

一种通信方法和通信装置

5 本申请要求于 2020 年 3 月 11 日提交中国专利局、申请号为 202010167728.9、申请名称为“一种通信方法和通信装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种通信方法和通信装置。

10

背景技术

为了达到极高吞吐率的技术目标，下一代标准 IEEE 802.11be 将多链路（multi-link，ML）作为关键技术之一。支持下一代 IEEE 802.11 标准的无线局域网（wireless local area network，WLAN）设备拥有在多频段（multi-band）发送和接收的能力。当支持下一代标准的 WLAN 设备所支持的多个频段之间的频率间隔较近时，在一个频段发送信号会影响另一个频段接收信号，因此这个实体不能独立地在多个频段执行发送和接收操作，以避免互相干扰。例如，对于图 1 中所示的同时发送和接收（simultaneous transmit and receive，STR）受限系统，当块确认（block ack，BA）2 与物理层协议数据单元（PHY protocol data unit，PPDU）1 在时间上重叠的时候会发生阻断，即在链路 2 上 BA2 发送过程中泄露在链路 1 的能量将会阻断链路 1 上 PPDU1 的接收。

20

目前现有技术针对 STR 受限系统的方案存在局限性，只能适用于发送设备发送的 PPDU 均不携带触发帧的场景，而对于发送设备发送携带触发帧的 PPDU 的情形，现有技术不再适用。

25 发明内容

有鉴于此，本申请提供一种通信方法及通信装置，在发送设备发送的 PPDU 携带触发帧的情况下，能够保证接收设备在回复 TB PPDU 之前顺利实现载波侦听。

30

第一方面，提供了一种通信方法，包括：发送设备在第一链路发送第一物理层协议数据单元 PPDU，所述第一 PPDU 携带触发帧，并在第二链路发送第二 PPDU，其中，发送所述第二 PPDU 的结束时刻不早于第一时刻且不晚于第二时刻，所述第一时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关，所述第二时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及所述 SIFS 时间相关。因此，对于两个链路中只有一个链路上发送携带触发帧的 PPDU 的情况，本申请实施例通过限制 PPDU 的结束时刻，能够保证接收设备在回复 TB PPDU 之前顺利实现载波侦听。

35

SIFS 时间可理解为：接收设备在 SIFS 时间后回复 TB PPDU。在回复 TB PPDU 之前，接收设备需要在发送 TB PPDU 之前的 SIFS 时间内通过能量检测的方式，侦测信道是否为空闲状态。

作为一种可能的实现方式，所述第一时刻满足下式： $M = T_1 - T_2$ ；所述第二时刻满足

下式: $N = T_1 + T_4$, 其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间。这里, 可以引入第一时刻与第二时刻满足的公式, 有助于更方便地确定第二 PPDU 的结束时刻需要满足的条件。

- 5 作为一种可能的实现方式, 所述第一时刻还与时隙时延相关, 所述第二时刻还与所述时隙时延相关。也就是说, 上述第一时刻与第二时刻的确定还可以将时隙时延的因素考虑进去, 能够适用于存在时隙时延的场景。

作为一种可能的实现方式, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - (T_2 - x \times T_3)$, 或者, $M = T_1 - \text{Max}(0, T_2 - x \times T_3)$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times T_3)$, 其中, M 表示
10 所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, Max 表示取最大值, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, y 表示第二时延系数。这里, 在考虑了时隙时延的场景下, 可以引入第一时刻和第二时刻满足的公式, 有助于更方便地确定第二 PPDU 的结束时刻需要满足的条件。

- 15 作为一种可能的实现方式, 所述第一时刻还与空间传播时延相关, 所述第二时刻还与所述空间传播时延相关。也就是说, 上述第一时刻与第二时刻的确定还可以将时隙时延的因素考虑进去, 能够适用于存在空间传播时延的场景。

作为一种可能的实现方式, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - (T_2 - x \times (T_3 - A))$, 或者, $M = T_1 - \text{Max}(0, T_2 - x \times (T_3 - A))$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times (T_3 - A))$; 其
20 中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, T_3 表示所述时隙时延, x 表示第一时延系数, Max 表示取最大值, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, A 表示所述空间传播时延, y 表示第二时延系数。这里, 在考虑了时隙时延和空间传播时延的场景下, 可以引入第一时刻和第二时刻满足的公式, 有助于更方便地确定第二 PPDU 的结束时刻需要满足的条件。

- 25 作为一种可能的实现方式, 所述方法还包括: 所述发送设备接收来自所述接收设备的所述状态转换时间。这里, 发送设备通过接收状态转换时间, 有助于确定第二 PPDU 的结束时刻的限制条件。

第二方面, 提供了一种通信方法, 包括: 接收设备在第一链路接收第一物理层协议数据单元 PPDU, 所述第一 PPDU 携带触发帧; 所述接收设备在第二链路接收第二 PPDU,
30 其中, 发送所述第二 PPDU 的结束时刻不早于第一时刻且不晚于第二时刻, 所述第一时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关, 所述第二时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及所述 SIFS 时间相关。因此, 对于两个链路中只有一个链路上发送携带触发帧的 PPDU 的情况, 本申请实施例通过限制 PPDU 的结束时刻, 能够保证接收设备在回复 TB PPDU 之前顺利实现载波侦听。

- 35 可选地, 所述方法还包括: 接收设备向发送设备发送所述状态转换时间, 有助于发送设备利用状态转换时间确定第二 PPDU 的结束时刻的限制条件。

第三方面, 提供了一种通信方法, 包括: 发送设备在第一链路发送第一物理层协议数据单元 PPDU, 所述第一 PPDU 携带第一触发帧; 在第二链路发送第二 PPDU, 所述第二 PPDU 携带第二触发帧; 其中, 发送所述第一 PPDU 的结束时刻与发送所述第二 PPDU 的

结束时刻的时间差的绝对值小于或等于第一时长，所述第一时长与短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关。因此，对于两个链路上都发送携带触发帧的 PPDU 的情况，发送设备通过限制两个 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值，来保证接收设备在回复 TB PPDU 之前顺利实现载波侦听。

- 5 作为一种可能的实现方式，所述第一时长满足下式： $L=T_2$ ，其中， L 表示所述第一时长， T_2 表示所述状态转换时间。这里，可以引入第一时长满足的公式，有助于更方便地确定两个 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值需要满足的条件。

作为一种可能的实现方式，所述第一时长还与时隙时延相关。也就是说，上述第一时长的确定还可以将时隙时延的因素考虑进去，能够适用于存在时隙时延的场景。

- 10 作为一种可能的实现方式，所述第一时长满足下式： $L=T_2-x\times T_3$ ，或者， $L=Max(0, T_2-x\times T_3)$ ；其中， L 表示所述第一时长， T_2 表示所述状态转换时间， x 表示第一时延系数， T_3 表示所述时隙时延， Max 表示取最大值。这里，在考虑了时隙时延的场景下，可以引入第一时长满足的公式，有助于更方便地确定两个 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值需要满足的条件。

