



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110972018 B

(45) 授权公告日 2021.01.22

(21) 申请号 201911282376.5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2019.12.13

US 2014126734 A1, 2014.05.08

CN 105247885 A, 2016.01.13

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110972018 A

审查员 叶伟

(43) 申请公布日 2020.04.07

(73) 专利权人 恒玄科技(上海)股份有限公司

地址 201306 上海市自由贸易试验区临港

新片区环湖西二路800号904室

(72) 发明人 童伟峰 张亮 李倩 徐明亮

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限

公司 11225

代理人 夏东栋

(51) Int. Cl.

H04R 1/10 (2006.01)

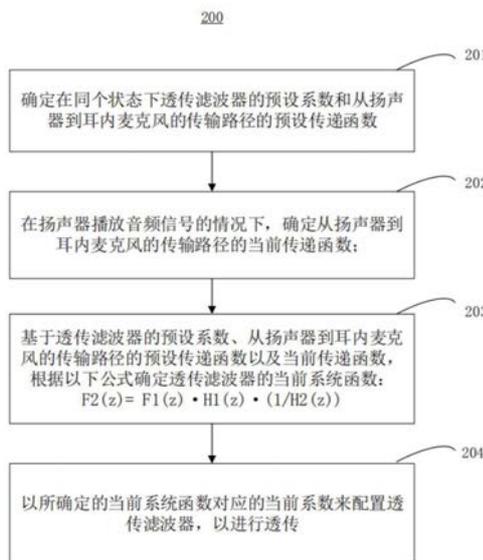
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

对耳机进行透传的方法、系统以及耳机

(57) 摘要

本公开涉及一种对耳机进行透传的方法、系统以及耳机。方法包括：确定同个状态下透传滤波器的预设系数和从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数；在扬声器播放音频信号时，确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数；基于预设系数、预设传递函数及当前传递函数，根据公式 $F2(z) = F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z))$ 确定透传滤波器的当前系统函数， $F2(z)$ 为透传滤波器配置当前系数时对应的系统函数， $F1(z)$ 为透传滤波器配置预设系数时对应的系统函数， $H1(z)$ 为从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数， $H2(z)$ 为从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数， \cdot 表示所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联；以及以所述当前系统函数来配置透传滤波器，以进行透传。



1. 一种对耳机进行透传的方法,其特征在于,所述耳机包括耳外麦克风、透传滤波器、耳内麦克风和扬声器,所述方法包括:

确定在同个状态下所述透传滤波器的预设系数和从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数;

在所述扬声器播放音频信号的情况下,确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数;

基于所述透传滤波器的预设系数、从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数以及所述当前传递函数,根据以下公式(1)确定所述透传滤波器的当前系统函数:

$$F2(z) = F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z)) \text{ 公式(1)}$$

其中, $F2(z)$ 表示所述透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F1(z)$ 表示所述透传滤波器配置所述预设系数时所对应的系统函数, $H1(z)$ 表示从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H2(z)$ 表示从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联;以及

以所确定的所述当前系统函数对应的所述当前系数来配置所述透传滤波器,以进行透传;

其中,所述同个状态为将所述耳机放入人工耳且所述扬声器播放第一音频信号的状态。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过以下方式确定所述预设系数:

在将所述耳机未放入人工耳的情况下,通过人工耳耳内麦克风获取环境噪声信号;

在将所述耳机放入所述人工耳的情况下,通过所述人工耳耳内麦克风获取所述人工耳的耳内噪声信号;

基于所述环境噪声信号和所述耳内噪声信号确定满足预设条件的所述预设系数。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述同个状态下通过以下方式确定所述预设传递函数:

获取通过所述耳内麦克风采集到的第一音频回声信号;

基于所述第一音频信号和所述第一音频回声信号,确定所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的所述预设传递函数。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数包括:

在所述扬声器播放第二音频信号的情况下,获取通过所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号;

基于所述第二音频信号和所述第二音频回声信号,确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的所述当前传递函数。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

通过回声滤波器对所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号进行滤波;

通过所述耳机的反馈滤波器对所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号以及经所述回声滤波器滤波后的第二音频回声信号进行滤波,以实现反馈降噪。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述透传滤波器为FIR滤波器和IIR滤波器

的任一种,所述回声滤波器为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种,所述反馈滤波器为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于,所述耳机包括入耳式耳机和半入耳式耳机的任一种。

8. 一种对耳机进行透传降噪的系统,其特征在于,所述耳机包括耳外麦克风、透传滤波器、耳内麦克风和扬声器,所述系统包括:

第一确定模块,被配置为:确定在同个状态下所述透传滤波器的预设系数和从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数;

第二确定模块,被配置为:在所述扬声器播放音频信号的情况下,确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数;

第三确定模块,被配置为:基于所述透传滤波器的预设系数、从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数以及所述当前传递函数,根据以下公式(1)确定所述透传滤波器的当前系统函数:

$$F2(z) = F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z)) \text{ 公式(1)}$$

其中, $F2(z)$ 表示所述透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F1(z)$ 表示所述透传滤波器配置所述预设系数时所对应的系统函数, $H1(z)$ 表示从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H2(z)$ 表示从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符号 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联;以及

所述透传滤波器,以所确定的所述当前系统函数来配置以进行透传,

其中,所述同个状态为将所述耳机放入人工耳且所述扬声器播放第一音频信号的状态。

9. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述第一确定模块还被配置为通过以下方式确定所述预设系数:

在将所述耳机未放入人工耳的情况下,通过人工耳耳内麦克风获取环境噪声信号;

在将所述耳机放入所述人工耳的情况下,通过所述人工耳耳内麦克风获取所述人工耳的耳内噪声信号;

基于所述环境噪声信号和所述耳内噪声信号确定满足预设条件的所述预设系数。

10. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述第一确定模块还被配置为在将所述耳机放入人工耳且所述扬声器播放第一音频信号的情况下,通过以下方式确定所述预设传递函数:

获取通过所述耳内麦克风采集到的第一音频回声信号;

基于所述第一音频信号和所述第一音频回声信号,确定所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的所述预设传递函数。

11. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述第二确定模块还被配置为通过以下方式确定所述当前传递函数:

在所述扬声器播放第二音频信号的情况下,获取通过所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号;

基于所述第二音频信号和所述第二音频回声信号,确定从所述扬声器到所述耳内麦克

风的传输路径的所述当前传递函数。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

回声滤波器,被配置为对所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号进行滤波;以及
反馈滤波器,被配置为对所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号以及经所述回声
滤波器滤波后的第二音频回声信号进行滤波,以实现反馈降噪。

13. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述透传滤波器被配置为FIR滤波器和
IIR滤波器的任一种,所述回声滤波器被配置为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种,所述反馈
滤波器被配置为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种。

14. 根据权利要求8至11中任一项所述的系统,其特征在于,所述耳机包括入耳式耳机
和半入耳式耳机的任一种。

15. 一种耳机,至少包括存储器和处理器,所述存储器上存储有计算机程序,其特征在
于,所述处理器在执行所述存储器上的计算机程序时实现权利要求1至7中任一项所述方法
的步骤。

对耳机进行透传的方法、系统以及耳机

技术领域

[0001] 本公开涉及耳机领域,更具体地,涉及一种对耳机进行透传的方法、系统以及耳机。

背景技术

[0002] 随着社会进步和人民生活水平的提高,耳机已成为人们必不可少的生活用品。带有主动噪声抑制功能的耳机能够使得用户在机场、地铁、飞机、餐厅等各种嘈杂环境下享受到舒适的降噪体验,其越来越多地受到市场和客户的广泛认可。然而,在某些需要接收外界语音或外界环境噪声等信号的场景下,耳机在进行主动降噪的同时还需要具备透传功能,使得耳机佩戴者能够更好地接收外界语音、外界环境噪声或外界报警声等。此外,耳机的透传功能受不同佩戴方式、不同耳部结构的影响较大,这在一定程度上影响了用户的听音体验,使得用户难以听到未佩戴耳机时的自然环境声,具备透传功能的耳机可以使得用户在佩戴耳机时能够听到尽可能接近未佩戴耳机时的自然环境声。

[0003] 显然,现有耳机无法解决上述问题。

发明内容

[0004] 提供了本公开以解决现有技术中存在的上述问题。

[0005] 本公开需要一种对耳机进行透传的方案,其通过主动对透传滤波器的当前系数的适应性调整,能够降低不同佩戴方式以及不同耳道结构对透传系统的影响,提高耳机的透传效果,同时提升用户的听音体验。

[0006] 根据本公开的第一方案,提供了一种对耳机进行透传的方法,其中耳机包括耳外麦克风、透传滤波器、耳内麦克风和扬声器,该方法包括:确定在同个状态下透传滤波器的预设系数和从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数;在扬声器播放音频信号的情况下,确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数;基于透传滤波器的预设系数、从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数以及当前传递函数,根据以下公式确定透传滤波器的当前系统函数: $F2(z) = F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z))$,其中, $F2(z)$ 表示透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F1(z)$ 表示透传滤波器配置预设系数时所对应的系统函数, $H1(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H2(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符号 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联;以及以所确定的当前系统函数对应的当前系数来配置透传滤波器,以进行透传。

[0007] 上述对耳机进行透传的方法通过主动对透传滤波器的当前系数的适应性调整,能够降低不同佩戴方式以及不同耳道结构对透传系统的影响,提高耳机的透传效果,同时提升用户的听音体验。

[0008] 根据本公开的第二方案,提供了一种对耳机进行透传降噪的系统,其中耳机包括耳外麦克风、透传滤波器、耳内麦克风和扬声器,该系统包括:第一确定模块,被配置为:确

定在同一个状态下透传滤波器的预设系数和从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数；第二确定模块，被配置为：在扬声器播放音频信号的情况下，确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数；第三确定模块，被配置为：基于透传滤波器的预设系数、从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数以及当前传递函数，根据以下公式确定透传滤波器的当前系统函数： $F2(z) = F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z))$ ，其中， $F2(z)$ 表示透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数， $F1(z)$ 表示透传滤波器配置预设系数时所对应的系统函数， $H1(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数， $H2(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数，运算符号 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联；以及透传滤波器，以所确定的当前系统函数来配置以进行透传降噪。

[0009] 上述对耳机进行透传的方法通过主动对透传滤波器的当前系数的适应性调整，能够降低不同佩戴方式以及不同耳道结构对透传系统的影响，提高耳机的透传效果，同时提升用户的听音体验。

[0010] 根据本公开的第三方案，提供了一种耳机，该耳机至少包括存储器、处理器，存储器上存储有计算机程序，处理器在执行存储器上的计算机程序时实现本公开第一方面提供的方法中的步骤。

[0011] 上述耳机通过主动对透传滤波器的当前系数的适应性调整，能够降低不同佩戴方式以及不同耳道结构对透传系统的影响，提高耳机的透传效果，同时提升用户的听音体验。

附图说明

[0012] 在不一定按比例绘制的附图中，相同的附图标记可以在不同的视图中描述相似的部件。具有字母后缀或不同字母后缀的相同附图标记可以表示相似部件的不同实例。附图大体上通过举例而不是限制的方式示出各种实施例，并且与说明书以及权利要求书一起用于对所公开的实施例进行说明。在适当的时候，在所有附图中使用相同的附图标记指代同一或相似的部分。这样的实施例是例证性的，而并非旨在作为本装置或方法的穷尽或排他实施例。

[0013] 图1示出了根据本公开实施例的耳机透传过程的示意图；

[0014] 图2示出了根据本公开实施例的对耳机进行透传的方法的流程图；

[0015] 图3示出了根据本公开实施例的确定预设系数的示意图；

[0016] 图4示出了根据本公开实施例的确定预设传递函数的示意图；

[0017] 图5示出了根据本公开实施例的确定当前传递函数的示意图；

[0018] 图6示出了根据本公开实施例的回声滤波器的滤波过程的示意图；

[0019] 图7示出了根据本公开实施例的对耳机进行透传的系统示意图。

具体实施方式

[0020] 为使本领域技术人员更好的理解本公开的技术方案，下面结合附图和具体实施方式对本公开作详细说明。下面结合附图和具体实施例对本公开的实施例作进一步详细描述，但不作为对本公开的限定。本文中所描述的各个步骤，如果彼此之间没有前后关系的必要性，则本文中作为示例对其进行描述的次序不应视为限制，本领域技术人员应知道可以

