



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109497998 B

(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 201811538912.9

(22) 申请日 2018.12.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109497998 A

(43) 申请公布日 2019.03.22

(73) 专利权人 深圳和而泰数据资源与云技术有限公司  
地址 518051 广东省深圳市南山区高新南区科技南十路6号深圳航天科技创新研究院大厦D座10楼1004

(72) 发明人 梁杰 瞿根祥 李昌勇 王伟  
赵维 冯澍婷

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224  
代理人 李文渊

(51) Int.Cl.

A61B 5/374 (2021.01)

A61B 5/369 (2021.01)

A61B 5/386 (2021.01)

A61B 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108113649 A, 2018.06.05

CN 105578960 A, 2016.05.11

CN 105726023 A, 2016.07.06

US 2015088024 A1, 2015.03.26

CN 103260504 A, 2013.08.21

US 2009259137 A1, 2009.10.15

CN 103845038 A, 2014.06.11

审查员 王兆雨

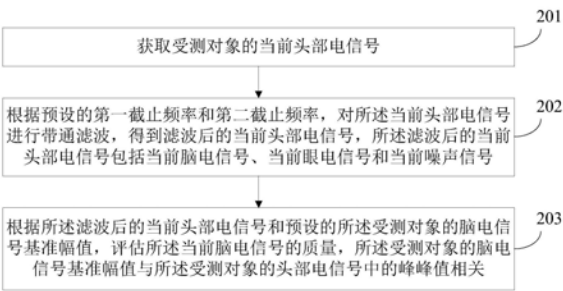
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

脑电信号质量评估方法、脑电信号采集器和头戴设备

(57) 摘要

本申请涉及一种脑电信号质量评估方法、脑电信号采集器、头戴设备和可读存储介质。所述方法包括：获取受测对象的当前头部电信号；根据预设的第一截止频率和第二截止频率，对当前头部电信号进行带通滤波，得到滤波后的当前头部电信号，滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号；根据滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值，评估当前脑电信号的质量，所述受测对象的脑电信号基准幅值与受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。采用本方法能够评估当前脑电信号的质量，可以对脑电信号质量进行有效判定，以评价脑电信号是否可信，便于后续对脑电信号的处理，以及便于判断脑电信号采集器是否佩戴正确。



1. 一种脑电信号质量评估方法,其特征在于,所述方法包括:

获取受测对象的当前头部电信号;

根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号,滤波后的所述当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号;

获取所述受测对象的历史头部电信号;根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述历史头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的所述历史头部电信号,所述滤波后的所述历史头部电信号包括所述受测对象的历史脑电信号、历史眼电信号和历史噪声信号;计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值;若所述历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值大于预设比值阈值,则确定所述历史第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值;或,

计算滤波后的所述当前头部电信号中当前眼电信号的当前第一特征幅值,以及当前脑电信号和当前噪声信号组成的复合信号的当前第二特征幅值;若所述当前第一特征幅值和所述当前第二特征幅值的比值大于预设比值阈值,则确定所述当前第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值;

根据滤波后的所述当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据滤波后的所述当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,包括:

根据预设采样率对滤波后的所述当前头部电信号进行采样,得到多个采样点;

根据所述多个采样点,逐点判断所述采样点的幅值与所述受测对象的脑电信号基准幅值的比较结果是否满足预设统计条件;

统计满足所述预设统计条件的采样点的有效数目,并根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目,确定所述当前脑电信号的质量。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目,确定所述当前脑电信号的质量,包括:

计算所述有效数目和所述多个采样点的总数目的比值,并根据所述比值确定所述当前脑电信号的质量参数;

若所述质量参数大于或等于预设质量参数阈值,则确定所述当前脑电信号可信;

若所述质量参数小于预设质量参数阈值,则确定所述当前脑电信号不可信,并提示所述受测对象重新佩戴脑电信号采集器。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值,包括:

获取所述滤波后的历史头部电信号的信号片段,并对所述信号片段进行峰值检测,得到所述信号片段的峰峰值参数集;所述峰峰值参数集包括多个峰峰值参数,所述峰峰值参数包括峰峰值频率和峰峰值大小;

根据所述历史眼电信号的预设频率范围,从所述峰峰值参数集中获取符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述历史眼电信号的峰峰值参数集,以及获取不符合所述预设频

率范围的峰峰值参数集为所述复合信号的峰峰值参数集；

根据所述历史眼电信号的峰峰值参数集，计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及根据所述复合信号的峰峰值参数集，计算所述复合信号的历史第二特征幅值。

5. 根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述根据所述历史眼电信号的峰峰值参数集，计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及根据所述复合信号的峰峰值参数集，计算所述复合信号的历史第二特征幅值，包括：

计算所述历史眼电信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值，作为所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及计算所述复合信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值，作为所述复合信号的历史第二特征幅值。

6. 一种脑电信号质量评估装置，其特征在于，所述装置包括：

获取模块，用于获取受测对象的当前头部电信号；

滤波模块，用于根据预设的第一截止频率和第二截止频率，对所述当前头部电信号进行带通滤波，得到滤波后的当前头部电信号，滤波后的所述当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号；

评估模块，用于获取所述受测对象的历史头部电信号；根据预设的第一截止频率和第二截止频率，对所述历史头部电信号进行带通滤波，得到滤波后的所述历史头部电信号，所述滤波后的所述历史头部电信号包括所述受测对象的历史脑电信号、历史眼电信号和历史噪声信号；计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值；若所述历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值大于预设比值阈值，则确定所述历史第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值；或，

计算滤波后的所述当前头部电信号中当前眼电信号的当前第一特征幅值，以及当前脑电信号和当前噪声信号组成的复合信号的当前第二特征幅值；若所述当前第一特征幅值和所述当前第二特征幅值的比值大于预设比值阈值，则确定所述当前第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值；

评估模块，还用于根据滤波后的所述当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值，评估所述当前脑电信号的质量，所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

7. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述评估模块：

采样单元，用于根据预设采样率对所述滤波后的当前头部电信号进行采样，得到多个采样点；

判断单元，用于根据所述多个采样点，逐点判断所述采样点的幅值与所述受测对象的脑电信号基准幅值的比较结果是否满足预设统计条件；

评估单元，用于统计满足所述预设统计条件的采样点的有效数目，并根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目，确定所述当前脑电信号的质量。

8. 一种脑电信号采集器，包括采集电极、存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其特征在于，所述采集电极用于采集受测对象的头部电信号；所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至5中任一项所述方法的步骤。

9. 一种头戴设备，其特征在于，包括权利要求8所述的脑电信号采集器。

10. 一种可读存储介质,其特征在于,所述可读存储介质中存储有计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述程序指令当被脑电信号采集器的处理器执行时,使所述处理器执行权利要求1至5任意一项所述的方法。

## 脑电信号质量评估方法、脑电信号采集器和头戴设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及信号处理技术领域，特别是涉及一种脑电信号质量评估方法、脑电信号采集器、头戴设备和可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 脑电信号作为对人体大脑的探索信息来源，可以反映人的思维过程，也可以反映人在不同状态下的情绪变化等；其作为一种生物电信号，一般可以通过接触头部的电极采集得到包括脑电信号在内的电压信号，因此脑电信号可以作为脑-机接口与头戴设备进行信息交互。

[0003] 由于脑电信号的无规则和非稳定性，且较心电信号、肌电信号等更加微弱，因此存在很难识别采集的电压信号中是否存在脑电信号、难以确定头戴设备是否佩戴准确、难以确定采集的脑电信号是否可信等问题，所以脑电信号的质量判别在头戴设备中具有重要的指导意义和实践意义。

[0004] 然而，目前还没有针对脑电信号质量进行有效判定的方法。

### 发明内容

[0005] 基于此，有必要针对上述技术问题，提供一种能够针对脑电信号质量进行有效判定的脑电信号质量评估方法、脑电信号采集器、头戴设备和可读存储介质。

[0006] 第一方面，一种脑电信号质量评估方法，所述方法包括：

[0007] 获取受测对象的当前头部电信号；

[0008] 根据预设的第一截止频率和第二截止频率，对所述当前头部电信号进行带通滤波，得到滤波后的当前头部电信号，所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号；

