(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115691543 A
(43)申请公布日 2023.02.03

(21)申请号 202110857951.0
(22)申请日 2021.07.28
(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 S-F.施 郑剑文
(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.
G10L 21/034(2013.01)
G10L 21/0316(2013.01)
G10L 25/51(2013.01)
G10L 25/60(2013.01)
G10L 19/26(2013.01)
H04R 3/04(2006.01)
H04R 29/00(2006.01)

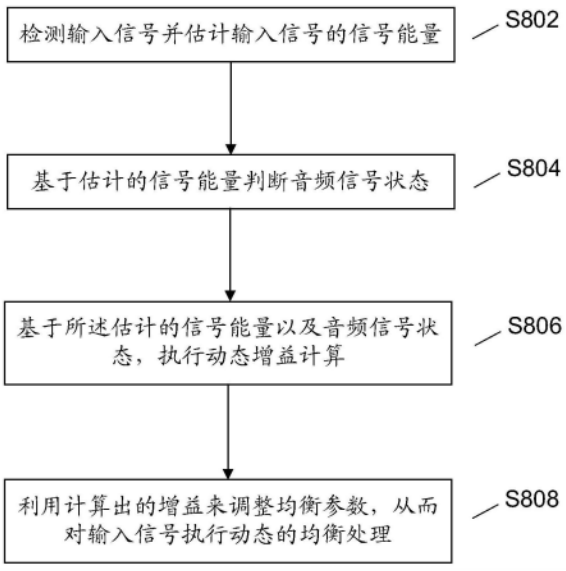
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

用于声学系统的自适应均衡方法及系统

(57)摘要

本公开提供了一种用于音频系统的自适应均衡方法及系统。该方法包括:检测输入信号并且估计输入信号的信号能量;基于估计的信号能量,判断音频信号状态;基于估计的信号能量以及音频信号状态,执行动态增益计算;以及利用计算出的增益来调整均衡参数,从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。



CN 115691543 A

1.一种用于音频系统的自适应均衡方法,包括:

检测输入信号并且估计所述输入信号的信号能量;

基于估计的信号能量,判断音频信号状态;

基于所述估计的信号能量以及所述音频信号状态,执行动态增益计算;以及

利用计算出的动态增益来调整均衡参数,从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述基于估计的信号能量判断音频信号状态包括:

持续检测针对每帧输入信号所估计的信号能量;

将估计的信号能量与能量阈值进行比较;

如果所述估计的信号能量大于或等于所述能量阈值,则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号;或者

如果所述估计的信号能量小于所述能量阈值,则启动计时器;

如果在计时器停止之前再次检测到所述估计的信号能量大于或等于所述能量阈值的情况,则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号;否则,将所述音频信号状态判断为已经停止播放音频信号。

3.根据权利要求2所述的方法,所述基于所述估计的信号能量以及音频信号的状态,执行动态增益计算包括:

如果所述音频信号状态被判断为正在播放音频信号,则执行动态增益计算;或者

如果所述音频信号状态判断为已经停止播放音频信号,则不执行动态增益计算,并且在检测到开始播放音频信号时,初始化用于动态增益计算的参数。

4.根据权利要求3所述的方法,所述执行动态增益计算包括:

计算所述估计的信号能量与目标能量的信号能量差;

判断所述信号能量差是否落入调整范围内;

如果所述信号能量差落入所述调整范围内,则对所述信号能量差进行平滑处理;或者

如果所述信号能量差没有落入所述调整范围内,则先对所述信号能量差进行限幅处理,然后再对经过限幅处理后的信号能量差进行平滑处理;以及

基于经过平滑处理后的信号能量差计算动态增益。

5.根据权利要求4所述的方法,还包括对计算出的动态增益进行平滑处理。

6.根据权利要求1-5中任一项所述的方法,还包括:

在估计所述输入信号的信号能量之前,对输入信号执行分频滤波处理。

7.根据权利要求6所述的方法,还包括:

对经过平滑处理后的动态增益按照不同的频率范围进行加权求和处理,其中用于加权求和处理的权重值是根据不同的频率范围而设定的。

8.根据权利要求7所述的方法,还包括:

基于经过加权求和处理后的动态增益来计算用于不同频带的均衡的增益因子,从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。

9.根据权利要求8所述的方法,其中计算所述增益因子包括:利用对应于不同频带的增益函数来计算增益因子。

10.一种用于音频系统的自适应均衡系统,其包括:

存储器,配置为存储计算机可执行指令;以及

处理器,配置为执行所述计算机可执行指令,以实现权利要求1-9中任一项所述的方法。

用于声学系统的自适应均衡方法及系统

技术领域

[0001] 本公开总体涉及声学系统领域,尤其涉及用于声学系统的基于动态能量的自适应均衡方法及系统。

背景技术

[0002] 通常,典型的声学系统涉及两个部分:电气设计和换能器部分。电气设计用于针对输入信号,然后通过双极结晶体管或金属-氧化物-半导体场效应晶体管技术将输入信号放大以用于换能器,从而通过电磁转换将电信号转换成物理空气振动。为了获得良好的音频质量,系统需要在20Hz到20kHz之间达到平坦的声学响应。一种常见的方法是通过滤波器设计来实现这一点,这可以通过模拟无源设计(例如RLC电路)或数字信号滤波器(例如FIR和IIR设计)来实现。通常,可以通过在组件选择和滤波器设计方面运用测量技术和设计迭代来实现平坦的响应。

