



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107078701 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201580063120.9

(22)申请日 2015.11.16

(30)优先权数据

14/560,285 2014.12.04 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/060801 2015.11.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/089579 EN 2016.06.09

(71)申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 王川 潘东玲

(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.

H03F 1/22(2006.01)

H03F 1/56(2006.01)

H03F 3/193(2006.01)

H03F 3/30(2006.01)

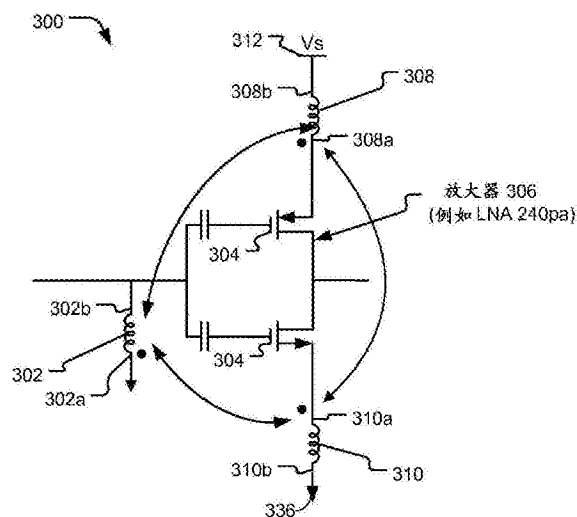
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

### (54)发明名称

具有三重耦合的电感器的放大器

### (57)摘要

一种装置包括放大器以及耦合到放大器的输入的第一电感器。装置还包括电感性地耦合到第一电感器并且将放大器耦合到第一电源节点的第二电感器。装置进一步包括电感性耦合到第一电感器和第二电感器并且将放大器耦合到第二电源节点的第三电感器。



1. 一种装置,包括:  
放大器;  
第一电感器,耦合到所述放大器的输入;  
第二电感器,电感性地耦合到所述第一电感器并且将所述放大器耦合到第一电源节点;以及  
第三电感器,电感性地耦合到所述第一电感器和所述第二电感器并且将所述放大器耦合到第二电源节点。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一电感器连接到所述放大器的所述输入,其中所述第二电感器是将所述放大器连接到所述第一电源节点的第二退化电感器,并且其中所述第三电感器是将所述放大器连接到所述第二电源节点的第三退化电感器。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第二电感器和所述第三电感器二者以电感器系数被电感性地耦合到所述第一电感器。
4. 根据权利要求3所述的装置,其中修改所述电感器系数的值来调谐所述放大器的阻抗。
5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一电感器是分流电感器。
6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述第一电源节点与电压源对应,其中所述第二电源节点与地对应,其中所述分流电感器的第一端子耦合到地,并且其中所述分流电感器的第二端子耦合到所述放大器的所述输入。
7. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一电感器是串联耦合的电感器。
8. 根据权利要求7所述的装置,其中所述串联耦合的电感器的负端子耦合到所述放大器的所述输入并且其中所述串联耦合的电感器的第一端子被耦合以接收输入信号。
9. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括第二放大器。
10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述放大器包括第一低噪声放大器(LNA)并且所述第二放大器包括第二LNA,并且其中所述第一LNA被配置成将处于第一频带中的信号放大并且所述第二LNA被配置成将处于第二频带中的信号放大。
11. 根据权利要求10所述的装置,其中所述第一频带包括长期演进(LTE)频带并且所述第二频带包括超高频带(UHB)。
12. 根据权利要求10所述的装置,其中所述第二放大器耦合到包括第四电感器、第五电感器和第六电感器的三重耦合的电感器。
13. 根据权利要求12所述的装置,其中所述第一LNA经由第一开关耦合到输入,并且所述第二LNA经由第二开关耦合到所述输入。
14. 根据权利要求13所述的装置,其中所述第一LNA经由第一变压器耦合到第一混频器,并且所述第二LNA经由第二变压器耦合到第二混频器。
15. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一电感器、所述第二电感器和所述第三电感器以嵌套的环被布置。
16. 一种信号放大的方法,所述方法包括:  
在放大器的输入处接收第一信号,所述输入耦合到第一电感器;以及  
在所述放大器处将所述第一信号放大以提供放大的输出信号,所述放大器通过电感性地耦合到所述第一电感器的第二电感器耦合到第一电源节点,并且所述放大器通过电感性地耦合到所述第三电感器的第三电感器耦合到第二电源节点。

地耦合到所述第一电感器的第三电感器耦合到第二电源节点。

17. 根据权利要求16所述的方法, 进一步包括在第二放大器处放大第二信号, 其中所述第一信号包括长期演进 (LTE) 频带信号并且所述第二信号包括超高频带 (UHB) 信号。

18. 一种装置, 包括:

用于放大的部件, 用于放大的所述部件将在用于放大的所述部件的输入处的信号放大;

用于将用于放大的所述部件耦合到第一电源节点的第一部件;

用于将用于放大的所述部件耦合到第二电源节点的第二部件; 以及

用于在用于放大的所述部件的所述输入处提供电感的部件, 用于提供所述电感的所述部件电感性地耦合到用于耦合的所述第一部件和用于耦合的所述第二部件。

19. 根据权利要求18所述的装置, 其中所述第一电源节点与电压源对应并且其中所述第二电源节点与地对应。

20. 根据权利要求18所述的装置, 进一步包括用于放大的第二部件, 其中用于放大的所述部件包括第一低噪声放大器 (LNA) 并且用于放大的所述第二部件包括第二LNA, 并且其中所述第一LNA将处于第一频带中的信号放大并且所述第二LNA将处于第二频带中的信号放大。

## 具有三重耦合的电感器的放大器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求来自2014年12月04日提交的、共同拥有的美国非临时专利申请No.14/560,285的优先权,其整体内容通过引用显式地并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开一般涉及电子装置,并且更具体地涉及射频集成电路(RFIC)。

### 背景技术

[0004] 技术的进步已经产生了更小并且功能更强的个人计算设备。例如,目前存在各种各样的便携式个人计算设备,包括无线计算设备,诸如小型、重量轻、便于用户携带的便携式蜂窝电话、个人数字助理(PDA)以及寻呼设备。更具体地,便携式无线电话(诸如蜂窝电话和网络协议(IP)电话)可通过无线网络来传达语音和数据分组。此外,许多此类无线计算设备包括被结合于此的其他类型的设备。例如,无线电话还可包括数码相机、数码摄像机、数字记录器以及音频文件播放器。同样,此类无线计算设备可以处理可执行指令,包括软件应用(诸如可被用于访问因特网的web浏览器应用)。由此,这些无线计算设备可包括显著的计算能力。

[0005] 射频集成电路(RFIC)被用在无线设备中。RFIC可以包括多个低噪声放大器(LNA)并且可以容纳用于不同通信信道的多个频带(例如,蜂窝频带或wifi频带)。多频带RFIC的一个示例支持超高频带(UHB)和长期演进(LTE)频带。多频带RFIC包括开关能力来选择多个频带中的一个用于操作。此外,随着RFIC性能受阻抗匹配的影响并且随着可能要求RFIC内的LNA满足性能和线性度规格来满足工业标准(例如,来执行载波聚合和信号处理),只存在有限的集成电路芯片面积可用于电磁能型的设备(诸如电感器和变压器)(由于降低设备尺寸和功耗的目标)。

### 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示出了具有三重耦合的电感器的放大器的示例性实施例的电路图;

[0009] 图4示出了三重耦合的示例性电感器布置的图;

[0010] 图5示出了具有三重耦合的电感器的可开关放大器的一个示例性实施例的电路图;

[0011] 图6示出了具有三重耦合的电感器的可开关放大器的另一示例性实施例的电路图;

