



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113366565 B

(45) 授权公告日 2024.06.11

(21) 申请号 201980090695.8

(22) 申请日 2019.03.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113366565 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.08.02

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/055212 2019.03.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/177845 EN 2020.09.10

(73) 专利权人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 庞立昀 丰斯·阿德里安森
罗曼·施利珀 李松

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
专利代理师 熊永强 李稷芳

(51) Int. Cl.
G10K 11/178 (2006.01)
H04R 1/10 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101480069 A, 2009.07.08

CN 103444208 A, 2013.12.11

CN 105052170 A, 2015.11.11

CN 106792305 A, 2017.05.31

CN 107005757 A, 2017.08.01

CN 1226144 A, 1999.08.18

US 2011293103 A1, 2011.12.01

US 2014126735 A1, 2014.05.08

US 2018021176 A1, 2018.01.25

Roman Schlieper等.《Estimation of the Headphone "Openness" based on Measurements of Pressure Division Ratio, Headphone Selection Criterion and Acoustic Impedance Curve》.《AES 144th Convention》.2018,845-853.

Roman Schlieper等.《Estimation of the Headphone "Openness" based on Measurements of Pressure Division Ratio, Headphone Selection Criterion and Acoustic Impedance Curve》.《AES 144th Convention》.2018,845-853.

审查员 姚黎为

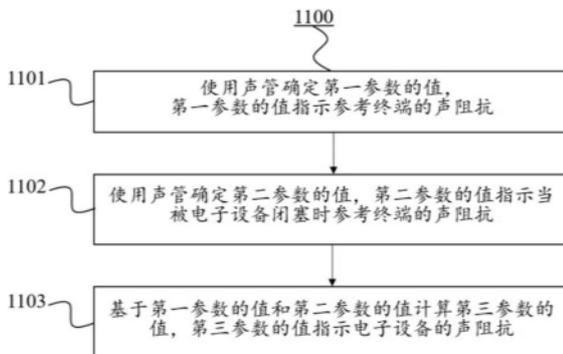
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

用于评估电子设备的声学特性的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种用于评估电子设备的方法。该方法包括：使用声管确定第一参数的值，该第一参数的值指示参考终端的声阻抗。该方法还包括：使用上述声管确定第二参数的值，该第二参数的值指示当被电子设备闭塞时参考终端的声阻抗。然后，该方法包括：基于上述第一参数的值和上述第二参数的值计算第三参数的值，该第三参数的值指示电子设备的声阻抗。



1. 一种用于评估电子设备 (110) 的方法 (1100), 所述方法 (1100) 包括:

使用声管 (100) 确定第一参数的值 (Z_{OE}), 所述第一参数的所述值 (Z_{OE}) 指示参考终端 (101) 的声阻抗;

使用所述声管 (100) 确定第二参数的值 (Z_{OE}^{HP}), 所述第二参数的所述值 (Z_{OE}^{HP}) 指示当被所述电子设备 (110) 闭塞时所述参考终端 (101) 的所述声阻抗; 以及

基于所述第一参数的所述值 (Z_{OE}) 和所述第二参数的所述值 (Z_{OE}^{HP}) 计算第三参数的值 (Z_{HP}), 所述第三参数的所述值 (Z_{HP}) 指示所述电子设备 (110) 的声阻抗;

其中, 所述方法还包括:

基于所述第三参数的所述值 (Z_{HP}) 计算作为闭塞指数 OI 的第四参数的值, 其中, 所述 OI 的所述值表示所述电子设备 (110) 的所述声阻抗相对于闭塞效应的强度;

当所述 OI 的所述值大于阈值时, 基于所述 OI 的所述值选择所述电子设备 (110) 的反馈滤波器 (404) 的频率相关加权因子 K1;

将所述 K1 应用到所述电子设备 (110); 以及

在将所述 K1 应用到所述电子设备之后, 重新计算作为 OI 的所述第四参数的所述值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法 (1100), 其中:

基于所述第一参数的所述值 (Z_{OE}) 和所述第二参数的所述值 (Z_{OE}^{HP}) 之间的比值计算所述第三参数的所述值 (Z_{HP})。

3. 根据权利要求 1 所述的方法 (1100), 其中:

所述参考终端 (101) 是

- 所述声管 (100) 的开口端, 或者

- 人工耳, 或者

- 仿真头。

4. 根据权利要求 1 所述的方法 (1100), 其中:

所述电子设备 (110) 包括:

- 主动降噪 (ANC) 耳机, 或者

- 主动降噪 (ANR) 耳机。

5. 根据权利要求 1 所述的方法 (1100), 其中:

迭代执行选择所述 K1、应用所述 K1、以及重新计算作为 OI 的所述第四参数的所述值, 其中, 进行所述迭代执行直到重新计算的所述 OI 的所述值等于或小于所述阈值。

6. 根据权利要求 1 所述的方法 (1100), 所述方法还包括:

测量外部扬声器 (903) 和附加麦克风 (901) 之间的第一传递函数值 (H_1), 其中, 所述附加麦克风 (901) 置于所述参考终端 (101) 内部, 其中, 通过使用所述外部扬声器 (903) 产生信号并且通过所述附加麦克风 (901) 捕获所述信号来测量所述第一传递函数值 (H_1);

测量所述外部扬声器 (903) 和所述附加麦克风 (901) 之间的第二传递函数值 (H_2), 其中, 通过使用所述外部扬声器 (903) 再现所述信号并且通过所述附加麦克风 (901) 捕获再现的所述信号来测量所述第二传递函数值 (H_2); 以及

基于所述第一传递函数值 (H_1) 和所述第二传递函数值 (H_2) 计算第五参数的值 (H_{iso}), 所

述第五参数的所述值 (H_{iso}) 指示所述电子设备 (110) 的阻尼。

7. 根据权利要求6所述的方法 (1100), 所述方法还包括:

当计算出所述OI的值大于所述阈值时, 基于所述第五参数的所述值 (H_{iso}) 选择所述电子设备 (110) 的前馈滤波器 (804) 的频率相关加权因子K2;

将所述K2应用到所述电子设备 (110); 以及

在将所述K2应用到所述电子设备之后, 重新计算作为OI的所述第四参数的所述值和所述第五参数的所述值 (H_{iso})。

8. 根据权利要求7所述的方法 (1100), 其中:

迭代执行选择所述K2、应用所述K2、以及重新计算作为OI的所述第四参数的所述值和所述第五参数的所述值 (H_{iso}), 其中, 进行所述迭代执行直到重新计算的所述OI的所述值等于或小于所述阈值。

9. 一种用于评估电子设备 (110) 的系统 (1), 所述系统 (1) 包括:

声管 (100), 用于:

确定第一参数的值 (Z_{OE}), 所述第一参数的所述值 (Z_{OE}) 指示参考终端 (101) 的声阻抗; 以及

确定第二参数的值 (Z_{OE}^{Hp}), 所述第二参数的所述值 (Z_{OE}^{Hp}) 指示当被所述电子设备 (110) 闭塞时所述参考终端 (101) 的所述声阻抗; 以及

处理单元 (120), 用于基于所述第一参数的所述值 (Z_{OE}) 和所述第二参数的所述值 (Z_{OE}^{Hp}) 计算第三参数的值 (Z_{HP}), 所述第三参数的所述值 (Z_{HP}) 指示所述电子设备 (110) 的声阻抗;

其中, 所述处理单元 (120) 还用于:

基于所述第三参数的所述值 (Z_{HP}) 计算作为闭塞指数OI的第四参数的值, 其中, 所述OI的所述值表示所述电子设备 (110) 的所述声阻抗相对于闭塞效应的强度;

当所述OI的所述值大于阈值时, 基于所述OI的所述值选择所述电子设备 (110) 的反馈滤波器 (404) 的频率相关加权因子K1;

将所述K1应用到所述电子设备 (110); 以及

在将所述K1应用到所述电子设备之后, 重新计算作为OI的所述第四参数的所述值。

10. 根据权利要求9所述的系统 (1), 还包括电子设备 (110), 其中, 所述电子设备 (110) 包括:

至少一个扬声器 (403), 用于生成信号,

至少一个麦克风 (401, 801), 用于捕获从所述扬声器 (403) 生成的所述信号, 以及主动降噪 (ANC) 电路 (402) 和/或主动降噪 (ANR) 电路 (402), 用于生成噪声消除信号。

11. 根据权利要求9所述的系统 (1), 其中:

所述声管 (100) 具有全音频带频率范围。

12. 根据权利要求9至11中任一项所述的系统 (1), 还包括:

外部扬声器 (903), 用于生成信号;

附加麦克风 (901), 用于捕获生成的所述信号, 其中, 所述附加麦克风 (901) 置于所述声管 (100) 内部并且距所述声管的端部预定距离; 以及

阻尼测量电路 (904), 用于测量所述外部扬声器 (903) 和所述附加麦克风 (901) 之间的

第一传递函数值 (H_1) 和/或第二传递函数值 (H_2) ;

其中,通过使用所述外部扬声器 (903) 产生信号并且通过所述附加麦克风 (901) 捕获所述信号来测量所述第一传递函数值 (H_1), 通过使用所述外部扬声器 (903) 再现所述信号并且通过所述附加麦克风 (901) 捕获再现的所述信号来测量所述第二传递函数值 (H_2) 。

13. 根据权利要求12所述的系统 (1), 其中:

所述附加麦克风 (901) 与所述声管 (100) 的所述端部之间的所述预定距离小于5厘米。

用于评估电子设备的声学特性的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明一般涉及耳机领域。特别地,本发明涉及ANR/ANC耳机的配置和质量控制领域。在本技术领域,本发明提出了用于评估ANR/ANC耳机的方法。例如,可以确定ANR/ANC耳机的质量。本发明还提出了包括用于评估和配置ANR/ANC耳机的声阻抗管的系统。

背景技术

[0002] 用户经常在城市和公共环境中佩戴耳机,在这些环境中,高水平噪声困扰着用户。因此,优选声学封闭式耳机以尽可能地衰减外界噪声,并且由于声学封闭式耳机的信噪比更好而实现良好的音频再现质量。封闭式耳机,特别是密封耳道的“耳内”(入耳式)和“耳甲内”(耳塞)耳机,很可能会增加从耳道内部到外部的声阻抗。随着声阻抗的增加,耳道内低频的声压级也会增加。在自生的声音(例如,说话、摩擦、以及嗡嗡声噪声)的情况下,感知的声音听起来被不自然地放大,并且降低了听和/或说时的舒适性。这种效应通常描述为闭塞效应(occlusion effect)。图12通过比较耳道内测量的两个声压级谱示出了这种效应。虚线曲线1202示出了未闭塞的开放的耳朵的声压。实线曲线1201示出了同一对象佩戴罩耳式(包耳式)耳机时耳道内的声压级。从图12可以看出声压级在60赫兹(Hz)到400赫兹的频率范围内有所增加。

[0003] 通常,为了抵消闭塞效应,可以使用两种常见的方法。抵消闭塞效应的一种传统方法是使用小导管,小导管将耳道内部连接到用户的环境(即,被动解决方案)。另一种传统方法是使用耳机,在耳杯(ear cup)的内部和外部具有一个或多个麦克风以及电子电路,以主动抵消增加的声压级。这种方法称为主动降噪(active noise cancellation,ANC)或主动降噪(active noise reduction,ANR)。

[0004] 通常,存在以下三种不同的ANR/ANC算法:

[0005] a) 前馈主动噪声消除(在该方法中,参考麦克风在耳杯外):麦克风在人听到之前捕获噪声,然后,ANC处理噪声并在将得到的信号发送到耳机扬声器之前产生抗噪声(anti-noise)。这种方法的缺点是作用的频率范围较窄。

[0006] b) 反馈主动噪声消除(在该方法中,参考麦克风在耳杯内):麦克风置于耳杯内和扬声器的前面,因此该麦克风以与听者相同的方式捕获得到的信号。然而,该方法的缺点是不能处理频率较高的声音。

[0007] c) 混合主动噪声消除(在该方法中,一对参考麦克风分别位于耳杯内和耳杯外):这是一种混合方法,该方法兼顾了上述两种方法的优点,即,通过在耳杯内外放置一对麦克风,将前馈ANC和反馈ANC结合起来。

[0008] 提出了许多关于ANC/ANR耳机滤波器的配置和减小闭塞效应的解决方法,然而,这些方法费时,并且很难在耳道内精确重定位麦克风。

发明内容

[0009] 鉴于上述问题和缺点,本发明旨在改进上述传统设备和方法。因此,尤其旨在提供

用于改进电子设备的评估(例如,配置、校准等)的系统和方法。上述方法和系统将适用于ANR/ANC耳机的配置(用于反馈ANR/ANC或混合ANR/ANC系统)。此外,与传统方法(在测量期间,在需要说话的测试人员的耳道中使用微型麦克风)相比,本发明的方法和系统不限于测试者的激励带宽(excitation bandwidth)。此外,测量结果将是可重复的(例如,高度可重复的)。此外,ANR/ANC系统的配置过程将更快,并且关于闭塞减少的得到的精确度的质量将提高。

[0010] 本发明的目的通过所附独立权利要求中提供的解决方案实现。本发明的有利实施方式在从属权利要求中进一步定义。

[0011] 本发明的第一方面提供了一种用于评估电子设备的方法,该方法包括:使用声管确定第一参数的值,该第一参数的值指示参考终端的声阻抗;使用上述声管确定第二参数的值,该第二参数的值指示当被上述电子设备闭塞时上述参考终端的声阻抗;基于上述第一参数的值和第二参数的值计算第三参数的值,该第三参数的值指示上述电子设备的声阻抗。

[0012] 例如,电子设备可以是听力设备(例如,耳机)。此外,耳机可以包括ANR系统、ANC系统、或混合ANR/ANC系统(下文也称为ANR/ANC电路)。在一些实施例中,可以确定ANR/ANC耳机的声阻抗,并且可以配置耳机。例如,可以基于耳机的声阻抗的测量结果来提供ANR/ANC系统的配置(例如,用于ANR/ANC或混合ANR/ANC系统的反馈滤波器)。

[0013] 本发明的第一方面的优点是但不限于测试者的激励带宽,并且测量结果是高度可重复的。此外,ANR/ANC系统的配置过程可以比传统更快(例如,快得多),并且关于闭塞减少的得到的精确度的质量更高。

[0014] 在第一方面的实施方式中,基于上述第一参数的值与上述第二参数的值之间的比值计算第三参数的值。

[0015] 在第一方面的其他实施方式中,上述方法还包括:基于上述第三参数的值计算作为闭塞指数(occlusion index,OI)的第四参数的值,其中,OI的值表示电子设备的声阻抗相对于闭塞效应的强度。

[0016] 因为可以提供ANR/ANC耳机的反馈滤波器的配置,该配置可以自动最优地减小闭塞效应,所以这是有益的。

[0017] 在第一方面的其他实施方式中,上述参考终端是:

[0018] • 上述管的开口端,或者

[0019] • 人工耳,或者

[0020] • 仿真头。

[0021] 在第一方面的其他实施方式中,上述电子设备包括:

[0022] • 主动降噪(ANC)耳机,或者

[0023] • 主动降噪(ANR)耳机。

[0024] 例如,可以例如在可产生更精确的测量结果的开发过程中减少ANR/ANC滤波器的评估时间。

[0025] 在第一方面的其他实施方式中,上述方法还包括:当上述OI的值大于阈值时,基于该OI的值为电子设备的反馈滤波器选择频率相关加权因子K1;将K1应用到电子设备;在将K1应用到电子设备之后,重新计算作为OI的第四参数的值。

[0026] 因为可以确定可再现的宽带测量结果,这可以使开发循环更快并且对于不同对象具有更好的结果,所以这是有益的。

[0027] 在第一方面的其他实施方式中,迭代执行选择K1、应用K1、以及重新计算作为OI的第四参数的值,其中,进行上述迭代执行直到重新计算的OI的值等于或小于阈值。

[0028] 例如,在一些实施例中,可以提供可再现的结果,这可以使开发循环更快并且对于不同对象具有更好的结果。此外,在一些实施例中,该方法可以用于不同的耳机。

[0029] 在第一方面的其他实施方式中,上述方法还包括:测量外部扬声器和附加麦克风之间的第一传递函数值,其中,附加麦克风置于上述参考终端内部;测量外部扬声器和附加麦克风之间的第二传递函数值;基于上述第一传递函数值和上述第二传递函数值计算第五参数的值,该第五参数的值指示上述电子设备的阻尼。

[0030] 在第一方面的其他实施方式中,上述方法还包括:当计算出上述OI的值大于阈值时,基于第五参数的值选择电子设备的前馈滤波器的频率相关加权因子K2;将K2应用到电子设备;在将K2应用到电子设备之后,重新计算作为OI的第四参数的值和第五参数的值。