[0003] 目前扬声器产品中常用的方法是采用动态范围压缩器(DRC)或限幅器。它可用于显着提高输入信号的低频响应,从而在不引入失真的情况下改善扬声器的低音性能。现有使用DRC的方法通常是将输入信号经过均衡处理之后,再经过DRC后输出。在这种方法中,均衡(EQ)是固定的,即无论信号能量如何,都使用完全相同的均衡器参数对输入信号进行滤波。由于这种固定的EQ无法进行自适应调节,工程师只能兼顾高信号能量和低信号能量场景预先设定一套EQ参数,这显然限制了工程师调音的灵活性并且限制了扬声器性能。

[0004] 为了进一步增强扬声器的低音性能,一种解决方案是在DRC中应用多个压缩比。虽然该方案可以在低信号电平下获得更好的声音表现,但是,对于工程师所关注的所需中心频率,这种方案仍然缺乏灵活性,并且其动态范围是从固定的EQ压缩的,仍然具有局限性。

[0005] 因此,需要一种改进的技术方案来克服现有方案中使用固定数字滤波器设计的传统扬声器调谐过程的局限性。

发明内容

[0006] 根据本公开的一方面提供一种用于音频系统的自适应均衡方法。该方法可以包括检测输入信号并且估计所述输入信号的信号能量;基于估计的信号能量,判断音频信号状态;基于所述估计的信号能量以及所述音频信号状态,执行动态增益计算;以及利用计算出的动态增益来调整均衡参数,从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。

[0007] 根据一个或多个实施例,所述基于估计的信号能量判断音频信号状态还可以包括:持续检测针对每帧输入信号所估计的信号能量;将估计的信号能量与能量阈值进行比较。如果所述估计的信号能量大于或等于所述能量阈值,则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号。如果所述估计的信号能量小于所述能量阈值,则启动计时器。如果在计时器停止之前再次检测到所述估计的信号能量大于或等于所述能量阈值的情况,则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号;否则,将所述音频信号状态判断为已经停止播放音频信号。

[0008] 根据一个或多个实施例，所述基于所述估计的信号能量以及音频信号的状态来执行动态增益计算还可以包括：如果所述音频信号状态被判断为正在播放音频信号，则执行动态增益计算。如果所述音频信号状态判断为已经停止播放音频信号，则不执行动态增益计算，并且在检测到开始播放音频信号时，初始化用于动态增益计算的参数。

[0009] 根据一个或多个实施例，所述执行动态增益计算还可以包括：计算所述估计的信号能量与目标能量的信号能量差；判断所述信号能量差是否落入调整范围内。如果所述信号能量差落入所述调整范围内，则对所述信号能量差进行平滑处理。如果所述信号能量差没有落入所述调整范围内，则先对所述信号能量差进行限幅处理，然后再对经过限幅处理后的信号能量差进行平滑处理。并且，基于经过平滑处理后的信号能量差计算动态增益。

[0010] 根据一个或多个实施例，所述方法还包括对计算出的动态增益进行平滑处理。

[0011] 根据一个或多个实施例，所述方法还可以包括：在估计所述输入信号的信号能量之前，对输入信号执行分频滤波处理。

[0012] 根据一个或多个实施例，所述方法还可以包括：对经过平滑处理后的动态增益按照不同的频率范围进行加权求和处理，其中用于加权求和处理的权重值是根据不同的频率范围而设定的。

[0013] 根据一个或多个实施例，所述方法还包括基于经过加权求和处理后的动态增益来计算用于不同频带的均衡的增益因子，从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。

[0014] 根据一个或多个实施例，所述增益因子的计算包括：利用对应于不同频带的增益函数来计算增益因子。

[0015] 根据本公开的另一方面提供一种系统的自适应均衡系统，其包括：存储器和处理器。该存储器配置为存储计算机可执行指令。该处理器配置为执行所述指令，以实现上述的方法。

附图说明

[0016] 通过参考附图阅读对非限制性实施方案的以下描述，可更好地理解本公开，其中：

[0017] 图1示意性示出了根据本公开的一个实施方案的一个或多个实施例的方法和系统原理框图；

[0018] 图2示例性示出了根据本公开的一个或多个实施例的信号能量计算方法的原理示意框图；

[0019] 图3示例性示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于信号能量估计来检测信号的状态的方法示意图；

[0020] 图4示例性示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于估计出的信号能量来执行动态增益计算以及进一步对计算出的增益进行平滑处理的方法示意图；

[0021] 图5示意性示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于计算出的且平滑后的增益，进行动态均衡调整的方法示意图；

[0022] 图6示意性示出了根据本公开的另一个实施方案的一个或多个实施例的方法和系统原理框图；

[0023] 图7示意性示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于加权求和后的增益，进行动态均衡调整的方法示意图；和

[0024] 图8示意性示出了根据本公开的一个或多个实施例的用于音频系统的自适应均衡方法。

具体实施方式

[0025] 应当理解，给出实施例的以下描述仅仅是为了说明的目的，而不是限制性的。在附图中示出的功能块、模块或单元中的示例的划分不应被解释为表示这些功能块、模块或单元必须实现为物理上分离的单元。示出或描述的功能块、模块或单元可以实现为单独的单元、电路、芯片、功能块、模块或电路元件。一个或多个功能块或单元也可以在公共电路、芯片、电路元件或单元中实现。

