

多链路通信方法和装置

本申请要求于 2019 年 07 月 12 日提交中国专利局、申请号为 201910629773.9、申请名称为“多链路通信方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及多链路通信方法、装置及系统。

背景技术

为了大幅提升无线局域网（Wireless Local Area Networks, WLAN）系统的业务传输速率，电气和电子工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）802.11ax 标准在现有正交频分复用（Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM）技术的基础上，进一步采用正交频分多址（Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA）技术。OFDMA 技术支持多个节点同时发送和接收数据，从而实现多站点分集增益。并且随着新的免费频段 5925-7125 MHz（称该段频段为 6GHz）进一步被开发，WLAN 系统的工作频段从 2.4GHz、5GHz 拓展到 2.4GHz、5GHz 和 6GHz。

可以工作在多个频段上的设备称为多链路设备或多频段设备，多链路设备（multi-link device）可以支持多链路通信，例如支持同时在 2.4GHz、5GHz 以及 6GHz 频段上进行通信，即使在天线数受限的情况下，多链路设备也可以在不同的频段上进行切换，从而选择最佳的频段，保证其通信质量。然而，如何保证工作在多条链路上的多链路设备通信的公平性，并降低链路的空闲率，提升通信效率，在支持多链路通信的系统中至关重要。

发明内容

本申请实施例提供多链路通信方法、装置及系统，以保证工作在多条链路上的多链路设备通信的公平性，并降低链路的空闲率，提升通信效率。

第一方面提供一种多链路通信方法，应用于多链路设备中，该多链路设备工作多条链路上，多条链路包括第一链路和第二链路，该多链路设备不支持在第一链路和第二链路上同时收发 PPDU，该方法包括：多链路设备在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU；多链路设备在第二链路上通过竞争信道发送第二 PPDU，其中，第二 PPDU 的结束时间不晚于第一 PPDU 的结束时间，例如，第二 PPDU 的结束时间与第一 PPDU 的结束时间相同。可选的，第二 PPDU 的开始时刻不早于第一 PPDU 的开始时刻，包括晚于或等于。多链路设备先在第一链路上发送 PPDU，再单独在第二链路上进行信道竞争后发送 PPDU，多链路设备在多条链路上进行独立的竞争信道，先竞争信道的链路先发送消息包，后竞争到信道的链路后发送消息包，既可以保障多链路接入的公平性，又可以降低多链路的空闲率，提高频率效率。

多链路设备不支持在第一链路和所述第二链路上同时收发，包括：多链路设备不支持同时在所述第一链路上发送第一带宽的物理层协议数据单元和在所述第二链路上接收第二带宽的物理层协议数据单元，和/或，多链路设备不支持同时在所述第一链路上接收第一带宽的物理层协议数据单元和在所述第二链路上发送第二带宽的物理层协议数据单

元。该“同时”指的是第一带宽的 PPDU 和第二带宽的 PPDU 在时间上存在不为空的交集。

在一种可能的设计中，第一 PPDU 包括上下行指示，上下行指示用于指示第一 PPDU 的传输方向，传输方向包括上行或下行。基于上下行指示，其他设备可以判断发送第一 PPDU 的多链路设备属于什么类型，可选的，如果为上行，发送第一 PPDU 的多链路设备为多链路站点；如果为下行，发送第一 PPDU 的多链路设备为多链路接入点。

在一种可能的设计中，第一 PPDU 包括第一 TXOP 时长信息，第一 TXOP 时长信息指示第一 TXOP 的时长，所述第二 PPDU 包括第二 TXOP 时长信息，所述第二 TXOP 时长信息指示第二 TXOP 的时长，第一 TXOP 的时长与第二 TXOP 的时长相同。也就是说，第二 PPDU 中指示的第二 TXOP 可以根据第一 PPDU 中所指示的第一 TXOP 来设置。第一 TXOP 时长信息携带于第一 PPDU 的物理层前导或第一 PPDU 的 MAC 头的时长字段中；第二 TXOP 时长信息携带于所述第二 PPDU 的物理层前导或所述第二 PPDU 的 MAC 头的时长字段中。

