



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119054358 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 29

(21) 申请号 202380031395.9

S · Y · D · 何

(22) 申请日 2023.03.06

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

(30) 优先权数据

17/717,791 2022.04.11 US

专利代理师 陈炜

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.27

(51) Int.Cl.

H04W 56/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/063787 2023.03.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/201147 EN 2023.10.19

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 G · 奈克 A · 阿斯特加迪

A · K · 阿贾米 G · 切瑞安

孙延军 A · P · 帕蒂尔

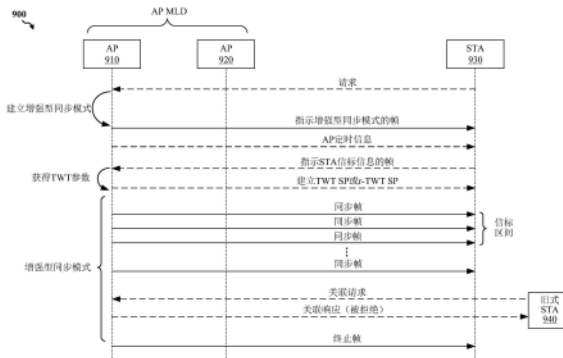
权利要求书3页 说明书32页 附图22页

(54) 发明名称

无线网络上用于时延敏感型业务的时间同步

(57) 摘要

本公开提供了用于使无线设备彼此同步的系统和方法。在一些具体实施中,设备在与该设备的第一接入点 (AP) 相关联的第一通信链路上向至少一个无线站 (STA) 发送对增强型同步模式的指示。该设备在该增强型同步模式期间在该第一通信链路上比与该第一通信链路相关联的目标信标发送时间 (TBTT) 更频繁地发送多个同步帧,该多个同步帧中的每个同步帧指示该设备的该第一AP与第二AP之间的定时同步功能 (TSF) 偏移。在一些实例中,该多个同步帧中的至少一个同步帧可以是携带该第一AP的TSF值的快速初始链路建立 (FILS) 发现帧。



1. 一种设备,所述设备包括:
至少一个处理器;和
至少一个存储器,所述至少一个存储器与所述至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码,所述处理器可读代码在由所述至少一个处理器执行时被配置为:
在与所述设备的第一接入点 (AP) 相关联的第一通信链路上向至少一个无线站 (STA) 发送对增强型同步模式的指示;以及
在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间 (TBTT) 更频繁地发送多个同步帧,所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述设备的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能 (TSF) 偏移。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述多个同步帧中的至少一个同步帧包括携带所述第一AP的TSF值的快速初始链路建立 (FILS) 发现帧。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述同步帧的连续发送之间的时间段为约20毫秒。
4. 根据权利要求1所述的设备,其中所述多个同步帧以大于与所述第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行发送。
5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述设备包括AP多链路设备 (MLD),所述AP多链路设备 (MLD) 包括所述第一AP和所述第二AP,所述第一AP与所述第一通信链路相关联,所述第二AP与第二通信链路相关联,所述第二通信链路占用与所述第一通信链路不同的频带。
6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述指示被携带在所述第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间 (TWT) 响应帧中的一者或多者中。
7. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
响应于对所述第一AP与参与所述增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示而终止所述增强型同步模式。
8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述增强型同步模式的终止进一步基于对所述第二AP与参与所述增强型同步模式的所述多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示。
9. 根据权利要求1所述的设备,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于对至少所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来发送的。
10. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
从一个或多个STA接收发起所述增强型同步模式的请求,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于所述请求来发送的。
11. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
向所述至少一个STA指示所述增强型同步模式的启动时间。
12. 根据权利要求11所述的设备,其中所指示的启动时间被携带在所述第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间 (TWT) 响应帧中的一者或多者中。
13. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
获得所述第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移;以及
至少部分地基于所述TSF偏移来向多个STA中的每个STA指示参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。
14. 根据权利要求13所述的设备,其中对于所述多个STA中的至少一些STA而言参与所

述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的进一步基于对所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。

15. 根据权利要求1所述的设备,其中所述增强型同步模式是结合在所述第一通信链路上调度的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP来建立的。

16. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

向所述至少一个STA指示所述第一AP和所述第二AP是否共享跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的共用时钟或共用TSF值。

17. 根据权利要求16所述的设备,其中对跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的所述共用时钟或所述共用TSF值的所述指示被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或所述同步帧中的一者或多者中。

18. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

在所述增强型同步模式的启动时间之前开始的时间段期间拒绝来自不支持所述增强型同步模式的STA的关联请求。

19. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

从所述至少一个STA接收指示以下各项中的一者或多者的帧:

在每个信标区间期间在所述至少一个STA与所述第一AP之间的时钟漂移量,

所述至少一个STA是否参与所述增强型同步模式,

所述至少一个STA是在所述第一通信链路上还是在与所述第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者

所述至少一个STA接收指示所述第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度;以及

至少部分地基于从所述至少一个STA接收的一个或多个指示来调度用于所述第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP。

20. 一种用于由设备进行无线通信的方法,所述方法包括:

在与所述设备的第一接入点(AP)相关联的第一通信链路上向至少一个无线站(STA)发送对增强型同步模式的指示;以及

在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地发送多个同步帧,所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述设备的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能(TSF)偏移。

21. 一种设备,所述设备包括:

至少一个处理器;和

至少一个存储器,所述至少一个存储器与所述至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码,所述处理器可读代码在由所述至少一个处理器执行时被配置为:

在与接入点(AP)多链路设备(MLD)的第一AP相关联的第一通信链路上从所述第一AP接收对增强型同步模式的指示;以及

在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地接收多个同步帧,所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述AP MLD的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能(TSF)偏移。

22. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述多个同步帧中的至少一个同步帧包括携带所述第一AP的TSF值的快速初始链路建立 (FILS) 发现帧。

23. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述同步帧的连续接收之间的时间段为约20毫秒。

24. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述多个同步帧以大于与所述第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行接收。

25. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述指示被携带在所述第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间 (TWT) 响应帧中的一者或多者中。

26. 根据权利要求21所述的设备, 其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于对至少所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来接收的。

27. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
向所述AP MLD发送发起所述增强型同步模式的请求, 其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于所述请求来接收的。

28. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
从所述AP MLD接收对所述增强型同步模式的启动时间的指示。

29. 根据权利要求21所述的设备, 其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:
从所述AP MLD接收对所述第一AP和所述第二AP是否共享跨所述AP MLD的所述第一AP和所述第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示。

30. 一种用于由设备进行无线通信的方法, 所述方法包括:
在与接入点 (AP) 多链路设备 (MLD) 的第一AP相关联的第一通信链路上从所述第一AP接收对增强型同步模式的指示; 以及

在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间 (TBTT) 更频繁地接收多个同步帧, 所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述AP MLD的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能 (TSF) 偏移。

无线网络上用于时延敏感型业务的时间同步

[0001] 交叉引用

[0002] 本专利申请要求由 NAIK 等人于 2022 年 4 月 11 日提交的名称为“TIME SYNCHRONIZATION OVER A WIRELESS NETWORK FOR LATENCY-SENSITIVE TRAFFIC(无线网络上用于时延敏感型业务的时间同步)”的美国专利申请 17/717,791 号的优先权,该美国专利申请被转让给本申请的受让人并且以引用方式明确并入本文。

技术领域

[0003] 本公开整体涉及无线通信,并且更具体地涉及维持无线站(STA)与设备的多个接入点(AP)中的每个接入点之间的同步。

背景技术

[0004] 无线局域网(WLAN)可由提供共享无线介质以供数个客户端设备(诸如无线站(STA))使用的一个或多个接入点(AP)形成。遵循电气和电子工程师协会(IEEE)802.11标准族的WLAN的基本构建块是由AP管理的基本服务集(BSS)。每个BSS由基本服务集标识符(BSSID)来标识,该基本服务集标识符(BSSID)由AP在通过无线介质周期性地广播的信标帧中通告,使得在AP的无线范围内的STA可与AP相关联并且建立与WLAN的无线通信链路。

[0005] 一些无线通信设备可以与针对数据业务具有严格的端对端时延、吞吐量和定时要求的低时延应用相关联。示例低时延应用包括但不限于实时游戏应用、视频通信以及增强现实(AR)和虚拟现实(VR)应用(统称为扩展现实(XR)应用)。此类低时延应用可指定用于为这些应用提供连通性的无线通信系统的各种时延、吞吐量和定时要求。因此,希望确保WLAN能够满足此类低时延应用的各种时延、吞吐量和定时要求。

发明内容

[0006] 本公开的系统、方法和设备各自具有若干创新性方面,其中并不由任何单个方面全权负责本文所公开的期望属性。

[0007] 本公开中描述的主题的一个创新方面可被实现在一种无线设备中。该无线设备可包括至少一个处理器以及与该至少一个处理器通信地耦合的至少一个存储器。在一些具体实施中,存储器存储处理器可读代码,该处理器可读代码在由至少一个处理器执行时被配置为在与该设备的第一接入点(AP)相关联的第一通信链路上向至少一个无线站(STA)发送对增强型同步模式的指示。处理器可读代码的执行被配置为在增强型同步模式期间在第一通信链路上比与该第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地发送多个同步帧,该多个同步帧中的每个同步帧指示该设备的第一AP与第二AP之间的定时同步功能(TSF)偏移。在一些方面,多个同步帧中的每个同步帧还可指示第一AP的TSF值。在一些实例中,该指示可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0008] 在各个具体实施中,该设备可以是包括第一AP和第二AP的AP多链路设备(MLD),第

一AP与第一通信链路相关联,第二AP与第二通信链路相关联,该第二通信链路占用与第一通信链路不同的频带。在一些具体实施中,增强型同步模式可结合在第一通信链路上调度的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP来建立。在一些实例中,多个同步帧中的至少一个同步帧可以是携带第一AP的TSF值和第二AP的TSF偏移值的快速初始链路建立(FILS)发现帧。在其他实例中,同步帧的连续发送之间的时间段可为约20毫秒。在各个方面,多个同步帧可以大于与第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行发送。

[0009] 在各个具体实施中,处理器可读代码的执行可被配置为响应于对第一AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示而终止增强型同步模式。在一些实例中,增强型同步模式的终止可进一步基于对第二AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示。

[0010] 在一些其他具体实施中,处理器可读代码的执行可被配置为从一个或多个STA接收发起增强型同步模式的请求,其中对增强型同步模式的指示是基于请求来发送的。

[0011] 在一些具体实施中,处理器可读代码的执行可被配置为向至少一个STA指示增强型同步模式的启动时间。在一些实例中,所指示的启动时间可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或TWT响应帧中的一者或多者中。

[0012] 在其他具体实施中,处理器可读代码的执行可被配置为向至少一个STA指示第一AP和第二AP是否共享跨设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值。在一些实例中,对跨该设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示可被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或同步帧中的一者或多者中。

[0013] 在一些其他具体实施中,处理器可读代码的执行可被配置为:获得第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移,以及至少部分地基于TSF偏移来向多个STA中的每个STA指示参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。在一些实例中,对于多个STA中的至少一些STA而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的可进一步基于对第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。在一些方面,处理器可读代码的执行可被配置为在增强型同步模式的启动时间之前开始的时间段期间拒绝来自不支持增强型同步模式的STA的关联请求。

[0014] 在各个具体实施中,处理器可读代码的执行可被配置为从至少一个STA接收指示以下各项中的一者或多者的帧:在每个信标区间期间在该至少一个STA与第一AP之间的时钟漂移量,该至少一个STA是否参与增强型同步模式,该至少一个STA是在第一通信链路上还是在与第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者该至少一个STA接收指示第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度。处理器可读代码的执行可被配置为至少部分地基于从该至少一个STA接收的一个或多个指示来调度用于第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP。

[0015] 本公开中描述的主题的另一创新方面可被实现为一种用于由设备进行无线通信的方法。在一些具体实施中,该方法包括在与该设备的第一AP相关联的第一通信链路上向至少一个STA发送对增强型同步模式的指示。该方法包括在增强型同步模式期间在第一通信链路上比与该第一通信链路相关联的TBTT更频繁地发送多个同步帧,该多个同步帧中的每个同步帧指示该设备的第一AP与第二AP之间的TSF偏移。在一些方面,多个同步帧中的每

个同步帧还可指示第一AP的TSF值。在一些实例中,该指示可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或TWT响应帧中的一者或多者中。

[0016] 在各个具体实施中,该设备可以是包括第一AP和第二AP的AP MLD,第一AP与第一通信链路相关联,第二AP与第二通信链路相关联,该第二通信链路占用与第一通信链路不同的频带。在一些具体实施中,增强型同步模式可结合在第一通信链路上调度的一个或多个TWT SP或者一个或多个受限r-TWT SP来建立。在一些实例中,多个同步帧中的至少一个同步帧可以是携带第一AP的TSF值和第二AP的TSF偏移值的FILS发现帧。在其他实例中,同步帧的连续发送之间的时间段可为约20毫秒。在各个方面,多个同步帧可以大于与第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行发送。

[0017] 在各个具体实施中,该方法还可包括响应于对第一AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示而终止增强型同步模式。在一些实例中,增强型同步模式的终止可进一步基于对第二AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示。

[0018] 在一些其他具体实施中,该方法还可包括从一个或多个STA接收发起增强型同步模式的请求,其中对增强型同步模式的指示是基于请求来发送的。

[0019] 在一些具体实施中,该方法还可包括向至少一个STA指示增强型同步模式的启动时间。在一些实例中,所指示的启动时间可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或TWT响应帧中的一者或多者中。

[0020] 在其他具体实施中,该方法还可包括向至少一个STA指示第一AP和第二AP是否共享跨设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值。在一些实例中,对跨该设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示可被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或同步帧中的一者或多者中。

[0021] 在一些其他具体实施中,该方法还可包括:获得第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移,以及至少部分地基于TSF偏移来向多个STA中的每个STA指示参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。在一些实例中,对于多个STA中的至少一些STA而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的可进一步基于对第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。在一些方面,该方法还可包括在增强型同步模式的启动时间之前开始的时间段期间拒绝来自不支持增强型同步模式的STA的关联请求。

[0022] 在各个具体实施中,该方法还可包括从至少一个STA接收指示以下各项中的一者或多者的帧:在每个信标区间期间在该至少一个STA与第一AP之间的时钟漂移量,该至少一个STA是否参与增强型同步模式,该至少一个STA是在第一通信链路上还是在与第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者该至少一个STA接收指示第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度。该方法还可包括至少部分地基于从该至少一个STA接收的一个或多个指示来调度用于第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP。

[0023] 本公开中所描述的主题的一个或多个具体实施的细节是在附图和下面的描述中阐述的。根据说明书、附图和权利要求书,其他特征、方面和优点将变得明显。注意,附图中的相对尺寸可能不是按比例描绘的。

附图说明

- [0024] 图1示出了示例无线通信网络的示意图。
- [0025] 图2A示出了可用于接入点 (AP) 与一个或多个无线站 (STA) 之间的通信的示例协议数据单元 (PDU)。
- [0026] 图2B示出了图2A的PDU中的示例字段。
- [0027] 图3A示出了可用于AP与一个或多个STA之间的通信的另一示例PDU。
- [0028] 图3B示出了可用于AP与一个或多个STA之间的通信的另一示例PDU。
- [0029] 图4示出了示例无线通信设备的框图。
- [0030] 图5A示出了示例接入点 (AP) 的框图。
- [0031] 图5B示出了示例站 (STA) 的框图。
- [0032] 图6示出了包括接入点 (AP) 多链路设备 (MLD) 和非AP MLD的示例通信系统。
- [0033] 图7示出了描绘示例无线通信的定时图。
- [0034] 图8A示出了描绘示例信标帧发送的定时图。
- [0035] 图8B示出了描绘设备之间的示例无线通信的定时图。
- [0036] 图8C示出了描绘示例信标帧发送的另一定时图。
- [0037] 图8D示出了描绘设备之间的示例无线通信的另一定时图。
- [0038] 图9示出了描绘根据一些具体实施的支持增强型同步模式的示例无线通信的时序图。
- [0039] 图10示出了描绘根据一些具体实施的支持增强型同步模式的示例无线通信的定时图。
- [0040] 图11至图18示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作的流程图。
- [0041] 图19至图20示出了例示根据一些其他具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作的流程图。
- [0042] 图21示出了示例无线通信设备的框图。
- [0043] 图22示出了另一示例无线通信设备的框图。
- [0044] 在不同的附图中的相同的参考标号和名称表示相同的元素。

具体实施方式

[0045] 以下描述针对一些特定的具体实施以旨在描述本公开的创新性方面。然而,本领域普通技术人员将容易地认识到,本文的教导内容可以以多种不同的方式应用。所描述的具体实施可在能够根据以下中的一者或多者来发送和接收射频 (RF) 信号的任何设备、系统或网络中实现:由第3代合作伙伴计划 (3GPP) 发布的长期演进 (LTE)、3G、4G或5G (新无线电 (NR)) 标准、电气与电子工程师协会 (IEEE) 802.11标准、IEEE 802.15标准、或如由蓝牙技术联盟 (SIG) 定义的Bluetooth®标准等。所描述的具体实施可在能够根据以下技术或技艺中的一者或多者来发送和接收RF信号的任何设备、系统或网络中实现:码分多址 (CDMA)、时分多址 (TDMA)、频分多址 (FDMA)、正交FDMA (OFDMA)、单载波FDMA (SC-FDMA)、单用户 (SU) 多输入多输出 (MIMO) 和多用户 (MU) MIMO。所描述的具体实施还可使用适合于在无线广域网 (WWAN)、无线个域网 (WPAN)、无线局域网 (WLAN) 或物联网 (IOT) 网络中的一者或多者中使用

的其他无线通信协议或RF信号来实现。

[0046] IEEE 802.11标准的IEEE 802.11be修订版描述了可以被分配用于时延敏感型业务的受限目标唤醒时间(r-TWT)服务时段(SP)。如本文所用,术语“非旧式STA”是指支持IEEE 802.11标准的IEEE 802.11be修订版或后代的任何无线站(STA),而术语“低时延STA”是指具有要传送或接收的时延敏感型业务的任何非旧式STA。相比之下,术语“旧式STA”可指仅支持IEEE 802.11标准的IEEE 802.11ax或更早代的任何STA。支持r-TWT操作并且获取r-TWT SP之外的发送机会(TXOP)的非旧式STA必须在它们不是其成员的任何r-TWT SP的开始之前终止其相应的TXOP。因此,r-TWT SP可提供更具可预测性的时延、减少的最坏情况时延或减少的抖动,对于时延敏感型业务具有更高的可靠性。

[0047] 本公开的各方面认识到,r-TWT操作的益处可取决于在通信链路上操作的STA获得负责在通信链路上调度r-TWT SP的AP的准确定时信息的能力。例如,为了避免在与给定通信链路相关联的r-TWT SP期间接入无线链路,非成员STA应当被配置为具有(相对准确地)指示r-TWT SP的启动时间的信息。根据IEEE802.11标准的现有版本,r-TWT SP的启动时间被表达为与调度r-TWT SP的AP(或BSS)的定时同步功能(TSF)定时器相关联的整数值。AP基于所调度的目标信标发送时间(TBTT)来广播携带TSF定时器的当前值的信标帧。接收信标帧的STA(和其他AP)可使用当前TSF值来使这些STA的相应本地TSF定时器同步。

[0048] 由AP和该AP的相关联STA(以及其他AP)用来实现该相关联STA的相应TSF定时器的时钟中的缺陷可能导致该AP与该相关联STA之间的时钟漂移。由时钟漂移导致的AP与AP的相关联STA之间的TSF偏移可能影响该相关联STA估计通信链路上的r-TWT SP的启动时间的准确度。IEEE 802.11标准规定185,234,501微秒(μs)的信标区间,并且允许AP与AP的相关联STA之间的 ± 100 百万分率(ppm)的最大时钟漂移。因而,AP与该AP的相关联STA之间的时钟漂移可高达每信标区间 $\pm 20\mu\text{s}$ 。处于功率节省(PS)模式的STA可在多个信标区间期间保持在睡眠状态中,并且因此可不在每个TBTT处侦听信标帧。例如,与递送业务指示图(DTIM)=4相关联的处于PS模式的STA在每第4个TBTT处苏醒以侦听信标帧,并且因此在每个DTIM时段期间将错过3个连续信标帧发送。因此,在DTIM=4的情况下处于PS模式的STA与该STA的相关联AP之间的时钟漂移可高达每DTIM时段 $\pm 4*20\mu\text{s}=80\mu\text{s}$ 。

[0049] 一些无线设备可能够进行多链路操作(MLO)。具有MLO能力的设备可被称为多链路设备(MLD)。例如,接入点(AP)MLD可包括多个AP,该多个AP被配置为在多个相应通信链路上与非AP MLD(也称为“STA MLD”)通信。类似地,非AP MLD可包括多个STA,每个STA被配置为在与AP MLD相关联的多个通信链路中的相应一个通信链路上进行通信。一些非AP MLD可例如根据多链路多无线电(MLMR)同时发送和接收(STR)或MLMR非STR(NSTR)操作模式,在通信链路中的每个通信链路上并发地与AP MLD通信。其他非AP MLD可例如根据多链路单无线电(MLSR)或增强型MLSR(EMLSR)操作模式在任何给定时间在通信链路中的仅一个通信链路上与AP MLD通信。

[0050] 当包括在AP MLD中或与AP MLD相关联的AP针对该AP的相应TSF定时器使用不同时钟时,相应时钟之间的时钟漂移可能导致AP MLD的AP之间的TSF偏移。IEEE 802.11标准允许AP MLD的AP之间的最大时钟漂移为 $\pm 30\mu\text{s}$ 。因而,对于在DTIM=4的情况下且与AP MLD的第一AP相关联的处于PS模式的STA,该STA与该AP MLD的其他AP之间的时钟漂移可高达 $30\mu\text{s}+80\mu\text{s}=\pm 110\mu\text{s}$ 。因此,当STA依赖于以信标区间传达的信标帧进行同步时(尤其是当一个

