



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115706885 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 17

(21) 申请号 202110928003.1

(22) 申请日 2021.08.13

(71) 申请人 OPPO广东移动通信有限公司

地址 523860 广东省东莞市长安镇乌沙海
滨路18号

(72) 发明人 练添富

(74) 专利代理机构 广州德科知识产权代理有限
公司 44381

专利代理师 蔡丽妮 万振雄

(51) Int. Cl.

H04R 1/10 (2006.01)

H04R 3/04 (2006.01)

H04R 29/00 (2006.01)

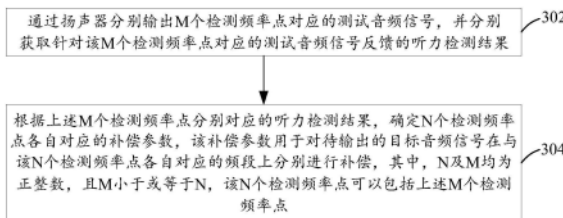
权利要求书3页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质

(57) 摘要

一种音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质，该方法应用于耳机，该耳机包括扬声器，该方法包括：通过扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号，并分别获取针对该M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果；根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果，确定N个检测频率点各自对应的补偿参数，该补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与该N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿，其中，N及M均为正整数，且M小于或等于N，该N个检测频率点可以包括上述M个检测频率点。实施本申请实施例，能够便捷快速地确定对音频信号进行补偿所需的补偿参数，从而提升了对音频信号进行补偿的效率。



1. 一种音频信号补偿方法,其特征在于,应用于耳机,所述耳机包括扬声器,所述方法包括:

通过所述扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对所述M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果;

根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,所述补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与所述N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,所述N及M均为正整数,且所述M小于或等于所述N,所述N个检测频率点包括所述M个检测频率点。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述补偿参数包括补偿滤波器参数,在所述根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数之后,所述方法还包括:

根据所述N个检测频率点各自对应的补偿滤波器参数,分别配置N个目标补偿滤波器,其中,所述N个目标补偿滤波器的中心频率分别与所述N个检测频率点一一对应;

通过所述N个目标补偿滤波器,对待输出的目标音频信号在以所述N个检测频率点为中心的频段上分别进行非线性补偿。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述通过所述N个目标补偿滤波器,对待输出的目标音频信号在以所述N个检测频率点为中心的频段上分别进行非线性补偿,包括:

将所述N个目标补偿滤波器进行级联,并通过级联后的所述N个目标补偿滤波器对待输出的目标音频信号进行非线性补偿。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述将所述N个目标补偿滤波器进行级联,包括:

根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,对所述N个目标补偿滤波器进行平滑调整,所述平滑调整包括信号增强调整或信号衰减调整;

将调整后的所述N个目标补偿滤波器进行级联。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述目标补偿滤波器包括无限长单位冲激响应IIR滤波器。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述IIR滤波器包括二阶IIR滤波器,且包括低频搁架滤波器Lowshelf Filter、高频搁架滤波器Highshelf Filter、峰值滤波器Peaking Filter中的一种或多种。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的方法,其特征在于,所述M小于所述N,所述根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,包括:

根据第一频率点对应的听力检测结果,确定所述第一频率点对应的补偿参数,所述第一频率点为所述M个检测频率点中的一个或多个频率点;

根据所述第一频率点对应的补偿参数,确定第二频率点对应的补偿参数,所述第二频率点为所述N个检测频率点中除所述M个频率点之外的其他频率点。

8. 根据权利要求1至6任一项所述的方法,其特征在于,所述M等于所述N,所述听力检测结果包括声音强度阈值,所述声音强度阈值为用户分别能够听到所述M个检测频率点对应的测试音频信号的临界声音强度,所述根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,包括:

根据所述M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,在补偿映射表上分别查询所述M个检测频率点对应的补偿参数,其中,所述补偿映射表包括各个检测频率点分别对应的声音强度阈值及补偿参数之间的映射关系。

9.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述补偿映射表是利用样本数据集进行训练得到的,所述样本数据集包括多个样本频率点分别对应的样本声音强度阈值及样本补偿参数。

10.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述根据所述M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,在补偿映射表上分别查询所述M个检测频率点对应的补偿参数,包括:

根据所述M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,分别确定与所述声音强度阈值匹配的补偿等级;

基于所述M个检测频率点各自对应的补偿等级,在补偿映射表上分别查询所述M个检测频率点对应的补偿参数。

11.根据权利要求1至6任一项所述的方法,其特征在于,所述M等于所述N,所述根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,包括:

若所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果均属于第一范围,则将N个检测频率点各自对应的补偿参数确定为默认参数。

12.根据权利要求1至6任一项所述的方法,其特征在于,在所述根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数之后,所述方法还包括:

若第三频率点对应的补偿参数大于第一参数阈值,则确定与所述第三频率点对应的补偿参数匹配的第一衰减参数,所述第一衰减参数用于配置所述第三频率点对应的第一衰减滤波器,所述第一衰减滤波器用于在根据所述补偿参数对待输出的目标音频信号在与所述第三频率点对应的频段上进行补偿后,通过所述第一衰减滤波器对补偿后的目标音频信号在与所述第三频率点对应的频段上进行衰减校正,其中,所述第三频率点为所述M个检测频率点中的一个或多个频率点。

13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述第三频率点包括多个,在所述若第三频率点对应的补偿参数大于第一参数阈值,则确定与所述第三频率点对应的补偿参数匹配的第一衰减参数之后,所述方法还包括:

根据多个所述第三频率点对应的补偿参数,确定第二衰减参数,所述第二衰减参数用于配置与多个所述第三频率点构成的连续补偿频段对应的第二衰减滤波器,所述第二衰减滤波器用于在通过多个所述第三频率点各自对应的第一衰减滤波器,分别对所述补偿后的目标音频信号在与多个所述第三频率点对应的频段上进行衰减校正后,通过所述第二衰减滤波器对衰减校正后的目标音频信号在所述连续补偿频段上进行整体平滑处理。

14.根据权利要求1至6任一项所述的方法,其特征在于,在所述根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数之后,所述方法还包括:

获取所述耳机的佩戴者对应的用户信息;

根据所述用户信息,确定与所述听力检测结果对应的补偿调整参数,并根据所述补偿

调整参数对所述N个检测频率点各自对应的补偿参数进行调整。

15. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述用户信息包括年龄信息、职业信息、风格喜好信息、使用时段信息中的一种或多种。

16. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,在所述根据所述用户信息,确定与所述听力检测结果对应的补偿调整参数之后,所述方法还包括:

根据所述补偿调整参数及所述补偿参数,确定个性化调整类型;

获取所述个性化调整类型对应的调整交互信息;

将所述调整交互信息发送至与所述耳机连接的终端设备,并触发所述终端设备输出所述调整交互信息。

17. 一种音频信号补偿装置,其特征在于,应用于耳机,所述耳机包括扬声器,所述音频信号补偿装置包括:

输出单元,用于通过所述扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对所述M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果;

确定单元,用于根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,所述补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与所述N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,所述N及M均为正整数,且所述M小于或等于所述N,所述N个检测频率点包括所述M个检测频率点。

18. 一种耳机,其特征在于,包括存储器及处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时,使得所述处理器实现如权利要求1至16任一项所述的方法。

19. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至16任一项所述的方法。

音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及音频处理技术领域,尤其涉及一种音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质。

背景技术

[0002] 当前,在用户使用耳机听音乐、看视频(即耳机输出视频所对应的音频信号)、进行通话等场景下,该耳机可以根据不同用户自身听力特性的差异,对输出的音频信号进行一定的补偿。然而,在实践中发现,传统的音频信号补偿方案往往需要进行复杂的听力检测和参数计算流程,使得确定补偿所需的相关参数的过程极其缓慢,降低了对音频信号进行补偿的效率。

发明内容

[0003] 本申请实施例公开了一种音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质,能够便捷快速地确定对音频信号进行补偿所需的补偿参数,从而提升了对音频信号进行补偿的效率。

[0004] 本申请实施例第一方面公开一种音频信号补偿方法,应用于耳机,所述耳机包括扬声器,所述方法包括:

[0005] 通过所述扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对所述M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果;

[0006] 根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,所述补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与所述N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,所述N及M均为正整数,且所述M小于或等于所述N,所述N个检测频率点包括所述M个检测频率点。

[0007] 本申请实施例第二方面公开一种音频信号补偿装置,应用于耳机,所述耳机包括扬声器,所述音频信号补偿装置包括:

[0008] 输出单元,用于通过所述扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并获取针对所述测试音频信号反馈的所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果;

[0009] 确定单元,用于根据所述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,所述补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与所述N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,所述N及M均为正整数,且所述M小于或等于所述N,所述N个检测频率点包括所述M个检测频率点。

[0010] 本申请实施例第三方面公开了一种耳机,包括存储器及处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时,使得所述处理器实现如本申请实施例第一方面公开的任意一种音频信号补偿方法中的全部或部分步骤。

[0011] 本申请实施例第四方面公开了一种计算机可读存储介质,其存储计算机程序,其中,所述计算机程序被处理器执行时实现如本申请实施例第一方面公开的任意一种音频信号补偿方法中的全部或部分步骤。

[0012] 与相关技术相比,本申请实施例具有以下有益效果:

[0013] 本申请实施例中,应用音频信号补偿方法的耳机可以包括扬声器,并通过该扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,继而可以分别获取针对该M个检测频率点对应的测试音频信号所反馈的听力检测结果。在此基础上,该耳机可以根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定出N个检测频率点各自对应的补偿参数,该补偿参数可以用于对待输出的目标音频信号在与该N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿。其中,上述的N及M均为正整数,且M小于或等于N,该N个检测频率点可以包括上述的M个检测频率点。可见,实施本申请实施例,能够根据耳机针对若干检测频率点的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点所对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿。基于上述简洁的流程,即可便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,既避免了相关技术中需要专业医师或用户自身进行听力检测和参数计算的复杂流程,又能够高效地确定多个检测频率点对应的补偿参数,从而提升了对音频信号进行补偿的效率。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图进行简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0015] 图1A是本申请实施例公开的音频信号补偿方法的一种应用场景示意图;

[0016] 图1B是本申请实施例公开的音频信号补偿方法的另一种应用场景示意图;

[0017] 图2是本申请实施例公开的一种耳机的结构示意图;

[0018] 图3是本申请实施例公开的一种音频信号补偿方法的流程示意图;

[0019] 图4是本申请实施例公开的另一种音频信号补偿方法的流程示意图;

[0020] 图5是本申请实施例公开的一种目标补偿滤波器的频率响应示意图;

[0021] 图6是由图5所示的目标补偿滤波器进行音频信号补偿的效果示意图;

[0022] 图7是本申请实施例公开的另一种目标补偿滤波器的频率响应示意图;

[0023] 图8是由图7所示的目标补偿滤波器进行音频信号补偿的效果示意图;

[0024] 图9是本申请实施例公开的又一种音频信号补偿方法的流程示意图;

[0025] 图10是本申请实施例公开的一种终端设备输出调整交互信息的界面示意图;

[0026] 图11是本申请实施例公开的一种音频信号补偿装置的模块化示意图;

[0027] 图12是本申请实施例公开的一种耳机的模块化示意图。

具体实施方式

[0028] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0029] 需要说明的是,本申请实施例的术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图

在于覆盖不排除的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0030] 本申请实施例公开了一种音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质,能够便捷快速地确定对音频信号进行补偿所需的补偿参数,从而提升了对音频信号进行补偿的效率。

[0031] 以下将结合附图进行详细描述。

[0032] 请一并参阅图1A及图1B,图1A是本申请实施例公开的音频信号补偿方法的一种应用场景示意图,图1B则是本申请实施例公开的音频信号补偿方法的另一种应用场景示意图。如图1A所示,该应用场景可以包括用户10及耳机20,用户10可以通过该耳机20自主进行听力检测,以使该耳机20获取用户10对应的听力检测结果,进而可以根据该听力检测结果确定相应的补偿参数,并基于该补偿参数实现相应的音频信号补偿。通过实现上述音频信号补偿,该耳机20可以针对用户10的听力特性(例如存在不同程度的听力损伤、对不同频率的音频信号具有不同的敏感度等),对待输出的目标音频信号在不同检测频率点对应的频段上分别进行不同程度的补偿,以使得补偿后的目标音频信号能够更贴合用户10的听力特性,有助于提升用户10接收目标音频信号时的听音效果(例如可以听得更清晰、更舒适)。

[0033] 示例性地,当需要对用户10进行听力检测,以进行相应的音频信号补偿时,用户10可以与耳机20进行交互,向该耳机20发出听力检测指令,以触发该耳机20开始进行听力检测。具体地,该听力检测可以利用M(M为正整数)个检测频率点对应的测试音频信号进行,该M个检测频率点可以预先设定,并且可以分别对应一定的频率范围,即各个频率范围内具有代表性的频率点。举例来说,上述检测频率点可包括500Hz、1000Hz、2000Hz等中低频频率点,也可以包括4000Hz、6000Hz、8000Hz等高频频率点。在此基础上,耳机20可以分别输出上述M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别采集用户10针对各个测试音频信号的反馈情况,据此来对用户在不同频段的听力特性(即对不同频段的音频信号的敏感性)进行较为全面的评估,得到相应的听力检测结果;同时,设置固定数量的检测频率点,也有利于减少检测次数,节省检测时间。

[0034] 在本申请实施例中,耳机20可以通过其内置的扬声器分别输出上述M个检测频率点对应的测试音频信号,继而可以分别获取针对该M个检测频率点对应的测试音频信号所反馈的听力检测结果。在此基础上,该耳机20可以根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定出N(N为正整数)个检测频率点各自对应的补偿参数,该补偿参数可以用于对待输出的目标音频信号在与该N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿。需要说明的是,上述的N及M除了均为正整数之外,还需满足M小于或等于N的条件,即该耳机20在确定补偿参数时所针对的N个检测频率点,可以包括其进行听力检测时所针对的M个检测频率点。

[0035] 通过实施本申请实施例,能够根据耳机20针对若干检测频率点(即上述M个检测频率点)的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点(即上述N个检测频率点)所对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿。基于这一相对简洁的流程,即可便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,既避免了相关技术中需要专业医师或用户自身进行听力检测和参数计算所需的复杂流程,又能够高效地确定多个检测频率点对应的补偿参

数,从而大大提升了对音频信号进行补偿的效率。

[0036] 可选地,如图1B所示,耳机20还可以与终端设备30连接,从而当需要对用户10进行上述听力检测时,用户10还可以与终端设备30进行交互,以通过该终端设备30向耳机20发出听力检测指令,并触发该耳机20开始进行听力检测。示例性地,上述终端设备30可以包括具备无线通信功能的各类设备或系统,如手机、智能可穿戴设备、车载终端、平板电脑、PC(Personal Computer,个人电脑)、PDA(Personal Digital Assistant,个人数字助理)等,本申请实施例中不作具体限定。需要说明的是,耳机20在获取用户10针对测试音频信号反馈的听力检测结果时,可以是获取用户10直接通过该耳机20反馈的听力检测结果;也可以是由终端设备30获取用户10反馈的听力检测结果之后,耳机20再与该终端设备30进行通信,获取该终端设备30发送的上述听力检测结果。

[0037] 需要说明的是,在本申请实施例中,耳机20除了包括扬声器之外,还可以设置有反馈麦克风以及前馈麦克风。示例性地,请参阅图2,图2是本申请实施例公开的一种耳机20的结构示意图。如图2所示,该耳机20可以包括扬声器21、反馈麦克风22以及前馈麦克风23。其中,当用户10佩戴该耳机20时,其反馈麦克风22可以处于扬声器21与用户10之间,其前馈麦克风23则可以设置于扬声器21后方(即当用户佩戴该耳机时,前馈麦克风处于扬声器与外界环境之间)。可以理解,该反馈麦克风22可以用于接收扬声器21所输出的音频信号以及耳机20内部的回声、噪声等,而前馈麦克风23则可以用于采集环境音,从而可以配合实现ANC(Active Noise Cancellation,主动降噪)等各种功能,辅助进行上述的听力检测及音频信号补偿步骤,以提升对音频信号进行补偿的准确性和可靠性。

[0038] 请参阅图3,图3是本申请实施例公开的一种音频信号补偿方法的流程示意图,该方法可以应用于上述的耳机,该耳机可以包括扬声器。如图3所示,该音频信号补偿方法可以包括以下步骤:

[0039] 302、通过扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对该M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果。

[0040] 在本申请实施例中,为针对用户的听力特性(例如存在不同程度的听力损伤、对不同频率的音频信号具有不同的敏感度等)进行相应的音频信号补偿,需要先获取该用户对应的听力检测结果。具体地,在用户佩戴上耳机之后,该耳机可以通过其内置的扬声器输出多个检测频率点对应的测试音频信号,用户可以分别针对每个测试音频信号进行反馈,以使该耳机分别获取用户针对上述多个检测频率点所反馈的上述多个检测频率点分别对应的听力检测结果。

[0041] 示例性地,该耳机可以设置有M个检测频率点,其中,M为正整数。当需要对用户进行听力检测时(如用户初次佩戴该耳机、每隔一定时长对该耳机进行校准等场景),该耳机可以基于上述M个检测频率点,分别确定出相应的M个测试音频信号。该测试音频信号可以包括各个检测频率点(如500Hz、1000Hz等)上的纯音信号,即仅由该检测频率点对应的音频信号分量组成,而不包含其他频率的音频信号分量的音频信号。采用纯音信号作为测试音频信号,可以通过后续的听力检测过程准确地判断出用户在各个检测频率点上的听力敏感程度。进一步地,耳机在确定出上述M个检测频率点对应的测试音频信号之后,可以通过其扬声器将电信号形式的测试音频信号转换为相应的声波震动,从而分别向用户输出各个测试音频信号,以便于在后续的步骤中获取用户是否收听到各个测试音频信号的反馈,进而

得到用户针对各个测试音频信号反馈的听力检测结果。

[0042] 在此基础上,耳机在获取针对上述测试音频信号反馈的听力检测结果时,可以通过与用户的交互实现,即基于用户是否收听到某一检测频率点对应的测试音频信号的反馈,确定与该检测频率点对应的听力检测结果。其中,上述听力检测结果可以包括用户是否收听到测试音频信号的主观判断信息,也可以包括根据上述主观判断信息进一步确定出的临界声音强度(即用户恰好能收听到测试音频信号时,该测试音频信号的声音强度)、可收听的声音强度范围等。