对其进行顺序调整,只要不破坏其彼此之间的逻辑性导致整个流程无法实现即可。

[0021] 图1示出了根据本公开实施例的耳机透传过程的示意图。如图1所示,在100中,耳机通过前馈路径和反馈路径来实现透传过程。在一些实施例中,在前馈路径上,耳机的耳外麦克风101a在耳机外侧采集环境声。将采集到的环境声通过模拟增益102a的增益处理以及第一模数转换器103a的模数转换处理后,被传输至第一低通及下采样滤波器104a。第一低通及下采样滤波器104a能够降低滤波器采样率,从而降低功耗并减少滤波器阶数,进而减小芯片面积以降低成本。随后,由透传滤波器111对经过第一低通及下采样滤波器104a的环境声信号进行滤波,以对耳外麦克风101a采集到的环境声进行模拟。经透传处理后的环境信号被传输至加法器109,随后经数模转换器106的数模转换处理后,由扬声器107播放。经扬声器107播放的经透传滤波的环境声近似用户未佩戴耳机时的外界环境声。

[0022] 在一些实施例中,在反馈路径上,耳机的耳内麦克风101b在耳机内侧靠近耳道的位置上采集耳内噪声,耳内噪声包括播放音频信号时产生的音频回声信号以及空中对消后的残留信号。将采集到的耳内噪声通过模拟增益102b的增益处理以及第二模数转换器103b的模数转换处理后,被传输至第二低通及下采样滤波器104b。第二低通及下采样滤波器104b能够降低滤波器采样率,从而降低功耗并减少滤波器阶数,进而减小芯片面积以降低成本。随后,经过第二低通及下采样滤波器104b的耳内噪声信号被传输至加法器110。待播音频信号105为要被传输至扬声器107进行播放的音频信号,一方面其被传输至加法器109,经数模转换器106的数模转换处理后,由扬声器107播放;另一方面其被传输至回声滤波器112,回声滤波器112用于抵消待播音频信号105经扬声器107播放后产生的音频回声信号,随后经回声滤波器112滤波的待播音频信号105被送入加法器110。加法器110整合经第二低通及下采样滤波器104b处理后的耳内噪声以及经回声滤波器112处理后的音频信号,这样反馈路径上的噪声信号将不再受音频回声信号的影响。加法器110随后将整合后的噪声信号传输至反馈滤波器112进行滤波以实现反馈降噪。反馈滤波后的噪声信号,例如可经限幅器108后,被传输至加法器109,经数模转换器106的数模转换处理后,由扬声器107播放。在一些实施例中,数模转换器106包括上采样和滤波电路,以使数模转换处理工作在较高频率上;例如,当加法器109工作在384kHz时,数模转换器106的数模转换处理工作在 $384 \times 64 = 24.576\text{MHz}$ 上。

[0023] 以上为基于本公开实施例的对耳机进行透传的工作原理,通过分别对前馈路径上的环境声进行模拟和对反馈路径上的噪声进行滤波,能够实现耳机的透传功能,提高耳机的听音效果。当耳机佩戴姿势和人耳耳道结构对耳内声场产生影响时,需要一种透传方案,来及时调整透传滤波器的滤波系数,以针对改变了的声场环境及时作出适应性调整,以达到更好的透传效果。

[0024] 图2示出了根据本公开实施例的对耳机进行透传的方法的流程图,如图2所示,流程200始于步骤201,在步骤201,确定在同个状态下透传滤波器的预设系数和从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数。在一些实施例中,同个状态可以是在实验室环境中将耳机放入人工耳的情况下,来量测透传滤波器的预设系数和从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数,以获得较佳的量测结果。同个状态包括但不限于上述情况,只要用于确定透传滤波器的预设系数的状态和用于确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数的状态相同即可。

[0025] 在步骤202,在用户正常使用并佩戴耳机时,在扬声器播放音频信号的情况下,音频信号由扬声器播放后,经耳道反射,最终被耳内麦克风采集到,这一过程中能够确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数。

[0026] 在步骤203,基于耳机的透传滤波器的预设,系数、扬声器到耳机的耳内麦克风的预设传递函数以及在步骤202中确定的透传滤波器当前传递函数,能够确定透传滤波器的当前系统函数。其中透传滤波器的预设系数、预设传递函数是在实验室中通过将耳机放入用于实验的人工耳耳道进行测量得到的预设值。本发明人创造性地发现,基于耳机透传系统在不同条件下(不同条件由不同佩戴方式和不同耳道结构来配置)的透传滤波器的系统函数与扬声器到耳机的耳内麦克风的传输路径的传递函数的 \cdot 运算结果相对固定,例如在2k频率以内其变化不超过1db,由此上述对应关系可以表示为: $F_2(z) = F_1(z) \cdot H_1(z) \cdot (1/H_2(z))$;其中, $F_2(z)$ 表示透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F_1(z)$ 表示透传滤波器配置预设系数时所对应的系统函数, $H_1(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H_2(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联。也就是说,当声场环境因耳机不同佩戴方式和不同人耳耳道结构产生变化时,鉴于预设系数和预设传递函数已知,只需要确定产生变化的当前条件下的扬声器到耳机的耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,就能够确定出当前条件下的透传滤波器的系统函数,从而进一步确定透传滤波器的当前系数。具体说来,透传滤波器的当前系数可以确定为与系统函数 $F_2(z)$ 所对应的系数。换句话说,透传滤波器也可以理解为以 $F_1(z)$ 对应的系数配置的滤波器、传递函数为 $H_1(z)$ 的滤波器、以及系统函数为 $1/H_2(z)$ 的滤波器通过依序级联所得到的滤波器。

