



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109925587 A

(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201910204958.5

(22)申请日 2019.03.18

(71)申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路2号西安电子科技大学

(72)发明人 马家骥 陈晨 吕宁 殷廷瑞

(74)专利代理机构 西安长和专利代理有限公司
61227

代理人 黄伟洪

(51) Int. Cl.

A61M 21/02(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/048(2006.01)

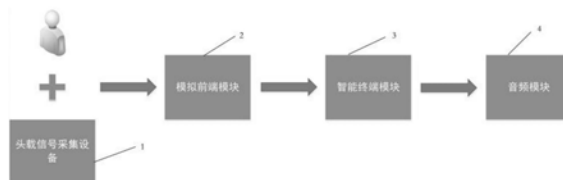
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法

(57)摘要

本发明属于集成电路设计与生物医学结合技术领域,公开了一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法;在人体睡眠前,佩戴检测设备于头部;检测设备中的生物电极采样脑电信号,经生物低噪放等模拟前端放大处理后,形成EEG频谱图;借助设备的计算机技术分析EEG的频谱特征,当检测到 δ 波(深睡时大脑释放的长脉冲电波)时,设备自动播放一些相应波段的声音,衍射出更多的 δ 波段,进而促使深度睡眠。本发明用生物低噪放放大处理提取的脑电信号,分析睡眠状态并给予一定的改善,延长深度睡眠时间,改善生理状态。与传统EEG频谱应用相比,本发明不再只是通过人工、计算机分析频谱来观察人体脑部活动,而是将其直接应用到睡眠的改善上,付诸于行动。



1. 一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法,其特征在于,所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法包括:

第一步,在人体睡眠前,佩戴检测设备于头部;

第二步,检测设备中的生物电极采样脑电信号,经生物低噪放模拟前端放大处理后,形成EEG频谱图;

由与头部接触的电极采集到微弱的低频电生理信号,前级低噪声放大器对信号的多次放大,后级再进行输出信号的功率放大,带动记录笔的机械运动。也就是对脑电信号逐点进行数字化采样,经过前端模块内的模数转换器,形成模拟化的脑电图图形;

第三步,借助设备的计算机技术分析EEG的频谱特征,当检测到 δ 波时,自动播放相应波段的声音,衍射出 δ 波段;

采用小波分析做概貌观察,得到EEG的频谱特征;对特定波段的检测主要在于对比频率、波幅、时相和位相关系,将正常人体大脑的 δ 波形的上述特点以数字信号的方式预存入智能终端模块中,当小波分析检测得到的概貌与预存波段相对吻合时,触发一个电平;激励设备内的红外模块工作,先将调制在特定的载波频率上,然后再经红外发光二极管发射出去,人体头部的音频外设的接收模块会滤除其他杂波只接收该特定频率的信号并将其还原成二进制脉冲码,解调后驱动播放器播放声音。

2. 如权利要求1所述的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法,其特征在于,所述第一步的检测设备将生物医疗节点按照采样要求分散置于内侧,佩戴时紧贴人体头部;对采样信号进行处理的模拟前端模块内嵌于头戴设备。

3. 如权利要求1所述的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法,其特征在于,所述第二步的生物低噪放模拟前端放大处理采用斩波技术与电容耦合相结合;再加电流复用技术。

4. 如权利要求1所述的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法,其特征在于,所述第三步将标准的人体 δ 波段作为参照模板以信号的形式预置入。

5. 如权利要求1所述的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法,其特征在于,所述第三步当智能终端模块识别到人体电脑产生的 δ 波段,终端模块驱动外部音频模块,播放预先存入的声音片段,在深水期衍生出 δ 波段。

6. 一种实现权利要求1所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统,其特征在于,所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统包括:

头戴信号采集设备,与模拟前端模块连接,用于实现人体组织的离子信号到电子电信号的转变;

模拟前端模块,用于实现人体生理信号处理;

智能终端模块,通过模拟前端模块对生物电极提取的脑电信号进行处理,在智能终端经过处理得到EEG频谱图,在终端模块内进行频谱分析,识别出目标波段 δ 波;