- 15 作为一种可能的实现方式，所述第一时长还与空间传播时延相关。也就是说，上述第一时长的确定还可以将时隙时延的因素考虑进去，能够适用于存在空间传播时延的场景。

作为一种可能的实现方式，所述第一时长满足下式： $L=T_2-x\times(T_3-A)$ ，或， $L=Max(0, T_2-x\times(T_3-A))$ ；其中， L 表示所述第一时长， T_2 表示所述状态转换时间， x 表示第一时延系数， T_3 表示所述时隙时延， A 表示所述空间传播时延， Max 表示取最大值。

- 20 这里，在考虑了时隙时延和空间传播时延的场景下，可以引入第一时长满足的公式，有助于更方便地确定两个 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值需要满足的条件。

作为一种可能的实现方式，所述方法还包括：所述发送设备接收来自所述接收设备的所述状态转换时间。这里，发送设备通过接收状态转换时间，有助于确定第一 PPDU 的结束时刻与第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值的限制条件。

- 25 第四方面，提供了一种通信方法，包括：接收设备第一链路接收第一物理层协议数据单元 PPDU，所述第一 PPDU 携带第一触发帧，并在 SIFS 时间后向发送设备发送针对所述第一 PPDU 的 TB PPDU；所述接收设备在第二链路接收第二 PPDU，所述第二 PPDU 携带第二触发帧，并在 SIFS 时间后向发送设备发送针对所述第二 PPDU 的 TB PPDU；其中，所述第一 PPDU 的结束时刻与所述第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值小于或等于第一时长，所述第一时长与短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关。因此，对于两个链路上都发送携带触发帧的 PPDU 的情况，本申请实施例通过限制两个 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值，能够保证接收设备在回复 TB PPDU 之前顺利实现载波侦听。
- 30 其中，第一时长的各种实现方式也第三方面相同，具体可以参考第三方面中的描述。

- 35 可选地，所述方法还包括：接收设备向发送设备发送所述状态转换时间，以便于发送设备利用状态转换时间确定第一 PPDU 的结束时刻与第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值的限制条件。

第五方面，提供了一种通信装置，该装置包括用于执行上述第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法的模块；或者，包括用于执行上述第二方面或第二方面的任意可能的实现方式中的方法的模块；或者，包括用于执行上述第三方面或第三方面的任意可

能的实现方式中的方法的模块；或者，包括用于执行上述第四方面或第四方面的任意可能的实现方式中的方法的模块。

5 第六方面，提供了一种通信装置，包括处理器。该处理器与存储器耦合，可用于执行存储器中的指令，以实现上述第一方面或第三方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该装置还包括存储器。可选地，该装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中，该装置为发送设备。当该装置为发送设备时，所述通信接口可以是收发器，或，输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该装置为配置于发送设备中的芯片。当该装置为配置于发送设备中的芯片时，所述通信接口可以是输入/输出接口。

10 可选地，所述收发器可以为收发电路。可选地，所述输入/输出接口可以为输入/输出电路。

第七方面，提供了一种通信装置，包括处理器。该处理器与存储器耦合，可用于执行存储器中的指令，以实现上述第二方面或第四方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该装置还包括存储器。可选地，该装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

15 在一种实现方式中，该装置为接收设备。当该装置为接收设备时，所述通信接口可以是收发器，或，输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该装置为配置于接收设备中的芯片。当该装置为配置于接收设备中的芯片时，所述通信接口可以是输入/输出接口。

20 可选地，所述收发器可以为收发电路。可选地，所述输入/输出接口可以为输入/输出电路。

第八方面，提供了一种处理器，包括：输入电路、输出电路和处理电路。所述处理电路用于通过所述输入电路接收信号，并通过所述输出电路发射信号，使得所述处理器执行上述第一方面至第四方面中任一方面中的任一种可能实现方式中的方法。

25 在具体实现过程中，上述处理器可以为芯片，输入电路可以为输入管脚，输出电路可以为输出管脚，处理电路可以为晶体管、门电路、触发器和各种逻辑电路等。输入电路所接收的输入的信号可以是由例如但不限于接收器接收并输入的，输出电路所输出的信号可以是例如但不限于输出给发射器并由发射器发射的，且输入电路和输出电路可以是同一电路，该电路在不同的时刻分别用作输入电路和输出电路。本申请实施例对处理器及各种电路的具体实现方式不做限定。

30 第九方面，提供了一种装置，包括处理器和存储器。该处理器用于读取存储器中存储的指令，并可通过接收器接收信号，通过发射器发射信号，以执行第一方面至第四方面中任一方面中的任一种可能实现方式中的方法。

可选地，所述处理器为一个或多个，所述存储器为一个或多个。

35 可选地，所述存储器可以与所述处理器集成在一起，或者所述存储器与处理器分离设置。

在具体实现过程中，存储器可以为非瞬时性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（read only memory, ROM），其可以与处理器集成在同一块芯片上，也可以分别设置在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

应理解，相关的数据交互过程例如发送指示信息可以为从处理器输出指示信息的过程，

接收能力信息可以为处理器接收输入能力信息的过程。具体地，处理输出的数据可以输出给发射器，处理器接收的输入数据可以来自接收器。其中，发射器和接收器可以统称为收发器。

5 上述第九方面中的装置可以是芯片，该处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现，当通过硬件实现时，该处理器可以是逻辑电路、集成电路等；当通过软件来实现时，该处理器可以是一个通用处理器，通过读取存储器中存储的软件代码来实现，该存储器可以集成在处理器中，可以位于该处理器之外，独立存在。

10 第十方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当该计算机程序或指令被执行时，实现上述第一方面至第四方面中任一方面中的任意可能的实现方式中的方法。

第十一方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当该指令被运行时，实现第一方面至第四方面中任一方面中的任意可能的实现方式中的方法。

15 第十二方面，提供了一种通信芯片，其中存储有指令，当其在计算机设备上运行时，使得所述通信芯片执行上述第一方面或第一方面中任意可能的实现方式中的方法，或者，使得所述通信芯片执行上述第三方面或第三方面中任意可能的实现方式中的方法。

第十三方面，提供了一种通信芯片，其中存储有指令，当其在计算机设备上运行时，使得所述通信芯片执行上述第二方面或第二方面中任意可能的实现方式中的方法，使得所述通信芯片执行上述第四方面或第四方面中任意可能的实现方式中的方法。

20 第十四方面，提供了一种通信系统，该通信系统包括发送设备和接收设备。
可选地，该通信系统还包括与所述发送设备和/或接收设备进行通信的其他设备。

附图说明

图 1 是 STR 受限系统的一个示例图；
图 2 是应用本申请的一个场景示例图；
25 图 3 是应用本申请的一个系统示例图；
图 4 是根据本申请实施例的通信方法的示意图；
图 5 是应用本申请的通信方法的一个例子的示意图；
图 6 是应用本申请的通信方法的另一个例子的示意图；
图 7 是根据本申请实施例的另一通信方法的示意图；
30 图 8 是应用本申请的另一通信方法的一个例子的示意图；
图 9 是根据本申请实施例的通信装置的一个示意性框图；
图 10 是根据本申请实施例的通信装置的一个示意性结构图。

