



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112802492 B

(45) 授权公告日 2021.07.27

(21) 申请号 202110397343.6

CN 109788400 A, 2019.05.21

(22) 申请日 2021.04.14

CN 110248300 A, 2019.09.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 110782910 A, 2020.02.11

申请公布号 CN 112802492 A

CN 111402911 A, 2020.07.10

CN 111182431 A, 2020.05.19

(43) 申请公布日 2021.05.14

CN 112037816 A, 2020.12.04

CN 111800725 A, 2020.10.20

(73) 专利权人 展讯通信(上海)有限公司

JP 特开2005-109533 A, 2005.04.21

地址 201203 上海市浦东新区中国(上海)

US 2012/0059649 A1, 2012.03.08

自由贸易试验区祖冲之路2288弄展讯

US 5442712 A, 1995.08.15

中心1号楼

US 5677987 A, 1997.10.14

(72) 发明人 潘思伟 罗本彪 雍雅琴 董斐

Ruiyu Liang et al..A joint echo

林福辉

cancellation algorithm for quick

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

suppression of howls in hearing aids.

代理人 熊永强 李光金

《IEEJ Transactions on Electrical and

Electronic Engineering》.2017,第1-10页.

(51) Int.Cl.

Manami Kubo et al..Howling reduction

G10L 21/0232 (2013.01)

(续)

by analog phase-locked loop and active

noise control circuits.《Applied

Acoustics》.2015,第174-182页.

(续)

(56) 对比文件

CN 111402911 A, 2020.07.10

CN 105228056 A, 2016.01.06

CN 109637552 A, 2019.04.16

CN 109671445 A, 2019.04.23

审查员 李召卿

权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

一种抑制啸叫的方法、装置、芯片及模组设备

(57) 摘要

本申请公开了一种抑制啸叫的方法、装置、芯片及模组设备,该方法包括:接收传声器输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。采用本申请所描述的方法,有利于抑制多频啸叫和宽频啸叫。



[转续页]

[接上页]

(51) Int.Cl.

H04R 3/02 (2006.01)

H04R 27/00 (2006.01)

(56) 对比文件

Devis Thomas et al..Automated suppression of howling noise using sinusoidal model based analysis/synthesis.《Advance Computing Conference》.2014,第761-765页.

张荣庆 等.一种带啸叫抑制的音频功率放

大器设计.《测控技术》.2017,第36卷(第7期),第138-141页.

Ashutosh Pandey et al..Howling Suppression in Hearing Aids Using Least-Squares Estimation and Perceptually Motivated Gain Control.《ICASSP》.2006,第149-152页.

Pepe Gil-Cacho et al..Regularized adaptive notch filters for acoustic howling suppression.《EUSIPCO》.2009,第2574-2578页.

1. 一种抑制啸叫的方法,其特征在于,所述方法包括:
接收传声器输入的第一信号;
获取所述第一信号对应的频谱信号;
基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,所述第一频谱幅度为所述频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;
基于所述啸叫检测阈值确定所述频谱信号中的啸叫频谱成分;
基于所述啸叫检测阈值和所述啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定所述啸叫频谱成分对应的抑制参数;
确定除所述啸叫频谱成分以外的频点对应的所述抑制参数为1;
基于所述抑制参数对所述频谱信号进行滤波处理。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述啸叫检测阈值确定所述频谱信号中的啸叫频谱成分,包括:
若第一频点对应的频谱幅度大于所述啸叫检测阈值,则确定所述第一频点为所述啸叫频谱成分,所述第一频点为所述频谱信号的任意一个或多个频点。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,包括:
基于所述第一频谱幅度和第一调节函数确定各个频点所对应的所述啸叫检测阈值。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述基于所述啸叫检测阈值确定所述频谱信号中的啸叫频谱成分,包括:
若第一频点对应的频谱幅度大于所述第一频点对应的所述啸叫检测阈值,则确定所述第一频点为所述啸叫频谱成分,所述第一频点为所述频谱信号的任意一个或多个频点。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述啸叫检测阈值和所述啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数,包括:
基于所述啸叫检测阈值、所述啸叫频谱成分所对应的频谱幅度和第二调节函数确定所述啸叫频谱成分对应的所述抑制参数。
6. 根据权利要求1~4中任意一项所述的方法,其特征在于,所述获取所述第一信号对应的频谱信号,包括:
对所述第一信号进行分帧处理,得到多个时域信号;
将所述多个时域信号转化为多个频谱信号。
7. 根据权利要求1~4中任意一项所述的方法,其特征在于,所述接收传声器输入的第一信号之前,包括:
确定扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值。
8. 一种抑制啸叫装置,其特征在于,所述装置包括啸叫检测模块和啸叫滤波模块:
所述啸叫检测模块,用于:
接收传声器输入的第一信号;
获取所述第一信号对应的频谱信号;
基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,所述第一频谱幅度为所述频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;
基于所述啸叫检测阈值确定所述频谱信号中的啸叫频谱成分;

基于所述啸叫检测阈值和所述啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定所述啸叫频谱成分对应的抑制参数；

确定除所述啸叫频谱成分以外的频点对应的所述抑制参数为1；

所述啸叫滤波模块，用于基于所述抑制参数对所述频谱信号进行滤波处理。

9. 一种电子设备，其特征在于，该电子设备包括扩声器、传声器、存储器和处理器：

所述扩声器，用于输出处理后的音频信号；

所述传声器，用于获取音频信号；

所述存储器，用于存储计算机程序；

所述处理器，具体用于从所述存储器中调用所述计算机程序执行如权利要求1~8中任一项所述的方法。

10. 一种芯片，其特征在于，所述芯片，用于：

接收传声器输入的第一信号；

获取所述第一信号对应的频谱信号；

基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值，所述第一频谱幅度为所述频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度；

基于所述啸叫检测阈值确定所述频谱信号中的啸叫频谱成分；

基于所述啸叫检测阈值和所述啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定所述啸叫频谱成分对应的抑制参数；

确定除所述啸叫频谱成分以外的频点对应的所述抑制参数为1；

基于所述抑制参数对所述频谱信号进行滤波处理。

11. 一种模组设备，其特征在于，所述模组设备包括电源模组、存储模组以及芯片模组，其中：

所述电源模组用于为所述模组设备提供电能；

所述存储模组用于存储数据和指令；

所述芯片模组用于：

接收传声器输入的第一信号；

获取所述第一信号对应的频谱信号；

基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值，所述第一频谱幅度为所述频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度；

基于所述啸叫检测阈值确定所述频谱信号中的啸叫频谱成分；

基于所述啸叫检测阈值和所述啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定所述啸叫频谱成分对应的抑制参数；

确定除所述啸叫频谱成分以外的频点对应的所述抑制参数为1；

基于所述抑制参数对所述频谱信号进行滤波处理。

12. 一种存储介质，存储有计算机指令，其特征在于，所述计算机指令运行时执行权利要求1~7任一项所述方法的步骤。

一种抑制啸叫的方法、装置、芯片及模组设备

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,尤其涉及一种抑制啸叫的方法、装置、芯片及模组设备。

背景技术

[0002] 在通常情况下,手机、音响等电子设备都会应用到扩声系统。扩声系统能够对音量较小的语音信号进行处理,从而输出音量更大的语音信号。如图1所示,在扩声系统10中,传声器接收到外界的语音信号后,将该语音信号转化为输入信号,使该输入信号经功率放大器放大后由扩音器输出,输出信号经边界反射、折射,重新被传声器拾取,形成了一个闭环回路,这个过程称为声反馈。根据奈奎斯特稳定性判据,当某频点的开环传递函数的幅度大于等于1,且该扩声系统的开环传递函数的相位为 2π 的整数倍时,系统是不稳定的,典型的不稳定现象是产生啸叫。啸叫的产生会对扩声系统造成一定的危害,例如,影响扩音器的扩音效果,限制扩声系统的最大稳定增益(Maximum Stable Gain, MSG),在最严重的情况下,甚至也可能损坏整个扩音系统。针对啸叫抑制的研究已有50多年的历史,先后经历了手动控制,模拟自动控制和数字自动控制等发展阶段。目前主要的方法有:陷波法、移频法和自适应反馈抵消法等。