第二方面提供另一种多链路通信方法，应用于多链路设备中，该多链路设备工作多条链路上，多条链路包括第一链路和第二链路，该多链路设备不支持在第一链路和第二链路上同时收发 PPDU，包括：第一多链路设备在所述第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU；在预设时间间隔后，第一多链路设备在第一链路上接收第二设备响应于第一 PPDU 的第二 PPDU；第一多链路设备在第二链路上，接收由第三多链路设备在第二链路上发送的第三 PPDU，第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间，“不晚于”包括早于或等于；可选的，第三 PPDU 的起始时刻不早于第一 PPDU 的结束时间，“不早于”包括晚于或等于。可选的，第一多链路设备与第三多链路设备属于同一个基本服务集 BSS。采用上述方法，其他多链路设备收到第一多链路设备在第一链路上发送的 PPDU 时，可以在该 PPDU 结束时在另一条链路上开始抢占信道（包括侦听和退避等动作）从而发送 PPDU，既可以保障多链路接入的公平性，又可以降低多链路的空闲率，提高频率效率。

多链路设备不支持在第一链路和所述第二链路上同时收发，包括：多链路设备不支持同时在所述第一链路上发送第一带宽的物理层协议数据单元和在所述第二链路上接收第二带宽的物理层协议数据单元，和/或，多链路设备不支持同时在所述第一链路上接收第一带宽的物理层协议数据单元和在所述第二链路上发送第二带宽的物理层协议数据单元。该“同时”指的是第一带宽的 PPDU 和第二带宽的 PPDU 在时间上存在不为空的交集。

在一种可能的设计中，所述第一 PPDU 包括传输时长信息，所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长；或，第二 PPDU 的物理层前导包括所述传输时长信息，所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长。根据传输时长信息，第三多链路设备可以获取到第二 PPDU 的传输时长，从而可以根据第二 PPDU 的传输时长确定第三 PPDU 的传输时长和结束时间，以避免第一多链路设备在第一链路和第二链路上同时收发。

在一种可能的设计中，第三 PPDU 包括指示第三 TXOP 时长的第三 TXOP 时长信息，第三 TXOP 时长不超过所述第一 PPDU 中的第一 TXOP 时长信息所指示的第一 TXOP 时长和第二时长中的最小值或最早结束值；其中，第二时长为第二 PPDU 的传输时长，或，第二 PPDU 的传输时长+SIFS+响应于第二 PPDU 的确认信息的传输时长。

在一种可能的设计中，所述第一 PPDU 包括数据信息，所述第二 PPDU 包括确认信息；或，所述第一 PPDU 包括触发信息，所述第二 PPDU 包括上行数据。当然第一 PPDU 还可以包括其他信息。

第三方面提供另一种多链路通信方法，应用于多链路设备中，该多链路设备工作在多条链路上，多条链路包括第一链路和第二链路，该方法包括：第三多链路设备获取第一多链路

设备在第一链路上传输的第一 PPDU；在第一 PPDU 的结束时间或结束时间之后，第三多链路设备在第二链路上，发送第三 PPDU，第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间，第二 PPDU 是在第一链路上发送的响应于第一 PPDU。“不晚于”包括早于或等于。第二 PPDU 响应于第一链路上第一多链路设备发送的第一 PPDU。第三 PPDU 的起始时刻不早于第一 PPDU 的结束时间，“不早于”包括晚于或等于。可选的，第三多链路设备可以通过竞争信道发送第三 PPDU。第一多链路设备与第三多链路设备属于同一个基本服务集 BSS。

采用上述方法，其他多链路设备收到第一多链路设备在第一链路上发送的 PPDU 时，可以在该 PPDU 结束时在另一条链路上开始抢占信道（包括侦听和退避等动作）从而发送 PPDU，既可以保障多链路接入的公平性，又可以降低多链路的空闲率，提高频率效率。

在一种可能的设计中，在所述第二链路上，通过竞争信道发送第三 PPDU，包括：第三多链路设备在第一 PPDU 的结束时间或之后，在第二链路上通过竞争信道发送第三 PPDU。

在一种可能的设计中，所述第一 PPDU 包括传输时长信息，传输时长信息用于指示第二 PPDU 的传输时长；或，第二 PPDU 的物理层前导包括所述传输时长信息，传输时长信息用于指示第二 PPDU 的传输时长。根据传输时长信息，第三多链路设备可以获取到第二 PPDU 的传输时长，从而可以根据第二 PPDU 的传输时长确定第三 PPDU 的传输时长和结束时间，以避免第一多链路设备在第一链路和第二链路上同时收发。

