



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104205628 B

(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201380017440.1

(22)申请日 2013.03.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104205628 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(30)优先权数据
61/618,502 2012.03.30 US
13/735,795 2013.01.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.09.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/034740 2013.03.30

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/149227 EN 2013.10.03

(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 O·M·乔克斯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 唐杰敏

(51)Int.Cl.
H03H 7/46(2006.01)
H03H 7/09(2006.01)

(56)对比文件
EP 2393211 A2,2011.07.12,
EP 2296286 A2,2011.03.16,
CN 102332931 A,2012.01.25,

审查员 刘宇儒

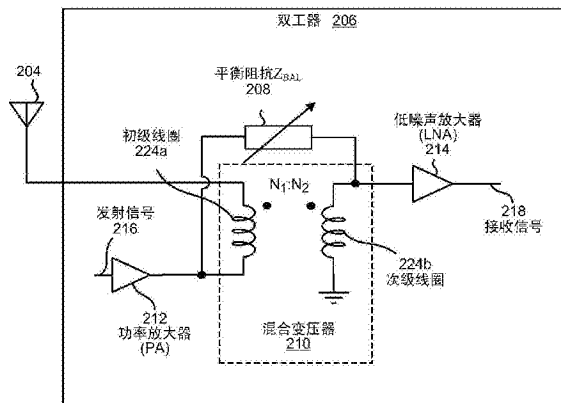
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54)发明名称

用于多频带/多模式射频(RF)前端的基于混合变压器的集成双工器

(57)摘要

描述了一种基于电平衡的集成双工器。双工器模块包括混合变压器。混合变压器包括初级线圈和次级线圈。初级线圈耦合在功率放大器的输出端与天线之间。次级线圈耦合在低噪声放大器的输入端与接地之间。双工器还包括耦合在初级线圈与次级线圈之间的平衡阻抗。



1. 一种双工器,包括:
混合变压器,所述混合变压器包括:
耦合在功率放大器的输出端与天线之间的初级线圈;以及
耦合在低噪声放大器的输入端与接地之间的次级线圈;以及
平衡阻抗,其中所述平衡阻抗耦合在所述初级线圈与所述次级线圈之间,其中所述次级线圈耦合在所述平衡阻抗与所述接地之间。
2. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,在所述初级线圈与所述次级线圈之间发生耦合。
3. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,发射信号被输入至所述功率放大器。
4. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,接收信号从所述低噪声放大器输出。
5. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,所述天线被配置成同时进行发射和接收。
6. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,所述初级线圈与所述次级线圈的匝数比为 $N_1:N_2$,并且其中所述平衡阻抗被调谐成等于 (N_2/N_1) 乘以所述天线的阻抗。
7. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,所述初级线圈包括两个端子,其中所述次级线圈包括两个端子,并且其中所述平衡阻抗在发射期间被调谐成使得所述初级线圈的所述两个端子和所述次级线圈的所述两个端子在发射信号频率处被短接。
8. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,所述平衡阻抗在接收期间被调谐,并且所述平衡阻抗在接收信号频率处被短接。
9. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,所述低噪声放大器是具有第一差分输入端和第二差分输入端的差分低噪声放大器,并且所述双工器进一步包括耦合在所述第一差分输入端与所述第二差分输入端之间的第三级线圈。
10. 如权利要求9所述的双工器,其特征在于,在所述初级线圈与所述次级线圈之间发生第一耦合,并且其中在所述初级线圈与所述第三级线圈之间发生第二耦合。
11. 如权利要求1所述的双工器,其特征在于,所述低噪声放大器是具有第一差分输入端和第二差分输入端的差分低噪声放大器,并且所述双工器进一步包括:
耦合在所述第一差分输入端与所述天线之间的第一电容器;以及
耦合在所述第二差分输入端与所述功率放大器的输出端之间的第二电容器。
12. 一种用于同时进行发射和接收的方法,包括:
使用天线来接收接收信号;
经由包括混合变压器的双工器来将所接收到的信号提供给低噪声放大器;
从功率放大器接收发射信号;以及
经由所述双工器将所述发射信号提供给所述天线;
其中所述混合变压器包括:
耦合在所述功率放大器的输出端与所述天线之间的初级线圈;以及
耦合在所述低噪声放大器的输入端与接地之间的次级线圈;以及
其中所述双工器进一步包括平衡阻抗,其中所述平衡阻抗耦合在所述初级线圈与所述次级线圈之间,并且其中所述次级线圈耦合在所述平衡阻抗与所述接地之间。
13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,在所述初级线圈与所述次级线圈之间发生耦合。

14. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,发射信号被输入至所述功率放大器。
15. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,接收信号从所述低噪声放大器输出。
16. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述天线同时进行发射和接收。
17. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述初级线圈与所述次级线圈的匝数比为 $N_1:N_2$,并且其中所述平衡阻抗被调谐成等于 (N_2/N_1) 乘以所述天线的阻抗。
18. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述平衡阻抗在发射期间被调谐,并且所述初级线圈和所述次级线圈在发射信号频率处被短接。
19. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述平衡阻抗在接收期间被调谐,并且所述平衡阻抗在接收信号频率处被短接。
20. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述低噪声放大器是具有第一差分输入端和第二差分输入端的差分低噪声放大器,并且所述双工器进一步包括耦合在所述第一差分输入端与所述第二差分输入端之间的第三级线圈。
21. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,在所述初级线圈与所述次级线圈之间发生第一耦合,并且其中在所述初级线圈与所述第三级线圈之间发生第二耦合。
22. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述低噪声放大器是具有第一差分输入端和第二差分输入端的差分低噪声放大器,并且所述双工器进一步包括:
耦合在所述第一差分输入端与所述天线之间的第一电容器;以及
耦合在所述第二差分输入端与所述功率放大器的输出端之间的第二电容器。
23. 一种配置成用于同时进行发射和接收的无线设备,包括:
用于接收接收信号的装置;
用于经由包括混合变压器的双工器来将所述接收信号提供给低噪声放大器的装置;
用于从功率放大器接收发射信号的装置;以及
用于经由所述双工器将所述发射信号提供给天线的装置;
其中所述混合变压器包括:
耦合在所述功率放大器的输出端与所述天线之间的初级线圈;以及
耦合在所述低噪声放大器的输入端与接地之间的次级线圈;以及
其中所述双工器进一步包括平衡阻抗,其中所述平衡阻抗耦合在所述初级线圈与所述次级线圈之间,并且其中所述次级线圈耦合在所述平衡阻抗与所述接地之间。
24. 如权利要求23所述的无线设备,其特征在于,在所述初级线圈与所述次级线圈之间发生耦合。

用于多频带/多模式射频(RF)前端的基于混合变压器的集成双工器

[0001] 根据35U.S.C.§119的优先权要求

[0002] 本专利申请要求于2012年3月30日提交的题为“HYBRID TRANSFORMER WITH INTEGRATED DUPLEXER FOR MULTI-BAND/MULTI-MODE RF FRONT END(具有用于多频带/多模式RF前端的集成双工器的混合变压器)”的临时申请No.61/618,502的优先权,该临时申请被转让给本专利申请受让人并由此通过援引明确纳入于此。

技术领域

[0003] 本公开一般涉及无线通信系统。更具体地,本公开涉及用于实现用于多频带/多模式RF前端的基于混合变压器的集成双工器的系统和方法。

背景技术

[0004] 无线通信系统被广泛部署以提供诸如语音、视频、数据等各种类型的通信内容。这些系统可以是能够支持多个移动设备与一个或多个基站的同时通信的多址系统。

[0005] 移动设备和基站的大小和成本两者的减小可以增加其可销售性。无线通信系统中的设备日益被配置成利用多种传输技术在多个射频(RF)频带上操作。减小移动设备和基站的大小和成本两者的一种此类方式是使用双工器。然而,在多个射频(RF)频带上操作并且利用多种传输技术的设备在传统上需要用于每个射频(RF)频带和用于每种传输技术的单独的双工器。传统上,这些单独的双工器具有妨碍其在集成电路中使用的设计约束。取而代之的是,已使用分立的双工器,从而增加了成本和印刷电路板面积两者。诸益处可以通过整合在集成电路中的改进的双工器来实现。

[0006] 概述

[0007] 描述了一种双工器。该双工器包括混合变压器。混合变压器包括耦合在功率放大器的输出端与天线之间的初级线圈。混合变压器还包括耦合在低噪声放大器的输入端与接地之间的次级线圈。双工器还包括耦合在初级线圈与次级线圈之间的平衡阻抗。

[0008] 耦合可以发生在初级线圈与次级线圈之间。发射信号可被输入至功率放大器。接收信号可从低噪声放大器输出。天线能够同时进行发射和接收。初级线圈与次级线圈的匝数比可以为 $N1:N2$ 。平衡阻抗可以调谐至等于 $(N2/N1)$ 乘以天线的阻抗。

[0009] 初级线圈可以包括两个端子。次级线圈也可以包括两个端子。平衡阻抗可以在发射期间被调谐,以使得初级线圈的两个端子和次级线圈的两个端子在发射信号频率处被短接。平衡阻抗可以在接收期间被调谐,以使得平衡阻抗在接收信号频率处被短接。低噪声放大器可以是具有第一差分输入端和第二差分输入端的差分低噪声放大器。次级线圈可以耦合至接地。第三级线圈可以耦合在第一差分输入端与第二差分输入端之间。

[0010] 第一耦合可以发生在初级线圈与次级线圈之间,并且第二耦合可以发生在初级线圈与第三级线圈之间。低噪声放大器可以是具有第一差分输入端和第二差分输入端的差分低噪声放大器。双工器可进一步包括耦合在第一差分输入端与天线之间的第一电容器。双

工器还可以包括耦合在第二差分输入端与功率放大器的输出端之间的第二电容器。

[0011] 描述了一种用于同时进行发射和接收的方法。使用天线来接收接收信号。该接收信号经由包括混合变压器的双工器被提供给低噪声放大器。从功率放大器接收发射信号。该发射信号经由双工器被提供给天线。

[0012] 还描述了一种配置成用于同时进行发射和接收的无线设备。无线设备包括用于使用天线来接收接收信号的装置。无线设备还包括用于经由包括混合变压器的双工器来将接收信号提供给低噪声放大器的装置。无线设备进一步包括用于从功率放大器接收发射信号的装置。无线设备还包括用于经由双工器来将发射信号提供给天线的装置。

[0013] 描述了一种用于同时的发射和接收的计算机程序产品。该计算机程序产品包括其上具有指令的非瞬态计算机可读介质。这些指令包括用于使无线设备使用天线来接收接收信号的代码。这些指令还包括用于使无线设备经由包括混合变压器的双工器来将接收信号提供给低噪声放大器的代码。这些指令进一步包括用于使无线设备从功率放大器接收发射信号的代码。这些指令还包括用于使无线设备经由双工器将发射信号提供给天线的代码。

[0014] 附图简述

[0015] 图1A是包括常规双工器的无线设备的框图；

[0016] 图1B是解说集成窄带双工器和集成宽带双工器的框图；

[0017] 图1C示出配置成利用多种无线无线电技术在多个射频(RF)频带上操作的无线设备；

[0018] 图2是解说包括混合变压器的双工器的电路图；

[0019] 图3是用于在单个信道上双向通信的方法的流程图；

[0020] 图4是解说具有混合变压器的双工器在发射期间的理论视图的电路图；

[0021] 图5是解说在发射期间在双工器中对平衡阻抗 Z_{BAL} 进行恰当调谐的效果的电路图；

[0022] 图6是解说具有混合变压器的双工器在接收期间的理论视图的电路图；

[0023] 图7是解说在接收期间在双工器中对平衡阻抗 Z_{BAL} 进行恰当调谐的效果的电路图；

[0024] 图8是具有混合变压器和差分低噪声放大器(LNA)的双工器的电路图；

[0025] 图9是具有混合变压器和差分低噪声放大器(LNA)的另一双工器的电路图；

[0026] 图10解说可被包括在无线通信设备内的某些组件；以及

[0027] 图11解说可被包括在基站内的某些组件。

[0028] 详细描述

[0029] 图1A是包括常规双工器的无线设备197的框图。双工通信系统可以包括在两个方向上彼此通信的两个互连的收发机。存在两种特定类型的双工通信系统：半双工和全双工。在半双工通信系统中，每次在一个方向上发生通信。因此，在任何给定的时间点，一个收发机可以发射并且另一个收发机可以接收。在全双工通信系统中，两个收发机可以同时发射和接收。

