



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109480787 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811637422.4

(22)申请日 2018.12.29

(71)申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号

(72)发明人 杨先军 姚志明 周旭 李红军
王辉 孙怡宁 张晓翟 王涛
高理升

(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251

代理人 杨学明 顾炜

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

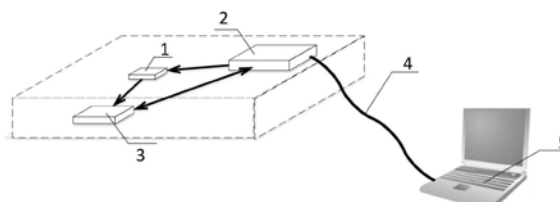
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法,非接触式睡眠监测设备包括超宽带雷达模块、数据采集传输模块、电源模块、数据线和上位机,所述睡眠分期方法首先通过非接触式睡眠监测设备采集人体躺卧时的雷达回波数据并传输至上位机,然后上位机对雷达回波数据进行去直流分量与傅里叶变换,通过频域波形分析区分体动状态;再通过对雷达回波数据进行数字滤波与傅里叶变换提取体征特征参数;最后,根据分析提取的体动状态和体征特征参数对睡眠状态进行分期。本发明提供的基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法能够非接触无干扰地获取人体的体动和体征信息并对睡眠状况进行分期,使用舒适方便。



1. 一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,其特征在于:非接触式睡眠监测设备包括超宽带雷达模块、数据采集传输模块、电源模块、数据线和上位机,非接触式睡眠监测设备基于睡眠分期方法对睡眠状态进行监测分析;

所述超宽带雷达模块用于向人体发射雷达波并接收雷达回波数据;

所述数据采集传输模块用于采集雷达回波数据并传输给上位机;

所述电源模块为非接触式睡眠监测设备内的各个单元模块供电;

所述数据线同时为非接触式睡眠监测设备提供电源线和数据传输线;

所述上位机用于雷达回波数据的处理分析及睡眠分期;

睡眠分期方法首先通过非接触式睡眠监测设备采集人体躺卧时的雷达回波数据并传输至上位机,然后上位机对雷达回波数据进行去直流分量与傅里叶变换处理得到频域波形,通过频域波形分析区分体动状态;再通过对雷达回波数据进行数字滤波与傅里叶变换提取体特征参数;最后,根据分析提取的体动状态和体特征参数进行睡眠分期。

2. 根据权利要求1所述的一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,其特征在于:所述超宽带雷达模块包括发射单元和接收单元,其中,发射单元包括脉冲生成器和脉冲发射器,接收单元包含脉冲接收器、放大器、AD转换器和存储器。

3. 根据权利要求1所述的一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,其特征在于:所述频域波形分析是指对频域波形高幅值分量占总体的比例,计算得到体动指数MI, $MI = \frac{F_{(k)}^{High}}{F_{(k)}^{Sleep}}$,根据体动指数MI将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态。

4. 根据权利要求1所述的一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,其特征在于:所述体特征参数是指对胸部区域的雷达回波进行处理计算得到的体特征参数,包括呼吸率、心率以及一段时间内的呼吸率、心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差;呼吸率和心率的计算方法包括设计不同频率的数字带通滤波器对雷达回波数据进行滤波,分别得到包含呼吸率信息与心率信息的时域波形,然后对时域波形进行傅里叶变换提取呼吸率与心率。

5. 根据权利要求1所述的一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,其特征在于:所述睡眠分期方法是指上位机基于所述雷达回波数据并融合体动状态和体特征参数的机器学习建立睡眠分期模型,睡眠分期模型根据计算得到的体动指数和体特征参数的权重建立,睡眠监测时采用睡眠分期模型对实时的雷达回波数据进行处理后将睡眠状态分成清醒、浅度睡眠和深度睡眠。

6. 一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠分期方法,利用权利要求1所述的一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,其特征在于:包括以下工作步骤:

步骤101:非接触式睡眠监测设备接通电源,上电操作;

步骤102:对非接触式睡眠监测设备进行初始化设置;

步骤103:用户躺卧在床上,非接触式睡眠监测设备发射雷达波并接收雷达回波;

步骤104:非接触式睡眠监测设备将采集到的雷达回波数据通过数据线传输至上位机;

步骤105:上位机对雷达回波数据进行去直流分量处理;

