

1. 一种装置,包括:
 - 第一电容器;
 - 电感器,其被耦合到所述第一电容器;以及
 - 第二电容器,其被耦合到所述电感器和差分放大器的第一输出端。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一电容器被耦合到第一晶体管,并且其中所述电感器被耦合到第二晶体管。
3. 根据权利要求1所述的装置,还包括:
 - 第三电容器,其被耦合到所述电感器;以及
 - 第四电容器,其被耦合到所述电感器和所述差分放大器的第二输出端。
4. 根据权利要求3所述的装置,其中所述第三电容器被耦合到第三晶体管。
5. 根据权利要求3所述的装置,还包括:
 - 第五电容器,其被耦合到所述第二电容器;
 - 第二电感器,其被耦合到所述第五电容器;以及
 - 第六电容器,其被耦合到所述第四电容器并被耦合到所述第二电感器。
6. 根据权利要求1所述的装置,还包括:在宽带中可调谐的功率放大器,其中所述功率放大器包括所述第一电容器、所述电感器和所述第二电容器。
7. 根据权利要求1所述的装置,还包括:驱动放大器,其被配置成向所述功率放大器提供传输信号,所述驱动放大器包括:
 - 第一开关,其被并联耦合到第七电容器;
 - 第二开关,其被并联耦合到第八电容器;以及
 - 第三开关,其被并联耦合到第三电感器,其中所述第一开关、所述第二开关以及所述第三开关被选择性地激活以调整所述驱动放大器的工作频率。
8. 根据权利要求7所述的装置,其中所述第七电容器和所述第八电容器是可调谐的。
9. 根据权利要求7所述的装置,其中所述驱动放大器还包括:
 - 第四开关,其被配置成将第四电感器的第一端子选择性地耦合到所述第三电感器的第二端子;以及
 - 第五开关,其被配置成将所述第四电感器的第二端子选择性地耦合到所述第三电感器的第一端子;其中所述第四开关和所述第五开关被选择性地激活以调整所述驱动放大器的电感。
10. 一种装置,包括:
 - 用于存储电荷的第一部件;
 - 用于产生电感的第二部件,其被耦合到所述用于存储电荷的第一部件;以及
 - 用于存储电荷的第三部件,其被耦合到所述用于产生电感的第二部件和差分放大器的第一输出端。
11. 根据权利要求10所述的装置,其中所述用于存储电荷的第一部件被耦合到第一晶体管,并且其中所述用于产生电感的第二部件被耦合到第二晶体管。
12. 根据权利要求10所述的装置,还包括:
 - 用于存储电荷的第四部件,其被耦合到所述用于产生电感的第二部件;以及
 - 用于存储电荷的第五部件,其被耦合到所述用于产生电感的第二部件和所述差分放大

器的第二输出端。

13. 根据权利要求12所述的装置,其中所述用于存储电荷的第一部件和所述用于存储电荷的第三部件是可调谐的。

14. 根据权利要求12所述的装置,还包括:

用于存储电荷的第五部件,其被耦合到所述用于存储电荷的第二部件;

用于产生电感的第二部件,其被耦合到所述用于存储电荷的第五部件;以及

用于存储电荷的第六部件,其被耦合到所述用于存储电荷的第四部件和所述用于产生电感的第二部件。

15. 根据权利要求10所述的装置,还包括用于将传输信号放大的部件,其中所述用于将传输信号放大的部件包括所述用于存储电荷的第一部件、所述用于产生电感的第二部件以及所述用于存储电荷的第三部件。

16. 根据权利要求15所述的装置,还包括用于产生传输信号的部件,其被配置成向所述用于将传输信号放大的部件提供所述传输信号,所述用于产生传输信号的部件包括:

用于开关的第一部件,其被并联耦合到用于存储电荷的第七部件;

用于开关的第二部件,其被并联耦合到用于存储电荷的第八部件;以及

用于开关的第三部件,其被并联耦合到用于产生电感的第三部件,其中所述用于开关的第一部件、所述用于开关的第二部件以及所述用于开关的第三部件被选择性地激活以调整所述用于生成传输信号的部件的工作频率。

17. 根据权利要求16所述的装置,其中所述用于生成传输信号的部件还包括:

用于开关的第四部件,其被配置成将用于产生电感的第四部件的第一端子选择性地耦合到所述用于产生电感的第三部件的第二端子;以及

用于开关的第五部件,其被配置成将所述用于产生电感的第四部件的第二端子选择性地耦合到所述用于产生电感的第三部件的第一端子;

其中所述用于开关的第四部件和所述用于开关的第五部件被选择性地激活以调整所述用于生成传输信号的部件的电感。

18. 一种方法,包括:

在功率放大器的差分放大器处将差分输入信号放大;以及

将所述差分放大器的第一输出端处的已放大差分信号提供给电容器,其中所述电容器被耦合到电感器并且所述电感器被耦合到第二电容器。

19. 根据权利要求18所述的方法,还包括使得被耦合到所述电感器的第一晶体管能够以第一频带操作所述功率放大器。

20. 根据权利要求18所述的方法,还包括使得被耦合到所述第二电容器的第二晶体管能够同时地以第一频带和第二频带操作所述功率放大器。

多波段功率放大器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2014年5月23日提交的共同所有美国非临时专利申请号14/286,791的优先权,该专利申请的内容被整体地通过引用明确地结合到本文中。

技术领域

[0003] 本公开一般地涉及多波段功率放大器。

背景技术

[0004] 技术的进步已导致更小且更加强大的计算设备。例如,当前存在多种便携式个人计算设备,包括无线计算设备,诸如小、轻质且容易被用户携带的便携式无线电话、个人数字助理(PDA)以及寻呼设备。更具体地,诸如蜂窝式电话和网际协议(IP)电话之类的便携式无线电话可以通过无线网络来传送语音和数据分组。此外,许多此类无线电话包括被结合在其中的其它类型的设备。例如,无线电话还可以包括数字式静止相机、数字式视频相机、数字式记录仪以及音频文件播放器。并且,此类无线电话可以处理可以用来接入网络的可执行指令,包括软件应用程序,诸如网络浏览器应用程序。同样地,这些无线电话可以包括相当强的计算能力。

[0005] 无线设备可以包括用以通过多个频带来发射信号的多个功率放大器和驱动放大器。例如,第一驱动放大器和第一功率放大器可以配置成通过第一频带(例如,2.4千兆赫(GHz)带)来发射信号。另外,第二驱动放大器和第二功率放大器可以配置成通过第二频带(例如,5.6GHz带)来发射信号。将多个驱动放大器和多个功率放大器用于多波段传输(例如,双波段传输)可增加管芯面积。例如,用于每个驱动放大器的晶体管芯和用于每个功率放大器的晶体管芯可以是相对大的(例如,在毫米(mm)范围内),其可增加驱动放大器和功率放大器的芯片尺寸、管芯面积以及成本。

附图说明

[0006] 图1示出了与无线系统通信的无线设备;

[0007] 图2示出了图1中的无线设备的框图;

[0008] 图3示出了描绘具有包括单个晶体管芯的差分放大器的双波段功率放大器的示例性实施例的图;

[0009] 图4是示出了描绘具有包括单个晶体管芯的差分放大器的三波段功率放大器的示例性实施例的图;

[0010] 图5是示出了描绘具有包括单个晶体管芯的差分放大器的多波段驱动放大器的示例性实施例的图;

[0011] 图6是示出了描绘具有包括单个晶体管芯的差分放大器的多波段驱动放大器的另一示例性实施例的图;以及

[0012] 图7是图示出操作多波段功率放大器的方法的示例性实施例的流程图。

具体实施方式

[0013] 下面阐述的详细描述意图作为本公开的示例性设计的描述,并不意图表示其中可以实施本公开的仅有设计。术语“示例性”在本文中用来意指“充当示例、实例或图示”。在本文中描述为“示例性”的任何设计不一定要理解为相比于其它设计而言是优选或有利的。详细的描述出于提供本公开的示例性设计的透彻理解的目的而包括特定细节。对于本领域的技术人员而言将显而易见的是本文所述的示例性设计可在没有这些特定细节的情况下实施。在某些情况下,以框图形式示出了众所周知的结构和设备以便避免使在本文中提出的示例性设计的新颖性不清楚。

[0014] 图1示出了与无线通信系统120通信的无线设备110。无线通信系统120可以是长期演进(LTE)系统、码分多址(CDMA)系统、全球移动通信(GSM)系统、无线局域网(WLAN)系统或某些其它无线系统。CDMA系统可以实现宽带CDMA(WCDMA)、CDMA1X、演进数据优化(EVDO)、时分同步CDMA(TD-SCDMA)或CDMA的某些其它版本。为了简单起见,图1示出了包括两个基站130和132及一个系统控制器140的无线通信系统120。一般地,无线系统可以包括任何数目的基站和任何一组网络实体。

[0015] 无线设备110也可以称为用户设备(UE)、移动站、终端、接入终端、订户单元、站点等。无线设备110可以是蜂窝电话、智能电话、平板电脑、无线调制解调器、个人数字助理(PDA)、手持设备、膝上型计算机、智能本、上网本、无绳电话、无线本地环路(WLL)站、蓝牙设备等。无线设备110可与无线系统120通信。无线设备110还可以接收来自广播站(例如,广播站134)的信号、来自一个或多个全球导航卫星系统(GNSS)中的卫星(例如,卫星150)的信号等。无线设备110可支持用于无线通信的一个或多个无线电技术,诸如LTE、WCDMA、CDMA1X、EVDO、TD-SCDMA、GSM、802.11等。

