(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117061941 A
(43)申请公布日 2023.11.14

(21)申请号 202310521374.7

(22)申请日 2023.05.10

(30)优先权数据
63/340,593 2022.05.11 US
18/314,439 2023.05.09 US

(71)申请人 哈曼国际工业有限公司
地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 T·S·韦尔蒂 J·里格斯
J·莱昂斯

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 高巍

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

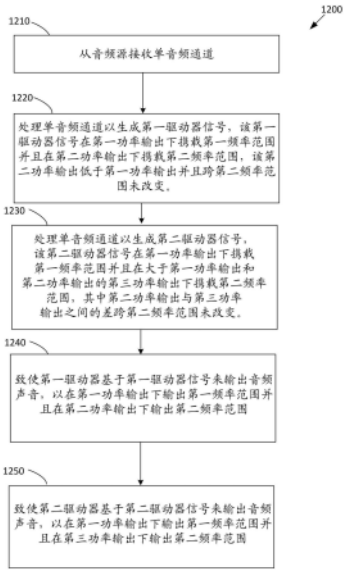
权利要求书2页 说明书23页 附图17页

(54)发明名称

通过同一音频输出装置内的多个驱动器输出音频的技术

(57)摘要

在各种实施方案中,一种方法包括:接收第一音频通道信号;致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出来输出所述第一音频通道信号的第一频率范围;致使所述第一驱动器以第二功率输出来输出所述第一音频通道信号的第二频率范围;以及致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出来输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围,其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。



CN 117061941 A

1.一种方法,其包括:

接收第一音频通道信号;

致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出来输出所述第一音频通道信号的第一频率范围;

致使所述第一驱动器以第二功率输出来输出所述第一音频通道信号的第二频率范围;以及

致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出来输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围,其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

2.如权利要求1所述的方法,其中所述第一音频通道信号包括由耦接到所述音频输出装置的音频源装置生成的多通道信号的一个通道。

3.如权利要求1所述的方法,其中所述第一驱动器和所述第二驱动器驻留在所述音频输出装置的外壳内。

4.如权利要求3所述的方法,其还包括:

通过处理器生成用于所述第一驱动器的第一驱动器信号;以及

通过所述处理器生成用于所述第二驱动器的第二驱动器信号,其中所述处理器驻留在所述音频输出装置中。

5.如权利要求3所述的方法,其还包括:

通过处理器生成用于所述第一驱动器的第一驱动器信号;以及

通过所述处理器生成用于所述第二驱动器的第二驱动器信号,其中所述处理器驻留在耦接到所述音频输出装置的音频源装置中。

6.如权利要求1所述的方法,其中:

所述第一频率范围低于第一临界频率Fc1;

所述第二频率范围高于所述第一临界频率Fc1;并且

所述第一临界频率Fc1基于所述第一驱动器与所述第二驱动器之间的距离来确定。

7.如权利要求1所述的方法,其中:

所述第二功率输出基本上等于无功率输出,并且所述第一驱动器不输出所述第二频率范围;并且

所述第三功率输出高于所述第一功率输出。

8.如权利要求1所述的方法,其中:

所述第二功率输出低于所述第一功率输出;并且

所述第三功率输出高于所述第一功率输出。

9.如权利要求1所述的方法,其中所述第二功率输出与所述第三功率输出之间的功率差大于功率差阈值。

10.如权利要求9所述的方法,其中所述第二功率输出与所述第三功率输出之间的所述功率差跨所述第二频率范围的至少一部分保持一致。

11.如权利要求1所述的方法,其还包括:致使所述第一驱动器和所述第二驱动器以第四功率输出来输出所述第一音频通道信号的第三频率范围,其中所述第三频率范围高于所述第二频率范围。

12.如权利要求11所述的方法,其中所述第四功率输出等于所述第一功率输出。

13.一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储指令,所述指令在由一个或多个处理器执行时致使所述一个或多个处理器执行以下步骤:

接收第一音频通道信号;

致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出来输出所述第一音频通道信号的第一频率范围;

致使所述第一驱动器以第二功率输出来输出所述第一音频通道信号的第二频率范围;以及

致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出来输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围,其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

14.如权利要求13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中所述第一音频通道信号包括由耦接到所述音频输出装置的音频源装置生成的多通道信号的一个通道。

15.如权利要求13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:

所述第一频率范围低于第一临界频率Fc1;

所述第二频率范围高于所述第一临界频率Fc1;并且

所述第一临界频率Fc1基于所述第一驱动器与所述第二驱动器之间的距离来确定。

16.如权利要求13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:

所述第二功率输出基本上等于无功率输出,并且所述第一驱动器不输出所述第二频率范围;并且

第三功率输出高于所述第一功率输出。

17.如权利要求13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:

所述第二功率输出低于所述第一功率输出;并且

第三功率输出高于所述第一功率输出。

18.如权利要求13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其还包括:致使所述第一驱动器和所述第二驱动器以第四功率输出来输出所述第一音频通道信号的第三频率范围,其中所述第三频率范围高于所述第二频率范围。

19.如权利要求13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中所述第四功率输出等于所述第一功率输出。

20.一种音频装置,其包括:

存储器,所述存储器存储指令;以及

处理器,所述处理器耦接到所述存储器,所述处理器执行所述指令以执行以下步骤:

接收第一音频通道信号;

致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出来输出所述第一音频通道信号的第一频率范围;

致使所述第一驱动器以第二功率输出来输出所述第一音频通道信号的第二频率范围;以及

致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出来输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围,其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

通过同一音频输出装置内的多个驱动器输出音频的技术

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2022年5月11日提交的名称为“TECHNIQUES FOR OUTPUTTING AUDIO THROUGH A PLURALITY OF DRIVERS WITHIN A SAME AUDIO OUTPUT DEVICE”并且序列号为63/340,593的美国临时专利申请的优先权。此相关申请的主题特此以引用方式并入本文。

[0003] 背景

技术领域

[0004] 各种实施方案总体涉及音频输出装置,并且更具体地涉及用于通过同一音频输出装置内的在相同频率范围内操作的多个驱动器输出音频的单通道的技术。

背景技术

[0005] 媒体系统(诸如电视、音乐系统、计算机、游戏控制台或移动装置)通常将音频输出信号传输到一个或多个装置,诸如有线或无线音频输出装置(也称为扩音器系统)。在一些音频输出装置(例如,便携式音乐播放器、扬声器单元等)中,外壳包括多个驱动器,诸如第一扩音器换能器和第二扩音器换能器。多个驱动器可以是相同或相似种类,诸如多个全范围驱动器,所述全范围驱动器中的每一个在相同或相似频率范围内输出音频。此类音频输出装置可输出多轨音频,在所述多轨音频中,所接收音频信号包括多个音频通道。例如,此类音频输出装置可输出立体声音频,诸如通过音频输出装置的第一驱动器输出立体声音频的第一通道并且通过音频输出装置的第二驱动器输出立体声音频的第二声道。如与单声道音频输出相比,第一驱动器和第二驱动器将音频空间分离为多个输出改进了音频质量。

[0006] 第一音频输出装置可耦接到第二音频输出装置,所述第二音频输出装置还包括常规单声道配置中的多个驱动器。第二音频输出装置可以是与第一音频输出装置相同或相似的种类;例如,音频输出装置的多个驱动器可相同或相似。在其他情况下,音频输出装置可以是不同种类;例如,第一音频输出装置可包括多个驱动器,而第二输出装置可包括一个驱动器。在这种单声道配置中,音频输出装置中的每一个可通过音频输出装置的多个驱动器输出多轨音频信号的一个通道。例如,第一音频输出装置可通过第一装置的两个或更多个驱动器输出立体声音频的第一通道,而第二音频输出装置可输出立体声音频的第二通道。因此,在常规单声道配置中,音频输出装置接收单通道的音频信号,并且音频输出装置的多个驱动器各自输出相同音频信号的相同或相似音频声音。在这种单声道配置中,由于每个音频输出装置的功率仅用于通道中的一个,因此音频声音的总功率输出增加。此外,第一音频输出装置的外壳内的多个驱动器与第二音频输出装置的外壳内的多个驱动器之间的距离大于音频输出装置中的任一者的相应外壳内的驱动器之间的距离。音频输出装置与其驱动器的增加的距离间隔可进一步改进音频声音的质量和/或允许在更大的区域内听到音频声音。

[0007] 常规单声道配置可能出现的一个缺点是,由同一音频输出装置的在相同频率范围内操作的多个驱动器输出的相同音频信号的音频声音引起的干涉。当同一音频输出装置的

两个或更多个驱动器中的每一个输出相同或相似音频声音时，驱动器的组合音频输出可形成空间干涉图案。结果，驱动器的音频声音输出的人类感知到的音量水平可在音频输出装置周围的不同位置处变化。例如，从驱动器听到的音频声音的音量可在收听者的左耳与右耳之间显著变化。此外，在收听者使他的或她的头在短距离内移动时，感知到的音量水平可显著变化。另外，由音频声音输出引起的气压可在收听者的左耳与右耳之间变化。由通过同一音频输出装置中的多个驱动器中的每一个输出音频的一个通道引起的这些干涉效应可能使音频声音输出失真并且可能使收听者身体不适。

[0008] 如前述内容所说明，需要用于通过同一音频输出装置内的多个驱动器输出音频声音的更有效的技术。

发明内容

[0009] 在各种实施方案中，一种方法包括：接收第一音频通道信号；致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出输出所述第一音频通道信号的第一频率范围；致使所述第一驱动器以第二功率输出来输出所述第一音频通道信号的第二频率范围；以及致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围，其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

[0010] 另外的实施方案除其他事项之外提供一种类似于上文所阐述的方法的系统、装置和/或非暂时性计算机可读介质。

[0011] 所公开的技术相对于现有技术的至少一个技术优点在于，通过所公开的技术，显著减小由同一音频输出装置的多个驱动器输出相同音频通道的组合音频声音输出引起的干涉。结果，当使用同一音频输出装置的多个驱动器输出单音频通道的音频信号时，音频声音输出的质量得到改进。减少单音频通道的第二频率范围(例如，高频率范围)的音频声音输出可减少收听者左耳或右耳之间的感知到的音量和/或气压的差异和/或在收听者使他的或她的头移动时的感知到的音量的变化。这另外产生跨频谱和跨空间场更加一致并且与源音频通道信号更加一致的频率响应。此外，如与针对单音频通道的全频率范围完全禁用一个或多个驱动器相比，通过多个驱动器中的每一个输出单音频通道的第一频率范围(例如，低频率范围)可提高音频声音输出的功率效率。这些技术优点提供了优于现有技术方法的一个或多个技术改进。

附图说明

[0012] 为了能够详细地理解各种实施方案的上述特征，可通过参考各种实施方案来对以上简要概述的发明构思进行更具体的描述，所述各种实施方案中的一些在附图中示出。然而，应注意，附图仅示出发明构思的典型实施方案，并且因此不应被视为以任何方式限制范围，并且存在其他同样有效的实施方案。

[0013] 图1示出被配置为实现各种实施方案的一个或多个方面的单声道配置系统；

[0014] 图2是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统中实现常规信号处理技术引起的干涉的频率响应图；

[0015] 图3示出根据各种实施方案的可在图1的单声道配置系统中实现的第一处理技术的概念图；

[0016] 图4是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统中实现第一处理技术引起的干涉的频率响应图；

[0017] 图5示出根据各种实施方案的图3的第一处理技术的第一实现方式的概念图；

[0018] 图6示出根据各种实施方案的图3的第一处理技术的第二实现方式的概念图；

[0019] 图7是根据各种实施方案的图3的第一处理技术的方法步骤的流程图；

[0020] 图8示出根据各种实施方案的可在图1的单声道配置系统中实现的第二处理技术的概念图；

[0021] 图9是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统中实现第二处理技术引起的干涉的频率响应图；

[0022] 图10示出根据各种实施方案的图8的第二处理技术的第一实现方式的概念图；

[0023] 图11示出根据各种实施方案的图8的第二处理技术的第二实现方式的概念图；

[0024] 图12是根据各种实施方案的图8的第二处理技术的方法步骤的流程图；

[0025] 图13示出根据各种实施方案的可在图1的单声道配置系统中实现的第三处理技术的概念图；

[0026] 图14是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统中实现第三处理技术引起的干涉的频率响应图；

[0027] 图15示出根据各种实施方案的图13的第三处理技术的第一实现方式的概念图；

[0028] 图16示出根据各种实施方案的图13的第三处理技术的第二实现方式的概念图；并且

[0029] 图17是根据各种实施方案的图13的第三处理技术的方法步骤的流程图。

具体实施方式

[0030] 在以下描述中，阐述了许多特定细节以提供对各种实施方案的更加透彻的理解。然而，对本领域技术人员而言将显而易见的是，可在没有这些具体细节中的一个或多个的情况下实践发明构思。如本文所用，与诸如增益、功率输出或频率范围的值相关的术语“相同或相似”是指相同或基本上相同的值，其中值的任何差异都是标称的。

[0031] 单声道配置系统

[0032] 图1示出被配置为实现各种实施方案的一个或多个方面的单声道配置系统101。如图所示，单声道配置系统101包括耦接到彼此和音频源装置114的第一音频输出装置100-1和第二音频输出装置100-2。每个音频输出装置100-1、100-2包括但不限于通过互连总线112互连的处理器102、存储器103和多个驱动器104。音频输出装置100的示例包括但不限于便携式音频播放器、自供电便携式扬声器单元、供电无线扩音器系统、智能供电扩音器系统或容纳多个驱动器(扩音器换能器)的任何其他类型的扩音器系统。

[0033] 在一些实施方案中，每个音频输出装置100-1、100-2的处理器102-1、102-2包括一个或多个音频滤波器(例如，一个或多个低通滤波器、带通滤波器、高通滤波器、全通滤波器、架式滤波器、高架滤波器、低架滤波器等或其任何组合)，所述一个或多个音频滤波器根据本文的实施方案中描述的单声道信号处理技术来处理所接收音频信号106。在一些实施方案中，每个处理器102-1、102-2包括一个或多个中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)和/或任何

其他类型的处理单元。在一些实施方案中，每个处理器102-1、102-2包括不同处理单元的组合，诸如被配置为结合GPU操作的CPU。在一些实施方案中，每个音频输出装置100-1、100-2的每个处理器102-1、102-2被配置为执行存储在音频输出装置100-1、100-2的存储器103-1、103-2中的指令。一般来讲，每个音频输出装置100-1、100-2的处理器102-1、102-2可以是能够处理数据和/或执行软件应用程序和/或处理音频的任何技术上可行的硬件单元。在这些实施方案中，每个处理器102-1、102-2根据本文的实施方案中描述的单声道信号处理技术来对所接收音频信号106执行信号处理。

[0034] 在一些实施方案中，每个音频输出装置100-1、100-2包括两个或更多个内部驱动器104。每个内部驱动器104包括扩音器换能器，所述扩音器换能器在一个或多个频率范围下生成音频声音输出。每个驱动器104还可包括放大器(未示出)，所述放大器可基于所接收驱动器信号110来增加和/或减少驱动器104的功率输出。如图所示，第一音频输出装置100-1的多个驱动器104包括第一驱动器104-1和第二驱动器104-2。如图所示，第二音频输出装置100-2的多个驱动器104包括第一驱动器104-3和第二驱动器104-4。驱动器104-1、104-2、104-3、104-4可以是彼此相同或相似类型，或者可以是不同类型。在一些实施方案中，在每个音频输出装置100-1、100-2中，第一驱动器104-1、104-3以与第二驱动器104-2、104-4相同或相似的频率响应输出音频声音。在这些实施方案中，每个驱动器104可包括输出音频信号106的全频率范围的全范围驱动器。在其他实施方案中，在每个音频输出装置100-1、100-2中，第一驱动器104-1、104-3(例如，高音扬声器)输出音频信号106的高频率范围，并且第二驱动器104-2、104-4(例如，低音扬声器)输出音频信号106的低频率范围。在另外的实施方案中，每个驱动器104-1、104-3包括驱动器系统，所述驱动器系统包括分频器和各自输出不同频率范围的多个驱动器，诸如高音扬声器和低音扬声器。

[0035] 每个音频输出装置100-1、100-2的处理器102-1、102-2接收音频信号106以由音频输出装置100-1、1002的多个驱动器104输出。如图所示，音频信号106从诸如电视、音乐系统、计算机、游戏控制台或便携式装置的音频源装置114接收。音频源装置114可通过有线或无线连接将音频信号106传输到每个音频输出装置100-1、100-2。例如，音频源114可通过无线电信号将音频信号106传输到每个音频输出装置100-1、100-2，每个音频输出装置100-1、100-2通过无线通信接口(诸如天线)或外部音频接收器接收所述无线电信号，所述无线通信接口或外部音频接收器接收音频信号106，然后将其传输到音频输出装置100-1、100-2。在一些实施方案(未示出)中，音频源118可包括在音频输出装置100-1、100-2中的一者或两者中，并且可生成音频信号106和/或从音频输出装置100-1、100-2的存储器103-1、103-2和/或存储装置检索音频信号106。

[0036] 每个音频输出装置100-1、100-2的存储器103-1、103-2可包括随机存取存储器(RAM)模块、快闪存储器单元、或任何其他类型的存储器单元或其组合。存储器103-1、103-2包括可由音频输出装置100-1、100-2的处理器102-1、102-2执行的各种软件程序(例如，操作系统、一个或多个应用程序)以及与软件程序相关联的应用程序数据。存储器103-1、103-2还包括用于单声道信号处理技术的指令，所述指令由处理器102执行以根据本文实施方案中描述的单声道信号处理技术来处理所接收音频信号106。每个音频输出装置100-1、100-2的存储装置(未示出)可包括用于应用程序和数据的非易失性存储装置，并且可包括固定或可移动磁盘驱动器、快闪存储器装置、以及CD-ROM、DVD-ROM、蓝光、HD-DVD或其他磁、光或固

态存储装置。

[0037] 每个音频输出装置100-1、100-2的互连总线112-1、112-2连接处理器102-1、102-2、存储器103-1、103-2、存储装置和音频输出装置100-1、100-2的任何其他部件。在一些实施方案中，在每个音频输出装置100-1、100-2中，互连总线112-1、112-2将处理器102-1、102-2耦接到第一驱动器104-1、104-3和/或第二驱动器104-2、104-4以及其他部件诸如存储器103-1、103-2和/或存储装置。在一些实施方案中，在每个音频输出装置100-1、100-2中，互连总线112-1、112-2将处理器102-1、102-2耦接到第一驱动器104-1、104-3和/或第二驱动器104-2、104-4，并且不同互连件(例如，另一个互连总线)将处理器102-1、102-2耦接到音频输出装置100-1、100-2的其他部件，诸如存储器103-1、103-2和/或存储装置。

