(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利
(全文更正)

(10)授权公告号 CN 104272378 B9
(48)更正文献出版日 2017.12.01
(45)授权公告日 2017.07.25

(21)申请号 201380024322.3
(22)申请日 2013.04.15
(30)优先权数据
61/645,138 2012.05.10 US
13/722,119 2012.12.20 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.11.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/036531 2013.04.15
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/169436 EN 2013.11.14
(73)专利权人 美国思睿逻辑有限公司
地址 美国得克萨斯州奥斯汀
(72)发明人 J·D·亨德里克斯
杰弗里·奥尔德森
安东尼奥·约翰·米勒 Y·陆
(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)
(56)对比文件
CN 101903941 A,2010.12.01, 全文.
US 2002/0003887 A1,2002.01.10, 全文.
US 2010/0014685 A1,2010.01.21, 全文.
US 2011/0007907 A1,2011.01.13, 全文.
US 2010/0195844 A1,2010.08.05, 全文.
CN 101000769 A,2007.07.18, 全文.
审查员 王馨宁

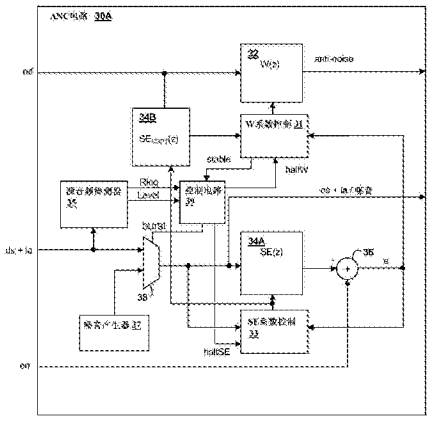
权利要求书5页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

在噪音消除个人音频设备中的次级路径适应性响应的噪音突发脉冲调适

(57)摘要

一种个人音频设备例如无线电话，从误差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变换器输出以导致周围音频声音的消除。误差麦克风也可以提供在扬声器附近以提供指示噪音消除的效果的误差信号。次级路径估计适应性滤波器使用来估计从噪音消除电路穿过变换器的电声音路径以便可以从误差信号去除源音频。噪音突发脉冲被间歇地注入并且控制次级路径估计适应性滤波器的调适，以便可以与源音频的存在和幅度无关地维持次级路径估计。



CN 104272378 B9

1. 一种个人音频设备，包括：

个人音频设备壳体；

安装在该壳体上的变换器，用于再现包括回播给听者的源音频和抵抗周围音频声音在变换器的声输出中的影响的第一抗噪音信号两者的音频信号；

靠近变换器安装在所述壳体上的误差麦克风，用于提供指示所述变换器的声输出和在所述变换器处的周围音频声音的误差麦克风信号；

安装在所述壳体上的参考麦克风，用于提供指示所述周围音频声音的参考麦克风信号；

噪音源，用于提供噪音信号；以及

处理电路，其实施第一适应性滤波器，该第一适应性滤波器从所述参考麦克风信号产生第二抗噪音信号，以及具有塑形源音频的次级路径响应的次级路径适应性滤波器和从误差麦克风信号去除所得到的被塑形的源音频以提供误差信号的合成器，其中所述处理电路利用预定响应滤波误差信号以产生被滤波的误差信号，并且将所述第二抗噪音信号与所述被滤波的误差信号组合，与误差信号和参考麦克风信号一致地，产生所述第一抗噪音信号以减少由听者听到的所述周围音频声音的存在，并且其中所述处理电路从噪音源注入噪音间歇突发脉冲到所述次级路径适应性滤波器和由所述变换器再现的音频信号，并且允许所述次级路径适应性滤波器在噪音间歇突发脉冲期间调适。

2. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备，其中所述处理电路与所述误差信号和所述参考麦克风信号一致地塑形所述第一适应性滤波器的响应。

3. 根据权利要求 2 所述的个人音频设备，其中所述处理电路还控制所述第一适应性滤波器和所述次级路径适应性滤波器的调适，以便当注入噪音间歇突发脉冲中的一个脉冲时，阻止所述第一适应性滤波器调适并且导致次级路径适应性滤波器调适，并且一旦噪音间歇突发脉冲已经终止，允许所述第一适应性滤波器调适。

4. 根据权利要求 3 所述的个人音频设备，其中所述处理电路还控制所述第一适应性滤波器和次级路径适应性滤波器的调适，以便一旦噪音间歇突发脉冲已经终止，阻止所述次级路径适应性滤波器调适。

5. 根据权利要求 3 所述的个人音频设备，其中所述处理电路确定所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率，并且其中所述处理电路从所述噪音源注入一个或多个噪音间歇突发脉冲到所述次级路径适应性滤波器和由所述变换器再现的所述音频信号中，并且允许所述次级路径适应性滤波器响应于检测到所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率进行调适。

6. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备，其中当所述处理电路注入噪音间歇突发脉冲时，所述处理电路改变所述第一适应性滤波器的调适率。

7. 根据权利要求 6 所述的个人音频设备，其中当所述处理电路注入噪音间歇突发脉冲时，所述处理电路减少第一适应性滤波器的调适率。

8. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备，其中所述处理电路响应于确定自从已经允许次级路径适应性滤波器调适以后的预定时间周期已经消逝，而注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

9. 根据权利要求 8 所述的个人音频设备，其中所述处理电路检测源音频是否具有足够

的幅度来允许次级路径适应性滤波器调适，并且其中所述确定预定时间周期已经消逝指示源音频已经没有足够的幅度来允许次级路径适应性滤波器调适持续在至少所述预定时间周期内。

10. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备，其中所述处理电路检测在源音频中的远程铃声信号，并且其中所述处理电路响应于检测到远程铃声已经完成，注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

11. 根据权利要求 10 所述的个人音频设备，其中所述处理电路仅在铃声序列的第一远程铃声信号之后注入所述一个和多个噪音间歇突发脉冲，并且在铃声序列的后续远程铃声信号之后不注入任意一个噪音间歇突发脉冲。

12. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备，其中所述处理电路检测在源音频中的远程铃声信号，并且其中所述处理电路响应于检测远程铃声信号并且在远程铃声信号期间注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

13. 根据权利要求 12 所述的个人音频设备，其中所述处理电路仅响应于检测铃声序列的第一铃声信号，注入所述一个和多个噪音间歇突发脉冲，并且在铃声序列的后续远程铃声信号期间或之后不注入任意一个噪音间歇突发脉冲。

14. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备，其中所述处理电路在个人音频设备正在参与的电话会话期间注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

15. 一种用个人音频设备抵抗周围音频声音的影响的方法，该方法包括 ：

提供指示所述周围音频声音的参考麦克风信号 ；

与误差信号及所述参考麦克风信号一致地适应性地产生第一抗噪音信号以减少由听者听到的周围音频声音的存在 ；其中所述适应性产生利用第一适应性滤波器从所述参考麦克风信号产生第二抗噪音信号 ；

将抗噪音信号与源音频合成 ；

提供合成的结果给变换器 ；

利用误差麦克风测量变换器的输出和周围音频声音 ；

利用次级路径适应性滤波器塑形源音频，该次级路径适应性滤波器具有塑形所述源音频的次级路径响应 ；从所述误差麦克风信号去除所得到的被塑形的源音频 ；利用预定相应滤波所述去除的结果以提供被滤波的误差信号 ；