或多个信标被跳过时), STA与AP MLD的其他AP之间的时钟漂移可能超过可接受的水平。因此,需要在STA与相关联的AP之间,并且更具体地在STA与AP MLD的AP中的每个AP之间维持更严格的同步,以确保STA与相关联的AP(或者AP MLD的每个AP)之间的TSF偏移不允许STA在r-TWT SP的启动时间之后无意地继续保持TXOP,或者不允许STA由于TSF偏移而紧挨在r-TWT SP的启动时间之前无意地接入通信链路。

[0051] 本文描述的具体实施提供了增强型同步模式,该增强型同步模式允许同步消息比与通信链路相关联的TBTT更频繁地在AP与STA之间传达。更具体地,设备可在与第一AP设备相关联的第一通信链路上向STA发送对增强型同步模式的指示。然后,该设备可在增强型同步模式期间在第一通信链路上比与该第一通信链路相关联的TBTT更频繁地发送多个同步帧,其中该多个同步帧中的每个同步帧指示该设备的第一AP与第二AP之间的TSF偏移。以此方式,相对于依赖于TBTT处的同步,STA可能够维持与AP的更紧密同步,以确保(例如,帮助增加发生率)STA终止在通信链路上的r-TWT SP开始之前在r-TWT SP之外获得的任何TXOP,和/或确保STA不尝试紧挨在通信链路上的r-TWT SP开始之前获得对通信链路的接入。以此方式,增强型同步模式可允许r-TWT SP操作提供更加可预测的时延、减少的最坏情况时延或减少的抖动,对于时延敏感型业务具有更高的可靠性。

[0052] 本公开中描述的主题的具体实施可用于防止在通信链路上操作的STA无意地干扰在该通信链路上调度的一个或多个r-TWT SP的方式来使STA与AP之间的定时同步。具体地,在各个具体实施中,包括第一AP的设备可建立增强型同步模式,在该增强型同步模式期间,参与STA以足够的周期性来接收一个或多个相关联的或附近的AP的定时信息,以确保STA与AP之间的TSF偏移不超过可允许STA在共享无线介质上调度的r-TWT SP期间无意地接入或占用该共享无线介质的值。例如,在一些具体实施中,该设备可在与该设备的第一AP相关联的第一通信链路上向与该设备相关联的一个或多个STA发送对增强型同步模式的指示。在一些实例中,该指示可响应于第一通信链路上的时延敏感型业务的存在。在一些其他实例中,该指示可响应于来自一个或多个STA的请求。在一些方面,该指示还可指示增强型同步模式的启动时间。在其他方面,该指示还可指示对于一个或多个STA中的每个STA而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。

[0053] 在一些实例中,该设备可以是包括第一AP和第二AP的AP多链路设备(MLD)。第一AP可与第一通信链路相关联,并且第二AP可与第二通信链路相关联,该第二通信链路占用与第一通信链路不同的频带。例如,第一通信链路可以是位于2.4GHz频带、5GHz频带或6GHz频带中的一者中的无线信道,并且第二通信链路可以是位于2.4GHz频带、5GHz频带或6GHz频带中的另一者中的无线信道。

[0054] 在增强型同步模式期间,该设备可在第一通信链路上比与该第一通信链路相关联的TBTT更频繁地发送多个同步帧。同步帧中的每个同步帧可指示第一AP的TSF值以及设备的第一AP与第二AP之间的TSF偏移。在第一通信链路上发送同步帧的频度可与防止参与STA在第一通信链路上调度的一个或多个r-TWT SP期间占用或接入第一通信链路的定时准确度水平相关联。例如,在一些实例中,可以约20 μ s的区间来发送同步帧(但可使用其他合适的区间)。参与增强型同步模式的STA可使用在同步帧中指示的TSF信息来使它们相应的本地TSF定时器与该设备的第一AP和第二AP的TSF定时器同步,例如,而无需从第二AP接收信标帧。在一些具体实施中,增强型同步模式可结合第一通信链路上的一个或多个TWT SP或

r-TWT SP来建立。在一些方面,该设备可在增强型同步模式的启动时间之前开始且在增强型同步模式的终止处结束的时间段期间拒绝来自不支持增强型同步模式的STA的关联请求。

[0055] 可实施本公开中描述的主题的特定具体实施,以实现以下潜在优点中的一个或多个优点。通过比第一AP和第二AP的TBTT更频繁地使STA的TSF定时器与设备的第一AP和第二AP的相应TSF定时器同步,本公开的各方面可例如与依赖于信标帧发送来获得AP的TSF信息的STA相比减小STA与第一AP和第二AP中的每一者之间的TSF偏移。此外,通过在同步帧中指示设备的第一AP与第二AP之间的TSF偏移,本公开的各方面可允许在第一通信链路上操作的STA使它们相应的TSF定时器与第二AP的TSF定时器同步,而无需接收由第二AP在第二通信链路上广播的信标帧。以此方式,单无线电设备(诸如MLSR设备或EMLSR设备)可使该设备的TSF定时器与该设备的第一AP和第二AP两者的相应TSF定时器同步,而无需在第一通信链路和第二通信链路之间切换以从该设备的第一AP和第二AP中的每一者接收信标帧发送。

[0056] 此外,通过参与本文所公开的增强型同步模式,STA可能够将与设备的第一AP和第二AP相关联的TSF偏移维持处于或低于与定时准确度水平相关联的值,以避免在第一通信链路上调度的一个或多个TWT SP或r-TWT SP期间无意地占用或尝试接入第一通信链路。具体地,通过使用本文所公开的增强型同步模式实现的增加的定时同步可确保参与STA在它们不是其成员的r-TWT SP开始之前终止在r-TWT SP之外获得的TXOP。此外,由本文所公开的增强型同步模式提供的增加的定时同步可确保参与STA在r-TWT SP的启动时间之前不执行可能导致与r-TWT SP重叠并因此干扰r-TWT SP的TXOP的信道接入操作。以此方式,本文所公开的增强型同步模式可允许r-TWT SP提供更加可预测的时延、减少的最坏情况时延或减少的抖动,对于时延敏感型业务具有更高的可靠性。

[0057] 图1示出了示例无线通信网络100的框图。根据一些方面,无线通信网络100可以是无线局域网(WLAN)(诸如Wi-Fi网络)的示例(并且在下文中将被称为WLAN 100)。例如,WLAN 100可以是实现IEEE 802.11标准族(诸如由IEEE 802.11-2016规范或其修正版所定义的标准,包括但不限于802.11ah、802.11ad、802.11ay、802.11ax、802.11az、802.11ba和802.11be)中的至少一者的网络。WLAN 100可包括众多无线通信设备,诸如接入点(AP)102和多个站(STA)104。虽然示出了仅一个AP 102,但WLAN 100还可包括多个AP 102。

[0058] 每个STA 104还可被称为移动站(MS)、移动设备、移动手机、无线手机、接入终端(AT)、用户装备(UE)、订户站(SS)、或订户单元等等。STA 104可表示各种设备,诸如移动电话、个人数字助理(PDA)、其他手持设备、上网本、笔记本电脑、平板计算机、膝上型设备、显示设备(例如,TV、计算机监测器、导航系统等)、音乐或者其他音频或立体声设备、遥控设备(“遥控器”)、打印机、厨房或其他家用电器、遥控钥匙(key fob)(例如,用于被动式无钥匙进入与启动(PKES)系统)等等。

[0059] 单个AP 102及相关联的STA集合104可被称为基本服务集(BSS),该基本服务集(BSS)由相应的AP 102管理。图1附加地示出了AP 102的示例覆盖区域106,该示例覆盖区域可表示WLAN 100的基本服务区域(BSA)。BSS可通过服务集标识符(SSID)向用户标识,以及通过基本服务集标识符(BSSID)向其他设备标识,该基本服务集标识符(BSSID)可以是AP 102的介质访问控制(MAC)地址。AP 102周期性地广播包括BSSID的信标帧(“信标”),以使得AP 102的无线范围内的任何STA 104能够与AP 102“关联”或重关联以建立与AP 102的相应

通信链路108(在下文中还被称为“Wi-Fi链路”)或维持与该AP的通信链路108。例如,信标可包括相应AP 102所使用的主信道的标识以及用于建立或维持与AP 102的定时同步的定时同步功能。AP 102可经由相应的通信链路108向WLAN中的各种STA 104提供对外部网络的接入。

[0060] 为了与AP 102建立通信链路108,每个STA 104被配置为在一个或多个频带(例如,2.4GHz、5.0GHz、6.0GHz或60GHz频带)中的频率信道上执行被动或主动扫描操作(“扫描”)。为了执行被动扫描,STA 104侦听由相应的AP 102按周期性时间区间(被称为目标信标发送时间(TBTT)(以时间单位(TU)测量,其中一个TU可以等于1024微秒(μ s))来发送的信标。为了执行主动扫描,STA 104生成探测请求并在待扫描的每个信道上按序发送这些探测请求,并且侦听来自AP 102的探测响应。每个STA 104可被配置为基于通过被动或主动扫描获得的扫描信息来标识或选择要与其关联的AP 102,并且执行认证和关联操作以建立与所选择的AP 102的通信链路108。AP 102在关联操作结束时向STA 104指派关联标识符(AID),AP 102使用该关联标识符(AID)来跟踪STA 104。

[0061] 由于无线网络越来越普遍,STA 104可以有机会选择在该STA的范围内的许多BSS之一或者在一起形成扩展服务集(ESS)(包括多个连接的BSS)的多个AP 102之中进行选择。与WLAN 100相关联的扩展网络站可被连接到可允许在此类ESS中连接多个AP 102的有线或无线分发系统。如此,STA 104可被不止一个AP 102覆盖,并且可在不同时间与不同AP 102相关联以用于不同发送。附加地,在与AP 102关联之后,STA 104还可被配置为周期性地扫描该STA的周围环境以寻找要与其关联的更适当的AP 102。例如,相对于STA的相关AP 102正在移动的STA 104可执行“漫游”扫描以寻找具有更合宜的网络特性(诸如更大的所接收的信号强度指示符(RSSI)或减小的业务负载)的另一AP 102。

[0062] 在一些情形中,STA 104可形成不具有AP 102或不具有除STA 104自身以外的其他装备的网络。此类网络的一个示例是自组织(ad hoc)网络(或无线自组织网络)。自组织网络可另选地被称为网状网络或对等(P2P)网络。在一些情形中,自组织网络可在较大无线网络(诸如WLAN 100)内实现。在此类具体实施中,虽然STA 104可能使用通信链路108通过AP 102彼此通信,但STA 104还可经由直接通信链路110彼此直接通信。附加地,两个STA 104可经由直接通信链路110进行通信,而不论这两个STA 104是否与相同AP 102相关联并由该相同AP服务。在此类自组织系统中,一个或多个STA 104可承担由AP 102在BSS中充当的角色。这种STA 104可被称为群拥有者(GO)并且可协调自组织网络内的发送。直接通信链路110的示例包括Wi-Fi直接连接、通过使用Wi-Fi隧穿直接链路设立(TDLS)链路来建立的连接、以及其他P2P群连接。

[0063] AP 102和STA 104可根据IEEE 802.11标准族(诸如由IEEE 802.11-2016规范或其修正版所定义的标准,包括但不限于802.11ah、802.11ad、802.11ay、802.11ax、802.11az、802.11ba和802.11be)来运转和通信(经由相应的通信链路108)。这些标准定义用于PHY和介质访问控制(MAC)层的WLAN无线电和基带协议。AP 102和STA 104以物理层汇聚协议(PLCP)协议数据单元(PPDU)的形式发送和接收往来于彼此的无线通信(在下文中也被称为“Wi-Fi通信”)。WLAN 100中的AP 102和STA 104可在未许可频谱上发送PPDU,该未许可频谱可以是包括传统上由Wi-Fi技术使用的频带(诸如2.4GHz频带、5.0GHz频带、60GHz频带、3.6GHz频带和900MHz频带)的频谱的一部分。本文描述的AP 102和STA 104的一些具体实施

还可在可支持已许可通信和未许可通信两者的其他频带 (诸如6.0GHz频带) 中进行通信。AP 102和STA 104还可被配置为在其他频带 (诸如共享已许可频带) 上进行通信,其中多个运营商可具有在一个或多个相同或重叠频带中操作的许可。

[0064] 频带中的每一者可包括多个子带或频率信道。例如,遵循IEEE 802.11n、802.11ac和802.11ax标准修正版的PPDU可在2.4GHz和5.0GHz频带上被发送,其中每个频带被划分为多个20MHz信道。如此,这些PPDU在具有20MHz的最小带宽的物理信道上被发送,但可通过信道绑定来形成较大信道。例如,PPDU可在通过将多个20MHz信道绑定在一起而具有40MHz、80MHz、160MHz或320MHz带宽的物理信道上被发送。

[0065] 每个PPDU是包括PHY前导码和呈PLCP服务数据单元 (PSDU) 形式的有效载荷的复合结构。前导码中所提供的信息可由接收设备用于解码PSDU中的后续数据。在其中PPDU在所绑定信道上被发送的实例中,前导码字段可在多个分量信道中的每一者中被复制并被发送。PHY前导码可包括旧式部分 (或“旧式前导码”) 和非旧式部分 (或“非旧式前导码”) 两者。旧式前导码可被用于分组检测、自动增益控制和信道估计、以及其他用途。旧式前导码一般还可被用于维持与旧式设备的兼容性。前导码的非旧式部分的格式、译码以及其中所提供的信息基于要用于发送有效载荷的特定IEEE 802.11协议。

[0066] 图2A示出了可用于AP 102与一个或多个STA 104之间的无线通信的示例协议数据单元 (PDU) 200。例如,PDU 200可被配置为PPDU。如所示出的,PDU 200包括PHY前导码202和有效载荷204。例如,前导码202可包括旧式部分,该旧式部分自身包括可由两个BPSK符号组成的旧式短训练字段 (L-STF) 206、可由两个BPSK符号组成的旧式长训练字段 (L-LTF) 208、以及可由两个BPSK符号组成的旧式信号字段 (L-SIG) 210。前导码202的旧式部分可根据IEEE 802.11a无线通信协议标准来配置。前导码202还可包括非旧式部分,该非旧式部分包括例如遵循IEEE无线通信协议 (诸如IEEE 802.11ac、802.11ax、802.11be或以后的无线通信协议) 的一个或多个非旧式字段212。

[0067] L-STF 206一般使得接收设备能够执行自动增益控制 (AGC) 和粗略定时以及频率估计。L-LTF 208一般使得接收设备能够执行精细定时和频率估计,并且还能够执行对无线信道的初始估计。L-SIG 210一般使得接收设备能够确定PDU的历时并使用所确定的历时来避免在PDU之上进行发送。例如,L-STF 206、L-LTF 208和L-SIG 210可根据二元的相移键控 (BPSK) 调制方案来调制。有效载荷204可根据BPSK调制方案、正交BPSK (Q-BPSK) 调制方案、正交振幅调制 (QAM) 调制方案、或另一合适调制方案来调制。有效载荷204可包括包含数据字段 (DATA) 214的PSDU,该数据字段进而可携带例如介质访问控制 (MAC) 协议数据单元 (MPDU) 或聚集MPDU (A-MPDU) 形式的较高层数据。

[0068] 图2B示出了图2A的PDU 200中的示例L-SIG 210。L-SIG 210包括数据速率字段222、保留位224、长度字段226、奇偶校验位228以及尾部字段230。数据速率字段222指示数据速率 (注意,数据速率字段222中所指示的数据速率可能不是有效载荷204中所携带的数据的实际数据速率)。长度字段226指示例如以符号或字节为单位的分组长度。奇偶校验位228可被用于检测位错误。尾部字段230包括尾部位,该尾部位可由接收设备用于终止解码器 (例如,Viterbi解码器) 的操作。接收设备可利用数据速率字段222和长度字段226中所指示的数据速率和长度来确定例如以微秒 (μ s) 或其他时间单位为单位的分组历时。

[0069] 图3A示出可用于AP与一个或多个STA之间的无线通信的另一示例PDU 300。PDU

300可被用于SU、OFDMA或MU-MIMO发送。PDU 300可根据对IEEE 802.11无线通信协议标准的IEEE 802.11ax修正版被格式化为高效率(HE)WLAN PPDU。PDU 300包括PHY前导码,该PHY前导码包括旧式部分302和非旧式部分304。PDU 300在前导码之后还可包括有效载荷306(例如以包括数据字段324的PSDU的形式)。

[0070] 前导码的旧式部分302包括L-STF 308、L-LTF 310和L-SIG 312。非旧式部分304包括L-SIG的重复(RL-SIG) 314、第一HE信号字段(HE-SIG-A) 316、HE短训练字段(HE-STF) 320和一个或多个HE长训练字段(或符号)(HE-LTF) 322。对于OFDMA或MU-MIMO通信,非旧式部分304还包括与HE-SIG-A 316分开编码的第二HE信号字段(HE-SIG-B) 318。与L-STF 308、L-LTF 310和L-SIG 312一样,在涉及使用所绑定信道的实例中,RL-SIG 314和HE-SIG-A 316中的信息可在每个分量20MHz信道中被复制和发送。相比之下,HE-SIG-B 318中的内容对于每个20MHz信道和目标特定STA 104可以是唯一性的。

[0071] RL-SIG 314可向HE兼容STA 104指示PDU 300是HE PPDU。AP 102可使用HE-SIG-A 316来标识多个STA 104并向该多个STA通知该AP已为它们调度UL或DL资源。例如,HE-SIG-A 316可包括指示针对所标识STA 104的资源分配的资源分配子字段。HE-SIG-A 316可由AP 102所服务的每个HE兼容STA 104解码。对于MU发送,HE-SIG-A 316还包括可由每个所标识STA 104用于解码相关联HE-SIG-B 318的信息。例如,HE-SIG-A 316可指示帧格式(包括HE-SIG-B 318的位置和长度)、可用信道带宽、以及调制和译码方案(MCS)及其他示例。HE-SIG-A 316还可包括可由除所标识STA 104之外的STA 104使用的HE WLAN信令信息。

[0072] HE-SIG-B 318可携带因STA而异的调度信息,诸如举例而言,因STA而异(或“因用户而异”)的MCS值以及因STA而异的RU分配信息。在DL MU-OFDMA的上下文中,此类信息使得相应STA 104能够标识并解码相关联数据字段324中的对应资源单元(RU)。每个HE-SIG-B 318包括共用字段以及至少一个因STA而异的字段。共用字段可指示对多个STA 104的RU分配(包括频域中的RU指派),指示哪些RU被分配用于MU-MIMO发送以及哪些RU对应于MU-OFDMA发送,以及分配中的用户数目及其他示例。共用字段可被编码有共用位、CRC位和尾部位。因用户而异的字段被指派给特定的STA 104并且可被用于调度特定的RU以及向其他WLAN设备指示该调度。每个因用户而异的字段可包括多个用户块字段。每个用户块字段可包括两个用户字段,这两个用户字段包含供两个相应STA解码数据字段324中的其相应RU有效载荷的信息。

[0073] 图3B示出了可用于AP与一个或多个STA之间的无线通信的另一示例PPDU 350。PDU 350可被用于SU、OFDMA或MU-MIMO发送。PDU 350可根据对IEEE 802.11无线通信协议标准的IEEE 802.11be修正版被格式化为极高吞吐量(EHT)WLAN PPDU,或者可被格式化为遵循新无线通信协议(遵循将来IEEE 802.11无线通信协议标准或其他无线通信标准)的任何今后(EHT后)版本的PPDU。PDU 350包括PHY前导码,该PHY前导码包括旧式部分352和非旧式部分354。PDU 350在前导码之后还可包括PHY有效载荷356(例如以包括数据字段376的PSDU的形式)。

[0074] 前导码的旧式部分352包括L-STF 358、L-LTF 360和L-SIG 362。前导码的非旧式部分354包括RL-SIG 364以及RL-SIG 364之后的多个无线通信协议版本相关信号字段。例如,非旧式部分354可包括通用信号字段366(本文中被称作“U-SIG 366”)和EHT信号字段368(本文中被称作“EHT-SIG 368”)。U-SIG 366和EHT-SIG 368中的一者或两者可被构造为

用于EHT以上的其他无线通信协议版本并携带该版本相关信息。非旧式部分354还包括附加短训练字段372(在本文中被称为“EHT-STF 372”,但也可被构造为用于EHT之上的其他无线通信协议版本的版本相关信息并携带该版本相关信息)以及一个或多个附加长训练字段374(在本文中被称为“EHT-LTF 374”,但它们可被构造为用于EHT之上的其他无线通信协议版本的版本相关信息并携带该版本相关信息)。与L-STF 358、L-LTF 360和L-SIG 362一样,在涉及使用所绑定信道的实例中,U-SIG 366和EHT-SIG 368中的信息可在每个分量20MHz信道中被复制和发送。在一些具体实施中,EHT-SIG 368可附加地或另选地在一个或多个非主20MHz信道中携带与在主20MHz信道中携带的信息不同的信息。

[0075] EHT-SIG 368可包括一个或多个联合编码的符号,并且可被编码在与其中编码了U-SIG 366的块不同的块中。EHT-SIG 368可由AP用来标识多个STA 104并向该多个STA通知该AP已为它们调度UL或DL资源。EHT-SIG 368可由AP 102所服务的每个兼容STA 104解码。EHT-SIG 368可由接收设备用于解读数据字段376中的位。例如,EHT-SIG 368可包括RU分配信息、空间流配置信息、以及每用户信令信息(诸如MCS)及其他示例。EHT-SIG 368还可包括循环冗余校验(CRC)(例如,四个位)和可被用于二元卷积码(BCC)的尾部(例如,6个位)。在一些具体实施中,EHT-SIG 368可包括各自包含CRC和尾部的一个或多个码块。在一些方面,每个码块可单独被编码。