音频模块,智能终端模块识别出目标波段时,播放预存入的重复音频,达到预置的时间后自动关闭。

7. 一种应用权利要求1~5任意一项所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法的心电图机。

8.一种应用权利要求1~5任意一项所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法的脑电图机。

一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于集成电路设计与生物医学结合技术领域,尤其涉及一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法。

背景技术

[0002] 目前,最接近的现有技术:目前基于无线体域网,大多技术是观察和监测人们现阶段的身体状态,然后反馈给人们便于分析和提出解决方案,比如血糖高提示服用胰岛素;或者是在观察时发现突发情况,例如通过对心电信号的分析时,检测到对象心脏病的发作,智能设备会呼叫救护车等等。在人体睡眠方面,现有技术的着眼点主要是检测以及评价人们的睡眠,随后存档反馈给人们,让人们更了解自己的睡眠,以及如何在下一次的睡眠上做得更好。这样造成的缺陷是设备能提供的仅仅是观察睡眠,而不能做到直接在观察的过程中改善对象的睡眠。而本方案是在检测人们睡眠状态的同时,给予一定的改善。

[0003] 其次,大多数的人体信号检测和分析设备,通过传感器节点与设备连接,检测人体的生理信号,比如心电和脑电信号。随后在仪器上分析对象此时的状态,存档反馈给人们。而这些设备大多在特定的地点对人们进行测试,且体积较大、有线连接的特点使其在家用和便携方面受到很大的局限性。而本方案将检测与分析环节纳入一个便携的头戴设备内,在解决了家用以及便携的局限外,最大限度的保证睡眠的舒适度。

[0004] 随着经济的持续发展、生活水平的不断提高,人们对健康和医疗的需求也逐渐提升。睡眠在维持人们健康中起着至关重要的作用,长期的睡眠不足易引发老年痴呆、心血管疾病、中风和糖尿病等疾病。而深度睡眠时间的长短而决定着睡眠质量的好坏。

[0005] 检测人们睡眠的状态且能分析所处的睡眠阶段,是改善睡眠的前提。而大多数医疗设备(心电图机、脑电图机)由于体积原因不具有便携性,难以满足家用以及睡眠舒适度的要求。所以迫切需要一种便携化、智能化的电子监控与处理设备,来完成对脑电信号的提取、处理和分析的方案。

[0006] 综上所述,现有技术存在的问题是:现有检测人们睡眠的医疗设备存在便携性差,难以满足家用及睡眠舒适度的要求。如果难以满足家用以及睡眠舒适度的要求,进一步会使得无线体域网的应用和推广受到很大的局限;并且会直接干扰智能分析模块的工作状态,降低整个方案的作用效率。

[0007] 解决上述技术问题的难度:为解决上述问题,难度主要在检测、处理、分析环节的设备集成一体化,以及设备无线驱动音频外设。

[0008] 解决上述技术问题的意义:便携化和家用化的局限一直是阻碍人们充分使用无线体域网的障碍,如果能解决检测、处理、分析环节的设备一体化,则可以直接解决生物检测设备的场地使用限制,使人们更加充分的得益于科技技术,并且可以拓宽无线体域网的应用领域,提高使用效率。

发明内容

[0009] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法。

[0010] 本发明是这样实现的,一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法,所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法包括:

[0011] 第一步,在人体睡眠前,佩戴检测设备于头部;

[0012] 第二步,检测设备中的生物电极采样脑电信号,经生物低噪放模拟前端放大处理后,形成EEG频谱图;

[0013] 由与头部接触的电极采集到微弱的低频电生理信号,前级低噪声放大器对信号的多次放大,后级再进行输出信号的功率放大,带动记录笔的机械运动。也就是对脑电信号逐点进行数字化采样,随后经过前端模块内的模数转换器,形成模拟化的脑电图图形(EEG图)。

