



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104303228 A

(43) 申请公布日 2015.01.21

(21) 申请号 201380024363.2

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

(22) 申请日 2013.04.18

代理人 丁纪铁

(30) 优先权数据

61/645,265 2012.05.10 US
13/787,906 2013.03.07 US

(51) Int. Cl.
G10K 11/178 (2006.01)

(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/US2013/037051 2013.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/169454 EN 2013.11.14

(71) 申请人 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 杰弗里·奥尔德森
J·D·亨德里克斯 Y·陆

权利要求书5页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

在噪音消除个人音频设备中误差信号含量控制的次级和泄漏路径模型的调适

(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。麦克风测量周围音频声音并且也包含归因于变换器声输出的分量。适应性滤波器使用来估计从噪音消除电路穿过变换器到至少一个麦克风的电声路径以便可以从麦克风信号去除源音频。进行确定存在于麦克风信号中的周围声音相比于源音频的变换器输出存在于麦克风信号中的量的相对量,以确定是否更新适应性响应。

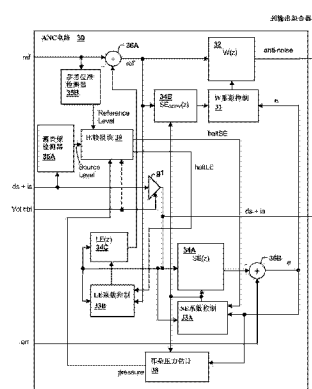


Fig. 3

1. 一种个人音频设备,包括:

个人音频设备壳体;

安装在所述壳体上的变换器,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所述变换器的声输出中的影响的抗噪音信号两者的音频信号;

安装在所述壳体上的至少一个麦克风,用于提供指示所述周围音频声音并且包含归因于所述变换器的所述声输出的分量的至少一个麦克风信号;以及

处理电路,其产生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,其中所述处理电路实施为具有塑形所述源音频的响应的适应性滤波器和从所述至少一个麦克风信号去除所述源音频以提供已校正麦克风信号的合成器,并且其中所述处理电路确定所述变换器的所述声输出存在于所述至少一个麦克风信号中的源音频分量和存在于所述至少一个麦克风信号中的周围音频声音的相对幅度,并且其中所述处理电路响应于确定所述变换器的所述声输出存在于所述至少一个麦克风信号中的所述源音频分量相对于存在于所述至少一个麦克风信号中的周围音频声音的所述相对幅度指示所述适应性滤波器不能被正确地调适,采取动作来阻止所述适应性滤波器的不正确调适。

2. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备,其中所述至少一个麦克风信号包括由靠近所述变换器安装在所述壳体上的误差麦克风提供的误差麦克风信号,其中所述适应性滤波器是次级路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述误差麦克风信号中的次级路径的响应进行建模,并且其中所述次级路径适应性滤波器的输出和所述误差麦克风信号合成来产生指示所述变换器的所述声输出的所述源音频分量的误差信号。

3. 根据权利要求 2 所述的个人音频设备,其中所述至少一个麦克风信号包括由安装在所述壳体上用于测量所述周围音频声音的参考麦克风提供的参考麦克风信号,并且还包括泄漏路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述参考麦克风信号中的泄漏路径的响应进行建模,并且其中所述泄漏路径适应性滤波器的输出和所述参考麦克风信号合成来产生校正泄漏参考麦克风信号,抗噪音信号从该校正泄漏参考麦克风信号中产生。

4. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备,其中所述至少一个麦克风信号包括由安装在所述壳体上用于测量所述周围音频声音的参考麦克风提供的参考麦克风信号,其中所述适应性滤波器是泄漏路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述参考麦克风信号中的泄漏路径的响应进行建模,并且其中所述泄漏路径适应性滤波器的输出和所述参考麦克风信号合成来产生校正泄漏参考麦克风信号,抗噪音信号从该校正泄漏参考麦克风信号产生。

5. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备,其中所述处理电路计算所述变换器的声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的第一幅度与存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的第二幅度的比例并且将该比例与阈值比较,其中所述处理电路还响应于确定所述比例小于所述阈值而暂停所述次级路径适应性滤波器的调适。

6. 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所述源音频的幅度并且使用所述源音频的所述幅度来确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的所述幅度。

7. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备,其中所述处理电路使用作为增益应用到所述源音频的音量控制设置来确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的所述幅度。

8. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备,其中所述处理电路使用所述至少一个麦克风检测所述周围声音的幅度,并且其中所述处理电路使用所述周围音频声音的所述幅度来确定存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的所述幅度。

9. 根据权利要求 8 所述的个人音频设备,其中所述处理电路通过确定由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的宽带均方根幅度来检测所述周围声音的所述幅度。

10. 根据权利要求 8 所述的个人音频设备,其中所述处理电路通过确定在一个或多个预定频带中由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的宽带均方根幅度来检测所述周围声音的所述幅度。

11. 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所述源音频的幅度,并且将所述源音频的所述幅度与由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的幅度进行比较,以确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量和存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的相对幅度。