[0003] 其中,陷波法在实际中应用最为广泛。陷波法主要由两部分组成,第一部分为啸叫检测,第二部分为陷波器设计。陷波法抑制啸叫的基本原理是通过准确检测声反馈中出现的啸叫频点并进行陷波处理,降低啸叫频点处增益,破坏啸叫产生的增益条件,达到抑制啸叫的目的。由于陷波法抑制啸叫对啸叫检测高度依赖,而现有的啸叫检测方法难以快速且准确地检出同时出现两个以上啸叫频点的啸叫或宽频啸叫,因此陷波法的实际应用效果并不理想。

发明内容

[0004] 本申请提供一种抑制啸叫的方法、装置、芯片及模组设备,有利于抑制多频啸叫和宽频啸叫。

[0005] 第一方面,本申请提供一种抑制啸叫的方法,该方法包括:接收传声器输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0006] 基于第一方面所描述的方法,由于通过啸叫检测阈值对频谱信号中除预设频带外所有频点均进行检测,因此,该方法能够同时检测出该频谱信号中多个频点的啸叫或宽频啸叫,有利于抑制多频啸叫和宽频啸叫。

[0007] 在一种可能的实现方式中,若第一频点对应的频谱幅度大于该啸叫检测阈值,则确定该第一频谱成分为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0008] 在一种可能的实现方式中,基于该第一频谱幅度和第一调节函数确定各个频点所对应的该啸叫检测阈值。

[0009] 在一种可能的实现方式中,若第一频点对应的频谱幅度大于该第一频点对应的该啸叫检测阈值,则确定该第一频点为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0010] 在一种可能的实现方式中,基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数;确定除该啸叫频谱成分以外的频点对应的该抑制参数为1。

[0011] 在一种可能的实现方式中,基于该啸叫检测阈值、该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度和第二调节函数确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数。

[0012] 在一种可能的实现方式中,对该第一信号进行分帧处理,得到多个时域信号;将该多个时域信号转化为多个频谱信号。

[0013] 在一种可能的实现方式中,确定扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值。

[0014] 第二方面,本申请提供一种抑制啸叫装置,该装置包括啸叫检测模块和啸叫滤波模块。该啸叫检测模块,用于:接收传声器输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;该啸叫滤波模块,用于基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0015] 第三方面,本申请提供一种电子设备,该电子设备包括扩声器、传声器、存储器和处理器:该扩声器,用于输出处理后的音频信号;该传声器,用于获取音频信号;该存储器,用于存储计算机程序;该处理器,具体用于从该存储器中调用该计算机程序执行上述第一方面所描述的方法。

[0016] 第四方面,本申请提供一种芯片,该芯片,用于:接收传声器输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0017] 第五方面,本申请提供一种模组设备,该模组设备包括电源模组、存储模组以及芯片模组。该电源模组用于为该模组设备提供电能;该存储模组用于存储数据和指令;该芯片模组用于:接收传声器输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0018] 第六方面,本申请提供一种存储介质,其上存储有计算机指令,该计算机指令运行时执行上述第一方面所描述的方法。

[0019] 第七方面,本申请提供一种计算机程序或计算机程序产品,包括代码或指令,当代码或指令在计算机上运行时,使得计算机执行如第一方面所描述的方法。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1是现有的一种扩声系统的结构示意图;

[0022] 图2是本申请实施例提供的一种扩声系统的结构示意图;

[0023] 图3是本申请实施例提供的一种抑制啸叫方法的流程示意图;

[0024] 图4是本申请实施例提供的一种频谱信号的示意图;

[0025] 图5是本申请实施例提供的又一种频谱信号的示意图;

[0026] 图6是本申请实施例提供的又一种频谱信号的示意图;

[0027] 图7是本申请实施例提供的一种语音信号的啸叫处理前后对比图;

[0028] 图8是本申请实施例提供的一种抑制啸叫方法的流程示意图;

[0029] 图9是本申请实施例提供的一种的声反馈场景示意图;

[0030] 图10是本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图;

[0031] 图11是本申请实施例提供的一种装置的结构示意图;

[0032] 图12是本申请实施例提供的一种模组设备的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 请参阅图2,图2为本申请实施例提供的一种扩声系统的结构示意图。在不考虑声反馈时,近端语音信号201被传声器202拾取得到输入信号203(205),经过功放的前向增益单元206作用后得到放大后的信号207,再经过扩声器208播放后得到放大后的输出信号209,输出信号209相比语音信号201更容易被人耳接收到。当考虑声反馈时,放大后的输出信号209经声反馈回路210形成反馈语音信号211,反馈语音信号211被传声器202拾取形成了一个闭环回路。当功放的前向增益206和声反馈回路210满足奈奎斯特准则时,系统会趋向不稳定,产生啸叫。图2中的扩声系统20,在原有的扩声系统10中加入啸叫检测模块212和滤波系统模块204,可以对含有啸叫的输入信号203进行过滤,从而输出不具有啸叫的输出信号209。啸叫检测模块212对传声器202的输入信号203进行检测,若检测到啸叫成分,则输出抑制参数213给滤波系统204,输入信号203经滤波系统204滤波后输出啸叫抑制后的信号205,经前向增益单元206后得到放大信号207,再经扩声器208播放得到输出语音209。若未检测到啸叫成分,则输出指令或相应的抑制参数213给滤波系统204,不对输入信号203做滤波,此时前向增益206的输入信号就是传声器202的输入信号203。

[0035] 请参阅图3,图3是本申请实施例提供的一种啸叫抑制方法的流程示意图。该方法应用于电子设备或电子设备中的芯片,具体的,如图3所示,图3以电子设备为方法的执行主体为例进行说明。本发明实施例的其他附图所示的啸叫抑制方法的执行主语同理,后文不

再赘述。本申请实施例的啸叫抑制方法步骤301~步骤306:

[0036] 301、电子设备接收传声器输入的第一信号。

[0037] 本申请实施例中,电子设备可以为手机、音响或对讲机等包含有传声器和扩声器的设备。该电子设备能够放大传声器输入的语音信号从而使扩声器输出,有利于用户能够更清晰地听到该语音信号。

[0038] 本申请实施例中,该第一信号可以为传声器从外界接收到的语音信号,也可以是传声器通过通信接口或存储器中获取到的音频信号等,本申请实施例对此不作限定。

[0039] 302、电子设备获取该第一信号对应的频谱信号。

[0040] 本申请实施例中,步骤302具体可以包括:电子设备对该第一信号进行分帧处理,得到多个时域信号;电子设备将该多个时域信号转化为多个频谱信号。其中,该分帧处理要求每秒不少于40帧。通过分帧处理有利于使后续更精确地检测啸叫频谱成分。不同分帧的时域信号所对应转换的频谱信号不同,不同频谱信号可以通过采用不同的分帧标识进行区分。

[0041] 可选的,电子设备也可以直接将第一信号转换为频谱信号,无需先获取时域信号,本申请实施例对获取第一信号对应的频谱信号的方式不作限定。

[0042] 303、电子设备基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度。

[0043] 本申请实施例中,预设基准频带通常为啸叫频点出现概率较低的低频带。因为选择啸叫频点出现概率较低的低频带,可以避免出现该信号中啸叫频点所对应频谱幅度小于啸叫检测阈值,导致无法过滤掉信号中的啸叫的情况。其中,该预设基准频带可以通过两种方式确定,一种方式为,仅确定一个截止频率 f_c ,预设基准频带表示为 $(0, f_c)$;另一种方式为,确定一个初始频率 f_s 和截止频率 f_c ,则该预设基准频带可以表示为 (f_s, f_c) 。本申请实施例对如何确定预设基准频带的方式不作限定。

[0044] 本申请实施例中,第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度。采用一个实际的例子对第一频谱幅度进行介绍,如图4所示,图4为本申请实施例提供的一个频谱信号的频谱幅度的示意图。纵轴A表示频谱信号的频谱幅度,横轴 f_i 表示频谱信号的频点,实线表示频谱信号的频谱幅度 $A(k, f_i)$, k 为分帧标识。设定预设基准频带为 (f_s, f_c) ,则根据 (f_s, f_c) 所对应的频谱幅度的大小,可见, f_0 所对应的 $A(k, f_0)$ 是 (f_s, f_c) 所对应的频谱幅度中的最大值,由此可以确定为 $A(k, f_0)$ 为第一频谱幅度。

