



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118369938 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 19

(21) 申请号 202280081098.0

(22) 申请日 2022.10.12

(30) 优先权数据

63/254,938 2021.10.12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/046398 2022.10.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/064352 EN 2023.04.20

(71) 申请人 法斯埃托股份有限公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 C·克里斯马斯 A·圣地亚哥

K·威尔森 E·W·琼斯

M·门德尔松 E·柏林

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公  
司 31100

专利代理师 陈颖 黄嵩泉

(51) Int.Cl.

H04S 1/00 (2006.01)

H04R 5/02 (2006.01)

权利要求书4页 说明书10页 附图5页

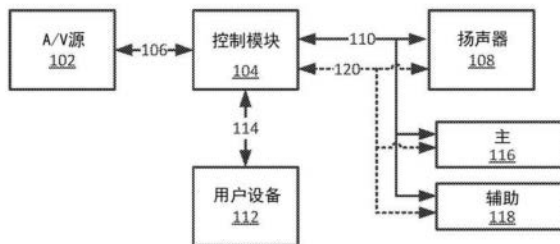
## (54) 发明名称

用于无线环绕声的系统和方法

## (57) 摘要

系统和方法,包括一个或多个处理器和一个或多个非瞬态存储设备,一个或多个非瞬态存储设备存储被配置成用于在一个或多个处理器上运行并在扬声器处执行接收音频源数据的计算指令;在扬声器上对音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据;在扬声器上对经过后处理的音频数据进行编码;以及经由扬声器输出经编码的经过后处理的音频数据。本文公开了其他实施例。

100



1. 一种系统,包括:  
一个或多个处理器;以及  
一个或多个非瞬态计算机可读存储设备,所述一个或多个非瞬态计算机可读存储设备存储被配置为在所述一个或多个处理器上运行并使所述一个或多个处理器执行以下操作:  
在扬声器处接收音频源数据;  
在所述扬声器上对所述音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据;  
在所述扬声器上对所述经过后处理的音频数据进行编码;以及  
经由所述扬声器输出经编码的所述经过后处理的音频数据。
2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述音频源数据包括分组,所述分组包括:  
(1) 物理层通信协议部分,后接 (2) 标准化通信协议头部部分,后接 (3) 传输层协议部分;以及 (4) 标准化通信协议消息部分。
3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,对所述经过后处理的音频数据进行编码包括:  
将所述经过后处理的音频数据分割成至少两个不同的音频数据通道;以及  
调节所述至少两个不同的音频数据通道的频率分量之间的平衡。
4. 如权利要求3所述的系统,其特征在于,调节所述平衡包括:  
应用均衡效果和滤波元件中的一者或多者。
5. 如权利要求3所述的系统,其特征在于:  
所述扬声器包括多个扬声器;以及  
发送经编码的所述经过后处理的音频数据包括:  
将所述至少两个不同的音频数据通道中的第一音频数据通道发送到所述多个扬声器中的第一扬声器;以及  
将所述至少两个不同的音频数据通道中的第二音频数据通道发送到所述多个扬声器中不同于所述多个扬声器中的所述第一扬声器的第二扬声器。
6. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:  
所述计算指令进一步被配置成用于在所述一个或多个处理器上运行,并使所述处理器执行以下操作:  
从电力电缆接收交流信号;  
使用所述交流信号生成时基信号;以及  
应用所述数字信号处理算法包括:  
将所述数字信号处理算法应用于所述音频源数据和所述时基信号,以创建所述经过后处理的音频数据。
7. 如权利要求6所述的系统,其特征在于,生成所述时基信号包括:  
使用所述交流信号和锁相环电路生成所述时基信号。
8. 如权利要求6所述的系统,其特征在于,所述时基信号包括预定采样速率下的无抖动参考频率。
9. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述计算指令进一步被配置成用于在所述一个或多个处理器上运行,并使所述处理器执行以下操作:

在所述扬声器处接收所述音频源数据之后,对所述音频源数据应用丢失缓解方法。

10.如权利要求9所述的系统,其特征在于,所述丢失缓解方法包括(1)分组内插方法,(2)频谱分析方法,(3)使用音量数据的分组替换方法,以及(4)使用有损压缩分组的分组替换方法中的一者或多者。

11.一种经由计算指令的执行来实现的方法,所述计算指令被配置成用于在一个或多个处理器上运行并被配置成用于存储在非瞬态计算机可读介质上,所述方法包括:

在扬声器处接收音频源数据;

在所述扬声器上对所述音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据;

在所述扬声器上对所述经过后处理的音频数据进行编码;以及

经由所述扬声器输出经编码的所述经过后处理的音频数据。

12.如权利要求11所述的方法,其特征在于,所述音频源数据包括分组,所述分组包括:

(1)物理层通信协议部分,后接(2)标准化通信协议头部部分,后接(3)传输层协议部分;以及(4)标准化通信协议消息部分。

13.如权利要求11所述的方法,其特征在于,对所述经过后处理的音频数据进行编码包括:

将所述经过后处理的音频数据分割成至少两个不同的音频数据通道;以及

调节所述至少两个不同的音频数据通道的频率分量之间的平衡。

14.如权利要求13所述的方法,其特征在于,调节所述平衡包括:

应用均衡效果和滤波元件中的一者或多者。

15.如权利要求13所述的方法,其特征在于:

所述扬声器包括多个扬声器;以及

发送经编码的所述经过后处理的音频数据包括:

将所述至少两个不同的音频数据通道中的第一音频数据通道发送到所述多个扬声器中的第一扬声器;以及

将所述至少两个不同的音频数据通道中的第二音频数据通道发送到所述多个扬声器中不同于所述多个扬声器中的所述第一扬声器的第二扬声器。

16.如权利要求11所述的方法,其特征在于:

所述方法进一步包括:

从电力电缆接收交流信号;

使用所述交流信号生成时基信号;以及

应用所述数字信号处理算法包括:

将所述数字信号处理算法应用于所述音频源数据和所述时基信号,以创建所述经过后处理的音频数据。

17.如权利要求16所述的方法,其特征在于,生成所述时基信号包括:

使用所述交流信号和锁相环电路生成所述时基信号。

18.如权利要求16所述的方法,其特征在于,所述时基信号包括预定采样速率下的无抖动参考频率。

19.如权利要求11所述的方法,进一步包括:

在所述扬声器处接收所述音频源数据之后,对所述音频源数据应用丢失缓解方法。

20. 如权利要求19所述的方法,其特征在于,所述丢失缓解方法包括(1)分组内插方法,(2)频谱分析方法,(3)使用音量数据的分组替换方法,和(4)使用有损压缩分组的分组替换方法中的一者或多者。

21. 一种制品,所述制品包括具有存储于其上的指令的非瞬态有形计算机可读存储介质,所述指令响应于由处理器执行而使所述处理器执行以下操作:

在扬声器处接收音频源数据;

在所述扬声器上对所述音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据;

在所述扬声器上对所述经过后处理的音频数据进行编码;以及

经由所述扬声器输出经编码的所述经过后处理的音频数据。

22. 如权利要求21所述的制品,其特征在于,所述音频源数据包括分组,所述分组包括:

(1)物理层通信协议部分,后接(2)标准化通信协议头部部分,后接(3)传输层协议部分;以及(4)标准化通信协议消息部分。

23. 如权利要求21所述的制品,其特征在于,对所述经过后处理的音频数据进行编码包括:

将所述经过后处理的音频数据分割成至少两个不同的音频数据通道;以及

调节所述至少两个不同的音频数据通道的频率分量之间的平衡。

24. 如权利要求23所述的制品,其特征在于,调节所述平衡包括:

应用均衡效果和滤波元件中的一者或多者。

25. 如权利要求23所述的制品,其特征在于:

所述扬声器包括多个扬声器;以及

发送经编码的所述经过后处理的音频数据包括:

将所述至少两个不同的音频数据通道中的第一音频数据通道发送到所述多个扬声器中的第一扬声器;以及

将所述至少两个不同的音频数据通道中的第二音频数据通道发送到所述多个扬声器中不同于所述多个扬声器中的所述第一扬声器的第二扬声器。

26. 如权利要求21所述的制品,其特征在于:

所述方法进一步包括:

从电力电缆接收交流信号;

使用所述交流信号生成时基信号;以及

应用所述数字信号处理算法包括:

将所述数字信号处理算法应用于所述音频源数据和所述时基信号,以创建所述经过后处理的音频数据。

27. 如权利要求26所述的制品,其特征在于,生成所述时基信号包括:

使用所述交流信号和锁相环电路生成所述时基信号。

28. 如权利要求26所述的制品,其特征在于,所述时基信号包括预定采样速率下的无抖动参考频率。

29. 如权利要求21所述的制品,其特征在于所述指令:

在所述扬声器处接收所述音频源数据之后,对所述音频源数据应用丢失缓解方法。

30. 如权利要求29所述的制品,其特征在于,所述丢失缓解方法包括(1)分组内插方法,(2)频谱分析方法,(3)使用音量数据的分组替换方法,以及(4)使用有损压缩分组的分组替换方法中的一者或多者。

## 用于无线环绕声的系统和方法

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2021年10月12日提交的美国临时申请第63/254,938号的权益,该临时申请通过引用以其整体并入本文。

### 技术领域

[0002] 本公开总体上涉及无线扬声器系统,并且更具体地,涉及无线环绕声扬声器系统。

### 背景技术

[0003] 传统的环绕声扬声器系统包括多个扬声器,这些扬声器可能难以在家庭影院环境中安装、均衡和操作。今天的高端家用多扬声器环绕声系统中的许多都需要繁琐的电线,这些电线需要遍布整个房间并且与笨重的接收器或前置放大器连接。消费者在需求简洁的装饰的同时对最佳质量音频的需求催生了条形音箱,但条形音箱系统无法递送足够的高质量音频。此外,此类系统不适于高端格式中发现的高级环绕声和效果。

### 发明内容

[0004] 在各个实施例中,本公开提供了用于实现环绕声的系统和方法。一种用于实现环绕声的系统可以包括一个或多个处理器和一个或多个非瞬态计算机可读存储设备,该一个或多个非瞬态计算机可读存储设备存储被配置成用于在一个或多个处理器上运行并使一个或多个处理器执行以下操作:在扬声器处接收音频源数据,在扬声器上对音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据,在扬声器上对经过后处理的音频数据进行编码,以及经由扬声器输出经编码的经过后处理的音频数据。

[0005] 在各个实施例中,音频源数据包括分组,该分组包括物理层通信协议部分,后接标准化通信协议头部部分,后接传输层协议部分和标准化通信协议消息部分。在各个实施例中,对经过后处理的音频数据进行编码包括将经过后处理的音频数据分成至少两个不同的音频数据通道,并调节至少两个不同的音频数据通道的频率分量之间的平衡。在各个实施例中,调节平衡包括应用均衡效果和滤波元件中的一者或多者。

[0006] 在各个实施例中,扬声器包括多个扬声器,并且发送经编码的经过后处理的音频数据包括将至少两个不同音频数据通道中的第一音频数据通道发送到多个扬声器中的第一扬声器,以及将至少两个不同音频数据通道中的第二音频数据通道发送到多个扬声器中的不同于多个扬声器中的第一扬声器的第二扬声器。在各个实施例中,计算指令进一步被配置成用于在一个或多个处理器上运行,并使处理器执行以下操作:从电力电缆接收交流信号,使用交流信号生成时基信号,并且应用数字信号处理算法包括将数字信号处理算法应用于音频源数据和时基信号,以创建经过后处理的音频数据。

[0007] 在各个实施例中,生成时基信号包括使用交流信号和锁相环电路生成时基信号。在各个实施例中,时基信号包括预定采样速率下的无抖动参考频率。在各个实施例中,计算指令进一步被配置成用于在一个或多个处理器上运行,并使处理器执行以下操作:在扬声

器处接收到音频源数据后,对音频源数据应用丢失缓解方法。在各个实施例中,丢失缓解方法包括(1)分组内插方法,(2)频谱分析方法,(3)使用音量数据的分组替换方法,以及(4)使用有损压缩分组的分组替换方法中的一者或多者。

[0008] 前述特征和元素可以以各种组合而不排他性地组合,除非本文中另外明确指示。根据以下描述和所附附图,这些特征和元素以及所公开的实施例的操作将变得更加显而易见。

## 附图说明

[0009] 在说明书的结论部分中特别指出并明确要求保护本公开的主题。然而,当结合附图考虑时,通过参考具体实施方式和权利要求书可以最好地获得对本公开的更完整的理解,其中相同的数字表示相同的元件。

[0010] 图1是根据各个实施例的图示出用于环绕声的系统的各个系统部件的框图;

[0011] 图2是根据各个实施例的用于环绕声的系统中的控制模块的框图;

[0012] 图3是根据各个实施例的用于环绕声的系统中的无线扬声器的框图;

[0013] 图4图示出根据各个实施例的用于环绕声的系统中的数据控制方案;

[0014] 图5是根据各个实施例的用于环绕声的系统中的无线扬声器的框图;

[0015] 图6图示出根据各个实施例的用于环绕声的系统中的处理流程。

## 具体实施方式

[0016] 许多实施例可以包括系统。系统可以包括一个或多个处理器和一个或多个存储计算指令的非瞬态计算机可读存储设备。计算指令可以被配置成用于在一个或多个处理器上运行,并使一个或多个处理器在扬声器处执行接收音频源数据;在扬声器上对音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据;

在扬声器上对经过后处理的音频数据进行编码;以及经由扬声器输出经编码的经过后处理的音频数据。

[0017] 各个实施例包括方法。方法可以经由计算指令的执行来实现,该计算指令被配置成用于在一个或多个处理器上运行并被配置成用于存储在非瞬态计算机可读介质上。方法可以包括在扬声器处接收音频源数据;在扬声器上对音频源数据应用数字信号处理算法以创建经过后处理的音频数据;在扬声器上对经过后处理的音频数据进行编码;以及经由扬声器输出经编码的经过后处理的音频数据。