具体实施方式

35 下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

本申请实施例的技术方案可以应用于各种通信系统，例如：长期演进（long term evolution, LTE）系统、LTE 频分双工（frequency division duplex, FDD）系统、LTE 时分双工（time division duplex, TDD）、WiFi 系统、无线局域网（wireless local area network, WLAN）、全球互联微波接入（worldwide interoperability for microwave access, WiMAX）

通信系统、未来的第五代（5th generation, 5G）系统或新无线（new radio, NR）等、设备到设备（device to device, D2D）系统。

在通信系统中，若存在一个设备向另一设备发送数据、或接收另一设备发送的数据；另一设备接收数据发送设备发送的数据，和/或向数据发送设备发送数据。

- 5 本申请实施例提供的技术方案可以应用于通信设备间的无线通信。通信设备间的无线通信可以包括：网络设备和终端间的无线通信、网络设备和网络设备间的无线通信以及终端和终端间的无线通信。其中，在本申请实施例中，术语“无线通信”还可以简称为“通信”，术语“通信”还可以描述为“数据传输”、“信息传输”或“传输”。

- 10 终端设备可以指站点（station, STA）、用户设备、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置。终端设备还可以是蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议（session initiation protocol, SIP）电话、无线本地环路（wireless local loop, WLL）站、个人数字助理（personal digital assistant, PDA）、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备，未来 5G 网络中的终端设备或者未来演进的
15 公用陆地移动通信网络（public land mobile network, PLMN）中的终端设备等，本申请实施例对此并不限定。

- 20 网络设备可以是用于与终端设备通信的设备，也可称之为无线接入网（radio access network, RAN）设备等。网络设备包括但不限于：接入点（accesspoint, AP）、5G 中的下一代基站（next generation nodeB, gNB）、演进型节点 B（evolved node B, eNB）、基带单元（baseband unit, BBU）、收发点（transmitting and receiving point, TRP）、发射点（transmitting point, TP）、中继站等。网络设备还可以是云无线接入网络（cloud radio access network, CRAN）场景下的无线控制器等。此外，网络设备还可以负责空口侧的无线资源管理、服务质量管理（quality of service, QoS）、数据压缩和加密等功能。其中，网络设备可以支持至少一种无线通信技术，例如 LTE、NR 等。

- 25 在一些部署中，gNB 可以包括集中式单元（central unit, CU）和分布式单元（distributed unit, DU）。gNB 还可以包括有源天线单元（active antenna unit, AAU）。CU 实现 gNB 的部分功能，DU 实现 gNB 的部分功能。比如，CU 负责处理非实时协议和服务，实现无线资源控制（radio resource control, RRC），分组数据汇聚层协议（packet data convergence protocol, PDCP）层的功能。DU 负责处理物理层协议和实时服务，实现无线链路控制（radio link control, RLC）层、媒体接入控制（media access control, MAC）层和物理（physical, PHY）层的功能。AAU 实现部分物理层处理功能、射频处理及有源天线的相关功能。由于 RRC 层的信息最终会变成 PHY 层的信息，或者，由 PHY 层的信息转变而来，因而，在这种架构下，高层信令，如 RRC 层信令，也可以认为是由 DU 发送的，或者，由 DU 和 AAU 发送的。可以理解的是，网络设备可以为包括 CU 节点、DU 节点、AAU 节点中
30 一项或多项的设备。此外，可以将 CU 划分为接入网（radio access network, RAN）中的网络设备，也可以将 CU 划分为核心网（core network, CN）中的网络设备，本申请对此不做限定。

在本申请实施例中，终端设备或网络设备包括硬件层、运行在硬件层之上的操作系统层，以及运行在操作系统层上的应用层。该硬件层包括中央处理器（central processing unit,

CPU)、内存管理单元(memory management unit, MMU)和内存(也称为主存)等硬件。该操作系统可以是任意一种或多种通过进程(process)实现业务处理的计算机操作系统,例如, Linux 操作系统、Unix 操作系统、Android 操作系统、iOS 操作系统或 windows 操作系统等。该应用层包含浏览器、通讯录、文字处理软件、即时通信软件等应用。并且, 5 本申请实施例并未对本申请实施例提供的方法的执行主体的具体结构特别限定, 只要能够通过运行记录有本申请实施例的提供的方法的代码的程序, 以根据本申请实施例提供的方法进行通信即可, 例如, 本申请实施例提供的方法的执行主体可以是终端设备或网络设备, 或者, 是终端设备或网络设备中能够调用程序并执行程序的功能模块。

另外, 本申请的各个方面或特征可以实现成方法、装置或使用标准编程和/或工程技术的制品。本申请中使用的术语“制品”涵盖可从任何计算机可读器件、载体或介质访问的计算机程序。例如, 计算机可读介质可以包括, 但不限于: 磁存储器件(例如, 硬盘、软盘或磁带等), 光盘(例如, 压缩盘(compact disc, CD)、数字通用盘(digital versatile disc, DVD)等), 智能卡和闪存器件(例如, 可擦写可编程只读存储器(erasable programmable read-only memory, EPROM)、卡、棒或钥匙驱动器等)。另外, 本文描述的各种存储介 10 质可代表用于存储信息的一个或多个设备和/或其它机器可读介质。术语“机器可读介质”可包括但不限于, 无线信道和能够存储、包含和/或承载指令和/或数据的各种其它介质。

本申请适用于一个节点同一个或多个节点进行无线通信的通信系统。节点可以是接入点多链路设备(accesspoint multilinkdevice, AP MLD), 也可以是非接入点多链路设备(non-accesspoint multilinkdevice, non-AP MLD)。无线通信可以是 1 个 AP MLD 同 1 个 20 或多个 non-AP MLD/SLD 之间的通信, 也可以是 1 个 non-AP MLD 同 1 个或多个 AP MLD 之间的通信; 也可以是 non-AP MLD 和 non-AP MLD 之间, 或者 AP MLD 和 AP MLD 之间的通信, 本申请对此不做限制。图 2 是本申请应用的场景示例图。如图 2 所示, 该场景包括 AP1 与 STA1, STA2, STA3。AP 与 STA 间可以进行上下行通信。可以理解, 图 2 中的 3 个 STA 可以是 MLD 设备中的三个 STA; AP1 可以是 MLD 中的 AP。还可以理解, 25 本申请对图 2 中 AP 或 STA 的数量不作限定, 图 2 中的示例只是举例描述。

为了达到极高吞吐率的技术目标, 下一代标准 IEEE 802.11be 将多链路(multilink, ML)作为关键技术之一。其核心思想是支持下一代 IEEE 802.11 标准的 WLAN 设备拥有在多频段(multi-band)发送和接收的能力, 从而可以使用更大的带宽进行数据传输, 进而显著提升吞吐率。多频段包括但不限于: 2.4GHz WiFi 频段、5GHz WiFi 频段以及 6GHz 30 WiFi 频段。其中在每一个频段上所进行接入和传输称为一个链路, 从而多个频段上的接入和传输便成为 ML。其中, 每个频段上也可以有多个链路, 可以形成 ML。比如, 5GHz WiFi 频段上可以有多个链路。又比如, 6GHz WiFi 频段上可以有多个链路。这里将同时支持多条链路的下一代 IEEE 802.11 标准站设备称为多链路设备(multilinkdevice, MLD)。比如, MLD 可以包括多个 STA, 每个 STA 可以与另外一个 MLD 中的一个 STA 建立一个 35 链路进行通信。

