

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 5 月 7 日 (07.05.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/087745 A1

(51) 国际专利分类号:
H04R 1/32 (2006.01) **H04R 3/00** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/125229

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 29 日 (29.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811270158.5 2018 年 10 月 29 日 (29.10.2018) CN

(71) 申请人: 歌尔股份有限公司(GOERTEK INC.) [CN/
CN]; 中国山东省潍坊市高新技术开发区东方路
268 号, Shandong 261031 (CN)。

(72) 发明人: 张传涛(ZHANG, Chuantao); 中国山东
省潍坊市高新技术开发区东方路 268 号,

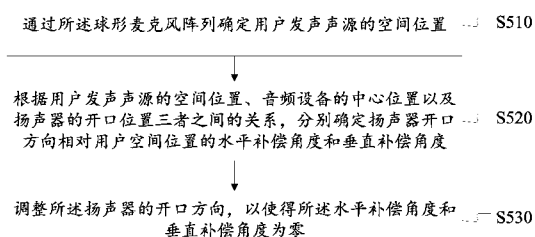
Shandong 261031 (CN)。王青(WANG, Qing); 中
国山东省潍坊市高新技术开发区东方路
268 号, Shandong 261031 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) Title: DIRECTIONAL SOUND GENERATION METHOD AND DEVICE FOR AUDIO APPARATUS, AND AUDIO APPA-
RATUS

(54) 发明名称: 一种音频设备定向发声方法、装置、音频设备



S510 Determine a spatial location of a sound source of a user's voice by means of a spherical microphone array

S520 Respectively determine, according to a relationship between the spatial location of the sound source of a user's voice, a central location of an audio apparatus, and a location of an opening of a speaker, a horizontal offset angle and vertical offset angle of the opening direction of the speaker with respect to the spatial location of the user

S530 Adjust the opening direction of the speaker, such that the horizontal offset angle and the vertical offset angle are zero

图 5

(57) Abstract: Disclosed are a directional sound generation method and device for an audio apparatus, and the audio apparatus. The method comprises: determining a spatial location of a sound source of a user's voice by means of a spherical microphone array; respectively determining, according to a relationship between the spatial location of the sound source of a user's voice, a central location of the audio apparatus, and a location of an opening of a speaker, a horizontal offset angle and vertical offset angle of the opening direction of the speaker with respect to the spatial location of the user; and adjusting the opening direction of the speaker, such that the horizontal offset angle and the vertical offset angle are zero. The invention can adjust the two degrees of freedom of the horizontal direction and the vertical direction of a speaker, so as to accurately align the opening direction of the speaker with the spatial location of a user in real time, thereby ensuring that the user is within the optimum sound effect range of an audio apparatus and enhancing the auditory experience of the user.

(57) 摘要: 本发明公开一种音频设备定向发声方法、装置、音频设备。所述方法包括: 通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置; 根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置以及所述扬声器的开口位置三者之间的关系, 分别确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度; 调整扬声器的开口方向, 以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零。本发明可以对扬声器的水平方向和垂直方向的两个自由度进行调整, 使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置, 保证用户处于音频设备的最佳音效范围, 提升用户的听觉体验。

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种音频设备定向发声方法、装置、音频设备

本申请要求于2018年10月29日提交中国专利局、申请号为201811270158.5、发明名称为“一种音频设备定向发声方法、装置、音频设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及一种音频设备定向发声方法、装置、音频设备。

背景技术

随着生活水平的提高，智能家居越来越多的出现在人们的日常生活中，而智能音频设备作为其中的一类产品广受大众欢迎，用户对智能音频设备的音效要求也非常高。

目前，受限于产品体积或产品价格，市场上大多数音响产品一般是单扬声器产品。在使用场景中，音频设备通常放置在一个固定的位置，这样使得音频设备的最佳音效范围或最佳音效方向是特定的，一旦用户没有朝向音频设备扬声器的出声方向，音效体验会比较差。

发明内容

本发明提供了一种音频设备定向发声方法、装置、音频设备，以解决现有音频设备扬声器朝向固定的问题。

本发明的一个方面提供了一种音频设备定向发声方法，音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风，定向发声方法包括：通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置；根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置以及扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度；调整扬声器的开口方向，以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

本发明的定向发声方法利用球形麦克风阵列可以准确地确定用户发声声

源的空间位置，基于用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器开口位置之间的位置关系，可以确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，通过调整扬声器开口方向使这两个补偿角度为零，实现扬声器两个自由度的调整，使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置，保证用户处于音频设备的最佳音效范围，提升用户的听觉体验。

本发明的另一个方面提供了一种音频设备定向发声装置，音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风，定向发声装置包括：定位单元，用于通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置；计算单元，用于根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置以及扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度；调整单元，用于调整扬声器的开口方向，以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

本发明的定向发声装置利用定位单元驱动球形麦克风阵列准确地确定用户发声声源的空间位置，计算单元基于用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器开口位置之间的位置关系，可以确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，调整单元通过调整扬声器开口方向使这两个补偿角度为零，实现扬声器两个自由度的调整，使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置，保证用户处于音频设备的最佳音效范围，提升用户的听觉体验。

本发明的另一个方面提供了一种音频设备，包括：包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，还包括处理器和存储有机器可执行指令的机器可读存储介质，通过读取并执行机器可读存储介质中的机器可执行指令，处理器可执行上述的音频设备定向发声方法。

本发明的音频设备利用球形麦克风阵列准确地确定用户发声声源的空间位置，基于用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器开口位置之间的位置关系，可以确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，通过调整扬声器开口方向使这两个补偿角度为零，实现扬声器两个自由度的调整，使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置，保证用户处于音频设备的最佳音效范围，提升用户的听觉体验。本发明

的另一个方面提供了一种机器可读存储介质，存储有机器可执行指令，机器可执行指令被处理器执行时以实现上述音频设备定向发声方法。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一部分附图，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，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图1为本发明实施例示出的音频设备的示意图；

图2为本发明实施例示出的音频设备的扬声器朝向用户的示意图；

图3为本发明实施例示出的音频设备的中心位置示意图；

图4为本发明实施例示出的扬声器开口位置示意图；

图5为本发明实施例示出的音频设备定向发声方法的流程图；

图6为本发明实施例示出的平面直角坐标系示意图；

图7为本发明实施例示出的垂直直角坐标系示意图；

图8为本发明实施例示出的用户耳朵空间位置的垂直位置坐标示意图；

图9为本发明实施例示出的音频设备定向发声装置的结构框图；

图10为本发明实施例示出的音频设备的结构框图；

图11为本发明实施例示出的系统硬件结构示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

以下，将参照附图来描述本发明的实施例。但是应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本发明的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本发明的概念。

在此使用的术语仅仅是为了描述具体实施例，而并非意在限制本发明。这里使用的词语“一”、“一个（种）”和“该”等也应包括“多个”、“多种”的意思，除非上下文另外明确指出。此外，在此使用的术语“包括”、“包含”等表明了所述特征、步骤、操作和/或部件的存在，但是并不排除存

在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作或部件。

在此使用的所有术语（包括技术和科学术语）具有本领域技术人员通常所理解的含义，除非另外定义。应注意，这里使用的术语应解释为具有与本说明书的上下文相一致的含义，而不应以理想化或过于刻板的方式来解释。