步骤106:通过傅里叶变换处理得到频域波形,采用频域波形分析计算体动指数MI,根

据MI值将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态；

步骤107:设计不同频率的数字带通滤波器对雷达回波数据进行滤波,分别得到包含呼吸率信息与心率信息的时域波形,然后对时域波形进行傅里叶变换,选取频域波形中幅值最高的频率作为这段时间内的呼吸率与心率；

步骤108:从已得到的呼吸率与心率中,提取当前一段时间的呼吸率和心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差,组成体征特征参数；

步骤109:根据体动指数和体征特征参数,将睡眠状态分成清醒、浅度睡眠和深度睡眠。

一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法

技术领域

[0001] 本发明涉及到睡眠监测及睡眠评估领域,特别涉及一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法。

背景技术

[0002] 在现有技术中,目前医学常用的方法是采用多导睡眠监测,让人体穿戴胸部呼吸带,腹部呼吸带,配合心电图、脑电图、肌电以及血氧浓度测量的方法来综合诊断。传统测试与诊断方法需要同时用到多种测试方法,在大多数场合使用很不方便。并且需要在人体上贴大量电极,对于初期尝试的人来说也很不习惯,反而会影响到睡眠测试结果,对于长时间多次测量也是不方便。

[0003] 经检索中国专利号为CN201510605085.0公开了一种发明专利,设计一种非接触式的睡眠分期和睡眠呼吸障碍检测方法,采用无线收发机发射超宽带脉冲的无线电波在直射到人体胸部,根据人体在睡眠的不同阶段,其呼吸频率,呼吸幅度,体动,心脏搏动信号会发生相应的变化,进行睡眠分期的判决。虽然该专利提供了无线电波的回波信号分析方法并进行睡眠呼吸障碍检测,比传统的多导睡眠监测的操作方便,但是对从回波中提取信息的方法与睡眠分期的方法描述不足,在当今智能化的社会还是不能满足用户的需求。

发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供了一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法,解决非接触无干扰睡眠监测及睡眠分期问题。

[0005] 本发明采用的技术方案为:一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,非接触式睡眠监测设备包括超宽带雷达模块、数据采集传输模块、电源模块、数据线和上位机,非接触式睡眠监测设备基于睡眠分期方法对睡眠状态进行监测分析;

[0006] 所述超宽带雷达模块用于向人体发射雷达波并接收雷达回波数据;

[0007] 所述数据采集传输模块用于采集雷达回波数据并传输给上位机;

[0008] 所述电源模块为非接触式睡眠监测设备内的各个单元模块供电;

[0009] 所述数据线同时为非接触式睡眠监测设备提供电源线和数据传输线;

[0010] 所述上位机用于雷达回波数据的处理分析及睡眠分期;

[0011] 所述睡眠分期方法首先通过非接触式睡眠监测设备采集人体躺卧时的雷达回波数据并传输至上位机,然后上位机对雷达回波数据进行去直流分量与傅里叶变换处理得到频域波形,通过频域波形分析区分体动状态;再通过对雷达回波数据进行数字滤波与傅里叶变换提取体征特征参数;最后,根据分析提取的体动状态和体征特征参数进行睡眠分期。

[0012] 其中,所述超宽带雷达模块包括发射单元和接收单元,其中,发射单元包括脉冲生成器和脉冲发射器,接收单元包含脉冲接收器、放大器、AD转换器和存储器。

[0013] 其中,所述频域波形分析是指对频域波形高幅值分量占总体的比例,计算得到体

动指数MI, $MI = \frac{F^{High}(k)}{F^{Sleep}(k)}$, 根据体动指数MI将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态。

[0014] 其中,所述体征特征参数是指对胸部区域的雷达回波进行处理计算得到的体征特征参数,包括呼吸率、心率以及一段时间内的呼吸率、心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差;呼吸率和心率的计算方法包括设计不同频率的数字带通滤波器对雷达回波数据进行滤波,分别得到包含呼吸率信息与心率信息的时域波形,然后对时域波形进行傅里叶变换提取呼吸率与心率。

[0015] 其中,所述睡眠分期方法是指上位机基于所述雷达回波数据并融合体动状态和体征特征参数的机器学习建立睡眠分期模型,睡眠分期模型根据计算得到的体动指数和体征特征参数的权重建立,睡眠监测时采用睡眠分期模型对实时的雷达回波数据进行处理后将睡眠状态分成清醒、浅度睡眠和深度睡眠。

[0016] 一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠分期方法,包括以下工作步骤:

[0017] 步骤101:非接触式睡眠监测设备接通电源,上电操作;