[0009] 根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值，评估所述当前脑电信号的质量，所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0010] 在其中一个实施例中，所述根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值，评估所述当前脑电信号的质量，包括：

[0011] 根据预设采样率对所述滤波后的当前头部电信号进行采样，得到多个采样点；

[0012] 根据所述多个采样点，逐点判断所述采样点的幅值与所述受测对象的脑电信号基准幅值的比较结果是否满足预设统计条件；

[0013] 统计满足所述预设统计条件的采样点的有效数目，并根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目，确定所述当前脑电信号的质量。

[0014] 在其中一个实施例中，所述根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目，确定所述当前脑电信号的质量，包括：

[0015] 计算所述有效数目和所述多个采样点的总数目的比值，并根据所述比值确定所述

当前脑电信号的质量参数；

[0016] 若所述质量参数大于或等于预设质量参数阈值，则确定所述当前脑电信号可信；

[0017] 若所述质量参数小于预设质量参数阈值，则确定所述当前脑电信号不可信，并提示所述受测对象重新佩戴脑电信号采集器。

[0018] 在其中一个实施例中，所述受测对象的脑电信号基准幅值的获取方式，包括：

[0019] 获取所述受测对象的历史头部电信号；

[0020] 根据预设的第一截止频率和第二截止频率，对所述历史头部电信号进行带通滤波，得到滤波后的历史头部电信号，所述滤波后的历史头部电信号包括所述受测对象的历史脑电信号、历史眼电信号和历史噪声信号；

[0021] 计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值；

[0022] 若所述历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值大于预设比值阈值，则确定所述历史第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值。

[0023] 在其中一个实施例中，所述计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值，包括：

[0024] 获取所述滤波后的历史头部电信号的信号片段，并对所述信号片段进行峰值检测，得到所述信号片段的峰峰值参数集；所述峰峰值参数集包括多个峰峰值参数，所述峰峰值参数包括峰峰值频率和峰峰值大小；

[0025] 根据所述历史眼电信号的预设频率范围，从所述峰峰值参数集中获取符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述历史眼电信号的峰峰值参数集，以及获取不符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述复合信号的峰峰值参数集；

[0026] 根据所述历史眼电信号的峰峰值参数集，计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及根据所述复合信号的峰峰值参数集，计算所述复合信号的历史第二特征幅值。

[0027] 在其中一个实施例中，所述根据所述历史眼电信号的峰峰值参数集，计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及根据所述复合信号的峰峰值参数集，计算所述复合信号的历史第二特征幅值，包括：

[0028] 计算所述历史眼电信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值，作为所述历史眼电信号的历史第一特征幅值，以及计算所述复合信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值，作为所述复合信号的历史第二特征幅值。

[0029] 在其中一个实施例中，所述受测对象的脑电信号基准幅值的获取方式，包括：

[0030] 计算所述滤波后的当前头部电信号中当前眼电信号的当前第一特征幅值，以及当前脑电信号和当前噪声信号组成的复合信号的当前第二特征幅值；

[0031] 若所述当前第一特征幅值和所述当前第二特征幅值的比值大于预设比值阈值，则确定所述当前第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值。

[0032] 第二方面，一种脑电信号质量评估装置，所述装置包括：

[0033] 获取模块，用于获取受测对象的当前头部电信号；

[0034] 滤波模块，用于根据预设的第一截止频率和第二截止频率，对所述当前头部电信号进行带通滤波，得到滤波后的当前头部电信号，所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号；

[0035] 评估模块,用于根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0036] 第三方面,一种脑电信号采集器,包括采集电极、存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述采集电极用于采集受测对象的头部电信号;所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0037] 获取受测对象的当前头部电信号;

[0038] 根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号,所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号;

[0039] 根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0040] 第四方面,一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述程序指令当被脑电信号采集器的处理器执行时,使所述处理器执行第一方面所述的方法。

[0041] 第五方面,一种头戴设备,包括上述的脑电信号采集器。

[0042] 上述脑电信号质量评估方法、脑电信号采集器、头戴设备和可读存储介质,可以对受测对象的当前头部电信号进行带通滤波,滤除掉大部分的噪声信号,然后根据滤波后的当前头部电信号和预设的受测对象的脑电信号基准幅值,评估当前脑电信号的质量,可以对脑电信号质量进行有效判定,以评价脑电信号是否可信,便于后续对脑电信号的处理,以及便于判断脑电信号采集器是否佩戴正确。

## 附图说明

[0043] 图1为一个实施例中脑电信号质量评估方法的应用环境图;

[0044] 图2为一个实施例中脑电信号质量评估方法的流程示意图;

[0045] 图3为一个实施例中脑电信号质量评估方法的流程示意图;

[0046] 图4为一个实施例中脑电信号质量评估方法的流程示意图;

[0047] 图5为一个实施例中受测对象的脑电信号基准幅值的获取过程的流程示意图;

[0048] 图6为一个实施例中信号特征幅值的计算过程的流程示意图;

[0049] 图7为另一个实施例中受测对象的脑电信号基准幅值的获取过程的流程示意图;

[0050] 图8a为一个实施例中受测对象的脑电信号基准幅值的获取过程的示意图;

[0051] 图8b为一个实施例中受测对象的脑电信号质量的评估过程的示意图;

[0052] 图9为一个实施例中脑电信号质量评估装置的结构框图;

[0053] 图10为另一个实施例中脑电信号质量评估装置的结构框图;

[0054] 图11为一个实施例中脑电信号采集器的内部结构图。

## 具体实施方式

[0055] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对

本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0056] 本申请提供的脑电信号质量评估方法,可以应用于如图1所示的应用环境中。其中,受测对象(一般为人类)可以佩戴头戴设备10,头戴设备10可以通过脑电信号采集器11采集、分析脑电信号并输出分析结果,该脑电信号采集器可以作为一种脑-机接口集成于头戴设备中,当然也可以以独立产品的形式呈现。

[0057] 在一个实施例中,如图2所示,提供了一种脑电信号质量评估方法,以该方法应用于图1中的脑电信号采集器为例进行说明,包括以下步骤:

[0058] S201,获取受测对象的当前头部电信号。

[0059] 脑电信号采集器可以通过贴置于受测对象头部的采集电极来获取受测对象的生物电信号,即当前头部电信号。可以理解的是,直接采集到的生物电信号一般是模拟信号,脑电信号采集器可以将模拟信号进行模数转换,转换为数字信号,便于处理。该当前头部电信号可以包括脑电信号、眼电信号以及噪声信号,该噪声信号可以包括部分肌电信号、背景噪声信号等。总之,一般直接采集到的当前头部信号中噪声信号一般较强,因此难以识别采集的当前头部信号中是否存在脑电信号、难以确定头戴设备是否佩戴准确、难以确定采集的脑电信号是否可信。

[0060] S202,根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号,所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号。

[0061] 因为眼电信号和脑电信号的信号频率一般在0.3-45Hz之内,因此位于该频率范围之外的均可以认为是噪声信号;脑电信号采集器可以包括带通滤波器,可以根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号。可选地,上述第一截止频率为0.3Hz,上述第二截止频率为45Hz。另外,上述第一截止频率和第二截止频率可能会因人而异,因此上述第一截止频率和第二截止频率也可以是根据受测对象的其它眼电信号和脑电信号分析结果(例如去医院或专业检测机构检测)中眼电信号频率范围和脑电信号频率范围得到的。例如,受测对象A,眼电信号频率范围为0.13Hz-0.4Hz,脑电信号频率范围为0.2-40Hz,则上述第一截止频率为0.13Hz,上述第二截止频率为40Hz。

[0062] 可以理解的是,上述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号,但是上述当前噪声信号在滤波后的当前头部电信号中的占比已经很少,大部分的噪声信号已经被滤除了,即极大地提高了信噪比。

[0063] S203,根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0064] 可以理解的是,受测对象不同,脑电信号基准幅值不同。因此,本实施例的脑电信号质量评估方法还可以包括:获取受测对象的标识,根据所述受测对象的标识,从储存的脑电信号基准幅值列表中获取与该标识对应的脑电信号基准幅值。上述受测对象的脑电信号基准幅值与受测对象的头部电信号中的峰峰值相关,可以是根据当前头部电信号的峰峰值计算得到,也可以是根据历史头部信号的峰峰值计算得到。