[0076] EHT-SIG 368可携带因STA而异的调度信息,诸如举例而言,因用户而异的MCS值以及因用户而异的RU分配信息。EHT-SIG 368可由接收设备用于解读数据字段376中的位。在DL MU-OFDMA的上下文中,此类信息使得相应STA 104能够标识并解码相关联数据字段376中的对应RU。每个EHT-SIG 368可包括共用字段以及至少一个因用户而异的字段。共用字段可指示对多个STA 104的RU分布,指示频域中的RU指派,指示哪些RU被分配用于MU-MIMO发送和哪些RU对应于MU-OFDMA发送、以及分配中的用户数目及其他示例。共用字段可被编码有共用位、CRC位和尾部位。因用户而异的字段被指派给特定的STA 104并且可被用于调度特定的RU以及向其他WLAN设备指示该调度。每个因用户而异的字段可包括多个用户块字段。每个用户块字段可包括例如两个用户字段,这两个用户字段包含供两个相应STA解码其相应RU有效载荷的信息。

[0077] RL-SIG 364和U-SIG 366的存在可向EHT或以后版本兼容STA 104指示PPDU 350是EHT PPDU或遵循新无线通信协议(遵循将来IEEE 802.11无线通信协议标准)的任何以后(EHT后)版本的PPDU。例如,U-SIG 366可由接收设备用于解读EHT-SIG 368或数据字段376中的一者或多者中的位。

[0078] 图4示出了示例无线通信设备400的框图。在一些具体实施中,无线通信设备400可以是用于STA(诸如以上参考图1所描述的STA 104中的一者)中的设备的示例。在一些具体实施中,无线通信设备400可以是用于AP(诸如以上参考图1所描述的AP 102)中的设备的示例。无线通信设备400能够发送(或输出以供发送)和接收无线通信(例如,以无线分组的形式)。例如,无线通信设备400可被配置为发送并接收遵循IEEE 802.11标准(诸如由IEEE 802.11-2016规范或其修正版所定义的标准,包括但不限于802.11ah、802.11ad、802.11ay、802.11ax、802.11az、802.11ba和802.11be)的物理层汇聚协议(PLCP)协议数据单元(PPDU)和介质访问控制(MAC)协议数据单元(MPDU)形式的分组。

[0079] 无线通信设备400可以是或可包括包含一个或多个调制解调器402(例如,Wi-Fi

(遵循IEEE 802.11) 调制解调器) 的芯片、片上系统 (SoC)、芯片组、封装或设备。在一些具体实施中, 一个或多个调制解调器402 (统称为“调制解调器402”) 附加地包括WWAN调制解调器 (例如, 3GPP 4G LTE或5G兼容调制解调器)。在一些具体实施中, 无线通信设备400还包括一个或多个无线电部件404 (统称为“无线电部件404”)。在一些具体实施中, 无线通信设备400还包括一个或多个处理器、处理块或处理元素 (统称为“处理器406”) 和一个或多个存储器块或元素 (统称为“存储器408”)。

[0080] 调制解调器402可包括智能硬件块或设备, 诸如例如专用集成电路 (ASIC) 等等。调制解调器402被配置为实现PHY层。例如, 调制解调器402被配置为调制分组并将所调制的分组输出给无线电部件404以供通过无线介质发送。类似地, 调制解调器402被配置为获得由无线电部件404接收的所调制的分组并对这些分组进行解调以提供所解调分组。除调制器和解调器之外, 调制解调器402还可包括数字信号处理 (DSP) 电路、自动增益控制 (AGC)、译码器、解码器、复用器和解复用器。例如, 当处于发送模式下时, 将从处理器406获得的数据提供给译码器, 该译码器对数据进行编码以提供所编码位。然后, 所编码位被映射到调制群集中的点 (使用所选择的MCS) 以提供所调制的符号。然后, 所调制的符号可被映射到数量 N_{SS} 个空间流或数量 N_{STS} 个空时流。然后, 相应空间流或空时流中的所调制的符号可被复用, 经由快速傅里叶逆变换 (IFFT) 块进行变换, 并随后被提供给DSP电路以供Tx加窗和滤波。然后, 数字信号可被提供给数模转换器 (DAC)。然后, 所得模拟信号可被提供给上变频器, 并被提供给无线电部件404。在涉及波束成形的具体实施中, 在相应的空间流中的所调制的符号在被提供给IFFT块之前, 经由引导矩阵进行预译码。

[0081] 当处于接收模式下时, 从无线电部件404接收的数字信号被提供给DSP电路, 该DSP电路被配置为获取所接收信号, 例如, 通过检测信号的存在以及估计初始定时和频率偏移。DSP电路被进一步配置为数字地调理数字信号, 例如, 使用信道 (窄带) 滤波、模拟损伤调理 (诸如校正I/Q不平衡), 以及应用数字增益以获得窄带信号。然后, DSP电路的输出可被馈送到AGC, 该AGC被配置为使用从数字信号中 (例如在一个或多个所接收的训练字段中) 提取的信息, 以确定适当增益。DSP电路的输出还与解调器耦合, 该解调器被配置为从信号提取所调制的符号, 并且例如计算每个空间流中每个子载波的每个位位置的对数似然比 (LLR)。解调器与解码器耦合, 该解码器可被配置为处理LLR以提供所解码位。然后, 所解码的来自所有空间流的位被馈送到解复用器以进行解复用。然后, 所解复用的位可被解扰并被提供给MAC层 (处理器406) 以供处理、评估或解读。

[0082] 无线电部件404包括至少一个射频 (RF) 发送器 (或“发送器链”) 和至少一个RF接收器 (或“接收器链”), 它们可组合成一个或多个收发器。例如, RF发送器和接收器可包括各种DSP电路, 分别包括至少一个功率放大器 (PA) 和至少一个低噪声放大器 (LNA)。RF发送器和接收器可进而耦合到一个或多个天线。例如, 在一些具体实施中, 无线通信设备400可包括或耦合到多个发送天线 (每个发送天线具有对应的发送链) 和多个接收天线 (每个接收天线具有对应的接收链)。从调制解调器402输出的符号被提供给无线电部件404, 该无线电部件然后经由所耦合的天线来发送这些符号。类似地, 经由天线接收的符号由无线电部件404获得, 该无线电部件然后将这些符号提供给调制解调器402。

[0083] 处理器406可包括被设计成执行本文描述的功能的智能硬件块或设备, 诸如例如处理核、处理块、中央处理单元 (CPU)、微处理器、微控制器、数字信号处理器 (DSP)、专用集

成电路 (ASIC)、可编程逻辑器件 (PLD) (诸如现场可编程门阵列 (FPGA))、分立门或晶体管逻辑组件、分立硬件组件或它们的任何组合。处理器406处理通过无线电部件404和调制解调器402接收的信息,并且处理要通过调制解调器402和无线电部件404输出以通过无线介质发送的信息。例如,处理器406可实现控制面和MAC层,该控制面和MAC层被配置为执行与MPDU、帧或分组的生成和发送有关的各种操作。MAC层被配置为执行或促成帧的译码和解码、空间复用、空时块译码 (STBC)、波束成形和OFDMA资源分配及其他操作或技术。在一些具体实施中,处理器406可控制调制解调器402以使该调制解调器执行上述各种操作。

[0084] 存储器408可包括有形存储介质,诸如随机存取存储器 (RAM) 或只读存储器 (ROM) 或它们的组合。存储器408还可存储包含指令的非暂态处理器或计算机可执行软件 (SW) 代码,这些指令在被处理器406执行时使该处理器执行本文描述的用于无线通信的各种操作,包括MPDU、帧或分组的生成、发送、接收和解读。例如,本文所公开的各组件的各个功能或者本文所公开的方法、操作、过程或算法的各个框或步骤可被实现为一个或多个计算机程序的一个或多个模块。

[0085] 图5A示出了示例AP 502的框图。例如,AP 502可以是参考图1所描述的AP 102的示例具体实施。AP 502包括无线通信设备 (WCD) 510。例如,无线通信设备510可以是参考图4所描述的无线通信设备400的示例具体实施。AP 502还包括与无线通信设备510耦合的多个天线520以发送并接收无线通信。在一些具体实施中,AP 502附加地包括与无线通信设备510耦合的应用处理器530以及与应用处理器530耦合的存储器540。AP 502还包括至少一个外部网络接口550,该至少一个外部网络接口使得AP 502能够与核心网络或回传网络进行通信以取得对包括互联网的外部网络的接入。例如,外部网络接口550可包括有线 (例如,以太网) 网络接口和无线网络接口 (诸如WWAN接口) 中的一者或两者。上述组件中的组件可通过至少一个总线与组件中的其他组件直接或间接通信。AP 502还包括外壳,该外壳包围无线通信设备510、应用处理器530、存储器540,以及天线520和外部网络接口550的至少部分。

[0086] 图5B示出了示例STA 504的框图。例如,STA 504可以是参考图1所描述的STA 104的示例具体实施。STA 504包括无线通信设备515。例如,无线通信设备515可以是参考图4所描述的无线通信设备400的示例具体实施。STA 504还包括与无线通信设备515耦合的一个或多个天线525以发送并接收无线通信。STA 504附加地包括与无线通信设备515耦合的应用处理器535以及与应用处理器535耦合的存储器545。在一些具体实施中,STA 504还包括用户接口 (UI) 555 (诸如触摸屏或键盘) 和显示器565,该显示器可与UI 555集成以形成触摸屏显示器。在一些具体实施中,STA 504还可包括一个或多个传感器575,诸如例如一个或多个惯性传感器、加速度计、温度传感器、压力传感器或高度传感器。上述组件中的组件可通过至少一个总线与组件中的其他组件直接或间接通信。STA 504还包括外壳,该外壳包围无线通信设备515、应用处理器535、存储器545,以及天线525、UI 555和显示器565的至少部分。

[0087] 图6示出了包括AP MLD 610和非AP MLD 620的示例通信系统600。在一些具体实施中,AP MLD 610可以是图1的AP 102、图4的无线通信设备400或图5的AP 502中的任一者的一个示例。非AP MLD 720可以是图1的STA 104、图4的无线通信设备400或图5的STA 504中的任一者的一个示例。

[0088] AP MLD 610包括分别与通信链路602-606相关联 (或在这些通信链路上操作) 的多

个AP 612-616。在图6的示例中,AP MLD 610被示出为仅包括3个AP。然而,在一些具体实施中,AP MLD 610可包括比图6中所描绘的那些AP更少或更多的AP。尽管AP 612-616可共享共用关联上下文(通过AP MLD 610),但AP 612-616中的每个AP可在该AP的相关联通信链路上建立相应BSS。AP 612-616还可在不同的频带上建立它们相应的通信链路602-606。例如,AP 612可在2.4GHz频带上操作,AP 614可在5GHz频带上操作,并且AP 616可在6GHz频带上操作。

[0089] 非AP MLD 620包括可被配置为分别在通信链路602-606上通信的多个STA 622-626。因此,STA 622可在2.4GHz频带上操作,STA 624可在5GHz频带上操作,并且STA 626可在6GHz频带上操作。在图6的示例中,非AP MLD 620被示出为仅包括3个STA。然而,在一些具体实施中,非AP MLD 620可包括比图6中所描绘的那些STA更少或更多的STA。IEEE 802.11标准的IEEE 802.11be修订版定义了非AP MLD可以操作的若干模式。各种操作模式取决于与非AP MLD相关联的无线电设备的数量和该非AP MLD在多个通信链路上并发地通信(诸如通过发送或接收)的能力。

[0090] 在一些具体实施中,非AP MLD 620可包括单个无线电部件或者可以其他方式一次仅能够在一个链路上通信。在此类具体实施中,非AP MLD 620可在多链路单无线电(MLSR)模式或增强型MLSR(EMLSR)模式下操作。在EMLSR模式下操作的非AP MLD可并发地侦听多个通信链路上的特定类型的通信(诸如缓冲区状态报告轮询(BSRP)帧或多用户请求传送(MURTS)帧),但在任何给定时间仅能在一个通信链路上发送或接收。例如,STA 622和624可在侦听区间期间并发地侦听它们相应的链路602和604。然而,如果STA 622在链路602上检测到BSRP帧,则非AP MLD 620随后调谐该非AP MLD的天线中的每个天线(包括STA 624在侦听区间期间使用的天线)以在链路602上操作。相比之下,在MLSR模式下操作的非AP MLD在任何给定时间仅能侦听一个通信链路以及仅能在一个通信链路上发送或接收。例如,在STA 624处于活动状态的任何时间,STA 622都必须处于功率节省模式。

[0091] 在一些其他具体实施中,非AP MLD 620可包括多个无线电部件,并且可能在这些链路中的每个链路上进行并发通信。在此类具体实施中,非AP MLD 620可在多链路多无线电(MLMR)同时发送和接收(STR)模式或多链路多无线电非STR(NSTR)模式下操作。在MLMR STR模式下操作的非AP MLD可在多个通信链路上同时(或并发地)发送和接收。例如,STA 622可在链路602上发送或接收,而STA 624在链路604上并发地发送或接收。更具体地,此类通信可以是异步的。换句话说,STA 622可在链路602上进行发送,而STA 624在链路604上进行接收。相比之下,在MLMR NSTR模式下操作的非AP MLD可在多个通信链路上同时发送和接收,前提是此类通信是同步的。例如,STA 624和626可在链路604和606上并发地发送,并且可在链路604和606上并发地接收。然而,当STA 626在链路606上进行接收时,STA 624不能在链路604上进行发送。

[0092] 更进一步,非AP MLD可包括多个无线电部件,但可以能够仅在链路的子集上进行并发通信。在此类具体实施中,非AP MLD 620可在增强型MLMR(EMLMR)模式或混合EMLSR模式下操作。在EMLMR模式下操作的非AP MLD支持某些通信链路对之间的MLMR STR操作。例如,STA 622和624可根据MLMR STR操作模式在它们相应的链路602和604上并发地通信。

[0093] 图7示出了描绘属于BSS的设备之间的无线通信的示例的定时图700。在图7的示例中,BSS可包括支持r-TWT操作的多个非旧式STA 702和704。更具体地,STA 702可以是作为

r-TWT SP的成员的时延STA,该r-TWT SP跨越时间 t_3 与 t_8 之间的时间段,而STA 704可以是非成员STA。在一些具体实施中,STA 702和704中的每个STA可以是图1的STA 104、图4的无线通信设备400或图5B的STA 504中的任一者的一个示例。尽管在实际具体实施中在图7的示例中仅示出了两个非旧式STA 702和704,但BSS可包括任何数量的旧式或非旧式STA。

[0094] 非成员STA 704在时间 t_3 开始r-TWT SP之前尝试接入共享无线信道。更具体地,非成员STA 704基于信道感测操作(诸如空闲信道评估(CCA))感测到信道在从时间 t_0 到 t_1 的阈值历时内是空闲的,并且在尝试获取TXOP之前进一步倒计时从时间 t_1 到 t_2 的随机退避(RBO)历时。例如,阈值历时(从时间 t_0 到 t_1)可以是与数据业务的特定接入类别(AC)相关联的仲裁帧间间隔(AIFS)历时。因此,RBO历时(从时间 t_1 到 t_2)可从跨越与AC相关联的争用窗口的RBO范围中随机选择。在时间 t_2 ,非成员STA 704感测到无线信道仍然空闲,并且例如通过发起共享信道上的发送来继续获取TXOP。在图7的示例中,期望的TXOP可比在时间 t_3 开始r-TWT SP之前剩余的历时长。然而,由于关于r-TWT操作的现有规则要求非成员STA在r-TWT SP的开始前终止它们的TXOP,因此非成员STA 704必须在时间 t_2 到 t_3 之间截断该非成员STA的TXOP。

[0095] 低时延STA 702在r-TWT SP的开始时尝试接入共享无线信道。在图7的示例中,低时延STA 702感测到信道在从时间 t_3 到 t_4 的AIFS历时内是空闲的,并且在尝试获取TXOP之前进一步倒计时从时间 t_4 到 t_6 的RBO历时。如图7所示,非成员STA 704也在r-TWT SP的开始时尝试接入共享无线信道。例如,非成员STA 704感测到信道在从时间 t_3 到 t_5 的AIFS历时内是空闲的,并且进一步倒计时在时间 t_5 开始的RBO历时。在一些具体实施中,与低时延STA 702相关联的数据业务可被指派给比与非成员STA 704相关联的数据业务优先级更高的AC。因此,与低时延STA 702相关联的AIFS或RBO历时可分别短于与非成员STA 704相关联的AIFS或RBO历时。因此,低时延STA 702在时间 t_6 赢得对无线信道的接入,并且例如通过发起共享信道上的发送来获取TXOP。

[0096] 非成员STA 704在时间 t_6 感测到无线信道繁忙,并且避免在TXOP的历时内(从时间 t_6 到 t_8)接入共享信道。在TXOP已终止之后,在时间 t_8 ,非成员STA 704可再次尝试接入无线信道。这样,r-TWT操作可例如通过要求非成员STA在它们不是成员的任何r-TWT SP的开始前终止它们的TXOP来对BSS中的时延敏感型业务进行优先级排序。附加地,AP(为了简单起见未示出)可通过调度静默区间以与r-TWT SP的至少一部分(诸如在时间 t_3 开始的一个或多个时间单元(TU))重叠来抑制来自与BSS相关联的旧式STA的所有业务。例如,静默区间的历时可由一个或多个静默元素指示,该一个或多个静默元素被包括在r-TWT SP的开始之前由AP发送的管理帧(诸如信标帧或探测响应帧)中。

[0097] 如所讨论的,本公开的各方面认识到,r-TWT操作的益处可取决于非旧式STA(诸如图7的STA 702和704)获得负责在通信链路上调度r-TWT SP的AP的准确定时信息的能力。具体地,为了避免干扰在通信链路上调度的r-TWT SP,非成员STA必须相对准确地知道r-TWT SP的启动时间。然而,因为r-TWT SP的启动时间被表达为基于在通信链路上调度r-TWT SP的AP的TSF定时器的整数值,所以非成员STA与调度AP之间的TSF偏移可能导致非成员STA错误地计算r-TWT SP启动时间并且在r-TWT SP的至少一部分期间无意地占用通信链路。

[0098] 图8A示出了描绘示例信标帧发送的定时图800A。定时图800A示出了在第一通信链路(链路1)上操作的第一AP 810和在第二通信链路(链路2)上操作的第二AP 820。AP 810和

820可以是图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610的示例。在一些具体实施中,AP 810和820可以是被配置为在多个不同通信链路上通信的AP MLD的一部分或与该AP MLD相关联。例如,尽管为了简单起见在图8A中仅示出了两个AP 810和820,但AP MLD可包括被配置为在一个或多个其他相应通信链路上操作的一个或多个其他AP。在一些其他方面,链路1可以是位于2.4GHz频带、5GHz频带或6GHz频带中的一者中的无线信道,并且链路2可以是位于2.4GHz频带、5GHz频带或6GHz频带中的另一者中的无线信道。

[0099] AP 810在相应时间 $TBTT(1)_1$ - $TBTT(3)_1$ 在链路1上广播多个第一信标帧 $B1_1$ - $B3_1$,并且AP 820在相应时间 $TBTT(1)_2$ - $TBTT(3)_2$ 在链路2上广播多个第二信标帧 $B1_2$ - $B3_2$ 。在链路1上广播的第一信标帧 $B1_1$ - $B3_1$ 中的每个第一信标帧可包括AP 810的当前TSF值以及AP 810与AP 820之间的TSF偏移,并且在链路2上广播的第二信标帧 $B1_2$ - $B3_2$ 中的每个第二信标帧可包括AP 820的当前TSF值以及AP 820与AP 810之间的TSF偏移。在一些实例中,AP 810的TSF定时器可被用作AP 810与AP 820之间的TSF偏移的参考,并且与AP 810相关联的信标区间(以及因此对应的发送时间 $TBTT(1)_1$ - $TBTT(3)_1$)可被用作AP 810与AP 820之间的定时偏移的参考。

[0100] 在图8A的示例中,AP 820具有比AP 810慢的时钟(或者AP 810具有比AP 820快的时钟),这可能导致与AP 810相关联的信标发送时间 $TBTT(1)_1$ - $TBTT(3)_1$ 和与AP 820相关联的信标发送时间 $TBTT(1)_2$ - $TBTT(3)_2$ 之间的时间偏移持续增加。例如,当链路1上的第一信标帧 $B1_1$ 的发送与链路2上的第一信标帧 $B1_2$ 的发送对齐时,链路1上的第二信标帧 $B2_1$ 的发送在链路2上的第二信标帧 $B2_2$ 的发送之前相隔等于 Δt 的时间段发生,链路1上的第三信标帧 $B3_1$ 的发送在链路2上的第三信标帧 $B3_2$ 的发送之前相隔 $\Delta 2t$ 的时间段发生,依此类推。因而,与AP 810相关联的信标发送时间 $TBTT(1)_1$ - $TBTT(3)_1$ 可能越来越早于与AP 820相关联的信标发送时间 $TBTT(1)_2$ - $TBTT(3)_2$ 发生。

[0101] 图8B示出了描绘设备之间的示例无线通信的定时图800B。定时图800B包括图8A的AP 820以及STA 830。STA 830可以是任何合适的设备,诸如图1的STA 104、图4的无线通信设备400、图5B的STA 504或图6的非AP MLD 620中的一者或多者。在一些具体实施中,STA 830可以是被配置为在多个不同通信链路上通信的非AP MLD的一部分。例如,尽管为了简单起见在图8B中仅示出了一个STA 830,但非AP MLD可包括被配置为在一个或多个其他相应通信链路上操作的一个或多个其他STA。

[0102] 在图8B的示例中,STA 830在链路2上作为非旧式STA操作,并且从由图8A的AP 810在链路1上广播的信标帧 $TBTT(1)_1$ - $TBTT(3)_1$ 获得TSF信息。具体地,STA 830不侦听并且不接收由AP 820在链路2上广播的信标帧 $TBTT(1)_2$ - $TBTT(3)_2$ 。因而,STA 830不从信标帧发送接收AP 820的当前TSF值,并且因此可基于AP 810的当前TSF值以及AP 810与AP 820之间的TSF偏移来估计AP 820的当前TSF值,例如,如由AP 820在链路2上广播的信标帧 $TBTT(1)_2$ - $TBTT(3)_2$ 中所指示的。

