



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107787589 B

(45)授权公告日 2019.12.13

(21)申请号 201580081133.9

(22)申请日 2015.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107787589 A

(43)申请公布日 2018.03.09

(30)优先权数据
14/745,730 2015.06.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.12.22

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/080756 2015.12.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/206764 EN 2016.12.29

(73)专利权人 索尼移动通信有限公司
地址 日本东京都

(72)发明人 M·奈斯特龙

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 吕俊刚 杨薇

(51)Int.Cl.
H04R 1/10(2006.01)

(56)对比文件
US 8447045 B1,2013.05.21,
CN 101976565 A,2011.02.16,
EP 3078208 B1,2018.01.10,
US 2012207322 A1,2012.08.16,

审查员 刁春帆

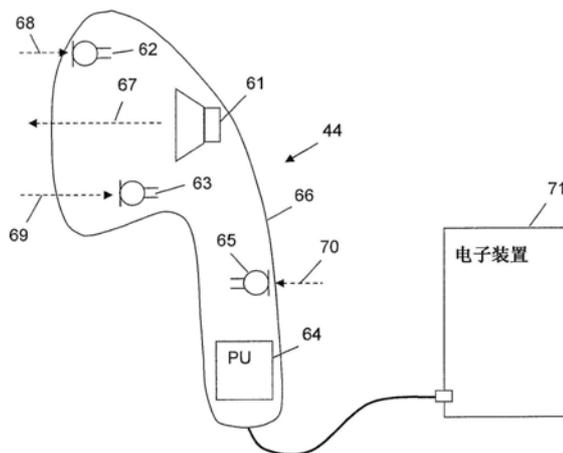
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

噪声消除系统、耳机和电子装置

(57)摘要

本发明涉及噪声消除系统、耳机和电子装置(71)。处理单元(64)连接到扬声器(61)、第一麦克风(62)和第二麦克风(63),该扬声器(61)、该第一麦克风(62)和该第二麦克风(63)被全部包括在外壳(66)中。当所述外壳(66)被安装在用户的耳朵(40)处时,所述第一麦克风(62)和所述第二麦克风(63)位于所述扬声器(61)与所述耳朵(40)的耳膜(42)之间。所述处理单元(64)被配置为基于来自所述第一麦克风(62)的第一音频信号(68)和来自所述第二麦克风(63)的第二音频信号(69)中的至少一个来生成噪声消除信号,该噪声消除信号当经由所述扬声器(61)被输出时,至少部分地补偿所述用户的所述耳朵(40)中的环境噪声。



1. 一种噪声消除系统,该噪声消除系统包括:

扬声器 (61),

第一麦克风 (62) 和第二麦克风 (63),

外壳 (66),该外壳 (66) 被配置为被安装在用户的耳朵 (40) 处,其中,所述扬声器 (61)、所述第一麦克风 (62) 和所述第二麦克风 (63) 被安装在所述外壳 (66) 中,以及

处理单元 (64),该处理单元 (64) 连接到所述扬声器 (61)、所述第一麦克风 (62) 和所述第二麦克风 (63),并且被配置为基于来自所述第一麦克风 (62) 的第一音频信号 (68) 和来自所述第二麦克风 (63) 的第二音频信号 (69) 中的至少一个来生成噪声消除信号,其中,该噪声消除信号当经由所述扬声器 (61) 被输出时,至少部分地补偿所述用户的所述耳朵 (40) 中的环境噪声,

其中,所述噪声消除系统被配置为使得当所述外壳 (66) 被安装在所述用户的所述耳朵 (40) 处时,所述第一麦克风 (62) 和所述第二麦克风 (63) 位于所述扬声器 (61) 与所述耳朵 (40) 的耳膜 (42) 之间,

其中,所述第一麦克风 (62) 是声压感测麦克风并且所述第二麦克风 (63) 是声压梯度感测麦克风。

2. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,其中,所述处理单元 (64) 被配置为基于所述第一音频信号 (68) 和所述第二音频信号 (69) 来生成所述噪声消除信号。

3. 根据权利要求1或2所述的噪声消除系统,其中,所述噪声消除系统被配置为使得当所述外壳 (66) 被安装在所述用户的所述耳朵 (40) 处时,所述第一麦克风 (62) 和所述第二麦克风 (63) 位于所述耳朵 (40) 的耳道 (41) 内。

4. 根据权利要求1或2所述的噪声消除系统,其中,所述噪声消除系统被配置为使得当所述外壳 (66) 被安装在所述用户的所述耳朵 (40) 处时,所述扬声器 (61) 位于所述耳朵 (40) 的耳廓 (43) 处或者位于所述耳朵 (40) 的耳道 (41) 中。

5. 根据权利要求1或2所述的噪声消除系统,该噪声消除系统包括:

第三麦克风 (65),该第三麦克风 (65) 连接到所述处理单元 (64) 并且被安装在所述外壳 (66) 中,其中,所述处理单元 (64) 被配置为附加地基于来自所述第三麦克风 (65) 的第三音频信号 (70) 来生成所述噪声消除信号,

其中,所述第一麦克风 (62) 和所述第二麦克风 (63) 被布置在所述扬声器 (61) 的第一侧,并且所述第三麦克风 (65) 被布置在所述扬声器 (61) 的与所述第一侧相反的第二侧。

6. 根据权利要求5所述的噪声消除系统,其中,所述噪声消除系统被配置为使得当所述外壳 (66) 被安装在所述用户的所述耳朵 (40) 处时,所述第三麦克风 (65) 位于所述耳朵 (40) 的耳道 (41) 外部。

