



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103431846 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201310428028. 0

(22) 申请日 2013. 09. 18

(73) 专利权人 天津工业大学  
地址 300160 天津市河东区成林道 63 号

(72) 发明人 韦然 王金海 郑羽

(74) 专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限公司 12002

代理人 李益书

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

(56) 对比文件

- JP 平 1-270818 A, 1989. 10. 30, 全文.
- CN 1586425 A, 2005. 03. 02, 说明书第 4 页第 10 行至第 16 页第 9 行, 附图 1-6D.
- CN 101999819 A, 2011. 04. 06, 全文.
- WO 2012/0161489 A1, 2012. 06. 28, 全文.

JP 特开 2011-50632 A, 2005. 03. 17, 说明书第 3 页第 [0002] 段至第 4 页最后一行, 附图 4-5.

JP 特开 2005-66092 A, 2011. 03. 17, 说明书第 2 页第 [0001] 段至第 8 页第 [0030] 段, 附图 1-8.

CN 101278787 A, 2008. 10. 08, 全文.

审查员 方炜园

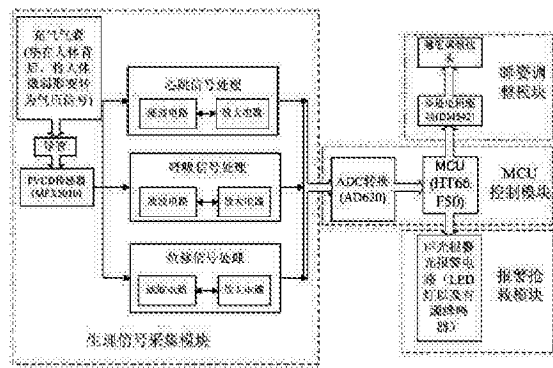
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

智能睡眠监控系统

(57) 摘要

本发明公开了一种接触面很小的智能睡眠监控系统, 它由生理信号采集模块, MCU 控制模块、电源模块、睡姿调整模块和报警抢救模块组成。其中生理信号采集模块采用气垫均衡人体在平躺过程中由于心肌收缩, 呼吸过程中胸腔收缩以及其他肌肉运动所产生的力, 通过压力传感器将人体呼吸、心率、位移等生理信号转换为电信号, 通过滤波、放大后传递给 MCU 进行处理、判断是否有睡眠呼吸终止, 心脏骤停, 跌落等异常, 检测异常时, MCU 通过驱动步进电机使枕头发生形变, 调整睡眠呼吸, 并针对异常进行相应的声光报警。本发明与被测体接触面积较小, 无需佩戴传感器, 不影响睡眠, 成本低廉, 便于操作和维护管理。可以用于老幼的日常家庭化监控的睡眠监控系统。



1. 智能睡眠监控系统,其特征在于该系统包括生理信号采集模块、MCU 控制模块、睡姿调整模块和报警抢救模块;其中,生理信号采集模块:生理信号采集模块包括一个可形变气囊,一路 MP5010 压力传感器、三路滤波电路和放大电路构成的带通滤波器,人体平躺压在可形变气囊上,由于人体心跳时心肌收缩,呼吸过程中胸腔收缩以及其他肌肉运动所产生的力改变了可形变气囊的体积,导致可形变气囊内部压强产生轻微变化,可形变气囊通过导管与 MP5010 压力传感器相连,MP5010 压力传感器将压强变化转化为电信号,由于呼吸、心率、位移信号的频率不同,分别通过通频带不同的四阶巴特沃兹滤波器,将呼吸、心率、位移信号分离提取后,分三路传入 MCU 控制模块;

MCU 控制模块:包括 A/D 转换模块和主控芯片;A/D 转换模块分别将生理信号采集模块采集的人体的呼吸、心率、位移三路模拟信号转换成数字信号并分别送入主控芯片,主控芯片对送入的呼吸、心率和位移的数字信号进行分析判断,得到人体呼吸、心率和位移信息;

