

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04S 7/00 (2006.01)

H04S 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710151304.8

[45] 授权公告日 2010年1月27日

[11] 授权公告号 CN 100586231C

[22] 申请日 2007.9.24

[21] 申请号 200710151304.8

[30] 优先权

[32] 2006.9.22 [33] JP [31] 2006-256803

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 横田哲平

[56] 参考文献

CN1720760A 2006.1.11

CN2599886Y 2004.1.14

WO2004054314A1 2004.6.24

CN1140968A 1997.1.22

CN1256851A 2000.6.14

CN1732713A 2006.2.8

CN1235505A 1999.11.17

审查员 齐经纬

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 董方源

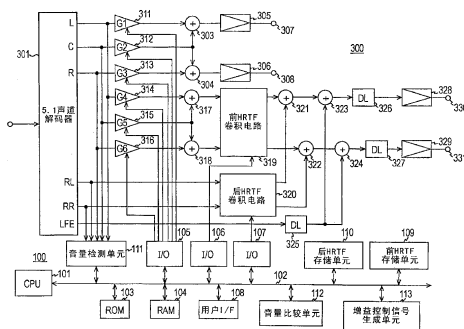
权利要求书3页 说明书25页 附图12页

[54] 发明名称

声音再现系统和声音再现方法

[57] 摘要

本发明提供一种声音再现系统，其包含：第一扬声器，将第一声道的音频信号供给该第一扬声器，并放置该第一扬声器使得由第一声道的音频信号生成的再现声像定位在听者前方方向上的位置；一对第二扬声器，将被执行了虚拟声源处理的音频信号供给该第二扬声器；虚拟声源处理单元，用于对多个声道的音频信号执行虚拟声源处理；音量检测单元，用于检测第一声道和其他声道的音量；音量比较单元，用于比较第一声道的音量与每一个其他声道的音量；以及控制单元，用于控制第一声道和其他声道的音频信号的增益。



1. 一种用于再现包含第一声道的多个声道的音频信号的声音再现系统，在所述第一声道中再现声像被定位在听者前方方向上的位置，所述声音再现系统包括：

第一扬声器，将所述第一声道的音频信号供给所述第一扬声器，并放置所述第一扬声器使得由所述第一声道的音频信号生成的再现声像定位在所述听者前方方向上的位置；

一对第二扬声器，将被执行了虚拟声源处理的音频信号供给所述第二扬声器，使得再现声像定位在预定的位置；

虚拟声源处理装置，用于对所述多个声道的音频信号执行虚拟声源处理，从而生成待被供应到所述第二扬声器的音频信号；

音量检测装置，用于检测来自所述第一声道的音频信号的所述第一声道的音量，并检测来自其他声道的音频信号的除所述第一声道外的声道的音量；

音量比较装置，用于比较由所述音量检测装置检测到的所述第一声道的音量与每一个其他声道的音量；以及

控制装置，用于基于由所述音量比较装置生成的比较结果，控制所述第一声道和其他声道的音频信号的增益。

2. 如权利要求 1 所述的声音再现系统，

其中，如果已经确定所述第一声道的音量相对较大于每一个其他声道的音量，则所述控制装置执行增益控制以减小在待被供应到所述虚拟声源处理装置的多个声道的音频信号之中的所述第一声道的音频信号的音量。

3. 如权利要求 1 所述的声音再现系统，

其中，如果已经确定所述第一声道的音量相对较大于每一个其他声道的音量，则所述控制装置执行控制以从待被供应到所述虚拟声源处理装置的多个声道的音频信号之中去除所述第一声道的音频信号。

4. 如权利要求 1 所述的声音再现系统，

其中，如果已经确定所述第一声道的音量相对较大于每一个其他声道

的音量，则所述控制装置控制所述第一声道的音频信号的增益以增大所述第一声道的音量。

5. 如权利要求 4 所述的声音再现系统，

其中，如果已经确定所述第一声道的音量相对较大于每一个其他声道的音量，则所述控制装置执行控制，使得被执行了虚拟声源处理的音频信号被供应到所述第二扬声器，同时被延迟使得从所述第二扬声器中发出声音的时间比所述第一扬声器中的声音发出时间更迟。

6. 如权利要求 1 所述的声音再现系统，

其中，在被执行了虚拟声源处理的待被供应到所述第二扬声器的音频信号之中，至少延迟与待被供应到所述第一扬声器的音频信号的声道相同的声道的音频信号，使得从所述第二扬声器发出的声音迟于所述第一扬声器中的声音发出时间。

7. 如权利要求 1 所述的声音再现系统，

其中由在靠近所述听者耳朵的预定位置处的支撑装置支撑所述第二扬声器，所述第二扬声器的扬声器单元未被附接到遮护板，从而从所述扬声器单元的振动片的前侧和后侧输出的声音分量可彼此叠加。

8. 如权利要求 1 所述的声音再现系统，

其中所述多个声道的音频信号是多声道环绕方法的音频信号，以及其中所述第一声道的音频信号是中央声道的音频信号。

9. 如权利要求 8 所述的声音再现系统，

其中所述第一扬声器包含用于前左和前右声道的两个扬声器，以及其中所述第一声道的中央声道的音频信号分别被添加到所述前左声道和所述前右声道的音频信号中。

10. 一种在声音再现系统中的声音再现方法，所述声音再现方法包括以下步骤：

将包含所述第一声道的多个声道的音频信号之中的所述第一声道的音频信号供给所述第一扬声器，在所述第一声道中再现声像被定位在听者的前方方向上的位置，并放置所述第一扬声器使得由所述第一声道的音频信号生成的再现声像定位在所述听者的前方方向上的位置；

将被执行了虚拟声源处理的音频信号供给第二扬声器，使得再现声像定位在预定的位置；

对所述多个声道的音频信号执行虚拟声源处理，从而生成待被供应到所述第二扬声器的音频信号；

比较待被供应到所述第一扬声器的所述第一声道的音频信号的音量与每个其他声道的音频信号的音量，所述比较由所述声音再现系统的音量比较装置执行；以及

基于在所述音量比较步骤中生成的比较结果，控制所述第一声道和其他声道的音频信号的增益。

11. 一种声音再现设备，包括：

虚拟声源处理装置，将包含第一声道的多个声道的音频信号供给所述虚拟声源处理装置，在所述第一声道中再现声像被定位在听者的前方方向上的位置，并且所述虚拟声源处理装置对所述多个声道的音频信号执行虚拟声源处理以生成待被供应到一对扬声器的音频信号；

输出电路，用于将所述第一声道的音频信号输出到放置在所述听者的前方方向上的前方扬声器；

音量检测装置，用于检测来自所述第一声道的音频信号的所述第一声道的音量，并检测来自其他声道的音频信号的除所述第一声道外的声道的音量；以及

控制装置，用于基于由所述音量检测装置检测到的所述第一声道的音量和其他声道的音量的比较结果，控制所述第一声道和其他声道的音频信号的增益。

声音再现系统和声音再现方法

技术领域

本发明涉及通过对多个声道的部分声道的音频信号执行虚拟声源处理（virtual sound source process）来再现声音的声音再现系统。本发明还涉及声音再现系统中的声音再现方法。

背景技术

被称作“家庭影院系统”的视频和声音再现系统已经越来越普遍。在视频和声音再现系统中，通过在具有相对较大屏幕的显示器上显示视频从而将其从 DVD（数字多功能光盘）或类似物中再现的同时，以多声道环绕声方法再现声音，近来以 5.1 声道方法再现声音。因此，视频和声音可被强有力地再现。

在 5.1 声道方法的声音再现系统中，使用四种类型的扬声器：一种位于听者前方（此后称作“前方”）；一种位于听者前方的中央（此后称作“中央”）；一种位于听者后方（此后称作“后方”）；还有一种专用于低频。超低音音箱（sub-woofer）是专用于低频的扬声器，其最初处理单声道中的 100Hz 或更低频率的频带。其他扬声器处理 100Hz 到 20KHz 的频带。

图 13 示出在传统的 5.1 声道方法的声音再现系统中的扬声器放置。也就是说，如图 13 所示，用于前左声道的扬声器 10FL 放置在听者 4 的前方的左侧，用于前右声道的扬声器 10FR 放置在听者 4 的前方的右侧，以及用于中央声道的扬声器 10C 放置在听者 4 的前方的中央。

此外，用于后左声道的扬声器 10RL 放置在听者 4 的后方的左侧，用于后右声道的扬声器 10RR 放置在听者 4 的后方的右侧。此外，用于 LFE（低频音效）声道（专用于低频）的超低音音箱扬声器 10SW 放置在适当的位置。

这六个扬声器 10FL、10FR、10C、10RL、10RR 和 10SW 分别附接到扬声器箱，并被定位在各个位置。通常，放置这六个在前侧或后侧的扬声器使得其距听者 4 的距离 d_s 例如约为两米。

在传统的声音再现系统中，在用于前左和前右声道的扬声器中使用的约 15 升 (litter) 的扬声器箱已经被替换为较小的约一升的音箱，并且将这样的扬声器称作卫星扬声器。当然，那些扬声器不输出低频声音，因此将被称作超低音音箱的专用于低频的扬声器添加到系统中。当在此情况下时，当除超低音音箱外的扬声器都是较小的音箱时，供应到超低音音箱 10SW 的音频信号的交界 (crossover) 频率是 150Hz，此值略高于上述的 100Hz，然而此频率仍是较低的。

当在上述放置的扬声器系统中从 DVD 再现 5.1 声道的音频信号时，显然可再现充分的低音。此外，在再现一侧设置专用于低频的声道。因此，当声源是电影时，按照惯例不能够获得的深沉的低音在房间内回荡，从而可获得强有力的并且逼真的感受。

然而，在相对较小的房间内，可能没有地方放置上述的六个扬声器以再现多声道环绕声。此外，六个扬声器和放大器的需求不利地导致较高成本。

由声漏 (sound leakage) 导致的噪声也是一个问题。例如，在典型的 5.1 声道扬声器配置中，在欣赏 DVD 的视频和声音时，需要约 90dB 或更大的音量再现强有力的声音。也就是说，如果听者希望获得良好的多声道环绕音效，则他/她需要考虑噪声问题。

用于解决上述问题的方法的实施例是虚拟声源处理 (虚拟声像定位处理)，在专利文献 1 和 2 (日本未经实审的专利申请公开第 9-327099 号和第 10-224900 号) 中描述了该实施例。

在此处理中，待被供应到两个实际地放置的扬声器的音频信号被生成。基于在虚拟声像 (virtual sound image) 被定位的位置处放置扬声器时到听者双耳的传递函数 (HRTF: 头相关传递函数) 来处理音频信号。

通过使用此虚拟声源处理，可仅用两个扬声器再现上述的 5.1 声道的多声道环绕声。因此，可节省空间并降低成本。

发明内容

在日本专利申请第 2006-24302 号（2006 年 2 月 1 日递交）中，本申请的申请人已经提供了一种声音再现系统，其能够通过使用上述的虚拟声源处理实现多声道环绕声。

在此先前提出的发明中，将两个扬声器固定在听者的耳朵附近，因此听者可听到具有充足音量的声音，即使实际上并非以那样大的音量从扬声器输出声音。因此，减小了传播到邻近房屋的声音。