[0012] 图7示出了具有三重耦合的电感器的可开关放大器的另一示例性实施例的电路图;以及

[0013] 图8图示了使用具有三重耦合的电感器的放大器结构的信号放大的方法的流程

图。

### 具体实施方式

[0014] 下面阐述的详细描述旨在作为对本公开的示例性设计的描述,而非旨在代表可在其中实践本公开的仅有的设计。本文使用的术语“示例性”意指“用作示例、实例或说明”。本文描述的任何设计不一定要解释成优于或胜过其他设计。本详细描述包括具体细节以用于提供对本发明的示例性设计的透彻理解。对于本领域技术人员将显而易见的是,没有这些具体细节也可实践本发明的示例性设计。在一些实例中,公知的结构和器件以框图形式示出以免模糊本文中给出的示例性设计的新颖性。

[0015] 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) 系统或一些其他无线系统。CDMA系统可以实施宽带CDMA (WCDMA)、CDMA1X、演进数据优化 (EVDO)、时分同步CDMA (TD-SCDMA) 或CDMA的一些其他版本。为了简化,图1示出了包括两个基站130和132以及一个系统控制器140的无线通信系统120。一般地,无线通信系统可以包括任意数量的基站和任意组的网络实体。

[0016] 无线设备110也可以被称为用户设备 (UE)、移动站、终端、接入终端、用户单元、站等。无线设备110可以是蜂窝电话、智能电话、平板、无线调制解调器、个人数字助理 (PDA)、手持式设备、笔记本电脑、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可以与无线通信系统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可以支持用于无线通信的一个或多个无线电技术,诸如LTE、WCDMA、CDMA 1X、EVDO、TD-SCDMA、GSM、802.11等。在示例性实施例中,无线设备110可以包括积分器。

[0017] 此外,在示例性实施例中,无线设备110可以包括如本文进一步描述的具有三重耦合的电感器的放大器。放大器可以包括或者可以被耦合到使无线设备110能够在多频带之间切换的电路装置。

[0018] 图2示出了图1中的无线设备110的示例性设计的框图。在该示例性设计中,无线设备110包括耦合至主天线210的收发器220、经由天线接口电路226耦合至副天线212的收发器222以及数据处理/控制器280。收发器220包括多个 (K个) 接收器230pa至230pk和多个 (K个) 发射器250pa至250pk以支持多个频带、多种无线电技术、载波聚合等。收发器222包括多个 (L个) 接收器230sa至230sl和多个 (L个) 发射器250sa至250sl以支持多个频带、多种无线电技术、载波聚合、接收分集、从多个发射天线到多个接收天线的多输入多输出 (MIMO) 传输等。

[0019] 在图2中示出的示例性设计中,每个接收器230包括LNA 240和接收电路242。对于数据接收,天线210接收来自基站和/或其他发射器站的信号并且提供接收到的RF信号,该接收到的RF信号被路由通过天线接口电路224并作为输入RF信号被呈现给所选的接收器,诸如经由第一输入信号路径225到接收器230pa或者经由第二输入信号路径235到接收器230pk。天线接口电路224可包括开关、双工器、发射滤波器、接收滤波器、匹配电路等。在特定实施例中,LNA 240中的一个或多个可以与包括三重耦合的电感器的放大器电路装置 (如参考图3-图7进一步描述的) 对应。在图2的示例中,接收器230pa内的LNA 240pa被指示成包

括三重耦合的电感器(或与其关联),尽管在备选的实施例中无线设备110的更多、更少和/或不同的放大器可以包括三重耦合的电感器(或与其关联)。

[0020] 以下描述假定接收器230pa是所选接收器。在接收器230pa内,LNA 240pa放大输入RF信号并提供输出RF信号。接收电路242pa将输出RF信号从RF下变频到基带,对经下变频的信号进行放大和滤波,并且将模拟输入信号提供给数据处理器280。接收电路242pa可包括混频器、滤波器、放大器、匹配电路、振荡器、本地振荡器(LO)生成器、锁相环(PLL)等。收发器220和222中的每个其余的接收器230可以类似于接收器230pa的方式操作。

[0021] 在图2中示出的示例性设计中,每个发射器250包括发射电路252和功率放大器(PA) 254。对于数据传输,数据处理器/控制器280处理(例如,编码和调制)要发射的数据,并且将模拟输出信号提供给所选发射器。以下描述假定发射器250pa是所选发射器。在发射器250pa内,发射电路252pa对模拟输出信号进行放大、滤波并将其从基带上变频至RF,并且提供经调制的RF信号。发射电路252pa可包括放大器、滤波器、混频器、匹配电路、振荡器、LO生成器、PLL等。PA 254pa接收并放大经调制RF信号,并且提供具有恰当输出功率级的发射RF信号。发射RF信号被路由通过天线接口电路224并经由天线210来发射。收发器220和222中的每个其余发射器250可按与发射器250pa类似的方式来操作。

[0022] 图2示出了接收器230和发射器250的示例性设计。接收器和发射器还可包括图2中未示出的其他电路,诸如滤波器、匹配电路等。收发器220和222的全部或部分可被实施在一个或多个模拟集成电路(IC)、RF IC(RFIC)、混合信号IC等上。例如,LNA 240和接收电路242可实施在一个模块上,该模块可以是RFIC等。收发器220和222中的这些电路也可按其他方式来实施。

[0023] 数据处理器/控制器280可为无线设备110执行各种功能。例如,数据处理器/控制器280可对经由接收器230接收到的数据以及要经由发射器250发射的数据执行处理。数据处理器/控制器280可以控制收发器220和222中的各种电路的操作。存储器282可以为数据处理器/控制器280存储程序代码和数据。数据处理器/控制器280可以实施在一个或多个专用集成电路(ASIC)和/或其他IC上。

[0024] 无线设备110可以支持多个频带组、多种无线电技术和/或多个天线。无线设备110可包括数个LNA以支持经由多个频带组、多种无线电技术和/或多个天线的接收。

[0025] 在示例性实施例中,诸如无线设备110的装置可以包括具有三重耦合的电感器的可开关的高通放大器。该装置可以包括在多个频带(例如,UHB/未授权频段LTE(LTEU))之间可切换的电路装置(例如,包括图2的LNA 240)。

[0026] 图3图示了耦合到三重耦合布置的电感器的放大器306的示例性实施例300。放大器306可以被耦合到第一电感器(图示成分流电感器302)、第二电感器308和第三电感器310。分流电感器302耦合到放大器306的输入(例如,耦合到反相器类型的LNA的栅极304)。分流电感器302的第一端子302a连接到地,并且分流电感器302的第二端子302b耦合到第一放大器306的输入。分流电感器302电感性地耦合到第二电感器308(具有如所示耦合的端子308a和308b)以及电感性地耦合到第三电感器310(具有如所示耦合的端子310a和310b)。在解释性示例中,如图3中描绘的电感器308、310是退化变压器的退化电感器。电感器308将第一放大器306耦合到第一电源节点312(例如,电压源(Vs))并且电感器310将第一放大器306耦合到第二电源节点336(例如,地)。尽管第二电源节点336被图示成地节点,但是在其他实

施例中第二电源节点336可以提供非地电源电压。在图3中,使用点符号表示三重耦合的电感器302、308、310中的每个的极性。

[0027] 电感器302、308、310的三重耦合的电感器布置可以通过紧密耦合的嵌套的(例如,同心)环的使用而在小型区域中实施。作为示例,在图4中示出的示例性设计描绘了可以用于在100x100微米( $\mu\text{m}$ )面积内形成电感器302、308和310的三重耦合的布置的电感器布置。如在图4中所示,电感器302、308、310可以被嵌套以节省设备(诸如,包括图2的收发器220的RFIC)的芯片上的面积。在图4中在402处示出了同心电感器302、308、310的缠绕轴(例如,公共轴)。在备选的实施例中,可以使用除图4中描绘以外的电感性绕组的不同布置来实施电感器302、308和310中的一个或多个。例如,与图示不同的电感器可以是三重耦合的电感器布置的最内、中间或最外的电感器。作为另一示例,电感器的端子可以被不同地布置。

