(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101242677 B
(45)授权公告日 2012.07.04

(21)申请号 200810006234.1

(22)申请日 2008.02.04

(30)优先权数据
2007-025918 2007.02.05 JP

(73)专利权人 索尼株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 板桥彻德 浅田宏平

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司 11258
代理人 董方源

(51)Int.Cl.
H04R 1/10(2006.01)
H04R 3/00(2006.01)

(56)对比文件
JP 3096199 A,1991.04.22,
WO 9111078 A1,1991.07.25,
EP 0569216 A1,1993.11.10,
CN 1714601 A,2005.12.28,
CN 1568093 A,2005.01.19,
WO 2004016037 A1,2004.02.19,

审查员 俞晓祥

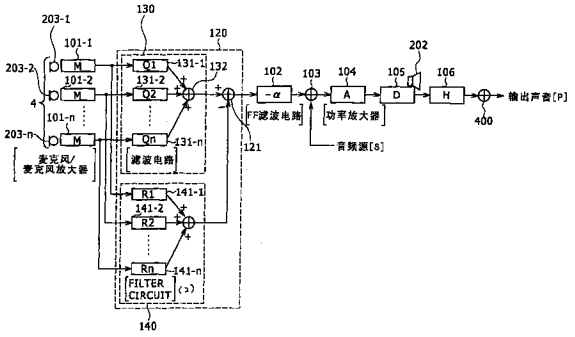
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 12 页

(54)发明名称

耳机设备、声音再现系统和声音再现方法

(57)摘要

本发明提供了耳机设备、声音再现系统和声音再现方法。一种耳机设备包括：声音拾取部分，配置用于拾取外部声音；方向性设置部分，配置用于基于从声音拾取部分输出的音频信号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号；扩音器；音频信号生成部分，配置用于基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱该定向拾取音频信号的消除用音频信号；以及驱动信号生成部分，配置用于生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动扩音器的音频信号，并且至少包括所述消除用音频信号。



CN 101242677 B

1. 一种耳机设备，包括：

包括多于一个麦克风的声音拾取部分，配置用于拾取外部声音；

方向性设置部分，配置用于基于从所述声音拾取部分输出的音频信号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号；

操作部分，由用户用来可变地设置所述所需的方向特性；

扩音器；

音频信号生成部分，配置用于基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱所述定向拾取音频信号的消除用音频信号；以及

驱动信号生成部分，配置用于生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动所述扩音器的音频信号，并且至少包括所述消除用音频信号，

其中，所述方向性设置部分顺序地生成作为与不同的方向特性相对应的定向拾取音频信号的临时定向拾取音频信号，并确定所生成的临时定向拾取音频信号中满足预定条件的一个临时定向拾取音频信号为正确的定向拾取音频信号。

2. 如权利要求 1 所述的耳机设备，其中

所述声音拾取部分包括多个麦克风，并且

所述方向性设置部分通过针对由所述多个麦克风通过声音拾取而获得的音频信号，对来自特定声音源的位置的声音分量到达所述多个麦克风的延时进行补偿并将所述经过延时补偿的音频信号组合在一起，从而生成所述定向拾取音频信号，所述延时是基于所述多个麦克风被布置的位置而导致的。

3. 如权利要求 2 所述的耳机设备，还包括：

另一个声音拾取部分，该部分包括另外的多个麦克风；以及

另一个方向性设置部分，配置用于通过针对由所述另外的多个麦克风通过声音拾取而获得的另外的音频信号，对来自另一个特定声音源的位置的另外的声音分量到达所述另外的多个麦克风的延时进行补偿并将所述经过延时补偿的另外的音频信号组合在一起，从而生成另一定向拾取音频信号，所述延时是基于所述另外的多个麦克风被布置的位置而导致的；其中

所述音频信号生成部分连同所述消除用音频信号一起来生成用于加强所述另一定向拾取音频信号的加强用音频信号。

4. 如权利要求 1 所述的耳机设备，其中

所述声音拾取部分包括两个麦克风，其中每个麦克风具有预定方向特性，并且

所述方向性设置部分基于从所述两个麦克风输出的音频信号来执行用于生成所述定向拾取音频信号的信号处理。

5. 如权利要求 1 所述的耳机设备，其中，所述方向性设置部分在所述耳机设备的电源打开时执行所述确定正确的定向拾取音频信号的过程。

6. 一种耳机系统，包括：

耳机设备；

操作部分；以及

信号处理设备；其中

所述耳机设备包括

包括多于一个麦克风的声音拾取部分，配置用于拾取外部声音，和

扩音器；并且

所述信号处理设备包括

方向性设置部分，配置用于基于从所述声音拾取部分输出的音频信号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号，

音频信号生成部分，配置用于基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱所述定向拾取音频信号的消除用音频信号，以及

驱动信号生成部分，配置用于生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动所述扩音器的音频信号并且至少包括所述消除用音频信号，

其中，所述操作部分由用户用来可变地设置所述所需的方向特性，

并且其中，所述方向性设置部分顺序地生成作为与不同的方向特性相对应的定向拾取音频信号的临时定向拾取音频信号，并确定所生成的临时定向拾取音频信号中满足预定条件的一个临时定向拾取音频信号为正确的定向拾取音频信号。

7. 如权利要求 6 所述的耳机系统，其中

所述声音拾取部分包括多个麦克风，并且

所述方向性设置部分通过针对由所述多个麦克风通过声音拾取而获得的音频信号，对来自特定声音源的位置的声音分量到达所述多个麦克风的延时进行补偿并将所述经过延时补偿的音频信号组合在一起，从而生成所述定向拾取音频信号，所述延时是基于所述多个麦克风被布置的位置而导致的。

8. 如权利要求 7 所述的耳机系统，其中

所述耳机设备还包括另一个声音拾取部分，该部分包括另外的多个麦克风，并且

所述信号处理设备还包括另一个方向性设置部分，配置用于通过针对由所述另外的多个麦克风通过声音拾取而获得的另外的音频信号，对来自另一个特定声音源的位置的另外的声音分量到达所述另外的多个麦克风的延时进行补偿并将所述经过延时补偿的另外的音频信号组合在一起，从而生成另一定向拾取音频信号，所述延时是基于所述另外的多个麦克风被布置的位置而导致的，并且

所述音频信号生成部分连同所述消除用音频信号一起来生成用于加强所述另一定向拾取音频信号的加强用音频信号。

9. 如权利要求 6 所述的耳机系统，其中

所述声音拾取部分包括两个麦克风，每个麦克风具有预定方向特性，并且

所述方向性设置部分基于从所述两个麦克风输出的音频信号来执行用于生成所述定向拾取音频信号的信号处理。

10. 如权利要求 6 所述的耳机系统，其中，所述方向性设置部分在所述耳机设备的电源打开时执行所述确定正确的定向拾取音频信号的过程。

11. 一种声音再现方法，包括以下步骤：

由声音拾取部分拾取外部声音并输出音频信号，所述声音拾取部分包括多于一个麦克风；

基于所述音频信号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号；

基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱所述定向拾取音频信号的消除用音频信号；

生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动扩音器的音频信号并且至少包括所述消除用音频信号；以及

基于所述驱动信号来输出声音，

其中，所述所需的方向特性由用户使用操作部分来可变地设置，

并且其中，在所述生成所述定向拾取音频信号时，顺序地生成作为与不同的方向特性相对应的定向拾取音频信号的临时定向拾取音频信号，并确定所生成的临时定向拾取音频信号中满足预定条件的一个临时定向拾取音频信号为正确的定向拾取音频信号。

12. 如权利要求 11 所述的声音再现方法，其中

所述声音拾取部分包括多个麦克风，

在所述生成所述定向拾取音频信号时，通过针对由所述多个麦克风通过声音拾取而获得的音频信号，对来自特定声音源的位置的声音分量到达所述多个麦克风的延时进行补偿并将所述经过延时补偿的音频信号组合在一起，从而生成所述定向拾取音频信号，所述延时是基于所述多个麦克风被布置的位置而导致的。

13. 如权利要求 12 所述的声音再现方法，还包括以下步骤：

由包括另外的多个麦克风的另一个声音拾取部分拾取声音并输出另一音频信号；以及

通过针对由所述另外的多个麦克风通过声音拾取而获得的另外的音频信号，对来自另一个特定声音源的位置的另外的声音分量到达所述另外的多个麦克风的延时进行补偿并将所述经过延时补偿的另外的音频信号组合在一起，从而生成另一定向拾取音频信号，所述延时是基于所述另外的多个麦克风被布置的位置而导致的；其中

在所述生成所述消除用音频信号时，连同所述消除用音频信号一起来生成用于加强所述另一定向拾取音频信号的加强用音频信号。

14. 如权利要求 11 所述的声音再现方法，其中

所述声音拾取部分包括两个麦克风，每个麦克风具有预定方向特性，并且

在所述生成所述定向拾取音频信号时，基于从所述两个麦克风输出的音频信号来执行用于生成所述定向拾取音频信号的信号处理。

15. 如权利要求 11 所述的声音再现方法，其中，在所述生成所述定向拾取音频信号时，在耳机设备的电源打开时执行所述确定正确的定向拾取音频信号的过程。

耳机设备、声音再现系统和声音再现方法

技术领域

[0001] 本发明涉及耳机设备、包括这种耳机设备并被用于再现声音的声音再现系统和被应用到所述耳机设备或声音再现系统的声音再现方法，其中，用户通过将该耳机设备戴在他或她的头上来使用该耳机设备。

背景技术

[0002] 已知所谓的噪声消除系统在耳机设备上实现，且用于消除在通过该耳机设备来再现诸如曲调之类的内容的声音时出现的外部噪声。这样的噪声消除系统已经投入实际使用。噪声消除系统宽泛地分为反馈系统和前馈系统。

[0003] 例如，日本专利早期公布 No. 平 3-214892（以下称为专利文献 1）描述了一种反馈噪声消除系统的结构，其中，在戴在用户耳朵上的声管 (sound tube) 内部的噪声被设在声管内的耳机单元附近的麦克风单元所拾取，该噪声的反相音频信号被生成，并且该音频信号被作为声音经由耳机单元输出，从而减小外部噪声。

[0004] 同时，日本专利早期公布 No. 平 3-96199（以下称为专利文献 2）描述了一种前馈噪声消除系统的结构，其中，噪声大体上被附于耳机设备外部的麦克风所拾取，基于所需传递函数的特性被赋给所述噪声的音频信号，并且得到的音频信号被从耳机设备输出。

发明内容

[0005] 现有耳机设备中的噪声消除系统具有提供用于左耳和右耳的两个麦克风，并且每个麦克风拾取来自所有方向（如果可能）的噪声，从而可以消除来自所有方向的噪声。即，现有噪声消除系统被配置用于消除从所有方向到达佩戴耳机设备的用户的噪声。

[0006] 消除来自所有方向的噪声将使得得到非常舒适的听觉环境，以简单地收听所再现的内容的声音。但是，在这种情况下，用户将无法听到来自侧面或后面的声音，即，例如来自用户的盲点的声音。因此，当例如在交通非常拥堵的户外场所使用这种耳机设备时，用户为了安全起见必须非常小心。

[0007] 此外，取决于用户使用耳机设备的环境，用户可能希望听到在用户前方的人的声音，同时消除来自其它方向的噪声。

[0008] 换而言之，当使用耳机设备的噪声消除系统时，取决于当时的使用环境、使用目的等，用户可能希望防止来自特定方向的声音被消除。基于此，已经设计出本发明，用以提供满足这种要求的噪声消除系统。

[0009] 根据本发明的一个实施例，提供了一种耳机设备，其包括：声音拾取部分，配置用于拾取外部声音；方向性设置部分，配置用于基于从声音拾取部分输出的音频信号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号；操作部分，由用户用来可变地设置所述所需的方向特性；扩音器；音频信号生成部分，配置用于基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱该定向拾取音频信号的消除用音频信号；以及驱动信号生成部分，配置用于生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动

扩音器的音频信号，并且至少包括所述消除用音频信号。

[0010] 根据本发明的另一个实施例，提供了一种耳机系统，该系统包括耳机设备、操作部分和信号处理设备。耳机设备包括配置用于拾取外部声音的声音拾取部分，和扩音器。信号处理设备包括：方向性设置部分，配置用于基于从声音拾取部分输出的音频信号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号；音频信号生成部分，配置用于基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱该定向拾取音频信号的消除用音频信号；以及驱动信号生成部分，配置用于生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动扩音器的音频信号并且至少包括所述消除用音频信号，其中，所述操作部分由用户用来可变地设置所述所需的方向特性。