[0014] 第三步,借助设备的计算机技术分析EEG的频谱特征,当检测到 δ 波时,自动播放相应波段的声音,衍射出 δ 波段。

[0015] 采用小波分析做概貌观察,进而得到EEG的频谱特征。对特定波段的检测主要在于对比频率、波幅、时相和位相关系等,将正常人体大脑的 δ 波形的上述特点以数字信号的方式预存入智能终端模块中,当小波分析检测得到的概貌与预存波段相对吻合时,触发一个电平。激励设备内的红外模块工作,即应用PPM编码方式,先将其调制在特定的载波频率上,然后再经红外发光二极管发射出去,人体头部的音频外设的接收模块会滤除其他杂波只接收该特定频率的信号并将其还原成二进制脉冲码,解调后驱动播放器播放声音。

[0016] 进一步,所述第一步的检测设备将生物医疗节点按照采样要求分散置于内侧,佩戴时紧贴人体头部;对采样信号进行处理的模拟前端模块内嵌于头戴设备。

[0017] 进一步,所述第二步的生物低噪放模拟前端放大处理采用斩波技术与电容耦合相结合;再加电流复用技术。

[0018] 进一步,所述第三步将标准的人体 δ 波段作为参照模板以信号的形式预置入。

[0019] 进一步,所述第三步当智能终端模块识别到人体电脑产生的 δ 波段,终端模块驱动外部音频模块,播放预先存入的声音片段,在深水期衍生出 δ 波段。

[0020] 本发明的另一目的在于提供一种实现所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统,所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统包括:

[0021] 头戴信号采集设备,与模拟前端模块连接,用于实现人体组织的离子信号到电子电信号的转变;

[0022] 模拟前端模块,用于实现人体生理信号处理;

[0023] 智能终端模块,通过模拟前端模块对生物电极提取的脑电信号进行处理,在智能终端经过处理得到EEG频谱图,在终端模块内进行频谱分析,识别出目标波段 δ 波;

[0024] 音频模块,智能终端模块识别出目标波段时,播放预先存入的重复音频,达到预置的时间后自动关闭。

[0025] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法的心电图机。

[0026] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法的脑电图机。

[0027] 综上所述,本发明的优点及积极效果为:与传统EEG频谱应用相比,本发明不再只是通过人工、计算机分析频谱来观察人体脑部活动,而是将其直接应用到睡眠的改善上,付诸于行动。

[0028] 现有技术与本方案的对比:如表1所示:

[0029] 表1.现有技术与本发明的对比

[0030]

	脑电信号的检测与处理均需要在特定的场地进行,比如医院或者实验室;
现有技术:	操作设备体积大,有线连接; 检测与处理的同时难以满足睡眠舒适度要求; 目前基于无线体域网的技术中暂无自主影响睡眠的方案;
本发明:	脑电信号的检测与处理可在家中完成,无需到特定场合; 操作设备体积小,信号提取设备为头戴接触式,驱动设备无线连接; 可以在睡眠的过程中检测处理人体信号; 拓展了常规对无线体域网的应用,不再局限于观测存档,而是检测与影响结合,直接给予改善。

[0031] 本发明实现了人们可以在家里,在日常的睡眠中检测并延长深度睡眠时间。深度睡眠占人体总睡眠的四分之一,衡量睡眠质量的好坏,直接地影响着人们的身体状况和状态。目前为止,延长深度睡眠主要通过保持作息的规律、睡前放松、改善睡眠环境等方法。这些方法在实施的过程中容易受到一定外在或内在的干扰,难以根本的延长深度睡眠时间。EEG图谱可以观察人们的脑部活动,当然也能判断出即时的身体状况。通过EEG图中的 δ 波段可以反映出测试对象在特定时间段保持着深度睡眠状态,而目前大多技术也都停留在监测睡眠。德国做了一项医学研究,后经哈佛医学院推广:人在深度睡眠的时候如果播放相应波段的声音可以延长深度睡眠,取得了意想不到的效果。而监测脑部活动需要的仪器难以满足家用和便携的要求。本发明提出通过无线体域网来完成,模拟前端的低噪声低功耗放大器保证了电路内部噪声的过滤、后级放大器能实现功率放大、模数转换器能帮助完成EEG图谱的形成;对图谱的分析比对、发送红外信号通过智能终端模块,这样的一体化设备完全的解决掉了常用设备局限性,且保证睡眠的质量。将人与设备的角色互换,人们可以不再做上述的睡前准备,在睡眠过程中受到影响。这是一直想解决而没有解决的难题,填补了目前国内针对延长深度睡眠可实现性的策略空白,使得在日常生活中方便改善睡眠成为可能。