[0031] 因为可以配置前馈滤波器,所以这是有益的。

[0032] 在第一方面的其他实施方式中,迭代执行选择K2、应用K2、以及重新计算作为OI的第四参数的值和第五参数的值,其中,进行上述迭代执行直到重新计算的OI的值等于或小于阈值。

[0033] 在第一方面的其他实施方式中,通过使用外部扬声器产生信号并且通过附加麦克风捕获该信号来测量第一传递函数值。

[0034] 在第一方面的其他实施方式中,通过使用外部扬声器再现信号并且通过附加麦克风捕获再现的信号来测量第二传递函数值。

[0035] 本发明的第二方面提供了一种用于评估电子设备的系统,该系统包括:声管,用于确定第一参数的值,该第一参数的值指示参考终端的声阻抗;还用于确定第二参数的值,该第二参数的值指示当被电子设备闭塞时上述参考终端的声阻抗;以及处理单元,用于基于第一参数的值和第二参数的值计算第三参数的值,该第三参数的值指示电子设备的声阻抗。

[0036] 在第二方面的实施方式中,上述系统还包括电子设备,其中,该电子设备包括用于生成信号的至少一个扬声器、用于捕获从上述扬声器生成的信号的至少一个麦克风、以及用于生成噪声消除信号的主动降噪(ANC)电路和/或主动降噪(ANR)电路。

[0037] 因为可以配置主动降噪耳机,所以这是有益的。

[0038] 在第二方面的其他实施方式中,上述声管具有全音频带频率范围。

[0039] 例如,在一些实施例中,可以使用全音频带宽或特定频率范围(例如,20赫兹至20千赫兹(kHz))。

[0040] 在第二方面的其他实施方式中,上述系统还包括:用于生成信号的外部扬声器;用于捕获生成的信号的附加麦克风,其中,该附加麦克风置于声管内部并且距声管的端部预定距离;用于测量第一传递函数值和/或第二传递函数值的阻尼测量电路。

[0041] 在第二方面的其他实施方式中,上述附加麦克风与上述声管的端部之间的预定距离小于5厘米。

[0042] 在第二方面的其他实施方式中,基于上述第一参数的值与上述第二参数的值之间

的比值计算第三参数的值。

[0043] 在第二方面的其他实施方式中,上述系统还用于:基于上述第三参数的值计算作为闭塞指数(OI)的第四参数的值,其中,OI的值表示电子设备的声阻抗相对于闭塞效应的强度。

[0044] 在第二方面的其他实施方式中,上述参考终端是:

[0045] • 上述声管的开口端,或者

[0046] • 人工耳,或者

[0047] • 仿真头。

[0048] 在第二方面的其他实施方式中,上述电子设备包括:

[0049] • 主动降噪(ANC)耳机,或者

[0050] • 主动降噪(ANR)耳机。

[0051] 在第二方面的其他实施方式中,上述系统还用于:当上述OI的值大于阈值时,基于该OI的值选择电子设备的反馈滤波器的频率相关加权因子K1;将K1应用到电子设备;在将K1应用到电子设备之后,重新计算作为OI的第四参数的值。

[0052] 在第二方面的其他实施方式中,迭代执行选择K1、应用K1、以及重新计算作为OI的第四参数的值,其中,进行上述迭代执行直到重新计算的OI的值等于或小于阈值。

[0053] 在第二方面的其他实施方式中,上述系统还用于:测量外部扬声器和附加麦克风之间的第一传递函数值,其中,附加麦克风置于上述参考终端内部;测量外部扬声器和附加麦克风之间的第二传递函数值;基于上述第一传递函数值和上述第二传递函数值计算第五参数的值,该第五参数的值指示上述电子设备的阻尼。

[0054] 在第二方面的其他实施方式中,上述系统还用于:当计算出上述OI的值大于阈值时,基于第五参数的值选择电子设备的前馈滤波器的频率相关加权因子K2;将K2应用到电子设备;在将K2应用到电子设备之后,重新计算作为OI的第四参数的值和第五参数的值。

[0055] 在第二方面的其他实施方式中,迭代执行选择K2、应用K2、以及重新计算作为OI的第四参数的值和第五参数的值,其中,进行上述迭代执行直到重新计算的OI的值等于或小于阈值。

[0056] 在第二方面的其他实施方式中,通过使用外部扬声器产生信号并且通过附加麦克风捕获该信号来测量第一传递函数值。

[0057] 在第二方面的其他实施方式中,通过使用外部扬声器再现信号并且通过附加麦克风捕获再现的信号来测量第二传递函数值。

[0058] 第二方面的系统及其实施方式实现了与上文针对第一方面的方法所述的相同的优点和效果。

[0059] 应注意,本申请中描述的所有设备、元件、单元、以及装置可以在软件或硬件元件或其任何类型的组合中实现。由本申请中描述的各种实体执行的所有步骤以及描述的由各种实体执行的功能旨在表示相应的实体适于用于执行相应的步骤或功能。即使在以下对特定实施例的描述中,外部实体要执行的特定功能或步骤没有反映在执行该特定步骤或功能的实体的特定具体元件的描述中,对于技术人员也应该清楚,这些方法和功能可以在相应的软件或硬件元件或其任何类型的组合中实现。

附图说明

[0060] 本发明的上述方面和实施方式将在下文结合附图对具体实施例的描述中进行阐述,在附图中:

[0061] 图1示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于评估电子设备的系统。

[0062] 图2示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于评估耳机的系统。

[0063] 图3示意性地示出了根据本发明的各种实施例的不具有任何ANR/ANC系统的三个不同耳机的确定的耳机阻抗。

[0064] 图4示出了根据本发明的各种实施例的ANR/ANC耳机的一侧的示例性方案。

[0065] 图5示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于基于计算 OI 和将 K_1 应用到反馈滤波器来评估ANR/ANC耳机的过程的流程图。

[0066] 图6示出了根据本发明的各种实施例的包括声阻抗管和具有ANR/ANC系统的耳机的系统的示例性方案。

[0067] 图7示意性地示出了根据本发明的各种实施例的示例性声阻抗管。

[0068] 图8示出了根据本发明的各种实施例的包括反馈麦克风路径和前馈麦克风路径的ANR/ANC耳机的示例性方案。

[0069] 图9示出了根据本发明的各种实施例的用于评估ANR/ANC耳机的包括附加麦克风和外部扬声器的系统的示例性方案。

[0070] 图10示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于基于计算 OI 、将 K_1 应用到反馈滤波器、以及将 K_2 应用到前馈滤波器来评估ANR/ANC耳机的过程的流程图。

[0071] 图11示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于评估电子设备的方法。

[0072] 图12通过比较根据现有技术的在耳道内测量的两个声压级谱示出了闭塞效应。

具体实施方式

[0073] 图1示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于评估电子设备110的系统1。

[0074] 系统1包括声管100,声管100用于:确定第一参数的值 Z_{OE} ,该第一参数的值 Z_{OE} 指示参考终端101的声阻抗;确定第二参数的值 Z_{OE}^{HP} ,该第二参数的值 Z_{OE}^{HP} 指示当被电子设备110闭塞时参考终端101的声阻抗。

[0075] 系统1还包括处理单元120,处理单元120用于基于第一参数的值 Z_{OE} 和第二参数的值 Z_{OE}^{HP} 来计算第三参数的值 Z_{HP} ,该第三参数的值 Z_{HP} 指示电子设备110的声阻抗。

[0076] 例如,电子设备110可以是ANR/ANC耳机110。此外,可以确定ANR/ANC耳机110的声阻抗。此外,在一些实施例中,可以配置ANR/ANC耳机的反馈滤波器和/或前馈滤波器。此外,可以对ANR/ANC耳机110进行评估、校准等。

[0077] 图2示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于评估耳机的系统1。

[0078] 可以用定制的声阻抗管测量耳机的声阻抗,该声阻抗管可以基于ISO-10534-2。可以将测量管设计并制造为使得该测量管适合人耳道的几何形状,例如,管的内径可以约为8毫米,并且频率范围至少在60赫兹至2千赫兹之间。可以通过两次测量来确定耳机的声阻抗。首先,需要测量参考终端的声阻抗 Z_{OE} (即,第一参数的值)(例如,测量配置201中的系统1)。参考终端可以是“开口”管或仿真头的人工耳。此外,如果使用人工耳(例如,这可能实现