[0045] 在一种可能实现方式中,该啸叫检测阈值为一个固定的值。频谱信号的频谱幅度可以通过公式表示为 $A(k, f_i)$,该基准频带为 $(0, f_c)$,其中 k 为分帧标识, f_i 为频点。该第一频谱幅度 Thr_base 可以通过下列公式表示:

$$[0046] \quad Thr_base = \max[A(k, f_i)] \quad f_i \leq f_c \quad (1)$$

[0047] 其中,啸叫检测阈值的大小等于该第一频谱幅度。

[0048] 在另一种可能的实现方式中,该啸叫检测阈值可以为与频率有关的分段阈值。此时各个频点所述对应的该啸叫检测阈值可以基于该第一频谱幅度和第一调节函数确定。频谱信号的频谱幅度为 $A(k, f_i)$,该基准频带为 $(0, f_c)$,第一调节函数为 $a(k, f_i)$,第一频谱幅度为 Thr_base 。则该啸叫检测阈值 $Thr(k, f_i)$ 可以通过下列公式表示:

[0049] $Thr(k, f_i) = a(k, f_i) \times Thr_base$ (2)

[0050] 其中,第一调节函数 $a(k, f_i)$ 需满足下列条件:

$$[0051] \begin{cases} a(k, f_i) > 0 & f_i > f_c \\ a(k, f_i) = 1 & f_i \leq f_c \end{cases} \quad (3)$$

[0052] 通过该实现方式,电子设备可以在基于不同频率的情况下,设定不同的啸叫检测阈值的大小,有利于能够更精确地检测出啸叫频谱成分。

[0053] 304、电子设备基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分。

[0054] 本申请实施例中,该啸叫频谱成分可以为该频谱信号中的一个啸叫频点,也可以为多个啸叫频点,也可以为一段啸叫频带,本申请实施例对此不作限定。

[0055] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测阈值为一个固定的值时,该步骤304的具体实现步骤为:若第一频点对应的频谱幅度大于该啸叫检测阈值,则确定该第一频谱成分为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。通过将该啸叫检测阈值与所有频点对应的频谱幅度进行比较,确定出啸叫频谱成分,这样的方式能够有利于同时检测出多个频点的啸叫或宽频啸叫。

[0056] 例如,如图5所示,纵轴A表示频谱信号的频谱幅度,横轴 f_i 表示频谱信号的频点,实线表示频谱信号的频谱幅度 $A(k, f_i)$, k 为分帧标识, (f_s, f_c) 为预设基准频带,啸叫检测阈值为 Thr_base 。将 Thr_base 与各个频点所对应的频谱幅度进行比较,可见 (f_1, f_2) 内的频点所对应的频谱幅度大于 Thr_base ,例如, f_3 所对应的 $A(k, f_3)$ 即大于 Thr_base 。因此,即可确定频带 (f_1, f_2) 为啸叫频谱成分。

[0057] 在另一种可能的实现方式中,啸叫检测阈值为与频率有关的分段阈值时,该步骤304的具体实现步骤为:若第一频点对应的频谱幅度大于该第一频点对应的该啸叫检测阈值,则确定该第一频点为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。通过将所有频点对应的该啸叫检测阈值和频谱幅度进行比较,确定出啸叫频谱成分,这样的方式能够有利于同时检测出多个频点的啸叫或宽频啸叫。除此以外,由于啸叫检测阈值为与频率有关的分段阈值,能够更加精确地检测出频谱信号中的啸叫频谱成分。

[0058] 例如,如图6所示,纵轴A表示频谱幅度,横轴 f_i 表示频点,实线 $A(k, f_i)$ 表示频谱信号的频谱幅度,虚线 $Thr(k, f_i)$ 表示各个频点所对应的啸叫检测阈值。将啸叫检测阈值 $Thr(k, f_i)$ 与该频谱信号的频谱幅度进行比较,可见 (f_1, f_2) 内的频点所对应的频谱幅度大于 (f_1, f_2) 内的频点所对应啸叫检测阈值,例如, f_3 所对应的 $A(k, f_3)$ 即大于 $Thr(k, f_3)$ 。因此,即可确定频带 (f_1, f_2) 为啸叫频谱成分。

[0059] 305、电子设备基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数。

[0060] 本申请实施例中,步骤305的具体实现方式为:基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数;确定除该啸叫频谱成分以外的频点对应的该抑制参数为1。一个频点所对应的抑制参数为1即表示该频点不是啸叫频点,且在滤波处理中,不会对频谱信号中的该频点进行处理。如果所有的频点所对应的抑制参数均为1,则说明该频谱信号中不存在啸叫频谱成分,该信号无需执行滤波处理。

[0061] 其中,该抑制参数 $G(k, f_i)$ 可以通过公式(4)或公式(5)来表示:

$$[0062] \quad \begin{cases} G(k, f_i) = 1 & \text{for } A(k, f_i) \leq Thr_base \\ G(k, f_i) = Thr_base \div A(k, f_i) & \text{for } A(k, f_i) > Thr_base \end{cases} \quad (4)$$

$$[0063] \quad \begin{cases} G(k, f_i) = 1 & \text{for } A(k, f_i) \leq Thr(k, f_i) \\ G(k, f_i) = Thr(k, f_i) \div A(k, f_i) & \text{for } A(k, f_i) > Thr(k, f_i) \end{cases} \quad (5)$$

[0064] 其中,公式(4)为当啸叫检测阈值为一个固定的值时,该抑制参数的表示方式;公式(5)为当啸叫检测阈值为与频率有关的分段阈值时,该抑制参数的表示方式。

[0065] 可选的,该抑制参数还可以基于该啸叫检测阈值、该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度和第二调节函数确定。若将第二调节函数表示为 $\beta(k, f_i)$,该第二调节函数 $\beta(k, f_i)$ 满足 $0 \leq \beta(k, f_i) \leq 1$,则上述公式(4)和公式(5)分别可以替换表示为公式(6)和公式(7)来表示:

$$[0066] \quad \begin{cases} G(k, f_i) = 1 & \text{for } A(k, f_i) \leq Thr_base \\ G(k, f_i) = \beta(k, f_i) \times Thr_base \div A(k, f_i) & \text{for } A(k, f_i) > Thr_base \end{cases} \quad (6)$$

$$[0067] \quad \begin{cases} G(k, f_i) = 1 & \text{for } A(k, f_i) \leq Thr(k, f_i) \\ G(k, f_i) = \beta(k, f_i) \times Thr(k, f_i) \div A(k, f_i) & \text{for } A(k, f_i) > Thr(k, f_i) \end{cases} \quad (7)$$

[0068] 其中,公式(6)为当啸叫检测阈值为一个固定的值时,该抑制参数的表示方式;公式(7)为当啸叫检测阈值为与频率有关的分段阈值时,该抑制参数的表示方式。通过该实现方式所确定出的抑制参数,有利于更精确过滤掉啸叫。

[0069] 306、电子设备基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0070] 本申请实施例中,电子设备基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理,滤波处理后得到啸叫抑制后的频谱信号。则该啸叫抑制后的频谱信号 $A_s(k, f_i)$ 可以表示为:

$$[0071] \quad A_s(k, f_i) = G(k, f_i) \times A(k, f_i) \quad (8)$$

[0072] 通过上述所描述的步骤301~步骤306所描述的方法,可见,由于通过啸叫检测阈值对频谱信号中除预设频带外所有频点均进行检测,因此,该方法能够同时检测出该频谱信号中多个频点的啸叫或宽频啸叫,有利于抑制多频啸叫和宽频啸叫。

