



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103597541 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201280027248.6

(22)申请日 2012.05.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103597541 A

(43)申请公布日 2014.02.19

(30)优先权数据

61/493,162 2011.06.03 US

13/472,755 2012.05.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.12.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/039314 2012.05.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/166507 EN 2012.12.06

(73)专利权人 美国思睿逻辑有限公司

地址 美国德克萨斯州奥斯汀市

(72)发明人 N·卡瓦特拉

阿里·阿卜杜拉扎德米拉尼

杰弗里·奥尔德森

(74)专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 丁纪铁

(51)Int.Cl.

G10K 11/178(2006.01)

审查员 祝晔

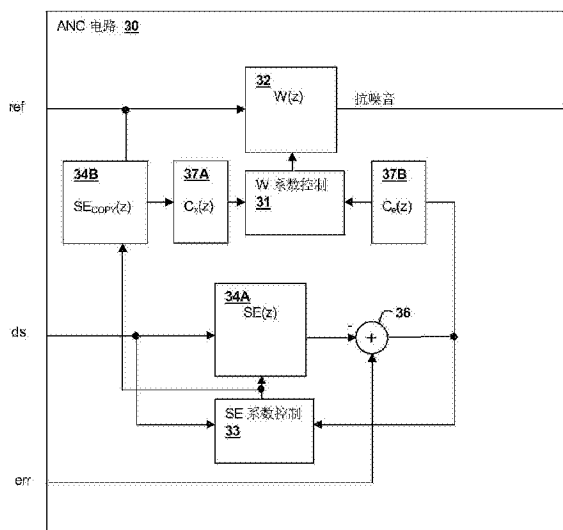
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

在具有适应性噪音消除(ANC)的个人语音设备中的带限抗噪音

(57)摘要

一种个人语音设备,例如无线电话,包括噪音消除电路,其适应性地从参考麦克风信号产生抗噪音信号,并且将该抗噪音信号注入到扬声器或其他传感器输出以导致周围音频声音的消除。误差麦克风提供在扬声器附近以测量传感器的输出以便控制抗噪音信号的调适和以估计从噪音消除电路穿过传感器的电声音路径。适应性地产生抗噪音信号来使在误差麦克风处的周围音频声音最小化。执行适应性噪音消除(ANC)功能的处理电路还过滤参考麦克风信号和/或误差麦克风信号的一个或两者,以偏置适应性滤波器在一个或多个频率区域中的调适,以改变在误差麦克风处的周围音频声音的最小化程度。



1. 一种个人语音设备,包括:

个人语音装置外壳;

传感器,其为安装在该外壳上用于重现语音信号,该语音信号包含用于对听者播放的源语音及用于对抗周围音频声音在该传感器的声输出中的影响的抗噪音信号两者;

参考麦克风,其为安装在该外壳上用于提供指示所述周围音频声音的参考麦克风信号;

误差麦克风,其为安装在传感器附近的壳体中用于提供指示传感器的输出和在传感器处的周围音频声音的误差麦克风信号;以及

处理电路,其执行具有从参考麦克风信号产生抗噪音信号的响应以减少由听者听到的周围音频声音的存在的适应性滤波器,其中处理电路根据系数控制产生的控制所述适应性滤波器的响应的系数,通过调适适应性滤波器的响应来整形适应性滤波器的响应与误差麦克风信号和参考麦克风信号一致,以使在误差麦克风处的周围音频声音最小化,其中所述系数控制接收来自所述误差麦克风信号或所述参考麦克风信号中的至少一个的第一输入信号并通过将所述第一输入信号与来自所述误差麦克风信号或所述参考麦克风信号的第二输入信号相关联来计算所述系数,其中所述系数被调整来增加或减少所述抗噪音信号在一个或多个特定频率区域,相对于所述抗噪音信号在其他频率区域消除周围音频声音的程度,通过在所述适应性滤波器的响应之内,相对于施加到所述其他频率区域的增益,分别增加或减少在一个或多个特定频率区域施加到所述信号的增益,消除所述周围音频声音的程度。

2. 如权利要求1所述的个人语音设备,其中调整在一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的增益,以补偿外部语音路径的频率响应。

3. 如权利要求2所述的个人语音设备,其中调整所述第二输入信号的相位响应以补偿被滤波器引入到所述第一输入信号中的相位变化,所述滤波器施加所述增益到所述第一输入信号。

4. 如权利要求2所述的个人语音设备,其中外部语音路径的响应具有一个或多个多路径空值,并且其中调整在所述一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的增益,以调整所述适应性滤波器在对应于所述一个或多个多路径空值的一个或多个特定频率区域中的响应的形状。

5. 如权利要求1所述的个人语音设备,其中所述处理电路进一步调整在所述一个或多个特定频率区域施加到所述第二输入信号的另一个增益。

6. 如权利要求4所述的个人语音设备,其中在一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的所述增益与施加到所述第二输入信号的另一个增益相等。

7. 如权利要求1所述的个人语音设备,其中所述个人语音设备是还包括用于接收作为下行链路语音信号的声音语音的接收器的无线电话。

8. 一种消除在个人语音设备的传感器附近的周围音频声音的方法,所述方法包括:

用参考麦克风测量周围音频声音以产生参考麦克风信号的第一测量;

用误差麦克风测量传感器的输出和在传感器处的周围音频声音的第二测量;

通过调适过滤参考麦克风的输出的适应性滤波器的响应从第一测量和第二测量的结果适应性产生抗噪音信号以最小化在传感器的语音输出处的周围音频声音的效果;

