



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111201707 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 26

(21) 申请号 201880067962.5

(22) 申请日 2018.10.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111201707 A

(43) 申请公布日 2020.05.26

(30) 优先权数据
62/575344 2017.10.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.04.17

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/056590 2018.10.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/079650 EN 2019.04.25

(73) 专利权人 辛纳普蒂克斯公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 B.A.瓦尼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 俞华梁 闫小龙

(51) Int. Cl.
H03F 1/26 (2006.01)
H03F 3/45 (2006.01)

(56) 对比文件
CA 2244640 A1, 1999.02.27
US 2004157573 A1, 2004.08.12
US 2016294331 A1, 2016.10.06
US 5990738 A, 1999.11.23
US 9473074 B1, 2016.10.18

审查员 刘林

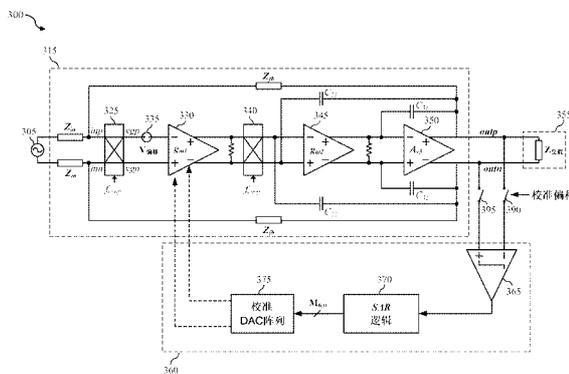
权利要求书2页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

放大器闪烁噪声和偏移减轻系统与方法

(57) 摘要

一种系统包括放大电路和偏移校准电路。放大电路包括可操作以调制接收的信号的操作电路、可操作以放大调制的信号的放大器、以及可操作以解调放大的信号的调制电路。偏移校准电路包括：逻辑电路，其可操作以基于放大电路的输出来设置控制信号并调整控制信号，其中输出基于解调的信号；以及补偿信号发生器，其可操作以基于控制信号生成补偿信号，以补偿与放大电路相关联的偏移，并将补偿信号施加到放大电路上以调整放大电路的输出。偏移校准电路与应用电路协力降低闪烁、偏移和偏移漂移，并且还抑制由于斩波引起的上调制的纹波。



1. 一种用于减轻放大器偏移的系统,包括:
放大电路,其可操作以接收输入信号并产生放大的输出信号,所述放大电路包括:
第一电路,其被配置成调制接收的信号以获得调制的信号;
第一放大器,其被配置成放大所述调制的信号以获得放大的调制的信号;以及
第二电路,其被配置成解调所述放大的调制的信号以获得解调的信号,其中所述放大的输出信号基于所述解调的信号;以及
偏移校准电路,其包括:
逻辑电路,其布置成接收与所述放大的输出信号相关联的信号偏移信息并基于所述信号偏移信息调整控制信号;以及
补偿信号发生器,其被配置成基于所述调整的控制信号生成一个或多个补偿信号,并将所述一个或多个补偿信号施加到所述放大电路以减轻所述放大的输出信号中的偏移。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述补偿信号发生器可操作以在所述第一放大器的输出处施加所述一个或多个补偿信号。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述偏移校准电路可切换地耦合到所述放大电路。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中:
所述逻辑电路可操作以提供信息以用于存储,所述信息指示与校准过程的最后迭代相关联的所述控制信号;
所述系统还包括存储器,所述存储器用于存储所述信息,所述信息指示与所述校准过程的所述最后迭代相关联的所述控制信号;以及
所述放大电路还包括控制电路,所述控制电路被配置成基于存储在所述存储器中的所述信息来生成一个或多个偏移补偿信号,并将所述一个或多个偏移补偿信号施加到所述放大电路上以补偿所述放大的输出信号中的偏移。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述放大电路的所述放大的输出信号包括输出信号的集合,所述偏移校准电路还包括:
比较器电路,其可操作以基于所述输出信号的集合来生成比较器输出,
其中所述逻辑电路被配置成基于所述比较器输出生成所述控制信号。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述输出信号的集合包括差分信号对。
7. 根据权利要求5所述的系统,其中所述逻辑电路可操作以在校准过程期间迭代地调整所述控制信号,并且其中在所述校准过程的一次迭代中,所述逻辑电路可操作以:
响应于将作为所述控制信号的第一信号提供到所述补偿信号发生器而接收所述比较器输出;当所述比较器输出为第一极性时,将所述控制信号设置为第二信号;以及
当所述比较器输出为第二极性时,将所述控制信号设置为第三信号,其中所述第三信号不同于所述第二信号。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述逻辑电路包括逐次近似寄存器逻辑电路。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述补偿信号发生器包括可操作以生成所述一个或多个补偿信号的电流发生器,并且其中所述一个或多个补偿信号中的每一个包括电流信号。
10. 根据权利要求9所述的系统,其中所述电流发生器包括电流源的阵列。
11. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一电路和所述第二电路是斩波器电路。

12. 根据权利要求1所述的系统,其中所述放大电路还包括串行耦合到所述第二电路的第二放大器,并且其中所述第二放大器可操作以生成所述放大的输出信号。

13. 一种用于减轻放大器偏移的方法,包括:

调制输入信号以获得调制的信号;

由放大器电路放大所述调制的信号以获得放大的信号;

解调所述放大的信号以获得解调的信号;

从所述解调的信号产生放大的输出信号;

基于控制信号生成一个或多个补偿信号,以补偿与所述放大的输出信号相关联的偏移;以及

将所述一个或多个补偿信号施加到所述放大器电路以调整所述放大的输出信号,由此抑制由于上调制的偏移引起的纹波。

14. 根据权利要求13所述的方法,还包括通过逐次近似寄存器(SAR)电路的操作来设置所述控制信号。

15. 根据权利要求14所述的方法,还包括:

由所述SAR电路基于所述调整的放大的输出信号来调整所述控制信号;

由补偿信号发生器基于所述调整的控制信号来调整所述一个或多个补偿信号;以及

由所述补偿信号发生器将所述一个或多个调整的补偿信号施加到所述放大电路,以进一步调整所述放大的输出信号。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述调整的放大的输出信号包括输出信号的集合,所述方法还包括:

通过比较所述输出信号的集合来生成比较器输出,其中基于所述比较器输出来生成所述调整的控制信号。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述调整所述控制信号包括:

响应于将所述控制信号设置为第一信号而接收所述调整的放大的输出信号;

当所述比较器输出为第一极性时,将所述控制信号设置为第二信号;以及

当所述比较器输出为第二极性时,将所述控制信号设置为第三信号,其中所述第三信号不同于所述第二信号。

18. 根据权利要求13所述的方法,其中所述生成一个或多个补偿信号并且施加所述一个或多个补偿信号形成迭代过程,所述迭代过程包括在最后的迭代中:

在所述最后的迭代期间基于所述放大的输出信号来调整所述控制信号;

存储指示所述调整的控制信号的信息;

基于所述存储的信息生成一个或多个偏移补偿信号;以及

将所述一个或多个偏移补偿信号施加到所述放大器电路上以补偿与所述放大器电路相关联的偏移。

19. 根据权利要求13所述的方法,其中生成一个或多个补偿信号是由补偿信号发生器执行的。

20. 根据权利要求13所述的方法,其中调制所述输入信号包括将所述输入信号施加到斩波器电路。

放大器闪烁噪声和偏移减轻系统与amp;方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年10月20日提交的美国临时专利申请号62/575,344的权益和优先权,其全部内容通过引用合并于此。

技术领域

[0003] 根据一个或多个实施例,本申请总体上涉及音频处理,并且更特别地,例如涉及音频系统中的放大器噪声、偏移和纹波的减轻。

背景技术

[0004] 模拟信号处理系统典型包括用于放大音频信号的放大器。在发射路径中,可以将放大的音频信号提供给一个或多个输出音频设备(诸如头戴式耳机或扬声器)以用于回放。在接收路径中,放大的音频信号可以被数字化以用于处理和/或存储。然而,已知模拟信号处理系统在信号通过诸如发射和接收路径中的放大器之类的模拟电路时向信号添加噪声和偏移,由此降级信号质量。因此,在本领域中持续需要减轻噪声和偏移的改进的信号处理解决方案。

发明内容

[0005] 根据本文中进一步讨论的各种实施例,提供了用于减轻放大器闪烁噪声和偏移的方法和系统。这样的方法和系统可以利用调制和解调电路来将信号与削弱信号的闪烁噪声和偏移分开(例如,在频率上),以及利用校准电路来补偿放大器偏移并由此抑制与上调制的偏移相关联的纹波。

[0006] 在一个或多个实施例中,一种系统包括放大电路和偏移校准电路。放大电路包括第一调制电路,所述第一调制电路被配置成调制接收的信号以获得调制的信号。放大电路还包括放大器,所述放大器被配置成放大调制的信号以获得放大的信号。放大电路还包括第二调制电路,所述第二调制电路被配置成解调放大的信号以获得解调的信号。偏移校准电路包括逻辑电路,所述逻辑电路被配置成基于放大电路的输出来设置控制信号并调整控制信号,其中该输出基于解调的信号。偏移校准电路还包括补偿信号发生器,所述补偿信号发生器被配置成基于控制信号生成一个或多个补偿信号,以补偿与放大电路相关联的偏移。补偿信号发生器还被配置成将一个或多个补偿信号施加到放大电路上以调整放大电路的输出。

[0007] 在一个或多个实施例中,一种方法包括:由放大电路的第一调制电路调制输入信号以获得调制的信号,以及由放大电路的第一级放大调制的信号以获得放大的信号。该方法还包括:由逻辑电路设置控制信号;以及由补偿信号发生器基于控制信号生成一个或多个补偿信号以补偿与放大电路相关联的偏移。该方法还包括由补偿信号发生器将一个或多个补偿信号施加到放大电路上以调整放大电路的输出,其中该输出基于解调的信号。

[0008] 本公开的范围由权利要求限定,所述权利要求通过引用并入本部分中。通过考虑

以下一个或多个实施例的详细描述,将向本领域技术人员提供对本公开的更完整理解以及其附加优点的实现。将对首先将被简要描述的随附的附图页做出参考。

附图说明

[0009] 参考以下附图和随后的详细描述,可以更好地理解本公开的各方面及其优点。应当理解,相同的参考标号用于标识一个或多个附图中所图示的相同的元件,其中附图中的示出是为了图示本公开的实施例的目的,而不是为了限制本公开的实施例的目的。附图中的部件不必按比例绘制,而是将重点放在清楚地图示本公开的原理上。

[0010] 图1图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于处理音频信号(包括实现闪烁噪声和偏移减轻)的音频处理系统。

[0011] 图2图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于促进闪烁噪声、偏移和偏移漂移减轻的系统。

[0012] 图3图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于促进噪声、偏移和偏移漂移减轻的系统。

[0013] 图4A-4E图示了在放大电路的各个点处的信号的频域表示的示例。

[0014] 图5图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于促进噪声、偏移和偏移漂移减轻的示例过程的流程图。

[0015] 图6图示了调制/解调电路的示例。

[0016] 图7图示了根据本公开的一个或多个实施例的补偿信号发生器及到放大电路的相关联连接的示例。

[0017] 图8A和8B图示了补偿信号发生器的电流发生器的示例。

[0018] 图9图示了根据本公开的一个或多个实施例的放大电路的差分输出电压之间的随时间的差异的示例性曲线图。

[0019] 图10A-10D图示了在有偏移减轻和没有偏移减轻的情况下,斩波放大电路的差分输出电压随时间的曲线图。

具体实施方式

[0020] 以下阐述的详细描述旨在作为本技术的各种配置的描述,而非旨在仅代表其中可以实践本技术的配置。附图被并入本文中并且构成详细描述的一部分。为了提供对本技术的透彻理解的目的,详细描述包括特定细节。然而,对于本领域技术人员而言将清楚且显而易见的是,本技术不限于本文中阐述的特定细节,并且可以使用一个或多个实施例来实践。在一个或多个实例中,为了避免使本技术的概念不清楚,以框图形式示出了结构和部件。本公开的一个或多个实施例由一个或多个附图来图示和/或结合一个或多个附图来描述,并且在权利要求中阐述。