[0030] 现代无线和/或移动通信系统往往是全双工的，如由其采用的标准所指定的。例如，常见的全双工移动通信标准包括通用电信系统(UMTS)和码分多址(CDMA)。在这些全双工通信系统中，发射机通常使用给定频带(例如，900兆赫兹(MHz)、1800MHz、1900MHz、2100MHz)中的一个载波频率，并且接收机使用相同频带中的不同载波频率。其中发射机和接收机在不同频率上操作的这种方案被称为频分双工(FDD)。

[0031] 尽管使用不同的频带,所发射信号的信号强度往往显著大于收发机处收到信号的信号强度。由此,接收机易受到来自所发射信号的干扰并且所发射信号可能使接收机的灵敏度降低。为了限制干扰,常规的收发机包括双工器,该双工器利用频率选择性以在收发机与接收机之间提供50到60分贝(dB)之间的隔离。因此,现代RF双工器依赖频率选择性滤波器以用于Rx端口处的Tx抑制。频率选择性滤波器可以通过在Tx端口与天线端口之间使用在Tx频带中具有低插入损耗的带通滤波器并且在天线端口与Rx端口之间使用在Rx频带中具有低插入损耗的带通滤波器来实现。

[0032] 然而,为了提供高频通信标准,应当用高品质因数(Q因数)和低损耗材料来构造双工器,这在当前无法用基于硅的技术来实现。由此,常规双工器可以使用不能与收发机一起集成在低成本管芯的基于硅的集成电路上的特殊材料和工艺(例如,陶瓷、表面声波(SAW)、薄膜体声波(FBAR))来制造。

[0033] 因此,现代全双工无线收发机在多个频带上操作,从而需要用于每个频带的分立的片外双工器。这显著增加了材料清单和印刷电路板面积。因此,存在使用低成本的基于硅的技术来将这些双工器与收发机集成在一起的强烈需要。

[0034] 无线设备197可以包括耦合至天线的双工器。双工器可以将收到信号从天线路由至接收链,而同时将发射信号从发射链路由至天线。发射链可包括功率放大器(PA)。接收链可包括低噪声放大器(LNA)。

[0035] 无线设备197可被配置成提供全双工通信。无线设备197可包括RF前端(即,无线设备197的所解说部分)。RF前端可以在蜂窝电话、膝上型计算机、无线局域网(WLAN)站、和/或发射和接收RF信号的任何其他设备内使用。在操作中,RF前端在特定频带的非交叠部分上发射和接收RF信号。通过在频带的非交叠部分上进行发射和接收,可以实现不彼此干扰的两个信号以及全双工通信。例如,带内和带外信号两者同时通过双工器并且在共同的信号路径上传递至天线。

[0036] 双工器可以提供必需的耦合而同时防止(由功率放大器(PA)产生的)强带外信号耦合至低噪声放大器(LNA)的输入端。双工器可以是包括天线端口、发射端口和接收端口的三端口设备。天线端口可以经由发射带通滤波器耦合至发射端口并且经由接收带通滤波器耦合至接收端口。发射带通滤波器的通带的中心可以在从发射(Tx)链接收的带外信号的频率范围内。接收带通滤波器的通带的中心可以在传递至接收(Rx)链的带内信号的频率范围内。

[0037] 发射带通滤波器和接收带通滤波器可被配置成使得其各自的止带与另一者的通带交叠。因此,这些带通滤波器可以将低噪声放大器(LNA)的输入与由功率放大器(PA)产生的强带外信号隔离。

[0038] 高频通信标准(例如,FDD-UMTS)规定了用非常高的Q因数和低损耗材料来构造频率选择性双工器。当前的技术不允许此类双工器在集成电路中使用。因此,可以在片外提供双工器,从而增加了无线电收发机的大小和成本。另外,全双工无线电收发机的新近实现可以在多个频带上操作,这需要用于每个频带的分开的常规双工器。在这些多频带收发机中,每个双工器在片外,从而显著增加了无线电收发机的大小和成本。因此,对能够使用基于硅的技术来制造的双工器电路从而允许在与无线电收发机相同的集成电路上实现该双工器电路存在需要。

[0039] 图1B解说了一对混合变压器拓扑。混合变压器可具有同时匹配的多个端口。此外,这些端口可以是双共轭的(即,发射(Tx)和接收(Rx)端口彼此电隔离;天线和平衡端口也彼此电隔离)。最后,来自一个端口的传入功率可以在两个接收端口之间以任何比率来拆分。

[0040] 图1B解说了集成窄带双工器199c和集成宽带双工器199d的常规实现。窄带双工器199c可包括耦合至低噪声放大器(LNA)和功率放大器(PA)的混合变压器。混合变压器可包括可变电感器、可变电容器以及耦合至天线的两个线圈。第一线圈可耦合至低噪声放大器(LNA)并且第二线圈可耦合至功率放大器(PA)。

[0041] 宽带双工器199d可包括第一线圈L1、第二线圈L2和第三线圈L3。耦合可以在每个线圈之间发生。线圈L3可以耦合在低噪声放大器(LNA)的差分输入端之间。线圈L1可以耦合在功率放大器(PA)和天线之间。线圈L2可以耦合在功率放大器与平衡网络之间。

[0042] 图1C示出配置成利用多种无线无线电技术在多个射频(RF)频带上操作的无线设备102。无线设备102可在具有多个其他无线设备的通信系统中操作。无线通信系统被广泛部署以提供诸如语音、数据等各种类型的通信内容。无线设备102可以是基站或无线通信设备。

[0043] 基站是与一个或多个无线通信设备通信的站。基站还可被称为接入点、广播发射机、B节点、演进型B节点等,并且可包括其功能的一些或全部。将在本文中使用的术语“基站”。每个基站提供对特定地理区域的通信覆盖。基站可提供对一个或多个无线通信设备的通信覆盖。术语“蜂窝小区”可取决于使用该术语的上下文指代基站和/或其覆盖区。

[0044] 无线通信设备还可被称为终端、接入终端、用户装备(UE)、订户单元、站等,并且可包括其功能性的一些或全部。无线通信设备可以是蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、无线设备、无线调制解调器、手持式设备、膝上型计算机等等。

[0045] 无线通信设备在任何给定时刻可在下行链路和/或上行链路上与零个、一个、或多个基站通信。下行链路(或即前向链路)是指从基站至无线通信设备的通信链路,而上行链路(或即反向链路)是指从无线通信设备至基站的通信链路。

[0046] 无线系统(例如,多址系统)中的通信可通过在无线链路上的传输来实现。此类通信链路可经由单输入单输出(SISO)、多输入单输出(MISO)或多输入多输出(MIMO)系统来建立。MIMO系统包括分别装备有用于数据传输的多个(N_T个)发射天线和多个(N_R个)接收天线的发射机和接收机。SISO和MISO系统是MIMO系统的特例。如果利用由这多个发射和接收天线所创建的附加维度,该MIMO系统可以提供改善的性能(例如,更高的吞吐量、更大的容量、或改善的可靠性)。

[0047] 无线通信系统可利用MIMO。MIMO系统可支持时分双工(TDD)和频分双工(FDD)系统两者。在TDD系统中,上行链路信号和下行链路信号共享相同频谱。由于上行链路和下行链路是时间复用的(即,上行链路和下行链路在不同的时间发送/接收),因而相同频带的共享是可能的。在FDD系统中,上行链路信号和下行链路信号同时发送并且因此它们占据不同的频带。

[0048] 无线通信系统可以是能够通过共享可用系统资源(例如,带宽和发射功率)来支持与多个无线通信设备通信的多址系统。此类多址系统的示例包括码分多址(CDMA)系统、宽带码分多址(W-CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统、正交频分多址(OFDMA)系统、单载波频分多址(SC-FDMA)系统、第三代合作伙伴项目(3GPP)长期演进(LTE)

系统、以及空分多址(SDMA)系统。

[0049] 术语“网络”和“系统”常被可互换地使用。CDMA网络可实现诸如通用地面无线电接入(UTRA)、cdma2000等无线电技术。UTRA包括W-CDMA和低码片率(LCR),而cdma2000涵盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。TDMA网络可实现诸如全球移动通信系统(GSM)之类的无线电技术。OFDMA网络可实现诸如演进UTRA(E-UTRA)、IEEE802.11、IEEE802.16、IEEE802.20、Flash-OFDMA等无线电技术。UTRA、E-UTRA和GSM是通用移动通信系统(UMTS)的部分。长期演进(LTE)是使用E-UTRA的UMTS版本。UTRA、E-UTRA、GSM、UMTS和长期演进(LTE)在来自名为“第3代伙伴项目”(3GPP)的组织的文献中描述。cdma2000在来自名为“第三代伙伴项目2”(3GPP2)的组织的文献中描述。为了清楚起见,以下针对长期演进(LTE)来描述这些技术的某些方面,并且在以下大部分描述中使用长期演进(LTE)术语。

[0050] 无线设备102能够在多个射频(RF)频带(称为多频带)上操作。无线设备102还能够利用多种无线电技术,诸如以上讨论的那些无线电技术(称为多模式)。通常,既是多频带又是多模式的无线设备102可以包括用于每个射频(RF)频带并且有时用于每种无线电技术的分立的双工器、功率放大器(PA)和专用低噪声放大器(LNA)输入端。

[0051] 随着单个无线设备102使用的射频(RF)频带和无线电技术的数目的增多,也增加了无线设备102的大小、成本和复杂度。一个或多个双工器可占据印刷电路板(PCB)面积的相当大部分。双工器106的一替换实现可以基于混合变压器110的电平衡,而不是频率选择性。使用基于混合变压器110的电平衡的双工器106可以更适于CMOS中的集成,因为双工器106不依赖需要非常高的Q因数和昂贵技术的频率选择性。

[0052] 与使用频率选择来提供隔离的常规双工器不同,集成双工器106可以使用电平衡来提供宽带隔离。无线设备102的所示部分可被称为RF前端。RF前端可在发射和接收RF信号的任何设备内使用。通过在频带的非交叠部分上进行发射和接收,可以实现不彼此干扰的两个信号以及全双工通信。例如,带内和带外信号两者同时通过双工器106并且在共同的信号路径上传递至天线104。

[0053] 以下关于图2来进一步详细讨论使用混合变压器110的电平衡来将发射端口与接收端口隔离。由功率放大器(PA)112提供的强带外信号的功率可由集成双工器106拆分。功率的第一部分针对天线104并且功率的第二部分针对平衡网络(即,平衡阻抗108),在那里该功率的第二部分作为热量耗散。理想地,平衡网络被配置成提供与天线104的阻抗基本上相等的阻抗,以使得功率的第一部分和功率的第二部分基本上相等(即,每一者接收强带外信号的功率的一半)。集成双工器106可以随后有效地将低噪声放大器(LNA)114的输入端与强带外信号隔离。

[0054] 在一种配置中,集成双工器106可以集成在与RF前端中所示的组件的一些或全部(或者所示的组件的诸部分)相同的集成电路上。通过电平衡实现的隔离可以是天线阻抗与平衡阻抗之间的匹配的强函数。在匹配条件下,在平衡阻抗108中浪费一半的发射功率。因此,集成双工器可能遭受基本的3dB Tx插入损耗。Rx的理想插入损耗为3dB。可以通过在混合变压器中偏斜初级线圈的匝数与次级线圈的匝数之比来使发射路径的插入损耗与接收路径的插入损耗折衷。