将抗噪音信号与源语音信号组合来产生提供给传感器的语音信号;以及

过滤从所述误差麦克风信号或所述参考麦克风信号中的至少一个得出的第一输入信号来加权在所述适应性滤波器的响应中的一个或多个第一特定频率区域,通过增加或减少在一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的增益;以及

通过将所述过滤的结果与来自所述误差麦克风信号或所述参考麦克风信号进一步被提供给系数控制的另一输入的第二输入信号相关联来产生控制所述适应性滤波器的幅度响应的系数,提供所述第一输入信号给所述适应性滤波器的系数控制的输入来塑形所述适应性滤波器的响应,因此,相对于和符合所述在一个或多个特定频率区域被施加到所述第一输入信号的增益的增加或减少的振幅响应,所述系数被调整来,相对于所述抗噪音信号在其他频率区域消除所述周围音频声音的程度,增加或减少所述抗噪音信号在所述一个或多个特性频率区域消除周围音频声音的程度。

9. 如权利要求8所述的方法,其中所述过滤调整在所述一个或多个特定频率区域被施加到所述第一输入信号的增益来补偿外部语音路径的频率响应。

10. 如权利要求9所述的方法,还包括调整所述第二输入信号的相位相应来补偿通过所述过滤被引入到所述第一输入信号中的相位变化。

11. 如权利要求9所述的方法,其中外部语音路径的响应具有一个或多个多路径空值,并且其中调整在所述一个或多个频率区域被施加到所述第一输入信号的增益,以调整适应性滤波器在对应于所述一个或多个多路径空值的一个或多个特定频率区域中的响应的形状。

12. 如权利要求8所述的方法,进一步包括第二过滤,过滤所述第二输入信号,在所述一个或多个特定频率区域将另一个增益施加到所述第二输入信号。

13. 如权利要求12所述的方法,其中在一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的所述增益与施加到所述第二输入信号的另一个增益相等。

14. 如权利要求8所述的方法,其中个人语音设备是无线电话,并且其中所述方法还包括接收作为下行链路语音信号的声音语音。

15. 一种用于执行个人语音设备至少一部分的集成电路,包括:

输出,用于提供信号给传感器,该信号包含用于对听者播放的源语音及用于对抗周围音频声音在该传感器的声输出中的影响的抗噪音信号两者;

参考麦克风输入,用于接收指示所述周围音频声音的参考麦克风信号;

误差麦克风输入,用于接收指示传感器的语音输出的和在传感器处的周围音频声音的误差麦克风信号;以及

处理电路,其执行具有从参考麦克风信号产生抗噪音信号的响应以减少由听者听到的周围音频声音的存在的适应性滤波器,其中处理电路根据系数控制产生的控制所述适应性滤波器的响应的系数,通过调适适应性滤波器的响应来整形适应性滤波器的响应与误差麦克风信号和参考麦克风信号一致,以使在误差麦克风信号中的周围音频声音最小化,其中所述系数控制接收来自所述误差麦克风信号或所述参考麦克风信号中的至少一个的第一输入信号并通过将所述第一输入信号与来自所述误差麦克风信号或所述参考麦克风信号的第二输入信号相关联来计算所述系数,其中所述系数被调整来增加或减少所述抗噪音信号在一个或多个特定频率区域,相对于所述抗噪音信号在其他频率区域消除周围音频声音

的程度,通过在所述适应性滤波器的响应之内,相对于施加到所述其他频率区域的增益,分别增加或减少在一个或多个特定频率区域施加到所述信号的增益,消除所述周围音频声音的程度。

16.如权利要求15所述的集成电路,其中调整在一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的增益,以补偿外部语音路径的频率响应。

17.如权利要求16所述的集成电路,其中调整所述第二输入信号的相位响应以补偿被滤波器引入到所述第一输入信号中的相位变化,所述滤波器施加所述增益到所述第一输入信号。

18.如权利要求16所述的集成电路,其中调整在所述一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的增益,以调整所述适应性滤波器在对应于所述一个或多个多路径空值的一个或多个特定频率区域中的响应的形状。

19.如权利要求15所述的集成电路,其中所述处理电路进一步调整在所述一个或多个特定频率区域施加到所述第二输入信号的另一个增益。

20.如权利要求18所述的集成电路,其中在一个或多个特定频率区域施加到所述第一输入信号的所述增益与施加到所述第二输入信号的另一个增益相等。

在具有适应性噪音消除(ANC)的个人语音设备中的带限抗噪音

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及包括噪音消除的人语音设备例如无线电话,并且更具体地,涉及一种在其中通过过滤一个或多个适应性输入偏置抗噪音信号的个人语音设备。

背景技术

[0002] 无线电话例如移动电话/蜂窝式电话、无绳电话及其他消费性语音装置例如mp3播放器和听筒或耳机应用广泛。可通过使用麦克风量测周围声事件及随后使用信号处理将抗噪音信号插入至装置的输出中以消除周围声事件提供噪音消除而改进这些装置在清晰度方面的效能。

[0003] 抗噪音信号可以利用考虑在语音环境中的改变的适应性滤波器来产生。然而,由于适应性滤波器作用来使在其他频率处的噪音或其他语音事件的幅度下降,适应性噪音消除会导致在某些频率处明显噪音的增加,其会导致在个人语音设备中出现不期望的表现。

[0004] 因此,需提供一种个人语音设备,包括无线电话,其可以在变化的声环境中提供噪音消除,在减少在其他频率中的明显噪音时,避免有关在一些频率带中明显噪音增大的问题。

