



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102547550 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201110410168.6

(22)申请日 2011.12.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102547550 A

(43)申请公布日 2012.07.04

(30)优先权数据

2010-280165 2010.12.16 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72)发明人 中野健司

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 王萍 李春晖

(51)Int.Cl.

H04S 5/02(2006.01)

(56)对比文件

US 2007165890 A1, 2007.07.19,

JP H01272299 A, 1989.10.31,

WO 2009078176 A1, 2009.06.25,

US 5068897 A, 1991.11.26,

审查员 李敏

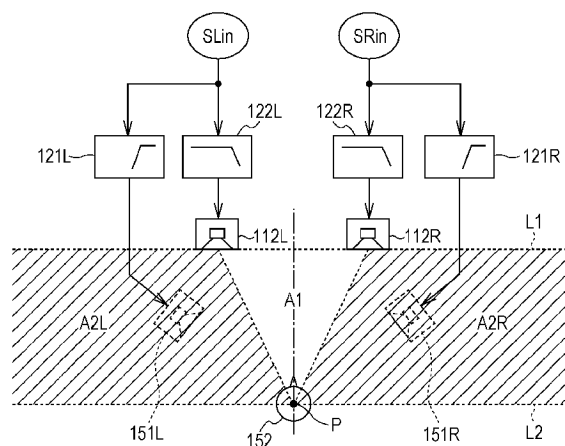
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54)发明名称

音频系统、音频信号处理设备和方法

(57)摘要

本公开涉及音频系统、音频信号处理设备和方法以及程序。该音频系统包括第一扬声器和第二扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称;第三扬声器和第四扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称;第一衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定的第一频率的分量;以及输出控制器,其从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于第一音频信号的声音,在该第一音频信号中衰减了输入音频信号的等于或小于第一频率的分量。



1. 一种音频系统,其包括

第一扬声器和第二扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于所述收听位置基本上左右对称;

第三扬声器和第四扬声器,其被布置为在所述预定的收听位置前方相对于所述收听位置基本上左右对称,使得在以所述收听位置为中心时的情况下,通过连接所述收听位置与各扬声器形成的中心角度大于通过连接所述收听位置与所述第一扬声器和所述第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在所述收听位置的纵向方向上比所述第一扬声器和所述第二扬声器更靠近所述收听位置;

第一衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定的第一频率的分量;以及

输出控制器,其进行控制以从所述第一扬声器和所述第二扬声器输出基于所述输入音频信号的声音,并且从所述第三扬声器和所述第四扬声器输出基于第一音频信号的声音,在所述第一音频信号中衰减了所述输入音频信号的等于或小于所述第一频率的分量,

其中所述输出控制器进行控制以根据从所述第三扬声器的位置和从所述第四扬声器的位置到达收听位置的直接声音和间接声音之间的能量比率将从所述第三扬声器的位置到所述收听位置的头部相关传递函数以及将从所述第四扬声器的位置到所述收听位置的头部相关传递函数叠加在经衰减的输入音频信号上。

2. 根据权利要求1所述的音频系统,其还包括:

第二衰减器,其衰减所述输入音频信号的等于或大于预定的第二频率的分量,

其中,所述输出控制器进行控制以从所述第一扬声器和所述第二扬声器输出基于第二音频信号的声音,在所述第二音频信号中衰减了所述输入音频信号的等于或大于所述第二频率的分量。

3. 根据权利要求1所述的音频系统,

其中,所述第一至第四扬声器被布置为使得所述第三扬声器和所述收听位置之间的距离以及所述第四扬声器和所述收听位置之间的距离小于所述第一扬声器和所述收听位置之间的距离或者所述第二扬声器和所述收听位置之间的距离。

4. 根据权利要求1所述的音频系统,其还包括:

信号处理器,其针对所述第一音频信号执行预定的信号处理,使得基于所述第一音频信号的声音从作为虚拟扬声器的所述第三扬声器和作为虚拟扬声器的所述第四扬声器虚拟地输出。

5. 一种音频信号处理设备,其包括:

衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定频率的分量;以及

输出控制器,其进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于所述输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了所述输入音频信号的等于或小于所述预定频率的分量的音频信号的声音,其中,所述第一扬声器和所述第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于所述收听位置基本上左右对称,所述第三扬声器和所述第四扬声器被布置为在所述收听位置前方相对于所述收听位置基本上左右对称,使得在以所述收听位置为中心时的情况下,通过连接所述收听位置与所述第三扬声器和所述第四扬声器形成的中心角度大于通过连接所述收听位置与所述第一扬声器和所述第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在所述收听位置的纵向方向上比所述第一扬声器和所述第二

扬声器更靠近所述收听位置，

其中所述输出控制器进行控制以根据从所述第三扬声器的位置和从所述第四扬声器的位置到达收听位置的直接声音和间接声音之间的能量比率将从所述第三扬声器的位置到所述收听位置的头部相关传递函数以及将从所述第四扬声器的位置到所述收听位置的头部相关传递函数叠加在经衰减的输入音频信号上。

6. 一种音频信号处理方法，其包括：

衰减输入音频信号的等于或小于预定频率的分量；以及

进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于所述输入音频信号的声音，并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了所述输入音频信号的等于或小于所述预定频率的分量的音频信号的声音，其中，所述第一扬声器和所述第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于所述收听位置基本上左右对称，所述第三扬声器和所述第四扬声器被布置为在所述收听位置前方相对于所述收听位置基本上左右对称，使得在以所述收听位置为中心时的情况下，通过连接所述收听位置与所述第三扬声器和所述第四扬声器形成的中心角度大于通过连接所述收听位置与所述第一扬声器和所述第二扬声器形成的中心角度，并且被布置为在所述收听位置的纵向方向上比所述第一扬声器和所述第二扬声器更靠近所述收听位置，

其中所述的控制包括进行控制以根据从所述第三扬声器的位置和从所述第四扬声器的位置到达收听位置的直接声音和间接声音之间的能量比率将从所述第三扬声器的位置到所述收听位置的头部相关传递函数以及将从所述第四扬声器的位置到所述收听位置的头部相关传递函数叠加在经衰减的输入音频信号上。

音频系统、音频信号处理设备和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及音频系统、音频信号处理设备和方法以及程序,特别是涉及其中增强了声音的深度感的音频系统、音频信号处理设备和方法以及程序。

背景技术

[0002] 在相关技术中,在音频世界里,已经提出了(例如,日本专利第3900208号)并且在普通家庭中普及了各种类型的用于实现所谓的“立体声”的环绕系统技术。

[0003] 另一方面,在视频世界里,近年来随着3D(三维)电视机的普及,预测在普通家庭中会普及用于再现所谓的“立体图像”的内容(以下,称为立体图像内容)。

发明内容

[0004] 伴随这样的立体图像内容的音频信号是相关技术的格式(诸如5.1通道系统或者2通道(立体)系统)的音频信号。出于该原因,经常存在针对向前突出或者向后缩入的立体图像的音频效果不足的情况。

[0005] 例如,从靠近麦克风的音源记录的声音(以下,称为前侧声音)的音频图像没有放置到麦克风前方(更靠近收听者的一侧),而是放置到相邻扬声器之间或者在其附近。此外,从远离麦克风的音源记录的声音(以下,称为深侧声音)的音频图像也没有放置到麦克风后方(更远离收听者的一侧),而是放置到与前侧声音的音频图像的位置大致相同的位置。原因在于,电影的内容等具有不特定数量的观众成员,音频图像的位置经常通过扬声器之间的音量平衡来控制,并且,作为结果,即使在普通家庭的环境中音频图像也位于扬声器之间。作为结果,音场感变得平坦,并且深度感与立体图像相比变弱。

[0006] 想要的是增强声音的深度感。

[0007] 根据本公开的第一方面的音频系统包括:第一扬声器和第二扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称;第三扬声器和第四扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与各扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置;第一衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定的第一频率的分量;以及输出控制器,其进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于第一音频信号的声音,在该第一音频信号中衰减了输入音频信号的等于或小于第一频率的分量。

[0008] 还可以包括第二衰减器,其衰减输入音频信号的等于或大于预定的第二频率的分量,其中,输出控制器进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于第二音频信号的声音,在该第二音频信号中衰减了输入音频信号的等于或大于第二频率的分量。