[0038] 音频源114生成音频信号106并将其传输到每个音频输出装置100-1、100-2。音频信号106可包括多个通道108(诸如L/R立体声通道、5.1通道、7.1通道等)，所述多个通道包括两个或更多个单独且不同的音频通道，每个音频通道包括音频源媒体(诸如音乐、电影、电视等)的单独且不同的音频信息。在一些实施方案中，音频信号106包括立体声音频信号106，所述立体声音频信号包括第一音频通道信号108-1(例如，左通道信号)和第二音频通道信号108-2(例如，右通道信号)。基于所接收音频信号106，在每个音频输出装置100-1、100-2中，处理器102-1、102-2生成用于传输到第一驱动器104-1、104-3的第一驱动器信号110-1、110-3和用于传输到第二驱动器104-2、104-4的第二驱动器信号110-2、110-4。

[0039] 在立体声配置(未示出)中，音频输出装置100-1、100-2中的一者或两者可使用第一驱动器104-1、104-3和第二驱动器104-2、104-4来输出包括两个(左/右)通道的立体声音频信号106。为了输出立体声音频信号106，每个音频输出装置100-1、100-2的处理器102-1、102-2可生成携载立体声音频信号106的第一通道的第一驱动器信号110-1、110-3和携载立体声音频信号106的第二通道的第二驱动器信号110-2、110-4。在音频输出装置100-1、100-2中的一者或两者中，第一驱动器104-1、104-3和第二驱动器104-2、104-4输出立体声音频信号106的不同通道108-1、108-2，并且因此一起输出立体声音频声音。

[0040] 在本文的实施方案中，不是将每个音频输出装置100-1、100-2配置为输出音频信号106的两个通道108-1、108-2，而是可能期望致使每个音频输出装置100-1、100-2在单声道配置中输出音频信号106的通道108-1、108-2中的仅一个(如图所示)。例如，第一音频输出装置100-1可定位在音频空间(诸如室内或室外空间)的左侧以输出音频源118的立体声音频信号106的仅左单通道。第二音频输出装置100-2可定位在音频空间的右侧以输出音频源118的立体声音频信号106的仅右单通道。音频输出装置100-1、100-2之间的更大物理距离实现立体声音频信号106的左通道108-1和右通道108-2的更大间隔，这提高了立体声声音输出的质量和/或允许在相对于上述立体声配置的更大区域内听到立体声声音输出。

[0041] 在单声道配置(如图所示)中，音频输出装置100-1、100-2耦接到音频源118。每个耦接可包括线(例如，扬声器线或音频电缆)和/或无线连接(例如，蓝牙连接)。在单声道配置中，每个音频输出装置100-1、100-2通过音频输出装置100-1、100-2的第一驱动器104-1和第二驱动器104-2两者接收并输出音频信号106的音频通道信号108-1、108-2中的仅一个。在这些实施方案中，每个音频输出装置100-1、100-2输出多通道音频信号106的通道108中的仅一个并且不输出多通道音频信号106的任何其他通道。具体地，处理器102-1、102-2对单音频通道108-1、108-2(诸如左通道或右通道)执行信号处理，以生成用于传输到第一

驱动器104-1、104-3的携载音频信号106的单音频通道108-1、108-2的至少一部分的第一驱动器信号110-1、110-3，并且生成用于传输到第二驱动器104-2、104-4的也携载音频信号106的单音频通道108-1、108-2的至少一部分的第二驱动器信号110-2、110-4。在这些实施方案中，处理器102接收包括单音频通道108的音频信号106，并且根据本文所述的单声道信号处理技术来对所接收音频信号106执行信号处理以生成用于驱动第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于驱动第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。

[0042] 在替代实施方案中，处理器102驻留在音频源114中而不是音频输出装置100中，以执行本文所述的单声道信号处理技术。在这些实施方案中，音频输出装置100包括传统音频装置，所述传统音频装置包括第一驱动器104-1和第二驱动器104-2，但不包括被配置为或能够执行本文所述的单声道信号处理技术的处理部件。在这些实施方案中，驻留在音频源114中的存储器(例如，类似于存储器103的存储器)和处理器(例如，类似于处理器102的处理器)(未示出)执行单声道信号处理技术以生成第一驱动器信号110-1，所述第一驱动器信号传输到传统音频装置以致使传统音频装置中的第一驱动器104-1基于第一驱动器信号110-1来输出音频声音。驻留在音频源114中的处理器进一步执行单声道信号处理技术以生成第二驱动器信号110-2，所述第二驱动器信号传输到传统音频装置以致使传统音频装置中的第二驱动器104-2基于第二驱动器信号110-2来输出音频声音。

[0043] 图2是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统101中实现常规信号处理技术引起的干涉的频率响应图200。在单声道配置系统101中实现的常规信号处理技术通常将为同一音频输出装置100的多个驱动器104生成相同或相似驱动器信号110。因此，常规信号处理技术将致使同一音频输出装置100通过同一音频输出装置100的多个驱动器104中的每一个跨相同或相似频率范围以相同或相似功率输出输出相同或相似音频声音。当多个驱动器110被物理定位成相对靠近在一起(具有相对短的距离间隔)并且跨相同或相似频率范围以相同或相似功率输出输出相同或相似音频声音时，从多个驱动器110输出的组合音频声音可形成空间干涉图案。一般来讲，空间干涉涉及相长干涉和相消干涉，即也称为极性干涉、梳状滤波或组合效应的现象。

[0044] 频率响应图200包括频率(Hz)轴210和增益水平(dB)轴220，示出了这种空间干涉图案。增益水平的变化对应于驱动器的组合有效声学输出水平和音频声音输出的人类感知到的音量水平的变化。多个驱动器104的组合音频声音输出的相消干涉可能导致空值或非常低的功率输出水平出现在频率范围内的某些频率处以及对应于相对于驱动器110的前向轴的某些角度的空间位置处。频率(Hz)和/或角度的微小变化可能导致功率输出的巨大变化，收听者将功率输出的巨大变化感知为压力和/或音量水平的巨大变化。由于频率和/或位置的微小变化造成的此类变化的发生可能对收听者造成刺激。

[0045] 如图所示，低于临界频率Fc 230，空间干涉量相对小，而高于临界频率Fc，空间干涉量相对大，其中空间干涉量随着频率增大超过临界频率Fc而变得越来越大。一般来讲，音频通道108的低于临界频率Fc的更低频率范围相较于音频通道108的高于临界频率Fc的更高频率范围引起显著更小的空间干涉。此外，在更高频率范围内越来越高的频率通常引起越来越大的空间干涉。临界频率Fc由跨相同频率范围输出相同驱动器信号110的两个单独驱动器104之间的物理距离d确定。

[0046] 在本文的实施方案中，在单声道配置系统101中实现单声道信号处理技术，所述单

声道信号处理技术显著减小了通常由常规信号处理技术引起的空间干涉。在一些实施方案中，单声道信号处理技术包括关于图3至图7描述的第一处理技术、关于图8至图12描述的第二处理技术和关于图13至图17描述的第三处理技术。本文所述的单声道信号处理技术各自将通常由常规信号处理技术引起的空间干涉减小不同量。相对于本文所述的其他处理技术，每种处理技术也具有特定优点和缺点。

[0047] 第一处理技术

[0048] 一般来讲，第一处理技术由处理器实现以致使同一音频输出装置的(例如，驻留在同一音频输出装置外壳内的)第一驱动器和第二驱动器以相同第一功率输出输出单音频通道的第一频率范围(例如，低于临界频率Fc的低频率范围)。也就是说，低于临界频率Fc，音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器的功率输出水平相同或相似。第一处理技术由处理器实现以还致使同一音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以不同功率输出输出单音频通道的第二频率范围(例如，高于临界频率Fc的高频率范围)。具体地，处理器致使第一驱动器以第二功率输出输出第二频率范围并且致使第二驱动器以高于第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。在这些实施方案中，处理器致使第二驱动器以显著高于第一驱动器的功率输出输出第二频率范围(例如，不使第一驱动器在高于临界频率Fc的第二频率范围内输出音频声音)。

[0049] 临界频率Fc可基于同一音频输出装置100内(例如，同一音频输出装置100的外壳内)的第一驱动器与第二驱动器之间的物理距离d。具体地，临界频率Fc＝343/(4*d)，其中距离d以米(m)为单位。例如，如果两个驱动器之间的物理距离为0.15m，则临界频率Fc等于571.7Hz。在本文所述的实施方案中，两个驱动器之间的距离d为0.15m并且临界频率Fc为571.7Hz。在其他实施方案中，可使用两个驱动器之间的距离d以及临界频率Fc的其他值。

[0050] 有利地，由于第一处理技术仅致使第二驱动器以任何显著功率输出输出第二频率范围(高频率范围)，同时致使第一驱动器不输出第二频率范围或以最小/标称功率输出输出第二频率范围，因此与由常规处理技术引起的空间干涉相比，由第一处理技术引起的空间干涉极大地减小。如上面关于图2所讨论，由两个驱动器输出相同音频通道引起的空间干涉在高于临界频率Fc的高频率范围内大得多。通过致使驱动器中的一个不输出高频率范围或以最小/标称功率输出输出高频率范围，第一处理技术能够极大地减小由两个驱动器的声音输出引起的空间干涉。此外，第二驱动器的第二频率范围的第三功率输出也可显著增加，以补偿第二驱动器的第二频率范围的功率输出的不足并且增加两个驱动器的总功率输出，这改进了系统效率。例如，第二驱动器的第二频率范围的第三功率输出相对于第一频率范围的第一功率输出可增加+6dB的增益。

[0051] 图3示出根据各种实施方案的可在图1的单声道配置系统101中实现的第一处理技术300的概念图。第一处理技术可例如由图1的处理器102实现。如图所示，第一处理技术300由第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1执行。在一些实施方案中，第一处理技术300也由第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2执行。

[0052] 如图所示，处理器102-1(从音频源114)接收单音频通道108-1，并且处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第一滤波过程310以生成第一驱动器信号110-1，并且执行第二滤波过程320以生成第二驱动器信号110-2。第一滤波过程310和第二滤波过

程320可各自使用各种音频滤波器(例如,带通滤波器、架式滤波器等)或使用以数字方式生成此类音频滤波器的数字信号处理技术来实现。

[0053] 一般来讲,第一滤波过程310和第二滤波过程320各自接收具有特定功率输入水平的输入音频信号,并且向输入音频信号应用增益水平以生成具有所修改功率输出水平的所修改输出音频信号,所修改输出音频信号包括驱动器信号。具体地,第一滤波过程310和第二滤波过程320各自接收具有特定功率输入水平的相同音频通道信号108-1,并且向相同音频通道信号108-1的第二频率范围应用不同增益水平(不同放大/去放大水平),以针对音频通道108-1的第二频率范围产生具有不同功率输出水平的不同驱动器信号110-1、110-2。

[0054] 如图所示,第一滤波过程310在没有增益(0dB)的情况下使音频通道108-1的低于临界频率Fc的第一频率范围通过,以产生第一频率范围的第一功率输出。由于没有应用增益,因此第一频率范围的第一功率输出将等于输入音频通道108-1的第一频率范围的功率输入水平。第一滤波过程310还向音频通道108-1的高于临界频率Fc的第二频率范围应用大的负增益(诸如-100dB至-6dB),以将第二频率范围的功率输出显著减小到第二功率输出。所得的第二功率输出等于无功率输出(0dB)或等于基本上等于无功率输出的最小/标称功率输出(诸如小于10dB),使得第一驱动器104-1不输出第二频率范围。

[0055] 如图所示,第二滤波过程310也在没有增益(0dB)的情况下使音频通道108-1的第一频率范围通过,以产生第一频率范围的第一功率输出。然而,第二滤波过程310向音频通道108-1的第二频率范围应用显著的正增益(诸如+3dB至+6dB),以将第二频率范围的功率输出显著增加到第三功率输出。第三功率输出高于第一功率输出并且显著高于第二功率输出。

[0056] 第一滤波过程310生成第一驱动器信号110-1并且第二滤波过程320生成第二驱动器信号110-2,第一驱动器信号和第二驱动器信号相应地致使第一驱动器104-1和第二驱动器104-2各自以相同第一功率输出输出音频通道108-1的第一频率范围。第一驱动器信号110-1还致使第一驱动器104-1在第二功率输出下(以最小/标称功率输出或无功率输出)输出第二频率范围。第二驱动器信号110-2还致使第二驱动器104-2在显著高于第二功率输出的第三功率输出下输出第二频率范围。如图所示,滤波过程310、320和驱动器104-1、104-2可表现出过渡频率范围,在所述过渡频率范围内,随着频率增大,第一驱动器104-1的功率输出减少,并且第二驱动器104-2的功率输出增加。在一些实施方案中,由两个滤波器中的每一个在过渡频率范围内引起的相移可匹配。

[0057] 在替代实施方案中,当音频输出装置100不具有足够的余量(诸如+6dB)来增加第二驱动器104-2在第二频率范围内的功率输出时,音频输出装置100可替代地减少第一驱动器104-1和第二驱动器104-2两者的第一频率范围的功率输出。减小第一频率范围的增益平衡了两个驱动器的第一频率范围的功率输出与第二驱动器104-2的第二频率范围的功率输出。

[0058] 图4是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统101中实现第一处理技术300引起的干涉的频率响应图400。频率响应图400包括频率(Hz)轴410和增益水平(dB)轴420,示出了由第一处理技术300引起的最小空间干涉。与示出由常规信号处理技术引起的空间干涉的图2的频率响应图200相比,很明显,由第一处理技术300引起的空间干涉几乎完全减小或不存在。与图2的频率响应图200相比,图4的频率响应图400所示的空间干涉在高

于临界频率Fc 230的第二频率范围(高频率范围)内的减小特别明显。相对于常规信号处理技术,由第一处理技术300引起的减小的空间干涉极大地改进了由音频输出装置100-1的多个驱动器104-1、104-2输出的音频声音的质量。

[0059] 图5示出根据各种实施方案的图3的第一处理技术300的第一实现方式500的概念图。如下所述,图5至图6、图10至图11和图15至图16示出第一处理技术、第二处理技术和第三处理技术的各种实现方式。各种实现方式中的每一者可由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2和/或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。各种实现方式中的每一者可使用各种音频滤波器(例如,带通滤波器、架式滤波器等)或使用以数字方式生成此类音频滤波器的数字信号处理技术来实现。

[0060] 如图所示,处理器102-1接收并处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1。处理器102-1执行第一滤波过程310以通过向音频通道108-1应用低通滤波器510来以等于临界频率Fc的所选择截止频率生成第一驱动器信号110-1。这样,低通滤波器510在没有增益的情况下在第一功率输出下仅使低于临界频率Fc的第一频率范围通过。低通滤波器510的输出包括第一驱动器信号110-1。所得的第一驱动器信号110-1在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围并且在作为最小功率输出或无功率输出的第二功率输出下携载高于临界频率Fc的第二频率范围。以此方式,第一驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围并且以第二功率输出输出第二频率范围。第二功率输出等于无功率输出(0dB)或等于基本上等于无功率输出的最小/标称功率输出(诸如小于10dB),使得第一驱动器104-1不输出第二频率范围。

[0061] 如图所示,处理器102-1还处理单音频通道108-1以生成用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第二滤波过程320以通过向音频通道108-1应用高架滤波器520来以等于临界频率Fc的所选择截止频率和所选择增益(诸如+3dB至+6dB)生成第二驱动器信号110-2。这样,高架滤波器520使低于临界频率Fc的第一频率范围通过,同时增加高于临界频率Fc的第二频率范围的功率输出(诸如增加+3dB至+6dB)。高架滤波器520的输出包括第二驱动器信号110-2。所得的第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围并且在相对于第一功率输出和第二功率输出具有显著增益的第三功率输出下携载高于临界频率Fc的第二频率范围。以此方式,第二驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围,并且以显著大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。

[0062] 图6示出根据各种实施方案的图3的第一处理技术300的第二实现方式600的概念图。第二实现方式600可例如由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2和/或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。

[0063] 如图所示,处理器102-1接收并处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1。处理器102-1执行第一滤波过程310以通过向音频通道108-1应用低通滤波器610来以等于临界频率Fc的所选择截止频率生成第一驱动器信号110-1。这样,低通滤波器610在没有增益的情况下在第一功率输出下仅使低于临界频率Fc的第一频率范围通过。低通滤波器610的输出包括第一驱动器信号110-1。所得的第一驱动器信号

110-1在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围并且在作为最小/标称功率输出或无功率输出的第二功率输出下携载高于临界频率Fc的第二频率范围。以此方式，第一驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围并且以第二功率输出(最小/标称功率输出或无功率输出)输出第二频率范围。

[0064] 如图所示，处理器102-1还处理单音频通道108-1以生成用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第二滤波过程320以通过应用高通滤波器620、增益部件625和求和部件630来生成第二驱动器信号110-2。以等于临界频率Fc的所选择截止频率向音频通道108-1应用高通滤波器620。这样，高通滤波器620在没有增益的情况下在第一功率输出下仅使高于临界频率Fc的第二频率范围通过。向高通滤波器620的输出应用增益部件625，以将第二频率范围的增益增加到第三功率输出(诸如增加高于第一功率输出+3dB至+6dB)。求和部件630然后接收增益部件625的输出和低通滤波器610的输出并将其求和以生成第二驱动器信号110-2。求和部件630的输出包括第二驱动器信号110-2。所得的第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载第一频率范围并且在第三功率输出下携载第二频率范围。以此方式，第二驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围，并且以显著大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。

[0065] 图7是根据各种实施方案的图3的第一处理技术300的方法步骤的流程图。尽管结合图1至图6的系统描述了方法步骤，但本领域技术人员将理解，被配置为按任何次序执行方法步骤的任何系统都落入各种实施方案的范围内。第一处理技术的方法700可例如由图1的处理器102实现，所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。在一些实施方案中，第一处理技术300的方法700由处理器102实现以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2，其中第一驱动器104-1和第二驱动器104-2物理上驻留在同一音频输出装置100-1的外壳内。

[0066] 如图所示，方法700开始于步骤710处，在所述步骤中，处理器102从音频源114接收音频信号106，音频信号106包括单音频通道(诸如第一音频通道108-1)。处理器102然后(在步骤720处)处理单音频通道108-1以生成第一驱动器信号110-1，所述第一驱动器信号在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围(例如，低频率范围)并且在第二功率输出(例如，无功率输出或最小/标称功率输出，诸如10dB或更小)下携载高于临界频率Fc的第二频率范围(例如，高频率范围)。第二功率输出显著低于第一功率输出。处理器102然后(在步骤730处)处理单音频通道108-1以生成第二驱动器信号110-2，使得第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载第一频率范围并且在显著大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出下携载第二频率范围。