[0026] 单数术语(例如但不限于“一”)的使用并不旨在限制项目的数量。关系术语的使用，例如但不限于“顶部”、“底部”、“左”、“右”、“上部”、“下部”、“向下”、“向上”、“侧”、“第一”，“第二”(“第三”等)，“入口”，“出口”等用于书面说明是为了在具体参考附图时清楚，而非意图限制本公开或随附的权利要求书的范围，除非另外指出。术语“耦接”、“耦合”、“被耦合”、“耦合的”、“耦合器”和类似术语在本文中被广泛使用，并且可包括用于在其上固定、结合、粘结、紧固、附接、联合、插入、形成于其上或其中、连通，或否则与中间元件、一件或多件构件一起直接或间接地机械地、磁性地、电气地、化学地、可操作地关联，或者还可以包括但不限于是一个构件与另一个构件以统一方式一体地形成，的任何方法或装置。耦合可以在任何方向上发生，包括旋转地发生。术语“包括”和“诸如”是说明性的而非限制性的，除非另有说明，词语“可以”的意思是“可以，但不必须”。尽管在本公开中使用任何其他语言，但是在附图中示出的实施例是为了说明和解释的目的给出的示例，而不是本文的主题的唯一实施例。

[0027] 为了克服现有技术方案的缺陷，提高扬声器的音质，本公开提出了一种基于时域中的响度估计主动检测输入信号中的信号能量并动态调整均衡的解决方案。本公开提供的一种用于音频系统的自适应均衡方法及系统使得声学工程师可以在输入信号为低能量时实现一组较激进(例如，增益因子较大)的均衡，而在信号能量为高能量时可以实现一组更温和(例如，增益因子较小)的均衡。此外，扬声器在目标频率下的响应可以显着地且理想地被提高，同时使得动态范围损失和音频失真最小化。

[0028] 以下将参考附图对本公开的多个实施方案的多个实施例的基于动态能量的自适应均衡方法和系统进行详细的说明。图1示出了根据本公开的一个实施方案的一个或多个实施例的方法和系统原理示意框图。为了便于理解，本公开按照本方法和系统的主要处理过程分为若干模块进行说明。本领域技术人员可以理解的是，按模块说明旨在更加清楚地描述本方案，而非限制目的。

[0029] 图1示出了根据本公开的一个实施方案的一个或多个实施例的示意图。在图1所示的一个或多个实施例中，在音频系统中对信号进行处理的方法和系统可以主要包括以下几个部分:输入模块102、标准固定均衡模块104、信号检测与能量计算模块106、动态增益计算及平滑模块108、自适应均衡模块110、DRC模块112和输出模块114。从图1中可以看出，可以对输入信号同时进行两路处理。例如，从信号输入模块102接收的输入信号可以经由标准固定均衡模块104进行均衡处理，再经过可以动态调整均衡参数的自适应均衡模块110的处理，随后经由DRC 112，到达输出模块114。同时，在信号检测与能量计算模块106处，对从输

入模块102接收的输入信号进行检测并且计算信号能量。基于计算出的信号能量，动态增益计算及平滑模块108可以计算出动态增益。基于计算出的动态增益，动态调整自适应均衡模块110的参数。在一些示例中，动态增益计算及平滑模块108可以基于计算出的信号能量来计算出动态增益，并且该模块还可以进一步对计算出的动态增益执行平滑处理。然后，经过平滑处理后的增益被用于动态调整自适应均衡模块110的参数。

[0030] 图2示出了根据本公开的一个或多个实施例的信号能量计算方法的原理示意框图。图2示出了对音频系统中M个输入源通道执行的能量计算，其中信号帧的大小可以设为N。M和N均可以根据实际系统需求而进行选择。如图2所示，例如，分别对M个通道的音频采样输入进行能量计算，然后将M个通道的计算结果求和得出估计的能量。对于每个通道，例如通过计算每帧信号(例如，帧的大小为N)中的每个采样的信号幅度的平方求和再除以N，来计算出该通道的信号能量。然后将所有通道的信号能量求和得出最终估计的信号能量。

[0031] 图3示例性示出了本公开的一个或多个实施例的基于信号能量估计来检测信号的状态的方法示意图。例如，在S302处，持续检测针对每帧输入信号所估计的信号能量。接着，在S304处，将估计的信号能量与能量阈值进行比较。如果估计的信号能量大于或等于能量阈值，则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号S306。如果估计的信号能量小于能量阈值，那么这意味着此时有可能是信号停止，也可能是信号在播放中出现小信号的情况。在这种情况下，为了避免将信号播放中出现低能量小信号的情况误判为信号播放停止，需要做进一步精细判断。在S308处，启动计时器。继续信号检测，在S310处，判断在计时器停止之前是否再次检测到估计的信号能量大于或等于所述能量阈值的情况。如果在计时完毕之前检测到某时刻估计的信号能量大于或等于能量阈值的情况，则在S312处将音频信号状态判断为正在播放音频信号，计时器重置，继续信号检测。如果在计时器启动后直到计时完毕，估计的信号能量一直低于能量阈值，则认为音频信号播放已停止S314。继续信号检测。通过上述方法，可以对音频信号的状态进行更加准确地判断。

[0032] 图4示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于估计出的信号能量来执行动态增益计算以及进一步对计算出的增益进行平滑的方法示意图。在执行动态增益计算时，需要考虑如图3所示的对音频信号状态的判断结果。如果音频信号状态被判断为已经停止播放音频信号，则不执行动态增益计算。而是将用于动态增益计算和平滑处理的参数冻结，并且在检测到开始播放音频信号时，将用于动态增益计算和平滑处理的参数初始化。如果音频信号状态被判断为正在播放音频信号，则执行动态增益计算。

