



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105322894 B

(45)授权公告日 2020.12.11

(21)申请号 201510456882.7

(22)申请日 2015.07.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105322894 A

(43)申请公布日 2016.02.10

(30)优先权数据

62/030,224 2014.07.29 US

(73)专利权人 天工方案公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 F.G.巴尔蒂努 J.A.马塞多

P.H.R.波普尔韦尔 J.F.平戈特

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 于小宁 胡琪

(51)Int.Cl.

H03F 1/02(2006.01)

H03F 3/20(2006.01)

(56)对比文件

US 2013214752 A1,2013.08.22,

US 2013207731 A1,2013.08.15,

US 2012194274 A1,2012.08.02,

CN 1663115 A,2005.08.31,

CN 101305515 A,2008.11.12,

审查员 郁然

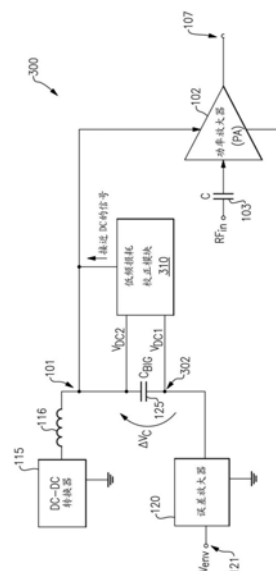
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54)发明名称

具有低频损耗校正的包络跟踪

(57)摘要

一种改善功率放大器在接近DC的低频处的效率的低频损耗校正电路。该低频损耗校正电路可以包括：信号误差检测电路，配置为响应于检测到经过电容路径而基本上衰减的、跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量，产生误差信号。该低频损耗校正电路可以包括：驱动电路，配置为将所述误差信号转换为低频校正信号，并向电源电压线提供所述低频校正信号，该低频校正信号包括经过电容路径而基本上衰减的、所述跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量中的至少一些。



1. 一种低频损耗校正电路,包括:

信号误差检测电路,能够跨沿着用于向放大器提供包络信号的路径的电容而连接,并且配置为响应于检测到所述包络信号的低于截止频率的且被所述电容衰减的频率分量而产生误差信号;以及

驱动电路,配置为基于所述误差信号生成低频校正信号,并向所述放大器的电源电压线提供所述低频校正信号,使得该低频校正信号针对所述包络信号的被衰减的频率分量进行校正。

2. 根据权利要求1所述的低频损耗校正电路,其中,所述信号误差检测电路包含能够跨所述电容连接的第一检测节点和第二检测节点,所述第一检测节点和第二检测节点感测相应的第一信号和第二信号。

3. 根据权利要求2所述的低频损耗校正电路,其中,所述信号误差检测电路还包含比较器,所述比较器被配置为产生作为所述第一信号和第二信号的函数的误差信号。

4. 根据权利要求1所述的低频损耗校正电路,其中,所述驱动电路包含耦接到所述电源电压线的可控电流源。

5. 根据权利要求4所述的低频损耗校正电路,其中,所述可控电流源的端子耦接到所述电源电压线和所述包络信号的源之间的分压器的一部分。

6. 根据权利要求1所述的低频损耗校正电路,其中,所述驱动电路包含差分放大器,所述差分放大器被布置为基于所述误差信号和参考信号产生表示所述低频校正信号的输出。

7. 根据权利要求1所述的低频损耗校正电路,其中所述放大器是配置为以包络跟踪模式操作的功率放大器。

8. 一种功率放大器模块,包括:

封装基板,配置为容纳多个部件;

功率放大器,在安装在所述封装基板上的裸芯上实现,所述功率放大器配置为利用通过电源线提供的电源电压来操作;

信号误差检测电路,跨沿着用于向所述功率放大器提供包络信号的路径的电容而连接,并且配置为响应于检测到所述包络信号的低于截止频率的且被所述电容衰减的频率分量而产生误差信号;以及

驱动电路,配置为基于所述误差信号生成低频校正信号,并向电源线提供所述低频校正信号,使得该低频校正信号针对所述包络信号的被衰减的频率分量进行校正。

9. 根据权利要求8所述的功率放大器模块,还包括跟踪电路,所述跟踪电路被配置为提供所述包络信号,所述包络信号表征由所述功率放大器放大的信号的电压包络。

10. 根据权利要求8所述的功率放大器模块,其中,所述信号误差检测电路包含跨所述电容连接的第一检测节点和第二检测节点,所述第一检测节点和第二检测节点感测相应的第一信号和第二信号。

11. 根据权利要求10所述的功率放大器模块,其中,所述信号误差检测电路还包含比较器,所述比较器被配置为产生作为所述第一信号和第二信号的函数的误差信号。

12. 根据权利要求8所述的功率放大器模块,其中,所述驱动电路包含耦接到所述电源线的可控电流源。

13. 根据权利要求12所述的功率放大器模块,其中,所述可控电流源的端子耦接到所述

电源线和所述包络信号的源之间的分压器的一部分。

14. 根据权利要求8所述的功率放大器模块, 其中, 所述驱动电路包含差分放大器, 所述差分放大器被布置为基于所述误差信号和参考信号产生表示所述低频校正信号的输出。

15. 一种无线设备, 包括:

收发器, 配置为生成信号;

功率放大器模块, 配置为放大所述信号并且包含功率放大器, 所述功率放大器配置为利用通过电源线提供的电源电压来操作以放大所述信号, 所述功率放大器模块还包含信号误差检测电路, 所述信号误差检测电路跨沿着用于向所述功率放大器提供包络信号的路径的电容而连接, 并且配置为响应于检测到所述包络信号的低于截止频率的且被所述电容衰减的频率分量而产生误差信号, 所述功率放大器模块还包含驱动电路, 所述驱动电路配置为基于所述误差信号生成低频校正信号, 并向电源线提供所述低频校正信号, 使得该低频校正信号针对所述包络信号的被衰减的频率分量进行校正; 以及

天线, 与所述功率放大器模块通信并且配置为促进被放大的所述信号的发送。

16. 根据权利要求15所述的无线设备, 还包括跟踪电路, 所述跟踪电路被配置为提供所述包络信号, 所述包络信号表征由所述功率放大器放大的信号的电压包络。

17. 根据权利要求15所述的无线设备, 其中, 所述信号误差检测电路包含跨所述电容连接的第一检测节点和第二检测节点, 所述第一检测节点和第二检测节点感测相应的第一信号和第二信号。

18. 根据权利要求15所述的无线设备, 其中, 所述驱动电路包含耦接到所述电源线的可控电流源。

19. 根据权利要求18所述的无线设备, 其中, 所述可控电流源的端子耦接到所述电源线和所述包络信号的源之间的分压器的一部分。

20. 根据权利要求15所述的无线设备, 其中, 所述驱动电路包含差分放大器, 所述差分放大器被布置为基于所述误差信号和参考信号产生表示所述低频校正信号的输出。

具有低频损耗校正的包络跟踪

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2014年7月29日提交的名称为“ENVELOPE TRACKING WITH LOW FREQUENCY LOSS CORRECTION (具有低频损耗校正的包络跟踪)”的美国临时申请No. 62/030,224的优先权,其公开内容通过引用而被明确地整体结合于此。

技术领域

[0003] 本公开主要涉及无线通信系统,更具体地涉及改善其中的功率放大器的效率。

背景技术

[0004] 功率放大器广泛用于各种通信网络中,以设置由设备发送的信息承载信号的发送功率电平。例如,在光通信网络中,功率放大器用于设置由脉冲激光发出的脉冲能量。功率放大器还在例如基站、转发器和移动设备的无线载波网络设备的射频(RF)前端部件中使用,以设置通过天线发送的信号功率电平。功率放大器还在局域网中使用,以支持服务器、计算机、膝上型计算机和外围设备的有线和无线连接两者。

[0005] 在移动设备中经常特别关注对功率放大器的操作的管理。功率放大器的效率经常是RF前端的效率、继而是移动设备的电池寿命的主导因素。可以使用包络跟踪来改善功率放大器效率。包络跟踪包括与由功率放大器放大的RF信号的包络相关地适配向功率放大器提供的电源电压电平。换句话说,向功率放大器提供的电源电压电平响应于RF信号的包络的增大而增大。类似地,电源电压电平响应于RF信号的包络的减小而减小。使电源电压电平跟踪RF信号的包络减小了功率放大器上的峰均电压降比,继而减小了功率放大器汲取的电流。包络跟踪在减小功率放大器汲取的电流通常为峰值的RF信号波谷期间的电流汲取上特别有用。

[0006] 耦合电容器一般用于将包络跟踪电路的DC电压电平与功率放大器的DC电源电压隔离。然而,因为耦合电容器的有限大小,接近DC的低频通常也被耦合电容器与包络跟踪电路的DC电压电平一起所阻断。结果,因为耦合电容器的有限限制,无法使用已知方法和电路布置通过包络跟踪来改善功率放大器在接近DC的低频处的效率。

发明内容

[0007] 根据一些实现方式,本公开涉及一种改善功率放大器在接近DC的低频处的效率的低频损耗校正电路。该低频损耗校正电路可以包括:信号误差检测电路,配置为响应于检测到跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量而产生误差信号,该一个或多个频率分量经过电容路径而基本上衰减。该低频损耗校正电路可以包括:驱动电路,配置为将所述误差信号转换为低频校正信号,并向电源电压线提供所述低频校正信号,该低频校正信号包括经过电容路径而基本上衰减的、所述跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量中的至少一些。

