



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105453170 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201480033331. 3

(22) 申请日 2014. 02. 19

(30) 优先权数据

61/810, 507 2013. 04. 10 US

13/962, 515 2013. 08. 08 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 12. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/017112 2014. 02. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/168685 EN 2014. 10. 16

(71) 申请人 美国思睿逻辑有限公司

地址 美国德州奥斯汀

(72) 发明人 杰弗里·D·奥尔德森

J·D·亨德里克斯

安东尼奥·J·米勒

罗伯特·G·柯莱特萨斯

延斯-彼得·B·阿克塞尔森

周大勇 路阳 C·H·雍

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司

公司 31211

代理人 丁纪铁

(51) Int. Cl.

G10K 11/178(2006. 01)

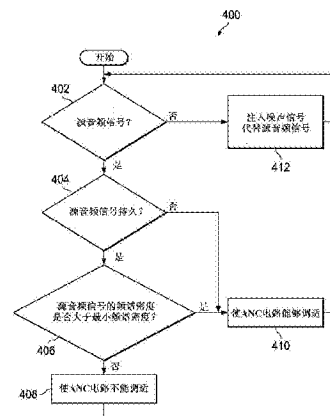
权利要求书7页 说明书9页 附图5页  
按照条约第19条修改的权利要求书7页

(54) 发明名称

用于音频头戴设备的多模自适应消噪的系统及方法

(57) 摘要

一种集成电路,用于实现个人音频设备的至少一部分,可包括输出和处理电路。输出可提供输出信号给换能器,所述输出信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在所述换能器的声输出中的周围音频声音的影响。处理电路可实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在性,调适所述自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。



1. 一种集成电路,用于实现个人音频设备的至少一部分,所述集成电路包括:

输出,用于提供输出信号给换能器,所述输出信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在所述换能器的声输出中的周围音频声音的影响;及

处理电路,所述处理电路实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在性,调适所述自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。

2. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源音频信号存在时调适所述自适应消噪系统的响应。

3. 根据权利要求2所述的集成电路,其中响应于判定源音频信号存在且持久,所述处理电路:

当源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应能够调适;以及

当源音频信号的频谱密度小于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

4. 根据权利要求2所述的集成电路,其中响应于判定源音频信号存在且不持久,无论源音频信号的频谱密度,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应能够调适。

5. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路被配置为自动检测源音频信号的存在或不存在。

6. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路还包括噪声源,用于将噪声信号注入到所述自适应消噪系统及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以调适所述自适应消噪系统在源音频信号不存在时调适。

7. 根据权利要求6所述的集成电路,其中所述噪声源在低于周围音频声音的振幅的振幅处提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

8. 根据权利要求6所述的集成电路,其中所述噪声源与瞬时周围音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

9. 根据权利要求6所述的集成电路,其中所述噪声源提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警。

10. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路输出一定量的抗噪信号至所述输出信号作为收听者可选择设定的功能。

11. 根据权利要求10所述的集成电路,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

12. 根据权利要求1所述的集成电路,所述集成电路还包括:

参考麦克风输入,用于接收表示周围音频声音的参考麦克风信号;及 误差麦克风输入,用于接收表示所述换能器的输出及在所述换能器处的所述周围音频声音的误差麦克风信号;

其中所述处理电路还实现:

前馈滤波器,具有从所述参考麦克风信号生成前馈抗噪信号分量的响应,所述前馈滤

波器,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量;

次级路径估计滤波器,被配置为对源音频信号的电声路径进行建模且具有从源音频信号生成次级路径估计响应;及

以下至少一者:

前馈系数控制方块,所述前馈系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在调适所述前馈滤波器的响应,将所述前馈滤波器的响应整形成与所述误差麦克风信号和所述参考麦克风信号一致,以将所述误差麦克风信号中的所述周围音频声音最小化;及

次级路径估计系数控制方块,所述次级路径估计系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述次级路径估计滤波器的响应播放,将所述次级路径估计滤波器的响应整形成与所述源音频信号和播放校正误差一致,以将播放校正误差最小化;其中所述播放校正误差基于所述误差麦克风信号与所述次级路径估计之差。

13. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源语音信号存在时调适所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者。

14. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路还实现噪声源,用于将噪声信号注入到所述次级路径估计滤波器及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述次级路径估计滤波器在源音频信号不存在时调适。

15. 根据权利要求12所述的集成电路,其中:

所述处理电路还实现反馈滤波器,所述反馈滤波器具有从所述播放校正误差生成反馈抗噪信号分量的响应;以及

所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述反馈抗噪信号分量。

16. 根据权利要求12所述的集成电路,其中:

所述处理电路还实现第二前馈滤波器,所述第二前馈滤波器具有从合成参考生成第二前馈抗噪分量的响应,以减少收听者听到的周围音频声音的存在,所述合成参考基于所述播放校正误差与所述抗噪信号的至少一部分之差;以及

所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述第二前馈抗噪信号分量。

17. 根据权利要求16所述的集成电路,其中所述抗噪信号的所述一部分包括所述第二前馈抗噪信号分量。

18. 根据权利要求16所述的集成电路,其中所述处理电路还实现第二前馈系数控制方块,所述第二前馈系数控制方块通过调适所述第二前馈自适应滤波器的响应播放,将所述第二前馈滤波器的响应整形成与所述播放校正误差和所述合成参考一致,以将所述播放校正误差最小化。

19. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路还实现泄漏估计滤波器,用于对自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏进行建模,所述泄漏估计滤波器从所述输出信号生成泄漏估计并根据所述泄漏估计对所述参考麦克风信号进行修改。

20. 根据权利要求19所述的集成电路,其中所述处理电路还实现泄漏估计系数控制方块,所述泄漏估计系数控制方块将所述泄漏估计滤波器的响应整形成与所述输出信号和所述参考麦克风信号一致以使自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏最小化。

21. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路随收听者可选择设定的功能

输出一定量的抗噪信号至所述输出信号。

22. 根据权利要求21所述的集成电路,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述前馈系数控制方块和所述次级路径估计系数控制方块中至少一者不能调适。

23. 一种方法,用于抵消在个人音频设备的换能器附近的周围音频声音,所述方法包括以下步骤:

生成播放给收听者的源音频信号;

通过基于源音频信号的存在性,调适自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,自适应生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号的存在的情况下调适又在源音频信号不存在时调适;以及

将所述抗噪信号与源音频信号进行组合以生成提供给所述换能器的音频信号。

24. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源音频信号存在时调适所述自适应消噪系统的响应。

25. 根据权利要求24所述的方法,所述方法还包括响应于判定源音频信号存在且持久:

当源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应能够调适;以及

当源音频信号的频谱密度小于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

26. 根据权利要求24所述的方法,所述方法还包括响应于判定源音频信号存在且不持久,无论源音频信号的频谱密度,使所述自适应消噪系统的响应能够调适。

27. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括自动检测源音频信号的存在或不存在。

28. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括将噪声信号注入到所述自适应消噪系统及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号以使所述自适应消噪系统在源音频信号不存在时调适。

29. 根据权利要求28所述的方法,所述方法还包括在低于周围音频声音的振幅的振幅处提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

30. 根据权利要求28所述的方法,所述方法还包括与瞬时周围音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

31. 根据权利要求28所述的方法,所述方法还包括提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警。

32. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括输出一定量的抗噪信号至所述换能器的声输出,作为收听者可选择设定的功能。

33. 根据权利要求32所述的方法,所述方法还包括响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

34. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

接收表示周围音频声音的参考麦克风信号;以及

接收表示所述换能器的输出及在所述换能器处的所述周围音频声音的误差麦克风信

号;

其中自适应生成抗噪信号包括:

利用前馈滤波器从所述参考麦克风信号生成前馈抗噪信号分量,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量;

利用次级路径估计滤波器从源音频信号生成次级路径估计,所述次级路径估计滤波器用于对源音频信号的电声路径进行建模;以及

以下至少一者:

通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述前馈滤波器的响应,通过将所述前馈滤波器的响应整形成与所述误差麦克风信号和所述参考麦克风信号一致,自适应生成所述前馈抗噪信号分量,以使在所述误差麦克风信号中的所述周围音频声音最小化;以及

通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述次级路径估计滤波器的响应,通过将所述次级路径估计滤波器的响应整形成与所述源音频信号和所述播放校正误差一致,自适应生成所述次级路径估计,以使播放校正误差最小化;

其中所述播放校正误差基于所述误差麦克风信号与所述次级路径估计之差。

35. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源音频信号存在时调适所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者。

36. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括将噪声信号注入到所述次级路径估计滤波器及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述次级路径估计滤波器在源音频信号不存在时调适。

37. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括利用反馈滤波器从所述播放校正误差生成反馈抗噪信号分量,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述反馈抗噪信号分量。

38. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括利用第二前馈滤波器从合成参考生成第二前馈抗噪分量以减少收听者听到的周围音频声音的存在,所述合成参考基于所述播放校正误差与所述抗噪信号的至少一部分之差,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述第二前馈抗噪信号分量。

39. 根据权利要求38所述的方法,其中所述抗噪信号的所述一部分包括所述第二前馈抗噪信号分量。

40. 根据权利要求38所述的方法,所述方法还包括通过调适所述第二前馈自适应滤波器的响应,通过将所述第二前馈滤波器的响应整形成与所述播放校正误差和所述合成参考一致,自适应生成所述第二前馈抗噪信号分量,以使所述播放校正误差最小化。

41. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括:

利用泄漏估计滤波器从所述换能器的输出信号生成泄漏估计,所述泄漏估计滤波器用于对自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏进行建模;以及