发明内容

[0005] 以一种个人语音设备、一种操作方法及一种集成电路完成提供在可变声环境中提供噪音消除的个人语音设备的上述目的。所述方法是个人语音设备和可以结合到该个人语音设备中的集成电路的操作方法。

[0006] 个人语音设备包含外壳,传感器安装在外壳上用于重现包含用于对听者重播的源语音及用于对抗周围音频声音在传感器的声输出中的影响的抗噪音信号两者的语音信号。参考麦克风安装在外壳上以提供指示周围音频声音的参考麦克风信号。个人语音设备进一步包含外壳内的适应性噪音消除(ANC)处理电路,用于适应性地从参考麦克风信号产生抗噪音信号。包含误差麦克风用于控制抗噪音信号的调适以消除周围音频声音以及用于校正从处理电路的输出穿过传感器的电声音路径。产生抗噪音以便在误差麦克风处最小化周围音频声音。过滤参考麦克风信号和/或误差麦克风信号的一个或两者来加权一个或多个频率区域,以便改变在一个或多个频率区域中的周围音频声音的最小化程度。

[0007] 如附图所示,可更具体地从本发明的优选实施例的下列描述中了解本发明的上述及其他目的、特征及优点。

附图说明

[0008] 图1为根据本发明的实施例的无线电话10的图解。

[0009] 图2为根据本发明的实施例的无线电话10内的电路的方框图。

[0010] 图3为描绘根据本发明的实施例的图2的编解码器(CODEC)集成电路20的ANC电路

30内的信号处理电路及功能块的方框图。

[0011] 图4为描绘根据本发明的集成电路内的信号处理电路及功能块的方框图。

具体实施方式

[0012] 本发明涵盖噪音消除技术及可在例如无线电话的个人语音设备中实施的电路。个人语音设备包含适应性噪音消除 (ANC) 电路, 该适应性噪音消除 (ANC) 电路测量周围声环境并产生注入扬声器 (或其他传感器) 输出中以消除周围声音事件的适应性抗噪音信号。提供参考麦克风以测量周围声环境, 并且包含误差麦克风以控制抗噪音信号的调适来消除周围语音事件以及以提供从ANC电路的输出穿过扬声器的电声音路径的估计。适应性滤波器通过利用适应性滤波器从参考麦克风信号产生抗噪音信号来最小化在误差麦克风信号处的周围语音事件。适应性滤波器的系数控制输入由参考麦克风信号和误差麦克风信号提供。ANC处理电路通过过滤提供给适应性滤波器的系数控制输入的参考麦克风信号和误差麦克风信号的一个或两者来避免使参考麦克风信号的特定频率暴增, 从而增大在那些频率处的噪音, 以便改变在误差麦克风处的周围音频声音的最小化程度。通过改变最小化程度, 可以阻止特定频率的暴增。

[0013] 现参考图1, 根据本发明的实施例所示的无线电话10展示为邻近人的耳部5。所示的无线电话10为可采用根据本发明的实施例的技术的装置的实例, 但是应了解并非需要所示的无线电话10或后续图解中所描绘的电路中所体现的元件或配置的全部以实践申请专利范围中所述的本发明。无线电话10包含传感器, 例如扬声器SPKR, 其重现无线电话10所接收的远端语音连同其他本端语音事件例如铃声、所储存的语音节目材料、近端语音 (即无线电话10的使用者的语音) 的注入以提供平衡的会话感知及需通过无线电话10重现的其他语音, 例如来自网页的源或无线电话10所接收的其他网络通信及语音指示, 例如电池低及其他系统事件通告。提供近端语音麦克风NS以捕捉近端语音, 该近端语音从无线电话10传输至其他会话参与者。

[0014] 无线电话10包含适应性噪音消除 (ANC) 电路及特征, 它们将抗噪音信号注入至扬声器SPKR中以改进远端语音及扬声器SPKR所重现的其他语音的清晰度。参考麦克风R提供用于测量周围声环境且为定位为远离使用者的嘴部的典型位置, 使得近端语音在参考麦克风R所产生的信号中最小化。提供第三麦克风 (误差麦克风E) 以通过当无线电话10紧邻耳部5时提供周围语音与在误差麦克风参考位置ERP处靠近耳部5的扬声器SPKR所重现的语音的组合的测量而进一步改进ANC操作。无线电话10内的例示性电路14包含一语音编解码器 (CODEC) 集成电路20, 该语音CODEC集成电路20接收来自参考麦克风R、近端语音麦克风NS及误差麦克风E的信号。语音CODEC集成电路20与其他集成电路例如含有无线电话收发器的射频 (RF) 集成电路12对接。在本发明的其他实施例中, 本文所揭示的电路及技术可结合到单个集成电路, 该单个集体电路含有用于实施整个个人语音设备, 例如MP3播放器单晶片集成电路的控制电路及其他功能性。

[0015] 一般而言, 本发明的ANC技术测量影响参考麦克风R上的环境声事件 (与扬声器SPKR和/或近端语音的输出相反) 且也通过测量影响误差麦克风E上的相同环境声事件, 所示的无线电话10的ANC处理电路调适从参考麦克风R的输出产生的抗噪音信号为具有使误差麦克风E上、即在误差麦克风参考位置ERP处的环境声音事件的振幅最小化的特性。由于