[0009] 第一至第四扬声器可以被布置为使得第三扬声器和收听位置之间的距离以及第四扬声器和收听位置之间的距离小于第一扬声器和收听位置之间的距离或者第二扬声器

和收听位置之间的距离。

[0010] 还可以包括信号处理器,其针对第一音频信号执行预定的信号处理,使得基于第一音频信号的声音从作为虚拟扬声器的第三扬声器和作为虚拟扬声器的第四扬声器虚拟地输出。

[0011] 根据本公开的第二方面的音频信号处理设备包括:衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定频率的分量;以及输出控制器,其进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量的音频信号的声音,其中,第一扬声器和第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,第三扬声器和第四扬声器被布置为在收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与第三扬声器和第四扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置。

[0012] 根据本公开的第二方面的音频信号处理方法包括:衰减输入音频信号 的等于或小于预定频率的分量;以及进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量的音频信号的声音,其中,第一扬声器和第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,第三扬声器和第四扬声器被布置为在收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与第三扬声器和第四扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置。

[0013] 根据本公开的第二方面的程序,其使得计算机执行如下处理:衰减输入音频信号的等于或小于预定频率的分量;以及进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量的音频信号的声音,其中,第一扬声器和第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,第三扬声器和第四扬声器被布置为在收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与第三扬声器和第四扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置。

[0014] 在本公开的第一方面或者第二方面中,衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量,从第一扬声器和第二扬声器输出了基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出了基于其中衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量的音频信号的声音,其中,第一扬声器和第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,第三扬声器和第四扬声器被布置为在收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与第三扬声器和第四扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收

听位置。

[0015] 根据本公开的第一方面或者第二方面,能够增强声音的深度感。

附图说明

[0016] 图1是应用了本公开的实施例的音频系统的第一实施例的框图;

[0017] 图2是图示了虚拟扬声器的位置的图;

[0018] 图3是用于描述通过音频系统执行的音频信号处理的流程图;

[0019] 图4是图示了针对反射声音的入射角度的IACC的测量结果的一个示例的图表;

[0020] 图5是用于描述针对反射声音的入射角度的IACC的测量条件的图;

[0021] 图6是图示了扬声器和虚拟扬声器的布置条件的第一示例的图;

[0022] 图7是图示了扬声器和虚拟扬声器的布置条件的第二示例的图;

[0023] 图8是图示了应用了本公开的实施例的音频系统的第二实施例的框图;并且

[0024] 图9是图示了计算机的配置示例的框图。

具体实施方式

[0025] 根据本公开的实施例所提供的音频系统包括:第一扬声器和第二扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称;第三扬声器和第四扬声器,其被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与各扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置;第一衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定的第一频率的分量;以及输出控制器,其进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于第一音频信号的声音,在该第一音频信号中衰减了输入音频信号的等于或小于第一频率的分量。

[0026] 根据本公开的实施例所提供的音频信号处理设备包括:衰减器,其衰减输入音频信号的等于或小于预定频率的分量;以及输出控制器,其进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量的音频信号的声音,其中,第一扬声器和第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,第三扬声器和第四扬声器被布置为在收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连接收听位置与第三扬声器和第四扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置。

[0027] 根据本公开的实施例所提供的音频信号处理方法包括:衰减输入音频信号的等于或小于预定频率的分量;以及进行控制以从第一扬声器和第二扬声器输出基于输入音频信号的声音,并且从第三扬声器和第四扬声器输出基于其中衰减了输入音频信号的等于或小于预定频率的分量的音频信号的声音,其中,第一扬声器和第二扬声器被布置为在预定的收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,第三扬声器和第四扬声器被布置为在收听位置前方相对于收听位置基本上左右对称,使得在以收听位置为中心时的情况下,通过连

接收听位置与第三扬声器和第四扬声器形成的中心角度大于通过连接收听位置与第一扬声器和第二扬声器形成的中心角度,并且被布置为在收听位置的纵向方向上比第一扬声器和第二扬声器更靠近收听位置。

[0028] 以下将具体描述本公开的实施例。此处,将按以下顺序给出描述:

[0029] 1.第一实施例(使用虚拟扬声器的示例)

[0030] 2.第二实施例(使用实际的扬声器的示例)

[0031] 3.修改的示例

[0032] <1.第一实施例>

[0033] [音频系统的配置示例]

[0034] 图1是应用了本公开的实施例的音频系统的第一实施例的框图。

[0035] 图1的音频系统101被配置为包括音频信号处理设备111和扬声器112L和112R。

[0036] 作为根据本公开的实施例所提供的音频信号处理设备的示例,音频信号处理设备111是通过对包括音频信号SLin和SRin的立体音频信号执行预定的信号处理来增强从扬声器112L和112R输出的声音的深度感的设备。

[0037] 音频信号处理设备111被配置为包括高通滤波器121L和121R、低通滤波器122L和122R、信号处理单元123、合成单元124和输出控制单元125。

[0038] 高通滤波器121L通过衰减音频信号SLin的等于或小于预定频率的分量来提取音频信号SLin的高通分量。高通滤波器121L向信号处理单元123提供包括所提取的高通分量的音频信号SL1。

[0039] 高通滤波器121R具有与高通滤波器121L大致相同的频率特性,并且通过衰减音频信号SRin的等于或小于预定频率的分量来提取音频信号SRin的高通分量。高通滤波器121R向信号处理单元123提供包括所提取的高通分量的音频信号SR1。

[0040] 低通滤波器122L通过衰减音频信号SLin的等于或大于预定频率的分量来提取音频信号SLin的中低通分量。低通滤波器122L向合成单元124提供包括所提取的中低通分量的音频信号SL2。

[0041] 低通滤波器122R具有与低通滤波器122L大致相同的频率特性,并且通过衰减音频信号SRin的等于或大于预定频率的分量来提取音频信号SRin的中低通分量。低通滤波器122R向合成单元124提供包括所提取的中低通分量的音频信号SR2。

[0042] 此处,其中合成了高通滤波器121L和低通滤波器122L的频率特性的频率特性、以及其中合成了高通滤波器121R和低通滤波器122R的频率特性的频率特性各自大致平坦。

[0043] 信号处理单元123对于音频信号SL1和音频信号SR1执行预定的信号处理,使得从图2中图示的虚拟扬声器151L和151R虚拟地输出基于音频信号SL1和音频信号SR1的声音。信号处理单元123向合成单元124提供作为信号处理的结果得到的音频信号SL3和SR3。

[0044] 此处,图2的竖直(上下)方向是预定的收听位置P的纵向方向,而图2的水平(左右)方向是收听位置P的水平(左右)方向。此外,图2的向上方向是收听位置P的前侧(即,在收听位置处的收听者152的前侧),而图2的向下方向是收听位置P的后侧(即,收听者152的背侧)。此外,收听位置P的纵向方向以下也称为深度方向。

[0045] 合成单元124通过合成音频信号SL2和音频信号SL3生成音频信号SL4,并且通过合成音频信号SR2和音频信号SR3生成音频信号SR4。合成单元向输出控制单元125提供音频信

号SL4和SR4。

[0046] 输出控制单元125执行输出控制,以向扬声器112L输出音频信号SL4,并且向扬声器112R输出音频信号SR4。

[0047] 扬声器112L输出基于音频信号SL4的声音,而扬声器112R输出基于音频信号SR4的声音。

[0048] 此处,尽管稍后将参照图6和7详细描述细节,但是扬声器112L和112R以及虚拟扬声器151L和151R被布置为满足以下条件1至3:

[0049] 条件1:扬声器112L和扬声器112R以及虚拟扬声器151L和151R分别在收听位置P前方相对于收听位置P大致左右对称。

[0050] 条件2:虚拟扬声器151L和151R在深度方向上比扬声器112L和112R更靠近收听位置P。通过这样做,虚拟扬声器151L和151R的音频图像被定位到在深度方向上比扬声器112L和112R的音频图像更靠近收听位置P的位置处。

[0051] 条件3:在以收听位置P为中心时的情况下,通过连接收听位置P与虚拟扬声器151L和虚拟扬声器151R形成的中心角度大于通过连接收听位置P与扬声器112L和扬声器112R形成的中心角度。通过这样做,从虚拟扬声器151L和151R虚拟地输出的声音比从扬声器112L和112R输出的声音从更靠外侧到达收听位置P。

[0052] 此处,收听位置P是为了设计音频系统101而设定的理想收听位置。

[0053] [音频信号处理]

[0054] 接下来,将参照图3的流程图来描述由音频系统101执行的音频信号处理,作为根据本公开的实施例所提供的音频信号处理方法的示例。此处,当开始向音频信号处理设备111输入音频信号时,开始该处理,并且当停止向音频信号处理设备111输入音频信号时结束该处理。