[0008] 在一些实现方式中,信号误差检测电路包含能够跨电容路径连接的第一和第二检

测节点,第一和第二检测节点被配置为感测相应的第一和第二信号。

[0009] 在一些实现方式中,信号误差检测电路包含比较器,比较器被配置为产生作为跨电容路径感测的相应的第一和第二信号的函数的误差信号。

[0010] 在一些实现方式中,驱动电路包括耦接到电源电压线的驱动晶体管。

[0011] 在一些实现方式中,驱动器晶体管的端子耦接到源于电源电压线的分压器的一部分。

[0012] 在一些实现方式中,驱动电路包含差分放大器,该差分放大器被布置为使用误差信号和参考信号产生低频校正信号。

[0013] 在一些实现方式中,控制器可以包含在包络跟踪模块中,该包络跟踪模块被配置为向功率放大器的电压源提供包络信号。

[0014] 在一些实现方式中,本公开涉及一种功率放大器(PA)模块,包括:封装基板,被配置为容纳多个部件。PA模块还包括:功率放大器电路,在包含在所述封装基板上的裸芯中提供,功率放大器包含电源电压线。PA模块还包括:信号误差检测电路,配置为响应于检测到跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量而产生误差信号,该一个或多个频率分量经过耦接到所述电源电压线的电容路径而基本上衰减。PA模块还包括:驱动电路,配置为将所述误差信号转换为低频校正信号,并向电源电压线提供所述低频校正信号,该低频校正信号包含经过电容路径而基本上衰减的、所述跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量中的至少一些。

[0015] 在一些实现方式中,PA模块还可以包括跟踪电路,所述跟踪电路被配置为提供跟踪信号,该跟踪信号表征由功率放大器放大的射频信号的电压包络。

[0016] 在一些实现方式中,信号误差检测电路包含能够跨电容路径连接的第一和第二检测节点,所述第一和第二检测节点被配置为感测相应的第一和第二信号。

[0017] 在一些实现方式中,信号误差检测电路包括比较器,该比较器被配置为生作为跨电容路径感测的相应的第一和第二信号的函数的误差信号。

[0018] 在一些实现方式中,驱动电路包括耦接到电源电压线的驱动晶体管。

[0019] 在一些实现方式中,驱动晶体管的端子耦接到源于电源电压线的分压器的一部分。

[0020] 在一些实现方式中,驱动电路包括差分放大器,该差分放大器被布置为使用误差信号和参考信号产生低频校正信号。

[0021] 根据一些教导,本公开涉及一种无线设备,包括:功率放大器电路,包含电源电压线。该无线设备还包括:信号误差检测电路,配置为响应于检测到跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量而产生误差信号,该一个或多个频率分量经过耦接到所述电源电压线的电容路径而基本上衰减。该无线设备还包括:驱动电路,配置为将所述误差信号转换为低频校正信号,并向电源电压线提供所述低频校正信号,该低频校正信号包含经过电容路径而基本上衰减的、所述跟踪信号的低于截止频率的一个或多个频率分量中的至少一些。

[0022] 在一些实现方式中,该无线设备还包括跟踪电路,该跟踪电路被配置为提供跟踪信号,该跟踪信号表征由功率放大器放大的射频信号的电压包络。

[0023] 在一些实现方式中,信号误差检测电路包含能够跨电容路径连接的第一和第二检测节点,所述第一和第二检测节点被配置为感测相应的第一和第二信号。

- [0024] 在一些实现方式中,驱动电路包含耦接到电源电压线的驱动晶体管。
- [0025] 在一些实现方式中,驱动晶体管的端子耦接到源于电源电压线的分压器的一部分。
- [0026] 在一些实现方式中,驱动电路包括差分放大器,所述差分放大器被布置为使用误差信号和参考信号产生低频校正信号。
- [0027] 根据一些教导,本公开涉及一种具有低频损耗校正的包络跟踪的方法。该方法包括检测经过电容路径的包络信号的低频分量损耗。该方法还包括产生表示低频分量损耗的误差信号。该方法还包括将误差电压信号转换为损耗校正信号。该方法还包括将损耗校正信号添加到功率放大器的电源电压线。

附图说明

- [0028] 为了能够更详细地理解本公开,参考各种实现方式的特征可以有更具体的描述,在附图中示出了各种实现方式中的一些。然而,附图仅仅示出了本公开的更相关的特征,并且因此将不被视为限制,因为描述可能许可其它有效特征进入。
- [0029] 图1是根据一些实现方式的功率放大器操作控制配置的示意图。
- [0030] 图2是示出在其中包络信号通过图1中所示的功率放大器的频带的性能图。
- [0031] 图3是根据一些实现方式的具有低频损耗校正的功率放大器操作控制配置的示意图。
- [0032] 图4是示出在其中包络信号通过图2中所示的功率放大器的频带的性能图。
- [0033] 图5是根据一些实现方式的具有低频损耗校正的功率放大器操作控制配置的示意图。
- [0034] 图6是图5的低频损耗校正电路的部件的示意图。
- [0035] 图7是图5的低频损耗校正电路的部件的示意图。
- [0036] 图8是根据一些实现方式的校正低频信号分量损耗的方法的实现方式的流程图。
- [0037] 图9A至9C是图5的低频损耗校正电路的不同的集成电路实现方式的示意图。
- [0038] 图10是包括图5的低频损耗校正的模块的实现方式的示意图。
- [0039] 图11是包括图5的低频损耗校正电路的无线设备的实现方式的示意图。
- [0040] 根据公共实践,在附图中示出的各个特征可以不是按比例绘制的。相应地,为了清楚起见,各个特征的维度可以任意地扩大或缩小。另外,附图中的一些可以未描绘给定系统、方法或设备的全部部件。最后,贯穿整个说明书和附图,相似的附图标记可以用于表示相似的特征。

具体实施方式

- [0041] 这里所提供的标题(如果有)仅是为了方便,而不一定影响所要求保护的发明的范围或含义。
- [0042] 在通信网络中使用功率放大器来设置数据信号的传输电平。例如,在光通信网络中,功率放大器用来设置传输脉冲激光能量。在例如基站和移动设备的无线设备的射频(RF)部件中使用功率放大器,以设置通过天线传输的功率电平。功率放大器还在局域网中使用,以支持服务器、计算机、膝上型计算机和外围设备的连接。

[0043] 管理功率放大器 (PA) 操作是移动设备中所关注的, 因为 PA 的效率经常显著地影响移动设备的电池寿命。可以使用包络跟踪来改善 PA 效率, 包络跟踪包括与由 PA 放大的 RF 信号的包络相关联地调整向 PA 供给的电压。也就是说, 响应于 RF 信号的电压包络的增大, 增大 PA 电源电压, 并且响应于包络的减小, 减小 PA 电源电压。在一些实现方式中, 包络跟踪通过减小信号波谷期间至 PA 的偏置电压来改善 PA 效率。特别地, 在一些实现方式中, 包络跟踪对于用来放大具有大的峰均比的信号的系统来说是有效的。

[0044] 图1是包含包络跟踪的示例 PA 操作配置 100 的示意图。虽然示出了相关特征, 但是本领域技术人员将理解, 为了简洁起见并且以免混淆所公开的示例的更相关的方面, 未示出各种其它特征。为此, 作为非限制性示例, PA 操作配置 100 包括 PA 102、DC-DC 转换器 115 和误差放大器 120。

[0045] PA 102 被布置为通过耦合电容器 103 (C) 接收 RF 输入信号 (RF_{in}), 并且在输出节点 107 上提供放大的 RF 输出信号 (RF_{out})。在各种实现方式中, 电容器 103 被实现为单电容器或多部件电容电路布置。

[0046] PA 102 还具有电源电压节点 101, 其被提供用来接收跟踪 RF 输入信号 (RF_{in}) 的电压包络 (即包络信号 V_{env}) 的电源电压电平。为此, 将电源电压节点 101 耦接到 DC-DC 转换器 115 和误差放大器 120 的组合。DC-DC 转换器 115 通过串联的电感器 116 (L_1) 耦接到电源电压节点 101。DC-DC 转换器 115 被提供用来向粗略地跟踪包络信号 (V_{env}) 的 PA 102 供给 DC 电压电平。在一些实现方式中, DC-DC 转换器 115 通过在向 DC-DC 转换器 115 的输入端 114 供给的 DC 电压电平之间进行切换, 来粗略地跟踪包络信号 (V_{env})。

[0047] 误差放大器 120 被提供用于向 PA 102 的电源电压节点 101 供给基本上为 AC 电压的包络信号 (V_{env})。电容器 125 (C_{BIG}) 用于将包络信号 (V_{env}) 耦接到电源电压节点 101。参考图 2, 与这种布置相关联的缺点是: 由于电容的有限值, 包络信号 (V_{env}) 的较低频率分量被耦合电容器 125 (C_{BIG}) 阻断。图 2 是示出在其中包络信号 (V_{env}) 的部分被施加到图 1 中所示的 PA 102 的电源的通带 210 的性能图 200。由误差放大器 120 提供的包络信号 (V_{env}) 具有有着较低截止频率 f_{c2} 的带宽 220。然而, 电容器 125 (C_{BIG}) 创建具有较低截止频率 f_{c1} 的通带 210, 其基本上阻断了包络信号 (V_{env}) 的低于所述较低截止频率 f_{c1} 的较低频率分量。换句话说, 电容器 125 (C_{BIG}) 基本上创建了具有小于包络信号 (V_{env}) 的带宽 220 的通带 210 的通带滤波器。因此, PA 102 的效率和线性度中的至少一个不能尽可能的受益, 因为较低频率分量基本上被耦合电容器 125 (C_{BIG}) 所阻断。

[0048] 相反, 这里描述的各种实现方式包括被配置为通过针对低频包络信号损耗进行校正、在较低频率处使能更理想的功率放大器操作的系统、方法和设备。为此, 图 3 是根据一些实现方式的包含低频包络跟踪的 PA 操作配置 300 的示意图。在图 3 中示出的 PA 操作配置 300 类似于在图 1 中示出的 PA 操作配置 100, 并且根据图 1 中示出的 PA 操作配置 100 适配。每个共同的元件包括共同的附图标记, 为了简洁起见, 此处仅描述图 1 和 3 之间的不同之处。特别地, PA 操作配置 300 包括低频损耗校正模块 310。简要说, 低频损耗校正模块 310 被配置为检测经过耦合电容器 125 (C_{BIG}) 而基本上衰减或者损耗的包络信号 (V_{env}) 的低频部分, 并且响应地向电源电压节点 101 提供低频校正信号。

[0049] 更具体地, 低频损耗校正模块 310 被配置为感测耦合电容器 125 (C_{BIG}) 上的低频电压分量下降, 其被用作误差信号。在一些实现方式中, 低频损耗校正模块 310 包括信号误差

