

1. 一种用于再现多通道信号的音频系统,该音频系统包括:

用于接收多通道信号的装置(113);

第一馈送装置(121),用于通过组合多通道信号的多个通道的信号来为第一声发射器(111)生成第一驱动信号,第一驱动信号具有来自多通道信号的每个通道的第一带宽的信号分量贡献;

第二馈送装置(115),用于为一组第二声发射器(101-109)生成第二驱动信号,每一个第二驱动信号在第二带宽中从多通道信号的一个通道的单通道信号中生成,其中第二带宽具有比第一带宽的下限截止频率更高的下限截止频率;和

用于相对于至少相应的第二驱动信号为第一驱动信号的至少一个信号分量引入延迟的装置(125);以及

其中对于相对于在第二带宽的下限截止频率上延伸 1kHz 的频带的平均增益而言的 3dB 增益衰减,第二带宽的下限截止频率高于 950Hz。

2. 权利要求 1 的音频系统,还包括:

第一声发射器(111);

用于将第一驱动信号馈送到第一声发射器的装置;

第二声发射器(101-109)的组;和

用于将第二驱动信号馈送到该组第二声发射器(101-109)中的每一个第二声发射器的装置。

3. 权利要求 2 的音频系统,其中第一声发射器(111)是全带宽扬声器,而第二声发射器(101-109)是缩减带宽扬声器。

4. 权利要求 3 的音频系统,其中每一个第二声发射器(101-109)是具有至少 84dB SPL/1W/1m 的效率的高频扬声器。

5. 权利要求 2 的音频系统,还包括:

用于从麦克风接收麦克风信号的装置(303);

用于确定从第一声发射器到麦克风的第一声音延迟以响应麦克风信号的装置(301);

用于至少确定从第二声发射器到麦克风的第二声音延迟以响应麦克风信号的装置(301);和

用于确定该延迟以响应第一声音延迟和第二声音延迟的装置(301)。

6. 权利要求 2 的音频系统,其中第一声发射器(111)包括多个声发射元件,用于针对第一驱动信号辐射声音信号。

7. 权利要求 2 的音频系统,被安排为:在不同的方向在多个音频射束中,针对第一驱动信号,从第一声发射器(111)中辐射声音信号。

8. 权利要求 2 的音频系统,被安排为:针对第一驱动信号,从第一声发射器(111)中辐射扩散的声音信号。

9. 权利要求 1 的音频系统,其中第二带宽具有与第一带宽重叠的频带。

10. 权利要求 1 的音频系统,其中第一带宽具有低于 350Hz 的下限 3dB 截止频率和高于 800Hz 的上限 3dB 截止频率。

11. 权利要求 1 的音频系统,其中该延迟超出对于在第一声发射器与第二声发射器之间的最大距离的声音传播时间。

12. 权利要求 1 的音频系统,其中该延迟在 0.5 毫秒与 30 毫秒之间。

13. 权利要求 1 的音频系统,还包括:

用于通过组合和低通滤波多通道信号的多个通道的信号来生成低频驱动信号的装置;

其中低频驱动信号的带宽的至少一部分低于第一带宽的下限截止频率。

14. 权利要求 1 的音频系统,其中该音频系统是环绕声音频系统,并且多通道信号的多个通道是环绕声空间通道。

15. 一种再现多通道信号的方法,该方法包括:

接收多通道信号;

通过组合多通道信号的多个通道的信号,为声发射器(111)生成第一驱动信号,第一驱动信号具有来自多通道信号的每个通道的第一带宽的信号分量贡献;

为多个声发射器(101-109)生成第二驱动信号,每一个第二驱动信号在第二带宽中从多通道信号的一个通道的单通道信号中生成,其中第二带宽具有比第一带宽的下限截止频率更高的下限截止频率;以及

相对于至少相应的第二驱动信号,为第一驱动信号的至少一个信号分量,引入延迟;

其中对于相对于在第二带宽的下限截止频率上延伸 1kHz 的频带的平均增益而言的 3dB 增益衰减,第二带宽的下限截止频率高于 950Hz。

音频系统及其操作的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及音频系统及其操作的方法,并且特别地但非排他地涉及环绕声音频再生系统。

背景技术

[0002] 再造多通道声音的音频系统在过去十年已变得受欢迎,并且尤其诸如环绕音响系统的消费者音响系统已变得流行,例如,用于家庭影院系统中。

[0003] 然而,所感知到的这样的系统的缺点是必须在不同的位置上放置相对大量的扬声器来生成所希望的音响空间的不实用性。实际上,对于大多数的消费者来说,为了再生令人信服的多通道声音而将若干大型扬声器放置于房间中并不总是可取的或可行的(视觉效应,电缆,缺乏扬声器的合适位置等等)。实际上,扬声器时常被认为是难看的,并因此已研制了试图通过将扬声器制造得尽可能小型来最小化这些扬声器的视觉效应的系统。特别地,已研制了这样的系统,其中较低频率被馈送到亚低音扬声器,其中该亚低音扬声器对于所有的通道是公有的,而对于每一个通道,利用各个卫星扬声器来产生较高频率。由于卫星扬声器只需要再生较高频率,因此能够将这些卫星扬声器制造得相对小。

[0004] 然而,这些扬声器仍然具有这样的尺寸,其中这些扬声器趋于是引人注目的,并因此希望进一步减小这些扬声器的尺寸。同样,为了从这些扬声器中实现足够高的音频质量,必须使用相对高质量扬声器,从而给该系统增加成本。此外,扬声器尺寸的减小通常受限于所希望的音频质量,并且使用小型扬声器的许多系统趋于具有相对低的音频质量。

[0005] 特别地,被卫星扬声器覆盖的带宽当前向下延伸至大约 100Hz-150Hz 的相对低的频率(允许亚低音扬声器再现较低频率信号),这倾向于需要相对大型扬声器用于高质量声音再生。此外,虽然尺寸和成本可以利用例如 200Hz 或更高的较高截止频率来减小,但是这易于总体上导致该系统降低的音频质量,这是因为该频带的较高比例(部分)被亚低音扬声器所支持。

[0006] 特别地,这趋向于降低空间知觉和减小所感知到的多通道系统的声音舞台(舞台音响)(sound stage)。例如,诸如话音之类的声音对象易于被感知为对于较低音调、部分地通过亚低音扬声器被收听到以及对于较高音调、部分地通过卫星(扬声器)被收听到。这可能总体上导致所感知到的声音对象的位置的变化以及减小的声音舞台或空间知觉。

[0007] 此外,为了从卫星扬声器中生成足够高的声级,对于每一个卫星扬声器,趋向于需要相对高的功率电平。

[0008] 因此,改进的多通道音频系统将是有益的,并且特别地允许减小扬声器大小、降低功耗、降低扬声器成本、改进音频质量、改善空间知觉、便于实施和 / 或改善性能的系统将是有益的。