[0067] 处理器102(在步骤740处)致使第一驱动器104-1基于第一驱动器信号110-1来输出音频声音，由此第一驱动器104-1在第一功率输出下输出第一频率范围并且在低于第一功率输出的第二功率输出下输出第二频率范围。处理器102还(在步骤750处)致使第二驱动器104-2基于第二驱动器信号110-2来输出音频声音，由此第二驱动器104-2在第一功率输出下输出第一频率范围并且在大于第一功率输出和第二功率输出两者的第三功率输出下输出第二频率范围。

[0068] 通过实现第一处理技术的方法700，处理器102致使同一音频输出装置的第一驱动

器和第二驱动器以相同或相似第一功率输出输出单音频通道的第一频率范围(例如,低频率范围)并且以不同功率输出输出单音频通道的第二频率范围(例如,高频率范围)。在这些实施方案中,处理器致使第一驱动器以第二功率输出输出第二频率范围并且致使第二驱动器以显著大于第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。有利地,通过致使同一音频输出装置的多个驱动器中的仅一个驱动器以任何显著功率输出输出高频率范围,同时致使另一个驱动器不输出高频率范围或以最小/标称功率输出(诸如小于10dB)输出高频率范围,第一处理技术极大地减小由常规信号处理技术引起的空间干涉。此外,第二驱动器的第二频率范围的第三功率输出也可显著增加,以补偿第二驱动器的第二频率范围的功率输出的不足并且增加两个驱动器的总功率输出,这改进了系统效率。

[0069] 第二处理技术

[0070] 一般来讲,第二处理技术是第一处理技术的改进版。第二处理技术由处理器实现以致使同一音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以相同第一功率输出输出单音频通道的第一频率范围(例如,低于临界频率Fc的低频率范围)。也就是说,低于临界频率Fc,音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器的功率输出水平相同或相似。第二处理技术由处理器实现以还致使同一音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以不同功率输出输出单音频通道的第二频率范围(例如,高于临界频率Fc的高频率范围)。处理器致使第一驱动器以第二功率输出输出第二频率范围并且致使第二驱动器以高于第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。具体地,高于临界频率Fc,处理器减少第一驱动器的功率输出(例如,减少-6dB)和/或增加第二驱动器的功率输出(例如,增加+3dB),由此形成两个驱动器之间的功率输出差。在各种实施方案中,驱动器的功率输出被调整成使得两个驱动器的第二功率输出与第三功率输出之间的功率输出差跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如,8dB),由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分保持一致(相同或相似)(功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变)。

[0071] 有利地,由于第二处理技术致使第一驱动器以显著低于输出第二频率范围的第二驱动器的功率输出输出第二频率范围,因此与由常规处理技术引起的空间干涉相比,由第二处理技术引起的空间干涉显著减小。通过致使驱动器中的一个以显著更低的功率输出输出高频率范围,第二处理技术能够显著减小由两个驱动器的声音输出引起的空间干涉。然而,由于第二处理技术将第一驱动器的第二频率范围的功率输出减少到比第一处理技术少的程度,因此第二处理技术将空间干涉减小到比第一处理技术小的程度。具体地,第一处理技术将第一驱动器的第二频率范围的功率输出减少到最小/标称功率输出或无功率输出,而第二处理技术将第一驱动器的第二频率范围的功率输出减少到仍然大于最小/标称功率输出的更低功率输出水平(例如,减少-6dB),由此引起比第一处理技术多的空间干涉。然而,由于第二处理技术将第一驱动器的第二频率范围的功率输出减少到比第一处理技术少的程度,因此第二处理技术提供比第一处理技术高的来自两个驱动器的总功率输出,这改进系统效率。

[0072] 图8示出根据各种实施方案的可在图1的单声道配置系统101中实现的第二处理技术800的概念图。第二处理技术800可例如由图1的处理器102实现。如图所示,第二处理技术800由第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1执行。在一些实施方案中,第二处理技术800也由第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2执行。

[0073] 如图所示，处理器102-1(从音频源114)接收单音频通道108-1，并且处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第一滤波过程810以生成第一驱动器信号110-1，并且执行第二滤波过程820以生成第二驱动器信号110-2。第一滤波过程810和第二滤波过程820可各自使用各种音频滤波器(例如，带通滤波器、架式滤波器等)或使用以数字方式生成此类音频滤波器的数字信号处理技术来实现。

[0074] 一般来讲，第一滤波过程810和第二滤波过程820各自接收具有特定功率输入水平的输入音频信号，并且向输入音频信号应用增益水平以生成具有所修改功率输出水平的所修改输出音频信号，所修改输出音频信号包括驱动器信号。具体地，第一滤波过程810和第二滤波过程820各自接收具有特定功率输入水平的相同音频通道信号108-1，并且向相同音频通道信号108-1的第二频率范围应用不同增益水平(不同放大/去放大水平)，以针对音频通道108-1的第二频率范围产生具有不同功率输出水平的不同驱动器信号110-1、110-2。

[0075] 如图所示，第一滤波过程810在没有增益(0dB)的情况下使音频通道108-1的低于临界频率Fc的第一频率范围通过，以产生第一频率范围的第一功率输出。由于没有应用增益，因此第一频率范围的第一功率输出将等于输入音频通道108-1的第一频率范围的功率输入水平。第一滤波过程810还向音频通道108-1的高于临界频率Fc的第二频率范围应用大的负增益(诸如-6dB至-3dB)，以将第二频率范围的功率输出显著减小到第二功率输出。所得的第二功率输出大于最小/标称功率输出并且跨第二频率范围的至少所述部分保持相同或相似，使得第一驱动器104-1以某一可听功率输出水平输出第二频率范围。

[0076] 如图所示，第二滤波过程810也在没有增益(0dB)的情况下使音频通道108-1的第一频率范围通过，以产生第一频率范围的第一功率输出。然而，第二滤波过程310向音频通道108-1的第二频率范围应用显著的正增益(诸如+3dB至+6dB)，以将第二频率范围的功率输出显著增加到第三功率输出。第三功率输出高于第一功率输出并且显著高于第二功率输出。

[0077] 在各种实施方案中，所得的第一驱动器信号110-1以跨第二频率范围的至少一部分保持一致(相同或相似)的第二功率输出(第二功率输出跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变)携载第二频率范围。此外，所得的第二驱动器信号110-2以跨第二频率范围的至少所述部分保持相同或相似的第三功率输出(第三功率输出跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变)携载第二频率范围。这样，所得的第一驱动器信号110-1和第二驱动器信号110-2以两个驱动器信号的第二功率输出与第三功率输出之间的跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如，8dB)的功率输出差携载第二频率范围。如图所示，第二功率输出与第三功率输出之间的功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分相同或相似(功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变)。

[0078] 第一滤波过程810生成第一驱动器信号110-1并且第二滤波过程820生成第二驱动器信号110-2，第一驱动器信号和第二驱动器信号相应地致使第一驱动器104-1和第二驱动器104-2各自以相同第一功率输出输出音频通道108-1的第一频率范围。第一驱动器信号110-1还致使第一驱动器104-1在第二功率输出下输出第二频率范围。第二驱动器信号110-2还致使第二驱动器104-2在高于第二功率输出和第一功率输出的第三功率输出下输出第二频率范围。第一驱动器104-1和第二驱动器104-2以两个驱动器信号的第二功率输出与第

三功率输出之间的跨第二频率范围的至少一部分超过功率差阈值(例如,8dB)的功率输出差输出第二频率范围,由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分保持一致并且未显著改变。如图所示,滤波过程810、820和驱动器104-1、104-2可表现出过渡频率范围,在所述过渡频率范围内,随着频率增大,第一驱动器104-1的功率输出减少,并且第二驱动器104-2的功率输出增加。

[0079] 图9是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统101中实现第二处理技术800引起的干涉的频率响应图900。频率响应图900包括频率(Hz)轴910和增益水平(dB)轴920,示出了由第二处理技术800引起的空间干涉。与示出由常规信号处理技术引起的空间干涉的图2的频率响应图200相比,很明显,由第二处理技术800引起的空间干涉显著减小。与图2的频率响应图200相比,图9的频率响应图900所示的空间干涉在高于临界频率Fc 230的第二频率范围(高频率范围)内的减小特别明显。相对于常规信号处理技术,由第二处理技术800引起的减小的空间干涉显著改进了由音频输出装置100-1的多个驱动器104-1、104-2输出的音频声音的质量。

[0080] 图10示出根据各种实施方案的图8的第二处理技术800的第一实现方式1000的概念图。第一实现方式1000可例如由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2和/或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。

[0081] 如图所示,处理器102-1接收并处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1。处理器102-1执行第一滤波过程810以通过向音频通道108-1应用第一高架滤波器1010来以等于临界频率Fc的所选择截止频率和所选择增益(诸如-3dB至-6dB)生成第一驱动器信号110-1。这样,第一高架滤波器1010使低于临界频率Fc的第一频率范围通过,同时减少高于临界频率Fc的第二频率范围的功率输出。第一高架滤波器1010的输出包括第一驱动器信号110-1。所得的第一驱动器信号110-1在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围并且在跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变的更低第二功率输出下携载高于临界频率Fc的第二频率范围。以此方式,第一驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围并且以第二功率输出输出第二频率范围。

[0082] 如图所示,处理器102-1还处理单音频通道108-1以生成用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第二滤波过程820以通过向音频通道108-1应用第二高架滤波器1020来以等于临界频率Fc的所选择截止频率和所选择增益(诸如+3dB)生成第二驱动器信号110-2。这样,第二高架滤波器1020使低于临界频率Fc的第一频率范围通过,同时增加高于临界频率Fc的第二频率范围的功率输出(诸如增加+3dB)。第二高架滤波器1020的输出包括第二驱动器信号110-2。所得的第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围并且在跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变的更高第三功率输出下携载高于临界频率Fc的第二频率范围。以此方式,第二驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围并且以第三功率输出输出第二频率范围。在各种实施方案中,两个驱动器之间的功率输出差跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如,8dB),由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著增加或减少。

[0083] 图11示出根据各种实施方案的图8的第二处理技术800的第二实现方式1100的概念图。第二实现方式1100可例如由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出装

置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2和/或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。第二实现方式1100包括低通滤波器1110、第一增益部件1120、第一求和部件1130、高通滤波器1150、第二增益部件1160和第二求和部件1170。

[0084] 如图所示,处理器102-1处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1。处理器102-1执行第一滤波过程810以通过向音频通道108-1应用低通滤波器1110来以等于临界频率Fc的所选择截止频率生成第一驱动器信号110-1。以所选择增益向低通滤波器1110的输出应用第一增益部件1120。第一求和部件1130然后接收第一增益部件1120的输出和第二增益部件1160的输出并将其求和。第一求和部件1130的输出包括第一驱动器信号110-1。

[0085] 如图所示,处理器102-1还处理单音频通道108-1以生成用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第二滤波过程820以通过向音频通道108-1应用高通滤波器1150来以等于临界频率Fc的所选择截止频率生成第二驱动器信号110-2。以所选择增益向高通滤波器1150的输出应用第二增益部件1160。第二求和部件1170然后接收第一增益部件1120的输出和第二增益部件1160的输出并将其求和。第二求和部件1170的输出包括第二驱动器信号110-2。

[0086] 图12是根据各种实施方案的图8的第二处理技术800的方法步骤的流程图。尽管结合图1至图6和图8至图11的系统描述了方法步骤,但本领域技术人员将理解,被配置为按任何次序执行方法步骤的任何系统都落入各种实施方案的范围内。第二处理技术的方法1200可例如由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。在一些实施方案中,第二处理技术800的方法1200由处理器102实现以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2,其中第一驱动器104-1和第二驱动器104-2物理上驻留在同一音频输出装置100-1的外壳内。

[0087] 如图所示,方法1200开始于步骤1210处,在所述步骤中,处理器102从音频源114接收音频信号106,音频信号106包括单音频通道(诸如第一音频通道108-1)。处理器102然后(在步骤1220处)处理单音频通道108-1以生成第一驱动器信号110-1,所述第一驱动器信号在第一功率输出下携载低于临界频率Fc的第一频率范围(例如,低频率范围)并且在第二功率输出下携载高于临界频率Fc的第二频率范围(例如,高频率范围)。第二功率输出显著低于第一功率输出并且跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0088] 处理器102然后(在步骤1230处)处理单音频通道108-1以生成第二驱动器信号110-2,使得第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载第一频率范围并且在显著大于第二功率输出(诸如+8dB或更多)的第三功率输出下携载第二频率范围。第三功率输出也显著大于第一功率输出(诸如+3dB)。所得的第一驱动器信号110-1和第二驱动器信号110-2以两个驱动器信号之间的跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如,8dB)的功率输出差携载第二频率范围,其中功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0089] 处理器102(在步骤1240处)致使第一驱动器104-1基于第一驱动器信号110-1来输出音频声音,由此第一驱动器104-1在第一功率输出下输出第一频率范围并且在低于第一

功率输出的第二功率输出下输出第二频率范围。处理器102还(在步骤1250处)致使第二驱动器104-2基于第二驱动器信号110-2来输出音频声音,由此第二驱动器104-2在第一功率输出下输出第一频率范围并且在大于第一功率输出和第二功率输出两者的第三功率输出下输出第二频率范围。第一驱动器104-1和第二驱动器104-2以两个驱动器信号之间的跨第二频率范围的至少一部分超过功率差阈值(例如,8dB)的功率输出差输出第二频率范围,由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0090] 通过实现第二处理技术的方法1200,处理器102致使同一音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以相同或相似第一功率输出输出单音频通道的第一频率范围(例如,低频率范围)并且以不同功率输出输出单音频通道的第二频率范围(例如,高频率范围)。在这些实施方案中,处理器致使第一驱动器以第二功率输出输出第二频率范围并且致使第二驱动器以显著大于第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。有利地,通过致使同一音频输出装置的多个驱动器中的一个驱动器以显著功率输出输出高频率范围,同时致使另一个驱动器以显著更低的功率输出输出高频率范围,第二处理技术显著减小由常规信号处理技术引起的空间干涉。此外,第二驱动器的第二频率范围的第三功率输出也可显著增加,以补偿第二驱动器的第二频率范围的功率输出的不足并且增加两个驱动器的总功率输出,这改进了系统效率。

[0091] 第三处理技术

[0092] 一般来讲,第三处理技术是第二处理技术的改进版。第三处理技术包括定义低于临界频率Fc的第一频率范围和高于临界频率Fc的第二频率范围的第二处理技术。第三处理技术将第二频率范围定义为高于临界频率Fc且低于第二临界频率Fc2,并且引入高于第二临界频率Fc2的第三频率范围。第三处理技术是基于空间干涉在更高频率下不大听得到的观点。因此,在高于第二临界频率Fc2的第三频率范围内,第一驱动器和第二驱动器的功率输出可返回到与第一频率范围相关联的默认功率输出。如关于第三处理技术所用,第一驱动器和第二驱动器的第一功率输出与第一频率范围相关联,第一驱动器的第二功率输出与第二频率范围相关联,第二驱动器的第三功率输出与第二频率范围相关联,并且第一驱动器和第二驱动器的第四功率输出与第三频率范围相关联,第四功率输出与第一功率输出相同。

[0093] 第三处理技术由处理器实现以致使同一音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以相同或相似第一功率输出输出单音频通道的低于第一临界频率Fc1的第一频率范围。处理器还致使第一驱动器和第二驱动器以不同功率输出输出单音频通道的高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2的第二频率范围。在第二频率范围内,处理器将第一驱动器的功率输出减少到第二功率输出(例如,减少-6dB)和/或将第二驱动器的功率输出增加到第三功率输出(例如,增加+3dB),由此形成两个驱动器之间的功率输出差。功率输出差跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如,8dB),由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。处理器还致使第一驱动器和第二驱动器以相同或相似功率输出输出单音频通道的高于第二临界频率Fc2的第三频率范围。在一些实施方案中,处理器致使第一驱动器和第二驱动器以与第一频率范围相关联的相同第一功率输出输出第三频率范围。也就是说,对于高于第二截止频率Fc2的第三频率范围,第三处理技术反转在第二频率范围内形成的功率输出差来以相同或相似功率输出输出音频声音。

[0094] 第一临界频率Fc1等同于第一处理技术和第二处理技术中定义的临界频率Fc。具体地，第一临界频率Fc1＝343/(4*d)，其中距离d是两个驱动器之间的以米(m)为单位的距离。例如，距离d＝0.15m，则临界频率Fc＝571.7Hz。第二临界频率高于第一临界频率Fc1。第二临界频率Fc2的值可通过将测试例如设定为当使用第三处理技术时发现空间干涉最小化的频率来根据经验得到。又如，第二临界频率Fc2的值可在心理声学上确定为大约等于由空间干涉/梳状滤波引起的干涉骤降间隔得如此紧密以至于干涉本身不能被听见的频率。

[0095] 有利地，由于第三处理技术致使第一驱动器以显著低于输出第二频率范围的第二驱动器的功率输出输出第二频率范围，因此与由常规处理技术引起的空间干涉相比，由第三处理技术引起的空间干涉减小。通过致使驱动器中的一个以显著更低的功率输出输出第二频率范围，第三处理技术能够减小由两个驱动器引起的空间干涉。然而，由于第三处理技术致使第一驱动器和第二驱动器在第三频率范围内的功率输出相同或相似，因此第三处理技术将空间干涉减小到比第一处理技术和第二处理技术小的程度，由此引起尤其是在第三频率范围内比第一处理技术和第二处理技术多的空间干涉。然而，第三处理技术提供比第一处理技术和第二处理技术高的来自两个驱动器的总功率输出。

[0096] 图13示出根据各种实施方案的可在图1的单声道配置系统101中实现的第三处理技术1300的概念图。第三处理技术1300可例如由图1的处理器102实现。如图所示，第三处理技术1300由第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1执行。在一些实施方案中，第三处理技术1300也由第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2执行。

[0097] 如图所示，处理器102-1(从音频源114)接收单音频通道108-1，并且处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第一滤波过程1310以生成第一驱动器信号110-1，并且执行第二滤波过程1320以生成第二驱动器信号110-2。第一滤波过程1310和第二滤波过程1320可各自使用各种音频滤波器(例如，带通滤波器、架式滤波器等)或使用以数字方式生成此类音频滤波器的数字信号处理技术来实现。

[0098] 一般来讲，第一滤波过程1310和第二滤波过程1320各自接收具有特定功率输入水平的输入音频信号，并且向输入音频信号应用增益水平以生成具有所修改功率输出水平的所修改输出音频信号，所修改输出音频信号包括驱动器信号。具体地，第一滤波过程1310和第二滤波过程1320各自接收具有特定功率输入水平的相同音频通道信号108-1，并且向相同音频通道信号108-1的第二频率范围和第三频率范围应用不同增益水平(不同放大/去放大水平)，以针对音频通道108-1的第二频率范围产生具有不同功率输出水平的不同驱动器信号110-1、110-2，但针对音频通道108-1的第三频率范围产生具有相同功率输出水平的不同驱动器信号。

