



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105474661 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201480031607.4

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

(22)申请日 2014.05.01

代理人 夏东栋 陆锦华

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105474661 A

(51)Int.Cl.

H04R 1/10(2006.01)

G10K 11/178(2006.01)

(43)申请公布日 2016.04.06

(56)对比文件

US 2011007907 A1, 2011.01.13, 说明书第0007-0008, 0071-0174段, 附图1-15.

(30)优先权数据

61/818,489 2013.05.02 US

US 2012250873 A1, 2012.10.04, 说明书第0007, 0027-0093段, 附图1-5.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.12.02

US 2011181452 A1, 2011.07.28, 说明书第0038段, 附图1-7.

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2014/050394 2014.05.01

US 2008044036 A1, 2008.02.21, 说明书第32段, 附图1-5.

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/178054 EN 2014.11.06

US 2010174390 A1, 2010.07.08, 全文.

(73)专利权人 布佳通有限公司

CN 101794574 A, 2010.08.04, 全文.

地址 以色列特拉维夫

审查员 苗自书

(72)发明人 埃德蒙德·本-阿米

权利要求书3页 说明书10页 附图4页

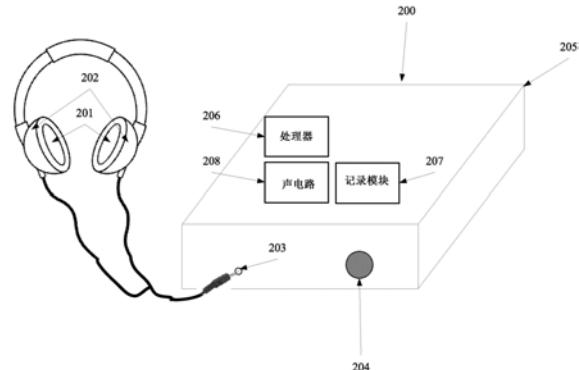
诺姆·彼得兰克

(54)发明名称

耳机有源噪声控制

(57)摘要

一种有源降噪的方法。该方法包括指令由客户端终端电子耦合的麦克风记录非听觉噪声信号, 指令客户端终端的电路使用耳机的至少一个电声换能器记录听觉噪声信号, 基于组合非听觉噪声信号与听觉噪声信号的函数来计算降噪信号, 基于准备由至少一个电声换能器播放的内容信号与降噪信号的组合来计算被降噪的信号, 以及指令电路经由所述至少一个电声换能器播放被降噪的信号。非听觉噪声信号和听觉噪声信号至少部分地被同时记录。



1. 一种有源降噪的方法,所述方法包括:

指令通过客户端终端或者适配器装置电子耦合的麦克风来记录非听觉噪声信号;

指令所述客户端终端或者所述适配器装置的电路使用至少一个耳机的至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号,其中所述听觉噪声信号包括间歇记录的多个片段,并且在多个记录迭代中经由所述至少一个电声换能器来记录所述听觉噪声信号;

基于组合了所述非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号;

基于待由所述至少一个电声换能器播放的内容信号和所述抗噪信号的组合来计算被降噪的信号;以及

指令所述电路经由所述至少一个电声换能器来播放所述被降噪的信号,其中在多个播放迭代中经由所述至少一个电声换能器来间歇播放所述被降噪的信号,使得所述多个播放迭代与所述多个记录迭代在时间上交织;

其中,所述非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号被至少部分地同时记录。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个电声换能器是用于播放所述至少一个耳机的音频信号的至少一个扬声器。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述麦克风通过所述客户端终端电子耦合;

所述电路是所述客户端终端的电路;以及

所述麦克风是位于所述客户端终端的外壳中的一体式麦克风。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个片段中的每个片段持续小于3毫秒。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述电路指令所述至少一个电声换能器在所述多个片段的相邻片段之间播放所述被降噪的信号。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述被降噪的信号以每秒至少5次迭代被播放。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述计算抗噪信号包括根据在所述听觉噪声信号的片段和所述非听觉噪声信号的相应片段之间的相位差,来估计在听觉空间处的当前噪声。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述计算抗噪信号包括基于所述当前噪声来计算噪声预测信号,并且计算具有与所述噪声预测信号相同的幅度但是相反相位的声波。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述被降噪的信号包括所述抗噪信号和所述内容信号,作为被设置成同时播放的不同声道。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述被降噪的信号是所述抗噪信号和所述内容信号的混合。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述麦克风通过所述客户端终端电子耦合;

所述电路是所述客户端终端的电路。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述麦克风通过所述适配器装置电子耦合;

所述电路是所述适配器装置的电路。

13. 一种具有降噪功能的客户端终端,包括:

外壳;

耳机接口,所述耳机接口与具有至少一个电声换能器的至少一个耳机连接;
计算机化处理器;
记录非听觉噪声信号的麦克风;以及
记录模块,所述记录模块指令与所述耳机接口电子连接的电路使用所述至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号,其中所述听觉噪声信号包括间歇记录的多个片段,并且在多个记录迭代中经由所述至少一个电声换能器来记录所述听觉噪声信号;
其中,所述计算机化处理器(i)基于组合了所述非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号,(ii)基于待由所述至少一个电声换能器播放的内容信号和所述抗噪信号的组合来计算被降噪的信号,并且(iii)指令所述电路经由所述至少一个电声换能器来播放所述被降噪的信号,其中在多个播放迭代中经由所述至少一个电声换能器来间歇播放所述被降噪的信号,使得所述多个播放迭代与所述多个记录迭代在时间上交织。

14. 根据权利要求13所述的客户端终端,其中,所述麦克风位于所述外壳中。
15. 根据权利要求13所述的客户端终端,其中,所述麦克风经由所述耳机接口与所述记录模块电子连接。
16. 根据权利要求15所述的客户端终端,其中,所述麦克风是包括所述至少一个耳机的头戴式耳机的一部分。
17. 根据权利要求13所述的客户端终端,其中,所述耳机接口是耳机塞孔。
18. 根据权利要求13所述的客户端终端,其中,所述至少一个电声换能器被布置在头戴式耳机的至少一个耳机中。
19. 根据权利要求13所述的客户端终端,其中,所述非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号至少部分地被同时记录。

20. 一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质包括计算机可执行指令,所述计算机可执行指令当被计算机执行时引起所述计算机执行包括下述步骤的方法:

指令通过客户端终端或者适配器装置电子耦合的麦克风来记录非听觉噪声信号;
指令所述客户端终端或者所述适配器装置的电路使用耳机的至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号,其中所述听觉噪声信号包括间歇记录的多个片段,并且在多个记录迭代中经由所述至少一个电声换能器来记录所述听觉噪声信号;
基于组合了所述非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号;
基于待由所述至少一个电声换能器播放的内容信号和所述抗噪信号的组合来计算被降噪的信号;以及
指令所述电路经由所述至少一个电声换能器来播放所述被降噪的信号,其中在多个播放迭代中经由所述至少一个电声换能器来间歇播放所述被降噪的信号,使得所述多个播放迭代与所述多个记录迭代在时间上交织;