[0065] 因为滤波后的当前头部电信号主要是眼电信号和脑电信号,而噪声信号很少;因为眼电信号是由于受测对象眨眼所产生的,对于人而言,一分钟眨眼次数大概是8~25次,而脑电信号则是时时刻刻都在产生,因此可以认为滤波后的当前头部电信号在时域上大部分时间段的信号为脑电信号,只有少部分时间段的信号为眼电信号,因此基于这一特点,脑电信号采集器可以根据受测对象的脑电信号基准幅值,在时间域上计算滤波后的当前头部电信号的各采样点和脑电信号基准幅值之间的匹配度来评估当前脑电信号的质量。

[0066] 在一种实施方式中,脑电信号采集器可以获取滤波后的当前头部电信号的信号片段,例如10秒总时长的信号片段,通过眼电信号频率范围识别并滤除信号片段中属于眼电信号的信号片段,针对剩下的信号片段,计算剩下的信号片段中信号幅值与脑电信号基准幅值匹配的有效信号片段的有效时长,并根据上述有效时长和总时长的比值,评估当前脑电信号的质量;其中,信号幅值与脑电信号基准幅值匹配,包括:信号幅值与脑电信号基准幅值的差值小于预设阈值。可以理解的是,上述有效时长和总时长的比值越大,当前脑电信号的质量越好。

[0067] 本实施例的脑电信号质量评估方法,可以对受测对象的当前头部电信号进行带通滤波,滤除掉大部分的噪声信号,然后根据滤波后的当前头部电信号和预设的受测对象的脑电信号基准幅值,评估当前脑电信号的质量,可以对脑电信号质量进行有效判定,以评价脑电信号是否可信,便于后续对脑电信号的处理,以及便于判断脑电信号采集器是否佩戴正确。

[0068] 在一个实施例中,参照图3所示,在图2所示的脑电信号质量评估方法的基础上,本实施例涉及的是对滤波后的当前头部电信号的采样点进行逐点判断,统计符合脑电信号基准幅值的采样点的数目以确定当前脑电信号质量的过程,具体地,所述S203可以包括:

[0069] S301,根据预设采样率对所述滤波后的当前头部电信号进行采样,得到多个采样点。

[0070] 示例性地,脑电信号采集器可以针对所述滤波后的当前头部电信号进行采样,例如针对20秒内的当前头部电信号的信号片段,根据采样率100Hz,采集2000个采样点。

[0071] S302,根据所述多个采样点,逐点判断所述采样点的幅值与所述受测对象的脑电信号基准幅值的比较结果是否满足预设统计条件。

[0072] 上述预设统计条件可以为:采样点的幅值与受测对象的脑电信号基准幅值的差值小于预设阈值,也可以为:采样点的幅值位于以受测对象的脑电信号基准幅值 $V_{012}$ 为标尺的基准范围内,例如该基准范围为 $(0.1V_{012}, 2V_{012})$ ,总之,本实施例对此并不限制。

[0073] S303,统计满足所述预设统计条件的采样点的有效数目,并根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目,确定所述当前脑电信号的质量。

[0074] 例如上述受测对象的脑电信号基准幅值为0.1mV,基准范围为(0.02-0.2mV),则当采样点的幅值在该基准范围内时,计数器加1;当采样点的幅值在该基准范围外时,计数器不变,如此针对2000个采样点进行逐点判断,统计得到满足预设统计条件的采样点的有效数目为1600,而采样点的总数目为2000,因此可以确定所述当前脑电信号的质量,最简单的,根据有效数目占总数目的有效百分数来评估当前脑电信号的质量。例如,脑电信号采集器可以存储有效百分数与质量评价的对应关系,可以根据当前脑电信号的有效百分数确定当前脑电信号的质量评价,例如大于90%对应优秀,80%-90%对应良好,60%-80%对应可

信,60%以下不可信,该示例中有效百分数为80%,则当前脑电信号良好。

[0075] 本实施例的脑电信号质量评估方法,可以对滤波后的当前头部电信号的采样点进行逐点判断,统计符合脑电信号基准幅值的采样点的数目以确定当前脑电信号质量,提供了一种根据受测对象的脑电信号基准幅值进行简洁高效的质量评估的方法。

[0076] 在一个实施例中,参照图4所示,在图3所示的脑电信号质量评估方法的基础上,本实施例涉及的是计算当前脑电信号的质量参数并根据当前脑电信号的质量参数进行后续判断处理的过程,具体地,所述根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目,确定所述当前脑电信号的质量,可以包括:

[0077] S401,计算所述有效数目和所述多个采样点的总数目的比值,并根据所述比值确定所述当前脑电信号的质量参数。

[0078] 例如,对滤波后的信号进行逐点判断是否在基准范围内,范围内信号标记为1,范围外信号标记为0,每一秒统计一次信号标记,每秒钟 $f_s$  (采样率) 个点,信号标记为1的点数记为 $N_1$ ,标记为0的点数为 $N_0$ ,参照如下的公式,确定当前一秒的脑电信号的质量参数SGscore。

$$[0079] \quad SGscore = Floor(\frac{N_1}{f_s}) \times 100 \quad \text{or} \quad SGscore = [1 - Floor(\frac{N_0}{f_s})] \times 100$$

[0080] S402,若所述质量参数大于或等于预设质量参数阈值,则确定所述当前脑电信号可信。

[0081] 示例性地,若预设质量参数阈值为60,则当SGscore大于或等于60时,脑电信号采集器可以确定当前一秒的脑电信号可信,可以进行后续的处理,例如分析脑电信号的特征或者根据脑电信号控制外部设备等处理。

[0082] S403,若所述质量参数小于预设质量参数阈值,则确定所述当前脑电信号不可信,并提示所述受测对象重新佩戴脑电信号采集器。

[0083] 相应地,当SGscore小于60时,脑电信号采集器可以确定当前一秒的脑电信号不可信,则极有可能是受测对象未按正确佩戴脑电信号采集器,例如电极未紧贴受测对象头部,因此可以通过声、光等形式提醒受测对象重新佩戴。

[0084] 本实施例的脑电信号质量评估方法,可以计算得到当前脑电信号的质量的数值化的评价参数,即当前脑电信号的质量参数,并可以根据该质量参数判断当前脑电信号是否可信,以便于后续的基于脑电信号的处理,以及脑电信号采集器是否佩戴正确的检测。

[0085] 在一个实施例中,参照图5所示,在图2所示的脑电信号质量评估方法的基础上,本实施例涉及的是根据受测对象的历史头部电信号获取受测对象的脑电信号基准幅值的过程,具体可以包括:

[0086] S501,获取所述受测对象的历史头部电信号。

[0087] 上述历史头部电信号仅是相对于上述当前头部电信号而言的。在本实施例中,可以在受测对象佩戴脑电信号采集器后,对受测对象执行本实施例的计算受测对象的脑电信号基准幅值的步骤,也可以是获取受测对象之前通过任何可信的方式检测得到的头部电信号,计算受测对象的脑电信号基准幅值;总之,本实施例对此并不限制。

[0088] 可以理解的是,计算受测对象的脑电信号基准幅值的步骤一般可以在受测对象第一次佩戴或使用脑电信号采集器时执行,用于获取受测对象的脑电信号基准幅值,即新用

户设置或者重新设置用户阶段;而上述脑电信号质量评估的步骤一般是在受测对象之后佩戴或使用脑电信号采集器时执行,即使用阶段,因为脑电信号采集器可以获取到受测对象之前的脑电信号基准幅值,并根据该脑电信号基准幅值,来评估当前脑电信号的质量。

[0089] S502,根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述历史头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的历史头部电信号,所述滤波后的历史头部电信号包括所述受测对象的历史脑电信号、历史眼电信号和历史噪声信号。