根据所述泄漏估计对所述参考麦克风信号进行修改。

42. 根据权利要求41所述的方法,所述方法还包括通过将所述泄漏估计滤波器的响应整形成与所述输出信号和所述参考麦克风信号一致,自适应生成所述泄漏估计,以使自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏最小化。

43. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括输出一定量的抗噪信号至所述输出信号,作为收听者可选择设定的功能。

44. 根据权利要求43所述的方法,所述方法还包括响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,使所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者不能调适。

45. 一种个人音频设备,所述个人音频设备包括:

换能器,用于再现音频信号,所述音频信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在所述换能器的声输出中的周围音频声音的影响;及

处理电路,所述处理电路实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在,调适所述自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成所述抗噪信号,以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。

46. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源语音信号存在时调适所述自适应消噪系统的响应在源音频信号存在时调适。

47. 根据权利要求46所述的个人音频设备,其中响应于判定源音频信号存在且持久,所述处理电路:

当源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应能够调适;以及

当源音频信号的频谱密度小于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

48. 根据权利要求46所述的个人音频设备,其中响应于判定源音频信号存在且不持久,无论源音频信号的频谱密度,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应能够调适。

49. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路被配置为自动检测源音频信号的存在或不存在。

50. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路还包括噪声源,用于将噪声信号注入到所述自适应消噪系统及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述自适应消噪系统在源音频信号不存在时调适。

51. 根据权利要求50所述的个人音频设备,其中所述噪声源在低于周围音频声音的振幅的振幅处提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

52. 根据权利要求50所述的个人音频设备,其中所述噪声源与瞬时周围音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

53. 根据权利要求50所述的个人音频设备,其中所述噪声源提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警。

54. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路输出一定量的抗噪信号至所述输出信号,作为收听者可选择设定的功能。

55. 根据权利要求54所述的个人音频设备,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

56. 根据权利要求45所述的个人音频设备,所述个人音频设备还包括:

参考麦克风输入,用于接收表示周围音频声音的参考麦克风信号;及 误差麦克风输入,用于接收表示所述换能器的输出及在所述换能器处的所述周围音频声音的误差麦克风信号;

其中所述处理电路还实现:

前馈滤波器,具有响应,所述前馈滤波器从所述参考麦克风信号生成前馈抗噪信号分量,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量;

次级路径估计滤波器,被配置为对源音频信号的电声路径进行建模且具有从源音频信号生成次级路径估计的响应;及

以下至少一者:

前馈系数控制方块,所述前馈系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述前馈滤波器的响应,将所述前馈滤波器的响应整形成与所述误差麦克风信号和所述参考麦克风信号一致,以使在所述误差麦克风信号中的所述周围音频声音最小化;及

次级路径估计系数控制方块,所述次级路径估计系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述次级路径估计滤波器的响应,将所述次级路径估计滤波器的响应整形成与所述源音频信号和所述播放校正误差一致,以使播放校正误差最小化;

其中所述播放校正误差基于所述误差麦克风信号与所述次级路径估计之差。

57. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者使所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者在源 语音信号存在时调适。

58. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现噪声源,用于将噪声信号注入到所述次级路径估计滤波器及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述次级路径估计滤波器在源音频信号不存在时调适。

59. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中:

所述处理电路还实现反馈滤波器,具有从所述播放校正误差生成反馈抗噪信号分量的响应;以及

所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述反馈抗噪信号分量。

60. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中:

所述处理电路还实现第二前馈滤波器,具有从合成参考生成第二前馈抗噪分量以减少收听者听到的周围音频声音的存在的响应,所述合成参考基于所述播放校正误差与所述抗噪信号的至少一部分之差;以及所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述第二前馈抗噪信号分量。

61. 根据权利要求60所述的个人音频设备,其中所述抗噪信号的所述一部分包括所述第二前馈抗噪信号分量。

62. 根据权利要求60所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现第二前馈系数控制方块,所述第二前馈系数控制方块通过调适所述第二前馈自适应滤波器的响应,将所述第二前馈滤波器的响应整形成与所述播放校正误差和所述合成参考一致,以使所述播放校正误差最小化。

63. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现泄漏估计滤波器,用于对自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏进行建模,所述泄漏估计滤波器从所述输

出信号生成泄漏估计并根据所述泄漏估计对所述参考麦克风信号进行修正。

64. 根据权利要求63所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现泄漏估计系数控制方块,所述泄漏估计系数控制方块将所述泄漏估计滤波器的响应整形成与所述输出信号和所述参考麦克风信号一致以使自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏最小化。

65. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路输出一定量的抗噪信号至所述输出信号,作为收听者可选择设定的功能。

66. 根据权利要求65所述的个人音频设备,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述前馈系数控制方块和所述次级路径估计系数控制方块中至少一者不能调适。



## 用于音频头戴设备的多模自适应消噪的系统及方法

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本发明主张于2013年8月8日提交的美国专利申请序列号13/962,515的优先权,继而美国专利申请序列号13/962,515主张于2013年4月10日提交的美国临时专利申请序列号61/810,507的优先权,各案全部内容以引用方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明大体上涉及与声换能器有关的自适应消噪,更特定地,涉及多模音频头戴设备自适应消噪。

### 背景技术

[0004] 无线电话(诸如移动电话/蜂窝式电话、无绳电话)及其他消费音频设备(诸如MP3播放器)得到广泛应用。通过使用麦克风来测量周围声事件,然后使用信号处理将抗噪信号注入设备输出中以抵消周围声事件来提供消噪,所述设备的性能就清晰度而论可得到改良。

[0005] 因为根据所存在的噪声源、设备本身的位置及音频设备的操作模式(例如,打电话、听音乐、在无源音频分量的嘈杂环境下、作为耳塞、作为助听器等),在个人音频设备(诸如无线电话)周围的声环境可发生很大变化,所以期望调适消噪以考虑所述环境变化。

### 发明内容

[0006] 根据本发明的教导,可减少或消除与周围噪声的检测和减少相关联的某些缺点和问题,所述周围噪声与声换能器相关联。

[0007] 根据本发明的实施例,一种集成电路,用于实现个人音频设备的至少一部分,可包括输出和处理电路。输出可用于提供输出信号给换能器,所述输出信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在换能器的声输出中的周围音频声音的影响。处理电路可实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在性,调适所述自适应消噪系统的响应以使在换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。

[0008] 根据本发明的这些和其他实施例,一种方法,用于抵消在个人音频设备的换能器附近的周围音频声音,可包括生成播放给收听者的源音频信号。所述方法还可包括通过基于源音频信号的存在性,调适自适应消噪系统的响应以使在换能器的声输出处的周围音频声音最小化,自适应生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。所述方法还可包括将抗噪信号与源音频信号进行组合以生成提供给换能器的音频信号。

[0009] 根据本发明的这些和其他实施例,一种个人音频设备可包括换能器和处理电路。换能器可用于再现音频信号,所述音频信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪

信号,所述抗噪信号用于应对在换能器的声输出中的周围音频声音的影响。处理电路可实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在性,调适所述自适应消噪系统的响应以使在换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。

[0010] 根据本发明的这些和其他实施例,一种集成电路,用于实现个人音频设备的至少一部分,可包括输出和处理电路。输出可提供输出信号给换能器,所述输出信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在换能器的声输出中的周围音频声音的影响。处理电路可实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于收听者选定的操作模式,调适所述自适应消噪系统的响应以使在换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。

[0011] 根据本发明的这些和其他实施例,一种方法,用于抵消在个人音频设备的换能器附近的周围音频声音,可包括生成播放给收听者的源音频信号。所述方法还可包括通过基于收听者选定的操作模式,调适自适应消噪系统的响应以使在换能器的声输出处的周围音频声音最小化,自适应生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。所述方法还可包括将抗噪信号与源音频信号进行组合以生成提供给换能器的音频信号。

[0012] 根据本发明的这些和其他实施例,一种个人音频设备可包括换能器和处理电路。换能器可再现音频信号,所述音频信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在换能器的声输出中的周围音频声音的影响。处理电路可实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于收听者选定的操作模式,调适所述自适应消噪系统的响应以使在换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适。

[0013] 本发明的技术优势对于本领域普通技术人员而言从本文中所包括的图式、说明书和权利要求可以显而易见。所述实施例的目的和优点将至少通过在权利要求中特别指出的元件、功能及组合来实现和完成。

[0014] 应当理解,前述大致说明和以下详细说明都为举例说明,且不限本本发明中所提出的权利要求。

## 附图说明

[0015] 通过结合附图参考以下说明,可更完整地理解本发明实施例及其优点,其中相同附图标记表示相同功能,以及其中:

[0016] 图1A示出了根据本发明的实施例的示范性无线移动电话;

[0017] 图1B示出了根据本发明的实施例的示范性无线移动电话,耳机总成耦合至所述无线移动电话;

[0018] 图2为根据本发明的实施例在图1所示的无线电话内的选定电路的方块图;

[0019] 图3为方块图,示出了根据本发明的实施例在图2编解码器(CODEC)集成电路的

示范性自适应消噪(ANC)电路内的选定信号处理电路和功能方块;及

[0020] 图4为根据本发明的实施例在自适应消噪系统中基于源音频信号的存在性、持久性和/或频谱密度来调适的示范性方法的流程图。

### 具体实施方式

[0021] 本发明包括可在个人音频设备中实现的消噪技术及电路,诸如无线电话。个人音频设备包括ANC电路,所述ANC电路可测量周围声环境并生成信号,所述信号被注入喇叭(或其他换能器)输出中以抵消周围声事件。参考麦克风可被设置为测量周围声环境,且个人音频设备可包括误差麦克风,用于控制抗噪信号的调适以抵消周围音频声音以及用于校正从处理电路的输出起通过换能器的电声路径。