[0027] 随后,在步骤204,以当前系数来配置透传滤波器,以进行透传。由此,透传滤波器能够自适应的配置其滤波系数,实现耳机透传系统的主动调整,以抵消因不同佩戴方式和不同耳道结构对透传系统产生的影响。

[0028] 在一些实施例中,步骤201中预先测得的透传滤波器的预设系数可以通过以下方式获得:在将耳机未放入人工耳的情况下,通过人工耳耳内麦克风获取环境噪声信号;在将耳机放入人工耳的情况下,通过人工耳耳内麦克风获取人工耳的耳内噪声信号;基于环境噪声信号和耳内噪声信号确定满足预设条件的预设系数。下面将结合附图3对确定预设滤波系数作出进一步说明。

[0029] 图3示出了根据本公开实施例的确定预设系数的示意,如图3所示,在300中,在实验室中将耳机未放入人工耳的情况下,利用人工耳耳内麦克风303获取环境噪声301a;在实验室中将耳机放入人工耳的情况下,利用耳机的耳外麦克风305获取环境噪声301c,环境噪声301c经模数转换器302c后被传输至透传滤波器304,随后被扬声器播放出来。同时在实验室中将耳机放入人工耳的情况下,耳内噪声301b被人工耳耳内麦克风303采集到。透传滤波器304基于耳机未放入人工耳时人工耳耳内麦克风303采集的环境噪声信号和耳机放入人工耳时人工耳耳内麦克风303采集的耳内噪声信号能够确定实验室条件下的透传滤波器的预设系数。通过不断调整透传滤波器304的系数使得人工耳耳内麦克风303采集到的耳内噪声信号尽可能接近环境噪声301a。在得到预设系数后,透传滤波器可以该预设系数来配置以对噪声信号进行透传,随后经扬声器进行播放,播放出的噪声尽可能接近用户未佩戴耳机时听到的环境噪声。需要注意的是,实验室可提供多种环境噪声,实验过程中可通过播放

多种环境噪声反复试验,来确定具有较佳透传效果(满足预设条件)的预设系数。

[0030] 在一些实施例中,步骤201中预先测得的透传滤波器的预设传递函数可以通过以下方式来获得:在将耳机放入人工耳的情况下(需要注意的是,此处耳机放入人工耳的位置与前述在实验室中测得透传滤波器的预设系数时耳机放入人工耳的位置为同一位置),扬声器播放第一音频信号,获取通过耳机的耳内麦克风采集到的第一音频回声信号;基于第一音频信号和第一音频回声信号,确定扬声器到耳机的耳内麦克风的传输路径的预设传递函数。下面将结合附图4对确定预设传递函数作出进一步说明。

[0031] 图4示出了根据本公开实施例的确定预设传递函数的示意图,如图4所示,在400中,在实验室中将耳机放入人工耳,第一音频信号401经数模转换器402a由扬声器403进行播放。一方面第一音频信号401被传输至回声滤波器406;另一方面扬声器403播放的音频信号经耳道反射后被耳机的耳内麦克风404采集到,随后由模数转换器402b对其进行模数转换处理以得到第一音频回声信号405。回声滤波器406基于第一音频信号401和第一音频回声信号405能够确定实验室预设条件下,耳机的扬声器到耳机的耳内麦克风的传输路径的预设传递函数。

[0032] 在一些实施例中,步骤202中耳机被放入人耳并开始播放音频时,从扬声器到耳机的耳内麦克风的当前传递函数可以通过以下方式来获得:响应于扬声器播放第二音频信号,获取通过耳机的耳内麦克风采集到的第二音频回声信号;基于第二音频信号和第二音频回声信号,确定扬声器到耳机的耳内麦克风的传输路径的当前传递函数。下面将结合附图5对确定当前传递函数作出进一步说明。

[0033] 图5示出了根据本公开实施例的确定当前传递函数的示意图,如图5所示,在500中,用户将耳机放入耳道,第二音频信号501经数模转换器502a由扬声器503进行播放。一方面第二音频信号501被传输至回声滤波器506;另一方面扬声器503播放的音频信号经耳道反射后被耳机的耳内麦克风504采集到,随后由模数转换器502b对其进行模数转换处理以得到第二音频回声信号505。回声滤波器506基于第二音频信号501和第二音频回声信号505能够确定用户将耳机放入耳道并播放音频时,扬声器到耳机的耳内麦克风的传输路径的当前传递函数。

[0034] 由此,通过实验室量测获得透传滤波器的预设系数、扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数,以及当用户佩戴耳机时获得的扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,可以基于如下对应关系: $F_2(z) = F_1(z) \cdot H_1(z) \cdot (1/H_2(z))$,来确定当前状态下透传滤波器的系统函数,并进一步确定其当前系数。其中, $F_2(z)$ 表示透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F_1(z)$ 表示透传滤波器配置预设系数时所对应的系统函数, $H_1(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H_2(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符号 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联。以当前系数配置透传滤波器,使得透传系统能够自适应地调整其透传系数,实现针对不同佩戴姿势和不同耳道结构引起的声场变化的自适应透传过程。

[0035] 在一些实施例中,在用户佩戴耳机时,通过该耳机的回声滤波器对扬声器播放第二音频信号时产生的第二音频回声信号进行滤波;通过耳机的反馈滤波器对耳内麦克风采集到的第二音频回声信号以及经回声滤波器滤波后的第二音频回声信号进行滤波,以实现反馈降噪。其中,回声滤波器对第二音频回声信号进行滤波的过程将结合图6进行详细说

明。

[0036] 图6示出了根据本公开实施例的回声滤波器的滤波过程的示意图,如图6所示,在600中,一方面回声滤波器602对待播音频信号601进行滤波,随后被传输至加法器603;另一方面耳内麦克风607采集音频回声信号,经过模拟增益606和模数转换器605以及第一低通及下采样滤波器604a和第二低通及下采样滤波器604b后,被传输至加法器603。被传输至加法器603的经回声滤波器602滤波的音频信号和耳内麦克风607采集的经多个后续处理的回声信号在空中产生对消,对消后的误差信号被重新馈送至回声滤波器602。由此,回声滤波器602能够抵消播放音频过程中,因耳道反射产生的音频回声分量,提高耳机的降噪效果,同时提升用户的听音体验,使得播放的音频信号不被反馈降噪通道衰减。

