



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110741443 A

(43)申请公布日 2020.01.31

(21)申请号 201880039404.8

(22)申请日 2018.06.13

(30)优先权数据

17191471.6 2017.09.15 EP

62/520063 2017.06.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.12.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/065592 2018.06.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/229094 EN 2018.12.20

(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

E·R·M·根布斯基 M·崔

A·卡皮坦 S·普丰特纳

T·K·措内瓦 A·莫哈德凡

M·金 D·科索布德 J·威登

G·A·布朗

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 刘兆君

(51)Int.Cl.

G16H 50/30(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

G16H 50/20(2006.01)

G16H 20/70(2006.01)

A61M 21/00(2006.01)

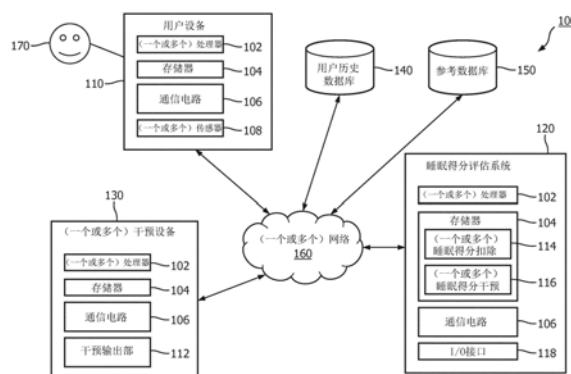
权利要求书4页 说明书18页 附图12页

(54)发明名称

用于促进用户的睡眠改善的系统和方法

(57)摘要

本公开内容涉及促进用户的睡眠改善。在非限制性实施例中,从一个或多个传感器接收与用户的睡眠期相关联的用户数据;基于所述用户数据来生成与所述睡眠期相关联的一个或多个睡眠度量;基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据来确定一个或多个参考睡眠度量;基于所述睡眠度量与所述参考睡眠度量的比较来确定与所述睡眠期有关的一个或多个即时值;基于所述即时值来生成睡眠期得分值;并且使得经由输出设备来呈现所述睡眠期得分值和所述睡眠度量。



1. 一种促进用户的睡眠改善的方法,包括:

从一个或多个传感器接收与用户的第一睡眠期相关联的第一用户数据;

基于所述第一用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第一睡眠度量;

确定一个或多个参考睡眠度量,所述一个或多个参考睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据;

确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第一即时值,对所述一个或多个第一即时值的所述确定基于所述一个或多个第一睡眠度量与所述一个或多个参考睡眠度量的比较;

基于与所述第一睡眠期有关的所述一个或多个第一即时值来生成第一睡眠期得分值;并且

使得经由输出设备来呈现所述第一睡眠期得分值和所述一个或多个第一睡眠度量。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述一个或多个传感器接收与所述第一睡眠期相关联的第三用户数据;

基于所述第三用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第二睡眠度量;

基于第三睡眠数据来确定在所述第一睡眠期期间发生的一个或多个睡眠干预;并且

确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第二即时值,其中,所述第一睡眠期得分值还基于所述一个或多个第二即时值。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述一个或多个睡眠干预包括以下各项中的至少一项:

在所述第一睡眠期期间由听觉刺激设备提供的至少一个可听音调;

在所述第一睡眠期期间由视觉刺激设备提供的至少一个视觉信号;以及

由环境控制设备提供的至少一个环境干预。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

接收第一睡眠期得分阈值;

基于所述第一睡眠期得分值和所述第一睡眠期得分阈值来确定要被提供以改善所述用户的后续睡眠期的第一睡眠干预;

确定至少一个睡眠干预设备以提供所述第一睡眠干预;

基于所述第一用户数据来生成要在第一时间执行所述第一睡眠干预的第一指令;并且

在所述第一时间之前将所述第一指令发送到所述至少一个睡眠干预设备。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述一个或多个第一睡眠度量包括以下各项中的至少一项:

第一信息,其与在所述第一睡眠期期间发生的至少一个睡眠阶段的至少一个第一时间持续时间相关联;

第二信息,其与所述用户在所述第一睡眠期期间经历觉醒时段的第一时间量相关联;

第一多个睡眠分布事件;

第三信息,其指示与针对所述第一睡眠期的入睡延迟相关联的第二时间量;以及

第四信息,其指示与所述第一睡眠期相关联的近似醒来时间。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,接收所述一个或多个参考睡眠度量还包括以下各项中的至少一项:

从用户睡眠历史数据库接收从所述一个或多个先前睡眠期获得的所述先前用户数据;

以及

从参考睡眠数据库接收表示与所述用户相关联的一个或多个睡眠参数的参考用户数据。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

使用用户历史数据库来存储以下各项中的至少一项:所述第一用户数据、所述一个或多个睡眠度量,以及所述第一睡眠期得分值,其中,所述一个或多个参考睡眠度量至少部分地基于以下各项中的所述至少一项来更新:所述第一用户数据、所述一个或多个睡眠度量,以及所述第一睡眠期得分值。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

接收表示对被提供给所述用户的至少一个用户查询的反馈的反馈数据;

基于所述反馈数据来确定一个或多个第二即时值,其中,所述第一睡眠期得分值还基于所述一个或多个第二即时值;并且

存储要被应用以生成一个或多个后续睡眠期得分值的所述一个或多个第二即时值。

9. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

基于所述一个或多个第二即时值来确定要被用于提高所述一个或多个后续睡眠期得分值的一个或多个睡眠干预;

使得至少一个睡眠干预设备在所述用户的第二睡眠期期间提供所述一个或多个睡眠干预。

10. 一种用于促进用户的睡眠改善的系统,所述系统包括:

存储器;

通信电路;以及

一个或多个处理器,其被由所述存储器存储的机器可读指令配置为:

从一个或多个传感器接收与用户的第一睡眠期相关联的第一用户数据;

基于所述第一用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第一睡眠度量;

确定一个或多个参考睡眠度量,所述一个或多个参考睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据;

确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第一即时值,对所述一个或多个第一即时值的所述确定基于所述一个或多个第一睡眠度量与所述一个或多个参考睡眠度量的比较;

基于与所述第一睡眠期有关的所述一个或多个第一即时值来生成第一睡眠期得分值;并且

使得经由输出设备来呈现所述第一睡眠期得分值和所述一个或多个第一睡眠度量。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述一个或多个处理器还被所述机器可读指令配置为:

从所述一个或多个传感器接收与所述第一睡眠期相关联的第三用户数据;

基于所述第三用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第二睡眠度量;

基于第三睡眠数据来确定在所述第一睡眠期期间发生的一个或多个睡眠干预;并且

确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第二即时值,其中,所述第一睡眠期得分值还基于所述一个或多个第二即时值。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述至少一个睡眠干预设备包括以下各项中的

至少一项：

在所述第一睡眠期期间由听觉刺激设备提供的至少一个可听音调；
在所述第一睡眠期期间由视觉刺激设备提供的至少一个视觉信号；以及
由环境控制设备提供的至少一个环境干预。

13. 根据权利要求10所述的系统，其中，所述一个或多个处理器还被所述机器可读指令配置为：

接收第一睡眠期得分阈值；

基于所述第一睡眠期得分值和所述第一睡眠期得分阈值来确定要被提供以改善所述用户的后续睡眠期的第一睡眠干预；

确定至少一个睡眠干预设备以提供所述第一睡眠干预；

基于所述第一用户数据来生成要在第一时间执行所述第一睡眠干预的第一指令；并且在所述第一时间之前将所述第一指令发送到所述至少一个睡眠干预设备。

14. 根据权利要求10所述的系统，其中，所述一个或多个第一睡眠度量包括以下各项中的至少一项：

第一信息，其与在所述第一睡眠期期间发生的至少一个睡眠阶段的至少一个第一时间持续时间相关联；

第二信息，其与所述用户在所述第一睡眠期期间经历觉醒时段的第一时间量相关联；

第一多个睡眠分布事件；

第三信息，其指示与针对所述第一睡眠期的入睡延迟相关联的第二时间量；以及

第四信息，其指示与所述第一睡眠期相关联的近似醒来时间。

15. 根据权利要求10所述的系统，所述一个或多个处理器被配置为接收所述一个或多个参考睡眠度量还包括：所述一个或多个处理器被所述机器可读指令配置为以下各项中的至少一项：

从用户睡眠历史数据库接收从所述一个或多个先前睡眠期获得的所述先前用户数据；以及

从参考睡眠数据库接收表示与所述用户相关联的一个或多个睡眠参数的参考用户数据。

16. 根据权利要求10所述的系统，其中，所述一个或多个处理器还被所述机器可读指令配置为：

使用用户历史数据库来存储以下各项中的至少一项：所述第一用户数据、所述一个或多个睡眠度量，以及所述第一睡眠期得分值，其中，所述一个或多个参考睡眠度量至少部分地基于以下各项中的所述至少一项来更新：所述第一用户数据、所述一个或多个睡眠度量，以及所述第一睡眠期得分值。

17. 根据权利要求10所述的系统，其中，所述一个或多个处理器还被所述机器可读指令配置为：

接收表示对被提供给所述用户的至少一个用户查询的反馈的反馈数据；

基于所述反馈数据来确定一个或多个第二即时值，其中，所述第一睡眠期得分值还基于所述一个或多个第二即时值；并且

存储要被应用以生成一个或多个后续睡眠期得分值的所述一个或多个第二即时值。

18. 根据权利要求17所述的系统, 其中, 所述一个或多个处理器还被所述机器可读指令配置为:

基于所述一个或多个第二即时值来确定要被用于提高所述一个或多个后续睡眠期得分值的一个或多个睡眠干预;

使得至少一个睡眠干预设备在所述用户的第二睡眠期期间提供所述一个或多个睡眠干预。

19. 一种被配置为促进用户的睡眠改善的系统, 所述系统包括:

用于从一个或多个传感器接收与用户的第一睡眠期相关联的第一用户数据的单元;

用于基于所述第一用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第一睡眠度量的单元;

用于确定一个或多个参考睡眠度量的单元, 所述一个或多个参考睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据;

用于确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第一即时值的单元, 对所述一个或多个第一即时值的所述确定基于所述一个或多个第一睡眠度量与所述一个或多个参考睡眠度量的比较;

用于基于与所述第一睡眠期有关的所述一个或多个第一即时值来生成第一睡眠期得分值的单元; 以及

用于使得经由输出设备来呈现所述第一睡眠期得分值和所述一个或多个第一睡眠度量的单元。

20. 根据权利要求19所述的睡眠得分评估系统, 还包括:

用于接收第一睡眠期得分阈值的单元;

用于基于所述第一睡眠期得分值和所述第一睡眠期得分阈值来确定要被提供以改善所述用户的后续睡眠期的第一睡眠干预的单元;

用于确定至少一个睡眠干预设备以提供所述第一睡眠干预的单元;

用于基于所述第一用户数据来生成要在第一时间执行所述第一睡眠干预的第一指令的单元; 以及

用于在所述第一时间之前将所述第一指令发送到所述至少一个睡眠干预设备的单元。

用于促进用户的睡眠改善的系统和方法

技术领域

[0001] 本公开内容涉及用于促进用户的睡眠改善的系统和方法。

背景技术

[0002] 用于监测睡眠的系统是已知的。许多睡眠监测系统缺乏为个人提供有意义且可量化的度量来了解他/她的睡眠质量的能力。此外,许多睡眠监测系统缺乏提供用于鼓励健康睡眠习惯的机制的能力。本公开内容克服了这些系统中的缺陷。

发明内容

[0003] 因此,本公开内容的一个或多个方面涉及一种用于促进用户的睡眠改善的方法。所述方法包括:从一个或多个传感器接收与用户的第一睡眠期相关联的第一用户数据;基于所述第一用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第一睡眠度量;确定一个或多个参考睡眠度量,所述一个或多个参考睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据;确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第一即时值,对所述一个或多个第一即时值的所述确定基于所述一个或多个第一睡眠度量与所述一个或多个参考睡眠度量的比较;基于与所述第一睡眠期有关的所述一个或多个第一即时值来生成第一睡眠期得分值;并且使得经由输出设备来呈现所述第一睡眠期得分值和所述一个或多个第一睡眠度量。

[0004] 本公开内容的另一方面涉及一种用于促进用户的睡眠改善的睡眠得分评估系统。所述系统包括:存储器;通信电路;以及一个或多个处理器,其被由所述存储器存储的机器可读指令配置为:从一个或多个传感器接收与用户的第一睡眠期相关联的第一用户数据;基于所述第一用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第一睡眠度量;确定一个或多个参考睡眠度量,所述一个或多个参考睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据;确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第一即时值,对所述一个或多个第一即时值的所述确定基于所述一个或多个第一睡眠度量与所述一个或多个参考睡眠度量的比较;基于与所述第一睡眠期有关的所述一个或多个第一即时值来生成第一睡眠期得分值;并且使得经由输出设备来呈现所述第一睡眠期得分值和所述一个或多个第一睡眠度量。

[0005] 本公开内容的又一方面涉及一种被配置为促进用户的睡眠改善的睡眠得分评估系统。所述睡眠得分评估系统包括:用于从一个或多个传感器接收与用户的第一睡眠期相关联的第一用户数据的单元;用于基于所述第一用户数据来确定与所述第一睡眠期相关联的一个或多个第一睡眠度量的单元;用于确定一个或多个参考睡眠度量的单元,所述一个或多个参考睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据;用于确定与所述第一睡眠期有关的一个或多个第一即时值的单元,对所述一个或多个第一即时值的所述确定基于所述一个或多个第一睡眠度量与所述一个或多个参考睡眠度量的比较;用于基于与所述第一睡眠期有关的所述一个或多个第一即时值来生成第一睡眠期得分值的单元;以及

