源二阶高通滤波电路是由电阻、电容和运放组成的电路，通过电阻和电容值的匹配可以确定滤波器的各个参数指标，肌电信号的下限频率为10Hz，本实施例中设置的频率为5Hz，其电路如图12所示，放大倍数为：

[0047] $Aup=1+R7/R6=1+3.4=4.4$

[0048] 截止频率为：$C4=C5=0.1uF$，$R4=R5=315K$，$Fp=1/2*\pi*R*C=5Hz$

[0049] 品质因数为：$Q=|1/(3-Aup)|=0.7$

[0050] 进一步的，低通滤波模块采集的肌电信号中有很多高频率的干扰信号，通过低通滤波电路除去这些干扰信号，肌电信号的的频率在10-200Hz，设置截止频率为200Hz，尽管会损失一部分的少量肌电信号，但是可以大大的减少噪声和高频干扰信号的影响，本实施例中采用低通滤波模块，低通滤波模块采用二阶压控电压源低通滤波电路，压控式电压源二阶低通滤波电路是由电阻、电容和运放组成的电路，通过电阻和电容值的匹配可以确定滤波器的各个参数指标，运放芯片是高精度OP07运放，设置截止频率为200Hz，其电路如图13所示。具体的，由于整体电源供电是市电，信号中会有工频信号的干扰，本实施例设计带阻滤波模块，带阻滤波模块采用的是双T网络带阻滤波电路，该电路可以分为一个是高通电路，另一个是低通电路，将这2个电路合并起来实现带阻滤波，其电路如图14所示，通带放大

倍数为：

[0051] Aup＝1+R22/R21＝2.17

[0052] 中心频率为:C15＝C16＝0.35uF,R19＝R20＝9K,fo＝1/2*π*R*C＝50Hz

[0053] 品质因素为:Q＝1/2*|2-Aup|＝3

[0054] 阻带宽度为:BW＝fo/Q＝16

[0055] 实施例4

[0056] 作为本发明的第四种实施例，为了便于对肌电信号进行分析，本发明人员对肌电分析终端2作出改进，作为一种优选实施例，如图8-图10所示，肌电分析终端2包括时域参数分析模块和频域参数分析模块，时域参数分析模块包括用于分析肌电信号平均水平的均值分析模块、用于分析机电信号随机变量和均值之间偏离程度的方差分析模块、用于分析肌电信号离散程度的标准差分析模块、用于提取肌电信号特征的积分肌电值分析模块以及用于滤除肌电信号中噪声的均方根分析模块，频域参数分析模块包括用于对肌电信号转换频域的FFT变换模块、用于分析信号或噪声的自相关函数傅里叶变换的功率谱分析模块、用于分析信号倒谱函数的倒谱分析模块、用于分析平均功率频率的平均功率评率分析模块以及用于分析各个时间段功率平均值的中值分析模块。

[0057] 本实施例中，均值分析模块公式如下：

[0058] $$X_{mean}\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}x_i$$

[0059] 进一步的，方差分析模块公式如下：

[0060] $$\sum(y_i-\bar{y})^2$$

[0061] 具体的，标准差分析模块公式如下：

[0062] $$\mu=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}x_i$$

[0063] 值得说明的是，积分肌电值分析模块公式如下：

[0064] $$x_{iemg}\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N-1}\left|x_{(i)}\right|$$

[0065] 此外，均方根分析模块公式如下：

[0066] $$RMS=\sqrt{\frac{\int_t^{t+T}EMG^2(t)dt}{T}}$$

[0067] 本实施例中，FFT变换模块基于离散傅立叶变换的快速算法设计，具体如下，N个采样点，经过FFT之后，就可以得到N个点的FFT结果，为了方便进行FFT运算，通常N取2的整数次方。假设采样频率为Fs，信号频率F，采样点数为N，那么FFT之后结果就是一个为N点的复数，每一个点就对应着一个频率点，这个点的模值，就是该频率值下的幅度特性，而每个点的相位就是在该频率下的信号的相位，如果要要提高频率分辨率，就需要增加采样点数，也即采样时间，频率分辨率和采样时间是倒数关系。

[0068] 实施例5

[0069] 作为本发明的第五种实施例，为了便于对脑电检测装置6进行佩戴，本发明人员对脑电检测装置6作出改进，作为一种优选实施例，如图17-图20所示，脑电检测系统包括脑电检测装置6和脑电显示屏7，脑电检测装置6和脑电显示屏7之间通过无线传输实现数据交互，脑电检测装置6包括头带61，头带61的顶部设置有多个紧固带62，紧固带62的内部设置有多个脑电采集芯片63，紧固带62的一端连接有连接板64，连接板64的顶部设置有移动板65，移动板65的顶部安装有螺杆66，螺杆66的顶部设置有固定板67，固定板67的顶部设置有提手68，连接板64的内部设置凸块641，连接板64和凸块641之间留有转槽642，转槽642的内壁开设有内槽643，连接板64的中心位置开设有通孔644，移动板65的底部设置有凸环651，凸环651的外壁安装有多个滑杆652，凸环651的中心位置设置有螺纹槽653，凸环651和转槽642转动连接，螺杆66和螺纹槽653螺纹连接。

[0070] 本实施例中，头带61和紧固带62均采用聚酯纤维材质制成，其材质具有一定的弹性，且透气性良好，使得头带61和紧固带62韧性强，便于直接和皮肤直接接触。进一步的，通孔644的尺寸和螺杆66的尺寸相适配，便于螺杆66在通孔644内滑动。具体的，滑杆652和内槽643的尺寸相适配，便于滑杆652在内槽643内滑动，同时滑杆652卡在内槽643中，通过移动板65带动连接板64运动。值得说明的是，凸环651的尺寸和凸块641的尺寸相适配，便于将凸环651卡在凸块641内。本实施例中的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统的脑电检测装置进行佩戴时，将头带61套在被测试者的额头部位，通过旋转移动板65，使得移动板65通过螺纹槽653在螺杆66上螺动，而移动板65旋转时，凸环651在转槽643内旋转，滑杆652在内槽643内旋转，同时移动板65顺着螺杆66旋转能够垂直运动，而滑杆652卡在内槽643中，使得移动板65上下移动带动连接板64的位置调节，进而便于调节紧固带62的松紧度，便于根据被测试者的头部大小调节紧固带62的松紧，使得脑电采集芯片63贴合在头部皮肤上，提高检测的准确度。

[0071] 实施例6

[0072] 作为本发明的第六种实施例，为了便于对脑电信号进行检测并显示，本发明人员对脑电检测装置6作出改进，作为一种优选实施例，如图21和图22所示，脑电检测装置6内还设置有脑电信号采集模块、前端采集模块、发送端单片机模块以及发送端无线传输模块，脑电信号采集模块用于采集脑电信号，前端采集模块用于对采集的脑电信号进行采集处理，发送端单片机模块用于对采集的脑电信号进行处理，发送端无线传输模块用于脑电信号进行无线传输，脑电显示屏7内还设置有接收端无线传输模块、接收端单片机模块和显示模块，接收端无线传输模块用于接收检测的脑电信号，接收端单片机模块用于对接收的脑电信号进行处理，显示模块用于对脑电信号进行图形显示。本实施例中，由于人体脑电信号的主要频率范围为0.05-100Hz，幅度约为10-200μV，信号十分微弱，同时脑电信号中通常混杂有其他生物电信号，再加上50Hz的工频干扰，使得脑电信号的测量条件非常复杂，传统采集前端通常通过模拟抗混滤波器、多级放大电路和波电路等来提高信号的信噪比，这会导致系统体积较大、操作不便和功耗高等缺点，为了精确地监测出有临床意义的脑电信号，本实施例中的前端采集模块选用TI公司的ADC1299芯片。进一步的，本实施例中的单片机控制模块包括发送端单片机模块和接收端单片机模块，发送端单片机模块须具有片内集成A/D转换器，接收端单片机模块须外接LCD，因此本实施例选用STC12C5A60S2单片机，该单片机是