[0055] 在步骤S1中,高通滤波器121L和121R提取音频信号的高通分量。就是说,高通滤波器121L提取音频信号SLin的高通分量,并且向信号处理单元123提供包括所提取的高通分量的音频信号SL1。此外,高通滤波器121R提取音频信号SRin的高通分量,并且向信号处理单元123提供包括所提取的高通分量的音频信号SR1。

[0056] 在步骤S2中,信号处理单元123执行信号处理,使得从虚拟扬声器虚拟地输出所提取的高通分量。就是说,信号处理单元123对于音频信号SL1和SR1执行预定的信号处理,使得当从扬声器112L和112R输出基于音频信号SL1和SR1的声音时,收听者152在听觉上感知到声音,就像声音是从虚拟扬声器151L和151R输出的那样。换言之,信号处理单元123对于音频信号SL1和SR1执行预定的信号处理,使得基于音频信号SL1和SR1的声音的虚拟音源是虚拟扬声器151L和151R的位置。此外,信号处理单元123向合成单元提供所得到的音频信号SL3和SR3。

[0057] 此处,可以采用任意技术用于在该点处执行的信号处理。此处,将描述其一个示例。

[0058] 首先,信号处理单元123对于音频信号SL1和SR1执行双声道化处理。具体地,信号处理单元123实际上将扬声器布置在虚拟扬声器151L的位置处,并且当从中输出音频信号SL1时,生成到达位于收听位置P处的收听者152的左右耳的信号。就是说,信号处理单元123执行运算处理,以将从虚拟扬声器151L的位置到收听者152的耳朵的头部相关传递函数

(HRTF)叠加到音频信号SL1上。

[0059] 头部相关传递函数是从要由收听者感受的音频图像所在的位置到收听者的耳朵的音频脉冲响应。对于一个收听位置存在到收听者的左耳的头部相关传递函数HL和到收听者的右耳的头部相关传递函数HR。此外,如果与虚拟扬声器151L的位置相关的头部相关传递函数分别是HLL和HLR,则通过将头部相关传递函数HLL叠加到音频信号SL1上,得到对应于直接到达收听者的左耳的直接声音的音频信号SL1Lb。相似地,通过将头部相关传递函数HLR叠加到音频信号SL1上,得到对应于直接到达收听者的右耳的直接声音的音频信号SL1Rb。具体地,音频信号SL1Lb和SL1Rb通过以下公式1和2求出。

$$[0060] \quad SL1Lb[n] = \sum_{m=0}^{dLL} (SL1[n-m] * HLL[m]) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$[0061] \quad SL1Rb[n] = \sum_{m=0}^{dLR} (SL1[n-m] * HLR[m]) \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0062] 此处,n是样本号码,dLL代表头部相关传递函数HLL的次数,而dLR代表头部相关传递函数HLR的次数。

[0063] 相似地,信号处理单元123实际上将扬声器布置在虚拟扬声器151R 的位置处,并且当从中输出音频信号SR1时,生成到达位于收听位置P处的收听者152的左右耳的信号。就是说,信号处理单元123执行运算处理,以将从虚拟扬声器151R的位置到收听者152的耳朵的头部相关传递函数(HRTF)叠加到音频信号SR1上。

[0064] 就是说,如果与虚拟扬声器151R的位置相关的头部相关传递函数分别是HRL和HRR,则通过将头部相关传递函数HRL叠加到音频信号SR1上,得到对应于直接到达收听者的左耳的直接声音的音频信号SR1Lb。相似地,通过将头部相关传递函数HRR叠加到音频信号SR1上,得到对应于直接到达收听者的右耳的直接声音的音频信号SR1Rb。具体地,音频信号SR1Lb和SR1Rb通过以下公式3和4求出。

$$[0065] \quad SR1Lb[n] = \sum_{m=0}^{dRL} (SR1[n-m] * HRL[m]) \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$[0066] \quad SR1Rb[n] = \sum_{m=0}^{dRR} (SR1[n-m] * HRR[m]) \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0067] 此处,dRL代表头部相关传递函数HRL的次数,而dRR代表头部相关传递函数HRR的次数。

[0068] 其中按以下公式5将以这种方式求出的音频信号SL1Lb和音频信号SR1Lb相加的信号是音频信号SLb。此外,其中按以下公式6将以这种方式求出的音频信号SL1Rb和音频信号SR1Rb相加的信号是音频信号SRb。

$$[0069] \quad SLb[n] = SL1Lb[n] + SR1Lb[n] \cdots (5)$$

$$[0070] \quad SRb[n] = SL1Rb[n] + SR1Rb[n] \cdots (6)$$

[0071] 接下来,信号处理单元123根据音频信号SRb和音频信号SLb执行针对扬声器再现的移除串扰的处理(串扰消除器)。就是说,信号处理单元123处理音频信号SLb和SRb,使得基于音频信号SLb的声音仅到达收听者152的左耳,而基于音频信号SRb的声音仅到达收听

者152的右耳。作为结果得到的音频信号是音频信号SL3和SR3。

[0072] 在步骤S3中,低通滤波器122L和122R提取音频信号的中低通分量。就是说,低通滤波器122L提取音频信号SLin的中低通分量,并且向合成单元124提供包括所提取的中低通分量的音频信号SL2。此外,低通滤波器122R提取音频信号SRin的中低通分量,并且向合成单元124提供包括所提取的中低通分量的音频信号SR2。

[0073] 此处,并行地执行步骤S1和S2的处理以及步骤S3的处理。

[0074] 在步骤S4中,合成单元124合成音频信号。具体地,合成单元124合成音频信号SL2和音频信号SL3,并且生成音频信号SL4。此外,合成单元124合成音频信号SR2和音频信号SR3,并且生成音频信号SR4。此外,合成单元124向输出控制单元125提供所生成的音频信号SL4和SR4。

[0075] 在步骤S5中,输出控制单元125输出音频信号。具体地,输出控制单元125向扬声器112L输出音频信号SL4,并且向扬声器112R输出音频信号SR4。此外,扬声器112L输出基于音频信号SL4的声音,而扬声器112R输出基于音频信号SR4的声音。

[0076] 作为结果,收听者152在听觉上感知到,从低通滤波器122L和122R提取的中低通分量的声音(以下称为中低通声音)是从扬声器112L和112R输出的,而从高通滤波器121L和121R提取的高通分量的声音(以下称为高通声音)是从虚拟扬声器151L和151R输出的。

[0077] 此后结束音频信号处理。

[0078] [公开的实施例的效果]

[0079] 此处,将参照图4和5描述本公开的实施例的效果。

[0080] 通常,对于从音源直接到达麦克风的直接声音,音源到麦克风越近,水平(声压水平或者音量水平)越高,音源离麦克风越远,水平越低。另一方面,从音源通过反射等间接地到达麦克风的间接声音的水平与直接声音相比,很少由于音源与麦克风之间的距离而改变。

[0081] 因此,从靠近麦克风的音源发出的、作为在麦克风上记录的声音的前侧声音(例如人的对话等),正如其名称,具有高比例的直接声音和低比例的间接声音。另一方面,从远离麦克风的音源发出的、作为在麦克风以外记录的声音的深侧声音(例如自然环境声音等),正如其名称,具有高比例的间接声音和低比例的直接声音。此外,在特定距离范围内,音源离麦克风越远,间接声音的比例越高,而直接声音的比例越低。

[0082] 顺带提及,例如在电影等中,存在如下情况,在与其他声音混合之前像记录在麦克风上那样地创建声音,以便允许从远处听到在麦克风上记录的声音效果。

[0083] 此外,尽管也取决于前侧声音的水平和深侧声音的水平之间的相对关系,但是通常,前侧声音具有比深侧声音更高的水平。

[0084] 此外,音源离麦克风越远,高通水平下降的趋势越大。因此,尽管对于前侧声音的频率分布,水平没怎么降低,但是对于深侧声音的频率分布,高通水平降低了。作为结果,当前侧声音和深侧声音相比时,在高通的情况下比在中低通的情况下水平差异相对更大。

[0085] 此外,如上所述,与间接声音相比,直接声音随着距离在水平上具有更大的下降。因此,对于深侧声音,与间接声音相比,直接声音在高通水平上具有更大的降低。作为结果,对于深侧声音,在高通的情况下比在中低通的情况下间接声音与直接声音的比例相对更大。