睡姿调整模块:主要包括 DM542 步进电机驱动适配器、相应功率的步进电机以及形状受电机控制的睡姿调整枕头,所述睡姿调整枕头由左右两翼构成,左右两翼靠近中部相对一侧各安装有一个传动齿轮,并同时与步进电机轴上安装的驱动齿轮直接或间接啮合;所述的步进电机驱动适配器用于接收 MCU 控制模块发出的步进电机驱动脉冲以及步进电机驱动方向、步进电机驱动使能控制信号,并对睡姿调整枕头进行睡姿调整;

所述的睡姿调整模块采用两相混合式步进电机调整枕头的形变及位移,当 MCU 控制模块分析出人体呼吸信号没有,心率信号加快或不变,位移信号都正常时,通过 MCU 控制模块 I/O 口向睡姿调整模块发出电机驱动信号,使得步进电机逆时针旋转 20 个 PWM 脉冲即 36 度,由于齿轮传动,此时睡姿调整枕头两翼向下运动,被测者的头部被顶起,之后改变电机方向信号,使步进电机顺时针转动 2 倍逆时针转动角度即 72 度,此时睡姿调整枕头两翼向上运动,被测者的头部被陷入睡姿调整枕头中心部分,此时被测者头部保持向上状态,此后,再次改变电机方向信号,使电机逆时针转动 36 度,此时睡姿调整枕头两翼重新保持水平,睡姿调整结束;

报警抢救模块:包括灯光报警和声音报警,用于接收 MCU 控制模块发出的指令并报警,当 MCU 控制模块分析出掉床、心脏信号异常的危险症状时,驱动报警抢救模块进行相应的灯光和 / 或声音报警。

2. 根据权利要求 1 所述的智能睡眠监控系统,其特征在于,所述的 MCU 控制模块中的主控芯片采用 HT66F50 芯片。

3. 根据权利要求 1 所述的智能睡眠监控系统,其特征在于,所述的 MCU 控制模块进行信号处理的方法即通过四阶巴特沃兹滤波器,设计通频带分别为心率信号 0 ~ 1Hz、呼吸信号 1 ~ 2Hz、位移信号 10 ~ 15Hz 的三路带通模拟滤波器;从而从肌肉运动所产生的压力变化的信号中分解出心率信号、呼吸信号、位移信号。

## 智能睡眠监控系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种睡眠监控系统,尤其涉及一种成本低廉,接触面积小,操作简易的睡眠监控系统。

### 背景技术

[0002] 医学数据表明,夜间是疾病的高发期。急性心肌梗塞在夜间的发病率约占全天总发病率的一半,脑血栓患者在睡眠中发病猝死的人数高达 70%~80%。另外,许多疾病也多在夜间加重,包括心功能不全、支气管炎、哮喘等。尤其是老年和重症患者,夜间发病概率更大,当今市面上的检测系统大多采用绷带或贴片传感的形式,不但设备造价高,不利于家庭检测,而且在检测过程中,极大地影响了被测者的睡眠质量,带来更大的隐患。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是解决现有睡眠检测系统存在造价高和使用影响被测者睡眠质量的问题,提出一种智能睡眠监控系统。该系统不仅能够利用气垫装置检测被测者的心率、呼吸、位移信号,并实时显示数据值,还可以通过控制电机进行睡姿调整和异常情况报警。

[0004] 本发明的技术方案是:

[0005] 智能睡眠监控系统,包括生理信号采集模块、MCU 控制模块、电源模块、睡姿调整模块和报警抢救模块;

[0006] 生理信号采集模块,包括一个可形变气囊,一路 MP5010 压力传感器、三路由滤波电路和放大电路构成的带通滤波器,人体平躺压在可形变气囊上,由于人体心跳时心肌收缩,呼吸过程中胸腔收缩以及其他肌肉运动所产生的力改变了可形变气囊的体积,导致可形变气囊内部压强产生轻微变化,可形变气囊通过导管与 MP5010 压力传感器相连,MP5010 压力传感器将压强变化转化为电信号,由于呼吸、心率、位移信号的频率不同,分别通过通频带不同的四阶巴特沃兹滤波器,将呼吸、心率、位移信号分离提取后,分三路传入 MCU 控制模块。