12. 根据权利要求 11 所述的个人音频设备,其中所述处理电路确定在所述变换器与听者耳朵之间的耦合程度,并且其中所述处理电路利用已确定的耦合程度调节所述源音频的所述幅度与所述至少一个麦克风信号的幅度的比较。

13. 根据权利要求 1 所述的个人音频设备,其中所述处理电路确定在所述变换器与听者耳朵之间的耦合程度,并且其中所述处理电路与已确定的耦合程度一致地调节所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量和存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的被确定相对幅度。

14. 一种由个人音频设备抵抗周围音频声音的影响的方法,所述方法包括:
适应性地产生产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;
将抗噪音信号与源音频合成;
提供合成的结果给变换器;
利用至少一个麦克风测量所述周围音频声音和所述变换器的声输出;
实施为具有塑形所述源音频的响应的适应性滤波器和从至少一个麦克风信号去除所述源音频以提供已校正麦克风信号的合成器,

确定所述变换器的所述声输出存在于所述至少一个麦克风信号中的源音频分量和存在于所述至少一个麦克风信号中的所述周围音频声音的相对幅度;以及

响应于确定所述变换器的所述声输出存在于所述至少一个麦克风信号中的所述源音频分量相对于存在于所述至少一个麦克风信号中的所述周围音频声音的相对幅度指示所述适应性滤波器不能被正确地调适,采取动作来阻止所述适应性滤波器的不正确调适。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述至少一个麦克风信号包括由靠近所述变换器安装在所述壳体上的误差麦克风提供的误差麦克风信号,其中所述适应性滤波器是次级路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述误差麦克风信号中的次级路径的响应进行建模,并且其中所述方法还包括将所述次级路径适应性滤波器的输出和所述误差麦克风信号合成来产生指示所述变换器的所述声输出的所述源音

频分量的误差信号。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中所述至少一个麦克风信号包括由安装在所述壳体上用于测量所述周围音频声音的参考麦克风提供的参考麦克风信号,并且其中所述方法还包括:

使用泄漏路径适应性滤波器产生泄漏校正信号,泄漏路径适应性滤波器调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述参考麦克风信号中的泄漏路径的响应进行建模;以及

将所述泄漏校正信号和所述参考麦克风信号合成来产生参考信号,抗噪音信号从该参考信号中产生。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述至少一个麦克风信号包括由安装在所述壳体上用于测量所述周围音频声音的参考麦克风提供的参考麦克风信号,并且其中所述方法还包括:

使用泄漏路径适应性滤波器产生泄漏校正信号,泄漏路径适应性滤波器调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述参考麦克风信号中的泄漏路径的响应进行建模;以及

将所述泄漏校正信号和所述参考麦克风信号合成来产生参考信号,抗噪音信号从该参考信号宗产生。

18. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述确定包括计算所述变换器的声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的第一幅度与存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的第二幅度的比例并且将该比例与阈值比较,并且其中所述采取动作包括响应于确定所述比例小于所述阈值而暂停所述次级路径适应性滤波器的调适。

19. 根据权利要求 14 所述的方法,还包括检测所述源音频的幅度,其中所述确定使用所述源音频的所述已检测的幅度来确定所述变换器的声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的所述幅度。

20. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述确定使用作为增益应用到所述源音频的音量控制设置来确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的所述幅度。

21. 根据权利要求 14 所述的方法,还包括使用所述至少一个麦克风检测所述周围声音的幅度,并且其中所述确定使用所述周围音频声音的所述幅度来确定存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的所述幅度。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其中所述检测通过确定由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的宽带均方根幅度来检测所述周围声音的所述幅度。

23. 根据权利要求 21 所述的方法,其中所述检测通过确定在一个或多个预定频带中由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的宽带均方根幅度来检测周所述围声音的所述幅度。

24. 根据权利要求 21 所述的方法,其中所述检测检测所述周围音频的幅度,并且将所述源音频的所述幅度与由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的幅度进行比较,以确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量和存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的相对幅度。

25. 根据权利要求 24 所述的方法,还包括:

确定在所述变换器与听者耳朵之间的耦合程度;以及

与已确定的耦合程度一致地调节所述源音频的所述幅度与由所述至少一个麦克风产生的至少一个麦克风信号的幅度的比较。

26. 根据权利要求 14 所述的方法,其中

确定在所述变换器与听者耳朵之间的耦合程度;以及

与已确定的耦合程度一致地调节所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量和存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的被确定相对幅度。

27. 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所述变换器的声输出中的影响的抗噪音信号两者的输出信号;

至少一个麦克风输入,用于接收指示所述周围音频声音并且包含归因于所述变换器的所述声输出的分量的至少一个麦克风信号;以及

处理电路,其适应性产生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,其中所述处理电路实施为具有塑形所述源音频的响应的适应性滤波器和从所述至少一个麦克风信号去除所述源音频以提供已校正麦克风信号的合成器,并且其中所述处理电路确定所述变换器的所述声输出存在于所述至少一个麦克风信号中的源音频分量和存在于所述至少一个麦克风信号中的周围音频声音的相对幅度,并且其中所述处理电路响应于确定所述变换器的所述声输出存在于所述至少一个麦克风信号中的所述源音频分量相对于存在于所述至少一个麦克风信号中的周围音频声音的所述相对幅度指示所述适应性滤波器不能被正确地调适,采取动作来阻止所述适应性滤波器的不正确调适。

28. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述至少一个麦克风信号包括指示所述周围音频声音和所述变换器的所述声输出的误差麦克风信号,其中所述适应性滤波器是次级路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述误差麦克风信号中的次级路径的响应进行建模,并且其中所述次级路径适应性滤波器的输出和所述误差麦克风信号合成来产生指示所述变换器的所述声输出的所述源音频分量的误差信号。

29. 根据权利要求 28 所述的集成电路,其中所述至少一个麦克风信号包括指示所述周围音频声音的参考麦克风信号,并且还包括泄漏路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述参考麦克风信号中的泄漏路径的响应进行建模,并且其中所述泄漏路径适应性滤波器的输出和所述参考麦克风信号合成来产生校正泄漏参考麦克风信号,抗噪音信号从该校正泄漏参考麦克风信号产生。

30. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述至少一个麦克风信号包括指示所述周围音频声音的参考麦克风信号,其中所述适应性滤波器是泄漏路径适应性滤波器,其调适来对由所述源音频采用的穿过所述变换器并且到所述参考麦克风信号中的泄漏路径的响应进行建模,并且其中所述泄漏路径适应性滤波器的输出和所述参考麦克风信号合成来产生校正泄漏参考麦克风信号,抗噪音信号从该校正泄漏参考麦克风信号产生。

31. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述处理电路计算所述变换器的声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的第一幅度与存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的第二幅度的比例并且将该比例与阈值比较,其中所述处理电路还响应于确定所

述比例小于所述阈值而暂停所述次级路径适应性滤波器的调适。

32. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述处理电路检测所述源音频的幅度并且使用所述源音频的所述幅度来确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的所述幅度。

33. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述处理电路使用作为增益应用到所述源音频的音量控制设置来确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量的所述幅度。

34. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述处理电路使用所述至少一个麦克风检测所述周围声音的幅度,并且其中所述处理电路使用所述周围音频声音的所述幅度来确定存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的所述幅度。

35. 根据权利要求 34 所述的集成电路,其中所述处理电路通过确定所述至少一个麦克风信号的宽带均方根幅度来检测所述周围声音的所述幅度。

36. 根据权利要求 34 所述的集成电路,其中所述处理电路通过确定在一个或多个预定频带中的所述至少一个麦克风信号的宽带均方根幅度来检测所述周围声音的所述幅度。

37. 根据权利要求 34 所述的集成电路,其中所述处理电路检测所述源音频的幅度,并且将所述源音频的所述幅度与所述至少一个麦克风信号的幅度进行比较,以确定所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量和存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的相对幅度。

38. 根据权利要求 37 所述的集成电路,其中所述处理电路确定在所述变换器与听者耳朵之间的耦合程度,并且其中所述处理电路与已确定的耦合程度一致地调节所述源音频的所述幅度与由所述至少一个麦克风产生的所述至少一个麦克风信号的幅度的比较。

39. 根据权利要求 27 所述的集成电路,其中所述处理电路确定在所述变换器与听者耳朵之间的耦合程度,并且其中所述处理电路与已确定的耦合程度一致地调节所述变换器的所述声输出存在于所述误差信号中的所述源音频分量和存在于所述误差信号中的所述周围音频声音的被确定相对幅度。

在噪音消除个人音频设备中误差信号含量控制的次级和泄漏路径模型的调适

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, 涉及在使用误差信号含量的测量来控制次级和泄漏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。相似地, ANC 性能可以通过建模从变换器到参考麦克风的泄漏路径来提高。然而, 当源音频不存在时, 次级路径估计和泄漏路径估计通常不能被更新。并且, 当源音频幅度较低时, 次级路径估计和泄漏路径估计不能被精确地更新, 由于误差麦克风信号和 / 或参考麦克风信号可能由其他声音支配。

[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和 / 或泄漏路径估计提供噪音消除来分别从误差信号和参考信号去除变换器的输出, 并且其可以确定是否调适次级路径和泄漏路径估计。

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次级路径估计和 / 或 泄漏路径估计的噪音消除, 次级路径估计和 / 或泄漏路径估计在检测到相对于周围声音的充足源音频幅度时被调适。

[0006] 个人音频设备包括用于再现音频信号的输出变换器, 音频信号包括用于提供给听者的源音频和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。麦克风提供周围声音的测量, 但其包含源音频归因于变换器输出的分量。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, 其用于从至少一个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。ANC 处理电路通过补偿从处理电路的输出穿过变换器到至少一个麦克风中的电声音路径, 来控制适应性滤波器的调适, 以便可以校正至少一个麦克风的输出的分量以去除源音频归因于变换器输出的分量。ANC 处理电路允许适应性滤波器仅在至少一个麦克风信号归因于存在于变换器输出中的源音