7. 根据权利要求1所述的噪声消除系统,其中,所述第一麦克风 (62) 被布置在距所述扬声器 (61) 第一距离处,并且所述第二麦克风 (63) 被布置在距所述扬声器 (61) 第二距离处,所述第一距离和所述第二距离是相等的。

8. 一种耳机,所述耳机包括:

扬声器 (61),

第一麦克风 (62) 和第二麦克风 (63),

外壳 (66),该外壳 (66) 被配置为被安装在用户的耳朵 (40) 处,其中,所述扬声器 (61)、

所述第一麦克风(62)和所述第二麦克风(63)被安装在所述外壳(66)中,

音频输入,该音频输入用于接收要由所述耳机向所述用户输出的音频输入信号,

处理单元(64),该处理单元(64)连接到所述扬声器(61)、所述音频输入、所述第一麦克风(62)和所述第二麦克风(63),并且被配置为基于来自所述第一麦克风(62)的第一音频信号(68)和来自所述第二麦克风(63)的第二音频信号(69)中的至少一个来生成噪声消除信号,生成包括所述音频输入信号和所述噪声消除信号的音频输出信号,并且经由所述扬声器(61)输出所述音频输出信号,

其中,所述耳机被配置为使得当所述外壳(66)被安装在所述用户的所述耳朵(40)处时,所述第一麦克风(62)和所述第二麦克风(63)位于所述扬声器(61)与所述耳朵(40)的耳膜(42)之间,

其中,该噪声消除信号当经由所述扬声器(61)输出时,至少部分地补偿所述用户的所述耳朵(40)中的环境噪声,

其中,所述第一麦克风(62)是声压感测麦克风并且所述第二麦克风(63)是声压梯度感测麦克风。

9.一种电子装置(71),该电子装置(71)包括:

连接器(74),该连接器(74)用于将所述电子装置(71)连接到耳机,所述耳机包括扬声器(61)、第一麦克风(62)、第二麦克风(63)以及被配置为被安装在用户的耳朵(40)处的外壳(66),其中,所述扬声器(61)、所述第一麦克风(62)和所述第二麦克风(63)被安装在所述外壳(66)中,其中,所述耳机被配置为使得当所述外壳(66)被安装在所述用户的所述耳朵(40)处时,所述第一麦克风(62)和所述第二麦克风(63)位于所述扬声器(61)与所述耳朵(40)的耳膜(42)之间,

音频输入,该音频输入用于接收要由所述耳机向所述用户输出的音频输入信号,

处理单元(64),该处理单元(64)连接到所述连接器(74)并且被配置为基于来自所述第一麦克风(62)的第一音频信号(68)和来自所述第二麦克风(63)的第二音频信号(69)中的至少一个来生成噪声消除信号,生成包括所述音频输入信号和所述噪声消除信号的音频输出信号,并且经由所述扬声器(61)输出所述音频输出信号,

其中,该噪声消除信号当经由所述扬声器(61)被输出时,至少部分地补偿所述用户的所述耳朵(40)中的环境噪声,

其中,所述第一麦克风(62)是声压感测麦克风并且所述第二麦克风(63)是声压梯度感测麦克风。

10.根据权利要求9所述的电子装置(71),其中,所述电子装置(71)包括由以下项构成的组中的至少一个:

移动电话,

移动音乐播放装置,

移动游戏装置,

计算机,以及

平板电脑。

噪声消除系统、耳机和电子装置

技术领域

[0001] 本发明涉及噪声消除系统,具体地涉及一种可以被集成到耳机或耳用扬声器中并且实现所称的反馈噪声消除技术的主动噪声消除系统。本发明此外涉及实现该噪声消除系统的耳机和电子装置。

背景技术

[0002] US8447045B1涉及用于鲁棒前馈有源噪声消除的系统和方法,其可以克服或基本上减轻与周围声环境的多样性和动态性质相关的问题。多面分析将耳机内的背景噪声与由耳机内的音频换能器产生的声波(例如,抗噪声和期望音频)分离。利用由耳机内的监测麦克风阵列捕获的监测信号形成差异信号。形成该差异信号,使得由音频换能器产生的声波产生的贡献被选择性地衰减。结果,差异信号表示耳机内的背景噪声的声能级。

[0003] US2012/253798A1公开一种具有两个麦克风的耳机,其中一个麦克风感测声压,另一个麦克风是感测声压梯度。然而,感测声压梯度的麦克风用于记录用户语音的方向性改进,而不用于噪声消除。

发明内容

[0004] 根据实施方式,一种噪声消除系统包括扬声器、第一麦克风、第二麦克风和外壳,该扬声器、该第一麦克风和该第二麦克风被集成或者安装在该外壳中。所述外壳被配置为被安装在用户的耳朵处。例如,所述外壳可以被配置为至少部分地包围所述用户的耳朵,或者如作为耳机被已知的,所述外壳可以被配置为被直接装配在外耳中,面向耳道但未插入耳道中。所述噪声消除系统此外包括处理单元,该处理单元连接到所述扬声器、所述第一麦克风和所述第二麦克风。所述处理单元被配置为基于来自所述第一麦克风的第一音频信号和来自所述第二麦克风的第二音频信号中的至少一个来生成噪声消除信号。换句话说,所述处理单元基于所述第一音频信号或所述第二音频信号或者基于所述第一音频信号和所述第二音频信号两者来生成所述噪声消除信号。当所述噪声消除信号经由所述扬声器被输出时,所述噪声消除信号至少部分地补偿所述用户的所述耳朵中的环境噪声。所述噪声消除系统被配置为使得当所述外壳被安装在所述用户的所述耳朵处时,所述第一麦克风和所述第二麦克风位于所述扬声器与所述耳朵的耳膜之间。因此,所述第一麦克风和所述第二麦克风接收存在于所述用户的所述耳朵中尤其在所述用户的所述耳道中的音频信号。因此,可以基于在所述用户的所述耳道中识别的所述噪声来调整所述噪声消除信号。