[0016] 图2示出了图1中的无线设备110的示例性设计的框图。在本示例性设计中,无线设备110包括被耦合到主天线210的收发机220、被耦合到辅助天线212的收发机222以及数据处理/控制器280。收发机220包括多(K)个接收机路径230pa至230pk和多(K)个发射机路径250pa至250pk以支持多个频带、多个无线电技术、载波聚合等。收发机222包括多(L)个接收机路径230sa至230sl和多(L)个发射机路径250sa至250sl以支持多个频带、多个无线电技术、载波聚合、接收分集、从多个发射天线至多个接收天线的多输入多输出(MIMO)传输等。

[0017] 在图2中所示的示例性设计中,每个接收机路径230pa、230pk、230sa、230sl分别地包括LNA240pa、240pk、240sa、240sl和接收电路242pa、242pk、242sa、242sl。针对数据接收,天线210从基站和/或其它发射机站接收信号并提供接收的RF信号,其通过天线接口电路224被路由并作为输入RF信号呈现给选定接收机。天线接口电路224可以包括交换机、双工机、发射滤波器、接收滤波器、匹配电路等。下面的描述假设接收机路径230pa是选定接收机路径。在接收机路径230pa内,LNA240pa将输入RF信号放大并提供输出RF信号。接收电路242pa将输出RF信号从RF向下变频至基带,对向下变频信号进行放大和滤波,并向数据处理/控制器280提供模拟输入信号。接收电路242pa可以包括混频器、滤波器、放大器、匹配电路、振荡器、本机振荡器(LO)发生器、锁相环路(PLL)等。收发机220和222中的每个其余接收机路径230pk、230sa、230sl可以与接收机路径230pa类似的方式操作。

[0018] 在图2中所示的示例性设计中,每个发射机路径250pa、250pk、250sa、250s1分别地包括发射电路252pa、252pk、252sa、252s1和功率放大器(PA) 254pa、254pk、254sa、254s1。针对数据传输,数据处理器280处理(例如,编码和调制)要发射的数据并向选定发射机提供模拟输出信号。下面的描述假设发射机路径250pa是选定发射机路径。在发射机路径250pa内,发射电路252pa对模拟输出信号进行放大、滤波并将其从基带向上变频至RF并提供已调制RF信号。发射电路252pa可以包括放大器、滤波器、混频器、匹配电路、振荡器、LO发生器、PLL等。PA 254pa接收已调制RF信号并将其放大且提供具有适当输出功率水平的发射RF信号。发射RF信号通过天线接口电路224被路由并经由天线210被发射。收发机220和222中的每个其余发射机路径250pk、250sa、250s1可以与发射机250pa类似的方式操作。

[0019] 图2示出了接收机230和发射机250的示例性设计。接收机和发射机还可以包括图2中未示出的其它电路,诸如滤波器、匹配电路等。可在一个或多个模拟集成电路(IC)、RFIC(RFIC)、混频信号IC等上实现收发机220和222中的全部或一部分。例如,可在一个模块(其可以是RFIC等)上实现LNA240和接收电路242。还可以以其它方式来实现收发机220和222中的电路。

[0020] 在示例性实施例中,发射电路252pa、252pk、252sa、252s1分别地可以包括驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1。驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1中的一个或多个可以是具有单个晶体管芯的多波段驱动放大器,诸如相对于图5更详细地描述的多波段驱动放大器500或如相对于图6更详细地描述的多波段驱动放大器600。例如,驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1中的一个或多个以从控制电路284接收控制信号以选择性地第一频带、第二频带或其任何组合中操作。驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1可以分别地向功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1提供已放大传输信号294pa、294pk、294sa、294s1。

[0021] 在示例性实施例中,功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1可以分别地从驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1接收输出信号。功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1中的一个或多个可以是多波段功率放大器。例如,功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1中的一个或多个可以包括具有单个差分放大器(例如,单个晶体管芯)的双波段功率放大电路,诸如相对于图3更详细地描述的双波段功率放大电路300。另外或在替换方案中,功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1中的一个或多个可以包括具有差分放大器(例如,单个晶体管芯)的三波段放大电路,诸如相对于图4更详细地描述的三波段功率放大器400。在示例性实施例中,功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1中的一个或多个可以从控制电路284接收控制信号(例如,控制信号299pa)以选择性地第一频带、第二频带、第三频带或其任何组合中操作。如相对于图3更详细地描述的,控制信号299pa可包括第一使能信号(First_EN)、第二使能信号(Second_EN)和/或传输使能信号(TX_EN)。放大电路300可以向天线接口电路224提供已放大信号296pa(例如,功率放大器254pa的输出信号)。

[0022] 数据处理器/控制器280可以执行用于无线设备110的各种功能。例如,数据处理器280可对经由接收机230接收的数据和经由发射机250发射的数据执行处理。控制器280可以控制收发机220和222内的各种电路的操作。例如,控制器280可以包括用以使功率放大器254pa、254pk、254sa、254s1中的一个或多个和/或驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1中的一个或多个偏置以在第一频带、第二频带或其组合中操作的控制电路284。存储器282可

存储用于数据处理器/控制器280的程序代码和数据。可以在一个或多个专用集成电路(ASIC)和/或其它IC上实现数据处理器/控制器280。

[0023] 无线设备110可以支持多个波段组、多个无线电技术和/或多个天线。无线设备110可以包括许多LNA以支持经由多个波段组、多个无线电技术和/或多个天线的接收。

[0024] 参考图3,示出了具有包括单个晶体管芯的差分放大器302的双波段功率放大器300的图。在示例性实施例中,功率放大器300可对应于图2的功率放大器254pa—254pk、254sa—254s1中的一个或多个或被包括在其中。功率放大器300可从控制电路(例如,控制电路284)接收控制信号(例如,传输使能信号(TX_EN)、第一使能信号(First_EN)以及第二使能信号(Second_EN))以选择性地第一频带中、在第二频带中操作或者同时地在第一和第二频带中操作。控制信号可以对应于图2的控制信号299pa。在示例性实施例中,功率放大器300在宽带频率范围内可以是可调谐的。例如,可以将功率放大器300调谐至在具有至少每秒256千位的通信带宽的宽频谱(例如,宽泛的频率范围)内操作。

[0025] 功率放大器300可以包括差分放大器302(例如,晶体管芯)和变压器304(例如,输出平衡—不平衡转换器)。差分放大器302可以包括晶体管306、晶体管308、晶体管310以及晶体管312。在示例性实施例中,差分放大器302的晶体管306—312可以是n型金属氧化物半导体(NMOS)晶体管。晶体管306和晶体管308形成差分晶体管对。晶体管306的源极和晶体管308的源极可以被耦合至地。晶体管306的栅极和晶体管308的栅极可以被耦合成接收差分输入信号(IN+、IN-)。为了举例说明,晶体管306的栅极和晶体管308的栅极可以被耦合成从驱动放大器290pa接收图2的已放大传输信号294pa。晶体管306的漏极可以被耦合到晶体管310的源极,并且晶体管308的漏极可以被耦合到晶体管312的源极。

[0026] 差分放大器302可以被耦合到变压器304。变压器304可以包括被电磁耦合到电感器324的电感器322。晶体管310的漏极可以被耦合到电感器322的第一端子,并且晶体管312的漏极可以被耦合到电感器322的第二端子。变压器304可以从电感器322(例如,初级绕组)向电感器324(例如,次级绕组)传输能量以在电感器324处产生功率放大器300的输出。例如,功率放大器300的输出可对应于基于初级绕组与次级绕组之间的磁场和互感而通过电感器324传播的输出信号296pa。在示例性实施例中,可以向天线接口电路(例如,图2的天线接口电路224或图2的天线接口电路226)提供功率放大器300的输出。

[0027] 电容器314的第一端子可以被耦合到晶体管310的漏极,并且电容器314的第二端子可以被耦合到晶体管318的漏极。以类似方式,可以将电容器316的第一端子耦合到晶体管312的漏极,并且可以将电容器316的第二端子耦合到晶体管320的漏极。在示例性实施例中,晶体管318、320是NMOS晶体管。晶体管318的源极和晶体管320的源极可以被耦合至地。晶体管318的栅极和晶体管320的栅极可以被耦合成接收传输使能信号(TX_EN)。

[0028] 电容器326的第一端子可以被耦合到晶体管310的漏极,并且电容器326的第二端子可以被耦合到电感器330的第一端子。电容器328的第一端子可以被耦合到晶体管312的漏极,并且电容器328的第二端子可以被耦合到电感器330的第二端子。电感器330的第一端子可以被耦合到晶体管332的漏极,并且电感器330的第二端子可以被耦合到晶体管334的漏极。在示例性实施例中,晶体管332、334是NMOS晶体管。晶体管332的源极和晶体管334的源极可以被耦合至地。晶体管332的栅极和晶体管334的栅极可以被耦合成接收第一使能信号(First_EN)。

[0029] 电容器336的第一端子可以被耦合到电感器330的第一端子,并且电容器338的第一端子可以被耦合到电感器330的第二端子。电容器336的第二端子可以被耦合到晶体管340的漏极,并且电容器338的第二端子可以被耦合到晶体管342的漏极。在示例性实施例中,每个电容器336、338表示可调谐电容器组。例如,每个电容器336、338可以表示被并联地耦合的多个电容器支路。每个电容器支路可以包括与电容器串联耦合的开关(例如,晶体管)。为了增加可调谐电容器组件336、338的电容,控制信号(来自图2的控制电路284)可以激活开关以“接通”相应电容器支路。在另一示例性实施例中,电容器336、338可以是单个电容器。