[0073] 例如,如图7所示,图7中上图为啸叫处理前的语音信号,采样率为8000 Hz,时长约6.7 s,其中主要啸叫成分已由虚线框标示。可以看出啸叫成分呈多频或宽频分布,最大带宽不低于1000Hz,其最大幅度与2000Hz以下近端语音部分的平均幅度接近。图7中下图为经过本申请所提出的啸叫抑制方法所处理后的语音信号,可以看出,所有啸叫成分都得到了几乎无延迟地有效抑制。正因为啸叫被有效抑制了,啸叫处理前的输入语音信号里才没有出现持续性的啸叫成分。经过啸叫抑制处理后,啸叫成分以外的近端语音部分未出现明显压制或失真,全部频谱能量的均方根平均值仅降低约1dB,说明本方法在快速、有效地抑制啸叫的同时,不易引起音质恶化,同时对系统增益的限制较小。

[0074] 请参见图8,图8是本申请实施例提供的另一种啸叫抑制方法的流程示意图。该啸叫抑制方法包括步骤801~步骤807。其中:

[0075] 801、电子设备确定扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值。

[0076] 本申请实施例中,扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值,说明待扩音信号即将输出频谱幅度较大的信号,该输出信号可能会被该电子设备的传声器拾取,

形成声反馈,导致出现啸叫。通过限定在该情况下执行啸叫抑制处理,有利于在减少计算的同时,进一步实现对无声反馈时的输入信号的保护,例如,当该电子设备的扩音器没有输出信号的时候,此时没有形成声反馈,也不会出现啸叫,因此无需进行啸叫抑制处理。

[0077] 其中,该扩音器中的待输出信号除了满足最大频谱幅度超过预设阈值这个要求,还可以满足其他预设要求再执行啸叫抑制处理,例如,该待输出的信号的平均频谱幅度超过预设阈值,本申请实施例对此不作限定。

[0078] 其中,该实现方式非常适用于移动通信终端应用场景。如图9所示,第一电子设备和第二电子设备可以为终端设备、对讲机等设备。若该第一电子设备和第二电子设备的用户正在进行语音通话,此时第一电子设备的传声器接收到的语音信号经过处理器处理后,传输到第二电子设备,通过第二电子设备的扩声器输出,第二电子设备的传声器接收到的语音信号的处理方式同理。在该场景下,若第二电子设备的用户未发出声音,则第一电子设备的扩声器无需输出信号,即对于第一电子设备而言,在该情况下没有声反馈,不会发生啸叫。但若第一电子设备的用户正在讲话,且第一电子设备的处理器将对传声器输入的语音信号进行啸叫抑制处理,这会对该语音信号的音频质量造成一定影响。因此,若该待输出的信号的频谱幅度未超过预设阈值,则表示此时该扩音器输出的信号幅度较小或几乎没有,在该情况下没有声反馈,无需对输入的语音信号进行啸叫抑制处理。通过限定在扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值情况下执行啸叫抑制处理,有利于在减少计算的同时,进一步实现对无声反馈时的输入信号的保护。

[0079] 802、电子设备接收传声器输入的第一信号。

[0080] 803、电子设备获取该第一信号对应的频谱信号。

[0081] 804、电子设备基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度。

[0082] 805、电子设备基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分。

[0083] 806、电子设备基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数。

[0084] 807、电子设备基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0085] 其中,步骤802~步骤807的具体实现方式与上述步骤301~步骤306的具体实现方式相同,在此不赘述。

[0086] 请参阅图10,图10是本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图,该电子设备可以为终端设备、音响等。该电子设备100中包括处理器1010、扩音器1020、传声器1030和存储器1040。

[0087] 处理器1010可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),该处理器1010还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器,可选的,该处理器1010也可以是任何常规的处理器等。

[0088] 存储器1040可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器1010提供指令和数据。存储器1040的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器。

[0089] 可选的,该电子设备100还可以包括除上述所描述的器件以外的器件,例如通信接口,本申请实施例对此不作限定。

[0090] 其中:

[0091] 处理器1010,用于调用存储器1040中存储的程序指令。

[0092] 扩音器1020,用于输出处理后的音频信号。

[0093] 传声器1030,用于获取音频信号。

[0094] 存储器1040,用于存储程序指令。

[0095] 处理器1010调用存储器1040中存储的程序指令,使该电子设备100执行以下操作:接收传声器1030输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0096] 如图11所示为本申请实施例提供的一种装置110,用于实现上述图3和图8中电子设备的功能。该装置可以是电子设备或用于电子设备的装置。用于电子设备的装置可以为电子设备内的芯片系统或芯片。其中,芯片系统可以由芯片构成,也可以包含芯片和其他分立器件。图11所示的装置110可以包括啸叫检测模块1101和啸叫滤波模块1102,其中:啸叫检测模块1101,用于接收传声器输入的第一信号;啸叫检测模块1101,还用于获取该第一信号对应的频谱信号;啸叫检测模块1101,还用于基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;啸叫检测模块1101,还用于基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;啸叫检测模块1101,还用于基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;啸叫滤波模块1102,用于基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0097] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测模块1101,还用于若第一频点对应的频谱幅度大于该啸叫检测阈值,则确定该第一频谱成分为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0098] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测模块1101,还用于基于该第一频谱幅度和第一调节函数确定各个频点所对应的该啸叫检测阈值。

[0099] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测模块1101,还用于若第一频点对应的频谱幅度大于该第一频点对应的该啸叫检测阈值,则确定该第一频点为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0100] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测模块1101,还用于基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数;

[0101] 确定除该啸叫频谱成分以外的频点对应的该抑制参数为1。

[0102] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测模块1101,还用于基于该啸叫检测阈值、该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度和第二调节函数确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数。

[0103] 在一种可能的实现方式中,该装置还包括分帧模块和频域分析模块。其中分帧模块用于对该第一信号进行分帧处理,得到多个时域信号;频域分析转换模块用于将该多个时域信号转化为多个频谱信号。

[0104] 在一种可能的实现方式中,啸叫检测模块1101,还用于确定扩音器中的待输出信

号的最大频谱幅度超过预设阈值。

[0105] 上述装置例如可以是：芯片、或者芯片模组。关于上述实施例中描述的各个装置、产品包含的各个模块，其可以是软件模块，也可以是硬件模块，或者也可以部分是软件模块，部分是硬件模块。例如，对于应用于或集成于芯片的各个装置、产品，其包含的各个模块可以都采用电路等硬件的方式实现，或者，至少部分模块可以采用软件程序的方式实现，该软件程序运行于芯片内部集成的处理器，剩余的（如果有）部分模块可以采用电路等硬件方式实现；对于应用于或集成于芯片模组的各个装置、产品，其包含的各个模块可以都采用电路等硬件的方式实现，不同的模块可以位于芯片模组的同一组件（例如芯片、电路模块等）或者不同组件中，或者，至少部分模块可以采用软件程序的方式实现，该软件程序运行于芯片模组内部集成的处理器，剩余的（如果有）部分模块可以采用电路等硬件方式实现；对于应用于或集成于终端的各个装置、产品，其包含的各个模块可以都采用电路等硬件的方式实现，不同的模块可以位于终端内同一组件（例如，芯片、电路模块等）或者不同组件中，或者，至少部分模块可以采用软件程序的方式实现，该软件程序运行于终端内部集成的处理器，剩余的（如果有）部分模块可以采用电路等硬件方式实现。

[0106] 本申请实施例还提供一种芯片，该芯片可以执行前述方法实施例中电子设备的相关步骤。该芯片用于：

[0107] 接收传声器输入的第一信号；获取该第一信号对应的频谱信号；基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值，该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度；基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分；基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数；基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0108] 在一种可能的实现方式中，该芯片还用于若第一频点对应的频谱幅度大于该啸叫检测阈值，则确定该第一频谱成分为该啸叫频谱成分，该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0109] 在一种可能的实现方式中，该芯片还用于基于该第一频谱幅度和第一调节函数确定各个频点所对应的该啸叫检测阈值。

[0110] 在一种可能的实现方式中，该芯片还用于若第一频点对应的频谱幅度大于该第一频点对应的该啸叫检测阈值，则确定该第一频点为该啸叫频谱成分，该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0111] 在一种可能的实现方式中，该芯片还用于基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数；确定除该啸叫频谱成分以外的频点对应的该抑制参数为1。