[0018] 本文中的示例性实施例的具体实施方式参考了所附附图,所附附图以图示的方式示出了示例性实施例及其最佳模式。尽管足够详细地描述了这些示例性实施例以使本领域技术人员能够实践本公开,但是应当理解,其他实施例可被实现并且在不背离本公开的精神和范围的情况下,可以作出逻辑、化学和机械的改变。由此,本文中的具体实施方式仅出于说明而非限制的目的被呈现。例如,在方法或过程描述中的任何方法或过程描述中记载的步骤可以以任何顺序执行并且不一定限于所呈现的顺序。此外,对单数的任何引用包括多个实施例,并且对多于一个的部件或步骤的任何引用可包括单个实施例或步骤。另外,对附接的、固定的、连接的等任何引用可包括永久的、可移除的、临时的、部分的、完全的和/或任何其他可能的附接选项。附加地,对没有接触(或类似短语)的任何引用也可以包括减少

的接触或最小接触。

[0019] 诸如家庭影院系统的音频系统可以具有多个扬声器(例如,2、4、6、8、10、12、14、34个或用户可能期望的尽可能多的数量)。传统的基于中央放大器的系统倾向于需要许多对导线,最典型的是一对导线来驱动每个扬声器。就此而言,传统系统安装起来可能很麻烦且耗时。

[0020] 如本文所述,本系统倾向于通过为每个扬声器提供用于流式音频的独立电源、放大器和数据传输接口来减轻传统系统的问题。就此而言,通过将放大器放置在与扬声器相同的外壳中,放大器的功率和频谱特性可以被调谐到扬声器及其外壳的特性,从而提高效率和声音质量。用于扬声器系统的发射器单元(即,控制模块)可以包括输入部分、处理系统、蓝牙收发器、数据传输设备和电源。

[0021] 输入部分可以接受:HDMI、TOSLink、数字同轴电缆、模拟输入形式的音频信号;存储的数据,诸如.mp3或.wav文件,或诸如来自流媒体网络、计算机、手机或平板电脑的音频的数据源。在44.1ksps、48ksps、96ksps和/或其他采样速率的数据速率下,音频作为每个样本16、24、32个比特和/或其他数量的比特的未压缩样本的一个或多个数字流被输入,或者可以被转换成每个样本16、24、32个比特和/或其他数量的比特的未压缩样本的一个或多个数字流。音频可以用于多个通道,诸如立体声、四声道、5.1、7.1和/或其他格式。它可以被格式化以通过空间音响(诸如DOLBY ATMOS™)进行处理。

[0022] 处理系统可以执行若干功能。它可以对输入的音频信号进行重新采样,并将流转换为期望的输出采样速率。它可以处理音频,提供诸如均衡、房间声学补偿、语音增强等数字信号处理(DSP)功能,和/或添加诸如回声和空间分离增强的特殊效果。效果可以应用于所有音频通道,也可以单独应用于每个扬声器通道。处理系统可以通过蓝牙®接口与智能手机或平板电脑通信,以允许用户控制诸如音量、均衡级别和/或效果选择的参数。经处理的数字音频通道可以被转换成分组流,该分组流经由数据传输设备被发送到扬声器。

[0023] 收发器在控制模块中的处理系统与诸如智能手机或平板电脑之类的设备之间提供链路,以用于用户对系统的控制。应当理解,蓝牙®接口是一种示例性接口类型,其他可能性可以包括WiFi、专有无线链路和/或有线连接。智能手机或平板电脑可以被专门构建的接口设备取代或增强。

[0024] 数据传输设备可以将分组化的数字音频数据发送到扬声器模块。传输方法可以是WiFi、HaLow、白色空间无线电、60GHz无线电、专有无线电设计和/或诸如G.Hn的通过电力线的以太网。在各个实施例中,该设备的大部分带宽(例如,60%和99%之间,或80%和99%之间,或90%和99%之间)将在从控制模块到扬声器的方向上,但是少量数据可以在其他方向上发送,以发现系统中的活跃扬声器和/或包括系统控制数据。除了流式音频数据之外,一些控制信息可以被包括在分组中以控制扬声器操作的各方面。这种控制信息可以包括例如音量和静音功能,以及对可以在扬声器模块中实现的任何DSP功能的控制。另一个控制功能可以包括唤醒消息,用于在系统从空闲转换到使用时唤醒睡眠(在低功率模式下)的任何扬声器。

[0025] 数字音频数据可以由扬声器的数据传输设备接收。该数据通过扬声器的处理器,该处理器可以使用诸如信号整形的DSP算法来改变信号以匹配扬声器特性。特定扬声器所需的驱动信号被发送到放大器,放大器驱动扬声器。电源电路向扬声器单元中的所有设备

供电。

[0026] 许多数据传输系统具有有限带宽。为了最大限度地使用该带宽,使用数据压缩可能是有利的。无损压缩,诸如FLAC,可以降低数据速率,同时保持理想的音频质量。有损压缩可以进一步降低所需的数据速率,但会损害声音质量。压缩的选择可以取决于扬声器的数量和数据传输系统的可用带宽。

[0027] 在各个实施例中,系统可以采用用户数据报协议(UDP)进行通信。UDP包括不能保证被接收的低级分组化数据通信。预期不会握手,从而减少开销。相比之下,传输控制协议(TCP)通信是保证传送的分组化数据。然而,TCP通信包括由于重新传输而导致延迟的风险,从而倾向于增加系统等待时间超过实际使用的阈值。例如,如果与视频源结合使用,则无线音频系统应该具有低等待时间,以避免视频与音频之间的同步问题。在各个实施例中,系统等待时间小于25ms、或小于20ms、或小于15ms、或低于5ms。

[0028] 在各个实施例中,根据数据传输系统通常经历的丢失的特征,系统可以采用一种或多种丢失缓解方法。例如,如果丢失的分组不频繁,并且当存在丢失时丢失的连续分组的数量很小(例如,小于4),则系统可以采用处置丢失分组的第一种方法。第一种方法可以包括用丢失前接收的最后样本和丢失后接收的第一样本的插值来填充缺失数据。第二种方法可以包括对接收的最后一个良好分组和间隙之后的第一良好分组执行频谱分析,然后在频率域和相位域中进行插值。系统用于缓解数据丢失的第三种方法是确定来自一个通道的音频在哪里与另一个通道的音频相似。就此而言,当来自单个扬声器的一个分组丢失时,用于不同扬声器的对应分组可以由系统替换,而不会对听者产生明显的影响。可以通过跟踪和比较若干扬声器之间的总体音量差异和/或多个频带中的差异来增强这种替代,以生成分组替代均衡器,该分组替代均衡器被配置成用于使一个通道听起来更像另一个通道。系统可以采用的用于处置丢失的分组的第四种方法是在每个分组中包括后续分组数据的有损压缩版本。在正常操作中,该有损压缩数据可被忽略。响应于丢失分组,可以从在相关联分组的先前有损压缩版本中已经接收的压缩数据构建用于丢失分组的数据。