[0043] 在一种实施例中,当用户仅通过耳机获取上述反馈的听力检测结果时,可以通过检测针对该耳机的用户操作来实现。示例性地,针对该耳机的用户操作可以包括触控操作、语音操作、移动操作等。

[0044] 例如,当用户收听到测试音频信号时,可以触摸该耳机上指定的触控点,从而该耳机在检测到针对上述指定触控点的触控操作时,可以确定用户收听到测试音频信号的听力状态,进而获取相应的听力检测结果。

[0045] 又例如,当用户收听到测试音频信号时,可以直接发出“听到”的语音指令;而当用户未收听到测试音频信号时,则可以直接发出“没听到”的语音指令,从而该耳机可以对其检测到的语音指令进行解析,以确定用户是否收听到测试音频信号的情况。

[0046] 再例如,用户还可以根据是否收听到测试音频信号的不同情况,进行不同方向的头部移动、转动或晃动等,从而该耳机可以通过传感器检测其自身的运动状态,以确定相应的用户是否收听到测试音频信号的听力状态。具体举例来说,当用户收听到测试音频信号时,可以使头部左倾,以使耳机检测到向左移动的趋势;当用户未收听到测试音频信号时,则可以使头部右倾,以使该耳机检测到向右移动的趋势,进而耳机可以根据其检测到的移动趋势确定用户针对测试音频信号反馈的听力检测结果。又举例来说,当用户收听到测试音频信号时,可以使头部朝左水平转动(或朝右水平转动);当用户未收听到测试音频信号时,则可以使头部朝右水平转动(或朝左水平转动),从而耳机可以根据其检测到的运动轨迹来确定用户针对测试音频信号反馈的听力检测结果。再举例来说,当用户收听到测试音频信号时,可以使头部前后晃动(即点头);当用户未收听到测试音频信号时,则可以使头部左右晃动(即摇头),从而耳机也可以根据其检测到的运动方向或频率,来确定用户针对测试音频信号反馈的听力检测结果。

[0047] 在另一种实施例中,当用户还通过与耳机通信连接的终端设备来获取上述反馈的听力检测结果时,也可以通过获取针对该终端设备的用户操作来实现。示例性地,针对该终端设备的用户操作可以包括触控操作、按钮点击操作等。当终端设备检测到上述用户操作时,可以根据该用户操作确定用户是否收听到测试音频信号的听力状态,并将该听力状态发送至耳机。在此基础上,耳机可以根据其接收到的听力状态,进一步获取针对上述测试音频信号反馈的听力检测结果。

[0048] 304、根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,该补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与该N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,N及M均为正整数,且M小于或等于N,该N个检测频率点可以包括上述M个检测频率点。

[0049] 在本申请实施例中,耳机在获取上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果之

后,可以通过其内置的处理器对该听力检测结果进行分析,进而基于分析情况确定出N个检测频率点对应的补偿参数。其中,N也为正整数,且上述M的值小于N的值。

[0050] 在一些实施例中,若 $M=N$,则该耳机在确定补偿参数时所针对的N个检测频率点与其进行听力检测时所针对的M个检测频率点一一对应,该耳机可以根据其获取的M个听力检测结果,分别确定上述M个检测频率点各自对应的补偿参数。

[0051] 在另一些实施例中,若 $M<N$,则该耳机在确定补偿参数时所针对的N个检测频率点,可以包括其进行听力检测时所针对的M个检测频率点,以及其他未进行听力检测的一个或多个频率点。从而,该耳机在根据其获取的M个听力检测结果分别确定出上述M个检测频率点各自对应的补偿参数之后,还可以进一步确定上述N个检测频率点中未包含在该M个检测频率点中的其他频率点对应的补偿参数,从而可以快速地确定出更多检测频率点对应的补偿参数,以提升后续对音频信号进行补偿的效率。

[0052] 需要说明的是,上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,可以表征用户对于音频信号不同频率分量(即上述M个检测频率点各自对应的频率分量)的听力敏感度。示例性地,若根据听力检测结果确定出用户在某一检测频率点的听力敏感度较低,即用户不易听到该频率分量的音频信号,则后续可以针对音频信号的该频率分量进行增强;若根据听力检测结果确定出用户在某一检测频率点的听力敏感程度过高,即用户容易受到该频率分量的音频信号刺激,则后续可以针对音频信号的该频率分量进行保留或削弱。可以理解,上述增强、保留或削弱音频信号的措施,仅仅是对音频信号的补偿措施的部分示例,在实际应用中还可以进行各种不同程度和方式的补偿,所采取的补偿措施由上述N个检测频率点各自对应的补偿参数确定,其与用户对音频信号不同频率分量的听力敏感度可以相关(包括正相关或负相关),也可以不相关。

[0053] 示例性地,上述补偿参数可以包括滤波器参数(如用于配置滤波器的抽头系数,或具体的增益系数、中心频率等),从而该耳机可以根据N个检测频率点各自对应的补偿参数,分别配置相应的滤波器来对各个检测频率点对应的频段进行补偿滤波。具体举例来说,当需要对特定频段的音频信号进行补偿时,可以通过配置相应频带的带通滤波器或带阻滤波器进行补偿滤波;当需要对多个频段的音频信号进行较复杂的补偿时,也可以通过配置级联的FIR(Finite Impulse Response,有限长单位冲激响应)滤波器或IIR(Infinite Impulse Response,无限长单位冲激响应)滤波器来进行相应的补偿滤波。

[0054] 可见,实施上述实施例所描述的音频信号补偿方法,能够根据耳机针对若干检测频率点的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿。基于上述简洁的流程,即可便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,既避免了相关技术中需要专业医师或用户自身进行听力检测和参数计算的复杂流程,又能够高效地确定多个检测频率点对应的补偿参数,从而提升了对音频信号进行补偿的效率。

[0055] 请参阅图4,图4是本申请实施例公开的另一种音频信号补偿方法的流程示意图,该方法可以应用于上述的耳机,该耳机可以包括扬声器以及反馈麦克风。如图4所示,该音频信号补偿方法可以包括以下步骤:

[0056] 402、通过扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对

该M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果。

[0057] 404、根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,该补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与该N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,N及M均为正整数,且M小于或等于N,该N个检测频率点可以包括上述M个检测频率点。

[0058] 其中,步骤402以及步骤404与上述步骤302以及步骤304类似。需要说明的是,若上述M等于N的时候,该耳机在确定补偿参数时所针对的N个检测频率点与其进行听力检测时所针对的M个检测频率点一一对应,则该耳机可以根据其获取的M个听力检测结果,分别确定上述M个检测频率点各自对应的补偿参数。

[0059] 在本申请实施例中,某一检测频率点对应的听力检测结果可以包括声音强度阈值,该声音强度阈值可以为用户能够听到该检测频率点对应的测试音频信号的临界声音强度(即用户恰好能听到该测试音频信号的声音强度)。在一些实施例中,该耳机可以通过查表的方式,基于上述M个检测频率点对应的声音强度阈值,分别查询各个检测频率点对应的补偿参数;在另一些实施例中,该耳机也可以利用声音强度阈值与补偿参数之间的映射关系式,分别将上述M个检测频率点对应的声音强度阈值代入相应的映射关系式,以计算得到各个检测频率点对应的补偿参数。

[0060] 具体地,以查表为例,该耳机可以内置有补偿映射表,该补偿映射表可以包括各个检测频率点分别对应的声音强度阈值及补偿参数之间的映射关系。在此基础上,该耳机在获取上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果之后,可以根据该听力检测结果中所包括的声音强度阈值,即根据该M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,在补偿映射表上分别查询该M个检测频率点对应的补偿参数。通过实施上述查表的方法,可以快速获取M个检测频率点各自对应的补偿参数,从而可以加快后续基于该补偿参数配置补偿滤波器的效率,并进一步提升通过补偿滤波器对目标音频信号进行相应补偿的效率。

[0061] 在一些实施例中,该耳机在通过上述补偿映射表查询补偿参数之前,还可以对其获取的听力检测结果划分不同的补偿等级,进而可以根据不同补偿等级的声音强度阈值,确定出相应的补偿参数。示例性地,该耳机可以根据上述M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,分别确定与该声音强度阈值匹配的补偿等级,然后可以基于该M个检测频率点各自对应的补偿等级,在补偿映射表上分别查询该M个检测频率点对应的补偿参数。可以理解,对于不同的补偿等级,该耳机进行音频信号补偿的补偿程度可以有所差异。示例性地,在一些实施例中,当听力检测结果表示该用户的听力损伤较大时,可以相应地确定与该听力检测结果匹配的补偿等级为较高的补偿等级,从而在后续对待输出的目标音频信号进行补偿时,可以提供较大的增益系数、较小的品质因素等。在另一些实施例中,当听力检测结果表示该用户的听力损伤较小时,则可以相应地确定较低的补偿等级,从而在后续对待输出的目标音频信号进行补偿时,可以提供较小的增益系数、较大的品质因素等。

