



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101304621 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 04

(21) 申请号 200810095005. 1

CN 2618394 Y, 2004. 05. 26,

(22) 申请日 2008. 04. 21

CN 2602571 Y, 2004. 02. 04,

(30) 优先权数据

CN 2588714 Y, 2003. 11. 26,

2007-110005 2007. 04. 19 JP

JP 8123438 A, 1996. 05. 17,

(73) 专利权人 索尼株式会社

JP 6175670 A, 1994. 06. 24,

地址 日本东京都

JP 3099471 U, 2004. 04. 08,

JP 8123433 A, 1996. 05. 17,

(72) 发明人 横田哲平

审查员 俞晓祥

(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 1/20 (2006. 01)

G10K 11/178 (2006. 01)

H04R 3/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2590317 Y, 2003. 12. 03,

JP 2003087899 A, 2003. 03. 20,

JP 2007003994 A, 2007. 01. 11,

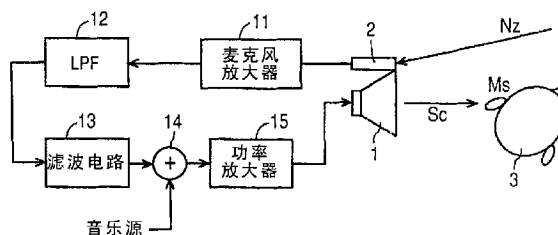
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 12 页

(54) 发明名称

噪声减小装置和音频再生装置

(57) 摘要

本发明提供了噪声减小装置和音频再生装置。噪声减小装置包括：具有扬声器单元的扬声器，其中，通过保持装置来保持该扬声器，以使得可以混合从扬声器的振动板的前后方发出的声音；麦克风，该麦克风被设置在从扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且相互抵消的区域中；以及用于向扬声器提供通过将麦克风所收集的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号的装置。



1. 一种音频再生装置,包括:

布置在听众附近的具有扬声器单元的第一扬声器,其中,通过保持装置来保持所述第一扬声器,以使其能够混合从所述扬声器的振动板的前后方发出的声音;

麦克风,该麦克风被设置在从所述第一扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域中;

用于向所述第一扬声器提供通过将所述麦克风所收集的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号的低频分量的装置;

第二和第三扬声器,该第二和第三扬声器由第二保持装置保持且被布置在所述听众附近、所述第一扬声器的左右侧;

分离装置,用于从输入音频信号中分离并获得低频分量和用于左右通道的中高频分量;

用于向所述第一扬声器提供由所述分离装置分离得到的所述低频分量与所述噪声减小音频信号的低频分量相加之和的装置;以及

用于向所述第二和第三扬声器提供由所述分离装置分离得到的用于左右通道的所述中高频分量的装置,其中

所述第二和第三扬声器被布置成使得从所述第二和第三扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域与从所述第一扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域相互重叠,并且所述麦克风被设置在该重叠区域中。

2. 如权利要求1所述的音频再生装置,其中,提供给所述第二和第三扬声器的音频信号经历采用头部相关函数的虚拟声源处理,以使得所述听众听到好像是从位于与所述第二和第三扬声器的位置不同的位置处的其它扬声器发出的声音。

3. 如权利要求1所述的音频再生装置,还包括低通滤波器,该低通滤波器用于将提供给所述第一扬声器的所述噪声减小音频信号限制到所述麦克风所收集的音频信号的低频分量。

噪声减小装置和音频再生装置

技术领域

[0001] 本发明涉及噪声减小 (noise reduction) 装置和音频再生装置。

背景技术

[0002] 已知有一种噪声减小系统,该系统降低来自周围环境的噪声并向用户提供较安静的环境。

[0003] 这种类型的噪声减小系统的一个示例是执行主动式噪声减小的主动式系统的噪声减小系统。主动式系统的噪声减小系统基本上具有以下所描述的配置。该主动式系统的噪声减小系统利用充当声-电转换装置的麦克风来收集外部噪声,根据噪声的音频信号来生成相位与所收集的噪声的相位在声学上相反的噪声减小音频信号,利用充当电-声转换装置的扬声器来再生所生成的噪声减小音频信号,并将该噪声减小音频信号与所述噪声相组合以降低噪声(参见日本专利 No. 2778173)。

[0004] 在市场上,还存在一种新兴的音频再生装置,该装置在使用噪声减小系统来降低外部环境的噪声的状态下将听众想听的音乐的音频信号(下文中称为音乐信号)提供给再生噪声减小音频信号的扬声器,并再生音乐信号以提供令人满意的所再生的声场(以下还称为再生声场)空间,在该声场空间中外部噪声被降低了。

发明内容

[0005] 当仅向用于发出用于降低噪声的噪声减小声音以抵消外部噪声的扬声器提供噪声减小音频信号并执行足够的噪声抵消时,从扬声器发出的声音被抵消且没有被用于收集外部噪声的麦克风收集。因此,在这种情况下不会发生问题。但是,当向提供噪声减小音频信号的扬声器提供音乐信号时,用于收集外部噪声的麦克风也收集从扬声器发出的音乐声音。因此,会发生所谓的啸叫 (howling)。

[0006] 因此,已经设计出用于防止发生啸叫的各种发明。但是,在当前情形下,在充分显示出噪声减小效果且防止发生啸叫方面还没有获得令人满意的结果。

[0007] 因此,希望提供能够利用简单的结构来获得足够的噪声降低同时防止啸叫的噪声减小装置。

[0008] 根据本发明的一个实施例,提供了一种噪声减小装置,包括:

[0009] 具有扬声器单元的扬声器,其中,通过保持装置来保持该扬声器,以使其能够混合从扬声器的振动板的前后方发出的声音;

[0010] 麦克风,该麦克风被设置在从扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域中;以及

[0011] 用于向扬声器提供通过将麦克风所收集的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号的装置。

[0012] 在具有扬声器单元的通过保持装置来保持以使其能够混合从振动板的前后方发出的声音的扬声器中,从振动板的前方发出的声波和从振动板的后方发出的声波具有相反

的相位。因此,在与包括扬声器的振动板的外部周缘端的表面相平行的表面中的且在振动板的外部周缘端的更外侧的区域中,存在从振动板的前后方发出的声音被混合且相互抵消从而将声压降低到几乎为零的区域。

[0013] 根据本发明另一个实施例,提供了一种音频再生装置,包括:

[0014] 布置在听众附近的具有扬声器单元的第一扬声器,其中,通过保持装置来保持所述第一扬声器,以使其能够混合从所述扬声器的振动板的前后方发出的声音;

[0015] 麦克风,该麦克风被设置在从所述第一扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域中;

[0016] 用于向所述第一扬声器提供通过将所述麦克风所收集的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号的低频分量的装置;

[0017] 第二和第三扬声器,该第二和第三扬声器由第二保持装置保持且被布置在所述听众附近、所述第一扬声器的左右侧;

[0018] 分离装置,用于从输入音频信号中分离并获得低频分量和用于左右通道的中高频分量;

[0019] 用于向所述第一扬声器提供由所述分离装置分离得到的所述低频分量与所述噪声减小音频信号的低频分量相加之和的装置;以及

[0020] 用于向所述第二和第三扬声器提供由所述分离装置分离得到的用于左右通道的所述中高频分量的装置,其中

[0021] 所述第二和第三扬声器被布置成使得从所述第二和第三扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域与从所述第一扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域相互重叠,并且所述麦克风被设置在该重叠区域中。

[0022] 根据本发明的这个实施例,由于收集外部噪声的麦克风被设置在声压几乎为零的区域中,所以从扬声器发出的声音不会被麦克风收集。因此,麦克风仅收集外部噪声。

[0023] 当通过将麦克风所收集的外部噪声的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号被提供给扬声器时,该外部噪声可以被抵消或降低。在这种情况下,由于从扬声器发出的声音并不包括在麦克风所收集的声音中,所以不会发生所谓的啸叫。

[0024] 根据本发明的这个实施例,通过将麦克风所收集的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号被提供给扬声器,其中,所述麦克风被设置在从扬声器的振动板的前后方发出的声音被混合且抵消的区域中。因此,可以提供能够获得足够的噪声减小效果同时防止啸叫的噪声减小装置。

附图说明

[0025] 图 1 是根据本发明第一实施例的噪声减小装置的基本结构的示例的框图;

[0026] 图 2 是用于说明根据第一实施例的噪声减小装置的用于收集外部噪声的麦克风的布局位置的示意图;

[0027] 图 3A 到图 3C 是用于说明根据第一实施例的噪声减小装置所获得的噪声减小效果的示意图;

[0028] 图 4 是用于使用传递函数来说明根据第一实施例的噪声减小装置的噪声减小操作的示意图;

- [0029] 图 5 是用于示意性地说明根据本发明第二实施例的噪声减小装置的示图；
- [0030] 图 6 是示出根据第二实施例的噪声减小装置的结构示例的框图；
- [0031] 图 7 是示出根据第二实施例的噪声减小装置中的扬声器和用于收集外部噪声的麦克风的布局示例的示图；
- [0032] 图 8 是示出根据本发明第三实施例的包括噪声减小装置的音频再生装置中的扬声器和用于收集外部噪声的麦克风的布局示例的示图；
- [0033] 图 9 是示出根据第三实施例的包括噪声减小装置的音频再生装置的系统配置的示例的示图；
- [0034] 图 10 是用于说明图 9 所示的根据第三实施例的音频再生装置的示图；
- [0035] 图 11 是用于说明图 9 所示的根据第三实施例的音频再生装置的示图；
- [0036] 图 12 是用于说明图 9 所示的根据第三实施例的音频再生装置的曲线图；
- [0037] 图 13 是示出图 9 所示的根据第三实施例的音频再生装置中的音频信号输出设备单元的结构示例的框图；
- [0038] 图 14A 和 14B 是用于说明图 9 所示的音频信号输出设备单元的一部分的结构示例的示图；
- [0039] 图 15 是用于说明图 9 所示的音频信号输出设备单元的一部分的结构示例的示图；
- [0040] 图 16 是示出根据图 9 所示的根据第三实施例的音频再生装置中的音频信号接收分配单元的结构示例的框图；
- [0041] 图 17A 和 17B 是示出根据本发明一个实施例的包括噪声减小装置的音频再生装置中的扬声器和用于收集外部噪声的麦克风的布局示例的示图；以及
- [0042] 图 18 是示出根据本发明这个实施例的包括噪声减小装置的音频再生装置中的扬声器和用于收集外部噪声的麦克风的布局的另一个示例的示图。

具体实施方式

- [0043] 以下将参考附图来说明本发明的实施例。
- [0044] 图 1 到 4 是用于说明根据本发明第一实施例的噪声减小装置的理论结构的示例的示图。
- [0045] 在图 1 所示的根据第一实施例的噪声减小装置中,扬声器 1 被布置在听众 3 的耳朵附近。扬声器 1 被配置成所谓的裸装扬声器,其中,扬声器单元自身并没有收纳在音箱中,并且没有与挡板相附接,以使得可以混合从扬声器的振动板的前方和后方发出的声音。
- [0046] 在裸装扬声器 1 中,如图 2 所示,从振动板的前方发出的声波 S_f 和从振动板的后方发出的声波 S_b 被混合。从振动板的前方发出的声波 S_f 的相位和从振动板的后方发出的声波 S_b 的相位彼此相反。因此,从振动板的前方和后方发出的声音被混合并相互抵消从而将声压降低到接近于零的区域(下文中称为声压零区域) Z_o 存在于与包括扬声器 1 的振动板的外部周缘端的表面相平行的表面中且在振动板的外部周缘端的外侧的区域中。
- [0047] 可以在扬声器 1 再生声音时通过使用麦克风来收集从扬声器 1 发出的声波从而检查声压零区域 Z_o 。在图 2 中,用虚线 4 来指示出这个区域。
- [0048] 在本实施例中,用于收集外部噪声的麦克风 2 被布置在声压零区域 Z_o 的任意位置处。特别地,例如,由于接近于扬声器 1 的框架的外部周缘的区域是声压零区域 Z_o ,所以麦

克风 2 被固定于扬声器 1 的框架上并被布置在声压零区域 Z_0 中。在这个示例中,麦克风 2 的保持装置是扬声器 1。

[0049] 从听众 3 周围的噪声源到达的外部噪声 N_z (参见图 3A) 被麦克风 2 收集起来。经历过麦克风 2 的声-电转换而获得的外部噪声 N_z 的音频信号通过麦克风放大器 11 而被提供给低通滤波器 12。低通滤波器 12 的输出音频信号被提供给用于噪声减小的滤波电路 13, 于是噪声减小音频信号被生成。该噪声减小音频信号通过混合电路 14 和功率放大器 15 而被提供给扬声器 1。