用于使得经由输出设备来呈现所述第一睡眠期得分值和所述一个或多个第一睡眠度量的单元。

[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,并非旨在作为对本公开内容的限制的定义。

附图说明

[0007] 图1是根据各种实施例的被配置为促进个人的睡眠改善的示例性系统的示意图;

[0008] 图2是根据各种实施例的用于确定总睡眠时间扣除的技术的说明性图表;

[0009] 图3是根据各种实施例的用于确定与醒来所花费的总时间相关联的扣除的技术的说明性图表;

[0010] 图4是根据各种实施例的能够应用于基于检测到的睡眠中断的次数来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表;

[0011] 图5是根据各种实施例的能够应用于基于个人的睡眠例程来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表;

[0012] 图6是根据各种实施例的图示扣除如何与就寝时间规律差值有关的说明性图表;

[0013] 图7是根据各种实施例的能够应用于基于入睡延迟来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表;

[0014] 图8是根据各种实施例的能够应用于基于N3睡眠持续时间来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表;

[0015] 图9是根据各种实施例的包括睡眠期得分和能够应用的各种扣除的示例性图形用户接口的说明性图表;

[0016] 图10A-图10C是根据各种实施例的针对不同年龄范围的累积慢波活动参数的说明性图表;

[0017] 图11是根据各种实施例的能够应用于睡眠干预的奖励的量的说明性图表;

[0018] 图12是根据各种实施例的用于生成第一睡眠期得分值的示例性过程的说明性流程图;并且

[0019] 图13是根据各种实施例的用于确定要提供的睡眠干预并发送要在特定时间提供睡眠干预的指令的示例性过程的说明性流程图。

具体实施方式

[0020] 除非上下文另外明确指示,否则本文使用的单数形式的“一”、“一个”或“该”包括复数引用。除非上下文另外明确指示,否则本文使用的术语“或”意指“和/或”。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。

[0021] 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)。

[0022] 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。

[0023] 图1是根据各种实施例的被配置为促进个人的睡眠改善的示例性系统100的示意图。在非限制性实施例中，系统100包括用户设备110、睡眠得分评估系统120和一个或多个干预设备130。用户设备110、睡眠得分评估系统120和(一个或多个)干预设备130中的每个都能够经由一个或多个网络160彼此通信。例如，用户设备110和睡眠得分评估系统120可以通过内联网和/或互联网进行通信。此外，在一个实施例中，系统100包括用户历史数据库140和参考数据库150。

[0024] 在说明性实施例中，用户设备110被配置为监测用户170的活动并存储由一个或多个传感器108检测到的输入。(一个或多个)传感器108对应于能够测量用户170的一个或多个参数的任何合适的传感器。例如，(一个或多个)传感器108可以对应于一个或多个加速度计、一个或多个陀螺仪、一个或多个脉搏率监测器、一个或多个呼吸监测设备和/或一个或多个脑电图(“EEG”)设备。然而，本领域普通技术人员将认识到，用户设备110可以包括任何其他类型的传感器或其任何组合。在一个实施例中，(一个或多个)传感器108被配置为以预定的时间间隔进行测量。例如，(一个或多个)传感器108可以(例如由(一个或多个)处理器102使用由存储器104存储的指令而)被配置为每秒进行一次“采样”测量。采样率((一个或多个)传感器108进行测量的频率)能由用户设备110来配置并且能够取决于(一个或多个)传感器108所对应的传感器的类型以及(一个或多个)传感器108试图获得的测量结果的类型。此外，(一个或多个)传感器108能够由用户170和/或由系统100的一个或多个其他设备(例如，睡眠得分评估系统120)来配置，以根据所需的特定功能来修改(一个或多个)传感器108的采样率。

[0025] 在一个实施例中，用户设备110对应于任何合适类型的电子设备，包括但不限于台式计算机、移动计算机(例如，膝上型计算机、超级本等)，移动电话、智能电话、平板电脑、个人数字设备助手(“PDA”)和/或可穿戴设备(例如，手表、饰针/胸针、头戴式受话器等)。此外，在说明性实施例中，用户设备110包括一个或多个处理器102、存储器104和通信电路106。

[0026] (一个或多个)处理器102包括能够控制用户设备110的操作和功能并促进用户设备10内的各个部件之间的通信的任何合适的处理电路。在一个实施例中，(一个或多个)处理器102可以包括中央处理单元(“CPU”)、图形处理单元(“GPU”)、一个或多个微处理器、数字信号处理器或任何其他类型的处理器或其任何组合。在另一实施例中，(一个或多个)处理器102的功能由一个或多个硬件逻辑部件来执行，该一个或多个硬件逻辑部件包括但不限于现场可编程门阵列(“FPGA”)、专用集成电路(“ASIC”)、专用标准产品(“ASSP”)、片上系统(SOC)和/或复杂的可编程逻辑器件(“CPLD”)。此外，(一个或多个)处理器102中的每个处理器能够包括其自己的本地存储器，该本地存储器可以存储程序系统、程序数据和/或一个

或多个操作系统。然而, (一个或多个) 处理器102能够运行用于用户设备110的操作系统 (“OS”) 和/或一个或多个固件应用程序、媒体应用程序和/或驻留在其上的应用程序。在一个示例性实施例中, (一个或多个) 处理器102运行本地客户端脚本以读取并呈现从一个或多个网站接收的内容。例如, (一个或多个) 处理器102可以运行本地JavaScript客户端以呈现HTML或XHTML内容。

[0027] 在一个实施例中, 存储器104包括一种或多种类型的存储介质, 例如, 任何易失性或非易失性存储器或者以任何适当方式实施以存储用于用户设备110的数据的任何可移动或不可移动的存储器。例如, 可以使用计算机可读指令、数据结构和/或程序系统来存储信息。各种类型的存储设备/存储器可以包括但不限于硬盘驱动器、固态驱动器、闪存存储器、永久性存储器 (例如, ROM)、电可擦除可编程只读存储器 (“EEPROM”)、CD-ROM、数字多功能光盘 (“DVD”) 或其他光学存储介质、盒式磁带、磁带、磁盘存储设备或其他磁性存储设备、RAID存储系统或任何其他存储类型或其任何组合。此外, 存储器104可以被实施为计算机可读存储介质 (“CRSM”), 其可以是能由 (一个或多个) 处理器102访问以运行存储器104内存储的一个或多个指令的任何可用物理介质。在示例性实施例中, 一个或多个应用程序 (例如, 游戏、音乐、视频、日历、列表等) 由 (一个或多个) 处理器102运行并且可以被存储在存储器104中。

[0028] 在一个实施例中, 通信电路106对应于允许或使得用户设备110的一个或多个部件能够彼此通信并且/或者与一个或多个额外的设备、服务器和/或系统 (例如, 睡眠得分评估系统120和/或 (一个或多个) 干预设备130) 通信的任何电路。作为说明性示例, 可以通过诸如互联网的网络160使用任何数量的通信协议将与由 (一个或多个) 传感器108获得的读数相对应的用户数据传输到睡眠得分评估系统120。例如, 能够使用传输控制协议和互联网协议 (“TCP/IP”) (例如, 在TCP/IP层中的每个层中使用的任何协议)、超文本传输协议 (“HTTP”)、WebRTC、SIP和无线应用协议 (“WAP”) 以及可以用于促进用户设备110、睡眠得分评估系统120和/或 (一个或多个) 干预设备130之间的通信的各种类型的协议中的一些协议来访问 (一个或多个) 网络160。在一个实施例中, 用户设备110、睡眠得分评估系统130和/或 (一个或多个) 干预设备130使用HTTP经由网络浏览器彼此通信。用于促进系统100的一个或多个设备之间的通信的各种其他通信协议包括但不限于Wi-Fi (例如, 802.11协议)、蓝牙、射频系统 (例如, 900MHz、1.4GHz和5.6GHz) 通信系统)、蜂窝网络 (例如, GSM、AMPS、GPRS、CDMA、EV-DO、EDGE、3GSM、DECT、IS-136/TDMA、iDen、LTE或任何其他合适的蜂窝网络协议)、红外、BitTorrent、FTP、RTP、RTSP、SSH和/或VOIP。通信电路106能够使用通信协议, 例如, 任何先前提到的示例性通信协议。在一个实施例中, 用户设备110包括一个或多个天线, 以促进使用各种无线技术 (例如, Wi-Fi、蓝牙、射频等) 与网络的无线通信。在又一实施例中, 用户设备110包括一条或多条通用串行总线 (“USB”) 端口、一个或多个以太网或宽带端口和/或任何其他类型的硬线访问端口, 使得通信电路106允许用户设备110与一个或多个通信网络 (例如, (一个或多个) 网络160) 通信。

[0029] 如图1所示, 当用户170睡眠时, 用户设备110 (特别是 (一个或多个) 传感器108) 监测睡眠活动。在一个实施例中, 用户设备110被配置为将与用户170的第一睡眠期相关联的用户数据发送到睡眠得分评估系统120。例如, 可以经由 (一个或多个) 网络160将指示用户170在第一睡眠期期间的活动的用户数据发送到睡眠得分评估系统170。在一个实施例中, 在睡眠期结束时将用户数据提供给睡眠得分评估系统120, 然而, 这仅是示例性的, 因为能

够将用户数据周期性地(例如,每5-10分钟1次)提供给睡眠得分评估系统120,并且本领域普通技术人员将认识到上述内容仅是示例性的。

[0030] 在非限制性实施例中,睡眠得分评估系统120包括(一个或多个)处理器102、存储器104、通信电路106和I/O(输入/输出)接口118。在一个实施例中,睡眠得分评估系统120的(一个或多个)处理器102、存储器104和通信电路106基本上类似于用户设备110的(一个或多个)处理器102、存储器104和通信电路106,并且也适用于先前的描述。

[0031] I/O接口118能够对应于任何合适的输入部件和/或输出部件,例如但不限于一个或多个麦克风或其他音频输入设备、一个或多个扬声器或其他音频输出设备、一个或多个输入机构(例如,按钮、旋钮、开关等)、一个或多个相机或其他图像捕获设备和/或一个或多个显示屏。例如,睡眠得分评估系统120可以包括任何合适的尺寸和/或形状的显示屏。各种类型的显示器包括但不限于液晶显示器(“LCD”)、单色显示器、彩色图形适配器(“CGA”)显示器、增强型图形适配器(“EGA”)显示器、可变图形阵列(“VGA”)显示器或任何其他类型的显示器或其任何组合。I/O接口108还能够包括触摸屏,例如,包括能够识别其上的触摸输入的电容式感测面板的触摸屏。例如,触摸屏可以对应于投射式电容触摸屏(“PCT”),屏幕包括一个或多个行迹线和/或驱动线迹线以及一个或多个列迹线和/或感测线。

[0032] 在非限制性实施例中,存储器104包括用于确定用户170的针对特定睡眠期的睡眠得分的指令。能够基于存储器104内存储的一组或多组指令或规则(例如,与一个或多个睡眠得分扣除114相关联的规则/指令和/或与一个或多个睡眠得分干预相关联的规则/指令)来确定睡眠得分。睡眠得分评估系统120被配置为接收与睡眠期相关联的用户数据并确定与第一睡眠期相关联的一个或多个睡眠度量。例如,睡眠结构、睡眠连续性、睡眠开始时间和/或睡眠醒来时间是能够针对特定睡眠期确定的所有示例类型的度量。睡眠结构例如包括每个睡眠阶段(例如,N3、N2、N1、REM)的持续时间、每个睡眠阶段的延迟和/或每个睡眠阶段的生存曲线。

[0033] 如下面更详细地描述的,在一个实施例中,睡眠得分评估系统120被配置为确定使用与睡眠得分扣除114相关联的规则/指令的睡眠得分扣除的类型和数量。为了确定睡眠得分扣除,采用一个或多个参考睡眠度量并将其与使用用户数据确定的睡眠度量进行比较。在一个实施例中,从用户历史数据库140和/或参考数据库150获得参考睡眠度量。

[0034] 用户历史数据库140存储与用户的睡眠历史相关联的信息。例如,用户历史数据库140可以存储指示一个或多个针对特定用户的睡眠开始的时间、一个或多个睡眠醒来的时间等的信息。在非限制性实施例中,针对特定用户的历史睡眠信息由用户历史数据库140存储并且能由睡眠得分评估系统120经由网络160访问。

[0035] 参考数据库150存储与关于用户170的参考数据相关联的信息。例如,参考数据库150可以存储与用户170的年龄、用户170的性别、用户170的表型等相关联的睡眠信息。在非限制性实施例中,与用户170相关联的参考睡眠信息由参考数据库150存储并且能由睡眠得分评估系统120经由网络160访问。

[0036] 在非限制性示例性实施例中,睡眠得分评估系统120被配置为确定多个与特定睡眠期相关联的扣除以及每个扣除的量(例如,严重性/大小)。为此,如下面更详细地描述的,可以执行与特定睡眠期相关联的睡眠度量与先前已经获得的参考睡眠度量(例如,用户历史睡眠信息、参考睡眠信息)之间的比较。睡眠得分评估系统120被配置为使用这些比较来

确定与第一睡眠期有关的一个或多个即时值。例如,即时值可以对应于要应用于睡眠得分的一个或多个扣除。

[0037] 在非限制性示例性实施例中,能够通过与睡眠得分扣除114相关联的规则/指令来实施五种不同类型的睡眠扣除。在该实施例中,扣除对应于以下各项中的一项或多项:总睡眠时间、在睡眠开始时间与睡眠结束时间之间花费的总时间(例如,睡眠开始后觉醒(“WASO”)、在睡眠期期间发生的睡眠中断(例如,觉醒时段超过睡眠开始与睡眠结束之间的阈值时间量)的次数、根据睡眠开始时间和睡眠醒来时间的规律的睡眠例程、入睡延迟(例如,进入睡眠开始的持续时间)以及基于N3(也被称为深度睡眠)的扣除。本领域普通技术人员将认识到,上述睡眠扣除类型的列表仅是示例性的,并且可以采用更多或更少的睡眠扣除类型。