[0029] 在各个实施例中,系统可以执行时基校正。控制模块可以以标称速率(例如,每秒48000个样本)发送数据。该速率可以取决于控制模块中的晶体振荡器或其他时基,或者可以被编码在进入该单元的数据上。因此,该频率可能比标称频率高或低一个小但可测量的量。每个扬声器接收这些样本分组,并且必须以在控制模块中生成它们的精确速率播放它们。然而,如果扬声器不这样做,而是使用它自己的时基,该时基可能比控制模块中的时基快或慢,那么,随着时间的推移,扬声器将领先或滞后于控制模块。就此而言,扬声器之间将存在明显的和令人讨厌的时间差异,从而倾向于降低对于听者的声音质量。在每个扬声器中使用本地时基可能引起的进一步问题是,如果扬声器运行得比控制模块慢,则分组可能倾向于累积(例如,在先进先出(FIFO)存储器中),直到存储器耗尽。在扬声器运行得比控制模块快的情况下,当扬声器准备输出新样本时,队列中将没有分组。

[0030] 系统可以执行时基校正处理。首先,在扬声器处接收的分组被本地存储到扬声器的FIFO缓冲器中。FIFO缓冲器在通电时可以是空的,但是在接收到几个分组之后,FIFO缓冲器包含分组的标称值(例如,4个分组)。根据分组中的样本数量,该标称值可用于设置系统的等待时间。如上所述,FIFO缓冲器还可以实现填充任何缺失分组的丢失缓解方法。当新的分组被插入到FIFO缓冲器中时,FIFO缓冲器的大小会增加,而当分组被移除并发送到扬声

器时,FIFO缓冲器会缩小。设定采样输出频率的振荡器可以由锁相环控制。频率控制可以通过扬声器中的处理单元在系统软件中进行调节。如果FIFO缓冲器中的分组少于标称数量,则输出采样速率相应降低。如果FIFO缓冲器中的分组多于标称数量,则输出采样速率相应增加。以此方式,系统可以保持大致正确的输出速率。

[0031] 当FIFO缓冲器中的分组数量正好是标称数量时,系统可以使用相位比较器和环路滤波器来匹配输入分组的频率。每次处理器接收到分组时,处理器就给接收事件打上时间戳。时间戳可以是由振荡器驱动的计数器。就此而言,振荡器也可以设置输出频率。通过使用该时钟进行测量,当系统在扬声器处测量完全相同的频率时,可以匹配控制模块处的采样速率。以足够的分辨率生成时间戳,以在测量输入分组相对于输出采样速率的相位时提供许多比特的准确度。然后,该相位测量可被低通滤波,并作为输入由系统用于调节锁相环的振荡器频率。就此而言,系统可以提供稳定的输出频率,该输出频率匹配并跟踪控制模块处样本的平均频率。

[0032] 在各个实施例中,为了使控制模块能够标识哪些扬声器是活跃的,每个扬声器可以以诸如例如5Hz的低频向发射器单元发送“心跳”分组。心跳分组可以包括关于扬声器的信息,诸如例如其摆放(例如,右前、中间、左后、超低音等),其特定通道编号和/或IP地址。控制模块可以用超时处理来监控各种心跳分组,以确定多个扬声器中的哪一个是当前活跃的并且可用于播放音频。控制模块可以经由用户设备原生的应用向用户提供该信息。

[0033] 当所有音频源空闲和/或当控制模块关闭时,控制模块可以向多个扬声器中的每一个扬声器发送命令以进入睡眠模式。在睡眠模式下,扬声器将其功耗从工作功率降低到低功耗。当处于睡眠模式时,扬声器可以周期性地监控传输通道,只是为了确定发射器是否命令它们再次唤醒以准备使用。

[0034] 在各个实施例中并且参考图1,图示出用于无线环绕声的示例性系统100。系统100可以包括音频/视觉源(A/V源)102、控制模块104、一个或多个扬声器108(例如,多个无线扬声器108)和用户设备112。扬声器108包括至少一个主扬声器116(例如,前置扬声器)和辅助扬声器118(诸如例如,超低音扬声器或后置扬声器)。扬声器108在下文中并参考图3进行更详细的描述。

[0035] 在各个实施例中,控制模块104可被配置为用于访问系统100的各个系统、引擎和部件的中央网络元件或中枢。控制模块104可以是基于计算机的系统,和/或被配置成用于将接入点提供给系统100的各个系统、引擎和部件的软件部件。控制模块104可以经由第一接口106与A/V源102进行通信。控制模块可以经由第二接口110与扬声器108进行通信。在各个实施例中,控制模块104可以经由第四接口120与扬声器108进行通信。控制模块104可以同时经由第二接口110和第四接口120与扬声器108进行通信。控制模块104可以经由第三接口114与用户设备112进行通信。就此而言,控制模块104可以允许从用户设备112到系统100的各个系统、引擎和部件(诸如例如,扬声器108和/或A/V源102)的通信。就此而言,系统可以将高清晰度音频信号连同数据(例如,命令和控制信号等)一起传送到被配置成用于与控制模块104通信的任何类型或数量的扬声器。

[0036] 在各个实施例中,第一接口106可以是音频接口和/或视觉接口(诸如例如,高清晰度多媒体接口(HDMI)、显示端口、USB-C、AES3、AES47、S/PDIF、蓝牙®等)。在各个实施例中,第一接口106、第二接口110和/或第三接口114中的任何一个可以是无线数据接口(诸如例

如,在物理层协议(诸如IEEE 802.11、IEEE 802.15、蓝牙®等)上操作的无线数据接口)。在各个实施例中,第四接口120可以是配置成用于承载音频数据的电力线通信(PLC)型接口。如下文进一步详细描述的,系统100的各个系统、引擎和部件中的每一个可以进一步被配置成用于经由由亚利桑那州斯科茨代尔市的法斯埃托股份有限公司提供的、如下文进一步详细描述的用于能在物理层协议上操作的无线设备的GRAVITY™标准化通信协议(SCP)进行通信。

[0037] 在各个实施例中,用户设备112可以包括经由第三接口114与系统100通信的软件和/或硬件,该第三接口114包括被配置成用于允许用户等访问控制模块104的硬件和/或软件。用户设备可以包括被配置成用于允许用户经由第三接口114与系统100进行通信的任何合适的设备。用户设备可以包括例如个人计算机、个人数字助理、蜂窝电话、远程控制设备等,并且可以允许用户将指令传送到系统100。在各个实施例中,本文中描述的用户设备112可以运行网络应用或原生应用以与控制模块104通信。原生应用可以例如经由下载、物理介质或应用商店安装在用户设备112上。原生应用可以利用为与用户设备112的操作系统一起使用而提供的开发代码库,并且能够执行系统调用以操纵在用户设备112上存储且显示的数据,并且与控制模块104通信。网络应用可以是与网络浏览器兼容的,并且是专门为在网络浏览器上运行而编写的。由此,网络应用可以是与系统100结合进行操作的基于浏览器的应用。

[0038] 在各个实施例中并且附加参考图2,图示出控制模块104。控制模块104可以包括控制器200、A/V接收器202、转码模块204、效果处理模块(FX模块)206、用户设备接口208、扬声器接口210(诸如例如,发射器或收发器)、电源212和电力线通信调制解调器(PLC调制解调器)214。

