



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105703719 B

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201510763259.6

(22)申请日 2015.11.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105703719 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(30)优先权数据

14/565,617 2014.12.10 US

(73)专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 安德瑞斯·兰格 西蒙·休斯

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 李晓冬

(51)Int.Cl.

H03F 1/30(2006.01)

(56)对比文件

CN 1282140 A,2001.01.31,

CN 1282140 A,2001.01.31,

CN 101263652 A,2008.09.10,

CN 1754312 A,2006.03.29,

US 2012/0105147 A1,2012.05.03,

US 2007/0184791 A1,2007.08.09,

审查员 张秋芳

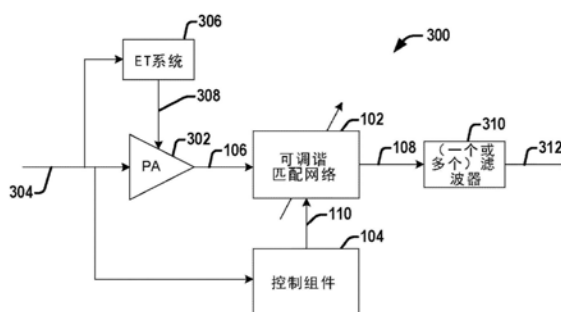
权利要求书3页 说明书17页 附图15页

(54)发明名称

校正包络线追踪系统中功率放大器负载特性的方法和装置

(57)摘要

本公开涉及校正包络线追踪系统中功率放大器负载特性的方法和装置。可调谐匹配网络被配置为将至少一个滤波器与功率放大器相耦接,该功率放大器被配置为在发射频带上以包络线追踪(ET)操作模式运作。控制组件被配置为在功率放大器在ET操作模式中运作时检测功率放大器的一组当前操作条件。一组当前操作条件包括当前操作频率,并且该控制组件还被配置为响应于所检测到的一组当前操作条件来向可调谐匹配网络发送控制信号。所述可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的控制信号来调整可调谐匹配网络的阻抗,以至少部分地基于一组当前操作条件来优化一个或多个ET特性。



1. 一种用于辅助包络线追踪的系统,包括:

可调谐匹配网络,所述可调谐匹配网络被配置为耦接到至少一个滤波器并且耦接到至少一个功率放大器,所述至少一个功率放大器被配置为在发射频带上从包络线追踪调制器接收供给电压;以及

控制组件,所述控制组件被配置为当所述功率放大器从所述包络线追踪调制器接收所述供给电压时检测所述功率放大器的一组当前操作条件,其中所述一组当前操作条件包括当前操作频率,其中所述控制组件还被配置为:响应于所检测到的一组当前操作条件来向所述可调谐匹配网络发送控制信号;

其中所述可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的控制信号来调整所述可调谐匹配网络的阻抗,以使得一个或多个包络线追踪特性至少部分地基于所述一组当前操作条件被优化;

其中,所述发射频带包括两个或更多个子带,其中所述两个或更多个子带中的第一子带包括当前频率,并且其中所述一个或多个包络线追踪特性在所述第一子带上被优化;并且

其中,所述发射频带至少部分地基于所述至少一个滤波器的输入阻抗的频率响应来被分割成所述两个或更多个子带。

2. 如权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个包络线追踪特性包括随频率的包络线追踪延迟变化。

3. 如权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个包络线追踪特性包括随频率的增益变化。

4. 如权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个包络线追踪特性包括振幅-振幅失真和振幅-相位失真中的至少一个的云化,其中所述云化包括如下各项中的至少一项:

取决于当前频率的所述振幅-振幅失真的响应到多个响应的分割;或者

取决于当前频率的所述振幅-相位失真的响应到多个响应的分割。

5. 如权利要求1所述的系统,还包括反馈接收器,所述反馈接收器被配置为确定所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个。

6. 如权利要求5所述的系统,其中,所述反馈接收器被配置为至少部分地基于一个或多个测试信号来确定所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个。

7. 如权利要求5所述的系统,其中,所述反馈接收器被配置为在上电序列期间确定所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个。

8. 如权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个滤波器包括双工器的发射滤波器。

9. 如权利要求1所述的系统,其中,所述功率放大器还被配置为从非包络线追踪系统接收所述供给电压,其中所述控制组件还被配置为:检测所述功率放大器何时从所述非包络线追踪系统接收所述供给电压,其中所述控制组件还被配置为:响应于检测到从所述非包络线追踪系统接收所述供给电压来向所述可调谐匹配网络发送第二控制信号,并且其中所述可调谐匹配网络还被配置为:响应于所发送的所述第二控制信号来调节所述可调谐匹配网络的阻抗,以最大化所述功率放大器的输出功率。

10. 一种用于辅助包络线追踪的系统,包括:

功率放大器,所述功率放大器被配置为在发射频带上从包络线追踪调制器接收供给电

压;

至少一个滤波器,所述至少一个滤波器被配置为对所述功率放大器的输出信号进行滤波;

第一可调谐匹配网络,所述第一可调谐匹配网络被配置为耦接到所述功率放大器并且耦接到所述至少一个滤波器;以及

控制组件,所述控制组件被配置为当所述功率放大器从所述包络线追踪调制器接收所述供给电压时检测所述功率放大器的一组当前操作条件,其中所述一组当前操作条件包括当前操作频率,其中所述控制组件还被配置为响应于所检测到的一组操作条件来向所述第一可调谐匹配网络发送控制信号,

所述第一可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的控制信号来调整所述第一可调谐匹配网络的阻抗,以使得一个或多个包络线追踪特性至少部分地基于所述一组当前操作条件被优化;

其中,所述发射频带包括两个或更多个子带,其中所述两个或更多个子带中的第一子带包括当前频率,并且其中所述一个或多个包络线追踪特性在所述第一子带上被优化;并且

其中,所述发射频带至少部分地基于所述至少一个滤波器的输入阻抗的频率响应来被分割成所述两个或更多个子带。

11.如权利要求10所述的系统,其中,所述一个或多个包络线追踪特性包括随频率的包络线追踪延迟变化。

12.如权利要求10所述的系统,其中,所述一个或多个包络线追踪特性包括随频率的增益变化。

13.如权利要求10所述的系统,其中,所述一个或多个包络线追踪特性包括振幅-振幅失真和振幅-相位失真中的至少一个的云化,其中所述云化包括如下各项中的至少一项:

取决于当前频率的所述振幅-振幅失真的响应到多个响应的分割;或者

取决于当前频率的所述振幅-相位失真的响应到多个响应的分割。

14.如权利要求10所述的系统,所述系统还包括第二可调谐匹配网络,所述第二可调谐匹配网络被配置为将至少一个滤波器与被配置为耦接到天线的天线端口相耦接,其中所述第二可调谐匹配网络还被配置为当所述天线被耦接至所述天线端口时,最小化所述至少一个滤波器和所述天线之间的阻抗失配。

15.如权利要求10所述的系统,还包括反馈接收器,所述反馈接收器被配置为确定所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个。

16.如权利要求15所述的系统,其中,所述反馈接收器被配置为至少部分地基于一个或多个测试信号来确定所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个。

17.如权利要求15所述的系统,其中,所述反馈接收器被配置为在上电序列期间确定所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个。

18.一种辅助包络线追踪的方法,包括:

确定耦接到功率放大器的可调谐匹配网络的第一状态,其中所述功率放大器被配置为在发射频带内从包络线追踪调制器接收供给电压,其中所述第一状态在所述功率放大器的第一组操作条件处优化一个或多个包络线追踪特性;并且

确定耦接到所述功率放大器的所述可调谐匹配网络的第二状态,其中所述功率放大器被配置为在所述发射频带内从所述包络线追踪调制器接收所述供给电压,其中所述第二状态在所述功率放大器的第二组操作条件处优化所述一个或多个包络线追踪特性;

所述发射频带包括两个或更多个子带,其中所述第一组操作条件包括所述功率放大器在所述两个或更多个子带中的第一子带内的操作,并且其中所述第二组操作条件包括所述功率放大器在所述两个或更多个子带中的第二子带内的操作;并且

所述方法还包括至少部分地基于所述发射频带上的包络线追踪延迟的频率响应来确定所述第一子带的第一中心频率、所述第二子带的第二中心频率、所述第一子带的第一大小、以及所述第二子带的第二大小。

19. 如权利要求18所述的方法,其中所述一个或多个包络线追踪特性包括:随频率的包络线追踪延迟变化。

20. 如权利要求18所述的方法,其中,所述第一状态最小化所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个包络线追踪特性在所述第一子带内的方差,并且其中所述第二状态最小化所述一个或多个包络线追踪特性中的至少一个包络线追踪特性在所述第二子带内的方差。

21. 一种机器可读存储介质,其上存储有指令,所述指令当被执行时使得用户设备执行如权利要求18-20中任一项所述的方法。

校正包络线追踪系统中功率放大器负载特性的方法和装置

技术领域

[0001] 本公开涉及包络线追踪(envelope tracking),更具体地,涉及通过优化功率放大器(PA)负载特性来优化包络线追踪特性。

背景技术

[0002] 一种在整个输出功率范围内优化无线系统中的PA的电流消耗的有效方法是使用DC-DC转换器来向PA提供可变的PA供给电压。依据RF输出功率,例如,DC-DC转换器到PA的输出电压得以调节。随着输出功率减小,结果是到PA的PA供给电压也减小。由于从电池电压下降到较低的PA供给电压的电压转换,电池电流减小。可替代地,在下一时间周期中所期待的DC-DC转换器的输出电压可以基于目标RF功率(平均RF功率)而固定。这个过程有时称为平均功率追踪(APT),其中恒定电压被提供给PA。

[0003] 包络线追踪DC-DC(ET DC-DC)转换器或包络线追踪调制器具有包络线追踪的能力以进一步减小电池电流。包络线追踪描述了RF放大器操作的方法,例如,在其中施加到功率放大器的供给电压被不断地调整以确保放大器以给定或接近瞬时输出功率的要求的峰值效率工作。

[0004] 包络线追踪的特征在于,功率放大器的供给电压不是恒定的。功率放大器的供给电压取决于被输入到PA的调制基带信号或射频(RF)输入信号的瞬时包络线。例如,将ET DC-DC转换器遵循RF信号的瞬时包络线,其消除了电压余量并进一步提高了系统的效率(功率放大器和DC-DC转换器的复合效率)。相对于标准DC-DC转换器(其仅遵循平均功率或恒定功率供给),ET DC-DC转换器例如可以降低长期演进(LTE)信号的电池电流的最大输出功率的大约20+%。

发明内容

[0005] 根据本公开的一个方面,提供了一种用于辅助包络线追踪的系统,包括:可调谐匹配网络,被配置为耦接到至少一个滤波器并且耦接到至少一个放大器,该至少一个放大器被配置为在发射频带上以包络线追踪(ET)操作模式运作;以及控制组件,被配置为当功率放大器以ET操作模式运作时检测功率放大器的一组当前操作条件,其中该组当前操作条件包括当前操作频率,其中控制组件还被配置为:响应于所检测到的一组当前操作条件来向可调谐匹配网络发送控制信号;其中可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的控制信号来调整可调谐匹配网络的阻抗,以使得一个或多个ET特性至少部分地基于一组当前操作条件被优化。

[0006] 根据本公开的另一方面,提供了一种用于辅助包络线追踪的系统,包括:功率放大器,被配置为在发射频带上以包络线追踪(ET)操作模式运作;至少一个滤波器,被配置为对功率放大器的输出信号进行滤波;第一可调谐匹配网络,被配置为耦接到功率放大器并且耦接到至少一个滤波器;以及控制组件,被配置为当功率放大器以ET操作模式运作时检测功率放大器的一组当前操作条件,其中该组当前操作条件包括当前操作频率,其中控制组

件还被配置为响应于所检测到的一组操作条件来向第一可调谐匹配网络发送控制信号,第一可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的控制信号来调整第一可调谐匹配网络的阻抗,以使得一个或多个ET特性至少部分地基于一组当前操作条件被优化。

[0007] 根据本公开的又一方面,提供了一种辅助包络线追踪的方法,包括:确定耦接至功率放大器的可调谐匹配网络的第一状态,其中功率放大器被配置为以包络线追踪(ET)操作模式在发射频带内运作,其中第一状态在功率放大器的第一组操作条件处优化一个或多个ET特性;以及确定耦接至功率放大器的可调谐匹配网络的第二状态,其中功率放大器被配置为以ET操作模式在发射频带内运作,其中第二状态在功率放大器的第二组操作条件处优化一个或多个ET特性。

附图说明

[0008] 图1是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助包络线追踪(ET)的系统或设备的框图。

[0009] 图2是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且包括反馈接收器的另一系统或设备的框图。

[0010] 图3是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且包括功率放大器(PA)和至少一个滤波器的另一系统或设备的框图。

[0011] 图4是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且包括PA、至少一个滤波器和反馈接收器的另一系统或设备的框图。

[0012] 图5是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且提供附加的阻抗匹配的另一系统或设备的框图。

[0013] 图6是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的系统或设备的示例实施例的框图。

[0014] 图7是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的替代的系统或设备的示例实施例的框图。

[0015] 图8是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET以及非ET模式的另一系统或设备的示例实施例的框图。

[0016] 图9是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的方法的流程图。

[0017] 图10是示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的可选方法的流程图。

[0018] 图11是示出了根据本文所描述的各种方面的、在优化之前和之后作为频率的函数的优化ET延迟的图示。

[0019] 图12是示出了根据本文所描述的各种方面的、在887MHz处的振幅-振幅失真(AMAM)和振幅-相位失真(AMPM)响应云化(clouding)的图示。

[0020] 图13是示出了根据本文所描述的各种方面的、通过优化在991MHz处具有降低的云化的AMAM和AMPM响应的图示。

[0021] 图14是示出了可结合本文所描述的各种方面使用的示例用户设备的框图。

[0022] 图15是示出了能结合本文所描述的各种方面在ET模式中运作的功率放大器(PA)的框图。

具体实施方式

[0023] 现在将参考附图来描述本公开,其中相似标号始终用以指代相似元件,并且其中示出的结构和设备不一定按比例绘制。如本文所使用的,术语“组件”、“系统”、“接口”等意在指代与计算机相关的实体、硬件、(例如执行中的)软件、和/或固件。例如,组件可以是具有处理设备的处理器(例如微处理器、控制器或其它处理设备)、处理器上运行的进程、控制器、对象、可执行码、程序、存储设备、计算机、平板PC和/或移动电话。通过说明的方式,在服务器上运行的应用和服务也可以是组件。一个或多个组件可以驻留在进程内,并且组件可以位于计算机上和/或分布在两个或更多计算机之间。可以在本文中描述一组元件或一组其它组件,其中的术语“一组”可以被解释为“一个或多个”。

[0024] 此外,这些组件可从其上存储有各种数据结构(例如以模块来存储)的各种计算机可读存储介质来执行。组件可以通过本地和/或远程进程进行通信,例如依据具有一个或多个数据分组的信号(例如,来自经由信号与本地系统、分布式系统和/或跨网络(例如互联网、局域网、广域网或类似的网络)中的其它组件交互、或者与其它系统交互的一个组件的数据)。