[0032] 本发明相比于传统检测设备,更加便捷、智能、家用化。对信号进行处理的模拟前端模块,在低噪声放大器的基础上再次降低功耗,减少整个模拟模块的功耗,减小供电设备占用的体积。

附图说明

[0033] 图1是本发明实施例提供的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统结构示意图；

[0034] 图中：1、头载信号采集设备；2、模拟前端模块；3、智能终端模块；4、智能终端驱动音频模块。

[0035] 图2是本发明实施例提供的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法流程图。

[0036] 图3是本发明实施例提供的携带生物医疗采集节点的头载设备示意图。

[0037] 图4是本发明实施例提供的模拟前端模块与智能终端模块的置入示意图。

[0038] 图5是本发明实施例提供的智能终端模块内 δ 波段匹配示意图。

[0039] 图6是本发明实施例提供的智能终端模块驱动音频模块示意图。

具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0041] 本发明旨在提供基于生物低噪放的深度睡眠改善方法，在不影响正常休息和家庭使用的前提下，延长人们的深度睡眠时间，提升睡眠质量。

[0042] 下面结合附图对本发明的应用原理作详细的描述。

[0043] 如图1所示，本发明实施例提供的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统包括：头载信号采集设备1、模拟前端模块2、智能终端模块3、智能终端驱动音频模块4。

[0044] 头载信号采集设备1，采取小型头戴式无线采集传输，在保证睡眠舒适度的前提下，借助头部附着型传感器实现人体组织的离子信号到电子电信号的转变。与模拟前端模块2的对接。

[0045] 模拟前端模块2，引入低噪声低功耗放大器，人体生物电信号和其他常见信号相比，频率和幅度都较低，同时容易受各种系统内部噪声和外界干扰的影响。本发明所需要的人体脑电信号的频率范围大约是0.5Hz至50Hz，其幅值为1 μ V至100 μ V。因而以心电信号和脑电信号为代表的人体信号受到的低频噪声干扰较大。故一种高性能的适用于人体生理信号处理的低噪声低功耗放大器成为完成模拟前端模块2的前提。

[0046] 智能终端模块3，通过模拟前端模块2对生物电极提取的脑电信号进行处理，在智能终端经过处理得到EEG频谱图，进而再在终端模块内进行频谱分析，识别出目标波段—— δ 波。在模块中，分析EEG频谱图通常是人工完成，目前大多采用计算机来完成，主要方法有自动频率分析、功率谱分析、定量分析。进行完频谱分析，在模块内预植入对比波段模板，方便在对应频率区域识别 δ 波段(0.5至3Hz)。

[0047] 音频模块4，智能终端模块3识别出目标波段时，表明人们已经逐渐进入深睡状态。终端驱动音频模块，播放(适量音量)预存入的重复音频，达到预置的时间后自动关闭。

[0048] 如图2所示，本发明实施例提供的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法包括以下步骤：

[0049] S201：在人体睡眠前，佩戴检测设备于头部；

[0050] S202：检测设备中的生物电极采样脑电信号，经生物低噪放等模拟前端放大处理

后,形成EEG频谱图;

[0051] S203:借助设备的计算机技术分析EEG的频谱特征,当检测到 δ 波(深睡时大脑释放的长脉冲电波)时,设备自动播放一些相应波段的声音,衍射出更多的 δ 波段,促使深度睡眠。

[0052] 下面结合附图对本发明的应用原理作进一步的描述。

[0053] 如图3-图6所示,本发明实施例提供的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测方法包括以下步骤:

[0054] 步骤一,配置头戴信号采集设备;

[0055] 人体大脑信号的有效采集是整个方案正常实施的前提,传统脑电信号的采集大多将医疗节点附着在人体的头部,再在节点引出信号线连接至处理设备,进而来出来和观察大脑活动状态。有线设备繁杂并且使用场合受限,在不影响人们睡眠的前提下获得信号的采集处理十分困难。