在一种可能的设计中，第三 PPDU 包括指示第三 TXOP 时长的第三 TXOP 时长信息，第三 TXOP 时长不超过所述第一 PPDU 中的第一 TXOP 时长信息所指示的第一 TXOP 时长和第二时长中的最小值或最早结束值；其中，第二时长为第二 PPDU 的传输时长，或，第二 PPDU 的传输时长+SIFS+响应于第二 PPDU 的确认信息的传输时长。

在一种可能的设计中，第一 PPDU 包括数据信息，第二 PPDU 包括确认信息；或，第一 PPDU 包括触发信息，第二 PPDU 包括上行数据。当然第一 PPDU 还可以包括其他信息。

第四方面，提供一种多链路通信装置，工作于多条链路，多条链路包括第一链路和第二链路。该装置包括：第一发送模块，用于在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU；第二发送模块，用于在第二链路上通过竞争信道发送第二 PPDU，其中，所述第二 PPDU 的结束时间不晚于所述第一 PPDU 的结束时间。例如，第二 PPDU 的结束时间与第一 PPDU 的结束时间相同。可选的，第二 PPDU 的开始时刻不早于第一 PPDU 的开始时刻，包括晚于或等于。多链路设备先在第一链路上发送 PPDU，再单独在第二链路上进行信道竞争后发送 PPDU，多链路设备在多条链路上进行独立的竞争信道，先竞争信道的链路先发送消息包，后竞争到信道的链路后发送消息包，既可以保障多链路接入的公平性，又可以降低多链路的空闲率，提高频率效率。

一个可能的设计中，该装置还包括第一处理模块和第二处理模块，第一处理模块用于生成第一 PPDU，第二处理模块用于生成第二 PPDU。第一处理模块与第二处理模块也可以为一个处理模块。

第五方面，提供一种多链路通信装置，工作于多条链路，多条链路包括：第一链路和第二链路，包括：

第一收发模块，用于在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU；

所述第一收发模块，用于在预设时间间隔后，所述第一多链路设备在所述第一链路上接收第二设备 响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU；

第二收发模块，用于在第二链路上，接收由第三多链路设备在所述第二链路上发送的第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间。

一个可能的设计中，第一收发模块还包括第一发送模块和第一接收模块。第二收发模块还包括第二发送模块和第二接收模块。一个收发模块可以支持多链路通信装置工作在一条链路上。

第六方面，提供一种多链路通信装置一种多链路通信装置，其特征在于，所述装置包括：

第一收发模块，获取第一多链路设备在第一链路上传输的第一 PPDU；

第二收发模块，用于在第二链路上，发送第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间，所述第二 PPDU 是在所述第一链路上发送的且响应于所述第一 PPDU。

一个可能的设计中，第一收发模块还包括第一发送模块和第一接收模块。第二收发模块还包括第二发送模块和第二接收模块。一个收发模块可以支持多链路通信装置工作在一条链路上。

结合第五方面或第六方面，在一种可能的实现方式中，第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间，“不晚于”包括早于或等于；可选的，第三 PPDU 的起始时间不早于第一 PPDU 的结束时间，“不早于”包括晚于或等于。可选的，第一多链路设备与第三多链路设备属于同一个基本服务集 BSS。结束时间又可以称作结束时刻，起始时间又可以称为起始时刻。

第七方面，提供一种多链路通信装置，包括：处理器和存储器；该存储器用于存储计算机指令，当该处理器执行该指令时，以使该通信装置执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面中多链路设备或第一方面中多链路设备中的芯片，或者可以为上述第二方面中的第一多链路设备或其中的芯片；或者，该通信装置可以为上述第三方面中的多链路设备或其中的芯片。

第八方面，提供了一种通信装置，包括：处理器；该处理器用于与存储器耦合，并读取存储器中的指令之后，根据该指令执行如上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面中多链路设备或第一方面中多链路设备中的芯片，或者可以为上述第二方面中的第一多链路设备或其中的芯片；或者，该通信装置可以为上述第三方面中的多链路设备或其中的芯片。

第九方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机可以执行上述任一方面所述的方法。

第十方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机可以执行上述任一方面所述的方法。

附图说明

图 1 为一种多链路通信场景的示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种同步接入多链路的多链路通信的时序示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种接入单链路的单链路通信的时序示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种多链路通信的时序示意图一；