宏晶科技新一代的8051单片机，采用宏晶最新第六代加密技术的STC12C5A60S2系列单片机无法解密，具有很强的抗干扰能力，内部集成有8路10位A/D转换器，该系统中用到了A/D转换功能，使系统不需外加A/D转换芯片，同时，该单片机速度快，精度高，通电后，脑电信号通过8导电极采集后经过电子开关控制进入发送端单片机模块，保证一个时刻只有一导信号进入，ADC输入通道与P1口复用，上电复位后P1口为弱上拉型I/O口，不作为ADC使用的口可继续作为I/O口使用，单片机通过ADC将模拟信号转换为数字信号，同时控制无线模块将脑电的数字信号发送给接收端的无线模块，进入到接收端单片机模块实现信号的实时显示及存储。具体的，本实施例的发生端无线传输模块和接收端无线传输模块均采用2.4GHz无线单片收发芯片nRF24L01，采用FSK调制，可以实现点对点或1对6的无线通信，无线通信速度可以达到2Mb/s。它体积小，功耗低，外设少，速率高，非常适合于无线传输应用系统。nRF24L01可以由SPI接口与微处理器连接，通过这个接口完成设置和收发数据工作。STC12C5A60S2单片机集成了SPI控制器，可以非常方便地通过软件设置，只收到本机地址时才会输出数据，编程很方便。nRF24L01与单片机的连接图如图23所示。值得说明的是，显示模块选用视域对角线为5.7英寸、分辨率为640&Times;480的真彩液晶显示器TFT6448BS-5.7，此显示屏工作电压为3.3/5V，支持256色，提供一个简单的高速8位总线与单片机连接。此显示屏低功耗，设计轻薄亦能满足便携式要求。接收端单片机模块接收到脑电数据之后传送到液晶显示器进行显示，显示屏中每个点影射显示存储器中的一个字节，显示屏上的X、Y坐标与显示存储器的地址一一对应。因此，只需输入X、Y坐标便可直接读写相应点数据，不用计算像素点在显示存储器中的地址。写入数据后X坐标自动加1，写满一行后自动换行，也可实现Y坐标自动加1。单片机与液晶显示屏的连接如图24所示。本实施例中的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统的进行脑电信号检测时，通过前端采集模块对采集的脑电信号进行采集处理，通过发送端单片机模块对采集的脑电信号进行处理，通过发送端无线传输模块对脑电信号进行无线传输，通过接收端无线传输模块接收检测的脑电信号，通过接收端单片机模块对接收的脑电信号进行处理，通过显示模块对脑电信号进行图形显示。另一方面，本发明还提供一种应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验方法，包括权利要求上述任意一项所述的应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统，方法步骤如下：S1、肌电检测板1佩戴：操作人员用手指捏在滑块18的弧边19一侧，并将滑块18推动到滑槽14远离内通槽16一侧，当手指推动滑块18时，滑块18离开内通槽16一侧，整体如图4所示，便于将医用胶带从外通槽17穿入至内通槽16内，并将医用胶带穿过肌电检测板1，当手指松开滑块18时，滑块18通过弹簧112的弹性，将滑块18推动至内通槽16一侧，并压在医用胶带上，再将基板11带有肌电电极12一侧贴合在测试者的皮肤上，通过两侧的医用胶带粘连在皮肤上，便于将肌电电极12贴合在测试者的皮肤上；S2、脑电检测装置6进行佩戴：将头带61套在被测试者的额头部位，通过旋转移动板65，使得移动板65通过螺纹槽653在螺杆66上螺动，进而调节紧固带62的松紧度，使得脑电采集芯片63贴合在头部皮肤上；S3、直立伸臂观察：患儿平举双臂，保持直立伸臂姿势，通过电极采集模块采集和检测肌电信号，通过信号放大模块对采集的肌电信号进行放大处理，通过滤波模块滤去干扰信号和多余信号，采集有效的肌电信号，并观察肌电图在持续稳定的中等波幅肌电活动中是否有一侧或双侧上肢肌电活动的静息或明显衰减，同期脑电图呈现为对侧或双侧Rolandic区为著的棘慢波发放现象，观察双侧上肢有无下垂现象发生。值得说明的是，负性肌阵挛发作时，患者出现上肢

不自主下落，肌电活动短暂衰减或者消失，持续150-400ms；此现象出现在与负性肌阵挛发作相关的对侧棘慢波发放后20-40ms，且其前无正性肌阵挛相关的肌电爆发，临床上除了表现为肢体下垂外，可能表现为点头或跌倒等表现。

[0073] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的仅为本发明的优选例，并不用来限制本发明，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

