



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109310335 A

(43)申请公布日 2019.02.05

(21)申请号 201780037570.X

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(22)申请日 2017.06.02

72002

代理人 李光颖 王英

(30)优先权数据

62/351587 2016.06.17 US

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 5/0484(2006.01)

2018.12.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/063409 2017.06.02

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/215948 EN 2017.12.21

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 G·N·加西亚莫利纳

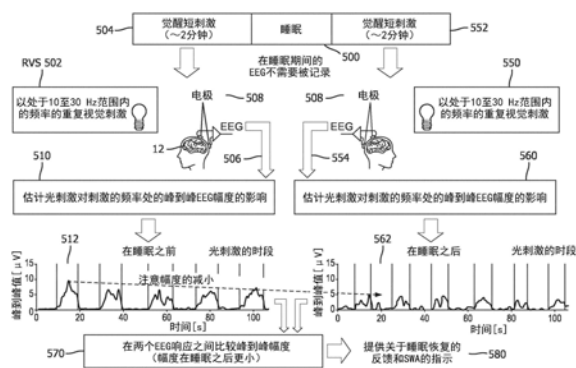
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定睡眠需要消耗的系统和方法

(57)摘要

一种系统被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定睡眠需要消耗。所述系统包括:感官刺激器,其被配置为提供重复视觉刺激(RVS);传感器,其被配置为生成传达与大脑活动有关的信息的输出信号;以及一个或多个硬件处理器,其被配置为:在所述睡眠过程之前,使所述一个或多个感官刺激器提供第一RVS,并且基于在所述第一RVS期间的所述输出信号来确定第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应;并且在所述睡眠过程之后,使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS,基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定第二SSVEP响应;将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较,并且基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。



1. 一种被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象 (12) 中的睡眠需要消耗的系统 (10), 所述系统包括:

一个或多个感官刺激器 (16), 其被配置为向所述对象提供重复视觉刺激 (RVS);

一个或多个传感器 (18), 其被配置为生成传达与所述对象中的大脑活动有关的信息的输出信号; 以及

一个或多个硬件处理器 (20), 其与所述一个或多个感官刺激器和所述一个或多个传感器操作性地通信, 所述一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置为:

在所述睡眠过程之前, (i) 使所述一个或多个感官刺激器提供第一RVS, 并且 (ii) 基于在所述第一RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第一稳态视觉诱发电位 (SSVEP) 响应; 并且

在所述睡眠过程之后, (iii) 使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS, (iv) 基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第二SSVEP响应; (v) 将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较, 并且 (vi) 基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

2. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述一个或多个传感器包括脑电图 (EEG) 电极。

3. 根据权利要求2所述的系统, 其中, 所述一个或多个硬件处理器被配置为使得确定所述第一SSVEP响应和/或所述第二SSVEP响应中的单独一个包括:

在大约具有大约1Hz的滤波的带宽的所述第一RVS和/或所述第二RVS中的对应一个的频率处对在所述第一RVS和/或所述第二RVS期间的EEG输出信号进行带通滤波; 并且

在对所述EEG输出信号进行滤波之后确定所述EEG输出信号的平均峰到峰幅度。

4. 根据权利要求2所述的系统, 其中, 所述EEG电极被配置为在所述睡眠过程之前和之后被耦合在所述对象的头部上的枕骨位置或者额骨位置处。

5. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述一个或多个感官刺激器包括计算设备的显示屏或者照明面板, 其中, 所述第一RVS和所述第二RVS在持续时间方面是大约1-2分钟并且包括通过大约5-10秒无刺激时段与彼此分离的大约5-10秒闪光时段, 并且其中, 所述闪光的频率是大约10-30Hz。

6. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述一个或多个硬件处理器被配置为使得基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗包括使所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应之间的差与在所述睡眠过程期间所述对象中的慢波活动 (SWA) 的水平相关, 所述SWA的水平指示所述睡眠需要消耗。

7. 一种用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象 (12) 中的睡眠需要消耗的方法, 所述方法由包括一个或多个感官刺激器 (16)、一个或多个传感器 (18)、以及一个或多个硬件处理器 (20) 的确定系统 (10) 执行, 所述方法包括:

在所述睡眠过程之前, 利用所述一个或多个硬件处理器, (i) 使所述一个或多个感官刺激器提供第一重复视觉刺激 (RVS), 并且 (ii) 基于在所述第一RVS期间来自所述一个或多个传感器的传达与所述对象中的大脑活动有关的信息的输出信号来确定所述对象的第一稳态视觉诱发电位 (SSVEP) 响应; 并且

在所述睡眠过程之后, 利用所述一个或多个硬件处理器, (iii) 使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS, (iv) 基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第二

SSVEP响应；(v) 将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较，并且(vi) 基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

8. 根据权利要求7所述的方法，其中，所述一个或多个传感器包括脑电图(EEG)电极，并且其中，所述方法还包括在所述睡眠过程之前和之后将所述EEG电极与所述对象耦合，但是在所述睡眠过程期间不将所述EEG电极与所述对象耦合。

9. 根据权利要求8所述的方法，其中，确定所述第一SSVEP响应和/或所述第二SSVEP响应中的单独一个包括：

在大约具有大约1Hz的滤波的带宽的所述第一RVS和/或所述第二RVS中的对应一个的频率处对在所述第一RVS和/或所述第二RVS期间的EEG输出信号进行带通滤波；并且

在对所述EEG输出信号进行滤波之后确定所述EEG输出信号的平均峰到峰幅度。

10. 根据权利要求8所述的方法，其中，所述EEG电极被配置为在所述睡眠过程之前和之后被耦合在所述对象的头部上的枕骨位置或者额骨位置处。

11. 根据权利要求7所述的方法，其中，所述一个或多个感官刺激器包括计算设备的显示屏或者照明面板，其中，所述第一RVS和所述第二RVS在持续时间方面是大约1-2分钟并且包括通过大约5-10秒无刺激时段与彼此分离的大约5-10秒闪光时段，并且其中，所述闪光的频率是大约10-30Hz。

12. 根据权利要求7所述的方法，其中，基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗包括使所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应之间的差与在所述睡眠过程期间所述对象中的慢波活动(SWA)的水平相关，所述SWA的水平指示所述睡眠需要消耗。

13. 一种被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象(12)中的睡眠需要消耗的系统(10)，所述系统包括：

用于向所述对象提供重复视觉刺激(RVS)的单元(16)；

用于生成传达与所述对象中的大脑活动有关的信息的输出信号的单元(18)；以及

在所述睡眠过程之前，用于进行以下各项的单元(20)：(i) 使所述的用于提供的单元提供第一RVS，并且(ii) 基于在所述第一RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应；以及

在所述睡眠过程之后，用于进行以下各项的单元(20)：(iii) 使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS，(iv) 基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第二SSVEP响应；(v) 将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较，并且(vi) 基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

14. 根据权利要求13所述的系统，其中，所述的用于生成输出信号的单元包括脑电图(EEG)电极。

15. 根据权利要求14所述的系统，其中，确定所述第一SSVEP响应和/或所述第二SSVEP响应中的单独一个包括：

在大约具有大约1Hz的滤波的带宽的所述第一RVS和/或所述第二RVS中的对应一个的频率处对在所述第一RVS和/或所述第二RVS期间的EEG输出信号进行带通滤波；并且

在对所述EEG输出信号进行滤波之后确定所述EEG输出信号的平均峰到峰幅度。

16. 根据权利要求14所述的系统，其中，所述EEG电极被配置为在所述睡眠过程之前和之后被耦合在所述对象的头部上的枕骨位置或者额骨位置处。

17. 根据权利要求13所述的系统,其中,所述一个或多个感官刺激器包括计算设备的显示屏或者照明面板,其中,所述第一RVS和所述第二RVS在持续时间方面是大约1-2分钟并且包括通过大约5-10秒无刺激时段与彼此分离的大约5-10秒闪光时段,并且其中,所述闪光的频率是大约10-30Hz。

18. 根据权利要求13所述的系统,其中,基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗包括使所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应之间的差与在所述睡眠过程期间所述对象中的慢波活动(SWA)的水平相关,所述SWA的水平指示所述睡眠需要消耗。

## 用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定睡眠需要消耗的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的系统。