频的含量相对于麦克风信号归因于周围音频的含量大于阈值时,才进行调适,以便正确地建模声路径和电路径。

[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 1A 为连接到耳塞 EB 的无线电话 10 的视图,其是本文公开的技术可以在其内实施的个人音频设备的示例。

[0009] 图 1B 为在图 1A 中的电声信号路径的视图。

[0010] 图 2 为在无线电话 10 内的电路的方框图。

[0011] 图 3 为描述图 2 的 CODEC 集成电路 20 的 ANC 电路 30 的实施例的方框图。

[0012] 图 4 为描述在 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

[0013] 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。次级路径估计适应性滤波器使用来从误差麦克风信号中去除回播音频以便产生误差信号。使用泄漏路径估计适应性滤波器来从参考麦克风信号去除回播音频以产生校正泄漏的参考信号。然而,取决于变换器输出相对于存在于误差麦克风信号中的周围音频的相对量,次级路径估计和泄漏路径估计不能被正确地更新。因此,在周围音频相对于存在于误差麦克风信号中的变换器输出源音频含量的相对量超过阈值时,次级路径估计和泄漏路径估计的更新被暂停或甚至被管理。

[0014] 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 通过无线或有线连接例如 BLUETOOTH™ 连接 (BLUETOOTH 是商标或 Bluetooth SIG 有限公司) 连接到耳塞 EB。耳塞 EB 具有变换器例如扬声器 SPKR,其重现包括从无线电话接收的远端语音、铃声、存储的音频程序材料、以及近端语音 (即无线电话 10 的用户的语音) 的注入的源音频。源音频还包括需要无线电话 10 再现的任何其他音频,例如由无线电话 10 从网页或其他网络通信接收的源音频,以及音频指示例如电池电量低及其他系统事件通告。参考麦克风 R 提供到耳塞 EB 的壳体的表面上用于测量周围声环境。提供另一个麦克风,误差麦克风,以便当耳塞 EB 插入到耳朵 5 的外部中时,通过提供对周围音频结合由靠近耳朵 5 的扬声器 SPKR 再现的音频的测量,进一步提高 ANC 操作。虽然图示示例示出噪音消除系统的耳塞实施例,但是本文公开的技术也可以实施在无线电话或其他个人音频设备中,其中输出变换器和参考 / 误差麦克风都设置在无线电话或其他个人音频设备的壳体上。

[0015] 无线电话 10 包括适应性噪音消除 (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。在无线电话 10

内的示例性电路 14 包含音频 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。替代地, ANC 电路可以包括在耳塞 EB 的壳体内或者在沿着在无线电话 10 与耳塞 EB 之间的有线连接设置的模块中。为了图示之目的, ANC 电路将被描述为设置在无线电话 10 内, 但上述变形是本领域的技术人员可以理解的, 并且可以容易地为那些变形确定在耳塞 EB、无线电话 10 以及第三模块 (如果需要) 之间需要的结果信号。近端语音麦克风 NS 设置在无线电话 10 的壳体处以捕捉从无线电话 10 传输至其他会话参与者的近端语音。替代地, 近端语音麦克风 NS 设置在无线电话 10 的壳体的外表面上, 或者在附接到耳塞 EB 的悬臂 (耳机麦克风延伸部) 上。

[0016] 图 1B 示出音频 CODEC 集成电路 20 的简化示例性视图, 其在联接到参考麦克风 R 时包括提供周围音频声音 Ambient 的测量的 ANC 处理, 周围音频声音 Ambient 由在音频 CODEC 集成电路 20 内的 ANC 处理电路滤波。音频 CODEC 集成电路 20 产生由放大器 A1 放大并且提供给 SPKR 的输出。音频 CODEC 集成电路 20 (取决于具体配置无线或有线地) 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。在其他配置中, 本文公开的电路和技术可以结合到单个集成电路中, 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。替代地, 可以使用多个集成电路, 例如, 当从耳塞 EB 到无线电话 10 提供无线连接时和 / 或当一些或全部 ANC 处理在耳塞 EB 或沿着将无线电话 10 连接到耳塞 EB 的线缆设置的模块内执行时。