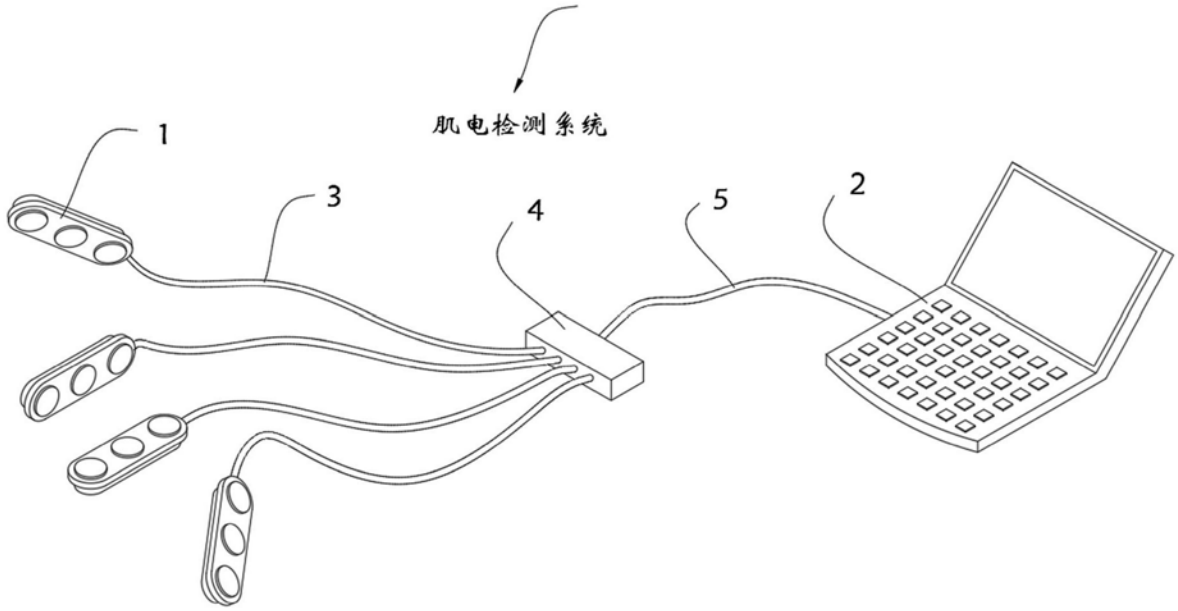


图1

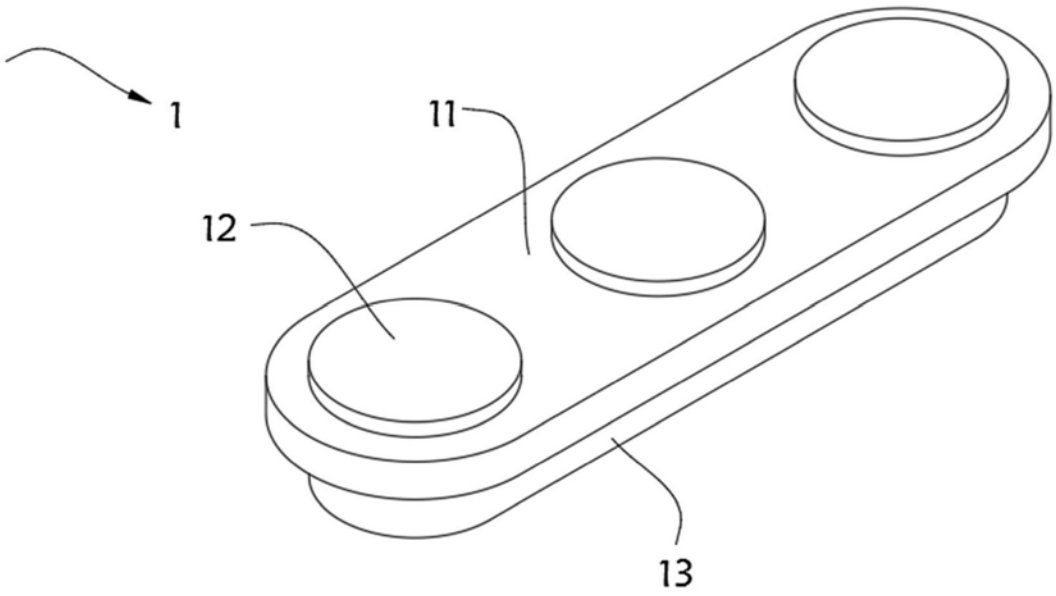


图2

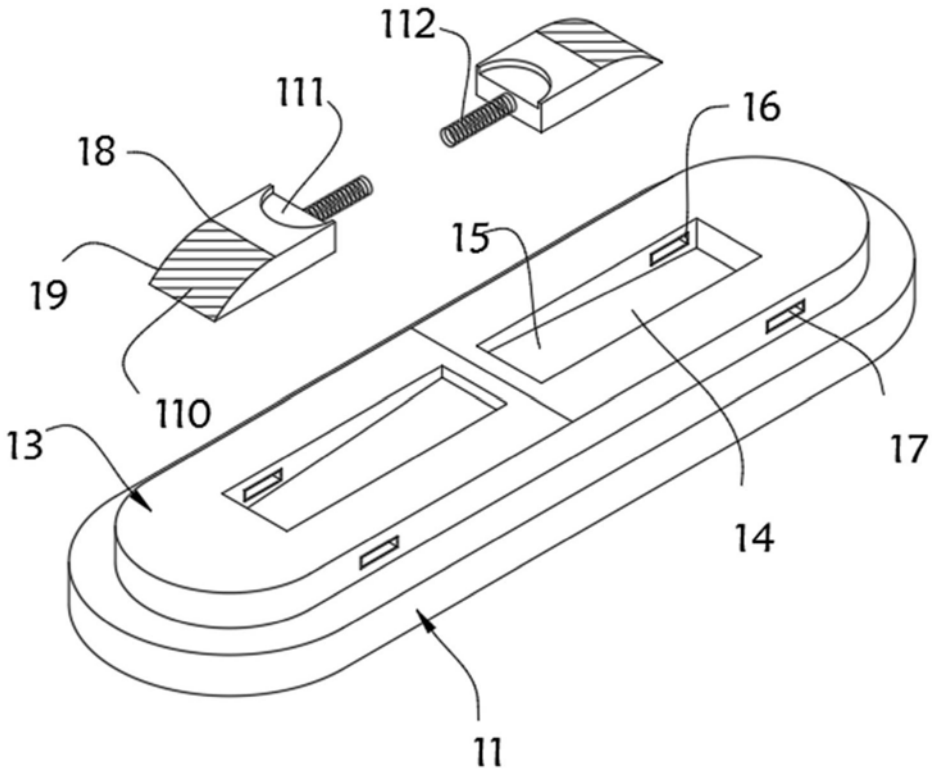


图3

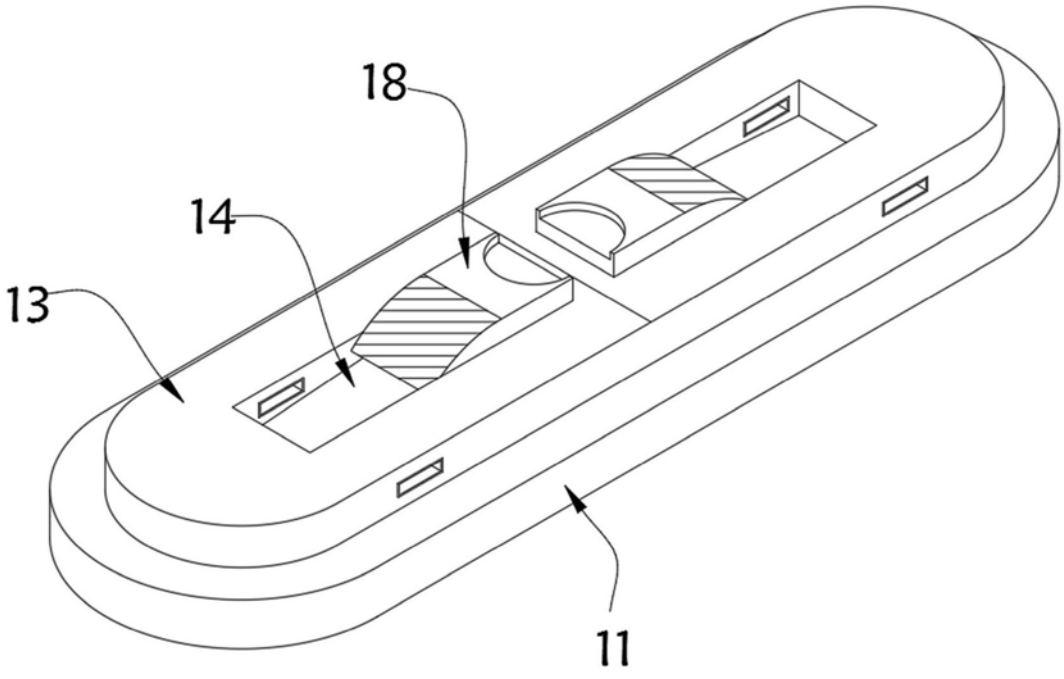


图4

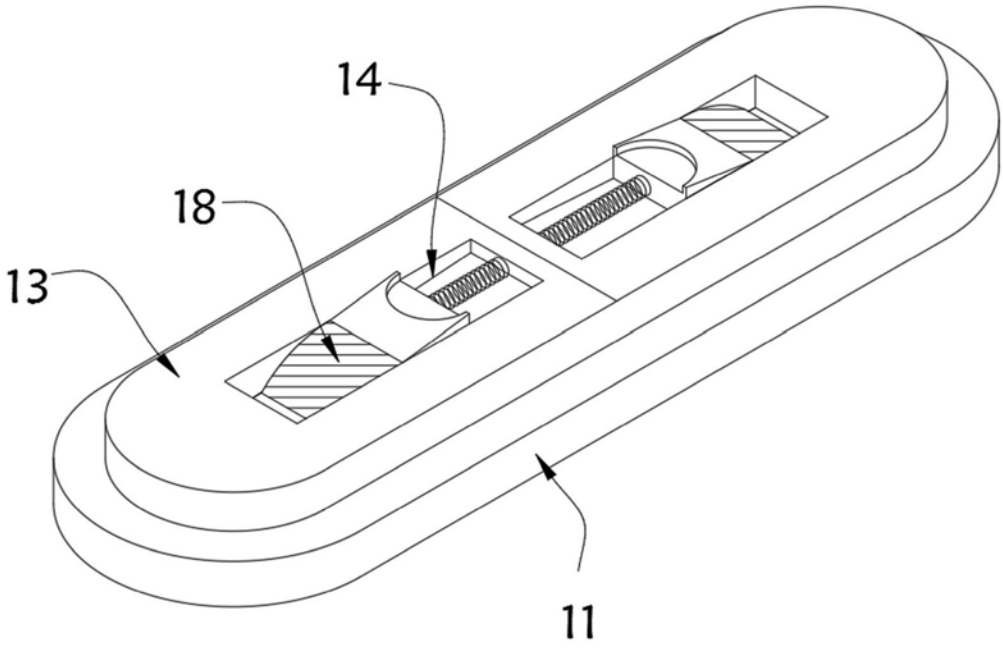


图5

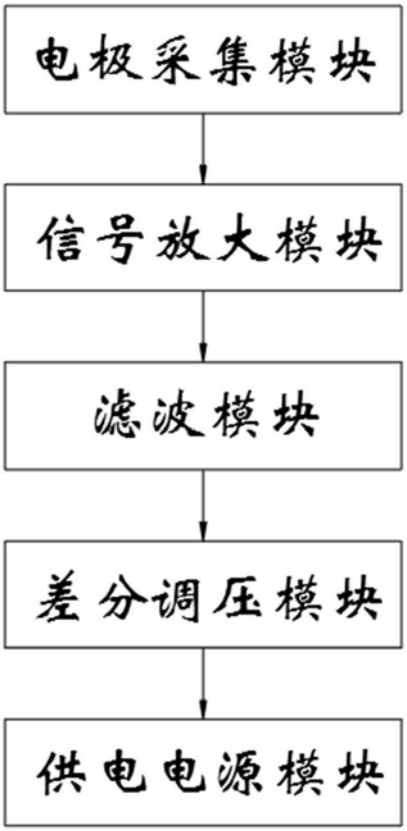


图6

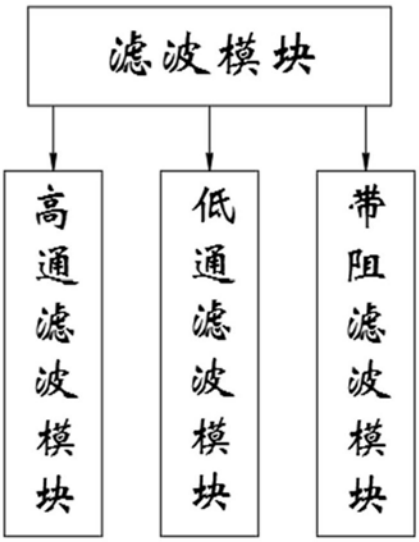


图7

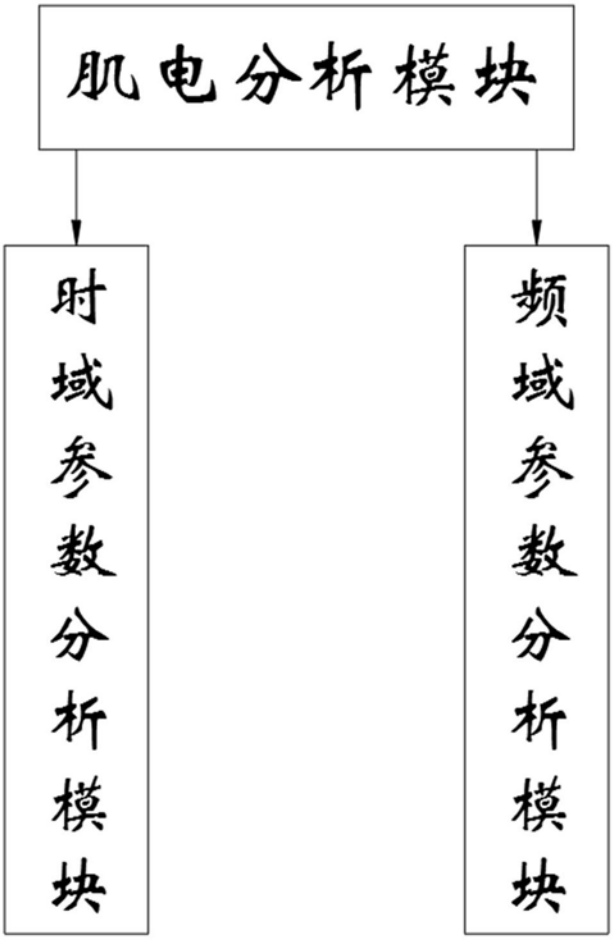


图8