图 3 是应用本申请的一个系统示例图。如图 3 所示, 该系统包括 MLD A 和 MLD B。MLD A 包括 n 个 STA; MLD B 包括 n 个 STA。MLD A 与 MLD B 可以互为收发设备。比如, MLD A 为发送设备, MLD B 为接收设备; 又比如, MLDB 为发送设备, MLD A 为接收设备。可以理解, 图 3 中是以 MLD 包括多个 STA 为例进行说明, 并不对本申请实施

例的保护范围构成限定。比如，MLD 也可以包括多个 AP，又比如，MLD 也可以是其他设备，对此不作限定。

为了便于理解，下面将对本申请实施例涉及到的术语或概念进行简单介绍。

5 发送设备向接收设备发送携带触发帧 (trigger) 的物理层协议数据单元 (PHY protocol data unit, PPDU)。当接收设备收到该携带触发帧的 PPDU 后，间隔短帧间距 (short inter-frame space, SIFS) 时间 (也可记作 aSIFSTime) 后，使用基于触发帧的物理层协议数据单元 (trigger based PHY protocol data unit, TB PPDU) 发送上行数据。接收设备在回
10 复 TB PPDU 之前，需要在发送 TB PPDU 之前的 SIFS 时间内通过能量检测的方式侦测信道是否为空闲状态。如果信道为空闲状态，则接收设备发送 TB PPDU；如果信道为繁忙状态，则接收设备不进行 TB PPDU 的发送。示例性地，发送设备与接收设备可以是 MLD。
对于发送设备发送未携带触发帧的 PPDU，接收设备在回复 BA 之前不需要做载波侦听。

SIFS 时间包括三部分，分别为 D1、M1 和 Rx/Tx。比如，SIFS 时间为 16 微秒。其中，D1 为物理层处理时延，D1 也可记作 aRxPHYDelay。M1 为 MAC 层处理时延，M1 也可记作 aMACProcessingDelay。Rx/Tx 为接收状态到发送状态的转换时间，也可记作
15 aRxTxTurnaroundTime。这三个时间段都是跟具体实现方式相关的，没有确定时长。D1 和 M1 时间内接收设备处于接收状态，在进行物理层和 MAC 层信号处理的同时是可以并行进行能量侦听的。能量侦听通常是由一个独立的电路进行测量，在整个接收过程中都可以进行能量测量。Rx/Tx 在实现中通常需要的时间为几百纳秒到 2 微秒之间，在 Rx/Tx 时间内接收设备将不能进行能量侦听。能量侦听通常要求 4 微秒内能够得到测量结果，之后将持续进行测量并将测量结果反馈给 MAC 层用于判断信道的忙闲状态。
20 对于发送设备发送携带触发帧的 PPDU 的情形，目前现有技术未能提供有效的解决方案。本申请提出一种通信方法，通过对在两个链路上发送的 PPDU 提供对齐准则，以使得接收设备可以在 TB PPDU 之前的 SIFS 时间内容进行能量检测。

下面将结合图 4 至图 8 描述本申请提供的通信方法。

25 图 4 示出了根据本申请实施例的通信方法 400 的示意图。如图 4 所示，所述方法 400 包括：

S410，发送设备在第一链路发送第一 PPDU，第一 PPDU 携带触发帧。

对于携带触发帧的 PPDU，接收设备在收到携带触发帧的第一 PPDU 后，需要在 SIFS 时间进行载波侦听（或能量检测或能量侦听），以便于在 SIFS 时间后在第一链路上向发
30 送设备回复 TB PPDU。

S420，发送设备在第二链路发送第二 PPDU，其中，发送所述第二 PPDU 的结束时刻不早于第一时刻且不晚于第二时刻，所述第一时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关，所述第二时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及所述 SIFS 时间相关。

35 这里，第二 PPDU 未携带触发帧，因此接收设备不需要在 SIFS 时间内进行载波侦听。

SIFS 时间的描述可以参考前文。其中，SIFS 时间中的状态转换时间即前文所述的 Rx/Tx。

这里，发送设备在第二链路发送的第二 PPDU 未携带触发帧。为了保证接收设备在第一链路上回复 TB PPDU 之前的 SIFS 时间内进行载波侦听，需要对发送设备在第二链路上

发送的 PPDU 的结束时刻进行约束。其中, 发送第二 PPDU 的结束时刻最早不能早于第一时刻, 且最晚不能晚于第二时刻。第一时刻需要基于第一 PPDU 的结束时刻以及 SIS 时间中的状态转换时间确定。这样, 才能够保证接收设备在第一链路回复 TB PPDU 之前, 能够在 SIFS 时间内进行载波侦听。

- 5 可选地, 第一时刻满足下式: $M = T_1 - T_2$; 第二时刻满足下式: $N = T_1 + T_4$; 其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间。

图 5 是应用本申请的通信方法的一个例子的示意图。如图 5 所示, 发送设备在链路 1 上发送携带触发帧的 PPDU1, 在链路 2 上发送未携带触发帧的 PPDU2。在 SIFS 时间后, 发送设备在链路 1 上接收来自接收设备的 TB PPDU, 在链路 2 上接收来自接收设备的 BA2。图 5 中给出了 PPDU2 的结束时刻允许的最早时间以及最晚时间 (即图中所示的最早结束时刻和最晚结束时刻)。

从图 5 中可知, BA2 的发送开始时间不能早于链路 1 上 TB PPDU 开始时间之前的 Rx/Tx 时间, 否则接收设备在链路 1 上的能量检测将被链路 2 上 BA 发送带来的邻带干扰而阻断。换句话说, PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 发送结束时间之前的 Rx/Tx 时刻。另外, 发送设备发送 PPDU2 的结束时刻不能晚于链路 1 发送的 PPDU1 的结束时刻之后的 SIFS 时刻, 否则接收设备将会在链路 1 上回复 TB PPDU 的同时在链路 2 上接收 PPDU2。TB PPDU 带来的邻带信号干扰将会阻断链路 2 上 PPDU2 的接收。

可选地, SIFS 时间还可以考虑时隙时延 (可记作 aSlotTime) 的因素, 即 SIFS 时间可以在考虑时隙时延的基础上存在一些上下浮动。作为一种可能的实现方式, 第一时刻还可以与时隙时延相关, 第二时刻还可以与时隙时延相关。

可选地, 所述第一时刻满足下式:

$$M = T_1 - (T_2 - x \times T_3), \text{ 或者, } M = T_1 - \text{Max}(0, T_2 - x \times T_3);$$

所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times T_3)$,

- 25 其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, Max 表示取最大值, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, y 表示第二时延系数。