将所述第二抗噪音信号与所述被滤波的误差信号组合以产生所述第一抗噪音信号 ；

从噪音源注入噪音间歇突发脉冲到次级路径适应性滤波器和由变换器再现的音频信号 ；以及

允许次级路径适应性滤波器在噪音间歇突发脉冲期间调适。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述适应性产生还包括与所述误差信号和所述参考麦克风信号一致地塑形所述第一适应性滤波器的响应。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，还包括控制所述第一适应性滤波器和次级路径适应性滤波器的调适，以便当注入噪音间歇突发脉冲中的一个脉冲时，阻止所述第一适应性滤波器调适并且导致次级路径适应性滤波器调适，并且一旦噪音间歇突发脉冲已经终止，允许所述第一适应性滤波器调适。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中所述控制控制所述第一适应性滤波器和次级路

径适应性滤波器的调适，以便当注入噪音间歇突发脉冲时，阻止所述第一适应性滤波器调适并且导致次级路径适应性滤波器调适，并且一旦噪音间歇突发脉冲已经终止，允许所述第一适应性滤波器调适并且阻止次级路径适应性滤波器调适。

19. 根据权利要求 17 所述的方法，还包括：

确定所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率；

从噪音源注入一个或多个噪音间歇突发脉冲到次级路径适应性滤波器和由变换器再现的音频信号中；

检测所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率；以及

响应于所述检测所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率，允许次级路径适应性滤波器调适。

20. 根据权利要求 17 所述的方法，还包括在注入期间改变所述第一适应性滤波器的调适率。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，还包括在注入期间减少所述第一适应性滤波器的调适率。

22. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述注入响应于确定自从已经允许次级路径适应性滤波器调适以后的预定时间周期已经消逝，而注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，还包括检测源音频是否具有足够的幅度来允许次级路径适应性滤波器调适，并且其中所述预定时间周期已经消逝的确定指示源音频已经没有足够的幅度来允许次级路径适应性滤波器调适持续在至少所述预定时间周期内。

24. 根据权利要求 15 所述的方法，还包括检测在源音频中的远程铃声信号，并且其中所述注入响应于检测到远程铃声已经完成注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其中所述注入仅在铃声序列的第一远程铃声信号之后注入一个和多个噪音间歇突发脉冲，并且在铃声序列的后续远程铃声信号之后不注入任意一个噪音间歇突发脉冲。

26. 根据权利要求 15 所述的方法，还包括检测在源音频中的远程铃声信号，并且其中所述注入响应于检测远程铃声信号并且在远程铃声信号期间注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

27. 根据权利要求 26 所述的方法，其中所述注入仅响应于检测铃声序列的第一铃声信号注入一个和多个噪音间歇突发脉冲，并且在铃声序列的后续远程铃声信号期间或之后不注入任意一个噪音间歇突发脉冲。

28. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述注入在个人音频设备正在参与的电话会话期间注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

29. 一种用于实施个人音频设备的至少一部分的集成电路，包括：

输出，用于给输出变换器提供包括回播给听者的源音频和抵抗周围音频声音在变换器的声输出中的影响的第一抗噪音信号两者的输出信号；

误差麦克风输入，用于接收指示变换器的声输出和在变换器处的周围音频声音的误差麦克风信号；

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；

噪音源，用于提供噪音信号；以及

处理电路，其实施第一适应性滤波器，该第一适应性滤波器从所述参考麦克风信号产生第二抗噪音信号，以及具有塑形源音频的次级路径响应的次级路径适应性滤波器和从误差麦克风信号去除得到的被塑形的源音频以提供误差信号的合成器，其中，所述处理电路利用预定响应滤波误差信号以产生被滤波的误差信号，并且将所述第二抗噪音信号与所述被滤波的误差信号组合，与误差信号和参考麦克风信号一致地，产生所述第一抗噪音信号以减少由听者听到的所述周围音频声音的存在，并且其中处理电路从噪音源注入噪音间歇突发脉冲到次级路径适应性滤波器和由变换器再现的音频信号，并且允许次级路径适应性滤波器在噪音间歇突发脉冲期间调适。

30. 根据权利要求 29 所述的集成电路，其中所述处理电路与所述误差信号和所述参考麦克风信号一致地塑形所述第一适应性滤波器的响应。

31. 根据权利要求 30 所述的集成电路，其中所述处理电路还控制所述第一适应性滤波器和次级路径适应性滤波器的调适，以便当注入噪音间歇突发脉冲中的一个脉冲时，阻止所述第一适应性滤波器调适并且导致次级路径适应性滤波器调适，并且一旦噪音间歇突发脉冲已经终止，允许所述第一适应性滤波器调适。

32. 根据权利要求 31 所述的集成电路，其中所述处理电路还控制所述第一适应性滤波器和次级路径适应性滤波器的调适，以便一旦噪音间歇突发脉冲已经终止，阻止次级路径适应性滤波器调适。

33. 根据权利要求 31 所述的集成电路，其中所述处理电路确定所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率，并且其中所述处理电路从噪音源注入一个或多个噪音间歇突发脉冲到次级路径适应性滤波器和由变换器再现的音频信号中并且允许次级路径适应性滤波器响应于检测到所述第一适应性滤波器的一个或多个系数具有超过被允许阈值的变化率进行调适。

34. 根据权利要求 29 所述的集成电路，其中当所述处理电路注入噪音间歇突发脉冲时，所述处理电路改变所述第一适应性滤波器的调适率。

35. 根据权利要求 34 所述的集成电路，其中当所述处理电路注入噪音间歇突发脉冲时，所述处理电路减少所述第一适应性滤波器的调适率。

36. 根据权利要求 29 所述的集成电路，其中所述处理电路响应于确定自从已经允许次级路径适应性滤波器调适以后的预定时间周期已经消逝，而注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

37. 根据权利要求 36 所述的集成电路，其中所述处理电路检测源音频是否具有足够的幅度来允许次级路径适应性滤波器调适，并且其中所述确定预定时间周期已经消逝指示源音频已经没有足够的幅度来允许次级路径适应性滤波器调适持续在至少所述预定时间周期内。

38. 根据权利要求 29 所述的集成电路，其中所述处理电路检测在源音频中的远程铃声信号，并且其中所述处理电路响应于检测到远程铃声已经完成注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

39. 根据权利要求 38 所述的集成电路，其中所述处理电路仅在铃声序列的第一远程铃声信号之后注入所述一个和多个噪音间歇突发脉冲，并且在铃声序列的后续远程铃声信号之后不注入任意一个噪音间歇突发脉冲。

40. 根据权利要求 29 所述的集成电路，其中所述处理电路检测在源音频中的远程铃声信号，并且其中所述处理电路响应于检测远程铃声信号并且在远程铃声信号期间注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

41. 根据权利要求 40 所述的集成电路，其中所述处理电路仅响应于检测铃声序列的第一铃声信号，注入所述一个和多个噪音间歇突发脉冲，并且在铃声序列的后续远程铃声信号期间或之后不注入任意一个噪音间歇突发脉冲。

42. 根据权利要求 29 所述的集成电路，其中所述处理电路在个人音频设备正在参与的电话会话期间注入一个和多个噪音间歇突发脉冲。

在噪音消除个人音频设备中的次级路径适应性响应的噪音突发脉冲调适

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及包括适应性噪音消除 (ANC) 的个人音频设备例如无线电话，并且更具体地，涉及在使用注入噪音突发脉冲来提供次级路径估计的调适的个人音频设备中的 ANC 的控制。

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设备例如 mp3 播放器应用广泛。可通过使用麦克风测量周围声事件及随后使用信号处理将抗噪音信号插入至设备的输出中以消除周围声事件，来提供噪音消除从而改进这些设备在清晰度方面的性能。

