



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106937195 B

(45) 授权公告日 2021.02.19

(21) 申请号 201611245254.5

(22) 申请日 2016.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106937195 A

(43) 申请公布日 2017.07.07

(30) 优先权数据
14/982,421 2015.12.29 US

(73) 专利权人 哈曼国际工业有限公司
地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 U.霍尔巴赫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 刘文洁

(51) Int.Cl.

H04R 1/10 (2006.01)

H04R 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 203225872 U, 2013.10.02

CN 104303519 A, 2015.01.21

CN 204634010 U, 2015.09.09

CN 101375328 A, 2009.02.25

US 2014363010 A1, 2014.12.11

US 6683965 B1, 2004.01.27

审查员 倪静

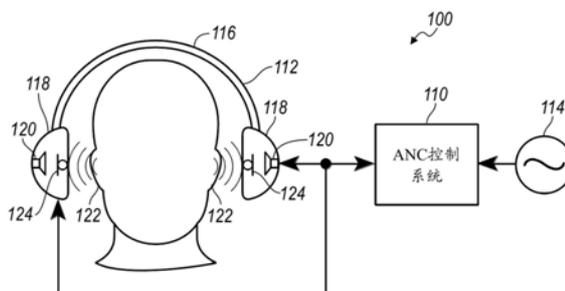
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

降噪外耳头戴式耳机

(57) 摘要

本发明描述了一种头戴式耳机组件,其具有外耳式头戴式耳机,所述头戴式耳机包括:听筒,其至少部分地由双重泡沫覆盖的;以及头箍,其用于提供足以用所述听筒密封用户外耳的夹力。所述听筒可被成形来配合不同的外耳尺寸和形状以提供通用的配合度。所述双重泡沫可包括位于透声的多孔外部泡沫下方的一层记忆泡沫。所述听筒还可包括换能器和定位在所述换能器内以接收所述换能器发出的声音和噪声的至少一个麦克风。所述头戴式耳机组件可配备主动降噪(ANC)控制系统,所述主动降噪控制系统被配置来从音频源接收音频输入信号,并且部分地基于所述麦克风所测量的所述头戴式耳机的感知频率响应,向所述换能器提供滤波的音频输出信号。



1. 一种头戴式耳机组件,其包括:
头箍;以及
至少一个头戴式耳机,其附接到所述头箍的端部并且包括:
听筒,其被成形并且定位以便放入用户耳朵的外耳中;
记忆泡沫,其附接到所述听筒;以及
多孔的外部泡沫,其设置在所述听筒上,位于所述记忆泡沫顶部之上,所述多孔的外部泡沫覆盖所述听筒的至少一部分以及所述记忆泡沫;
其中所述头箍提供夹力,在所述头戴式耳机不侵入用户耳道中的情况下,所述夹力在所述头戴式耳机与对应的外耳之间形成气封。
2. 如权利要求1所述的头戴式耳机组件,其中所述外部泡沫是透声的。
3. 如权利要求1所述的头戴式耳机组件,其中所述听筒包括换能器和至少一个麦克风,所述至少一个麦克风靠近所述换能器以接收所述换能器发出的声音和噪声。
4. 如权利要求3所述的头戴式耳机组件,其还包括:
主动降噪(ANC)控制系统,其被配置来从音频源接收音频输入信号,并且部分地基于所述麦克风所测量的所述头戴式耳机的感知频率响应,向所述换能器提供滤波后的音频输出信号。
5. 如权利要求1所述的头戴式耳机组件,其中所述听筒包括内部第一部分和设置在所述内部第一部分与所述头戴式耳机的所述端部之间的外部第二部分,所述内部第一部分限定所述听筒的第一室,并且所述外部第二部分限定所述听筒的第二室。
6. 如权利要求5所述的头戴式耳机组件,其中所述记忆泡沫是包裹着所述听筒的所述第一部分记忆泡沫自粘带。
7. 如权利要求5所述的头戴式耳机组件,其中所述听筒的所述内部第一部分被成形来配合不同的外耳尺寸和形状以提供通用的配合度。
8. 如权利要求5所述的头戴式耳机组件,其中所述听筒的所述内部第一部分包括穿孔的喷嘴以提供声音输出端口。
9. 一种音响系统,其包括:
头戴式耳机组件,其包括:
头箍,以及
至少一个头戴式耳机,其附接到所述头箍的端部,所述头戴式耳机包括:
听筒,其被成形并且定位以便放入用户耳朵的外耳中,所述听筒具有内部第一部分和设置在所述第一部分与所述头戴式耳机的所述端部之间的外部第二部分,所述内部第一部分限定所述听筒的第一室,并且所述外部第二部分限定所述听筒的第二室,所述第二室提供后方声体积,
换能器,其设置在所述第二室中并且由所述听筒的所述外部第二部分支撑,
麦克风,其设置在所述第一室中并且耦合到所述听筒的所述内部第一部分,所述麦克风定位在所述第一室中面向所述换能器以接收所述换能器发出的声音和噪声,
记忆泡沫,其粘合性地附接到所述听筒的所述内部第一部分,以及
多孔的外部泡沫,其设置在所述听筒的所述内部第一部分上,位于所述记忆泡沫顶部之上,其中,所述多孔的外部泡沫覆盖所述听筒的至少一部分以及所述记忆泡沫;以及

主动降噪(ANC)控制系统,其被配置来从音频源接收音频输入信号,并且部分地基于所述麦克风所测量的所述头戴式耳机的感知频率响应,向所述换能器提供滤波后的音频输出信号;

其中所述头箍提供在所述头戴式耳机与对应的外耳之间形成气封的夹力。

10.如权利要求9所述的音响系统,其中所述麦克风周围的体积由吸声泡沫占据以减弱内部反射。

11.如权利要求9所述的音响系统,其中所述第二室包括阻尼材料以减弱所述换能器的后方声输出。

12.如权利要求9所述的音响系统,其中所述换能器包括由刚性纸膜形成的锥体以实现在音频频段内的活塞式运动。

13.如权利要求9所述的音响系统,其中所述外部第二部分包括用于低音调谐的多个通气孔。

14.如权利要求13所述的音响系统,其中所述多个通气孔内衬有声阻纸。

15.如权利要求9所述的音响系统,其中所述ANC控制系统包括:侧链滤波器,其被配置成使所述音频输入信号的高频部分通过;以及环路滤波器,其被配置成基于高通滤波后的音频输入信号和指示所述麦克风所接收的声音的反馈信号来生成滤波后的音频输出信号,并且向所述换能器提供所述滤波后的音频输出信号。

