

通信方法及相关装置

本申请要求于 2021 年 08 月 17 日提交中国专利局、申请号为 202110945312.X、申请名称为“通信方法及相关装置”的中国专利申请的优先权，和 2021 年 10 月 21 日提交中国专利局、申请号为 202111229676.4、申请名称为“通信方法及相关装置”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

本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种通信方法及相关装置。

背景技术

现有 802.11 标准（这里指 802.11ax 标准及以前）中存在一种空间复用省能（Spatial Multiplexing Power Save, SM PS）功能，具体参考 802.11ax 标准的章节 11.2.6 的描述。SM PS 允许一个非接入点站点（non-access point station, non-AP STA）只保留一条活跃接收通道（receive chains），并往往使用一根天线接收信号。当 non-AP STA 接收到来自 AP 发送的初始帧后，non-AP STA 的其他接收通道打开并采用多天线与该 AP 进行帧交互。在帧交互结束后，non-AP STA 切换回到单接收通道模式。应理解，non-AP STA 可简称为站点（station, STA），本文中两者可替换使用。在现有 802.11 标准中，当 STA 判断满足 802.11ax 标准中规定的任何一个条件（具体参见 802.11ax 标准的章节 11.2.6）时，则 STA 可以立即切换回到单接收通道模式，以达到空间复用提高增益并且省能的目的。

下一代 802.11 标准，如 802.11be 被称为极高吞吐量（Extremely High Throughput, EHT）或 Wi-Fi7，其关键技术是通过多链路（multi-link, ML）通信来提升吞吐量。多链路通信的核心思想是：支持下一代 802.11 标准的无线局域网（wireless local area network, WLAN）设备，即 EHT 设备拥有在多频段（multi-band）发送和接收的能力，从而使用更大的带宽进行数据传输，进而显著提升吞吐量。其中，多频段包括但不限于：2.4GHz WiFi 频段、5GHz WiFi 频段以及 6GHz WiFi 频段。802.11be 中将支持多链路通信的 WLAN 设备称为多链路设备（multi link device, MLD），显然，多链路设备可采用多条链路（或多个频段）并行通信使得传输的速率得到大幅度提升。多链路设备（MLD）包括一个或多个隶属的站点（affiliated STA），隶属的站点是一个逻辑上的站点，可以工作在一条链路上。其中，隶属的站点可以为接入点（access point, AP）或非接入点站点（non-AP STA）。802.11be 标准将隶属的站点为 AP 的多链路设备称为 AP MLD，隶属的站点为 non-AP STA 的多链路设备称为 non-AP MLD。

然而，某些 non-AP MLD 可能只具备单无线电（Single radio）收发能力，但为了使其可以享用多链路的优势，802.11be 引入了增强多链路单无线电（Enhanced Multi-link Single Radio, EMLSR）能力。因此，WLAN 中增强多链路的通信方法设计亟待探索。

发明内容

本申请实施例提供一种通信方法及相关装置，可以将 SM PS 与 EMLSR 结合起来通信，解决直接复用现有 SM PS 的规则来定义帧交互结束不适用于 EMLSR 的问题，还使得 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时，可以同时服务其他 STA，进行多用户通信，进一步提高通信效率。

下面从不同的方面介绍本申请，应理解的是，下面的不同方面的实施方式和有益效果可

以互相参考。

第一方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作（Listening Operation）时，接收到来自第一 AP 的第一帧，non-AP MLD 将自己各条链路（或其他链路）上的（部分或全部）空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时，就将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路（或其他链路）进行侦听操作。其中，non-AP MLD 支持增强多链路（Enhanced Multi-link, EML）模式。该预设条件集合包括第一预设条件，该第一预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个无线帧，该无线帧的发送地址与发起当前传输机会（Transmission Opportunity, TXOP）的帧的发送地址不同；且该无线帧不是上行单播的控制帧，或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，该上行单播的控制帧包括块确认（Block ACK, BA）帧。

相应地，第一 AP 在第一链路上发送第一帧。

可见，本方案通过修改现有 SM PS 的规则，即排除一些上行单播的控制帧来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR 和/或增强多无线电多链路（Enhanced Multi-link Multi-Radio, EMLMR）的问题。也就是说，在 AP 服务 EMLSR/EMLMR non-AP STA 期间，EMLSR/EMLMR non-AP STA 不因为收到这些帧而切换回侦听操作。另外，该规则使得 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时，可以同时服务其他 STA，进行多用户通信，进一步提高通信效率。

第二方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元，用于在第一链路上执行侦听操作时接收到第一 AP 发送的第一帧后，将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互，non-AP MLD 支持 EML；该切换单元，还用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，该预设条件集合包括第一预设条件，该第一预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个无线帧，该无线帧的发送地址与发起当前 TXOP 的帧的发送地址不同；且该无线帧不是上行单播的控制帧，或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，该上行单播的控制帧包括 BA 帧。

上述任一方面的一种可能的实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

上述任一方面的一种可能的实现方式中，上行单播的控制帧还包括节能轮询（Power Saving-Poll, PS-Poll）帧。

上述任一方面的一种可能的实现方式中，上述用于报告的帧包括以下一项或多项：压缩波束成形报告（Compressed Beamforming/CQI）帧、包含波束成形报告（Beamforming Report, BFR）的帧、包含缓冲区状态报告（Buffer Status Report, BSR）的帧、包含带宽询问报告（Bandwidth Query Report, BQR）的帧、包含空数据包反馈报告（NDP Feedback Report, NFR）的帧。

上述任一方面的一种可能的实现方式中，上述预设条件集合还包括第二预设条件，该第二预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个单播帧，该单播帧的目的地址是其他站点；且该单播帧不是单播的控制帧；该其他站点为除 non-AP MLD 中工作在（operating on）该第一链路上的站点外的站点。

可选的,上述单播的控制帧包括块确认请求(Block ACK Request, BAR)帧。

可选的,上述单播的控制帧包括以下一项或多项:确认(acknowledge, ACK)帧,波束成形报告轮询(Beamforming Report Poll, BFRP)帧,空数据包宣告(Null Data Packet Announcement, NDPA)帧。

可选的,上述单播的控制帧还包括单播的触发帧。该单播的触发帧包括以下一项或多项:多用户(multi-user, MU)块确认请求 MU-BAR 帧,缓冲区状态报告轮询(Buffer Status Report Poll, BSRP)帧,触发类型的 BFRP 帧,多用户请求发送(Multi-User request to send, MU-RTS)帧,带宽询问报告轮询(Bandwidth Query Report Poll, BQRP)帧,空数据包反馈报告轮询(NDP Feedback Report Poll, NFRP)帧。

可见,本方案在现有 SM PS 的规则基础上,通过排除一些单播的控制帧来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR 和/或 EMLMR 的问题。

上述任一方面的一种可能的实现方式中,上述预设条件集合还包括第三预设条件,该第三预设条件为:non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 TXOP 持有者发送的触发帧,且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行正交频分多址接入(Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA)随机接入的关联标识。

可选的,上述触发帧包括以下一项或多项:MU-RTS 帧,BSRP 帧。

可见,本方案从触发帧的角度增加 non-AP MLD 切换回侦听操作的条件,有利于完善 SM PS 的规则。

上述任一方面的一种可能的实现方式中,上述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件:

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧;

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个高效多用户物理层协议数据单元(High Efficiency Multiple User PPDU, HE MU PPDU),该 HE MU PPDU 中携带的基本服务集(basic service set, BSS)颜色(color)与 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同,且该 HE MU PPDU 中不包含任何资源单元(resource unit, RU)的站点标识域指示 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点作为该 RU 的接收方或接收方之一,且该 non-AP MLD 最近一次从该第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0;

载波侦听机制指示该第一链路对应的信道持续空闲时间达到发送(transmission, Tx)点协调函数帧间间隔(Point coordination function Interframe Space, PIFS)长度边界(TxPIFS slot boundary)。

第三方面,本申请提供一种通信方法,该方法包括:non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作(Listening Operation)时,接收到来自第一 AP 的第一帧,non-AP MLD 将自己各条链路(或其他链路)上的(部分或全部)空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互;当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时,就将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路(或其他链路)进行侦听操作。其中,non-AP MLD 支持 EML 模式。该预设条件集合包括第二预设条件,该第二预设条件为:non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个单播帧,该单播帧的目的地址是其他站点;且该单播帧不是单播的控制帧;该其他站点为除 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点外的站点。

相应地,第一 AP 在第一链路上发送第一帧。

可见,本方案通过修改现有 SM PS 的规则,即排除一些单播的控制帧来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR 和/或 EMLMR 的问题。也就是说,在 AP 服务 EMLSR/EMLMR non-AP

STA 期间, EMLSR/EMLMR non-AP STA 不因为收到这些帧而切换回侦听操作。另外, 该规则使得 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时, 可以同时服务其他 STA, 进行多用户通信, 进一步提高通信效率。

第四方面, 本申请提供一种通信装置, 该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片, 比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括: 收发单元, 用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一 AP 发送的第一帧; 切换单元, 用于在第一链路上执行侦听操作时接收到第一 AP 发送的第一帧后, 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互, non-AP MLD 支持 EML; 该切换单元, 还用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中, 该预设条件集合包括第二预设条件, 该第二预设条件为: non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个单播帧, 该单播帧的目的地址是其他站点; 且该单播帧不是单播的控制帧; 该其他站点为除 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点外的站点。

上述第三方面或上述第四方面的一种可能的实现方式中, 上述单播的控制帧包括 BAR 帧。

上述第三方面或上述第四方面的一种可能的实现方式中, 上述单播的控制帧包括以下一项或多项: ACK 帧、BFRP 帧、NDPA 帧。

上述第三方面或上述第四方面的一种可能的实现方式中, 上述单播的控制帧还包括单播的触发帧。该单播的触发帧包括以下一项或多项: MU-BAR 帧, BSRP 帧, 触发类型的 BFRP 帧, MU-RTS 帧, BQRP 帧, NFRP 帧。

上述第三方面或上述第四方面的一种可能的实现方式中, non-AP MLD 支持 EMLSR; 或者, non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的, non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR, non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR, 则上述第一帧为初始控制帧; 如果 non-AP MLD 支持 EMLMR, 则上述第一帧为初始帧。

上述第三方面或上述第四方面的一种可能的实现方式中, 上述预设条件集合还包括第三预设条件, 该第三预设条件为: non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 TXOP 持有者发送的触发帧, 且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

可选的, 上述触发帧包括以下一项或多项: MU-RTS 帧, BSRP 帧。

上述第三方面或上述第四方面的一种可能的实现方式中, 上述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件:

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧;

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 HE MU PPDU, 该 HE MU PPDU 中携带的 BSS 颜色 (color) 与 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同, 且该 HE MU PPDU 中不包含任何 RU 的站点标识域指示 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点作为该 RU 的接收方或接收方之一, 且该 non-AP MLD 最近一次从该第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0;

载波侦听机制指示该第一链路对应的信道持续空闲时间达到 TxPIFS 长度边界 (TxPIFS slot boundary)。

第五方面, 本申请提供一种通信方法, 该方法包括: non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作 (Listening Operation) 时, 接收到来自第一 AP 的第一帧, non-AP MLD 将自己各条链路 (或其他链路) 上的 (部分或全部) 空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交

五；当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时，就将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路（或其他链路）进行侦听操作。其中，non-AP MLD 支持 EML 模式。该预设条件集合包括第三预设条件，该第三预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 TXOP 持有者发送的触发帧，且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

相应地，第一 AP 在第一链路上发送第一帧。

可见，本方案从触发帧的角度增加 non-AP MLD 切换回侦听操作的条件，有利于完善 SMPS 的规则。

第六方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元，用于在第一链路上执行侦听操作时接收到第一 AP 发送的第一帧后，将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互，non-AP MLD 支持 EML；该切换单元，还用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，该预设条件集合包括第三预设条件，该第三预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 TXOP 持有者发送的触发帧，且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

上述第五方面或上述第六方面的一种可能的实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

上述第五方面或上述第六方面的一种可能的实现方式中，上述触发帧包括以下一项或多项：MU-RTS 帧，BSRP 帧。

上述第五方面或上述第六方面的一种可能的实现方式中，上述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件：

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧；

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 HE MU PPDU，该 HE MU PPDU 中携带的 BSS 颜色（color）与 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同，且该 HE MU PPDU 中不包含任何 RU 的站点标识域指示 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点作为该 RU 的接收方或接收方之一，且该 non-AP MLD 最近一次从该第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0；

载波侦听机制指示该第一链路对应的信道持续空闲时间达到 TxPIFS 长度边界（TxPIFS slot boundary）。

第七方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时成功接收到第一帧之后、且 non-AP MLD 与 non-AP MLD 中第一站点关联的第一 AP 的帧交互结束之前，non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收第一类物理层协议数据单元（physical layer protocol data unit, PPDU）；当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时，non-AP MLD 将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路进行侦听操作。该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU。该广播帧携带的接收地址为广播地址，该组播帧携带的接收地址为组播地址。该第一类 PPDU 携带指示信息，

该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方。该第一帧用于指示该 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上进行帧交互。其中，该预设条件集合包括第一预设条件，该第一预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个无线帧，该无线帧的发送地址与发起当前 TXOP 的帧的发送地址不同；且该无线帧不是上行单播的控制帧，或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，该上行单播的控制帧包括 BA 帧。non-AP MLD 支持 EML。

可见，本方案通过约束 AP 与站点在帧交互过程中均采用第一类 PPDU，且修改 SM PS 的规则，比如在现有 SM PS 规则上排除一些例外的帧，来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR/EMLMR 的问题。另外，该规则使得 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时，可以同时服务其他 STA，进行多用户通信，进一步提高通信效率。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，上述第一类 PPDU 包括用于触发的帧，该用于触发的帧用于调度 non-AP MLD 发送基于触发的物理层协议数据单元(trigger based PPDU, TB PPDU)。non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU 之后，该方法还包括：non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流发送该 TB PPDU。

可见，本方案通过在第一类 PPDU 中携带用于触发的帧，以使站点以 TB PPDU 格式的帧回复 AP，从而使现有 SM PS 的规则适配 EMLSR 或 EMLMR。

第八方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一帧；该收发单元，还用于在第一链路上执行侦听操作时成功接收到第一帧之后、且 non-AP MLD 与 non-AP MLD 中第一站点关联的第一 AP 的帧交互结束之前，在该第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU，该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU；切换单元，用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。该广播帧携带的接收地址为广播地址，该组播帧携带的接收地址为组播地址。该第一类 PPDU 携带指示信息，该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方。该第一帧用于指示该 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上进行帧交互。其中，该预设条件集合包括第一预设条件，该第一预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个无线帧，该无线帧的发送地址与发起当前 TXOP 的帧的发送地址不同；且该无线帧不是上行单播的控制帧，或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，该上行单播的控制帧包括 BA 帧。non-AP MLD 支持 EML。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，上述第一类 PPDU 包括用于触发的帧，该用于触发的帧用于调度 non-AP MLD 发送 TB PPDU。上述收发单元，还用于在该第一链路上采用多空间流发送该 TB PPDU。

上述第七方面或上述第八方面的一种可能的实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

上述第七方面或上述第八方面的一种可能的实现方式中，上述单播的控制帧还包括 PS-Poll 帧。

上述第七方面或上述第八方面的一种可能的实现方式中，上述用于报告的帧包括以下一项或多项：CQI 帧，包含 BFR 的帧，包含 BSR 的帧，包含 BQR 的帧，包含 NFR 的帧。

上述第七方面或上述第八方面的一种可能的实现方式中，上述预设条件集合还包括第三

预设条件, 该第三预设条件为: non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 TXOP 持有者发送的触发帧, 且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

可选的, 上述触发帧包括以下一项或多项: MU-RTS 帧, BSRP 帧。

上述第七方面或上述第八方面的一种可能的实现方式中, 上述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件:

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个单播帧, 该单播帧的目的地址是其他站点;

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧;

non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 HE MU PPDU, 该 HE MU PPDU 中携带的 BSS 颜色 (color) 与 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同, 且该 HE MU PPDU 中不包含任何 RU 的站点标识域指示 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点作为该 RU 的接收方或接收方之一, 且该 non-AP MLD 最近一次从该第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0;

载波侦听机制指示该第一链路对应的信道持续空闲时间达到 TxPIFS 长度边界 (TxPIFS slot boundary)。

上述第七方面或上述第八方面的一种可能的实现方式中, 上述指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方, 包括: 该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方之一。可选的, 上述指示信息为站点标识符。

第九方面, 本申请提供一种通信方法, 该方法包括: 第一 AP 在第一链路上成功发送第一帧之后, 且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前 (before the end of the frame exchanges), 第一 AP 在第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时, 均采用第一类 PPDU。其中, 第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU。该 N 个站点中存在至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EML。该广播帧携带的接收地址为广播地址, 该组播帧携带的接收地址为组播地址。该第一类 PPDU 携带指示信息, 该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方。

可见, 本方案通过约束 AP 与站点在帧交互过程中均采用第一类 PPDU, 且修改 SM PS 的规则, 比如在现有 SM PS 规则上排除一些例外的帧, 来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR/EMLMR 的问题。另外, 该规则使得 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时, 可以同时服务其他 STA, 进行多用户通信, 进一步提高通信效率。

第十方面, 本申请提供一种通信装置, 该通信装置可以是第一 AP 或第一 AP 中的芯片, 比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括: 第一单元, 用于在第一链路上成功发送第一帧之后, 且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前, 在该第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时采用第一类 PPDU, 该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU, 该 N 个站点中存在至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EML; 该广播帧携带的接收地址为广播地址, 该组播帧携带的接收地址为组播地址, 该第一类 PPDU 携带指示信息, 该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方。应理解, 第一单元用于实现收发功能, 该第一单元还可以称为收发单元。

可选的, 该通信装置还可以包括处理单元, 用于生成第一类 PPDU。

上述第九方面或上述第十方面的一种可能的实现方式中, 上述至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EMLSR, 该第一帧为初始控制帧; 或, 上述至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EMLMR, 该第一帧为初始帧。

上述第九方面或上述第十方面的一种可能的实现方式中，上述第一类 PPDU 包括用于触发的帧，该用于触发的帧用于调度站点发送 TB PPDU。

上述第九方面或上述第十方面的一种可能的实现方式中，上述指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方，包括：该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方之一。可选的，上述指示信息为站点标识符。

第十一方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：non-AP MLD 在第一链路上接收到第一 AP 发送的第一帧并将各条链路（或其他链路）上的空间流/天线切换到该第一链路后，若 non-AP MLD 确定该第一帧交互失败，则 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，non-AP MLD 支持 EML。

可见，本方案提供一种在初始帧/初始控制帧交互失败后切换回侦听操作的方法，通过设计站点侧判断交互失败的条件，可以支持初始帧/初始控制帧在交互失败后能够及时地切换回侦听操作，完善 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制，还可以提高 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作效率和切换效率。

结合第十一方面，在一种可能的实现方式中，该方法还包括：若 non-AP MLD 从接收到该第一帧的时刻开始，在第一时长内满足预设条件集合中任一预设条件，则 non-AP MLD 确定该第一帧交互失败。

可见，本方案提供一种站点侧判断交互失败的条件，有利于支持初始帧/初始控制帧在交互失败后能够及时地切换回侦听操作。

第十二方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元，用于将各条链路上的空间流切换到该第一链路；切换单元，还用于在第一链路上接收到第一 AP 发送的第一帧并将各条链路上的空间流切换到该第一链路后，若 non-AP MLD 确定该第一帧交互失败，则将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，non-AP MLD 支持 EML。

结合第十二方面，在一种可能的实现方式中，该通信装置还可以包括确定单元，用于当 non-AP MLD 从接收到该第一帧的时刻开始，在第一时长内满足预设条件集合中任一预设条件时，确定该第一帧交互失败。

上述第十一方面或上述第十二方面的一种可能的实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

上述第十一方面或上述第十二方面的一种可能的实现方式中，上述预设条件集合包括以下一个或多个预设条件：

non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点在该第一时长内未接收到 PPDU；

non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点在该第一时长内接收到的第一个 PPDU 是其他 BSS 的 PPDU；

non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点在该第一时长内接收到的第一个 PPDU 是上行 PPDU；

non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点在该第一时长内接收到的第一个 PPDU 是 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点所属的 BSS 内的下行 PPDU，且该下行 PPDU 中

站点标识域指示的接收方不是 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点；

non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点在该第一时长内接收到的第一个 PPDU 包含一个单播地址的帧且该帧的接收地址不是 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点，或者该第一个 PPDU 包含一个触发帧且该触发帧中任何一个用户信息域中的关联标识均与 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点的关联标识不一致，或者该触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

应理解，上述预设条件集合中的任何一个预设条件在第一时长内一经判断出来，可立即执行将第一链路上的空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作的操作，也就是说，不需要等到 ΔT 时刻再执行切换。

可见，本方案设计一种站点侧判断交互失败的条件，当其满足其中任何一个条件时，则切换。

上述第十一方面或上述第十二方面的一种可能的实现方式中，上述第一时长基于时间最小值确定，该时间最小值为以下其中一项：

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}} + t_{\text{MPDU}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + t_{\text{SIFS}} + t_{\text{PIFS}} + t_{\text{aSlotTime}};$$

其中， ΔT 表示该第一时长， $\Delta T_{\min}$ 表示该第一时长的最小值， t_{cts} 表示清除发送（clear to send, CTS）帧的传输时长， t_{SIFS} 表示短帧间间隔的时长， t_{preamble} 表示前导码的接收时长，该 t_{MPDU} 表示介质接入控制（medium access control, MAC）协议数据单元（MAC Protocol Data Unit, MPDU）的传输时长， t_{PIFS} 表示点协调函数帧间间隔 PIFS 的时长， $t_{\text{aSlotTime}}$ 表示一个时隙时长。

第十三方面，本申请提供一种通信方法，可以为上述第十二方面的 non-AP MLD 判断第一帧交互是否失败提供基础。该方法包括：第一 AP 在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到第一链路上进行帧交互；AP 接收到该第一帧的应答帧（如 ACK 帧）后，发送 PPDU，该 PPDU 包含单播帧，该单播帧的接收地址指示 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点，或者该 PPDU 包含触发帧，该触发帧用于调度 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点进行上行传输。此外，第一 AP 在发送第一帧后的一段时间范围内不能在第二链路上向 non-AP MLD 发送第一帧。这里的第二链路是 non-AP MLD 中除第一链路外的其他链路。这里的一段时间范围是 non-AP MLD 将第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作所用的时长（SwitchDelay）与第一时长（记为 ΔT ）之和。