[0039] 在各个实施例中,控制器200可以包括处理器以及可以被配置成用于访问系统100的各个系统、引擎和部件的中央网络元件或中枢。在各个实施例中,控制器200可以在单个处理器中被实现。在各个实施例中,控制器200可以被实现为一个或多个处理器和/或一个或多个有形非瞬态存储器并且可以包括一个或多个处理器和/或一个或多个有形非瞬态存储器,并且能够实现逻辑。每个处理器可以是通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件部件或其任何组合。控制器200可以包括被配置成用于响应于指令(例如,存储在配置成用于与控制器200通信的非瞬态有形计算机可读介质上的指令)的执行来实现各种逻辑操作的处理器。

[0040] 系统程序指令和/或控制器指令可以被加载到具有存储于其上的指令的非瞬态有形计算机可读介质上,这些指令响应于由控制器执行而使控制器执行各种操作。术语“非瞬态”应被理解为仅从权利要求范围中移除传播瞬态信号本身并且不放弃对不仅传播瞬态信号本身的所有标准计算机可读介质的权利。换言之,术语“非瞬态计算机可读介质”和“非瞬态计算机可读存储介质”的含义应解释为仅排除In Re Nuijten中发现的、落在《美国法典》第35卷第101节下的可专利主题范围之外的那些类型的瞬态计算机可读介质。

[0041] 在各个实施例中,A/V接收器202被配置成用于经由第一接口106从A/V源102接收源音频数据。控制器200可以将源音频数据传递到转码模块204以用于进一步处理。在各个实施例中,转码模块204被配置成用于执行第一编码与第二编码之间的转换操作。例如,转

码模块204可以将源音频从第一编码转换成第二编码,以生成经转码的音频数据以供FX模块206进行进一步处理。在各个实施例中,转码模块204可以被配置成用于对包含在源音频数据(诸如例如,被编码为杜比数字、DTS、ATMOS、索尼动态数字声音(SDDS)等的信息)内的一个或多个音频信息通道进行解码和/或转码。就此而言,转码模块204可以生成包括多个音频信息通道的经转码的音频数据,该多个音频信息通道可由系统进一步处理。

[0042] 在各种实施例中,FX模块206可以包括一个或多个数字信号处理(DSP)元件,或者可以被配置成用于调节经转码的音频数据的频率分量之间的平衡。就此而言,FX模块206可以表现为均衡模块来加强或减弱经转码的音频数据内的一个或多个频带的能量。在各个实施例中,FX模块206可以包括一个或多个滤波元件(诸如例如,被配置成用于消除或减少源音频数据的非期望的和/或不想要的元素的带通滤波器)。类似地,FX模块可以包括被配置成用于更改经转码的音频数据的一个或多个效果元件和/或效果函数。例如,效果函数可以增强经转码的音频数据的数据质量,可以对房间模式进行校正,可以应用失真效果、动态效果、调制、音调/频移、时基、反馈、维持、均衡和/或其他效果。在各个实施例中,FX模块可以是软件定义的和/或可以被配置成用于接收空中更新。就此而言,系统可以实现对新的和/或用户定义的效果函数的加载。在各个实施例中,FX模块206可以被配置成用于将任意数量的效果函数应用于经转码的音频数据,以生成包括音频信息通道的期望的生效的音频数据。在各个实施例中,FX模块206还可以对音频流进行重新采样以改变数据速率。控制器200可以将生效的音频数据传递到扬声器接口210。

[0043] 在各个实施例中,FX模块的DSP功能完全驻留在控制模块104中,并且在扬声器处不发生附加处理。在各个实施例中并且如下文简要附加参考图3所讨论的,FX模块206的功能可以由多个扬声器300中的每个扬声器的DSP 306归入(subsum)。就此而言,可以通过经由本地地处于多个扬声器300中的一个或多个扬声器内的DSP实现软件定义的FX模块功能来减小控制模块104的大小和复杂性。

[0044] 在各个实施例中,扬声器接口210可以被配置成用于经由第二接口110与多个扬声器108进行通信。在各个实施例中,扬声器接口210可以包括多个通信信道,该多个通信信道中的每个通信信道与多个扬声器108中的扬声器相关联。控制器200可以将音频信息通道中的每个通道指派给多个扬声器108。例如,扬声器接口210可以将生效的音频数据的第一通道指派给主扬声器116的通信信道,并且可以将生效的音频数据的第二通道指派给辅助扬声器118的通信信道。就此而言,系统可以在一对一的基础上将多个音频信息通道指派给多个扬声器。由此,扬声器接口210可以促进由处理器将音频信息的各个通道流送到扬声器。在各个实施例中,扬声器接口210可以进一步被配置成用于将指令(例如,控制命令)分发给扬声器。

[0045] 在各个实施例中,扬声器接口210可以包括PLC调制解调器214。就此而言,扬声器接口210可以被配置成用于经由第四接口120与多个扬声器108进行通信。扬声器接口210可以被配置成用于经由第二接口110仅分发控制命令,并且经由第四接口120仅分发音频信息。在各个实施例中,扬声器接口可以被配置成用于仅经由第二接口110或仅经由第四接口120分发所有控制命令和音频数据。

[0046] 在各个实施例中,用户设备接口208被配置成用于经由第三接口114实现控制器200与用户设备112之间的通信。用户设备接口208可以被配置成用于从用户设备112接收控

制命令。用户设备接口208可以被配置成用于向用户设备112返回命令确认或返回其他数据。例如,用户设备接口208可以被配置成用于返回与控制模块104有关的性能信息、生效的音频数据、扬声器接口210状态、扬声器108性能或状态等。在各个实施例中,用户设备接口208可以进一步被配置成用于从用户设备112接收源音频数据。

[0047] 在各个实施例中,电源212被配置成用于接收电功率。电源212可以进一步被配置成用于将接收到的电功率分发给系统100的各种部件。

[0048] 在各个实施例中并且附加参考图3,图示出多个扬声器108中的示例性扬声器300。扬声器300包括被配置成用于接收电功率并将电功率分发给扬声器300的各个部件的电源302。扬声器300可以进一步包括收发器304、DSP 306、放大器308和扬声器驱动器310。在各个实施例中,收发器304被配置成用于经由第二接口110从控制模块104接收所指派的音频信息通道和控制命令。在各个实施例中,收发器可以进一步被配置成用于将与扬声器300有关的状态信息和其他数据传递到控制模块104。在各个实施例中,收发器304可以被配置成用于直接与用户设备112通信。

[0049] 在各个实施例中,DSP 306可以被配置成用于接收所指派的音频通道并且将一个或多个数字信号处理函数(诸如例如音效算法)应用于音频数据。就此而言,DSP 306可以对已经由FX模块206处理的音频数据执行进一步的效果函数。在各个实施例中,DSP 306可以响应于来自控制模块104的命令来执行进一步的处理。例如,控制模块可以命令DSP应用处理函数,以基于扬声器300在房间内的特定位置来均衡扬声器300的输出、模拟期望的房间轮廓,添加一个或多个效果器(例如,混响、回声、门限效果、镶边效果、和声效果等)等。如上文所讨论的,在各个实施例中,DSP 306可以包括并实现FX模块206的所有功能,这些功能可以是软件定义的。就此而言,DSP 306可以生成可以被传递到放大器308以用于进一步处理的DSP音频通道。放大器308可以接收DSP音频通道,并且可以放大DSP音频通道的信号强度以生成可以被传递到扬声器驱动器310的驱动信号。在各个实施例中,扬声器驱动器310可以从放大器308接收驱动信号,并作为响应将驱动信号310转换成声音。