[0062] 其中,上述补偿映射表可以是利用样本数据集进行训练得到的,该样本数据集包括多个样本频率点分别对应的样本声音强度阈值及样本补偿参数。从而,利用上述补偿映射表,可以基于大量样本数据的实验经验,提升所确定出的各个检测频率点对应的补偿参数(尤其是增益系数)的准确性,从而可以对目标音频信号在各个检测频率点对应的频段上进行更准确的补偿(尤其是增益补偿),以提升用户的听觉体验。

[0063] 作为一种可选的实施方式,根据用户反馈的上述听力检测结果,该耳机还可以基于用户对不同频率音频信号的敏感性的差异,对各个检测频率点对应的补偿参数进行差异化的调整。以增益系数为例,该耳机可以将用户听力特性较好(即用户敏感性较高)的频率点对应的增益系数设置为衰减性的增益系数,例如取负值、减去指定的增益调整系数等;同时也可以将用户听力特性较差(即用户敏感性较低)的频率点对应的增益系数设置为增强性的增益系数,例如取正值、加上指定的增益调整系数等。从而,该耳机既可以灵活地调整其待输出的目标音频信号,又能够实现整体性的音频信号处理,使得补偿后的系统频响曲线更平滑,音质更舒适。

[0064] 在某些实施例中,即使用户反馈的听力检测结果表示该用户对不同频率音频信号的敏感性相似或相同,该耳机仍可以设置默认的补偿参数。示例性地,若上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果均属于第一范围(如该M个检测频率点对应的声音强度阈值属于相同的阈值范围),则该耳机可以将N个检测频率点各自对应的补偿参数均确定为默认参数。仍以增益系数为例,基于默认的增益系数配置目标补偿滤波器,可以对待输出的目标音频信号进行一定的补偿,从而使得用户明显可以感受到优化补偿的效果,进一步提升了用户体验。

[0065] 在一些实施例中,该耳机也可以针对不同的检测频率点,预先对上述听力检测结果进行相应的加权处理,从而可以在后续根据听力检测结果确定各个检测频率点对应的补偿参数时,实现与上述调整补偿参数类似的效果。示例性地,该耳机可以针对4000Hz、6000Hz等检测频率点为其对应的听力检测结果赋予一定的权重,从而可以方便地配置相应的补偿滤波器,以对人群中听力特性差异普遍不明显的频段实现针对性的补偿。通过实施上述方法,不仅有利于体现音频信号补偿前后的差异,同时也有利于实现个性化、定制化的音频信号补偿,进一步提升用户体验。

[0066] 406、上述补偿参数包括补偿滤波器参数,根据上述N个检测频率点各自对应的补偿滤波器参数,分别配置N个目标补偿滤波器,其中,N个目标补偿滤波器的中心频率分别与该N个检测频率点一一对应。

[0067] 在本申请实施例中,目标补偿滤波器可以包括无限长单位冲激响应IIR滤波器。示例性地,当采用二阶IIR滤波器作为目标补偿滤波器时,该二阶IIR滤波器可以通过公式1所示的差分方程表示如下:

[0068] 公式1:

$$[0069] \quad y(n) = \sum_{i=0}^M a_i x(n-i) + \sum_{i=1}^M b_i y(n-i)$$

[0070] 其中, a_i 和 b_i 可以根据所采用的二阶IIR滤波器的类型而采用不同的计算方式计算得到,且 a_i 和 b_i 均可以与补偿滤波器的中心频率 f_0 (与上述N个检测频率点对应)、待输出的目标音频信号的采样率 f_s 、该补偿滤波器的增益系数Gain值以及该补偿滤波器的品质因素Q值相关。可选地,上述二阶IIR滤波的滤波器类型可以包括低频搁架滤波器Lowshelf Filter、高频搁架滤波器Highshelf Filter、峰值滤波器Peaking Filter等,本申请实施例中不作具体限定。

[0071] 可选地,若在该耳机出厂前确定出上述补偿参数(例如根据人工经验或大数据分析结果,针对若干典型、常见的听力检测结果提前指定相应的补偿参数),则该耳机可以直

接获取各个检测频率点对应的补偿参数,并根据该补偿参数配置相应的补偿滤波器,以用于对上述扬声器待输出的目标音频信号进行补偿。

[0072] 408、通过该N个目标补偿滤波器,对待输出的目标音频信号在以上述N个检测频率点为中心的频段上分别进行非线性补偿。

[0073] 在本申请实施例中,该耳机可以将上述N个目标补偿滤波器进行级联,并通过级联后的N个目标补偿滤波器对待输出的目标音频信号进行非线性补偿。示例性地,请一并参阅图5及图6,图5是本申请实施例公开的一种目标补偿滤波器的频率响应示意图,而图6是由图5所示的目标补偿滤波器进行音频信号补偿的效果示意图,其中,图6中的虚线表示进行滤波补偿前的系统频率响应,实线则表示进行滤波补偿后的系统频率响应。可以理解,上述目标补偿滤波器可以是上述N个目标补偿滤波器级联后所得到的整体滤波器。如图5所示,由于该目标补偿滤波器在各个检测频率点对应的频段上的幅度响应是非线性的,其相应的补偿效果也可以呈现非线性的差异。例如,在图5中频率点A处对应的补偿较小,则相应地在图6中频率点A附近的滤波补偿效果不明显;图5中频率点B处对应的补偿较大,则相应地在图6中频率点B附近的滤波补偿较明显。从而,该耳机可以对待输出的目标音频信号在上述各个频段进行非线性的补偿,既提升了对目标音频信号进行补偿的灵活性,也有助于针对不同用户的听力特性实现针对性、精细化的补偿,提升了音频信号补偿的准确性和有效性。

[0074] 进一步地,该耳机在将上述N个目标补偿滤波器进行级联时,还可以根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,先对该N个目标补偿滤波器进行平滑调整。示例性地,若某一检测频率点对应的听力检测结果表示用户在该检测频率点的听力特性较差(即用户敏感性较低),则可以将该检测频率点对应的补偿参数设置为增强性的补偿参数,以对目标音频信号在该检测频率点对应的频段进行信号增强调整;若某一检测频率点对应的听力检测结果表示用户在该检测频率点的听力特性较好(即用户敏感性较高),则可以将该检测频率点对应的补偿参数设置为衰减性的补偿参数,以对目标音频信号在该检测频率点对应的频段进行信号衰减调整。在进行上述平滑调整(包括信号增强调整或信号衰减调整)之后,该耳机可以将调整后的N个目标补偿滤波器进行级联,以使级联后所得到的整体滤波器的频响曲线更加平滑,从而有利于提升目标音频信号的整体音质,进一步提升音频信号补偿效果。请一并参阅图7及图8,图7是本申请实施例公开的一种目标补偿滤波器的频率响应示意图,而图8是由图7所示的目标补偿滤波器进行音频信号补偿的效果示意图,其中,图8中的虚线表示进行滤波补偿前的系统频率响应,实线则表示进行滤波补偿后的系统频率响应。可以理解,上述目标补偿滤波器也可以是将上述N个目标补偿滤波器级联后所得到的整体滤波器。可见,相对于图5,图7中的目标补偿滤波器的频响曲线更平滑,则图8中补偿后的系统频率响应曲线相对于图6也更平滑,表示实现了更平滑的补偿效果。

[0075] 可见,实施上述实施例所描述的音频信号补偿方法,能够根据耳机针对若干检测频率点的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点所对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿,从而可以便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,提升了对音频信号进行补偿的效率;此外,通过查表的方式确定各个检测频率点对应的补偿参数,可以快速获取多个检测频率点各自对应的补偿参数,进而可以加快后续基于该补偿参

数配置补偿滤波器的效率,有利于进一步提升通过补偿滤波器对目标音频信号进行相应补偿的效率。

[0076] 请参阅图9,图9是本申请实施例公开的又一种音频信号补偿方法的流程示意图,该方法可以应用于上述的耳机,该耳机可以包括扬声器、反馈麦克风以及前馈麦克风。如图9所示,该音频信号补偿方法可以包括以下步骤:

[0077] 902、通过扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对该M个检测频率点对应的测试音频信号反馈的听力检测结果。

[0078] 其中,步骤902与上述步骤302类似,此处不再赘述。

[0079] 904、根据第一频率点对应的听力检测结果,确定该第一频率点对应的补偿参数,该第一频率点为上述M个检测频率点中的一个或多个频率点;

[0080] 其中,步骤904与上述步骤304类似。需要说明的是,由于第一频率点对应的补偿参数可用于在后续步骤中进一步确定上述M个检测频率点之外的第二频率点对应的补偿参数,因此在选取上述M个检测频率点时,即可基于第二频率点与第一频率点之间的对应关系进行选取和设置。

[0081] 示例性地,若根据第一频率点对应的补偿参数,可以进一步确定其相邻的若干频率点所对应的增益系数,则在全部需进行听力检测的N ($M < N$) 个检测频率点中,可以间隔地挑选M个检测频率点作为优先确定补偿参数的第一频率点。具体举例来说,若上述N个检测频率点分别为500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz、6000Hz、8000Hz,此时 $N=6$ 。在此基础上,可以取 $M=2$,例如分别将1000Hz、6000Hz两个频率点作为第一频率点,则耳机在确定出该第一频率点对应的补偿参数之后,可以在后续步骤中根据该第一频率点对应的补偿参数,进一步确定剩下的第二频率点(即500Hz、2000Hz、4000Hz、8000Hz)对应的补偿参数。例如,根据1000Hz频率点对应的补偿参数,可以确定相邻的500Hz及2000Hz两个频率点对应的补偿参数;根据6000Hz频率点对应的补偿参数,则可以确定相邻的4000Hz、8000Hz两个频率点对应的补偿参数。