[0090] S502的描述可以参照上述S202的描述,这里不再赘述。

[0091] S503,计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值。

[0092] 上述历史眼电信号的历史第一特征幅值可以是滤波后的历史头部电信号中眼电信号的幅值的平均值、中位值等,可以综合地衡量受测对象的眼电信号的幅值大小;同样地,上述复合信号的历史第二特征幅值可以是滤波后的历史头部电信号中复合信号的幅值的平均值、中位值等,可以综合地衡量受测对象的复合信号的大小,当复合信号中脑电信号占比较大时,可以认为该复合信号的历史第二特征幅值可以综合地衡量受测对象的脑电信号的幅值大小。

[0093] 可选地,参照图6所示,S503可以包括:

[0094] S601,获取所述滤波后的历史头部电信号的信号片段,并对所述信号片段进行峰值检测,得到所述信号片段的峰峰值参数集;所述峰峰值参数集包括多个峰峰值参数,所述峰峰值参数包括峰峰值频率和峰峰值大小。

[0095] 示例性地,脑电信号采集器可以获取滤波后的历史头部电信号的30秒的信号片段,即获取到0.3~45Hz频段内的EEG(脑电信号)、EOG(眼电信号)、Noise(噪声信号),并采用峰值检测算法进行峰值检测,得到该信号片段的峰峰值参数集,峰峰值参数集包括多个峰峰值参数,每个峰峰值参数包括峰峰值频率和峰峰值大小,其中,峰峰值大小为波峰到波谷之间的幅值大小。具体地,脑电信号采集器可以通过峰值检测获取到各信号波峰的位置,获得各信号波峰的峰值 $A_i$ ,然后在各信号波峰左右检测到左右信号波谷的位置,得到左右两个信号波谷的谷值 $B_i$ 、 $C_i$ ,计算出第 $i$ 个峰峰值大小,即 $A_i - \min(B_i, C_i)$ ;而峰峰值频率可以是频域分析获得的各信号波峰对应的频率。

[0096] S602,根据所述历史眼电信号的预设频率范围,从所述峰峰值参数集中获取符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述历史眼电信号的峰峰值参数集,以及获取不符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述复合信号的峰峰值参数集。

[0097] 示例性地,上述预设频率范围可以为一般眼电信号的频率范围,如0.13Hz-0.4Hz。也可以是,受测对象根据预先获知的测试频率范围进行眨眼,在这个条件下采集受测对象的历史头部电信号,则上述预设频率范围为测试频率范围。例如,要求受测对象佩戴好脑电信号采集器,保持安静不动的状态,听指令进行规律眨眼,每隔3s眨眼一次,其它时间不眨眼,保持睁眼状态,从而记录30s数据,采集得到的历史头部电信号中包括到9~10次眨眼信号,且眨眼信号的频率为0.33Hz。那么,脑电信号采集器可以根据0.33Hz,即每3秒一次的频率,选取峰峰值参数集中符合0.33Hz的峰峰值参数集作为历史眼电信号的峰峰值参数集,然后剩下的峰峰值参数集,即不符合0.33Hz的峰峰值参数集作为历史脑电信号和历史噪声信号的复合信号的峰峰值参数集。需要说明的是,上述符合所述预设频率范围的峰峰值参

数集可以包括峰峰值频率处于预设频率范围内的峰峰值参数。可以理解的是,上述符合0.33Hz的峰峰值参数集,指的是峰峰值频率与0.33Hz的偏差小于预设偏差阈值的峰峰值参数的集合。

[0098] S603,根据所述历史眼电信号的峰峰值参数集,计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及根据所述复合信号的峰峰值参数集,计算所述复合信号的历史第二特征幅值。

[0099] 具体地,脑电信号采集器可以计算历史眼电信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值,作为历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及计算复合信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值,作为复合信号的历史第二特征幅值;当然,上述中位值也可以替换为相应的平均值等统计值。但是,在样本数量较小时,中位值相比于平均值而言稳定性更好,不易受到个别检测错误的峰峰值大小的影响。

[0100] 结合上述S601-S603的过程,就可以获得复合信号的历史第二特征幅值,之后执行S504。

[0101] S504,若所述历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值大于预设比值阈值,则确定所述历史第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值。

[0102] 在长期研究实验中发现,一般信噪比高的情况下,眼电信号的幅值大小是脑电信号的幅值大小的5~10倍。因此可以设置预设比值阈值为5~10之间的数值,因为眼电信号的历史第一特征幅值一般较为准确,因此当历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值小于或等于预设比值阈值时,即历史第二特征幅值偏大,意味着历史第二特征幅值中噪声偏多,则将历史第二特征幅值作为受测对象的脑电信号的基准幅值不准确;而当历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值大于预设比值阈值时,即历史第二特征幅值正常,意味着历史第二特征幅值中脑电信号偏多,噪声偏少,则可以将历史第二特征幅值作为受测对象的脑电信号的基准幅值。

[0103] 本实施例的脑电信号质量评估方法,可以对受测对象的历史头部电信号进行带通滤波,滤除掉大部分的噪声信号,然后根据滤波后的历史头部电信号,计算得到历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值,并根据历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值的自然规律,确定复合信号是否主要为脑电信号,并在复合信号主要为脑电信号时,确定复合信号的历史第二特征幅值为受测对象的脑电信号基准幅值。总之,本实施例的脑电信号质量评估方法可以计算得到受测对象的脑电信号基准幅值,为受测对象的脑电信号的质量评估,以及脑电信号的其它应用提供了一种参照或标准。

[0104] 在一个实施例中,参照图7所示,在图2所示的脑电信号质量评估方法的基础上,本实施例涉及的是根据受测对象的滤波后的当前头部电信号获取受测对象的脑电信号基准幅值的过程,具体可以包括:

[0105] S701,计算所述滤波后的当前头部电信号中当前眼电信号的当前第一特征幅值,以及当前脑电信号和当前噪声信号组成的复合信号的当前第二特征幅值;

[0106] S702,若所述当前第一特征幅值和所述当前第二特征幅值的比值大于预设比值阈值,则确定所述当前第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值。

[0107] 上述根据受测对象的滤波后的当前头部电信号,计算受测对象的脑电信号基准幅

值的步骤,可以参照上述根据受测对象的历史头部电信号,计算受测对象的脑电信号基准幅值的步骤的说明,这里不再赘述。不过需要说明的是,因为是根据受测对象的当前头部电信号得到的脑电信号基准幅值,因此相比于根据受测对象的历史头部电信号得到的脑电信号基准幅值而言,更准确,更有时效性。

[0108] 参照图8a所示,为又一个实施例提供的脑电信号基准幅值获取方法的流程示意图,具体可以包括:

[0109] S801,在受测对象佩戴好脑电信号采集器,每隔3s眨眼一次,即眨眼频率为0.33Hz的状况下,采集30秒的历史头部电信号的历史信号片段;

[0110] S802,根据0.3-45Hz的频率范围,对上述历史信号片段进行带通滤波;

[0111] S803,获取上述滤波后的历史信号片段,并对历史信号片段进行峰值检测,获取到各信号波峰的位置以及各信号波峰的峰值 $A_i$ ,然后在各信号波峰左右检测到左右信号波谷的位置,得到左右两个信号波谷的谷值 $B_i$ 、 $C_i$ ,计算出第 $i$ 个峰峰值大小,即 $A_i - \min(B_i, C_i)$ 以及第 $i$ 个信号波峰对应的峰峰值频率,得到信号片段的峰峰值参数集;峰峰值参数集包括多个峰峰值参数,峰峰值参数包括峰峰值频率和峰峰值大小;

[0112] S804,根据0.33Hz的眨眼频率,从所述峰峰值参数集中获取峰峰值频率和0.33Hz差值在预设阈值之内的峰峰值参数集为历史眼电信号的峰峰值参数集,以及获取剩下的峰峰值参数集为复合信号的峰峰值参数集;

[0113] S805,计算历史眼电信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值,作为历史眼电信号的历史第一特征幅,以及计算复合信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值,作为复合信号的历史第二特征幅值;

[0114] S806,计算历史第一特征幅值和历史第二特征幅值的比值,并判断该比值是否大于或等于5;若是,则执行S807,若否,则执行S808;

[0115] S807,确定受测对象的脑电信号基准幅值为上述历史第二特征幅值,例如0.1mV;