此外，在该先前提出的发明中，在对多声道环绕声的前方和后方声道的声音分量执行了虚拟声源处理之后，将其供应到两个扬声器，然后再再现前方和后方声道的那些声音分量。使用此配置，有利地无需设置用于前方和后方声道的扬声器。

然而，在此情况下，与在声道的声像定位位置处实际地设置了用于声道的实扬声器（real speaker）（术语“实扬声器”用于将其与再现被执行了虚拟声源处理的音频信号的扬声器相区分），并且声道的音频信号被供应到实扬声器以再现声音的情况相比，基于被执行了虚拟声源处理的音频信号而再现的声音的声像（虚拟声像）的定位在如下的声道中变差，在该声道中声像被定位在包含听者的中央面（median plane）的平面中的位置（也就是，5.1 声道多环绕方法中的中央声道）。

也就是说，在声像定位位置在包含听者的中央面的平面中的声道（例如中央声道）的声音中，通过虚拟声源处理生成的虚拟声像的定位变差。

在此情况下，实扬声器不仅包含放置在中央声道的声像定位位置的用于中央声道的扬声器，在通过将中央声道的音频信号等量地供应到用于前左和前右两个声道的实扬声器，来获得中央声道的声像定位的情况下，其还包含用于前左和前右两个声道的两个扬声器。

考虑了上述要点而做出了本发明，并且本发明致力于提供一种声音再现系统，其解决在上述虚拟声源处理中，声像定位位置在包含听者的中央面的平面中的声道（例如中央声道）的声像定位变差的问题。

根据本发明的实施例，提供了一种用于再现包含第一声道的多个声道的音频信号的声音再现系统，在第一声道中再现声像被定位在听者前方方

向上的位置。该声音再现系统包含：第一扬声器，将第一声道的音频信号供给该第一扬声器，并放置该第一扬声器使得由第一声道的音频信号生成的再现声像定位在听者前方方向上的位置；一对第二扬声器，将被执行了虚拟声源处理的音频信号供给该第二扬声器，使得所述再现声像定位在预定的位置；虚拟声源处理装置，用于对多个声道的音频信号执行虚拟声源处理，从而生成待被供应到第二扬声器的音频信号；音量检测装置，用于检测来自第一声道的音频信号的第一声道的音量，并检测来自其他声道的音频信号的除第一声道外的声道的音量；音量比较装置，用于比较由音量检测装置检测到的第一声道的音量与每一个其他声道的音量；以及控制装置，用于基于由音量比较装置生成的比较结果，控制第一声道和其他声道的音频信号的增益。

在具有上述配置的声音再现系统中，实扬声器作为用于多个声道中第一声道的第一扬声器被放置，在第一声道中再现声像被定位在听者前方方向上的位置，第一声道例如是中央声道。此外，设置了一对第二扬声器，将被执行了虚拟声源处理的多个声道的音频信号供给所述第二扬声器。

音量检测装置检测第一声道的音量和除第一声道外的声道的音频信号的音量。音量比较装置比较由音量检测装置检测到的第一声道的音量与每一个其他声道的音量。

控制装置基于由音量比较装置生成的比较结果，控制第一声道和其他声道的音频信号的增益。

由控制装置执行的对多个声道的音频信号的增益控制实现了其中声像被定位在听者前方方向上的位置的声道（例如其中声像定位很难获得的中央声道）的声音的声像定位的改进，即使当利用虚拟声源处理来再现多个声道的声音时也是如此。

根据本发明的实施方式，可以改进其中声像被定位在听者前方方向上的位置的声道（例如其中声像定位很难获得的中央声道）的声音的声像定位，即使当利用虚拟声源处理来再现多个声道的声音时也是如此。

附图说明

图 1 示出根据本发明的实施方式的声音再现系统的配置的实施例；

图 2 示出根据本实施方式的声音再现系统中的扬声器放置的实施例；

图 3 示出根据本实施方式的声音再现系统中的扬声器放置的实施例；

图 4 用于示出根据本实施方式的声音再现系统的操作，其中示出了距离和声压之间的关系；

图 5 示出根据本实施方式的声音再现系统中的扬声器放置的实施例；

图 6A 和 6B 示出根据本实施方式的声音再现系统中的扬声器放置的实施例；

图 7 示出根据本实施方式的声音再现系统中的音频信号输出装置的配置实施例的框图；

图 8 用于示出图 7 中所示的框图的一部分的配置；

图 9 用于示出图 7 中所示的框图的一部分的配置；

图 10A 到 10C 用于示出在根据本实施方式的声音再现系统中对各个声道的音频信号执行的增益调整；

图 11 示出根据本实施方式的声音再现系统中的扬声器放置的实施例；

图 12 示出根据另一实施方式的声音再现系统中的扬声器放置的实施例；以及

图 13 示出在传统的声音再现系统中扬声器放置的典型实施例。

具体实施方式

此后，参考图式描述根据本发明的实施方式的声音再现系统。在此实施方式中，将再现上述 5.1 声道方法的多声道环绕声的情况作为实施例描述。

以下描述的实施方式是如下的情况下的实施例，其中通过利用在 DVD 播放器中再现的视频信号和音频信号执行影像收看和 5.1 声道环绕声收听。在此实施方式中，当电视接收器屏幕用于影像收看时，通过利用包含在电视接收器内的两个扬声器和设置在听者耳朵附近的两个扬声器再现 5.1 声道的多环绕声。

图 1 示出根据此实施方式的声音再现系统的概貌。

如图 1 所示, 根据此实施方式的声音再现系统包含电视接收器 1, 该电视接收器 1 包含用于前左和前右声道的两个扬声器 11FL 和 11FR; DVD 播放器 2; 音频信号输出装置 3; 和设置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2。

在此实施方式中, 基本上在除 LFE (低频音效) 声道外的所有 5.1 声道环绕方法的声道的音频信号上执行虚拟声源处理, 并且通过利用设置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 再现声音。

然而, 如在以上发明内容中描述的, 很难定位作为虚拟声像的其中待被定位的再现声像在包含听者 4 的中央面的平面中的声道的声音, 在此情况下是很难定位中央声道的声音。因此, 在此实施方式中不仅将中央声道的声音作为虚拟声像定位, 而且还利用实扬声器再现中央声道的声音。

在此情况下, 未设置专用于中央声道的实扬声器, 而是采用了包含在电视接收器 1 内的用于前左和前右声道 (用于两个立体声声道) 的两个扬声器。也就是说, 以 1:1 的比例将中央声道的音频信号添加到这两个声道的音频信号中, 从而通过实扬声器实现中央声道的声音的声像定位。

如此配置的原因如下。即, 通常显示器放置在听者 4 的正前方, 且用于前左和前右声道的两个扬声器放置在显示器的两侧。然而, 将用于中央声道的实扬声器放置在放置显示器的位置的中央是很少见的。

在此实施方式中, 对 5.1 声道环绕声中的前左和前右声道的音频信号执行虚拟声源处理, 并通过利用在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 再现声音。此外, 电视接收器 1 的两个扬声器 11FL 和 11FR 用作实扬声器。

电视接收器 1 的两个扬声器 11FL 和 11FR 可放置在电视接收器 1 的机壳内, 或可将其与电视接收器 1 分离地并且独立地设置。

在此实施方式中, 设置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 还供给 5.1 声道环绕声中的低频声道的音频信号。因此, 优选地将能够充分再现 LFE 声道的音频信号的扬声器用作扬声器 11SW1 和 11SW2。

电视接收器 1 例如具有能够接收电视广播信号的功能。电视接收器 1 基于所接收的电视广播信号再现电视广播节目的视频信号和音频信号，在电视接收器 1 的显示器 1D 上显示所再现的电视广播节目的影像，并通过扬声器 11FL 和 11FR 输出所再现的电视广播节目的声音。

DVD 播放器 2 再现记录在 DVD 上的视频信号和音频信号，并输出这些信号。在此实施例中，在 DVD 播放器 2 中再现的视频信号 V_i 被供应到电视接收器 1，并且与所再现的视频信号 V_i 相对应的影像被显示在显示器 1D 上。另一方面，在 DVD 播放器 2 中再现的音频信号 A_u 被供应到音频信号输出装置 3。

在此实施方式中，音频信号输出装置 3 具有与 5.1 声道的多声道环绕声方法相对应的解码功能。当将要以 5.1 声道环绕声再现由电视接收器 1 接收的数字广播节目的声音时，音频信号输出装置 3 生成待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的第一和第二扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号，并将生成的信号供应到相应扬声器。

当将要显示和输出由 DVD 播放器 2 再现的影像和声音时，音频信号输出装置 3 不仅生成待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的第一和第二扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号，而且生成待被供应到用于电视接收器 1 的左和右声道的两个扬声器 11FL 和 11FR 的音频信号，并将这些音频信号供应到相应扬声器。

在此实施方式中，音频信号输出装置 3 将前左声道的音频信号 L 和中央声道的音频信号 C 的和信号 (L+C)；和前右声道的音频信号 R 和中央声道的音频信号 C 的和信号 (R+C) 供应到用于电视接收器 1 的左和右两个声道的两个扬声器 11FL 和 11FR。

此外，如下所述的，音频信号输出装置 3 将被执行了所谓的虚拟声源处理的音频信号供应到听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2。

本实施方式中的扬声器放置实施例

此后，参考图 2 描述在根据此实施方式的声音再现系统中的扬声器放置实施例。

参考图 2，如实线所指示的，用于前左声道的扬声器 11FL 和用于前右声道的扬声器 11FR 作为实扬声器放置在听者 4 前方的左边和右边。此外，用于虚拟声像定位的扬声器 11SW1 和 11SW2 放置在听者 4 的左耳和右耳附近，使得扬声器的振动片（vibrating plate）分别朝向每个耳朵，并且使得扬声器将听者 4 的头部夹在中间。

如上所述，在此实施例中在听者 4 的前方的扬声器 11FL 和 11FR 被包含在电视接收器 1 内，并且因此被配置为附接到遮护板（baffle plate）的各个扬声器单元，该遮护板即较小的扬声器箱 12FL 和 12FR 的前侧（例如电视接收器的前面板）。此后，当不需要区分扬声器 11FL 和 11FR 二者的声道时，将其称作前方扬声器。

在此实施例中未将中央扬声器 11C 实际地设置为实扬声器。然而，如上所述，以 1:1 的比例将中央声道的音频信号添加到用于前左和前右声道的扬声器 11FL 和 11FR，从而中央声道的声像被定位为如同将实扬声器放置在由图 2 中的点划线所指示的扬声器 11C 的位置上那样。在此说明书中，将扬声器 11C 称作实扬声器。

在放置在听者 4 的左耳和右耳附近的并将听者 4 的头部夹在中间的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 中，扬声器单元并未容纳在扬声器箱中，并且未附接到遮护板，从而从扬声器单元的振动片前侧和后侧发出的声音可被混合。

在此实施方式中，如上所述，LFE 声道的低频音频信号被供应到听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2，从而从那些扬声器 11SW1 和 11SW2 中以相同相位发出 LFE 声道的低频声音。因此，在此实施方式中扬声器 11SW1 和 11SW2 用作超低音音箱。