检测电路,该信号误差检测电路被配置为检测经过电容路径而基本衰减的、包络信号的低于截止频率的一个或多个频率分量。在一些实现方式中,信号误差检测电路包括比较器,该比较器被配置为产生作为跨电容路径(例如耦合电容器125 C_{BIG})感测的相应的第一和第二电压信号的函数的误差信号。该误差信号被用来生成供给到PA 102的电源电压节点101的低频校正信号。在一些实现方式中,低频损耗校正模块310包括驱动电路,该驱动电路被配置为将误差信号转换为低频损耗校正信号,并将该低频损耗校正信号提供到功率放大器的电源电压线。以这种方式,PA 102在较低频率处能够受益于包络跟踪,因为先前衰减或损耗的较低频率包络信号(V_{env})分量现在被提供到电源电压节点101。在一些实现方式中,使用低频损耗校正模块,PA效率在接近DC的频率处受益于包络跟踪。

[0050] 图4是示出在其中包络信号(V_{env})传送到图3中所示的PA 102的频带的性能图400。如上所述,由误差放大器120提供的包络信号(V_{env})具有有着较低截止频率 f_{c2} 的带宽420。电容器125(C_{BIG})基本上阻断了包络信号(V_{env})的较低频率分量,并且将较低截止频率 f_{c1} 之上的频率分量基本上传送到PA 102的电源电压节点101。换句话说,电容器125(C_{BIG})基本上限制了可通过频率的带宽。然而,低频损耗校正模块310的操作将包络信号(V_{env})的频率分量的较低范围扩展到至少是较低截止频率 f_{c2} ,使得PA效率和/或线性度能够在低于由耦合电容器125(C_{BIG})建立的较低截止频率 f_{c1} 的频率处受益于包络跟踪。

[0051] 图5是根据一些实现方式的包括低频包络跟踪的PA操作配置500的示意图。PA操作配置500类似于在图3中示出的PA操作配置300,并且根据图3中示出的PA操作配置300适配。每个共同的元件包括共同的附图标记,为了简洁起见,此处仅描述图3和5之间的不同之处。

[0052] 图5所示的误差放大器120包括差分放大器520(例如运算放大器)、包含第一和第二电阻器523、524的分压器、以及第三电阻器526。第一、第二和第三电阻器523、524、526设定误差放大器520的反馈增益。第一和第二电阻器523、524串联耦接在电源电压节点101和第一输入节点521之间。第三电阻器526耦接在差分放大器520的输出节点和负输入节点之间。第一输入节点521被提供用来接收与由PA 102放大的RF输入信号(RF_{in})相关联的包络信号(V_{env})。耦接第一和第二电阻器523、524的节点525也耦接到差分放大器520的负输入节点。第二输入节点522耦接到差分放大器520的正输入节点,并且该第二输入节点522被提供用来接收第一参考信号(V_{ref1})。差分放大器520的输出耦接到AC耦合电容器125(C_{BIG})。差分放大器520的输出还被耦接以向迟滞比较器540提供电流 I_{sense} 。

[0053] PA操作配置500包括以与图3的低频损耗校正模块310类似的方式布置的低频损耗校正模块510的实现方式。低频损耗校正模块510包括信号误差检测电路510a和驱动电路510b。信号误差检测电路510a被配置为检测经过电容路径而基本上衰减的、包络信号的低于截止频率的一个或多个频率分量。为此,信号误差检测电路510a包括比较器514,该比较器514被配置为产生作为跨耦合电容器125(C_{BIG})感测的相应的第一和第二电压信号的函数的误差信号。通过电阻器516向驱动电路510b提供该误差信号。类似地,通过电阻器517向驱动电路510b提供参考信号。在一些实现方式中,如图5所示,该参考信号由电压源530和比较器515的组合提供。

[0054] 驱动电路510b包括差分放大器511、标称电流源(I_o) 561和可控电流源(I_{CTRL}) 563。标称电流源(I_o) 561和可控电流源(I_{CTRL}) 563并联地耦接在节点525和地之间。耦接差分放大器511的负输入以经过对应的电阻器516、517接收相应的误差信号。耦接差分放大器511的

负输入以接收第二参考信号 (V_{ref2})。跨差分放大器511的负输入和输出耦合电容器512。差分放大器511的输出用来控制用作低频损耗校正模块510的输出的可控电流源 (I_{CTRL}) 563。

[0055] 在操作中,比较器514产生作为跨耦合电容器125 (C_{BIG}) 感测的相应的第一和第二电压信号的函数的误差信号。差分放大器511用于使用该误差信号和参考信号,来生成低频校正信号。低频校正信号经过可控电流源 (I_{CTRL}) 563和包含在误差放大器120中的分压器被供给到PA 102的电源电压节点101。以这种方式,PA 102在较低频率处能够受益于包络跟踪,因为经过耦合电容器125 (C_{BIG}) 而衰减或损耗的较低频率的包络信号 (V_{env}) 分量现在通过低频损耗校正模块510提供至电源电压节点101。在一些实现方式中,使用低频损耗校正模块,PA效率在接近DC的频率处受益于包络跟踪。

[0056] 图6是图5的差分放大器520的实现方式的示意图。差分放大器520包括在电压源 (VDD) 601和第一NMOS晶体管613的漏极之间漏-源耦接的第一和第二PMOS晶体管611、612。第一NMOS晶体管613的源极耦接到第一电流源614,该第一电流源614最终耦接到地。类似地,差分放大器520还包括在电压源 (VDD) 601和类AB偏置电路625之间漏-源耦接的第三和第四PMOS晶体管621、622。类AB偏置电路625还耦接到第二NMOS晶体管623的漏极。第二NMOS晶体管623的源极耦接到第二电流源624,该第二电流源624最终耦接到地。第一NMOS晶体管613的漏极耦接到第一和第三PMOS晶体管611、621的栅极。第二和第四PMOS晶体管612、622的栅极耦接到输入偏置电压 V_{bias1} 。第一和第二NMOS晶体管613、623的栅极耦接到输入偏置电压 V_{bias2} 。

[0057] 差分放大器520还包括在电压源 (VDD) 601和地之间漏-漏耦接的输出PMOS晶体管631和输出NMOS晶体管633。输出PMOS晶体管631的栅极耦接到第四PMOS晶体管622的漏极。输出NMOS晶体管633的栅极耦接到第二NMOS晶体管623的漏极。差分放大器的主输出节点651来自输出PMOS晶体管631和输出NMOS晶体管633的漏极。

[0058] 另外,差分放大器520还具有电流感测PMOS晶体管641和电流感测NMOS晶体管642。电流感测PMOS晶体管641的源极耦接到电压源 (VDD) 601,并且栅极耦接到第四PMOS晶体管622的漏极。第一电流感测输出来自电流感测PMOS晶体管641的漏极。类似地,电流感测NMOS晶体管642的源极耦接到地,并且栅极耦接到第二NMOS晶体管623的漏极。第二电流感测输出来自电流感测NMOS晶体管642的漏极。

[0059] 图7是图5的差分放大器520和迟滞比较器540的示意图700。迟滞比较器540包括串联耦接的电流比较器540a和低通滤波器540b。耦接电流比较器540a以从差分放大器520接收差分电流 I_{sense} 。在操作中,流出差分放大器520的正和负电流由 $I_{sense_out_p}$ 和 $I_{sense_out_n}$ 感测,并且进行比较,以确定平均DC-DC电压的上升或下降。在一些实现方式中,利用电流比较器来进行比较。然后,通过低通滤波器540b对比较器540a的输出进行调节,以便获得被应用来校正DC-DC转换器115提供的DC电压的电压。也就是说,将作为结果的信号耦接回DC到DC转换器的输入,由此使反馈环闭合。在一些实现方式中,为了避免振荡,比较器540a是具有上限 I_{high} 和下限 I_{low} 的迟滞比较器。如果电流差(即 $I_{high}-I_{low}$)大,则获得不高的频率内容。因此,与低通滤波器540b组合,产生优选的滤波器特性。

[0060] 图8是对与经过电容路径将包络信号耦接到功率放大器的电压源相关联的低频分量损耗进行校正的方法800的实现方式的流程图。在一些实现方式中,方法800由与功率放大器相关联的功率管理系统和/或控制器执行。简要来说,方法800包括检测经过电容路径

而基本上衰减或损耗的包络信号的低频部分,并且响应地向功率放大器的电源电压节点提供低频校正信号。

[0061] 为此,如块8-1所表示的,方法800包括检测经过电容路径的包络信号的低频分量损耗。例如,如块8-1a所表示的并且进一步参考图5,方法800包括感测耦合电容器(C_{BIG})的各个端子上的电压信号。如块8-2所表示的,方法800包括生成表示低频分量损耗的误差信号。例如,如块8-2a所表示的并且进一步参考图5,方法800包括通过使用比较器514确定跨耦合电容器(C_{BIG})感测的电压信号之间的分量差,以便检测低频分量损耗。如块8-3所表示的,方法800包括将误差电压信号转换为损耗校正信号。例如,如块8-3a所表示的并且进一步参考图5,方法800包括使用差分放大器511产生损耗校正信号。如块8-4所表示的,方法800包括将损耗校正信号组合或添加到功率放大器的电源电压线。

[0062] 图9A至9C是图5的低频损耗校正模块510的不同的集成电路实现方式的示意图。虽然示出了一些示例特征,本领域技术人员将从本公开理解,为了简洁起见并且以免混淆此处所公开的示例实现方式的更相关的方面,未示出各种其它特征。为此,例如,图9A示出了在一些实现方式中,低频损耗校正模块510的一些或所有部分可以是半导体裸芯1000的一部分。作为示例,低频损耗校正模块510可以形成在裸芯1000的基板1002上。还可以在基板1002上形成多个连接垫(connection pad) 1004,以便利于与低频损耗校正模块510的一些或所有部分相关联的功能。

