



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106797221 B

(45)授权公告日 2019.12.20

(21)申请号 201580054151.8

(22)申请日 2015.10.05

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106797221 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(30)优先权数据  
14/508,902 2014.10.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.04.05

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2015/054032 2015.10.05

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/057409 EN 2016.04.14

(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 H·M·韦斯曼 R·曼苏尔  
J·I·贾非

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华 张曦

(51)Int.Cl.  
H04B 1/00(2006.01)  
H04B 1/04(2006.01)  
H04B 15/04(2006.01)

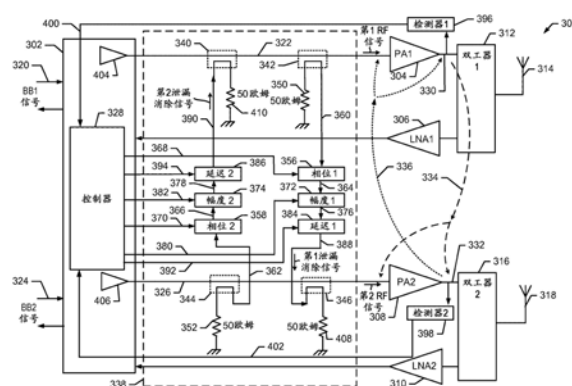
(56)对比文件  
US 2014051373 A1,2014.02.20,  
CN 103718456 A,2014.04.09,  
CN 103493382 A,2014.01.01,  
CN 1233358 A,1999.10.27,  
US 2013044621 A1,2013.02.21,  
审查员 钱坤  
权利要求书2页 说明书18页 附图18页

## (54)发明名称

用于在多载波发射器中使用的互调失真消除器

## (57)摘要

公开了一种用于在多载波发射器中使用的互调失真消除器。在示例性实施例中，一种装置包括：第一发射链，其发射第一RF信号；第二发射链，其发射第二RF信号；以及消除器，其输出被输入到第二发射链的第一泄漏消除信号，并且输出被输入到第一发射链的第二泄漏消除信号，消除器从第一和第二RF信号或从被用于生成第一和第二RF信号的第一和第二基带信号来生成第一和第二泄漏消除信号。



1. 一种用于通信的装置,包括:

第一发射链,被配置为发射第一RF信号;

第二发射链,被配置为发射第二RF信号;以及

消除器,被配置为输出被输入到所述第二发射链的第一泄漏消除信号,并且输出被输入到所述第一发射链的第二泄漏消除信号,所述消除器从所述第一RF信号和所述第二RF信号或从被用于生成所述第一RF信号和所述第二RF信号的第一基带信号和第二基带信号来生成所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号。

2. 根据权利要求1所述的装置,所述第一发射链包括第一放大器并且所述第二泄漏消除信号被输入到所述第一放大器,并且所述第二发射链包括第二放大器并且所述第一泄漏消除信号被输入到所述第二放大器。

3. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括反馈接收器,所述反馈接收器接收第一反馈信号和第二反馈信号,所述第一反馈信号指示所述第二RF信号向所述第一发射链的泄漏的水平,并且所述第二反馈信号指示所述第一RF信号向所述第二发射链的泄漏的水平。

4. 根据权利要求3所述的装置,所述第一反馈信号和所述第二反馈信号从下列至少一项被确定:与所述第一发射链和所述第二发射链相关联的功率放大器输入、功率放大器输出、双信器输入、以及天线输入。

5. 根据权利要求3所述的装置,进一步包括控制器,所述控制器被配置为调节下列至少一项:所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延。

6. 根据权利要求5所述的装置,所述控制器被配置为基于泄漏的所指示的水平来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

7. 根据权利要求5所述的装置,所述控制器被配置为基于互调失真IMD的测量来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

8. 根据权利要求5所述的装置,所述控制器被配置为基于收发器性能测量来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

9. 根据权利要求1所述的装置,所述消除器被配置为输出被耦合到所述第一发射链的第一谐波失真消除信号,并且输出被耦合到所述第二发射链的第二谐波失真消除信号。

10. 根据权利要求1所述的装置,所述装置被集成在发射器的基带至RF集成电路IC内。

11. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括:

第一信号组合器和第二信号组合器,所述第一信号组合器和所述第二信号组合器分别组合所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号与第一经上变频的RF信号和第二经上变频的RF信号以产生第一经调节的RF信号和第二经调节的RF信号;以及

第一驱动器放大器和第二驱动器放大器,所述第一驱动器放大器和所述第二驱动器放大器放大所述第一经调节的RF信号和所述第二经调节的RF信号以产生所述第一RF信号和所述第二RF信号。

12. 根据权利要求11所述的装置,进一步包括切换电路,所述切换电路被配置为将所述第一泄漏消除信号选择性地连接到所述第一信号组合器和所述第二信号组合器之一,并且

将所述第二泄漏消除信号选择性地连接到所述第一信号组合器和所述第二信号组合器之一。

13. 根据权利要求11所述的装置,所述消除器被配置为输出被转换成所述第一泄漏消除信号的第一数字消除信号,输出被转换成所述第二泄漏消除信号的第二数字消除信号,并且从被用于产生所述第一RF信号和所述第二RF信号的第一数字基带信号和第二数字基带信号来生成所述第一数字消除信号和所述第二数字消除信号。

14. 根据权利要求13所述的装置,进一步包括控制器,所述控制器被配置为基于至少一个反馈信号来输出控制信号,以数字地调节所述第一数字消除信号和所述第二数字消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

15. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括耦合到所述消除器的控制器,所述控制器被配置为测量所述第一发射链中的泄漏信号,所述泄漏信号与所述第二发射链中流动的所述第二RF信号相关联,并且被配置为控制所述消除器将所耦合的信号注入到所述第一发射链中,所述所耦合的信号是所述第二RF信号的耦合版本。

16. 根据权利要求15所述的装置,所述控制器被配置为扫描延迟参数以找到延迟值,所述延迟值得出所述第二RF信号与被延迟所述延迟值的被注入的所耦合的信号之间的所选择的相关性,

确定所述第二RF信号与被延迟所述延迟值的被注入的所耦合的信号之间的相位差,以及

基于所述相位差来确定相位调节。

17. 根据权利要求16所述的装置,所述控制器被配置为使用所述延迟值和所述相位调节来调节所注入的信号以产生经相位和延迟调节的所注入的信号,并且调节经相位和延迟调节的所注入的信号的幅度水平以产生所述第二泄漏消除信号。

18. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括耦合到所述消除器的控制器,所述控制器被配置为确定关于第一发射链和第二发射链的互调失真IMD水平,并且控制所述消除器来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的延迟、相位、以及幅度中的至少一个以减小所述IMD水平。

19. 根据权利要求18所述的装置,所述控制器被配置为确定从包括接收信号强度指示RSSI水平、误码率BER水平和误差向量幅度EVM水平的集合中选择的至少一个接收器Rx性能特性,并且调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的延迟、相位、以及幅度中的至少一个以获得所述至少一个Rx性能特性的期望水平。

20. 一种用于通信的装置,包括:

用于发射第一RF信号的部件;

用于发射第二RF信号的部件;以及

用于消除的部件,被配置为输出被输入到所述用于发射第二RF信号的部件的第一泄漏消除信号,并且输出被输入到所述用于发射第一RF信号的部件的第二泄漏消除信号,所述用于消除的部件从所述第一RF信号和所述第二RF信号或从被用于生成所述第一RF信号和所述第二RF信号的第一基带信号和第二基带信号来生成所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号。

## 用于在多载波发射器中使用的互调失真消除器

### 技术领域

[0001] 本公开一般性地涉及电子器件,并且更具体地涉及多载波发射器。

### 背景技术

[0002] 无线通信系统中的无线设备(例如,蜂窝电话或智能电话)可以发射和接收数据以用于双向通信。例如,无线设备可以操作在频分双工(FDD)系统中或在时分双工系统(TDD)中。无线设备可以包括用于数据发射的发射器和用于数据接收的接收器。对于数据发射,发射器可以利用数据来调制射频(RF)载波信号以获得经调制的RF信号,对经调制的RF信号进行放大和滤波以获得具有恰当输出功率电平的经放大的RF信号,并且经由天线向基站发射经放大的RF信号。对于数据接收,接收器可以经由天线获得所接收的RF信号,并且可以对所接收的RF信号进行放大、滤波和处理,以恢复由基站发送的数据。

[0003] 无线设备可以支持在宽频率范围上的操作。无线设备可以包括多个放大器,每个放大器被设计为在无线设备所支持的宽频率范围的一部分上进行操作。例如,无线设备可以操作在载波聚合(CA)通信系统中,其中设备包括在不同载波频率处进行发射的多个上行链路(UL)发射器。然而,这些发射器进行的同时发射可能由于互调失真(IMD)而引起接收器减敏。

[0004] 因此,合意的是具有一种用于在无线设备中使用的失真消除器,以在减小互调失真的同时支持宽频率范围上的操作。

### 发明内容

[0005] 本公开的实施例提供了一种用于在多载波发射器中使用的互调失真消除器,以至少部分地解决现有技术中存在的上述问题。

[0006] 在本公开的第一方面,提供一种用于通信的装置,包括:第一发射链,被配置为发射第一RF信号;第二发射链,被配置为发射第二RF信号;以及消除器,被配置为输出被输入到所述第二发射链的第一泄漏消除信号,并且输出被输入到所述第一发射链的第二泄漏消除信号,所述消除器从所述第一RF信号和所述第二RF信号或从被用于生成所述第一RF信号和所述第二RF信号的第一基带信号和第二基带信号来生成所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号。

[0007] 根据本公开的实施例,所述第一发射链包括第一放大器并且所述第二泄漏消除信号被输入到所述第一放大器,并且所述第二发射链包括第二放大器并且所述第一泄漏消除信号被输入到所述第二放大器。

[0008] 根据本公开的实施例,进一步包括反馈接收器,所述反馈接收器接收第一反馈信号和第二反馈信号,所述第一反馈信号指示所述第二RF信号向所述第一发射链的泄漏的水平,并且所述第二反馈信号指示所述第一RF信号向所述第二发射链的泄漏的水平。

[0009] 根据本公开的实施例,所述第一反馈信号和所述第二反馈信号从下列至少一项被确定:与所述第一发射链和所述第二发射链相关联的功率放大器输入、功率放大器输出、双

信器输入、以及天线输入。

[0010] 根据本公开的实施例,进一步包括控制器,所述控制器被配置为调节下列至少一项:所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延。

[0011] 根据本公开的实施例,所述控制器被配置为基于泄漏的所指示的水平来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

[0012] 根据本公开的实施例,所述控制器被配置为基于互调失真(IMD)的测量来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

[0013] 根据本公开的实施例,所述控制器被配置为基于收发器性能测量来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

[0014] 根据本公开的实施例,所述消除器被配置为输出被耦合到所述第一发射链的第一谐波失真消除信号,并且输出被耦合到所述第二发射链的第二谐波失真消除信号。

[0015] 根据本公开的实施例,所述装置被集成在发射器的基带至RF集成电路(IC)内。

[0016] 根据本公开的实施例,进一步包括:第一信号组合器和第二信号组合器,所述第一信号组合器和所述第二信号组合器分别组合所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号与第一经上变频的RF信号和第二经上变频的RF信号以产生第一经调节的RF信号和第二经调节的RF信号;以及第一驱动器放大器和第二驱动器放大器,所述第一驱动器放大器和所述第二驱动器放大器放大所述第一经调节的RF信号和所述第二经调节的RF信号以产生所述第一RF信号和所述第二RF信号。

[0017] 根据本公开的实施例,进一步包括切换电路,所述切换电路被配置为将所述第一泄漏消除信号选择性地连接到所述第一信号组合器和所述第二信号组合器之一,并且将所述第二泄漏消除信号选择性地连接到所述第一信号组合器和所述第二信号组合器之一。

[0018] 根据本公开的实施例,所述消除器被配置为输出被转换成所述第一泄漏消除信号的第一数字消除信号,输出被转换成所述第二泄漏消除信号的第二数字消除信号,并且从被用于产生所述第一RF信号和所述第二RF信号的第一数字基带信号和第二数字基带信号来生成所述第一数字消除信号和所述第二数字消除信号。

[0019] 根据本公开的实施例,进一步包括控制器,所述控制器被配置为基于至少一个反馈信号来输出控制信号,以数字地调节所述第一数字消除信号和所述第二数字消除信号的幅度、相位、以及时延中的至少一个。

[0020] 根据本公开的实施例,进一步包括耦合到所述消除器的控制器,所述控制器被配置为测量所述第一发射链中的泄漏信号,所述泄漏信号与所述第二发射链中流动的所述第二RF信号相关联,并且被配置为控制所述消除器将所耦合的信号注入到所述第一发射链中,所述所耦合的信号是所述第二RF信号的耦合版本。

[0021] 根据本公开的实施例,所述控制器被配置为扫描延迟参数以找到延迟值,所述延迟值得出所述第二RF信号与被延迟所述延迟值的被注入的所耦合的信号之间的所选择的相关性,确定所述第二RF信号与被延迟所述延迟值的被注入的所耦合的信号之间的相位差,以及基于所述相位差来确定相位调节。

[0022] 根据本公开的实施例,所述控制器被配置为使用所述延迟值和所述相位调节来调节所注入的信号以产生经相位和延迟调节的所注入的信号,并且调节经相位和延迟调节的所注入的信号的幅度水平以产生所述第二泄漏消除信号。

[0023] 根据本公开的实施例,进一步包括耦合到所述消除器的控制器,所述控制器被配置为确定关于第一发射链和第二发射链的互调失真 (IMD) 水平,并且控制所述消除器来调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的延迟、相位、以及幅度中的至少一个以减小所述IMD水平。

[0024] 根据本公开的实施例,所述控制器被配置为确定从包括接收信号强度指示 (RSSI) 水平、误码率 (BER) 水平和误差向量幅度 (EVM) 水平的集合中选择的至少一个接收器 (Rx) 性能特性,并且调节所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号中的至少一个泄漏消除信号的延迟、相位、以及幅度中的至少一个以获得所述至少一个Rx性能特性的期望水平。

[0025] 在本公开的第二方面,提供一种用于通信的装置,包括:用于发射第一RF信号的部件;用于发射第二RF信号的部件;以及用于消除的部件,被配置为输出被输入到所述用于发射第二RF信号的部件的第一泄漏消除信号,并且输出被输入到所述用于发射第一RF信号的部件的第二泄漏消除信号,所述用于消除的部件从所述第一RF信号和所述第二RF信号或从被用于生成所述第一RF信号和所述第二RF信号的第一基带信号和第二基带信号来生成所述第一泄漏消除信号和所述第二泄漏消除信号。

## 附图说明

[0026] 图1示出了被配置为在无线通信系统中进行通信的无线设备中的IMD消除器的示例性实施例。

[0027] 图2示出了图1的IMD消除器被配置为操作在其中的示例性频带组。

[0028] 图3示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的发射器。

[0029] 图4示出了包括用于在无线设备中使用的图3的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。

[0030] 图5示出了包括用于在无线设备中使用的图3的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。

[0031] 图6示出了包括用于在无线设备中使用的图3的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。

[0032] 图7示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的基带至RF转换器。

[0033] 图8示出了包括用于在无线设备中使用的图7的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。

[0034] 图9示出了包括用于在无线设备中使用的图7的IMD消除器的示例性替换实施例的基带至RF转换器。

[0035] 图10示出了包括用于在无线设备中使用的图9的IMD消除器的示例性替换实施例的基带至RF转换器。

[0036] 图11示出了包括用于在无线设备中使用的图10的IMD消除器的示例性替换实施例的基带至RF转换器。

[0037] 图12示出了包括用于在无线设备中使用的图11的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。

[0038] 图13示出了用于在IMD消除器中使用的控制器的示例性实施例。

[0039] 图14示出了用于在无线设备中执行IMD消除的示例性操作。

[0040] 图15示出了用于在无线设备中执行IMD消除的示例性操作。

[0041] 图16示出了用于在无线设备中执行双IMD消除的示例性操作。

[0042] 图17示出了被配置用于无线设备中的IMD消除的示例性装置。

[0043] 图18示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的经修改的基带至RF转换器。

[0044] 图19示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性替换实施例的经修改的基带至RF转换器。

[0045] 图20示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性替换实施例的经修改的基带至RF转换器。

### 具体实施方式

[0046] 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,并且不意图表示本公开可以被实践的仅有设计。术语“示例性的”在本文中用来意指“用作示例、实例或例证”。本文中被描述为“示例性的”任何设计不是必然被解释为相对于其他设计是优选的或有利的。该详细描述包括具体细节以用于提供对本公开的示例性设计的彻底理解的目的。对本领域的技术人员将明显的是,本文所描述的示例性设计可以没有这些具体细节而被实践。在一些实例中,公知的结构和设备以框图形式示出,以便避免使本文提出的示例性设计的新颖性模糊不清。