[0056] 头戴式信号采集设备,如图3所示,将生物医疗节点按照采样要求分散置于内侧,佩戴时可紧贴人体头部,保证实现人体肌肉、神经产生的离子电信号到电子电信号的转变及提取。作为对采样信号进行处理的模拟前端模块内嵌于头戴设备中,免去了从节点引线链接外部设备的不便,极大的提高睡眠的舒适度,为后续辨别人脑电波波段提供了保障。

[0057] 步骤二,引入低噪声低功耗放大器;

[0058] 由于人体生物电信号的幅度非常之小,极容易受到外界环境以及电路内部噪声的干扰(模拟前端电路采样CMOS工艺,存在电路内部噪声),采集出来的信号经处理后会产生一定的误差。无线体域网技术有一个很明显的特征,就是可以不限时间的不间断的对人体生物电信号进行检测,这就对整个方案的功耗有了一定的要求。无论方案采用自供电设备还是电池哪种供电方式,尽可能降低放大器的功耗无疑是有利于方案实施的。

[0059] 采用行业流行的斩波技术与电容耦合相结合,能有效隔离生物电极的直流失调、在低频段内一直电极高阻抗的影响、消除CMOS电路中低频段(主要生物电信号频段)的闪烁噪声,最后再加以电流复用技术,减少热噪声。保证后续对放大信号的数字化处理的正确性。

[0060] 步骤三,部署智能终端模块;

[0061] 在模拟前端模块进行处理过的信号,在本模块中经过烧好的程序表征为EEG频谱图。在实现自动频谱分析之前,需要将标准的人体 δ 波段作为参照模板以信号的形式预置入于本模块中,来保证分析的有效性,如图5所示。再将模拟前端模块与本模块一起并入到头载设备中,保证空间的节省与可家用化,如图4所示。

[0062] 步骤四,智能终端驱动音频模块;

[0063] 当智能终端模块识别到人体电脑产生的 δ 波段,表明人体已经进入深睡期。这时,无线体域网的特点更大的表现出来,终端模块驱动(无线)外部音频模块,播放(预设时间、预设音量)人们预先存入的声音片段(该重复片段具有同 δ 波相同的突发频率),进而在深水期衍生出更多的 δ 波段,达到提升深度睡眠的目的,如图6所示。

[0064] 本发明实施例提供的基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统的技术原理;

[0065] 1.无线体域网(WBAN)

[0066] 无线体域网(Wireless BodyArea Networks,WBAN),是基于射频的无线网络技术,

可将微小节点与人体内、或周围的传感器相互连接。主要组成：生物医疗传感器节点、模拟前端模块和智能终端等模块。

[0067] 生物医疗传感器节点：它们的作用主要是获取多种人体的生理信号，如脉搏、心跳和脑部活动、血压、血糖等，并且将这些人体生理信号转化为电信号。本发明采用附着性的传感器来采集脑部活动，以保证睡眠舒适度。

[0068] 模拟前端模块：模拟前端完成了人体电信号的放大、数字化处理以及发射的功能，其中包括了低噪声放大器 (Low Noise Amplifier, LNA)、模数转换器 (Analog to Digital Converter, ADC)、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、射频收发机 (Radio Frequency transceiver, RF-transceiver) 等电路模块。

[0069] 智能终端模块：通过对这些人体信号的分析 and 处理，可以得到人体的生理状况，并且根据得到的结果做出进一步的反应。本发明主要得到的结果是 EEG 频谱图。

[0070] 2. EEG 频谱分析对应声音激励

[0071] 如图5所示，当智能终端分析出 δ 波段时（表示人已进入深度睡眠），使得音频模块释放存储好的声音片段，该释放的声音同样与 δ 波有着相同的突发频率，可以让人的脑部衍射出更多的 δ 波段，达到延长深度睡眠的目的。

[0072] 经过工程师们无数的实验和努力，无线体域网标准 IEEE802.15.6 的发布，肯定了无线体域网作用在人体医疗上的科学性。首先，德国医学实验室首次发现在人体进入深度睡眠以后播放 δ 波段的音频可以延长深度睡眠，但没有基于无线体域网应用的方案。其次，目前无线体域网对睡眠相关的应用仅止步于观测和存档，没有拓展到主动地去通过设备来影响睡眠。最后，对于提取、处理、检测脑电信号的概念停留在体积较大的分析设备上，目前没有方案提到将其融入到无线体域网中，解决家用和便携问题。

