

扬声器模组、扬声器系统和车辆

本公开要求于 2023 年 01 月 12 日提交的申请号为 202310072591.2、发明名称为“扬声器模组、扬声器系统和车辆”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及声学器件技术领域，特别涉及一种扬声器模组、扬声器系统和车辆。

背景技术

扬声器是把电能转换为声能，并将声能辐射到远处的电声换能器。

对于扬声器来说，如何既提升扬声器的低频下潜能力，又提升扬声器在工作频段的声压级，是一个关键的技术问题。

发明内容

本公开提供了一种扬声器模组、扬声器系统和车辆，扬声器模组包括框体、扬声器和被动振动板，被动振动板的谐振频率大于扬声器的谐振频率。框体具有通气口，通气口与框体、扬声器和被动振动板之间的空腔连通。通过将通气口与足够大的后腔连通，能够提升扬声器模组的低频下潜能力。并且，扬声器和被动振动板振动向外辐射的声波能够叠加，从而提高了扬声器模组的声压级。所述扬声器模组、扬声器系统和车辆的技术方案如下所述。

第一方面，本公开提供了一种扬声器模组，扬声器模组包括框体、扬声器和被动振动板，被动振动板的谐振频率大于扬声器的谐振频率。框体具有第一开口、第二开口和通气口。扬声器位于第一开口，被动振动板位于第二开口，框体、扬声器和被动振动板之间形成空腔，空腔与通气口连通。

其中，框体用于支撑扬声器和被动振动板，且能够对扬声器和被动振动板起到一定的保护作用。框体具有通气口，通气口可以与后腔连通，且后腔的容积越大，后腔和框体中的空气对扬声器和被动振动板的振动产生的阻力越小，对扬声器的谐振频率的提升作用越小。由于扬声器的工作频段的下限频率位于扬声器的谐振频率附近，所以，通气口连通的后腔的容积越大，扬声器模组的低频下潜能力越强。

扬声器具有振动组件，振动组件具有振动板，振动板振动时产生声音。空腔可以位于框体、振动板和被动振动板之间。振动板还可以称为振动膜、振膜和振动盆等。

被动振动板和振动板类似，但工作时不需要电信号驱动，由流体和声固耦合振动发声。当扬声器中的振动板振动时，被动振动板能够在振动板的驱动下振动。被动振动板还可以称为被动振动膜、被动振膜、无源辐射器（passive radiators, PR）和 PR 盘等。

本公开提供的技术方案，一方面，由于扬声器模组的框体具有通气口，且通气口与空腔连通，则通过将通气口与容积足够大的后腔连通，能够提高扬声器模组的低频下潜能力，保证了扬声器模组的低频性能。

另一方面，本公开提供的扬声器模组中设置有被动振动板，被动振动板能够在扬声器的驱动下振动，使得被动振动板作为次级声源向框体外部辐射声波。并且，通过设置被动振动板的谐振频率大于扬声器的谐振频率，使得在扬声器模组的工作频段内，被动振动板和扬声器向外辐射的声波能够互相叠加，从而，提高了扬声器模组在工作频段的声压级，并且，也提高了声能利用率。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器模组的工作频段的上限频率的比值大于 0.8。

由于当扬声器模组工作在大于扬声器的谐振频率，且小于被动振动板的谐振频率的频段时，扬声器向外辐射的声波和被动振动板向外辐射的声波互相叠加，而当扬声器模组工作在大于被动振动板的谐振频率的频段时，扬声器向外辐射的声波和被动振动板向外辐射的声波相消，所以，被动振动板的谐振频率在一定程度上决定了扬声器模组的工作频段的上限频率。

通过设置被动振动板的谐振频率与扬声器模组的工作频段的上限频率的比值大于 0.8，使得在扬声器模组的大部分工作频段内，扬声器和被动振动板向外辐射的声波都是叠加的，从而，提高了扬声器模组在工作频段的声压级。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器模组的工作频段的上限频率的比值大于或等于 1。

这样，能够保证在扬声器模组的整个工作频段内，扬声器和被动振动板向外辐射的声波都是叠加的。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器模组的工作频段的上限频率的比值小于 2。

由于被动振动板在谐振频率处的振幅最大，因此，为了利用被动振动板在谐振频率附近产生的声波。被动振动板的谐振频率也不宜超过扬声器模组的工作频段的上限频率过多。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器模组的工作频段的上限频率的比值小于 1.5。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器模组的工作频段的上限频率的比值小于 1.2。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率大于第一频率，其中，第一频率为空腔和被动振动板组成的系统的谐振频率。

当扬声器模组工作在第一频率时，由于空腔和被动振动板组成的系统发生谐振，所以会对扬声器产生极大的力阻抗，使得在第一频率，扬声器辐射的声波为极小值。

而通过设置被动振动板的谐振频率大于第一频率，使得当扬声器模组工作在第一频率时，扬声器辐射的声波和被动振动板辐射的声波是同相的，则在被动振动板向外辐射的声波的叠加作用下，扬声器模组在第一频率辐射的声波的声压级仍然较高。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器的谐振频率的比值大于 1.5。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的谐振频率与扬声器的谐振频率的比值大于 2。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的质量与扬声器的振动组件的质量的比值小于 0.5。这样，能够实现被动振动板的谐振频率和扬声器的谐振频率符合上述关系。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的质量与振动组件的质量的比值小于 0.2。

在一种可能的实现方式中，被动振动板的面积与扬声器的振动板的面积的比值大于 0.5 且小于 2。

这样，被动振动板和扬声器产生的声波的叠加效果较好，使得扬声器模组的声压级更好。

在一种可能的实现方式中，通气口用于与后腔连通，其中，后腔的容积与空腔的容积的比值大于 10。

在一种可能的实现方式中，后腔为无限大后腔。

在一种可能的实现方式中，扬声器模组应用在车辆的内部，后腔为车辆外部的空间。

在一种可能的实现方式中，扬声器模组应用在房间的内部，后腔为室外的空间，或者，另一房间内部的空间。

在一种可能的实现方式中，框体具有管道，管道与空腔连通，且管道具有通气口。其中，管道的存在也能够对扬声器模组的声压级起到提升作用。

在一种可能的实现方式中，框体包括主体部和管道，主体部具有第一开口和第二开口，主体部、扬声器和被动振动板之间形成空腔。管道的一端与空腔连通，另一端具有通气口。

在一种可能的实现方式中，空腔和管道的谐振频率，与被动振动板的谐振频率的比值，大于 0.5。

在一种可能的实现方式中，空腔和管道的谐振频率，与被动振动板的谐振频率的比值，大于 0.7。

在一种可能的实现方式中，空腔和管道的谐振频率，与被动振动板的谐振频率的比值，小于 5。

在一种可能的实现方式中，空腔和管道的谐振频率，与被动振动板的谐振频率的比值，小于 3。

在一种可能的实现方式中，第一开口和第二开口分别位于主体部的两端，管道与主体部的一侧连接。

在一种可能的实现方式中，扬声器封闭第一开口，被动振动板封闭第二开口。

在一种可能的实现方式中，扬声器和被动振动板相对。这样，能够减少扬声器和被动振动板所需占用的空间，有利于减小扬声器模组的体积。

在一种可能的实现方式中，第一开口为两个，且两个第一开口相对。扬声器包括第一扬声器和第二扬声器，第一扬声器和第二扬声器分别位于两个第一开口，且第一扬声器和第二扬声器相抵。两个扬声器中的振动板的振动方向是相反的，也即，两个振动板要么相对运动，要么相背运动，则振动板振动带来的反作用力会互相抵消，两个扬声器的支撑组件的振动较小，有利于降低扬声器模组的谐振幅度，能够提升音质。