[0028] 图5图示了包括放大器306和第二放大器316(每个放大器耦合到相应三重耦合布置的电感器)的电路装置的示例性实施例500。第一开关320选择性地输入节点390(例如,在图2的天线接口电路224的内部的节点)经由第一输入信号路径225耦合到第一放大器306的输入。第二开关322选择性地输入节点390耦合到第二放大器316的输入。第一放大器306的输出330耦合到包括第一变压器332和第一混频器334的第一接收器电路。第二放大器316的输出340耦合到包括第二变压器342和第二混频器344的第二接收器电路。第一放大器306和第一接收器电路可以分别与图2的LNA 240pa和接收器电路242pa对应,并且第二放大器316和第二接收器电路可以分别与LNA 240pk和接收器电路242pk对应。

[0029] 第一放大器306可以被配置成在与第一频带(例如,LTEU频带)对应的RF信号上操作。第一放大器306可以耦合到包括第一电感器(图示成分流电感器302)、第二电感器308和第三电感器310的三重耦合匹配变压器(例如,三重耦合的LTEU匹配变压器315)。分流电感器302耦合到第一放大器306的输入(例如,耦合到反相器型的LNA的栅极304)。分流电感器302电感性地耦合到其他电感器308、310(例如,如在图5中描绘的退化变压器的电感器)以形成三重耦合的电感器布置。电感器308将第一放大器306耦合到第一电源节点312(例如,电压源( $V_s$ ))并且电感器310将第一放大器306耦合到第二电源节点336(例如,地)。尽管第二电源节点336被图示成地节点,但是在其他实施例中第二电源节点336可以提供非地电源电压。

[0030] 第二放大器316可以被配置成在与第二频带(例如,UHB频带)对应的RF信号上操作。第二放大器316可以耦合到包括第四电感器(图示成分流电感器352)、第五电感器358和第六电感器360的三重耦合匹配变压器(例如,三重耦合的UHB匹配变压器325)。分流电感器352耦合到第二放大器316的输入并且电感性地耦合到电感器358、360以形成三重耦合的电感器布置。电感器358将第二放大器316耦合到第一电源节点348(例如,电压源( $V_s$ ))并且电感器360将第二放大器316耦合到第二电源节点346(例如,地)。尽管第二电源节点346被图示成地节点,但是在其他实施例中第二电源节点346可以提供非地电源电压。在说明性示例中,电感器352、358、360的三重耦合的电感器布置可以通过紧密耦合的嵌套(例如,同心)的环(如在图4中关于电感器302、308、310示出的)的使用而在小型区域中实施。

[0031] 耦合到第一放大器306的输出330的接收电路可以被配置成处理与第一频带(例如,LTEU频带)对应的信号。例如,变压器332可以是LTEU变压器并且混频器334可以被配置成将LTEU频带信号下混频到基带信号或者到中频信号。耦合到第二放大器316的输出340的

接收电路可以被配置成处理与第二频带(例如,UHB频带)对应的信号。例如,变压器342可以是UHB变压器并且混频器344可以被配置成将UHB频带信号下混频到基带信号或者到中频信号。

[0032] 对应于第一放大器306的三重耦合的变压器布置包括以第一耦合系数 $K_{12}$ 电感性耦合到第二电感器308的分流电感器302。分流电感器302还以第二耦合系数 $K_{13}$ 电感性耦合到第三电感器310。如在图5中图示的,第一耦合系数 $K_{12}$ 和第二耦合系数 $K_{13}$ 可以具有基本相同的值(例如, $K_{12}=K_{13}=0.3$ )。第二电感器308以第三耦合系数 $K_{23}$ (例如, $K_{23}=0.5$ )电感性耦合到第三电感器310。可以选择和/或修改电感器系数 $K$ (例如, $K_{12}$ 、 $K_{13}$ 和/或 $K_{23}$ )的值来调谐第一放大器306的阻抗。尽管图5将第一耦合系数 $K_{12}$ 和第二耦合系数 $K_{13}$ 图示成具有基本相同的值,然而,在其他实施例中,第一耦合系数 $K_{12}$ 可以与第二耦合系数 $K_{13}$ 不同。在图5中,使用点符号表示三重耦合的电感器302、308、310中的每个的极性。

[0033] 类似地,对应于第二放大器316的三重耦合的变压器布置包括以第四耦合系数 $K_{45}$ 电感性耦合到第五电感器358的分流电感器352。分流电感器352还以第五耦合系数 $K_{46}$ 电感性耦合到第六电感器360。如在图5中图示的,第四耦合系数 $K_{45}$ 和第五耦合系数 $K_{46}$ 可以具有基本相同的值(例如, $K_{45}=K_{46}=0.35$ )。第五电感器358以第六耦合系数 $K_{56}$ (例如, $K_{56}=0.5$ )电感性耦合到第六电感器360。可以选择和/或修改 $K_{45}$ 、 $K_{46}$ 和/或 $K_{56}$ 的值来调谐第二放大器316的阻抗。尽管图5将第四耦合系数 $K_{45}$ 和第五耦合系数 $K_{46}$ 图示成具有基本相同的值,然而,在其他实施例中,第四耦合系数 $K_{45}$ 可以与第五耦合系数 $K_{46}$ 不同。

[0034] 图5中图示的三重耦合的电感器布置可以改善放大器306、316的一个或多个操作特性。例如,将分流电感器302耦合到退化电感器308、310可以改善第一放大器306的线性度。举例说明,高通滤波器匹配可以对较低侧干扰进行滤波并且改善带外(OOB)二阶交调点(IIP2)和/或三阶交调点(IIP3)(IIP2/IIP3)性能测量。OOB IIP2/IIP3上的改善指示第一放大器306的改善的线性度。类似地,电感器352、358和360的三重耦合的布置可以改善第二放大器316的线性度。

[0035] 与使用串联电容器(耦合到放大器的栅极)并使用分流电感器的某些高通匹配电路相比,通过调谐图5的电路中的分流电感器302和退化电感器308、310之间的电感性耦合,匹配变压器315可以被设计成提供足够阻抗匹配以省略耦合到放大器的栅极的串联电容器,从而进一步减小了电路面积。

[0036] 图5因此图示了配置成放大在第一频带中的信号的第一放大器306(例如,针对LTE的LNA)和配置成放大在第二频带中的信号的第二放大器316(例如,针对UHB的LNA)。每个放大器306、316使用如上文描述的三重耦合的电感器布置。分流电感器302耦合到退化电感器308、310(即,三重耦合)以改善第一放大器306的线性度、执行阻抗匹配以及减小面积。分流电感器352耦合到退化电感器358、360(即,三重耦合)以改善第二放大器316的线性度、执行阻抗匹配以及减小面积。由此,提供了通过使用三重耦合的电感器而消耗更少面积的可开关的多频带放大器电路。

[0037] 尽管图5将分流电感器302、352中的每个图示成在放大器输入和地之间耦合,然而在其他示例性实施例中,分流电感器302、352中的一个或两个可以由在输入节点390和放大器输入之间耦合的串联电感器代替,诸如关于图6进一步详细描述。尽管图5图示了放大器306、316选择性地经由开关320、322耦合到输入节点390(例如,可以基于操作模式(例如,

LTEU/UHB) 经由来自图2的数据处理器/控制器280的控制信号来控制放大器选择), 然而, 在其他实施例中, 开关320、322中的一个或两个可以被省略, 诸如在其中放大器306、316耦合到图2的天线接口电路224的分离的信号输出节点的配置中。尽管图5图示了两个放大器306、316选择性地耦合到输入节点390, 然而在其他实施例中, 三个或更多的放大器可以由一个或多个开关元件 (诸如经由解复用器电路) 选择性地耦合到输入节点390或从输入节点390去耦合。