[0055] 因为集成双工器106使用电平衡(并且由此是与频率无关的),所以可以在需要若干频带上的全双工通信的多频带应用中使用单个隔离模块。换言之,集成双工器106可被用

于为在不同频带上操作的多个不同应用提供隔离。

[0056] 在集成在无线设备102上的双工器106中使用混合变压器110可以允许无线设备102仅使用单个集成双工器106在多频带和多模式中操作。因此,在双工器中使用混合变压器可以减小无线设备102的大小、成本和印刷电路板(PCB)路由复杂度(因为不需要多个功率放大器(PA)112和低噪声放大器(LNA)114)。

[0057] 双工器106可包括混合变压器110。混合变压器110是通过使用线圈来隔离发射端口和接收端口的变压器。包括混合变压器110的双工器106可被用于隔离发射信号116和接收信号118。混合变压器110的期望属性包括Tx对Rx隔离、低Tx插入损耗、低Rx插入损耗以及Rx输入端处的Tx共模抑制。双工器106中使用的典型混合变压器110可能需要三个线圈。然而,所提议的供在双工器106中使用的混合变压器110仅使用两个线圈。除了使用较少的线圈之外,混合变压器110的使用允许双工器106能操作于多频带和多模式通信两者。混合变压器110可以使用这两个线圈将输入(即,接收信号118)与输出(即,发射信号116)隔离。双工器106还可包括平衡阻抗108。平衡阻抗108可以是差分可调谐阻抗。

[0058] 双工器106可耦合至无线设备102上的天线104。双工器106可将发射信号116从功率放大器(PA)112转发至天线104,而同时将接收信号118从天线104转发至低噪声放大器(LNA)114。功率放大器(PA)112可以是发射(Tx)链120的一部分。低噪声放大器(LNA)114可以是接收(Rx)链122的一部分。

[0059] 在一种配置中,低噪声放大器(LNA)114可以是单端的。在此配置中,低噪声放大器(LNA)114的输入端口可耦合至混合变压器110的次级线圈。在另一配置中,低噪声放大器(LNA)114可以是具有差分输入端口的差分低噪声放大器(LNA)114。这些差分输入端可耦合至混合变压器110的第三级线圈或者混合变压器110的初级线圈。以下关于图8和图9更详细地讨论差分低噪声放大器(LNA)114的使用。

[0060] 图2是解说包括混合变压器210的双工器206的电路图。图2的双工器206可以是图1的双工器106的一种配置。双工器206可以耦合至能够同时进行发射和接收的天线204。双工器206可包括形成混合变压器210的初级线圈224a和次级线圈224b。初级线圈224a与次级线圈224b的匝数比可以为 $N_1:N_2$ 。

[0061] 双工器206可包括从无线设备102接收发射信号216的功率放大器(PA)212。初级线圈224a可耦合在功率放大器(PA)212的输出端与天线204之间。次级线圈224b可耦合在接地与低噪声放大器(LNA)214的输入端之间。在一种配置中,低噪声放大器(LNA)214可具有单端低噪声放大器(LNA)输入端口。低噪声放大器(LNA)214可向无线设备102输出接收信号218。平衡阻抗 Z_{BAL} 208可耦合在功率放大器(PA)212的输出端与低噪声放大器(LNA)214的输入端之间。平衡阻抗 Z_{BAL} 208可以是差分可调谐阻抗,诸如串联/并联配置中连接的若干元件的网络。在一种配置中,可以使用天线阻抗调谐电路系统来调谐平衡阻抗 Z_{BAL} 208以满足下式(1)。

$$[0062] \quad Z_{BAL} = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \cdot Z_{ANT} \quad (1)$$

[0063] 在式(1)中, Z_{ANT} 表示天线204的阻抗。当式(1)被满足时,在接收信号端口(即,低噪声放大器(LNA)214的输入端)处抑制发射信号216。因此,在发射期间,双工器206的平衡阻

抗 Z_{BAL208} 可以调谐成满足式(1)。当式(1)被满足时,还发生接收端口处的最大接收功率传递。以下关于图4和图5更详细地讨论双工器206在发射期间的操作。以下关于图6和图7更详细地讨论双工器206在接收期间的操作。

[0064] 图3是用于单个信道上的双向通信的方法300的流程图。方法300可由无线设备102来执行。无线设备102可包括使用混合变压器110实现的双工器106。无线设备102可使用天线104来接收302接收信号118。无线设备102可经由混合变压器110将接收信号118提供304给低噪声放大器(LNA)114。无线设备102还可从功率放大器(PA)212接收306发射信号116。无线设备102可经由混合变压器110将发射信号116提供308给天线104。

[0065] 图4是解说具有混合变压器410的双工器406在发射期间的理论视图的电路图。图4的双工器406可以是图1的双工器106的一种配置。图4解说了如何在接收端口处抑制发射信号116。双工器406可包括具有初级线圈424a和次级线圈424b的混合变压器410。初级线圈424a与次级线圈424b的匝数比可以为 $N_1:N_2$ 。在发射期间,功率放大器(PA)112可被视作彼此耦合的戴维南等效电压源 V_{TX428} 和阻抗 Z_{TX430} 。电压源 V_{TX428} 可耦合至接地,而阻抗 Z_{TX430} 耦合至混合变压器410的初级线圈424a和平衡阻抗 Z_{BAL408} 。

[0066] 在发射期间,天线104可被视作耦合在初级线圈424a与接地之间的阻抗 Z_{ANT426} 。类似地,在发射期间,低噪声放大器(LNA)114可被视作耦合在接地与平衡阻抗 Z_{BAL408} 和次级线圈424b两者之间的阻抗 Z_{RX432} 。跨阻抗 Z_{ANT426} 的电压可以为 V_1434 。阻抗 Z_{TX430} 与初级线圈424a之间的电压可以为 V_2436 。跨阻抗 Z_{RX432} 的电压可以为 V_{RX438} 。

[0067] 图5是解说在发射期间在双工器506中对平衡阻抗 Z_{BAL508} 进行恰当调谐的效果的电路图。图5的双工器506可以是图4的双工器406的一种配置。双工器506可包括具有初级线圈524a和次级线圈524b的混合变压器510。初级线圈524a与次级线圈524b的匝数比可以为 $N_1:N_2$ 。如图4中那样,功率放大器(PA)112被视作包括彼此耦合的电压源 V_{TX528} 和阻抗 Z_{TX530} 的戴维南等效电路。电压源 V_{TX528} 可耦合至接地,而阻抗 Z_{TX530} 耦合至混合变压器510的初级线圈524a和平衡阻抗 Z_{BAL508} 两者。

[0068] 为了接收端口处的发射信号抑制,发射期间的电压 V_{RX538} 应当为0。如以上讨论的,当式(1)被满足时,发生低噪声放大器(LNA)114输入端口(即,接收端口)处的发射信号抑制。在式(1)被满足时的发射频率处,初级线圈524a和次级线圈524b被短接(即第一短路539a和第二短路539b)。因此,阻抗 Z_{RX432} 在两侧耦合至接地并且有效地从双工器506移除。另外,电压 V_1534 等于电压 V_2536 。电压 V_2536 可以使用式(2)得出:

$$[0069] \quad V_2 = V_1 - \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \cdot V_{RX} \quad (2)$$

[0070] 当 $V_{RX}=0$ 时, $V_2=V_1$ (即,初级线圈524a被短接)并且式(1)被满足。传送至天线104的功率可以由于双工器506阻抗的丢失而减小。当阻抗 Z_{TX530} 等于平衡阻抗 Z_{BAL508} 和阻抗 Z_{ANT526} 的并联组合(即, $Z_{TX}=Z_{BAL} || Z_{ANT}$)时,可以发生最优的发射功率传递。如果

$\left(\frac{N_2}{N_1} \right) = n$,则当式(3)被满足时发生最优的发射功率传递:

$$[0071] \quad Z_{TX} = \left(\frac{n}{n+1} \right) \cdot Z_{ANT} \quad (3)$$

[0072] 图6是解说具有混合变压器610的双工器606在接收期间的理论视图的电路图。图6的双工器606可以是图1的双工器106的一种配置。在接收期间,天线104可被视作耦合至阻抗 Z_{ANT626} 的电压源 V_{ANT640} 。电压源 V_{ANT640} 可耦合至接地。阻抗 Z_{ANT626} 可耦合至混合变压器610中的初级线圈624a。在接收期间,功率放大器(PA)112可被视作耦合在接地与初级线圈624a和平衡阻抗 Z_{BAL608} 两者之间的阻抗 Z_{TX630} 。另外,在接收期间,低噪声放大器(LNA)114可被视作耦合在接地与平衡阻抗 Z_{BAL608} 和混合变压器610的次级线圈624b两者之间的阻抗 Z_{RX632} 。初级线圈624a与次级线圈624b的匝数比可以为 $N_1:N_2$ 。

[0073] 双工器606可在阻抗 Z_{ANT626} 与初级线圈624a之间的节点处具有电压 V_1634 。双工器606可在初级线圈624a与阻抗 Z_{TX630} 之间的节点处具有电压 V_2636 。双工器606还可在阻抗 Z_{RX632} 与次级线圈624b之间的节点处具有电压 V_{RX638} 。

[0074] 图7是解说在接收期间在双工器706中对平衡阻抗 Z_{BAL708} 进行恰当调谐的效果的电路图。图7的双工器706可以是图6的双工器606的一种配置。如图6中那样,功率放大器(PA)112可在接收期间被视作耦合在接地与平衡阻抗 Z_{BAL708} 和混合变压器710的初级线圈724a两者之间的阻抗 Z_{TX730} 。天线104可被视作耦合至阻抗 Z_{ANT728} 的电压源 V_{ANT740} 。电压源 V_{ANT740} 还可耦合至接地。阻抗 Z_{ANT728} 可耦合至初级线圈724a。低噪声放大器(LNA)114可被视作耦合在接地与混合变压器710的次级线圈724b与平衡阻抗 Z_{BAL708} 两者之间的阻抗 Z_{RX732} 。

[0075] 阻抗 Z_{TX728} 与初级线圈724a之间的电压可被称为 V_1734 。阻抗 Z_{TX730} 与初级线圈724a之间的电压可被称为 V_2736 。阻抗 Z_{RX732} 与次级线圈724b之间的电压可被称为 V_{RX738} 。如以上讨论的,在 $V_2 = V_{RX}$ 时发生最大接收功率传递。这意味着在平衡阻抗 Z_{BAL708} 被短接742时可以发生从天线104至接收端口(即,低噪声放大器(LNA)114的输出端)的最优功率传递。因此,可如式(4)来推导对于从天线104至Rx端口的最大功率传递而言所需要的最优Rx阻抗:

$$[0076] \quad Z_{RX} = \frac{\left(\frac{N_2}{N_1} \right) \cdot Z_{ANT}}{\left(1 + \frac{N_1}{N_2} \right)} \quad (4)$$

[0077] 如果 $\frac{N_2}{N_1} = n$,则式(4)可被改写为式(5):

$$[0078] \quad Z_{RX} = \left(\frac{n^2}{n+1} \right) \cdot Z_{ANT} \quad (5)$$

[0079] 因此,当式(5)被满足时,发生从天线104至接收端口的最优功率传递。当阻抗 Z_{RX732} 为最优时,平衡阻抗 Z_{BAL708} 在接收频率处被短接742。通过增大 $\frac{N_2}{N_1} = n$,可以略微更

高的接收路径插入损耗为代价来减小发射路径插入损耗。

[0080] 图8是解说具有混合变压器810和差分低噪声放大器(LNA)814的双工器806的电路图。图8的双工器806可以是图1的双工器106的一种配置。混合变压器810可包括初级线圈824a、次级线圈824b和第三级线圈824c。