[0103] AP 820在时间 t_4 与 t_6 之间在链路2上调度r-TWT SP 840。在图8B的示例中,STA 830不是r-TWT SP 840的成员,并且因此必须在r-TWT SP 840的启动时间之前结束在r-TWT SP 840之外获得的任何TXOP,例如,如在对IEEE 802.11标准的802.11be修订版中所规定的。如所讨论的,AP 820具有比AP 810慢的时钟,并且STA 830基于从在链路1上广播的信标帧

TBTT(1)₁-TBTT(3)₁获得的AP 810的当前TSF值来使该STA的本地TSF定时器同步。STA 830与AP 820之间的TSF偏移(其包括STA 830与AP 820之间的TSF偏移以及AP 810与AP 820之间的TSF偏移)使STA 830确定r-TWT SP 840的启动时间,该启动时间早于由AP 820确定的启动时间。

[0104] 例如,在从链路1上的信标帧发送获得AP 810的当前TSF值之后,STA 830可在链路2上执行CCA操作。具体地,在时间 t_0 与 t_1 之间,STA 830感测到链路2在AIFS历时内是空闲的,并且在尝试在链路2上获得TXOP之前倒计时RBO历时。在时间 t_1 ,STA 830感测到链路2仍然空闲,并且在链路2上获得TXOP。由STA 830获得的TXOP比在r-TWT SP 840开始之前剩余的历时长,并且因此STA 830必须在链路2上的r-TWT SP 840开始之前结束TXOP。如所讨论的,STA 830与AP 820之间的TSF偏移使STA 830不正确地确定r-TWT SP 840的启动时间发生在时间 t_2 ,而不是发生在正确启动时间,该正确启动时间发生在时间 t_4 。因此,STA 830在时间 t_2 提前结束TXOP。

[0105] 例如,只要非成员STA在r-TWT SP的开始之前结束任何所获得的TXOP,关于r-TWT SP的现有规则就允许非成员STA(诸如STA 830)在r-TWT SP的启动时间之前接入通信链路。在图8B的示例中,在时间 t_2 提前结束TXOP之后,STA 830感测到链路2在时间 t_2 与 t_3 之间的AIFS+RBO历时内是空闲的,并且在时间 t_3 在链路2上获得另一TXOP 845。如所讨论的,STA 830确定r-TWT SP 840在时间 t_2 开始(而不是在时间 t_4 开始),并且不结束TXOP 840。如图所示,TXOP 845跨越时间 t_3 与 t_5 之间的历时,从而防止任何成员STA在r-TWT SP 840的至少一部分期间接入链路2。

[0106] 图8C示出了描绘示例信标帧发送的另一定时图850。定时图850示出了图8A的AP 810和820分别在链路1和链路2上广播信标帧。具体地,AP 810在相应时间TBTT(1)₁-TBTT(3)₁在链路1上广播信标帧B1₁-B3₁,并且AP 820在相应时间TBTT(1)₂-TBTT(3)₂在链路2上广播信标帧B1₂-B3₂。在链路1上广播的信标帧B1₁-B3₁中的每个信标帧可包括AP 810的当前TSF值以及AP 810与AP 820之间的TSF偏移,并且在链路2上广播的信标帧B1₂-B3₂中的每个信标帧可包括AP 820的当前TSF值以及AP 820与AP 810之间的TSF偏移。如所讨论的,AP 810的TSF定时器可被用作AP 810与AP 820之间的TSF偏移的参考,并且与AP 810相关联的信标区间(以及因此对应的发送时间TBTT(1)₁-TBTT(3)₁)可以被用作AP 810与AP 820之间的定时偏移的参考。

[0107] 在图8C的示例中,AP 820具有比AP 810慢的时钟(或者AP 810具有比AP 820快的时钟),这可能导致与AP 810相关联的信标发送时间TBTT(1)₁-TBTT(3)₁发生在越来越晚于与AP 820相关联的对应信标发送时间TBTT(1)₂-TBTT(3)₂的时间。例如,当链路1上的第一信标帧B1₁和链路2上的第一信标帧B1₂的相应发送彼此对齐(并且因此具有相同的TBTT)时,链路2上的第二信标帧B2₂的发送在链路1上的第二信标帧B2₁的发送之前相隔偏移量= Δt 发生,链路2上的第三信标帧B3₂的发送在链路1上的第三信标帧B3₁的发送之前相隔偏移量= $\Delta 2t$ 发生,依此类推。因而,与链路1相关联的第二信标发送时间TBTT(2)₁在与链路2相关联的对应第二信标发送时间TBTT(2)₂之后等于 Δt 的时间段发生,并且与链路1相关联的第三信标发送时间TBTT(3)₁在与链路2相关联的对应第三信标发送时间TBTT(3)₂之后等于 $\Delta 2t$ 的时间段发生。

[0108] 图8D示出了描绘设备之间的示例无线通信的定时图850B。定时图850B包括图8C的

AP 820以及STA 830。如所讨论的,STA 830在链路2上作为非旧式STA操作,并且从由AP 810在链路1上广播的信标帧TBTT(1)₁-TBTT(3)₁获得TSF信息。STA 830不从信标帧发送接收AP 820的当前TSF值,而是基于AP 810的当前TSF值以及AP 810与AP 820之间的TSF偏移来估计AP 820的当前TSF值,例如,如由AP 820在链路2上广播的信标帧TBTT(1)₂-TBTT(3)₂中所指示的。

[0109] AP 820在时间 t_2 与 t_6 之间在链路2上调度r-TWT SP 860。在图8D的示例中,STA 830不是r-TWT SP 860的成员,并且因此必须在r-TWT SP 860的启动时间之前结束在r-TWT SP 860之外获得的任何TXOP。如所讨论的,AP 810具有比AP 820慢的时钟,并且STA 830基于从在链路1上广播的信标帧TBTT(1)₁-TBTT(3)₁获得的AP 810的当前TSF值来使该STA的本地TSF定时器同步。STA 830与AP 820之间的TSF偏移使STA 830确定r-TWT SP 860的启动时间,该启动时间晚于由AP 820确定的启动时间。

[0110] 例如,在从链路1上的信标帧发送获得AP 810的当前TSF值之后,STA 830可在链路2上执行CCA操作。具体地,在时间 t_0 与 t_1 之间,STA 830感测到链路2在AIFS历时内是空闲的,并且在尝试在链路2上获得TXOP之前倒计时RBO历时。在时间 t_1 ,STA 830感测到链路2仍然空闲,并且在链路2上获得TXOP。由STA 830获得的TXOP比在r-TWT SP 860开始之前剩余的历时长,并且因此STA 830在时间 t_3 结束TXOP,以力图遵守关于r-TWT操作的现有规则。然而,因为AP 810具有比AP 820慢的时钟,所以由STA 830估计的r-TWT SP 860的启动时间(即时间 t_3)发生在r-TWT SP 860的正确启动时间(即 t_2)之后。因此,尽管STA 830提前结束TXOP,但由STA 830保持的TXOP在时间 t_2 与 t_3 之间与r-TWT SP 860重叠,从而防止任何成员STA在跨越时间 t_2 到 t_3 的r-TWT SP 860的至少一部分期间接入链路2。因此,如上文所讨论的,需要在AP与该AP的相关联STA之间维持更严格的同步,并且更具体地在STA与AP MLD的AP之间维持更严格的同步,以确保由时钟漂移导致的TSF偏移不会导致非成员STA在共享无线介质上调度的r-TWT SP期间保持TXOP或者尝试获得TXOP。

[0111] 本公开中描述的主题的具体实施可用于以可防止在通信链路上操作的STA无意地干扰在该通信链路上调度的一个或多个r-TWT SP的方式来使STA与AP之间的定时同步。具体地,在各个具体实施中,包括第一AP的设备可建立增强型同步模式,在该增强型同步模式期间,参与STA以足够的周期性来接收一个或多个相关联的或附近的AP的定时信息,以确保STA与AP之间的TSF偏移不超过可允许STA在共享无线介质上调度的r-TWT SP期间无意地接入或占用该共享无线介质的值。例如,在一些具体实施中,该设备可在与该设备的第一AP相关联的第一通信链路上向与该设备相关联的一个或多个STA发送对增强型同步模式的指示。在一些实例中,该指示可响应于第一通信链路上的时延敏感型业务的存在。在一些其他实例中,该指示可响应于来自一个或多个STA的请求。在一些方面,该指示还可指示增强型同步模式的启动时间。在其他方面,该指示还可指示对于一个或多个STA中的每个STA而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。

[0112] 在增强型同步模式期间,该设备可在第一通信链路上比与该第一通信链路相关联的TBTT更频繁地发送多个同步帧。同步帧中的每个同步帧可指示第一AP的TSF值以及设备的第一AP与第二AP之间的TSF偏移。在第一通信链路上发送同步帧的频度可与防止参与STA在第一通信链路上调度的一个或多个r-TWT SP期间占用或接入第一通信链路的定时准确度水平相关联。例如,在一些实例中,可以约20 μ s的区间来发送同步帧(但可使用其他合适

的区间)。参与增强型同步模式的STA可使用在同步帧中指示的TSF信息来使它们相应的本地TSF定时器与该设备的第一AP和第二AP的TSF定时器同步,例如,而无需从第二AP接收信标帧。在一些具体实施中,增强型同步模式可结合第一通信链路上的一个或多个TWT SP或r-TWT SP来建立。在一些方面,该设备可在增强型同步模式的启动时间之前开始且在增强型同步模式的终止处结束的时间段期间拒绝来自不支持增强型同步模式的STA的关联请求。

[0113] 图9示出了描绘根据一些具体实施的支持增强型同步模式的示例无线通信900的时序图。无线通信设备900可在AP 910、AP 920和STA 930之间执行。AP910和920可以是被配置为在多个不同通信链路上通信的AP MLD的一部分或与该AP MLD相关联。具体地,AP 910可被配置为在第一通信链路上操作,并且AP 920可被配置为在与第一通信链路不同的第二通信链路上操作。在一些实例中,第一通信链路可以是位于2.4GHz频带、5GHz频带或6GHz频带中的一者中的无线信道,并且第二通信链路可以是位于2.4GHz频带、5GHz频带或6GHz频带中的另一者中的无线信道。

[0114] 在一些具体实施中,AP 910和920可以是图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610的示例,并且STA 930可以是图1的STA 104、图4的无线通信设备400、图5B的STA 504或图6的非AP MLD 620中的任一者的示例。尽管为了简单起见未示出,但STA 930可以是STA MLD的一部分或与该STA MLD相关联,该STA MLD包括可在AP MLD的一个或多个其他通信链路上操作的一个或多个其他STA。

[0115] 在图9的示例中,AP 910为在第一通信链路上操作的STA建立或调度增强型同步模式,并且STA 930作为支持r-TWT SP操作的非旧式STA来操作。AP 910在第一通信链路上向STA 930发送携带对增强型同步模式的指示的帧。该帧可以是在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者。在一些具体实施中,该帧还可指示对于STA 930(以及对于与第一通信链路相关联的其他STA)而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。例如,在一些实例中,AP 910可获得该AP的TSF定时器与在第一通信链路上操作的多个STA(包括STA 930)的相应TSF定时器之间的TSF偏移,并且可至少部分地基于TSF偏移来确定参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。在一些方面,对于至少一些STA而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的还可基于对第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。例如,当在第一通信链路上存在时延敏感型业务时,AP 910可更有可能认为参与增强型同步模式是强制性的。

[0116] AP 910还可向STA 930指示增强型同步模式的启动时间。在一些方面,所指示的启动时间可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或TWT响应帧中的一者或多者中。STA 930接收对增强型同步模式、增强型同步模式的启动时间、以及STA 930对增强型同步模式的参与是强制性还是自愿性的指示。基于对增强型同步模式的指示,STA 930可比与第一通信链路相关联的TBTT更频繁地在第一通信链路上监测多个同步帧和/或准备在第一通信链路上接收多个同步帧。STA 930可基于由AP 910指示的增强型同步模式的启动时间来开始监测多个同步帧和/或准备接收多个同步帧(例如,进入或发起增强型同步模式)。当STA 930对增强型同步模式的参与是强制性的时,STA 930可准备接收例如在第一通信链路上发送的多个同步帧,并且基于所接收的TSF信息来调整该STA的本地TSF定时器。当STA 930对增强型同步模式的参与是自愿性的时,STA 930可例如基于以下各项

中的一者或多者来参与增强型同步模式：一个或多个通信链路上的时延敏感型业务的存在、STA 930要接收时延敏感型业务或与时延敏感型业务相关联的指示、STA 930与AP 910之间的TSF偏移大于第一量的指示、或STA 930与AP 920之间的TSF偏移大于第二量的指示，第二量与第一量不同。

[0117] 在一些实例中，AP 910可向STA 930指示AP 910和920是否共享跨AP 910和920的共用时钟或共用TSF值。在一些方面，对共用时钟或共用TSF值的指示被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或同步帧中的一者或多者中。STA 930接收该指示，并且可确定是否需要与AP 920的定时同步。例如，如果AP 910和920共享同一时钟或共享同一TSF值，则可基于AP 910和STA 930的相应TSF值之间的同步来实现与AP 910和920两者的定时同步。对于另一示例，如果AP 910和920不共享同一时钟或不共享同一TSF值，则STA 930可自愿地参与增强型同步模式，例如以确保STA 930与第一AP 910和第二AP 920中的每一者之间的TSF偏移小于一值。

[0118] 在增强型同步模式期间，AP 910在第一通信链路上比例如与第一通信链路相关联的TBTT更频繁地发送多个同步帧，使得可在AP 910的每个信标区间期间向STA 930发送多个同步帧。在各个具体实施中，同步帧可以是可在第一通信链路上以大于与来自AP 910的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率来发送的FILS发现帧。在一些方面，AP 910可以约20毫秒的区间在第一通信链路上发送同步帧。在其他方面，AP 910可以比AP 910的信标区间短的其他合适的区间在第一通信链路上发送同步帧。在一些具体实施中，AP 910可结合在第一通信链路上调度的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP来建立增强型同步模式。

[0119] 在一些具体实施中，同步帧中的每个同步帧可指示例如AP 910与AP 920之间的TSF偏移，使得STA 930可使该STA的TSF定时器与AP 910和AP 920的当前TSF值同步。在一些方面，多个同步帧中的每个同步帧还可指示AP 910的TSF值。在一些实例中，AP 910可响应于第一通信链路上的时延敏感型业务的存在来发送对增强型同步模式的指示。在其他实例中，AP 910可响应于来自STA 930(或与第一通信链路相关联的一个或多个其他STA)的请求来发送对增强型同步模式的指示。

[0120] 在各个方面，AP 910可在增强型同步模式的启动时间之前开始且在增强型同步模式的终止处或之后结束的时间段期间拒绝来自不支持增强型同步模式的旧式STA 940的关联请求。例如，当旧式STA 940向AP 910发送包括对AP 910执行与旧式STA 940的关联和认证操作的请求的关联请求帧时，AP 910通过向旧式STA 940发送携带关联请求的拒绝的关联响应帧来进行响应。以此方式，AP 910可防止旧式设备在增强型同步模式期间取得对第一通信链路的接入。在增强型同步模式期间拒绝此类关联请求还可防止不支持r-TWT操作的旧式设备尝试获得可能干扰在第一通信链路上调度的r-TWT SP的TXOP。

[0121] 在一些具体实施中，STA 930可向AP 910发送指示以下各项中的一者或多者的帧：在每个信标区间期间在至少一个STA与第一AP之间的时钟漂移量，该至少一个STA是否参与增强型同步模式，该至少一个STA是在第一通信链路上还是在与第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧，或者该至少一个STA接收指示第一AP的TSF信息的信标帧的频度。AP 910接收该帧，并且可至少部分地基于从该至少一个STA接收的一个或多个指示来建立用于第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP。

[0122] 在一些实例中, AP 910可响应于对第一AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示而终止增强型同步模式。在一些实例中, 多个STA中的一个或多个STA可向AP 910传送对定时同步的指示。在一些方面, 增强型同步模式的终止可进一步基于对第二AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示。

[0123] 图10示出了描绘根据一些其他具体实施的支持增强型同步模式的示例无线通信的定时图1000。定时图1000包括参考图8A至图8B所描述的AP 810和STA 830。如所讨论的, 由时钟漂移导致的STA 830与AP 810之间的TSF偏移可能导致STA将r-TWT SP 1060的启动时间不正确地估计为时间 t_2 , 而不是正确启动时间 t_3 。在一些具体实施中, AP 810可获得与TSF偏移相关联的时间段(例如, 时间 t_2 与 t_3 之间的时间偏移), 并且可在r-TWT SP 1060的开始处调度保护SP。具体地, 保护SP可跨越时间 t_3 与 t_4 之间的时间段, 例如以防止STA 830在r-TWT SP 1060期间尝试接入链路1。例如, 非成员STA 830感测到链路1在AIFS历时内是空闲的, 并且在尝试获得TXOP之前倒计时从时间 t_0 到 t_1 的RBO历时。在时间 t_1 , 非成员STA 830感测到链路1仍然空闲, 并且在链路1上获得TXOP。在图8B的示例中, 由非成员STA 830获得的TXOP可比在r-TWT SP 860开始之前剩余的历时长, 并且非成员STA 830在时间 t_3 结束TXOP, 以力图遵守关于r-TWT操作的现有规则。然而, 因为AP 810的时钟比AP 820的时钟快, 所以由非成员STA 830估计的r-TWT SP 860的启动时间 t_3 发生在r-TWT SP 860的正确启动时间 t_4 之后。具体地, 由非成员STA 830截断的TXOP延伸到r-TWT SP 860的从时间 t_2 到 t_3 的部分中, 从而防止任何成员STA在r-TWT SP 860的跨越时间 t_2 到 t_3 的至少一部分期间接入链路1。

[0124] 图11示出了示例根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1100的流程图。操作1100可由无线设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些实例中, 操作1100可由作为AP来操作或在AP内操作的无线设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0125] 例如, 在1102处, 该设备在与该设备的第一接入点(AP)相关联的第一通信链路上向至少一个无线站(STA)发送对增强型同步模式的指示。在1104处, 该设备在增强型同步模式期间在第一通信链路上比与第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地发送多个同步帧, 该多个同步帧中的每个同步帧指示第一AP的定时同步功能(TSF)值和该设备的第一AP与第二AP之间的TSF偏移。在一些实例中, 该指示可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。在一些方面, 同步帧的连续发送之间的时间段可为约20毫秒。在其他方面, 多个同步帧可以大于与第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行发送。

[0126] 在一些具体实施中, 该设备可以是包括第一AP和第二AP的AP多链路设备(MLD), 第一AP与第一通信链路相关联, 第二AP与第二通信链路相关联, 该第二通信链路占用与第一通信链路不同的频带。在一些实例中, 多个同步帧中的至少一个同步帧可以是携带第一AP的TSF值和第二AP的TSF偏移值的快速初始链路建立(FILS)发现帧。在各个方面, 对增强型同步模式的指示可基于对至少第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来发送。在一些方面, 增强型同步模式可结合在第一通信链路上调度的一个或多个TWT服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP来建立。

[0127] 图12示出了示例根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1200的流程图。操作1200可由无线设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备

400) 来执行。在一些实例中,操作1200可由作为AP来操作或在AP内操作的无线设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0128] 在一些实例中,操作1200可在图11的操作1100之后执行。例如,在框1202处,该设备响应于对第一AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示而终止增强型同步模式。在一些方面,增强型同步模式的终止进一步基于对第二AP与参与增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示。

[0129] 图13示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1300的流程图。操作1300可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作1300可由作为AP来操作或在AP内操作的无线通信设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0130] 在一些实例中,操作1300可在图11的1102处发送对增强型同步模式的指示之前执行。例如,在框1302处,该设备从一个或多个STA接收发起增强型同步模式的请求,其中对增强型同步模式的指示是基于请求来发送的。

[0131] 图14示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1400的流程图。操作1400可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作1400可由作为AP来操作或在AP内操作的无线通信设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0132] 在一些实例中,操作1400可在图11的1104处发送多个同步帧之前执行。例如,在框1402处,该设备向该至少一个STA指示增强型同步模式的启动时间。在一些实例中,所指示的启动时间可被携带在第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0133] 图15示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1500的流程图。操作1500可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作1500可由作为AP来操作或在AP内操作的无线通信设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0134] 在一些实例中,操作1500可在图11的操作1100之后执行。例如,在框1502处,该设备获得第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移。在1504处,该设备至少部分地基于TSF偏移来向多个STA中的每个STA指示参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。在一些实例中,对于多个STA中的至少一些STA而言参与增强型同步模式是强制性的还是自愿性的可进一步基于对第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。

[0135] 图16示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1600的流程图。操作1600可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作1600可由作为AP来操作或在AP内操作的无线通信设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0136] 在一些实例中,操作1600可在图11的操作1100之前、期间或之后的任何时间执行。

例如,在框1602处,该设备向该至少一个STA指示第一AP和第二AP是否共享跨该设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值。在一些实例中,对跨该设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示可被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧中的一者或多者中。在其他实例中,对跨第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示可被携带在同步帧中。该至少一个STA可使用该指示来确定是否要使用参与增强型同步模式来维持与该设备的第二AP的特定水平的定时同步。例如,如果该设备的第一AP和第二AP共享共用时钟或共用TSF值,则在该设备的第一AP与第二AP之间可能不存在任何TSF偏移。因而,该至少一个STA可能维持与第一AP的充分定时同步,以避免在不参与增强型同步模式的情况下干扰r-TWT SP。

[0137] 图17示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1700的流程图。操作1700可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作1700可由作为AP来操作或在AP内操作的无线通信设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0138] 在一些实例中,操作1700可在图11的操作1100期间的任何时间执行。例如,在框1702处,该设备在增强型同步模式的启动时间之前开始的时间段期间拒绝来自不支持增强型同步模式的STA的关联请求。例如,该设备可拒绝第一通信链路上来自旧式设备的关联请求,以防止此类旧式设备能够在第一通信链路上调度的任何r-TWT SP期间竞争对第一通信链路的接入。