[0011] 根据本发明又一个实施例，提供了一种声音再现方法，该方法包括以下步骤：由声音拾取部分拾取外部声音并输出音频信号；基于所述音频信 号来生成定向拾取音频信号，该定向拾取音频信号是通过根据所需的方向特性拾取所述外部声音而获得的音频信号；基于所述定向拾取音频信号来生成用于削弱该定向拾取音频信号的消除用音频信号；生成驱动信号，该驱动信号是用于驱动扩音器的音频信号并且至少包括所述消除用音频信号；以及基于所述驱动信号来输出声音，其中，所述所需的方向特性由用户使用操作部分来可变地设置。

[0012] 在上述实施例中，首先，作为由用于拾取外部声音的声音拾取部分获得的音频信号，获得了通过根据所需方向性来拾取外部声音而获得的音频信号。即，其结果是，获得了与将由设置了所需方向性的声音拾取部分通过拾取外部声音而获得的音频信号相等效的音频信号（即，定向拾取音频信号）。然后，该定向拾取音频信号被用于生成消除用音频信号，该消除用音频信号是这样的音频信号，其用于在佩戴耳机设备的用户收听再现的声音的时候允许消除外部声音，并且这个消除用音频信号被从扩音器输出。

[0013] 根据上述结构，并不是消除来自所有周围空间的外部声音，而是消除来自与设定的方向性相对应的空间的外部声音。

[0014] 根据本发明，在收听经由耳机设备来输出的声音的时候，仅消除来自特定方向的空间的外部声音。这使得满足了下述要求：在使用耳机设备时，例如，仅不应当消除来自特定方向的外部声音。

[0015] 附图说明

[0016] 图 1A 和 1B 示出了根据反馈系统的、在耳机设备中的噪声消除系统的模型示例；

[0017] 图 2 是表示关于如图 1A 和 1B 所示的噪声消除系统的特性的波特图；

[0018] 图 3A 和 3B 示出了根据前馈系统的、在耳机设备中的噪声消除系统的模型示例；

[0019] 图 4 示出了使用麦克风阵列的波束形成的原理；

[0020] 图 5 示出了在声音以平面波的形式到来的假设之下用于针对使用麦克风阵列的波束形成的计算的模型示例；

[0021] 图 6 示出了在声音源是点声音源的假设之下用于针对使用麦克风阵列 的波束形成的计算的模型示例；

[0022] 图 7 示出了在麦克风被布置在曲线上的假设之下使用麦克风阵列的波束形成的模型示例；

[0023] 图 8 示出了根据本发明一个实施例的耳机设备的示例结构；

[0024] 图 9 示出了用于实际实现使用麦克风阵列的波束形成的示例性基本系统结构；

[0025] 图 10 示出了根据本发明一个实施例、在耳机设备中的噪声消除系统的示例结构；

[0026] 图 11 示出了根据本发明另一个实施例、在耳机设备中的噪声消除系统的示例结构；

[0027] 图 12 是示出根据本发明所述另一个实施例、由系统控制部分执行的过程的流程图，该过程用于根据环境噪声来设置将要消除的声音的声音源的位置；以及

[0028] 图 13 示出了根据本发明又一个实施例、在耳机设备中的噪声消除系统的示例结构。

具体实施方式

[0029] 以下，将参考其中实施了噪声消除系统的耳机设备的示例情况来描述本发明的优选实施例。

[0030] 在描述优选实施例的结构之前，以下将描述在耳机设备中使用的噪声消除系统的基本概念。

[0031] 作为在耳机设备中使用的噪声消除系统的基本系统，已知的是根据反馈系统来执行伺服控制的系统和根据前馈系统来执行伺服控制的系统。首先，以下将参考图 1 来描述反馈系统。

[0032] 图 1A 是根据反馈系统的噪声消除系统的模型示例的示意图。图 1A 示出了佩戴耳机的用户的右耳一侧，即，两个 (L(左) 和 R(右)) 立体声通道中的 R 通道一侧。

[0033] 关于在 R 通道侧的耳机设备的结构，在与佩戴耳机设备的用户 500 的右耳相对应的壳体部分 201 的内部、在与右耳相对应的位置处设有驱动器 202。驱动器 202 等同于所谓的扩音器，并且作为通过音频信号的放大输出来驱动的结果，将声音输出 (发射) 到空间中。

[0034] 另外，对于反馈系统，在壳体部分 201 的内部且接近用户 500 的右耳的位置处设有麦克风 203。这样设置的麦克风 203 拾取从驱动器 202 输出的声音和来自外部噪声源 301 且输入到壳体部分 201 且到达右耳的声音，即壳体内噪声 302，该壳体内噪声 302 是右耳将听到的外部声音。壳体内噪声 302 例如是由下述声音导致的，即，来自噪声源 301 由于声压通过耳垫的空隙等而侵入到壳体部分 201 的声音，或者是通过耳机设备的壳体作为接收来自噪声源 301 的声压的结果而振动从而使得声压传送到壳体部分内部而导致的。

[0035] 然后，根据由麦克风 203 执行的声音拾取而获得的音频信号，生成用于消除 (削弱或减小) 壳体内噪声 302 的信号 (即，消除用音频信号)，例如相对于外部声音的音频信号分量具有相反特性的信号，并且这个信号被反馈，从而与用于驱动驱动器 202 的必要声音的音频信号 (音频源) 相组合。结果，在设在壳体部分 201 内部且与右耳相对应的位置处的噪声消除点 400 处，从驱动器 202 输出的声音和外部声音相组合而获得消除了外部声音的声音，从而使用户的右耳听到所得到的声音。左通道 (左耳) 侧也设有以上结构，从而获得在常见双 (L 和 R) 通道立体声耳机设备中使用的噪声消除系统。

[0036] 图 1B 是根据反馈系统的噪声消除系统的基本模型结构示例的框图。在图 1B 中，像在图 1A 中一样，仅示出了与 R 通道 (右耳) 侧相对应的部件。注意，在 L 通道 (左耳) 侧同样也设有类似的系统结构。该图中示出的块各自表示一个与根据反馈系统的噪声消除

系统的具体电路部分、电路系统等相对应的具体传递函数。在此，这些块将被称为“传递函数块”。写在各个传递函数块中的字符表示该传递函数块的传递函数。通过传递函数块之一的音频信号（或声音）被赋给写在该传递函数块中的传递函数。

[0037] 首先，获得由设在壳体部分 201 内部的麦克风 203 拾取的声音，作为已经通过与麦克风 203 和下述麦克风放大器相对应的传递函数块 101（其 传递函数为 M）的音频信号，所述麦克风放大器对麦克风 203 所获得的电信号进行放大并输出音频信号。已经通过传递函数块 101 的音频信号通过与反馈 (FB) 滤波电路相对应的传递函数块 102（其传递函数为 -β）而被输入到组合器 103。FB 滤波电路是这样的滤波电路，在该滤波电路中设有根据由麦克风 203 的声音拾取而获得的音频信号来生成上述消除用音频信号的特性。FB 滤波电路的传递函数被表示为 -β。

[0038] 这里假设通过均衡器来对音频源的音频信号 S（诸如曲调之类的内容）进行均衡，并且假设音频信号 S 通过与该均衡器相对应的传递函数块 107（其传递函数为 E）而被输入到组合器 103。

[0039] 组合器 103 将以上两个信号组合（相加）在一起。得到的音频信号经功率放大器放大并被输出到驱动器 202 作为驱动信号，从而使得该音频信号经由驱动器 202 而被输出作为声音。即，从组合器 103 输出的音频信号通过与功率放大器相对应的传递函数块 104（其传递函数为 A），然后通过与驱动器 202 相对应的传递函数块 105（其传递函数为 D），从而使得声音被发射到空间。驱动器 202 的传递函数 D 例如取决于驱动器 202 的结构等。

[0040] 从驱动器 202 输出的声音通过与从驱动器 202 到噪声消除点 400 之间的空间路径（空间传递函数）相对应的传递函数块 106（其传递函数为 H）而到达噪声消除点 400，并在空间中的该点处与壳体内噪声 302 相组合。其结果是，例如，以从噪声消除点 400 起传播到达右耳的输出声音的声压 P，来自噪声源 301 的、已经进入壳体部分 201 的声音被消除。

[0041] 在如图 1B 所示的噪声消除系统的模型示例中，在壳体内噪声 302 为 N 并且音频源的音频信号为 S 的假设之下，输出声音的声压 P 由下式 1 使用写在传递函数块中的传递函数 M、-β、E、A、D 和 H 来给出。

[0042] [式 1]

[0043] $$P = \frac{1}{1 + ADHM\beta} N + \frac{AHD}{1 + ADHM\beta} ES$$

[0044] 从上式 1 清楚可见，壳体内噪声 302(N) 用系数 1/(1+ADHMβ) 来削弱。但是，注意，为了使式 1 所示的系统稳定操作，而不会在要被减小的噪声 的频率范围内发生振荡，需要满足下式 2。

[0045] [式 2]

[0046] $$\left| \frac{1}{1 + ADHM\beta} \right| < 1$$

[0047] 一般而言，考虑这个事实，即，根据反馈系统的噪声消除系统中的传递函数的乘积的绝对值被表示为 1<<|ADHMβ|，并且在经典控制理论中的耐奎斯特 (Nyquist) 稳定判别（式 2）可以如下地进行解释。

[0048] 考虑这样一个系统，该系统用 -ADHMβ 来表示，并且是通过在图 1B 所示的噪声消

除系统中、在一个点处切断与壳体内噪声 302(N) 相关的环路部分而获得的。在此，这个系统将被称为“开环路”。例如，当在与麦克风和麦克风放大器相对应的传递函数块 101 和与 FB 滤波电路相对应的传递函数块 102 之间的点处切断以上的环路部分时，可以形成这个开环路。

[0049] 这个开环路例如具有由图 2 的波特图示出的特性。在该波特图中，横轴表示频率，而在纵轴上，在下半部分中示出了增益，并在上半部分中示出了相位。

[0050] 在这个开环路的情况下，为了使上式 2 基于耐奎斯特稳定判别而得以满足，则需要满足以下两个条件。

[0051] 条件 1 :当通过相位为 0deg.(0 度) 的点时，增益应当小于 0dB。

[0052] 条件 2 :当增益等于或大于 0dB 时，不应当通过相位为 0deg. 的点。

[0053] 当不满足这两个条件 1 和 2 时，环路陷入正反馈，从而导致发生振荡 (啸声 (howling))。在图 2 中，示出了与以上的条件 1 相对应的相位裕度 Pa 和 Pb 以及与以上的条件 2 相对应的增益裕度 Ga 和 Gb。如果这些裕度很小，则发生振荡的概率就会依据使用耳机设备 (该耳机设备应用了噪声消除系统) 的各个用户之间的各种差异、在如何佩戴耳机设备方面的不同等而增大。

[0054] 在图 2 中，例如，当通过相位为 0deg. 的点时，增益小于 0dB，从而得到增益裕度 (margin)Ga 和 Gb。相反，在当通过相位为 0deg. 的点时、增 益等于或大于 0dB 的情况下，导致不存在增益裕度 Ga 或 Gb，或者在当通过相位为 0deg. 的点时、增益小于 0dB 却接近 0dB 的情况下，导致很小的增益裕度 Ga 或 Gb，从而例如发生振荡或者增大了发生振荡的概率。

[0055] 类似地，在图 2 中，当增益等于或大于 0dB 时，没有通过相位为 0deg. 的点，从而得到相位裕度 Pa 和 Pb。相反，在当增益等于或大于 0dB 时、通过了相位为 0deg. 的点的情况下，或者在当增益等于或大于 0dB 时、相位接近 0deg. 的情况下，例如，发生振荡或者增大了发生振荡的概率。

[0056] 接下来，以下将描述这样一种情况，即，利用如图 1B 所示的、根据反馈系统的噪声消除系统的结构，通过耳机设备来再现和输出必要的声音，同时取消 (减小) 外部声音 (噪声)。

[0057] 这里，必要声音用音频源的音频信号 S(诸如曲调之类的内容) 来表示。

[0058] 注意，音频信号 S 并不限于音乐内容的音频信号或者其它相似内容的音频信号。在噪声消除系统被应用于助听器等的情况下，例如，音频信号 S 将是由设在壳体外部的麦克风 (与设在噪声消除系统中的麦克风 203 不同) 通过声音拾取来拾取必要的周围声音而获得的音频信号。在噪声消除系统被应用于所谓的手机的情况下，音频信号 S 将例如是由另一方通过诸如电话通信之类的通信而接收的话音的音频信号。简而言之，音频信号 S 可以对应于任何必须依据耳机设备等的应用来再现和输出的声音。

[0059] 首先，将焦点放在式 1 中的音频源的音频信号 S。假设与均衡器相对应的传递函数 E 被设置为具有用下式 3 表示的特性。

[0060] [式 3]

[0061] $E = (1+ADHM\beta)$

[0062] 当在频率轴上看时，以上的传递特性 E 是关于以上开环路的相反特性。将式 3 所给出的传递函数 E 代入式 1 将得到式 4，式 4 示出了在如图 1B 所示的噪声消除系统的模型