[0086] 此外,间接声音从各种方向在随机的时间抵达。因此,间接声音在左右之间具有低相关度。

[0087] 此处,甚至利用相关技术的声音格式大致按原样来保存这样的前侧声音和深侧声音以及直接声音和间接声音的物理特性。例如,在两个或者更多通道的多通道音频信号中按照在左右之间具有低相关度的分量来包括间接声音。

[0088] 如上所述,从虚拟扬声器151L和151R虚拟地输出的高通声音的音频图像(以下称为高通音频图像)被定位到比从扬声器112L和112R输出的中低通声音的音频图像(以下称为中低通音频图像)在深度方向上更靠近收听位置P的位置处。

[0089] 因此,具有更大的高通分量的声音通过虚拟扬声器151L和151R对于收听者152具有更大的高通音频图像的效果,并且收听者152感知到的音频图像的位置在更靠近收听者152的方向上移动。因此,收听者152将具有更多高通分量的声音感知为从近处发出的,并且作为结果,通常将包括更多高通分量的前侧声音感知为比具有较少高通分量的深侧声音更近。

[0090] 此外,所认识到的是,到达收听者的两耳的音频信号的相互相关度对于收听者感知到的音频图像的距离感有影响。

[0091] 具体地,作为代表到达两耳的音频信号的相互相关度的一个标识,存在用作代表声音的开阔感、空间印象等的参数的IACC(两耳间相互相关度)。IACC代表相互相关度函数的最大值,相互相关度代表在左音频信号和右音频信号的延迟时间等于或小于1毫秒的范围内到达两耳的音频信号之间的差异。

[0092] 此外,所认识到的是,在IACC等于或大于0的范围内,IACC越小(即,进入耳朵的音频信号之间的相关度越小),收听者感知到的音频图像的距离越远,并且听到的声音显得越远。

[0093] IACC例如通过直接声音和间接声音之间的能量比率(R/D比率)来改变。就是说,因为间接声音如上所述地在左右之间具有低相关度,R/D比率越大,IACC越小。因此,R/D比率越大,收听者感知到的音频图像的距离越远,并且听到的声音显得越远。

[0094] 此处,例如,到达收听者的直接声音的能量大致与离音源的距离的平方成比例地衰减。另一方面,到达收听者的间接声音的能量的离音源的距离的衰减率与直接声音相比是低的。该情况根据以下方式也是清楚的,距离音源越远,直接声音和间接声音之间的能量比率(R/D比率)越大。

[0095] 此外,IACC例如通过间接声音的抵达方向来改变。

[0096] 图4图示了在如图5中所图示地改变反射声音(间接声音)对于从收听者152前方抵达的直接声音在水平方向上的入射角度 θ 的同时,测量IACC的结果的一个示例。此处,在设定了如下条件的情况下测量图4的IACC:反射声音的幅度是直接声音的1/2并且反射声音到达收听者152的耳朵比直接声音晚大致6毫秒。此外,图4的水平轴表示反射声音的入射角度 θ ,而竖直轴表示IACC。

[0097] 根据测量结果可见,反射声音的入射角度 θ 越大,IACC越弱。就是说,间接声音和直接声音的抵达方向中的差异越大,并且间接声音越从侧面抵达收听者152,IACC越弱。作为结果,收听者152感知到的音频图像的距离增加,并且听到的声音显得更远。在多个收听者的听觉感试验中也证明了这样的效果。

[0098] 此处,收听者152将从虚拟扬声器151L和151R虚拟地输出的高通声音感知为比从扬声器112L和112R输出的中低通声音从更外侧抵达。这样的高通声音也包括间接声音的高通分量。

[0099] 因此,在声音中间接声音的比例越大,IACC越弱,并且收听者152感知到的音频图像的位置越以远离收听者152的方向来移动。因此,收听者152将具有更大比例的间接声音的声音感知为从远处发出的,并且作为结果,将具有更大比例的间接声音的深侧声音感知为比具有更小比例的间接声音的前侧声音更远。

[0100] 总之,由于虚拟扬声器151L和151R的高通音频图像的效果,收听者将包括更多高通分量的声音感知为从近处发出的。此外,由于中低通声音和高通声音的抵达方向中的差异,收听者152将包括更多间接声音的声音感知为从远处发出的。

[0101] 作为结果,收听者152将具有更多高通分量和低比例的间接声音的前侧声音的音频图像感知为在近处,而将具有更少高通分量和更大比例的间接声音的深侧声音的音频图像感知为在远处。此外,收听者152感知到的每个声音的音频图像在深度方向上的位置根据每个声音中包括的高通分量的量和间接声音的比例来改变。因此,每个声音的音频图像在深度方向上传播,并且增强了收听者152感知到的深度感。

[0102] 此处,如响度曲线所代表的,通常人们对于音量高时高通分量的声音比音量低时的声音更敏感。因此,通过响度效果增强了由从虚拟扬声器151L和151R虚拟地输出的高通声音带来的前侧声音(通常是高音量的)的效果。

[0103] [扬声器和虚拟扬声器的布置]

[0104] 接下来,将参照图6和7描述扬声器112L和112R以及虚拟扬声器151L和151R的布置的示例。

[0105] 如上所述,扬声器112L和112R以及虚拟扬声器151L和151R被布置为使得满足条件1至3。图6图示了使得满足条件1至3的扬声器112L和112R以及虚拟扬声器151L和151R的布置的示例。

[0106] 首先,扬声器112L和扬声器112R被布置为在收听位置P前方相对于收听位置P大致左右对称。

[0107] 此外,在图中直线L1是穿过扬声器112L和112R的正面的直线。直线L2是穿过收听位置P并且平行于直线L1的直线。区域A1是连接扬声器112L、扬声器112R和收听位置P的区域。区域A2L是在直线L1和L2之间并且通往收听位置P的左方的区域,并且是不包括区域A1的区域。区域A2R是在直线L1和L2之间并且通往收听位置P的右方的区域,并且是不包括区域A1的区域。

[0108] 此外,通过相对于收听位置P大致左右对称地在区域A2L内布置虚拟扬声器151L并且在区域A2R内布置虚拟扬声器151R,能够满足上述条件1至3。

[0109] 然而,如果虚拟扬声器151L和151R的位置太远离扬声器112L和112R,则存在如下担心:达到收听者152的耳朵的中低通声音和高通声音之间的时间差变得太大,并且收听者152感到不舒服。

[0110] 因此,想要的是进一步在图7的区域A11L和A11R内布置虚拟扬声器151L和151R。

[0111] 区域A11L是区域A2L内的区域,并且其中离收听位置P的距离在收听位置P和扬声器112L之间的距离范围以内。因此区域A11L是以收听位置P为中心并以收听位置P和扬声器

112L之间的距离为半径的扇形区域。此外,区域A11R是区域A2R内的区域,并且其中离收听位置P的距离在收听位置P和扬声器112R之间的距离范围以内。因此区域A11R是以收听位置P为中心并以收听位置P和扬声器112R之间的距离为半径的扇形区域。此处,因为收听位置P和扬声器112L之间的距离以及收听位置P和扬声器112R之间的距离大致相等,所以区域A11L和区域A11R是大致左右对称的区域。

[0112] 此外,相对于收听位置P大致左右对称地,在区域A11L内可以布置虚拟扬声器151L而在区域A11R内可以布置虚拟扬声器151R。通过这样做,虚拟扬声器151L和虚拟扬声器151R被布置得比扬声器112L和112R更靠近收听位置P。换言之,虚拟扬声器151L和收听位置P之间的距离以及虚拟扬声器151R和收听位置P之间的距离小于扬声器112L和收听位置P之间的距离或者扬声器112R和收听位置P之间的距离。

[0113] 作为结果,防止了到达收听者152的耳朵的中低通声音和高通声音之间的时间差异变得过大。此外,通过将虚拟扬声器151L和151R布置为比扬声器112L和112R更靠近收听位置P,由于哈斯效应,虚拟扬声器151L和151R的高通音频图像能够比扬声器112L和112R的中低通音频图像更有利地影响收听者152。作为结果,前侧声音的音频图像能够被定位为更靠近收听者152。

[0114] 此处,如果虚拟扬声器151L和151R太靠近区域A1,则中低通声音和高通声音到收听位置P的抵达方向之间的差异变小,并且减少了针对深侧声音的效果。此外,如果虚拟扬声器151L和151R太靠近直线L2,则存在如下担心:高通音频图像和中低通音频图像之间的距离变得太大,并且收听者152感到不舒服。因此想要的是将虚拟扬声器151L和151R布置得尽可能远离区域A1和直线L2。