[0050] 如上文所讨论的以及附加参考图4,图示出用于无线环绕声的数据控制方案的示意图。在各个实施例中,用户设备112、A/V源102、控制模块104和扬声器108中的每一个可以进一步被配置成用于经由SCP进行通信。在各个实施例中,SCP可以包括网络层协议。在各个实施例中,系统可以将SCP头部404前置到分组或数据报400。就此而言,SCP头部可以介于物理层通信协议402(例如,802.11、802.15等)数据与传输层协议406(例如,TCP/IP、UDP、DCCP等)数据之间。系统100的元件可以被配置成用于识别SCP头部404以标识相关联的SCP消息408。然后,系统可以基于SCP消息408执行各种动作或指令。

[0051] 例如,SCP可以定义设备(诸如例如,扬声器108、控制模块104和用户设备112)用于以下各项的能力:发现彼此、请求传输原始数据、在接收到数据时传送确认、以及执行传送数据所涉及的步骤。SCP可以向扬声器300定义各种控制命令以切换或应用各种DSP函数、打开或关闭电源302、影响由放大器308输出的信号强度等。在各个实施例中,SCP可以定义用于以下各项的控制模块104的能力:更改FX模块206和/或DSP 306的效果函数、选择转码模块204的代码、选择音频源数据、接通或断开电源212、指派或修改扬声器接口210的接口等。就此而言,如在系统100中实现的,SCP实现实时地对多个扬声器300中的每个扬声器进行离散控制,以将音频信号处理功能部署到所选择的单个扬声器(例如,主扬声器116)或扬声器

组(例如,初级扬声器116和次级扬声器118),例如,频率整形、对话增强、房间模式校正、效果功能、均衡功能、音调控制、平衡、电平和音量控制等。系统100由此能够对扬声器300的声音输出特性进行个性化控制。

[0052] 附加参考图5,图示出多个扬声器108中的示例性扬声器500。扬声器500包括类似于扬声器300的特征、几何形状、结构、材料、制造技术和/或内部部件,但是包括PLC调制解调器512。扬声器500包括被配置成用于接收电功率并将电功率分发给扬声器500的各个部件的电源502。在各个实施例中,PLC调制解调器512可以包括电源502的模块。扬声器500可以进一步包括收发器504、DSP 506、放大器508和扬声器驱动器510。在各个实施例中,收发器504被配置成用于经由第二接口110从控制模块104接收控制命令。

[0053] PLC调制解调器512可以被配置成用于经由第四接口120接收音频信息,诸如例如可以从控制模块104广播到扬声器500的多个音频信息通道。在各个实施例中,控制命令可以包括给PLC调制解调器的关于音频信息的指派通道的指令,诸如通道选择。PLC调制解调器512可被配置成用于基于通道选择从多个音频信息通道中剥离所分配的音频信息通道。在各个实施例中,收发器可以进一步被配置成用于将与扬声器500有关的状态信息和其他数据传递到控制模块104。在各个实施例中,收发器504可以被配置成用于直接与用户设备112通信。

[0054] 附加参考图6,图示出根据各个实施例的用于在系统100中流送音频数据的过程600。系统可以经由第一接口106接收音频源数据602,诸如例如HDMI源。音频源数据602可以被加密。系统可以经由例如解密模块或算法(例如,具有HDCP密钥的HDMI解码器)解密音频源数据(步骤604)。作为响应,系统可以生成一个或多个解密的数据流608。例如,音频源数据可以是8通道音频源数据,并且HDMI解码器的输出可以是8通道并行I2S数据流。

[0055] 系统可以将第一数字信号处理(DSP)算法应用于解密的数据流(步骤610)。例如,系统可以应用DOLBY ATMOS™处理,其可以从步骤604中解码的8通道数据生成多达34通道的音频。响应于应用第一DSP算法,系统可以生成多个音频数据通道612。在各个实施例中,系统可以将附加DSP算法(例如,第二DSP算法、第三DSP算法、...第n DSP算法)应用于多个音频数据通道(步骤614)。614的进一步处理可以包括音量、均衡或所需的其他效果。这些效果可以应用于所有通道,或者在单个或组的基础上单独应用于每个通道。在各个实施例中,多个音频数据通道中的每个通道可以由通道特定DSP算法(即,针对多个音频数据通道中的每一个音频数据通道在一对一的基础上指派的算法)来处理。就此而言,系统可以生成经过后处理的音频数据(例如,受影响的数据)616。经过后处理的音频数据可以包括与多个扬声器中的每个扬声器一对一相关联的多个音频流。在各个实施例中,可以应用附加处理来转换采样速率,以匹配由时基生成过程628生成的时基信号提供的采样速率,如下所述。

[0056] 在各个实施例中,经过后处理的音频数据616可以被编码以生成经编码的后处理音频数据620,用于传输到多个扬声器(步骤618)。例如,经过后处理的数据616可以被编码为以太网数据。音频流可以被加载到分组中,并以由时基信号设置的采样速率规定的速率发送。经编码的经过后处理的音频数据620可以被传递到第四接口以用于传输(步骤622)。例如,以太网编码的数据可以被传递到以太网型PLC调制解调器,该调制解调器实现耦合到电力电缆624的诸如H.Gn的协议。

[0057] 在各个实施例中,系统可以从电力电缆624接收功率信号626。功率信号可以是

50Hz和60Hz之间的交流信号,或者可以是通过电力电缆624调制的另一信号。过程628可以基于功率信号生成时基信号。在各个实施例中,过程628可以包括锁相环电路,该锁相环电路以期望的采样速率及其倍数生成相对无抖动的参考频率。例如,过程628可以生成48kHz采样速率和 $256 \times 48\text{kHz}$ 或12.288MHz作为参考时钟或时基信号630,其可以用于驱动数字信号处理以及系统100和过程600的各个系统和模块。

[0058] 在每个扬声器处,PLC调制解调器632可以接收经编码的数据并提取以太网分组634。PLC调制解调器632可以将以太网分组634传递给扬声器的处理器636用于进一步处理。处理器636可以仅接受寻址到相应扬声器642的那些分组。处理器636可以重建分组以生成音频数据638,并将音频数据638传递给被配置成用于驱动扬声器642的数字输入音频放大器640。在各个实施例中,音频数据可以经由I2S传递。

[0059] 本文中已针对具体实施例描述了益处、其他优点和对问题的解决方案。此外,本文中包含的各种附图中示出的连接线旨在表示各种元件之间的示例性功能关系和/或物理耦合。应当注意的是,在实际系统中可以存在许多替代的或附加的功能关系或物理连接。然而,益处、优点、问题解决方案以及可能使任何益处、优点或解决方案发生或变得更明显的任何元素不被解释成本公开的关键的、必需的或必要的特征或元素。

