



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107113720 B

(45)授权公告日 2020.05.12

(21)申请号 201580057896.X

(72)发明人 J·B·索里阿加 季庭方

(22)申请日 2015.09.24

N·布尚 K·K·穆克维利
J·E·斯米 J·姜

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107113720 A

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(43)申请公布日 2017.08.29

代理人 张扬 王英

(30)优先权数据

62/069,228 2014.10.27 US

(51)Int.CI.

14/863,408 2015.09.23 US

H04W 52/02(2009.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H04W 72/12(2009.01)

2017.04.25

H04W 84/18(2009.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/052019 2015.09.24

(56)对比文件

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/069145 EN 2016.05.06

US 8369800 B2,2013.02.05,

(73)专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

US 2013272262 A1,2013.10.17,

US 2014241265 A1,2014.08.28,

CN 102017736 A,2011.04.13,

审查员 冷静

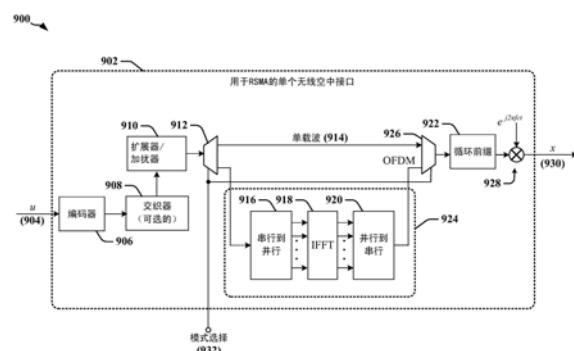
权利要求书4页 说明书25页 附图23页

(54)发明名称

用于在网状网络和广域网上进行通信的动态可重新配置无线空中接口

(57)摘要

提供了用于无线通信的方法、装置和系统。一种使用单个无线空中接口的无线通信的方法包括：配置第一设备的无线空中接口，以根据资源扩展多址技术的第一变型进行操作；使用资源扩展多址技术的第一变型，从第一设备向广域网中的基站无线地进行通信；重新配置所述无线空中接口以根据资源扩展码分多址技术的第二变型进行操作；以及在重新配置所述无线单元之后，与网状网络中的第二设备无线地通信。所述第一设备和所述第二设备以与被选择为使得所述基站忽略所述第一设备和所述第二设备之间的传输的功率电平门限相比更低的功率电平来无线地通信。



1. 一种用于无线通信的方法,包括:

根据多种操作模式之一来配置第一设备的无线单元以根据资源扩展多址 (RSMA) 技术进行操作;

在时域资源上对编码信息进行扩展,以得到单载波数据信号;

在第一操作模式中,通过所述第一设备的射频前端 (RFFE) 向广域网中的实体发送所述单载波数据信号;以及

在第二操作模式中: (a) 跨越不同的子信道对所述单载波数据信号进行扩展,以得到正交频分复用 (OFDM) 波形; (b) 通过所述RFFE向网状网络中的第二设备发送所述OFDM波形。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,在第三操作模式中,所述无线单元被配置为在时域资源和频域资源的组合上扩展数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

当所述无线单元在所述第三操作模式中操作时,从所述第一设备向所述广域网中的所述实体无线地进行发送。

4. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

当所述无线单元在所述第三操作模式中操作时,从所述第一设备向所述第二设备无线地进行发送。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

当所述无线单元在所述第二操作模式中操作时,从所述第二设备接收数据;以及

当所述无线单元随后在所述第一操作模式中操作时,将所述数据发送到所述广域网。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

聚合由所述网状网络上的多个设备发送的数据以获得聚合的数据;以及

当所述无线单元随后在所述第一操作模式中操作时,将所述聚合的数据中继到所述广域网。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,配置所述无线单元包括:

在所述第一操作模式中,配置所述无线单元使用低速率码以单载波波形来编码数据;以及

在所述第二操作模式中,配置所述无线单元使用所述低速率码以多载波正交频分复用 (OFDM) 波形来编码数据。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,操作所述无线单元包括:

配置所述无线单元在由所述第一设备接收到的调度信息所指定的第一时间使用所述第一操作模式来通信;以及

动态地重新配置所述无线单元在由所述调度信息所指定的第二时间使用所述第二操作模式来通信。

9. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

使用所述广域网的下行链路频率从所述第一设备向所述第二设备发送第一消息,其中,所述第一消息与所述广域网无关。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

当所述无线单元在所述第二操作模式中操作时,使用所述广域网的上行链路频率从所述第一设备向第三设备发送第二消息,

其中,所述第二消息与所述广域网无关。

11.根据权利要求1所述的方法,其中,所述广域网是经许可的网络,并且所述网状网络是未经许可的网络,并且其中,所述广域网中的所述实体包括基站。

12.根据权利要求1所述的方法,还包括:使用低码率对输入数据进行编码,以获得所述编码信息。

13.根据权利要求1所述的方法,其中:

在所述第一操作模式中,所述单载波数据信号是按照第一功率电平进行发送的;

所述OFDM波形是按照与所述第一功率电平相比更低的第二功率电平进行发送的;以及
所述第二功率电平被选定为小于经计算的功率电平,所述经计算的功率电平使得如果所述广域网中的所述实体接收到所述第一设备在所述第二操作模式中的数据传输,则所述广域网中的所述实体忽略所述数据传输。

14.一种被配置用于无线通信的装置,包括:

射频收发机;

第一电路,其被配置为根据单载波多址技术来对编码数据流中的数据进行编码;

第二电路,其被配置为使用正交频分复用(OFDM)调制来将所述编码数据流调制到频域资源上,以获得OFDM调制数据流;以及

第三电路,其被配置为在所述编码数据流和所述OFDM调制数据流之间进行选择以向所述射频收发机提供输入,

其中,当所述装置正在与远程网络实体进行通信时,选择所述编码数据流,所述编码数据流在时域资源上扩展,以及

其中,当所述装置正在向耦合到网状网络的设备进行发送时,选择所述OFDM调制数据流。

15.根据权利要求14所述的装置,其中,所述第三电路被配置为选择所述编码数据流和所述OFDM调制数据流的一部分以向所述射频收发机提供所述输入。

16.根据权利要求14所述的装置,其中,所述第二电路包括:

快速傅里叶逆变换(IFFT)处理器,其从所述编码数据流来产生时域OFDM符号流。

17.根据权利要求14所述的装置,其中,所述编码数据流是使用单载波波形来发送的。

18.根据权利要求14所述的装置,其中,所述编码数据流和所述OFDM调制数据流使用相关的数字编号或缩放的数字编号。

19.根据权利要求14所述的装置,其中,所述远程网络实体是经许可的无线接入网络中的基站,并且所述网状网络是未经许可的网络。

20.根据权利要求14所述的装置,还包括处理电路,其被配置为:

维护从广域网的调度实体接收到的调度信息;以及

根据所述调度信息来动态地重新配置所述第三电路,其中:

(a)在由调度信息指定的第一时间,所述处理电路被配置为控制所述第三电路,使得所述第三电路提供所述编码数据流作为向所述射频收发机的所述输入;以及

(b)在从所述调度信息导出的第二时间,所述处理电路被配置为控制所述第三电路,使得所述第三电路提供所述OFDM调制数据流作为向所述射频收发机的所述输入。

21.根据权利要求14所述的装置,其中,所述单载波多址技术采用时分双工的导频和控

制信号。

22. 一种被配置用于无线通信的装置,包括:

无线空中接口,该无线空中接口包括;

扩展器,被配置为在时域资源上对编码数据流进行扩展;

正交频分复用 (OFDM) 波形调制器,被配置为进一步将所述编码数据流跨越不同子信道进行扩展,以获得正交频分复用 (OFDM) 数据流;

射频前端 (RFFE);

切换逻辑,被配置为提供对所述RFFE的输入,并且可操作以在所述编码数据流和所述OFDM数据流之间进行选择,作为对所述RFFE的所述输入;以及

用于从包括所述编码数据流和所述OFDM数据流的多个信号中选择所述无线空中接口的输出;以及

用于根据资源扩展多址 (RSMA) 编码方案来编码输入数据的单元,其中,所述用于编码输入数据的单元提供对所述扩展器的输入,

其中,在第一操作模式中,所述用于选择所述无线空中接口的输出的单元选择所述编码数据流作为所述无线空中接口的所述输出,并且数据是在时域资源上的扩展数据,

其中,在第二操作模式中,所述用于选择所述无线空中接口的输出的单元选择所述OFDM数据流作为所述无线空中接口的所述输出,并且数据是在频域资源上的扩展数据,

其中,所述装置在所述第一操作模式中向广域网中的实体进行发送,并且

其中,所述装置在所述第二操作模式中向网状网络中的第一设备进行发送。

23. 根据权利要求22所述的装置,其中,在第三操作模式中,所述用于选择所述无线空中接口的输出的单元选择所述编码数据流和所述OFDM数据流的一部分作为所述无线空中接口的所述输出,并且其中,在所述第三操作模式中,数据是在时域资源和频域资源的组合上扩展的。

24. 根据权利要求22所述的装置,其中,所述编码数据流在所述第一操作模式中是在单载波上发送的。

25. 根据权利要求22所述的装置,其中,所述用于选择所述无线空中接口的输出的单元可操作以用于:

配置所述无线空中接口在由所述第一设备接收到的调度信息指定的第一时间使用所述第一操作模式来通信;以及

动态地重新配置所述无线空中接口在由所述调度信息指定的第二时间使用所述第二操作模式来通信。

26. 根据权利要求22所述的装置,其中,所述无线空中接口被配置为在所述第二操作模式中使用所述广域网的下行链路频率向所述第一设备发送与所述广域网无关的第一消息。

27. 根据权利要求26所述的装置,其中,所述无线空中接口被配置为在所述第二操作模式中使用所述广域网的上行链路频率向所述网状网络上的第二设备发送与所述广域网无关的第三消息。

28. 一种存储计算机可执行代码的非暂时性计算机可读介质,所述代码包括用于以下操作的指令:

根据多种操作模式之一来配置第一设备的无线单元以根据资源扩展多址 (RSMA) 技术

进行操作，

其中，在第一操作模式中，单载波数据信号是通过所述第一设备的射频前端(RFFE)向广域网中的实体进行发送的，以及

其中，在第二操作模式中：(a) 所述单载波数据信号是跨越不同子信道进行扩展的，以获得正交频分复用(OFDM)波形；以及 (b) 所述OFDM波形是通过所述RFFE向网状网络中的第二设备进行发送的。

29. 根据权利要求28所述的非暂时性计算机可读介质，其中，在第三操作模式中，所述无线单元被配置为在时域资源和频域资源的组合上扩展数据。

30. 根据权利要求29所述的非暂时性计算机可读介质，还包括用于以下操作的指令：

当所述无线单元在所述第三操作模式中操作时，从所述第一设备向所述广域网中的所述实体无线地进行发送。

31. 根据权利要求29所述的非暂时性计算机可读介质，还包括用于以下操作的指令：

当所述无线单元在所述第三操作模式中操作时，从所述第一设备向所述第二设备无线地进行发送。

32. 根据权利要求28所述的非暂时性计算机可读介质，还包括用于以下操作的指令：

当所述无线单元在所述第二操作模式中操作时，从所述第二设备接收数据；以及

当所述无线单元随后在所述第一操作模式中操作时，将所述数据发送到所述广域网。

用于在网状网络和广域网上进行通信的动态可重新配置无线 空中接口

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2014年10月27日在美国专利商标局提交的美国临时申请No. 62/069,228以及于2015年8月23日在美国专利商标局提交的美国非临时申请No. 14/863,408的优先权和权益,将上述两个美国申请的全部内容通过引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 概括地说,本申请涉及通信系统,并且更具体地说,涉及在网状网络和广域网上进行通信的低功率设备中的动态可重新配置无线空中接口。

背景技术

[0004] 为了提供诸如话音、视频、数据、消息传递和广播等各种电信服务,广泛地部署了无线通信系统。典型的无线通信系统可以采用能够通过共享可用的系统资源(例如,带宽、发射功率)来支持与多个用户进行通信的多址技术。这些多址技术的例子包括码分多址(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、和时分同步码分多址(TD-SCDMA)系统。

[0005] 在各种电信标准中已经采用了这些多址技术以提供使得不同的无线设备能在城市、国家、地区乃至全球级别进行通信的公共协议。新兴的电信标准包括第四代(4G)技术(例如长期演进(LTE))和第五代(5G)技术。LTE是对由第三代合作伙伴计划(3GPP)颁布的通用移动电信系统(UMTS)移动标准的增强集合。LTE被设计用于通过如下各项来更好地支持移动宽带互联网接入:提高频谱效率、降低成本、改善服务、利用新频谱,以及通过在下行链路(DL)上使用OFDMA、在上行链路(UL)上使用SC-FDMA以及使用多输入多输出(MIMO)天线技术来与其它开放标准更好地整合。然而,随着对移动宽带接入的需求持续增加,存在对无线通信技术的进一步改进的需求。优选地,改进应当适用于其它多址技术和采用这些技术的电信标准。

发明内容

[0006] 以下总结了本申请的一些方面,以提供对所讨论的技术的基本理解。该发明内容部分不是对本申请的所有预期特征的详尽概述,既不旨在识别本申请的所有方面的关键或关键要素,也不旨在描述本申请的任何或所有方面的范围。其唯一目的是以概述的形式呈现本申请的一个或多个方面的一些概念,作为稍后呈现的更详细描述的序言。

[0007] 在本申请的一个方面,提供了一种方法、计算机程序产品和装置,其提高可以在经许可的无线接入网络和低功率设备的网状网络上进行通信的设备的功能和操作效率。

[0008] 根据某些方面,一种用于无线通信的方法包括:配置第一设备的无线单元以根据资源扩展多址(RSMA)技术进行操作,以及根据多种操作模式中的一种操作模式来操作所述无线单元。在第一操作模式中,第一设备可以以第一功率电平向广域网中的实体无线地进

行发送。所述无线单元可以被配置为在第一操作模式中在时域资源上扩展数据。在第二操作模式中，第一设备可以以第二功率电平从第一设备向网状网络中的第二设备无线地进行发送。所述无线单元可以被配置为在第二操作模式中在频域资源上扩展数据。所述第二功率电平可以选择为小于经计算的功率电平，所述经计算的功率电平使得如果所述广域网中的所述实体接收到所述第一设备在所述第二操作模式中进行的数据传输，则所述广域网中的所述实体忽略所述数据传输。

[0009] 根据某些方面，一种被配置用于无线通信的装置的无线空中接口包括：射频发射机；第一电路，其被配置为根据单载波多址技术来对编码数据流中的数据进行编码；第二电路，其被配置为使用正交频分复用(OFDM)调制来将所述编码数据流调制到频域资源上，以获得OFDM调制数据流；以及第三电路，其被配置为在所述编码数据流和所述OFDM调制数据流之间进行选择，以向所述射频发射机提供输入。当所述装置正在与远程网络实体进行通信时，可以选择编码数据流。编码数据流可以在时域资源上扩展。当所述装置正在向耦合到网状网络的设备进行发送时，可以选择OFDM调制数据流。

[0010] 根据某些方面，一种被配置用于无线通信的装置包括：无线空中接口；用于在一个或多个射频载波上无线通信的单元，所述用于无线通信的单元包括无线空中接口；用于配置所述无线空中接口的单元，其包括被配置为从包括编码数据流和OFDM调制数据流的多个信号中选择无线空中接口的输出的逻辑电路；用于根据RSMA编码方案来编码数据的单元，其中，所述用于编码数据的单元提供编码数据流；以及用于调制所述编码数据流以获得OFDM调制数据流的单元。在第一操作模式中，所述用于配置所述无线空中接口的单元可以选择所述编码数据流作为所述无线空中接口的所述输出，并且数据是在时域资源上扩展的。在第二操作模式中，所述用于配置所述无线空中接口的单元可以选择所述OFDM调制数据流作为所述无线空中接口的所述输出，并且数据是在频域资源上扩展的。所述装置可以在所述第一操作模式中向广域网中的基站进行发送，并且所述装置可以在所述第二操作模式中向网状网络中的第一设备进行发送。

[0011] 根据某些方面，一种计算机可读介质存储了计算机可执行代码。所述代码可以由处理电路上的一个或多个处理器执行。所述代码可以包括使处理电路配置第一设备的无线单元以根据RSMA技术进行操作，并且根据多种操作模式中的一种操作模式来操作所述无线单元的指令。第一设备可以在第一操作模式中以第一功率电平向广域网中的实体无线地进行发送，其中，所述无线单元被配置为在所述第一操作模式中在时域资源上扩展数据。所述第一设备可以在第二操作模式中以第二功率电平从所述第一设备向网状网络中的第二设备无线地进行发送，其中，所述无线单元被配置为在所述第二操作模式中在频域资源上扩展数据。第二功率电平可以低于第一功率电平，并且可以小于经计算的功率电平，所述经计算的功率电平使得如果所述广域网中的所述实体接收到所述第一设备在所述第二操作模式中进行的数据传输，则所述广域网中的所述实体忽略所述数据传输。

[0012] 在结合附图阅读了下面对本发明的特定、示例性实施例的描述时，本发明的其它方面、特征和实施例对于本领域普通技术人员而言将变得清楚。虽然本发明的特征可能是相对于下面的某些实施例和附图来讨论的，但是本发明的所有实施例可以包括本文所讨论的有利特征中的一个或多个。换言之，尽管一个或多个实施例可能被讨论为具有某些有利特征，这种特征中的一个或多个特征也可以根据本文中所讨论的发明的各种实施例来使

用。以类似的方式，虽然可以在下面将示例性实施例作为设备、系统或方法实施例进行讨论，但是应当理解的是，这些示例性实施例可以以各种设备、系统和方法来实现。

附图说明

- [0013] 图1是示出了网络架构的示例的示意图。
- [0014] 图2是示出了接入网的示例的示意图。
- [0015] 图3是示出了针对用户和控制平面的无线协议架构的示例的示意图。
- [0016] 图4示出了可以在LTE分组交换网络的示例中操作的通信设备中实现的协议栈的示例。
- [0017] 图5是示出了部署在接入网络中的演进型节点B和用户设备的示例的示意图。
- [0018] 图6是示出了针对许多设备的移动台发射功率的曲线图。
- [0019] 图7示出了根据本文公开的某些方面的、低功率设备的广域网的示例。
- [0020] 图8示出了根据本文公开的某些方面的、与RSMA的单载波和OFDM 变型一起使用的空中接口的操作。
- [0021] 图9示出了根据本文公开的某些方面的、用于RSMA的单载波和OFDM 变型的单个无线空中接口的操作。
- [0022] 图10示出了使用宽松 (relaxed) 上行链路同步的某些方面。
- [0023] 图11示出了实现多用户检测 (MUD) 方案的示例的装置。
- [0024] 图12示出了根据本文公开的某些方面的、在网络用户域中提供的低功率设备的网状网络。
- [0025] 图13示出了根据本文公开的某些方面的、用于低功率设备的网状网络的频谱分配以及用于网状网络中的低功率设备发现的时序的示例。
- [0026] 图14示出了低功率设备的网状网络中的每一跳业务事务。
- [0027] 图15示出了根据本文公开的某些方面的、可以采用机会 (opportunistic) 中继的低功率设备的网络。
- [0028] 图16示出了根据本文公开的某些方面的、与低功率设备的通信选项相关的网络性能。
- [0029] 图17示出了根据本文公开的某些方面的、5G网络中的物理层或媒体接入层适配。
- [0030] 图18示出了根据本文公开的某些方面提供的、无边界的万物互联网环境。
- [0031] 图19示出了根据本文公开的某些方面的、用于灵活的频分双工的无线配置的示例。
- [0032] 图20是示出了采用可以根据本文公开的某些方面进行适配的处理电路的装置的示例的框图。
- [0033] 图21是根据本文公开的某些方面的、无线通信的第一方法的流程图。
- [0034] 图22是根据本文公开的某些方面的、无线通信的第二方法的流程图。
- [0035] 图23是示出了针对根据本文公开的一个或多个方面的装置的硬件实现的示例的示图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图所阐述的详细描述旨在作为对各种配置的描述,而不旨在表示可以实施本文描述的设计构思的唯一配置。出于提供对各种设计构思的透彻理解的目的,详细描述包括特定细节。然而,对于本领域技术人员将清楚的是,可以在不具有这些特定细节的情况下实施这些设计构思。在一些实例中,以框图的形式示出公知的结构和组件,以避免这些设计构思变模糊。

[0037] 概述

[0038] 本申请的某些方面涉及一种无线设备,其包括单个无线空中接口,所述单个无线空中接口可以被动态地重新配置以支持提供与无线接入网中的调度实体进行长距离通信的一种操作模式、并提供与网状网络中的一个或多个设备进行短距离通信的另一操作模式。无线空中接口可以根据本文公开的某些方面进行适配,使得其使用资源扩展方案对数据进行编码,并且基于通信模式来选择要在其上扩展数据的资源类型。

[0039] 无线设备可以采用可以用于在经许可的广域网(WAN)上通信的无线空中接口,以便订阅由网络运营商提供的服务,并与附近的低功率设备的网状网络进行通信。低功率设备可以包括正在以不足功率进行发送以关闭与WAN中的调度实体的连接的设备。使用单个无线空中接口用于低功率网状网络和更高功率的WAN通信,可以降低设备功率预算和设计复杂度。

[0040] 在一个示例中,第一设备可以在经许可的无线接入网络中的基站或其他调度实体的范围内,并且还可以处于能够在未经许可的网状网络中通信的一个或多个设备的范围内。第一设备可以配置其无线空中接口,以便在从第一设备到经许可的无线接入网络中的基站进行无线通信时在时域资源上扩展数据。第一设备可以配置其无线空中接口,以便在从第一设备到未经许可的网状网络中的其他设备进行无线通信时在频域资源上扩展数据。

[0041] 与当第一设备正在通过未经许可的网状网络进行通信时相比,当第一设备正在通过经许可的无线接入网络进行通信时无线空中接口可能消耗更多的功率。第一设备可以控制无线空中接口,使得在未经许可的网状网络上的传输的功率电平低于基站在经许可的无线接入网络中检测或确认的电平。在一些情况下,当未经许可的网状网络上的传输的功率电平低于基站在经许可的无线接入网络中检测或确认的电平时,第一设备可以将其无线空中接口配置为使用经许可的无线接入网络的下行链路频率和/或上行链路频率来与网状网络上的设备进行通信。