这里作统一说明, 本申请实施例对第一时延系数和第二时延系数的大小关系不作限定。第一时延系数和第二时延系数可以相同, 也可以不同。比如, 第一时延系数与第二时延系数都可以取 10%。

仍以图 5 中的 PPDU1 和 PPDU2 描述, 在考虑了时隙时延的情况下, 示例性地, 假设上述时隙时延 T_3 是 aSlotTime, x 和 y 均取 10%, 状态转换时间 T_2 是 Rx/Tx, SIFS 时间 T_4 为 SIFS, 则图 5 中的 PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 的结束时刻减去 $(\text{Rx/Tx} - 10\% \times \text{aSlotTime})$, 且不能晚于 PPDU1 的结束时刻加上 $(\text{SIFS} - 10\% \times \text{aSlotTime})$ 。由于 Rx/Tx 是与接收设备的实现相关的, 有可能 Rx/Tx 的长度小于 $10\% \times \text{aSlotTime}$, 那么 $(\text{Rx/Tx} - 10\% \times \text{aSlotTime})$ 为负数, 此时, PPDU2 的结束时刻与 PPDU1 的结束时刻可以相同, 即 PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 的结束时刻减去 $\text{Max}(0, \text{Rx/Tx} - 10\% \times \text{aSlotTime})$, 且不能晚于 PPDU1 的结束时刻加上 $(\text{SIFS} - 10\% \times \text{aSlotTime})$ 。

可选地, SIFS 时间还可以考虑空间传播时延 (可记作 aAirPropagationTime) 的因素。

作为一种可能的实现方式,第一时刻还可以与空间传播时延相关,第二时刻还可以与空间传播时延相关。

可选地,所述第一时刻满足下式:

$$M = T_1 - (T_2 - x \times (T_3 - A)), \text{ 或者, } M = T_1 - \text{Max}(0, T_2 - x \times (T_3 - A));$$

5 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times (T_3 - A));$

其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, T_3 表示所述时隙时延, x 表示第一时延系数, Max 表示取最大值, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, A 表示所述空间传播时延, y 表示第二时延系数。

仍以图 5 中的 PPDU1 和 PPDU2 描述,在考虑了时隙时延和空间传播时延的情况下, 10 示例性地,假设上述时隙时延 T_3 是 aSlotTime , x 和 y 均取 10%, 空间传播时延 A 是 $\text{aAirPropagationTime}$, 状态转换时间 T_2 是 Rx/Tx , SIFS 时间 T_4 为 SIFS, 则图 5 中的 PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 的结束时刻减去 $(\text{Rx/Tx} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$, 且不能晚于 PPDU1 的结束时刻加上 $(\text{SIFS} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$ 。由于 Rx/Tx 是与接收设备的实现相关的, Rx/Tx 有 15 可能小于 $10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime})$, 那么 $(\text{Rx/Tx} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$ 为负数, 此时, PPDU2 的结束时刻与 PPDU1 的结束时刻可以相同, 即 PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 的结束时刻减去 $\text{Max}(0, \text{Rx/Tx} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$, 且不能晚于 PPDU1 的结束时刻加上 $(\text{SIFS} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$ 。

20 可以理解, 本申请对空间传播时延的具体数值不作限定。通常的 WiFi 中一个基本服务集合 (basic service set, BSS) 的覆盖半径会小于 100 米, 100 米距离对应的空间传播时延为 0.33 微秒, 比如, 标准中可以以此为依据将 $\text{aAirPropagationTime}$ 取为 0.33 微秒。

在本申请实施例中, 状态转换时间可以是接收设备上报给发送设备的, 也可以是协议定义好的, 对此不作限定。

25 可选地, 所述方法 400 还包括: 发送设备接收来自接收设备的状态转换时间。状态转换时间与接收设备相关。比如, 接收设备将自己的状态转换时间 Rx/Tx 携带在关联请求或关联响应帧中发送给发送设备, 以使得发送设备获知状态转换时间 Rx/Tx 。

示例性地, 对于协议定义的状态转换时间, 状态转换时间可以是典型的实现数值, 也可以是所有芯片厂商约定好的一个数值, 也可以是标准投票选择的一个数值。

30 对于接收设备而言, 若协议定义好了状态转换时间为 Rx/Tx_0 , 那么接收设备可以结合 Rx/Tx_0 选择自己的 Rx/Tx 。接收设备如何选择 Rx/Tx 可以有不同的实现方式。

实现方式一, 接收设备选择的 Rx/Tx 值大于或等于 Rx/Tx_0 值。

这里以图 6 中的示例进行描述接收设备选择 Rx/Tx 值大于或等于 Rx/Tx_0 值的原因。 35 如图 6 所示, 发送设备在链路 1 上发送携带触发帧的 PPDU1, 在 PPDU2 上发送未携带触发帧的 PPDU2。接收设备需要 SIFS 时间后, 在链路 1 上回复 TB PPDU, 在链路 2 上回复 BA2。这里, 接收设备选择的 Rx/Tx 值需要大于或等于 Rx/Tx_0 值。如果接收设备选择的 Rx/Tx 数值小于 Rx/Tx_0 , 那么在第一时间段内, BA2 产生的邻带信号泄露将会阻断链路 1 上的能量检测, 使得信道变为繁忙。在图 6 中, 第一时间段表示为 $[T_0 - \text{Rx/Tx}_0, T_0 - \text{Rx/Tx}]$ 。其中, T_0 为预定 TB PPDU 的发送开始时刻, 或者, T_0 为第一 PPDU (比如, 图 6 中的

PPDU1) 的结束时刻加上 SIFS 时间。

实现方式二, 接收设备选择的 Rx/Tx 值小于 Rx/Tx0 值。

在该实现方式二中, 接收设备可以通过能量检测阈值来决定是否发送 TB PPDU。当 Rx/Tx 值小于 Rx/Tx0 值时, 接收设备利用能量检测的结果减去邻带能量泄露量, 对第一时间段内的信道状态进行判定。示例性地, 若第一时间段内能量检测结果减去邻带能量泄露量得到的值, 大于能量检测阈值, 则判断信道为忙; 若第一时间段内能量检测结果减去邻带能量泄露量得到的值, 小于或等于能量检测阈值, 则判断信道为空闲。本申请对邻带能量泄露量的获取方式不作限定, 比如, 邻带能量泄露量可以通过信道训练获得。

可以理解, 上述通过引入能量检测阈值来决定是否发送 TB PPDU 的各种实现方式只是示例性的描述, 并不对本申请实施例的保护范围构成限定。本领域技术人员基于上述实现方式能够得到各种与能量检测阈值相关的实现方式。

或者, 在该实现方式二中, 接收设备可以忽略第一时间段内的能量检测结果。也就是说, 即使第一时间段内, 链路 1 上的能量检测结果为繁忙, 接收设备也可以在第一链路上 (比如, 图 6 中的链路 1) 发送 TB PPDU。