[0022] 现在参考图1A,如根据本发明的实施例所示的无线电话10被示出为接近人耳5。无线电话10为可采用根据本发明的实施例的技术的设备实例,但应当理解,在所示无线电话10中或在后续插图中所示的电路中呈现的元件或构成并非全部需要,以便实施在权利要求中陈述的本发明。无线电话10可包括换能器,诸如喇叭SPKR,所述喇叭SPKR再现由无线电话10接收的远距离语音,连同其他本地音频事件,诸如铃声、所存储的音频节目材料、注入以提供平衡会话感觉的近端语音(即,无线电话10的用户的语音),以及需要通过无线电话10再现的其他音频(诸如网页源或由无线电话10接收的其他网络通信)及音频指示(诸如电池电量低指示及其他系统事件通知)。近距离语音麦克风NS可被设置为捕捉近端语音,所述近端语音自无线电话10发送至其他(多个)会话参与者。

[0023] 无线电话10可包括ANC电路和功能,所述ANC电路和功能将抗噪信号注入喇叭SPKR中,以改良远距离语音及由喇叭SPKR再现的其他音频的清晰度。参考麦克风R可被设置用于测量周围声环境,且可被定位成远离用户嘴巴的典型位置,使得近端语音可在由参考麦克风R再现的信号中被最小化。另一个麦克风,误差麦克风E,可被设置为当无线电话10极接近耳朵5时,通过测量周围音频连同由最接近耳朵5的喇叭SPKR再现的音频,进一步改良ANC操作。在其他实施例中,可采用另外参考麦克风和/或误差麦克风。在无线电话10内的电路14可包括:音频CODEC集成电路(IC)20,所述音频CODEC集成电路20接收来自参考麦克风R、近距离语音麦克风NS和误差麦克风E的信号;及与其他集成电路的接口,诸如具有无线电话收发器的射频(RF)集成电路12。在本发明的一些实施例中,本文中所公开的电路和技术可并入单个集成电路中,所述单个集成电路包括控制电路及用于实现整个个人音频设备的其他功能,诸如MP3播放器单芯片集成电路。在这些和其他实施例中,本文中所公开的电路和技术可部分地或完全地以具体表现为计算机可读介质且由控制器或其他处理设备可执行的软件和/或固件实现。

[0024] 通常,本发明的ANC技术测量撞击在参考麦克风R上的周围声事件(相对于喇叭SPKR的输出和/或近端语音),且通过还测量撞击在误差麦克风E上的相同周围声事件,无线电话10的ANC处理电路调适从参考麦克风R的输出生成的抗噪信号以具有使在误差麦克风E处的周围声事件的振幅最小化的特性。因为声路径 $P(z)$ 自参考麦克风R延伸至误差麦克风E,所以ANC电路在消除电声路径 $S(z)$ 的影响的同时有效地估计声路径 $P(z)$ ,所述电声路径 $S(z)$ 表示CODEC集成电路20的音频输出电路的响应及喇叭SPKR的声/电传递函数,包括在特定声环境下在喇叭SPKR与误差麦克风E之间的耦合,当无线电话10未紧贴着耳朵5时,其可

能受到耳朵5的接近及结构以及可接近无线电话10的其他物理对象和人头结构影响。虽然所示无线电话10包括具有第三近距离语音麦克风NS的双麦克风ANC系统,但是本发明的一些方面可在未包括独立误差麦克风和参考麦克风的系统中或在使用近距离语音麦克风NS来执行参考麦克风R的功能的无线电话中实施。此外,在仅为音频播放而设计的个人音频设备中,通常不会包括近距离语音麦克风NS,且在下文更详细说明的电路中的近距离语音信号路径可以被省略,这不会改变本发明的范围,更不会将为输入而设的选项限制于麦克风覆盖范围检测方案。

[0025] 现在参考图1B,无线电话10被示出为具有耳机总成13,所述耳机总成13经由音频孔15耦合至无线电话10。音频孔15可以通信方式耦合至RF集成电路12和/或CODEC集成电路20,从而允许在耳机总成13的组件与RF集成电路12和/或CODEC集成电路20中的一个或一个以上之间进行通信。如图1B所示,耳机总成13可包括线控盒16、左耳机18A和右耳机18B。如在本发明中使用,术语“头戴耳机”广义上包括旨在以机械方式固定成最接近收听者的耳道的任何扬声器及其关联结构,且包括但不限于耳机、耳塞及其他类似设备。作为更特定实例,“耳机”可能是指内耳甲式耳机、外耳甲式耳机和外耳式耳机。

[0026] 除了或代替无线电话10的近距离语音麦克风NS,线控盒16或耳机总成13的另一个部分可具有近距离语音麦克风NS以捕捉近端语音。此外,各耳机18A,18B可包括换能器,诸如喇叭SPKR,所述喇叭SPKR再现由无线电话10接收的远距离语音,连同其他本地音频事件,诸如铃声、所存储的音频节目材料、注入以提供平衡会话感觉的近端语音(即,无线电话10的用户的语音),以及需要通过无线电话10再现的其他音频(诸如网页源或由无线电话10接收的其他网络通信)及音频指示(诸如电池电量低指示及其他系统事件通知)。各耳机18A,18B可包括:参考麦克风R,用于测量周围声环境;及误差麦克风E,当所述耳机18A,18B与收听者的耳朵接合时,用于测量周围音频连同由最接近收听者耳朵的喇叭SPKR再现的音频。在一些实施例中,CODEC集成电路20可接收来自各耳机的参考麦克风R、近距离语音麦克风NS和误差麦克风E的信号,并如本文中所述对各耳机进行自适应消噪。在其他实施例中,CODEC集成电路或另一个电路可存在耳机总成13内,以通信方式耦合至参考麦克风R、近距离语音麦克风NS和误差麦克风E,以及被配置为如本文中所述进行自适应消噪。

[0027] 现在参考图2,在无线电话10内的选定电路如方块图所示,在其他实施例中,所述选定电路可全部地或部分地放置于其他位置中,诸如一个或一个以上耳机或耳塞。CODEC集成电路20可包括:模拟-数字转换器(ADC)21A,用于接收参考麦克风信号并生成参考麦克风信号的数字表示ref;ADC 21B,用于接收误差麦克风信号并生成误差麦克风信号的数字表示err;及ADC 21C,用于接收近距离语音麦克风信号并生成近距离语音麦克风信号的数字表示ns。CODEC集成电路20可从放大器A1生成输出,用于驱动喇叭SPKR,所述放大器A1可对数字-模拟转换器(DAC)23的输出进行放大,所述数字-模拟转换器(DAC)23接收组合器26的输出。组合器26可将来自内部音频源24的音频信号ia、由ANC电路30生成的抗噪信号(通过转换,所述抗噪信号具有与在参考麦克风信号ref中的噪声相同的极性且因此通过组合器26被减去)以及近距离语音麦克风信号ns的一部分进行组合,使得无线电话10的用户可听到他或她自己与下行链路语音ds适当相关的声音,所述下行链路语音ds可从射频(RF)集成电路22接收,且还可通过组合器26进行组合。近距离语音麦克风信号ns还可被提供给RF集成电路22并可作为上行链路语音经由天线ANT发送至服务提供商。

[0028] 现在参考图3,根据本发明的实施例,示出了ANC电路30的细节。前馈自适应滤波器32可接收参考麦克风信号 $ref$ ,且在理想情况下,可调适其传递函数 $W(z)$ 为 $P(z)/S(z)$ 以生成前馈抗噪信号分量,所述前馈抗噪信号分量可被提供给输出组合器,所述输出组合器将所述前馈抗噪信号分量及下文所述的第二前馈抗噪信号分量与将由换能器(以图2中的组合器26举例说明)再现的音频进行组合。前馈自适应滤波器32的系数可由 $W$ 系数控制方块31控制,所述 $W$ 系数控制方块31使用信号的相关性来判定前馈自适应滤波器32的响应,所述前馈自适应滤波器32就最小均方意义来说一般使存在误差麦克风信号 $err$ 中的参考麦克风信号 $ref$ 的这些分量之间的误差最小化。由 $W$ 系数控制方块31比较的信号可为参考麦克风信号 $ref$ 以及另一个信号,所述参考麦克风信号 $ref$ 通过由滤波器34B提供的路径 $S(z)$ 的响应估计副本进行整形,所述另一个信号包括误差麦克风信号 $err$ (例如,播放校正误差,图3中示出为“PBCE”,等于误差麦克风信号 $err$ 减去源音频信号和近距离语音信号 $ns$ (其可在组合器61处与源音频信号进行组合),所述播放校正误差通过路径 $S(z)$ 的响应估计 $SE(z)$ 进行变换)。通过利用路径 $S(z)$ 的响应估计副本 $SE_{copy}(z)$ 来变换参考麦克风信号 $ref$ ,并使所得信号与误差麦克风信号 $err$ 之间的差最小化,前馈自适应滤波器32可调适为 $P(z)/S(z)$ 的期望响应。除了误差麦克风信号 $err$ ,通过 $W$ 系数控制方块31与滤波器34B的输出比较的信号可包括已经通过滤波器响应 $SE(z)$ 进行处理的相反数量的源音频信号(例如,下行链路音频信号 $ds$ 和/或内部音频信号 $ia$ ),响应 $SE_{copy}(z)$ 为响应 $SE(z)$ 的副本。通过注入相反数量的源音频信号,可防止前馈自适应滤波器32调适为存在误差麦克风信号 $err$ 中的一定量的源音频信号。然而,通过利用路径 $S(z)$ 的响应估计来变换源音频信号的反相副本,从误差麦克风信号 $err$ 中去除的源音频信号应当与在误差麦克风信号 $err$ 处再现的源音频信号的预期版本一致,因为电声路径 $S(z)$ 为源音频信号到达误差麦克风E所选取的路径。滤波器34B本身可能不是自适应滤波器,但可具有可调节响应,所述可调节响应被调谐为与自适应滤波器34A的响应一致,使得滤波器34B的响应跟踪自适应滤波器34A的调适。