[0050] 提供低通滤波器 12 的原因如下所述。具体而言,从裸装扬声器 1 的振动板的前方和后方发出的声音中的低频声音具有声音抵消的实质效果。从裸装扬声器 1 的振动板的前方和后方发出的声音的中高频分量实质上在声压零区域 Z_0 中被衰减,却并没有完全降低到零。

[0051] 因此,在本实施例中,为了使得可以更加确定地降低噪声,在麦克风 2 所收集的外部噪声 N_z 中,利用低通滤波器 12 来将噪声减小目标局限于低频分量,其中,当麦克风 2 被布置在声压零区域 Z_0 中时低频分量几近完全被抵消。这使得可以稳定地降低噪声而不会有啸叫 (howling)。低通滤波器 12 的截止频率例如被设置为等于或低于 200Hz 的频率,并且在本示例中,为 200Hz。

[0052] 滤波电路 13 基本上是为了将外部噪声 N_z 的音频信号的相位反转以生成噪声减小音频信号的电路。滤波电路 13 在考虑到外部噪声声源位置和噪声应当抵消的听众 3 的收听位置 (即,噪声抵消位置) 之间的空间传递函数的情况下执行校正,并校正麦克风放大器 11 和功率放大器 15 的特性。在这个示例中,滤波电路 13 包括数字滤波器。

[0053] 虽然并未在图中示出,但是滤波电路 13 可以包括 A/D 转换器、数字滤波器和 D/A 转换器,其中,A/D 转换器将来自低通滤波器 12 的模拟音频信号转换成数字音频信号,数字滤波器包括从 A/D 转换器接收数字音频信号的 FIR (有限脉冲响应) 滤波器,并且 D/A 转换器将经过数字滤波器处理的数字音频信号转换成模拟音频信号。

[0054] 作为滤波电路 13 的数字滤波器的滤波系数,提供了用于反转输入音频信号的相位并校正空间传递函数以及放大器 11 和 14 的特性的值。

[0055] 在本实施例中,如上所述,噪声减小目标局限于低频分量。但是,由于低频分量的低频声音区域是人类不存在方向感的区域,所以由滤波电路 13 使用空间传递函数来执行的校正可以省略。因此,并不一定要提供图扬声器 1 所示的滤波电路 13。但是,当考虑到对放大器 11 和 15 的特性的校正时,提供所述特性的校正范围内的滤波电路 13 将更好。

[0056] 可以向混合电路 14 提供听众 3 希望收听的音乐源 S。但是,并不一定要执行音乐源 S 的提供。如果听众 3 不希望收听音乐源 S,则也并不一定要提供混合电路 14。

[0057] 在上述结构的情况下,当音乐源 S 不存在时,从扬声器 1 发出噪声减小声音 S_c (参见图 3C)。

[0058] 由于噪声减小音频信号是通过将外部噪声 N_z 的音频信号的相位反转来获得的,所以当外部噪声 N_z 是图 3A 所示的外部噪声 N_z 时,噪声减小声音 S_c 是与外部噪声 N_z 反相的声音,如图 3C 所示。因此,外部噪声 N_z 和与外部噪声 N_z 反相的噪声减小声音 S_c 被合成。其结果是,在听众 3 的耳朵附近听到了噪声 N_z 降低了的或者消除了的声音 M_s ,如图 3B 所示。

[0059] 具有图 1 所示的结构噪声减小装置是所谓的前馈系统的噪声减小装置。将参考图 4 使用传递函数来说明前馈系统的噪声减小装置的噪声减小操作。图 4 是使用与图 1 所示的框图相关联的单元的传递函数来表示各个单元的框图。

[0060] 在图 4 中, A 表示功率放大器 14 的传递函数, D 表示充当驱动器的扬声器 1 的传递函数, M 表示与麦克风 2 的一部分和麦克风放大器 11 相对应的传递函数, $-\alpha$ 表示设计用于前馈系统的噪声降低的滤波器的传递函数, 该滤波器的传递函数包括用于相位反转的传递函数。F 表示从外部噪声源的位置到接近于听众 3 的耳朵的抵消点 (cancel point) 的位置的空间传递函数。

[0061] 在如图 4 所示地表示各个单元的情况下, 当噪声信号被表示为 N 时, 在具有图 1 所示的方框结构的噪声减小装置中、在接近于听众 3 的耳朵的抵消点处的声压 P 如下所示:

[0062]
$$P = -ADM\alpha N + FN + ADS \quad (1)$$

[0063] 这里, 当空间传递函数 F 被表示为:

[0064]
$$F \cong ADM\alpha \quad (2)$$

[0065] 时, 即, 如果滤波电路 13 的传递函数 $-\alpha$ 被设计成满足式 (2), 则式 (1) 被改变为如下:

[0066]
$$P \cong ADS \quad (3)$$

[0067] 因此, 在抵消点处的声压 P 中, 噪声 N_z 被抵消, 并且仅存在音乐源 S。在式 (3) 中, 当假设音乐源 $S = 0$ 时, 即, 不存在音乐源时, $P \cong 0$ 。抵消点处的这个声压 P 意味着噪声 N_z 被抵消, 并且噪声 N_z 并不存在。

[0068] 第二实施例

[0069] 在第一实施例的说明中, 说明了根据第一实施例的噪声减小装置的理论结构的示例。在本发明第二实施例中, 噪声减小装置被应用于实现汽车中的噪声降低的目的。

[0070] 一般而言, 汽车的引擎噪声和汽车运转时由轮胎旋转引起的噪声 (轮胎噪声) 是低频噪声。第二实施例的一个目的就是降低这种引擎噪声和轮胎噪声。

[0071] 图 5 是用于说明第二实施例中发出噪声减小声音的扬声器的配置的示例的示图。在第二实施例中, 在坐在驾驶座上或坐在司机旁边的座位上的听众 3 的耳朵后边提供了用于降低左耳和右耳附近的噪声的扬声器 1L 和 1R。

[0072] 与第一实施例中所说明的扬声器 1 一样, 扬声器 1L 和 1R 被配置成所谓的裸装扬声器, 其中, 扬声器单元并没有收纳在音箱中并且没有与挡板相附接, 以使得可以混合从扬声器单元的振动板的前方和后方发出的声音。在关于从各个扬声器 1L 和 1R 发出的声音的声压几乎为零的区域 z_o 中布置了用于收集外部噪声的麦克风 2L 和 2R。事实上, 与第一实施例中所说明的一样, 例如, 麦克风 2L 和 2R 分别被固定于扬声器 1L 和 1R 的框架的外部周缘上, 并且被布置在声压零区域 z_o 中。

[0073] 从听众 3 周围的噪声源 (在这个示例中即引擎噪声源 21 和轮胎噪声源 22) 到达的外部噪声 N_z 分别被麦克风 2L 和 2R 收集起来。基于麦克风 2L 和 2R 分别收集的外部噪声 N_z 、按与第一实施例相同的方式来生成的用于左通道和右通道的噪声减小音频信号分别被提供给扬声器 1L 和 1R。因此, 从引擎噪声源 21 和轮胎噪声源 22 到达的外部噪声 N_z 在听众 3 的左耳和右耳附近都被抵消, 并且噪声降低被执行。

[0074] 根据第二实施例的噪声减小装置的结构示例的框图在图 6 中示出。在图 6 所示的示例中,与第一实施例所说明的一样,噪声减小目标局限于例如等于或低于 200Hz 的低频分量。这样就去除了第一实施例中的滤波电路 13。

[0075] 附接于扬声器 1L 的麦克风 2L 所收集的外部噪声 N_z 的音频信号通过麦克风放大器 11L 而被提供给低通滤波器 12L,从而使得外部噪声 N_z 的音频信号仅仅局限于频率例如等于或低于 200Hz 的低频分量,其中,扬声器 1L 被布置在听众 3 的左耳之后并且被设置在声压零区域 Z_o 之中。

[0076] 来自低通滤波器 12L 的噪声 N_z 的低频分量被提供给构成功率放大器的差分放大器 16L 的反相输入端。因此,从差分放大器 16L 中获得了通过将来自低通滤波器 12L 的噪声 N_z 的低频分量的相位反转而获得的噪声减小音频信号,并且该噪声减小音频信号被提供给扬声器 1L。

[0077] 因此,用于左耳的噪声减小声音被从扬声器 1L 发出,并且在声学上被与外部噪声 N_z 相组合。与第一实施例一样,听众 3 的左耳附近的外部噪声 N_z 被降低或者被抵消。

[0078] 以相同的方式,由附接于扬声器 1R 的麦克风 2R 收集的外部噪声 N_z 的音频信号通过麦克风放大器 11R 而被提供给低通滤波器 12R,从而使得外部噪声 N_z 的音频信号仅仅局限于频率例如等于或低于 200Hz 的低频分量,其中,扬声器 2L 被布置在听众 3 的右耳之后并且被设置在声压零区域 Z_o 之中。

[0079] 来自低通滤波器 12R 的噪声 N_z 的低频分量被提供给构成功率放大器的差分放大器 16R 的反相输入端。因此,从差分放大器 16R 中获得了通过将来自低通滤波器 12R 的噪声 N_z 的低频分量的相位反转而获得的噪声减小音频信号,并且该噪声减小音频信号被提供给扬声器 1R。

[0080] 因此,用于右耳的噪声减小声音被从扬声器 1R 发出,并且在声学上被与外部噪声 N_z 相组合。与第一实施例一样,听众 3 的右耳附近的外部噪声 N_z 被降低或者被抵消。

[0081] 如图 7 所示,扬声器 1L 和 1R 以及麦克风 2L 和 2R 可以附接于汽车座位 31 的头靠 32 的左侧和右侧。

[0082] 在图 6 所示的结构中,听众 3 希望收听的在左右两个通道中的音乐源的音频信号被提供给差分放大器 16L 和 16R 正相输入端。因此,听众 3 可以在外部噪声(即,引擎噪声和轮胎噪声)被降低或者被抵消的状态下收听音乐源的音乐。

[0083] 但是,在图 7 所示的示例的情况下,扬声器 1L 和 1R 被设置在听众 3 的两只耳朵附近且在耳朵之后。因此,音乐再生声音的音频图像(audio image)可能位于听众 3 的头部附近。因此,以下将在一个实施例中详细描述,提供给差分放大器 16L 和 16R 的正相输入端的作为音乐源的左通道和右通道中的音频信号(例如,在两个立体声通道的情况下)被形成为经历过虚拟声源处理的信号,以致使听众 3 感觉声音好像是从设置在听众 3 的左前方和右前方的扬声器发出的。

[0084] 当音乐源例如是 5.1 通道多环绕音频信号时,该音频信号被形成为经过扬声器 1L 和 1R 的虚拟声源处理的信号,以使得用于所有通道的扬声器都位于适当的位置处。

[0085] 第三实施例

[0086] 根据本发明第三实施例的音频再生装置包括根据上述实施例的噪声减小装置,并且可以再生 5.1 通道多环绕声音。与第二实施例一样,第三实施例被应用于安装在汽车上

的音频再生装置。

[0087] 在第二实施例中,提供噪声减小音频信号的两个扬声器被用作用于听众 3 的左耳和右耳的扬声器。两个扬声器 1L 和 1R 被设置在汽车座位 31 的头靠 32 的左侧和右侧,如图 7 所示。在座位 31 是驾驶座的情况下,当司机在倒车时检查后方时,设置在头靠 32 的左侧和右侧的扬声器 1L 和 1R 很可能会干扰司机的视线。

[0088] 因此,在第三实施例中,仅由一个针对低频的裸装扬声器 5 提供噪声减小音频信号。如图 8 所示,扬声器 5 被设置在头靠 32 之中。扬声器 5 被附接在头靠 32 之中,而没有附接于挡板。

[0089] 头靠 32 在垂直方向上可能较长,以使得扬声器 5 位于听众 3 坐在座位上时其头部所处位置的部分的上方。头靠 32 被布置成使得扬声器 5 的声音发出振动表面朝向听众 3 的两只耳朵的方向,即使扬声器 5 的位置在听众 3 的头部的上方也是如此。

[0090] 在第三实施例中,与上述实施例一样,噪声减小目标仅仅是低频分量。如上所述,由于低频声音区域是人类不存在方向感的区域,所以即使像本示例中一样扬声器 5 是存在于听众 3 身后的一个扬声器,也可以达到期望中的抵消或降低外部噪声的低频分量的目的。

[0091] 在本实施例中,扬声器 5 是针对低频的扬声器。因此,例如,使用了孔径等于或大于 16cm 的相对较大的椭圆形扬声器。

[0092] 在本示例中,收集外部噪声 N_z 的麦克风 6 被附接于扬声器 5 的框架上。如上所述,麦克风 6 的附接位置处在声压零区域 Z_o 中,在该声压零区域 Z_o 中关于从扬声器 5 发出的声音的声压几乎为零。在图 8 所示的示例中,麦克风 6 被附接于听众 3 的左耳之后的位置处。虽然仅在左耳之后提供麦克风 6,并且没有为右耳提供麦克风。但是,当噪声减小目标局限于如上所述的低频分量时,由于不存在方向感,所以不会发生问题。