[0082] 906、根据第一频率点对应的补偿参数,确定第二频率点对应的补偿参数,该第二频率点为N个检测频率点中除上述M个频率点之外的其他频率点,其中,M小于N。

[0083] 在本申请实施例中,当 $M < N$ 时,耳机在根据其获取的M个听力检测结果分别确定出上述M个检测频率点各自对应的补偿参数之后,可以进一步确定上述N个检测频率点中未包含在该M个检测频率点中的其他频率点对应的补偿参数,从而可以快速地确定出更多检测频率点对应的补偿参数,利于减少检测次数,节省检测时间。

[0084] 需要说明的是,为了基于第一频率点对应的补偿参数确定出第二频率点对应的补偿参数,需要将上述第一频率点和第二频率点确定为相关频率点(例如相邻的检测频率点、有倍频关系的检测频率点等),并基于两者之间的补偿参数对应关系进行计算。其中,相关频率点的补偿参数对应关系可以通过指定的函数关系运算得到,也可以在大量数据训练的基础上获得。通过实施上述方法,仅需针对少量频率点进行听力检测,即可确定出大量频率点对应的补偿参数以用于进行音频信号补偿,有效提升了对音频信号进行补偿的效率和便捷性。

[0085] 作为一种可选的实施方式,耳机还可以针对第三频率点进行补偿调整,以提升了对音频信号进行补偿的精细程度。其中,第三频率点可以为上述M个检测频率点中的一个或

多个频率点。

[0086] 在一些实施例中,若第三频率点对应的补偿参数大于第一参数阈值,则耳机可以确定与该第三频率点对应的补偿参数匹配的第一衰减参数,该第一衰减参数可以用于配置该第三频率点对应的第一衰减滤波器。当耳机根据上述补偿参数对待输出的目标音频信号在与该第三频率点对应的频段上进行补偿之后,可以通过该第一衰减滤波器对补偿后的目标音频信号在该第三频率点对应的频段上进行衰减校正,以降低上述目标补偿滤波器对目标音频信号所带来的过度增益。

[0087] 在另一些实施例中,若连续多个第三频率点对应的补偿参数大于第一参数阈值,则耳机还可以根据该多个第三频率点对应的补偿参数,进一步确定第二衰减参数,该第二衰减参数可以用于配置与上述多个第三频率点构成的连续补偿频段对应的第二衰减滤波器。当耳机分别通过上述多个第三频率点各自对应的第一衰减滤波器对目标音频信号进行衰减校正之后,可以通过该第二衰减滤波器对衰减校正后的目标音频信号在上述连续补偿频段上进行整体平滑处理,以进一步降低上述多个目标补偿滤波器对目标音频信号所带来的过度增益。

[0088] 通过针对上述第三频率点进行精细化的补偿参数调整,可以进一步提高音频信号补偿的准确性,特别是能够有效避免目标补偿滤波器的整体增益意外溢出,从而确保了对目标音频信号进行补偿的可靠性。

[0089] 908、获取耳机的佩戴者对应的用户信息。

[0090] 示例性地,上述用户信息可以包括年龄信息、职业信息、风格喜好信息、使用时段信息中的一种或多种。其中,上述风格喜好信息,指的是用户喜好的音频风格,如纯音乐、金属、摇滚等。上述使用时段信息,则可以包括用户在不同时段使用耳机的状态、时长、频率等。耳机在获取其佩戴者对应的用户信息之后,可以在后续步骤中针对不同的用户信息进行相应的音频信号补偿,或者针对已经确定的补偿参数进行个性化的调整,从而可以实现个性化的音频信号补偿。

[0091] 具体举例来说,耳机可以从与其连接的终端设备获取该终端设备的使用者的用户信息,来作为该耳机的佩戴者对应的用户信息。以上述用户信息包括年龄信息为例,耳机可以从上述终端设备获取用户的年龄信息,进而可以在后续步骤中确定与该年龄信息匹配的补偿等级(例如不同的年龄段对应于不同的补偿等级),并进一步获取该补偿等级对应的补偿参数,以用于对待输出的目标音频信号进行个性化补偿,从而可以输出符合用户年龄特点的目标音频信号,进一步提升用户的使用体验。

[0092] 910、根据该用户信息,确定与上述听力检测结果对应的补偿调整参数,并根据该补偿调整参数对上述N个检测频率点各自对应的补偿参数进行调整。

[0093] 在本申请实施例中,基于上述用户信息确定出的补偿调整参数,可以用于对上述N个检测频率点各自对应的补偿参数进行调整。示例性地,不同补偿调整参数可以对应于不同类型的滤波器,用于级联在上述补偿参数所配置的补偿滤波器之前或之后,以实现对该补偿参数的调整效果。示例性地,上述补偿调整参数对应的滤波器可以包括低频搁架滤波器Lowshelf Filter、高频搁架滤波器Highshelf Filter、峰值滤波器Peaking Filter中的一种或多种。

[0094] 可选地,在对上述N个检测频率点各自对应的补偿参数进行调整之后,该耳机还可

以级联一个限幅器Limiter来进行限幅处理,从而可以防止目标音频信号增益溢出,有效地保障了扬声器的安全。

[0095] 通过实施上述方法,可以基于用户信息进行个性化的音效补偿,进一步提升了进行音频信号补偿的灵活性。

[0096] 912、根据上述补偿调整参数及补偿参数,确定个性化调整类型。

[0097] 914、获取该个性化调整类型对应的调整交互信息。

[0098] 其中,不同的补偿调整参数及补偿参数,可以与不同的个性化调整类型相匹配,而上述个性化调整类型还可以与指定的调整交互信息相匹配。示例性地,上述调整交互信息可以包括图像信息、声音信息及震动信息中的一种或多种。举例来说,该调整交互信息可以包括形容音感的静态或动态图片(可包括文字),用于显示耳机对待输出的目标音频信号进行补偿后,该目标音频信号的实时音感状态(如柔和、激昂等)或音频补偿状态(如是否已开启补偿功能、开启何种类型的补偿功能等);也可以包括在输出目标音频信号前所输出的提示语音,用于提示该耳机是否已开启音频信号补偿的功能;还可以包括在输出目标音频信号的同时一并输出的震动提示等,以用于形成多维度的音频补偿效果展示,进一步提升用户的使用体验。

[0099] 916、将该调整交互信息发送至与耳机连接的终端设备,并触发该终端设备输出调整交互信息。

[0100] 示例性地,请参阅图10,图10是本申请实施例公开的一种终端设备输出调整交互信息的界面示意图。如图10所示,终端设备30可以在其屏幕310上输出图像形式的调整交互信息。该调整交互信息可以如图标311所示,显示在终端设备30的屏幕310的上半屏(可用于常驻显示);也可以如图标312所示,显示在该屏幕310的下半屏(可用于熄屏显示)。上述图标311及图标312可以包括文字信息(“XX”可以代表不同音感的描述文字),也可以包括图像信息,还可以包括图文信息等。可以理解,图10所示的调整交互信息仅是一些示例,图标311所示的调整交互信息和图标312所示的调整交互信息可以单独显示,也可以同时显示,终端设备30还可以输出其他类型的调整交互信息,从而可以向用户展示个性化的音频补偿状态,带来更多样化的使用体验。

[0101] 可见,实施上述实施例所描述的音频信号补偿方法,能够根据耳机针对若干检测频率点的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点所对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿,从而可以便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,提升了对音频信号进行补偿的效率;此外,通过针对上述第三频率点进行精细化的补偿参数调整,可以进一步提高音频信号补偿的准确性,特别是能够有效避免目标补偿滤波器的整体增益意外溢出,从而确保了对目标音频信号进行补偿的可靠性;此外,还可以基于用户信息进行个性化的音效补偿,进一步提升了进行音频信号补偿的灵活性。

[0102] 请参阅图11,图11是本申请实施例公开的一种音频信号补偿装置的模块化示意图,该音频信号补偿装置可以应用于上述的耳机,该耳机可以包括扬声器。如图11所示,该音频信号补偿装置可以包括输出单元1101以及确定单元1102,其中:

[0103] 输出单元1101,用于通过扬声器分别输出M个检测频率点对应的测试音频信号,并分别获取针对该M个检测频率点分别对应的测试音频信号反馈的听力检测结果;

[0104] 确定单元1102,用于根据上述M个检测频率点分别对应的听力检测结果,确定N个检测频率点各自对应的补偿参数,该补偿参数用于对待输出的目标音频信号在与该N个检测频率点各自对应的频段上分别进行补偿,其中,N及M均为正整数,且M小于或等于N,该N个检测频率点可以包括上述M个检测频率点。

[0105] 可见,采用上述实施例所描述的音频信号补偿装置,能够根据耳机针对若干检测频率点的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点所对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿。基于上述简洁的流程,即可便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,既避免了相关技术中需要专业医师或用户自身进行听力检测和参数计算的复杂流程,又能够高效地确定多个检测频率点对应的补偿参数,从而提升了对音频信号进行补偿的效率。