[0099] 如图所示，第一滤波过程1310在没有增益(0dB)的情况下使音频通道108-1的低于第一临界频率Fc1的第一频率范围通过，以产生第一频率范围的第一功率输出。由于没有应用增益，因此第一频率范围的第一功率输出将等于输入音频通道108-1的第一频率范围的功率输入水平。第一滤波过程1310还向音频通道108-1的高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2的第二频率范围应用负增益(诸如-6dB)，以将第二频率范围的功率输出显著减少到第二功率输出。第二功率输出跨第二频率范围的至少所述部分保持相同或相似。如下所述，第一滤波过程1310中与第二频率范围相关联的第二功率输出显著低于第二滤波过

程1310中与第二频率范围相关联的第三功率输出。第一滤波过程1310还向音频通道108-1的高于第二临界频率Fc2的第三频率范围应用正增益(诸如+6dB,相对于第二频率范围),以将第三频率范围的功率输出(相对于第二频率范围)显著增加到第四功率输出。第四功率输出与同第一频率范围相关联的第一功率输出相同或相似。

[0100] 如图所示,第二滤波过程1320也在没有增益(0dB)的情况下使音频通道108-1的第一频率范围通过,以产生第一频率范围的第一功率输出。第二滤波过程1320还向音频通道108-1的第二频率范围应用正增益(诸如-3dB),以将第二频率范围的功率输出显著增加到第三功率输出。第三功率输出跨第二频率范围的至少所述部分保持相同或相似。第二滤波过程1320还向音频通道108-1的第三频率范围应用负增益(诸如-3dB,相对于第二频率范围),以将第三频率范围的功率输出(相对于第二频率范围)显著减少到第四功率输出,使得第四功率输出与同第一频率范围相关联的第一功率输出相同或相似。

[0101] 所得的第一驱动器信号110-1以跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变的第二功率输出携载第二频率范围。此外,所得的第二驱动器信号110-2以跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变的第三功率输出携载第二频率范围。这样,所得的第一驱动器信号110-1和第二驱动器信号110-2以两个驱动器信号的第二功率输出与第三功率输出之间的跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如,8dB)的功率输出差携载第二频率范围。如图所示,第二功率输出与第三功率输出之间的功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0102] 第一驱动器信号110-1和第二驱动器信号110-2相应地致使第一驱动器104-1和第二驱动器104-2各自以相同第一功率输出输出音频通道108-1的第一频率范围。第一驱动器信号110-1致使第一驱动器104-1在第二功率输出下输出第二频率范围。第二驱动器信号110-2致使第二驱动器104-2在高于第二功率输出和第一功率输出的第三功率输出下输出第二频率范围。第一驱动器104-1和第二驱动器104-2以第二功率输出与第三功率输出之间的超过功率差阈值(例如,8dB)的功率输出差输出第二频率范围。如图所示,滤波过程1310、1320和驱动器104-1、104-2可表现出过渡频率范围,在所述过渡频率范围内,随着频率增大,第一驱动器104-1的功率输出减少,并且第二驱动器104-2的功率输出增加。第一驱动器信号110-1和第二驱动器信号110-2相应地致使第一驱动器104-1和第二驱动器104-2各自以等同于与第一频率范围相关联的第一功率输出的相同第四功率输出输出音频通道108-1的第三频率范围。

[0103] 图14是示出根据各种实施方案的由在图1的单声道配置系统101中实现第三处理技术1300引起的干涉的频率响应图1400。频率响应图1400包括频率(Hz)轴1410和增益水平(dB)轴1420,示出了由第三处理技术1300引起的空间干涉。与示出由常规信号处理技术引起的空间干涉的图2的频率响应图200相比,很明显,由第三处理技术1300引起的空间干涉减小。与图2的频率响应图200相比,图14的频率响应图1400所示的空间干涉在高于第一临界频率Fc1 230且低于第二临界频率Fc2 1430的第二频率范围内的减小特别明显。相对于常规信号处理技术,由第三处理技术1300引起的减小的空间干涉改进了由音频输出装置100-1的多个驱动器104-1、104-2输出的音频声音的质量。

[0104] 图15示出根据各种实施方案的图13的第三处理技术1300的第一实现方式1500的概念图。第一实现方式1500可例如由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出

装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2和/或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。

[0105] 如图所示,处理器102-1接收并处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1。处理器102-1执行第一滤波过程1310以通过向音频通道108-1应用第一高架滤波器1510来以等于第一临界频率Fc1的所选择截止频率和所选择增益(诸如-6dB)生成第一驱动器信号110-1。然后以等于第二临界频率Fc2的所选择截止频率和所选择增益(诸如+6dB)向第一高架滤波器1510的输出应用第二高架滤波器1520。第二高架滤波器1520的输出包括第一驱动器信号110-1。这样,第一高架滤波器1510和第二高架滤波器1520结合操作以使低于第一临界频率Fc1的第一频率范围通过,减少高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2的第二频率范围的功率输出(诸如-6dB),并且增加高于第二临界频率Fc2的第三频率范围的功率输出(诸如+6dB,相对于第二频率范围)。所得的第一驱动器信号110-1在第一功率输出下携载第一频率范围,在更低的第二功率输出(诸如减少-6dB)下携载第二频率范围,并且在等同于第一功率输出的第四功率输出下携载第三频率范围。以此方式,第一驱动器104-1以第一功率输出输出第一频率范围,以第二功率输出输出第二频率范围,并且以第四/第一功率输出输出第三频率范围。

[0106] 如图所示,处理器102-1处理单音频通道108-1以生成用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第二滤波过程1320以通过向音频通道108-1应用第三高架滤波器1530来以等于第一临界频率Fc1的所选择截止频率和所选择增益(诸如+3dB)生成第二驱动器信号110-2。然后以等于第二临界频率Fc2的所选择截止频率和所选择增益(诸如-3dB)向第三高架滤波器1530的输出应用第四高架滤波器1540。第四高架滤波器1540的输出包括第二驱动器信号110-2。这样,第三高架滤波器1530和第四高架滤波器1540结合操作以使低于第一临界频率Fc1的第一频率范围通过,增加高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2的第二频率范围的功率输出(诸如增加+3dB),并且减少高于第二临界频率Fc2的第三频率范围的功率输出(诸如减少-3dB)。所得的第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载第一频率范围,在更高的第三功率输出(诸如增加+3dB)下携载第二频率范围,并且在等同于第一功率输出的第四功率输出下携载第三频率范围。以此方式,第二驱动器104-2以第一功率输出输出第一频率范围,以第三功率输出输出第二频率范围,并且以第四/第一功率输出输出第三频率范围。在各种实施方案中,两个驱动器之间的功率输出差跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如,8dB),由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著增加或减少。

[0107] 图16示出根据各种实施方案的图13的第三处理技术1300的第二实现方式1600的概念图。第二实现方式1600可例如由图1的处理器102实现,所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2和/或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。第二实现方式1600包括第一低通滤波器1610、第一增益部件1615、第一求和部件1620、第二低通滤波器1630、第二增益部件1635、第二求和部件1640、第一高通滤波器1650、第三增益部件1655、第三求和部件1660、第二高通滤波器1670、第四增益部件1675和第四求和部件1680。

[0108] 如图所示,处理器102-1处理单音频通道108-1以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1。处理器102-1执行第一滤波过程1310以通过向音频通道108-1应用第

一低通滤波器1610来以等于第一临界频率Fc1的所选择截止频率生成第一驱动器信号110-1。以所选择增益向第一低通滤波器1610的输出应用第一增益部件1615。第一求和部件1620然后接收第一增益部件1615的输出和第三增益部件1655的输出并将其求和。然后以等于第二临界频率Fc2的所选择截止频率向第一求和部件1620的输出应用第二低通滤波器1630。以所选择增益向第二低通滤波器1630的输出应用第二增益部件1635。第二求和部件1640然后接收第二增益部件1635的输出和第四增益部件1675的输出并将其求和。第二求和部件1640的输出包括第一驱动器信号110-1。

[0109] 如图所示，处理器102-1还处理单音频通道108-1以生成用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2。处理器102-1执行第二滤波过程1320以通过向音频通道108-1应用第一高通滤波器1650来以等于第一临界频率Fc1的所选择截止频率生成第二驱动器信号110-2。以所选择增益向第一高通滤波器1650的输出应用第三增益部件1655。第三求和部件1660然后接收第一增益部件1615的输出和第三增益部件1655的输出并将其求和。然后以等于第二临界频率Fc2的所选择截止频率向第三求和部件1660的输出应用第二高通滤波器1670。以所选择增益向第二高通滤波器1670的输出应用第四增益部件1675。第四求和部件1680然后接收第二增益部件1635的输出和第四增益部件1675的输出并将其求和。第四求和部件1680的输出包括第二驱动器信号110-2。

[0110] 图17是根据各种实施方案的图13的第三处理技术1300的方法步骤的流程图。尽管结合图1至图6、图8至图11和图13至图16的系统描述了方法步骤，但本领域技术人员将理解，被配置为按任何次序执行方法步骤的任何系统都落入各种实施方案的范围内。第三处理技术的方法1700可例如由图1的处理器102实现，所述处理器诸如第一音频输出装置100-1的第一处理器102-1、第二音频输出装置100-2的第二处理器102-2或(传统音频输出装置的)音频源114的处理器。在一些实施方案中，第三处理技术1300的方法1700由处理器102实现以生成用于第一驱动器104-1的第一驱动器信号110-1和用于第二驱动器104-2的第二驱动器信号110-2，其中第一驱动器104-1和第二驱动器104-2物理上驻留在同一音频输出装置100-1的外壳内。

[0111] 如图所示，方法1700开始于步骤1710处，在所述步骤中，处理器102从音频源114接收音频信号106，音频信号106包括单音频通道(诸如第一音频通道108-1)。处理器102然后(在步骤1720处)处理单音频通道108-1以生成第一驱动器信号110-1，所述第一驱动器信号在第一功率输出下携载低于第一临界频率Fc1的第一频率范围(例如，低频率范围)，在第二功率输出下携载高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2的第二频率范围，并且在与第一功率输出相同或相似的第四功率输出下携载高于第二临界频率Fc2的第三频率范围。第二功率输出显著低于第一/第四功率输出并且跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0112] 处理器102然后(在步骤1730处)处理单音频通道108-1以生成第二驱动器信号110-2，使得第二驱动器信号110-2在第一功率输出下携载第一频率范围，在第三功率输出下携载第二频率范围，并且在与第一功率输出相同或相似的第四功率输出下携载第三频率范围。第三功率输出显著大于第二功率输出(诸如+8dB或更多)。所得的第一驱动器信号110-1和第二驱动器信号110-2以两个驱动器信号之间的跨第二频率范围的至少一部分超过预定功率差阈值(例如，8dB或更多)的功率输出差携载第二频率范围，其中功率输出差跨

第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0113] 处理器102(在步骤1740处)致使第一驱动器104-1基于第一驱动器信号110-1来输出音频声音,由此第一驱动器104-1在第一功率输出下输出第一频率范围,在第二功率输出下输出第二频率范围,并且在第一/第四功率输出下输出第三频率范围。处理器102还(在步骤1750处)致使第二驱动器104-2基于第二驱动器信号110-2来输出音频声音,由此第二驱动器104-2在第一功率输出下输出第一频率范围,在第三功率输出下输出第二频率范围,并且在第一/第四功率输出下输出第三频率范围。第一驱动器104-1和第二驱动器104-2以两个驱动器信号之间的跨第二频率范围的至少一部分超过功率差阈值(例如,8dB或更多)的功率输出差输出第二频率范围,由此功率输出差跨第二频率范围的至少所述部分未显著改变。

[0114] 通过实现第三处理技术的方法1700,处理器102致使同一音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以相同或相似第一功率输出输出单音频通道的第一频率范围(例如,低于第一临界频率Fc1),以不同功率输出输出单音频通道的第二频率范围(例如,高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2),并且以相同或相似第一/第四功率输出输出单音频通道的第三频率范围(例如,高于第二临界频率Fc2)。在这些实施方案中,处理器致使第一驱动器以第二功率输出输出第二频率范围并且致使第二驱动器以显著大于第二功率输出的第三功率输出输出第二频率范围。有利地,通过致使同一音频输出装置的多个驱动器中的一个驱动器以显著功率输出输出第二频率范围,同时致使另一个驱动器以显著更低的功率输出输出高频率范围,这减小尤其是第二频率范围内的空间干涉,第三处理技术减小由常规信号处理技术引起的空间干涉。此外,第二驱动器的第二频率范围的功率输出也可显著增加,以补偿第二驱动器的第二频率范围的功率输出的不足并且增加两个驱动器的总功率输出。

[0115] 总而言之,用于在包括音频源和至少一个音频输出装置的单声道配置系统中输出音频声音的技术。音频源被配置为生成多个音频通道并将其传输到多个音频输出装置。每个音频输出装置包括多个驱动器(包括第一驱动器和第二驱动器)和用于执行包括第一处理技术、第二处理技术和第三处理技术的单声道信号处理技术的处理器。单声道信号处理技术中的每一种都减小通常在同一音频输出装置的多个驱动器输出相同音频通道时由常规信号处理技术引起的空间干涉。在操作中,音频源将单音频通道传输到音频输出装置,所述音频输出装置处理单音频通道以生成用于第一驱动器的第一驱动器信号和用于第二驱动器的第二驱动器信号。

[0116] 在第一处理技术中,第一驱动器信号致使第一驱动器在第一功率输出下输出低于第一临界频率Fc1的第一频率范围,并且在等于无功率输出或最小/标称功率输出水平的第二功率输出下输出高于第一临界频率Fc1的第二频率范围。在第一处理技术中,第二驱动器信号致使第二驱动器在第一功率输出下输出第一频率范围,并且在显著大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出下输出第二频率范围。

[0117] 在第二处理技术中,第一驱动器信号致使第一驱动器在第一功率输出下输出低于第一临界频率Fc1的第一频率范围,并且在显著低于第一功率输出但大于最小/标称功率输出水平的第二功率输出下输出高于第一临界频率Fc1的第二频率范围。在第二处理技术中,第二驱动器信号致使第二驱动器在第一功率输出下输出第一频率范围,并且在显著大于第

一功率输出和第二功率输出的第三功率输出下输出第二频率范围。

[0118] 在第三处理技术中，第一驱动器信号致使第一驱动器在第一功率输出下输出低于第一临界频率Fc1的第一频率范围，在显著低于第一功率输出但不等于无功率输出的第二功率输出下输出高于第一临界频率Fc1且低于第二临界频率Fc2的第二频率范围，并且在等于第一功率输出的第四功率输出下输出高于第二临界频率Fc2的第三频率范围。在第三处理技术中，第二驱动器信号致使第二驱动器在第一功率输出下输出第一频率范围，在显著大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出下输出第二频率范围，并且在等于第一功率输出的第四功率输出下输出第三频率范围。

[0119] 所公开的技术相对于现有技术的至少一个技术优点在于，通过所公开的技术，显著减小由同一音频输出装置的多个驱动器输出相同音频通道的组合音频声音输出引起的干涉。结果，当使用同一音频输出装置的多个驱动器输出单音频通道的音频信号时，音频声音输出的质量得到改进。减少单音频通道的第二频率范围(例如，高频率范围)的音频声音输出可减少收听者左耳或右耳之间的感知到的音量和/或气压的差异和/或在收听者使他的或她的头移动时的感知到的音量的变化。这另外产生跨频谱和跨空间场更加一致并且与源音频通道信号更加一致的频率响应。此外，如与针对单音频通道的全频率范围完全禁用一个或多个驱动器相比，通过多个驱动器中的每一个输出单音频通道的第一频率范围(例如，低频率范围)可提高音频声音输出的功率效率。这些技术优点提供了优于现有技术方法的一个或多个技术改进。

[0120] 本文所述主题的各方面在以下编号的条款中加以阐述。

[0121] 1.在一些实施方案中，一种方法包括：接收第一音频通道信号；致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出输出所述第一音频通道信号的第一频率范围；致使所述第一驱动器以第二功率输出输出所述第一音频通道信号的第二频率范围；以及致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围，其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

[0122] 2.如条款1所述的方法，其中所述第一音频通道信号包括由耦接到所述音频输出装置的音频源装置生成的多通道信号的一个通道。

[0123] 3.如条款1-2中任一项所述的方法，其中所述第一驱动器和所述第二驱动器驻留在所述音频输出装置的外壳内。

[0124] 4.如条款1-3中任一项所述的方法，其还包括：通过处理器生成用于所述第一驱动器的第一驱动器信号；以及通过所述处理器生成用于所述第二驱动器的第二驱动器信号，其中所述处理器驻留在所述音频输出装置中。

[0125] 5.如条款1-4中任一项所述的方法，其还包括：通过处理器生成用于所述第一驱动器的第一驱动器信号；以及通过所述处理器生成用于所述第二驱动器的第二驱动器信号，其中所述处理器驻留在耦接到所述音频输出装置的音频源装置中。

[0126] 6.如条款1-5中任一项所述的方法，其中：所述第一频率范围低于第一临界频率Fc1；所述第二频率范围高于所述第一临界频率Fc1；并且所述第一临界频率Fc1基于所述第一驱动器与所述第二驱动器之间的距离来确定。

[0127] 7.如条款1-6中任一项所述的方法，其中：所述第二功率输出基本上等于无功率输出，并且所述第一驱动器不输出所述第二频率范围；并且所述第三功率输出高于所述第一

功率输出。

[0128] 8.如条款1-7中任一项所述的方法,其中:所述第二功率输出低于所述第一功率输出;并且所述第三功率输出高于所述第一功率输出。

[0129] 9.如条款1-8中任一项所述的方法,其中所述第二功率输出与所述第三功率输出之间的功率差大于功率差阈值。

[0130] 10.如条款1-9中任一项所述的方法,其中所述第二功率输出与所述第三功率输出之间的所述功率差跨所述第二频率范围的至少一部分保持一致。

[0131] 11.如条款1-10中任一项所述的方法,其还包括:致使所述第一驱动器和所述第二驱动器以第四功率输出输出所述第一音频通道信号的第三频率范围,其中所述第三频率范围高于所述第二频率范围。

[0132] 12.如条款1-11中任一项所述的方法,其中所述第四功率输出等于所述第一功率输出。

[0133] 13.在一些实施方案中,一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储指令,所述指令在由一个或多个处理器执行时致使所述一个或多个处理器执行以下步骤:接收第一音频通道信号;致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出输出所述第一音频通道信号的第一频率范围;致使所述第一驱动器以第二功率输出输出所述第一音频通道信号的第二频率范围;以及致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三功率输出输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围,其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