其中,所述非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号至少部分地被同时记录。

21. 一种具有降噪功能的适配器装置,包括:

外壳;

耳机接口,所述耳机接口与具有至少一个电声换能器的至少一个耳机连接;

计算机化处理器;

记录模块,所述记录模块指令与所述耳机接口电子连接的电路使用所述至少一个电声

换能器来记录听觉噪声信号,其中所述听觉噪声信号包括间歇记录的多个片段,并且在多个记录迭代中经由所述至少一个电声换能器来记录所述听觉噪声信号;以及

播放器装置接口;

其中,所述适配器装置位于所述至少一个耳机的所述至少一个电声换能器与播放器装置之间;

其中,所述计算机化处理器 (i) 基于组合了由麦克风记录的非听觉噪声信号和所述听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号, (ii) 基于待由所述至少一个电声换能器播放的内容信号和所述抗噪信号的组合来计算被降噪的信号,并且 (iii) 指令所述电路经由所述至少一个电声换能器来播放所述被降噪的信号,其中在多个播放迭代中经由所述至少一个电声换能器来间歇播放所述被降噪的信号,使得所述多个播放迭代与所述多个记录迭代在时间上交织。

22. 根据权利要求21所述的适配器装置,其中,所述适配器装置还包括记录所述非听觉噪声信号的所述麦克风。

23. 根据权利要求21所述的适配器装置,其中,所述适配器装置提供所述被降噪的信号以用于经由所述至少一个电声换能器来对其进行播放。

24. 根据权利要求21所述的适配器装置,其中,所述适配器装置被集成在耳机中,产生降噪耳机。

耳机有源噪声控制

发明领域

[0001] 本发明在其一些实施方式中涉及有源噪声消除/控制，并且更具体地而不排他地，涉及基于听觉噪声和非听觉噪声信号的组合对头戴式耳机的有源噪声消除/控制。

[0002] 发明背景

[0003] 在也称为有源噪声消除/控制 (ANC) 系统的有源降噪系统中，相同的麦克风，特别是布置在头戴式耳机的两个耳机中的扬声器，通常用于降噪和诸如音乐或语言的期望声音的再现。ANC在本文中可以被称为有源降噪。

[0004] 现代ANC通常通过使用模拟电路或数字信号处理来实现。自适应算法被设计成分析背景听觉或非听觉噪声的波形，然后基于特定算法来生成将相移或反转原始信号的极性的信号。该处于反相的反转信号被放大，并且换能器产生与原始波形的幅度直接成正比的声波，产生破坏性干扰。这有效地降低了可感觉到的噪声的音量。

发明内容

[0005] 根据本发明的一些实施方式，提供了有源降噪的方法。该方法包括指令客户端终端电子耦合到的麦克风记录非听觉噪声信号，指令客户端终端的电路使用至少一个耳机的至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号，基于组合非听觉噪声信号和听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号，基于准备由至少一个电声换能器播放的内容信号和抗噪信号的组合来计算被降噪的信号，并且指令电路经由至少一个电声换能器来播放被降噪的信号。非听觉噪声信号和听觉噪声信号至少部分地被同时记录。

[0006] 可选地，至少一个电声换能器是用于播放至少一个耳机的音频信号的至少一个扬声器。

[0007] 可选地，麦克风是位于客户端终端的外壳中的一体式麦克风。

[0008] 可选地，听觉噪声信号包括被间歇记录的多个片段。

[0009] 更可选地，指令电路包括指令电路在多个记录迭代中经由至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号，并且在多个播放迭代中经由至少一个电声换能器间歇播放被降噪的信号，使得多个播放迭代与多个记录迭代在时间上交织。

[0010] 更可选地，多个片段中的每个片段持续小于3毫秒。

[0011] 更可选地，电路指令至少一个电声换能器在多个片段的每两个连贯片段之间间歇播放被降噪的信号。

[0012] 更可选地，被降噪的信号以每秒至少5次迭代被播放。

[0013] 可选地，计算抗噪信号包括根据在听觉噪声信号的片段和非听觉噪声信号的相应片段之间的相位差，来估计听觉空间处的当前噪声。

[0014] 更可选地，计算抗噪信号包括基于当前噪声来计算噪声预测信号，并且计算具有与噪声预测信号相同的幅度但是反转相位的声波。

[0015] 可选地，被降噪的信号包括抗噪信号和内容信号作为被设置为同时播放的不同的声道 (Channel)。

[0016] 可选地,被降噪的信号是抗噪信号和内容信号的混合。

[0017] 根据本发明的一些实施方式,提供了一种具有降噪功能的客户端终端。该客户端终端包括外壳、与具有至少一个电声换能器的至少一个耳机连接的耳机接口、计算机化处理器、记录非听觉噪声信号的麦克风、以及指令与耳机塞孔电子连接的电路使用至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号的记录模块。计算机化处理器基于准备由至少一个电声换能器播放的内容信号和抗噪信号的组合来计算被降噪的信号,并且指令电路经由至少一个电声换能器来播放被降噪的信号。

[0018] 可选地,麦克风位于外壳中。

[0019] 更可选地,麦克风经由耳机接口与记录模块电子连接。

[0020] 更可选地,麦克风是包括至少一个耳机的头戴式耳机的一部分。

[0021] 可选地,耳机接口是耳机塞孔。

[0022] 可选地,至少一个电声换能器被布置在头戴式耳机的至少一个耳机中。

[0023] 可选地,非听觉和听觉噪声信号至少部分地被同时记录。

[0024] 根据本发明的一些实施方式,提供了具有降噪功能性的适配器装置。适配器装置包括外壳、与具有至少一个电声换能器的至少一个耳机连接的耳机接口、播放器装置接口、计算机化处理器以及指令与耳机塞孔电子连接的电路使用至少一个电声换能器记录听觉噪声信号的记录模块。计算机化处理器基于准备由至少一个电声换能器播放的内容信号和抗噪信号的组合来计算被降噪的信号,并且指令电路经由至少一个电声换能器来播放被降噪的信号。

[0025] 根据本发明的一些实施方式,适配器装置位于至少一个耳机的至少一个电声换能器与播放器装置之间,并且用于处理所记录的听觉噪声信号,和基于组合所记录的非听觉噪声信号和听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号。

[0026] 可选地,适配器装置还包含记录非听觉噪声信号的麦克风。

[0027] 可选地,适配器装置还基于准备由所述至少一个电声换能器播放的内容信号与所述抗噪信号的组合计算被降噪的信号。

[0028] 可选地,适配器装置提供被降噪的信号以便其通过所述至少一个电声换能器播放。

[0029] 可选地,适配器装置整合在耳机中,产生降噪式耳机。

[0030] 根据本发明的一些实施方式,提供了一种有源降噪的方法。该方法包括指令适配器装置电子耦合到的麦克风记录非听觉噪声信号,指令适配器装置的电路使用至少一个耳机的至少一个电声换能器来记录听觉噪声信号,基于组合非听觉噪声信号和听觉噪声信号的函数来计算抗噪信号,基于准备由至少一个电声换能器播放的内容信号与抗噪信号的组合来计算被降噪的信号,并且指令电路经由至少一个电声换能器来播放被降噪的信号。非听觉噪声信号和听觉噪声信号至少部分地被同时记录。

