



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113302681 A

(43) 申请公布日 2021.08.24

(21) 申请号 201980089353.4

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2019.12.12

代理人 刘兆君

(30) 优先权数据

18212981.7 2018.12.17 EP

(51) Int.Cl.

G10K 11/175 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 5/369 (2021.01)

2021.07.16

A61B 5/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

A61M 21/00 (2006.01)

PCT/EP2019/084782 2019.12.12

A61M 21/02 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/126777 EN 2020.06.25

(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 D·A·范登恩德 S·T·帕斯托尔

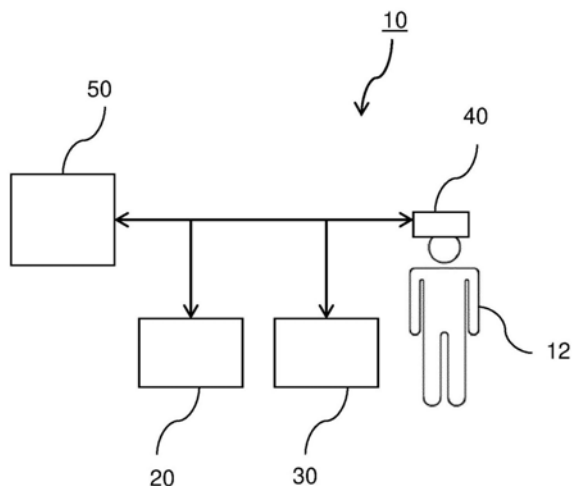
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

噪声掩蔽设备以及用于掩蔽噪声的方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于掩蔽噪声的设备(和方法),其中,执行校准以确定用户对校准声音的敏感度。在设备使用期间,根据检测到的噪声、用户对检测到的噪声的响应以及用户对校准声音的响应来调整所述掩蔽声音的信号特性。结果,生成了最佳地适于掩蔽不想要的噪声的掩蔽声音,特别是以避免掩蔽噪声本身变成对特定用户的干扰的方式。



1. 一种用于掩蔽噪声的设备(10),所述设备(10)包括:
换能器单元(20),其用于检测要被掩蔽的噪声;
声音生成单元(30),其用于生成掩蔽声音;
传感器单元(40),其用于监测用户的脑活动;以及
控制器(50),其适于:
在校准期间,响应于由所述声音生成单元(30)生成的校准声音,确定由所述传感器单元(40)测量的所述用户的脑活动;并且
在所述设备(10)的使用期间,基于以下项来调整所述掩蔽声音的信号特性:
由所述换能器单元(20)检测到的所述噪声;
响应于由所述换能器单元(20)检测到的所述噪声的所述用户的脑活动;以及
在所述校准期间响应于由所述声音生成单元(30)生成的所述校准声音的所述用户的脑活动。
2. 根据权利要求1所述的设备(10),其中,所述掩蔽声音的所述信号特性包括以下中的至少一项:
信号音量;以及
信号频率。
3. 根据权利要求2所述的设备,其中:
所述声音生成单元(30)适于在所述校准期间生成校准声音;并且
所述控制器(50)适于:
确定响应于所述校准声音的所述用户的脑活动,并且
基于响应于所述校准声音的所述用户的脑活动来设置针对所述掩蔽声音的音量上限和音量下限。
4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的设备(10),其中,所述传感器单元(40)包括脑电图(EEG)系统,使得由所述传感器单元(40)测量的所述用户的脑活动包括脑电图响应。
5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的设备(10),还包括:
存储器存储单元,其与所述控制器(50)通信,所述存储器存储单元适于基于由所述换能器单元(20)检测到的所述噪声来存储噪声数据;
其中,所述控制器(50)还适于:
使用算法来分析所述噪声数据,优选地,其中,所述算法是机器学习算法;
确定预期的噪声趋势;并且
基于所述预期的噪声趋势来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的设备,还包括:用户接口单元,其与所述控制器(50)通信,适于使得所述用户(12)能够手动地调整所述掩蔽声音的所述音量。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中:
所述声音生成单元(30)适于在所述校准期间生成校准声音;
所述用户接口单元适于接收关于所述校准声音的用户反馈;并且
所述控制器(50)适于基于所述用户反馈来设置针对所述掩蔽声音的音量上限和音量下限。
8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的设备,其中:

所述传感器单元(40)还用于检测用户的睡眠状态;并且
所述控制器(50)还适于基于所述用户的睡眠状态来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。

9. 根据权利要求8所述的设备,其中:

所述控制器(50)还适于基于所述用户的睡眠状态来确定对所述掩蔽声音的所述信号特性的推荐的调整;并且

所述用户接口单元还适于将所述推荐的调整通知给所述用户(12)。

10. 根据权利要求1至9中的任一项所述的设备,其中,所述传感器单元(40)与所述控制器(50)无线通信。

11. 一种用于掩蔽噪声的方法,所述方法包括:

(70、71、72、73;80、84、85)在校准期间,确定响应于校准声音的用户的脑活动;

(90)检测要被掩蔽的噪声;

(92)监测用户的脑活动;并且

(94)生成掩蔽声音,并且基于检测到的噪声、响应于所述噪声的所述用户的脑活动以及响应于所述校准声音的所述用户的脑活动来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述校准方法包括:

(70)生成校准声音;并且

(71)监测响应于所述校准声音的所述用户的脑活动,并且

其中,调整所述掩蔽声音的所述信号特性包括:

(72、73)基于响应于所述校准声音的所述用户的脑活动来设置针对所述掩蔽声音的音量上限和音量下限。

13. 根据权利要求11或12中的任一项所述的方法,其中,确定响应于校准声音的所述用户的脑活动的步骤包括:

(80)生成校准声音;

(84)接收关于所述校准声音的用户反馈;并且

(85)基于所述用户反馈来设置针对所述掩蔽声音的音量上限和音量下限。

14. 根据权利要求11至13中的任一项所述的方法,还包括:

基于要被掩蔽的检测到的噪声来存储噪声数据;

使用算法来分析所述噪声数据,优选地,其中,所述算法是机器学习算法;

确定预期的噪声趋势;并且

基于所述预期的噪声趋势来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。

15. 一种包括代码单元的计算机程序,当所述程序在计算机上运行时所述代码单元用于实现根据权利要求11至14中的任一项所述的方法。

噪声掩蔽设备以及用于掩蔽噪声的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于减轻不想要的声学噪声的系统领域，并且具体而言涉及噪声掩蔽系统领域。

背景技术

[0002] 不想要的声学噪声能够干扰人或对象。可以通过播放掩蔽或抗噪声(即噪声消除)声音来减轻对人的干扰。这样的声音可以通过外部设备(例如扬声器或智能手机)生成和播放，或者可以由形成噪声掩蔽系统部分的硬件来生成和播放。

[0003] 掩蔽声音通常是记录的重复声音(例如雨或海浪)或生成的随机波形，在可听频率范围内具有均匀分布的声强度(称为“白噪声”)。这些声音都旨在淹没突然和/或令人讨厌的外部噪声，并且可以归为术语“掩蔽声音”。

[0004] 特别地，掩蔽声音可以掩蔽否则将干扰用户的声学噪声，例如在睡眠期间。

[0005] 抗噪(声音消除)是一种特殊形式的掩蔽声音，它需要靠近耳朵的麦克风来拾取声音振动，以便进行正确的相移抗噪作用。

[0006] 掩蔽音量应该足够高以淹没不想要的噪声。然而，噪声水平可能改变，这将需要对应的不同的掩蔽声音音量。典型的掩蔽声音生成器在没有反馈的情况下运行。因此，用户必须手动平衡音量设置以消除不想要的噪声，同时还要避免掩蔽声音本身的过大播放造成的干扰。

[0007] 一些掩蔽声音生成器实现了一种自适应功能，其根据背景(房间)噪声音量来调整掩蔽音量。这使得能够直接根据房间噪声水平来自动调整掩蔽声音的音量。

[0008] EP 1886707公开了一种用于监测睡眠环境中的噪声并用于生成平静或舒缓的声音输出以掩蔽噪声并促进睡眠的设备。该设备检测睡眠环境中的环境噪声，并监测用户的心率以导出用户的睡眠状态。基于所确定的睡眠状态，所述设备适于控制所述音频输出的特性，例如节奏和音量。

[0009] 然而，控制掩蔽声音的音量的问题在于，掩蔽声音本身然后可能成为干扰源。这可能取决于用户对掩蔽声音的敏感度。期望优化掩蔽声音生成器的操作，并且特别是提供合适的掩蔽声音以最小化或减少对用户的干扰。

发明内容

[0010] 本发明由权利要求所定义。

[0011] 根据本发明的一个方面的示例，提供了一种用于掩蔽噪声的设备，所述设备包括：

[0012] 换能器单元，其用于检测要掩蔽的噪声；

[0013] 声音生成单元，其用于生成掩蔽声音；

[0014] 传感器单元，其用于监测用户的脑活动；以及

[0015] 控制器，其适于：

[0016] 在校准期间，响应于由所述声音生成单元生成的校准声音，确定由所述传感器单

元测量的所述用户的脑活动;并且

[0017] 在所述设备的使用期间,根据以下项来调整所述掩蔽声音的信号特性:

[0018] 由所述换能器单元检测到的所述噪声;

[0019] 响应于由所述换能器单元检测到的所述噪声的所述用户的脑活动;以及

[0020] 在所述校准期间响应于由所述声音生成单元生成的所述校准声音的所述用户的脑活动。

[0021] 所述设备生成掩蔽声音以掩蔽外部噪声,例如用于在睡眠期间使用。在示例中,要掩蔽的外部噪声是一种否则将干扰用户睡眠的噪声。所述设备基于环境中的噪声水平、用户对此环境噪声水平的响应以及用户对掩蔽声音的敏感度(如先前在校准期间确定的)来自动调整掩蔽声音的信号特性。因此,所述掩蔽声音能够在考虑用户对掩蔽声音的敏感性的同时掩蔽外部噪声。例如,这可以减轻由于掩蔽声音本身的过于大声的播放或由于用户对某个或多个特定频率的声学噪声的敏感性而引起的对用户(或用户的睡眠)的不期望的干扰。如以下更详细地讨论的,可以在校准阶段确定灵敏度。基于由换能器单元检测到的噪声来调整掩蔽声音的信号特性的方法例如特别适合于掩蔽频繁出现的噪声(例如交通或打鼾)。