声路径 $P(z)$ 从参考麦克风R延伸至误差麦克风E,所以ANC电路实质上估计声路径 $P(z)$ 结合去除电声路径 $S(z)$ 的影响,该电声路径 $S(z)$ 代表CODEC集成电路20的语音输出电路的响应及扬声器SPKR的声/电转移函数(包含特定声环境中扬声器SPKR与误差麦克风E之间的耦合),其受耳部5及其他实物的近接性和结构和当无线电话未牢固地压至耳部5时可能邻近无线电话10的其他实物和人的头部结构的影响。由于无线电话10的用户实际上在鼓膜参考位置DRP处听到扬声器SPKR的输出,所以由耳道的响应、以及在误差麦克风参考位置ERP与鼓膜参考位置DRP之间的空间距离,对误差麦克风E产生的信号与用户实际听到的信号之间的差值整形。在较高频率,空间差值产生降低ANC系统的效果的多路径空值,并且在一些情况下会增加周围噪音。虽然所示的无线电话10包含具有第三近端语音麦克风NS的双麦克风ANC系统,但是本发明的一些方面可实践为不包含单独误差麦克风及参考麦克风的系统,或者无线电话使用近端语音麦克风NS以执行参考麦克风R的功能。此外,在仅设计用于语音播放的个人语音设备中,通常不包含近端语音麦克风NS且在不改变本发明的范畴的情况下可省略下文更详细描述电路中的近端语音信号路径。

[0016] 现参考图2,无线电话10内的电路以方框图展示。CODEC集成电路20包含:模数转换器(ADC)21A,其用于接收参考麦克风信号及产生参考麦克风信号的数字表示 ref ;ADC21B,其用于接收误差麦克风信号及产生误差麦克风信号的数字表示 err ;及ADC21C,其用于接收近端语音麦克风信号及产生近端语音麦克风信号的数字表示 ns ,CODEC集成电路20从放大器A1产生用于驱动扬声器SPKR的输出,该放大器A1放大接收合成器26的输出的模数转换器(DAC)23的输出。合成器26合成来自内部语音源24的语音信号、ANC电路30所产生的抗噪音信号(其已知具有与参考麦克风信号 ref 中的噪音相同的极性且因此被合成器26减除)、近端语音麦克风信号 ns 的一部分以便无线电话10的使用者听到其自己与下行链路语音 ds 成适当关联的声音,该下行链路语音 ds 为接收自射频(RF)集成电路22且也被合成器26合成。近端语音麦克风信号 ns 也提供至RF集成电路22且作为上行链路语音经由天线ANT传输给服务提供者。

[0017] 现参考图3,根据本发明的实施例展示图2的ANC电路30的细节。适应性滤波器32接收参考麦克风信号 ref 且在理想情况下调适它的转移函数 $W(z)$ 为 $P(z)/S(z)$ 以产生抗噪音信号。通过 W 系数控制块31控制适应性滤波器32的系数,该 W 系数控制块31使用两个信号的相关性判定适应性滤波器32的响应,该适应性滤波器32通常在最小均方意义上使参考麦克风信号 ref 存在于误差麦克风信号 err 中的那些分量最小化。提供为至 W 系数控制块31的输入的信号为如通过滤波器34B所提供的路径 $S(z)$ 的响应的估计的拷贝而整形的参考麦克风信号 ref 、及从合成器36的输出提供的、包含误差麦克风信号 err 的另一信号。通过用路径 $S(z)$ 的响应的估计的拷贝 $SE_{copy}(z)$ 变换参考麦克风信号 ref 并且使与参考麦克风信号 ref 的分量相关联的误差信号的部分最小化,适应性滤波器32调适为 $P(z)/S(z)$ 的所要的响应。具有如下面更详细解释的响应 $C_x(z)$ 的滤波器37A处理滤波器34B的输出并且提供第一输入到 W 系数控制块31。到 W 系数控制块31的第二输入由具有响应 $C_e(z)$ 的另一个滤波器37B处理。响应 $C_e(z)$ 具有匹配到滤波器37A的响应 $C_x(z)$ 的相位响应。到滤波器37B的输入包括误差麦克风信号 err 和已经由滤波器响应 $SE(z)$ 处理的相反数量的下行链路语音信号 ds , $SE(z)$ 的响应 $SE_{copy}(z)$ 是一拷贝。合成器36组合误差麦克风信号 err 和相反的下行链路语音信号 ds 。通过注入相反数量的下行链路语音信号 ds ,防止适应性滤波器32调适为误差麦克风信号

err中所存在的相对大量下行链路语音,且通过用路径 $S(z)$ 的响应的估计变换下行链路语音信号 ds 的该反拷贝,在比较前从误差麦克风信号err去除的下行链路语音应与误差麦克风信号err上重现的下行链路语音信号 ds 的预期版本匹配,因为 $S(z)$ 的电路径及声路径为下行链路语音信号 ds 到达误差麦克风E所采用的路径。

[0018] 为了实施上述内容,适应性滤波器34A具有由SE系数控制块33控制的系数,该SE系数控制块33基于下行链路语音信号 ds 的相关联分量和误差值来更新。误差值表示在去除已通过适应性滤波器34A过滤以代表递送至误差麦克风E的预期下行链路语音的上述经过滤的下行链路语音信号 ds 之后的误差麦克风信号err。下行链路语音信号 ds 的已过滤版本由合成器36从适应性滤波器34A的输出去除。SE系数控制块33利用下行链路语音信号 ds 存在于误差麦克风信号err中的分量校正实际下行链路语音信号 ds 。适应性滤波器34A由此经调适以从下行链路语音信号 ds 产生一信号,在从误差麦克风信号err减除时,该信号含有并非归因于下行链路语音信号 ds 的误差麦克风信号err的含量。