[0081] 双工器806可耦合至天线804。天线804可用于发射和接收两者。天线804可耦合至初级线圈824a。初级线圈824a还可耦合至功率放大器(PA)812的输出端。功率放大器(PA)812可接收发射信号816。功率放大器(PA)812的输出端还可耦合至平衡阻抗 Z_{BAL} 808。如以上讨论的,平衡阻抗 Z_{BAL} 808可以是差分可调谐阻抗。次级线圈824b可耦合在平衡阻抗 Z_{BAL} 808与接地之间。第一耦合844a可以发生在初级线圈824a与次级线圈824b之间。

[0082] 第三级线圈824c可耦合在差分低噪声放大器(LNA)814的第一差分输入端与差分低噪声放大器(LNA)814的第二差分输入端之间。第二耦合844b可发生在次级线圈824b与第三级线圈824c之间。差分低噪声放大器(LNA)814可输出差分接收信号818。第三级线圈824c可被用于生成纯差分接收信号,而同时抑制发射共模信号。如以上图4-7中使用的类似分析可应用于图9中的双工器806。

[0083] 图9是解说具有混合变压器910和差分低噪声放大器(LNA)914的另一双工器906的电路图。图9的双工器906可以是图1的双工器106的一种配置。图9的拓扑不可抑制低噪声放大器(LNA)914+/-输入端处的发射共模信号(由于低噪声放大器(LNA)814的差分本质,共模信号仍将在低噪声放大器(LNA)814输出端处被抑制)。双工器906可包括混合变压器910,该混合变压器910包括初级线圈924a和次级线圈924b。初级线圈924a与次级线圈924b的匝数比可以为 $N_1:N_2$ 。

[0084] 双工器906可被耦合至天线904。天线904可用于发射和接收两者。天线904可耦合至初级线圈924a和第一电容器946a两者。第一电容器946a还可耦合至差分低噪声放大器(LNA)914的第一差分输入端。初级线圈924a还可耦合至功率放大器(PA)912的输出端、第二电容器946b和平衡阻抗 Z_{BAL} 908。功率放大器(PA)912可接收发射信号916。第二电容器946b还可耦合至差分低噪声放大器(LNA)914的第二差分输入端。差分低噪声放大器(LNA)914可输出差分接收信号918。次级线圈924b可耦合在平衡阻抗 Z_{BAL} 908与接地之间。平衡阻抗 Z_{BAL} 908可以是差分可调谐阻抗。如以上图4-7中使用的类似分析可应用于图9中的双工器906。

[0085] 图10解说了无线通信设备1002内可包括的某些组件。图10的无线通信设备1002可以是图1的无线设备102的一种配置。无线通信设备1002可以是接入终端、移动站、用户装备(UE)等。无线通信设备1002包括处理器1003。处理器1003可以是通用单芯片或多芯片微处理器(例如,ARM)、专用微处理器(例如,数字信号处理器(DSP))、微控制器、可编程门阵列等。处理器1003可被称为中央处理单元(CPU)。尽管在图10的无线通信设备1002中仅示出了单个处理器1003,但在替换配置中,可使用处理器的组合(例如,ARM和DSP)。

[0086] 无线通信设备1002还包括存储器1005。存储器1005可以是能够存储电子信息的任何电子组件。存储器1005可实施为随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、磁盘存储介质、光学存储介质、RAM中的闪存设备、随处理器包括的板载存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器等等,包括其组合。

[0087] 数据1009a和指令1007a可被存储在存储器1005中。指令1007a可由处理器1003执

行以实现本文中所公开的方法。执行指令1007a可涉及使用存储在存储器1005中的数据1009a。当处理器1003执行指令1007时,指令1007b的各个部分可被加载到处理器1003上,并且数据1009b的各个片段可被加载到处理器1003上。

[0088] 无线通信设备1002还可包括发射机1011和接收机1013,以允许能经由天线1007进行来往于无线通信设备1002的信号发射和接收。发射机1011和接收机1013可被合称为收发机1015。无线通信设备1002还可包括(未示出)多个发射机、多个天线、多个接收机、和/或多个收发机。

[0089] 无线通信设备1002可包括数字信号处理器(DSP)1021。无线通信设备1002还可包括通信接口1023。通信接口1023可允许用户与无线通信设备1002交互。

[0090] 无线通信设备1002的各种组件可由一条或多条总线耦合在一起,总线可包括电源总线、控制信号总线、状态信号总线、数据总线,等等。为清楚起见,各种总线在图10中被解说为总线系统1019。

[0091] 图11解说了基站1102内可包括的某些组件。图11的基站1102可以是图1的无线设备102的一种配置。基站还可被称为接入点、广播发射机、B节点、演进型B节点等,并且可包括其功能的一些或全部。基站1102包括处理器1103。处理器1103可以是通用单芯片或多芯片微处理器(例如,ARM)、专用微处理器(例如,数字信号处理器(DSP))、微控制器、可编程门阵列等。处理器1103可被称为中央处理单元(CPU)。尽管在图11的基站1102中仅示出了单个处理器1103,但在替换配置中,可使用处理器的组合(例如,ARM与DSP的组合)。

[0092] 基站1102还包括存储器1105。存储器1105可以是能够存储电子信息的任何电子组件。存储器1105可被实施为随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、磁盘存储介质、光学存储介质、RAM中的闪存设备、随处理器包括的板载存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器等等,包括其组合。

[0093] 数据1109a和指令1107a可被存储在存储器1105中。指令1107a可由处理器1103执行以实现本文中所公开的方法。执行指令1107a可涉及使用存储在存储器1105中的数据1109a。当处理器1103执行指令1107a时,指令1107b的各个部分可被加载到处理器1103上,并且数据1109b的各个片段可被加载到处理器1103上。

[0094] 基站1102还可包括发射机1111和接收机1113,以允许进行来往于基站1102的信号发射和接收。发射机1111和接收机1113可被合称为收发机1115。天线1117可电耦合至收发机1115。基站1102还可包括(未示出)多个发射机、多个接收机、多个收发机和/或多个天线。

[0095] 基站1102可包括数字信号处理器(DSP)1121。基站1102还可包括通信接口1123。通信接口1123可允许用户与基站1102交互。

[0096] 基站1102的各种组件可由一条或多条总线耦合在一起,总线可包括功率总线、控制信号总线、状态信号总线、数据总线等。为清楚起见,各种总线在图11中被解说为总线系统1119。

[0097] 本文中所描述的技术可以用于各种通信系统,包括基于正交复用方案的通信系统。此类通信系统的示例包括正交频分多址(OFDMA)系统、单载波频分多址(SC-FDMA)系统、等等。OFDMA系统利用正交频分复用(OFDM),这是一种将整个系统带宽划分成多个正交副载波的调制技术。这些副载波也可以被称为频调、频槽等。在OFDM下,每个副载波可以用数据独立调制。SC-FDMA系统可以利用交织式FDMA(IFDMA)在跨系统带宽分布的副载波上传送,

利用局部式FDMA(LFDMA)在由毗邻副载波构成的块上传送,或者利用增强式FDMA(EFDMA)在多个由毗邻副载波构成的块上传送。一般而言,调制码元在OFDM下是在频域中发送的,而在SC-FDMA下是在时域中发送的。

[0098] 术语“确定”广泛涵盖各种各样的动作,并且因此“确定”可包括演算、计算、处理、推导、调研、查找(例如,在表、数据库或其他数据结构中查找)、探明、和类似动作。另外,“确定”还可包括接收(例如,接收信息)、访问(例如,访问存储器中的数据)、和类似动作。另外,“确定”可包括解析、选择、选取、建立、和类似动作等等。

[0099] 除非明确另行指出,否则短语“基于”并非意味着“仅基于”。换言之,短语“基于”描述“仅基于”和“至少基于”两者。

[0100] 术语“处理器”应被宽泛地解读为涵盖通用处理器、中央处理单元(CPU)、微处理器、数字信号处理器(DSP)、控制器、微控制器、状态机,等等。在某些情景下,“处理器”可以是指专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA),等等。术语“处理器”可以是指处理设备的组合,例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心协作的一个或多个微处理器、或任何其他这类配置。

[0101] 术语“存储器”应被宽泛地解读为涵盖能够存储电子信息的任何电子组件。术语存储器可以是指各种类型的处理器可读介质,诸如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、非易失性随机存取存储器(NVRAM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM)、电可擦式PROM(EEPROM)、闪存、磁或光学数据存储、寄存器等等。如果处理器能从存储器读信息和/或向存储器写信息,则认为该存储器与该处理器正处于电子通信中。整合到处理器的存储器与该处理器处于电子通信中。

[0102] 术语“指令”和“代码”应被宽泛地解读为包括任何类型的(诸)计算机可读语句。例如,术语“指令”和“代码”可以是指一个或多个程序、例程、子例程、函数、规程等。“指令”和“代码”可包括单条计算机可读语句或许多条计算机可读语句。

[0103] 本文中所述的功能可以在正由硬件执行的软件或固件中实现。各功能可以作为一条或多条指令存储在计算机可读介质上。术语“计算机可读介质”或“计算机程序产品”是指能被计算机或处理器访问的任何有形存储介质。作为示例而非限定,计算机可读介质可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘储存、磁盘储存或其他磁储存设备、或任何其他能够用于携带或存储指令或数据结构形式的期望程序代码且能由计算机访问的介质。如本文中所使用的盘(disk)和碟(disc)包括压缩碟(CD)、激光碟、光碟、数字多用碟(DVD)、软盘和蓝光®碟,其中盘常常磁性地再现数据,而碟用激光来光学地再现数据。应注意,计算机可读介质可以是有形且非暂态的。术语“计算机程序产品”是指计算设备或处理器结合可由该计算设备或处理器执行、处理或计算的代码或指令(例如,“程序”)。如本文中所使用的,术语“代码”可以是指可由计算设备或处理器执行的软件、指令、代码或数据。

[0104] 本文所公开的方法包括用于实现所描述的方法的一个或多个步骤或动作。这些方法步骤和/或动作可以相互互换而不会脱离权利要求的范围。换言之,除非所描述的方法的正确操作要求步骤或动作的特定次序,否则便可改动具体步骤和/或动作的次序和/或使用而不会脱离权利要求的范围。

[0105] 进一步地,还应领会,用于执行本文中所描述的方法和技术(诸如图3所解说的那些)的模块和/或其他合适装置可以由设备下载和/或以其他方式获得。例如,可以将设备耦

合至服务器以便于转送用于执行本文中所描述的方法的装置。替换地,本文中所描述的各种方法可经由存储装置(例如,随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、诸如压缩碟(CD)或软盘等物理存储介质等等)来提供,以使得一旦将该存储装置耦合至或提供给设备,该设备就可获得各种方法。

[0106] 应该理解的是,权利要求并不被限定于以上所解说的精确配置和组件。可在本文中所描述的系统、方法、和装置的布局、操作及细节上作出各种改动、变化和变型而不会脱离权利要求的范围。