更好的结果),应注意,需要确保测量管的内径与人工耳的内径对应。然后,需要测量被耳机闭塞的参考终端的声阻抗 Z_{OE}^{HP} (即,第二参数的值)(例如,测量配置202中的系统1)。耳机阻抗 Z_{HP} (即,第三参数的值)可以定义为 Z_{OE}^{HP} 到 Z_{OE} 的标准化(normalization),如下所示:

$$[0079] \quad Z_{HP} = \frac{|Z_{OE}^{HP}|}{|Z_{OE}|}, \quad (1)$$

[0080] 上述耳机阻抗将耳机的影响示为对参考阻抗的偏差。理想的开放式耳机可以在所有频率区间都有等于0分贝的 Z_{HP} 。

[0081] 图3示出了根据本发明的各种实施例的不具有ANR/ANC系统的三个不同耳机的确定的耳机阻抗。

[0082] 在100赫兹和10000赫兹之间的频率范围内,确定封闭的头戴式耳机301、开放式耳机302、以及封闭的入耳式耳机303的耳机阻抗。

[0083] 在一些实施例中,可以确定闭塞指数(OI),并且OI还可以用于通过单个值表示声阻抗关于闭塞效应的强度。例如,可以如下计算OI(即,第四参数的值):

$$[0084] \quad OI = 20 \log_{10} \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=f_1}^{f_u} (Z_{HP}(i)-1)^2}{N}} + 1 \right) \text{ 单位为分贝}, \quad (2)$$

[0085] 其中,N是频率下限 f_1 与频率上限 f_u 之间的频率区间的数量。在一些实施例中, f_1 可以在20赫兹与100赫兹之间, f_u 可以在800赫兹与2000赫兹之间。N可以取决于频率分辨率(Δf),N可以计算为 $(f_u - f_1) / \Delta f + 1$ 。例如,如果 f_1 等于60赫兹, f_u 等于1000赫兹,并且 Δf 为1赫兹,则N等于 $(1000\text{Hz} - 60\text{Hz}) / 1 \text{ Hz} + 1 = 941$ 。频率限值可以基于声阻抗管的频率下限和频率上限,频率上限可以高达2千赫兹。通常,闭塞效应在低频中最明显,并且随着频率的增加而减小,这取决于耳机的设计。对于耳罩式(头戴式)耳机(例如,如图12所示),闭塞效应主要在400赫兹以下。此外,对于入耳式耳机,闭塞效应可以扩展至2千赫兹。

[0086] 在一些实施例中,可以使用声阻抗管,并且可以确定和/或计算不同的参数(例如, Z_{HP} 、OI),以迭代地配置耳机的ANR/ANC系统。

[0087] 在一些实施例中,可以例如通过使用声阻抗管来执行用于确定和/或减小闭塞效应的可重复测量,并且可以对ANR/ANC耳机进行配置、评估等。

[0088] 图4示出了根据本发明的各种实施例的ANR/ANC耳机110的一侧的示例性方法。

[0089] 示出了典型ANR/ANC耳机110的一侧的示例,ANR/ANC耳机110的一侧由麦克风401、ANR/ANC电路402、以及扬声器403组成。麦克风401捕获用户生成的声音,ANR/ANC电路402包含具有频率相关加权的ANR/ANC控制器 K_1 ,以生成由扬声器403回放的消除信号。 K_1 是反馈滤波器404的频率相关增益因子。

[0090] 在使用声阻抗管100的ANR/ANC系统1的设计过程中,可以设置该增益因子(例如,将该增益因子非常精确地设置为正确的值),这可以更好地减小闭塞效应并且实现最佳的降噪属性。此外,在一些实施例中,可以通过迭代过程来配置(例如,选择、调整等) K_1 。

[0091] 图5示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于基于计算OI和将 K_1 应用到反馈滤波器来评估ANR/ANC耳机110的过程500的流程图。

[0092] 此外,可以执行以下步骤:

- [0093] • 步骤501:测量作为参考终端的声阻抗管上的 Z_{OE} 。
- [0094] • 步骤502:测量声阻抗管与ANR/ANC系统的 Z_{OE}^{HP} 。应注意,在开始时,反馈环路增益(K_1)为零。
- [0095] • 步骤503:计算 $|Z_{OE}^{HP}|$ 和 $|Z_{OE}|$ 之间的比值作为 Z_{HP} ,并且还基于该 Z_{HP} 计算OI。OI是评估ANR/ANC系统1的性能的标准。如果OI等于或接近于零、或低于制造商定义的阈值,则测量完成(例如,耳机被校准),则无需转到步骤504和步骤505。
- [0096] • 步骤504:选择用于ANR/ANC控制器 K_1 的频率相关加权因子。例如,如果 Z_{HP} 在100赫兹下升高了10分贝,则在该频率下需要的反馈环路深度(feedback loop desensitivity)为10分贝。
- [0097] • 步骤505:将 K_1 应用到ANR/ANC电路402并返回到步骤502。
- [0098] 图6示出了根据本发明的各种实施例的系统1的示例性方案,系统1包括声阻抗管100和具有ANR/ANC电路402的耳机110。此外,图7示意性地示出了根据本发明的各种实施例的示例性声阻抗管100。
- [0099] 此外,系统1(例如,测量设置)和/或声阻抗管100可以具有以下配置:
- [0100] • 声阻抗管100可以基于ISO-150534-2。
- [0101] • 麦克风的数量和不同麦克风之间的距离可以基于需要的频率范围来选择。
- [0102] • 例如,相距28厘米的两个麦克风可以实现60赫兹-600赫兹之间的测量范围。
- [0103] • 管的端部与第一个(最接近管的端部的)麦克风的位置之间的距离应不大于5厘米(例如,可以小于2厘米)。
- [0104] • 为了实现更宽的频率范围,可能需要2个以上的麦克风位置(例如,图7中示出了4个麦克风位置)。
- [0105] 在一些实施例中,可以通过包括声阻抗管100的系统1和/或上述方法来配置反馈滤波器404和/或前馈(透听(hear-through))滤波器804。此外,可以使用附加的透听滤波器和外部扬声器903。
- [0106] 在一些实施例中,可以提供与反馈路径组合的前馈路径,例如,以确保具有最优的闭塞减小的自然的透听感觉。自然的透听意味着环境噪音和用户说话时自己的声音是自然感知的(就像不使用耳机一样)。此外,为了确保自然的感知,不仅要减小/消除闭塞效应,还需要补偿耳机在高频中的被动衰减/阻尼。
- [0107] 图8示出了根据本发明的各种实施例的包括反馈麦克风路径和前馈麦克风路径的ANR/ANC耳机110的示例性方案。
- [0108] 图8示出了具有反馈麦克风401路径和前馈麦克风801路径的耳机110。两个麦克风路径都连接到ANR/ANC电路402,并且分别具有不同的频率相关加权函数 K_1 、 K_2 。此外,可以调整 K_2 (前馈滤波器804的频率相关增益因子),并且还可以例如通过迭代更新 K_1 和 K_2 的值来一起调整 K_1 和 K_2 ,以便找到环境响应和闭塞效应的最佳平衡。因此,耳机可以置于声阻抗管100上,并且附加扬声器(扬声器2 903)置于与耳机相距大约1米的位置(例如,在图9中)。
- [0109] 图9示出了根据本发明的各种实施例的系统1的示例性方案,系统1包括用于评估ANR/ANC耳机110的附加麦克风901和外部扬声器903。
- [0110] 此外,可以使用声阻抗管100内部的附加麦克风901(最接近管的端部的麦克风,麦

克风3)并且可以测量耳机的频率相关阻尼。因此,外部扬声器903(扬声器2)和附加麦克风901(麦克风3)连接到框“耳机阻尼测量”904。为了测量耳机阻尼,测量信号经由外部扬声器903(即,扬声器2)再现并且由附加麦克风901(麦克风3)获取,用于被耳机覆盖或未被耳机覆盖的阻抗管。此外,信号(覆盖/未覆盖)之间的比值可以是耳机100的频率相关阻尼因子。此外,可以补偿耳机110在1千赫兹至2千赫兹以上的高频部分中的阻尼。例如,可以在两种操作模式下执行测量:第一操作模式可以如上所述(例如,参见图5和/或图6)地测量耳机110的声阻抗。第二操作模式可以如图9所示地使用外部扬声器903(扬声器2)和附加麦克风903(麦克风3)测量耳机阻尼。

[0111] 此外,可以例如使用图9中的系统和/或图10中的过程1000来配置反馈路径和前馈路径。

[0112] 图10示意性地示出了根据本发明的各种实施例的用于基于计算OI、将 K_1 应用到反馈滤波器、以及将 K_2 应用到前馈滤波器来评估ANR/ANC耳机110的过程1000的流程图。

[0113] 此外,可以执行以下步骤:

[0114] • 步骤1001:在不使用耳机作为透听参考的情况下,测量扬声器2(外部扬声器903)和麦克风3(附加麦克风901)之间的传递函数(H_1)