[0047] 图1示出了被配置为在无线通信系统100中进行通信的无线设备110中的IMD消除器116的示例性实施例。无线系统100可以是长期演进 (LTE) 系统、码分多址 (CDMA) 系统、全球移动通信系统 (GSM) 系统、无线局域网 (WLAN) 系统、或某种其他无线系统。CDMA系统可以实施宽带CDMA (WCDMA)、CDMA 1X、演进数据优化 (EVDO)、时分同步CDMA (TD-CDMA)、或某种其他版本的CDMA。为了简单,图1示出了处于与基站102和104的通信中的无线设备110、以及一个系统控制器106。一般而言,无线通信系统100可以包括任何数目的基站、毫微微小区、微微小区、和/或任何集合的网络实体。

[0048] 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、订户单元、站,等等。无线设备110可以是蜂窝电话、智能电话、平板机、无线调制解调器、个人数字助理 (PDA)、手持式设备、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,等等。无线设备110还可以接收来自广播站 (例如,广播站112) 的信号、和/或来自一个或多个全球导航卫星系统 (GNSS) 中的卫星 (例如,卫星108) 的信号。无线设备110可以支持用于无线通信的一种或多种无线电技术,诸如LTE、WCDMA、CDMA 1X、EVDO、TD-SCDMA、GSM、802.11。

[0049] 无线设备110包括具有IMD消除器116的示例性实施例的发射器114。发射器114包括被配置为在多个发射频率上进行发射的多个发射电路。两个功率放大器 (PA) 之间的交叉泄漏可能导致Tx互调产物IMD2、IMD3、IMD4和/或IMD5,它们可能落在两个操作频带中的一

个或两者的下行链路(DL)频率内。在各种示例性实施例中,IMD消除器116包括从频带-1耦合到频带-2的第一自适应消除器,以在频带-2PA的输入处消除任何频带-1泄漏产物。IMD消除器还包括从频带-2耦合到频带-1的第二自适应消除器,以在频带-1PA的输入处消除任何频带-2泄漏产物。在示例性实施例中,PA输出检测器被用来获得泄漏信号的水平,从而它们可以被消除以优化性能(EVM、BER等)。因此,通过调节IMD消除器116,有可能获得最小或减小的IMD而导致较低的EVM和BER。在示例性实施例中,IMD消除器116操作为减小、最小化、或去除与多个同时发射电路的操作相关联的失真。

[0050] 图2示出了图1的IMD消除器116被配置为操作在其中的示例性频带组。无线设备110可以能够操作在覆盖低于大致1000兆赫兹(MHz)的频率的低频带(LB)、覆盖从大致1000MHz至2300MHz的频率的中频带(MB)、和/或覆盖高于2300MHz的频率的高频带(HB)中。例如,如图2中示出的,低频带可以覆盖698至960MHz,中频带可以覆盖1427.9至2170MHz,并且高频带可以覆盖2300至2690MHz和3400至3800MHz。低频带、中频带和高频带指代三组频带(或频带组),每个频带组包括任何数目的频率带(或简称为“频带”)。每个频带可以覆盖高达200MHz。LTE发布11支持35个频带,它们被称为LTE/UMTS频带并且在3GPP TS 36.101中列出。

[0051] 一般而言,可以定义任何数目的频带组。每个频带组可以覆盖任何范围的频率,它们可以匹配于或不匹配于图2中示出的频率范围中的任何频率范围。每个频带组还可以包括任何数目的频带。

[0052] 图3示出了包括用于在无线设备(诸如图1中示出的无线设备110)中使用的IMD消除器338的示例性实施例的发射器300。发射器300包括基带(BB)至射频(RF)转换器302、第一功率放大器(PA1)304、第一低噪声放大器(LNA1)306、第二功率放大器(PA2)308、以及第二低噪声放大器(LNA2)310。PA1 304和LNA1 306使用第一天线314通过第一双工器(duplexer)312在第一频带中发射和接收RF信号。PA2 308和LNA2 310使用第二天线318通过第二双工器316在第二频带中发射和接收RF信号。应当注意,第一和第二频带可以是图2中示出的频带中的任何频带。例如,在第一示例性实施例中,第一频带是高频带并且第二频带是低频带。在第二示例性实施例中,第一频带是中频带并且第二频带是低频带。在第三示例性实施例中,第一频带是中频带并且第二频带是低频带。

[0053] 在操作期间,基带至RF转换器302操作为接收第一基带发射信号320,并且将这一信号转换成从第一驱动器放大器(DA)404输出的第一RF发射信号322。基带至RF转换器302还接收第二BB发射信号324,并且将这一信号转换成从第二DA 406输出的第二RF发射信号326。控制器328控制基带至RF转换器302的操作以将BB信号转换成RF信号。第一发射链包括DA 404、PA1 304和双工器312,并且操作为从天线314发射第一基带信号320。第二发射链包括DA 406、PA1 308和双工器316,并且操作为从天线318发射基带信号324。

[0054] 第一RF发射信号322被输入到PA1 304用于放大以生成第一经放大的RF发射信号330,其被输入到第一双工器312并且此后由第一天线314发射。第二RF发射信号326被输入到PA2 308用于放大以生成第二经放大的RF发射信号332,其被输入到第二双工器316并且此后由第二天线318发射。

[0055] 互调失真发生在两个发射(Tx)通道同时发射信号并且一个发射信号耦合到另一发射信号中时。这一耦合可能表现为导致降级的接收器性能的在接收信号频带中的失真。



例如,如由路径334示出的,第一经放大的RF发射信号330可能耦合(或泄漏)到PA2 308的输入或输出。作为结果,IMD产物频率可能落在Rx2范围中,并且这一IMD产物可能泄漏到Rx2信号路径中并由LNA2 310放大,由此使第二接收器性能降级。如由路径336示出的,第二经放大的RF发射信号332可能耦合(或泄漏)到PA1 304的输入或输出。作为结果,IMD产物频率可能落在Rx1范围中,并且这一IMD产物可能泄漏到Rx1路径中并由LNA1 306放大,由此使第一接收器性能降级。

[0056] 发射器300还包括失真消除器338,其操作为减小、最小化、或去除由第一经放大的RF信号330至PA2 308的泄漏或第二经放大的RF信号332至PA1 304的泄漏所引起的失真。消除器338包括信号耦合器342和344,它们分别耦合到承载第一RF信号322和第二RF信号326的信号线路。耦合器342和344包括任何适合类型的信号耦合器(定向的或非定向的),并且具有分别经由电阻器350和352连接到信号地的第一端子。耦合器342具有连接到第一相位调节电路356的第二端子,并且耦合器344具有连接到第二相位调节电路358的第二端子。耦合器342和344操作为从第一和第二RF信号322和326生成所耦合的信号360和362,并且这些所耦合的信号被分别输入到第一和第二相位调节电路356和358。例如,所耦合的信号360和362表示第一和第二RF信号322和326的版本。

[0057] 相位调节电路356和358操作为调节从耦合器342和344接收的所耦合的信号360和362的相位特性,以生成经相位调节的信号364和366。相位调节电路356和358包括任何适合类型的相位调节电路,它们可操作为基于控制输入来调节所接收的信号的相位特性以生成经相位调节的输出信号。相位调节电路356和358操作为基于从控制器328接收的相位控制输入368和370来调节所耦合的信号360和362的相位特性,以生成经相位调节的输出信号364和366。经相位调节的输出信号364和366被输入到幅度调节电路372和374。

[0058] 幅度调节电路372和374操作为调节从相位调节电路356和358接收的经相位调节的信号364和366的幅度特性,以生成经幅度调节的信号376和378。幅度调节电路372和374包括任何适合的幅度调节电路,其可操作为基于控制输入来调节所接收的信号的幅度特性以生成经幅度调节的输出信号。幅度调节电路372和374操作为基于从控制器328接收的幅度控制输入380和382来调节经相位调节的信号364和366的幅度特性,以生成经幅度调节的输出信号376和378。经幅度调节的输出信号376和378被输入到延迟调节电路384和386。

[0059] 延迟调节电路384和386操作为调节从幅度调节电路372和374接收的经幅度调节的信号376和378的延迟特性,以生成第一和第二消除信号388和390。延迟调节电路384和386包括任何适合的延迟调节电路,其可操作为基于控制输入来调节所接收的信号的延迟特性以生成经延迟调节的输出信号。延迟调节电路384和386操作为基于从控制器328接收的延迟控制输入392和394来调节经幅度调节的信号376和378的延迟特性,以生成第一和第二消除信号388和390。第一和第二消除信号388和390被输入到耦合器346和340。

[0060] 耦合器346和340具有通过电阻器408和410耦合到信号地的第一端子。这些耦合器具有被耦合以接收第一和第二消除信号388和390的第二端子,并且操作为分别将第一消除信号388和第二消除信号390耦合到承载第二RF发射信号326和第一RF发射信号322的信号线路,以消除由第一经放大的RF发射信号330向PA2 308的泄漏和第二经放大的RF发射信号332向PA1 304的泄漏所引起的失真。应当注意,相位、幅度和延迟调节电路的布置和/或顺序可以被改变或重新布置,从而其他配置也可能在示例实施例的范围内。

[0061] 如下面更详细描述,校准操作被执行来确定与路径334相关联的泄漏量以控制消除电路338生成第一消除信号388,以在PA2 308的输入处消除这一泄漏。在示例性实施例中,第二检测器398操作为检测PA2 308的输出处的功率电平,并且向控制器328提供第二所检测的功率电平402。控制器328使用第二所检测的功率电平402来调节消除电路338以生成第一消除信号388,以便消除所检测的泄漏。另外,校准操作进行操作来确定与路径336相关联的泄漏量以控制消除电路338生成第二消除信号390,以在PA1 304的输入处消除由路径336所致的这一泄漏。在示例性实施例中,第一检测器396操作为检测PA1 304的输出处的功率电平,并且向控制器328提供第一所检测的功率电平400。控制器使用第一所检测的功率电平400来调节消除电路338,以生成第二消除信号390。一旦校准操作被执行,消除电路338操作为维持第一消除信号388和第二消除信号390以消除在收发器的操作期间的泄漏。

[0062] 图4示出了包括用于在无线设备中使用的图3的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。在这一示例性替换实施例中,图3中示出的检测器396和398以耦合器模块402所代替。耦合器模块402包括第一定向耦合器404、第二定向耦合器406、以及开关408。定向耦合器404、406被配置为生成所耦合的信号(其表示在所耦合的信号线路中在所选择的方向上流动的信号的版本),并且在输出端子处输出所耦合的信号。在与所选择的方向不同的方向上流动的信号被抑制以免出现在所耦合的信号中。

[0063] 第一定向耦合器404耦合到PA1 304的输出与第一双工器312之间的承载第一经放大的RF信号330的信号线路。第二定向耦合器406耦合到PA2 308的输出与第二双工器316之间的承载第二经放大的RF发射信号332的信号线路。

[0064] 第一定向耦合器404具有输出第一所耦合的信号412的输出端子410,第一所耦合的信号412在第一开关端子414处被输入到开关408。第二定向耦合器406具有输出第二所耦合的信号418的输出端子416,第二所耦合的信号418在第二开关端子420处被输入到开关408。

[0065] 开关408包括开关控制端子422,其接收用以确定第一开关端子414和第二开关端子420中的哪个将被连接到开关输出端子426的开关控制信号424。开关输出端子426和开关控制端子422由信号线路428和424连接到控制器328。

[0066] 在操作期间,控制器328在信号线路424上输出开关控制信号,以控制开关408将开关输出端子426连接到开关输入端子414、420之一。基于所选择的端子,第一所耦合的信号412和第二所耦合的信号418之一通过信号线路428传递到控制器328。一旦在控制器328处被接收,所选择的所耦合的信号在消除校准操作期间被使用。例如,所耦合的信号由控制器328用来调节IMD消除器338的组件,以减小或去除第一与第二发射链之间的IMD失真。

[0067] 图5示出了包括用于在无线设备中使用的图3的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。在这一示例性替换实施例中,消除器338被移动并且集成在BB至RF转换器302的集成电路(IC)内。通过将消除器338集成在BB至RF转换器302的IC内,电路板面积被节省。

[0068] 耦合器模块402的开关408也被修改为包括另外的输入端子502。输入端子502连接到定向耦合器506的输出端子504。定向耦合器506耦合到双信器(diplexer) 508与天线314之间的信号线路。定向耦合器506从输出端子504在信号线路510上输出所耦合的信号,其表示将从天线314发射的信号的耦合版本。这一信号被称为Tx主反馈信号。

[0069] 控制器328操作为通过开关控制线路424来控制开关408,以将它的输出端子426连

接到它的输入端子414、420或502之一,从而所选择的输入端子上的所耦合的信号通过信号线路428流动到控制器328。因此,控制器328可以接收由耦合器404、406和506生成的所耦合的信号中的任何一个。这些所耦合的信号由控制器328用来执行失真消除操作。

[0070] 图6示出了包括用于在无线设备中使用的图3的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。在这一示例性替换实施例中,消除器338被移动并且集成在BB至RF转换器302内,并且消除器338被拆分以使得第一消除器部分602耦合到DA 404、406的输入,并且第二消除器部分604耦合到DA 404、406的输出。应当注意,这些消除器部分的组件与图3中示出的消除器338的那些组件相同,并且这些消除器部分在控制器328的控制下进行操作。

[0071] 第一消除器部分602在通向DA 404和406的输入处提供IMD消除路径。例如,在通向DA 404的输入处的信号的耦合版本被输入到调节电路606,并且调节电路606的输出耦合到DA 406的输入。应当注意,为了清楚,仅一个消除路径被示出为连接到DA 404、406的输入。还存在另一路径(未示出),其通过另一调节电路(未示出)将输入到DA 406的信号的版本耦合到DA 404的输入。

[0072] 第二消除器部分604在通向PA 304和308的输入处提供IMD消除路径。例如,在通向PA 304的输入处的信号的耦合版本被输入到调节电路608,并且调节电路608的输出耦合到PA 308的输入。应当注意,为了清楚,仅一个消除路径被示出为连接到PA 304、308的输入。还存在另一路径(未示出),其通过另一调节电路(未示出)将输入到PA 308的信号的版本耦合到PA 404的输入。

[0073] 因此,IMD消除器的多个版本可以被用来在通向DA 404、406的输入或通向PA 304、308的输入处减小或去除IMD。

[0074] 图7示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的基带至RF转换器700。在这一示例性实施例中,失真消除信号从所接收的基带信号被生成并且被应用到从基带至RF转换器700输出的所生成的RF信号。

[0075] 失真消除器包括第一消除器模块702和第二消除器模块704。失真消除器还包括第一定向耦合器706和第二定向耦合器708。第一消除器模块702包括第一延迟电路710、第一移相器712、以及第一可调节驱动器放大器714。第二消除器模块704包括第二延迟电路716、第二移相器718、以及第二可调节驱动器放大器720。

[0076] 第一可调节延迟电路710包括开关电容器延迟电路,其操作为接收第一基带信号I和Q并且将这些信号延迟可选择的延迟量,该可选择的延迟量从由控制器328生成的在信号线路392上的延迟控制信号而被确定。经延迟的I和Q信号从第一可调节延迟电路710输出并且输入到第一移相器712。在其他示例性实施例中,第一可调节延迟电路710包括响应于延迟控制信号而延迟第一I和Q信号的任何其他适合的延迟电路。

[0077] 移相器712操作为对它的输入处的经延迟的信号进行相移,以生成经相移的信号722。移相器712所提供的相移量由控制器328所生成的在信号线路368上的相移控制信号来确定。

[0078] 经相移的信号722(它们仍然是基带信号)被输入到混频器电路724,其包括两个混频器以将经相移的信号与本振信号进行混频,本振信号也被用来调制基带I和Q信号。混频器电路724的RF输出由电阻器726组合,并且经组合的信号728被输入到驱动器放大器(DA) 714。DA 714放大在它的输入处接收的信号728,并且输出被输入到定向耦合器708的第一消

除信号730。DA 714所提供的放大量由控制器328所生成的在信号线路380上的所接收的幅度控制信号来确定。在示例性实施例中,可选的移相器732向从DA 714输出的经放大的信号730提供相移,以生成被输入到定向耦合器708的第一消除信号730。移相器732在信号线路734上接收相移控制信号,以确定将被应用到DA 730的输出的相移量。信号线路734上的相移控制信号由控制器328来生成。

[0079] 如图7中所图示的,第二消除模块704与第一消除模块702类似地被配置。例如,第二消除模块704包括第二延迟电路716、第二移相器718、以及第二DA 720,它们都被配置为如参考它们在第一消除模块702中的对应物所描述的那样进行操作。第二消除模块704操作为生成连接到第一耦合器706的第二消除信号736。

[0080] 在操作期间,控制器328使用所接收的反馈信号(图7中未示出但在图8中示出)来调节消除模块702、704,以生成第一和第二消除信号730、736。耦合器706和708操作为将第一消除信号730和第二消除信号736耦合到从基带至RF转换器700输出的第一和第二RF发射信号。作为结果,第一与第二通道之间的IMD产物可以被减小、最小化或去除。如图8中将示出的,控制器328从耦合到进一步在发射链下方的RF信号的耦合器接收反馈信号。

[0081] 图8示出了包括用于在无线设备中使用的图7的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。在这一示例性实施例中,图7中示出的IMD消除器被并入基带至RF转换器700的IC内。图8还示出了由控制器328使用的反馈信号的生成。