发明内容

[0009] 因此,本发明设法更可取地单独地或以任意组合方式来缓解、减轻或消除上面提

到的缺陷之中的一个或多个。

[0010] 根据本发明的一个方面,提供用于再现多通道信号的音频系统,该设备包括:用于接收多通道信号的装置;第一馈送装置,用于通过组合多通道信号的多个通道的信号来生成用于第一声发射器的第一驱动信号,第一驱动信号具有来自多通道信号的每个通道的第一带宽的信号分量贡献(contribution);第二馈送装置,用于为一组第二声发射器生成第二驱动信号,每一个第二驱动信号从多通道信号的一个通道的单通道信号中生成并位于第二带宽中,其中第二带宽具有比第一带宽的下限截止频率更高的下限截止频率;和用于相对于至少相应的第二驱动信号、为第一驱动信号的至少一个信号分量引入延迟的装置;以及其中对于相对于在下限截止频率上延伸 1kHz 的频带的平均增益而言的 3dB 增益衰减,第二带宽的下限截止频率高于 950Hz。

[0011] 本发明可以允许改进音频系统。特别地,能够实现例如可以是卫星扬声器的第二声发射器的减小尺寸。对于较小型扬声器,通常能够实现改善的声音质量,并且特别地,时常能够实现改进的空间知觉。本发明在许多实施例中可以允许降低扬声器的成本,以实现所感知到的音频质量等级。

[0012] 该方案在许多实施例中可以充分地降低第二声发射器所需要的馈送功率,并且可以相应地降低任何第二声发射器装置的功耗。特别地,每一个第二声发射器可以是包括放大装置的单独的扬声器装置(例如,以允许无线声音数据传送),并且其功耗可以显著地降低。例如,在一些实施例中,本发明可以允许电池驱动的无线卫星扬声器实际用于空间音频系统。

[0013] 特别地,该系统可以允许第二声发射器仅再现第二带宽中的信号,而公共的扬声器可以使用公共信号来扩展这个频率带宽以及任选地进一步有助于第一带宽的感知信号。

[0014] 本发明可以允许第一声发射器对各个通道的感知作出贡献,其中将在对于收听者的空间知觉可能是相关的并且尤其对于感知特定声音对象的方向或位置而言可能是相关的频带中提供各个通道。特别地,该延迟可以用于确保:方向知觉由来自第二声发射器而不是来自第一声发射器的信号贡献来支配。特别地,该延迟可以确保:来自第二声发射器的信号分量在来自第一声发射器的相应信号分量到达收听者之前到达该收听者。因此,该系统可以利用称为哈斯效应(Haas effect)的人类知觉效应,并且该人类知觉效应反映:人脑趋向于将输入声音的方向与它接收到的第一波前相关联,并且趋向于忽略次波前,其中次波前易于被解释为墙壁反射和混响。

[0015] 该方案可以允许非常小的和/或有效的较高频率声换能器用于第二声发射器,从而允许减小物理维度和降低功率需求。特别地,通过将第二驱动信号限制于大约 1kHz 和以上的频率,可以极大地降低对于第二声发射器的需求。此外,所感知到的这种带宽限制对于各个信号的影响可以利用从第一声发射器中辐射的声音来减小,同时允许空间知觉被来自第二声发射器的声音信号所控制。

[0016] 多通道例如可以是立体声信号或环绕信号,其包含例如 5 或 7 个空间通道。在一些实施例中,多通道信号可以具有相关的低频效应(Low Frequency Effects) (LFE)通道。

[0017] 用于确定带宽的相同标准可以用于第一和第二带宽。特别地,这两个带宽可以利用 X-dB 截止频率来定义,其中 X 可以是包括例如 3 或 6 的任何值。

[0018] 可以在任一阶段引入该延迟,例如通过延迟第一驱动信号和/或通过在组合之前

延迟多个通道的信号中的一个或多个信号来引入该延迟。至少一个信号分量可以特别地是来自相应的第二扬声器驱动信号对于第一驱动信号的贡献。

[0019] 根据本发明的可选特征,该音频系统进一步包括:第一声发射器;用于将第一驱动信号馈送到第一声发射器的装置;第二声发射器组;以及用于将第二驱动信号馈送到第二声发射器组中的每一个第二声发射器的装置。

[0020] 这可以允许改进音频系统。特别地,可以实现较小型的扬声器、改善的音频质量、降低的成本和/或减小的功耗。在该系统中,第一声发射器可以是较大型和/或较高质量扬声器,而第二声发射器可以是小型卫星扬声器。该安排可以例如允许第一声发射器是中央定位的高功率、高质量且相对大型扬声器,而第二声发射器可以是用于空间声音生成的位于预期位置上的相对小型扬声器。例如,第二声发射器可以被安排在空间环绕声构造中。

[0021] 根据本发明的可选特征,第一声发射器是全带宽扬声器,而第二声发射器是缩减带宽扬声器。

[0022] 这可以允许减小扬声器的尺寸和/或成本和/或功耗,同时仍允许高频电平和/或高质量。此外,可以允许高空间性能。

[0023] 全带宽扬声器可以是这样的扬声器,其覆盖整个音频带宽到了这样的程度,以致没有明显的且容易感知到的失真由于扬声器的频率响应而被引入,而缩减带宽扬声器可能具有在至少一部分的音频频带中产生显著的且容易引人注意的失真的频率响应。全带宽扬声器可以例如覆盖至少 100Hz 到 4kHz 的频率范围,而缩减带宽扬声器可以不覆盖在频率 X 以下的频带,其中 X 高于 200Hz。

[0024] 根据本发明的可选特征,每一个第二声发射器是具有至少 84dB SPL/1W/1m 的效率的高频扬声器。

[0025] 这可以允许减小扬声器的尺寸和/或成本和/或功耗,同时仍允许高频电平和/或高质量。特别地,对于各个第二声发射器的驱动功率要求可以显著地被降低,例如允许电池驱动的操作。例如,该高频扬声器可以具有 500Hz 或以上的 3dB 下限截止频率,或者优选地在许多实施例中具有大约 1kHz 或以上的 3dB 下限截止频率。

[0026] 高频扬声器可以特别地具有依照 IEC (国际电工委员会) 标准 268 在 IEC 隔板 (baffle) 中测量的至少 84dB SPL/1W/1m 的效率。

[0027] 根据本发明的可选特征,该音频系统进一步包括:用于接收来自麦克风的麦克风信号的装置;用于响应于麦克风信号来确定从第一声发射器到麦克风的第一声音延迟的装置;用于响应于麦克风信号来确定从第二声发射器到麦克风的至少第二声音延迟的装置;以及用于响应于第一声音延迟和第二声音延迟来确定延迟的装置。

[0028] 这可以允许改善的和/或便利的操作。特别地,这可以允许精确地且自动地设置该延迟以匹配现状和音频发射器设置。麦克风可以特别地被设置在典型(或,例如,最差情况)收听位置上。

[0029] 在一些实施例中,该音频系统可以包括:用于接收来自麦克风的麦克风信号的装置;用于响应于麦克风信号而在麦克风上确定来自第一声发射器的第一声级的装置;用于响应于麦克风信号而在麦克风上至少确定来自第二声发射器的第二声级的装置;以及用于响应于第一声级和第二声级来确定第一驱动信号和用于第二声发射器的第二驱动信号之中的至少一个的音频电平设置的装置。

[0030] 这可以允许改善的和 / 或便利的操作。特别地,这可以允许辐射的声级精确地且自动地被设置为与现状和音频发射器设置相匹配。麦克风可以特别地被设置在典型(或,例如,最差情况)收听位置上。