[0060] 因此,本公开的范围仅受所附权利要求的限制,其中对单数元素的引用不旨在意指“一个且仅一个”(除非明确如此说明),而是“一个或多个”。此外,在权利要求中使用类似于“A、B或C中的至少一个”的短语的情况下,旨在将该短语解释为意指A单独存在于实施例中、B单独存在于实施例中、C单独存在于实施例中、或元素A、B和C的任何组合(例如,A和B、A和C、B和C、或A和B和C)可以存在于单个实施例中。

[0061] 本文中提供了系统、方法和装置。在本文中的具体实施方式中,对“一个实施例”、“实施例”、“示例实施例”等的引用指示所描述的实施例可以包括特定的特征、结构或特性,但是每个实施例可能不一定包括特定的特征、结构或特征。此外,此类短语不一定指代同一实施例。进一步地,当结合实施例来描述特定特征、结构或特性时,应当认为,无论是否明确地描述,结合其他实施例来实现此类特征、结构或特性在本领域的技术人员的技术知识范围内。在阅读描述之后,如何在替代实施例中实施本公开将对(一个或多个)相关领域的技术人员来说是显而易见的。

[0062] 此外,本公开中的任何元素、部件或方法步骤均不旨在专用于公众,而不管该元素、部件或方法步骤是否在权利要求中明确记载。没有权利要求元素旨在援引《美国法典》第35卷第112(f)节,除非该元素使用短语“用于……的装置”来明确记载。如本文中所使用,术语“包括”、“包括有”或它们的任何其他变型旨在覆盖非排他性包括,使得包括元素列表的过程、方法、物品或装置不仅包括那些元素还可包括未明确列出的或对此类过程、方法、物品或装置固有的其他元素。