[0033] 如图4所示，在音频信号状态被判断为正在播放音频信号的情况下，计算估计的信号能量与目标能量的信号能量差。信号能量差可以体现出信号能量是增加、减少还是在一个稳定的水平上略微波动。例如，信号能量差可以采用分贝(dB)差形式，并且可以对分贝差执行平滑处理和计算，以用于动态增益计算。这种平滑处理是在dB域中执行而不是线性域中执行的，这是因为在这种情况下，平滑处理带来的影响不会太强烈。此外，还可以根据音频信号的播放时间改变平滑参数。信号播放暂停后可能会出现信号能量的快速增加或减少的情况。本公开的平滑处理方案，可以使得随着信号连续播放，不会立即根据信号变化对能量差进行平滑处理及调整，从而允许在不引入失真的情况下存在一些波动变化。由此，可以给收听者带来更好地听觉体验。以下结合图4进一步具体说明。

[0034] 在一些示例中，在获得估计的能量与目标能量的能量差之后，判断该信号能量差

是否落入调整范围内。其中，该调整范围可以根据系统要求和实际经验被预先设定，例如以dB为单位。如果信号能量差落入调整范围内，则对信号能量差进行平滑处理。然后基于平滑处理后的能量差，执行增益计算。

[0035] 如果信号能量差没有落入该调整范围内，则先对信号能量差进行限幅处理。然后再对经过限幅处理后的信号能量差进行平滑处理。这种引入限幅处理的方法，可以避免由于过大信号能量差引起的过于强烈的调整而给收听者带来突兀的收听体验。接下来，基于经过平滑处理后的信号能量差来执行动态增益计算。

[0036] 在一些示例中，还可以进一步对计算出的增益进行平滑处理。例如，在包括多个样本的样本块上，通过从当前增益到计算增益的斜升(ramp-up)来实现对计算出的增益的进一步的平滑。这可确保输出中不会出现增益的突然跳跃。

[0037] 图5示意性示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于计算出的且平滑后的动态增益，进行动态均衡调整的方法示意图。平滑后的动态增益可用于动态均衡模块，使得能够对输入信号进行动态的均衡处理。例如，动态均衡(EQ)模块可以包括若干软件或硬件实现的EQ滤波器。可以基于扬声器的最大性能和声学工程师的调音方向，来选择设计这些EQ滤波器的各频带的中心频率和每个频带的有效带宽。同时，基于平滑处理后的动态增益，可以通过不同的函数来计算用于每个频带的增益因子。

[0038] 例如，计算出的动态增益G可以应用三个动态均衡频段。每个频段的中心频率例如设置为50Hz、1kHz和10kHz，有效带宽例如分别为10Hz、100Hz和2kHz。那么，增益因子可以分别选择为$F_1(G)$、$F_2(G)$和$F_3(G)$，其中$F_i(*)$是增益G的不同函数，其可以是线性的或非线性的。本领域的技术人员可以理解，上述示例仅仅是为了更清楚的说明本方案，而非具体限制频段的数量和EQ滤波器的数量。可以根据实际要求来设计多个频段的EQs，例如EQ_1，EQ_2…EQ_n。

[0039] 图6示出了根据本公开的另一个实施方案的一个或多个实施例的方法和系统的示意图。在图6所示的一个或多个实施例中，在音频系统中对信号进行处理的方法和系统可以主要包括以下几个部分：信号输入模块602、标准固定均衡模块604、信号检测与能量计算模块606、动态增益计算及平滑模块608、自适应均衡模块610、DRC模块612和输出模块614，这些模块与图1中所示的模块的工作原理基本相同。除此之外，图6所示的方法和系统还可以包括分频滤波处理模块616和加权求和模块618。

[0040] 从图6中可以看出，可以对输入信号同时进行两路处理。例如，从信号输入模块602接收的输入信号可以经由标准固定均衡模块604进行均衡处理，再经过可以动态调整均衡参数的自适应均衡模块610的处理，然后经由DRC 612，到达输出模块614。同时，在分频滤波模块616处，可以对输入信号进行分频滤波处理。考虑到扬声器的能力和限制，在分频滤波模块616中可以使用硬件或软件实现的若干滤波器组，以用于不同的频率范围。例如，可以使用三个滤波器组分别用于低、中、高频率范围。因此，接下来执行的信号检测与能量计算以及动态增益计算及平滑处理可以分别在不同的频率范围内单独执行。

[0041] 在信号检测与能量计算模块606处，对从分频滤波模块616接收的经过分频滤波处理之后的输入信号进行检测并且计算信号能量。基于计算出的信号能量，动态增益计算及平滑模块608可以计算出动态增益。在信号检测与能量计算模块606和动态增益计算及平滑模块608处执行的信号处理，与图1中的信号检测与能量计算模块106和动态增益计算及平

滑模块108处执行的处理相同。具体处理方法参见图2-4以及上述相关描述。

[0042] 在加权求和模块618处，可以对计算出的及平滑后的增益按照不同的频率范围来进行加权求和处理，其中用于加权求和处理的权重值是根据不同的频率范围而设定的。接下来，基于经过加权求和处理后的动态增益，对自适应均衡模块610进行动态调整。以下将参考图7进行说明。