附图中示出了一些方框图和/或流程图。应理解，方框图和/或流程图的一些方框或其组合可以由计算机程序指令来实现。这些计算机程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器，从而这些指令在由该处理器执行时可以创建用于实现这些方框图和/或流程图中所说明的功能/操作的装置。

因此，本发明的技术可以硬件和/或软件（包括固件、微代码等）的形式来实现。另外，本发明的技术可以采取存储有指令的计算机可读介质上的计算机程序产品的形式，该计算机程序产品可供指令执行系统使用或者结合指令执行系统使用。在本发明的上下文中，计算机可读介质可以是能够包含、存储、传送、传播或传输指令的任意介质。例如，计算机可读介质可以包括但不限于电、磁、光、电磁、红外或半导体系统、装置、器件或传播介质。计算机可读介质的具体示例包括：磁存储装置，如磁带或硬盘（HDD）；光存储装置，如光盘（CD-ROM）；存储器，如随机存取存储器（RAM）或闪存；和/或有线/无线通信链路。

为便于说明本实施例音频设备的定向发声方式，本发明首先通过下述实施例说明音频设备的组成结构，本实施例的音频设备包括智能音箱等音响产品。

本实施例的音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，如图 1 所示，球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风，本实施例利用调整机构调整内置扬声器的开口方向。

如图 4 所示，在本实施例中，调整机构包括旋转马达 1 和升降马达 2，旋转马达 1 可吸附或固定在音频设备的底板上，旋转支架 3 设置在旋转马达 1 上，旋转马达 1 可驱动旋转支架 3 在水平方向进行 360° 的旋转，旋转支架 3 包括支撑臂，扬声器 4 固定安装在扬声器安装框 5 中，扬声器安装框 5 通过支撑臂安装在旋转支架 3 上，一方面，扬声器安装框 5 采用轴连接的方式安装在支撑臂上，例如在支撑臂上设置安装孔，在扬声器安装框 5 上设置转

动轴，通过安装孔和转动轴的配合实现扬声器安装框 5 与旋转支架 3 的轴连接；另一方面，升降马达 2 设置在旋转支架 2 上，扬声器安装框 5 背向扬声器开口位置的边框处设置轴杆 51，升降马达 2 的伸缩臂连接轴杆 51，实现扬声器安装框 5 与升降马达 2 的伸缩臂之间的转动连接。

如图 3 所示，本实施例中的音频设备还包括 PCBA 板 6，上集成有球形麦克风阵列、CPU、马达驱动芯片等部件，如图 1 所示，音频设备的顶盖相对麦克风的位置设置有出声口，以使麦克风拾取外界声音信号。

如图 4 所示，扬声器开口位置为扬声器开口的中心位置，在设计音频设备的过程中，本实施例设计音频设备的中心位置位于音频设备的空间中垂线上，如图 3 所示，图 3 中 L1 表示音频设备的空间中垂线，当音频设备呈柱体结构时，音频设备的空间中垂线为柱体的中轴线，L2~L4 分别表示扬声器的三个不同方向的开口方向，在扬声器开口方向为任一方向时，扬声器的开口位置与音频设备的中心位置的连线始终相交于一点。

本实施例的 CPU 根据球形麦克风阵列上的麦克风拾取的声音信号和麦克风在音频设备中的位置，确定用户发声声源的空间位置，根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器的开口位置三者之间的关系，确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，CPU 根据水平补偿角度和垂直补偿角度生成相应的控制指令并发送给马达驱动芯片，马达驱动芯片根据控制指令控制旋转马达和升降马达，以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零，调整扬声器的开口方向，使扬声器的开口方向对准用户位置，保证用户处于音频设备的最佳音效范围。

本发明的一个方法提供了一种音频设备的定向发声方法。

本实施例中的音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风，本实施例的音频设备的结构可以参考上文描述的音频设备。

图 5 为本发明实施例示出的音频设备的定向发声方法的流程图，如图 5 所示，本实施例的方法包括：

S510，通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置。

S520，根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置以及扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定扬声器开口方向相对用户空间位置的

水平补偿角度和垂直补偿角度。

S530, 调整扬声器的开口方向, 以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

本实施例利用球形麦克风阵列可以确定用户发声声源的空间位置, 基于用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器开口位置之间的位置关系, 可以确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度, 通过调整扬声器开口方向使这两个补偿角度为零, 实现扬声器两个自由度的调整, 使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置, 保证用户处于音频设备的最佳音效范围, 提升用户的听觉体验。

图 6 为本发明实施例示出的平面直角坐标系示意图, 图 7 为本发明实施例示出的垂直直角坐标系示意图, 图 8 为本发明实施例示出的用户耳朵空间位置的垂直位置坐标示意图, 以下结合图 6-8 对上述步骤 S510-S530 进行详细的说明。

首先, 执行步骤 S510, 即通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置。

在一个实施例中, 可以通过下述方式确定用户发声声源的空间位置:

首先, 预先建立声源定位模型, 声源定位模型中包括第一距离参数、第二距离参数和第三距离参数, 第一距离参数包括声源分别与水平面上的两个麦克风的距离, 第二距离参数包括声源分别与竖直面上的两个麦克风的距离, 第三距离参数包括水平面上的两个麦克风之间距离和竖直面上的两个麦克风之间的距离。

如图 2 所示, 可以以音频设备的中心位置为坐标原点, 以扬声器开口方向为 X 轴, 以垂直于扬声器开口方向为 Y 轴建立空间直角坐标系, 通过位于同一平面的至少两个麦克风, 可以定位声源在这一平面上的位置, 由此可以利用球形麦克风阵列中位于同一水平面上的麦克风定位声源在水平面上的位置, 利用球形麦克风阵列中与上述水平面垂直的麦克阵列定位声源在垂直面上的位置, 由此可以精准定位声源发声位置的空间坐标。

然后, 确定球形麦克风阵列中接收到符合设定条件的声音信号的麦克风为第一麦克风和第二麦克风, 第一麦克风包括在水平方向上相互平行的两个麦克风, 第二麦克风包括在竖直方向上相互平行的两个麦克风; 其中, 确定

球形麦克风阵列中接收的声音信号强度最大的处于同一水平面的两个麦克风为第一麦克风，以及确定球形麦克风阵列中接收的声音信号强度最大的处于同一竖直面的两个麦克风为第二麦克风。

接着，获取用户发声声源与第一麦克风和第二麦克风中每个麦克风的距离，以及根据球形麦克风阵列中的每个麦克风在空间直角坐标系中的位置坐标，获取第一麦克风中两个麦克风之间的距离，第二麦克风中两个麦克风之间的距离；其中，可以利用第一麦克风和第二麦克风中每个麦克风接收到的发声声源的声音信号的强度值与用户发声声源的声音信号的强度值之间的差值，获得用户发声声源的与第一麦克风和第二麦克风中每个麦克风的距离；还可以通过设置在扬声器开口处的测距仪测量用户发声声源的与扬声器开口之间的距离，根据每个麦克风的位置坐标和用户发声声源的与扬声器开口之间的距离，获得用户发声声源与第一麦克风和第二麦克风中每个麦克风的距离。