[0005] 噪声消除系统正越来越受欢迎,尤其与在有噪声的环境中(例如在火车、汽车、飞机或拥挤地方中)使用的移动装置相组合。已知两种不同的噪声消除技术:前馈噪声消除和反馈噪声消除。前馈噪声消除是麦克风被放置在耳塞外部的原理。来自环境的信号用此外部麦克风接收,被滤波并以相反相位发送到耳用扬声器以便消除或者减少环境噪声。然而,前馈噪声消除原理从交付起是固定的,并且它将取决于相应用户的耳道的个别尺寸而不同地适于不同的用户。此外,前馈噪声消除的噪声消除能力取决于耳塞如何被插入到外耳中

并使耳朵与环境噪声隔离。反馈噪声消除利用布置在耳道中或附近的内麦克风,该内麦克风捕获存在于耳道中的音频信号。可以基于由耳道内的内麦克风捕获的耳道中的残余噪声的信息来更新前馈噪声消除的参数。

[0006] 然而,当在耳道中发生声驻波模式时内麦克风或入耳式麦克风可以不表示耳膜处的压力。这可以限制反馈噪声消除的效率和性能。通过使用如以上实施方式中所描述的第一麦克风和第二麦克风,同样在耳道中的声驻波模式或共振条件的情况下,可根据来自第一麦克风和第二麦克风的音频信号容易地确定耳膜处的噪声条件。因此,可以改进反馈噪声消除的可靠性和效率。

[0007] 根据实施方式,所述噪声消除系统被配置为使得当所述外壳被安装在所述用户的所述耳朵处时,所述第一麦克风和所述第二麦克风位于所述耳朵的耳道内或者在所述耳道的远端处。此外,当所述外壳被安装在所述用户的所述耳朵处时,所述扬声器可以位于所述耳朵的耳廓处或者在所述耳朵的耳道中。例如,所述外壳可以包括形式为传统耳机、所称的耳塞式耳机(earbud)或入耳式耳机的外壳。

[0008] 根据另一实施方式,所述噪声消除系统包括第三麦克风,该第三麦克风连接到所述处理单元并且被安装在所述外壳中,使得所述第三麦克风直接从外部环境接收环境噪声。例如,所述第一麦克风和所述第二麦克风被布置在所述扬声器的第一侧,并且所述第三麦克风被布置在所述扬声器的与所述第一侧相反的第二侧。当所述扬声器被例如布置在耳廓处并将声波发出到所述耳道的方向中时,所述第一麦克风和所述第二麦克风可以被布置在所述扬声器与所述耳道之间,然而所述第三麦克风被布置在所述扬声器的所述相反侧,使得所述扬声器被布置在所述第三麦克风与所述耳道之间。所述第三麦克风连接到所述处理单元,并且所述处理单元被配置为附加地基于来自所述第三麦克风的第三音频信号来生成所述噪声消除信号。因此,所述处理单元可以基于所述第三音频信号组合前馈噪声消除,并且基于来自所述第一麦克风的所述第一音频信号和来自所述第二麦克风的第二音频信号通过反馈噪声消除来适配所述噪声消除。

[0009] 声波是一种借助于绝热压缩和减压在介质(例如空气)中传播的纵波。在气体例如空气中,声波是纵波。这意味着质点的振动位移与传播方向平行。用于描述声波的重要量例如是声压、质点速度、质点位移和声音强度。声压和质点速度根据频率而周期性地变化。在共振条件下,声压和质点速度可以各自形成对应的驻波。然而,声压的驻波和质点速度的驻波是异相的,例如相移了90度。这意味着例如在某个位置处,声压的驻波具有波节(即,压力的最大变化),然而质点速度的驻波在此位置处具有波腹(最小或无速度变化)。反之亦然,在另一位置声压的驻波可以有波腹而质点速度的驻波可以有波节。存在两种类型的麦克风:对声压敏感的压力感测麦克风和对压力梯度敏感的压力梯度感测麦克风。压力梯度感测麦克风也被称作定向或速度敏感麦克风。

[0010] 在一些实施方式中,所述第一麦克风是声压感测麦克风并且所述第二麦克风也是声压感测麦克风。附加地,所述第一麦克风可以被布置在距所述扬声器第一距离处并且所述第二麦克风可以被布置在距所述扬声器第二距离处,其中所述第一距离和所述第二距离是不同的。在可以在所述耳道中发生的共振情况下,所述第一麦克风和所述第二麦克风中的一个可以被布置在声压的波节处并且因此可能无法接收到用于执行对应的反馈噪声消除的噪声信号。然而,由于距所述扬声器的距离不同,所述第一麦克风和所述第二麦克风中