[0031] 除非另外定义,本文中使用的所有技术和/或科学术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。虽然与本文中所描述的相似或等同的方法和材料可以在实践或测试本发明的实施方式中使用,但是下面描述了示例性方法和/或材料。在冲突的情况下,以包括定义的专利说明书为准。另外,材料、方法和示例仅是说明性的,并且不意在被必要地限制。

附图说明

[0032] 本文中仅通过示例的方式参考附图描述了本发明的一些实施方式。现在详细地具体参考附图,强调指出所显示的细节是示例并且是为了说明性论述本发明的实施方式。在这方面,结合附图的描述使得可以如何实践本发明的实施方式对本领域技术人员是显而易见的。

[0033] 在附图中:

[0034] 图1是根据本发明的一些实施方式的、通过将使用耳机的一个或多个电声换能器记录的非听觉噪声信号和听觉噪声信号组合来在一个或多个耳机中有源地降低和/或消除不期望的声音的方法的流程图;

[0035] 图2是根据本发明的一些实施方式的示例性客户端终端的示意图,该示例性客户端终端基于对经由通过耳机塞孔连接到示例性客户端终端的耳机的电声换能器所捕获的听觉噪声信号的分析来降低噪声;

[0036] 图3是根据本发明的一些实施方式的示例性客户端终端的示意图,该客户端终端基于对经由连接到示例性客户端终端的耳机的电声换能器所捕获的听觉噪声信号和由客户端终端的麦克风捕获的非听觉噪声信号来降低噪声;和

[0037] 图4是根据本发明的一些实施方式的示例性适配器装置的示意图,示例性适配器装置包括在示例性播放器装置和耳机之间连接的声电路。

具体实施方式

[0038] 本发明在其一些实施方式中涉及有源噪声消除/控制,并且更具体地而不排他地,涉及基于听觉和非听觉噪声信号的组合对头戴式耳机的有源噪声消除/控制。

[0039] 根据本发明的一些实施方式,提供了在连接客户端终端的一个或多个耳机中,例如与手持和/或可佩戴计算装置连接的常规非增强耳机中,降低和/或消除噪声的方法和系统。为了简便,降低和消除可互换地使用。

[0040] 降噪是基于由诸如耳机的扬声器的电声换能器(可选间歇地)记录的听觉噪声信号和由例如一体式麦克风的客户端终端的麦克风(可选连续地)记录的非听觉噪声信号的当前噪声分析来主动计算的。听觉噪声信号可选地在多个记录迭代中被间歇地以片段记录,其中在每对连贯记录迭代之间的间歇期间,播放包含内容的被降噪的信号的片段。

[0041] 抗噪信号可选地与内容混合和/或同步,以产生被降噪的信号。例如通过头戴式耳机麦克风来在距耳机的已知距离处可选地记录非听觉噪声信号。

[0042] 在一些实施方式中,方法和系统允许在不使用附加麦克风和/或扬声器的情况下,使用移动音频装置的现有硬件来降低和/或消除听觉空间的噪声,移动音频设备诸如智能电话、平板电脑、可佩戴计算装置和/或音乐播放器。在这样的实施方式中,降噪应用可以被安装在现有硬件上以执行降噪。例如,智能电话可以执行降噪应用,其指令智能电话的一体式麦克风来接收非听觉噪声信号和智能电话的声卡以间歇地(i)经由智能电话的耳机接口来接收听觉噪声信号的片段,并且(ii)播放基于所记录的信号使用本地处理器计算的被降噪的信号。类似地,降噪应用可以被安装在任何音频产生式计算装置上。

[0043] 在详细说明本发明的至少一个实施方式之前,要理解本发明不一定限制其对在以下描述中阐述和/或附图和/或示例中图示的方法和/或部件的构成和布置的细节。本发明

能够具有其他实施例或者以各种方式实践或执行。

[0044] 如本领域技术人员将理解的,本发明的各方面可以被实现为系统、方法或计算机程序产品。因此,本发明的各方面可以采取以下的形式:完全硬件的实施方式、完全软件的实施方式(包括固件、常驻软件、微代码等)或组合软件和硬件方面的实施方式,其可以在本文中全部统称为“电路”、“模块”或“系统”。此外,本发明的各方面可以采取包含在一种或多种计算机可读介质的计算机程序产品的形式,介质上具有计算机可读的程序代码。

[0045] 可以利用一个或多个计算机可读介质的任何组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可以是,例如但不限于,电子、磁、光、电磁、红外线或半导体系统、设备或装置、或前述项的任何适当组合。计算机可读存储介质的更具体的示例(非穷举列出)将包括下述:具有一个或多个电线的电连接、便携式计算机软盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器)、光纤、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、光存储装置、磁存储器或前述项的任何适当组合。在本文的上下文中,计算机可读存储介质可以是可以包含或存储程序的任何有形介质,以由指令执行系统、设备或装置使用或与其相结合地使用。

[0046] 计算机可读信号介质可以包括包含有计算机可读程序代码的例如在基带中或作为载波的一部分传播的数据信号。这样的传播信号可以采取各种形式中的任何一种,包括但不限于,电磁、光或其任何适当组合。计算机可读信号介质可以是任何计算机可读介质,其不是计算机可读存储介质并且可以通信、传播或传输程序以供由指令执行系统、设备或装置使用或与其相结合地使用。

[0047] 计算机可读介质上包含的程序代码可以使用任何适当的介质来传送,介质包括但不限于无线、有线、光纤电缆、RF等、或前述项的任何适当组合。

[0048] 用于执行本发明的各方面的操作的计算机程序代码可以用一种或多种编程语言的任何组合来编写,编程语言包括诸如Java、Smalltalk、C++等的面向对象编程语言、以及诸如“C”编程语言的常规过程编程语言或类似的编程语言。程序代码可以作为独立软件包完全在用户的计算机、部分地在用户的计算机上、部分地在用户的计算机上和部分地在远程计算机上或完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种情形下,远程计算机可以通过包括局域网(LAN)或广域网(WAN)的任何类型的网络连接到用户的计算机,或者可以与外部计算机进行连接(例如,使用因特网服务提供商通过因特网)。

[0049] 以下参考根据本发明的实施方式的方法、设备(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图来描述本发明的各方面。要理解流程图和/或框图的每个框以及流程图和/或框图中框的组合可以通过计算机程序指令来实现。这些计算机程序指令可以被提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理设备的处理器来产生机器,使得经由计算机的处理器或其他可编程数据处理设备执行的指令,产生用于实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/作用的手段。

