



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111372639 A

(43)申请公布日 2020.07.03

(21)申请号 201880075147.3

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2018.11.08

代理人 刘兆君

(30)优先权数据

62/588670 2017.11.20 US

(51)Int.Cl.

A61M 21/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.05.20

A61M 21/02(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/080537 2018.11.08

A61B 5/0476(2006.01)

A61N 2/00(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/096659 EN 2019.05.23

A61N 5/06(2006.01)

(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 D·怀特

B·S·萨德夫 W·高萨

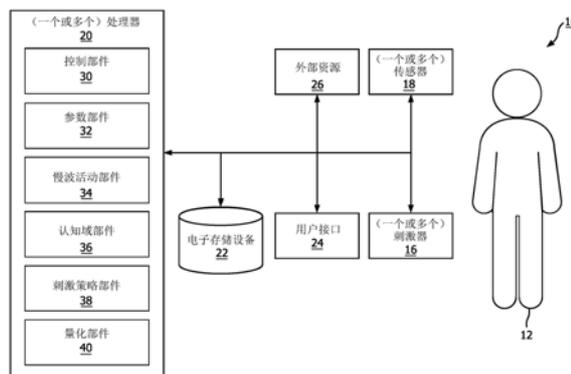
权利要求书4页 说明书15页 附图9页

(54)发明名称

用于向用户递送感官刺激以增强用户中的认知域的系统

(57)摘要

本公开内容涉及一种被配置为在睡眠时期期间向用户递送感官刺激以增强目标认知域的系统。示例目标认知域包括记忆巩固、警觉、言语流畅、困倦和/或其他目标认知域。基于要增强的目标认知域来调节刺激。响应于一个或多个脑活动参数指示用户处于足够深的睡眠中，该系统被配置为根据与目标认知域相关联的刺激策略使一个或多个感官刺激器向用户提供感官刺激。该系统被配置为使用与刺激策略和目标认知域相关联的量化方法来确定被提供给用户的感官刺激的效果。该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。



1. 一种被配置为在睡眠时期期间向用户(12)递送感官刺激以增强所述用户中的目标认知域的系统(10),所述系统包括:

一个或多个感官刺激器(16),其被配置为在所述睡眠时期期间向所述用户提供感官刺激;

一个或多个传感器(18),其被配置为生成输出信号,所述输出信号传达与所述用户在所述睡眠时期期间的脑活动有关的信息;以及

一个或多个硬件处理器(20),其被耦合到所述一个或多个感官刺激器和所述一个或多个传感器,所述一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置为:

获得对用于在所述用户中增强的所述目标认知域的指示,所述目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,所述量化方法用于量化根据所述刺激策略递送的感官刺激的效果,所述刺激策略指示被提供给所述用户的所述感官刺激的模式、定时和/或强度;

基于所述输出信号来确定所述用户在所述睡眠时期期间的一个或多个脑活动参数;

确定所述一个或多个脑活动参数是否指示所述用户处于足够深的睡眠中;并且

响应于所述一个或多个脑活动参数指示所述用户处于足够深的睡眠中而使所述一个或多个感官刺激器根据与所述目标认知域相关联的所述刺激策略向所述用户提供所述感官刺激,并且使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法来确定被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果。

2. 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所述目标认知域包括以下各项中的一项或多项:记忆巩固、警觉、言语流畅或困倦。

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:

所述记忆巩固的目标认知域与块刺激策略相关联;并且

所述警觉、所述言语流畅和所述困倦的目标认知域与连续刺激策略相关联。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中,所述一个或多个硬件处理器还被配置为使得:

所述记忆巩固的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间在感官刺激的“开”块和“关”块期间所述用户中的慢波活动变化;

所述警觉的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间所述用户中的跨NREM睡眠的平均慢波活动;

所述言语流畅的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期中的深睡眠期间所述用户中的总慢波活动;并且

所述困倦的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间所述用户中的平均慢波活动。

5. 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还被配置为基于以下两项中的一项或两项来调节被提供给所述用户的所述感官刺激:

使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法确定的被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果;以及

在所述睡眠时期之后测得的期望认知表现与实际认知表现之间的差异。

6. 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被配置为使得所述感官刺激包括以下各项中的一项或多项:听觉刺激、视觉刺激或体感刺激。

7. 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以下各项中的一项或

多项:脑电图 (EEG) 电极、眼电图 (EOG) 电极、体动记录传感器、心电图 (EKG) 电极、呼吸传感器、压力传感器、生命体征相机、光体积描记 (PPG) 传感器或功能性近红外传感器 (fNIR)。

8. 一种用于利用感官刺激系统 (10) 在睡眠时期期间向用户 (12) 递送感官刺激以增强所述用户中的目标认知域的方法,所述系统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),所述一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置,所述方法包括:

利用所述一个或多个感官刺激器在所述睡眠时期期间向所述用户提供感官刺激;

利用所述一个或多个传感器生成输出信号,所述输出信号传达与所述用户在所述睡眠时期期间的脑活动有关的信息;

利用所述一个或多个硬件处理器获得对用于在所述用户中增强的所述目标认知域的指示,所述目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,所述量化方法用于量化根据所述刺激策略递送的感官刺激的效果,所述刺激策略指示被提供给所述用户的所述感官刺激的模式、定时和/或强度;

利用所述一个或多个硬件处理器基于所述输出信号来确定所述用户在所述睡眠时期期间的一个或多个脑活动参数;

利用所述一个或多个硬件处理器确定所述一个或多个脑活动参数是否指示所述用户处于足够深的睡眠中;并且

利用所述一个或多个硬件处理器响应于所述一个或多个脑活动参数指示所述用户处于足够深的睡眠中而使所述一个或多个感官刺激器根据与所述目标认知域相关联的所述刺激策略向所述用户提供所述感官刺激,并且利用所述一个或多个硬件处理器使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法来确定被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述目标认知域包括以下各项中的一项或多项:记忆巩固、警觉、言语流畅或困倦。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中:

所述记忆巩固的目标认知域与块刺激策略相关联;并且

所述警觉、所述言语流畅和所述困倦的目标认知域与连续刺激策略相关联。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中:

所述记忆巩固的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间在感官刺激的“开”块和“关”块期间所述用户中的慢波活动变化;

所述警觉的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间所述用户中的跨NREM睡眠的平均慢波活动;

所述言语流畅的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期中的深睡眠期间所述用户中的总慢波活动;并且

所述困倦的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间所述用户中的平均慢波活动。

12. 根据权利要求8所述的方法,还包括利用所述一个或多个硬件处理器基于以下两项中的一项或两项来调节被提供给所述用户的所述感官刺激:

使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法确定的被提供给所述

用户的所述感官刺激的所述效果;以及

在所述睡眠时期之后测得的期望认知表现与实际认知表现之间的差异。

13. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述感官刺激包括以下各项中的一项或多项:听觉刺激、视觉刺激或体感刺激。

14. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述一个或多个传感器包括以下各项中的一项或多项:脑电图 (EEG) 电极、眼电图 (EOG) 电极、体动记录传感器、心电图 (EKG) 电极、呼吸传感器、压力传感器、生命体征相机、光体积描记 (PPG) 传感器或功能性近红外传感器 (fNIR)。

15. 一种用于在睡眠时期期间向用户 (12) 递送感官刺激以增强所述用户中的目标认知域的系统 (10),所述系统包括:

用于在所述睡眠时期期间向所述用户提供感官刺激的单元 (16);

用于生成输出信号的单元 (18),所述输出信号传达与所述用户在所述睡眠时期期间的脑活动有关的信息;

用于获得对用于在所述用户中增强的所述目标认知域的指示的单元 (20),所述目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,所述量化方法用于量化根据所述刺激策略递送的感官刺激的效果,所述刺激策略指示被提供给所述用户的所述感官刺激的模式、定时和/或强度;

用于基于所述输出信号来确定所述用户在所述睡眠时期期间的一个或多个脑活动参数的单元 (20);

用于确定所述一个或多个脑活动参数是否指示所述用户处于足够深的睡眠中的单元 (20);以及

用于响应于所述一个或多个脑活动参数指示所述用户处于足够深的睡眠中而使所述一个或多个感官刺激器根据与所述目标认知域相关联的所述刺激策略向所述用户提供所述感官刺激并使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法来确定被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果的单元 (20)。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述目标认知域包括以下各项中的一项或多项:记忆巩固、警觉、言语流畅或困倦。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中:

所述记忆巩固的目标认知域与块刺激策略相关联;并且

所述警觉、所述言语流畅和所述困倦的目标认知域与连续刺激策略相关联。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中:

所述记忆巩固的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间在感官刺激的“开”块和“关”块期间所述用户中的慢波活动变化;

所述警觉的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间所述用户中的跨NREM睡眠的平均慢波活动;

所述言语流畅的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期中的深睡眠期间所述用户中的总慢波活动;并且

所述困倦的目标认知域与量化方法相关联,所述量化方法包括确定在所述睡眠时期期间所述用户中的平均慢波活动。

19. 根据权利要求15所述的系统,还包括基于以下两项中的一项或两项来调节被提供

给所述用户的所述感官刺激的单元(20)：

使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法确定的被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果；以及

在所述睡眠时期之后测得的期望认知表现与实际认知表现之间的差异。

20. 根据权利要求15所述的系统，其中，所述感官刺激包括以下各项中的一项或多项：听觉刺激、视觉刺激或体感刺激。

21. 根据权利要求15所述的系统，其中，所述的用于生成输出信号的单元包括以下各项中的一项或多项：脑电图 (EEG) 电极、眼电图 (EOG) 电极、体动记录传感器、心电图 (EKG) 电极、呼吸传感器、压力传感器、生命体征相机、光体积描记 (PPG) 传感器或功能性近红外传感器 (fNIR)。

用于向用户递送感官刺激以增强用户中的认知域的系统

技术领域

[0001] 本公开内容涉及用于向用户递送感官刺激以增强用户中的认知域的系统和方法。

背景技术

[0002] 用于监测睡眠的系统是已知的。能够通过深睡眠期间递送适当定时的听觉刺激而增强睡眠慢波来提高睡眠的恢复价值。典型的系统经常基于用户的脑活动来调节听觉刺激。典型的系统不基于用户中的目标认知域来调节在睡眠时期期间被提供给用户的治疗水平和/或刺激模式。

发明内容

[0003] 因此,本公开内容的一个或多个方面涉及一种被配置为在睡眠期间向用户递送感官刺激以增强用户中的目标认知域的系统。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在所述睡眠时期期间向所述用户提供感官刺激。所述一个或多个传感器被配置为生成输出信号,所述输出信号传达与所述用户在所述睡眠时期期间的脑活动有关的信息。所述一个或多个硬件处理器被耦合到所述一个或多个感官刺激器和所述一个或多个传感器。所述一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置。所述一个或多个硬件处理器被配置为:获得对用于在所述用户中增强的所述目标认知域的指示。所述目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,所述量化方法用于量化根据所述刺激策略递送的感官刺激的效果。所述刺激策略指示被提供给所述用户的所述感官刺激的模式(例如,针对听觉刺激的音调、针对体感刺激的振动频率等)、定时和/或强度。所述一个或多个硬件处理器被配置为:基于所述输出信号来确定所述用户在所述睡眠时期期间的一个或多个脑活动参数,并且确定所述一个或多个脑活动参数是否指示所述用户处于深睡眠中。响应于所述一个或多个脑活动参数指示所述用户处于足够深的睡眠中,所述一个或多个硬件处理器被配置为:使所述一个或多个感官刺激器根据与所述目标认知域相关联的所述刺激策略向所述用户提供所述感官刺激,并且使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法来确定被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果。

[0004] 本公开内容的另一方面涉及一种用于利用感官刺激系统在睡眠时期期间向用户递送感官刺激以增强所述用户中的目标认知域的方法。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。所述一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置。所述方法包括利用所述一个或多个感官刺激器在所述睡眠时期期间向所述用户提供感官刺激。所述方法包括利用所述一个或多个传感器生成输出信号,所述输出信号传达与所述用户在所述睡眠时期期间的脑活动有关的信息。所述方法包括利用所述一个或多个硬件处理器获得对用于在所述用户中增强的所述目标认知域的指示,所述目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,所述量化方法用于量化根据所述刺激策略递送的感官刺激的效果,所述刺激策略指示被提供给所述用户的所述感官刺激的模式(例如,针