[0115] <2.第二实施例>

[0116] 接下来,将参照图8描述本公开的第二实施例。

[0117] [音频系统的配置示例]

[0118] 图8是图示了应用了本公开的实施例的音频系统的第二实施例的框图。

[0119] 图8的音频系统201是使用实际扬声器212L和212R而不是虚拟扬声器151L和151R的系统。此处,在图中,对应于图1的部分被给定了相同的附图标记,而具有相同处理的部分被适当地省略以避免冗余描述。

[0120] 音频系统201被配置为包括音频信号处理设备211、扬声器112L和112R以及扬声器212L和212R。此外,扬声器112L和112R被布置在与音频系统101相同的位置上,而扬声器212L和212R被布置在与音频系统101的虚拟扬声器151L和151R相同的位置上。

[0121] 作为根据本公开的实施例所提供的音频信号处理设备的示例,音频信号处理设备211被配置为包括高通滤波器121L和121R、低通滤波器122L和122R以及输出控制单元221。

[0122] 输出控制单元221向扬声器212L输出从高通滤波器121L提供的音频信号SL1,并且向扬声器212R输出从高通滤波器121R提供的音频信号SR1。此外,输出控制单元221向扬声器112L输出从低通滤波器122L提供的音频信号SL2,并且向扬声器112R输出从低通滤波器122R提供的音频信号SR2。

[0123] 扬声器112L输出基于音频信号SL2的声音,而扬声器112R输出基于音频信号SR2的声音。因此,从扬声器112L和112R输出从低通滤波器122L和122R提取的中低通声音。

[0124] 扬声器212L输出基于音频信号SL1的声音,而扬声器212R输出基于音频信号SR1的

声音。因此,从扬声器212L和212R输出从高通滤波器121L和121R提取的高通声音。

[0125] 通过这样做,与音频信号101相似,能够增强声音的深度感。

[0126] <3.修改的示例>

[0127] 以下将描述本公开的实施例的修改的示例。

[0128] [修改的示例1]

[0129] 本公开的实施例也能够应用在处理通道数量大于2个通道的音频信号的情况中。此处,在以通道数量大于2个通道的音频信号作为处理目标时的情况下,上述音频信号处理不必应用于所有通道。例如,考虑只将音频信号处理应用于针对从观察者看时立体图像的图像侧的前方位于左和右的两个通道的音频信号,或者只将音频信号处理应用到针对前方位于左和右以及中央的2.1通道音频信号。

[0130] [修改的示例2]

[0131] 此外,也有可能从音频信号处理设备111和音频信号处理设备211中省略低通滤波器122L和122R。就是说,可以将基于音频信号SLin和音频信号SRin的声音按原样从扬声器112L和112R输出。在该情况下,与提供低通滤波器122L和122R的情况相比,尽管存在音频图像变得稍微模糊的可能性,但还是有可能增强声音的深度感。

[0132] [修改的示例3]

[0133] 此外,通过使用均衡器等代替高通滤波器121L和121R以及低通滤波器122L和122R,可以使得所提取的音频信号的带是可改变的。

[0134] 此处,本公开的实施例能够应用于处理和输出音频信号的设备,例如执行音频信号的放大或补偿的设备(诸如音频放大器或均衡器)、执行音频信号的再现或记录的设备(诸如音频播放器或音频记录器)、或者执行包括音频信号的图像信号的再现或记录的设备(诸如视频播放器或视频记录器)。此外,本公开的实施例能够应用于包括上述设备的系统,例如环绕系统。

[0135] [计算机的配置示例]

[0136] 上述音频信号处理设备111和音频信号处理设备211的处理序列可以由硬件执行,或者可以由软件执行。在由软件执行处理序列时的情况下,配置软件的程序安装在计算机上。此处,计算机包括内置有专用硬件的计算机、通用个人计算机(例如,能够通过安装各种类型的程序来执行各种类型的功能)等。

[0137] 图9是图示了通过程序执行上述处理序列的计算机的硬件的配置示例的框图。

[0138] 在计算机中,CPU(中央处理单元)301、ROM(只读存储器)302和RAM(随机存取存储器)303通过总线304相互连接。

[0139] 输入输出接口305进一步连接到总线304。输入单元306、输出单元307、存储单元308、通信单元309和驱动器310连接到输入输出接口305。

[0140] 输入单元306包括键盘、鼠标、麦克风等。输出单元307包括显示器、扬声器等。存储单元308包括硬盘、非易失性存储器等。通信单元309包括网络接口等。驱动器310包括诸如磁盘、光盘、磁光盘或半导体存储器的可移除介质311。

[0141] 在如上所述地配置的计算机中,例如通过CPU 301经由输入输出接口305和总线304将存储单元308中存储的程序载入到RAM 303上并且执行程序来执行上述处理序列。

[0142] 由计算机(CPU 301)执行的程序能够通过记录在例如作为封装介质等的可移除介

质311上来提供。此外,有可能经由有线或无线的传输介质(诸如局域网、因特网或数字卫星广播)来提供程序。

[0143] 在计算机中,有可能通过使得可移除介质311安装到驱动器310,经由输入输出接口305来在存储单元308上安装程序。此外,程序可以通过通信单元309经由有线或无线传输介质来接收并且安装在存储单元308上。或者,程序可以预先安装在ROM 302或者存储单元308上。

[0144] 此处,计算机执行的程序可以是其中以本说明书中描述的顺序按时间序列执行处理的程序,或者可以是其中以给定的时序(诸如并行地或者按照调用)执行处理的程序。

[0145] 此外,在本说明书中,术语“系统”具有由多个设备、部分等配置的整体设备的含义。

[0146] 此外,本公开的实施例不限于上述实施例,并且各种修改在不脱离本公开的范围的情况下是有可能的。

[0147] 本公开包含与2010年12月16日在日本专利局提交的日本在先专利申请JP 2010-280165中公开的主题内容相关的主题内容,并且该在先专利申请的全部内容通过引用合并于此。