[0019] 在某些情况下,由于在其他频率处的周围声音,从适应性滤波器32提供的抗噪音信号在某些频率可以包含更多的能量,因为W系数控制块31已经调整适应性滤波器32的频率响应来抑制更多能量的信号,同时允许适应性滤波器32的其他区域频率响应的增益上升,导致在其他区域频率响应中的周围噪音的爆增,或“噪音暴增”。具体地,在参考麦克风R与误差麦克风E之间的外部语音路径的响应 $P(z)$ 将通常包括在其中无线电话的几何形状相对于声音的波长变得更重要的频率处的一个或多个多路径空值。因为,由于多路径空值,误差麦克风信号err将不包含在空值频率处校正到参考麦克风信号ref的能量,所以当W系数控制块31作用来减少对于存在于参考麦克风信号ref中的分量的误差麦克风信号err的平均能量时, $W_{ADAPT}(z)$ 的响应由于在那些频率处缺少激发将不模塑较深空值。具体地,如果系数控制块31调整适应性滤波器32的频率响应来抑制在更高频率范围内例如在2kHz到5kHz之间的更多能量信号,噪音暴增是成问题的,在该范围内通常产生在路径 $P(z)$ 中的多路径空值。因此,修剪滤波器37A的响应的 $C_x(z)$ 的幅度部分、滤波器37B的响应的 $C_e(z)$ 的幅度部分、或者两者被调整来防止系数控制块31导致噪音在一个或多个特定频率范围内或者特定离散频率中暴增。使在特定频率处的滤波器37A和/或滤波器37B的增益上升具有增大抗噪音信号试图在该频率处消除周围语音到达的程度的效果,同时使在特定频率处的滤波器37A和/或滤波器37B的增益下降来降低抗噪音信号试图在那个频率处消除周围语音到达的程度。为了保留在W系数控制块31的输出中的稳定性,滤波器37B的响应 $C_e(z)$ 将具有匹配到滤波器37A的响应 $C_x(z)$ 的相位响应,不管滤波器37A和37B哪个都具有修剪来阻止或限制上述噪音暴增情况的幅度。

[0020] 现参考图4,展示ANC系统的方框图以图解说明如可能在CODEC集成电路20内实施的如在图3图解说明的根据本发明的实施例的ANC技术。通过 $\Delta-\Sigma$ ADC41A产生参考麦克风信号ref,该 $\Delta-\Sigma$ ADC41A以64倍超取样操作且其输出通过取样器(decimator)42A取样至一半以产生32倍超取样信号。 $\Delta-\Sigma$ 整形器43A使用来量化参考麦克风信号ref,其减少后续处理级例如滤波器级44A及44B的宽度。因为滤波器级44A及44B以倍超取样率操作,所以 $\Delta-\Sigma$ 整形器43A可以将最终量化噪音整形到其中量化噪音将无断裂地产生例如在扬声器SPKR的频率响应范围之外,或在其中电路的其他部分将不通过量化噪音的频带中。滤波器级44B具有固定响应 $W_{FIXED}(Z)$,该固定响应 $W_{FIXED}(Z)$ 通常经预定以提供针对典型使用者的无线电话

10的特定设计的 $P(z)/S(z)$ 的估计下的起始点。通过适应性滤波器级44A提供 $P(z)/S(z)$ 的估计的响应的适应性部分 $W_{ADAPT}(z)$ ，该适应性滤波器级44A为通过泄漏最小均方(LMS)系数控制器54A控制。当未提供误差输入导致泄漏LMS系数控制器54A调适时，泄漏LMS系数控制器54A泄漏，这是因为响应随时间而规范化为平坦或另外预定的响应。提供泄漏控制器以防止在特定环境状况下可能出现的长期不稳定且一般使系统针对ANC响应的特定敏感性方面更稳健。

[0021] 如在图2-图3的示例中，并且在图4所描绘的系统中，通过路径 $S(z)$ 的响应的估计的拷贝 $SE_{COPY}(z)$ ：通过具有响应 $SE_{COPY}(z)$ 的滤波器51过滤参考麦克风信号，该滤波器51的输出通过取样器52A降低到1/32以产生基频语音信号，该基频语音信号经由无限脉冲响应(IIR)滤波器53A提供至泄漏LMS54A。通过 $\Delta-\Sigma$ ADC41C产生误差麦克风信号 err ，该 $\Delta-\Sigma$ ADC41C以64倍超取样操作且其输出通过取样器42B取样两倍至一半以产生32倍超取样信号。如图3的系统中，通过合成器46C将已通过适应性滤波器过滤以施加响应 $S(z)$ 的数量的下行链路语音 ds 从误差麦克风信号 err 去除，该合成器46C的输出通过取样器52C取样至1/32倍以产生基频语音信号，该基频语音信号经由无限脉冲响应(IIR)滤波器53B提供至泄漏LMS54A。无限脉冲响应(IIR)滤波器53A和53B对应于在图3中的滤波器37A和37B，并且因此具有匹配的相位响应，并且滤波器37A和37B的一个或两者具有被调整通过衰减或放大一个或多个特定频率或频率带来防止噪音的幅度响应，以便由泄漏LMS54A确定的系数不会使在那些特定频率或频率带处的噪音暴增。例如，IIR滤波器53A可以包括在2.5kHz处的单峰以阻止在2.5kHz周围的噪音暴增，并且IIR滤波器53B可以具有平坦的幅度响应，但具有匹配IIR滤波器53A的滤波器响应的相位响应。