对听觉刺激的音调、针对体感刺激的振动频率等)、定时和/或强度。所述方法包括利用所述一个或多个硬件处理器基于所述输出信号来确定所述用户在所述睡眠时期期间的一个或多个脑活动参数。所述方法包括利用所述一个或多个硬件处理器确定所述一个或多个脑活动参数是否指示所述用户处于足够深的睡眠中。所述方法包括:利用所述一个或多个硬件处理器响应于所述一个或多个脑活动参数指示所述用户处于深睡眠中而使所述一个或多个感官刺激器根据与所述目标认知域相关联的所述刺激策略向所述用户提供所述感官刺激,并且利用所述一个或多个硬件处理器使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法来确定被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果。

[0005] 本公开内容的又一方面涉及一种用于在睡眠时期期间向用户递送感官刺激以增强所述用户中的目标认知域的系统。所述系统包括用于在所述睡眠时期期间向所述用户提供感官刺激的单元。所述系统包括用于生成输出信号的单元,所述输出信号传达与所述用户在所述睡眠时期期间的脑活动有关的信息。所述系统包括用于获得对用于在所述用户中增强的所述目标认知域的指示的单元。所述目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,所述量化方法用于量化根据所述刺激策略递送的感官刺激的效果。所述刺激策略指示被提供给所述用户的所述感官刺激的模式(例如,针对听觉刺激的音调、针对体感刺激的振动频率等)、定时和/或强度。所述系统包括用于基于所述输出信号来确定所述用户在所述睡眠时期期间的一个或多个脑活动参数的单元。所述系统包括用于确定所述一个或多个脑活动参数是否指示所述用户处于足够深的睡眠中的单元。所述系统包括用于响应于所述一个或多个脑活动参数指示所述用户处于深睡眠中而使所述一个或多个感官刺激器根据与所述目标认知域相关联的所述刺激策略向所述用户提供所述感官刺激并使用与所述刺激策略和所述目标认知域相关联的所述量化方法来确定被提供给所述用户的所述感官刺激的所述效果的单元。

[0006] 在参考附图考虑以下描述和权利要求书的情况下,本公开内容的这些和其他目的、特征和特性,以及操作方法和有关的结构元件和零件组合的功能和制造的经济性将变得更加明显,所有附图均形成本说明书的部分,其中,在各个附图中同样的附图标记指代对应的部分。然而,应当明确理解,附图仅是出于图示和描述的目的,并不旨在作为对本公开内容的限制的定义。

附图说明

[0007] 图1是被配置为向用户递送感官刺激以增强用户中的认知域的系统示意图。

[0008] 图2图示了由来自系统的感官刺激产生的增加的慢波活动以及增加的慢波活动对用户中的各种认知域的恢复和/或增强产生的效果。

[0009] 图3图示了由用户穿戴的头戴式设备,该头戴式设备包括感测电极、参考电极、与脑电图相关联的一个或多个设备、有线和/或无线音频设备,以及用于递送听觉刺激的单元(例如,一个或多个音频扬声器和/或其他设备)。

[0010] 图4图示了由系统的认知域部件、刺激策略部件和量化部件执行的操作。

[0011] 图5图示了基于期望认知表现与实际认知表现之间的差异来调节被提供给用户的感官刺激的参数的示例。

[0012] 图6图示了系统执行的操作。

[0013] 图7图示了用于向用户递送感官刺激以增强用户中的认知域的方法。

具体实施方式

[0014] 本文使用的单数形式的“一”、“一个”或“该”包括复数引用,除非上下文明确指示。本文使用的两个或更多个部分或部件被“耦合”的表述将意指:只要发生连接,这些部分直接地或间接地(即,通过一个或多个中间部分或部件)接合或共同操作。本文使用的“直接耦合”意指两个元件直接地彼此接触。本文使用的“固定耦合”或“固定的”意指两个部件被耦合以便在保持相对彼此的恒定取向的情况下作为一个整体进行移动。

[0015] 本文使用的“整体”一词意指创建为单个工件或单元的部件。亦即,包括分别创建并且然后耦合在一起作为一单元的工件的部件不是“整体”部件或实体。本文使用的两个或更多部分或部件一个接一个“接合”的表述意指多个部件直接地或通过一个或多个中间部分或部件向另一个施加力。本文使用的术语“数个”意指一或大于一的整数(即,多个)。

[0016] 本文使用的方位短语,例如并且不限于,顶部、底部、左侧、右侧、上部、下部、前部、后部及其衍生物,涉及附图中示出的元件的取向,并且不限制权利要求书,除非在文中明确地记载。

[0017] 图1是系统10的示意图,系统10被配置为向用户12递送感官刺激以恢复和/或增强用户12中的认知域并且/或者用于其他目的。在一些实施例中,系统10包括以下各项中的一项或多项:刺激器16、传感器18、处理器20、电子存储设备22、用户接口24、外部资源26和/或其他部件。系统10被配置为使得在睡眠期间递送的诸如听觉刺激和/或其他刺激之类的感官刺激增强用户12中的慢波,这带来了认知益处并增强了睡眠恢复。如本文所述,系统10被配置为实时和/或接近实时地检测深睡眠并递送感官(例如,听觉)刺激以增强睡眠慢波而不会引起唤醒。系统10被配置为根据以哪种认知域(例如,记忆、警觉、言语流畅、困倦、记忆编码、学习效率等)为目标进行恢复和/或增强来应用不同的刺激策略(例如,连续刺激、块刺激等)。在一些实施例中,系统10被配置为调节刺激的参数以使用户12达到认知表现目标。

[0018] 举个非限制性示例,图2图示了由来自系统10(图1)的感官(例如,听觉)刺激产生的增加的慢波活动以及增加的慢波活动对用户(例如,图1所示的用户12)中的各种认知域(在该示例中为记忆改善和警觉)的恢复和/或增强的效果。如图2(a)所示,在一些实施例中,系统10(图1)被配置为使得通过比较“开”时段202(其中应用了预定数量的(例如在该示例中为5个)音调(也仅在该示例中是这样)204)中的慢波活动与在随后的且长度近似相等的没有刺激的“关”时间段206中的慢波活动200来确定慢波活动200的变化。如图2(b)所示,慢波活动208的变化(例如,增加)与记忆改善212正相关210。如图2(c)所示,在睡眠期间的慢波活动214的减少(其中,针对每种类型的警觉任务的深色条220表示与浅色条222相比减少的慢波活动)与通过在简单的警觉任务216和复杂的警觉任务218中的失效215的百分比测得的警觉的减少相关。如图2(c)所示,当在睡眠期间的慢波活动较少时,会发生更多的失效(条220比条222高)。除了上面提到的记忆巩固和警觉之外,慢波活动的变化还与其他认知域的恢复和/或增强相关,例如,言语流畅、困倦、记忆编码、学习效率和/或其他认知域(图2中未示出)。最后,图2(d)图示了示出与(例如)听觉刺激234(例如,其中被递送给用户的音调由垂直线236指示)相对应的增强的慢波232的脑电图(EEG)信号230。

[0019] 返回图1,感官刺激器16被配置为向用户12提供感官刺激。感官刺激器16被配置为在睡眠时期之前,在睡眠时期期间和/或在其他时间向用户12提供听觉刺激、视觉刺激、体感刺激、电刺激、磁刺激和/或感官刺激。在一些实施例中,睡眠时期可以包括用户12正在睡眠和/或试图睡眠时的任何时间段。睡眠时期可以包括睡眠、小睡和/或其他睡眠时期的夜晚。例如,感官刺激器16可以被配置为在睡眠时期期间向用户12提供刺激以促进过渡到较深的睡眠阶段、较浅的睡眠阶段,将睡眠维持在特定阶段,(例如如本文所述的那样)增强目标认知域和/或用于其他目的。在一些实施例中,感官刺激器16可以被配置为使得促进较深的睡眠阶段与较浅的睡眠阶段之间的过渡包括减少用户12中的睡眠慢波,并且促进较浅的睡眠阶段与较深的睡眠阶段之间的过渡包括增加睡眠慢波。

[0020] 感官刺激器16被配置为促进通过无创脑刺激和/或其他方法在睡眠阶段之间过渡,将睡眠维持在特定阶段和/或增强目标认知域。感官刺激器16可以被配置为通过使用听觉刺激、电刺激、磁刺激、视觉刺激、体感刺激和/或其他感官刺激的无创脑刺激来促进睡眠阶段之间的过渡,将睡眠维持在特定阶段和/或增强目标认知域。听觉刺激、电刺激、磁刺激、视觉刺激、体感刺激和/或其他感官刺激可以包括听觉刺激、视觉刺激、体感刺激、电刺激、磁刺激、不同类型的刺激的组合和/或其他刺激。听觉刺激、电刺激、磁刺激、视觉刺激、体感刺激和/或其他感官刺激包括气味、声音、视觉刺激、触觉刺激、味觉刺激、体感刺激、触觉刺激、电刺激、磁刺激和/或其他刺激。例如,可以向用户12提供音调以增强用户12中的目标认知域。感官刺激器16的示例可以包括以下各项中的一项或多项:声音生成器、扬声器、音乐播放器、音调生成器、用户12的头皮上的一个或多个电极、用于递送振动刺激的振动器(例如,压电构件)、生成磁场以直接刺激脑皮层的线圈、一个或多个光生成器或灯、香水分配器和/或其他设备。在一些实施例中,感官刺激器16被配置为(例如如上所述的那样)调节被提供给用户12的刺激的强度、定时和/或其他参数。

[0021] 传感器18被配置为生成输出信号,该输出信号传达与用户12中的脑活动和/或其他活动有关的信息。在一些实施例中,传感器18被配置为生成输出信号,该输出信号传达与用户12中的慢波活动(SWA)有关的信息。在一些实施例中,与用户12中的脑活动和/或其他活动有关的信息是与SWA有关的信息。在一些实施例中,传感器18被配置为生成输出信号,该输出信号传达与在睡眠时期期间被提供给用户12的刺激有关的信息。

[0022] 在一些实施例中,用户12的SWA可以用于检测用户12的睡眠阶段。用户12的睡眠阶段可以与快速眼动(REM)睡眠、非快速眼动(NREM)睡眠和/或其他睡眠相关联。用户12的睡眠阶段可以是以下各项中的一项或多项:NREM阶段N1、NREM阶段N2或NREM阶段N3、REM睡眠和/或其他睡眠阶段。在一些实施例中,用户12的睡眠阶段可以是阶段S1、S2、S3或S4中的一个或多个。在一些实施例中,NREM阶段2和/或NREM阶段3(和/或S3和/或S4)可以是慢波(例如,深度)睡眠。传感器18可以包括直接测量这样的参数的一个或多个传感器。例如,传感器18可以包括脑电图(EEG)电极,该EEG电极被配置为检测由用户12的脑内的电流引起的沿着用户12的头皮的电活动。传感器18可以包括一个或多个传感器,这一个或多个传感器生成间接传达与用户12的SWA有关的信息的输出信号。例如,一个或多个传感器18可以包括心率传感器。一个或多个传感器18基于用户12的心率(例如,传感器18可以是能够被定位在用户12的胸部上的传感器和/或被配置为用户12的手腕上的镯子和/或被定位在用户12的另一肢体上的传感器)、用户12的移动(例如,传感器18可以包括能够被携带在可穿戴设备上的