[0029] 自适应滤波器32A可接收合成参考反馈信号 $synref$ ,且在理想情况下,可调适其传递函数 $W_{sr}(z)$ 为 $P(z)/S(z)$ 以生成第二前馈抗噪信号分量,所述第二前馈抗噪信号分量可被提供给输出组合器,所述输出组合器将前馈抗噪信号分量、第二前馈抗噪信号分量及反馈抗噪分量(下文更详细讨论)与将由换能器再现的音频进行组合,如图2中的组合器26举例说明。因此,抗噪信号的前馈抗噪分量、第二前馈抗噪分量和反馈抗噪分量可组合以生成整个ANC系统的抗噪信号。合成参考反馈信号 $synref$ 可通过组合器39基于包括误差麦克风信号(例如,播放校正误差)的信号与第二前馈抗噪信号分量之差来生成,所述第二前馈抗噪信号分量通过由滤波器34C提供的路径 $S(z)$ 的响应估计副本 $SE_{copy}(z)$ 进行整形。自适应滤波器32A的系数可由 $W_{sr}$ 系数控制方块31A控制,所述 $W_{sr}$ 系数控制方块31A使用信号的相关性来判定自适应滤波器32A的响应,所述自适应滤波器32A就最小均方意义来说一般使存在误差麦克风信号 $err$ 中的合成参考反馈信号 $synref$ 的这些分量之间的误差最小化。由 $W_{sr}$ 系数控制方块31A比较的信号可为合成参考反馈信号 $synref$ 及另一个信号,所述另一个信号包括误差麦克风信号 $err$ 。通过使合成参考反馈信号 $synref$ 与误差麦克风信号 $err$ 之差最小化,自适应滤波器32A可调适为 $P(z)/S(z)$ 的期望响应。

[0030] 为了实现以上所述,自适应滤波器34A可具有由 $SE$ 系数控制方块33控制的系数,所述 $SE$ 系数控制方块33可比较源音频信号(通过组合器61与近距离语音信号 $ns$ 进行组合)与

在去除上述经滤波的源音频信号之后的误差麦克风信号err,所述源音频信号已经通过自适应滤波器34A进行滤波以表示传送给误差麦克风E的预期源音频信号,且所述源音频信号通过组合器36从自适应滤波器34A的输出中去除以生成播放校正误差。SE系数控制方块33可使源音频信号与存在播放校正误差中的源音频信号的分量相关。自适应滤波器34A可由此被调适从源音频信号生成信号,当从误差麦克风信号err中减去时,所述信号等于播放校正误差,所述播放校正误差为未归因于源音频信号的误差麦克风信号err的分量。

[0031] 如图3所示,ANC电路30还可包括反馈滤波器44。反馈滤波器44可接收播放校正误差信号PBCE,并可施加响应 $FB(z)$ 以生成抗噪信号的反馈抗噪分量,所述反馈抗噪分量可被提供给输出组合器,所述输出组合器将抗噪信号的前馈抗噪分量、第二前馈抗噪分量和反馈抗噪分量与将由换能器再现的源音频信号进行组合,如图2中的组合器26所示例。反馈滤波器44可包括典型反馈控制环路拓扑结构的环路滤波器。在特定频带中足够高增益的情况下且在不违背典型控制环路稳定性标准的情况下(本领域普通技术人员众所周知且在本发明的范围之外),包括反馈滤波器44的控制环路可驱动播放校正误差为尽可能小,从而实现一定量的噪声抵消。

[0032] 此外,如图3所示,ANC电路30可包括具有响应 $LE(z)$ 的泄漏估计滤波器48,所述泄漏估计滤波器48对自喇叭SPKR至参考麦克风R的声泄漏进行建模,所述泄漏估计滤波器48由图2中组合器26生成的输出信号生成泄漏估计。所述输出信号在图2和图3各者上被标记“输出”。组合器45可从参考麦克风信号ref中去除泄漏估计,从而修改参考麦克风信号ref以计入自喇叭SPKR至参考麦克风R的声泄漏。在由图3表示的实施例中,响应 $LE(z)$ 可为自适应,且ANC电路30可包括泄漏估计系数控制方块46,所述泄漏估计系数控制方块46将泄漏估计滤波器的响应 $LE(z)$ 整形成与在所估计的泄漏已经去除之后的输出信号和参考麦克风信号ref一致,以使自喇叭SPKR至参考麦克风R的声泄漏最小化。

[0033] 在一些实施例中,通过ANC电路30的各种元件输出至输出信号的抗噪的量或性质可以是收听者可选择设定的功能。虽然为了清晰和阐述,图3中未明确示出,基于收听者可选择设定(例如,经由无线电话10和/或线控盒16的触控屏的用户界面进行所述设定)的一个或一个以上控制信号可使滤波器32、32A和44中一个或一个以上滤波器减少由相应滤波器生成(例如,通过修改相应滤波器中一个或一个以上滤波器的增益)的抗噪信号的振幅。此外,使得ANC电路30并不试图基于所述减少的抗噪信号(这可能影响误差麦克风信号err和播放校正误差)来调适,当抗噪信号减少时,所述一个或一个以上控制信号还可使滤波器32,32A,34A,34B和34C的响应中的一个或一个以上响应停止调适。

[0034] 此外,如图3所示,ANC电路30可包括噪声源58。噪声源58可被配置为响应于源音频信号不存在或基本上不存在,将噪声信号注入(例如,经由组合器60)ANC电路30的一个或一个以上组件(例如,SE系数控制方块33)及由喇叭SPKR再现代替源音频信号的输出信号,使得ANC电路30(特定地,SE系数控制方块33)的响应和滤波器34A,34B和34C的响应 $SE(z)$ 在源音频信号不存在时调适。

[0035] 在操作中,ANC电路30的调适及输出至输出组合器26的抗噪信号可基于收听者选定的操作模式。例如,收听者可选择(例如,经由无线电话10和/或线控盒16的触控屏的用户界面)表示收听者期望将衰减音频声音传给收听者的耳朵的耳塞操作模式。响应于所述选择,均衡器滤波器52可对一组频率范围内的一个或一个以上频率范围进行放大,且可具有

响应,其从参考麦克风信号生成均衡器信号并将所述均衡器信号(图3中标记为“EQUALIZER SIGNAL”)注入输出信号(例如,在组合器26处)和/或源音频信号(例如,在组合器60处),使得均衡器滤波器与由滤波器32,32a和/或44生成的抗噪信号一起使周围音频声音衰减,但在喇叭SPKR的声输出处收听者仍可听见可察觉。此外,滤波器32,32a,44和/或ANC电路30的其他组件可衰减不在该组频率范围内的参考麦克风信号的一个或一个以上频率范围。该组频率范围可对应于因耳机18A,18B的遮挡被衰减的周围音频声音的频率。因此,ANC电路30可对被耳机18A,18B的遮挡被衰减的那些频率进行放大,同时衰减未因遮挡被另外衰减的那些频率,使得所有频率跨可听频谱被大致均等地衰减。在一些实施例中,该组频率范围中至少一个频率范围(例如,频率范围的极限及其衰减或放大)可由收听者自定义(例如,经由无线电话10和/或线控盒16的触控屏的用户界面)。

[0036] 又如,收听者可选择表示收听者期望将放大音频声音传给收听者的耳朵的助听操作模式。响应于所述选择,助听器滤波器54可对在喇叭SPKR的声输出处的周围音频声音进行放大,同时仍使ANC电路30及其各种元件(例如,滤波器32,32A,34A,34B,34C和44)能够自适应生成抗噪。在由图3表示的实施例中,所述周围音频声音可通过近距离语音信号 $n_s$ 输入至助听滤波器54。在其他实施例中,周围音频声音可经由参考麦克风信号 $ref$ 或另一个合适的麦克风或传感器注入源音频信号。在所述实施例中,助听滤波器54可对源音频信号进行放大以对周围音频声音进行放大。此外,助听滤波器54可被配置为判定(例如,经由现有滤波或消噪技术)所注入周围音频声音中的哪些分量对应于将放大的声音(例如,语音、音乐等)以及哪些周围音频声音将被抵消(例如,背景噪声)。

[0037] 在操作中,基于源音频信号的存在或不存在、源音频信号的持久性和/或源音频信号的频谱密度,可选择性地使ANC电路30的各种自适应元件中的一个或一个以上自适应元件(例如,W系数控制方块31、 $W_{SR}$ 系数控制方块31A和SE系数控制方块33)能够和不能调适它们相应的响应,下文就图4而言进行进一步说明。然而,无论源音频信号是否存在,无论ANC电路30的各种自适应元件中的一个或一个以上自适应元件是否暂时不能调适,ANC电路30的各种自适应元件能够调适。