[0022] 掩蔽声音的信号特性可以包括信号音量和信号频率中的至少一种。因此,所述设备能够调整掩蔽声音的响度、音高、质量、类型和/或音调,以便最佳地掩蔽外部噪声。此功能非常适合于频率已知且持续时间超过几秒的频繁、反复(但不可预测)出现的噪声。

[0023] 在校准期间,所述声音生成单元可以适于生成校准声音并且所述控制器适于确定响应于所述校准声音而的用户的脑活动,响应于所述校准声音而基于所述用户的脑活动来设置所述掩蔽声音的音量上限和音量下限。

[0024] 这些特征提供了自动设备校准的方法,其使得设备能够根据用户的听觉灵敏度来设置针对掩蔽声音的音量的限制。

[0025] 在本申请的上下文中,术语“在设备的使用期间”用于表示设备正在输出或生成可听掩蔽声音时,即,在生成掩蔽声音之后。

[0026] 所述校准可以在使用设备生成可听掩蔽声音之前进行,例如在初始设置过程中。在特定示例中,所述设备适于使得在所述设备的使用期间(即,当该设备正在操作以掩蔽在换能器单元处检测到的噪声时)没有校准能够发生。

[0027] 由传感器单元测量的用户的脑活动可以包括脑电图(EEG)响应。因此,传感器单元可以包括脑电图系统,例如由一个或多个电极形成。EEG响应的测量包括听觉稳态响应(ASSR)、听觉脑干反应(ABR)或与事件相关电位(ERP)的测量。这些测量与人耳的灵敏度相关。因此,所述信息可用于准确校准掩蔽声音的信号特性(例如,音量)。

[0028] 所述设备还可以包括与控制器通信的存储器存储单元,适于存储基于由换能器单元检测到的噪声的噪声数据。控制器还可以适于使用算法来分析所述噪声数据,确定预期的噪声趋势,并且基于预期的噪声趋势来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。因此,所述设备能够存储和分析典型夜晚的重复噪声的趋势,使设备能够预测环境中预期出现的噪声水平。预测可以基于元数据,例如星期几、一年中的时间和以前的睡眠周期。

[0029] 在另外的实施例中,用于分析噪声数据的算法可以是机器学习算法。所述机器学习算法使得设备能够根据先前记录的数据来改进对预期噪声趋势的预测。

[0030] 所述设备还可以包括与所述控制器通信的用户接口单元,适于使得用户能够手动调节掩蔽声音的音量。这使得用户能够交互和控制设备的特征,例如调整掩蔽声音的音量和执行手动设备校准。

[0031] 声音生成单元可以适于在校准期间生成校准声音,所述用户接口单元适于接收关于校准声音的用户反馈,并且所述控制器适于设置针对基于用户反馈的掩蔽声音的音量上限和音量下限。

[0032] 这提供了手动设备校准,其使得用户能够使用用户接口单元来提供反馈,使得系统能够针对ASSR的水平来调整来自发声单元的声音强度,从而消除夜晚之间音频传输和接收的差异可以被补偿。该校准可以与自动设备校准一起作为补充校准来实施,以进一步提高设备掩蔽噪声的能力的准确性。

[0033] 在进一步的实施例中,所述传感器单元还可以适于基于用户测量的脑活动来检测用户的睡眠状态。所述控制器还可以适于基于用户的睡眠状态来调整掩蔽声音的信号特性。因此,所述设备基于用户的睡眠状态和任意的不同睡眠状态之间转换的定时来自动调整掩蔽声音的信号特性。

[0034] 在另外的实施例中,所述控制器还可以适于基于用户的睡眠状态来确定对掩蔽声音的信号特性的推荐的调整。所述用户接口单元还可以用于将推荐的信号特性调整通知给用户。因此,所述设备基于用户的睡眠状态向用户推荐是否应该调整信号特性,使得用户能够手动调整该设置。特别地,当系统检测到觉醒或醒来(基于确定的睡眠状态检测)时,可以调整所述信号特性。

[0035] 例如,该流程可以涉及基于与在先前几晚收集的用户的睡眠模式有关的用户数据,特别是与检测到的醒来、觉醒或浅睡眠和深睡眠的节律有关的用户数据,向用户推荐音量调整。

[0036] 在优选的实施例中,所述传感器单元可以与控制器无线通信。这使得传感器单元能够与设备的其余部分物理地分离,如果传感器单元是可穿戴部件,则可以提高用户舒适度。

[0037] 由发声单元生成的掩蔽声音可以是适于使用户放松的连续的平静声音。连续的平静声音通过使使用户放松和减轻压力来改善用户的睡眠质量。

[0038] 本发明还提供了一种噪声掩蔽方法,所述方法包括:

[0039] 在校准期间,响应于校准声音来确定用户的脑活动;

[0040] 检测要被掩蔽的噪声;

[0041] 监测用户的脑活动;以及

[0042] 生成掩蔽声音,并且基于检测到的噪声、响应于所述噪声的用户的脑活动以及响应于所述校准声音的用户的脑活动来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。

[0043] 该方法提供了适于掩蔽外部噪声的掩蔽声音,例如用于在睡眠期间使用。例如,被掩蔽的外部噪声可能干扰用户的睡眠。

[0044] 校准所述设备的方法可以包括:

[0045] 生成校准声音;以及

[0046] 监测响应于所述校准声音的所述用户的脑活动,并且

[0047] 其中,调整所述掩蔽声音的所述信号特性包括:

[0048] 基于响应于所述校准声音的所述用户的脑活动来设置针对所述掩蔽声音的音量上限和音量下限。

[0049] 所述方法提供了一种自动设备校准,其使得能够基于用户的听觉灵敏度来设置针对所述掩蔽声音的音量限制。

[0050] 在另外的或替代的实施例中,所述校准设备的方法可以包括:

[0051] 生成校准声音;

[0052] 接收用户对所述校准声音的反馈;以及

[0053] 基于由所述用户提供的反馈来为所述掩蔽声音设置音量上限和音量下限。

[0054] 此方法提供手动设备校准。用户可以提供关于校准声音的反馈,这使得能够基于所述反馈来控制所述校准声音的所述声音强度。该校准方法可以作为自动校准方法的补充校准方法,以进一步提高噪声掩蔽的准确性。

[0055] 该方法还可以包括:基于检测到的要被掩蔽的噪声来存储噪声数据;使用算法来分析所述噪声数据,优选地,其中,所述算法是机器学习算法;确定预期的噪声趋势;并且基于所述预期的噪声趋势来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。

[0056] 还提出了一种计算机程序,所述计算机程序包括用于当所述程序在计算机上运行时实现任何先前描述的方法的代码单元。

[0057] 参考下文描述的(一个或多个)实施例,本发明的这些和其他方面将变得显而易见并得以阐述。

附图说明

[0058] 为了更好地理解本发明,并且更清楚地示出其如何付诸实践,现在将仅通过示例的方式参考附图,其中,

[0059] 图1示出了根据实施例的噪声掩蔽设备;

[0060] 图2显示了噪声掩蔽设备在存在不想要的声学噪声的情况下的用例场景;

[0061] 图3示出了根据实施例的用于校准噪声掩蔽设备的第一种方法;

[0062] 图4示出了根据实施例的用于校准噪声掩蔽设备的第二种方法;并且

[0063] 图5示出了用于调整使用噪声掩蔽设备生成的掩蔽声音的信号特性的方法。

具体实施方式

[0064] 将参考附图来描述本发明。

[0065] 应当理解,详细说明和具体示例虽然指示了设备、系统和方法的示例性实施例,但是仅旨在用于说明的目的,而并不旨在限制本发明的范围。根据以下说明、所附权利要求书和附图,将更好地理解本发明的设备、系统和方法的这些和其他特征、方面和优点。应该理解,附图仅是示意性的,并且未按比例绘制。还应该理解,贯穿附图,使用相同的附图标记来表示相同或相似的部分。

[0066] 本发明提供一种用于掩蔽噪声的设备(和方法),其中,执行校准以确定用户对校准声音的敏感度。在设备使用期间,根据检测到的噪声、用户对检测到的噪声的响应以及用户对校准声音的响应来调整所述掩蔽声音的信号特性。结果,生成了最佳地适于掩蔽不想要的噪声的掩蔽声音,特别是以避免掩蔽噪声本身变成对特定用户的干扰的方式。

[0067] 实施例至少部分地基于以下认识：虽然掩蔽声音适于掩蔽否则可能干扰用户的外部噪声，但存在掩蔽声音本身可能对用户造成干扰的风险。已经认识到可以基于用户对掩蔽声音的敏感度来调节掩蔽声音。

[0068] 例如，说明性实施例可用于通过在用户睡眠期间减少由外部噪声引起的干扰来改善用户的睡眠质量。

[0069] 图1示出了噪声掩蔽设备10，包括用于检测声音的换能器单元20、发声单元30、用于检测用户12的脑活动的传感器单元40和控制器50。控制器50适于使用生成的掩蔽声音来掩蔽检测到的噪声。

[0070] 换能器单元20适于检测声音，例如用户12的环境中不想要的声学噪声。换能器单元20可以包括麦克风。

[0071] 发声单元30适于生成声音，例如连续音色或重复音调。所生成的声音适于掩蔽由换能器单元20检测到的噪声，从而可以被描述为“掩蔽声音”。

[0072] 传感器单元40适于监测用户的脑活动。对脑活动的监测提供了一种检测用户对特定声音的反应的方法。在优选的示例中，监测脑活动的方法可以基于脑电图 (EEG)。测量 EEG 响应可以包括确定用户12的听觉稳态响应 (ASSR) 或与事件有关的电位 (ERP)。测量 EEG 响应的典型方法是使用沿用户头皮放置的非侵入性电极。当用户12听到声音时，检测到可测量的 EEG 响应。在优选的实施例中，传感器单元40可以包括可穿戴头戴式耳机，所述头戴式耳机包括适于测量用户的 EEG 响应的非侵入性电极。

[0073] 控制器50与换能器单元20、声音生成单元30和传感器单元40通信。在优选的实施例中，控制器50至少与传感器单元40 (以及任选的其他单元，例如声音生成单元) 无线通信。下面将描述控制器50的操作。