[0025] 作为另一示例,组件可以是具有由通过电气或电子电路操作的机械组件提供的特定具体的装置,其中电气或电子电路可以通过由一个或多个处理器执行的软件应用或固件应用来操作。一个或多个处理器可以在装置的内部或外部,并且可以执行软件或固件应用的至少一部分。作为又一示例,组件可以通过电子元件提供特定功能而无需机械组件的装置;电子元件可以在其中包括一个或多个处理器以执行至少部分地赋予电子元件的功能的软件和/或固件。

[0026] 使用示例性词语意在以具体方式呈现概念。如本申请中使用的,术语“或”意在表示包含性“或”而不是排他性“或”。也就是说,除非另有指定、或从上下文可以清楚得知,“X采用A或B”旨在表示任何自然的包括性排列。也就是说,如果X采用A;X采用B;或X采用A和B两者,则“X采用A或B”在任何以上示例中得以满足。此外,冠词“一”和“一个”用在本申请和所附权利要求书一般应被解释为表示“一个或多个”,除非另有指定或从上下文中明确得知其针对于单数形式。此外,在术语“包括”、“包含”、“具有”、“有”、“带有”或其变体在详细说明或权利要求中使用的情况下,这样的术语意在以类似于术语“包括”的方式来表示包括。

[0027] 包络线追踪(ET)中的一个重大挑战是射频(RF)包络线以及瞬时功率放大器(PA)供给电压(其是瞬时RF包络线函数)的严格时间同步。例如,对于长期演进频带20(LTE-20),延迟精度约为1ns。如果违反了延迟精度,则相邻信道泄漏比(ACLR)性能下降并且会在传输链中引入记忆效应。

[0028] RF包络线和瞬时PA供给电压之间的延迟取决于许多因素,例如,RF信号路径中的延迟、ET信号路径中的延迟、ET DC-DC转换(或追踪器)中的延迟等。这些因素可以由工厂校准捕获以说明样品变化和温度补偿,以解释随温度变化的延迟漂移。

[0029] RF包络线和瞬时PA供给电压之间的延迟在本文中称为“ET延迟”。ET延迟是不同于RF群延迟的,其是由频率相关的相移($\sim \Delta$ (相位)/ Δ (频率))造成的,在RF包络线中引入偏移延迟。

[0030] 滤波器(例如,双工器的发射滤波器)和PA之间的相互作用对ET系统中的PA行为有

着显著影响。双工器本质上是多个滤波器的实现方式：以移相器的方式结合在一起的至少一个接收 (RX) 滤波器和至少一个发射 (TX) 滤波器。这些滤波器中的每个可以包括多个谐振器以实现适当的滤波器特性。

[0031] 然而，如果PA是由与提供具有跨频率快速变化的相位和振幅的负载阻抗的双工器或类似元件 (例如结合时分双工 (TDD) 传输模式使用的带通滤波器等) 加载的，则多个ET特性受到影响。例如，ET延迟和增益将取决于发射频率，并且振幅-振幅失真 (AMAM) 和振幅-相位失真 (AMPM) 响应将云化 (clouding)，这意味着AMAM和AMPM响应将根据包络线瞬时频率被分割为多个响应。另外，对这些ET特性 (例如ET延迟等) 而言在调制带宽内改变也是可能的，这导致无法由传统方法和装置轻易地校正的ACLR劣化。

[0032] 基于频率的ET延迟在本文中也称为随频率的ET延迟变化或ET延迟分散 (类似地，基于频率的增益也在本文中称为随频率的增益变化或增益分散)。ET延迟分散是由ET系统 (其可以包括功率放大器和ET DC-DC转换器) 以及至少一个所耦接的滤波器 (例如双工器的TX滤波器等) 之间的有害的相互作用所引起的。至少一个所耦接的滤波器 (例如双工器的TX滤波器等) 对多个ET特性 (例如ET延迟分散、增益分散、AMAM和AMPM响应云化、ACLR等) 的影响是ET中的基本效应 (其尚且不能由常规的ET方法和装置所预期)，仍然阻碍进一步的ET发展。另外，ET特性可以以常规ET技术没有解决的方式来受到其它操作条件 (例如温度，到天线等的用户的接近度、其它材料，等等) 的影响。

[0033] 一些用户设备采用了具有集成双工器 (PAD模型) 的PA。一定程度上，包括PAD模型可以减轻双工器对ET特性的负面影响，但相较本文所描述的各种方面要昂贵得多且效率更低。对双工器的集成允许PAD的制造商相对于ET性能来优化PA和双工器之间的接口。然而，传统的优化是耗时的任务，需要对PA和双工器之间的相互作用的深刻理解。由于成本的原因，PAD模块仅采用在高端用户设备中。

[0034] 此外，许多用户设备 (例如，成本较低的用户设备等) 制造商通常采用外部的、分离的双工器以尽量减少成本，这是由于双工器是在用户设备中的主要成本动因 (在多波段设备中，双工器的数量随所支持的频带的数量增加而增加，并且很容易超出RF收发器和PA的价格)。然而，当在ET应用中采用分立的双工器，除非双工器和功率放大器之间的接口被优化，ET系统 (例如在电流消耗、ACLR等方面) 的性能将被劣化，并且可能不优于替代品 (例如APT)。这种优化可以经由印刷电路板 (PCB) 上的匹配网络来完成。然而如上文所讨论的，常规的优化可能是耗时的并且需要对ET系统的深刻理解。

[0035] 此外，传统的优化技术初步优化PA和双工器接口，并在所有操作条件下应用相同的静态匹配，例如对于整个发射频带。正因为如此，尽管在某些操作条件 (例如发射频带的一部分、温度等) 下的性能是可以接受的，其它操作条件下 (例如发射频带的其它部分、温度降低等) ET特性可能被劣化。在宽带通信模式中劣化的ET的特点更为明显。

[0036] 本文讨论了基于一组当前操作条件 (其可以包括，例如当前操作频率、当前温度等中的一个或多个) 来通过优化PA和至少一个滤波器之间的接口以辅助包络线追踪的系统、方法和装置。

[0037] 参考图1，示出的是根据本文所描述的各种方面的、辅助包络线追踪 (ET) 的系统100的框图。系统100包括可调谐 (tunable) 匹配网络102和控制组件104。可调谐匹配网络102可以包括电感元件和可调节的或可调谐的电容元件，例如，包括多个可切换的电容器或

者或一个或多个变容二极管的开关电容网络。可调谐匹配网络102可以经由输入106和输出108将能够在ET模式中运作的PA与至少一个滤波器耦接。可替代地,可调谐匹配网络102可以通过被插入在发送路径中的至少一个滤波器后来耦接到PA和至少一个滤波器,并且替代的经由输入106被耦接到至少一个滤波器。类似地,尽管结合图2-8和图15所示出和讨论的实施例在传输路径中的PA与至少一个滤波器之间具有可调谐匹配网络,可以采用其中可调谐匹配网络102或1517被布置在传输路径中的至少一个滤波器之后的替代实施例。

[0038] 控制组件104可以检测耦接到可调谐匹配网络102的PA的当前一组操作条件。当前一组操作条件可包括一个或多个当前操作频率、温度、或影响PA和至少一个滤波器之间的阻抗匹配的其它因素,其中包括影响目标PA负载或至少一个滤波器的输入阻抗(例如触摸天线等)的条件。基于当前一组操作条件,控制组件104确定优化一个或多个ET的特性的可调谐匹配网络102的阻抗,其可以包括随着频率的ET延迟变化(ET延迟分散)、随着频率的增益变化(增益分散)、AMAM和AMPM响应云化,ACLR等。

[0039] 基于所确定的阻抗,控制组件104可以发送控制信号(例如控制字等)110到可调谐匹配网络102。响应于接收到控制信号110,可调谐匹配网络102可以调整其阻抗以匹配所确定的阻抗。在所确定的阻抗处,可调谐匹配网络102映射至少一个滤波器的输入阻抗(例如,频分双工(FDD)实施例中的双工器的发射滤波器、时分双工(TDD)实施例中的双工器的带通滤波器)到目标PA负载阻抗,以通过基于由从PA和至少一个滤波器之间的失配引起的反射的信号来最小化随着频率的相位或振幅变化,从而优化一个或多个ET特性。反射信号的振幅越高,反射信号的可容忍的、随着频率的相位或振幅变化将会越低。最小化随着频率的相位或振幅变化可以通过下述两者中的一项来达成:最小化反射(如果几乎不存在反射,则反射信号的随着频率的相位变化并不重要),或者最小化随着频率的相位或振幅变化中的一个。在本文所描述的方面,根据一组当前操作条件,可调谐匹配网络的阻抗可以改变以最小化这种随着频率的相位或振幅变化。与此相反,在具有静态匹配的常规系统中,则难以甚至不可能将滤波器的复输入阻抗与更宽的频率范围中的多个谐振匹配。

[0040] 一般情况下,可调谐匹配网络102的所确定的阻抗不同于将通过其自身优化PA性能的线性度或效率、或当在非ET模式中运作时的PA性能的常规状态。然而,通过优化一个或多个ET特性,所确定的状态可具有更大的总体效率,这是由于当以优化的一个或多个ET特性操作时来自ET模式的改善的效率增益。例如,通过在PA操作在其中的当前频率范围(或其它条件)中优化随频率的ET延迟(例如,通过使得ET延迟分散对当前一组操作条件为平坦或线性的),提供具有更好的线性特性的追踪(例如改进的相邻信道泄漏比(ACLR)等),最大化来自ET的效率增益,并增加其组合的整体效率。相反,在没有如本文中所讨论的优化的情况下,如果ET延迟相对于最优延迟具有偏移或显示随着调制带宽的强烈变化,则追踪质量将会劣化,引起例如例如更高的ACLR值,高达违反3GPP(第三代合作伙伴计划)规范的水平。虽然在一些方面,如本文所述的ET优化匹配可能劣化功率放大器的峰值效率,其将改善ET系统的线性特性,从而得到更好的ACLR等。由于PA仍在接近其峰值效率附近操作,但可以在ET模式有效地在整个发射频带中运作,与运作在APT模式中的PA(相对于其饱和功率具有大量余量(headroom))相比,在系统效率方面将会存在增益,在下面更详细讨论的图11,示出了在根据本文所描述的各种方面的优化之前(灰色数据点和线图)和根据本文所描述的各种方面的优化之后(黑色实线和虚线段)的频率的函数的示例ET延迟。如能够从图11中清楚地

看出的,在优化之后,随着频率的优化ET延迟比优化之前具有更小的方差,并且与每个所指示的子带呈线性关系。

[0041] 结合其它示例ET特性,随频率的强增益变化或高增益梯度(例如每5MHz 1dB等)指示由于滤波器阻抗(例如双工器的发射滤波器等)的PA拉动(pulling)。这将导致宽带信号中的记忆效应,其可视作AMAM和AMPM响应的云化。增加的AMAM和AMPM响应云化可引起非对称ACLR特性、数字信号中增加的误码率和模拟信号中的信号劣化。因此,通过优化随频率的增益变化(例如,通过增益分散对当前一组操作条件为平坦或线性的)或随频率的AMAM和AMPM响应云化(例如,通过收紧云化到例如小于1dB的开口等),记忆效应可以减小且性能得以提高(例如,较低的误码率等)。在下面更详细讨论的图12和图13,示出了没有如本文所讨论的优化的AMAM和AMPM响应云化(图12)、和具有如本文所讨论的优化的AMAM和AMPM响应云化(图13)的示例。如可以从图12与图13的比较中看出的,如本文讨论的优化可以大大改善AMAM和AMPM响应云化。

[0042] 随着一组当前操作条件的变化,优化一个或多个ET特性的阻抗同样可以潜在地改变。通过提供能基于一组当前操作条件来调节其阻抗的可调谐的匹配滤波器102(如由控制组件104所检测到并且响应于控制信号110),与传统系统相反,系统100可以在可能操作条件范围(例如在PA的整个发射频带上等)中优化一个或多个ET特性。

[0043] 一方面,PA的发射频带可以被划分成两个或更多的子带,从而两个或更多子带中的每个子带可以与优化子带上的一个或多个ET特性的可调谐匹配网络102的独特的阻抗相关联。在这些方面,一旦控制组件104检测到两个或更多的子带中的第一子带内或基本在第一子带内(例如,大于50%等)的PA操作,控制组件104就可以发送第一控制信号,并且可调匹配网络102就可以调整其阻抗到第一阻抗,第一阻抗优化第一子带上的一个或多个ET特性。类似地,一旦控制组件104检测到在或基本在两个或更多的子带中的第一子带内的PA操作,控制组件104就可以发送第二控制信号,并且可调匹配网络102就可以调整其阻抗到第二阻抗,第一阻抗优化第二子带上的一个或多个ET特性。在某方面,附加的子带、控制信号和阻抗也可以以类似的方式(例如,第三、第四等等)来采用。

[0044] 每个子带的大小(并且在某方面,子带的数目)可以基于至少一个滤波器的输入阻抗如何作为频率的函数而变化、以及因此一个或多个ET特性如何随频率而变化来确定。因为至少一个滤波器中的每个包括一个或多个谐振器,滤波器的输入阻抗会随频率变化,并且ET特性(例如ET延迟等)在一些频率范围中会比在其它频率范围中变化得更迅速。在ET特性在其中变化得更迅速的频率范围中,可以使用较小的子带来改善在这些频率范围中的优化。在多个方面,子带的中心频率和大小中的一者或两者可以至少部分地基于一个或多个ET特性如何根据频率而变化来选择。在其他方面中,也可以至少部分地基于一个或多个ET特性如何根据频率而变化来选择子带的数量。

[0045] 系统100(以及本文中所讨论的辅助ET的其它系统和设备),可以与各种用户设备、组件、或通信标准中的任何一起采用,例如与任何PA技术(例如,GaAs、CMOS(互补金属氧化物可以采用半导体)、SOI(绝缘体上硅)等)一起采用,与各种组件配置(例如,独立的PA和(一个或多个)滤波器、PAD模块,与天线集成在一切或分开的双工器等),单波段或多波段和/或多模式配置一起采用,或与任何通信标准或协议(例如,FDD或TDD、任何无线标准,例如3G、CDMA(码分多址)、LTE(长期演进)等)一起采用。

[0046] 参考图2,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且包括反馈接收器202的另一系统200的框图。除了可调谐匹配网络102和控制组件104,系统200可包括反馈接收器202和ET分析组件206。

[0047] 反馈接收器202可以经由至少一个滤波器、或者经由从至少一个滤波器接收滤波输出信号的其它组件(例如,天线端口、耦合器、天线等)来接收发射信号204。ET分析组件206可以分析发送信号并且确定一个或多个的ET特性中的至少一个。