[0042] 现将参照各种装置和方法来呈现电信系统的若干方面。这些装置和方法将在下面的详细描述中进行描述,并且在附图中通过各种框、模块、组件、电路、步骤、过程、算法等等(其统称为“要素”)来示出。可以使用电子硬件、计算机软件或者其任意组合来实现这些要素。至于这些要素是实现成硬件还是实现成软件,取决于具体的应用和对整个系统所施加的设计约束条件。

[0043] 通过示例的方式,一个要素或者一个要素的任何部分或者多个要素的任意组合,可以用包括一个或多个处理器的“处理系统”来实现。处理器的例子包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、门逻辑、分立硬件电路和被配置为执行贯穿本申请所描述的各种功能的其它适当硬件。处理系统中的一个或多个处理器可以执行软件。无论被称为软件、固件、

中间件、微代码、硬件描述语言还是其它术语，软件应当被广义地解释为意味着指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行的线程、过程、函数等等。

[0044] 因此，在一个或多个示例性实施例中，所描述的功能可以以硬件、软件、固件或其任何组合来实现。如果以软件来实现，则功能可以存储或编码为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码。计算机可读介质包括计算机存储介质。存储介质可以包括计算机能够存取的可用介质的任意组合。

[0045] 本申请的某些方面涉及在通信系统中使用的低功率设备的网络。在某些情况下，这些设备可以用于较新一代的无线接入技术 (RAT)，包括第五代 (5G) 及之后的网络以及第四代 (4G) 和较早的网络。本文中通过举例的方式来描述了 4G LTE 网络架构的配置和操作，并且这也是出于简化对可以应用于多种 RAT 的某些方面的描述的目的。也就是说，尽管讨论了 LTE 网络的场景，但是本申请的各方面不受限制。相反，这样做是为了帮助读者理解某些实现方式和实施例。

[0046] 现在转向附图，图 1 是示出了 LTE 网络架构 100 的示图。LTE 网络架构 100 可以被称为演进的分组系统 (EPS)。EPS 可以包括一个或多个用户设备 (UE) 102、演进的 UMTS 陆地无线接入网 (E-UTRAN) 104、演进的分组核心 (EPC) 110、归属订户服务器 (HSS) 120 和运营商的因特网协议 (IP) 服务 122。EPS 可以与其他接入网络互连，但是为了简单起见，那些实体/接口未示出。如图所示，EPS 提供分组交换服务，然而，如本领域技术人员将容易理解的，在本申请全文呈现的各种设计构思可以扩展到提供电路交换服务的网络。

[0047] E-UTRAN 包括演进节点 B (eNB) 106 和其他 eNB 108。eNB 106 向 UE 102 提供用户和控制平面协议终止。eNB 106 可以经由回程 (例如，X2 接口) 连接到其他 eNB 108。eNB 106 还可以被称为基站、基站收发台、无线基站、无线收发机、收发机功能单元、基本服务集 (BSS)、扩展服务集 (ESS) 或某种其他适当的术语。eNB 106 向 UE 102 提供到 EPC 110 的接入点。UE 102 的示例包括蜂窝电话、智能电话、会话发起协议 (SIP) 电话、膝上型计算机、个人数字助理 (PDA)、卫星无线单元、全球定位系统、多媒体设备、视频设备、数字音频播放器 (例如，MP3 播放器)、照相机、游戏机、平板电脑、或任何其它类似功能的设备。UE 102 也可以由本领域技术人员称为移动站、订户站、移动单元、订户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动订户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手机、用户代理、移动客户端、客户端、或某种其他适当的术语。

[0048] eNB 106 通过 S1 接口连接到 EPC 110。EPC 110 包括移动性管理实体 (MME) 112、其他 MME 114、服务网关 116 和分组数据网络 (PDN) 网关 118。MME 112 是处理 UE 102 和 EPC 110 之间的信令的控制节点。通常，MME 112 提供承载和连接管理。所有的用户 IP 分组都是通过服务网关 116 来传送的，服务网关 116 本身连接到 PDN 网关 118。PDN 网关 118 提供 UE IP 地址分配以及其他功能。PDN 网关 118 连接到运营商的 IP 服务 122。运营商的 IP 服务 122 可以包括因特网、内联网、IP 多媒体子系统 (IMS) 和 PS 流式服务 (PSS)。

[0049] 图 2 是示出了 LTE 网络架构中的接入网络 200 的示例的示意图。在该示例中，将接入网络 200 划分成数个蜂窝区域 (小区) 202。一个或多个较低功率级 eNB 208 可以具有与一个或多个小区 202 重叠的蜂窝区域 210。较低功率级 eNB 208 可以是毫微微小区 (例如，家庭 eNB (HeNB))、微微小区、微小区或远程无线头端 (RRH)。每个宏 eNB 204 被分别指派给相应小区

202，并且被配置为向小区202中的所有UE 206提供到EPC 110的接入点。在接入网络200的该示例中不存在集中控制器，但是在可替代的配置中，可以使用集中式控制器。eNB 204负责所有无线相关的功能，所述功能包括无线承载控制、准入控制、移动性控制、调度、安全性以及到服务网关116的连接。

[0050] 接入网络200采用的调制和多址方案可以取决于所部署的特定电信标准而变化。在LTE应用中，在DL上使用OFDM并且在UL上使用SC-FDMA，来支持频分双工(FDD) 和时分双工(TDD)。如本领域技术人员根据以下详细描述将容易理解的，本文中呈现的各种设计构思良好地适用于LTE应用。然而，这些设计构思可以容易地扩展到采用其他调制和多址技术的其他电信标准。举例而言，这些设计构思可以扩展到演进数据优化(EV-D0) 或超移动宽带(UMB)。EV-D0和UMB是第三代合作伙伴计划2(3GPP2) 颁布的空中接口标准，其是CDMA2000标准族的一部分，并且采用CDMA 向移动台提供宽带因特网接入。这些设计构思还可以扩展到：采用宽带 CDMA(W-CDMA) 和CDMA的其它变型的通用陆地无线接入(UTRA)，例如TD-SCDMA；采用TDMA的全球移动通信系统(GSM)；以及采用 OFDMA的演进型UTRA(E-UTRA)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM。在来自3GPP组织的文档中描述了UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE和GSM。在来自3GPP2组织的文档中描述了CDMA2000和UMB。实际采用的无线通信标准和多址技术将取决于具体应用和对系统施加的整体设计约束。

[0051] eNB 204可以具有支持MIMO技术的多个天线。MIMO技术的使用使得eNB 204能够利用空间域来支持空间复用、波束成形和发射分集。空间复用可以用于在同一频率上同时发送不同的数据流。可以将数据流发送给单个UE 206以提高数据速率，或发送给多个UE 206以提高整体系统容量。这可以通过对每个数据流进行空间预编码(即，施加对振幅和相位的缩放) 并且随后通过DL上的多个发送天线来发送每个空间预编码的流来实现。到达UE 206处的空间预编码的数据流具有不同的空间签名，这使得每个UE 206能够恢复去往UE 206的一个或多个数据流。在UL，每个UE 206发送空间预编码的数据流，这使得eNB 204能够识别每个空间预编码数据流的源。

[0052] 当信道状况良好时，通常使用空间复用。当信道状况不太有利时，可以使用波束成形来将传输能量集中到一个或多个方向上。这可以由对通过多个天线发送的数据进行空间预编码来实现。为了在小区的边缘处获得良好的覆盖，单个流波束成形传输可以与发射分集结合使用。

[0053] 在下面的详细描述中，将参考在DL上支持OFDM的MIMO系统来描述接入网络的各个方面。OFDM是在OFDM符号内的数个子载波上调制数据的技术。子载波以精确的频率间隔开。间隔提供了使得接收机能够从子载波恢复数据的“正交性”。在时域中，可以向每个OFDM符号添加保护间隔(例如，循环前缀) 以对抗OFDM符号间干扰。UL可以使用DFT扩展 OFDM信号的形式的SC-FDMA以补偿高的峰均功率比(PAPR)。

[0054] 网络(包括分组交换网络)可以以多个分层协议层来构造，其中，较低的协议层向上层提供服务，并且每个层负责不同的任务。图3是示出了用于LTE实现中的用户平面和控制平面的无线协议架构的示例的示意图300。用于UE和eNB的无线协议架构显示为具有三层：层1、层2和层3。层1(L1层)是最底层，并且实现各种物理层信号处理功能。L1层在本文中将被称为物理层306。层2(L2层) 308高于物理层306，并且负责物理层306 上的、UE和eNB之间的链路。

[0055] 在用户平面中, L2层308包括介质访问控制 (MAC) 子层310、无线链路控制 (RLC) 子层312和分组数据汇聚协议 (PDCP) 子层314, 这些子层终止于网络侧的eNB处。尽管图中没有示出, 但是UE可以具有比L2 层308更高的若干上层, 其中, 所述若干上层包括: 终止于网络侧的PDN 网关118处的网络层(例如, IP层)、和终止于连接的另一端(例如远端 UE、服务器等)处的应用层。

[0056] PDCP子层314提供不同的无线承载和逻辑信道之间的复用。PDCP子层314还提供针对上层数据分组的报头压缩以减少无线传输开销, 通过加密数据分组提供安全性, 并且为UE提供在eNB之间的切换支持。RLC子层312提供上层数据分组的分段和重组、丢失数据分组的重传、以及数据分组的重新排序以补偿由混合自动重传请求 (HARQ) 导致的无序接收。MAC子层310提供逻辑信道和传输信道之间的复用。MAC子层310还负责在UE之间分配一个小区中的各种无线资源(例如, 资源块)。MAC子层 310还负责HARQ操作。

[0057] 在控制平面中, 用于UE和eNB的无线协议架构对于物理层306和L2 层308是基本相同的, 但例外的是: 对于控制平面而言没有报头压缩功能。控制平面还包括层3 (L3层) 中的无线资源控制 (RRC) 子层316。RRC 子层316负责获取无线资源(即, 无线承载) 并且负责使用eNB和UE之间的RRC信令来配置较低的层。

[0058] 广域网中的无线链路建立

[0059] 诸如接入终端、UE、移动设备等通信设备可以使用一个或多个注册、附着、设置和/或其他过程, 通过WAN来建立与订阅网络的连接。例如, LTE网络中的无线链路建立可以涉及在接入节点(其提供对网络的接入) 和通信设备之间建立一个或多个无线承载。无线链路建立通常包括安全激活交换。随后, 可以在无线链路上建立会话承载(其可以是逻辑承载或逻辑信道), 可以在会话承载上建立一个或多个服务和/或通信。会话承载、服务和/或通信可以由一个或多个安全密钥来保护。作为会话承载建立的一部分, 可以进行认证请求和/或一个或多个密钥交换。在根据LTE兼容协议进行操作的网络中, 可以由通信设备基于一个或多个网络实体提供的算法来导出密钥。

[0060] 图4示出了可以在位于LTE分组交换网络中操作的通信设备中实现的协议栈的示例。在该示例中, LTE协议栈402包括物理 (PHY) 层404、介质访问控制 (MAC) 层406、无线链路控制 (RLC) 层408、分组数据汇聚协议 (PDCP) 层411、RRC层412、非接入层 (NAS) 层414、以及应用 (APP) 层416。NAS层414下面的层通常被称为接入层 (AS) 层403。

[0061] RLC层408可以包括一个或多个信道410。RRC层412可以为用户装置实现各种监测模式, 包括连接状态和空闲状态。NAS层414可以维护通信设备的移动性管理上下文、分组数据上下文和/或其IP地址。注意, 在协议栈402中可能存在其他层(例如, 在所示层的上方、下方和/或之间), 但是出于说明的目的已经被省略。可以例如在RRC层412和/或NAS层414 处建立无线/会话承载413。最初, 可能在不安全的公共控制信道 (CCCH) 上发送(未受保护或未加密)去往通信设备和/或来自通信设备的通信。NAS 层414可以由通信设备和MME用于生成安全密钥。在建立这些安全密钥之后, 可以在专用控制信道 (DCCH) 上发送包括信令、控制消息和/或用户数据的通信。可以在服务请求、附着请求和跟踪区域更新 (TAU) 请求时重用NAS上下文。

[0062] 图5是在接入网络中与UE 550进行通信的eNodeB 510的框图500。在 DL中, 向控制器/处理器575提供来自核心网的上层分组。控制器/处理器 575实现L2层的功能。在DL中,

控制器/处理器575提供报头压缩、加密、分组分段和重新排序、逻辑信道和传输信道之间的复用、以及基于各种优先级度量来针对UE 550的无线资源分配。控制器/处理器575还负责HARQ操作、对丢失分组的重发、以及去往UE 550的信令。

[0063] 发送(TX)处理器516实现L1层(即物理层)的各种信号处理功能。信号处理功能包括:编码和交织以促进UE 550处的前向纠错(FEC),以及基于各种调制方案(例如,二进制相移键控(BPSK)、正交相移键控(QPSK)、M相移键控(M-PSK)、M正交幅度调制(M-QAM))到信号星座进行映射。随后将经编码和经调制的符号分离成并行流。随后将每个流映射到OFDM子载波、在时域和/或频域上与参考信号(例如导频)进行复用,随后使用快速傅里叶逆变换(IFFT)组合在一起以产生携带时域OFDM符号流的物理信道。对OFDM流进行空间预编码以产生多个空间流。来自信道估计器574的信道估计可以用于确定编码和调制方案、以及用于空间处理。信道估计可以从参考信号和/或由UE 550发送的信道状况反馈推导出。随后经由单独的发射机518TX将每个空间流提供给不同的天线520。每个发射机518TX用相应空间流来调制射频(RF)载波以进行传输。

[0064] 在UE 550处,每个接收机554RX通过其相应的天线552接收信号。每个接收机554RX恢复调制到RF载波上的信息并且向接收(RX)处理器556提供所述信息。RX处理器556实现L1层的各种信号处理功能。RX处理器556执行对信息的空间处理以恢复去往UE 550的任何空间流。如果多个空间流要去往UE 550,则RX处理器556可以将它们组合成单个OFDM符号流。随后RX处理器556使用快速傅里叶变换(FFT)将OFDM符号流从时域转换到频域。频域信号包括针对OFDM信号的每个子载波的单独OFDM符号流。通过确定由eNB 510发送的最可能的信号星座点,来恢复和解调每个子载波上的符号和参考信号。这些软决定可以基于由信道估计器558所计算的信道估计。随后,对软决定进行解码和解交织以恢复最初由eNB 510在物理信道上发送的数据和控制信号。随后,将数据和控制信号提供给控制器/处理器559。

[0065] 控制器/处理器559实现L2层。控制器/处理器可以与存储有程序代码和数据的存储器560相关联。存储器560可以称为计算机可读介质。在UL中,控制器/处理器559提供了传输信道和逻辑信道之间的解复用、分组重组、解密、报头解压缩、控制信号处理,以恢复来自核心网的上层分组。随后向数据宿562提供上层分组,数据宿562表示比L2层更高的所有协议层。还可以向数据宿562提供各种控制信号用于L3处理。控制器/处理器559也负责使用确认(ACK)和/或否定确认(NACK)协议进行检错以支持HARQ操作。

[0066] 在UL中,使用数据源567来向控制器/处理器559提供上层分组。数据源567表示比L2层更高的所有协议层。类似于结合由eNB 510进行的DL传输来描述的功能,控制器/处理器559基于由eNB 510进行的无线资源分配,通过提供报头压缩、加密、分组分段和重新排序、以及逻辑信道和传输信道之间的复用,来实现针对用户平面和控制平面的L2层。控制器/处理器559还负责HARQ操作、丢失分组的重发、和去往eNB 510的信令。

[0067] TX处理器568可以使用由信道估计器558从参考信号或由eNB 510发送的反馈推导出的信道估计来选择合适的编码和调制方案,以及促进空间处理。可以经由单独的发射机554TX向不同的天线552提供由TX处理器568产生的空间流。每个发射机554TX用相应空间流来调制RF载波以进行传输。

[0068] 以类似于结合UE 550处的接收机功能所描述的方式在eNB 510处对UL传输进行处理。每个接收机518RX通过其相应的天线520接收信号。每个接收机518RX恢复调制到RF载

波上的信息并且向RX处理器570提供所述信息。RX处理器570可以实现L1层。

[0069] 控制器/处理器575实现L2层。控制器/处理器575可以与存储有程序代码和数据的存储器576相关联。存储器576可以被称为计算机可读介质。在UL中,控制器/处理器575提供传输信道和逻辑信道之间的解复用、分组重组、解密、报头解压缩、控制信号处理,以恢复来自UE 550的上层分组。可以向核心网提供来自控制器/处理器575的上层分组。控制器/处理器 575还负责使用ACK和/或NACK协议来检错,以支持HARQ操作。

[0070] 如上所述,申请人已经讨论了示例性LTE型网络,来为读者提供某些实现的基础。下面,申请人讨论了启用并提供额外的通信网络设备、方法和系统的额外的设计构思、实现方式和实施例,其包括用于在网状网络和广域网上进行通信的低功率设备中的动态可重新配置无线空中接口的一个或多个特征。

[0071] 低功耗设备的广域网

[0072] 随着普遍存在的网络接入的出现以及在日益增长的数量的设备和传感器中提供无线通信能力,存在对持续改进对这种无线能力设备和传感器的访问的需要。设备和传感器通常配备有低功率无线发射机,并且通常被配置为连接到具有有限物理范围(其可能小于几百米)的局域网。大部分无线能力的设备和传感器具有不足以直接接入WAN的功率,所述WAN可以例如由使用经许可的RF频谱的电信运营商来操作。

[0073] WAN通常要求设备以足够高的功率进行发送,以到达可能具有以数公里为测量单位的覆盖半径的基站或小型小区。在一个示例中,可能需要设备以23dBm或更大的功率电平进行发送,以到达基站。图6是来自CDMA 发展组织的曲线,其示出了通过累积分布函数(CDF)测量的、用于许多设备的移动台(MS)发射功率。可以观察到,对于大多数用户来说,关闭链路所需的中等发射功率大约为-2dBm或更小,但是当低功率设备产生额外的损耗时(例如,来自去除设备上的PA、预期20dB上行链路损耗),则网络中几乎一半的节点可能以峰值功率进行操作,在某些情况下无法关闭当前最低数据速率要求。

[0074] 例如,将关闭链路所需的发射功率降低到0dBm可以使较低功率的设备能够在WAN 中操作,但是可能需要长时间的传输来关闭上行链路,其与使用额外的功率放大器的替代方案相比可能导致较低的总体能量效率。将低功率设备连接到WAN的常规方法是分段的,并且包括未经许可的网状网络和蜂窝接入的不同组件。

[0075] 根据本文公开的某些方面提供的经管理的通信系统可以有效地实现支持低功率设备的广域网的直接和网状网络。在经管理的通信系统中,可以提供单个可重新配置的无线空中接口,所述无线空中接口用于到基站的长距离无线通信链路和低功率设备之间的短距离网状链路。低功率设备可以支持如本文所述的一个或多个RSMA接口。在一个示例中,可以使用低速率信道码来提供多址,其可以用于在频域和/或时域资源上对数据进行编码。根据某些方面,可以采用网状网络来携带来自低功率设备的上行链路通信,并且广域网可以使用直接下行链路传输来向低功率设备发送数据和控制信息。根据某些方面,可以在经管理的直接和网状接入环境中灵活地使用经许可的FDD频谱。

[0076] 用于网状和直接链路的单个无线空中接口

[0077] 图7是示出了根据本文公开的某些方面,可以被配置为使用上行链路网状、下行链路直接(UMDD)通信的低功率设备700的广域网的示例的图示。低功率设备700的广域网可以采用跨越直接通信链路718、720和网状网络连接728、730、732可适配的RSMA方案。低功率设

备的广域网700 可以包括因特网704，并且所述低功率设备的广域网700可以被称为万物联网 (IoE) 或物联网 (IoT)。

[0078] 设备可以被认为是具有数个特征的低功率设备。例如，当设备以低于功率电平门限的功率电平进行发送时，其可以是低功率设备，所述功率电平门限使得或导致其传输被经许可的无线接入网络中的基站或其他实体忽略。可以根据低功率设备的最大发射功率来对其进行分类，所述最大发射功率可以限制通信范围。例如，IEEE 802.15.4标准通常用于传输范围小于 10米的网络，并且定义了最小功率电平为-3dBm (0.5mW)，并根据应用来将发射功率限制为0dBm (1mW)、4dBm (2.5mW)、或20dBm (100mW)。功率电平的确定可以基于有效辐射功率或等效辐射功率 (ERP) 或有效各向同性辐射功率 (EIRP)。可以将ERP理解为通过计算系统损失和系统增益而得到的标准化理论测量。可以采用EIRP来考虑波束成形和其他输出功率集中因子。在一个示例中，多个低功率设备706、708、710、712、714中的每一个可以被称为IoE设备，并且可以具有0dBm的减小的发射功率。

[0079] 在一些示例中，当设备以经计算或预期为不被广域网中的调度实体和/或其他设备发现的功率电平进行发送时，可以认为其是低功率设备。在一些示例中，可以将低功率设备的发射功率可以选择为小于门限功率电平。门限功率电平可以是由网络实体预定或配置的，和/或门限功率电平可以是根据从一个或多个接入终端、基站、调度实体或其他设备接收到的测量结果和其他信息来计算的。如果广域网中的实体接收到传输，则可以将门限功率电平计算为使得广域网中的实体忽略由低功率设备进行的数据传输。在一个示例中，可以将门限功率电平计算为对应于在调度实体、基站等处能检测到的接收功率电平的最小发射功率电平。在另一示例中，可以将门限功率电平计算为与未被调度实体、基站等忽略或过滤的信号的接收功率电平相对应的最小发射功率。在一些情况下，由低功率设备发送的低功率信号可以由广域网中的调度实体或其他实体来检测。在一些情况下，广域网中的调度实体或其他实体可以将由第一低功率设备向第二低功率设备发送的、检测到的信号视为干扰信号，并且可以对这些干扰信号进行滤波。

[0080] 一些IoE设备706、708可以与基站702建立直接的上行链路连接和下行链路连接718、720。在一个示例中，IoE设备708、708可以使用低速率编码在单载波波形上与基站702进行连接。可以采用RSMA的多载波OFDM 变型来支持IoE设备706、708、710、712、714之间的网状通信。RSMA 可以支持可减少IoE设备706、708、710、712、714的延迟时间和接通时间的非调度(异步)传输。

[0081] 网络700中的直接通信可以具有不同的特征。例如，来自网状IoE设备 710、712、714的上行链路通信可以通过网状网络连接728、730、732来携带，所述网状网络连接728、730、732将直接连接的IoE设备706、708与网状连接的IoE设备710、712、714互连。网状IoE设备710、712、714 可以从基站702接收直接下行链路信号722、724、726。在该示例中，一个IoE设备708可以用作其他IoE设备710、712、714的聚合器。可以基于与基站702和/或网状网络的另一节点的接近度、功率可用性、和或在与网状网络的其他节点协商之后，来将IoE设备708选定为聚合器。