[0037] 在一些实施例中,上述主动降噪方法中的透传滤波器可以为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种,回声滤波器可以为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种,反馈滤波器可以为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种。

[0038] 作为示例,当各滤波器均为IIR滤波器时,可直接利用对应关系: $F2(z) = F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z))$,来确定当前状态下透传滤波器的系统函数,并进一步确定其当前系数;其中, $F2(z)$ 表示透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F1(z)$ 表示透传滤波器配置预设系数时所对应的系统函数, $H1(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H2(z)$ 表示从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符号 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联。

[0039] $H1(z)$ 和 $H2(z)$ 表示滤波器IIR的传递函数, $H(z) = B(z) / A(z)$, $B(z) = b_m * z^m + b_{m-1} * z^{m-1} \dots b_1 * z^1$ 为分子系数, $A(z) = a_n * z^n + a_{n-1} * z^{n-1} \dots a_1 * z^1$ 为分母系数, $H1(z) = B1(z) / A1(z)$, $1/H2(z) = A2(z) / B2(z)$, $F1(z) \cdot H1(z) \cdot (1/H2(z))$ 表示 $F1(z)$ 、 $H1(z)$ 、 $1/H2(z)$ 三个系统函数对应的滤波器的级联。

[0040] 作为示例,当 $F1(z)$ 、 $H1(z)$ 、 $1/H2(z)$ 对应的滤波器的任一个为FIR滤波器时,其系统函数对应的分母系数为1。当透传滤波器为IIR滤波器而回声滤波器为FIR滤波器时,为减少计算当前传递函数的滤波器阶数,可使当前传递函数和预设传递函数在零点处抵消。

[0041] 作为示例,上述滤波器采用FIR或IIR滤波器时,都可以对预设滤波系数、预设传递函数、当前传递函数进行傅里叶变换,以得到对应的频率响应,在频域上计算得到当前滤波系数的频率响应,再通过傅里叶逆变换得到时域上的当前滤波系数。

[0042] 作为示例,上述滤波器也可以采用FIR结合IIR滤波器的滤波器组,首先在低采样率下确定FIR滤波器的系数,然后在高采样率下将FIR滤波器变换为IIR滤波器,这样能够有效减低滤波器的阶数,减轻计算成本。

[0043] 在一些实施例中,上述主动降噪方法中提及的耳机包括入耳式耳机和半入耳式耳机的任一种。

[0044] 图7示出了根据本公开实施例的对耳机进行透传的系统的示意图,如图7所示,系统700包括:第一确定模块701、第二确定模块702、第三确定模块703、透传滤波器704;可选地和附加地,还包括回声滤波器705以及反馈滤波器706。其中第一确定模块701可以配置为确定在同个状态下所述透传滤波器的预设系数和从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数;第二确定模块702可以配置为在扬声器播放音频信号的情况下,确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数;第三确定模块703可以配置

为基于所述透传滤波器的预设系数、从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数以及所述当前传递函数,根据以下公式确定所述透传滤波器的当前系统函数: $F_2(z) = F_1(z) \cdot H_1(z) \cdot (1/H_2(z))$,其中, $F_2(z)$ 表示所述透传滤波器配置当前系数时所对应的系统函数, $F_1(z)$ 表示所述透传滤波器配置所述预设系数时所对应的系统函数, $H_1(z)$ 表示从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的预设传递函数, $H_2(z)$ 表示从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,运算符 \cdot 表示其所连接的系统函数和/或传递函数对应的滤波器的级联;透传滤波器704可以配置为以所确定的所述当前系统函数来配置以进行透传。

[0045] 在一些实施例中,基于图3所示的确定预设系数的示意图,该系统中的第一确定模块701可以被配置为通过以下方式确定所述预设系数:在将耳机未放入人工耳的情况下,通过人工耳耳内麦克风获取环境噪声信号;在将耳机放入人工耳的情况下,通过人工耳耳内麦克风获取人工耳的耳内噪声信号;基于所述环境噪声信号和所述耳内噪声信号确定满足预设条件的预设系数。

[0046] 在一些实施例中,基于图4所示的确定预设传递函数的示意图,该系统中的第一确定模块701可以被配置为在将所述耳机放入人工耳且所述扬声器播放第一音频信号的情况下,通过以下方式确定所述预设传递函数:获取通过所述耳内麦克风采集到的第一音频回声信号;基于所述第一音频信号和所述第一音频回声信号,确定所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的所述预设传递函数。

[0047] 在一些实施例中,基于图5所示的确定当前传递函数的示意图,该系统中的第二确定模块702还被配置为通过以下方式确定所述当前传递函数:在所述扬声器播放第二音频信号的情况下,获取通过所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号;基于所述第二音频信号和所述第二音频回声信号,确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的所述当前传递函数。

[0048] 在一些实施例中,该系统还包括:回声滤波器705,被配置为对所述第二音频回声信号进行滤波;以及反馈滤波器706,被配置为对所述耳内麦克风采集到的第二音频回声信号以及经所述回声滤波器滤波后的第二音频回声信号进行滤波,以实现反馈降噪。

[0049] 在一些实施例中,该系统中的所述透传滤波器704被配置为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种,所述回声滤波器705被配置为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种,所述反馈滤波器706被配置为FIR滤波器和IIR滤波器的任一种。

[0050] 在一些实施例中,该系统中的耳机包括入耳式耳机和半入耳式耳机的任一种。

[0051] 由此,上述透传系统通过量测获得预设系数、预设传递函数,以及当用户佩戴耳机时获得透传滤波器的当前传递函数,基于对应关系确定当前状态下透传滤波器的系统函数和当前系数。以当前系数配置透传滤波器,使得透传系统能够自适应地调整其透传系数,实现针对不同佩戴姿势和不同耳道结构引起的声场变化的自适应透传过程。

[0052] 根据本公开的第三方案,提供了一种耳机,该耳机至少包括存储器、处理器,存储器上存储有计算机程序,处理器在执行存储器上的计算机程序时实现本公开第一方面提供的方法中的步骤。