[0048] 在多个方面,一个或多个测试信号可以经由可调谐匹配网络102来提供,并在反馈接收器202(通过至少一个滤波器等来)接收。对于多组的操作条件(例如,频率或频率范围、温度等)中的每个,可调谐匹配网络102的不同阻抗的可被选择,并且ET分析组件206可分析所接收的一个或多个测试信号,以确定针对一组给定的操作条件可调谐匹配网络102的哪个阻抗优化一个或多个ET特性。在多个方面,一种或多种搜索算法(例如二进制搜索等)可被采用来提升确定针对一组给定的操作条件优化一个或多个ET特性的阻抗的效率。针对一组给定的操作条件优化一个或多个ET特性的阻抗可以被存储在控制组件104或在相关联的存储器(例如查找表等)中。这可以针对多组操作条件进行重复,直到阻抗被针对多组操作条件中的每组操作条件确定。一旦当前一组操作条件与多组操作条件中的一组匹配,控制组件104就可发送相应的控制信号110到可调谐匹配网络102以相应地调整其阻抗。

[0049] 在采用子带的各方面中,子带(以及大小和中心频率)可以以类似的方式来确定,如可调谐匹配网络102通过其来优化与第一子带相关联的一个或多个ET特性的第一阻抗的频率范围。可调谐匹配网络102通过其来优化与第一子带相关联的一个或多个ET特性的第二阻抗的频率范围。

[0050] 在一些方面,针对一组给定的操作条件确定优化一个或多个ET特性的、可调谐匹配网络102的阻抗可以仅发生一次(例如,在工厂中,作为初始优化等的一部分)。然而在其它方面,这可以发生多次,例如,作为包括系统200的用户设备的启动或上电(power up)序列的一部分,或定期地发生。在不包括反馈接收器202和ET分析组件206的实施例中,可以使用外部测试组件来采用确定优化一个或多个ET特性的阻抗的类似过程。

[0051] 参考图3,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且包括功率放大器(PA)302和至少一个滤波器310的另一系统300的框图。除了以上描述的组件,系统300可以包括PA 302、ET系统306和至少一个滤波器310。RF信号304可被提供给PA 302和ET系统306。根据本文中所描述的ET方面,基于RF信号304,ET系统可以提供可变供给电压308给追踪RF信号304的瞬时包络线的PA 302,以除去电压余量并提高系统300的效率。在本文所讨论的方面,由滤波器310输出的经滤波的输出信号312可以被分析,以确定针对各组操作条件优化一个或多个ET特性的可调谐匹配网络102的阻抗。在一些实施例中,这样的分析可以经由外部测量或测试设备来执行,如用于控制组件104的一次性校准(例如,最初在工厂等)。在其它实施例中,内部测量或测试设备可以执行这种分析(例如,反馈接收器202和ET分析组件204等),或者在以一次性为基础,或者以在多个场合为基础。所确定的针对各组操作条件优化的一个或多个ET特性的阻抗可以被存储在控制组件104(例如,查找表中、算法等)中。另外,RF信号304可被提供给控制组件104,其可以分析RF信号304,并且至少部分地基于对于RF信号304的分析来确定当前一组操纵条件。

[0052] 本文所讨论的PA 302或其它功率放大器可以例如是射频发射器/接收器或其它通

信设备的组件。这些功率放大器可以被配置为基于包络线追踪路径来接收包络线供给电压或调制供给电压,以确保操作得以不断调整,从而针对给定的瞬时输出功率要求功率放大器工作在峰效率上或附近处工作。这些功率放大器,例如可以包括耦接到包络线追踪通路的第一输入,以及耦接到主信号处理通路的、不同于第一输入的第二输入。第二输入,例如可以用于接收从到系统的一个或多个输入信号(例如射频(RF)信号、声信号或其它通信输入信号)的信号处理而得到的上转换或下转换信号。

[0053] 在一个方面,包络线追踪路径(通过ET系统306的路径)包括被配置为调节所述包络线追踪路径的延迟以与主信号处理路径对应的可变延迟组件(其可以是ET系统306的子组件)。延迟通常在制造期间或制造之时设置或校准。然而,变化可以例如从包络线追踪路径相对于主信号处理路径的延迟的初始校准发生,例如老化、路径干扰、工艺、电压或温度(PVT)依赖性等。在多个方面中,延迟组件可以在当操作在制造校准之后的工作或现场条件时的活动模式期间被动态地校准或重校准,或者可以作为制造期间的初始校准来进行校准。

[0054] 参考图4,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且包括PA 302、至少一个滤波器310和反馈接收器202的另一系统400的框图。除了以上描述的组件,系统400还可以包括耦接到至少一个滤波器310的天线开关402,以及能经由配置为耦接到天线的天线端口(未示出)来向反馈接收器202和天线(未示出)提供发射信号204的耦接器404。反馈接收器202可接收发射信号204,并将其提供给ET分析组件206。ET分析组件206可以分析所接收的发射信号204以确定一个或多个ET特性。通过分析一个或多个ET特性,ET分析组件206可以确定一个或多个ET特性如何基于当前操作条件中的改变、或可调谐匹配网络102的阻抗的改变而变化。在各个方面,反馈接收器202和ET分析组件206可以确定针对多组当前操作条件(例如,所有,或在操作条件的预期范围(一个或多个)频率范围、(一个或多个)温度范围等)、多组的其他集合等中)优化一个或多个ET特性的可调谐匹配网络102的阻抗。例如,针对第一组当前操作条件,可调谐匹配网络102的阻抗可以变化,并且所生成的发射信号204可以由反馈接收器202接收并且由ET分析组件206分析,直到可调谐匹配网络102的阻抗被发现为针对给定的第一组的当前工作状态优化一个或多个ET特性。这个过程可以针对第二组当前操作条件(例如,以及潜在的第三、第四等)进行重复,直到足够多数量的前操作条件组中的每个已被与优化一个或多个ET特性的可调谐匹配网络102的阻抗相关联。

[0055] 参考图5,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET并且提供附加的阻抗匹配的另一系统500的框图。除了以上描述的组件,系统500还可以包括第二可调谐匹配网络502。在各方面中,第二可调谐匹配网络502可以例如,通过在天线调谐器的输入处将天线的阻抗映射到参考阻抗(其可以与可调谐匹配网络102用来优化一个或多个ET特性的参考阻抗类似或相同)来最小化至少一个滤波器310和天线之间的阻抗失配。在其它方面,第二可调谐匹配网络502可被设置为最大化经由可调谐匹配网络502并且最终由天线发送的信号功率的阻抗。

[0056] 参考图6,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的系统600的示例实施例的框图。除了以上描述的组件,系统600还包括收发器IC 602、RF信号发生器604、ET系统306的ET控制组件606和ET组件608,基带(BB) IC 610、以及天线612。系统600可包括基带处理(BB)集成电路(IC) 610、天线612、以及RF前端(包括系统600的除BB IC 610和天线612之外

的组件)。在图6中所示的示例实施例中,收发器IC 602可包括控制组件104、反馈接收器202、ET分析组件206、RF信号发生器604、以及ET控制组件606,但是在各种实施例中,这些组件不需要在收发器IC 602上或与其共址。

[0057] 除了执行对下转换接收信号的基带处理,基带IC 610可以生成并且编码基带信号以供后续上转换以及经由系统600的传输。系统600的除BB IC 610和天线612之外的组件可以包括RF前端,其对基带信号进行上转换和放大以经由天线612传输。RF信号生成器604可以对从基带IC 610接收的基带信号进行调制或上转换以生成RF信号304。ET系统306可向追踪RF信号304的瞬时包络线的PA 302提供可变供应电压 V_{CC} 308。ET控制组件606分析RF信号304,并且确定要提供至ET组件608的ET控制信号($V_{control}$)。基于所接收的ET控制信号 $V_{control}$,ET组件608生成追踪RF信号304的瞬时包络线的可变供给电压(V_{CC}) 308。如以上所讨论的,至少一个滤波器310的输入阻抗具有跨频率快速变化的相位和振幅,由于PA 302在传输带的多个部分上放大RF信号,以多种方式影响ET系统306和PA 302的组合的性能,以及改变PA 302的负载特性。正因如此,可调谐匹配网络102可以被包括在内,其可以通过调整可调谐匹配网络102的阻抗来选择性地改变PA 302的负载特性,以优化一个或多个ET特性(例如,ET延迟分散、增益分散等)。控制组件104可以基于当前一组操作条件(其可以包括RF信号304的频率范围、温度等中的一个或多个)来确定可调谐匹配网络102的适当阻抗。基于这样的分析,控制组件104可以确定可调谐匹配网络102的适当阻抗并发送控制信号(Control_Tuner_Bus) 110到可调谐匹配网络102,可调谐匹配网络102随后可以将其阻抗调整为适当的值。通过优化一个或多个ET特性,系统可以在其整个发射频带上(甚至针对宽带传输)实现来自ET系统的整体效率增益。天线612可以向一个或多个无线设备(例如接入点、接入终端、无线端口、路由器等,其可以在无线电接入网络或经由网络设备生成的其它通信网络内工作)发送信号,并且从一个或多个无线设备接收信号。

[0058] 参考图7,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的替代的系统700示例实施例的框图。系统700是与系统600相似的实施例,但另外包含天线调谐器或第二匹配网络502,如上所述。

[0059] 参考图8,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET以及非ET模式的另一系统800的示例实施例的框图。除了以上描述的组件,系统800还可以包括非ET系统802,用于根据不同的操作模式(例如,不同电源管理技术(例如APT)等)向PA 302提供非ET供给电压804。模式选择组件806包括一个或多个开关,例如晶体管开关或其它开关元件,例如可用于在ET系统306或非ET系统802之间切换的单刀双掷、双刀单掷、双刀双掷,或其它类似的开关组件。控制组件104可以从模式选择组件806接收指示当前操作模式(例如,ET模式、非ET模式等)的模式选择信号。当系统在ET模式中运作时,控制组件104可基本上如本文其它地方所述地运作,分析一组当前操作条件以确定一个合适的阻抗,并且将控制信号发送到可调谐匹配网络102以调节其阻抗,以适当的阻抗来优化针对给定一组当前操作条件的一个或多个ET特性。此外,然而一旦检测到非ET模式的操作,控制组件104可以发送替代的控制信号至可调谐匹配网络102以调节其阻抗,从而针对恒定的供给电压调节其阻抗来优化PA302的负载特性,而不是优化一个或多个ET特性。一旦检测到ET模式的操作(例如,随后等),控制组件104就可以返回分析一组当前操作条件,确定适当的阻抗以优化一个或多个ET的特性,并且以此为基础发送控制信号。

[0060] 尽管本公开中所描述的方法被示出并在本文中描述为一系列动作或事件,但是应当理解,所示出的这样的动作或事件的排序不应被以限制性的意义来解释。例如,一些动作可以按与那些示出和/或描述不同顺序发生和/或与独立于本文所示出和描述的那些动作或事件的其它动作或事件同时发生。此外,并非所有示出的动作都需要实现本文所描述的一个或多个实施例或方面。此外,本文描述的一个或多个动作可以在一个或多个单独的动作和/或阶段中进行。

[0061] 现在参考图9,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的方法900的流程图。方法900开始于902,其中确定可调谐匹配网络的第一状态(例如,阻抗等),可调谐匹配网络的第一状态针对运作在ET模式中传输带内的所耦接的PA的第一组操作条件(例如操作的频率或频率范围、温度等中的一个或多个)优化一个或多个ET特性。

[0062] 在904处,方法900可以包括:确定针对所耦接的PA的第二组操作条件优化一个或多个ET特性的可调谐匹配网络的第二状态。可选地,附加的状态(例如,第三、第四等)可以被确定,以针对多组附加操作条件(例如,第三、第四等)优化一个或多个ET特性。

[0063] 在多个方面中,所耦接的PA的发射频带可以细分成两个或更多的子带,并且多组操作条件可以包括在给定子带内的操作。在这种情况下,第一状态可以是优化两个或更多的子带中的第一子带中的一个或多个ET特性的状态,并且第二状态可以是优化两个或更多的子带中的第二子带中的一个或多个ET特性的状态。优化一个或多个ET特性可以包括:使得ET特性的方差的呈线性或平坦(或确定针对给定一组操作条件最小化方差的的状态)。在这种情况下,第一状态可以针对第一组操作条件(例如,其可以包括第一子段内的操作)最小化ET特性的方差,并且第二状态可以针对第二组操作条件(例如,其可以包括第二子段内的操作)最小化ET特性的方差。

[0064] 参考图10,示出了根据本文所描述的各种方面的、辅助ET的另一方法1000的流程图。方法1000开始于1002,其中确定可调谐匹配网络的第一状态,以在包括在第一子带内的操作的第一组PA操作条件下优化所耦接的PA的一个或多个ET特性。

[0065] 在1004,确定可调谐匹配网络的第二状态,以在包括在第二子带内的操作的第二组PA操作条件下优化所耦接的PA的一个或多个ET特性。

[0066] 在1006,至少部分地基于一个或多个ET特性的频率关联来确定第一和第二子带的中心频率和大小(例如,基于的ET延迟分散、增益分散等)。

[0067] 参考图11,示出了根据本文所描述的各种方面的、在优化之前和之后作为频率的函数的优化ET延迟的图示。如上所述,常规ET系统的一个重大挑战是滤波器特性,以及PA和(一个或多个)滤波器(例如,双工器的TX滤波器等)之间的有害的相互作用。(一个或多个)滤波器引入与频率高度相关的PA负载阻抗,其特点在于在振幅和相位两者中的显著阻抗的变化,特别是在该处发生滤波器谐振的频率。可能从其导致的一个效应是,优化的ET延迟可能很大程度上随发射频带而改变,或者甚至在发射频带的相对小的部分(例如,接近一个或多个滤波器谐振处)上快速改变。

[0068] 图11中灰色数据点和曲线图示出了在没有如本文讨论的优化的情况下跨传输带的每个测得频率处的优化ET延迟。在图11所示的示例中,基于对包括PA和双工器的ET系统的测量,存在几MHz的跨度内的显著ET延迟变化。这使得整个发射频带上在ET模式中的良好的性能难以或者甚至不可能实现。延迟变化的原因是与双工器的输入阻抗的失配。这种ET

延迟变化可以通过改变PA和双工器之间的匹配以产生就ET特性而言更好的匹配的PA负载阻抗来得以减少,例如具有较少随频率的相位变动的PA负载阻抗。

[0069] 图11还示出了根据本文所描述的各种方面的、将发射频带分割成子带的示例性分割。分割可以基于随频率的ET延迟变化,其由至少一个滤波器(在图11的示例中,为双工器的发射滤波器)造成。在其中ET延迟随频率急剧改变的频率范围中,可以使用更小的子带大小(例如,在那些频率范围有更多的子带等)。

[0070] 在采用子带的实施例中,可调谐匹配可用于优化至少一个滤波器(例如,双工器的发射滤波器等)和每个子带中的PA输出之间的匹配。由于相较整个发射频带每个子带覆盖较小的频率范围,更容易优化每个子带中的ET特性。在ET延迟分散的方面,这将减少ET延迟变化,并产生基本上平坦的ET延迟特性(例如,每个子带中的ET延迟,以及子带之间的最小ET延迟变化等)。同样,其它ET特性(例如,增益分散,AMAM和AMPM响应云化等)也将整个发射频带上得以优化。