### 背景技术

[0002] 用于监测睡眠的系统是已知的。典型的睡眠监测系统要求对象在整个睡眠过程中佩戴听觉刺激设备和脑电图 (EEG) 电极。这些设备可能干扰对象的睡眠。本公开克服现有技术系统中的缺陷。

### 发明内容

[0003] 因此,本公开的一个或多个方面涉及一种被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的系统。所述系统包括一个或多个感官刺激器、一个或多个传感器、一个或多个硬件处理器和/或其他部件。所述一个或多个感官刺激器被配置为向所述对象提供重复视觉刺激 (RVS)。所述一个或多个传感器被配置为生成传达与所述对象中的大脑活动有关的信息的输出信号。所述一个或多个硬件处理器与所述一个或多个感官刺激器和所述一个或多个传感器操作性地通信。所述一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置为:在所述睡眠过程之前,(i)使所述一个或多个感官刺激器提供第一RVS,并且(ii)基于在所述第一RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应;并且在所述睡眠过程之后,(iii)使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS,(iv)基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第二SSVEP;(v)将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较,并且(vi)基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

[0004] 本公开的又一方面涉及一种用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的方法。所述方法由包括一个或多个感官刺激器、一个或多个传感器、一个或多个硬件处理器和/或其他部件的确定系统执行。所述方法包括:在所述睡眠过程之前,利用所述一个或多个硬件处理器,(i)使所述一个或多个感官刺激器提供第一重复视觉刺激RVS,并且(ii)基于在所述第一RVS期间来自所述一个或多个传感器的传达与所述对象中的大脑活动有关的信息的输出信号来确定所述对象的第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应;并且,在所述睡眠过程之后,利用所述一个或多个硬件处理器,(iii)使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS,(iv)基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第二SSVEP响应;(v)将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较,并且(vi)基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

[0005] 本公开的再一方面涉及一种被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的系统。所述系统包括:用于向所述对象提供重复视觉刺激(RVS)的单元;用于生成传达与所述对象中的大脑活动有关的信息的输出信号的单元;并且

在所述睡眠过程之前,用于进行以下各项的单元:(i)使所述的用于提供的单元提供第一RVS,并且(ii)基于在所述第一RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应;并且在所述睡眠过程之后,用于进行以下各项的单元:(iii)使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS,(iv)基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定所述对象的第二SSVEP响应;(v)将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较,并且(vi)基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

[0006] 本公开的这些和其他目标、特征和特性以及结构的相关元件的操作和功能的方法以及部件的组合和制造的经济性将在参考附图考虑以下描述和权利要求书时变得更明显,附图全部形成本说明书的一部分,其中,类似的附图标记指代各附图中的对应的部分。然而,应明确地理解,附图仅出于说明和描述的目的并且不旨在作为对本公开的限制的定义。

### 附图说明

[0007] 图1图示了被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的系统。

[0008] 图2图示了包括在被提供给对象的重复视觉刺激的频率处和/或附近的振荡分量的脑电图(EEG)信号。

[0009] 图3图示了当利用在对象的头部上的枕骨位置和额骨位置处与对象耦合的EEG电极监测时对象的稳态视觉诱发电位响应。

[0010] 图4图示了针对对象中的稳态视觉诱发电位响应和慢波活动的变化的线性回归模型。

[0011] 图5概述了由系统执行的操作。

[0012] 图6图示了用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的方法。

### 具体实施方式

[0013] 如本文所使用的,除非上下文另外清楚地指明,否则单数形式的“一”、“一个”和“该”包括复数指代。如本文所使用的,两个或两个以上部分或者部件被“耦合”的陈述应当意指这些部分直接地或间接地(即,通过一个或多个中间部分或者部件)一起结合或者操作,只要链接发生。如本文所使用的,“直接地耦合”意指两个元件彼此直接地接触。如本文所使用的,“固定地耦合”或者“固定”意指两个部件被耦合以便当维持相对于彼此的恒定取向时作为一体移动。

[0014] 如本文所使用的,词语“单一”意指部件被创建为单件或单元。即,包括分离地创建并且然后耦合在一起作为单元的件的部件不是“单一”部件或者主体。如本文所采用的,两个或两个以上部分或者部件彼此“接合”的陈述应当意指部分直接地或者通过一个或多个中间部分或者部件针对彼此施加力。如本文所采用的,术语“数目”应当意指一或大于一的整数(即,多个)。

[0015] 在本文中所使用的方向性短语,诸如例如而但不限于顶部、底部、左、右、上、下、前、后和其派生词,涉及附图中示出的元件的取向,并且除非其中明确地记载,否则不是对权利要求的限制。

[0016] 图1是被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象12中的睡眠需要消耗的系统10的示意图。对象12中的睡眠体内平衡和突触可塑性是相关的。在NREM睡眠期间(由于表现为可经由脑电图(EEG)识别的慢波的大脑皮层的双稳态),减少和/或消除在觉醒状态期间创建的许多突触。由于突触的该减少和/或消除,因而对象12的皮层突触强度在睡眠过程之后减小。睡眠过程的持续时间越长,皮层突触强度变得越弱。慢波活动(SWA)是在醒来之后增大并且在睡眠之后减小的睡眠体内平衡的度量。在睡眠过程期间直到时间“t”的SWA的积分反映在睡眠过程期间针对对象的直到时间“t”的睡眠需要消耗的量。

[0017] 量化SWA要求EEG在整个睡眠过程中被记录。这需要在睡眠过程期间佩戴EEG采集系统。存在对被配置为在不要求在整个睡眠过程中记录EEG(和/或佩戴EEG采集系统)的情况下量化睡眠需要消耗(例如,睡眠恢复)的系统的市场需要。这样的系统可以被使用例如在诸如以下各项的应用中:促进适当的睡眠卫生的辅导和/或睡眠药物有效性的监测、使用心肺和/或其他信号递送刺激的非基于EEG的备选方案和/或其中在不必在整个睡眠过程内记录EEG的情况下量化睡眠需要消耗将是方便的其他应用。此外,即使EEG在整个睡眠过程中被生成,对象特异性(例如,汗)和/或外部(例如,电磁噪声、系统故障和/或电极拆卸)伪影也可以存在于妨碍SWA值的计算的EEG信号中。在这些实例中,基于在睡眠过程之前和之后做出的测量结果来确定睡眠需要消耗将是有益的。

[0018] 皮层突触强度可以通过测量对听觉刺激的EEG响应在觉醒状态期间量化。听觉诱发电位(AEP)的幅度在睡一晚之后减小。幅度下降的程度与在从大约1Hz到大约2.33Hz的频带内的NREM睡眠期间的EEG功率相关,其借助于在频带的SWA范围(0.5至4Hz)内是睡眠需要(和/或睡眠不足)的自我平衡地调节的度量。

[0019] 取代使用由听觉刺激引起的AEP,系统10使用对重复视觉刺激(RVS,例如闪烁光和/或其他RVS)的诱发响应(其被称为稳态视觉诱发电位(SSVEP))在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象12中的睡眠需要消耗。SSVEP与听觉诱发电位相比具有更高的信噪比(SNR),因为视觉刺激可能与听觉刺激相比占用更大数量的大脑皮层区域。这是因为与听觉刺激相比,EEG响应的幅度对于重复视觉刺激是更高的。另外,给定刺激的重复性质,在其期间EEG信号的幅度保持在针对RVS的高水平处的时间段与在其期间EEG信号的幅度保持在针对诱发听觉响应的高水平处的时间段相比更长。此外,相对于听觉刺激,视觉诱发电位的更高的SNR性质促进对当在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象12中的睡眠需要消耗时要求的重复视觉刺激更短的暴露。

[0020] 在一些实施例中,系统10包括以下各项中的一项或多项:感官刺激器16、传感器18、处理器20、电子存储装置22、用户接口24和/或其他部件。在图1中,感官刺激器16、传感器18、处理器20、电子存储装置22和用户接口24被示出为分离的实体。这不旨在是限制性的。系统10的部件中的一些和/或全部和/或其他部件可以被分组为一个或多个单一设备。例如,系统10的部件中的一些和/或全部可以在睡眠过程之前和/或之后被分组为由对象12穿戴的头带和/或其他服装的一部分,但是在睡眠过程期间被移除。

[0021] 感官刺激器16被配置为向对象12提供RVS和/或其他感官刺激。感官刺激器16被配置为在睡眠过程之前、在睡眠过程之后和/或在其他时间向对象12提供RVS和/或其他感官刺激。例如,感官刺激器16可以被配置为在对象12入睡之前并且在对象12从睡眠过程醒来