可见，本方案通过约束 AP 的行为，要求 AP 在收到初始控制帧/初始帧的应答帧之后，发送的第一个 PPDU 必须满足要求，这样，如果站点侧在第一时长内未接收到相应的 PPDU，则说明第一帧交互失败，从而为站点侧判断第一帧交互是否失败奠定基础。

第十四方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是第一 AP 或第一 AP 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：第一单元，用于在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到第一链路上进行帧交互；该第一单元，还用于接收到该第一帧的应答帧（如 ACK 帧）后，发送 PPDU，该 PPDU 包含单播帧，该单播帧的接收地址指示 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点，或者该 PPDU 包含触发帧，该触发帧用于调度 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点进行上行传输。此外，第一 AP 在发送第一帧后的一段时间范围内不能在第二链路上向 non-AP MLD 发送第一帧。这里的第二链路是 non-AP MLD 中除第一链路外的其他链路。这里的一段时间范围是 non-AP MLD 将第

一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作所用的时长 (SwitchDelay) 与第一时长 (记为 ΔT) 之和。

可选的, 该通信装置还包括处理单元, 用于生成第一帧和 PPDU。

上述第十三方面或上述第十四方面的一种可能的实现方式中, 上述第一时长 (ΔT) 可以由标准规定, 或者由 AP 在信标帧等中广播。该第一时长可以大于或等于时间最小值, 这里的时间最小值 (即第一时长的最小值) 可以为以下其中一项:

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}} + t_{\text{MPDU}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + t_{\text{SIFS}} + t_{\text{PIFS}} + t_{\text{aSlotTime}}。$$

其中, ΔT 表示第一时长, $\Delta T_{\min}$ 表示第一时长的最小值 (即时间最小值)。 t_{cts} 表示 CTS 帧的传输时长, t_{SIFS} 表示短帧间间隔的时长。 t_{preamble} 表示前导码的接收时长。 t_{MPDU} 表示 MPDU 的传输时长。 t_{PIFS} 表示 PIFS 的时长。 $t_{\text{aSlotTime}}$ 表示一个时隙 (slot) 时长。

第十五方面, 本申请提供一种通信方法, 该方法包括: 第一 AP 在第一链路上发送第一帧, 该第一帧携带一个或多个第二时长, 该第一帧还可以携带持续时间 (duration) 域。其中, 如果该第一帧中携带一个第二时长, 该第二时长可以是单独分配给第一 non-AP MLD 的时长, 该第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的时刻; 或者, 该第二时长可以是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 分配的总时长, 此时, 该第二时长的起始时刻为各个 non-AP MLD 各自接收到该第一帧的时刻。如果该第一帧中携带多个第二时长, 该多个第二时长中包括分配给第一 non-AP MLD 的第二时长, 该分配给第一 non-AP MLD 的第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的起始时刻。第一 Non-AP MLD 支持 EMLSR 或 EMLMR。

可选的, 上述第一帧用于指示 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。该第二时长用于使 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 在第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可见, 本方案通过在第一帧中携带第一 non-AP MLD 的第二时长, 用于使第一 non-AP MLD 在第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作, 从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制, 可以减少逻辑运行复杂度, 减少实现复杂度。

第十六方面, 本申请提供一种通信装置, 该通信装置可以是第一 AP 或第一 AP 中的芯片, 比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括: 第一单元, 用于在第一链路上发送第一帧, 该第一帧携带一个或多个第二时长, 该第一帧还可以携带 duration 域。其中, 如果该第一帧中携带一个第二时长, 该第二时长可以是单独分配给第一 non-AP MLD 的时长, 该第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的时刻; 或者, 该第二时长可以是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 分配的总时长, 此时, 该第二时长的起始时刻为各个 non-AP MLD 各自接收到该第一帧的时刻。如果该第一帧中携带多个第二时长, 该多个第二时长中包括分配给第一 non-AP MLD 的第二时长, 该分配给第一 non-AP MLD 的第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的起始时刻。第一 Non-AP MLD 支持 EMLSR 或 EMLMR。

可选的, 该通信装置还包括处理单元, 用于生成第一帧。

可选的, 上述第一帧用于指示 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。该第二时长用于使 non-AP MLD (包括第一

non-AP MLD) 在第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

上述第十五方面或上述第十六方面的一种可能的实现方式中, 上述第二时长位于该第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

上述第十五方面或上述第十六方面的一种可能的实现方式中, 上述第二时长小于或等于该第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间。

第十七方面, 本申请提供一种通信方法, 该方法包括: 第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧, 该第一帧携带第二时长, 该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻, 该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互; 第一 non-AP MLD 在该第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中, 该第一 non-AP MLD 支持 EML。

可见, 本方案通过在初始控制帧或初始帧中携带 AP 确定的帧交互时长, 当经历该帧交互时长后, 直接切换回侦听操作, 从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制, 可以减少逻辑运行复杂度, 减少实现复杂度。

第十八方面, 本申请提供一种通信装置, 该通信装置为第一 non-AP MLD 或第一 non-AP MLD 中的芯片, 比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括: 收发单元, 用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧, 该第一帧携带第二时长, 该第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的时刻, 第一 non-AP MLD 支持 EML, 该第一帧用于触发该第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互; 切换单元, 用于在该第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

应理解, 虽然第一帧中携带一个或多个第二时长, 但对于某一个 non-AP MLD 而言, 只关心自己的第二时长。因此, 本申请在站点侧, 以第一 non-AP MLD 为例进行说明。本申请第十七方面和第十八方面提及的第二时长可以是特指第一 non-AP MLD 的第二时长, 也就是说, 本申请第十七方面和第十八方面提及的第二时长是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 分配的总时长, 或者是第一 AP 单独分配给第一 non-AP MLD 的时长。

上述第十七方面或上述第十八方面的一种可能的实现方式中, 第一 non-AP MLD 支持 EMLSR; 或者, 第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的, 第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR, 第一 non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果第一 non-AP MLD 支持 EMLSR, 则上述第一帧为初始控制帧; 如果第一 non-AP MLD 支持 EMLMR, 则上述第一帧为初始帧。

上述第十七方面或上述第十八方面的一种可能的实现方式中, 上述第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长; 或, 该第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长, 和第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。

可见, 本方案可以支持 AP 给不同 STA 分配不同的时长, 灵活性更高。

上述第十七方面或上述第十八方面的一种可能的实现方式中, 上述第二时长包括该第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长; 或者, 该第二时长包括第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长, 和多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。其中, 这多个 non-AP MLD 包括第一 non-AP MLD。

可见, 本方案通过固定时长, 可以更简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制, 实现复杂度更低。

上述第十七方面或上述第十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长位于该第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

上述第十七方面或上述第十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长小于或等于该第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间。

第十九方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，并开始计时，将各条链路（或其他链路）上的空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；若 non-AP MLD 与第一 AP 的帧交互过程中接收到第四帧、且该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间在该第一帧的持续时间域指示的 TXOP 结束时间之后，则 Non-AP MLD 将计时的结束时间更新为该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间；在计时到达 0 时，non-AP MLD 将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路进行侦听操作。其中，Non-AP MLD 支持 EML。

相应地，第一 AP 在第一链路上发送第一帧；第一 AP 与 non-AP MLD 的帧交互过程中发送第四帧；该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间在该第一帧的持续时间域指示的 TXOP 结束时间之后。

可见，本方案通过约束多个站点（指与 AP 工作在同一链路上的多个站点，且这个多个站点分别属于不同的 non-AP MLD）共同维护一个计时器（timer），当帧交互过程中任一站点接收到 TXOP 的结束时间更新信息，就更新计时器的结束时间为最新的 TXOP 结束时间，当计时器到达 0 时，切换回侦听操作。因此，本申请实施例无需每个站点维护一个自己的计时器，从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制，可以减少逻辑运行复杂度，减少实现复杂度。另外，本申请实施例无需在初始控制帧或初始帧中携带额外指定的时长，用以 non-AP MLD 与 AP 在此时长内完成帧交互，可以节省信令开销。

第二十方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧；计时单元，用于计时；切换单元，用于将各条链路（或其他链路）上的空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；更新单元，用于当 non-AP MLD 与第一 AP 的帧交互过程中接收到第四帧、且该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间在该第一帧的持续时间域指示的 TXOP 结束时间之后，将计时的结束时间更新为该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间；切换单元，还用于在计时到达 0 时，将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路进行侦听操作。其中，Non-AP MLD 支持 EML。

第二十一方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，并将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收第二帧，该第二帧中包括更多数据子域；若该第二帧中更多数据（more data）子域的取值为 0，则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，第一 non-AP MLD 支持 EML。

相应地，第一 AP 在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一 AP 在第一链路上发送第二帧，该第二帧中包括更多数据子域。

可见，本方案通过约束 non-AP MLD 的行为，来简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制，可以完全复用现有 more data 子域的信令指示，不更改 more data 子域的取值和含义。

结合第二十一方面，在一种可能的实现方式中，上述第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧之后，该方法还包括：第一 non-AP MLD 开始计时；若计时到达该第二时长，则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

应理解，虽然第一帧中携带一个或多个第二时长，但对于某一个 non-AP MLD 而言，只关心自己的第二时长。因此，本申请在站点侧，以第一 non-AP MLD 为例进行说明。本申请第二十一方面和第二十二方面提及的第二时长可以是特指第一 non-AP MLD 的第二时长，也就是说，本申请第二十一方面和第二十二方面提及的第二时长是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD（包括第一 non-AP MLD）分配的总时长，或者是第一 AP 单独分配给第一 non-AP MLD 的时长。

第二十二方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置为第一 non-AP MLD 或第一 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元，用于将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互，第一 non-AP MLD 支持 EML；收发单元，还用于在该第一链路上采用多空间流接收第二帧，该第二帧中包括更多数据子域；切换单元，还用于当该第二帧中更多数据子域的取值为 0 时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

结合第二十二方面，在一种可能的实现方式中，上述第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。该通信装置还包括计时单元，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧之后，开始计时；切换单元，还用于当计时到达该第二时长时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

上述第二十一方面或上述第二十二方面的一种可能的实现方式中，当该更多数据子域的取值为 0 时，用于指示第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。可选的，当该更多数据子域的取值为 0 时，用于指示第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续保持多空间流接收。

上述第二十一方面或上述第二十二方面的一种可能的实现方式中，第一 non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，第一 non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果第一 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果第一 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

上述第二十一方面或上述第二十二方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括该第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或，该第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。

上述第二十一方面或上述第二十二方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括该第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或者，该第二时长包括第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。其中，这多个 non-AP MLD 包括第一 non-AP MLD。

上述第二十一方面或上述第二十二方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长位于该第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

上述第二十一方面或上述第二十二方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长小于或等于该第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间。

第二十三方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：第一 AP 在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一 AP 在该第一链路上发送第二帧，该第二帧中包括更多数据子域；当该更多数据子域取值为 0 时，用于指示该第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可见，本方案通过给 more data 子域增加新的含义（可以是隐式指示），来简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制，其含义清晰明确，有利于站点侧解析。

第二十四方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置为第一 AP 或第一 AP 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：第一单元，用于在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一单元，还用于在该第一链路上发送第二帧，该第二帧中包括更多数据子域；当该更多数据子域取值为 0 时，用于指示该第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的，该通信装置还包括处理单元，用于生成第一帧和第二帧。

上述第二十三方面或上述第二十四方面的一种可能的实现方式中，上述第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的时刻。这里的第二时长是特指第一 non-AP MLD 的第二时长。

上述第二十三方面或上述第二十四方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或，该第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。

上述第二十三方面或上述第二十四方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括该第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或者，该第二时长包括第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。其中，这多个 non-AP MLD 包括第一 non-AP MLD。

上述第二十三方面或上述第二十四方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长位于该第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

上述第二十三方面或上述第二十四方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长小于或等于该第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间。

上述第二十三方面或上述第二十四方面的一种可能的实现方式中，第一 non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，第一 non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果第一 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果第一 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

第二十五方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，并将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一 non-AP MLD 在该第一链路上接收第三帧，该第三帧中包括服务期结束（End of Service Period, EOSP）子域，该 EOSP 子域设置为 1；第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

相应地，第一 AP 在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各

条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一 AP 在第一链路上发送第三帧，该第三帧中包括 EOSP 子域，该 EOSP 子域设置为 1。

可见，本方案通过 AP 发送的 EOSP 子域来控制 non-AP MLD 的切换，无需 non-AP MLD 中的站点维护计时器，简化了站点侧的操作。此外，此实现方式可以完全复用现有 EOSP 子域的信令指示，不更改 EOSP 子域的取值和含义。

结合第二十五方面，在一种可能的实现方式中，上述第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧之后，该方法还包括：第一 non-AP MLD 开始计时；若计时到达该第二时长，则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

第二十六方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置为第一 non-AP MLD 或第一 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元，用于将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；收发单元，还用于在该第一链路上接收第三帧，该第三帧中包括服务期结束（End of Service Period, EOSP）子域，该 EOSP 子域设置为 1；切换单元，还用于将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

结合第二十六方面，在一种可能的实现方式中，上述第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。该通信装置还包括计时单元，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧之后，开始计时；切换单元，还用于当计时到达该第二时长时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，上述第二帧是服务质量数据帧或服务质量空帧。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，该 EOSP 子域设置为 1，用于指示该第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。可选的，该 EOSP 子域设置为 0，用于指示第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续保持多空间流接收。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，第一 non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，第一 non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果第一 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果第一 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或，该第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括该第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或者，该第二时长包括第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。其中，这多个 non-AP MLD 包括第一 non-AP MLD。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长位于该第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

上述第二十五方面或上述第二十六方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长小于或

等于该第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间。

第二十七方面，本申请提供一种通信方法，该方法包括：第一 AP 在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互；第一 AP 在该第一链路上发送第三帧，该第三帧中包括 EOSP 子域，该 EOSP 子域设置为 1，用于指示该第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

第二十八方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置为第一 AP 或第一 AP 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：第一单元，在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互；第一单元，还用于在该第一链路上发送第三帧，该第三帧中包括 EOSP 子域，该 EOSP 子域设置为 1，用于指示该第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的，该通信装置还包括处理单元，用于生成第一帧和第三帧。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二帧是服务质量数据帧或服务质量空帧。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，上述第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收到该第一帧的时刻。这里的第二时长是特指第一 non-AP MLD 的第二时长。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或，该第二时长包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长包括该第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长；或者，该第二时长包括第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。其中，这多个 non-AP MLD 包括第一 non-AP MLD。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长位于该第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，上述第二时长小于或等于该第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间。

上述第二十七方面或上述第二十八方面的一种可能的实现方式中，第一 non-AP MLD 支持 EMLSR；或者，第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，第一 non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果第一 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果第一 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

第二十九方面，本申请提供一种通信装置，包括处理器和通信接口。该通信接口用于收发信息或帧，该处理器用于通过该通信接口与其它装置通信，使得该通信装置执行前述任一方面中的通信方法。

第三十方面，本申请提供一种装置，该装置以芯片的产品形态实现，包括输入输出接口和处理电路。该输入输出接口用于收发信息或帧，该处理电路用于执行程序指令，使得该通

信装置执行前述任一方面中的通信方法。

第三十一方面，本申请提供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程序指令，当该程序指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述任一方面所述的通信方法。

第三十二方面，本申请提供一种包含程序指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述任一方面所述的通信方法。

实施本申请实施例，可以将 SMPS 与 EMLSR 结合起来通信，解决直接复用现有 SMPS 的规则来定义帧交互结束不适用于 EMLSR 的问题，还使得 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时，可以同时服务其他 STA，进行多用户通信，进一步提高通信效率。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

图 1 是本申请实施例提供的无线通信系统的一架构示意图；

图 2a 是本申请实施例提供的多链路设备的一结构示意图；

图 2b 是本申请实施例提供的多链路设备的另一结构示意图；

图 3 是本申请实施例提供的多链路通信的一示意图；

图 4 是 EMLSR 的示意图；

图 5 是 EMLSR 工作机制的示意图；

图 6 是在 EMLSR 中直接复用 SMPS 的规则的一示意图；

图 7 是本申请实施例提供的通信方法的第一种示意图；

图 8 是本申请实施例提供的通信方法的第二种示意图；

图 9 是本申请实施例提供的通信方法的第三种示意图；

图 10 是本申请实施例提供的通信方法的第四种示意图；

图 11a 是本申请实施例提供的预设条件的第一种示意图；

图 11b 是本申请实施例提供的预设条件的第二种示意图；

图 11c 是本申请实施例提供的预设条件的第三种示意图；

图 11d 是本申请实施例提供的预设条件的第四种示意图；

图 12 是本申请实施例提供的通信方法的第五种示意图；

图 13 是本申请实施例提供的 AP 与支持 EMLSR 的 non-AP MLD 的一交互示意图；

图 14 是本申请实施例提供的 AP 与支持 EMLSR 的 non-AP MLD 的另一交互示意图；

图 15 是本申请实施例提供的通信方法的第六种示意图；

图 16 是本申请实施例提供的基于 TXOP 时长的 EMLSR 工作示意图；

图 17 是本申请实施例提供的通信方法的第七种示意图；

图 18 是本申请实施例提供的基于 more data 子域的 EMLSR 工作示意图；

图 19 是本申请实施例提供的 more data 子域结合时长的 EMLSR 工作示意图；

图 20 是本申请实施例提供的通信方法的第八种示意图；

图 21 是本申请实施例提供的信息交互方法的一示意图；

图 22 是本申请实施例提供的信息交互方法的另一示意图；

图 23 是本申请实施例提供的通信方法的第九种示意图；

图 24 是本申请实施例提供的通信方法的第十种示意图；

图 25 是本申请实施例提供的 AP 与多个站点通信时存在隐藏节点的示意图；

图 26 是本申请实施例提供的存在隐藏节点时 AP 与 EMLSR 站点保持继续通信的示意图；
图 27 是本申请实施例提供的通信装置 1 的结构示意图；
图 28 是本申请实施例提供的通信装置 2 的结构示意图；
图 29 是本申请实施例提供的通信装置 1000 的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

在本申请的描述中，除非另有说明，“/”表示“或”的意思，例如，A/B 可以表示 A 或 B。本文中的“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。此外，“至少一个”是指一个或多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b，或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c；a 和 b；a 和 c；b 和 c；或 a 和 b 和 c。其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

在本申请的描述中，“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并无限定一定不同。

本申请中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”、“举例来说”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”、“举例来说”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

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装置会做出相应的处理，并非限定时间，且也不要求装置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。

应理解，在本申请各实施例中，“与 A 对应的 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。

为便于理解本申请实施例提供的方法，下面将对本申请实施例提供的方法的系统架构进行说明。可理解的，本申请实施例描述的系统架构是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定。

本申请提供的技术方案可以应用于无线通信系统中，比如无线局域网系统中，本申请提供的技术方案可以由无线通信系统中的通信设备或通信设备中的芯片或处理器实现。该通信设备可以是一种支持多条链路并行传输的无线通信设备，例如，该通信设备可以称为多链路设备（multi-link device, MLD）或多频段设备。相比于仅支持单条链路传输的通信设备来说，多链路设备具有更高的传输效率和更大的吞吐率。

本申请将同时支持多条链路的下一代 802.11 标准站设备称为多链路设备，其中负责任何一条链路的内部实体称为站点（STA）。如果某 MLD 内部的所有 STA 是 AP，则可以进一步称其为 AP MLD；如果某 MLD 内部的所有 STA 是 non-AP STA，则可以进一步称其为 non-AP MLD。换句话说，多链路设备包括一个或多个隶属的站点（affiliated STA），隶属的站点是一

个逻辑上的站点，可以工作在一条链路或一个频段或一个信道上。其中，隶属的站点可以为接入点（access point，AP）或非接入点站点（non-access point station，non-AP STA）。802.11be 将隶属的站点为 AP 的多链路设备称为 AP 多链路设备（AP multi-link device，AP MLD），隶属的站点为 non-AP STA 的多链路设备称为 non-AP 多链路设备（non-AP multi-link device，non-AP MLD）。

可选的，一个多链路设备可包括多个逻辑站点，每个逻辑站点工作在一条链路上，但允许多个逻辑站点工作在同一条链路上。AP MLD 与 non-AP MLD 在数据传输时，可以采用链路标识来标识一条链路或一条链路上的站点。在通信之前，AP MLD 与 non-AP MLD 可以先协商或沟通链路标识与一条链路或一条链路上的站点的对应关系。因此在数据传输的过程中，不需要传输大量的信令信息用来指示链路或链路上的站点，携带链路标识即可，降低了信令开销，提升了传输效率。

一个示例中，AP MLD 在建立基本服务集（basic service set，BSS）时发送的管理帧，比如信标（beacon）帧、关联请求帧等，会携带一个元素，该元素包括多个链路标识信息字段。一个链路标识信息字段可以指示一个链路标识与工作在链路标识对应的链路上的站点的对应关系。一个链路标识信息字段不仅包括链路标识，还包括以下一个或多个信息：介质接入控制（medium access control，MAC）地址，操作集，信道号。其中，MAC 地址，操作集，信道号中的一个或多个可以指示一条链路。对于 AP 来说，AP 的 MAC 地址也就是 AP 的 BSSID（basic service set identifier，基本服务集标识）。另一个示例中，在多链路设备关联过程中，AP MLD 和 non-AP MLD 协商多个链路标识信息字段。其中，多链路关联是指 AP MLD 的一个 AP 与 non-AP MLD 的一个 STA 进行一次关联，该关联可帮助 non-AP MLD 的多个 STA 与 AP MLD 的多个 AP 分别关联，其中，一个 STA 关联到一个 AP。non-AP MLD 中的一个或多个 STA 可以与 AP MLD 中的一个或多个 AP 之间建立关联关系之后进行通信。

可选的，多链路设备可以遵循 IEEE 802.11 系列协议实现无线通信，例如，遵循极高吞吐率的站点，或遵循基于 IEEE 802.11be 或兼容支持 IEEE 802.11be 的站点，实现与其他设备的通信。当然，其他设备可以是多链路设备，也可以不是多链路设备。