[0038] 在示例性实施例中,睡眠得分评估系统120以初始睡眠期得分值开始。对于在特定睡眠期内识别出的每个扣除,该扣除被添加到初始睡眠期得分值。在一个实施例中,扣除为负值(例如 <0),然而,本领域普通技术人员将认识到,这仅是示例性的。例如,替代地,可以从初始睡眠期得分值中减去每个扣除。在这种特定情况下,扣除为正值(例如 >0)。在对初始睡眠期得分值应用(例如,加上/减去)每个扣除之后,获得了新的睡眠期得分值。在一个实施例中,能够经由I/O接口118将新的睡眠期得分值提供给用户170。例如,如果I/O部件118包括显示设备,则睡眠得分评估系统120能够使得经由显示设备将新的睡眠期得分值呈现在图形用户接口上。在一个实施例中,除了新的睡眠期得分值以外,还呈现了与睡眠期相关联的睡眠度量,使得用户170能够查看使他/她的睡眠期得分成为特定值的因素。例如,用户170可以查看他/她醒来的次数,这会使睡眠期得分值成为确定值。本领域普通技术人员将认识到,虽然前述内容描述了经由睡眠得分系统120的I/O接口118来呈现新的睡眠期得分值,但是这仅是示例性的,因为也可以替代地将睡眠期得分值提供给用户设备110或任何其他设备以供用户170使用。

[0039] 在说明性实施例中,系统100还包括一个或多个干预设备130。干预设备130中的每个干预设备包括(一个或多个)处理器102、存储器104和通信电路106,它们基本上类似于用户设备110的处理器102、存储器104和通信电路106,并且也适用于先前的描述。此外,每个干预设备130包括一个或多个干预输出部件112。在一个实施例中,(一个或多个)干预输出部件112对应于任何合适的睡眠干预部件,包括但不限于一个或多个听觉刺激设备、一个或多个视觉刺激设备、一个或多个触觉刺激设备、一个或多个闭环睡眠诱导设备、一个或多个智能唤醒设备等。在一个示例性实施例中,干预输出部件112对应于能够调节用户170所处的局部环境的温度的热连接部件。例如,干预输出部件112能够调节用户家庭中的恒温器。本领域普通技术人员还将认识到,一些干预设备130被配置为包括两个或更多个干预输出部件112,并且虽然在系统110内仅显示单个干预设备130,但是也可以包括两个或更多个干预设备。此外,(一个或多个)干预设备130能够经由网络160与用户设备110和/或睡眠得分评估系统120中的一个或多个通信。

[0040] 在非限制性实施例中,基于已经获得的用户数据来确定在睡眠期期间经由(一个或多个)干预设备130发生的一个或多个睡眠干预。例如,并且如下面更详细地描述的,如果在第一睡眠期期间发生了一个或多个睡眠干预,则由(一个或多个)传感器108获得的用户数据可以指示这一点,因此睡眠得分评估系统120可以识别出在用户数据内的该(一个或多

个)干预。在一个实施例中,(一个或多个)干预设备130也能够经由(一个或多个)网络160向睡眠得分评估系统120传达执行的特定干预。可以执行的各种类型的干预包括但不限于在睡眠期期间提供的一个或多个可听音调、在睡眠期期间提供的一个或多个视觉信号、在睡眠期期间提供的一个或多个触觉信号和/或一个或多个环境干预。例如,可听音调可以由听觉刺激设备(例如,可听闹钟、音乐播放器等)输出,视觉信号可以由视觉刺激设备(例如,发射白光的设备、发射暖光/静光的设备等)输出,触觉信号可以由触觉刺激设备(例如,振动板、可穿戴触觉刺激器等)输出,并且环境干预可以由环境控制设备来提供。

[0041] 在识别出发生的干预之后,睡眠得分评估系统120可以被配置为使用与睡眠得分干预116相关联的规则/指令来确定睡眠干预的数量以及那些睡眠干预的大小/量。在一个实施例中,将干预应用于改善睡眠的一个或多个方面。例如,听觉刺激可以增强深度睡眠,而睡眠诱导干预可以缩短入睡延迟。可以将睡眠干预中的每个睡眠干预应用于初始睡眠得分值(或者如上所述,包括扣除的睡眠期得分值),以生成新的睡眠期得分值。例如,睡眠干预可以被表示为应用于初始睡眠得分以增加睡眠期得分值的奖励,其方式类似于应用于对初始睡眠得分以减小睡眠期得分值的睡眠扣除。在一个实施例中,可以将每个干预添加到睡眠期得分中以获得新的睡眠期得分值。在一个实施例中,与每个睡眠干预相关联的值是正值,使得干预对睡眠期得分值具有积极贡献。然而,本领域普通技术人员将认识到,类似于睡眠扣除,睡眠干预可以对睡眠期得分产生正面影响或负面影响,并且前述内容仅是示例性的。从公式1可以看出,睡眠期得分值能够被确定为:

[0042] 睡眠期得分值 = 初始睡眠得分 + Σ 睡眠扣除 + Σ 睡眠干预公式1

[0043] 在公式1中,初始睡眠得分对应于示例性初始睡眠期得分值,例如,数值100, Σ 睡眠扣除对应于所有睡眠扣除值的总和(例如,每个扣除均为负值),而 Σ 睡眠干预对应于所有睡眠干预值的总和(例如,每个干预均为正值)。

[0044] 本领域普通技术人员将认识到,虽然图1的系统100被图示为使得用户设备110、睡眠得分评估系统120、(一个或多个)干预设备130、用户历史数据库140和参考数据库150中的每个都是分开的,但是前述项目的一些或全部可以位于单个设备中或者散布在多个设备上。例如,在一个实施例中,睡眠得分评估系统120可以包括一个或多个传感器118和/或一个或多个干预输出部112中的一个或多个。作为另一示例,用户历史数据库140和/或参考数据库150可以在本地被存储在睡眠得分评估系统120的存储器104内。

[0045] 图2是根据各种实施例的用于确定总睡眠时间扣除的技术的说明性图表200。在一个实施例中,总睡眠时间(“TST”)对应于由(一个或多个)传感器108检测到的被确定为睡眠的用户活动的时间量。如果TST大于(或等于)TST的预定义阈值,则睡眠得分评估系统120被配置为应用等于零的扣除。例如,如果确定出睡眠期的TST的持续时间大于8小时,则针对TST的扣除量可以为零。该参数能由用户170和/或系统120来配置。然而,如果TST小于针对TST的预定义阈值,则睡眠得分评估系统120被配置为应用特定的扣除。该扣除例如与TST的总持续时间相关联,因此被配置为使得该扣除根据TST的总持续时间而不同。

[0046] 如图表200所示,对于小于或等于第一阈值202(例如, $TST_{短}$)的TST持续时间,睡眠得分评估系统120将应用第一扣除 $D_{短}$ 。例如,如果睡眠时间量少于150分钟,则与睡眠扣除114相关的规则/指令可以指示将应用-95的扣除,其中, $D_{短} = -95$ 。如果TST持续时间大于或等于第一阈值202但小于第二阈值204(例如, TST_D),则将应用第二扣除。在一个实施例中,

第二扣除与TST持续时间线性相关,如下面参考公式2更详细地描述的那样。如果TST持续时间大于或等于第二阈值204但小于第三阈值206(例如, $TST_{\text{长}}$),则将应用第三扣除。类似于第二扣除,第三扣除与TST持续时间线性相关,如参考公式2更详细地描述的那样。最后,如果TST持续时间大于第三阈值206,则将应用第四扣除 $D_{\text{长}}$ 。本领域普通技术人员将认识到,阈值202、204和206中的每个都能根据特定用户而得到配置,并且还可以基于用户历史随着时间而更新,并且前述内容和以下内容仅是示例性示例。

[0047]

$$TST\text{扣除} = \begin{cases} -D_{\text{短}} & TST < TST_{\text{短}} \\ \text{round}\left(-D_{\text{短}} + \frac{(-D_{TST} + D_{\text{短}}) \times (TST - TST_{\text{短}})}{TST_D - TST_{\text{短}}}\right) & TST_{\text{短}} \leq TST < TST_D \\ \text{round}\left(-D_{TST} + \frac{(-D_{\text{长}} + D_{TST}) \times (TST - TST_D)}{TST_{\text{长}} - TST_D}\right) & TST_D \leq TST < TST_{\text{长}} \\ -D_{\text{长}} & TST_{\text{长}} \leq TST \end{cases}$$

公式 3

[0048] 表1是根据各种实施例的图示针对 $TST_{\text{短}}$ 、 TST_D 、 $TST_{\text{长}}$ 、 $D_{\text{短}}$ 、 D_{TST} 和 $D_{\text{长}}$ 的示例值的表。本领域普通技术人员将认识到,这些值仅是说明性的,并且可以由用户170和/或系统120来配置。

[0049] 表1

[0050]

参数	默认值
$TST_{\text{短}}$	150分钟
TST_D	360分钟
$TST_{\text{长}}$	420分钟
$D_{\text{短}}$	95
D_{TST}	30
$D_{\text{长}}$	0

[0051] 图3是根据各种实施例的用于确定醒来扣除所花费的总时间的技术的说明性图表300。在一个实施例中,个人在睡眠开始后觉醒的总时间量(“WASO”)是另一种能够将扣除应用于睡眠期得分的量度。WASO不仅包括醒来时间,而且还包括微觉醒,并且更一般地还包括在识别到睡眠开始之后用户觉醒(例如,由(一个或多个)传感器108检测到的超过阈值的用户活动)所花费的任何时间量。

[0052] 在一个实施例中,基于WASO的扣除取决于用户170的年龄,如下面参考表2所示。用户170的年龄指示参考值 $WASO_{\text{参考}}$,其对应于将应用扣除之前的最大WASO持续时间。该扣除最大为检测到的WASO针对 $WASO_{\text{参考}}$ 超过阈值量 DEV_{WASO} 。在示例性实施例中, $WASO$ 和 DEV_{WASO} 以分钟来定义,但是本领域普通技术人员将认识到,这仅是示例性的。

[0053] 表2

[0054]

年龄范围	$WASO_{\text{参考}}$ [分钟]
<30	20
[30至40[	20
[40至60[	40
≥ 60	70

[0055] 在说明性实施例中,如果WASO的时间量小于由WASO_{参考}指示的第一阈值302,则应用零扣除。如果WASO的时间量大于第二阈值304,则应用最大扣除 $-D_{WASO}$ 。在一个实施例中,如果WASO的时间量小于第二阈值304但大于阈值302,则应用公式3来确定要使用的扣除值。

$$[0056] \quad WASO\text{扣除} = \text{round}\left(\max\left\{-D_{WASO}, \min\left\{0, -\frac{D_{WASO} \times (WASO - WASO_{\text{参考}})}{DEV_{WASO}}\right\}\right\}\right) \quad \text{公式 3}$$

[0057] 图4是根据各种实施例的能够应用于基于检测到的睡眠中断的次数来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表400。在非限制性实施例中,睡眠中断被表征为睡眠开始与睡眠结束之间的至少持续一定时间量的觉醒时段。例如,超过五分钟的觉醒时段可以对应于睡眠中断。

[0058] 在一个实施例中,基于在睡眠期期间发生的多个睡眠中断来应用扣除。如果睡眠中断的次数等于或大于中断的阈值次数402(例如, M_{INT}),则应用最大扣除量(例如, $-D_{INT}$)。如果在睡眠期间未检测到中断,则应用0扣除或者不应用扣除。对于大于零但小于阈值次数402的中断次数,使用公式4且如图表400所示,可以确定与中断次数有关的扣除。在一个示例性实施例中,对于等于或大于3的中断次数(例如, $-D_{INT}=6$, $-M_{INT}=3$),最大扣除量对应于值6,然而,本领域普通技术人员将认识到,上述内容仅是示例性的。

$$[0059] \quad \text{中断}_{\text{扣除}} = \text{round}(\min\{0, \max\{-D_{INT}, -\frac{D_{INT} \times (\text{中断}\#)}{-D_{INT}}\}\}) \quad \text{公式 4}$$

[0060] 图5是根据各种实施例的能够应用于基于个人的睡眠例程来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表500。在一个实施例中,应用基于用户睡眠规律的扣除。例如,规律主要由两个因素来驱动:用户上床睡觉的时间(例如,就寝时间规律)和该用户醒来的时间(醒来时间规律)。

[0061] 在一个实施例中,就检测到的睡眠意图时间而言,通过规律来近似得到就寝时间规律。例如,可以基于检测到的睡眠意图时间与基于最近 d_H 天中持续时间超过第一阈值的所有睡眠期的平均睡眠意图时间之差来确定睡眠意图时间。例如,在过去7天里发生的至少两个小时长的任何睡眠期都可以用于计算检测到的睡眠意图时间。在一个实施例中,该睡眠信息由用户历史数据库140来存储并且能由睡眠得分评估系统120访问以确定睡眠意图时间。在一个实施例中,睡眠意图由使用用户设备110的用户170和/或睡眠得分评估系统120来输入。例如,用户170可以将针对特定睡眠期的睡眠意图时间输入到在睡眠得分评估系统120上运行的移动应用程序中。