[0112] 在一种可能的实现方式中，该芯片还用于基于该啸叫检测阈值、该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度和第二调节函数确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数。

[0113] 在一种可能的实现方式中，对该第一信号进行分帧处理，得到多个时域信号；将该多个时域信号转化为多个频谱信号。

[0114] 在一种可能的实现方式中，该芯片还用于确定扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值。

[0115] 如图12所示，图12是本申请实施例提供的一种模组设备的结构示意图。该模组设备120可以执行前述方法实施例中终端设备的相关步骤，该模组设备120包括：通信模组

1201、电源模组1202、存储模组1203以及芯片模组1204。

[0116] 其中,所述电源模组1202用于为所述模组设备提供电能;所述存储模组1203用于存储数据和指令;所述通信模组1201用于进行模组设备内部通信,或者用于所述模组设备与外部设备进行通信;所述芯片模组1204用于:

[0117] 接收传声器输入的第一信号;获取该第一信号对应的频谱信号;基于第一频谱幅度确定啸叫检测阈值,该第一频谱幅度为该频谱信号在预设基准频带内的最大频谱幅度;基于该啸叫检测阈值确定该频谱信号中的啸叫频谱成分;基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定抑制参数;基于该抑制参数对该频谱信号进行滤波处理。

[0118] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于若第一频点对应的频谱幅度大于该啸叫检测阈值,则确定该第一频谱成分为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0119] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于基于该第一频谱幅度和第一调节函数确定各个频点所对应的该啸叫检测阈值。

[0120] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于若第一频点对应的频谱幅度大于该第一频点对应的该啸叫检测阈值,则确定该第一频点为该啸叫频谱成分,该第一频点为该频谱信号的任意一个或多个频点。

[0121] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于基于该啸叫检测阈值和该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数;确定除该啸叫频谱成分以外的频点对应的该抑制参数为1。

[0122] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于基于该啸叫检测阈值、该啸叫频谱成分所对应的频谱幅度和第二调节函数确定该啸叫频谱成分对应的该抑制参数。

[0123] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于对该第一信号进行分帧处理,得到多个时域信号;将该多个时域信号转化为多个频谱信号。

[0124] 在一种可能的实现方式中,该芯片模组1204还用于确定扩音器中的待输出信号的最大频谱幅度超过预设阈值。

[0125] 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当其在处理器上运行时,上述方法实施例的方法流程得以实现。

[0126] 本申请实施例还提供一种计算机程序产品,当所述计算机程序产品在处理器上运行时,上述方法实施例的方法流程得以实现。

[0127] 需要说明的是,对于前述的各方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本申请并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本申请,某些操作可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本申请所必须的。

[0128] 本申请提供的各实施例的描述可以相互参照,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。为描述的方便和简洁,例如关于本申请实施例提供的各装置、设备的功能以及执行的操作可以参照本申请方法实施例的相关描述,各方法实施例之间、各装置实施例之间也可以互相参考、结合或引用。