的另一个麦克风将被布置在所述波节外部,使得也可以在共振条件下可靠地执行所述反馈噪声消除。

[0011] 在一些其它实施方式中,所述第一麦克风是声压感测麦克风并且所述第二麦克风是声压梯度感测麦克风。在这种情况下所述第一麦克风和所述第二麦克风可以被布置在距所述扬声器相同的距离处。在共振条件的情况下,所述第一麦克风可以被布置在声压的波节处并且因此可能无法接收到用于执行对应的反馈噪声消除的噪声信号。然而,当所述第二麦克风正在感测声压梯度时,尽管所述第二麦克风被布置在声压的波节处,但是它将基于压力梯度或质点速度来检测所述噪声信号。在所述第二麦克风被布置在所述压力梯度感测麦克风将未检测到任何噪声信号的声压的波腹处的共振条件下,所述第一麦克风将在波腹处检测到大振幅并且因此将传送适合于所述反馈噪声消除的声音信号。

[0012] 总之,在一些实施方式中,两个压敏麦克风可以位于不同的距离或位置处,并且在一些其它实施方式中压敏麦克风和压力梯度敏感麦克风的组合可以位于同一位置。此外,在一些实施方式中,如果两个压力梯度敏感麦克风指向相反方向则它们可以位于同一位置处,或者两个压力梯度敏感麦克风可以在两个不同的位置处。

[0013] 根据另一实施方式,一种耳机包括扬声器、第一麦克风、第二麦克风以及被配置为被安装在用户的耳朵处的外壳。所述扬声器、所述第一麦克风和所述第二麦克风被安装在所述外壳中。所述耳机被配置为使得当所述外壳被安装在所述用户的所述耳朵处时,所述第一麦克风和所述第二麦克风位于所述扬声器与所述用户的所述耳朵的耳膜之间。所述耳机可以连接到所述电子装置,例如音乐播放装置或移动电话,并且所述电子装置可以使用来自所述第一麦克风和所述第二麦克风的音频信号来执行即使在共振条件下也可靠地工作的反馈噪声消除。

[0014] 所述耳机可以附加地包括:输入,该输入用于接收要由所述耳机向用户输出的音频输入信号;以及处理单元,该处理单元连接到所述扬声器、所述音频输入、所述第一麦克风和所述第二麦克风。所述处理单元可以被配置为基于来自所述第一麦克风的第一音频信号和来自所述第二麦克风的第二音频信号中的至少一个来生成噪声消除信号,生成包括所述音频输入信号和所述噪声消除信号的音频输出信号,并且经由所述扬声器输出所述音频输出信号。当所述音频输出信号经由所述扬声器被输出时,所述噪声消除信号至少部分地补偿所述用户的所述耳朵中的环境噪声。通过将所述处理单元集成到所述耳机中,可以通过所述耳机与任意音频源(例如,音乐播放装置或移动电话)相结合地提供噪声消除功能性。

[0015] 在另一实施方式中,一种电子装置包括:连接器,该连接器用于将所述电子装置连接到耳机;音频输入,该音频输入用于接收要由所述耳机向用户输出的音频输入信号;以及处理单元,该处理单元连接到所述连接器。所述耳机包括扬声器、第一麦克风、第二麦克风以及被配置为被安装在所述用户的耳朵处的外壳。所述扬声器、所述第一麦克风和所述第二麦克风被安装在所述外壳中。所述耳机被配置为使得当所述外壳被安装在所述用户的所述耳朵处时,所述第一麦克风和所述第二麦克风位于所述扬声器与所述用户的所述耳朵的耳膜之间。因此,所述第一麦克风和所述第二麦克风可以捕获所述用户的所述耳朵的耳道内的音频信号。所述处理单元经由所述连接器接收来自所述第一麦克风的第一音频信号和来自所述第二麦克风的第二音频信号。基于所述第一音频信号和所述第二音频信号中的至

少一个,所述处理单元生成噪声消除信号。所述处理单元经由所述音频输入接收音频输入信号,例如要向所述用户输出的音乐或语音信号。所述处理单元生成包括所述音频输入信号和所述噪声消除信号的音频输出信号,并且经由所述连接器将所述音频输出信号输出到所述扬声器。所述噪声消除信号当经由所述扬声器被输出时至少部分地补偿所述用户的所述耳朵中的环境噪声。所述电子装置包括例如移动电话、移动音乐播放装置、移动游戏装置、计算机或平板计算机。因为这些电子装置通常包括强大的处理单元,所以此处理单元可以在音频输出期间被用于生成所述噪声消除信号。因此,可以避免用于被集成到耳机中以用于生成噪声消除信号的处理单元的附加成本。

[0016] 尽管连同特定实施方式一起描述在以上发明内容中并在以下详细描述中描述的特定特征,然而应当理解,除非另外具体地指出,否则上述的实施方式的特征可以彼此组合。

附图说明

[0017] 现在将参照附图更详细地描述本发明。

[0018] 图1至图3示出了声共振的基本原理。

[0019] 图4示出了根据本发明的实施方式的与耳机连接的耳道系统。

[0020] 图5示出了图4的耳道中的声共振。

[0021] 图6示意性地示出了根据本发明的实施方式的包括耳机和电子装置的噪声消除系统。

[0022] 图7示意性地示出了根据本发明的另一实施方式的包括耳机和电子装置的噪声消除系统。

具体实施方式

[0023] 在下文中,将更详细地描述本发明的示例性实施方式。应当理解,除非另外具体地指出,否则本文所描述的各种示例性实施方式的特征可以彼此组合。除非另外具体地指出,否则图所示的组件或装置之间的任何连接可以是直接或间接连接。在各个附图中相同的附图标记指代相似或相同的组件。