此外，在此实施方式中，对除 LFE 声道外的所有 5.1 声道的声道的音频信号执行虚拟声源处理，并将音频信号供应到扬声器 11SW1 和 11SW2。

利用此配置，在听者 4 的耳朵附近发出 LFE 声道的低频声音，因此听者 4 感觉到他/她好像听到较大音量的声音。然而，在听者 4 的远处可能很难听到该低频声音，这是因为从扬声器 11SW1 和 11SW2 的扬声器单元的

振动片的前侧和后侧输出的声音彼此相位相差 180° 进而它们彼此抵消。因此，可防止由低频声源传播引起的对邻居的妨碍。

如图 3 所示，为了证实低频声音的衰减，在消声室中用麦克风 14 收集来自用作超低音音箱并具有 17cm 的直径的扬声器单元 11SW 的声音，麦克风 14 在距扬声器单元 11SW 距离为 d 的位置处，然后测量声压电平（sound pressure level）的频率特性。在图 4 中示出结果。在此情况下，扬声器单元 11SW 既未容纳在音箱中也未附接到遮护板。

如图所示，图 4 中的四条频率特性曲线指示当扬声器单元 11SW 和麦克风 14 之间的距离 d 分别是 10 cm、20cm、40 cm 和 80 cm 时所获得的结果。

图 4 中示出的结果证实了当扬声器单元未容纳在音箱中时，1KHz 或更低频率的声音明显衰减。更具体地，频率越低，衰减量越大。

在此实施方式中，设置两个扬声器 11SW1 和 11SW2 和听者 4 的左右耳之间的距离 d_{sw} ，以使得低频声音传播进听者 4 的耳朵同时不会如此地衰减，在此情况下，该距离约为 20cm。

例如，在传统的实施例中扬声器单元 11SW 和听者 4 的耳朵之间的距离通常是 2 米。另一方面，在此实施方式中，扬声器 11SW1 和 11SW2 和听者 4 的耳朵之间的距离是 20 厘米。因此，根据此实施例的该距离是传统实施例的该距离的十分之一。

因此，所需要的使听者 4 感觉到相同声压的能量是上述典型实施例中所需能量的百分之一。具体地，如果在上述典型实施例中需要 100W（瓦特）的放大器，则在此实施方式中利用 1W 的放大器可获得相同的声压。

在此实施方式中，即使仅通过供应到扬声器的音频信号的输出的差别，也可降低扩散的声音量。此外，例如 20 Hz、30 Hz 和 40 Hz 的低频声音由于相位被抵消，因而除非在超低音音箱的扬声器单元附近，否则很难听到声音。另一方面，通过给低频声音可观的能量可获得包含于 DVD 软件中的强有力的声音效果，并因此隔音效果增强。

在上述配置中，如果仅关注低频声音，并且如果仅低频声音衰减，则可获得充足的效果。当然，当从扬声器 11SW1 和 11SW2 中再现并发出除

低频声音外的声音时，可获得与上述隔音效果相同的隔音效果。

在此实施方式中，对除 LFE 声道外的所有 5.1 声道的声道的音频信号执行虚拟声源处理，并将音频信号供应到扬声器 11SW1 和 11SW2。

也就是说，如图 2 所示，5.1 声道环绕声除 LFE 声道外还包含五个声道的声音：前左声道和前右声道；中央声道；后左声道和后右声道。

通常，如图 2 中虚线所指示的，其中扬声器单元附接到用作遮护板的扬声器箱的前侧的扬声器 11FL'、11FR'和 11C'，以及扬声器 11RL 和 11RR 放置在听者 4 的前侧和后侧。

在此实施方式中，如下所述，各个声道的声音是被执行了虚拟声源处理的音频信号。将音频信号供应到朝向听者 4 耳朵的扬声器 11SW1 和 11SW2 使得声音再现。

在此情况下，听者 4 前方的前左和前右声道和中央声道双重地存在：一方面利用实扬声器再现声音，另一方面通过被执行了虚拟声源处理的音频信号，利用放置在听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 再现声音。

在此实施方式中，以上述方式配置声音再现系统。如下所述，根据中央声道的音频信号的音量，对待被供应到实扬声器的音频信号，和被执行了虚拟声源处理的待被供应到扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号执行增益控制，以使得尤其是中央声道的声像被定位在图 2 中实扬声器 11C 的位置。因此，声像定位被改进。

如上所述，扬声器 11SW1 和 11SW2 和听者 4 耳朵之间的距离较短。因此，可减小 LFE 声道和其他相应音频频率的声道的音频信号的辐射能量，从而增强隔音（soundproof）效果。

此外，如上所述，与其中距离 d_{sw} 为 2 米的典型实施例相比，通过将扬声器 11SW1 和 11SW2 和听者 4 的耳朵之间的距离 d_{sw} 设置为 20cm，可减小扬声器 11SW1 和 11SW2 的声压。还可将此措施应用于后左和后右声道的音频信号 RL 和 RR，从而可实现能量节约。

一个考虑了上述要点的扬声器放置实施例是一种用于在具有按摩椅或类似物的配置的座椅上设置扬声器的方法。

图 5 示出此情况的实施例，其中在座椅上设置了待被放置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2。

也就是说，在此实施例中，座椅 20 具有与飞机商务舱的座椅结构一样的结构。扬声器支架（holder）22 附接到座椅 20 的靠背 21 的顶部 21a，并且扬声器 11SW1 和 11SW2 附接到扬声器支架 22 并由扬声器支架 22 将其支撑。

图 6A 和 6B 示出扬声器支架 22 的实施例。扬声器支架 22 包含由诸如铝之类的金属制成的管子 221。如图 6B 所示，管子 221 是扁平环形的。在该环形限定的空间中，扬声器 11SW1 和 11SW2 和辅助扬声器 11SW3 和 11SW4 被支撑同时被固定。

设置辅助扬声器 11SW3 和 11SW4 用于补充低频声音的功率，仅通过使用放置在听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2，根据能听度（audibility）对低频声音可能不能获得足够的可闻度。辅助扬声器 11SW3 和 11SW4 并非总是必需的。

在此实施例中，可能仅将低频音频信号（LFE 信号）供应到辅助扬声器 11SW3 和 11SW4。或者，可将被执行了虚拟声源处理的音频信号供应到辅助扬声器 11SW3 和 11SW4，与扬声器 11SW1 和 11SW2 一样。

管子 221 是扁平环形的。如图 6A 所示的，环形部分实质上是 U 形的，从而环绕除面部前侧外的听者 4 的头部侧部部分（朝向左右耳的侧部），以及头部的后方部分。

此外，支柱部分 222a 和 222b 连接到环形管子 221，所述支柱部分用于将扬声器支架 22 附接到座椅 20 的靠背 21。通过使用支柱部分 222a 和 222b，扬声器支架 22 可以可分离地设置在座椅 20 的靠背 21 上。更具体地，可在座椅 20 的靠背 21 的顶部 21a 中设置长的孔（未示出），将支柱部分 222a 和 222b 插入并配合到所述长孔中。通过将支柱部分 222a 和 222b 插入并配合到靠背 21 中的长孔，将扬声器支架 22 固定到座椅 20 上。

在当听者坐在座椅 20 上时朝向听者 4 耳朵的位置处，将扬声器 11SW1 和 11SW2 固定到 U 形管子 221，并由 U 形管子 221 支撑。此外，

在听者 4 的头部后方处，将辅助扬声器 11SW3 和 11SW4 固定到管子 221，并由管子 221 支撑。

在此实施例中，当听者 4 坐在座椅 20 上时，将扬声器 11SW1 到 11SW4 和听者 4 头部（尤其是耳朵）之间的距离设置为约 20cm。

在此实施例中，通过信号线（扬声器电缆）将声道的音频信号从音频信号输出装置 3 供应到扬声器 11SW1 到 11SW4。

如上所述，根据此实施方式的声音再现系统，其中多声道扬声器如图 5 所示出地附接到座椅 20，通过使用数目比声道数目少的扬声器，坐在座椅 20 上的听者 4 可享受具有大音量的逼真的多声道声音。此外，可显著减小向外界的声漏。

具体地，在此实施方式中，用作超低音音箱的扬声器 11SW1 和 11SW2 未容纳在音箱内并放置在听者 4 的耳朵附近，从而可显著减小向邻接房间的超低音的泄漏。此外，如上所述，除用于超低音音箱的声道外的后左和后右声道的声音在被执行了虚拟声源处理之后，从扬声器 11SW1 和 11SW2 发出。由于可降低音频信号的电平，所以可进一步降低声漏和低音泄漏的电平。因此，听者可在享受 DVD 画面的同时享受充足的音量而无需关心其他因素即使是在午夜。

由于扬声器 11SW1 和 11SW2 放置在听者耳朵附近，所以在极端的情况下可将音频信号的输出功率降低到传统实施例的百分之一。因此，可节约能量，并且可显著地降低硬件（输出放大器）成本。此外，由于较小输出功率的音频信号就足够了，所以可有利地使用不要求较大振幅的薄、轻并且便宜的扬声器。此外，较小的音频信号输出功率降低了热生成并实现了诸如电源之类的设备的小型化。因此，可用电池驱动声音再现系统，并且可在座椅或类似物的设计中嵌入该声音再现系统。

因此，可在整个声音再现系统中实现能量节约。在此声音再现系统中，可维持听者的满意水平并且可降低向相邻空间的声漏。

即使在能够将 5KHz 的声音衰减 45dB 的典型隔音窗中，衰减量也会减小：1KHz 时衰减 36dB，100Hz 时衰减 20dB。具体地，在 50Hz 或更低频率时，衰减量更小。考虑到这些情况，根据此实施方式的超低音音箱的

隔音效果是显著的。与用于欣赏视频/声音再现的房间的隔音改造相比，成本节约效果是显著的。

可将音频信号输出装置 3 设置在预定位置，例如设置在座椅 20 的座垫表面下。在那种情况下，音频信号输出装置 3 可通过信号电缆从用作多声道音频信号源的 DVD 播放器 2 接收音频信号 A_u 。然而，在此配置中，DVD 播放器 2 需要经由信号电缆连接到座椅。通过在 DVD 播放器 2 中设置以无线电波或光无线地发送多声道音频信号的发送单元，并通过在音频信号输出装置 3 中设置接收这些被无线发送的多声道音频信号的接收单元，DVD 播放器 2 和座椅 20 之间的信号电缆变成不必要的。

当以无线电波或光从诸如 DVD 播放器 2 之类的多声道音频信号源发送音频信号时，DVD 播放器 2 和声音再现系统可被无线地连接，从而可自由地移动具有声音再现系统的座椅 20。

根据本实施方式的音频信号输出装置 3 的配置实施例

图 7 是根据此实施方式的音频信号输出装置 3 的配置实施例的框图。根据此实施方式的音频信号输出装置 3 包含音频信号处理单元 300 和包含微计算机的控制单元 100。