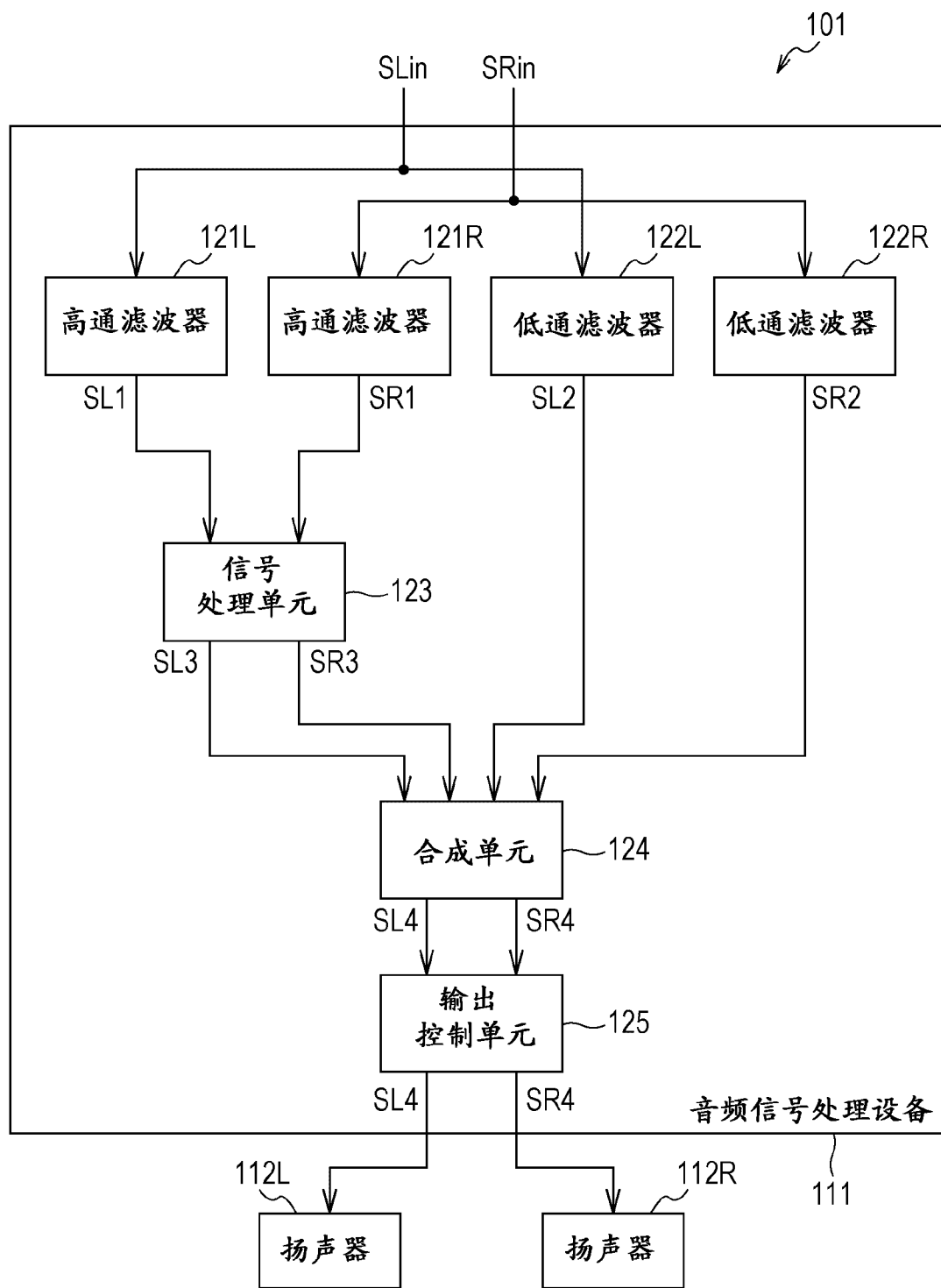


图1

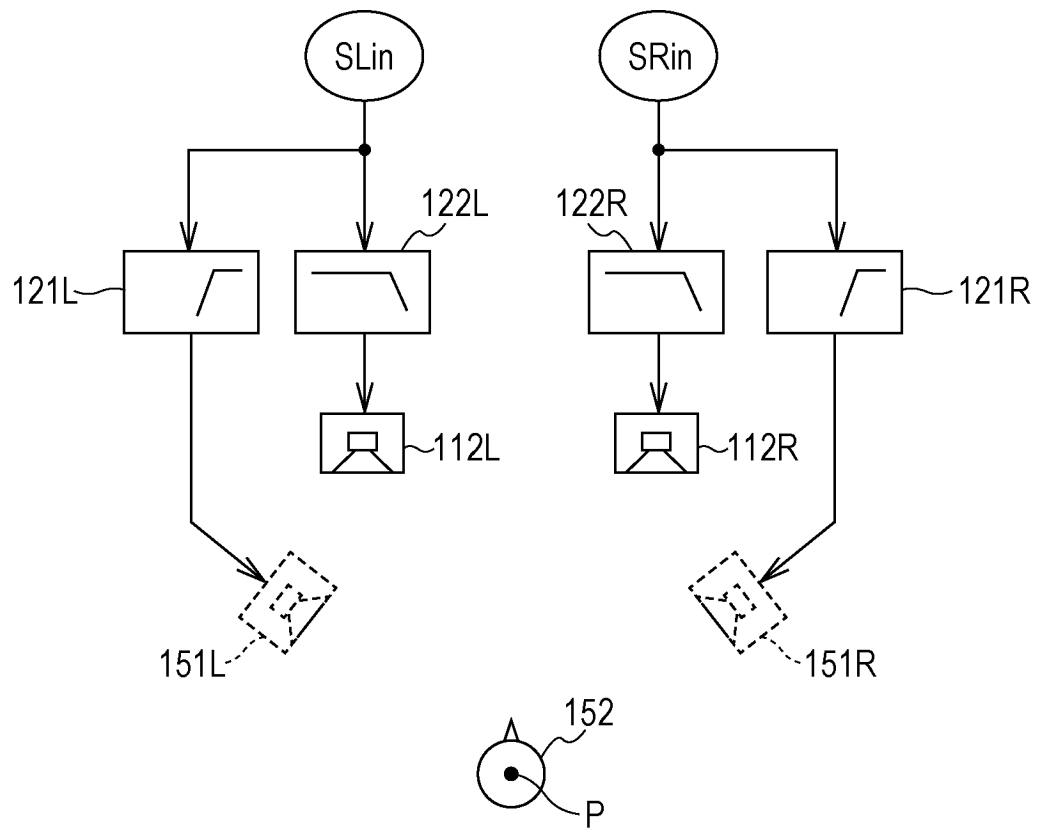


图2

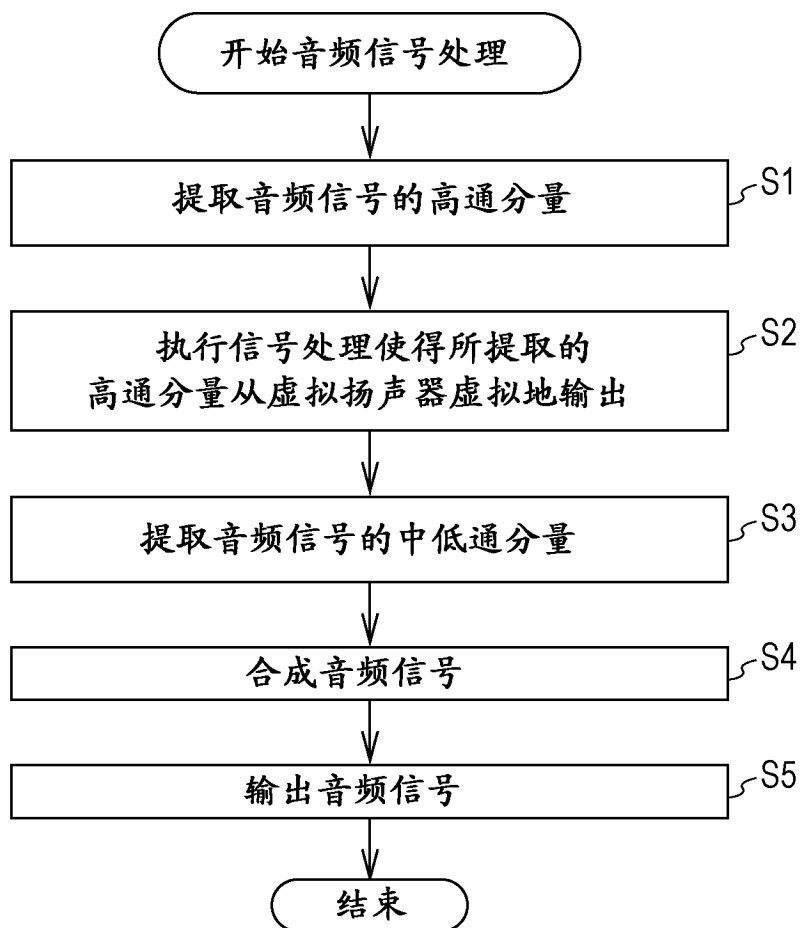


图3