之后向对象12提供RVS。感官刺激器16可以被配置为向对象12提供RVS以诱发对象12中的对RVS的大脑活动响应。在一些实施例中,诱发的响应可以是和/或包括SSVEP和/或其他响应。在一些实施例中,感官刺激器16可以被配置为通过RVS和/或其他无创性大脑刺激方法诱发SSVEP响应。感官刺激器16的范例可以包括以下各项中的一项或多项:计算设备(例如,智能电话、平板计算机、膝上型计算机、台式计算机等)的显示屏、照明面板(例如,与飞利浦GoLite BLU类似和/或相同的外部面板)、发光二极管(LED)、图案反转刺激器和/或其他设备。在一些实施例中,感官刺激器16可以被包括在计算设备中,其形成系统10的用户接口24和/或其他部件。在一些实施例中,感官刺激器16可以显示以固定恒定频率(例如,10-30Hz和/或其他频率)在颜色上交替的棋盘格图案。

[0022] 传感器18被配置为生成传达与对象12的大脑活动有关的信息和/或其他信息的输出信号。传感器18被配置为在对象12的睡眠过程之前和/或之后、在睡眠过程之前和/或之后的规则间隔处和/或在其他时间以正在进行的方式生成输出信号。对象12的大脑活动可以对应于对象12的SSVEP响应和/或其他特性。传感器18可以包括直接地和/或间接地测量这样的参数的一个或多个传感器。虽然在对象12附近的单个位置处图示了传感器18,但是这不旨在为限制性的。传感器18可以包括被设置在多个位置中的传感器,诸如例如以可移除的方式与对象12的皮肤耦合、以可移除的方式与对象12的衣服耦合、由对象12穿戴(例如,作为头带、腕带等)、在感官刺激器16内(或者与其通信)和/或在其他位置中。

[0023] 以非限制性范例的方式,传感器18可以是和/或包括一个或多个电极,一个或多个电极被配置为检测起因于对象12的大脑内的电流的沿着对象12的头皮的电活动。在一些实施例中,传感器18是和/或包括多个EEG电极和/或其他传感器。在一些实施例中,EEG电极被配置为被耦合在对象12的头部上的枕骨位置处。在一些实施例中,EEG电极被配置为被耦合在对象12的头部上的额骨位置处。在这些实施例中,EEG电极(传感器18)在睡眠过程之前与对象12的头部耦合、在睡眠过程期间(和/或之前不久)从对象12解耦,并且在睡眠过程之后与对象12的头部重新耦合。

[0024] 处理器20被配置为提供系统10中的信息处理能力。因此,处理器20可以包括以下各项中的一项或多项:数字处理器、模拟处理器、被设计为处理信息的数字电路、被设计为处理信息的模拟电路、状态机和/或用于电子地处理信息的其他机构。虽然处理器20在图1中被示出为单个实体,但是这仅出于说明性目的。在一些实施例中,处理器20可以包括多个处理单元。这些处理单元可以物理地被定位在相同设备(例如,感官刺激器16、传感器18)内,或者处理器20可以表示协同操作的多个设备的处理功能。

[0025] 如在图1中所示,处理器20被配置为运行一个或多个计算机程序部件。一个或多个计算机程序部件可以包括以下各项中的一项或多项:控制部件30、参数部件32、比较部件34、睡眠需要消耗部件36和/或其他部件。处理器20可以被配置为通过软件;硬件;固件;软件、硬件和/或固件的某种组合;和/或用于在处理器20上配置处理能力的其他机构来运行部件30、32、34、36和/或其他部件。

[0026] 应当理解,虽然部件30、32、34和36在图1中被图示为共同定位在单个处理单元内,但是在其中处理器20包括多个处理单元的实施例中,部件30、32、34、36和/或其他部件中的一个或多个可以远程于其他部件来定位。由下文所描述的不同的部件30、32、34、36和/或其他部件提供的功能的描述出于说明性目的,并且不旨在为限制性的,因为部件30、32、34和/

或36中的任一个可以提供比所描述的更多或更少的功能。例如,可以消除部件30、32、34和/或36中的一个或多个,并且其功能中的一些或全部可以由其他部件30、32、34和/或36提供。作为另一范例,处理器20可以被配置为运行一个或多个额外部件,其可以执行下面归因于部件30、32、34和/或36之一的功能中的一些或全部。

[0027] 控制部件30被配置为控制感官刺激器16以在睡眠过程之前和之后向对象12提供RVS。例如,控制部件34被配置为控制感官刺激器16以在睡眠过程之前向对象12提供第一RVS并且在睡眠过程之后提供第二RVS。在一些实施例中,第一RVS在睡眠过程的开始的大约30分钟内(例如,在入睡之前大约30分钟内)和/或在其他时间被递送。在一些实施例中,第二RVS在睡眠过程的结束的大约30分钟内(例如,在醒来之前大约30分钟内)和/或在其他时间被递送。在一些实施例中,控制部件30控制感官刺激器16,使得第一RVS和第二RVS在持续时间方面是大约1-2分钟并且包括通过大约5-10秒无刺激时段与彼此分离的大约5-10秒闪光时段。在一些实施例中,5-10秒无刺激时段在5-10秒范围内由控制部件30随机化。在一些实施例中,闪光的频率是大约10-30Hz。间歇时间可用于抵消对象12对闪光的习惯(例如,在长时段刺激之后SSVEP响应减小)和/或疲劳的效果。然而,在一些实施例中,控制部件30可以被配置为使感官刺激器16针对较长的时段递送连续的刺激。在这些实施例中,除SSVEP响应之外,由于习惯的结果的SSVEP响应的下降可以被用于量化睡眠需要消耗。可以预期,如果皮层连接性越高,则SSVEP响应将越快地习惯。因此,睡眠需要消耗越强,那么习惯将越慢。

[0028] 在一些实施例中,RVS参数(例如,1-2分钟持续时间、5-10秒闪光时段、5-10秒无刺激时段、10-30Hz频率)可以在系统10的制造时被确定、由控制部件30基于在先前睡眠过程期间对象12中的睡眠需要消耗来确定、由对象12和/或其他用户经由用户接口24设定和/或调节、和/或由其他方法确定。应当注意,包括在睡眠过程之前和之后的30分钟时段、1-2分钟持续时间、5-10秒闪光时段、5-10秒无刺激时段和10-30Hz频率的RVS参数的描述不旨在是限制性的。控制部件30可以使感官刺激器16利用允许系统10如本文所描述的工作的任何参数来递送第一RVS和/或第二RVS。

[0029] 参数部件32被配置为确定对象12中的大脑活动参数。参数部件32被配置为基于输出信号和/或其他信息来确定大脑活动参数。在一些实施例中,一个或多个大脑活动参数包括EEG相关参数,诸如EEG的各种频带中的功率、低频带中的功率与高频带中的功率的比、和/或其他参数。在一些实施例中,参数部件32被配置为使得一个或多个大脑活动参数是和/或涉及频率、幅度、相位和/或特定图案的存在,特定图案诸如纺锤、K复合波或者睡眠慢波、阿尔发波和/或EEG信号的其他特性。在一些实施例中,确定一个或多个大脑活动参数包括对EEG信号进行滤波、在与大脑活动有关的单独振荡分量上加性地组合和/或执行其他数学运算和/或其他操作。例如,在一些实施例中,一个或多个大脑活动参数基于EEG信号的频率、幅度和/或其他特性来确定。在一些实施例中,所确定的大脑活动参数和/或EEG的特性可以是和/或指示在对应于REM和/或NREM睡眠阶段的过去睡眠过程期间的睡眠状态。

[0030] 在一些实施例中,确定大脑活动参数包括确定对象12对RVS的SSVEP响应和/或其他参数。参数部件32被配置为通过确定由RVS诱发的来自对象12的EEG信号的峰到峰幅度和/或其他参数来确定对象12的SSVEP响应。RVS调制大脑的电活动并且参数部件32基于EEG信号和/或其他信息来确定对象12的SSVEP响应。EEG信号包括在RVS的频率和/或谐波处和/