[0082] 如图8中示出的,耦合器电路402操作为向控制器328提供反馈信号410。反馈信号从输入到开关408的信号中被选择。在示例性实施例中,开关408从定向耦合器404接收第一所耦合的信号,定向耦合器404耦合到承载第一经放大的RF发射信号的信号线路802。开关408还从定向耦合器406接收第二所耦合的信号,定向耦合器406耦合到承载第二经放大的RF发射信号的信号线路804。开关408还从定向耦合器506接收第三所耦合的信号,定向耦合器506耦合到承载将由天线314发射的信号的信号线路806。开关408接收信号线路424上的开关控制信号,其控制开关408将它的输入端子之一连接到它的输出端子。开关输出端子通过信号线路410连接到控制器328。

[0083] 控制器328还生成控制信号808,其按照在上面的示例性实施例中所讨论的那样控制IMD消除器的操作。因此,控制器328操作为通过控制开关408的操作来获得所耦合的信号中的一个或多个。控制器328使用所耦合的信号来控制IMD消除器的操作以减小、最小化、或去除IM失真。

[0084] 图9示出了包括用于在无线设备中使用的图7中的IMD消除器的示例性替换实施例的基带至RF转换器900。在这一实施例中,消除器模块702、704被修改为生成IM失真消除信号或谐波消除信号。为了消除IM失真,所生成的IM失真消除信号使用耦合器706、708而被交叉耦合到第一和第二RF发射信号322、326。为了消除谐波失真,从每个消除器模块生成的谐波失真消除信号被耦合回到所用来生成与每个消除器模块相关联的消除信号的RF发射信号。

[0085] 在示例性实施例中,第一消除器模块702被修改为包括第一开关902和第二开关904。第一开关902具有输入端子926,其被连接以接收经延迟和相位调节的消除信号728。第一开关902具有第一输出端子906和第二输出端子908。第一输出端子906连接到第二开关904的第一输入端子910。第二输出端子908连接到放大器912的输入。放大器912的输出连接

到滤波器914的输入。滤波器914的输出连接到第二开关904的第二输入端子916。第二开关904的输出端子918连接到DA 714的输入。

[0086] 在操作期间,第一开关902和第二开关904由控制器328所生成的开关控制信号(SC1)来控制。在滤波器旁路模式中,第一开关902被设置以使得输入端子926连接到第一输出端子906。第二开关904被设置以使得它的第一输入端子910连接到它的输出端子918。在这一模式中,放大器912和滤波器914被旁路,从而消除模块702操作为如关于图7所描述的那样在DA 714的输出处生成IM失真消除信号。第二消除器模块704与第一消除器模块702类似地被配置。

[0087] 在非旁路操作模式中,第一开关902被设置以使得它的输入端子926连接到第二输出端子908。第二开关904被设置以使得第二输入端子916连接到输出端子918。在这一模式中,放大器912和滤波器914未被旁路,而是替代地被连接以接收经延迟和相位调节的消除信号728,并且向DA 714的输入输出经放大且经滤波的信号。在这一非旁路模式中,用以消除谐波失真的信号在DA 714的输出处被生成。例如,放大器912操作为放大经延迟和相位调节的消除信号728,并且输出被输入到滤波器914的经放大的信号。在示例性实施例中,放大器912用作低IP3放大器。滤波器914操作为对这一经放大的信号进行滤波,以使得剩余的谐波信号可以从第一经放大的RF信号322被消除。第二消除器模块704被修改为与第一消除器模块702相同地进行操作。因此,两个消除器模块702和704操作为生成消除信号730、736。取决于模块702中的开关902和904以及模块704中的类似开关的设置,这些消除信号730、736被生成成为IM失真消除信号或谐波失真消除信号。

[0088] 除了对消除器模块702、704的修改之外,输出开关920也被添加以将消除信号730、736切换到与第一RF发射信号322和第二RF发射信号326相关联的耦合器706、708。

[0089] 输出开关920被配置为两个开关,每个开关具有两个输入和一个输出。第一开关的输出922连接到定向耦合器706,并且第二开关的输出924连接到定向耦合器708。当处于旁路模式中时,IM失真消除被执行。在这一模式中,开关920将消除信号730、736交叉耦合到输出耦合器706、708。当处于非旁路模式中时,开关920将表示谐波消除信号的消除信号730、736连接到与它的相应发射信号相关联的耦合器。例如,谐波消除信号730连接到耦合器706,并且谐波消除信号736连接到耦合器708。

[0090] 图10示出了包括用于在无线设备中使用的图9的IMD消除器的示例性替换实施例的基带至RF转换器。在这一实施例中,消除器模块702、704被修改为同时生成IM失真消除信号和谐波消除信号。所生成的IM失真消除信号被交叉耦合到第一和第二RF发射信号。谐波失真消除信号被耦合回到与每个消除器模块相关联的RF发射信号。

[0091] 如图10的第一消除器模块702中所图示的,经延迟且经相位调节的消除信号728被输入到两个信号路径。第一信号路径包括DA 714和可选的移相器732。DA 714的输出是IM失真消除信号730,其连接到定向耦合器708以消除第一RF发射信号322至第二RF发射信号326中的任何泄漏。

[0092] 接收经延迟且经相位调节的消除信号728的第二信号路径包括放大器912、滤波器914、DA 1002、以及可选的移相器1004。DA 1002的输出是谐波消除信号1006,其连接到定向耦合器1008以消除来自第一RF发射信号322的谐波失真。第二消除器模块704与第一消除模块702相同地被配置。因此,消除器模块702、704操作为生成IM失真消除信号730、736和谐波

失真消除信号1006、1010这两者,并且这些信号通过使用耦合器706、708、1008和1012被耦合以消除来自第一RF发射信号322和第二RF发射信号326的泄漏信号和谐波失真。

[0093] 图11示出了包括用于在无线设备中使用的图10的IMD消除器的示例性替换实施例的基带至RF转换器。在这一示例性实施例中,消除器模块702、704操作为生成IM失真消除信号730、736和谐波消除信号1006、1010。所生成的IM失真消除信号730、736被交叉耦合到第一RF发射信号322和第二RF发射信号326。从消除器模块702、704生成的谐波失真消除信号从基带至RF转换器输出,并且在发射链中进一步向下被耦合以消除谐波失真。

[0094] 图12示出了包括用于在无线设备中使用的图11的IMD消除器的示例性替换实施例的发射器。在这一示例性替换实施例中,图11中示出的消除器模块702、704位于基带至RF转换器900的IC内。图12还示出了谐波消除信号1006、1010的耦合,其用以在发射链进一步向下消除谐波失真。

[0095] 如图12中示出的,谐波消除信号1006、1010如图11中详细示出的那样从第一和第二消除器模块702、704输出,并且输入到定向耦合器1202和1204。定向耦合器1202、1204耦合到在双工器312、316的输出与通向双信器508的输入之间延伸的信号路径。通过在发射链中的这一点处将谐波消除信号1006、1010耦合到信号路径,谐波消除信号1006、1010操作为正好在从天线314发射信号之前在通向双信器508的输入处消除谐波失真。

[0096] 控制器328操作为通过控制开关408的操作来获得由耦合器402获得的所耦合的信号中的一个或多个。控制器328使用所耦合的信号来控制消除模块的操作,以生成IMD消除信号730、736和谐波消除信号1006、1010,它们操作为减小、最小化、或去除来自所发射的RF信号的IMD和谐波失真。

[0097] 图13示出了用于在IMD消除器中使用的控制器1300的示例性实施例。例如,控制器1300适合于用作图3中示出的控制器328。控制器1300包括处理器1302、存储器1304、反馈接收器1306、幅度调节器1308、相位调节器1310、延迟调节器1312、以及开关控制器1314,它们全部被耦合以通过通信总线1316进行通信。

[0098] 处理器1302包括CPU、处理器、门阵列、硬件逻辑、分立电路、存储器元件、和/或执行软件的硬件中的至少一个。处理器1302操作为使用通信总线1316来控制控制器1300的其他功能元件。处理器1302还被配置为使用通信线路1318与无线设备处的其他实体进行通信。例如,处理器1302可以通过通信线路1318来接收指令、控制信息、配置信息、数据、测量或其他信息。

[0099] 存储器1304包括允许存储、取回和维持与控制器1300的操作相关联的指令和/或数据的任何适合的存储器或存储设备。在示例性实施例中,存储器1304存储算法指令,它们可以由处理器1302执行以执行如本文所描述的IMD和谐波消除的功能。

[0100] 反馈接收器1306包括操作为从上面描述的各种示例性实施例中的信号耦合器和功率检测器接收反馈信号的硬件,诸如放大器、缓冲器、寄存器、门、模数转换器、数模转换器、或任何其他适合的硬件或分立组件、和/或执行软件的硬件。从信号耦合器和功率检测器接收的信息被输入到处理器1302用于处理和/或存储器1304用于存储。例如,反馈接收器1306操作为从图3中示出的检测器396、398接收功率检测信号,并且将这些功率检测信号转换成可以由处理器1302处理和/或在存储器1304中存储的数字值。在另一示例中,反馈接收器1306操作为从图4中示出的信号耦合器404、406接收所耦合的信号,并且将这些所耦合的

信号转换成可以由处理器1302处理和/或在存储器1304中存储的数字值。在示例性实施例中,反馈接收器1306被配置为接收并处理模拟信号和数字信号这两者。

[0101] 幅度调节器1308包括操作为向上面描述的各种示例性实施例中的可调节放大器输出幅度调节信号的硬件,诸如放大器、缓冲器、寄存器、门、模数转换器、数模转换器、或任何其他适合的硬件或分立组件、和/或执行软件的硬件。例如,处理器1302操作为确定对各种实施例中使用的可调节放大器中的一个或多个的幅度调节,并且向幅度调节器1308传递这些调节。幅度调节器1308根据由处理器1302做出的确定,而向指定的可调节放大器输出调节信号以调节它们的放大因子。在示例性实施例中,处理器1302确定图3中示出的第一幅度调节电路372的放大因子将被改变为新放大因子。处理器1302向幅度调节器1308发送新放大因子,幅度调节器1308通过信号线路380向第一幅度调节电路372输出幅度调节信号,以设置新放大因子。在示例性实施例中,幅度调节器1306被配置为输出模拟调节信号和数字调节信号这两者。

[0102] 相位调节器1310包括操作为向上面描述的各种示例性实施例中的可调节移相器输出相位调节信号的硬件,诸如放大器、缓冲器、寄存器、门、模数转换器、数模转换器、或任何其他适合的硬件或分立组件、和/或执行软件的硬件。例如,处理器1302操作为确定对各种实施例中使用的可调节移相器中的一个或多个的相位调节,并且向相位调节器1310传递这些调节。相位调节器1310根据由处理器1302做出的确定,而向指定的可调节移相器输出相位调节信号以调节它们的相移。在示例性实施例中,处理器1302确定图3中的第一可调节相位电路356所提供的相移将被改变为新相移。处理器1302向相位调节器1310发送新相移信息,相位调节器1310在线路368上向移相器356输出相位调节信号以设置新相移。在示例性实施例中,相位调节器1310被配置为输出模拟相位调节信号和数字相位调节信号这两者。

[0103] 延迟调节器1312包括操作为向上面描述的各种示例性实施例中的可调节延迟电路输出延迟调节信号的硬件,诸如放大器、缓冲器、寄存器、门、模数转换器、数模转换器、或任何其他适合的硬件或分立组件、和/或执行软件的硬件。例如,处理器1302操作为确定对各种实施例中使用的可调节延迟电路中的一个或多个的延迟调节,并且向延迟调节器1312传递这些调节。延迟调节器1312根据由处理器1302做出的确定,而向指定的可调节延迟电路输出延迟调节信号以调节它们的延迟设置。在示例性实施例中,处理器1302确定图3中的第一可调节延迟电路386所提供的延迟将被改变为新延迟值。处理器1302向延迟调节器1312发送新延迟值,延迟调节器1312通过线路392向延迟电路386输出延迟调节信号,以设置用于该延迟电路的新延迟值。在示例性实施例中,延迟调节器1312被配置为输出模拟延迟调节信号和数字延迟调节信号这两者。

[0104] 开关控制器1314包括操作为向上面描述的各种示例性实施例中使用的开关输出开关控制信号的硬件,诸如放大器、缓冲器、寄存器、门、模数转换器、数模转换器、或任何其他适合的硬件或分立组件、和/或执行软件的硬件。例如,处理器1302操作为确定用于各种实施例中使用的开关中的一个或多个的开关设置,并且向开关控制器1314传递这些开关设置。开关控制器1314根据由处理器1302做出的确定,而向指定的开关输出开关控制信号以调节它们的开关设置。在示例性实施例中,处理器1302确定图4中的开关408的开关设置将被改变为新开关设置。处理器1302向开关控制器1314发送新开关设置,开关控制器1314使



用线路424向开关408输出开关控制信号,以设置用于该开关的新开关设置。在示例性实施例中,开关控制器1312被配置为输出模拟开关调节信号和数字开关调节信号这两者。

[0105] 应当注意,控制器1300只是表示一种实施方式并且其他实施方式是可能的。例如,控制器1300可以被实施在离散逻辑中,其去除了对于处理器或存储器设备的需要。在另一实施方式中,控制器1300的功能和/或实施被并入或集成到BB至RF转换器302的IC中。

[0106] 图14示出了由装置执行以提供无线设备中的泄漏消除的校准的示例性操作1400。例如,操作1400由图3中示出的消除器338适合地执行,以减小、最小化或去除与第一发射链(TxA)和第二发射链(TxB)相关联的泄漏。在示例性实施例中,处理器1302执行存储器1304中所存储的指令,以控制控制器1300和消除器338的组件执行下面描述的操作。

[0107] 在框1402处,在第一发射链TxA接通但没有正在发射具体信号(例如,没有信号输入到DA 404)时,对泄漏信号水平的测量被采取。例如,原始信号( $x(t)$ )被输入到第二发射链TxB并且出现在信号线路326上以用于由PA2 308发射。在没有信号被输入以用于由第一发射链TxA发射(例如,没有信号由DA 404输出)时,检测器396测量PA1 304的输出处的信号。因此,所测量的信号表示从第二发射链(例如,TxB的PA2)到第一发射链(例如,TxA的PA1)中的泄漏。在示例性实施例中,在通过输出适当控制信号以控制幅度调节器1308、相位调节器1310、以及延迟调节器1312而停用消除器338的操作来停用消除器338的操作的同时,控制器328处的反馈接收器1306从检测器396接收测量输出。

[0108] 在框1404处,信号( $x'(t)$ )被注入到第一发射链TxA中。信号( $x'(t)$ )是来自第二发射链TxB的原始信号( $x(t)$ )的耦合版本,并且没有延迟地被注入到第一发射链TxA中。在示例性实施例中,控制器328控制相位调节电路358、幅度调节电路374、以及延迟调节电路386,以使用耦合器344从第二发射链TxB获得耦合信号( $x'(t)$ ),并且使用耦合器340将该信号(不具有添加的延迟)耦合到第一发射链TxA中。在示例性实施例中,控制器328使用幅度调节器1308、相位调节器1310、以及延迟调节器1312来输出适当的控制信号,以控制相位调节电路358、幅度调节电路374、以及延迟调节电路386传递耦合信号( $x'(t)$ )而不添加任何延迟,从而它可以由耦合器340注入到第一发射链TxA中。

[0109] 在框1406处,延迟扫描被执行以改变延迟参数( $\tau$ ),以找到原始信号( $x(t)$ )与由检测器396所检测的注入信号 $x'(t-\tau)$ 的延迟版本之间的最大相关性。例如,控制器处理器1302控制延迟调节器1312来输出控制信号,以控制延迟调节电路386扫描与注入的耦合信号 $x'(t-\tau)$ 相关联的延迟。检测器396然后向反馈接收器1306反馈所检测的信号。知晓原始信号( $x(t)$ ),处理器1302能够通过执行原始信号 $x(t)$ 与注入信号 $x'(t-\tau)$ 之间的卷积来找到最大相关性,其为 $[\max(\int x(t) * x'(t-\tau))]$ 。提供最大相关性的延迟值 $\tau'$ 然后被确定。

[0110] 在框1408处,可以被用于泄漏信号的校准的相位差被确定。例如,原始信号的相位 $\phi(x(t))$ 与适当延迟的注入信号的相位 $\phi(x'(t-\tau'))$ 之间的相位差 $\Delta(\phi)$ 被确定[例如, $\Delta(\phi)=\phi(x(t))-\phi(x'(t-\tau'))$ ]。在示例性实施例中,处理器1302确定这一相位差。一旦 $\Delta(\phi)$ 被确定,则有可能添加 $180^\circ$ 而找到用于校准的相位设置[例如, $\Delta(\phi)'=\Delta(\phi)+180^\circ$ ]。

[0111] 在框1410处,注入信号针对所确定的延迟和相位而被调节。在示例性实施例中,处



理器1302控制延迟调节器1312和相位调节器1310来向延迟调节电路386和相位调节电路358输出控制信号,以将注入信号的延迟和相位设置为所确定的值。被注入到TxA链中的信号然后变成 $[x'(t-\tau') \angle \Delta(\phi)']$ 。