[0063] 图9B示出了在一些实现方式中,具有基板1002的半导体裸芯1000可以包括误差放大器120的一些或所有部分以及图5的低频损耗校正模块510的一些或所有部分。还可以在基板1002上形成多个连接垫1004,以便利于与误差放大器120的一些或所有部分以及图5的低频损耗校正模块510的一些或所有部分相关联的功能。

[0064] 图9C示出了在一些实现方式中,具有基板1002的半导体裸芯1000可以包括PA电路102的一些或所有部分、误差放大器120的一些或所有部分以及图5的低频损耗校正模块510的一些或所有部分。还可以在基板1002上形成多个连接垫1004,以便利于与PA电路102、误差放大器120和低频损耗校正模块510的一些或所有部分相关联的功能。

[0065] 在一些实现方式中,此处描述的一个或多个特征可以包含在模块中。图10是包括图5的低频损耗校正模块510的模块1100的实现方式的示意图。虽然示出了一些示例特征,本领域技术人员将从本公开理解,为了简洁起见并且以免混淆此处所公开的示例实现方式的更相关的方面,未示出各种其它特征。模块1100包括封装基板1152、连接垫1156、CMOS(互补金属氧化物半导体)裸芯1000、HBT(异质结双极型晶体管)裸芯1110、匹配网络108、以及一个或多个表面安装器件1160。

[0066] CMOS裸芯1000包括基板1002,该基板1002包括误差放大器120的一些或所有部分以及图5的低频损耗校正模块510的一些或所有部分。在基板1002上形成多个连接垫1004,以便利于与误差放大器120的一些或所有部分以及图5的低频损耗校正模块510的一些或所有部分相关联的功能。类似地,HBT裸芯1110包括基板1102,该基板1102包括PA 102的一些或所有部分以及提供用来设定PA 102的静止条件的偏置电路的一些或所有部分。HBT裸芯1110还包括在基板1102上形成的多个连接垫1104,以便利于与PA 102的一些或所有部分以及偏置电路1103的一些或所有部分相关联的功能。

[0067] 封装基板1152上的连接垫1156便于到和从CMOS裸芯1000以及HBT裸芯1110中的

每个的电连接。例如,连接垫1156便于使用焊线1154来向CMOS裸芯1000和HBT裸芯1110中的每个传送各种信号和供给电流和/或电压。

[0068] 在一些实现方式中,安装在封装基板1152上、或者形成在封装基板1152上、或者形成在封装基板1152中的部件例如还可以包括一个或多个表面安装器件(SMD)(例如1160)以及一个或多个匹配网络(例如108)。在一些实现方式中,封装基板1152可以包括层压基板。

[0069] 在一些实现方式中,模块1100还可以包括一个或多个封装结构,以例如提供保护并且便于对模块1100的更容易的处置。这种封装结构可以包括包覆模具,该包覆模具形成在封装基板1152之上并且尺寸形成为基本上包封其上的各种电路和部件。

[0070] 将理解,虽然在基于焊线的电连接的情景下描述了模块1100,但是本公开的一个或多个特征也可以在包括倒装片(flip-chip)配置的其它封装配置中实现。

[0071] 在一些实现方式中,可以将具有这里描述的一个或多个特征的设备 and/或电路包含在诸如无线设备的RF设备中。这样的设备和/或电路可以直接在无线设备中实现、以如这里描述的模块形式实现、或者以其一些组合来实现。在一些实现方式中,这样的无线设备例如可以包括蜂窝电话、智能电话、具有或不具有电话功能的手持无线设备、无线平板、无线路由器、无线接入点、无线基站等。也就是说,本领域技术人员从本公开还将理解,在各种实现方式中,低频损耗校正模块可以包含在各种设备中,所述各种设备例如计算机、膝上型计算机、平板设备、笔记本、互联网信息亭、个人数字助理、光调制解调器、基站、转发器、无线路由器、移动电话、智能电话、游戏设备、计算机服务器或者任何其它计算设备。在各种实现方式中,这样的设备包括一个或多个处理器、一种或多种类存储器、显示器和/或其它用户接口部件,所述其他用户接口部件诸如键盘、触摸屏显示器、鼠标、跟踪垫、数字照相机和/或任意数量的用于增加功能的补充设备。

[0072] 图11是包括此处描述的一个或多个特征(例如图5的低频损耗校正模块510)的无线设备1200的实现方式的示意图。虽然示出了一些示例特征,本领域技术人员将从本公开理解,为了简洁起见并且以免混淆此处所公开的示例实现方式的更相关的方面,未示出各种其它特征。

[0073] 如这里所描述的一个或多个PA 1216由相应的偏置电路(未示出)偏置并且由相应的补偿电路(未示出)补偿。在一些实现方式中,将PA 1216封装到包括匹配电路100的模块中。PA 1216可以从收发器1214接收相应的RF信号,收发器1214可以以已知的方式配置和操作,以生成要放大和发送的RF信号,并且对接收到的信号进行处理。收发器1214被示出为与基带子系统1210进行交互,该基带子系统1210被配置为在适合于用户的数据和/或语音信号和适合于收发器1214的RF信号之间提供转换。收发器1214还被示出为连接到包络跟踪模块1206,该包络跟踪模块1206被配置为管理用于无线设备1200的操作的电力。这种电力管理也可以控制基带子系统1210和耦接到PA 1216的低频损耗校正模块1208的操作。

[0074] 基带子系统1210被示出为连接到用户接口1202,以便利于向用户提供和从用户接收的语音和/或数据的各种输入和输出。基带子系统1210还可以连接到存储器1204,该存储器1204被配置为存储数据和/或指令,以便利于无线设备的操作,和/或对用户提供信息的存储。

[0075] 在示例无线设备1200中,PA 1216的输出被示出为与天线1224匹配并且经由相应的双工器1220和带选择开关1222路由到天线1224。带选择开关1222例如可以包括单极多掷

(例如SP4T) 开关,以允许选择工作带(例如带2)。在一些实现方式中,每个双工器1220可以允许使用公用天线(例如1224)同时进行发送和接收操作。

[0076] 多个其它无线装置配置可以利用这里描述的一个或多个特征。例如,无线装置不需要是多频带装置。在另一示例中,无线装置可以包括诸如分集天线的附加天线,以及诸如Wi-Fi、蓝牙以及GPS的附加连接特征。

[0077] 本公开描述了各种特征,没有单独的一个特征独自负责这里所述的益处。将理解的是,如对于普通技术人员显而易见的,这里所述的各种特征可以被组合、修改或省略。除了这里具体描述的组合和子组合以外的其它组合和子组合对普通技术人员来说是显而易见的,并且意欲形成本公开的一部分。这里结合各种流程图的步骤和/或阶段描述各种方法。应理解的是,在许多情况中,某些步骤和/或阶段可以被组合在一起,使得流程图所示的多个步骤和/或阶段可以作为单个步骤和/或阶段被实施。另外,某些步骤和/或阶段可以被分拆为额外的子部件以便被分开执行。在一些例子中,步骤和/或阶段的顺序可以被重新排列并且某些步骤和/或阶段可以被完全省略。另外,这里所描述的方法应被理解为是开放式的,使得除了这里被示出和描述的步骤和/或阶段以外的额外的步骤和/或阶段也可以被执行。

[0078] 这里所描述的系统和方法的一些方面可以使用例如计算机软件、硬件、固件或者计算机软件、硬件和固件的任何组合而被有意地实施。计算机软件可以包括存储在计算机可读介质(例如,非临时性计算机可读介质)中的计算机可执行代码,当执行所述代码时,所述代码执行这里所描述的功能。在一些实施例中,计算机可执行代码由一个或多个通用计算机处理器执行。熟练的技术人员应理解,根据本公开,可以使用软件实施以便在通用计算机上执行的任何特征或功能也可以使用硬件、软件或固件的不同的组合实施。例如,这样的模块可以使用集成电路的组合而完全用硬件实施。可替换地或额外地,这样的特征或功能可以使用被设计为执行这里所述的特定功能的专用计算机而不是通过通用计算机来完全地或部分地实施。

[0079] 多个分布式计算装置可以替代这里所述的任何一个计算装置。在这样的分布式的实施例中,一个计算装置的功能被分布开(例如,通过网络)使得一些功能在分布式计算装置的每一个上执行。

[0080] 可能参考等式、算法和/或流程图图示描述了一些实施例。这些方法可以利用在一个或多个计算机上可执行的计算机程序指令实施。这些方法也可以单独地作为计算机程序产品或者作为设备或系统的部件实施。就这一点而言,每个等式、算法、方框、或流程图的步骤及其组合可以通过硬件、固件、和/或包含在计算机可读程序代码逻辑中实施的一个或多个计算机程序指令的软件实施。如将理解的,任何这样的计算机程序指令可以加载到一个或多个计算机或者其它可编程处理设备上以产生机器,使得在一个或多个计算机或一个或多个其它可编程处理装置上执行的计算机程序指令实施等式、算法和/或流程图中所指定的功能,所述计算机包括但不限于通用计算机或专用计算机。还应理解的是,每个等式、算法和/或流程图图示中的方框及其组合可以通过执行所述指定的功能或步骤的基于专用硬件的计算机系统,或者专用硬件和计算机可读程序代码逻辑部件的组合而被实施。

[0081] 此外,例如在计算机可读程序代码逻辑中实施的计算机程序指令也可以存储在计算机可读存储器(例如,非临时性计算机可读介质)中,所述计算机可读存储器能够指导一

个或多个计算机或者其它可编程处理装置以特定的方式运行,使得存储在计算机可读存储器中的指令实施一个或多个流程图的一个或多个方框中所指定的一个或多个功能。计算机程序指令还可以加载在一个或多个计算机或其它可编程计算装置上以使得一系列操作步骤在一个或多个计算机或其它可编程计算装置上被实行,以产生计算机实施的处理,使得在计算机或其它可编程处理设备上执行的指令提供用于实施在一个或多个等式、一个或多个算法和/或一个或多个流程图的一个或多个方框中指定的功能的步骤。