[0050] 这些计算机程序指令还可以被存储在计算机可读介质中,计算机可读介质可以指导计算机、其他可编程数据处理设备或其他装置以特定的方式起作用,使得存储在计算机可读介质中的指令产生包含指令的制品,其实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/作用。

[0051] 计算机程序指令还可以被加载到计算机、其他可编程数据处理设备或其他装置

上,以产生要在计算机、其他可编程设备或其他设备上执行的一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,使得在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/作用的过程。

[0052] 现在参考图1,图1是根据本发明的一些实施方式的通过将使用耳机的一个或多个电声换能器(可选间歇)记录的非听觉噪声信号和听觉噪声信号组合来在一个或多个耳机中有源地降低和/或消除不期望的声音的方法100的流程图,不期望的声音诸如环境声音,本文中被称为噪声。如下面进一步描述,通过组合非听觉噪声信号和听觉噪声信号,抗噪信号被形成并且用于将具有特定信噪比(SNR)的内容信号转换成具有更高(更好)SNR的被降噪的信号。

[0053] 如本文中使用的,听觉噪声信号是在近耳环境中记录的信号,例如在耳和耳机之间的空间中,例如距耳小于1、2和3厘米(cm),例如距耳小于0.5cm。如本文中使用的,非听觉噪声信号是从非听觉位置记录的信号,例如从被耳机佩戴者手动戴上的客户端终端的附近环境,例如在距佩戴者的耳1-2米(m)和10cm之间的范围内,例如距离耳大约0.8m。

[0054] 方法100可选地在客户端终端上执行,例如由客户端终端的一个或多个软件和/或硬件模块来管理,软件和/或硬件模块例如在例如膝上型电脑、桌上型电脑、移动电话、音频播放器、智能电话、平板电脑、诸如谷歌gogglesTM等的可佩戴计算装置的客户端终端的存储器中安装的应用。

[0055] 可选地,听觉噪声信号包括被间歇记录的多个片段。在这样的实施方式中,指令电路在多个记录迭代中记录听觉噪声信号,并且在多个播放迭代中经由电声换能器间歇播放被降噪的信号。以这种方式,播放迭代在时间上与多个记录迭代交织。片段可以持续约0.1和约30毫秒(ms)之间,例如0.1ms、3ms和25ms。在其中耳机的电声换能器记录片段的每对记录间隔之间,存在播放间隔,在该间隔期间,这些电声换能器播放降低的噪声信号。在记录间歇期间执行的播放间隔可以持续约100和约10,000毫秒(ms)之间,例如100ms、750ms和8500ms。

[0056] 还参考图2,图2是根据本发明的一些实施方式的降低噪声的示例性客户端终端200的示意图。降噪可选地基于对听觉噪声信号和非听觉噪声信号的分析来执行。听觉噪声信号经由一个或多个耳机202的一个或多个电声换能器201(例如耳机扬声器)来(可选地间歇)捕获,一个或多个耳机202经由耳机接口、或者诸如耳机塞孔203的电线接口或诸如BluetoothTM模块的无线接口来与客户端终端200连接。耳机202可以是头戴式耳机或独立式耳机的耳机。非听觉噪声信号通过客户端终端200的一个或多个麦克风204来捕获。一体式麦克风204可选地包括一体式电话麦克风。如本文中使用的,短语(phrase)耳机塞孔是指耳机凹型插座,耳机凸型插头可以插入其中以将声卡的导体与耳机的导体电子连接。耳机塞孔和插头可以包括两种或更多种导体,诸如正极线-屏蔽线3.5毫米型(TS)、正极线-负极线-屏蔽线3.5毫米型(TRS)、正极线-负极线1-负极线2-屏蔽线3.5毫米型(TRRS)等。

[0057] 示例性客户端终端200包括外壳205,其包含耳机接口203和可选地麦克风204。外壳205还包含本地计算机化处理器206和记录模块207,其指令声电路208与耳机接口203电子连接以使用电声换能器201来记录听觉噪声信号,电声换能器201例如声卡、声控制器、声电路、声集成电路和/或其它音频部件。

[0058] 根据本发明的一些实施方式,提供了一种适配器装置,其被设置为记录听觉噪声

信号的记录和降噪信号的计算。适配器装置可以被连接在播放器装置的耳机塞孔和耳机的插头之间。这样的适配器装置可以包含执行播放器装置的一个或多个功能的部件，并且可以与播放器装置连接。适配器装置可以包含计算机化处理器、声电路、麦克风、记录模块、播放器装置接口、耳机接口和外壳。例如，适配器装置有助于记录听觉和/或非听觉噪声信号。例如，适配器装置有助于计算被降噪的信号。例如，适配器装置包含适配器声电路、与播放器装置的通用串行总线(USB)接口、和与耳机的蓝牙接口，并且播放器装置包含软件和驱动器以用于指令适配器声电路记录来自耳机电声换能器的听觉信号。例如，适配器装置包含计算机化处理器、适配器声电路、与播放器装置的TRRS插头接口、和与耳机的TRRS插座接口，并且适配器声电路执行本文中描述的播放器装置的所有功能。可选地，适配器装置被集成在耳机中，以产生降噪式耳机。

[0059] 还参考图4，图4是根据本发明的一些实施方式的示例性适配器装置的示意图，其包括在示例性播放器装置和耳机之间连接的声电路。类似于本文中播放器装置的描述，适配器装置可以包含外壳481、一个或多个计算机化处理器402、一个或多个声电路406、播放器装置接口482、耳机接口484和可选地麦克风483。可选地，耳机接口484是无线接口。处理器可以通过如425处的数字数据连接与播放器装置接口482和声电路406连接。例如，外设数字数据总线用作数字数据连接。可选地，装置包含声电路而不是计算机化处理器，并且由播放器装置处理器执行被降噪的信号的计算。声电路可以包含用于记录的输入电路415、用于音频输出的输出电路416、和用于配置哪些物理连接用于输入和输出的混合器417。计算机化处理器402可以被配置为指令声电路406从耳机的一个或多个电声换能器记录听觉和/或非听觉噪声信号。处理器可以如404处被配置为将配置发送给声电路混合器417，告诉声电路混合器417耳机接口484何时与音频输入电路415、音频输出电路416或二者420连接。处理器可以被配置为使用声电路406来记录听觉和/或非听觉噪声信号405。处理器402可以包含记录模块407。耳机接口484和声电路406的导体可以用模拟电线448电子连接。声电路406可以用模拟电线447与播放器装置接口482连接。播放器装置接口482可以使用诸如通用串行总线、BluetoothTM、耳机模拟信号等的模拟信号和/或数字数据接口来与播放器装置连接。

[0060] 如本文中使用的，短语播放器装置是指产生要在耳机上播放的模拟和/或数字音频内容信号的装置，诸如客户端终端、个人电脑、膝上型电脑、智能电话、平板电脑、电视、便携式光盘播放器、便携式音乐播放器、立体音响系统等。