[0071] 图11的黑色实线示出了在对每个子带的优化之后的、作为每个子带内的频率的函数的ET延迟。虚线指示基于对与实线相关联的子带的优化的每个子带之外的ET延迟,如果发射信号的带宽超出了子带的大小则这是有关的。注意在优化后,不仅是随频率的ET延迟是线性的,而且随频率的ET延迟的方差也显著降低。

[0072] 参考图12,示出了在没有根据本文所描述的各种方面的优化的情况下,在887MHz处的幅度-幅度失真(AMAM)(1200处)和幅度-相位失真(AMPM)(1210处)响应云化的图示。如果PA由至少一个滤波器加载,则由于所述至少一个滤波器中的谐振PA的增益和AMAM和AMPM特性可以在传输带宽内显著改变。如上所述,随频率的强增益变化表示由于滤波器阻抗的PA拉动,这将导致在可视作AMAM和AMPM响应的云化的宽带信号中的记忆效应,这会导致非对称和劣化的ACLR特性、增加的误码率等

[0073] 现在参考图13,示出了基于根据本文所描述的各种方面的优化的情况下,在991MHz处具有降低的云化的AMAM(1300处)和AMPM(1310处)响应的图示。与图12中的AMAM和AMPM响应相反,图13中的AMAM和AMPM响应示出了紧凑的云化(例如,具有小于1dB的开口)。

[0074] 参考图14,示出了能辅助与本文根据各方面所描述的包络线追踪的系统、方法或设备一起得以利用的示例性用户设备或移动通信设备1400。用户设备1400,例如包括可耦接到数据存储或存储器1403的数字基带处理器1402、前端1404(例如RF前端、声频前端或其它类似前端)、以及用于连接到多个天线1406₁至1406_k(k为正整数)的多个天线端口1407。天线1406₁至1406_k可接收和发送来自或去往一个或多个无线设备(其能在经由网络设备生成的无线点接入网络或其它通信网络中操作,例如接入点、接入终端、无线端口、路由器等)的信号。用户设备1400可以是用于传送射频(RF)信号的RF设备、用于传送声频信号的声频设备、或任何其它信号通信设备,例如能够操作来根据一个或多个不同的通信协议或标准与网络或其它设备通信的计算机、个人数字助理、移动电话或智能电话、平板PC、调制解调器、笔记本计算机、路由器、交换机、转发器、个人电脑、网络设备、基站或类似设备。

[0075] 前端1404可包括通信平台、复用器/解复用器组件1412、以及调制/解调组件1414,其中通信平台包括为对经由一个或多个接收器或发送器1408接收或发送的信号进行处理、操纵或整形而提供的电子元件和相关联的电路。前端1404例如被耦接到数字基带处理器1402和一组天线端口1407,其中,一组天线1406₁至1406_k可以是前端的一部分。在一方面,用

户设备1400可包括PA系统1410,PA系统1410操作来和延迟组件一起提供PA的包络线追踪路径和主信号处理路径的之间的延迟。延迟可以例如根据来自PA输出的反馈路径被动态地(重)校准。在多个方面,PA系统1410的负载可以基于一组当前操作条件来(例如通过如本文所述的可调谐匹配网络)调节以基于该组当前操作条件来优化ET特性。

[0076] 用户设备1400还可以包括可操作来提供或控制用户设备1400的一个或多个组件的处理器1402或控制器。例如根据本公开的各方面,处理器102可以至少部分地向用户设备1400内的基本上任何电子组件赋予功能。作为示例,处理器可以被配置来作为多模式操作的芯片组(其基于输入信号的一个或多个特性,来为天线端口1407、输入终端或其它终端处的输入信号提供不同的功率生成操作),至少部分地执行控制PA系统1410的各种模式的可执行指令。

[0077] 处理器1402可操作来使得用户设备1400能处理数据(例如符号、比特或码片),用于使用复用/解复用组件1412的复用/解复用、或经由调制/解调组件1414的调制/解调,例如执行直接快速傅立叶逆变换、调制率的选择、数据分组格式的选择、分组间时间等。存储器1403可以存储用于在功率生成期间检测和标识与RF输入信号、功率输出或其它信号分量相关的各种特性的数据结构(例如元数据),(一个或多个)码结构(例如模块、对象、类、进程或类似物)或指令,诸如策略和规范之类的网络或设备的信息,附加协议,用于加扰的代码序列、扩散和导频(例如(一个或多个)参考信号)传输,频率偏移,小区ID,以及其它数据。

[0078] 处理器1402在功能上和/或通信地耦接(例如通过存储器总线)到存储器1403以存储或取回操作所需的信息和赋予功能,从而至少部分地向通信平台或前端1404、PA系统1410以及PA系统1410的基本上任何其它操作方面赋予功能。为了提高用户设备1400的效率或电池寿命,PA系统1410在RF前端1404中包括能够采用包络线追踪模式的至少一个功率放大器。虽然图14中的组件是在用户设备的上下文中图示的,但是这样的图示不限于用户设备而是可以被扩展到其他无线通信设备,比如基站、小小区、毫微微小区、宏小区、微小区等。

[0079] 参考图15,示出了具有功率放大器1500(其具有是包络线追踪通路1503的一部分输入端1502、和是信号生成通路1510的一部分的输入端1504)的包络线追踪系统1500的示意框图。要被处理或传送的输入端1505或输入信号1505(例如,差分信号、单端信号、RF信号、声信号或其它类似的通信信号)可以包括,例如同相分量 I_{IN} 和正交分量 Q_{IN} 。可替代或另外地,输入信号1505可包括不同格式的单一信号或差分信号。输入信号1505由信号生成路径1510接收,信号生成路径1510包括RF信号生成组件1512、可变增益元件1514、功率放大器(PA) 1516和双工器1518。信号生成组件1512可以被配置为执行频率上转换,例如从基带(BB) 频率范围到射频范围,或生成不同的转换操作,例如输入信号1505的数字到模拟转换。可变增益元件1514被配置为将信号生成组件1512的输出与可变增益(例如 K_{rf}) 相乘,该可变增益用于实现对作为功率放大器系统1500的一部分的整个信号生成路径1514的期望增益设置。功率放大器1516放大由可变增益单元1514提供的信号,其中PA 1516的输入功率为 P_{IN} 且输出功率为 P_{OUT} 。经放大的放大器输出信号(P_{out}) 随后经由根据本文所描述的各方面的可调谐匹配网络1517被馈送到双工器1518,其在频域中分开所发送和接收的信号。在双工器1518的天线端口,与功率放大器1516的输出功率 P_{OUT} 相比,输出信号通常略微衰减到天线功率 P_{ANT} 。

[0080] 在系统水平上的一个包络线追踪特定设计目标是PA 1516相对于PA供给电压 V_{CC} 且跨输出功率的平坦的AMPM-和AMAM相位响应(在这种情况下PA供给电压 V_{CC} 指的是受到包络线追踪操作的影响的电压,例如,第2PA级的供给电压)。缩写AMPM代表“振幅到相位失真”并且缩写AMAM代表“振幅到振幅失真”。

[0081] 查找表1544可以是包络线追踪路径1503或供给电压处理路径的一部分,其被描绘在主信号生成路径1510之上。供给电压处理路径1503也被认为是包络线的追踪系统1500的一部分。供给电压处理路径1503可以包括矢量到幅值转换器1532(例如实现CORDIC算法等)。输入信号1505的瞬时大小可以表示为 $m(I, Q) = \text{振幅}(I+JQ)$,且被转发到可变延迟元件1534,可变延迟元件1534被配置为使振幅信号延迟延迟 T_{ET} 以帮助将 V_{CC} 中的变化与信号生成路径1510中的RF信号的包络线同步。供给电压处理路径1503还包括具有可变增益 K_{ET} 的可变增益元件1536。可变增益 K_{ET} 能够与发送器1510的可变增益 K_{rf} 同步(未明确在图15中示出)。在求和元件1542处,输入信号偏移 $k_{offseta}$ 在信号被提供给查找表(LUT) 154之前被添加。查找表1544实现非线性传递函数,或至少非线性传递函数的基本形状。供给电压处理路径1503还包括用于向查找表1544的输出信号施加可变增益 k_{VCC} 的另一可变增益元件1546。在另一和元件1548处,输出信号偏移 $k_{offsetp}$ 在信号由包络线追踪数字到模拟转换器(ET-DAC) 1552进行数字到模拟转换之前被添加。ET-DAC 1552的模拟输出信号作为可变或动态控制信号被提供给ET调制器1554(例如ET DC-DC电压供给),并且使得ET调制器1554向包络线追踪功率放大器1516提供相应的供给电压 V_{CC} ,来以最大效率提供输出电压或输出功率信号。

[0082] 延迟组件1534的延迟可以例如,对沿主信号处理路径210和包络线追踪路径1503的部分到部分(part-to-part)变化敏感,以及对老化和PVT依赖性敏感。因此,延迟在生产包括功率放大器系统1500的通信设备/发送器/接收器/收发器或功率放大器系统1500期间被校准。一方面,重校准是动态的,并且在活动传输模式或操作的活动模式期间的活动传输过程中、或现场设备的活动通信过程中,重校准可以由功率放大器系统200在制造之后即时(on-the-fly)或实时地辅助,以便补偿老化效应、PVT依赖性或其它变化。

[0083] 在一些实例中,可变延迟可以在工厂校准期间仅被校准一次、到50ohm为止。然而,工厂校验具有如下的不同限制:(1) 延迟可能会随时间而改变,以及(2) 工厂校准过程没有充分反映移动设备的实际用例(例如,天线阻抗确实根据移动通信设备相对于移动设备用户位置而变化)。天线阻抗的变化也可影响PA行为(例如,对于一些天线阻抗PA,供给 V_{CC} 必须增加以保持天线的输出功率,并且对于其它天线阻抗,PA供给 V_{CC} 需要减少以达到相同的输出功率)。其结果是,延迟组件1534的实际延迟或实际延迟函数例如服从或偏离在工厂校准期间在校准模式中建立的目标延迟,校准模式不同于现场中或其后的活动传输模式。这样一来,这些变化例如会导致相邻信道泄漏比(ACLR)或误差向量振幅(EVM)性能劣化。根据所描述的各个方面,以上讨论的这些条件可以通过动态地重调整延迟组件 T_{ET} 1534的延迟或延迟函数来减轻或避免。

[0084] 可以执行一些措施来补偿可能延迟的变化。功率放大器系统1500可以根据下述项来执行动态校准或者对包络线追踪路径1503中的延迟组件1534的设置:1) 在操作期间、在功率放大器的活动传输或活动功率生成模式过程中的重校准;2) 在不与所接收的输入信号1505(例如RF信号、声音信号或类似信号)中的固有信息相干扰的情况下即时重校准;3) 在

不妨碍输入信号1505的频谱屏蔽的情况下即时重校准、或者可调谐匹配网络1517的阻抗可以被调节来改变ET延迟和其它ET特性如何基于操作条件而变动。可调谐匹配网络1517可以执行与可调谐匹配网络102相同功能。与操作的ET模式相结合,例如可调谐匹配网络1517可以接收控制信号(例如控制信号110等),并调整其阻抗到优化一个或多个ET特性(例如,ET延迟、增益等)的阻抗,补偿双工器1518的高度频率和相位相关的负载特性,并允许针对整个传输带的来自ET的提高了的效率增益。

[0085] 本文的示例可以包括主题,例如方法,用于执行该方法的动作或块的装置,至少一种包括可执行指令的机器可读介质,当由机器(例如具有存储器的处理器等)执行时使得所述机器执行根据所述的实施例和示例的用于使用多种通信技术并行通信的装置或系统的或者的动作。

[0086] 示例1是一种用于包络线追踪的系统,其包括可调谐匹配网络和控制组件。可调谐匹配网络被配置为耦接到至少一个滤波器并且耦接到功率放大器,该功率放大器被配置在发射频带上以包络线追踪(ET)操作模式运作。控制组件被配置为当功率放大器操作以ET操作模式运作时,检测功率放大器的一组当前操作条件。该控制组件还被配置为:响应于所检测到的一组当前操作条件来向可调谐匹配网络发送控制信号。可调谐匹配网络还被配置为:响应于所发送的控制信号来调整可调谐匹配网络的阻抗,以至少部分地基于一组当前操作条件来优化一个或多个ET特性。

[0087] 示例2包括示例1的主题,其中,一组当前操作条件包括当前操作频率。

[0088] 示例3包括示例1和2中任一项的主题,其中,一个或多个ET特性包括随频率的ET延迟变化和随频率的增益变化中的至少一个。

[0089] 示例4包括示例1-3中任一项的主题,其中,一个或多个ET特性包括:振幅-振幅失真(AMAM)和振幅-相位失真(AMPM)中的至少一个的云化。

[0090] 示例5包括示例1-4中任一项的主题,其中,发射频带包括两个或更多个子带。两个或更多个子带中的第一子带包括当前频率,并且一个或多个ET特性在第一子带中得以优化。

[0091] 示例6包括示例5的主题的任意变体,包括或省略可选元件,其中发射频带至少部分地基于至少一个滤波器的输入阻抗的频率反馈来被分割成两个或更多个子带。

[0092] 示例7包括示例1-6中任一项的主题,其中该系统还包括反馈接收器,该反馈接收器被配置为接收经由至少一个滤波器输出的射频(RF)发射信号;以及ET分析组件,该ET分析组件被配置为至少部分地基于对RF发射信号的分析来确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0093] 示例8包括示例7的主题的任意变体,包括或省略可选元件,其中ET分析组件被配置为至少部分地基于一个或多个测试信号来一个或多个ET特性中的至少一个。

[0094] 示例9包括示例7或8的主题的任意变体,包括或省略可选元件,其中ET分析组件被配置为在上电序列期间确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0095] 示例10包括示例1-9中任一项的主题,其中,至少一个滤波器包括双工器的发射滤波器。

[0096] 示例11包括示例1-10中任一项的主题,其中,功率放大器还被配置为以非ET操作模式运作。控制组件还被配置为检测功率放大器何时以非ET操作模式运作;并且控制组件

还被配置为响应于检测到非ET操作模式来向可调谐匹配网络发送第二控制信号。可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的第二控制信号来调节可调谐匹配网络的阻抗,以最大化功率放大器的输出功率。

[0097] 示例12包括示例1的主题,其中,一个或多个ET特性包括:随频率的ET延迟变化和随频率的增益变化。

[0098] 示例13包括示例1的主题,其中,一个或多个ET特性包括:振幅-振幅失真 (AMAM) 和振幅-相位失真 (AMPM) 中的至少一个的云化。

[0099] 示例14包括示例1的主题,其中,发射频带具有两个或更多个子带。两个或更多个子带中的第一子带包括当前频率,并且一个或多个ET特性在第一子带中得以优化。