[0074] 图2示出了设备10的示例使用。在使用时，设备10可以位于封闭环境60中，例如卧室。由设备检测到的噪声可以包括起源位于封闭环境内的噪声61或起源位于封闭环境外的噪声62。检测到的噪声还可以包括来自这些来源的噪声的组合。来自封闭环境内的噪声源61的示例包括电器、打鼾的伙伴和昆虫。来自封闭环境外部的噪声源62的示例包括交通、飞机、邻居、建筑工程和昆虫。

[0075] 为了操作设备，首先执行校准。校准的目的是确定响应于由声音生成单元30生成的校准声音的用户的脑活动。该校准声音与将在系统的后续使用期间产生的掩蔽声音相同类型。因此，它能够确定用户将如何响应掩蔽声音，从而能够控制掩蔽声音以确保掩蔽声音本身不会成为对用户的睡眠的干扰源。

[0076] 因此，校准在使用设备以生成可听掩蔽声音之前进行，例如在初始设置过程中。在特定示例中，所述设备适于使得在所述设备的使用期间 (即，当该设备正在操作以掩蔽在换能器单元处检测到的噪声时) 没有校准能够发生。

[0077] 图3示出了第一种可能的校准方法，它提供了设备10的自动校准。在初始步骤70中，声音生成单元30产生校准声音。在步骤71中，控制器50基于校准声音来监测用户的脑活动，从而能够为掩蔽声音的音量设置限制或界限。高于 (用户特定) 阈值的音量将产生可测量的 ASSR 或 ABR，指示用户听觉的灵敏度，即用户12将开始被掩蔽声音的音量干扰的点。

[0078] 在步骤72中，因此可以基于响应于所述校准声音的所述用户的脑活动来设置掩蔽声音的上限，而在步骤73中，基于检测到可测量的 ASSR 或 ABR 的点来确定下限。

[0079] 为此,校准声音的生成涉及校准声音的扫描特性,特别是音量,但任选地也包括频率、频谱或其他特性,以便确定用户对不同声音类型的响应。因此,确定了用户听力的特性,例如他们的听力能力的音量和/或频率范围。

[0080] 如下文进一步解释的,校准的结果可以是导出校准常数。这可以设置为普通用户的默认值,或用户年龄组和/或性别的平均值。然后基于用户听力阈值与平均听力阈值的确定比率来调整校准常数。例如,20岁正常人的平均听力阈值为2kHz时为3dB。如果用户的阈值被确定为10dB,则校准常数可以被设置为默认值的5倍,以便为该特定用户实现类似的感知噪声水平。

[0081] 请注意,ASSR或ABR检测只是示例。还可以测量心率对声音的响应,如以下文章中所描述的:Roessler,R.,Collins,F.and Burch,N.R.(1969),HEART RATE RESPONSE TO SOUND AND LIGHT.Psychophysiology,5:359-369。

[0082] 图4示出了第二种可能的校准方法。在步骤80中,声音生成单元30产生校准声音。如上所述,这涉及声音特性的扫描。

[0083] 在步骤84中,设备10基于掩蔽声音的感知声音水平(例如低、中、高强度声音)和舒适度来请求用户的反馈。这可以与设备10的个人校准的ASSR或ABR响应相关联。在步骤85中,可以基于用户12响应于校准声音而提供的手动输入的反馈来设置掩蔽音量的上限和下限。例如,如果用户12选择“低”选项,则这可以对应于下限,如果用户12选择“高”选项,则这可以对应于上限。该设备可以包括用户接口单元以使得用户12能够手动输入响应信息。

[0084] 经校准的设备10然后用于针对用户的测量ASSR或听力特性其他测量的水平来调整由声音生成单元30产生的掩蔽音量,从而使得由于用户的听力特性而导致的音频传递和接收的差异但也可以补偿发声单元30的定位变化。

[0085] 图5示出了使用图1的设备10来掩蔽噪声的方法。该方法遵循上述一种(或者甚至两种)校准方法。

[0086] 在初始步骤90中,换能器单元20检测要被掩蔽的噪声。在步骤92中,传感器单元40测量用户的脑活动,其因此响应于检测到的噪声。

[0087] 这两个步骤使换能器单元能够检测到噪声,并且还响应于换能器单元检测到的噪声来监测用户的脑活动。因此,可以基于用户的脑活动是否显示用户已受到干扰来确定是否需要噪声掩蔽。

[0088] 如果需要噪声掩蔽,则声音生成单元30在步骤94中生成掩蔽声音。掩蔽声音考虑了之前的设备校准。因此,基于检测到的噪声、响应于所述噪声的用户的脑活动以及响应于所述校准声音的用户的脑活动来调整所述掩蔽声音的所述信号特性。

[0089] 被调整的掩蔽声音的信号特性例如包括:

[0090] 音量;

[0091] 频率(对于单个音调);

[0092] 频谱(对于基于噪声的信号),例如一种噪声;

[0093] 时间特性,例如随时间变化的音量函数。

[0094] 频谱可以例如适于匹配用户的听觉能力。例如,用户将对不同的频率(如在校准期间确定的)具有特定的听觉响应,从而可以调整白噪声信号,使得不是具有作为频率的函数的平坦幅度,而是幅度遵循用户听觉灵敏度的倒数,使用户感知到白噪声。