[0024] 噪声消除(也被称为主动噪声控制或主动噪声降低)是用于通过添加专门设计来消除不想要的声音的声音来减少不想要的声音的方法。声音是由压缩相和稀疏相构成的压力波。噪声消除系统的扬声器发出具有相同的振幅但是具有与不想要的声音相位相反的声波。所发出的声波和不需要的声音的波在被称作干涉的过程中组合以形成新波,并且主动地相互抵消。噪声消除系统可以被集成在耳机中在该耳机的用户正在听语音或音乐时减少环境噪声。噪声消除声波可以与语音或音乐一起由耳机的扬声器发出。

[0025] 为了生成在由扬声器作为声波输出时与噪声干涉的噪声消除信号,麦克风可以接收可以被处理以生成噪声消除信号的环境噪声。在耳机中,用于接收环境噪声的麦克风可以被放置在耳机的耳塞外侧。来自此外部麦克风的信号可以被滤波并以相反相位发送到扬声器或耳用扬声器,以便消除或者减少由佩戴该耳机的用户所接收到的噪声。此原理被称为前馈噪声消除。前馈噪声消除考虑声环境和用户的耳朵,但是它不能适应性改变。该设计是对一些标准用户最适合的妥协。改进的噪声消除系统因此可以不仅利用在耳塞外部的麦

克风,而且利用在用户的耳道中或附近的麦克风,即所称的内麦克风。这种噪声消除系统也被称作反馈噪声消除系统。例如,基于由内麦克风捕获的耳道中残余不需要的噪声的信息,可以更新前馈噪声消除。然而,当例如由于共振效应在耳道中发生声驻波时在内麦克风处接收到的音频信号可以不表示在用户的耳膜处接收到的音频信号。这可以限制反馈噪声消除的质量。声共振的基本原理被例示在图1至图3中。图1示出了在第一刚性边界12与第二刚性边界13之间传播的音频信号的压力大小10和质点速度大小11。压力10和质点速度11是异相的。取决于音频信号的波长,可以在第一边界12与第二边界13之间发生共振。对于图1所示的两端处的刚性边界条件,将在音频信号的半波长的倍数处发生共振。图2示出了针对刚性边界12和开放边界13的共振。共振将是四分之一波长加半波长的倍数。图3示出了刚性边界12、13的高阶共振。

[0026] 人耳道系统可以近似地被处理为在近端即耳膜处具有或多或少刚性边界条件的管。图4以剖视图示意性地示出了人耳40。耳朵40包括从耳膜42所位于的近端延伸到耳廓43处的远端的耳道41。耳道41的远端或外端或多或少是开放的,除非耳机或耳塞式耳机44被插入到耳廓43中。取决于耳机44中使用的耳用扬声器的类型,可以在耳道41的远端处发生不同的边界条件。布置为与耳廓间隔开的骨或耳廓传导换能器将导致耳道41的开放远端。布置在耳廓中但与耳道41间隔开的耳机导致耳机和耳道41的相当的声漏连接,并且将因此在耳道41的远端处导致几乎开放至半闭合条件之间的条件。布置为与耳道41极为接近的入耳式扬声器在耳道41的远端处导致闭合或半闭合边界条件。

[0027] 图5示出了由耳机44相对于耳朵40的不同布置产生的不同共振条件。刚性边界51表示在耳道41的近端处的耳膜42。此外,在图5中示出了耳道共振的压力大小52和质点速度53。取决于耳机44的类型和布置,可以像图5中通过附图标记54-56所指示的那样发生不同的共振边界条件。如附图标记54所示,耳廓或骨传导换能器在四分之一波长加具有半波长的倍数的波长处导致共振。如附图标记56所示,当音频信号的半波长的倍数和在耳膜42与入耳式扬声器的位置之间的距离匹配时,提供耳道41的刚性远端的入耳式扬声器将具有共振。对于布置在耳廓中的耳机,如图5中的附图标记55所示,可以在这两个条件54和56之间发生共振。

[0028] 除了耳道的这个基本共振行为之外,由于包封在耳道41中的空气及其在耳道41的远端处的泄漏,共振也可能受赫姆霍兹(Helmholtz)共振器效应影响。每当耳机被插入到耳朵40中泄漏可以变化。因此,在实践中,耳朵40和耳机44的组合是复杂的共振系统。

[0029] 为了实现上述的反馈噪声消除原理,可以将麦克风放置在耳机44内的耳道41的远端内部或附近。麦克风可以是压力感测型的,使得来自麦克风的音频信号是压力52的函数。对于非共振系统条件,压力将根据声压级和频率随着时间变化。然而,在共振系统条件下,压力随着时间的变化可以从一个点向另一点不同地变化。最坏情况是例如当压力在耳膜42处变化最大时,但是麦克风被放置在压力由于共振而几乎为零的节点57中。当在反馈噪声消除系统在使用这种麦克风时,噪声消除性能在共振条件下可能是非常有限的。压力梯度感测麦克风的使用通常将不会解决问题,而是将问题简单地转移到其它频率。

[0030] 为了在共振条件下避免反馈噪声消除的限制,图6示出了包括耳用扬声器或扬声器61、第一麦克风62、第二麦克风63、第三麦克风65和处理单元64的耳机44。以上列举的组件被包括在公共外壳66中,该公共外壳66被配置为像图4所示的那样被安装在用户的耳朵