[0100] 示例15包括示例14的主题,其中,发射频带至少部分地基于至少一个滤波器的输入阻抗的频率响应来被分割成两个或更多个子带。

[0101] 示例16包括示例1的主题,其中,系统还包括反馈接收器,该反馈接收器被配置为接收经由至少一个滤波器输出的射频 (RF) 发射信号;以及ET分析组件,该ET分析组件被配置为至少部分地基于对RF发射信号的分析来确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0102] 示例17包括示例16的主题,其中,ET分析组件被配置为至少部分地基于一个或多个测试信号来确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0103] 示例18包括示例16的主题,其中,ET分析组件被配置为在上电序列期间确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0104] 示例19包括示例1的主题,其中,至少一个滤波器包括双工器的发射滤波器。

[0105] 示例20包括示例1的主题,其中,功率放大器被配置为以非ET操作模式运作。控制组件还被配置为检测功率放大器何时以非ET操作模式运作;并且控制组件还被配置为响应于检测到非ET操作模式来向可调谐匹配网络发送第二控制信号。可调谐匹配网络还被配置为:响应于所发送的第二控制信号来调节可调谐匹配网络的阻抗,以最大化功率放大器的输出功率。

[0106] 示例21是一种用于包络线追踪的系统,其包括功率放大器、至少一个滤波器、第一可调谐匹配网络和控制组件。功率放大器被配置为在发射频带上以包络线追踪 (ET) 操作模式运作。至少一个滤波器被配置为对功率放大器的输出信号进行滤波。第一可调谐匹配网络被配置为耦接到至少一个滤波器和功率放大器。控制组件被配置为在功率放大器以ET操作模式运作时检测功率放大器的一组当前操作条件。控制组件还被配置为:响应于所检测到的一组操作条件来向第一可调谐匹配网络发送控制信号。第一可调谐匹配网络还被配置为响应于所发送的控制信号来调整第一可调谐匹配网络的阻抗,以至少部分地基于一组当前操作条件来优化一个或多个ET特性。

[0107] 示例22包括示例21的主题,其中,一组当前操作条件包括当前操作频率。

[0108] 示例23包括示例21的主题,其中,一个或多个ET特性包括:随频率的ET延迟变化和随频率的增益变化中的至少一个。

[0109] 示例24包括示例21的主题,其中,一个或多个ET特性包括:振幅-振幅失真 (AMAM) 和振幅-相位失真 (AMPM) 中的至少一个的云化。

[0110] 示例25包括示例21-24中任一项的主题,其中发射频带包括两个或更多个子带。两个或更多个子带中的第一子带包括当前频率。一个或多个ET特性在第一子带上得以优化。

[0111] 示例26包括示例25的主题的任意变体,包括或省略可选元件,其中,发射频带至少部分地基于至少一个滤波器的输入阻抗的频率响应来被分割成两个或更多个子带。

[0112] 示例27包括示例21的主题,其中,该系统还包括第二可调谐匹配网络。第二可调谐匹配网络被配置为将至少一个滤波器与被配置为耦接到天线的天线端口相耦接。第二可调谐匹配网络还被配置为在天线被耦接到天线端口时最小化至少一个滤波器和天线之间的阻抗失配。

[0113] 示例28包括示例21的主题,其中,该系统还包括反馈接收器,该反馈接收器被配置为接收经由至少一个滤波器输出的射频(RF)发射信号;以及ET分析组件,该ET分析组件被配置为至少部分地基于对RF发射信号的分析来确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0114] 示例29包括示例28的主题,其中,ET分析组件被配置为至少部分地基于一个或多个测试信号来确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0115] 示例30包括示例28的主题,其中,ET分析组件被配置为在上电序列期间确定一个或多个ET特性中的至少一个。

[0116] 示例31包括示例21的主题,其中,发射频带包括两个或更多个子带。两个或更多个子带中的第一子带包括当前频率,并且一个或多个ET特性在第一子带上得以优化。

[0117] 示例32包括示例31的主题,其中,发射频带至少部分地基于至少一个滤波器的输入阻抗的频率响应来被分割成两个或更多个子带。

[0118] 示例33是一种包络线追踪方法。该方法包括确定耦接至功率放大器的可调谐匹配网络的第一状态,其中功率放大器被配置为在发射频带内以包络线追踪(ET)操作模式来运作。第一状态优化功率放大器的第一组操作条件处的一个或多个ET特性。该方法还包括:确定耦接至功率放大器的可调谐匹配网络的第二状态,其中功率放大器被配置为以ET操作模式来在发射频带内运作。第二状态优化功率放大器的第二组操作条件处的一个或多个ET特性。

[0119] 示例34包括示例33的主题,其中,发射频带包括两个或更多个子带。第一组操作条件包括功率放大器在两个或更多个子带中的第一子带内的操作,并且第二组操作条件包括功率放大器在两个或更多个子带中的第二子带内的操作。

[0120] 示例35包括示例34的主题,其中,该方法还包括:确定第一子带的第一中心频率、第二子带的第二中心频率、第一子带的第一大小、以及第二子带的第二大小。一个或多个ET特性包括随频率的ET延迟变化,并且第一中心频率、第二中心频率、第一大小、第二大小是至少部分地基于发射频带上的包络线追踪延迟的频率响应来确定的。

[0121] 示例36包括示例34和35中任一项的主题,包括或省略可选元素,其中第一状态最小化一个或多个ET特性中的至少一个在第一子带内的方差,并且其中第二状态最小化一个或多个ET特性中的至少一个在第二子带内的方差。

[0122] 示例37包括示例34的主题,其中,第一状态最小化一个或多个ET特性中的至少一个在第一子带内的方差,并且其中第二状态最小化一个或多个ET特性中的至少一个在第二子带内的方差。

[0123] 示例38是一种用于包络线追踪的系统,该系统包括用于调节在发射频带上以包络线追踪(ET)操作模式运作的功率放大器的负载阻抗的装置,以及用于在功率放大器以ET操作模式运作时检测功率放大器的一组当前操作条件的装置。用于调节的装置被配置为耦接

到功率放大器并且耦接到至少一个滤波器。用于检测的装置还被配置为响应于所检测到的一组当前操作条件来向用于调节的装置发送控制信号。另外,用于调节的装置还被配置为响应于所发送的控制信号来调节该用于调节的装置的阻抗,以至少部分地基于一组当前操作条件来优化一个或多个ET特性。

[0124] 对主题公开的说明性实施例的上述描述(包括摘要所公开的内容)并不意在穷举所公开的实施例、或将所公开的实施例限制为所公开的精确形式。虽然出于说明性目的在本文中描述了具体的实施方案和实施例,但是相关领域技术人员能够意识到,被认为在这样的实施例和示例的范围内的各种修改是可能的。

[0125] 在这方面,虽然已经结合各种实施例和相应的附图(在适当的情况下)描述了所公开的主题,但应理解,其它相似的实施例可以得以使用、或者可以对所描述的实施例做出修改和补充用于执行与所公开的主题的相同、相似、替代、或替代功能而不偏离所公开的主题的范围。因此,所公开的主题不应限于本文的任何单个实施例,而是应被根据所附的权利要求来解释广度和范围。

[0126] 具体地,关于由上文描述的组件或结构(构件、设备、电路、系统等)执行的各种功能,除非另有说明,用于描述这些组件的术语(包括对“装置”的提及)旨在对应于执行组件的指定功能的任意组件或结构(例如,功能上等效);即使它们结构上不等同于执行本文示出的示例性实现方式中的功能的所公开的结构。此外,尽管特定特征可能已经仅关于若干实现方式中的一个被公开,但是正因为对任意给定或特定应用可能是期望的或有利的,这样的特征可以与其它实现方式的一个或多个其它特征相结合。