[0139] 图18示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1800的流程图。操作1800可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作1800可由作为AP来操作或在AP内操作的无线通信设备(诸如图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610)来执行。

[0140] 在一些具体实施中,操作1800可在图11的操作1100之前、期间或之后的任何时间执行。例如,在框1802处,该设备从该至少一个STA接收指示以下各项中的一者或多者的帧:在每个信标区间期间在该至少一个STA与第一AP之间的时钟漂移量,该至少一个STA是否参与增强型同步模式,该至少一个STA是在第一通信链路上还是在与第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者该至少一个STA接收指示第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度。在1804处,该设备至少部分地基于从该至少一个STA接收的一个或多个指示来调度用于第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个TWT SP或r-TWT SP。

[0141] 图19示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作1900的流程图。操作1900可由无线设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些实例中,操作1900可由作为STA来操作或在STA内操作的无线设备(诸如图1的STA 104、图4的无线通信设备400、图5B的STA 504或图6的非AP MLD 620)来执行。

[0142] 例如,在1902处,该设备在与接入点(AP)多链路设备(MLD)的第一AP相关联的第一通信链路上从第一AP接收对增强型同步模式的指示。在1904处,该设备在增强型同步模式期间在第一通信链路上比与第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地接收多个同步帧,该多个同步帧中的每个同步帧指示AP MLD的第一AP与第二AP之间的定时同

步功能 (TSF) 偏移。在一些具体实施中,多个同步帧中的每个同步帧还可指示第一AP的TSF值。在一些实例中,该指示可被携带在第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或TWT响应帧中的一者或多者中。在一些方面,同步帧的连续接收之间的时间段可为约20毫秒。在其他方面,多个同步帧可以大于与第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行接收。

[0143] 在各个具体实施中,该设备可以是包括多个STA的非AP MLD,该多个STA被配置为在多个相应通信链路上进行操作。在一些实例中,多个同步帧中的至少一个同步帧可以是携带第一AP的TSF值的FILS发现帧。在各个方面,对增强型同步模式的指示可基于对至少第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来接收。在一些方面,增强型同步模式可结合在第一通信链路上调度的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP来建立。

[0144] 在一些具体实施中,在1906处,该设备可发送对AP MLD发起增强型同步模式的请求。在一些实例中,可基于该请求来从AP MLD接收对增强型同步模式的指示。

[0145] 在其他具体实施中,在1908处,该设备可在1908处从AP MLD接收对增强型同步模式的启动时间的指示。在一些实例中,可基于该请求来从AP MLD接收对增强型同步模式的指示。在一些实例中,所指示的启动时间可被携带在第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或TWT响应帧中的一者或多者中。

[0146] 在一些其他具体实施中,在1910处,该设备可至少部分地基于第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移来从AP MLD接收对对于该设备而言参与增强型同步模式是强制性还是自愿性的指示。在一些实例中,对跨该设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示可被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧中的一者或多者中。在其他实例中,对跨第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示可被携带在同步帧中。在一些方面,该设备可使用该指示来确定是否要使用参与增强型同步模式来维持与AP MLD的第二AP的特定水平的定时同步。例如,如果AP MLD的第一AP和第二AP共享共用时钟或共用TSF值,则在AP MLD的第一AP与第二AP之间可能不存在任何TSF偏移。因而,该设备可能够维持与第一AP的充分定时同步,以避免在不参与增强型同步模式的情况下干扰r-TWT SP。

[0147] 在一些实例中,在1912处,该设备可从AP MLD接收对第一AP和第二AP是否共享跨该设备的第一AP和第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示。

[0148] 图20示出了例示根据一些具体实施的用于支持增强型同步模式的无线通信的示例操作2000的流程图。操作2000可由无线通信设备(诸如以上参考图4所描述的无线通信设备400)来执行。在一些具体实施中,操作2000可由作为STA来操作或在STA内操作的无线设备(诸如图1的STA 104、图4的无线通信设备400、图5B的STA 504或图6的非AP MLD 620)来执行。

[0149] 在一些实例中,操作2000可在图19的操作1900之后执行。例如,在2002处,该设备向AP MLD发送指示以下各项中的一者或多者的帧:在每个信标区间期间在该设备与第一AP之间的时钟漂移量,该设备是否参与增强型同步模式,该设备是在第一通信链路上还是在与第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者该设备接收指示第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度。在2004处,该设备至少部分地基于由设备提供的一个或多个指示来从AP MLD接收对用于第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP的指示。

[0150] 图21示出了示例无线通信设备1900的框图。在一些具体实施中,无线通信设备2100可被配置为执行分别参考图12、图13、图14、图15、图16、图17和图18所描述的操作1200、1300、1400、1500、1600、1700和1800。无线通信设备2100可以是图1的AP 102、图4的无线通信设备400、图5A的AP 502或图6的AP MLD 610中的任一者的示例具体实施。在一些具体实施中,无线通信设备2100可以是AP MLD的示例。更具体地,无线通信设备2100可以是包括至少一个处理器和至少一个调制解调器(例如,Wi-Fi (IEEE 802.11) 调制解调器或蜂窝调制解调器)的芯片、SoC、芯片组、封装或设备。

[0151] 无线通信设备2100包括接收组件2110、通信管理器2120和发送组件2130。通信管理器2120还包括增强型同步模式组件2121、同步帧组件2122、TSF偏移组件2123、多链路组件2124和TWT组件2125。组件2121-2125中的一个或多个组件的各部分可至少部分地在硬件或固件中实现。在一些具体实施中,组件2121-2125中的一个或多个组件被至少部分地实现为存储在存储器(诸如图4的存储器408)中的软件。例如,组件2121-2125中的一个或多个组件的各部分可被实现为能够由处理器(诸如图4的处理器406)执行以执行相应组件的功能或操作的非暂态指令(或“代码”)。

[0152] 接收组件2110被配置为从一个或多个其他无线通信设备接收RX信号,并且发送组件2130被配置为向一个或多个其他无线通信设备发送TX信号。通信管理器2120被配置为管理与一个或多个其他无线通信设备的无线通信。在一些具体实施中,增强型同步模式组件2121可在与无线通信设备2100相关联的一个或多个通信链路上建立增强型同步模式。同步帧组件2122可向一个或多个其他无线通信设备(诸如STA、非AP MLD和客户端设备)发送多个同步帧。TSF偏移组件2123可确定或获得在无线通信设备2100内或与其相关联的多个AP之间的TSF偏移。多链路组件2124可建立与无线通信设备2100相关联的多个通信链路。TWT组件2125可在与无线通信设备2100相关联的一个或多个通信链路上调度用于时延敏感型业务的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP。

[0153] 图22示出了示例无线通信设备1900的框图。在一些具体实施中,无线通信设备2200可被配置为执行分别参考图19和图20所描述的操作1900和2000。无线通信设备2200可以是图1的STA 104、图4的无线通信设备400、图5B的STA 504或图6的非AP MLD 620中的任一者的示例具体实施。在一些具体实施中,无线通信设备2200可以是STA MLD的示例。更具体地,无线通信设备2200可以是包括至少一个处理器和至少一个调制解调器(例如,Wi-Fi (IEEE 802.11) 调制解调器或蜂窝调制解调器)的芯片、SoC、芯片组、封装或设备。

[0154] 无线通信设备2200包括接收组件2210、通信管理器2220和发送组件2230。通信管理器2220还包括增强型同步模式组件2221、同步帧组件2222、TSF偏移组件2223、多链路组件2224和TWT组件2225。组件2221-2225中的一个或多个组件的各部分可至少部分地在硬件或固件中实现。在一些具体实施中,组件2221-2225中的一个或多个组件被至少部分地实现为存储在存储器(诸如图4的存储器408)中的软件。例如,组件2221-2225中的一个或多个组件的各部分可被实现为能够由处理器(诸如图4的处理器406)执行以执行相应组件的功能或操作的非暂态指令(或“代码”)。

[0155] 接收组件2210被配置为从一个或多个其他无线通信设备接收RX信号,并且发送组件2230被配置为向一个或多个其他无线通信设备发送TX信号。通信管理器2220被配置为管理与一个或多个其他无线通信设备的无线通信。在一些具体实施中,增强型同步模式组件

2221可协调无线通信设备2200对在通信链路上建立的一个或多个增强型同步模式的参与。同步帧组件2222可从AP MLD的一个或多个AP接收多个同步帧。TSF偏移组件2223可确定或获得无线通信设备2200与一个或多个其他设备之间的TSF偏移。多链路组件2224可建立与无线通信设备2200相关联的多个通信链路。TWT组件2225可在与无线通信设备2200相关联的一个或多个通信链路上调度用于时延敏感型业务的一个或多个TWT SP或者一个或多个r-TWT SP。

[0156] 在以下编号条款中描述了各具体实施示例：

[0157] 1.一种设备,所述设备包括：

[0158] 至少一个处理器；和

[0159] 至少一个存储器,所述至少一个存储器与所述至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码,所述处理器可读代码在由所述至少一个处理器执行时被配置为：

[0160] 在与所述设备的第一接入点 (AP) 相关联的第一通信链路上向至少一个无线站 (STA) 发送对增强型同步模式的指示；以及在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间 (TBTT) 更频繁地发送多个同步帧,所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述设备的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能 (TSF) 偏移。

[0161] 2.根据条款1所述的设备,其中所述多个同步帧中的至少一个同步帧包括携带所述第一AP的TSF值的快速初始链路建立 (FILS) 发现帧。

[0162] 3.根据条款1至2中任一项或多项所述的设备,其中所述同步帧的连续发送之间的时间段为约20毫秒。

[0163] 4.根据条款1至3中任一项或多项所述的设备,其中所述多个同步帧以大于与所述第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行发送。

[0164] 5.根据条款1至4中任一项或多项所述的设备,其中所述设备包括AP多链路设备 (MLD),所述AP多链路设备 (MLD) 包括所述第一AP和所述第二AP,所述第一AP与所述第一通信链路相关联,所述第二AP与第二通信链路相关联,所述第二通信链路占用与所述第一通信链路不同的频带。

[0165] 6.根据条款1至5中任一项或多项所述的设备,其中所述指示被携带在所述第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间 (TWT) 响应帧中的一者或多者中。

[0166] 7.根据条款1至6中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为：

[0167] 响应于对所述第一AP与参与所述增强型同步模式的多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示而终止所述增强型同步模式。

[0168] 8.根据条款7所述的设备,其中所述增强型同步模式的终止进一步基于对所述第二AP与参与所述增强型同步模式的所述多个STA中的每个STA之间的定时同步的指示。

[0169] 9.根据条款1至8中任一项或多项所述的设备,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于对至少所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来发送的。

[0170] 10.根据条款1至9中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为：

[0171] 从一个或多个STA接收发起所述增强型同步模式的请求,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于所述请求来发送的。

[0172] 11.根据条款1至10中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0173] 向所述至少一个STA指示所述增强型同步模式的启动时间。

[0174] 12.根据条款11所述的设备,其中所指示的启动时间被携带在所述第一通信链路上发送的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0175] 13.根据条款1至12中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0176] 获得所述第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移;以及

[0177] 至少部分地基于所述TSF偏移来向多个STA中的每个STA指示参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。

[0178] 14.根据条款13所述的设备,其中对于所述多个STA中的至少一些STA而言参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的进一步基于对所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。

[0179] 15.根据条款1至14中任一项或多项所述的设备,其中所述增强型同步模式是结合在所述第一通信链路上调度的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP来建立的。

[0180] 16.根据条款1至15中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0181] 向所述至少一个STA指示所述第一AP和所述第二AP是否共享跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的共用时钟或共用TSF值。

[0182] 17.根据条款16所述的设备,其中对跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的所述共用时钟或所述共用TSF值的所述指示被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或所述同步帧中的一者或多者中。

[0183] 18.根据条款1至17中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0184] 在所述增强型同步模式的启动时间之前开始的时间段期间拒绝来自不支持所述增强型同步模式的STA的关联请求。

[0185] 19.根据条款1至18中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0186] 从所述至少一个STA接收指示以下各项中的一者或多者的帧:

[0187] 在每个信标区间期间在所述至少一个STA与所述第一AP之间的时钟漂移量,

[0188] 所述至少一个STA是否参与所述增强型同步模式,

[0189] 所述至少一个STA是在所述第一通信链路上还是在与所述第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者

[0190] 所述至少一个STA接收指示所述第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度;以及

[0191] 至少部分地基于从所述至少一个STA接收的一个或多个指示来调度用于所述第一

通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个目标唤醒时间 (TWT) 服务时段 (SP) 或者一个或多个受限 TWT (r-TWT) SP。

[0192] 20. 一种用于由设备进行无线通信的方法, 所述方法包括:

[0193] 在与所述设备的第一接入点 (AP) 相关联的第一通信链路上向至少一个无线站 (STA) 发送对增强型同步模式的指示; 以及

[0194] 在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间 (TBTT) 更频繁地发送多个同步帧, 所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述设备的所述第一 AP 与第二 AP 之间的定时同步功能 (TSF) 偏移。

[0195] 21. 根据条款 20 所述的方法, 其中所述多个同步帧中的至少一个同步帧包括携带所述第一 AP 的 TSF 值的快速初始链路建立 (FILS) 发现帧。

[0196] 22. 根据条款 20 至 21 中任一项或多项所述的方法, 其中所述设备包括 AP 多链路设备 (MLD), 所述 AP 多链路设备 (MLD) 包括所述第一 AP 和所述第二 AP, 所述第一 AP 与所述第一通信链路相关联, 所述第二 AP 与第二通信链路相关联, 所述第二通信链路占用与所述第一通信链路不同的频带。

[0197] 23. 根据条款 20 至 22 中任一项或多项所述的方法, 其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于对至少所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来发送的。

[0198] 24. 根据条款 20 至 23 中任一项或多项所述的方法, 所述方法还包括:

[0199] 从一个或多个 STA 接收发起所述增强型同步模式的请求, 其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于所述请求来发送的。

[0200] 25. 根据条款 20 至 24 中任一项或多项所述的方法, 所述方法还包括:

[0201] 向所述至少一个 STA 指示所述增强型同步模式的启动时间。

[0202] 26. 根据条款 20 至 25 中任一项或多项所述的方法, 所述方法还包括:

[0203] 获得所述第一 AP 与多个 STA 中的每个 STA 之间的 TSF 偏移; 以及

[0204] 至少部分地基于所述 TSF 偏移来向多个 STA 中的每个 STA 指示参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的。

[0205] 27. 根据条款 26 所述的方法, 其中对于所述多个 STA 中的至少一些 STA 而言参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的进一步基于对所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。

[0206] 28. 根据条款 20 至 27 中任一项或多项所述的方法, 其中所述增强型同步模式是结合在所述第一通信链路上调度的一个或多个目标唤醒时间 (TWT) 服务时段 (SP) 或者一个或多个受限 TWT (r-TWT) SP 来建立的。

[0207] 29. 根据条款 20 至 28 中任一项或多项所述的方法, 所述方法还包括:

[0208] 向所述至少一个 STA 指示所述第一 AP 和所述第二 AP 是否共享跨所述设备的所述第一 AP 和所述第二 AP 的共用时钟或共用 TSF 值。

[0209] 30. 根据条款 20 至 29 中任一项或多项所述的方法, 所述方法还包括:

[0210] 从所述至少一个 STA 接收指示以下各项中的一者或多者的帧:

[0211] 在每个信标区间期间在所述至少一个 STA 与所述第一 AP 之间的时钟漂移量,

[0212] 所述至少一个 STA 是否参与所述增强型同步模式,

[0213] 所述至少一个 STA 是在所述第一通信链路上还是在与所述第二 AP 相关联的第二通

信链路上接收信标帧,或者

[0214] 所述至少一个STA接收指示所述第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度;以及

[0215] 至少部分地基于从所述至少一个STA接收的一个或多个指示来调度用于所述第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP。

[0216] 31.一种设备,所述设备包括:

[0217] 至少一个处理器;和

[0218] 至少一个存储器,所述至少一个存储器与所述至少一个处理器通信地耦合并存储处理器可读代码,所述处理器可读代码在由所述至少一个处理器执行时被配置为:

[0219] 在与接入点(AP)多链路设备(MLD)的第一AP相关联的第一通信链路上从所述第一AP接收对增强型同步模式的指示;以及

[0220] 在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地接收多个同步帧,所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述AP MLD的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能(TSF)偏移。

[0221] 32.根据条款31所述的设备,其中所述多个同步帧中的至少一个同步帧包括携带所述第一AP的TSF值的快速初始链路建立(FILS)发现帧。

[0222] 33.根据条款31至32中任一项或多项所述的设备,其中所述同步帧的连续接收之间的时间段为约20毫秒。

[0223] 34.根据条款31至33中任一项或多项所述的设备,其中所述多个同步帧以大于与所述第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行接收。

[0224] 35.根据条款31至34中任一项或多项所述的设备,其中所述指示被携带在所述第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0225] 36.根据条款31至35中任一项或多项所述的设备,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于对至少所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来接收的。

[0226] 37.根据条款31至36中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0227] 向所述AP MLD发送发起所述增强型同步模式的请求,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于所述请求来接收的。

[0228] 38.根据条款31至37中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0229] 从所述AP MLD接收对所述增强型同步模式的启动时间的指示。

[0230] 39.根据条款38所述的设备,其中所指示的启动时间被携带在所述第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0231] 40.根据条款31至39中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0232] 至少部分地基于所述第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移来从所述AP MLD接收对对于所述设备而言参与所述增强型同步模式是强制性还是自愿性的指示。

[0233] 41. 根据条款40所述的设备,其中对于所述设备而言参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的进一步基于对所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。

[0234] 42. 根据条款31至41中任一项或多项所述的设备,其中所述增强型同步模式是结合在所述第一通信链路上调度的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP来建立的。

[0235] 43. 根据条款31至42中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0236] 从所述AP MLD接收对所述第一AP和所述第二AP是否共享跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示。

[0237] 44. 根据条款43所述的设备,其中对跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的所述共用时钟或所述共用TSF值的所述指示被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或所述同步帧中的一者或多者中。

[0238] 45. 根据条款31至44中任一项或多项所述的设备,其中所述处理器可读代码的执行被进一步配置为:

[0239] 向所述AP MLD发送指示以下各项中的一者或多者的帧:

[0240] 在每个信标区间期间在所述设备与所述第一AP之间的时钟漂移量,

[0241] 所述设备是否参与所述增强型同步模式,

[0242] 所述设备是在所述第一通信链路上还是在与所述第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者

[0243] 所述设备接收指示所述第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度;以及

[0244] 至少部分地基于由所述设备提供的一个或多个指示来从所述AP MLD接收对用于所述第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP的指示。

[0245] 46. 一种用于由设备进行无线通信的方法,所述方法包括:

[0246] 在与接入点(AP)多链路设备(MLD)的第一AP相关联的第一通信链路上从所述第一AP接收对增强型同步模式的指示;以及

[0247] 在所述增强型同步模式期间在所述第一通信链路上比与所述第一通信链路相关联的目标信标发送时间(TBTT)更频繁地接收多个同步帧,所述多个同步帧中的每个同步帧指示所述AP MLD的所述第一AP与第二AP之间的定时同步功能(TSF)偏移。

[0248] 47. 根据条款46所述的方法,其中所述多个同步帧中的至少一个同步帧包括携带所述第一AP的TSF值的快速初始链路建立(FILS)发现帧。

[0249] 48. 根据条款46至47中任一项或多项所述的方法,其中所述同步帧的连续发送之间的时间段为约20毫秒。

[0250] 49. 根据条款46至48中任一项或多项所述的方法,其中所述多个同步帧以大于与所述第一通信链路上的信标帧发送相关联的基本数据速率的数据速率进行接收。

[0251] 50. 根据条款46至49中任一项或多项所述的方法,其中所述指示被携带在所述第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0252] 51. 根据条款46至50中任一项或多项所述的方法,其中对所述增强型同步模式的

所述指示是基于对至少所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示来接收的。

[0253] 52. 根据条款46至51中任一项或多项所述的方法,所述方法还包括:

[0254] 向所述AP MLD发送发起所述增强型同步模式的请求,其中对所述增强型同步模式的所述指示是基于所述请求来接收的。

[0255] 53. 根据条款46至52中任一项或多项所述的方法,所述方法还包括:

[0256] 从所述AP MLD接收对所述增强型同步模式的启动时间的指示。

[0257] 54. 根据条款53所述的方法,其中所指示的启动时间被携带在所述第一通信链路上接收的信标帧、探测响应帧、广播动作帧或目标唤醒时间(TWT)响应帧中的一者或多者中。

[0258] 55. 根据条款46至54中任一项或多项所述的方法,所述方法还包括:

[0259] 至少部分地基于所述第一AP与多个STA中的每个STA之间的TSF偏移来从所述AP MLD接收对对于所述设备而言参与所述增强型同步模式是强制性还是自愿性的指示。

[0260] 56. 根据条款55所述的方法,其中对于所述设备而言参与所述增强型同步模式是强制性的还是自愿性的进一步基于对所述第一通信链路上的时延敏感型业务的指示。

[0261] 57. 根据条款46至56中任一项或多项所述的方法,其中所述增强型同步模式是结合在所述第一通信链路上调度的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-TWT)SP来建立的。

[0262] 58. 根据条款46至57中任一项或多项所述的方法,所述方法还包括:

[0263] 从所述AP MLD接收对所述第一AP和所述第二AP是否共享跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的共用时钟或共用TSF值的指示。

[0264] 59. 根据条款58所述的方法,其中对跨所述设备的所述第一AP和所述第二AP的所述共用时钟或所述共用TSF值的所述指示被携带在信标帧、探测响应帧、广播动作帧或所述同步帧中的一者或多者中。