[0031] 根据本发明的可选特征,第一声发射器包括多个声发射元件,用于针对第一驱动信号辐射声音信号。

[0032] 这可以允许改进性能,并且可以特别地允许空间知觉越来越多地利用从第二声发射器元件而不是从第一声发射器中辐射的声音来确定。特别地,这可以允许第一声发射器的声音在不同的方向上进行传播或辐射。交替地或附加地,这可以允许辐射图案朝向第一声发射器与收听位置之间的直达路径的衰减。例如,声发射元件可以被安排在偶极配置中。从第一声发射器辐射的声音可以被定向在两个射束中,例如,朝向侧壁进行定向。该方案可以例如允许反射信号的递增显著性(increasing significance)。特别地,多个声发射元件可以被安排为从第一声发射器中提供更加扩散的声音到达收听者,从而相对于来自第二发射器的声音信号,减小对收听者的空间知觉的影响。

[0033] 多个声发射元件可以特别地操作在相同的频率带宽中。因此,被馈送给每个声发射元件的信号的带宽可能实质上是相同的。

[0034] 根据本发明的可选特征,该音频系统被安排为在不同的方向、在多个音频射束(声束)中对于第一驱动信号从第一声发射器中辐射声音信号。

[0035] 这可以允许改进性能,并且可以特别地允许空间知觉越来越多地利用从第二声发射器元件中而不是从第一声发射器中辐射的声音来确定。特别地,这可以允许第一声发射器的声音在不同的方向上进行传播或辐射。作为选择或附加地,它可以允许辐射图案朝向在第一声发射器与收听位置之间的直达路径的衰减。从第一声发射器辐射的声音可以被定向在两个或更多射束中,例如,朝向侧壁进行定向。该方案可以例如允许反射信号的递增显著性。特别地,声音辐射可以被安排成从第一声发射器中提供更加扩散的声音到达收听者,从而相对于来自第二发射器的声音信号,减小对收听者的空间知觉的影响。

[0036] 根据本发明的可选特征,该音频系统被安排为从第一声发射器针对第一驱动信号辐射漫射声音信号。

[0037] 这可以允许改进性能,并且可以特别地允许空间知觉越来越多地利用从第二声发射器而不是从第一声发射器中辐射的声音来确定。

[0038] 根据本发明的可选特征,第二带宽具有与第一带宽重叠的频带。

[0039] 该系统可以允许第二声发射器只再现在第二带宽中的信号,而公共扬声器可以使用公共信号来扩展这个频率带宽以及进一步对在重叠频带中感知到的信号做出贡献。第二带宽中的组合信号的贡献可以特别地降低对于由第二声发射器生成的信号的需求,这包括所需要的声级和 / 或质量等级,由此允许更便宜的和 / 或更小型的扬声器用于指定的感知质量和 / 或声级。此外,第一声发射器对于各个通道的感知度的贡献可以在这样的频带中提供,该频带通常与空间知觉的高显著性(high significance)相关联并且尤其用于感知特定的声音对象的方向或位置。特别地,该延迟可以用于确保:方向感知由来自第二声发射器而不是来自第一声发射器的信号贡献来控制。特别地,该延迟可以确保:来自第二声发射器的重叠频带中的信号分量在来自第一声发射器的相应信号分量到达收听者之前到达该收听者。因此,该系统可以利用被称为哈斯效应的人类知觉效应,并且该人类知觉效应反

映：人脑倾向于将输入声音的方向与它接收到的第一波前相关联，并且趋向于忽略易于被解释为墙壁反射和混响的次波前。

[0040] 该重叠频带可以具有至少 1kHz 的带宽。

[0041] 这可以允许改进性能和 / 或操作和 / 或实施过程。特别地，这可以允许由第一音频发射器对来自第二音频发射器的信号做出大贡献，从而允许减小扬声器尺寸、降低功耗、降低成本和 / 或增加音频质量。在一些实施例中，对于大于 4kHz 的重叠带宽，能够实现特别有益的性能。

[0042] 根据本发明的可选特征，第一带宽具有低于 350Hz 的下限 3dB 截止频率和高于 800Hz 的上限 3dB 截止频率。

[0043] 这可以允许改进性能和 / 或操作和 / 或实施过程。特别地，这可以允许由来自第一声发射器的辐射声音对各个通道的感知做出大贡献以及对于较低频率的音频信号的高质量。这可以允许减小扬声器尺寸、降低功耗、降低成本和 / 或增加音频质量。

[0044] 在一些实施例中，对于低于 200Hz 或甚至 150Hz 的下限 3dB 截止频率，可以实现特别有利的性能。

[0045] 根据本发明的可选特征，信号的组合是利用多通道信号的多个通道的信号的求和来实现的。

[0046] 这可以允许便利的实施方式和 / 或操作，同时提供适当高的音频质量。该组合可以具有按比例扩缩信号的性质。

[0047] 根据本发明的可选特征，该延迟超过对于在第一声发射器与(第二)声发射器之间的最大距离的声音传播时间。

[0048] 这可以允许改进性能，并且可以特别地通过确保来自第二扬声器的信号分量在相应的信号分量从第一声发射器中接收之前由收听者接收来提供改进的空间知觉。

[0049] 根据本发明的可选特征，该延迟在 0.5ms (毫秒) 与 30ms 之间。

[0050] 这可以允许改进性能，并且可以特别地提供改进的空间知觉。

[0051] 根据本发明的可选特征，该音频系统进一步包括：用于通过组合和低通滤波多通道信号的多个通道的信号来生成低频驱动信号的装置；其中低频驱动信号的至少一部分带宽低于第一带宽的下限截止频率。

[0052] 这可以在许多实施例中允许改善性能，并且可以特别地允许实现指定的低频率质量等级，同时将第一声发射器的尺寸保持为相对低。

[0053] 根据本发明的可选特征，该音频系统是环绕声音频系统，并且多通道信号的多个通道是环绕声空间通道。

[0054] 本发明可以提供改进的环绕声系统，并且可以特别地允许环绕声系统具有减小的卫星扬声器尺寸、降低的卫星扬声器功耗、降低的成本和 / 或改进的音频质量以及特别地具有改进的空间知觉。

[0055] 根据本发明的另一方面，提供再现多通道信号的方法，该方法包括：接收多通道信号；通过组合多通道信号的多个通道的信号来生成用于声发射器的第一驱动信号，第一驱动信号具有来自多通道信号的每个通道的第一带宽的信号分量贡献；为多个声发射器生成第二驱动信号，每一个第二驱动信号从多通道信号的一个通道的单通道信号中生成且在第二带宽中，其中第二带宽具有比第一带宽的下限截止频率更高的下限截止频率；以及相对

于至少相应的第二驱动信号,为第一驱动信号的至少一个信号分量引入延迟;其中对于相对于在该下限截止频率上延伸 1kHz 的频带的平均增益而言的 3dB 增益衰减,第二带宽的下限截止频率高于 950Hz。

[0056] 本发明的这些和其他方面、特征以及优点从以下描述的一个或多个实施例中将是显然的,并且本发明的这些和其他方面、特征以及优点将参考以下描述的一个或多个实施例来阐述。