或附近的振荡分量。这被图示在图2中。图2图示了RVS 200。RVS 200包括以恒定频率206开启202和关闭204闪烁光。如在图2中所示, EEG信号210的峰到峰幅度208表征对象12对RVS 200的响应212。在一些实施例中, 当EEG电极(传感器18)在枕骨位置中与对象12耦合时(例如, 如在图2中所示), 对象12的SSVEP响应是更突出的。

[0031] 如在图3中所示, 取决于RVS 301频率, 对象12的SSVEP响应(例如, 峰到峰幅度300)可以是可经由来自在额骨位置中与对象12耦合的EEG电极的信号(FPz) 302识别的, 但是这样的SSVEP响应具有较低的幅度(相对于来自在枕骨位置中与对象12耦合的EEG电极的信号(Oz) 304)。SSVEP响应的幅度取决于RVS频率并且当RVS频率在例如10至30Hz范围内(例如, 上文所描述的非限制性范围)时是更高的。在一些实施例中, 经由由对象12上的枕骨位置处的EEG电极生成的信号确定SSVEP响应可能是麻烦的, 因为将电极放置在枕骨位置中通常要求对导电凝胶的使用(例如, 因此大脑活动信号不由对象12的头发干扰)和将电极定位在正确位置处的技能。经由被放置在额骨位置处的EEG电极确定SSVEP响应可能对于对象12和/或其他用户而言是更方便的。

[0032] 返回图1, 参数部件32被配置为确定在睡眠过程之前对象12的第一SSVEP响应、在睡眠过程之后对象12的第二SSVEP响应和/或对象12的其他SSVEP响应。参数部件32被配置为基于来自传感器18的输出信号和/或基于其他信息来确定SSVEP响应(例如, 第一响应和第二响应)。参数部件32被配置为基于在第一RVS(例如, 在睡眠过程之前递送的RVS)期间的输出信号来确定对象12的第一(例如, 在睡眠过程之前的)SSVEP响应。参数部件32被配置为基于在第二RVS(例如, 在睡眠过程之后递送的RVS)期间的输出信号来确定对象12的第二(例如, 在睡眠过程之后的)SSVEP响应。

[0033] 在一些实施例中, 参数部件32被配置为使得确定第一SSVEP和/或第二SSVEP响应中的单独一个包括在大约具有大约1Hz的滤波的带宽的第一RVS和/或第二RVS中的对应一个的频率处对在第一RVS和/或第二RVS期间的EEG输出信号进行带通滤波, 并且在 EEG 输出信号进行滤波之后确定(例如, 跨RVS间隔的)EEG输出信号的平均峰到峰幅度。在一些实施例中, 取代和/或除了上文所描述的带通滤波, 使用还对谐波周围的信号进行带通滤波的峰值滤波器(例如, 使得将SSVEP响应中的谐波的存在考虑在内)。

[0034] 在一些实施例中, 参数部件32被配置为在睡眠过程之前和/或之后、在睡眠过程之前和/或之后的预定间隔处和/或在其他时间以正在进行的方式确定对象12的第一SSVEP响应和/或第二SSVEP响应。在一些实施例中, 滤波参数(例如, 具有大约1Hz的带宽的对应于RVS的频率)可以在系统10的制造时确定、由参数部件32基于在先前睡眠过程期间对象12中的睡眠需要消耗来确定、由对象12和/或其他用户经由用户接口24设定和/或调节、和/或由其他方法确定。应当注意, 在大约具有大约1Hz的带宽的对应于RVS的频率处的滤波的描述不旨在是限制性的。参数部件32可以利用允许系统10如本文所描述的工作的任何滤波参数来对EEG输出信号进行滤波。

[0035] 比较部件34被配置为将第二SSVEP响应(例如, 睡眠过程后SSVEP响应)与第一SSVEP响应(例如, 睡眠过程前SSVEP响应)进行比较。对象12对相同类型的刺激(例如, 第一RVS和第二RVS)的大脑活动响应在睡眠过程之后减小。该减小取决于在睡眠过程期间的SWA(其不是确定的, 但是其指示在睡眠过程期间发生的对象12中的睡眠需要消耗)。比较部件34被配置为使得将第二SSVEP响应与第一SSVEP响应进行比较包括确定第二SSVEP响应与第

一SSVEP响应之间的差的值。该差可以通过从第二SSVEP响应的值(例如,以 $\mu\text{V}$ 为单位)减去第一SSVEP响应的值(例如,以 $\mu\text{V}$ 为单位)并且将结果除以第一SSVEP响应的值(例如,(之后-之前)/之前)和/或执行其他数学运算来确定。除SSVEP的幅度之外,还能够使用刺激频率周围的窄带(例如,1-Hz宽)中的功率(例如,以 $\mu\text{V}^2$ 为单位)来量化SSVEP响应。功率还可以在刺激的谐波频率周围的窄带中估计并且这些可以被组合(例如,被求和)。

[0036] 睡眠需要消耗部件36被配置为基于第二SSVEP响应(例如,睡眠过程后SSVEP响应)与第一SSVEP响应(例如,睡眠过程前SSVEP响应)之间的比较来确定针对睡眠过程的睡眠需要消耗。在一些实施例中,睡眠需要消耗部件36被配置为使得基于比较来确定针对睡眠过程的睡眠需要消耗包括使第二SSVEP响应与第一SSVEP响应之间的差与在睡眠过程期间对象中的慢波活动(SWA)的水平相关。SWA的水平指示睡眠需要消耗(例如,如上文所描述的)。睡眠需要消耗部件36被配置为基于线性关系 $\text{SWA} = (A \times \Delta \text{SSVEP响应}) + B$ 来确定睡眠需要消耗(例如,睡眠恢复);其中,A和B根据针对对象12和/或人口统计地类似于对象12的用户的群体和/或其他信息来源的 $\Delta \text{SSVEP响应}$ 和SWA的线性回归模型来估计。SWA与睡眠需要消耗直接地相关。在一些实施例中,该数目可以与从年龄匹配的群体获得的参考值相比较。因此,可能能够说明恢复的水平是对应于年龄匹配的参考值的那个的某个百分比。在图4中图示了这样的线性回归模型的范例。

[0037] 图4图示了针对对象(例如,对象12)的五个睡眠过程402的SSVEP响应401和SWA 403的变化的线性回归模型400。在一些实施例中,模型400和/或其他类似模型在本文所描述的对象12(图1)的睡眠过程之前是预定的并且被存储在电子存储装置22和/或其他电子数据库中。在一些实施例中,模型400和/或其他类似模型由睡眠需要消耗部件36基于先前生成的数据和/或由其他计算系统来确定。在一些实施例中,模型400和/或其他类似模型在制造时被编程在系统10中、由对象12和/或其他用户经由用户接口24编程和/或调节、和/或以其他方式确定。睡眠需要消耗部件36被配置为当确定睡眠需要消耗时访问模型400和/或类似模型,如上文所描述的。

[0038] 模型400和/或其他类似模型通过在睡眠过程之前向对象提供RVS、记录针对睡眠过程的EEG、在睡眠过程之后提供RVS、确定针对睡眠过程的SWA、确定由睡眠过程引起的SSVEP响应的变化和在类似图4中示出的一个的图表上绘制所确定的信息来生成。该过程针对若干睡眠过程(例如,针对图4的五个睡眠过程)和/或针对若干对象重复并且线性回归模型基于绘制的数据来生成。

[0039] 为了生成模型400,在睡眠过程之前和在睡眠过程之后,对象(例如,对象12)针对通过10秒长中断与彼此分离的三个10秒长间隔接收重复视觉刺激(合计1分钟),同时他的EEG使用BRAINQUIRY的PET EEG系统在中心枕骨位置 $O_z$ 上以250Hz采集。刺激的频率是具有50%占空比的15Hz。刺激使用具有闪烁绿光的功率LED的10cm正方形面板来呈现。对于单独睡眠过程而言,量化以分钟为单位的N3睡眠的持续时间和(跨N3睡眠的)平均SWA(表I)。SSVEP响应通过测量在刺激的时段期间在从14.5到15.5Hz(例如,在刺激的频率周围的1Hz)的频带内的经滤波的EEG的平均峰到峰幅度来量化。

[0040] 表I

[0041]