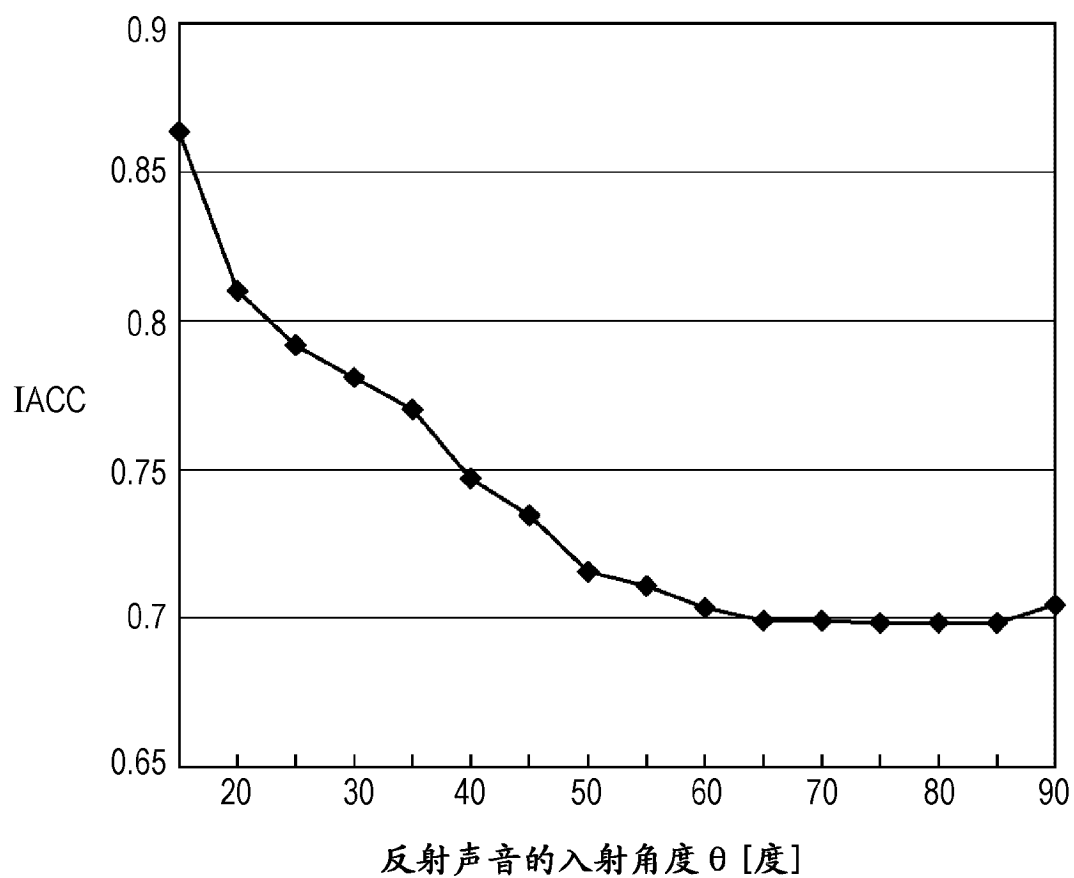


图4

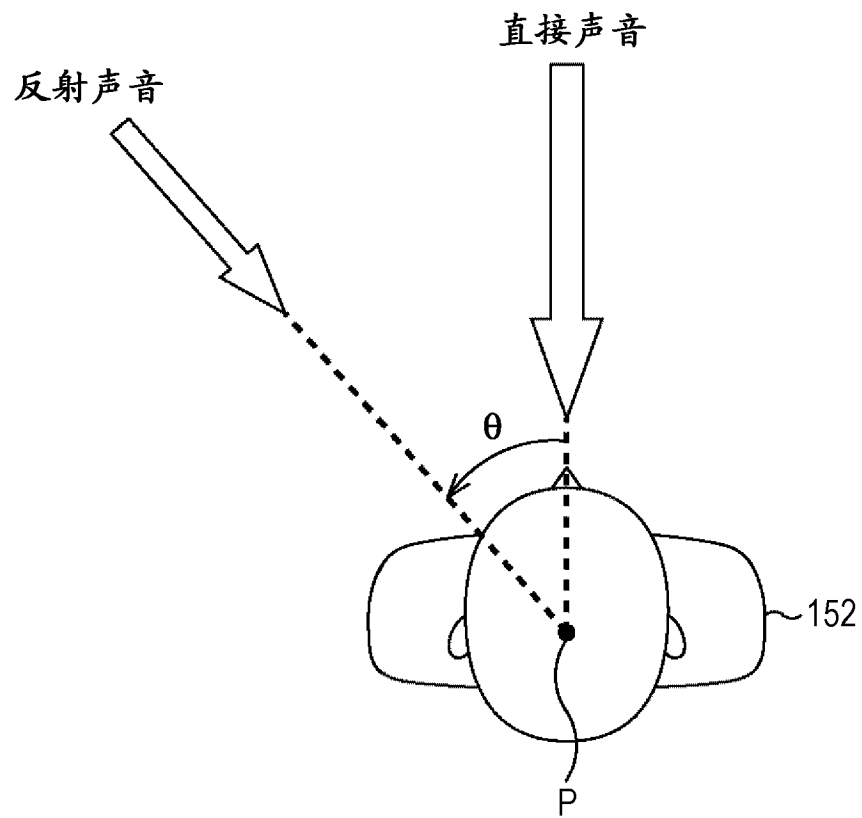


图5

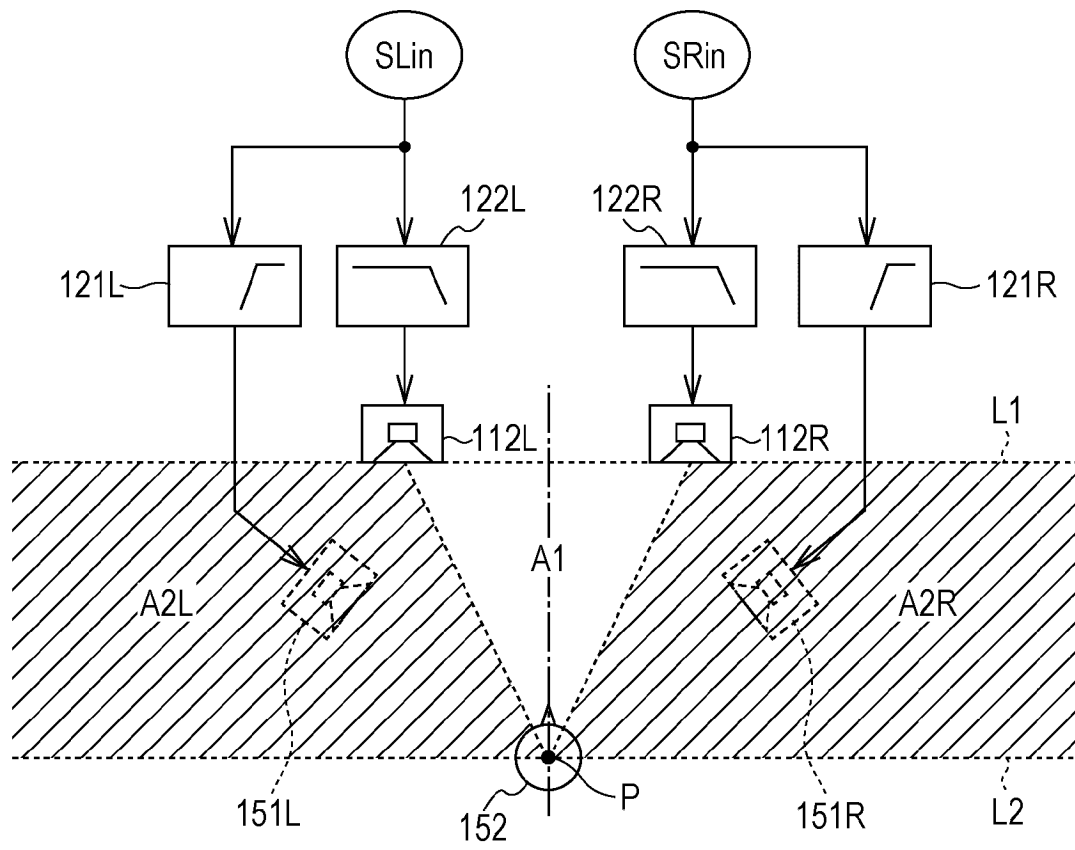


图6