[0082] 可以在网状网络连接728、730、732和直接通信链路718、720中使用相同的无线接入技术 (RAT)。例如，RSMA可以提供单载波和OFDM变型。单载波变型可以有利地用于与基站702的直接通信，而OFDM可以非常适于网状网络。在一个示例中，网状网络连接728、730、732

和直接通信链路718、720可以在单载波波形上使用扩展码作为RSMA的一个实例。网状网络连接728、730、732可以被缩放并与直接通信链路718、720在数字上相关。在一个示例中，OFDM可以与嵌套的时间线和缩放的符号持续时间一起使用。RSMA的OFDM变型可以在存在冲突的情况下提供稳健性，并且OFDM变型中的符号大小可能比单载波变型（此处，是具有频域均衡（SC/FDE）的单载波波形）在时间上更短。在一个示例中，使用具有较小符号大小的OFDM使得IoE设备706、708、710、712、714能够处理接收到的信号并更快地返回到睡眠模式，从而降低功耗。在一些情况下，可以预先调度通过多个IoE设备708、712的、去往IoE设备714的多跳链路730/732，以节省功率。

[0083] 在一些示例中，IoE设备706、708、710、712、714可以采用单个可配置无线空中接口，用于在网状网络（网状波形）上并且直接（直接波形）与基站702通信。直接波形（见直接通信链路718、720）可以支持大半径的组网频率选择。网状波形可以支持较短距离的网状网络连接728、730、732。该网状波形可以符合直接波形的时间线。符合直接波形的时间线可以包括使用类似或缩放的数字编号来获得简单的重新配置的无线单元和调制解调器。在一些情况下，网状和直接网络之间的兼容性允许IoE设备706、708、710、712、714有效地解调蜂窝广播。单个无线空中接口可以跨越直接通信链路718、720和网状网络连接728、730、732两者来提供统一的多址接入。

[0084] RSMA可以跨越包括时间和/或频率资源单元的资源单元来扩展数据和控制信令。当使用单载波RSMA时，例如，数据可以跨越时域资源元素或码片来扩展。在TDD系统中，可以将帧划分为由预定数量的码片组成的时隙。在一个示例中，可以将10ms帧划分为15个时隙，每个时隙具有2560个码片。在OFDM系统中，频域资源（子信道）和时域资源可用于扩展。单个无线空中接口可以被配置为在RSMA的单载波和OFDM变型之间切换。单个无线空中接口可以使射频前端成本最小化（包括其中支持较少频带的实现）。所支持的带宽可以包括经许可的频带和未许可的较低频带。

[0085] 图8示出了根据本文公开的某些方面的、单个空中接口802的两种配置800、820。在第一配置800中，空中接口802可以被配置用于在时域资源元素上对编码比特进行扩展的RSMA的单载波变型。RSMA可以使用低速率编码来实现，这能够实现具有合理负载特性的无准许传输。RSMA的单载波实现可以通过相对于多载波实现来说降低的PAPR来表征。单载波RSMA可以例如用于与远程基站进行通信。在第一配置800中，将空中接口802的输入804提供给编码器806。编码器可以以低码率操作，其中码率可以被定义为码的码片速率，并且码片速率可以表示为发送或接收码片的每秒码片数。在由扩展器和/或加扰器810扩展之前，编码器806的输出可选地由交织器808进行交织。在所形成的扩展信号被上变频814以获得输出816之前，由CP模块或电路812添加循环前缀（CP）。

[0086] 在第二配置820中，空中接口802可以被配置用于RSMA的OFDM变型。RSMA的OFDM变型可以用于下行链路和网状通信链路。OFDM的使用可以导致发送和接收链之间的对称复杂度。例如，快速傅里叶变换（FFT）处理和快速傅里叶逆变换（IFFT）处理可以在发送和接收链之间分开，而不是集中在接收机中。OFDM启用单抽头均衡，而使用低速率编码允许针对多用户干扰的稳健性，使得最强的信号是可解码的。在第二配置820中，将空中接口802的输入804提供给编码器806，并且编码器806的输出可以可选地提供给交织器808，之后由扩展器和/或加扰器810扩展。在该配置中820，由扩展器和/或加扰器810输出的信号序列在串行到

并行转换器822 中被转换为并行。这允许通过IFFT 824的适当处理,跨越OFDM波形的不同子信道来发送并行信号。将IFFT 824的输出提供给并行到串行转换器 826,以转换回串行信号。最后,由CP模块或电路812来添加CP,之后将所得到的频率扩展信号上变频814以获得输出828。

[0087] 如图8中所示,单个无线装置可以被配置为支持编码方案的不同变型。可以使用编码器806、交织器808和扩展器和/或加扰器810来实现公共资源扩展编码方案,来反馈操作以便在时间或频率资源上对编码信号进行扩展的“波形前端”。编码方案可以是适于在共享频谱和/或多径网络中使用的低密度奇偶校验(LDPC)码或其他编码方案。使用这样的低速率码以及随后使用能够在OFDM或单载波实现之间进行选择的可配置调制级允许单个无线设备支持网状通信和与调度实体(例如基站)的直接通信二者。配备这样的无线设备,在网状网络中部署的移动设备可以与其类别(class)的其他设备和更远距离的基站进行通信。

[0088] 无线空中接口可以根据本文公开的某些方面进行适配,以使得能够动态重新配置单个无线单元来支持编码方案的一个或多个变型。在一个示例中,动态可重新配置的无线空中接口可以包括可以组合以在第一配置中使用RSMA的单载波变型进行通信以及在第二配置中使用RSMA的OFDM变型进行通信的电路和模块。在一些示例中,动态可重配置的无线空中接口可以支持可以与不同波形一起使用的不同的低速率编码方案。

[0089] 图9是示出了用于具有可以支持单载波和多载波RSMA的可配置波形前端的单个无线空中接口902的示例的框示意图900。在一个示例中,空中接口902可以被配置用于利用单载波RSMA和OFDM RSMA的操作。空中接口902可以在第一操作模式中支持单载波RSMA并且在第二操作模式中支持多载波RSMA。在许多实例中,RSMA空中接口902中的硬件、逻辑单元和软件可以基于所选择的操作模式而被重新配置和/或重新使用。

[0090] RSMA空中接口902可以如关于图8总体上所描述的那样操作,用于单载波和多载波RSMA操作模式。也就是说,将空中接口902的输入904 提供给编码器906,该编码器906可以以低码率进行操作。编码器906的输出可选地由交织器908交织,随后由扩展器和/或加扰器910进行扩展。循环前缀(CP)由CP模块或电路922添加,之后所得到的扩展信号被上变频928以获得输出930。

[0091] 模式选择信号932可以确定RSMA空中接口902的操作模式。在一个示例中,模式选择信号932可以控制硬件、逻辑和软件的配置。在所示示例中,模式选择信号932可以控制复用、解复用和/或切换逻辑912、926 的操作。模式选择信号932可以控制复用、解复用和/或切换逻辑912、926,使得在第二操作模式中将OFDM电路和模块924插入到空中接口902的处理链中。

[0092] 模式选择信号932可以用于根据一个或多个调度和/或应用需要而在 RSMA空中接口902的操作模式之间切换。在一个示例中,配备有RSMA 空中接口902的通信设备可以从WAN的调度实体接收调度信息。模式选择信号932可以由处理器、控制器、处理电路、状态机或序列发生器根据从 WAN中的调度实体接收的调度信息来控制,使得当通信设备期望在WAN 上监听或以其他方式在WAN上通信时,RSMA空中接口902被配置为在由调度信息指定的那些时间用于第一操作模式。在另一示例中,应用处理器可以对模式选择信号932进行操作以选择第一操作模式,以便搜索或连接到WAN。在又一示例中,应用处理器可以操作模式选择信号932,以在在网状网络上进行通信时选择第二操作模式。

[0093] 在操作中,处理电路或其他控制器可以维持一个调度,所述调度包括一个或多个预定调度、从广域网中的调度实体接收的调度信息、基于网状网络通信接收或生成的调度信息、和/或来自另一个源的调度信息。处理电路可以根据调度信息来动态地重新配置RSMA空中接口902。处理电路可以通过在由调度信息定义的某些事件处设置模式选择信号932的值,来重新配置RSMA空中接口902。在一个示例中,当RSMA空中接口902用于与WAN进行通信时,调度信息可以标识第一组时间间隔,并且处理电路可以设置模式选择信号932的值,使得RSMA空中接口902使用单载波波形进行发送。在另一示例中,当RSMA空中接口902可以用于与网状网络进行通信时,可以根据调度信息来识别第二组时间间隔,并且处理电路可以设置模式选择信号932的值,使得RSMA空中接口902使用OFDM波形进行发送。第二组时间间隔可以包括来自未包括在第一组时间间隔中的若干个时间间隔中的一个或多个时间间隔。可以通过网状网络协议来协商或确定第二组时间间隔。

[0094] RSMA空中接口902可以被配置用于其他的操作模式。例如,无线空中接口902可以在第三操作模式中操作,其中,在该第三操作模式中,可以使用单载波和多载波方案的组合来在使用单载波RSMA连接和OFDM RSMA连接两者的两个或更多个实体之间携带数据。在第三操作模式中,模式选择信号932可以控制复用、解复用、和/或切换逻辑912、926,以向单载波路径914提供扩展编码数据的第一部分(由扩展器和/或加扰器910输出)并且向OFDM电路和模块924提供其第二部分。无线空中接口902可以被配置为在第三操作模式中在时域资源和频域资源的组合上扩展数据。第三操作模式可以支持与一个或多个基站和/或网状网络中的一个或多个设备的某些类型的通信。

[0095] 根据某些方面,异步RSMA的使用可以通过在IoE设备和基站之间提供低功率、低延迟的直接链路来提高IoE设备的性能。图10包括示出了使用宽松上行链路同步的某些优点的时序图1000和1040,所述优点包括在不与基站恒同步的IoE设备相关联的大的定时漂移之后的缩短的冷启动。在一些示例中,当IoE设备的内部时钟具有百万分之100(ppm)时钟的指定容限时,可能会在10秒或更长的时间段后发生明显的定时漂移。在一个示例中,异步RSMA可以在不交换请求和许可消息的情况下,允许上行链路传输用于小的有效载荷和数据速率。较长的事务可能需要重新传输和闭环功率控制。下行链路通信保持同步,以提供总体的定时参考。在任何上行链路传输之前,IoE设备不需要被配置为发送提前协议。

[0096] 在图10中,第一时序图1000表示常规的同步操作。IoE可以检测导致IoE生成要发送到网络的事件信息的事件1002。事件可以是内部的或外部的,并且可以由例如定时器生成。IoE开始监听时段1004,在该监听时段1004期间,IoE可以获取网络同步信息1006、1008。网络同步信息1006、1008可能涉及频率跟踪同步1024和帧同步1026。IoE还可以接收控制信息,所述控制信息包括在广播1010、1012中发送的、使得IoE能够获取系统同步1028的参数。随后,IoE可以发送请求消息1014并且接收可包括资源许可和定时提前信息的一个或多个响应消息1016。随后,IoE可以在上行链路上的一个或多个数据传输1018中发送事件信息,并且基站可以接收数据。在确定在IoE设备可以进行睡眠1022的时间点已正确地接收到事件信息之前,IoE可以等待对接收到该数据传输的确认1020。

[0097] 图10包括示出了异步RSMA链路的操作的第二时序图1040。此处,IoE可以在检测到事件1042之后进入监听时段1044。当IoE已经基于下行链路传输1046获取了频率跟踪同步1054时,IoE可以在上行链路上的一个或多个数据传输1048中发送事件信息,并且基站可

以接收数据。随后, IoE可以在确定已经正确地接收到事件信息之前等待对接收到数据传输的确认 1052。因此,由异步RSMA系统中的事件1042触发的事务可能需要比同步系统上的类似事件1002明显更少的处理时间。在接收来自不同IoE的异步传输(例如,数据传输1048)的时段期间,基站处可能发生冲突。该时段可能与两个IoE设备的传播延迟的差值相关或是基于该差值来计算的。

[0098] 用于RSMA的单个无线空中接口902可以维持与经许可的无线接入网络中的调度实体的无线连接的同时维持与一个或多个网状网络连接。在本文公开的一个示例中,从经许可的无线接入网接收的调度信息可以用于调度网状网络内的通信。因此,当设备不涉及与经许可的无线接入网络的通信时,设备可以在时隙中调度网状通信。以该模式,当在网状网络上通信时,由无线设备采用的资源扩展方案可以被认为是在时域和频域资源两者上扩展数据。

[0099] 在一些情况下,当经许可的无线接入网络和网状网络的调度是不协调的和/或不同步的时,设备可以维持与经许可的无线接入网络中的调度实体的无线连接的同时维持一个或多个网状网络连接。在这些实例中可能发生冲突,其中设备同时被调度为在经许可的无线接入网络和网状网络上进行通信。当发生冲突时,设备可以选择性地向用于在所述网络中的一个网络上进行通信的应用的无线接口提供接入,并拒绝接入在另一个网络上进行通信的另一应用。可以基于优先级、网络性质、服务质量要求、功率预算以及其他原因来选择用于接入的网络。在一个示例中,当设备与经许可的无线接入网络之间的连接可能被破坏的可能性很高并且重新建立这样的连接可能消耗大量时间和和/或系统电源时,可以选择接入经许可的无线接入网络。在另一个示例中,可以拒绝对在更有弹性(resilient)的网络连接上进行通信的应用的访问。也就是说,可以准许对无线空中接口的访问用于在不太具有弹性的网络连接上的通信,并且其中针对更有弹性的网络连接支持例如重传方案。在另一个示例中,当网状网络以自组织或无连接方式来操作时,可以准许接入与经许可的无线接入网络的通信。

[0100] 根据某些方面,RSMA上行链路多址接入设计可以灵活地提供所支持的接入终端的数量。灵活性可以提供较少的开销和调度延迟。另外,RSMA 可以由针对具有低信噪比(SNR)和紧的底噪抬升(RoT)控制的信道的良好性能来表征。RoT与基站处接收的总干扰比和热噪声有关。

[0101] 根据某些方面,可以预先注册RSMA网络中的UE,并且可以指派签名单列。签名单列可以包括扰码、交织模式等。可以指定要由UE使用的发送频带。在一些实例中,可以调度目标醒来时间以便在时域中更均匀地和/或有效地分配业务。

[0102] 在操作中,UE在醒来时采用开环功率控制,其中,例如,UE可以测量下行链路接收功率以确定上行链路发射功率。随后,UE可以在数据传输期间切换到闭环功率控制。

[0103] 根据某些方面,可以采用一个或多个多用户检测(MUD)方案。MUD 方案可以采用一种或多种方法,所述方法包括例如将干扰作为噪声来处理、执行连续的干扰消除、和/或联合迭代解码(见图11)。一些RAT(包括5G RAT)可以实现所有的方法。MUD方案可以应用于直接链路和网状链路两者。当存在实质的抖动时,一些MUD方法可以提供改进的检测。

[0104] 根据某些方面,可以针对与接入信道有关的通信和涉及业务信道的通信之间的差异做出规定。相比于业务信道,接入信道通常是较低功率控制的。在一些实例中,可以取消

在业务信道解码之前已被解码的高功率接入信道探测。在一些实例中,可以在已经执行额外的业务信道解码和消除之后重新访问接入信道。

[0105] 根据某些方面,上行链路接入探测可以包括前导码和某些标识信息。前导码和标识信息在时域中可以分开,并且在开始发送该标识信息之前发送该前导码。标识信息可以包括IoE的唯一设备标识符(设备ID)、码和/或调制格式以及导频序列的格式。可以使用开环功率控制来选择标识信息。在一些实例中,可以使用例如咬尾码(tail-biting)和重复来将标识信息和/或前导码联合编码。

[0106] 根据某些方面,可以将业务时隙结构定义用于上行链路、下行链路和网状传输。在一个示例中,单载波导频、控制和/或业务信道可以是时分复用的,其中在分组帧上维持相同的发射功率。这种类型的业务时隙结构可以通过BPSK、QPSK和/或8-PSK调制及其变型提供较低的PAPR。尽管在一些实现中处理两个不连续的数据突发可能不太方便,可以在中间(mid-amble)传输导频。

[0107] 在另一示例中,OFDM导频、控制和/或业务信道可以是在分组帧上的时分多路复用和频分复用。在这种方法下,可以实现更好的灵敏度调制和/或解调,尽管其PAPR较高。

[0108] 在一些实例中,可以基于期望的操作点来调整业务对导频资源比率。可以使用诸如低速率LDPC码或turbo码等低速率FEC码来对数据和/或控制信道进行编码,以实现高编码增益,从而降低所需的发射功率。

[0109] 根据某些方面,可以降低解调复杂度以节省功率。例如,可以支持简化的天线分集,或者可以不支持天线分集。可以减少HARQ传输的数量,或者错误控制可以依赖于ARQ。

[0110] 关于信道编码,某些功率节省选项可能是可用的。例如,LDPC可以与简化的解码器一起使用。迭代解码消息比特宽度和节点功能可以向下缩放和/或能够利用用于所有比特操作的比特翻转算法来执行解码。这些省电方法和技术可能比诸如卷积或Reed Solomon编码技术等传统技术要好。

[0111] 在一些示例中,空中接口的统一设计支持与单个无线单元的直接链路和网状链路。链路可以在链路之间使用相同的波形和/或相关或缩放的数字编号,以降低复杂度。可以提供对复杂度的向下缩放,以降低短距离链路上的功率。

[0112] 在一些示例中,跨越网状网络和直接网络采用适配的RSMA方案。RSMA可以与跨越时间/频率资源扩展的信息和开销比特一起使用。RSMA可以在进行微小修改的情况下应用于单载波波形和多载波(例如,OFDM)波形二者。

[0113] 在一些示例中,可以包括加扰、扩展和交织的任意组合。可以支持对导频和控制的时分,以降低单载波波形中的PAPR。

[0114] 用于IoE设备网络的上行链路网状/下行链路直接传输

[0115] 如本文其他地方所讨论的,被配置为使用RSMA通信的IoE设备的网络可能包括具有不足以关闭上行链路连接的发射功率IoE设备。例如,IoE设备可以具有在0dBm附近的发射功率。出于讨论的目的,可以假设基站位于IoE设备的范围内,使得能够在具有足够功率的IoE设备处接收下行链路,以使得IoE设备能够有效地解码。本文公开的某些方面提供了使得网状网络内的时序与基站或其他网络实体为无线接入网络定义的时序对准、同步和/或协调的系统、装置和方法。在一些示例中,网状网络中的第一设备和第二设备可以通过以下操作来同步其时序:当第一设备和第二设备彼此超出范围时,将网状网络时序基于基站

同步信号。本文公开的某些方面提供使得IoE网状网络能够关闭上行链路连接的系统、装置和方法。

[0116] 图12包括示出了IoE设备1204、1206和1208的网状网络1218的示图1200。基站1202可以提供可以由IoE设备1204、1206和1208接收的下行链路信道。在该示例中,至少一个IoE设备1204已经建立了与基站1202 的上行链路连接1210。IoE设备1204、1206和1208中的每一个可以监测来自基站1202的下行链路传输1214、1216。在该示例中,两个IoE设备 1206、1208使用聚合器IoE设备1204在上行链路上进行通信。

[0117] 根据某些方面,下行链路频率可以用于网状网络1218中的发现和协调。IoE设备1204、1206和1208可以包括功率约束和/或插入聚合器。

[0118] 图12包括网状网络订户域1220,其示出了与订户域1220中的发现、连接和业务相关的某些方面,包括与订户域和机会性中继相关的某些方面。订户域1220可以包括多个IoE设备,所述多个IoE设备包括IoE设备1222、1224、1226和1228。IoE设备1222、1224、1226和1228可以包括功率受限和/或插入聚合器。

[0119] 可以使用对非常短的消息和/或信号的广播来执行订户域1220中的IoE 设备发现过程。在一个示例中,短消息可以包括10到100字节,并且这些消息可以通告与IoE设备1222、1224、1226、1228中的一个或多个IoE设备相关联的通信服务。通信服务可以包括中继、聚合器和/或接入服务。可以使用非常短的消息来传播系统配置和/或提供用于同步的信号。被配置用于订户域1220的发现子系统可以根据预定的时间尺度进行操作。在一个示例中,针对静态IoE设备1222、1224、1226、1228,可以以几秒、几十秒或几分钟来测量发现子系统时间尺度。

[0120] 可以以各种可用模式中的一种可用模式来执行发现。在一个示例中, IoE设备1222、1224、1226、1228可以被配置为支持拉(pull)模式,其中,发现基于响应于所发送的查询而提供的消息来进行操作。在另一示例中, IoE设备1222、1224、1226、1228可以被配置为支持推(push)模式,其中, IoE设备1222、1224、1226、1228根据为IoE设备1222、1224、1226、1228定义或配置的一个或多个调度来定期地发送通告。

[0121] 根据某些方面,可以以多跳模式来执行发现,由此,通告可以由订户域1220中的一个或多个IoE设备1222、1224、1226、1228进行中继。发现过程可以是可配置的并且灵活的,其允许一定范围的有效载荷和范围,所述一定范围的有效载荷和范围可以以订户域1220中的IoE设备1222、1224、1226、1228之间的跳变数量来测量。

[0122] 关于网状波形,用于发现消息的基本单元可以包括在一毫秒时段内发送的一个或两个资源块(RB)。对于RSMA的OFDM变型,发现信令可以包括可以类似于探测参考信号(SRS)前导码的前导码。

[0123] 图13继续参考图12,示出了用于IoE网状网络的频谱分配1300和对应于IoE网状发现过程的时序图1320的示例。频谱可以包括被指派用于 WAN IoE上行链路异步RSMA的频率1302、被指派用于WAN IoE TDD网状网络和突发接入的频率1304、以及为5G标称服务保留的频率1308。保护带可以将5G标称服务频率1308与网状网络相关频率1302、1304分开。在发现时段1310期间,IoE设备1222、1224、1226、1228可以监听1330 网状网络信令并且可以暂停监听1322WAN信令。发现时段可以由触发事件来发起,所述触发事件本质上可以是定期的。