[0021] 本文中提供了各种技术来促进减轻音频系统和应用中的放大器噪声、偏移和偏移漂移。噪声、偏移和偏移漂移可能会降级音频系统的性能。可以使用本质上客观且可量化的度量(诸如音频信号的信噪比)和/或使用主观的度量(诸如由音频信号的用户(例如消费者)感知的音频质量)来评估这种性能的降级。噪声、偏移和偏移漂移可以由音频系统的放大器导致(例如,呈现、添加)到信号(例如,音频信号)。噪声可以包括在较低频率处更普遍

的闪烁噪声(例如,也称为 $1/f$ 噪声)和通常在整个频率上相对恒定的热噪声。闪烁噪声可以由 $1/f$ 拐点表征,其中噪声由低于 $1/f$ 拐点的频率处的闪烁噪声主导,并且由高于 $1/f$ 拐点的频率处的热噪声主导。例如, $1/f$ 拐点可能在几十千赫兹。

[0022] 在一些情况下,用于实现放大器的晶体管可能导致闪烁噪声、热噪声、偏移和偏移漂移。示例晶体管可以是互补金属氧化物半导体(CMOS)晶体管,尽管其他类型的晶体管可能呈现闪烁噪声、偏移和偏移漂移。闪烁噪声、偏移和偏移漂移通常与设备尺寸(例如,晶体管的宽度和长度)负相关。因此,减少由于闪烁噪声、偏移和偏移漂移引起的削弱的一种常用方法是增加设备(例如,晶体管)的尺寸。然而,为克服这些削弱而增加设备尺寸会消耗芯片基板面,并会增加在制造利用这些放大器的芯片方面的芯片成本。

[0023] 偏移可能是由于放大器的晶体管之间的失配引起的。对于给定的放大器,即使没有信号提供给放大器时,该偏移也可能在放大器的输出处引起非零信号(例如,非零电流、非零电压)。作为示例,对于到放大器的、零伏的差分输入,放大器的差分输出的差异可以为非零。偏移通常是不期望的,因为它可能使音频系统的部件饱和,所述部件诸如模数转换器(ADC),所述模数转换器(ADC)将放大器的输出作为其输入。如果放大器正在驱动扬声器或头戴式耳机,则该偏移可能会被感知为不期望的、听得见的爆音。

[0024] 可以利用诸如斩波之类的调制/解调技术来克服闪烁噪声和偏移削弱,但是由于将调制施加到偏移和闪烁噪声而导致的相关联的上调制的偏移和闪烁噪声在放大器的输出中引起纹波。例如,当调制涉及斩波时,纹波可被称为斩波纹波或斩波伪像。当向用户回放音频信号时,音频信号中的纹波会引起对于用户可以感知的声音降级。当要存储音频信号时,对包含纹波的音频信号进行数字化可能引起音频信号的分辨率的降低以及相关联的音频质量的降低。在回放存储的音频信号期间,可能听得见纹波或其影响。偏移漂移是偏移随时间的改变,并且可能与温度相关。

[0025] 在一些实施例中,音频系统可以包括具有调制-解调电路对的放大电路和在调制-解调电路对之间的放大器。调制电路可以调制音频信号,放大器可以放大调制的音频信号并添加削弱(例如,噪声、偏移),并且解调电路可以解调放大的调制的音频信号但是调制削弱。在各种实施例中,调制和解调电路可以是斩波器电路。

[0026] 为了减轻闪烁噪声,可以利用调制和解调来将音频信号与削弱分开。调制电路可以通过将音频信号上变频到较高的频率范围来调制音频信号。当通过放大器时,放大的调制的音频信号处于较高的频率范围,而闪烁噪声、偏移和偏移漂移则由放大器在较低的频率处添加。解调电路可以通过将放大的调制的音频信号下变频到基带(例如,提供给调制电路的音频信号的频率范围)并上变频削弱来调制来自放大器的输出。

[0027] 利用将闪烁噪声和偏移调制到与基带处的放大的音频信号不同(例如,高于基带处的放大的音频信号)的频率范围,将闪烁噪声和偏移与放大的音频信号分开,并且在一些情况下,可以由放大器的频率响应的滚降将闪烁噪声和偏移减轻到某一程度。然而,由于上调制的闪烁噪声和偏移引起的残余高频影响仍然存在,并且这种残余影响表现为放大器输出中的纹波。尽管调制后的偏移可能引起音频质量的明显降级,但是调制后的闪烁噪声通常不会明显使音频质量降级。在一些情况下,可以提供附加滤波以降低或消除较高频率处的纹波,以进一步减轻其影响。例如,可以由在放大器之后的一个或多个放大级和/或由在放大器之后的有源滤波来提供滤波。

[0028] 为了减轻偏移和偏移的影响,音频系统可以包括校准电路。校准电路可以包括逻辑电路和补偿信号发生器。逻辑电路可以基于放大电路的输出来生成控制信号,并且将控制信号提供给补偿信号发生器。放大电路的输出可以是或可以至少部分地基于解调电路的输出。补偿信号发生器可基于控制信号生成一个或多个补偿信号,并将(一个或多个)补偿信号施加到放大电路上。(一个或多个)补偿信号的施加可以引起对放大电路的输出的调整。补偿信号可以包括由补偿信号发生器在放大器的输出处施加的电信号,诸如电流或电压信号。在一些情况下,偏移可能会降低到数十微伏,或者甚至在每个规格下更低。

[0029] 在一个实施例中,逻辑电路和补偿信号发生器迭代地操作,使得(一个或多个)补偿信号收敛到(一个或多个)信号,所述(一个或多个)信号有效补偿(例如,抵消、消零、消除、减轻)与放大电路相关联的偏移。利用偏移补偿,由于上调制的偏移引起的纹波在输出处不存在或可忽略。例如,可以将一对补偿信号中的一个提供给放大器的每个差分输出,以抵消偏移对放大电路的输出的贡献。当补偿信号是电流信号时,这种补偿信号可以被称为调零电流(nulling current)。可以通过响应于偏移随时间的改变而调整(一个或多个)补偿信号来减轻偏移漂移。在一些情况下,偏移漂移可能引起偏移出现约几微伏/ $^{\circ}\text{C}$ 的漂移。

[0030] 在一个实施例中,可以在校准阶段期间确定要提供给放大电路以减轻偏移的(一个或多个)补偿信号。在校准阶段之后,用于减轻偏移的(一个或多个)补偿信号可以保持固定。可以周期性地和/或当偏移已经充分漂移从而引起在放大电路的输出处呈现明显的(例如,听得见的)削波或失真时执行随后的校准阶段。

[0031] 因此,使用本文中公开的各种实施例,可以减轻音频系统中的放大器噪声、偏移和偏移漂移。在一些方面,可以在提供硅面积节省并满足噪声规格的同时,实现这种削弱的减轻。例如,相对于其中增加设备尺寸以减少闪烁噪声、偏移和偏移漂移的情况,可以在维持设备尺寸的同时实现这种减轻。较小的设备尺寸可能与较低的寄生相关联,从而允许使用较小的跨导以获得相对于具有较高寄生的情况相同的带宽。以这种方式,也可以实现电流节省。在该实施方式中,调制和解调是连续时间技术,并且不涉及采样。由于未利用关于放大器噪声、偏移和偏移漂移减轻的采样,因此避免了热噪声折叠。

[0032] 在一些情况下,可以与其他技术一起实现根据本公开的实施例的调制-解调电路对和校准电路。此类其他技术可包括,例如,通过增加设备尺寸(例如,增加至与设备尺寸调整是用于降低削弱的主要手段时相比较而言较小的程度)、执行滤波和/或改进元件匹配来降低噪声、偏移和偏移漂移。例如,相对于其中使用较高阶滤波器(其通常大且复杂)来去除闪烁噪声、偏移和/或偏移漂移的情况而言,这样的滤波(如果被使用的话)可以利用较低阶滤波器来执行。

[0033] 在各种实施例中,可以为发射路径和/或接收路径中的放大器而实现放大器噪声、偏移和偏移减轻。发射路径(例如,也称为回放路径)可以指一路径,该路径用于将处理的音频信号提供给音频输出设备(例如头戴式耳机或扬声器)以允许回放处理的音频信号。接收路径(例如,也称为记录路径)可以指一路径,该路径用于由诸如麦克风之类的音频输入设备来接收音频信号。在发射路径中,可以执行放大以增加提供给音频输出设备的音频信号的信号功率。在接收路径中,可以执行放大以增加由音频输入设备接收的音频信号的信号功率。作为非限制性示例,可以利用放大器来实现电流导引放大器、耳机放大器、线路输出放大器、麦克风放大器、线路输入放大器和/或其他放大器。

[0034] 现在转到附图,图1图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于处理音频信号(包括实现噪声、偏移和偏移漂移减轻)的音频处理系统100。然而,并非所有所描绘的部件都是必需的,并且一个或多个实施例可以包括附图中未示出的附加部件。可以在不脱离如本文中所阐述的权利要求的范围的情况下对部件的布置和类型做出变化,包括附加的部件、不同的部件和/或更少的部件。

[0035] 音频处理系统100包括音频输入处理电路105、音频输出处理电路130、数字信号处理电路155、存储器160和总线185。音频处理系统100包括音频输入端口170(例如,麦克风输入端口或线路输入端口)和音频输出端口180(例如,耳机输出端口或线路输出端口),所述音频输入端口170用于连接到诸如麦克风的音频输入设备165,所述音频输出端口180用于连接到诸如扬声器或头戴式耳机的音频输出设备175。例如,音频输入端口170和/或音频输出端口180可以是可通过其进行有线连接的插孔或插座。在一些情况下,可替代地和/或除了有线连接之外,音频输入设备165和/或音频输出设备175还可以无线地连接到音频处理系统100。

[0036] 音频输入处理电路105包括各种部件以处理(例如,放大、滤波、执行变换、在数字域和模拟域之间转换)经由输入设备165提供给音频输入处理电路105的音频信号。在图1中,音频输入处理电路105包括可编程增益放大器电路110、抗混叠滤波器115、ADC 120和控制电路125。控制电路125可以提供控制信号以配置可编程增益放大器电路110、抗混叠滤波器115和/或ADC 120。例如,控制电路125可以生成和/或检索(例如,从诸如存储器160之类的存储器)滤波器参数和量化参数并将其分别提供给抗混叠滤波器115和ADC 120。

[0037] 类似地,音频输出处理电路130包括各种部件以处理音频信号并将处理的音频信号提供给音频输出设备175(例如,用于音频输出设备175来将音频信号播放给用户)。在图1中,音频输出处理电路130包括数模转换器(DAC)135、重建滤波器140、可编程增益放大器电路145和控制电路150。控制电路150可以提供控制信号以配置DAC 135、重建滤波器140和可编程增益放大器电路145。