加速度计,例如,围绕用户12的手腕和/或脚踝的镯子,使得可以使用体动记录信号来分析睡眠)、用户12的呼吸和/或用户12的其他特性来生成输出。

[0023] 在一些实施例中,传感器18可以包括以下各项中的一项或多项:EEG电极、眼电图(EOG)电极、体动记录传感器、心电图(EKG)电极、呼吸传感器、压力传感器、生命体征相机、光体积描记(PPG)电极、功能性近红外传感器(fNIR)、温度传感器、麦克风和/或被配置为生成与被提供给用户12的刺激(的例如量、频率、强度和/或其他特性)有关的输出信号的其他传感器和/或其他传感器。虽然传感器18被图示为处于用户12附近的单个位置处,但这并不旨在进行限制。传感器18可以包括被设置在多个位置中的传感器,例如,在感官刺激器16内(或与之连通),(以可移除的方式)与用户12的衣服耦合,由用户12穿戴(例如作为头带、腕带等),被定位为在用户12睡觉时指向用户12(例如,传送与用户12的移动有关的输出信号的相机),与用户12睡觉的床和/或其他家具耦合和/或在其他位置中。

[0024] 在图1中,感官刺激器16、传感器18、处理器20、电子存储设备22和用户接口24被示为单独的实体。这并不旨在进行限制。系统10的一些和/或所有部件和/或其他部件可以被分组到一个或多个单个设备中。例如,图3图示了由用户302穿戴的头戴式设备300。头戴式设备300包括感测电极304、参考电极305、与EEG 306相关联的一个或多个设备、用于递送听觉刺激的单元(例如,有线和/或无线音频设备和/或其他设备)308以及一个或多个音频扬声器310。音频扬声器310可以被定位在用户302的耳朵中和/或附近和/或其他位置。参考电极305可以被定位在用户302的耳朵后面和/或其他位置。在图3所示的示例中,感测电极304可以被配置为生成输出信号,该输出信号传达与用户302的脑活动有关的信息和/或其他信息。可以将输出信号发送到处理器(例如,图1所示的处理器20)、可以包括或不包括处理器的计算设备(例如,床侧便携式计算机)和/或无线和/或有线的其他设备。可以经由无线音频设备308和/或扬声器310将声学刺激递送给用户302。感测电极304、参考电极305和设备306可以例如由图1中的传感器18来表示。无线音频设备308和扬声器310可以例如由图1中所示的感官刺激器16来表示。在该示例中,计算设备(在图3中未示出)可以包括处理器20、电子存储设备22、用户接口24和/或图1所示的系统10的其他部件。

[0025] 返回图1,处理器20被配置为在系统10中提供信息处理功能。这样,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/或用于以电子方式处理信息的其他机构。虽然处理器20在图1中被示为单个实体,但这仅用于说明目的。在一些实施例中,处理器20可以包括多个处理单元。这些处理单元可以在物理上被定位在同一设备(例如,感官刺激器16、用户接口24等)内,或者处理器20可以表示协同工作的多个设备的处理功能。在一些实施例中,处理器20可以处于和/或被包括在诸如台式计算机、便携式计算机、智能电话、平板计算机、服务器和/或其他计算设备之类的计算设备中。这样的计算设备可以运行具有图形用户接口的一个或多个电子应用程序,该图形用户接口被配置为促进用户与系统10的交互。

[0026] 如图1所示,处理器20被配置为运行一个或多个计算机程序部件。例如,计算机程序部件可以包括被编码和/或以其他方式嵌入处理器20的软件程序和/或算法。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、慢波活动部件34、认知域部件36、刺激策略部件38、量化部件40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、38和/或40。

[0027] 应当理解,虽然部件30、32、34、36、38和40在图1中被图示为被共同定位在单个处理单元内,但是在处理器20包括多个处理单元的实施例中,部件30、32、34、36、38和/或40中的一个或多个可以被定位为远离其他部件。对由以下描述的不同部件30、32、34、36、38和/或40提供的功能的描述是出于说明的目的,而并不旨在进行限制,因为部件30、32、34、36、38和/或40中的任一个都可以提供比所描述的功能更多或更少的功能。例如,可以去除部件30、32、34、36、38和/或40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、36、38和/或40来提供。举另一个示例,处理器20可以被配置为运行可以执行以下归因于部件30、32、34、36、38和/或40中的一个的功能中的一些或全部的一个或多个额外部件。

[0028] 控制部件30被配置为控制一个或多个刺激器16以在睡眠时期和/或其他时间期间向用户12提供刺激。在一些实施例中,刺激器16被配置为根据预定治疗方案来提供刺激。能够通过向NREM睡眠中递送(例如,周围听觉、磁、电和/或其他)刺激来增强睡眠慢波。控制部件30(和/或以下描述的参数部件32)基于传感器18的输出信号(例如基于EEG)和/或在睡眠时期期间的其他信息来监测用户12的脑活动并控制由刺激器16对刺激(例如,听觉刺激和/或其他刺激)的递送以控制用户12中的SWA。在一些实施例中,控制部件30(和/或以下所述的其他处理器部件中的一个或多个)执行与美国专利申请US 14/784782(标题为“System and Method for Sleep Session Management Based on Slow Wave Sleep Activity in a Subject”)、US14/783114(标题为“System and Method for Enhancing Sleep Slow Wave Activity Based on Cardiac Activity”)、US 14/784746(标题为“Adjustment of Sensory Stimulation Intensity to Enhance Sleep Slow Wave Activity”)、US15/101008(标题为“System and Method for Determining Sleep Stage Based on Sleep Cycle”)和/或US 15/100435(标题为“System and Method for Facilitating Sleep Stage Transitions”) (通过引用将其整体都并入本文)中描述的操作相似和/或相同的一个或多个操作。

[0029] 参数部件32被配置为确定针对用户12的一个或多个脑活动参数。基于输出信号和/或其他信息来确定一个或多个脑活动参数。在一些实施例中,确定一个或多个脑活动参数可以包括生成和/或监测在用户12的睡眠时期期间的EEG。例如,可以由用户接口24来显示EEG。在一些实施例中,参数部件32被配置为使得一个或多个脑活动参数是频率、幅度、相位、特定的睡眠模式(例如,纺锤体、K复合体)的存在或睡眠慢波、 α 波和/或EEG信号的其他特性或者与之有关。在一些实施例中,一个或多个脑活动参数是基于EEG信号的频率、幅度和/或其他特性来确定的。在一些实施方式中,所确定的脑活动参数和/或EEG的特性可以是和/或指示与上述REM睡眠阶段和/或NREM睡眠阶段相对应的睡眠阶段。

[0030] 例如,在NREM睡眠期间的典型EEG特性包括针对睡眠阶段N1从 α 波(例如大约8-12Hz)转变为 θ 波(例如大约4-7Hz);针对睡眠阶段N2存在睡眠纺锤体(例如大约11-16Hz)和/或K复合体(例如类似于睡眠慢波);存在 δ 波(例如大约0.5-4Hz)(也被称为睡眠慢波),针对睡眠阶段N3,该 δ 波的峰幅值大于大约75 μ V;存在浅睡眠和/或唤醒和/或其他特性。在一些实施例中,浅睡眠可以被表征为不再存在 α 活动(例如,8-12Hz频带中的EEG功率)并且不再存在慢波。在一些实施例中,SWA是连续值(例如,在0.4-4Hz频带中的EEG功率),该值

为正。系统10可以被配置为通过将用户12中的SWA与阈值进行比较来检测其不存在。在一些实施例中,不存在慢波指示浅睡眠。另外,纺锤体活动(11-16Hz频带中的EEG功率)可以很高。深睡眠可以被表征为 δ 活动(例如,0.5-4Hz频带中的EEG功率)占主导地位。在一些实施例中,当考虑睡眠EEG时, δ 带和SWA中的EEG功率相同。在一些实施例中,参数部件32被配置为确定由刺激引起的EEG δ 功率水平的变化、用户12中的微唤醒的量、其他EEG功率水平和/或其他参数。

[0031] 在一些实施例中,参数部件32被配置为在预定时间(例如,间隔),基本上连续和/或在其他时间确定一个或多个脑活动参数和/或其他参数。在一些实施例中,可以基于EEG信号、心电图(ECG)信号、体动描记信号、体温信号、皮肤电反应(GSR)信号和/或与用户12的脑、中枢神经系统和周围神经系统和/或用户12的其他生物系统有关的其他信息来确定脑活动参数。

[0032] 举个非限制性示例,在一些实施例中,传感器18包括一个或多个脑电图(EEG)电极(例如如本文所述)。基于来自传感器18的输出信号中的信息,控制部件30和/或参数部件32被配置为通过确定 α 频带(8-12Hz)和 β 频带(15-30Hz)中的EEG功率来检测睡眠微唤醒并将EEG功率与预先建立的阈值进行比较。控制部件30和/或参数部件32被配置为使得唤醒的存在延迟了随后的(例如,听觉)刺激的开始。控制部件30和/或参数部件32被配置为使得正在进行的刺激响应于唤醒被检测到而停止。在一些实施例中,控制部件30和/或参数部件32被配置为使得被提供给用户12的刺激是听觉刺激,该听觉刺激包括长度为50毫秒的音调和/或其他长度的音调,这些音调彼此之间通过固定的长度为1秒的音调间间隔和/或其他音调间间隔彼此分开。在一些实施例中,听觉刺激被定时为与检测到的慢波的特定相位相一致。在一些实施例中,控制部件30和/或参数部件32被配置为使得各个音调的音量、长度、定时和/或其他参数(和/或其他类型的刺激的强度和/或定时)被睡眠阶段、睡眠深度(例如, β 频段(15-30Hz)中的SWA/功率的比率)、目标认知域和/或其他信息所调制。在一些实施例中,音调和/或其他感官刺激被调制为使得在较深的睡眠期间递送较大、较长和/或较频繁的音调(更强烈的刺激),而在较浅睡眠期间递送较柔和、较短和/或较不频繁的音调(较不强烈的刺激)。该示例并不旨在进行限制。

[0033] 慢波活动部件34被配置为确定用户12是否正在经历足够深的睡眠(例如,阶段N2和/或阶段N3)以用于感官刺激的开始和/或继续。在一些实施例中,例如,足够深的睡眠是其中存在检测到的NREM睡眠并且用户12中的睡眠深度高于预先建立的阈值的睡眠。在一些实施例中,可以基于来自用户12的先前睡眠时期的信息、来自电子存储设备22、外部资源26和/或其他信息源的信息、经由用户接口24录入和/或选择的信息和/或其他信息来确定该阈值。

[0034] SWA是0.5-4Hz频带中的EEG功率(例如如上所述)。在一些实施例中,慢波活动部件34被配置为确定用户12中的慢波活动的水平,检测慢波事件,检测N1、N2和/或N3睡眠和/或确定其他信息。慢波活动部件34被配置为基于来自传感器18的信息、来自控制部件30的信息、来自参数部件32的信息和/或其他信息来确定用户12是否正在经历足够深的睡眠。在一些实施例中,响应于未检测到唤醒(例如如上所述),慢波活动部件34被配置为通过例如确定0.5-4Hz频带中的EEG功率(其指示SWA)来确定睡眠的类型(例如,NREM)并量化EEG信号中的慢波的强度。控制部件30和/或参数部件32被配置为响应于由慢波活动部件34对用户12

正在经历NREM和/或慢波睡眠的确定而提供刺激。

[0035] 在一些实施例中,由慢波活动部件34对用户12正在经历慢波睡眠的确定包括对用户12正在经历NREM睡眠的第一确定和对用户12正在经历慢波睡眠的第二确定。在将连续刺激递送给用户12(例如如下所述)的实施例中,控制部件30和/或参数部件32可以被配置为在对用户12正在经历NREM睡眠的确定之后开始向用户12提供刺激。在将块刺激递送给用户12(例如如下所述)的实施例中,控制部件30和/或参数部件32可以被配置为仅在对用户12正在经历慢波睡眠的确定之后才开始向用户12提供刺激。在一些实施例中,由慢波活动部件34对用户12正在经历慢波睡眠的确定包括对检测到的特定类型(例如,NREM)的睡眠的持续时间突破了持续时间阈值(例如,至少1.5分钟——该示例并不旨在进行限制)并且(例如基于EEG信号中的 δ 功率与 β 功率之间的比率确定的)睡眠深度突破了睡眠深度阈值的确定。在一些实施例中,慢波活动部件34被配置为确定用户12是否正在经历以正在进行的方式,以预定间隔的方式和/或在不管是否已经检测到唤醒的其他时间的慢波睡眠。在一些实施例中,可以在系统10的生产时基于来自传感器18的信息,基于来自控制部件30和/或参数部件32的信息,基于经由用户接口24而录入和/或选择的信息,基于来自电子存储设备22的信息,基于来自外部资源26的信息和/或基于其他信息来确定对这些确定的定时(例如,以正在进行的方式,以预定间隔的方式等)。