[0022] 通过另外并列一组滤波器级55A及55B产生响应 $S(z)$ ，其中滤波器级55B具有固定响应 $SE_{FIXED}(z)$ 且其中另一滤波器级55A具有通过泄漏LMS系数控制器54B控制的适应性响应 $SE_{ADAPT}(z)$ 。通过合成器46E组合滤波器级55A与55B的输出。类似于上述滤波器响应 $W(z)$ 的实施方案，响应 $SE_{FIXED}(z)$ 通常为已知在各种操作状况下针对电/声路径 $S(z)$ 提供合适起始点的预定响应。在图4的系统中提供单独控制值以控制具有响应 $SE_{COPY}(z)$ 的滤波器51，该滤波器51展示为单个滤波器级。但是，滤波器51替代地可用两个并列级实施且用于控制滤波器级55A的相同控制值随后可用于控制在滤波器51的实施方案中的可调适级。至泄漏LMS控制块54B的输入也为基频，该输入为由在合成器46C已去除从通过另一合成器46E组合的适应性滤波器级55A及滤波器级55B的组合输出产生的信号之后通过降低至1/32取样的取样器52B取样的由合成器46H产生的下行链路语音信号 ds 和内部语音 ia 的组合提供。合成器46C的输出代表去除具有归因于下行链路语音信号 ds 的分量的误差麦克风信号 err ，该误差麦克风信号 err 在通过取样器52C取样后提供至LMS控制块54B。至LMS控制块54B的另一输入为取样器52B所产生的基频信号。

[0023] 基频及超取样信号的上述配置提供用于简化的控制及适应性控制块例如泄漏LMS控制器54A及54B中所消耗的电力的小，同时提供经由在超取样速率下实施适应性滤波器级44A至44B、55A至55B及适应性滤波器51而赋予的分接头灵活性。图4的系统的其余部分包含合成器46H，该合成器46H将下行链路语音 ds 与内部语音 ia 组合，该组合的输出提供给合成器46D的输入，合成器46D添加已经由 $\Sigma-\Delta$ ADC41B产生并通过侧音衰减器56过滤的近端麦克风信号 ns 的一部分来以在电话交谈期间提供用户声音的正确察觉。合成器46D的输出

为经由 Σ - Δ 整形器43B整形,该 Σ - Δ 整形器43B提供输入到已整形以偏移影像至频带之外的滤波器级55A及55B,其中滤波器级55A及55B将具有显著响应。

[0024] 根据本发明的实施例,合成器46D的输出也与已通过控制链处理的适应性滤波器级44A至44B的输出合成,该控制链包含针对滤波器级每个的相应硬静音块45A、45B、组合硬静音块45A、45B的输出的合成器46A,软静音器47及随后软限制器48以产生通过合成器46B用合成器46D的源语音输出减除的抗噪音信号。合成器46B的输出通过内插器49插入两倍且随后通过在64x超取样速率下操作的 Σ - Δ DAC50重现。DAC50的输出被提供至放大器A1,该放大器A1产生递送至扬声器SPKRZ的信号。

[0025] 图4的系统以及图2和图3的例示性电路中的元件每个或一些可直接实施为逻辑电路或通过处理器例如执行程序指令的数字信号处理(DSP)核实施,这些程序指令执行例如适应性滤波及LMS系数计算的操作。虽然DAC及ADC级通常用专用混合信号电路实施,但是本发明的ANC系统的架构通常适用于混合方式,其中举例而言逻辑可用于设计的高度超取样区段,同时选择程序代码或微程序代码驱动的处理元件用于较复杂但是较低速率的操作,例如计算适应性滤波器的分接头。

[0026] 虽然已特别参考本发明的较佳实施例展示及描述本发明,但是本领域的技术人员了解可在不脱离本发明的精神及范围的情况下在其中进行上述及其他形式及细节的变化。