[0007] MCU 控制模块,包括由 3 路 AD620 组成的 A/D 转换模块和主控芯片;A/D 转换模块分别将生理信号采集模块采集的人体的呼吸、心率、位移三路模拟信号转换成数字信号并分别送入主控芯片,主控芯片对送入的呼吸、心率、位移和鼾声的数字信号进行分析判断,得到人体呼吸、心率、位移信息,MCU 控制模块 I/O 口接收三路采集到的信号,根据医疗知识,对采集的电信号进行处理与诊断。检测被测体是否有睡眠呼吸终止,心脏骤停,猝死,跌落等症状,当检测到异常状况时,MCU 控制模块向通过控制 PWM 波输出来驱动睡姿调整模块中的步进电机,调整睡姿,从而使得睡眠呼吸得到改善。并针对危险症状,驱动报警抢救模块进行相应的灯光和声音报警。

[0008] 睡姿调整模块:主要包括 DM542 或同类的步进电机驱动适配器、相应功率的步进电机以及形状受电机控制的睡姿调整枕头,所述睡姿调整枕头由左右两翼构成,左右两翼靠近中部相对一侧各安装有一个传动齿轮,并同时与步进电机轴上安装的驱动齿轮直接或

间接啮合；

[0009] 所述的步进电机驱动适配器用于接收 MCU 控制模块发出的步进电机驱动脉冲以及方向、使能控制信号,并对睡姿调整枕头进行睡姿调整；

[0010] 报警抢救模块:包括灯光报警和声音报警,用于接收 MCU 控制模块发出的指令并报警,当 MCU 控制模块分析出掉床、心脏信号异常的危险症状时,驱动报警抢救模块进行相应的灯光和 / 或声音报警。

[0011] 所述的压力传感器采用 freescale 公司生产的 MPX5010,所述的电机采用两相混合式步进电机,所述的 MCU 控制模块采用 HT66F50 芯片。

[0012] 所述的 MCU 控制模块进行信号处理的方法即通过四阶巴特沃兹滤波器或者其他阶次的模拟滤波器,设计通频带分别为心率信号 0 ~ 1Hz、呼吸信号 1 ~ 2Hz、位移信号 10 ~ 15Hz 的三路带通模拟滤波器;从而从肌肉运动所产生的压力变化的信号中分解出心率信号、呼吸信号、位移信号。

[0013] 所述的睡姿调整模块采用两相混合式步进电机调整枕头的形变及位移,当 MCU 控制模块分析出人体呼吸信号没有,心率信号加快或不变,位移信号都正常时,通过 MCU 控制模块 I/O 口向睡姿调整模块发出电机驱动信号,使得步进电机逆时针旋转 20 个 PWM 脉冲即 36 度,由于齿轮传动,此时睡姿调整枕头两翼向下运动,被测者的头部被顶起,之后改变电机方向信号,使步进电机顺时针转动 2 倍逆时针转动角度即 72 度,此时睡姿调整枕头两翼向下运动,被测者的头部被陷入睡姿调整枕头中心部分,此时被测者头部保持向上状态,此后,再次改变电机方向信号,使电机逆时针转动 36 度,此时睡姿调整枕头两翼重新保持水平,睡姿调整结束。

[0014] 本发明的优点和有益效果:

[0015] 本发明通过气垫与 PVCD 传感器相结合的方式对人体呼吸、心跳、位移三路信号进行检测,极大的减小了以往检测系统在检测过程中对被测体正常睡眠的影响;根据这些信号的特性用搭建简单的滤波电路进行数据采集,节省设计成本;该系统操作简单,对测试环境要求较低,能广泛应用于老幼重症家庭监控;并且,该系统在实现监控的同时,还通过单片机对其枕头位移进行调整,改变睡眠者的睡眠姿势,防止呼吸暂停带来的意外发生,提高睡眠安全度。

## 附图说明

[0016] 图 1 为智能睡眠监控系统系透连接图。

[0017] 图 2 为智能睡眠监控系统主程序流程图。

[0018] 图 3 为睡姿调整枕头的机械结构图。

[0019] 1 步进电机,2 驱动齿轮,3 传动齿轮,4 睡姿调整枕头左翼,5 睡姿调整枕头右翼,6 缓冲弹簧 7 电机及齿轮固定架。

[0020] 图 4 为检测系统采集的心跳、呼吸、位移波形图,图中, a. 设计的检测系统采集的心跳波形 b. MP150 采集的心跳波形, c. 设计的检测系统采集数据经微分阈值得到的心跳波形, d. MP150 采集数据经微分阈值得到的心跳波形, e. 设计的检测系统采集的位移波形。