在一种可能的实现方式中，第二开口为两个，被动振动板包括第一被动振动板和第二被动振动板，第一被动振动板和第二被动振动板分别位于两个第二开口。第一扬声器、第一被动振动板和框体之间形成一个空腔，第二扬声器、第二被动振动板和框体之间形成一个空腔，且两个空腔均与通气口连通。

在一种可能的实现方式中，扬声器模组还包括保护盖，保护盖与框体连接，且罩住被动振动板。保护盖能够对被动振动板起到保护作用，以降低被动振动板损坏的可能性。

另外, 保护盖具有框架结构, 从而, 保护盖不会将被动振动板的外侧封闭起来, 保护盖不会影响被动振动板的振动。

在一种可能的实现方式中, 扬声器包括支撑组件、磁路组件和振动组件, 振动组件包括音圈、振动板和定心支片。支撑组件支撑磁路组件和振动组件, 磁路组件用于驱动音圈振动, 振动板分别与音圈、支撑组件连接, 定心支片分别与振动板、支撑组件连接。

其中, 定心支片还可以称为弹波。

在一种可能的实现方式中, 定心支片呈圆环状, 且定心支片的内侧与振动板连接, 定心支片的外侧与支撑组件连接。

在一种可能的实现方式中, 支撑组件朝向空腔的一侧具有框架结构。

第二方面, 本公开提供了一种扬声器系统, 扬声器系统包括壁和如第一方面任一项所述的扬声器模组。壁的第一侧形成后腔, 后腔的容积至少为扬声器模组的空腔的容积的 10 倍。扬声器模组位于壁的第二侧, 且扬声器模组的通气口与后腔连通。

其中, 壁还可以称为障板和安装壁, 当壁的第一侧的后腔无限大时, 壁还可以称为无限大障板。

本公开提供的技术方案, 一方面, 由于后腔足够大, 所以, 通过将扬声器模组的通气口与后腔连通, 能够提高扬声器模组的低频下潜能力, 保证了扬声器模组的低频性能, 而且, 扬声器模组的体积也不必过大, 不需占据过大的空间。

另一方面, 在扬声器模组的工作频段内, 在扬声器振动的同时, 会驱动被动振动板振动, 且扬声器和被动振动板产生的向外辐射的声波可以叠加, 从而, 提高了扬声器模组在工作频段的声压级, 且提高了声能利用率。

在一种可能的实现方式中, 扬声器模组安装在壁上, 壁具有通孔, 通气口通过通孔连通后腔。

在一种可能的实现方式中, 扬声器系统应用于车辆, 壁为车辆上的壁, 扬声器模组位于车辆的内部, 扬声器模组的通气口与车辆外部连通。其中, 车辆的外部形成无限大的后腔。

在一种可能的实现方式中, 扬声器系统应用在房间中, 壁为墙壁、顶壁或底壁, 扬声器模组位于房间的内部, 且扬声器模组的通气口与室外连通。其中, 室外形成无限大的后腔。

在一种可能的实现方式中, 扬声器系统应用在房间中, 壁为墙壁、顶壁或底壁, 扬声器模组位于一个房间的内部, 且扬声器模组的通气口与另一个房间连通。其中, 该另一个房间内中的空间(或后腔)的容积至少为扬声器模组的空腔的容积的 10 倍。

第三方面, 本公开提供了一种车辆, 车辆具有如第一方面任一项所述的扬声器模组, 扬声器模组位于车辆的内部, 且扬声器模组的通气口与车辆的外部连通。

本公开提供的技术方案, 一方面, 由于车辆的外部空间形成无限大的后腔, 所以, 通过将扬声器模组的通气口与车辆的外部连通, 提高了扬声器模组的低频下潜能力, 保证了扬声器模组的低频性能。并且, 扬声器模组的体积不必过大, 扬声器模组不会占据车内过大的空间。

另一方面, 在扬声器模组的工作频段内, 在扬声器振动的同时, 会驱动被动振动板振动, 且扬声器和被动振动板产生的向外辐射的声波可以叠加, 从而, 提高了扬声器模组在工作频段的声压级, 且提高了声能利用率。

在一种可能的实现方式中, 扬声器模组安装在车辆的壁上, 车辆的壁上具有通孔, 扬声器模组的通气口通过通孔连通车辆的外部。

在一种可能的实现方式中, 扬声器模组位于车辆的轮胎的上方, 通气口朝向车辆的下方, 扬声器和被动振动板中的一个朝向车辆的左方, 另一个朝向车辆的右方。

在一种可能的实现方式中, 扬声器模组位于车辆的后备箱中, 通气口朝向车辆的下方, 且扬声器和被动振动板中的一个朝向车辆的左方, 另一个朝向车辆的右方。

在一种可能的实现方式中, 扬声器模组位于车辆的脚坑区域, 脚坑区域是指驾驶员或乘员用于放脚的位置, 可以是主驾驶位的脚坑区域, 也可以是副驾驶位的脚坑区域。扬声器模组的通气口朝向车辆的下方, 扬声器朝向车辆的后方, 被动振动板朝向车辆的前方。

在一种可能的实现方式中, 扬声器模组位于车辆的备胎容纳箱中, 备胎容纳箱用于存放备胎。扬声器模组位于备胎的轮毂的下方, 通气口和被动振动板朝向车辆的下方, 扬声器朝向车辆的上方。轮毂上具有框架结构, 从而, 便于扬声器模组产生的声波向座舱内辐射。

附图说明

图1是本公开实施例提供的一种声短路的原理的示意图；
图2是本公开实施例提供的一种相关技术中具有密闭的音箱的扬声器模组的示意图；
图3是本公开实施例提供的一种相关技术中具有连通车辆外部的音箱的扬声器模组的示意图；
图4是本公开实施例提供的一种图3示出的扬声器模组的等效电路图；
图5是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图6是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图7是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图8是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图9是本公开实施例提供的一种扬声器模组的等效电路图；
图10是本公开实施例提供的一种扬声器、被动振动板和扬声器模组的声压级的示意图；
图11是本公开实施例提供的一种不同扬声器模组的声压级的对比示意图；
图12是本公开实施例提供的一种扬声器模组的三维示意图；
图13是本公开实施例提供的一种扬声器模组的三维示意图；
图14是本公开实施例提供的一种扬声器模组的剖视图；
图15是本公开实施例提供的一种扬声器模组的爆炸视图；
图16是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图17是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图18是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图19是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图20是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图21是本公开实施例提供的一种图20示出的扬声器模组的等效电路图；
图22是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图23是本公开实施例提供的一种扬声器模组的示意图；
图24是本公开实施例提供的一种扬声器模组的剖视图；
图25是本公开实施例提供的一种扬声器的三维示意图；
图26是本公开实施例提供的一种扬声器的剖视图；
图27是本公开实施例提供的一种车辆的示意图；
图28是本公开实施例提供的一种扬声器模组的安装位置示意图；
图29是本公开实施例提供的一种扬声器模组的安装位置示意图；
图30是本公开实施例提供的一种扬声器模组的安装位置示意图。

图例说明

100、扬声器模组，200、后腔，300、壁，400、通孔，500、后备箱，600、备胎容纳箱，700、备胎，710、轮毂；

1、箱体，11、主体部，110、空腔，111、第一开口，112、第二开口，12、管道，120、通气口；

2、扬声器，21、支撑组件，211、第一支架，212、第二支架，22、磁路组件，221、第一导磁片，222、磁石，223、第二导磁片，23、振动组件，231、音圈，232、振动板，233、定心支片，234、防尘盖；