中的输出声音的声压 P。

[0063] [式 4]

[0064] $$P = \frac{1}{1 + ADHM\beta} N + ADHS$$

[0065] 关于式 4 中的项 ADHS 中的传递函数 A、D 和 H，传递函数 A 对应于功率放大器，传递函数 D 对应于驱动器 202，而传递函数 H 对应于从驱动器 202 到噪声消除点 400 之间的路径的空间传递函数。因此，如果将壳体部分 201 内部的麦克风 203 设置在耳朵近旁，则对于音频信号 S，获得了与由不具有噪声消除能力的普通耳机获得的特性等效的特性。

[0066] 接下来，以下将描述根据前馈系统的噪声消除系统。

[0067] 图 3A 示出了根据前馈系统的噪声消除系统的模型示例。与图 1A 一样，图 3A 仅示出了 R 通道一侧。

[0068] 在前馈系统中，麦克风 203 被设置在壳体部分 201 的外部，从而使得可以拾取来自噪声源 301 的声音。外部声音，即，来自噪声源 301 的声音被麦克风 203 拾取，从而获得音频信号，并且使这个音频信号经历适当的滤波处理，以生成消除用音频信号。然后，这个消除用音频信号与必要声音的音频信号相组合。即，该消除用音频信号与必要声音的音频信号相组合，从而卷入正反馈。

[0069] 然后，经由驱动器 202 来输出通过将消除用音频信号和必要声音的音频信号相组合而获得的音频信号，从而使得在噪声消除点 400 处获得并收听到这样的声音，该声音消除了来自噪声源 301 且已经进入壳体部分 201 的声音。

[0070] 图 3B 示出了根据前馈系统的噪声消除系统的基本模型结构示例。在图 3B 中，仅示出了与一个通道（R 通道）相对应的组件。

[0071] 首先，获得由设在壳体部分 201 的外部的麦克风 203 拾取的声音，作为已经通过与麦克风 203 和麦克风放大器相对应的、具有传递函数 M 的传递函数块 101 的音频信号。

[0072] 接下来，已经通过以上传递函数块 101 的音频信号通过与前馈 (FF) 滤波电路相对应的传递函数块 102（其传递函数为 $-\alpha$）而被输入到组合器 103。FF 滤波电路 102 是这样的滤波电路，该电路在其中设置了用于根据 由麦克风 203 通过声音拾取而获得的音频信号来生成上述消除用音频信号的特性。FF 滤波电路 102 的传递函数被表示为 $-\alpha$。

[0073] 音频源的音频信号 S 被直接输入到组合器 103。

[0074] 组合器 103 将以上两个音频信号相组合，然后功率放大器对得到的音频信号进行放大，并作为驱动信号将其输出到驱动器 202，从而使得相应的声音被从驱动器 202 输出。即，在这种情况下同样地，从组合器 103 输出的音频信号通过与功率放大器相对应的传递函数块 104（其传递函数为 A），并进一步地通过与驱动器 202 相对应的传递函数块 105（其传递函数为 D），从而使得相应的声音被发射到空间。

[0075] 然后，从驱动器 202 输出的声音通过与从驱动器 202 到噪声消除点 400 之间的空间路径（空间传递函数）相对应的传递函数块 106（其传递函数为 H）而到达噪声消除点 400，并在空间中的该点处与壳体内噪声 302 相组合。

[0076] 如传递函数块 110 所示，已经从噪声源 301 发出、进入到壳体部分 201 且已经到达噪声消除点 400 的声音被赋给与从噪声源 301 到噪声消除点 400 之间的路径相对应的传递函数（空间传递函数 F）。同时，外部声音，即来自噪声源 301 的声音被麦克风 203 拾取。如

传递函数块 111 所示，在到达麦克风 203 之前，从噪声源 301 发出的声音（噪声）被赋给与从噪声源 301 到麦克风 203 之间的路径相对应的传递函数（空间传递函数 G）。在与传递函数块传递函数块 102 相对应的 FF 滤波电路中，考虑到以上的空间传递函数 F 和 G，同样也设置了传递函数 $-\alpha$ 。

[0077] 因此，利用从噪声消除点 400 起传播到达右耳的输出声音的声音 P，消除了来自噪声源 301 且进入到壳体部分 201 的声音。

[0078] 在如图 3B 所示的、根据前馈系统的噪声消除系统的模型示例中，在从噪声源 301 发出的噪声为 N 且音频源的音频信号为 S 的假设之下，输出声音的声压 P 通过下式 5、使用写在传递函数块中的传递函数 M、$-\alpha$ 、G、F、A、D 和 H 来给出。

[0079] [式 5]

[0080] $P = -GADHM\alpha N+FN+ADHS$ 理想地，从噪声源 301 到噪声消除点 400 之间的路径的传递函数 F 用下式 6 来给出。

[0081] [式 6]

[0082] $F = GADHM\alpha$

[0083] 将式 6 代入到式 5，从而使得消除了在式 5 的右手侧的第一和第二项。其结果是，输出声音的声压 P 用下式 7 来表示。

[0084] [式 7]

[0085] $P = ADHS$

[0086] 这显示出，来自噪声源 301 的声音被消除，因此仅获得与音频源的音频信号相对应的声音。即，理论上，用户的右耳听到了噪声被消除了的声音。但是，事实上，很难构建这样的理想 FF 滤波电路以使得给出完全满足式 6 的传递函数。此外，在不同的个体之间，在耳朵形状和如何佩戴耳机设备方面的差异相对很大，并且已知的是，所述差异会改变噪声出现的位置和影响降噪 (noise reduction) 效果的麦克风的位置之间的关系，特别是对于中高频范围。因此，针对中高频范围经常会忽略积极的降噪处理，虽然，主要地会依据耳机设备的壳体结构等等来执行消极的声音隔离。

[0087] 注意，式 6 指的是通过包含传递函数 $-\alpha$ 的电子电路来模仿从噪声源 301 到耳朵之间的路径的传递函数。

[0088] 在如图 3A 所示的根据前馈系统的噪声消除系统中，麦克风 203 设在壳体的外部。因此，与图 1A 所示的根据反馈系统的噪声消除系统不同，可以根据用户耳朵的位置来将噪声消除点 400 任意地设置在壳体部分 201 的内部。但是，在通常情况下，传递函数 $-\alpha$ 是固定的，并且在设计阶段，传递函数 $-\alpha$ 是针对特定的目标特性来设计的。同时，耳朵大小等因人而异。因此，存在这样的可能性，即，不能获得足够的噪声消除效果，或者噪声分量不是被以相反相位来相加，从而导致诸如发生奇怪的声音之类的现象。

[0089] 如此，一般的理解是，在前馈系统的情况下，振荡发生的概率较小，使得具有高稳定性，但是却很难实现足够的噪声降低。另一方面，在反馈 系统的情况下，很大的噪声降低是在预料中的，同时应当当心系统稳定性。因此，反馈系统和前馈系统具有不同的特征。

[0090] 接下来，以下将描述根据本实施例的耳机设备中的噪声消除系统。

[0091] 当试图实际构建耳机设备中的噪声消除系统时，例如，用以实现期望的音响效果的最常规的方式是将来自所有方向的外部声音都视为噪声，并试图将它们全部消除。这是

因为将经由耳机设备来倾听的声音一般而言都是诸如曲调之类的内容的声音，并且对于收听所述内容的声音，消除来自外部的所有不想要的声音（无论它们来自哪个方向）是适当的。

[0092] 在反馈系统的前馈下，例如，通过简单地遵循图 1A 和 1B 的模型示例，就可以容易地构建这样的噪声消除系统。在前馈系统的情况下，根据图 3A 和 3B 的模型示例，同时采用全向麦克风作为单个麦克风 203 以使得可以拾取来自所有方向的环境声音（如果可能），则可以构建这样的噪声消除系统。以这种方式，可以获得试图消除来自所有方向的外部声音的噪声消除系统。例如，在已知的耳机设备中的噪声消除系统具有这样的结构。

[0093] 但是，如之前所提到过的，取决于耳机设备的使用环境等，可能有必要或者适当的是不消除从特定方向（位置）来到耳机设备的外部声音，而不是将来自所有方向的外部声音作为噪声来消除。

[0094] 如此，根据本实施例在耳机设备中使用的噪声消除系统被这样来配置以使得不消除来自特定方向（位置）的外部声音。以下将描述这点。

[0095] 不消除来自特定方向（位置）的外部声音的根据本实施例的噪声消除系统采用前馈系统。如从图 3A 清楚可见的，在前馈系统中，用于拾取将被消除的外部声音（来自噪声源）的麦克风 203 设在壳体部分 201 的外部。在本实施例中，如通过以下描述将了解到的，采用使用了所谓的麦克风阵列的波束形成 (beamforming) 技术来拾取来自噪声源的外部声音。因此，必须在不同的位置设置多个麦克风（即，麦克风阵列），用以拾取外部声音。因此，前馈系统适合用于这个噪声消除系统。

[0096] 这里，现在将描述使用麦克风阵列的波束形成技术。

[0097] 参考图 4，假设麦克风 203(203-1 到 203-n) 被以固定间隔来布置在 直线 FL 上，并且声音是从远离这个直线 FL 的特定位置处的声音源发出的。这里假设所有的麦克风 203(203-1 到 203-n) 在方向性、灵敏度等方面都具有相同特性。假设所有的麦克风 203(203-1 到 203-n) 都是全向的。

[0098] 在这种情况下，声音源与各个麦克风 203-1 到 203-n 之间的距离是不同的。例如，参考图 5，声音源与在位置 X0 处的麦克风 203 之间的距离和声音源与在位置 Xn 处的麦克风 203 之间的距离之差用 Δdn 来表示。根据这个差值，麦克风 203 在不同时刻拾取到来自声音源的相同声波。

[0099] 假设从声音源的位置到各个麦克风 203 之间的距离是已知的。于是，基于从声音源到麦克风 203 对之间的距离的差值，可以唯一地确定在各对麦克风 203 之间的、声音从声音源到达麦克风 203 所需要的时间上的差值。

[0100] 因此，如图 4 所示，提供了延时设备 151(151-1 到 151-n)，用于对由布置在直线 FL 上的麦克风 203(203-1 到 203-n) 通过拾取来自声音源的声音而获得的音频信号进行延时。在这些延时设备 151-1 到 151-n 中，设置了适当的延时时间，用于补偿来自声音源的声音到达麦克风 203 所必须的时间的差值。其结果是，使得由麦克风 203-1 到 203-n 通过声音拾取而获得的音频信号、关于与来自声音源的位置的声音相对应的信号分量在时间轴（相位）上相互一致。从这些延时设备 151-1 到 151n 输出的音频信号通过组合器 152 而被组合（相加）在一起。

[0101] 关于从组合器 152 输出的音频信号，与来自以上声音源的位置的声音相对应的信

号分量被加强，原因在于它是时间轴（相位）上相同的信号分量，并因此具有增大的幅度，同时与来自其它声音源的声音相对应的其余信号分量没有被加强，原因在于与那些声音相对应的信号分量在进入组合器 152 之前在时间轴（相位）上并不一致而是有变化。换而言之，关于来自组合器 152 的音频信号，仅仅与来自特定声音源的位置的声音相对应的分量被加强，而其余分量相对地被削弱。

[0102] 即，根据图 4 所示的结构，通过多个麦克风来拾取声音以获得音频信号，并且这些音频信号在延时根据特定声音源的位置来确定的适当延迟时 间之后被组合在一起。因此，得到的音频信号等同于通过高灵敏度地仅拾取来自特定声音源的位置的声音而将获得的音频信号。以上是使用麦克风阵列的波束形成的基本原理。

[0103] 参考图 5，假设多个麦克风 203 被以固定间隔来布置在直线 FL 上，并且在特定声音源的位置处发出的声音是以平面波的形式来传播的。然后，假设从参考麦克风位置 X0 到麦克风位置 Xn（麦克风位置 Xn 与参考麦克风位置 X0 相距特定距离）之间的距离为 Ln，则从声音源的位置到参考麦克风位置 X0 的距离和从声音源的位置到麦克风位置 Xn 的距离之间的差值 Δdn 用下式 8 来给出。

[0104] [式 8]

[0105] $\Delta dn = Ln \cdot \sin\theta$

[0106] 参考图 5，在式 8 中，θ 表示与直线 FL 相垂直的直线 VL 和来自声音源的声波的传播方向线路之间的角度。接下来，与以上的距离差值 Δdn 相关联地，声波到达麦克风位置 X0 所必须的时间和声波到达麦克风位置 Xn 所必须的时间之间的差值 Δtn 用下式 9、使用距离差值 Δdn 来给出，并假设声音速度被表示为 c。

[0107] [式 9]

