



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105794109 B

(45)授权公告日 2018.10.09

(21)申请号 201480066085.1

(22)申请日 2014.12.01

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105794109 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(30)优先权数据
14/103,645 2013.12.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.02

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/067875 2014.12.01

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/088801 EN 2015.06.18

(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 G·拉简德兰 R·库马
V·V·帕尼卡斯 A·米塔尔
A·乔施

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.
H03H 11/04(2006.01)

(56)对比文件
US 2010/0117724 A1,2010.05.13,
CN 101836363 A,2010.09.15,
CN 101981809 A,2011.02.23,
US 2011/0012582 A1,2011.01.20,

审查员 王建华

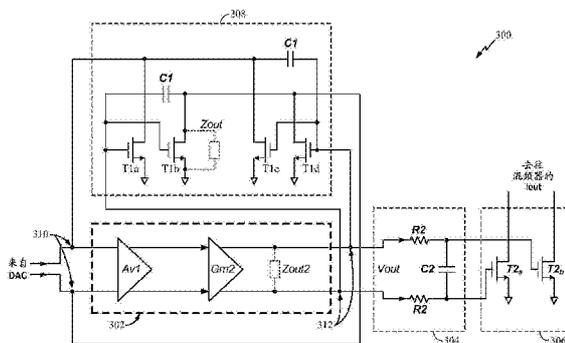
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

面积有效的基带滤波器

(57)摘要

公开了一种面积有效的基带滤波器。在一个示例性实施例中,一种装置包括电流至电压(I-V)滤波器(300),被配置为接收输入端口(310)处的输入电流信号并且基于反馈跨导生成输出端口(312)处的经滤波的输出电压信号。除了信号电流之外,输入电流信号还包括输入DC电流。该装置还包括连接在输出端口(312)与输入端口(310)之间的反馈电路(308),该反馈电路具有至少一个晶体管(T1a-d),该至少一个晶体管(T1a-d)将输入DC电流耦合至信号接地并且将反馈跨导提供给I-V滤波器(300)。



1. 一种滤波装置,包括:

电流至电压I-V滤波器,被配置为接收输入端口处的输入电流信号并且基于反馈跨导生成输出端口处的经滤波的输出电压信号,所述输入电流信号包括输入DC电流;以及

连接在所述输出端口与所述输入端口之间的反馈电路,所述反馈电路具有至少一个晶体管,所述至少一个晶体管被配置为将所述输入DC电流耦合至信号接地并且将所述反馈跨导提供给所述I-V滤波器。

2. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括次级滤波器,所述次级滤波器被配置为接收所述经滤波的输出电压信号并且生成对应的经滤波的电压信号。

3. 根据权利要求2所述的装置,进一步包括跨导器,所述跨导器被配置为接收所述经滤波的电压信号并且生成输入到上变频器的对应的电流。

4. 根据权利要求1所述的装置,所述I-V滤波器包括多级滤波器,所述多级滤波器具有从所述输出端口到所述输入端口的至少一个反馈元件。

5. 根据权利要求4所述的装置,所述多级滤波器包括增益级和跨导级。

6. 根据权利要求1所述的装置,所述反馈电路包括第一晶体管和第二晶体管,所述第一晶体管和所述第二晶体管具有连接至所述输入端口的第一输入端的漏极端、连接至接地信号的源极端、以及分别连接至所述输出端口的第一输出端和第二输出端的第一栅极端和第二栅极端。

7. 根据权利要求6所述的装置,所述反馈电路包括第三晶体管和第四晶体管,所述第三晶体管和所述第四晶体管具有连接至所述输入端口的第二输入端的漏极端、连接至所述接地信号的源极端、以及分别连接至所述输出端口的所述第一输出端和所述第二输出端的第一栅极端和第二栅极端。

8. 根据权利要求7所述的装置,所述反馈电路包括连接在所述输入端口的所述第一输入端与所述输出端口的所述第一输出端之间的第一电容器、以及连接在所述输入端口的所述第二输入端与所述输出端口的所述第二输出端之间的第二电容器。

9. 一种滤波装置,包括:

用于对输入端口处的输入电流信号进行滤波以便基于反馈跨导生成输出端口处的经滤波的输出电压信号的部件,所述输入电流信号包括输入DC电流;以及

用于将所述输出端口耦合至所述输入端口的部件,用于耦合的所述部件被配置为将所述输入DC电流耦合至信号接地并且将所述反馈跨导提供给用于滤波的所述部件。

10. 根据权利要求9所述的装置,进一步包括用于滤波的第二部件,所述用于滤波的第二部件被配置为接收所述输出电压信号并且生成对应的经滤波的电压信号。

11. 根据权利要求10所述的装置,进一步包括用于接收所述经滤波的电压信号并且生成输入到上变频器的对应的电流的部件。

12. 根据权利要求9所述的装置,用于滤波的所述部件包括多级滤波器,所述多级滤波器具有从所述输出端口到所述输入端口的至少一个反馈元件。

13. 根据权利要求12所述的装置,所述多级滤波器包括增益级和跨导级。

14. 根据权利要求9所述的装置,用于耦合的所述部件包括第一晶体管和第二晶体管,所述第一晶体管和所述第二晶体管具有连接至所述输入端口的第一输入端的漏极端、连接至接地信号的源极端、以及分别连接至所述输出端口的第一输出端和第二输出端的第一栅

极端和第二栅极端。

15. 根据权利要求14所述的装置,用于耦合的所述部件包括第三晶体管和第四晶体管,所述第三晶体管和所述第四晶体管具有连接至所述输入端口的第二输入端的漏极端、连接至所述接地信号的源极端、以及分别连接至所述输出端口的所述第一输出端和所述第二输出端的第一栅极端和第二栅极端。

16. 根据权利要求15所述的装置,用于耦合的所述部件包括连接在所述输入端口的所述第一输入端与所述输出端口的所述第一输出端之间的第一电容器、以及连接在所述输入端口的所述第二输入端与所述输出端口的所述第二输出端之间的第二电容器。

面积有效的基带滤波器

[0001] 交叉申请的相关引用

[0002] 本申请要求于2013年12月11日提交的共同拥有的美国非临时专利申请No.14/103,645的优先权,该申请的内容通过全文引用而清楚地结合于此。

技术领域

[0003] 本申请总体涉及模拟前端的操作和设计,并且更具体地,涉及面积有效的基带滤波器的操作和设计。

背景技术

[0004] 无线设备变得越来越复杂并且现在程式化地提供多模式和多频带操作。因此,电路面积的有效利用已经变成主要问题。典型的发射器前端包括数模转换器(DAC),用以将数字数据转换成基带模拟信号。信号调节、诸如基带滤波被用于准备基带模拟信号,该基带模拟信号用于上变换混频器的输入。期望使得信号调节利用尽可能小的电路面积同时仍然允许发射器前端实现所期望的信噪比(SNR)性能水平。

[0005] 典型的基带滤波器可以包括放大器、跨导器以及反馈配置中用于设置滤波器响应的多种无源组件。例如,可以根据在反馈配置中使用的电阻器和电容器的乘积来确定滤波器响应。典型地,电路面积的大部分由无源元件和放大器面积占据,并且因此电路面积由用于实现期望的SNR所需要的组件的数目和类型来决定。

[0006] 因此,将期望具有改进的基带滤波器,其在利用比常规基带滤波器更少的电路面积的同时提供所期望的噪声性能水平。

附图说明

[0007] 通过参考以下结合附图的描述,本文中所描述的前述方面将变得更清楚,其中:

[0008] 图1示出了包括用于在无线设备中使用的包括创新基带滤波器的前端的示例性实施例;

[0009] 图2示出了常规基带滤波器的图;

[0010] 图3示出了被配置用于增强的线性度和降低的电路面积的基带滤波器的示例性实施例;以及

[0011] 图4示出了被配置用于增强的线性度和降低的电路面积的基带滤波器装置的示例性实施例。

具体实施方式

[0012] 结合附图在以下阐述的具体描述旨在于作为对本发明的示例性实施例的描述而非旨在于表示本发明能够在其中被实现的仅有的实施例。贯穿本说明书使用的术语“示例性”指的是“用作示例、实例或者解释说明”而不应当必然地被认为是比其他示例性实施例更优选或更有利的。具体描述包括用于提供对本发明的示例性实施例的透彻理解的具体