16.如权利要求15所述的音响系统,其中所述侧链滤波器是高通滤波器。

17.一种音响系统,其包括:

头戴式耳机组件,其包括至少一个外耳头戴式耳机,所述至少一个外耳头戴式耳机具有听筒和头箍,所述听筒被成形以便放入用户耳朵的外耳内,所述头箍提供夹力以使用所述头戴式耳机密封所述用户外耳,所述听筒包括换能器和至少一个麦克风;

记忆泡沫,其附接到所述听筒;以及

多孔的外部泡沫,其设置在所述听筒上,位于所述记忆泡沫顶部之上,所述多孔的外部泡沫覆盖所述听筒的至少一部分以及所述记忆泡沫;

侧链滤波器,其被配置成对音频输入信号进行高通滤波;以及

环路滤波器,其被配置成基于高通滤波后的音频输入信号和指示所述至少一个麦克风所接收的声音的反馈信号来生成滤波后的音频输出信号,并且向所述换能器提供所述滤波后的音频输出信号。

18.如权利要求17所述的音响系统,其中所述侧链滤波器是高通滤波器。

19.如权利要求17所述的音响系统,其中所述至少一个麦克风定位在所述听筒内部以接收所述换能器发出的声音和噪声。

20.如权利要求17所述的音响系统,其中所述听筒被成形以配合不同的外耳尺寸和形状以提供通用的配合度。

降噪外耳头戴式耳机

技术领域

[0001] 本公开的一个或多个实施方案大体上涉及降噪头戴式耳机,并且涉及外耳式头戴式耳机。

背景技术

[0002] 电子装置的持续小型化已经导致产生经由头戴式耳机向收听者传递音频的各种便携式音频装置。电子产品的小型化也已经导致产生生成高质量声音的越来越小的头戴式耳机。现在,一些头戴式耳机包括降噪系统,所述降噪系统包括用于获取外部声音数据的麦克风和用于减少或消除在用户环境中生成的外部声音的控制器。

[0003] 耳道形状、角度和尺寸在不同人之间有很大差别。尽管头戴式耳机产品带有不同的耳塞,但是佩戴传统入耳头戴式耳机的许多用户仍感到不舒适。对于良好的低频扩展来说很关键的气封(air seal)在许多情况中是较差的。此外,入耳头戴式耳机很容易松动或者甚至掉落。包耳头戴式耳机通常沉重、体积大且不适于便携式应用。贴耳头戴式耳机遭受较差的气封,这限制了它们的低频性能和整体的音频质量。

发明内容

[0004] 本公开的一个或多个实施方案涉及头戴式耳机组件,所述头戴式耳机组件包括头箍和附接到所述头箍的端部的至少一个头戴式耳机。头箍可包括被成形并且定位以便放入用户耳朵的外耳中的听筒。头箍还可包括附接到听筒的记忆泡沫和设置在听筒上、位于记忆泡沫顶部之上的多孔外部泡沫。头箍可提供夹力,在头戴式耳机不挤入到用户耳道中的情况下,所述夹力在头戴式耳机与对应的外耳之间形成气封。

[0005] 根据一个或多个实施方案,外部泡沫可以是透声的。听筒可包括换能器和靠近换能器以接收换能器发出的声音和噪声的至少一个麦克风。头戴式耳机组件还可包括主动降噪(ANC)控制系统,所述主动降噪控制系统被配置来从音频源接收音频输入信号,并且部分地基于麦克风所测量的头戴式耳机的感知频率响应,向换能器提供滤波的音频输出信号。

[0006] 听筒可包括内部第一部分和设置在内部第一部分与头戴式耳机的端部之间的外部第二部分。内部第一部分可限定听筒的第一室,并且外部第二部分可限定听筒的第二室。记忆泡沫可以是包裹着听筒的第一部分的自粘合带。此外,听筒的内部第一部分可被成形来配合不同的外耳尺寸和形状,以提供通用的配合度。听筒的内部第一部分还可包括穿孔的喷嘴以提供声音输出端口。

[0007] 本公开的一个或多个附加实施方案涉及音响系统,所述音响系统包括头戴式耳机组件和主动降噪(ANC)控制系统。头戴式耳机组件可包括头箍和附接到所述头箍的端部的至少一个头戴式耳机。头戴式耳机可包括被成形并且定位以便放入用户耳朵的外耳中的听筒。听筒可具有内部第一部分和设置在第一部分与头戴式耳机的端部之间的外部第二部分。内部第一部分可限定听筒的第一室,并且外部第二部分可限定听筒的第二室。

[0008] 头戴式耳机还可包括设置在第二室中并且由听筒的外部第二部分支撑的换能器。

麦克风可设置在第一室中并且联接到听筒的内部第一部分。麦克风可定位在第一室中以接收换能器发出的声音和噪声。记忆泡沫可粘合地附接到听筒的内部第一部分,并且多孔外部泡沫可设置在听筒的内部第一部分上、位于记忆泡沫顶部之上。ANC控制系统可被配置来从音频源接收音频输入信号,并且部分地基于麦克风所测量的头戴式耳机的感知频率响应,向换能器提供滤波的音频输出信号。此外,头箍可提供在头戴式耳机与对应的外耳之间形成气封的夹力。

[0009] 根据一个或多个实施方案,麦克风周围的体积可由吸声泡沫占据以减弱内反射。第二室可包括阻尼材料以减弱换能器的后方声输出。换能器可包括由刚性纸膜形成的锥体以实现在音频频段内的活塞式运动。听筒的外部第二部分可包括用于低音调谐的多个通气孔。多个通气孔可内衬有声阻纸。

[0010] 另外,ANC控制系统可包括侧链滤波器,所述侧链滤波器被配置来通过音频输入信号的高频部分。ANC控制系统还可包括环路滤波器,所述环路滤波器被配置成:基于高通滤波的音频输入信号和指示麦克风所接收的声音的反馈信号来生成滤波的音频输出信号;并且向换能器提供滤波的音频输出信号。侧链滤波器可以是高通滤波器。