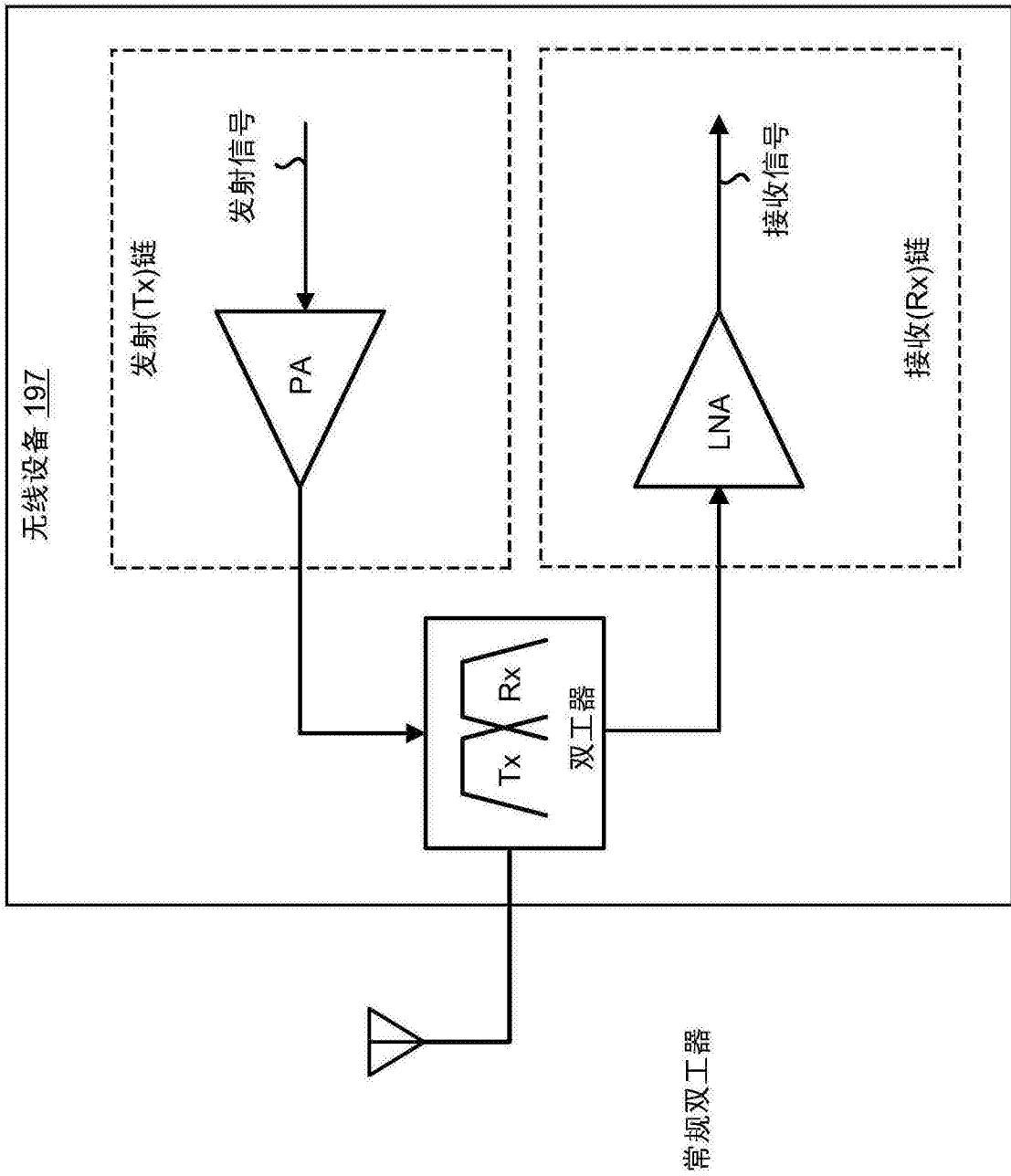


图1A

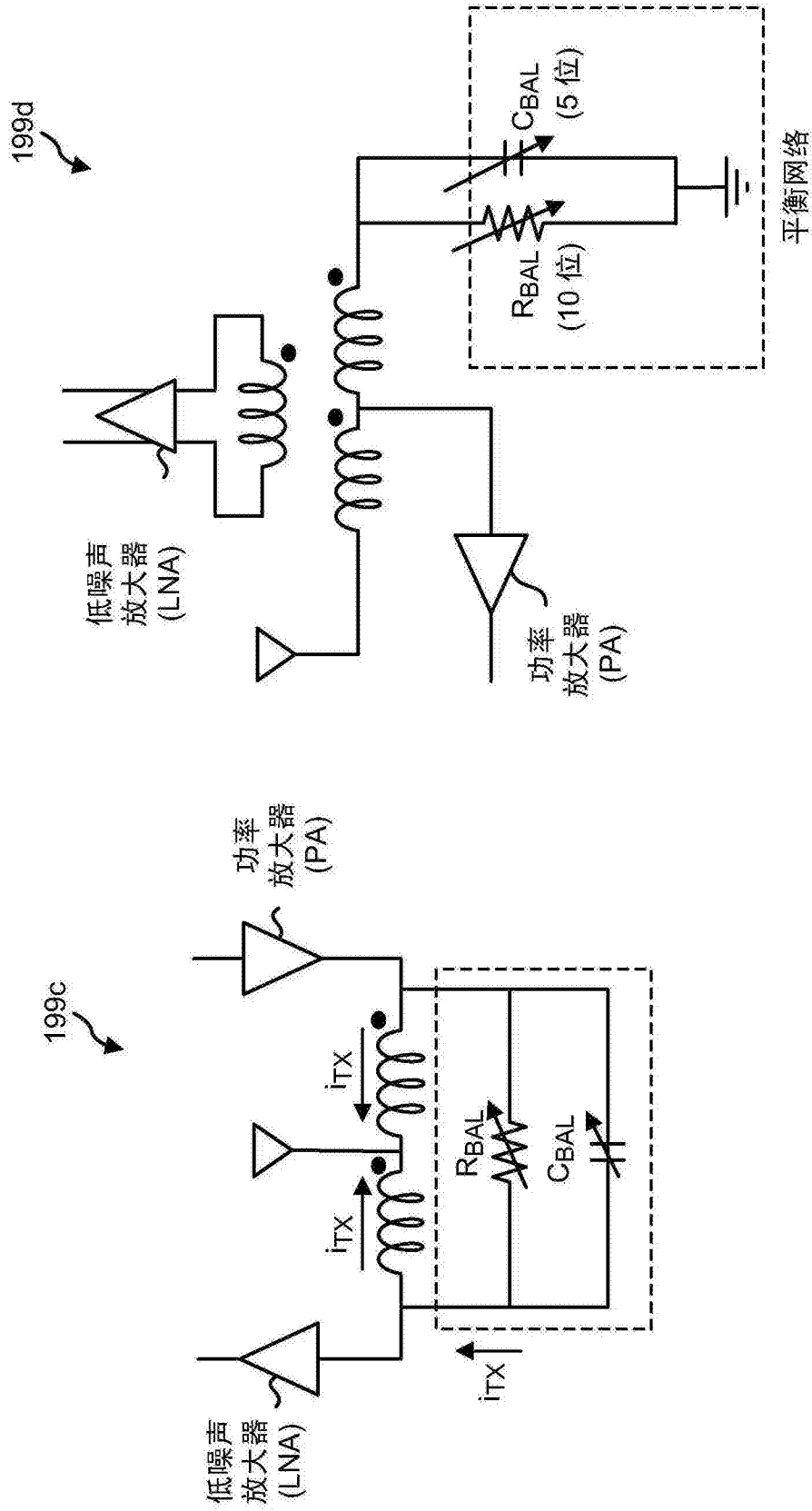


图1B

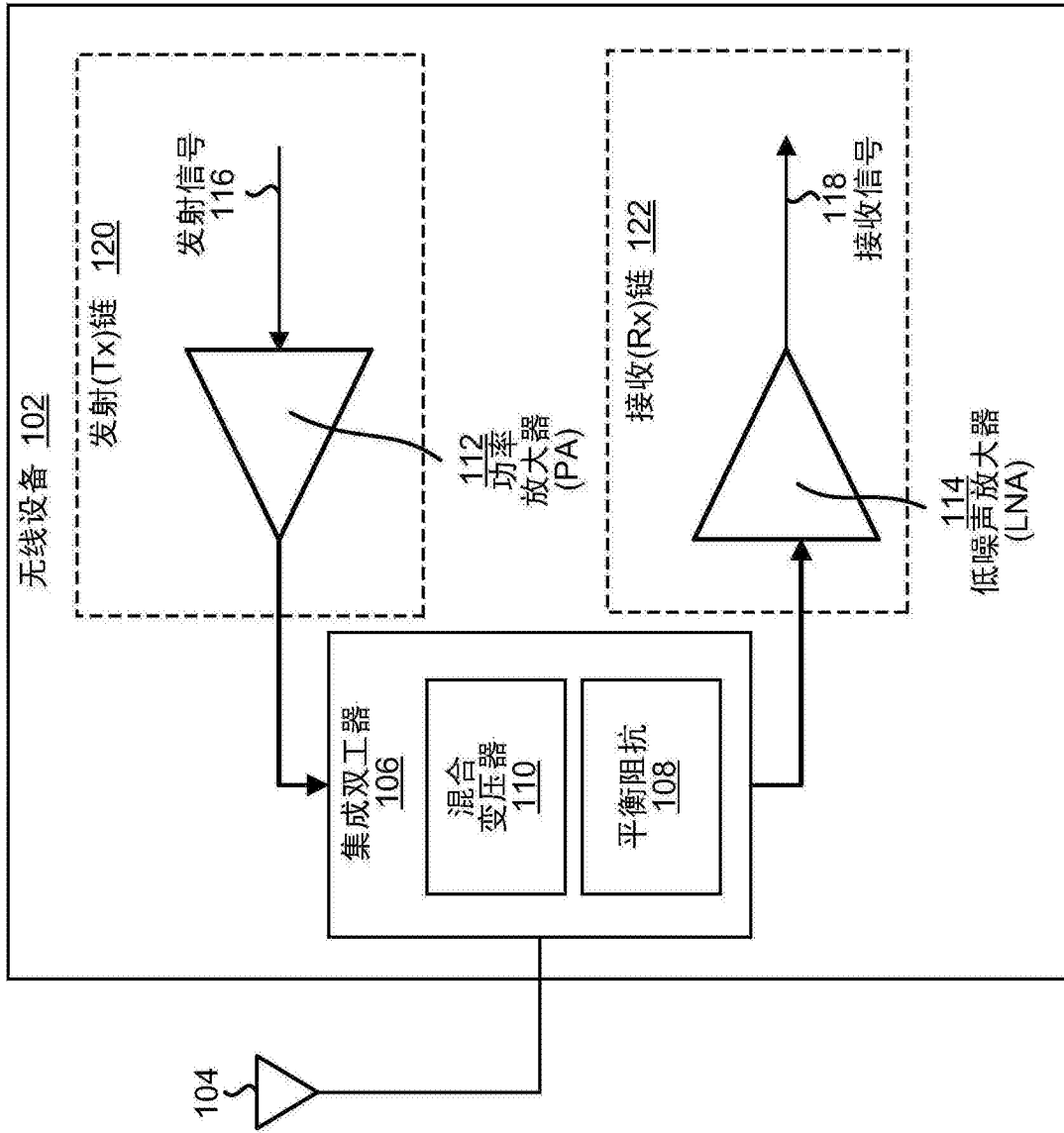


图1C