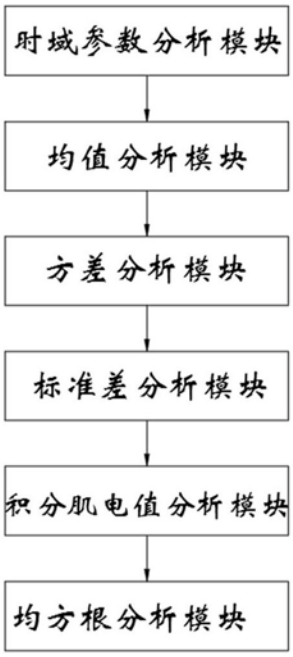

时域参数分析模块
均值分析模块
方差分析模块
标准差分析模块
积分肌电值分析模块
均方根分析模块

图9

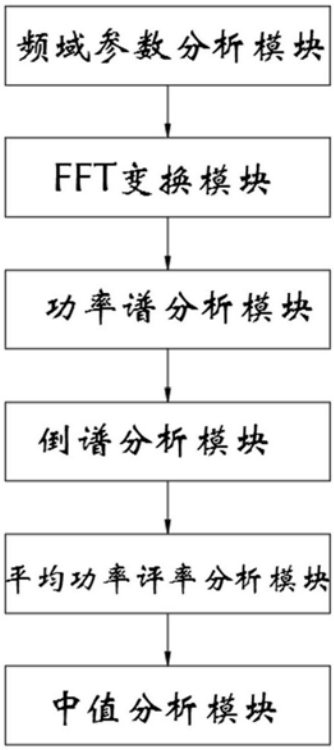

频域参数分析模块
FFT变换模块
功率谱分析模块
倒谱分析模块
平均功率评率分析模块
中值分析模块

图10

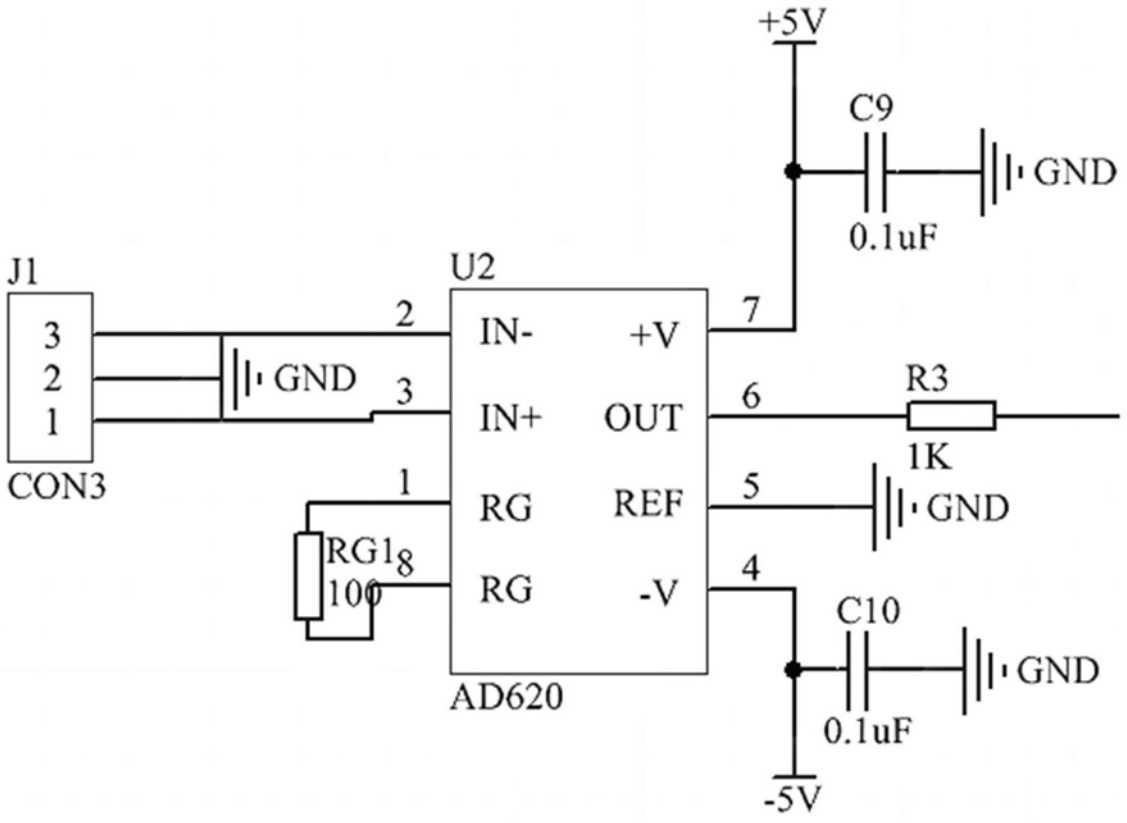

+5V
C9
GND
0.1uF
J1
3
2
1
CON3
U2
2
IN-
+V
7
GND
3
IN+
OUT
6
R3
1K
1
RG
REF
5
GND
RG1
100
8
RG
-V
4
C10
GND
AD620
0.1uF
-5V

图11