3、被动振动板；

4、保护盖。

具体实施方式

扬声器是把电能转换为声能，并将声能在空气中辐射到远处的电声换能器。扬声器一般包括支撑组件、磁路组件和振动组件，支撑组件用于支撑磁路组件和振动组件，磁路组件用于驱动振动组件振动，振动组件振动时产生声音。其中，振动组件包括振动板，振动板振动时发出声音。

扬声器工作时会发生声短路的现象。声短路是指扬声器的振动板向前或向后振动时，振动板前方和后方产生的声波是反相的，则振动板前方产生的声波和后方产生的声波会互相抵消，所以声音也很轻。如图1所示，形象的理解就是，当某一瞬间振动板往前运动，振动板前方的空气密度大，后方的空气密度小，如果没有什么阻拦，在压差的作用下振动板前方的空气会流动到后方，使得空气无法向前传播。

声短路与振动板的振动频率有关，振动频率越低，声波的绕射能力就越强，则振动板前方产生的声

波更容易绕射至后方，振动板后方产生的声波也更容易绕射至前方。从而，前方的声波和后方的声波更容易互相抵消，声短路的现象也就越明显。

如图2所示，为了避免扬声器发生声短路，一般将扬声器安装在一个密闭的音箱中，则扬声器的振动板前方产生的声波和后方产生的声波被隔离，使得不会出现声短路的现象。

但是，密闭的音箱中的气体形成了空气弹簧，空气弹簧的存在使得振动板在振动时需要克服的阻力变大，这就造成了扬声器（振动板）的谐振频率的升高。由于扬声器的工作频段的下限频率位于扬声器的谐振频率的附近，因此，扬声器的谐振频率的升高，会造成扬声器的工作频段的下限频率升高，这造成了扬声器的工作频段向更高的频率偏移，使得扬声器的低频下潜能力较差。

可以理解的是，音箱的容积越大，音箱内的空气形成的空气弹簧的弹力越小，则对扬声器的谐振频率的影响越小，因此，为了提高扬声器的低频性能，实现更好的低频下潜，如下潜至 40Hz 或者更低，可以通过增大音箱的容积来实现，例如，将音箱的容积增大至 20L 以上。

然而，在某些场景中，不支持音箱具有较大的容积。例如，对于应用于车辆上的扬声器来说，过大的音箱会极大占用车内有限的空间，导致乘员或储物可利用空间缩减。

为了在不增大音箱容积的前提下，提高扬声器的低频性能，如图3所示，相关技术中提供了一种扬声器模组，该扬声器模组包括音箱和扬声器，音箱安装在车辆的壁上，且通过管道通入至车辆的外部。这样，车外的空间形成一个无限大的后腔，相当于将扬声器安装在一个无限大的音箱中，从而，实现了既不需占用较大的车内空间，也保证了扬声器的低频下潜能力。

然而，相关技术中提供的扬声器模组至少产生了如下技术问题：

第一，扬声器振动产生的位于音箱内的声波，全部通过管道辐射至车辆的外部，降低了声能利用率。

第二，受到音箱的空腔和管道的影响，扬声器模组在工作频段的声压级可能会有所衰减。

下面，结合相关技术中的扬声器模组的等效电路图，对上述第二个问题进行解释说明：

如图4所示，示出了图3示出的扬声器模组的等效电路图。在图4中，电阻 R_s 、电容 C_s 和电感 L_s 为扬声器的等效电器件，流经电阻 R_s 、电容 C_s 和电感 L_s 的电流越大，扬声器的声压级越大。电容 C_b 为空腔的等效电器件，电感 L_p 为管道的等效电器件，电容 C_p 为后腔的等效电器件。其中，后腔为与管道连通的车外的空间，由于后腔无限大，所以电容 C_p 无穷大，这种情况下电容 C_p 可认为是短路，因此，在电路分析时，不再考虑电容 C_p 。

流经电阻 R_s 、电容 C_s 和电感 L_s 的电流的大小，取决于电源 p ，以及电容 C_b 和电感 L_p 的并联电路产生的阻抗。而由于电容 C_b 的阻抗随着电源 p 的交流频率（与振动板的振动频率相等）的升高逐渐降低，电感 L_p 的阻抗随着交流频率的升高逐渐增大，则当电容 C_b 的阻抗和电感 L_p 的阻抗相等时，电容 C_b 和电感 L_p 的并联电路产生的阻抗为极大值，此时可以认为电容 C_b 和电感 L_p 产生了并联谐振，或认为管道和空腔产生了谐振。当电容 C_b 和电感 L_p 的并联电路产生的阻抗为极大值时，流经电阻 R_s 、电容 C_s 和电感 L_s 的电流显著减小，造成扬声器的声压级下降。

为了便于描述，将电容 C_b 和电感 L_p 产生并联谐振时的频率称为谐振频率 f_p ，如果谐振频率 f_p 位于扬声器模组的工作频段内，则会造成扬声器模组在工作频段的声压级的衰减。而为了使得谐振频率 f_p 位于扬声器的工作频段之外，需要对空腔和管道的形状和大小进行特别设计，一般需要管道很短且管径很大，且需要空腔的容积很小，这显然限制了扬声器模组的应用场景。并且，如图11中表示相关技术2的声压级的曲线所示，即使将谐振频率 f_p 设置在扬声器模组的工作频段（20Hz-200Hz）之外，则管道和空腔的存在仍然会使得扬声器模组在工作频段的声压级有所衰减。

鉴于上述技术问题，本公开实施例提供了一种扬声器模组100，该扬声器模组100既能够实现较好的低频下潜，也能够提升扬声器模组100在工作频段内的声压级，且可以减少对空腔和管道的形状和大小的限定。

下面，对本公开实施例提供的扬声器模组100进行示例性说明：

如图5所示，扬声器模组100包括框体1、扬声器2和被动振动板3。框体1具有第一开口111、第二开口112和通气口120，扬声器2位于第一开口111，被动振动板3位于第二开口112，框体1、扬声器2和被动振动板3之间形成空腔110，空腔110与通气口120连通。

其中，框体1还可以称为音箱和箱体等，用于支撑扬声器2和被动振动板3。框体1具有用于安装扬声器2和被动振动板3的第一开口111和第二开口112，在一些示例中，扬声器2封闭第一开口111，被动振动板3封闭第二开口112。另外，如图5所示，框体1可以具有管道12，管道12的一端与空腔110连

通, 另一端具有通气口 120。

如图 6 所示, 扬声器 2 具有振动板 232, 振动板 232 振动产生声音。空腔 110 可以是在振动板 232、被动振动板 3 和框体 1 之间形成的。振动板 232 还可以称为振膜和振动膜等。

被动振动板 3 和振动板 232 类似, 但工作时不需要电信号驱动, 由流体和声固耦合振动发声。当振动板 232 振动时, 被动振动板 3 能够在振动板 232 的驱动下振动。被动振动板 3 还可以称为被动振动膜或无源辐射器 (passive radiators, PR)。振动板 232 和被动振动板 3 一般由板体和折环组成, 板体的材料一般为纸、塑料或金属, 折环一般为橡胶或布等。

本公开实施例提供的扬声器模组 100 至少具有以下有益效果:

第一, 本公开实施例提供的扬声器模组 100 的框体 1 设置有通气口 120, 且通气口 120 与空腔 110 连通, 则通过将通气口 120 与容积足够大的后腔 200 连通, 能够提高扬声器模组 100 的低频下潜能力, 保证了扬声器模组 100 的低频性能。

在一些示例中, 通气口 120 连通的后腔 200 的容积至少为空腔 110 的容积的 10 倍。也即, 后腔 200 的容积与空腔 110 的容积的比值大于 10。其中, 空腔 110 的容积也可以认为包括管道 12 的容积。