[0116] S808,提示用户重新佩戴脑电信号采集器,并做好采集电极接触面的清洁,然后重复上述S801-S806。

[0117] 参照图8b所示,为又一个实施例提供的脑电信号质量评估方法的流程示意图,可以在上述脑电信号基准幅值的获取过程之后执行,具体可以包括:

[0118] S809,采集20秒的当前头部电信号的当前信号片段;

[0119] S810,根据0.3-45Hz的频率范围,对上述当前信号片段进行带通滤波;

[0120] S811,根据采样率100Hz,对上述滤波后的当前采样片段采集2000个采样点;

[0121] S812,逐点判断各采样点的幅值是否在受测对象的脑电信号基准范围内,其中,受测对象的脑电信号基准范围为(0.02-0.2mV);若是,则采样点有效数目加1,若否,则无操作;

[0122] S813,计算最后得到的采样点的有效数目占采样点总数目的百分数,作为当前脑电信号的质量参数;

[0123] S814,判断所述当前脑电信号的质量参数是否大于或等于预设质量参数阈值,若是,则执行S815;若否,则执行S816;

[0124] S815,确定当前脑电信号可信;

[0125] S816,确定当前脑电信号不可信,并提示受测对象重新佩戴脑电信号采集器,然后

重复上述S809-S814。

[0126] 以上S801至S816的执行过程具体可以参见上述实施例的描述,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0127] 应该理解的是,虽然图2-8b的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,图2-8b中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0128] 在一个实施例中,如图9所示,提供了一种脑电信号质量评估装置,包括:获取模块、滤波模块和评估模块,其中:

[0129] 获取模块91,用于获取受测对象的当前头部电信号;

[0130] 滤波模块92,用于根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号,所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号;

[0131] 评估模块93,用于根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0132] 可选地,参照图10所示,在上述图9的基础上,评估模块93可以包括:

[0133] 采样单元931,用于根据预设采样率对所述滤波后的当前头部电信号进行采样,得到多个采样点;

[0134] 判断单元932,用于根据所述多个采样点,逐点判断所述采样点的幅值与所述受测对象的脑电信号基准幅值的比较结果是否满足预设统计条件;

[0135] 评估单元933,用于统计满足所述预设统计条件的采样点的有效数目,并根据所述有效数目和所述多个采样点的总数目,确定所述当前脑电信号的质量。

[0136] 可选地,评估单元933具体可以用于计算所述有效数目和所述多个采样点的总数目的比值,并根据所述比值确定所述当前脑电信号的质量参数;若所述质量参数大于或等于预设质量参数阈值,则确定所述当前脑电信号可信;若所述质量参数小于预设质量参数阈值,则确定所述当前脑电信号不可信,并提示所述受测对象重新佩戴脑电信号采集器。

[0137] 可选地,参照图10所示,所述脑电信号质量评估装置还可以包括第一脑电信号基准幅值获取模块94,用于获取所述受测对象的历史头部电信号;根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述历史头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的历史头部电信号,所述滤波后的历史头部电信号包括所述受测对象的历史脑电信号、历史眼电信号和历史噪声信号;计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及历史脑电信号和历史噪声信号组成的复合信号的历史第二特征幅值;若所述历史第一特征幅值和所述历史第二特征幅值的比值大于预设比值阈值,则确定所述历史第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值。

[0138] 可选地,所述第一脑电信号基准幅值获取模块94具体可以用于获取所述滤波后的

历史头部电信号的信号片段,并对所述信号片段进行峰值检测,得到所述信号片段的峰峰值参数集;所述峰峰值参数集包括多个峰峰值参数,所述峰峰值参数包括峰峰值频率和峰峰值大小;根据所述历史眼电信号的预设频率范围,从所述峰峰值参数集中获取符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述历史眼电信号的峰峰值参数集,以及获取不符合所述预设频率范围的峰峰值参数集为所述复合信号的峰峰值参数集;根据所述历史眼电信号的峰峰值参数集,计算所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及根据所述复合信号的峰峰值参数集,计算所述复合信号的历史第二特征幅值。

[0139] 可选地,所述第一脑电信号基准幅值获取模块94具体可以用于计算所述历史眼电信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值,作为所述历史眼电信号的历史第一特征幅值,以及计算所述复合信号的峰峰值参数集中各峰峰值大小的中位值,作为所述复合信号的历史第二特征幅值。

[0140] 可选地,所述脑电信号质量评估装置还可以包括第二脑电信号基准幅值获取模块,用于计算所述滤波后的当前头部电信号中当前眼电信号的当前第一特征幅值,以及当前脑电信号和当前噪声信号组成的复合信号的当前第二特征幅值;若所述当前第一特征幅值和所述当前第二特征幅值的比值大于预设比值阈值,则确定所述当前第二特征幅值为所述受测对象的脑电信号基准幅值。

[0141] 本实施例的脑电信号质量评估装置,可以对受测对象的当前头部电信号进行带通滤波,滤除掉大部分的噪声信号,然后根据滤波后的当前头部电信号和预设的受测对象的脑电信号基准幅值,评估当前脑电信号的质量,可以对脑电信号质量进行有效判定,以评价脑电信号是否可信,便于后续对脑电信号的处理,以及便于判断脑电信号采集器是否佩戴正确。

[0142] 关于脑电信号质量评估装置的具体限定可以参见上文中对于脑电信号质量评估方法的限定,在此不再赘述。上述脑电信号质量评估装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0143] 在一个实施例中,提供了一种脑电信号采集器,该脑电信号采集器内部结构图可以如图11所示,包括采集电极111、存储器113和处理器112,存储器存储有计算机程序,采集电极用于采集受测对象的头部电信号;处理器执行计算机程序时实现以下步骤:

[0144] 获取受测对象的当前头部电信号;

[0145] 根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号,所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号;

[0146] 根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0147] 本领域技术人员可以理解,图11中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的脑电信号采集器的限定,具体的脑电信号采集器可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的

部件布置。

[0148] 在一个实施例中,提供了一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0149] 获取受测对象的当前头部电信号;

[0150] 根据预设的第一截止频率和第二截止频率,对所述当前头部电信号进行带通滤波,得到滤波后的当前头部电信号,所述滤波后的当前头部电信号包括当前脑电信号、当前眼电信号和当前噪声信号;

[0151] 根据所述滤波后的当前头部电信号和预设的所述受测对象的脑电信号基准幅值,评估所述当前脑电信号的质量,所述受测对象的脑电信号基准幅值与所述受测对象的头部电信号中的峰峰值相关。

[0152] 在一个实施例中,提供了一种头戴设备,包括如图11所示的脑电信号采集器。

[0153] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink)DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0154] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0155] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。