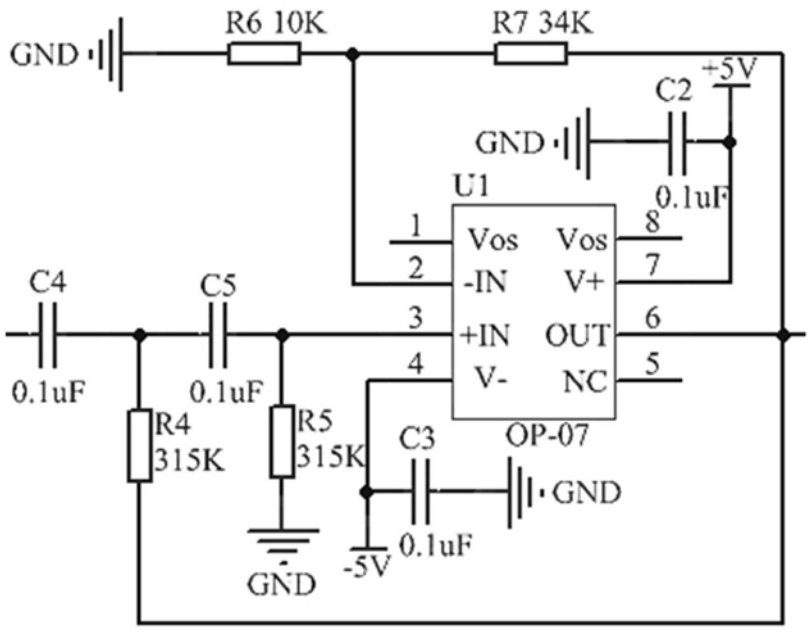

GND
R6 10K
R7 34K
+5V
C2
GND
0.1uF
U1
1
Vos
Vos
8
2
-IN
V+
7
C4
C5
3
+IN
OUT
6
4
V-
NC
5
0.1uF
0.1uF
R4
315K
R5
315K
C3
OP-07
GND
GND
-5V
0.1uF

图12

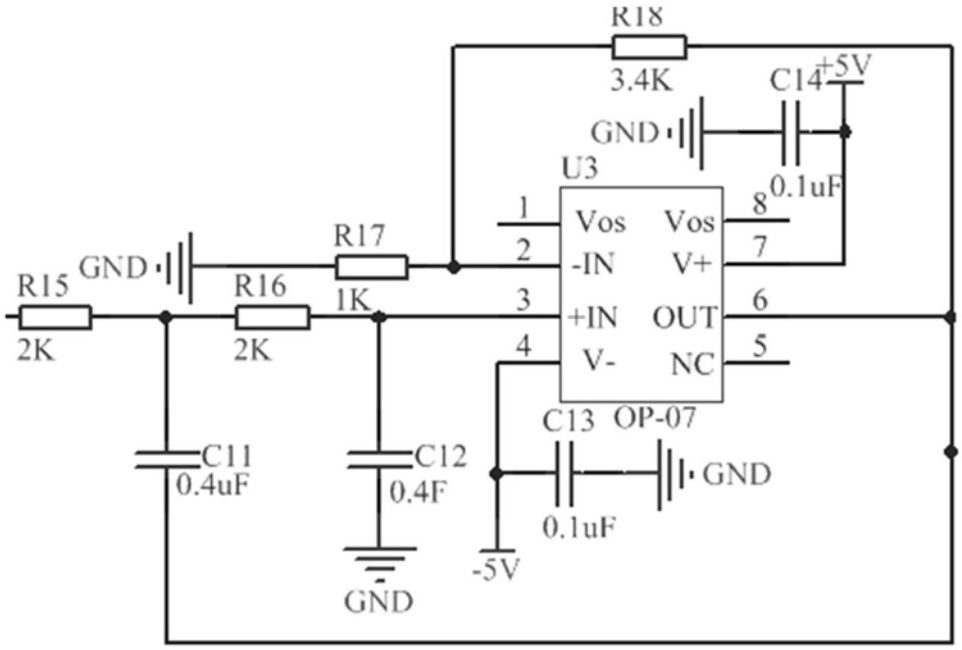

R18
3.4K
C14
+5V
GND
0.1uF
U3
1
Vos
Vos
8
2
-IN
V+
7
R17
R15
GND
R16
1K
3
+IN
OUT
6
2K
2K
4
V-
NC
5
C13
OP-07
C11
0.4uF
C12
0.4F
GND
0.1uF
-5V
GND