[0036] 认知域部件36被配置为获得对目标认知域的指示。在一些实施例中,目标认知域包括以下各项中的一项或多项:记忆巩固、警觉、言语流畅、困倦、记忆编码、学习效率和/或其他认知域。通常,认知域包括与注意力(或警觉)、记忆和执行功能有关的域,所有这些都能够通过该设备得到。在一些实施例中,记忆巩固可以指用户12和/或其他用户记住所见,所听,读,所经历的事物等的的能力。警觉可以指用户12和/或其他用户保持专注于一项任务和/或其他活动而不会明显分心或没有明显注意力不集中的能力。言语流畅是指用户12和/或其他用户以清晰有效的方式访问其心理词典并进行言语交流的能力。困倦认知域可以指用户12和/或其他用户在不睡觉时的清醒和/或睡意。应当注意,认知域的示例及其对应的描述并不旨在进行限制。可以预想到由系统10进行恢复和/或增强的任何数量的认知域。

[0037] 在一些实施例中,认知域部件36被配置为使得获得对目标认知域的指示包括促进经由用户接口24和/或其他接口对目标认知域的指示的录入和/或选择。在一些实施例中,认知域部件36被配置为使得获得对目标认知域的指示包括促进用户12、用户12的一个或多个照顾人员和/或其他用户经由软件应用程序对目标认知域的指示的录入和/或选择。照顾人员可以包括医生、护士和/或其他照顾用户12的医学人员;用户12的朋友和/或家庭成员;研究人员和/或其他照顾人员。该软件应用程序可以由与用户12和/或照顾人员相关联的系统10(例如并经由用户接口24显示)、计算系统(例如,智能手机、便携式计算机、台式计算机、平板计算机等)运行,并且/或者可以在其他计算系统上运行。照顾人员、用户12和/或其他用户可以经由在这些计算设备和/或其他计算设备上运行的图形用户接口来访问软件应用程序。在一些实施例中,从在外部资源26中包括的一个或多个外部数据库(例如,与健康护理提供者相关联的医学记录数据库)、在系统10中包括的电子存储设备22、一个或多个传感器18和/或其他信息源获得对目标认知域的指示。在一些实施例中,可以经由文本、电子邮件、电话、呼叫和/或其他通信方法来获得对目标认知域的指示。在一些实施例中,可以在系统制造时对目标认知域进行编程并且/或者可以通过其他方法来确定目标认知域。

[0038] 刺激策略部件38被配置为确定用于控制刺激器16以向用户12递送感官刺激的刺激策略。在一些实施例中,由认知域部件36获得的目标认知域与刺激策略和/或其他信息相关联。在一些实施例中,刺激策略部件38被配置为基于这些关联和/或其他信息来确定用于控制刺激器16的刺激策略。在一些实施例中,这些关联被存储在电子存储设备22中,被存储在外部资源26中,并且/或者被存储在其他位置。在这样的实施例中,刺激策略部件38被配置为以电子方式访问所存储的关联并且/或者以其他方式访问所存储的关联。表I示出了这些关联的示例。

[0039] 表I与刺激策略和量化方法相关联的认知域

[0040]

认知域	刺激策略	量化方法
记忆巩固	块刺激	开块与侧面关块之间的SWA变化
警觉	连续刺激	平均SWA
言语流畅	连续刺激	跨N3睡眠的总SWA
困倦	连续刺激	平均SWA

[0041] 刺激策略可以指示被提供给用户的感官刺激的模式、定时和/或强度。在一些实施例中,如表I所示,记忆巩固的目标认知域与块刺激策略相关联。在一些实施例中,块刺激策略包括重复时间段,在该重复时间段内,将刺激(例如,可听音调具有指定的音量、长度和音调间隔)递送给用户12,然后是不向用户12递送刺激的时间段。在一些实施例中,块可以长达大约15秒和/或具有其他长度。在一些实施例中,同样如表I所示,警觉、言语流畅和困倦的目标认知域与连续刺激策略相关联。在一些实施例中,连续刺激策略包括在整个睡眠阶段中(至少在本文所述的慢波睡眠期间)定期向用户12提供感官刺激。刺激策略部件38被配置为使刺激器16根据与目标认知域相关联的刺激策略来递送感官刺激(如表I所示)。

[0042] 举个非限制性示例,对于与连续刺激相关联的警觉、言语流畅和困倦的目标认知域,刺激策略部件38被配置为每当检测到NREM睡眠,(由EEG δ 功率与EEG β 功率之间的比率量化的)睡眠深度足以突破与深度和/或慢波睡眠相关联的睡眠深度阈值,并且几乎没有检测到睡眠微唤醒时使感官刺激器16递送刺激。对于与块刺激相关联的记忆巩固的目标认知域,可以将开块中的音调(例如,N=15)与无刺激的时段(例如,大致相同时间长度的关块)交替进行。将基于块的SWA增强(或局部SWA增强)确定为开块期间的SWA与关块期间的SWA相比的变化(如表I所示并且如下文所述)。

[0043] 在一些实施例中,如本文所述,可以在块内,在块与块之间,以其他间隔和/或连续地调节利用块刺激策略和/或连续刺激策略向用户12递送的刺激。在一些实施例中,这些调节可以基于来自用户12的一个或多个先前睡眠时期的信息、经由用户接口24录入和/或选择的信息(例如,指示用户特定的刺激参数和/或其他信息)、来自一个或多个电子数据库(例如,电子存储设备22、外部资源26等)的信息和/或其他信息。在一些实施例中,可以调节个体刺激的量、强度、持续时间、间隔和/或其他参数。例如,在一些实施例中,这些调节可以针对用户12对刺激策略进行个性化。在一些实施例中,刺激策略部件38被配置为根据所确定的具有调节的刺激策略(例如,块刺激策略、连续刺激策略等)来控制 and/或以其他方式使刺激器16向用户12提供感官刺激。如上所述,响应于一个或多个脑活动参数指示用户处于深睡眠中而使刺激器16根据与目标认知域相关联的刺激策略来提供感官刺激。

[0044] 量化部件40被配置为量化根据刺激策略递送的感官刺激的效果。在一些实施例

中,目标认知域与用于量化根据刺激策略递送的感官刺激的效果的量化方法相关联。表I示出了这些关联的示例。量化部件40被配置为基于这些关联和/或其他信息来确定使用哪种量化方法来量化感官刺激的效果。量化部件40被配置为使得使用与刺激策略和目标认知域相关联的量化方法来确定被提供给用户的感官刺激的效果。在一些实施例中,这些关联被存储在电子存储设备22中,被存储在外资源26中,并且/或者被存储在其他位置。在这样的实施例中,量化部件40被配置为以电子方式访问所存储的关联并且/或者以其他方式访问所存储的关联。

[0045] 在一些实施例中,如表I所示,量化部件40被配置为使得记忆巩固的目标认知域与包括确定在睡眠时期期间在感官刺激的“开”块和“关”块期间用户中的SWA变化的量化方法相关联。在一些实施例中,确定在开刺激和关刺激期间用户12中的SWA变化包括确定在各个块期间和/或紧随其后用户12中的SWA的结果得到的量。在一些实施例中,由开块引起的SWA与由关块引起的SWA相比在SWA中的较大差异对应于用户12中的增加的记忆巩固。

[0046] 在一些实施例中,言语流畅的目标认知域与包括确定在睡眠时期的深睡眠期间用户中的总SWA的量化方法相关联。在一些实施例中,量化部件40被配置为使得确定总SWA包括直到睡眠时期期间的给定点并在整个睡眠时期中增加的、用户12中的SWA的总和和/或其他累积结果。在一些实施例中,较高的总SWA量对应于言语流畅的较大增加。

[0047] 在一些实施例中,警觉的目标认知域与包括确定在睡眠时期期间用户中的平均SWA的量化方法相关联。在一些实施例中,困倦的目标认知域与包括确定在睡眠时期期间用户中的平均SWA的量化方法相关联。在一些实施例中,量化部件40被配置为使得分析在睡眠期间内用户12中的平均SWA包括确定在睡眠时期期间的各个时间用户12中的各个SWA的量和/或水平并对在睡眠时期内的各个数量和/或水平求平均。在一些实施例中,分析平均SWA包括比较在具有刺激的睡眠时期内的平均SWA与在没有刺激的睡眠时期内的平均SWA。在一些实施例中,较高的平均SWA对应于用户12中的提高的警觉和/或较少的困倦。

[0048] 在一些实施例中,可以比较存在刺激的块的SWA与不存在刺激的块的SWA,或者比较跨基本上具有刺激的整个夜晚(睡眠时期)的SWA与跨基本上没有刺激的整个夜晚(睡眠时期)的SWA。在一些实施例中,可以比较跨针对具有刺激的夜晚(睡眠时期)的全部N3或NREM的SWA与跨针对没有刺激的夜晚(睡眠时期)的全部N3或NREM的SWA。在一些实施例中,块之间的SWA的比较可以被称为局部SWA比较;跨针对具有刺激的夜晚(睡眠时期)的N3的SWA与跨针对没有刺激的夜晚(睡眠时期)的N3的SWA的比较可以被称为跨N3的全局和/或SWA比较;并且/或者跨针对具有刺激的夜晚的NREM的SWA与跨针对没有刺激的夜晚的NREM的SWA的比较能够被称为跨NREM的全局和/或SWA比较。

[0049] 举个非限制性示例,图4图示了由系统10(图1)的认知域部件36(图1)、刺激策略部件38(图1)和量化部件40(图1)和/或其他部件执行的操作。如图4所示,接收对目标认知域的指示400(例如,在表I中列出的示例中的一个,其在图4中得到再现)。基于对目标认知域的指示400,确定406刺激策略402和SWA分析(量化)方法404。如操作框408所示并且如上所述,该系统被配置为:检测NREM睡眠410,并且通过确定421睡眠深度和没有微唤醒器是否指示深睡眠和/或慢波睡眠来确定是否开始提供感官刺激,并且确定412刺激策略402是否包括块刺激。响应于刺激策略402包括连续刺激(而不是块刺激),刺激414开始。否则,系统10(图1)确定416用户(例如,图1所示的用户12)是否正在经历足够深的睡眠,并且确定418给

定块中的音调数量是否小于阈值水平。如果是这样,则刺激开始414。如果不是这样,则系统等待420预定的“B”时间量并重复检测过程。在一些实施例中,确定块是否具有小于阈值数量的音调(例如,图4中的步骤418)指示在音调数量低于目标音调数量时递送刺激。从已经递送了目标音调数量的那一刻起,系统10就被配置为等待B秒(例如,如图4所示的关块的持续时间)。

[0050] 图4的区块430图示了分析431针对具有刺激432的夜晚433(入睡时间)和针对没有刺激434的夜晚433的用户(例如,用户12)中的平均SWA。如区块430所示,SWA在整个夜晚433周期性变化,其中,针对具有刺激的夜晚的SWA峰值436超过针对没有刺激的夜晚的SWA峰值438。区块430还示出总SWA440。总SWA440是用户中SWA的总和,并且在整个给定的睡眠时期444中增加442。区块450图示了开刺激块和关刺激块452以及针对刺激454(提供刺激)的睡眠时期458和针对假象456(不提供刺激)的睡眠时期458的用户中的结果得到的SWA453,其中,“B”是开/关块的持续时间(例如以秒为单位)。并且“T”是开块中的音调数量。