[0124] 时序图1320对应于发现时段1310。可以在广播控制消息中提供发现时段1310的持

续时间、周期和其他特征。包括IoE设备1222、1224、1226、1228的、IoE网状网络用户域1220中的每个节点可以根据WAN同步信号1324在时间上对准，并且在至少一个实例中根据WAN参数1326在时间上对准。例如，无线空中接口的某些操作可以根据WAN同步信号在时间上对准。在发现时段1310期间的某个时刻，IoE设备1222、1224、1226、1228可以发送通告1334。每个IoE设备1222、1224、1226、1228可以被配置为在不同的时间或在某些随机时间发送其通告。该发现过程可以受益于使用RSMA OFDM波形，这是因为该发现时段涉及IoE设备之间的发送和接收。RSMA OFDM波形还可以合并可以在其上扩展信息的资源子集。

[0125] 发现可以采用分布式资源分配。可以实现冲突检测和处理。在一个示例中，可以遵循时隙ALOHA方法，其中，最强的IoE设备1222、1224、1226、1228占据优势。响应可以作为对查询的从属而被提供。该过程可以包括具有碰撞检测的半持续选择。

[0126] 在发现后，可以配置IoE网状网络1218的连接。可以在两个或更多个端节点之间建立连接，其中，端节点可以包括IoE设备1222、1224、1226、1228。另外，可以为IoE设备1222、1224、1226、1228中的每一个IoE设备配置路径选择。对于WAN业务，可以选择单跳或多跳路径。该路径通常由参与节点来维持。可以定期地检查和/或确认路径的完整性。如果路径完整性是有问题的、如果路径已经失败、或者如果发现更好的路径，则可以将已建立的路径切换为不同的路径。根据某些方面，与发现相比，连接在更快的时间尺度上操作。

[0127] 图14是示出了每跳IoE网状业务事务的示意图1400。可以针对静止或低移动性节点应用半持续调度，并且网状网络内的同步可能相对于WAN级别的同步是宽松的。

[0128] 根据某些方面，业务事务在一系列的窗口1418内发生。每个窗口1402的大小可以被设置为适应时钟漂移并且允许足够的时间给事务间隔1422，其中，在该事务间隔1422期间可能发生同步和数据交换。在一个示例中，每个IoE设备1222、1224、1226、1228可以被配置具有标识IoE设备1222、1224、1226、1228的调度时间1406的调度器，从而苏醒并开始网状网络上的监听时段1404。通常，IoE设备1222、1224、1226、1228可以被设置或被配置为执行早苏醒时间1416，使得可以适应时钟漂移。应当理解，即使具有早苏醒时间1416，IoE设备1222、1224、1226、1228仍然可能晚些苏醒，但通常在调度器允许的余量内。可以通过使用例如与ACK 1410一起发送的定时提前信息来管理聚合的时钟漂移。在一些实例（包括当功率电平的开销有利于WAN重新同步时）中，可以执行WAN同步。

[0129] 图15是示出可以采用机会性UE中继的IoE网络的示意图1500。IoE设备可以包括传感器1508、1510、1512。一个或多个传感器1510可能已经关闭去往基站1502的上行链路。传感器1508、1510、1512可以被配置在如本文所公开的网状网络中。在一些示例中，传感器1508、1510、1512可以与基站1502适时地（opportunistically）通信。例如，第一传感器1508可以通过第一UE 1504来中继信息，而第二传感器1512可以通过第二UE 1506来中继信息，其中，UE 1504、1506可以靠近传感器1508、1512来进行传递。

[0130] 对于适时UE中继，可以采用功率高效的发现机制。可以使用窄带通信来执行发现。UE 1520可以在发现窗口1526期间进行监听。每个传感器1522、1524可以在发现窗口1526期间在预配置或随机时隙中发送数据。接收来自一个或多个传感器1522、1524的传输的UE 1520可以被配置为即刻发送或尽快发送所接收到的数据，并处理WAN和一个或多个传感器1522、1524的上行链路和下行链路上的ACK。在某些实例中，UE 1520可以在将聚合的数据发送到WAN之前聚合来自多个传感器1522、1524的UL数据。因此，在传感器1522、1524的上行

链路数据传输和到WAN的传送之间可能存在延迟。在接收到聚合数据时,WAN可以在WAN下行链路上向传感器1522、1524广播ACK。

[0131] 适时UE中继可以与安全机制相关联。中继UE 1504、1506和传感器 1508、1512可以使用网络运营商签署的嵌入证书来彼此认证。该安全机制可能招致很大的处理和信令开销。因此,在至少一些实例中,在中继和传感器之间不实现安全程序,并且可以采用其他机制来避免潜在的弱点和/或损害。

[0132] 参考图16,某些优点和益处可以归因于根据本文公开的某些方面来适配的系统、装置和方法。在一个示例中,可以跨越网络来提供扩展的覆盖和潜在更均匀的功耗。在该示例中,网络可以包括基站1602和两个或更多个节点1604、1606。第一节点1604和基站之间的连接可能被阴影1608所影响,使得相对于第二节点1606与基站1602之间的链路,该阴影1608使第一节点1604和基站1602之间的直接链路降低XdB。在该示例中,第一节点1604可以通过网状网络和第二节点1606选择性地与基站1602进行通信。

[0133] 示意 图1610示出了各种通信选项的网络性能。第一曲线1612表示其中第二节点1606作为聚合器进行操作的通信,并且由第一节点1604发送的分组数量取决于由第二节点1606发送的分组数量。第二曲线1614表示其中包括互相基于网状网络的通信和直接通信的通信。此处,节点1604、1606 能够发送其各自的分组,并且每个节点1604、1606可以为另一个节点1606、1604进行中继。第三曲线1616表示其中每个节点1604、1606处理其自己分组的通信。每个节点1604、1606发送的分组数量取决于与节点1604、1606 相关联的电池电量和链路质量。

[0134] 在一些示例中,直接和网状链路可以通过利用大的下行链路直接覆盖来管理。在一个示例中,提供通告发现时段,并且可以在该发现时段开始之前执行同步。在某些实例中,可以提供集中式路由优化更新。

[0135] 在一些示例中,可以跨越时间、频率和/或空间来划分直接和网状链路。

[0136] 某些方面能够配置和执行低功率预先调度的多跳事务。可以分配余量给预先调度的链路发送和接收对,分配余量考虑了时序漂移。

[0137] 在一些示例中,可以将唤醒和事务包括在重新同步消息中,但是仅包括对。不需要执行与网络的重新同步。可能仅针对发现来执行与网络的完全重新同步,以节省功耗。

[0138] 在一些示例中,可以采用能量高效的路由协议。可以每个分组地做出路由决策,或者基于用于平衡节点之间能量消耗的预定义调度来做出路由决策。

[0139] 在经许可频谱上灵活使用FDD频谱

[0140] 根据本文公开的某些方面,IoE设备的网络可以使用经许可的频谱来参与WAN和网状网络通信,其中,IoE设备的直接和网状网络是基于对FDD 频谱的灵活使用来管理的。FDD 将上行链路和下行链路分为两个频带。在一些稍晚的技术(例如4G LTE)中,设备到设备(D2D)通信可以允许UE 在被指定用于上行链路传输的频带上进行监听。某些实施方案可以使PHY 层和/或MAC层组件适于在移动设备和基站两者之间提供灵活性。例如,被配置用于D2D通信的某些移动设备可以适于在指定用于上行链路传输的频带上进行监听。灵活使用FDD频谱可以在低功率设备的广域网中应用,其中,高功率基站可以被配置为针对集成接入以及针对在空中回程路径中发送的回程业务而在下行链路频带上进行监听。诸如传感器等IoE设备可以在上行链路频带上进行监听和/或可以在下行链路频带上进行发送以用于多

跳网状网络。IoE设备可以被配置为当IoE设备静止时使用下行链路频带。灵活使用FDD频谱可以启用并支持使用经许可频谱的网状网络,与在未经许可频率上操作的网状网络相比,所述经许可频谱的网状网络被更好地管理。图17中的表格1700示出了5G网络中PHY/MAC适配的一个示例。

[0141] 参考图18,并且根据本文公开的某些方面,静止的IoE设备可以使用下行链路频带来自发送网状业务。高功率基站1802、1804可以针对集成接入并为了实现空中回程1814而在下行链路频带上进行监听。当远程基站1804未被铜或光回程连接时,可以使用空中回程1814来扩展无线服务。包括传感器的IoE设备1810、1812能够在上行链路频带1830上进行监听和/或在下行链路频带1820上进行发送以实现单跳或多跳网状网络。在一些实例中,上行链路频带1830和/或下行链路频带1820的可用性可以以IoE设备1808、1812是静止的为条件。与使用未经许可频率的常规网状网络中可用的管理相比,使用经许可的频谱可以提供对网状网络的更好的管理。

[0142] 图18中所示的联网环境使用灵活FDD进行操作,并且可以被称为“无边的物联网”。在常规网络中,传感器和机器通信未充分利用被分配为或用来实现传感器网络的频谱。来自单个电池充电设备的低有效载荷和低占空比有助于有限网络使用,尤其是在上行链路通信会耗尽传感器电池的情况下更是如此。

[0143] 根据本文公开的某些方面,针对广域IoE网络使用灵活FDD能够使得在FDD下行链路频带上启用多跳中继的小区到小区传输。下行链路频谱通常未被充分利用,而针对IoE网络使用下行链路频谱允许快速部署,并随后根据需要将阻塞点进行回程。FDD频谱的灵活应用可以在FDD上行链路和/或FDD下行链路上实现多跳中继的IoE到IoE传输,并且可以利用静止的IoE节点之间的未充分利用的下行链路频谱。

[0144] 图19示出了用于灵活FDD的无线配置的示例1900、1940。现有的无线前端可以被适配为启用灵活FDD。适配的无线前端可以利用在上行链路和下行链路频带两者之间缺乏同时传输或接收。可以使用其他的无线配置和额外的方法来仅在UL频带上或仅在DL频带上支持Tx/Rx。

[0145] 图19包括用于以全双工模式操作的灵活FDD的无线配置的第一示例 1900。调制解调器1902可以包括与收发机协作的发送1912和接收1914组件。可以提供双刀双掷开关(X-Switch) 1906来配置FDD频带1918、1920 的使用。

[0146] 图19包括用于以半双工模式操作的灵活FDD的无线配置的第二示例 1940。此处,X开关1906和FDD双工器可以用单刀双掷开关1942代替。

[0147] 在一些示例中,对于多跳网状网络,启用FDD上行链路和/或FDD下行链路频带。多跳网状网络中的节点可以包括基站和/或IoE设备。FDD上行链路和/或FDD下行链路带可以用于当FDD频谱未得到充分利用时根据需要来扩展覆盖范围。

[0148] 在一些示例中,基站仅在FDD下行链路频带上支持组合的Tx和Rx。在某些实例中,当Tx功率位于某一有效各向同性辐射功率(EIRP)限值内时,可以在FDD上行链路频带上提供全Tx/Rx。

[0149] 在一些示例中,IoE设备在FDD上行链路频带上具有Tx/Rx。当IoE 设备静止时,可以在FDD下行链路频带上提供全Tx/Rx,从而允许Tx。

[0150] 在一些示例中,IoE设备可以使用具有小的前端修改的收敛(converged)无线单

元。

[0151] 图20是示出了采用可以被配置为执行本文公开的一个或多个功能的处理电路2002的装置的硬件实现的简化示例的概念图2000。根据本申请的各个方面,可以使用处理电路2002来实现本文公开的一个元件或一个元件的任意部分、或多个元件的任意组合。处理电路2002可以包括由硬件模块和软件模块的某些组合来控制的一个或多个处理器2004。硬件模块可以包括可以执行逻辑功能和信号处理的某种组合的一个或多个模拟或数字电路。软件模块可以包括可以用于在执行一个或多个功能时配置和/或控制处理器2004的操作的代码块。处理器2004的示例包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、序列发生器、门控逻辑器件、分立硬件电路、和被配置为执行贯穿本申请描述的各种功能的其他适当硬件。一个或多个处理器2004可以包括执行特定功能并且可以被软件模块2016中的一个软件模块配置、增强或控制的专用处理器。一个或多个处理器2004可以通过在初始化期间加载的软件模块2016的组合来进行配置,并且还可以通过在操作期间加载或卸载一个或多个软件模块2016来进一步配置。

[0152] 在所示示例中,处理电路2002可以利用总线架构(由总线2010总体表示)来实现。取决于处理电路2002的具体应用和总体设计约束,总线2010可以包括任意数量的互连总线和桥接器。总线2010将包括一个或多个处理器2004和存储器2006的各种电路链接在一起。存储器2006可以包括存储器设备和大容量存储设备,并且在本文中可以被称为计算机可读介质和/或处理器可读介质。总线2010还可以链接诸如定时源、定时器、外围设备、电压调节器和电源管理电路之类的各种其它电路。总线接口2008可以在总线2010和一个或多个收发机2012之间提供接口。可以为处理电路所支持的每种联网技术提供收发机2012。在一些情况下,多种联网技术可以共享在收发机2012中建立的一些或全部电路或处理模块。每个收发机2012提供用于在传输介质上与各种其他装置进行通信的单元。取决于该装置的性质,还可以提供用户界面2018(例如,键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆),并且可以直接地或通过总线接口2008通信地耦合到总线2010。

[0153] 处理器2004可以负责管理总线2010以及负责一般处理,所述一般处理可以包括执行存储在计算机可读介质(可以包括存储器2006)中的软件。在这方面,处理电路2002(包括处理器2004)可以用于实现本文公开的任何方法、功能和技术。存储器2006可以用于存储当执行软件时由处理器2004操纵的数据,并且软件可以被配置为实现本文公开的任何一种方法。

[0154] 处理电路2002中的一个或多个处理器2004可执行软件。无论被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其它术语,软件应当被广义地解释为意味着指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行的线程、过程、函数、算法等等。该软件可以以计算机可读的形式驻留在存储器2006中或外部计算机可读介质中。外部计算机可读介质和/或存储器2006可以包括非暂时性计算机可读介质。举例而言,非暂时性计算机可读介质包括磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁条)、光盘(例如,压缩光盘(CD)或数字多功能光盘(DVD))、智能卡、闪存设备(例如,“闪存驱动器”、卡、棒或钥匙驱动器)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、寄存器、可移动磁盘以及用于存储可由计算机访问和读取的软件和/或指令的任何其它适当介质。举例而言,计算机可

读介质和/或存储器2006还可以包括载波、传输线以及用于发送计算机能够访问和读取的软件和/或指令的任何其它适当介质。计算机可读介质和/或存储器 2006可以驻留在处理器2004中的处理电路2002中、处理电路2002的外部、或在包括处理电路2002的多个实体上分布。计算机可读介质和/或存储器 2006可以具体体现在计算机程序产品中。举例而言，计算机程序产品可以包括封装材料中的计算机可读介质。本领域技术人员将认识到如何取决于特定应用和对整个系统所施加的总体设计约束，来最佳地实现贯穿本申请呈现的所描述的功能。

[0155] 存储器2006可以维持在可加载代码段、模块、应用、程序等中维持和 /或组织的软件，在本文中其可以被称为软件模块2016。软件模块2016中的每一个可以包括如下的指令和数据：当其安装或加载在处理电路2002上并由一个或多个处理器2004执行时，有助于用于控制一个或多个处理器 2004的操作的运行时图像2014。当某些指令被执行时，可以使得处理电路 2002执行根据本文中描述的某些方法、算法和过程的功能。

[0156] 可以在处理电路2002的初始化期间加载一些软件模块2016，并且这些软件模块 2016可以配置处理电路2002以使得能够执行本文所公开的各种功能。例如，一些软件模块 2016可以配置处理器2004的内部设备和/或逻辑电路2022，并且可以管理对诸如收发机 2012、总线接口2008、用户接口2018、定时器、数学协处理器等外部设备的访问。软件模块 2016可以包括与中断处理程序和设备驱动程序交互并且控制对由处理电路2002提供的各种资源的访问的控制程序和/或操作系统。所述资源可以包括存储器、处理时间、对收发机 2012的访问、用户界面2018等。

[0157] 处理电路2002的一个或多个处理器2004可以是多功能的，由此，一些软件模块 2016被加载和配置为执行不同的功能或相同功能的不同实例。一个或多个处理器2004可以额外地适于管理响应于来自例如用户接口 2018、收发机2012和设备驱动器的输入而发起的后台任务。为了支持多个功能的执行，一个或多个处理器2004可以被配置为提供多任务环境，由此，多个功能中的每一个被实现为根据需要或期望由一个或多个处理器2004服务的任务集。在一个示例中，可以使用时间共享程序2020来实现多任务环境，所述时间共享程序2020在不同的任务之间传递处理器2004的控制，由此，每个任务在完成任何未完成的操作时或响应于诸如中断等输入，将一个或多个处理器2004的控制返回到时间共享程序 2020。当任务具有对一个或多个处理器2004的控制时，处理电路有效地专用于由与控制任务相关联的功能所解决的目的。时间共享程序2020可以包括操作系统，所述操作系统是基于循环 (round robin) 的传送控制的主循环、根据功能的优先级来分配一个或多个处理器 2004的控制的功能单元、和/或通过将一个或多个处理器2004控制提供给处理功能单元来响应外部事件的中断驱动主循环。

[0158] 以下流程图示出了对根据本文公开的某些方面适配或配置的网络元件执行或对其可操作的方法和过程。所述方法和过程可以在包括3G、4G和 5G技术等任何适当网络技术中实现。因此，权利要求不限于单种网络技术。在这方面，对“UE”的引用可以被理解为也指的是移动台、订户站、移动单元、订户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动订户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手持设备、用户代理、移动客户端、客户端或某种其他适当的术语。对“eNodeB”的引用可以被理解为指的是基站、基站收发台、无线基站、无线收发机、收发机功能单元、基本服务集、扩展服务集合

或某种其他适当的术语。对MME的引用也可以指的是例如在服务网络和/或在诸如移动交换中心等主服务传送节点中用作认证器的实体。对HSS的引用也可以指的是包含用户相关的和订户相关的信息的数据库，其在移动性管理、呼叫和会话建立、以及/或用户认证和接入授权中提供支持功能，所述HSS包括例如归属位置寄存器(HLR)、认证中心(AuC)和/或认证、授权和计费(AAA)服务器。

[0159] 图21是一种无线通信的方法的流程图2100。该方法可以由连接到网状网络的第一设备来执行。

[0160] 在框2102，第一设备的无线单元可以被配置为根据RSMA技术进行操作。所述无线单元可以被配置成在第一操作模式中在时域资源上扩展数据。所述无线单元可以被配置为在第二操作模式中在频域资源上扩展数据。配置所述第一设备可以包括配置所述无线单元以使用低密度奇偶校验纠错码。

[0161] 在框2104，可以根据多种操作模式中的一种来操作所述无线单元。可以基于操作模式来动态地重新配置所述无线单元。例如，所述无线单元可以被配置为在由第一设备接收的调度信息指定的第一时间使用第一操作模式进行通信，以及被重新配置为在由调度信息指定的第二时间使用第二操作模式进行通信。

[0162] 在框2106，可以确定当前的操作模式。在一个示例中，可以基于从WAN中的调度实体接收的调度信息来确定当前的操作模式。可以在调度信息中的空闲时间启用一个或多个操作模式。在流程图2100中示出了两种操作模式。如果选择了第一操作模式，则方法在框2108继续。如果选择了第二操作模式，则方法在框2110继续。

[0163] 在框2108，可以根据第一操作模式来操作无线单元，并且可以在时域资源上以第一功率电平从所述第一设备向广域网中的实体无线地发送数据。

[0164] 在框2110，可以根据第二操作模式来操作无线单元，并且可以选择第二功率电平以用于第二操作模式。可以将第二功率电平选择为小于经计算的功率电平，所述经计算的功率电平使得如果所述广域网中的所述实体接收到所述第一设备在所述第二操作模式中进行的数据传输，则所述广域网中的所述实体忽略所述数据传输。

[0165] 在框2112，无线单元可以在频域资源上以第二功率电平从第一设备向网状网络中的第二设备无线地发送数据。可以将第二功率电平选择为小于第一功率电平。

[0166] 在一些示例中，可以将第二功率电平选择为小于门限功率电平。可以计算门限功率电平，使得如果所述广域网中的所述实体接收到所述第一设备在所述第二操作模式中进行的数据传输，则所述广域网中的所述实体忽略所述数据传输。在一个示例中，可以将门限功率电平计算为与在调度实体、基站等处可检测到的接收功率电平相对应的最小发射功率电平。在另一示例中，可以将门限功率电平计算为与未被调度实体、基站等忽略或过滤的信号的接收功率电平相对应的最小发射功率。在另一示例中，可以由广域网中的调度实体或其他实体来检测以第二功率电平从第一设备发送到第二设备的信号。在另一示例中，检测以第二功率电平从第一设备发送到第二设备的信号的、广域网中的调度实体或其他实体可以将这样的信号视为干扰信号，并且可以对这些干扰信号进行滤波。

[0167] 在一些情况下，无线单元可以被配置为在第三操作模式中在时域资源和频域资源的组合上扩展数据。在一个示例中，当无线单元在第三操作模式中操作时，第一设备从第一设备向广域网中的实体无线地进行发送。在第二示例中，当无线单元在第三操作模式中操

作时,第一设备从第一设备向第二设备无线地进行发送。

[0168] 根据某些方面,当无线单元在第二操作模式中操作时,第一设备可以从第二设备接收数据,并且当无线单元随后以第一模式操作时,可以将所述数据发送到广域网。第一设备可以聚合由多个设备在网状网络上发送的数据,以获得聚合数据。当第一设备随后在第一操作模式中操作时,可以将聚合数据中继到广域网。

[0169] 在一些情况下,配置无线单元包括:在所述第一操作模式中,配置所述无线单元使用低速率码以单载波波形来编码数据,以及在所述第二操作模式中,配置所述无线单元使用所述低速率码以多载波OFDM波形来编码数据。

[0170] 在一个示例中,第一设备可以使用广域网的下行链路频率向第二设备发送第一消息。第一消息可能与广域网无关。当无线单元在第二操作模式中操作时,第一设备可以使用广域网的上行链路频率向第三设备发送第二消息。第二消息可能与广域网无关。

[0171] 广域网可以是经许可的网络。网状网络可以是未经许可的网络,并且广域网中的实体可以包括基站。

[0172] 图22是无线通信方法的流程图2200。该方法可以由连接到网状网络的第一设备来执行。

[0173] 在框2202,第一设备可以接收下行链路信号。下行链路信号可以在经许可的无线接入网络的下行链路频率上发送。

[0174] 在框2204,第一设备可以在下行链路频率上向第二设备发送第一消息。第一消息可能与经许可的无线接入网络无关。第一设备和第二设备可以以低于功率电平门限的功率电平在网状网络上进行通信,所述功率电平门限被选择为使基站忽略第一设备和第二设备之间的传输。