图13

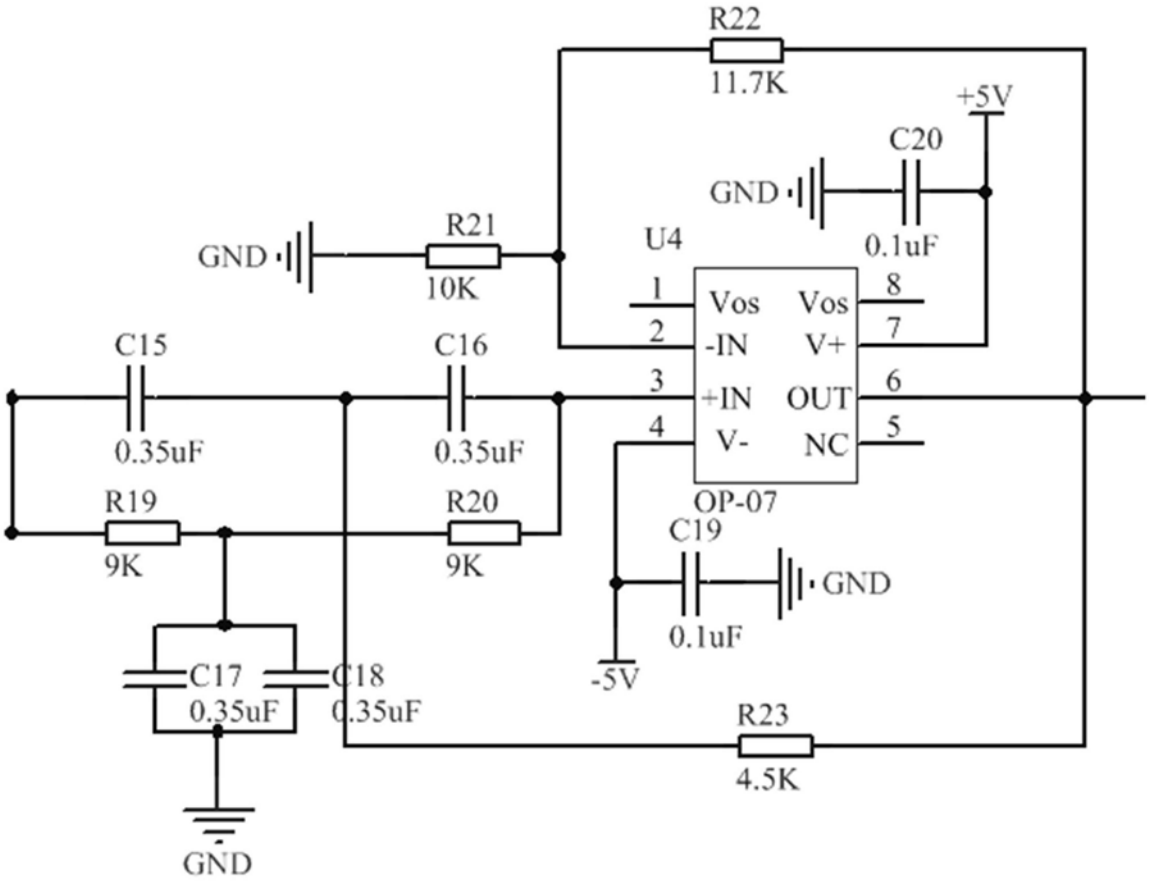

R22
11.7K
+5V
C20
GND
0.1uF
GND
R21
U4
10K
1
Vos
Vos
8
2
-IN
V+
7
C15
C16
3
+IN
OUT
6
0.35uF
0.35uF
4
V-
NC
5
R19
R20
OP-07
9K
9K
C19
GND
0.1uF
C17
C18
-5V
0.35uF
0.35uF
R23
4.5K
GND

图14

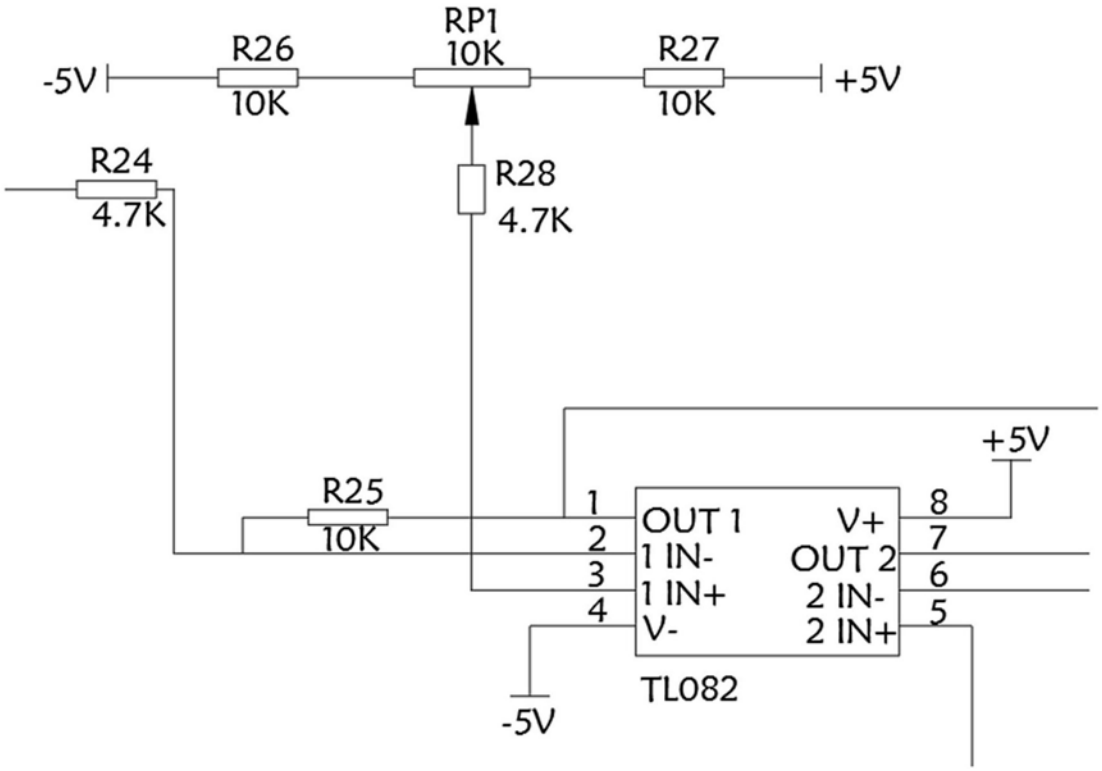

RP1
10K
R26
10K
R27
10K
-5V
+5V
R24
4.7K
R28
4.7K
+5V
R25
10K
1
2
3
4
OUT 1
1 IN-
1 IN+
V-
V+
OUT 2
2 IN-
2 IN+
8
7
6
5
TL082
-5V