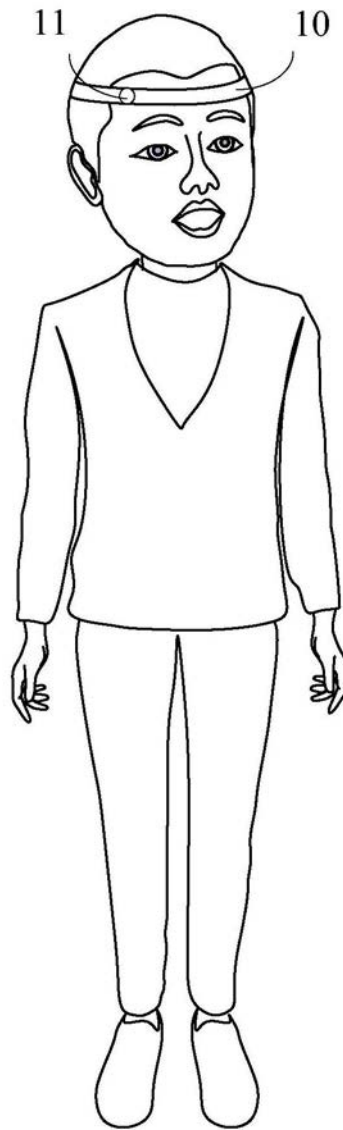


图1

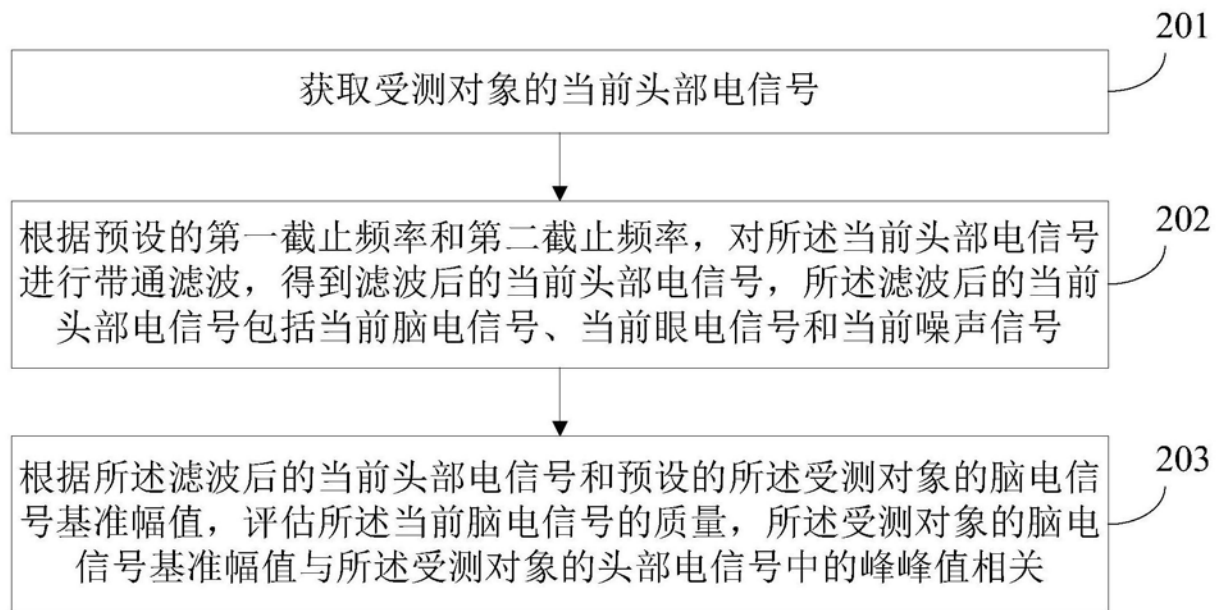


图2

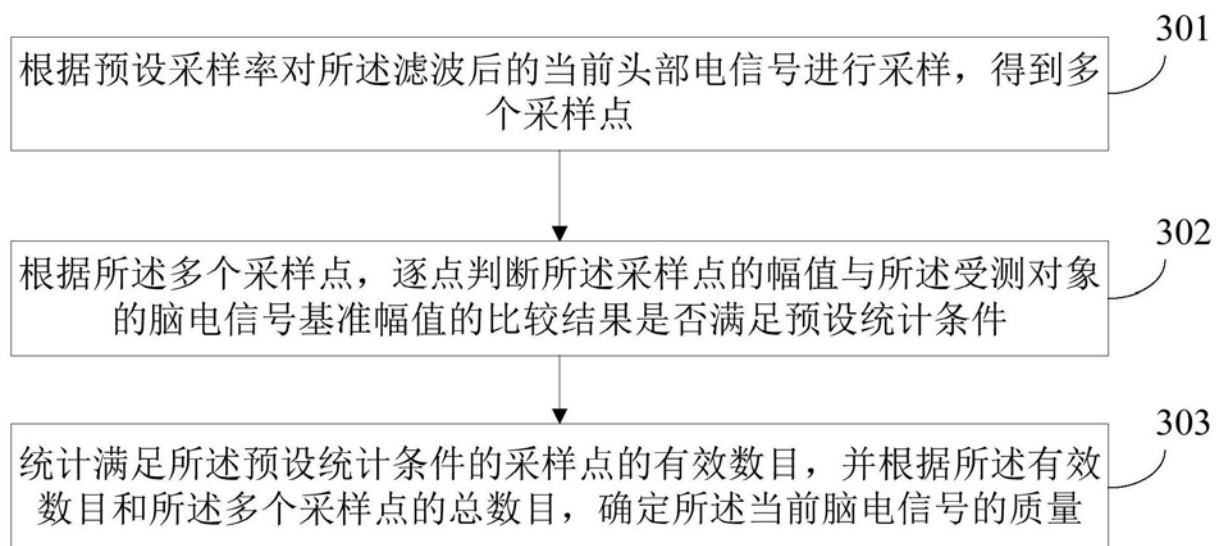


图3

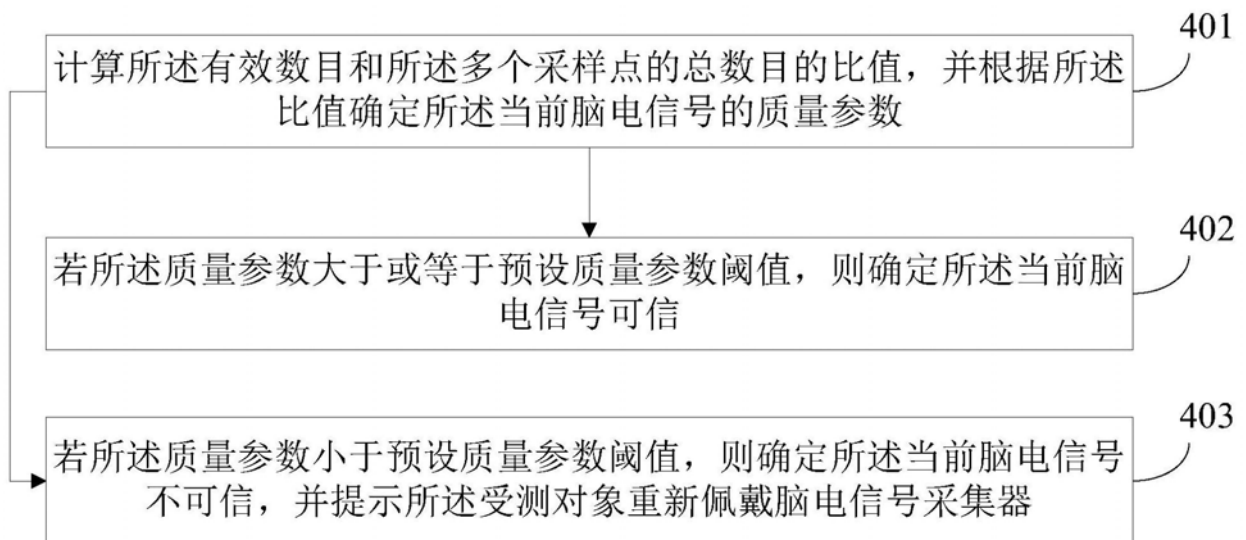


图4