## 具体实施方式

[0021] 如图 1 所示,智能睡眠监控系统包括,

[0022] 压力传感器、气垫、气体导管、信号处理电路、MCU 控制模块、睡姿调整模块和报警抢救模块;其

[0023] 采用 PVCD 采集人体模拟信号,通过信号处理电路,对信号进行放大滤波,将 PVCD 采集到的模拟信号通过三路带通滤波器,分离出心跳、呼吸和位移的信号,他们的频率分别为  $0 \sim 1\text{HZ}$ 、 $1 \sim 2\text{HZ}$ 、 $10 \sim 15\text{HZ}$ 。

[0024] MCU 控制模块选用 HT66F50 作为主控芯片,它接收通过 A/D 转换器得到的数字信号,对得到的信号进行处理与诊断,若发现睡眠呼吸中止,通过单片机 I/O 口控制电机驱动,使枕头的位移、形状发生变化,及时调整人体睡姿,改善呼吸状况;若检测到心脏骤停,猝死,跌落等症状,通过报警抢救模块,进行声光报警。

[0025] 本发明具有两种功能,即报警功能和睡姿调整功能。报警功能包括声报警和光报警,传感器检测检测人体生理信号,将生理信号进行放大滤波等处理后,通过配置 I/O 口实现模数转换并实现信号采集,对采集的信号进行波形整理,拟合等处理,利用定时器 0 中断处理对三路生理参数波形信号转换为心率,呼吸频率和位移标志,将这些信号与正常值作比较,进行信号异常判定,对异常情况进行步进电机驱动和声光报警等功能。

[0026] 图 2 所示为本发明系统的主程序流程图,

[0027] 系统上电后,首先进行初始化,单片机上电复位,重置 PC 寄存器,对单片机进行初始化和 GPIO 初始化,定义各 IO 口的工作类型和采样频率,对计数器装入初值,打开总中断和计数器中断,接受外围数据采集模块的三路测量信号,利用计数器 0 进行计时,计算心率,呼吸频率的值。将心率,呼吸频率值与判别阈值作比较,异常则给相应的标准位置 '1',否则置 '0'。之后根据表 1 的异常处理原则分别触发 PWM 输出模式控制电机和相应的 IO 口取反过来控制 LED 和蜂鸣器进行声光报警。逻辑功能表如表 1 所示。

[0028] 表 1

[0029]

心跳 信号	位移 信号	呼吸 信号	判断	指示
0	0	0	仪器异常/身 体异常	红灯
0	0	1	身体异常	声光报警
0	1	0	掉床	声光报警
0	1	1	身体异常	声光报警
1	0	0	呼吸阻塞	睡姿调整, 移动枕头
1	0	1	正常	绿灯
1	1	0	呼吸阻塞	睡姿调整, 移动枕头
1	1	1	正常	绿灯

[0030] 如图 3 所示:所述睡姿调整枕头由睡姿调整枕头左翼 4 和睡姿调整枕头右翼 5 构成,左右两翼靠近中部相对一侧各安装有一个传动齿轮 3,并同时与步进电机 1 轴上安装的驱动齿轮 2 直接或间接啮合;左右两翼下面设置有缓冲弹簧 6,传动齿轮 3、步进电机 1 和驱动齿轮 2 安装在电机及齿轮固定架 7 上。

[0031] 当 MCU 控制模块分析出人体呼吸信号没有,心率信号加快或不变,位移信号都正常时,通过 MCU 控制模块 I/O 口向睡姿调整模块发出电机驱动信号,步进电机逆时针旋转 20 个 PWM 脉冲即 36 度,此时睡姿调整枕头两翼向下运动,被测者的头部被顶起,之后改变电机方向信号,使步进电机顺时针转动 2 倍逆时针转动角度即 72 度,两翼向下运动,被测者的头部被陷入睡姿调整枕头中心部分,并使测者头部保持向上状态,最后再次改变电机方向信号,使电机逆时针转动 36 度,使两翼重新保持水平,睡姿调整结束。