[0115] • 步骤1002:使用声阻抗管100作为参考终端来测量 Z_{OE} 。

[0116] • 步骤1003:使用声阻抗管100与ANR/ANC系统(ANR/ANC耳机110)来测量 Z_{OE}^{HP} 。应注意,在开始时,反馈环路增益和前馈环路增益(K_1 和 K_2)为零。

[0117] • 步骤1004:计算 $|Z_{OE}^{HP}|$ 和 $|Z_{OE}|$ 之间的比值作为 Z_{HP} ,并且还基于该 Z_{HP} 计算OI。OI是评估ANR/ANC系统的性能的标准。如果OI等于或接近于零、或低于制造商定义的阈值,则测量完成,无需转到步骤1005至步骤1009。

[0118] • 步骤1005:选择反馈滤波器 K_1 404的频率相关加权因子。例如,如果 Z_{HP} 在100赫兹下升高了10分贝,则在该频率下需要的反馈环路深度为10分贝。

[0119] • 步骤1006:在通过耳机110的情况下,测量扬声器2(外部扬声器903)和麦克风3(附加麦克风901)之间的传递函数(H_2)。

[0120] • 步骤1007:计算耳机的阻尼(隔离曲线) $H_{iso} = |H_2|/|H_1|$ 。

[0121] • 步骤1008:配置前馈环路增益 K_2 以减小高频中的耳机阻尼,并确保自然的自身语音感知。例如,如果 H_{iso} 在3千赫兹下降低了4分贝,则大致上将前馈路径增加3分贝增益。

[0122] • 步骤1009:将 K_1 和 K_2 应用到ANR/ANC电路并返回到步骤1003。

[0123] 图11示出了根据本发明实施例的用于评估电子设备110的方法1100。方法1100可以由如上所述的系统1执行。

[0124] 方法1100包括步骤1101:使用声管确定第一参数的值 Z_{OE} ,第一参数的值 Z_{OE} 指示参考终端101的声阻抗。

[0125] 方法1100还包括步骤1102:使用声管确定第二参数的值 Z_{OE}^{HP} ,第二参数的值 Z_{OE}^{HP} 指示当被电子设备110闭塞时参考终端101的声阻抗。

[0126] 方法1100还包括步骤1103:基于上述第一参数的值 Z_{OE} 和上述第二参数的值 Z_{OE}^{HP} 计算第三参数的值 Z_{HP} ,第三参数的值 Z_{HP} 指示电子设备110的声阻抗。

[0127] 本发明已经结合作为示例的各种实施例以及实施方式进行了描述。然而,本领域技术人员和实践所要求保护的发明的人员可以通过研究附图、本公开、以及独立权利要求来理解和进行其他变型。在权利要求和说明书中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个元件或其他单元可以实现权利要求中描述的若干实体或项目的功能。在相互不同的从属权利要求中描述某些措施并不表明这些措施的组合不能用于有利的实施方式。