[0108] $\Delta tn = \Delta dn/c$

[0109] 在如图 4 所示的延时设备 151-1 到 151-n 中，各个延时时间是基于以这种方式来获得的、用于到达所必须的时间的差值 Δtn 来设置的。通过将来自延时设备 151-1 到 151-n 的输出相组合而获得的来自组合器 152 的输出用下式 10 来给出。

[0110] [式 10]

[0111] $y(t) = \sum Xn(t-\Delta tn)$

[0112] 在如图 6 所示的模型的情况下，其中，声音源 Src 是一个点（即，点声音源），并且声波从这个声音源发出，则使用麦克风阵列的波束形成可 以描述如下。

[0113] 首先，假设参考麦克风位置 X0 和麦克风位置 Xn（麦克风位置 Xn 与参考麦克风距离 X0 相距特定距离）之间的距离为 Ln。在如图 6 所示的点声音源的情况下，从声音源 Src 到各个麦克风的距离可以被处理作为以声音源 Src 为中心且穿过麦克风的位置的圆的半径。因此，假设从声音源 Src 到在参考麦克风位置 X0 处的麦克风的距离为 r0，并且从声音源 Src 到在麦克风位置 Xn 处的麦克风的距离为 m，则从声音源的位置到麦克风位置 X0 的距离和从声音源的位置到麦克风位置 Xn 的距离之间的差值 Δdn 用下式 11 来给出。

[0114] [式 11]

[0115] $\Delta dn = rn-r0$

[0116] 声波到达麦克风位置 X0 所必须的时间和声波到达麦克风位置 Xn 所必须的时间之间的差值 Δtn 用式 9 来给出，不过在这种情况下，由式 11 获得的值 Δdn 被代入到式 9。于

是，通过将来自延时设备 151-1 到 151-n 的输出相组合而获得的来自组合器 152 的输出用式 10 来给出。

[0117] 上述图 4、5 和 6 采用了这样一种模型，其中，麦克风 203 被以固定间隔来布置在一条直线上。但是，只要布置麦克风 203 的位置是固定的且已知的，则从特定声音源的位置到各个麦克风的位置的距离就可以唯一地确定，因此，也可以确定在各对麦克风之间的距离差值 Δdn 和用于到达所必须的时间的差值 Δtn。因此，即使如图 7 所示，在例如将麦克风 203 布置在曲线 CL 上的模型下，在各对麦克风之间的距离差值 Δdn 和用于到达所必须的时间的差值 Δtn 也可以准确地确定，从而实现波束形成。

[0118] 进一步扩展上述见解，不仅仅在将麦克风布置在一条线上的二维配置中，而且在将麦克风布置在曲线等上的三维配置中，只要各个麦克风的位置是已知的，就可以准确地确定在各对麦克风之间的距离差值 Δdn 和用于到达所必须的时间的差值 Δtn，并因而可以实现波束形成。因此，当实际使用用于耳机设备中的噪声消除系统的麦克风阵列来实施波束形成时，可以构想到以例如如图 8 所示的方式来提供耳机设备 1 中的麦克风 203。可以在本实施例中使用如图 8 所示的耳机设备。

[0119] 如图 8 所示的耳机设备 1 是所谓的头上条带型 (overhead bandtype)，并且头带 (headband)2 的两端附接了右壳体部分 3R 和左壳体部分 3L。用户将头带 2 挂在他或她的头上，以使得在右壳体部分 3R 和左壳体部分 3L 内部的衬垫 (pad) 部分分别被作用于他或她的右耳和左耳。

[0120] 作为右麦克风阵列部分 4R，如图所示，例如，在右壳体部分 3R 的外部部分上设有预定数目的麦克风 203，以使得根据预定模式来布置麦克风 203。类似地，在左壳体部分 3L 上设有由以类似方式来布置的麦克风 203 组成的左麦克风阵列部分 4L。

[0121] 在如图 4 所示的模型中，延时设备 151-1 到 151-n 被提供用于各个麦克风 203-1 到 203-n，以实现波束形成。但是，这个模型是为了说明原理而设计的。实际上，例如，如图 9 所示的结构被采用。

[0122] 在图 9 中，提供了滤波电路 153-1 到 153-n，以取代图 4 所示的延时设备 151-1 到 151-n。这些滤波电路 153-1 到 153-n 分别具有用 G1(w) 到 Gn(w) 表示的传递特性。

[0123] 应当注意，上述波束形成技术具有方向特性，用于不仅标识方向而且还标识空间中的位置。换而言之，波束形成技术能够标识由方向元素和距离元素的组合来组成的方向特性。因此，例如，在存在位于相同方向却位于不同位置处的两个声音源的情况下，波束形成能够标识该两个声音源中的一个，并仅加强来自经标识的声音源的声音。

[0124] 例如，在如图 5、6 和 7 所示的二维麦克风阵列的情况下，需要最少两个麦克风以标识空间位置。在如图 8 所示的三维麦克风阵列的情况下，需要最少三个麦克风以标识空间位置。空间位置的标识精确度例如随着单位面积中的麦克风数目的增加而增大。

[0125] 接下来，现在将参考图 10 来描述根据本实施例的在耳机设备中的噪声消除系统的结构的具体示例。在本实施例中，使用上述麦克风阵列的波束形成被用于拾取不需要的声音分量。在图 10 中，在图 3B 中具有对应部分的部件被赋给与图 3B 中的对应部分相同的标号，并且这里将省略对它们的描述。与图 3B 一样，图 10 所示的部件对应于两个 (L 和 R 立体声) 通道之一。

[0126] 如之前所提及的，根据本实施例的噪声消除系统是基于用于拾取不需要的声音分

量的麦克风是设在壳体部分的外部的前馈系统的。例如，如对图 10 和图 3B 进行比较而清楚可见的，在与传递函数块 102 相对应的 FF 滤波电路和随后的级中，如图 10 所示的根据本实施例的噪声消除系统具有与图 3B 相同的结构。

[0127] 如图 10 所示，在本实施例中，提供了预定数目（多于 1）的麦克风 203-1 到 203-n，用以拾取视为噪声的不需要的声音分量。注意，这些麦克风 203-1 到 203-n 例如形成了上述的麦克风阵列部分 4(4R 或 4L)（参考图 8）。这些麦克风 203-1 到 203-n 具有相同的特性。这里假设麦克风 203-1 到 203-n 是全向的。

[0128] 由麦克风 203-1 到 203-n 通过声音拾取而获得的信号被具有相同特性的各个麦克风放大器放大，并且得到的音频信号被输出。换而言之，外部声音被捕获作为 n 个音频信号，从而通过麦克风 203-1 到 203-n 和传递函数块 101-1 到 101-n，传递函数块 101-1 到 101-n 具有传递函数 M 并且其数目对应于与麦克风相对应的麦克风放大器。这样获得的 n 个音频信号被输入到波束形成处理部分 120。

[0129] 在这个情况下，波束形成处理部分 120 包括消除滤波部分 130、加强滤波部分 140 和组合器 121。组合器 121 对从这些滤波部分输出的音频信号执行加法或减法。

[0130] 消除滤波部分 130 包括滤波电路 131-1 到 131-n 和组合器 132。从传递函数块 101-1 到 101-n 输出的音频信号分别被输入到滤波电路 131-1 到 131-n。组合器 132 将来自滤波电路 131-1 到 131-n 的输出组合（相加）起来。

[0131] 滤波电路 131-1 到 131-n 在其中分别设置了表示为 Q1 到 Qn 的滤波特性。滤波电路 131-1 到 131-n 具有与如图 9 所示的滤波电路 153-1 到 153-n 相等效的功能。即，在已经通过滤波电路 131-1 到 131-n 的音频信号中，与来自空间中的特定位置（该位置是基于关于麦克风阵列部分 4 的特定方向和距离来确定的）且将被消除的声音相对应的信号分量已经被使得在时间轴（相位）上相互一致。上述滤波特性 Q1 到 Qn 被这样来设置以使得实现这种结果。然后，作为由组合器 132 执行的对来自滤波电路 131-1 到 131-n 的输出的组合（相加）的结果，获得了这样的音频信号，在该音频信号中，仅加强与来自上述空间位置且将被消除的声音相对应的信号分量，与图 9 中的来自组合器 152 的输出的情况相同。

[0132] 加强滤波部分 140 包括滤波电路 141-1 到 141-n 和组合器 142。从传递函数块 101-1 到 101-n 输出的音频信号分别被输入到滤波电路 141-1 到 141-n。组合器 142 将来自这些滤波电路的输出组合（相加）起来。

[0133] 这些滤波电路 141-1 到 141-n 在其中分别设置了预定的滤波特性 R1 到 Rn，因此，在从滤波电路 141-1 到 141-n 输出的音频信号中，与来自空间中的特定位置的声音相对应的信号分量被使得在时间轴上相互一致。这些音频信号被组合器 142 组合（相加）起来的结果是，获得了这样的音频信号，在该音频信号中，仅加强与来自上述空间中的特定位置的声音相对应的信号分量。但是，注意，这个空间中的特定位置并不与将要消除的声音的声音源相对应，而与应当着重收听的声音的声音源相对应。

[0134] 然后，在波束形成处理部分 120 中，组合器 121 将从消除滤波部分 130 中的组合器 132 输出的音频信号和从加强滤波部分 140 中的组合器 142 输出的音频信号组合起来，以使得前一个音频信号被相加，而后一个音频信号被相减，并且得到的音频信号被输入到后一级中与传递函数块 102 相对应的 FF 滤波电路。

[0135] 在这个情况下的 FF 滤波电路中，通过特性（传递函数 - α）被设置成使得与所输

入的音频信号相对应的侵入声音（即，从外部侵入的声音）会在噪声消除点 400 处被消除。因此，在噪声消除点 400 处，与从消除滤波部分 130 输出的音频信号相对应的侵入声音首先被消除。相反，与从加强滤波部分 140 输出的音频信号相对应的侵入声音在噪声消除点 400 处被与再现声音相组合（相加），因此，增大了其声压，从而得到加强后的声音。

[0136] 以上述方式，如图 10 所示的本实施例的结构使得得到了这样一种噪声消除系统，其中，来自设置用于消除滤波部分 130 的波束形成位置的声音被消除，而来自设置用于加强滤波部分 140 的波束形成位置的声音被着重 收听。

[0137] 如之前提及过的，本实施例旨在“防止从特定声音源的位置（方向）到达耳机设备的外部声音被消除”。因此，在如图 10 所示的波束形成处理部分 120 中的加强滤波部分 140 对于本实施例而言并不是必不可少的。即使波束形成处理部分 120 仅包括消除滤波部分 130，也可以实现以上目的。

[0138] 但是，在如图 10 所示、波束形成处理部分 120 额外包括加强滤波部分 140 的情况下，必须收听的（即，不应当被消除的）外部声音变得更加容易听见，并且可以以非常大的精确度来设置（精确定位）必须收听的外部声音的声音源的位置。

[0139] 接下来，现在将描述根据另一个实施例的示例结构，该结构是对图 10 所示的结构的改进。

[0140] 例如，在如图 10 所示的上述实施例中，如在波束形成处理部分 120 中设定的将被消除的声音的声音源的位置和将被加强的声音的声音源的位置，即，滤波电路 131-1 到 131-n 和滤波电路 141-1 到 141-n 的滤波特性可以视为是固定的。但是，可以构想到，例如可以通过用户操作或者根据环境声音的情况来可变地设置将被消除的声音的声音源的位置和将被加强的声音的声音源的位置。以下描述的另一个实施例具有用于实现这个目的的结构。

[0141] 图 11 示出了根据该另一个实施例的实例结构。注意，在图 11 中，在图 10 中具有对应部分的部件被赋给与图 10 中的对应部分相同的标号，并且这里将省略对它们的描述。此外，注意，在图 11 中，波束形成处理部分 120 被表示成单个块，但是，波束形成处理部分 120 却具有与图 10 中的波束形成处理部分 120 相似的内部结构。

[0142] 在图 11 中示出了系统控制部分 161。在这种情况下的系统控制部分 161 输出滤波控制信号 Scnt，用以改变或者设置波束形成处理部分 120 中的滤波电路 131-1 到 131-n 和滤波电路 141-1 到 141-n 的滤波特性（对应于传递函数 Q1 到 Qn 和 R1 到 Rn）。参考保持在系统控制部分 161 中的滤波特性设置模式表格 161a，以确定在各个滤波电路中设置什么滤波特性。

[0143] 在这种情况下，例如在耳机设备 1 的设备体上的预定位置处设置操作部分 162。操作部分 162 包括这样的操作单元和电路部分，该操作单元用于同时或者独立地改变将被消除的外部声音的声音源的方向和将被加强的外部声音的声音源的方向，而该电路部分用于生成与在所述操作单元上执行的操作相对应的操作信息信号，并将所生成的操作信号输出到系统控制部分 161。