[0032] 从图 4 (a)中可以看出,设计的检测系统能很好的检测出心跳的信号特征,但波形的底部人存在一定幅度的抖动。图 4 (b)显示,MP150 能够精确的测量出心跳信号波形。为了较好的提取出心跳信号的特征,便于计算出心跳信号的频率即心率,采用微分阈值法对实验者的心跳波形进行处理。处理后的波形分别如图 4 (c)、(d)所示。呼吸波形如图 4 (e)所示,吸气过程对应于波形的上升部分,呼气过程对应于波形的下降部分。呼吸频率的检测方法和心率的检测方法相同。

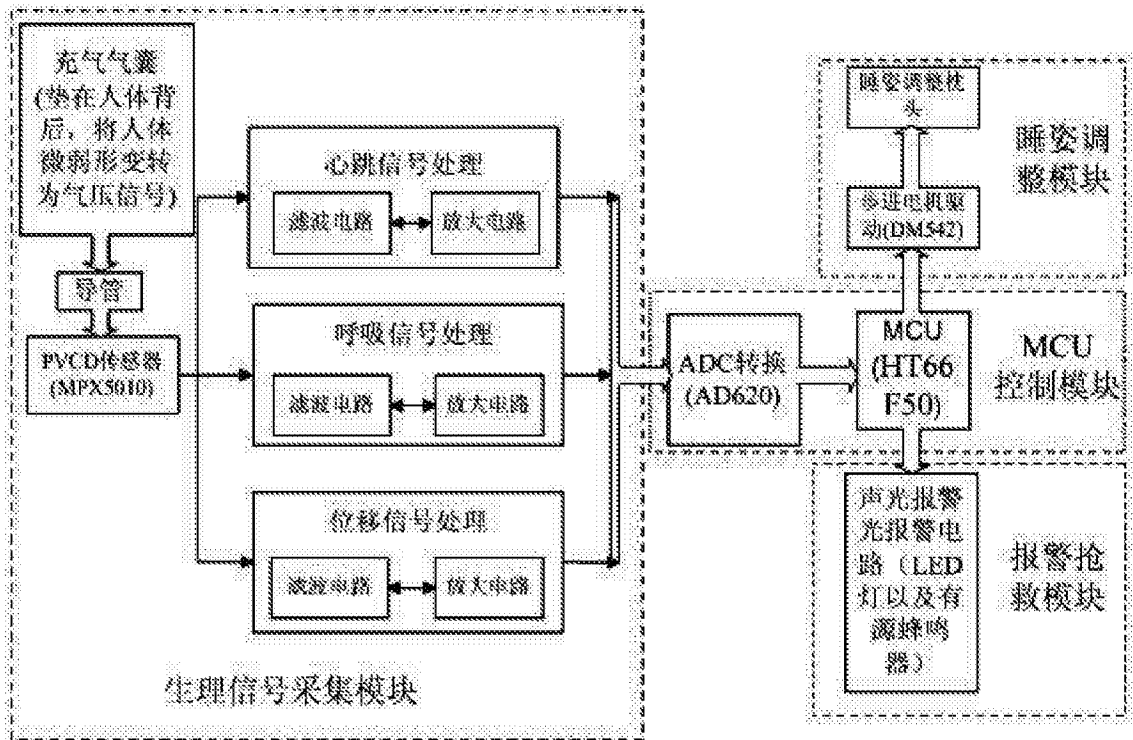


图 1