图 5 为本申请实施例提供的另一种多链路通信的时序示意图二；

图 6 为本申请实施例提供的又一种多链路通信的时序示意图三；

图 7 为本申请实施例提供的又一种多链路通信的时序示意图四；

图 8 为本申请实施例提供的又一种多链路通信的时序示意图五；

图 9 为本申请实施例提供的一种多链路通信装置的结构示意图一；

图 10 为本申请实施例提供的另一种多链路通信装置的结构示意图二;

图 11 为本申请实施例提供的又一种多链路通信装置的结构示意图三。

具体实施方式

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。本申请实施例描述的网络架构以及业务场景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，本领域普通技术人员可知，随着网络架构的演变和新业务场景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

本申请实施例的方案适用于至少两个多链路设备之间的通信。多链路设备为可以工作在多条链路上的设备。多条链路为频域上不相同的多个链路。多条链路可以分别是多个不同的频段，多条链路还可以是同一个频段上的不同的信道。可选的，在 WLAN 系统中，频段可以包括 2.4GHz, 5GHz, 6GHz 等，一个频段上的信道的带宽可以为 20MHz, 40MHz, 80MHz, 160MHz, 320MHz 等，基本单元为 20MHz。后续，信道带宽可能进一步拓展，基本单元也可能为 40MHz 或者更大。

多链路设备包括多个站点(station, STA)，一个站点与一条链路相对应，工作在所对应的链路上，其中，站点可以为非接入点的站点（non-AP station）或接入点站点(AP station)。图 1 示出了本申请实施例的一种示例性的通信场景。如图 1 所示，该通信系统包括第一链路设备和第二多链路设备。多链路设备包括多个站点（例如，STA1, STA2, ... STAn），多个 STA 工作在多条链路（例如，链路 1，链路 2，... 链路 n）上，其中，一个站点工作在一条链路上，其中，多个站点还可以属于一个多链路实体，该链路实体共享一个媒体接入控制 MAC（media access control）服务接入点 SAP（service access point）。可以理解的，图 1 所示的通信场景中包括的多链路设备的数量、多链路设备中的站点数量，以及链路的数量仅是示例性的，并不构成对本申请的限定。

一种示例中，多链路设备为多链路接入点，包括多个接入点（access point, AP）站点，其中一个接入点与一条链路相对应，工作在所对应的链路上。另一种示例中，多链路设备为多链路站点，包括多个非接入点的站点，其中一个非接入点的站点与一条链路相对应，工作在所对应的链路上。另一种示例中，多链路设备可以既包括接入点站点又包括非接入点站点。因此，本申请实施例的方案，既可以适用于一个多链路接入点与一个多链路站点之间的通信，还可以适用于至少两个多链路接入点之间的通信，还可以适用于至少两个多链路站点之间的通信，当然还可以适用于既包括接入点站点和非接入点站点的多链路设备之间的通信。

多链路设备中包括的接入点 AP 可以为具有无线通信功能的通信装置，为非接入点站点提供服务的通信装置，支持移动用户进入有线网络，可部署于家庭、大楼内部以及园区内部，典型覆盖半径为几十米至上百米，当然，也可以部署于户外。AP 相当于一个连接有线网和无线网的桥梁，主要作用是将各个无线站点连接到一起，然后将无线网络接入以太网。AP 可以支持多种通信协议，例如，蜂窝通信协议和 WLAN 通信协议等。可选的，AP 可以是带有无线保真（wireless-fidelity, WiFi）芯片的设备，可以支持 WLAN 通信协议。例如，AP 可以支持 802.11ax 下一代，可选的，多链路 AP 还可以支持 802.11ax, 802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b 及 802.11a 等。

多链路设备中包括的站点可以为具有无线通信功能的通信装置，可以支持多种通信协议，例如，蜂窝通信协议和 WLAN 通信协议等。可选的，STA 可以是带有无线保真(wireless-fidelity, WiFi)芯片的设备，可以支持 WLAN 通信协议，例如，多链路 STA 可以支持 802.11ax 下一

代, 可选的, STA 也可以支持 802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b 及 802.11a 等多种 WLAN 制式。STA 还可以是终端设备, 例如支持 WiFi 通讯功能的移动电话、支持 WiFi 通讯功能的平板电脑、支持 WiFi 通讯功能的机顶盒、支持 WiFi 通讯功能的智能电视、支持 WiFi 通讯功能的智能可穿戴设备、支持 WiFi 通讯功能的车载通信设备和支持 WiFi 通讯功能的计算机等。