[0038] 图6图示了使用串联耦合的电感器602、652代替图5的分流电感器302、352的图5的放大器306、316的示例性实施例600。第一开关320经由第一输入信号路径225选择性地将输入节点390耦合到第一串联耦合的电感器602的第一端子 (例如, 正端子) 来接收输入信号。第一串联耦合的电感器602的第二端子 (例如, 负端子) 耦合到第一放大器306的输入。第二开关322经由第二输入信号路径235选择性地将输入节点390耦合到第二串联耦合的电感器652的第一端子。第二串联耦合的电感器652的第二端子耦合到第二放大器316的输入。第一放大器306的输出330耦合到包括第一变压器332和第一混频器334的第一接收器电路。第二放大器316的输出340耦合到包括第二变压器342和第二混频器344的第二接收器电路。

[0039] 第一放大器306耦合到包括第一串联耦合的电感器602、第二电感器308和第三电感器310的三重耦合的匹配变压器615。第二放大器316耦合到包括第二串联耦合的电感器652、第五电感器358和第六电感器360的三重耦合的匹配变压器625。

[0040] 通过紧密耦合的嵌套 (例如, 同心) 的环的使用, 可以在小型区域 (例如, 参见图4) 中实施用于第一放大器306的电感器602、308、310的三重耦合的电感器布置和用于第二放大器316的电感器652、358、360的三重耦合的电感器布置。作为示例, 第一放大器306的电感器602、308和310可以如图4中所示地以三重耦合布置被布置在100x100微米 ( $\mu\text{m}$ ) 的区域内。在备选的实施例中, 电感器602、308和310中的不同的那些可以是在图4中示出的三重耦合的布置的最内、中间和最外的电感器, 和/或可以使用与图4中描绘的电感性绕组的不同布置来实施电感器602、308和310中的一个或多个。

[0041] 在图6中图示的三重耦合的电感器布置可以改善放大器306、316的一个或多个操作特性。例如, 图6的三重耦合的电感器布置可以以与关于图5描述的类似的方式改善放大器线性度。然而, 与提供高通滤波器匹配 (由于低频分量被分流到地) 的图5的分流电感器302、352相比, 图6的串联耦合的电感器602、652反而可以提供高频干扰阻断, 因为高频分量在放大器输入处被串联电感阻断。

[0042] 图7图示了包括具有共源共栅配置的图5的第一放大器306和第二放大器316的系统的另一示例性实施例700。第一开关320被配置成选择性地经由第一输入信号路径225将输入节点390耦合到分流电感器302, 分流电感器302耦合到第一放大器306的输入。第二开关322可以选择性地经由第二输入信号路径235将输入节点390耦合到第二放大器316。第一放大器306的输出330耦合到包括第一变压器332和第一混频器334的第一接收器电路。第二放大器316的输出340耦合到包括第二变压器342和第二混频器344的第二接收器电路。

[0043] 第一放大器306包括第一共源共栅晶体管704 (例如, p型晶体管 (诸如, p型金属氧化物半导体 (PMOS)) 晶体管) 和第二共源共栅晶体管706 (例如, n型晶体管 (诸如, n型金属氧化物半导体 (NMOS)) 晶体管)。第一共源共栅晶体管704可以被第一偏置电压 $V_{\text{casc\_p}}$ 偏置并且第二共源共栅晶体管706可以被第二偏置电压 $V_{\text{casc\_n}}$ 偏置。共源共栅晶体管704、706可

以增加第一放大器306的输出阻抗并且可以改善第一放大器306的输入/输出隔离。类似于第一放大器306,图5的第二放大器316也包括具有共源共栅配置的共源共栅晶体管704、706。

[0044] 尽管图7描绘了耦合到包括分流电感器302的三重耦合的匹配变压器的第一放大器306的共源共栅配置,然而,在其他实施例中,共源共栅放大器配置可以耦合到包括串联耦合的电感器的三重耦合的匹配变压器。例如,第一共源共栅晶体管704和第二共源共栅晶体管706可以被包括在图6的第一放大器306和/或第二放大器316中。

[0045] 在图8中示出了信号放大的示例性方法800。方法800可以包括在802在放大器的输入处接收第一信号。输入可以耦合到第一电感器。例如,参考图5,可以经由第一输入信号路径225在第一放大器306的输入处接收信号。第一放大器306的输入耦合到第一电感器302。

[0046] 方法800还可以包括在804将放大器的输入信号放大以提供放大的输出信号。放大器可以通过电感性耦合到第一电感器的第二电感器而耦合到电压源。例如,参考图5,在操作期间,第一放大器306放大输入信号并且在输出330提供放大的输出信号。第一放大器306通过电感性耦合到第一电感器302的第二电感器308而耦合到电源节点(例如,电压源)312。放大器还可以通过电感性耦合到第一电感器的第三电感器而耦合到地。例如,参考图5,第一放大器306通过电感性耦合到第一电感器302的第三电感器310耦合到地。作为另一示例,参考图6,第一放大器306通过电感性耦合到第一串联耦合的电感器602的第三电感器310耦合到地。来自第一放大器306的放大的输出信号可以被提供给变压器,诸如图5的变压器332。

[0047] 方法800还可以包括在第二放大器处放大第二信号。例如,参考图5,可以经由第二输入信号路径235在第二放大器316的输入处接收第二信号。第一信号可以是LTE频带信号并且第二信号可以是UHB信号。

[0048] 在耦合到以三重耦合配置的3个电感器的放大器(诸如,图3和图5的耦合到分流电感器302和退化电感器308、310的第一放大器306)处将输入信号放大,由于放大器的增强的线性度和/或阻抗匹配,可以带来改善的输出信号特性。电感器的三重耦合的配置可以进一步减小芯片或设备(诸如,包括图2的收发器220的RFIC)上的面积使用。

[0049] 结合所描述的实施例,一种装置可以包括用于放大的部件,用于放大的部件将在用于放大的部件的输入处的信号放大。例如,用于放大的部件可以包括图2的LNA 240、图3、图5、图6或图7的第一放大器306、图5、图6、图7的第二放大器316、一个或多个其他设备、电路或其任意组合。

[0050] 装置还可以包括用于将用于放大的部件耦合到第一电源节点的第一部件。例如,用于耦合的第一部件可以包括图3、图4、图5、图6或图7的电感器308、图5或图6的电感器358、一个或多个其他设备、电路或其任意组合。

[0051] 装置还可以包括用于将用于放大的部件耦合到第二电源节点的第二部件。例如,用于耦合的第二部件可以包括图3、图4、图5、图6或图7的电感器310、图5或图6的电感器360、一个或多个其他设备、电路或其任意组合。

[0052] 装置还可以包括用于在用于放大的部件的输入处提供电感的部件。用于提供电感的部件可以电感性地耦合到用于耦合的第一部件以及用于耦合的第二部件。例如,用于提供电感的部件可以包括图3、图5或图7的电感器302,图3、图5或图7的电感器352,图6的电感

器652,一个或多个其他设备、电路或其任意组合。

[0053] 本领域技术人员应当理解,信息和信号可使用各种不同技术和技艺中的任意一种来代表。例如,贯穿上文描述可能被提及的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和码片可由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或其任何组合来代表。

[0054] 本领域技术人员能够进一步理解,结合本文中公开的示例性实施例描述的各种解释性逻辑块、配置、模块、电路和算法步骤可以被实施成电子硬件、由处理器执行的计算机软件或两者的组合。各种说明性部件、块、配置、模块、电路和步骤在上文以其功能性的形式一般化地描述。这种功能性是被实施成硬件还是处理器可执行指令取决于特定应用和施加于整体系统的设计约束。技术人员可针对每种特定应用以不同方式来实施所描述的功能性,但这种实施决定不应当被解释成导致脱离本发明的示例性实施例的范围。