[0030] 在示例性实施例中,晶体管340、342是NMOS晶体管。晶体管340的源极和晶体管342的源极可以被耦合至地。晶体管340的栅极和晶体管342的栅极可以被耦合成接收第二使能信号(Second_EN)。

[0031] 在操作期间,可以向晶体管306提供第一差分输入信号(IN+),使得当晶体管310被使能时第一差分输入信号(IN+)沿着第一路径传播,并且可以向晶体管308提供第二差分输入信号(IN-),使得当晶体管312被使能时第二差分输入信号(IN-)沿着第二路径传播。第一路径包括电容器314、电感器322、电容器326、电感器330以及电容器336。第二路径包括电容器316、电感器322、电容器328、电感器330以及电容器338。

[0032] 为了在第一频带(例如,2.4GHz频带)中操作,传输使能信号(TX_EN)可以激活晶体管318(例如,旁路至地晶体管),并且第一使能信号(First_EN)可以激活晶体管334(例如,旁路至地晶体管)。例如,传输使能信号(TX_EN)可以处于逻辑高电压水平,并且使得晶体管318导通。另外,第一使能信号(First_EN)可以处于逻辑高电压水平,并且使得晶体管334导通。因此,可以将电容314旁路至地,并且附加电流可以对电容器326充电且附加电流可传播通过电感器330(例如,可以经由晶体管334将电感器330耦合至地)。基于第一差分输入信号(IN+)的电流可以对电容器314充电,对电容器326充电,流过电感器322,并且流过电感器330,使得差分放大器302的输出经受相对高的电容(例如,电容器314的电容和电容器326的电容)。使到差分放大器302的输出经受相对高的电容可以促使功率放大器300在第一频带内操作。

[0033] 以类似方式,传输使能信号(TX_EN)可以激活晶体管320(例如,旁路至地晶体管),并且第一使能信号(First_EN)可以激活晶体管332(例如,旁路至地晶体管)。因此,可以将电容316旁路至地,并且附加电流可以对电容器328充电且附加电流可传播通过电感器330(例如,可以经由晶体管332将电感器耦合至地)。基于第二差分输入信号(IN-)的电流可以对电容器316充电,对电容器328充电,流过电感器322,并且流过电感器330,使得差分放大器302的输出经受相对高的电容(例如,电容器316的电容和电容器328的电容)。使差分放大器302的输出经受相对高的电容可以促使功率放大器300在第一频带内操作。

[0034] 为了在第二频带(例如,5.6GHz频带)中操作,传输使能信号(TX_EN)可以激活晶体管318,并且电容器314可以被旁路至地。另外,第一使能信号(First_EN)可以禁用晶体管334以将电感器330从地解耦,使得电容器326是“浮置”(floating)电容器。例如,第一使能信号(First_EN)可以具有逻辑低电压水平,并且可以禁用(例如,关断)晶体管334的导通。因此,基于第一差分输入信号(IN+)的电流可以对电容器314充电并流过电感器322,使得差分放大器302的输出经受减小的电容(例如,基于电容器314的电容,与基于电容器314和电

容器326的电容相反)。使差分放大器302的输出经受减小的电容可以促使功率放大器300在第二频带内操作。

[0035] 以类似方式,传输使能信号(TX_EN)可以激活晶体管320,并且可以将电容器316旁路至地。另外,第一使能信号(First_EN)可以禁用晶体管332以将电感器330从地解耦,使得电容器328是“浮置”电容器。基于第二差分输入信号(IN-)的电流可以对电容器316充电并流过电感器322,使得差分放大器302的输出经受减小的电容(例如,基于电容器316的电容与基于电容器316和电容器328的电容相反)。使差分放大器302的输出经受减小的电容可以促使功率放大器300在第二频带内操作。

[0036] 在示例性实施例中,功率放大器300可以同时地在第一频带和第二频带中操作。例如,第二使能信号(Second_EN)可以使能晶体管340、342,使得差分放大器302的输出另外经受电容器336、338的电容。增加的电容可以促使功率放大器300除在第二频带内操作之外还在第一频带(例如,2.4GHz频带)内操作。例如,增加的电容可以促使被耦合到差分放大器302的输出端的电感和电容元件在约2.4GHz下且在约5.6GHz下谐振。

[0037] 图3的功率放大器300可以通过利用单个差分放大器302(与多个晶体管芯相反)在一个或多个频带(例如,在一个或多个频带上发射)内操作来减小管芯面积并增加成本节省。可以将一个电容器—电感器—电容器(CLC)网络耦合到变压器304(例如,输出平衡—不平衡转换器)的初级线圈(例如,电感器322)。例如,可以将CLC网络(例如,电容器326、电感器330以及电容器328)耦合到电感器322并配置成在第一频带内操作。另外,可以将CLC网络从电感器322解耦以将功率放大器300配置成在第二频带内操作。还将认识到的是使功率放大器300在第一频带(例如,2.4GHz)和/或第二频带(例如,5.6GHz)内操作可促进基于无线通信标准(例如,电气和电子工程师协会(IEEE)802.11标准)的通信。例如,功率放大器300可以促进基于IEEE802.11a协议、IEEE802.11b协议、802.11g协议、IEEE802.11n协议和/或IEEE802.11ac协议的通信。

[0038] 参考图4,示出了具有包括单个晶体管芯的差分放大器402的三波段功率放大器400的图。在示例性实施例中,功率放大器400可对应于图2的功率放大器254pa—254pk、254sa—254s1中的一个或多个或可以被包括在其中。功率放大器400可从控制电路(例如,控制电路284)接收控制信号(例如,传输使能信号(TX_EN)、第一使能信号(First_EN)、第二使能信号(Second_EN)以及第三使能信号(Third_EN))以选择性地第一频带中、在第二频带中或者在第三频带中操作。在示例性实施例中,功率放大器400在宽带频率范围内可以是可调谐的。例如,可以将功率放大器400调谐至在具有至少每秒256千位的通信带宽的宽频谱(例如,宽泛的频率范围)内操作。

[0039] 功率放大器400可以包括差分放大器402(例如,晶体管芯)和变压器404(例如,输出平衡—不平衡转换器)。差分放大器402可以包括晶体管406、晶体管408、晶体管410以及晶体管412。在示例性实施例中,差分放大器402的晶体管406—412可以是NMOS晶体管。晶体管406和晶体管408形成差分晶体管对。晶体管406的源极和晶体管408的源极可以被耦合至地。晶体管406的栅极和晶体管408的栅极可以被耦合接收差分输入信号(IN+、IN-)。为了举例说明,可以将晶体管406的栅极和晶体管408的栅极耦合接收从相应的驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1接收图2的已放大传输信号294pa、294pk、294sa、294s1中的一个。晶体管406的漏极可以被耦合到晶体管410的源极,并且晶体管408的漏极可以被耦合到晶体管

412的源极。

[0040] 差分放大器402可以被耦合到变压器404。变压器404可以包括被电磁耦合到电感器424的电感器422。晶体管410的漏极可以被耦合到电感器422的第一端子,并且晶体管412的漏极可以被耦合到电感器422的第二端子。变压器404可以从电感器422(例如,初级绕组)向电感器424(例如,次级绕组)传输能量以在电感器424处产生功率放大器400的输出。例如,功率放大器400的输出可以是基于初级绕组与次级绕组之间的磁场和互感而通过电感器424传播的输出信号296pa。在示例性实施例中,可以向天线接口电路(例如,图2的天线接口电路224或图2的天线接口电路226)提供功率放大器400的输出。

[0041] 电容器414的第一端子可以被耦合到晶体管410的漏极,并且电容器414的第二端子可以被耦合到晶体管418的漏极。以类似方式,可以将电容器416的第一端子耦合到晶体管412的漏极,并且可以将电容器416的第二端子耦合到晶体管420的漏极。在示例性实施例中,晶体管418、420是NMOS晶体管。晶体管418的源极和晶体管420的源极可以被耦合至地。晶体管418的栅极和晶体管420的栅极可以被耦合成接收传输使能信号(TX_EN)。

[0042] 电容器426的第一端子可以被耦合到晶体管410的漏极,并且电容器426的第二端子可以被耦合到电感器430的第一端子。电容器428的第一端子可以被耦合到晶体管412的漏极,并且电容器428的第二端子可以被耦合到电感器430的第二端子。电感器430的第一端子可以被耦合到晶体管432的漏极,并且电感器430的第二端子可以被耦合到晶体管434的漏极。在示例性实施例中,晶体管432、434是NMOS晶体管。晶体管432的源极和晶体管434的源极可以被耦合至地。晶体管432的栅极和晶体管434的栅极可以被耦合成接收第一使能信号(First_EN)。

[0043] 电容器436的第一端子可以被耦合到电感器430的第一端子,并且电容器438的第一端子可以被耦合到电感器430的第二端子。电容器436的第二端子可以被耦合到晶体管440的漏极,并且电容器438的第二端子可以被耦合到晶体管442的漏极。在示例性实施例中,每个电容器436、438可以表示可调谐电容器组。例如,每个电容器436、438可以包括被并联耦合的多个电容器支路。每个电容器支路可以包括与电容器串联耦合的开关(例如,晶体管)。为了增加电容器436、438的电容,控制信号(来自图2的控制电路284)可以激活开关以“接通”相应电容器支路。在另一示例性实施例中,电容器436、438可以是单个电容器。