工作在多条链路上的多链路设备, 通常由于链路之间存在能量泄露以及多链路设备同时收发处理能力不足, 使得多链路设备无法支持多条链路上的同时收发, 即使多链路设备允许多条链路上的同时收发, 也会导致在一条链路上发送的数据包对在另一条链路上接收的数据包造成干扰, 从而导致通信的质量较差。因此, 针对多链路设备的 2 条或者多条链路不能进行同时收发, 提出了多种解决方案。

一种方案是同步发送方法。主要原理是通过多条链路独立竞争信道同时接入信道, 另外, 多链路上发送的数据包占用的相同的时长 (如有必要, 可以通过填充垃圾信息比特实现)。同时接入信道的一种实施方式包括: 当多链路设备在一条链路上通过竞争信道, 比如采用增强的分布式信道接入 (enhanced distributed channel access, EDCA), 退避到 0, 抢占到发送机会, 则多链路设备在其他链路上通过回看点协调功能帧间间隔 (point coordination function interframe space, PIFS) 时间是否空闲。如果空闲, 则多条链路同时发送, 如果忙, 则可以选择单条链路发送, 或者选择不发送。如图 2 所示, AP 在链路 1 上通过 EDCA 竞争信道, 退避数退到 0, 然后在链路 2 上回看 PIFS 时间, 若是空闲, 则此时一起在两条链路上发送物理层协议数据单元 (physical protocol data Unit, PPDU), 该这两条链路上发送的 PPDU 传输时长相同, 然后隔固定间隔, 比如 802.11 定义的 SIFS (Short interframe space, 短帧间间隔), 多链路设备在两条链路上接收到站点响应的确认帧, 图 2 中以块确认 (Block Ack, BA) 为例, 当然还可以是确认 (acknowledge, Ack) 帧。采用同步发送方法, 可以避免多条链路同时收发的问题, 但是该方案中, 多链路设备在一个链路先竞争信道, 然后在回看 PIFS 时间内为闲的其他链路上发送数据包, 然而其他链路上并未进行常规的侦听和退避, 而是回看 PIFS 是否繁忙, 导致多链路设备中的站点在其他链路可优先接入信道, 对于其他站点是不公平的。

另一种方案是禁止同时收发。多链路设备中的站点只在其中一条链路上发送数据包, 为了避免同时收发, 即多链路设备在另一链路上需要禁止数据包的接收端以及本基本服务集 (basic service set, BSS) 内的其他站点进行竞争信道发送数据, 即停止其退避。多链路设备在一条链路上发送有多种场景, 比如多链路设备在只在其中一条链路上有数据发送, 再比如, 多链路设备在其中一条链路上先竞争信道, 但是此时其他链路是忙的。如图 3 所示, 多链路设备中的 AP 在链路 1 上竞争到信道, 发送物理层协议数据单元 (physical protocol data unit, PPDU) 给站点 A, 站点 A 若是多链路站点, 则站点 A 在收到 AP 发送的数据包时, 需停止其它链路的退避, 直到数据单元结束或者数据单元传输时间加上 SIFS 和确认消息帧的最长传输时间之后, 才开始退避。同样, 本 BSS 内的多链路设备若侦听到 AP 在链路 1 发送数据包, 也需要停止其在他链路上的退避。采用禁止同时收发的方法, 需停止本 BSS 中多链路站点在非接收到数据包的链路上的退避, 虽然解决了避免站点不发生同时收发, 但是浪费了空闲链路频谱资源。

因此, 本申请实施例提供一种多链路通信方法, 在不支持同时多链路收发场景下, 既可以保障多链路接入的公平性, 又可以降低多链路的空闲率, 提高频率效率。

实施例一

在不支持同时多链路收发场景下,提出多链路站点多条链路独立竞争信道,先抢占到信道链路先发送 PPDU,后抢占到信道链路后发送 PPDU,但此时后发送的 PPDU 的结束时间需不晚于先发送的 PPDU 的结束时间,例如,后发送的 PPDU 的结束时间与先发送的 PPDU 的结束时间相同,也就是说开始时间不需相同,但结束时间相同。在本申请中,结束时间还可称作结束时刻或结束时间点,起始时间还可称作起始时刻或起始时间点。