附图说明

[0057] 本发明的实施例将参考附图、仅利用示例来描述,其中:

[0058] 图 1 图解阐明根据本发明的一些实施例的音频系统的示例;

[0059] 图 2 图解阐明根据本发明的一些实施例的音频系统的元件的示例带宽;

[0060] 图 3 图解阐明根据本发明的一些实施例的音频系统的示例;和

[0061] 图 4 图解阐明根据本发明的一些实施例的音频系统的元件的示例带宽。

具体实施方式

[0062] 下面的描述集中于可应用于包括三个或更多空间通道的环绕声系统的本发明的实施例。但是,将理解,本发明并不局限于这个应用,而可以应用于许多其他的系统,例如包括立体声系统。

[0063] 图 1 图解说明根据本发明的一些实施例的音频系统的示例。

[0064] 该系统包括安排在环绕配置中的一组卫星扬声器 101-109。在该系统中,每一个卫星扬声器 101-109 被安排为辐射代表五通道环绕信号的空间通道的声波。特别地,一个扬声器 101 可以代表中央通道,另一个扬声器 103 代表左前信号,另外一个扬声器 105 代表左后信号,又一个扬声器 107 代表右前信号,并且再一个扬声器 109 代表右后信号。

[0065] 在该系统中,所生成的环绕声音频体验此外由主扬声器 111 支持,该主扬声器辐射通过组合来自各个空间通道的信号而生成的声音信号。因而,尽管从各个卫星扬声器 101-109 辐射出的声音信号对应于多通道系统的各个空间通道,但是从主扬声器 111 辐射出的声音信号是公共信号,该信号特别地可以包括来自所有空间通道的信号。

[0066] 图 1 的音频系统包括从(音)源接收多通道信号的接收器 113,其中该源可以是外部的或内部的源。此外,多通道信号可以是流式传送的实时信号或可以从信号存储器中进行检索,该信号存储器特别地可以是诸如压缩盘(CD)或数字多功能光盘(DVD)之类的存储介质。

[0067] 多通道信号被馈送到第一扬声器控制器 115,该控制器被安排为生成用于卫星扬声器 101-109 的驱动信号。特别地,第一扬声器控制器 115 与其他的通道独立地且分开地处理每一个通道。多通道信号的每个通道特别地由第一扬声器控制器 115 的滤波处理器 117 进行滤波,以减小带宽。特别地,引入高通滤波,以便将每个空间通道信号所体验的频率响应的带宽(此后,称为卫星扬声器带宽)限制为高频带宽。在该示例中,每一个经滤波的空间通道信号随后在被直接地馈送到单个空间卫星扬声器 101-109 之前利用一组单声道放大器(mono-amplifier) 121 个别地进行放大。

[0068] 该多通道信号还被馈送到第二扬声器控制器 121,该控制器被耦合到接收器 113

和主扬声器 111, 并且被安排成为主扬声器 111 生成驱动信号。

[0069] 通过组合两个或更多空间通道来生成主信号, 并且特别地在该示例中, 通过将所有的空间通道的信号组合在单个信号中来生成主信号。第二扬声器控制器 121 的频率响应此外具有在该示例中包括比卫星扬声器带宽的频率更低的频率的带宽(此后, 称为主扬声器带宽)。

[0070] 特别地, 在该系统中, 卫星扬声器带宽被限制为大约 1kHz 和以上的带宽, 而低于 1kHz 的音频通道的带宽主要被主扬声器带宽所覆盖。更特别地, 卫星扬声器带宽具有下限截止频率, 其中对于相对于在该下限截止频率之上延伸 1kHz 的频带的平均增益而言的 3dB 增益衰减, 该下限截止频率高于 950Hz。因此, 该下限截止频率对应于这样的频率, 在该频率上的增益相对于第二扬声器控制器 121 的通带(该通带被认为是开始于该下限截止频率)的 1kHz 带宽的平均增益而言下降了 3dB。

[0071] 通过将馈送给卫星扬声器 101-109 的信号限制于高于大约 1kHz 的频率, 可以充分地减轻对卫星扬声器 101-109 的需求。特别地, 这可以允许使用显著更小型的扬声器元件, 和 / 或可以允许使用实质上更有效的扬声器元件。例如, 可以使用非常有效的高频和高效扬声器。此外, 这可以极大地降低针对指定的声级来驱动卫星扬声器 101-109 所需要的功率电平。例如, 这可能足以允许使用实际上能够由电池电源驱动的集成的功率放大器和扬声器单元。

[0072] 低于卫星扬声器带宽(即, 低于 1kHz)的信号的带宽在该特定示例中利用从主扬声器 111 辐射出的组合声音信号来处理。因而, 在该系统中, 用于各个通道的大部分的音频频谱对于该通道不是由各个卫星扬声器 101-109 来提供的, 而是利用从一个扬声器位置中辐射出的组合信号来提供的。这可以确保: 可以显著地减小将卫星扬声器 101-109 限制到非常高的频率而被感知到的降级。

[0073] 在特定示例中, 主扬声器带宽大于卫星扬声器带宽, 但是与这个带宽重叠。特别地, 第二扬声器控制器 121 可以不包括该音频频带中的任何滤波, 并因而主扬声器带宽可以是整个带宽。

[0074] 图 2 图解阐明图 1 的系统中的可能带宽的示例。特别地, 图 2 阐明用于这样一种情形的可能的主扬声器带宽 201 和卫星扬声器带宽 203, 其中空间通道信号的带宽 203 对于卫星扬声器 101-109、由于高通滤波而被减小。将理解, 在其他的实施例中, 频率带宽可以不重叠。例如, 主扬声器带宽 201 的上限截止频率可以实质上对应于卫星扬声器带宽 203 的下限截止频率。

[0075] 在图 1 的特定示例中, 第一频带(f_3-f_1)实质上利用仅仅来自主扬声器 111 的声音的辐射来支持。这个频带对应于在主扬声器带宽内但是不在卫星扬声器带宽内的频带。第二频带(高于 f_1)利用来自主扬声器 111 和来自卫星扬声器 109-111 二者的声音的辐射来支持。这个频带对应于在卫星扬声器带宽 203 和主扬声器带宽 201 二者内的频率。

[0076] 在一些实施例中, 与卫星扬声器带宽 203 中的频率而非主扬声器带宽 201 内的频率相对应的第三频带(例如, 包括非常高的频率, 诸如高于假定 5kHz 的频率)可以仅仅由卫星扬声器 101-109 来支持。然而, 在其他的实施例中, 主扬声器 111 可以支持也被卫星扬声器 101-109 所支持的所有频率。

[0077] 在下面被称为共享频带的第二频带中, 到达收听者的声音从主扬声器 111 和卫星

扬声器 101-109 二者中生成。因而,在共享频带中,与其中仅仅由卫星扬声器 101-109 生成信号的情况相比,可以利用对于卫星扬声器 101-109 而言降低的信号电平来实现指定的声级。