[0144] 以耳机设备 1 的设备体上的预定位置为基底的方向检测部分 163 例如使用诸如旋转罗盘之类的传感器来检测耳机设备 1 所面向的至少一个方向（方位、梯度等），并将表示所检测到的方向的检测信号输出到系统控制部分 161。

[0145] 根据这个结构，通过操作操作部分 162，用户可以可变地设置将被消除的外部声音的声音源的位置和 / 或将被加强的外部声音的声音源的位置。

[0146] 当用户已经对操作部分 162 进行操作时，操作信息信号被输入到系统控制部分 161，并且响应于该信号，系统控制部分 161 从滤波特性设置模式表格中读取表示用于设置由所输入的操作信息信号指定的声音源的位置的滤波特性设置模式的数据，并基于该数据来输出滤波控制信号 Scnt。响应于该滤波控制信号 Scnt，波束形成处理部分 120 可变地设置内部滤波电路的滤波特性。其结果是，实际上根据用户操作来改变将该消除的外部声音的声音源的位置和 / 或将被加强的外部声音的声音源的位置。

[0147] 基于从方向检测部分 163 输出的检测信号，在预先指定的方向上且具有预先指定的倾斜（梯度）角度的声音源的位置被标识，以用于消除和 / 或加强外部声音，而无论佩戴耳机设备 1 的用户例如如何改变他或她的头部的方位。

[0148] 为了这个目的，系统控制部分 161 基于从方向检测部分 163 输入的检测信号来识别出耳机设备 1 的当前方位和当前倾斜（梯度）角度，并计算所识别的方位和倾斜角度与所指定的方位和倾斜角度直接的差值。然后，基于计算得到的差值来调整将被消除的声音的声音源的位置和 / 或将被加强的声音的声音源的位置。

[0149] 根据图 11 所示的结构，通过执行如图 12 的流程图所示的过程，系统 控制部分 161 能够适应性地至少改变将被消除的声音的声音源的位置。

[0150] 在图 12 的过程中，首先，控制过程在耳机设备 1 的电源被打开之前一直等待，并且当耳机设备 1 的电源被打开之后，控制过程前进到步骤 S102 的过程，并稍后用于设置将被消除的声音的声音源的位置。

[0151] 在步骤 S102 中，将 1 赋给与滤波特性设置模式表格中的模式号相对应的变量 n，以用于初始化。

[0152] 在步骤 S103 中，读取与存储在滤波特性设置模式表格中的当前模式号 n 相对应的滤波特性设置模式，并且将与所读取的设置模式相对应的滤波控制信号 Scnt 输出到波束形成处理部分 120。

[0153] 根据这样输出的滤波控制信号 Scnt，波束形成处理部分 120 可变地设置在消除滤波部分 130 内的滤波电路 131-1 到 131-n（或者在加强滤波部分 140 内的滤波电路 141-1 到 141-n）中的滤波特性。其结果是，作为来自消除滤波部分 130 中的组合器 132 的输出，获得了这样的声音的音频信号，该声音经历了针对与所设置的滤波特性相对应的某特定声音源的位置的波束形成。

[0154] 然后，在步骤 S104 中，输入这样获得的来自组合器 132 的输出，并且检测其电平。在步骤 S105 中，保持检测得到的电平的值。

[0155] 在步骤 S105 的处理之后，在步骤 S106 中，判断当前的变量 n 是否为最大值。如果判定当前变量 n 并不是最大值，则在步骤 S107 中将变量 n 递增 1，并重复步骤 S103 到 S106 的处理。

[0156] 这里，在滤波特性设置模式表格中，存储了表示下述模式的数据，该模式各自关于用于标识分立的声音源的位置的滤波电路特性，以使得各个模式号与分立的声音源相对应。因此，针对各个模式号而重复步骤 S103 到 S105 的处理的结果是，来自根据模式号来设置的声音源位置的声音的电平被保持作为所检测到的电平的值。然后，在针对所有预定模

式号来执行步骤 S103 到 S105 的处理之后，步骤 S106 中的判断变为肯定，并且控制过程前进到步骤 S108。

[0157] 在步骤 S108 中，与所检测到的电平的最大值相对应的模式号被识别。在与具有最大检测电平值的模式号相对应的滤波特性所标识的声音源 的位置处发出的声音是耳机设备 1 的周围环境中最大的。即，在将在耳机设备 1 的周围发出的声音视为噪声的情况下，最大噪声是在与具有最大检测电平值的模式号相对应的特定位置处发出的。

[0158] 然后，在步骤 S109 中，基于与步骤 S108 中识别得到的模式号相关联地存储在滤波特性设置模式表格中的滤波特性设置模式来输出滤波控制信号 Scnt。其结果是，在波束形成处理部分 120 中的消除滤波部分 130 变得具有针对获得最大检测电平值的声音源（即，最大噪声的声音源）的位置的方向特性，因此将选择性地消除来自这个声音源的位置的声音。

[0159] 简而言之，在如图 12 所示的过程中，以预定分辨率来逐一标识围绕在耳机设备 1 周围的声音源的位置，检测到从各个声音源发出的声音（噪声）的电平，并标识具有最大噪声电平的声音源的位置，因而将选择性地消除来自这个声音源的位置的声音。此外，由于对将被消除的声音的声音源的位置的选择是在耳机设备 1 的电源已经被打开的时候执行的，所以当用户开始使用该耳机设备时就可以自动地获得适当的噪声消除效果。但是，注意，也可以在除了耳机设备 1 的电源被打开的时候之外的其它时间来执行对将被消除的声音的声音源的位置的选择。例如，可以根据用户操作来开始这个选择。

[0160] 在这种情况下，存在一些可想到的下述方式，即，根据在步骤 S109 中、对消除滤波部分 130 中的声音源的位置的设置来设置在加强滤波部分 140 中的声音源的位置的方式。例如，可想到在加强滤波部分 140 中设置正好与在消除滤波部分 130 中设置的声音源的位置的方向相反的声音源的位置。

[0161] 为了使系统控制部分 161 执行图 12 所示的过程，系统控制部分 161 可以设有微计算机，并且在该微计算机中的 CPU 可以执行与图 12 的过程相对应的程序。这种程序可以存储在上述微计算机内的 ROM 等中。可替代地，该程序可以存储在外部存储介质等中，以使得可以按需来安装或更新所述程序。

[0162] 可替代地，系统控制部分 161 可以在其中提供一种硬件结构，用于执行图 12 所示的过程。

[0163] 在上述实施例的结构中，通过麦克风阵列来实现波束形成。波束形成旨在获得由具有特定方向特性的麦克风拾取的声音的音频信号。在不使用利用麦克风阵列的技术的情况下也可以获得这种音频信号。以下，将提出不使用利用麦克风阵列的技术的其它实施例。

[0164] 日本专利早期公布 No. 平 5-316587、日本专利早期公布 No. 平 6-75591 等的当前受让人已经提出在其中使用两个麦克风来实现特定的声音拾取方向性的声音输入设备和麦克风设备的结构。在以下实施例中采用了这种结构。

[0165] 即，参考图 13，取代图 10 所示的麦克风阵列部分 4，而提供了麦克风 203-A 和 203-B。麦克风 203-A 和 203-B 例如设在壳体部分 201 的外部。麦克风 203-A 和 203-B 的相对位置、方向性等可以遵循在上述日本专利早期公布 No. 平 5-316587 和日本专利早期公布 No. 平 6-75591 中的描述。由麦克风 203-A 和 203-B 通过声音拾取而获得的音频信号被输入到麦克风信号处理部分 120A。麦克风信号处理部分 120A 具有与在上述日本专利早期公

布 No. 平 5-316587 和日本专利早期公布 No. 平 6-75591 中描述的用于从麦克风接收信号并获得输出声音信号的电路结构相等效的结构。然后，从麦克风信号处理部分 120A 输出的音频信号被输入到 FF 滤波电路。在与 FF 滤波电路相对应的传递函数块 102 和随后级中，图 13 与图 10 完全相同。

[0166] 根据上述结构，与设定的方向性相对应的声音被选择性地消除，同时来自低灵敏度方向的声音不被消除，从而相对地得到加强。

[0167] 在与图 13 的结构相关联的另一个实施例中，针对每一个通道来提供一个麦克风，从而可以设置不应当被消除的声音的声音源的位置的方向。

[0168] 在这个实施例中，具有某个特定方向的方向性的麦克风被附于耳机设备 1 的壳体部分 201 的外部。关于方向性，麦克风可以是单向的或者是双向的。当将各个麦克风附于壳体部分 201 的外部时，根据将被消除的声音的声音源的位置的方向来导引麦克风的方向性。然后，由麦克风通过声音拾取来获得并经麦克风放大器放大的音频信号被输入到 FF 滤波电路 102 以及图 10 等中的随后部件中。其结果是，来自麦克风方向性所导引至的 方向的声音被消除，同时来自其它方向的声音不被消除。

[0169] 在以上描述中已经假设如图 10、11、13 等所示的噪声消除系统的部件都设在耳机设备 1 的一部分上。但是，除了用于拾取包括不需要的声音（噪声）在内的声音的麦克风 203 和驱动器 202 之外的至少一个组件可以设在与耳机设备 1 相分离的设备上，而不会与本发明的思想相矛盾。这种噪声消除耳机系统的示例包括由耳机设备和外部适配设备组成的系统，其中，外部适配设备包括除麦克风 203 和驱动器 202 之外的至少一个组件，例如，麦克风放大器、FB 滤波电路、FF 滤波电路、功率放大器等。

[0170] 在噪声消除系统在具有对内容的音频信号进行再现的功能的设备（例如，将通过再现音频内容而获得的音频信号（与音频源的音频信号 S 相对应）输出到耳机端子的便携式音频播放器，电话设备，或者网络音频通信设备）上实现的情况下，可以在该设备的一部分上提供除麦克风 203 和驱动器 202 之外的至少一个组件。

[0171] 在根据上述实施例的噪声消除系统中，假设将输入音频源的音频信号 S。但是，对于本发明来说，这种音频源的音频信号的输入并不是必要的。例如，在一个实施例中，噪声消除系统仅具有减小来自特定方向或特定声音源的位置的噪声的功能，而不接受这种音频信号的输入。可以有效地使用这种噪声消除系统，例如，在环境声音的音量非常大的环境中，用于允许倾听前方一个人的声音并使得消除其它环境声音。

[0172] 当根据上述实施例来实际构建噪声消除系统中的电路时，可以使用模拟或者数字电路。此外，可以组合使用模拟和数字电路两者，以构建噪声消除系统中的电路。

[0173] 本领域技术人员应当了解，在所附权利要求或其等同物的范围内，根据设计要求和其它因素可以进行各种修改、组合、子组合和变更。

[0174] 相关申请的交叉引用

[0175] 本发明包含与 2007 年 2 月 5 日向日本专利局提交的日本专利申请 JP2007-025918 相关的主题，该申请的全部内容通过引用而结合于此。