[0093] 在第三实施例中,听众 3 希望收听的音乐等的低频分量被从扬声器 5 发出。但是,听众 3 希望收听的音乐等的中高频分量由针对中高频的两个小型扬声器 7L 和 7R 发出。作为针对中高频的两个扬声器 7L 和 7R,例如可以使用孔径为 2cm 的小型扬声器。如图 8 所示,这两个扬声器被设置在头靠 32 中的扬声器 5 的左下方和右下方。

[0094] 在本示例中,与扬声器 5 一样,针对中高频的这两个扬声器 7L 和 7R 分别被配置成没有与挡板相附接的裸装扬声器。但是,针对中高频的扬声器 7L 和 7R 可以与挡板附接并收纳在音箱中,而不是配置成裸装扬声器。

[0095] 为了更加精确地仅收集噪声,需要将针对中高频的扬声器 7L 和 7R 布置成使得针对从用于中高频的扬声器 7L 和 7R 发出的声音的声压零区域与针对从扬声器 5 发出的声音的声压零区域相互重叠,并且将麦克风 6 设置在重叠的声压零区域中。

[0096] 在第三实施例中,听众 3 希望收听的音乐等的音频信号(例如,左右两个通道中的立体声信号和 5.1 通道多环绕信号)被使得经历稍后将描述的虚拟声源处理,被提供给扬声器 5 以及 7L 和 7R,并且被再生。因此,所生成的再生声场与在下述情况下生成的那些再生声场相同,所述情况是指用于与左右两个通道中的原始立体声信号和 5.1 通道多环绕信号相对应的通道的扬声器被布置在适当的位置处并且这些信号被再生的情况。

[0097] 在第三实施例中,由设置在听众 3 附近的三个扬声器 5、7L 和 7R 来发出在所有立体声双通道和 5.1 通道多环绕音频通道中的声音,从而最大化噪声降低和节能的效果。

[0098] 在第三实施例中,允许作为司机的听众 3A 和例如坐在司机旁边的座位上的听众 3B 在最佳环境中分别欣赏左右双通道中的立体声和 5.1 通道环绕声音。

[0099] 图 9 是示意性地示出根据第三实施例的音频再生系统的示图。在图 9 中,为听众 3A 和听众 3B 提供的组件的一部分是相同的。相同的组件被用相同的标号和符号来表示。对应于听众 3A 的组件的后缀为 A,并且对应于听众 3B 的组件的后缀为 B。

[0100] 在第三实施例中,如图 9 所示,在驾驶座 31A 和司机旁边的座位 31B 的每一个中都布置了三个扬声器。对于坐在驾驶座 31A 上的听众 3A,在本示例中,在驾驶座 31A 的头靠 32A 中,针对低频且用于噪声减小的扬声器 5A 被布置在听众 3A 的头部中央之后,并且针对中高频的扬声器 7LA 和 7LR 被布置在扬声器 5A 下方的左右两侧。麦克风 6A 被附接于针对从扬声器 5A 发出的声音的声压零区域 Z_0 中。

[0101] 对于坐在司机旁边的座位 31B 上的听众 3B,在本示例中,在司机旁边的座位 31B 的头靠 32B 中,针对低频且用于噪声减小的扬声器 5B 被布置在听众 3B 的头部中央之后,并且针对中高频的扬声器 7LB 和 7LB 被布置在扬声器 5B 下方的左右两侧。

[0102] 针对低频且用于噪声减小的扬声器 5A 和 5B 是如上所述的裸装扬声器。在本示例中,针对中高频的扬声器 7LA 和 7RA 以及扬声器 7LB 和 7RB 分别是如上所述的裸装扬声器。如上所述,针对中高频的扬声器 7LA 和 7RA 以及扬声器 7LB 和 7RB 可以与挡板相附接并容纳在音箱中,而不是被配置成裸装扬声器。

[0103] 如图 9 所示,除了如上所述的扬声器之外,根据第三实施例的音频再生系统还包括音频信号输出设备单元 40、音频信号接收分配单元 50A 和 50B、DVD(数字多功能光盘)播放器 60、和 CD(光盘)播放器 70。

[0104] 来自 DVD 播放器 60 的音频信号 Au1 和来自 CD 播放器 70 的音频信号 Au2 被提供给音频信号输出设备单元 40。在某个情况下,来自 DVD 播放器 60 的音频信号 Au1 是 5.1 通道环绕声音。但是,来自 CD 播放器 70 的音频信号 Au2 是左右双通道中的音频信号。

[0105] 在第三实施例中,音频信号输出设备单元 40 具有与 5.1 通道多通道环绕声系统相对应的解码功能。当其试图再生来自 DVD 播放器 60 的 5.1 通道环绕声信号时,音频信号输出设备单元 40 生成这样的音频信号,该音频信号将被提供给设置在用户 3A 或 3B 的双耳附近且在听众 3A 或 3B 的头部之后的扬声器 5A、7LA 和 7RA 以及扬声器 5B、7LB 和 7RB。

[0106] 音频信号输出设备单元 40 对所生成的提供给扬声器 5A、7LA 和 7RA 或扬声器 5B、7LB 和 7RB 的音频信号进行复用,并且在本示例中,将该音频信号通过使用无线电波的无线电通信来发送到音频信号接收分配单元 50A 和 50B。

[0107] 在本实施例中,音频信号输出设备单元 40 具有以下功能:使前置左通道和前置右通道中的音频信号经历虚拟声源处理,并生成发送给音频信号接收分配单元 50A 和 50B 的双通道中的信号。音频信号输出设备单元 40 还具有这样的功能:使 5.1 通道多环绕音频信号经历虚拟声源处理,并生成发送给音频信号接收分配单元 50A 和 50B 的双通道中的信号。

[0108] 当来自 DVD 播放器 60 或 CD 播放器 70 的左右双通道中的音频信号被输入时,如稍后将描述的,根据第三实施例的音频信号输出设备单元 40 对前置左右双通道中的音频信号执行虚拟声源处理,生成发送给音频信号接收分配单元 50A 和 50B 的双通道中的音频信号,并将这些音频信号发送给音频信号接收分配单元 50A 和 50B。

[0109] 从音频信号输出设备单元 40 向音频信号接收分配单元 50A 和 50B 的无线电传输

并不限于通过无线电波的传输。也可以使用超声波和光。

[0110] 音频信号接收分配单元 50A 和 50B 对从音频信号输出设备单元 40 接收的双通道中的音频信号进行解码,并从所述双通道的音频信号中分离出左右双通道中的低频分量和中高频分量。音频信号接收分配单元 50A 和 50B 生成分别提供给听众 3A 和 3B 的三个扬声器 5A、7LA 和 7RA 以及三个扬声器 5B、7LB 和 7RB 的信号,并将这些信号提供给这些扬声器。

[0111] 来自音频信号接收分配单元 50A 的左通道中高频分量 SHLA 和右通道中高频分量 SHRA 分别被提供给用于驾驶座 31A 的左通道的中高频扬声器 7LA 和用于驾驶座 31A 的右通道的中高频扬声器 7RA。来自音频信号接收分配单元 50A 的低频分量 SLA 被提供给驾驶座 31A 的低频扬声器 5A。

[0112] 来自音频信号接收分配单元 50B 的左通道中高频分量 SHLB 和右通道中高频分量 SHRB 分别被提供给用于司机旁边的座位 31B 的左通道的中高频扬声器 7LB 和用于司机旁边的座位 31B 的右通道的中高频扬声器 7RB。来自音频信号接收分配单元 50B 的低频分量 SLB 被提供给司机旁边的座位 31B 的低频扬声器 5B。

[0113] 不言而喻,音频信号输出设备单元 40 与音频信号接收分配单元 50A 和 50B 可以通过作为线束的电线(线缆)来连接,而不是通过无线电发送和接收。

[0114] 在第三实施例中,由布置在听众 3A 和 3B 的左耳之后的麦克风 6A 和 6B 收集的外部噪声 NzA 和 NzB 分别被提供给音频信号接收分配单元 50A 和 50B。

[0115] 音频信号接收分配单元 50A 和 50B 分别生成通过将麦克风 6A 和 6B 所收集的外部噪声 NzA 和 NzB 的音频信号的低频分量的相位反转而获得的噪声减小音频信号,并分别将这些噪声减小音频信号提供给针对低频且用于噪声减小的扬声器 5A 和 5B。

[0116] 因此,在第三实施例中,对于各个听众 3A 和 3B,在执行噪声减小处理的同时执行双通道立体声再生和 5.1 多通道环绕再生。

[0117] 对第三实施例中的扬声器配置和再生声场(reproduced sound field)的说明

[0118] 参考图 10 来说明根据上述第三实施例的音频再生装置中的扬声器配置和再生声场的示例。

[0119] 在 5.1 多通道环绕声的情况下,存在前置左右双通道、中间通道、后置左右双通道、以及专用于低频的通道。过去,用于各个通道的再生声音的扬声器 8FL、8FR、8C、8RL、8RR 和 8LFE 被针对听众 3 的位置来布置在图 10 中的用虚线指示的位置中。通过扬声器 8FL、8FR、8C、8RL、8RR 和 8LFE 来再生与这些扬声器相对应的通道的音频信号,藉此来生成多通道环绕声场。

[0120] 过去,作为扬声器 8FL、8FR、8C、8RL、8RR 和 8LFE,以音箱的前面侧为挡板的、扬声器单元所附接于的扬声器被如图所示地针对听众 3 来布置。

[0121] 在第三实施例中,并没有布置扬声器 8FL、8FR、8C、8RL、8RR 和 8LFE。取而代之的是,在听众 3 的附近且在听众 3 的头部之后布置了三个扬声器 5、7L 和 7R。

[0122] 在扬声器 5、7L 和 7R 中,扬声器 5 是针对低频的扬声器。在本实施例中,使用具有相对较大孔径的椭圆形扬声器作为扬声器 5。扬声器 5 被布置在听众 3 的头部中央(恰好在头部处)之后。扬声器 5 被配置成裸装扬声器,其中,扬声器的扬声器单元并没有收纳在音箱中并且不与挡板相附接,以使得可以混合从扬声器的振动板的前方和后方发出的声音。

[0123] 扬声器 7L 和 7R 是针对中高频的扬声器,并且是孔径小于扬声器 5 的孔径的扬声器。扬声器 7L 和 7R 被布置在扬声器 5 的左右两侧,使它们与听众 3 的左右耳相对,从而使它们的振动板分别从听众 3 的头部后方与听众 3 的左右耳相对。在这个示例的情况下,与扬声器 5 一样,扬声器 7L 和 7R 也被配置成如上所述的没有与挡板相附接的裸装扬声器。

[0124] 在本实施例中,经历过虚拟声源处理(稍后将描述)的 5.1 多通道音频信号的低频分量被提供给布置在听众 3 的附近且在其头部之后的扬声器 5,并且低频声音被从扬声器 5 发出。因此,在本实施例中,扬声器 5 起到了与超低音扬声器(subwoofer)等效的作用。

[0125] 经历过虚拟声源处理(稍后将描述)的 5.1 多通道音频信号的中高频分量被提供给布置在听众 3 的附近且在其头部之后的扬声器 7L 和 7R,并且中高频声音被从扬声器 7L 和 7R 发出。

[0126] 因此,由听众 3 的头部之后的扬声器 5 在听众 3 的耳朵附近发出 LFE 通道中的低频声音。但是,在远离听众 3 的位置处,从扬声器 5 的扬声器单元的前方和后方发出的声音在相位上彼此相差 180 度,并且相互抵消。因此,听众 3 几乎不会听到这些声音。因此,可以防止过去的这种情形:低频声音传播到邻域(例如,隔壁的屋子)并引起麻烦。

[0127] 为了检查低频声音的衰减,如图 11 所示,在消声室中,利用位于与扬声器单元 8SW 相距距离“d”的位置处的麦克风 MC 来收集来自用于超低音扬声器的、孔径例如为 17 厘米的扬声器单元 8SW 的声音,并且对其声压水平的特性进行测量。然后,获得了图 12 所示的结果。在这种情况下,扬声器单元 8SW 没有收纳在箱体中且不与挡板相附接。

[0128] 图 12 所示的四条频率特性曲线是在扬声器单元 8SW 与麦克风 MC 之间的距离“d”分别为 10 厘米、20 厘米、40 厘米和 80 厘米时的那些频率特性曲线。