[0051] 返回图1,在一些实施例中,量化部件40被配置为使感官刺激器16调节被提供给用户12的感官刺激。在一些实施例中,该调节是对由刺激策略部件38做出的调节的替代方案和/或补充方案。在一些实施例中,量化部件40被配置为使感官刺激器16基于使用与刺激策略和目标认知域和/或其他信息相关联的量化方法确定的被提供给用户的感官刺激的效果来调节被提供给用户的感官刺激。例如,在一些实施例中,量化部件40可以确定在睡眠时期期间在感官刺激的开块与关块期间用户12中的SWA变化、在睡眠时期期间用户12中的平均SWA或者在睡眠时期期间用户12中的总SWA,并且将确定结果与对应阈值进行比较。响应于确定出突破(或没有突破)对应阈值,量化部件40可以使感官刺激器16调节被提供给用户12的刺激的强度、定时、间隔、频率和/或其他参数。这些调节可以被配置为增加和/或减少用户12中的SWA并且/或者增强(和/或在调节之后进一步增强)用户12中的目标认知域。

[0052] 在一些实施例中,量化部件40被配置为基于用户12中的期望认知表现和实际认知表现之间的差异来调节被提供给用户12的感官刺激。在一些实施例中,可以基于在一个或多个睡眠时期之前和/或之后和/或在其他时间进行的测量来确定这种差异。例如,在一些实施例中,量化部件40可以确定用户12中的认知表现的水平(例如,绝对水平而不是相对水平)。在一些实施例中,量化部件40可以在一个或多个睡眠时期之前和之后确定用户12的认知表现的(例如相对)差异。量化部件40可以将用户12的(例如相对或绝对)认知表现与对应的认知表现阈值进行比较。响应于突破(或没有突破)对应阈值的认知表现,量化部件40可以使感官刺激器16调节被提供给用户12的刺激的强度、定时、间隔、频率和/或其他参数。这些调节可以被配置为增加和/或减少用户12中的SWA并且/或者增强(和/或在调节之后进一步增强)用户12中的目标认知域。

[0053] 图5图示了基于期望认知表现与实际认知表现之间的差异来调节被提供给用户(例如,用户12)的感官刺激的参数的示例。例如,可以基于在睡眠时期之前和/或之后和/或在其他时间进行的测量来确定这种差异。例如,作为这样的评价的部分,可以向用户询问问题,示出图像,要求编写,执行任务等。如区块500所示,认知增强502与在睡眠时期期间用户中的SWA的变化504正相关503。如本文所述,能够通过调节被提供给用户的感官刺激来测量和调节在睡眠时期期间用户中的SWA的变化504。如图5的区块510所示,对于听觉感官刺激,增加音调数量512会增加SWA的变化504。这意味着改变被提供给用户的音调数量将改变用

户认知表现,并且能够通过睡眠时期期间向用户提供对应的音调数量将用户的认知表现改变特定量。该示例并不旨在进行限制。系统10(图1)被配置为使得在给定目标认知域和期望的增强表现的情况下,能够通过图5所示的相关模型相似和/或相同的相关模型来估计对应的SWA变化。对应的SWA变化能够与任何刺激参数(例如,音调数量和/或其他参数)有关。

[0054] 关于图5(和/或在图1中示出的和在本文中描述的系统10的一个或多个部件),根据采集信号的EEG位置(例如,额叶、中央或枕骨),感官刺激对SWA具有不同的效果。因此,除了与刺激策略和/或SWA量化方法的关联之外,目标认知域还可以与EEG采集位点相关联。

[0055] 图6示出了由系统10(也在图1中示出)执行的操作600的示例说明。如图6所示,EEG电极生成602EEG信号604。由系统10评价606指示(微)唤醒的EEG模式(在8-12Hz的 α 频带和/或15-30Hz的 β 频带中的高功率)的存在。如果在刺激609期间在EEG中检测到608类似唤醒的活动,则控制刺激使其停止610。如果在刺激时段之外检测到608类似唤醒的活动,则延迟614下一刺激的开始。如果没有检测到616类似唤醒的活动,则系统10尝试基于SWA频带(0.5-4Hz)中的功率、检测到的慢波的时间强度和/或其他信息来检测618深睡眠。响应于检测到足够深的睡眠620,系统10被配置为使得递送622听觉(如图6所示的示例中那样,但这并不旨在进行限制)刺激。系统10被配置为使得基于目标认知域和/或其他信息来确定630刺激策略和量化方法。系统10被配置为使得基于对EEG的量化(特定于认知域),基于期望的认知表现与测得的认知表现的比较634和/或其他信息来调节632用户12接收到的刺激。

[0056] 返回图1,电子存储设备22包括以电子方式存储信息的电子存储介质。电子存储设备22的电子存储介质可以包括与系统10一体地(即,基本上不可移除地)提供的系统存储设备和/或能经由例如端口(例如,USB端口、火线端口等)或驱动器(例如,磁盘驱动器等)可移除地连接到系统10的可移除存储设备中的一者或两者。电子存储设备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)、云存储设备和/或其他电子可读存储介质。电子存储设备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(例如,外部资源26)接收的信息和/或使得系统10能够如本文所述的那样起作用的其他信息。电子存储设备22可以(全部或部分地)是系统10内的单独部件,或者电子存储设备22可以(全部或部分地)与系统10的一个或多个其他部件(例如,处理器20)一体地提供。

[0057] 用户接口24被配置为提供系统10与用户12和/或其他用户之间的接口,通过该接口,用户12和/或其他用户可以向系统10提供信息并从系统10接收信息。这使得数据、线索、结果和/或指令以及任何其他可通信项(被统称为“信息”)能够在用户(例如,用户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通信。例如,可以经由用户接口24将EEG显示给照顾人员。举另一个示例,用户接口24可以处于和/或被包括在诸如台式计算机、便携式计算机、智能电话、平板计算机和/或其他计算设备之类的计算设备中。这样的计算设备可以运行具有图形用户接口的一个或多个电子应用程序,该图形用户接口被配置为向用户提供信息和/或从用户接收信息。

[0058] 适合用于包括在用户接口24中的接口设备的示例包括按键、按钮、开关、键盘、旋钮、操纵杆、显示屏、触摸屏、扬声器、麦克风、指示灯、音响警报、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包括多个单独的接口。在一些实施例中,用户接口24包括与处理器20和/或系统10的其他部件一体提供的至少一个接口。在一些实施例中,用户接口24被配置为与处理器20和/或系统10的其他部件无线通信。

[0059] 应当理解,本公开内容还预想到硬连线或无线的其他通信技术作为用户接口24。例如,本公开内容预想到用户接口24可以与由电子存储设备22提供的可移除存储接口相集成。在该示例中,信息可以从使得(一个或多个)用户能够定制系统10的实施方式的移除存储设备(例如,智能卡、闪存驱动器、可移动磁盘等)被加载到系统10中。适于与系统10一起用作用户接口24的其他示例性输入设备和技术包括但不限于RS-232端口、RF链接、IR链接、调制解调器(电话、线缆或其他)。简而言之,本公开内容预想到用于与系统10通信信息的任何技术作为用户接口24。

[0060] 外部资源26包括信息源(例如,数据库、网站等)、参与系统10的外部实体(例如,医疗保健提供者的医学记录系统)、被配置为与系统10通信和/或被系统10控制的医学仪器和/或其他仪器(例如,灯和/或其他照明设备、声音系统、音频和/或视觉记录设备等)、系统10外部的一个或多个服务器、网络(例如,互联网)、电子存储设备、与Wi-Fi技术相关的仪器、与Bluetooth®技术相关的仪器、数据录入设备、传感器、扫描器、与各个用户相关联的计算设备和/或其他资源。在一些实施方式中,本文归因于外部资源26的一些或全部功能可以由系统10中包括的资源来提供。外部资源26可以被配置为经由有线和/或无线连接,经由网络(例如,局域网和/或互联网),经由蜂窝技术,经由Wi-Fi技术和/或其经由他资源与处理器20、用户接口24、传感器18、电子存储设备22、感官刺激器16和/或系统10的其他部件通信。

[0061] 图7图示了用于利用感官刺激系统在睡眠时期期间向用户递送感官刺激以增强用户中的目标认知域的方法700。该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,一个或多个硬件处理器由机器可读指令配置。一个或多个硬件处理器被配置为运行计算机程序部件。计算机程序部件包括控制部件、参数部件、慢波活动部件、认知域部件、刺激策略部件、量化部件和/或其他部件。以下呈现的方法700的操作旨在进行说明。在一些实施例中,方法700可以利用一个或多个未描述的额外操作和/或没有所讨论的操作中的一个或多个操作来实现。另外,在图7中图示的和在下文中描述的方法700的操作的顺序并不旨在进行限制。

[0062] 在一些实施例中,方法700可以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/或用于以电子方式处理信息的其他机构)中实施。一个或多个处理设备可以包括响应于以电子方式存储在电子存储介质上的指令而运行方法700的一些或全部操作的一个或多个设备。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运行方法700的操作中的一个或多个操作的一个或多个设备。

[0063] 在操作702处,控制一个或多个刺激器在睡眠时期期间向用户提供刺激。在一些实施例中,一个或多个刺激器包括音调生成器和其他刺激器。在一些实施例中,感官刺激包括以下中的一项或多项:听觉刺激、视觉刺激或体感刺激。在一些实施例中,操作702由与(在图1中示出的和在本文中描述的)控制部件30相同或相似的处理部件来执行。

[0064] 在操作704处,生成输出信号,该输出信号传达与用户的脑活动有关的信息。在一

些实施例中,一个或多个传感器包括脑电图 (EEG) 传感器和/或被配置为生成输出信号的其他传感器,该输出信号传达与用户中的慢波活动有关的信息。在一些实施例中,一个或多个传感器包括以下中的一项或多项:EEG电极、眼电图 (EOG) 电极、体动描记传感器、心电图 (EKG) 电极、呼吸传感器、压力传感器、生命体征相机、光体积描记 (PPG) 传感器或功能性近红外传感器 (fNIR)。在一些实施例中,操作704由与(在图1中示出的和在本文中描述的)传感器18相同或相似的一个或多个传感器来执行。

[0065] 在操作706处,获得对目标认知域的指示。在一些实施例中,目标认知域包括以下各项中的一项或多项:记忆巩固、警觉、言语流畅、困倦、记忆编码、学习效率和/或其他认知域。在一些实施例中,目标认知域与刺激策略和量化方法相关联,该量化方法用于量化根据刺激策略递送的感官刺激的效果。刺激策略可以指示被提供给用户的感官刺激的模式、定时和/或强度。在一些实施例中,操作706由与(在图1中示出的和在本文中描述的)认知域部件36相同或相似的处理器部件来执行。

[0066] 在操作708处,确定脑活动参数。基于输出信号和/或其他信息来确定脑活动参数。在一些实施例中,操作708由与(在图1中示出的和在本文中描述的)参数部件32相同或相似的处理器部件来执行。

[0067] 在操作710处,确定用户是否处于足够深的睡眠中。基于脑活动参数和/或其他信息来做出确定。在一些实施例中,操作710由与(在图1中示出的和在本文中描述的)慢波活动部件34相同或相似的处理器部件来执行。

[0068] 在操作712处,使刺激器根据与目标认知域相关联的刺激策略向用户提供感官刺激。响应于一个或多个脑活动参数指示用户处于足够深的睡眠中而使刺激器根据与目标认知域相关联的刺激策略来提供感官刺激。在一些实施例中,记忆巩固的目标认知域与块刺激策略相关联。在一些实施例中,警觉、言语流畅和困倦的目标认知域与连续刺激策略相关联。在一些实施例中,操作712由与(在图1中示出的和在本文中描述的)刺激策略部件38相同或相似的处理器部件来执行。

[0069] 在操作714处,使用与刺激策略和目标认知域相关联的量化方法来确定被提供给用户的感官刺激的效果。在一些实施例中,记忆巩固的目标认知域与量化方法相关联,该量化方法包括确定在睡眠时期期间在感官刺激的“开”块和“关”块期间用户中的慢波活动变化。在一些实施例中,警觉的目标认知域与量化方法相关联,该量化方法包括确定在睡眠时期期间用户中的跨NREM睡眠的平均慢波活动。在一些实施例中,言语流畅的目标认知域与量化方法相关联,该量化方法包括确定在睡眠时期中的深睡眠期间用户中的总慢波活动。在一些实施例中,困倦的目标认知域与量化方法相关联,该量化方法包括确定在睡眠时期期间用户中的平均慢波活动。