[0038] 数字信号处理电路155可以处理数字信号(例如,滤波数字信号、编辑数字信号、在数字信号上执行均衡化),该数字信号诸如是从音频输入处理电路105的ADC 120接收的数字化音频信号和/或要提供给音频输出处理电路130的DAC 135和/或存储器160的数字化音频信号。存储器160可以存储音频信号和相关联的元数据(例如,时间戳、音频比特率)、与处理音频信号相关联的信息(例如,滤波器系数等)和/或其他信息。在一个实施例中,存储器160可存储指示偏移补偿参数和调制参数的信息以促进闪烁噪声、偏移和偏移漂移的减轻。总线185可以用于促进音频输入处理电路105、音频输出处理电路130、数字信号处理电路155和存储器160之间的数据的通信。

[0039] 在图1中,接收路径可以指从音频输入设备165(例如,用于接收音频信号的麦克风)通过音频输入处理电路105的路径以用于进行处理。发射路径可以指通过音频输出处理电路130到音频输出设备175的路径以允许回放音频信号。

[0040] 在接收路径中,当将音频信号提供给输入设备165(例如,麦克风)时,诸如当用户向着输入设备165中讲话时,可以由可编程增益放大器电路110、抗混叠滤波器115和ADC 120处理(例如,可以由可编程增益放大器电路110、抗混叠滤波器115和ADC 120放大、滤波和/或其他处理)音频信号。ADC 120对从抗混叠滤波器115输出的音频信号进行数字化,使

得可以诸如由数字信号处理电路155数字地处理数字化的音频信号,和/或将数字化的音频信号提供以用于存储(例如,以便在稍后回放)诸如在存储器160中。

[0041] 在发射路径中,可以从存储装置(诸如从存储器160)检索数字域音频信号,并将其提供给DAC 135。在一些情况下,在由DAC 135提供音频信号之前,可以从存储器160中检索音频信号并由数字信号处理电路155进行处理。DAC 135将数字域音频信号转换至模拟域。模拟域音频信号可以由重建滤波器140和可编程增益放大器电路145处理,并且然后由可编程增益放大器电路145提供给音频输出设备175以允许回放。

[0042] 在一些实施例中,可以在发射路径和接收路径的各种部件中利用放大器。就这一点而言,放大器可用作电流导引放大器、耳机放大器、线路输出放大器、麦克风放大器、线路输入放大器等。参考图1,例如,可以在可编程增益放大器电路110和/或145、抗混叠滤波器115、ADC 120、DAC 135和/或重建滤波器140中提供放大器。放大器可以提供对音频信号连同诸如噪声、偏移和偏移漂移之类的削弱的放大。减轻设置在发射路径和接收路径中的放大器中的这种削弱虑及改进的音频质量。例如,通过减轻(例如,抵消)放大器输出中的偏移,还可以减轻由偏移引起的爆音和失真(这可能引起听得见的声音降级)。

[0043] 在一些实施例中,各种部件或其部分(例如105、110、115、120、125、130、135、140、145、150、155)可以被实现为一个或多个微处理器、微控制器、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑设备(PLD)(例如,现场可编程门阵列(FPGA)、复杂可编程逻辑设备(CPLD)、片上现场可编程系统(FPSC)或其他类型的可编程设备)、编解码器和/或其他处理设备。在一些方面,这样的处理设备可以执行存储在存储器160中的机器可读指令(例如,软件、固件或其他指令)。就这一点而言,处理设备可以执行本文中描述的各种操作、过程和技术中的任何一种。在其他方面,可以利用专用硬件部件代替和/或补充这样的处理设备,以便执行本文中描述的各种操作、过程和技术中的任何期望的组合。

[0044] 存储器160可以被实现为存储各种机器可读指令和数据的机器可读介质。例如,在一些实施例中,存储器160可以将操作系统和一个或多个应用存储为机器可读指令,该机器可读指令可以由一个或多个处理设备读取和执行以执行本文中描述的各种操作、过程和技术。存储器160还可存储由操作系统和/或应用使用的数据。在一些实施例中,存储器160可以被实现为非易失性存储器(例如,闪存、硬盘驱动器、固态驱动器或其他非暂时性机器可读介质)、易失性存储器或其组合。

[0045] 在各个实施例中,音频处理系统100可以包括其他部件和配置。例如,音频处理系统100可以包括:多个音频接收路径,其用于处理从对应的多个音频输入设备接收的音频信号;和/或多个音频发射路径,其用于处理多个音频信号,以发射给多个对应的音频输出设备。音频处理系统100还可包括回声消除、噪声消除、语音活动检测、音频源分开和其他音频处理部件。音频处理系统100还可以包括显示器,以将信息呈现给音频处理系统100的用户。显示器可以被实现为液晶显示器(LCD)、有机发光二极管(OLED)显示器和/或任何其他适当的显示器。可以提供用户控件以接收用户输入。用户控件可以被实现为一个或多个物理按钮、键盘、操作杆、操纵杆和/或其他控件。在一些情况下,用户控件可以与显示器集成在一起,诸如在触摸屏技术中。例如,显示器可以提供图形用户界面,以允许用户利用用户控件(其用于促进用户与图形用户界面的交互)来选择用于回放的音频、编辑存储的音频等。

[0046] 图2图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于促进噪声、偏移和偏移漂移减

轻的系统200。然而,并非所有所描绘的部件都是必需的,并且一个或多个实施例可以包括附图中未示出的附加部件。可以在不脱离如本文中所阐述的权利要求的范围的情况下对部件的布置和类型做出变化。可以提供附加的部件、不同的部件和/或更少的部件。

[0047] 系统200包括信号源205、放大电路210、偏移校准电路240和负载235。信号源205提供要由放大电路210和/或偏移校准电路240处理(例如,放大、滤波等)的信号,并且可以将处理的信号提供给负载235。例如,负载235可以是音频输出设备(例如,音频输出设备175)。在这种情况下,放大电路210可以被认为是音频输出设备的驱动器。作为另一示例,系统200可以在图1的可编程增益放大器电路110中实现,以及负载235可以包括可编程增益放大器电路110的下游的部件(例如,抗混叠滤波器115、ADC 120)。

[0048] 放大电路210包括调制电路215和225以及放大器220。调制电路215调制来自信号源205的信号,并将调制的信号提供给放大器220。放大器220施加增益(例如,放大)调制的信号以提供放大的信号。在一个实施例中,放大器220可以添加削弱(例如,噪声、偏移、偏移漂移),使得放大的信号包括调制的信号(连同削弱)的放大版本。调制电路225解调放大的调制的信号。在一个实施例中,由调制电路225执行的解调可以对应于由调制电路215执行的调制,使得调制电路215和225形成调制-解调对。

[0049] 在一些实施例中,调制电路215上调制由调制电路215从信号源205接收的输入信号,使得由调制电路215输出的信号在比来自信号源205的输入信号更高的频率范围内。调制电路225下调制由调制电路225接收的输入信号,使得由调制电路225输出的信号在比由调制电路225接收的输入信号更低的频率范围内。在这样的实施例中,上调制和下调制分别可以被称为上变频和下变频。在一个实施例中,调制电路215和225可以包括斩波器电路、混频器电路和/或其他电路,以对放大的信号执行适当的频率转换。

[0050] 考虑到由放大器220添加的低频处的噪声和/或偏移(诸如闪烁噪声和偏移),调制电路215将输入信号调制到较高的频率范围以提供调制的信号。放大器220将增益施加到处于较高频率处的调制的信号,并添加处于低频处的闪烁噪声和/或偏移。调制电路225调制接收的输入,使得放大的调制的信号被下调制到较低的频率范围(例如,来自信号源205的输入信号的频率范围),并且噪声和/或偏移被上调制到较高的频率范围。以这种方式,与放大电路210相关联的闪烁噪声和偏移在频域中与来自信号源205的输入信号分开。

[0051] 尽管通常认为由放大器220和其他放大器施加的增益涉及放大(例如,增益大于1),但是注意的是,施加的增益可以包括单位一增益(例如,没有施加增益)、零增益(例如,为零的信号)、负增益(例如,反相信号)、衰减(例如,具有幅度在0和1之间的增益)或放大(例如,大于1的增益)。

[0052] 另外,放大电路210可以包括一个或多个其他部件230。通过非限制性示例,(一个或多个)其他部件230可包括(一个或多个)放大器(其用来提供(一个或多个)附加的放大级)、用来提供滤波的(一个或多个)滤波器和/或其他处理电路。尽管(一个或多个)其他部件230在图2中被图示为串行连接到调制电路225,但是,(一个或多个)其他部件230可以分布在放大电路210中的各个点处。在一个示例中,(一个或多个)其他部件230可以包括在调制电路215之前的处理电路(例如,滤波器),以处理(例如,滤波)来自信号源205的信号并将滤波的信号提供给调制电路215。作为另一示例,(一个或多个)其他部件230可包括在调制电路215与放大器220之间和/或在放大器220与调制电路225之间的一个或多个处理电路。

[0053] 放大电路210的输出信号可以被提供给负载235和/或偏移校准电路240。例如,放大电路210的最后放大级可以将输出信号提供给负载235。在该示例中,在放大电路210是单级放大器的情况下,可以由放大器220提供最后的放大级。在另一种情况下,最后的放大级可以由放大器220下游的放大器(例如,(一个或多个)其他部件230的一部分)提供。

[0054] 偏移校准电路240包括逻辑电路245和补偿信号发生器250。偏移校准电路240可以利用放大电路210的输出来确定与放大电路210相关联的偏移,并且补偿存在于放大电路210的输出中的偏移(例如,降低存在于放大电路210的输出中的偏移或消除存在于放大电路210的输出中的偏移的影响)。逻辑电路245可以基于来自放大电路210的输出信号来设置控制,并且将控制信号提供给补偿信号发生器250。在一些情况下,可以将控制信号作为位序列提供给补偿信号发生器250。补偿信号发生器250基于来自逻辑电路245的控制信号来生成一个或多个补偿信号,并将(一个或多个)补偿信号施加到放大电路210上以调整放大电路210的输出。在一些情况下,每个补偿信号可以是施加在放大电路210上的电信号(例如,电压信号、电流信号)。作为示例,补偿信号可以包括施加在放大器220的输出处的一个或多个电流。不同的控制信号可以与不同的补偿信号(例如,补偿信号的不同值)相关联。

[0055] 在一些方面,偏移校准电路240可以迭代地操作以确定和补偿与放大电路210相关联的偏移。逻辑电路245可以将控制信号设置为特定值,并且补偿信号发生器250可以基于设置的控制信号来生成补偿信号。逻辑电路245然后可以基于放大电路210的当前输出将控制信号设置为不同的值,并且补偿信号发生器250可以基于新的控制信号生成对应的补偿信号。在各种实施例中,随着每次迭代,生成的补偿信号朝着减轻偏移(例如,降低偏移或消除偏移的影响)的补偿信号收敛。在一个实施例中,偏移校准电路240可以被称为校准回路、偏移降低回路、纹波降低回路或其变体(例如,偏移校准回路)。

[0056] 在一些实施例中,系统200可以实现校准阶段和操作阶段。在校准阶段期间,信号源205可以被关闭或用于提供信号(例如,预定信号),以促进偏移的确定和补偿。当关闭时,信号源205可以被认为提供了零输入(例如,也被称为零值信号)。例如,在信号源205被关闭的情况下,放大电路210的非零输出可以指示与放大电路210相关联的偏移。逻辑电路245和补偿信号发生器250可以分别生成控制信号和补偿信号以补偿偏移。

[0057] 在校准阶段完成之后(例如,将偏移补偿到可接受的水平),系统200可以过渡到操作阶段以处理由信号源205提供的信号(例如,音频信号)。在校准阶段期间为了补偿偏移所确定的(一个或多个)补偿信号可以是固定的,并且在操作阶段期间可以被使用。与偏移相关联的信息可以被存储(例如,在存储器160中),并且可以被检索/利用以生成用于补偿偏移的(一个或多个)补偿信号。这样的信息可以指示(一个或多个)补偿信号的(一个或多个)值、偏移的(一个或多个)值和/或可以用于生成(一个或多个)补偿信号的其他信息。(一个或多个)补偿信号可以由偏移补偿电路生成和施加。偏移补偿电路可以是补偿信号发生器250,和/或可以是其他电路。例如,图1的控制电路125和150可以各自包括偏移补偿电路,该偏移补偿电路可以利用与偏移相关联的(例如,存储在存储器160中的)信息来生成放大电路210的偏移补偿信号。