控制单元 100 包含通过系统总线 102 连接到存储软件程序的 ROM（只读存储器）103 的 CPU（中央处理单元）101、用作工作区域的 RAM（随机存取存储器）104、多个输入/输出端口 105 到 107、用户操作接口 108、前 HRTF（头相关传输函数）存储单元 109、后 HRTF 存储单元 110、音量检测单元 111、音量比较单元 112，和增益控制信号生成单元 113。用户操作接口 108 包含直接设置在音频信号输出装置 3 中的键操作单元、遥控器和遥控信号接收单元。

如上所述，在此实施方式中，将从 DVD 播放器 2 发送的音频信号 A_u 供应到音频信号输出装置 3 中的 5.1 声道解码器 301。5.1 声道解码器 301 接收音频信号 A_u ，对其执行声道解码处理，并输出前左和前右声道的音频信号 L 和 R、中央声道的音频信号 C、后左和后右声道的音频信号 RL 和 RR，以及低频音频信号 LFE。

经由增益调整放大器 311 将来自 5.1 声道解码器 301 的前左声道的音频信号 L 供应到加法器 303。经由增益调整放大器 313 将来自 5.1 声道解码器 301 的前右声道的音频信号 R 供应到加法器 304。经由增益调整放大器 312 将来自 5.1 声道解码器 301 的中央声道的音频信号 C 等量地供应到加法器 303 和 304。

加法器 303 将来自增益调整放大器 311 的前左声道的音频信号 L 与来自增益调整放大器 312 的中央声道的音频信号 C 相加，并经由放大器 305 将通过相加而生成和音频信号 $L+C$ 导向音频输出终端 307。将供应到输出终端 307 的音频信号供应到电视接收器 1 的扬声器 11FL。

加法器 304 将来自增益调整放大器 313 的前右声道的音频信号 R 与来自增益调整放大器 312 的中央声道的音频信号 C 相加，并经由放大器 306 将通过相加而生成和音频信号 $R+C$ 导向音频输出终端 308。将供应到输出终端 308 的音频信号供应到电视接收器 1 的扬声器 11FR。

此外，将来自 5.1 声道解码器 301 的前左声道的音频信号 L 经由增益调整放大器 314 供应到加法器 317。将来自 5.1 声道解码器 301 的前右声道的音频信号 R 经由增益调整放大器 316 供应到加法器 318。将来自 5.1 声道解码器 301 的中央声道的音频信号 C 经由增益调整放大器 315 等量地供应到加法器 317 和 318。

加法器 317 将来自增益调整放大器 314 的前左声道的音频信号 L 与来自增益调整放大器 315 的中央声道的音频信号 C 相加，并将通过相加而生成和音频信号 $L+C$ 供应到前 HRTF 卷积电路 319。

加法器 318 将来自增益调整放大器 316 的前右声道的音频信号 R 与来自增益调整放大器 315 的中央声道的音频信号 C 相加，并将通过相加而生成和音频信号 $R+C$ 供应到前 HRTF 卷积电路 319。

前 HRTF 卷积电路 319 利用数字滤波器或类似物将在前 HRTF 存储单元 109 中准备的前 HRTF 与来自 5.1 声道解码器 301 的前左和前右声道的音频信号 L 和 R 卷积。

因此，在前 HRTF 卷积电路 319 中，如果输入其中的音频信号不是数字信号则将其转换为数字信号，前 HRTF 与其卷积，并将数字信号转换为

模拟信号，然后输出该模拟信号。

通过在 5.1 声道解码器 301 中解码获得的后左和后右声道的音频信号 RL 和 RR 被供应到用作虚拟声源处理单元的后 HRTF 卷积电路 320。

后 HRTF 卷积电路 320 具有与前 HRTF 卷积电路 319 的配置相同的配置。例如，后 HRTF 卷积电路 320 通过利用数字滤波器或类似物将在后 HRTF 存储单元 110 中准备的后 HRTF 与来自 5.1 声道解码器 301 的后左和后右声道的音频信号 RL 和 RR 卷积。

因此，在后 HRTF 卷积电路 320 中，如果输入其中的音频信号不是数字信号则将其转换为数字信号，后 HRTF 与其卷积，并将数字信号转换为模拟信号，然后输出该模拟信号。

通过以如下描述的方式进行的测量获得前 HRTF 和后 HRTF，并分别将它们存储在前 HRTF 存储单元 109 和后 HRTF 存储单元 110 中。图 8 和 9 用于示出测量前 HRTF 和后 HRTF 的方法。

也就是说，如图 8 所示，将左声道测量麦克风 41 和右声道测量麦克风 42 设置在听者 4 耳朵附近。然后，将用于前左声道的扬声器 14FL 和用于前右声道的扬声器 14FR 放置在听者 4 前方那些扬声器通常被放置的位置（定位声像的期望位置）。

然后，当再现冲激（impulse）时由麦克风 41 和 42 收集从扬声器 14FL 发出的声音。基于所收集声音的音频信号，测量从扬声器 14FL 到耳朵的传递函数（关于前左声道的前 HRTF）。

类似地，当再现冲激时由麦克风 41 和 42 收集从扬声器 14FR 发出的声音。基于所收集声音的音频信号，测量从扬声器 14FR 到耳朵的传递函数（关于前右声道的前 HRTF）。

以如下的方式获得前 HRTF。即，在前方扬声器 FL 和 FR 以 30°的角度和距听者 4 为 2 米的距离放置在听者 4 前方的左边和右边的条件下，测量从每个扬声器到耳朵的传递函数。将通过测量获得的传递函数用作前 HRTF。

此外，如图 9 所示，将用于后左声道的扬声器 14RL 和用于后右声道的扬声器 14RR 放置在听者 4 后方那些扬声器通常被放置的位置（定位声

像的期望位置)。

然后,当再现冲激时由麦克风 41 和 42 收集从扬声器 14RL 发出的声音。基于所收集声音的音频信号,测量从扬声器 14RL 到耳朵的传递函数(关于后左声道的后 HRTF)。

类似地,当再现冲激时由麦克风 41 和 42 收集从扬声器 14RR 发出的声音。基于所收集声音的音频信号,测量从扬声器 14RR 到耳朵的传递函数(关于后右声道的后 HRTF)。

以如下的方式获得后 HRTF。即,在后方扬声器 RL 和 RR 以 30° 的角度和距听者 4 为 2 米的距离放置在听者 4 后方的左边和右边的条件下,测量从每个扬声器到耳朵的传递函数。将通过测量获得的传递函数用作后 HRTF。

进一步描述传递函数(HRTF)。例如,将图 8 中从前左侧到左耳的传递函数称作传递函数 A。然后,测量从左耳附近的扬声器 11SW1 到麦克风 41 的传递函数,并将所获得的传递函数称作传递函数 B。然后,计算传递函数 X 使得满足等式:传递函数 B \times 传递函数 X=传递函数 A。将所获得的传递函数 X 与待被供应到扬声器 11SW1 的音频信号卷积。因此,听者 4 感觉到那时从扬声器 11SW1 发出的声音好像是在两米以外前左侧的位置发出的声音。此情况与图 9 示出的后 HRTF 的情况相同。

传递函数 X 并非总是必需的,而是在某些情况下可仅使用传递函数 A。在以上的描述中,将单个传递函数作为代表描述。然而,实际上,如图 8 和 9 所示存在多个传递函数。

将以上述方式测量的前 HRTF 和后 HRTF 分别存储在前 HRTF 存储单元 109 和后 HRTF 存储单元 110 中,并经由输入/输出端口 106 和 107 将其供应到前 HRTF 卷积电路 319 和后 HRTF 卷积电路 320 从而在那里对其进行卷积。

因此,当通过将音频信号 FL*和 FR*从前 HRTF 卷积电路 319 供应到放置在耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 来再现声音时,听者 4 在听到所再现的声音时,感觉到声音好像是从图 2 中由虚线指示的前左扬声器 11FL'和前右扬声器 11FR'发出的。

另一方面，当通过将音频信号 RL^* 和 RR^* 从后 HRTF 卷积电路 320 供应到放置在耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 来再现声音时，听者 4 在听到所再现的声音时，感觉到声音好像是从图 2 中由虚线指示的后左扬声器 11RL 和后右扬声器 11RR 发出的。

此时，被执行了虚拟声源处理的前音频信号 FL^* 和 FR^* 及后左和后右声道的音频信号 RL^* 和 RR^* 的电平可以比那些供应到实扬声器的信号的电平低：扬声器 11FL'、11FR'、11RL 和 11RR。这是因为扬声器 11SW1 和 11SW2 放置在听者 4 的耳朵附近。

在此说明书中，因为上述 HRTF 的卷积使得听者在听到声音时感觉到声音好像是从虚拟扬声器的位置发出的，所以将上述处理称作虚拟声源处理。

以上述方式，将前 HRTF 卷积电路 319 中通过虚拟声源处理获得的音频信号 FL^* 和 FR^* 供应到加法器 321 和 322。此外，将后 HRTF 卷积电路 320 中通过虚拟声源处理获得的音频信号 RL^* 和 RR^* 供应到加法器 321 和 322，并将其与从前 HRTF 卷积电路 319 供应的音频信号 FL^* 和 FR^* 相加。

然后，将加法器 321 中的加法输出供应到加法器 323，而将加法器 322 中的加法输出供应到加法器 324。

经由延迟单元 325 将低频音频信号 LFE 从 5.1 声道解码器 301 供应到加法器 323 和 324。将低频音频信号 LFE 添加到加法器 321 的输出和加法器 322 的输出。经由延迟单元 326 和 327 输出加法器 323 和 324 的加法输出。

延迟单元 326 和 327 中的延迟量用于调整直到来自用于前左和前右声道的作为实扬声器放置的扬声器 11FL 和 11FR 的再现声音到达听者 4 耳朵的时间，和直到来自扬声器 11SW1 和 11SW2 的再现声音到达听者 4 耳朵的时间。

延迟单元 325 中的延迟量用于防止如果 LFE 声道包含前方声道的声音则前左和前右声道的声像定位变差。

也就是说，由于前侧的扬声器通常较小，前左和前右声道的声音中的低频分量常常混合到 LFE 声道的声音中。扬声器 11SW1 和 11SW2 放置在

听者 4 耳朵附近，所以从那里输出的声音比从前侧扬声器输出的声音更快到达耳朵。因此，如果从设置在听者 4 前侧的实扬声器和从听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 同时地输出声音，则前左和前右声道的声像定位可能变差。

为了防止此变差，调整延迟单元 325、326 和 327 的延迟量使得来自前侧实扬声器的声音和来自耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 的声音到达耳朵的时间不出现延迟，更具体地，从用于前左和前右声道的扬声器 11FL 和 11FR 输出再现声音到该声音到达听者 4 耳朵的时间与从扬声器 11SW1 和 11SW2 输出再现声音到该声音到达听者 4 耳朵的时间相匹配。

在此实施方式中，为了进一步稳定中央声道的定位，调整延迟单元 325、326 和 327 中的延迟量使得来自用于前方声道的扬声器 11FL 和 11FR 的再现声音更快到达听者 4 的耳朵，并使得通过虚拟声源处理获得的音频信号 FL*、FR*、RL*和 RR* 以及 LFE 声道的音频信号延迟。在此方法中，由于 Haas 效应，听者 4 可感觉到好像他/她仅听到作为前方声道声音的从扬声器 11FL 和 11FR 发出的声音。