[0134] 14.如条款13所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中所述第一音频通道信号包括由耦接到所述音频输出装置的音频源装置生成的多通道信号的一个通道。

[0135] 15.如条款13-14中任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:所述第一频率范围低于第一临界频率Fc1;所述第二频率范围高于所述第一临界频率Fc1;并且所述第一临界频率Fc1基于所述第一驱动器与所述第二驱动器之间的距离来确定。

[0136] 16.如条款13-15中任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:所述第二功率输出基本上等于无功率输出,并且所述第一驱动器不输出所述第二频率范围;并且第三功率输出高于所述第一功率输出。

[0137] 17.如条款13-16中任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:所述第二功率输出低于所述第一功率输出;并且第三功率输出高于所述第一功率输出。

[0138] 18.如条款13-17中任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其还包括:致使所述第一驱动器和所述第二驱动器以第四功率输出输出所述第一音频通道信号的第三频率范围,其中所述第三频率范围高于所述第二频率范围。

[0139] 19.如条款13-18中任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中所述第四功率输出等于所述第一功率输出。

[0140] 20.在一些实施方案中,一种音频装置,其包括:存储器,所述存储器存储指令;以及处理器,所述处理器耦接到所述存储器,所述处理器执行所述指令以执行以下步骤:接收第一音频通道信号;致使音频输出装置的第一驱动器和第二驱动器以第一功率输出输出所述第一音频通道信号的第一频率范围;致使所述第一驱动器以第二功率输出输出所述第一音频通道信号的第二频率范围;以及致使所述第二驱动器以高于所述第二功率输出的第三

功率输出输出所述第一音频通道信号的所述第二频率范围，其中所述第二频率范围高于所述第一频率范围。

[0141] 权利要求中任一项所述的权利要求要素中的任一个和/或本申请中描述的任何要素的呈任何方式的任何和所有组合都落入本实施方案和保护的设想范围内。

[0142] 对各种实施方案的描述已出于说明目的而呈现，而非意图是详尽的或限于所公开的实施方案。在不背离所描述实施方案的范围和精神的情况下，许多修改和变型对于本领域普通技术人员来说将显而易见。

[0143] 本实施方案的各方面可体现为系统、方法或计算机程序产品。因此，本公开的各方面可采用完全硬件实施方案、完全软件实施方案(包括固件、驻留软件、微代码等)或组合软件和硬件方面的实施方案的形式，所述实施方案在本文中可全部概括地称为“模块”、“系统”或“计算机”。此外，本公开中描述的任何硬件和/或软件技术、过程、功能、部件、引擎、模块或系统可实现为电路或一组电路。此外，本公开的各方面可采用计算机程序产品的形式，所述计算机程序产品体现在其上体现有计算机可读程序代码的一个或多个计算机可读介质中。

[0144] 可利用一个或多个计算机可读介质的任何组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可以是例如但不限于电子、磁、光、电磁、红外或半导体系统、设备或装置或前述项的任何合适组合。计算机可读存储介质的更具体示例(非详尽列表)将包括以下项：具有一根或多根线的电气连接、便携式计算机软盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或快闪存储器)、光纤、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、光存储装置、磁存储装置或前述项的任何合适组合。在本文档的上下文中，计算机可读存储介质可以是可含有或存储程序以供指令执行系统、设备或装置使用或与指令执行系统、设备或装置连接的任何有形介质。

[0145] 上文参考根据本公开的实施方案的方法、设备(系统)和计算机程序产品的流程图图解和/或框图来描述本公开的各方面。应理解，流程图图解和/或框图中的每个框以及流程图图解和/或框图中的框的组合可通过计算机程序指令来实现。这些计算机程序指令可提供给通用计算机、特殊用途计算机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生机器。所述指令在通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行时使得能够实现一个或多个流程图和/或框图框中所指定的功能/动作。此类处理器可以是但不限于通用处理器、特殊用途处理器、专用处理器或现场可编程门阵列。

[0146] 附图中的流程图和框图示出了根据本公开的各种实施方案的系统、方法和计算机程序产品的可能实现方式的架构、功能和操作。就这一点而言，流程图或框图中的每个框可表示代码的模块、片段或部分，所述代码包括用于实现一个或多个指定逻辑功能的一个或多个可执行指令。还应当注意，在一些替代实现方式中，框中所指出的功能可不按附图中指出的次序发生。例如，连续示出的两个框事实上可基本上同时执行，或所述框有时可按相反的次序执行，这取决于所涉及的功能。还应注意，框图和/或流程图图解中的每个框以及框图和/或流程图图解中的框的组合可由执行指定功能或动作的基于特殊用途硬件的系统、或者特殊用途硬件和计算机指令的组合来实现。

[0147] 虽然前述内容涉及本公开的实施方案，但在不背离本公开的基本范围的情况下可设计本公开的其他和另外的实施方案，并且本公开的范围由随附的权利要求确定。

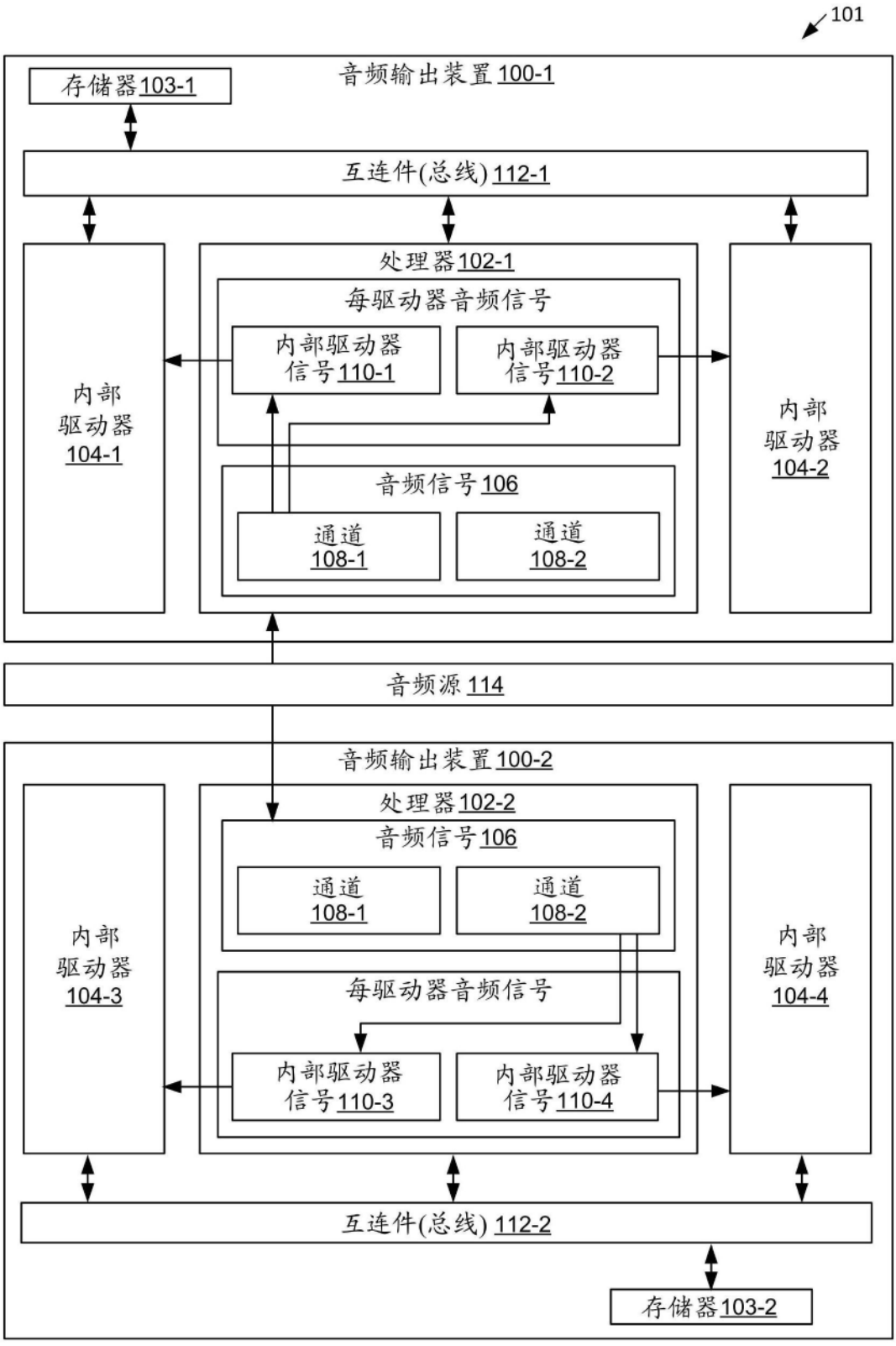

101
音频输出装置 100-1
存储器 103-1
互连件(总线) 112-1
处理器 102-1
每驱动器音频信号
内部驱动器信号 110-1
内部驱动器信号 110-2
音频信号 106
通道 108-1
通道 108-2
内部驱动器 104-1
内部驱动器 104-2
音频源 114
音频输出装置 100-2
处理器 102-2
音频信号 106
通道 108-1
通道 108-2
每驱动器音频信号
内部驱动器信号 110-3
内部驱动器信号 110-4
内部驱动器 104-3
内部驱动器 104-4
互连件(总线) 112-2
存储器 103-2

图1

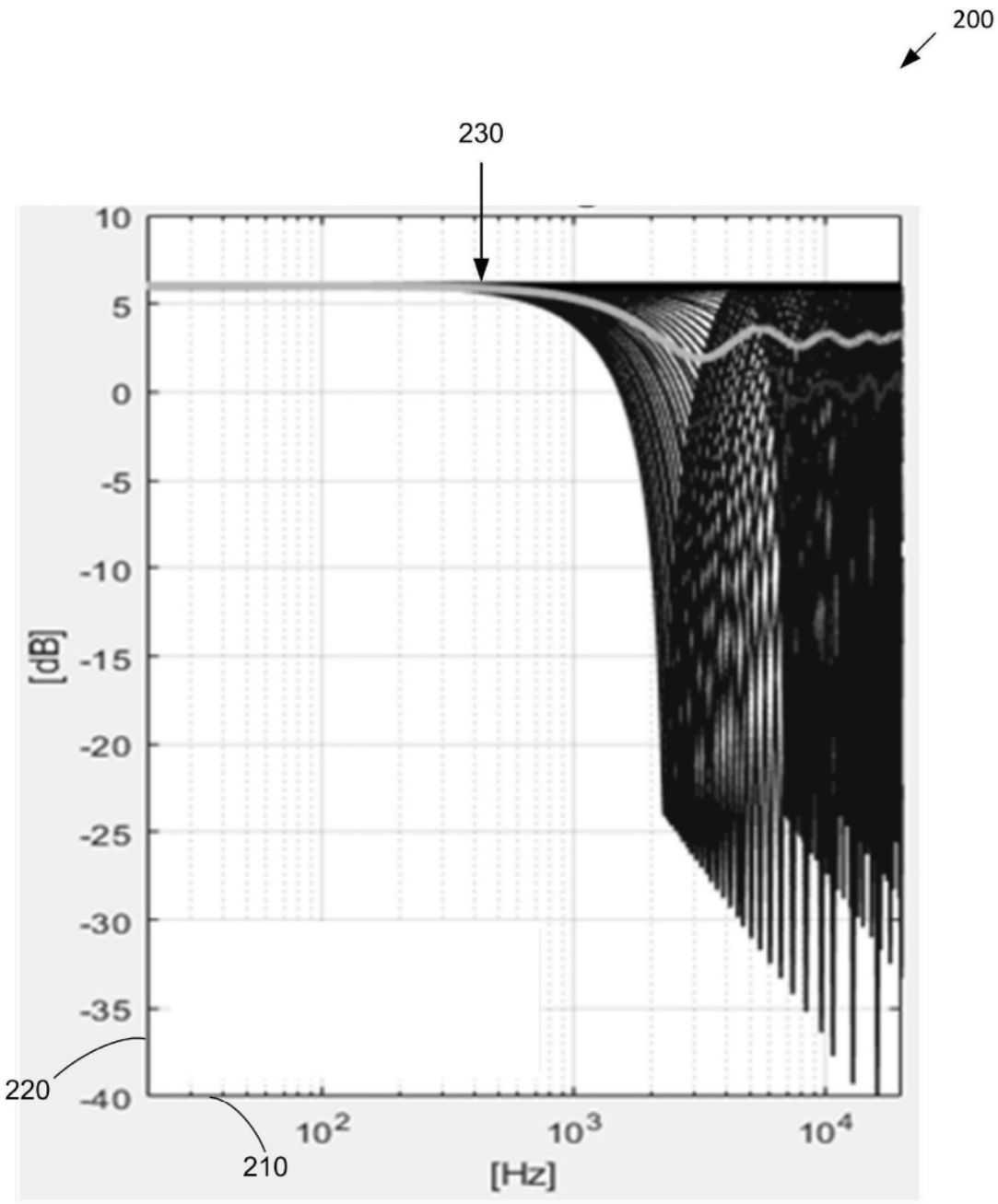


图2

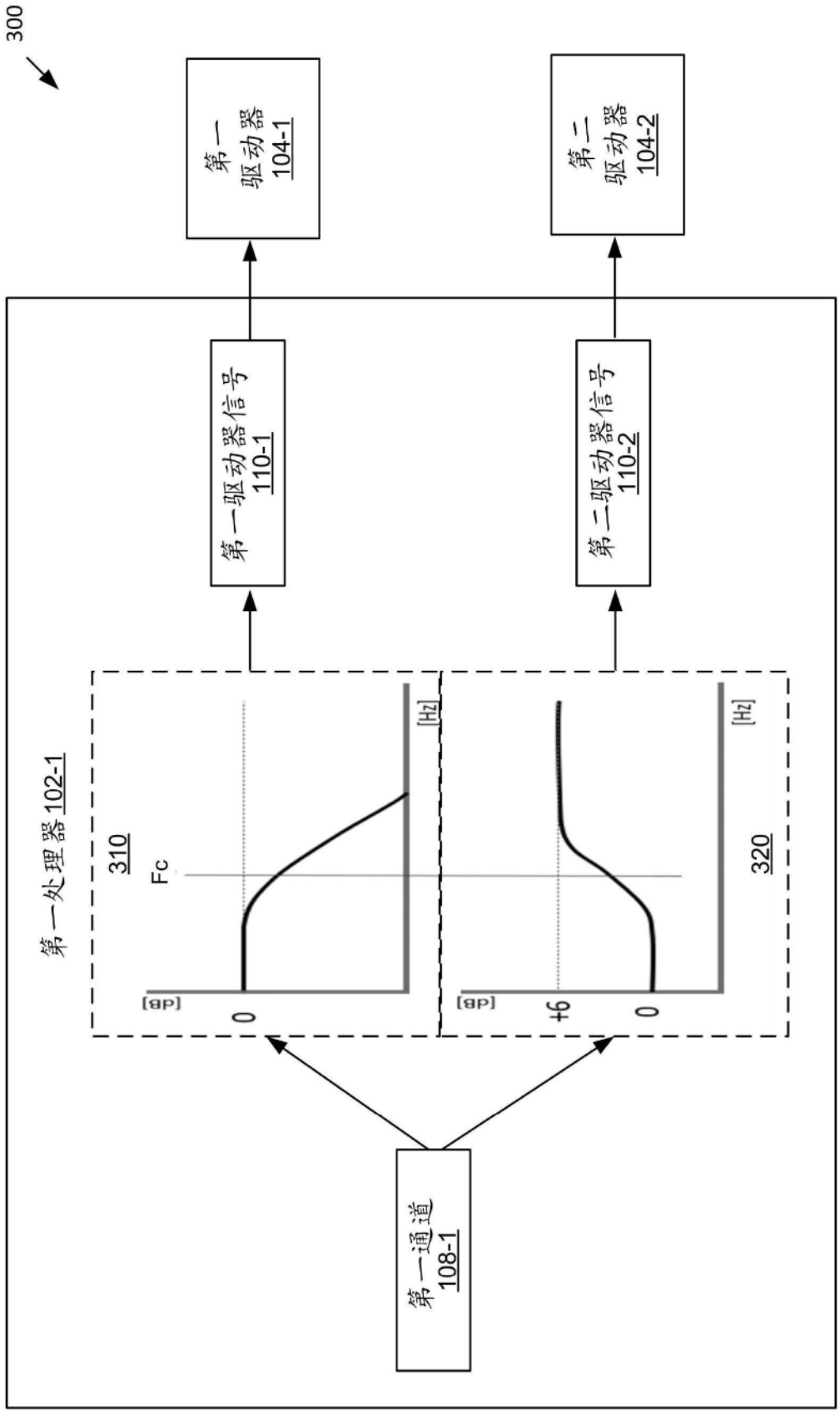

300
第一驱动器104-1
第二驱动器104-2
第一驱动器信号110-1
第二驱动器信号110-2
第一处理器102-1
310
Fc
[Hz]
[dB]
0
320
[Hz]
[dB]
+6
0
第一通道108-1