细节。本领域的技术人员将理解的是,本发明的示例性实施例可以在没有这些具体细节的情况下被实现。在一些实例中,熟知的结构和设备以框图的形式被示出,以便避免混淆本文中给出的示例性实施例的创新性。

[0013] 图1示出了用于在无线设备中使用的包括创新基带滤波器106的前端100的示例性实施例;前端100包括基带(BB)处理器102、数模转换器(DAC)104、创新基带滤波器106、混频器(或者上变频器)108、功率放大器(PA)110和天线112。

[0014] 在操作期间,BB处理器102输出数字信号114用于传输。数字信号114被输入至DAC 104并且被转换成模拟基带信号116。模拟基带信号116被输入至创新基带滤波器106,用以生成被输入的混频器108的经滤波的基带信号118。混频器108操作以基于本地振荡器(LO)信号来将经滤波的基带信号118上变换至射频(RF)信号120。RF信号120被输入至PA 110,用以生成由天线112发射的经放大的RF信号122。

[0015] 在各种示例性实施例中,创新基带滤波器106被配置为提供更好的线性度并且需要比常规基带滤波器更少的电路面积,从而允许前端100在利用较少电路面积的同时实现与常规电路相同或者更好的噪声性能。以下提供对创新基带滤波器106的各种示例性实施例的更详细描述。

[0016] 图2示出了常规基带滤波器200的图。基带滤波器200包括电流宿(sink)电路202、电流至电压(I-V)滤波器204、次级滤波器206和跨导器208。

[0017] 在操作期间,电流宿电路202接收模拟基带电流信号210,该模拟基带电流信号210包括DC电流分量(I_{DC})。例如,电流信号210是从DAC、诸如图1中示出的DAC 104接收到的。电流宿电路202包括晶体管(T1a)和(T1b),晶体管(T1a)和(T1b)操作以将DC电路(I_{DC})陷入到信号接地并且设置I-V滤波器204的操作点。

[0018] (I-V)滤波器204被配置为对输入模拟电流信号进行滤波并且将这些信号转换成输入到次级滤波器206的电压。I-V滤波器204包括两个级(A_{v1} 和 G_{m2})并且利用反馈配置中的电阻器R1和电容器C1来对输入电流信号进行滤波并且生成经滤波的输出电压信号(V_{out})。阻抗 Z_{out2} 是形成 g_{m2} 的设备固有的。输出电压信号(V_{out})由次级滤波器206进行滤波并且经滤波的输出被输入到跨导器208的晶体管(T2a)和(T2b)。跨导器208的输出(I_{out})是电流信号,这些电流信号被输入到上变换混频器。

[0019] 给定所利用的电路面积的量,常规的基带滤波器200具有关于线性度和噪声性能的限制。例如,滤波器200的线性度受限于跨导器T2的I-V曲线。关于噪声性能,噪声预算包括与晶体管“T1”、放大器(A_{v1} 、 g_{m2})和滤波器晶体管(R1、R2)相关联的噪声。来自“T1”的噪声(其是没有被用于任何信号整形功能的晶体管)减少了能够被算到放大器和滤波器晶体管的噪声水平。针对放大器和滤波器晶体管所减少的噪声容差量(allowance)增加了放大器和滤波器晶体管组件为了满足总体噪声规范所需要的电路面积。由此,将期望具有改进的基带滤波器,其提供更好的线性度并且利用更少的电路面积来提供与常规基带滤波器200相同或更好的噪声性能。

[0020] 图3示出了被配置用于增强的线性度和降低的电路面积的基带滤波器300的详细示例性实施例。例如,基带滤波器300适合于用作图1中示出的基带滤波器106、并且被配置为提供比图2中示出的常规基带滤波器200更好的线性度和电路面积有效性。基带滤波器300包括I-V滤波器,该I-V滤波器包括放大器302和反馈电路308。基带滤波器300还包括次