作为一种可能的实现方式, 若使用协议定义的状态转换时间, 即取值固定为 Rx/Tx0, 那么时隙时延 (aSlotTime) 的因素也可以计入 Rx/Tx0 值, 也就是说, 固定值 Rx/Tx0 的选择已经考虑了时隙时延的因素。相应的, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - T_5$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times T_3)$;

其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_5 表示协议定义的状态状态时间, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, y 表示第二时延系数, T_3 表示所述时隙时延。 T_5 的选择已考虑了 T_3 的因素。

仍以图 5 中的 PPDU1 和 PPDU2 描述, 在考虑了时隙时延的情况下, 示例性地, 假设上述时隙时延 T_3 是 aSlotTime, y 取 10%, 协议定义的状态转换时间 T_5 是 Rx/Tx0, SIFS 时间 T_4 为 SIFS, 则图 5 中的 PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 的结束时刻减去 Rx/Tx0, 且不能晚于 PPDU1 的结束时刻加上 (SIFS-10% $\times$ aSlotTime)。

可选地, 若使用协议定义的状态转换时间, 那么空间传播时延 (aAirPropagationTime) 的因素也可以计入 Rx/Tx0 值, 也就是说, 固定值 Rx/Tx0 的选择已经考虑了时隙时延和空间传播时延的因素。

相应的, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - T_5$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times (T_3 - A))$;

其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_5 表示协议定义的状态状态时间, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, y 表示第二时延系数, T_3 表示所述时隙时延, A 表示所述空间传播时延。 T_5 的选择已考虑了 T_3 和 A 的因素。

仍以图 5 中的 PPDU1 和 PPDU2 描述, 在考虑了时隙时延和空间传播时延的情况下, 示例性地, 假设上述时隙时延 T_3 是 aSlotTime, y 取 10%, 空间传播时延 A 是 aAirPropagationTime, 协议定义的状态转换时间 T_5 是 Rx/Tx0, SIFS 时间 T_4 为 SIFS, 则图 5 中的 PPDU2 的结束时刻不能早于 PPDU1 的结束时刻减去 Rx/Tx0, 且不能晚于 PPDU1 的结束时刻加上 (SIFS-10% $\times$ (aSlotTime-aAirPropagationTime))。

可以理解, 本申请实施例是以第一链路和第二链路两个链路为例进行介绍的, 但并不

对本申请实施例构成限定。发送设备和接收设备之间可以存在多个链路。在存在多个链路的情况下，本申请实施例仍然适用。也就是说，若多个链路的任何两个链路中接收设备为 STR 受限，且只有其中一个链路触发 TB PPDU，本申请实施例的通信方法均适用。

需要说明的是，本申请实施例对第一 PPDU 与第二 PPDU 的发送先后顺序不作限定，
5 可以是第一 PPDU 先发，也可以是第二 PPDU 先发。不论是哪个 PPDU 先发，可以利用先发的 PPDU 的结束时刻来约束后发的 PPDU 的结束时刻。

示例性地，假设第一 PPDU 是先于第二 PPDU 发送的，那么第二 PPDU 的结束时刻不早于第一时刻且不晚于第二时刻，第一时刻与第二时刻的描述参考前文。比如，在图 5 中的示例中，PPDU1 是先于 PPDU2 发送的，此时是以 PPDU1 的结束时刻来约束 PPDU2 的
10 结束时刻的。

示例性地，假设第二 PPDU 是先于第一 PPDU 发送的，那么第一 PPDU 的结束时刻不早于第三时刻且不晚于第四时刻，其中，第三时刻的确定原则可以参考第一时刻的描述，第四时刻的确定原则可以参考第二时刻的描述。

上文描述了在两个 STR 受限的链路中只有一个链路触发 TB PPDU 的场景下的通信方法，
15 下面将描述两个 STR 受限的链路中都触发 TB PPDU 的场景下的通信方法。

图 7 示出了根据本申请另一实施例的通信方法 700 的示意性流程图。如图 7 所示，所述方法 700 包括：

S710，发送设备在第一链路发送第一 PPDU，第一 PPDU 携带第一触发帧。

对于携带第一触发帧的第一 PPDU，接收设备在收到携带触发帧的第一 PPDU 后，需
20 要在 SIFS 时间进行载波侦听（或能量检测或能量侦听），以便于在 SIFS 时间后在第一链路上向发送设备回复针对第一 PPDU 的 TB PPDU。

S720，发送设备在第二链路发送第二 PPDU，第二 PPDU 携带第二触发帧；其中，发送第一 PPDU 的结束时刻与发送所述第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值小于或等于第一时长，所述第一时长与短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关。

对于携带第二触发帧的第二 PPDU，接收设备在收到携带触发帧的第二 PPDU 后，需
25 要在 SIFS 时间进行载波侦听（或能量检测或能量侦听），以便于在 SIFS 时间后在第二链路上向发送设备回复针对第二 PPDU 的 TB PPDU。

SIFS 时间的描述可以参考前文。其中，SIFS 时间中的状态转换时间即前文所述的 Rx/Tx。

这里，发送设备在第一链路与第二链路发送的 PPDU 均携带了触发帧，为了保证接收设备在两个链路上回复 TB PPDU 之前的 SIFS 时间内均能够进行载波侦听，需要对发送设备在两个链路上发送的 PPDU 的结束时刻的时间差进行约束。发送第一 PPDU 的结束时刻与发送所述第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值小于或等于第一时长，所述第一时长与短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关。这样，才能保证接收设备在回复 TB PPDU
30 之前，能够在 SIFS 时间内进行载波侦听。

可选地，第一时长满足下式： $L=T_2$ ，其中， L 表示所述第一时长， T_2 表示所述状态转换时间。具体的，若状态转换时间 T_2 的取值为 Rx/Tx，那么发送第一 PPDU 的结束时刻与发送所述第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值小于或等于状态转换时间 Rx/Tx；若状态转换时间 T_2 的取值是协议定义的固定值，比如，Rx/Tx0，那么发送第一 PPDU 的结束

时刻与发送所述第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值小于或等于状态转换时间 Rx/Tx0。

图 8 是应用本申请的另一通信方法的一个例子的示意图。如图 8 所示, 发送设备在链路 1 上发送携带触发帧的 PPDU1, 在链路 2 上发送携带触发帧的 PPDU2。在 SIFS 时间后, 发送设备在链路 1 上接收来自接收设备的 TB PPDU1, 在链路 2 上接收来自接收设备的 TB PPDU2。图 8 中给出了 PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差的绝对值的允许时长。

图 8 给出了 PPDU2 的最早结束时刻以及最晚结束时刻。从图 8 可知, PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差不能超过 Rx/Tx。可选地, 若状态转换时间是协议定义的 Rx/Tx0, 则 PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差不能超过 Rx/Tx0。

与方法 400 中类似, 可选地, SIFS 时间还可以考虑时隙时延 (aSlotTime) 的因素。作为一种可能的实现方式, 第一时长还可以与时隙时延相关。

可选地, 第一时长满足下式: $L = T_2 - x \times T_3$, 或者, $L = \text{Max}(0, T_2 - x \times T_3)$;

其中, L 表示所述第一时长, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, Max 表示取最大值。