图3

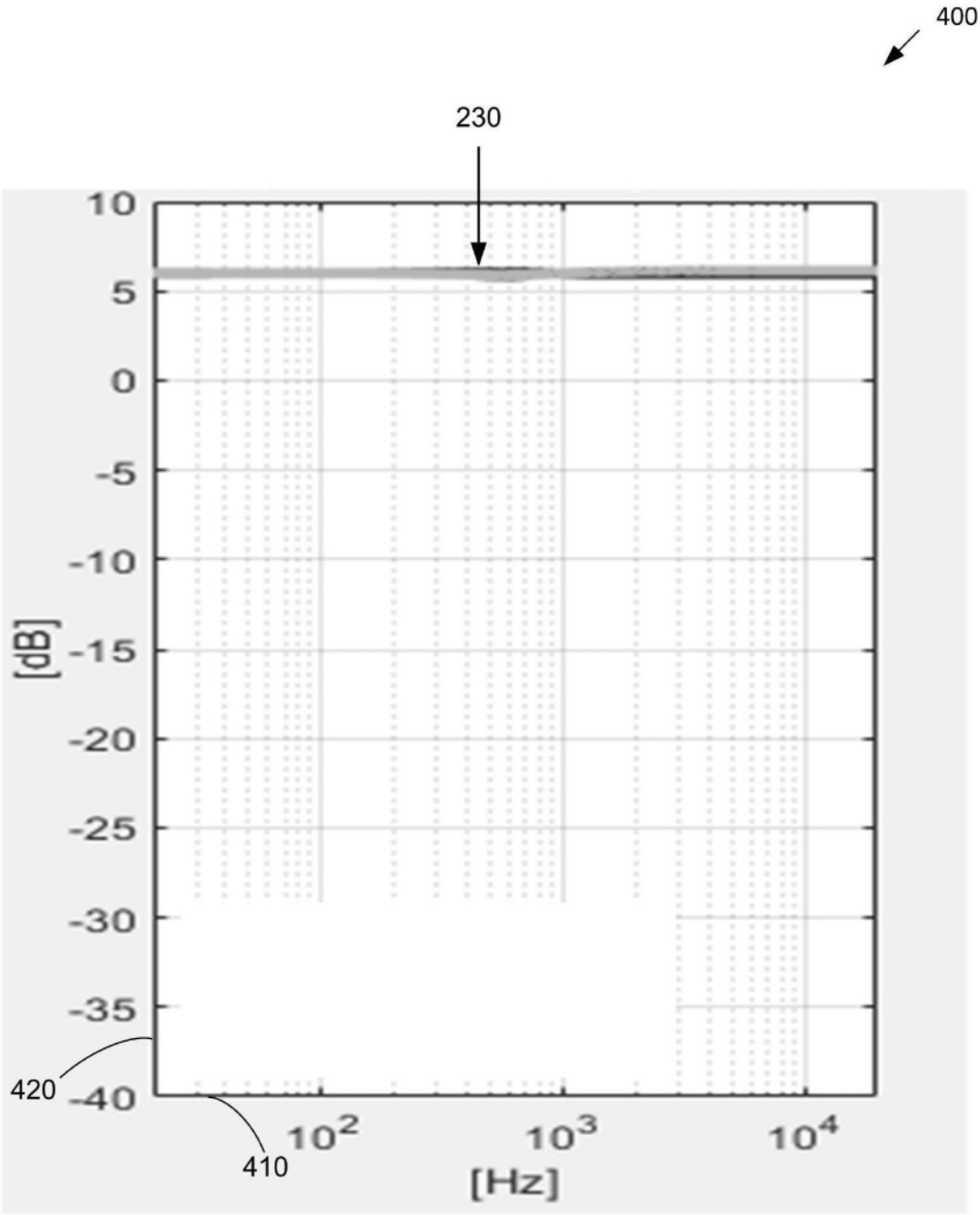


图4

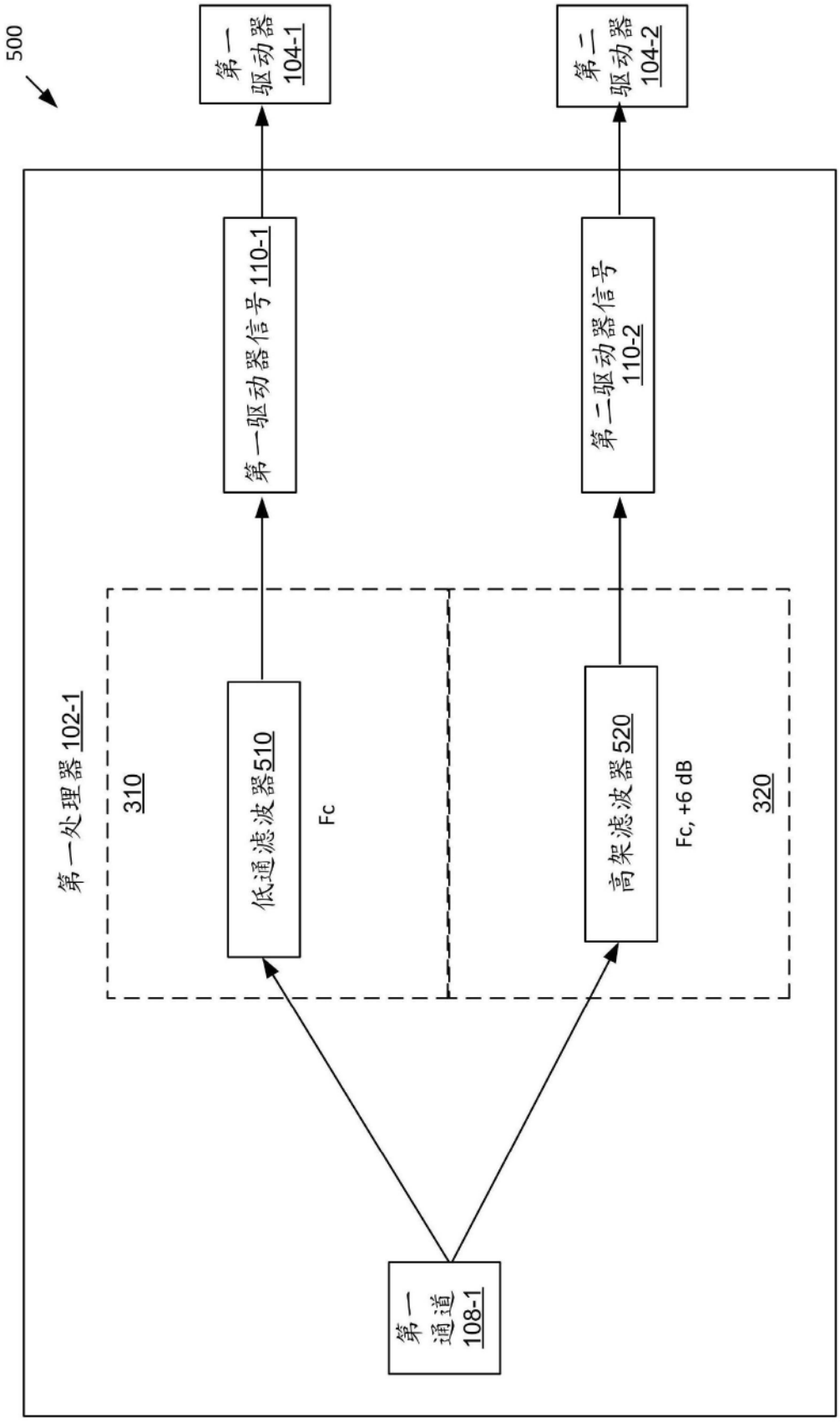

500
第一驱动器104-1
第二驱动器104-2
第一驱动器信号110-1
第二驱动器信号110-2
第一处理器102-1
310
低通滤波器510
Fc
高架滤波器520
Fc, +6 dB
320
第一通道108-1

图5

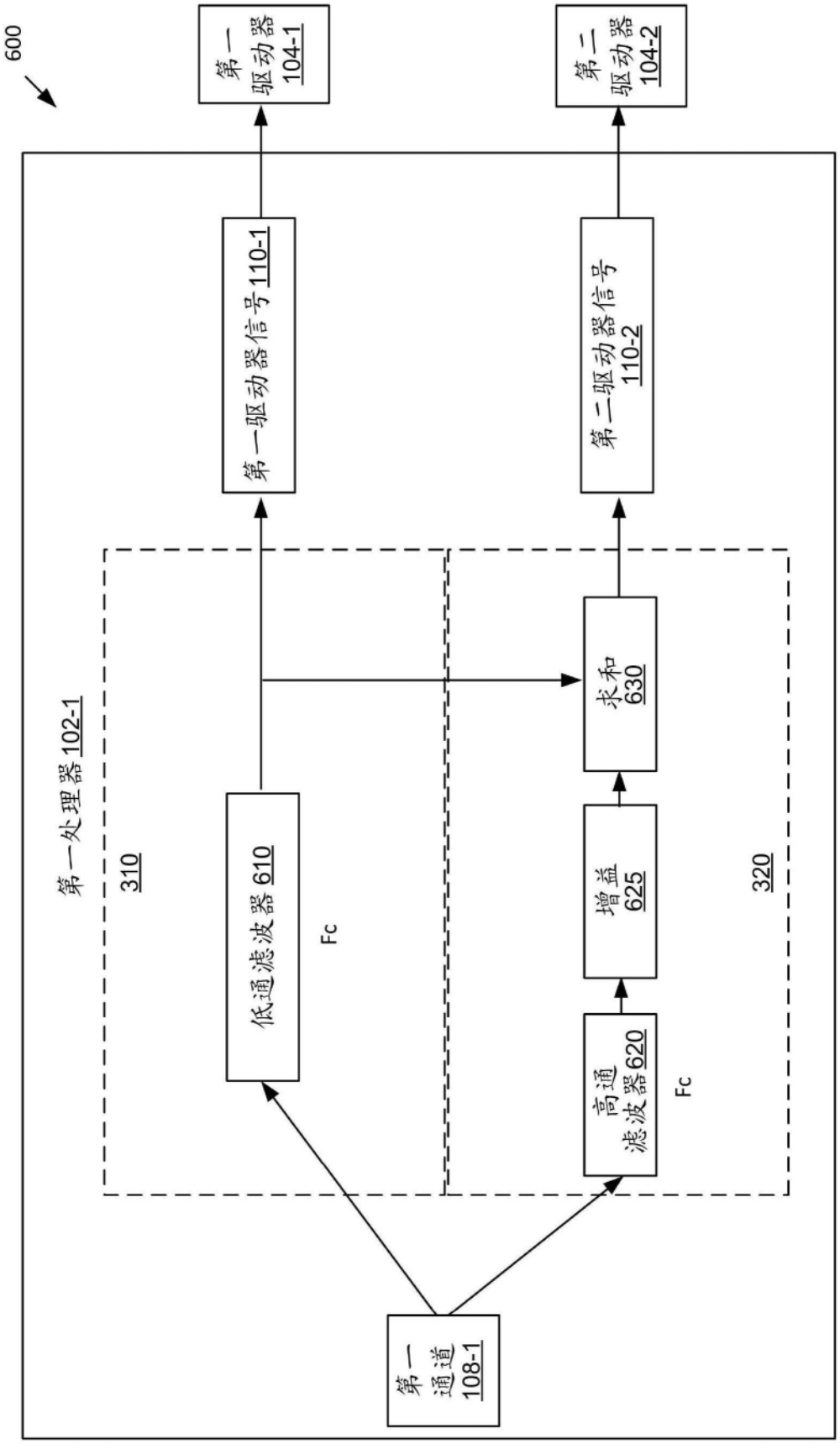

600
第一驱动器104-1
第二驱动器104-2
第一驱动器信号110-1
第二驱动器信号110-2
第一处理器102-1
310
320
低通滤波器610
Fc
求和630
增益625
高通滤波器620
Fc
第一通道108-1

图6

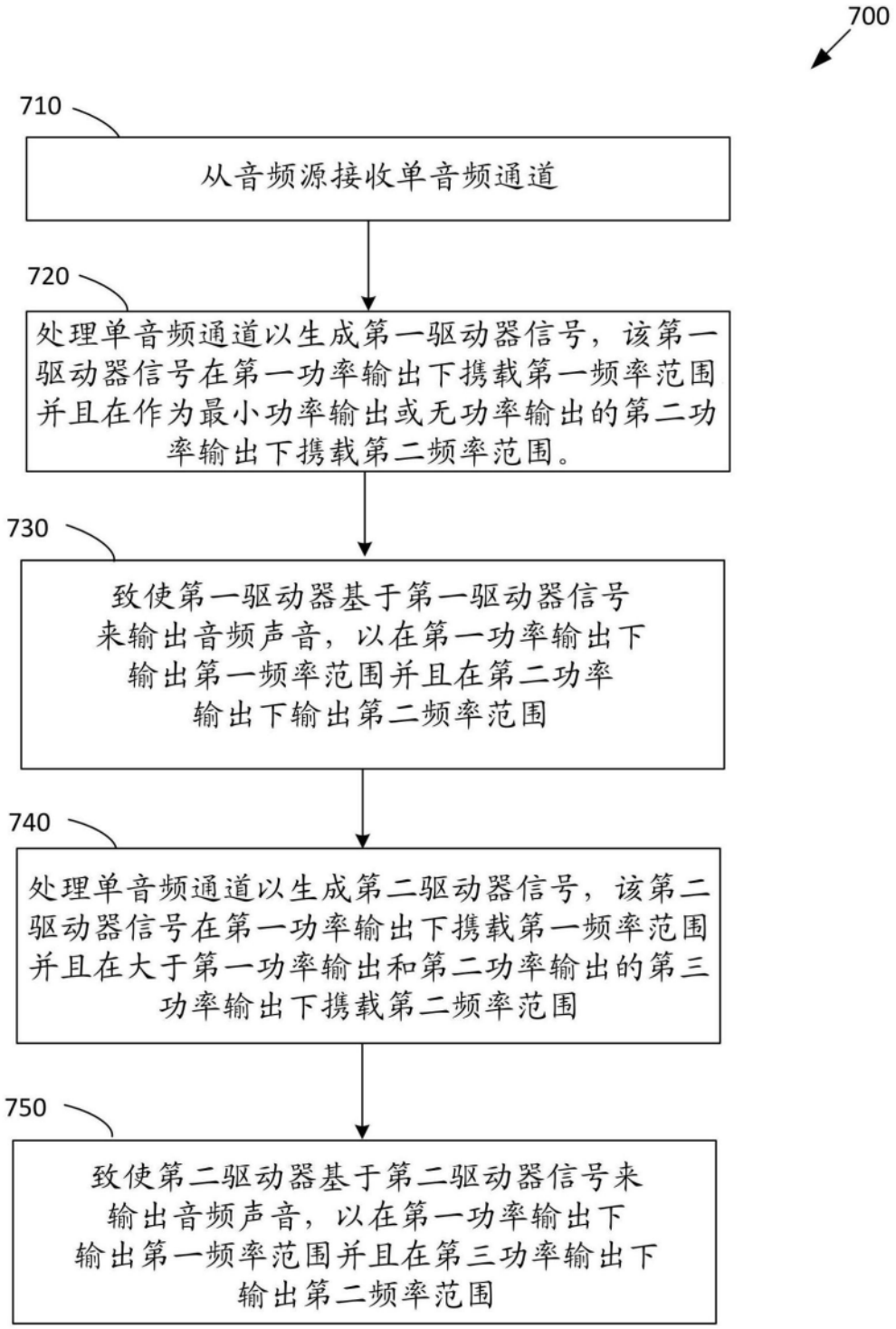

700
710
从音频源接收单音频通道
720
处理单音频通道以生成第一驱动器信号，该第一驱动器信号在第一功率输出下携载第一频率范围并且在作为最小功率输出或无功率输出的第二功率输出下携载第二频率范围。
730
致使第一驱动器基于第一驱动器信号来输出音频声音，以在第一功率输出下输出第一频率范围并且在第二功率输出下输出第二频率范围
740
处理单音频通道以生成第二驱动器信号，该第二驱动器信号在第一功率输出下携载第一频率范围并且在大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出下携载第二频率范围
750
致使第二驱动器基于第二驱动器信号来输出音频声音，以在第一功率输出下输出第一频率范围并且在第三功率输出下输出第二频率范围

图7

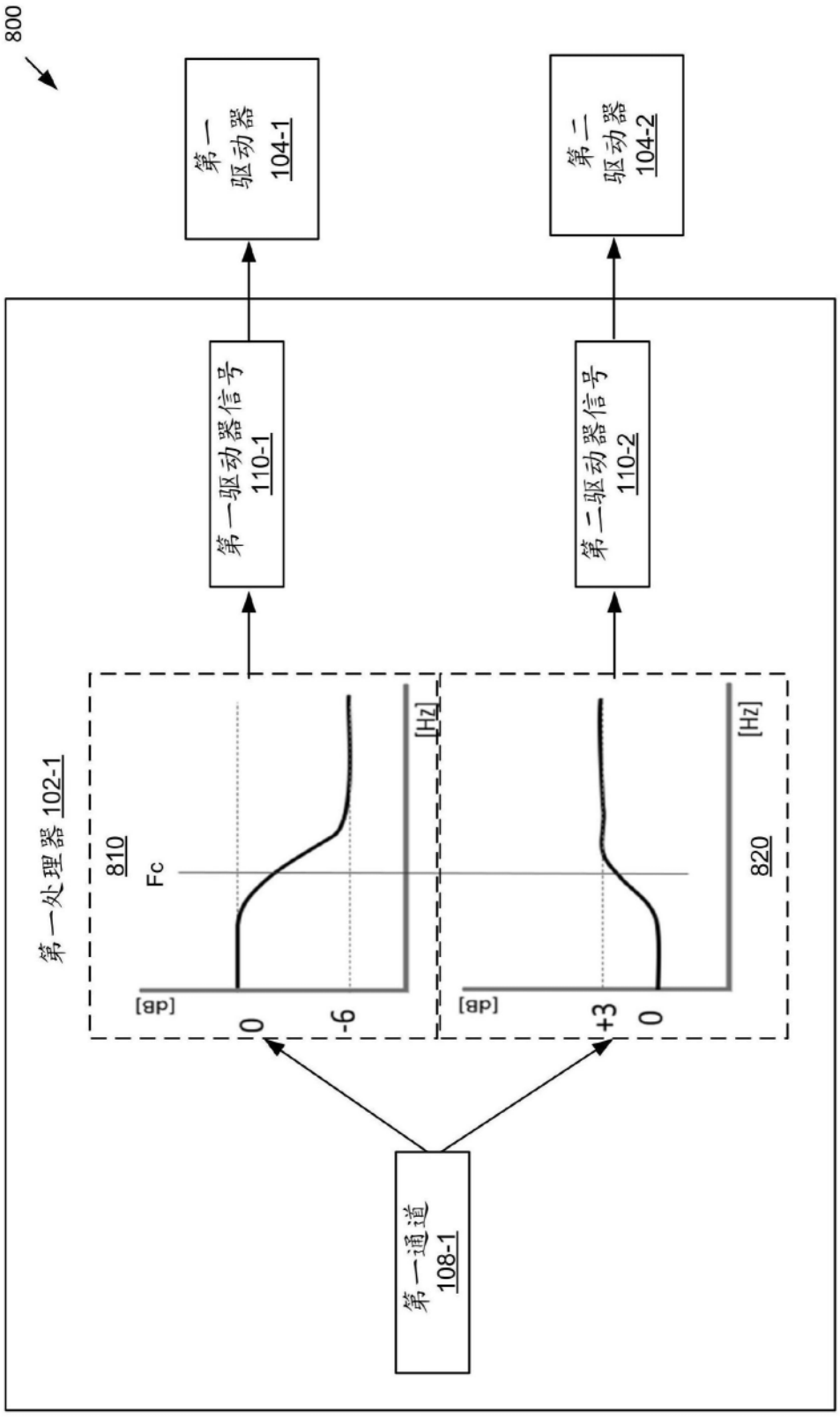

800
第一驱动器 104-1
第二驱动器 104-2
第一驱动器信号 110-1
第二驱动器信号 110-2
第一处理器 102-1
810
Fc
[dB]
[Hz]
0
-6
820
[dB]
[Hz]
+3
0
第一通道 108-1