[0038] 图4为根据本发明的实施例在自适应消噪系统(例如,ANC电路30)中基于源音频信号的存在性、持久性和/或频谱密度来调适的示范性方法400的流程图。根据一些实施例,方法400在步骤402处开始。如上所述,本发明的教导以无线电话10的各种构成实现。因而,方法400的优选初始化点及包括方法400的步骤顺序可取决于所选择的实施方案。

[0039] 在步骤402处,CODEC集成电路20、ANC电路30和/或其任何组件可判定源音频信号(例如,下行链路语音信号 $d_s$ 或内部音频信号 $i_a$ )存在或不存在。就此而论,“存在的”或“存在”是指在特定时间间隔(例如,两秒、十秒等)内存在某个基本上非零的源音频信号含量。如果源音频信号存在,那么方法400可继续执行步骤404。否则,方法400可继续执行步骤412。

[0040] 在步骤404处,CODEC集成电路20、ANC电路30和/或其任何组件可判定源音频信号是否持久。就此而论,“持久的”或“持久”是指在特定时间间隔(例如,两秒、十秒等)期间,至少对于所述时间间隔的最小部分,源音频信号为基本上非零。例如,包括电话会话的下行链路语音通常为“突发”性质,因此不持久。又如,包括音乐播放的内部音频通常为持久,而包括会话播放的内部音频(如电影声带对话播放情况)通常会不持久。如果源音频信号为持

久,那么方法400可继续执行步骤406。否则,方法400可继续执行步骤410。

[0041] 在步骤406处,响应于源音频信号为持久,CODEC集成电路20、ANC电路30和/或其任何组件可进入“播放模式”,其中CODEC集成电路20、ANC电路30和/或其任何组件可判定源音频信号的频谱密度是否大于最小频谱密度。就此而论,“频谱密度”表示所关注频率(例如,在人类听觉范围内的频率)的百分比、比率或类似度量,其中源音频信号在所述频率处具有基本上非零含量。如果源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度,那么方法400可继续执行步骤410。否则,方法400可继续执行步骤408。

[0042] 在步骤408处,响应于判定源音频信号为持久但频谱密度小于最小频谱密度,可使ANC电路30的各种自适应元件中的一个或一个以上自适应元件(例如,W系数控制方块31、 $W_{SR}$ 系数控制方块31A和SE系数控制方块33)不能调适它们相应的响应。在步骤408完成之后,方法400可再次继续执行步骤402。

[0043] 在步骤410处,响应于判定源音频信号为不持久,CODEC集成电路20、ANC电路30和/或其任何组件可进入“打电话模式”,其中可使ANC电路30的各种自适应元件(例如,W系数控制方块31、 $W_{SR}$ 系数控制方块31A和SE系数控制方块33)能够调适它们相应的响应。可选择地,响应于判定源音频信号为持久(例如,在“播放模式”下)但频谱密度大于最小频谱密度,可使ANC电路30的各种自适应元件(例如,W系数控制方块31、 $W_{SR}$ 系数控制方块31A和SE系数控制方块33)能够调适它们相应的响应。在步骤410完成之后,方法400可再次继续执行步骤402。

[0044] 因此,根据步骤404至步骤410,在不持久源音频信号的情况下(例如,“打电话模式”),ANC电路30可能几乎没有机会,其中源音频信号具有足以允许有效调适的分量,因此,无论源音频信号的频谱密度,ANC电路30可调适。然而,在持久源音频信号的情况下(例如,“播放模式”),ANC电路30可能有许多机会,其中源音频信号具有足以允许有效调适的分量,因此,ANC电路30可能只有当源音频信号为最小频谱密度时才调适,因此当持久源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时“稍等”片刻。

[0045] 在步骤412处,响应于判定源音频信号不存在,CODEC集成电路20、ANC电路30和/或其任何组件可进入“仅ANC模式”,其中噪声源58可将噪声信号注入ANC电路30的一个或一个以上组件(例如,SE系数控制方块33)及由喇叭SPKR再现代替源音频信号的输出信号,使得ANC电路30(特定地,SE系数控制方块33)的响应和滤波器34A,34B和34C的响应 $SE(z)$ 可在源音频信号不存在时调适。所注入的噪声信号可具有足以允许响应 $SE(z)$ 在相当大的频率范围内调适的频谱密度(例如,宽带白噪声)。在一些实施例中,噪声源58可在明显低于周围音频声音(例如,由参考麦克风R感测到的周围音频声音)的振幅的振幅处注入噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。在这些和其他实施例中,噪声源58可与瞬时音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。如本文中使用的,“瞬时音频声音”可包括具有明显大于其他周围音频声音的振幅的振幅的任何基本上不规则、瞬时且短暂的周围音频声音,所述其他周围音频声音可通过参考麦克风R、另一个麦克风和/或与个人音频设备相关联的任何其他传感器进行检测。在这些和其他实施例中,噪声源58可提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警(例如,音调或钟声,给用户指示ANC电路30已经进入源音频信号不存在的情况下正在提供消噪的模式)。

[0046] 虽然图4公开了方法400而将采取的特定数目的步骤,但是方法400可利用比



图4所示的这些步骤更多或更少的步骤来执行。此外,虽然图4公开了就方法400而论将采取的特定顺序的步骤,但是包括方法400的步骤可以任何合适的顺序完成。

[0047] 方法400可使用无线电话10或可操作为实现方法400的任何其他系统来实现。在某些实施例中,方法400可部分地或完全地以具体表现为计算机可读介质且由控制器可执行的软件和/或固件实现。

[0048] 根据本文中公开的实施例,包括但不限于方法400的实施例,ANC系统可因此能够判定源音频信号的一个或一个以上特性(例如,存在性、持久性、频谱密度),并基于所述一个或一个以上特性,自动选择ANC系统的操作模式(例如,播放模式、打电话模式、仅ANC模式),其中基于操作模式和/或用于执行ANC系统的一个或一个以上自适应组件的调适的策略或方法,启用、停用或调节ANC系统的一个或一个以上组件。在其他实施例中,模式选择可另外或可选择地基于除源音频信号的特性以外的一个或一个以上因素。例如,在一些实施例中,用户环境或设备本身的特性可告知什么ANC模式最合适。具体地,在一个实施例中,一个或一个以上传感器可指示用户戴着他/她的移动设备正在跑步或骑车,且作为响应,可进入ANC模式,其中大部分背景噪声被抵消,同时仍允许用户听到例如应急车辆或其他重要的汽车噪声(例如,喇叭声)。所述模式可对应于ANC的运动或安全模式。借助本发明,本领域普通技术人员应当显而易见,可定义大量其他ANC模式,所述其他ANC模式可至少部分基于由ANC系统或关联组件感测、预测或计算的特性的预定标准来选择。在一些实施例中,包括所述ANC系统的个人音频设备的收听者可能手动选择模式(例如,播放模式、打电话模式、仅ANC模式)以覆盖别的自动模式选择和/或选择其他操作模式(例如,上述耳塞模式或助听器模式)。

[0049] 本领域普通技术人员应当明白,本发明包括对于本文中示范性实施例的所有更改、替换、变动、变形和修改。同样地,本领域普通技术人员应当明白,在适当的情况下,所附权利要求包括对于本文中示范性实施例的所有更改、替换、变动、变形和修改。此外,在所附权利要求中对于装置或系统或装置或系统的组件的引用包括所述装置、系统或组件,所述装置、系统或组件适应执行特定功能,被安排为执行特定功能,可执行特定功能,被配置为执行特定功能,能够执行特定功能,可操作为执行特定功能或操作为执行特定功能,无论它或所述特定功能是否启动、打开或开启,只要所述装置、系统或组件适应执行特定功能,被安排为执行特定功能,可执行特定功能,被配置为执行特定功能,能够执行特定功能,可操作为执行特定功能或操作为执行特定功能。

[0050] 本文中陈述的所有实例和条件性语言旨在教学目的,以帮助读者理解本发明及发明者深化技术所提供的概念,且被解释为并不限于所述具体陈述的实例和条件。虽然已经详细说明本发明的实施例,但是应当理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可对本发明的实施例进行各种更改、替换和变形。