[0011] 本公开的一个或多个附加实施方案涉及音响系统,所述音响系统包括头戴式耳机组件,所述头戴式耳机组件包括至少一个外耳头戴式耳机,所述至少一个外耳头戴式耳机具有被成形以便放入用户耳朵的外耳内的听筒。头戴式耳机组件还可包括头箍,所述头箍提供夹力来用头戴式耳机密封用户外耳。听筒可包括换能器和至少一个麦克风。

[0012] 音响系统还可包括:侧链滤波器,其被配置来对音频输入信号进行高通滤波;以及环路滤波器,其被配置成基于高通滤波的音频输入信号和指示至少一个麦克风所接收的声音的反馈信号来生成滤波的音频输出信号。环路滤波器可向换能器提供滤波的音频输出信号。

[0013] 根据一个或多个实施方案,侧链滤波器是高通滤波器。另外,至少一个麦克风可定位在听筒内部以接收换能器发出的声音和噪声。听筒可被成形来配合不同的外耳尺寸和形状以提供通用的配合度。

[0014] 附图简述

[0015] 图1是根据本公开的一个或多个实施方案示出音响系统的简化示例性示意图,所述音响系统包括连接到头戴式耳机的降噪控制系统的音响系统并且向用户生成声波;

[0016] 图2是根据本公开的一个或多个实施方案的示例性头戴式耳机组件的图解;

[0017] 图3是根据本公开的一个或多个实施方案的示例性头戴式耳机的透视图;

[0018] 图4是根据本公开的一个或多个实施方案的头戴式耳机的简化示例性分解图;

[0019] 图5是根据本公开的一个或多个实施方案的听筒的侧截面图;

[0020] 图6是根据本公开的一个或多个实施方案示出由内置麦克风测量的多名用户所佩戴示例性头戴式耳机的频率响应的图形;

[0021] 图7是根据本公开的一个或多个实施方案的主动降噪控制系统内的控制环路的示意框图;

[0022] 图8是根据本公开的一个或多个实施方案示出环路滤波器的开环频率响应的图形;

[0023] 图9是根据本公开的一个或多个实施方案示出侧链滤波器的频率响应的图形;

- [0024] 图10A是根据本公开的一个或多个实施方案示出所得开环传递函数的图形；
- [0025] 图10B是根据本公开的一个或多个实施方案示出的所得开环相位响应的图形；
- [0026] 图10C是根据本公开的一个或多个实施方案示出所得闭环降噪和失真减少性能的图形；以及
- [0027] 图10D是根据本公开的一个或多个实施方案示出所得音频信号传递函数的图形。

具体实施方式

[0028] 按照需要,本文公开了本发明的详细实施方案;然而,应理解,所公开的实施方案仅仅是可以体现为各种替代形式的本发明的示例。附图不一定按比例绘制;一些特征可能被放大或最小化以展示特定部件的细节。因此,本文中公开的具体结构细节和功能细节不应被解释为是限制性的,而是仅仅作为教导本领域技术人员以不同方式运用本发明的代表性基础。

[0029] 参考图1,根据本公开的一个或多个实施方案示出音响系统100。音响系统100可包括主动降噪(ANC)控制系统110和头戴式耳机组件112。ANC控制系统110可从音频源114接收音频输入信号,并且可向头戴式耳机组件112提供音频输出信号。头戴式耳机组件112可包括头箍116和一对头戴式耳机118。每个头戴式耳机118可包括定位成靠近用户耳朵122的换能器120或驱动器。换能器120接收音频输出信号并且生成可听见的声音。每个头戴式耳机118还可包括定位在换能器120与耳朵122之间的一个或多个麦克风124。尽管头戴式耳机组件112在图1中被展示为具有一对头戴式耳机118,但是头戴式耳机组件112可包括头箍116和单个头戴式耳机118。

[0030] 图1描绘音响系统100的示意性表示。也示意性地描绘了示出的元件。例如,描绘了头戴式耳机118,使得可以示意性地示出换能器120和麦克风124。因此,头戴式耳机118的尺寸和形状不旨在将本公开限制到特定的头戴式耳机类型。实际上,如将更详细地描述,可使用其他类型的头戴式耳机,诸如外耳(也被称作外耳内)头戴式耳机,来实践本公开的一个或多个实施方案。

[0031] 图2更详细地示出头戴式耳机组件112。根据一个或多个实施方案,每个头戴式耳机118可以是外耳头戴式耳机。外耳头戴式耳机是搁在刚好在耳道入口外部的耳朵内凹部(外耳)中的物理头戴式耳机类型。外耳头戴式耳机还可称作耳机,因为它足够小以便放入用户耳朵中。然而,不同于插入式耳机(或入耳式监控器),外耳头戴式耳机或耳机不插入到耳道中。每个头戴式耳机118可包括听筒226和用来提供舒适度的柔软、多孔的外部泡沫228,所述外部泡沫228是透声的。在外部泡沫228下方,记忆泡沫330可如图3中所示包裹着听筒226。记忆泡沫330可以是自粘合带或预切片段。

[0032] 头戴式耳机118在不挤入到用户耳道中的情况下在外耳中密封。气封对于良好的低频扩展和整体的音频质量来说很关键,但是在传统外耳式头戴式耳机中难以实现。可用形状优化的听筒226并且使用记忆泡沫330和多孔透声外部泡沫228的组合来实现密封。根据本公开的一个或多个实施方案,带有双重泡沫的听筒226可以是可替换的并且具有不同的尺寸。诸如头箍116的轻质头箍可用来为充分密封提供必需的夹力。因此,头戴式耳机118可以表现出优异的声音质量、低音扩展和舒适度。

[0033] 再次参考图2,头戴式耳机116可包含电子装置(未示出),诸如带有头戴式耳机放

大器的数字信号处理器、蓝牙接收器、用于头部跟踪的回转仪、可充电电池和用户控制件(按钮)。头箍116还可包括ANC控制系统110。

[0034] 图3示出头戴式耳机118,其中移除了外部泡沫228以更好地示出记忆泡沫330。如将参考图5更详细地描述,听筒226可包括多个部分。例如,听筒226可包括内部第一部分332和外部第二部分334。如图所示,记忆泡沫330可包裹着第一部分332。在使用中时,听筒226的第一部分332可大体存在于用户耳朵的外耳中。