[0058] 在一些情况下,校准阶段可以在系统200的启动期间、周期性地(例如,在自从执行了先前的校准阶段开始经过阈值的时间量之后)和/或响应于偏移的漂移而执行。例如,可以将偏移中的漂移检测为音频输出设备的输出信号中的纹波,该纹波可以被用户听得见。

就这一点而言,为了促进减轻与偏移相关联的漂移,可以执行校准以确定(一个或多个)补偿信号(例如,朝着(一个或多个)补偿信号收敛),所述(一个或多个)补偿信号减轻漂移的偏移。

[0059] 在一些实施例中,负载235和/或偏移校准电路240可以可切换地耦合到放大电路210。例如,在校准阶段期间,偏移校准电路240可以连接到放大电路210,并且负载235可以与放大电路210断开。在一些情况下,可以将偏移校准电路240与放大电路210分离,使得可以将偏移校准电路240用于在另一电路(例如,另一放大电路)上执行校准阶段。在其他情况下,偏移校准电路240可以保持附接到放大电路210,并且补偿信号发生器250可以用于生成用于放大电路210的(一个或多个)补偿信号。在一些实施例中,校准阶段和操作阶段可以并行发生,使得系统200可以被操作以处理来自信号源205的信号,同时自适应地调整(一个或多个)补偿信号(例如,由于偏移随时间的漂移)。

[0060] 图3图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于促进噪声、偏移和偏移漂移减轻的系统300。然而,并非所有所描绘的部件都是必需的,并且一个或多个实施例可以包括附图中未示出的附加部件。可以在不脱离如本文中所阐述的权利要求的范围的情况下对部件的布置和类型做出变化。可以提供附加的部件、不同的部件和/或更少的部件。

[0061] 系统包括信号源305、放大电路315、负载355和偏移校准电路360。在一个实施例中,信号源305、放大电路315、负载355和偏移校准电路360可以分别是、可以分别包括图2的信号源205、放大电路210、负载235和偏移校准电路240或者可以分别是图2的信号源205、放大电路210、负载235和偏移校准电路240的一部分。

[0062] 信号源305提供要被处理(例如,放大、滤波等)的信号。放大电路315包括斩波器电路325和340以及放大器330、345和350。放大器330、345和350可以分别称为第一、第二和第三级放大器或放大级,或者分别简称为放大电路315的第一、第二和第三级。在一方面,由于放大电路315包括斩波器电路,所以放大电路315可以被称为斩波放大电路或简称为斩波放大器。偏移校准电路360包括比较器电路365、逐次近似寄存器(SAR)逻辑电路370和校准DAC阵列375。在一方面,斩波器电路325和340可以分别是、可以分别包括图2的调制电路215和225或可以分别是图2的调制电路215和225的一部分。虽然图3示出了三级放大电路(例如,具有放大器330、345和350),但是可以使用更少的放大级(例如,一级或两级)或更多的放大级(例如,四级或更多级)。

[0063] 放大电路315还包括由 Z_{fb} 表示的反馈阻抗电路(例如,反馈电阻电路)、放大器345的补偿电容器 C_{21} 和 C_{22} 以及放大器350的补偿电容器 C_{31} 和 C_{32} 。反馈阻抗电路和补偿电容器实现负反馈,以向放大电路315提供稳定性。 Z_{in} 是放大电路315的输入阻抗(例如,输入电阻器),并且与反馈阻抗电路 Z_{fb} 一起用于设置放大电路315的增益。

[0064] 在一些情况下,诸如图3中所示,偏移校准电路360可以经由开关390和395可切换地耦合到放大电路315。例如,开关390和395可以在系统300的校准阶段期间将偏移校准电路360耦合到放大电路315,以确定用来补偿偏移的(一个或多个)的补偿信号。在图3中,放大器330的偏移由电压偏移335表示。

[0065] 在一些方面,可以在放大电路315的启动期间、周期性地(例如,在自从先前的校准开始已经经过了一段时间之后)和/或视情况而定基于放大电路315的输出信号(例如,在放大电路315的输出信号中存在的纹波)来执行校准阶段。在校准了偏移校准电路360之后,偏

移校准电路360可以但不必与放大电路315解耦合并且随后耦合至另一个放大电路(图2中未示出)以允许另一个信号放大器电路的校准。在操作阶段期间以及还在校准阶段期间,放大电路315耦合(例如,连接)到负载355。就这一点而言,通过在校准阶段期间使负载355耦合,可以将负载355的负载效应考虑在内,以用于放大电路315的校准。可以在操作阶段期间利用在校准阶段期间确定的(一个或多个)补偿信号来补偿偏移。在一些实施例中,校准阶段和操作阶段可以并行发生,使得系统300可以被操作以处理来自信号源305的信号,同时自适应地调整(一个或多个)补偿信号(例如,以便减轻偏移随时间的漂移)。

[0066] 参考图4A-4E描述放大电路315的操作,图4A-4E图示了在没有偏移补偿(例如,偏移校准电路360被关闭)的情况下在放大电路315的各个点处的信号的频域表示的示例。在这些点中的一些处,可能存在削弱。图4A图示了由信号源305提供的信号的示例。放大电路315从信号源305接收信号。图4B图示了斩波器电路325的输出,在图3中表示为信号(例如,差分信号)v_{gp}和v_{gn}。如所示,斩波器电路325将信号上调制至频率 f_{chop} 和 f_{chop} 的奇数倍。放大器330从斩波器电路325接收上调制的信号。下面参照图6描述斩波器电路325的示例。图4C图示了放大器330的输出。就这一点而言,放大器330放大上调制的信号,并添加噪声(例如,闪烁噪声、热噪声)和偏移(例如,包括偏移漂移)。通常,频率 f_{chop} 可以设置在闪烁噪声的1/f拐点以上。例如,频率 f_{chop} 可以在几十千赫兹。然而,1/f拐点取决于电路的热噪声的水平。如果热噪声功率谱密度较低,则1/f拐点可能处于较高的频率处,这意味着斩波频率应高于那个1/f拐点频率。

[0067] 斩波器电路340接收放大的上调制的信号、噪声、偏移和偏移漂移。图4D图示了斩波器电路340的输出。如所示,斩波器电路340将放大的上调制的信号向下解调到基带(例如,来自信号源305的信号的频率),并且上调制闪烁噪声、偏移和偏移漂移。就这一点而言,斩波器电路340执行解调,该解调对由斩波器电路325执行的调制进行补充。斩波器电路340将闪烁噪声、偏移和偏移漂移调制至为 f_{chop} 和针对整数m的 $(2m+1)f_{\text{chop}}$ (例如, f_{chop} 的奇次谐波)。放大器345接收斩波器电路340的输出。图4E图示了放大器345的输出。就这一点而言,由放大电路315的第二级放大器345和第三级放大器350周围的米勒电容 C_{21} 和 C_{22} 实现的频率补偿引起所产生的频率响应滚降,该滚降对斩波器电路340的输出提供滤波效果。放大器350接收放大器345的输出,并处理该输出以提供放大电路315的输出,在图3中表示为输出(例如,差分输出)out_p和out_n。

[0068] 通过将闪烁噪声调制到与基带处的放大信号的频率不同的频率(例如,高于基带处的放大信号的频率),闪烁噪声与放大的音频信号分开并且被放大电路315的频率响应滚降有效减轻,倘若调制或斩波频率高于放大器响应的-3dB带宽(这在音频放大器的情况中通常是这样)的话。因此,通过放大器的响应在某种程度上减轻了上调制的闪烁噪声和偏移。通常,上调制的偏移电压的幅度大于上调制的闪烁噪声的幅度。在一些情况下,可以利用附加滤波来降低或消除较高频率处的偏移和闪烁噪声,以进一步减轻其影响。例如,可以在放大器之后通过一个或多个放大级来提供滤波,如图4E中所述。尽管参考斩波电路和斩波频率描述了调制和对应的解调,但是可以利用其他调制技术。

[0069] 如图4C-4E中所示,由放大器330呈现的削弱通过放大电路315传播,并且存在于放大电路315的输出out_p和out_n处。就这一点而言,输出out_p和out_n是电压偏移335的函数。偏移校准电路360用于抵消与放大电路315相关联的偏移(例如,表示为电压偏移335的放大器

330的偏移)。起初,SAR逻辑电路370可以设置n位序列(例如,预定的n位序列)作为控制信号,以使用设置的n位序列来控制校准DAC阵列375的操作。校准DAC阵列375可以基于n位序列生成一个或多个补偿信号,并将补偿信号提供给放大电路315。在一些情况下,不同的n位序列与不同的补偿信号相关联。下面参照图7、8A和8B描述校准DAC阵列375的示例。

[0070] 比较器电路365从放大器350接收输出outp和outn,并基于输出outp和outn之间的差异生成比较器输出。在一个实施例中,比较器输出可以指示outp或outn是否较大。输出outp和outn是电压偏移335和补偿信号的函数。SAR逻辑电路370接收比较器输出,并相应地设置控制信号以配置校准DAC阵列375,使得可以调整补偿信号以促进电压偏移335的降低或移除。可以迭代地重复基于放大电路315的输出的电流集合来生成比较器输出、基于比较器输出来设置控制信号以及基于控制信号来生成补偿信号的过程,以允许偏移校准电路360朝着降低或消除电压偏移335的补偿信号而收敛。就这一点而言,补偿信号补偿电压偏移335,使得电压偏移335对输出outp和outn的影响被补偿信号抵消。

[0071] 在一实施例中,可以将补偿信号提供给放大器330的输出,使得斩波器电路340从放大器330接收输出信号以及从校准DAC阵列375接收补偿信号。对于非零补偿信号,补偿信号通常对放大电路315的输出outp和outn具有影响。

[0072] 作为操作偏移校准电路360的一个示例,SAR逻辑电路370可以生成表示为 $M_{6:0}$ 的7位序列(例如,也称为7位码)。位序列 $M_{6:0}$ 可以表示为七位 $b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$,其中 b_6 是最高有效位(MSB),并且 b_0 是最低有效位(LSB)。起初,SAR逻辑电路370可以将控制信号设置为码1000000,并将该码提供给校准DAC阵列375。校准DAC阵列375可以根据码1000000生成补偿信号,并将补偿信号施加到放大电路315上。在放大电路315的输出处,比较器电路365在补偿信号已经施加到放大电路315之后比较outp和outn。

[0073] 在一些情况下,比较器电路365可以确定outp和outn中的哪一个较大。当outp较大时,SAR逻辑电路370可以将MSB保持在1并且将下一位 b_5 设置为1,使得提供给校准DAC阵列375的下一码是1100000。校准DAC阵列375可以根据码1100000生成补偿信号,并将补偿信号施加到放大电路315上。当outn较大时,SAR逻辑电路370可以将MSB设置为0并且将下一位 b_5 设置为1,使得提供给校准DAC阵列375的下一个码是0100000。校准DAC阵列375可以根据码0100000生成补偿信号,并且将补偿信号施加到放大电路315。对于位序列的七位中的每一位,可以迭代地执行将当前位 b_k 保持在1或将该位翻转为0并将下一个位 b_{k-1} 设置为1的该过程。每个n位序列可以与将由校准DAC阵列375生成的对应补偿信号的集合相关联。