[0044] 在示例性实施例中,晶体管440、442是NMOS晶体管。晶体管440的源极和晶体管442的源极可以被耦合至地。晶体管440的栅极和晶体管442的栅极可以被耦合成接收第二使能信号(Second_EN)。

[0045] 电容器444的第一端子可以被耦合到晶体管410的漏极,并且电容器444的第二端子可以被耦合到电感器448的第一端子。电容器446的第一端子可以被耦合到晶体管412的漏极,并且电容器446的第二端子可以被耦合到电感器448的第二端子。电感器448的第一端子可以被耦合到晶体管450的漏极,并且电感器448的第二端子可以被耦合到晶体管452的漏极。在示例性实施例中,晶体管450、452是NMOS晶体管。晶体管450的源极和晶体管452的源极可以被耦合至地。晶体管450的栅极和晶体管452的栅极可以被耦合成接收第三使能信号(Third_EN)。

[0046] 在操作期间,可以向晶体管406提供第一差分输入信号(IN+),使得当晶体管410被使能时第一差分输入信号(IN+)沿着第一路径传播,并且可以向晶体管408提供第二差分输

入信号 (IN-),使得当晶体管412被使能时第二差分输入信号 (IN-) 沿着第二路径传播。第一路径包括电容器414、电感器422、电容器426、电感器430、电容器436、电容器444以及电感器448。第二路径包括电容器416、电感器422、电容器428、电感器430、电容器438、电容器446以及电感器448。

[0047] 为了在第一频带 (例如,2.4GHz频带) 中操作,传输使能信号 (例如, TX_EN) 可以激活晶体管418 (例如,旁路至地晶体管),第一使能信号 (First_EN) 可以激活晶体管434 (例如,旁路至地晶体管),并且第三使能信号 (Third_EN) 可以将晶体管452 (例如,旁路至地晶体管) 去激活。例如,传输使能信号 (TX_EN) 可以处于逻辑高电压水平并使能晶体管418的导通,第一使能信号 (First_EN) 可以处于逻辑高电压水平并使能晶体管434的导通,并且第三使能信号 (Third_EN) 可以是逻辑低电压水平以禁用晶体管452的导通。因此,可以将电容器414旁路至地,附加电流可以对电容器426充电,附加电流可以传播通过电感器430 (例如,可以经由晶体管434将电感器430耦合至地),并且可以将电容器444从地解耦以充当“浮置”电容器。基于第一差分输入信号 (IN+) 的电流可以对电容器414充电,对电容器426充电,流过电感器422,并且流过电感器430,使得差分放大器402的输出经受相对高的电容 (例如,电容器414的电容和电容器426的电容)。使到差分放大器402的输出经受相对高的电容可促使功率放大器400在第一频带内操作。

[0048] 以类似方式,传输使能信号 (例如, TX_EN) 可以激活晶体管420 (例如,旁路至地晶体管),第一使能信号 (First_EN) 可以激活晶体管432 (例如,旁路至地晶体管),并且第三使能信号 (Third_EN) 可以将晶体管450去激活。因此,可以将电容器416旁路至地,附加电流可以对电容器428充电,附加电流可以传播通过电感器430 (例如,可以经由晶体管432将电感器430耦合至地),并且可以将电容器446从地解耦以充当“浮置”电容器。基于第二差分输入信号 (IN-) 的电流可以对电容器416充电,对电容器428充电,流过电感器422,并且流过电感器430,使得差分放大器402的输出经受相对高的电容 (例如,电容器416的电容和电容器428的电容)。使差分放大器402的输出经受相对高的电容可促使功率放大器400在第一频带内操作。

[0049] 为了在第二频带 (例如,5.6GHz频带) 中操作,传输使能信号 (TX_EN) 可以激活晶体管418,并且电容器414可以被旁路至地。另外,第一使能信号 (First_EN) 可以禁用晶体管434以将电感器430从地解耦,使得电容器426是“浮置”电容器,并且第三使能信号 (Third_EN) 可以禁用晶体管452以将电感器448从地解耦,使得电容器444是“浮置”电容器。基于第一差分输入信号 (IN+) 的电流可以对电容器414充电并流过电感器422,使得差分放大器402的输出经受减小的电容 (例如,基于电容器414的电容,与基于电容器414和电容器426的电容相反)。使差分放大器402的输出经受减小的电容可以促使功率放大器400在第二频带内操作。

[0050] 以类似方式,传输使能信号 (TX_EN) 可以激活晶体管420,并且可以将电容器416旁路至地。另外,第一使能信号 (First_EN) 可以禁用晶体管432以将电感器430从地解耦,使得电容器428是“浮置”电容器,并且第三使能信号 (Third_EN) 可以禁用晶体管450以将电感器448从地解耦,使得电容器446是“浮置”电容器。因此,基于第二差分输入信号 (IN-) 的电流可以对电容器416充电并流过电感器422,使得差分放大器402的输出经受减小的电容 (例如,基于电容器416的电容,与基于电容器416和电容器428的电容相反)。使差分放大器402

的输出经受减小的电容可以促使功率放大器400在第二频带内操作。

[0051] 在示例性实施例中,功率放大器400可同时地在第一频带和第二频带中操作。例如,第二使能信号(Second_EN)可以使能晶体管440、442,使得差分放大器302的输出另外经受电容器436、438的电容。增加的电容可以促使功率放大器除在第二频带内操作之外还在第一频带(例如,2.4GHz频带)内操作。例如,增加的电容可以促使被耦合到差分放大器302的输出端的电感和电容元件在约2.4GHz下且在约5.6GHz下谐振。

[0052] 为了在第三频带(例如,800兆赫(MHz)频带)中操作,传输使能信号(TX_EN)可以激活晶体管418,第一使能信号(First_EN)可以将晶体管434去激活,并且第三使能信号(Third_EN)可以激活晶体管452。可以将电容器414旁路至地,电容器426可以充当“浮置”电容器,并且附加电流可以对电容器444充电且附加电流可以传播通过电感器448(例如,可以经由晶体管452将电感器448耦合到地)。在示例性实施例中,电容器444的电容可以大于电容器426的电容,使得差分放大器402在电容器444“活动”时比在电容器426“活动”(例如,第一频带)时经受更大的电容。作为非限制性示例,电容器444可以是5皮法(pF)电容器,并且电容器426可以是2.5pF电容器。使差分放大器402的输出经受增加的电容可以促使功率放大器400在第三频带内操作。

[0053] 以类似方式,传输使能信号(TX_EN)可以激活晶体管420,第一使能信号(First_EN)可以将晶体管432去激活,并且第三使能信号(Third_EN)可以激活晶体管450。可以将电容器416旁路至地,电容器428可以充当“浮置”电容器,并且附加电流可以对电容器446充电且附加电流可以传播通过电感器448(例如,可以经由晶体管450将电感器448耦合到地)。在示例性实施例中,电容器446的电容可以大于电容器428的电容,使得差分放大器402在电容器446“活动”时比在电容器428“活动”(例如,第一频带)时经受更大的电容。使差分放大器402的输出经受增加的电容可以促使功率放大器400在第三频带内操作。

[0054] 图4的功率放大器400可以通过利用单个差分放大器402(与多个晶体管芯相反)在一个或多个频带内操作来减小管芯面积并增加成本节省。可以将两个CLC网络耦合到输出平衡—不平衡转换器的初级线圈(例如,电感器422)。例如,可以将第一CLC网络(例如,电容器426、电感器430以及电容器428)耦合到电感器422,并且可以将第二CLC网络(例如,电容器444、电感器448以及电容器446)耦合到电感器422。还将认识到的是使功率放大器400在第三频带(例如,800MHz)下操作可促进基于IEEE802.11ah协议的通信。

[0055] 参考图5,示出了具有包括单个晶体管芯的差分放大器502的多波段驱动放大器500的示例性实施例。在示例性实施例中,驱动放大器500可对应于图2的驱动放大器290pa、290pk、290sa、290sl中的一个或多个或可以被包括在其中。驱动放大器500可以从控制电路(例如,控制电路284)接收控制信号以选择性地第一频带、第二频带或其任何组合中操作。

[0056] 驱动放大器500包括电感器—电容器(LC)组501和差分放大器502(例如,晶体管芯)。差分放大器502可以包括晶体管504、晶体管506、晶体管508以及晶体管510。在示例性实施例中,差分放大器502的晶体管504—510可以是NMOS晶体管。晶体管504的源极和晶体管506的源极可以被耦合至地。晶体管504的栅极和晶体管506的栅极可以被耦合成接收差分输入信号(IN+、IN-)。为了举例说明,晶体管504的栅极和晶体管506的栅极可以被耦合成从图2的数据处理器/控制器280接收传输信号。晶体管504的漏极可以被耦合到晶体管508

的源极,并且晶体管506的漏极可以被耦合到晶体管510的源极。

[0057] 可以将晶体管508的漏极耦合到可调谐电容器组512的第一端子,并且可以将晶体管510的漏极耦合到可调谐电容器组512的第二端子。可以将可调谐电容器组512与电感器514并联耦合。例如,可以将可调谐电容器组512的第一端子耦合到电感器514的第一端子,并且可以将可调谐电容器组512的第二端子耦合到电感器514的第二端子。