在一些示例中, 后腔 200 为无限大后腔, 例如, 扬声器模组 100 位于车内, 后腔 200 为车外的空间。再例如, 扬声器模组 100 位于室内, 后腔 200 为室外的空间。

第二, 本公开实施例提供的扬声器模组 100 中设置有被动振动板 3, 被动振动板 3 能够在扬声器 2 的驱动下振动, 使得被动振动板 3 作为次级声源向 (框体 1) 外辐射声波。并且, 通过对扬声器 2 和被动振动板 3 的谐振频率的合理设置, 能够使得在扬声器模组 100 的工作频段内, 被动振动板 3 和扬声器 2 向外辐射的声波叠加, 从而, 提高了扬声器模组 100 在工作频段的声压级, 并且, 也提高了声能利用率。

另外, 对于相关技术中因空腔和管道发生谐振, 造成扬声器模组在工作频段的声压级衰减的问题, 由于本公开实施例提供的扬声器模组 100 中的被动振动板 3 能够提升扬声器模组 100 在工作频段的声压级, 所以, 即使空腔和管道的谐振频率 f_p 在扬声器模组 100 的工作频段内, 则被动振动板 3 也能够对空腔和管道导致的扬声器模组 100 的声压级的衰减进行弥补, 从而, 可以不要求空腔和管道的谐振频率 f_p 位于扬声器模组 100 的工作频段之外, 也即, 减少了对空腔和管道的形状和大小的限定, 有利于扩展扬声器模组 100 的应用场景。

当然, 空腔和管道的谐振频率 f_p 还可以仍然位于扬声器模组 100 的工作频段之外, 本公开实施例对此不作要求。

下面, 结合图 7 和图 8, 对扬声器模组 100 的工作过程进行示例性说明:

如图 7 所示, 在同一时刻, 扬声器 2 和被动振动板 3 同时向外振动, 则扬声器 2 和被动振动板 3 向框体 1 的外侧辐射的声波是同相的, 两者能够叠加, 从而, 提升了扬声器模组 100 的声压级。并且, 在扬声器 2 和被动振动板 3 向外振动的过程中, 空腔 110 的容积变大, 压强变小, 在压差的作用下, 后腔 200 中的气体通过通气口 120 流入至空腔 110 中, 流入至空腔 110 中的气体又增大了空腔 110 中的压强, 使得空腔 110 中的压强与扬声器 2 的外侧和被动振动板 3 的外侧的压强的压差减小, 从而, 降低了扬声器 2 和被动振动板 3 向外振动时遇到的阻力, 有利于扬声器模组 100 的低频下潜。

如图 8 所示, 在同一时刻, 扬声器 2 和被动振动板 3 同时向内振动, 则扬声器 2 和被动振动板 3 向框体 1 的外侧辐射的声波是同相的, 两者能够叠加, 从而, 提升了扬声器模组 100 的声压级。并且, 在扬声器 2 和被动振动板 3 向内振动的过程中, 空腔 110 的容积变小, 压强变大, 在压差的作用, 空腔 110 中的气体通过通气口 120 流入至后腔 200 中, 这又使得空腔 110 中的压强变小, 从而, 降低了扬声器 2 和被动振动板 3 向内振动时遇到的阻力, 有利于扬声器模组 100 的低频下潜。

可以理解的是, 当扬声器 2 和被动振动板 3 同时振动时, 扬声器 2 向外辐射的声波和被动振动板 3 向外辐射的声波, 不仅存在同相的可能性, 也存在反相的可能性, 也即, 不仅存在互相叠加的可能性, 也存在互相抵消的可能性。

具体的, 如图 7 和图 8 所示, 当扬声器 2 和被动振动板 3 同时向外振动以及同时向内振动时, 扬声器 2 和被动振动板 3 向外辐射的声波是同相的, 呈现的是叠加的效果。而如果扬声器 2 和被动振动板 3 中的一个向外振动, 另一个向内振动, 则扬声器 2 和被动振动板 3 向外辐射的声波是反相的, 呈现的是抵消的效果。

需要说明的是, 本公开实施例所指的扬声器 2 和被动振动板 3 向外辐射的声波同相, 并不是指扬声器 2 和被动振动板 3 向外辐射的声波的相位完全相同, 而是指扬声器 2 和被动振动板 3 向外辐射的声波的相

位差在 $-\pi/2$ 至 $\pi/2$ 之间,当相位差大于 $-\pi/2$ 且小于 $\pi/2$ 时,扬声器2和被动振动板3向外辐射的声波互相叠加。

同样的,本公开实施例所指的扬声器2和被动振动板3向外辐射的声波反相,并不是指扬声器2和被动振动板3向外辐射的声波的相位差严格等于 π ,而是指扬声器2和被动振动板3向外辐射的声波的相位差在 $-\pi$ 至 $-\pi/2$ 之间,以及在 $\pi/2$ 至 π 之间,当相位差在该范围内时,扬声器和被动振动板3向外辐射的声波互相抵消。

下面,对如何使得在扬声器模组100的工作频段内,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波能够互相叠加进行说明:

经理论计算和实验验证:

当扬声器模组100的工作频率同时小于扬声器2的谐振频率 f_s 和被动振动板3的谐振频率 f_r 时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波是反相的,呈现的是相消的效果。

当扬声器模组100的工作频率同时大于扬声器2的谐振频率 f_s 和被动振动板3的谐振频率 f_r 时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波是反相的,呈现的是相消的效果。

对于扬声器2的谐振频率 f_s 大于被动振动板3的谐振频率 f_r 的情况,当扬声器模组100的工作频率小于扬声器2的谐振频率 f_s 且大于被动振动板3的谐振频率 f_r 时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波是同相的,呈现的是叠加的效果。

对于扬声器2的谐振频率 f_s 小于被动振动板3的谐振频率 f_r 的情况,当扬声器模组100的工作频率大于扬声器2的谐振频率 f_s 且小于被动振动板3的谐振频率 f_r 时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波是同相的,呈现的是叠加的效果。

由于扬声器2的谐振频率 f_s 位于扬声器模组100的工作频段的下限频率附近,则可以先假定扬声器2的谐振频率 f_s 与扬声器模组100的工作频段的下限频率相等。

如果设置被动振动板3的谐振频率 f_r 小于扬声器2的谐振频率 f_s ,则仅在扬声器模组100工作在小于扬声器2的谐振频率 f_s 的频段时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波才是同相的,此时,被动振动板3起到的作用是增强扬声器模组100的低频下潜能力。在扬声器模组100工作在大于扬声器2的谐振频率 f_s 的频段时,也即,工作在扬声器模组100的工作频段时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波都是反相的,被动振动板3无法起到增加扬声器模组100在工作频段的声压级的作用。

如果设置被动振动板3的谐振频率 f_r 大于扬声器2的谐振频率 f_s ,则在扬声器模组100工作在大于扬声器2的谐振频率 f_s 和小于被动振动板3的谐振频率 f_r 的频段时,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波是同相的。其中,该频段位于扬声器模组100的工作频段内。

综上,为了使得在扬声器模组100的工作频段内,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波能够互相叠加,应设置被动振动板3的谐振频率 f_r 大于扬声器2的谐振频率 f_s 。

另外,从上述论述中也可以得出,如果扬声器模组100工作在大于被动振动板3的谐振频率 f_r 的频段,则被动振动板3向外辐射的声波与扬声器2向外辐射的声波会互相抵消,被动振动板3反而会使扬声器模组100的声压级衰减。因此,被动振动板3的谐振频率 f_r 在一定程度上决定了扬声器模组100的工作频段。