[0129] 从图 12 可见,当扬声器单元被配置成没有收纳在箱体中的裸装扬声器时,等于或低于 1kHz 的声音被大大衰减。尤其可以确定,更低频声音的衰减量更大。

[0130] 在本实施例的情况下,扬声器 5 与听众 3 的左耳和右耳之间的距离 d_{sw} 被设置成低频声音被发送到听众 3 的耳朵而没有被大大地衰减的距离,即,在本示例中大约为 20 厘米。

[0131] 例如,在过去的通用配置中,扬声器 5 和听众 3 的耳朵之间的距离是 2 米,然而在本示例中,扬声器 5 和听众 3 的耳朵之间的距离被设置为 20 厘米。在本实施例的情况下,所述距离是过去的距离的 1/10。

[0132] 因此,在本实施例中,使听众 3 可以感觉到与过去相同的声压所需的能量仅仅需要过去的通用配置中的 1/100。换言之,如果在上述通用示例中需要 100W(瓦)的放大器,则在本实施例的情况下,即使在 1W 的放大器的情况下听众 3 也能够感觉到相同的声压。

[0133] 在本实施例中,因为仅提供给扬声器的音频信号输出存在不同,所以声音扩散较小。此外,低频声音(例如,在 20Hz、30Hz 和 40Hz 处的声音)按照相位而被抵消。除了在起到超低音扬声器的作用的扬声器 5 的扬声器单元的有限近旁之外,几乎听不到这些声音。另一方面,通过收集这种低频频带内的巨大能量而获得了在 DVD 软件中包括的强有力的音响效果。因此,进一步提高了噪声隔离的效果。

[0134] 利用上述配置,在仅仅关注低频声音,仅考虑低频声音的衰减的情况下,有效地获得了所述效果。

[0135] 在本实施例中,不仅是低频声音,而且还利用听众 3 的双耳附近的两个扬声器 7L

和 7R 来再生了中高频声音。换言之,所有通道中的音频信号都是经历过虚拟声源处理的音频信号,这些音频信号被提供给听众 3 后方的与听众 3 的左耳和右耳相对的扬声器 7L 和 7R,并且被再生。

[0136] 与扬声器 5 一样,从扬声器 7L 和 7R 到听众 3 的耳朵的距离很小。因此,关于中高频音频信号,还可以降低在其声域中的辐射能量,并有助于噪声隔离。

[0137] 根据第三实施例的音频信号输出设备单元 40 的结构示例

[0138] 图 13 是示出根据第三实施例的音频信号输出设备单元 40 的结构示例的框图。根据第三实施例的音频信号输出设备单元 40 包括控制单元 100 和音频信号处理单元 200,其中,控制单元 100 包括为计算机。

[0139] 在控制单元 100 中,其中存储有软件程序等的 ROM(只读存储器)103、用于工作区域的 RAM(随机存取存储器)104、并行输入和输出端口 105、106、108 和 109、用户操作接口单元 110、后置头部相关传递函数(HRTF)存储单元 111、前置头部相关传递函数存储单元 112 等通过系统总线 102 来连接到 CPU(中央处理单元)101。作为用户操作接口单元 110,除了直接设置在音频信号输出设备单元 40 中的按键操作单元等之外,还存在包括遥控器和遥控接收单元的操作单元。

[0140] 如上所述,在本实施例中,可以将来自 DVD 播放器 60 的音频信号 Au1 和来自 CD 播放器 70 的音频信号 Au2 输入到音频信号输出设备单元 40。所输入的音频信号 Au1 和 Au2 被提供给输入选择开关电路 201。

[0141] 利用开关信号来切换输入选择开关电路 201,其中,所述开关信号是根据通过用户操作接口单元 110 来执行的听众 3 的选择操作的、通过控制单元 100 的输入和输出端口 105 来提供的信号。当听众 3 选择来自 DVD 播放器 60 的声音时,开关电路 201 被切换成选择音频信号 Au1。当选择来自 CD 播放器 70 的声音时,开关电路 201 被切换成选择音频信号 Au2。

[0142] 开关电路 201 所选择的音频信号被提供给扬声器 5.1 通道解码单元 202。当在开关电路 201 处输出来自 DVD 播放器 60 的音频信号 Au1 并且在用户操作接口单元 110 中选择了扬声器 5.1 通道时,5.1 通道解码单元 202 对该音频信号 Au1 进行通道解码处理,并输出前置左通道和前置右通道中的音频信号 L 和 R、中间通道中的音频信号 C、后置左通道和后置右通道中的音频信号 RL 和 RR、以及低频音频信号 LFE。

[0143] 在 5.1 通道解码单元 202 中通过对音频信号 Au1 进行解码而得到的后置左右双通道的音频信号 RL 和 RR 被提供给充当虚拟声源处理单元的后置传递函数卷积电路 210。

[0144] 后置传递函数卷积电路 210 例如使用数字滤波器、相对于来自 5.1 通道解码单元 202 的后置左右双通道中的音频信号 RL 和 RR 来对预先在后置头部相关传递函数存储单元 111 中准备的后置头部相关传递函数进行卷积。

[0145] 因此,在后置传递函数卷积电路 210 中,当输入其中的音频信号不是数字信号时,该输入音频信号被转换为数字信号。在后置头部相关传递函数在其中被卷积之后,输入音频信号被复位成模拟信号并被输出。

[0146] 在本示例中,后置头部相关传递函数被如下所示地测量计算,并被存储在后置头部相关传递函数存储单元 111 中。图 14A 和 14B 是用于说明后置头部相关传递函数的测量方法的示意图。

[0147] 如图 14A 所示,用于左通道测量的麦克风 ML 和用于右通道测量的麦克风 MR 被设

置在听众 3 的左右双耳附近。用于后置左通道的扬声器 8RL 被设置在听众 3 身后的、用于后置左通道的扬声器通常被布置在的地方。例如,在用于后置左通道的扬声器 8RL 再生脉冲时发出的发出声音被各个麦克风 ML 和 MR 所收集。根据所收集的声音的音频信号来测量从后置扬声器 8RL 向左右耳传递的传递函数(用于后置左通道的后置头部相关传递函数)。

[0148] 以相同的方式,例如,在用于后置右通道的扬声器 8RR 再生脉冲时发出的发出声音被各个麦克风 ML 和 MR 所收集。根据所收集的声音的音频信号来测量从后置扬声器 8RR 向左右耳传递的传递函数(用于后置右通道的后置头部相关传递函数)。

[0149] 可取的是,当后置扬声器 8RL 和 8RR 被设置在与听众 3 的后方中央左右成 30 度且与其相距 2m 的位置处时,测得从各个扬声器向双耳传递的传递函数,并将所测得的传递函数用作后方头部相关传递函数。

[0150] 以下将进一步补充对传递函数的说明。例如,在图 14A 中,从左后方向左耳传递的传递函数被表示为传递函数 A。如图 14B 所示,通过测量从耳朵附近的扬声器 7L 向麦克风 ML 传递的传递函数而获得的传递函数被表示为传递函数 B。传递函数 X 被计算得到,其中,传递函数 X 与传递函数 B 相乘将得到传递函数 A。相对于发送到耳朵附近的扬声器 7L 的信号声音来对计算所得的传递函数 X 进行卷积。于是,听众 3 感觉从该点处的扬声器 7L 发出的声音就好像是从听众 3 左后方 2m 的位置传播而来的声音。关于右通道,可以以相同的方式来计算传递函数。

[0151] 传递函数 X 并不总是必须计算。在某种情况下,仅必须计算传递函数 A。以上作为代表性传递函数来说明了一个传递函数。但是,不言而喻,如图 14A 和 14B 所示,实际上存在多个传递函数。

[0152] 如上所述来测得的后置头部相关传递函数被存储在后置头部相关传递函数存储单元 111 中,通过输入和输出端口 108 而被提供给后置传递函数卷积电路 210,并在后置传递函数卷积电路 210 中被卷积。因此,当来自后置传递函数卷积电路 210 的音频信号 RL^* 和 RR^* 被提供给布置在双耳附近的扬声器 7L 和 7R 并被再生时,听众 3 将听到就好像是从听众 3 后方的后置左右扬声器 8RL 和 8RR 发出的再生声音。

[0153] 此时经历过虚拟声源处理的后置左右通道中的音频信号 RL^* 和 RR^* 的电平可以低于提供给扬声器 8RL 和 8RR 的信号的电平。这是因为扬声器 7L 和 7R 被设置在听众 3 的耳朵附近。

[0154] 因为头部相关传递函数卷积而使得听到了好像是从虚拟扬声器位置发出的声音。因此,在本说明书中,上述处理被称为虚拟声源处理。

[0155] 如上所述来自后置传递函数卷积电路 210 的经历过虚拟声源处理的音频信号 RL^* 和 RR^* 被提供给合成单元 211 和 212。

[0156] 来自 5.1 通道解码单元 202 的前置左通道中的音频信号 L 和中间通道中的音频信号 C 被合成单元 203 合成。这些音频信号的合成输出音频信号 (L+C) 被提供给前置传递函数卷积电路 220,前置传递函数卷积电路 220 构成了虚拟声源处理单元。来自 5.1 通道解码单元 202 的前置右通道中的音频信号 R 和中间通道中的音频信号 C 被合成单元 204 合成。这些音频信号的合成输出音频信号 (R+C) 被提供给前置传递函数卷积电路前置传递函数卷积电路 220。

[0157] 前置传递函数卷积电路 220 具有与后置传递函数卷积电路 210 相同的结构。前置

传递函数卷积电路 220 例如使用数字滤波器、相对于来自合成单元 203 和 204 的音频信号来对预先在前置头部相关传递函数存储单元 112 中准备的前置头部相关传递函数进行卷积。

[0158] 因此,在前置传递函数卷积电路 220 中,当输入其中的音频信号并不是数字信号时,该输入音频信号将被转换为数字信号。在前置头部相关传递函数在其中被卷积之后,输入音频信号被复位成模拟信号并被输出。

[0159] 在本示例中,前置头部相关传递函数被如下所述地测量,并被存储在前置头部相关传递函数存储单元 112 中。图 15 是用于说明前置头部相关传递函数的测量方法的示图。

[0160] 如图 15 所示,用于左通道测量的麦克风 ML 和用于右通道测量的麦克风 MR 被设置在听众 3 的左右双耳附近。用于前置左通道的扬声器 8FL 被设置在听众 3 前方的、用于前置左通道的扬声器通常被布置在的地方。例如,当用于前置左通道的扬声器 8FL 再生脉冲时发出的发出声音被各个麦克风 ML 和 MR 所收集。根据所收集的声音的音频信号来测量从前置扬声器 8FL 向左右耳传递的传递函数(用于前置左通道的前置头部相关传递函数)。

[0161] 以相同的方式,例如,在用于前置右通道的扬声器 8FR 再生脉冲时发出的发出声音被各个麦克风 ML 和 MR 所收集。根据所收集的声音的音频信号来测量从前置扬声器 8FR 向左右耳传递的传递函数(用于前置右通道的前置头部相关传递函数)。

[0162] 可取的是,当前置扬声器 8FL 和 8FR 被设置在与听众 3 的前方中央左右成 30 度且与其相距 2m 的位置处时,测量从各个扬声器向双耳传递的传递函数,并应用所测得的传递函数作为前方头部相关传递函数。

[0163] 以下将进一步补充对传递函数的说明。例如,在图 15 中,从左前方向左耳传递的传递函数被表示为传递函数 A。通过测量例如从耳朵附近的扬声器 7L 和 7R 向麦克风 ML 传递的传递函数而获得的传递函数被表示为传递函数 B。传递函数 X 被计算得到,其中,传递函数 X 与传递函数 B 相乘将得到传递函数 A。相对于发送到耳朵附近的扬声器 7L 的信号声音来对计算所得的传递函数 X 进行卷积。于是,听众 3 感觉从该点处的扬声器 7L 发出的声音就好像是从听众 3 左前方 2m 的位置传播而来的声音。

[0164] 但是,传递函数 X 并不总是必须计算。在某种情况下,仅必须计算传递函数 A。以上作为代表性传递函数来说明了一个传递函数。但是,不言而喻,如图 15 所示,实际上存在多个传递函数。

[0165] 如上所述测得的前置头部相关传递函数被存储在前置头部相关传递函数存储单元 112 中,通过输入和输出端口 109 而被提供给前置传递函数卷积电路 220,并在前置传递函数卷积电路 220 中被卷积。

[0166] 从前置传递函数卷积电路 220 中获得了通过将中间通道中的音频信号 C 与经历过虚拟声源处理的前置左通道中的音频信号 FL* 合成而获得的音频信号以及通过将中间通道中的音频信号 C 与经历过虚拟声源处理的前置右通道中的音频信号 FR* 合成而获得的音频信号。