[0074] 随着比较器电路365比较outp和outn,SAR逻辑电路370基于比较器电路365的输出来生成码,以及校准DAC阵列375在放大器330的输出处根据来自SAR逻辑电路370的码来提供电流信号的每次迭代,来自校准DAC阵列375的补偿信号收敛到减轻(例如,抵消、补偿)电压偏移335的信号。在电压偏移335被补偿的情况下,在放大电路315的输出outp和outn处将上调制的偏移(否则会显示为纹波)去除或基本上降低(例如,存在小纹波)。

[0075] 例如,在校准结束时,控制信号的最终位序列可以是0100100,使得校准DAC阵列375根据码0100100生成补偿信号,并将补偿信号施加到放大电路315上以补偿电压偏移335。在一些情况下,指示最终位序列的信息可以被存储(例如,在存储器160中)和/或用于配置偏移校准电路,以便基于该信息来生成补偿信号以补偿电压偏移335。尽管利用了7位的校准码,但是基于应用可以视情况而定利用更少或更多的位。例如,为了更准确的纹波降

低,可以利用更高的位校准码。

[0076] SAR逻辑电路370可用于确定在多次迭代(例如,时钟周期)之后补偿偏移(例如,抵消偏移)的补偿信号。例如,对于7位控制信号,SAR逻辑电路370可以利用七个时钟周期(例如,或七个时钟周期的倍数)进行收敛。在此示例中,每个时钟周期可用于确定将控制信号的位设置为0还是1。一旦确定了偏移,诸如在预定次数的迭代之后和/或一旦偏移被充分抑制(例如,音频输出信号中不再存在纹波),则要利用的补偿信号可以是固定的和/或可以存储指示补偿信号的信息。

[0077] 在补偿信号不收敛的情况下,可以将偏移校准电路360重新配置成调整可以由校准DAC阵列375生成的补偿信号的值的范围。在这种情况下,可以将由SAR逻辑电路370生成的现有控制信号重新映射到补偿信号的不同集合,和/或可以由SAR逻辑电路370利用与补偿信号的不同集合相关联的控制信号的不同集合。

[0078] 尽管偏移校准电路360包括比较器电路365、SAR逻辑电路370和校准DAC阵列375,但是可以替代地和/或附加地利用其他部件。作为示例,可以替代地和/或除了SAR逻辑电路370之外还使用高速ADC和/或其他ADC。作为另一示例,偏移校准电路360可以包括以下项的任何组合:迭代地生成补偿信号、基于放大电路315的输出中的改变来调整补偿信号并且朝着补偿偏移的补偿信号收敛的部件。此外,在一些实施例中,如图3中所示,在由偏移校准电路360减轻偏移之前,由斩波器电路325执行斩波。在其他实施例中,可以在已经由偏移校准电路360补偿了偏移之后执行斩波。在其他实施例中,斩波和补偿偏移可以同时发生。

[0079] 尽管图3示出了差分输出和相关联的差分电路,但是可以通过对电路的适当的调整来利用单端输出(例如,用于单端耳机)。例如,比较器电路365可以将单端输出信号与地进行比较,SAR逻辑电路370可以基于比较器输出来生成控制信号,并且校准DAC阵列375可以基于控制信号来生成补偿信号。

[0080] 图5图示了根据本公开的一个或多个实施例的用于促进减轻闪烁噪声、偏移和偏移漂移的示例过程500的流程图。为了说明的目的,本文中参考系统300描述了示例过程500,尽管示例过程500可以与其他系统一起利用。注意的是,可以根据期望以不同的顺序组合、省略和/或执行一个或多个操作。

[0081] 在框505处,斩波器电路325调制信号。斩波器电路325可以将信号上变频至斩波频率 f_{chop} 和 f_{chop} 的奇数倍。在框510处,放大器330放大调制的信号,该调制的信号来自斩波器电路325。这样的放大可以增加调制的信号的信号功率,但是添加了诸如噪声(例如,闪烁噪声、热噪声)、偏移和偏移漂移之类的削弱。在框515处,斩波器电路340解调放大的调制的信号。在一些情况下,斩波器电路340将放大的调制的信号下变频(例如,至来自信号源305的信号的频率),并且将削弱上变频(例如,至 f_{chop} 和 f_{chop} 的奇次谐波)。

[0082] 在框520处,SAR逻辑电路370将控制信号设置为预定值。在一方面,SAR逻辑电路370可以将控制信号在MSB处设置为1,并且将其余位设置为0(例如1000000)。在框525处,校准DAC阵列375基于控制信号生成补偿信号。在框530处,校准DAC阵列375将补偿信号施加到放大电路315上。例如,校准DAC阵列375可以在放大器330的输出处(例如,输出线上)施加补偿信号(例如,电流信号)。

[0083] 在方框535处,做出关于校准是否完成的确定。在一个实施例中,当使用SAR逻辑电路370时,当在每个迭代期间响应于放大电路的输出已经设置了控制信号的每一位(例如,

从将位序列设置为1000000开始)时,校准可以完成。在另一方面,可以在已经依次设置控制信号的每一位(例如,并且测试相关联的补偿信号)之前(诸如在确定偏移被充分补偿时)完成校准。例如,对于使用n位序列的SAR逻辑电路370,可以在所有n位已经被分别设置之前确定偏移被充分补偿。

[0084] 如果做出校准未完成的确定,则过程500进行到框540以进行下一次校准迭代。在框540处,SAR逻辑电路370基于放大电路315的输出来调整控制信号。放大电路315的输出至少部分地基于施加的补偿信号,所述施加的补偿信号在框530处设置。在一些情况下,SAR逻辑电路370可以响应于放大电路315的输出(例如,差分输出),基于由比较器电路365生成的比较器输出来调整控制信号。然后,校准DAC阵列375基于调整的控制信号生成补偿信号(在框525处),并将补偿信号施加到放大电路315上(在框530处)。

[0085] 如果做出校准完成的确定,则过程500进行到框545。在框545处,偏移校准电路360(例如,SAR逻辑电路370)提供信息,该信息指示在校准阶段的最后迭代时由校准DAC阵列375生成的补偿信号。该信息可以包括补偿信号的值、与补偿信号相关联的控制信号的值、和/或通常可以用于确定(例如,推导)补偿信号(其将被施加以减轻偏移)的任何信息。在框550处,偏移校准电路将与存储的信息相关联的补偿信号施加到放大电路315上以减轻偏移。偏移校准电路可以在控制电路125和/或150和/或可以提供补偿信号以减轻偏移的其他电路中实现。倘若偏移校准电路360在校准之后保持与放大电路315连接,那么可以利用校准DAC阵列375来施加补偿信号。

[0086] 图6图示了根据一个实施例的斩波器电路325的示例。斩波器电路325包括晶体管605、610、615和620。在实施例中,可以使用方波来控制晶体管605、610、615和620,该方波以 f_{chop} 的频率从高信号状态切换到低信号状态,并且反之亦然。就这一点而言,晶体管605和610基于第一方波而导通或截止,该第一方波以 f_{chop} 的频率从高切换到低,并且反之亦然,并且晶体管615和620基于第二方波而导通或截止,该第二方波以 f_{chop} 的频率从高切换到低,并且反之亦然。第一方波和第二方波是互补方波,其中当第二方波处于低信号状态(例如,逻辑0)时第一方波处于高信号状态(例如,逻辑1),并且当第二方波处于高信号状态时第一方波处于低信号状态。当晶体管605和610导通且晶体管615和620截止时,输入 i_{nn} 和 i_{np} 分别耦合到斩波器电路325的输出 v_{gn} 和 v_{gp} 。当晶体管605和610截止且晶体管615和620导通时,输入 i_{nn} 和 i_{np} 分别耦合到输出 v_{gp} 和 v_{gn} 。虽然关于斩波器电路325描述了图6,但是对于斩波器电路340可以使用相同或类似的架构。

[0087] 图7图示了根据本公开的一个或多个实施例的校准DAC阵列375和到放大电路315的相关联连接的示例。校准DAC阵列375包括可调谐电流源705和710,其也可以被称为电流发生器。可调谐电流源705和710可以分别生成电流 I_{n} 和 I_{p} 。在一些情况下, I_{n} 和 I_{p} 可能具有相同的幅度但相反的极性。参考图3,可调谐电流源705可以将电流 I_{n} 提供到放大器330的一个输出,并且可调谐电流源710可以将电流 I_{p} 提供到放大器330的另一输出。就这一点而言,由校准DAC阵列375生成的补偿信号包括电流信号 I_{n} 和 I_{p} 。在图7中,或者通过将电流添加到放大器330的一侧而不是另一侧,或者通过将电流添加到一侧并且从另一侧减去相等的电流,可以利用电流 I_{n} 和 I_{p} 来补偿(例如,抵消)与放大电路315相关联的偏移(例如,电压偏移335)。电流 I_{n} 和 I_{p} 可以被称为调零电流。

[0088] 图8A图示了根据本公开的一个或多个实施例的可调谐电流源705的示例。可调谐

电流源705可以包括电流源阵列。可以利用一个或多个晶体管(例如,n型MOS晶体管、p型MOS晶体管和/或其他晶体管)来实现每个电流源。在图8A中,可调谐电流源705包括晶体管805、810和815,它们是连接到地的n型MOS晶体管。晶体管805、810和815分别帮助吸收电流 I_{n6} 、 I_{n5} 和 I_{n0} 。晶体管810和815之间的椭圆可以表示一个或多个附加晶体管。校准DAC阵列375可以从SAR逻辑电路370接收控制信号。基于控制信号,校准DAC阵列375可以激活(例如,开、打开)或去激活(例如,关、关闭)每个电流源,并且在这样做时,将调零电流添加到放大器330的一侧,并在其输出处使偏移为零,以及由此补偿outp和outn之间的偏移(例如,使outp和outn之间的偏移为零)。

[0089] 在图8A中,可调谐电流源705可以表示为 $n=7$ 的电流源,该电流源提供电流 I_{n0} 、 I_{n1} 、 \dots ,和 I_{n6} ,其中每个电流源经由对应的开关激活或去激活。虽然图8A示出了每列一个电流源,但是可以使用一个或多个电流源来实现图8A中示出的每个电流源。例如,电流源 I_{n5} 可以是提供电流 I_{n5} 的单个电流源,或者可以是等效地提供电流 I_{n5} 的多个电流源。类似地,图8A中示出的每个开关可以表示单个开关或开关的堆叠。在一些情况下,可以利用二进制分布来实现电流,使得 $I_{n0}=I$ 、 $I_{n1}=2I$ 、 \dots ,并且 $I_{n6}=2^5I$ 。

[0090] 图8B图示了根据本公开的一个或多个实施例的可调谐电流源710的示例。图8A的描述通常适用于图8B。在图8B中,可调谐电流源710包括晶体管820、825和830,它们是连接到地的n型MOS晶体管,并分别帮助吸收电流 I_{n6} 、 I_{n5} 和 I_{n0} 。晶体管825和830之间的椭圆可以表示一个或多个附加晶体管。可调谐电流源710可以表示为 $n=7$ 的电流源,该电流源提供电流 I_{p0} 、 I_{p1} 、 \dots ,和 I_{p6} ,其中每个电流源经由对应的开关激活或去激活。在一些情况下,可以利用二进制分布来实现电流,使得 $I_{p0}=-I$ 、 $I_{p1}=-2I$ 、 \dots ,并且 $I_{p6}=-2^5I$ 。

[0091] 在一实施例中,可调谐电流源710的电流源可提供与可调谐电流源705的对应电流源相等幅度且相反极性的电流。例如, I_{p6} 可以具有与 I_{n6} 相等的幅度和相反的极性, I_{p5} 可以具有与 I_{n5} 相等的幅度和相反的极性,以及依此类推。