将通过加法器 323 和 324 的加法生成的音频信号经由放大器 328 和 329 导向音频输出终端 330 和 331。

这些音频输出终端 330 和 331 连接到放置在听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2。因此，扬声器 11SW1 和 11SW2 用作超低音音箱以基于低频音频信号 LFE 再现声音，并且还基于被执行了虚拟声源处理的 5.1 声道的音频信号再现声音。

中央声道的声像定位的改进

在此实施例中，将实扬声器的声音再现和被执行了虚拟声源处理的音频信号的声音再现并行地用于中央声道的音频信号，并且调整增益调整放大器 311 到 316 的增益从而改进中央声道的声像定位。

通过使用控制单元 100 的音量检测单元 111、音量比较单元 112 和增益控制信号生成单元 113 以如下的方式生成增益调整放大器 311 到 316 的增益控制信号。

在此实施方式中，在从 5.1 声道解码器 301 输出的 5.1 声道的音频信号之中，将除 LFE 声道音频信号外的音频信号供应到音量检测单元 111。

音量检测单元 111 对供应到它的各个声道的音频信号执行全波整流，并检测各个声道的音量（音频信号电平）。然后，音量检测单元 111 将所检测的音量输出到系统总线 102。

控制单元 100 的 CPU 101 将从音量检测单元 111 获得的各个声道的音量信息传输到音量比较单元 112。

音量比较单元 112 比较各个声道的音量，集中关注前左和前右声道的音频音量电平、中央声道的音频音量电平，和后左和后右声道的音频音量电平，并检测音量是均匀分布的、仅中央声道的音量较大、前侧的音量比高于后侧，或者音量集中在前方声道之一上。

具体地，在此实施方式中，音量比较单元 112 将中央声道的音量与每一个其他声道（除 LFE 声道外）的音量相比较，并将比较检测输出发送到系统总线 102。也就是说，在此实施方式中，音量比较单元 112 发送作为比较检测输出的中央声道关于每一个其他声道的的相对音量检测输出。

控制单元 100 的 CPU 101 将比较检测输出从音量比较单元 112 传输到增益控制信号生成单元 113。

在此实施方式中，增益控制信号生成单元 113 生成增益控制信号以调整增益调整放大器 311 到 316 的增益，从而可获得期望的中央声道的声像定位。

然后，增益控制信号生成单元 113 将所生成的用于增益调整放大器 311 到 316 的增益控制信号传输到系统总线 102。控制单元 100 的 CPU 101 经由输入/输出端口 105 将各个增益控制信号供应到各自的增益调整放大器 311 到 316。

在上述配置中，可将音量检测单元 111、音量比较单元 112 和增益控制信号生成单元 113 实现为硬件配置，或可将其实现为 CPU 101 根据存储在控制单元 100 中的 ROM 103 中的程序而执行的软件处理。

增益控制实施例

在此实施方式中，当中央声道的音量比每一个其他声道的音量都大得多时，执行控制以增大待被供应到设置在听者 4 前方的实扬声器的音频信号中的中央声道的声音的音量。此外，减小待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 的被执行了虚拟声源处理的音频信号中的中央声道的声音的音量，或从被执行了虚拟声源处理的音频信号中除去中央声道的声音。

也就是说，当中央声道的音量比每一个其他声道的音量都大得多时，增益控制信号生成单元 113 至少增大增益调整放大器 312 的增益并减小增益调整放大器 315 的增益。增益调整放大器 311、313、314 和 316 的增益保持在预设的正常增益。

当中央声道的音量并非比每一个其他声道的音量都大得多，但是相对而言是最大的时，将待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 的被执行了虚拟声源处理的音频信号中的中央声道的声音的音量减小到比待被供应到设置在听者 4 前方的实扬声器的音频信号中的中央声道的声音的音量更小。

也就是说，当中央声道的音量在其他声道的音量之中是相对地最大时，增益控制信号生成单元 113 减小增益调整放大器 311、313 和 315 的增益，并将增益调整放大器 312、314 和 316 的增益保持在正常增益。

当无论音量如何信号仅存在于中央声道中时，即当除中央声道外的声道（除 LFE 声道外）的音量很小或为零时，执行控制从而将中央声道的声音分量的所有音量分配到由设置在听者 4 前方的实扬声器再现的音频信号中，并除去待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的扬声器 11SW1 和 11SW2 的被执行了虚拟声源处理的音频信号中的中央声道的声音。在此情况下，可减小被执行了虚拟声源处理的音频信号中的中央声道的声音，然而除去该中央声道的声音更为有效。

也就是说，在此情况下，增益控制信号生成单元 113 将增益调整放大器 312 的增益设置为正常增益或增大该增益，并将增益调整放大器 314 的增益设置为零或减小该增益。将其他增益调整放大器的增益设置为正常增益。

如从以上描述中可理解的，在此实施方式中，基本上，当中央声道的音量比每一个其他声道的音量都大时，则优先地将中央声道声音的音量的更大的部分分配给设置在听者 4 前方的实扬声器，而将中央声道声音的音量的更小的部分分配给设置在听者 4 的耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2。

此外，当很难判断中央声道的音量和任一其他声道的音量哪个是主要的时，将中央声道的所有声音分量的音量分配给设置在听者 4 前方的实扬声器，并将中央声道的音频信号从待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号中除去。在此情况下，同样的，可减小被执行了虚拟声源处理的音频信号中的中央声道的声音，然而除去该音频信号更为有效。

当很难判断中央声道的音量和任一其他声道的音量哪个是主要的时，不是如上所述地仅通过实扬声器再现声音，而是通过实扬声器并且通过被执行了虚拟声源处理的音频信号来再现声音。此外，可延迟待被供应到设置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号，从而其到达耳朵的时间比从前侧实扬声器发出的声音到达耳朵的时间更迟。

通过促成此延迟，由于上述 Haas 效应，在中央声道的声音分量之中仅由前侧实扬声器再现的声音分量是主要的，并且从听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 发出的中央声道的声音分量不会影响声像定位。因此，可获得良好的中央声道的声像定位。

图 10A、10B 和 10C 示出前左和前右声道、中央声道，和后左和后右声道之间的音量关系。参考这些图，以下描述为了实现良好的中央声道的声像定位，在来自前侧实扬声器的再现声音和来自听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的利用被执行了虚拟声源处理的音频信号而再现的声音之间的音量平衡的实施例，其中音量被分类为较大 (l)、中等 (m) 和较小 (s) 并且假设了它们的多个组。

图 10A 示出可作为源 (源信号) 保存的在前左和前右声道、中央声道，和后左和后右声道之间的音量关系。也就是说，图 10A 示出可被分类为较大 (l)、中等 (m) 和较小 (s) 的音量的组。如图 10A 所示，从情

况 No. 1 到情况 No. 27 的 27 种情况是可能的。

图 10B 示出在情况 No. 1 到情况 No. 27 的每一种情况下将从实扬声器发出的中央声道声音的预期音量。空白单元指示来自实扬声器的中央声道声音的音量是零。如上所述，可减小音量增益来替代将音量设置为零。

图 10C 示出在情况 No. 1 到情况 No. 27 中待被供应到放置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的信号的类型，以及所预期的它们的音量。也就是说，图 10C 中的“全部都在耳朵处”指示在待被供应到两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号之中，对除 LFE 声道外的所有声道的音频信号都执行了虚拟声源处理。“C 不在耳朵处”指示从待被供应到两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号中除去了中央声道的音频信号 C 以及 LFE 声道的音频信号，并且对其他声道的音频信号执行虚拟声源处理。

参考图 10A，在情况 No. 4、5、7 到 9、13、14、16 到 18，和 25 到 27 中，其中中央声道的单元加了阴影，中央声道声音的音量相对大于其他声道的音量。

在情况 No. 4、5、7 到 9、13、14、16 到 18，和 25 到 27 的那些情况中，如图 10B 中所示，优选地主要由实扬声器再现中央声道声音。此外，优选地，将待被供应到放置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号设置为“C 不在耳朵处”。

考虑到上述要点，在此实施方式中，在情况 No. 4、5、7 到 9、13、14、16 到 18，和 25 到 27 的那些情况中，增益控制信号生成单元 113 生成用于增益调整放大器 312、314 和 316 的增益控制信号，使得增益 G2、G4 和 G6 被设置为预设的正常增益，并生成用于增益调整放大器 311、313 和 315 的增益控制信号，使得增益 G1、G3 和 G5 被设置为零。将这些增益控制信号经由输入/输出端口 105 分别供应到增益调整放大器 311 到 316。

如上所述，在图 10A 到 10C 示出的实施例中，当其中虚拟声像很难定位的中央声道声音的音量相对最大时，不对中央声道声音执行虚拟声源处理，而是主要从放置在前侧的实扬声器将中央声道声音再现并输

出。因此，中央声道的再现声像定位被改进。

在此实施方式中，参考图 10A，在情况 No. 1 到 3、6、10 到 12、15，和 19 到 24 中，其中中央声道的音量并非显著地大于其他声道的音量，则如图 10B 和 10C 所示，优选地不在实扬声器中再现中央声道的声音，而是将被执行了虚拟声源处理的“全部都在耳朵处”的音频信号供应到放置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2。

因此，在此实施方式中，在情况 No. 1 到 3、6、10 到 12、15，和 19 到 24 的那些情况中，增益控制信号生成单元 113 生成用于增益调整放大器 311、312 和 313 的增益控制信号，使得增益 G1、G2 和 G3 被设置为零，并生成用于增益调整放大器 314、315 和 316 的增益控制信号，使得增益 G4、G5 和 G6 被设置为正常增益。将这些增益控制信号经由输入/输出端口 105 分别供应到增益调整放大器 311 到 316。

因此，在情况 No. 1 到 3、6、10 到 12、15，和 19 到 24 的那些情况中，仅在放置在听者 4 耳朵附近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 中再现 5.1 声道的所有音频信号。中央声道的声音的音量等于或小于其他声道的音量，因此不会感到中央声道的声音的音量不自然，即使定位了其虚拟声像。在此情况下，从前侧实扬声器发出的声音的音量很小或为零，因此可保持根据此实施方式的声音再现系统的低噪声的优点。

或者，在情况 No. 1 到 3、6、10 到 12、15，和 19 到 24 的那些情况中，增益调整放大器 311、312 和 313 的增益 G1、G2 和 G3 可以不被设置为零。例如，可生成设置增益为正常的增益控制信号或生成减小增益的增益控制信号，并且可一起使用实扬声器的声音再现以及扬声器 11SW1 和 11SW2 的虚拟声像定位的声音再现。在此情况下，延迟待被供应到扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号，从而在时间上迟于由实扬声器再现音频信号地再现这些音频信号，从而利用上述 Haas 效应改进前侧的中央声道的声像定位。

另一实施例和修改

在图 10A 到 10C 中示出的实施例中，待被供应到放置在听者 4 耳朵附

近的两个扬声器 11SW1 和 11SW2 的被执行了虚拟声源处理的音频信号包含含中央声道的“全部都在耳朵处”的信号，和不含中央声道的“C 不在耳朵处”的信号。在此情况下，根据复杂的具体情况决定是否对中央声道的音频信号执行虚拟声源处理。