[0175] 在一些实例中,第一消息涉及第一设备和第二设备之间的双向交换。第一消息可以是第一设备和第二设备的点到点交换的一部分。网状网络可以是未经许可的网络。

[0176] 在一些实例中,第一设备可以使用经许可的无线接入网络的上行链路频率向经许可的无线接入网络的实体发送第二消息,并且在上行链路频率上向第三设备发送第三消息。第三消息可能与经许可的无线接入网络无关。第一设备和第三设备可以以低于被选择为使得所述基站忽略所述第一设备和所述第三设备之间的传输的功率电平门限的功率电平来在网状网络上通信。

[0177] 在一些实例中,当第一设备静止时,在下行链路频率上发送第一消息,并且当第一设备运动时,在上行链路频率上发送第三消息。下行链路信号可以由基站发送。基站可以被配置为接收上行链路频率上的传输。可以限制基站在上行链路频率上进行发送。当第一设备的发射功率位于预定的有效各向同性辐射功率极限内时,可以使用上行链路频率在网状网络上发送第三消息。当下行链路频率未被充分利用时,可以使用下行链路频率在网状网络上将第一消息发送到第二设备。

[0178] 图23是示出了采用处理电路2302的装置2300的硬件实现的示例的示图。处理电路通常具有处理器2316,所述处理器2316可以包括微处理器、微控制器、数字信号处理器、序列发生器和状态机中的一个或多个。处理电路2302可以利用总线架构(通常由总线2320来表示)来实现。取决于处理电路2302的具体应用和总体设计约束,总线2320可以包括任意数量的互连总线和桥接器。总线2320将包括一个或多个处理器和/或硬件模块的各种电路链

接在一起,所述一个或多个处理器和/或硬件模块由以下各项表示:处理器2316,模块或电路2304、2306、2308和2310,可以包括耦合到天线2314的RF发射机或与其协作的无线空中接口2312,以及计算机可读存储介质2318。总线2320还可以链接各种其他电路,例如定时源、外设、电压调节器和电源管理电路,这在本领域是众所周知的,并因此将不再进一步描述。

[0179] 处理器2316负责一般处理,包括存储在计算机可读存储介质2318上的软件的执行。当软件由处理器2316执行时,使得处理电路2302执行上文针对任何特定装置所描述的各种功能。计算机可读存储介质2318还可以用于存储当执行软件时由处理器2316操纵的数据,所述数据包括从通过天线2314接收到的符号中解码的数据。处理电路2302还包括模块2304、2306、2308和2310中的至少一个。模块2304、2306、2308和2310可以是在处理器2316中运行的软件模块、驻留/存储在计算机可读存储介质2318中、耦合到处理器2316的一个或多个硬件模块、或其某些组合。模块2304、2306、2308和/或2310可以包括微控制器指令、状态机配置参数或其某些组合。

[0180] 在一种配置中,用于无线通信的设备2300包括用于配置无线空中接口 2312的模块和/或电路2304,所述模块和/或电路2304包括被配置为从包括单载波编码数据流和OFDM调制数据流的多个信号中选择无线空中接口 2312的输出的逻辑器件。装置2300可以包括用于根据单载波RSMA编码方案对数据进行编码的模块和/或电路2306。装置2300可以包括用于调制单载波编码数据流以获得OFDM调制数据流的模块和/或电路2308。

[0181] 在另一种配置中,用于无线通信的设备2300包括无线空中接口2312、用于配置无线空中接口的模块和/或电路2304,其中该无线空中接口可以被配置用于第一通信模式以及用于第二通信模式。装置2300可以包括模块和 /或电路2310,其用于当无线空中接口被配置用于第一通信模式时,根据从基站接收的下行链路信号来确定WAN时序,以及用于配置网状网络时序。用于配置网状网络时序的单元可以适于基于WAN时序来配置网状网络时序。设备2300可以包括用于当无线空中接口被配置用于第二通信模式时,根据网状网络时序来与网状设备无线通信的模块、电路和/或设备2306、2308、2312、2134。该装置与网状设备以低于功率电平门限的功率电平来通信,所述功率电平门限被选择为使得基站忽略该装置与网状设备之间的传输。

[0182] 在另一配置中,装置2300可以包括用于在第一设备处接收下行链路信号的模块和/或电路2312、2314,其中,所述下行链路信号是在经许可的无线接入网络的下行链路频率上发送的。装置2300可以包括用于在无线网络上进行通信的模块和/或电路2306、2308、2312、2314,所述模块和/或电路 2306、2308、2312、2314包括在下行链路频率上向第二设备发送第一消息的无线空中接口2312,其中,所述第一消息与经许可的无线接入网络不相关。该装置和第二设备可以在网状网络上以低于功率电平门限的功率电平进行通信,所述功率电平门限被选择为使得基站忽略第一设备和第二设备之间的传输。

[0183] 将要理解的是,所公开的过程中的步骤的特定顺序或层次是对示例性方法的说明。基于设计偏好,应当理解的是,所述过程中的步骤的特定顺序或层次可以重新排列。此外,可以组合或者省略一些步骤。所附方法权利要求以样本顺序来呈现各个步骤的要素,并且不意味着要受限于所呈现的特定顺序或层次。

[0184] 为使本领域任何技术人员能够实践本文中所描述的各个方面,提供了之前的描述。对于本领域技术人员来说,对这些方面的各种修改将是显而易见的,并且,本文中定义

的一般原理可以适用于其它方面。因此，权利要求并不旨在限于本文中所显示的各方面，而是要符合与权利要求语言相一致的最广范围，其中，以单数形式对要素的引用并不旨在意味着“一个并且仅一个”（除非特别如此说明），而指的是“一个或多个”。除非另外特别说明，否则术语“一些”指的是一个或多个。贯穿本公开内容来描述的各个方面的要素的所有结构等同物和功能等同物（对于本领域普通技术人员来说是已知的或稍后要知道的）通过引用明确地并入本文，并且旨在由权利要求所包含。另外，本文中公开的所有内容均不是要贡献给公众的，不论这种公开内容是否在权利要求中进行了明确地陈述。权利要求的任何要素都不应当解释为功能单元，除非所述要素明确地使用短语“用于……的单元”来陈述。