[0112] 在框1412处,注入信号的幅度被调节以用于最大消除。在示例性实施例中,处理器1302控制幅度调节器1308来输出控制信号,以控制幅度调节电路374设置注入信号的幅度(A')以获得最大消除。被注入到TxA链中的信号然后变成 $[A'(x'(t-\tau') \angle \Delta(\phi)')]$ 。

[0113] 因此,控制器1300和消除器338被配置为执行操作1400来校准从第一发射链至第二发射链的泄漏信号的消除。控制器1300和消除器338还被配置为以类似方式执行操作1400来校准从第二发射链至第一发射链的泄漏信号的消除。应当注意,操作1400只是一种实施方式并且操作的改变、添加、修改、和/或重新布置在示例性实施例的范围内。

[0114] 图15示出了由装置执行以提供无线设备中的IMD消除的校准的示例性操作1500。例如,操作1500由图3中示出的消除器338适合地执行。在示例性实施例中,处理器1302执行存储器1304中所存储的指令,以控制控制器1300和消除器338的组件来执行下面描述的操作。

[0115] 在框1502处,IMD关于第一和第二发射链被测量。在示例性实施例中,IMD由设备处理器(诸如调制解调器)来测量,其计算IMD并且使用通信线路1318向控制器1300提供测量。消除器338被关闭并且两个Tx链被开启。假定IMD出现在RxA频带中,则它可以由基带至RF转换器302在RxA接收频带中检测到,并且IMD水平使用通信线路1318被馈送到控制器1300的处理器1302中。

[0116] 在框1504处,IMD消除器338被开启。在示例性实施例中,控制器1300利用通过操作1400确定的用于相位延迟和幅度的经校准参数来使能IMD消除器338。

[0117] 在框1506处,对IMD的延迟、相位和幅度做出调节以获得减小的或最小的IMD。在示例性实施例中,处理器1302控制幅度调节器1308、相位调节器1310和延迟调节器1312来输出控制信号,以微调IMD 338的延迟调节电路、相位调节电路和幅度调节电路(如果需要),以便获得减小的或最小的IMD。IMD的测量从基带至RF转换器302被输入到处理器1302以做出这一确定。

[0118] 在框1508处,另外Rx性能特性的测量被做出。例如,信号强度(RSSI)、误差率(BER)和/或误差向量量值(EVM)中的一个或多个的测量被做出,以便测量Rx通道减敏。

[0119] 在框1510处,对消除器338的延迟、相位和幅度做出调节,以获得具有最小Rx减敏的最佳性能特性。在示例性实施例中,处理器1302控制幅度调节器1308、相位调节器1310和延迟调节器1312来输出控制信号,以微调消除器338的延迟调节电路、相位调节电路和幅度调节电路(如果需要),以便达到具有最小Rx减敏的最佳或期望的性能特性。测量从基带至RF转换器302被输入到处理器1302以做出这一确定。

[0120] 因此,控制器1300和消除器338被配置为执行操作1500来校准消除器338以获得最佳接收器性能。应当注意,操作1500只是一种实施方式并且操作的改变、添加、修改、和/或重新布置在示例性实施例的范围内。

[0121] 图16示出了由装置执行以提供无线设备中的双干扰消除器校准过程的示例性操作1600。例如,操作1600由图3中示出的消除器338适合地执行。在示例性实施例中,处理器

1302执行存储器1304中所存储的指令,以控制控制器1300和消除器338的组件来执行下面描述的操作。

[0122] 在框1602处,Tx链被选取用于校准。在这一示例中,具有PA1 304的第一Tx1链被选取。

[0123] 在框1604处,所选取的Tx路径上的功率放大器被开启。在这一示例中,PA1 304被开启,因此来自另一Tx链(Tx2)的泄漏在Tx1没有正在发射时可以穿过。在示例性实施例中,基带至RF转换器302控制发射链的操作和这些链上的功率放大器以执行这一操作。

[0124] 在框1606处,第二Tx链被开启。在这一示例中,Tx2和PA2被开启以便测量穿过PA1的泄漏。

[0125] 在框1608处,信号在Tx2链上被发射。例如,LTE 1RB信号(或任何其他信号)在Tx2链上被发射以用于校准Tx2消除器。

[0126] 在框1610处,Tx2链消除器被开启以用于校准。例如,控制器1300控制幅度调节器1308、相位调节器1310、以及延迟调节器1312来输出控制信号,以使能幅度调节电路374、相位调节电路358、以及延迟调节电路386,从而第2消除信号390可以被生成。

[0127] 在框1612处,上面公开的校准操作1400被执行。通过执行操作1400,经校准的幅度参数、相位参数和延迟参数可以被确定,它们允许第2消除信号390被生成以减小、最小化或去除Tx2信号到Tx1中的泄漏。

[0128] 在框1614处,Tx1链被开启以允许信号由Tx1链发射。开启Tx1链允许IMD产物在PA1 304输出处被看到。

[0129] 在框1616处,信号在Tx1链上被发射。例如,LTE 1RB信号(或任何其他信号)在Tx1链上被发射以使得IMD产物将在PA1输出处被生成。

[0130] 在框1618处,上面公开的校准操作1500被执行。通过执行操作1500,经校准的幅度参数、相位参数和延迟参数可以被确定以生成第2消除信号390,以便达到具有最小Rx减敏的最佳或期望的性能特性(例如,RSSI、BER、EVM等)。

[0131] 在框1620处,从操作1400和1500确定的幅度值、相位值和延迟值被保存。例如,处理器1302将幅度值、相位值和延迟值保存在存储器1304中。处理器1302还控制幅度调节器1308、相位调节器1310、以及延迟调节器1312在发射器的操作期间使用所保存的值来生成适当的消除信号。

[0132] 在框1622处,如在框1604-1620中执行的操作被执行以校准另一Tx通道。与另一Tx通道相关联的那些经校准的幅度值、相位值、以及延迟值然后被保存。

[0133] 因此,控制器1300和消除器338被配置为执行操作1600,来执行双干扰消除器校准过程以获得改进的接收器性能。应当注意,操作1600只是一种实施方式并且操作的改变、添加、修改、和/或重新布置在示例性实施例的范围内。

[0134] 还应当注意,操作1400、1500和1600可以由所示出的示例性实施例中的任何一个来执行。例如,图3中示出的检测器396和398的操作可以由图4-图12中示出的各种信号耦合器来执行。因此,由控制器1300和消除器338执行的操作1400、1500和1600利用消除器338来执行消除器校准过程,以获得最佳或改进的接收器性能。还应当注意,操作1400、1500、以及1600可以由参考图19-图20示出并描述的装置在数字域中执行。

[0135] 图17示出了被配置用于无线设备中的IMD消除的示例性装置1700。例如,装置1700

适合于用作图3中示出的控制器338。装置1700包括用于发射第一RF信号的第一部件(1702),其在示例性实施例中包括图3中示出的第一发射链。装置1700包括用于发射第二RF信号的第二部件(1704),其在示例性实施例中包括图3中示出的第二发射链。装置1700包括用于消除的第三部件(1706),其被配置为输出被输入到用于发射第二RF信号的部件的第一泄漏消除信号,并且输出被输入到用于发射第一RF信号的部件的第二泄漏消除信号,用于消除的部件从第一和第二RF信号或者从被用于生成第一和第二RF信号的第一和第二基带信号来生成第一和第二泄漏消除信号,其在示例性实施例中包括图3中示出的消除器338。

[0136] 图18示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的经修改的基带至RF转换器1800。例如,经修改的基带至RF转换器1800是图7中示出的基带至RF转换器700的修改版本。在这一示例性实施例中,失真消除信号从所接收的基带信号被生成,并且被应用到从经修改的基带至RF转换器1800输出的所生成的RF信号。

[0137] 如图18中所图示的,第一消除模块702和第二消除模块704如图7中示出的那样被配置并且如上面描述的那样进行操作。例如,如参考图7描述的,第一消除模块702输出消除信号730并且第二消除模块704输出消除信号736。

[0138] 如图18中示出的,经修改的基带至RF转换器1800包括信号组合器1802和1804,其操作为组合它们的输入处的信号以生成它们的输出处的经组合的信号。

[0139] 在操作期间,控制器328使用所接收的反馈信号(图18中未示出但图8中示出)来调节消除模块702、704,以生成第一和第二消除信号730、736。信号组合器1802和1804操作为在DA 404和406之前组合消除信号730和736与第一和第二RF发射信号。DA 404和406然后接收已经被调节为减小、最小化或去除IMD的RF发射信号作为输入。DA 404和406然后输出放大的经调节的RF发射信号322和326。作为经修改的基带至RF转换器1800的操作的结果,第一与第二通道之间的IMD产物被减小、最小化或去除。

[0140] 图19示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的经修改的基带至RF转换器1900。例如,经修改的基带至RF转换器1900是图11中示出的基带至RF转换器的修改版本。在这一示例性实施例中,数字泄漏消除器1901操作为从数字基带信号( $I_1$ 、 $Q_1$ / $I_2$ 、 $Q_2$ )生成数字失真消除信号1906和1908。数字失真消除信号1906和1908被用来生成从经修改的基带至RF转换器1900输出的RF发射信号。

[0141] 如图19中所图示的,数字泄漏消除器1901包括第一数字消除器1902和第二数字消除器1904。在示例性实施例中,数字泄漏消除器1901位于数字基带信号在其中可以被处理的在无线设备中的基带处理器、调制解调器、或其他实体中。第一数字消除器1902接收第一( $I_1$ 、 $Q_1$ )信号,并且在数字域中执行上面描述的操作(例如,参见图7)以生成数字消除信号1906。数字校准信号1906被转换成类同于图7中示出的模拟信号722的模拟信号。在示例性实施例中,控制器328输出数字控制信号(D1),其控制消除器1902的操作以调节数字相位调节器(A)、数字延迟调节器(B)和数字幅度调节器(C)以生成数字消除信号1906。在示例性实施例中,控制器328基于在(诸如操作1400、1500、以及1600中描述的)校准过程的操作期间从发射链进一步下方接收的反馈来输出数字控制信号D1。第二数字消除器1904与第一数字消除器1902类似地进行操作,以基于控制信号D2来生成第二消除信号1908。

[0142] 第一消除模块702和第二消除模块704如图11中示出的那样被配置并且如上面描述的那样进行操作。例如,如参考图11描述的,第一消除模块702输出消除信号730并且第二

消除模块704输出消除信号736。

[0143] 如图19中示出的,经修改的基带至RF转换器1900包括信号组合器1910和1912,其操作为组合它们的输入处的信号以生成它们的输出处的经组合的信号。

[0144] 在操作期间,控制器328使用所接收的反馈信号(图19中未示出但图8中示出)来调节消除模块702、704,以生成第一和第二消除信号730、736。信号组合器1910和1912操作为在DA 404和406之前组合消除信号730和736与第一和第二RF发射信号。DA 404和406然后接收已经被调节为减小、最小化或去除IMD的RF发射信号作为输入。DA 404和406然后输出经调节的放大的RF发射信号322和326。作为经修改的基带至RF转换器1900的操作的结果,第一与第二通道之间的IMD产物被减小、最小化或去除。经修改的基带至RF转换器1900还在数字过程中提供消除信号的生成,该数字过程可以被集成到基带处理器、调制解调器、或其他设备中以节省电路面积。

[0145] 图20示出了包括用于在无线设备中使用的IMD消除器的示例性实施例的经修改的基带至RF转换器2000。例如,经修改的基带至RF转换器2000是图19中示出的基带至RF转换器的修改版本。在这一示例性实施例中,数字泄漏消除器1901操作为从数字基带信号( $I_1$ 、 $Q_1$ / $I_2$ 、 $Q_2$ )生成数字失真消除信号1906和1908。数字失真消除信号1906和1908被用来生成从经修改的基带至RF转换器2000输出的RF发射信号。

[0146] 如图20中所图示的,切换电路2001被提供,其操作为在消除信号1906与1908之间进行切换以节省电路面积。例如,切换电路2001包括开关2002、开关2004和开关2006。控制器328输出开关控制信号( $se11$ 、 $se12$ 、以及 $se13$ ),它们控制开关2002、2004、2006的操作以将开关的各种输入端子连接到各种输出端子。例如,开关2002基于( $se11$ )控制信号将它的输出在由开关2002接收的第一消除信号1906与第二消除信号1908之间进行切换。开关2004基于( $se12$ )控制信号将它的输出在第一L0信号与第二L0信号之间进行切换。开关2002和2004的输出被输入到一般性地在2010处示出的振荡器。开关2006基于( $se13$ )控制信号将它的输入端子切换到两个输出端子之一。因此,当消除信号736正在被生成时,开关2002和2004被控制为选择第二消除信号1908和第二L0,并且开关2006被控制为将它的输入端子连接到被连接到信号组合器1910的输出端子。当消除信号730正在被生成时,开关2002和2004被控制为选择第一消除信号1906和第一L0,并且开关2006被控制为将它的输入端子连接到被连接到信号组合器1912的输出端子。

[0147] 如图20中示出的,经修改的基带至RF转换器2000包括信号组合器1910和1912,其操作为组合它们的输入处的信号以生成它们的输出处的经组合的信号。

[0148] 在操作期间,信号组合器1910和1912操作为基于开关2002、2004、以及2006的操作,在DA 404和406之前,选择性地组合消除信号730和736之一与第一或第二RF发射信号。DA 404和406然后接收已经被调节为减小、最小化或去除IMD的RF发射信号作为输入。DA 404和406然后输出经调节的放大的RF发射信号322和326。作为经修改的基带至RF转换器2000的操作的结果,第一与第二通道之间的IMD产物被减小、最小化或去除。经修改的基带至RF转换器2000还在数字过程中提供消除信号的生成,该数字过程可以被集成到基带处理器、调制解调器、或其他设备中以节省电路面积。

[0149] 本文所描述的IMD消除器的示例性实施例可以被实施在IC、模拟IC、RFIC、混合信号IC、ASIC、印刷电路板(PCB)、电子设备等上。IMD消除器还可以利用各种IC工艺技术来制

作,诸如互补金属氧化物半导体 (CMOS)、N沟道MOS (NMOS)、P沟道MOS (PMOS)、双极结型晶体管 (BJT)、双极CMOS (BiCMOS)、硅锗 (SiGe)、砷化镓 (GaAs)、异质结双极晶体管 (HBT)、高电子迁移率晶体管 (HEMT)、绝缘体上硅 (SOI),等等。

[0150] 实施本文所描述的IMD消除器的装置可以是独立设备或者可以是更大设备的一部分。设备可以是 (i) 独立IC, (ii) 一个或多个IC的集合,其可以包括用于存储数据和/或指令的存储器IC, (iii) RFIC,诸如RF接收器 (RFR) 或RF发射器/接收器 (RTR), (iv) ASIC,诸如移动站调制解调器 (MSM), (v) 可以被嵌入其他设备内的模块, (vi) 接收器、蜂窝电话、无线设备、手机、或移动单元, (vii) 等等。

[0151] 在一种或多种示例性设计中,所描述的功能可以被实施在硬件、软件、固件、或者它们的任何组合中。如果被实施在软件中,则功能可以作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码被存储或者被传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者,通信介质包括促进计算机程序从一个地方到另一地方的传送的任何介质。存储介质可以是能够由计算机访问的任何可用介质。通过示例而非限制的方式,这样的计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘存储装置、磁盘存储装置或其他磁存储设备、或者可以被用来以指令或数据结构的形式承载或存储所期望的程序代码并且可以由计算机访问的任何其他介质。此外,任何连接恰当地被称为计算机可读介质。例如,如果软件使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线路 (DSL)、或无线技术 (诸如红外、无线电和微波) 从网站、服务器或其他远程源被传输,则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL、或无线技术 (诸如红外、无线电和微波) 被包括在介质的定义中。如本文所使用的盘和碟包括紧致碟 (CD)、激光碟、光碟、数字多功能碟 (DVD)、软盘和蓝光碟,其中盘通常磁性地再现数据,而碟利用激光而光学地再现数据。上面的组合也应当被包括在计算机可读介质的范围之内。

[0152] 本公开的之前描述被提供以使得本领域的任何技术人员能够制造或使用本公开。对本公开的各种修改对本领域的技术人员将是容易明显的,并且本文所定义的一般原理可以被应用到其他变化而不偏离本公开的范围。因此,本公开不意图被限制于本文所描述的示例和设计,本公开将符合于与本文所公开的原理和新颖特征相一致的最宽范围。