[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在误差麦克风 E 处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 电路本质上结合去除电声路径 $S(z)$ 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 的音频输出电路的响应和扬声器 SPKR 的声 / 电转换函数。估计的响应包括在特定声环境中在扬声器 SPKR 与误差麦克风 E 之间的耦合, 其受耳朵 5 和其他实物的靠近和结构以及可能邻近耳塞 EB 的人头部结构的影响。在扬声器 SPKR 与参考麦克风 R 之间的泄漏, 即声耦合会导致在由 CODEC IC 20 内的 ANC 电路产生的抗噪音信号中的误差。具体地, 意在由扬声器 SPKR 再现的期望下行链路语音和其他内部音频会由于在扬声器 SPKR 与参考麦克风 R 之间的泄漏路径 $L(z)$ 而被部分地消除。因为由参考麦克风 R 测量的音频被认为是总体上应该消除的周围音频, 泄漏路径 $L(z)$ 代表下行链路语音和其他内部音频存在于参考麦克风信号中并且导致上述的误操作。因此, 在 CODEC IC 20 内的 ANC 电路包括泄漏路径建模电路, 其补偿泄漏路径 $L(z)$ 的存在。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, 但是可以构造不包含误差麦克风和参考麦克风的系统。替代地, 当近端语音麦克风 NS 设置为靠近扬声器 SPKR 和误差麦克风 E 时, 近端语音麦克风 NS 可以使用来执行参考麦克风 R 的功能。并且, 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 IC 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 被提供给 ANC 电路 30。合成下行链路语音 ds 和内部音频 ia 形成源音频 ($ds+ia$), 其被提供给合成器 26, 以便源音频 ($ds+ia$) 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 3 表示可以使用来实施图 2 的 ANC 电路 30 的 ANC 电路 30 的细节的一个示例。合成器 36A 从参考麦克风信号 ref 去除已估计泄漏信号, 其在一个示例中由具有建模泄漏路径 $L(z)$ 的响应 $LE(z)$ 的泄漏路径适应性滤波器 34C 提供。合成器 36A 产生校正泄漏参考麦克风信号 ref' 。适应性滤波器 32 接收校正泄漏参考麦克风信号 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扬声器 SPKR 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 中的校正泄漏参考麦克风信号 ref' 的那些分量之间的误差最小化。由 W 系数控制模块 31 处理的信号为由滤波器 34B 提供的路径 $S(z)$ 的响应 (即响应 $SE_{COPY}(z)$) 的估计的拷贝塑形的校正泄漏参考麦克风信号 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 $SE_{COPY}(z)$, 的估计的拷贝变换校正泄漏参考麦克风信号 ref' , 并且在去除误差麦克风信号 err 归因于源音频的回播的分量之后, 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。

[0020] 除误差麦克风信号 err 以外, 与滤波器 34B 的输出一起由 W 系数控制模块 31 处理的另一信号包括相反数量的源音频 ($ds+ia$), 其包括下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 。源音频 ($ds+ia$) 由具有响应 $SE(z)$ 的滤波器 34A 处理, 其中响应 $SE_{COPY}(z)$ 是一拷贝。滤波器 34B 本身不是滤波器, 而是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。通过注入已经由响应 $SE(z)$ 滤波的相反数量的源音频 ($ds+ia$), 阻止适应性滤波器 32 调适到存在于误差麦克风信号 err 中的相对大量的源音频 ($ds+ia$)。通过利用路径 $S(z)$ 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 ($ds+ia$) 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。源音频 ($ds+ia$) 匹配源音频 ($ds+ia$) 存在于误差麦克风信号 err 中的量, 因为 $S(z)$ 的电路路径及声路径为源音频 ($ds+ia$) 到达误差麦克风 E 所采用的路径。

[0021] 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 不归于源音频 ($ds+ia$) 的含量。相似地,通过调适来产生代表存在于参考麦克风信号 ref 中的源音频 ($ds+ia$) 的输出,LE 系数控制 33B 也被调适来使源音频 ($ds+ia$) 存在于校正泄漏参考麦克风信号 ref' 中的分量最小化。然而,如果下行链路音频信号 ds 和内部音频 ia 都不存在或幅度较低,那么误差麦克风信号 err 和参考麦克风信号 ref 的含量将主要由周围声音组成,其不适合于调适响应 $SE(z)$ 和响应 $LE(z)$ 。因此,误差麦克风信号 err 可能具有足够的幅度,并且然而在含量方面又不能够适合于使用作为响应 $SE(z)$ 的训练信号。相似地,参考麦克风信号 ref 可能不包含训练响应 $LE(z)$ 的正确含量。在 ANC 电路 30 中,源音频检测器 35A 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,如由控制信号 Source Level 的幅度所指示,那么比较模块 39 更新次级路径估计和泄漏路径估计。应用来确定是否有足够的源音频 ($ds+ia$) 存在的阈值可以从参考麦克风信号 ref 的幅度所确定,如由参考位准检测器 35B 确定,并且如由控制信号 Reference Level 的幅度所指示。比较模块 39 与控制信号 Reference Level 的幅度比较地确定控制信号 Source Level 的幅度是否足够大并且解除确认控制信号 $haltSE$ 以只有在足够的源音频 ($ds+ia$) 存在时才允许 SE 系数控制 33A 更新响应 $SE(z)$ 。相似地,比较模块 39 解除确认控制信号 $haltLE$ 以只有在足够的源音频 ($ds+ia$) 存在时才允许 LE 系数控制 33B 更新响应 $SE(z)$,并且可以应用与控制信号 $haltSE$ 相同的标准,或可以使用不同阈值。位准检测器 35B 既包括幅度检测又可选地包括滤波以获得参考麦克风信号 ref 的幅度。在一个示例性实施例中,参考位准检测器 35B 使用宽带均方根 (RMS) 检测器以确定周围声音的幅度。在另一个示例中,参考位准检测器 35B 包括一滤波器,其滤波参考麦克风信号 ref 以在进行 RMS 测量之前选择一个或多个频带,以便可以阻止将会导致响应 $SE(z)$ 和响应 $LE(z)$ 的不正确调适的特定频率导致这种击穿,同时在调适响应 $SE(z)$ 和响应 $LE(z)$ 时可以允许周围噪音的其他源。