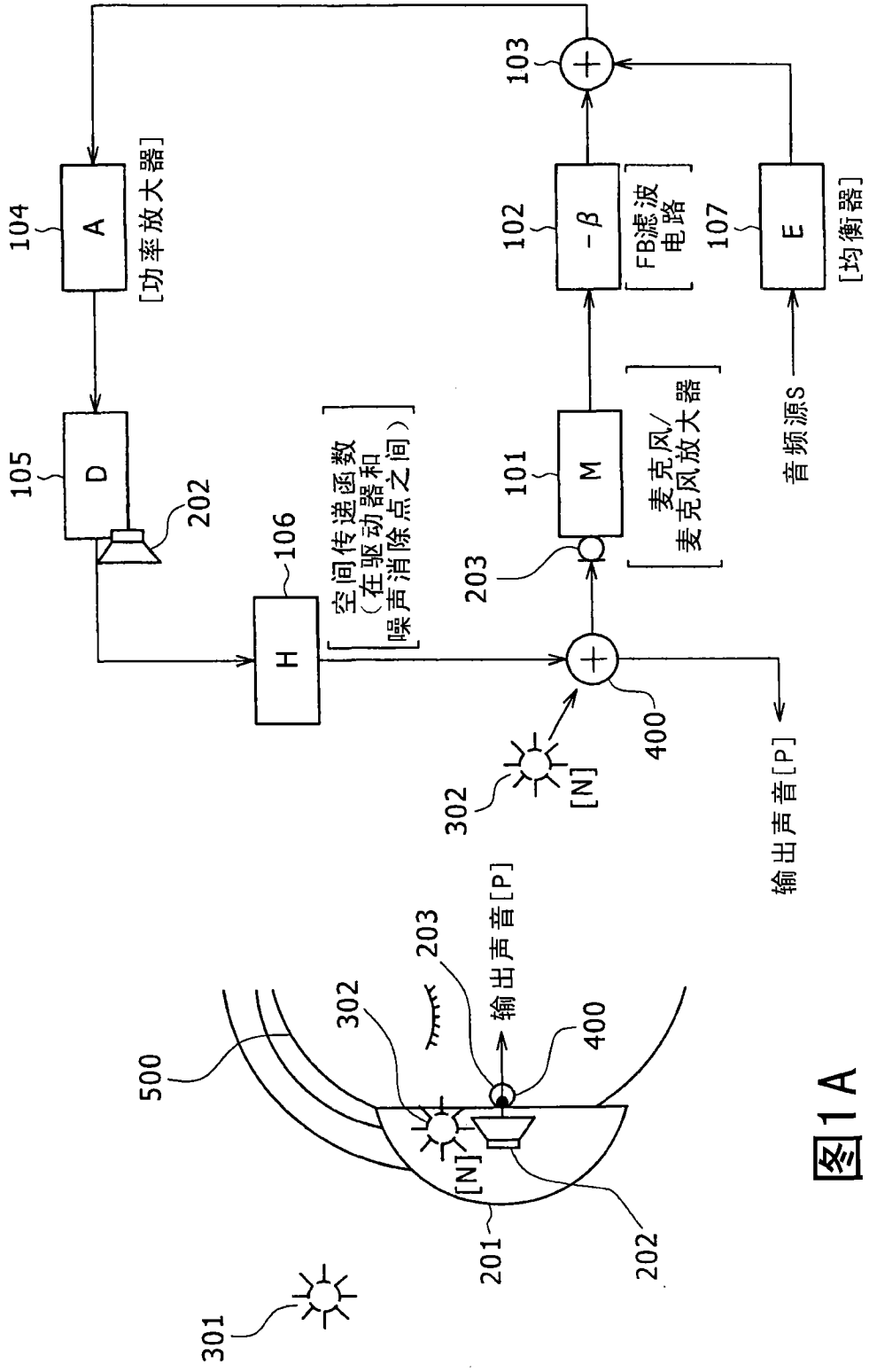

104
A
[功率放大器]
105
D
202
106
H
[空间传递函数
(在驱动器和
噪声消除点之间)]
103
102
-β
FB滤波
电路
107
E
[均衡器]
101
M
麦克风/
麦克风放大器
203
音频源S
302
[N]
400
输出声音[P]
500
301
201

图1B

图1A

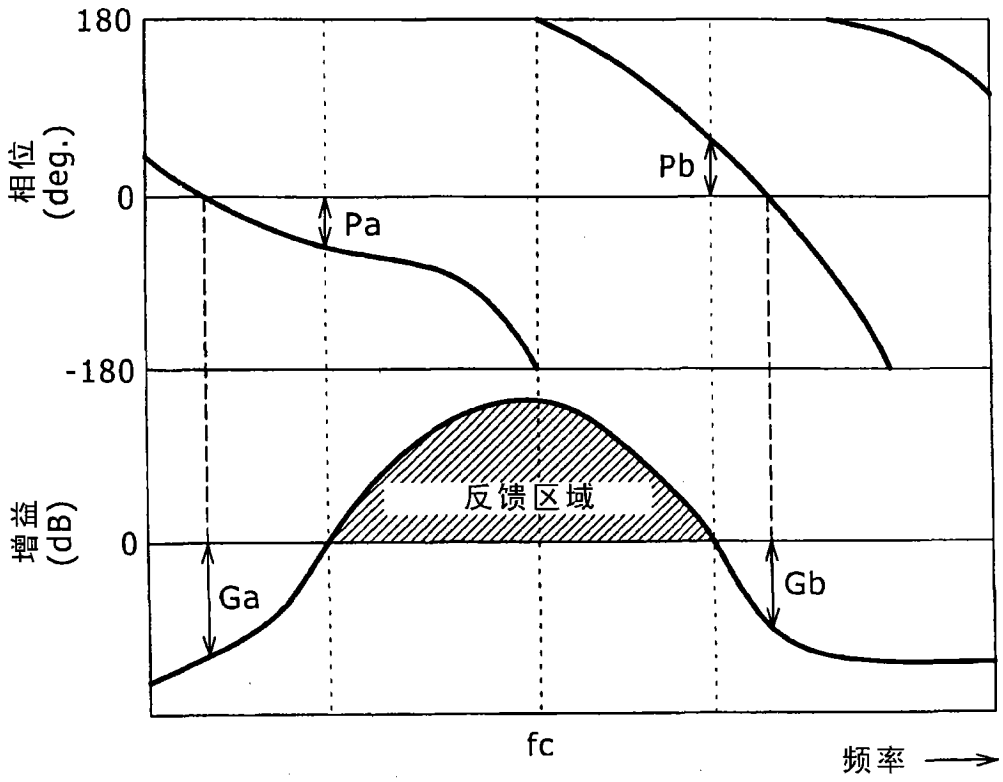


图2

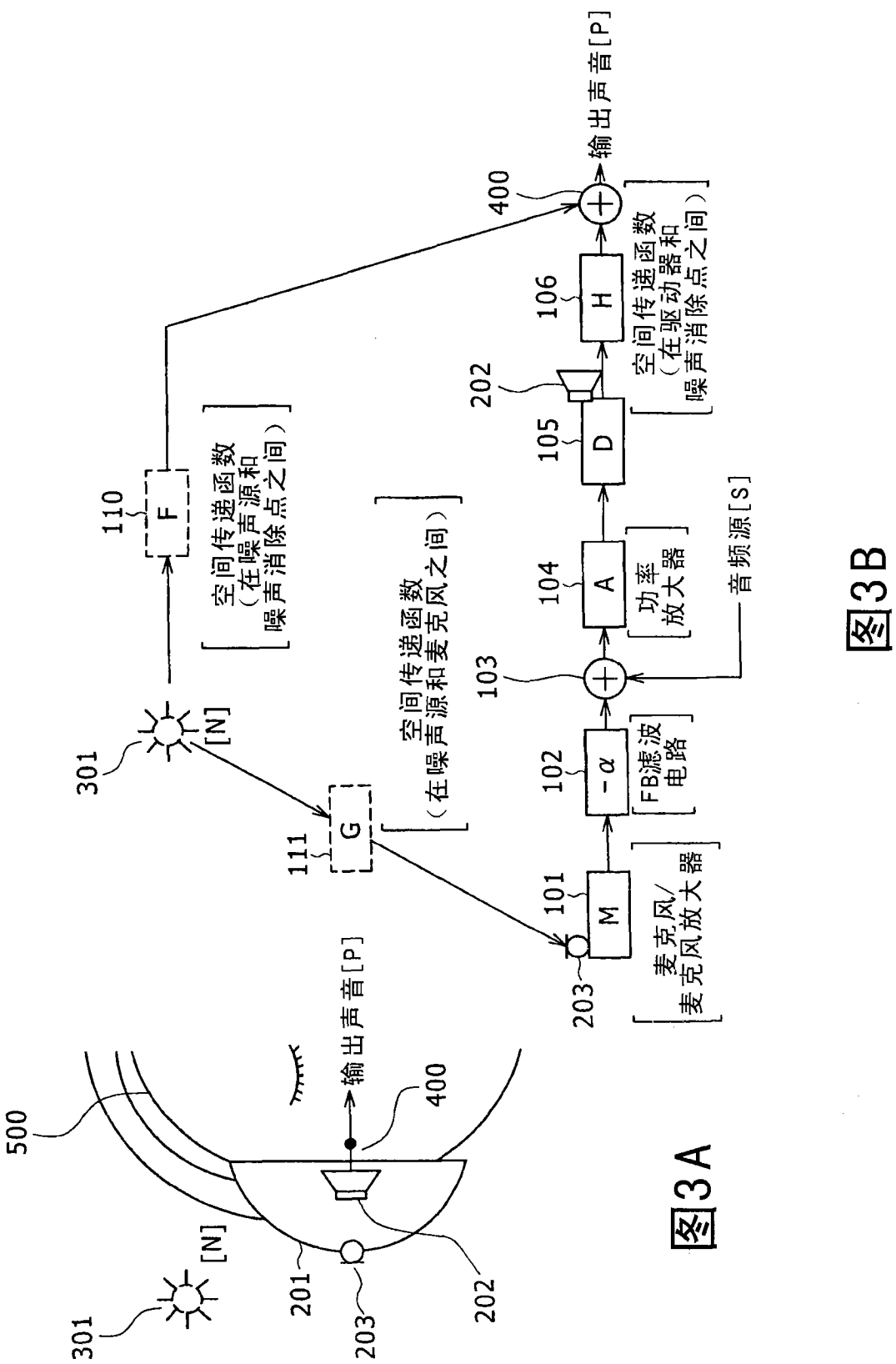

输出声音[P]
400
106
H
空间传递函数
（在驱动器和
噪声消除点之间）
202
105
D
104
A
功率
放大器
音频源[S]
103
102
-α
FB滤波
电路
101
M
麦克风/
麦克风放大器
203
111
G
空间传递函数
（在噪声源和麦克风之间）
301
[N]
110
F
空间传递函数
（在噪声源和
噪声消除点之间）
输出声音[P]
400
500
[N]
301
201
203
202