本申请提供的技术方案可以应用于一个节点与一个或多个节点进行通信的场景中；也可以应用于单用户的上/下行通信场景中，多用户的上/下行通信场景中；还可以应用于设备到设备（device to device，D2D）的通信场景中。在本申请实施例中，术语“通信”还可以描述为“数据传输”、“信息传输”或“传输”。术语“传输”可以泛指发送和接收。

其中，上述任一节点可以是 AP MLD，也可以是 non-AP MLD。可选的，上述其中一个节点可以为多链路设备，其他节点既可以是多链路设备，也可以不是多链路设备。例如，EMLSR 中的空间流切换方法应用于 Non-AP MLD 与 AP MLD 之间进行通信的场景；或者应用于 Non-AP MLD 与单链路 AP 之间进行通信的场景，本申请实施例对此不做限定。单链路设备可以是 AP。

为便于描述，下文以 non-AP MLD 与 AP 进行通信的场景为例，对本申请的系统架构进行说明。可理解的，这里的 AP 是广义的，指 AP 侧，既可以是单链路 AP，也可以是 AP MLD 中的一个 AP。

参见图 1，图 1 是本申请实施例提供的无线通信系统的一架构示意图。如图 1 所示，该无线通信系统包括至少一个 AP（如图 1 中的 AP 100）和至少一个 non-AP MLD（如图 1 中的 non-AP MLD200 和 non-AP MLD300）。可选的，图 1 中还包括支持仅在单链路上进行传输的

遗留站点（如图 1 中的单链路 non-AP STA400，又称为 STA400）。这里的 AP100 即可以是单链路 AP，也可以是 AP MLD 中的一个 AP，本申请实施例对此不做限定。其中，AP 是为 non-AP MLD 提供服务的设备，non-AP MLD 可以与 AP MLD 之间采用多条链路进行通信，从而达到提升吞吐率的效果。non-AP MLD 中的一个 STA 也可以与 AP MLD 中的一个 AP 或单链路 AP 通过一条链路进行通信。可理解的，图 1 中 AP 和 non-AP MLD 的个数，仅是示例性的。

可选的，参见图 2a，图 2a 是本申请实施例提供的多链路设备的一结构示意图。802.11 标准关注多链路设备中的 802.11 物理层(physical layer, PHY)和介质接入控制(media access control, MAC)层部分。如图 2a 所示，多链路设备包括的多个 STA 在低 MAC (low MAC) 层和 PHY 层互相独立，在高 MAC (high MAC) 层也互相独立。参见图 2b，图 2b 是本申请实施例提供的多链路设备的另一结构示意图。如图 2b 所示，多链路设备中包括的多个 STA 在低 MAC (low MAC) 层和 PHY 层互相独立，共用高 MAC (high MAC) 层。当然，在多链路通信过程中，Non-AP MLD 可以是采用高 MAC 层相互独立的结构，而 AP MLD 采用高 MAC 层共用的结构；也可以是 Non-AP MLD 采用高 MAC 层共用的结构，AP MLD 采用高 MAC 层相互独立的结构；还可以是 Non-AP MLD 和 AP MLD 都采用高 MAC 层共用的结构；还可以是 Non-AP MLD 和 AP MLD 都采用高 MAC 层相互独立的结构。本申请实施例对于多链路设备的内部结构示意图并不进行限定，图 2a 和图 2b 仅是示例性说明。示例性的，该高 MAC 层或低 MAC 层都可以由多链路设备的芯片系统中的一个处理器实现，还可以分别由一个芯片系统中的不同处理模块实现。

示例性的，本申请实施例中的多链路设备可以是单个天线的设备，也可以是多天线的设备。例如，可以是两个以上天线的设备。本申请实施例对于多链路设备包括的天线数目不做限定。

可选的，参见图 3，图 3 是本申请实施例提供的多链路通信的一示意图。如图 3 所示，AP MLD 包括 n 个站点，分别是 AP1, AP2, ..., AP n ；non-AP MLD 也包括 n 个站点，分别是 STA1, STA2, ..., STA n 。AP MLD 和 non-AP MLD 可以采用链路 1, 链路 2, ..., 链路 n 并行进行通信。其中，AP MLD 中的一个 AP 可以与 Non-AP MLD 中的一个 STA 建立关联关系。比如，non-AP MLD 中的 STA1 与 AP MLD 中的 AP1 建立关联关系，non-AP MLD 中的 STA2 与 AP MLD 中的 AP2 建立关联关系，non-AP MLD 中的 STA n 与 AP MLD 中的 AP n 建立关联关系等。

示例性的，多链路设备为具有无线通信功能的装置，该装置可以为一个整机的设备，还可以是安装在整机设备中的芯片或处理系统等，安装这些芯片或处理系统的设备可以在这些芯片或处理系统的控制下，实现本申请实施例的方法和功能。例如，本申请实施例中的 non-AP MLD 具有无线收发功能，可以支持 802.11 系列协议，可以与单链路 AP，AP MLD 或其他 non-AP MLD 进行通信。例如，non-AP MLD 是允许用户与 AP 通信进而与 WLAN 通信的任何用户通信设备。例如，non-AP MLD 可以为平板电脑、桌面型、膝上型、笔记本电脑、超级移动个人计算机 (ultra-mobile personal computer, UMPC)、手持计算机、上网本、个人数字助理 (personal digital assistant, PDA)、手机等可以联网的用户设备，或物联网中的物联网节点，或车联网中的车载通信装置等；non-AP MLD 还可以为上述这些终端中的芯片和处理系统。本申请实施例中的 AP 可以为 non-AP MLD 提供服务的装置，可以支持 802.11 系列协议。例如，AP 可以为通信服务器、路由器、交换机、网桥等通信实体，或，AP 可以包括各种形式的宏基站，微基站，中继站等，当然 AP 还可以为这些各种形式的设备中的芯片和处理系统，从而实现本申请实施例的方法和功能。

可理解的，多链路设备可以支持高速率低时延的传输，随着无线局域网应用场景的不断演进，多链路设备还可以应用于更多场景中，比如为智慧城市中的传感器节点（比如，智能水表，智能电表，智能空气检测节点），智能家居中的智能设备（比如智能摄像头，投影仪，显示屏，电视机，音响，电冰箱，洗衣机等），物联网中的节点，娱乐终端（比如 AR，VR 等可穿戴设备），智能办公中智能设备（比如，打印机，投影仪等），车联网中的车联网设备，日常生活场景中的一些基础设施（比如自动售货机，商超的自助导航台，自助收银设备，自助点餐机等）。本申请实施例中对于 Non-AP MLD 和 AP 的具体形式不做限定，在此仅是示例性说明。其中，802.11 协议可以为支持 802.11be 或兼容 802.11be 的协议。

上述内容简要介绍了本申请实施例的系统结构，为更好地理解本申请的技术方案，下面简要几个介绍与本申请相关的内容。

一、多链路操作（Multi-Link Operation, MLO）

为了达到极高吞吐率（Extremely High Throughput, EHT）的技术目标，下一代标准，如 802.11be（又称为 EHT 或 Wi-Fi7）将多链路操作（Multi-Link Operation, MLO）作为关键技术之一。其核心思想是支持下一代 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，从而可以使用更大的带宽（如 320MHz）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 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，或者在同一个频段上的一个频率区间上进行的接入和传输称为一个链路，从而由多条链路所构成的接入和传输称为 MLO。

二、空间流（spatial stream）和天线

无线电在同一时间发送多个信号，每一个信号称为一个空间流。在多输入多输出（multiple input multiple output, MIMO）系统中，空间流数一般小于或等于天线的数目。如果收发两端的的天线数量不相等，则空间流数小于或等于收发两端最小的天线数目。例如，4×4（4 根发射天线 4 根接收天线，又称为 4 个输入 4 个输出）的 MIMO 系统可以用于传送 4 个或者更少的空间流，而 3×2（3 根发射天线 2 根接收天线）的 MIMO 系统可以传送 2 个或者小于 2 个的空间流。

可选的，本申请可沿用 MIMO 系统中天线与空间流的关系。在一些实施例中，“空间流”和“天线”可以替换使用。

三、增强多链路单无线电（Enhanced Multi-link Single Radio, EMLSR）和增强多链路多无线电（Enhanced Multi-link Multi-Radio, EMLMR）

一个 non-AP MLD 只具备单无线电（Single radio）收发能力，但为了使其可以享用多链路的优势，802.11be 引入了 EMLSR 能力。参见图 4，图 4 是 EMLSR 的示意图。如图 4 所示，以 non-AP MLD 与 AP MLD 存在两条链路为例。支持 EMLSR 的 non-AP MLD 可以同时多个链路（如图 4 中的链路 1 和链路 2）上进入侦听操作（Listening Operation）。在侦听操作中，non-AP MLD 在每一条链路上都用单天线（此处以一根天线为示例）来接收。当 AP MLD 在任何一条链路（如图 4 中链路 1）上给这个 non-AP MLD 成功发送初始控制帧（Initial Control Frame）后，这个 non-AP MLD 可以将各条链路（如图 4 中的链路 2）上的所有空间流切换到这条链路（如图 4 中链路 1）上与 AP MLD 进行帧交互，此时链路 1 上有多个空间流/天线。

在帧交互结束后, non-AP MLD 将链路 1 上的空间流切换回各条链路并返回侦听操作, 也就是 non-AP MLD 将链路 1 上从链路 2 切换过来的空间流切换回链路 2 上进行侦听操作, 此时链路 1 和链路 2 上各有 1 个空间流/天线。

一个 non-AP MLD 具备多无线电收发能力, 支持 EMLMR 的 non-AP MLD 可以同时多个链路上进入侦听操作。在侦听操作中, non-AP MLD 在每一条链路上都可以用多空间流来接收。当 AP MLD 在任何一条链路, 如链路 i 上给这个 non-AP MLD 成功发送初始帧后, 这个 non-AP MLD 可以将各条链路上的所有或部分空间流切换到链路 i 上与 AP MLD 进行帧交互, 帧交互结束后将链路 i 上的空间流切换回各条链路。

四、EMLSR 工作机制

参见图 5, 图 5 是 EMLSR 工作机制的示意图。图 5 中的 AP、non-AP MLD1 的 STA11、以及 non-AP MLD2 的 STA21 都工作在 (operates on) 链路 1 上。图 5 中的 AP 可以是 AP MLD 中工作在 (operating on) 链路 1 上的 AP。图 5 中的 non-AP MLD1 和 non-AP MLD2 均支持 EMLSR。

当支持 EMLSR 的 non-AP MLD 中任何一个 non-AP STA 在执行侦听操作时收到一个来自 AP 的初始控制帧, 那么这个 non-AP STA 需要启动一个计时器 (Timer), 该计时器的计时长度设置为该初始控制帧中持续时间(duration)域指示的时长。这个支持 EMLSR 的 non-AP MLD 还要将其他链路上的空间流/天线切换到这个 non-AP STA 所工作的链路上, 与 AP 进行帧交互。为便于描述, 本文以初始控制帧为多用户请求发送 (Multi-user Request to Send, MU-RTS) 帧为例进行说明, 当然, 初始控制帧还可以是缓冲区状态上报轮询 (Buffer Status Report Poll, BSRP) 帧, 或其他帧, 本申请不做限制。如图 5 所示, 当 STA 11 和 STA 21 成功收到 MU-RTS 帧之后开启计时器, 该计时器的计时长度为 MU-RTS 帧的持续时间域中所指示的时长, 并且 STA11 所隶属的 non-AP MLD1 将其他链路 (即 non-AP MLD1 中除链路 1 外的链路) 上的空间流/天线切换到 STA11 所在的链路 1 上, STA21 所隶属的 non-AP MLD2 将其他链路 (即 non-AP MLD2 中除链路 1 外的链路) 上的空间流/天线切换到 STA21 所在的链路 1 上。其中, 持续时间 (duration) 域指示的是时长, 该时长的起始时刻为接收携带该 duration 域的帧的结束时刻, 结束时刻可基于起始时刻与时长确定。

当 AP 向成功收到初始控制帧的一个 non-AP STA 发送了一个帧 (记为帧 A), 这个帧要求该 non-AP STA 进行回复, 并且这个帧 (即帧 A) 中携带的持续时间 (Duration) 域所指示的结束时间晚于该 non-AP STA 当前计时器所指示的计时结束时间。那么, 在这个 non-AP STA 向 AP 回复之后, 如果在一个预设的等待时间 (wait) 长度之内由物理层指示开始接收帧, 那么这个 non-AP STA 则需要更新根据计时器的取值, 其计时长度按照 AP 发送的这个帧 A 的 Duration 域来设置, 计时的起始时刻为成功接收这个帧 A 的结束时刻, 计时的结束时刻为这个帧 A 的 Duration 域所指示的结束时刻。例如图 5 所示, AP 给 STA 21 发的数据帧要求 STA 21 回复块确认 (block acknowledge, BA), 那么 STA 21 回复了 BA 之后将 STA21 的计时器更新为该数据帧中 Duration 域所指示的时长, 即计时的起点更新为接收该数据帧的结束时刻, 计时的终点可基于起始时刻与该数据帧中 Duration 域时长更新。

当任何一个 non-AP STA 的计时器到期时, 如果这个 non-AP STA 正在接收一个目的地址包含自己的帧, 则这个 non-AP STA 继续在这个链路上工作 (即暂不将空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作), 直到这个 non-AP STA 回复了确认帧, 或者直到这个帧的 Duration 域指示的时长超期为止。

当 non-AP MLD 在满足下述情况之一时，该 non-AP STA 隶属的 non-AP MLD 需要立即将空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作（下述情况中的 non-AP STA 隶属于 non-AP MLD，AP 隶属于该 non-AP MLD 关联的 AP MLD）：

- （该 non-AP STA 的）计时器到期，并且 non-AP STA 在最后一个帧之后的一段时长内没有收到物理层（physical layer, PHY）开始收包的指示。这一段时长等于一个短帧间间隔（Short interframe space, SIFS）、一个时隙（slot）时长、以及一个物理层（PHY）开始（start）接收（receive, Rx）时延（delay）之和，即 $a \text{ SIFS Time} + a \text{ Slot Time} + a \text{ RxPHY Start Delay}$ 。
- （该 non-AP STA 的）计时器到期，并且 non-AP STA 收到了一个单播帧但该单播帧的接收地址（Receiving Address, RA）不是该 non-AP STA，或者收到一个触发帧（Trigger Frame, TF）但其中没有一个用户信息（User Info）域与其匹配，AP 的 CTS-to-Self 帧例外。
- （该 non-AP STA）收到一个 AP 发出的无竞争结束（Contention Free End, CF-END）。可见，上述 EMLSR 工作机制较为复杂，实现复杂度较大。

五、空间复用省能（Spatial Multiplexing Power Save, SM PS）

802.11ax 标准中存在一种空间复用省能（SM PS）功能，具体可参考 802.11ax 标准的章节 11.2.6 的描述。这里仅作简单说明。

SM PS 允许一个 non-AP STA 只保留一条活跃的接收通道（receive chains），并往往使用一根天线接收信号。应理解，SM PS 功能适用于单链路设备，一条链路上可以有多条接收通道。当 non-AP STA 接收到来自 AP 发送的初始帧后，non-AP STA 的其他接收通道打开并采用多天线与该 AP 进行帧交互。在帧交互结束后，non-AP STA 切换回到单接收通道模式。

当 STA 判断满足下述任何一个条件时，则可以立即切换回到单接收通道模式（The STA can determine the end of the frame exchange sequence through any of the following）：

- 它（指的是这个 STA）接收到一个单播帧，并且该单播帧的目的地址是其他 STA。（It receives an individually addressed frame addressed to another STA.）
- 它（指的是这个 STA）接收到一个帧，但这个帧的发送地址（Transmitting Address, TA）与发起当前传输机会（Transmission Opportunity, TXOP）的帧的 TA 不一致。（It receives a frame with a TA that differs from the TA of the frame that started the TXOP.）
- 它（指的是这个 STA）接收到一个来自其他基本服务集（inter-BSS）的帧。（It receives a PPDU and classifies the PPDU as inter-BSS PPDU (see 26.2.2 (Intra-BSS and inter-BSS PPDU classification)).）
- 它（指的是这个 STA）接收到一个高效多用户 PPDU（High Efficiency Multiple User PPDU, HE MU PPDU），这个 PPDU 中携带的基本服务集（Basic Service Set, BSS）颜色（Color）与它关联的 BSS Color 一致，且这个 PPDU 中不包含任何资源单元（Resource unit, RU）的站点标识（STA-ID）域指示它将作为该 RU 的接收方或接收方之一，并且最近一次接收到 AP 发来的 HE 操作元素（operation element）中携带的 BSS Color 禁止（Disabled）子域取值为 0。（It receives an HE MU PPDU where the RXVECTOR parameter BSS_COLOR is the BSS color of the BSS in which the STA is associated, the RXVECTOR parameter does not have any STA_ID of an RU that identifies the STA as the recipient or one of the recipients of the RU (see 26.11.1 (STA_ID)), and the BSS Color Disabled subfield in the most recently received HE Operation element from the AP with which the STA is associated is 0.）

- 载波侦听（Carrier Sensing, CS）机制指示信道已经持续空闲达到发送（transmission，

Tx)点协调函数帧间间隔(Point coordination function Interframe Space, PIFS)长度边界(TxPIFS slot boundary)。(The CS mechanism (see 10.3.2.1 (CS mechanism)) indicates that the medium is idle at the TxPIFS slot boundary (defined in 10.3.7 (DCF timing relations)).)

为了进一步确定帧交互结束后进行空间流切换的规则,考虑在 EMLSR 中复用 SM PS 功能,但是由上述内容(即 EMLSR 工作机制和 SM PS 功能)可知,如果在 EMLSR 中直接复用 SM PS 的规则,则存在一些不适用于 EMLSR 的情况。下面结合图 6 进行说明,图 6 是在 EMLSR 中直接复用 SM PS 的规则示意图。AP 发送初始控制帧,如图 6 中的为 MU-RTS 帧。其中,图 6 以初始控制帧为 MU-RTS 帧为例进行说明。当然,初始控制帧还可以是 BSRP 帧,或其他帧,本申请不做限制。STA11 和 STA21 成功接收到初始控制帧之后,non-AP MLD 1 (STA11 隶属的 MLD)将所有空间流/天线切换到 STA 11 所在的链路 1 上,non-AP MLD 2 (STA21 隶属的 MLD)将所有空间流/天线切换到 STA 21 所在的链路 1 上。在 AP 与 STA 11 和 STA 21 进行帧交互的过程中,AP 可能需要向 STA 21 以单播形式发送某种帧,如图 6 中的块确认请求(Block ACK Request, BAR)帧,而后 STA 21 以单播形式向 AP 回复块确认(Block ACK, BA)帧。根据上文描述的 SM PS 的规则,由于 STA 11 接收到了一个单播帧(指 BAR 帧),且该单播帧的目的地址是其他站点,因此 STA 11 隶属的 non-AP MLD 1 需要立即将链路 1 上的空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作。然而,实际上 AP 可能并未完成对 STA 11 的服务,也就是说 AP 可能还有需要向 STA11 发送的数据,但是由于 AP 需要给 STA 21 发单播 BAR 帧,所以将导致 AP 无法继续对 STA11 服务。

此外,若 AP 在一个服务期(Service Period, SP)同时服务均处于 SM PS 模式下的 STA 1 和 STA 2,802.11ax 标准现有的单用户 SM PS 规则将不再适用,这是因为如果 AP 需要给其中一个站点(比如 STA 1)发单播 BAR 帧,另外一个站点(比如 STA2)将立即切换回到单接收通道模式,实际上 AP 可能还有向另外一个站点(比如 STA2)发送的数据,则此场景下也存在 AP 无法继续对另外一个站点(比如 STA 2)服务的问题。

因此,本申请实施例提供一种通信方法,通过修改 SM PS 的规则或约束 AP 的行为等方式,来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR 和/或 EMLMR 的问题,从而确定 EMLSR 和/或 EMLMR 中空间流切换的规则,还使得 AP 在服务处于 EMLSR/EMLMR 模式中的 STA 时,可以同时服务其他 STA,进行多用户通信,进一步提高通信效率。本申请还提供一种通信方法,具体提供一种在初始帧/初始控制帧交互失败后切换回侦听操作的方法,可以完善 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制,提高 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作效率和切换效率,支持初始帧/初始控制帧在交互失败后切换回侦听操作。本申请还提供一种通信方法,通过设置帧交互时长、和/或采用现有标准中的信令字段来简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制,可以减少逻辑运行复杂度,有利于实现。

下面将结合更多的附图对本申请提供的技术方案进行详细说明。

本申请提供的技术方案通过多个实施例进行阐述,具体参见下文的描述。可理解的,本申请各个实施例所描述的技术方案可以任一组合形成新的实施例且所涉及概念或方案相同或相似的部分可以相互参考或组合。下面分别对各个实施例进行详细说明。

可选的,本申请中的 non-AP MLD 可以是前述图 1 所示的 non-AP MLD,如 non-AP MLD200。在一些实施例中,本申请中的站点既可以是单链路设备,也可以是 non-AP MLD 中的一个站点,本申请实施例不做限制。在一些实施例中,本申请中的 AP 既可以是单链路

设备,也可以是 AP MLD 中的一个 AP,本申请实施例不做限制。其中,本申请中的站点、AP、以及 non-AP MLD 等均支持 802.11be 协议,还可以支持其他 WLAN 通信协议,如 802.11ax, 802.11ac 等协议。应理解,本申请中的站点、AP、以及 non-AP MLD 等还可以支持 802.11be 的下一代协议。也就是说,本申请提供的方法不仅适用于 802.11be 协议,还可以适用于 802.11be 的下一代协议。

参见图 7,图 7 是本申请实施例提供的通信方法的第一种示意图。介绍如何对现有 SMPS 的规则进行进一步约束,以适配 EMLSR 或 EMLMR。其中,第一 AP 既可以是单链路 AP,也可以是 AP MLD 中的一个 AP,本申请实施例不做限制。如图 7 所示,该通信方法包括但不限于以下步骤:

S101, non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时接收到第一 AP 发送的第一帧后, non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互, non-AP MLD 支持增强多链路 EML。

S102, 当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时, non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的,步骤 S101 之前, non-AP MLD 可以告知第一 AP, non-AP MLD 自己支持哪种增强多链路 (Enhanced Multi-link, EML) 模式。一种实现方式中, non-AP MLD 支持 EMLSR; 另一种实现方式中, non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的, non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR, non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR, 则上述第一帧为初始控制帧; 如果 non-AP MLD 支持 EMLMR, 则上述第一帧为初始帧。

可选的,以 non-AP MLD 共有两条链路为例,分别是第一链路和第二链路。当 non-AP MLD 分别在第一链路和第二链路上执行侦听操作 (listening operation) 时,在第一链路上接收到来自第一 AP 的初始控制帧或初始帧, non-AP MLD 就将第二链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。切换后第一链路上的空间流有多个。该第一 AP 工作在 (operates on) 该第一链路上。当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时, non-AP MLD 将该第一链路上的部分空间流/天线切换回第二链路,并分别在第一链路和第二链路上进行侦听操作。可选的,当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时, non-AP MLD 将 (shall) 在 EMLSR 转换时延 (EMLSR Transition Delay) 或 EMLMR 转换时延 (EMLMR Transition Delay) 时长后切换回到侦听操作 (switch back to the listening operation)。应理解,如果 non-AP MLD 支持 EMLSR, 则在 EMLSR 转换时延时长后切换回到侦听操作; 如果 non-AP MLD 支持 EMLMR, 则在 EMLMR 转换时延时长后切换回到侦听操作。

可选的,上述预设条件集合包括以下一个或多个预设条件: 第一预设条件, 第二预设条件, 第三预设条件。下面分别对第一预设条件, 第二预设条件, 以及第三预设条件进行详细说明。

第一预设条件为: non-AP MLD 在第一链路上接收到一个无线帧, 该无线帧的发送地址 (Transmitting Address, TA) 与发起当前 TXOP 的帧的 TA 不同; 且该无线帧不是上行单播的控制帧, 或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧, 该上行单播的控制帧包括 BA 帧。可选的, 上行单播的控制帧还包括节能轮询 (Power Saving-Poll, PS-Poll) 帧。

可选的, 上述用于报告的帧包括以下一项或多项: 压缩波束成形报告 (Compressed Beamforming/CQI, 见标准文档章节 9.6.31.2) 帧、包含波束成形报告 (Beamforming Report,

BFR)的帧、包含缓冲区状态报告(Buffer Status Report, BSR, 见标准文档章节 26.5.5)的帧、包含带宽询问报告(Bandwidth Query Report, BQR, 见标准文档章节 26.5.6)的帧、包含空数据包反馈报告(NDP Feedback Report, NFR, 见标准文档章节 26.5.7)的帧。

应理解, 一个 non-AP MLD 包括多个站点, 且 non-AP MLD 的一个站点工作在一条链路上(an affiliated STA (if any) of the non-AP MLD that operates on a link), 那么“non-AP MLD 在第一链路上接收到一个无线帧”相当于“non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点接收到一个无线帧”, 下文同理, 不再赘述。

换句话说, 上述第一预设条件为: 它(指 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点)接收到一个帧, 但这个帧的 TA 与发起当前 TXOP 的帧的 TA 不一致。一些单播的发给 AP 的控制帧例外, 包括以下部分或全部: BA 帧、PS-Poll 帧。还有一些发给 AP 的帧或报告(Report)例外, 包括以下部分或全部: CQI 帧, BFR, BSR, BQR, NFR 等。

第二预设条件为: non-AP MLD 在第一链路上接收到一个单播帧, 该单播帧的目的地址是其他站点; 且该单播帧不是单播的控制帧。这里的其他站点为除该 non-AP MLD 中工作在(operating on)第一链路上的站点外的站点, 也就是说, 其他站点包括 non-AP MLD 中不在第一链路上工作的站点、其他 non-AP MLD、其他单链路设备等。可选的, 单播的控制帧包括 BAR 帧。

可选的, 上述单播的控制帧还包括以下一项或多项: 确认(acknowledge, ACK)帧, 波束成形报告轮询(Beamforming Report Poll, BFRP)帧, 空数据包宣告(Null Data Packet Announcement, NDPA)帧。

可选的, 上述单播的控制帧还包括单播的触发帧。该单播的触发帧包括以下一项或多项: MU-BAR 帧, 缓冲区状态报告轮询(Buffer Status Report Poll, BSRP)帧, 触发类型的 BFRP 帧, 多用户请求发送(Multi-User request to send, MU-RTS)帧, 带宽询问报告轮询(Bandwidth Query Report Poll, BQRP)帧, 空数据包反馈报告轮询(NDP Feedback Report Poll, NFRP)帧。

换句话说, 上述第二预设条件为: 它(指 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点)接收到一个单播帧, 并且该帧的目的地址是其他 STA。一些单播的控制帧例外, 包括以下部分或全部: BAR 帧, ACK 帧, BFRP 帧, NDPA 帧; 单播地址的触发帧: 例如 MU-BAR 帧, BSRP 帧, 触发类型的 BFRP 帧, MU-RTS 帧, BQRP 帧, NFRP 帧。

可见, 上述第一预设条件和上述第二预设条件通过排除一些帧来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR 和/或 EMLMR 的问题。也就是说, 在 AP 服务 EMLSR/EMLMR non-AP STA 期间, EMLSR non-AP STA 不因为收到这些帧而切换回侦听操作, 从而可以确定帧交互结束的规则。该规则有利于 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时, 可以同时服务其他 STA, 进行多用户通信, 进一步提高通信效率。

第三预设条件为: non-AP MLD 在第一链路上接收到一个 TXOP 持有者发送的触发帧, 且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行正交频分多址接入(Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA)随机接入的关联标识。这里的关联标识可以是关联标识符(Association Identifier, AID)。可选的, 这里的触发帧可以包括以下一项或多项: MU-RTS 帧, BSRP 帧。

换句话说, 上述第三预设条件为: 它(指 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点)接收到一个来自 TXOP 持有者(holder)的触发帧(trigger frame), 包括部分或者全部触发帧类型, 例如 MU-RTS 和 BSRP 帧, 且用户信息(User Info)域中的关联标识 12(AID12)域中

没有一个与它自身的 AID 的低 12 位相等或者没有指示用于上行 OFDMA 随机接入 (Uplink OFDMA-based Random Access, UORA) 的 AID。

可见,第三预设条件从触发帧的角度增加 non-AP MLD 切换回侦听操作的条件,有利于完善 SM PS 的规则。

可选的,上述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件: non-AP MLD 在第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧。non-AP MLD 在第一链路上接收到一个 HE MU PPDU,该 HE MU PPDU 中携带的基本服务集 BSS 颜色与 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同,且该 HE MU PPDU 中不包含任何 RU 的站点标识域指示 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点作为该 RU 的接收方或接收方之一,且 non-AP MLD 最近一次从第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0。载波侦听机制指示第一链路对应的信道持续空闲时间达到 TxPIFS 长度边界。

本申请实施例是以 EMLSR/EMLMR 为例进行说明,同理,本申请实施例提出的预设条件集合仍然适用于多用户的 SM PS,只需将 non-AP MLD 替换成 STA,将“当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时,non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作”替换为“当 STA 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时,则可以立即切换回单接收通道模式”即可。

可见,本申请实施例通过修改 SM PS 的规则,比如在现有 SM PS 规则上排除一些例外的帧,来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR/EMLMR 的问题,从而可以确定帧交互结束的规则。该规则有利于 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时,可以同时服务其他 STA,进行多用户通信,进一步提高通信效率。

参见图 8,图 8 是本申请实施例提供的通信方法的第二种示意图。介绍如何约束 AP 行为,以使现有 SM PS 的规则适配 EMLSR 或 EMLMR。其中,第一 AP 既可以是单链路 AP,也可以是 AP MLD 中的一个 AP,本申请实施例不做限制。如图 8 所示,该通信方法包括但不限于以下步骤:

S201,第一 AP 在第一链路上成功发送第一帧之后,且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前,第一 AP 在第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时采用第一类 PPDU,该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU,该 N 个站点中存在至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EML;该广播帧携带的接收地址为广播地址,该组播帧携带的接收地址为组播地址,该第一类 PPDU 携带指示信息,该指示信息用于指示第一链路上的站点作为接收方;该第一类 PPDU 包括用于触发的帧(triggering frame),该用于触发的帧用于调度站点发送 TB PPDU。

可选的,上述 N 个站点中既可以包括单链路站点,也可以包括 non-AP MLD 中的站点。上述 N 个站点均工作在第一链路上。如果上述 N 个站点中包括 non-AP MLD 的站点,则这些 non-AP MLD 至少有一个支持 EMLSR 或 EMLMR。进一步的,这些 non-AP MLD 至少有一个支持多用户的 EMLSR/EMLMR,这些 non-AP MLD 还可以至少有一个支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果这些 non-AP MLD 至少有一个支持 EMLSR,则上述第一帧为初始控制帧;如果这些 non-AP MLD 至少有一个支持 EMLMR,则上述第一帧为初始帧。

可选的,第一 AP 在第一链路上成功发送第一帧之后,且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前(before the end of the frame exchanges),第一 AP 在第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时,均采用第一类 PPDU(该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播

帧的 PPDU) 来与这 N 个站点进行交互, 且在交互时需要携带指示第一链路上的站点作为接收方 (或接收方之一) 的信息, 比如站点标识 STA_ID。例如, 在 AP 发送的 MU PPDU 中, 接收向量 (RXVECTOR) 参数包含 RU 的站点标识 (STA_ID) 域 (可以是站点自己的 STA_ID 或者其他类型的 STA_ID, 如指示广播的 STA_ID, 此处不限制) 指示第一链路上的站点作为该 RU 的接收方或接收方之一。此外, 第一 AP 须调度上行多用户传输, 也就是说, 第一类 PPDU 中包含 triggering frame, 用于调度站点发送基于触发的 PPDU (trigger based PPDU, TB PPDU)。其中, N 为正整数。triggering frame 是触发帧或携带 TRS(triggered response scheduling, 触发响应调度) 控制子域的帧。

相应地, 以上述 N 个站点中的第一站点为例。第一站点在第一链路上执行侦听操作时成功接收到所述第一帧之后、且第一站点与该第一站点关联的第一 AP 的帧交互结束之前, 第一站点在第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU。第一站点接收到第一类 PPDU 后, 向 AP 发送 TB PPDU 格式的帧。

本申请实施例提出的 AP 行为仍然适用于多用户的 SM PS, 当将本申请实施例应用于多用户的 SM PS 中时, 前述 N 个站点均为单链路站点。

可见, 本申请实施例通过约束 AP 与站点在帧交互过程中均采用第一类 PPDU, 使得站点以 TB PPDU 格式的帧回复 AP, 从而使现有 SM PS 的规则适配 EMLSR 或 EMLMR, 确定帧交互结束的规则。该规则有利于 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时, 可以同时服务其他 STA, 进行多用户通信, 进一步提高通信效率。

参见图 9, 图 9 是本申请实施例提供的通信方法的第三种示意图。介绍既约束 AP 行为又修改现有 SM PS 的规则的方式, 来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR 和/或 EMLMR 的问题。其中, 第一 AP 既可以是单链路 AP, 也可以是 AP MLD 中的一个 AP, 本申请实施例不做限制。如图 9 所示, 该通信方法包括但不限于以下步骤:

S301, 第一 AP 在第一链路上成功发送第一帧之后, 且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前, 第一 AP 在第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时采用第一类 PPDU, 该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU, 该 N 个站点中存在至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EML; 该广播帧携带的接收地址为广播地址, 该组播帧携带的接收地址为组播地址, 该第一类 PPDU 携带指示信息, 该指示信息用于指示第一链路上的站点作为接收方。

可选的, 上述 N 个站点中既可以包括单链路站点, 也可以包括 non-AP MLD 中的站点。上述 N 个站点均工作在第一链路上。如果上述 N 个站点中包括 non-AP MLD 的站点, 则这些 non-AP MLD 至少有一个支持 EMLSR 或 EMLMR。进一步的, 这些 non-AP MLD 至少有一个支持多用户的 EMLSR/EMLMR, 这些 non-AP MLD 还可以至少有一个支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果这些 non-AP MLD 至少有一个支持 EMLSR, 则上述第一帧为初始控制帧; 如果这些 non-AP MLD 至少有一个支持 EMLMR, 则上述第一帧为初始帧。

可选的, 第一 AP 在第一链路上成功发送第一帧之后, 且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前 (before the end of the frame exchanges), 第一 AP 在第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时, 均采用第一类 PPDU (该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU) 来与这 N 个站点进行交互。第一类 PPDU 携带指示信息, 用于指示第一链路上的站点作为接收方 (或接收方之一), 比如, 该指示信息是站点标识 STA_ID。其中, 广播帧携带的接收地址为广播地址, 组播帧携带的接收地址为组播地址。

可选的,上述第一类 PPDU 包括用于触发的帧(triggering frame),用于调度站点发送 TB PPDU。其中,triggering frame 是触发帧或携带 TRS 控制子域的帧。

S302, non-AP MLD 在第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU, non-AP MLD 支持 EML,该第一帧用于指示 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到第一链路上进行帧交互。

S303, 当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时, non-AP MLD 将第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的, non-AP MLD 支持 EMLSR 或 EMLMR。non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时成功接收到来自第一 AP 的初始帧或初始控制帧之后、且 non-AP MLD 与 non-AP MLD 中第一站点关联的第一 AP 的帧交互结束之前, non-AP MLD 在第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU。该初始帧或初始控制帧用于触发 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到第一链路上进行帧交互。该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU。该第一类 PPDU 携带指示信息,用于指示第一链路上的站点作为接收方(或接收方之一)。应理解,这里的指示信息需指示第一站点作为接收方(或接收方之一)。当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时, non-AP MLD 将第一链路上的部分空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。

可选的,上述预设条件集合包括以下一个或多个预设条件:第一预设条件,第三预设条件。其中,第一预设条件和第三预设条件的描述可参考前述图 7 所示实施例中的相应描述,此处不再赘述。

可选的,上述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件: non-AP MLD 在第一链路上接收到一个单播帧,该单播帧的目的地址是其他站点。non-AP MLD 在第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧。non-AP MLD 在第一链路上接收到一个 HE MU PPDU,该 HE MU PPDU 中携带的 BSS 颜色(color)与 non-AP MLD 中工作在第一链路上的第一站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同,且 HE MU PPDU 中不包含任何 RU 的站点标识域指示 non-AP MLD 中工作在第一链路上的第一站点作为该 RU 的接收方或接收方之一,且 non-AP MLD 最近一次从第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0。载波侦听机制指示第一链路对应的信道持续空闲时间达到 TxPIFS 长度边界。

可选的,上述第一类 PPDU 包括用于触发的帧,该用于触发的帧用于调度 non-AP MLD 发送 TB PPDU。non-AP MLD 在第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU 之后, non-AP MLD 在第一链路上采用多空间流发送 TB PPDU。

本申请实施例提出的 AP 行为和预设条件集合仍然适用于多用户的 SM PS,只需将 non-AP MLD 替换成 STA,将“当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时, non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作”替换为“当 STA 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时,则可以立即切换回单接收通道模式”即可。

可见,本申请实施例通过约束 AP 与站点在帧交互过程中均采用第一类 PPDU,且修改 SM PS 的规则,比如在现有 SM PS 规则上排除一些例外的帧,来解决现有 SM PS 的规则不适用于 EMLSR/EMLMR 的问题,从而可以确定帧交互结束的规则。该规则有利于 AP 在服务处于 EMLSR 模式中的 STA 时,可以同时服务其他 STA,进行多用户通信,进一步提高通信效率。

参见图 10,图 10 是本申请实施例提供的通信方法的第四种示意流程图。介绍一种在初始帧/初始控制帧交互失败后切换回侦听操作的方法。其中,第一 AP 既可以是单链路 AP,也

可以是 AP MLD 中的一个 AP，本申请实施例不做限制。如图 10 所示，该通信方法包括但不限于以下步骤：

S401，non-AP MLD 在第一链路上接收到第一 AP 发送的第一帧并将各条链路上的空间流切换到第一链路后，若 non-AP MLD 确定第一帧交互失败，则 non-AP MLD 将第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作，non-AP MLD 支持 EML。

可选的，步骤 S401 之前，non-AP MLD 可以告知第一 AP，non-AP MLD 自己支持哪种 EML 模式。一种实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLSR；另一种实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，non-AP MLD 还可以支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

可选的，该通信方法还包括以下步骤：

S402，若 non-AP MLD 从接收到第一帧的时刻开始，在第一时长内满足预设条件集合中任一预设条件，则 non-AP MLD 确定第一帧交互失败。

可选的，non-AP MLD 在第一链路上接收到第一 AP 发送的初始控制帧或初始帧并将各条链路上的空间流切换到第一链路后，如果 non-AP MLD 从接收到初始控制帧或初始帧的时刻开始，在第一时长（即为 ΔT ）内满足预设条件集合中任一预设条件，则 non-AP MLD 确定初始控制帧或初始帧交互失败，则 non-AP MLD 立即将第一链路上的部分空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。

可选的，上述预设条件集合包括以下一个或多个预设条件：

(1) non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长（ ΔT ）内未接收到 PPDU。参见图 11a，图 11a 是本申请实施例提供的预设条件的第一种示意图。如图 11a 所示，AP 发送 MU-RTS 帧，non-AP MLD 中工作在链路 1 上的 STA 在接收到 MU-RTS 帧后的第一时长（ ΔT ）内没有收到 PPDU，则 non-AP MLD 立即将链路 1 上的部分空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。

(2) non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU 是其他 BSS 的 PPDU。参见图 11b，图 11b 是本申请实施例提供的预设条件的第二种示意图。如图 11b 所示，AP 发送 MU-RTS 帧，non-AP MLD 中工作在链路 1 上的 STA 在接收到 MU-RTS 帧后的第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU 来自 inter-BSS（其他 BSS），则 non-AP MLD 立即将链路 1 上的部分空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。

(3) non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU 是本 BSS（intra-BSS）的上行 PPDU。参见图 11c，图 11c 是本申请实施例提供的预设条件的第三种示意图。如图 11c 所示，AP 发送 MU-RTS 帧，non-AP MLD 中工作在链路 1 上的 STA 在接收到 MU-RTS 帧后的第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU 来自 intra-BSS（本 BSS），但是方向是上行的，则 non-AP MLD 立即将链路 1 上的部分空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。

(4) non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU 是 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点所属的 BSS 内的下行 PPDU，且该下行 PPDU 中站点标识域指示的接收方不是 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点。换句话说，non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU 是本 BSS（intra-BSS）PPDU，但是 STA-ID 域指示自己不是接收方。

(5) non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长（ ΔT ）内接收到的第一个 PPDU

包含一个单播地址的帧且该帧的接收地址不是 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点, 或者第一个 PPDU 包含一个触发帧且该触发帧中任何一个用户信息域中的关联标识均与 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点的关联标识不一致, 或者触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。这里的关联标识可以是管理标识符 (AID)。换句话说, non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点在第一时长 (ΔT) 内接收到的第一个 PPDU 中包含一个单播地址的帧且接收地址不是自己, 或者接收的第一个 PPDU 中的包含一个触发帧但是任何一个用户信息域中的 AID12 均与自己的 AID 不一致, 或者没有指示用于上行 OFDMA 随机接入的 AID。

参见图 11d, 图 11d 是本申请实施例提供的预设条件的第四种示意图。如图 11d 所示, AP 发送 MU-RTS 帧, non-AP MLD 中工作在链路 1 上的 STA 在接收到 MU-RTS 帧后的第一时长 (ΔT) 内满足上述条件 (4) 或 (5), 则 non-AP MLD 立即将链路 1 上的部分空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。

应理解, 上述预设条件集中的任何一个预设条件在 ΔT 内一经判断出来, 可立即执行将第一链路上的部分空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作的操作, 也就是说, 不需要等到 ΔT 时刻再执行切换。

相应地, 还需要通过约束 AP 的行为, 来为 non-AP MLD 判断初始控制帧或初始帧交互成功与否、提供基础。具体地, 第一 AP 在第一链路上发送第一帧 (初始控制帧或初始帧), 该第一帧用于指示 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到第一链路上进行帧交互。第一 AP 接收到该第一帧的应答帧 (如 ACK 帧) 后, 发送 PPDU。其中, 该 PPDU 包含单播帧, 该单播帧的接收地址指示 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点。或者该 PPDU 包含触发帧, 该触发帧用于调度 non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点进行上行传输。此外, 第一 AP 在发送第一帧后的一段时间范围内不能在第二链路上向 non-AP MLD 发送第一帧。这里的第二链路是 non-AP MLD 中除第一链路外的其他链路。这里的一段时间范围是 non-AP MLD 将第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作所用的时长 (SwitchDelay) 与第一时长 (ΔT) 之和。换句话说, 假设 AP 发送初始控制帧/初始帧的链路为链路 i, AP 在收到初始控制帧/初始帧的应答帧之后, 发送的第一个 PPDU 中必须包含将 non-AP MLD 中工作在链路 i 上的站点作为接收地址的单播帧, 或者必须包含显式调度这个站点的触发帧。此外, AP 在发出初始控制帧/初始帧后的 $\Delta T + \text{SwitchDelay}$ 时间范围内不允许给这个 non-AP MLD 在任何其他链路 j ($j \neq i$) 上再次发送初始控制帧/初始帧。

可见, 本申请实施例通过约束 AP 的行为, 要求 AP 在收到初始控制帧/初始帧的应答帧之后, 发送的第一个 PPDU 必须满足要求, 这样, 如果站点侧在第一时长内未接收到相应的 PPDU, 则说明第一帧交互失败。

可选的, 上述第一时长 (ΔT) 可以由标准规定, 或者由 AP 在信标帧等中广播。该第一时长可以大于或等于时间最小值, 这里的时间最小值 (即第一时长的最小值) 可以为以下其中一项:

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}} + t_{\text{MPDU}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + t_{\text{SIFS}} + t_{\text{PIFS}} + t_{\text{aSlotTime}}.$$