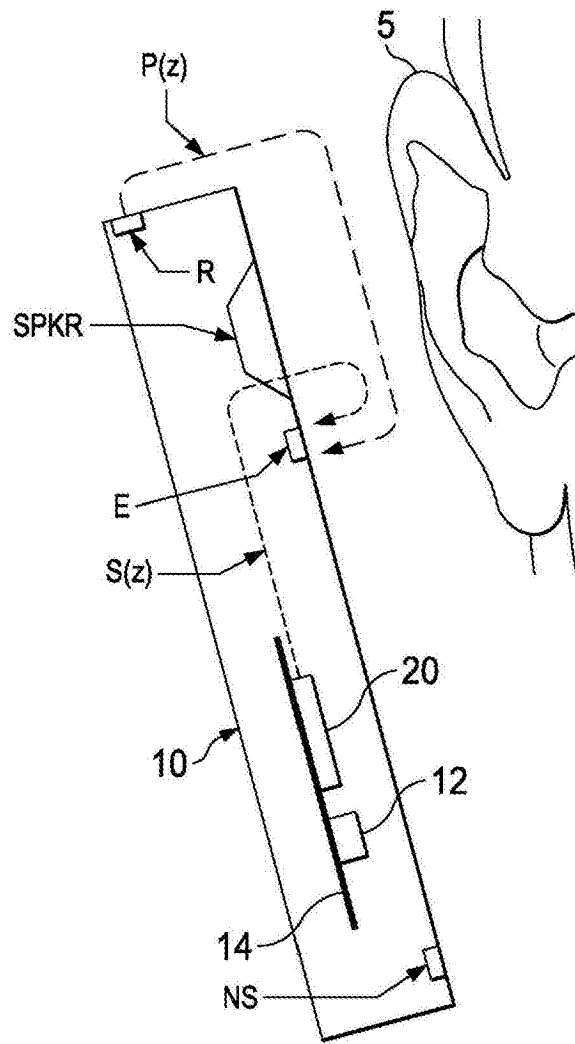


图1A

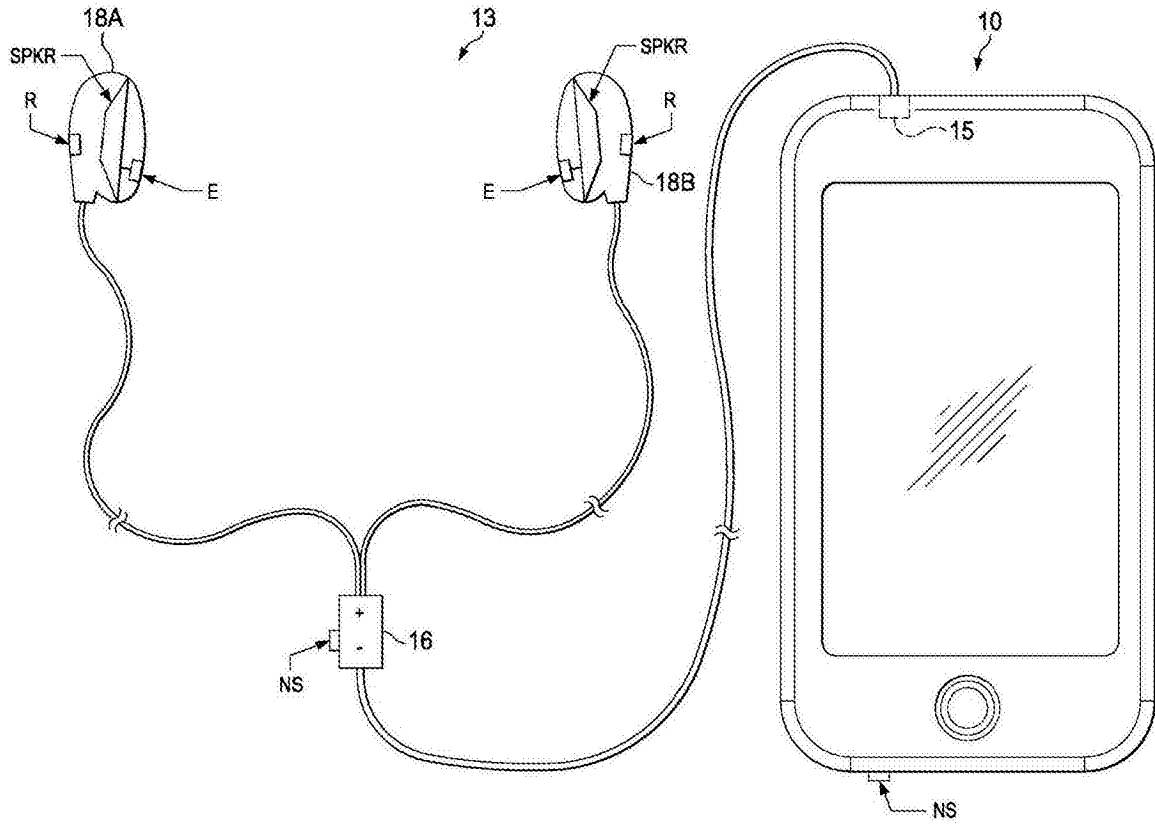


图1B

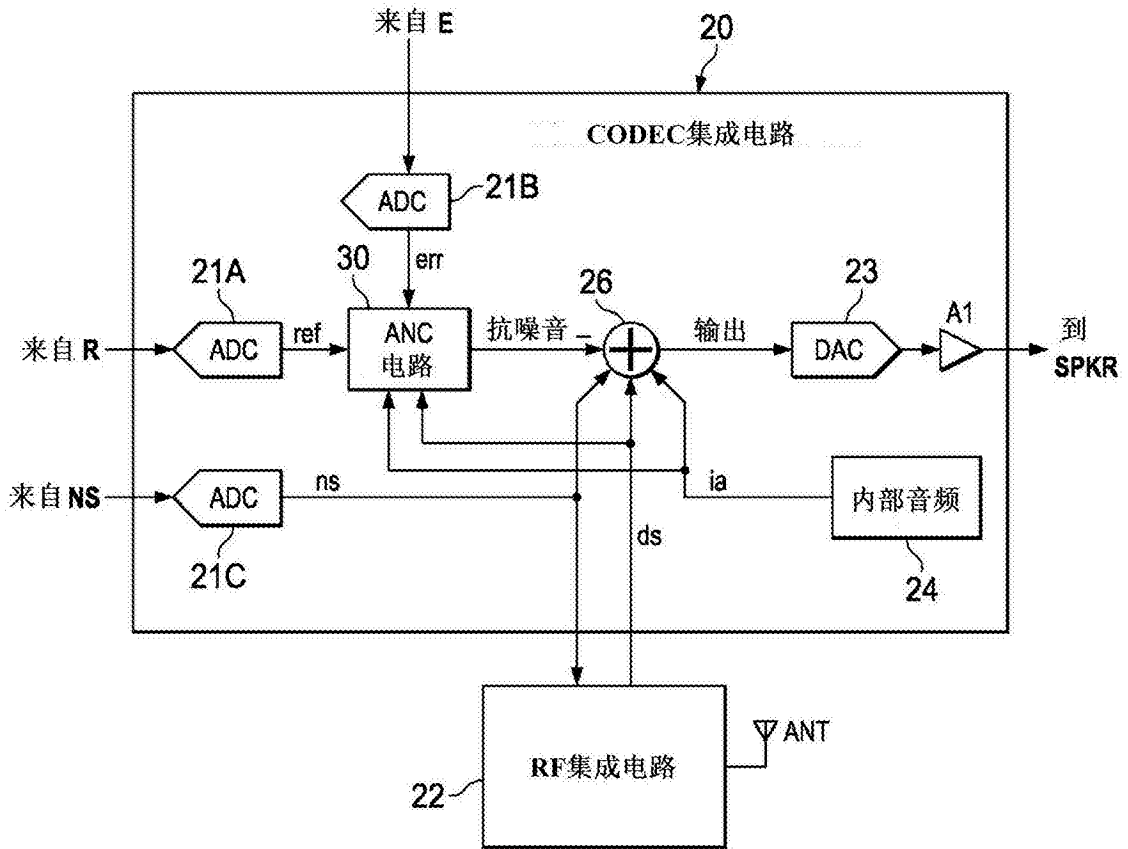


图2

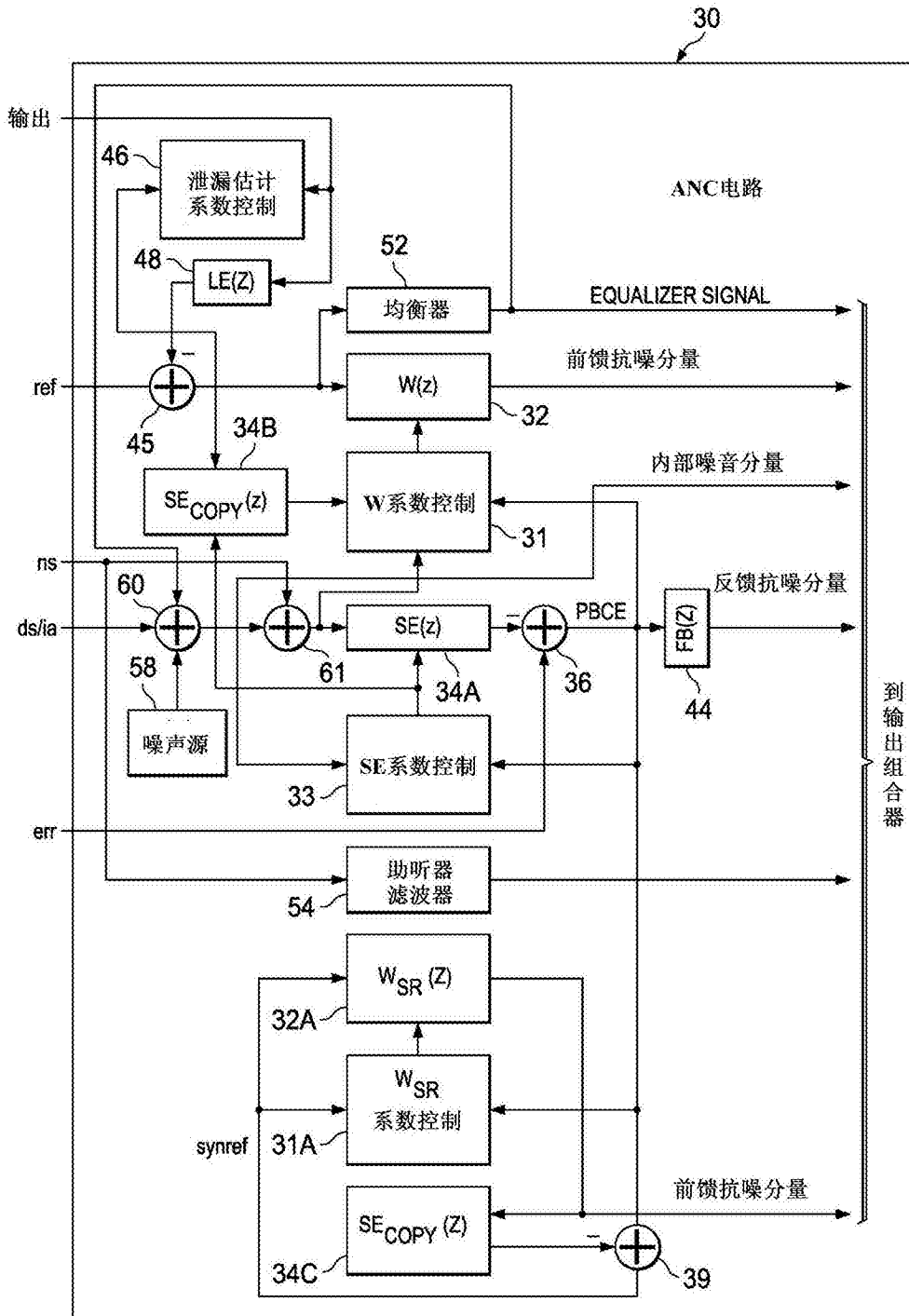


图3

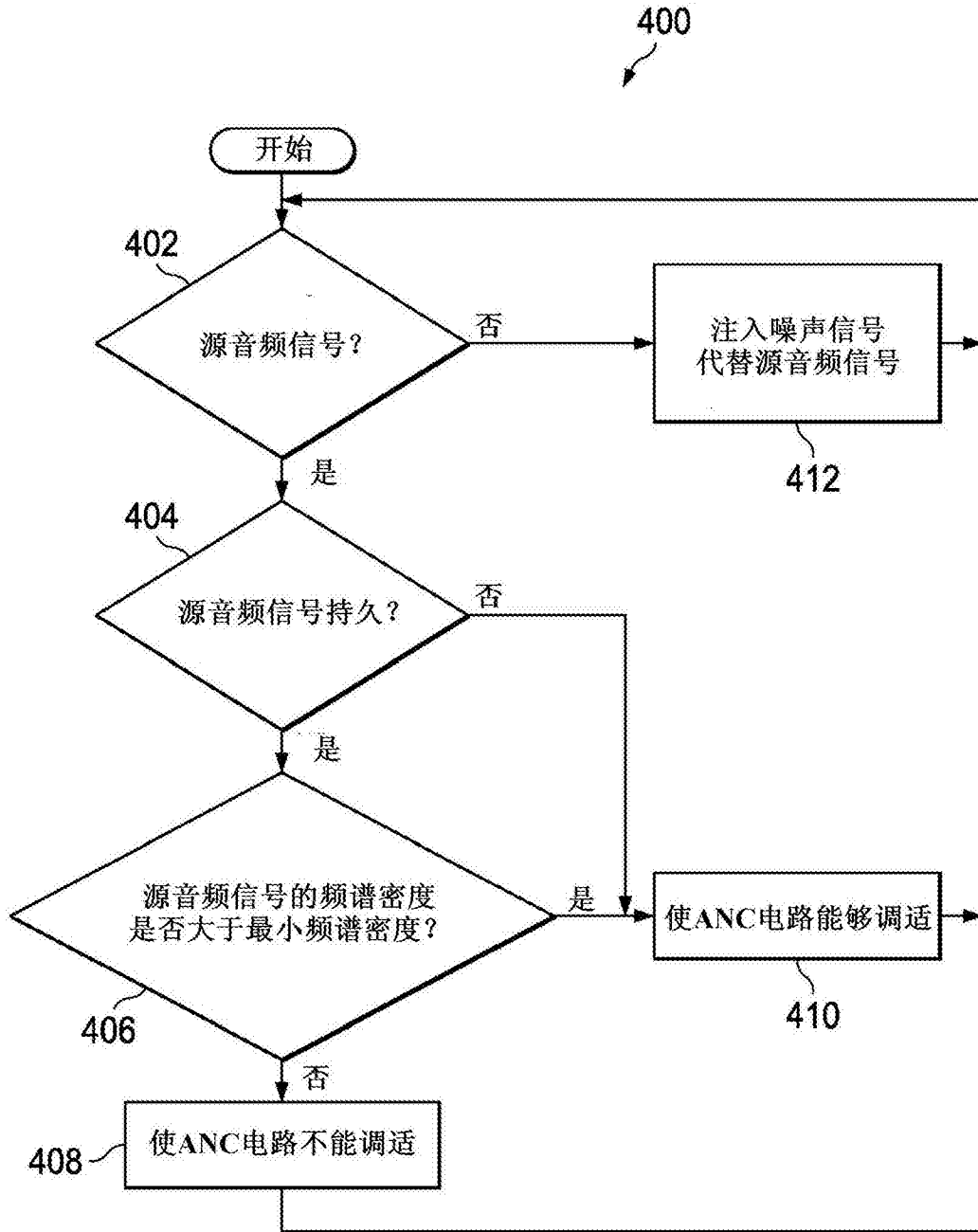


图4

1. 一种集成电路,用于实现个人音频设备的至少一部分,所述集成电路包括:

输出,用于提供输出信号给换能器,所述输出信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在所述换能器的声输出中的周围音频声音的影响;及

处理电路,所述处理电路实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在性,调适所述自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适;且其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源音频信号存在时调适所述自适应消噪系统的响应。

2. (删除)

3. 根据权利要求1所述的集成电路,其中响应于判定源音频信号存在且持久,所述处理电路:

当源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应能够调适;以及

当源音频信号的频谱密度小于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

4. 根据权利要求2所述的集成电路,其中响应于判定源音频信号存在且不持久,无论源音频信号的频谱密度,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应能够调适。

5. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路被配置为自动检测源音频信号的存在或不存在。

6. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路还包括噪声源,用于将噪声信号注入到所述自适应消噪系统及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以调适所述自适应消噪系统在源音频信号不存在时调适。

7. 根据权利要求6所述的集成电路,其中所述噪声源在低于周围音频声音的振幅的振幅处提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

8. 根据权利要求6所述的集成电路,其中所述噪声源与瞬时周围音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

9. 根据权利要求6所述的集成电路,其中所述噪声源提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警。

10. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述处理电路输出一定量的抗噪信号至所述输出信号作为收听者可选择设定的功能。

11. 根据权利要求10所述的集成电路,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

12. 根据权利要求1所述的集成电路,所述集成电路还包括:

参考麦克风输入,用于接收表示周围音频声音的参考麦克风信号;及误差麦克风输入,用于接收表示所述换能器的输出及在所述换能器处的所述周围音频声音的误差麦克风信号;

其中所述处理电路还实现:

前馈滤波器,具有从所述参考麦克风信号生成前馈抗噪信号分量的响应,所述前馈滤波器,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量;