[0058] 可以将LC组501的组件(例如,CLC网络组件)选择性地耦合到差分放大器502的输出端,使得驱动放大器500可以在单个频带中操作或者同时地在多个频带中操作。例如,CLC网络组件包括电容器520、电容器522以及电感器524。在示例性实施例中,电容器520和电容器522可以是可调谐电容器(例如,可调谐电容器组)。可以将电容器520的第一端子耦合到电感器514的第一端子,并且可以将电容器520的第二端子耦合到电感器524的第一端子。可以将电容器522的第一端子耦合到电感器514的第二端子,并且可以将电容器522的第二端子耦合到电感器524的第二端子。可以与电容器520并联地(例如,在其对面)耦合开关516,可以与电容器522并联地(例如,在其对面)耦合开关518,并且可以与电感器524并联地(例如,在其对面)耦合开关526。

[0059] 在操作期间,驱动放大器500可以在第一频带(例如,2GHz频带)内操作、在第二频带(例如,5GHz频带)内操作或者同时地在第一频带和第二频带中操作。为了在第一频带中操作,可以提供控制信号(来自控制电路284)以闭合开关526、打开开关516并且打开开关518。因此,当在第一频带中操作时,电流可以对电容器520、522充电,并且可以跨开关526使电流短路,与传播通过电感器524相反。

[0060] 为了在第二频带中操作,可以提供控制信号以闭合开关516、闭合开关516并且打开开关526。因此,当在第二频带中操作时,可以跨开关516、518使电流短路,分别地与对电容器520、522充电相反,并且电流可以传播通过电感器524。为了同时地在第一和第二频带中操作,可以提供控制信号以打开每个开关516、518、526。因此,当同时地在第一和第二频带中操作时,电流可以对电容器520、522充电并传播通过电感器524。

[0061] 图5的驱动放大器500可以通过利用单个差分放大器502(与多个晶体管芯相反)在一个或多个频带内操作来减小管芯面积并增加成本节省。还将认识到的是使驱动放大器500在第一频带、第二频带或其组合内操作可促进基于无线通信标准的通信,如相对于图3所述。

[0062] 参考图6,示出了具有包括单个晶体管芯的差分放大器602的多波段驱动放大器600的另一示例性实施例。在示例性实施例中,驱动放大器600可对应于图2的驱动放大器290pa、290pk、290sa、290s1中的一个或多个或可以被包括在其中。驱动放大器600可以从控制电路(例如,控制电路284)接收控制信号以选择性地第一频带、第二频带或其任何组合中操作。

[0063] 驱动放大器600包括电感器—电容器(LC)组601和差分放大器602(例如,晶体管芯)。差分放大器602可以包括晶体管604、晶体管606、晶体管608以及晶体管610。在示例性实施例中,差分放大器602的晶体管604—610可以是NMOS晶体管。晶体管604的源极和晶体管606的源极可以被耦合至地。晶体管604的栅极和晶体管606的栅极可以被耦合成接收差分输入信号(IN+、IN-)。为了举例说明,晶体管604的栅极和晶体管606的栅极可以被耦合成从图2的数据处理器/控制器280接收传输信号。晶体管604的漏极可以被耦合到晶体管608

的源极,并且晶体管606的漏极可以被耦合到晶体管610的源极。

[0064] 可以将晶体管608的漏极耦合到可调谐电容器组612的第一端子,并且可以将晶体管610的漏极耦合到可调谐电容器组612的第二端子。可以将可调谐电容器组612与电感器614并联耦合。例如,可以将可调谐电容器组612的第一端子耦合到电感器614的第一端子,并且可以将可调谐电容器组612的第二端子耦合到电感器614的第二端子。

[0065] 可以将LC组601的组件(例如,CLC网络组件)选择性地耦合到差分放大器602的输出端,使得驱动放大器600可以在多个频带中操作。例如,CLC网络组件包括电容器620、电容器622以及电感器624。在示例性实施例中,电容器620和电容器622可以是可调谐电容器(例如,可调谐电容器组)。可以将电容器620的第一端子耦合到电感器614的第一端子,并且可以选择性地经由开关630将电容器620的第二端子耦合到电感器624的第一端子。可以将电容器622的第一端子耦合到电感器614的第二端子,并且可以选择性地经由开关632将电容器622的第二端子耦合到电感器624的第二端子。可以与电容器620并联地(例如,在其对面)耦合开关616,并且可以与电容器622并联地(例如,在其对面)耦合开关618。可以选择性地经由开关626将电感器614的第一端子耦合到电感器624的第二端子,并且可以选择性地经由开关628将电感器614的第二端子耦合到电感器624的第一端子。

[0066] 驱动放大器600可以以与图5的驱动放大器500基本上类似的方式操作。例如,在操作期间、驱动放大器600可以在第一频带(例如,2GHz频带)内操作、在第二频带(例如,5GHz频带)内操作或者同时地在第一频带和第二频带中操作。

[0067] 可以使用开关616、618、626、628来调谐(例如,减小或增加)驱动放大器600的有效电感以在操作期间使频率范围移位。例如,控制信号可打开开关616、打开开关618、闭合开关626以及闭合开关628以减小功率放大器600的有效电感。替换地,控制信号可闭合开关616、闭合开关618、打开开关626以及打开开关628以增加功率放大器600的有效电感。

[0068] 图6的驱动放大器600可以通过利用单个差分放大器602(与多个晶体管芯相反)在一个或多个频带内操作来减小管芯面积并增加成本节省。还将认识到的是选择性地激活开关616、618、626、628与图5的驱动放大器500的电感器调谐范围相比可以扩展驱动放大器600的电感调谐范围。

[0069] 参考图7,示出了图示出操作多波段功率放大器的方法800的示例性实施例的流程图。在说明性实施例中,可以使用图1—2的无线设备110、图3的功率放大器300、图4的功率放大器400或其任何组合来执行方法700。

[0070] 方法700包括在702处在功率放大器的差分放大器处将差分输入信号放大。例如,参考图3,功率放大器300的差分放大器302可以将差分输入信号(IN+)、(IN-)放大。

[0071] 差分放大器的第一输出端可以在704处向被耦合到差分放大器的第一输出端的电容器提供已放大信号。可以将电容器耦合到电感器,并且可以将电感器耦合到第二电容器。例如,参考图3,已放大差分信号可以被差分放大器302的第一输出端提供给电容器326。电容器326被耦合到电感器330,并且电感器330被耦合到电容器336。

[0072] 在示例性实施例中,方法700可以包括使得被耦合到电感器的第一电容器能够使功率放大器在第一频带中操作。例如,参考图3,可以使能(例如,激活)晶体管334以使功率放大器300在第一频带(例如,2.4GHz频带)中操作。为了举例说明,当第一使能信号(First_EN)具有逻辑高电压水平时,电感器330可以经由晶体管334被耦合至地。将电感器330耦合

至地可以使得功率放大器300能够在第一频带上发射信号。

[0073] 在示例性实施例中,方法700可以包括使得被耦合到第二电容器的第二晶体管能够同时地使功率放大器在第一频带和第二频带中操作。例如,参考图3,可以使能晶体管340以同时地使功率放大器300在第一频带和第二频带(例如,5.6GHz频带)中操作。为了举例说明,当第二使能信号(Second_EN)具有逻辑高电压水平时,电容器336可以经由晶体管340被耦合至地。经由晶体管340将电容器336耦合至地可以使得功率放大器300能够同时地在第一频带和第二频带上发射信号。

[0074] 图7的方法可通过利用单个差分放大器302(与多个晶体管芯相反)在一个或多个频带内操作来减小管芯面积并增加成本节省。可以将一个电容器—电感器—电容器(CLC)网络耦合到输出平衡—不平衡转换器的初级线圈(例如,电感器322)。例如,可以将CLC网络(例如,电容器326、电感器330以及电容器328)耦合到电感器322并配置成在第一频带内操作,并且从电感器322解耦以在第二频带内操作。

[0075] 与所述实施例相结合,一种装置包括用于存储电荷的第一部件。例如,用于存储电荷的第一部件可以包括图3的电容器336、图4的电容器436、一个或多个其它器件、电路或其组合。该装置还可包括被耦合到用于存储电荷的第一部件的用于产生电感的第二部件。例如,用于产生电感的第二部件可以包括图3的电感器330、图4的电感器430、一个或多个其它器件、电路或其任何组合。

[0076] 该装置还可包括被耦合到用于产生电感的第二部件和差分放大器的第一输出端的用于存储电荷的第三部件。例如,用于存储电荷的第三部件可以包括图3的电容器326、图4的电容器426、一个或多个其它器件、电路或其组合。

[0077] 所述装置还可以包括被耦合到用于产生电感的第二部件的用于存储电荷的第四部件。例如,用于存储电荷的第四部件可以包括图3的电容器338、图4的电容器438、一个或多个其它器件、电路或其组合。该装置还可包括被耦合到用于产生电感的第二部件和差分放大器的第二输出端的用于存储电荷的第五部件。例如,用于存储电荷的第五部件可以包括图3的电容器328、图4的电容器428、一个或多个其它器件、电路或其组合。

[0078] 所述装置还可以包括被耦合到用于存储电荷的第三部件的用于存储电荷的第六部件。例如,用于存储电荷的第六部件可以包括图4的电容器444、一个或多个其它器件、电路或其组合。该装置还可包括被耦合到用于存储电荷的第六部件的用于产生电感的第三部件。例如,用于产生电感的第三部件可以包括图4的电感器448、一个或多个其它器件、电路或其组合。