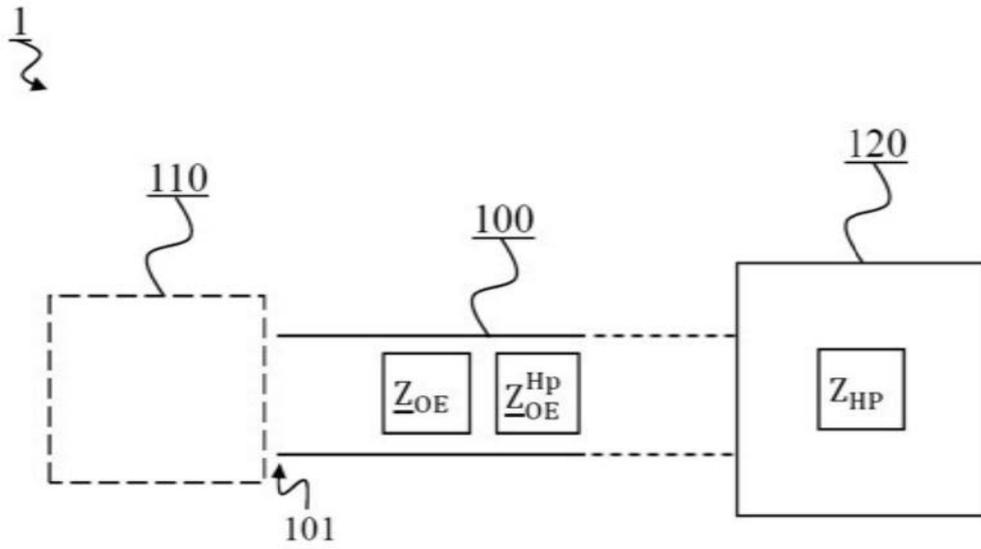


图1

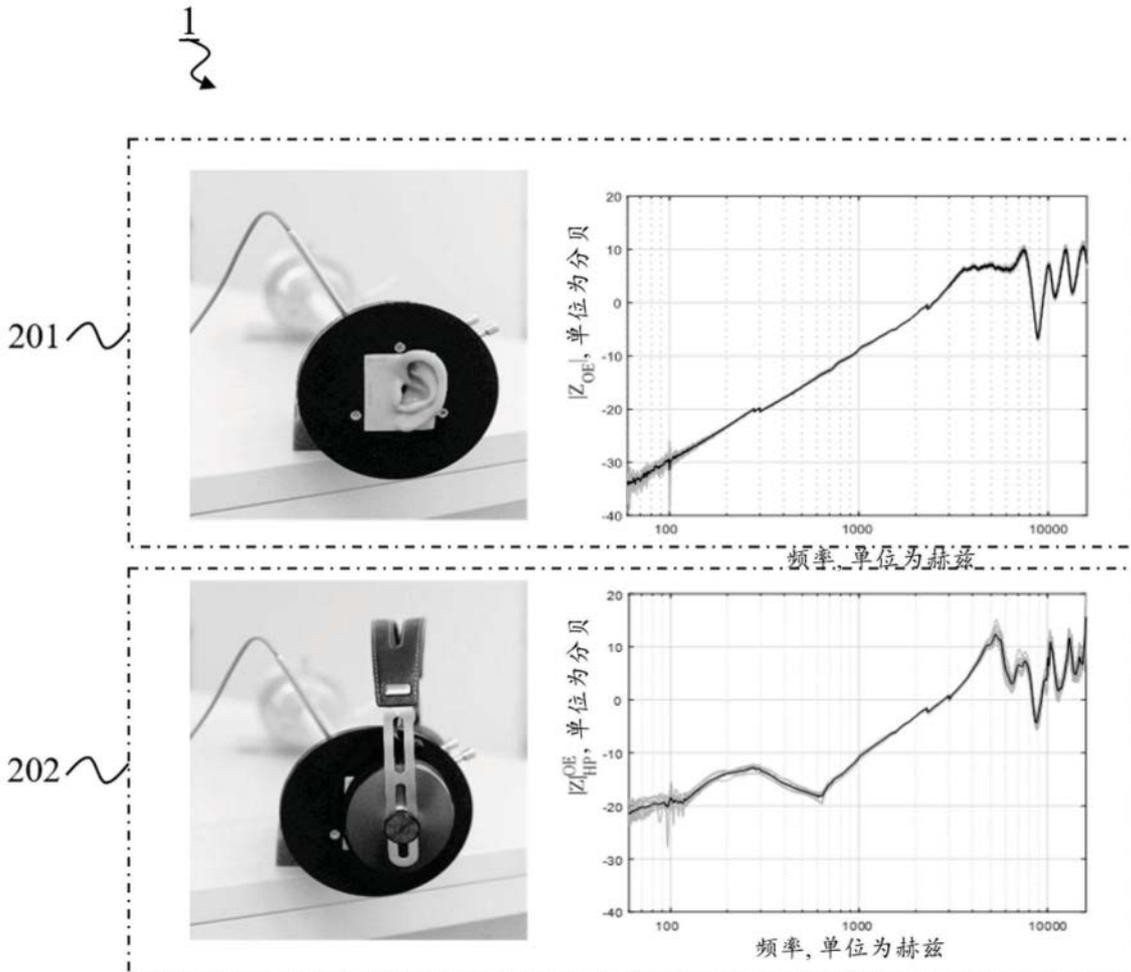


图2

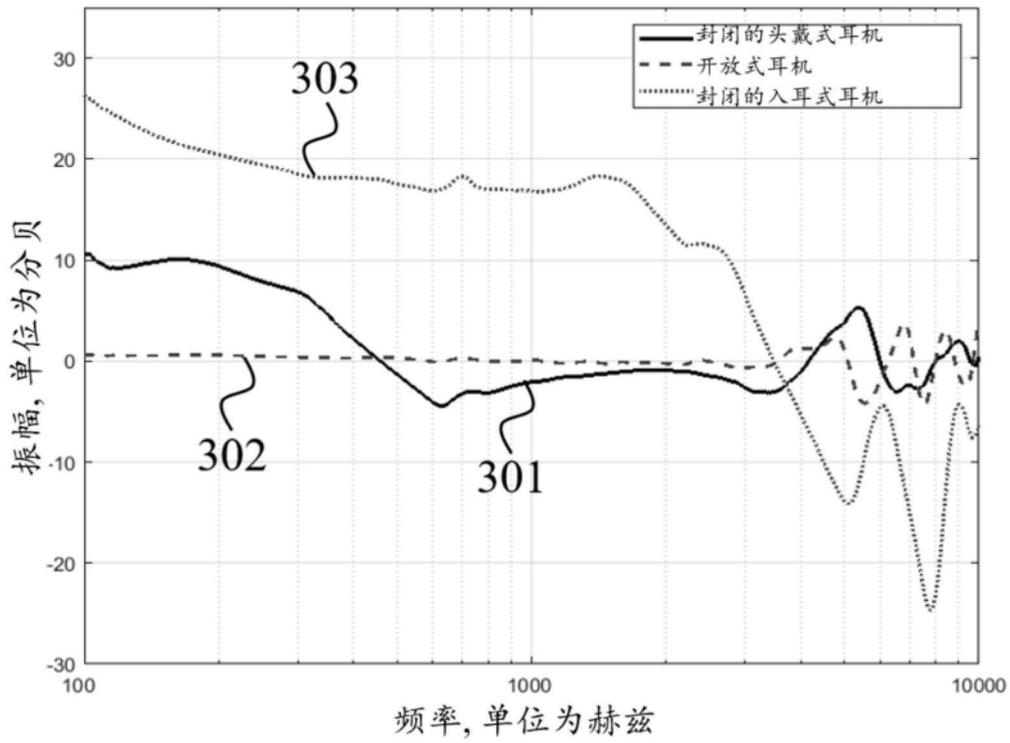


图3

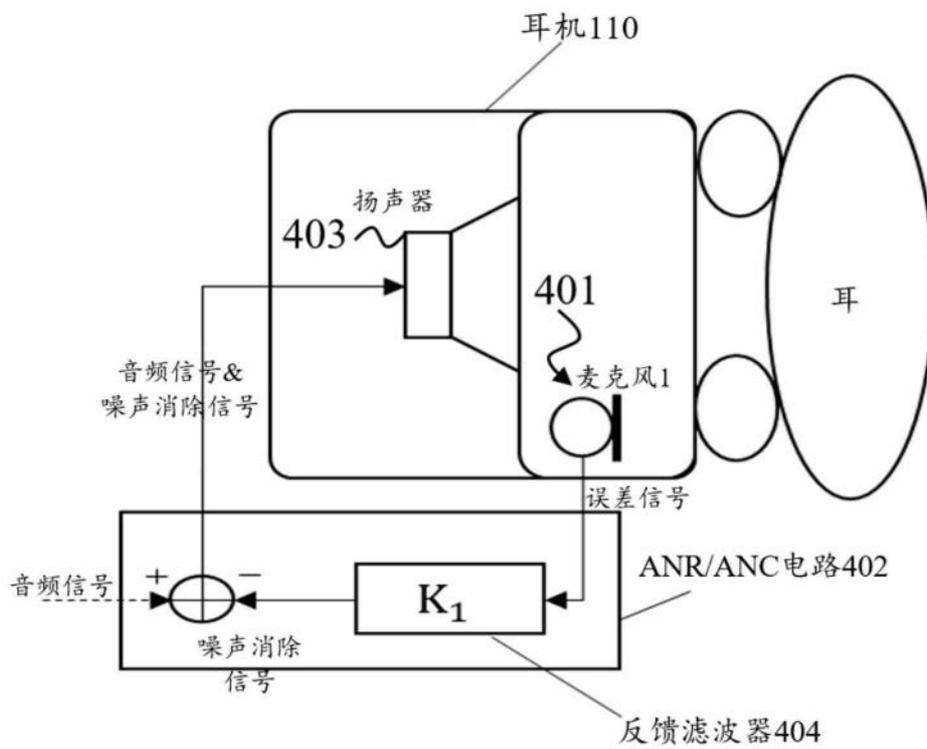


图4