图15

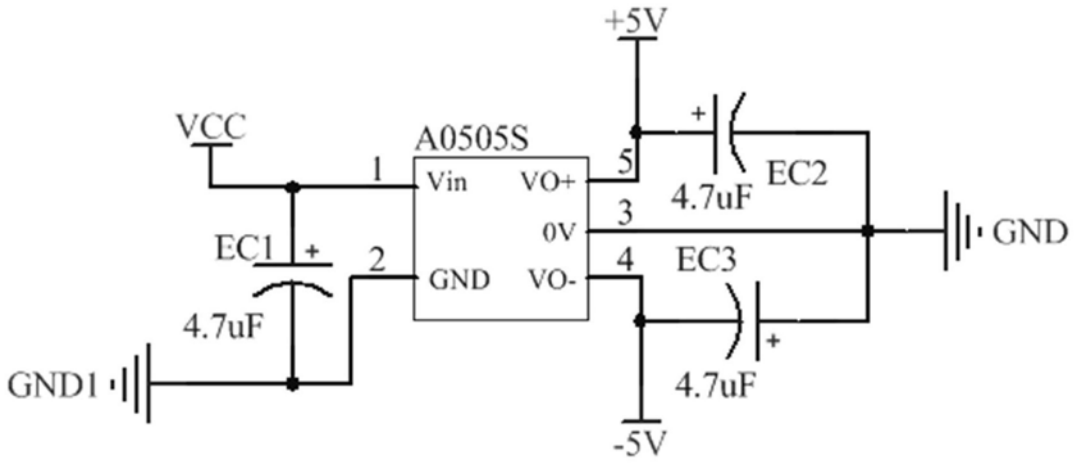

+5V
VCC
A0505S
1
Vin
VO+
5
4.7uF
EC2
3
0V
GND
EC1
2
GND
VO-
4
EC3
4.7uF
GND1
4.7uF
-5V

图16

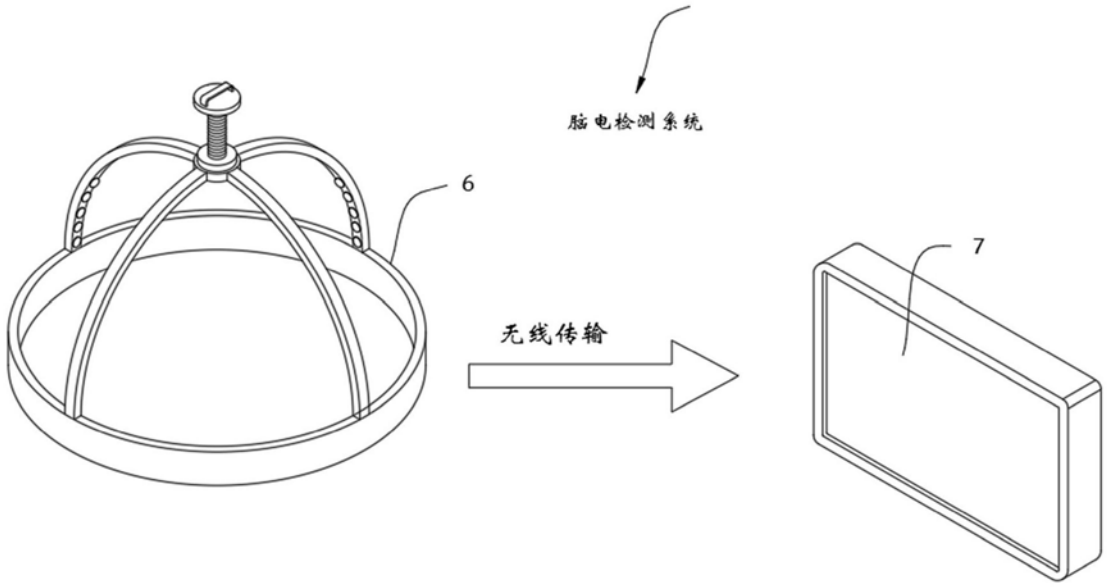


图17

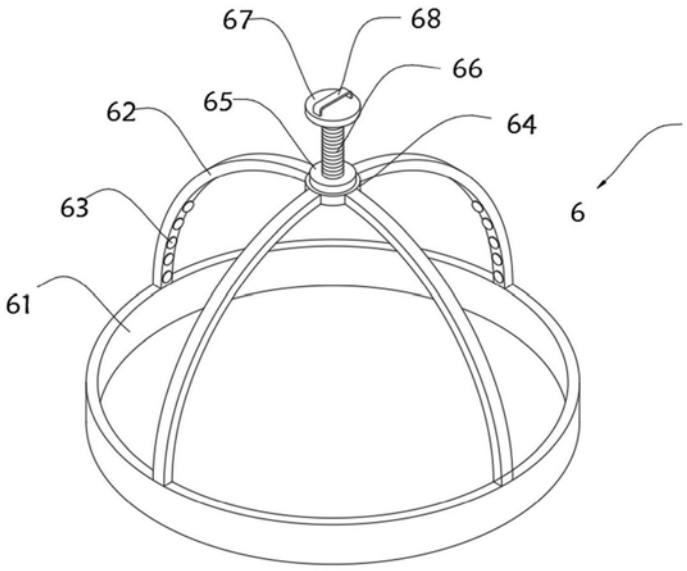


图18

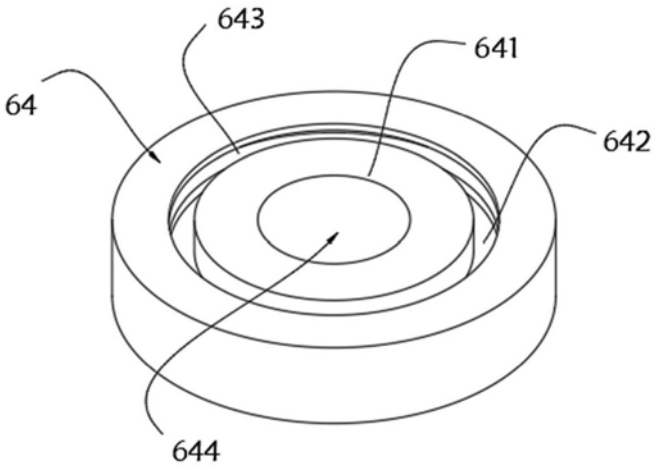


图19

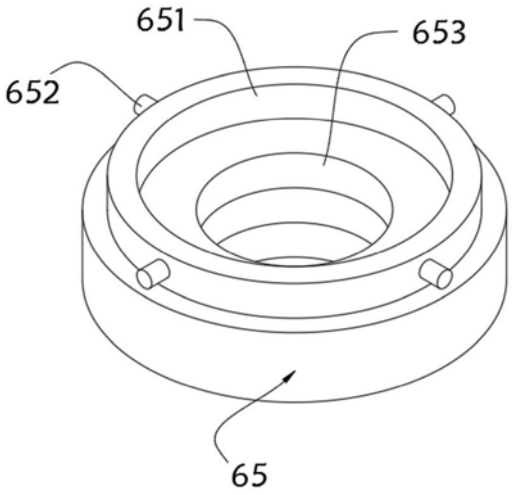


图20

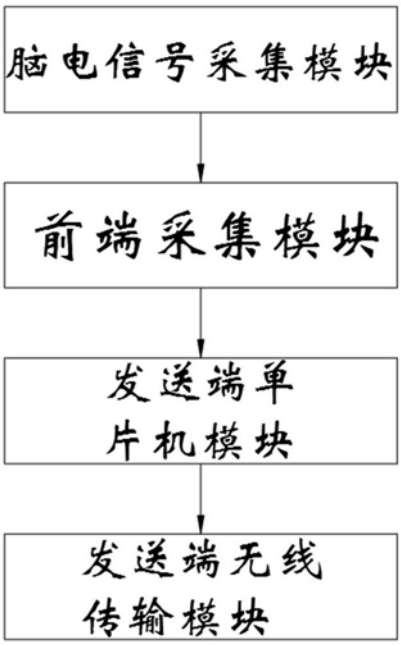

脑电信号采集模块
前端采集模块
发送端单
片机模块
发送端无线
传输模块

图21

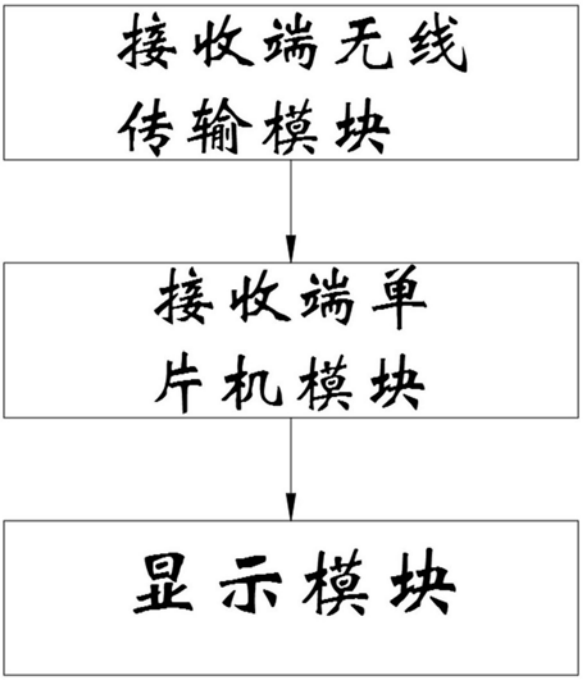

接收端无线
传输模块
接收端单
片机模块
显示模块

图22

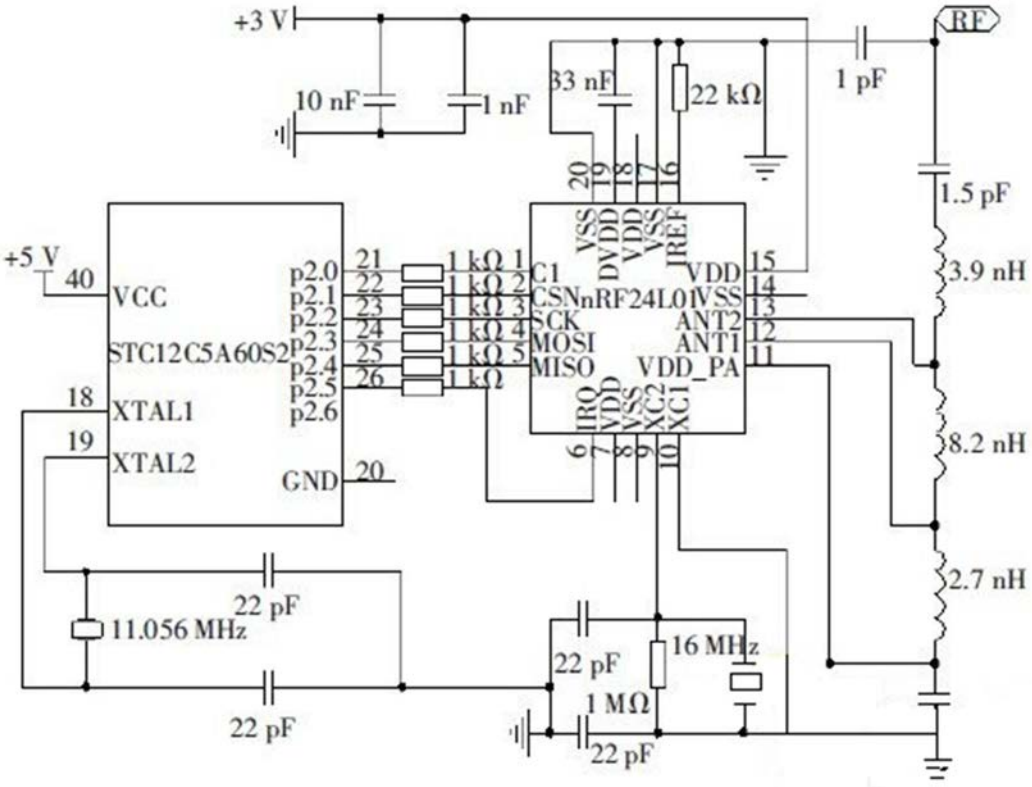

+3 V
10 nF
1 nF
33 nF
22 kΩ
1 pF
RF
1.5 pF
3.9 nH
8.2 nH
2.7 nH
+5 V
40
VCC
STC12C5A60S2
18
XTAL1
19
XTAL2
GND
20
p2.0
p2.1
p2.2
p2.3
p2.4
p2.5
p2.6
21
22
23
24
25
26
1 kΩ
1 kΩ 1
1 kΩ 2
1 kΩ 3
1 kΩ 4
1 kΩ 5
nRF24L01
C1
CSN
SCK
MOSI
MISO
IRQ
VDD
VSS
XC2
XC1
VSS
DVDD
VDD
VSS
IREF
VDD
VSS
ANT2
ANT1
VDD_PA
22 pF
11.056 MHz
22 pF
22 pF
16 MHz
1 MΩ
22 pF

图23

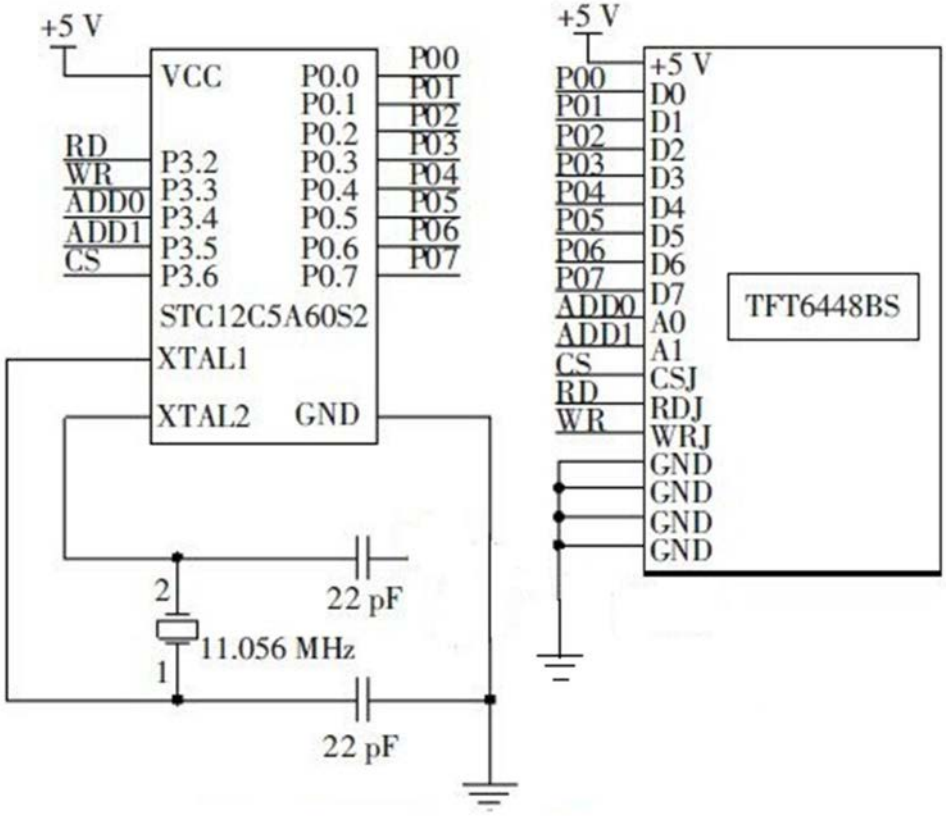

+5 V
VCC
P0.0
P0.1
P0.2
P0.3
P0.4
P0.5
P0.6
P0.7
P00
P01
P02
P03
P04
P05
P06
P07
RD
WR
ADD0
ADD1
CS
P3.2
P3.3
P3.4
P3.5
P3.6
STC12C5A60S2
XTAL1
XTAL2
GND
2
1
11.056 MHz