次级路径估计滤波器,被配置为对源音频信号的电声路径进行建模且具有从源音频信号生成次级路径估计响应;及

以下至少一者:

前馈系数控制方块,所述前馈系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在调适所述前馈滤波器的响应,将所述前馈滤波器的响应整形成与所述误差麦克风信号和所述参考麦克风信号一致,以将所述误差麦克风信号中的所述周围音频声音最小化;及

次级路径估计系数控制方块,所述次级路径估计系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述次级路径估计滤波器的响应播放,将所述次级路径估计滤波器的响应整形成与所述源音频信号和播放校正误差一致,以将播放校正误差最小化;其中所述播放校正误差基于所述误差麦克风信号与所述次级路径估计之差。

13. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源语音信号存在时调适所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响 应中至少一者。

14. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路还实现噪声源,用于将噪声信号注入到所述次级路径估计滤波器及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述次级路径估计滤波器在源音频信号不存在时调适。

15. 根据权利要求12所述的集成电路,其中:

所述处理电路还实现反馈滤波器,所述反馈滤波器具有从所述播放校正误差生成反馈抗噪信号分量的响应;以及

所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述反馈抗噪信号分量。

16. 根据权利要求12所述的集成电路,其中:

所述处理电路还实现第二前馈滤波器,所述第二前馈滤波器具有从合成参考生成第二前馈抗噪分量的响应,以减少收听者听到的周围音频声音的存在,所述合成参考基于所述播放校正误差与所述抗噪信号的至少一部分之差;以及

所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述第二前馈抗噪信号分量。

17. 根据权利要求16所述的集成电路,其中所述抗噪信号的所述一部分包括所述第二前馈抗噪信号分量。

18. 根据权利要求16所述的集成电路,其中所述处理电路还实现第二前馈系数控制方块,所述第二前馈系数控制方块通过调适所述第二前馈自适应滤波器的响应播放,将所述第二前馈滤波器的响应整形成与所述播放校正误差和所述合成参考一致,以将所述播放校正误差最小化。

19. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路还实现泄漏估计滤波器,用于对自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏进行建模,所述泄漏估计滤波器从所述输出信号生成泄漏估计并根据所述泄漏估计对所述参考麦克风信号进行修改。

20. 根据权利要求19所述的集成电路,其中所述处理电路还实现泄漏估计系数控制方块,所述泄漏估计系数控制方块将所述泄漏估计滤波器的响应整形成与所述输出信号和所述参考麦克风信号一致以使自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏最小化。



21. 根据权利要求12所述的集成电路,其中所述处理电路随收听者可选择设定的功能输出一定量的抗噪信号至所述输出信号。

22. 根据权利要求21所述的集成电路,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述前馈系数控制方块和所述次级路径估计系数控制方块中至少一者不能调适。