[0018] 步骤102:对非接触式睡眠监测设备进行初始化设置;

[0019] 步骤103:用户躺卧在床上,非接触式睡眠监测设备发射雷达波并接收雷达回波;

[0020] 步骤104:非接触式睡眠监测设备将采集到的雷达回波数据通过数据线传输至上位机;

[0021] 步骤105:上位机对雷达回波数据进行去直流分量处理;

[0022] 步骤106:通过傅里叶变换处理得到频域波形,采用频域波形分析计算体动指数MI,根据MI值将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态;

[0023] 步骤107:设计不同频率的数字带通滤波器对雷达回波数据进行滤波,分别得到包含呼吸率信息与心率信息的时域波形,然后对时域波形进行傅里叶变换,选取频域波形中幅值最高的频率作为这段时间内的呼吸率与心率;

[0024] 步骤108:从已得到的呼吸率与心率中,提取当前一段时间的呼吸率和心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差,组成体征特征参数;

[0025] 步骤109:根据体动指数和体征特征参数,将睡眠状态分成清醒、浅度睡眠和深度睡眠。

[0026] 本发明具有以下有益效果:

[0027] (1) 超宽带雷达相比来说需要较高的发射功率,但其平均功耗小,具有高空间分辨率高灵敏度,能探测到呼吸与心跳发生时身体表面的轻微体动也能;有较高的抗干扰性,能够通过距离门技术抑制杂乱回波和减少多径干扰;具有良好的穿透性,即使睡眠时人体穿着厚重衣被也能采集回波,不会出现无法检测的情况。

[0028] (2) 该设备采用非接触式测量,对于人体睡眠无干扰,可以选择按放在床边、安装在卧室吊顶、墙面等位置,安装简单便捷。该设备可以选择进入自动测量模式,在测量模式中,系统可以实时分析和记录人体呼吸、心率、体动与睡眠分期情况。

[0029] (3) 本发明中对雷达回波采用频域波形分析出体动情况,上述频域波形分析是指,

对雷达回波采用对频域波形高幅值分量占总体的比例,计算得到体动指数MI, $MI = \frac{F_{(k)}^{High}}{F_{(k)}^{Sleep}}$,根

据体动指数MI将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态。

[0030] (4) 本发明中通过超宽带雷达模块与数据采集传输模块,实时获取人体在睡眠过程中雷达回波数据,并利用机器学习建立体动指数、体征特征参数与人体睡眠情况之间的模型进行预测。上述体征特征参数包括呼吸率、心率以及一段时间内的呼吸率、心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差,基于这些特征参数能够比较全面准确地区分睡眠状态。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1为本发明实施例提供的基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备的功能模块组成框图;

[0033] 图2为本发明实施例提供的基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备的超宽带雷达模块的功能模块组成框图;

[0034] 图3为本发明实施例提供的工作步骤示意图。

[0035] 图中:1-超宽带雷达模块,2-电源模块,3-数据采集传输模块,4-数据线,5-上位机;11-发射单元,111-脉冲生成器,112-脉冲发射器,12-接收单元,121-脉冲接收器,122-放大器,123-AD转换器,124-存储器。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图以及具体实施方式进一步说明本发明。

[0037] 如图1所示,本发明一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备,非接触式睡眠监测设备包括超宽带雷达模块1、数据采集传输模块3、电源模块2、数据线4和上位机5,非接触式睡眠监测设备基于睡眠分期方法对睡眠状态进行监测分析;

[0038] 所述超宽带雷达模块1用于向人体发射雷达波并接收雷达回波数据;

[0039] 所述数据采集传输模块3用于采集雷达回波数据并传输给上位机5;

[0040] 所述电源模块2为非接触式睡眠监测设备内的各个单元模块供电;

[0041] 所述数据线4同时为非接触式睡眠监测设备提供电源线和数据传输线;

[0042] 所述上位机5用于雷达回波数据的处理分析及睡眠分期;

[0043] 所述睡眠分期方法首先通过非接触式睡眠监测设备采集人体躺卧时的雷达回波数据并传输至上位机5,然后上位机5对雷达回波数据进行去直流分量处理和傅里叶变换,得到频域波形,通过频域波形分析区分体动状态;再通过对雷达回波数据进行数字滤波与傅里叶变换提取体征特征参数;最后,根据分析提取的体动状态和体征特征参数进行睡眠分期。