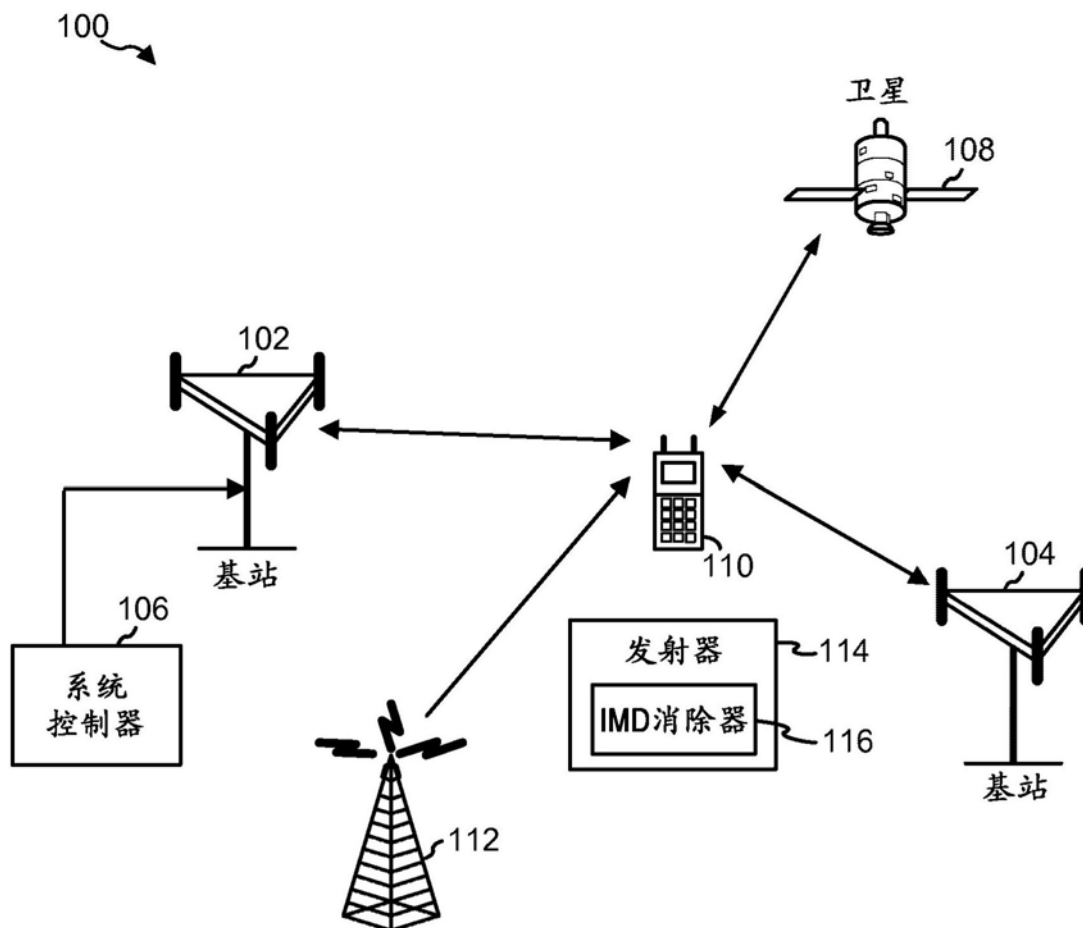


图1

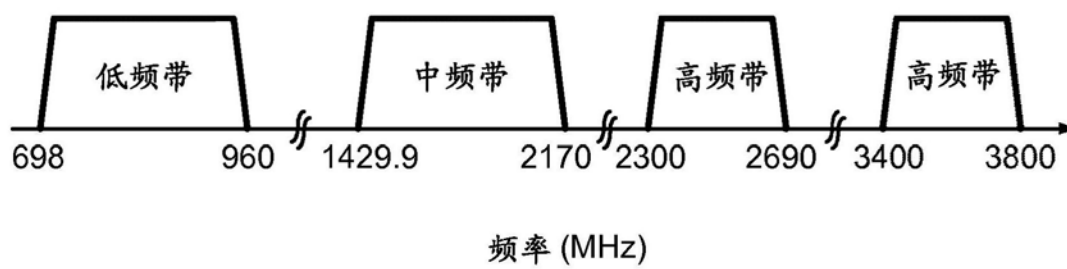


图2

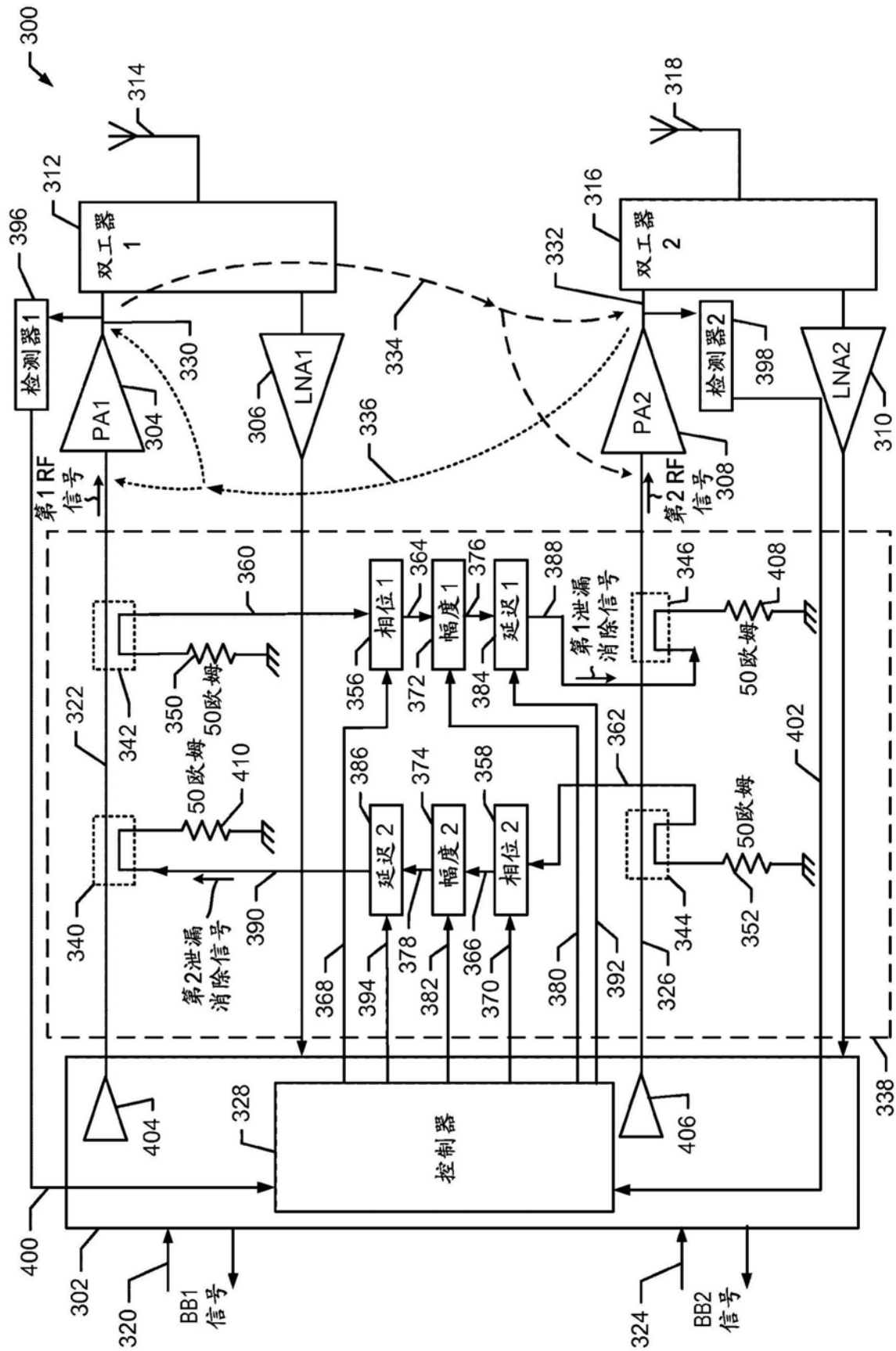


图3

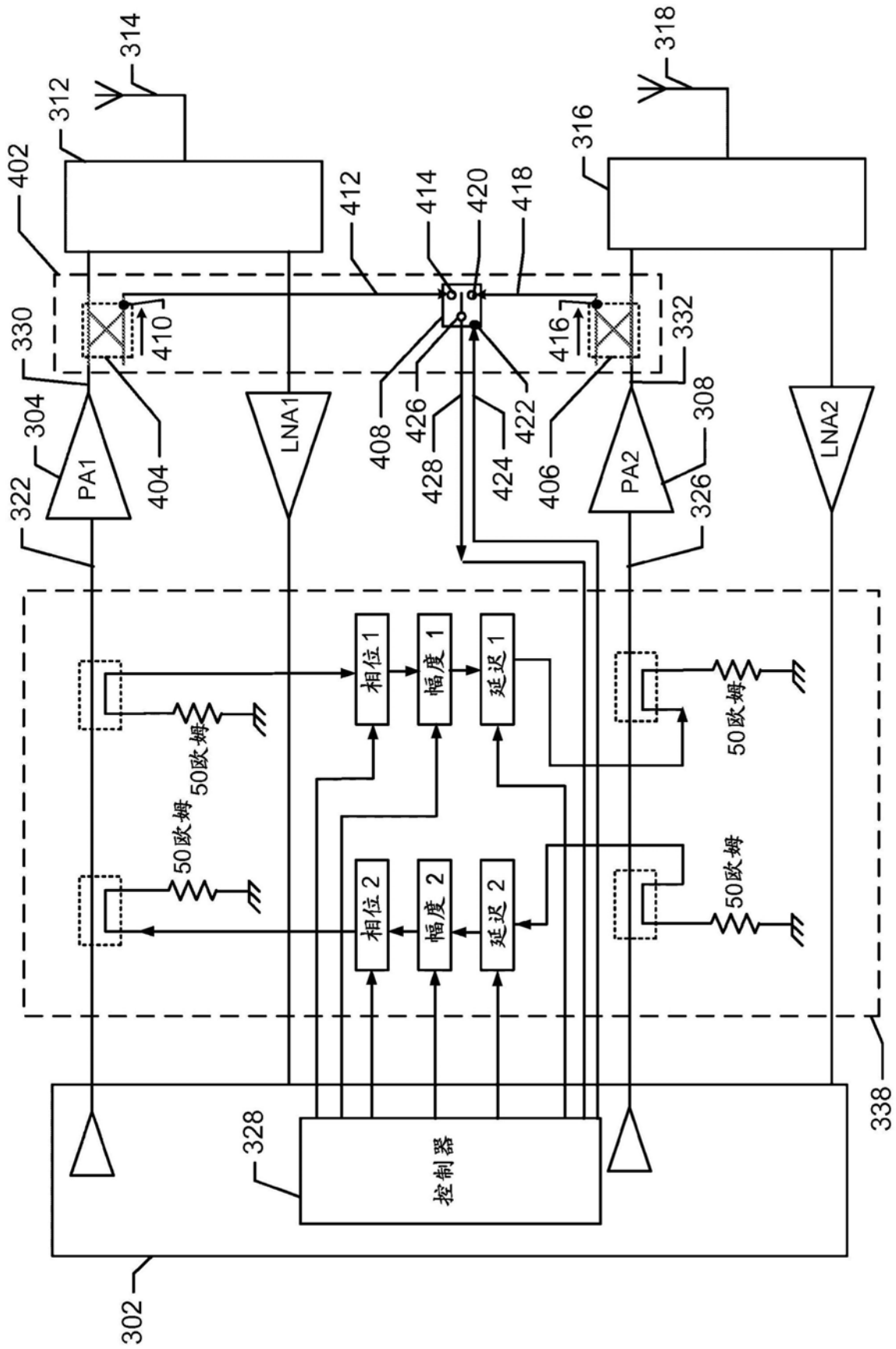


图4



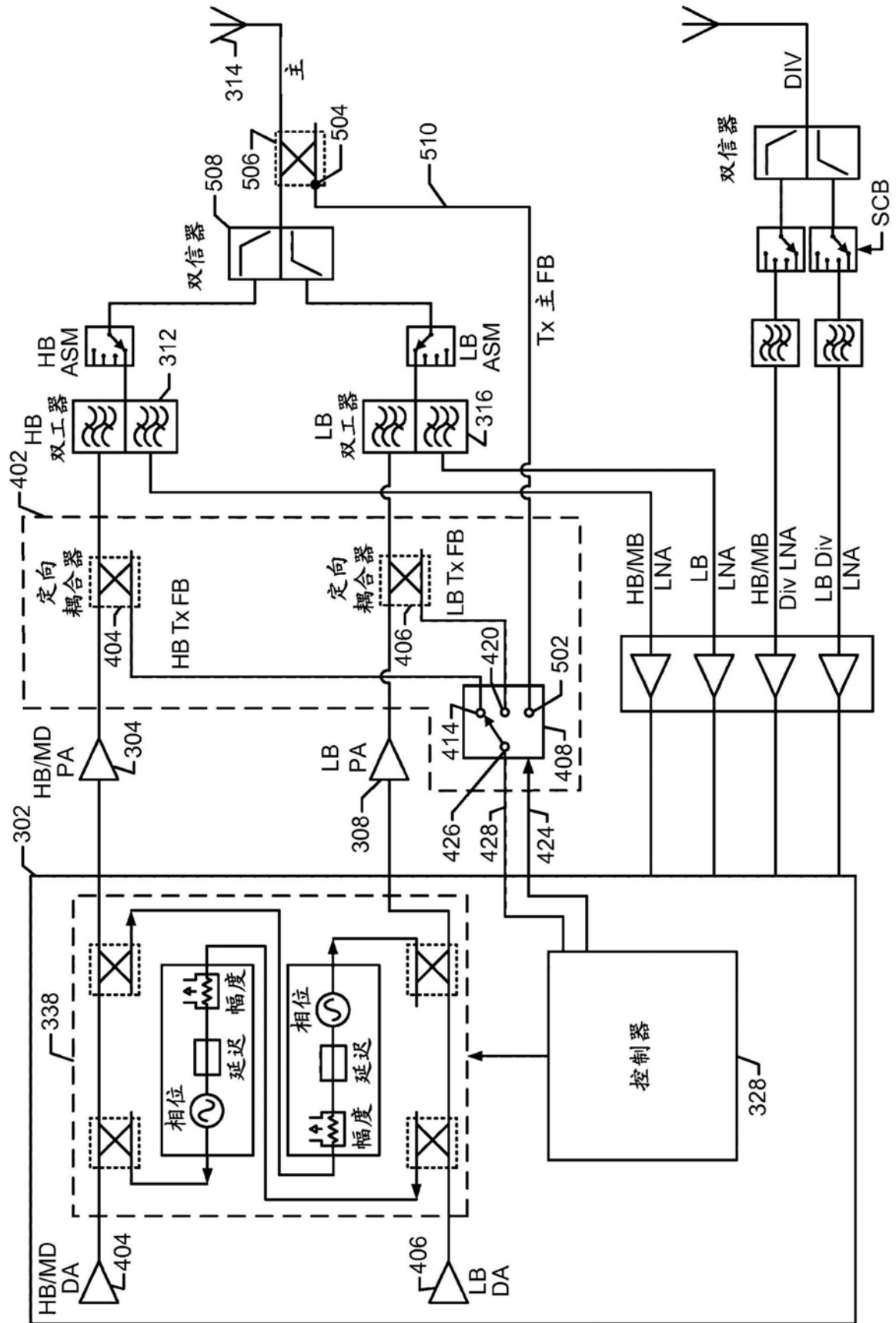


图5