[0078] 在该系统中,此外,对于用于主扬声器 111 的驱动信号,引入相对小的延迟。该延迟例如可以在组合空间通道信号之后通过延迟主扬声器驱动信号来引入,或可以例如在空间通道信号被组合之前通过延迟这些空间通道信号来实现。特别地,在该系统中,第二扬声器控制器 121 包括将各个空间通道信号相加成单个组合的单声道信号的组合器 123。该组合器 123 被耦合到延迟处理器 125,该处理器 125 被安排为在组合的单声道信号被馈送给主扬声器 111 之前延迟该组合的单声道信号。

[0079] 在该系统中,相对于卫星扬声器 101-109,延迟主扬声器 111 的辐射声音,以致来自任何卫星扬声器 101-109 的声音在来自主扬声器 111 的声音之前到达一个或多个收听者。特别地,在主扬声器 111 和卫星扬声器 101-109 之一中被再现的声音对象的任何波前将首先从卫星扬声器到达一个或多个收听者,并且随后从主扬声器 111 到达一个或多个收听者(例如,主扬声器 111 和卫星扬声器 101-109 可以再现波前的不同频率)。

[0080] 这个方案可以用于确保:尽管从各个卫星扬声器 101-109 中以及从主扬声器 111 中生成到达用户的声音,但是空间知觉将由卫星扬声器 101-109 的位置来主宰。因而,主扬声器 111 对空间知觉的影响可以充分地减小。特别地,尽管信号的一部分实际上是由位于与应该感知该声音来自的地方不同的位置上的共享扬声器生成的,但是该系统可以利用哈斯效应来保持空间知觉。

[0081] 哈斯效应是与被称为优先效应(Precedence Effect)或第一波前定律的一组听觉现象相关联的心理声学效应。这些效应与针对所感知的声音之间的其他物理差异(例如,相差)的一个或多个感官反应(sensory reaction)一起造成(成就)具有双耳的收听者精确地定位来自其周围的声音的能力。

[0082] 当两个相同的声音(即,具有相同的感知强度的相同的声波)发源于位于离收听者不同的距离上的两个(音)源时,在最近位置上创建的声音首先被听到(到达)。对收听者来说,由于可能被描述为“无意识感官抑制(involutary sensory inhibition)”的现象,即人们对于晚到达者的感知被抑制的现象,这造成了该声音仅仅来自那个位置的印象。

[0083] 因而,在其中高达大约 1kHz (或更高)的频带主要被来自一个位置(主扬声器 111)的单个组合信号的辐射所覆盖并且来自大约 1kHz (或更高)的频带主要被来自不同位置(卫星扬声器 101-109)的各个信号的辐射所覆盖的实施例中,来自不同位置的各个信号将被收听者给予更高的空间知觉加权。因而,尽管由于低于 1kHz (或更高)的频率的组合而除去了大部分的空间信息,但是这显著地被减轻。实际上,尽管从对于空间知觉而言具有典型意义的频带中消除了空间信息,这仍被实现。

[0084] 在其中使用重叠频率的图 1 的特定示例中,由主要的、宽带、扩音器 111 再生用于所有输入多通道空间信号的整个频谱。这个扬声器可以是相对大的,以确保高质量和/或提供高声级的能力。例如,主扬声器 111 可以是典型的常规 HiFi 扬声器的大小。因此,在该示例中,主扬声器是全带宽扬声器,其利用合理的质量来覆盖整个音频带宽。例如,主扬声器 111 可以具有超过从 100Hz 到 6kHz 的范围的 3dB 带宽。主扬声器 111 可以被中心地放置在预定的声音舞台(sound stage)中,并且可以特别地提供相当扩散的充满房间的声

像。

[0085] 此外,在该系统中,各个空间通道也部分地利用卫星扬声器 101-109 来再生,这些卫星扬声器特别地是分布在房间中的适合于提供空间声音体验的位置上的微型高频卫星单元(例如,使用高频扬声器作为换能器)。这些卫星扬声器 101-109 只在有限的带宽中产生声音,而该有限的带宽可以此外与主扬声器 111 进行共享,以致对于这个共享带宽而言到达收听者的声音是混合信号,其包括来自主扬声器 111 和卫星扬声器 101-109 二者的相应信号分量。因而,这些卫星扬声器 101-109 可以是缩减带宽扬声器,这些扬声器只适合于在音频带宽范围的子带宽中生成超过指定阈值的质量/声级。

[0086] 因而,在该系统中,高频卫星扬声器 101-109 再生每个单个空间通道的频谱的较高部分。此外,在该特定示例中,除了再生空间通道的频谱的较低部分之外,还由主扬声器 111 提供对该频谱的较高部分的贡献。特别地,用于主扬声器 111 的馈送信号被生成为所有空间通道信号的总和,该总和随后相对于空间通道中的相应信号分量而被延迟。该延迟可以特别地是这样的,以致在任何相关的收听位置上,对于声音对象的第一输入波前来自相应的卫星扬声器而不是来自主扬声器 111。

[0087] 因此,哈斯效应保证:所感知到的声音对象的声音方向主要由来自卫星扬声器 101-109 的信号而不是由从主扬声器 111 接收的分量来确定。

[0088] 由于卫星扬声器 101-109 只需在较高频率范围上产生声级,并且另外只需产生与常规系统相比相对较低的声级,因此更有效的且更小型的声换能器能够用于这些扬声器。特别地,不使用宽带并因此低效(通常,大约 75dB/1W/1m)扬声器,该方案允许使用高效且非常小的卫星扬声器 101-109。特别地,这些卫星扬声器 101-109 可以仅用于高于 1kHz 的频率,并且可以使用高效、微型、基于钕磁铁的高频扬声器来实施。利用这样的扬声器能够实现的高效率(高于 84dB SPL/1W/1m,以及典型地,90dB SPL/1W/1m 或更大)允许非常显著地减小提供给这些卫星扬声器 101-109 的驱动功率。这在其中主扬声器 111 在共享频带中提供音频信号的额外加固的示例中甚至可以进一步被减小。实际上,该系统允许系统的实际实施,其中每一个卫星扬声器是单个独立、无线、电池操作的放大器和声换能器系统。因而,能够实现环绕声实施方式,其中主扬声器系统(例如,包括驱动功能和主扬声器 111 本身)能够被定位在中心并被耦合到电源(例如,输电干线),而每一个卫星扬声器可以被实施为非常小的、独立的音箱(box),其不必具有任何的外部有线连接。

[0089] 将理解,在一些实施例,只有一些空间通道可以被主扬声器支持,而其他的空间通道有可能不被主扬声器支持。例如,在一些实施例,可以由主扬声器 111 支持左右前通道,而左右环绕通道可能不被主扬声器 111 支持。还将理解,在一些实施例,不是所有的空间通道都被单独的卫星扬声器 101-109 支持。例如,在一些实施例,中央通道可以仅由主扬声器 111(其通常被定位在中心)支持,并且将没有另外被个别的卫星扬声器 101 支持。

[0090] 将理解,对于各个实施例的首选项和需求,不同信号的精确带宽以及用于主扬声器 111 信号的延迟的精确值可以被优化。也将理解,可以使用任何合适的用于确定带宽的标准。例如,第一和第二扬声器控制器 115、121 的带宽可以被确定为这样的频带,在该频带中控制器的增益超过阈值,其中该阈值被指定为距具有最高增益的频带的增益的偏移量(offset)。例如,该带宽可以被指定为高于下限截止频率且低于上限截止频率的频带,其中截止频率被指定为这样的频率,在该频率中,相对于该频率带宽内的最大或平均增益而言,