处。处理单元64连接到扬声器61、第一麦克风62、第二麦克风63和第三麦克风65。扬声器61被布置为使得音频输出67被引导到安装有耳机44的耳朵40的耳道41中。第一麦克风62被配置为接收存在于听道41中的第一音频信号68。第二麦克风63被配置为接收存在于听道41中的第二音频信号69。第三麦克风65被布置在外壳66中,使得它可以接收存在于安装有耳机44的耳朵40的外环境处的第三音频信号70。来自第三麦克风65的第三音频信号70由处理单元64使用来生成由扬声器61输出的前馈噪声消除信号。第一麦克风62和第二麦克风63被布置在耳膜42与扬声器61之间,使得第一麦克风62和第二麦克风63接收由扬声器61发出的在耳道41内部的音频信号。第一麦克风62和第二麦克风63被沿着耳道41的纵轴放置,使得它们到耳道41的轴边界具有不同的距离。图6所示的第一麦克风62与第二麦克风63之间的垂直间距是仅为了绘图的清楚。在实际的实施方式中,可以按照耳道方向基本上沿着轴布置第一麦克风62和第二麦克风63(以及扬声器61)。由于到耳道41的轴边界的距离不同,即使在共振条件下第一麦克风62和第二麦克风63中的至少一个也可以接收到与在耳膜42处接收到的音频信号对应的音频信号。因此,即使在共振条件下,处理单元64也可分别基于来自第一麦克风62的第一音频信号和/或来自第二麦克风63的第二音频信号来生成反馈噪声消除信号。处理单元64可以从电子装置71接收包括将被输出到用户的语音或音乐的音频信号。从电子装置71接收到的音频信号可以通过处理单元64与所生成的噪声消除信号混合并且经由扬声器61输出到用户的耳朵40中。除了共振的改进处理之外,两个麦克风62、63在耳道41中或附近的布置也可以有助于总体上改善噪声消除,例如通过减小振荡的趋势。

[0031] 图7示出了利用接收入耳式音频信号68和69以用于生成反馈噪声消除信号的两个麦克风62、63的另一实施方式。然而,与图6的耳机44相比,在图7的耳机44中第一麦克风62和第二麦克风63被沿着耳道41的轴布置在同一位置处。因此,为了避免两个麦克风62和63同时受共振条件影响,麦克风62、63中的一个为压敏麦克风而麦克风62、63中的另一个麦克风为压力梯度感测麦克风。例如,第一麦克风62包括压敏麦克风,而第二麦克风63包括梯度压力感测麦克风。在两个麦克风62、63被布置于在共振条件下的图5的节点位置57处的情况下,压力感测麦克风62可能几乎未接收到任何东西,然而梯度压力感测麦克风63将检测到存在于节点57处的显著梯度压力。因此,可以甚至在共振条件下也基于来自压力感测麦克风62的第一音频信号和来自梯度压力感测麦克风63的第二音频信号可靠地执行噪声消除。梯度压力感测麦克风可以具有定向接收特性(例如心形接收特性),从而改进从耳道41接收到的音频信号的增益。如已经关于图6所指出的,图7所示的第一麦克风62与第二麦克风63之间的垂直间距是仅为了绘图的清楚。在实际的实施方式中,可以按照耳道方向基本上沿着轴布置第一麦克风62和第二麦克风63(以及扬声器61)。

[0032] 由入耳式麦克风62、63和第三麦克风65接收到的音频信号的处理可以由在图7所示的实施方式中被布置在电子装置71中的处理单元64来执行。处理单元64经由耳机44与电子装置71之间的连接74从麦克风62、63和65接收音频信号。处理单元64基于从麦克风62、63和65接收到的音频信号来生成噪声消除信号,并且生成包括该噪声消除信号以及将被输出到用户的耳朵40的音乐或语音信号的音频输出信号。