[0043] 图7示意性示出了根据本公开的一个或多个实施例的基于加权求和后的动态增益执行动态均衡调整的方法示意图。加权求和后的动态增益可用于动态均衡模块，使得能够对输入信号进行动态的均衡处理。例如，动态均衡(EQ)模块可以包括若干软件或硬件实现的EQ滤波器。可以基于扬声器的最大性能和声学工程师的调音方向，来选择设计这些EQ滤波器的各频带的中心频率和每个频带的有效带宽。同时，基于平滑处理后的动态增益，可以通过不同的函数来计算用于每个频带的增益因子。

[0044] 例如，加权求和后的动态增益G可以应用到三个动态均衡频段。每个频段的中心频率设置为50Hz、1kHz和10kHz，有效带宽分别为10Hz、100Hz和2kHz。那么，例如，增益因子可以分别选择为$F_1(G)$、$F_2(G)$和$F_3(G)$，其中$F_i(*)$是增益G的不同函数，其可以是线性的或非线性的。本领域的技术人员可以理解，上述示例仅仅是为了更清楚的说明本方案，而非具体限制频段的数量和EQ滤波器的数量。可以根据实际要求来设计多个频段的EQs，例如EQ_1，EQ_2…EQ_n。

[0045] 图8示意性示出了根据本公开的一个或多个实施例的用于音频系统的自适应均衡方法。如图8所示，在S802处，检测输入信号并且估计输入信号的信号能量。在S804处，基于估计的信号能量，判断音频信号状态。在S806处，基于估计的信号能量以及判断出的音频信号状态，执行动态增益计算。在S808处，利用计算出的动态增益来调整均衡参数，从而对输入信号执行动态的均衡处理。

[0046] 本公开提供的方法和系统通过应用动态EQ曲线，使得声学系统中的换能器性能与数控硬件功放更加匹配，进一步增强了特定声学系统的性能。本公开提出的解决方案可用于小音量下的低频扩展、扬声器保护和大音量下的动态范围保持，并且在这些方面具有与传统方法相比而言更精细的控制。

[0047] 条款1.一种用于音频系统的自适应均衡方法，包括：检测输入信号并且估计所述输入信号的信号能量；基于估计的信号能量，判断音频信号状态；基于所述估计的信号能量以及所述音频信号状态，执行动态增益计算；以及利用计算出的动态增益来调整均衡参数，从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。

[0048] 条款2.根据条款1所述的方法，其中，所述基于估计的信号能量判断音频信号状态包括：持续检测针对每帧输入信号所估计的信号能量；将估计的信号能量与能量阈值进行比较；如果所述估计的信号能量大于或等于所述能量阈值，则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号；或者如果所述估计的信号能量小于所述能量阈值，则启动计时器；如果在计时器停止之前再次检测到所述估计的信号能量大于或等于所述能量阈值的情况，则将所述音频信号状态判断为正在播放音频信号；否则，将所述音频信号状态判断为已经停止播放音频信号。

[0049] 条款3.根据前述条款中的任一项所述的方法，所述基于所述估计的信号能量以及音频信号的状态，执行动态增益计算包括：如果所述音频信号状态被判断为正在播放音频

信号,则执行动态增益计算;如果所述音频信号状态判断为已经停止播放音频信号,则不执行动态增益计算,并且在检测到开始播放音频信号时,初始化用于动态增益计算的参数。

[0050] 条款4.根据前述条款中的任一项所述的方法,所述执行动态增益计算包括:计算所述估计的信号能量与目标能量的信号能量差;判断所述信号能量差是否落入调整范围内;如果所述信号能量差落入所述调整范围内,则对所述信号能量差进行平滑处理;或者如果所述信号能量差没有落入所述调整范围内,则先对所述信号能量差进行限幅处理,然后再对经过限幅处理后的信号能量差进行平滑处理;以及基于经过平滑处理后的信号能量差计算动态增益。

[0051] 条款5.根据前述条款中任一项所述的方法,还包括用于为所述电池充电的充电器,并且所述控制单元基于所述可穿戴设备处于开机充电模式还是关机充电模式,为所述充电器的充电参数设置不同值。

[0052] 条款6.根据前述条款中任一项所述的方法,还包括对计算出的动态增益进行平滑处理。

[0053] 条款7.根据前述条款中任一项所述的方法,还包括:对经过平滑处理后的动态增益按照不同的频率范围进行加权求和处理,其中用于加权求和处理的权重值是根据不同的频率范围而设定的。

[0054] 条款8.根据前述条款中任一项所述的方法,还包括:基于经过加权求和处理后的动态增益来计算用于不同频带的均衡的增益因子,从而对所述输入信号执行动态的均衡处理。

[0055] 条款9.根据前述条款中任一项所述的方法,其中计算所述增益因子包括:利用对应于不同频带的增益函数来计算增益因子。

[0056] 条款10.一种用于音频系统的自适应均衡系统,其包括:存储器,配置为存储计算机可执行指令;以及处理器,配置为执行所述计算机可执行指令,以实现前述条款1-9中任一项所述的方法。