[0167] 返回来参考图 9,来自前置传递函数卷积电路 220 的音频信号 (FL*+C) 和 (FR*+C) 被提供给布置在听众 3A 或 3B 的双耳附近的扬声器 7LA 和 7RA 或者 7LB 和 7RB,并被再生。在这种情况下,听众 3A 或 3B 将听到就好像是从左前方和右前方处的前置扬声器 8FL 和 8FR 发出的再生声音,并将听到就好像是从设置在中央的扬声器发出的中间通道声音。

[0168] 此时的音频信号 (FL*+C) 和 (FR*+C) 的电平可以低于提供给扬声器 8FL 和 8FR 的信号的电平。这是因为扬声器 7LA 和 7RA 或者 7LB 和 7RB 在听众 3A 或 3B 的耳朵附近。

[0169] 这样, 来自前置传递函数卷积电路 220 的经历过虚拟声源处理的音频信号 (FL*+C) 和 (FR*+C) 被提供给合成单元 213 和 214。来自 5.1 通道解码单元 202 的低频音频信号 LFE 被提供给合成单元 213 和 214。合成单元 213 和 214 的输出音频信号被提供给合成单元 211 和 212。

[0170] 来自前置传递函数卷积电路 220 的经历过虚拟声源处理的、与中间通道中的音频信号相合成的前置左通道中的音频信号在合成单元 213 中被与来自 5.1 通道解码单元 202 的低频音频信号 LFE 相合成。然后, 在合成单元 211 中, 该音频信号被与来自后置传递函数卷积电路 210 的经历过虚拟声源处理的后置左通道中的音频信号相合成, 从而得到用于左通道的信号 L*。

[0171] 以相同的方式, 来自前置传递函数卷积电路 220 的经历过虚拟声源处理的、与中间通道中的音频信号相合成的前置右通道中的音频信号在合成单元 214 中被与来自 5.1 通道解码单元 202 的低频音频信号 LFE 相合成。然后, 在合成单元 212 中, 该音频信号被与来自后置传递函数卷积电路 210 的经历过虚拟声源处理的后置右通道中的音频信号相合成, 从而得到用于右通道的信号 R*。

[0172] 来自合成单元 211 和 212 的合成音频信号 L* 和 R* 被提供给复用单元 215 并被复用, 并且通过无线电而被从无线电发送单元 216 发送到音频信号接收分配单元 50A 和 50B。

[0173] 音频信号接收分配单元 50A 和 50B 各自从音频信号输出设备单元 40 接收无线电波, 从所接收的无线电波中提取经复用的音频信号, 对该音频信号进行解复用, 并分离出用于左右双通道的音频信号 L* 和 R*。音频信号接收分配单元根据用于左右双通道的音频信号 L* 和 R* 来生成将被提供给低频用扬声器 5A 和 5B 的信号 SLA 和 SLB 以及将被提供给中高频用扬声器 7LA 和 7RA 与扬声器 7LB 和 7RB 的信号 SHLA 和 SHRA 与信号 SHLB 和 SHRB, 并将这些信号分别提供给与这些信号相对应的扬声器 5A 和 5B。

[0174] 因此, 扬声器 5A 和 5B 主要再生低频音频信号 LFE。扬声器 7LA 和 7RA 与扬声器 7LB 和 7RB 再生经历过虚拟声源处理的前置音频信号 (FL*+C) 和 (FR*+C) 以及经历过虚拟声源处理的后置音频信号 RL* 和 RR*。

[0175] 当从开关电路 201 输出来自 CD 播放器 70 的左右双通道中的音频信号时, 或者当来自 DVD 播放器 60 的音频信号是左右双通道中的音频信号时, 仅仅左右双通道中的音频信号 L 和 R 被从 5.1 通道解码单元 202 输出, 并被提供给前置传递函数卷积电路 220。相对于这些音频信号对前置传递函数进行卷积, 并使这些音频信号经历虚拟声源处理。这时, 后置传递函数卷积电路 210 没有被上电且没有被启动。

[0176] 来自前置传递函数卷积电路 220 的双通道信号通过合成单元 213、214、211 和 212 经由复用单元 215 和无线电发送单元 216 而被提供给音频信号接收分配单元 50A 和 50B。

[0177] 因此, 此时, 通过使左右双通道中的音频信号经历虚拟声源处理而得到的音频信号在扬声器 5A、7LA 和 7RA 或者扬声器 5B、7LB 和 7RB 中被再生, 就好像所再生的声音是从位于听众 3A 或 3B 的左前方和右前方的前置扬声器发出似的。

[0178] 这样, 在第三实施例中, 听众 3A 或 3B 可以仅使用听众 3A 或 3B 的双耳附近且在听众 3A 或 3B 后方的三个扬声器来欣赏大音量的逼真的多通道声音。此外, 可以极大地降低

向邻域的声音泄漏,并实现音频再生系统的节能。

[0179] 所再生的声场被提供给各个听众 3A 和 3B。因此,存在与由固定地设置在汽车的仪表板、门等上的扬声器提供的再生声场不同的效果,即,音频图像定位并不依据听众的位置而变化,并且一般可以向各个听众提供最佳再生声场。

[0180] 在第一实施例中说明过,与过去将扬声器布置在车载音频系统中的门等上的情况相比,由于可以极大地降低听众头部后方的三个扬声器 5、7L 和 7R 中的声功率,所以还存在可以降低电池负荷的优点。

[0181] 音频信号接收分配单元的结构示例

[0182] 音频信号接收分配单元 50A 和 50B 生成了上述用于音频再生的信号。此外,音频信号接收分配单元 50A 和 50B 还生成了提供给扬声器 5A 和 5B 的用于噪声减小且针对低频的噪声减小音频信号,并将该噪声减小音频信号提供给扬声器 5A 和 5B。

[0183] 音频信号接收分配单元 50A 和 50B 具有相同的结构。根据此实施例的音频信号接收分配单元 50A 的结构的一个示例在图 16 中示出。在图 16 所示的示例中,与第二实施例一样,并没有提供滤波电路。

[0184] 在本示例中,通过无线电从音频信号输出设备单元 40 发送而来的信号被无线电接收单元 51 接收,并被提供给多重解码单元 52。在多重解码单元 52 中,所接收的信号中的经过复用的音频信号经历了解复用处理,并且双通道中的信号 L* 和 R* 被解码。

[0185] 来自多重解码单元 52 的双通道中的信号 L* 和 R* 分别被提供给频带分割电路 53L 和 53R。频带分割电路 53L 和 53R 分别将所输入的信号 L* 和 R* 分离成低频分量 SLLA 和 SLRA 以及中高频分量 SHLA 和 SHRA。例如,低于 200Hz 的频率分量被设置为低频分量,并且高于 200Hz 的频率分量被设置为中高频分量。分离频率并不限于 200Hz,并且例如可以是 100Hz。

[0186] 来自频带分割电路 53L 的左通道中的中高频分量 SHLA 通过放大器 54L 而被提供给扬声器 7LA。来自频带分割电路 53R 的右通道中的中高频分量通过放大器 54R 而被提供给扬声器 7RA。

[0187] 来自频带分割电路 53L 和频带分割电路 53R 的低频分量 SLLA 和 SLRA 被提供给合成器 55,并且被合成。低频分量的合成输出信号 SLA 通过充当功率放大器的差分放大器 56 而被提供给扬声器 5A。

[0188] 因此,充当超低音扬声器的扬声器 5A 主要再生低频音频信号 LFE。扬声器 7L 和 7R 再生了经历过虚拟声源处理的后置左右通道中的中高频音频信号。

[0189] 在本实施例中,由麦克风 6A 收集的外部噪声 Nz 的音频信号通过麦克风放大器 57 而被提供给低通滤波器 58,以将该音频信号仅仅局限于频率例如等于或低于 200Hz 的低频分量。

[0190] 来自低通滤波器 58 的噪声 Nz 的低频分量被提供给差分放大器 56 的反相输入端,其中差分放大器 56 构成了功率放大器。因此,从差分放大器 56 中获得了通过来自低通滤波器 58 的噪声 Nz 的低频分量的相位反转而获得的噪声减小音频信号,并且该噪声减小音频信号被提供给扬声器 5A。

[0191] 因此,噪声减小声音被从扬声器 5A 发出,并且在声学上被与外部噪声 Nz 相合成。与第一和第二实施例一样,听众 3A 的耳朵附近的外部噪声 Nz 被降低或者抵消了。

[0192] 如上所述,利用根据第三实施例的音频再生系统,坐在座位上的听众 3A 和 3B 可以使用数目少于通道数目的扬声器来欣赏大音量的逼真的多通道声音。另外,可以极大地降低向邻域的声音泄漏。

[0193] 此外,在引擎噪声和轮胎噪声被降低或被抵消的状态下,可以欣赏多通道声音并获得舒服的声场。

[0194] 特别地,在本实施例中,由于用于低音再生的扬声器 5 并没有收纳在音箱中并且被布置在听众 3 的附近且在头部后方的耳朵附近,所以可以极大地衰减向邻近房间的重低音泄漏。如上所述,由于由听众 3 的耳朵附近的扬声器 7L 和 7R 发出后置左右通道中的声音作为经历过虚拟声源处理的声音,所以可以降低该声音的音频信号电平。因此,不仅可以进一步降低低音泄漏,而且还可以降低向邻域的声音泄漏的水平。因此,即使在深夜也可以欣赏例如足够大音量的 DVD 娱乐表演,而不用担心其他人。

[0195] 由于扬声器 5、7L 和 7R 被布置在听众耳朵附近,所以在极端情况下,可以将音频信号输出功率设置为大约过去的 1/100。因此,可以节能并极大地降低硬件成本(输出放大器)。还存在一个优点:由于仅需要小功率作为音频输出功率,所以可以使用不需要大冲程(stroke)的薄、轻、且便宜的扬声器。由于音频输出功率降低了,所以热量生成减少并且还可以实现诸如电源之类的设备的尺寸的减小。因此,扬声器的电池驱动也可行了,并且可以将扬声器嵌入在椅子的设计等中。

[0196] 因此,可以在整体上实现对音频再生系统的节能。存在以下优点:可以提供这样的音频再生系统,该音频再生系统降低了向邻域传递的噪声,而不会降低欣赏声音的个人的满意程度。

[0197] 在图 9 所示的配置中,为每一个听众都提供了音频信号接收和分配单元。但是,音频信号接收分配单元可以为多个听众所共用。但是,在那种情况下,设置在声压零区域中的各个麦克风的输出音频信号(外部噪声音频信号)被提供给该共用音频信号接收分配单元,其中,所述声压零区域是关于从用于发出噪声减小声音的且布置在各个听众后方的扬声器发出的声音的声压零区域。

[0198] 提供给各个听众的用于噪声减小且针对低频的扬声器 5 的音频信号中的噪声减小音频信号必须是通过将由相应麦克风收集的音频信号的相位反转而获得的噪声减小音频信号。因此,提供给各个听众的用于噪声减小且针对低频的扬声器 5 的音频信号必须分开来生成,并分别提供给与各个听众相对应的扬声器 5。

[0199] 另一方面,作为针对中高频的双通道中的信号,在共用音频信号接收分配单元中共同生成的相同信号可以分别被提供给布置在各个听众的头部附近后方的扬声器 7L 和 7R,共同作为用于多个听众的信号。

[0200] 不严谨而言,在没有提供音频信号接收分配单元 50A 和 50B 等的情况下,音频信号输出设备单元 40 可以具有音频信号接收分配单元的功能,并通过扬声器线缆向各个扬声器提供与用于各个听众的扬声器 5、7L 和 7R 相对应的音频信号。

[0201] 在第三实施例中,多环绕声音的所有通道中的音频信号都经历了虚拟声源处理,并被提供给听众 3 附近且在头部后方的三个扬声器。但是,例如,还可以由附接于汽车仪表板和门上的扬声器来再生前置左右通道中的声音,并由头部后方的三个扬声器来再生通过使后置通道中的音频信号经历虚拟声源处理而获得的音频信号。

[0202] 此外,还可以这样:5.1 通道的所有通道中的音频信号都经历虚拟声源处理并由头部后方的三个扬声器再生,并且由固定地设置在汽车的仪表板、门等上的扬声器来补充性地提供定位相对较难的中间通道。

[0203] 其它实施例和修改

[0204] 第三实施例中的用于噪声减小且针对低频的扬声器和针对中高频的两个扬声器的布局位置并不限于上述实施例中的布局位置。

[0205] 例如,图 17A 和 17B 所示的扬声器的布局位置的示例也是可以的。在图 17A 和 17B 所示的示例中,针对低频的扬声器 5 附接在头靠 32 中,而没有与挡板相附接。如图 17A 所示,针对中高频的扬声器 7L 和 7R 被附接于座位 31 的椅背 33 顶部的左右两肩部分,而没有与挡板相附接。在这种情况下,可取的是,如图 17B 所示,针对中高频的扬声器 7L 和 7R 被附接为使得听众 3 的双耳方向处在声波的发射方向上。