[0033] 如可从图6和图7看到的,噪声消除系统可以像图6所示的那样被完全集成到耳机44中,或者可以像图7所示的那样被协作地实现在耳机44和电子装置71中。

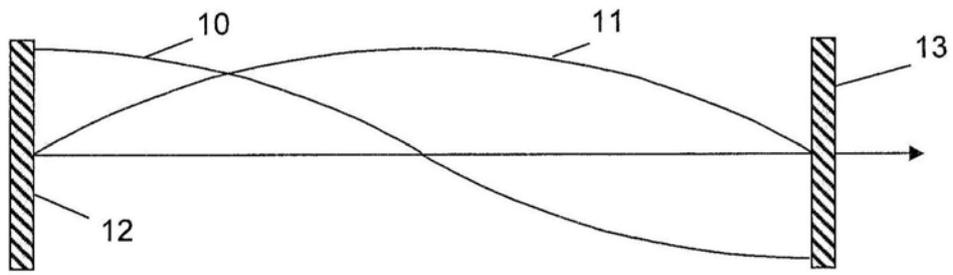


图1

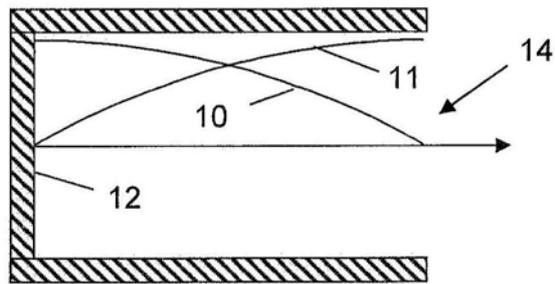


图2

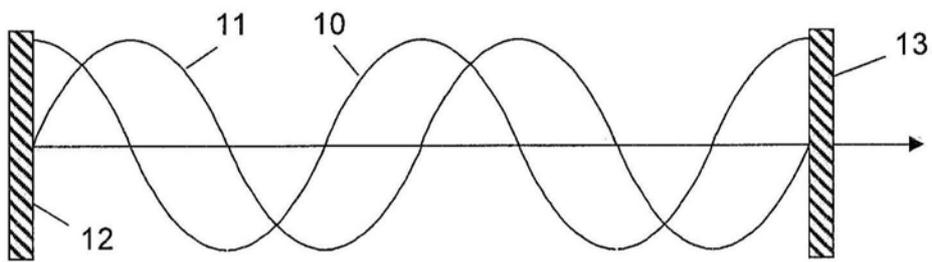