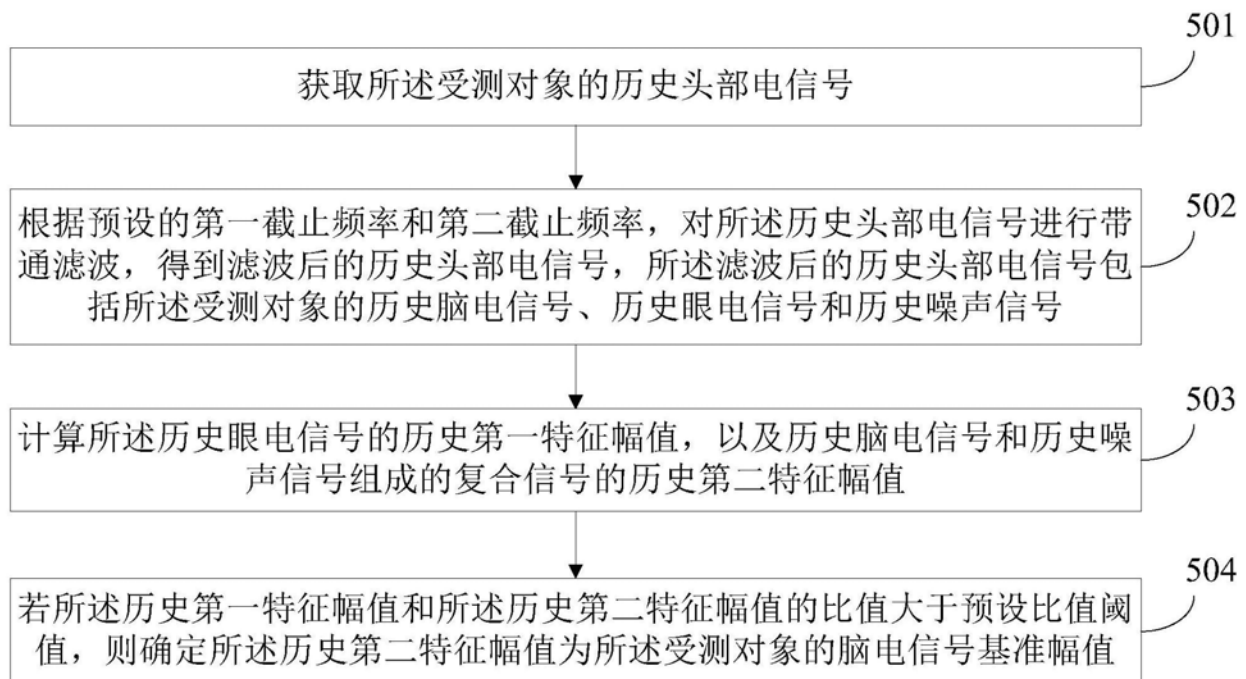


图5

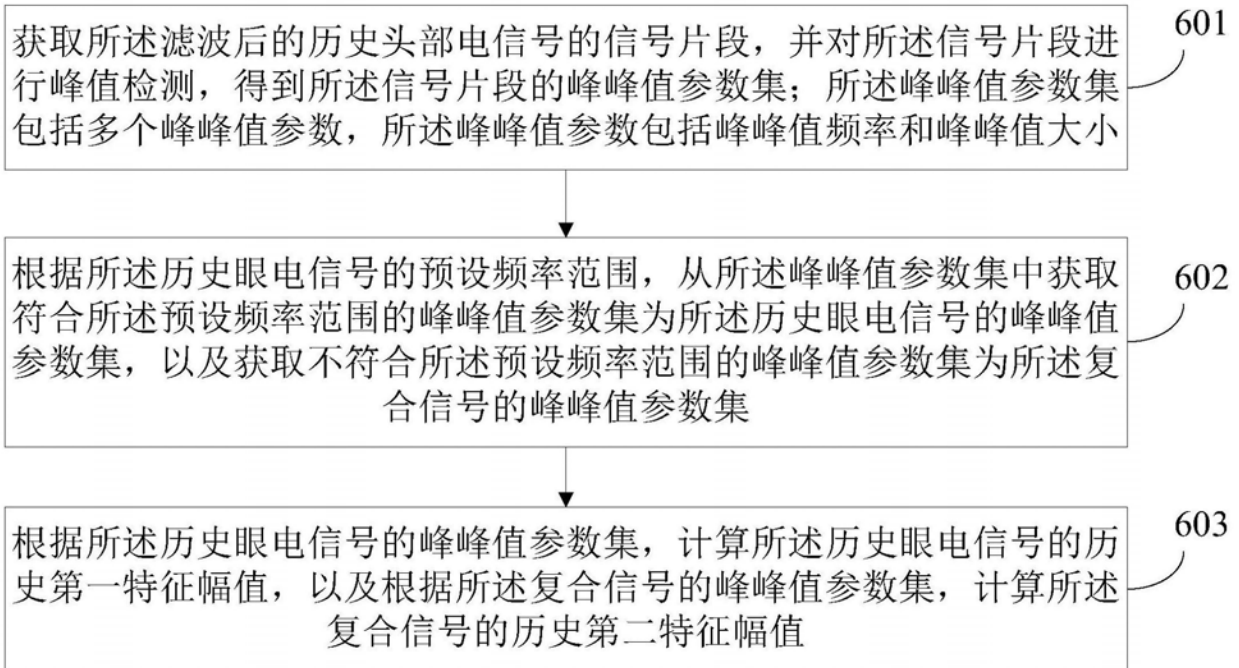


图6

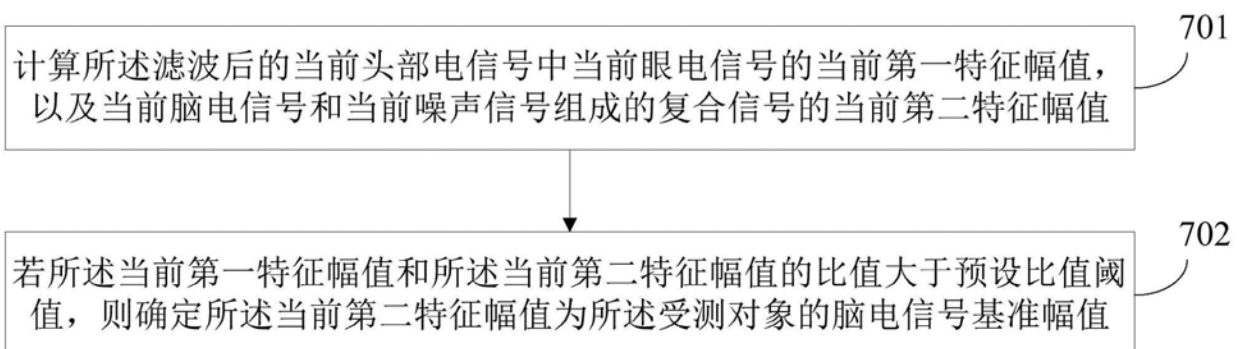


图7

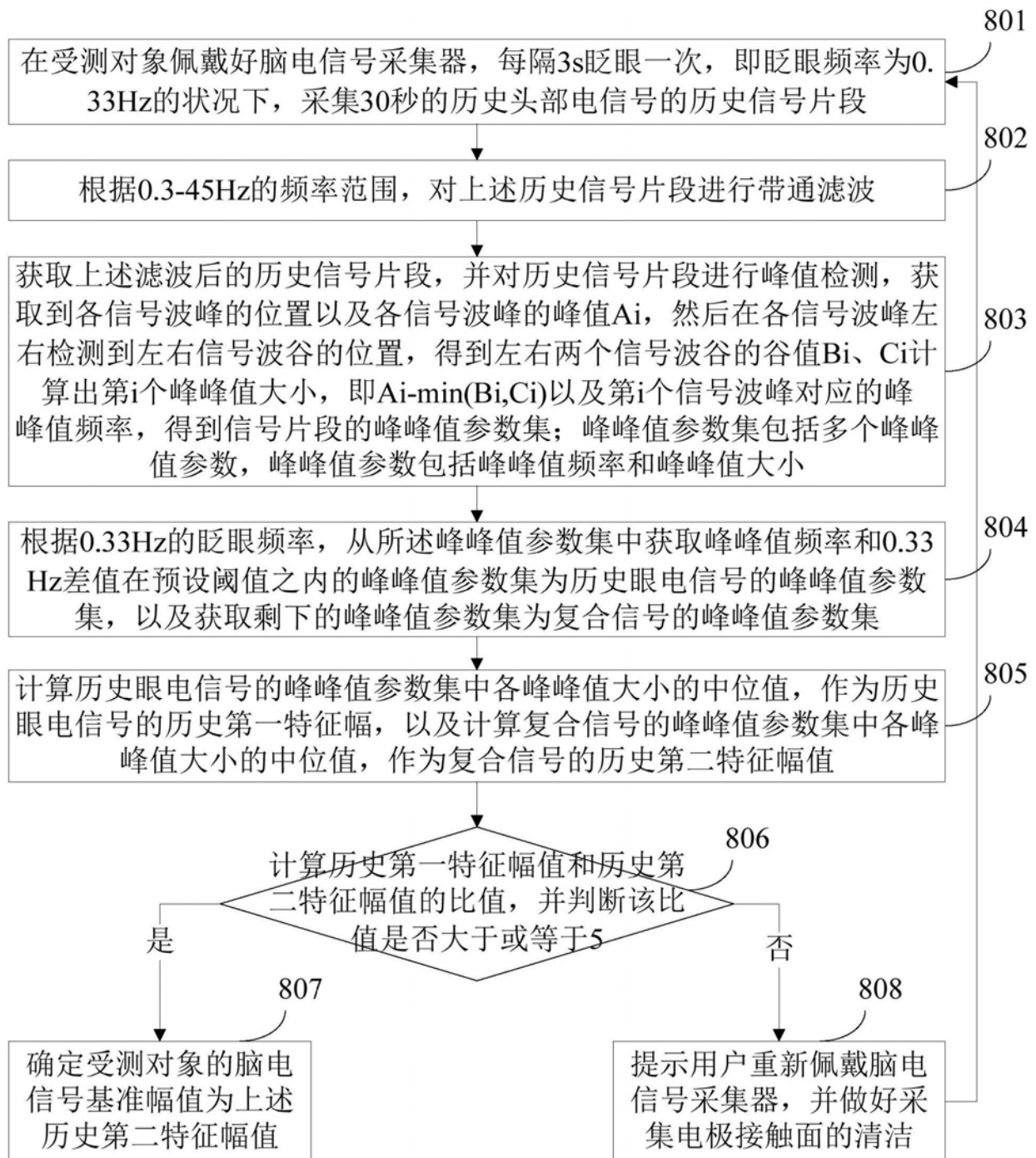


图8a