[0061] 本文中描述的处理器指令可以在适配器装置和/或客户端终端处理器上执行，或者可以在其之间被划分。

[0062] 可选地，在适配器、播放器装置和耳机之间的输入和/或输出接口是模拟和/或数字耳机接口，诸如TRRS插座和/或插头、USB接口、BluetoothTM接口、无线USB接口等。

[0063] 可选地，客户端终端和适配器装置组合用于产生被降噪的信号的资源，诸如二者的处理器计算、二者的麦克风用于记录非听觉噪声信号、二者的声卡用于记录和/或混合等。

[0064] 如下面指出的，计算机化处理器206可以用于基于准备由电声换能器201播放的内容信号与抗噪信号的组合来计算被降噪的信号，并且指令声电路208经由电声换能器201来播放被降噪的信号。内容信号可选地是准备向耳机202的佩戴者播放的音频信号，例如具有诸如音乐、谈话、记录的声音、记录的消息、呼叫者和/或被呼叫者的声音等的音轨。

[0065] 可选地,如图2中描绘的,客户被设置为在不使用任何指定的麦克风的情况下生成用于耳机202的被降噪的信号。使用客户端终端的例如用于记录呼叫者的一体化麦克风的现有麦克风和耳机202的电声换能器来生成被降噪的信号。这样的降噪模式不需要任何支持硬件,诸如所指明的麦克风、处理器和/或电声换能器,促进降噪应用的执行,降噪应用基于对经由简单麦克风和非增强耳机捕获的噪声信号的分析来生成被降噪的信号。

[0066] 现在再次参考图1。首先,如101处所示,指令麦克风204记录非听觉噪声信号。如102处所示,通过记录模块207来指令声电路208使用一个或多个电声换能器201记录听觉噪声信号。可选地,非听觉噪声信号和听觉噪声信号的记录被同步,例如同时开始和/或结束和/或连续关联以促进其间的相位差的识别。

[0067] 如103处所示,这允许计算机化处理器206基于组合非听觉噪声信号和听觉噪声信号的函数,例如基于根据非听觉噪声信号和听觉噪声信号的组合进行的噪声预测来计算抗噪声信号的函数,来计算抗噪信号。

[0068] 例如,现在参考用于计算抗噪信号的示例性函数。为了简便起见,定义如下:

[0069] i 表示麦克风;

[0070] S_i 表示由麦克风*i*采样的非听觉噪声信号;

[0071] A 表示在佩戴者的听觉空间处头戴式耳机的耳机的电声换能器的位置;

[0072] B_i 表示麦克风的位置(其不同于位置A);

[0073] H 表示由头戴式耳机的耳机的电声换能器以多个片段采样的听觉噪声信号;

[0074] H 表示在时间 t_r 和时间 p_r 之间捕获的 H 的片段,其中 r 表示片段编号(片段由 H, \dots, H 表示);

[0075] Out 表示位置A处(即佩戴者耳朵的位置周围)的估计的噪声;

[0076] c_m 表示在记录 H 时电声换能器201的常数向量;

[0077] c_h 表示在播放 Out 时电声换能器201的常数向量;

[0078] c_i 表示麦克风*i*的常数向量;

[0079] e_i 表示麦克风*i*的非听觉噪声信号的回波向量;

[0080] e_m 表示听觉噪声信号的回波向量;

[0081] x 表示由噪声源源发的纯噪声信号的估计;

[0082] v 表示在回波向量 $-e_i$ 上表现稀疏状态的向量集合。

[0083] 下述用作输入:

[0084] S_1, \dots, S_k ;并且

[0085] 其中 H 的片段由 h 表示(片段 H, \dots, H 之一),并且下述用作输出:

[0086] Out 。

[0087] 在这个示例中,非听觉噪声信号 S_i 被记录在位置 B_i 中,其中噪声是 $e_i * x$ 并且因此 $S_i = c_i * e_i * x$ 。类似地,位置A中估计的噪声是 $e_m * x$,并且因此向量 H 包含 $c_m * e_m * x$ 的片段。向量 Out 是向量 w s.t. $e_m * x = c_h * w$ 。 Out ,在对 (e_i) 和 (e_m) 的轻微连续性和稀疏性的假设下,可以通过通过各种优化算法解决优化问题来计算,例如如下所述。如上所述, Out 被设置为由耳机播放,以消除到达佩戴者耳朵的噪声。

[0088] 以下是用于计算 Out 的示例性函数的伪代码:

[0089] 对于每个*i*,找出 $T_i = \text{argmin} (||c_i * T_i - S_i||^2)$,其中 T_i 是 $e_i * x$ 的估计;

[0090] 找到 $F = \operatorname{argmin}(\|c_m * F - h\|^2)$, 其中 h 是当前的 H 片段, 其中 F 表示 $e_m * x$ 的片段的估计;

[0091] 对于每个 i , 找到 T_i 和 F 之间的相位差, 其是偏差 o_i , 使得

[0092] $o_i = \operatorname{argmax}\langle T_i, F \rangle$;

[0093] 对于每个 i , 设定 $T_i = T$, 使得上述信号对齐;

[0094] 如下找到向量 Q_i s.t. $F = Q_i * T_i$:

[0095] $Q_i = \operatorname{argmin}(\|Q_i * T_i - F\|^2 + \|Q_i - Q_i^{\text{old}}\|^2 + \|vQ_i\|^2 + \dots + \|vQ_i\|^2)$;

[0096] 找到和估计佩戴者耳中的听觉噪声信号:

[0097] $R = \operatorname{argmin}(\|Q_1 * T_1 - R\|^2 + \dots + \|Q_1 * T_1 - R\|^2)$;

[0098] 如下找到 Out : $Out = \operatorname{argmin}(\|c_h * Out - R\|^2)$;

[0099] 其中 $x = \operatorname{argmin}(\|Ax - b\|^2)$ (即 $Out = \operatorname{argmin}(\|c_h * Out - R\|^2)$ 可以) 通过求解线性方程组 $A^T Ax = A^T b$ 来计算, 即 $x = (A^T A)^{-1} A^T b$ 。

[0100] 抗噪信号可以被计算为具有与噪声预测信号的幅度相同但是反相 (也称为逆相) 的声波, 噪声预测信号在本文中也称为听觉空间处的当前噪声的估计 (即 Out) 的预测。

[0101] 例如, 现在参考计算预测噪声的示例性函数。为了简便起见, 定义如下:

[0102] 对于 ($i = f, \dots, 100f$), A_i 表示对 Z_i 的离散傅里叶变换 (DFT) 的矩阵;

[0103] $Pred$ 表示在后面 f 样本中 Out 的预测。

[0104] $Pred$ 可以通过使用诸如线性预测算法的预测算法解决预测问题来计算。例如, 下述伪代码可以用于找到 $Pred$

[0105] 找到 $Pred = \operatorname{argmin}(\|A_1(0-0, Pred)\|^2 + \dots + \|A_{100}(0-0, Pred)\|^2)$