仍以图 8 中的 PPDU1 和 PPDU2 描述, 在考虑了时隙时延的情况下, 示例性地, 假设上述时隙时延 T_3 是 aSlotTime, x 取 10%, 状态转换时间 T_2 是 Rx/Tx, 则图 8 中的 PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差不能超过 $(\text{Rx/Tx} - 10\% \times \text{aSlotTime})$, 或者, 不能超过 $\text{Max}(0, \text{Rx/Tx} - 10\% \times \text{aSlotTime})$ 。可以理解, 这里, 若状态转换时间 T_2 是协议定义的 Rx/Tx0, 则将 PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差满足的条件中的 Rx/Tx 替换为 Rx/Tx0。

与方法 400 中类似, 可选地, SIFS 时间还可以考虑空间传播时延 (aAirPropagationTime) 的因素。作为一种可能的实现方式, 所述第一时长还与空间传播时延相关。

可选地, 所述第一时长满足下式: $L = T_2 - x \times (T_3 - A)$, 或, $L = \text{Max}(0, T_2 - x \times (T_3 - A))$;

其中, L 表示所述第一时长, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, A 表示所述空间传播时延, Max 表示取最大值。

仍以图 8 中的 PPDU1 和 PPDU2 描述, 在考虑了时隙时延和空间传播时延的情况下, 示例性地, 假设上述时隙时延 T_3 是 aSlotTime, x 取 10%, 状态转换时间 T_2 是 Rx/Tx, 空间传播时延 A 是 aAirPropagationTime, 则图 8 中的 PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差不能超过 $(\text{Rx/Tx} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$, 或者, 不能超过 $\text{Max}(0, \text{Rx/Tx} - 10\% \times (\text{aSlotTime} - \text{aAirPropagationTime}))$ 。可以理解, 这里, 若状态转换时间 T_2 是协议定义的 Rx/Tx0, 则将 PPDU1 的结束时刻与 PPDU2 的结束时刻的时间差满足的条件中的 Rx/Tx 替换为 Rx/Tx0。

可以理解, 图 5、图 6 和图 8 中的例子仅仅是为了便于本领域技术人员理解本申请实施例, 并非要将本申请实施例限于示例的具体场景。本领域技术人员根据图 5、图 6 和图 8 的例子, 显然可以进行各种等价的修改或变化, 这样的修改或变化也落入本申请实施例的范围内。还可以理解, 本申请实施例是以第一链路和第二链路两个链路为例进行介绍的, 但并不对本申请实施例构成限定。发送设备和接收设备之间可以存在多个链路。在存在多个链路的情况下, 本申请实施例仍然适用。也就是说, 若多个链路的任何两个链路中接收

设备为 STR 受限, 且两个链路均触发 TB PPDU, 那么这两个链路适用本申请实施例的通信方法均适用。

还可以理解, 本申请实施例中的一些可选的特征, 在某些场景下, 可以不依赖于其他特征, 比如其当前所基于的方案, 而独立实施, 解决相应的技术问题, 达到相应的效果, 也可以在某些场景下, 依据需求与其他特征进行结合。相应的, 本申请实施例中给出的装置也可以相应的实现这些特征或功能, 在此不予赘述。

还可以理解, 本申请实施例的各个方案可以进行合理的组合使用, 并且实施例中出现各个术语的解释或说明可以在各个实施例中互相参考或解释, 对此不作限定。

还可以理解, 在本申请的各种实施例中, 上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后, 各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定。上述各个过程涉及的各种数字编号或序号仅为描述方便进行的区分, 而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

相应于上述方法实施例给出的方法, 本申请实施例还提供了相应的装置, 所述装置包括用于执行上述实施例相应的模块。所述模块可以是软件, 也可以是硬件, 或者是软件和硬件结合。可以理解的是, 方法实施例所描述的技术特征同样适用于以下装置实施例。

图 9 是根据本申请实施例提供的通信装置 900 的示意性框图。如图 9 所示, 该通信装置包括发送单元 910。可选地, 该通信装置还可以包括接收单元 920 和处理单元 930。

在一种可能的设计中, 该通信装置 900 可对应于上文方法实施例中的发送设备, 例如, 可以为 MLD, 或者配置于 MLD 中的芯片。

具体地, 该通信装置 900 可对应于本申请实施例方法 400 或方法 700 中的发送设备, 该通信装置 900 可以包括用于执行图 4 中方法 400 或图 7 中方法 700 的发送设备执行的方法的单元。并且, 该通信装置 900 中的各单元和上述其他操作或功能分别为了实现图 4 中的方法 400 或图 7 中的方法 700 中的发送设备的相应流程。

在一种可能的实现方式中, 所述发送单元 910 用于在第一链路发送第一物理层协议数据单元 PPDU, 所述第一 PPDU 携带触发帧; 还用于在第二链路发送第二 PPDU, 其中, 发送所述第二 PPDU 的结束时刻不早于第一时刻且不晚于第二时刻, 所述第一时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关, 所述第二时刻与发送所述第一 PPDU 的结束时刻以及所述 SIFS 时间相关。

可选地, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - T_2$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + T_4$, 其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间。

可选地, 所述第一时刻还与时隙时延相关, 所述第二时刻还与所述时隙时延相关。

可选地, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - (T_2 - x \times T_3)$, 或者, $M = T_1 - \max(0, T_2 - x \times T_3)$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times T_3)$, 其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, $\max$ 表示取最大值, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, y 表示第二时延系数。

可选地, 所述第一时刻还与空间传播时延相关, 所述第二时刻还与所述空间传播时延相关。

可选地, 所述第一时刻满足下式: $M = T_1 - (T_2 - x \times (T_3 - A))$, 或者,

$M = T_1 - \text{Max}(0, T_2 - x \times (T_3 - A))$; 所述第二时刻满足下式: $N = T_1 + (T_4 - y \times (T_3 - A))$; 其中, M 表示所述第一时刻, T_1 表示所述第一 PPDU 的结束时刻, T_2 表示所述状态转换时间, T_3 表示所述时隙时延, x 表示第一时延系数, Max 表示取最大值, N 表示所述第二时刻, T_4 表示所述 SIFS 时间, A 表示所述空间传播时延, y 表示第二时延系数。

5 所述装置还包括: 接收单元 920, 用于接收来自接收设备的所述状态转换时间。

在另一种可能的实现方式中, 所述发送单元 910 用于在第一链路发送第一物理层协议数据单元 PPDU, 所述第一 PPDU 携带第一触发帧; 还用于在第二链路发送第二 PPDU, 所述第二 PPDU 携带第二触发帧;

其中, 发送所述第一 PPDU 的结束时刻与发送所述第二 PPDU 的结束时刻的时间差的绝对值小于或等于第一时长, 所述第一时长与短帧间距 SIFS 时间中的状态转换时间相关。

10 可选地, 所述第一时长满足下式: $L = T_2$, 其中, L 表示所述第一时长, T_2 表示所述状态转换时间。

可选地, 所述第一时长还与时隙时延相关。

15 可选地, 所述第一时长满足下式: $L = T_2 - x \times T_3$, 或者, $L = \text{Max}(0, T_2 - x \times T_3)$; 其中, L 表示所述第一时长, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, Max 表示取最大值。