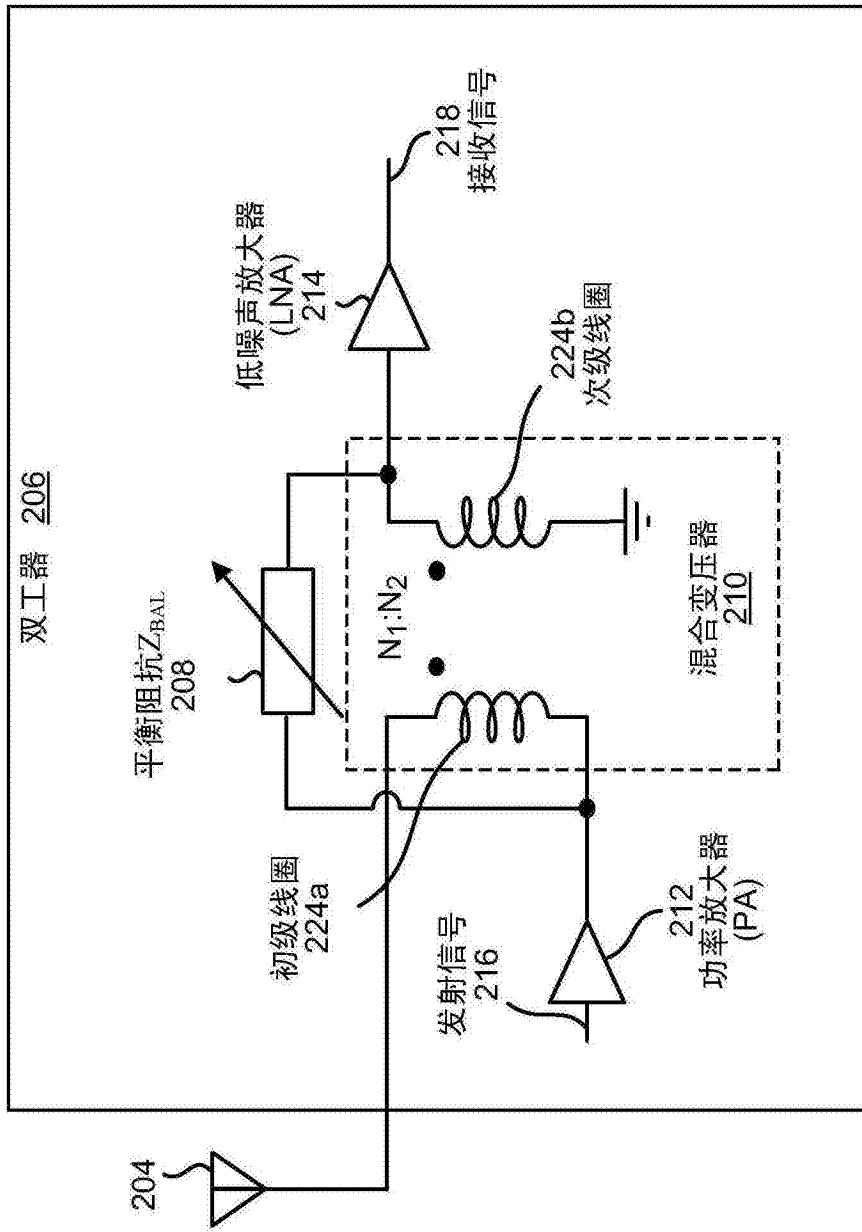


图2

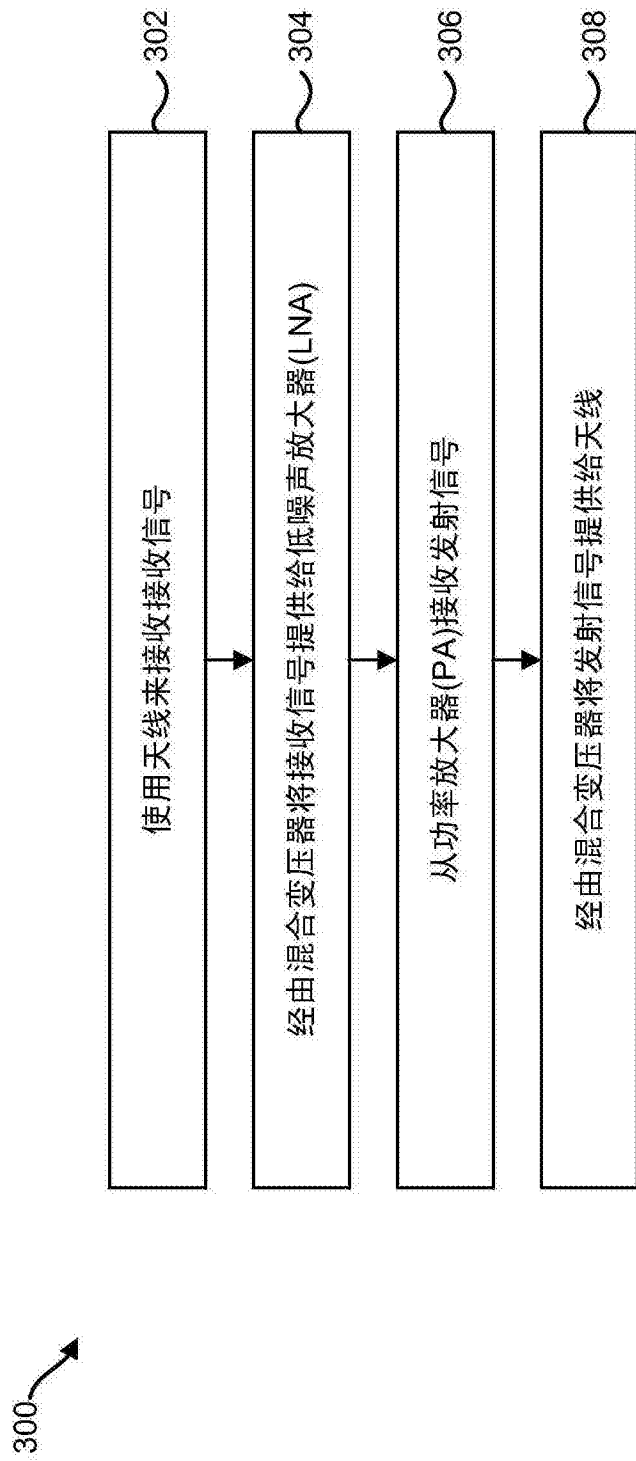


图3

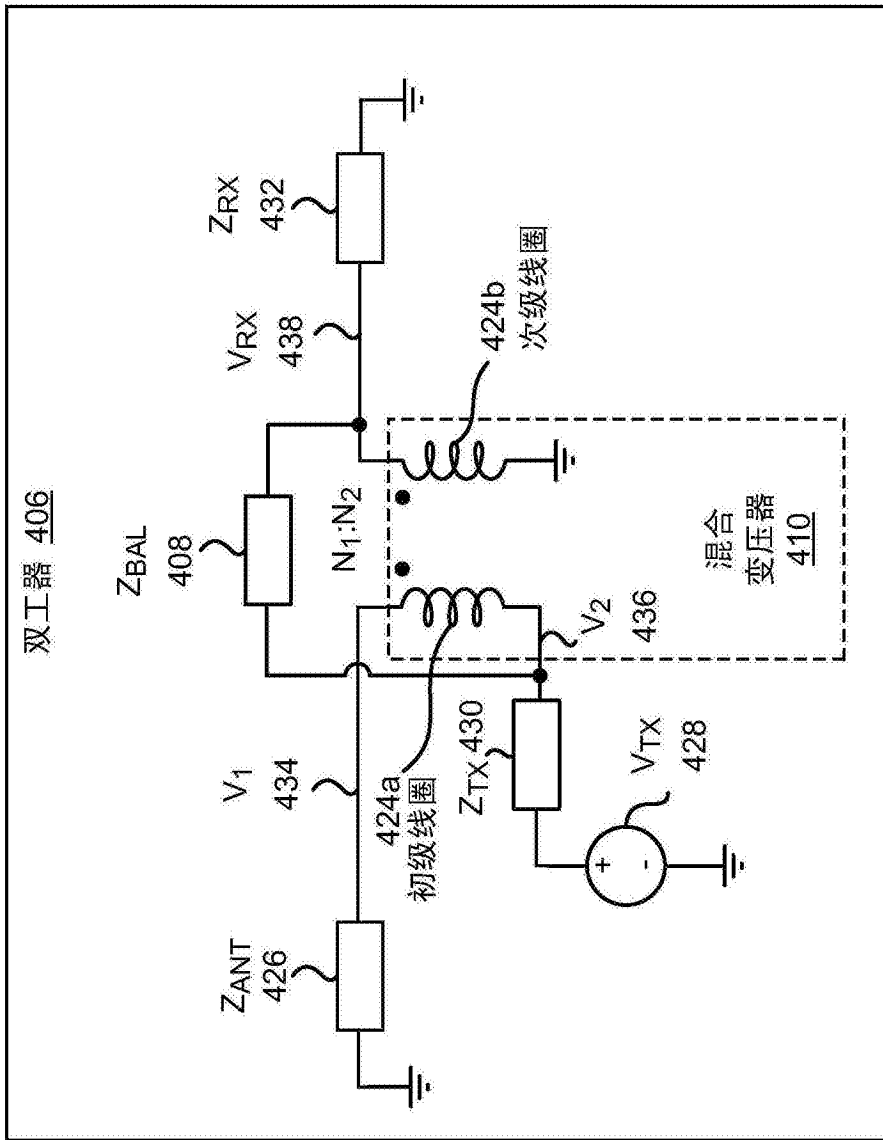


图4

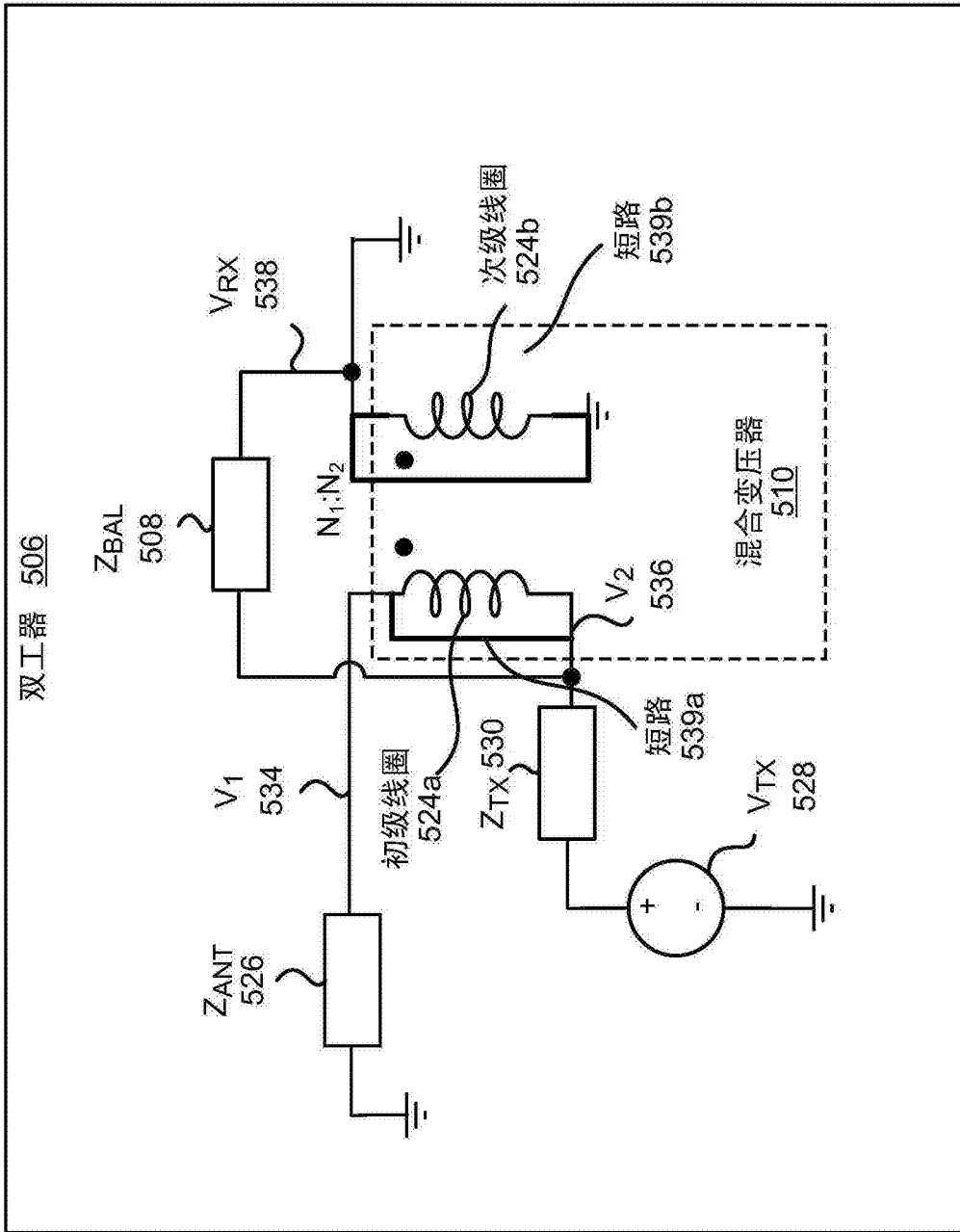