[0206] 在根据上述实施例的音频再生装置中,扬声器 1、1L 和 1R 或者扬声器 5、7L 和 7R 的布局位置并不限于这些实施例中的布局。例如,如图 18 所示,所述布局位置可以是任何位置,而只要这些位置处在围绕听众 3 的头部的、半径例如为(听众 3 的头部半径+dsw)的球形表面 80 上。但是,如图 18 所示,希望扬声器的布局位置处在比听众 3 的脸部更后方的区域中。

[0207] 但是,在根据这些实施例的噪声减小装置中的扬声器 1、1L 和 1R 的布局位置并不必须在如图 1B 所示的比听众 3 的脸部更后方的区域中。

[0208] 在上述实施例中,用于噪声减小且针对低频的扬声器和针对中高频的扬声器被固定附接于椅子上。但是,保持这些扬声器的方法并不限于这种。例如,各个扬声器可以按位于地板上的支架的形式来保持,或者可以从天花板悬垂。

[0209] 在上述实施例中,用于收集外部噪声的麦克风被附接于用于发出噪声减小声音的扬声器的框架上。但是,该麦克风可以通过诸如支架或夹持臂之类的预定保持装置来保持在关于从用于发出噪声减小声音的扬声器发出的声音的声压零区域中,而不是通过扬声器的框架来保持。

[0210] 在对这些实施例的说明中,说明了用于再生 5.1 通道中的多通道音频信号的音频再生系统。但是,本发明适用于所有音频再生系统,不仅是再生 5.1 通道中的音频信号的音频再生系统,而且是再生双通道或三通道的音频信号的音频再生系统。

[0211] 在以上说明中,汽车的引擎噪声和轮胎噪声被作为噪声源来说明。但是,本发明并不限于用于汽车的噪声减小装置。例如,当假定听众所坐的是躺椅而不是汽车的座位时,诸如飞机空间和房子的起居室之类的环境空间中的噪声降低可以是本发明的目标。

[0212] 由于扬声器保持装置并不限于如上所述的椅子,所以其它各种噪声环境中的噪声降低也时本发明的目标。

[0213] 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。

[0214] 本发明包含与在 2007 年 4 月 19 日向日本专利局提交的日本专利申请 JP 2007-110005 相关的主题,该申请的全部内容通过引用而结合于此。