22 pF
22 pF
+5 V
P00
P01
P02
P03
P04
P05
P06
P07
ADD0
ADD1
CS
RD
WR
+5 V
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
A0
A1
CSJ
RDJ
WRJ
GND
GND
GND
GND
TFT6448BS

图24

专利名称(译)	应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法		
公开(公告)号	CN110236531A	公开(公告)日	2019-09-17
申请号	CN201910088658.5	申请日	2019-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	南京市儿童医院		
申请(专利权)人(译)	南京市儿童医院		
当前申请(专利权)人(译)	南京市儿童医院		
[标]发明人	陈静 李若妍 郭虎 陶伟 陈新 郑文娟 沙飞 叶玲		
发明人	陈静 李若妍 郭虎 陶伟 陈新 张笪 郑文娟 沙飞 吴旎 叶玲		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/0488 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0476 A61B5/0488 A61B5/4094 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7257 A61B2503/04 A61B2503/06		
代理人(译)	林青		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及癫痫检测系统技术领域，尤其为应用于Rolandic癫痫诊断的直立伸臂试验系统及方法，包括用于测量肌电信号的肌电检测系统和用于测量脑电信号的脑电检测系统。通过采用直立伸臂试验方法，该方法无不良反应及后遗效应，通过直立伸臂试验及早发现负性肌阵挛发作，提高阳性率，可协助临床早期诊断，判断预后，提早干预，减少患儿认知的损害，为临床诊断提供了有力的证据，大大提高了癫痫诊断及鉴别诊断的正确率，防止漏诊和延误治疗，负性肌阵挛发作同步肌电图呈现持续稳定的中等波幅肌电活动中一侧或双侧上肢肌电活动的静息或明显衰减，同期脑电图呈现为对侧或双侧Rolandic区为著的棘慢波发放现象，对于正确诊断癫痫发作，进一步的治疗和判断预后提供了有力的证据。