[0082] 这里所述的方法和任务中的一些或全部可以通过计算机系统执行并且完全地自动化。计算机系统在一些情况中可以包括通过网络通信和互操作以执行所述功能的多个不同的计算机或计算装置(例如,物理服务器、工作站、存储器阵列等)。每个这样的计算装置通常包括处理器(或多个处理器),所述处理器执行存储在存储器或其它非临时性计算机可读存储介质或装置中的程序指令或模块。这里所公开的各种功能可以在这样的程序指令中实施,尽管所公开的功能的一些或全部可替代地可以在计算机系统的特定应用电路(例如,ASIC或FPGA)中实施。在计算机系统包括多个计算装置的情况下,这些装置可以但不需要共处一地。所公开的方法和任务的结果可以通过将物理存储装置变换为不同的状态来持续地存储,所述物理存储装置例如为固态存储器芯片和/或磁盘。

[0083] 除非上下文清楚地另外要求,贯穿整个说明书和权利要求,词语“包括”和“包含”等应以包含性的含义来解释,而非排他性或穷举性的含义;也就是说,以“包括但不限于”的含义来解释。如这里通常使用的,词语“耦接”指代可以直接连接或通过一个或多个中间元件连接的两个或多个元件。此外,当在本申请中使用时,词语“这里”、“在上面”、“在下面”和类似意思的词语应指代本申请整体,而非本申请的任何特定部分。当上下文允许时,上面的具体实施方式中的、使用单数或复数的词语也可以分别包括复数或单数。在提到两个或多个项的列表时的词语“或”,该词语覆盖对该词语的全部下列解释:列表中的任何项,列表中的全部项以及列表中的项的任何组合。词语“示例性的”在这里被排他地使用以意味着“作为示例、例子或说明”。这里被描述为“示例性的”任何实现方式并不一定被理解为相比其它实现方式是优选的或者有优势的。

[0084] 本公开不意欲限于这里所示的实现方式。对在本公开中描述的实现方式的各种修改对本领域技术人员来说可以是容易显而易见的,并且这里所定义的一般原理可以应用到其它实现方式,而不背离本公开的精神或范围。这里所提供的本发明的教导可以应用到其它方法和系统,并且不限于上述方法和系统,并且在上面描述的各种实施例的元件和动作可以被组合以提供进一步的实施例。相应地,这里所述的新的方法和系统可以以各种各样的其它形式实施;此外,可以做出这里描述的方法和系统的形式上的各种省略、替代和改变,而不背离本公开的精神。所附权利要求及其等效物意图覆盖将落入本公开的范围和精神内的这种形式或修改。