在一些示例中,为了使得扬声器模组100在整个工作频段的声压级均较高,可以设置被动振动板3的谐振频率 f_r 大于或等于扬声器模组100的工作频段的上限频率。也即,被动振动板3的谐振频率与扬声器模组100的工作频段的上限频率的比值大于或等于1。

这样,在扬声器模组100的整个工作频段(后整个工作频段的后半段)内,扬声器2向外辐射的声波和被动振动板3向外辐射的声波均是叠加的。

另外,当扬声器模组100工作在大于被动振动板3的谐振频率 f_r 的频段时,虽然被动振动板3辐射的声波会与扬声器2辐射的声波相消,造成扬声器模组100的声压级下降。但是,扬声器模组100的声压级的下降有个过程,所以,当扬声器模组100工作在略大于被动振动板3的谐振频率 f_r 的频段时,扬声器模组100仍具有较高的声压级。因此,被动振动板3的谐振频率,也可以略小于扬声器模组100的工作频段的上限频率,则在一些示例中,被动振动板3的谐振频率与扬声器模组100的工作频段的上限频率的比值大于0.8。

在一些示例中,由于被动振动板3在谐振频率处的振幅最大,因此,为了利用被动振动板3在谐振频

率附近产生的声波。被动振动板 3 的谐振频率 f_r 也不宜超过扬声器模组 100 的工作频段的上限频率过多。在一些示例中, 被动振动板 3 的谐振频率 f_r 与扬声器模组 100 的工作频段的上限频率的比值小于 2。

在一些示例中, 被动振动板 3 的谐振频率 f_r 与扬声器模组 100 的工作频段的上限频率的比值小于 1.5。进一步的, 该比值小于 1.2。

在一些示例中, 被动振动板 3 的谐振频率与扬声器 2 的谐振频率的比值大于 1.5。进一步的, 在一些示例中, 该比值大于 2。

为了将被动振动板 3 的谐振频率 f_r 和扬声器 2 的谐振频率 f_s 调节为上述关系, 在一些示例中, 可以设置被动振动板 3 的质量与扬声器 2 的振动组件 23 的质量的比值小于 0.5。

其中, 被动振动板 3 的质量是指的被动振动板 3 的板体和折环的质量的总和, 振动组件 23 的质量是指的振动组件 23 包括的音圈 231、振动板 232 和定心支片 233 的质量的总和, 在一些示例中, 还可以包括防尘盖 234 的质量。

进一步的, 在一些示例中, 被动振动板 3 的质量与振动组件 23 的质量的比值小于 0.2。

为了使得扬声器 2 向外辐射的声波和被动振动板 3 向外辐射的声波的叠加效果更好, 在一些示例中, 被动振动板 3 的面积与扬声器 2 的振动板 232 的面积比值大于 0.2 且小于 2。进一步的, 被动振动板 3 的面积与扬声器 2 的振动板 232 的面积比值大于 0.5 且小于 2。

下面, 结合本公开实施例提供的扬声器模组 100 的等效电路图, 对引入被动振动板 3 后, 扬声器模组 100 的变化进行说明:

如图 9 所示, 示出了图 5-图 8 示出的扬声器模组的等效电路图。在图 9 中, 电阻 R_s 、电容 C_s 和电感 L_s 为扬声器 2 的等效电元件, 对于扬声器 2 来说, 流经电阻 R_s 、电容 C_s 和电感 L_s 的电流越大, 扬声器 2 的声压级越大。电容 C_b 为空腔 110 的等效电元件, 电感 L_p 为管道 12 的等效电元件, 电容 C_p 为后腔 200 的等效电元件, 当后腔 200 很大时, 电容 C_p 无穷大, 则电容 C_p 可认为是短路, 因此, 在电路分析时, 不再考虑电容 C_p 。电阻 R_r 、电容 C_r 和电感 L_r 为被动振动板 3 的等效电元件, 同样的, 对于被动振动板 3 来说, 流经电阻 R_r 、电容 C_r 和电感 L_r 的电流越大, 被动振动板 3 的声压级越大。

从图 9 中可以看出, 被动振动板 3 的加入, 使得在电容 C_b 和电感 L_p 的并联电路上, 又并联了一个支路, 该支路包括串联的电阻 R_r 、电容 C_r 和电感 L_r 。这显然降低了扬声器 2 对应的电元件所在的回路的阻抗, 提升了扬声器 2 的声压级。

也即, 扬声器模组 100 的声压级的提升共存在以下两个方面的影响:

第一方面, 扬声器 2 和被动振动板 3 向外辐射的声波叠加使得扬声器模组 100 的声压级提升。

第二方面, 被动振动板 3 的引入, 使得扬声器 2 本身的声压级提升。

如图 10 所示, 本公开实施例提供了一种扬声器 2 向外辐射的声波的声压级、被动振动板 3 向外辐射的声波的声压级和扬声器模组 100 向外辐射的声压级的对比示意图。

从图 10 中可以看出, 扬声器 2 在工作频段的后半段产生的声波的声压级存在明显的下降, 在频率为第一频率 f_1 时, 扬声器 2 产生的声波的声压级为一个极小值。其中, 该极小值的产生是因为空腔 110、管道 12 (如果具有) 和被动振动板 3 在第一频率 f_1 产生谐振。对应到图 9 示出的电路图, 可以理解为, C_b 所在的支路、 L_p 所在的支路和 C_r 所在的支路形成的阻抗在第一频率 f_1 出现了极大值。其中, 第一频率 f_1 还可以称为空腔 110、管道 12 (如果具有) 和被动振动板 3 组成的系统的谐振频率。

为了使得扬声器模组 100 在第一频率 f_1 的声压级提升, 如图 10 所示, 设置被动振动板 3 的谐振频率 f_r 大于第一频率 f_1 , 从而, 当扬声器模组 100 工作在第一频率 f_1 时, 被动振动板 3 产生的声波与扬声器 2 产生的声波叠加, 使得扬声器模组 100 的声压级提升。

另外, 从图 10 也可以看出, 被动振动板 3 在自身的谐振频率 f_r 之后向外辐射的声波, 与扬声器 2 向外辐射的声波会互相抵消, 这会使得扬声器模组 100 的声压级有一个很低的值, 如图 10 中虚线框框出的部分。然而, 由于该部分对应的频率位于扬声器模组 100 的工作频段之外, 所以, 并不会造成扬声器模组 100 在工作频段的声压级的衰减。

如图 11 所示, 本公开实施例提供了一种本方案与相关技术 1 和相关技术中 2 的声压级的对比示意图。其中, 相关技术 1 表示图 2 示出的扬声器安装在密闭箱体中的技术方案, 相关技术 2 表示图 3 示出的技术方案。

从图 11 中可以看出, 与相关技术 1 相比, 由于本公开实施例提供的扬声器模组 100 设置有通气口 120, 且通气口 120 与足够大的后腔 200 连通, 所以, 本公开实施例提供的扬声器模组 100 的低频下潜能力, 显

著优于相关技术 1 的扬声器的低频下潜能力。具体的，在 40Hz 以下，本公开实施例提供的扬声器模组 100 的声压级相对于相关技术 1 的扬声器的声压级提升 3dB 以上。

与相关技术 2 相比，由于扬声器模组均与足够大的后腔 200 连通，所以，在工作频段的前半段（20Hz~50Hz），本公开实施例提供的扬声器模组 100 和相关技术 2 中的扬声器模组的声压级相差不大。然而，在工作频段的后半段（50Hz~200Hz），由于本公开实施例提供的扬声器模组 100 中的被动振动板 3 振动产生的声波的叠加作用，以及，扬声器 2 本身的声压级的提升，本公开实施例提供的扬声器模组 100 的声压级有明显的提升。