本申请实施例提供的一种多链路通信方法,该方法可以应用于多链路设备中,该方法包括:

S101,多链路设备在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU;

该多链路设备可以工作在至少两条链路上,该至少两条链路包括第一链路和第二链路,其中,多链路设备不支持同时第一链路和第二链路上收发 PPDU。第一 PPDU 可以由多链路设备中工作在第一链路上的站点发送。一个示例中,多链路设备不支持同时在所述第一链路和所述第二链路上收发 PPDU,包括:多链路设备不支持同时在所述第一链路上发送第一带宽的物理层协议数据单元和在所述第二链路上接收第二带宽的物理层协议数据单元,和/或,多链路设备不支持同时在所述第一链路上接收第一带宽的物理层协议数据单元和在所述第二链路上发送第二带宽的物理层协议数据单元。该“同时”指的是第一带宽的 PPDU 和第二带宽的 PPDU 在时间上存在不为空的交集。可选的,第一带宽和第二带宽包括但不限于是 20MHz, 40MHz, 80MHz, 160MHz 和 320MHz 中的一种。

另外,本申请中的“同时收发”并不意味着时间上没有任何差异,“同时收发”可以指的是在第一链路上发送的第一带宽的 PPDU 的传输时间和第二链路上发送的第二带宽的 PPDU 的传输时间在时间上存在不为空的交集。例如,第一带宽的 PPDU 的时长为 $T1=E1-S1$,起止时间为 $[S1,E1]$,第二带宽的 PPDU 的时长为 $T2=E2-S2$,起止时间为 $[S2,E2]$,则 $[S1,E1]$ 与 $[S2,E2]$ 存在不为空的交集。

可选的,多链路设备在第一链路上可以通过竞争信道发送第一 PPDU,竞争信道的方式可以是 802.11 协议规定的 EDCA 或多用户 EDCA (multi-user EDCA, MU EDCA),或,传统的竞争信道方式等。一个示例中,EDCA 的竞争方式包括:多链路设备先侦听一段 AIFS 时间,然后开始退避,退避到 0 才开始发送数据,退避过程如果信道忙,则挂起或停止退避,等到下一次信道空闲,再基于上次挂起的退避数重新竞争信道,包括 AIFS 时间侦听和退避等过程。可选的,多链路设备也可以是在第一链路上已经抢占到信道,在已经抢占的传输机会 (transmission opportunity, TXOP) 内,在第一链路上发送第一 PPDU,其中,第一 PPDU 是该 TXOP 内的一个数据包。可选的,第一 PPDU 可以包括数据帧、管理帧或控制帧等,或者是多种帧的聚合包。

S102,多链路设备在第二链路上通过竞争信道发送第二 PPDU,其中,第二 PPDU 的结束时间不晚于所述第一 PPDU 的结束时间;

多链路设备在第二链路上进行信道竞争,竞争到信道后在第二链路上发送第二 PPDU,第二 PPDU 发送时间不早于(等于或晚于)第一 PPDU,第二 PPDU 可以由多链路设备中工作在第二链路上的站点发送。多链路设备在第二链路上的信道竞争方式也可以是 802.11 协议规定的 EDCA 或多用户 EDCA (multi-user EDCA, MU EDCA),或,传统的竞争信道方式等。可选的,第二 PPDU 可以包括数据帧、管理帧或控制帧等,或者是多种帧的聚合包。可选的,多链路设备也可以不竞争信道,而是在一个 TXOP 内发送第二 PPDU。

一种实现方式中,第二 PPDU 的结束时间不晚于第一 PPDU 的结束时间,包括:第二 PPDU 的结束时间与第一 PPDU 的结束时间相同。由于第一 PPDU 与第二 PPDU 对齐,避免了多链

路设备可能出现同时收发的情形。需要说明的是,由于多链路设备知晓第一 PPDU 的时长,因此在发送第二 PPDU 时,可以准确的根据第一 PPDU 的时长确定第二 PPDU 的时长,从而使得第二 PPDU 的结束时间不晚于第一 PPDU 的结束时间。另一种方式,多链路设备也可以通过侦听先发送的第一 PPDU 的传统前导码的 L-SIG 字段中长度字段得知第一 PPDU 的传输时长。