[0079] 所述装置还可包括用于存储电荷的第七部件,其被耦合到用于存储电荷的第四部件和用于产生电感的第三部件。例如,用于存储电荷的第七部件可以包括图4的电容器446、一个或多个其它器件、电路或其组合。该装置还可以包括用于将传输信号放大的部件。例如,用于将传输信号放大的部件可以包括图3的功率放大器300、图4的功率放大器400、一个或多个其它器件、电路或其任何组合。

[0080] 所述装置还可以包括用于生成传输信号的部件,其被配置成向用于将传输信号放大的部件提供传输信号。例如,用于生成传输信号的部件可以包括图5的驱动放大器500、图6的驱动放大器600、一个或多个其它器件、电路或其任何组合。

[0081] 用于生成传输信号的部件可以包括与用于存储电荷的第七部件并联地耦合的用

于开关的第一部件。例如,用于开关的第一部件可以包括图5的开关516、一个或多个其它器件、电路或其组合。用于存储电荷的第七部件可以包括图5的电容器520、一个或多个其它器件、电路或其组合。用于生成传输信号的部件还可以包括与用于存储电荷的第八部件并联地耦合的用于开关的第二部件。例如,用于开关的第二部件可以包括图5的开关518、一个或多个其它器件、电路或其组合。用于存储电荷的第八部件可以包括图5的电容器522、一个或多个其它器件、电路或其组合。用于生成传输信号的部件还可以包括与用于产生电感的第三部件并联地耦合的用于开关的第三部件。例如,用于开关的第三部件可以包括图5的开关526、一个或多个其它器件、电路或其组合。用于产生电感的第三部件可以包括图5的电感器524、图6的电感器624、一个或多个其它器件、电路或其任何组合。

[0082] 用于生成传输信号的部件还可以包括用于开关的第四部件,其被配置成将用于产生电感的第四部件的第一端子选择性地耦合到用于产生电感的第三部件的第二端子。例如,用于开关的第四部件可以包括图6的开关626、一个或多个其它器件、电路或其组合。用于产生电感的第四部件可以包括图6的电感器624、一个或多个其它器件、电路或其组合。

[0083] 用于生成传输信号的部件还可以包括用于开关的第五部件,其被配置成将用于产生电感的第四部件的第二端子选择性地耦合到用于产生电感的第三部件的第一端子。例如,用于开关的第五部件可以包括图6的开关628、一个或多个其它器件、电路或其组合。

[0084] 提供公开实施例的前文描述是为了使得本领域的技术人员能够完成或使用公开实施例。对这些实施例的各种修改对于本领域的技术人员而言将是显而易见的,并且在不脱离本公开的范围的情况下可以将本文所述的原理应用于其它实施例。因此,本公开并不意图局限于本文所示的实施例,而是应根据依照如以下权利要求所定义的原理和新型特征而可能的最宽泛范围。