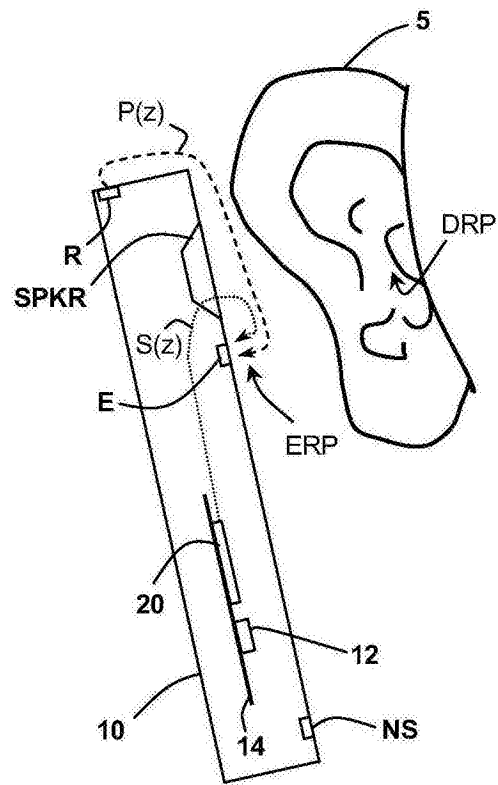


图1

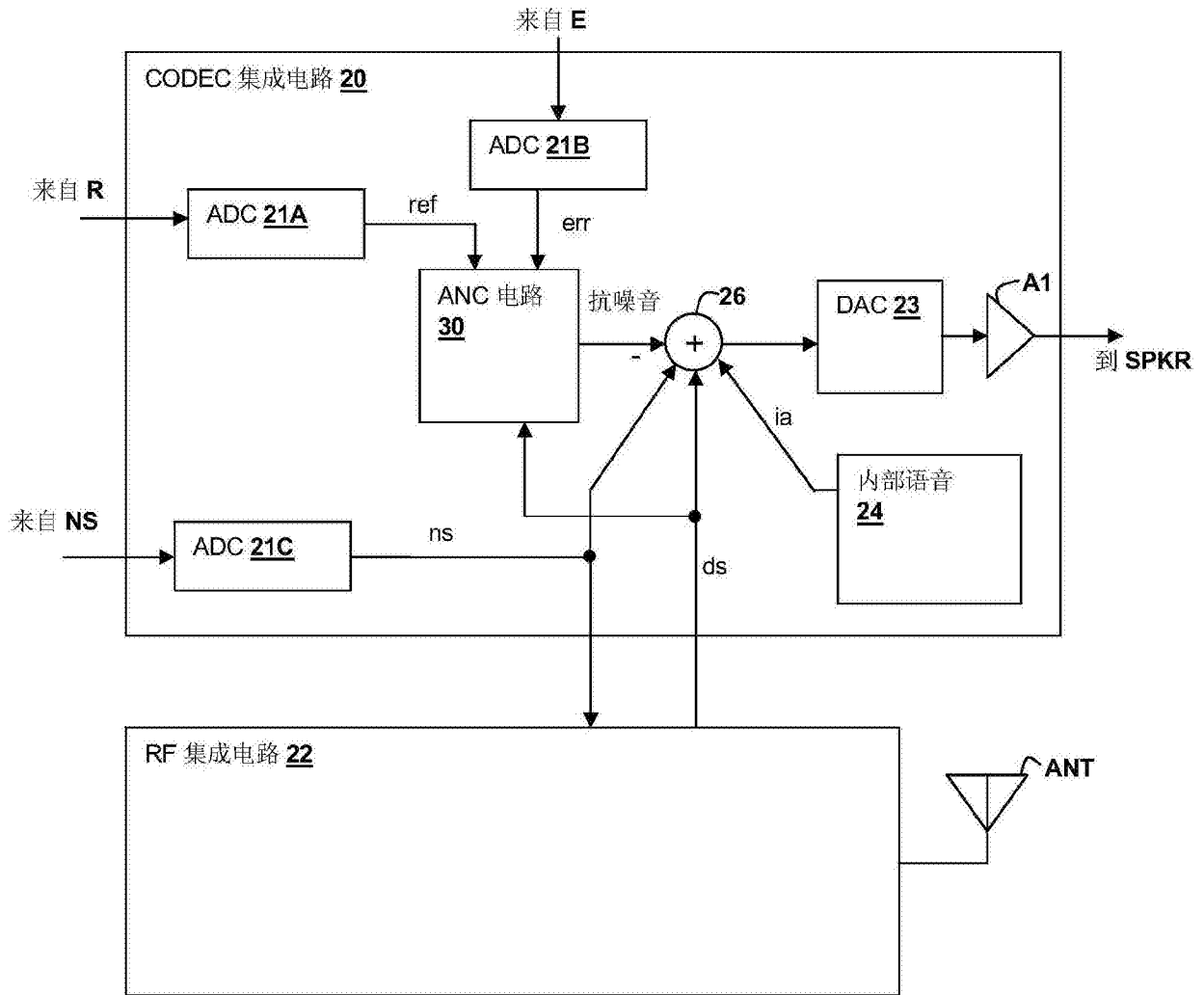


图2