增益已下降 X dB 的值。值 X 可以例如为 3dB 或 6dB。相同的带宽标准用于第一和第二扬声器控制器 115、121。

[0091] 当第二带宽的下限截止频率被定义为这样的频率,其中对该频率而言,相对于在该下限截止频率上延伸 1kHz 的频带的平均增益,具有 3dB 增益衰减,该第二带宽的下限截止频率高于 950Hz。

[0092] 在许多实施例中,用于主扬声器馈送信号(即,第二扬声器控制器 121)的频率带宽有益地是相当大的,并且特别地具有低于 350Hz 的下限 3dB 截止频率以及高于 850Hz 的上限 3dB 截止频率。这可以确保:由主扬声器 111 生成的音频信号具有高的音频质量。特别地,这可以允许:有效地再生所有空间通道的较低频率分量,同时也保证:主扬声器 111 给较高频率上空间通道的再生提供显著的贡献。在许多实施例中,具有甚至更大的带宽可能是有利的。特别地,下限 3dB 截止频率在许多实施例中可以有利地低于 300Hz、200Hz 或甚至 100Hz。此外,上限 3dB 截止频率在许多实施例中可以有利地高于 1kHz、2kHz、4kHz、6kHz、8kHz 或甚至 10kHz。

[0093] 在许多实施例中,用于(即,第一扬声器控制器 115 的每一个通道的)卫星扬声器馈送信号的频率带宽有利地是相当大的,但是被限于较高频带并且不覆盖较低频率。特别地,下限 3dB 截止频率有利地至少高于 300Hz。实际上,下限 3dB 截止频率在许多实施例中可以有利地高于 400Hz、500Hz、600Hz、800Hz 或甚至 1kHz。通过将带宽限制于较高频率,可以减轻对卫星扬声器 101-109 的需求,并且特别地这可以允许小型且高效的扬声器用于这些空间通道。

[0094] 此外,在许多实施例中,用于(即,第一扬声器控制器 115 的每一个通道的)卫星扬声器馈送信号的频率带宽有利地延伸到相对高的频率。特别地,在许多实施例中,该带宽可能不是积极(主动)地被限制,而是第一扬声器控制器 115 可以仅包括高通滤波。因此,在许多实施例中,用于这个带宽的上限 3dB 截止频率至少是 5kHz,并且有可能至少是 6kHz、7kHz、8kHz 或甚至 10kHz。

[0095] 此外,第一和第二扬声器控制器 115、121 的频率带宽被安排,以致这些带宽之间的重叠是相当大的,从而确保:主扬声器 111 对于收听者感知空间通道的贡献是显著的。特别地,3dB 频率重叠至少是 2kHz,但是在其他的实施例中可以是至少 3kHz、4kHz、5kHz 或甚至 8kHz。

[0096] 也将理解,在不同的实施例中可以不同地设置该延迟。典型地,该延迟将被设置为足够高,以确保:来自卫星扬声器 101-109 的声音在来自主扬声器 111 的相应声音之前到达收听者。在很多实施例中,这是通过将该延迟设置为比声音移动(行进)在主扬声器 111 与任一卫星扬声器 101-109 之间的最大距离所化费的时间更高来实现的。在大多数实施例中,该延迟将被设置为高于至少 0.5 毫秒,以实现具有吸引力的性能,并且在很多实施例中,1 毫秒、2 毫秒、3 毫秒或 4 毫秒的最小延迟将提供有利的性能。

[0097] 在很多实施例中,该延迟被设置得足够高,以确保:来自卫星扬声器 101-109 的声音分量在来自主扬声器 111 的相应分量之前被接收,同时尽可能多地减少该延迟,以减小该延迟的知觉影响。特别地,该延迟有利地在很多实施例中被保持为低于 30 毫秒,这是因为哈斯效应倾向于对于较高延迟而减小,导致被延迟的声音分量越来越多地被感知为单独的回声。

[0098] 在一些实施例中,该延迟可以是固定的设计参数,或可以例如通过用户输入来设置。在其他实施例中,该系统可以包括用于自动地或者半自动地校准该延迟的功能。

[0099] 图3图解阐明进一步包括用于校准延迟处理器125的延迟的功能的图1的音频系统。特别地,该音频系统包括校准控制器301,该控制器被耦合到延迟处理器125,并且其进一步被耦合到麦克风输入端303,该麦克风输入端本身被耦合到外部麦克风305。

[0100] 麦克风305能够位于希望的收听位置上,对于该位置,将对延迟进行校准。麦克风信号被馈送到麦克风输入端303,该麦克风输入端在将该信号馈送到校准控制器301之前对该信号进行放大和滤波。

[0101] 该音频系统此外包括测试信号发生器307,该测试信号发生器被耦合到校准控制器301和接收器113。在校准处理期间,校准控制器301控制该测试信号发生器307,以便将不同的测试信号注入到每一个空间通道。这些测试信号因此被馈送到卫星扬声器101-109。另外,校准处理器309可以将延迟处理器125的延迟设置成最大值,例如40毫秒。

[0102] 校准处理器309可以随后评估接收到的麦克风信号,并且可以在麦克风信号和每一个测试信号的延迟版本之间执行相关。对于每一个测试信号的延迟的不同值的相关值随后进行比较,以便为每一个测试信号找到两个峰值。对于每一个测试信号,用于第一相关值峰值的延迟将对应于从相应的卫星扬声器101-109到麦克风305的延迟。用于第二相关值峰值的延迟将对应于从主扬声器111到麦克风305的延迟(这由于延迟处理器125所引入的大延迟而将通常比第一相关值峰值晚大约40毫秒)。

[0103] 因此,该方案允许确定从每一个卫星扬声器101-109到收听位置的延迟。这些延迟可以进行比较,以识别最大延迟。此外,从主扬声器111到收听位置的延迟被确定(例如,对于各个测试信号的延迟可以被平均)。延迟差随后可以通过从卫星扬声器101-109的最大延迟中减去主扬声器111的延迟来确定,并且最终得到的延迟可以被认为是用于延迟处理器125的最小延迟,其将确保:来自空间扬声器101-109的声音分量在来自主扬声器111的声音分量之前到达收听位置。典型地,校准处理器301将利用适当的余量(margin)来设置延迟处理器125的延迟。例如,延迟处理器125的延迟可以被设置成比所确定的最小值高2毫秒。

[0104] 将理解,能够使用其他的校准处理。例如,不是将测试信号同时并行注入到空间通道,而可以使用校准信号,其中测试信号被顺序地馈送到每一个空间通道,同时所有其他的空间通道被保持为寂静(silent)。

[0105] 将理解,相同的方案可以替换地或附加地用于相对于一个或多个卫星扬声器来为主扬声器111设置相对输出电平。因此,校准控制器309可以测量各个测试信号的麦克风信号电平,并且可以用此来设置各个扬声器101-111的增益,以便在收听时获得所希望的关系。例如,这些增益可以被设置,以致由麦克风305测量的音频电平对于所有的扬声器101-111都是相同的。这可以例如允许自动或半自动适应于特定的部署方案。例如,这可以补偿比卫星扬声器101-109更靠近收听者定位的主扬声器111。