[0055] 结合本文中公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接在硬件中、在由处理器执行的软件模块中、或在这两者的组合中实施。软件模块可以驻留在随机存取存储器(RAM)、闪存、只读存储器(ROM)、电可编程只读存储器(EPROM)、电可擦式可编程只读存储器(EEPROM)、寄存器、硬盘、可移动盘、光盘只读存储器(CD-ROM)或本领域中已知的任何其他形式的非瞬态存储介质中。示例性存储介质被耦合到处理器使得该处理器能够从该存储介质读信息并且能够向该存储介质写信息。在备选方案中,存储介质可以被整合到处理器。处理器和存储介质可驻留在专用集成电路(ASIC)中。ASIC可驻留在计算设备或用户终端中。在备选的方案中,处理器和存储介质可作为分立部件驻留在计算设备或用户终端中。

[0056] 提供了以上对所公开的实施例的描述是为了使任何本领域技术人员能够制作或使用本发明。对这些示例性方面的各种修改对本领域技术人员来说将是显而易见的,并且本文中定义的普适原理可被应用于其他实施例而不会脱离本发明的精神或范围。由此,本公开并非旨在被限制于本文中示出的实施例,而是应被赋予与由下列权利要求限定的原理和新颖的特征一致的最宽的范围。

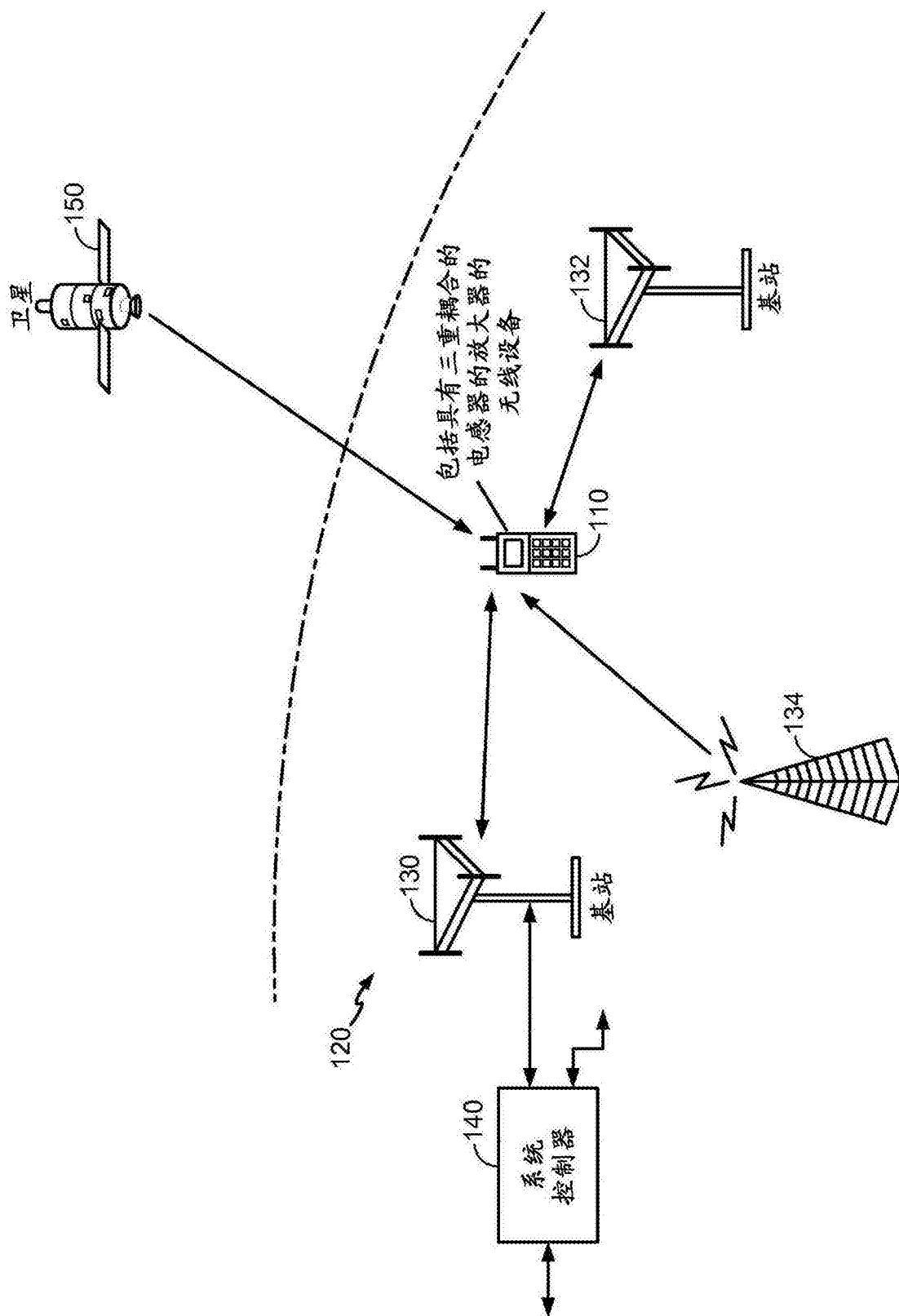


图1

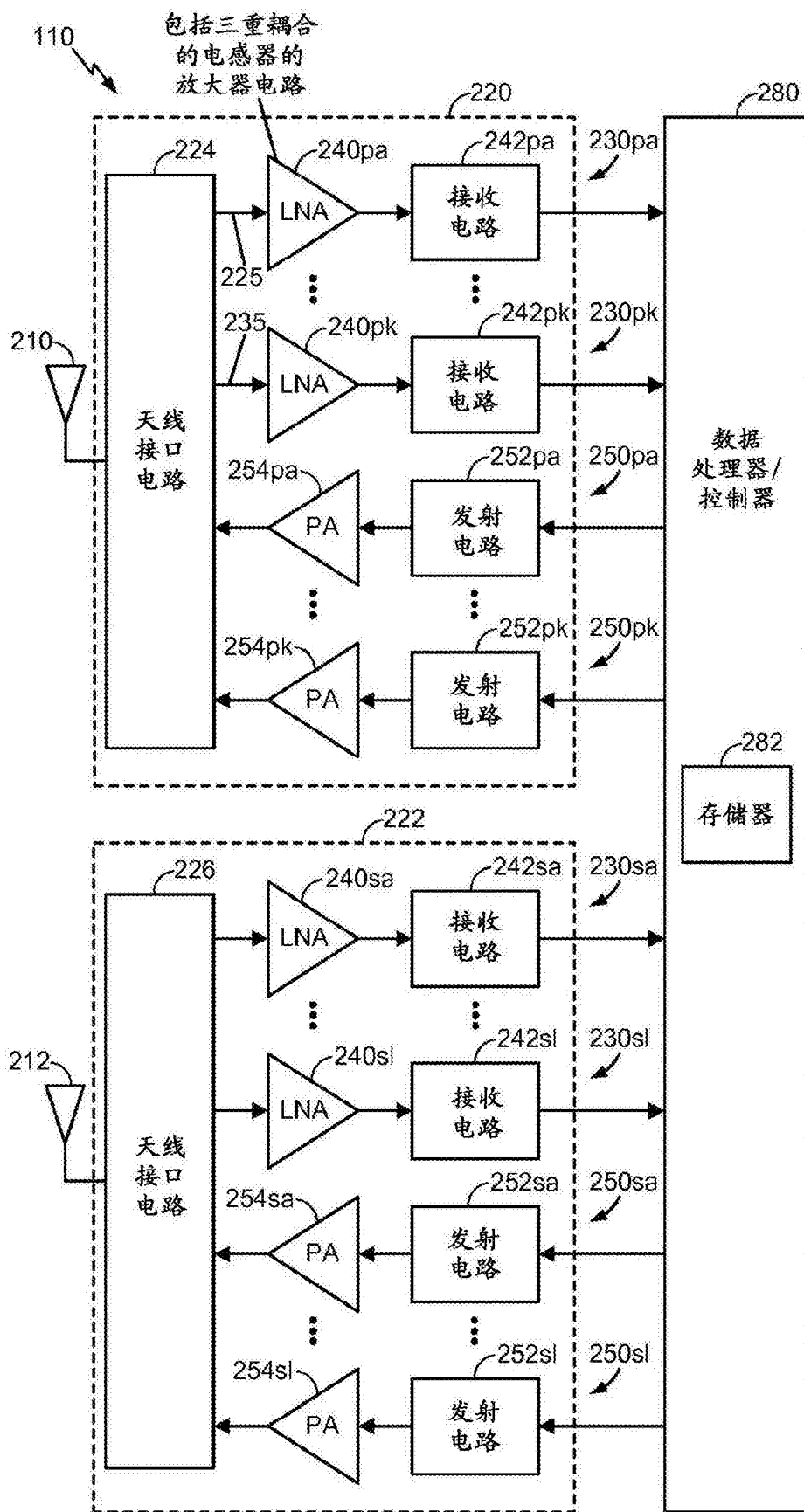


图2

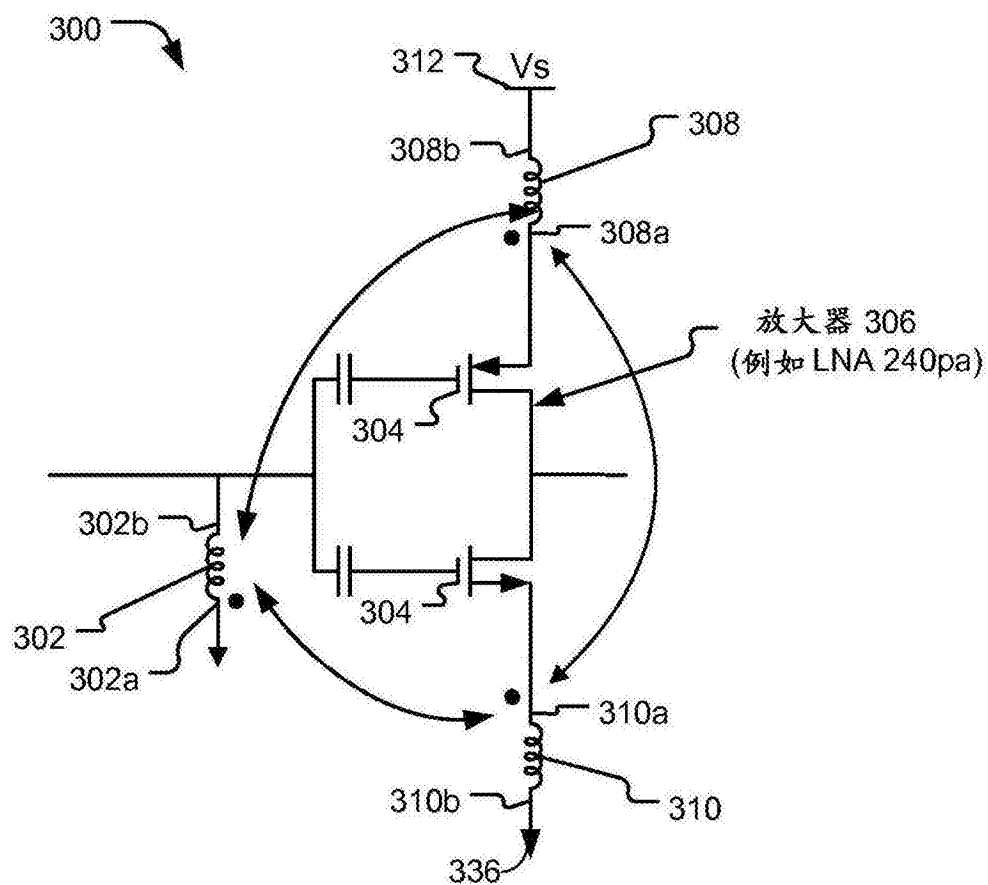


图 3