[0035] 图4是头戴式耳机118的分解图。如图所示,头戴式耳机118包括听筒226、一片记忆泡沫330和一片外部泡沫228,所述外部泡沫228用于覆盖记忆泡沫和听筒的至少一部分(例如,第一部分332)。听筒226的第一部分332可被成形来配合不同的外耳尺寸和形状,由此提供通用的配合度。头箍116(图2)与成型听筒226和记忆泡沫330相结合可以提供令人满意的气封,在海螺式头戴式耳机中不能以传统方式实现这种气封。第一部分332可包括作为声音输出端口来操作的喷嘴336。因此,喷嘴336可包括穿孔的输出端338,所述输出端338允许声波容易地穿过。第二部分334可包括带有所附接声阻的多个通气孔340。例如,可将声阻纸342插入或以其他方式应用到第二部分334的内部以覆盖通气孔340。

[0036] 图5是根据本公开的一个或多个实施方案的听筒226的截面图。第一部分332还可包括提供前方声体积546的第一室544。听筒226的第二部分334可包括提供后方声体积550的第二室548。第二部分334可容纳驱动器或换能器520。驱动器或换能器520适于提供在整个可听频段上的精确活塞式运动。换能器520可包括小型围绕物和带有中心顶盖的膜锥体556,所述膜锥体556由刚性材料(诸如,纤维增强纸、碳、生物纤维素、或阳极化铝或钛、或铍)形成。这引起平稳的频率响应,这对于良好的声音质量和有效的降噪和错误反馈来说很关键。

[0037] 第二部分334可通过带有所附接声阻纸342的多个通气孔340来提供必需的声体积和低音调谐。第二部分334还可包括插入到第二室548的腔中的阻尼材料552,以减弱换能器520的后方声输出。作为实例,阻尼材料552可以是一片DACRON®(即,聚乙烯对苯二甲酸酯)、吸声泡沫、或纤维玻璃。

[0038] 听筒226的第一部分332还可包括至少一个微电子机械系统(MEMS)麦克风524。麦克风524可定位在喷嘴336附近并且可面向换能器520的大体方向。麦克风524可用于听觉降噪、错误校正,以及探测感知声频响应,所述感知声频响应可由逆滤波器来均衡。麦克风524周围的区域可由吸声泡沫554覆盖以减弱内反射。如先前提及的,麦克风524不仅用于降噪,而且还可通过测量并均衡感知频率响应来提供自动校准,这可能由于个人外耳和耳道的形状有很大差别。

[0039] 第二部分334还可包括在听筒226的端部560处的紧固件558,所述端部560与喷嘴336相对。紧固件558可将听筒226连接到头箍116,并且包括缆线通道562以便允许缆线(未示出)连接到至少换能器520。根据一个或多个实施方案,缆线还可连接到麦克风524,尤其在ANC控制系统110定位在听筒外部(诸如定位在头箍116中)的情况下。根据一个或多个实施方案,ANC控制系统110可设置在听筒226内。

[0040] 图6是示出由四个不同的人佩戴时用内置麦克风524测量的头戴式耳机118的示例性频率响应610的图形。低至低频(例如,50Hz)的几乎平坦的响应指示外耳中的充分气封。其余的偏差可通过声音错误反馈方案(诸如,图7中所描绘的方案)来消除。

[0041] 现在参考图7,根据本公开的一个或多个实施方案示出降噪和错误减少控制环路710。控制环路710可被包括在ANC控制系统110中。控制环路710可包括来自音频源(诸如音频源114)的音频输入712。控制环路710还可包括麦克风输入714和滤波的音频输出信号716。麦克风输入714可以是反馈信号,所述反馈信号指示由至少一个麦克风524接收的声音。滤波的音频输出信号716可被提供到换能器520(未示出)。

[0042] 控制环路还可包括可实现为数字滤波器的环路滤波器718(H_LOOP)。环路滤波器718可利用低延时模数转换器(ADC)720和低延时数模转换器(DAC)722。环路滤波器718还可利用足够高的采样率,诸如384KHz。其他实用的采样率可处于从192KHz到3.072MHz的范围中,这是额定采样率48KHz的4倍与64倍之间。如果基本采样率是44.1KHz,那么附加的替代采样率可处于从176.4KHz到2.822MHz的范围中。麦克风输入714可由ADC 720从模拟转换成数字,并且随后在第一求和节点724处与音频输入712相加。第一求和节点724的结果被馈送到环路滤波器718。

[0043] ANC控制系统110可在第二求和节点726处生成滤波的音频输出信号716。高通滤波的音频输入信号728沿着侧链或前馈路径730被提供到第二求和节点726。第二求和节点726可将高通滤波的音频输入信号与环路滤波器输出732组合,其结果被馈送到DAC 722并且作为滤波的音频输出信号716被输出到换能器520。根据一个或多个实施方案,前馈路径730可包括用于生成高通滤波的音频输入信号的侧链滤波器734(H_side)。因此,侧链滤波器734可以是高通滤波器,其用来在输出处将音频输入信号的高频部分添加回去。

[0044] 关于降噪和错误减少滤波器设计(具体地说,图7中描述的环路滤波器和侧链滤波器)的更多细节公开于2014年8月29日提交的国际专利申请号PCT/US2014/053509中,所述专利申请以引用方式并入本文。高于1KHz的高频共振(如本公开的图6中约为4KHz的高频共振)可由均衡(EQ)滤波器(未示出)来均衡。EQ滤波器可用自校准方法来设计,也如国际专利申请号PCT/US2014/053509所公开。

[0045] 图8和图9分别展示可在控制环路710中采用的示例性环路滤波器818和侧链滤波器926。如图9所示,侧链滤波器734可以是高通滤波器。图10A至图10D使用波特图来展示ANC控制系统110的所得性能。具体地说,图10A展示所得开环传递函数1010。图10B展示所得闭环相位响应1012。图10C展示所得闭环降噪和失真减少性能1014。图10D展示所得音频信号传递函数1016,其在20Hz与1KHz之间示出平坦的频率响应。如以上提及的,EQ滤波器可使高频下的响应平坦。