[0062] 图表500图示了使用用户历史来确定睡眠意图时间的一个示例。在说明性实施例中, SI_{t-j} 对应于第j个睡眠期的睡眠意图的时间戳, SI_t 对应于当前睡眠期的时间戳,并且 W_{t-j} 对应于与第j个睡眠期相关联的醒来时间的时间戳。例如,从(一个或多个)传感器108获得的用户数据可以包括指示与该用户活动相关联的时间的时间元数据。在使用用户数据确定何时开始睡眠之后,可以从与用户数据相关联的睡眠元数据获得与该睡眠开始相关联的对应时间。在一个示例性实施例中,以分钟为单位来测量 SI_{t-j} ,但是本领域普通技术人员将认识到,这仅是示例性的。因此,使用公式5来确定睡眠醒来时间 W_{t-j} :

$$[0063] \quad W_{t-j} = SI_{t-j} + SOL_{t-j} + WASO_{t-j} + TST_{t-j} \quad \text{公式 5}$$

[0064] 在公式5中, SOL 对应于入睡延迟,这将在下面更详细地描述。在一个实施例中,用公式6描述了用于确定要从用户历史数据库140获得的用户历史睡眠数据量的历史跨度。

$$[0065] \quad H_B = \begin{cases} \left\lfloor \frac{SI_t}{1440} \right\rfloor - d_H - 0.5 \times 1440; & \text{mod}(SI_t, 1440) < 720 \\ \left\lfloor \frac{SI_t}{1440} \right\rfloor - d_H + 0.5 \times 1440; & \text{mod}(SI_t, 1440) \geq 720 \end{cases} \quad \text{公式 6}$$

[0066] 如上文所示,对于要考虑的睡眠期, $SI_{t-j} > H_B$ 。使用相对于参考时间(例如,午夜)的时间戳差值 ΔS_{t-j} (如下面参考公式7所示)并使用与均值的偏差 BR_t (如下面参考公式8所示)来确定与平均值的偏差

$$[0067] \quad \Delta S_{t-j} = \begin{cases} \text{mod}(SI_{t-j}, 1440); & \text{mod}(SI_{t-j}, 1440) < 720 \\ \text{mod}(SI_{t-j}, 1440) - 1440; & \text{mod}(SI_{t-j}, 1440) \geq 720 \end{cases} \quad \text{公式 8}$$

$$[0068] \quad BR_t = \begin{cases} 0; & K = 0 \\ \Delta S_t - \text{mean}([\Delta S_{t-1}, \dots, \Delta S_{t-K}]); & K > 0 \end{cases} \quad \text{公式 9}$$

[0069] 图6是根据各种实施例的图示扣除如何与就寝时间规律差值 BR_t 有关的说明性图表600。在非限制性示例性实施例中,如果差值 BR_t 在第一阈值602(例如, $-T_{B1}$)与第二阈值604(例如, $+T_{B1}$)之间,则不应用扣除或者应用零扣除。然而,如果差值 BR_t 大于或等于第三阈值606或第四阈值608(例如, $\pm T_{B2}$),则应用最大扣除 $-D_{REG}$ 。如果 BR_t 在 T_{B1} 与 T_{B2} 之间,则要应用的扣除量与 BR_t 线性相关,这种线性相关关系例如如公式10所示。

$$[0070] \quad \text{就寝时间规律} = \text{round}(-\min\{D_{REG}, \max\{0, D_{REG} \times \frac{|BR_t| - T_{B1}}{T_{B2} - T_{B1}}\}\}) \quad \text{公式 10}$$

[0071] 在一个实施例中,使用与就寝时间规律的技术相似的技术来确定醒来时间规律。例如,使用公式11和12来计算醒来时间差:

$$[0072] \quad \Delta W_{t-j} = \begin{cases} \text{mod}(W_{t-j}, 1440); & \text{mod}(W_{t-j}, 1440) < 720 \\ \text{mod}(W_{t-j}, 1440) - 1440; & \text{mod}(W_{t-j}, 1440) \geq 720 \end{cases} \quad \text{公式 11}$$

$$[0073] \quad WR_t = \begin{cases} 0; & K = 0 \\ \Delta W_t - \text{mean}([\Delta W, \dots, \Delta W_{t-K}]); & K > 0 \end{cases} \quad \text{公式 12}$$

[0074] 如果差值 WR_t 在第一阈值610(例如, $-T_{W1}$)与第二阈值612(例如, $+T_{W1}$)之间,则不应用任何扣除。如果差值大于第三阈值616(例如, $-T_{W1}$)或第四阈值618(例如, $+T_{W1}$),则应用最高扣除 $-D_{REG}$ 。在一个实施例中,如公式13所描述的,用 WR_t 对扣除进行线性缩放。

$$[0075] \quad \text{醒来规律扣除} = \text{round}(-\min\{D_{REG}, \max\{0, D_{REG} \times \frac{|WR_t| - T_{W1}}{T_{W2} - T_{W1}}\}\}) \quad \text{公式 13}$$

[0076] 在一个示例性实施例中,应用基于单个规律的扣除。这允许用户对任何给定的睡眠期将就寝时间和/或醒来时间一起移位,因此,仅应用 D_{REG} 作为扣除,如公式14所示。

$$[0077] \quad \text{睡眠例程扣除} = \min(\text{就寝时间扣除}, \text{醒来扣除} + \text{就寝时间扣除}) \quad \text{公式 14}$$

[0078] 表3图示了可以用于确定醒来规律扣除和就寝时间规律扣除中的一个或多个的各种示例性参数。

[0079] 表3

[0080]	参数	默认值
	d_H	7天
	D_{REG}	5

T _{B1}	20分钟
T _{B2}	60分钟
T _{W1}	20分钟
T _{W2}	60分钟

[0081] 图7是根据各种实施例的能够应用于基于入睡延迟来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表700。如本文所述,入睡延迟(“SOL”)是指用户入睡所花费的时间量。在一个实施例中,与SOL相关联的扣除取决于与用户170相关联的年龄范围。例如,参考数据库150存储了各种基于年龄的SOL扣除,并且睡眠得分评估系统120能访问这些值以确定用户的睡眠期的睡眠得分。

[0082] 在一个实施例中,年龄范围指示能够在确定睡眠期得分值时应用的最大SOL扣除702(例如,SOL_{参考})。当检测到的SOL超过阈值704(例如,SOL_{参考}加上量DEV_{SOL})时,应用最大扣除-D_{SOL}。在一个实施例中,如果SOL小于第二阈值704但大于第一阈值702,则扣除与检测到的SOL线性相关,如公式15所示。

$$[0083] \quad SOL\text{扣除} = round(\max\left\{-D_{SOL}, \min\left\{0, -\frac{D_{SOL} \times (SOL - SOL_{\text{参考}})}{DEV_{SOL}}\right\}\right\}) \quad \text{公式 15}$$

[0084] 表4包括取决于用户年龄的适用于SOL_{参考}的各种示例值。在一个实施例中,参考数据库150存储表4中包括的SOL_{参考}的值。表5包括D_{SOL}和DEV_{SOL}的各种示例值,在一个实施例中,它们被睡眠得分评估系统120应用于确定针对特定睡眠期的睡眠得分。

[0085] 表4

[0086]

年龄范围	SOL _{参考} [分钟]
<30	15
[30至40[	15
[40至60[	17
≥60	20

[0087] 表5

[0088]

参数	默认值
D _{SOL}	10
DEV _{SOL}	30分钟

[0089] 图8是根据各种实施例的能够应用于基于N3睡眠持续时间来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表800。在非限制性实施例中,与N3睡眠持续时间相关联的扣除(也被称为深度睡眠或慢波睡眠的持续时间)将睡眠的恢复值视为主要由深度睡眠的存在来驱动。如果在给定的睡眠期期间深度睡眠的持续时间不满足与年龄匹配的参考阈值802(例如,N3_{参考}),如下表6所示,则应用扣除。在一个实施例中,扣除与针对该特定睡眠期的N3深度睡眠的持续时间线性相关。能够应用的最大扣除量D_{N3}对应于大致0分钟的N3睡眠持续时间。然而,如果检测到的N3睡眠持续时间大于或等于与年龄匹配的参考阈值802,则不应用扣除。在下面参考公式16指示基于N3的扣除。在公式10中,N3是检测到的N3睡眠持续时间,并且在表6和表7中分别列出了针对参数N3_{参考}和D_{N3}的默认值。

[0090] 表6

[0091]	年龄范围	N3 _{参考} [分钟]
	<30	86
	[30至40[	72
	[40至60[	72
	≥60	40

[0092] 表7

[0093]	参数	默认值
	D _{N3}	30

[0094] 为了防止扣除将得分降低到临界阈值M以下,当 $100 + \Sigma \text{扣除} < M$ 时,需要对扣除应用重新缩放。例如,M的值可以默认为5(例如,M=5)。重新缩放公式确保睡眠期得分值至少等于M,并且确保始终累加扣除之和,如公式11所述。在公式16中,使用后缀“resc”来表示重新缩放之后的扣除值。

$$[0095] \quad SOL_ded_resc = floor\left(\frac{M-100}{TST_ded+WASO_ded+SOL_ded+中断_ded+睡眠例程_ded+N3_ded} \times SOL_ded\right) \quad \text{公式 16}$$

[0096] 作为针对特定临界阈值M=5的重新缩放流程的说明性示例,在一个实施例中,在不重新缩放的情况下,与表8相关联的扣除累加起来为-118。因此,如果将初始睡眠得分值设置为100,则在因施加了睡眠干预而引起的任何奖励之前的最终睡眠期得分将为负值。重新缩放允许针对临界阈值M=5的扣除累加起来为-95,使得睡眠期得分值不再为负值。

[0097] 表8

[0098]	扣除类型	重新缩放之前的扣除	重新缩放之后的扣除(使用公式11)
	TST	-70	-54
	WASO	-8	-7
	SOL	-6	-5
	中断	-12	-10
	睡眠例程	-2	-2
	N3	-20	-17

[0099] 图9是根据各种实施例的包括睡眠期得分和能够被应用的各种扣除的示例性图形用户接口900的说明性图表。在说明性实施例中,能够由睡眠得分评估系统120的I/O接口118和/或与睡眠得分评估系统120、用户设备110和/或(一个或多个)干预设备130相关联的任何其他合适的显示设备显示的图形用户接口900包括初始睡眠期得分值902,上述扣除能够应用于该初始睡眠期得分值902。例如,初始睡眠期得分值可以被设置为100。

[0100] 在说明性实施例中,图形用户接口900还包括总睡眠时间扣除904、睡眠例程扣除906、入睡时间扣除908、醒来花费的时间扣除910、睡眠中断次数扣除912以及N3睡眠持续时间扣除914。作为示例,扣除904-914中的每个的值均小于或等于零,使得当其被应用于初始睡眠期得分值802时,它们会减少睡眠得分的量。

[0101] 通过将每个扣除904-914与初始睡眠期得分值902相加来确定总基本得分916。在一个实施例中,源自一个或多个睡眠干预的一个或多个奖励值也被应用于基本/初始睡眠期得分值902/818。如在下面更详细地描述的,睡眠干预会积极地影响睡眠期的得分。例如,如果扣除904-914为负值而使得它们减少睡眠期得分值,则(一个或多个)奖励918为正值而

使得它们增加睡眠期得分值。然后在考虑针对特定用户的睡眠期所识别的任何扣除和/或奖励的情况下确定睡眠期总得分值920。本领域普通技术人员将认识到,虽然在图9中以列表类型的方式显示了图形用户接口900,但是这仅是示例性的,因为也可以采用替代的和/或额外的显示格式,例如但不限于图形、表格和/或任何其他合适的显示机构或其任何组合。

[0102] 图10A-图10C是根据各种实施例的针对不同年龄范围的累积慢波活动(“CSWA”)参数的说明性图表1002-1006。在非限制性实施例中,能够使用(一个或多个)干预设备130将干预提供给用户170。例如,能够使用听觉刺激设备来提供可听音调。在基于EEG检测到的非快速眼动(“NREM”)睡眠期间,通过增加睡眠慢波(也被称为 δ 波)的幅度和量,能够提供这种可听音调来增强个人睡眠的恢复值,同时又不打扰睡眠。在一个实施例中,睡眠慢波的幅度和数量对应于慢波活动(“SWA”),其对应于0.5Hz-4.0Hz的频带中的EEG功率。NREM睡眠中累积的SWA很有用,其例如可以量化所提供的睡眠恢复值。

[0103] 在一个实施例中,为了基于干预来确定要应用的奖励量,获得以下所有的项目:递送的音调的数量、检测到的NREM睡眠/参考NREM睡眠的比率,以及CSWA与参考CSWA的比率。使用由参考数据库150存储的基于年龄的值来确定检测到的NREM睡眠与参考NREM睡眠的比率,这种基于年龄的值在下表9中详细列出。

[0104] 表9

年龄范围	NREM参考[分钟]
<30	86
[30至40[	72
≥ 40	72

[0106] 在一个实施例中,通过以下方式确定由 ρ_{SWA} 表示的CSWA与参考CSWA的比率:将与当前睡眠期相关联的CSWA除以在针对与用户170相关联的年龄组的检测到的NREM的持续时间期间累积的CSWA。如图10A-图10C所示,示出了针对不同年龄范围的各种示例性参考曲线。例如,图表1002对应于针对20岁至30岁的年龄范围的人的CSWA值,图表1004对应于针对30岁至40岁的年龄范围的人的CSWA值,而图表1006对应于40岁至60岁的年龄范围的人的CSWA值。与图表1002、1004和1006相关联的信息能够由参考数据库150存储并由睡眠得分评估系统120访问以确定针对用户170的睡眠得分。