另外，从图 11 中可以看出，虽然相关技术 2 中将管道和腔体的谐振频率 f_p 设置为远大于扬声器模组的工作频段的上限频率（200Hz）。然而，管道和空腔仍然会使得相关技术 2 中的扬声器模组在工作频段的后半段（如 100Hz-200Hz）的声压级下降。

在一些示例中，空腔 110 和管道 12 的谐振频率 f_p ，与被动振动板 3 的谐振频率 f_r 的比值，大于 0.5。

这样，被动振动板 3 的谐振频率 f_r 位于空腔 110 和管道 12 的谐振频率 f_p 的附近，使得被动振动板 3 能够对因空腔 110 和管道 12 造成的扬声器模组的声压级的下降，进行有效的补偿，最大限度的发挥了被动振动板 3 的作用。或者，当 f_p 较大时（如 f_p 大于 2），空腔 110 和管道 12 的谐振频率 f_p 位于扬声器模组的工作频段之外，则能够降低管道 12 和空腔 110 发生谐振，对扬声器模组的工作频段内的声压级的影响。

进一步的，在一些示例中，空腔 110 和管道 12 的谐振频率 f_p ，与被动振动板 3 的谐振频率 f_r 的比值，大于 0.7。

在一些示例中，空腔 110 和管道 12 的谐振频率 f_p ，与被动振动板 3 的谐振频率 f_r 的比值，小于 5。进一步的，小于 3。

需要说明的是，本公开实施例所指的扬声器 2 的谐振频率 f_s 和被动振动板 3 的谐振频率 f_r 均是指的扬声器 2 和被动振动板 3 工作谐振频率。除了工作谐振频率之外，扬声器 2 和被动振动板 3 还具有固有频率（或称为本真频率），固有频率是指扬声器 2 和被动振动板 3 未安装到框体 1 上时，扬声器 2 和被动振动板 3 的谐振频率。

由于在扬声器 2 和被动振动板 3 安装在框体 1 之后，扬声器 2 因受到被动振动板 3、空腔 110 和管道 12 的影响，被动振动板 3 因受到扬声器 2、空腔 110 和管道 12 的影响，所以固有频率与工作谐振频率不同。

下面，对本公开实施例提供的扬声器模组 100 的结构进行更加详细的示例性说明：

如图 12-图 15 所示，为本公开实施例提供的一种扬声器模组 100 的实物图。

在一些示例中，如图 5-图 8，以及，图 12-图 19 所示，框体 1 包括主体部 11 和管道 12，主体部 11 具有第一开口 111 和第二开口 112，主体部 11、扬声器 2 和被动振动板 3 之间形成空腔 110。管道 12 的一端与空腔 110 连通，另一端具有通气口 120。

本公开实施例对管道 12 与主体部 11 的连接位置不作限定，在一些示例中，如图 5-图 8 和图 19，定义第一开口 111 位于主体部 11 的端部，则管道 12 与主体部 11 的一侧连接。

在另一些示例中，如图 18 所示，管道 12 与主体部 11 的端部连接，且该端部与第一开口 111 所在的端部相对。

在另一些示例中，管道 12 也可以与第一开口 111 所在的端部连接。

本公开实施例对管道 12 的形态不作限定，在一些示例中，管道 12 为直管道，在另一些示例中，管道 12 为弯曲的管道。在一些示例中，如图 5-图 8，以及，图 12-图 18 所示，管道 12 的管径保持不变。在另一些示例中，如图 19 所示，沿着远离主体部 11 的方向，管道 12 的管径逐渐减小。

当然，在另一些示例中，如图 20 所示，框体 1 还可以不具有管道 12。如图 21 所示，示出了图 20 示出的扬声器模组 100 的等效电路图。在图 21 中，空腔 110 对应的电器件为电感 L_p ，此时，空腔 110 起到的是管道的作用。

本公开实施例对扬声器 2 和被动振动板 3 在框体 1 上的相对位置不作限定，下面，进行示例性说明：

在一些示例中，如图 5 所示，扬声器 2 和被动振动板 3 相对。这样，能够减小扬声器 2 和被动振动板 3 所占用的空间，有利于减小扬声器模组 2 的体积。

在一些示例中，如图 16 所示，扬声器 2 和被动振动板 3 分别位于相邻的两个框壁上。

在一些示例中，如图 17 所示，扬声器 2 和被动振动板 3 位于同一框壁上。

需要说明的是，以上示出的扬声器 2 和被动振动板 3 的几种位置仅仅是示例性说明，扬声器 2 和被动振动板 3 还可以位于其它位置，本公开实施例对此不作限定。

本公开实施例对扬声器 2 和被动振动板 3 的数量不作限定，下面，进行示例性说明：

在一些示例中，如图 5 所示，扬声器 2 和被动振动板 3 均为一个。在一些示例中，如图 22 所示，扬声器 2 为一个，被动振动板 3 为多个。示例性的，一个扬声器 2 可以与多个（例如两个）被动振动板 3 相对。在一些示例中，被动振动板 3 为一个，扬声器 2 为多个。在一些示例中，被动振动板 3 和扬声器 2 均为多个，多个被动振动板 3 和多个扬声器 2 的数量可以相同，也可以不同。多个扬声器 2 可以分别与多个被动振动板 3 相对。

下面，对具有两个扬声器 2 的扬声器模组 100 进行示例性说明。如图 23 和图 24 所示，第一开口 111 为两个，且两个第一开口 111 相对。扬声器 2 包括第一扬声器 2a 和第二扬声器 2b，第一扬声器 2a 和第二扬声器 2b 分别位于两个第一开口 111，且第一扬声器 2a 和第二扬声器 2b 相抵。

这样，两个扬声器 2 中的振动板 232 的振动方向是相反的，也即，两个振动板 232 要么相对运动，要么相背运动，则振动板 232 振动带来的反作用力会互相抵消，两个扬声器 2 的支撑组件的振动较小，有利于降低扬声器模组的谐振幅度，能够提升音质。

在一些示例中，如图 23 和图 24 所示，第二开口 112 为两个，被动振动板 3 包括第一被动振动板 3a 和第二被动振动板 3b，第一被动振动板 3a 和第二被动振动板 3b 分别位于两个第二开口 112。第一扬声器 2a、第一被动振动板 3a 和箱体 1 之间形成一个空腔 110，第二扬声器 2b、第二被动振动板 3b 和箱体 1 之间形成一个空腔 110，且两个空腔 110 均与通气口 120 连通。

为了对被动振动板 3 进行一定的保护，降低被动振动板 3 损坏的可能性，在一些示例中，如图 12-图 15 所示，扬声器模组 100 还包括保护盖 4，保护盖 4 与箱体 1 连接，且罩住被动振动板 3。并且，保护盖 4 具有框架结构，从而，保护盖 4 不会将被动振动板 3 的外侧封闭起来，不会对被动振动板 3 的振动产生影响。

下面，对本公开实施例提供的扬声器 2 的结构进行示例性说明：

如图 6、如图 25 和图 26 所示，本公开实施例提供的扬声器 2 为动圈式扬声器，扬声器 2 包括支撑组件 21、磁路组件 22 和振动组件 23。支撑组件 21 支撑磁路组件 22 和振动组件 23，磁路组件 22 用于驱动振动组件 23 振动，振动组件 23 振动时发出声音。

在一些示例中，如图 25 和图 26 所示，支撑组件 21 包括第一支架 211 和第二支架 212，第一支架 211 位于箱体 1 的内部，第二支架 212 位于箱体 1 的外部。第一支架 211 和第二支架 212 固定连接，并对磁路组件 22 和振动组件 23 起到保护和支撑的作用。