[0106] 其中如上所述解决最小化问题。抗噪信号是基于 $Pred$ 计算的, 例如基于 $Pred$ 的信号来产生抗噪声信号 (声波)。

[0107] 可选地, 如 104 处所示, 基于准备由电声换能器 201 播放的诸如音乐轨道的内容信号和抗噪信号来计算被降噪的信号。如 105 处所示, 电声换能器 201 播放被降噪的信号而不是内容信号。例如, 指令电路 208 经由电声换能器 201 来播放被降噪的信号。被降噪的信号可以组合不同的声道, 一个声道包括抗噪信号, 并且另一声道包括内容信号或从抗噪信号和内容信号的混合源发的。替代地, 抗噪信号以与内容信号同步的方式播放。在这样的实施方式中, 抗噪信号必须从位于听觉空间中的支持电声换能器播放。

[0108] 可选地, 在执行图 1 描绘的过程之前, 执行校准过程。例如, 每当耳机与耳机接口 203 连接时和/或当新耳机第一次与耳机接口 203 连接时, 执行校准过程。例如在检测到耳机与耳机接口 203 的连接和/或迭代地和/或当实现过程 100 并且在客户端终端 200 上托管的降噪应用被激活时, 校准过程可以自动地执行。校准过程可以例如响应于用户指令, 例如使用降噪应用的图形用户界面 (GUI) 来手动执行。校准过程估计在发送到耳机的信号和由其播放的信号之间的变换。估计的变换定义向量 c_m, c_h 和/或 c_i 。

[0109] 可选地, 在记录非听觉噪声信号的位置和记录听觉噪声信号的位置之间的距离是已知的。例如, 从头戴式耳机的麦克风 304 记录非听觉噪声信号, 头戴式耳机包括用于记录听觉噪声信号的耳机, 例如如图 3 中描绘的。在这样的实施方式中, 用常数替换用于计算估计的噪声的上述示例性函数中的对应项 $\|Q_i * T_i - R\|^2$ 。

[0110] 在制造集成电路片中使用如上所述的方法。

[0111] 附图中的流程图和框图图示了根据本发明的各种实施方式的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的架构、功能和操作。在这方面，流程图或框图中的每个框可以表示代码的模块、段或部分，其包含用于实现所指定的逻辑函数的一个或多个可执行指令。还应该注意，在一些替代实现中，框中注释的功能可以不按图中注出的顺序发生。例如，根据所涉及的功能，连续示出的两个框实际上可以基本同时执行，或者框有时可以以相反的顺序执行。还将注意，框图和/或流程图的每个框和框图和/或流程图中框的组合可以通过执行指定的功能或作用的基于专用硬件的系统或者专用硬件和计算机指令的组合来实现。

[0112] 已经介绍了本发明的各种实施方式的描述以供说明，但是没有打算排他或局限于所公开的实施方式。在不背离所描述的实施方式的范围和精神的情况下，许多修改和变化对本领域普通技术人员将是显而易见的。本文中使用的术语是选择用于最好地解释实施方式的原理、实际应用或超越市场中已有技术的技术改进，或者使本领域的其他普通技术人员能够了解本文中公开的实施方式。

[0113] 期望在从本申请成熟的专利寿命期间，将开发许多相关的方法和系统，术语耳机、头戴式耳机、客户端终端和处理器的范围意在包括所有这种演绎的新技术。

[0114] 在本文中使用时，术语“约”是指±10%。

[0115] 术语“包含”、“包括”、“具有”及其变化形式是指“包括但不限于”。该术语包括术语“由...组成”和“基本由...组成”。

[0116] 短语“基本由...组成”是指组合物或方法可以包括另外的成分和/或步骤，但是只要另外的成分和/或步骤不显著改变所主张的组合物或方法的基本和新颖特性。

[0117] 在本文中使用时，没有数量指示的单数形式包括复数指称物，除非上下文另有明确指示。例如，术语“化合物”或“至少一种化合物”可以包括多个化合物，包括其混合物。

[0118] 单词“示例性的”在本文中用于指“充当示例、举例或说明”。作为“示例性”描述的任何实施方式不一定被解释为比其他实施方式优选或有利和/或排除纳入其他实施方式的特征。

[0119] 单词“可选地”在本文中用于指“在一些实施方式中提供而在其他实施方式中不提供”。本发明的任何具体实施方式可以包括多个“任选的”特征，除非这样的特征相冲突。

[0120] 在整个本申请中，本发明的各种实施方式可以范围格式介绍。应该理解，以范围格式的描述仅仅是为了方便和简洁，不应该解释为对本发明范围的不可改变的限制。相应地，范围的描述应该被认为已经具体公开了全部可能的子范围以及该范围内的各个数值。例如，描述范围例如从1至6应该被认为已经具体公开了子范围例如从1到3、从1到4、从1到5、从2到4、从2到6、从3到4等等，以及在该范围内的各数字，例如1、2、3、4、5。不管范围的宽度如何，这都适用。

[0121] 每当本文中指出数值范围时，它意味着包括在所指示的范围内任何引用数字(分数或整数)。短语第一指示值和第二指示值“之间的范围”和“从”第一指示值“”第二指示值的“范围”在本文中可互换使用，并且意味着包括第一和第二指示值和其间的所有分数和整数。

[0122] 应当理解，本发明的某些特征，其为了清楚起见在分开的实施方式环境下描述，也可以组合提供成单个实施方式。相反，本发明的各种特征，其为了简便起见，在单个实施方式的环境下描述，也可以分开或以任何适当的子组合或合适的话在任何其他描述的本发明

实施方式中提供。在各种实施方式的环境中描述的某些特征不应被认为是那些实施方式的基本特征,除非实施方式没有那些元素就不生效。

[0123] 虽然本发明已经结合其具体实施方式进行了描述,但显然许多替代、修改和变化对本领域技术人员而言将是显而易见的。因此,打算包涵落在所附权利要求的精神和广义范围内的所有这种替代、修改和变化。

[0124] 本说明书中提到的全部出版物、专利和专利申请以它们的整体在本文中纳入说明书中引为参考,达到好像专门和个别地指出每个单独的出版物、专利或专利申请纳入本文中引为参考那样的相同程度。另外,本申请中任何参考文献的引用或标识不应该解释为承认这样的参考文献可作为本发明的现有技术。至于章节标题使用的程度,它们不应该解释为必然的限制。