图8

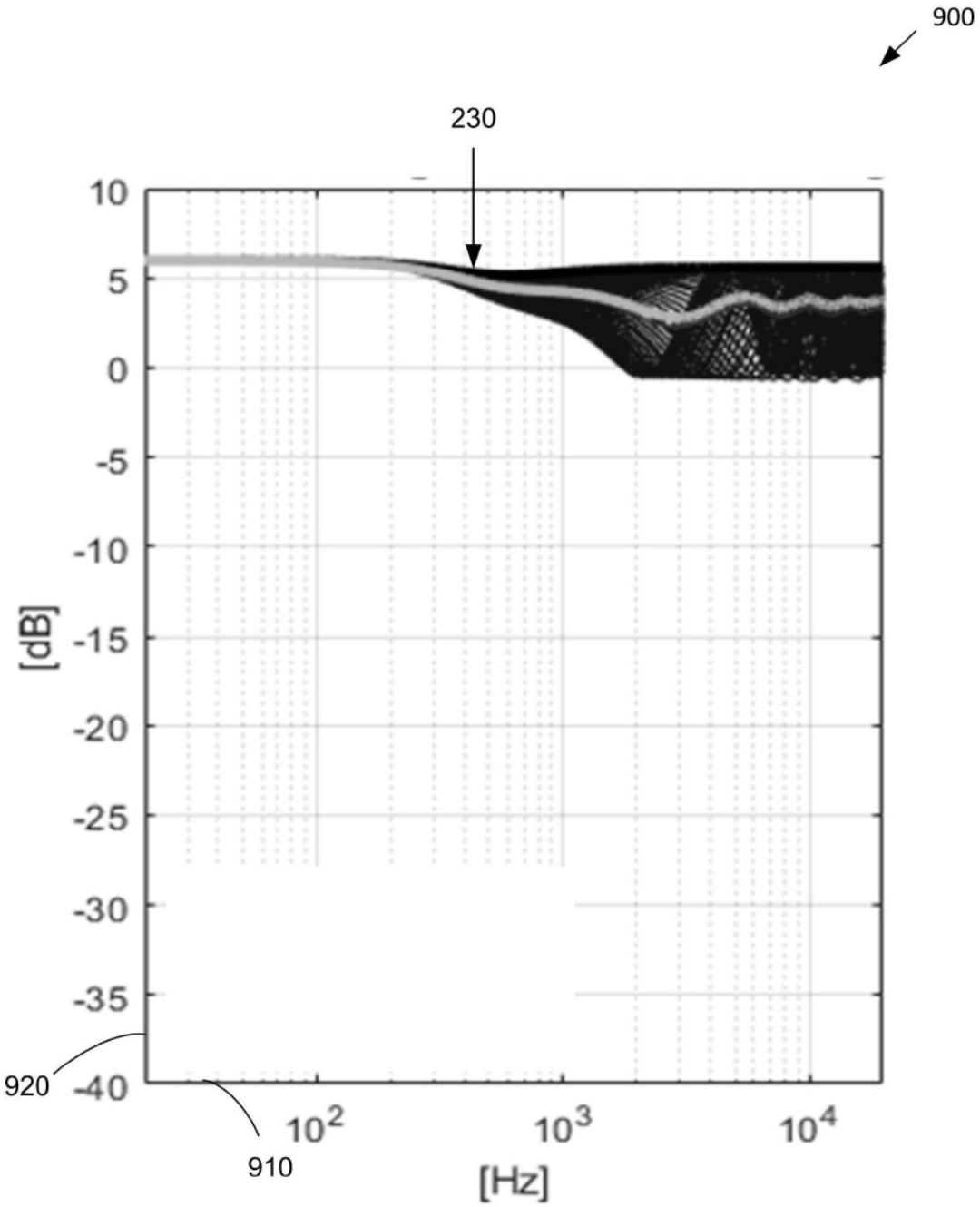


图9

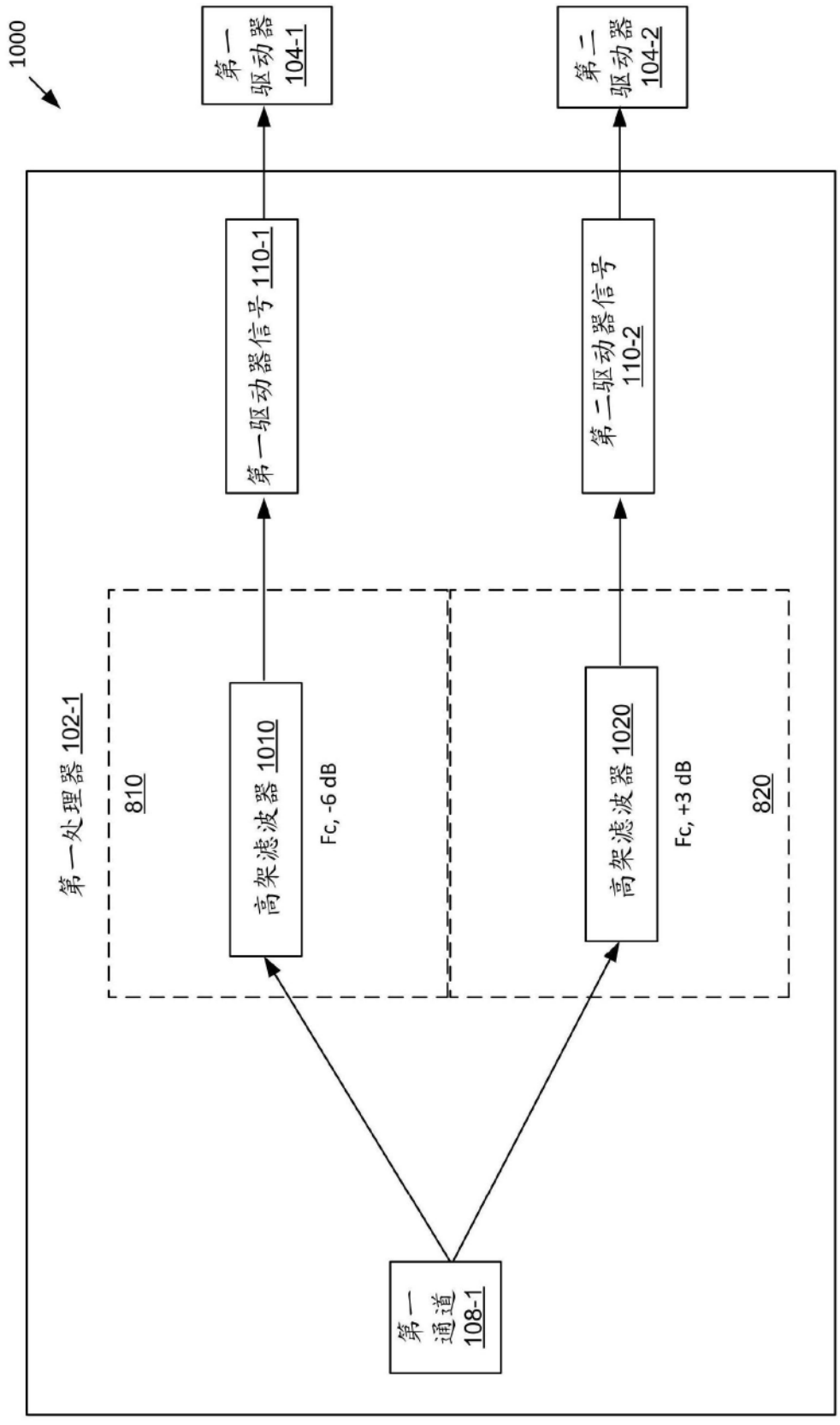

1000
第一驱动器 104-1
第二驱动器 104-2
第一驱动器信号 110-1
第二驱动器信号 110-2
第一处理器 102-1
810
高架滤波器 1010
Fc, -6 dB
高架滤波器 1020
Fc, +3 dB
820
第一通道 108-1

图10

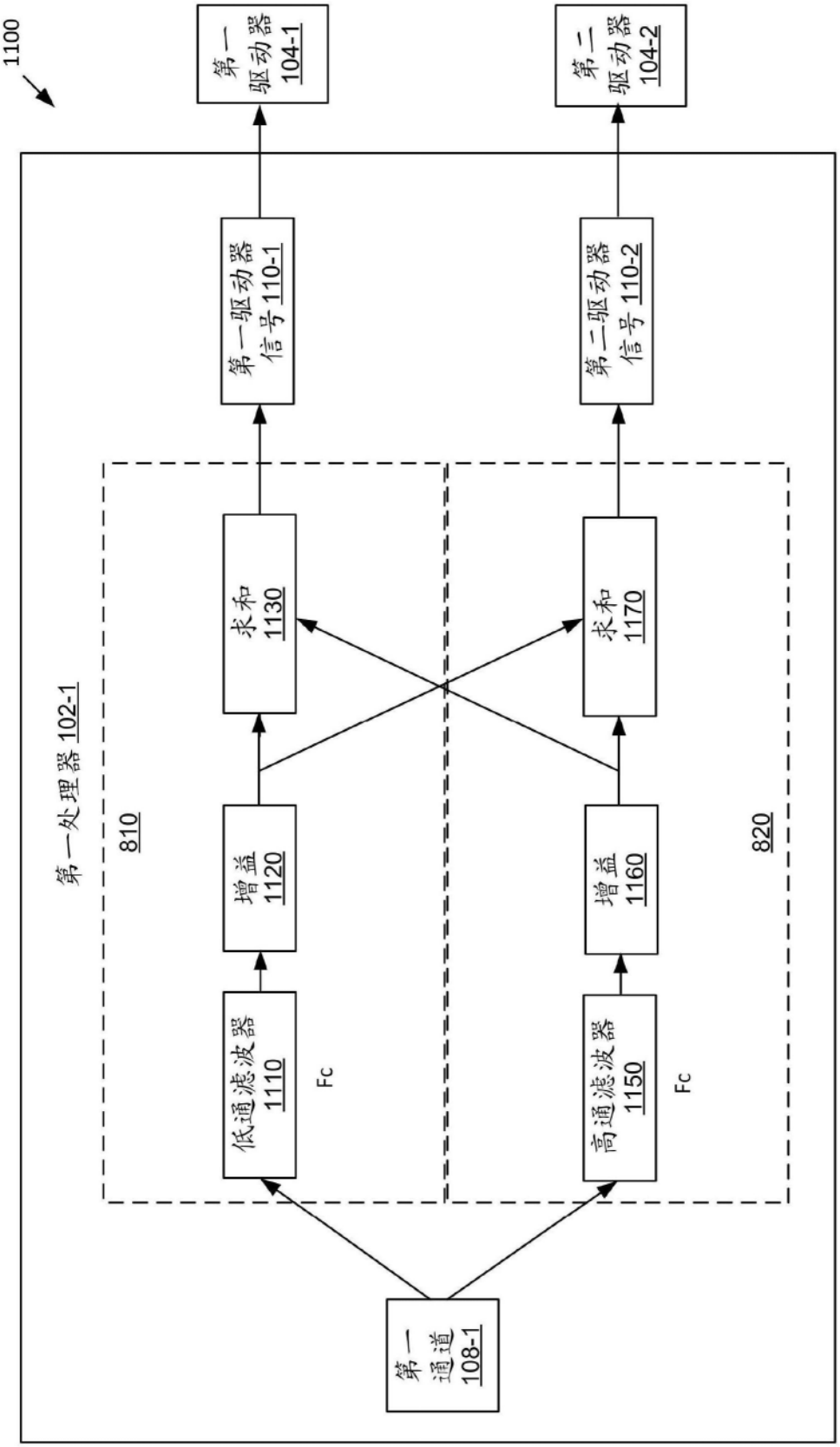

1100
第一驱动器 104-1
第二驱动器 104-2
第一驱动器信号 110-1
第二驱动器信号 110-2
第一处理器 102-1
810
820
求和 1130
求和 1170
增益 1120
增益 1160
低通滤波器 1110
高通滤波器 1150
Fc
Fc
第一通道 108-1

图11

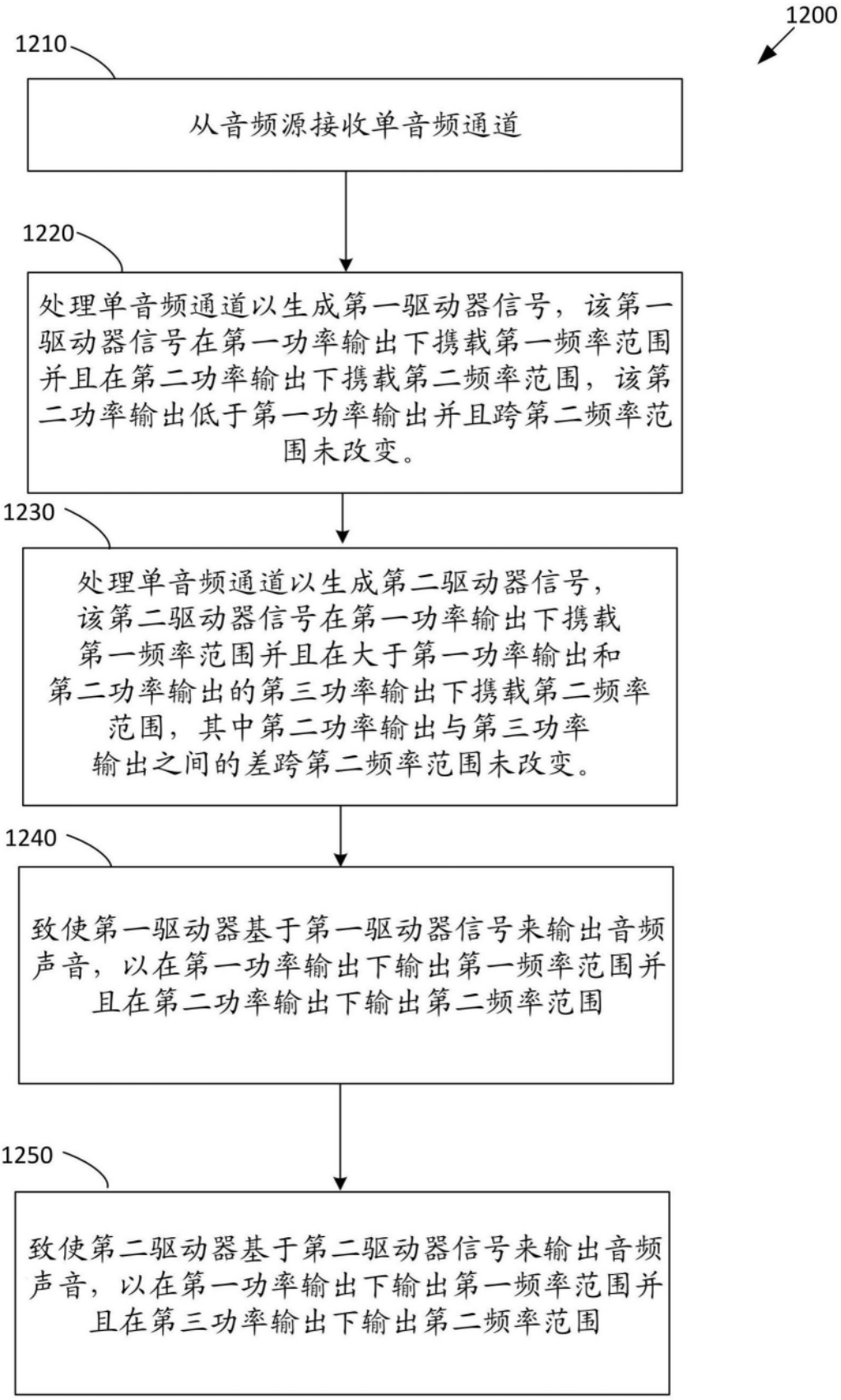

1200
1210
从音频源接收单音频通道
1220
处理单音频通道以生成第一驱动器信号，该第一驱动器信号在第一功率输出下携载第一频率范围并且在第二功率输出下携载第二频率范围，该第二功率输出低于第一功率输出并且跨第二频率范围未改变。
1230
处理单音频通道以生成第二驱动器信号，该第二驱动器信号在第一功率输出下携载第一频率范围并且在大于第一功率输出和第二功率输出的第三功率输出下携载第二频率范围，其中第二功率输出与第三功率输出之间的差跨第二频率范围未改变。
1240
致使第一驱动器基于第一驱动器信号来输出音频声音，以在第一功率输出下输出第一频率范围并且在第二功率输出下输出第二频率范围
1250
致使第二驱动器基于第二驱动器信号来输出音频声音，以在第一功率输出下输出第一频率范围并且在第三功率输出下输出第二频率范围

图12

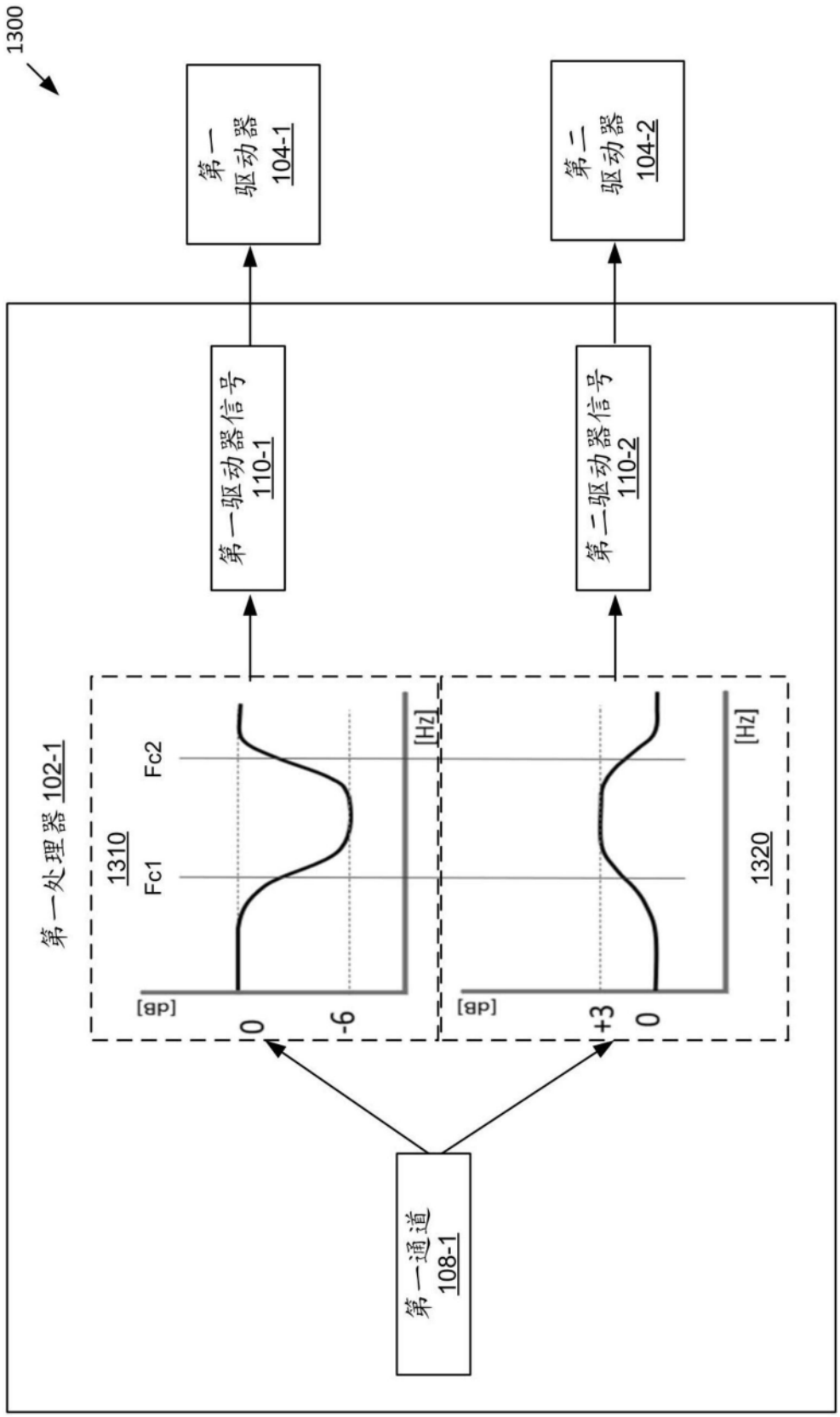

1300
第一驱动器 104-1
第二驱动器 104-2
第一驱动器信号 110-1
第二驱动器信号 110-2
第一处理器 102-1
1310
Fc1
Fc2
[Hz]
[dB]
0
-6
1320
[Hz]
[dB]
+3
0
第一通道 108-1