[0073] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

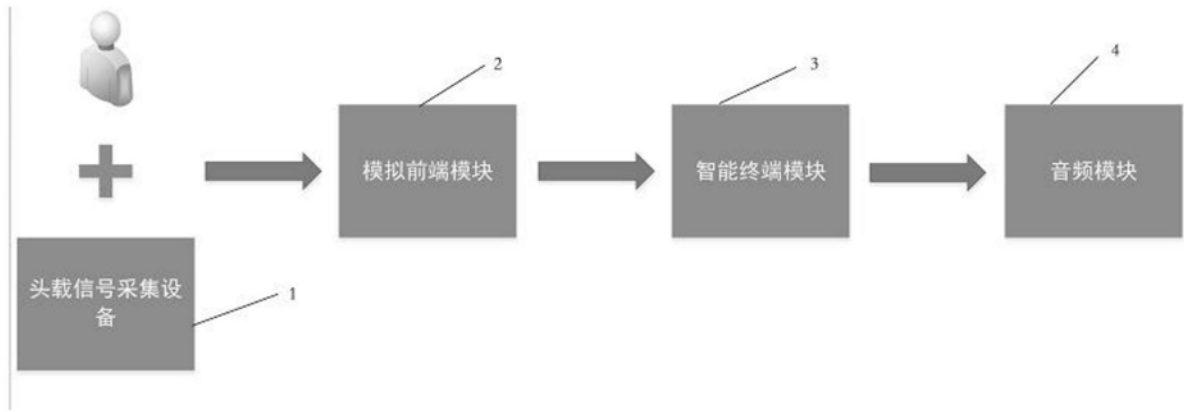


图1

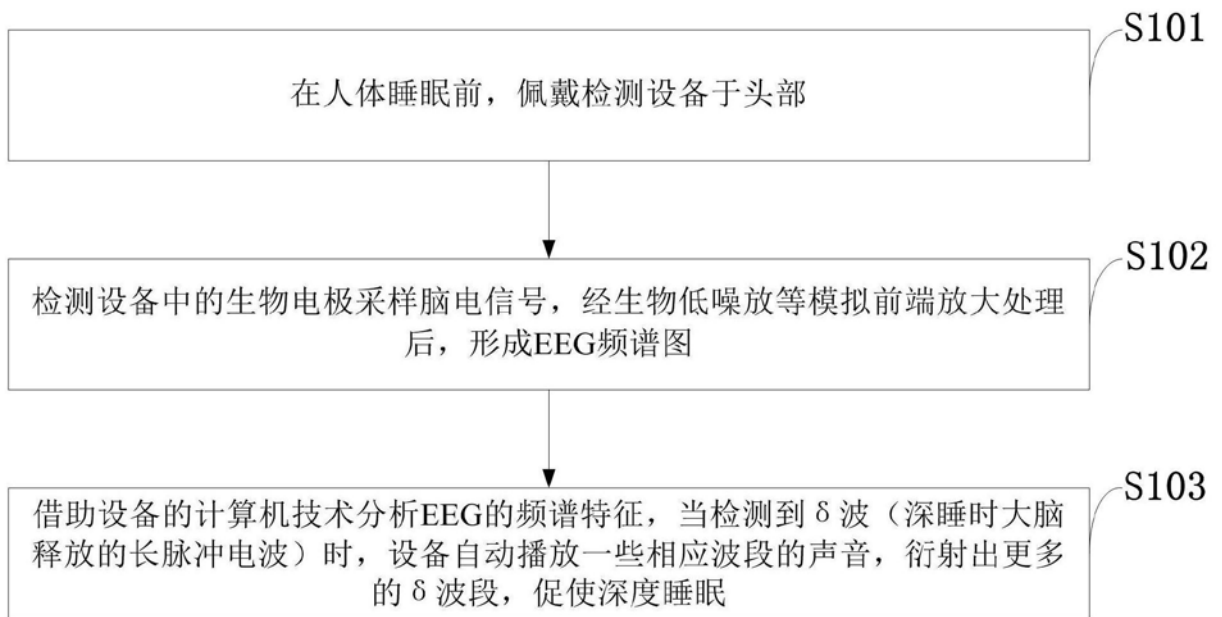
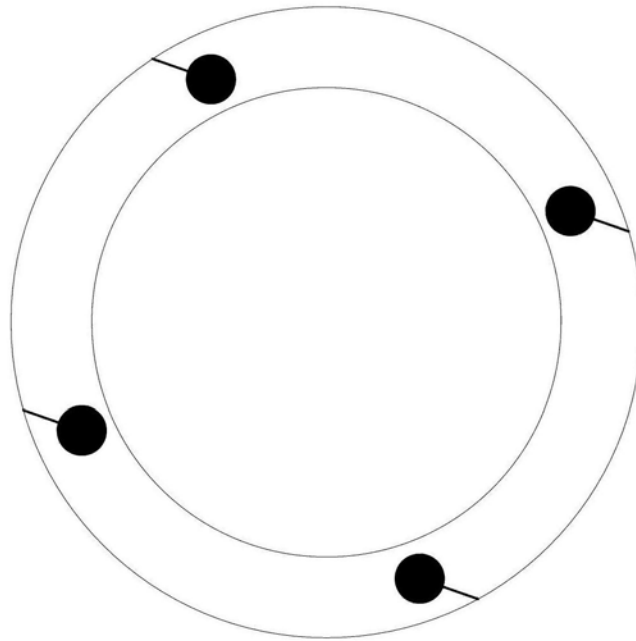