[0053] 上述耳机通过主动对透传滤波器当前系数的适应性调整,使得透传系统能够自适应地调整其透传滤波系数,实现针对不同佩戴姿势和不同耳道结构引起的声场变化的自适

应透传处理过程。

[0054] 此外,尽管已经在本文中描述了示例性实施例,其范围包括任何和所有基于本公开的具有等同元件、修改、省略、组合(例如,各种实施例交叉的方案)、改编或改变的实施例。权利要求书中的元件将被基于权利要求中采用的语言宽泛地解释,并不限于在本说明书中或本申请的实施期间所描述的示例,其示例将被解释为非排他性的。因此,本说明书和示例旨在仅被认为是示例,真正的范围和精神由以下权利要求以及其等同物的全部范围所指示。

[0055] 以上描述旨在是说明性的而不是限制性的。例如,上述示例(或其一个或更多方案)可以彼此组合使用。例如本领域普通技术人员在阅读上述描述时可以使用其它实施例。另外,在上述具体实施方式中,各种特征可以被分组在一起以简单化本公开。这不应解释为一种不要求保护的公开的特征对于任一权利要求是必要的意图。相反,本发明的主题可以少于特定的公开的实施例的全部特征。从而,以下权利要求书作为示例或实施例在此并入具体实施方式中,其中每个权利要求独立地作为单独的实施例,并且考虑这些实施例可以以各种组合或排列彼此组合。本发明的范围应参照所附权利要求以及这些权利要求赋权的等同形式的全部范围来确定。