图13

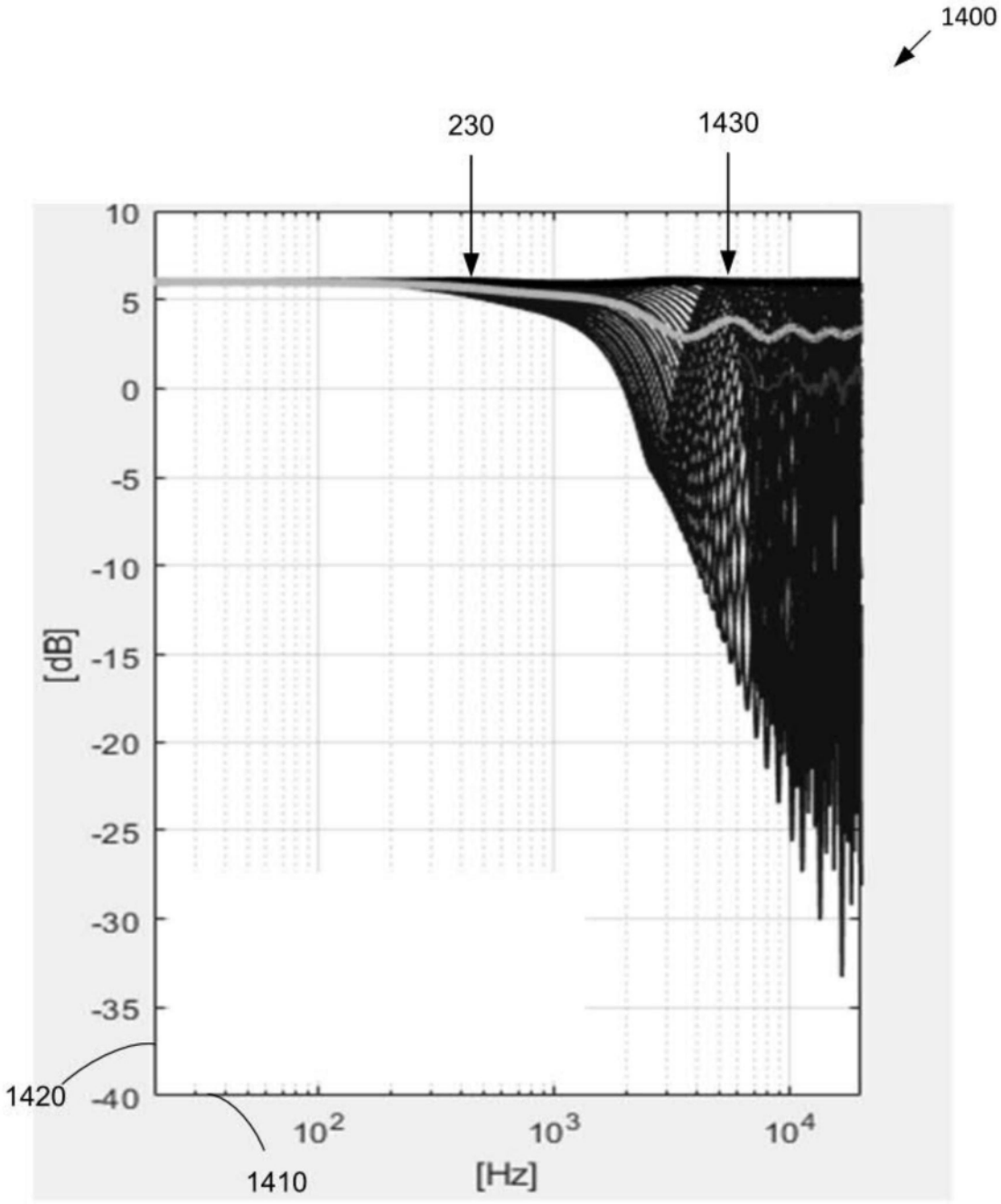

1400
230
1430
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
[dB]
1420
1410
10^2
10^3
10^4
[Hz]

图14

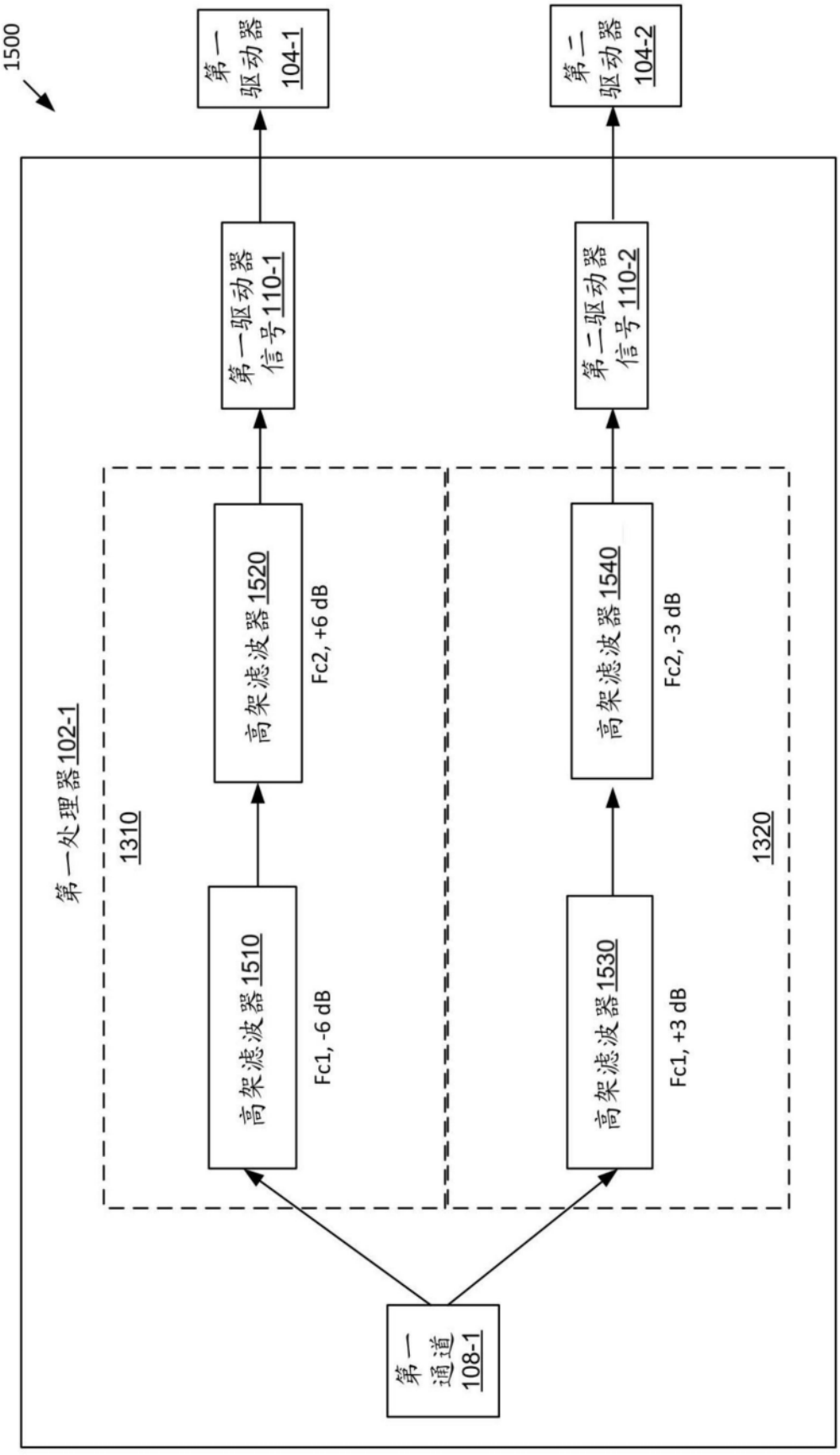

1500
第一驱动器104-1
第二驱动器104-2
第一驱动器信号110-1
第二驱动器信号110-2
第一处理器102-1
1310
1320
高架滤波器1520
Fc2, +6 dB
高架滤波器1540
Fc2, -3 dB
高架滤波器1510
Fc1, -6 dB
高架滤波器1530
Fc1, +3 dB
第一通道108-1

图15

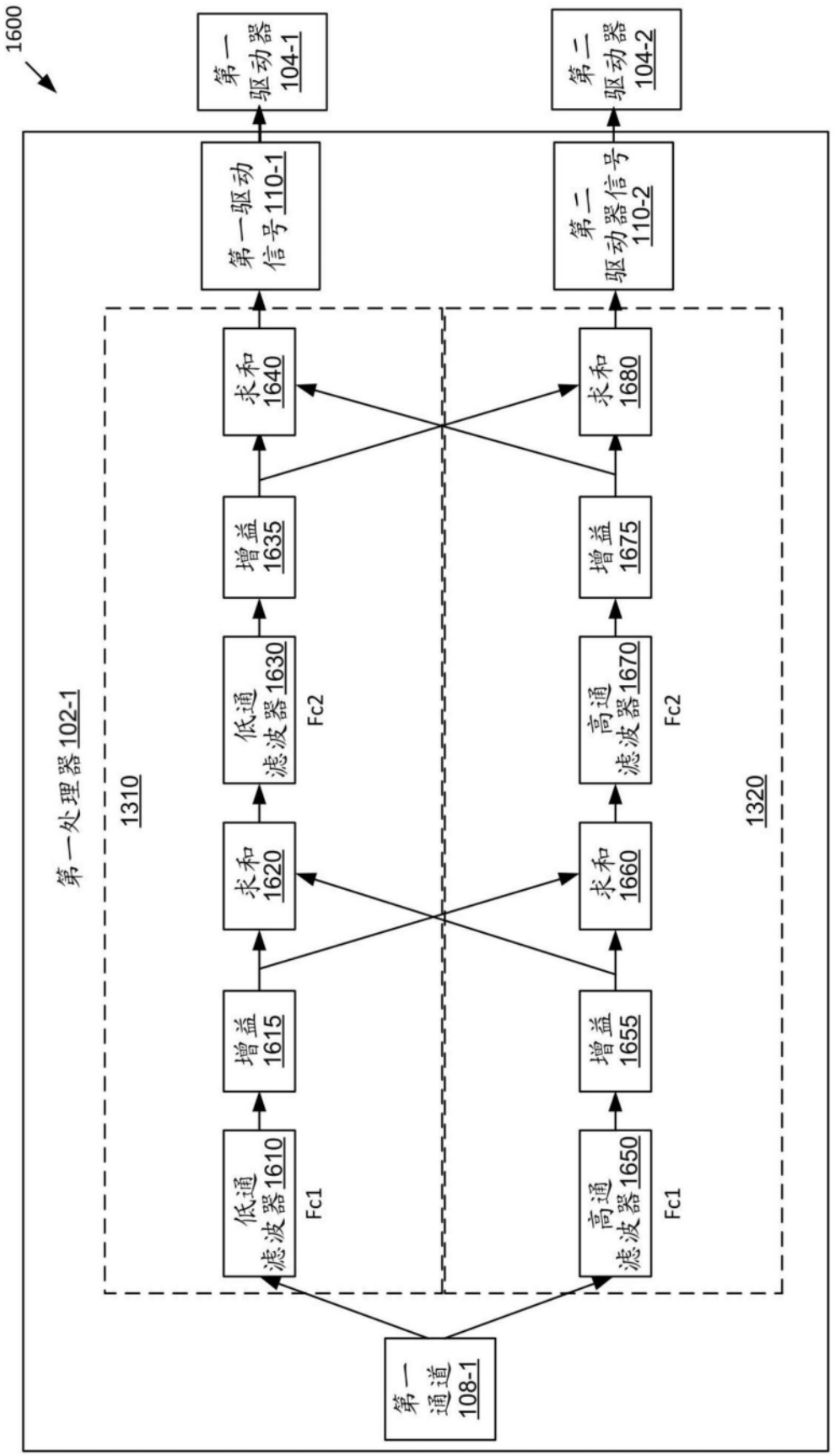

1600
第一处理器102-1
第一通道108-1
1310
1320
低通滤波器1610
Fc1
增益1615
求和1620
低通滤波器1630
Fc2
增益1635
求和1640
第一驱动信号110-1
第一驱动器104-1
高通滤波器1650
Fc1
增益1655
求和1660
高通滤波器1670
Fc2
增益1675
求和1680
第二驱动器信号110-2
第二驱动器104-2

图16

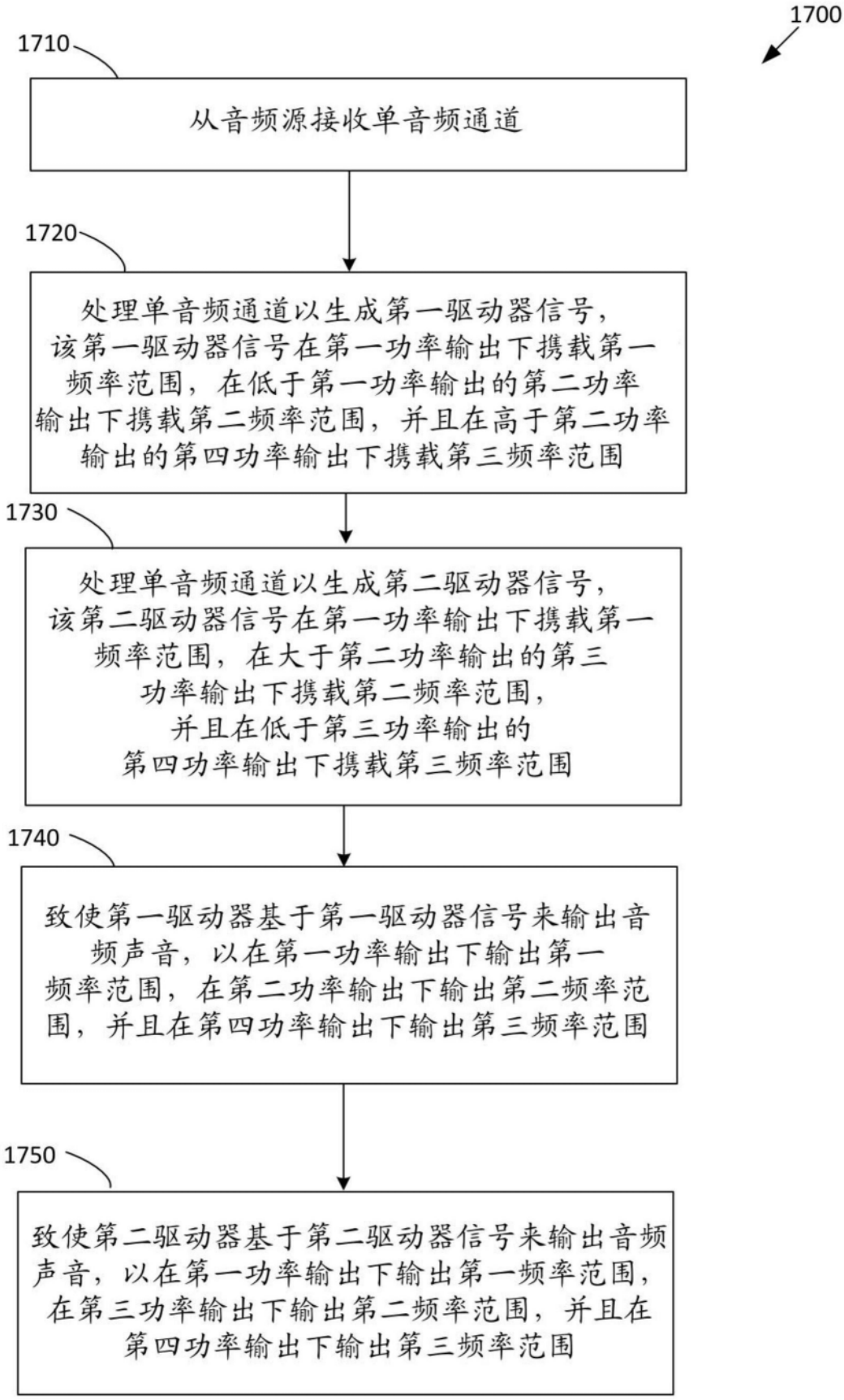

1700
1710
从音频源接收单音频通道
1720
处理单音频通道以生成第一驱动器信号，该第一驱动器信号在第一功率输出下携载第一频率范围，在低于第一功率输出的第二功率输出下携载第二频率范围，并且在高于第二功率输出的第四功率输出下携载第三频率范围
1730
处理单音频通道以生成第二驱动器信号，该第二驱动器信号在第一功率输出下携载第一频率范围，在大于第二功率输出的第三功率输出下携载第二频率范围，并且在低于第三功率输出的第四功率输出下携载第三频率范围
1740
致使第一驱动器基于第一驱动器信号来输出音频声音，以在第一功率输出下输出第一频率范围，在第二功率输出下输出第二频率范围，并且在第四功率输出下输出第三频率范围
1750
致使第二驱动器基于第二驱动器信号来输出音频声音，以在第一功率输出下输出第一频率范围，在第三功率输出下输出第二频率范围，并且在第四功率输出下输出第三频率范围

图17