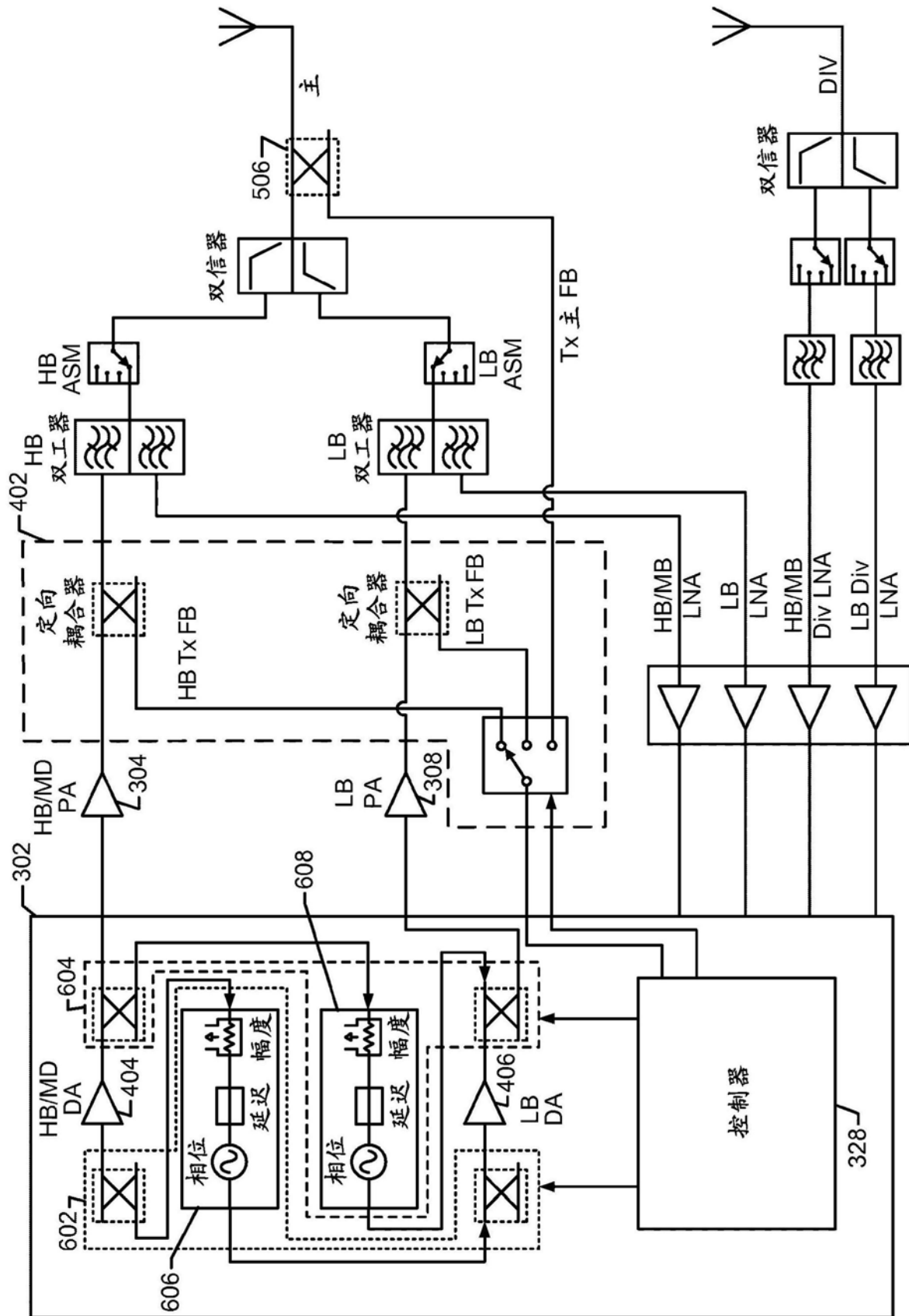


图6

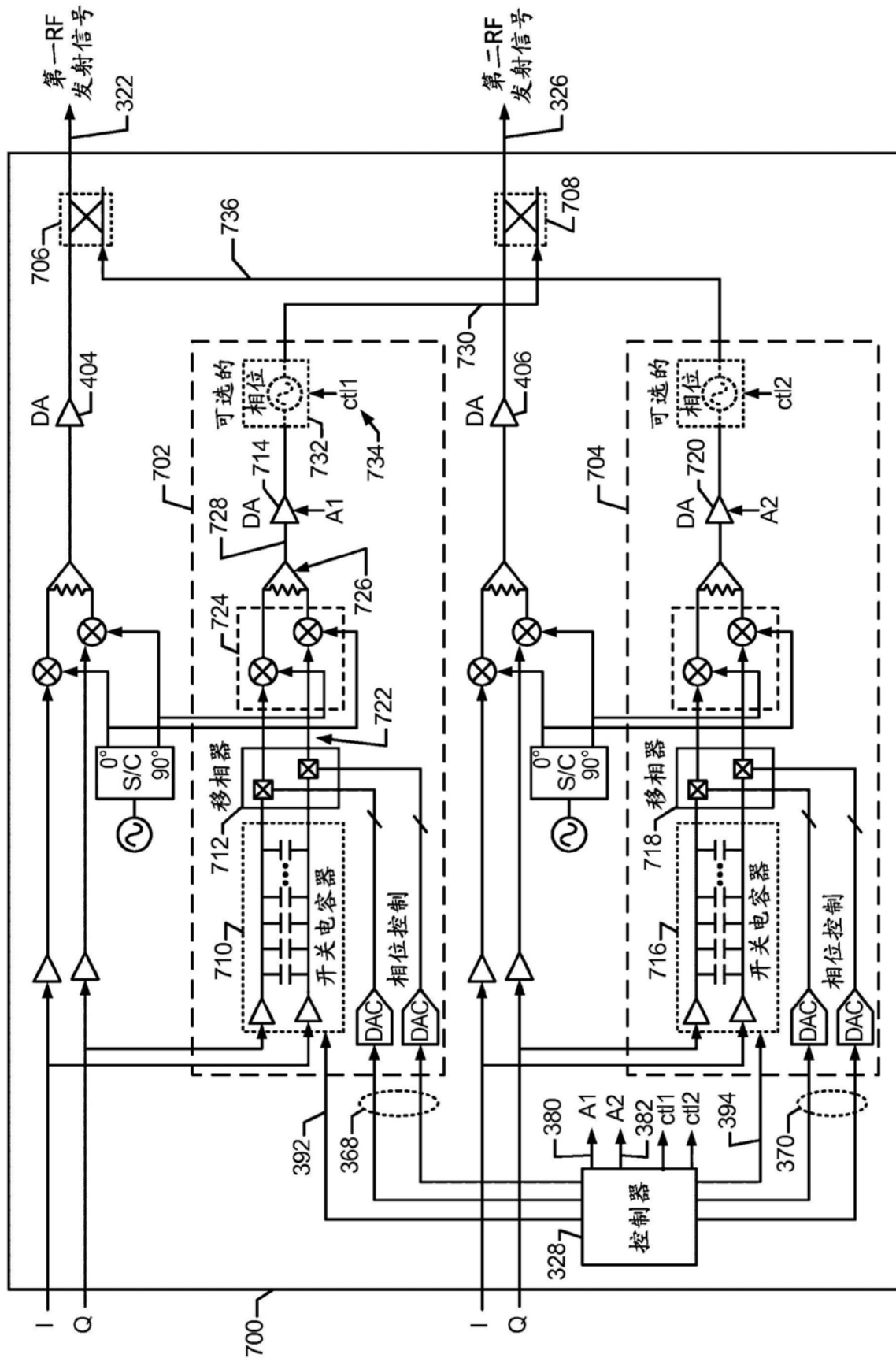


图7

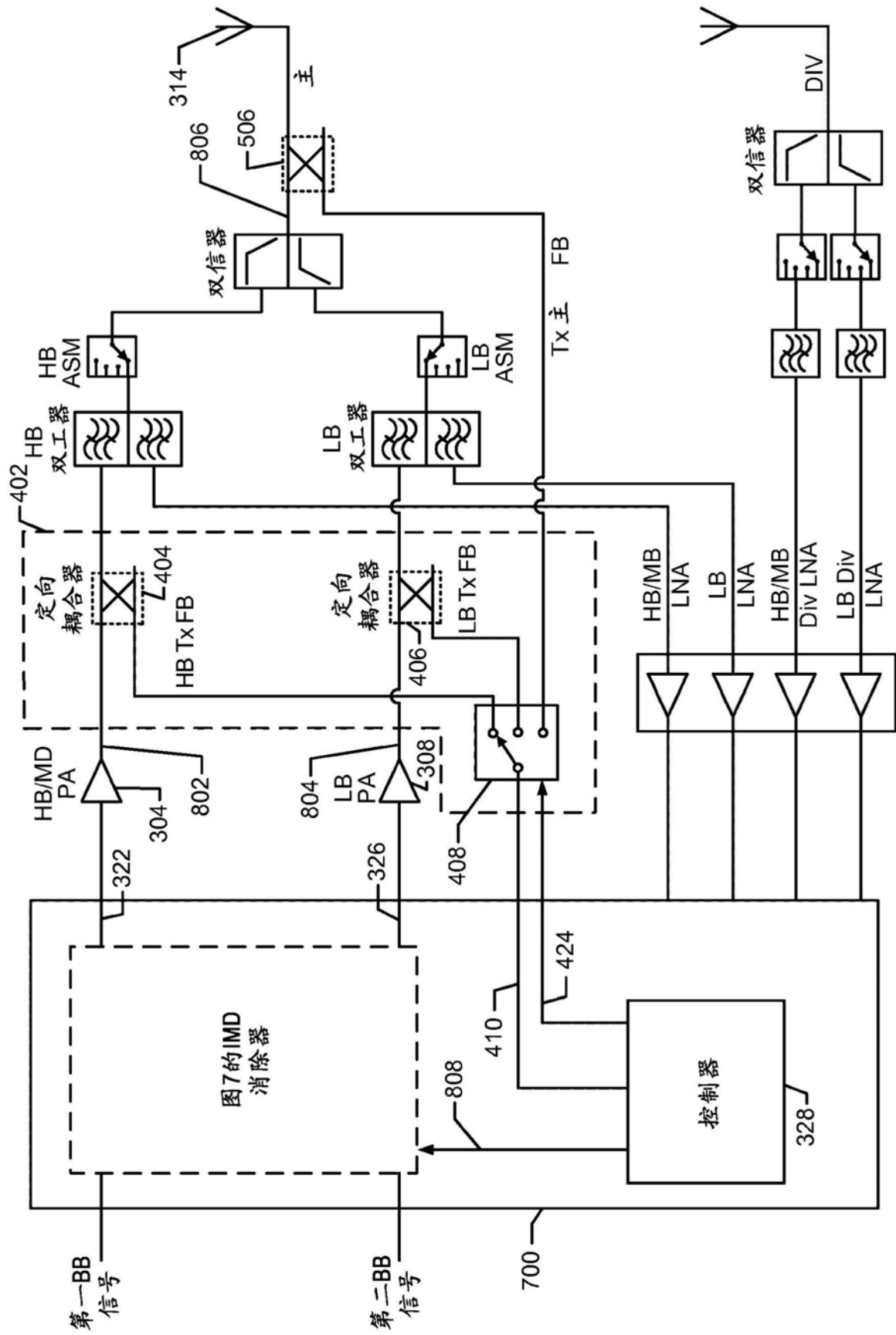


图8

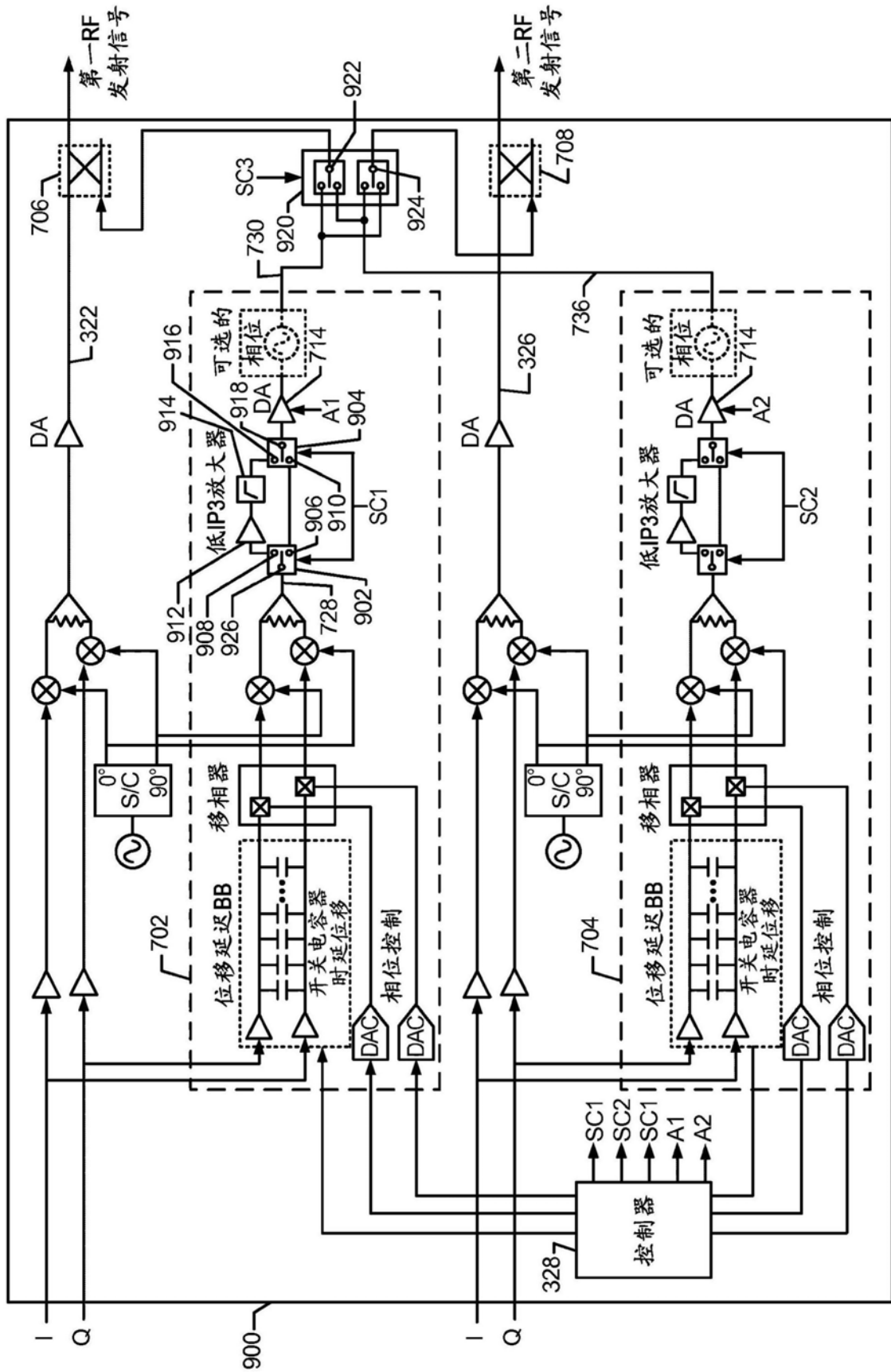


图9

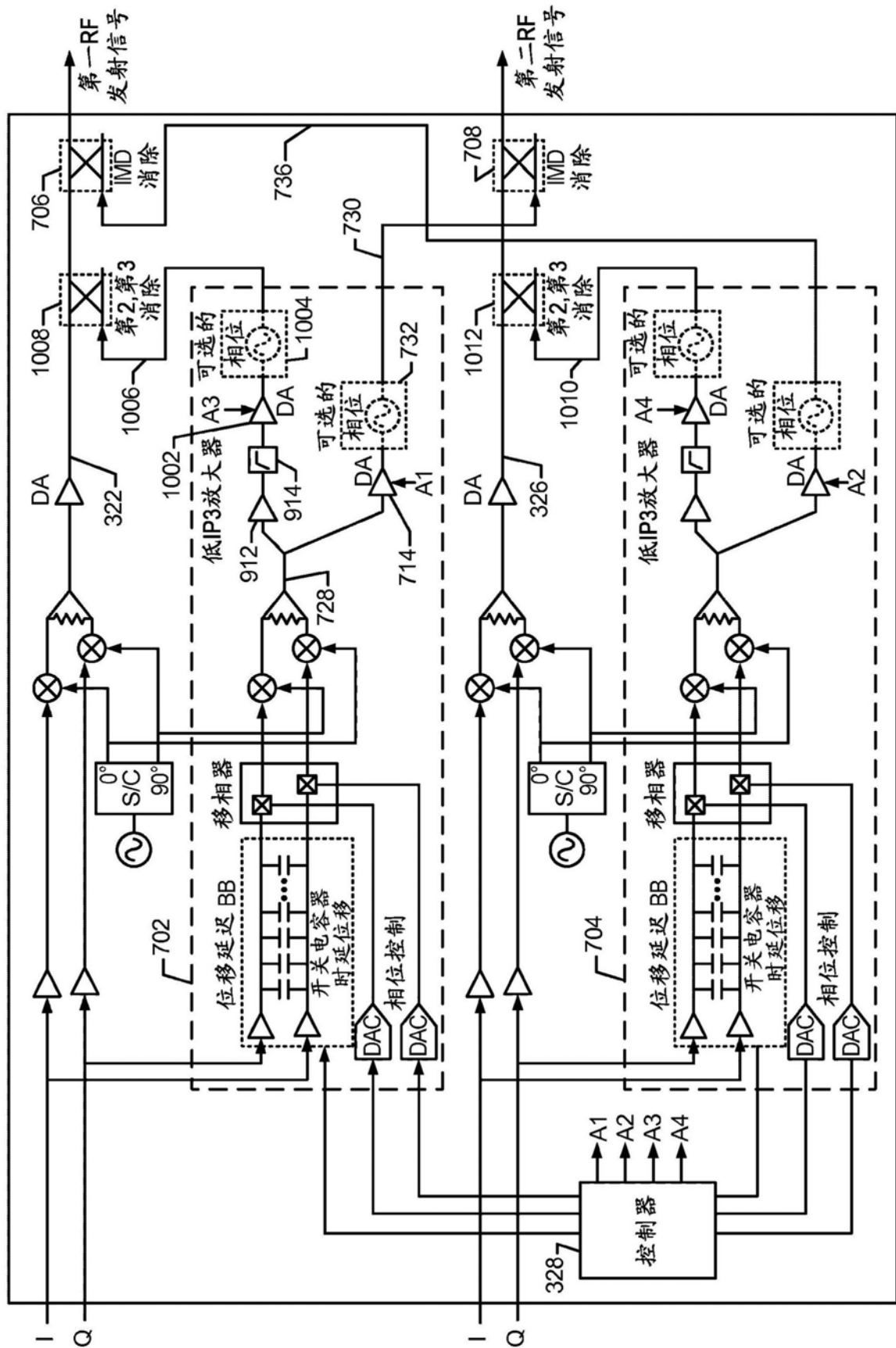


图10