[0265] 60. 根据条款46至59中任一项或多项所述的方法,所述方法还包括:

[0266] 向所述AP MLD发送指示以下各项中的一者或多者的帧:

[0267] 在每个信标区间期间在所述设备与所述第一AP之间的时钟漂移量,

[0268] 所述设备是否参与所述增强型同步模式,

[0269] 所述设备是在所述第一通信链路上还是在与所述第二AP相关联的第二通信链路上接收信标帧,或者

[0270] 所述设备接收指示所述第一AP的TSF信息的信标帧或同步帧的频度;以及

[0271] 至少部分地基于由所述设备提供的一个或多个指示来从所述APMLD接收对用于所述第一通信链路上的时延敏感型业务的一个或多个目标唤醒时间(TWT)服务时段(SP)或者一个或多个受限TWT(r-

[0272] TWT)SP的指示。

[0273] 如本文中所使用的,引述一系列项目“中的至少一者”或“中的一者或多者”的短语是指这些项目的任何组合,包括单个成员。例如,“a、b或c中的至少一者”旨在涵盖以下可能性:仅a、仅b、仅c、a和b的组合、a和c的组合、b和c的组合以及a和b和c的组合。如本文所用,“基于”意图被解释为包含性意义,除非另外明确指示。例如,除非另外明确指示,否则“基于”可与“至少部分地基于”可互换地使用。具体地,除非短语在上下文中是指“仅基于‘一

个’”或等同物,否则无论其是“基于‘一个’”还是“至少部分地基于‘一个’”都可单独基于“一个”或基于“一个”和一个或多个其他因素、条件或信息的组合。

[0274] 结合本文公开的具体实施来描述的各种例示性组件、逻辑、逻辑块、模块、电路、操作和算法过程可实现为电子硬件、固件、软件,或者硬件、固件或软件的组合,包括本说明书中公开的结构及其结构等效物。硬件、固件和软件的这种可互换性已以其功能性的形式作了一般化描述,并在上文描述的各种例示性组件、框、模块、电路和过程中作了例示。此类功能性是实现在硬件、固件还是软件中取决于具体应用和加诸整体系统的设计约束。

[0275] 对于本领域普通技术人员来说,对本公开中描述的具体实施的各种修改是显而易见的,并且在不脱离本公开的精神或范围的情况下,本文定义的一般原理可以应用于其他具体实施。因此,权利要求不旨在受限于本文示出的具体实施,而是要符合与本公开、本文所公开的原则和新颖性特征相一致的最广范围。

[0276] 附加地,本说明书中在单独的具体实施的上下文中描述的各种特征也可以在单个具体实施中组合实现。相反地,在单个具体实施的上下文中描述的各个特征还可以在多个具体实施中单独地或者以任何适当的子组合来实现。如此,尽管特征可在上面被描述为以特定组合起作用,并且甚至最初如此要求保护,但来自所要求保护的组合的一个或多个特征在一些情况下可从组合中删除,并且所要求保护的组合可针对子组合或子组合的变体。

[0277] 类似地,虽然在图中以特定的次序描绘了操作,但是这并不应当被理解为要求这样的操作以所示出的特定次序或者以顺序次序来执行,或者执行所有所例示的操作来实现期望的结果。此外,附图可能以流程图或流图的形式示意性地描绘一个或多个示例过程。然而,可以在示意性地例示的示例过程中并入没有描绘的其他操作。例如,一个或多个另外的操作可以在所例示的操作中的任何操作之前、之后、同时或者在其之间执行。在一些环境中,多任务处理和并行处理可能是有利的。此外,在上文描述的具体实施中的各个系统组件的分离不应当被理解为在所有具体实施中都要求这样的分离,而是其应当被理解为所描述的程序组件和系统通常能够一起被整合在单个软件产品中,或者被封装到多个软件产品中。