[0003] 噪音消除操作可以通过在变换器处测量设备的变换器输出得到改进从而利用误差麦克风确定噪音消除的效果。变换器的测量输出理想地是源音频，例如在电话中的下行链路音频，和 / 或在专用音频播放器或电话中的回播音频，因为噪音消除信号在变换器的位置理想地被周围噪音消除。为了从误差麦克风信号去除源音频，从变换器穿过误差麦克风的次级路径可以被估计并且被用来过滤源音频到正确相位和幅度以从误差麦克风信号减去。然而，当源音频不存在时，次级路径估计通常不能被更新。并且，在电话通话开始时，当足够幅度的源音频可以或不可以变得立即可获得时，次级路径会具有与源音频可获得用来训练次级路径适应性滤波器的上一次次级路径具有的响应不同的响应。

[0004] 因此，期望提供一种个人音频设备包含无线电话，其利用次级路径估计提供噪音消除来测量变换器的输出并且可以独立于足够幅度的源音频是否存在来调适次级路径估计。

发明内容

[0005] 在一种个人音频设备、一种操作方法及一种集成电路中完成提供个人音频设备的上述目的，个人音频设备提供包括不管是否已经存在源音频都可以被调适的次级路径估计的噪音消除。

[0006] 个人音频设备包含外壳，其中变换器安装在外壳上用于重现包含用于提供给听者的源音频及用于抵抗周围音频声音在变换器的声输出中的影响的抗噪音信号两者的音频信号。误差麦克风安装在外壳上以提供指示变换器输出和周围音频声音的误差麦克风信号。个人音频设备还包含在外壳内的适应性噪音消除 (ANC) 处理电路，用于从误差麦克风信号适应性地产生抗噪音信号以便抗噪音信号导致周围音频声音的基本消除。处理电路控制次级路径适应性滤波器的调适，用于补偿从处理电路的输出穿过变换器的电声音路径。ANC 处理电路注入噪音突发脉冲 (burst) 并且允许次级路径适应性滤波器在噪音突发脉冲期间调适，以便正确地建模次级路径。

[0007] 如附图所示，从本发明的较佳实施例的下列更具体描述中，本发明的上述及其他

目的、特征及优点将变得清晰。

附图说明

[0008] 图 1 为示例性无线电话 10 的视图。

[0009] 图 2 为在无线电话 10 内的电路的方框图。

[0010] 图 3A 为描述可以包括在图 2 的 CODEC 集成电路 20 的 ANC 电路 30 内的信号处理电路和功能模块的一个示例的方框图。

[0011] 图 3B 为描述可以包括在图 2 的 CODEC 集成电路 20 的 ANC 电路 30 内的信号处理电路和功能模块的另一个示例的方框图。

[0012] 图 4 － 6 为图解根据各个实施例的图 2 的 CODEC 集成电路 20 的 ANC 电路 30 的操作的信号波形图。

[0013] 图 7 为描述在图 2 的 CODEC 集成电路 20 内的信号处理电路和功能模块的方框图。

具体实施方式

[0014] 本发明涵盖可在个人音频设备例如无线电话中实施的噪音消除技术及电路。个人语音设备包含适应性噪音消除 (ANC) 电路，其测量周围声环境并产生注入扬声器（或其他变换器）输出中以消除周围声事件的信号。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测量周围语音和在变换器处的变换器输出，从而给出噪音消除效果的指示。使用估计适应性滤波器的次级路径来从误差麦克风信号中去除回播音频以便产生误差信号。然而，取决于由个人音频设备重现的音频信号，例如在电话通话期间的下行链路音频或来自媒体文件 / 连接的回播音频，的存在（和位准），次级路径适应性滤波器可能不能够连续调适来估计次级路径。并且，在电话通话的开始，不仅下行链路音频可能不存在，而且任何之前的次级路径模型由于无线电话相对于用户耳朵的不同位置而可能是不精确的。因此，本发明使用注入噪音突发脉冲来提供足够的能量用于次级路径估计适应性滤波器以尽量不被用户察觉的方式连续调适。

[0015] 图 1 表示邻近人耳朵 5 的无线电话 10。所示无线电话 10 为可采用根据本发明的实施例的技术的设备的一实例，但是应了解并非需要所示无线电话 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。无线电话 10 包含变换器例如扬声器 SPKR，其重现无线电话 10 所接收的远端语音，连同其他本端音频事件例如铃声、所储存的音频程序材料、近端语音、来自网页的源或由无线电话 10 所接收的其他网络通信、以及音频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 以捕捉从无线电话 10 传输至其他会话参与者的近端语音。

[0016] 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。提供参考麦克风 R 用于测量周围声环境且其定位远离使用者的嘴部通常所在的位置，以便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，以当无线电话 10 紧邻耳朵 5 时通过提供与靠近耳朵 5 的扬声器 SPKR 所重现的音频合成的周围音频的测量来进一步改进 ANC 操作。在无线电话 10 内的示例性电路 14 包含语音 CODEC 集成电路 20，其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 的信号并与其他集成电路例如含有

无线电话收发器的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，该单个集成电路含有用于实施整个个人音频设备，例如片上MP3播放器集成电路的控制电路及其他功能。

[0017] 一般而言，本发明的ANC技术测量撞击在参考麦克风R上的环境声事件（与扬声器SPKR和/或近端语音的输出相对），并且还测量撞击在误差麦克风E上的相同环境声事件。所示无线电话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以具有使存在于误差麦克风E上的环境声事件的振幅最小化的特性。因为声路径P(z)从参考麦克风R延伸至误差麦克风E，所以ANC电路本质结合去除电声路径S(z)的影响来估计声路径P(z)。电声路径S(z)代表CODEC集成电路(IC)20的音频输出的响应及包含特定声环境中在扬声器SPKR与误差麦克风E之间的耦合的扬声器SPKR的声/电转换函数。当无线电话未牢固地压至耳朵5时，S(z)受耳朵5和其他实物的近接性和结构、以及可能邻近无线电话10的人头部结构的影响。虽然所示无线电话10包含具有第三近端语音麦克风NS的双麦克风ANC系统，但是不包含单独误差麦克风及参考麦克风的其他系统可以执行上述的技术。替代地，语音麦克风NS可以使用来执行在上述系统中的参考麦克风R的功能。最后，在仅设计用于音频回播的个人音频设备中，将通常不包括近端语音麦克风NS，并且在下文更详细描述的电路中的近端语音信号路径可省略。

[0018] 现参考图2，在无线电话10内的电路展示在方框图中。CODEC集成电路20包括：模数转换器(ADC)21A，其用于接收参考麦克风信号并且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并且产生误差麦克风信号的数字表示err；以及ADC21C，其用于接收近端语音麦克风信号并且产生近端语音麦克风信号的数字表示ns。CODEC IC20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的输出的数模转换器(DAC)23的输出。合成器26合成来自内部音频源24的音频信号ia、由ANC电路30所产生的抗噪音信号anti-noise（其根据约定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）、近端语音信号ns的一部分，以便无线电话10的使用者听到其自己与接收自射频(RF)集成电路22的下行链路语音ds成适当关联的语音。根据本发明的实施例，下行链路语音ds提供给ANC电路30，ANC电路30取代源音频(ds+ia)地或与源音频(ds+ia)合成地间歇地注入噪音突发脉冲。下行链路语音ds、内部音频ia和噪音（或者如果使用为替代信号时的源音频/噪音）提供给合成器26，以便信号(ds+ia+噪音)总是存在以利用在ANC电路30中的次级路径适应性滤波器估计音频路径S(z)。近端语音信号ns还提供至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。

[0019] 图3A表示可以使用来实施图2的ANC电路30的ANC电路30A的细节的一个示例。适应性滤波器32接收参考麦克风信号ref并且在理想情况下将它的转换函数W(z)调适为P(z)/S(z)以产生抗噪音信号anti-noise，其被提供到将抗噪音信号与由变换器重现的音频合成的输出合成器，例如由图2的合成器26示例。适应性滤波器32的系数由W系数控制模块31控制，该W系数控制模块31使用两个信号的相关性确定适应性滤波器32的响应，该适应性滤波器32通常在最小均方意义上使存在于误差麦克风信号err中的参考麦克风信号ref的那些分量之间的误差最小化。由W系数控制模块31处理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塑形的参考麦克风信号ref以及包含