[0057] 已经出于说明和描述的目的呈现了实施方案的描述。根据以上描述,可以对实施方案进行适当的修改和改变,或者可以从实践所述方法中获得这些修改和改变。例如,除非另有说明,否则所描述的方法中的一个或多个可由合适的装置和/或装置组合来执行。所述方法可以通过用一个或多个逻辑装置(例如,处理器)结合一个或多个另外的硬件元件(诸如存储装置、存储器、硬件网络接口/天线、开关、致动器、时钟电路等)执行存储的指令来执行。除了本申请中描述的顺序之外,所描述的方法和相关联的动作也可以以各种顺序并行和/或同时地执行。所描述的系统本质上是示例性的,并且可以包括另外的元件和/或省略元件。本公开的主题包括所公开的各种系统和配置以及其他特征、功能和/或性质的所有新颖且非显而易见的组合。

[0058] 所述系统可以包括另外的或不同的逻辑,并且可以以许多不同的方式实现。处理器可以被实现为微处理器、微控制器、专用集成电路(ASIC)、分立逻辑或这些和/或其他类型的电路或逻辑的组合。类似地,存储器可以是DRAM、SRAM、快闪存储器或其他类型的存储器。参数(例如,条件和阈值)和其他数据结构可以单独存储和管理,可以合并到单个存储器或数据库中,或者可以以许多不同的方式在逻辑上和物理上组织。程序和指令集可以是单个程序的部分,也可以是单独的程序,或者跨多个存储器和处理器分布。

[0059] 如本申请中所使用的,以单数形式列举并且前面带有词语“一/一个”的元件或步骤应当被理解为并不排除多个所述元件或步骤,除非指出这种排除情况。此外,对本公开的“一个实施方案”或“一个示例”的参考并非意图解释为排除也并入所列举特征的另外实施方案的存在。上文已参考特定实施方案描述了本发明。然而,本领域的一般技术人员将理解,可在不脱离如所附权利要求书中陈述的本发明的较广精神和范围的情况下对其做出各种修改和改变。