[0092] 在一些情况下,图7中示出的 I_n 可以由 $I_n = I_{n0} + I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} + I_{n4} + I_{n5} + I_{n6}$ 提供,图7中示出的 I_p 可以由 $I_p = I_{p0} + I_{p1} + I_{p2} + I_{p3} + I_{p4} + I_{p5} + I_{p6}$ 提供。在一方面,可以利用来自SAR逻辑电路370的控制信号 $M_{6:0} = b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$ 来生成单独的控制信号 m_{n6} 、 m_{n5} 、 \dots ,和 m_{n0} 以及 m_{p6} 、 m_{p5} 、 \dots ,和 m_{p0} 以控制开关。在一种情况下,来自SAR逻辑电路370的位序列的每一位可以激活或去激活对应电流源。虽然图8A和8B图示了等于来自SAR逻辑电路370的控制信号中的位数量的列数量(例如,电流源和对应开关的数量),但是列数量不必等于控制信号中的位数量。

[0093] 图9图示了根据本公开的一个或多个实施例的作为时间的函数的放大电路315的输出电压outp和outn之间的差异的示例性曲线图900。该曲线图900是包括暂态域中的热噪声和闪烁噪声的影响的混合信号模拟的结果。为了说明的目的,参考系统300来描述了图9,尽管在其他实施例中可以利用用于促进噪声、偏移和偏移漂移减轻的其他系统。

[0094] 在曲线图900中识别校准阶段和操作阶段。在所图示实施例中的校准阶段期间,没有信号输入被提供给放大电路315(例如,信号源305被关闭或以其他方式被认为提供了零信号),使得在放大电路315的输出处测量的信号可以更容易地与偏移相关。如曲线图900所示,由校准DAC阵列375提供给放大电路315的补偿信号引起输出电压outp和outn之间的差异朝着0V收敛,以消除与放大电路315相关联的偏移(例如,电压偏移335)。在一些情况下,

偏移可能会降低到小于规格目标,这在音频应用中可能是几百微伏。校准阶段花费 $(n+1)$ 个时钟周期,其中 n 是示例基于SAR的校准电路的位分辨率。对于音频应用,校准时钟可以在高于音频频带的频率处运行。示出的示例在25kHz处运行,而对于7位SAR分辨率而言花费大约280微秒。

[0095] 在校准阶段结束时,可以存储信息(其指示要施加到放大器330的补偿信号),并且在操作阶段期间使用该信息来生成补偿信号以减轻偏移。在操作阶段期间,调制/解调电路325和340以 f_{chop} 来计时,信号源305可以被打开以提供要由放大电路315放大并提供给负载355的信号(例如,音频信号)。

[0096] 在一个实施例中,可以在校准阶段之后将偏移校准电路360与放大电路315断开(例如,以便允许将偏移校准电路360与另一放大电路一起使用)。偏移校准电路360可以重新连接到放大电路315以用于随后的校准阶段。在另一方面,偏移校准电路360可以在操作阶段期间保持连接到放大电路315,并且在操作阶段期间继续监视和/或补偿偏移以及相关联的漂移。

[0097] 图10A图示了没有偏移减轻的放大电路315的输出电压 outp 和 outn 的曲线图1005。图10B图示了具有偏移减轻的放大电路315的输出电压 outp 和 outn 的曲线图1010。图10C和10D分别示出了曲线图1005和1010的部分1015和1020的放大视图。如图10C中所示,由于斩波的偏移335而引起的纹波表现为叠加在正弦音频波上的方波。在图10D中,纹波被减轻。虽然图10C将纹波示出为叠加在音频波上的方波,在其他情况下,纹波可能显示为叠加在音频波上的三角波。

[0098] 在可适用的情况下,可以使用硬件、软件或硬件和软件的组合来实现由本公开提供的各种实施例。而且,在可适用的情况下,在不脱离本公开的范围的情况下,本文中阐述的各种硬件部件和/或软件部件可以被组合成包括软件、硬件和/或两者的复合部件。在可适用的情况下,在不脱离本公开的范围的情况下,本文中阐述的各种硬件部件和/或软件部件可以被分成包括软件、硬件或两者的子部件。另外,在可适用的情况下,预期的是,软件部件可以被实现为硬件部件,以及反之亦然。

[0099] 根据本公开的软件(诸如程序代码和/或数据)可以被存储在一个或多个计算机可读介质上。还预期的是,可以使用联网的和/或以其他方式的一个或多个通用或专用计算机和/或计算机系统来实现本文中标识的软件。在可适用的情况下,本文中描述的各个步骤的顺序可以被改变、被组合成复合步骤和/或被分成子步骤以提供本文中描述的特征。

[0100] 前述公开并非旨在将本公开限制为所公开的精确形式或特定使用领域。同样,预期的是,根据本公开,无论是在本文中明确描述还是暗示,对本公开的各种替代实施例和/或修改都是可能的。在已经如此描述了本公开的实施例的情况下,本领域普通技术人员将认识到,可以在形式和细节上做出改变而不脱离本公开的范围。因此,本公开仅由权利要求限制。