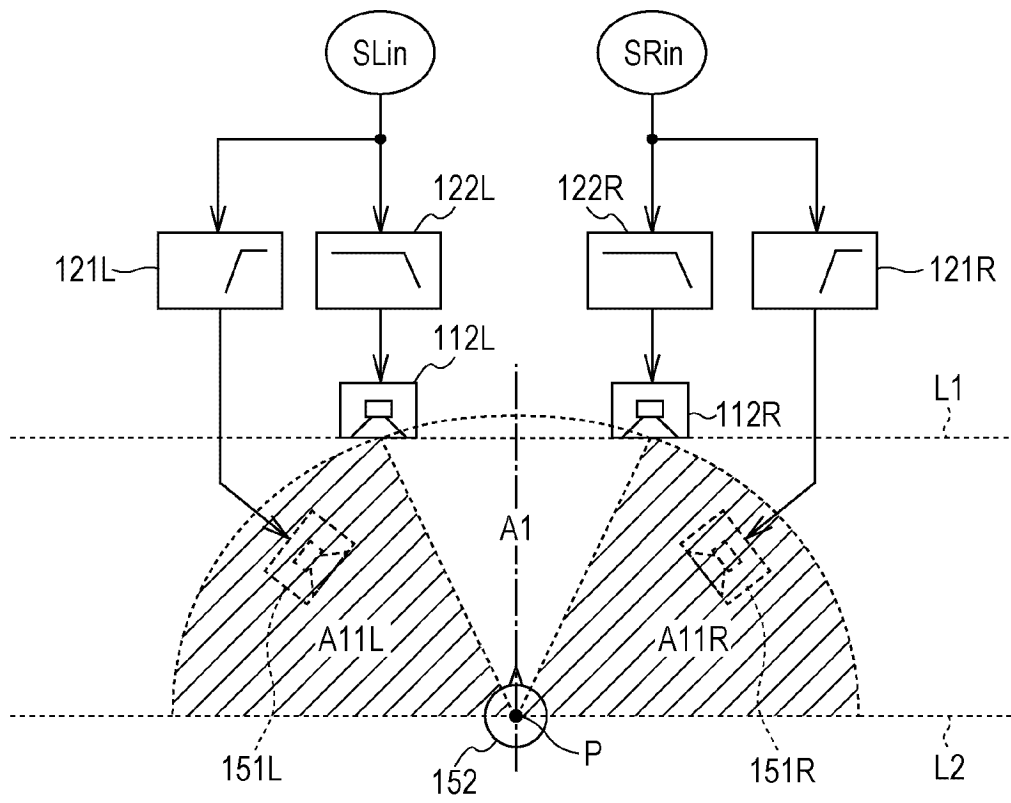


图7

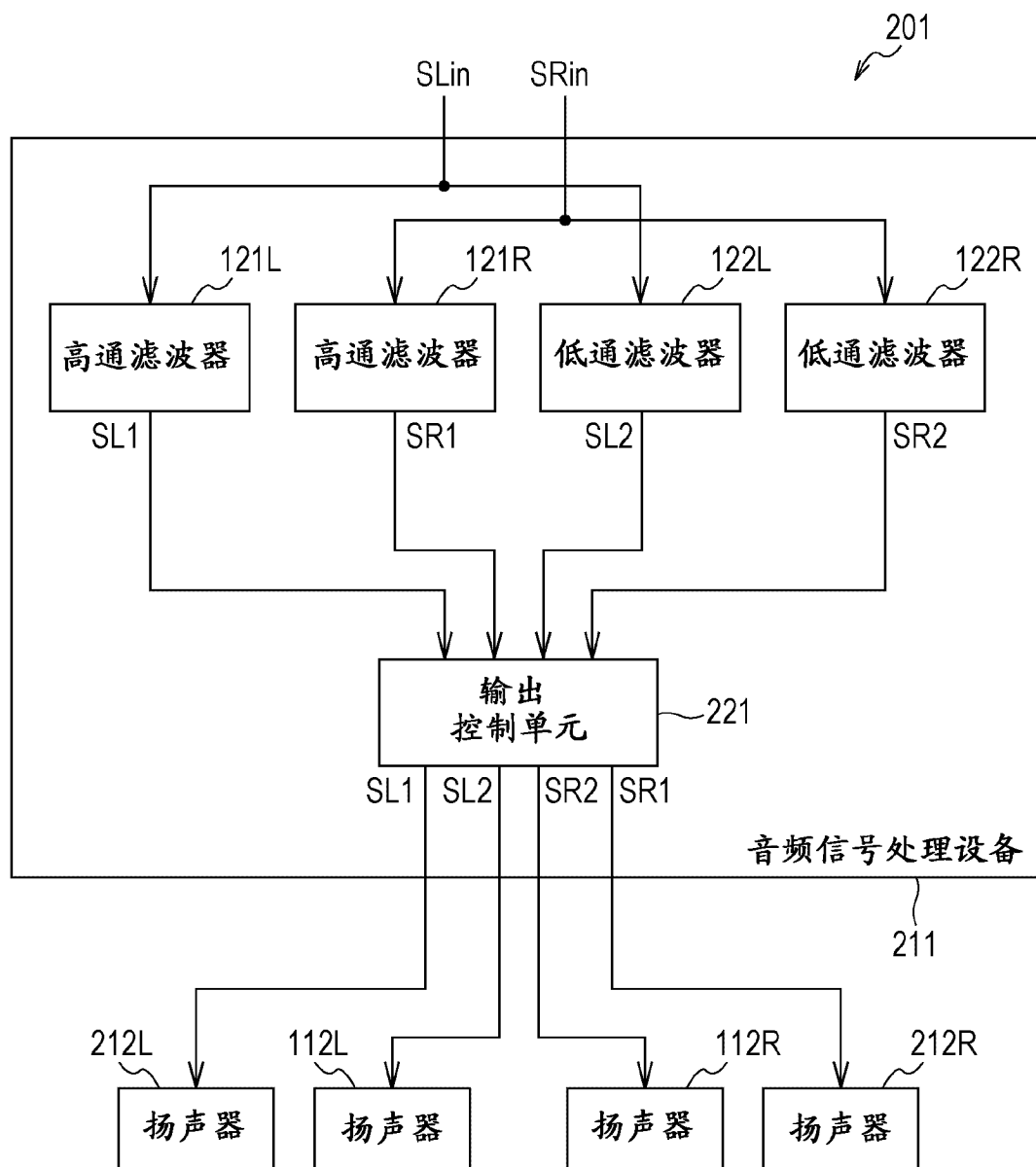


图8

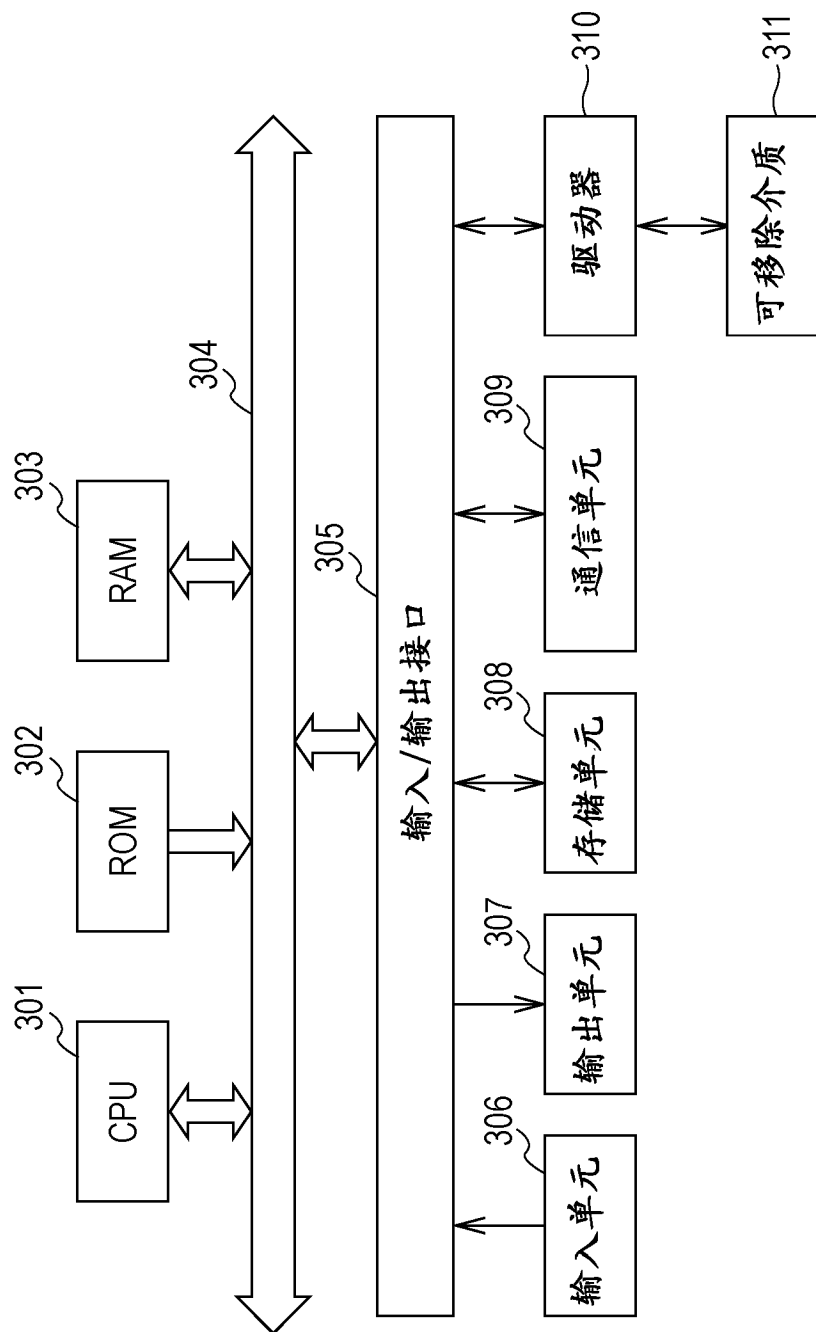


图9