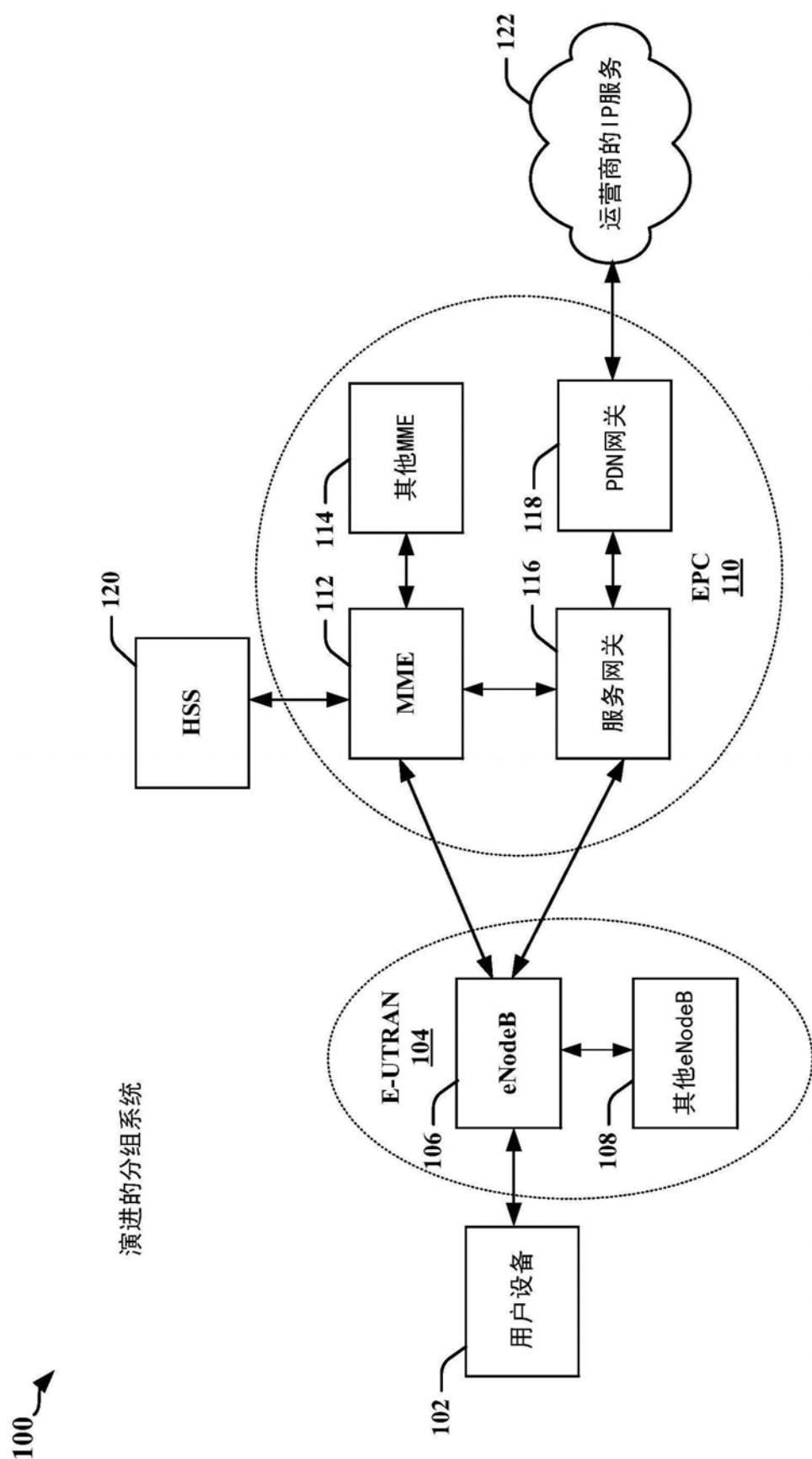


图1

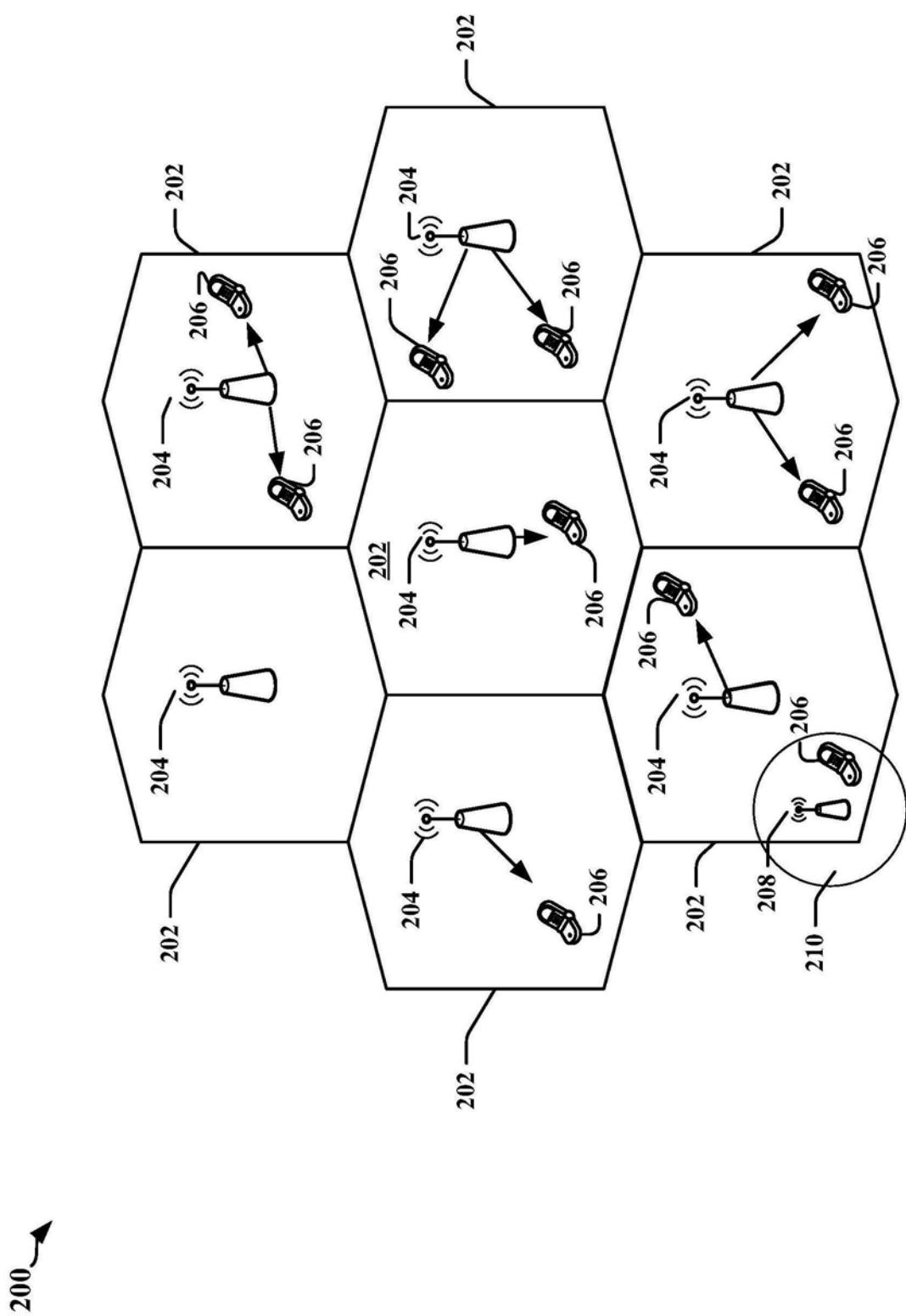


图2

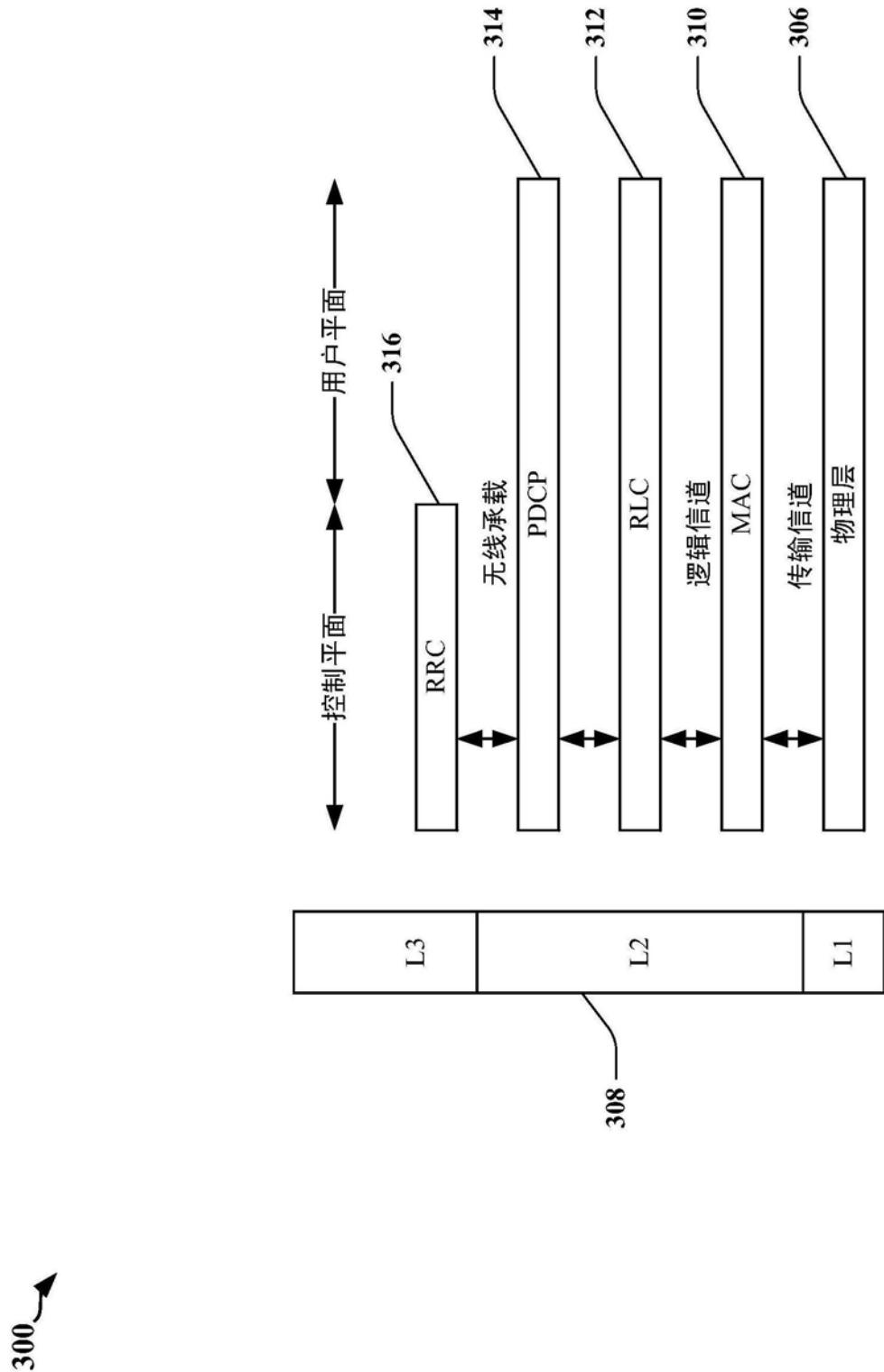


图3

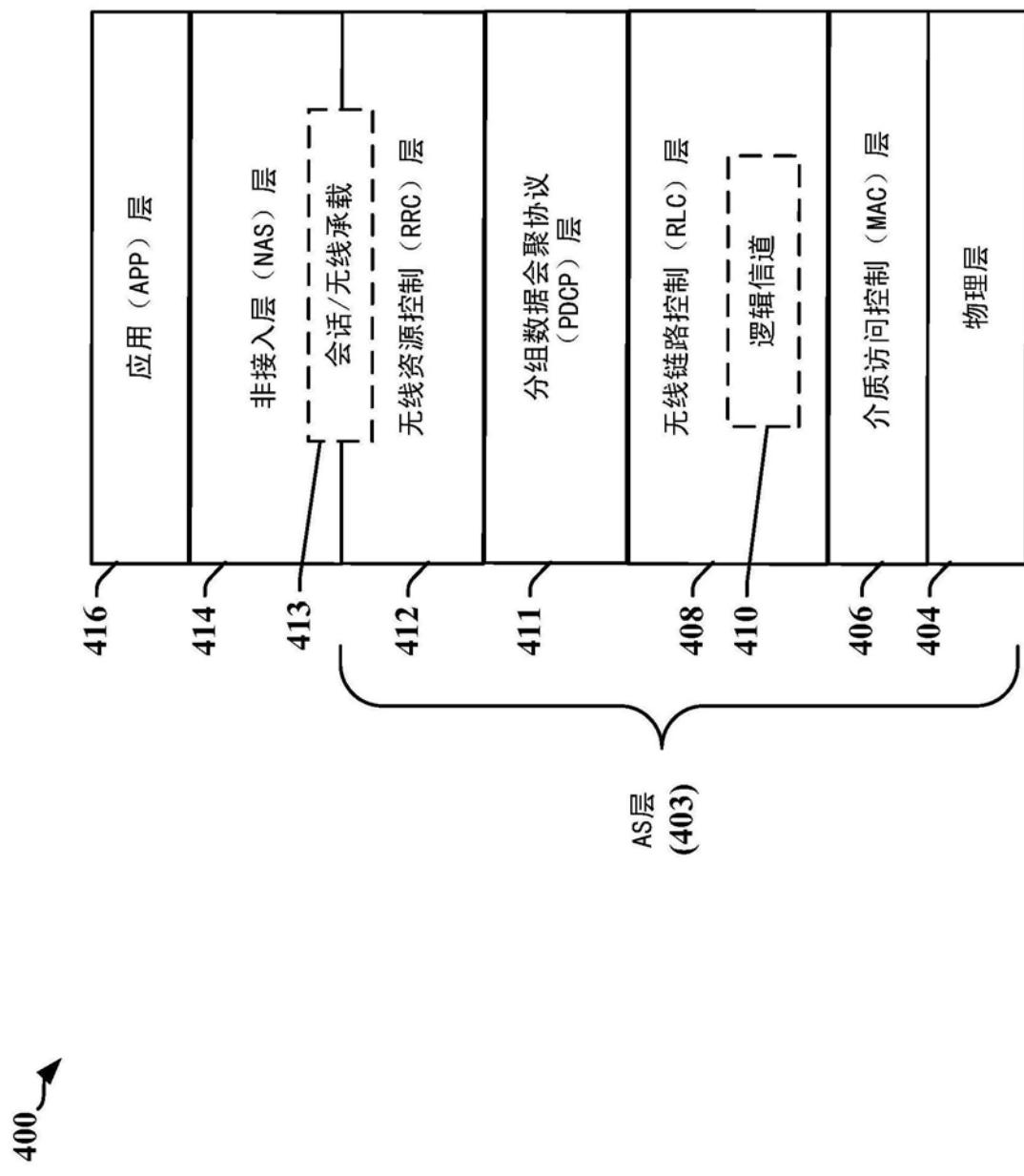


图4

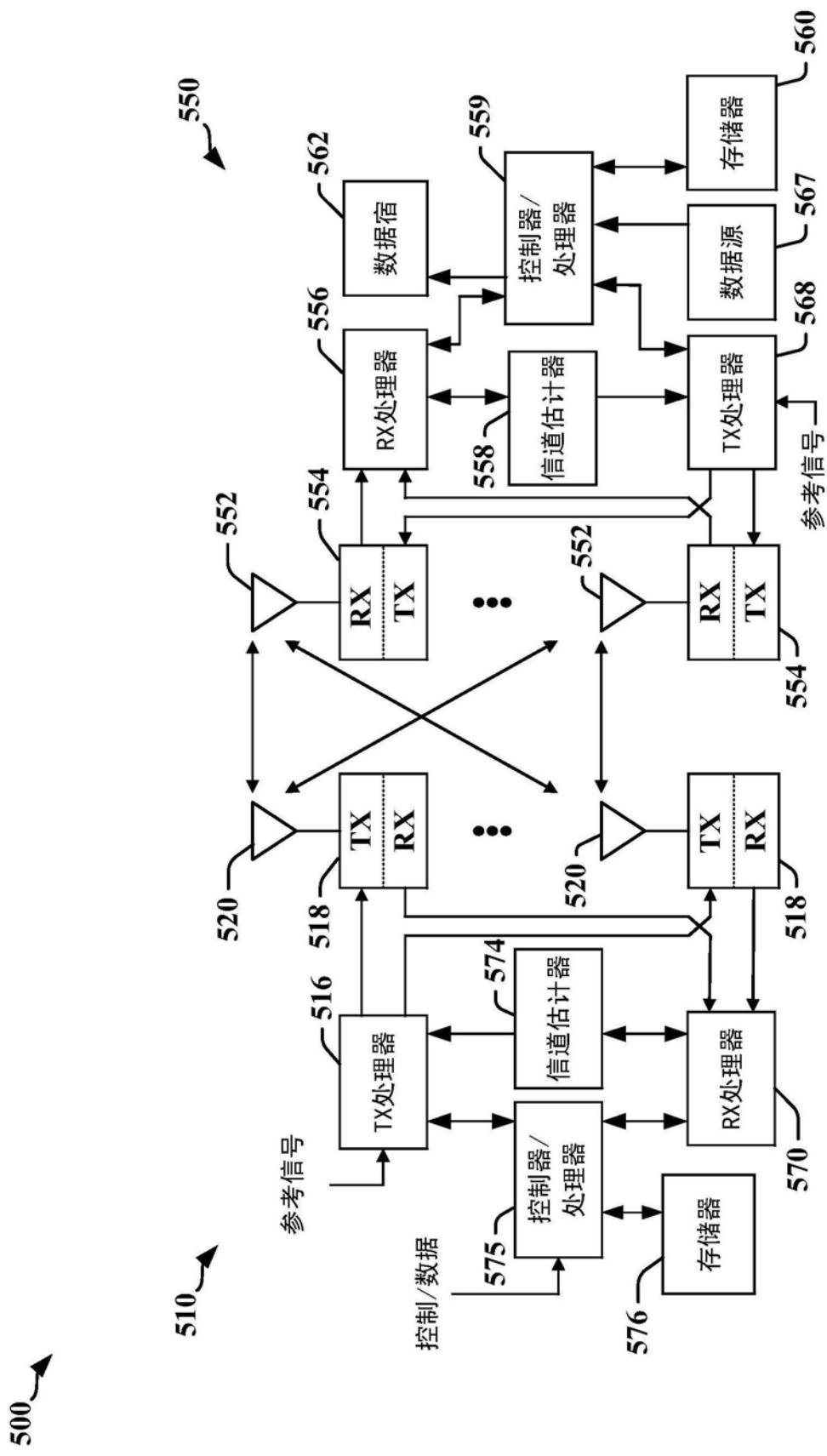


图5

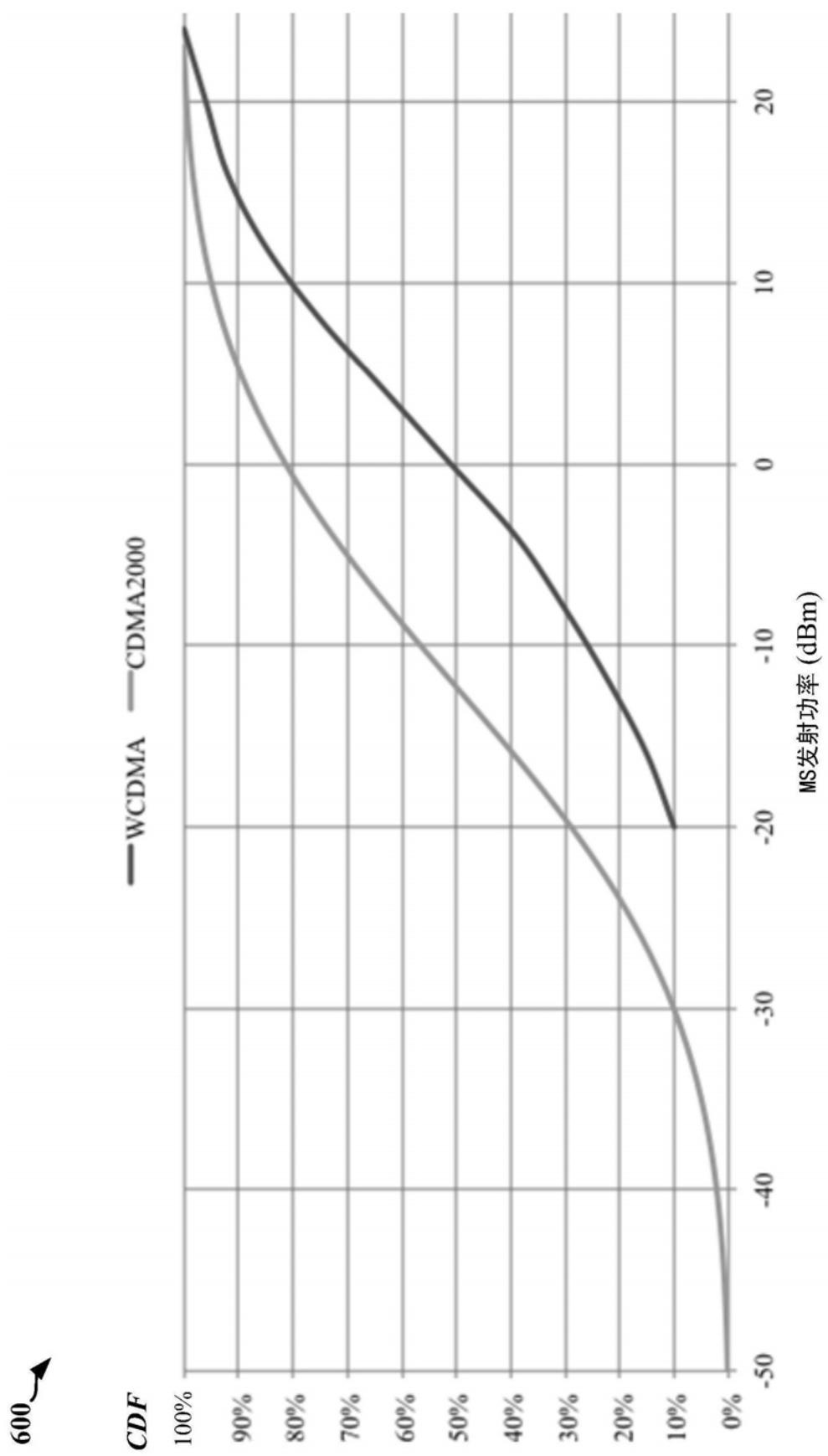


图6

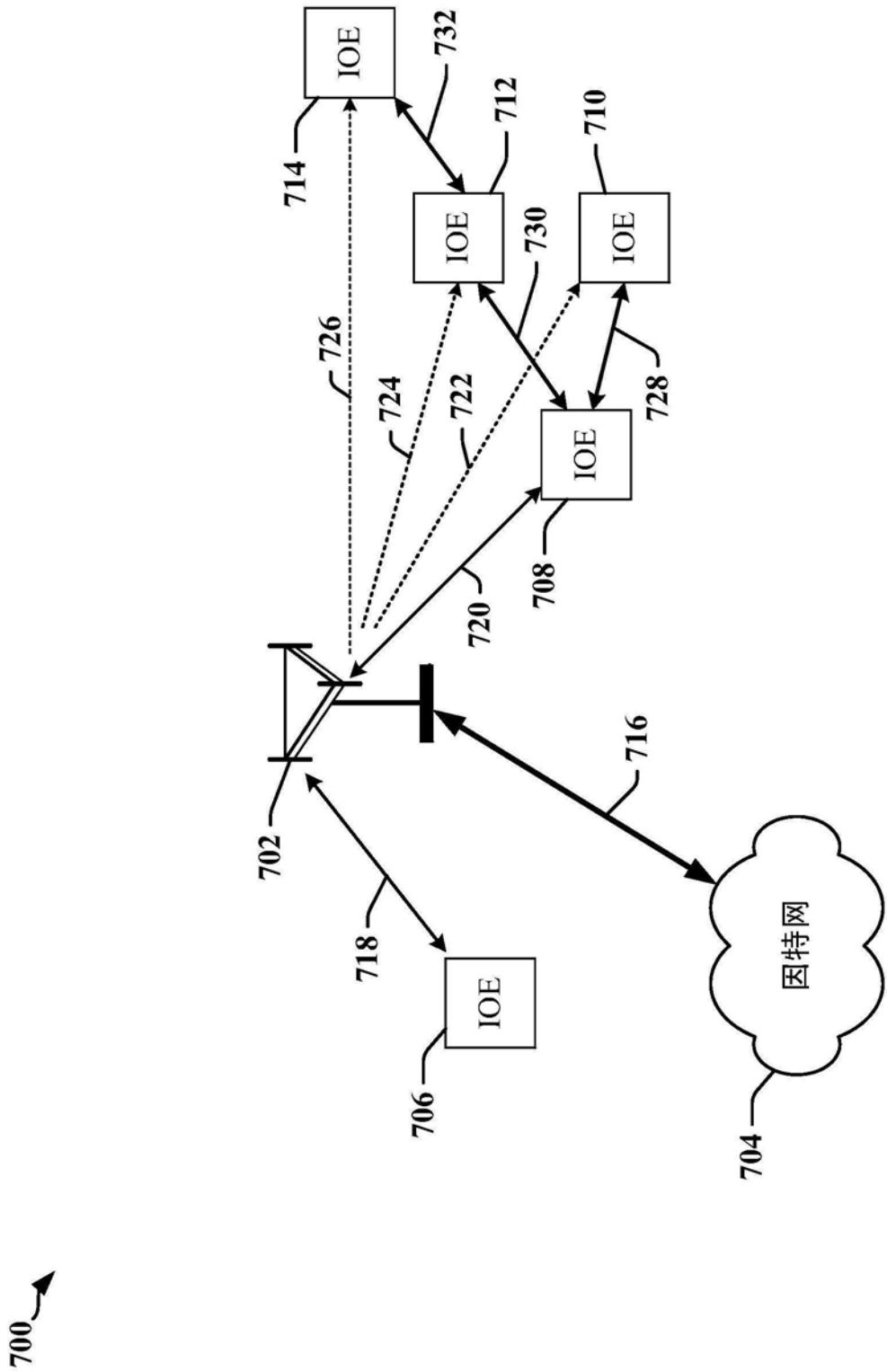


图7

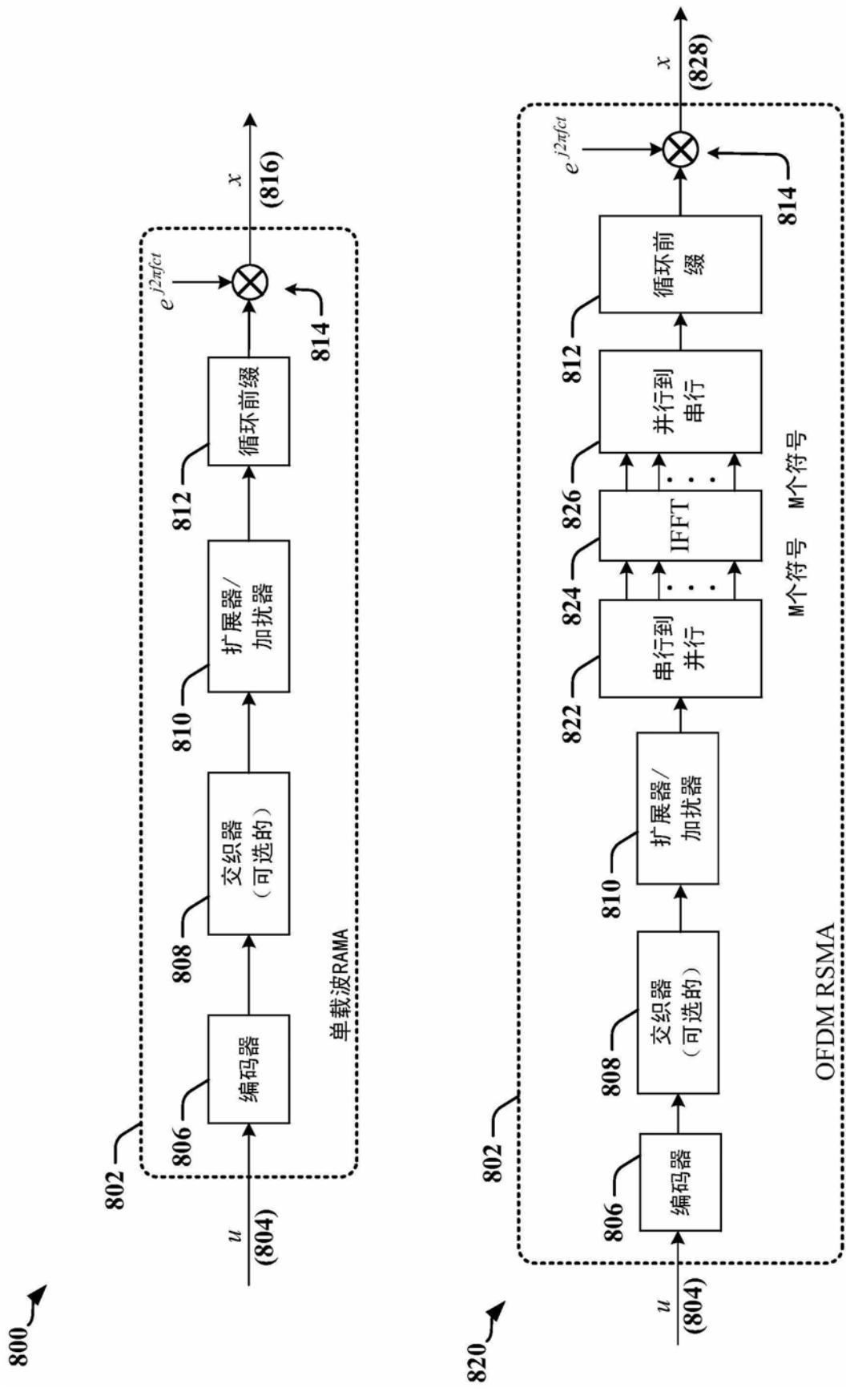


图8

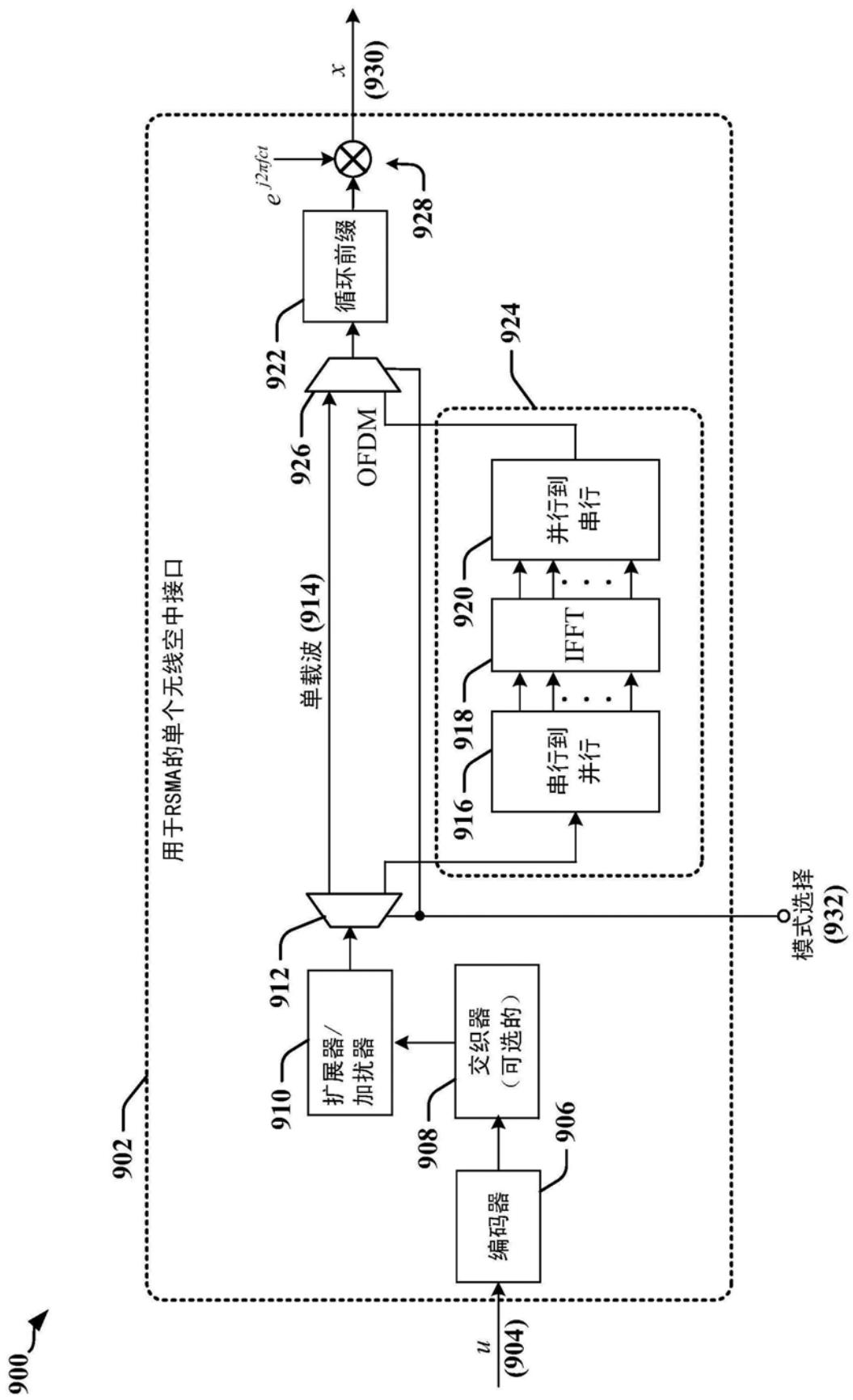


图9