[0022] 使用源音频检测器 35A 以确定源音频 ($ds+ia$) 存在于误差麦克风信号 err 中的相对量的替代方案是使用音量控制信号 $Vol\ ctrl$ 作为由扬声器 SPKR 再现的源音频 ($ds+ia$) 的幅度的指示。音量控制信号 $Vol\ ctrl$ 由增益级 $g1$ 应用到源音频 ($ds+ia$),增益级 $g1$ 也控制源音频 ($ds+ia$) 被提供到适应性滤波器 34A 和适应性滤波器 34C 的量。附加地,无论是音量控制信号 $Vol\ ctrl$ 还是控制信号 Source Level 与由控制信号 Reference Level 提供的阈值进行比较,在听者耳朵与个人音频设备 10 之间的耦合程度都可以由耳朵压力估计模块 38 估计来进一步提炼确定是否可以调适响应 $SE(z)$ 和响应 $LE(z)$ 。耳朵压力估计模块 38 产生在听者耳朵与个人音频设备 10 之间的耦合程度的指示,控制信号 $pressure$ 。比较模块 39 然后可以使用控制信号 $Pressure$ 来减少由控制信号 Reference Level 提供的阈值,因为值越高的控制信号 $Pressure$ 总体上指示存在于扬声器 SPKR 的声输出中的周围音频更有效地耦合到听者耳朵,并且因此对于给定位准的源音频 ($ds+ia$),源音频 ($ds+ia$) 由听者听到的量相对周围噪音的位准而增加。可以使用来实施比较模块 39 的、用于确定

在听者耳朵与个人音频设备 10 之间的耦合程度的技术公开在主题名称为“EAR-COUPLING DETECTION AND ADJUSTMENT OF ADAPTIVE RESPONSE IN NOISE-CANCELING IN PERSONAL AUDIO DEVICES(在个人音频设备的噪音消除中的耳朵耦合检测和适应性响应调节)”的美国专利申请公开号 USA1 中,其公开在此通过参考并入本文。

[0023] 现在参考图 4,示出 ANC 系统的方框图,其用于实施如图 3 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。DAC 23A 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。