最后，利用预先建立的声源定位模型，并根据用户发声声源与第一麦克风和第二麦克风中每个麦克风的距离，第一麦克风和第二麦克风中两个麦克风之间的距离，获得用户发声声源在空间直角坐标系中的位置坐标。

在确定用户发声声源的空间位置之后，执行步骤 S520，即根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置以及所述扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度。

本发明为便于计算扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，减少计算量，简化计算步骤，本实施例预先设定扬声器的开口方向包括音频设备的中心位置与扬声器的开口位置的第一连线所指示的开口位置的方向；其中，音频设备的中心位置位于音频设备的空间中垂线上，参考图 3，当扬声器开口方向朝向正左方时，音频设备的中心位置（即 L1~L4 的交点位置）与朝向正左方时扬声器开口位置之间的连接记为第一连线，即当扬声器开口方向朝向正左方时，L2 为第一连线，当扬声器开口方向朝向上方时，L3 为第一连线，当扬声器开口方向朝向左下方时，L4 为第一连线。

用户发声声源的空间位置包括用户嘴巴的空间位置，在确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度时，可以确定扬声器开口方向相对用

户发声声源空间位置的水平补偿角度，调整扬声器的开口方向，以使得水平补偿角度为零；在确定扬声器开口方向相对用户空间位置的垂直补偿角度时，可以确定扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置和/或用户耳朵空间位置的垂直补偿角度，调整扬声器的开口方向，以使得垂直补偿角度为零。

由于用户发声声源一般为用户嘴巴，用户嘴巴所在方向为用户双耳所在方向，通过确定水平补偿角度为扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置的角度，通过调整该水平补偿角度为零，使扬声器开口朝向用户发声声源，即朝向用户双耳，使扬声器开口方向在水平方向上朝向用户双耳；以及通过确定垂直补偿角度为扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置（或用户耳朵）的角度，通过调整该垂直补偿角度为零，使扬声器开口方向在垂直方向上对准用户发声声源的空间位置（或用户双耳）。

在一个实施例中，通过下述方式确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度：确定扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置的垂直补偿角度，调整扬声器的开口方向，以使得水平补偿角度为零。

如图 6 所示，计算水平补偿角度的方法包括：根据音频设备的中心位置为原点设立平面直角坐标系，所设立的平面直角坐标系的 X 轴为扬声器开口位置与音频设备的中心位置的连线所在的直线；通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置的水平位置坐标，即通过上文描述的声源定位模型可以确定用户发声声源在 XOY 面的水平位置坐标 (X_a , Y_a)；根据水平位置坐标与音频设备的中心位置之间的第二连线和第一连线之间在平面直角坐标系上形成水平补偿角度，参考图 6，将图 6 中示出的用户发声声源的水平位置坐标点与坐标原点之间的连线和 X 轴所成的夹角 α 确定为水平补偿角度。

在另一个实施例中，通过下述方式确定扬声器开口方向相对用户空间位置的垂直补偿角度：确定扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置或用户耳朵空间位置的垂直补偿角度，即确定扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置的垂直补偿角度，或者，或者确定扬声器开口方向相对用户耳朵空间位置的垂直补偿角度；调整扬声器的开口方向，以使得垂直补偿角度为零。

如图 7 所示，当垂直补偿角度包括扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置的角度时，计算垂直补偿角度的方法包括：根据音频设备的中心位置为原点设立垂直直角坐标系，所设立的垂直直角坐标系的 X 轴为扬声器开口

位置与音频设备的中心位置的连线所在的直线，即为图 2 所示的空间直角坐标系中的 XOZ 平面；通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置的垂直位置坐标为第一垂直坐标，可以通过上文描述的声源定位模型确定用户发声声源在 XOZ 面的第一垂直位置坐标 (X_a , Z_a)；根据第一垂直坐标与音频设备的中心位置之间的第三连线和第一连线之间在垂直直角坐标系上形成垂直补偿角度为第一垂直补偿角度，参考图 7，将图 7 中示出的用户发声声源的第一垂直位置坐标点 A 与坐标原点之间的连线和 X 轴所成的夹角 φ 确定为第一垂直补偿角度。

当垂直补偿角度包括扬声器开口方向相对用户耳朵空间位置的角度时，计算垂直补偿角度的方法包括：根据用户发声声源的空间位置的第一垂直位置坐标，以及预设的用户耳朵空间位置与发声声源的空间位置之间在垂直直角坐标系中的距离和/或角度关系，确定用户耳朵空间位置的垂直位置坐标为第二垂直坐标；根据第一垂直坐标与音频设备的中心位置之间的第三连线和所述第二垂直坐标与音频设备的中心位置之间的第四连线形成差分垂直补偿角度为第二垂直补偿角度；调整扬声器开口方向，使得第一垂直补偿角度和第二垂直补偿角度的和值为零。

如图 8 所示，根据图 7 所示的方法可以计算用户发声声源的空间位置 A 的第一垂直坐标 (X_a , Z_a)，当预设的用户耳朵空间位置与发声声源的空间位置之间在垂直直角坐标系中的距离和/或角度关系包括用户耳朵空间位置与发声声源的空间位置之间在垂直直角坐标系中的距离关系时，例如该距离关系包括图 8 所示的 ΔX 和 ΔZ ，根据第一垂直坐标 (X_a , Z_a) 和 ΔX 与 ΔZ ，可以获得用户耳朵空间位置 B 的第二垂直坐标 (X_b , Z_b)，或者该距离关系包括图 8 所示的嘴巴与耳朵的连线相对水平方向所成的角度 ψ 和距离 ΔX （或距离 ΔZ ），根据第一垂直坐标 (X_a , Z_a) 和角度 ψ 与距离 ΔX （或距离 ΔZ ），可以获得用户耳朵空间位置 B 的第二垂直坐标 (X_b , Z_b)，将图 8 中示出的用户耳朵空间位置的第二垂直坐标点 B 与坐标原点之间的连线和用户发声声源空间位置的第一垂直坐标点 A 与坐标原点之间的连线的夹角确定为第二垂直补偿角度 θ ，通过调整扬声器开口方向，使得第一垂直补偿角度 φ 和第二垂直补偿角度 θ 的和值（即为角度 β ）为零，使得扬声器开口方向在垂直方向上对准用户耳朵，提高扬声器定向发声的准确度。

在确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度之后，执行步骤 S530，即调整扬声器的开口方向，以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

结合图 3 所述的音频设备，可以通过旋转马达和升降马达调整扬声器的开口方向，实现扬声器开口方向两个自由度即对应于音频设备俯仰方向的垂直角度和对应于音频设备旋转方向的水平角度的调节，达到精准控制扬声器定向发声的目的，提升用户的听觉体验。

本发明的另一个方面提供了一种音频设备定向发声装置。

本实施例的音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风。

图 9 为本发明实施例示出的音频设备的定向发声装置的结构框图，如图 9 所示，本实施例的装置包括：

定位单元 91，用于通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置；

计算单元 92，用于根据用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置以及扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度；

调整单元 93，用于调整扬声器的开口方向，以使得水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

本实施例的定向发声装置利用定位单元驱动球形麦克风阵列准确地确定用户发声声源的空间位置，计算单元基于用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器开口位置之间的位置关系，可以确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，调整单元通过调整扬声器开口方向使这两个补偿角度为零，实现扬声器两个自由度的调整，使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置，保证用户处于音频设备的最佳音效范围，提升用户的听觉体验。