图3B

图3A

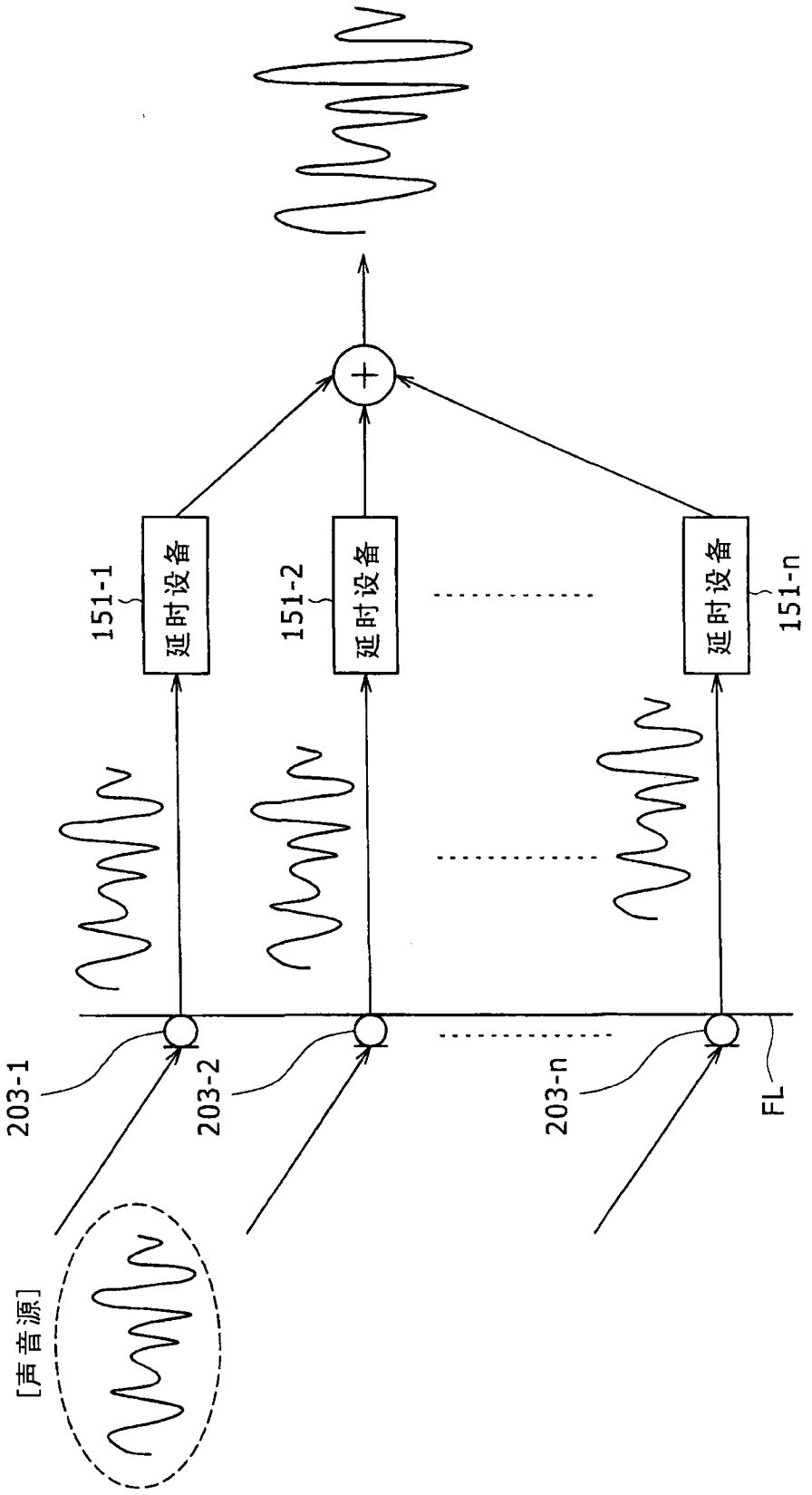


图4

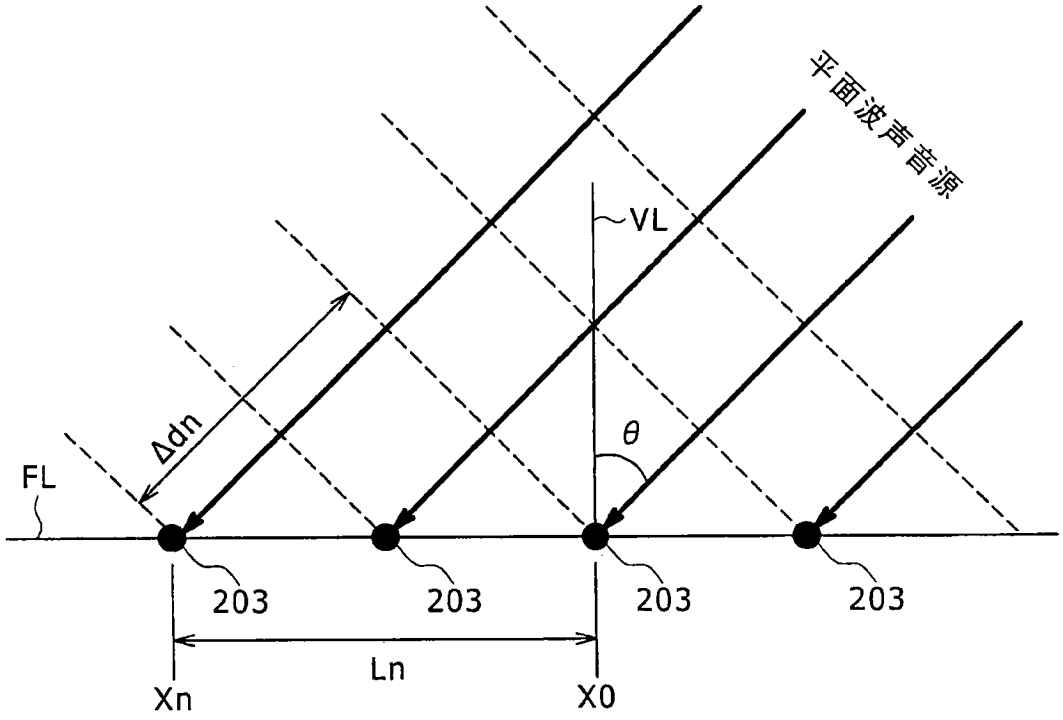

平面波声音源
VL
Δdn
θ
FL
203
203
203
203
Ln
Xn
X0

图5

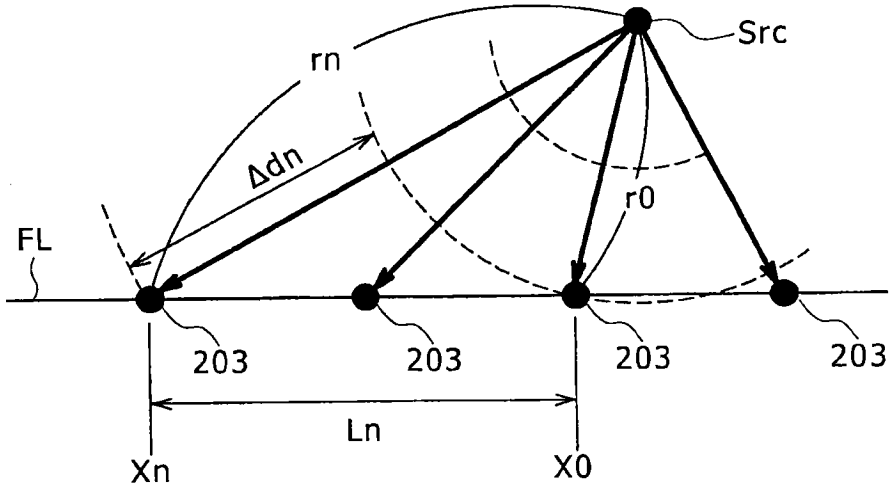

Src
rn
Δdn
r0
FL
203
203
203
203
Ln
Xn
X0

图6

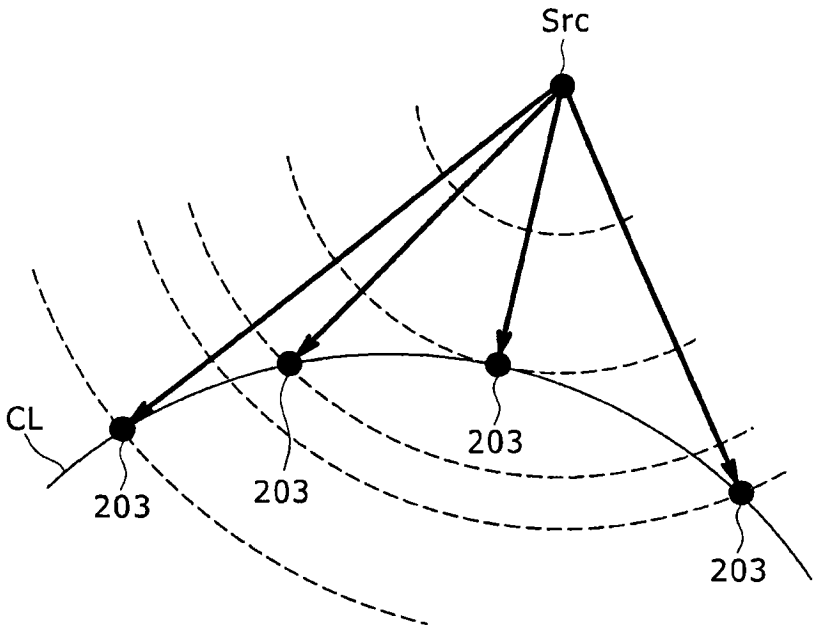


图7

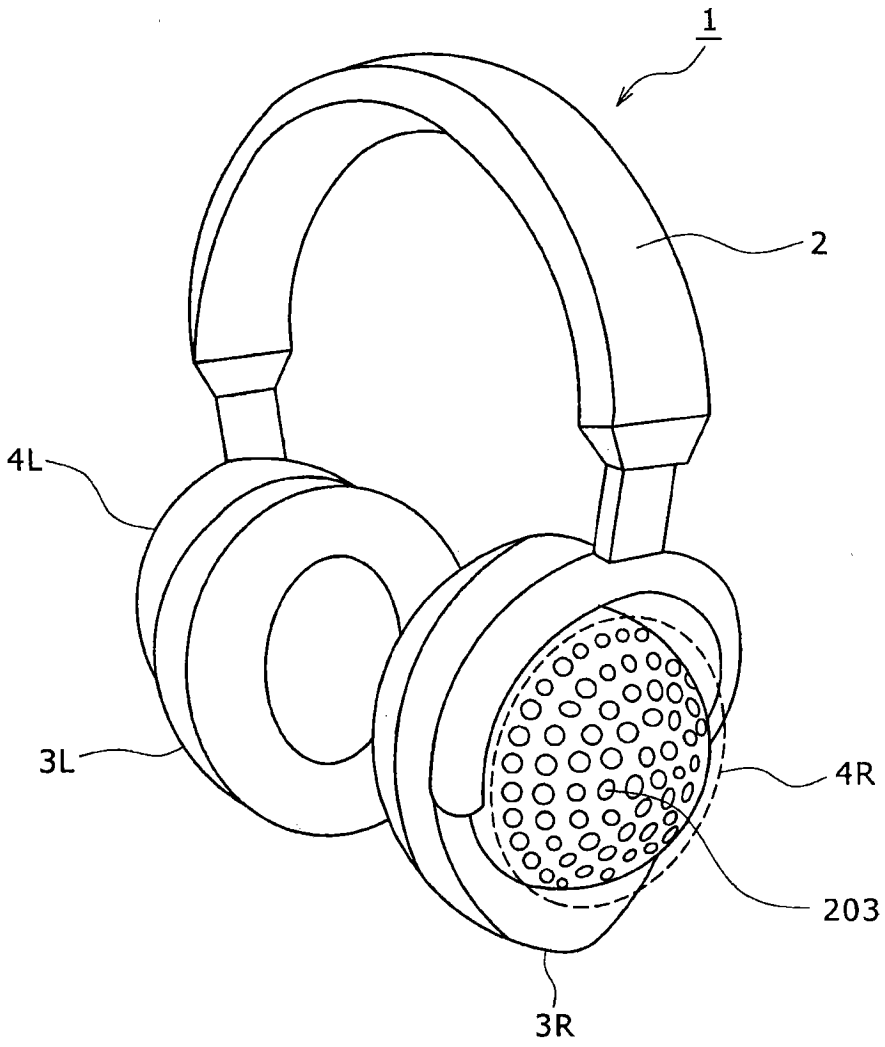


图8

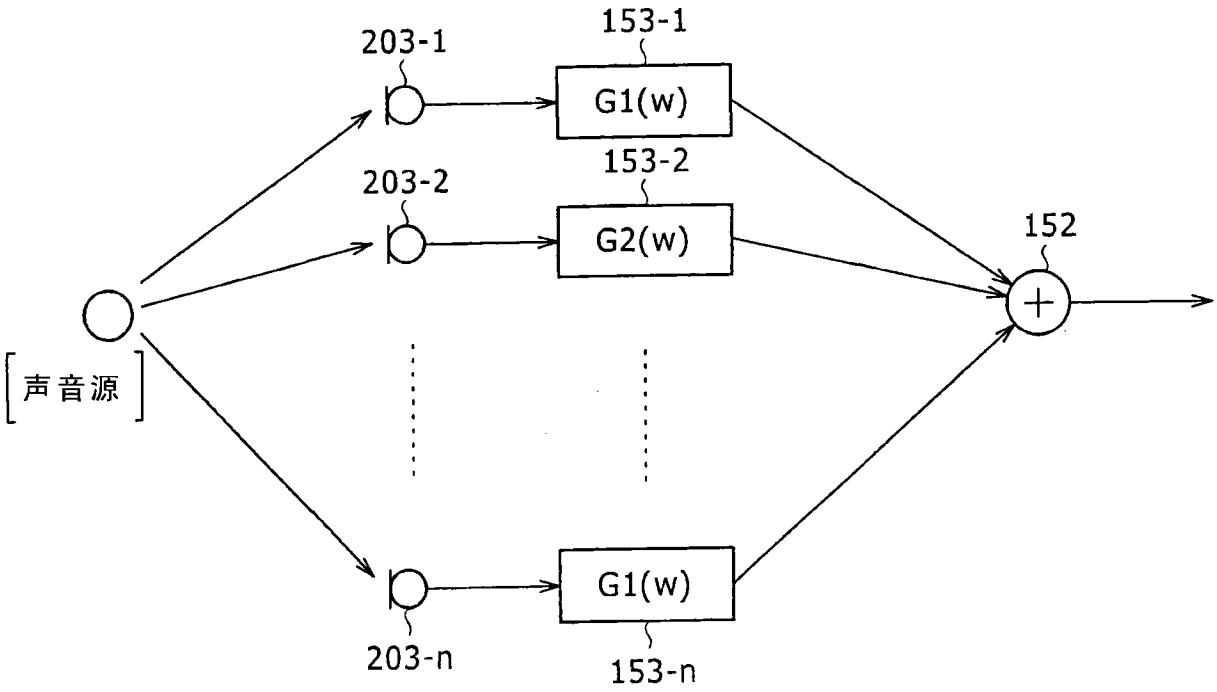


图9

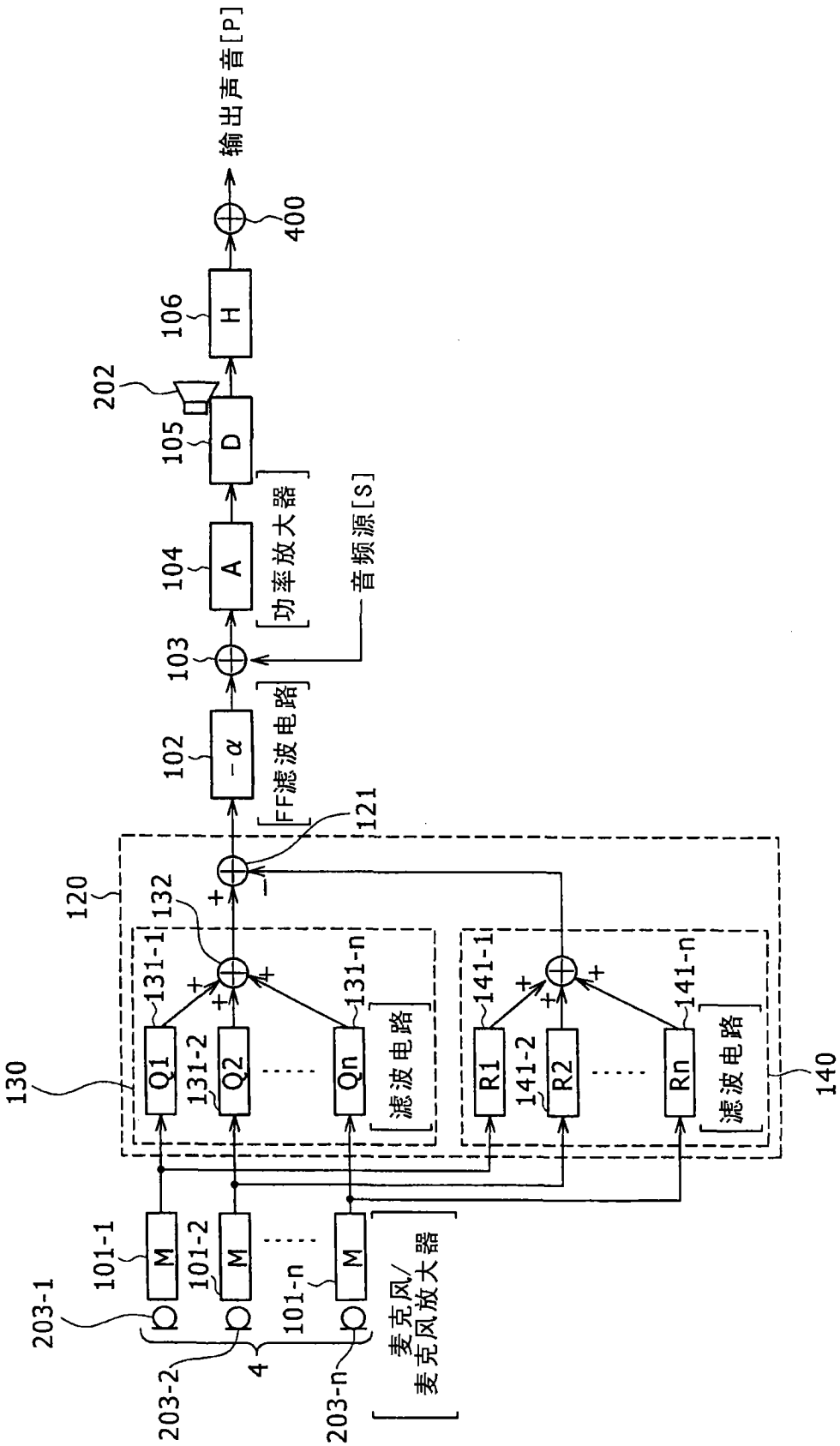

输出声音[P]
400
106
H
202
105
D
104
A
功率放大器
音频源[S]
103
102
-α
FF滤波电路
121
120
132
131-1
131-2
131-n
Q1
Q2
Qn
滤波电路
130
141-1
141-2
141-n
R1
R2
Rn
滤波电路
140
101-1
101-2
101-n
M
203-1
203-2
203-n
4