[0107] 图11是根据各种实施例的能够应用于睡眠干预的奖励的量的说明性图表1100。在说明性实施例中,确定比率 ρ_{NREM} 与比率 ρ_{SWA} 的乘积并在公式17中使用该乘积来确定要应用于睡眠期得分值的奖励的量。

$$[0108] \quad \text{奖励} = \begin{cases} 0; & \text{音调\#} < T_c \\ \min(-\sum \text{扣除}, \text{round}(\frac{B}{1 + \exp(\frac{B_a - 100 \times \rho_{NREM} \times \rho_{SWA}}{B_b}))) & T_c \leq \text{音调\#} \end{cases} \quad \text{公式 17}$$

[0109] 在公式17中, T_c 对应于需要由干预设备130(例如,听觉刺激设备)提供的临界音调数量,以便使奖励应用于针对用户的睡眠期的睡眠得分。此外,B对应于允许应用于睡眠得分的最大奖励量。例如,在一个实施例中,B的值对应于小于或等于扣除值之和的值,使得最终睡眠期得分不会超过初始睡眠期得分。

[0110] 在一个实施例中,由用户170提供的反馈还能够用于调节所应用的扣除的量和

小并且还能够用于调节所应用的奖励的量和大小。例如,可以向用户170提供关于他们的(一个或多个)睡眠期的方面的问题,当确定后续的睡眠期得分时,睡眠得分评估系统120可以利用该问题。作为另一示例,可以让用户170提供日常活动跟踪信息,以用于确定与用户170相关联的生物统计方面,这可能有助于他/她的睡眠的一个或多个方面。作为说明性示例,如果睡眠得分评估系统120确定用户170的睡眠期得分持续小于某个值,则可以(例如经由显示屏显示的图形用户接口)提示睡眠得分评估系统120提出一个或多个问题,其答案可以用于调节和/或校准扣除参数和/或奖励参数。

[0111] 图12是根据各种实施例的用于生成第一睡眠期得分值的示例性过程的说明性流程图1200。在非限制性实施例中,过程1200在操作1202处开始。在操作1202处,接收与第一睡眠期相关联的第一用户数据。例如,由用户设备110获得由传感器108获得的第一用户数据,并且经由(一个或多个)网络160将第一用户数据提供给睡眠得分评估系统120。然而,本领域普通技术人员将认识到,用户设备110可以包括睡眠得分评估系统120的一些功能或全部功能,或者睡眠得分评估系统120可以包括一个或多个传感器108,并且使用一个设备来捕获用户数据并且使用另一个设备来处理数据仅是示例性的。在一个实施例中,第一用户数据对应于在用户170的第一睡眠期期间由(一个或多个)传感器108捕获的数据。例如,(一个或多个)传感器108可以监测一段时间内的用户活动,该时间段可以包括与用户170睡眠相关联的一些时间段,并且/或者可以包括与用户170觉醒相关联的一些时间段。

[0112] 在操作1204处,确定一个或多个第一睡眠度量。睡眠度量与第一睡眠期相关联。在一个实施例中,如本文所述,睡眠度量对应于能够用于确定睡眠得分的扣除。例如,睡眠度量可以对应于与总睡眠时间、在睡眠开始时间与睡眠结束时间之间所花费的总时间、在睡眠期期间发生的睡眠中断的次数、取决于睡眠开始时间和睡眠醒来时间的规律的睡眠例程、入睡延迟和/或N3睡眠持续时间。在一个实施例中,第一睡眠度量由睡眠得分评估系统120基于与存储器104中存储的与睡眠扣除114相关联的规则/指令来确定,所述规则/指令由(一个或多个)处理器102来运行。

[0113] 在一个实施例中,存储与在睡眠期期间应用的(一个或多个)睡眠干预有关的数据,使得睡眠得分评估系统120可以分析这些数据。例如,与在睡眠期期间递送的感觉刺激有关的数据可以由睡眠得分评估系统120存储。作为一个示例,由听觉刺激设备(例如,干预设备130)提供的多个音调可以由听觉刺激设备来追踪并被提供给睡眠得分评估系统120。作为另一示例,还可以跟踪与音频/视觉刺激和/或电/磁刺激有关的用于促进睡眠的数据以及醒来警报。

[0114] 在操作1206处,确定一个或多个参考睡眠度量。在一个实施例中,睡眠度量基于从一个或多个先前睡眠期获得的先前用户数据。例如,与先前睡眠期相关联的先前用户数据可以由用户历史数据库140存储。响应于接收到第一用户数据,睡眠得分评估系统120可以从用户历史数据库140请求先前用户数据,用户历史数据库140反过来可以向睡眠得分评估系统120提供先前用户数据。在一个实施例中,参考睡眠度量替代地由用户历史数据库140存储,因此,响应于向用户历史数据库140提供请求,然后向睡眠得分评估系统120提供(一个或多个)参考睡眠度量。在示例性实施例中,参考睡眠度量与在用户170的当前睡眠期之前的 d_H 天相关联,如上面参考图5更详细地描述的那样。

[0115] 在操作1208处,使用(一个或多个)第一睡眠度量和(一个或多个)参考睡眠度量来

确定与第一睡眠期有关的一个或多个即时值。在一个实施例中,基于睡眠度量与参考睡眠度量的比较来确定即时值。例如,基于针对第一睡眠期的当前睡眠时间(“TST”)与一个或多个阈值202、204和206之间的比较来确定总TST扣除。作为说明性示例,如果针对第一睡眠期的TST小于第二阈值204且大于第一阈值202,则TST扣除与针对第一睡眠期的TST线性相关,如参考图2更详细地看到的那样。作为另一示例,基于针对第一睡眠期的睡眠开始后觉醒(“WASO”)来确定总WASO扣除。如果针对第一睡眠期的WASO大于(通过与用户170相关联的年龄识别的并由参考数据库150存储的)第一阈值302且同时还小于第二阈值304,则WASO扣除与如上面参考图3所描述的WASO线性相关。

[0116] 在操作1210处,生成第一睡眠期得分值。在一个实施例中,基于与第一睡眠期有关的即时值来生成第一睡眠期得分值。例如,将针对第一睡眠期识别出的扣除相加并应用于初始睡眠得分值。作为说明性示例,确定初始睡眠得分值(例如,值100),并且将在第一睡眠期期间确定的每个扣除应用于初始睡眠得分值。

[0117] 在一个实施例中,第一睡眠期得分、用户数据、睡眠度量和/或参考睡眠度量能够由用户历史数据库140存储。例如,用户历史数据库140能够更新参考睡眠度量以包括一个或多个最近获得的睡眠度量,使得先前睡眠历史(例如,d_n)包括最近的睡眠期信息。这允许更新参考睡眠度量以包括最新值,因此可以基于新获得的数据来动态地重新配置参考睡眠度量。此外,这允许系统100学习用户170如何随时间做出行为并基于用户170的最近的度量来更新其模型(例如,指令114和/或116)。

[0118] 在操作1212处,在图形用户接口上呈现第一睡眠期得分值和(一个或多个)第一睡眠度量。在一个实施例中,经由睡眠得分评估系统120的显示设备(例如,I/O接口118)显示第一睡眠期得分值和(一个或多个)第一睡眠度量,然而,替代地,包括第一睡眠期得分值和(一个或多个)第一睡眠度量的图形用户接口也能够被显示在任何合适的显示设备上。作为说明性示例,图形用户接口900经由显示屏(例如,I/O接口118)而被显示,并且包括睡眠期得分值918以及扣除904-912,它们用于确定睡眠期得分值918。

[0119] 在一个实施例中,还接收表示与第一睡眠期相关联的至少一个睡眠度量的额外的用户数据。该额外的用户数据用于确定在第一睡眠期期间发生的至少一个睡眠干预。例如,可以提供一个或多个睡眠干预,例如,在睡眠期期间由听觉刺激设备(例如,其中干预输出部件112对应于听觉输出设备的干预设备130)提供的一个或多个听觉音调,在睡眠期期间由视觉刺激设备(例如,其中干预输出部件112对应于视觉输出部件的干预设备130)提供的一个或多个视觉信号和/或由环境控制设备(例如,其中干预输出部件112对应于环境输出部件的干预设备130)提供的一个或多个环境干预。响应于确定出发生了睡眠干预,睡眠得分评估系统120被配置为将第二测量量(例如,奖励)应用于睡眠得分值。在一些实施例中,将第二测量量应用于初始睡眠得分值,但是本领域普通技术人员将认识到,替代地,该测量值也可以应用于第一睡眠期得分值。

[0120] 图13是根据各种实施例的用于确定要提供的睡眠干预并在特定时间发送要提供的睡眠干预的指令的示例性过程的说明性流程图1300。在非限制性实施例中,过程1300在操作1302处开始。在操作1302处,接收第一睡眠期得分阈值。例如,睡眠期阈值能够由用户历史数据库140和/或参考数据库150存储。睡眠期得分阈值是指示睡眠期得分值的质量的参数。例如,如果睡眠期得分值超过睡眠期得分阈值,则该特定睡眠期可以被分类为“良好”

睡眠,而如果睡眠期得分值小于睡眠期得分阈值,则该特定睡眠期可以被分类为“差的”睡眠。归因于阈值的特定值能够由用户170和/或睡眠得分评估系统120设置,并且替代地,该值能够基于用户的睡眠期得分值的历史来确定。例如,针对特定时间量(例如,一周、一个月等)的平均睡眠期得分值可以用作睡眠期得分阈值,但是本领域普通技术人员将认识到,这仅是示例性的。

[0121] 在操作1304处,确定要被提供以改善后续睡眠期的第一干预。在一个实施例中,所确定的干预至少部分地基于所生成的第一睡眠期得分值和/或第一睡眠期得分阈值。例如,如果确定出针对睡眠期的睡眠期得分值小于睡眠期得分阈值,则睡眠得分评估系统120可以确定出需要干预。干预的特定类型(例如,可听音调、视觉信号、环境控制等)可以取决于睡眠期得分或者取决于用户的偏好或其他标准。例如,用户可以默认将可听音调提供为睡眠干预。作为另一示例,睡眠期得分值可以指示用户睡眠的环境中的较低温度可能会产生较高的睡眠期得分,因此可以指示要选择环境控制干预。

[0122] 在操作1306处,确定能够提供第一干预的睡眠干预设备。在一个实施例中,除了其他因素以外,所确定的特定睡眠干预设备130还基于要被提供的睡眠干预的类型。例如,如果要提供可听音调,则将听觉刺激设备确定为干预设备130以提供干预。作为另一示例,如果要提供温度变化,则可以将环境控制设备确定为干预设备130。

[0123] 在操作1308处,生成要在第一时间执行第一干预的第一指令。第一指令例如由睡眠得分评估系统120生成。执行指令的特定时间或时间窗口可以基于与第一睡眠期相关联的用户数据。例如,如果睡眠得分评估系统120确定要在睡眠开始之后的特定时间提供干预,则由此生成的指令可以指示执行干预的时间应很可能发生在特定时间时,或在特定时间窗口内,在检测到后续睡眠期的睡眠开始之后。作为另一示例,如果睡眠干预是要使用户170的睡眠的局部环境的温度降低到新的温度以刺激睡眠,则可以生成这样的指令,该指令使得睡眠干预设备(例如,干预设备130)在用户170的睡眠开始时间之前基于用户170的先前睡眠期的睡眠开始时间和/或平均睡眠开始时间(例如通过调节恒温器或其他环境控制设备的温度设置)来调节局部环境中的温度。在操作1310处,将第一指令发送到睡眠干预设备,使得在要发生干预的规定时间之前执行干预。

[0124] 图14是根据各种实施例的能够应用于基于被分组在一起的相邻睡眠期来确定睡眠期得分值的扣除的说明性图表1400。在一个实施例中,将相邻睡眠期分组在一起。例如,将彼此间隔的时间短于 Δt 分钟(例如, $\Delta t=120$ 分钟)的两个或更多个相邻睡眠期分组成单个睡眠期。图表1400包括被合并在一起的N个睡眠期。在一个实施例中,用于对两个或更多个相邻睡眠期进行分组的条件是,第n+1个时期的睡眠意图时间的时戳 SI_{n+1} 减去第n个时期的醒来时间的时戳 W_n 小于 Δt 。

[0125] 表10中的公式18-24定义了根据N个相邻睡眠期的分组所生成的睡眠度量。

[0126] 表10

[0127]

合并参数	描述	
总睡眠时间	$\sum_{n=1}^N TST_n$	公式 18
睡眠开始后觉醒	$\sum_{n=1}^N WASO_n + \sum_{n=1}^{N-1} \min(SO_{n+1} - W_n, \tau)$ 其中, SO_{n+1} 是第 $n+1$ 个分组时期的睡眠开始时间戳, 而 $\tau (< \Delta)$ 是睡眠期中断的持续时间的可配置上限 (τ 的默认值为 60 分钟)。	公式 19
入睡延迟	$\min(SOL_1, \dots, SOL_N)$	公式 20
中断次数	$\sum_{n=1}^N INT_n$ 其中, INT_{n+k} 是第 $(n+k)$ 个分组睡眠期的中断次数。	公式 21
N3 睡眠 (检测到的深度睡眠, dst)	$\sum_{n=1}^N N3_n$	公式 22
CSWA (慢波活动)	$\sum_{n=1}^N CSWA_n$	公式 23
音调数量	$\sum_{n=1}^N \text{音调}_n$	公式 24

[0128] 累加方法适用于总睡眠时间 (如公式18所述)、中断次数 (如公式21所述)、检测到的N3睡眠 (如公式22所述)、慢波活动 (如公式23所述) 以及音调数量 (如公式24所述)。对于入睡延迟, 如公式20所述, 使用所有分组的睡眠期中的最小值。如公式19所述, 睡眠开始后觉醒的持续时间是通过加上来自分组的睡眠期的WASO并加上相邻睡眠期的觉醒与睡眠开始之间的间隔来获得的。然而, 在一个实施例中, 阈值 $\tau (< \Delta t)$ 用于限制对连续的合并睡眠期添加的WASO的量。分组的时期之间的醒来时段也可以贡献于WASO, 但是这些时间可能不会贡献于中断次数, 以防止应用双重扣除。