其中, ΔT 表示第一时长, $\Delta T_{\min}$ 表示第一时长的最小值 (即时间最小值)。 t_{cts} 表示清除发送 (clear to send, CTS) 帧的传输时长, t_{SIFS} 表示短帧间间隔 (SIFS) 的时长。 t_{preamble} 表示前导码的接收时长。 t_{MPDU} 表示介质接入控制 (medium access control, MAC) 协议数据单元

(MAC Protocol Data Unit, MPDU) 的传输时长。 t_{PIFS} 表示点协调函数帧间间隔 (Point coordination function Interframe Space, PIFS) 的时长。 $t_{aSlotTime}$ 表示一个时隙 (slot) 时长。

应理解, 本申请实施例提出的技术方案仍然适用于多用户的 SMPS, 只需将 non-AP MLD 替换成 STA, 将“第一帧”替换成“初始帧”, 将“non-AP MLD 将第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作”替换为“STA 立即切换回单接收通道模式”即可。还应理解, 本申请实施例既可以单独实施, 也可以与前述任一实施例一起实施, 本申请对此不做限定。

可见, 本申请实施例通过约束 AP 的行为, 给站点侧判断初始控制帧或初始帧交互成功与否提供基础, 再通过设计站点侧判断交互失败的条件, 可以支持初始帧/初始控制帧在交互失败后能够及时地切换回侦听操作, 完善 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制, 还可以提高 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作效率和切换效率。

参见图 12, 图 12 是本申请实施例提供的通信方法的第五种示意图。介绍通过设置帧交互时长来简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制。其中, 第一 AP 既可以是单链路 AP, 也可以是 AP MLD 中的一个 AP, 本申请实施例不做限制。如图 12 所示, 该通信方法包括但不限于以下步骤:

S501, 第一 AP 在第一链路上发送第一帧, 该第一帧携带一个或多个第二时长。

可选的, 第一帧可以是初始控制帧, 也可以不是初始帧。该第一帧中携带一个或多个第二时长, 该第一帧还可以携带 duration 域。如果该第一帧中携带一个第二时长, 该第二时长可以是单独分配给第一 non-AP MLD 的时长, 该第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻; 或者, 该第二时长可以是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 分配的总时长, 此时, 该第二时长的起始时刻为各个 non-AP MLD 各自接收该第一帧的结束时刻。如果该第一帧中携带多个第二时长, 该多个第二时长中包括分配给第一 non-AP MLD 的第二时长, 该分配给第一 non-AP MLD 的第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。第一 Non-AP MLD 支持 EMLSR 或 EMLMR。

可选的, 上述第一帧用于指示 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。该第二时长用于使 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 在第二时长后, 将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路进行侦听操作。

S502, 第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧, 该第一帧携带第二时长, 该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻, 该第一 non-AP MLD 支持 EML, 该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。

S503, 第一 non-AP MLD 在该第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的, 步骤 S501 之前, 第一 non-AP MLD 可以告知第一 AP, 第一 non-AP MLD 自己支持哪种 EML 模式。一种实现方式中, 第一 non-AP MLD 支持 EMLSR; 另一种实现方式中, 第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的, 第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR, 或者第一 non-AP MLD 支持单用户的 EMLSR/EMLMR, 或者第一 non-AP MLD 既支持多用户的 EMLSR/EMLMR 也支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD

支持 EMLSR, 则上述第一帧为初始控制帧; 如果 non-AP MLD 支持 EMLMR, 则上述第一帧为初始帧。

可选的, 第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧 (即初始控制帧或初始帧), 该第一帧中携带第二时长。该第二时长可以是第一 AP 单独为第一 non-AP MLD 分配的时长, 或者, 可以是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD 分配的总时长。该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。第一 non-AP MLD 接收到第一帧后, 第一 non-AP MLD 将各条链路上的部分空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。第一 non-AP MLD 在该第二时长后, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

一种实现方式中, 如果上述第二时长是第一 AP 单独为第一 non-AP MLD 分配的时长 (记为 T_1), 则该第二时长可以包括第一 AP 与第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长。可选的, 该第二时长还可以包括第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。

示例性的, 参见图 13, 图 13 是本申请实施例提供的 AP 与支持 EMLSR 的 non-AP MLD 的一交互示意图。如图 13 所示, AP 在 MU-RTS 帧中针对每一个 non-AP MLD 中工作在链路 1 上的 STA 单独地指示一个帧交互时长 (即第二时长), 从而不同 non-AP MLD 中工作在链路 1 上的 STA 的帧交互时长可以不相同。如图 13 中 non-AP MLD1 中工作在链路 1 上的 non-AP STA 11 的帧交互时长为 T_1 , non-AP MLD2 中工作在链路 1 上的 non-AP STA 21 的帧交互时长为 T_2 。支持 EMLSR 的 non-AP MLD 收到 MU-RTS 帧后在链路 1 上完成空间流/天线切换, 并从 MU-RTS 帧成功发送/接收的时刻开始, 在自己的帧交互时长内与 AP 执行帧交互。支持 EMLSR 的 non-AP MLD 在自己的帧交互时长到期时将链路 1 上的空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作。可选的, 帧交互时长 (即第二时长) 可以设置成 AP 分配给不同 STA 的 TXOP Duration, 可以由 AP 按照经验和信道状况判断, 以在这个时长内完成对相应 STA 的帧交互。

可见, 此实现方式中, 可以支持 AP 给不同 STA 分配不同的时长, 灵活性更高。

另一种实现方式中, 如果上述第二时长是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD 分配的总时长 (记为 T), 则该第二时长可以包括第一 AP 与多个 non-AP MLD (即第一 AP 自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD) 进行帧交互的时长。可选的, 该第二时长还可以包括该多个 non-AP MLD 分别将各自的其他链路上的空间流切换到该第一链路所用的时长。其中, 该多个 non-AP MLD 包括第一 non-AP MLD。

示例性的, 参见图 14, 图 14 是本申请实施例提供的 AP 与支持 EMLSR 的 non-AP MLD 的另一交互示意图。如图 14 所示, AP 在 MU-RTS 帧中携带一个固定的时长 T , 支持 EMLSR 的 non-AP MLD (可以是多个) 收到 MU-RTS 帧后在链路 1 上完成空间流/天线切换, 并从 MU-RTS 帧成功发送/接收的时刻起的时长 T 内与 AP 执行帧交互。所有支持 EMLSR 的 non-AP MLD 在 T 时长到期时将链路 1 上的空间流/天线切换回各自的各条链路执行侦听操作。可选的, 该时长 T (即第二时长) 可以设置成 AP 在链路 1 上的 TXOP Duration, 也可以更短, 比如该时长 T 由 AP 按照经验和信道状况判断, 以在 T 时长内完成帧交互。

可见, 此实现方式通过固定时长, 可以更简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制, 实现复杂度更低。

应理解, 上述图 13 和上述图 14 仅以 non-AP MLD 支持 EMLSR 为例进行示例性说明, non-AP MLD 支持 EMLMR 与 non-AP MLD 支持 EMLSR 同理, 只需将 “MU-RTS 帧” 替换

成“初始帧”，“EMLSR”替换成“EMLMR”即可。

可选的，上述第二时长可以位于上述第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。一个示例中，如果第二时长是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD 分配的总时长，则该第二时长可以位于第一帧的公共信息字段中。另一个示例中，如果第二时长是第一 AP 单独为第一 non-AP MLD 分配的时长，则该第二时长可以位于第一帧的用户信息字段或公共信息字段中。

可选的，上述第二时长小于或等于第一 AP 在该第一链路上的 TXOP 持续时间(duration)。

应理解，本申请实施例提出的技术方案仍然适用于多用户的 SM PS，只需将 non-AP MLD 替换成 STA，将“第一帧”替换成“初始帧”，将“第一 non-AP MLD 在该第二时长后，将第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作”替换为“STA 在该第二时长后，立即切换回单接收通道模式”即可。可选的，本申请实施例既可以单独实施，也可以与前述任一个或几个实施例一起实施，本申请对此不做限定。

可见，本申请实施例通过在初始控制帧或初始帧中携带 AP 确定的帧交互时长，当经历该帧交互时长后，直接切换回侦听操作，从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制，可以减少逻辑运行复杂度，减少实现复杂度。

参见图 15，图 15 是本申请实施例提供的通信方法的第六种示意图。介绍多个站点共同维护一个计时器(timer)的方式来简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制。其中，第一 AP 既可以是单链路 AP，也可以是 AP MLD 中的一个 AP，本申请实施例不做限制。如图 15 所示，该通信方法包括但不限于以下步骤：

S601，non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，并开始计时，将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互，Non-AP MLD 支持 EML。

S602，若 non-AP MLD 与第一 AP 的帧交互过程中接收到第四帧、且该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间在该第一帧的持续时间域指示的 TXOP 结束时间之后，则 Non-AP MLD 将计时的结束时间更新该第四帧中持续时间域指示的 TXOP 结束时间。

S603，non-AP MLD 在计时到达 0 时，将该第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作。

可选的，步骤 S601 之前，non-AP MLD 可以告知第一 AP，non-AP MLD 自己支持哪种 EML 模式。一种实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLSR；另一种实现方式中，non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，或者 non-AP MLD 支持单用户的 EMLSR/EMLMR，或者 non-AP MLD 既支持多用户的 EMLSR/EMLMR 也支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

可选的，第一 AP 可以在第一链路上向多个 non-AP MLD 发送第一帧，该多个 non-AP MLD 支持同种 EML 模式。比如，该多个 non-AP MLD 均支持 EMLSR，或该多个 non-AP MLD 均支持 EMLMR，或该多个 non-AP MLD 既支持 EMLSR 也支持 EMLMR。每个 non-AP MLD 在第一链路上接收到第一帧后，开始计时，并将自己的各条链路上的空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。或者说，这多个 non-AP MLD 接收到第一帧后，共同维护一个计时器(timer)，这个计时器用来记录第一 AP 的 TXOP 剩余时长。初始化时(也就是接收到第一帧后)，该计时器设置为第一帧中 Duration 域所指示的时长。若这多个 non-AP MLD 中的某个 non-AP MLD 与第一 AP 的帧交互过程中接收到第四帧，并且该第四帧中 duration

域指示的 TXOP 结束时间、在该第一帧的 duration 域指示的 TXOP 结束时间之后,则这个 non-AP MLD 就将计时的结束时间更新该第四帧中 duration 域指示的 TXOP 结束时间,或者说,这个 non-AP MLD 将这多个 non-AP MLD 共同维护的这个计时器(timer)的结束时间修改为第四帧中 duration 域指示的 TXOP 结束时间。当计时到达 0 时(也就是计时器为 0 时),每个 non-AP MLD 将各自第一链路上的部分空间流/天线切换回各自的各条链路进行侦听操作。

示例性的,参见图 16,图 16 是本申请实施例提供的基于 TXOP 时长的 EMLSR 工作示意图。如图 16 所示,AP 在链路 1 上向 non-AP MLD1 和 non-AP MLD2 发送 MU-RTS 帧。non-AP MLD1 和 non-AP MLD2 在链路 1 上分别接收到该 MU-RTS 帧后,non-AP MLD1 中工作在链路 1 上的 STA11 和 non-AP MLD2 中工作在链路 1 上的 STA21 共同维护一个计时器(timer),这个计时器用来记录 AP 的 TXOP 剩余时长。初始化时,STA11 和 STA21 共同维护的计时器(timer)设置为 MU-RTS 帧的 Duration 域所指示的时长。在 AP 与 STA11 和 STA21 的帧交互过程中,如果 AP 发送的某个帧对 TXOP 的结束时间进行了更新(即延长),则 STA11 和 STA21 共同维护的计时器(timer)也需要相应地更新,即将计时器的结束时间更新为这个帧中 Duration 域指示的结束时间。每一个 non-AP MLD 在计时器到达 0 时,将链路 1 上的空间流/天线切换回各自的各条链路执行侦听操作。

应理解,上述图 16 仅以 EMLSR 的工作流程为例进行示例性说明,EMLMR 的工作流程与 EMLSR 的工作流程同理,只需将“MU-RTS 帧”替换成“初始帧”,“EMLSR”替换成“EMLMR”即可。

应理解,本申请实施例提出的技术方案仍然适用于多用户的 SMPS,只需将 non-AP MLD 替换成 STA,将“第一帧”替换成“初始帧”,将“non-AP MLD 在计时到达 0 时,将第一链路上的空间流切换回各条链路进行侦听操作”替换为“STA 在计时到达 0 时,立即切换回单接收通道模式”即可。可选的,本申请实施例既可以单独实施,也可以与前述任一个或任几个实施例一起实施,本申请对此不做限定。

可见,本申请实施例通过约束多个站点(指与 AP 工作在同一链路上的多个站点,且这个多个站点分别属于不同的 non-AP MLD)共同维护一个计时器(timer),当帧交互过程中任一站点接收到 TXOP 的结束时间更新信息,就更新计时器的结束时间为最新的 TXOP 结束时间,当计时器到达 0 时,切换回侦听操作。因此,本申请实施例无需每个站点维护一个自己的计时器,从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制,可以减少逻辑运行复杂度,减少实现复杂度。另外,本申请实施例无需在初始控制帧或初始帧中携带额外指定的时长,用以 non-AP MLD 与 AP 在此时长内完成帧交互,可以节省信令开销。

参见图 17,图 17 是本申请实施例提供的通信方法的第七种示意流程图。介绍利用现有的更多数据子域的指示来简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制。其中,第一 AP 既可以是单链路 AP,也可以是 AP MLD 中的一个 AP,本申请实施例不做限制。如图 17 所示,该方法包括但不限于以下步骤:

S701,第一 AP 在第一链路上发送第一帧,该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。

S702,第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧,并将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互,第一 non-AP MLD 支持 EML。

可选的,步骤 S701 之前,第一 non-AP MLD 可以告知第一 AP,第一 non-AP MLD 自己

支持哪种 EML 模式。一种实现方式中，第一 non-AP MLD 支持 EMLSR；另一种实现方式中，第一 non-AP MLD 支持 EMLMR。进一步的，第一 non-AP MLD 支持多用户的 EMLSR/EMLMR，或者第一 non-AP MLD 支持单用户的 EMLSR/EMLMR，或者第一 non-AP MLD 既支持多用户的 EMLSR/EMLMR 也支持单用户的 EMLSR/EMLMR。如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，则上述第一帧为初始控制帧；如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，则上述第一帧为初始帧。

可选的，第一 AP 在第一链路上发送初始控制帧或初始帧。第一 non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时接收到该初始控制帧或初始帧，将各条链路上的部分空间流/天线切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。

S703，第一 AP 在第一链路上发送第二帧，该第二帧中包括更多数据子域。

S704，第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收第二帧，该第二帧中包括更多数据子域。

S705，若该第二帧中更多数据子域的取值为 0，则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

一种实现方式中，第一 AP 与第一 non-AP MLD 在第一链路上进行帧交互的过程中，第一 AP 在第一链路上发送第二帧，该第二帧中包括更多数据 (more data) 子域。其中，more data 子域的取值和含义具体参见 802.11ax 或 802.11be 标准章节 9.2.4.1.8，此处不展开说明。相应地，第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收该第二帧。应理解，AP 可以在发送的帧，例如数据帧中携带每个站点的更多数据子域，用于指示 AP 在下一个帧中是否还有该 STA 的数据。更多数据子域的取值为 1，表示 AP 在下一个帧还有给该 STA 的数据，更多数据子域的取值为 0，表示 AP 在下一个帧没有给该 STA 的数据。这里，该第二帧中携带第一 non-AP MLD 中工作在第一链路上的 STA 的更多数据 (more data) 子域。如果该第二帧中更多数据子域的取值为 0，说明 AP 在下一个帧没有给该第一 non-AP MLD 中工作在第一链路上的 STA 的数据，则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。可选的，如果该第二帧中更多数据子域的取值为 0，则第一 non-AP MLD 可以在完成该第二帧的应答帧发送之后，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。当然，如果该第二帧中更多数据子域的取值为 1，说明 AP 在下一个帧还有给该第一 non-AP MLD 中工作在第一链路上的 STA 的数据，则第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续保持多空间流接收。

示例性的，参见图 18，图 18 是本申请实施例提供的基于 more data 子域的 EMLSR 工作示意图。如图 18 所示，AP 在链路 1 上发送 MU-RTS 帧，支持 EMLSR 的 non-AP MLD (可以是多个) 收到 MU-RTS 帧后在链路 1 上完成空间流/天线切换。每一个 STA (这里指 non-AP MLD1 中工作在链路 1 上的 STA11，或 non-AP MLD2 中工作在链路 1 上的 STA21) 在接收 AP 的数据包的过程中，如果发现 more data 子域的取值为 0，则该 STA 在完成应答帧发送之后，该 STA 所隶属的 non-AP MLD 将链路 1 上的部分空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作。反之，如果 more data 子域的取值为 1，则该 STA 继续在本链路 (即链路 1) 上采用多空间流/多天线工作。

应理解，上述图 18 仅以 EMLSR 的工作流程为例进行示例性说明，EMLMR 的工作流程与 EMLSR 的工作流程同理，只需将“MU-RTS 帧”替换成“初始帧”，“EMLSR”替换成“EMLMR”即可。

可见，此实现方式通过约束 non-AP MLD 的行为，来简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制，

可以完全复用现有 more data 子域的信令指示, 不更改 more data 子域的取值和含义。

另一种实现方式中, 第一 AP 与第一 non-AP MLD 在第一链路上进行帧交互的过程中, 第一 AP 在第一链路上发送第二帧, 该第二帧中包括更多数据 (more data) 子域。当该更多数据子域取值为 0 时, 用于指示 (可以是隐式指示, 也可以是显示指示) 第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。当该更多数据子域取值为 1 时, 用于指示 (可以是隐式指示, 也可以是显示指示) 第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续采用多空间流接收。相应地, 第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收该第二帧。如果该第二帧中更多数据子域的取值为 0, 第一 non-AP MLD 根据该更多数据子域的指示, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。可选的, 如果该第二帧中更多数据子域的取值为 0, 则第一 non-AP MLD 可以在完成该第二帧的应答帧发送之后, 根据该更多数据子域的指示, 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。当然, 如果该第二帧中更多数据子域的取值为 1, 指示第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续采用多空间流接收, 则第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续保持多空间流接收。

可见, 此实现方式通过给 more data 子域增加新的含义 (可以是隐式指示), 来简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制, 其含义清晰明确, 有利于站点侧解析。

又一种实现方式中, 上述第一帧中携带一个或多个第二时长, 具体可参考前述图 12 所示实施例中的相应描述, 此处不再赘述。为便于描述, 下文以一个第二时长为例, 且该第二时长可以被第一 non-AP MLD 使用, 也就是说, 该第二时长是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 分配的总时长, 或者该第二时长是第一 AP 单独分配给第一 non-AP MLD 的时长。该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。第一 non-AP MLD 在第一链路上接收到第一帧, 第一 non-AP MLD 开始计时。在计时到达该第二时长之前, 如果第一 non-AP MLD 在第一链路上接收到的第二帧中更多数据子域的取值为 0, 则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作; 如果第一 non-AP MLD 在第一链路上接收到的第二帧中更多数据子域的取值为 1, 则第一 non-AP MLD 在该第一链路上继续保持多空间流接收。若计时到达该第二时长时, 不论第一 non-AP MLD 在第一链路上接收到的第二帧中 more data 子域的取值为 1 还是 0, 第一 non-AP MLD 都将该第一链路上的空间流切换回该各条空间流进行侦听操作。

示例性的, 参见图 19, 图 19 是本申请实施例提供的 more data 子域结合时长的 EMLSR 工作示意图。如图 19 所示, 以固定的时长 T 为例, AP 在 MU-RTS 帧中携带一个固定的时长 T, 支持 EMLSR 的 non-AP MLD (可以是多个) 收到 MU-RTS 帧后在链路 1 上完成空间流/天线切换, 并从 MU-RTS 帧成功发送/接收的时刻起的时长 T 内与 AP 执行帧交互。在时长 T 到期之前, 每一个 STA (这里指 non-AP MLD1 中工作在链路 1 上的 STA11, 或 non-AP MLD2 中工作在链路 1 上的 STA21) 在接收 AP 的数据包的过程中, 如果发现 more data 子域的取值为 0, 则该 non-AP STA 在完成应答帧发送之后, 该 STA 所隶属的 non-AP MLD 将链路 1 上的空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作。反之, 如果 more data 子域的取值为 1, 则该 STA 继续在本链路 (即链路 1) 上采用多空间流/多天线工作。在时长 T 到期之时, 无论最近的一个 more data 子域的取值如何, 该 STA 所隶属的 non-AP MLD 均需要将链路 1 上的空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作。

应理解, 上述图 19 仅以 EMLSR 的工作流程为例进行示例性说明, EMLMR 的工作流程与 EMLSR 的工作流程同理, 只需将“MU-RTS 帧”替换成“初始帧”, “EMLSR”替换成“EMLMR”即可。此外, 上述图 19 也仅是以固定的时长 T 为例进行示例性说明, 一些实施

例中, 固定的时长 T 也可以替换成第一 AP 单独为第一 non-AP MLD 分配的时长 T1。

可见, 此实现方式, 通过 more data 子域结合时长的方式判断 non-AP MLD 是否切换, 可以解决单独采用 more data 子域时, non-AP MLD 将 more data 子域的取值为 0 错解成 more data 子域的取值为 1, 从而无法切回侦听操作的问题。

应理解, 本申请实施例提供的技术方案不限制 non-AP MLD 中工作在第一链路上的 STA 是否处于节能 (PS) 模式或者活跃 (Active) 模式。换句话说, 本申请实施例提供的技术方案既可以适用于 PS 模式下的 STA, 也可以适用于活跃模式下的 STA。

还应理解, 本申请实施例提出的技术方案仍然适用于多用户的 SM PS, 只需将 non-AP MLD 替换成 STA, 将“第一帧”替换成“初始帧”, 将“non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作”替换为“STA 立即切换回单接收通道模式”即可。可选的, 本申请实施例既可以单独实施, 也可以与前述任一个或任几个实施例一起实施, 本申请对此不做限定。

可见, 本申请实施例利用现有的信令指示和/或约束 non-AP MLD 的行为, 无需维护计时器, 从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制, 可以减少逻辑运行复杂度, 减少实现复杂度。