[0106] 在一种实施例中,上述补偿参数可以包括补偿滤波器参数,该音频信号补偿装置还可以包括未图示的滤波器配置单元和补偿单元,其中:

[0107] 滤波器配置单元,用于根据N个检测频率点各自对应的补偿滤波器参数,分别配置N个目标补偿滤波器,其中,N个目标补偿滤波器的中心频率分别与N个检测频率一一对应;

[0108] 补偿单元,用于通过N个目标补偿滤波器,对待输出的目标音频信号在以N个检测频率点为中心的频段上分别进行非线性补偿,从而可以提升对目标音频信号进行补偿的灵活性,有助于针对不同用户的听力特性实现针对性、精细化的补偿,也提升了音频信号补偿的准确性和有效性。

[0109] 其中,上述补偿单元具体还可以用于将N个目标补偿滤波器进行级联,并通过级联后的N个目标补偿滤波器对待输出的目标音频信号进行非线性补偿。

[0110] 示例性地,上述补偿单元在将N个目标补偿滤波器进行级联时,可以包括以下步骤:

[0111] 根据M个检测频率点分别对应的听力检测结果,对N个目标补偿滤波器进行平滑调整,平滑调整包括信号增强调整或信号衰减调整;

[0112] 将调整后的N个目标补偿滤波器进行级联。

[0113] 需要说明的是,上述目标补偿滤波器可以包括无限长单位冲激响应IIR滤波器。在一些实施例中,上述IIR滤波器可以包括二阶IIR滤波器,且包括低频搁架滤波器Lowshelf Filter、高频搁架滤波器Highshelf Filter、峰值滤波器Peaking Filter中的一种或多种。

[0114] 可见,采用上述实施例所描述的音频信号补偿装置,将调整后的N个目标补偿滤波器进行级联,可以使得级联后所得到的整体滤波器的频响曲线更加平滑,从而有利于提升目标音频信号的整体音质,

[0115] 在一种实施例中,若上述M的值小于N,则上述确定单元1102可以包括未图示的第一确定子单元及第二确定子单元,其中:

[0116] 第一确定子单元,用于根据第一频率点对应的听力检测结果,确定第一频率点对应的补偿参数,第一频率点为M个检测频率点中的一个或多个频率点;

[0117] 第二确定子单元,用于根据第一频率点对应的补偿参数,确定第二频率点对应的补偿参数,第二频率点为N个检测频率点中除M个频率点之外的其他频率点。

[0118] 可见,采用上述实施例所描述的音频信号补偿装置,仅需针对少量频率点进行听

力检测,即可确定出大量频率点对应的补偿参数以用于进行音频信号补偿,有效提升了对音频信号进行补偿的效率和便捷性。

[0119] 在一种实施例中,若上述M的值等于N,且上述听力检测结果包括声音强度阈值,该声音强度阈值为用户分别能够听到M个检测频率点对应的测试音频信号的临界声音强度,则上述确定单元1102可以包括未图示的查询子单元,该查询子单元可以用于根据M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,在补偿映射表上分别查询M个检测频率点对应的补偿参数,其中,补偿映射表包括各个检测频率点分别对应的声音强度阈值及补偿参数之间的映射关系。

[0120] 需要说明的是,上述补偿映射表可以是利用样本数据集进行训练得到的,样本数据集包括多个样本频率点分别对应的样本声音强度阈值及样本补偿参数。

[0121] 示例性地,上述查询子单元在补偿映射表上分别查询M个检测频率点对应的补偿参数时,具体可以执行以下步骤:

[0122] 根据M个检测频率点各自对应的声音强度阈值,分别确定与声音强度阈值匹配的补偿等级;

[0123] 基于M个检测频率点各自对应的补偿等级,在补偿映射表上分别查询M个检测频率点对应的补偿参数。

[0124] 可见,通过查表的方式确定各个检测频率点对应的补偿参数,可以快速获取多个检测频率点各自对应的补偿参数,进而可以加快后续基于该补偿参数配置补偿滤波器的效率,有利于进一步提升通过补偿滤波器对目标音频信号进行相应补偿的效率。

[0125] 在一种实施例中,若上述M的值等于N,则上述确定单元1102还可以包括未图示的第三确定子单元,该第三确定子单元可以用于若M个检测频率点分别对应的听力检测结果均属于第一范围,则将N个检测频率点各自对应的补偿参数确定为默认参数。基于默认的增益系数配置目标补偿滤波器,可以对待输出的目标音频信号进行一定的补偿,从而使得用户明显可以感受到优化补偿的效果,进一步提升了用户体验。

[0126] 在一种实施例中,该音频信号补偿装置还可以包括未图示的第一衰减单元,该第一衰减单元可以在第三频率点对应的补偿参数大于第一参数阈值时,确定与该第三频率点对应的补偿参数匹配的第一衰减参数,第一衰减参数用于配置第三频率点对应的第一衰减滤波器,第一衰减滤波器用于在根据补偿参数对待输出的目标音频信号在与第三频率点对应的频段上进行补偿后,通过第一衰减滤波器对补偿后的目标音频信号在与第三频率点对应的频段上进行衰减校正,其中,第三频率点为M个检测频率点中的一个或多个频率点。

[0127] 在一种实施例中,该音频信号补偿装置还可以包括未图示的第二衰减单元,该第二衰减单元可以用于根据多个第三频率点对应的补偿参数,确定第二衰减参数,第二衰减参数用于配置与多个第三频率点构成的连续补偿频段对应的第二衰减滤波器,第二衰减滤波器用于在通过多个第三频率点各自对应的第一衰减滤波器,分别对补偿后的目标音频信号在与多个第三频率点对应的频段上进行衰减校正后,通过第二衰减滤波器对衰减校正后的目标音频信号在连续补偿频段上进行整体平滑处理。

[0128] 可见,采用上述实施例所描述的音频信号补偿装置,通过针对上述第三频率点进行精细化的补偿参数调整,可以进一步提高音频信号补偿的准确性,特别是能够有效避免目标补偿滤波器的整体增益意外溢出,从而确保了对目标音频信号进行补偿的可靠性。

[0129] 在一种实施例中,该音频信号补偿装置还可以包括未图示的信息获取单元,其中:
[0130] 信息获取单元,用于在上述确定单元确定出N个检测频率点各自对应的补偿参数之后,获取耳机的佩戴者对应的用户信息;

[0131] 上述确定单元,还用于根据用户信息,确定与听力检测结果对应的补偿调整参数,并根据补偿调整参数对N个检测频率点各自对应的补偿参数进行调整。

[0132] 其中,上述用户信息可以包括年龄信息、职业信息、风格喜好信息、使用时段信息中的一种或多种。

[0133] 在一种实施例中,该音频信号补偿装置还可以包括未图示的发送单元,其中:

[0134] 上述确定单元,还用于在确定除与听力检测结果对应的补偿调整参数之后,根据补偿调整参数及补偿参数,确定个性化调整等级;

[0135] 上述信息获取单元,还用于获取个性化调整等级对应的调整交互信息;

[0136] 发送单元,用于将调整交互信息发送至与耳机连接的终端设备,并触发终端设备输出调整交互信息。

[0137] 可见,采用上述实施例所描述的音频信号补偿装置,能够根据耳机针对若干检测频率点的听力检测结果,确定出相同乃至更多频率点所对应的补偿参数,进而可以将所确定出的补偿参数用于在相应的频率点各自对应的频段上,对目标音频信号的各频段信号分量进行补偿,从而可以便捷快速地确定出对目标音频信号进行补偿所需的补偿参数,提升了对音频信号进行补偿的效率;此外,通过针对上述第三频率点进行精细化的补偿参数调整,可以进一步提高音频信号补偿的准确性,特别是能够有效避免目标补偿滤波器的整体增益意外溢出,从而确保了对目标音频信号进行补偿的可靠性;此外,还可以基于用户信息进行个性化的音效补偿,进一步提升了进行音频信号补偿的灵活性。

[0138] 请参阅图12,图12是本申请实施例公开的一种耳机的模块化示意图。如图12所示,该耳机可以包括:

[0139] 存储有可执行程序代码的存储器1201;

[0140] 与存储器1201耦合的处理器1202;

[0141] 其中,处理器1202调用存储器1201中存储的可执行程序代码,可以执行上述实施例所描述的任意一种音频信号补偿方法中的全部或部分步骤。

[0142] 此外,本申请实施例进一步公开了一种计算机可读存储介质,其存储用于电子数据交换的计算机程序,其中,该计算机程序使得计算机可以执行上述实施例所描述的任意一种音频信号补偿方法中的全部或部分步骤。

[0143] 此外,本申请实施例进一步公开一种计算机程序产品,当该计算机程序产品在计算机上运行时,使得计算机可以执行上述实施例所描述的任意一种音频信号补偿方法中的全部或部分步骤。

[0144] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质包括只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存储器(Random Access Memory,RAM)、可编程只读存储器(Programmable Read-only Memory,PROM)、可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read Only Memory,EPR0M)、一次可编程只读存储器(One-time Programmable Read-Only Memory,OTPROM)、电子抹除式可复写只读存储器

(Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory,EEPROM)、只读光盘(Compact Disc Read-Only Memory,CD-ROM)或其他光盘存储器、磁盘存储器、磁带存储器、或者能够用于携带或存储数据的计算机可读的任何其他介质。