夜晚 #	N3 持续 时间 [min]	平均 SWA [ $\mu\text{V}^2$ ]	平均 SSVEP: 在睡 眠之前的峰到峰值 [ $\mu\text{V}$ ]	平均 SSVEP: 在 睡眠之后的峰到 峰值 [ $\mu\text{V}$ ]	变化部分: (之后 -之前)/之前
---------	----------------------	-------------------------------	---	--	----------------------

[0042]

1	85.2	2510.7	9.65	5.22	-0.46
2	72.2	2204.8	6.67	4.77	-0.28
3	69.7	2215.9	6.53	4.87	-0.25
4	72.6	2201.9	6.13	4.55	-0.26
5	52.5	2535.3	7.25	3.50	-0.52

[0043] 图4中的图形示出了在通过之前的SSVEP响应标准化的睡眠之后和之前的SSVEP响应的变化(表I中的最右边列)对比平均SWA(表I中的中间列)的散点图。可以在图4中观察到在SSVEP响应的变化与平均SWA之间的负相关。在图4中示出的范例中,方法400基于针对单个对象的五个睡眠过程来建立。这不旨在是限制性的。可以基于来自多个对象的多个睡眠过程来确定上文所描述的回归模型。

[0044] 图5概述了由系统10(图1)执行的操作。在睡眠过程500之前,RVS502在觉醒时段504期间(例如,经由由图1中示出的控制部件30控制的感官刺激器16)被提供给对象12。来自EEG电极508(例如,图1中示出的传感器18)的EEG输出信号506(例如,通过图1中示出的比较部件34)被分析510以确定对象12对RVS 520的SSVEP响应512。在睡眠过程500之后,RVS 550在觉醒时段552期间(例如,经由由图1中示出的控制部件30控制的感官刺激器16)被提供给对象12。来自EEG电极508(例如,图1中示出的传感器18)的EEG输出信号554(例如,通过图1中示出的比较部件34)被分析560以确定对象12对RVS 520的SSVEP响应562。最后,针对睡眠过程500的睡眠需要消耗(例如,通过图1中示出的睡眠需要消耗部件36)基于(例如,通过图1中示出的比较部件34)对SSVEP响应562(例如,睡眠过程后SSVEP响应)与SSVEP响应512(例如,睡眠过程前SSVEP响应)的比较570和/或其他信息来确定580,如本文所描述的。

[0045] 返回图1,在一些实施例中,部件30、32、34和/或36被配置为使得响应于针对对象12的睡眠模式是足够有规律的,不需要确定(例如,在睡眠之前的)第一SSVEP响应。在一些实施例中,系统10被配置为使得如果她/他的就寝时间和醒来时间二者都在夜晚的80%的小时范围内(例如,睡眠过程),则对象被认为是有规律的。相反,(例如,在睡眠之前的)第一SSVEP响应被设定为默认值(例如,表I的中间列中的值的平均)。该实施例可以是有利的,因为在要求睡眠过程之后,仅确定SSVEP响应一次(例如,在醒来之后的早晨)。

[0046] 电子存储装置22包括电子地存储信息的电子存储介质。电子存储装置22的电子存储介质可以包括系统存储装置和/或可移除存储装置之一或两者,所述系统存储装置与系统10集成地(即,基本上不可移除)提供,所述可移除存储装置经由例如端口(例如,USB端口、火线端口等)或者驱动器(例如,磁盘驱动器等)可移除地可连接到系统10。电子存储装置22可以包括以下各项中的一项或多项:光学可读存储介质(例如,光盘等)、磁性可读存储

介质(例如,磁带、磁性硬盘驱动器、软盘驱动器等)、基于电荷的存储介质(例如,EPROM、RAM等)、固态存储介质(例如,闪存驱动器等)和/或其他电子可读存储介质。电子存储装置22可以存储软件算法、由处理器20确定的信息、经由用户接口24和/或外部计算系统接收到的信息和/或使得系统10能够适当地运行的其他信息。电子存储装置22可以(全部或部分)是系统10内的单独的部件,或者电子存储装置22可以(全部或部分)与系统10的一个或多个其他部件(例如,处理器20)集成地提供。

[0047] 用户接口24被配置为提供系统10与对象12和/或其他用户之间的接口,通过其对象12和/或其他用户可以向系统10提供信息并且从该系统接收信息。这使得数据、提示、结果和/或指令以及任何其他可通信项(共同地被称为“信息”)能够在用户(例如,对象12)与感官刺激器16、传感器18、处理器20和/或系统10的其他部件中的一个或多个之间传递。例如,EEG可以经由用户接口24被显示给护理者、对象12和/或其他用户。作为另一范例,用户接口24可以是和/或被包括在包括显示屏的计算设备中,所述显示屏形成感官刺激器16,使得RVS经由用户接口24被递送给对象12。

[0048] 适于包括在用户接口24中的接口设备的范例包括小键盘、按钮、开关、键盘、旋钮、杆、显示屏、触摸屏、扬声器、麦克风、指示器灯、声音警报、打印机、触觉反馈设备和/或其他接口设备。在一些实施例中,用户接口24包括多个分离的接口。在一些实施例中,用户接口24包括与感官刺激器16和/或系统10的其他部件集成地提供的至少一个接口。

[0049] 将理解,硬连线或无线的其他通信技术也由本公开预期为用户接口24。例如,本公开预期到用户接口24可以与由电子存储装置22所提供的可移除存储接口集成。在该范例中,信息可以从使得(一个或多个)用户能够定制系统10的实施方式的可移除设备(例如,智能卡、闪存驱动器、可移除磁盘等)加载到系统10中。适于供系统10用作用户接口24的其他示范性输入设备和技术包括但不限于RS-232端口、RF链路、IR链路、(电话、线缆或其他)调制解调器。总之,用于与系统10通信信息的任何技术由本公开预期为用户接口24。

[0050] 图6图示了用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定对象中的睡眠需要消耗的方法600。方法600利用包括一个或多个感官刺激器、一个或多个传感器、一个或多个硬件处理器、和/或其他部件的确定系统来执行。下文呈现的方法600的操作旨在是说明性的。在一些实施例中,方法600可以在具有未描述的一个或多个额外操作的情况下和/或没有讨论的操作中的一个或多个的情况下完成。此外,在图6中图示并且下文描述的方法600的操作的次序不旨在是限制性的。

[0051] 在一些实施例中,方法600可以被实现在一个或多个处理设备(例如,数字处理器、模拟处理器、被设计为处理信息的数字电路、被设计为处理信息的模拟电路、状态机、和/或用于电子地处理信息的其他机构)中。一个或多个处理设备可以包括响应于电子地被存储在电子存储介质上的指令而运行方法600的操作中的一些或全部的一个或多个设备。一个或多个处理设备可以包括通过硬件、固件和/或软件被配置为被专门设计用于执行方法600的操作中的一个或多个的一个或多个设备。

[0052] 在操作602处,在睡眠过程之前,(i)使一个或多个感官刺激器提供第一重复视觉刺激(RVS),并且(ii)基于在第一RVS期间来自一个或多个传感器的传达与对象中的大脑活动有关的信息的输出信号来确定对象的第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应。在一些实施例中,操作602由与(在图1中示出且在本文中所描述的)处理器20相同或者类似的硬件处理

器执行。

[0053] 在操作604处,在睡眠过程之后,(iii)使一个或多个感官刺激器提供第二RVS,(iv)基于在第二RVS期间的输出信号来确定对象的第二SSVEP响应;(v)将第二SSVEP响应与第一SSVEP响应进行比较,并且(vi)基于比较来确定针对睡眠过程的睡眠需要消耗。在一些实施例中,基于比较来确定针对睡眠过程的睡眠需要消耗包括使第二SSVEP响应与第一SSVEP响应之间的差与在睡眠过程期间对象中的慢波活动(SWA)的水平相关。SWA的水平指示睡眠需要消耗。

[0054] 在一些实施例中,一个或多个传感器包括脑电图(EEG)电极,其在睡眠过程之前和之后与对象耦合,但是在睡眠过程期间不与对象耦合。在一些实施例中,EEG电极被配置为在睡眠过程之前和之后被耦合在对象的头部上的枕骨位置或者额骨位置处。在一些实施例中,确定第一SSVEP响应和/或第二SSVEP响应中的单独一个包括:在大约具有大约1Hz的滤波的带宽的第一RVS和/或第二RVS中的对应一个的频率处对在第一RVS和/或第二RVS期间的EEG输出信号进行带通滤波;并且在对EEG输出信号进行滤波之后确定EEG输出信号的平均峰到峰幅度。在一些实施例中,一个或多个感官刺激器包括计算设备的显示屏或者照明面板,其中,第一RVS和第二RVS在持续时间方面是大约1-2分钟并且包括通过大约5-10秒无刺激时段与彼此分离的大约5-10秒闪光时段,并且其中,闪光的频率是大约10-30Hz。