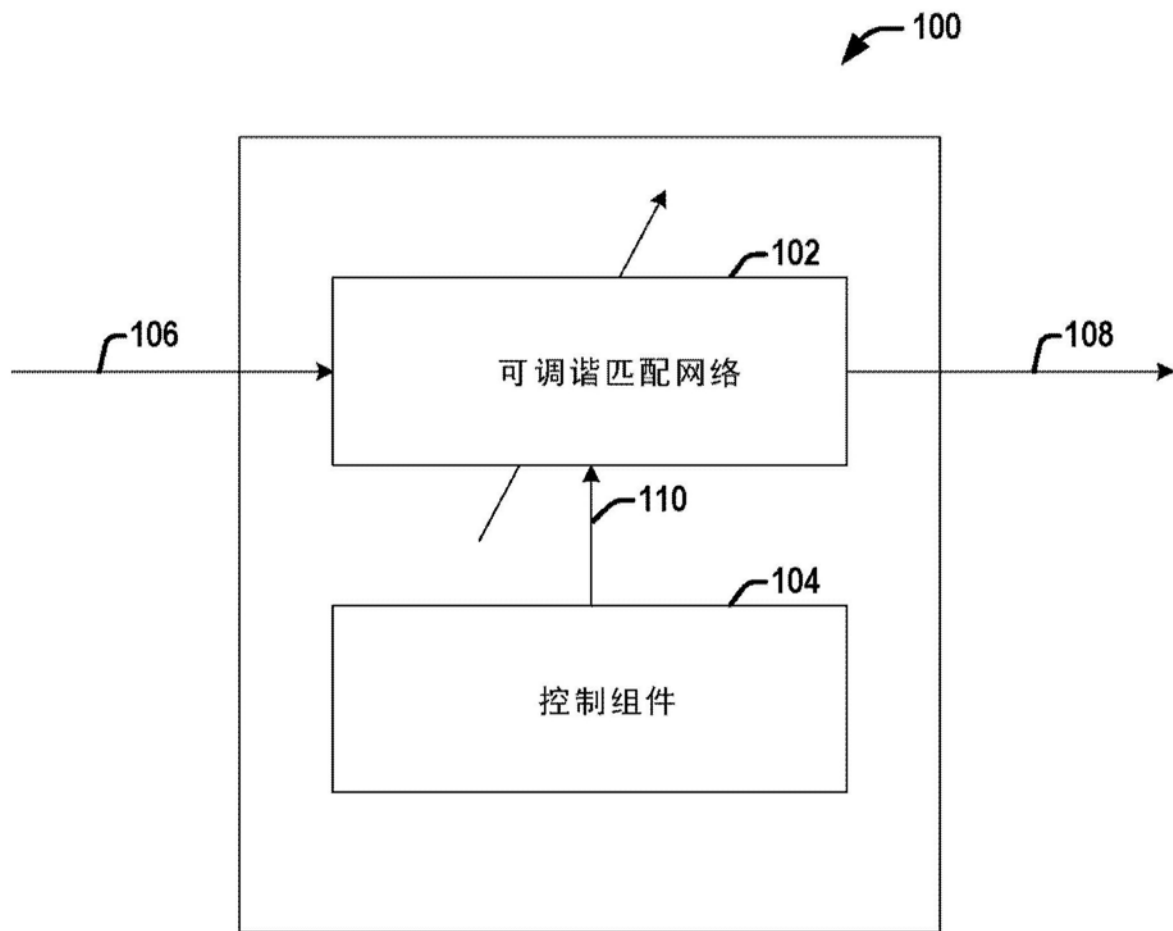


图1

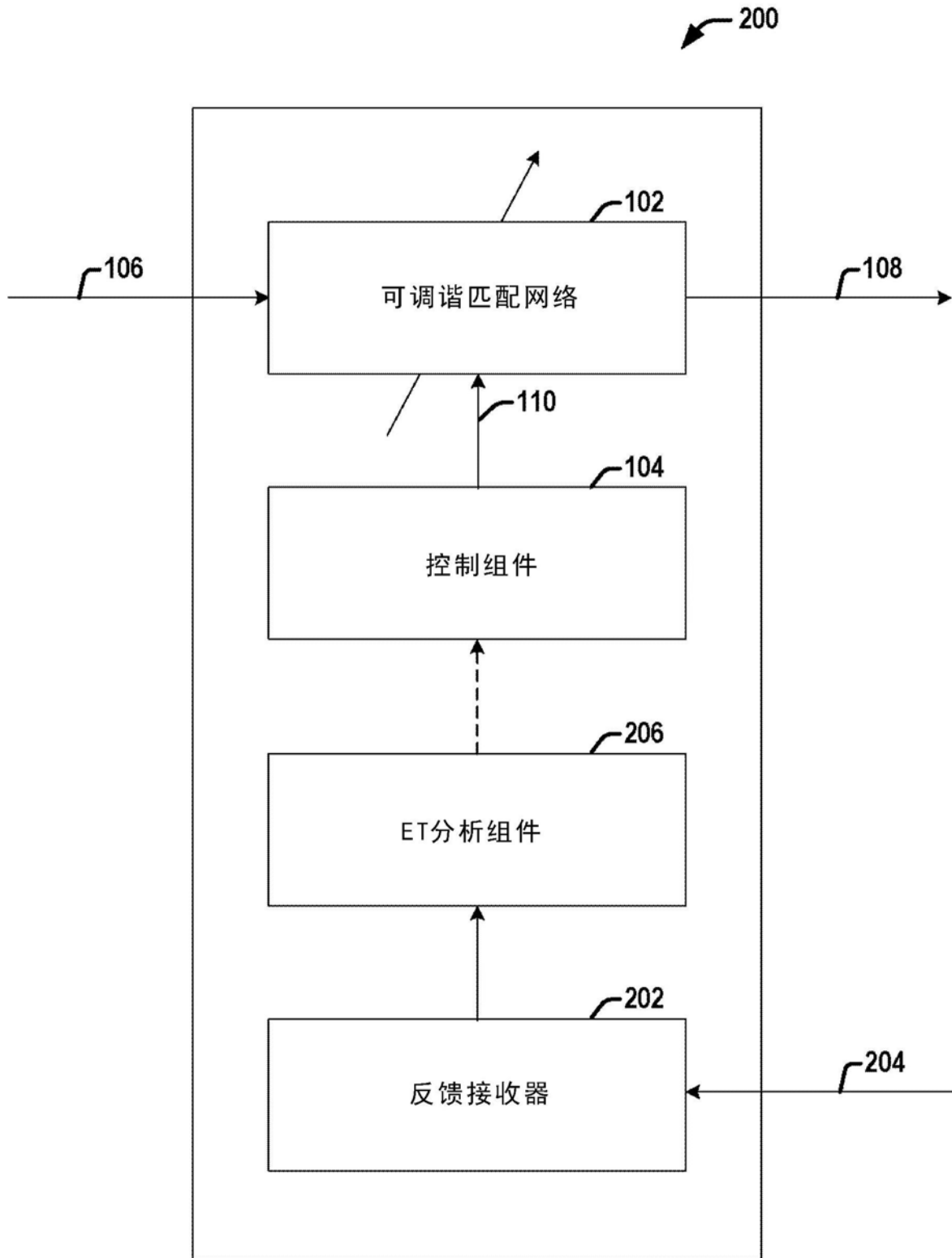


图2

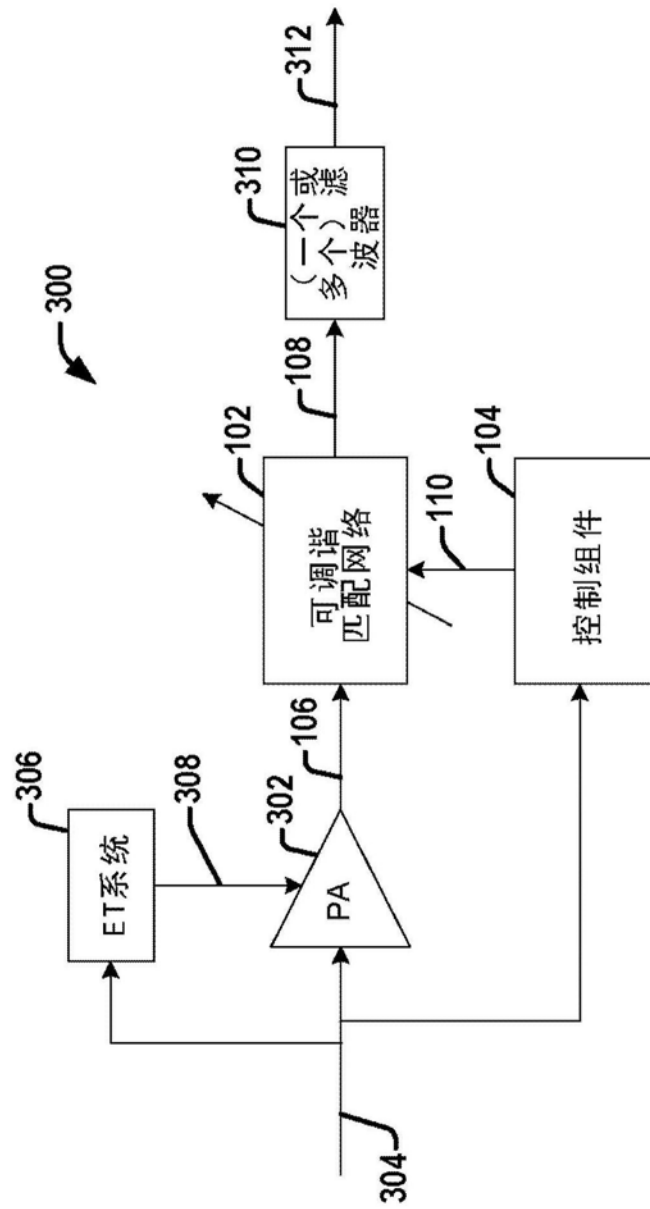


图3

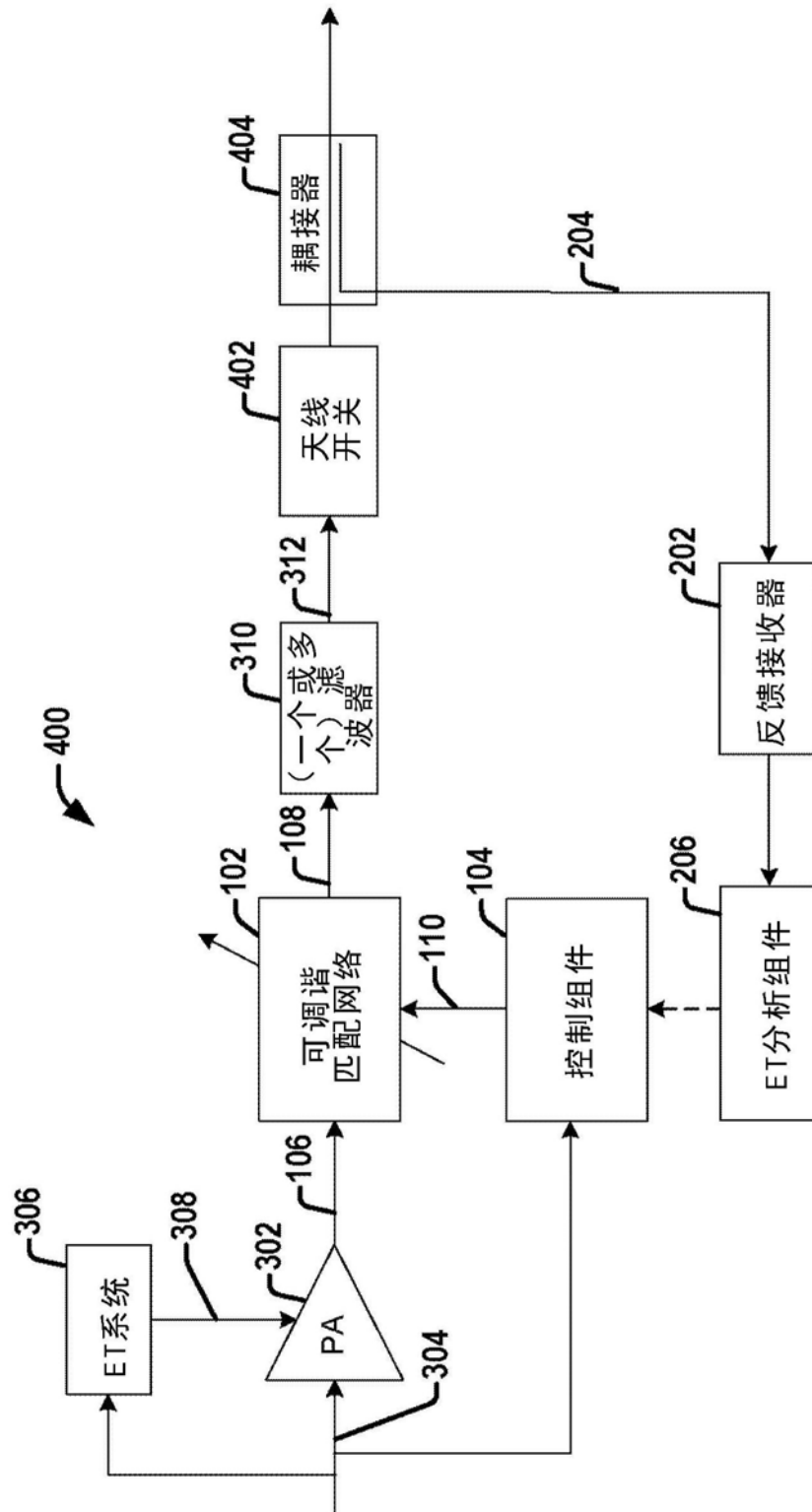


图4

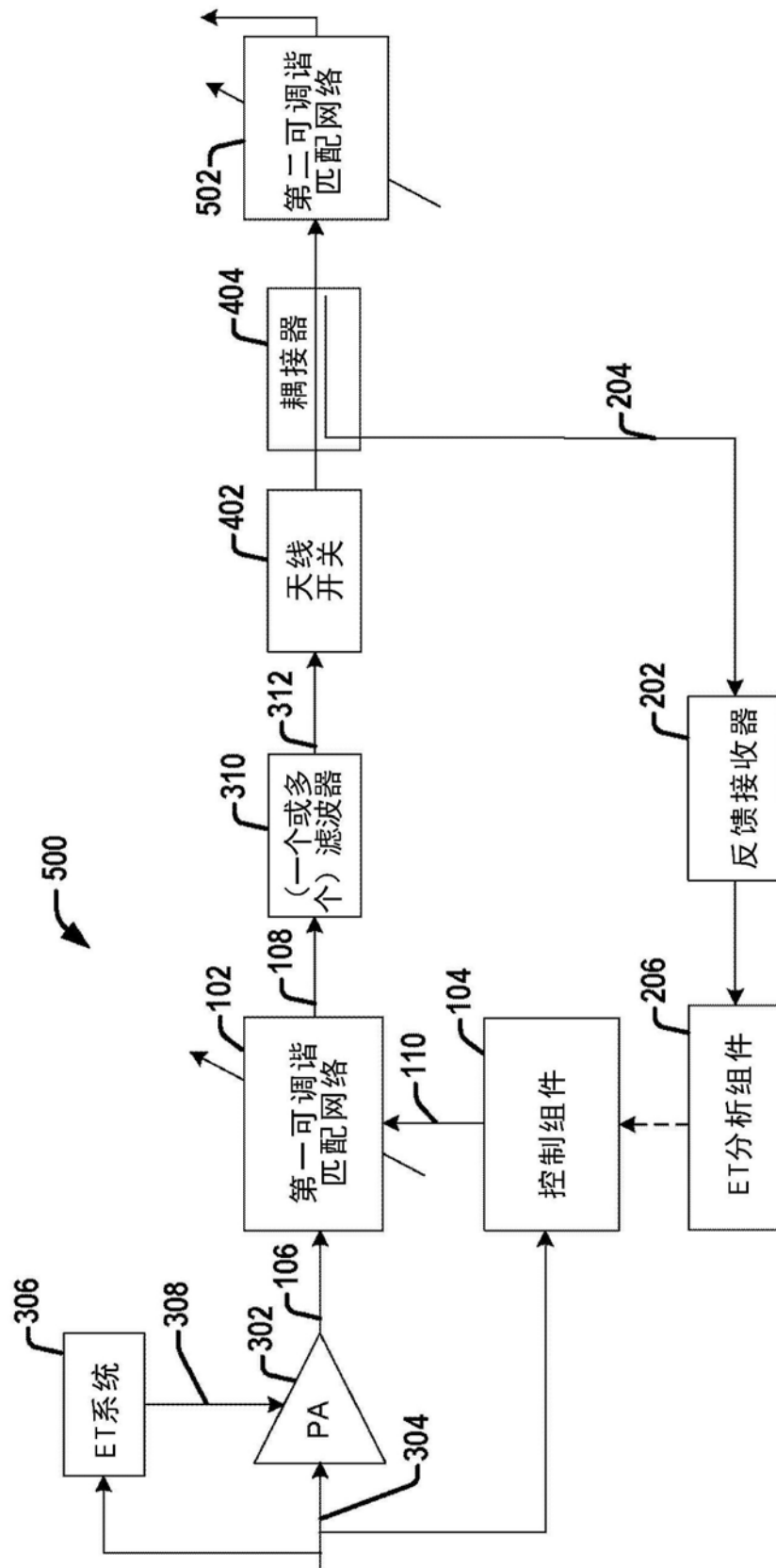


图5