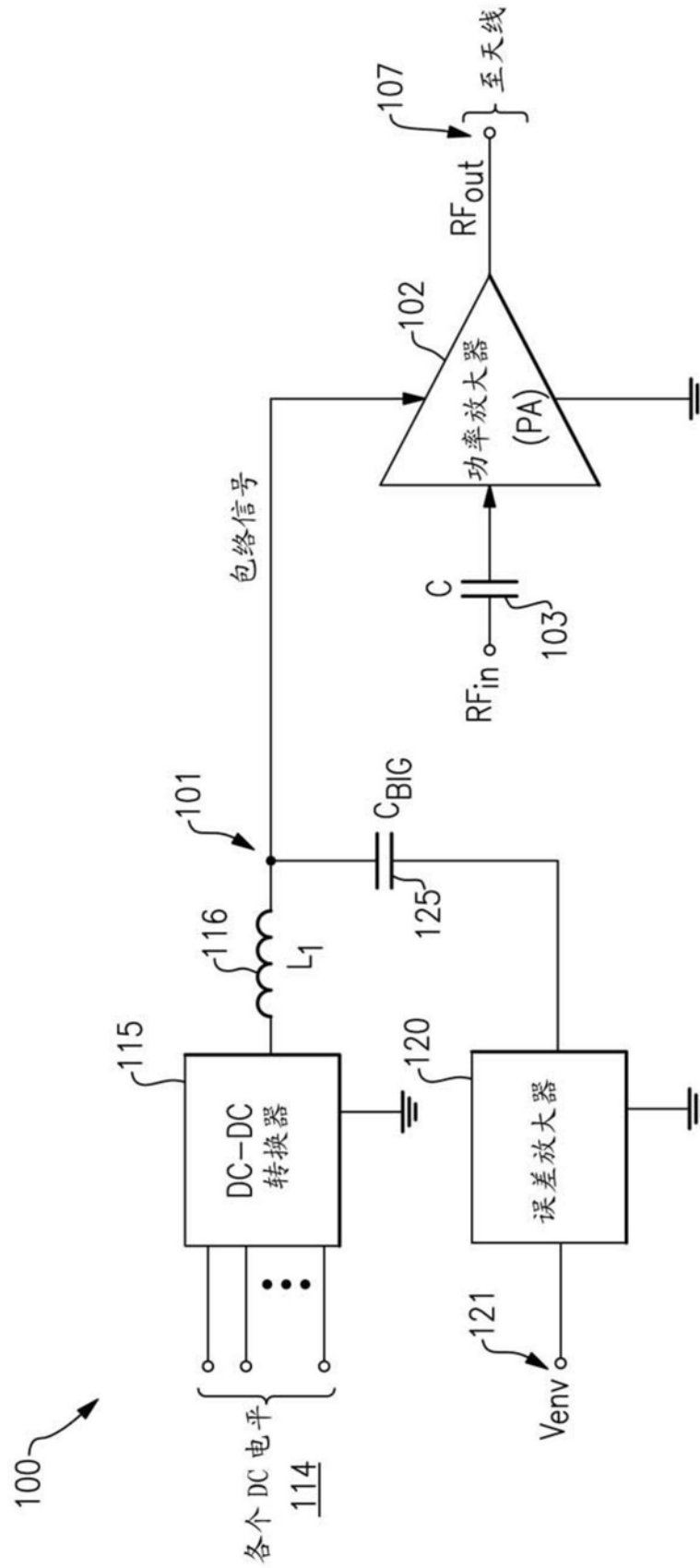


图1

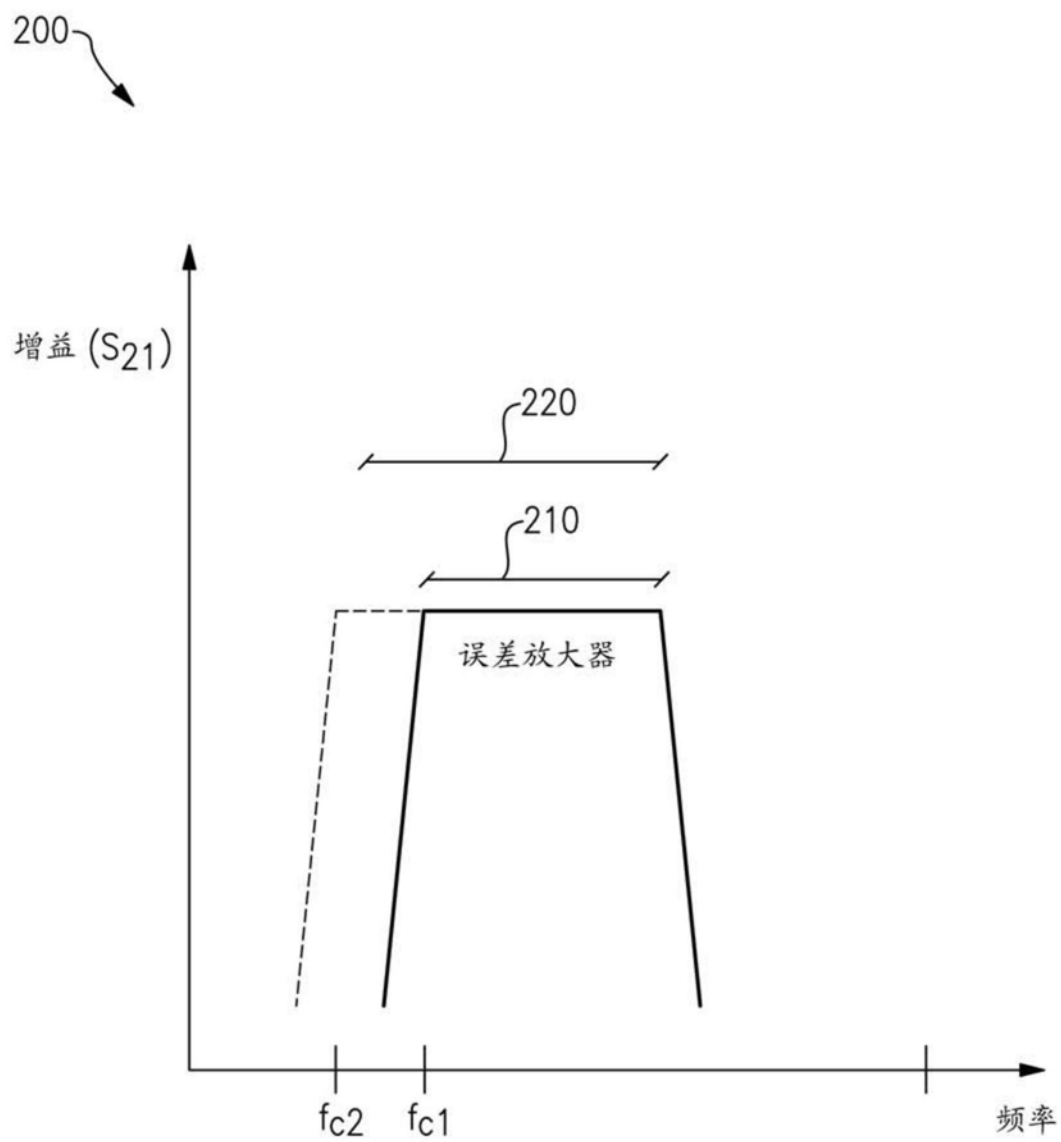


图2

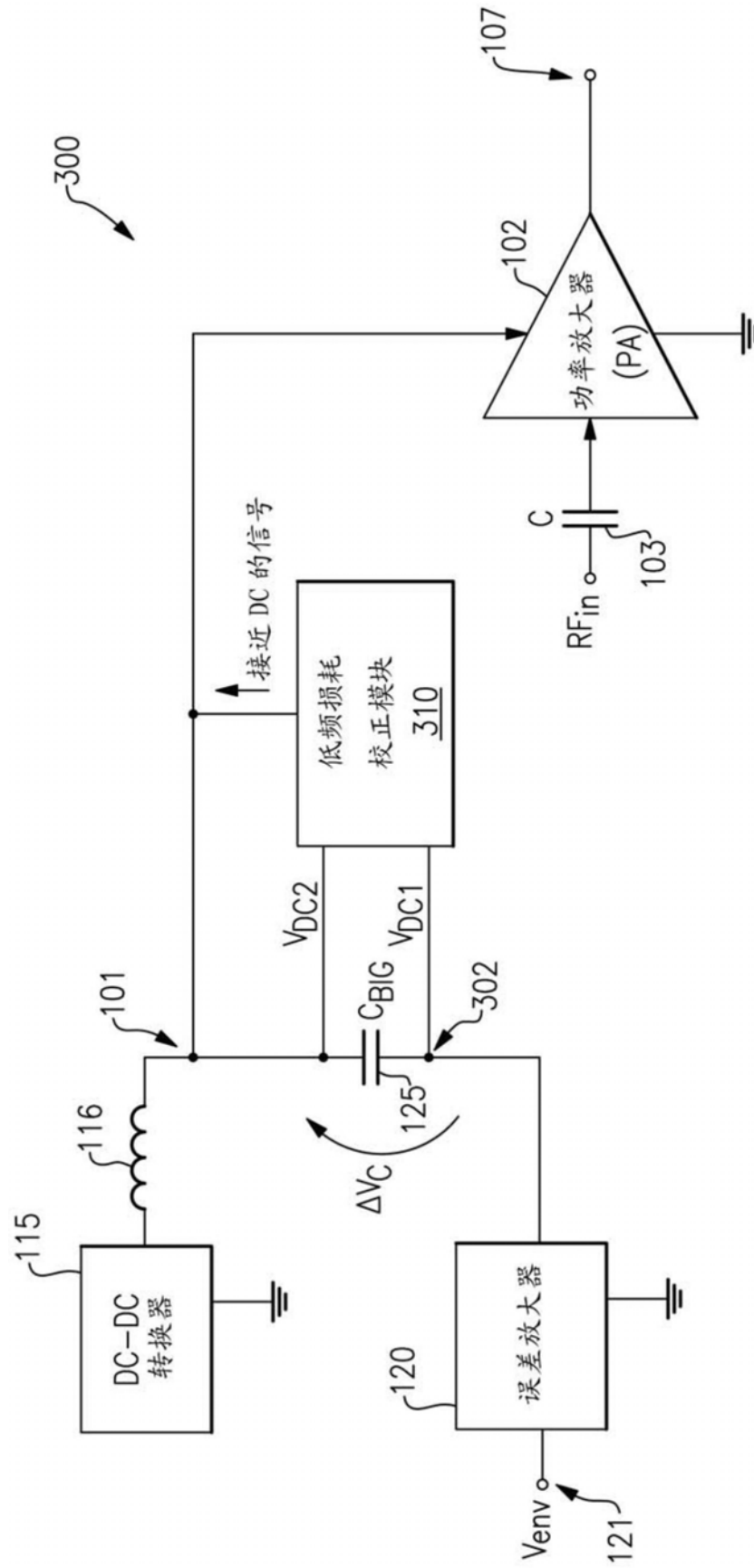


图3

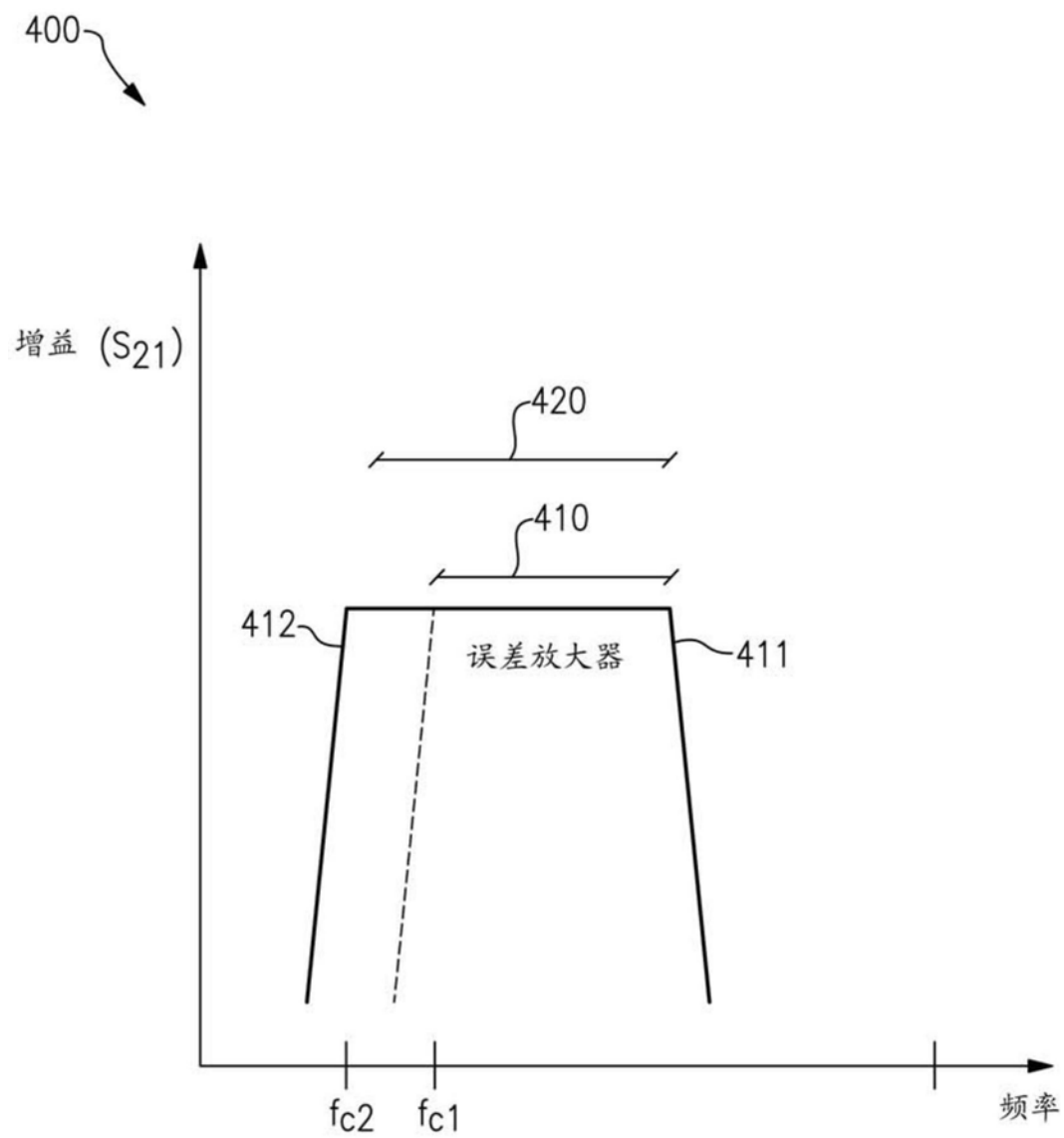


图4