误差麦克风信号 err 的另一信号。通过用路径 S(z) 的响应，响应 SECOPY(z)，的估计的拷贝转换参考麦克风信号 ref，并且在去除由于源音频的回播的误差麦克风信号 err 的分量之后，将误差麦克风信号 err 最小化，适应性滤波器 32 调适到 P(z)/S(z) 的期望响应。除了误差麦克风信号 err，与滤波器 34B 的输出一起由 W 系数控制模块 31 处理的另一信号包含相反数量的源音频，该源音频包含的下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 已通过滤波器响应 SE(z) 处理，其中响应 SECOPY(z) 是一拷贝。通过注入相反数量的源音频，防止适应性滤波器 32 调适为误差麦克风信号 err 中所存在的相对较大量的源音频，并且通过用路径 S(z) 的响应的估计变换下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 的反向拷贝，在处理前从误差麦克风信号 err 去除的源音频应该与在误差麦克风信号 err 重现的下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 的预期版本匹配，因为 S(z) 的电路径及声路径为下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 到达误差麦克风 E 所采用的路径。滤波器 34B 本身不是滤波器，但是其具有被调谐来匹配适应性滤波器 34A 的响应的可调节响应，以便滤波器 34B 的响应追踪适应性滤波器 34A 的调适。

[0020] 为了实施上述内容，适应性滤波器 34A 具有由 SE 系数控制模块 33 控制的系数，该 SE 系数控制块 33 在由合成器 36 去除上述经过滤的下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 之后，处理源音频 (ds+ia) 和误差麦克风信号 err，上述经过滤的下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 已通过适应性滤波器 34A 过滤以代表递送至误差麦克风 E 的预期源音频。适应性滤波器 34A 因此被调适来从下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 产生误差信号 e，该误差信号 e 在被从误差麦克风信号 err 中减去时，包含误差麦克风信号 err 不归因于源音频 (ds+ia) 的含量。然而，如果下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 都不存在，例如在电话呼叫的开始，或者具有非常小的幅度，那么 SE 系数控制模块 33 将不具有足够的输入以估计声路径 S(z)。因此，在 ANC 电路 30 中，源音频检测器 35 检测是否有足够的源音频 (ds+ia) 存在，并且如果有足够的源音频 (ds+ia) 存在，那么更新次级路径估计。源音频检测器 35 可以由语音存在信号，如果该信号可以从下行链路音频信号 ds 的数字源获得，或者从媒体回放控制电路提供的回放有效信号替代。选择器 38 被提供用来根据来自控制电路 39 的控制信号 burst 在到次级路径适应性滤波器 34A 和 SE 系数控制模块 33 的输入处在源音频 (ds+ia) 与噪音产生器 37 的输出之间进行选择，控制信号 burst 在被确认时选择噪音产生器 37 的输出。控制信号 burst 的确认允许 ANC 电路 30 利用噪音产生器 37 的输出估计声路径 S(z)。在控制电路 39 临时选择噪音产生器的输出时，噪音突发脉冲因此被注入到次级路径适应性滤波器 34A。替代地，选择器 38 可以用将噪音突发脉冲添加到源音频 (ds+ia) 的合成器替代。

[0021] 控制电路 39 接收来自源音频检测器 35 的输入，其包括指示什么时候远程铃声信号存在于下行链路音频信号 ds 中的 Ring 指示器和指示什么时候整个源音频 (ds+ia) 的位准大于阈值的 Level 指示。控制电路 39 还从 W 系数控制 31 接收稳定性指示 stable，其通常在 $\Delta(\Sigma|W_k(z))|/\Delta t$ 大于阈值时被解除确认，但替代地，稳定性指示 stable 可以是基于比确定适应性滤波器 32 的响应的所有 W(z) 系数更小的。稳定性指示 stable 在一些实施例中由控制电路 39 使用来触发噪音突发脉冲的注入以及由 SE 系数控制模块 33 和 W 系数控制模块 31 产生的系数的后续更新。控制电路 39 可以执行用于确定什么时候注入噪音突发脉冲的各种算法。并且，控制电路 39 产生控制信号 haltW 来控制 W 系数控制 31 的调

适并且产生控制信号 haltSE 来控制 SE 系数控制 33 的调适。用于注入噪音突发脉冲的示例性算法以及响应 W(z) 和次级路径估计 SE(z) 的调适的排序在下面参考图 4 至图 6 更详细地讨论。

[0022] 图 3B 表示可以使用来实施图 2 的 ANC 电路 30 的替代 ANC 电路 30B 的细节的另一个示例。ANC 电路 30B 与图 3A 的 ANC 电路 30A 相似，所以下面仅讨论在 ANC 电路 30B 与 ANC 电路 30A 之间的差别。在图示中，存在于图 3A 的 ANC 电路 30A 中的所有部件都是可选存在的，但是如果去除可选部件和信号（表示在虚框和虚线中）结果是一反馈噪音消除系统，其中通过使用滤波器 32A 利用预定响应 FB(z) 滤波误差信号 e 来提供抗噪音信号。合成器 36A 对于如上所述的纯反馈实施例是不需要的，但另一个替代例是提供在 ANC 电路 30A 中所示的所有部件和信号，并且将由滤波器 32A 产生的抗噪音信号与由适应性滤波器 32 产生的抗噪音信号合成，其将由于滤波器 32A 的存在调适到与在图 3A 的 ANC 电路 30A 的实施例中不同的响应。

[0023] 在如图 4 所示的示例中，当在时刻 t_0、t_3和 t_4处在下行链路音频 d 中检测到远程铃音时，通过确定控制信号 haltSE，次级路径适应性滤波器调适暂停。由在时刻 t_1处的信号 Noise 代表的噪音突发脉冲被触发，时刻 t_1就在第一次铃音结束并且解除确认控制信号 haltSE 之后，允许图 3A 的 SE 系数控制 33，或者相似的图 3B 的 SE 系数控制 33 的更新，更新次级路径估计 SE(z)。然后，在噪音突发脉冲完成之后，再次确认控制信号 haltSE 并且解除确认控制信号 haltW 持续在预定时间周期内以允许响应 W(z) 调适到周围声环境。当在时刻 t_5和 t_7处在下行链路音频 d 中检测到语音时，也解除确认控制信号 haltSE，如同反映在控制信号 Level&/Ring 的状态中，该控制信号 Level&/Ring 代表逻辑和位准指示 Level，以及铃声指示 Ring 的反相，其指示下行链路语音以足以正确地调适次级路径估计的幅度存在。在时刻 t_6和 t_8处也解除确认控制信号 haltW，以便一旦次级路径估计已经更新，响应 W(z) 再次被允许调适。

[0024] 在如作为图 4 的示例的替代的图 5 所示的示例中，对于与在图 4 的示例中相同的下行链路音频 d 波形，次级路径适应性滤波器调适不为第一次远程铃音暂停，但在时刻 t_3和 t_4处在下行链路音频 d 中检测到后续远程铃音时，通过确定控制信号 haltSE，次级路径适应性滤波器调适暂停。在第一次铃音期间由信号 Noise 代表的噪音突发脉冲在时刻 t_0处被触发，时刻 t_0刚好是在检测到第一次铃音之后。在噪音突发脉冲终止（可以响应于检测铃音的结束而被执行）之后，或者在预定时间周期已经消逝免于开始噪音突发脉冲之后，确认控制信号 haltSE。然后，如在图 4 的示例中，在噪音突发脉冲完成之后，再次确认控制信号 haltSE 并且解除确认控制信号 haltW 持续在预定时间周期内以允许响应 W(z) 调适到周围声环境。当在时刻 t_5和 t_7处在下行链路音频 d 中检测语音时也解除确认控制信号 haltSE，如在图 4 的示例中。