[0070] 在一些实施例中,操作714包括:基于以下两项中的一项或两项来调节被提供给用户的感官刺激:使用与刺激策略和目标认知域相关联的量化方法确定的被提供给用户的感官刺激的效果;以及在睡眠时期之后测得的期望认知表现与实际认知表现之间的差异。在一些实施例中,操作714由与(在图1中示出的和在本文中描述的)量化部件40相同或相似的处理器部件来执行。

[0071] 在权利要求中,括号内的任何附图标记不应被解释为限制权利要求。词语“包括”或“包含”不排除权利要求中列出的那些元件或步骤之外的元件或步骤存在。在列举若干单

元的装置型权利要求中,这些单元中的若干可以具体实现为一个相同的硬件项。元件前的词语“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。在列举若干单元的任何设备权利要求中,这些单元中的若干可以具体实现为一个相同的硬件项。虽然在互不相同的从属权利要求中记载的特定元件,但是这并不指示这些元件不能被组合使用。

[0072] 虽然已经基于当前被认为是最实用和优选的实施例,出于图示的目的详细描述了本发明,但是应当理解,这样的详情仅出于所述目的,并且本发明不限于所公开的实施例,而是相反,本发明旨在覆盖在权利要求的精神和范围之内的修改和等效布置。例如,应当理解,本发明预期任何实施例的一个或多个特征能够在可能的范围内与任何其他实施例的一个或多个特征进行组合。