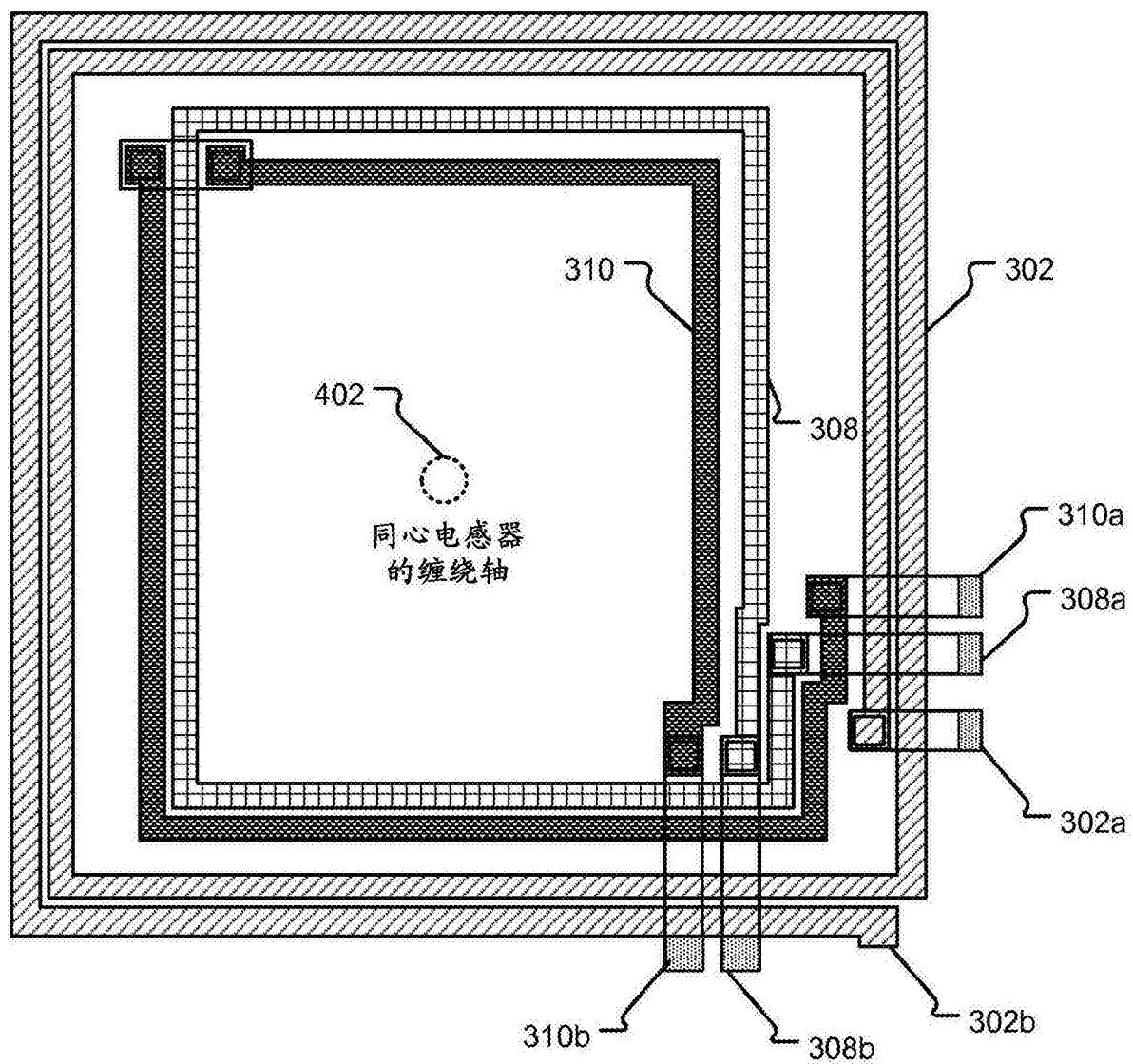


图4

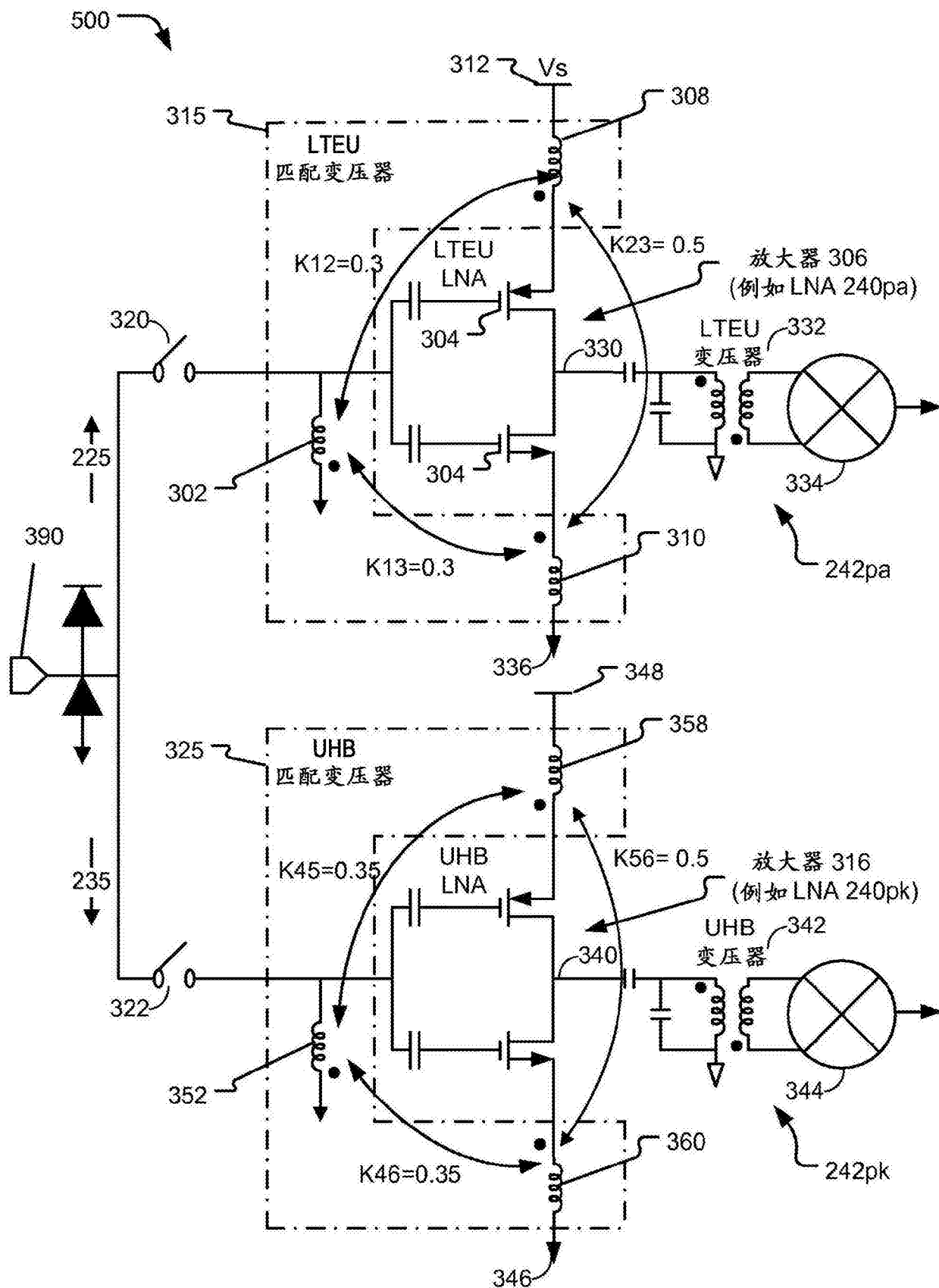


图5

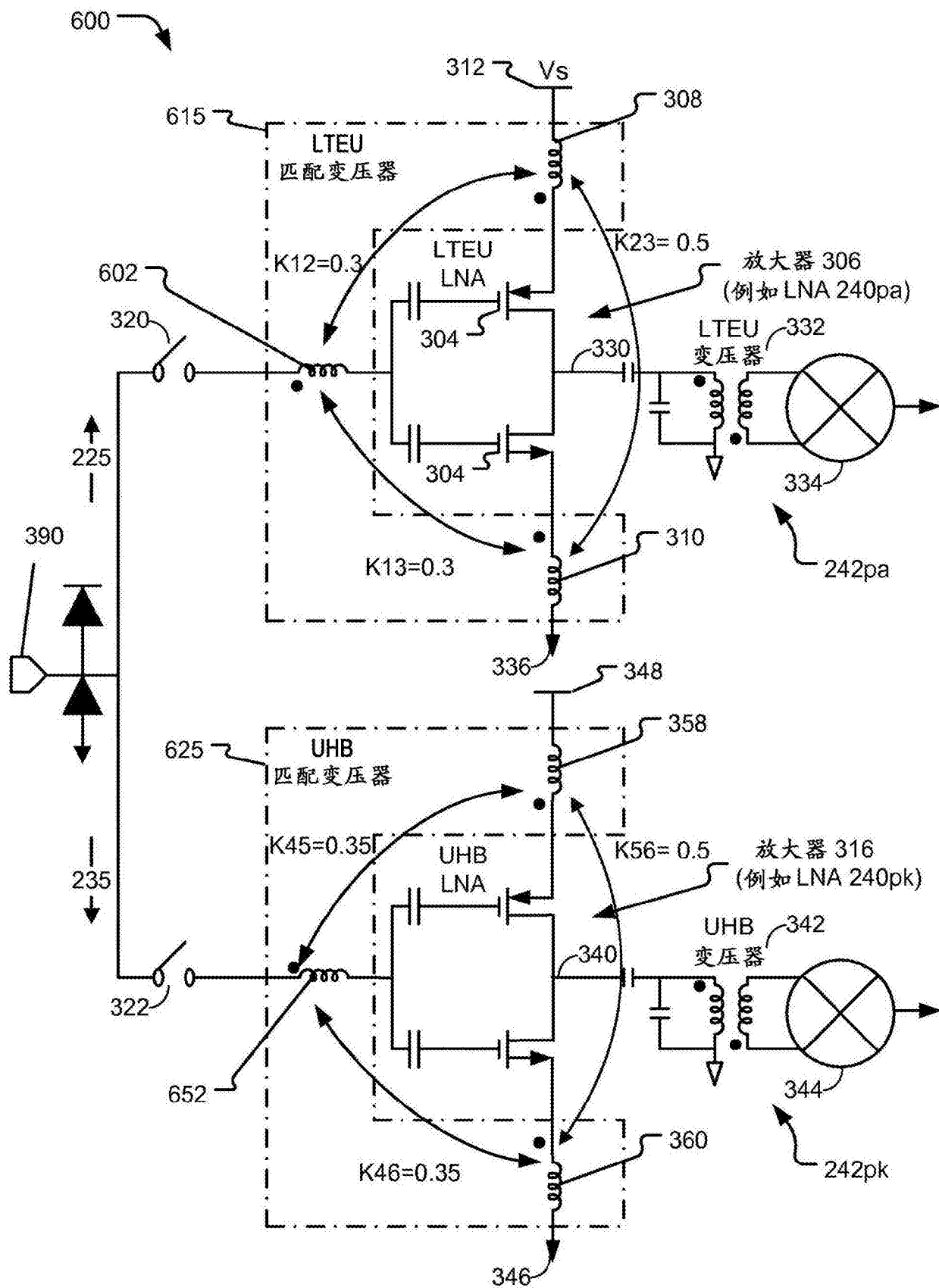


图6

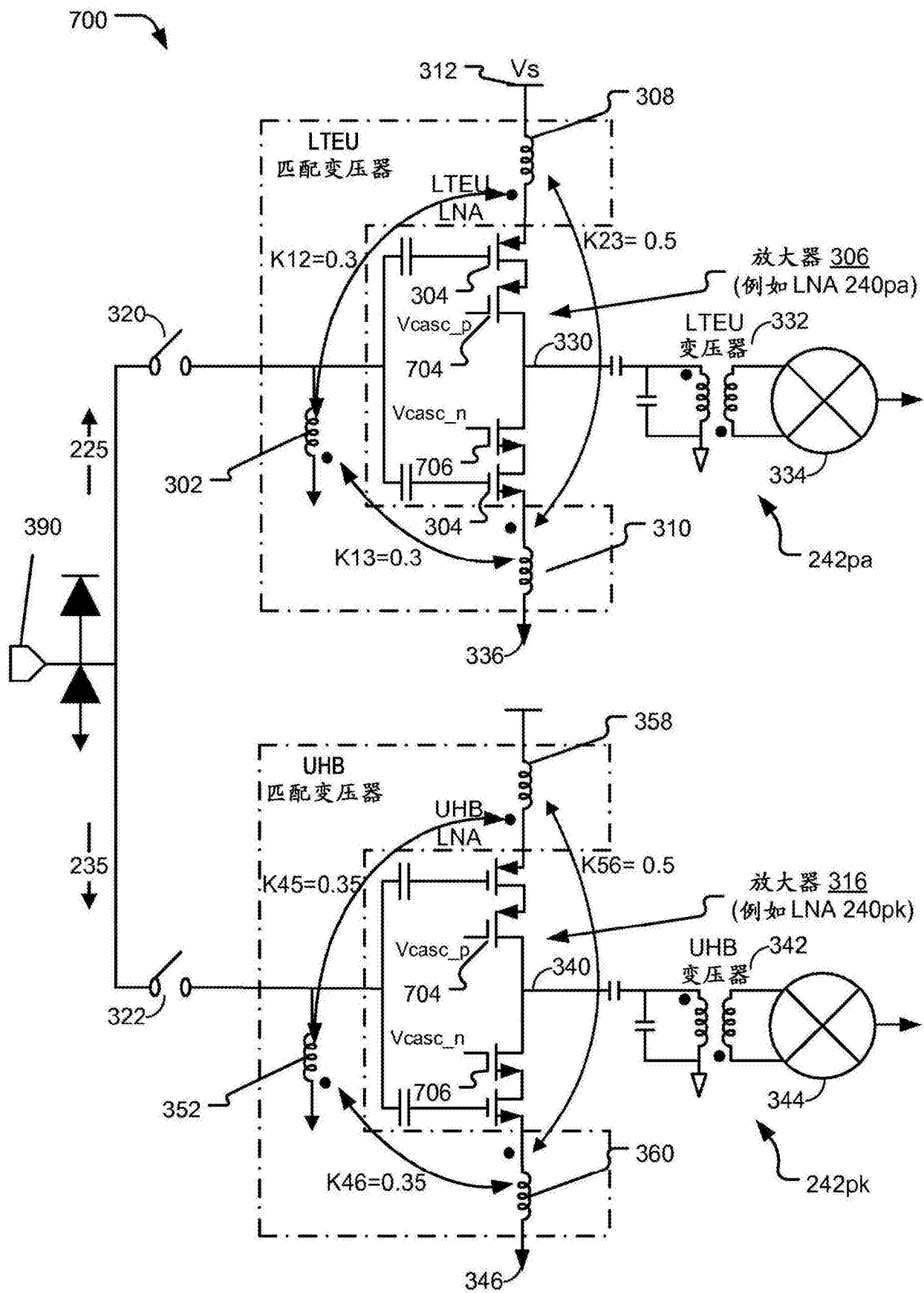


图7

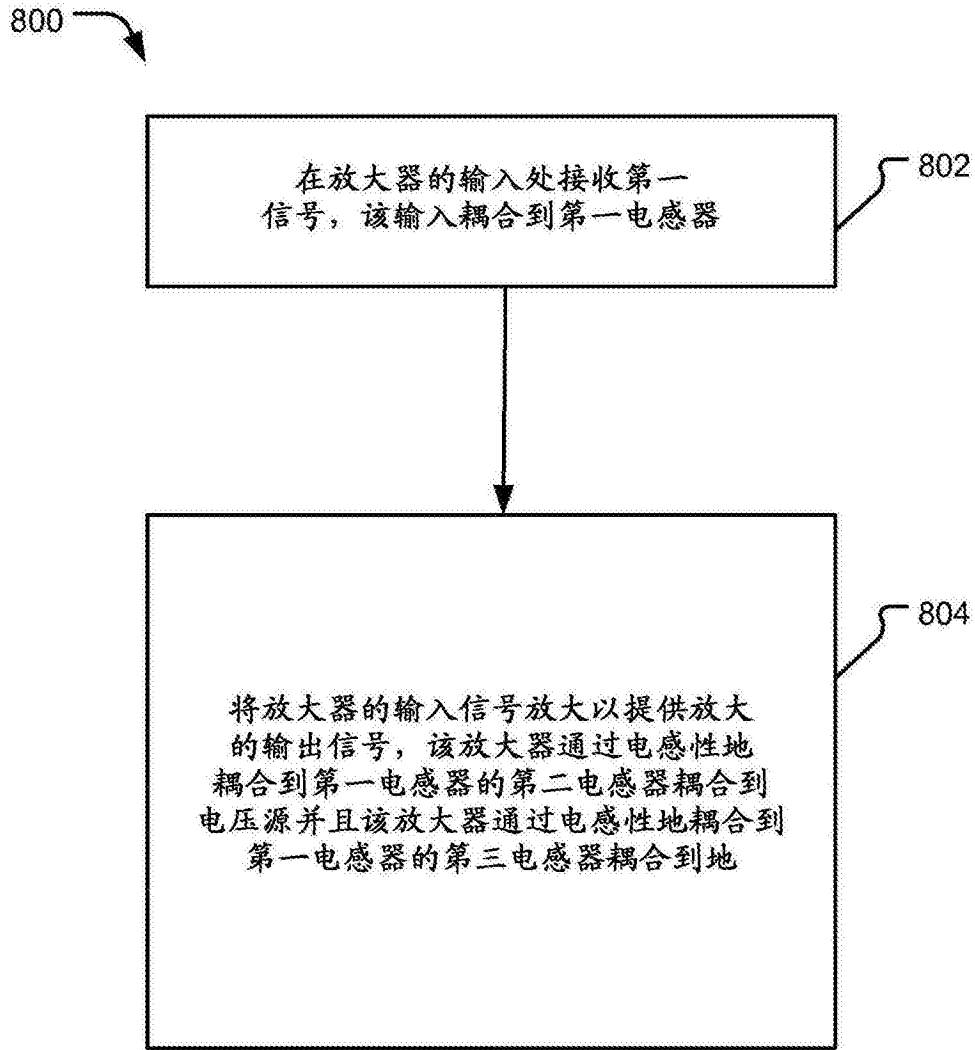


图8