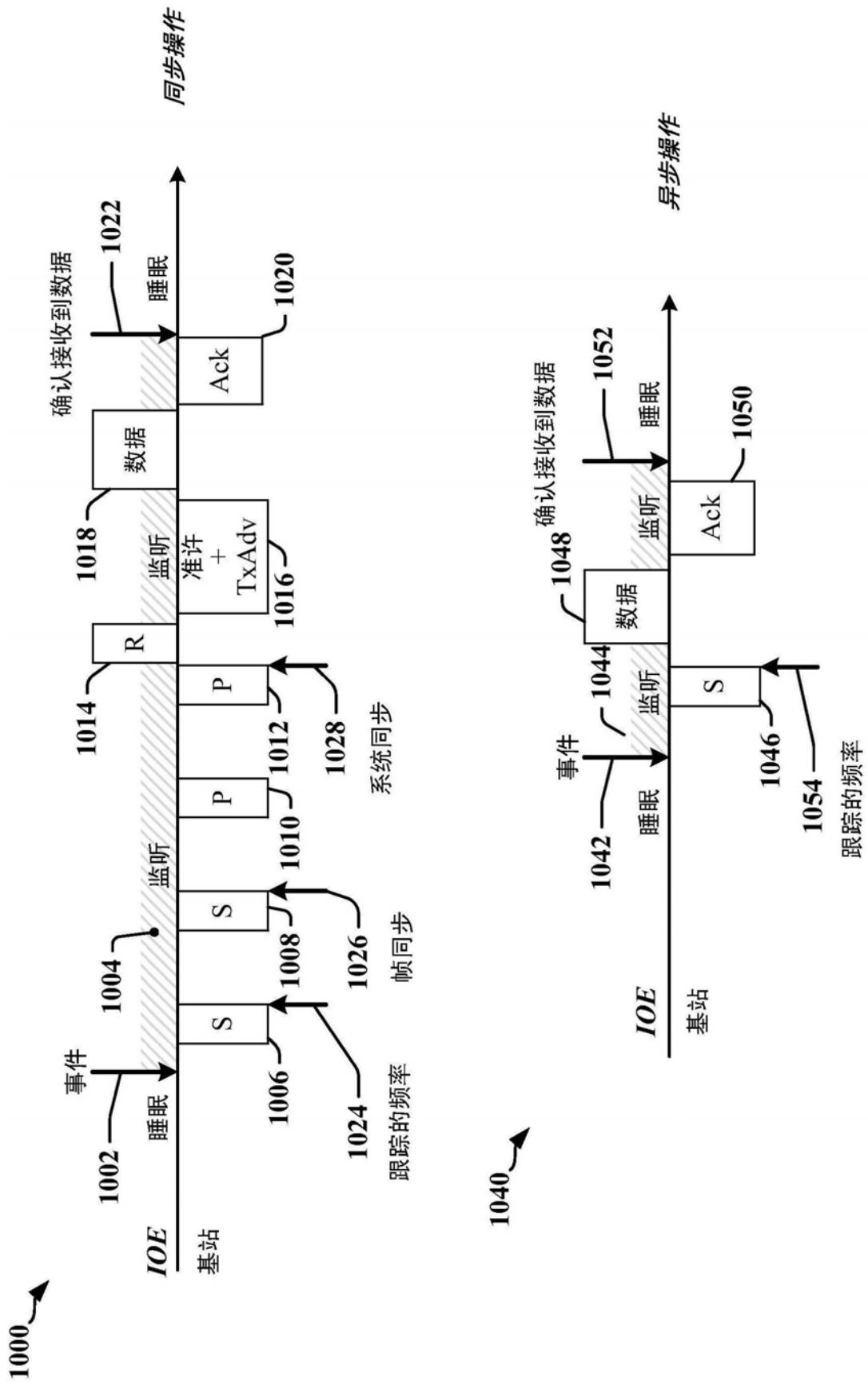


图10

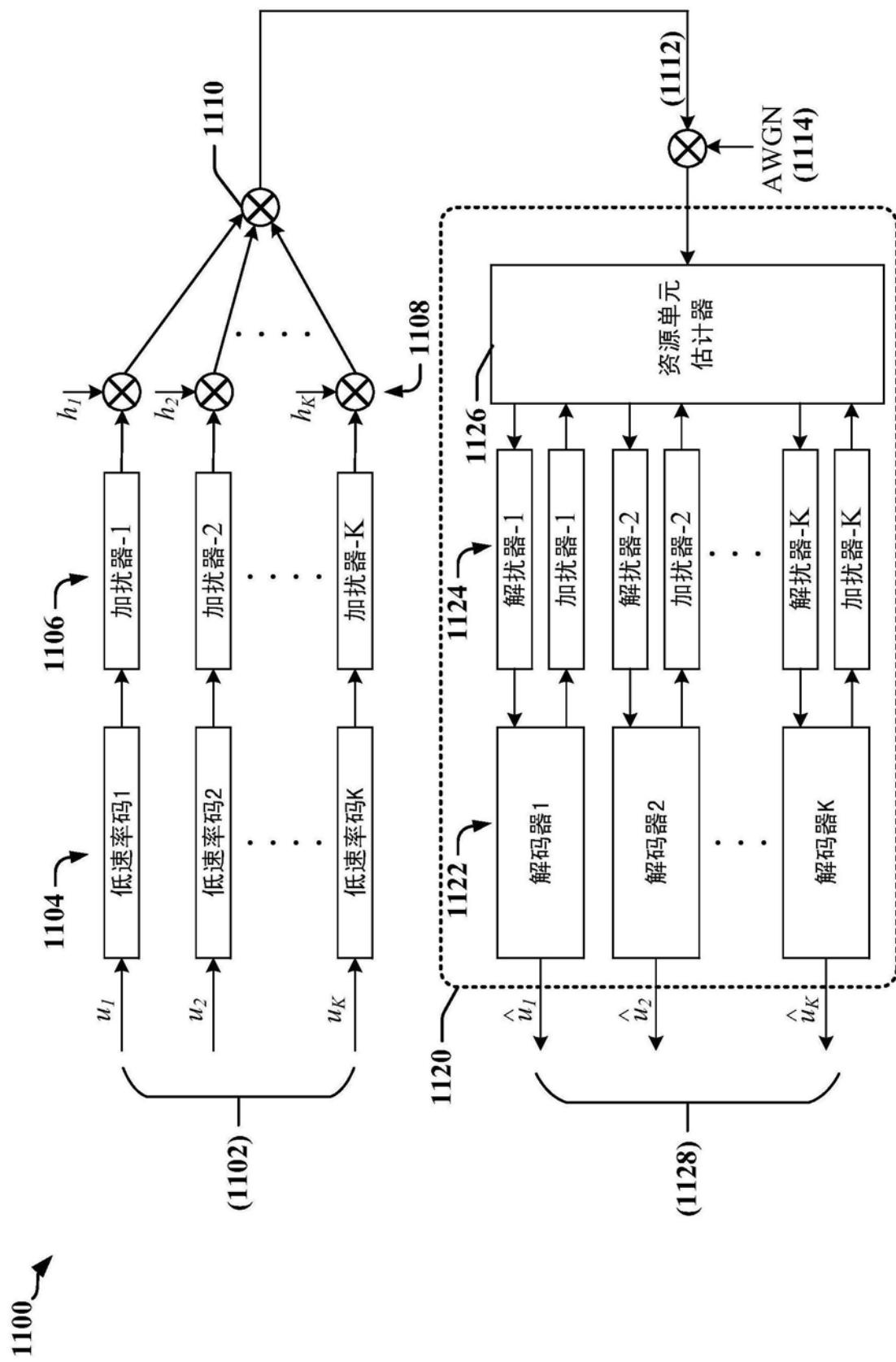


图 11

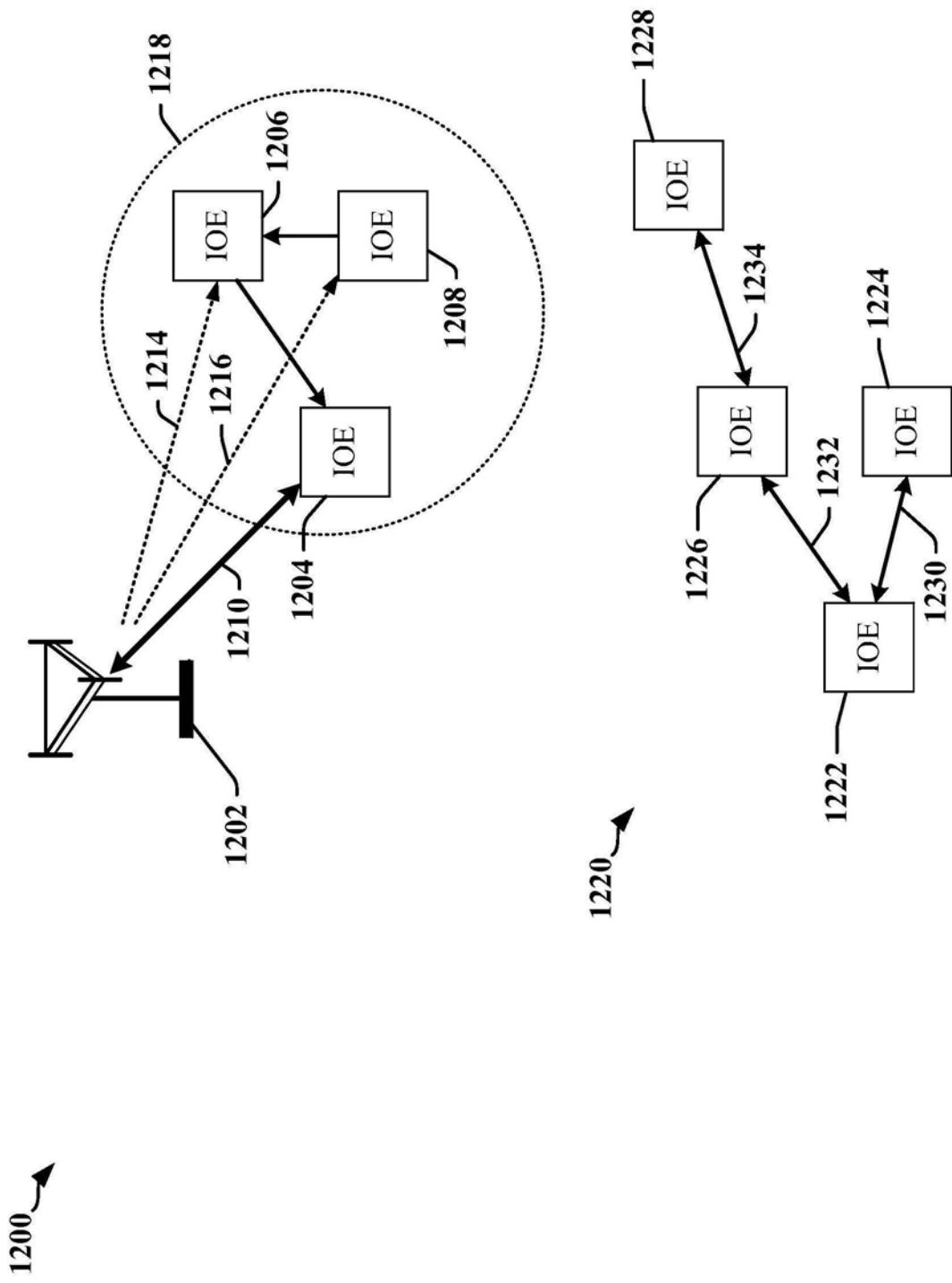


图12

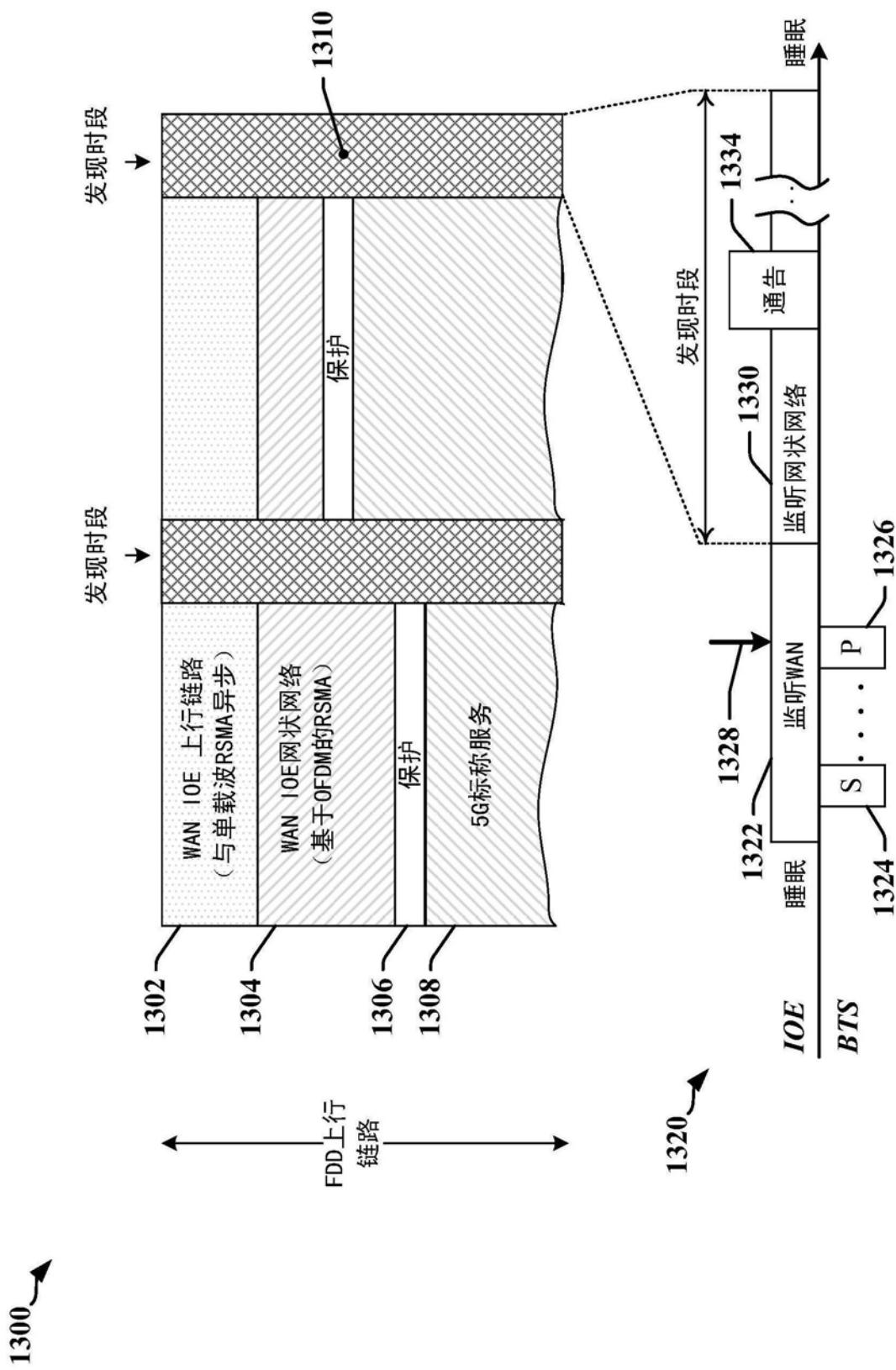


图13

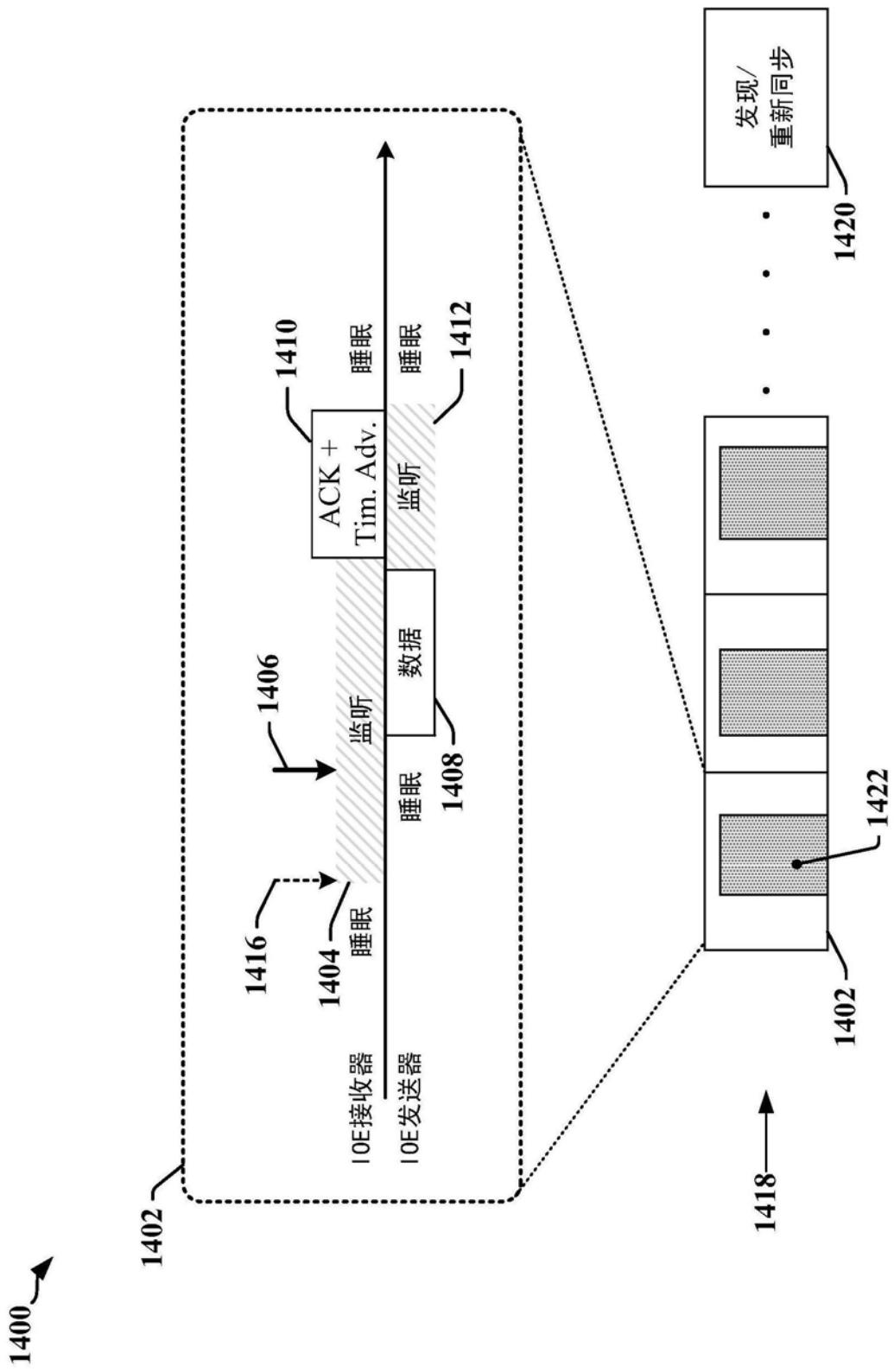


图14

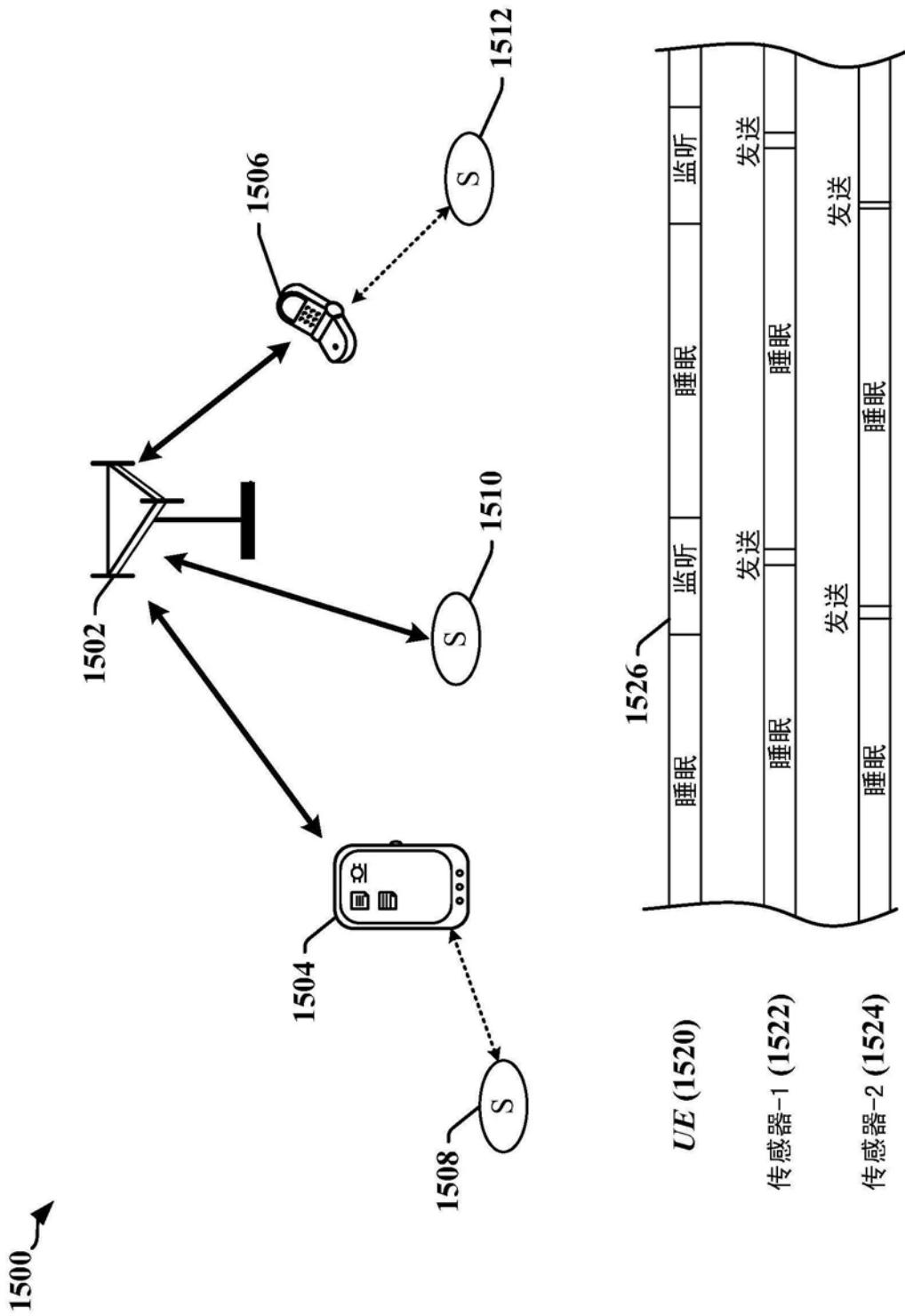


图15

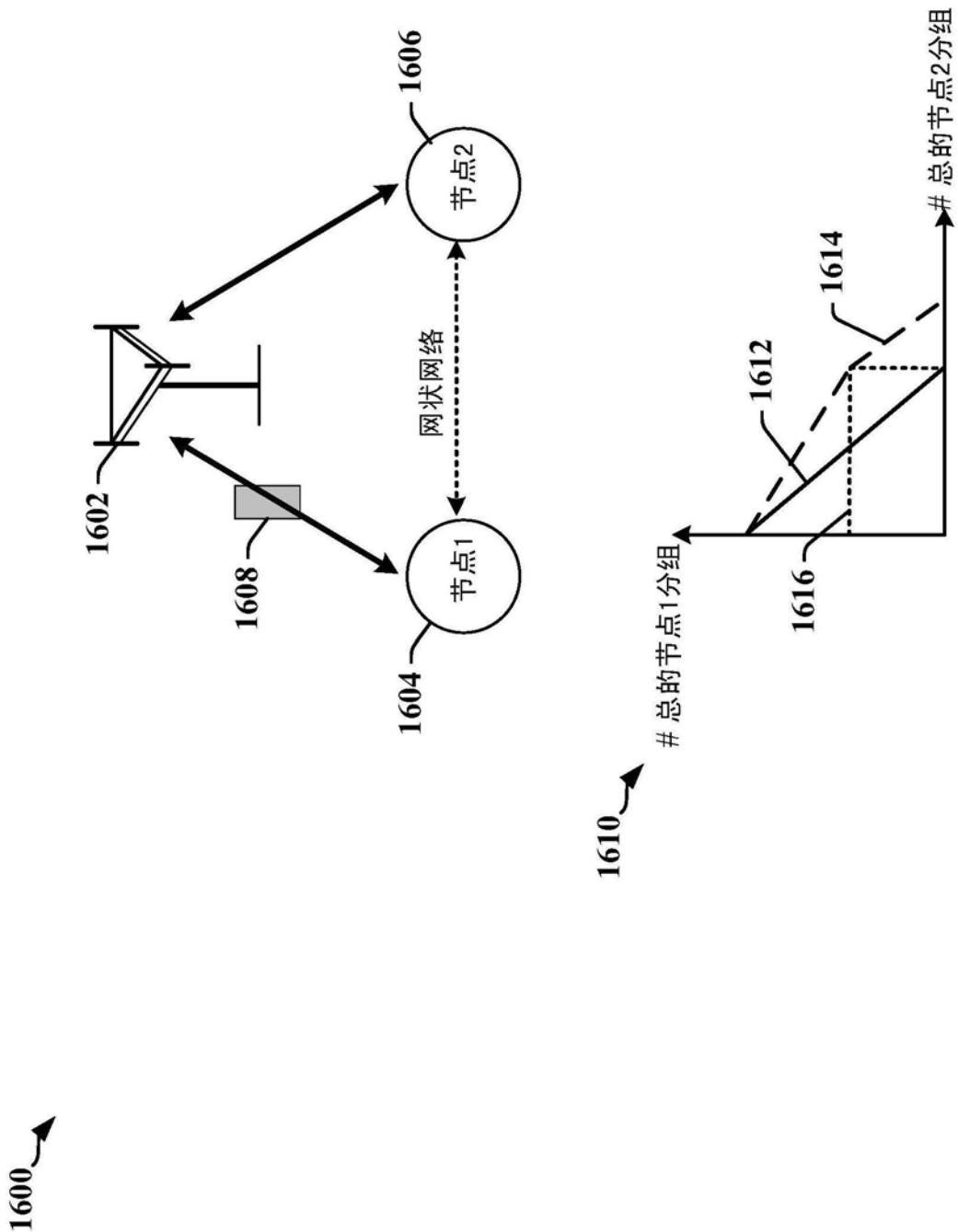


图16

FDD 频带	<i>UL</i>	<i>DL</i>
宏小区	仅Rx	Tx 和 Rx
小型小区	Tx 和 Rx ¹	Tx 和 Rx
10E设备	Tx 和 Rx	Tx ² 和 Rx