图5

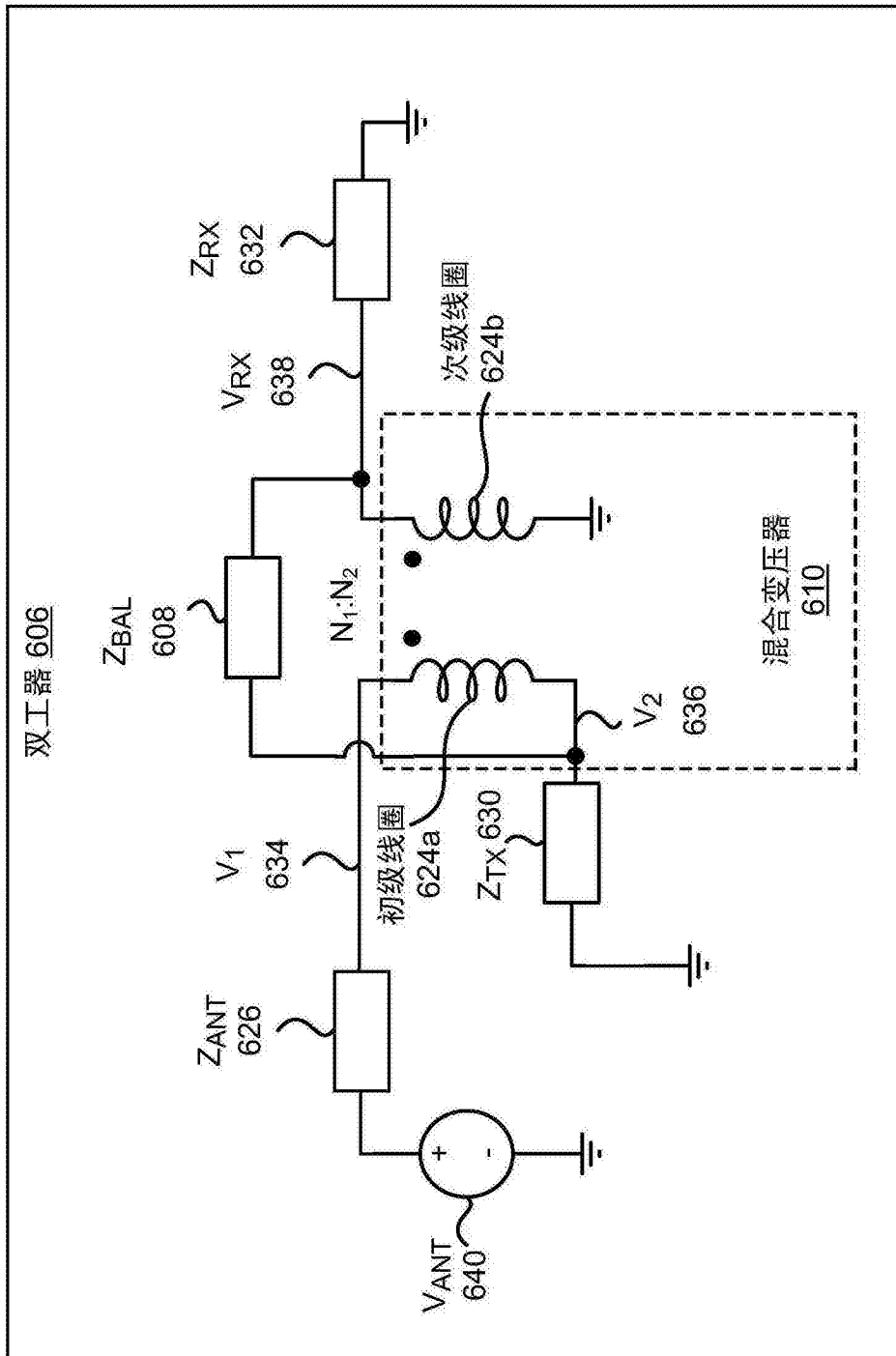


图6

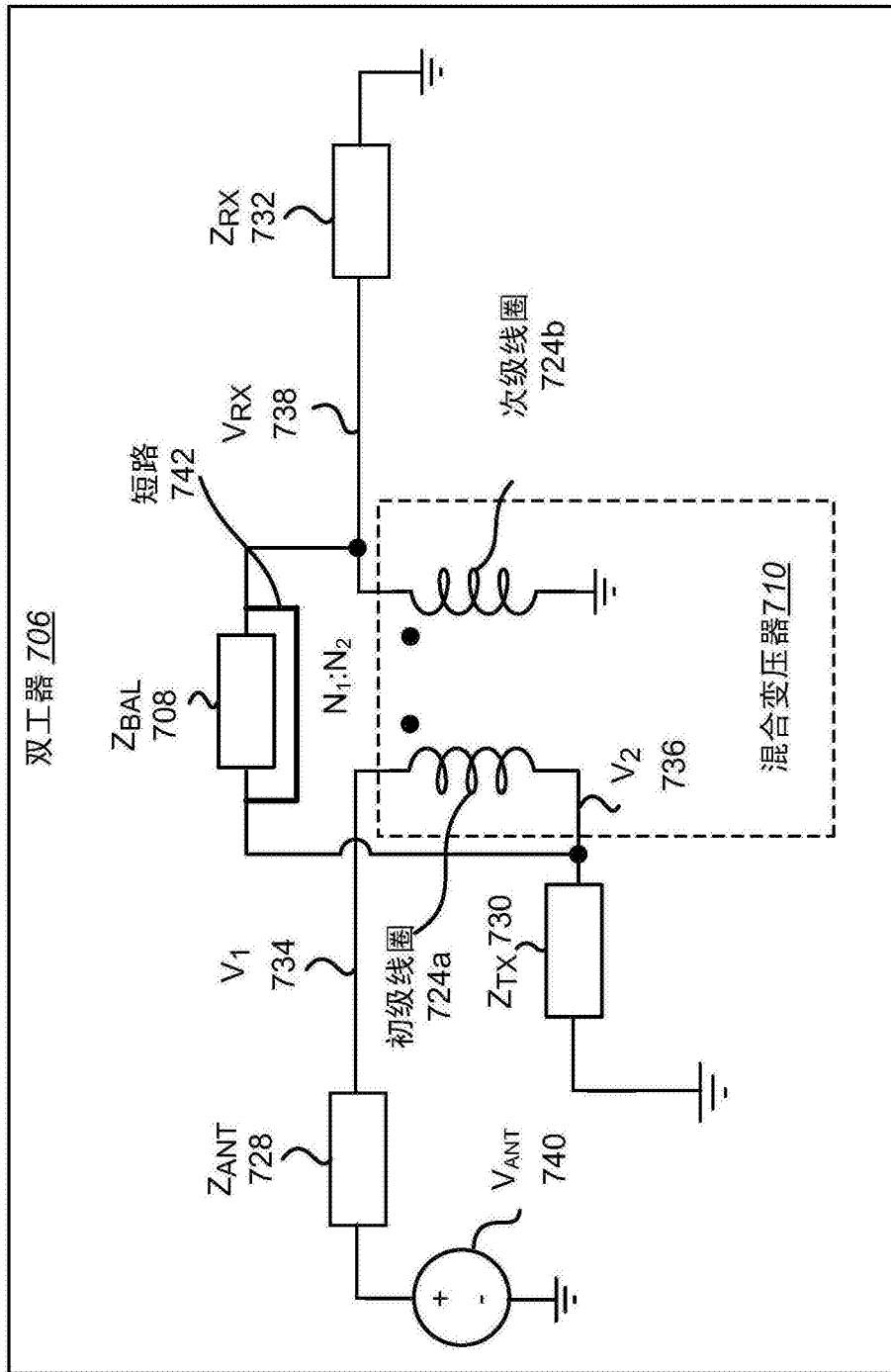


图7

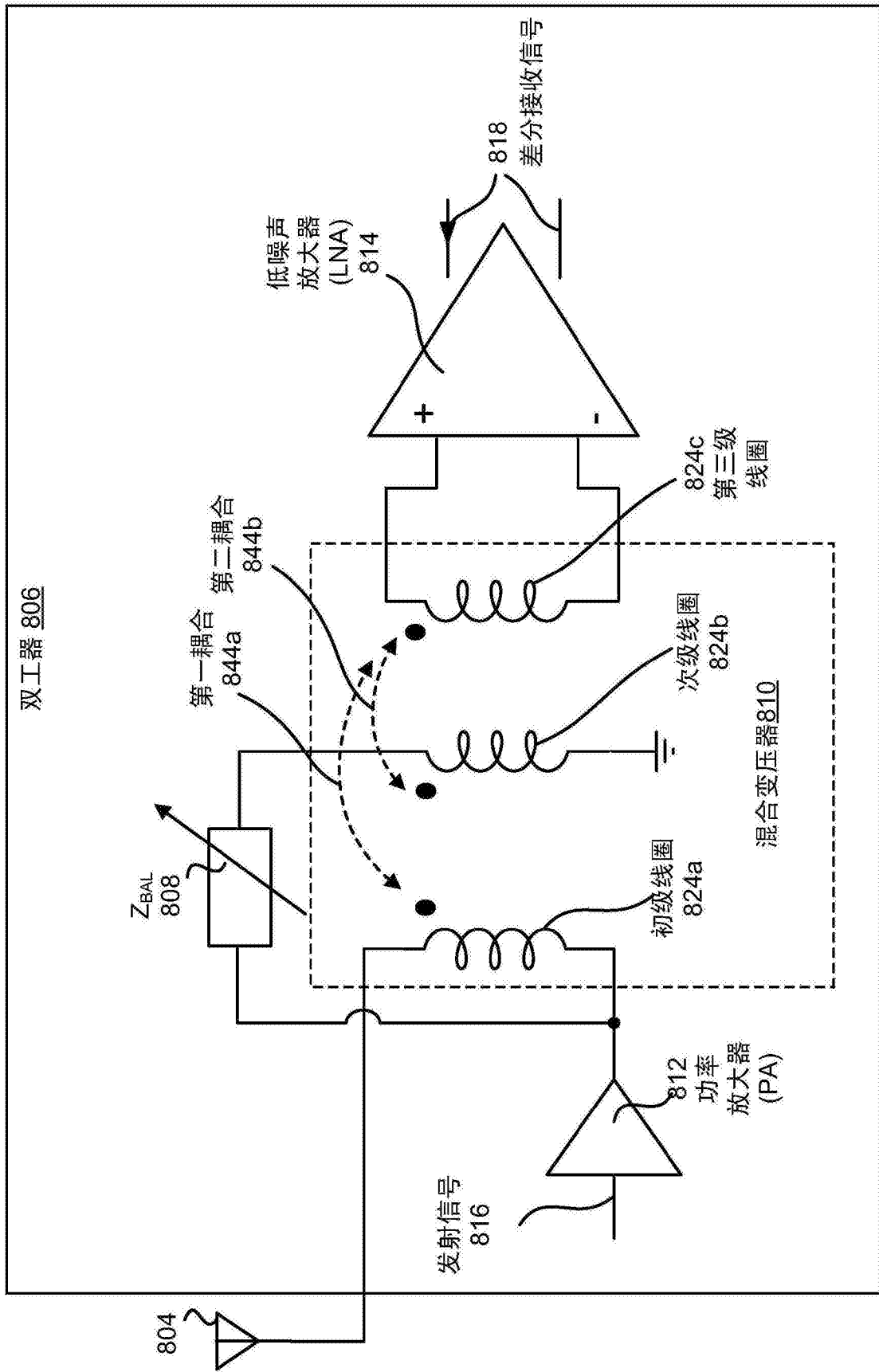