麦克风/
麦克风放大器

图10

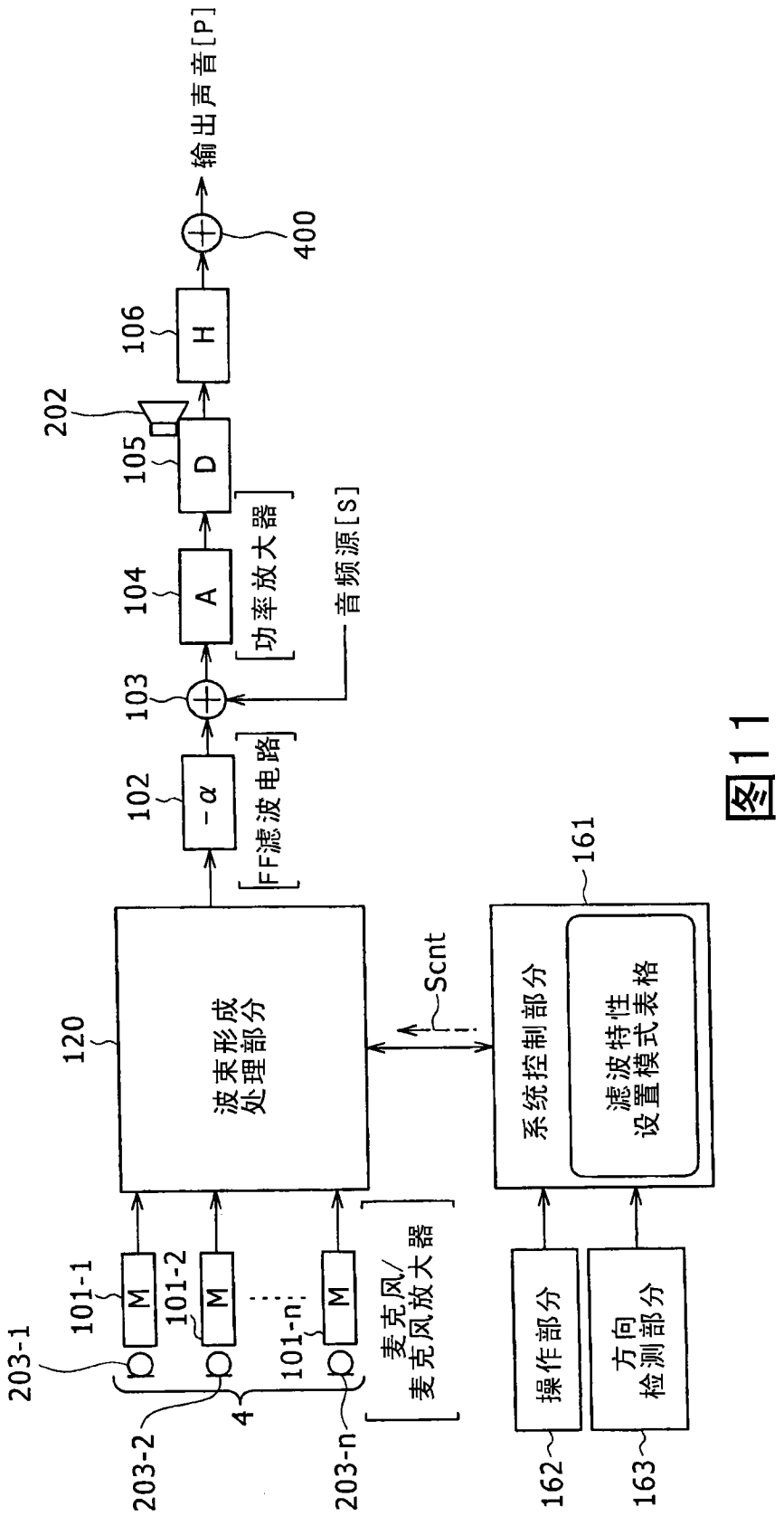

输出声音[P]
400
106
H
202
105
D
104
A
功率放大器
音频源[S]
103
102
-α
FF滤波电路
120
波束形成
处理部分
Scnt
161
系统控制部分
滤波特性
设置模式表格
101-1
101-2
101-n
M
203-1
203-2
203-n
4
麦克风/
麦克风放大器
操作部分
方向
检测部分
162
163

图11

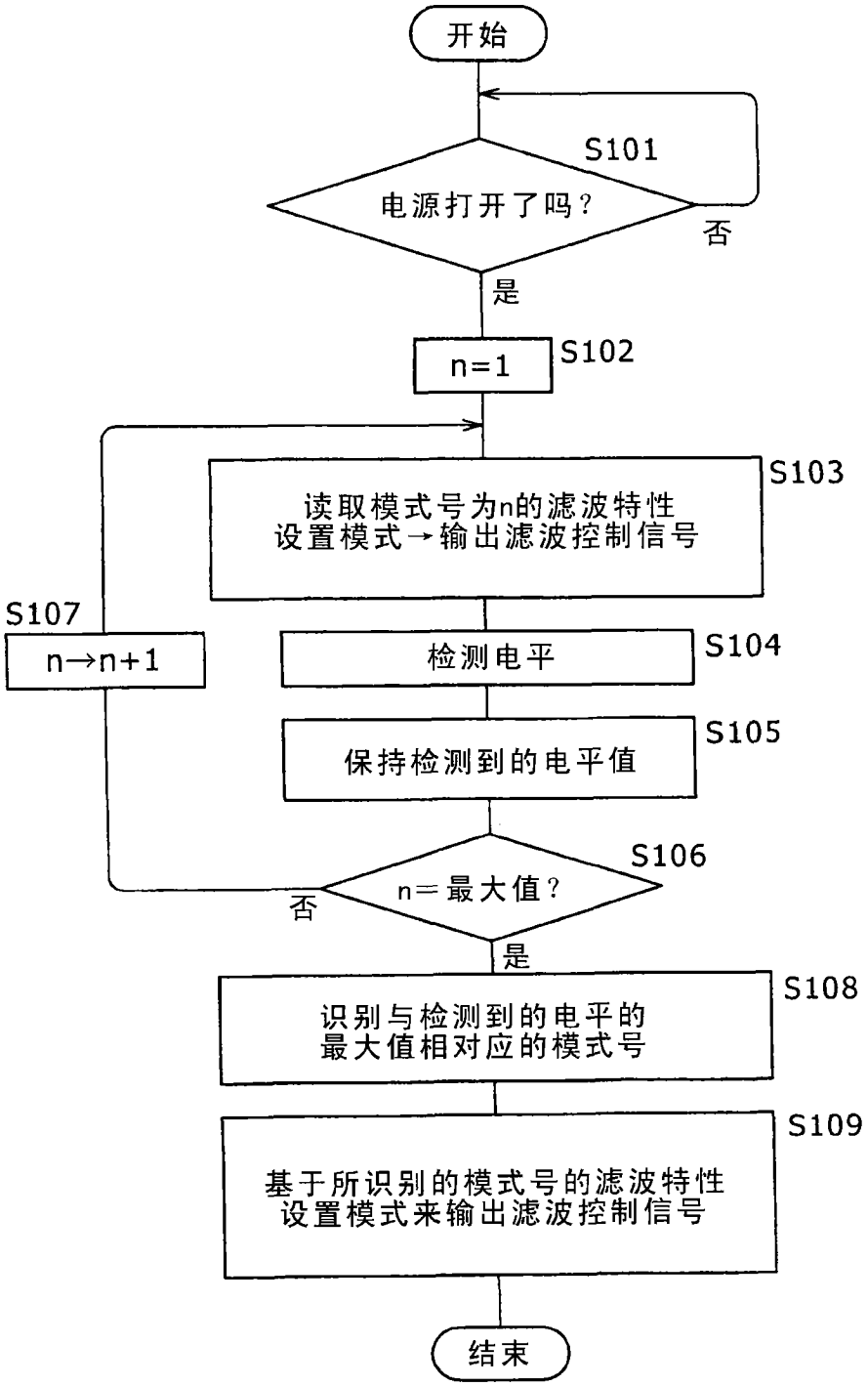

开始
S101
电源打开了吗？
否
是
n=1
S102
读取模式号为n的滤波特性
设置模式→输出滤波控制信号
S103
S107
n→n+1
检测电平
S104
保持检测到的电平值
S105
S106
n＝最大值？
否
是
识别与检测到的电平的
最大值相对应的模式号
S108
基于所识别的模式号的滤波特性
设置模式来输出滤波控制信号
S109
结束

图12

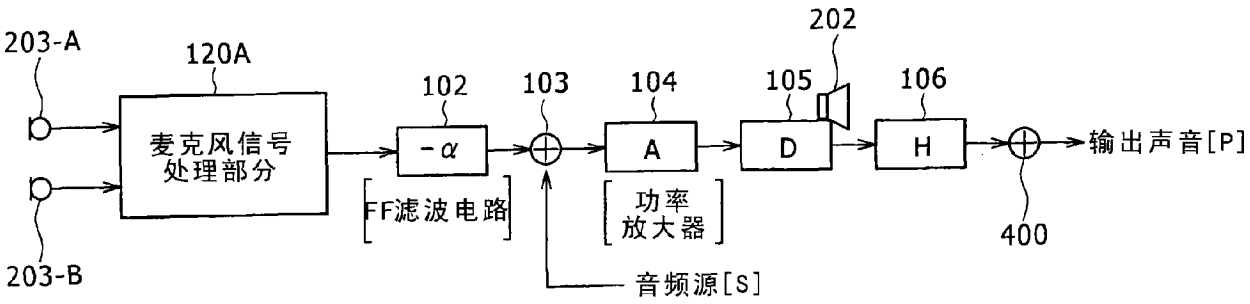

203-A
120A
麦克风信号
处理部分
203-B
102
-α
FF滤波电路
103
104
A
功率
放大器
202
105
D
106
H
400
输出声音[P]
音频源[S]

图13