[0025] 图 6 图示可以与图 4 和图 5 的示例结合使用的技术。在时刻 t_9、t_{11}和 t_{13}处，在下行链路音频 d 中检测到语音，并且解除确认控制信号 haltSE 来更新次级路径估计 SE(z)。为了更新响应 W(z)，在确认控制信号 haltSE 之后间隔地解除确认控制信号 haltW。在预定时间周期 T_D已经消逝之后，在其期间在下行链路信号 d 中不存在用于调适次级路径估计的下行链路语音，并且不存在如在图 5 中图示的方法中执行的掩盖噪音突发脉冲的铃音，在时刻 t_{15}处注入噪音突发脉冲并且解除确认控制信号 haltSE 以迫使更新次级路径估计，在

无线电话 10 正在参与的电话会话期间。在时刻 t_{16}处，再次确认控制信号 haltSE 并且简短地解除确认控制信号 haltW 以更新响应 W(z)。

[0026] 现在参考图 7，示出 ANC 系统的方框图，其用于实施如图 3A 或图 3B 描述的 ANC 技术，并且具有如可以实施在图 2 的 CODEC 集成电路 20 中的处理电路 40。处理电路 40 包括联接到存储器 44 的处理器核 42，在存储器 44 中存储包括计算机程序产品的程序指令，其实施上面所述 ANC 技术的一些或全部，以及其他信号处理。可选地，专用数字信号处理 (DSP) 逻辑 46 可以被提供用来实施由处理电路 40 提供的 ANC 信号处理的一部分，或替代地全部。处理电路 40 还包括 ADC 21A － 21C，分别用于接收来自参考麦克风 R、误差麦克风 E 和近端语音麦克风 NS 的输入。DAC23 和放大器 A1 也由处理电路 40 提供用于提供变换器输出信号，包括如上所述的抗噪音。

[0027] 虽然已特别参考本发明的优选实施例展示及描述本发明，但是本领域的技术人员理解可在不脱离本发明的精神及范围的情况下在其中作出上述及其他形式及细节的改变。

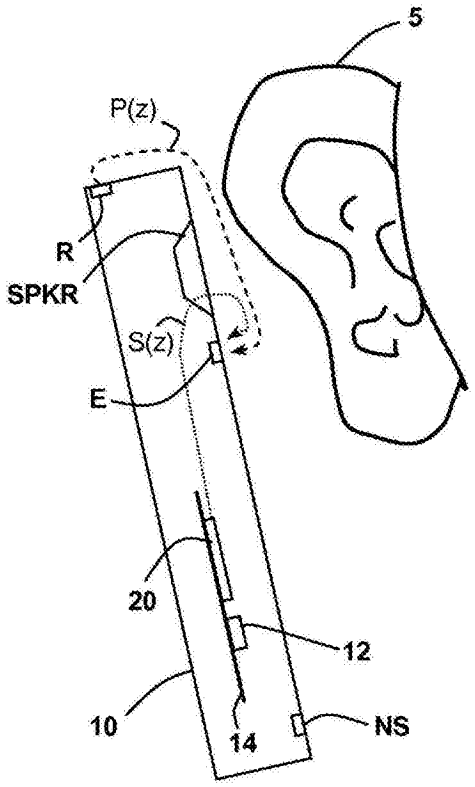


图 1

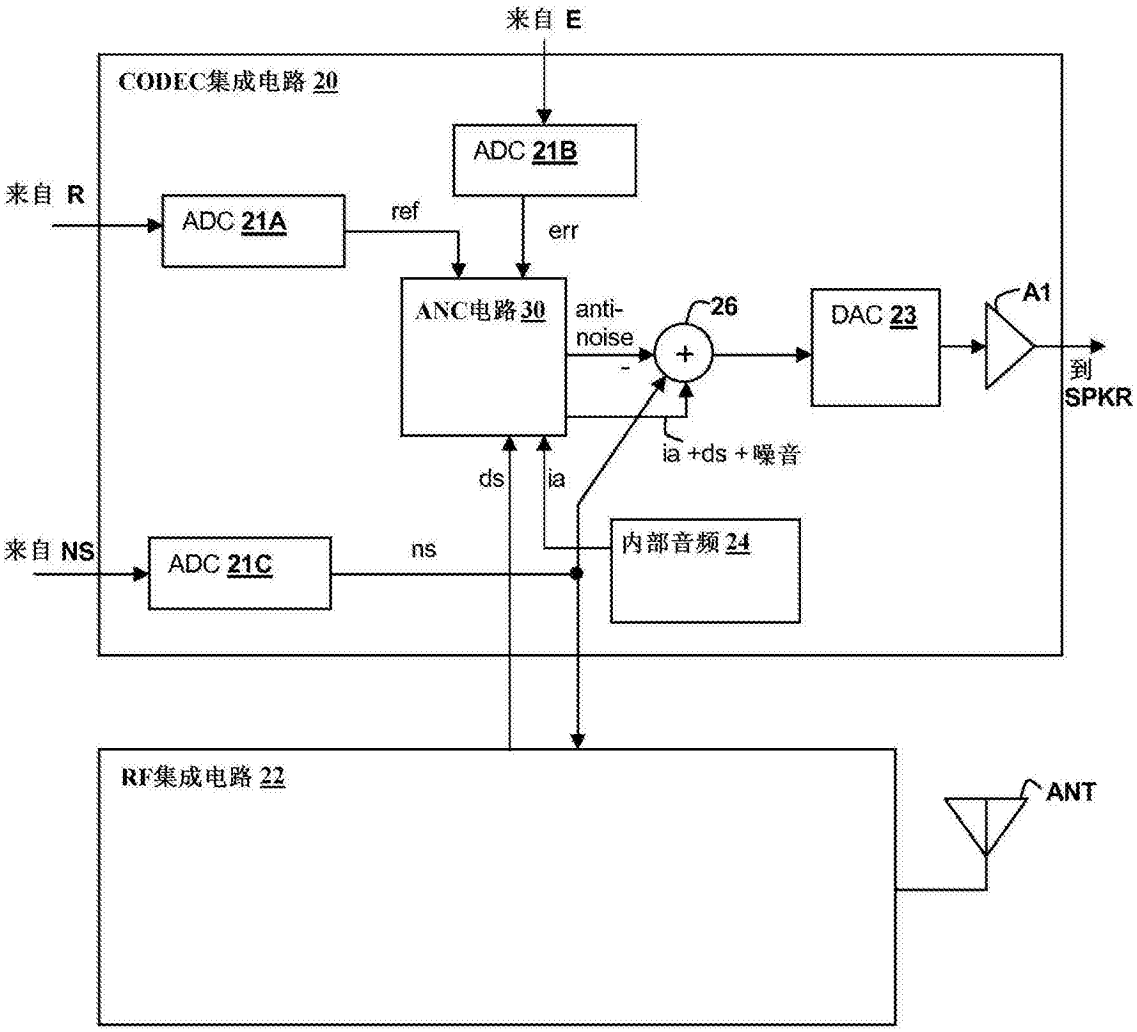

来自 E
CODEC集成电路 20
ADC 21B
来自 R
ADC 21A
ref
err
ANC电路 30
anti-
noise
26
DAC 23
A1
到
SPKR
ia +ds +噪音
ds
ia
来自 NS
ADC 21C
ns
内部音频 24
RF集成电路 22
ANT