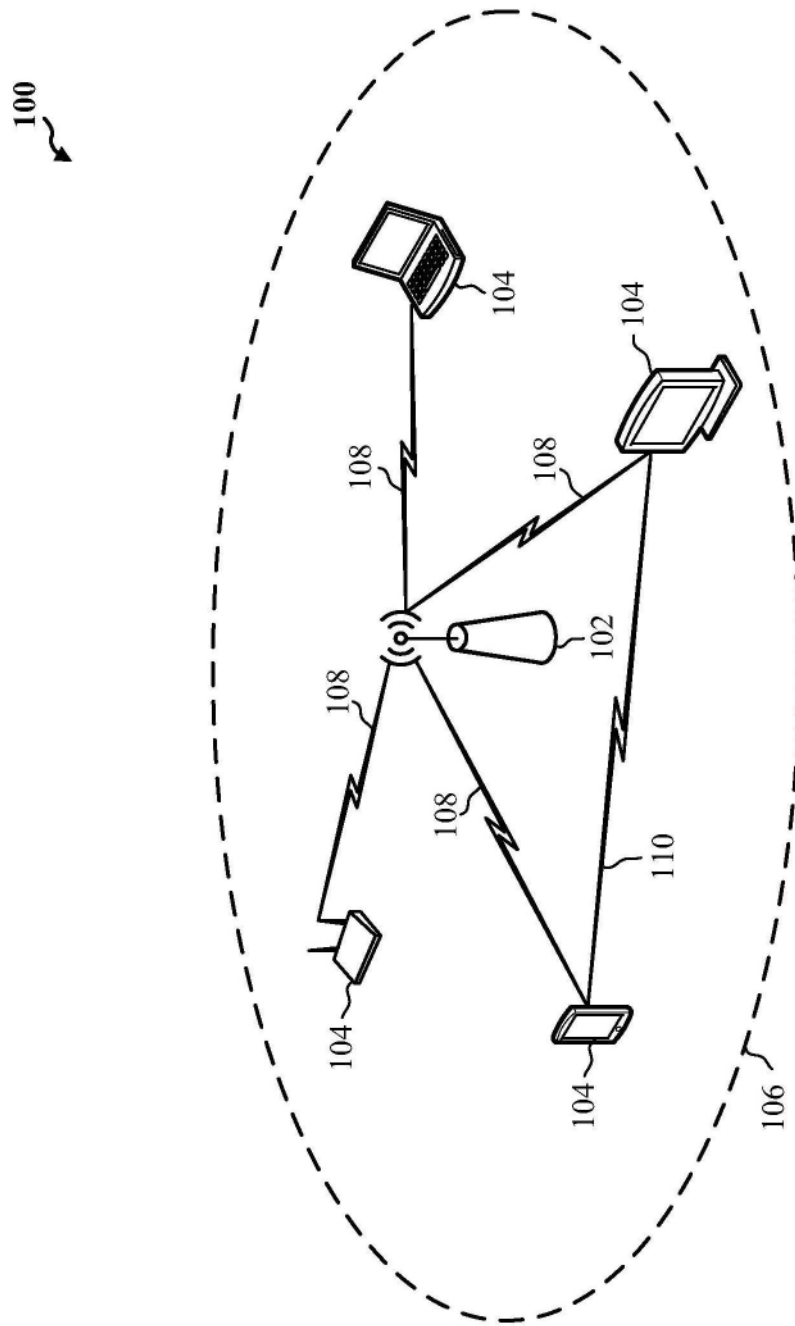


图1

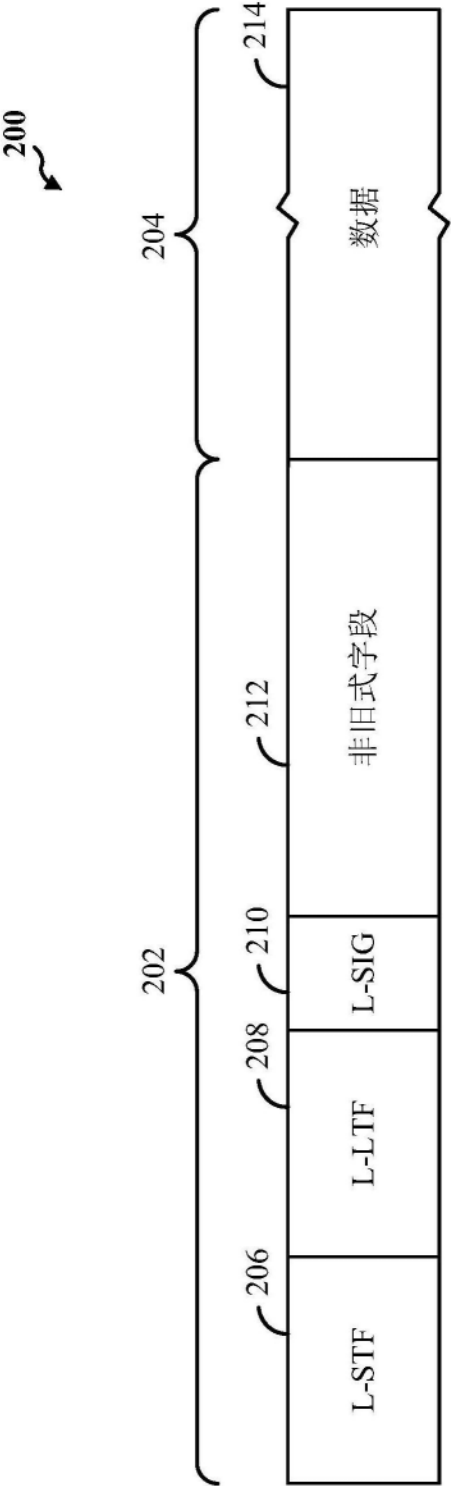


图2A

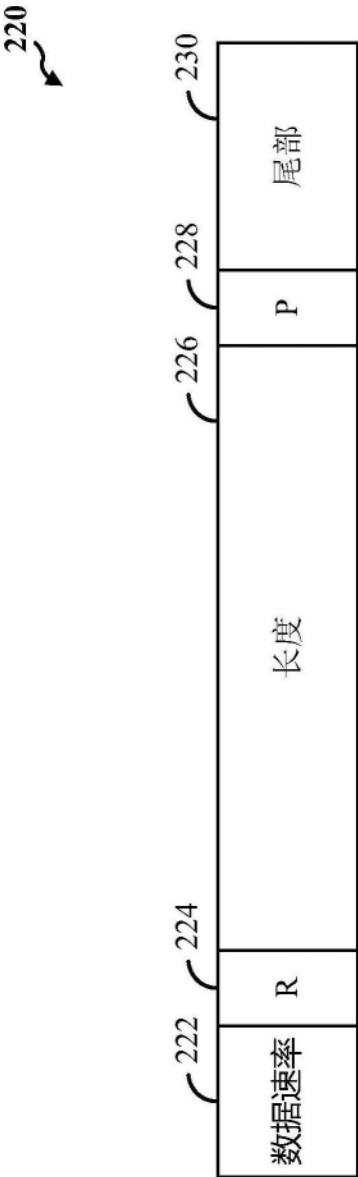


图2B

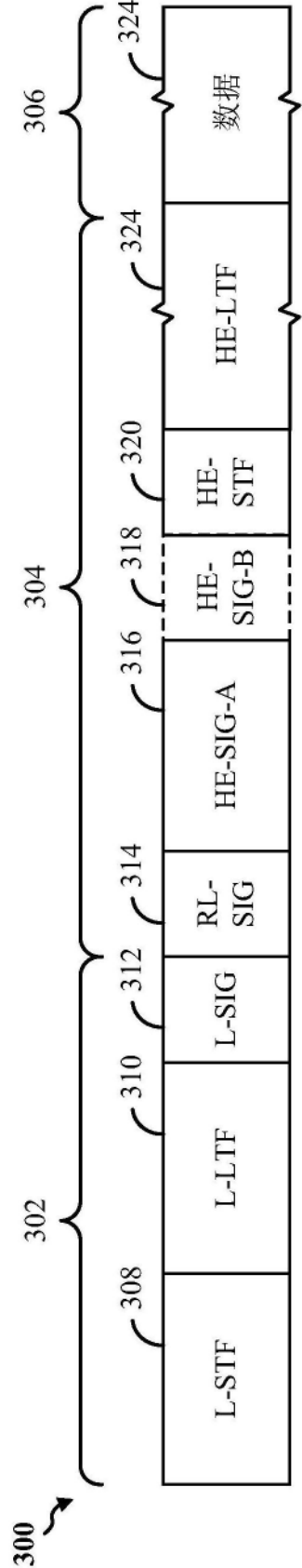


图3A

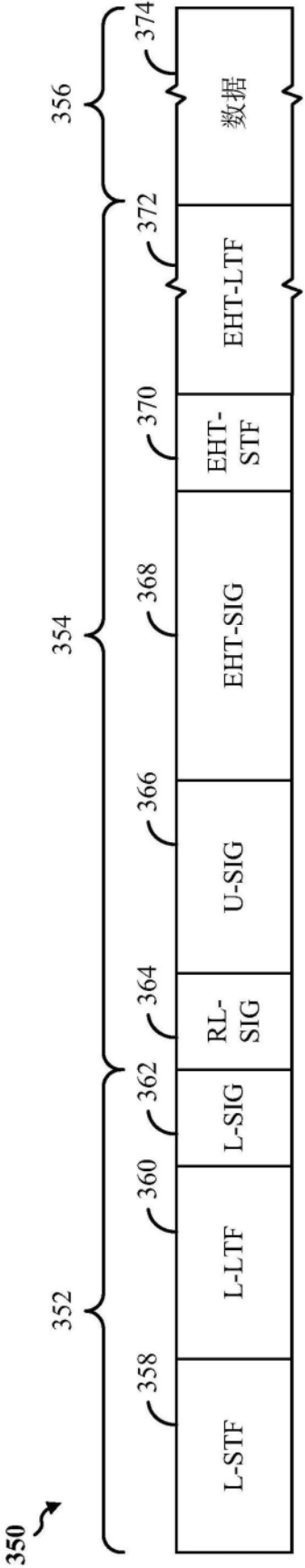


图3B

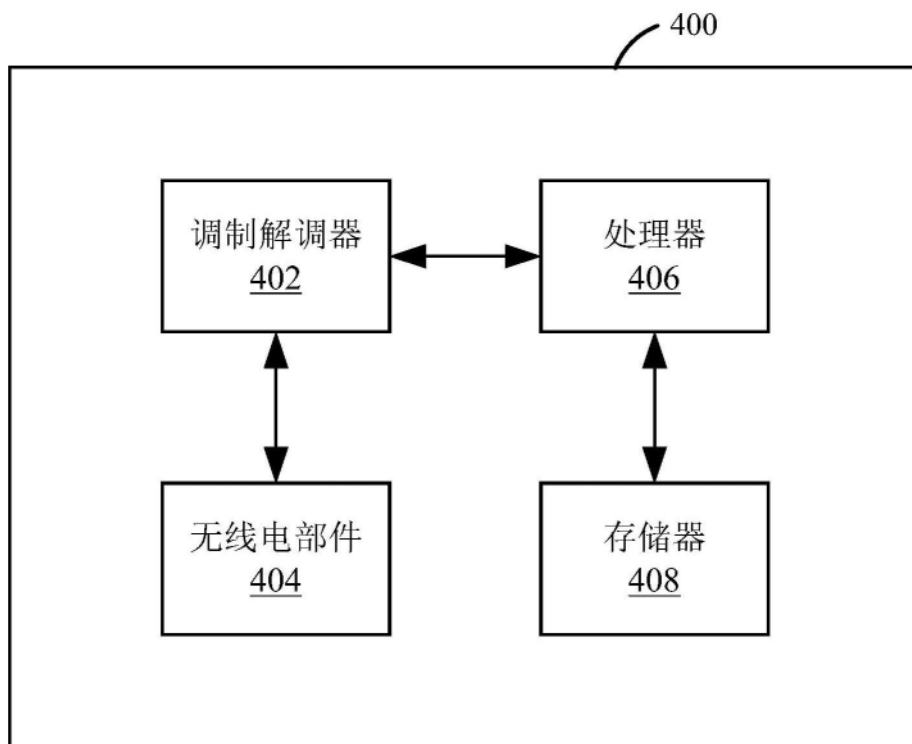


图4

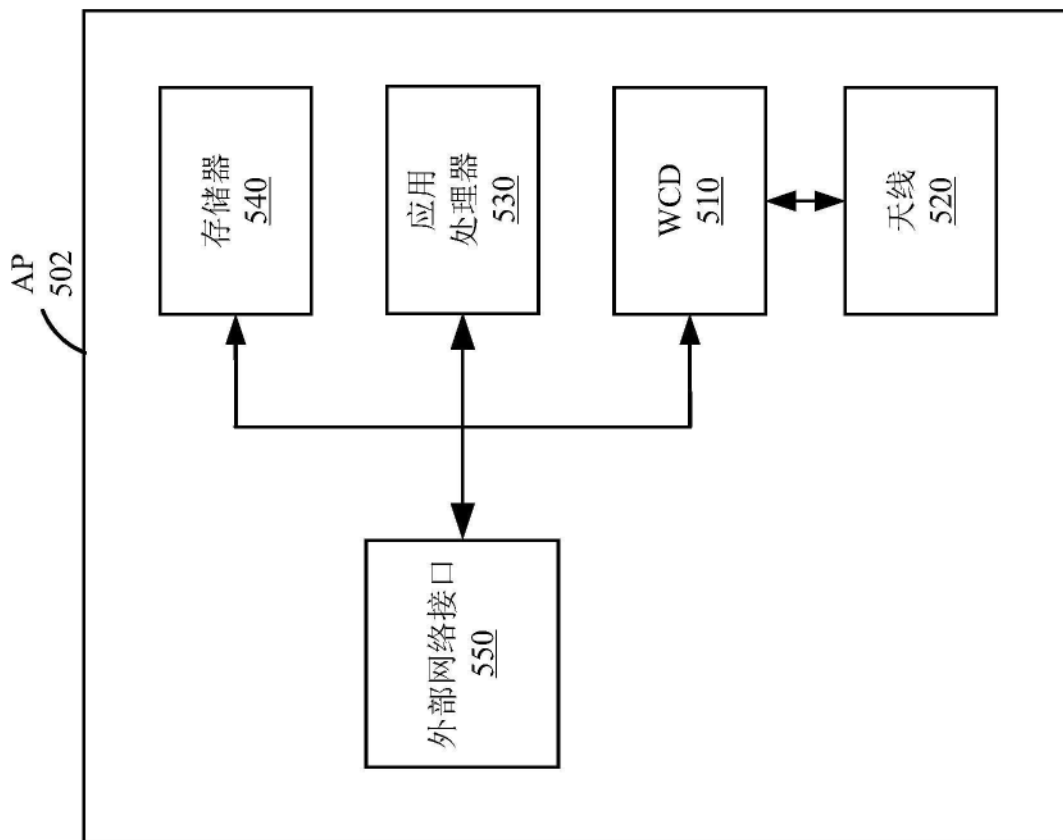


图5A

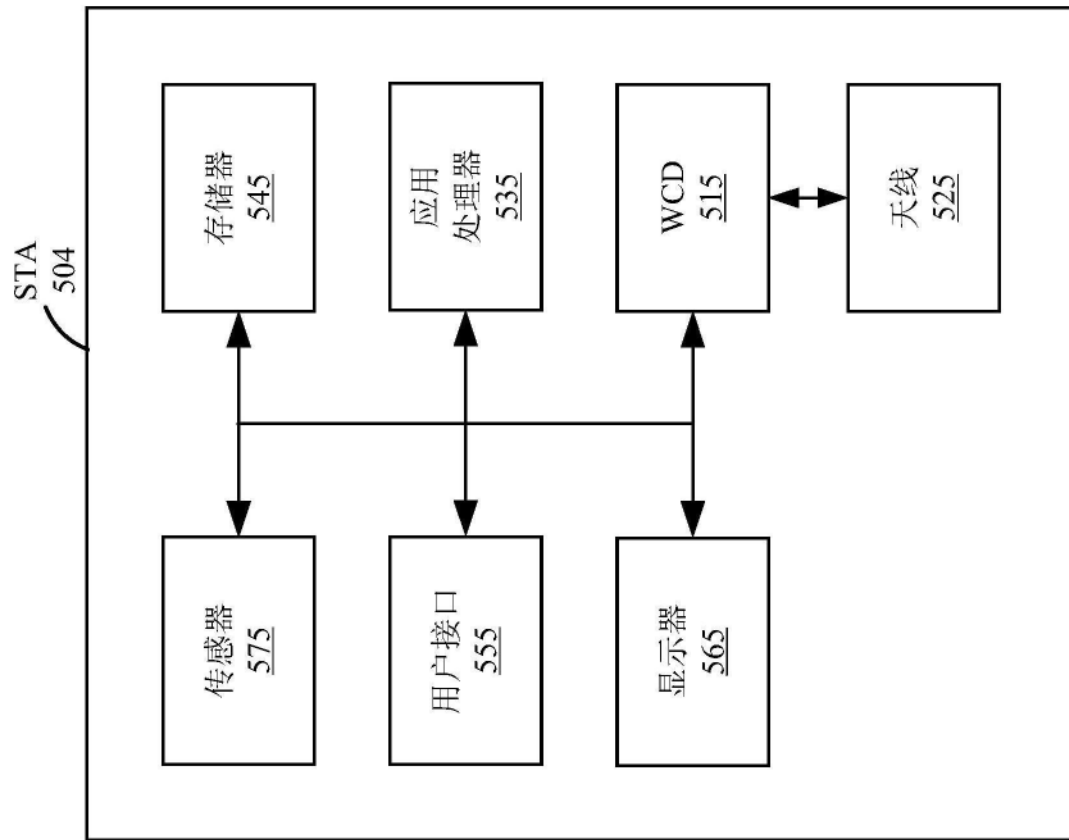


图5B

600 ↗

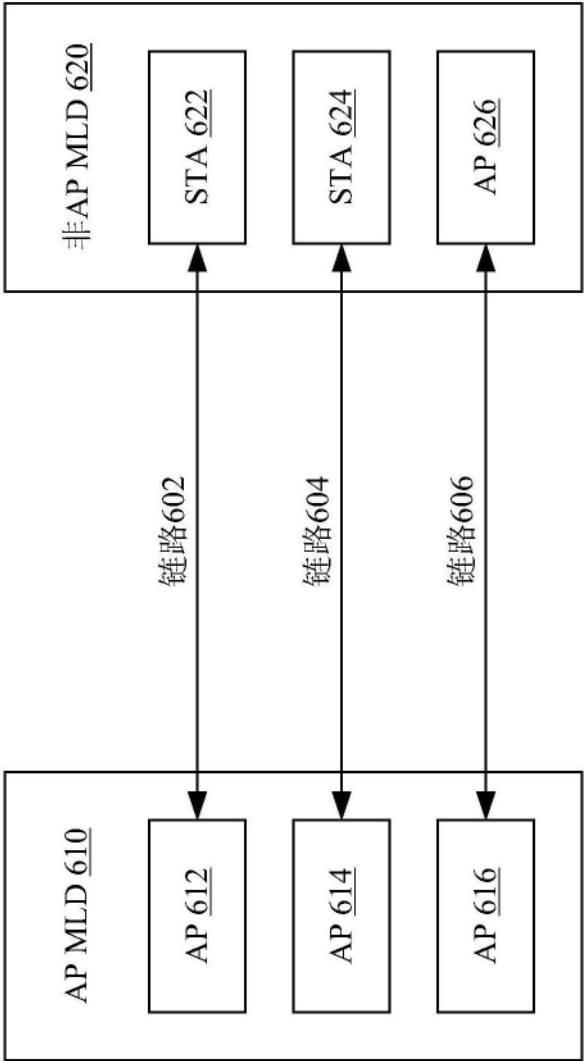


图6

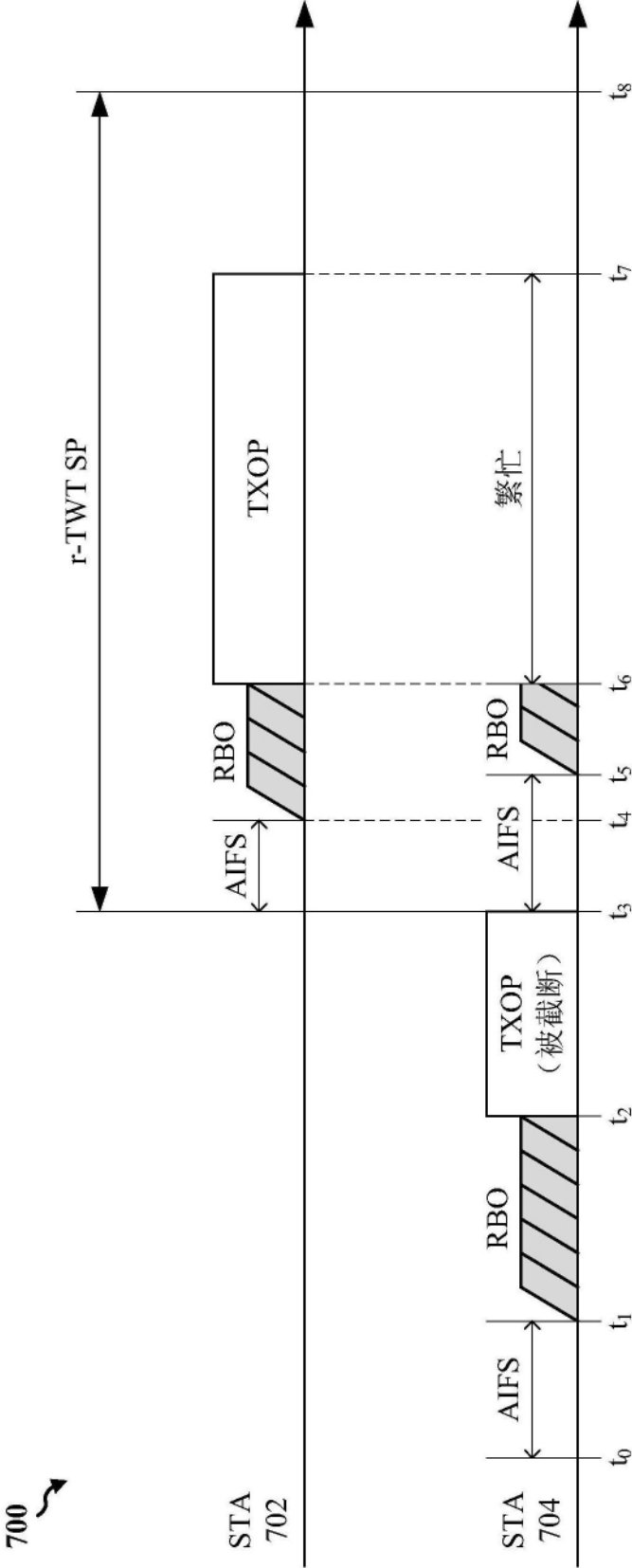


图7

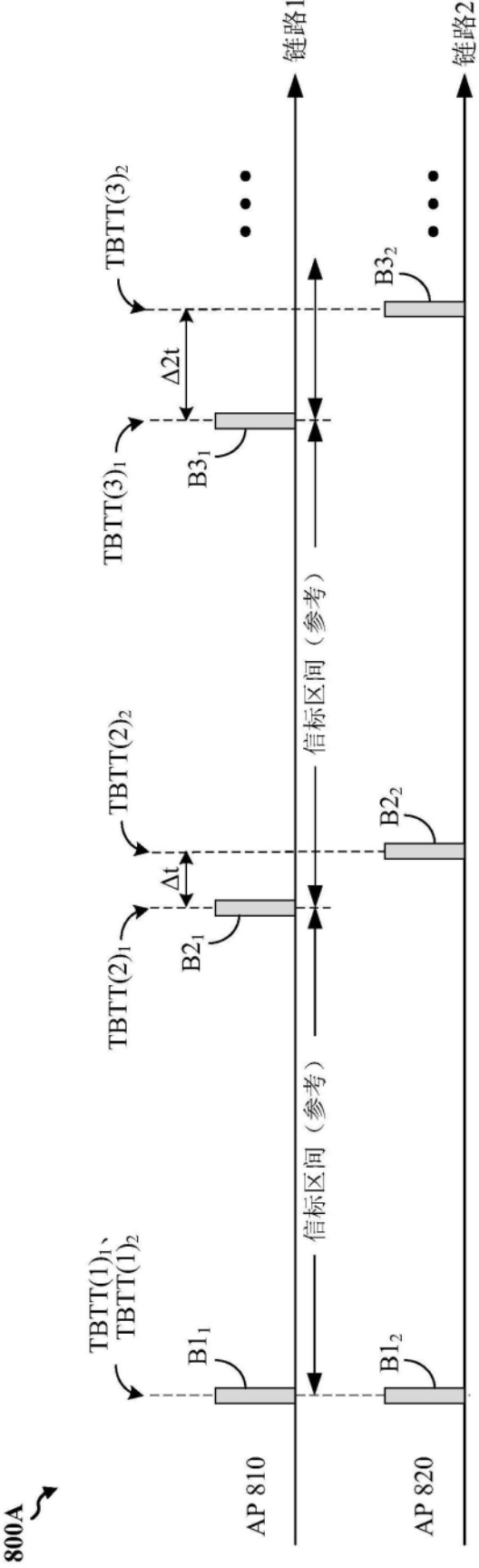


图8A

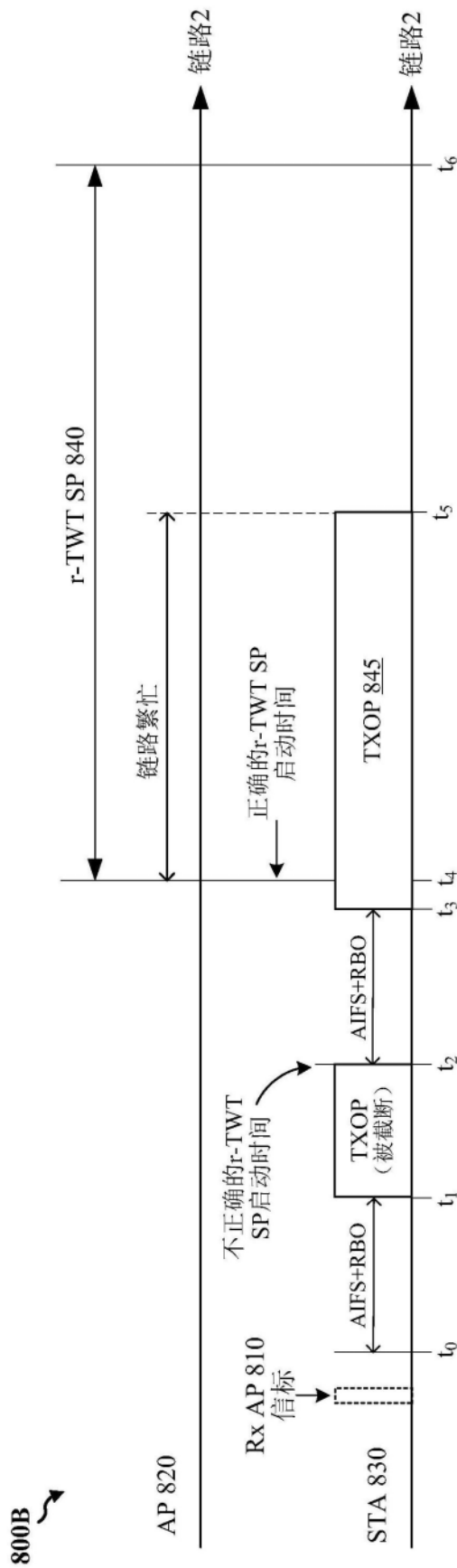


图8B

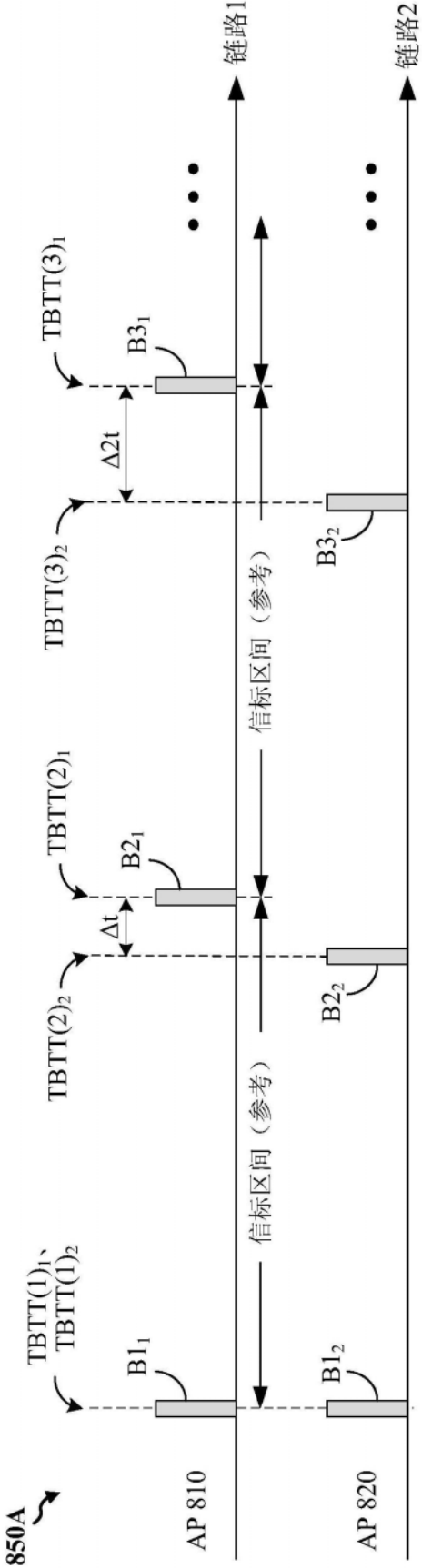


图8C

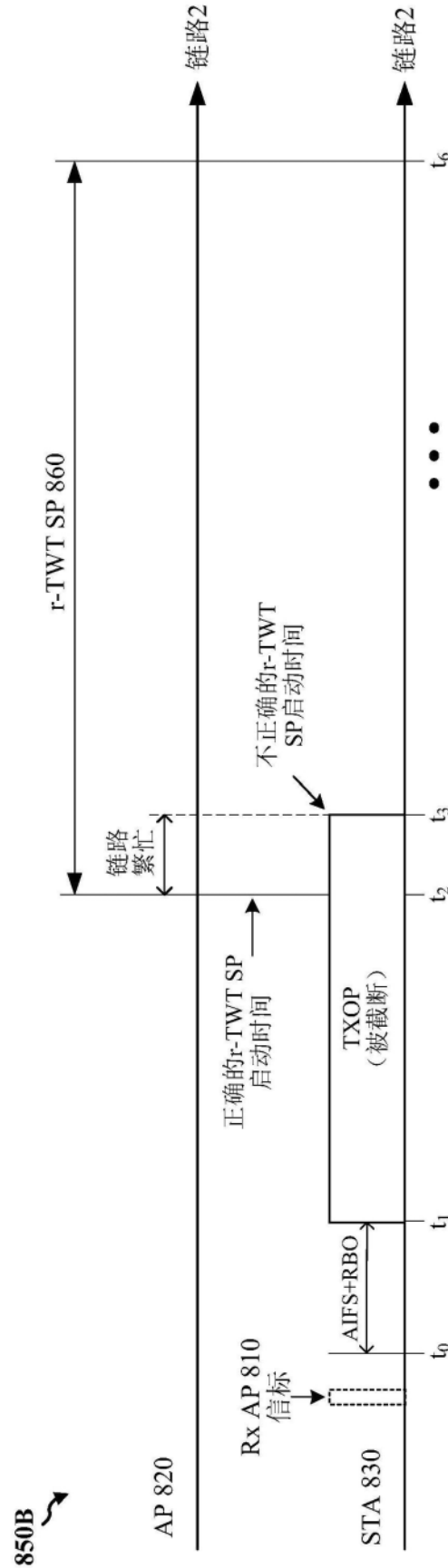