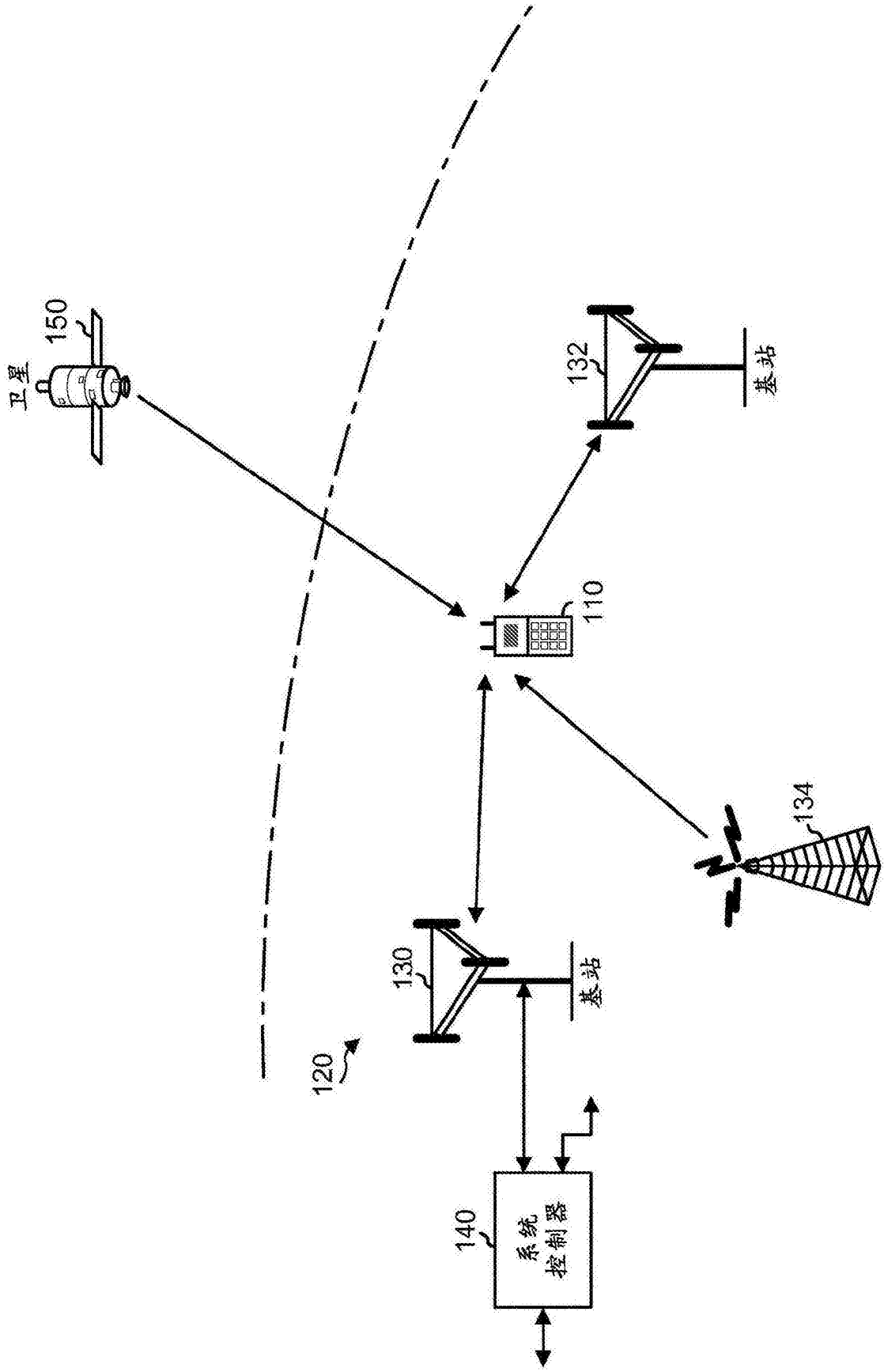


图1

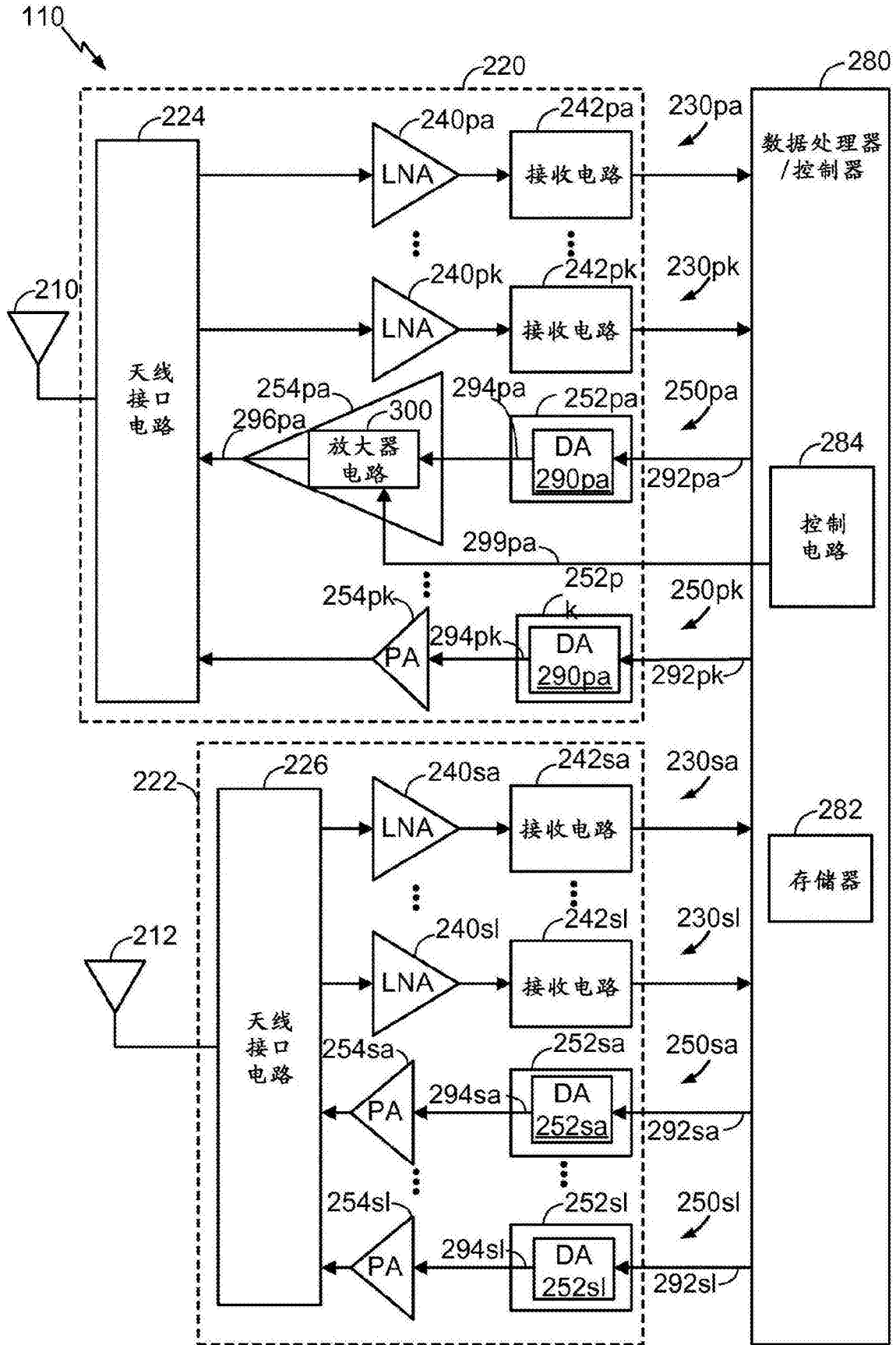


图2

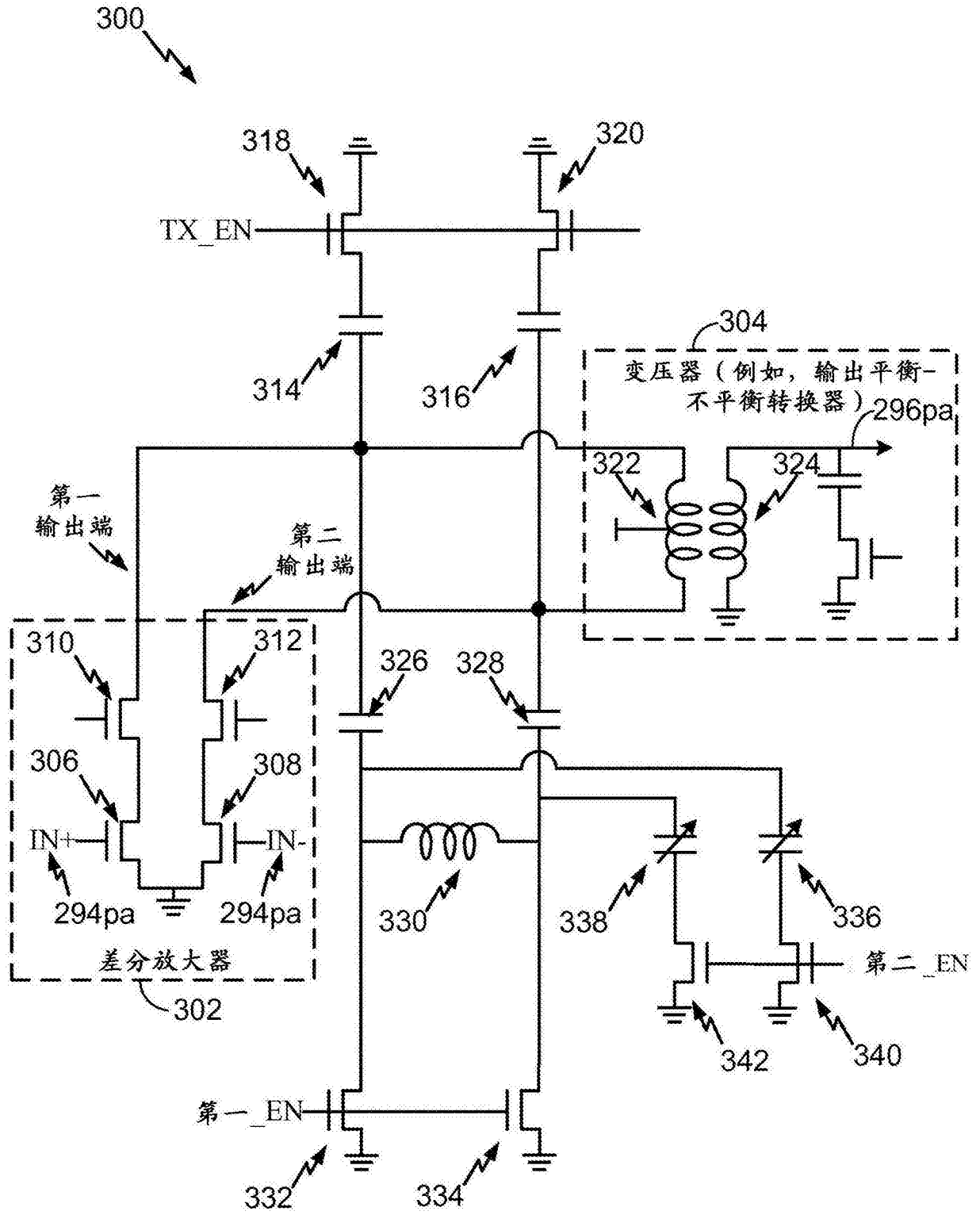


图3

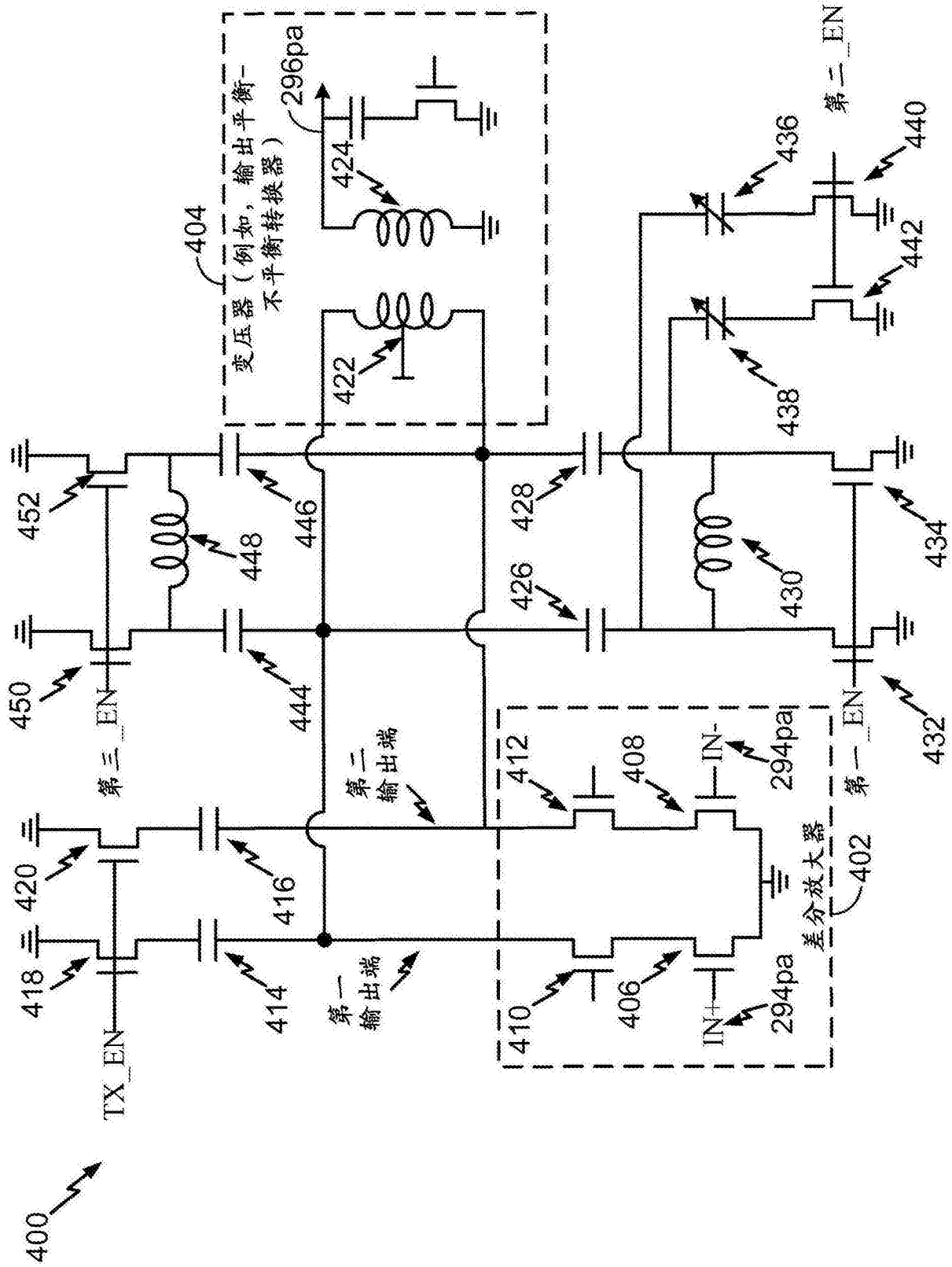