[0044] 所述去直流分量处理是指对获得的一段时间雷达回波,计算其平均值,再将这段

时间的雷达回波数据减去平均值,得到去直流分量波形。

[0045] 所述数字滤波的参数设定为带通滤波器,心跳信号滤波器的阶数为140,采用Bartlett窗,通带频率为0.5-4.0Hz;呼吸信号滤波器的阶数为490,采用Bartlett窗,通带频率为0.2-1.5Hz。

[0046] 所述超宽带雷达模块包括发射单元11和接收单元12,其中,发射单元11包括脉冲生成器111和脉冲发射器112,接收单元包含脉冲接收器121、放大器122、AD转换器123和存储器124。

[0047] 所述频域波形分析是指对频域波形高幅值分量占总体的比例,计算得到体动指数

MI, $MI = \frac{F_{(k)}^{High}}{F_{(k)}^{Sleep}}$, 根据体动指数MI将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态。

其中 $F_{(k)}^{High}$ 为频域波形中幅值大于一定阈值的高幅值信号的数量, $F_{(k)}^{Sleep}$ 为频域波信号的个数。

[0048] 所述体征特征参数是指对胸部区域的雷达回波进行处理计算得到的体征特征参数,包括呼吸率、心率以及一段时间内的呼吸率、心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差;呼吸率和心率的计算方法包括设计不同频率的数字带通滤波器对雷达回波数据进行滤波,分别得到包含呼吸率信息与心率信息的时域波形,然后对时域波形进行傅里叶变换提取呼吸率与心率。

[0049] 所述睡眠分期方法是指上位机5基于所述雷达回波数据并融合体动状态和体征特征参数的机器学习建立睡眠分期模型,睡眠分期模型根据计算得到的体动指数和体征特征参数的权重建立,睡眠监测时采用睡眠分期模型对实时的雷达回波数据进行处理后将睡眠状态分成清醒、浅度睡眠和深度睡眠。

[0050] 一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠分期方法,包括以下工作步骤:

[0051] 步骤101:非接触式睡眠监测设备接通电源,上电操作;

[0052] 步骤102:对非接触式睡眠监测设备进行初始化设置;

[0053] 步骤103:用户躺卧在床上,非接触式睡眠监测设备发射雷达波并接收雷达回波;

[0054] 步骤104:非接触式睡眠监测设备将采集到的雷达回波数据通过数据线4传输至上位机5;

[0055] 步骤105:上位机5对雷达回波数据进行去直流分量处理;

[0056] 步骤106:通过傅里叶变换处理得到频域波形,采用频域波形分析计算体动指数MI,根据MI值将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状态;

[0057] 步骤107:设计不同频率的数字带通滤波器对雷达回波数据进行滤波,分别得到包含呼吸率信息与心率信息的时域波形,然后对时域波形进行傅里叶变换,选取频域波形中幅值最高的频率作为这段时间内的呼吸率与心率;

[0058] 步骤108:从已得到的呼吸率与心率中,提取当前一段时间的呼吸率和心率的统计参数,如呼吸幅值变化值、心率幅值变化值、心率变异值、呼吸率方差、呼吸率方差和心率方差,组成体征特征参数;

[0059] 步骤109:根据体动指数和体征特征参数,将睡眠状态分成清醒、浅度睡眠和深度睡眠。

[0060] 其中,体动状态的区分方法:对雷达回波去直流分量处理,再进行傅里叶变换得到频域波形,计算频域波形中的高幅值分量的频谱幅值占总体频谱幅值的比例,得到体动指

数MI, $MI = \frac{F_{(k)}^{\text{High}}}{F_{(k)}^{\text{Sleep}}}$,根据体动指数MI将体动状态分成大幅度体动、正常体动与轻微体动三种状

态。当MI处于 $[0, 0.02]$ 区间时,属于无人状态;当MI处于 $[0.02, 0.18]$ 区间时,属于正常体动状态;当MI处于 $(0.18, 0.38)$ 时,属于轻微体动状态;当MI处于 $[0.38, 1]$ 区间时,属于大幅度体动状态。