[0046] 虽然上文描述示例性实施方案,但并不意味着这些实施方案描述本发明的所有可能形式。实际上,在说明书中使用的措词是描述性而非限制性的措辞,并且应理解,可在不背离本发明的精神和范围的情况下做出各种改变。另外,各种实现的实施方案的特征可被组合来形成本发明的其他实施方案。

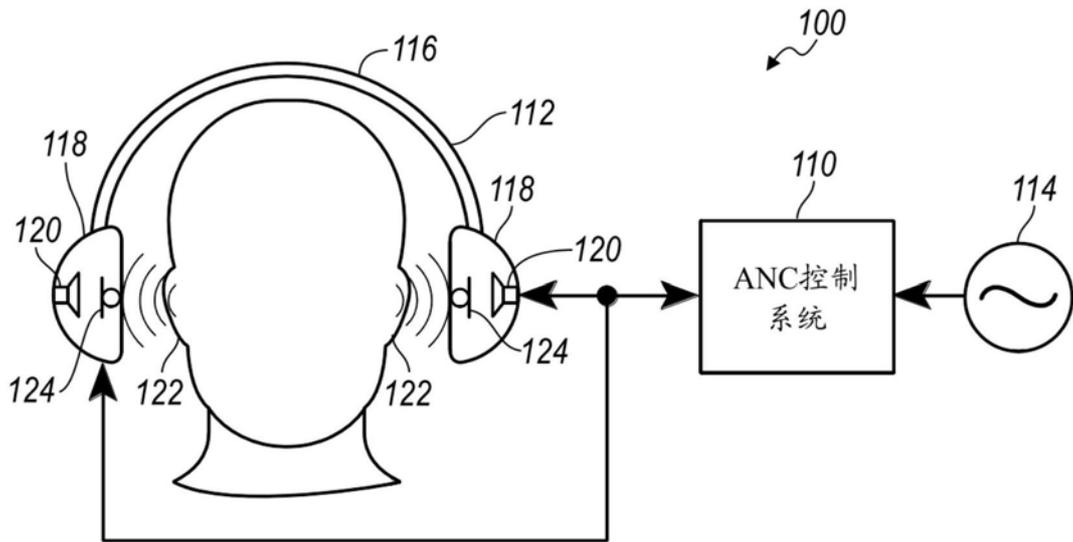