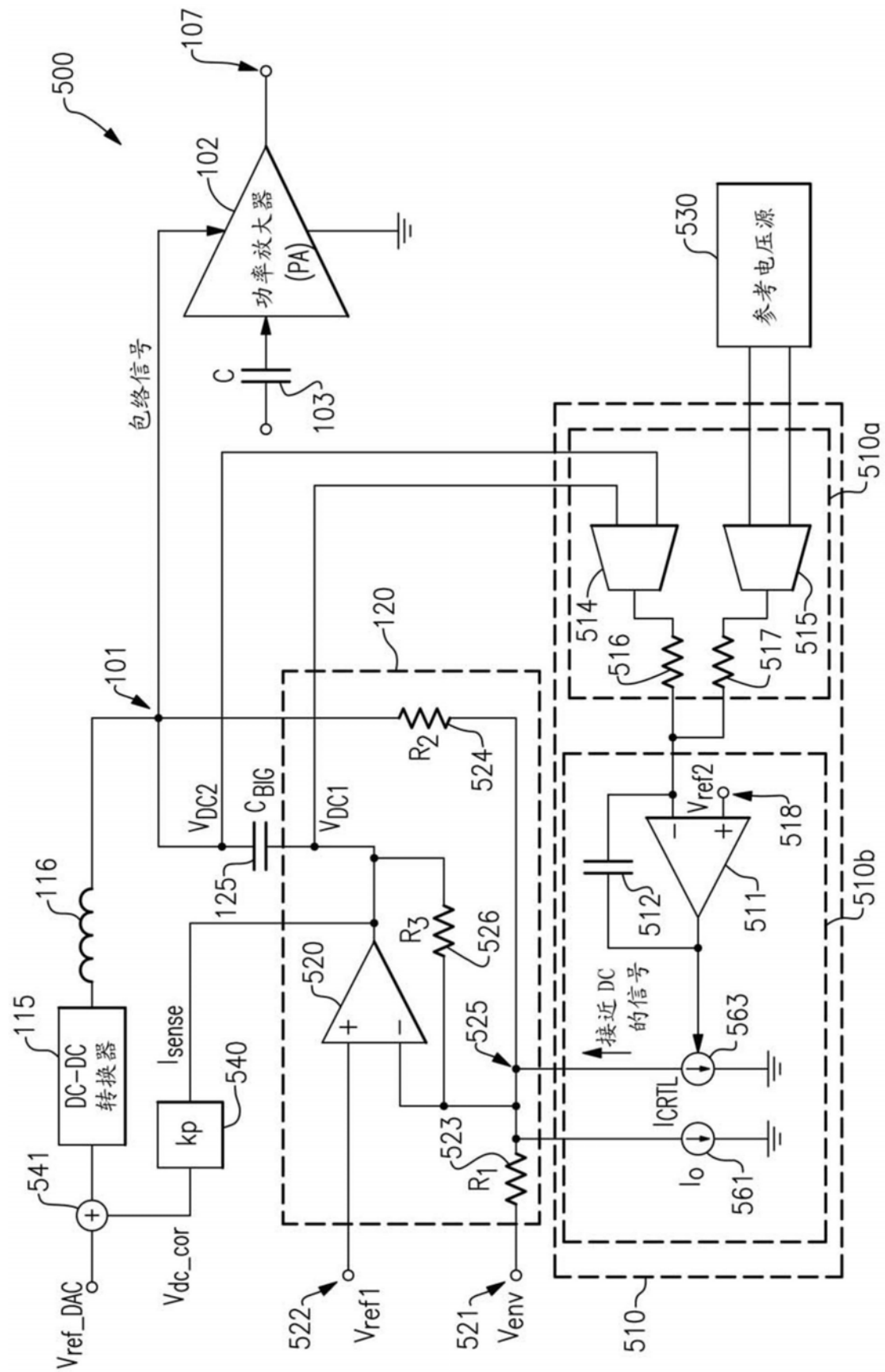


图5

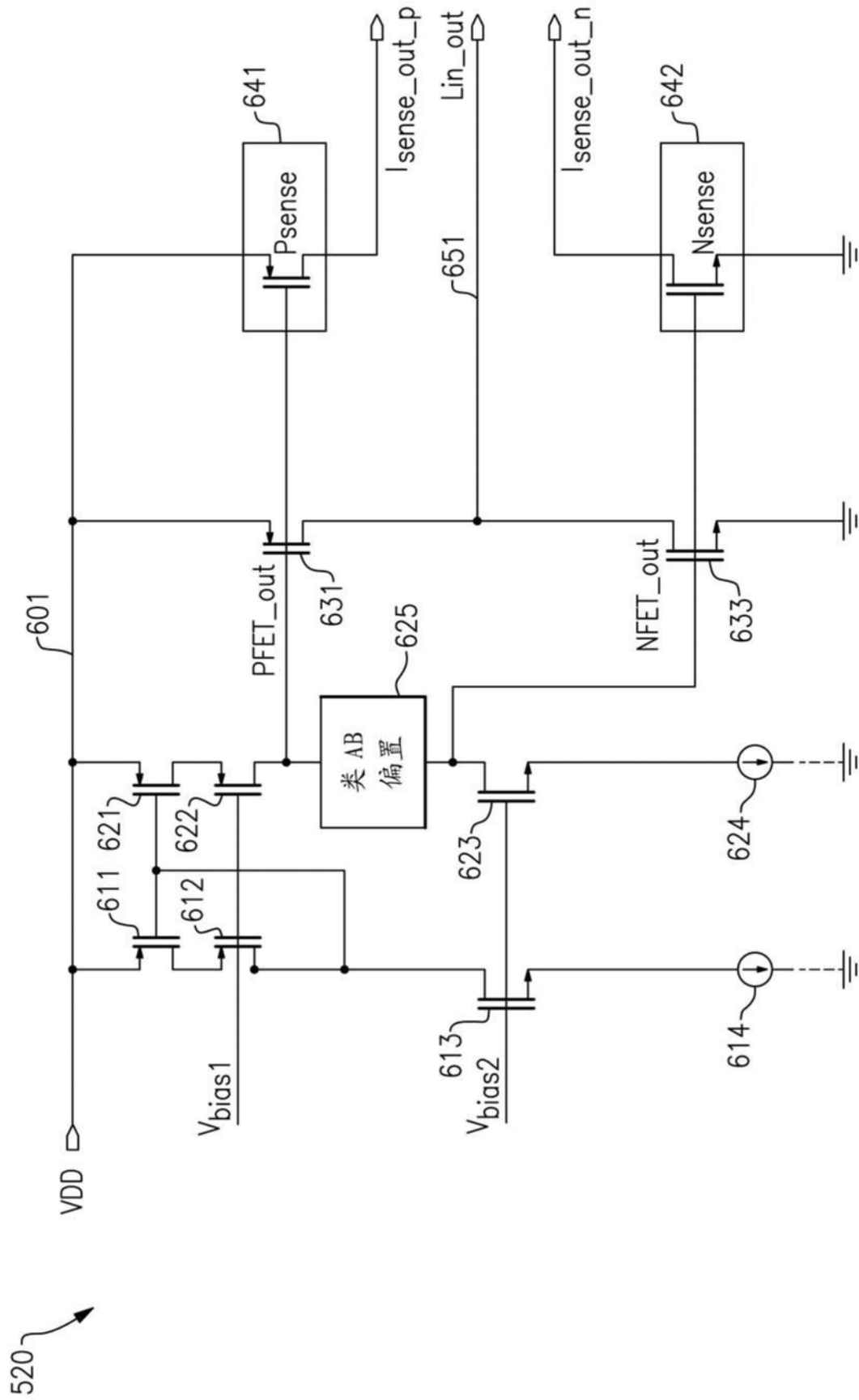


图6

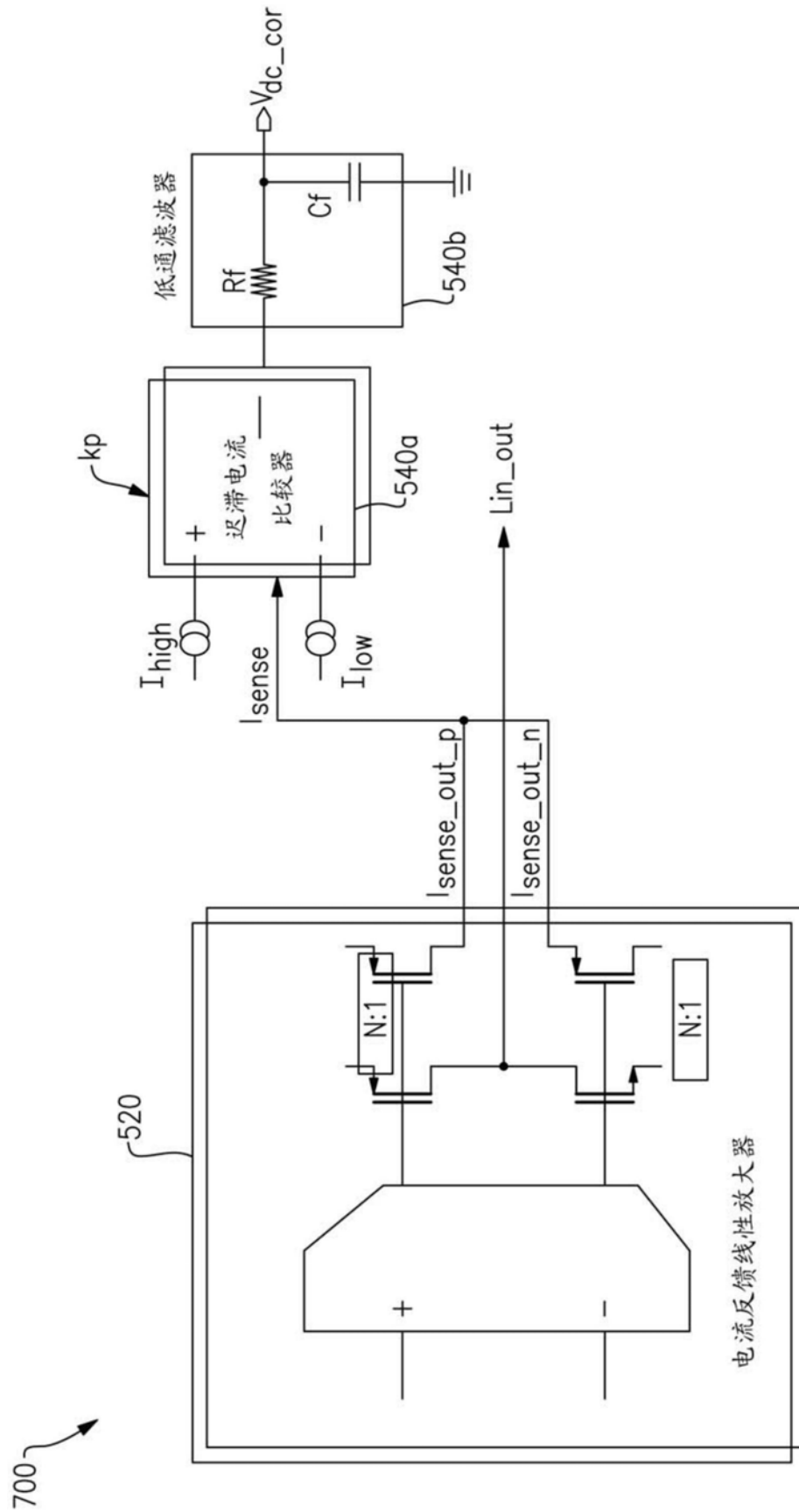


图7

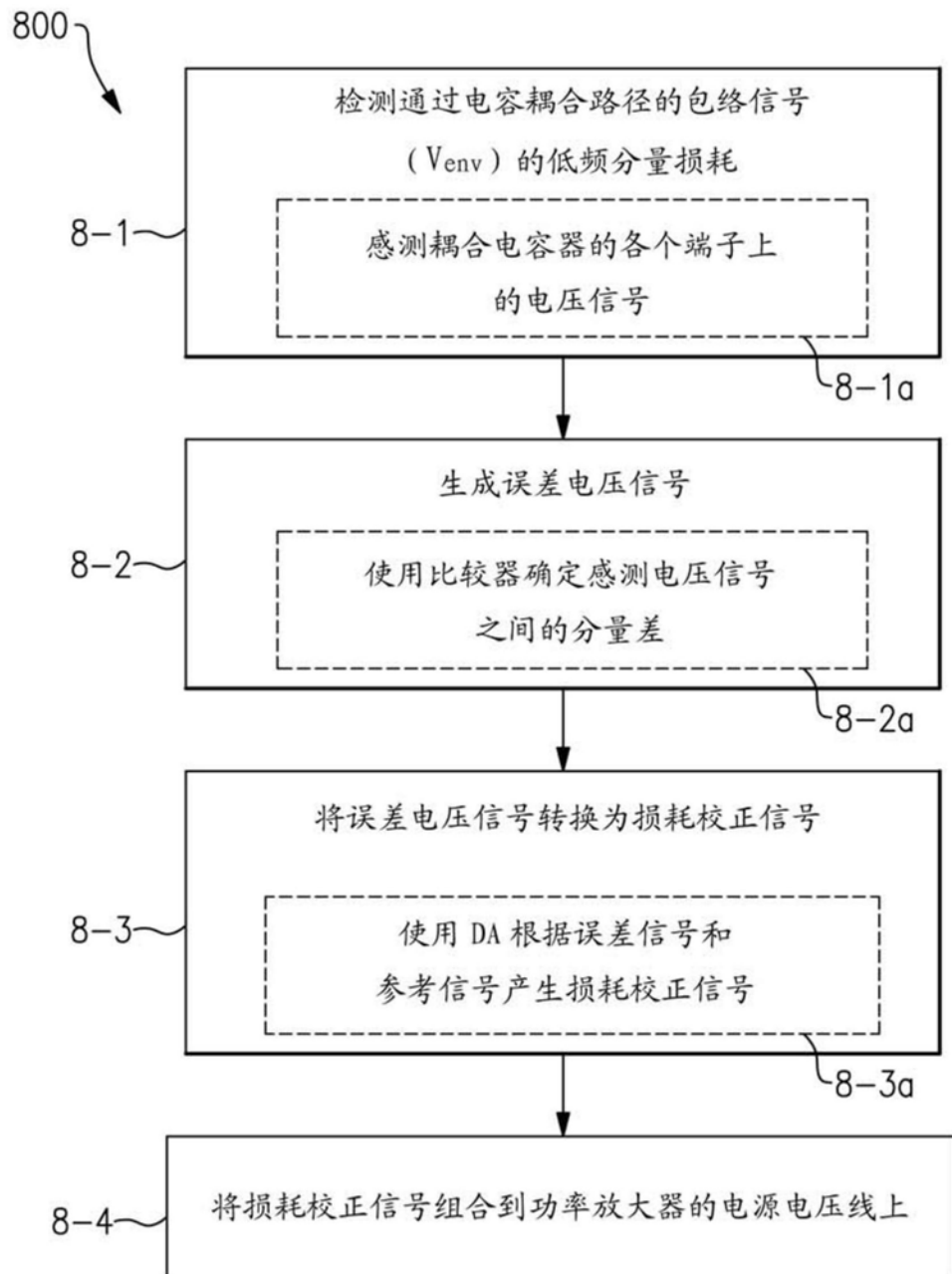


图8

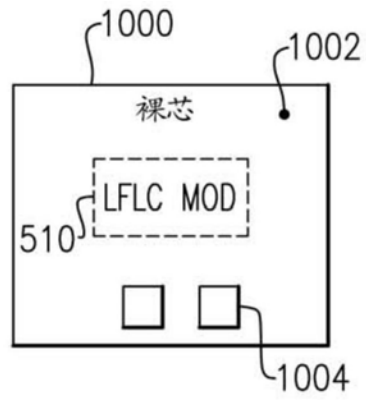