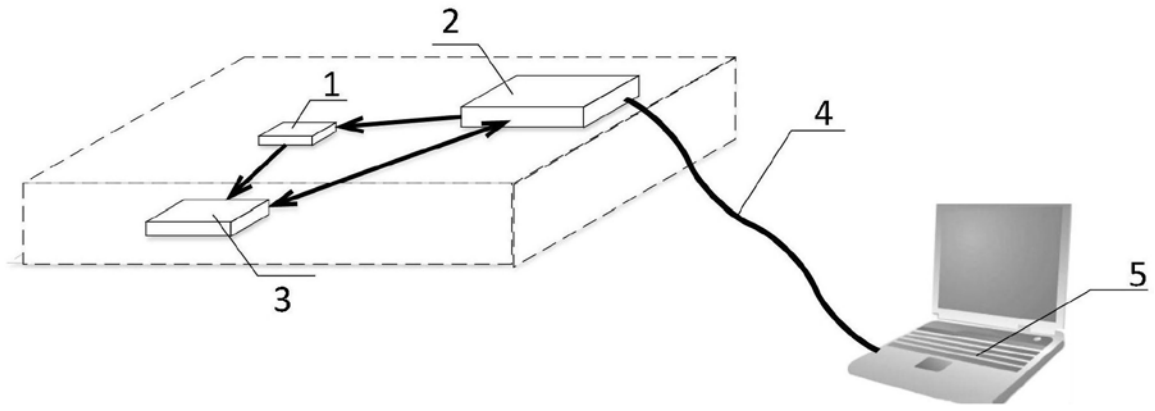


图1

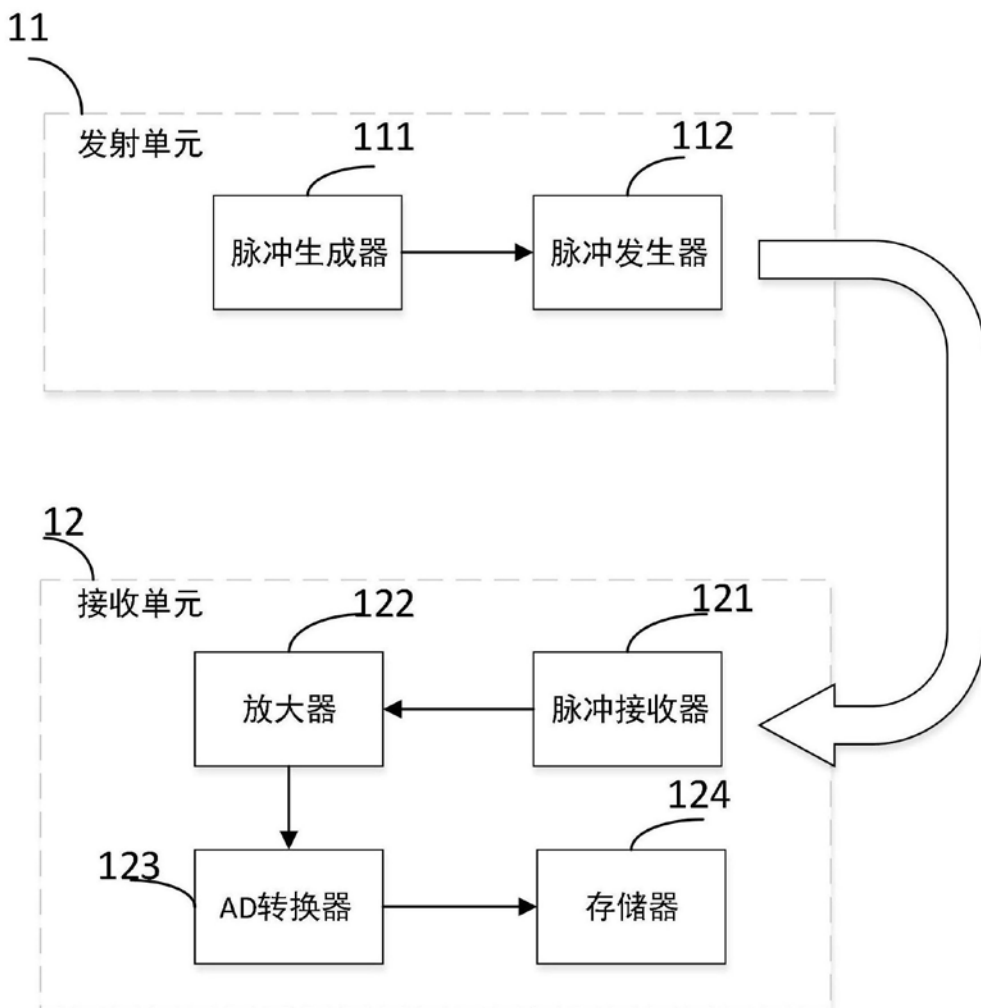


图2

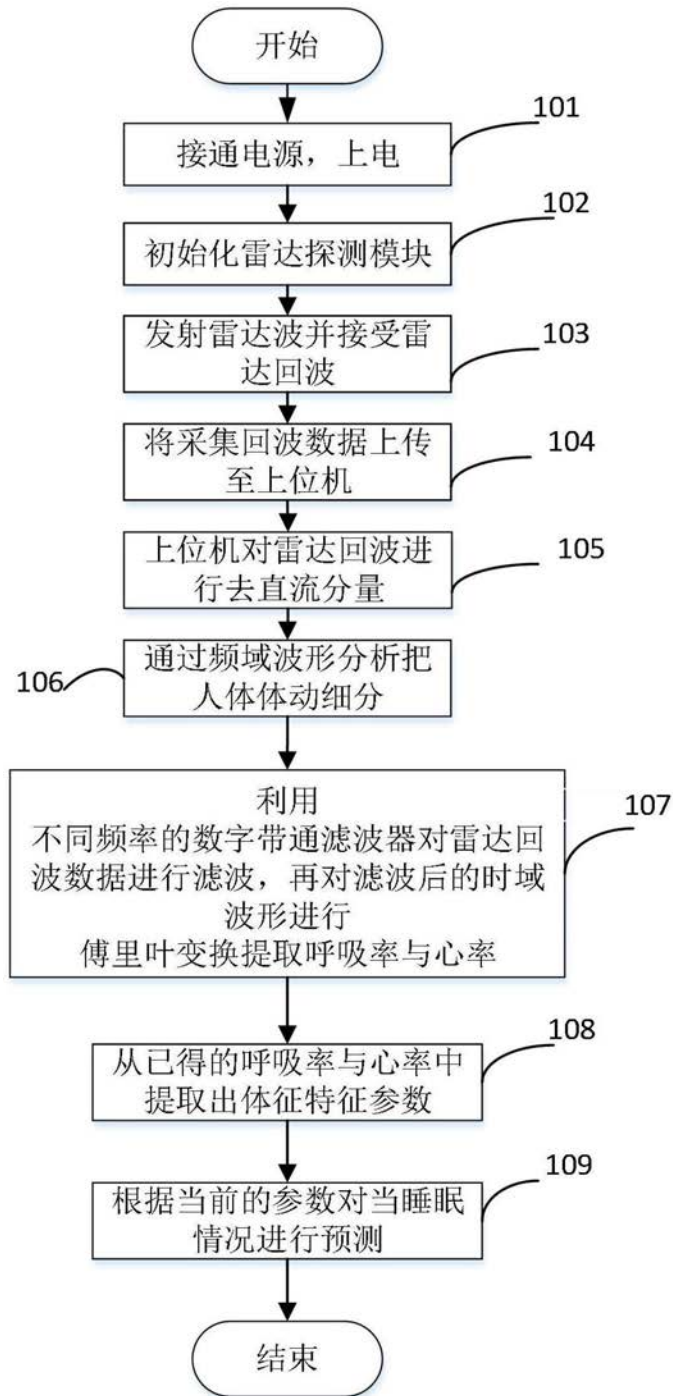


图3

专利名称(译)	一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法		
公开(公告)号	CN109480787A	公开(公告)日	2019-03-19
申请号	CN201811637422.4	申请日	2018-12-29
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究院		
[标]发明人	杨先军 姚志明 周旭 李红军 王辉 孙怡宁 张晓翟 王涛 高理升		
发明人	杨先军 姚志明 周旭 李红军 王辉 孙怡宁 张晓翟 王涛 高理升		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/11 A61B5/0205		
CPC分类号	A61B5/1118 A61B5/0004 A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/0816 A61B5/4809 A61B5/4812 A61B5/6887 A61B5/7203 A61B5/725 A61B5/7257		
代理人(译)	杨学明 顾炜		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法，非接触式睡眠监测设备包括超宽带雷达模块、数据采集传输模块、电源模块、数据线和上位机，所述睡眠分期方法首先通过非接触式睡眠监测设备采集人体躺卧时的雷达回波数据并传输至上位机，然后上位机对雷达回波数据进行去直流分量与傅里叶变换，通过频域波形分析区分体动状态；再通过对雷达回波数据进行数字滤波与傅里叶变换提取体征特征参数；最后，根据分析提取的体动状态和体征特征参数对睡眠状态进行分期。本发明提供的基于超宽带雷达的非接触式睡眠监测设备及睡眠分期方法能够非接触无干扰地获取人体的体动和体征信息并对睡眠状况进行分期，使用舒适方便。