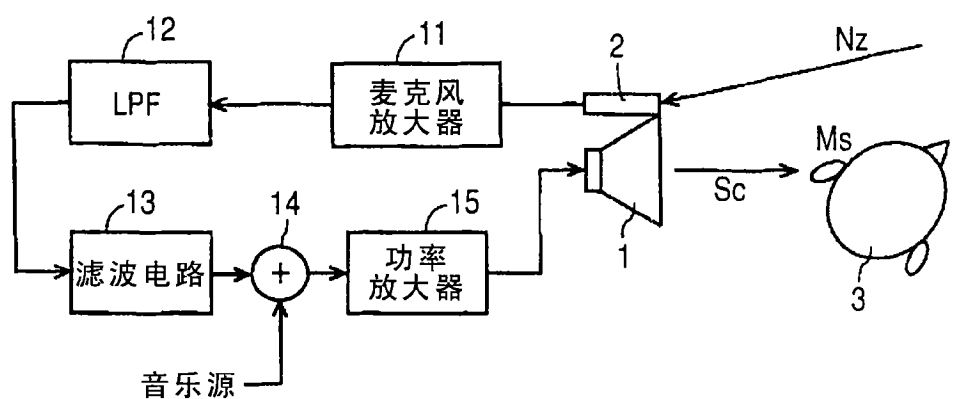


图 1

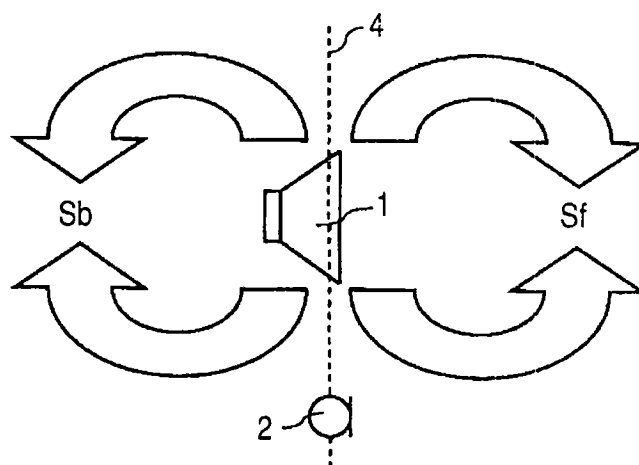


图 2

图 3A

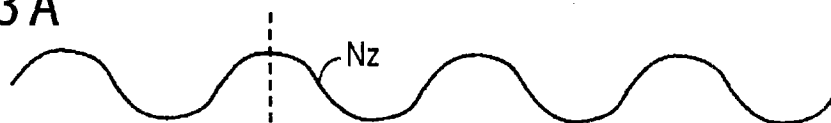


图 3B



图 3C



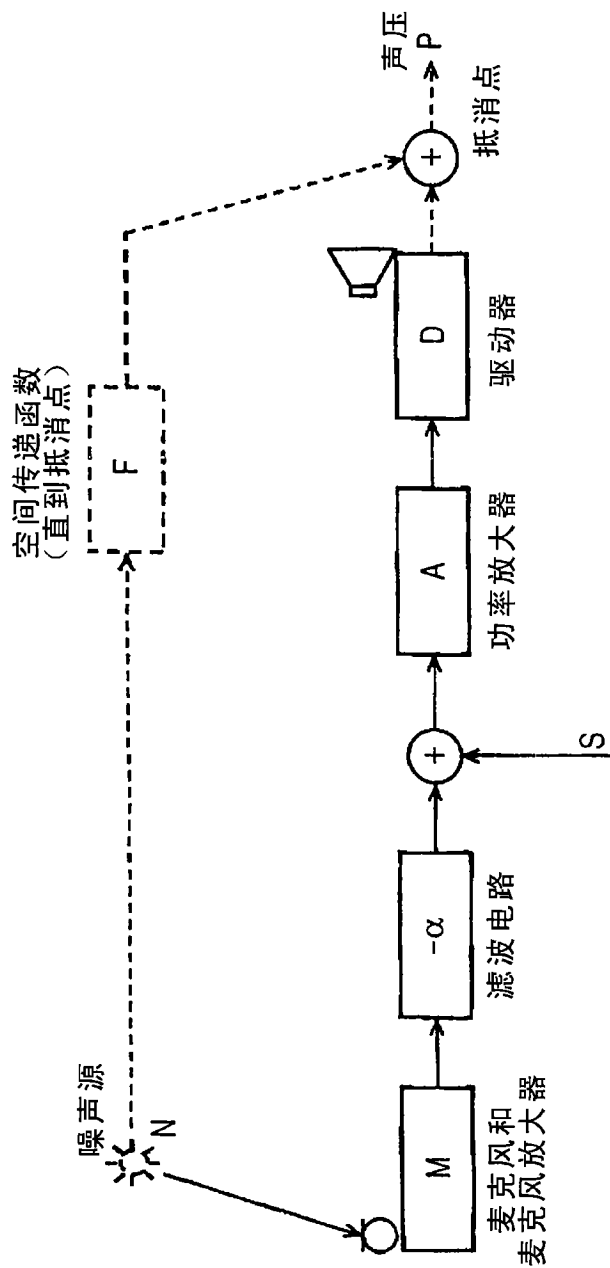


图4

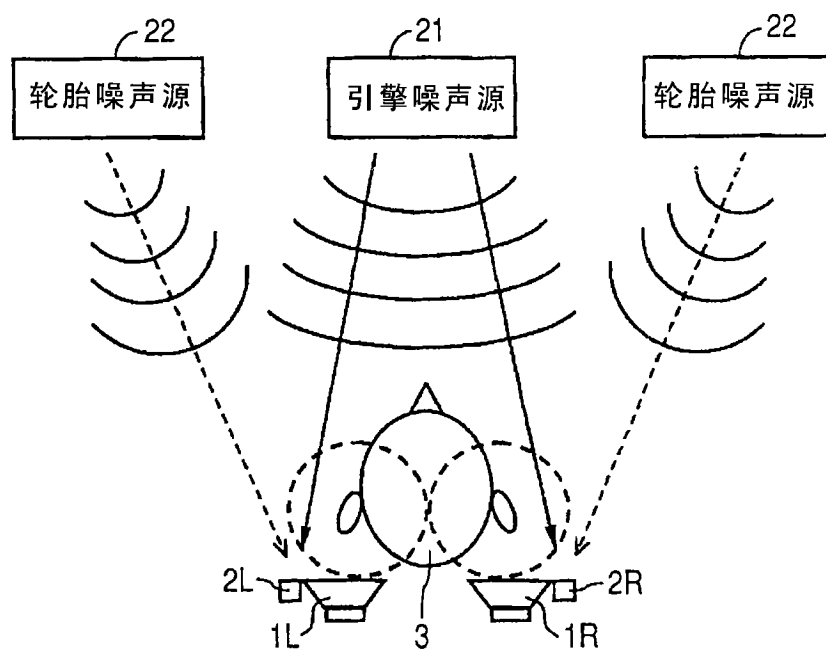


图 5

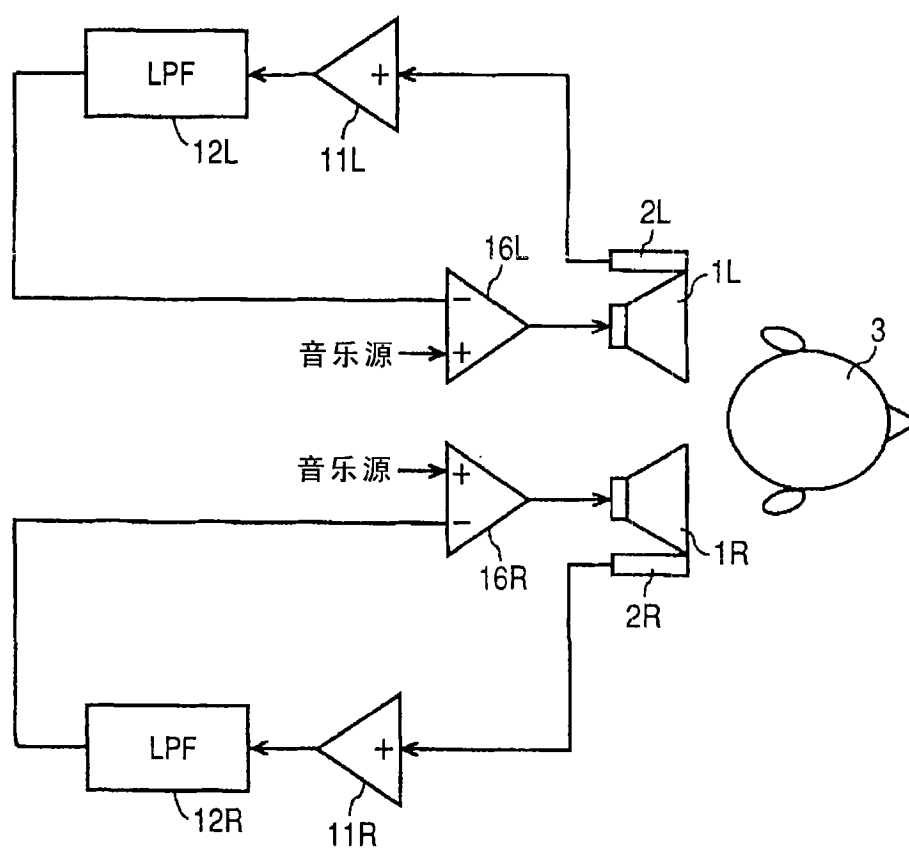


图 6

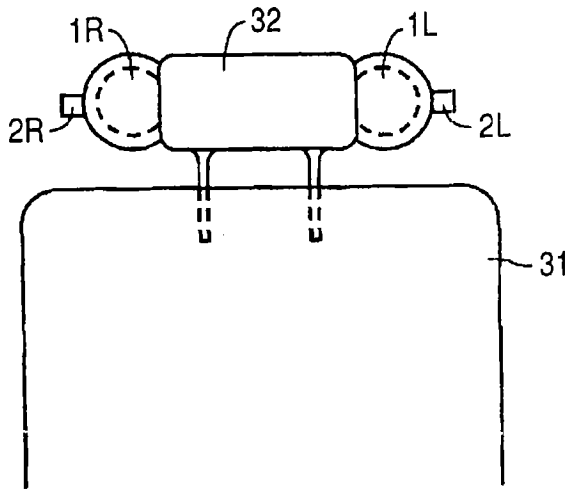


图 7

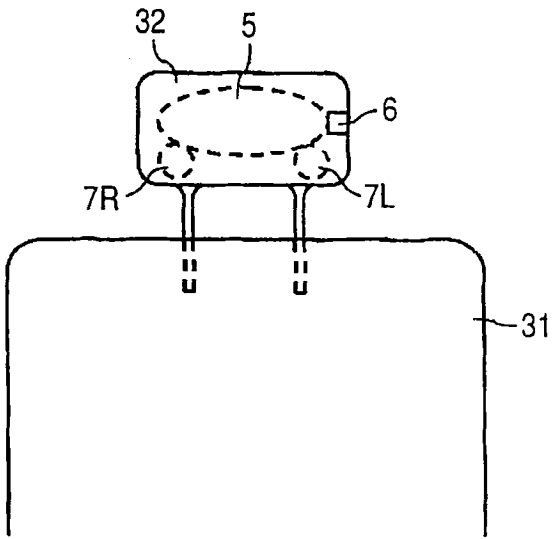


图 8

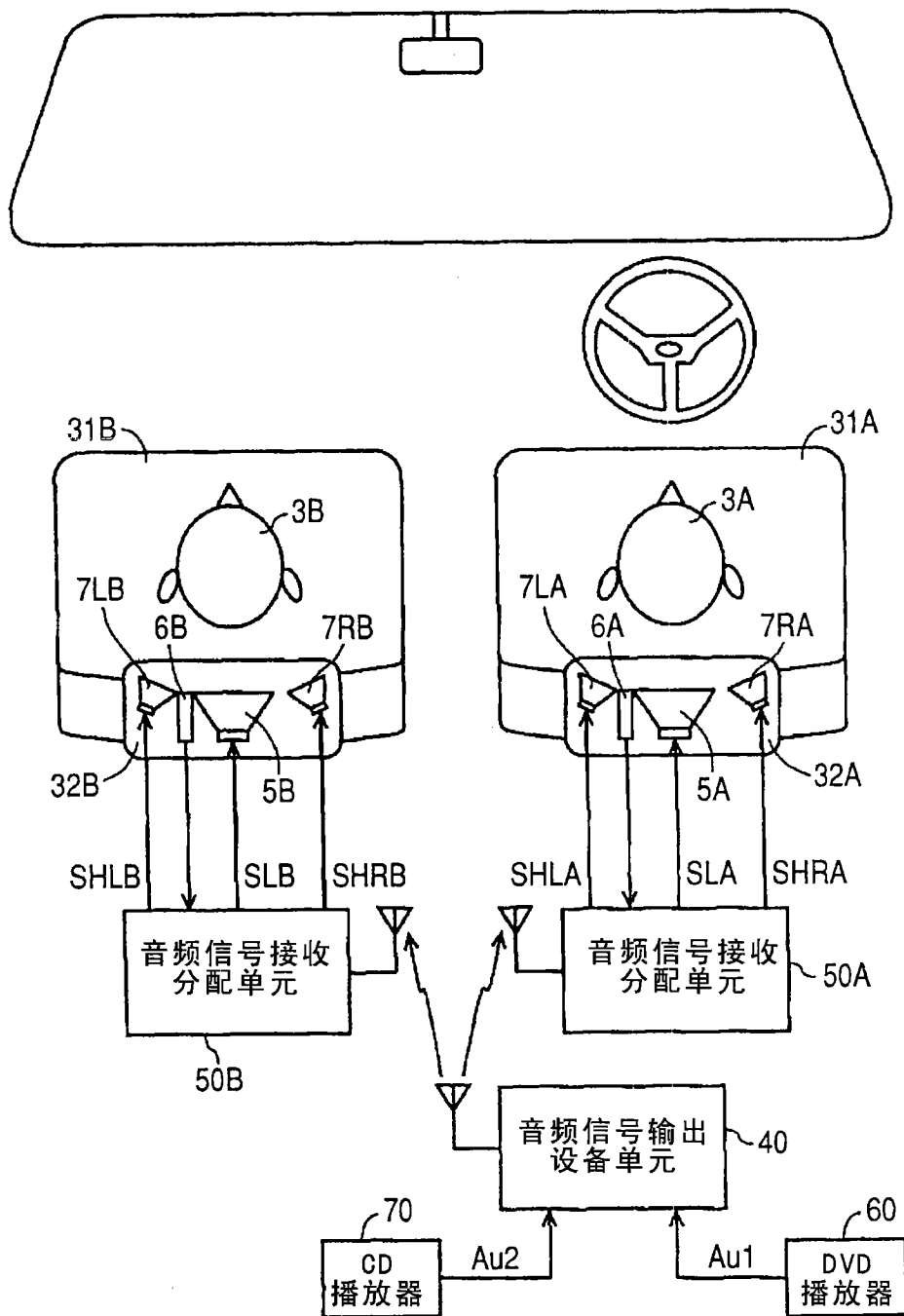


图 9

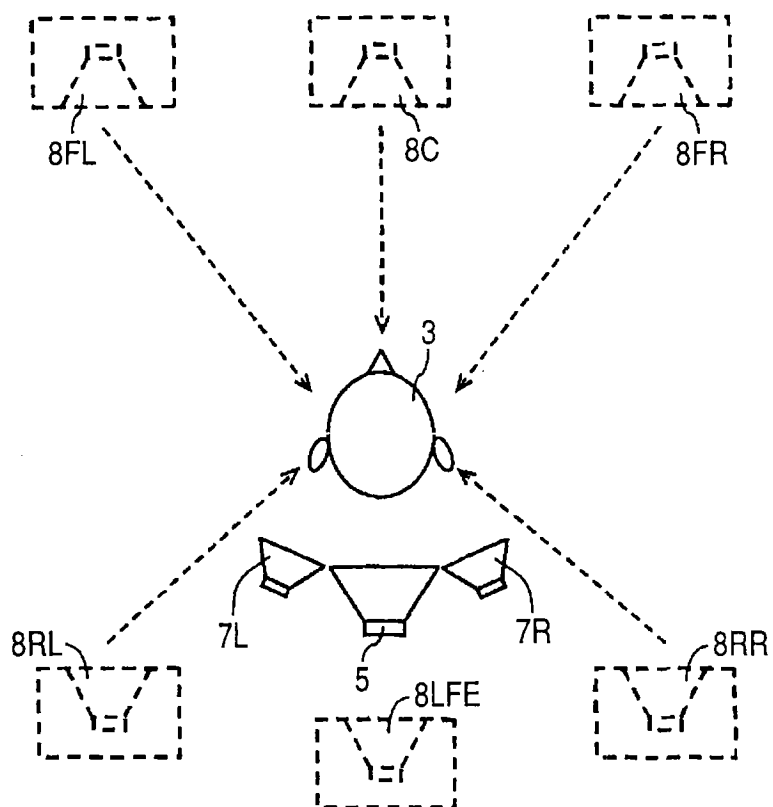


图 10

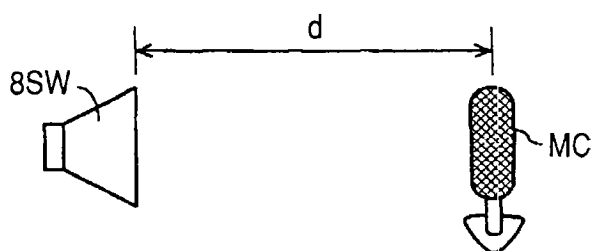


图 11

距离和声压之间的关系 (17cm锥形)