[0055] 在一些实施例中,操作604由与(在图1中示出且在本文中所描述的)处理器20相同或者类似的硬件处理器执行。

[0056] 虽然上文所提供的描述出于说明的目的基于当前被认为是最实际的且优选的实施例提供了细节,但是将理解,这样的细节仅出于该目的并且本公开不限于明确公开的实施例,而是相反,旨在涵盖处于随附权利要求书的精神和范围内的修改和等效布置。例如,将理解,本公开预期到在可能的程度上,任何实施例的一个或多个特征可以与任何其他实施例的一个或多个特征组合。

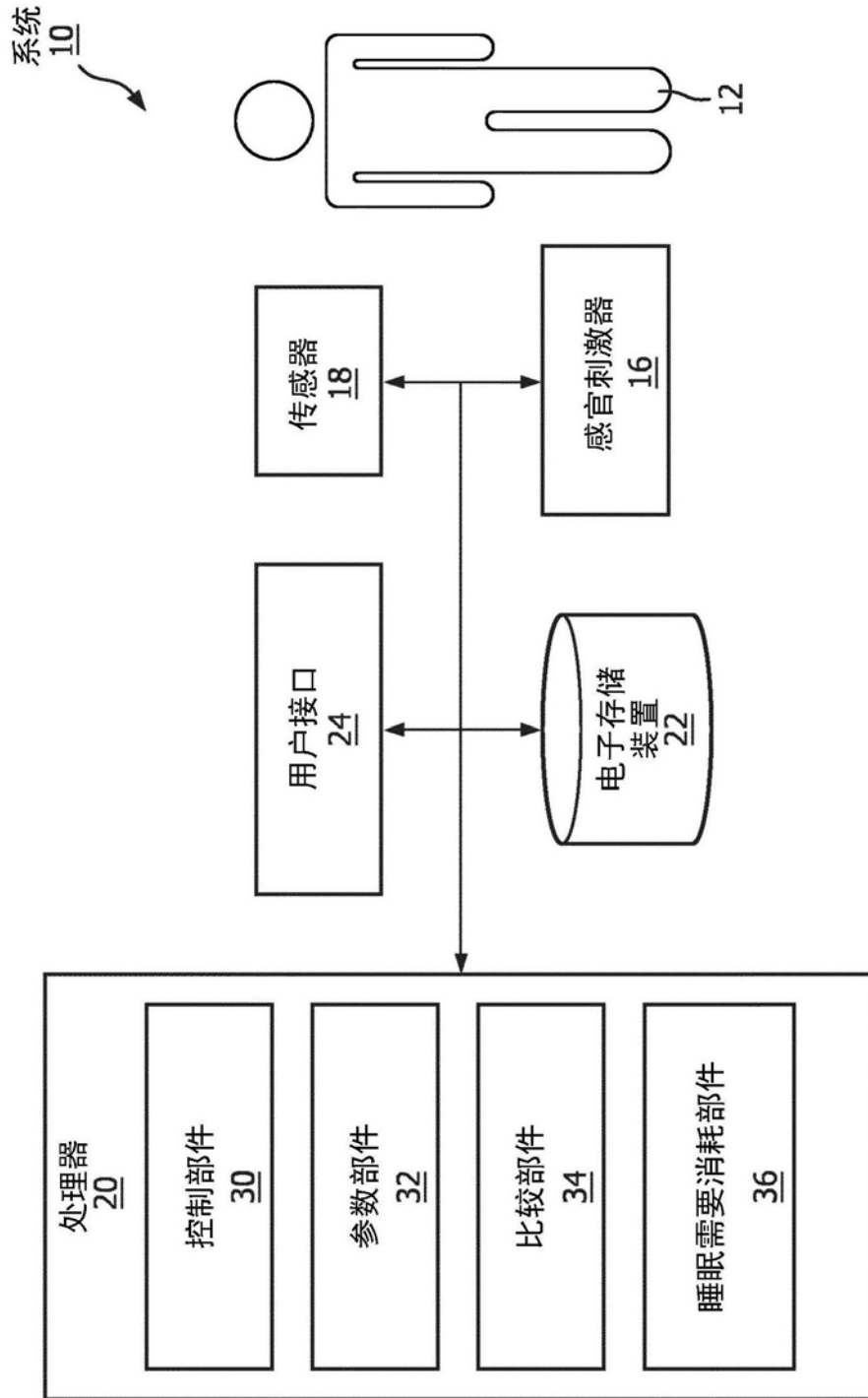


图1

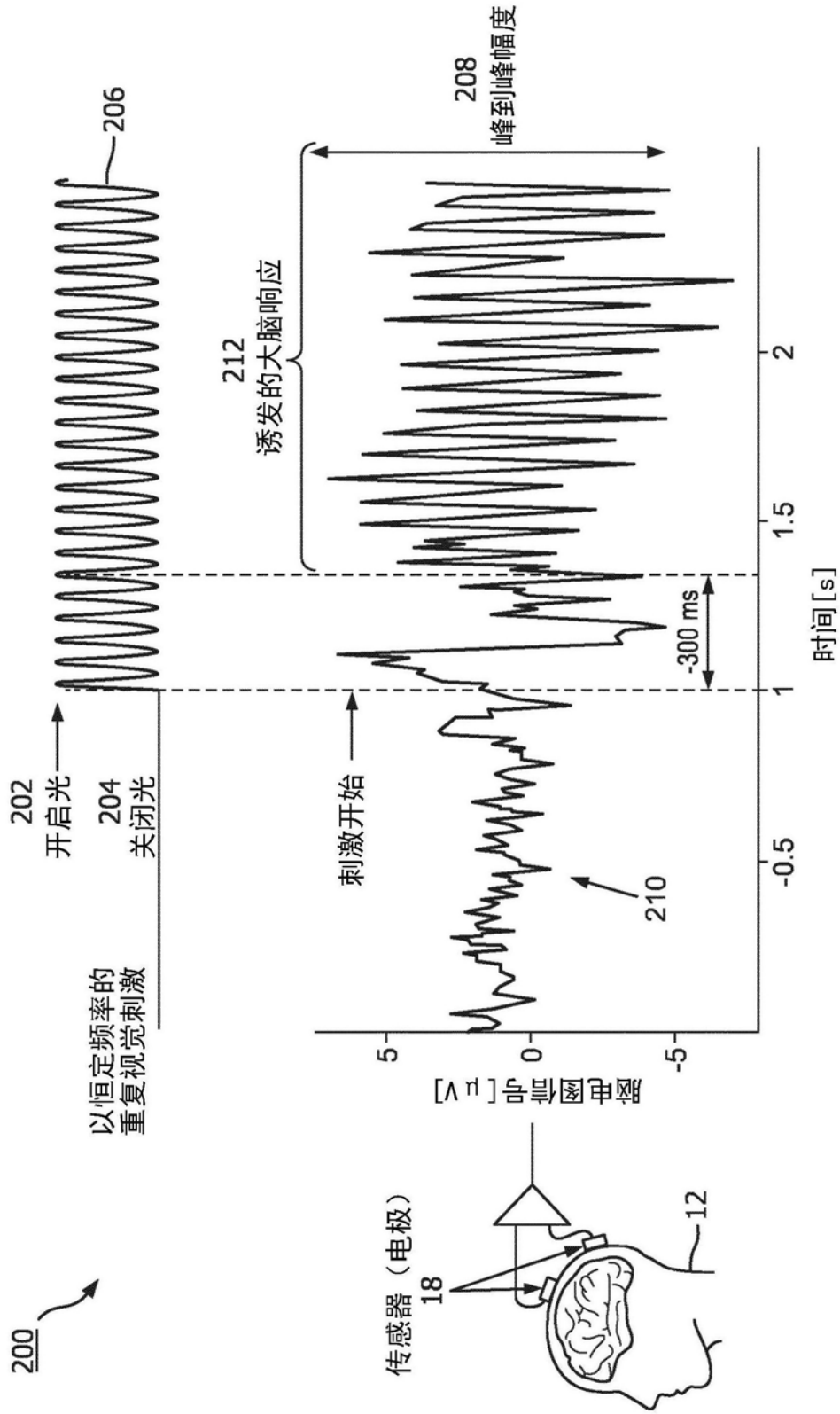


图2

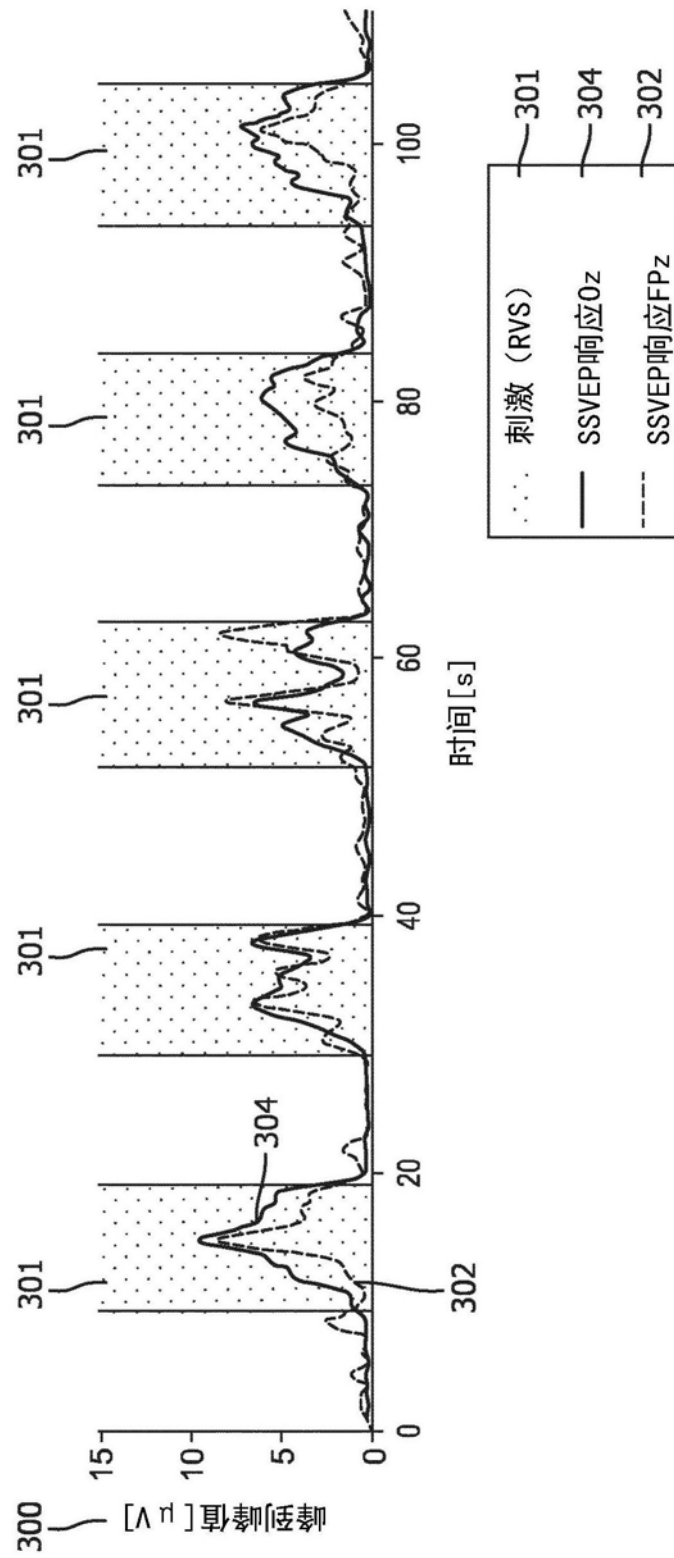
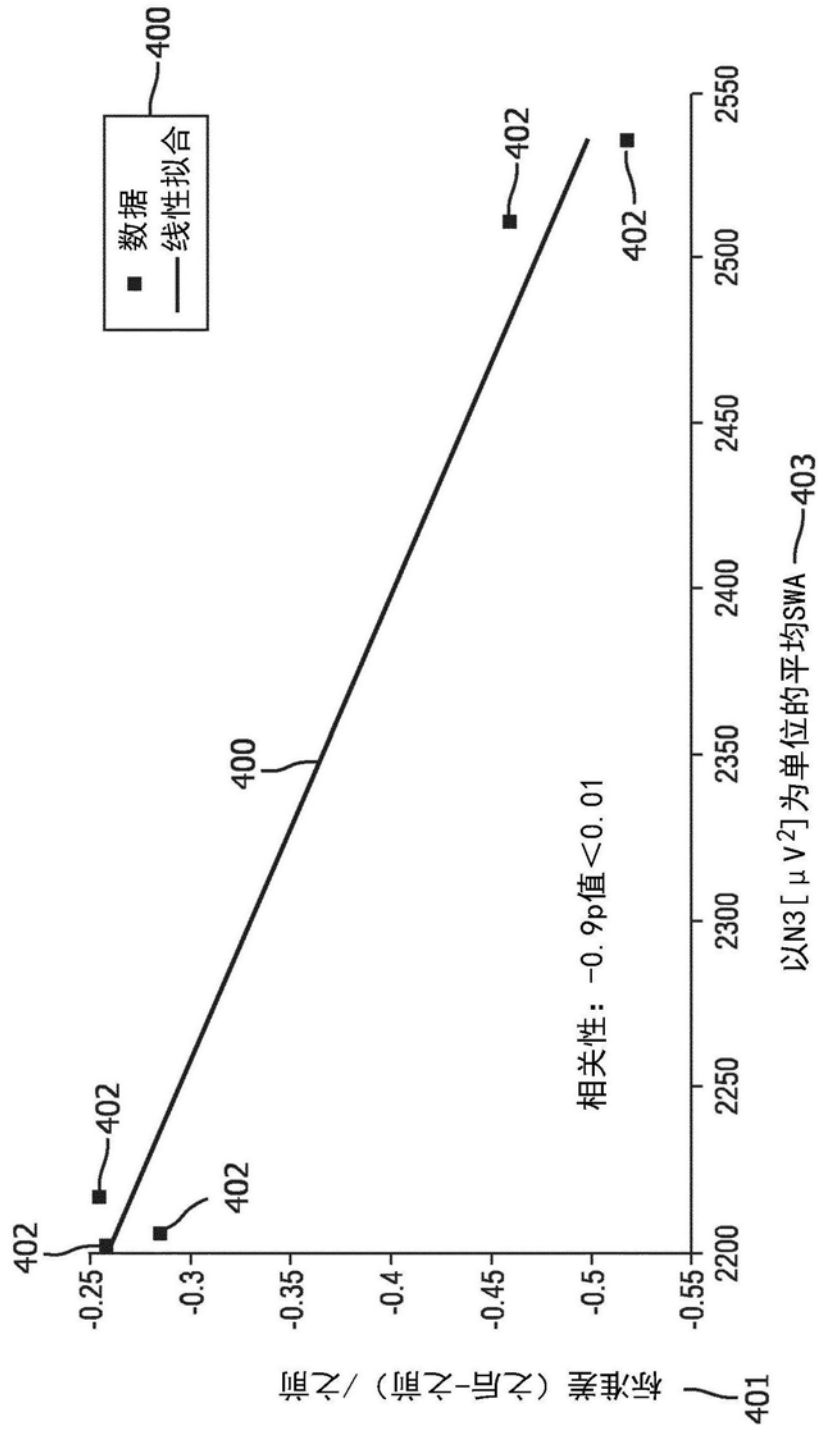