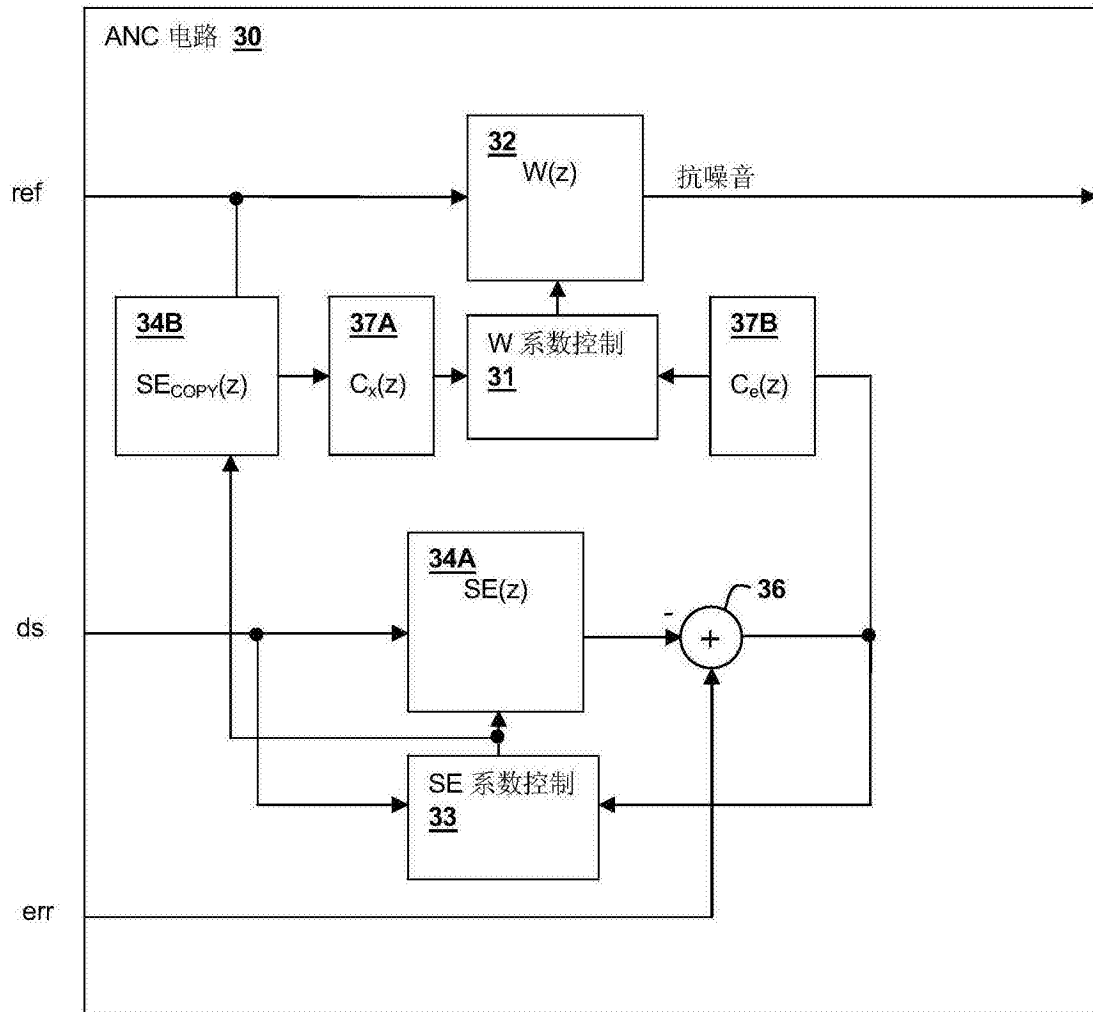


图3

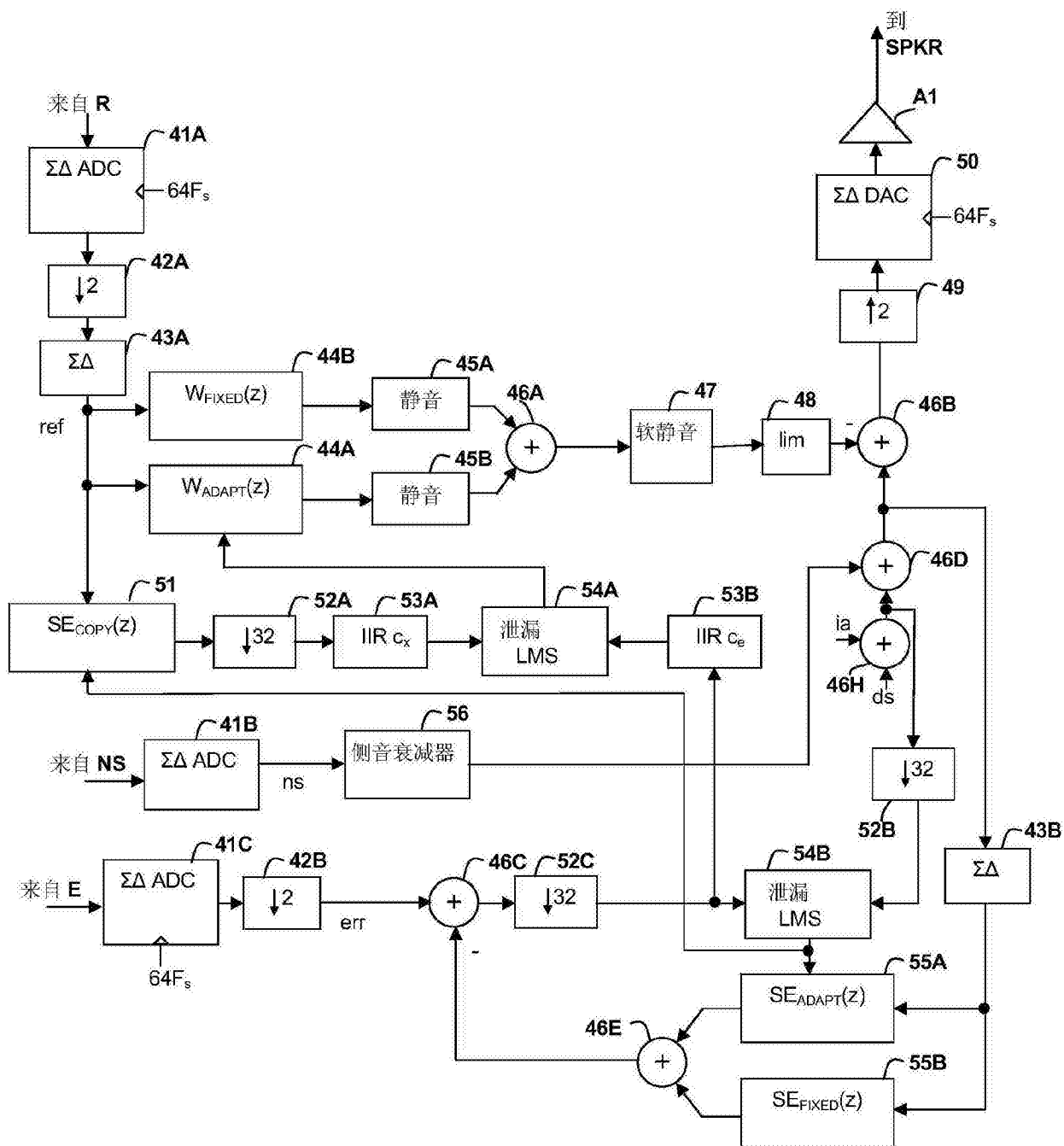


图4