级滤波器304和跨导器306。

[0021] 应当注意到,基带滤波器300不像常规基带滤波器200中那样包括去往放大器302的输入处的DC电流宿电路(即图2中示出的电路202)。去除DC电流宿电路202操作为节省电路面积,使得滤波器300更加面积有效。因此,包括DAC电流(I_{DC})的来自DAC的模拟电流信号在输入端310处被接收。放大器300包括两个级,即 A_{v1} 和 G_{m2} 。在来自 G_{m2} 级的输出端312处生成的输出电压被输入至次级滤波器304。

[0022] 放大器302配置和从输出端312至输入端310连接的贯穿晶体管 T_{1a} - T_{1d} 的反馈电路308将确保在输出端312处生成的电压足以使得流通通过晶体管 T_{1a} - T_{1d} 的电流高度线性。晶体管 T_{1a} - T_{1d} 的任何非线性(电压输入到输出电流)转换属性将受到该配置的总增益(即 $A_{v1} * G_{m2} * Z_{out2}$)的抑制。通过使用具有与 T_{1a} - T_{1d} 类似的(电压输入至电流输出)行为的晶体管 T_{2a} 和 T_{2b} ,可以从晶体管 T_{2a} 和 T_{2b} 获得高线性度输出电流。晶体管 T_{1a} - T_{1b} 的跨导可以被分析为如图3所示的简单积分器(integrator)结构的最终反馈晶体管、或者是具有从最终输出到输入的至少一个反馈晶体的任何一般滤波器结构的最终反馈晶体管。

[0023] 包括晶体管 $T_{1(a-d)}$ 的反馈电路308被配置执行两个功能。第一,晶体管 $T_{1(a-d)}$ 被配置为利用DC输入电流来偏置 G_{m2} 级,以便提供用于实现滤波器极点的 $(1/R)$ (即,以便提供决定I-V滤波器的传递函数的反馈跨导)。晶体管 $T_{1(a-d)}$ 还被用作DC电流宿,用以从在节点310处的DAC接收到的输入电流中移除DC电流。因此,晶体管 T_{1a} - T_{1d} 执行两个功能,即用于实现积分器/滤波器所需的“R”和用于偏置DAC。因此,从创新基带滤波器300中去除常规基带滤波器200中所包括的至少一个噪声源,即DC电流宿电路202。

[0024] 晶体管 $T_{1(a-d)}$ 被用作用于滤波的R中的至少一个R($R_1 = T_2$ 的 $1/g_m$)。差分跨导(G_m)被维持为与 $1/R_1$ 相同,并且这可以区别于图2示出的结构的“ T_1 ”的共模跨导。此外, $(R_2 * C_2)$ 和 $((1/G_m) * C_1)$ 的组合可以被用于实现基带滤波器300的滤波器响应。

[0025] 在各种示例性实施例中,公开了创新滤波器300,其能够被利用在发射器的基带架构中,用以通过减少噪声元件的数量来提高线性度并且降低总体面积。这些实施例增加了R值并且减少了C值,以便在维持类似的频带内噪声的同时获得给定的滤波器响应。此外,各种示例性实施例通过利用与反馈元件和副本偏置元件一样的主要滤波器元件之一来提高混频器输入电流线性度。

[0026] 图4示出了被配置用于增强的线性度和降低的电路面积的基带滤波器装置400的示例性实施例。例如,装置400适合于用作图1中示出的基带滤波器106,或者图3中所示的基带滤波器300。在一个方面,装置400由被配置为提供如本文中所描述的功能的一个或多个模块来实现。例如,在一个方面,每个模块包括硬件和/或硬件执行的软件。

[0027] 装置400包括第一模块,第一模块包括用于对输入端口处的输入电流信号进行滤波以便基于反馈跨导生成输出端口处的经滤波的输出电压信号的部件(402),输入电流信号包括输入DC电流,该第一模块在一个方面包括放大器302。