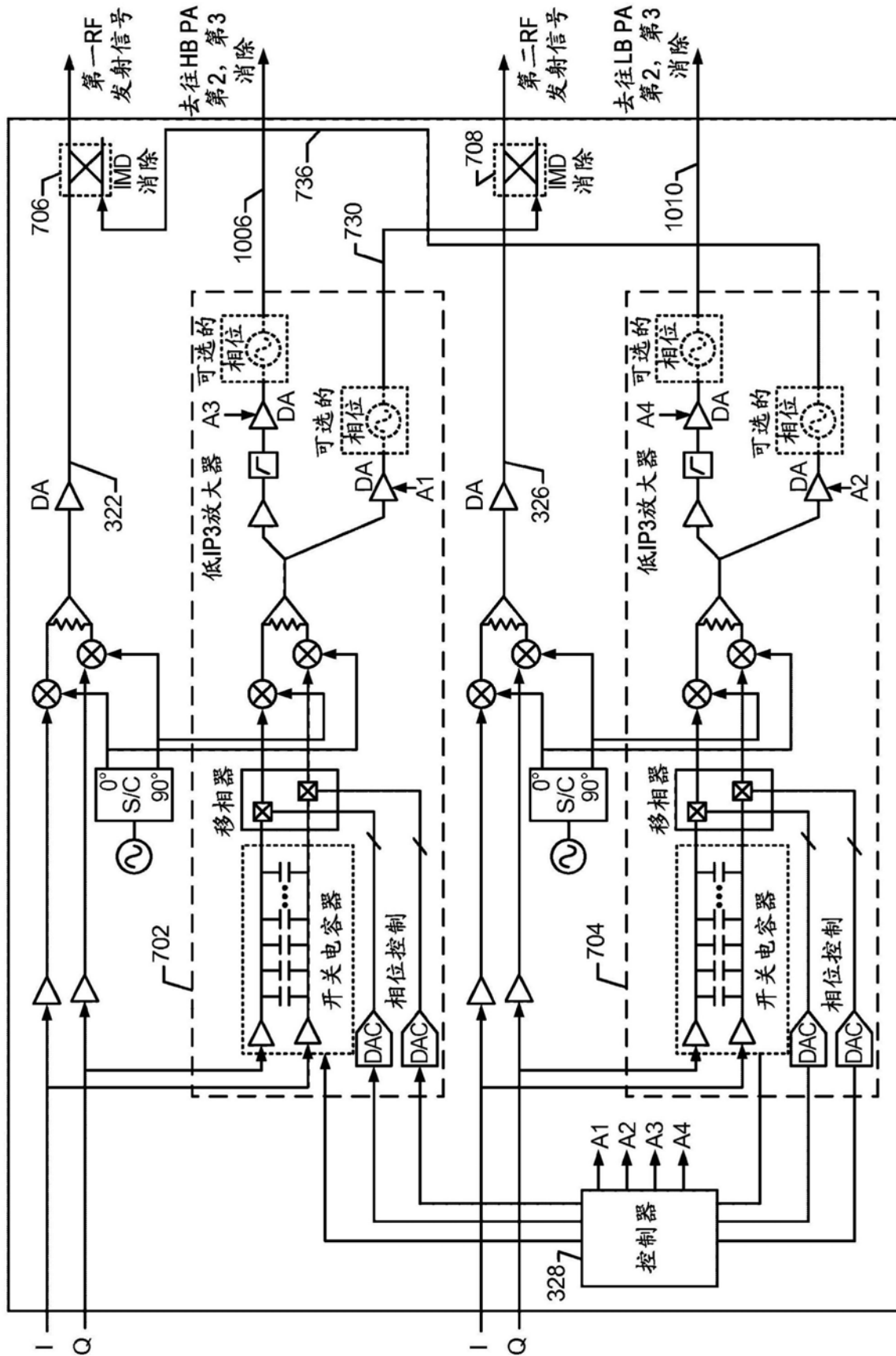


图11

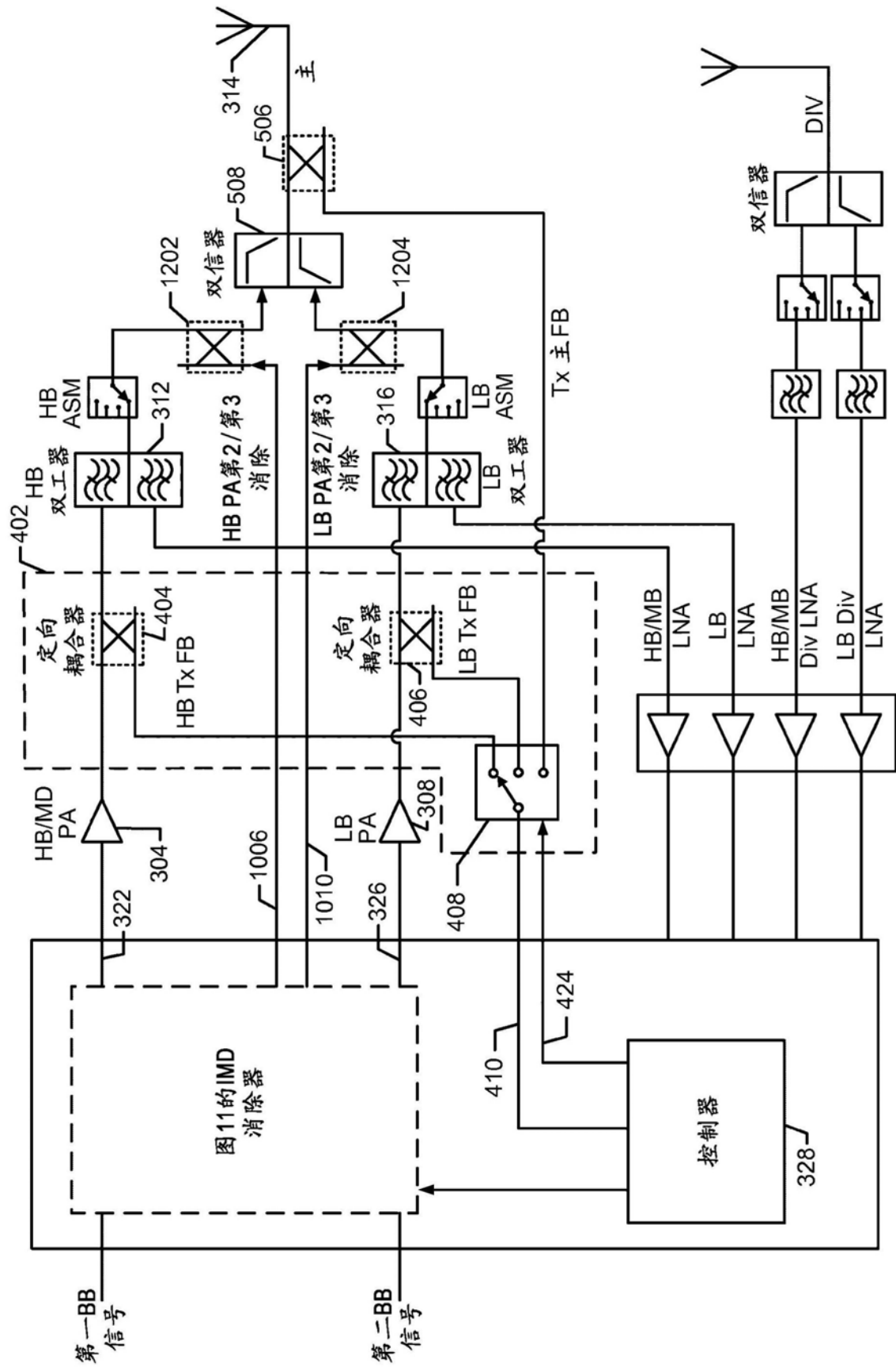


图12



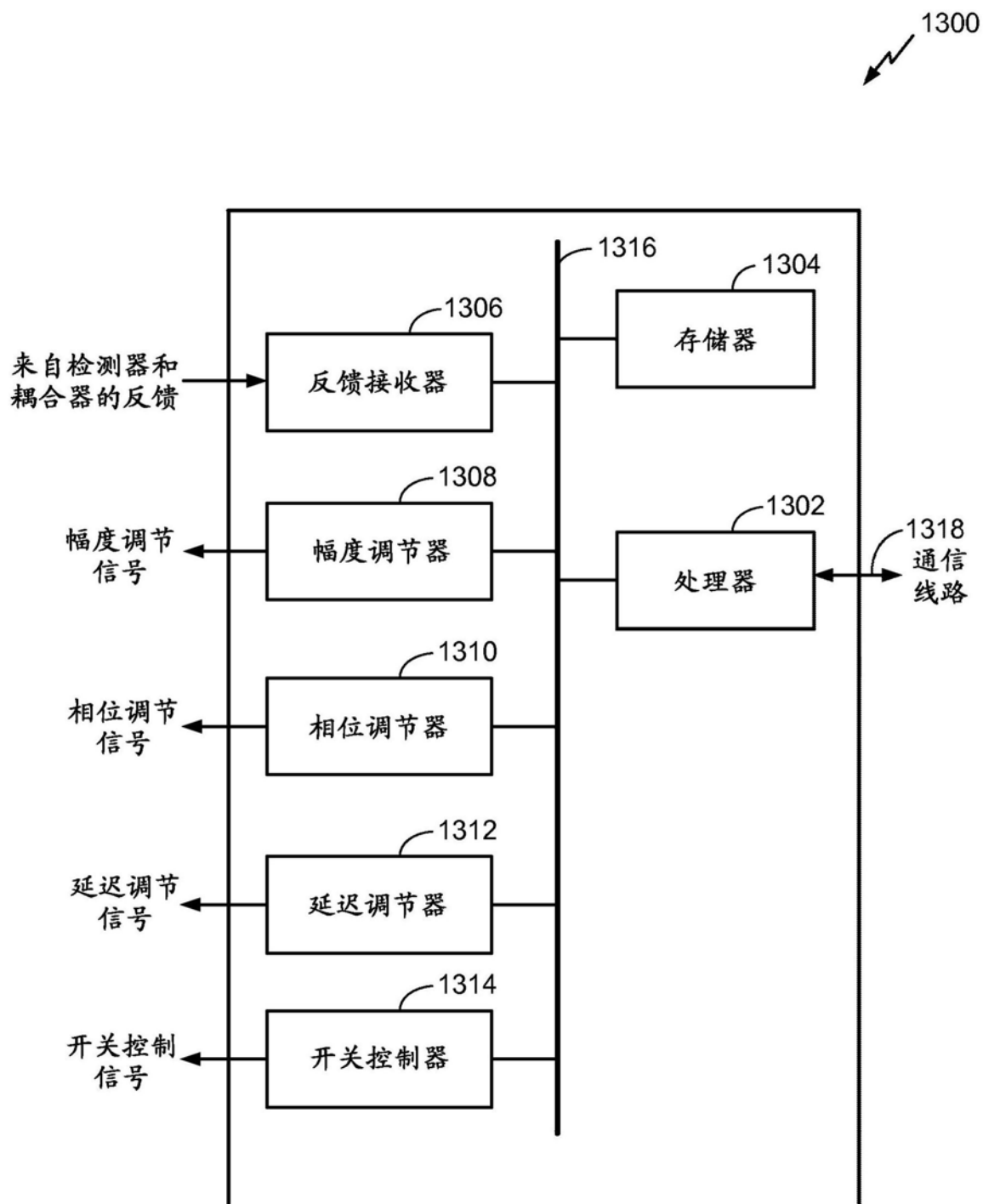


图13

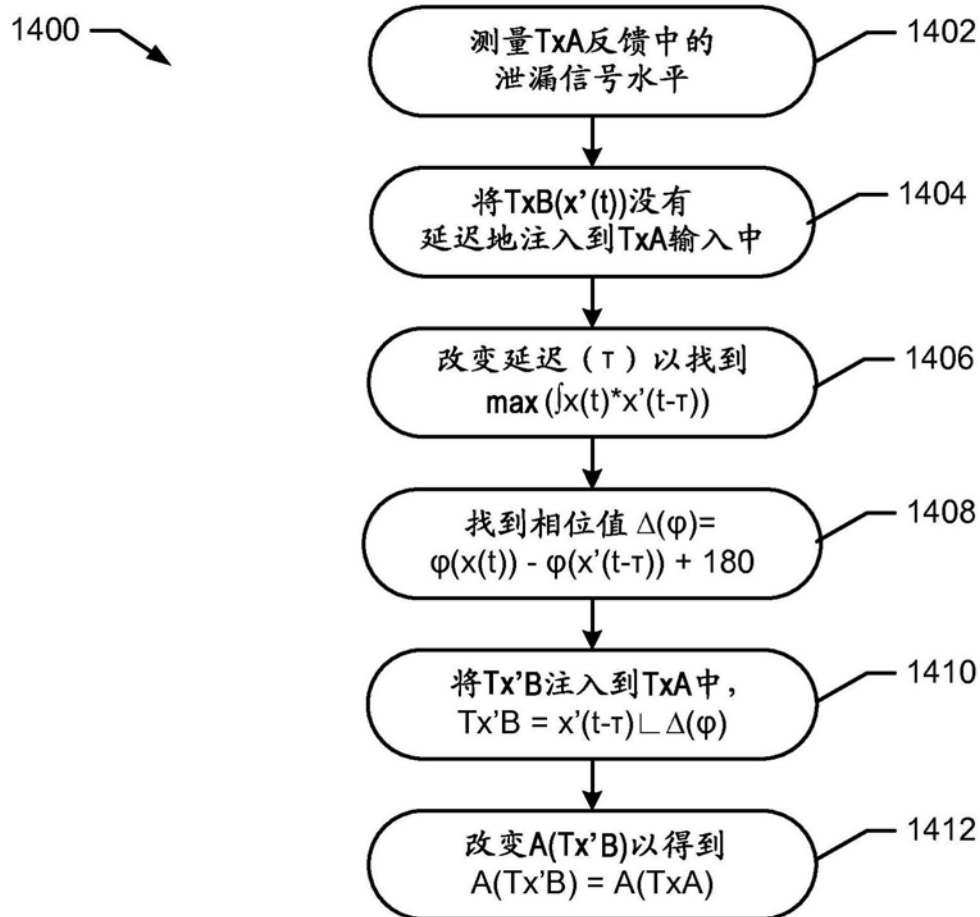


图14

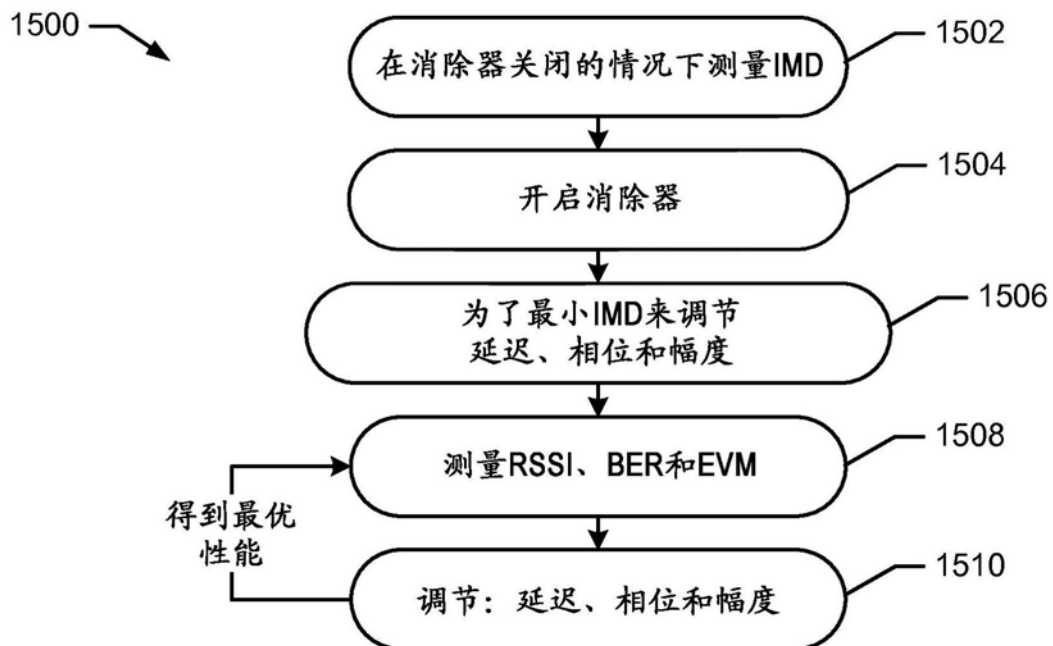


图15