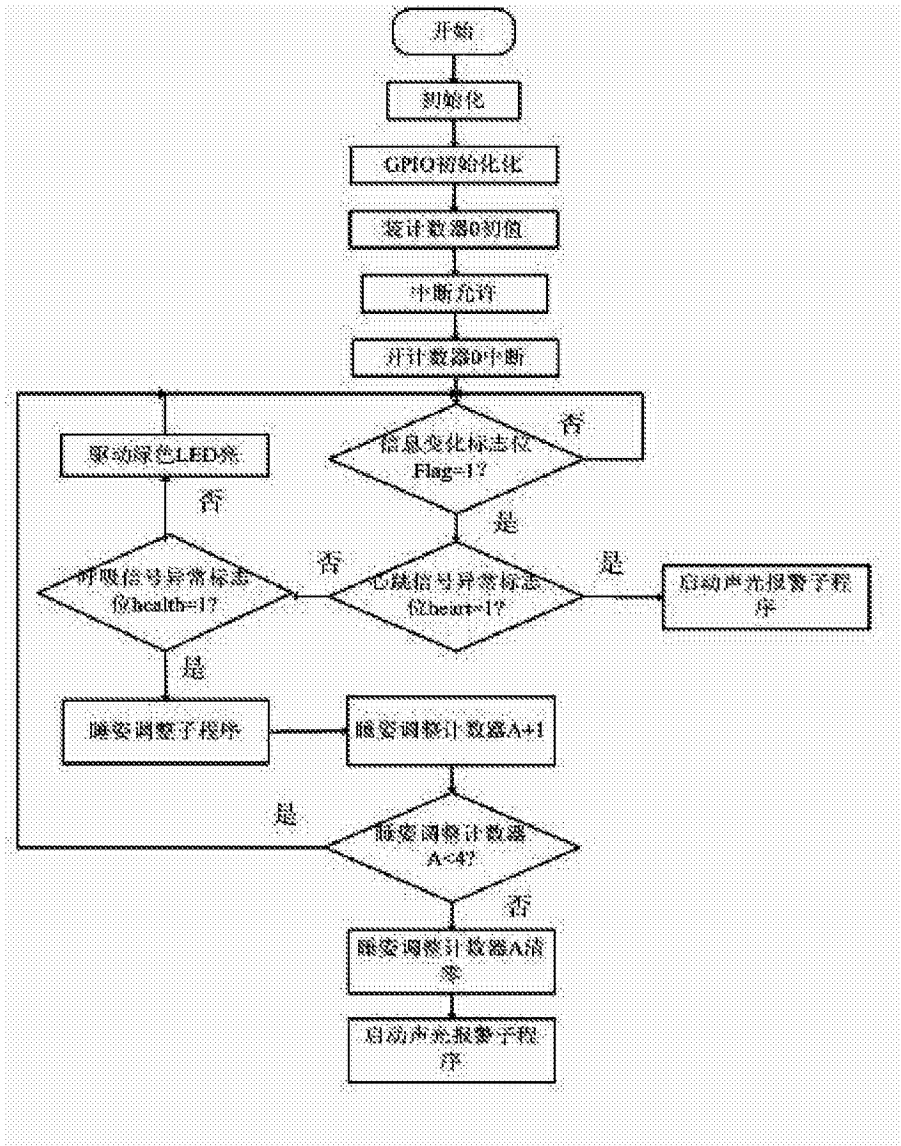


图 2

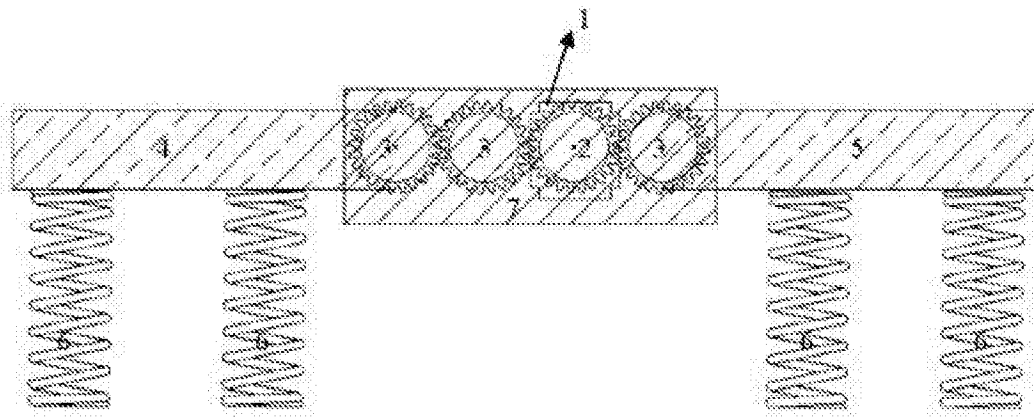


图 3



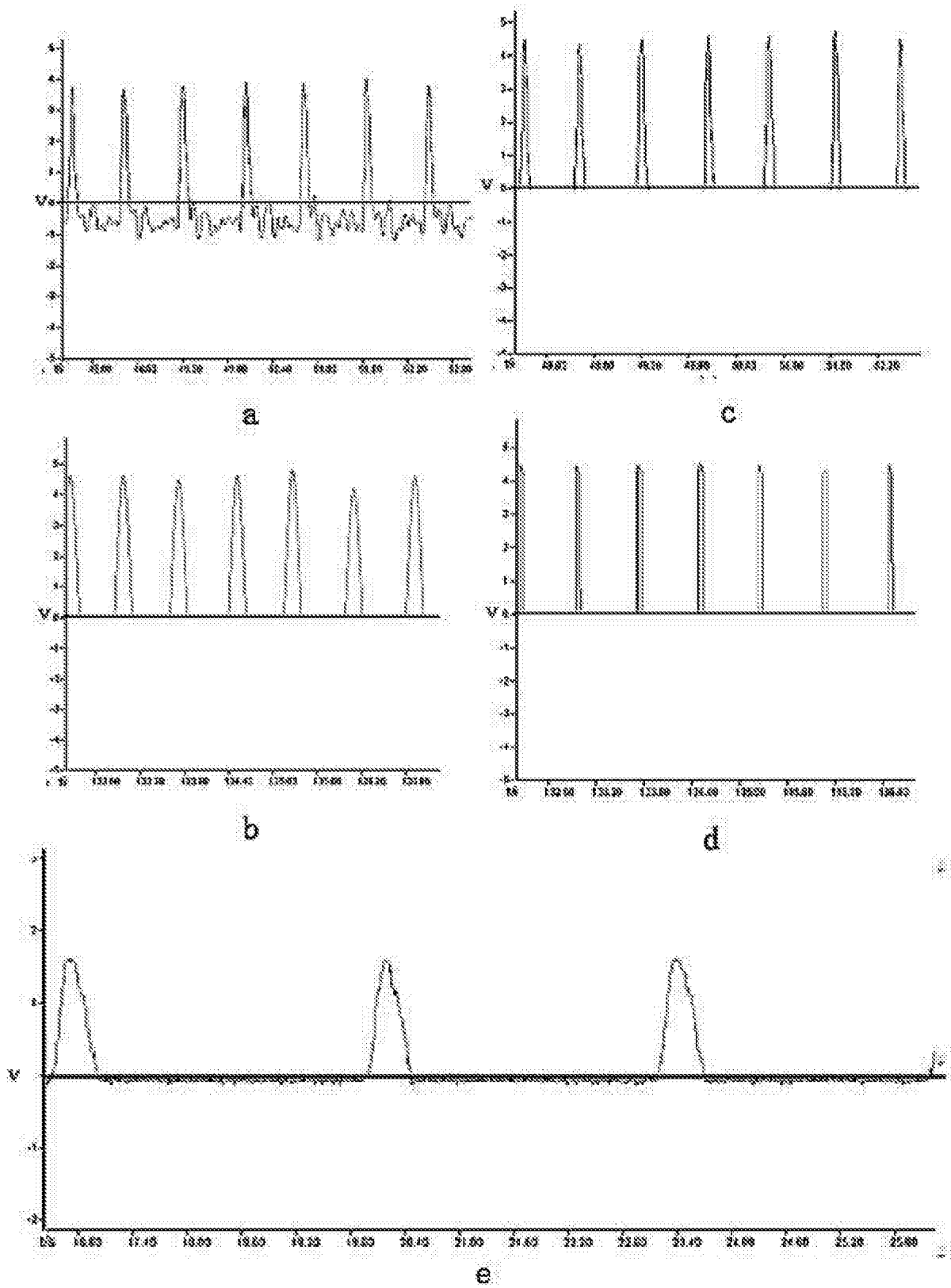


图 4