[0145] 以上对本申请实施例公开的一种音频信号补偿方法及装置、耳机、存储介质进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

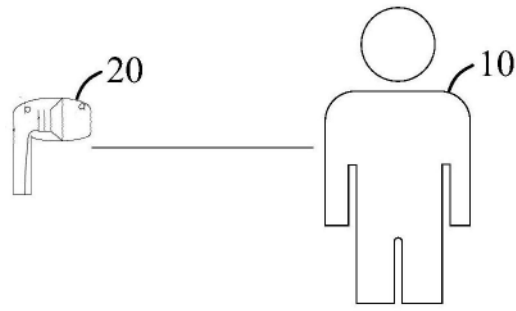


图1A

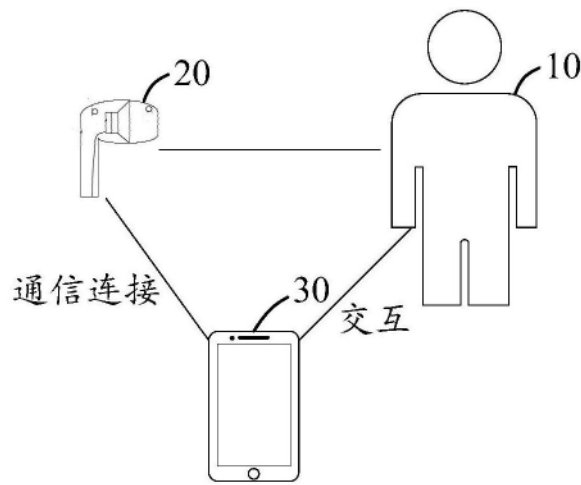


图1B

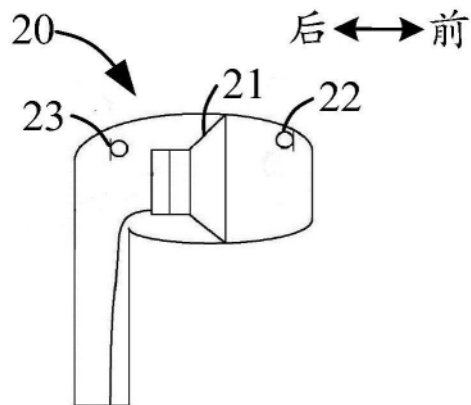


图2

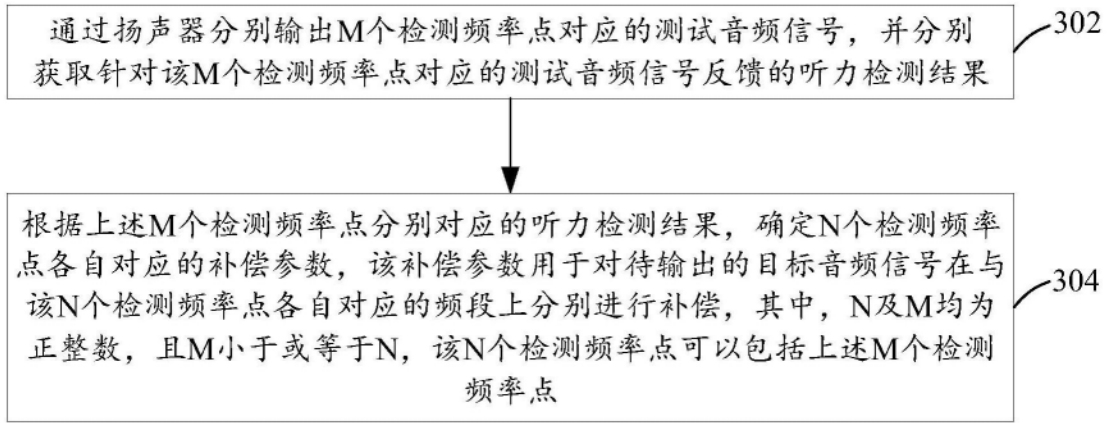


图3

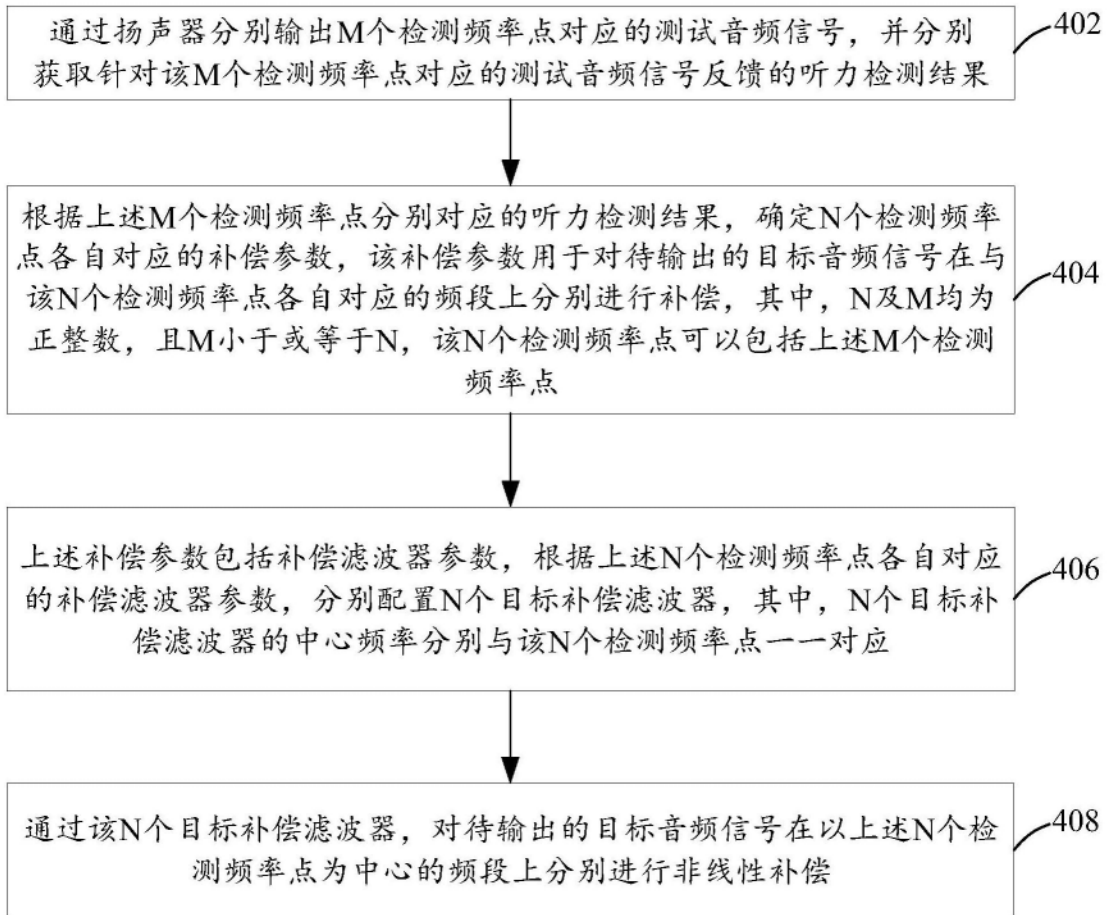


图4

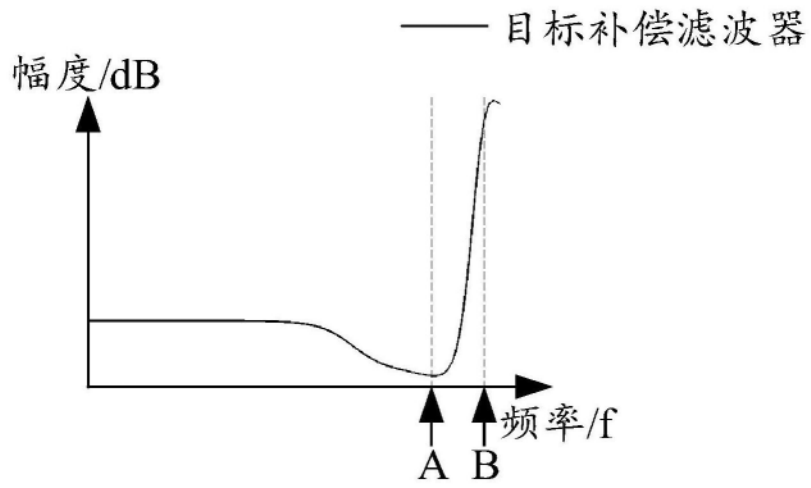