[0106] 在该特定的示例中,主扬声器111是覆盖整个频率范围的全带宽扬声器。但是,在其他的实施例中,主扬声器111可以利用低频扬声器来补充,其中该低频扬声器特别地旨在以高质量和/或声级来再生低频率。因此,在一些实施例中,该音频系统可以进一步被安排为生成能够被馈送到亚低音扬声器的低频增强信号。

[0107] 特别地,低频增强信号能够通过放大和馈送空间通道到亚低音扬声器之前组合这些空间通道的低通滤波来生成。作为特定示例,组合器 123 的输出也可以被馈送至低通滤波器,其中这个低通滤波器的输出信号被馈送到亚低音扬声器。

[0108] 此外,在这样的实施例,组合的信号在被馈送到延迟处理器 125 之前可以被高通滤波。因而,这样的实施例可以产生这样的系统,其中低频频带主要由亚低音扬声器来支持,较高但仍然是低频的频带由亚低音扬声器和主扬声器 111 二者来支持,中间范围的频带仅由主扬声器 111 支持,而高范围的频带由主扬声器 111 和卫星扬声器 101-109 二者来支持。这样的示例在图 4 中进行图解,除了图 2 之外,该图 4 还图解阐明了亚低音扬声器所支持的低频频带 401。

[0109] 在该特定的示例中,主扬声器 111 和 / 或第一扬声器控制器 121 被安排为从多个卫星扬声器 101-109 中针对组合信号辐射扩散的声音信号。因而,该系统的操作被安排,以使得声音信号相对于从主扬声器 111 的位置到收听位置的直接辐射而被传播。

[0110] 在一些实施例中,主扬声器 111 可以特别地包括多个扬声器元件。例如,两个扬声器元件可以被安排在偶极配置中,以使得所生成的声音信号主要在两个不同的音频射束中被辐射。这些音频射束可以例如被定向为远离从主扬声器 111 到收听位置的直达线路。特别地,该偶极配置可以提供辐射的方向性图,其具有两个侧向定向的主方向(对应于两个音频射束),从而相对于直接的音频信号而增加到达收听位置的反射音频信号的影响。

[0111] 作为另一示例,主扬声器 111 可以包括扬声器元件的阵列,并且第一扬声器控制器 121 可以被安排为执行音频波束成形,以使得组合的音频信号在多个射束中进行辐射,其中每一个射束具有不同的方向。特定的波束成形可以例如动态地适应于特定的音频环境。例如,射束的方向可以依照与能够朝着收听位置反射声音的墙壁相隔的距离和角度来调整。

[0112] 因而,在一些实施例中,主扬声器带宽中的组合声音信号被馈送到多个扬声器元件和 / 或在多个音频射束中进行辐射,以便实现信号的增加传播。因此,组合声音信号将从多个不同的角度到达收听者,从而提供扩散的空间感。因而,通过使用来自主扬声器 111 的组合信号的扩散声音辐射,可以进一步减小这个信号对各个通道的空间知觉的贡献,从而导致改善的用户体验。

[0113] 将理解,以上的描述为了清楚起见而参考不同的功能单元和处理器描述了本发明的实施例。但是,以下将是明显的:可以使用在不同的功能单元或处理器之间任何适当的功能分布而无损于本发明。例如,被阐述为由单独的处理器或控制器执行的功能可以利用相同的处理器或控制器来执行。因此,对特定功能单元的引用将仅仅被视为是对用于提供所描述的功能的适当手段的引用,而不是表示严格的逻辑或物理结构或机构。

[0114] 本发明能够采用包括硬件、软件、固件或其任何组合的任何适当形式来实施。本发明可以选择地至少部分地被实施为在一个或多个数据处理器和 / 或数字信号处理器上运行的计算机软件。本发明的实施例的元件和组件可以在物理上、功能上和逻辑上、以任何适当的方式来实施。实际上,该功能可以在单个单元中、在多个单元中实施、或作为其他功能单元的一部分来实施。因此,本发明可以在单个单元中实施,或者可以在物理上和在功能上被分布在不同的单元和处理器之间。

[0115] 虽然已结合一些实施例对本发明进行了描述,但是并不打算将本发明限于在此所

阐述的特定形式。相反,本发明的范围仅利用伴随的权利要求书来限制。此外,虽然特征可能看来似乎结合特定的实施例来描述,但是本领域技术人员将认识到,根据本发明可以组合所描述的实施例的各种特征。在权利要求书中,术语“包括”并不排除其他元件或步骤的存在。

[0116] 此外,虽然被个别地列出,但是多个装置、元件或方法步骤可以利用例如单个单元或处理器来实施。此外,虽然各个特征可以被包括在不同的权利要求中,但是也有可能有利地组合这些特征,并且在不同的权利要求中的包括并不意味着特征的组合不是可行的和/或有益的。此外,在一种类别的权利要求中包括特征并不意味着对这种类别的限制,而是表明该特征同样可以酌情应用于其他的权利要求类别。另外,特征在权利要求中的顺序并不暗示其中这些特征必须以此工作的特定顺序,并且特别地,方法权利要求中的各个步骤的顺序并不意味着必须以这个顺序来执行这些步骤。相反,这些步骤可以按照任何适当的顺序来执行。此外,单数引用并未排除复数。因而,对“一”、“一个”、“第一”、“第二”等等的引用并不排除多个。权利要求书中的参考符号仅仅作为澄清的示例来提供,而不应被理解成以任何方式来限制这些权利要求的范围。