图1

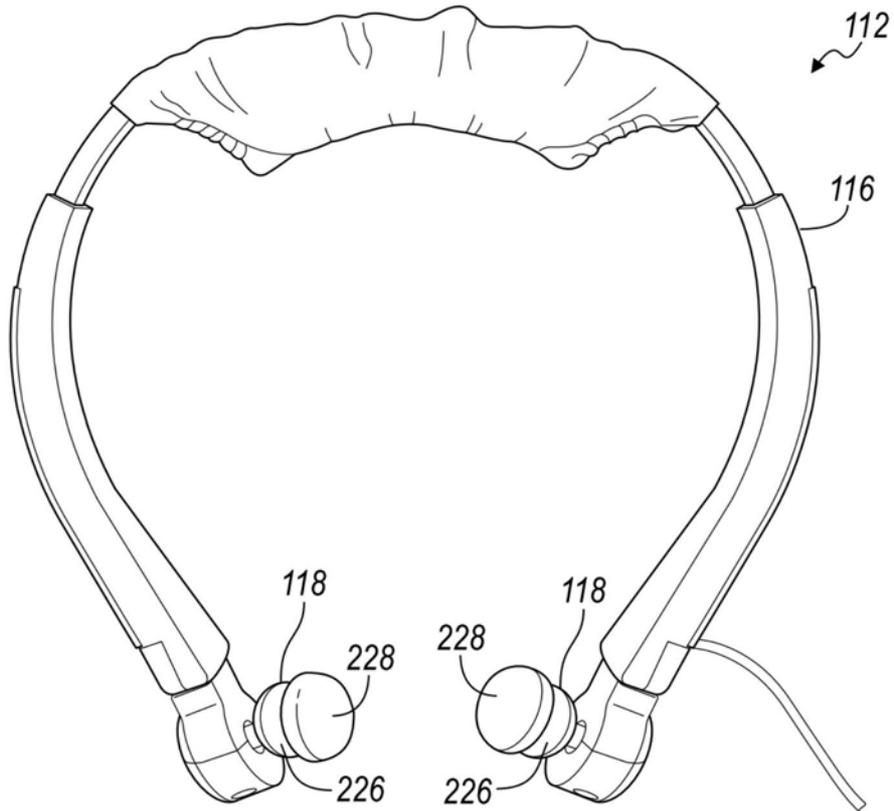


图2

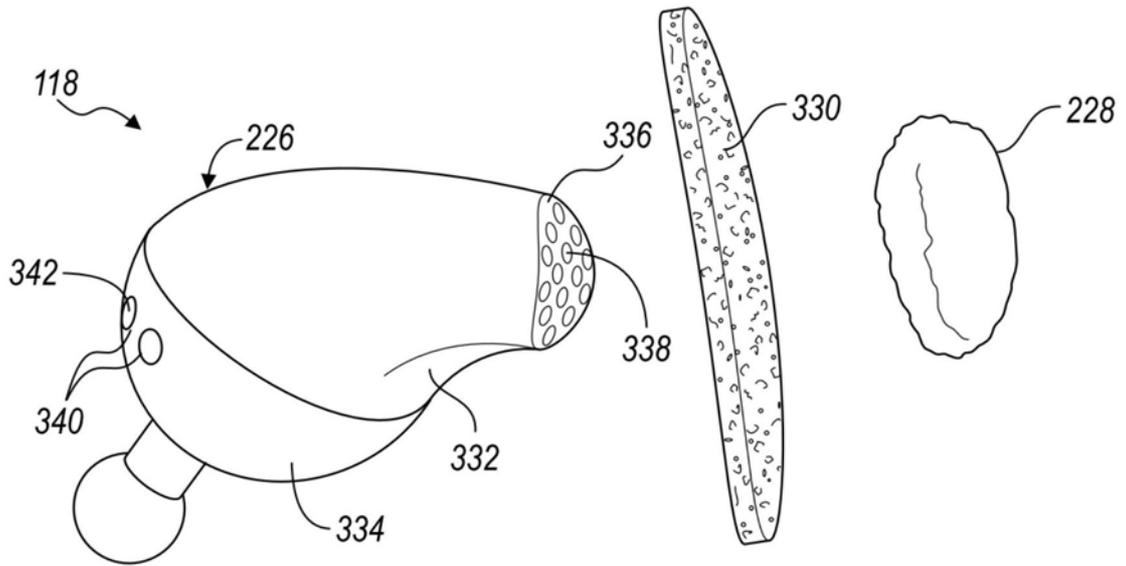


图3

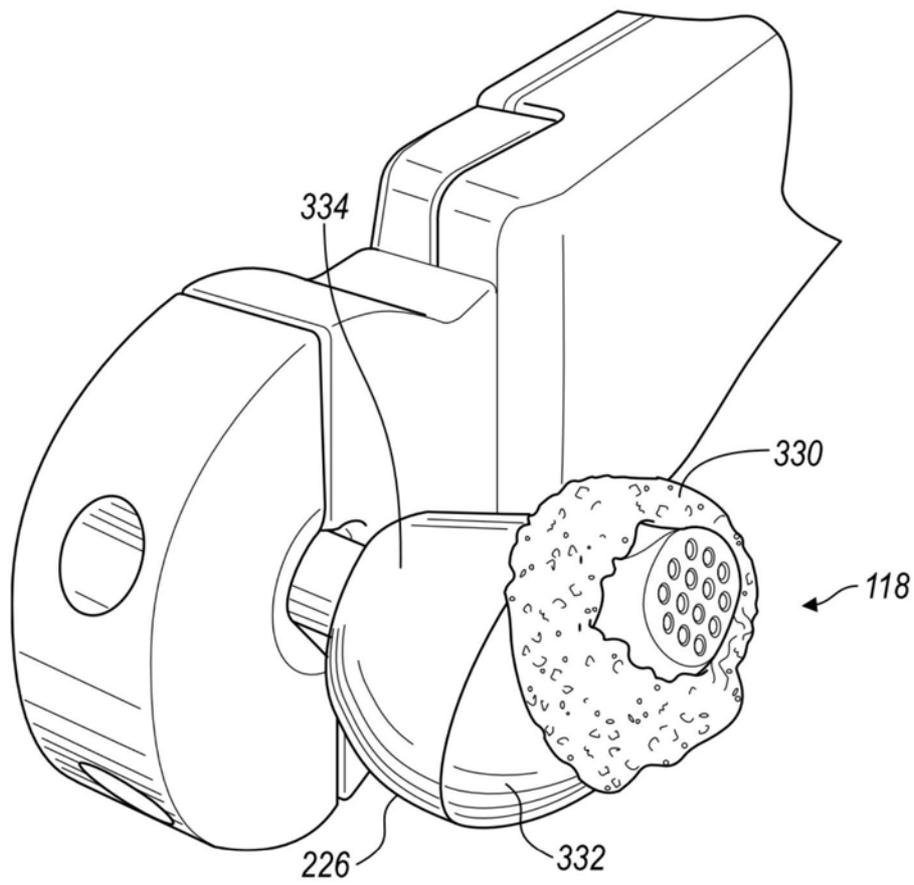


图4

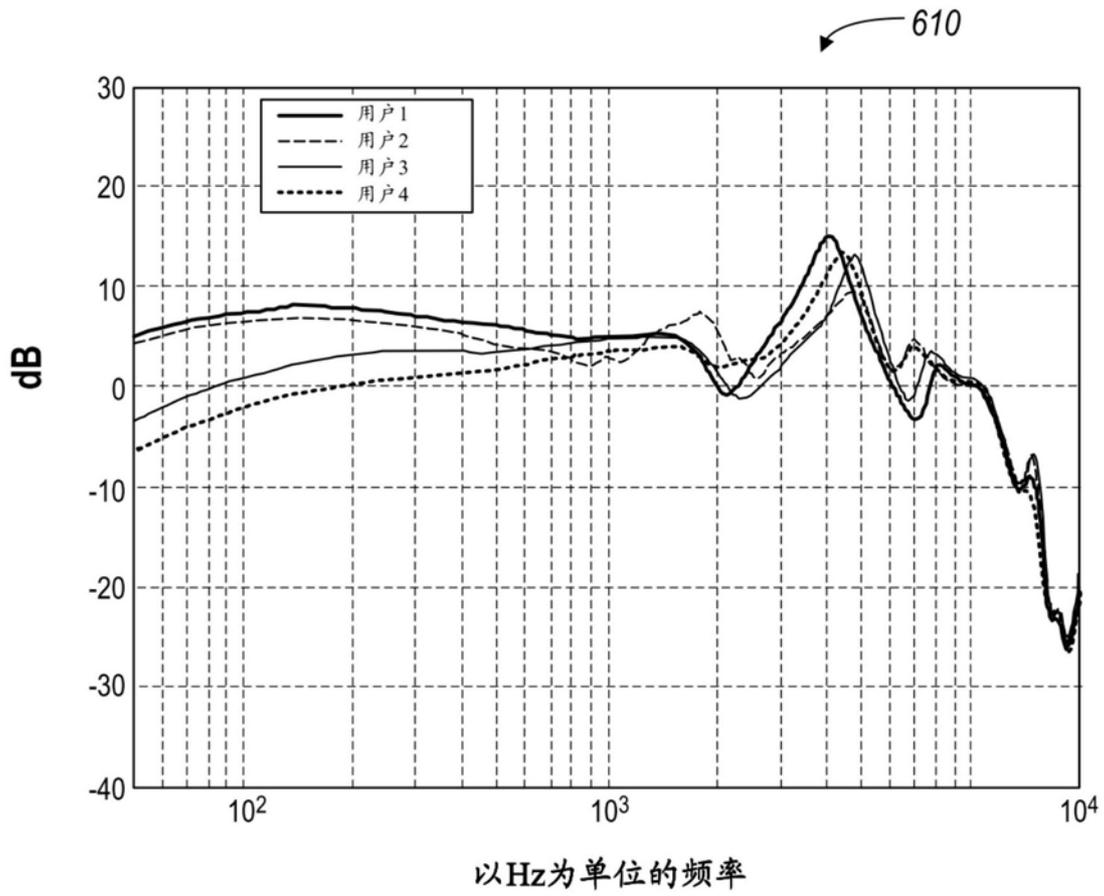