[0024] 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。

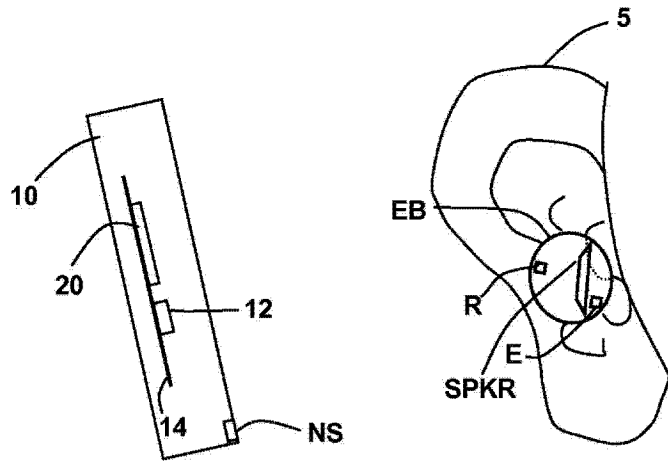


图 1A

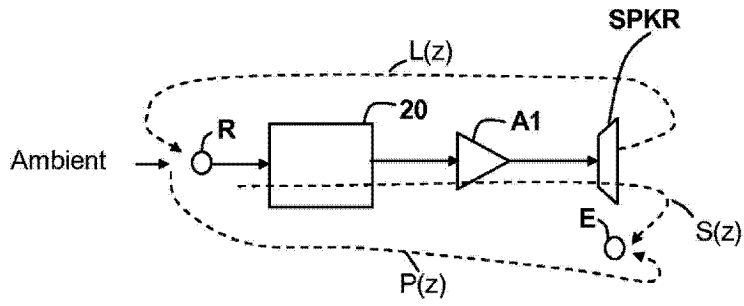