23. 一种方法,用于抵消在个人音频设备的换能器附近的周围音频声音,所述方法包括以下步骤:

生成播放给收听者的源音频信号;

通过基于源音频信号的存在性,调适自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,自适应生成抗噪信号以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号的存在的情况下调适又在源音频信号不存在时调适;基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源音频信号存在时调适所述自适应消噪系统的响应;

组合所述抗噪信号与源语音信号以生成提供给所述换能器的音频信号。

24. (删除)

25. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括响应于判定源音频信号存在且持久:当源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应能够调适;以及

当源音频信号的频谱密度小于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

26. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括响应于判定源音频信号存在且不持久,无论源音频信号的频谱密度,使所述自适应消噪系统的响应能够调适。

27. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括自动检测源音频信号的存在或不存在。

28. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括将噪声信号注入到所述自适应消噪系统及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号以使所述自适应消噪系统在源音频信号不存在时调适。

29. 根据权利要求28所述的方法,所述方法还包括在低于周围音频声音的振幅的振幅处提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

30. 根据权利要求28所述的方法,所述方法还包括与瞬时周围音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

31. 根据权利要求28所述的方法,所述方法还包括提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警。

32. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括输出一定量的抗噪信号至所述换能器的声输出,作为收听者可选择设定的功能。

33. 根据权利要求32所述的方法,所述方法还包括响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

34. 根据权利要求23所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

接收表示周围音频声音的参考麦克风信号;以及

接收表示所述换能器的输出及在所述换能器处的所述周围音频声音的误差麦克风信号;

其中自适应生成抗噪信号包括:

利用前馈滤波器从所述参考麦克风信号生成前馈抗噪信号分量,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量;

利用次级路径估计滤波器从源音频信号生成次级路径估计,所述次级路径估计滤波器用于对源音频信号的电声路径进行建模;以及

以下至少一者:

通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述前馈滤波器的响应,通过将所述前馈滤波器的响应整形成与所述误差麦克风信号和所述参考麦克风信号一致,自适应生成所述前馈抗噪信号分量,以使在所述误差麦克风信号中的所述周围音频声音最小化;以及

通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述次级路径估计滤波器的响应,通过将所述次级路径估计滤波器的响应整形成与所述源音频信号和所述播放校正误差一致,自适应生成所述次级路径估计,以使播放校正误差最小化;

其中所述播放校正误差基于所述误差麦克风信号与所述次级路径估计之差。

35. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源音频信号存在时调适所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者。

36. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括将噪声信号注入到所述次级路径估计滤波器及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述次级路径估计滤波器在源音频信号不存在时调适。

37. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括利用反馈滤波器从所述播放校正误差生成反馈抗噪信号分量,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述反馈抗噪信号分量。

38. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括利用第二前馈滤波器从合成参考生成第二前馈抗噪分量以减少收听者听到的周围音频声音的存在,所述合成参考基于所述播放校正误差与所述抗噪信号的至少一部分之差,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述第二前馈抗噪信号分量。

39. 根据权利要求38所述的方法,其中所述抗噪信号的所述一部分包括所述第二前馈抗噪信号分量。

40. 根据权利要求38所述的方法,所述方法还包括通过调适所述第二前馈自适应滤波器的响应,通过将所述第二前馈滤波器的响应整形成与所述播放校正误差和所述合成参考一致,自适应生成所述第二前馈抗噪信号分量,以使所述播放校正误差最小化。

41. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括:

利用泄漏估计滤波器从所述换能器的输出信号生成泄漏估计,所述泄漏估计滤波器用于对自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏进行建模;以及

根据所述泄漏估计对所述参考麦克风信号进行修改。

42. 根据权利要求41所述的方法,所述方法还包括通过将所述泄漏估计滤波器的响应整形成与所述输出信号和所述参考麦克风信号一致,自适应生成所述泄漏估计,以使自所

述换能器至所述参考麦克风的声泄漏最小化。

43. 根据权利要求34所述的方法,所述方法还包括输出一定量的抗噪信号至所述输出信号,作为收听者可选择设定的功能。

44. 根据权利要求43所述的方法,所述方法还包括响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,使所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者不能调适。

45. 一种个人音频设备,所述个人音频设备包括:

换能器,用于再现音频信号,所述音频信号既包括播放给收听者的源音频信号又包括抗噪信号,所述抗噪信号用于应对在所述换能器的声输出中的周围音频声音的影响;及

处理电路,所述处理电路实现自适应消噪系统,所述自适应消噪系统通过基于源音频信号的存在,调适所述自适应消噪系统的响应以使在所述换能器的声输出处的周围音频声音最小化,生成所述抗噪信号,以减少收听者听到的周围音频声音的存在,其中所述自适应消噪系统被配置为既在源音频信号存在时调适又在源音频信号不存在时调适;且所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者在源语音信号存在时调适所述自适应消噪系统的响应在源音频信号存在时调适。

46. (删除)

47. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中响应于判定源音频信号存在且持久,所述处理电路:

当源音频信号的频谱密度大于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应能够调适;以及

当源音频信号的频谱密度小于最小频谱密度时,使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

48. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中响应于判定源音频信号存在且不持久,无论源音频信号的频谱密度,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应能够调适。

49. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路被配置为自动检测源音频信号的存在或不存在。

50. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路还包括噪声源,用于将噪声信号注入到所述自适应消噪系统及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述自适应消噪系统在源音频信号不存在时调适。

51. 根据权利要求50所述的个人音频设备,其中所述噪声源在低于周围音频声音的振幅的振幅处提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

52. 根据权利要求50所述的个人音频设备,其中所述噪声源与瞬时周围音频声音基本上同时地提供噪声信号,使得收听者基本上感觉不到噪声信号。

53. 根据权利要求50所述的个人音频设备,其中所述噪声源提供噪声信号作为收听者可察觉的音响报警。

54. 根据权利要求45所述的个人音频设备,其中所述处理电路输出一定量的抗噪信号至所述输出信号,作为收听者可选择设定的功能。

55. 根据权利要求54所述的个人音频设备,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述自适应消噪系统的响应不能调适。

56. 根据权利要求45所述的个人音频设备,所述个人音频设备还包括:

参考麦克风输入,用于接收表示周围音频声音的参考麦克风信号;及 误差麦克风输入,用于接收表示所述换能器的输出及在所述换能器处的所述周围音频声音的误差麦克风信号;

其中所述处理电路还实现:

前馈滤波器,具有响应,所述前馈滤波器从所述参考麦克风信号生成前馈抗噪信号分量,其中所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量;

次级路径估计滤波器,被配置为对源音频信号的电声路径进行建模且具有从源音频信号生成次级路径估计的响应;及

以下至少一者:

前馈系数控制方块,所述前馈系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述前馈滤波器的响应,将所述前馈滤波器的响应整形成与所述误差麦克风信号和所述参考麦克风信号一致,以使在所述误差麦克风信号中的所述周围音频声音最小化;及

次级路径估计系数控制方块,所述次级路径估计系数控制方块通过基于源音频信号的存在或不存在,调适所述次级路径估计滤波器的响应,将所述次级路径估计滤波器的响应整形成与所述源音频信号和所述播放校正误差一致,以使播放校正误差最小化;

其中所述播放校正误差基于所述误差麦克风信号与所述次级路径估计之差。

57. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路基于源音频信号的持久性和源音频信号的频谱密度中至少一者使所述前馈滤波器的响应和所述次级路径估计滤波器的响应中至少一者在源 语音信号存在时调适。

58. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现噪声源,用于将噪声信号注入到所述次级路径估计滤波器及由所述换能器再现代替源音频信号的输出信号,以使所述次级路径估计滤波器在源音频信号不存在时调适。

59. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中:

所述处理电路还实现反馈滤波器,具有从所述播放校正误差生成反馈抗噪信号分量的响应;以及

所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述反馈抗噪信号分量。

60. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中:

所述处理电路还实现第二前馈滤波器,具有从合成参考生成第二前馈抗噪分量以减少收听者听到的周围音频声音的存在的响应,所述合成参考基于所述播放校正误差与所述抗噪信号的至少一部分之差;以及所述抗噪信号至少包括所述前馈抗噪信号分量和所述第二前馈抗噪信号分量。

61. 根据权利要求60所述的个人音频设备,其中所述抗噪信号的所述一部分包括所述第二前馈抗噪信号分量。

62. 根据权利要求60所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现第二前馈系数控制方块,所述第二前馈系数控制方块通过调适所述第二前馈自适应滤波器的响应,将所述第二前馈滤波器的响应整形成与所述播放校正误差和所述合成参考一致,以使所述播放校正误差最小化。

63. 根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现泄漏估计滤波器,

用于对自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏进行建模,所述泄漏估计滤波器从所述输出信号生成泄漏估计并根据所述泄漏估计对所述参考麦克风信号进行修正。

64.根据权利要求63所述的个人音频设备,其中所述处理电路还实现泄漏估计系数控制方块,所述泄漏估计系数控制方块将所述泄漏估计滤波器的响应整形成与所述输出信号和所述参考麦克风信号一致以使自所述换能器至所述参考麦克风的声泄漏最小化。

65.根据权利要求56所述的个人音频设备,其中所述处理电路输出一定量的抗噪信号至所述输出信号,作为收听者可选择设定的功能。

66.根据权利要求65所述的个人音频设备,其中响应于收听者可选择设定的值低于预定阈值,所述处理电路使所述前馈系数控制方块和所述次级路径估计系数控制方块中至少一者不能调适。