[0129] 在一个实施例中, 使用第一分组时期 SI_1 的睡眠意图和最后分组时期 W_N 的觉醒作为睡眠意图时间戳和觉醒时间戳, 分组的睡眠时期可以贡献于睡眠例程扣除。例如, 对于分组时期, 公式 (醒来时间 = 睡眠意图 + 入睡延迟 + 睡眠开始后觉醒 + 总睡眠时间) 可能无法基于公式19所述的WASO上限来提供准确结果。在对相邻睡眠期进行分组之后, 将分配一个日期并将其用作分组时期 SI_1 的睡眠意图。

[0130] 在一个实施例中, 对相邻睡眠期的分组考虑了相同性质 (即, 基线或治疗) 的睡眠期。这意味着即使基线睡眠期和治疗睡眠期之间相隔的时间量小于阈值 Δt , 也不会将它们分组在一起。在权利要求中, 被放置在括号之间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的存在。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被具体实施为一个相同的硬件项。元件前的词语“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在。在列举若干单元的任何装置型权利要求中, 这些单元中的若干可以被实施为一个相同的硬件项。虽然某些元

件被记载在互不相同的从属权利要求中,但是这并不指示这些元件不能被组合使用。

[0131] 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。

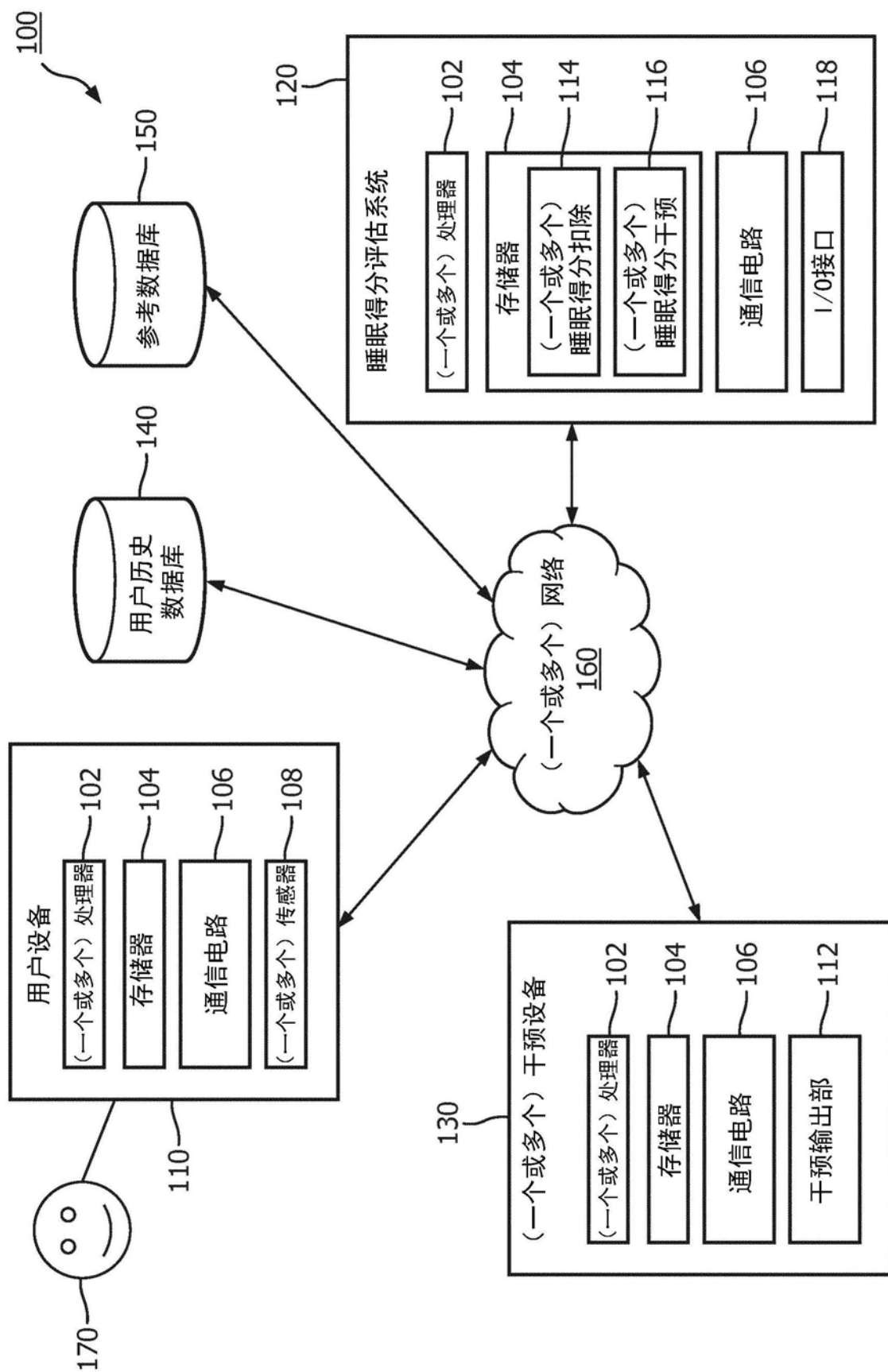


图1

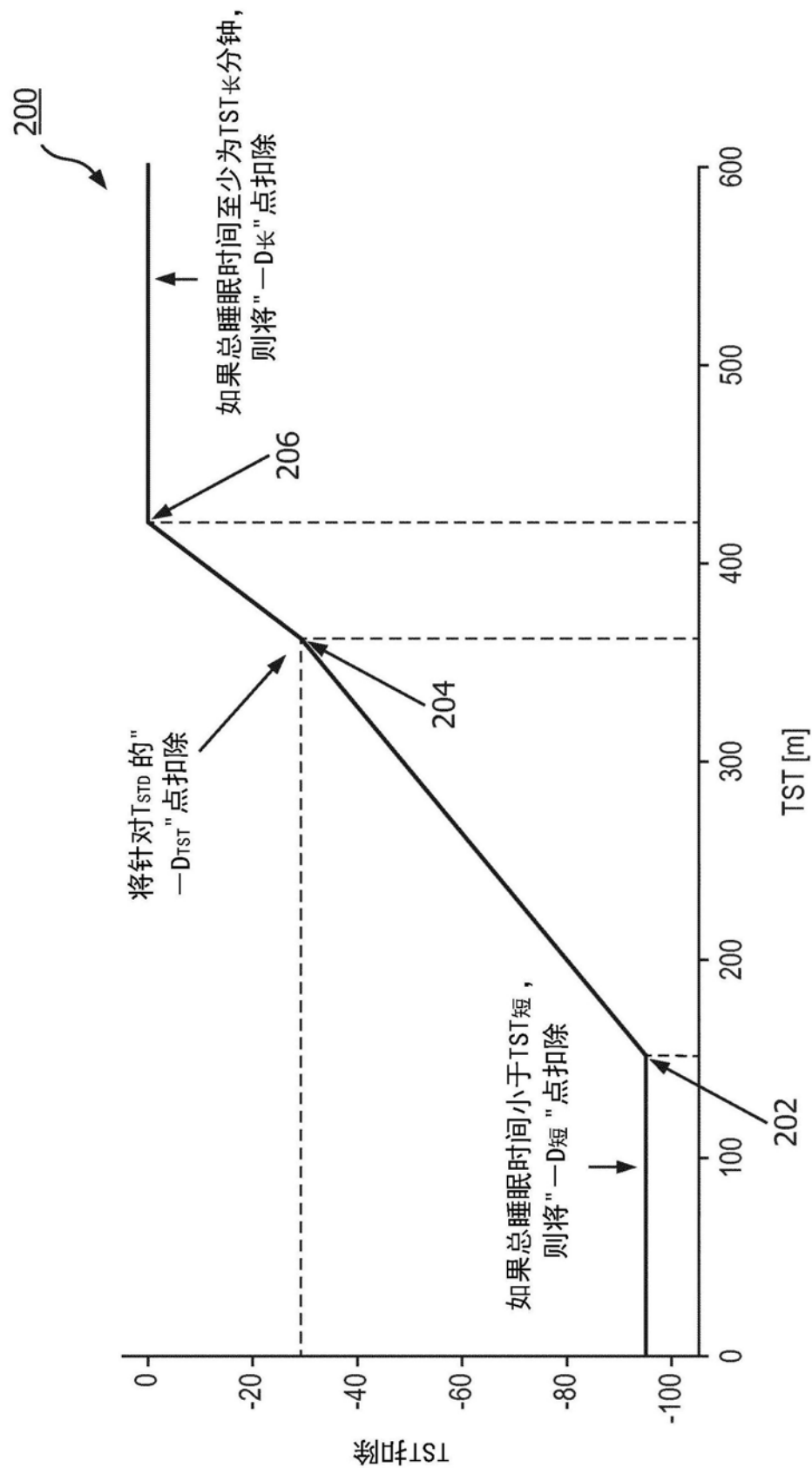


图2

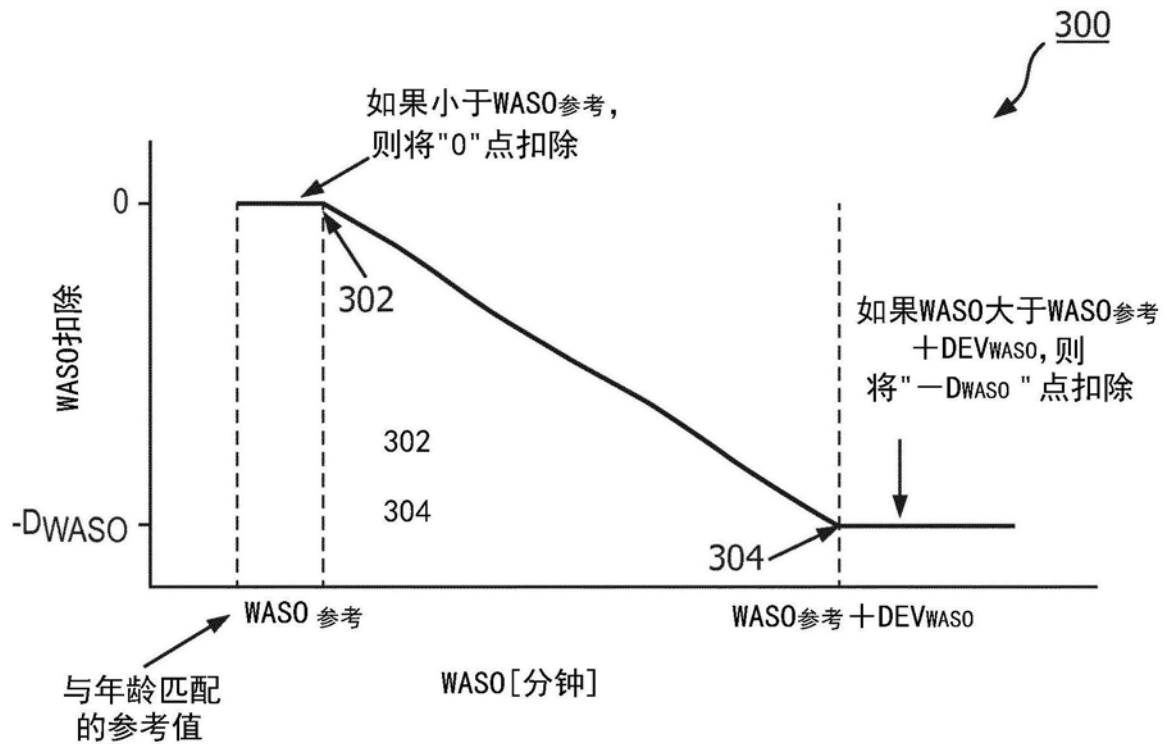
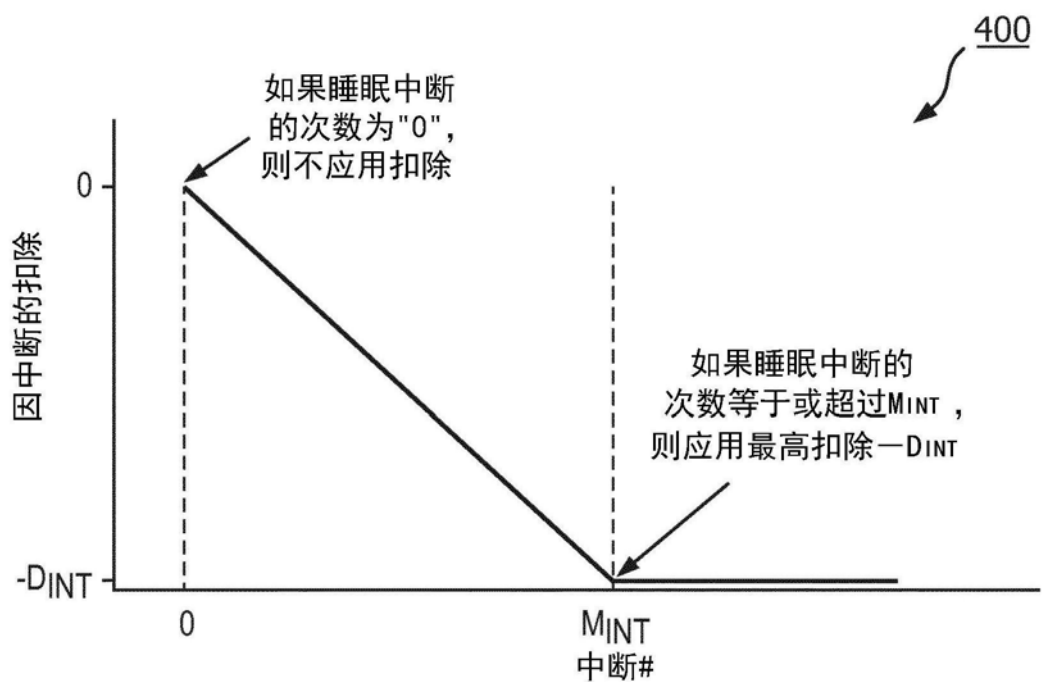