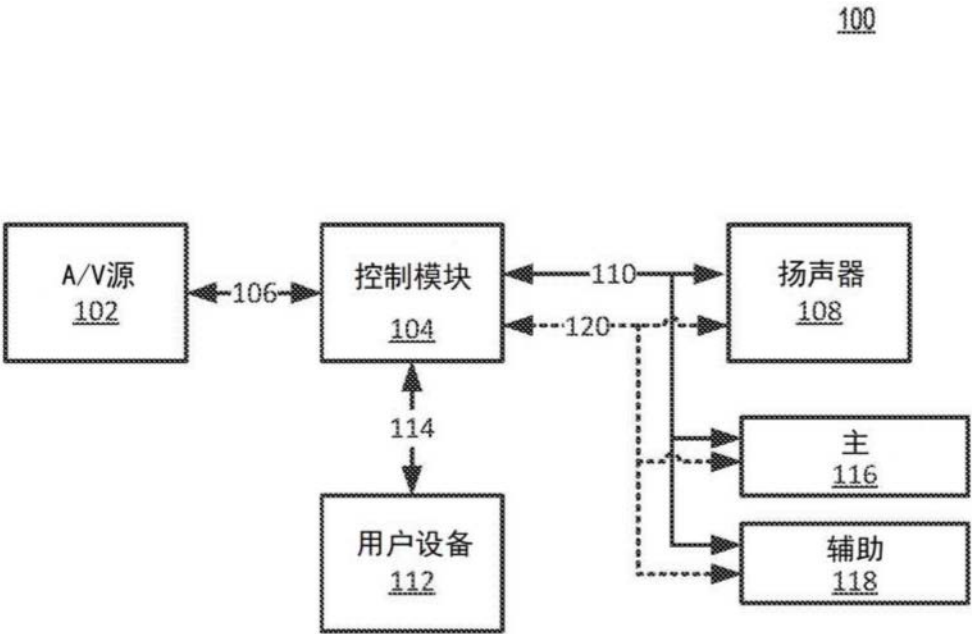


图1

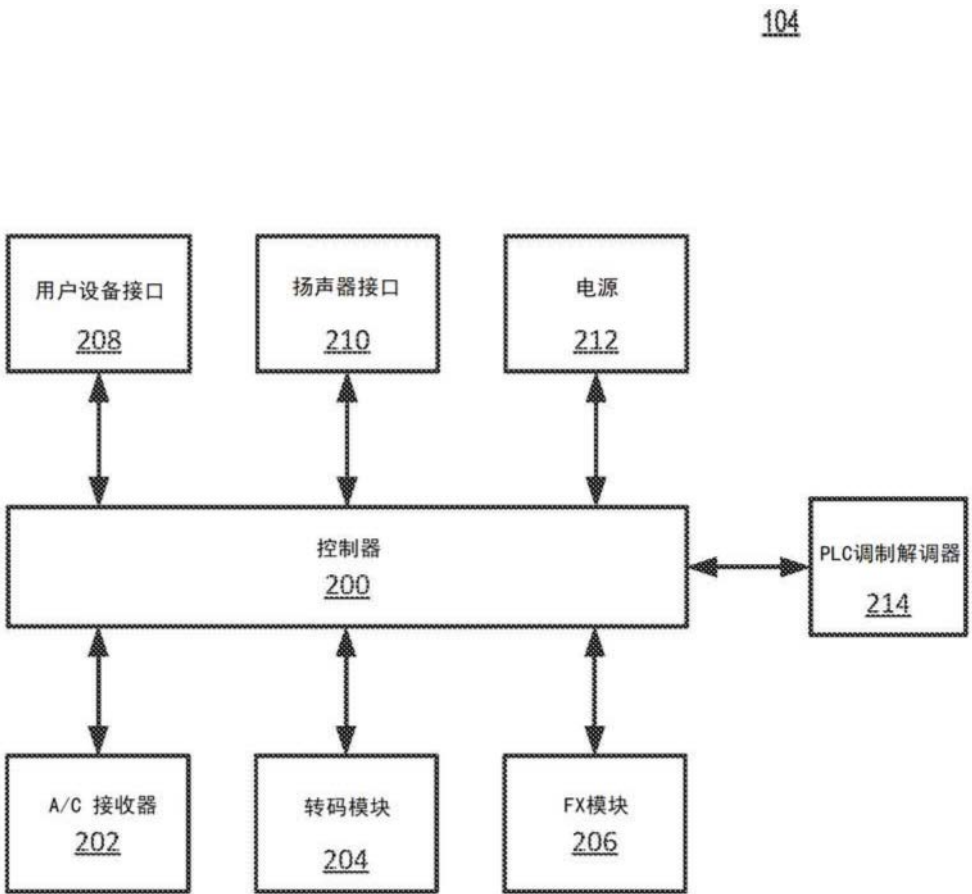


图2

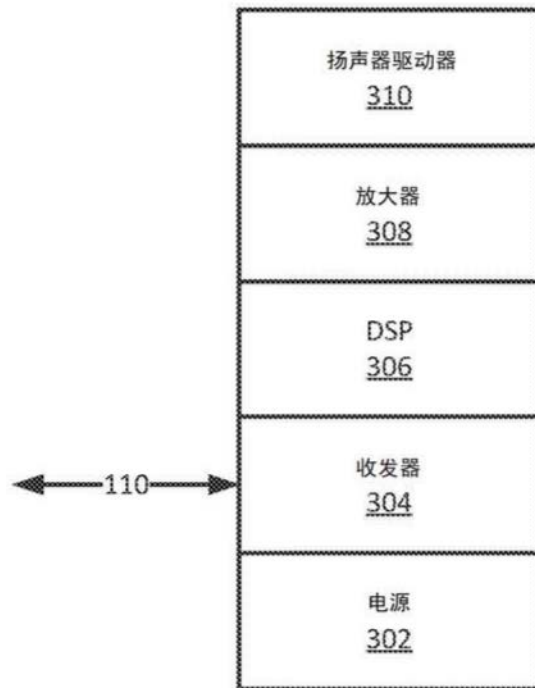
300

图3

400

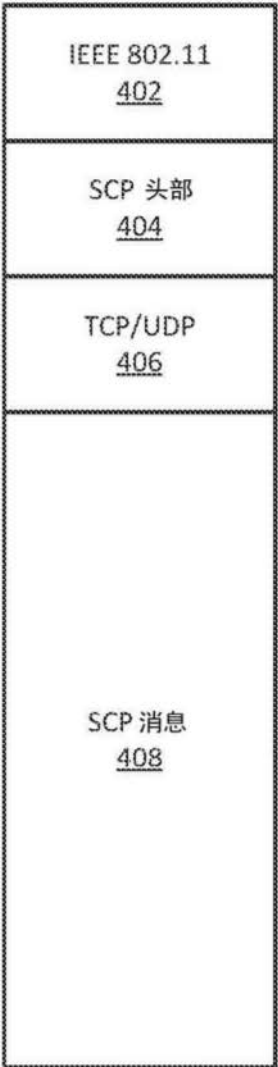


图4

500

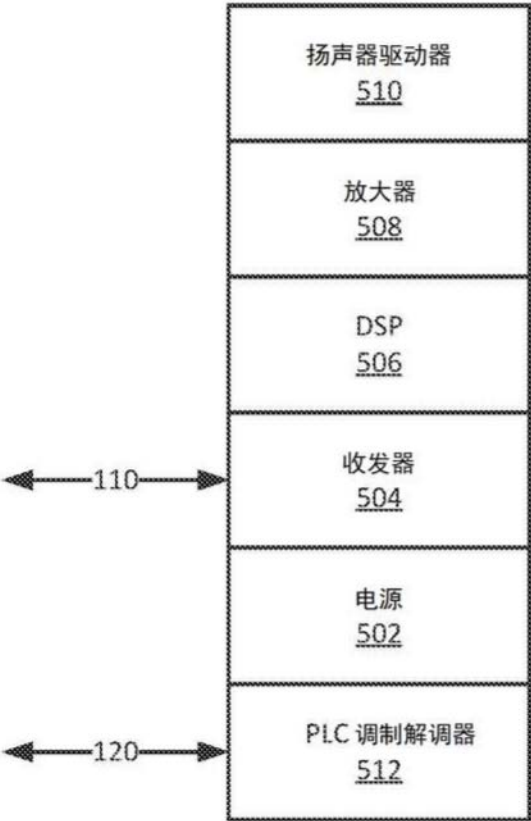


图5

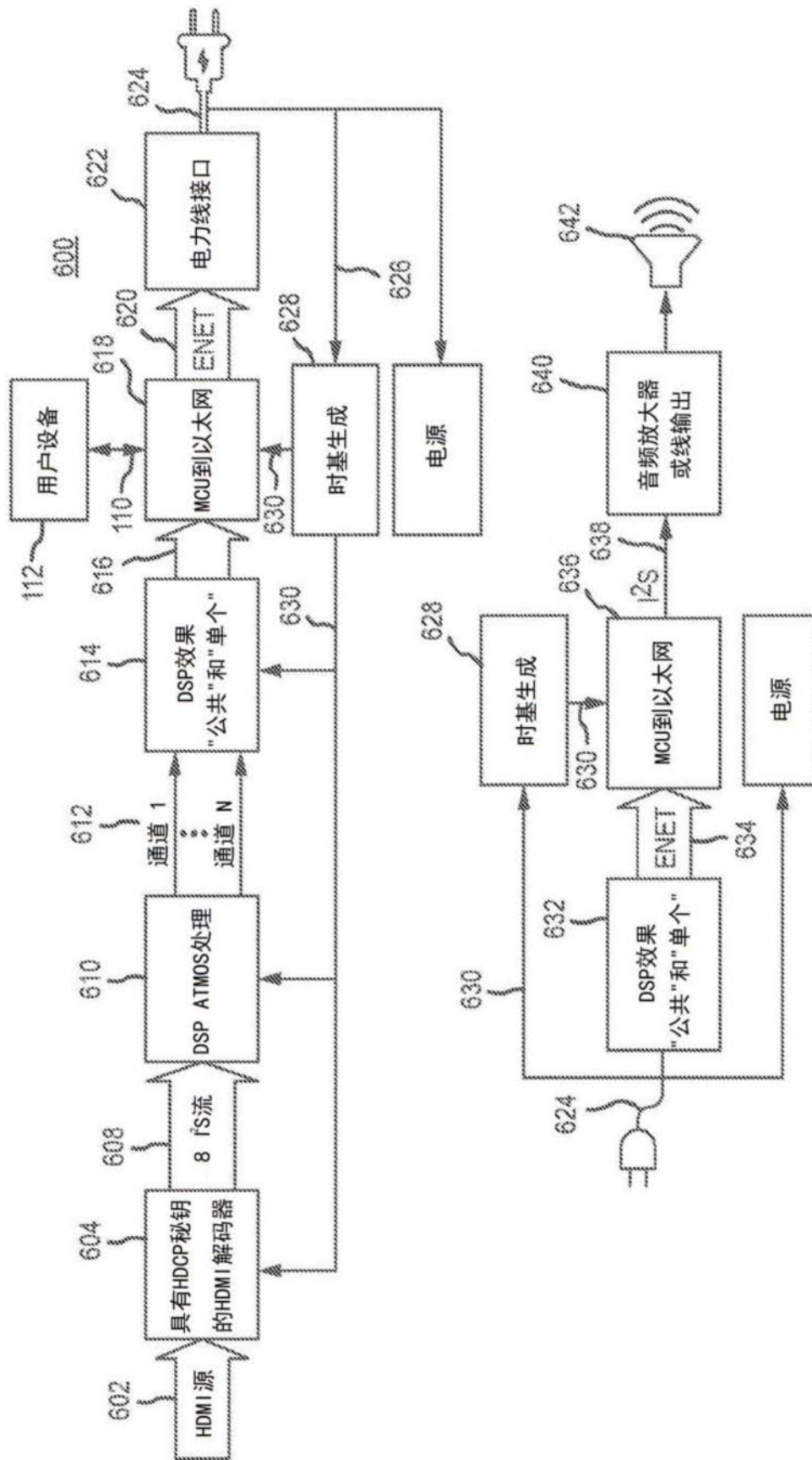


图6