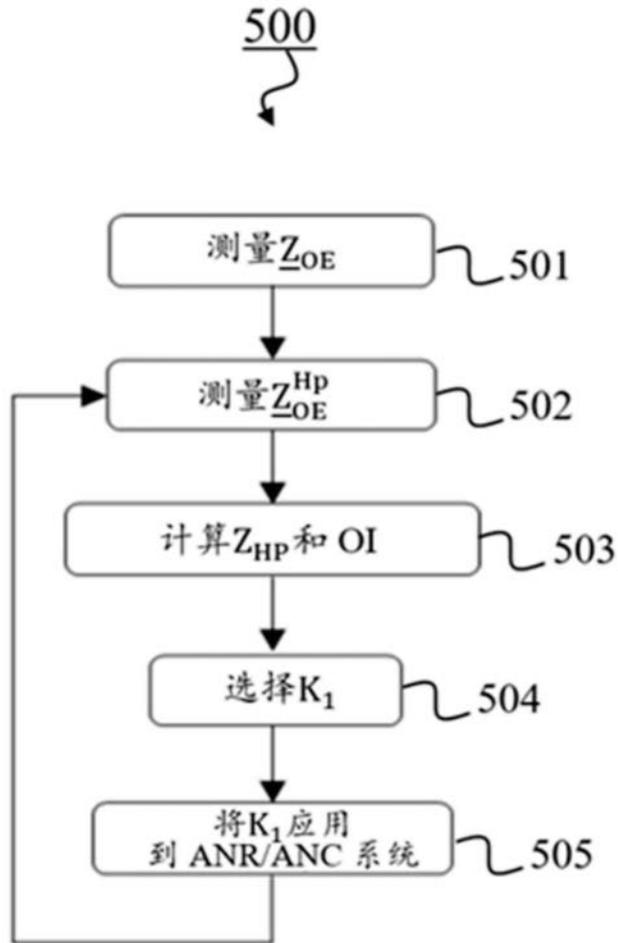


图5

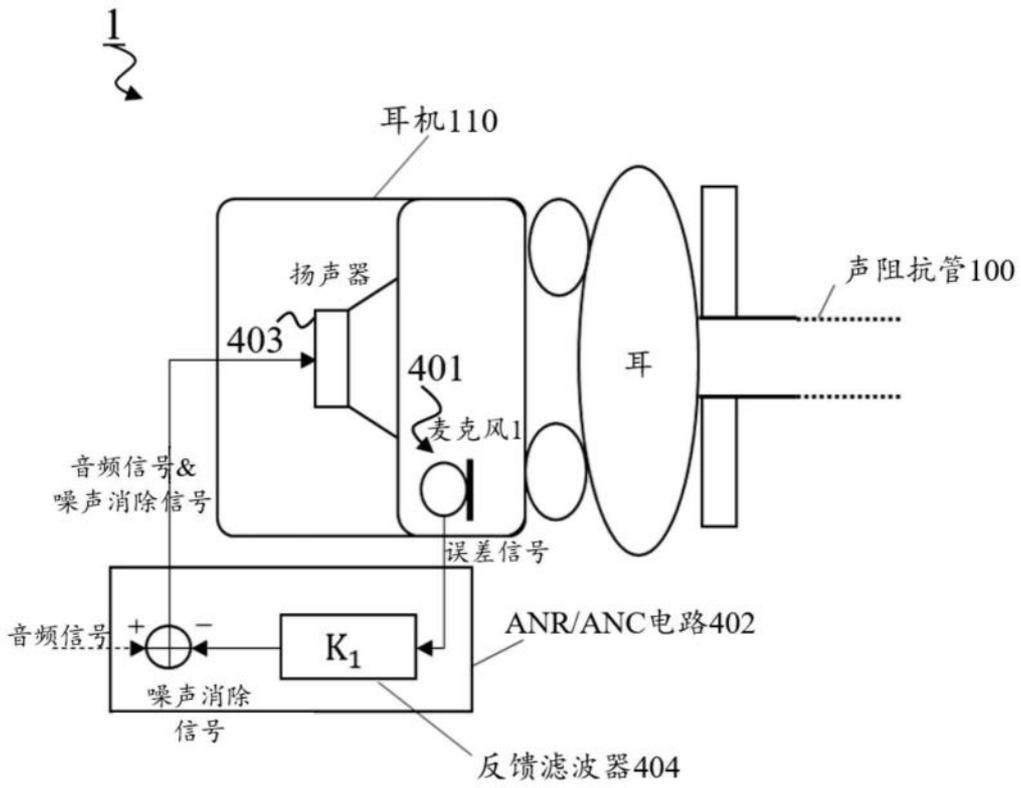


图6

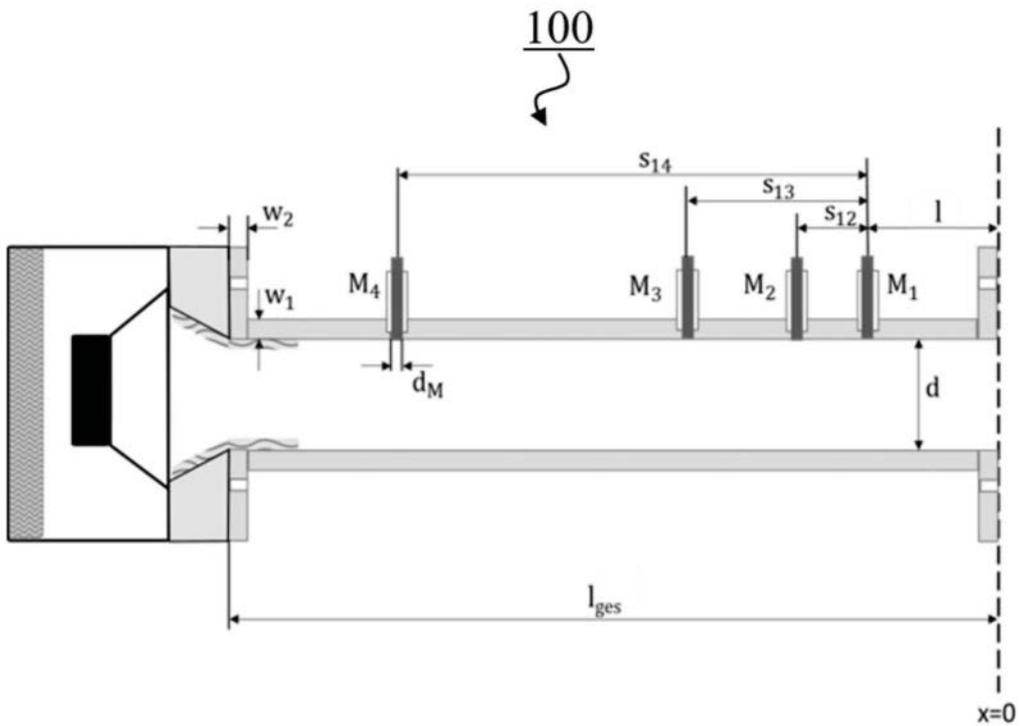


图7

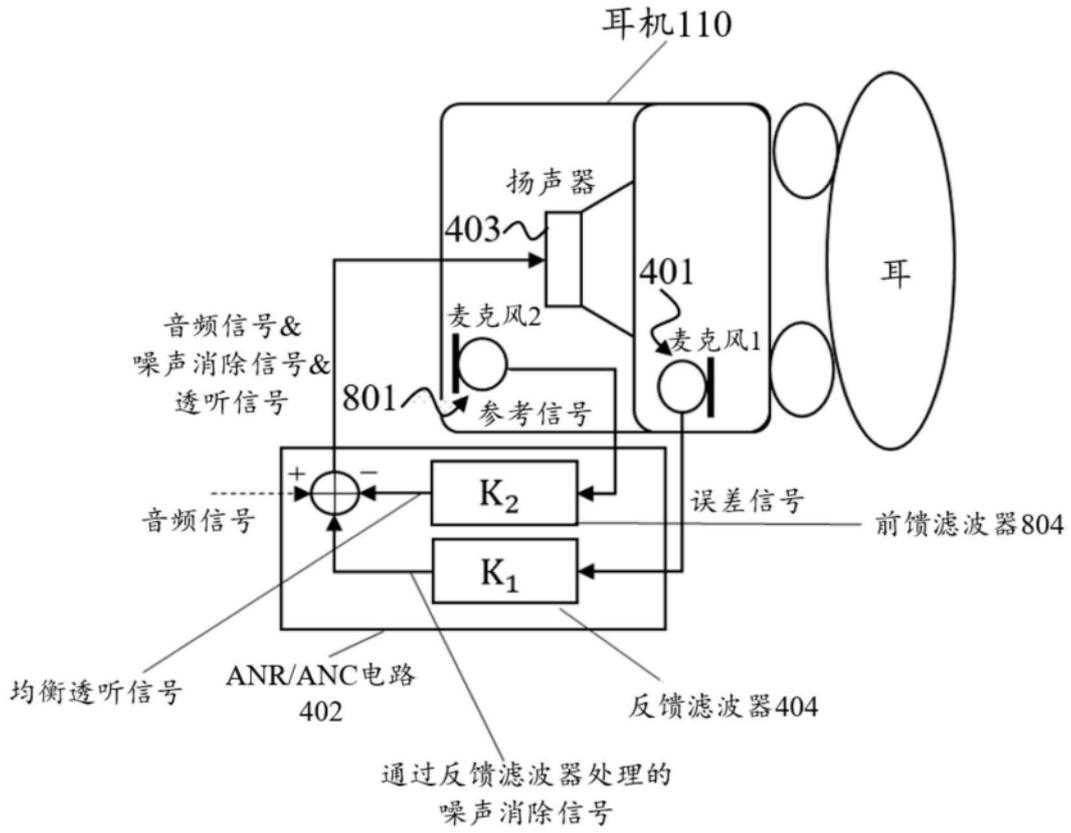


图8