图3



*睡眠中断是睡眠开始与睡眠结束之间的、
大于或等于5分钟的觉醒时段

图4

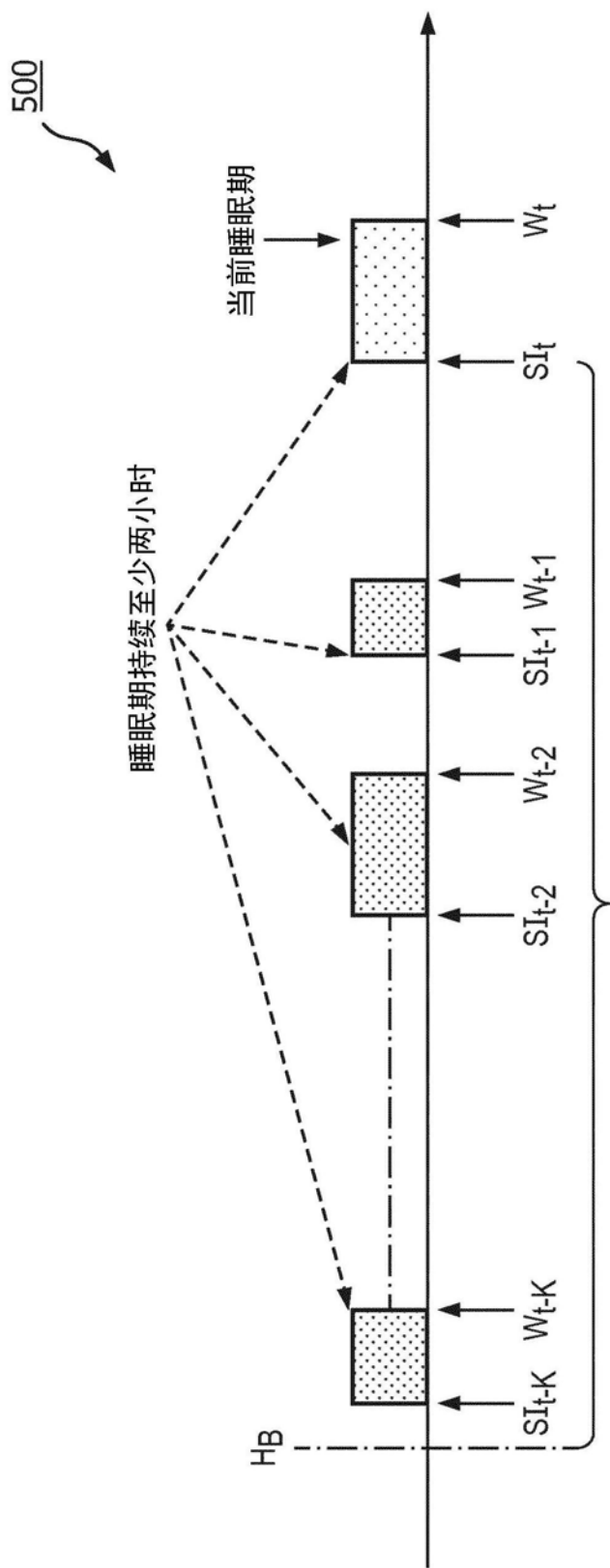


图5

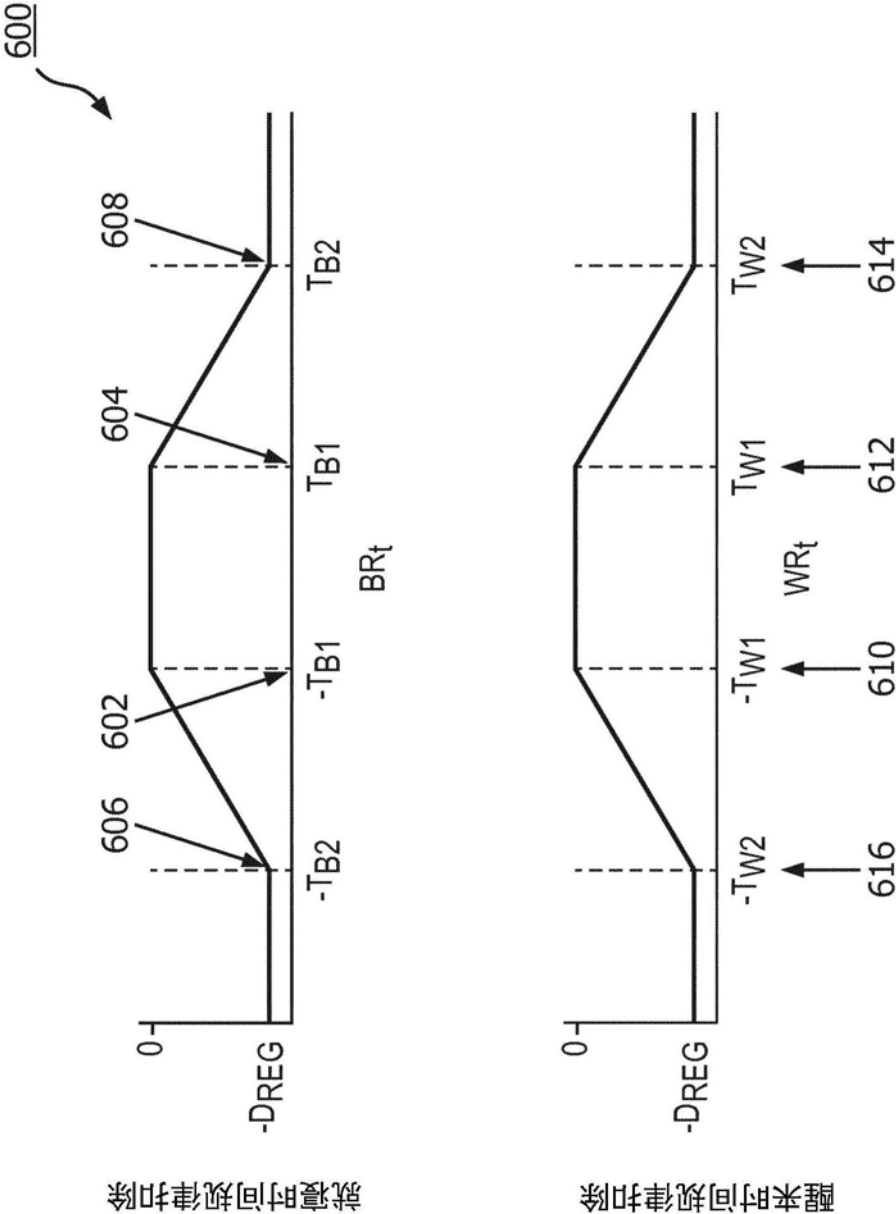


图6

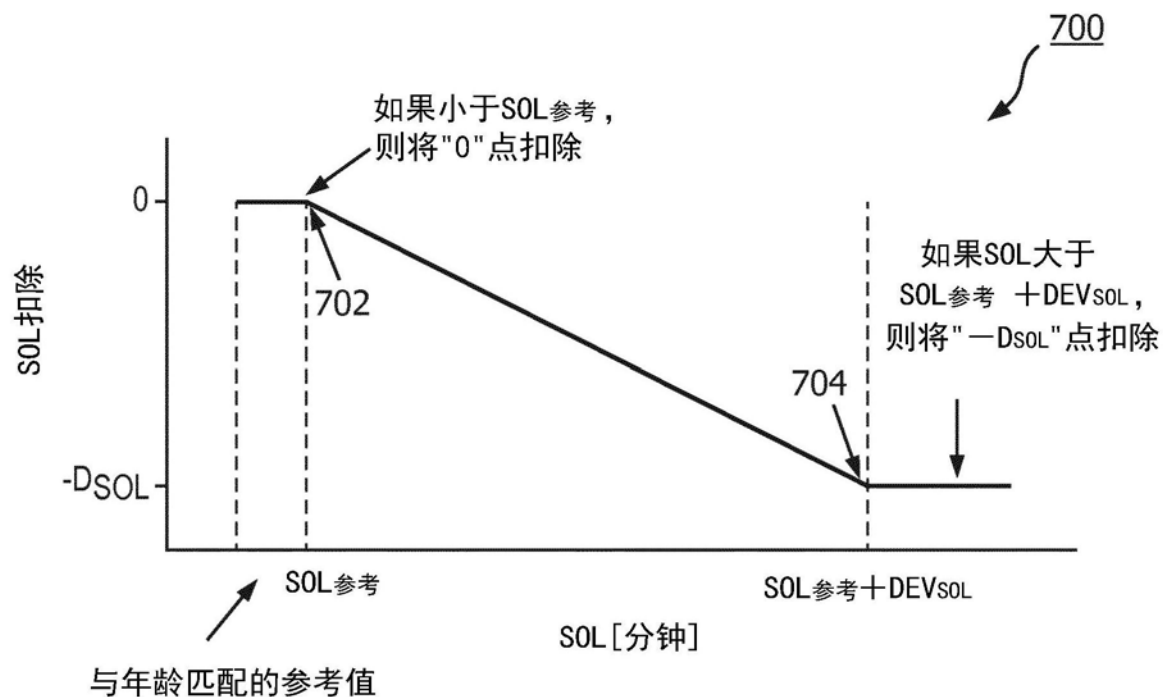


图7

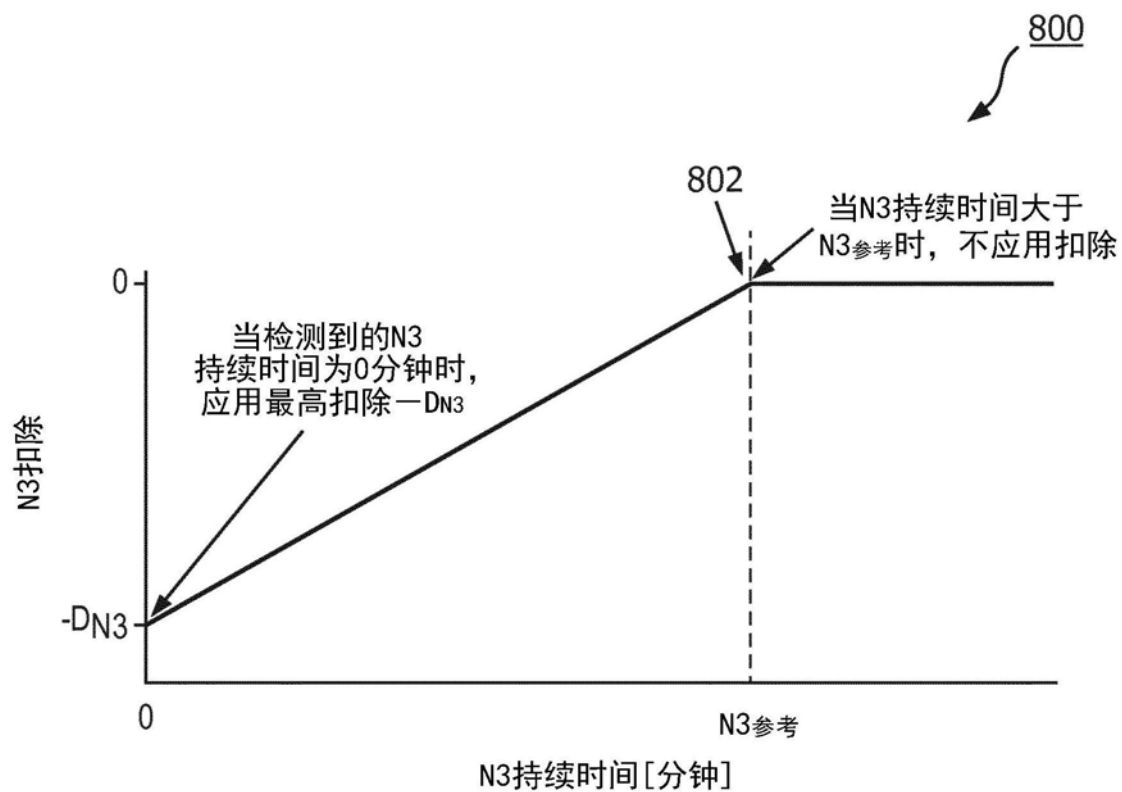


图8

900

902

	2001_PSG08_20160713	100				
904	总睡眠时间	-72	223.5 分钟			
906	睡眠例程	-5	86.22 分钟			
908	入睡时间	0	11.6 分钟			
910	醒来花费的时间	-10	136 分钟			
912	中断次数	-6	3			
914	N3睡眠持续时间	0	80 分钟			
		7				
916	基本得分	46				
		0				
918	治疗点	5				
		7				
920	健康睡眠得分	51				