100

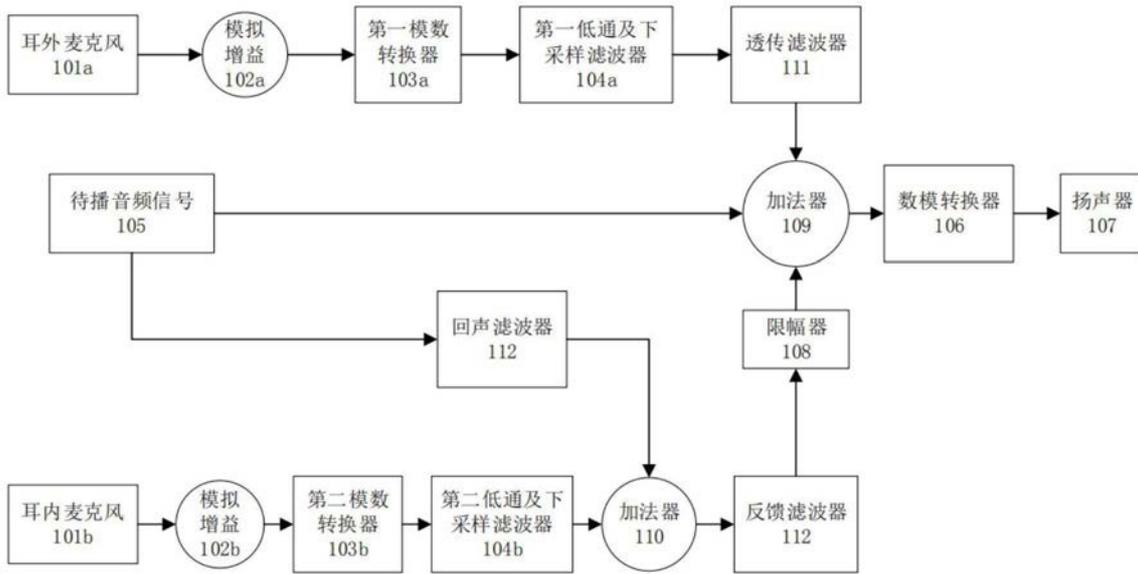


图1

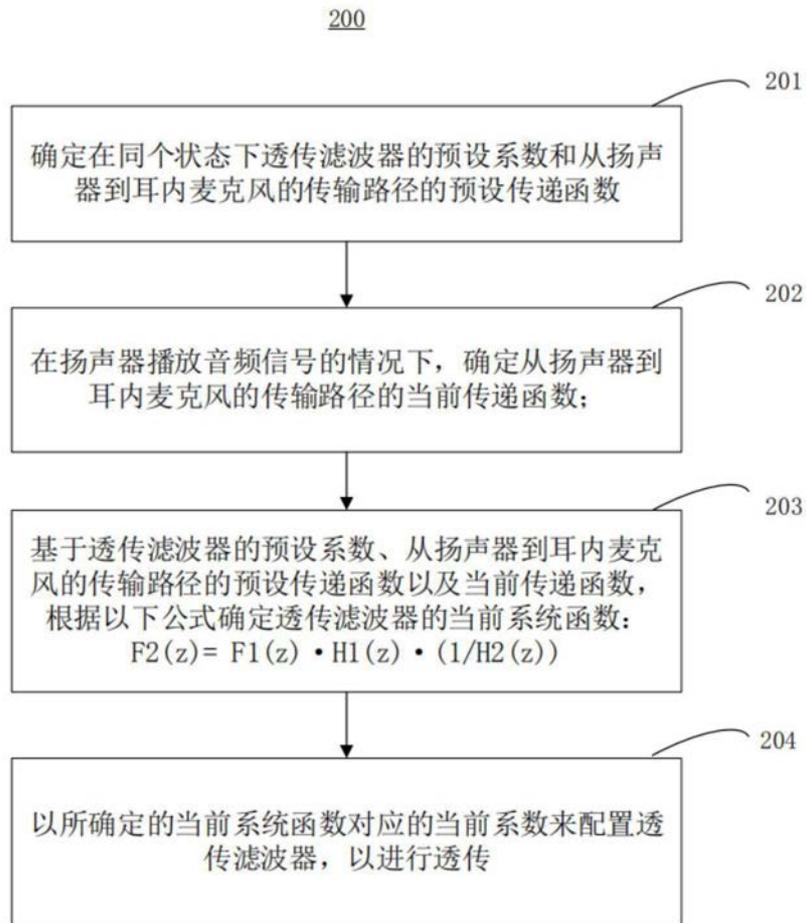


图2

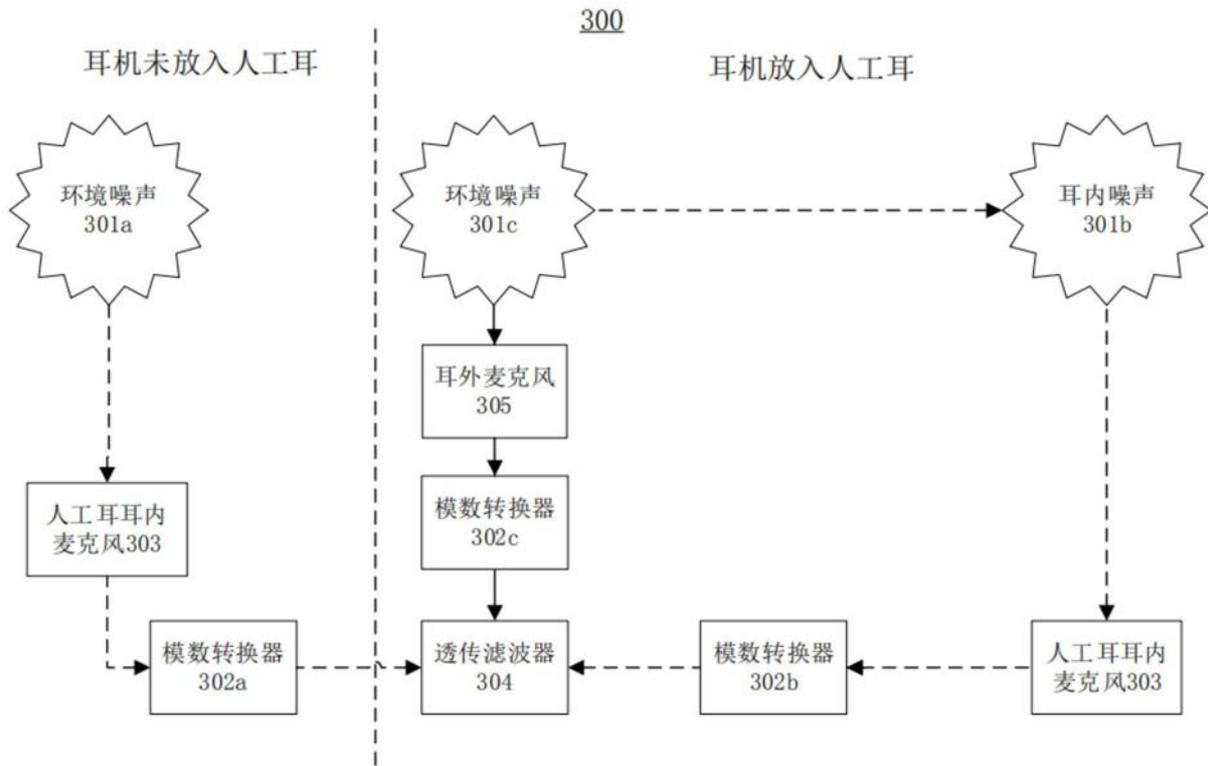


图3

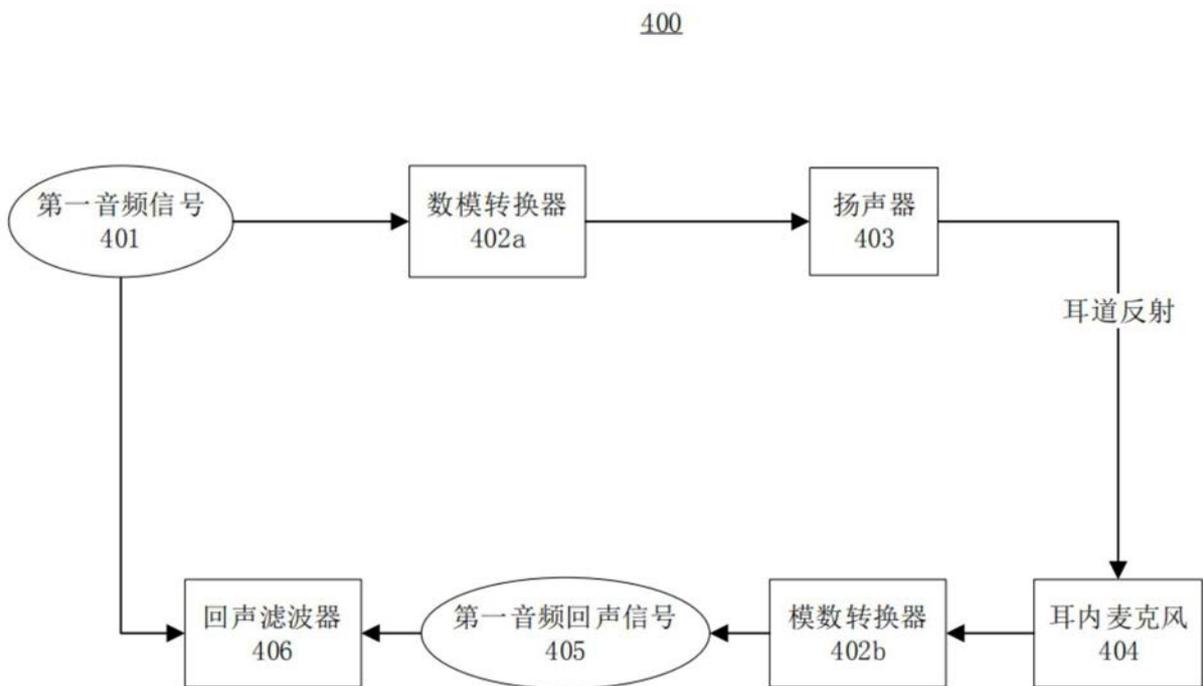