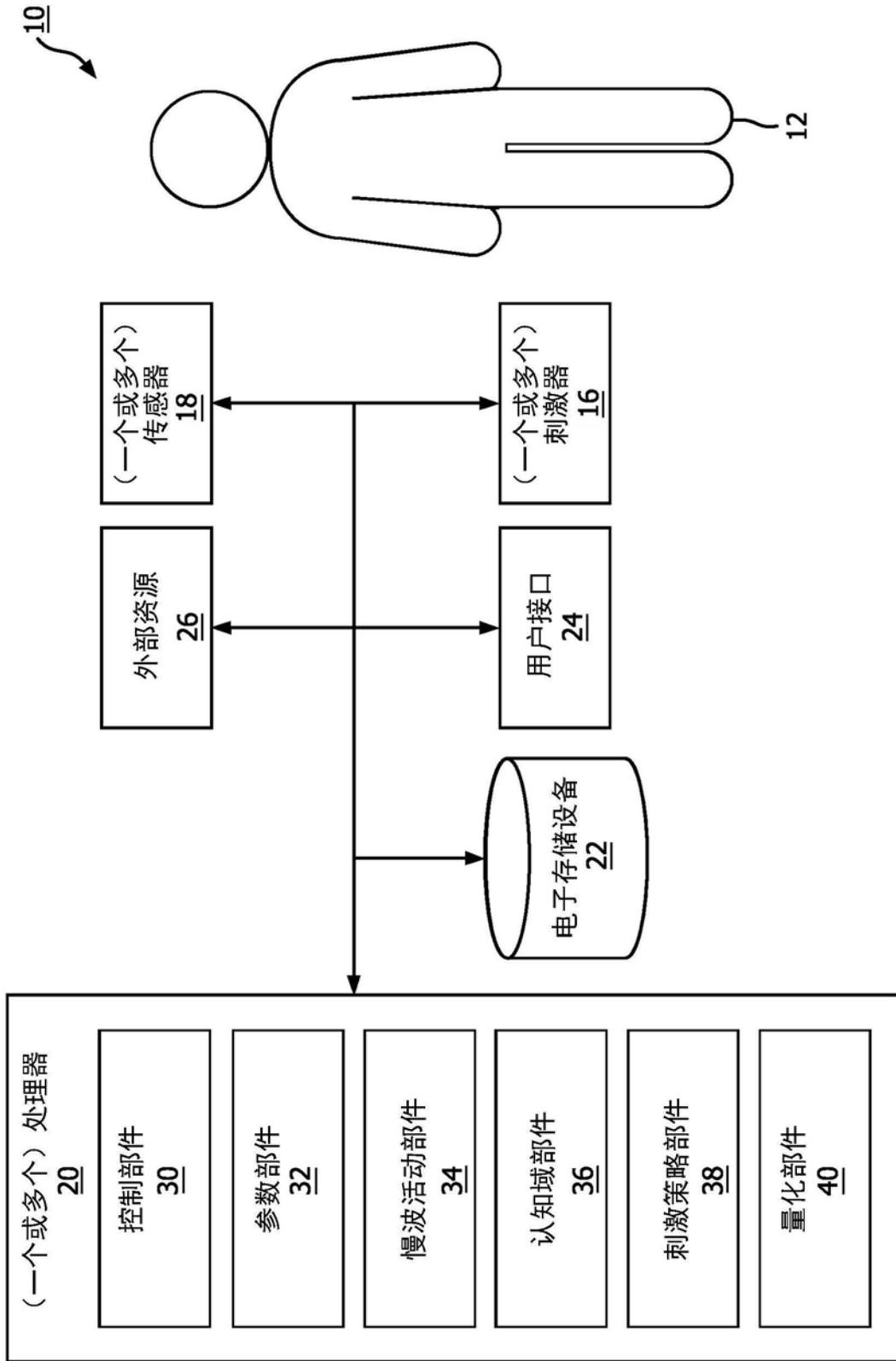


图1

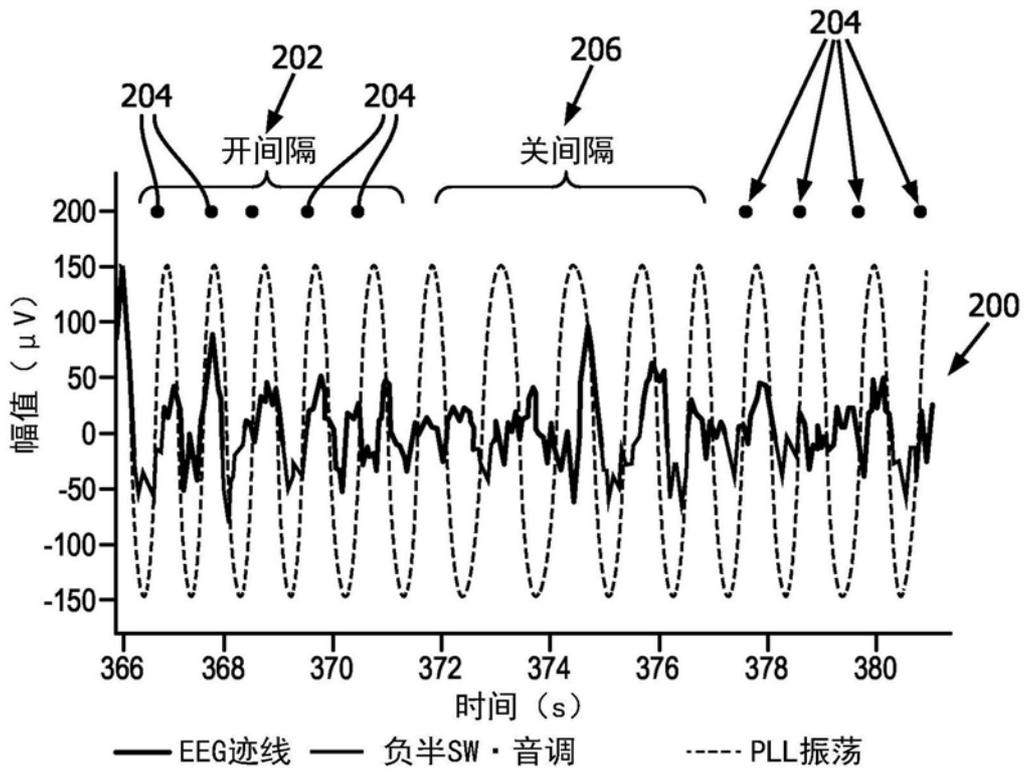


图2a

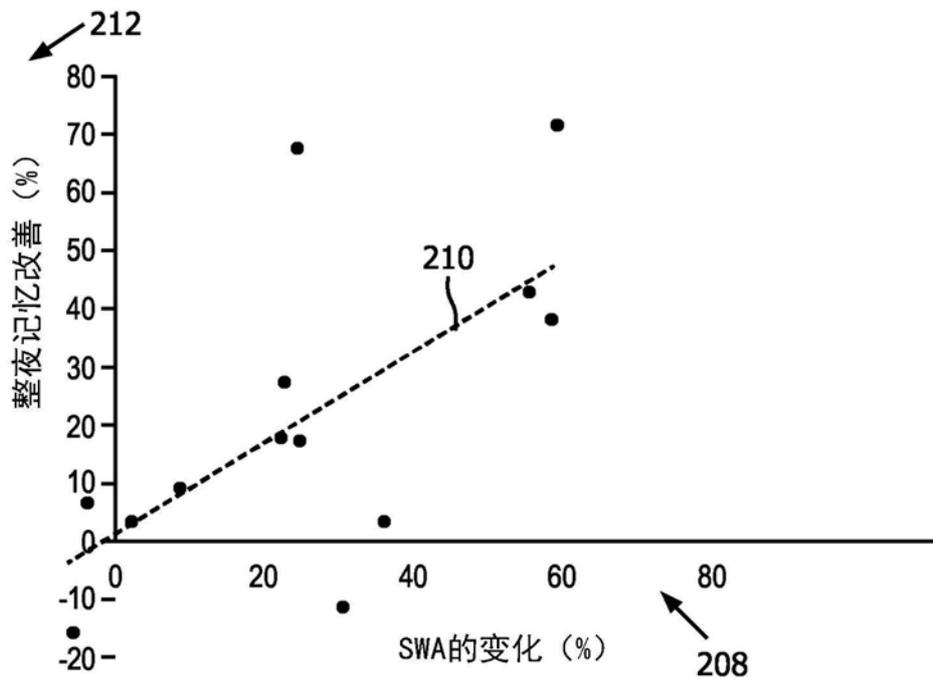


图2b

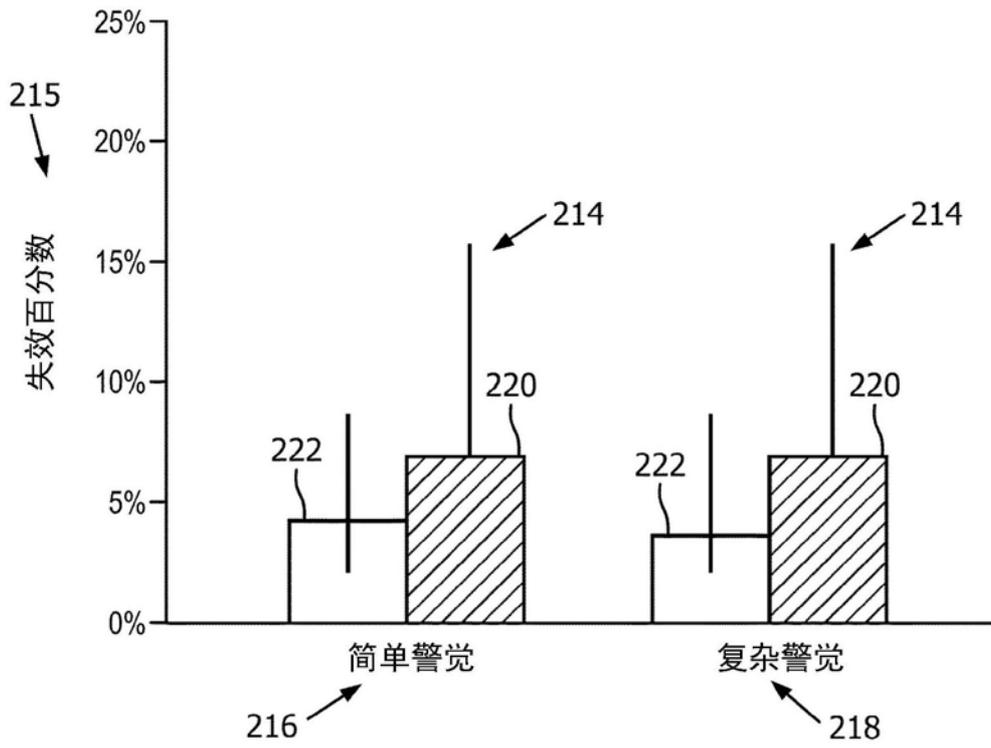


图2c

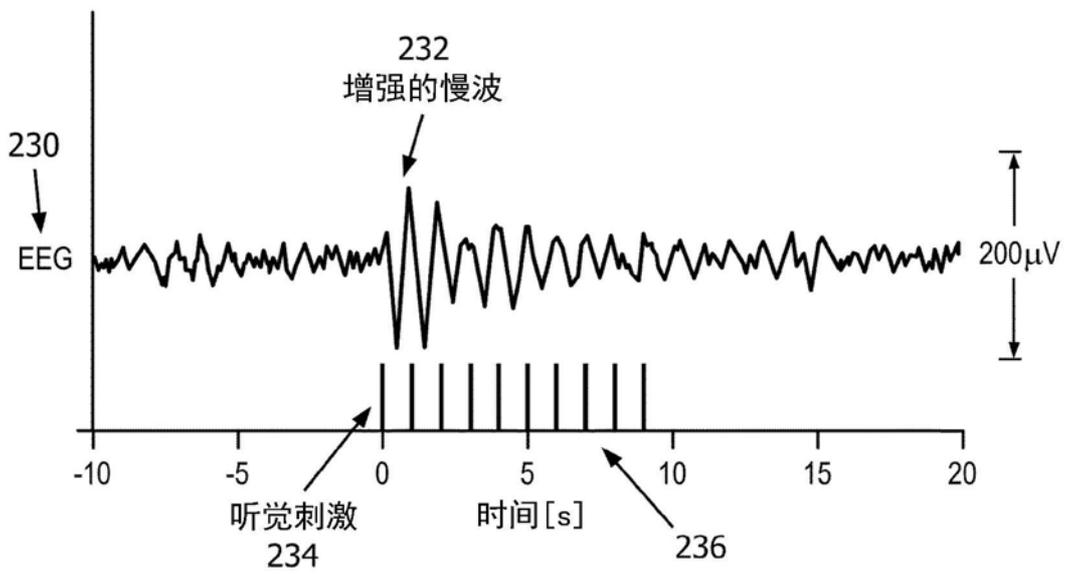


图2d

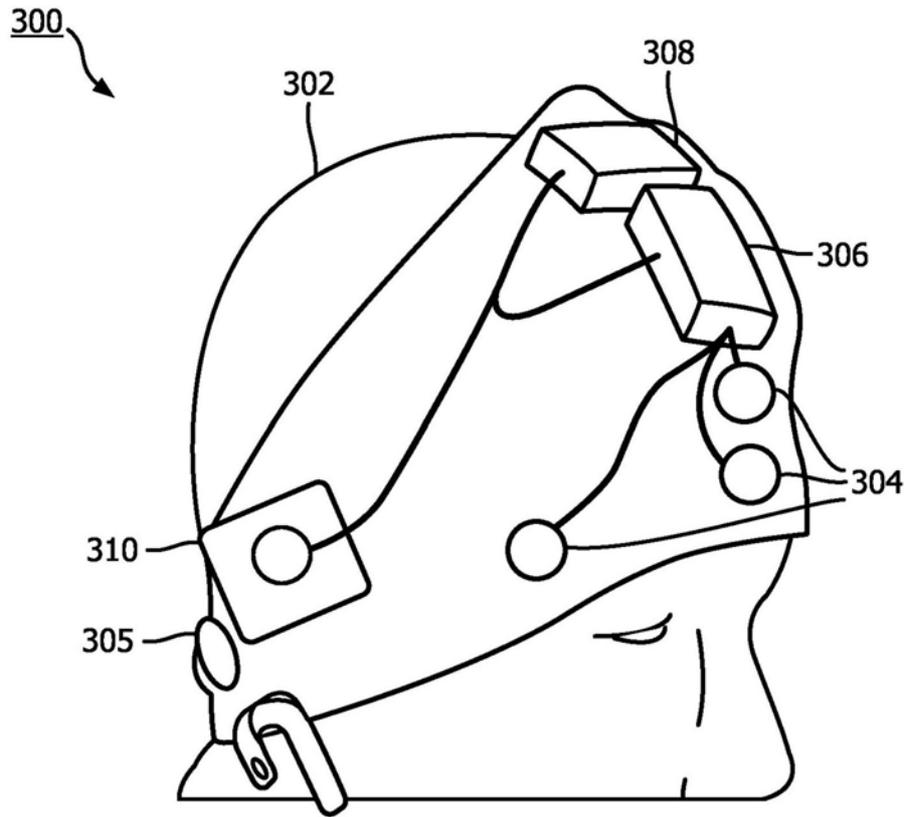
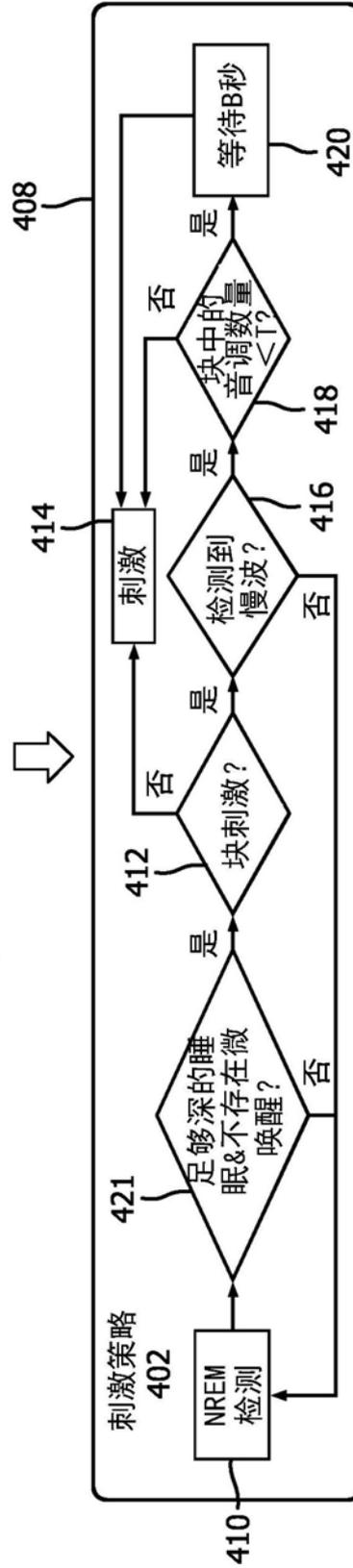
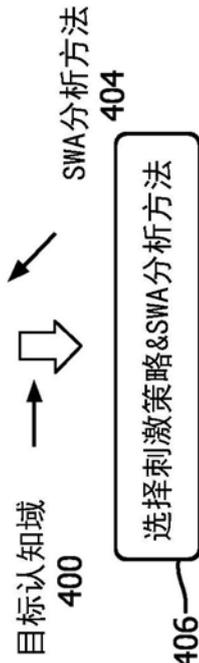


图3

表1

402	刺激策略	刺激效果的量化
记忆巩固[3]	块刺激	开块与侧面关块之间的SWA变化
警觉[5]	连续刺激	平均SWA
言语流畅[4]	连续刺激	跨N3睡眠的总SWA
困倦[6]	连续刺激	平均SWA