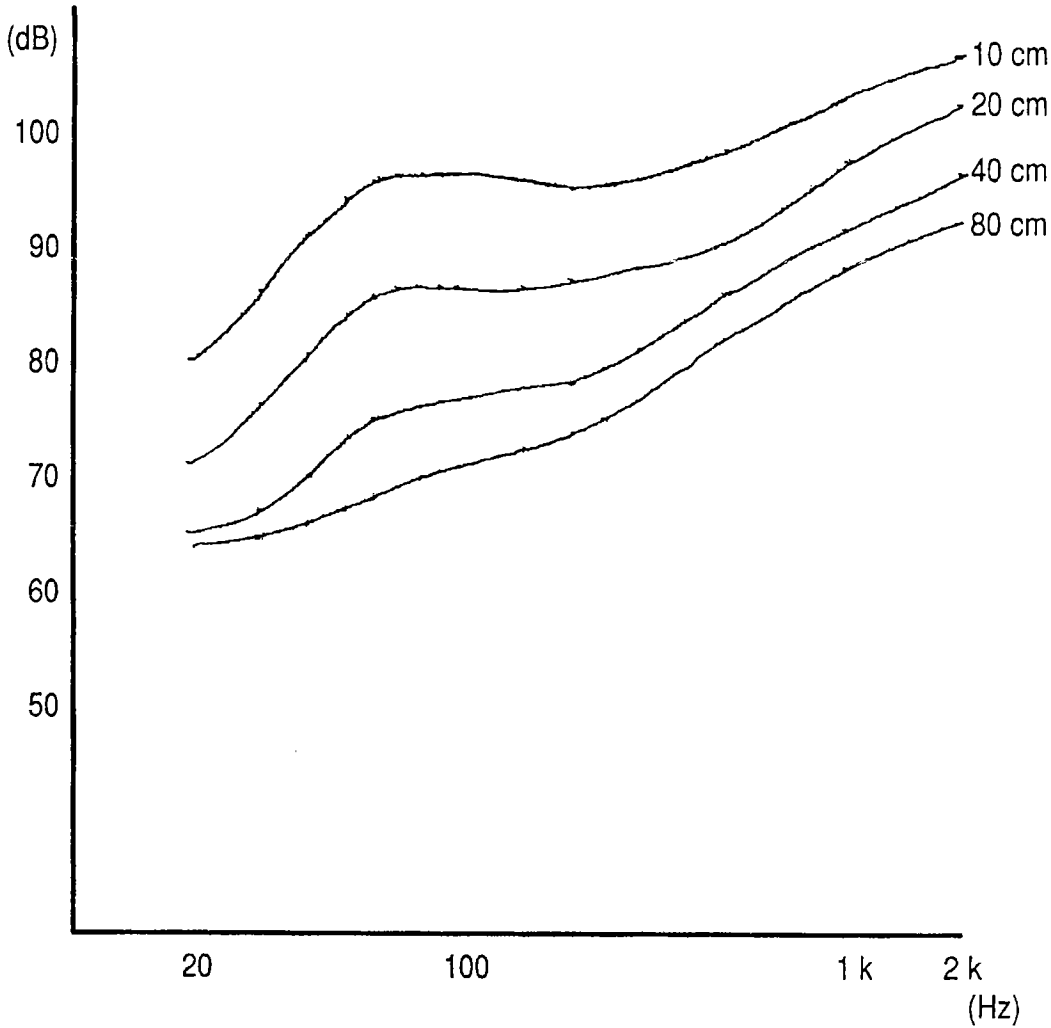


图 12

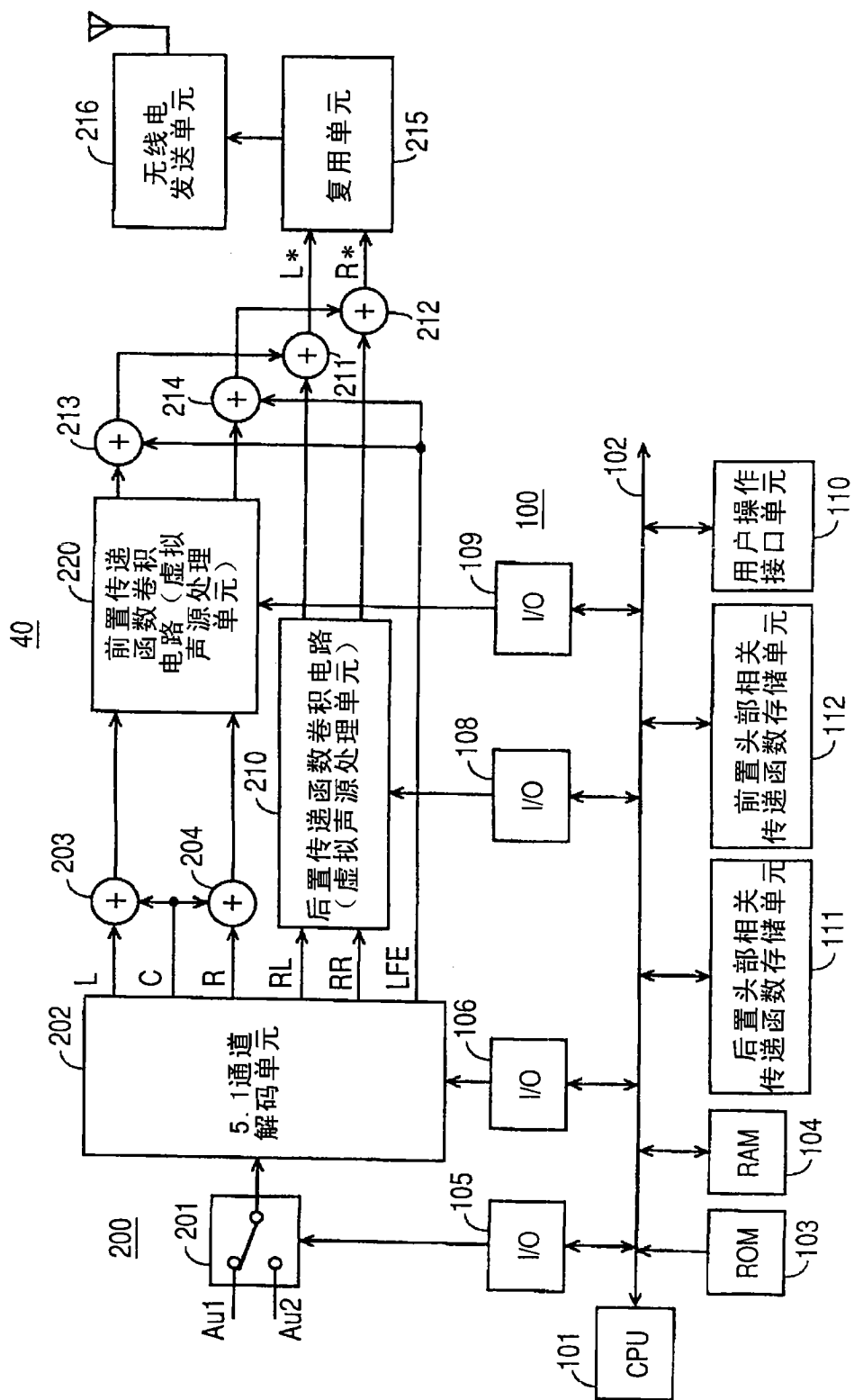


图13

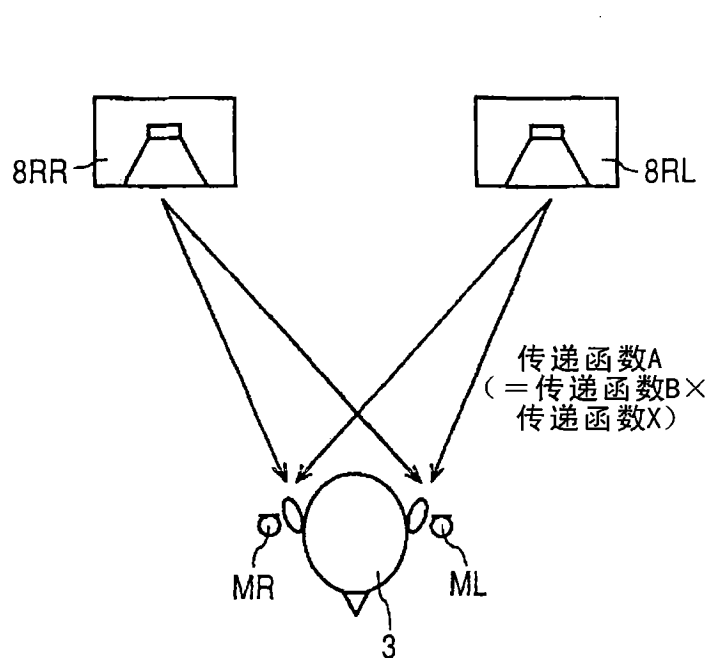


图 14A

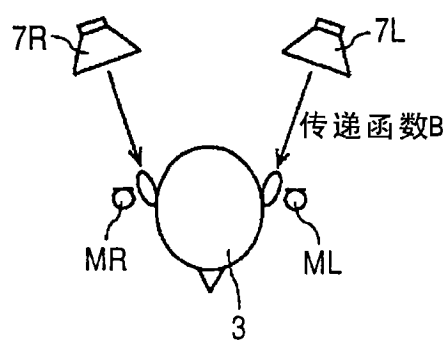


图 14B

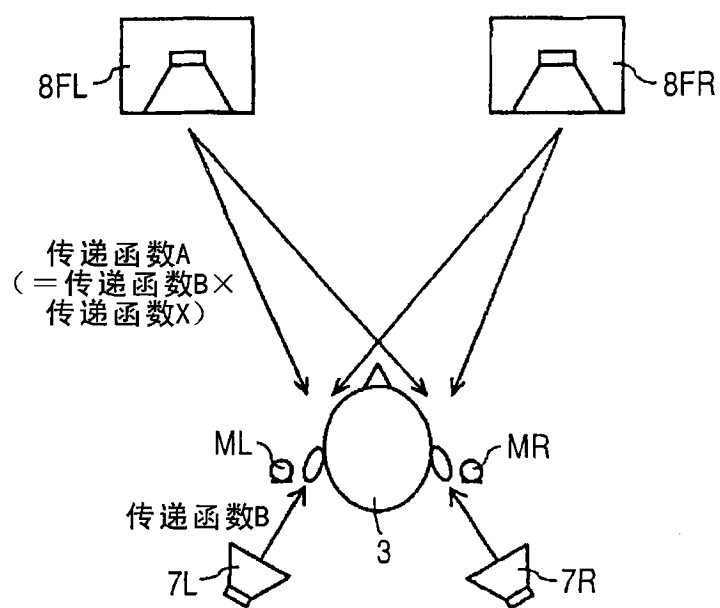


图 15

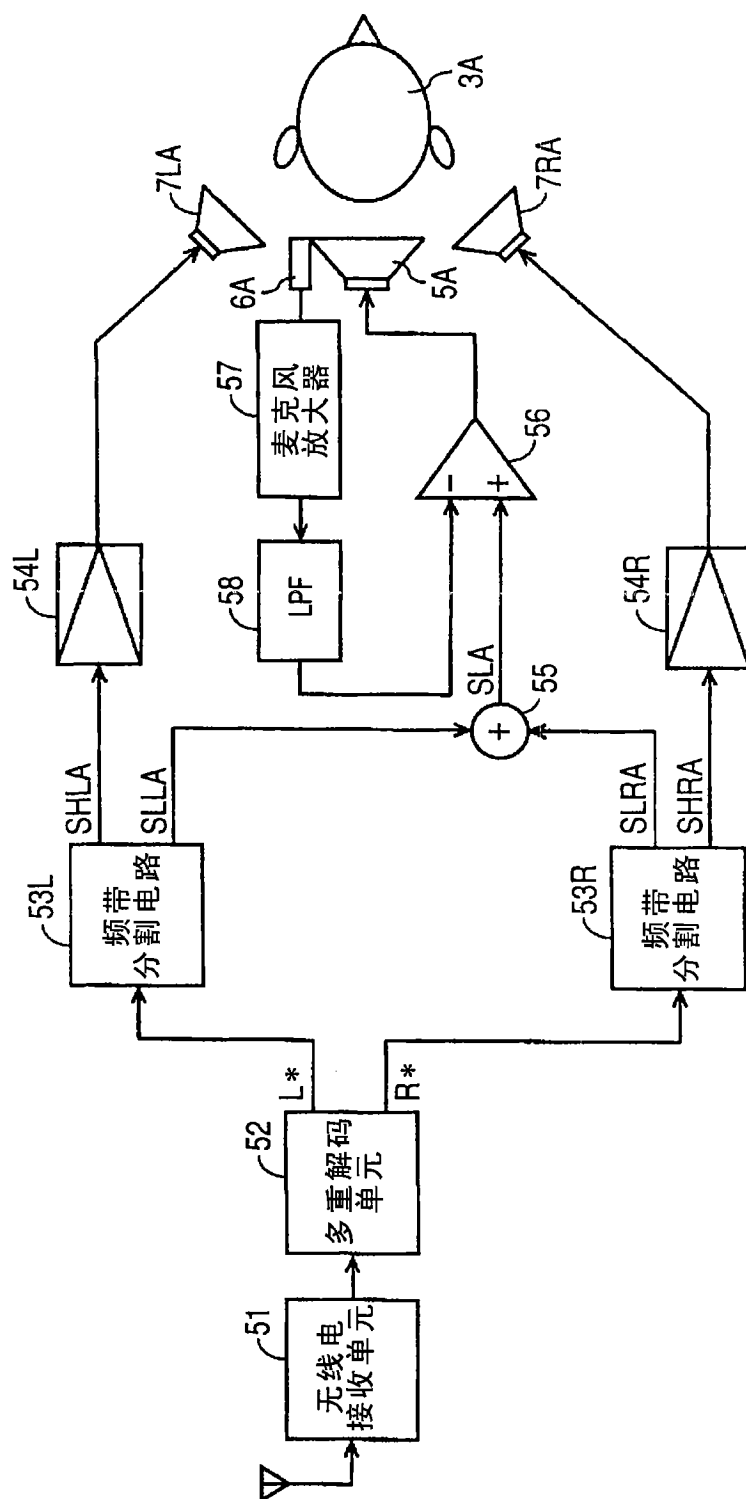


图16

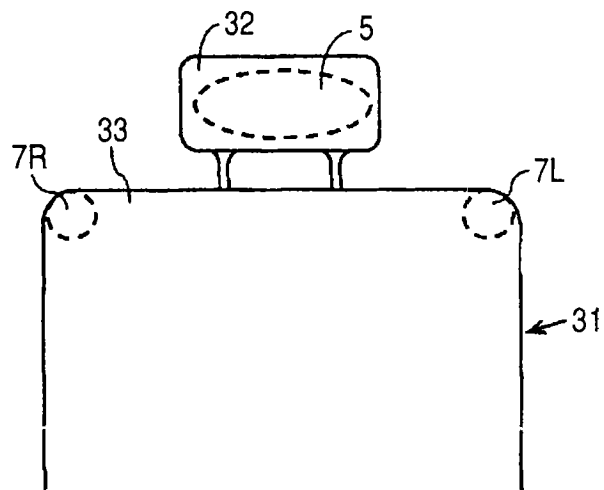


图 17A

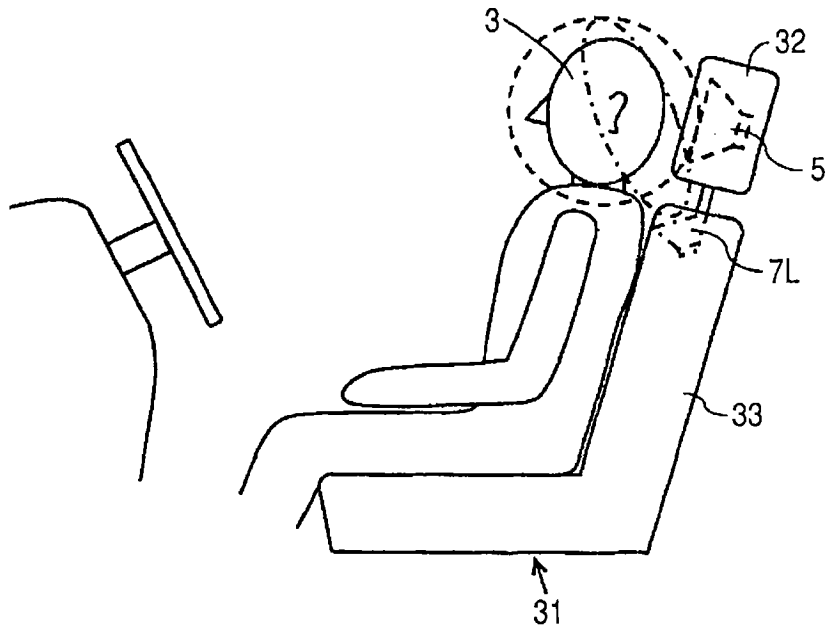


图 17B

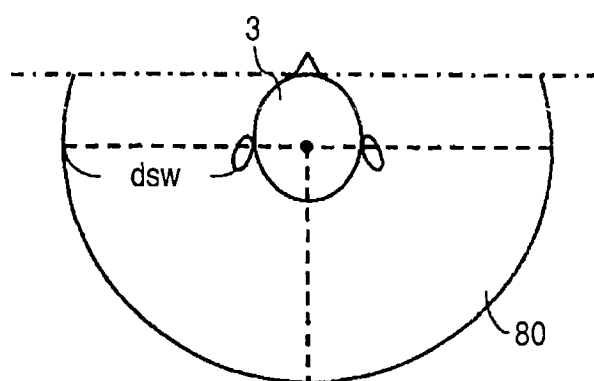


图 18