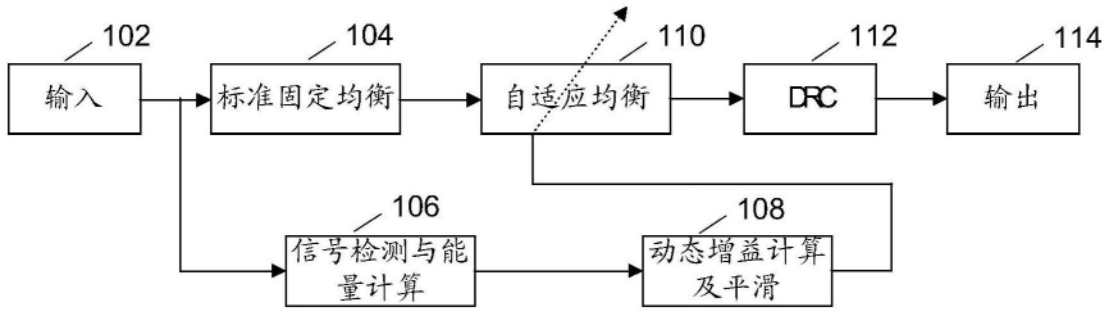

102
104
110
112
114
输入
标准固定均衡
自适应均衡
DRC
输出
106
108
信号检测与能量计算
动态增益计算及平滑

图1

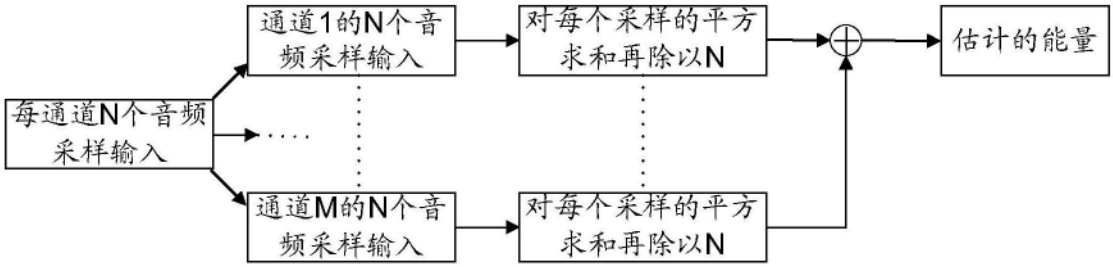

每通道N个音频采样输入
通道1的N个音频采样输入
通道M的N个音频采样输入
对每个采样的平方求和再除以N
对每个采样的平方求和再除以N
估计的能量

图2

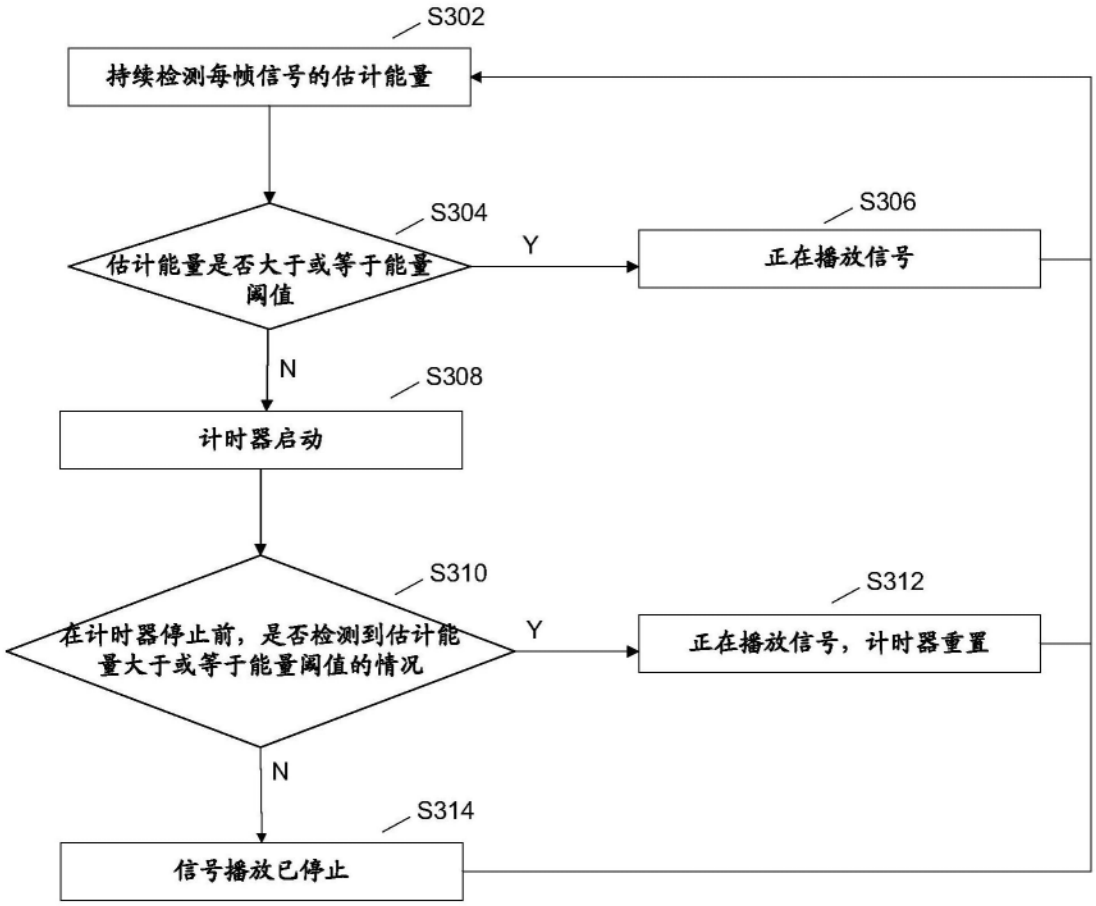

S302
持续检测每帧信号的估计能量
S304
估计能量是否大于或等于能量阈值
Y
S306
正在播放信号
N
S308
计时器启动
S310
在计时器停止前，是否检测到估计能量大于或等于能量阈值的情况
Y
S312
正在播放信号，计时器重置
N
S314
信号播放已停止