本实施例中的扬声器的开口方向包括音频设备的中心位置与扬声器的开口位置的第一连线所指示的开口位置的方向，其中音频设备的中心位置位于音频设备的空间中垂线上；发声声源的空间位置包括用户嘴巴的空间位置。

在一个实施例中，计算单元 92 用于确定扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置的水平补偿角度，调整单元 93 用于调整扬声器的开口方向，以使

得水平补偿角度为零。

计算单元 92 具体是根据音频设备的中心位置为原点设立平面直角坐标系，通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置的水平位置坐标，根据水平位置坐标与所述音频设备的中心位置之间的第二连线和第一连线之间在平面直角坐标系上形成水平补偿角度。

在另一个实施例中，计算单元 92 用于确定扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置和/或用户耳朵空间位置的垂直补偿角度；调整单元 93 用于调整扬声器的开口方向，以使得垂直补偿角度为零。

当垂直补偿角度包括扬声器开口方向相对用户发声声源空间位置的角度时，计算单元 92 具体是根据音频设备的中心位置为原点设立垂直直角坐标系，通过球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置的垂直位置坐标为第一垂直坐标，根据第一垂直坐标与音频设备的中心位置之间的第三连线和第一连线之间在所述垂直直角坐标系上形成垂直补偿角度为第一垂直补偿角度。

当垂直补偿角度包括扬声器开口方向相对用户耳朵空间位置的角度时，计算单元 92 具体是根据用户发声声源的空间位置的第一垂直位置坐标，以及预设的所述用户耳朵空间位置与发声声源的空间位置之间在垂直直角坐标系中的距离和/或角度关系，确定用户耳朵空间位置的垂直位置坐标为第二垂直坐标；根据第一垂直坐标与音频设备的中心位置之间的第三连线和第二垂直坐标与音频设备的中心位置之间的第四连线形成差分垂直补偿角度为第二垂直补偿角度；调整扬声器开口方向，使得第一垂直补偿角度和第二垂直补偿角度的和值为零。

对于装置实施例而言，由于其基本对应于方法实施例，所以相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下，即可以理解并实施。

本发明的另一个方面提供了一种音频设备。

图 10 为本发明实施例示出的音频设备的结构框图，如图 10 所示，音频设备，包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风；音频设备还包括处理器和存储有机器可执行指令的机器可读存储介质，通过读取并执行机器可读存储介质中的机器可执行指令，处理器可执行前面描述的音频设备定向发声方法。

本实施例的音频设备利用球形麦克风阵列准确地确定用户发声声源的空间位置，基于用户发声声源的空间位置、音频设备的中心位置和扬声器开口位置之间的位置关系，可以确定扬声器开口方向相对用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，通过调整扬声器开口方向使这两个补偿角度为零，实现扬声器两个自由度的调整，使扬声器开口方向实时精确地对准用户空间位置，保证用户处于音频设备的最佳音效范围，提升用户的听觉体验。

结合图 3 所示，本实施例中音频设备包括旋转马达和升降马达，安装有扬声器的扬声器安装框转动安装在旋转支架上，旋转支架转动安装在旋转马达上，利用旋转马达驱动旋转支架转动，带动扬声器安装框转动，实现扬声器水平方向的转动；升降马达安装在旋转支架上，升降马达的伸缩臂转动连接在扬声器安装框的轴杆上，该轴杆设置在扬声器安装框背向扬声器开口位置的边框位置，利用升降马达驱动扬声器安装框上下转动，实现扬声器垂直方向的转动，通过对扬声器两个自由度的调整，可以精准控制扬声器定向发声，使扬声器对准用户双耳，保证用户实时处于音频设备的最佳音效范围，提升用户的听觉体验。

本申请提供的系统可以通过软件实现，也可以通过硬件或者软硬件结合的方式实现。以软件实现为例，参照图 11 所示，本申请提供的系统可包括处理器 1101、存储有机器可执行指令的机器可读存储介质 1102。处理器 1101 与机器可读存储介质 1102 可经由系统总线 1103 通信。并且，通过读取并执行机器可读存储介质 1102 中与音频设备定向发声逻辑对应的机器可执行指令，处理器 1101 可执行上文描述的音频设备定向发声方法。

本发明的另一个方面提供了一种机器可读存储介质。

本发明实施例的机器可读存储介质，存储有机器可执行指令，机器可执行指令被处理器执行时以实现前文描述的音频设备的定向发声方法。

需要说明的是，本发明实施例的可读存储介质，例如可以是能够包含、

存储、传送、传播或传输指令的任意介质。例如，可读存储介质可以包括但不限于电、磁、光、电磁、红外或半导体系统、装置、器件或传播介质。可读存储介质的具体示例包括：磁存储装置，如磁带或硬盘(HDD)；光存储装置，如光盘(CD-ROM)；存储器，如随机存取存储器(RAM)或闪存；和/或有线/无线通信链路。

机器可读存储介质可以包括计算机程序，该计算机程序可以包括代码/计算机可执行指令，其在由处理器执行时使得处理器执行例如前文所描述的音频设备定向发声方法流程及其任何变形。

计算机程序可被配置为具有例如包括计算机程序模块的计算机程序代码。例如，在示例实施例中，计算机程序中的代码可以包括一个或多个程序模块。应当注意，模块的划分方式和个数并不是固定的，本领域技术人员可以根据实际情况使用合适的程序模块或程序模块组合，当这些程序模块组合被处理器执行时，使得处理器可以执行例如上文所描述的音频设备定向发声方法流程及其任何变形。

为了便于清楚描述本发明实施例的技术方案，在发明的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分，本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，在本发明的上述教导下，本领域技术人员可以在上述实施例的基础上进行其他的改进或变形。本领域技术人员应该明白，上述的具体描述只是更好的解释本发明的目的，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1、一种音频设备定向发声方法，所述音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，所述方法包括：

通过所述球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置；

根据用户发声声源的空间位置、所述音频设备的中心位置以及所述扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定所述扬声器开口方向相对所述用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度；

调整所述扬声器的开口方向，以使得所述水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述扬声器的开口方向包括所述音频设备的中心位置与所述扬声器的开口位置的第一连线所指示的开口位置的方向；其中，所述音频设备的中心位置位于所述音频设备的空间中垂线上。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述发声声源的空间位置包括用户嘴巴的空间位置。

4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述分别确定所述扬声器开口方向相对所述用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，包括：

确定所述扬声器开口方向相对所述用户发声声源空间位置的水平补偿角度，以及

调整所述扬声器的开口方向，以使得所述水平补偿角度为零。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述确定所述扬声器开口方向相对所述用户发声声源空间位置的水平补偿角度，包括：

根据所述音频设备的中心位置为原点设立平面直角坐标系；

通过所述球形麦克风阵列确定所述用户发声声源的空间位置的水平位置坐标；

根据所述水平位置坐标与所述音频设备的中心位置之间的第二连线和所述第一连线之间在平面直角坐标系上形成所述水平补偿角度。

6、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述分别确定所述扬声器开口方向相对所述用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度，包括：