图8

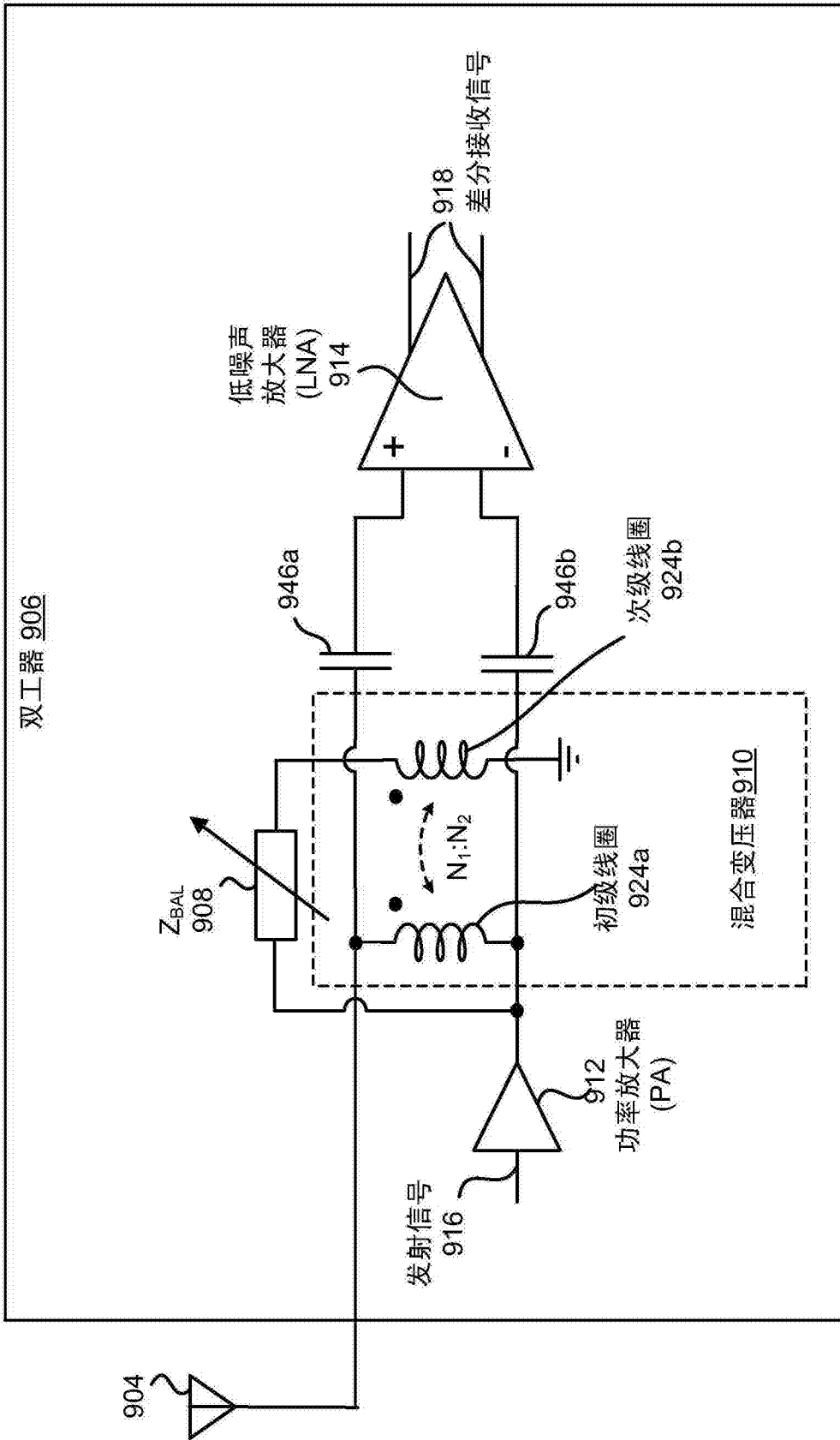


图9

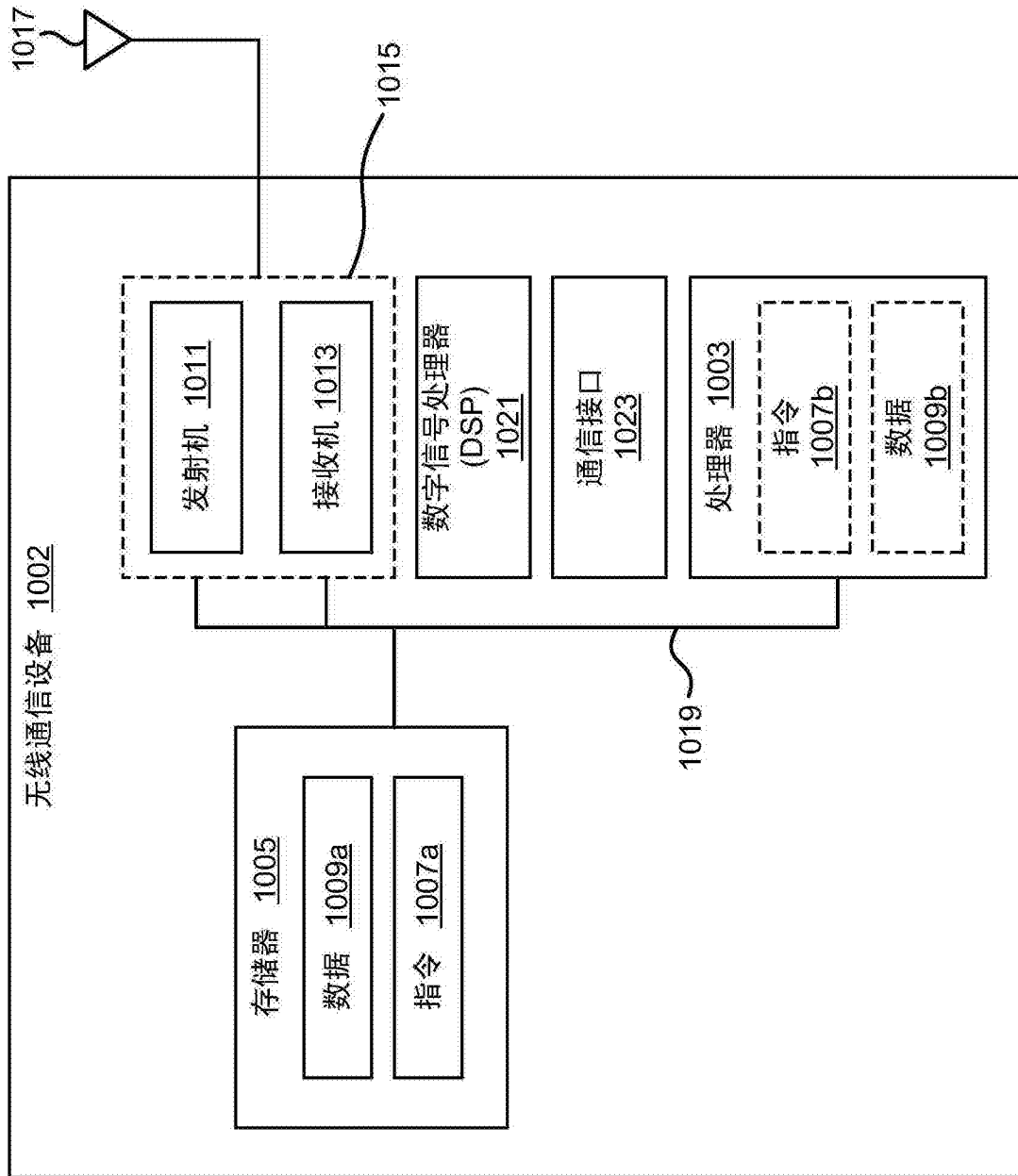


图10

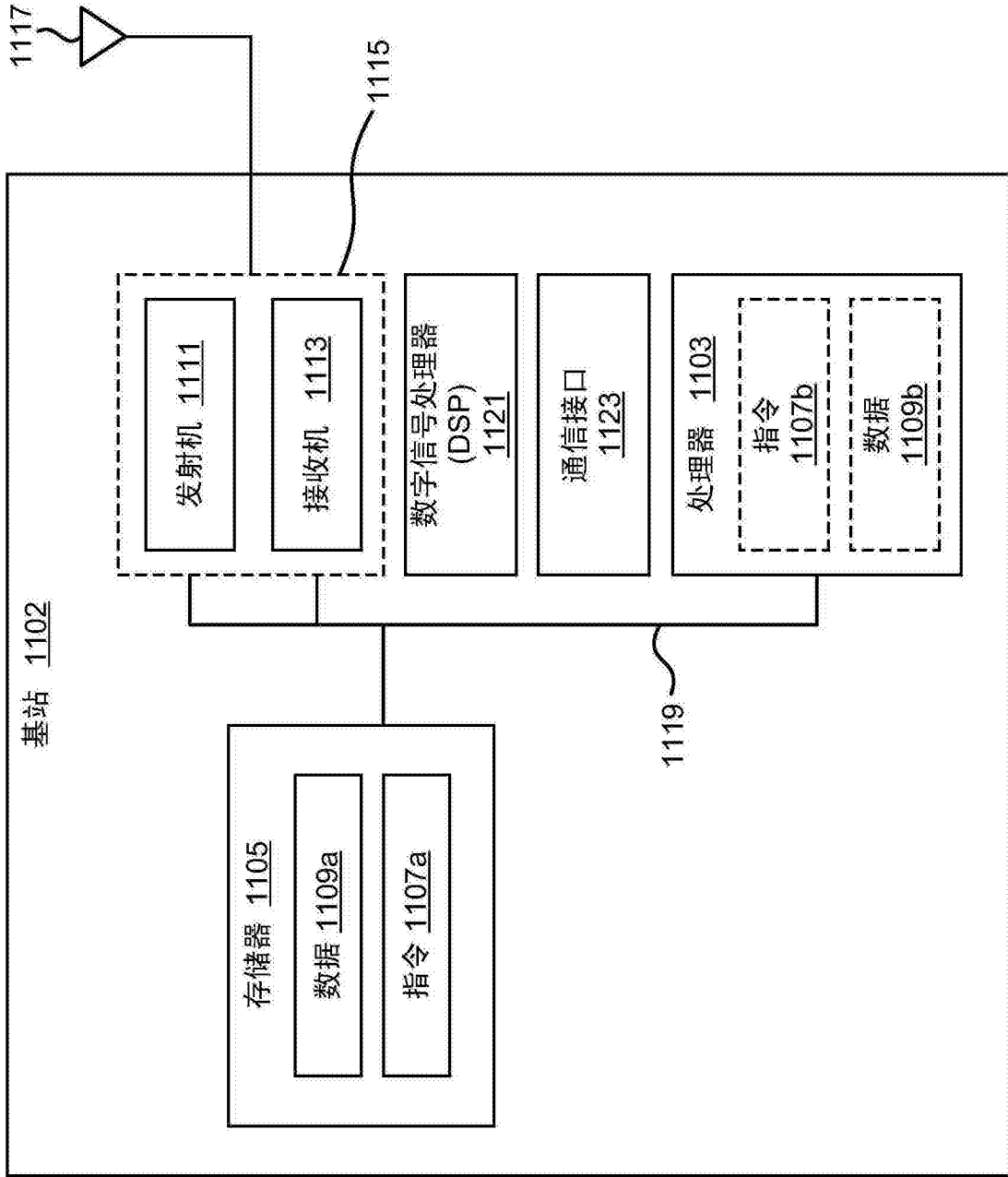


图11