图 1B

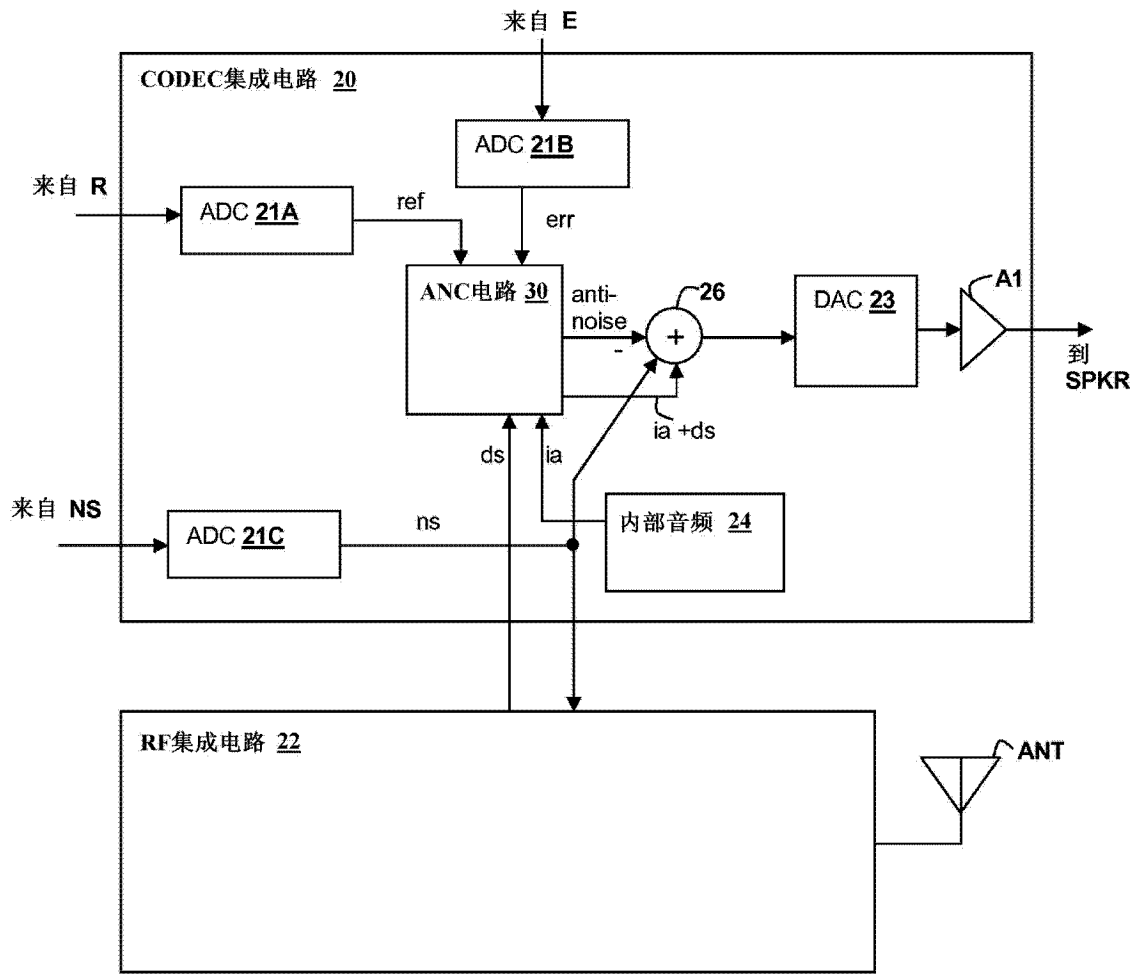


图 2

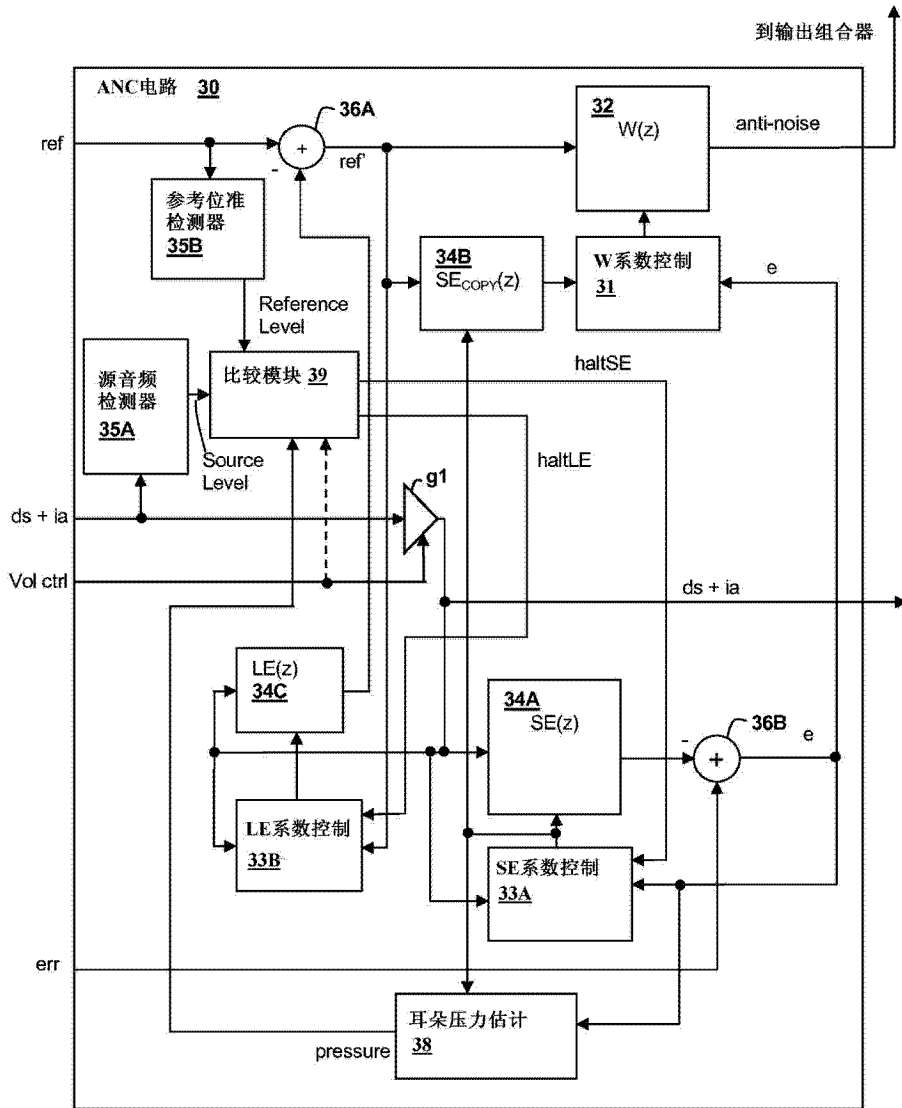


图 3

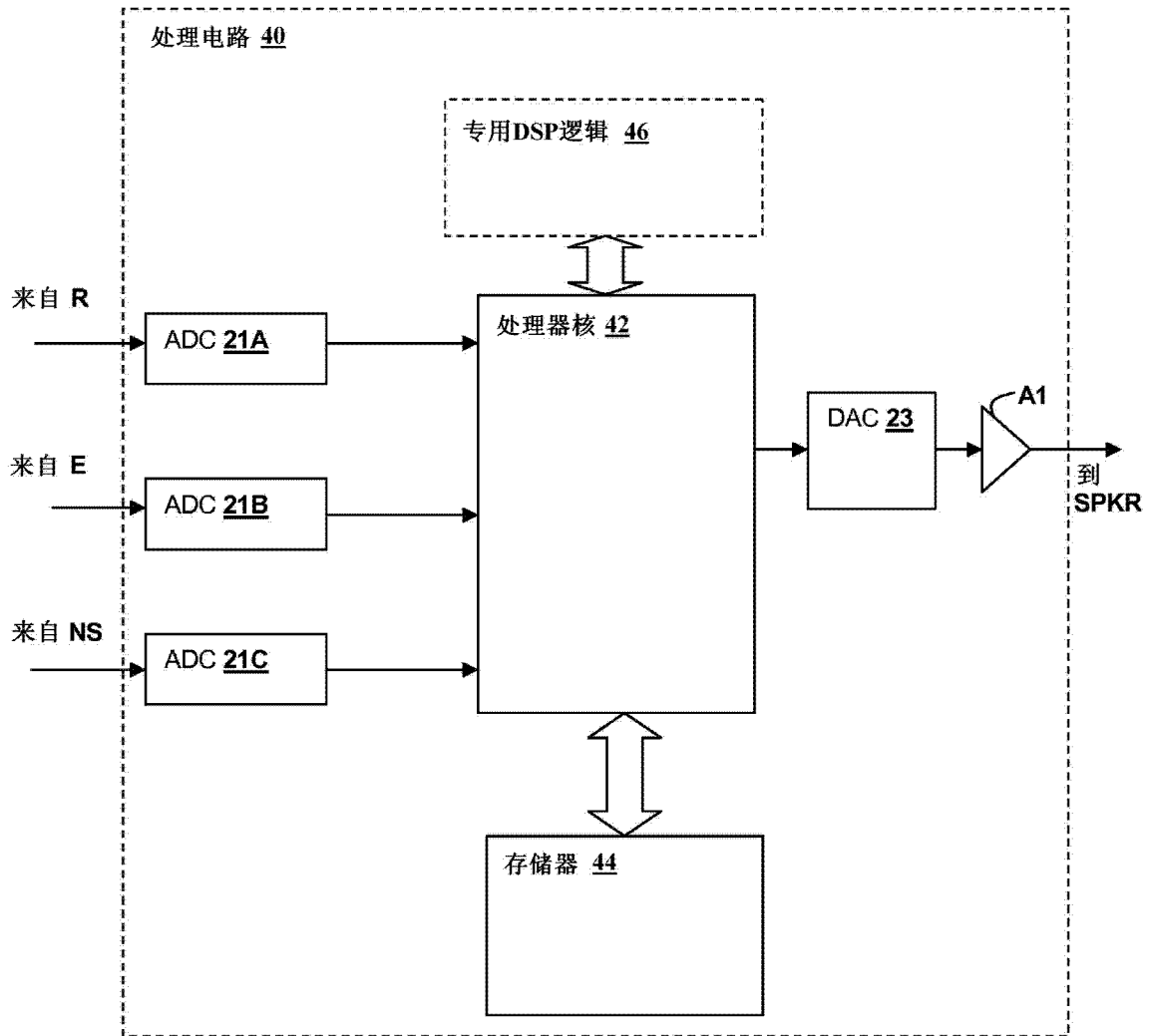


图 4