图3



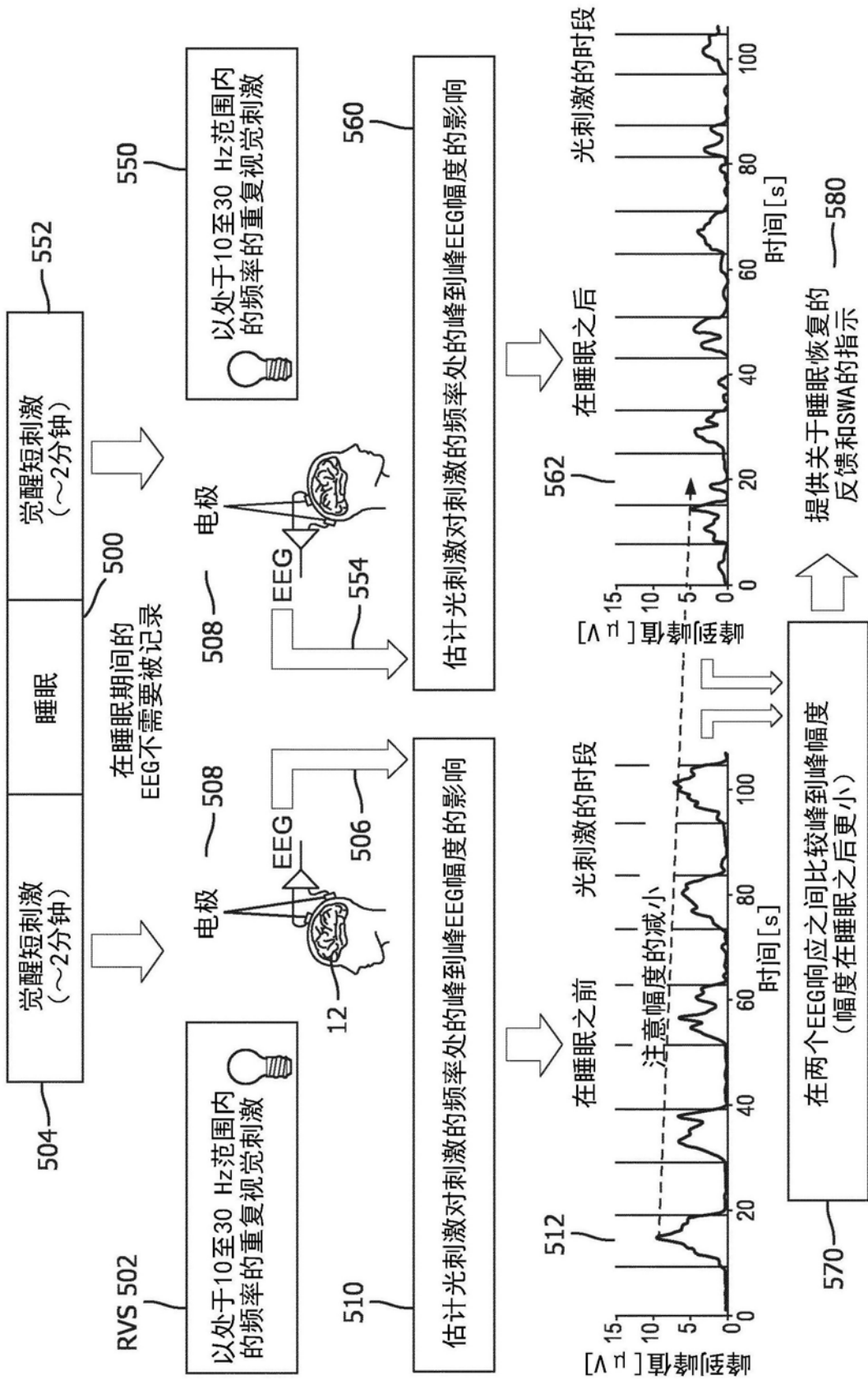


图5

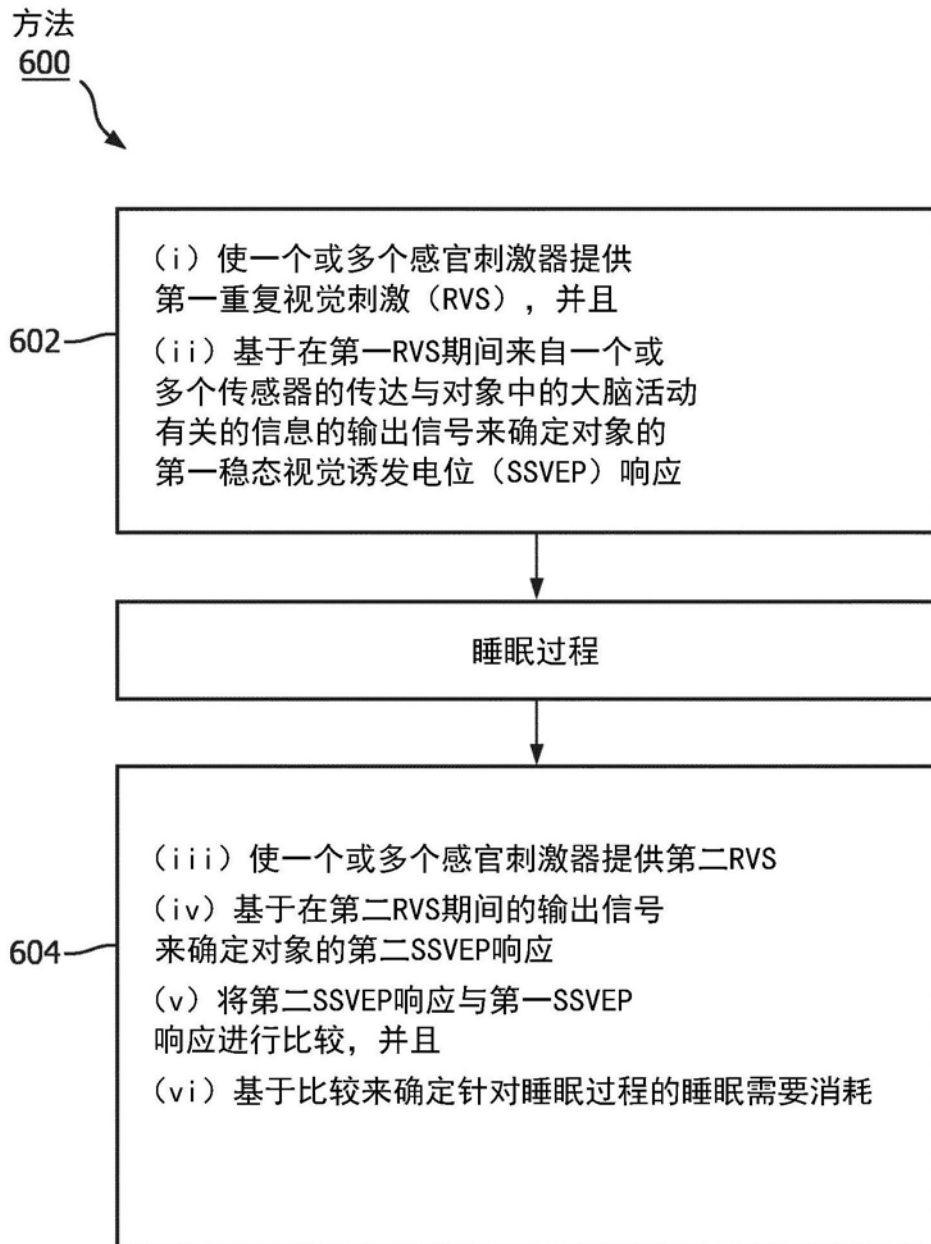


图6

专利名称(译)	用于在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定睡眠需要消耗的系统和方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109310335A</a>	公开(公告)日	2019-02-05
申请号	CN201780037570.X	申请日	2017-06-02
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	GN加西亚莫利纳		
发明人	G·N·加西亚莫利纳		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0484		
CPC分类号	A61B5/04842 A61B5/4806 A61B5/7235 A61M21/02 A61M2021/0044 A61M2021/0083		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	62/351587 2016-06-17 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种系统被配置为在睡眠过程期间在不监测大脑活动的情况下确定睡眠需要消耗。所述系统包括：感官刺激器，其被配置为提供重复视觉刺激(RVS)；传感器，其被配置为生成传达与大脑活动有关的信息的输出信号；以及一个或多个硬件处理器，其被配置为：在所述睡眠过程之前，使所述一个或多个感官刺激器提供第一RVS，并且基于在所述第一RVS期间的所述输出信号来确定第一稳态视觉诱发电位(SSVEP)响应；并且在所述睡眠过程之后，使所述一个或多个感官刺激器提供第二RVS，基于在所述第二RVS期间的所述输出信号来确定第二SSVEP响应；将所述第二SSVEP响应与所述第一SSVEP响应进行比较，并且基于所述比较来确定针对所述睡眠过程的所述睡眠需要消耗。