图8D

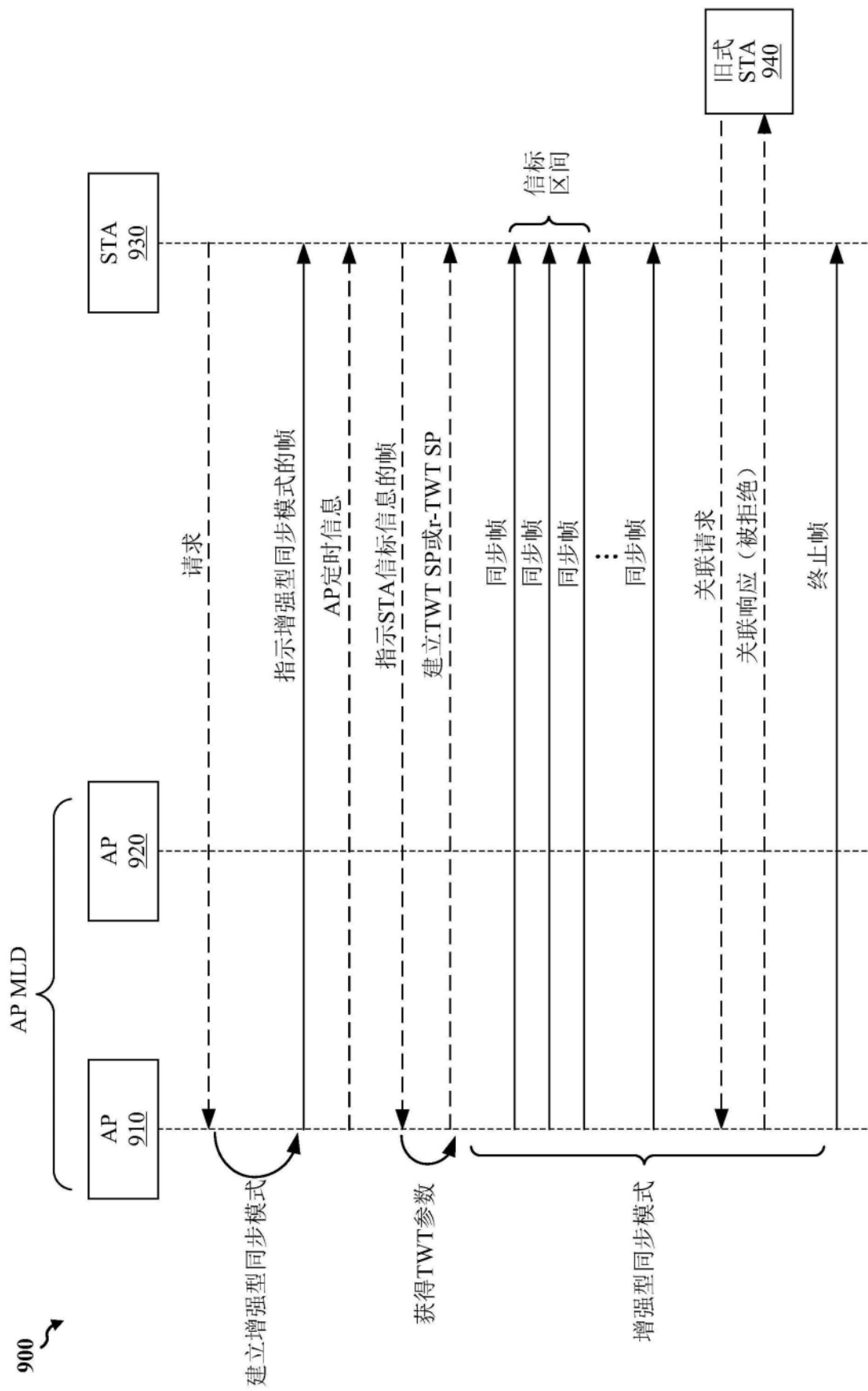


图9

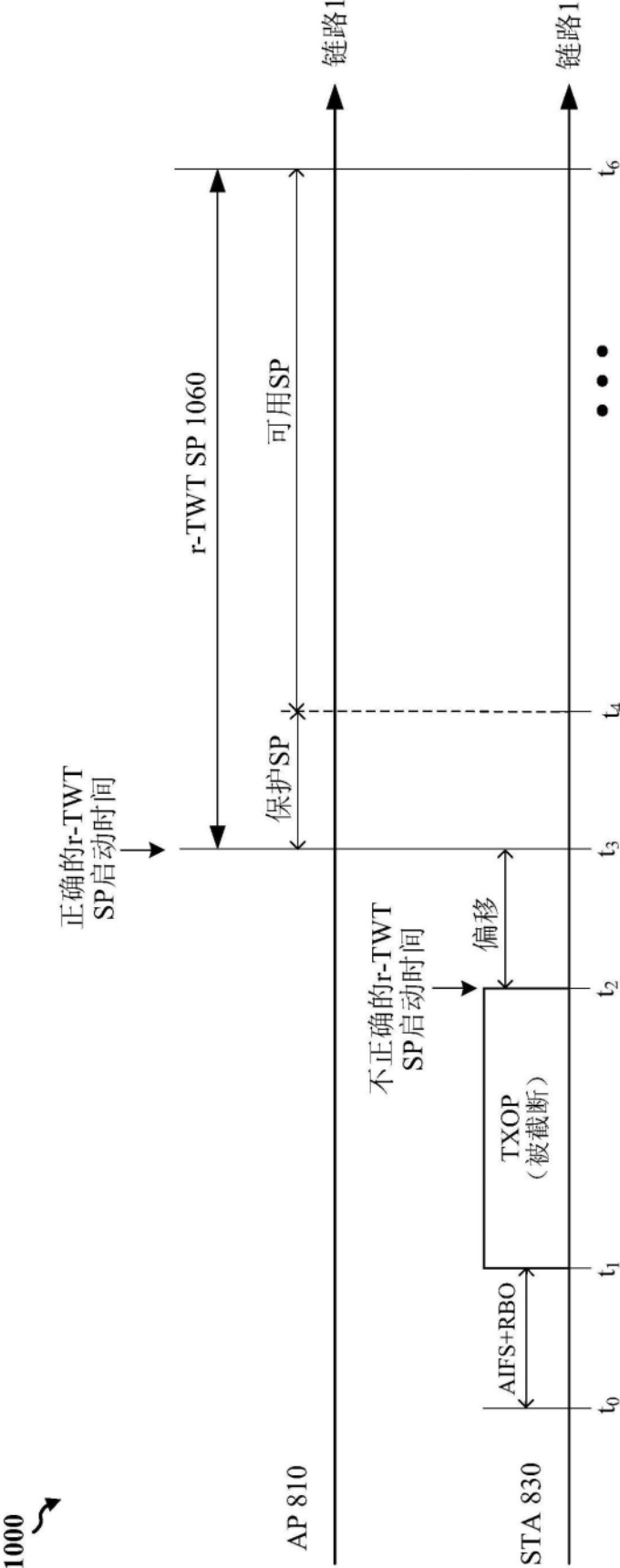


图10

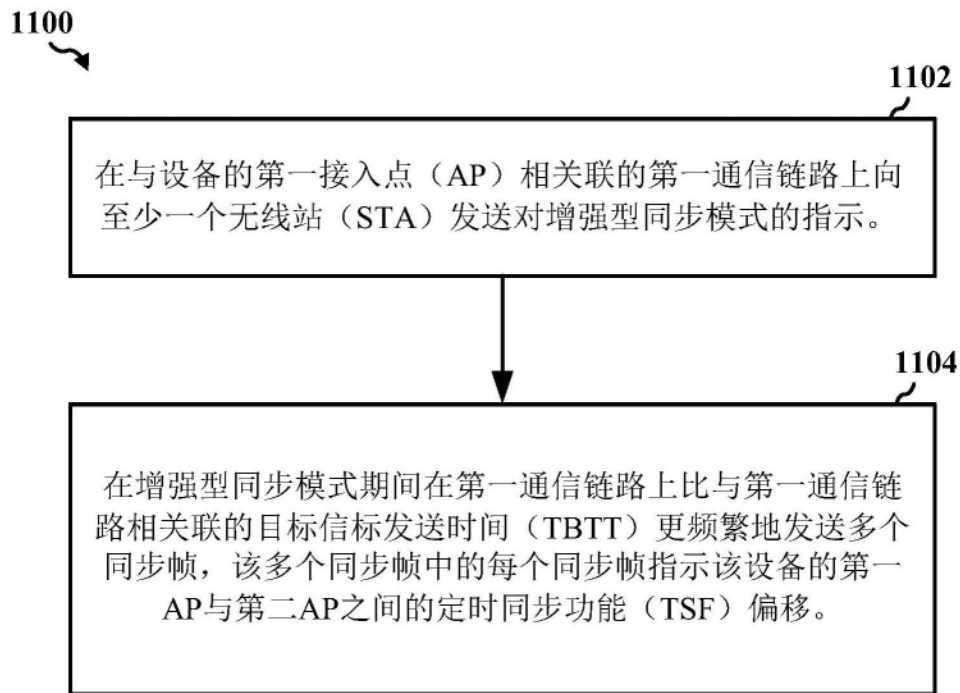


图11

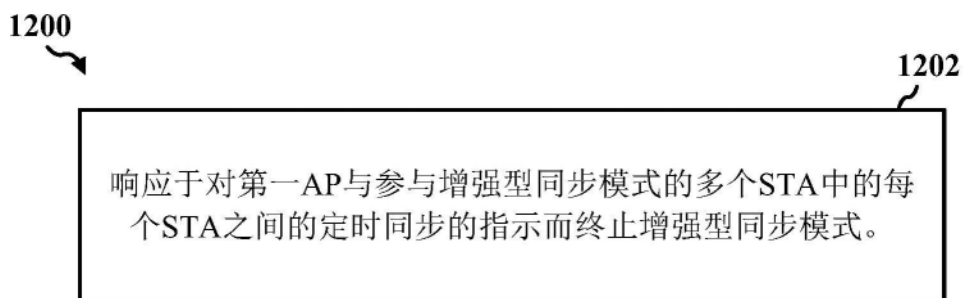


图12

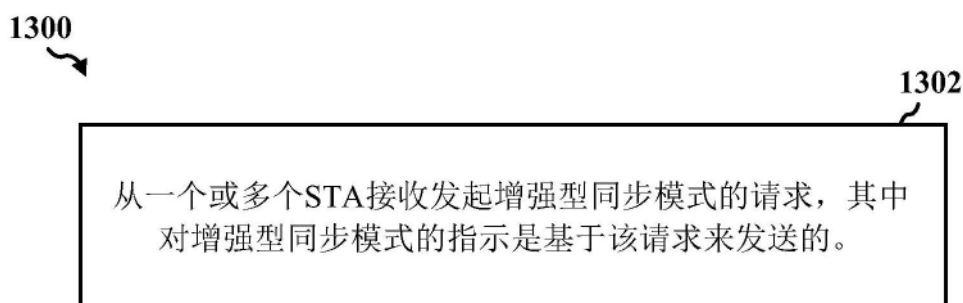


图13

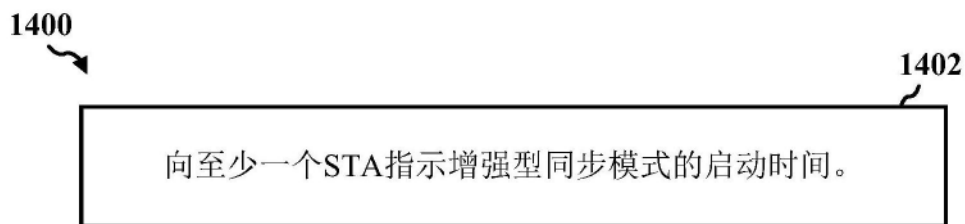


图14

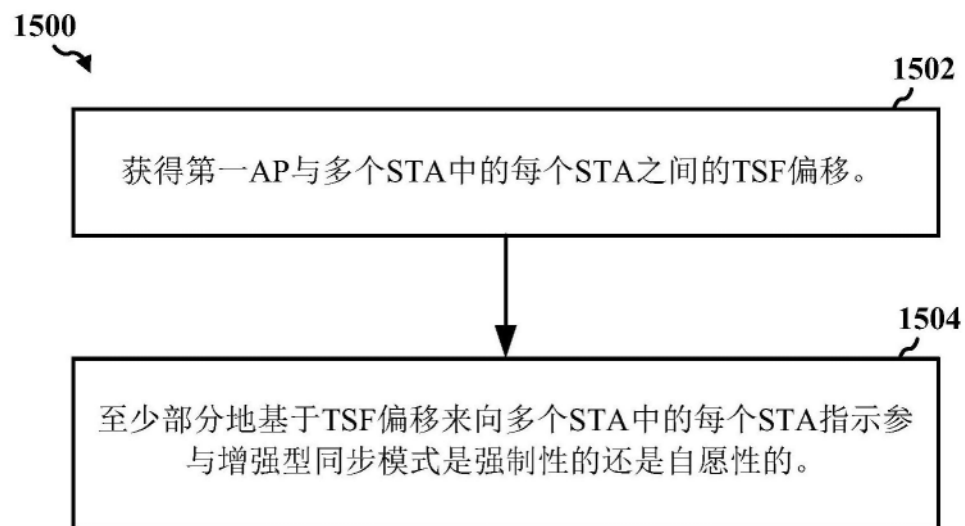


图15

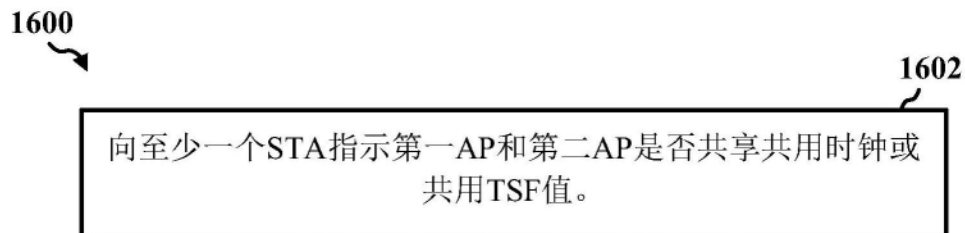


图16

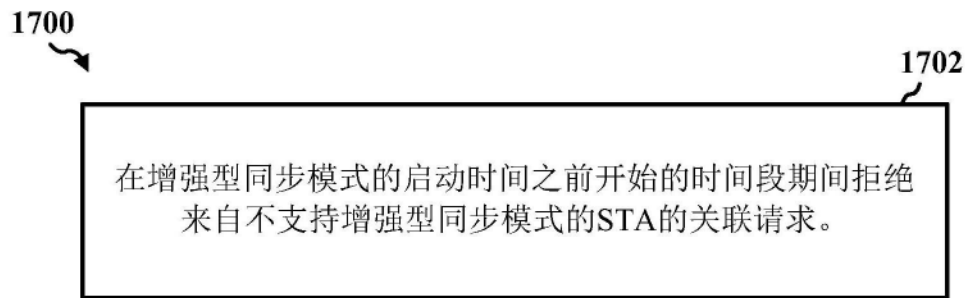


图17

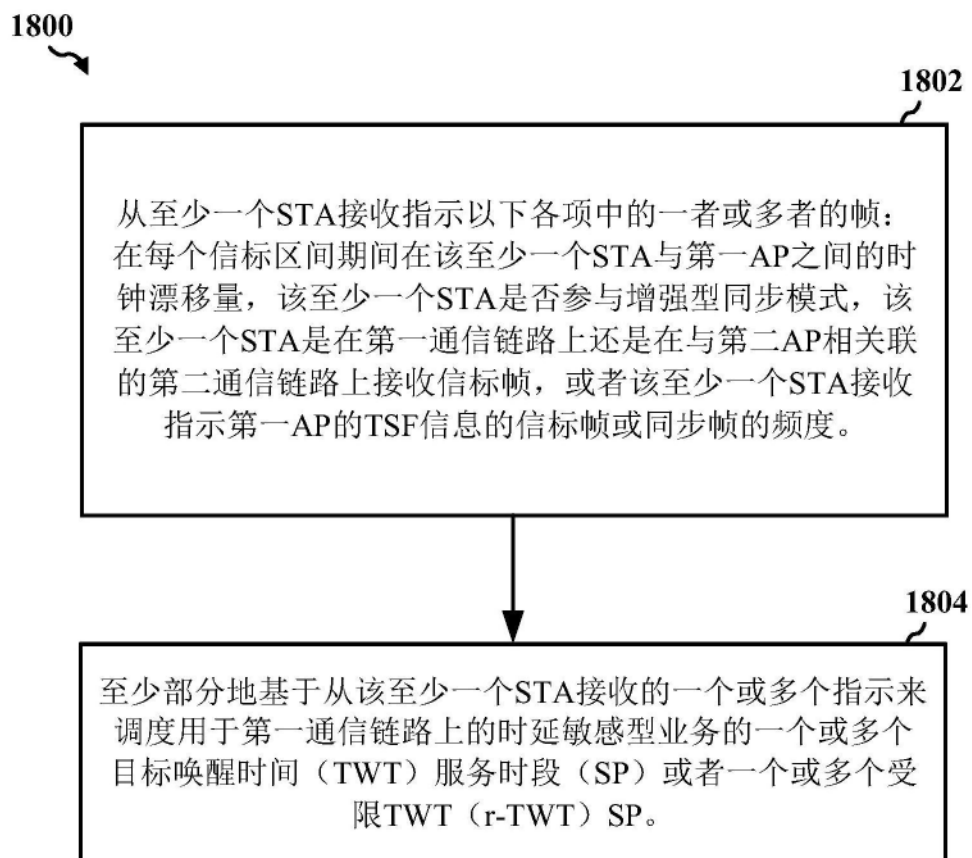


图18

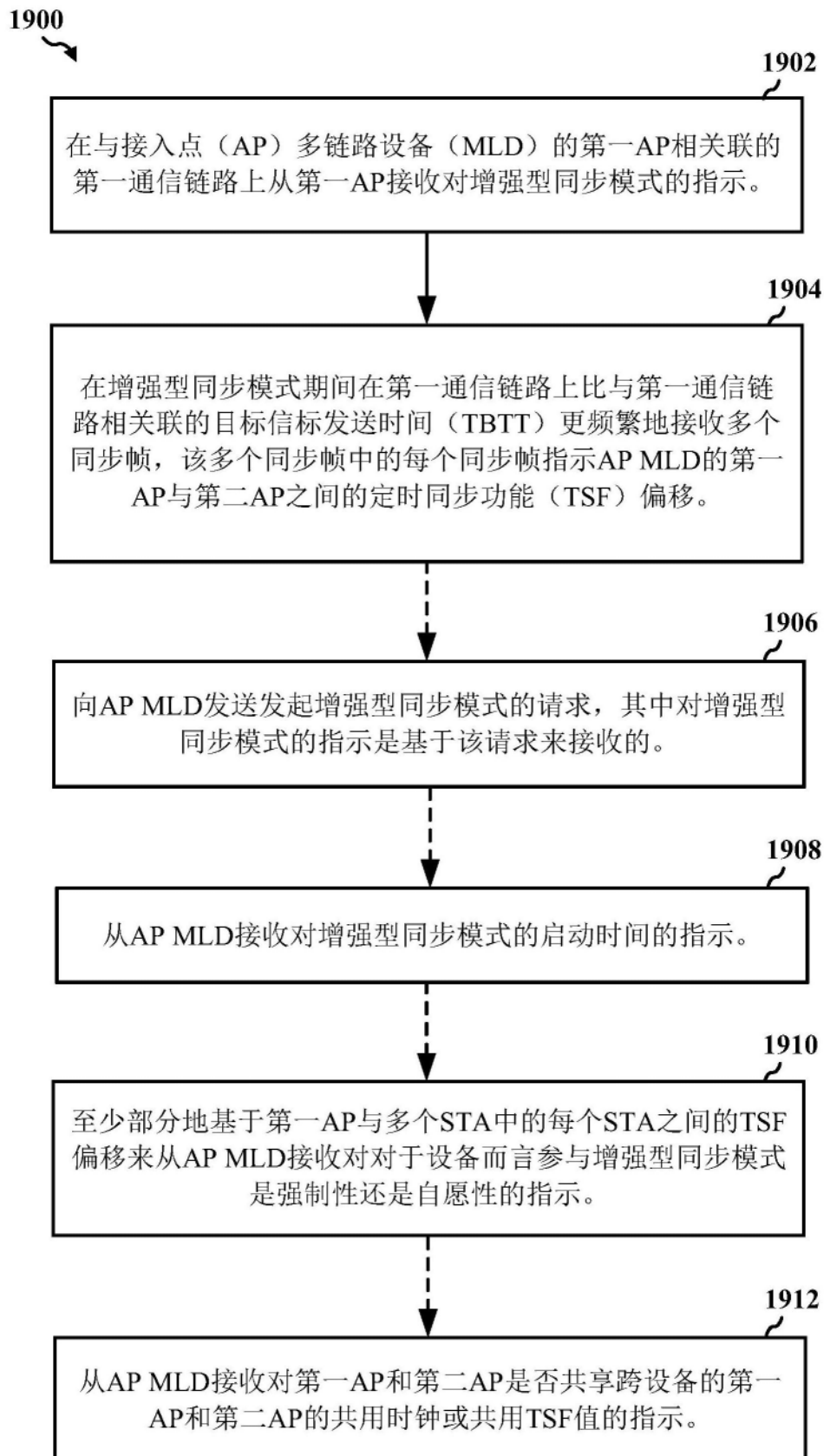


图19

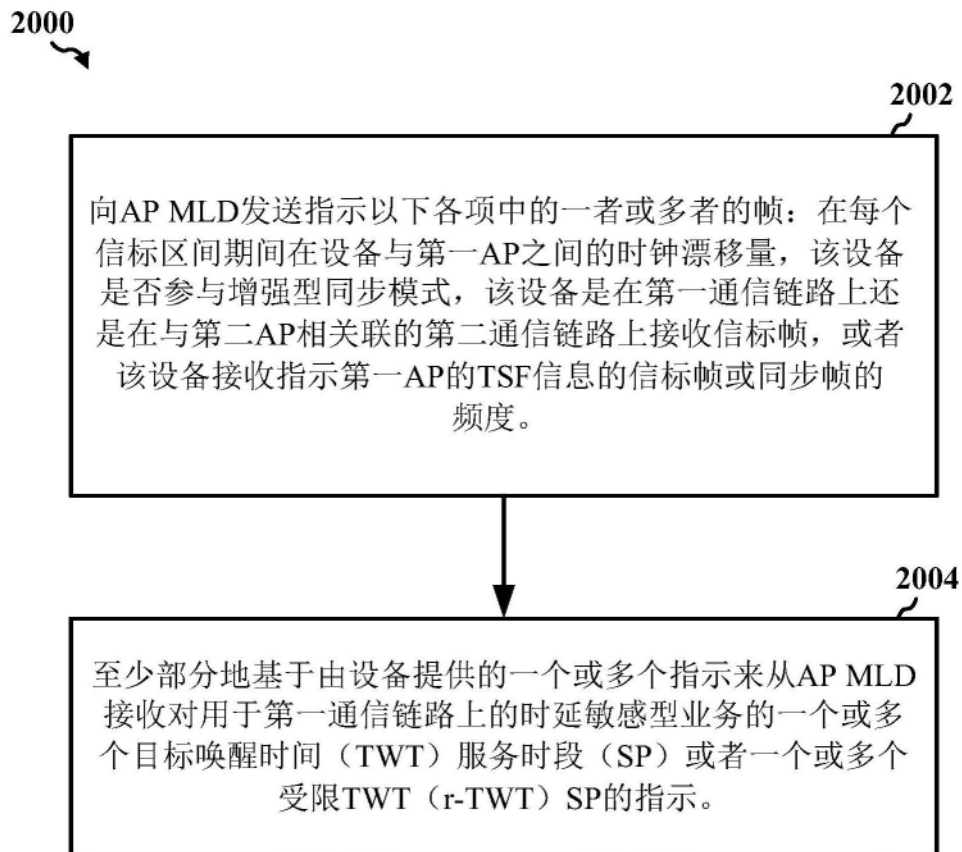


图20

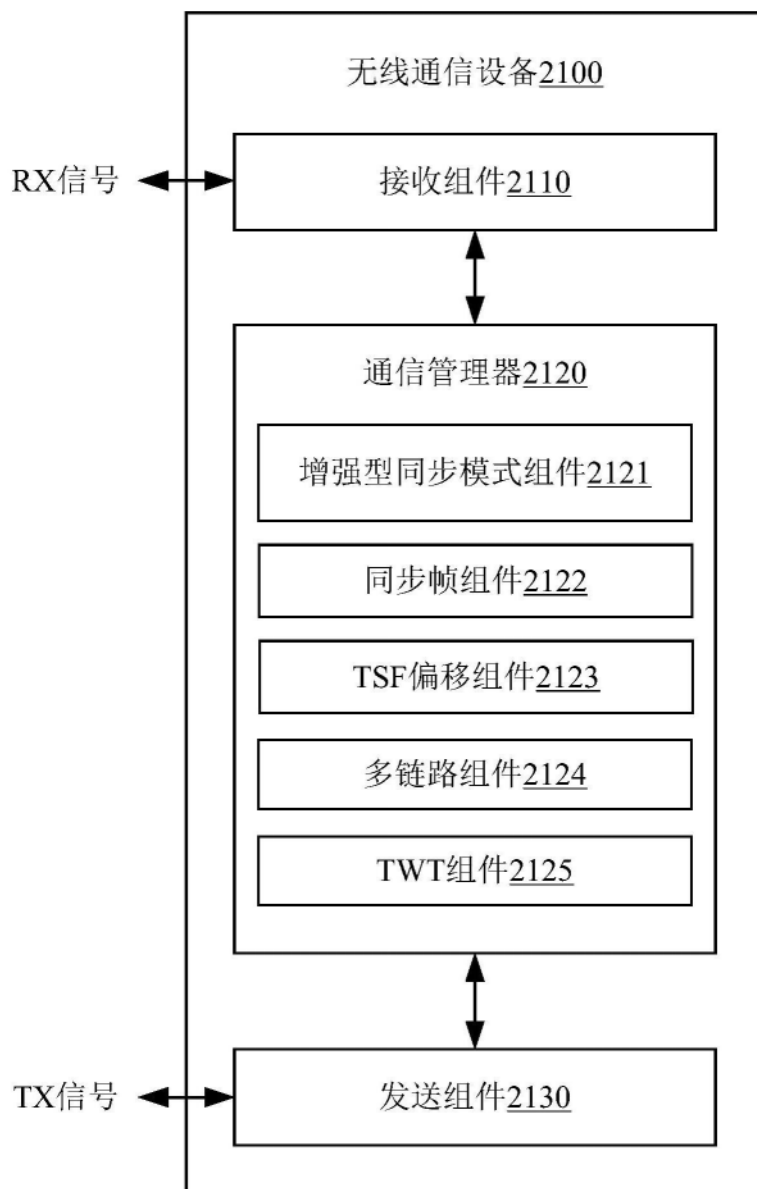


图21

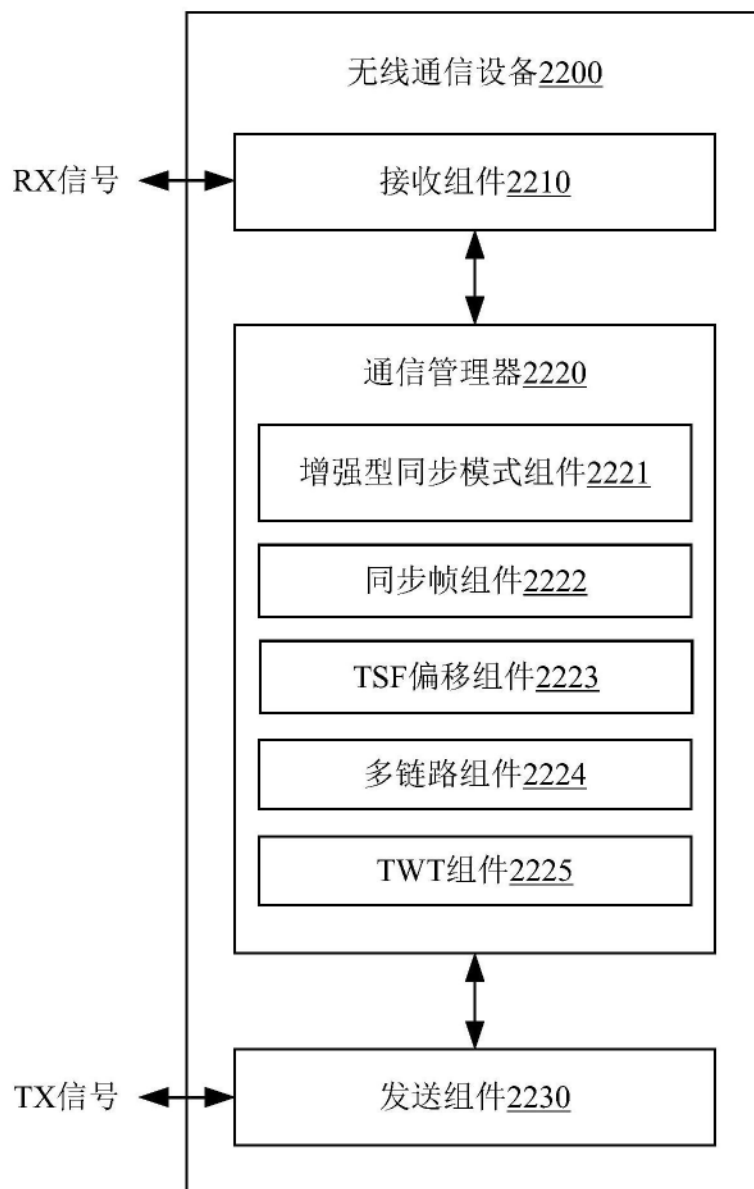


图22