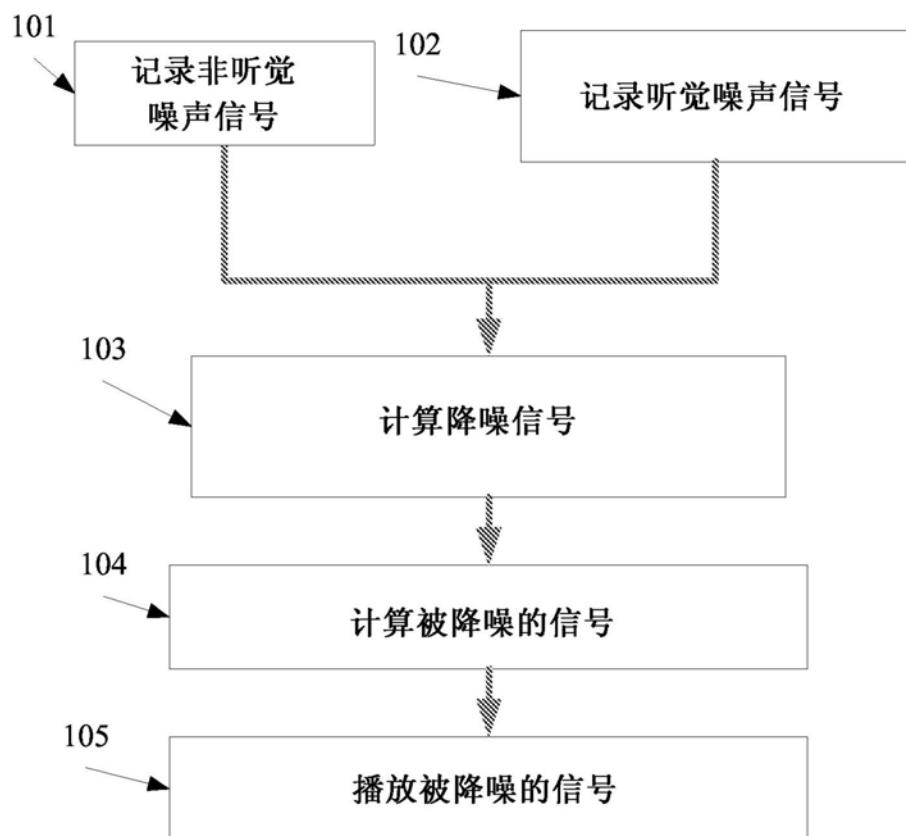


图1

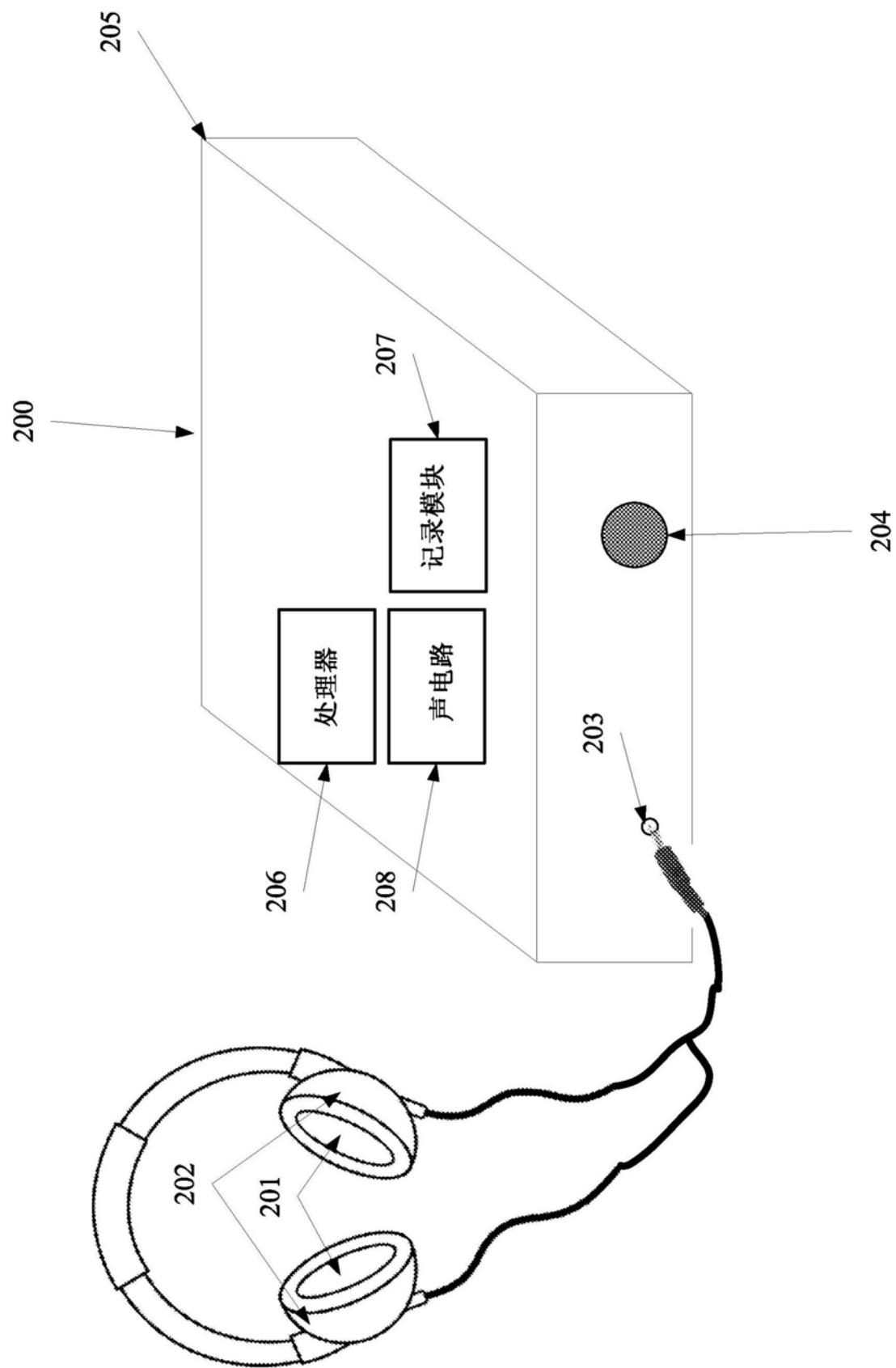


图2