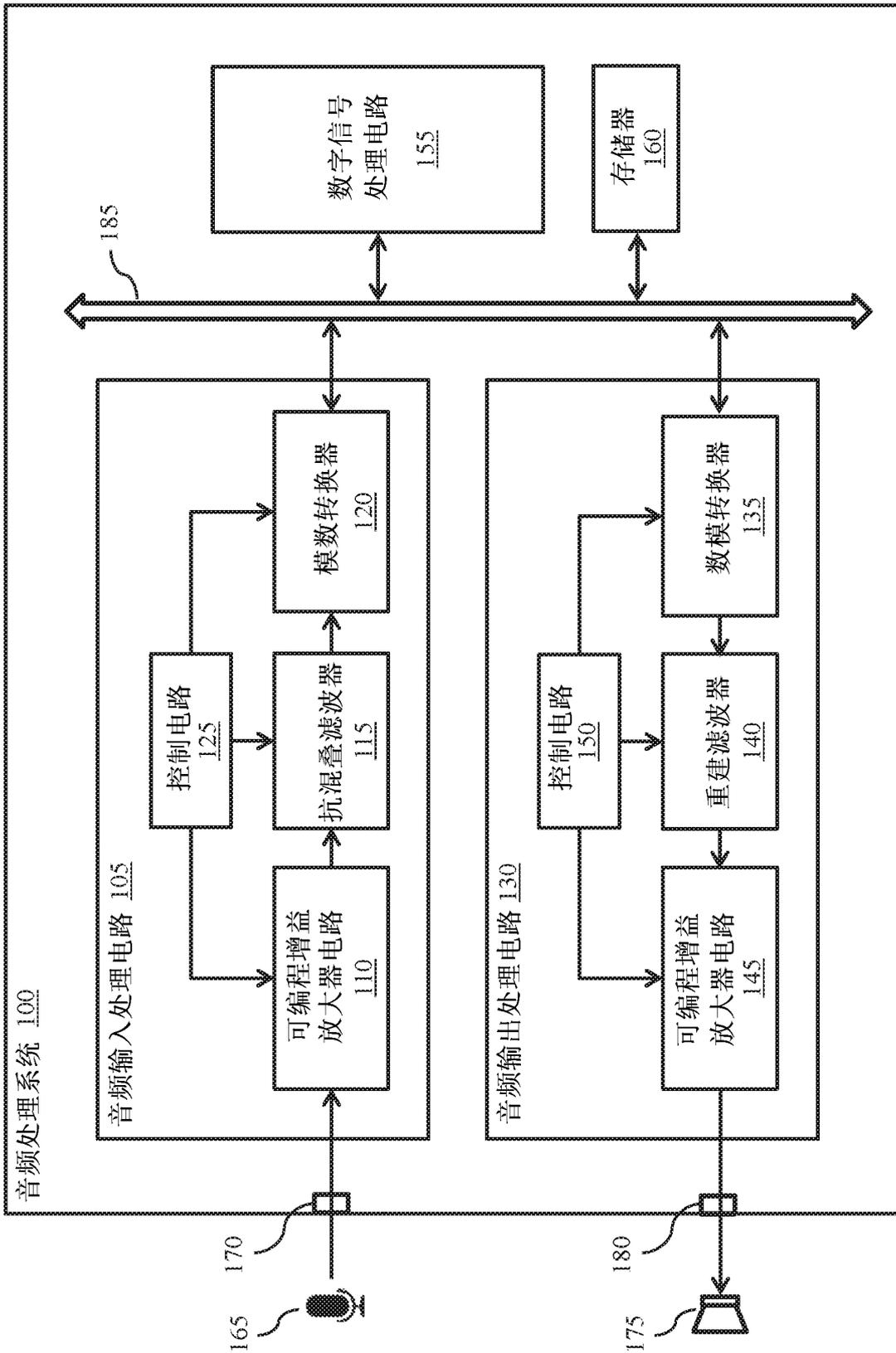


图 1

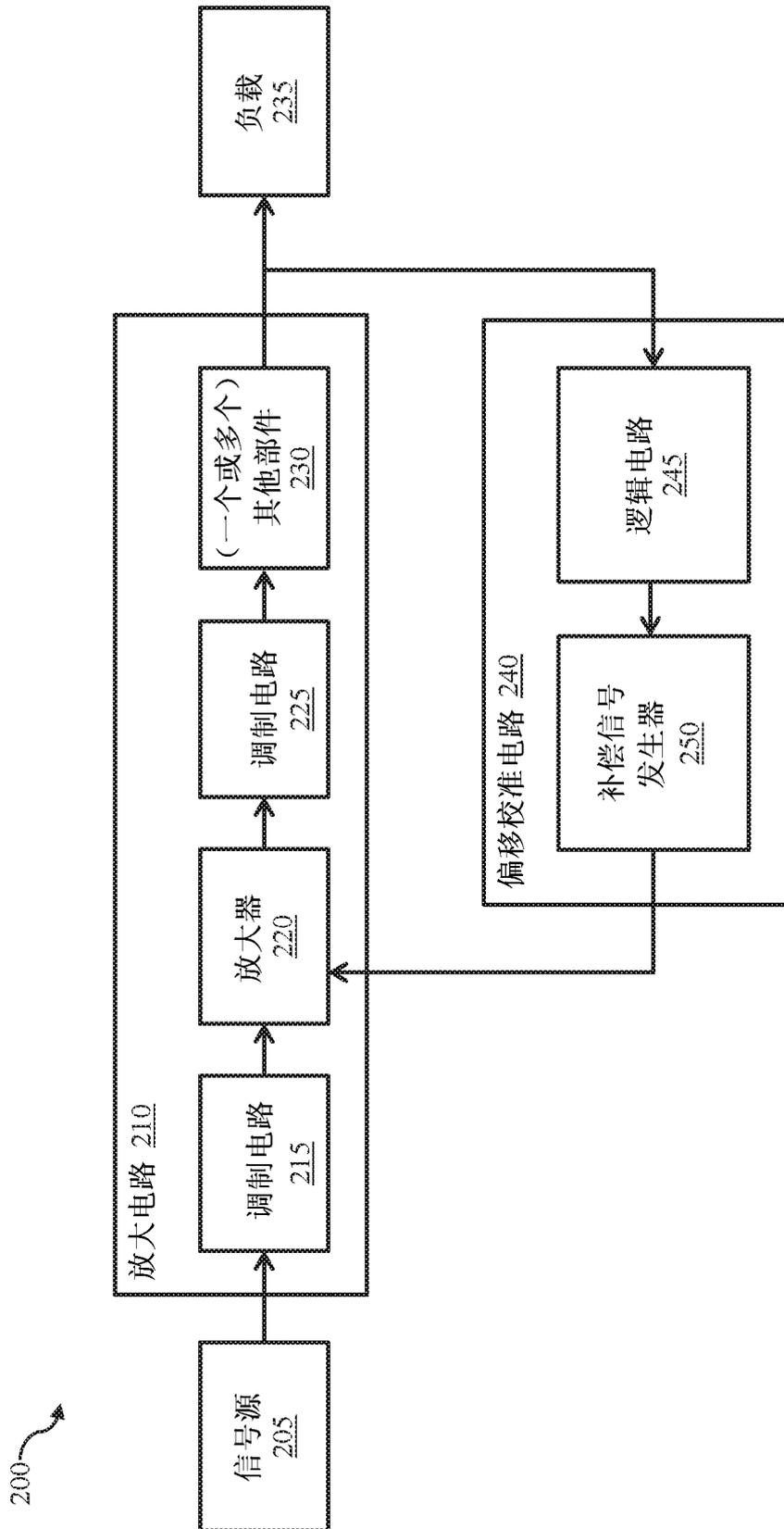


图 2

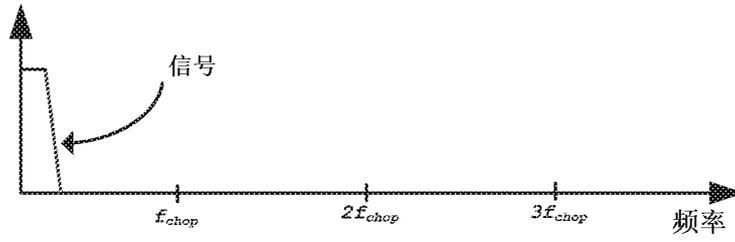


图 4A

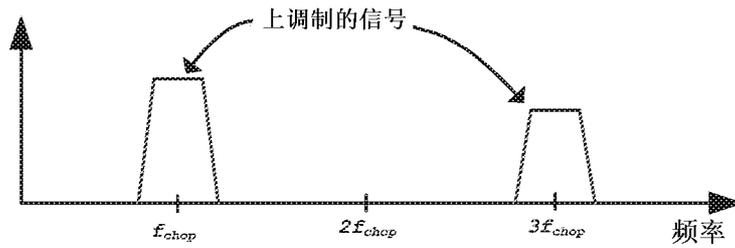


图 4B

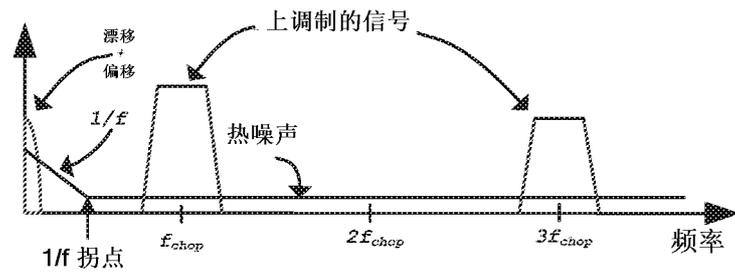


图 4C

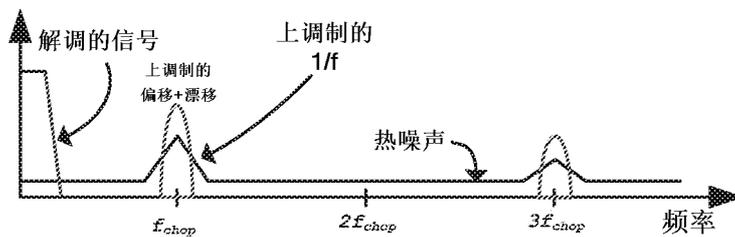


图 4D

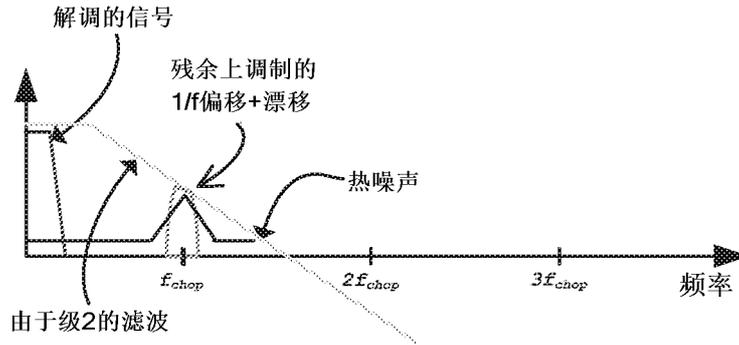


图 4E

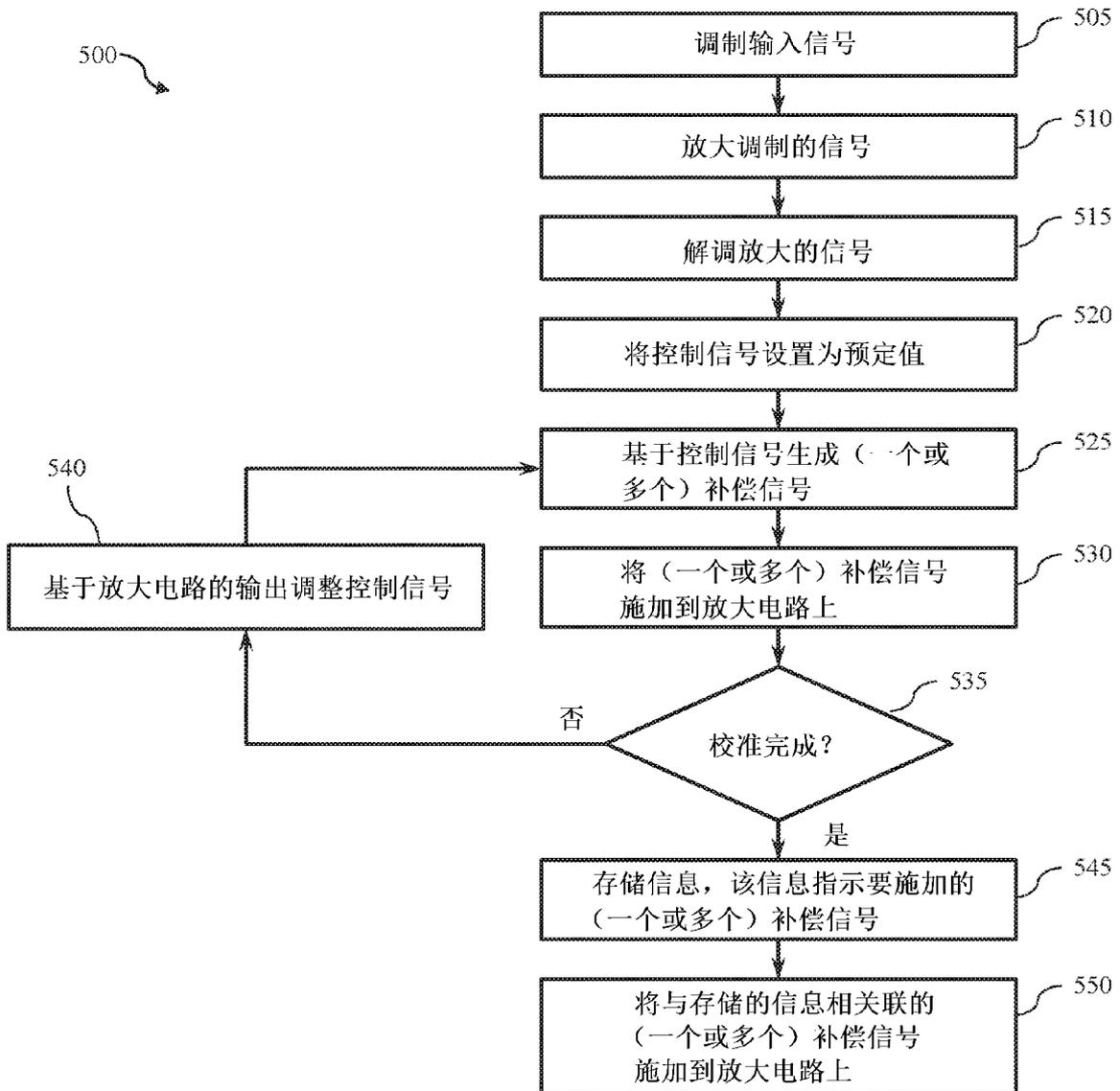


图 5

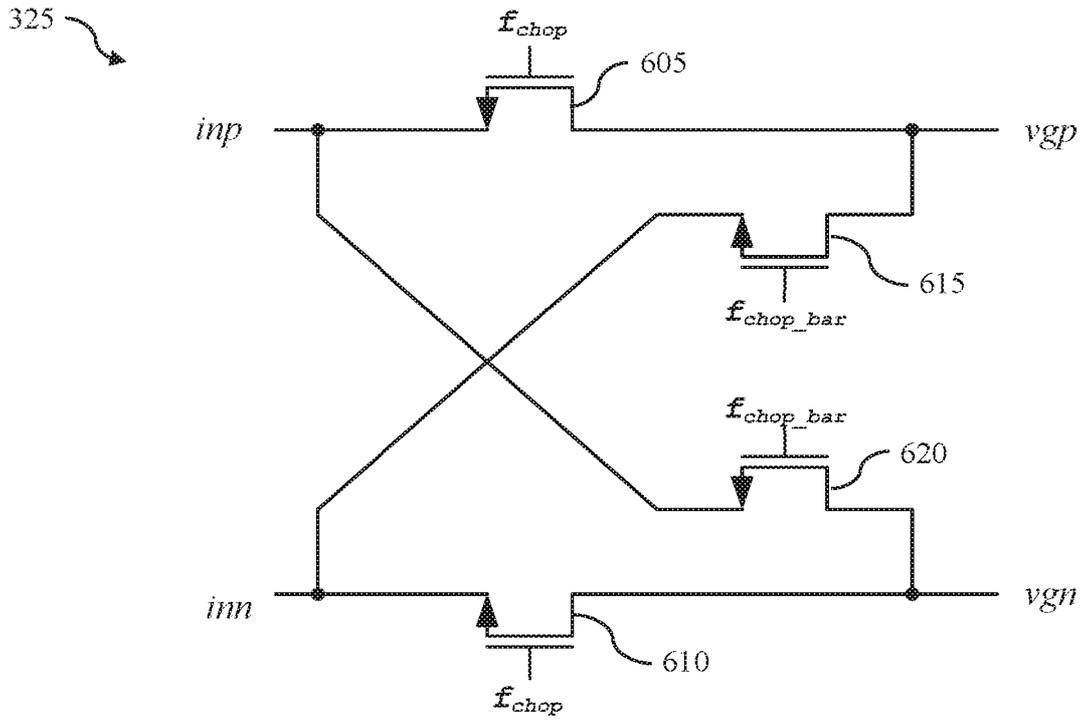