图6

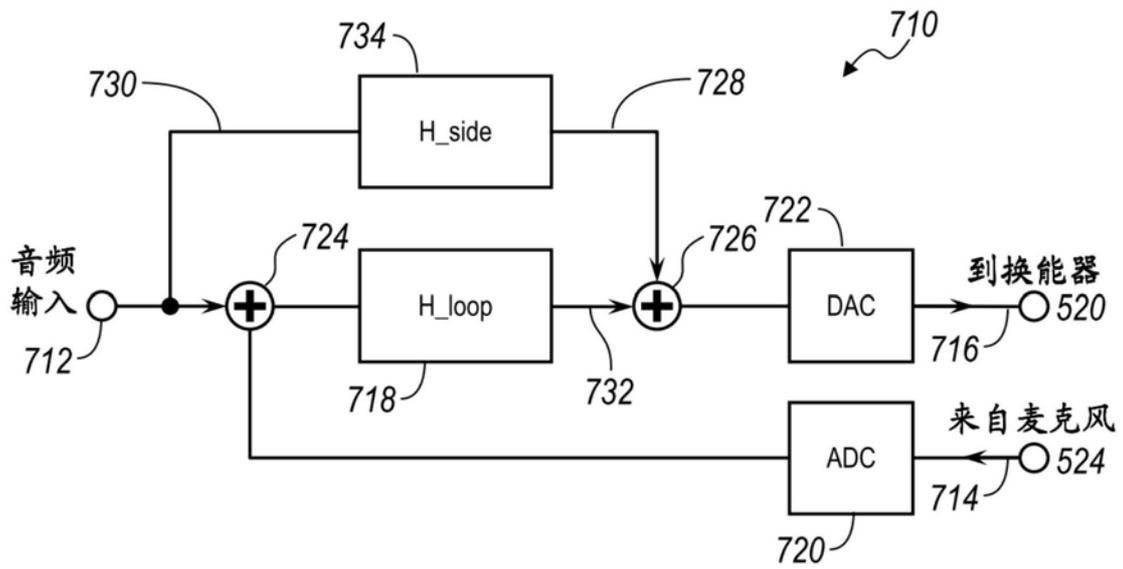


图7

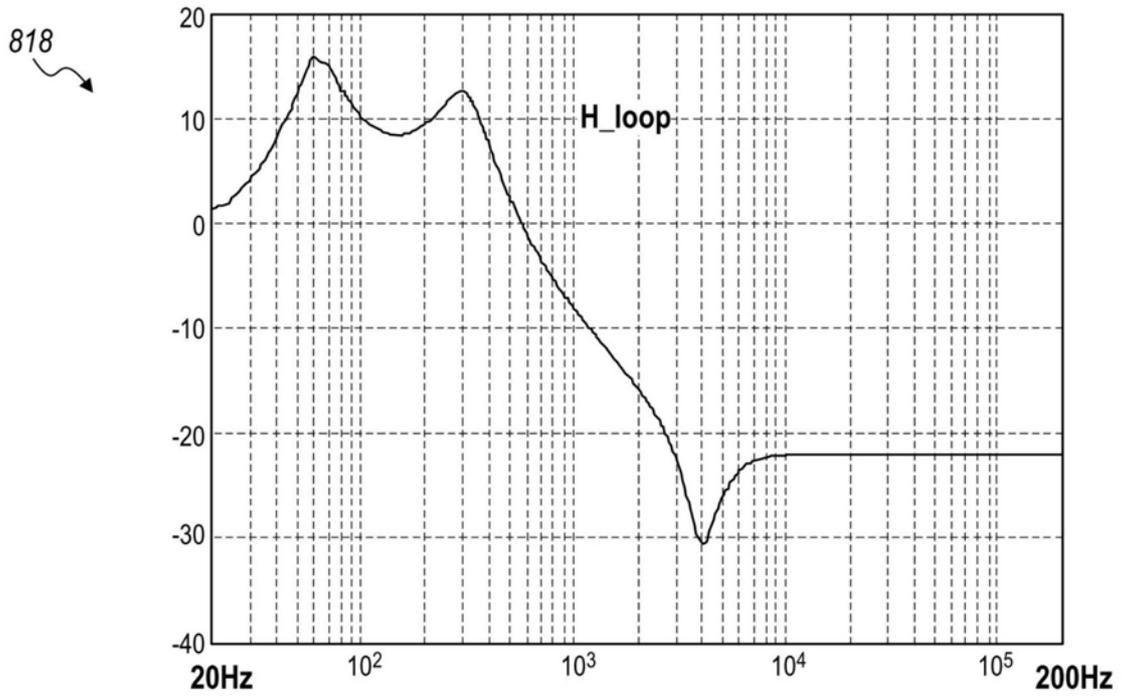


图8

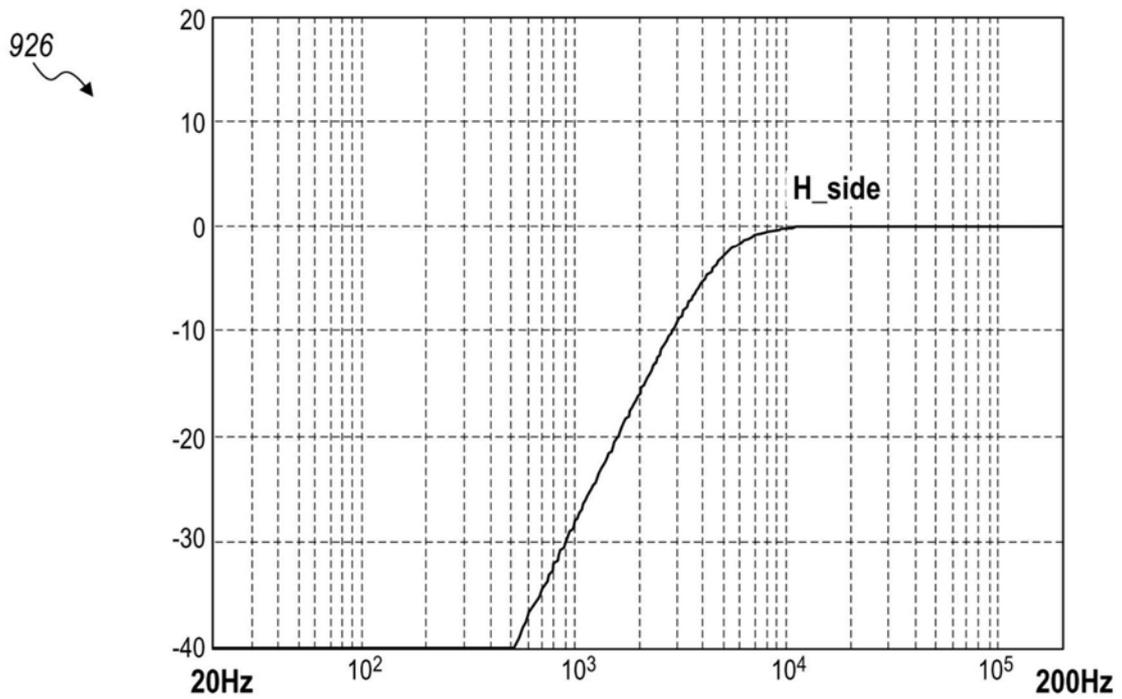


图9