图3

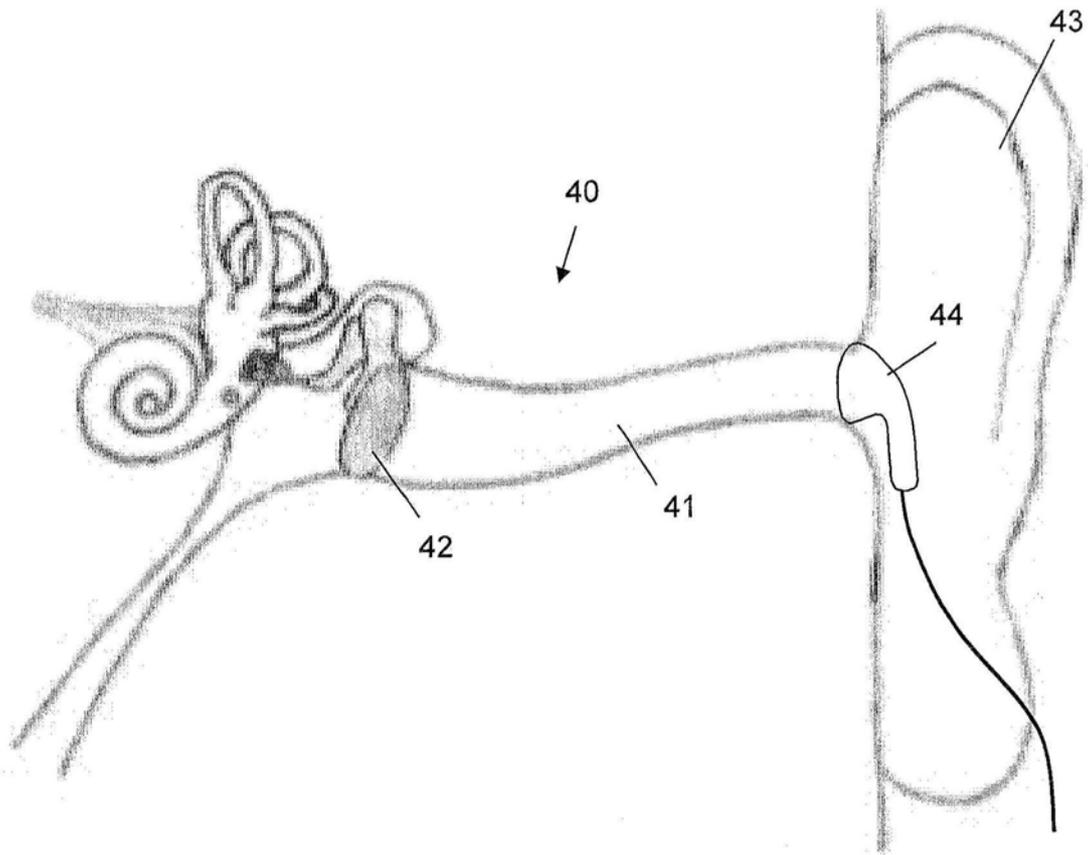


图4

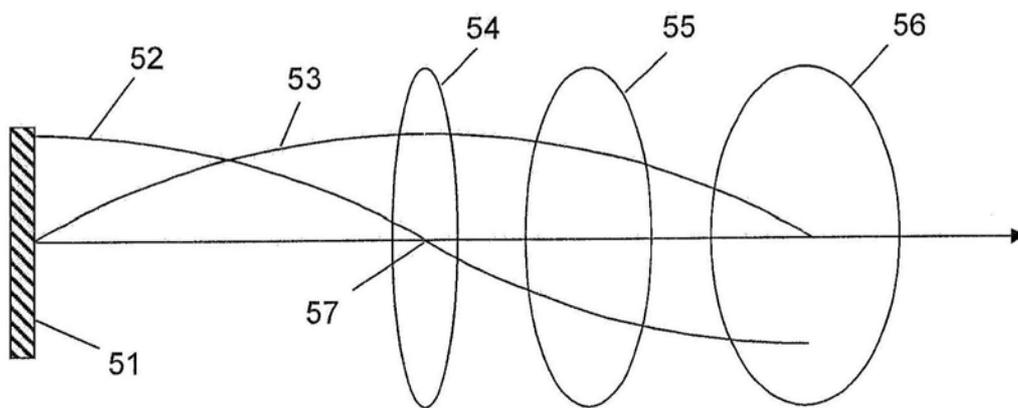


图5

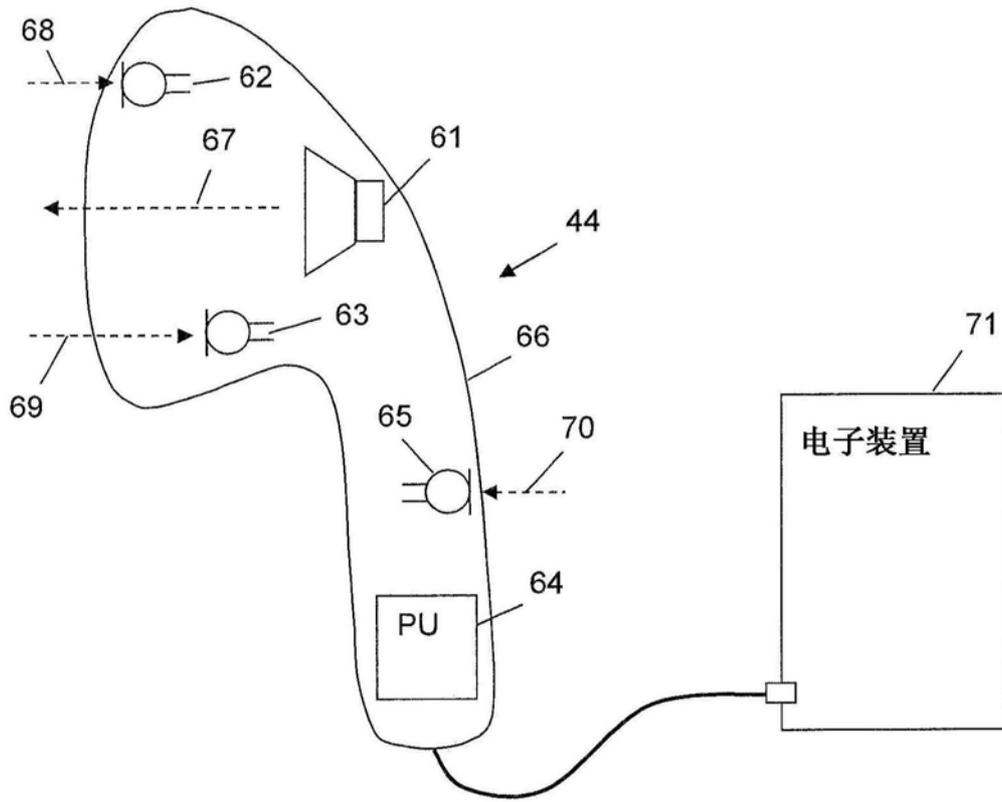


图6

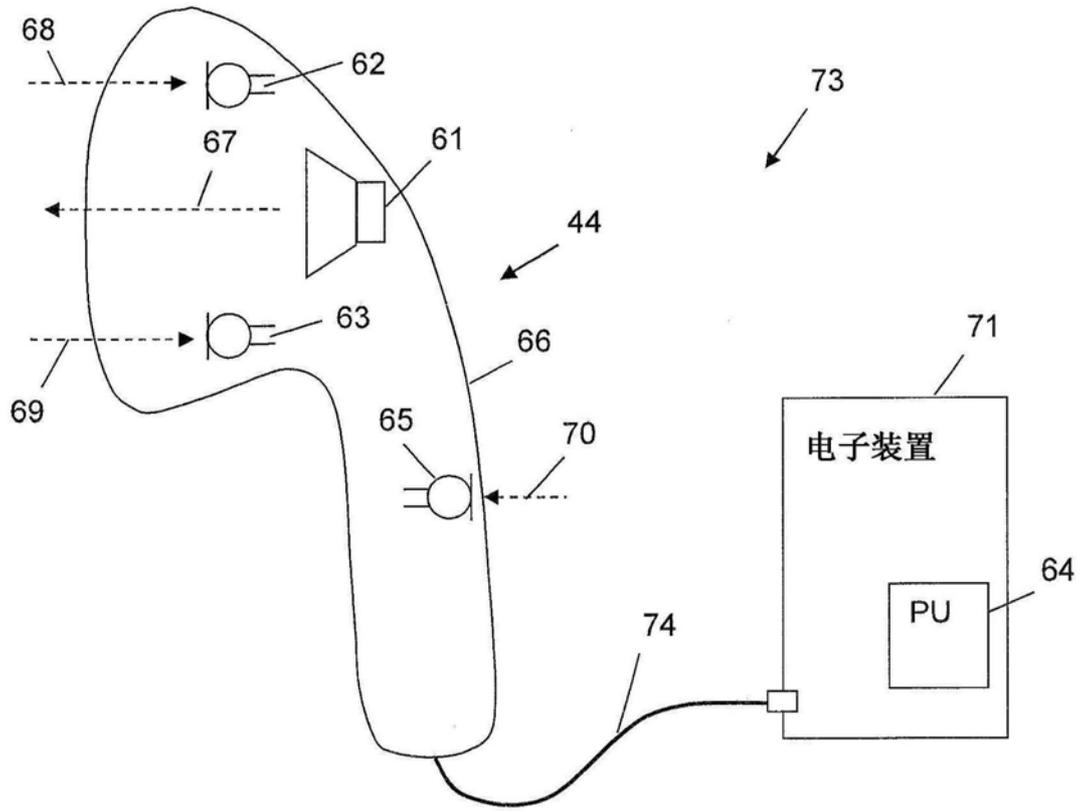


图7