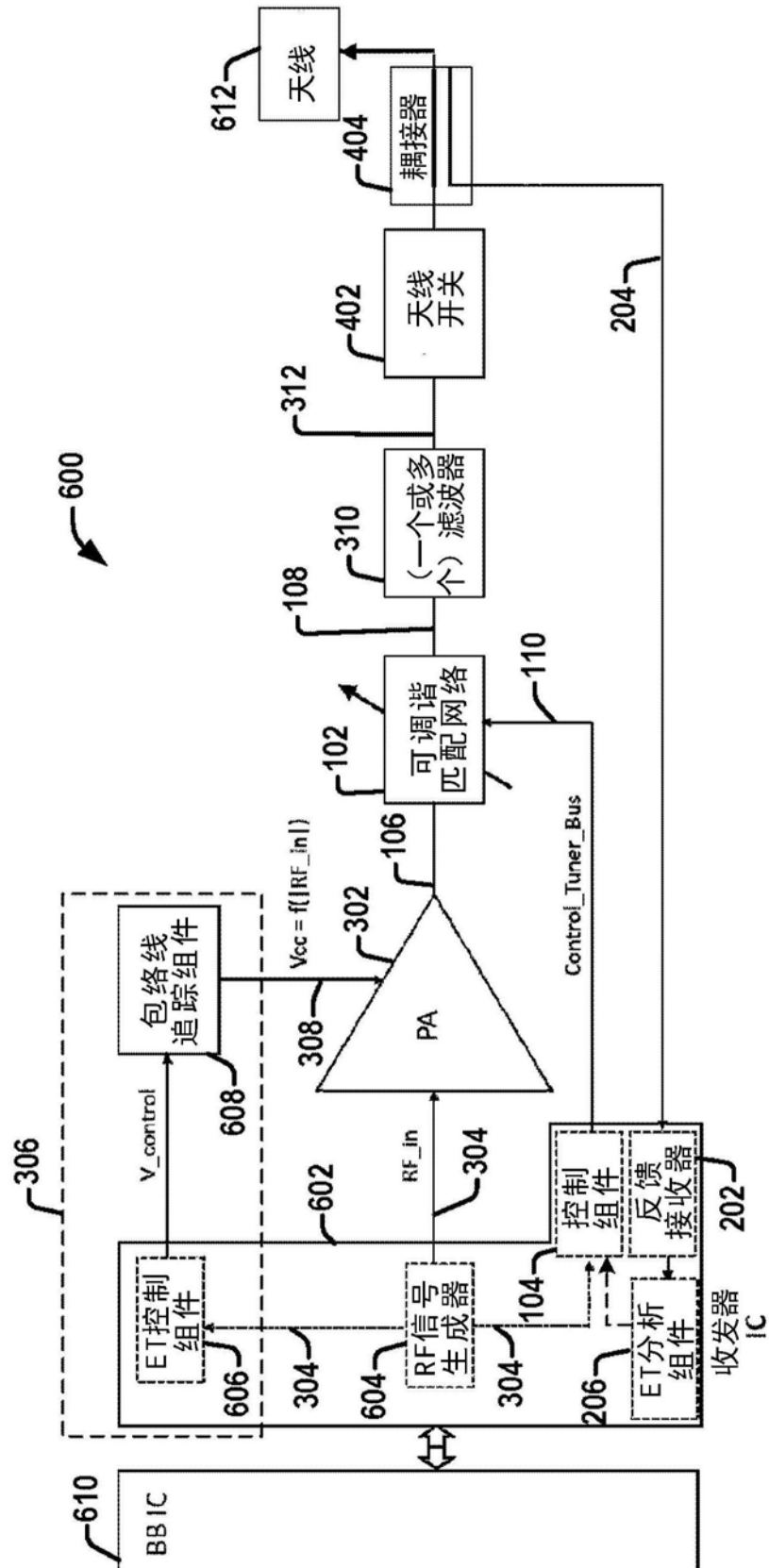


图6

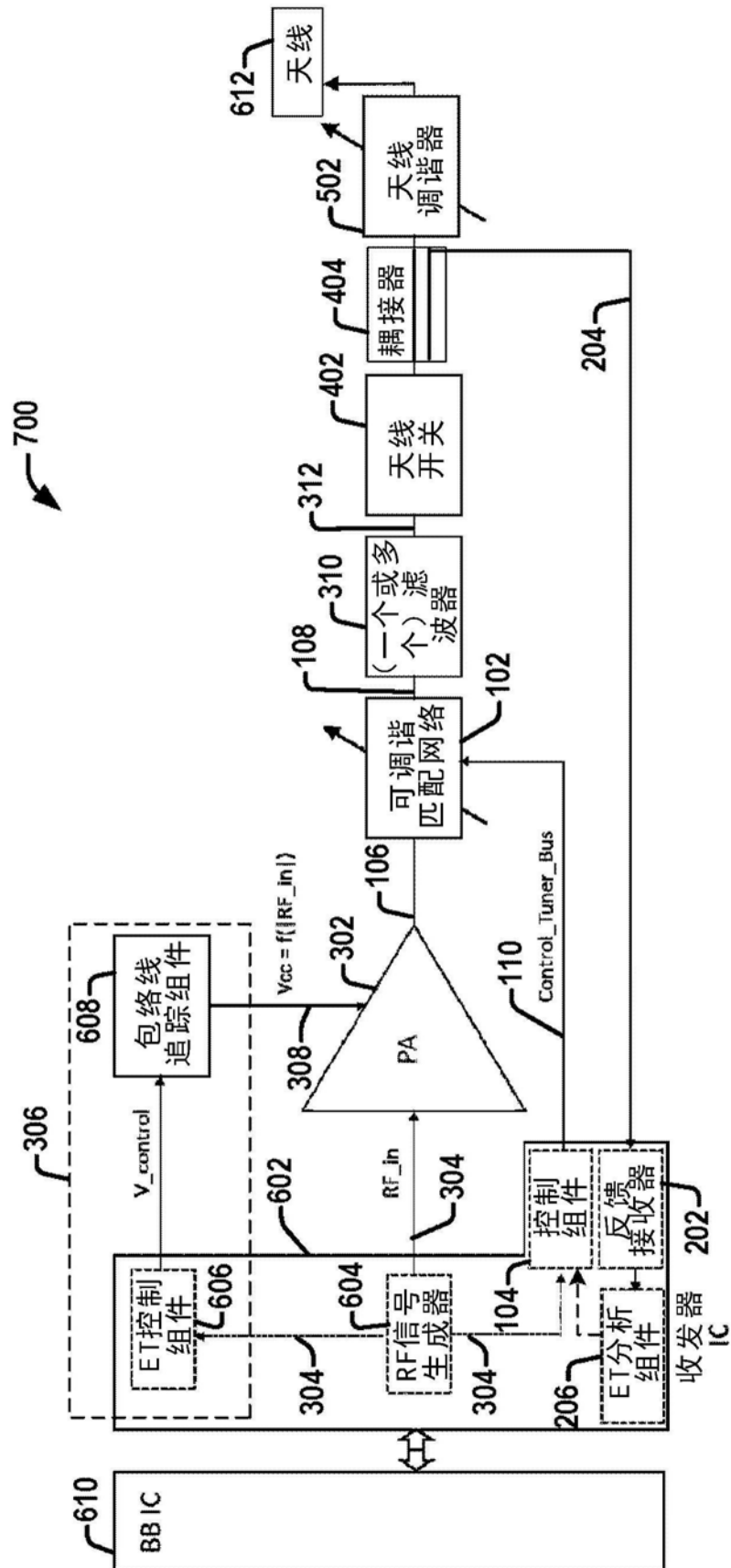


图7

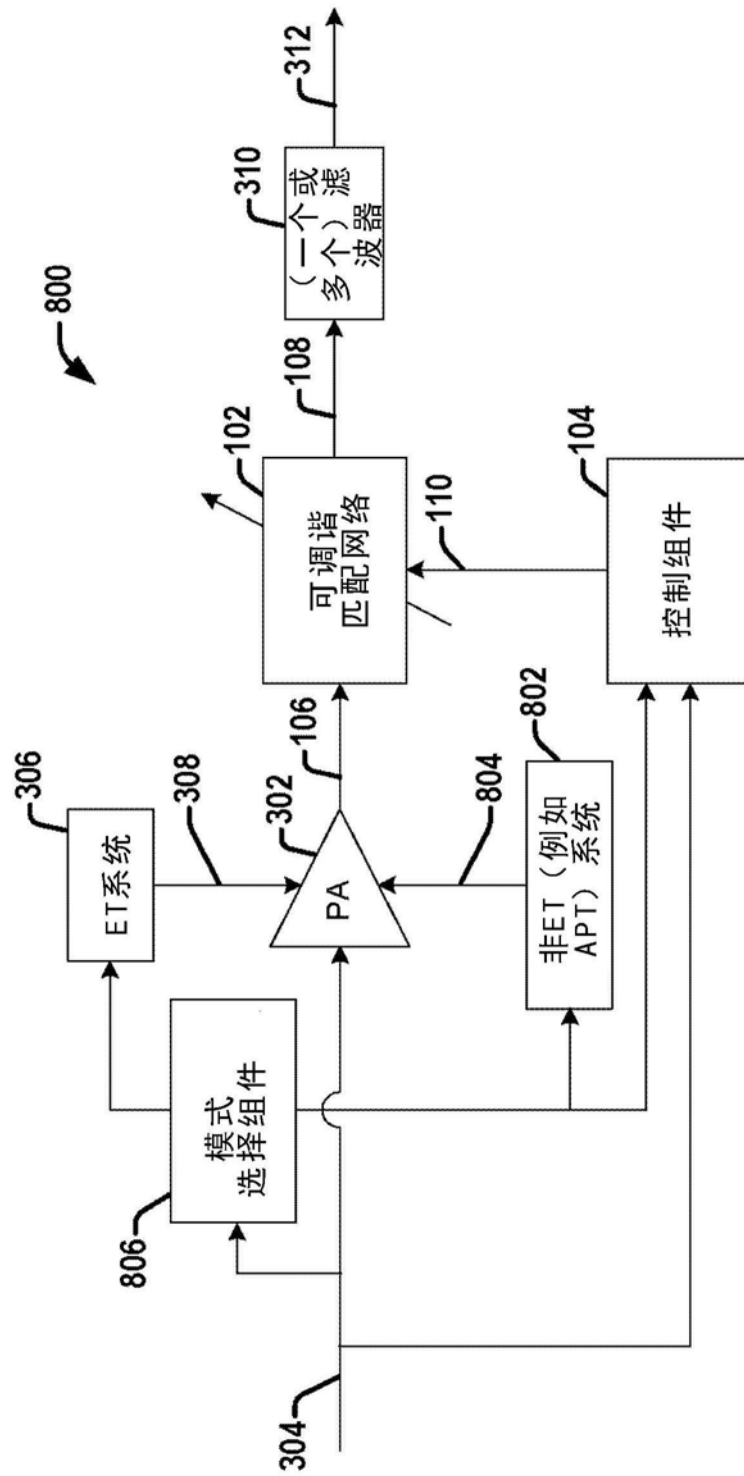


图8

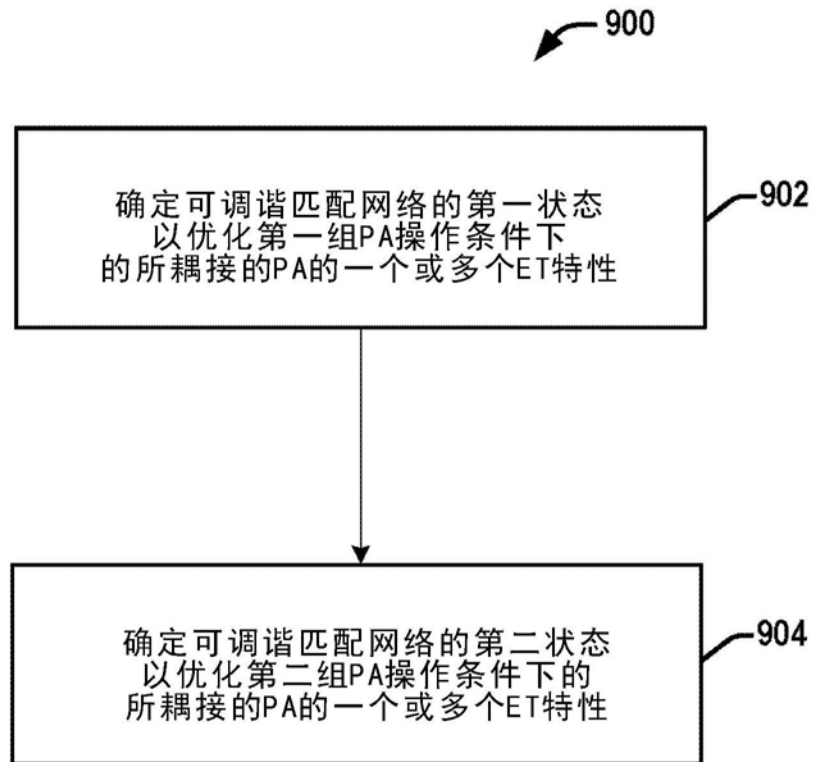


图9

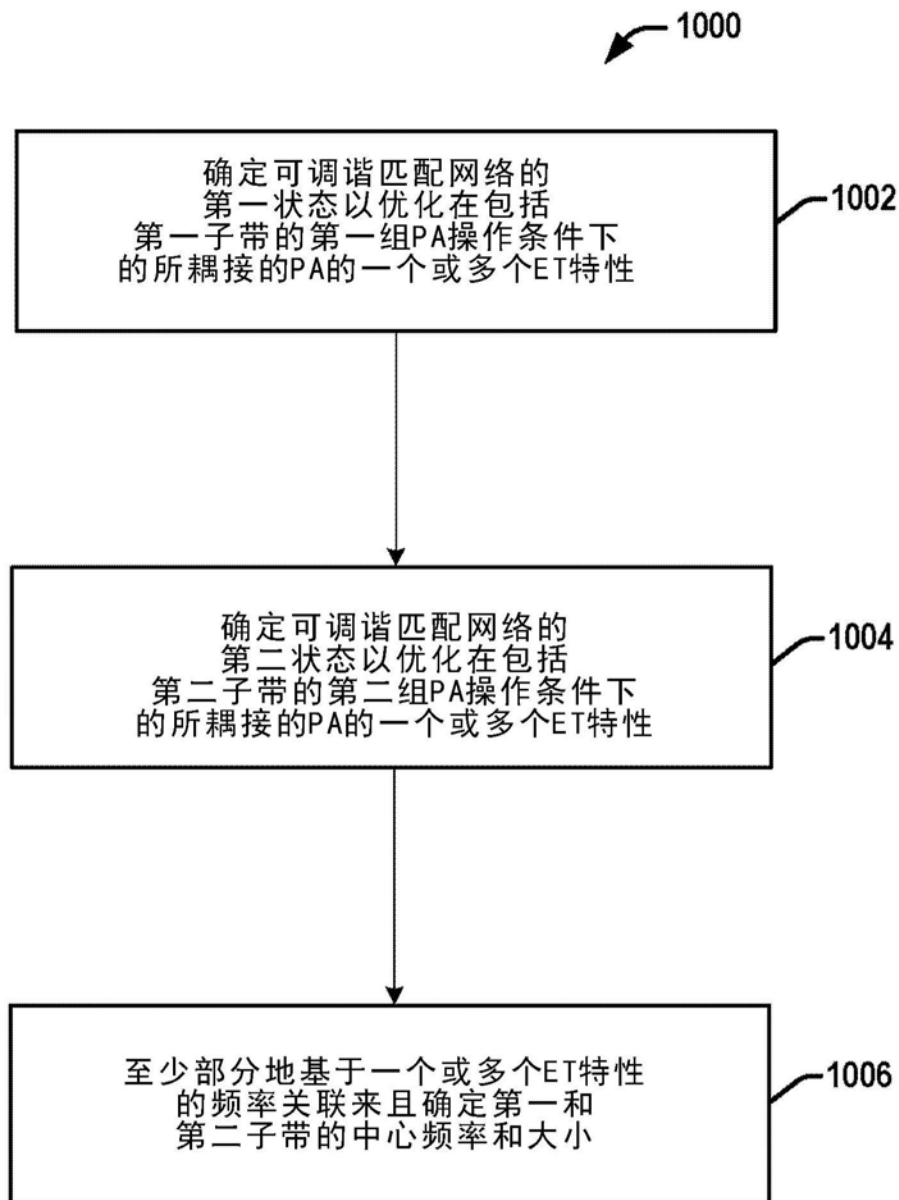


图10