由于增益控制方法不需要除去或添加中央声道，所以可采用如下的简单方法。也就是说，一起使用设置在听者 4 前方的实扬声器的声音再现和扬声器 11SW1 和 11SW2 的虚拟声像定位的声音再现。此外，执行增益控制以增大待被供应到前侧实扬声器的声道的音频信号的音量。

在此简单方法中，同样的，优选地延迟待被供应到扬声器 11SW1 和 11SW2 的音频信号，使得在时间上迟于由前侧实扬声器再现音频信号地再现这些音频信号，从而利用上述 Haas 效应改进通过前侧实扬声器的中央声道的声像定位。

在上述实施方式中，电视接收器 1 中包含的扬声器 11FL 和 11FR 用作设置在听者 4 前侧的实扬声器。或者，可在电视接收器 1 外单独地设置独立扬声器。例如，如图 11 所示，可将用于前左和前右声道的扬声器 51FL 和 51FR 附接到上述座椅 20。

在图 11 中示出的实施例中，支撑臂 24L 和 24R 附接到座椅 20 的扶手 23L 和 23R，并且其中扬声器单元容纳在扬声器箱内的扬声器 51FL 和 51FR 附接到支撑臂 24L 和 24R。

在上述实施方式中，通过将中央声道的音频信号以 1:1 的比例等量供应到用于前左和前右声道的两个扬声器，来设置用于中央声道的实扬声器。当然，可实际地设置用于中央声道的实扬声器。在那样的情况下，仅设置用于中央声道的实扬声器作为实扬声器，而用于前左和前右声道的实扬声器是不必要的。

当要利用被执行了虚拟声源处理的音频信号来定位虚拟声像时，需要至少两个扬声器来接收被执行了虚拟声源处理的音频信号。因此，在上述实施方式中，需要两个实扬声器和两个用于虚拟声像定位的扬声器，总共四个扬声器。此外，在上述修改中，用于中央声道的扬声器被用作实扬声器，因此总共需要四个扬声器，其中包含两个用于虚拟声像定位的扬声器。

器。

如果用于虚拟声像定位的两个扬声器还被用于中央声道的前左和前右声道，则所需要的扬声器数目可被减少到两个。

也就是说，与上述实施方式中不同，用于虚拟声像定位的两个扬声器不必放置在听者 4 的耳朵附近。因此，如图 12 所示，用于虚拟声像定位的两个扬声器 15FL 和 15FR 放置在用于前左和前右声道的扬声器的位置。然后，测量用于两个扬声器 15FL 和 15FR 的前侧和后侧 HRTF，并将被执行了虚拟声源处理的音频信号供应到两个扬声器 15FL 和 15FR。

或者，将用于前左和前右声道的两个扬声器 15FL 和 15FR 视为实扬声器，并且将中央声道的音频信号以 1:1 的比例等量供应到两个扬声器 15FL 和 15FR。在此方法中，与在上述实施方式中相同的，可实现如在图 12 中由点划线指示的用于中央声道的实扬声器 15C。因此，所设置的扬声器数目可减少到两个。

在此情况下，无需再说用于后左和后右声道的扬声器可以是如图 12 中由虚线指示的用于虚拟声像定位的扬声器。然而，LFE 声道需要实扬声器。当要实现 5.1 声道的多声道环绕时，需要用于 LFE 声道的实扬声器，因此扬声器的总数目是三个。

在上述实施方式中，将中央声道视为如下的声道，其中在包含听者的中央面的平面中定位声像。然而，本发明并不局限于中央声道。例如，可使用直接地在听者后面的声道或直接地在听者头部之上的声道。

本领域中的技术人员应理解，根据设计需求和其他因素可出现各种修改、组合、子组合和变更，只要它们落入随附权利要求或其等价物的范围之内。

相关申请的交叉引用

本发明包含与 2006 年 9 月 22 日递交到日本专利局的日本专利申请 JP 2006-256803 相关的主题，该日本专利申请的全部内容通过引用被结合于此。