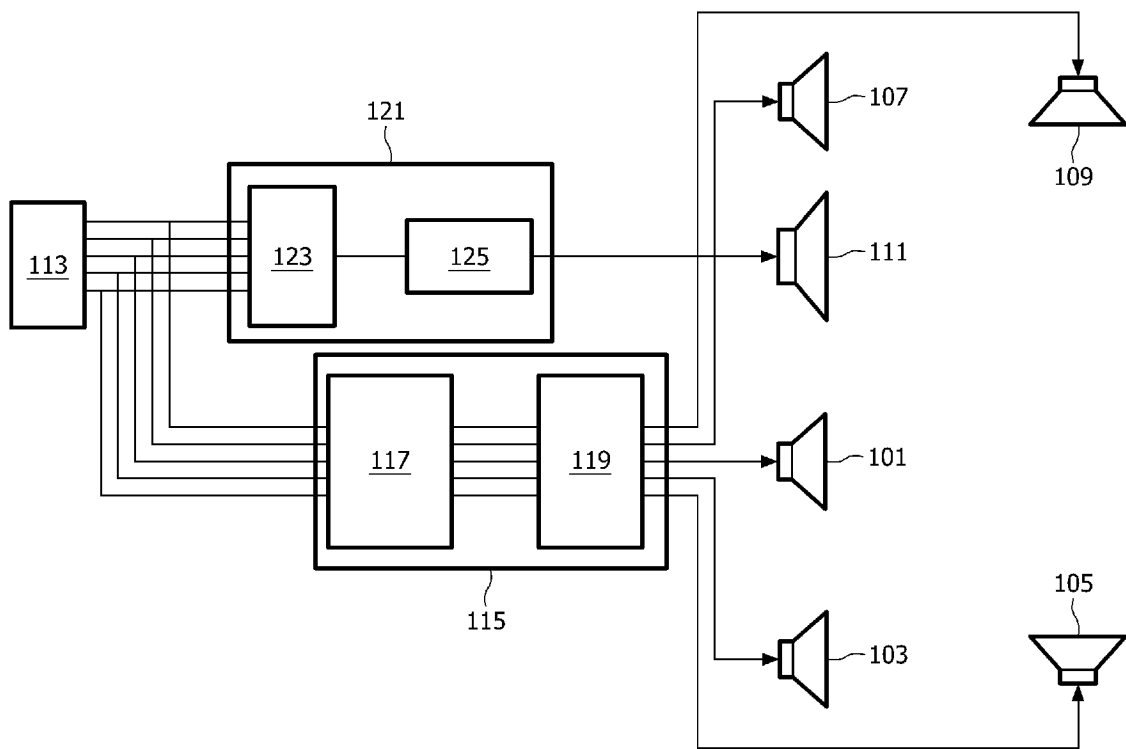


图 1

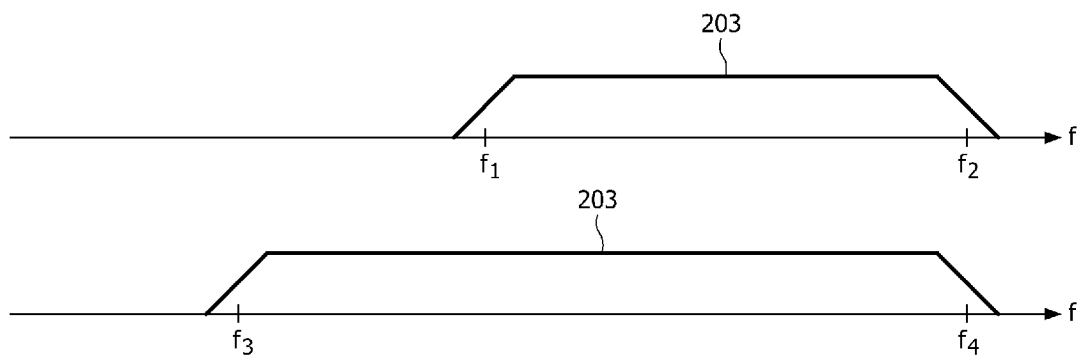


图 2

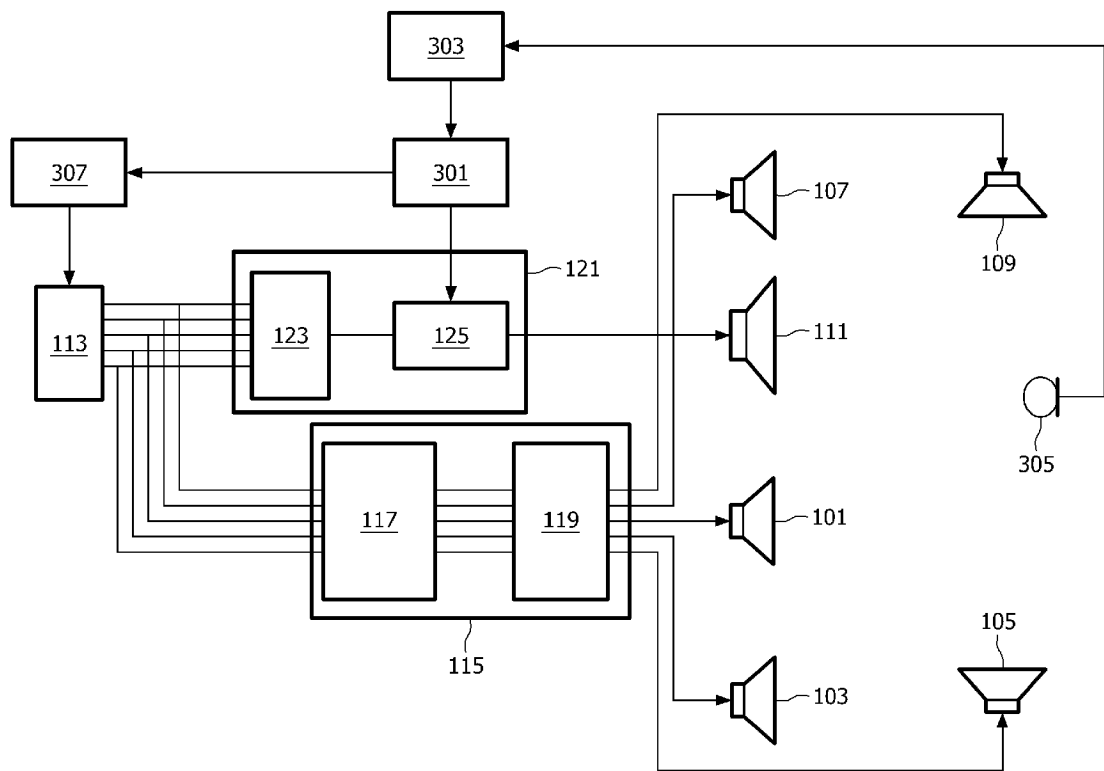


图 3

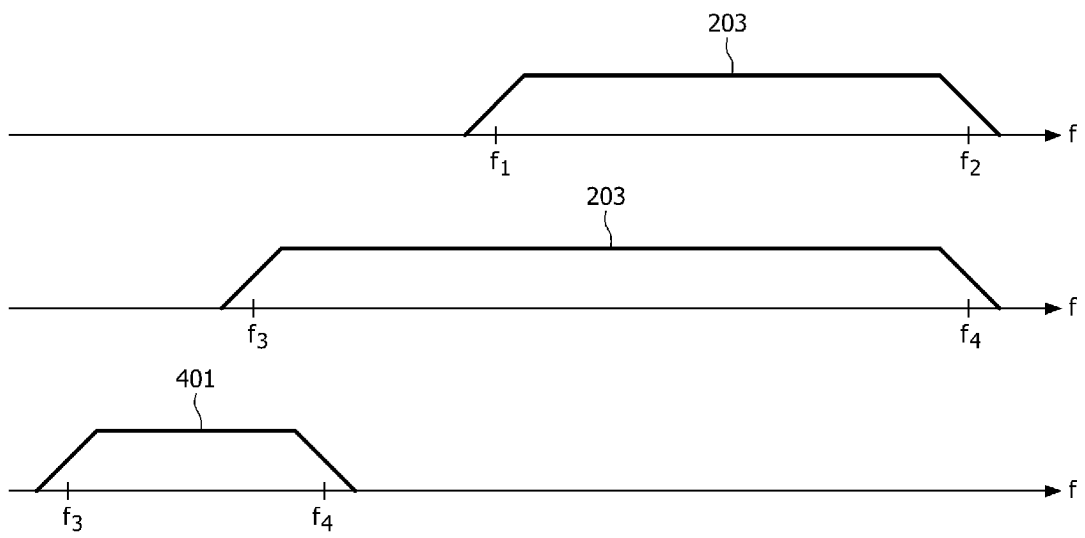


图 4