图4

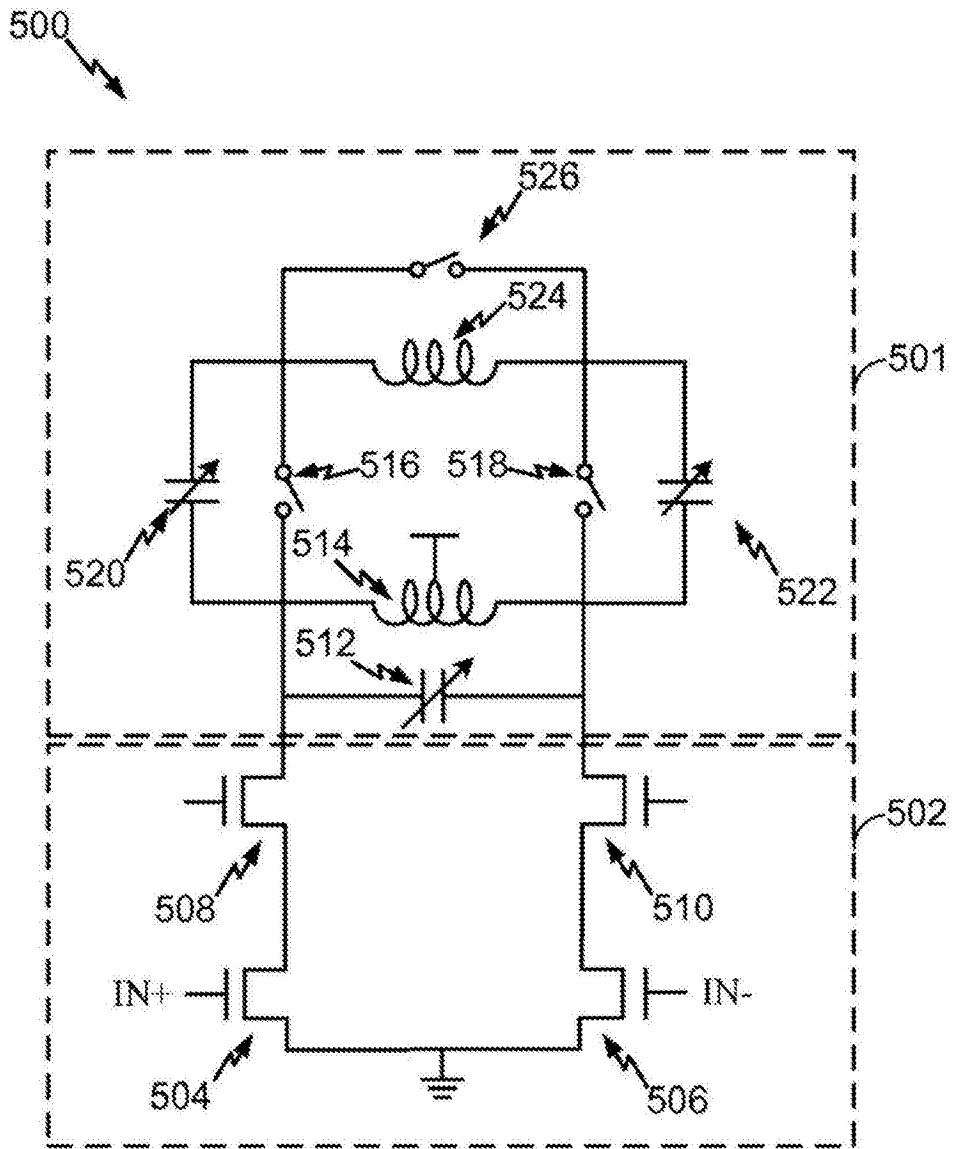


图5

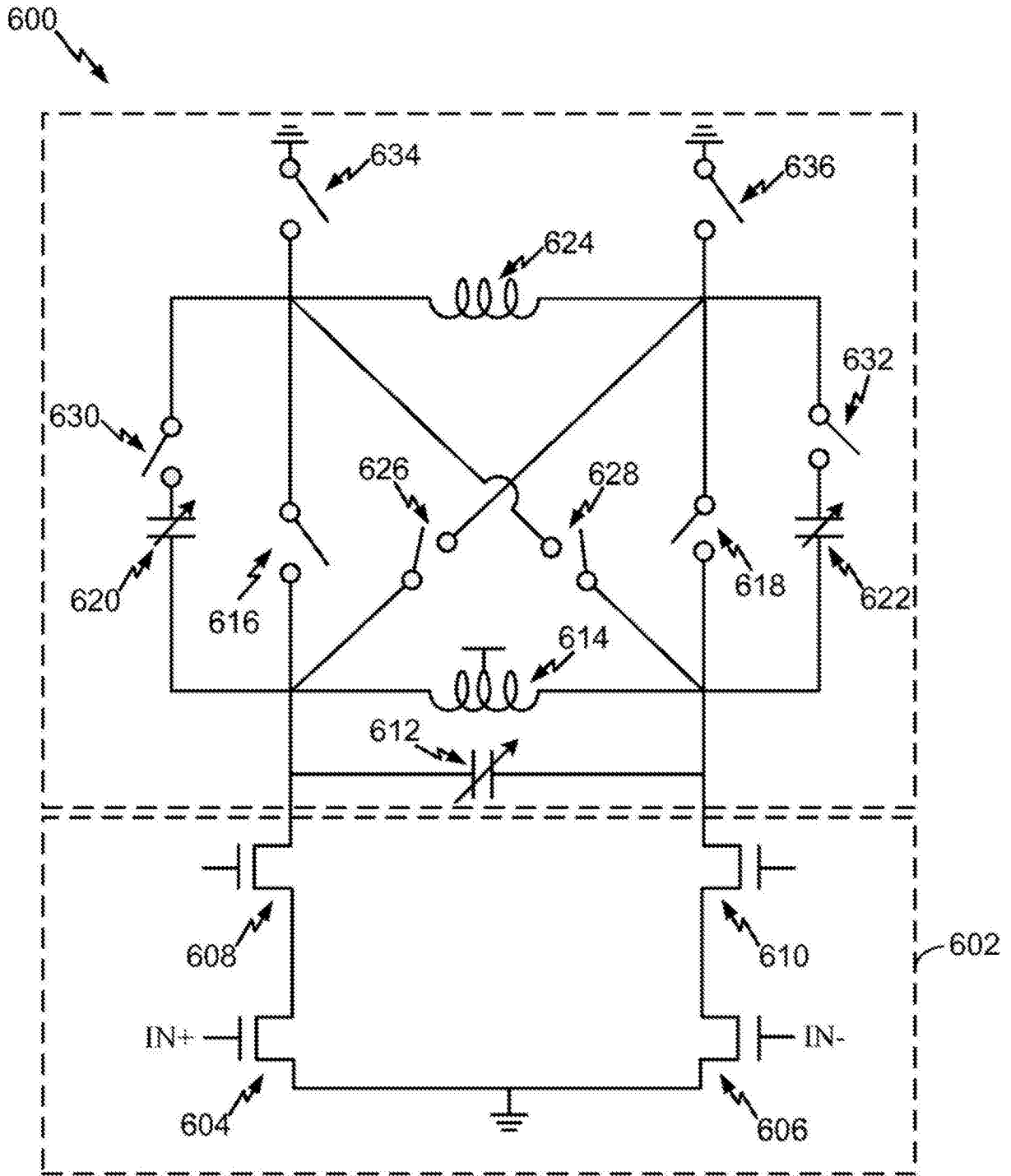


图6

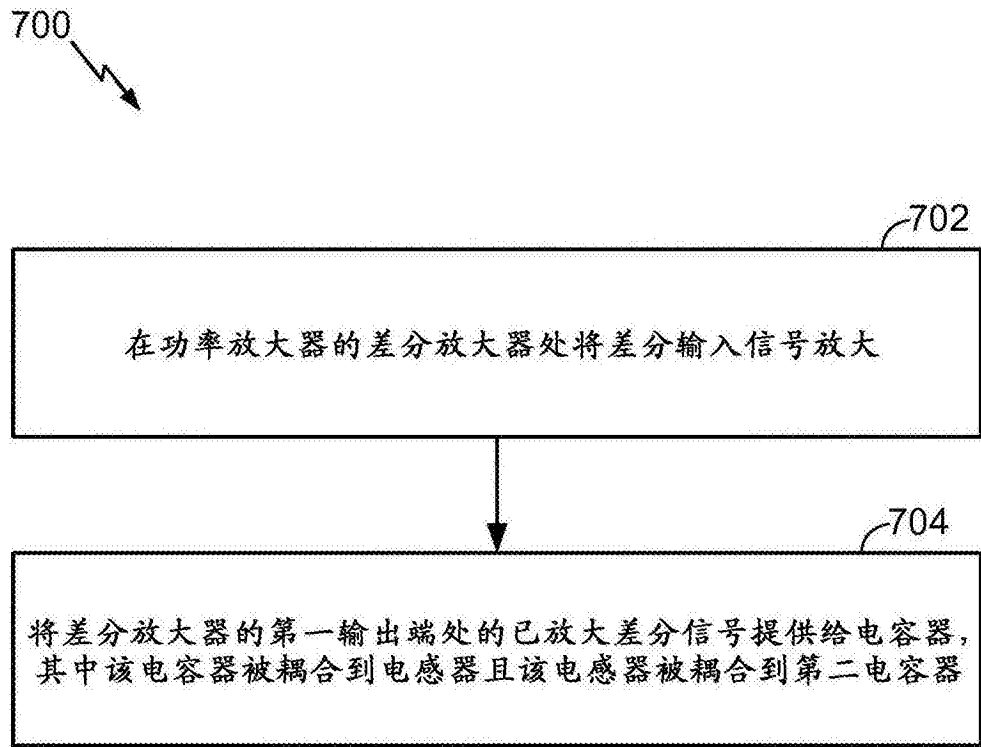


图7