[0129] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽

管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

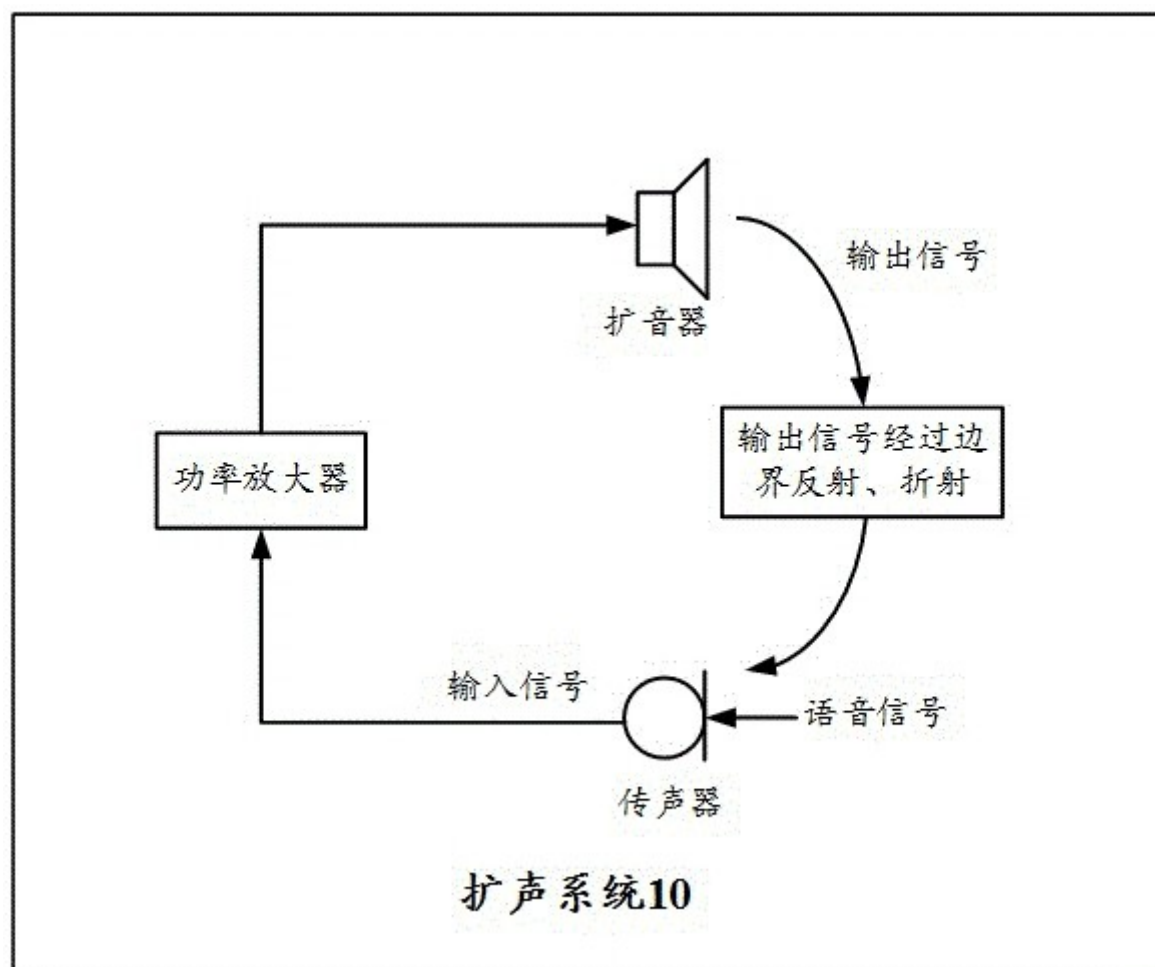


图1

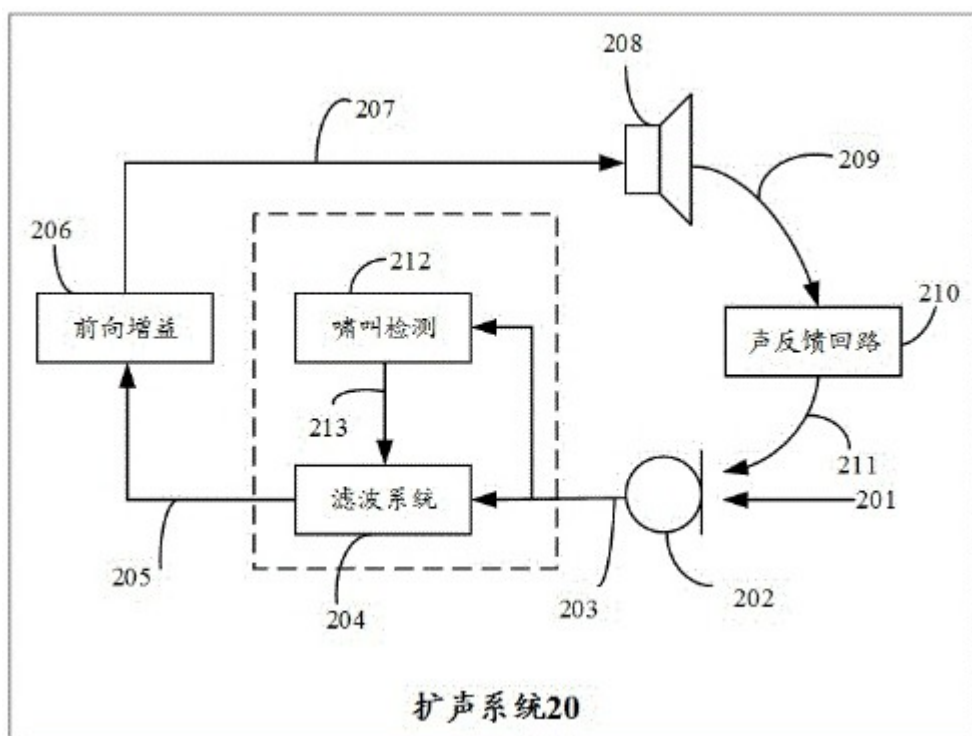


图2