参见图 20, 图 20 是本申请实施例提供的通信方法的第八种示意图。介绍利用现有的服务期结束 (End of Service Period, EOSP) 子域的指示来简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制。其中, 第一 AP 既可以是单链路 AP, 也可以是 AP MLD 中的一个 AP, 本申请实施例不做限制。如图 20 所示, 该通信方法包括但不限于以下步骤:

S801, 第一 AP 在第一链路上发送第一帧, 该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互。

S802, 第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧, 并将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互, 第一 non-AP MLD 支持 EML。

可选的, 本申请实施例中步骤 S801 和步骤 S802 的实现方式可参考前述实施例七中步骤 S701 和步骤 S702 的实现方式, 此处不再赘述。

S803, 第一 AP 在第一链路上发送第三帧, 该第三帧中包括 EOSP 子域, 该 EOSP 子域设置为 1。

S804, 第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流接收该第三帧, 该第三帧中包括 EOSP 子域, 该 EOSP 子域设置为 1。

S805, 第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的, 上述第三帧可以是服务质量 (Quality of Service, QoS) 数据帧或者服务质量空 (QoS Null) 帧。该第三帧中携带 EOSP 子域, 且该 EOSP 子域设置为 1。其中, 该 EOSP 子域的取值和含义具体参见标准文档 802.11REVmd 章节 9.2.4.5.3 中的描述, 此处不展开说明。

一种实现方式中, 如果第一 AP 想要与第一 non-AP MLD 结束帧交互, 则可以在第一链路上发送第三帧, 该第三帧中包括 EOSP 子域, 该 EOSP 子域设置为 1。第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流/多天线接收到该第三帧后, 将该第一链路上的部分空间流/天线切换回该各条链路进行侦听操作。换句话说, 第一 AP 可以给第一 non-AP MLD 中工作在第一链路上的 STA 发送一个帧, 例如 QoS 数据帧或者 QoS Null 帧, 在该帧中携带 EOSP 子域并置为 1。该 STA 收到该帧后, 第一 non-AP MLD 就将第一链路上的空间流/天线切换回各条链路执行侦听操作。其中, 第一 AP 发送第三帧的方式既可以是单播发送, 还可以是组播或

者广播发送, 本申请实施例不做限制。如果第一 AP 还需要与第一 non-AP MLD 进行帧交互, 则可以不发第三帧。

可见, 此实现方式通过 AP 发送的 EOSP 子域来控制 non-AP MLD 的切换, 无需 non-AP MLD 中的站点维护计时器, 简化了站点侧的操作。此外, 此实现方式可以完全复用现有 EOSP 子域的信令指示, 不更改 EOSP 子域的取值和含义。

另一种实现方式中, 如果第一 AP 想要与第一 non-AP MLD 结束帧交互, 则可以在第一链路上发送第三帧, 该第三帧中包括 EOSP 子域, 该 EOSP 子域设置为 1, 用于指示第一 non-AP MLD 将第一链路上的空间流/天线切换回各条链路进行侦听操作。第一 non-AP MLD 在该第一链路上采用多空间流/多天线接收到该第三帧后, 根据该第三帧中 EOSP 子域的指示, 将该第一链路上的空间流/天线切换回该各条链路进行侦听操作。其中, 第一 AP 发送第三帧的方式既可以是单播发送, 还可以是组播或者广播发送, 本申请实施例不做限制。如果第一 AP 还需要与第一 non-AP MLD 进行帧交互, 则可以不发第三帧。

可见, 此实现方式通过给 EOSP 子域增加新的含义 (可以是隐式指示), 来简化 EMLSR/EMLMR 的工作机制, 其含义清晰明确, 有利于站点侧解析。

又一种实现方式中, 上述第一帧中携带一个或多个第二时长, 具体可参考前述图 12 所示实施例中的相应描述, 此处不再赘述。为便于描述, 下文以一个第二时长为例, 且该第二时长可以被第一 non-AP MLD 使用, 也就是说, 该第二时长是第一 AP 给自己调度的所有支持 EMLSR/EMLMR 的 non-AP MLD (包括第一 non-AP MLD) 分配的总时长, 或者该第二时长是第一 AP 单独分配给第一 non-AP MLD 的时长。该第二时长的起始时刻为第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻。第一 non-AP MLD 在第一链路上接收到第一帧, 第一 non-AP MLD 开始计时。在计时到达该第二时长之前, 如果第一 non-AP MLD 在第一链路上接收到的第三帧, 且该第三帧中包括 EOSP 子域, 且该 EOSP 子域设置为 1, 则第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。若计时到达该第二时长时, 不论第一 non-AP MLD 在第一链路上有无接收到的第三帧, 第一 non-AP MLD 都将该第一链路上的空间流切换回该各条空间流进行侦听操作。

可见, 此实现方式, 通过 EOSP 子域结合时长的方式判断 non-AP MLD 是否切换, 可以解决 non-AP MLD 因为信道质量等原因未收到 EOSP 子域, 从而无法切回侦听操作的问题。

应理解, 本申请实施例提供的技术方案不限制 non-AP MLD 中工作在第一链路上的 STA 是否处于节能 (PS) 模式或者活跃 (Active) 模式。换句话说, 本申请实施例提供的技术方案既可以适用于 PS 模式下的 STA, 也可以适用于活跃模式下的 STA。

还应理解, 本申请实施例提出的技术方案仍然适用于多用户的 SM PS, 只需将 non-AP MLD 替换成 STA, 将“第一帧”替换成“初始帧”, 将“non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作”替换为“STA 立即切换回单接收通道模式”即可。可选的, 本申请实施例既可以单独实施, 也可以与前述任一个或任几个实施例一起实施, 本申请对此不做限定。

可见, 本申请实施例通过 AP 在想要与 non-AP MLD 结束帧交互时, 通过发送一个帧, 在该帧中携带 EOSP 子域并设置为 1, 以使 non-AP MLD 接收到该帧后切换回侦听操作, 无需维护计时器, 从而简化 EMLSR 和/或 EMLMR 的工作机制, 可以减少逻辑运行复杂度, 减少实现复杂度。

参见图 21, 图 21 是本申请实施例提供的信息交互方法的一示意图。介绍如何指示

non-AP MLD 是否支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR。其中，第一 AP 既可以是单链路 AP，也可以是 AP MLD 中的一个 AP，本申请实施例不做限制。如图 21 所示，该信息交互方法包括但不限于以下步骤：

S901，non-AP MLD 生成 MAC 帧，该 MAC 帧中携带第一指示信息，该第一指示信息用于指示 non-AP MLD 是否支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR。

S902，non-AP MLD 发送该 MAC 帧。

S903，第一 AP 接收该 MAC 帧。

S904，第一 AP 基于该 MAC 帧中第一指示信息的指示，确定 non-AP MLD 是否支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR。

可选的，上述 MAC 帧包括多链路元素（Multi-Link element）的增强型多链路（EML Capability field，EML）能力域，上述第一指示信息位于该 MAC 帧的 EML 能力域中。

可选的，上述 MAC 帧是增强型多链路操作模式通知/协商帧（EML Operating Mode Notification/Negotiation frame）。该增强型多链路操作模式通知/协商帧用于指示 non-AP MLD 正将改变 EML 操作，例如打开或关闭 EML 操作。该帧可能是用于通知，也可能是用于协商。示例性的，该帧是 EHT 动作帧（EHT Action frame），其对应在 EHT 动作帧中动作域（EHT Action field）的值如下述表 1 所示，当该动作域的值 1 时，表示该 EHT 动作帧是增强型多链路操作模式通知/协商帧。

表 1：EHT 动作字段取值

取值	含义
0	EHT 压缩波束成形/CQI（EHT compressed beamforming/CQI）
1	EHT 操作模式通知（EHT operating mode notification）
2-255	预留（reserved）

可选的，上述第一指示信息的长度为 1 比特。示例性的，当该比特为 0 时，指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR；当该比特为 1 时，指示 non-AP MLD 支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR。或者，当该比特为 1 时，指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR；当该比特为 0 时，指示 non-AP MLD 支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR。本申请实施例对该第一指示信息的取值和含义的对应关系不做限制。

可选的，上述第一指示信息的长度为 2 比特。其中 1 比特用于指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLSR，另外 1 比特用于指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLMR。示例性的，当这 2 比特为 00 时，指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLSR 和 EMLMR；当这 2 比特为 01 时，指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLSR，支持参与多用户的 EMLMR。或者，当这 2 比特为 10 时，指示 non-AP MLD 支持参与多用户的 EMLSR，不支持参与多用户的 EMLMR；当这 2 比特为 11 时，表示预留。应理解，上述取值与含义的对应关系仅是示例，实际中可以有其他取值与含义的对应关系，本申请实施例对该第一指示信息的取值和含义的对应关系不做限制。

可选的，如果上述第一指示信息指示 non-AP MLD 支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR，则第一 AP 与 non-AP MLD 可以采用前述任一实施例提供的技术方案进行通信。如果上述第一指示信息指示 non-AP MLD 不支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR，则第一 AP 与 non-AP MLD 可以复用现有 SM PS 的规则进行通信。

可选的,本申请实施例既可以单独实施,也可以与前述任一个或任几个实施例一起实施,本申请对此不做限定。

可见,本申请实施例提供一种信令,用于指示 non-AP MLD 是否支持参与多用户的 EMLSR/EMLMR,可以为多用户的 EMLSR/EMLMR 通信奠定基础。

参见图 22,图 22 是本申请实施例提供的信息交互方法的另一示意图。介绍如何指示阐述 STA(这里是单链路站点,或 802.11ax 标准及以前的站点)是否支持参与多用户的 SM PS。其中,图 22 中的 AP 与 STA 均是单链路设备。如图 22 所示,该信息交互方法包括但不限于以下步骤:

S1, STA 生成 MAC 帧,该 MAC 帧中携带第二指示信息,该第二指示信息用于指示 STA 是否支持参与多用户的 SM PS。

S2, STA 发送该 MAC 帧。

S3, AP 接收该 MAC 帧。

S4, AP 基于该 MAC 帧中第二指示信息的指示,确定 STA 是否支持参与多用户的 SM PS。

可选的,上述 MAC 帧包括 EHT 能力元素(EHT Capabilities element),上述第二指示信息位于该 MAC 帧的 EML 能力元素中。

可选的,上述 MAC 帧包括多链路元素(Multi-Link Element)的链路信息域(Link Info field),上述第二指示信息位于该 MAC 帧的链路信息域中。

可选的,上述第二指示信息的长度为 1 比特。示例性的,当该比特为 0 时,指示 STA 不支持参与多用户的 SM PS;当该比特为 1 时,指示 STA 支持参与多用户的 SM PS。或者,当该比特为 1 时,指示 STA 不支持参与多用户的 SM PS;当该比特为 0 时,指示 STA 支持参与多用户的 SM PS。本申请实施例对该第二指示信息的取值和含义的对应关系不做限制。

可选的,如果上述第二指示信息指示 STA 支持参与多用户的 SM PS,则 AP 才可以该 STA 纳入多用户的 SM PS 操作。如果上述第二指示信息指示 STA 不支持参与多用户的 SM PS,则 AP 与 STA 可以采用现有 SM PS 的规则进行通信。

可选的,本申请实施例既可以单独实施,也可以与前述任一个或任几个实施例一起实施,本申请对此不做限定。

可见,本申请实施例提供一种信令,用于指示单链路 STA 是否支持参与多用户的 SM PS,可以为多用户的 SM PS 通信奠定基础。

本申请中支持 EMLSR 的 non-AP MLD 还可以简称为 EMLSR non-AP MLD。如果 non-AP MLD 中的全部或部分站点支持 EMLSR/处于 EMLSR 模式,则这个 non-AP MLD 是 EMLSR non-AP MLD。为便于描述,下文将 non-AP MLD 中处于 EMLSR 模式的 non-AP STA 称为 EMLSR 站点。

在一些场景下(包括但不限于下述场景 1),AP 与一个或多个站点(这一个或多个站点中包括至少一个处于 EMLSR 模式的站点,称为 EMLSR 站点)进行通信时,可能会因为 AP 的帧发送或者帧接收出现问题,导致 AP 无法判断 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式,从而可能导致 AP 无法继续与 EMLSR 站点进行通信。

场景 1: AP 发送要求一个或多个站点(包括 EMLSR 站点)回复的下行帧,例如单播下行数据帧,触发帧等,发生以下任意情况:AP 的下行帧发送失败,或 AP 没有接收到回复(比如没有收到全部站点的回复或者没有收到部分站点的回复),或 AP 接收到回复但接收发生错

误（比如全部站点回复的帧接收错误或者部分站点回复的帧接收错误）。

因此,为了解决上述提出的 AP 无法确定一个或多个 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式的问题,本申请实施例提供一种通信方法,包括:如果 AP 无法确定与之通信的 EMLSR 站点(或 EMLSR non-AP MLD)是否已切换回侦听模式,则 AP 再次发送初始控制帧给该 EMLSR 站点(EMLSR non-AP MLD),该 AP 与该 EMLSR 站点关联。可选的,AP 下一个发送给该 EMLSR 站点的帧是初始控制帧。从而使通信可以继续进行而不被中断。

可理解的,AP 无法确定与之通信的 EMLSR 站点(或 EMLSR non-AP MLD)是否已切换回侦听模式的情况有很多,下面以示例的形式进行说明。应理解,下述示例不对本申请实施例提供的技术方案进行限制。也就是说,本申请实施例中 AP 无法确定与之通信的 EMLSR 站点(或 EMLSR non-AP MLD)是否已切换回侦听模式的情况包括但不限于下述示例。

示例性的,参见图 23,图 23 是本申请实施例提供的通信方法的第九种示意流程图。介绍当 AP 无法确定与之通信的一个或多个 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式时,如何保持该 AP 与这一个或多个 EMLSR 站点的通信不被中断。其中,第一 AP 既可以是单链路 AP,也可以是 AP MLD 中的一个 AP,本申请实施例不做限制。EMLSR 站点是 EMLSR non-AP MLD 中处于 EMLSR 模式的 non-AP STA。如图 23 所示,该通信方法包括但不限于以下步骤:

S11,第一 AP 在与 EMLSR non-AP MLD 进行帧交互的过程中,第一 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送要求回复的下行帧。

S12,当第一 AP 满足预设条件集合中的至少一个条件时,第一 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送初始控制帧。

其中,EMLSR non-AP MLD 中与第一 AP 关联的 non-AP STA 是 EMLSR 站点。

可选的,第一 AP 在与 EMLSR non-AP MLD 进行帧交互的过程中,第一 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送了一个要求回复的下行帧,比如下行数据帧,触发帧等。当第一 AP 满足预设条件集合中的至少一个条件时,第一 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送初始控制帧。可选的,第一 AP 下一个在第一链路上发送给该 EMLSR non-AP MLD 的帧是初始控制帧。

其中,预设条件集合包括:第一 AP 的下行帧发送失败,第一 AP 没有接收到回复,第一 AP 接收到回复但接收发生错误。也就是说,如果第一 AP 在与 EMLSR non-AP MLD 进行帧交互的过程中,第一 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送了一个要求回复的下行帧,但第一 AP 的下行帧发送失败,或第一 AP 没有接收到回复,或第一 AP 接收到回复但接收发生错误,则第一 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送初始控制帧(initial control frame,例如 MU-RTS 帧或 BSRP 帧)。

因为 EMLSR non-AP MLD 中的 EMLSR 站点在执行侦听操作时接收到一个来自 AP 的初始控制帧后,EMLSR non-AP MLD 会将其他链路上的空间流/天线切换到这个 EMLSR 站点所工作的链路上,与 AP 进行帧交互。切换后这个 EMLSR 站点所工作的链路上的空间流就有多。又因为当 AP 向该 EMLSR non-AP MLD 发送一个要求回复的下行帧,但该下行帧发送失败,或 AP 没有接收到回复,或 AP 接收到回复但接收发生错误时,AP 无法判断 EMLSR non-AP MLD(中的 EMLSR 站点)是否切换回侦听模式。所以,在此情况下,AP 再次向 EMLSR non-AP MLD 发送初始控制帧,如果此时 EMLSR non-AP MLD(中的 EMLSR 站点)已切换回侦听模式,则当 EMLSR non-AP MLD(中的 EMLSR 站点)再次接收到该初始控制帧时,EMLSR non-AP MLD 就会将其他链路上的空间流/天线再次切换到这个 EMLSR 站点所工作的链路上,与 AP 进行帧交互。如果此时 EMLSR non-AP MLD(中的 EMLSR 站点)没有切换回侦听模式,则当 EMLSR non-AP MLD(中的 EMLSR 站点)再次接收到该初始控制帧时,EMLSR

non-AP MLD 会保持这个 EMLSR 站点所工作的链路上的多空间流，即防止 EMLSR non-AP MLD 切换回侦听模式。

因此，在一些 AP 无法确定一个或多个 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式的场景下，通过约束 AP 再次发送初始控制帧，以使通信可以继续而不被中断。

参见图 24，图 24 是本申请实施例提供的通信方法的第十种示意图。其中，第一 AP 既可以是单链路 AP，也可以是 AP MLD 中的一个 AP，本申请实施例不做限制。EMLSR 站点是 EMLSR non-AP MLD 中处于 EMLSR 模式的 non-AP STA。如图 24 所示，该通信方法包括但不限于以下步骤：

S21，EMLSR non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时接收到 AP 发送的初始控制帧后，EMLSR non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与 AP 进行帧交互。

S22，当 EMLSR non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，EMLSR non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的，以 EMLSR non-AP MLD 共有两条链路为例，分别是第一链路和第二链路，并且 EMLSR non-AP MLD 中工作在第一链路上的站点是 EMLSR 站点。当 EMLSR non-AP MLD（或处于 EMLSR 模式的 non-AP MLD）分别在第一链路和第二链路上执行侦听操作（listening operation）时，在第一链路上接收到来自 AP 的初始控制帧（比如 MU-RTS 帧或 BSRP 帧等），这个支持 EMLSR non-AP MLD 就将其他链路（这里是第二链路）上的空间流/天线切换到该第一链路上，与该 AP 进行帧交互。切换后第一链路上的空间流有多个。当 EMLSR non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时，EMLSR non-AP MLD 将该第一链路上的部分空间流/天线切换回第二链路，并分别在第一链路和第二链路上进行侦听操作。可选的，当 non-AP MLD 判断满足预设条件集合中的任一个预设条件时，non-AP MLD 将（shall）在 EMLSR 转换时延（EMLSR Transition Delay）时长后切换回到侦听操作（switch back to the listening operation）。换句话说，如果满足以下任意条件，处于 EMLSR 模式的 non-AP MLD（或 EMLSR 站点）切换回侦听模式：

- 该 non-AP MLD 上接收到初始控制帧的站点在 $a \text{ SIFS Time} + a \text{ Slot Time} + a \text{ RxPHY Start Delay}$ 时间内没有收到物理层开始接收指示原语（PHY-RXSTART.indication primitive）。时间计算从该站点发送回复给关联的 AP MLD 上的 AP 的 PPDU 的结束时刻开始，该 PPDU 是回复最近接收到的该 AP 的帧；或，时间计算从该站点接收该 AP 发送的 PPDU 的结束时刻开始，该 PPDU 不要求立即回复。

- 该 non-AP MLD 上接收到初始控制帧的站点在 $a \text{ SIFS Time} + a \text{ Slot Time} + a \text{ RxPHY Start Delay}$ 时间内收到 PHY-RXSTART.indication primitive，时间计算同上一个条件的的时间计算规则，此处不再赘述；并且该 PPDU 不是：单播给该站点的帧，或用户信息（User Info）域指示发给该站点的触发帧，或（与该站点）关联的 AP 发送的 CTS-to-self 帧，或每关联标识流量标识信息（Per Association ID Traffic ID Information，Per AID TID Info）指示发给该站点的多站点块确认（Multi-STA Block Ack）帧，或站点信息（STA Info）域指示发给该站点的 VHT/HE/EHT 空数据分组（null data packet，NDP）宣告（Announcement）帧，或（其他站点）发送给该 AP 的 BA 帧，或该 AP 发送的单播 BAR 帧。

- 该 non-AP MLD 上接收到初始控制帧的站点没有回复最近接收到的帧，该帧由关联的 AP MLD 上的 AP 发送，且要求在 SIFS 后立即回复。

可以理解的，本申请实施例中的预设条件集合包括上述一个或多个条件。

本申请实施例通过提供一些 EMLSR non-AP MLD 切换回侦听模式的约束条件,有利于节省 EMLSR non-AP MLD 的功耗,避免对切换条件不清楚而反复切换。且有利于提高 AP 的调度灵活性,可以防止 AP 由于不确定 EMLSR non-AP MLD 是否切换回侦听模式而持续发包给该 EMLSR non-AP MLD 进行测试。换句话说,有利于 AP 继续调度 EMLSR non-AP MLD,消除不确定性。

但是,在上述 EMLSR non-AP MLD 的切换规则(即 EMLSR non-AP MLD 切换回侦听模式的约束条件)下可能存在问题。比如,在上述第三个条件下(即“该 non-AP MLD 上接收到初始控制帧的站点没有回复最近接收到的帧,该帧由关联的 AP MLD 上的 AP 发送,且要求在 SIFS 后立即回复”),如果与 EMLSR non-AP MLD 关联的 AP MLD 上的 AP 没有收到 EMLSR non-AP MLD 的回复,则一种可能是:该 AP 推测该 EMLSR non-AP MLD 没有回复,并已经切换回侦听模式。另一种可能是:EMLSR non-AP MLD 回复了最近接收到的帧,但该回复失败(例如发生碰撞导致 AP 没有收到),此时该 EMLSR non-AP MLD 没有切换回侦听模式。所以,在上述第三个条件下,AP 侧可能无法确定该 EMLSR non-AP MLD 是否切换回侦听模式,从而可能导致该 AP 无法继续与 EMLSR non-AP MLD 中的 EMLSR 站点进行通信的问题。

另外,在其他的一些场景下,也可能因为 AP 的帧发送或者帧接收出现问题,导致 AP 无法确定一个或多个 EMLSR 站点是否切换回侦听模式。

比如,AP 发送要求一个或多个站点(包括 EMLSR 站点)回复的下行帧,例如下行数据帧,触发帧等,发生以下任意情况:AP 的下行帧发送失败,或 AP 没有接收到回复,或 AP 接收到回复但接收发生错误(比如全部站点回复的帧接收错误或者部分站点回复的帧接收错误)。