在一些示例中，如图 6 和图 26 所示，磁路组件 22 包括第一导磁片 221、磁石 222 和第二导磁片 223，第一导磁片 221、磁石 222 和第二导磁片 223 同轴设置，且磁石 222 位于第一导磁片 221 和第二导磁片 223 之间。磁路组件 22 用于产生变化的磁场，以驱动振动组件 23 振动。

在一些示例中，如图 6、图 25 和图 26 所示，振动组件 23 包括音圈 231、振动板 232 和定心支片 233，音圈 231 与振动板 232 连接。磁路组件 22 驱动音圈 231 运动，音圈 231 运动时带动振动板 232 振动。定心支片 233 分别与振动板 232 和支撑组件 21（如第一支架 211）连接，定心支片 233 用于定位音圈 231 和振动板 232 的位置，保证音圈 231 和振动板 232 沿轴向往复运动。并且，定心支片 233 具有一定的弹性，能够对扬声器 2 的谐振频率起到一定的影响。再者，定心支片 233 还能够起到防尘的作用。其中，定心支片 233 还可以称为弹波。

在一些示例中，如图 25 所示，定心支片 233 呈圆环状，且定心支片 233 的内侧与振动板 232 连接，例如，粘接，定心支片 233 的外侧与支撑组件 21 连接。

在一些示例中，如图 6、图 25 和图 26 所示，振动组件 23 还包括防尘盖 234。

在一些示例中，如图 25 所示，支撑组件 21 朝向空腔 110 的一侧具有框架结构。示例性的，第一支架 211 具有框架结构。

在一些示例中，如图 6 所示，磁路组件 22 位于空腔 110 的内部，在另一些示例中，如图 26 所示，磁路组件 22 也可以位于空腔 110 的外部。

本公开实施例还提供了一种扬声器系统，如图 5-图 8、图 16-图 20 以及图 22 和图 23 所示，扬声器系统包括壁 300 和扬声器模组 100，壁 300 的第一侧形成（或称为具有）后腔 200，后腔 200 的容积至少为扬声器模组 100 的空腔 110 的容积的 10 倍。扬声器模组 100 位于壁 300 的第二侧，且扬声器模组 100 的通

气口 120 与后腔 200 连通。

其中，壁 300 还可以称为障板和安装壁，当壁 300 的第一侧的后腔 200 无限大时，壁 300 还可以称为无限大障板。

本公开实施例提供的技术方案，一方面，由于后腔 200 足够大，所以，通过设置扬声器模组 100 的通气口 120 与后腔 200 连通，能够提高扬声器模组 100 的低频下潜能力，保证了扬声器模组 100 的低频性能，且扬声器模组 100 的体积不必过大，不需占据过大的空间。

另一方面，在扬声器模组 100 的工作频段内，在扬声器 2 振动的同时，会驱动被动振动板 3 振动，且扬声器 2 和被动振动板 3 产生的声波可以叠加，从而，提高了扬声器模组 100 在工作频段的声压级，且提高了声能利用率。

在一些示例中，如图 5-图 8、图 16-图 20 以及图 22 和图 23 所示，扬声器模组 100 安装在壁 300 上，壁 300 上设置有通孔 400，通气口 120 通过通孔 400 连通后腔 200。

本公开实施例对扬声器系统的应用场景不限定，只要在该应用场景中具有足够大的后腔 200（后腔 200 的容积至少为空腔 110 的容积的 10 倍），或具有足够大的障板（壁 300）即可。下面，对扬声器系统的应用场景进行示例性说明：

在一些示例中，如图 27-图 30 所示，扬声器系统应用于车辆，则壁 300 为车辆上的壁，如车辆的底壁或侧壁等，扬声器模组 100 的通气口 120 与车辆外部连通，车辆的外部形成无限大的后腔 200。有关扬声器系统应用在车辆上的具体方案，可以参见下述车辆的相关内容，在此不再赘述。

在一些示例中，扬声器系统应用在房间中，则壁 300 为房间的墙壁、底壁或顶壁。在一些示例中，扬声器模组 100 位于房间的内部，扬声器模组 100 的通气口 120 通入室外，室外形成无限大的后腔 200。

在另一些示例中，扬声器模组 100 位于一个房间中，扬声器模组 100 的通气口 120 通入至另一个房间中，该另一个房间内的空间（后腔 200）的容积至少为空腔 110 的容积的 10 倍。

本公开实施例还提供了一种车辆，如图 27-图 30 所示，车辆具有扬声器模组 100，扬声器模组 100 位于车辆的内部，且扬声器模组 100 的通气口 120 与车辆的外部连通。

本公开实施例提供的技术方案，一方面，由于车辆的外部空间形成无限大的后腔 200，所以，通过将扬声器模组 100 的通气口 120 与车辆的外部连通，提高了扬声器模组 100 的低频下潜能力，保证了扬声器模组 100 的低频性能。并且，扬声器模组 100 的体积不必过大，扬声器模组 100 不会占据车内过大的空间。

另一方面，在扬声器模组 100 的工作频段内，在扬声器 2 振动的同时，会驱动被动振动板 3 振动，且扬声器 2 和被动振动板 3 产生的声波可以叠加，从而，提高了扬声器模组 100 在工作频段的声压级，且提高了声能利用率。

在一些示例中，如图 27-图 30 所示，扬声器模组 100 安装在车辆的壁 300 上，车辆的壁 300 上具有通孔 400，扬声器模组 100 的通气口 120 通过通孔 400 连通车辆的外部。

本公开实施例对扬声器模组 100 具体的安装位置不限定，在一些示例中，为了减少对车内人员的活动空间的占用，扬声器模组 100 可以安装在下述几个位置：

在一些示例中，如图 28 所示，扬声器模组 100 位于车辆的轮胎的上方，则壁 300 为轮胎上方的壁。在一些示例中，扬声器模组 100 的通气口 120 朝下，扬声器 2 和被动振动板 3 可以朝向车辆的水平方向或近似水平方向，例如，可以朝向车辆的左右方向（如图 28 所示），也可以朝向车辆的前后方向。

在一些示例中，如图 29 所示，扬声器模组 100 位于车辆的后备箱 500 中，则壁 300 可以为后备箱 500 的底壁。在一些示例中，扬声器模组 100 的通气口 120 朝下，扬声器 2 和被动振动板 3 可以朝向车辆的水平方向或近似水平方向，例如，可以朝向车辆的左右方向（如图 29 所示），也可以朝向车辆的前后方向。

在一些示例中，如图 30 所示，扬声器模组 100 位于车辆的备胎容纳箱 600 中。其中，备胎容纳箱 600 用于容纳车辆的备胎，备胎容纳箱 600 可以位于车辆的后备箱 500 的下方。壁 300 可以为备胎容纳箱 600 的底壁。在一些示例中，扬声器模组 100 的通气口 120 朝下，扬声器 2 和被动振动板 3 可以朝向车辆上下方向。例如，扬声器 2 朝向车辆的上方，被动振动板 3 朝向车辆的下方。

另外，本公开实施例对扬声器模组 100 在备胎容纳箱 600 中的具体位置不限定，在一些示例中，如图 30 所示，扬声器模组 100 位于车辆的备胎 700 的轮毂 710 的下方。其中，轮毂 710 上具有框架结构，从而，便于扬声器模组 100 发出的声音辐射至车辆的座舱内。