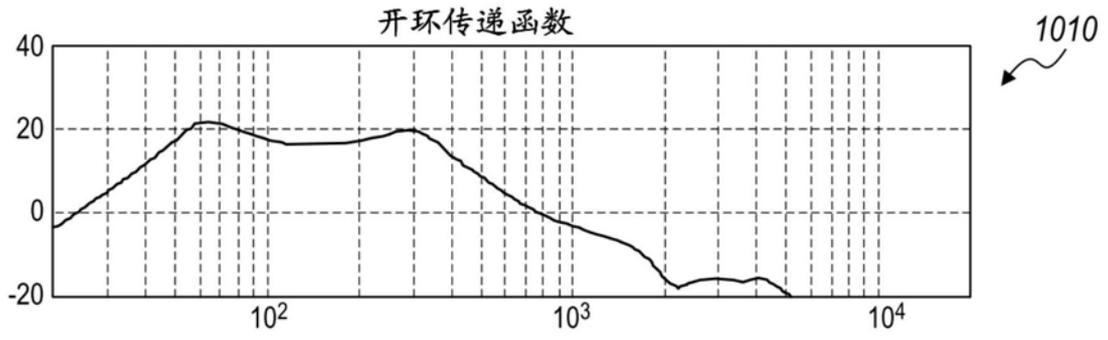


图10A

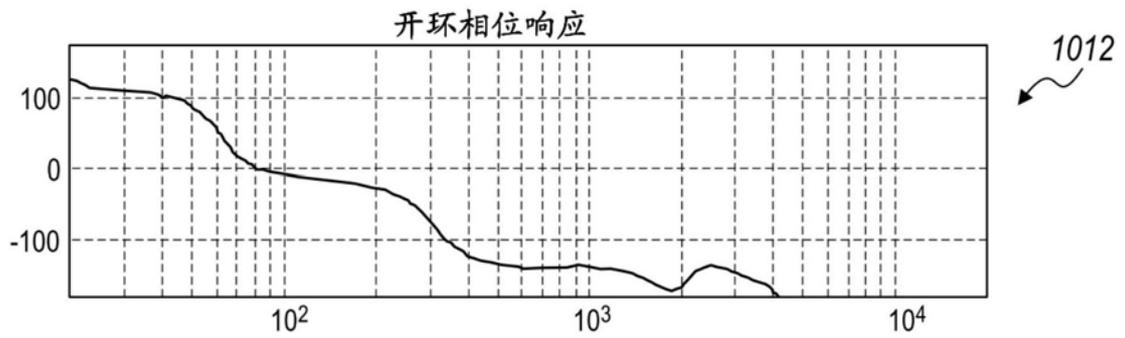


图10B

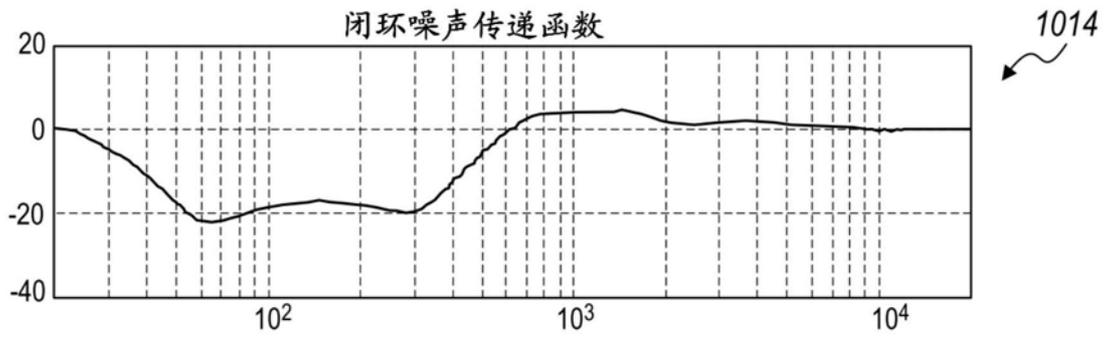


图10C

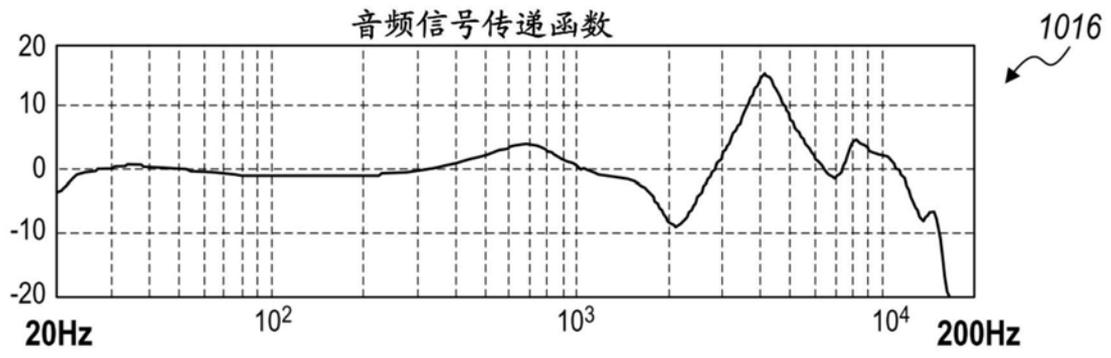


图10D