图 2

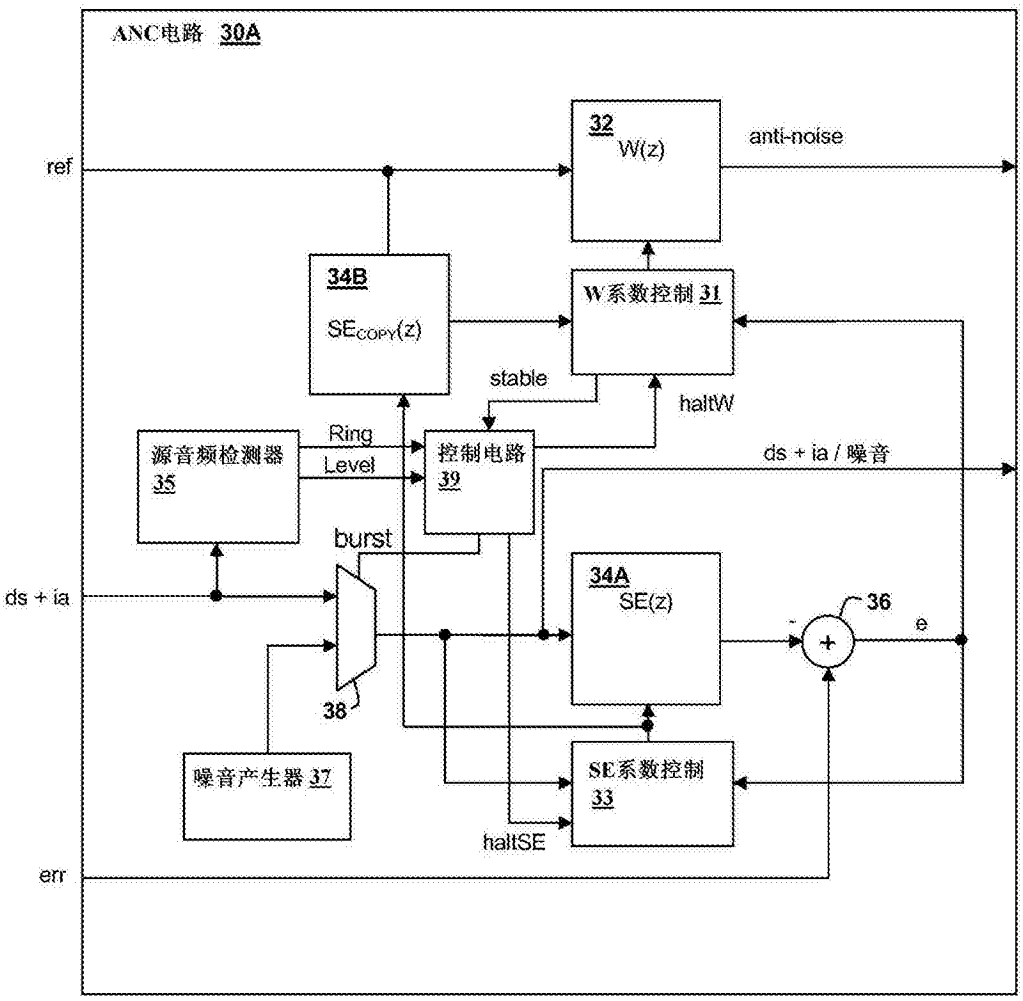

ANC电路 30A
ref
32
W(z)
anti-noise
34B
SECOPY(z)
W系数控制 31
stable
haltW
源音频检测器
35
Ring
Level
控制电路
39
ds + ia / 噪音
burst
ds + ia
34A
SE(z)
36
e
38
噪音产生器 37
SE系数控制
33
haltSE
err

图 3A

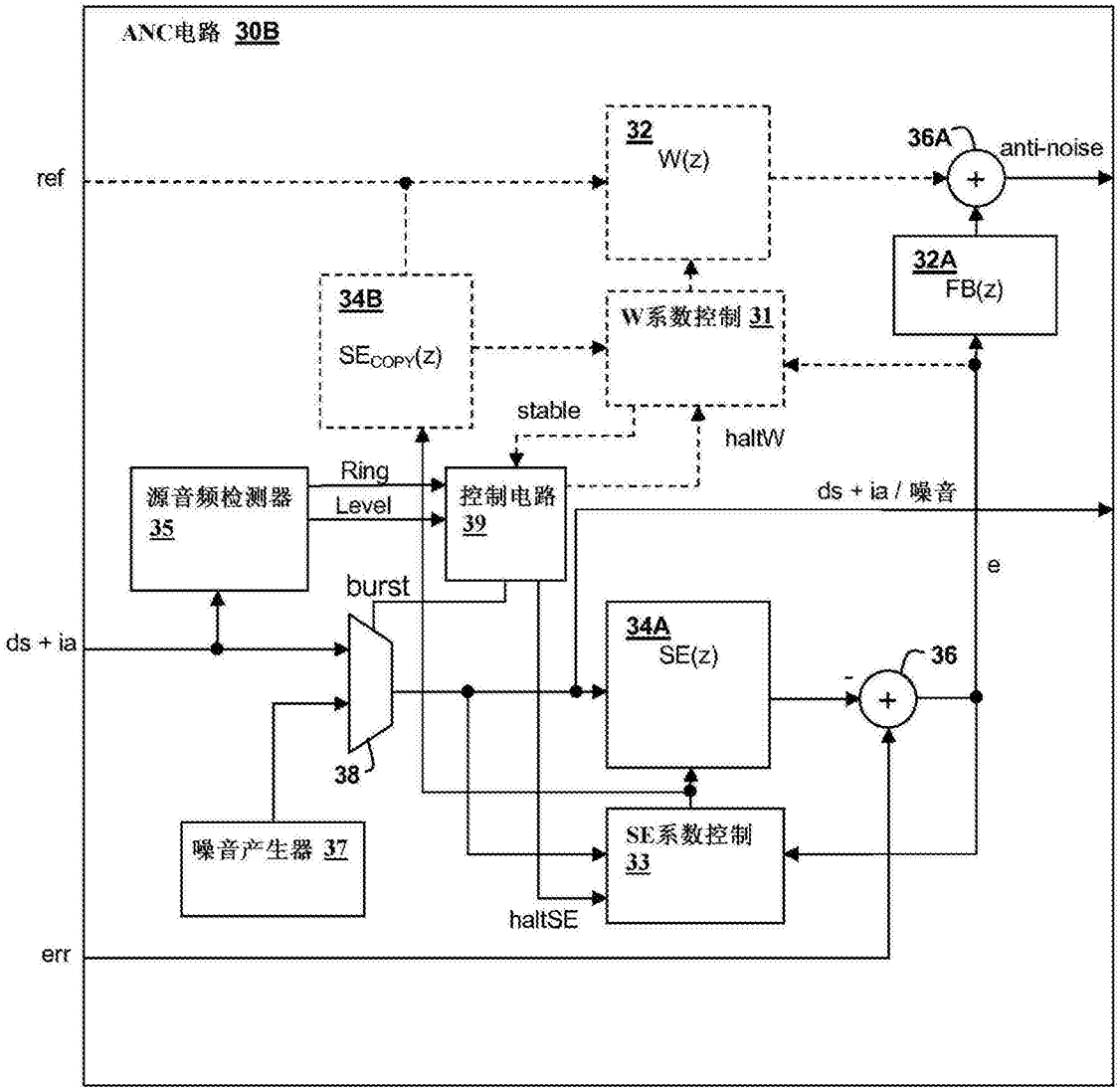

ANC电路 30B
ref
32
W(z)
36A
anti-noise
32A
FB(z)
34B
SECOPY(z)
W系数控制 31
stable
haltW
源音频检测器
35
Ring
Level
控制电路
39
ds + ia / 噪音
e
burst
ds + ia
34A
SE(z)
36
38
噪音产生器 37
SE系数控制
33
haltSE
err