1700 ↗

注意：

1. 如果小型小区具有23dBm的最大发送功率，则允许这一情况（例如，与移动设备类相同）
2. 允许静止的传感器，即，通过具备聚合器/小型小区个性

图17

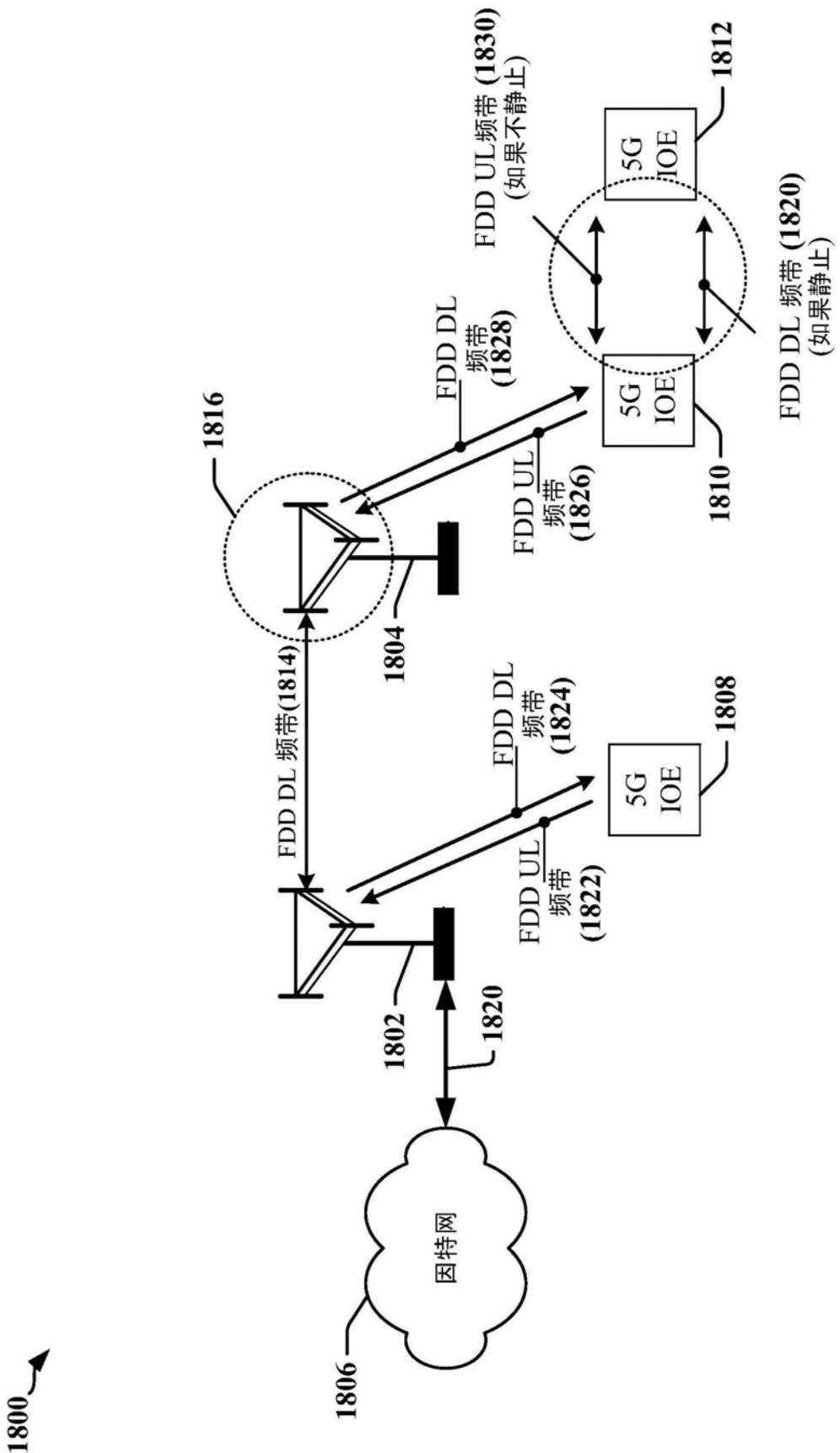


图18

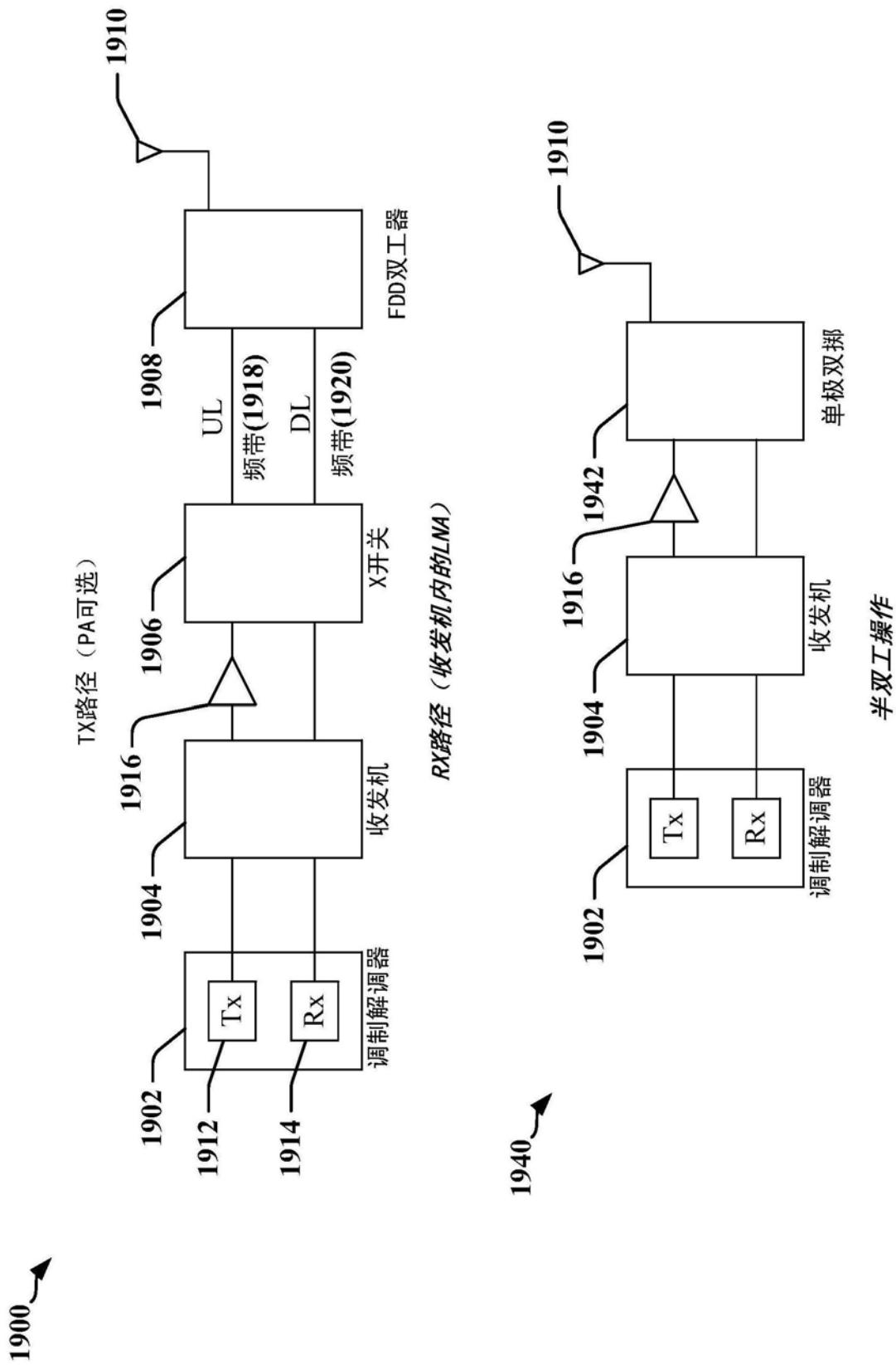


图19

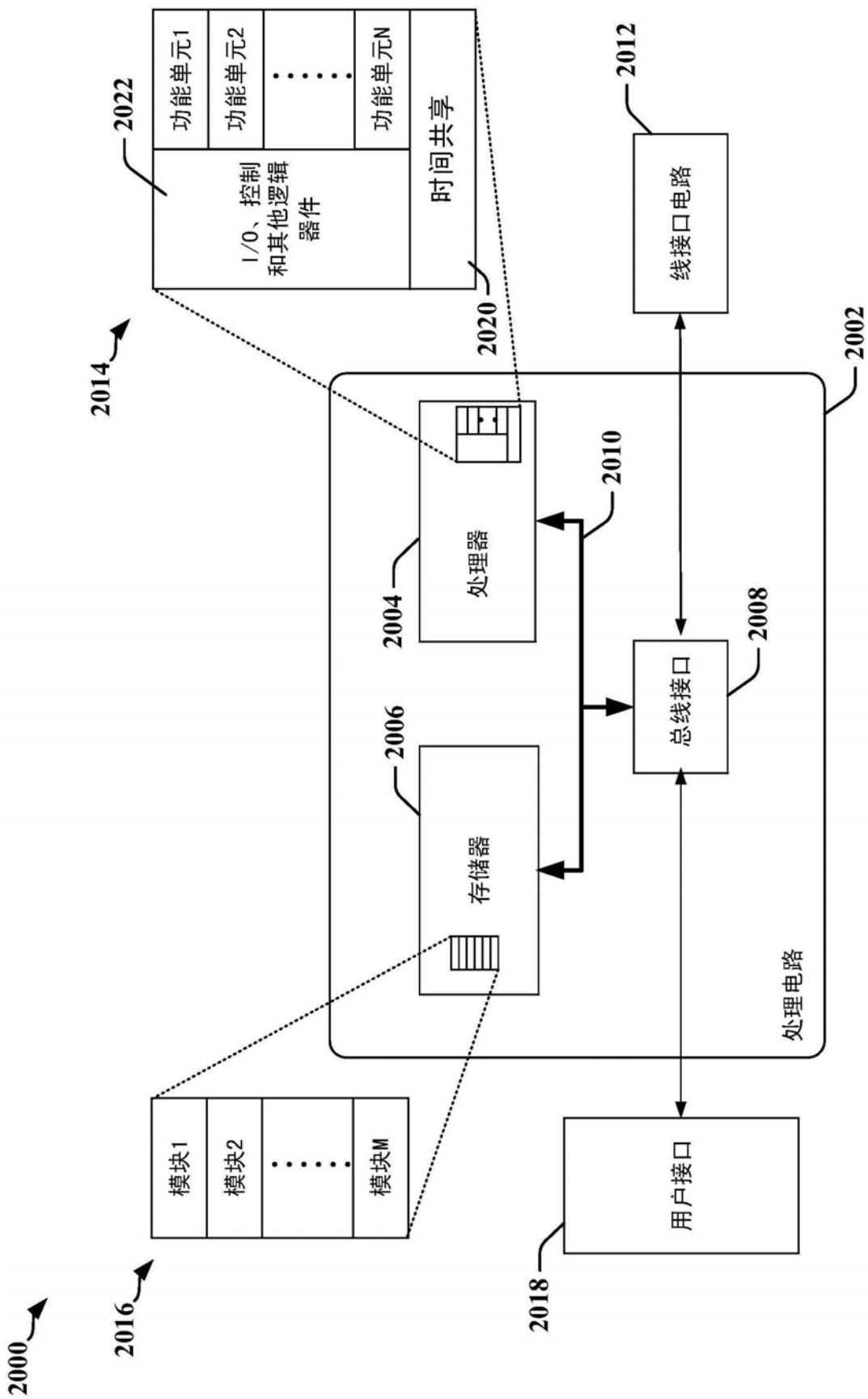


图20

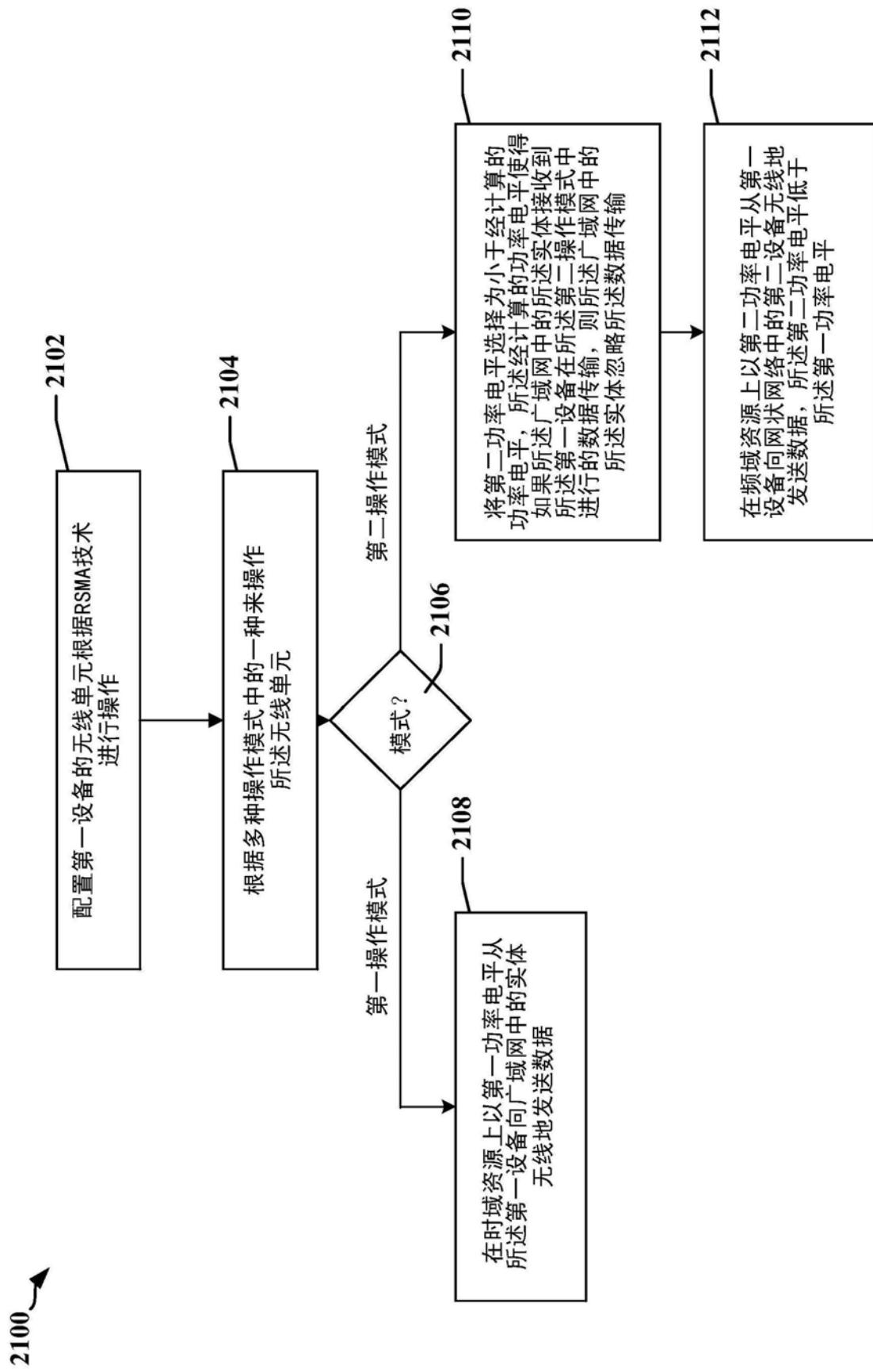


图21

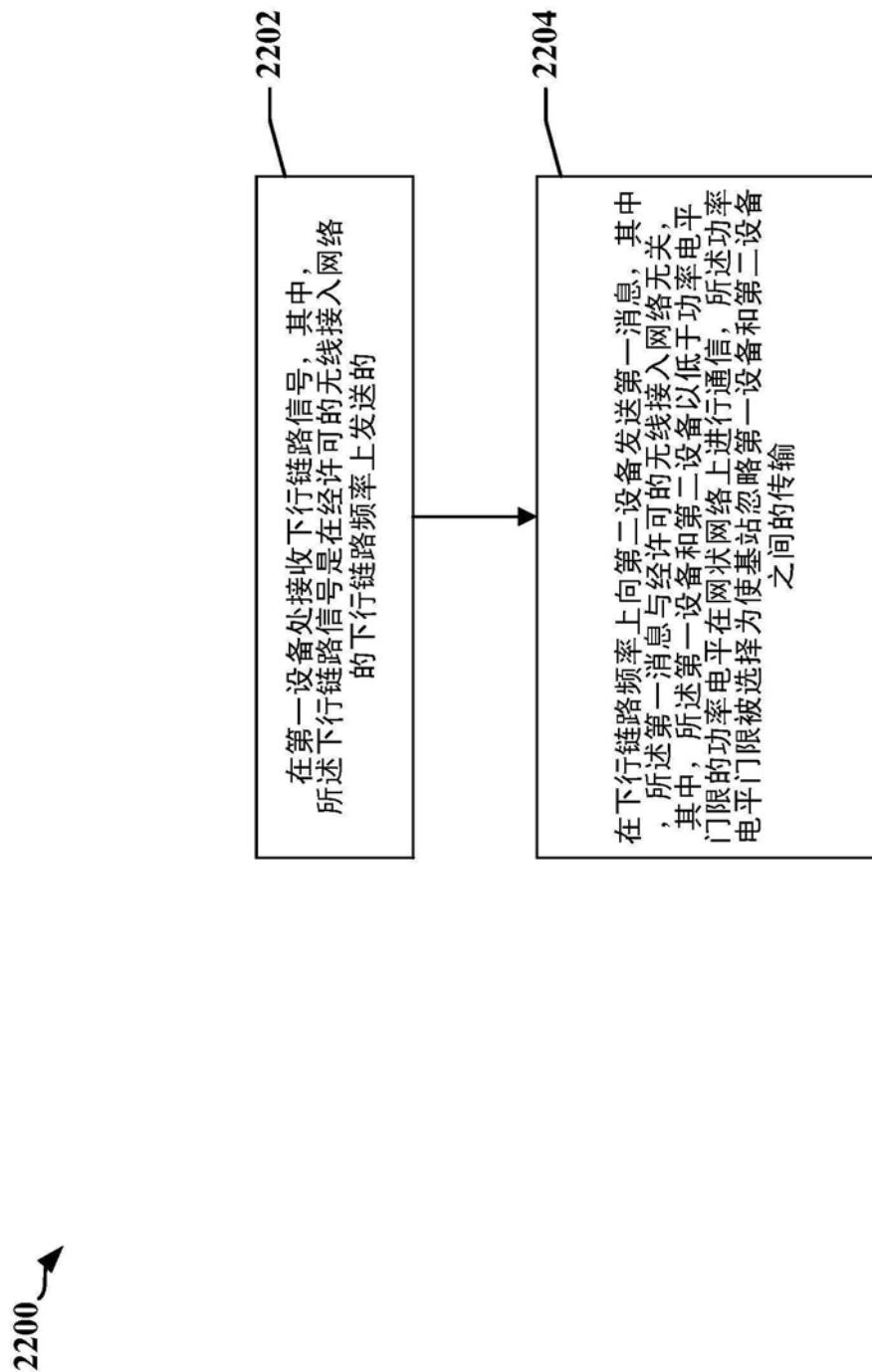


图22

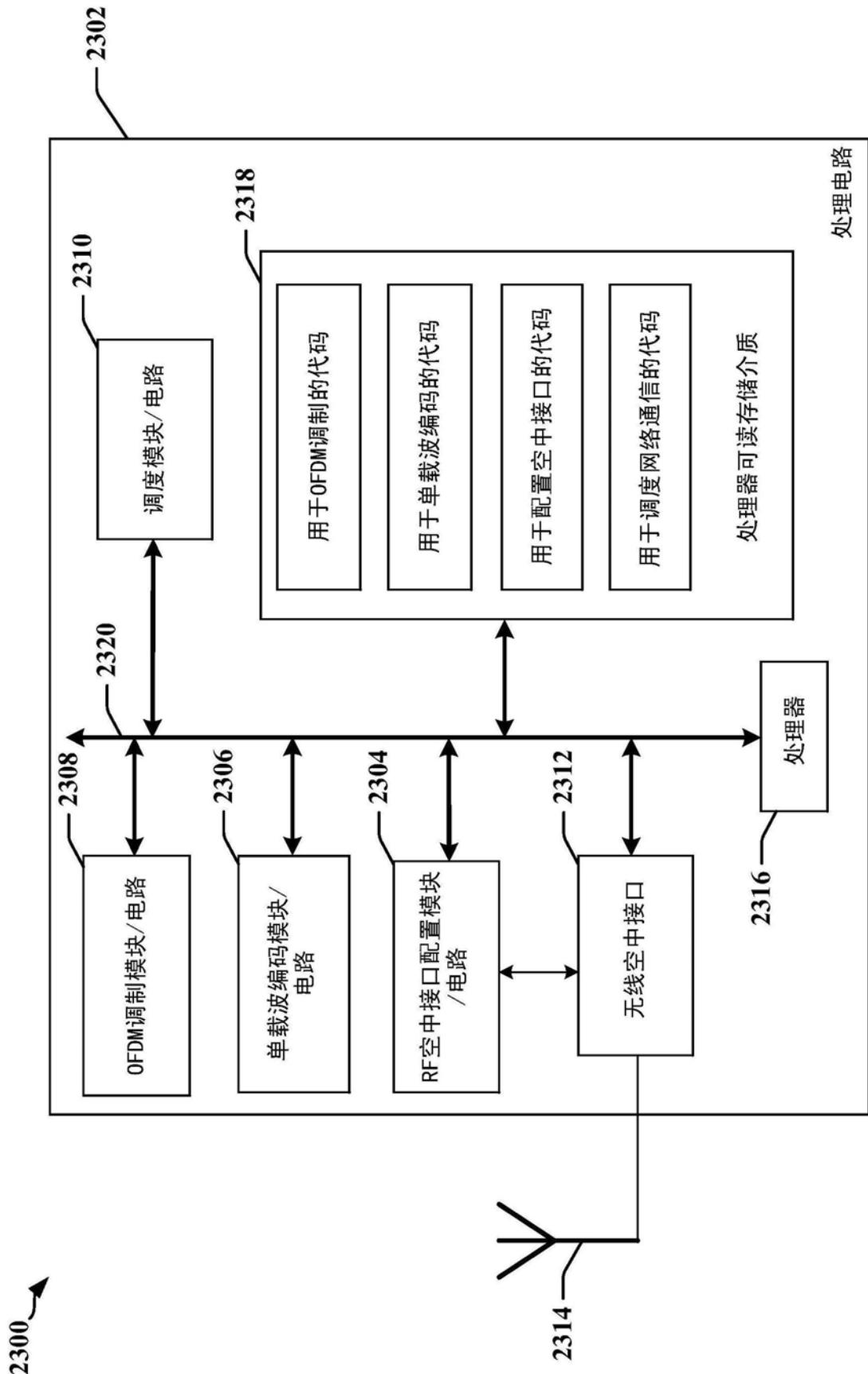


图23