图9

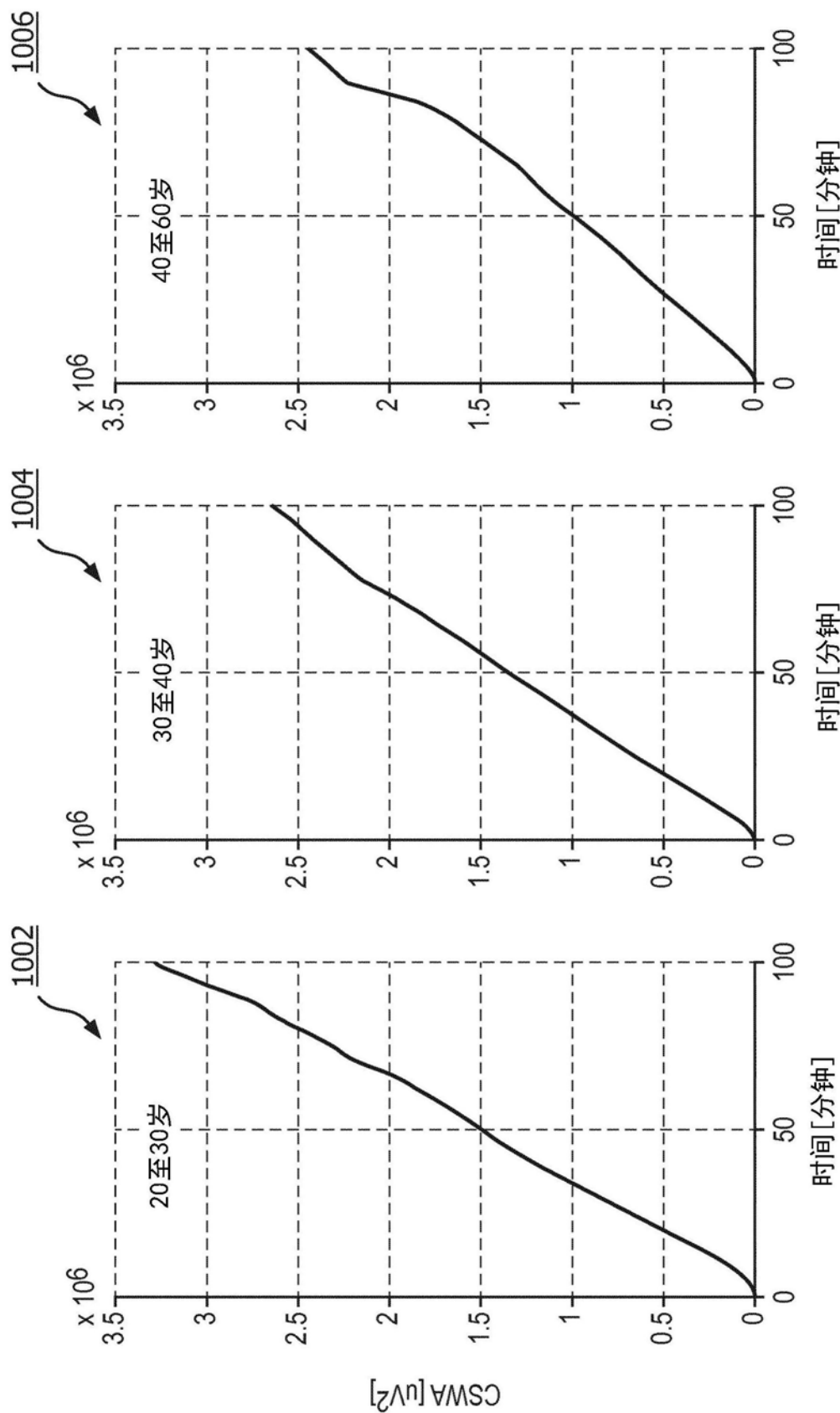


图10

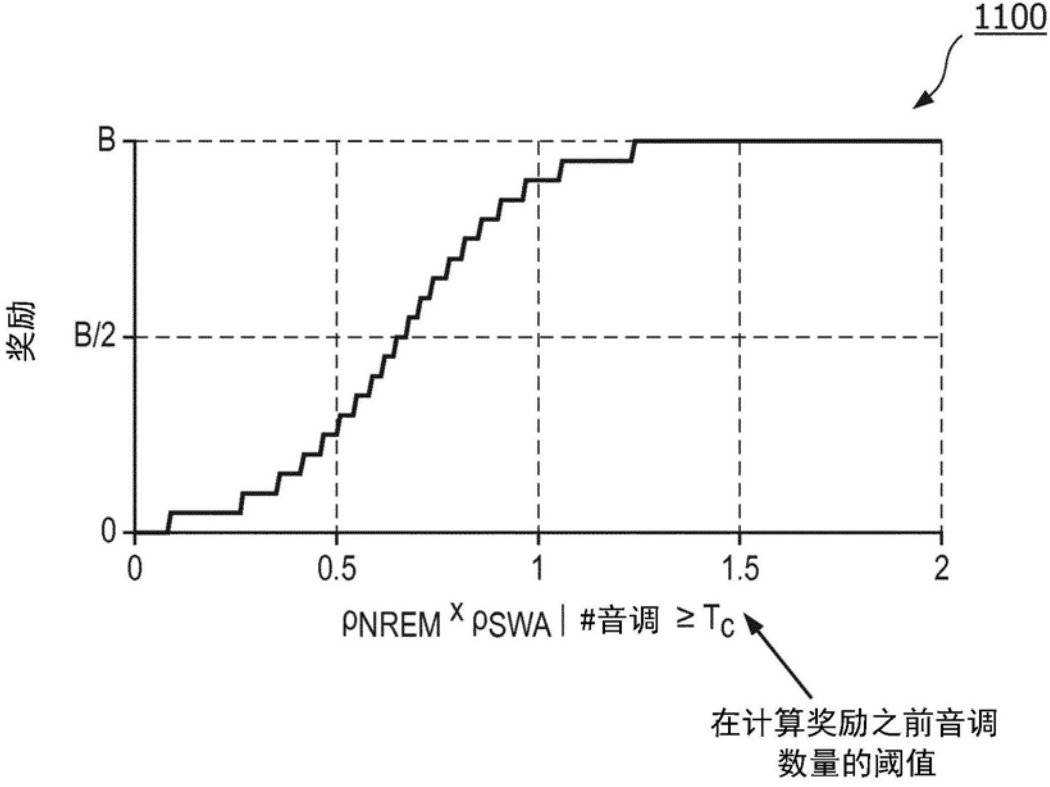


图11

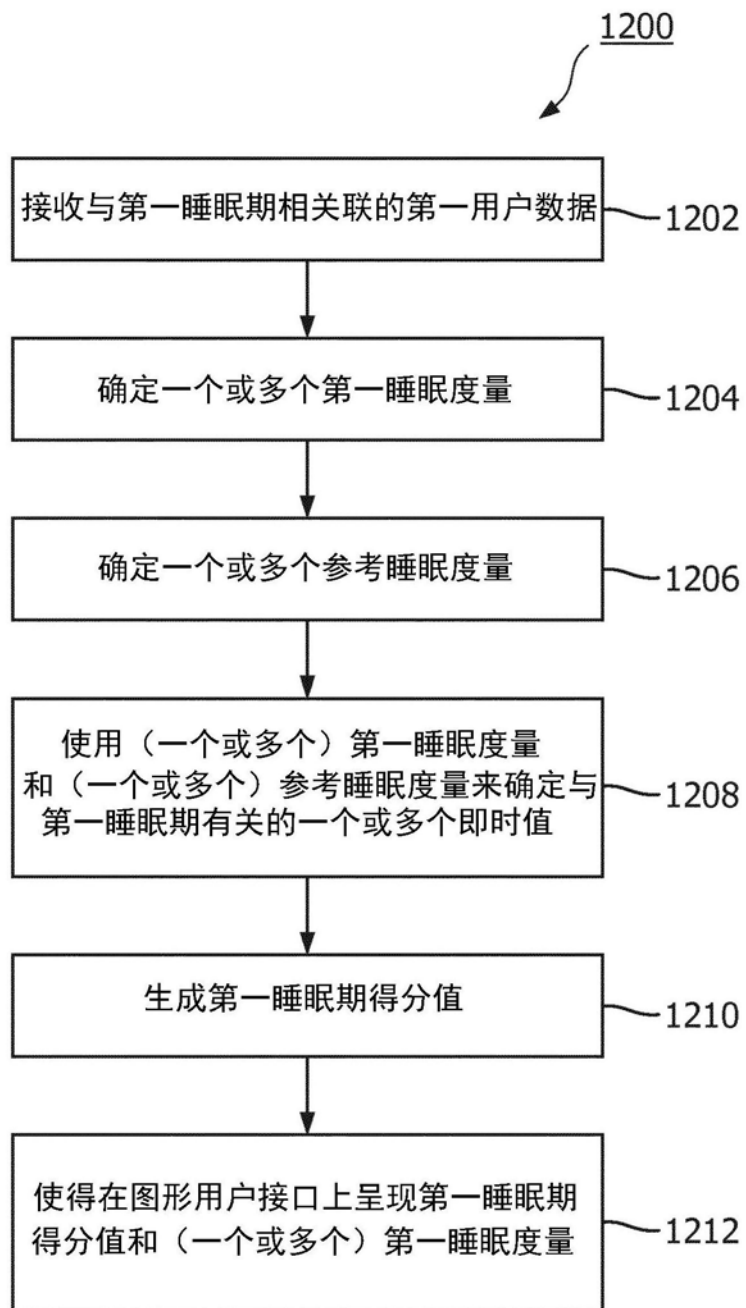


图12

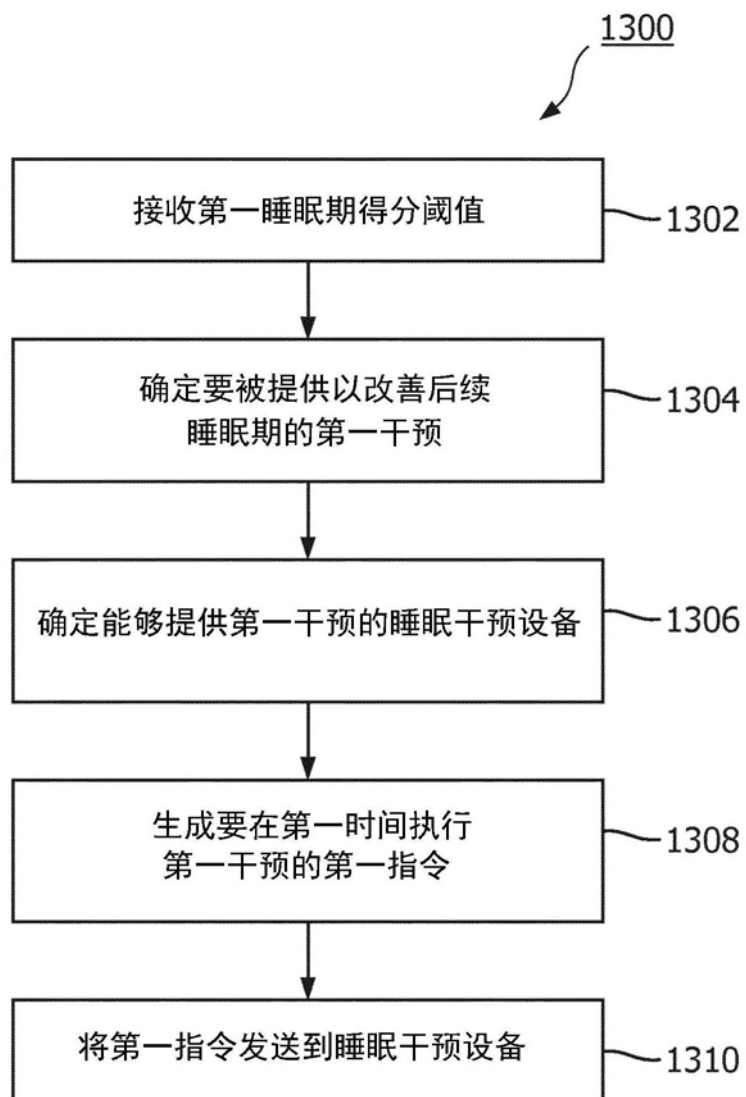


图13

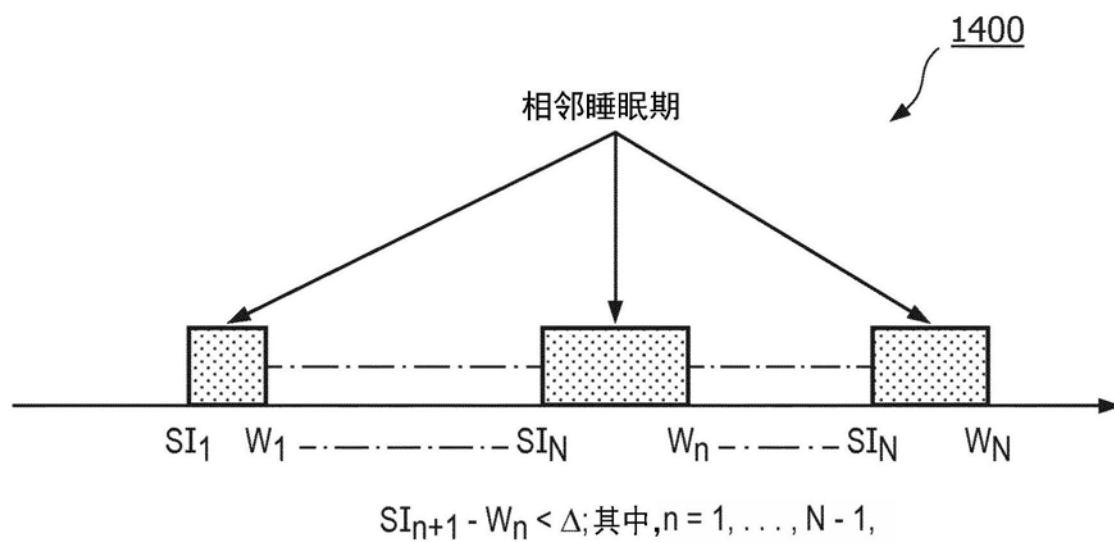


图14