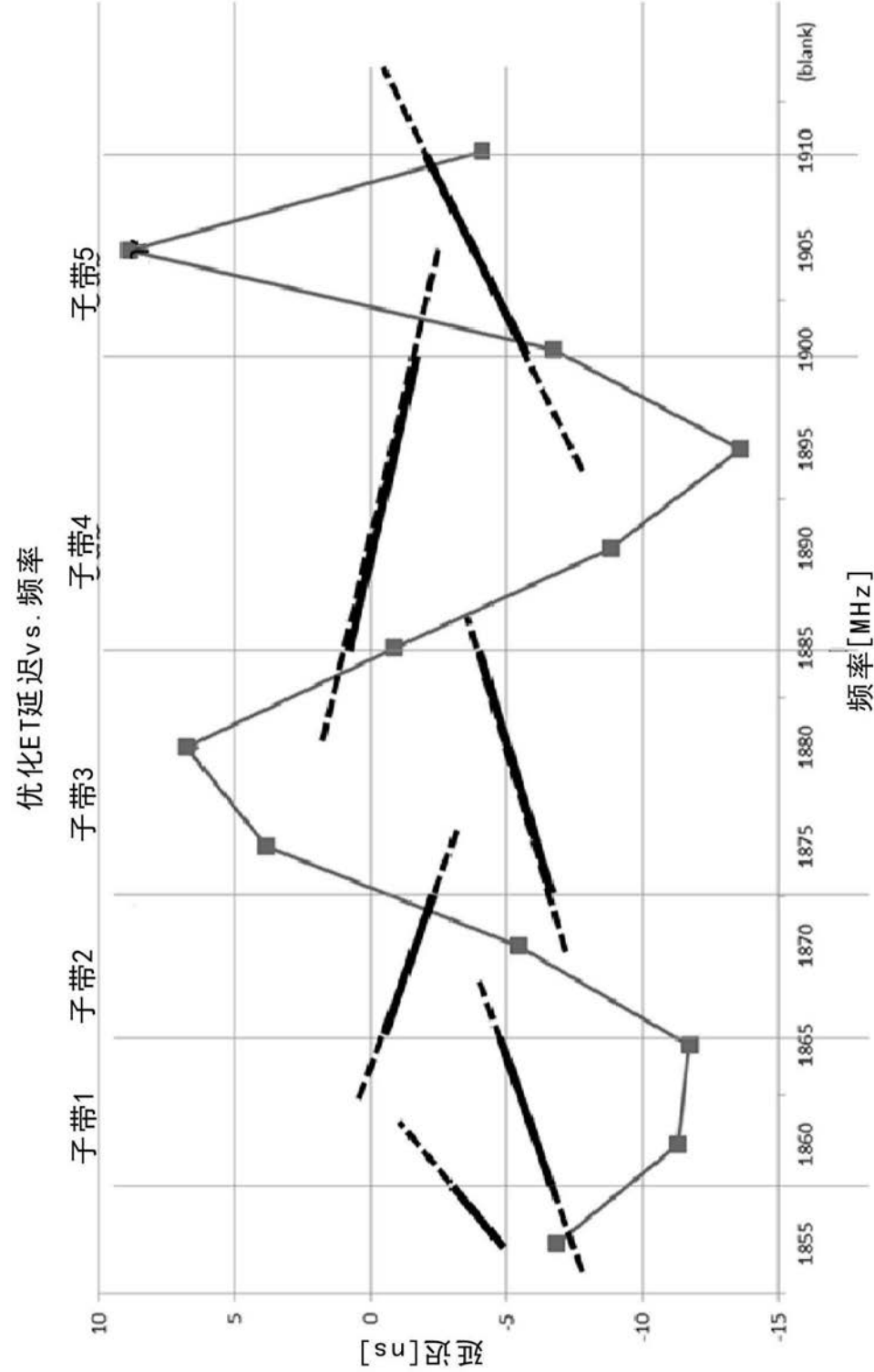


图11

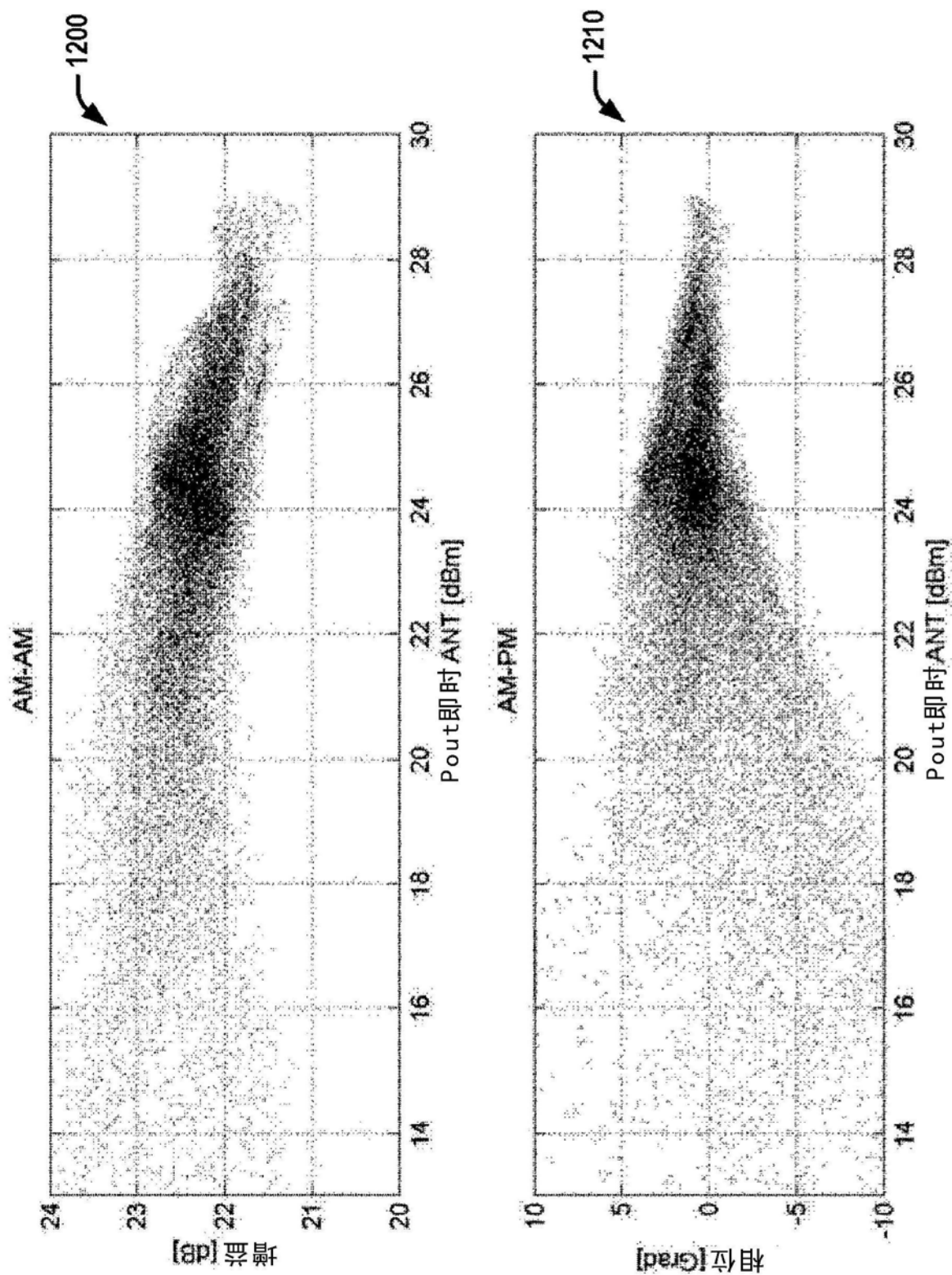


图12

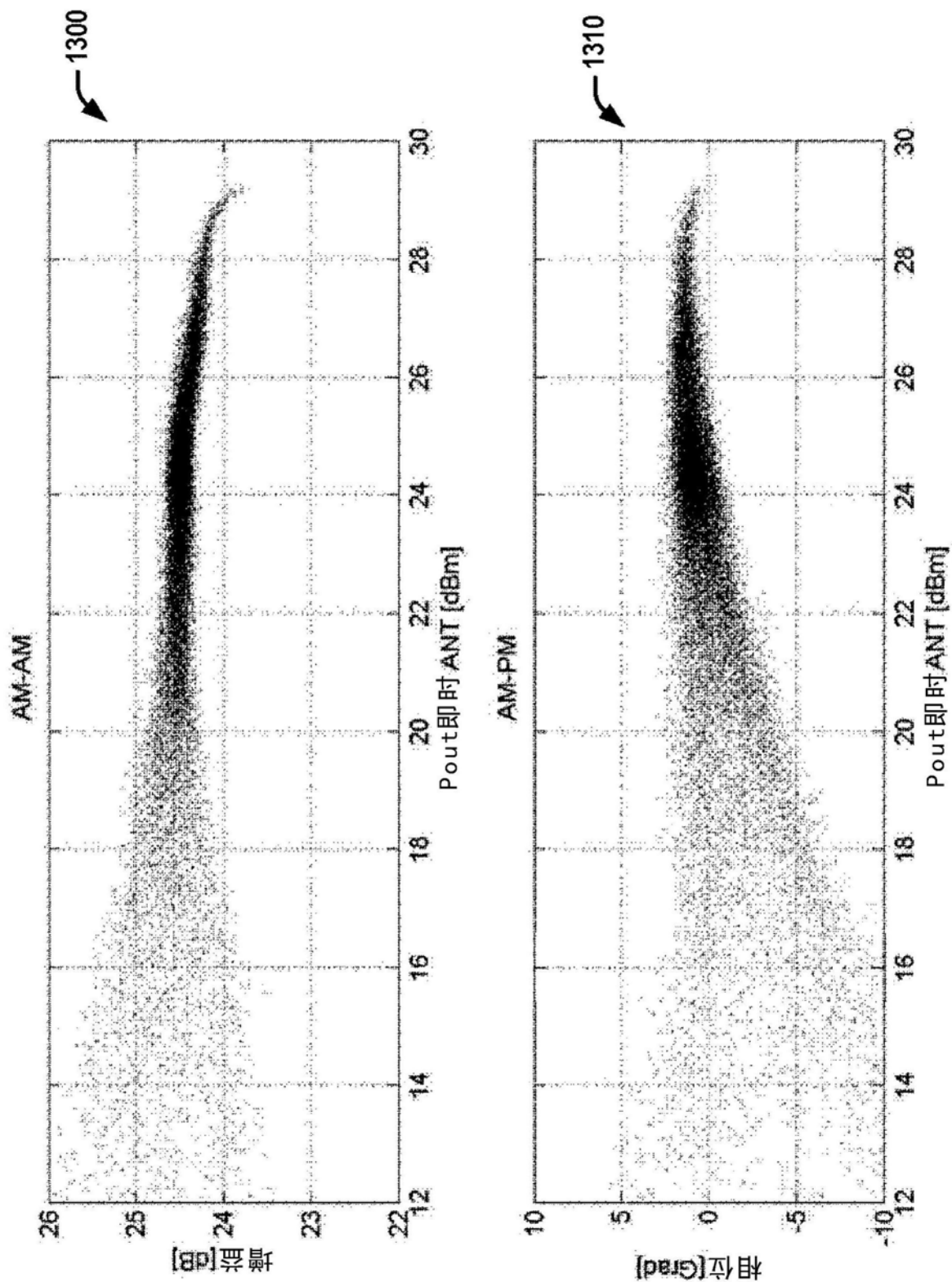


图13

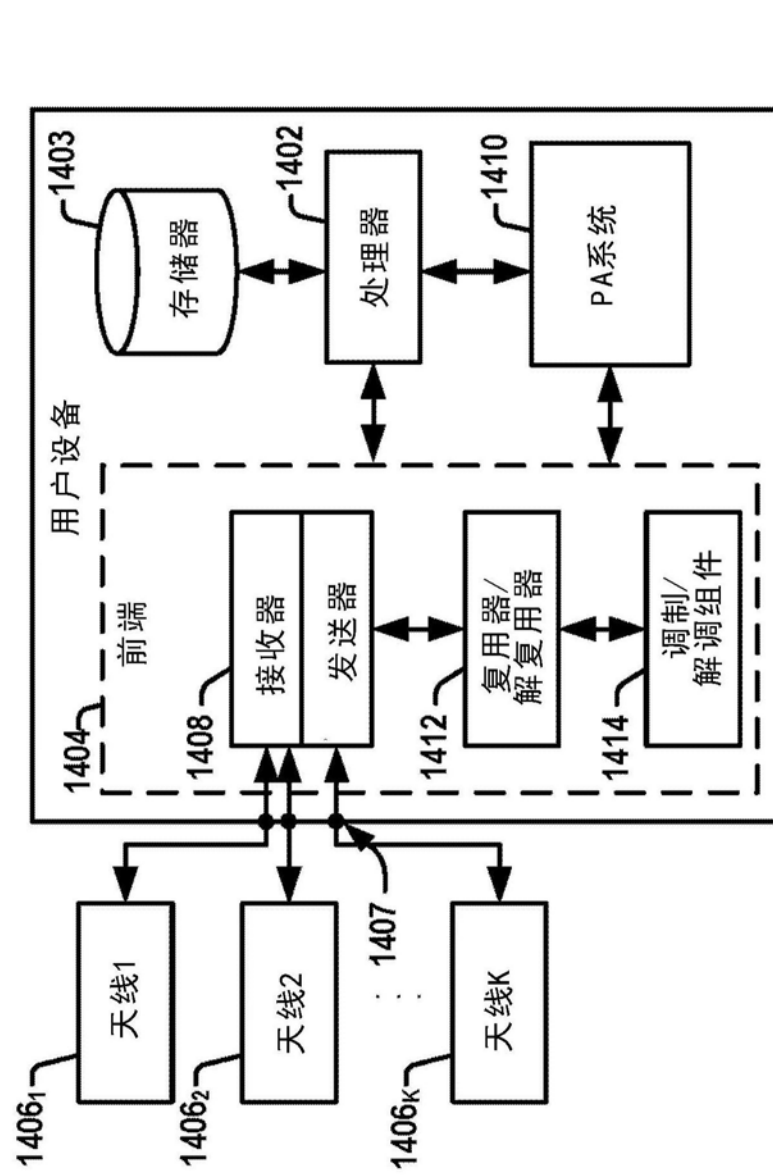


图14

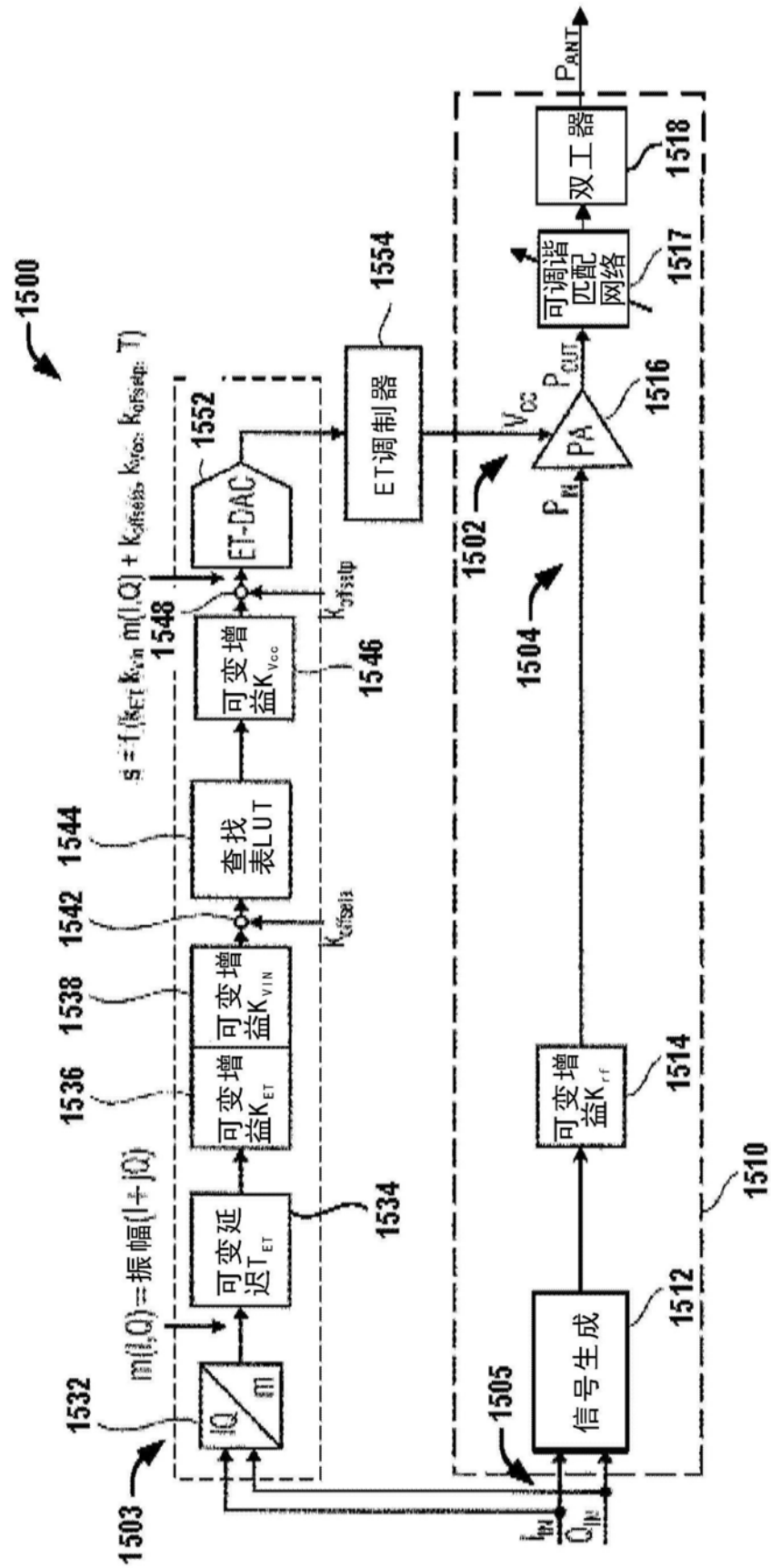


图15