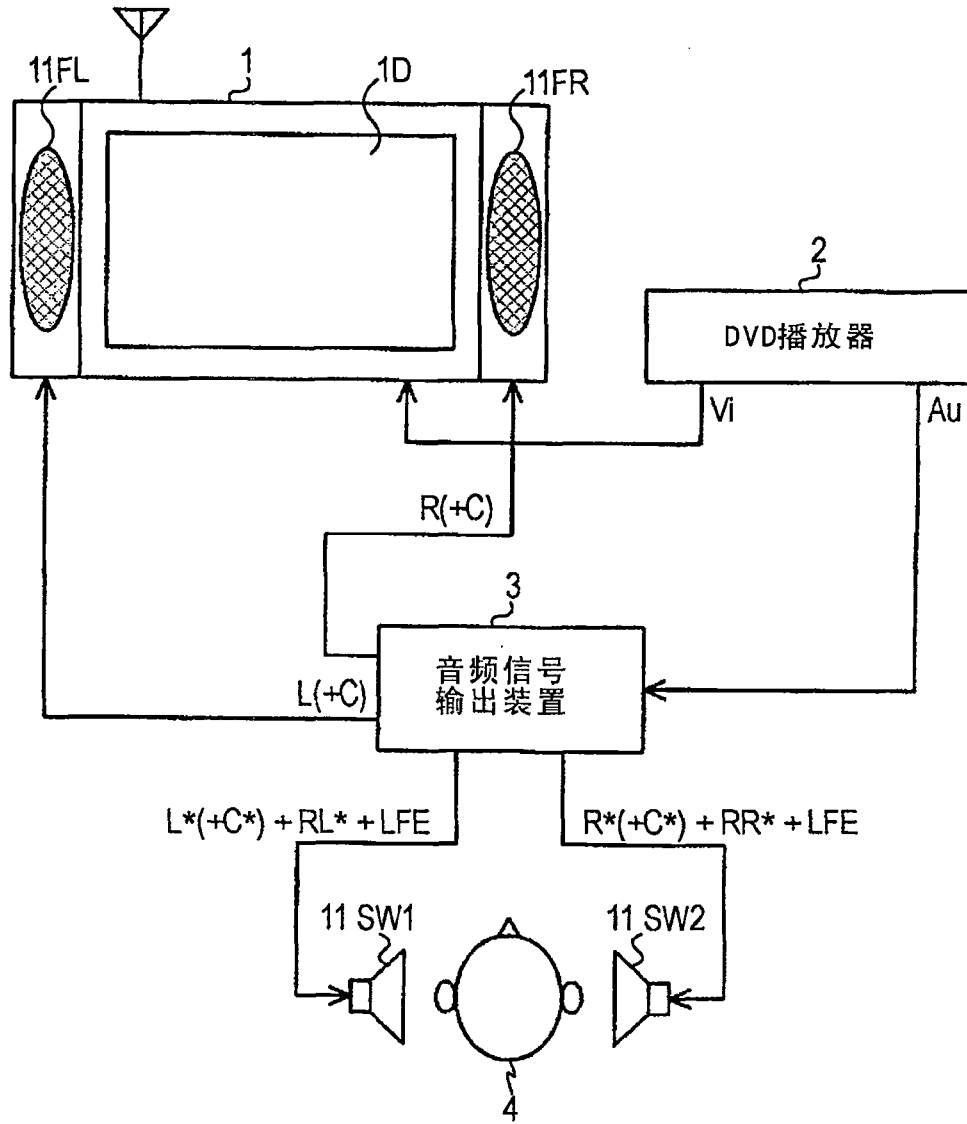


图1

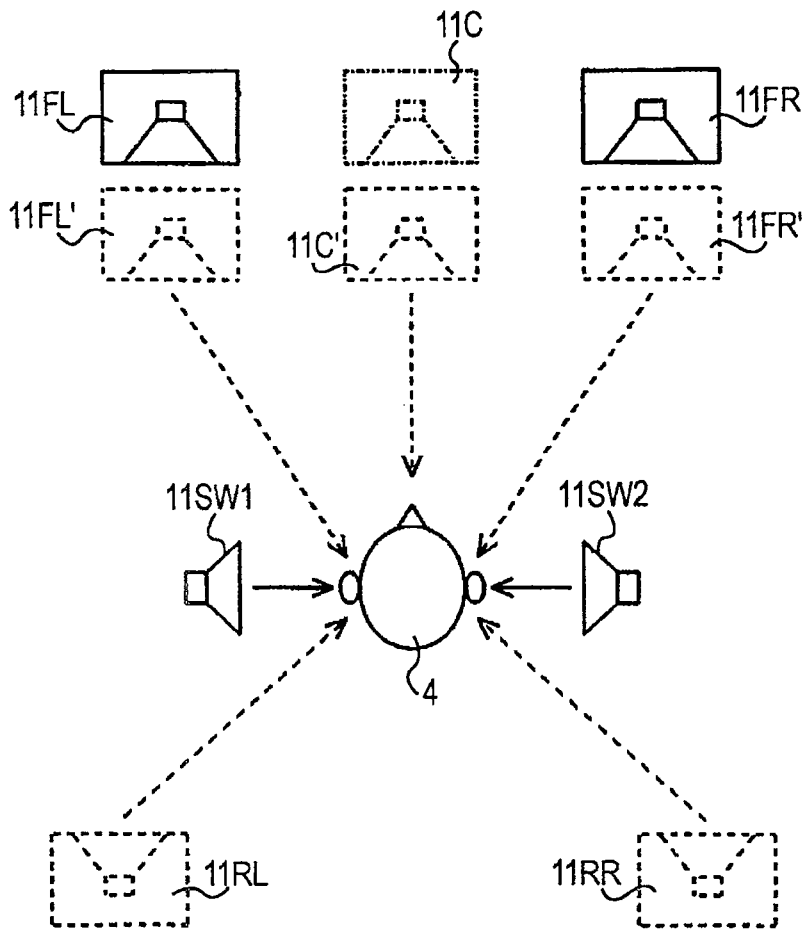


图2

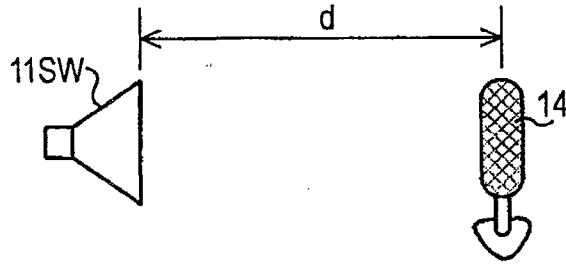


图3

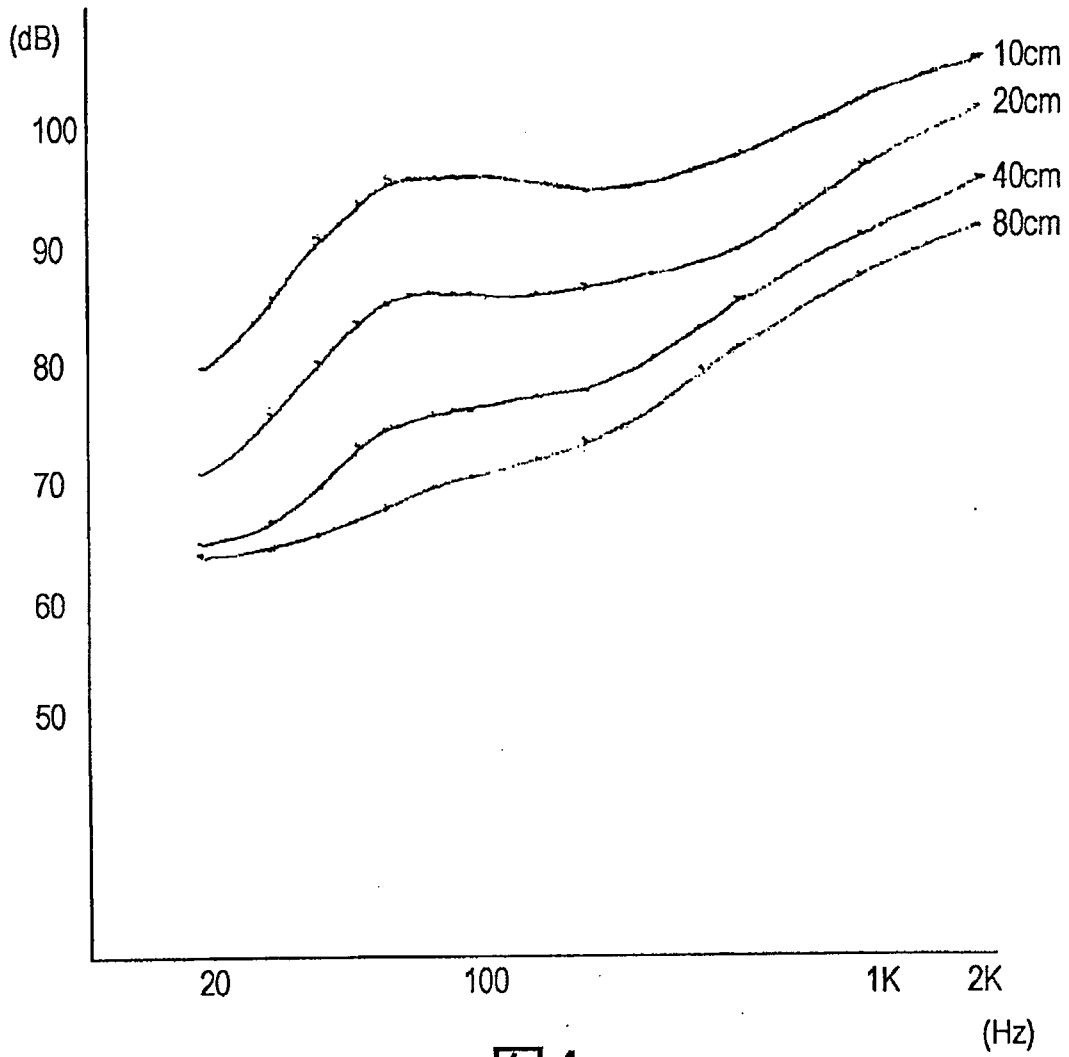


图4

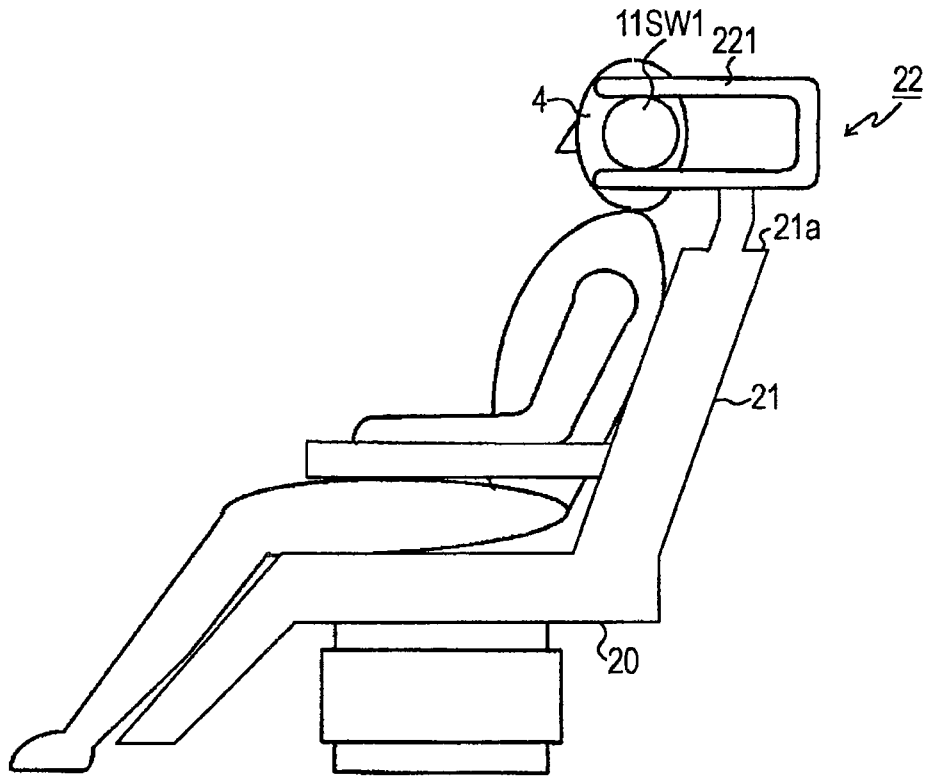


图5

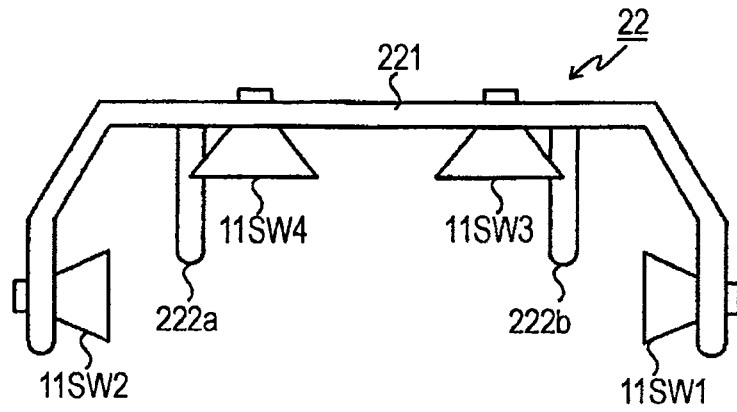


图6A

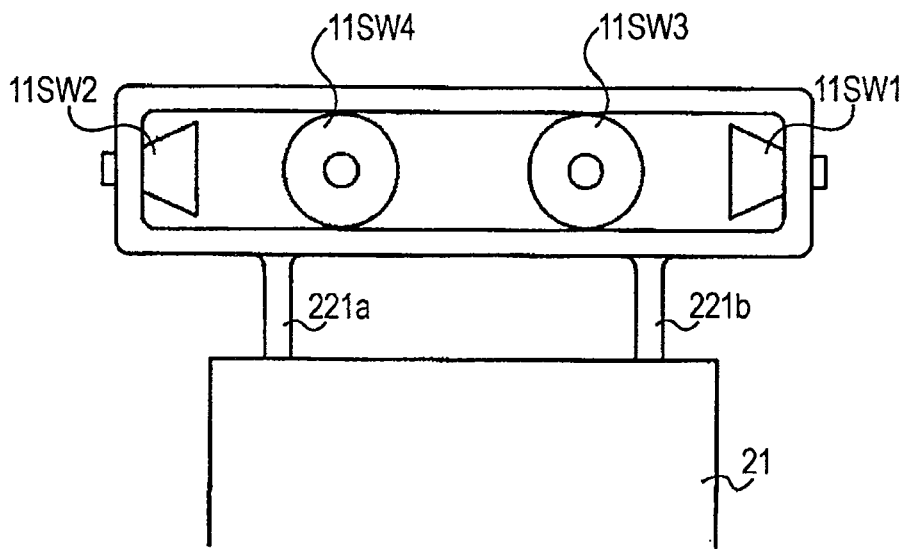


图6B

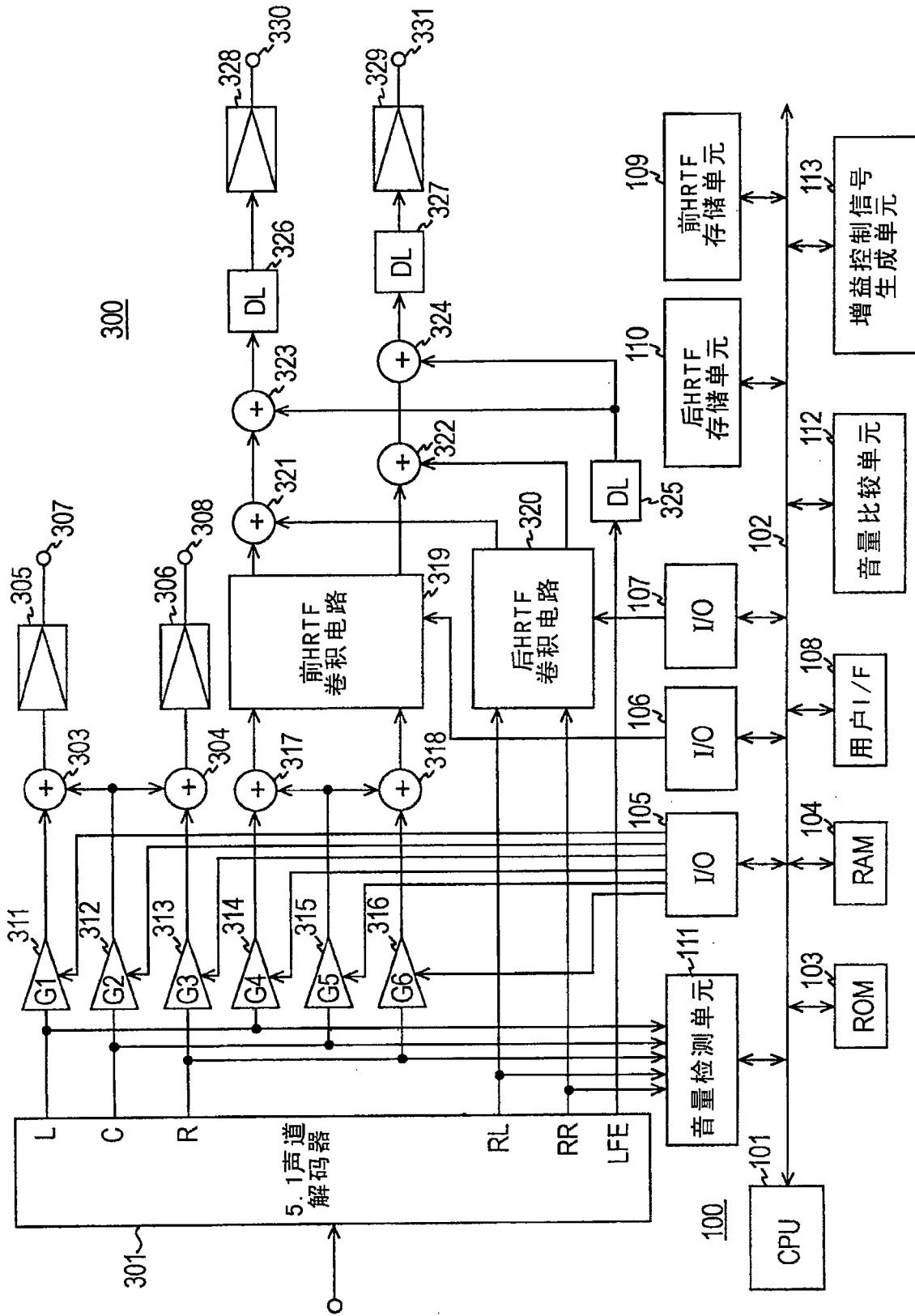


图7

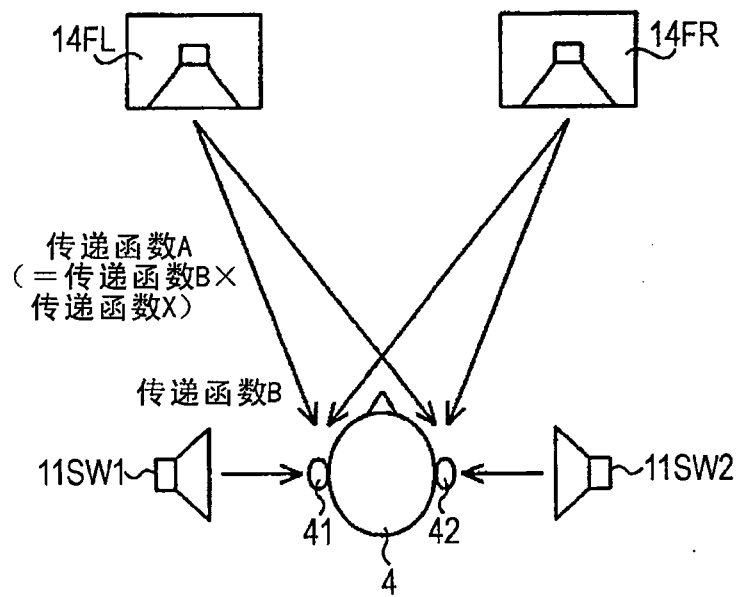


图8

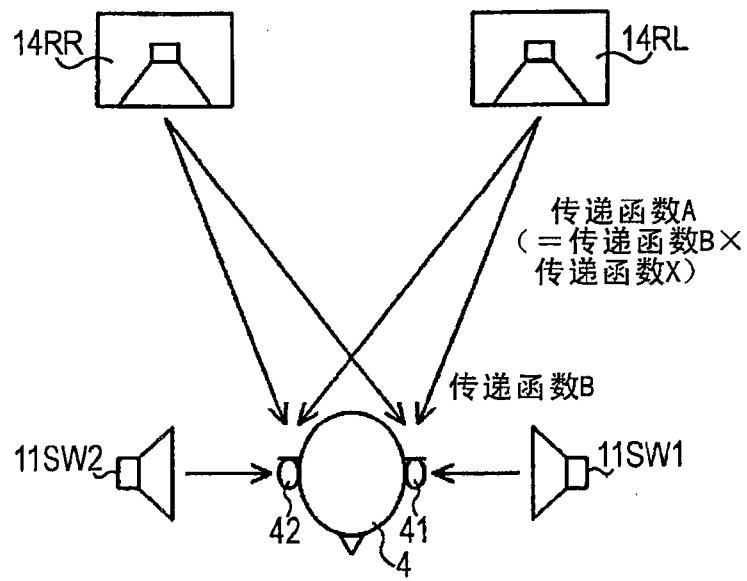


图9

No.	前方	中央	后方
1	s	s	s
2	s	s	m