图3

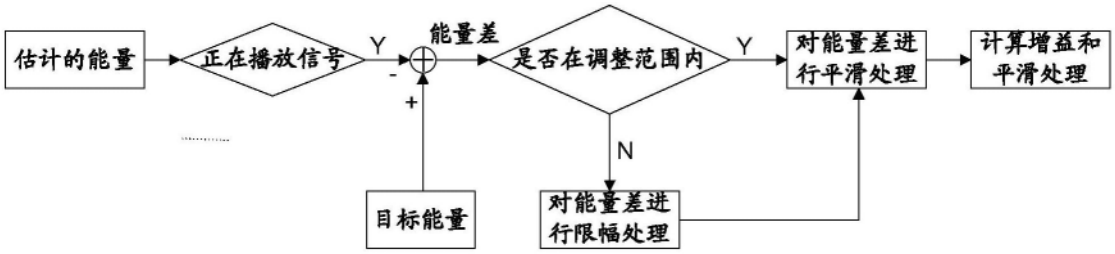

估计的能量
正在播放信号
Y
能量差
-
+
是否在调整范围内
Y
对能量差进行平滑处理
计算增益和平滑处理
N
目标能量
对能量差进行限幅处理

图4

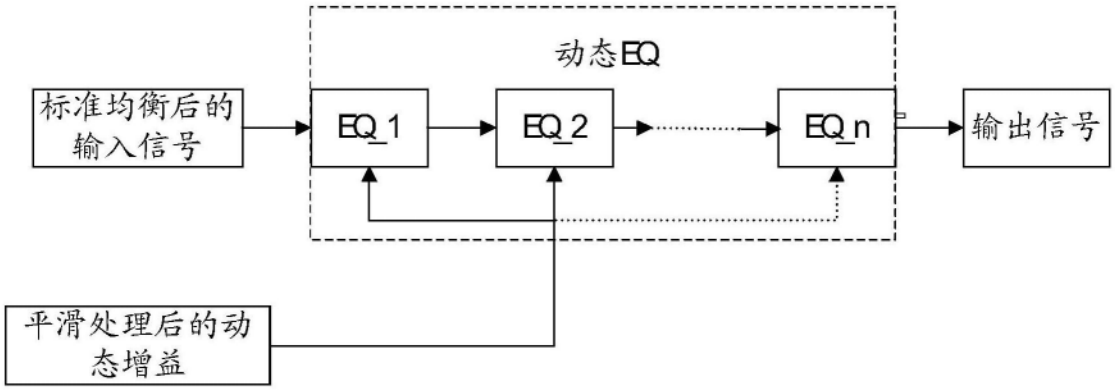

动态EQ
标准均衡后的输入信号
EQ_1
EQ_2
EQ_n
输出信号
平滑处理后的动态增益

图5

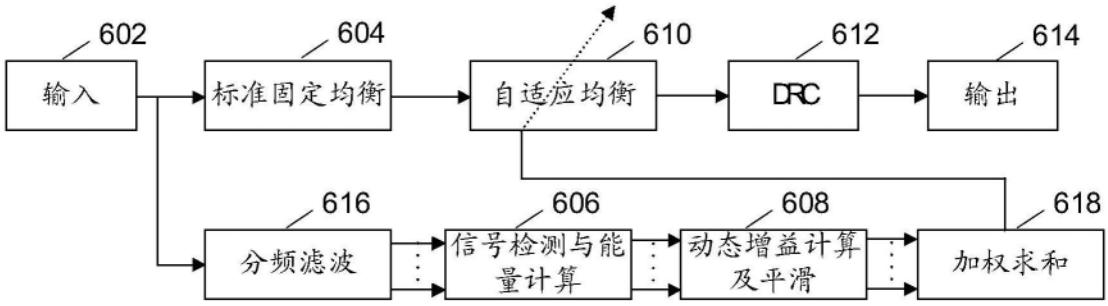

602
604
610
612
614
输入
标准固定均衡
自适应均衡
DRC
输出
616
606
608
618
分频滤波
信号检测与能量计算
动态增益计算及平滑
加权求和

图6

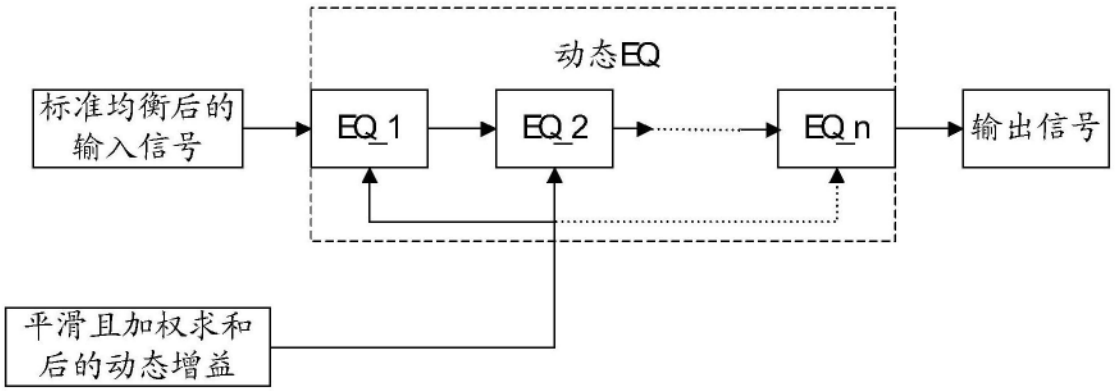

动态EQ
标准均衡后的输入信号
EQ_1
EQ_2
EQ_n
输出信号
平滑且加权求和后的动态增益

图7

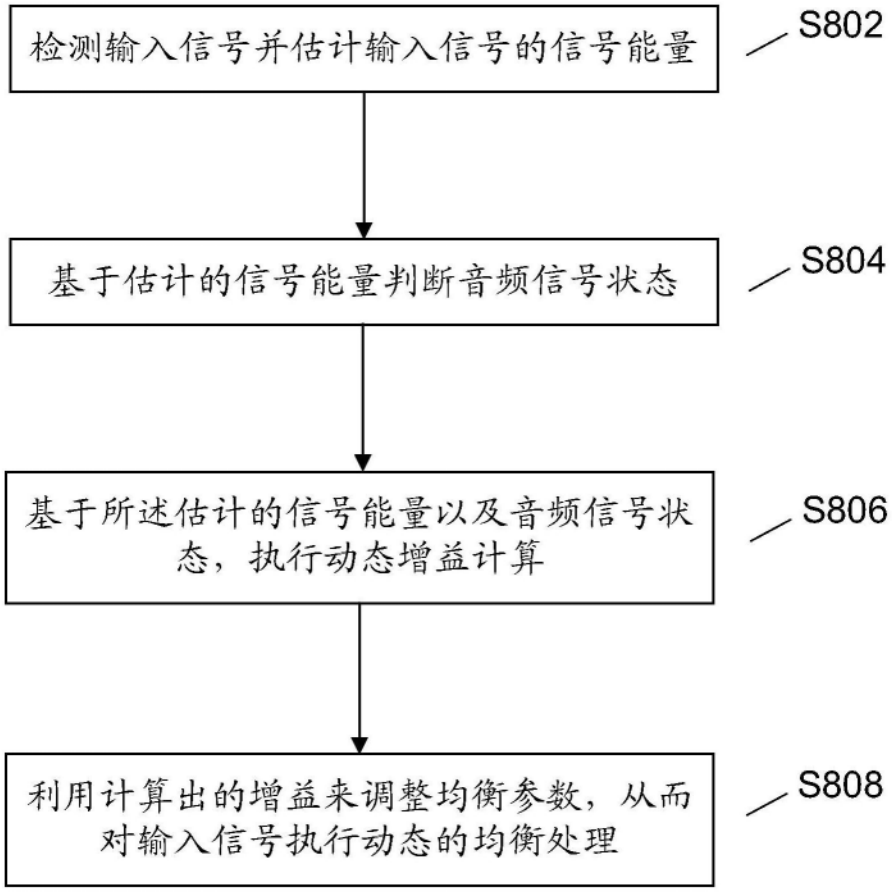

检测输入信号并估计输入信号的信号能量
S802
基于估计的信号能量判断音频信号状态
S804
基于所述估计的信号能量以及音频信号状态，执行动态增益计算
S806
利用计算出的增益来调整均衡参数，从而对输入信号执行动态的均衡处理
S808

图8