确定所述扬声器开口方向相对所述用户发声声源空间位置或用户耳朵空

间位置的垂直补偿角度；

调整所述扬声器的开口方向，以使得所述垂直补偿角度为零。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述确定所述扬声器开口方向相对所述用户发声声源空间位置和/或用户耳朵空间位置的垂直补偿角度，包括：

根据所述音频设备的中心位置为原点设立垂直直角坐标系；

通过所述球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置的垂直位置坐标为第一垂直坐标；

根据所述第一垂直坐标与所述音频设备的中心位置之间的第三连线和所述第一连线之间在所述垂直直角坐标系上形成所述垂直补偿角度为第一垂直补偿角度。

8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述确定所述扬声器开口方向相对所述用户发声声源空间位置和/或用户耳朵空间位置的垂直补偿角度，还包括：

根据所述用户发声声源的空间位置的第一垂直位置坐标，以及预设的所述用户耳朵空间位置与所述发声声源的空间位置之间在所述垂直直角坐标系中的距离和/或角度关系，确定所述用户耳朵空间位置的垂直位置坐标为第二垂直坐标；

根据所述第一垂直坐标与所述音频设备的中心位置之间的第三连线和所述第二垂直坐标与所述音频设备的中心位置之间的第四连线形成差分垂直补偿角度为第二垂直补偿角度；

调整所述扬声器开口方向，使得所述第一垂直补偿角度和第二垂直补偿角度的和值为零。

9、一种音频设备定向发声装置，所述音频设备包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，所述球形麦克风阵列包括呈球形分布的多个麦克风，所述装置包括：

定位单元，用于通过所述球形麦克风阵列确定用户发声声源的空间位置；

计算单元，用于根据用户发声声源的空间位置、所述音频设备的中心位置以及所述扬声器的开口位置三者之间的关系，分别确定所述扬声器开口方向相对所述用户空间位置的水平补偿角度和垂直补偿角度；

调整单元，用于调整所述扬声器的开口方向，以使得所述水平补偿角度和垂直补偿角度为零。

10、一种音频设备，包括开口方向可调整的内置扬声器和球形麦克风阵列，还包括处理器和存储有机器可执行指令的机器可读存储介质，通过读取并执行机器可读存储介质中的机器可执行指令，处理器可执行如权利要求 1-8 任一项所述的音频设备定向发声方法。