图5

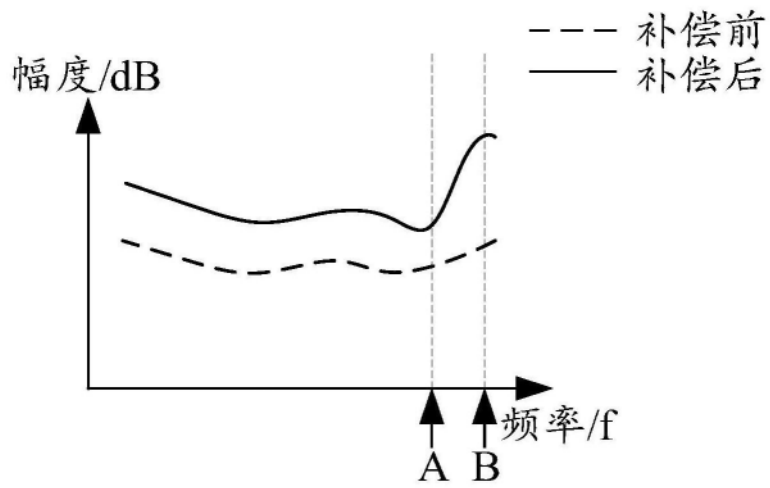


图6

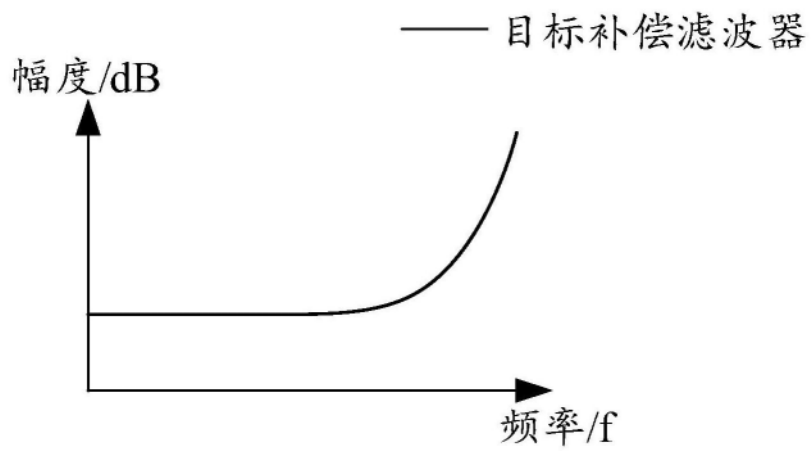


图7

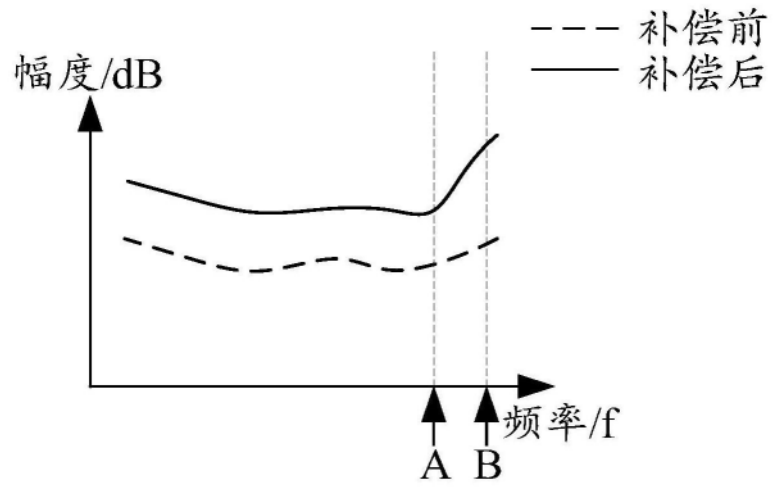


图8

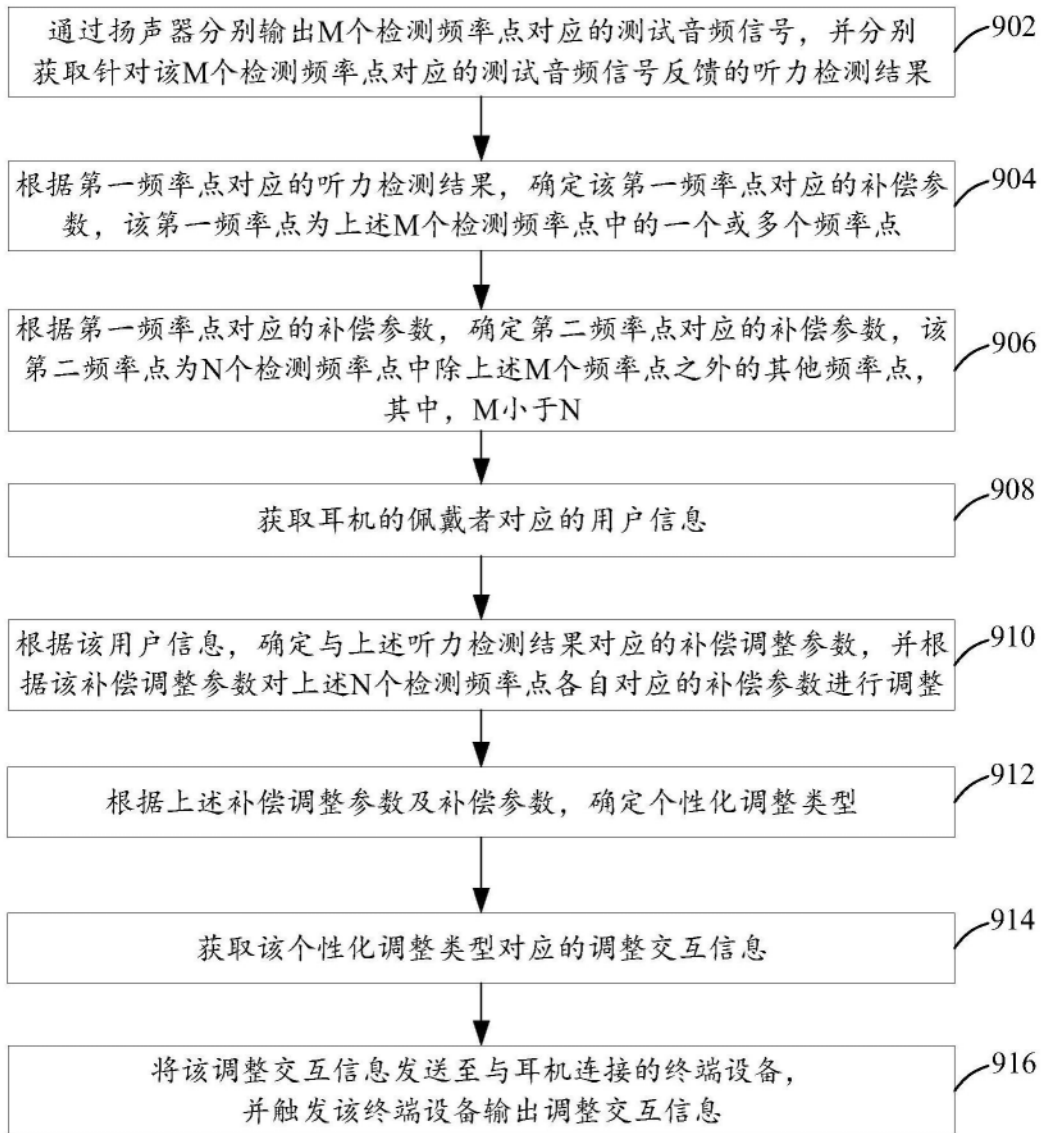


图9

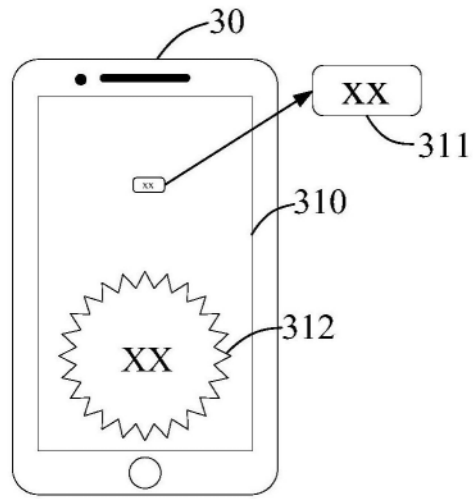


图10

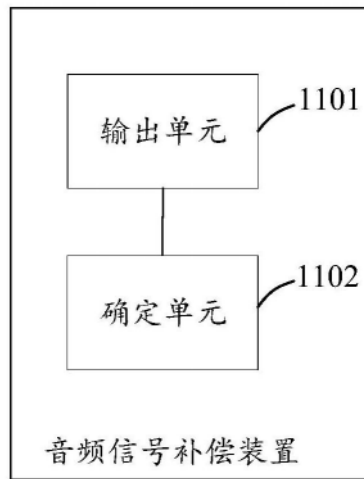


图11

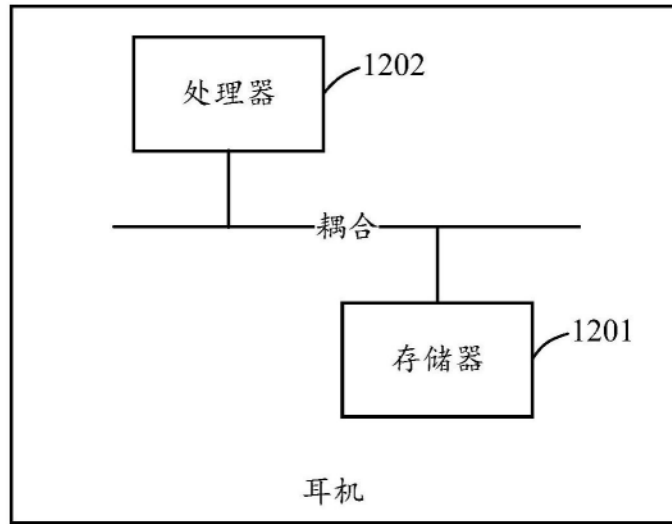


图12