可选地, 所述第一时长还与空间传播时延相关。

20 可选地, 所述第一时长满足下式: $L = T_2 - x \times (T_3 - A)$, 或, $L = \text{Max}(0, T_2 - x \times (T_3 - A))$; 其中, L 表示所述第一时长, T_2 表示所述状态转换时间, x 表示第一时延系数, T_3 表示所述时隙时延, A 表示所述空间传播时延, Max 表示取最大值。

可选地, 所述装置 900 还包括: 接收单元 920, 用于接收来自接收设备的所述状态转换时间。

应理解, 各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明, 为了简洁, 在此不再赘述。

25 还应理解, 该通信装置 900 为图 10 中的通信装置时, 该通信装置 900 中的发送单元 910 可对应于图 10 中所示的发送器, 接收单元 920 可对应于图 10 中所示的接收器, 该通信装置 900 中的处理单元 930 可对应于图 10 中示出的处理器。

30 可选地, 该通信装置 900 还包括存储单元, 该存储单元可以用于存储指令或者数据, 处理单元可以调用该存储单元中存储的指令或者数据, 以实现相应的操作。该存储单元可通过至少一个存储器实现, 例如可对应于图 10 中的存储器。

还应理解, 该通信装置 900 为配置于 MLD 中的芯片时, 该通信装置 900 中的发送单元 910 可以为输出接口电路, 接收单元 920 可以为输入接口电路。

35 图 10 是根据本申请实施例提供的通信装置的结构示意图。如图 10 所示, 包括: 处理器、存储器、发送器 (或称发射机、发射电路)、接收器 (或称接收机、接收电路)、信号检测器, 用户界面以及数字信号处理器。其中, 处理器、存储器、发送器、接收器、信号检测器, 用户界面以及数字信号处理器之间可以通过内部连接通路互相通信, 传递控制或数据信号。该存储器用于存储计算机程序, 该处理器用于从该存储器中调用并运行该计算机程序, 以控制发送器发送信号和/或控制接收器接收信号。发送器用于发射信号, 接收器用于接收信号。可选地, 该通信装置还可以包括天线, 用于将发送器和接收器输出的

上行数据或上行控制信令通过无线信号发送出去。

可选地，发送器与接收器可以独立部署，也可以合并为收发器。

应理解，图 10 所示的通信装置能够实现本申请实施例由发送设备或接收设备执行的方法，比如，图 4 或图 7 所示方法实施例中涉及发送设备的各个过程。该通信装置中的各个模块的操作和/或功能，分别为了实现上述方法实施例中的相应流程。具体可参见上述方法实施例中的描述，为避免重复，此处适当省略详细描述。

应理解，图 10 所示出的通信装置仅为发送设备的一种可能的架构，而不应对本申请构成任何限定。

可选地，该通信装置包括但不限于通信服务器、路由器、交换机、网桥等 AP 设备，以及手机、平板电脑，电脑笔记本，智能手表，智能电视等 non-AP 设备。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括：计算机程序代码，当该计算机程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行图 4 或图 7 所示实施例中的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读介质存储有程序代码，当该程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行图 4 或图 7 所示实施例中的方法。

本申请实施例还提供了一种处理装置，包括处理器和接口；所述处理器用于执行上述任一方法实施例中的通信方法。

本领域技术人员还可以了解到本申请实施例列出的各种说明性逻辑块（illustrative logical block）和步骤（step）可以通过电子硬件、电脑软件，或两者的结合进行实现。这样的功能是通过硬件还是软件来实现取决于特定的应用和整个系统的设计要求。本领域技术人员可以对于每种特定的应用，可以使用各种方法实现所述的功能，但这种实现不应被理解为超出本申请实施例保护的范围。

应理解，本申请实施例中的处理器可以是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法实施例的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器可以是通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件，还可以是系统芯片（system on chip, SoC），还可以是中央处理器（central processor unit, CPU），还可以是网络处理器（network processor, NP），还可以是数字信号处理电路（digital signal processor, DSP），还可以是微控制器（micro controller unit, MCU），还可以是可编程控制器（programmable logic device, PLD）或其他集成芯片。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器读取存储器中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤。

本申请所描述的技术可通过各种方式来实现。例如，这些技术可以用硬件、软件或者

硬件结合的方式来实现。对于硬件实现，用于在通信装置（例如，基站、终端、网络实体、或芯片）处执行这些技术的处理单元，可以实现在一个或多个通用处理器、DSP、数字信号处理器、ASIC、可编程逻辑器件、FPGA、或其它可编程逻辑装置，离散门或晶体管逻辑，离散硬件部件，或上述任何组合中。通用处理器可以为微处理器，可选地，该通用处理器也可以为任何传统的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器也可以通过计算装置的组合来实现，例如数字信号处理器和微处理器，多个微处理器，一个或多个微处理器联合一个数字信号处理器核，或任何其它类似的配置来实现。

可以理解，本申请实施例中的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory, ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory, RAM），其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的RAM可用，例如静态随机存取存储器（static RAM, SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic RAM, DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM, SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM, DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM, ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM, SLD RAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM, DR RAM）。应注意，本文描述的系统和方法的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，高密度数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如，固态硬盘（solid state disk, SSD））等。

应理解，说明书通篇中提到的“实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各个实施例未必一定指相同的实施例。此外，这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。应理解，在本申请的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

还应理解，在本申请中，“当...时”、“若”以及“如果”均指在某种客观情况下 UE 或者

基站会做出相应的处理，并非是限定时间，且也不要求 UE 或基站实现时一定要有所判断的动作，也不意味着存在其它限定。

本领域普通技术人员可以理解：本申请中涉及的第一、第二等各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请实施例的范围，也表示先后顺序。

- 5 本申请中对于使用单数表示的元素旨在用于表示“一个或多个”，而并非表示“一个且仅一个”，除非有特别说明。本申请中，在没有特别说明的情况下，“至少一个”旨在用于表示“一个或者多个”，“多个”旨在用于表示“两个或两个以上”。

- 10 另外，本文中术语“系统”和“网络”在本文中常被可互换使用。本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况，其中 A 可以是单数或者复数，B 可以是单数或者复数。

字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

- 15 本文中术语“……中的至少一个”或“……中的至少一种”，表示所列出的各项的全部或任意组合，例如，“A、B 和 C 中的至少一种”，可以表示：单独存在 A，单独存在 B，单独存在 C，同时存在 A 和 B，同时存在 B 和 C，同时存在 A、B 和 C 这六种情况，其中 A 可以是单数或者复数，B 可以是单数或者复数，C 可以是单数或者复数。

应理解，在本申请各实施例中，“与 A 相应的 B”表示 B 与 A 相关联，根据 A 可以确定 B。但还应理解，根据 A 确定 B 并不意味着仅仅根据 A 确定 B，还可以根据 A 和/或其它信息确定 B。

- 20 本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

- 25 所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

- 30 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

- 35 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现

5 有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

10 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。