在一些示例中，扬声器模组 100 位于车辆的脚坑区域。其中，脚坑区域是指车辆的座舱内部，驾驶员

或乘员用于放脚的位置，例如，主驾驶位的脚坑区域，也即，刹车和油门等所在的区域，再例如，副驾驶位的脚坑区域。壁 300 可以为车辆的底盘的壁，在一些示例中，扬声器模组 100 的通气口 120 朝下，扬声器 2 和被动振动板 3 可以朝向车辆的水平方向或近似水平方面，可以朝向车辆的左右方向或前后方向。例如，扬声器 2 朝向车辆的后方，被动振动板 3 朝向车辆的前方。

本公开的实施方式部分使用的术语仅用于对本公开的实施例进行解释，而非旨在限定本公开。除非另作定义，本公开的实施方式使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。同样，“一个”或者“一”等类似词语也不表示数量限制，而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在“包括”或者“包含”前面的元件或者物件涵盖出现在“包括”或者“包含”后面列举的元件或者物件及其等同，并不排除其他元件或者物件。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则所述相对位置关系也可能相应地改变。“多个”指两个或两个以上，除非另有明确的限定。

以上所述仅为本公开的可选实施例，并不用以限制本公开，凡在本公开的原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1.一种扬声器模组，其特征在于，所述扬声器模组包括框体（1）、扬声器（2）和被动振动板（3），所述被动振动板（3）的谐振频率大于所述扬声器（2）的谐振频率；

所述框体（1）具有第一开口（111）、第二开口（112）和通气口（120）；

所述扬声器（2）位于所述第一开口（111），所述被动振动板（3）位于所述第二开口（112），所述框体（1）、所述扬声器（2）和所述被动振动板（3）之间形成空腔（110），所述空腔（110）与所述通气口（120）连通。

2.根据权利要求1所述的扬声器模组，其特征在于，所述被动振动板（3）的谐振频率与所述扬声器模组的工作频段的上限频率的比值大于0.8。

3.根据权利要求1或2所述的扬声器模组，其特征在于，所述被动振动板（3）的谐振频率与所述扬声器模组的工作频段的上限频率的比值小于2。

4.根据权利要求1-3任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述被动振动板（3）的谐振频率大于第一频率，其中，所述第一频率为所述空腔（110）和所述被动振动板（3）组成的系统的谐振频率。

5.根据权利要求1-4任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述被动振动板（3）的谐振频率与所述扬声器（2）的谐振频率的比值大于1.5。

6.根据权利要求1-5任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述被动振动板（3）的质量与所述扬声器（2）的振动组件（23）的质量的比值小于0.5。

7.根据权利要求1-6任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述被动振动板（3）的面积与所述扬声器（2）的振动板（232）的面积的比值大于0.5且小于2。

8.根据权利要求1-7任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述通气口（120）用于与后腔（200）连通，其中，所述后腔（200）的容积与所述空腔（110）的容积的比值大于10。

9.根据权利要求1-8任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述框体（1）包括主体部（11）和管道（12）；

所述主体部（11）具有所述第一开口（111）和所述第二开口（112），所述主体部（11）、所述扬声器（2）和所述被动振动板（3）之间形成所述空腔（110）；

所述管道（12）的一端与所述空腔（110）连通，另一端具有所述通气口（120）。

10.根据权利要求9所述的扬声器模组，其特征在于，所述空腔（110）和所述管道（12）的谐振频率，与所述被动振动板（3）的谐振频率的比值，大于0.5。

11.根据权利要求9或10所述的扬声器模组，其特征在于，所述第一开口（111）和所述第二开口（112）分别位于所述主体部（11）的两端；

所述管道（12）与所述主体部（11）的一侧连接。

12.根据权利要求1-11任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述扬声器（2）封闭所述第一开口（111），所述被动振动板（3）封闭所述第二开口（112）。

13.根据权利要求1-12任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述扬声器（2）和所述被动振动板（3）相对。

14.根据权利要求1-13任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述第一开口（111）为两个，且两个所述第一开口（111）相对；

所述扬声器（2）包括第一扬声器（2a）和第二扬声器（2b），所述第一扬声器（2a）和所述第二扬声器（2b）分别位于两个所述第一开口（111），且所述第一扬声器（2a）和所述第二扬声器（2b）相抵。

15.根据权利要求14所述的扬声器模组，其特征在于，所述第二开口（112）为两个；

所述被动振动板（3）包括第一被动振动板（3a）和第二被动振动板（3b），所述第一被动振动板（3a）和所述第二被动振动板（3b）分别位于两个所述第二开口（112）；

所述第一扬声器（2a）、所述第一被动振动板（3a）和所述框体（1）之间形成一个空腔（110），所述第二扬声器（2b）、所述第二被动振动板（3b）和所述框体（1）之间形成一个空腔（110），且两个所述空腔（110）均与所述通气口（120）连通。

16.根据权利要求1-15任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述扬声器模组还包括保护盖（4），所述保护盖（4）与所述框体（1）连接，且罩住所述被动振动板（3）。

17.根据权利要求 1-16 任一项所述的扬声器模组，其特征在于，所述扬声器（2）包括支撑组件（21）、磁路组件（22）和振动组件（23），所述振动组件（23）包括音圈（231）、振动板（232）和定心支片（233）；

所述支撑组件（21）支撑所述磁路组件（22）和所述振动组件（23），所述磁路组件（22）用于驱动所述音圈（231）振动；

所述振动板（232）分别与所述音圈（231）、所述支撑组件（21）连接，所述定心支片（233）分别与所述振动板（232）、所述支撑组件（21）连接。

18.根据权利要求 17 所述的扬声器模组，其特征在于，所述支撑组件（21）朝向所述空腔（110）的一侧具有框架结构。

19.一种扬声器系统，其特征在于，所述扬声器系统包括壁（300）和如权利要求 1-18 任一项所述的扬声器模组（100）；

所述壁（300）的第一侧形成后腔（200），所述后腔（200）的容积与所述扬声器模组（100）的空腔（110）的容积的比值大于 10；

所述扬声器模组（100）位于所述壁（300）的第二侧，且所述扬声器模组（100）的通气口（120）与所述后腔（200）连通。

20.一种车辆，其特征在于，所述车辆具有如权利要求 1-18 任一项所述的扬声器模组（100）；

所述扬声器模组（100）位于所述车辆的内部，且所述扬声器模组（100）的通气口（120）与所述车辆的外部连通。

21.根据权利要求 20 所述的车辆，其特征在于，所述扬声器模组（100）位于所述车辆的轮胎的上方；

所述通气口（120）朝向所述车辆的下方，且所述扬声器模组（100）的扬声器（2）和被动振动板（3）中的一个朝向所述车辆的左方，另一个朝向所述车辆的右方。

22.根据权利要求 20 所述的车辆，其特征在于，所述扬声器模组（100）位于所述车辆的后备箱（500）中；

所述通气口（120）朝向所述车辆的下方，且所述扬声器模组（100）的扬声器（2）和被动振动板（3）中的一个朝向所述车辆的左方，另一个朝向所述车辆的右方。

23.根据权利要求 20 所述的车辆，其特征在于，所述扬声器模组（100）位于所述车辆的脚坑区域；

所述通气口（120）朝向所述车辆的下方，所述扬声器模组（100）的扬声器（2）朝向所述车辆的后方，所述扬声器模组（100）的被动振动板（3）朝向所述车辆的前方。

24.根据权利要求 20 所述的车辆，其特征在于，所述扬声器模组（100）位于所述车辆的备胎容纳箱（600）中，且位于所述车辆的备胎（700）的轮毂（710）的下方；

所述通气口（120）和所述扬声器模组（100）的被动振动板（3）朝向所述车辆的下方，所述扬声器模组（100）的扬声器（2）朝向所述车辆的上方。