[0095] 可能存在用户特别敏感的频率(他们的听力或他们的脑响应),并且这些可能在掩蔽声音中被抑制。

[0096] 在睡眠期间检测到的噪声的典型示例包括交通噪声或打鼾声。经调整的信号特性通常包括信号音量和/或信号频率,但是上面概述了其他选项。

[0097] 换能器单元20测量检测到的噪声的频率并且传感器单元40分析用户的EEG频谱以确定ASSR或ABR。作为检测到的噪声的结果,可以使得能够检测到ASSR峰值的频率是控制器50已知的。

[0098] 举例来说,ASSR是对快速听觉刺激的电生理反应,通过以一定的重复频率(例如每10毫秒)施加承载刺激而获得。使用的测试频率通常为500、1000、2000和4000Hz。这些频率例如是幅度调制的。记录在EEG频谱中的脑信号是对听觉载体刺激的反应,并且只有当听觉承载刺激被耳朵记录时才会出现(即低于听力阈值,EEG频谱中将不出现反应信号,高于响应在光谱中可见的阈值)。

[0099] 如果检测到的噪声被记录在EEG频谱中,则将掩蔽音量调整到噪声的水平。此功能非常适用于频繁和反复出现(但不可预测)的声音,每个产生噪声的事件具有已知频率(例如铁路、飞机、交通和打鼾声)并且持续时间超过几秒钟。这使得掩蔽声音能够最佳地调谐到检测到的噪声,从而改进了噪声掩蔽,同时降低了由于掩蔽声音引起的干扰而使用户12感到不适的风险。

[0100] 掩蔽声音的音量因此基于换能器单元20检测到的噪声(使得掩蔽声音能够掩蔽噪声)和用户的响应(使得掩蔽声音不会干扰用户)而被调节。

[0101] 用户12可以例如在入睡时设置掩蔽声音的音量,使得掩蔽音量足以在用户入睡时掩蔽不想要的噪声。如果噪声水平随时间变化,则相应地调整掩蔽音量以确保不想要的噪声保持被掩蔽声音掩蔽。

[0102] 掩蔽声音功率设定点(即掩蔽声在给定时间的功率,其中功率对应于声音水平)可以被定义为:

$$P_{\text{设定}} = P_{\text{初始}} + C(P_{\text{ext}} - P_{\text{ext_init}}) \quad (1)$$

[0104] 其中, $P_{\text{设定}}$ 是掩蔽声音功率设定点, $P_{\text{初始}}$ 是在会话开始时由用户12设置的音量处的初始掩蔽声功率, P_{ext} 是给定时间的不想要的噪声的声功率, $P_{\text{ext_init}}$ 是不想要的噪声的初始声功率,并且C是校准常数(例如,具有默认值 $C=1$)。

[0105] 以此方式,掩蔽声功率最初被设置为匹配不想要的噪声,这可以由用户在他们睡觉之前执行。随着噪声的变化,设定点适于响应于噪声功率的变化而被调整,同时考虑到校准常数C中体现的用户的个人特征。

[0106] 如上所述,校准步骤可以例如涉及设置校准常数C的值以及设置值 $P_{\text{设定}}$ 的最大值。

[0107] 可以基于在校准期间确定的用户听力灵敏度来自动或手动设置校准常数。将校准常数C设置为默认级别,系统会输出普通人可以听到的声音。校准常数和听力特性之间的映射被存储在系统中,例如基于检测到ASSR的声音水平的阈值。对于听力不太敏感的用户,校准序列将检测到存在ASSR响应的较大音频水平阈值,并且然后相应地设置校准常数C,例如使用分贝标度。

[0108] 在优选的实施例中,可以存储和分析重复噪声的趋势(例如在典型的夜晚)。基于元数据(例如星期几和一年中的时间)和/或个人数据(例如用户12之前的睡眠/醒来时间),

可以进一步调整设定点 ($P_{\text{设定}}$) 以更好地预测检测到的噪声的声音水平, 预期其要基于这样夜晚 (典型) 参考声音水平发生 (时间 t 的 $P_{\text{ext_ref}}$ 相比于会话开始时 (时间 t_0) 的不想要的噪声的参考声音水平):

$$[0109] \quad P_{\text{设定}}(t) = P_{\text{初始}} + C(P_{\text{ext}} - P_{\text{ext_init}}) \left(\frac{P_{\text{ext_ref}}(t)}{P_{\text{ext_ref}}(t_0)} \right) \quad (2)$$

[0110] 其中, $P_{\text{ext_ref}}(t)$ 是在给定时间 t 时不想要的患者的参考声间功率, $P_{\text{ext_ref}}(t_0)$ 是会话开始时的初始参考声功率。

[0111] 如图所示, 对初始功率的调整是基于特定时间的噪声水平与参考时间 t_0 的噪声水平之间的比率来缩放的。

[0112] 值 P_{ext} 可以在特定设置点而不是连续测量, 这意味着它将滞后于外部噪声水平。当噪声随着时间的推移而减少时, 这不是问题, 但当夜间噪声增加时, 这是一个问题。因此, 并入了预测元素, 它可以提前预期声音的增加并确保针对其调整掩蔽声音。