又如,AP 发送单播 BAR 帧给某个站点。这是因为 AP 与一个或多个站点(包括至少一个 EMLSR 站点)通信时,可能存在隐藏节点的问题,所以当 AP 发送单播 BAR 帧给某个站点(比如第一站点),无论该站点回复的 BA 是否成功,AP 都可能无法确定 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式。AP 无法确定的原因包括但不限于:

站点回复的 BA 失败,可能是第一站点没有回复 BA,则 EMLSR 站点(非第一站点)切换回侦听模式。也可能是第一站点回复了 BA 但 AP 接收失败,此时还有两种情况:EMLSR 站点(非第一站点)听到该 BA,则不切换回侦听模式;或第一站点是 EMLSR 站点(非第一站点)的隐藏节点,没有听到该 BA,则切换回侦听模式。

站点回复的 BA 成功,EMLSR 站点(非第一站点)听到该 BA,则不切换回侦听模式;或第一站点是 EMLSR 站点(非第一站点)的隐藏节点,没有听到该 BA,则切换回侦听模式。

参见图 25,图 25 是本申请实施例提供的 AP 与多个站点通信时存在隐藏节点的示意图。其中,假设 STA1 和 STA2 是 EMLSR 站点,STA3 是隐藏节点(这里假设 STA3 是传统站点,如 VHT 站点),STA1 侦听不到 STA3 的传输。如图 25 所示,AP 向 STA1 和 STA2 发送 BSRP 帧,STA1 和 STA2 回复 BSR 帧。因为 STA1 和 STA2 是 EMLSR 站点,则当 STA1 接收到该 BSRP 帧后,STA1 所属的 EMLSR non-AP MLD 将其他链路上的空间流/天线切换到该 STA1 工作的链路上,与该 AP 进行帧交互。同理,当 STA2 接收到该 BSRP 帧后,STA2 所属的 EMLSR non-AP MLD 也会将其他链路上的空间流/天线切换到该 STA2 工作的链路上,与该 AP 进行帧交互。在第一次多用户传输过程中,AP 发送 DL MU PPDU 给 STA1,STA2 以及 STA3,AP 再发 MU BAR 帧给 STA1 和 STA2,STA1 和 STA2 收到 MU BAR 帧后,分别向 AP 回复 BA 帧(图 25 中的 BA1 和 BA2)。因为 STA3 是传统站点,它不能响应 MU BAR 帧。所以,

AP 再给 STA3 发送单播 BAR 帧, STA3 接收到该 BAR 帧后, 回复 BA3。又因为 STA3 是隐藏节点, STA1 侦听不到 STA3 的传输, 所以当 STA 3 传输 BA 3 时, STA 1 侦听不到 BA3, STA1 就可能会切换回侦听模式 (这是因为 STA1 会认为信道是空闲的, 当空闲一段时间后, STA1 就会切换回侦听模式)。但是, 因为 AP 不知道 STA 1 是否能侦听到 STA 3 的传输, 也就是说 AP 不知道 STA 1 是否切换回侦听模式。所以, 在 AP 的第二次多用户传输过程中, AP 发送 DL MU PPDU 给 STA1, STA2 以及其他站点, 但 STA1 可能已经切换回侦听模式了, 那么 STA1 就无法接收到该 DL MU PPDU, AP 与 STA1 的通信就不能继续进行。

因此, 基于上述 AP 无法确定一个或多个 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式的问题, 本申请实施例提出以下方案:

如果 AP 无法确定与之通信的 EMLSR 站点 (或 EMLSR non-AP MLD) 是否已切换回侦听模式, 则 AP 再次发送初始控制帧给该 EMLSR 站点 (EMLSR non-AP MLD)。或者, 如果 AP 无法确定 EMLSR non-AP MLD 中工作在第一链路上的 EMLSR 站点是否已切换回侦听模式, 则 AP 再次在该第一链路上发送初始控制帧给该 EMLSR 站点。或者, 如果 AP 无法确定与之通信的 EMLSR 站点 (或 EMLSR non-AP MLD) 是否已切换回侦听模式, 并且 AP 想要继续与该 EMLSR 站点进行通信, 则 AP 再次发送初始控制帧给该 EMLSR 站点 (EMLSR non-AP MLD)。

参见图 26, 图 26 是本申请实施例提供的存在隐藏节点时 AP 与 EMLSR 站点保持继续通信的示意图。假设 STA1 和 STA2 是 EMLSR 站点, STA3 是隐藏节点 (这里假设 STA3 是传统站点, 如 VHT 站点), STA1 侦听不到 STA3 的传输。如图 26 所示, AP 向 STA1 和 STA2 发送 BSRP 帧, STA1 和 STA2 回复 BSR 帧。AP 发送 DL MU PPDU 给 STA1, STA2 以及 STA3, AP 再发 MU BAR 帧给 STA1 和 STA2, STA1 和 STA2 收到 MU BAR 帧后, 分别向 AP 回复 BA 帧 (图 26 中的 BA1 和 BA2)。因为 STA3 是传统站点, 它不能响应 MU BAR 帧。所以, AP 再给 STA3 发送单播 BAR 帧, STA3 接收到该 BAR 帧后, 回复 BA3。又因为 STA3 是隐藏节点, STA1 侦听不到 STA3 的传输, 所以当 STA 3 传输 BA 3 时, STA 1 侦听不到 BA3, STA1 就可能会切换回侦听模式 (这是因为 STA1 会认为信道是空闲的, 当空闲一段时间后, STA1 就会切换回侦听模式)。如果 AP 想要继续与 STA1 进行通信, 或者说 AP 还有发送给 STA1 的数据, 则 AP 可以再次发送初始控制帧给 STA1 和 STA2。

这样, 如果 EMLSR 站点已切换回侦听模式, 则当该 EMLSR 站点再次接收到该初始控制帧时, 该 EMLSR 站点所属的 EMLSR non-AP MLD 就会将其他链路上的空间流/天线再次切换到该 EMLSR 站点所工作的链路上, 与 AP 进行帧交互。如果 EMLSR 站点没有切换回侦听模式, 则当该 EMLSR 站点再次接收到该初始控制帧时, 该 EMLSR 站点所属的 EMLSR non-AP MLD 会保持这个 EMLSR 站点所工作的链路上的多空间流, 即防止 EMLSR non-AP MLD 切换回侦听模式。从而使通信可以继续进行而不被中断。

上述内容详细阐述了本申请提供的方法, 为了便于实施本申请实施例的上述方案, 本申请实施例还提供了相应的装置或设备。

本申请实施例可以根据上述方法示例对接入点和 non-AP MLD 进行功能模块的划分, 例如, 可以对应各个功能划分各个功能模块, 也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是, 本申请实施例中对模块的划分是示意性的, 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。下面将结合图 27 至图 29 详细描述本申请实施例的通信装置。

其中，该通信装置是接入点或 non-AP MLD，进一步的，该通信装置可以为 AP 中的装置；或者，该通信装置为 non-AP MLD 中的装置。

在采用集成的单元的情况下，参见图 27，图 27 是本申请实施例提供的通信装置 1 的结构示意图。如图 27 所示，该通信装置 1 包括切换单元 11，和收发单元 12。

第一种设计中，该通信装置 1 可以为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元 11，用于在第一链路上执行侦听操作时接收到第一接入点 AP 发送的第一帧后，将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互，non-AP MLD 支持 EML；切换单元 11，还用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，该预设条件集合包括第一预设条件，该第一预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个无线帧，该无线帧的 TA 与发起当前 TXOP 的帧的 TA 不同；且该无线帧不是上行单播的控制帧，或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，该上行单播的控制帧包括 BA 帧。

可选的，如果 non-AP MLD 支持增强多链路单无线电 EMLSR，该第一帧为初始控制帧；或，如果 non-AP MLD 支持增强多链路多无线电 EMLMR，该第一帧为初始帧。

第二种设计中，该通信装置 1 可以为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元 11，用于在第一链路上执行侦听操作时接收到第一接入点 AP 发送的第一帧后，将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互，non-AP MLD 支持 EML；切换单元 11，还用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，该预设条件集合包括第二预设条件，该第二预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个单播帧，该单播帧的目的地址是其他站点；且该单播帧不是单播的控制帧；该其他站点为除 non-AP MLD 中工作在该第一链路上的站点外的站点。

第三种设计中，该通信装置 1 可以为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元 11，用于在第一链路上执行侦听操作时接收到第一接入点 AP 发送的第一帧后，将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互，non-AP MLD 支持 EML；切换单元 11，还用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，该第三预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个 TXOP 所有者发送的触发帧，且该触发帧中不存在 non-AP MLD 的用户信息域或该触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

其中，上述切换单元 11 也可以称为处理单元。

应理解，第一种至第三种设计中的通信装置 1 可对应执行实施例一，并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例一中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第四种设计中，该通信装置 1 可以为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12，用于在第一链路上执行侦听操作时接收第一帧；收发单元 12，还用于在第一链路上执行侦听操作时成功接收到第一帧之后、且 non-AP MLD 与 non-AP MLD 中第一站点关联的第一 AP 的帧交互结束之前，在该第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU，

该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU；切换单元 11，用于当 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，该广播帧携带的接收地址为广播地址，该组播帧携带的接收地址为组播地址。该第一类 PPDU 携带指示信息，该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方。non-AP MLD 支持 EML，该第一帧用于指示 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上进行帧交互。该预设条件集合包括第一预设条件，该第一预设条件为：non-AP MLD 在该第一链路上接收到一个无线帧，该无线帧的发送地址与发起当前 TXOP 的帧的发送地址不同；且该无线帧不是上行单播的控制帧，或该无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，该上行单播的控制帧包括 BA 帧。

可选的，如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，该第一帧为初始控制帧；或，如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，该第一帧为初始帧。

可选的，上述第一类 PPDU 包括用于触发的帧，该用于触发的帧用于调度该 non-AP MLD 发送基于触发的物理层协议数据单元 TB PPDU。上述收发单元 12，还用于在该第一链路上采用多空间流发送该 TB PPDU。

其中，上述切换单元 11 也可以称为处理单元。

应理解，第四种设计中的通信装置 1 可对应执行实施例三，并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例三中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第五种设计中，该通信装置 1 可以为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧；切换单元 11，用于将各条链路上的空间流切换到该第一链路；切换单元 11，还用于在第一链路上接收到第一 AP 发送的第一帧并将各条链路上的空间流切换到该第一链路后，若 non-AP MLD 确定该第一帧交互失败，则将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。其中，non-AP MLD 支持 EML。

可选的，如果 non-AP MLD 支持 EMLSR，该第一帧为初始控制帧；或，如果 non-AP MLD 支持 EMLMR，该第一帧为初始帧。

可选的，上述通信装置 1 还可以包括确定单元 13。该确定单元 13，用于当 non-AP MLD 从接收到该第一帧的时刻开始，在第一时长内满足预设条件集合中任一个预设条件时，确定该第一帧交互失败。

其中，上述切换单元 11 和上述确定单元 13 可以集成在一个模块上，比如处理模块。

应理解，第五种设计中的通信装置 1 可对应执行实施例四，并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例四中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第六种设计中，该通信装置 1 可以为第一 non-AP MLD 或第一 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12，用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，该第一帧携带第二时长，该第二时长的起始时刻为该第一 non-AP MLD 接收该第一帧的结束时刻，第一 non-AP MLD 支持 EML，该第一帧用于指示该第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互；切换单元 11，用于在该第二时长后，将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的,如果 non-AP MLD 支持 EMLSR,该第一帧为初始控制帧;或,如果 non-AP MLD 支持 EMLMR,该第一帧为初始帧。

其中,上述切换单元 11 也可以称为处理单元。

应理解,第六种设计中的通信装置 1 可对应执行实施例五,并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例五中第一 non-AP MLD 的相应操作,为了简洁,在此不再赘述。

第七种设计中,该通信装置 1 可以为第一 non-AP MLD 或第一 non-AP MLD 中的芯片,比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12,用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧;切换单元 11,用于将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互,第一 non-AP MLD 支持 EML;收发单元 12,还用于在该第一链路上采用多空间流接收第二帧,该第二帧中包括更多数据子域;切换单元 11,还用于当该第二帧中更多数据子域的取值为 0 时,将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

其中,上述切换单元 11 也可以称为处理单元。

应理解,第七种设计中的通信装置 1 可对应执行实施例七,并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例七中第一 non-AP MLD 的相应操作,为了简洁,在此不再赘述。

第八种设计中,该通信装置 1 可以为第一 non-AP MLD 或第一 non-AP MLD 中的芯片,比如 Wi-Fi 芯片等。收发单元 12,用于在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧;切换单元 11,用于将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与该第一 AP 进行帧交互,第一 non-AP MLD 支持 EML;收发单元 12,还用于在该第一链路上接收第三帧,该第三帧中包括服务期结束 EOSP 子域,该 EOSP 子域设置为 1;切换单元 11,还用于将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

其中,上述切换单元 11 也可以称为处理单元。

应理解,第八种设计中的通信装置 1 可对应执行实施例八,并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例八中第一 non-AP MLD 的相应操作,为了简洁,在此不再赘述。

参见图 28,图 28 是本申请实施例提供的通信装置 2 的结构示意图。该通信装置 2 可以为第一 AP 或第一 AP 中的芯片,比如 Wi-Fi 芯片等。如图 28 所示,该通信装置 2 包括第一单元 21,可选的包括处理单元 22。

第一种设计中,第一单元 21,用于在第一链路上成功发送第一帧之后,且与第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前,在该第一链路上与该 N 个站点进行帧交互时采用第一类 PPDU,该第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU,该 N 个站点中存在至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EML;该广播帧携带的接收地址为广播地址,该组播帧携带的接收地址为组播地址,该第一类 PPDU 携带指示信息,该指示信息用于指示该第一链路上的站点作为接收方。应理解,第一单元 21 用于实现收发功能,该第一单元 21 还可以称为收发单元。

可选的,处理单元 22,用于生成第一类 PPDU。

可选的,如果上述至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EMLSR,该第一帧为初始控制

帧；或，如果上述至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EMLMR，该第一帧为初始帧。

应理解，第一种设计中的通信装置 2 可对应执行实施例二或三，并且该通信装置 2 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例二或三中第一 AP 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第二种设计中，第一单元 21，用于在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一单元 21，还用于在该第一链路上发送第二帧，该第二帧中包括更多数据子域；当该更多数据子域取值为 0 时，用于指示第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

可选的，处理单元 22，用于生成第一帧和数据帧。

应理解，第二种设计中的通信装置 2 可对应执行实施例七，并且该通信装置 2 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例七中第一 AP 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第三种设计中，第一单元 21，用于在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到该第一链路上与第一 AP 进行帧交互；第一单元 21，还用于在该第一链路上发送第三帧，该第三帧中包括 EOSP 子域，该 EOSP 子域设置为 1，用于指示第一 non-AP MLD 将该第一链路上的空间流切换回该各条链路进行侦听操作。

应理解，第三种设计中的通信装置 2 可对应执行实施例八，并且该通信装置 2 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例八中第一 AP 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

以上介绍了本申请实施例的 AP 和 non-AP MLD，以下介绍所述 AP 和 non-AP MLD 可能的产品形态。应理解，但凡具备上述图 27 所述的 non-AP MLD 的功能的任何形态的产品，但凡具备上述图 28 所述的 AP 的功能的任何形态的产品，都落入本申请实施例的保护范围。还应理解，以下介绍仅为举例，不限制本申请实施例的 AP 和 non-AP MLD 的产品形态仅限于此。

作为一种可能的产品形态，本申请实施例所述的 AP 和 non-AP MLD/STA，可以由一般性的总线体系结构来实现。

为了便于说明，参见图 29，图 29 是本申请实施例提供的通信装置 1000 的结构示意图。该通信装置 1000 可以为 AP 或 STA，或其中的芯片。图 29 仅示出了通信装置 1000 的主要部件。除处理器 1001 和通信接口 1002 之外，所述通信装置还可以进一步包括存储器 1003、以及输入输出装置（图未示意）。

处理器 1001 主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对整个通信装置进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。存储器 1003 主要用于存储软件程序和数据。通信接口 1002 可以包括控制电路和天线，控制电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

当通信装置开机后，处理器 1001 可以读取存储器 1003 中的软件程序，解释并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据。当需要通过无线发送数据时，处理器 1001 对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到通信装置时，射频电路通过天线接

收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器 1001，处理器 1001 将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

可选的，存储器 1003 可以位于处理器 1001 中。

在另一种实现中，所述的射频电路和天线可以独立于进行基带处理的处理器而设置，例如在分布式场景中，射频电路和天线可以与独立于通信装置，呈拉远式的布置。

其中，处理器 1001、通信接口 1002、以及存储器 1003 可以通过通信总线连接。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例一中 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 7 中步骤 S101 和步骤 S102，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于接收图 7 中的第一帧，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例二中第一 AP 的功能：处理器 1001 可以用于生成图 8 中步骤 S201 发送的第一类 PPDU，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于执行图 8 中步骤 S201，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例三中 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 9 中步骤 S303，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于执行图 9 中步骤 S302，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例三中第一 AP 的功能：处理器 1001 可以用于生成图 9 中步骤 S301 发送的第一类 PPDU，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于执行图 9 中步骤 S301，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例四中 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 10 中步骤 S401 和步骤 S402，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于接收图 10 中的第一帧，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例五中第一 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 12 中步骤 S503，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于接收图 12 中步骤 S502，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例五中第一 AP 的功能：处理器 1001 可以用于生成图 12 中步骤 S501 发送的第一帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于执行图 12 中步骤 S501，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例六中 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 15 中步骤 S601 和步骤 S602，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于接收图 15 中步骤 S601 的第一帧，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例七中第一 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 17 中步骤 S702 和步骤 S705，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于执行图 17 中步骤 S704，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例七中第一 AP 的功能：处理器 1001 可以用于生成图 17 中步骤 S701 发送的第一帧和步骤 S703 发送的数据帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；通信接口 1002 可以用于执行图 17 中步骤 S701 和步骤 S703，

和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中,通信装置 1000 可以用于执行前述实施例八中第一 non-AP MLD 的功能:处理器 1001 可以用于执行图 20 中步骤 S802 和步骤 S805, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程;通信接口 1002 可以用于执行图 20 中步骤 S804, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中,通信装置 1000 可以用于执行前述实施例八中第一 AP 的功能:处理器 1001 可以用于生成图 20 中步骤 S801 发送的第一帧和步骤 S803 发送的第二帧, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程;通信接口 1002 可以用于执行图 20 中步骤 S801 和步骤 S803, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中,通信装置 1000 可以用于执行前述实施例九中 non-AP MLD 的功能:处理器 1001 可以用于执行图 21 中步骤 S901, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程;通信接口 1002 可以用于执行图 21 中步骤 S902, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中,通信装置 1000 可以用于执行前述实施例九中第一 AP 的功能:处理器 1001 可以用于执行图 21 中步骤 S904, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程;通信接口 1002 可以用于执行图 21 中步骤 S903, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中,通信装置 1000 可以用于执行前述实施例十中 STA 的功能:处理器 1001 可以用于执行图 22 中步骤 S1, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程;通信接口 1002 可以用于执行图 22 中步骤 S2, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中,通信装置 1000 可以用于执行前述实施例十中 AP 的功能:处理器 1001 可以用于执行图 22 中步骤 S4, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程;通信接口 1002 可以用于执行图 22 中步骤 S3, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

在上述任一种设计中,处理器 1001 中可以包括用于实现接收和发送功能的通信接口。例如该通信接口可以是收发电路,或者是接口,或者是接口电路。用于实现接收和发送功能的收发电路、接口或接口电路可以是分开的,也可以集成在一起。上述收发电路、接口或接口电路可以用于代码/数据的读写,或者,上述收发电路、接口或接口电路可以用于信号的传输或传递。

在上述任一种设计中,处理器 1001 可以存有指令,该指令可为计算机程序,计算机程序在处理器 1001 上运行,可使得通信装置 1000 执行上述任一实施例中描述的方法。计算机程序可能固化在处理器 1001 中,该种情况下,处理器 1001 可能由硬件实现。

在一种实现方式中,通信装置 1000 可以包括电路,所述电路可以实现前述任一实施例中发送或接收或者通信的功能。本申请中描述的处理器和通信接口可实现在集成电路(integrated circuit, IC)、模拟 IC、无线射频集成电路(radio frequency integrated circuit, RFIC)、混合信号 IC、专用集成电路(application specific integrated circuit, ASIC)、印刷电路板(printed circuit board, PCB)、电子设备等上。该处理器和通信接口也可以用各种 IC 工艺技术来制造,例如互补金属氧化物半导体(complementary metal oxide semiconductor, CMOS)、N 型金属氧化物半导体(nMetal-oxide-semiconductor, NMOS)、P 型金属氧化物半导体(positive channel metal oxide semiconductor, PMOS)、双极结型晶体管(bipolar junction transistor, BJT)、双极 CMOS(BiCMOS)、硅锗(SiGe)、砷化镓(GaAs)等。

本申请中描述的通信装置的范围并不限于此,而且通信装置的结构可以不受图 29 的限制。通信装置可以是独立的设备或者可以是较大设备的一部分。例如所述通信装置可以是:

(1) 独立的集成电路 IC, 或芯片, 或, 芯片系统或子系统;

(2) 具有一个或多个 IC 的集合, 可选的, 该 IC 集合也可以包括用于存储数据, 计算机程序的存储部件;

(3) ASIC, 例如调制解调器 (Modem);

(4) 可嵌入在其他设备内的模块;

(5) 接收机、终端、智能终端、蜂窝电话、无线设备、手持机、移动单元、车载设备、网络设备、云设备、人工智能设备等等;