3	s	s	l
4	s	m	s
5	s	m	m
6	s	m	l
7	s	l	s
8	s	l	s
9	s	l	l
10	m	s	s
11	m	s	m
12	m	s	l
13	m	m	s
14	m	m	m
15	m	m	l
16	m	l	s
17	m	l	m
18	m	l	l
19	m	s	s
20	l	s	m
21	l	s	m
22	l	m	s
23	l	m	m
24	l	m	l
25	l	l	s
26	l	l	m
27	l	l	l

图10A

中央
m
m
l
l
l
l
m
m
l
l
l
l
l
l

图10B

全部都在耳朵处	C不在耳朵处
s	
m	
l	
	s
	m
l	
	s
	m
	l
s	
m	
l	
	m
	m
l	
	m
	m
	l
l	
l	
l	
l	
l	
	l
	l
	l

图10C

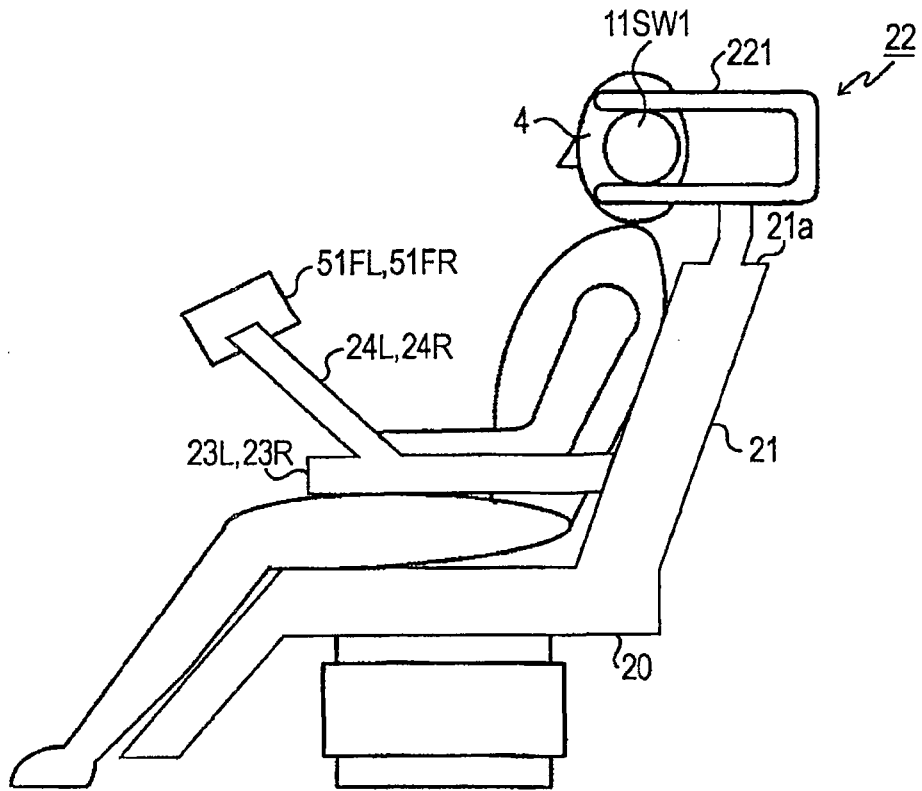


图11

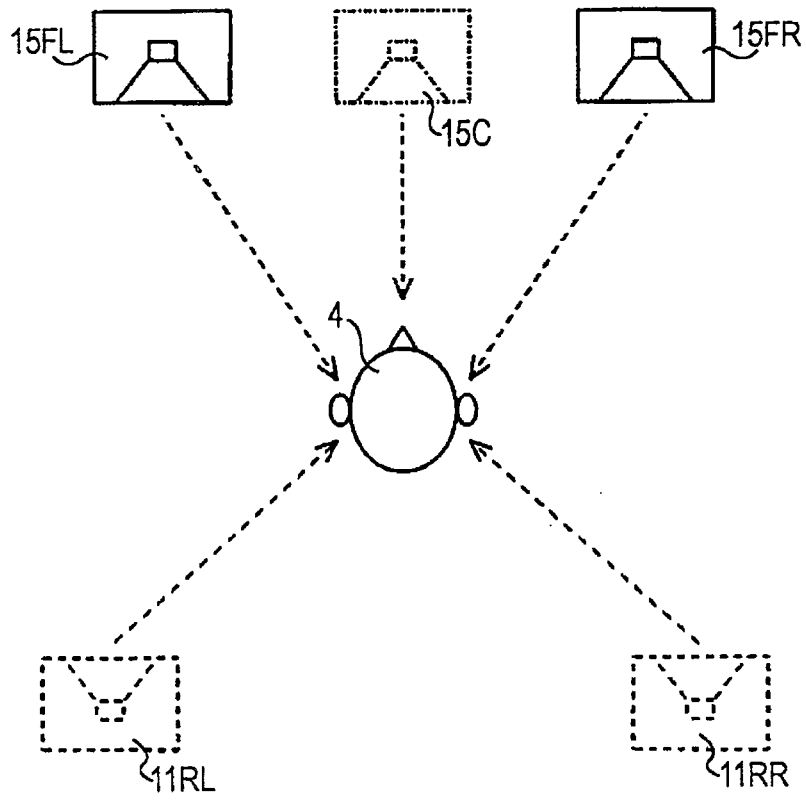


图12

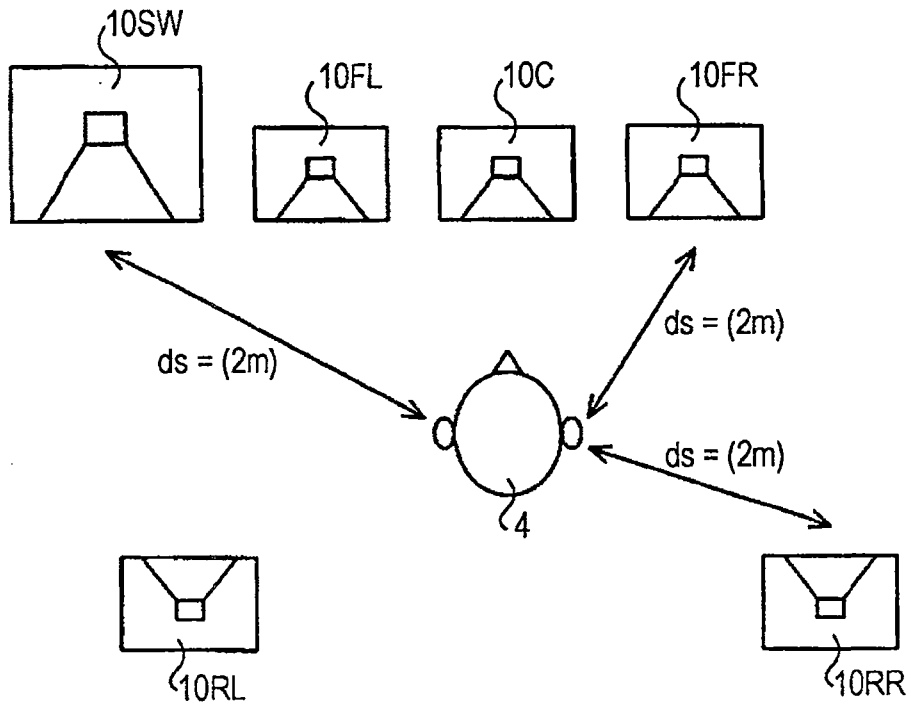


图13