[0028] 装置400包括第二模块,第二模块包括用于将输出端口耦合至输入端口的部件(404),用于耦合的部件被配置为将输入DC电流耦合至信号接地并且将反馈跨导提供给用于滤波的部件,该第二模块在一个方面是反馈电路308。

[0029] 本领域的技术人员将理解的是,信息和信号可以使用多种不同技术和工艺中的任何技术和工艺来表示或处理。例如,可能贯穿以上描述而引用的数据、指令、命令、信息、信

号、比特、符号和芯片可以由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或者前述的任何组合来表示。进一步注意到,晶体管类型和技术可以被替代、重新布置或者以其他方式被修改以实现相同的结果。例如,利用PMOS晶体管示出的电路可以被修改为使用NMOS晶体管并且反之亦然。因此,本文中公开的放大器可以使用多种晶体管类型和技术来实现,而不仅限于在附图中图示的那些晶体管类型和技术。例如,可以使用诸如BJT、GaAs、MOSFET之类的晶体管类型或者任何其他晶体管技术。

[0030] 本领域的技术人员将进一步理解的是,结合本文中公开的实施例所描述的各种说明性逻辑框、模块、电路和算法步骤可以被实现为电子硬件、计算机软件或者两者的组合。为了清楚地解释说明硬件和软件的这种可互换性,已经在以上在它们的功能方面一般性地描述了各种说明性组件、框、模块、电路和步骤。这样的功能是否被实现为硬件或软件取决于具体应用和在总体系统上采用的设计约束。技术人员可以针对每个具体应用以各种方式来实现所描述的功能,但是这样的实现决定不应当被解释为导致偏离本发明的示例性实施例的范围。

[0031] 结合本公开中公开的实施例所描述的各种说明性逻辑框、模块和电路可以利用以下来实现或者执行:被设计为执行本文中描述的功能的通用处理器、数字信号处理器是(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、或者其他可编程逻辑设备、离散门或者晶体管逻辑、离散硬件组件、或者它们的组合。通用处理器可以是位处理器,但是备选地,该处理器可以是任何常规处理器、控制器、微处理器或者状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合、例如DSP和微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核结合的一个或多个微处理器、或者任何其他这样的配置。

[0032] 结合本公开中公开的实施例而描述方法或算法的步骤可以直接地以硬件、以处理器执行的软件模块、或者以两者的组合来实现。软件模块可以存在于随机访问存储器(RAM)、闪存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、寄存器、硬盘、可移除盘、CD-ROM、或者本领域已知的存储介质的任何其他形式。示例性存储介质可以被耦合至处理器,以使得该处理器可以从存储介质读取信息并且向存储介质写入信息。备选地,存储介质可以被集成至处理器。处理器和存储介质可以存在于ASIC中。ASIC可以存在于用户终端中。备选地,处理器和存储介质可以存在为用户终端中的离散组件。

[0033] 在一个或多个示例性实施例中,所描述的功能可以以硬件、软件、固件或者它们的组合来实现。如果以软件来实现,这些功能可以被存储在计算机可读介质上的一个或多个指令或代码、或者通过这样的指令或代码来传输。计算机可读介质包括非瞬态计算机存储介质和通信介质两种,通信介质包括促进计算机程序从一个位置到另一个位置的传送。非瞬态存储介质可以是能够由计算机访问的任何可获得的介质。举例但非限制性的,这样的计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或者其他光盘存储、磁盘存储或者磁存储设备、或者能够用于以计算机可访问的指令或数据结构的形式承载或存储所期望的程序代码的任何其他介质。而且,任何连接被恰当地称为计算机可读介质。例如,如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线路(DSL)或者诸如红外、无线电和微波之类的无线技术而从网站、服务器或者其他远端源传输软件,那么同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或者诸如红外、无线电和微波之类的无线技术被包括在介质的定义中。如本文中所使用的、磁盘(disk)和光盘(disc)包括压缩光盘(CD)、激光盘、光学盘、数字化通用光盘(DVD)、软磁盘和