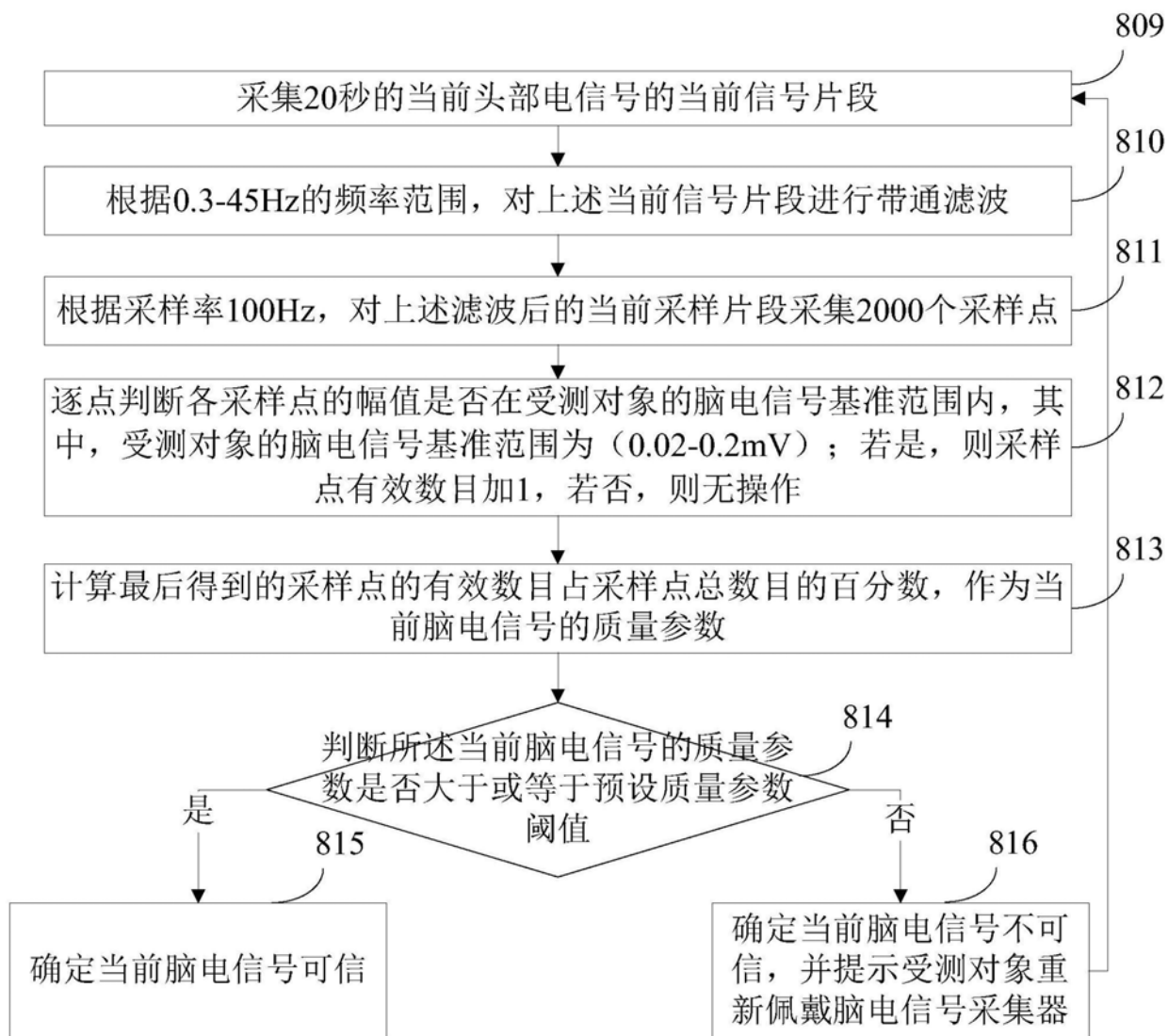


图8b

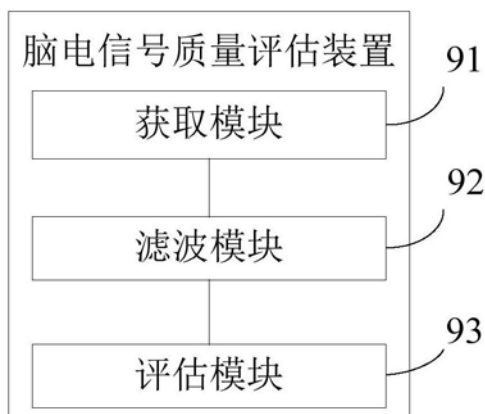


图9

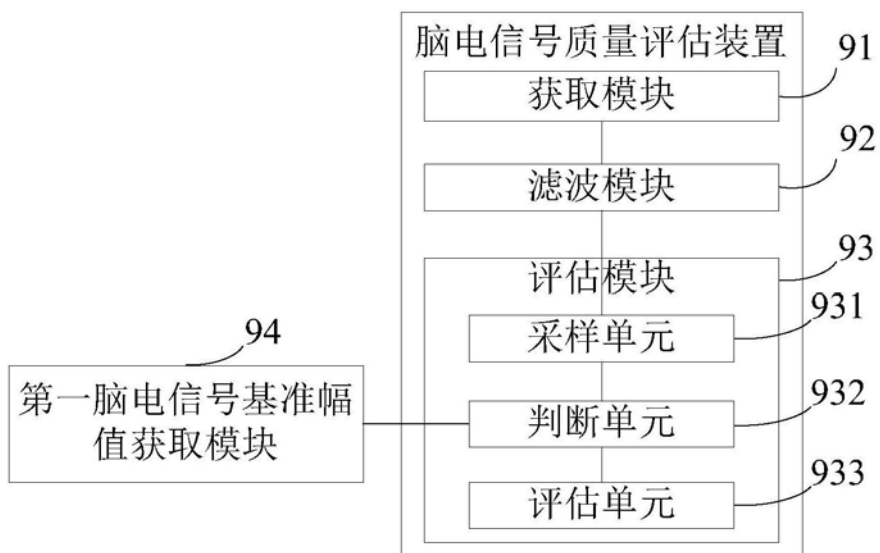


图10

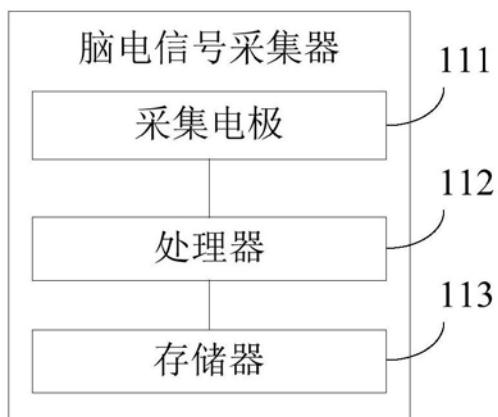


图11