图 3B

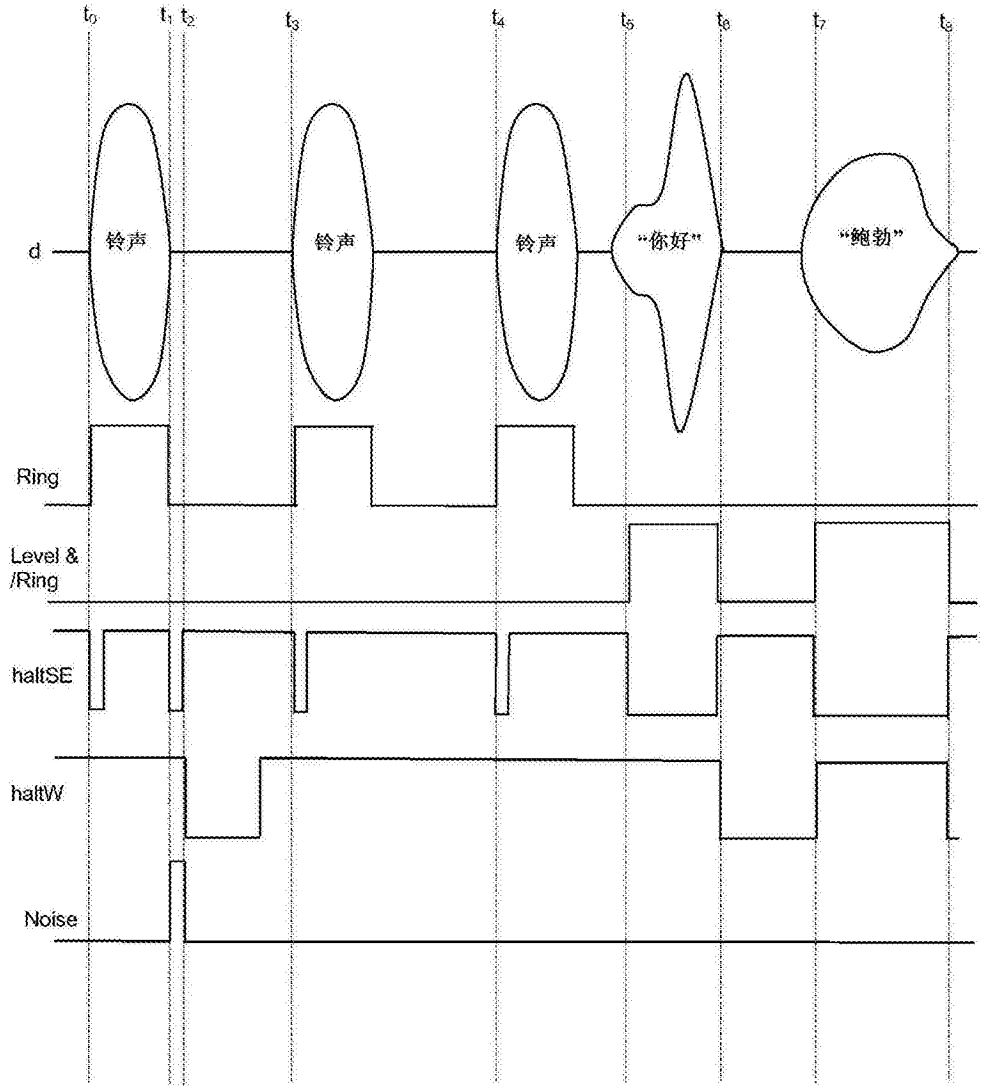

t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
d
铃声
铃声
铃声
“你好”
“鲍勃”
Ring
Level &
/Ring
haltSE
haltW
Noise

图 4

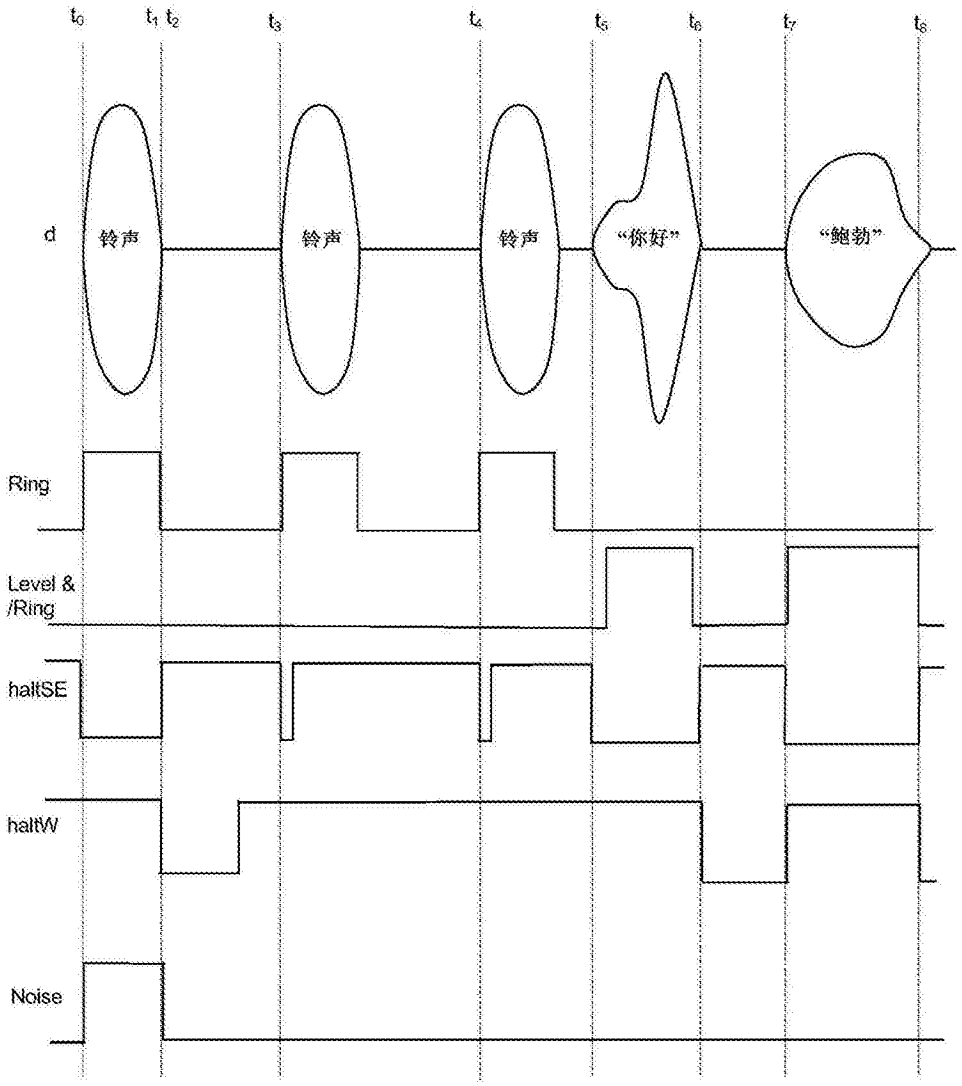

t0
t1 t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
d
铃声
铃声
铃声
“你好”
“鲍勃”
Ring
Level &
/Ring
haltSE
haltW
Noise