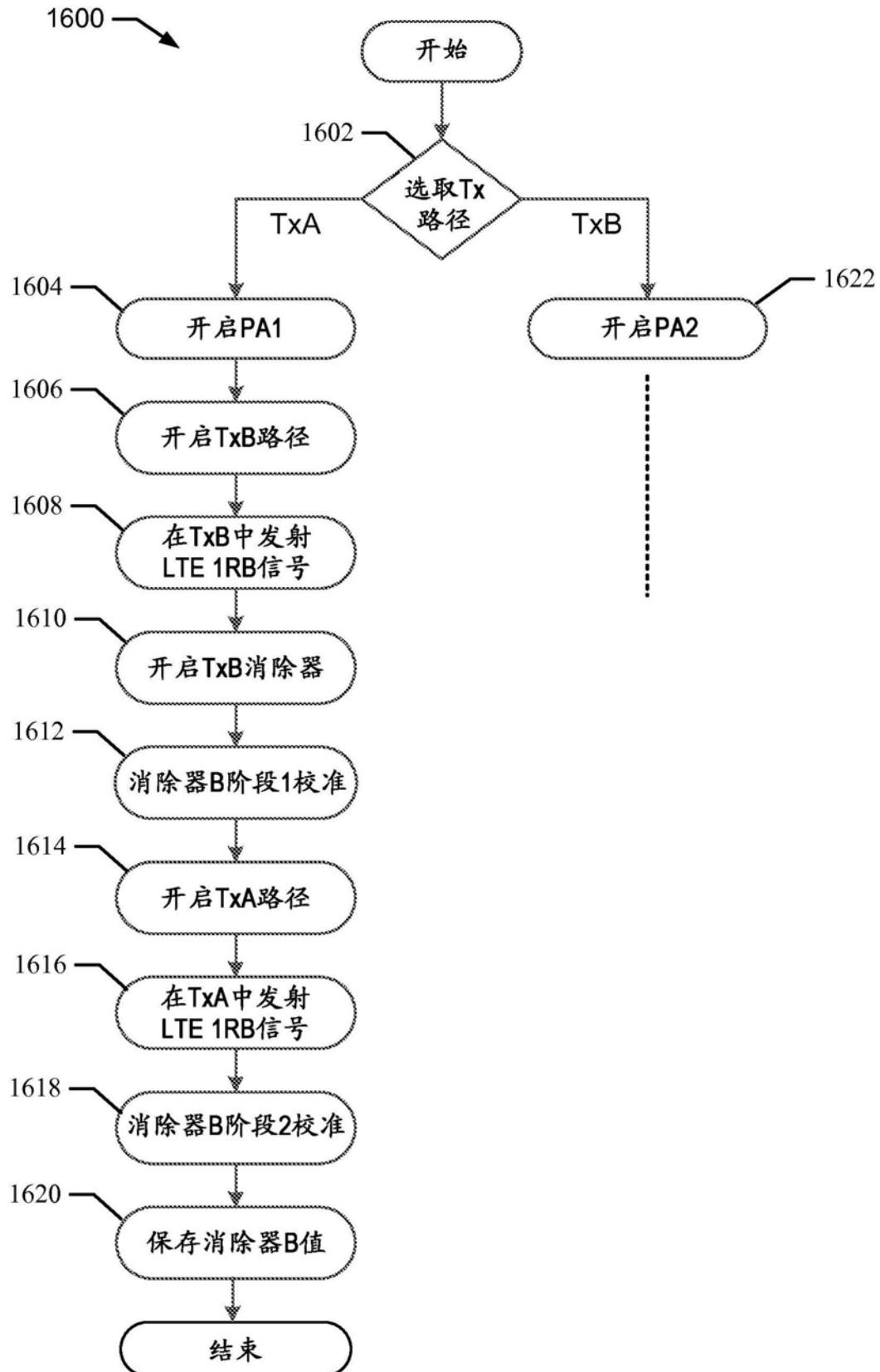


图16

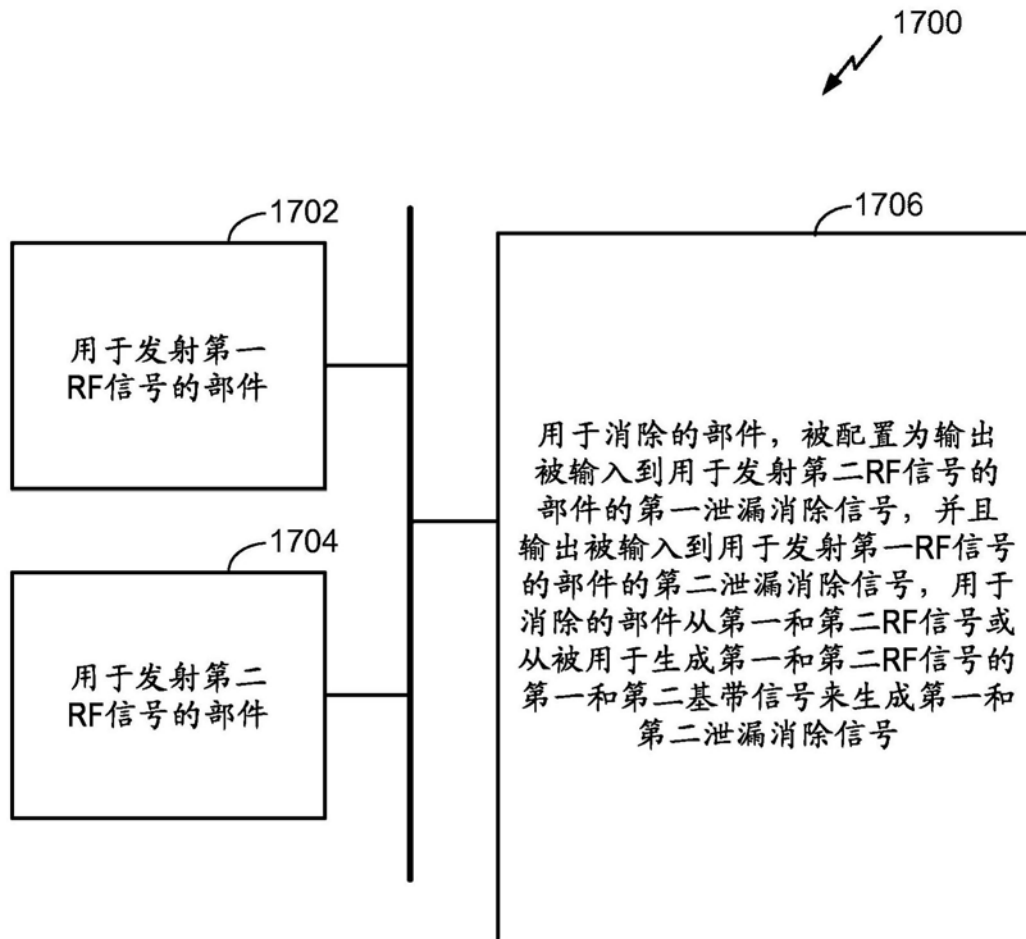


图17

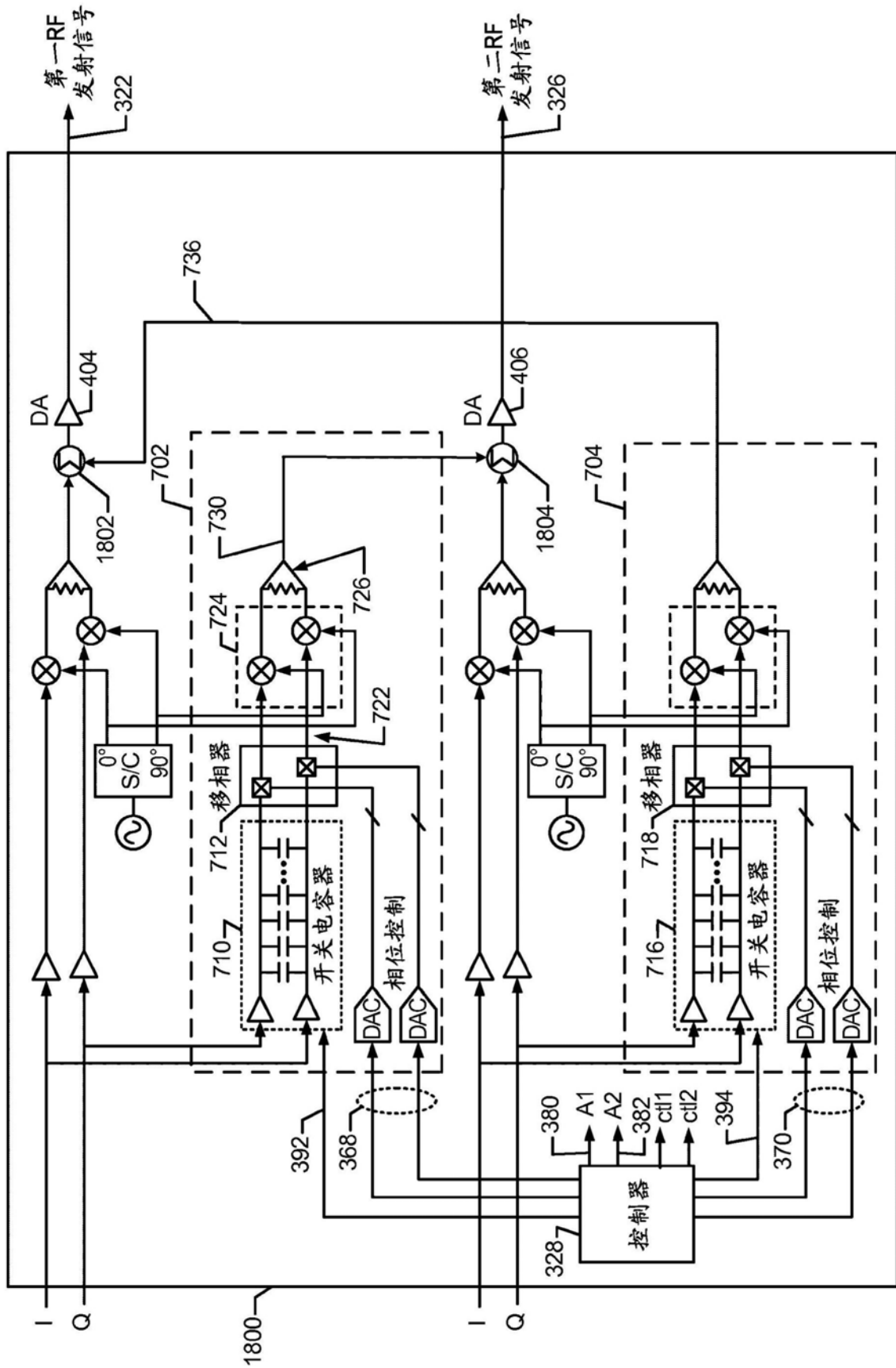


图18

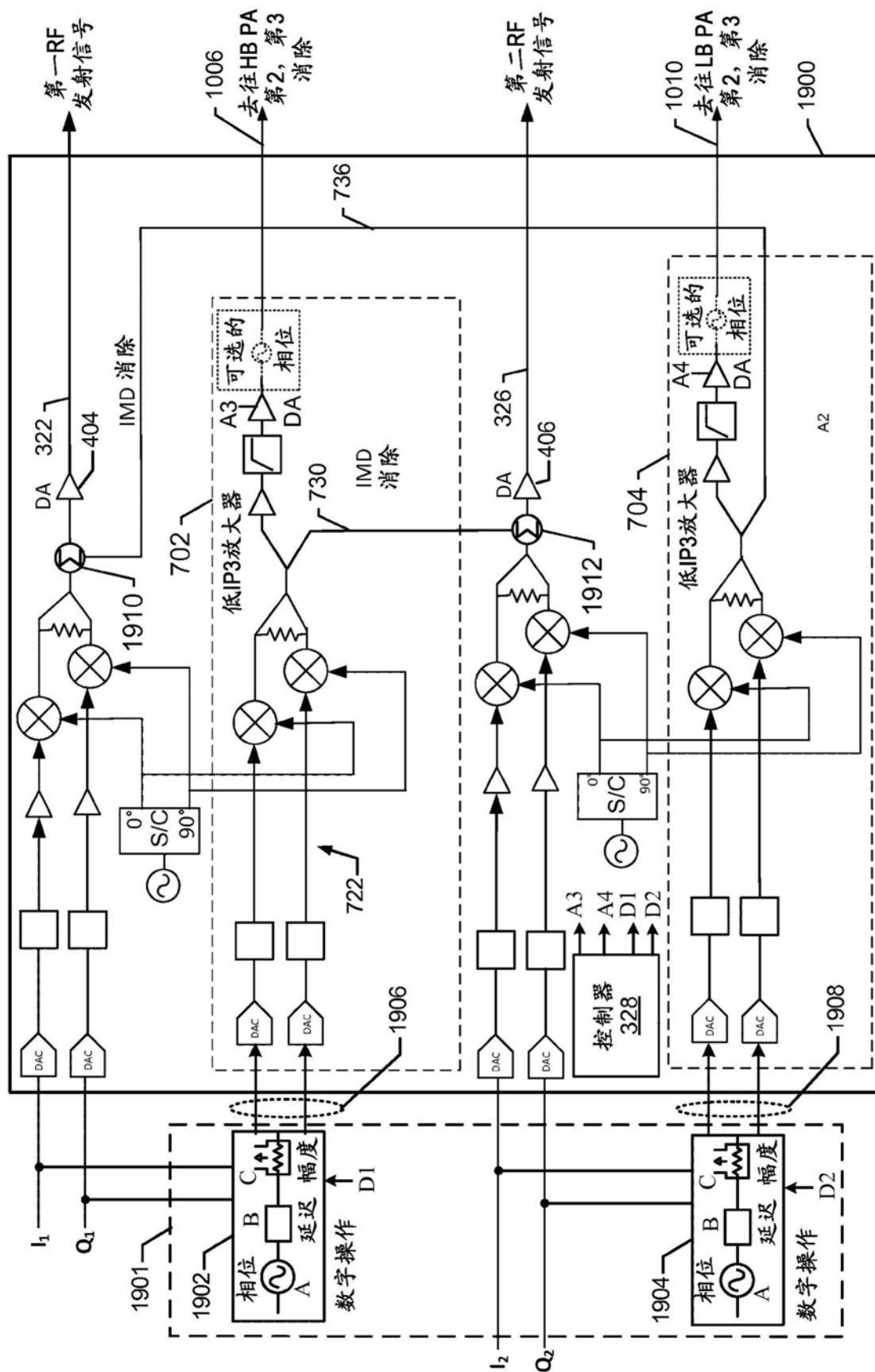


图19

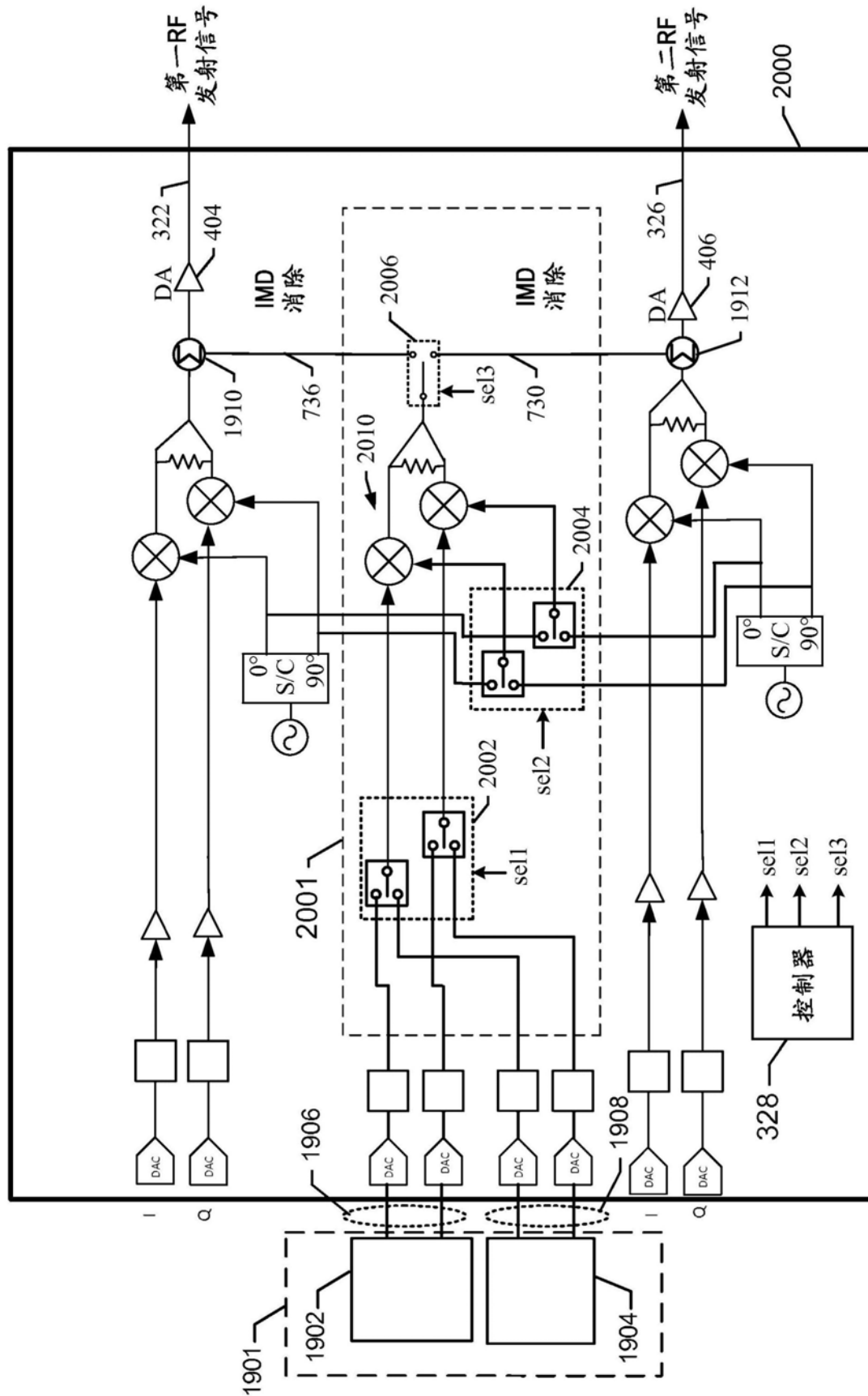


图20