[0113] 例如, 当夜间外部噪声水平出现大幅但可预测的增加时, 例如火车经过或其他人的闹钟, 这是感兴趣的。

[0114] 噪声掩蔽设备还可以包括存储器存储单元, 其存储基于由换能器单元 20 检测到的噪声的噪声数据。存储器存储单元可以与控制器 50 通信, 控制器 50 可以适于使用算法来分析噪声数据。该算法可以是机器学习算法, 其考虑了以前的数据来预测不想要的噪声声音水平的趋势。控制器 50 还可以适于基于噪声数据分析来确定预期的噪声趋势。此控制器 50 此后可以基于预期噪声趋势来调整掩蔽声音的信号特性。

[0115] 设备 10 可以包括适于使用户 12 能够手动调整掩蔽声音的音量的用户接口单元。用户接口单元可以与控制器 50 通信。

[0116] 在特定实施例中, 可以基于由传感器单元 40 检测到的用户的睡眠状态来调整掩蔽声音的信号特性。传感器单元 40 测量用户的脑活动并导出睡眠相关的特征, 例如醒来、觉醒以及浅睡和深睡的节律 (例如, 退出深睡的次数)。

[0117] 基于从先前睡眠期导出的睡眠相关特征, 控制器 50 可以推荐用户 12 改变掩蔽声音的音量或频率, 或者自动调整掩蔽声音。

[0118] 推荐信号特性调整可以通过使用用户接口单元显示的通知传达给用户 12。在优选的实施例中, 换能器单元 20 可以在用户的睡眠期间测量和记录关于噪声水平的数据, 以便通过算法来产生关于预期噪声水平的数据。控制器 50 可以适于基于产生的数据来生成信号特性的推荐调整, 并且用户接口单元可以适于向用户提供产生的数据和基于所述数据来调整信号特性的能力 12。

[0119] 所述系统还可以用于产生连续的平静声音, 其适于当用户 12 即将入睡时使他们放松。这是噪声掩蔽的额外特征, 并且是已知的。

[0120] 平静声音被设计为使用户 12 平静以使入睡的过程轻松。因此, 除了在睡眠期间提供掩蔽声音外, 所述系统还可用于播放平静声音以启动睡眠。这些平静声音也可能是基于噪声的信号, 也可能是其他信号, 例如语音、鲸鱼噪声等。

[0121] 声音生成单元 30 还可以在用户 12 睡觉时传递听觉刺激以增强睡眠慢波而不引起唤醒。这是噪声掩蔽的额外特征, 并且是已知的。这样的声音例如包括声音脉冲, 例如具有

50ms持续时间,由1秒的暂停分隔。这使得认知益处和睡眠恢复的增强成为可能。有不同的原因可以阻止入睡(例如在第一次入睡之前或在夜间醒来后重新入睡)。这些通常分为两组,内部原因和外部原因。外部原因可能包括不想要的噪声,如上所述。内部障碍可能包括心理原因(例如压力、沉思)、生理原因(例如睡眠压力低、耳鸣、高血压)和行为原因(例如睡眠卫生差)。通过在用户睡眠期间播放连续的平静声音,设备10可以改善用户的睡眠质量。

[0122] 因此,除了在睡眠期间递送掩蔽声音外,所述系统还可用于播放声音以促进深度睡眠。

[0123] 本发明的应用可以包括但不限于包括睡眠跟踪系统、声音递送系统和声音水平测量系统中的一个或多个的任何应用。例如,基于心肺的睡眠追踪器与智能手机或唤醒灯相组合。

[0124] 技术人员将能够容易地开发用于执行先前描述的方法的控制器。因此,流程图的每个步骤可以表示由控制器执行的不同动作,并且可以由控制器的相应模块执行。

[0125] 如上所述,实施例利用了控制器。控制器可以用软件和/或硬件以多种方式实现,以执行所需的各种功能。处理器是控制器的一个示例,其采用可以使用软件(例如,微代码)编程的一个或多个微处理器来执行所需的功能。然而,控制器可以在采用或不采用处理器的情况下实现,并且还可以被实现为用于执行一些功能的专用硬件与用于执行其他功能的处理器(例如,一个或多个编程的微处理器和相关联的电路)的组合。

[0126] 可以在本公开的各种实施例中使用的控制器部件的范例包括但不限于,常规微处理器、专用集成电路(ASIC)和现场可编程门阵列(FPGA)。

[0127] 在各种实现方式中,处理器或控制器可以与一个或多个存储介质相关联,诸如易失性和非易失性计算机存储器,诸如RAM、PROM、EPROM和EEPROM。存储介质可以编码有一个或多个程序,所述程序当在一个或多个处理器和/或控制器上运行时执行所需的功能。各种存储介质可以固定在处理器或控制器内,或者可以是可转移的,使得存储在其上的一个或多个程序可以加载到处理器或控制器中。

[0128] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践请求保护的本发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或者其它单元可以实现权利要求书中记载的若干项的功能。尽管特定措施是在互不相同的从属权利要求中记载的,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。如果以上描述了计算机程序,其可以被存储/分布在与其它硬件一起提供或者作为其它硬件的部分提供的诸如光存储介质或者固态介质的合适介质上,但是还可以以诸如经因特网或者其它有线或无线电信系统的其它形式分布。如果在权利要求书或说明书中使用术语“适于”,则应注意,术语“适于”旨在等同于术语“被配置为”。权利要求书中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。