图 5

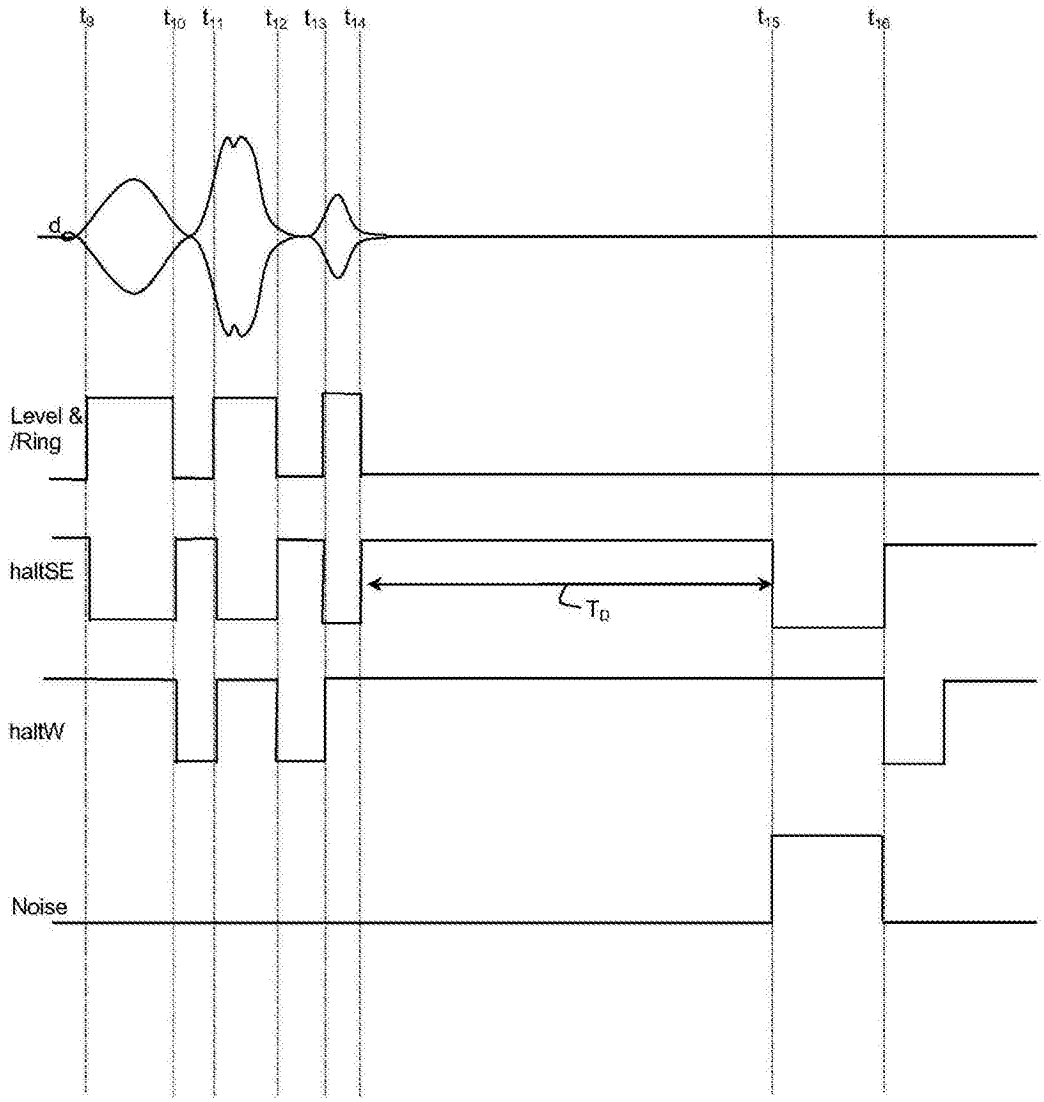

t9
t10
t11
t12
t13
t14
t15
t16
d
Level &
/Ring
haltSE
TD
haltW
Noise

图 6

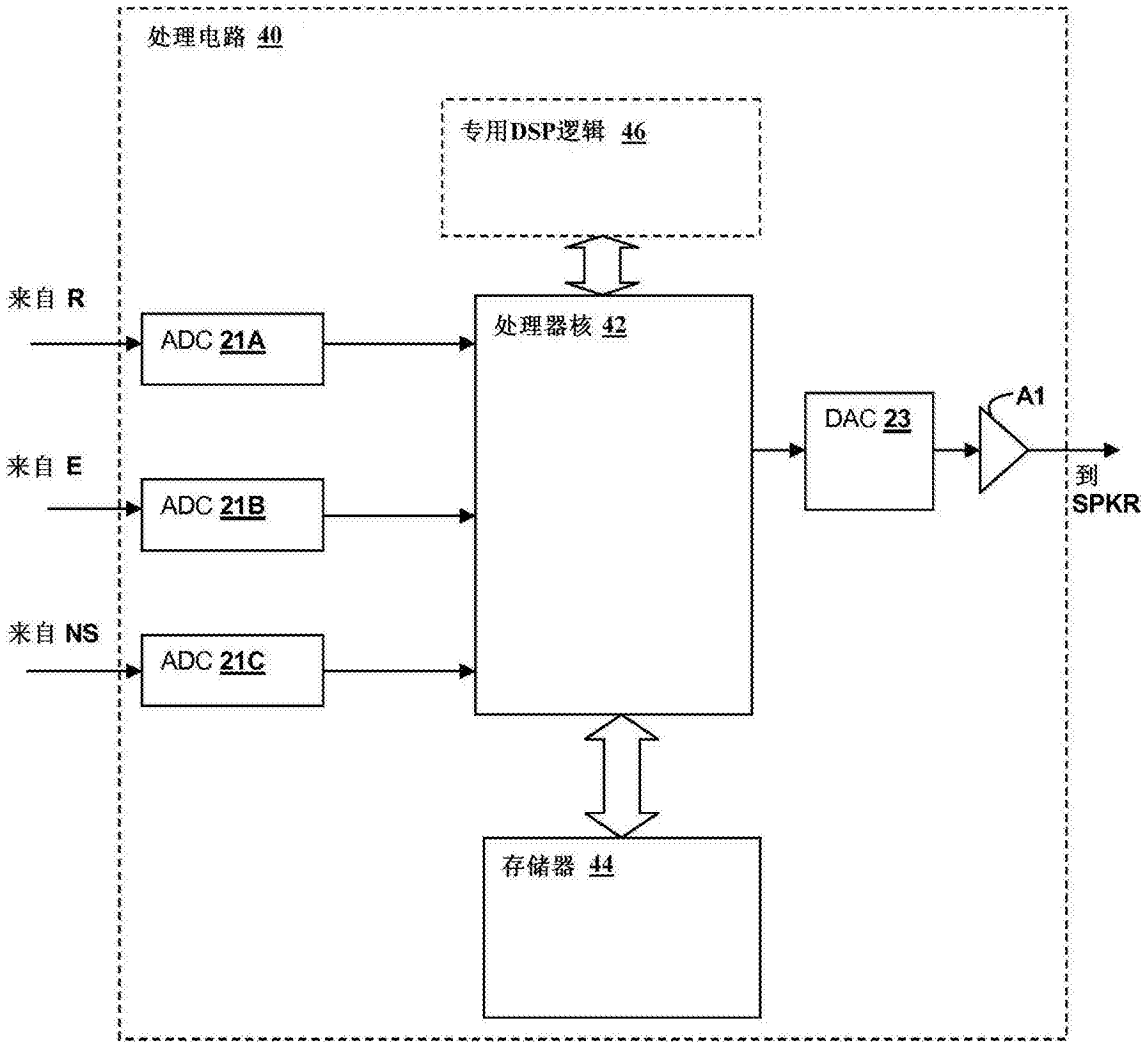

处理电路 40
专用DSP逻辑 46
来自 R
ADC 21A
处理器核 42
DAC 23
A1
来自 E
ADC 21B
到
SPKR
来自 NS
ADC 21C
存储器 44

图 7