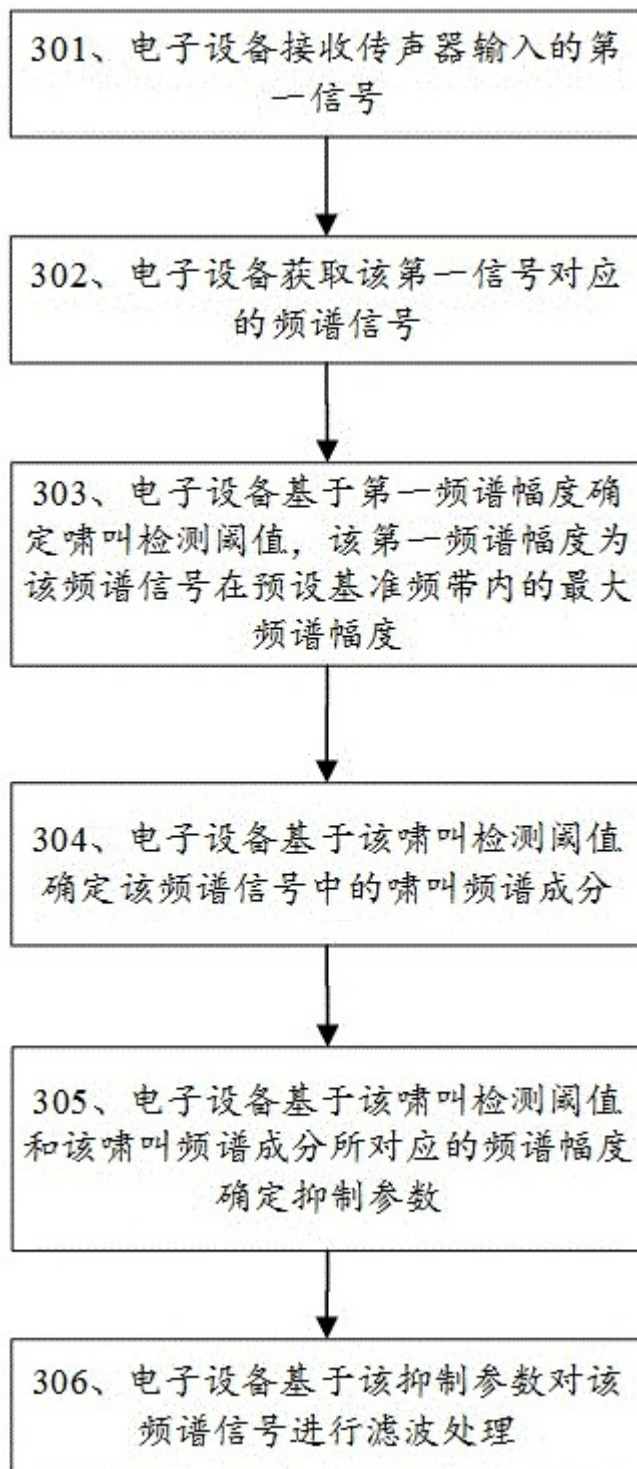


图3

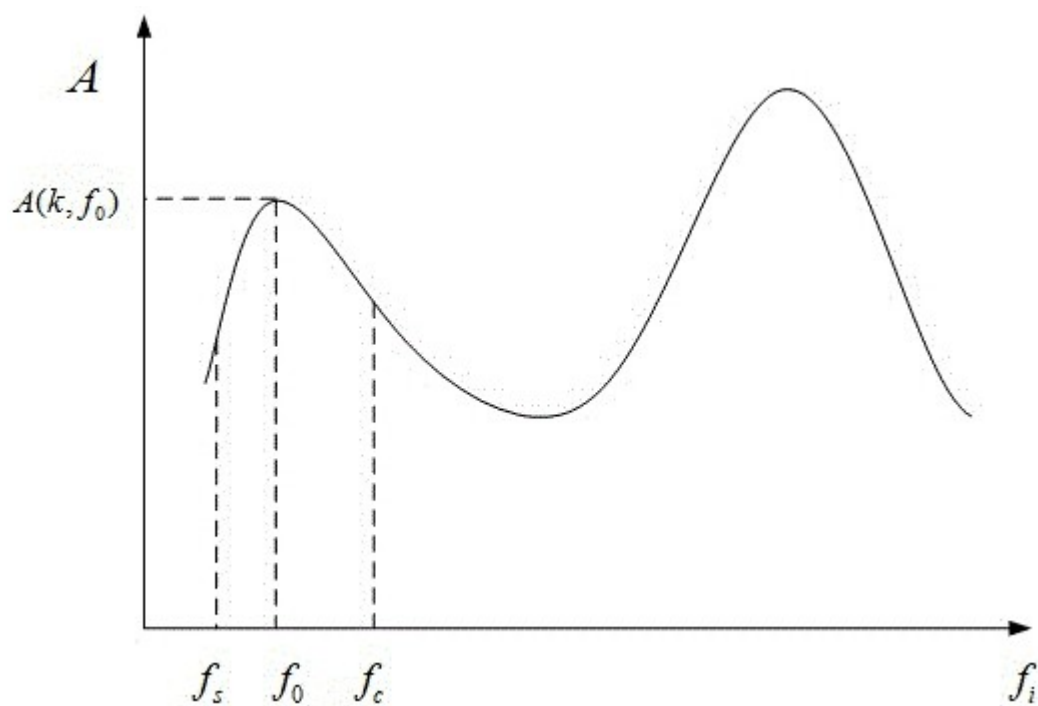


图4

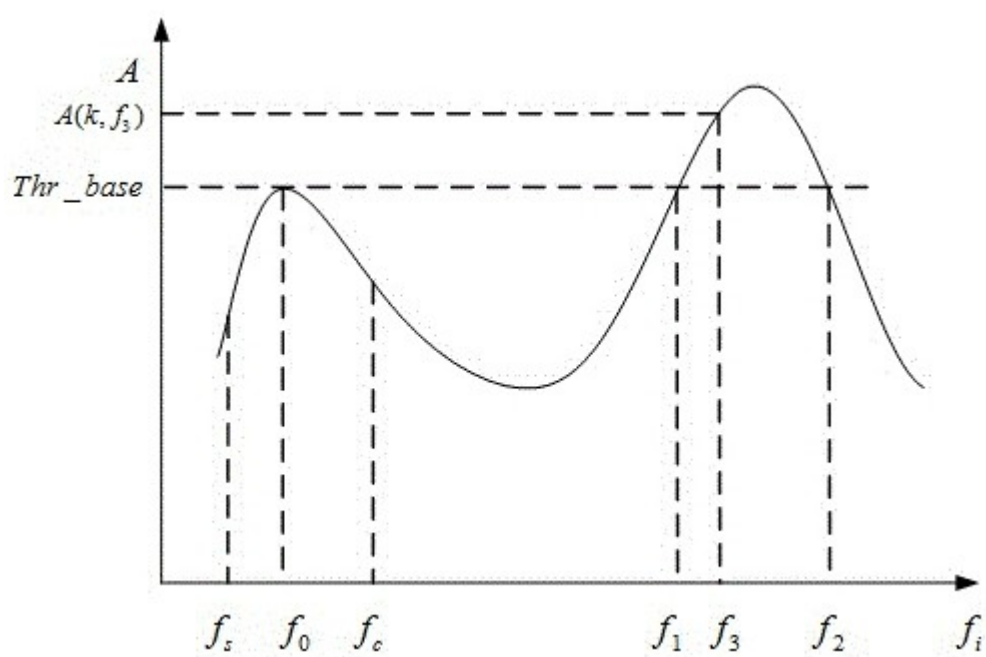


图5

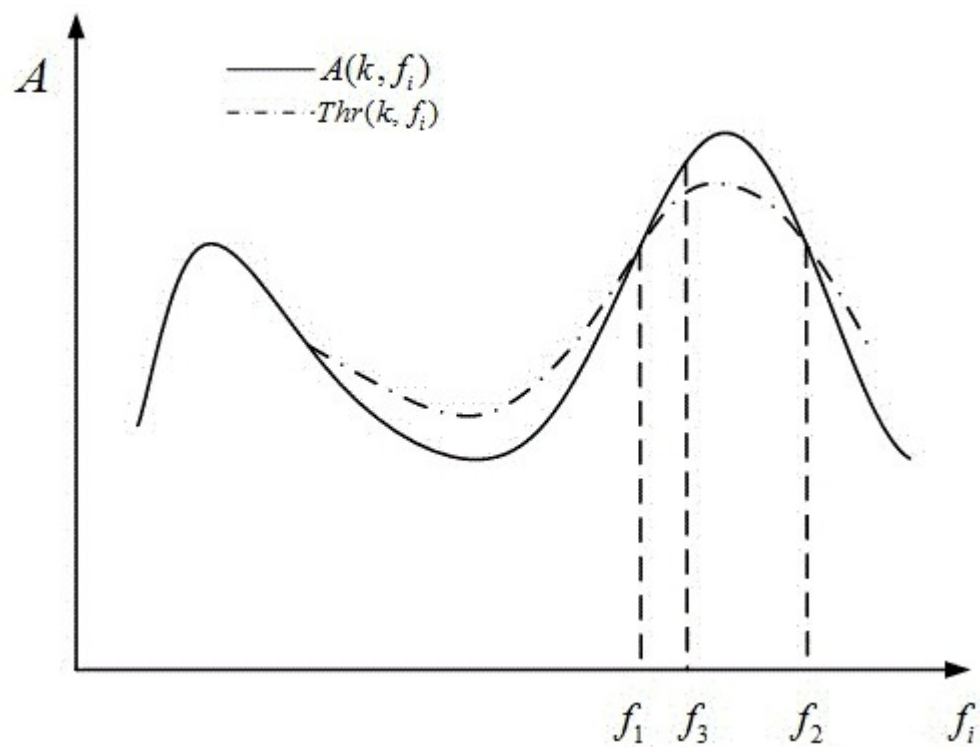


图6

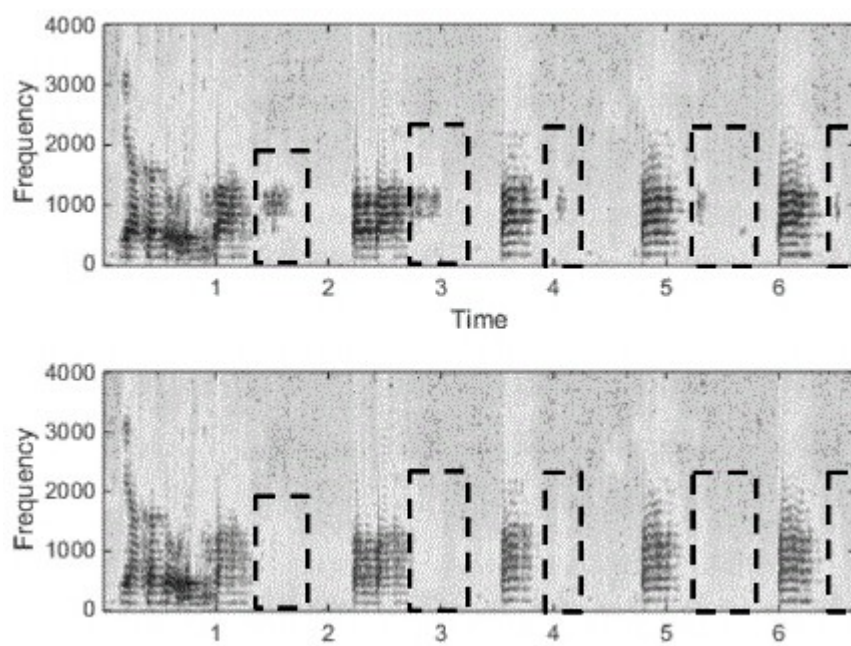


图7