继续

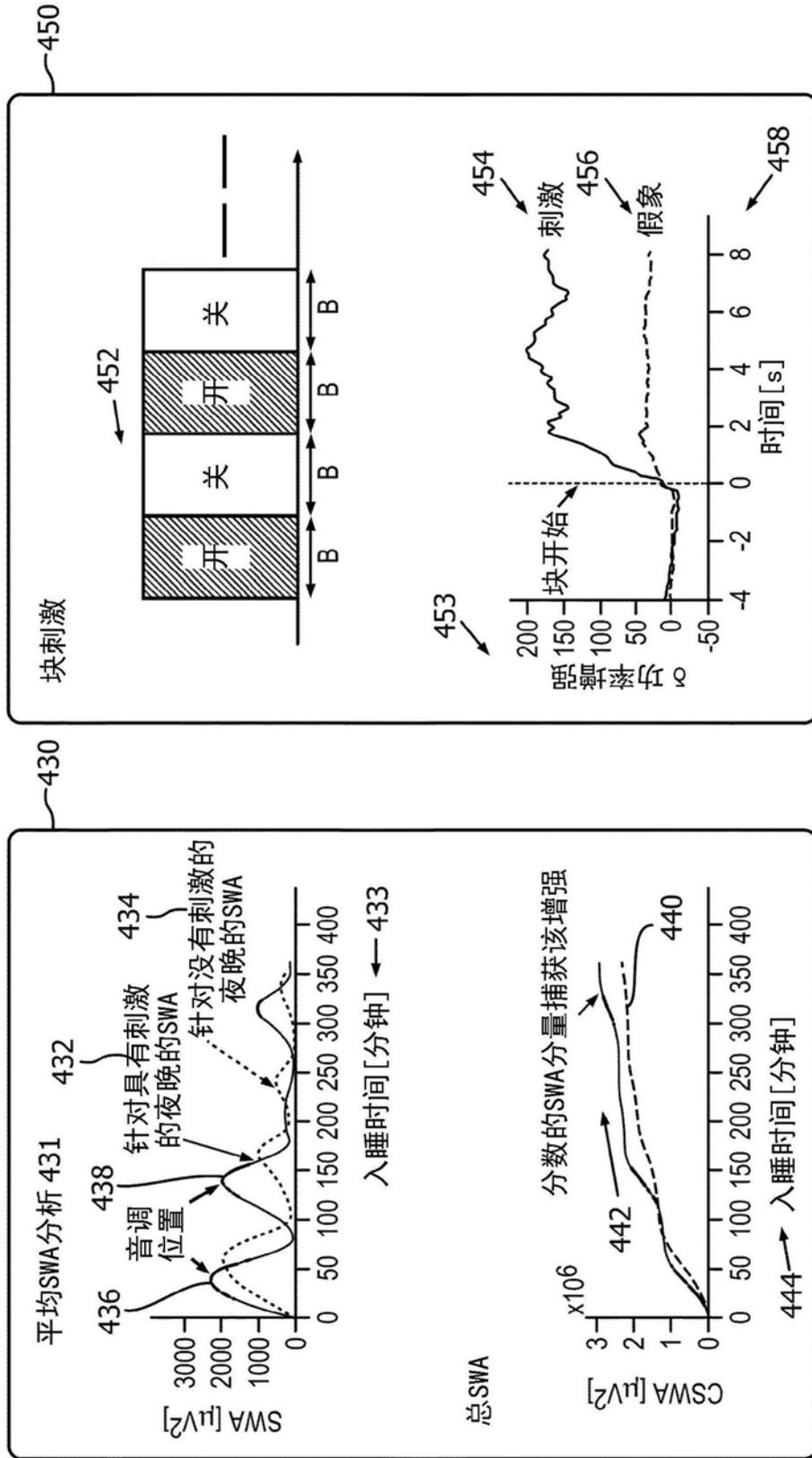


图4

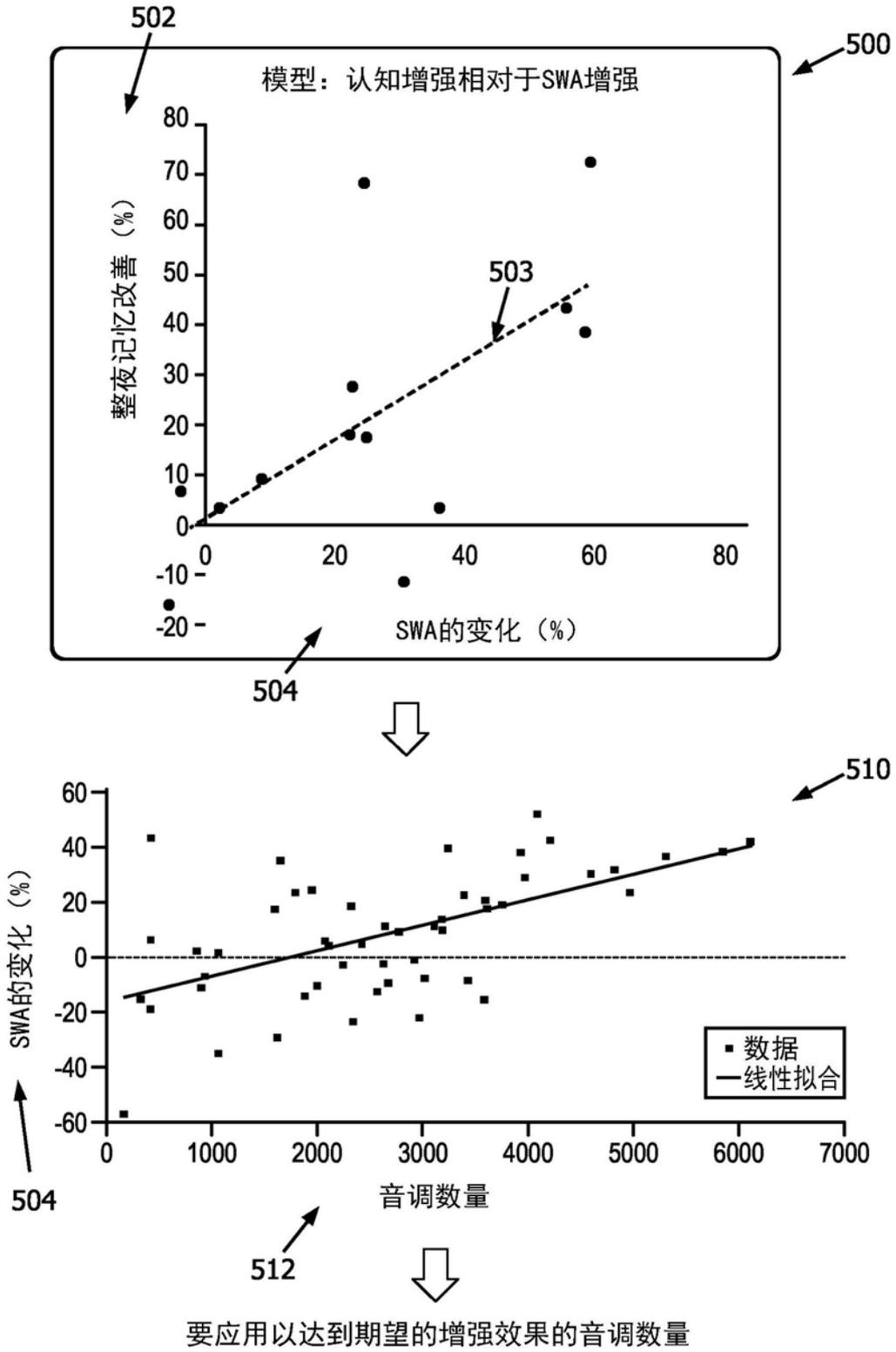


图5

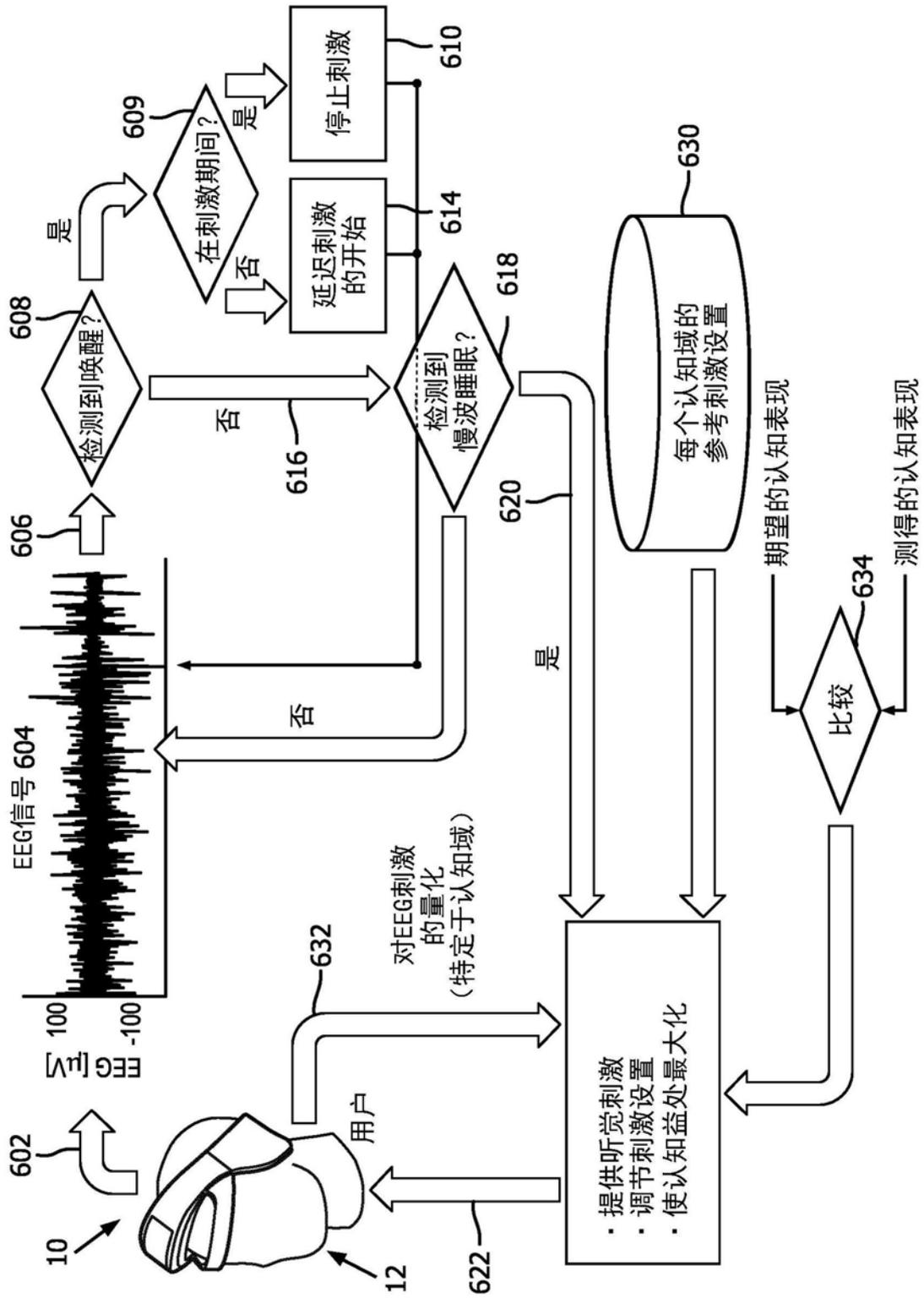


图6

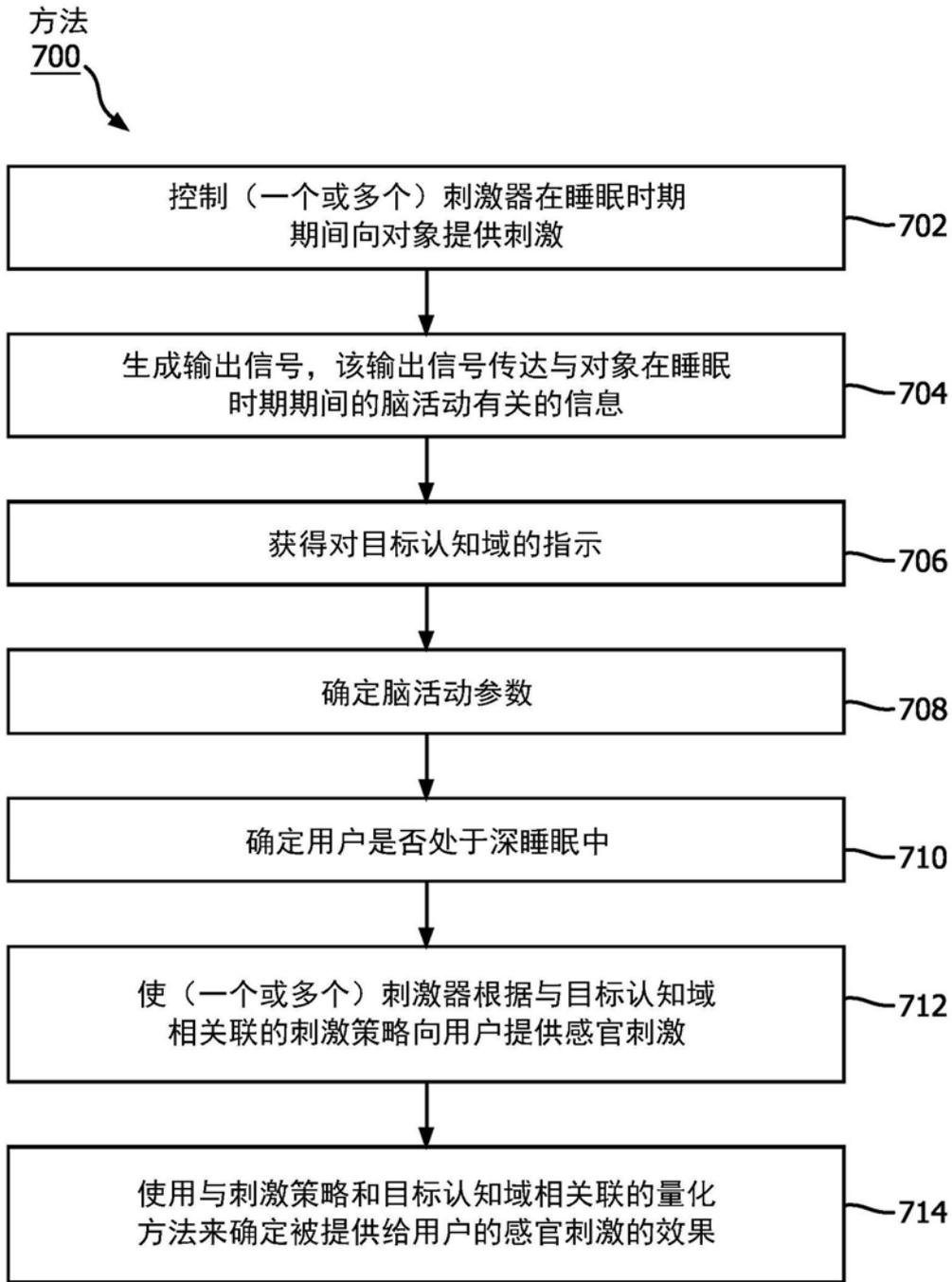


图7

专利名称(译)	用于向用户递送感官刺激以增强用户中的认知域的系统		
公开(公告)号	CN111372639A	公开(公告)日	2020-07-03
申请号	CN201880075147.3	申请日	2018-11-08
[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 D怀特 BS萨德夫 W高萨		
发明人	G·N·加西亚莫利纳 D·怀特 B·S·萨德夫 W·高萨		
IPC分类号	A61M21/00 A61M21/02 A61B5/00 A61B5/0476 A61N2/00 A61N5/06		
代理人(译)	刘兆君		
优先权	62/588670 2017-11-20 US		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

本公开内容涉及一种被配置为在睡眠时期期间向用户递送感官刺激以增强目标认知域的系统。示例目标认知域包括记忆巩固、警觉、言语流畅、困倦和/或其他目标认知域。基于要增强的目标认知域来调节刺激。响应于一个或多个脑活动参数指示用户处于足够深的睡眠中，该系统被配置为根据与目标认知域相关联的刺激策略使一个或多个感官刺激器向用户提供感官刺激。该系统被配置为使用与刺激策略和目标认知域相关联的量化方法来确定被提供给用户的感官刺激的效果。该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。