图 6

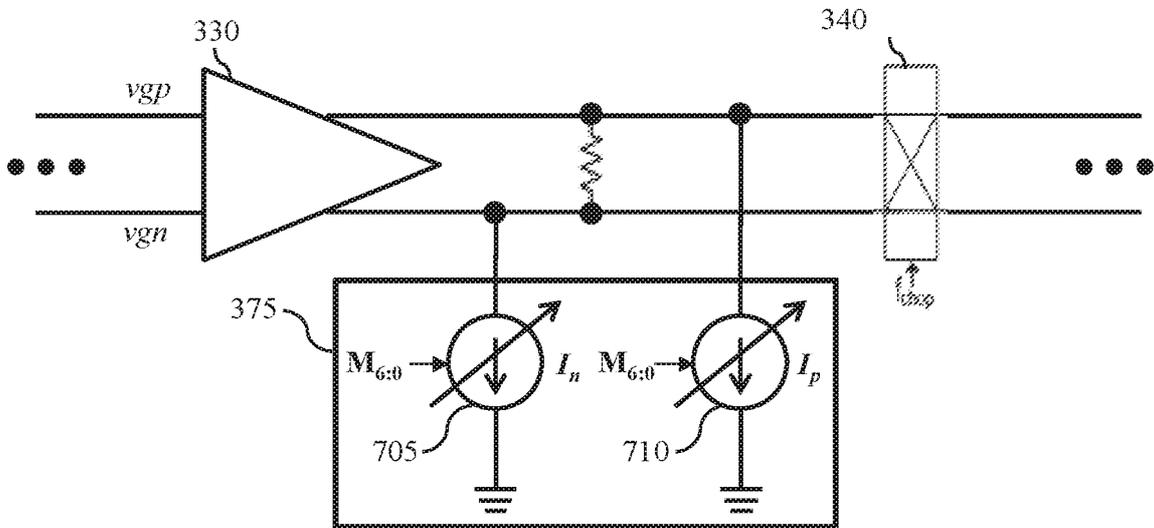


图 7

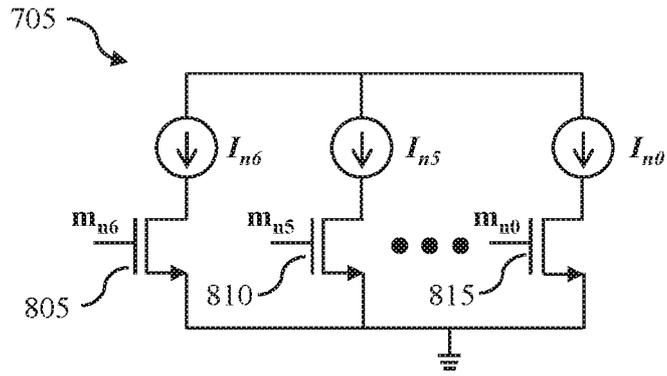


图 8A

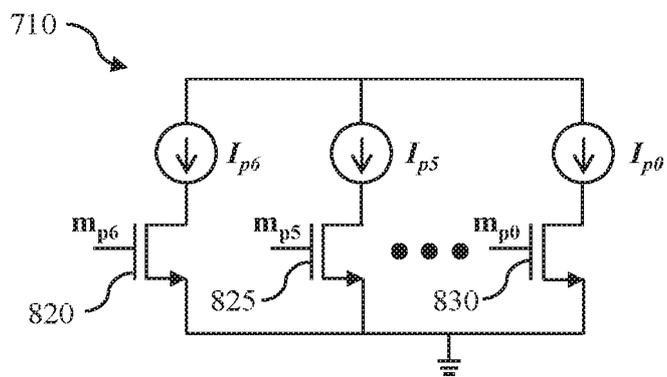


图 8B

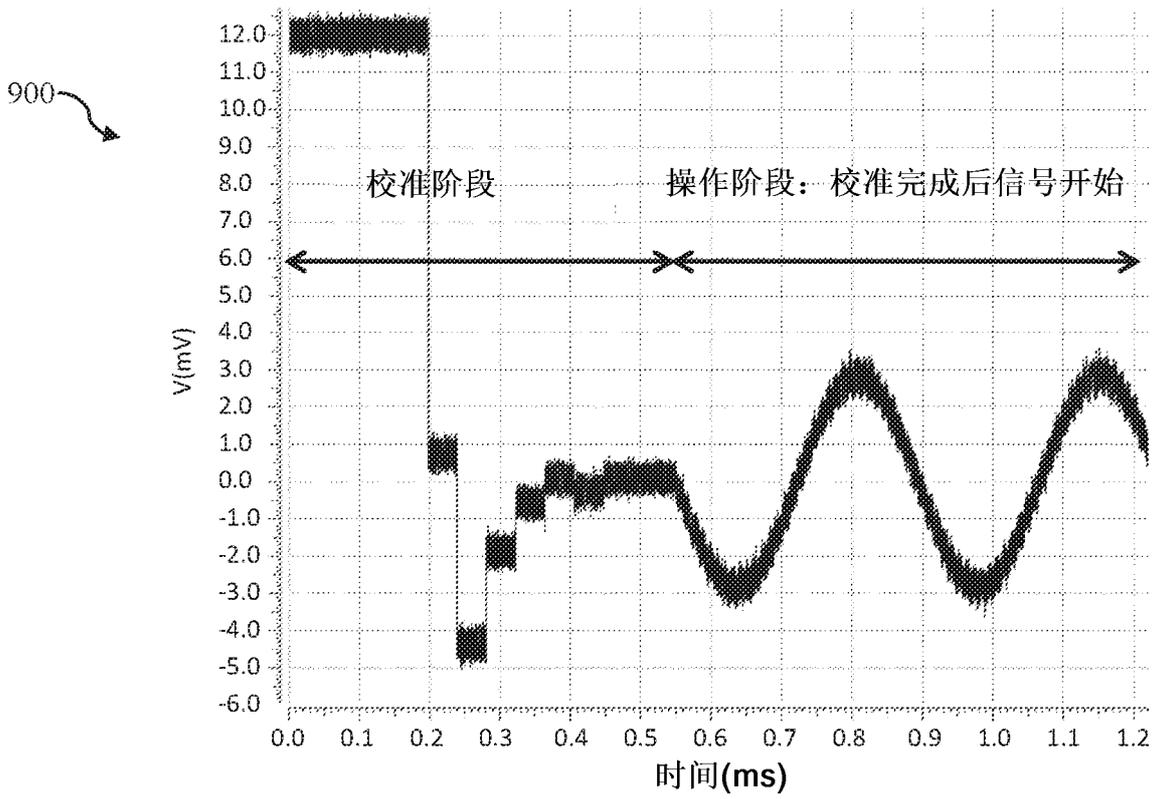


图 9

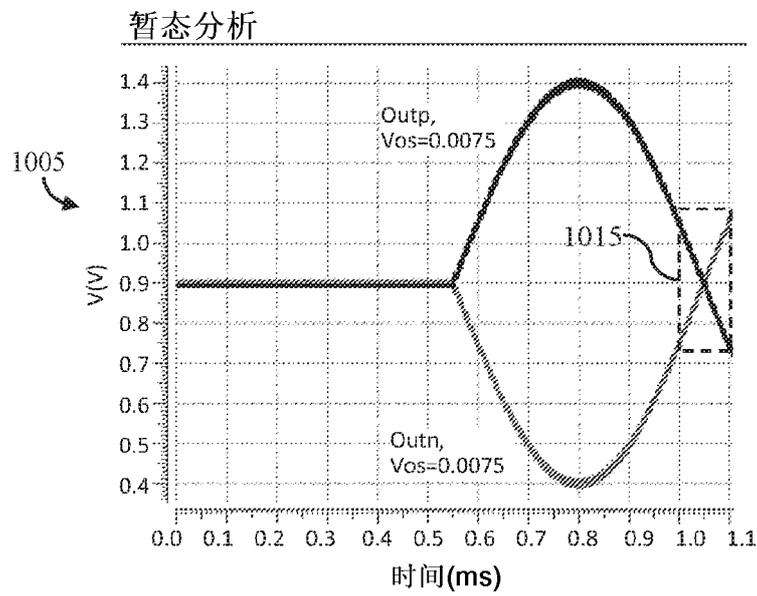


图 10A

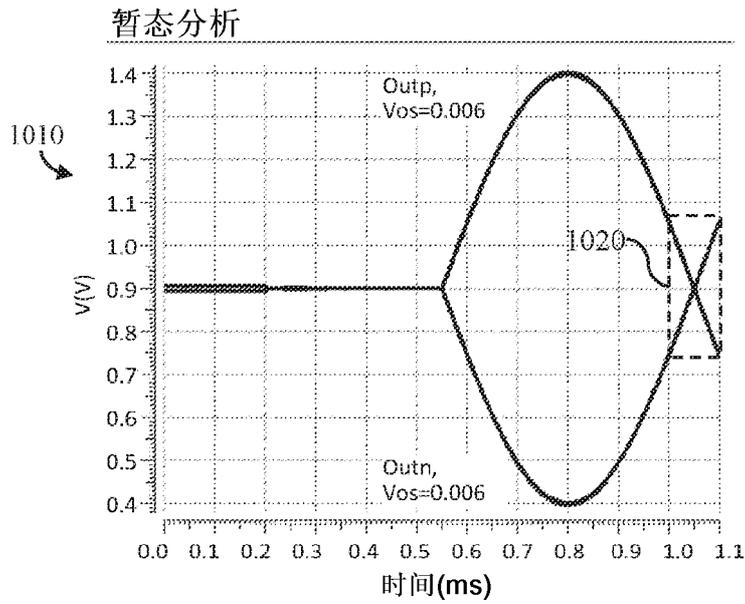


图 10B

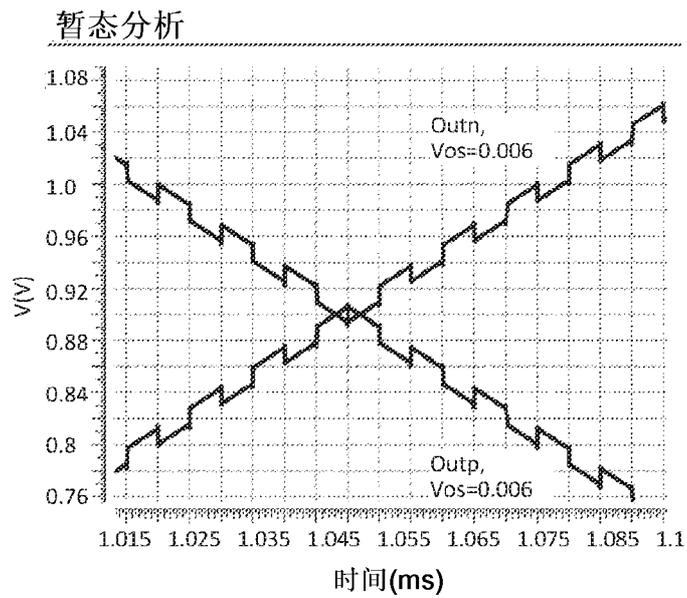


图 10C

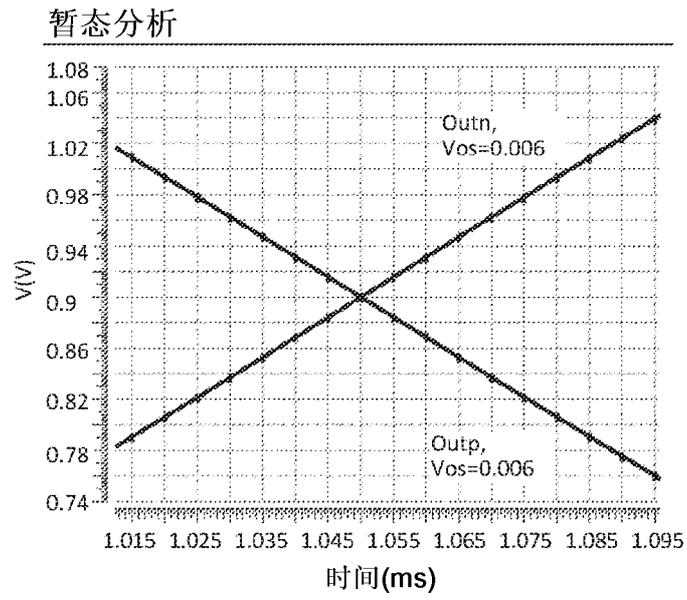


图 10D