11、一种机器可读存储介质，存储有机器可执行指令，机器可执行指令被处理器执行时以实现如权利要求 1-8 任一项所述音频设备定向发声方法。

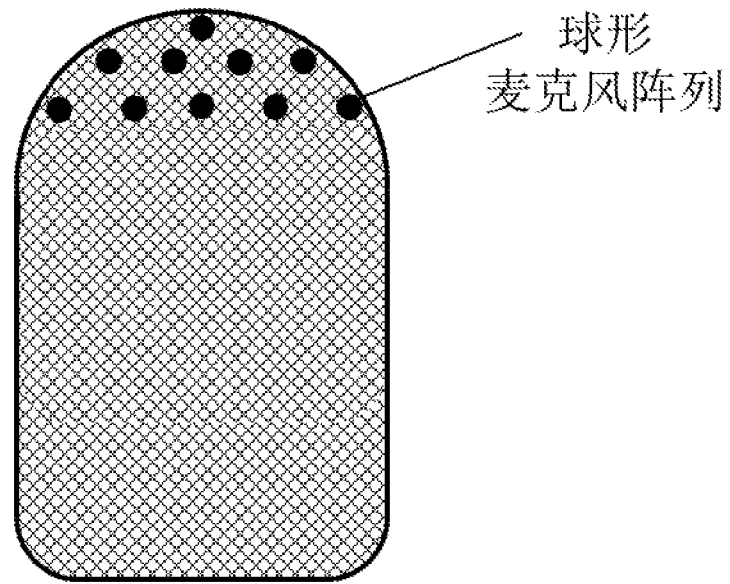


图 1

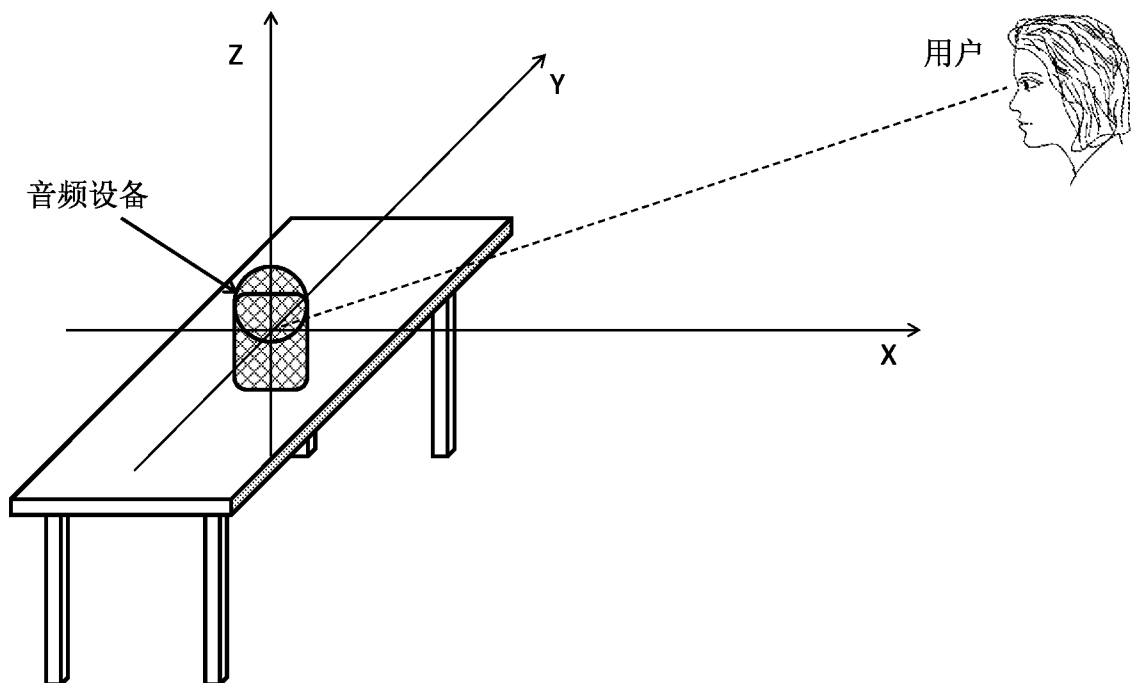


图 2

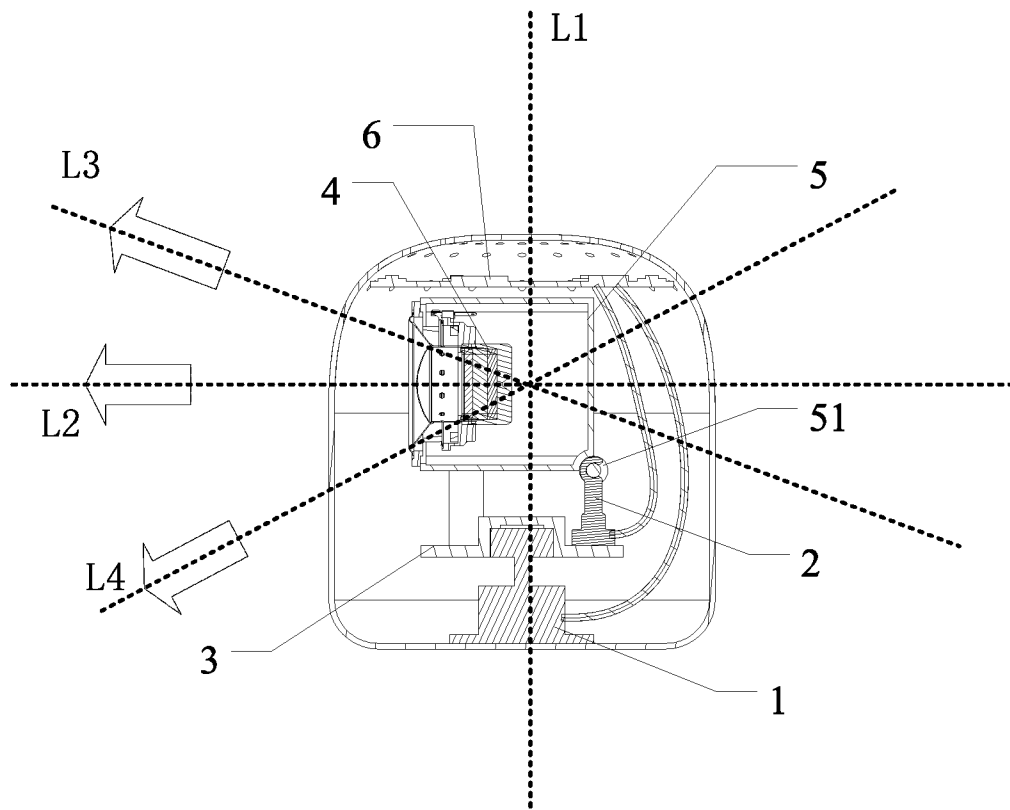


图 3

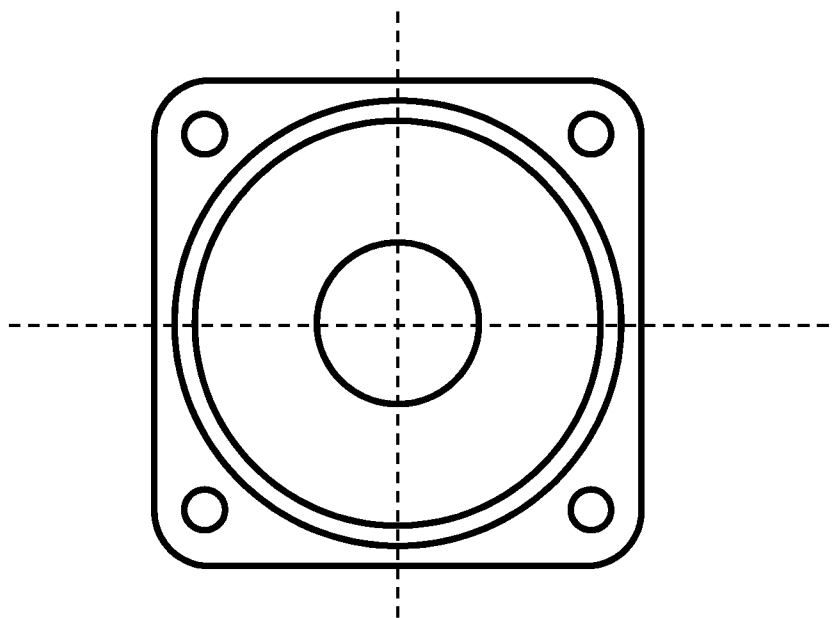


图 4

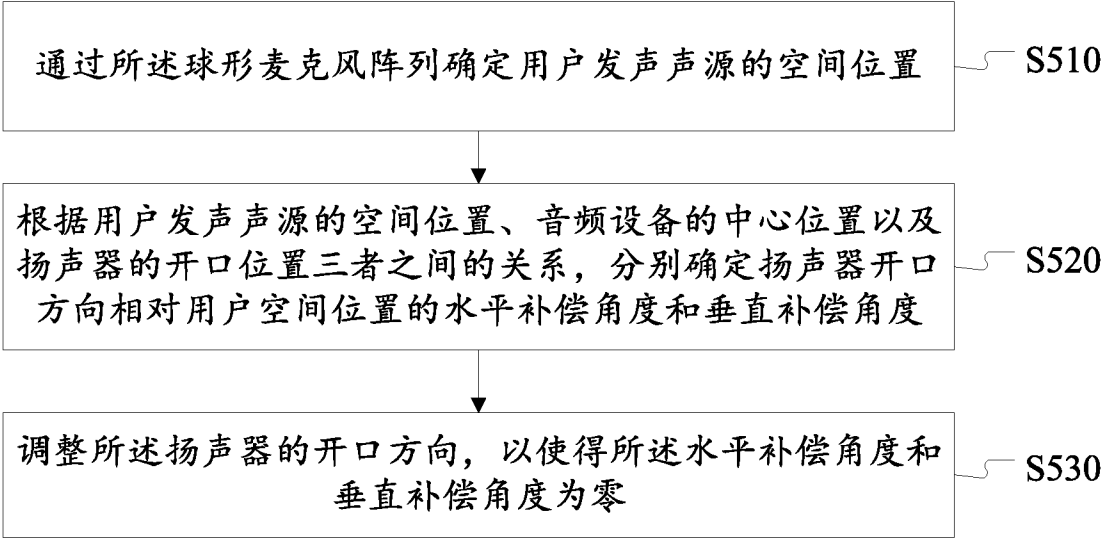


图 5

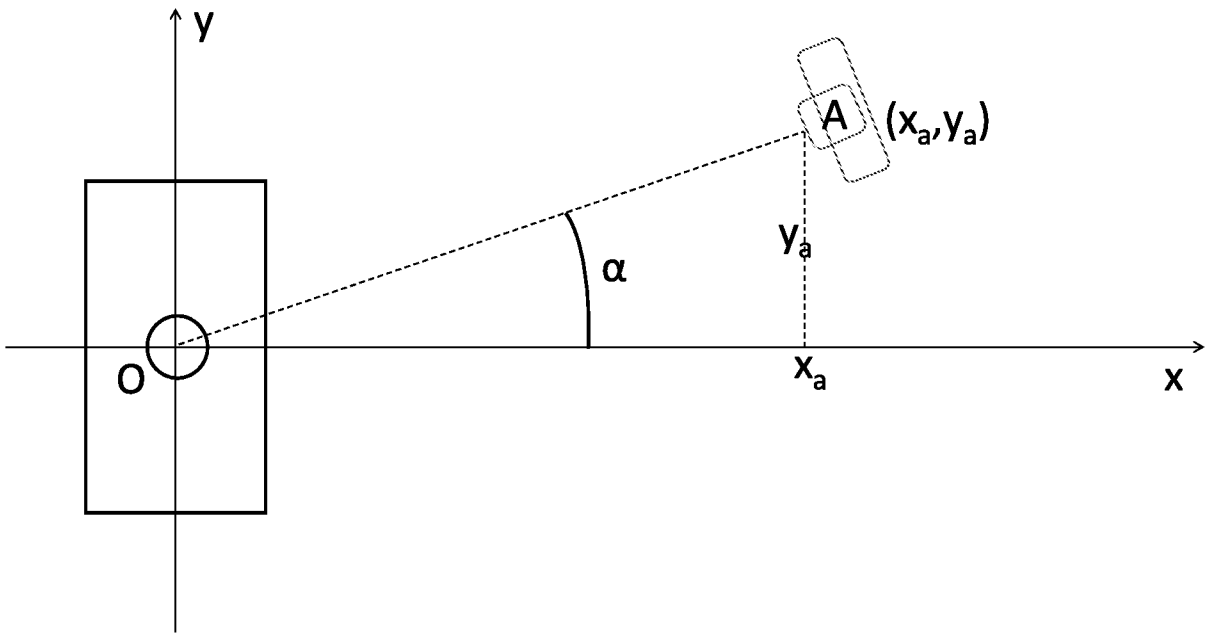


图 6

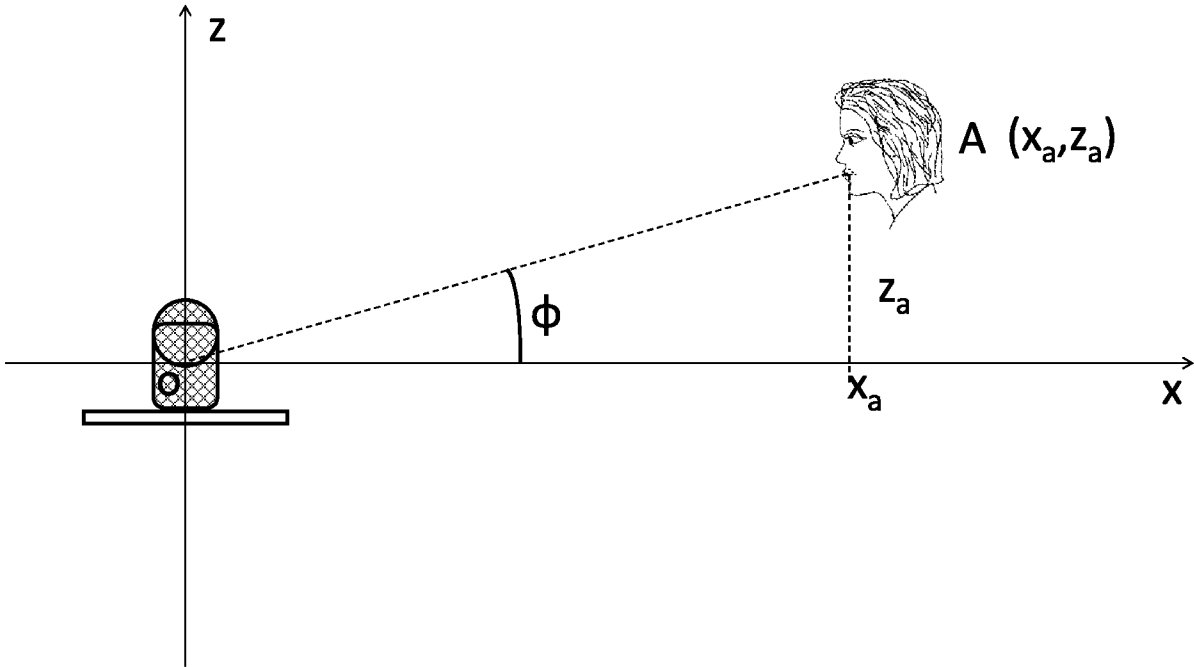


图 7

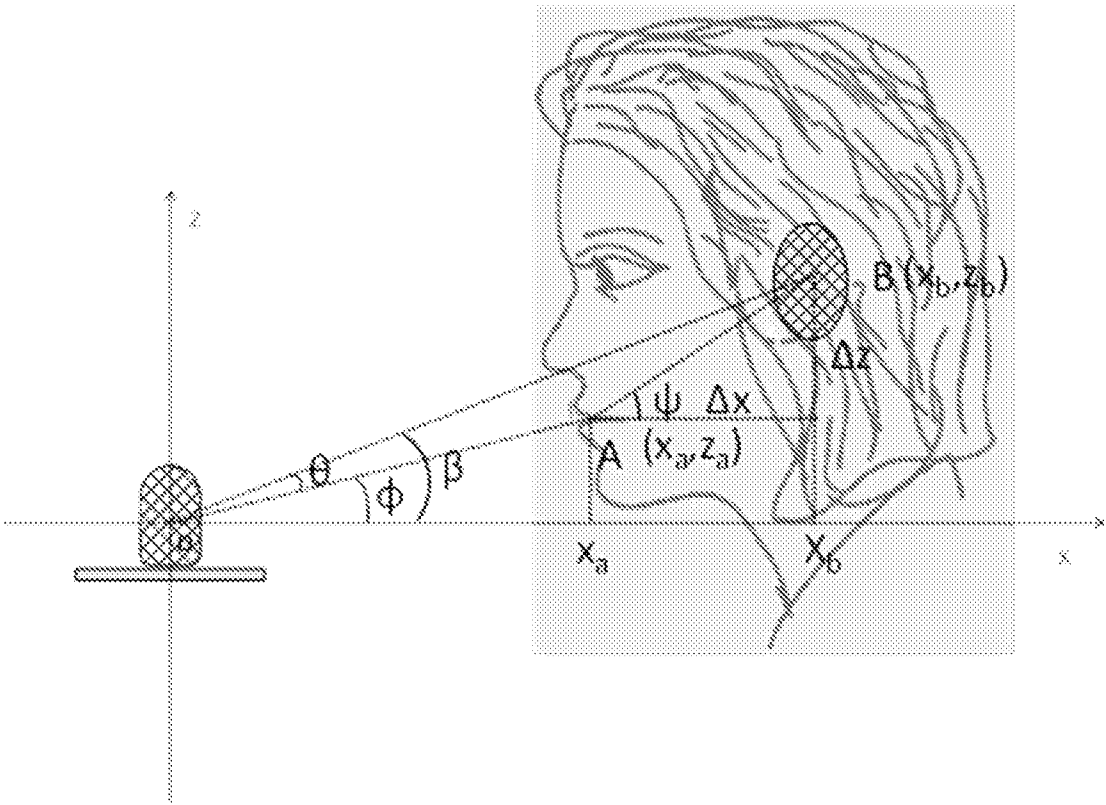


图 8

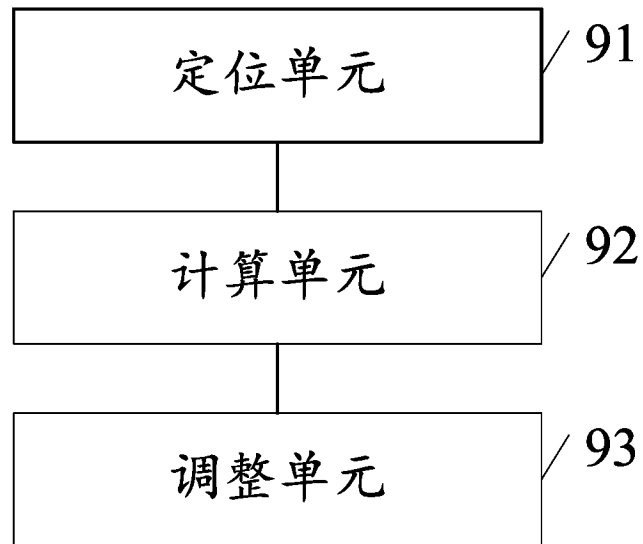


图 9

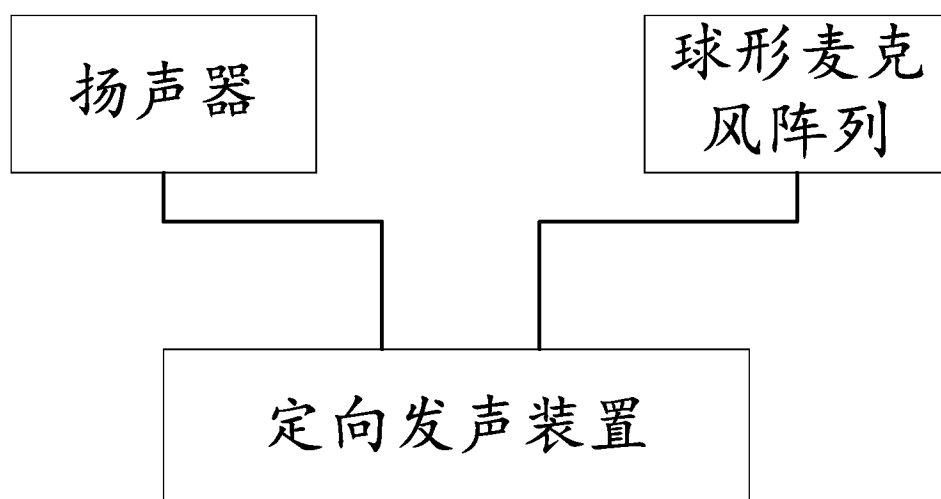


图 10

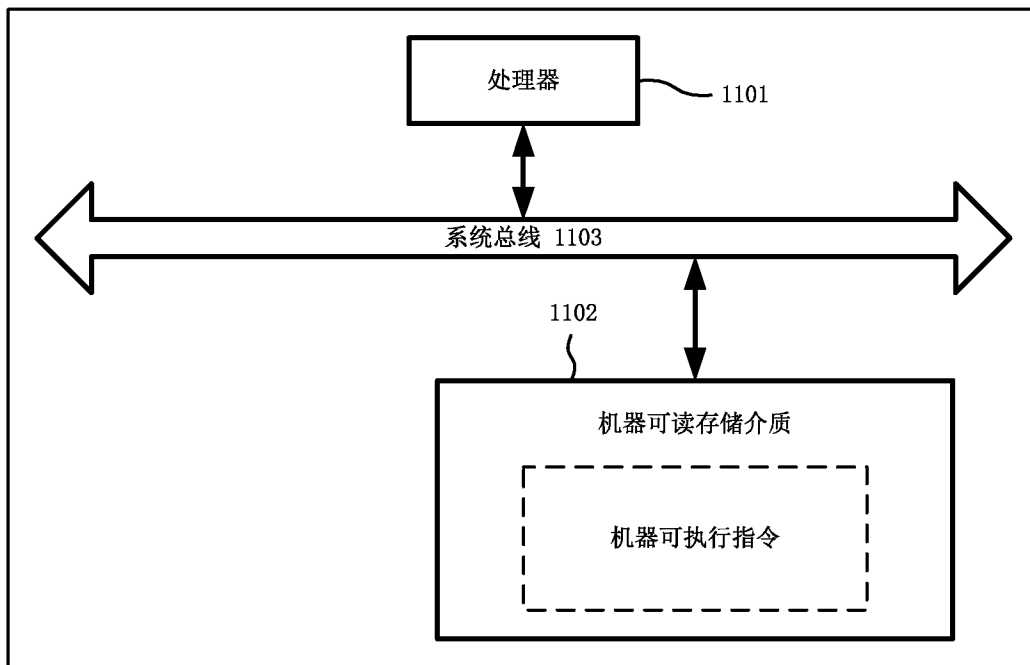


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/125229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 1/32(2006.01)i; H04R 3/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04S; H04N; H04R; G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI: 音频, 定向, 定位, 扬声器, 开口, 调整, 调节, 麦克风, 阵列, 收音. VEN: audion, location, tansducer, loud, adjust, microphone, array, recept+.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109068234 A (GOERTEK TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 December 2018 (2018-12-21) entire document	1-11
X	CN 104301664 A (PANASONIC CORPORATION) 21 January 2015 (2015-01-21) claims 1-23, and description, paragraphs [0080]-[0175]	1-11
A	CN 108107407 A (HEILONGJIANG UNIVERSITY) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document	1-11