(6) 其他等等。

作为一种可能的产品形态, 本申请实施例所述的 AP 和 non-AP MLD/STA, 可以由通用处理器来实现。

实现 non-AP MLD 的通用处理器包括处理电路和与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例一中 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 7 中步骤 S101 和步骤 S102, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于接收图 7 中的第一帧, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例三中 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 9 中步骤 S303, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于执行图 9 中步骤 S302, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例四中 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 10 中步骤 S401 和步骤 S402, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于接收图 10 中的第一帧, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例六中 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 15 中步骤 S601 和步骤 S602, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于接收图 15 中步骤 S601 的第一帧, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例九中 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 21 中步骤 S901, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于执行图 21 中步骤 S902, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

实现第一 non-AP MLD 的通用处理器包括处理电路和与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例五中第一 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 12 中步骤 S503, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于接收图 12 中步骤 S502, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例七中第一 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 17 中步骤 S702 和步骤 S705, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于执行图 17 中步骤 S704, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通用处理器可以用于执行前述实施例八中第一 non-AP MLD 的功能。具体地, 处理电路可以用于执行图 20 中步骤 S802 和步骤 S805, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 输入输出接口可以用于执行图 20 中步骤 S804, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

其它过程。

实现 STA 的通用处理器包括处理电路和与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口。具体的，通用处理器可以用于执行前述实施例中 STA 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 22 中步骤 S1，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 22 中步骤 S2，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

实现 AP 的通用处理器包括处理电路和与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口。

一种设计中，通用处理器可以用于执行前述实施例二中第一 AP 的功能。具体地，处理电路可以用于生成图 8 中步骤 S201 发送的第一类 PPDU，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 8 中步骤 S201，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通用处理器可以用于执行前述实施例三中第一 AP 的功能。具体地，处理电路可以用于生成图 9 中步骤 S301 发送的第一类 PPDU，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 9 中步骤 S301，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通用处理器可以用于执行前述实施例七中第一 AP 的功能。具体地，处理电路可以用于生成图 17 中步骤 S701 发送的第一帧和步骤 S703 发送的数据帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 17 中步骤 S701 和步骤 S703，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通用处理器可以用于执行前述实施例八中第一 AP 的功能。具体地，处理电路可以用于生成图 20 中步骤 S801 发送的第一帧和步骤 S803 发送的第二帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 20 中步骤 S801 和步骤 S803，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通用处理器可以用于执行前述实施例九中第一 AP 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 21 中步骤 S904，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 21 中步骤 S903，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，通用处理器可以用于执行前述实施例十中 AP 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 22 中步骤 S4，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 22 中步骤 S3，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

应理解，上述各种产品形态的通信装置，具有上述任一实施例中 AP 或 non-AP MLD 的任意功能，此处不再赘述。

本申请实施例还提供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代码，当上述处理器执行该计算机程序代码时，电子设备执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供一种通信装置，该装置可以以芯片的产品形态存在，该装置的结构中包括处理器和接口电路，该处理器用于通过接收电路与其它装置通信，使得该装置执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供一种无线通信系统，包括 AP 和 non-AP MLD，该 AP 和 non-AP MLD 可以执行前述任一实施例中的方法。

结合本申请公开内容所描述的方法或者算法的步骤可以硬件的方式来实现，也可以是由处理器执行软件指令的方式来实现。软件指令可以由相应的软件模块组成，软件模块可以被

存放于随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM)、闪存、可擦除可编程只读存储器 (Erasable Programmable ROM, EPROM)、电可擦可编程只读存储器 (Electrically EPROM, EEPROM)、寄存器、硬盘、移动硬盘、只读光盘 (CD-ROM) 或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器, 从而使处理器能够从该存储介质读取信息, 且可向该存储介质写入信息。当然, 存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外, 该 ASIC 可以位于核心网接口设备中。当然, 处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于核心网接口设备中。

本领域技术人员应该可以意识到, 在上述一个或多个示例中, 本申请所描述的功能可以用硬件、软件、固件或它们的任意组合来实现。当使用软件实现时, 可以将这些功能存储在计算机可读介质中或者作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。计算机可读介质包括计算机可读存储介质和通信介质, 其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

以上所述的具体实施方式, 对本申请的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明, 所应理解的是, 以上所述仅为本申请的具体实施方式而已, 并不用于限定本申请的保护范围, 凡在本申请的技术方案的基础之上, 所做的任何修改、等同替换、改进等, 均应包括在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种通信方法，其特征在于，包括：

非接入点多链路设备 non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时接收到第一接入点 AP 发送的第一帧后，所述 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互，所述 non-AP MLD 支持增强多链路 EML；

当所述 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，所述 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作；

其中，所述预设条件集合包括第一预设条件，所述第一预设条件为：所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个无线帧，所述无线帧的发送地址 TA 与发起当前传输机会 TXOP 的帧的发送地址不同；且所述无线帧不是上行单播的控制帧，或所述无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧，所述上行单播的控制帧包括块确认 BA 帧。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述 non-AP MLD 支持增强多链路单无线电 EMLSR，所述第一帧为初始控制帧；

或，所述 non-AP MLD 支持增强多链路多无线电 EMLMR，所述第一帧为初始帧。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述上行单播的控制帧还包括节能轮询 PS-Poll 帧。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法，其特征在于，所述用于报告的帧包括以下一项或多项：压缩波束成形报告 CQI 帧，包含波束成形报告 BFR 的帧，包含缓冲区状态报告 BSR 的帧，包含带宽询问报告 BQR 的帧，包含空数据包反馈报告 NFR 的帧。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的方法，其特征在于，所述预设条件集合还包括第二预设条件，所述第二预设条件为：所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个单播帧，所述单播帧的目的地址是其他站点；且所述单播帧不是单播的控制帧；所述其他站点为除所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点外的站点。

6. 一种通信方法，其特征在于，包括：

non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时接收到第一 AP 发送的第一帧后，所述 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互，所述 non-AP MLD 支持 EML；

当所述 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时，所述 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作；

其中，所述预设条件集合包括第二预设条件，所述第二预设条件为：所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个单播帧，所述单播帧的目的地址是其他站点；且所述单播帧不是单播的控制帧；所述其他站点为除所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点外的站点。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的方法, 其特征在于, 所述单播的控制帧包括块确认请求 BAR 帧。

8. 根据权利要求 5-7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述单播的控制帧包括以下一项或多项: 确认 ACK 帧、波束成形报告轮询 BFRP 帧、空数据包宣告 NDPA 帧。

9. 根据权利要求 5-8 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述单播的控制帧包括单播的触发帧;

所述单播的触发帧包括以下一项或多项: 多用户块确认请求 MU-BAR 帧, 缓冲区状态报告轮询 BSRP 帧, 触发类型的 BFRP 帧, 多用户请求发送 MU-RTS 帧, 带宽询问报告轮询 BQRP 帧, 空数据包反馈报告轮询 NFRP 帧。

10. 根据权利要求 1-9 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预设条件集合还包括第三预设条件, 所述第三预设条件为: 所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个 TXOP 所有者发送的触发帧, 且所述触发帧中不存在所述 non-AP MLD 的用户信息域或所述触发帧中不存在指示用于上行正交频分多址接入 OFDMA 随机接入的关联标识。

11. 一种通信方法, 其特征在于, 包括:

非接入点多链路设备 non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时接收到第一接入点 A P 发送的第一帧后, 所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一接入点 AP 进行帧交互, 所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 支持增强多链路 EML;

当所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时, 所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作;

其中, 所述预设条件集合包括第三预设条件, 所述第三预设条件为: 所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个触发帧, 且所述触发帧中不存在所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 的用户信息域。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的方法, 其特征在于, 所述触发帧包括以下一项或多项: 多用户请求发送 MU-RTS 帧, 缓冲区状态报告轮询 BSRP 帧。

13. 根据权利要求 1-12 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件:

所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧;

所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个高效多用户物理层协议数据单元 HE MU PPDU, 所述 HE MU PPDU 中携带的基本服务集 BSS 颜色与所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同, 且所述 HE MU PPDU 中不包含任何资源单元 RU 的站点标识域指示所述非接入点多链路设备 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点作为所述 RU 的接收方或接收方之一, 且所述

非接入点多链路设备 non-AP MLD 最近一次从所述第一接入点 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0;

载波侦听机制指示所述第一链路对应的信道持续空闲时间达到发送点协调函数帧间间隔 TxPIFS 长度边界。

14. 一种通信方法, 其特征在于, 包括:

non-AP MLD 在第一链路上执行侦听操作时成功接收到第一帧之后、且所述 non-AP MLD 与所述 non-AP MLD 中第一站点关联的第一 AP 的帧交互结束之前, 所述 non-AP MLD 在所述第一链路上采用多空间流接收第一类物理层协议数据单元 PPDU, 所述第一类 PPDU 是多用户物理层协议数据单元 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU;

所述广播帧携带的接收地址为广播地址, 所述组播帧携带的接收地址为组播地址, 所述第一类 PPDU 携带指示信息, 所述指示信息用于指示所述第一链路上的站点作为接收方;

所述 non-AP MLD 支持 EML, 所述第一帧用于指示所述 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上进行帧交互;

当所述 non-AP MLD 满足预设条件集合中的任一个预设条件时, 所述 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作;

其中, 所述预设条件集合包括第一预设条件, 所述第一预设条件为: 所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个无线帧, 所述无线帧的发送地址与发起当前 TXOP 的帧的发送地址不同; 且所述无线帧不是上行单播的控制帧, 或所述无线帧不是上行单播的控制帧和用于报告的帧, 所述上行单播的控制帧包括 BA 帧。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述 Non-AP MLD 支持 EMLSR, 所述第一帧为初始控制帧;

或, 所述 non-AP MLD 支持 EMLMR, 所述第一帧为初始帧。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的方法, 其特征在于, 所述第一类 PPDU 包括用于触发的帧, 所述用于触发的帧用于调度所述 non-AP MLD 发送基于触发的物理层协议数据单元 TB PPDU;

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上采用多空间流接收第一类 PPDU 之后, 所述方法还包括:

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上采用多空间流发送所述 TB PPDU。

17. 根据权利要求 14-16 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述上行单播的控制帧还包括 PS-Poll 帧。

18. 根据权利要求 14-17 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述用于报告的帧包括以下一项或多项: CQI 帧, 包含 BFR 的帧, 包含 BSR 的帧, 包含 BQR 的帧, 包含 NFR 的帧。

19. 根据权利要求 14-18 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预设条件集合还包括第三预设条件, 所述第三预设条件为: 所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个 TXOP 所有者发送的触发帧, 且所述触发帧中不存在所述 non-AP MLD 的用户信息域或所述触发帧

中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

20. 根据权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 所述触发帧包括以下一项或多项: MU-RTS 帧, BSRP 帧。

21. 根据权利要求 14-20 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预设条件集合还包括以下一个或多个预设条件:

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个单播帧, 所述单播帧的目的地址是其他站点;

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个其他基本服务集的帧;

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上接收到一个 HE MU PPDU, 所述 HE MU PPDU 中携带的基本服务集 BSS 颜色与所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的第一站点所属的 BSS 的 BSS 颜色相同, 且所述 HE MU PPDU 中不包含任何 RU 的站点标识域指示所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的第一站点作为所述 RU 的接收方或接收方之一, 且所述 non-AP MLD 最近一次从所述第一 AP 接收到的 HE 操作元素中携带的 BSS 颜色禁止域取值为 0;

载波侦听机制指示所述第一链路对应的信道持续空闲时间达到 TxPIFS 长度边界。

22. 一种通信方法, 其特征在于, 包括:

第一接入点 AP 在第一链路上成功发送第一帧之后, 且与所述第一 AP 关联的 N 个站点的帧交互结束之前, 所述第一 AP 在所述第一链路上与所述 N 个站点进行帧交互时采用第一类 PPDU, 所述第一类 PPDU 是 MU PPDU、或包含广播帧或组播帧的 PPDU, 所述 N 个站点中存在至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EML;

所述广播帧携带的接收地址为广播地址, 所述组播帧携带的接收地址为组播地址, 所述第一类 PPDU 携带指示信息, 所述指示信息用于指示所述第一链路上的站点作为接收方。

23. 根据权利要求 22 所述的方法, 其特征在于, 所述至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EMLSR, 所述第一帧为初始控制帧;

或, 所述至少一个站点所属的 non-AP MLD 支持 EMLMR, 所述第一帧为初始帧。

24. 根据权利要求 22 或 23 所述的方法, 其特征在于, 所述第一类 PPDU 包括用于触发的帧, 所述用于触发的帧用于调度站点发送 TB PPDU。

25. 根据权利要求 14-24 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述指示信息用于指示所述第一链路上的站点作为接收方, 包括: 所述指示信息用于指示所述第一链路上的站点作为接收方之一。

26. 根据权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述指示信息为站点标识符。

27. 一种通信方法, 其特征在于, 包括:

non-AP MLD 在第一链路上接收到第一 AP 发送的第一帧并将各条链路上的空间流切换

到所述第一链路后，若所述 non-AP MLD 确定所述第一帧交互失败，则所述 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作，所述 non-AP MLD 支持 EML。

28. 根据权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述 non-AP MLD 支持 EMLSR，所述第一帧为初始控制帧；

或，所述 non-AP MLD 支持 EMLMR，所述第一帧为初始帧。

29. 根据权利要求 27 或 28 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若所述 non-AP MLD 从接收到所述第一帧的时刻开始，在第一时长内满足预设条件集合中任一预设条件，则所述 non-AP MLD 确定所述第一帧交互失败。

30. 根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，所述预设条件集合包括以下一个或多个预设条件：

所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点在所述第一时长内未接收到 PPDU；

所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点在所述第一时长内接收到的第一个 PPDU 是其他 BSS 的 PPDU；

所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点在所述第一时长内接收到的第一个 PPDU 是上行 PPDU；

所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点在所述第一时长内接收到的第一个 PPDU 是所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点所属的 BSS 内的下行 PPDU，且所述下行 PPDU 中站点标识域指示的接收方不是所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点；

所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点在所述第一时长内接收到的第一个 PPDU 包含一个单播地址的帧且该帧的接收地址不是所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点，或者所述第一个 PPDU 包含一个触发帧且所述触发帧中任何一个用户信息域中的关联标识均与所述 non-AP MLD 中工作在所述第一链路上的站点的关联标识不一致，或者所述触发帧中不存在指示用于上行 OFDMA 随机接入的关联标识。

31. 根据权利要求 29 或 30 所述的方法，其特征在于，所述第一时长基于时间最小值确定，所述时间最小值为以下其中一项：

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}} + t_{\text{MPDU}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + 2t_{\text{SIFS}} + t_{\text{preamble}};$$

$$\Delta T_{\min} = t_{\text{cts}} + t_{\text{SIFS}} + t_{\text{PIFS}} + t_{\text{aSlotTime}};$$

其中，所述 ΔT 表示所述第一时长，所述 $\Delta T_{\min}$ 表示所述第一时长的最小值，所述 t_{cts} 表示清除发送 CTS 帧的传输时长，所述 t_{SIFS} 表示短帧间间隔 SIFS 的时长，所述 t_{preamble} 表示前导码的接收时长，所述 t_{MPDU} 表示介质接入控制协议数据单元 MPDU 的传输时长，所述 t_{PIFS} 表示点协调函数帧间间隔 PIFS 的时长，所述 $t_{\text{aSlotTime}}$ 表示一个时隙时长。

32. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，所述第一帧携带第二时长，所述第二时长的起始时刻为所述第一 non-AP MLD 接收所述第一帧的结束时刻，所述第一

non-AP MLD 支持 EML, 所述第一帧用于指示所述第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互;

所述第一 non-AP MLD 在所述第二时长后, 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

33. 根据权利要求 32 所述的方法, 其特征在于, 所述第一 non-AP MLD 支持 EMLSR, 所述第一帧为初始控制帧;

或, 所述第一 non-AP MLD 支持 EMLMR, 所述第一帧为初始帧。

34. 根据权利要求 32 或 33 所述的方法, 其特征在于, 所述第二时长包括所述第一 AP 与所述第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长;

或, 所述第二时长包括所述第一 AP 与所述第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长, 和所述第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路所用的时长。

35. 根据权利要求 32 或 33 所述的方法, 其特征在于, 所述第二时长包括所述第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长;

或者, 所述第二时长包括所述第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长, 和所述多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到所述第一链路所用的时长;

所述多个 non-AP MLD 包括所述第一 non-AP MLD。

36. 根据权利要求 32-35 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第二时长位于所述第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

37. 根据权利要求 32-36 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第二时长小于或等于所述第一 AP 在所述第一链路上的 TXOP 持续时间。

38. 一种通信方法, 其特征在于, 包括:

第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧, 并将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互, 所述第一 non-AP MLD 支持 EML;

所述第一 non-AP MLD 在所述第一链路上采用多空间流接收第二帧, 所述第二帧中包括更多数据子域;

若所述第二帧中更多数据子域的取值为 0, 则所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

39. 根据权利要求 38 所述的方法, 其特征在于, 当所述更多数据子域的取值为 0 时, 用于指示所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

40. 根据权利要求 38 或 39 所述的方法, 其特征在于, 所述第一帧携带第二时长, 所述第二时长的起始时刻为所述第一 non-AP MLD 接收所述第一帧的结束时刻;

所述第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧之后, 所述方法还包括:

所述第一 non-AP MLD 开始计时；

若计时到达所述第二时长，则所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

41. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第一 AP 在第一链路上发送第一帧，所述第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互；

所述第一 AP 在所述第一链路上发送第二帧，所述第二帧中包括更多数据子域；

当所述更多数据子域取值为 0 时，用于指示所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

42. 根据权利要求 41 所述的方法，其特征在于，所述第一帧携带第二时长，所述第二时长的起始时刻为所述第一 non-AP MLD 接收到所述第一帧的时刻。

43. 根据权利要求 40 或 42 所述的方法，其特征在于，所述第二时长包括所述第一 AP 与所述第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长；

或，所述第二时长包括所述第一 AP 与所述第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和所述第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路所用的时长。

44. 根据权利要求 40 或 42 所述的方法，其特征在于，所述第二时长包括所述第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长；

或者，所述第二时长包括所述第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和所述多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到所述第一链路所用的时长；

所述多个 non-AP MLD 包括所述第一 non-AP MLD。

45. 根据权利要求 40、42-44 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二时长位于所述第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

46. 根据权利要求 40、42-45 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二时长小于或等于所述第一 AP 在所述第一链路上的 TXOP 持续时间。

47. 根据权利要求 38-46 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 non-AP MLD 支持 EMLSR，所述第一帧为初始控制帧；

或，所述第一 non-AP MLD 支持 EMLMR，所述第一帧为初始帧。

48. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧，并将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互，所述第一 non-AP MLD 支持 EML；

所述第一 non-AP MLD 在所述第一链路上接收第三帧，所述第三帧中包括服务期结束 EOSP 子域，所述 EOSP 子域设置为 1；

所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

49. 根据权利要求 48 所述的方法，其特征在于，所述 EOSP 子域设置为 1，用于指示所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

50. 根据权利要求 48 或 49 所述的方法，其特征在于，所述第一帧携带第二时长，所述第二时长的起始时刻为所述第一 non-AP MLD 接收所述第一帧的结束时刻；

所述第一 non-AP MLD 在第一链路上接收第一 AP 发送的第一帧之后，所述方法还包括：所述第一 non-AP MLD 开始计时；

若计时到达所述第二时长，则所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

51. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第一 AP 在第一链路上发送第一帧，所述第一帧用于指示第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路上与所述第一 AP 进行帧交互；

所述第一 AP 在所述第一链路上发送第三帧，所述第三帧中包括 EOSP 子域，所述 EOSP 子域设置为 1，用于指示所述第一 non-AP MLD 将所述第一链路上的空间流切换回所述各条链路进行侦听操作。

52. 根据权利要求 51 所述的方法，其特征在于，所述第一帧携带第二时长，所述第二时长的起始时刻为所述第一 non-AP MLD 接收到所述第一帧的结束时刻。

53. 根据权利要求 50 或 52 所述的方法，其特征在于，所述第二时长包括所述第一 AP 与所述第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长；

或，所述第二时长包括所述第一 AP 与所述第一 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和所述第一 non-AP MLD 将各条链路上的空间流切换到所述第一链路所用的时长。

54. 根据权利要求 50 或 52 所述的方法，其特征在于，所述第二时长包括所述第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长；

或者，所述第二时长包括所述第一 AP 与多个 non-AP MLD 进行帧交互的时长，和所述多个 non-AP MLD 分别将各自其他链路上的空间流切换到所述第一链路所用的时长；

所述多个 non-AP MLD 包括所述第一 non-AP MLD。

55. 根据权利要求 50、52-54 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二时长位于所述第一帧的公共信息字段或用户信息字段中。

56. 根据权利要求 50、52-55 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二时长小于或等于所述第一 AP 在所述第一链路上的 TXOP 持续时间。

57. 根据权利要求 48-56 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二帧是服务质量 QoS 数据帧或服务质量空帧。

58. 根据权利要求 48-57 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 non-AP MLD 支持 EMLSR，所述第一帧为初始控制帧；

或，所述第一 non-AP MLD 支持 EMLMR，所述第一帧为初始帧。

59. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第一接入点 AP 在与增强多链路单无线电非接入点多链路设备 EMLSR non-AP MLD 中的第一站点 STA 进行帧交互的过程中，所述第一接入点 AP 向所述第一站点 STA 发送要求回复的下行帧；所述第一 AP 与第一站点 STA 关联；

当所述第一接入点 AP 没有接收到所述第一站点 STA 针对所述下行帧的回复时，所述第一接入点 AP 向所述第一站点 STA 发送第一初始控制帧。

60. 根据权利要求 59 所述的方法，其特征在于，所述第一接入点 AP 属于接入点多链路设备 AP MLD。

61. 根据权利要求 59 或 60 所述的方法，其特征在于，所述第一接入点 AP 向所述第一站点 STA 发送要求回复的下行帧，包括：

所述第一接入点 AP 向所述第一站点 STA 发送要求立即回复的下行帧。

62. 根据权利要求 59-61 中任一项所述的方法，其特征在于，所述帧交互的过程包括：

所述第一接入点 AP 向所述第一站点 STA 发送第二初始控制帧；

所述第一接入点 AP 从所述第一站点 STA 接收针对所述第二初始控制帧的响应帧。

63. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器和收发器，所述收发器用于收发帧，所述处理器用于执行如权利要求 1-62 中任一项所述的方法。

64. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有指令，当所述指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1-62 中任一项所述的方法。