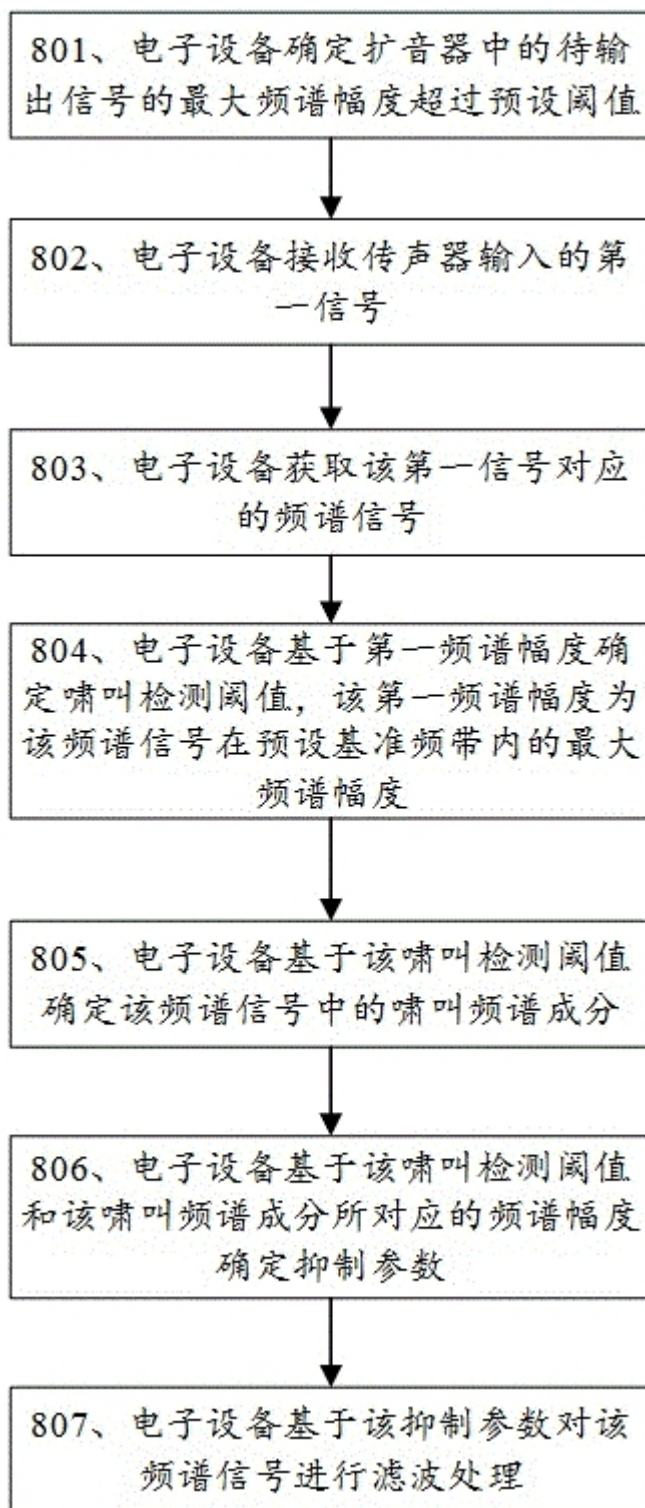


图8

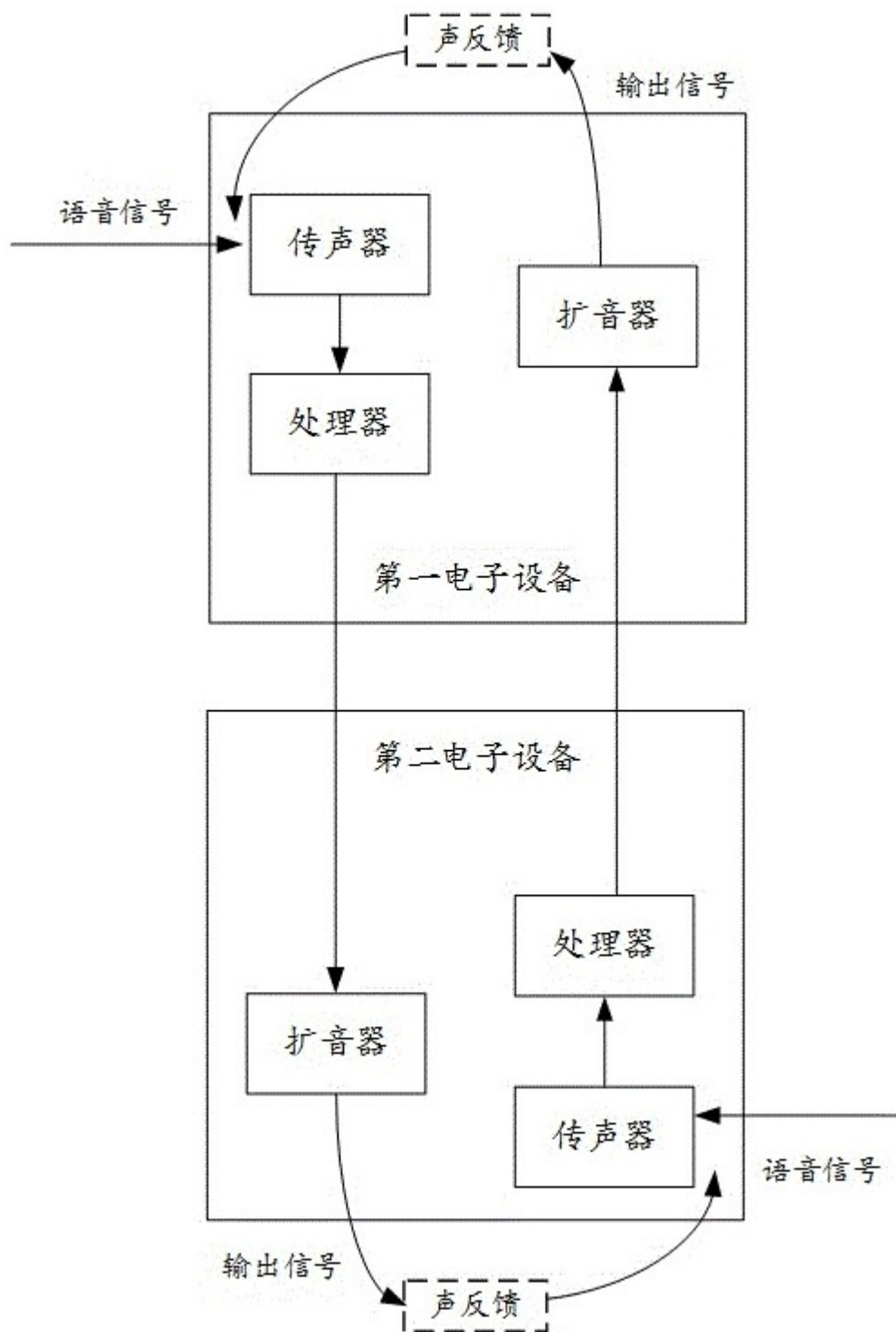


图9

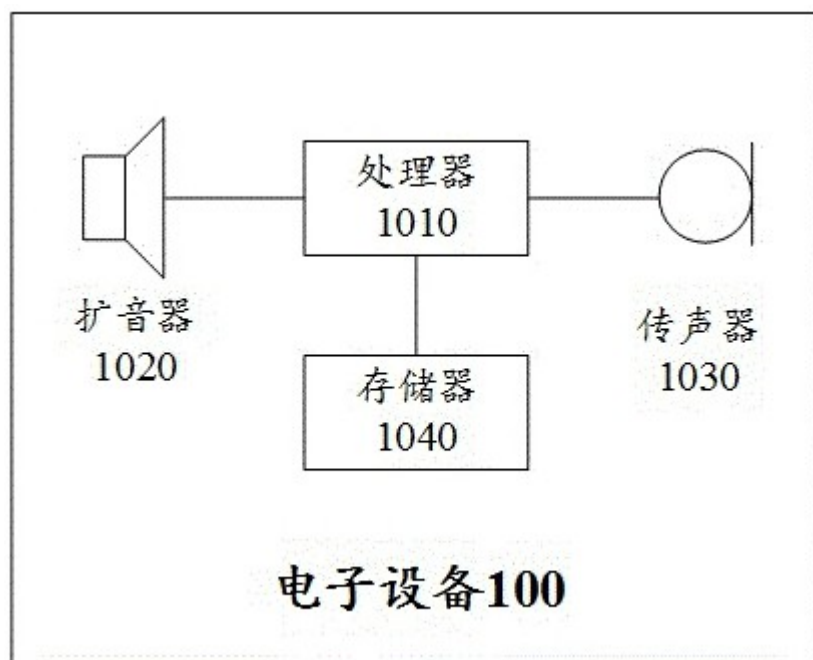


图10

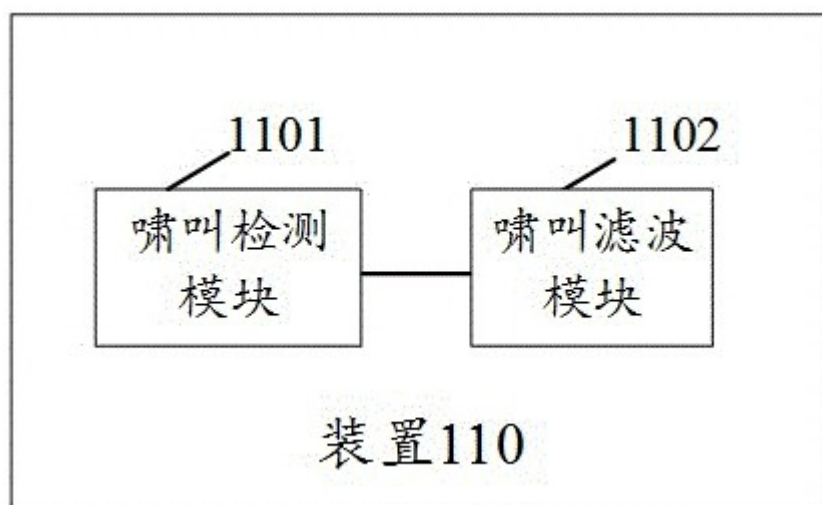


图11

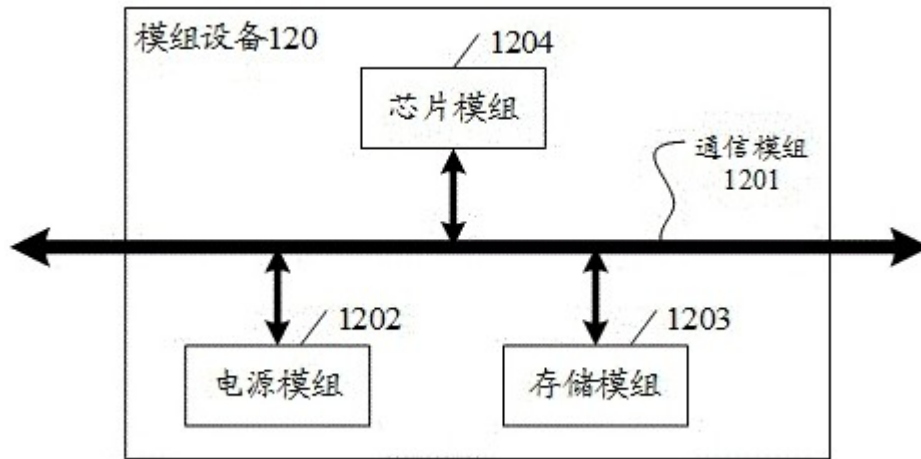


图12