图2



携带生物采集节点的头载设备
俯视概念图

图3

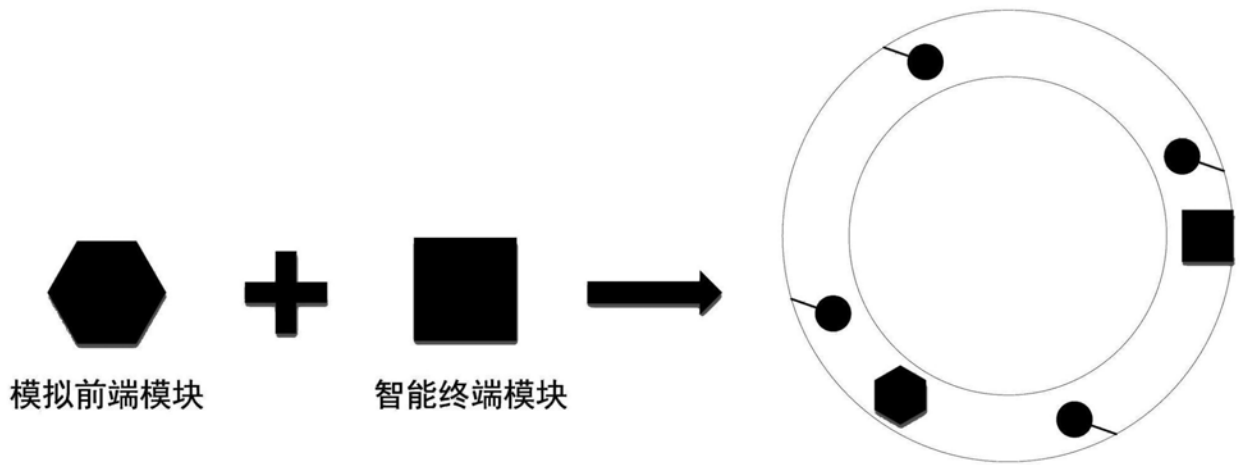


图4

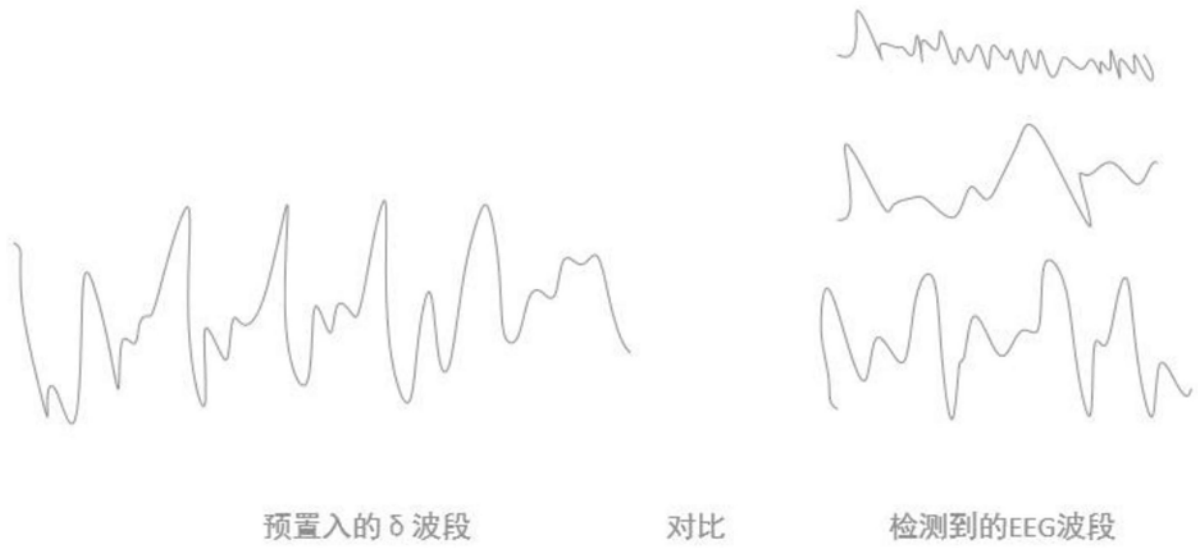


图5

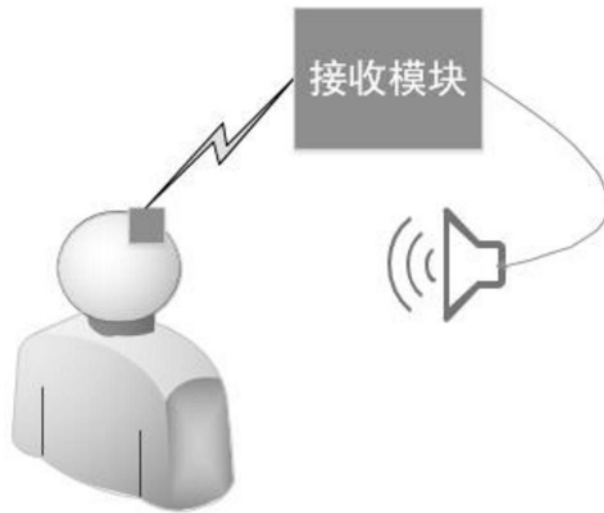


图6

专利名称(译)	一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法		
公开(公告)号	CN109925587A	公开(公告)日	2019-06-25
申请号	CN201910204958.5	申请日	2019-03-18
[标]申请(专利权)人(译)	西安电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	西安电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	西安电子科技大学		
[标]发明人	马家骥 陈晨 吕宁 殷廷瑞		
发明人	马家骥 陈晨 吕宁 殷廷瑞		
IPC分类号	A61M21/02 A61B5/00 A61B5/048		
代理人(译)	黄伟洪		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于集成电路设计与生物医学结合技术领域，公开了一种基于生物低噪放的深度睡眠改善检测系统及方法；在人体睡眠前，佩戴检测设备于头部；检测设备中的生物电极采样脑电信号，经生物低噪放等模拟前端放大处理后，形成EEG频谱图；借助设备的计算机技术分析EEG的频谱特征，当检测到δ波(深睡时大脑释放的长脉冲电波)时，设备自动播放一些相应波段的的声音，衍射出更多的δ波段，进而促使深度睡眠。本发明用生物低噪放放大处理提取的脑电信号，分析睡眠状态并给予一定的改善，延长深度睡眠时间，改善生理状态。与传统EEG频谱应用相比，本发明不再只是通过人工、计算机分析频谱来观察人体脑部活动，而是将其直接应用到睡眠的改善上，付诸于行动。