A	CN 104035065 A (HEBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 10 September 2014 (2014-09-10) entire document	1-11
A	US 20160021478 A1 (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 21 January 2016 (2016-01-21) entire document	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2019

Date of mailing of the international search report

23 May 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China**

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/125229

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109068234	A	21 December 2018	None			
CN	104301664	A	21 January 2015	CN	104301664	B	23 January 2018
				US	9549244	B2	17 January 2017
				JP	5958717	B2	02 August 2016
				US	2015023524	A1	22 January 2015
				JP	2015080194	A	23 April 2015
				EP	2827610	A2	21 January 2015
				EP	2827610	A3	21 October 2015
CN	108107407	A	01 June 2018	None			
CN	104035065	A	10 September 2014	None			
US	20160021478	A1	21 January 2016	US	9877133	B2	23 January 2018
				JP	6149818	B2	21 June 2017
				JP	2016025469	A	08 February 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/125229

A. 主题的分类

H04R 1/32 (2006.01) i; H04R 3/00 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

H04S; H04N; H04R; G01S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS, CNTXT, CNKI: 音频, 定向, 定位, 扬声器, 开口, 调整, 调节, 麦克风, 阵列, 收音。 VEN: audion, location, tansducer, loud, adjust, microphone, array, recept+.

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109068234 A (歌尔科技有限公司) 2018年 12月 21日 (2018 - 12 - 21) 全文	1-11
X	CN 104301664 A (松下电器产业株式会社) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 权利要求1-23, 说明书第[0080]-[0175]段	1-11
A	CN 108107407 A (黑龙江大学) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文	1-11
A	CN 104035065 A (河北工业大学) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文	1-11
A	US 20160021478 A1 (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 2016年 1月 21日 (2016 - 01 - 21) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 5月 10日

国际检索报告邮寄日期

2019年 5月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

胡向莉

电话号码 86-10-62411489

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/125229

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109068234	A	2018年 12月 21日	无	
CN	104301664	A	2015年 1月 21日	CN	104301664 B 2018年 1月 23日
				US	9549244 B2 2017年 1月 17日
				JP	5958717 B2 2016年 8月 2日
				US	2015023524 A1 2015年 1月 22日
				JP	2015080194 A 2015年 4月 23日
				EP	2827610 A2 2015年 1月 21日
				EP	2827610 A3 2015年 10月 21日
CN	108107407	A	2018年 6月 1日	无	
CN	104035065	A	2014年 9月 10日	无	
US	20160021478	A1	2016年 1月 21日	US	9877133 B2 2018年 1月 23日
				JP	6149818 B2 2017年 6月 21日
				JP	2016025469 A 2016年 2月 8日