蓝光盘,其中磁盘通常以磁力的方式重构数据而光盘利用激光而以光学方式重构数据。以上的组合应当被包括在计算机可读介质的范围内。

[0034] 所公开的示例性实施例的描述被提供给本领域的任何技术人员以便制造或使用本发明。对这些示例性实施例的各种修改对于本领域的技术人员而言将是清楚的,并且本文中定义的一般原理可以被应用至其他实施例而不偏离本发明的精神或范围。因此,本发明并非旨在于被限制到所示出的示例性实施例,而是符合与本文中所公开的原理和创新特征一致的最宽范围。

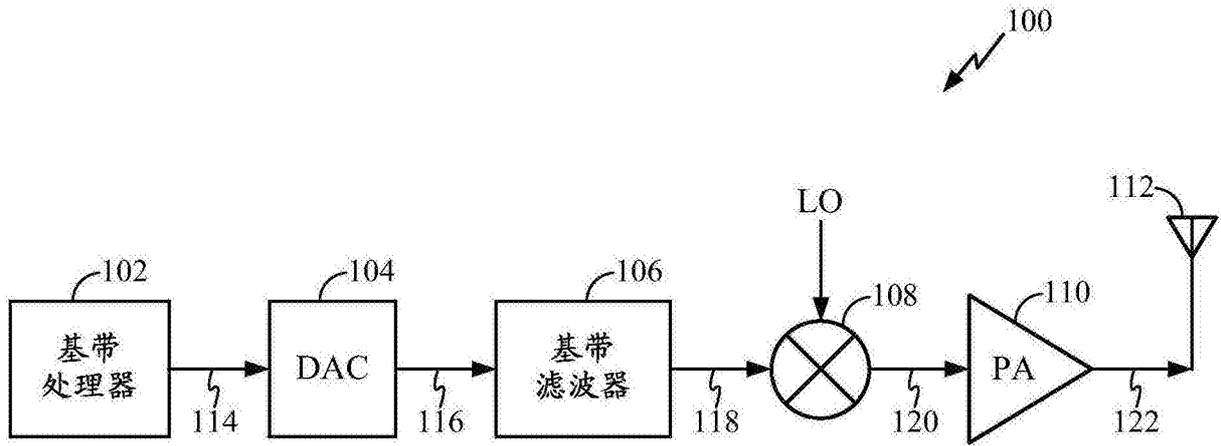


图1