图9A

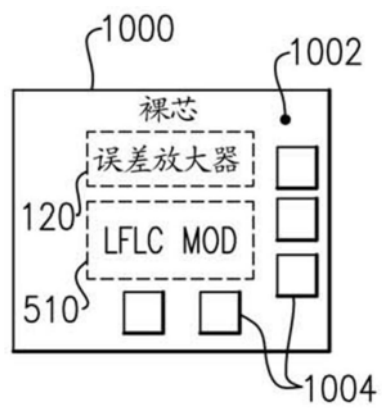


图9B

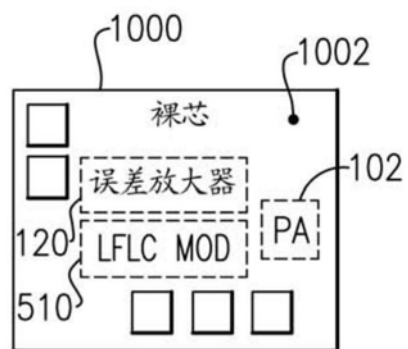


图9C

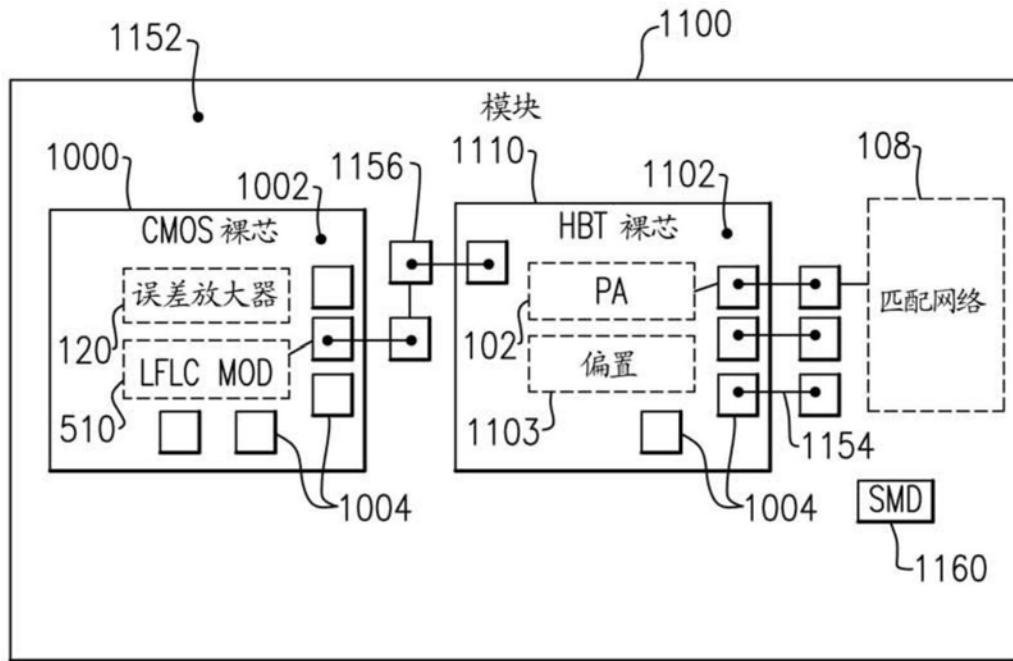


图10

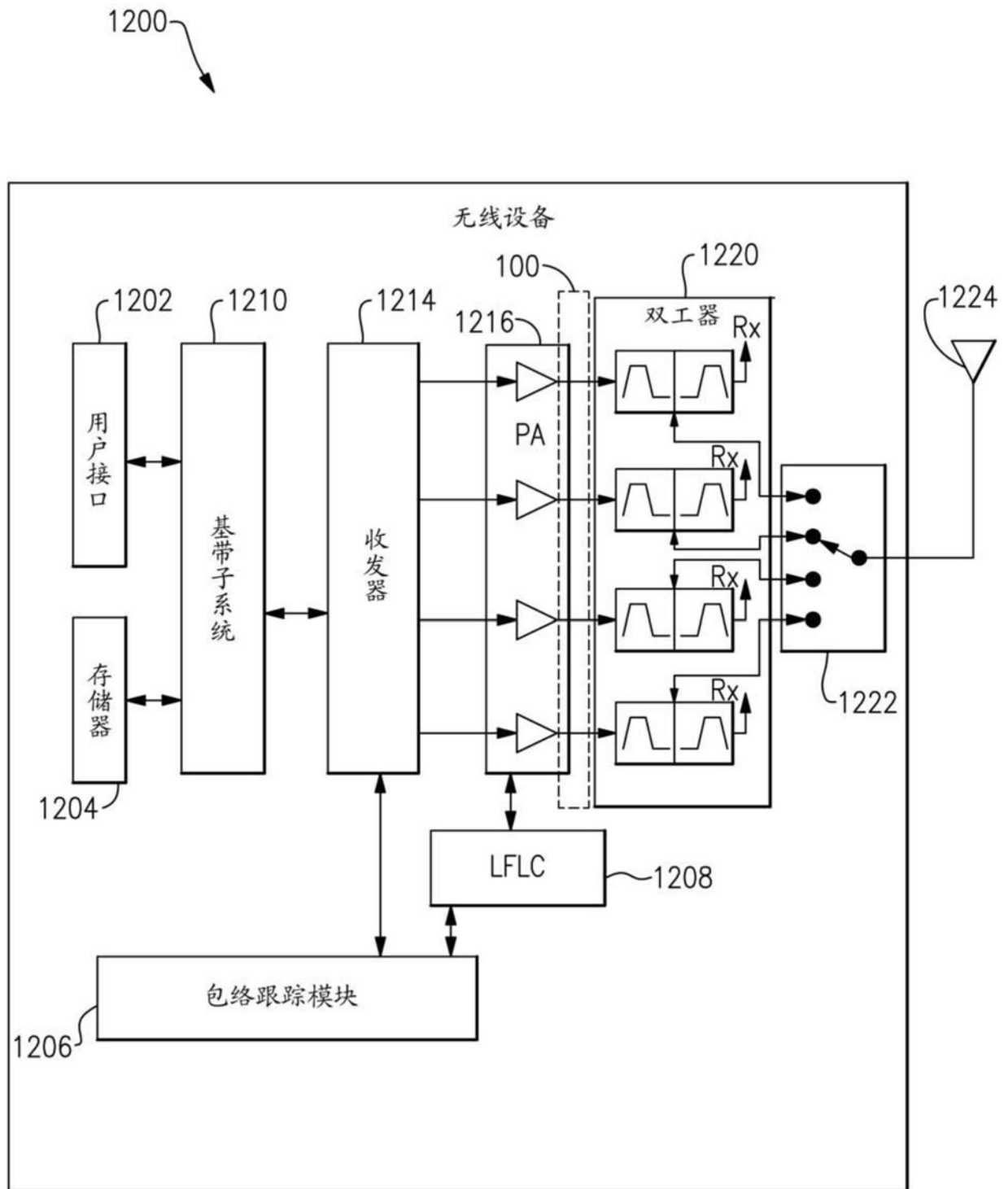


图11