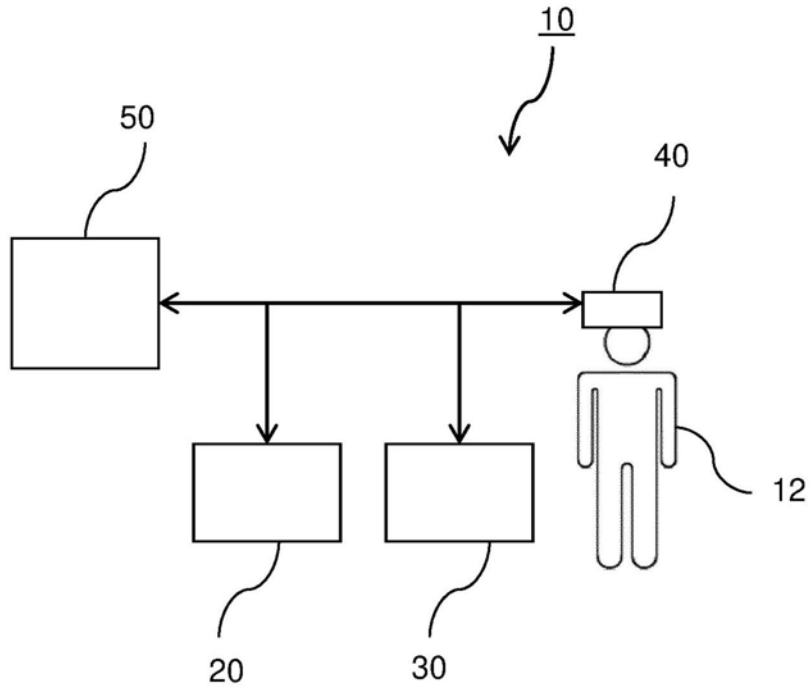


图1

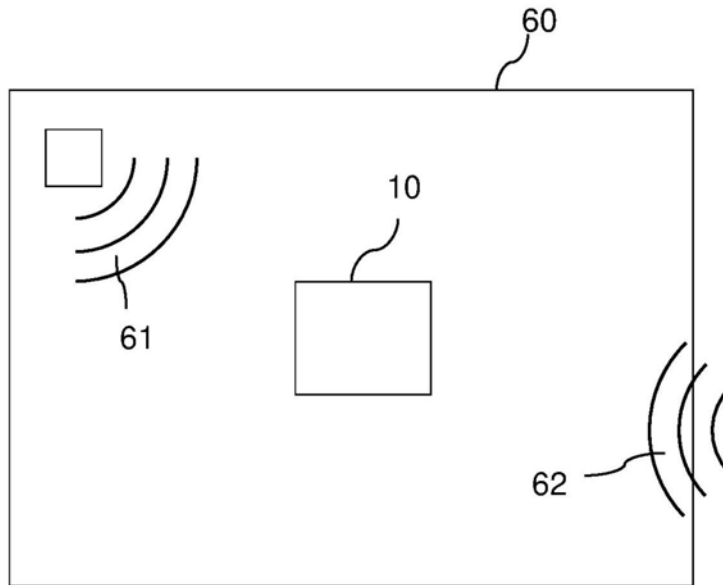


图2

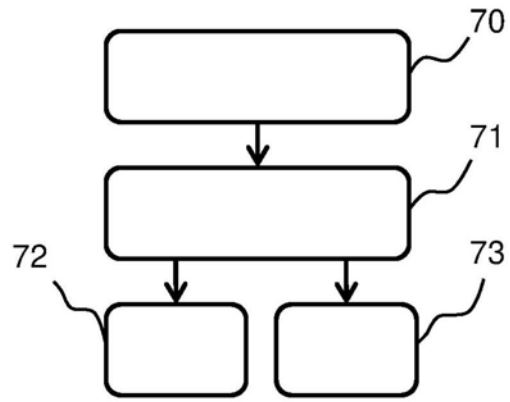


图3

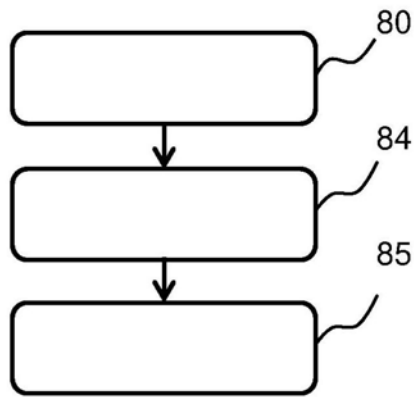


图4

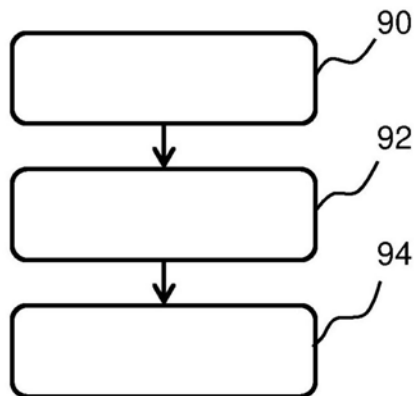


图5