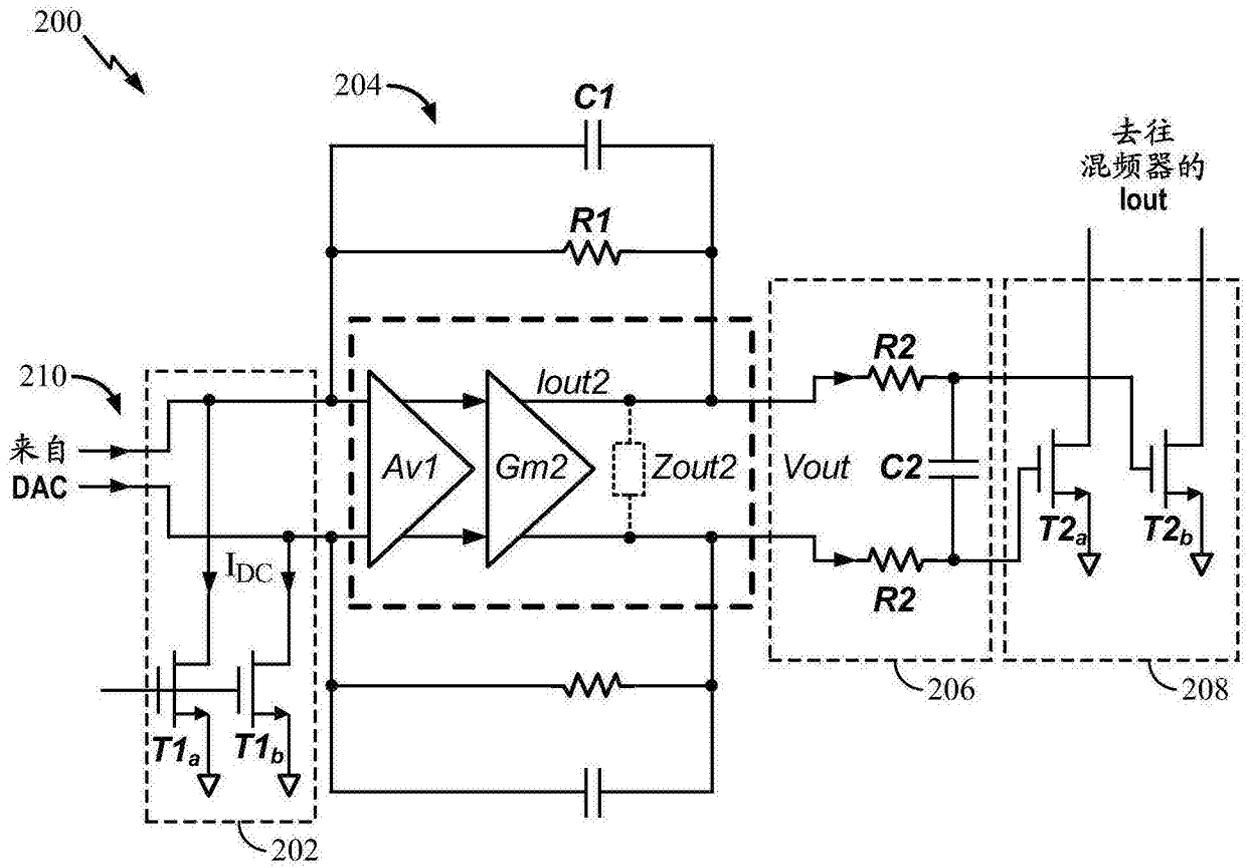


图2

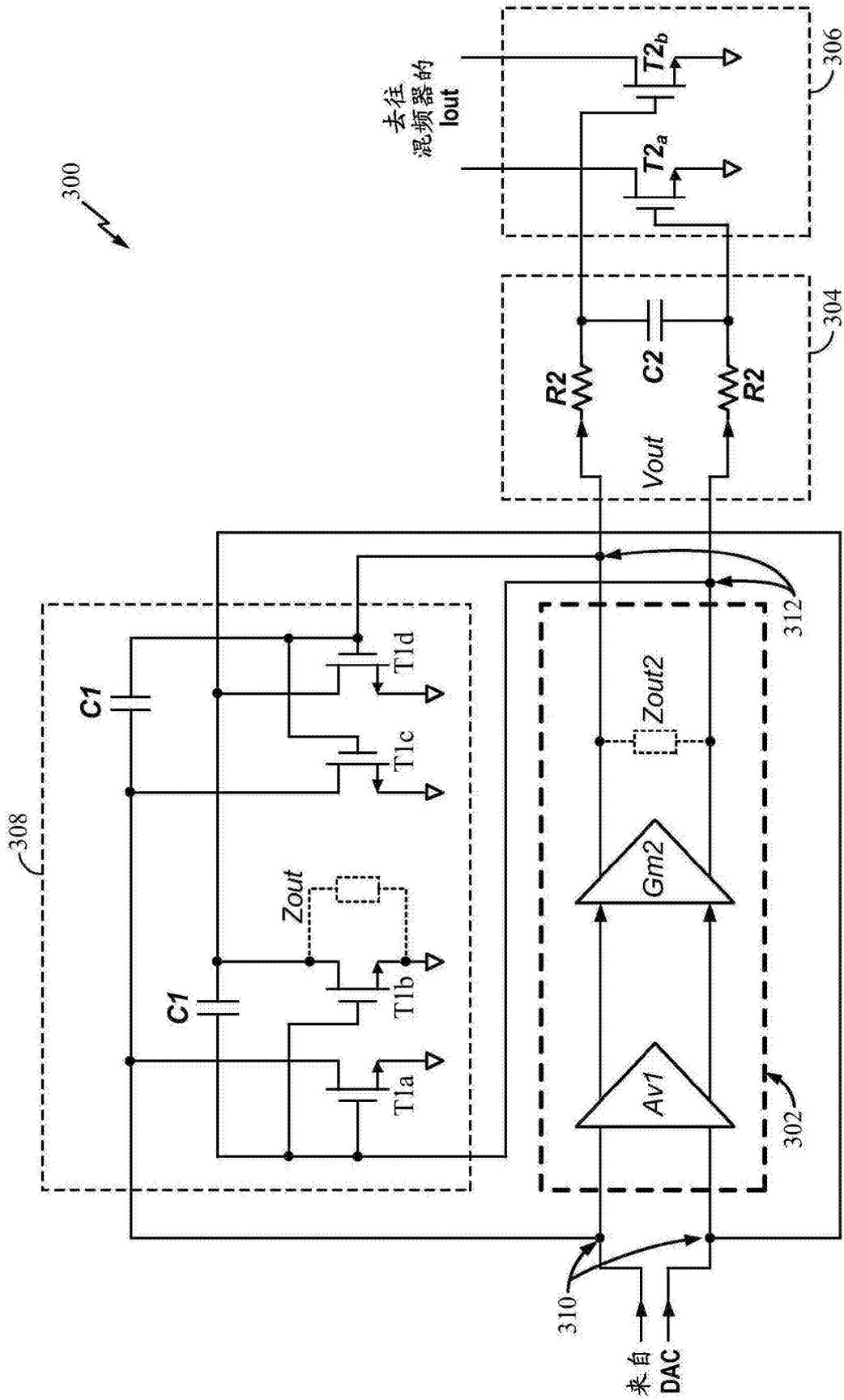


图3

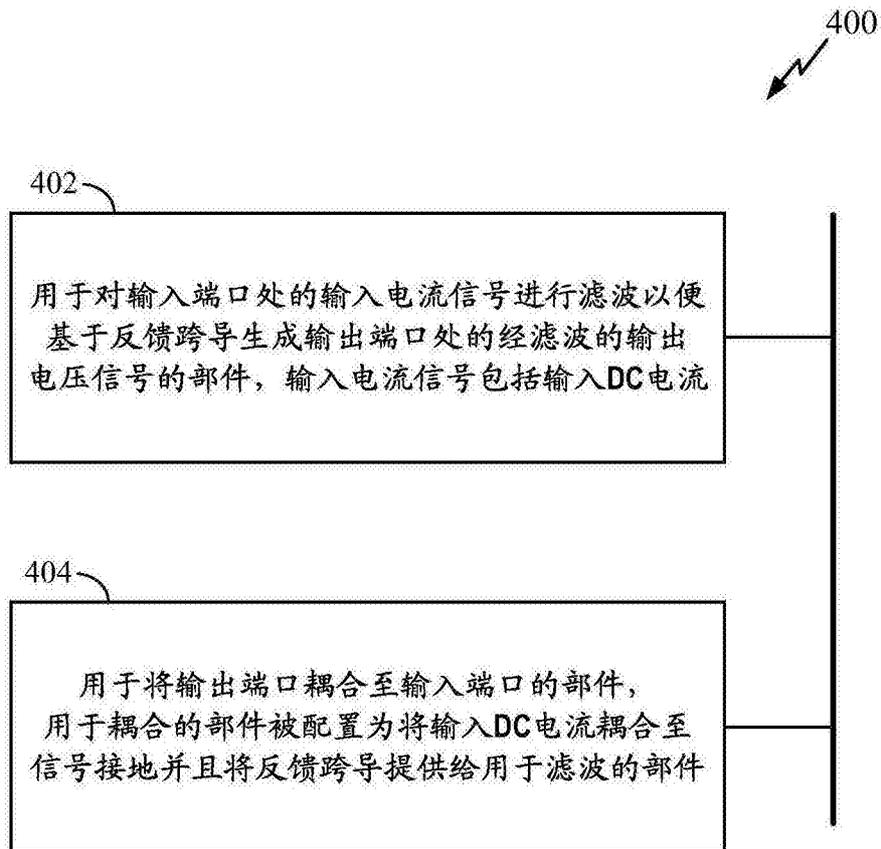


图4