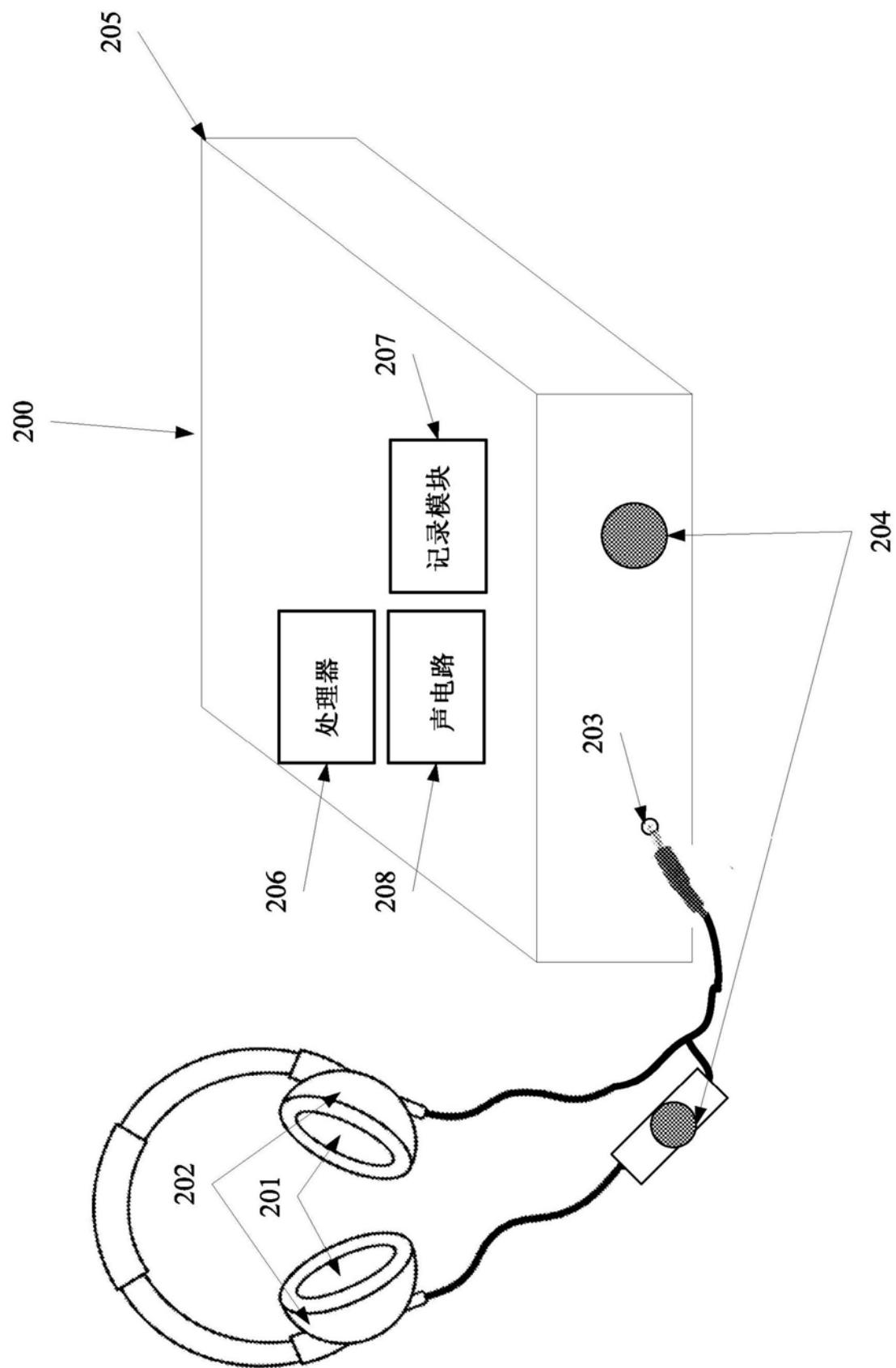


图3

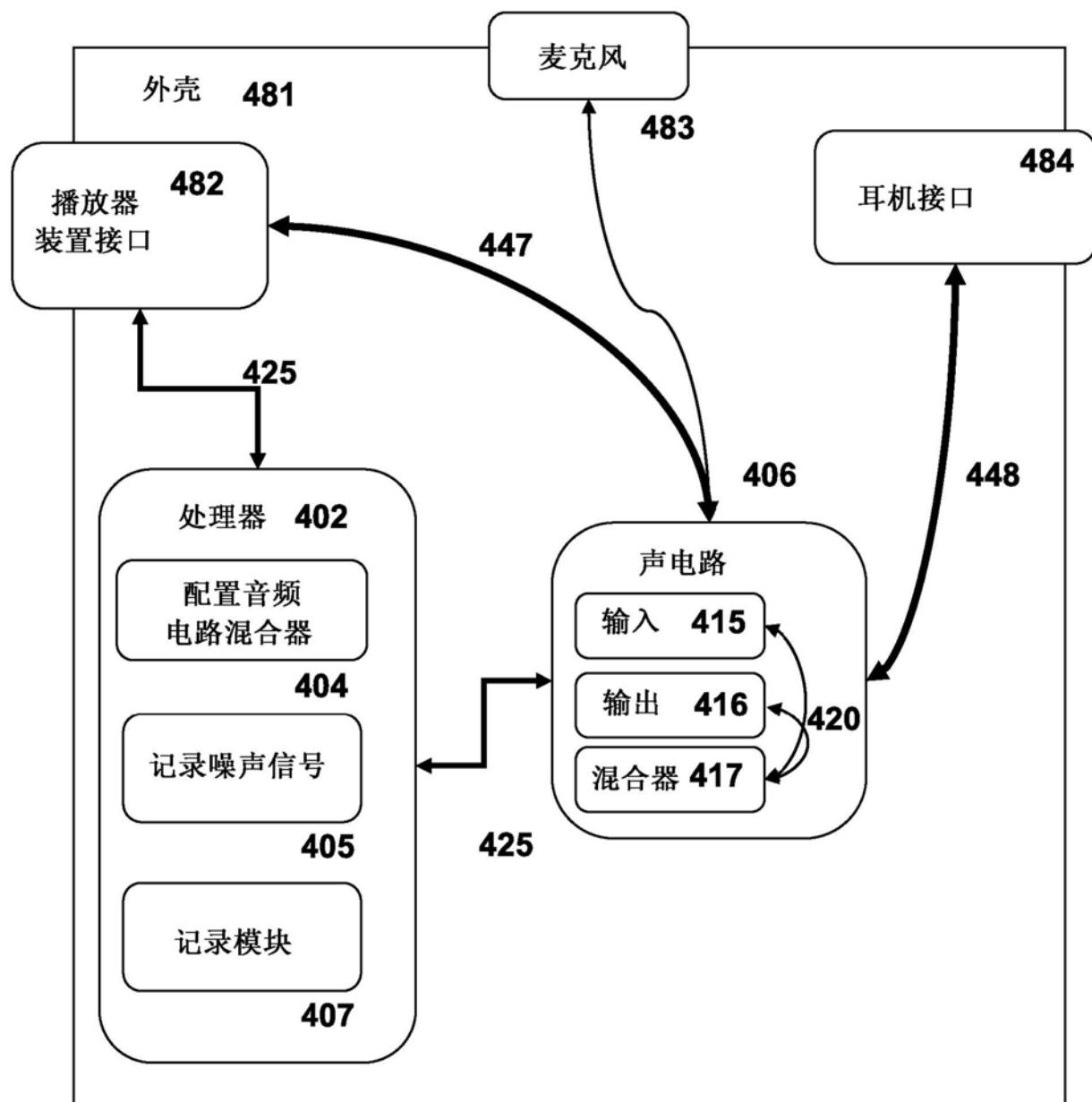


图4