图4

500

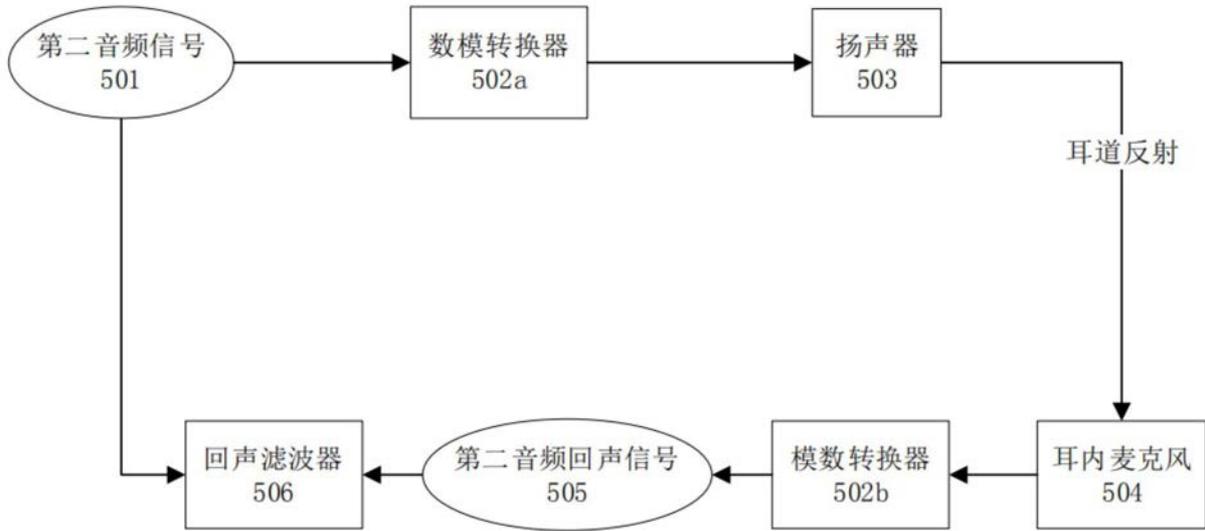


图5

600

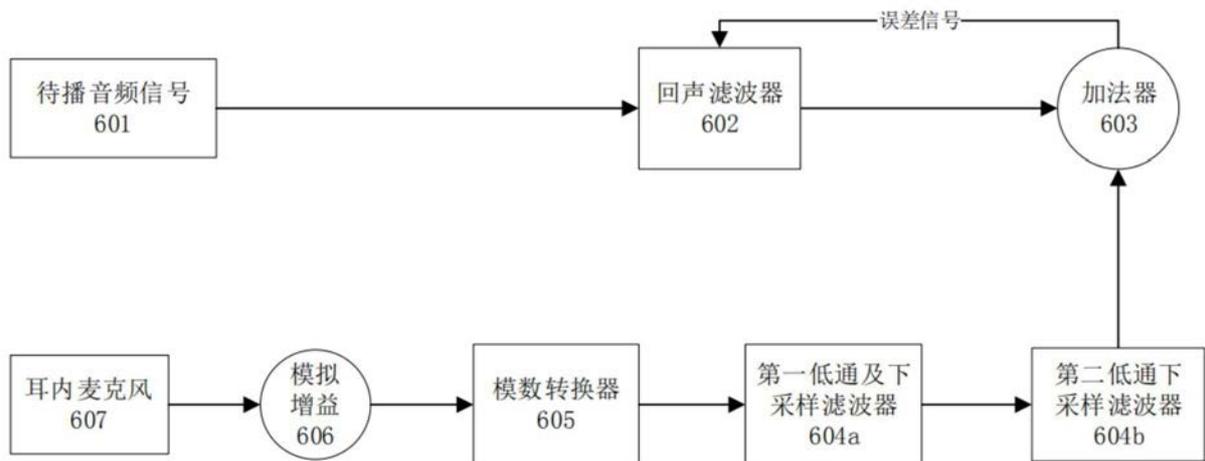


图6

700

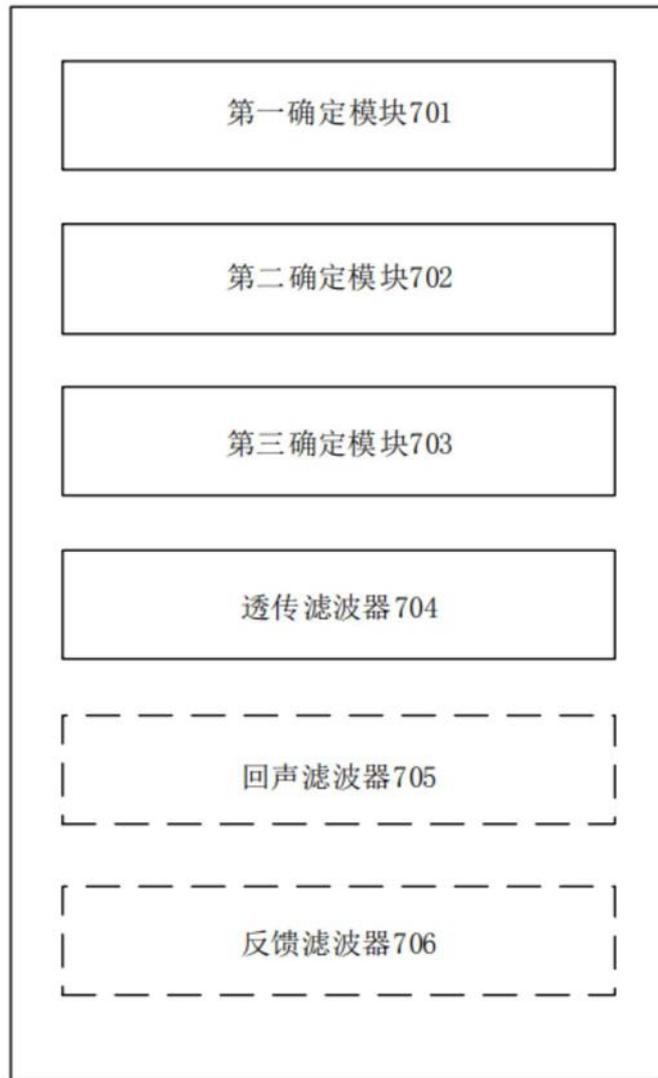


图7