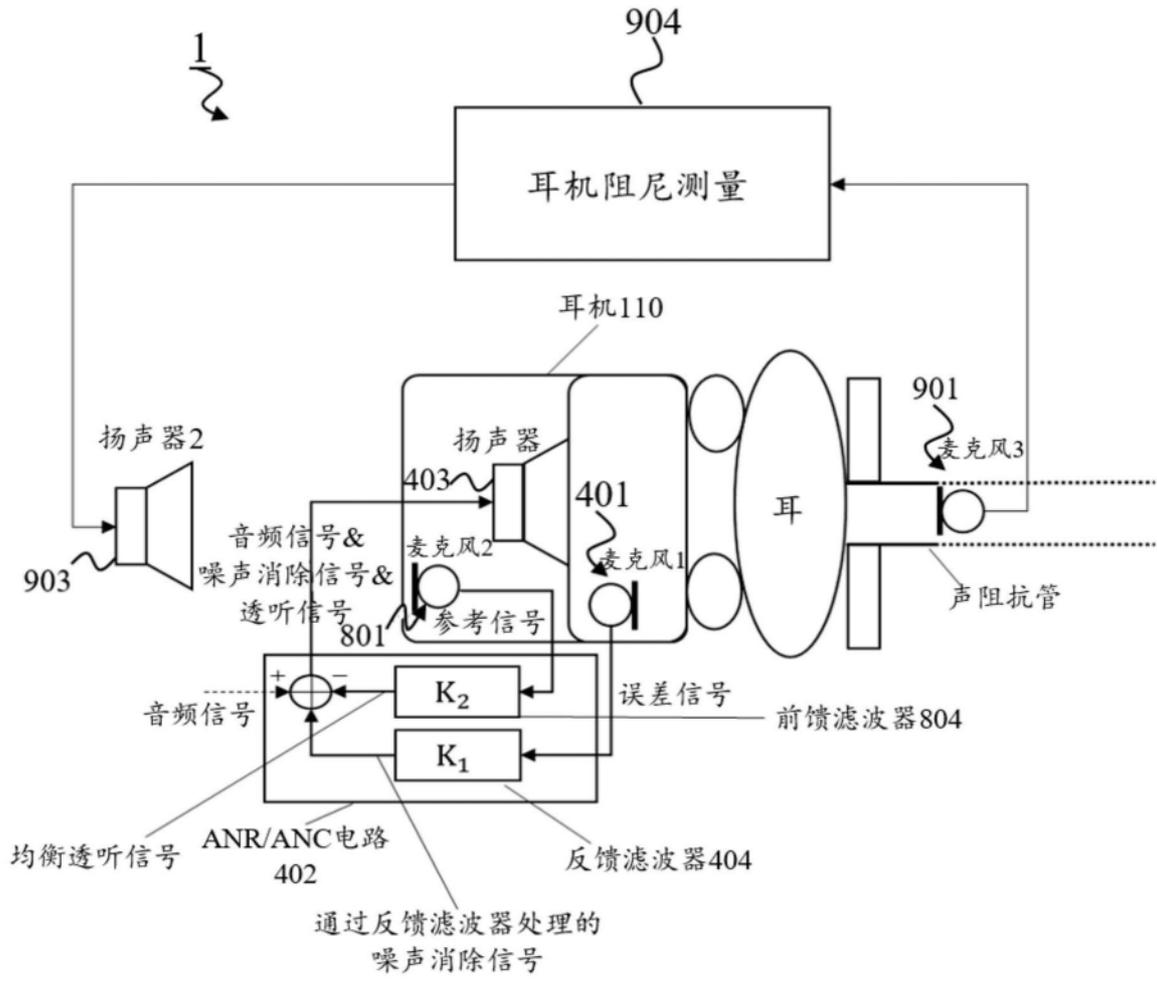


图9

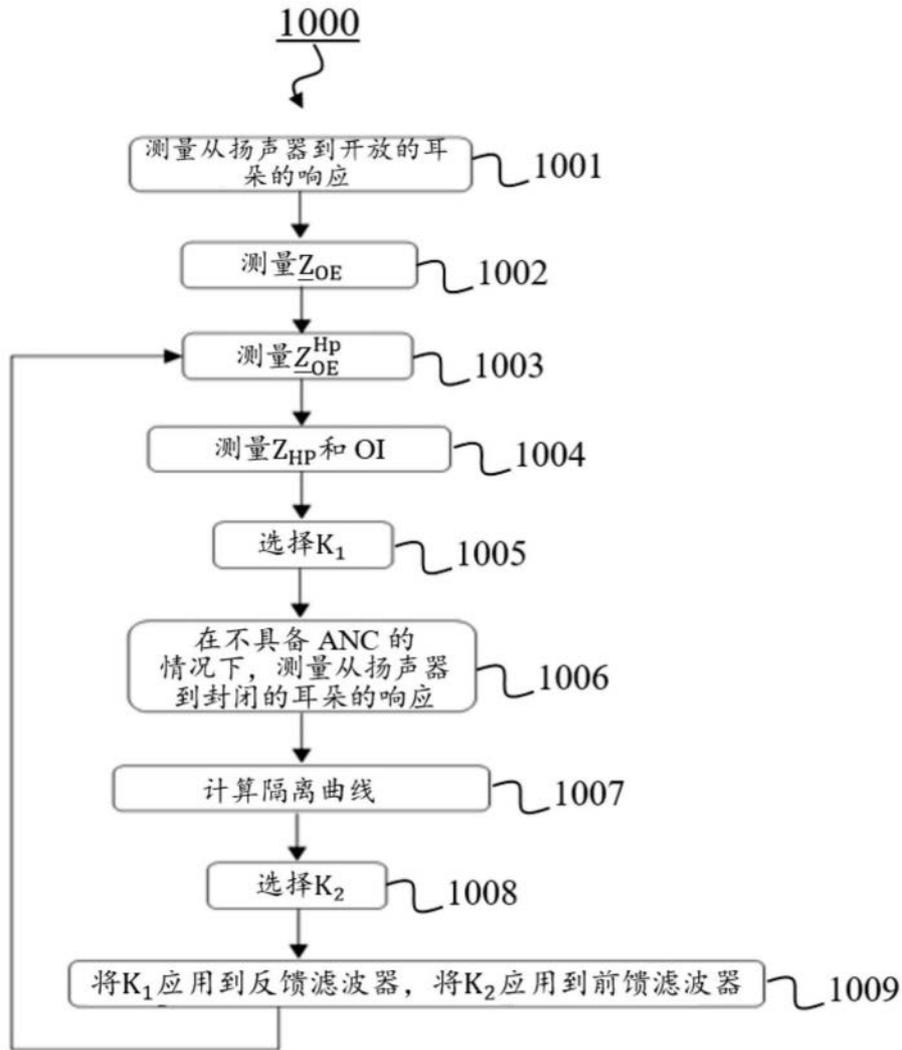


图10

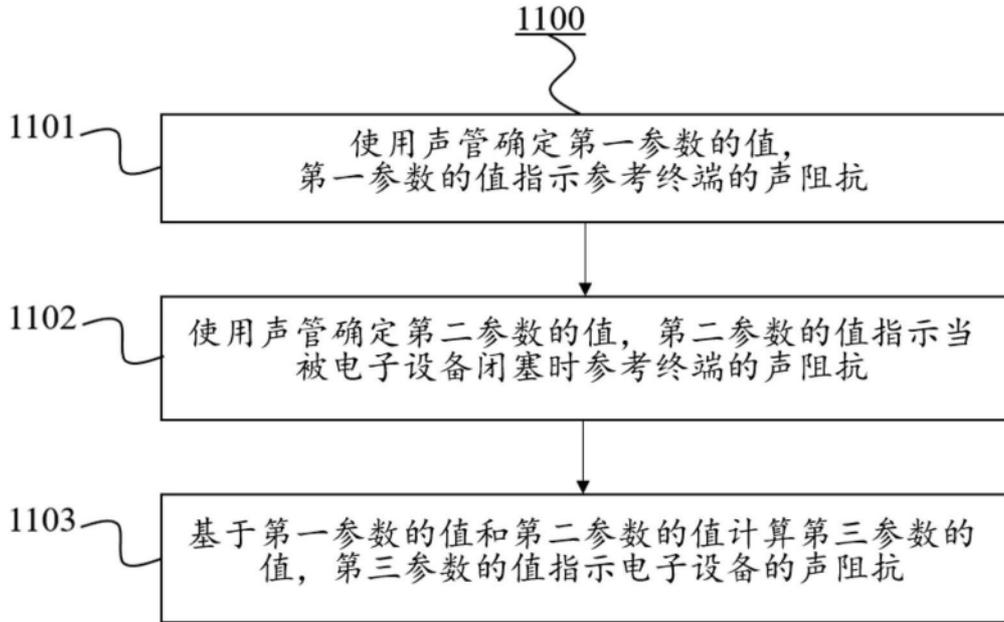


图11

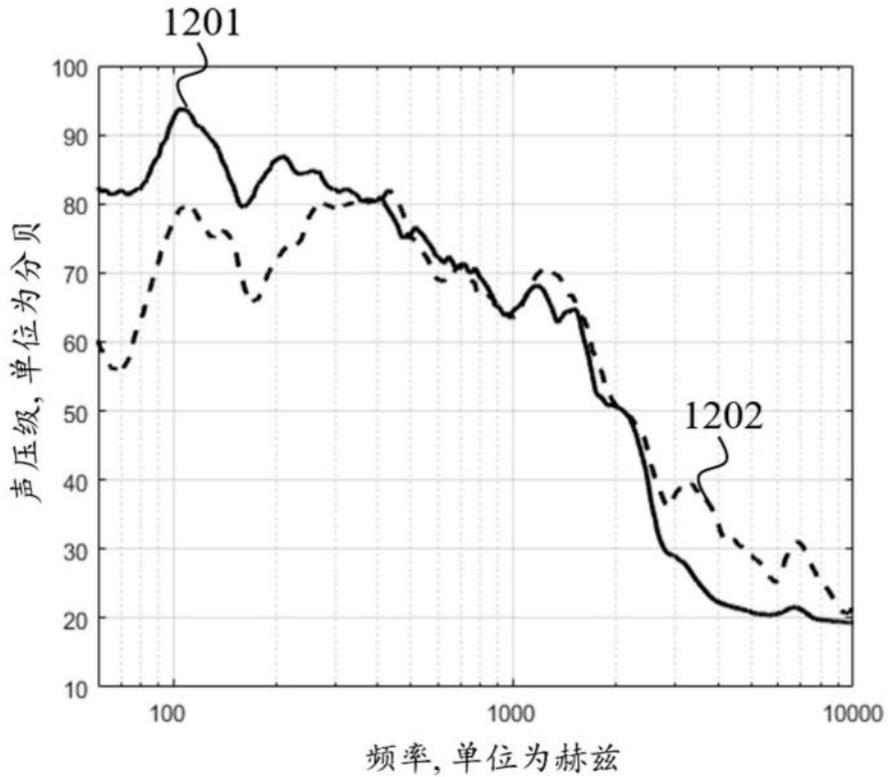


图12