可选的,第二 PPDU 所指示的 TXOP 的长度可以与第一 PPDU 所指示的 TXOP 时长设置成一样,其中,指示 TXOP 时长的信息可以位于 PPDU 的物理层前导中,也可以位于 PPDU 的 MAC 头的时长字段中。因此,一种实现方式中,第一 PPDU 包括第一 TXOP 时长信息,第一 TXOP 长度时长信息指示第一 TXOP 的时长,第二 PPDU 包括第二 TXOP 时长信息,第二 TXOP 时长信息指示第二 TXOP 的时长,第一 TXOP 的时长与第二 TXOP 的时长相同。第一 TXOP 时长信息携带于第一 PPDU 的物理层前导或第一 PPDU 的 MAC 头的时长字段中;第二 TXOP 时长信息携带于第二 PPDU 的物理层前导或第二 PPDU 的 MAC 头的时长字段中。

在执行步骤 S101 和步骤 S102 之前,站点在跟 AP 关联时,或者侦听 AP 发送的信标帧,可以获得多链路 AP 的能力信息,以获知多链路 AP 不能支持哪些链路之间同时收发,可以支持哪些链路同时收发,进一步讲,获知多链路 AP 哪些链路之间不能同时收发第一带宽的 PPDU 和第二带宽的 PPDU,其中 PPDU 的带宽是决定多链路的自干扰的因素。该能力信息可以隐士指示信息,也可以是显示指示信息。其具体的指示方法本申请实施例并不具体限定。

可选的,该方法还包括:

S103,多链路设备在第一链路上接收响应于第一 PPDU 的第一确认信息;

S104,多链路设备在第二链路上接收响应于第二 PPDU 的第二确认信息。

第一确认信息由第一 PPDU 的目的接收端发送,第二确认信息由第二 PPDU 的目的接收端发送,第一 PPDU 和第二 PPDU 的目的接收端可以为多链路设备,也可以不为多链路设备,而是工作在该链路上的设备,例如 AP 或 non-AP STA。第一 PPDU 的目的接收端可以与第一多链路设备位于同一个基本服务集(basic service set, BSS)中,第二 PPDU 的目的接收端与第一多链路设备位于同一个 BSS。可选的,第一 PPDU 的目的接收端与第二 PPDU 的目的接收端可以为同一个目的接收端,也可以为不同的目的接收端,对于第一 PPDU 和第二 PPDU 的目的接收端为同一个目的接收端的情形,则该接收端为多链路设备,本申请不限定。可选的,确认信息在 PPDU 的预设时间间隔后发送,预设时间间隔可以为 SIFS。可选的,第一确认信息和第二块确认信息可以为块确认 BA 或 ACK。可选的,第一确认信息和第二确认信息的时长相同。

一种实施方式,发送第一 PPDU 的多链路设备可以为多链路站点,第一 PPDU 的目的接收端可以为接入点;另一种实施方式,发送第一 PPDU 的多链路设备可以为多链路接入点,第一 PPDU 的目的接收端可以为站点。为了让目的接收端知道第一 PPDU 是什么角色的设备发送,可选的,第一 PPDU 的物理层前导码中包括上下行指示(还可记为上行/下行指示),所述上下行指示用于指示第一 PPDU 的传输方向,传输方向包括上行或下行,其中多链路设备中的 AP 发给站点的 PPDU 属于下行,多链路设备中的站点发给 AP 的 PPDU 属于上行。值得注意的是,如果第一 PPDU 的发送端是多链路 AP,当多链路 AP 首先在第一链路上发送第一 PPDU 时,本 BSS 内其他多链路站点是不能在其他链路(例如第二链路)进行竞争信道,且不能在第二链路上发送 PPDU 给所述多链路 AP,从而避免在多链路 AP 端发生同时收发情况。如果是发送端是多链路站点,当多链路站点首先在第一链路上发送第一 PPDU 时,本 BSS 内其他多链路站点是可以在其他链路(例如第二链路)进行竞争信道,然后发送第二 PPDU

给本 BSS 内的接入点, 第二 PPDU 发送时间等于或晚于第一 PPDU 发送时间, 但第二 PPDU 的结束时间不晚于第一 PPDU 的结束时间, 一种实施方式, 第二 PPDU 的结束时间与第一 PPDU 的结束时间相同。可以理解的, 当然对于下行传输的情形, 第一 PPDU 也可以是由多链路设备中的接入点发送, 第一 PPDU 的目的接收端是站点; 对于上行传输的情形, 第一 PPDU 也可以是由多链路设备中的站点发送, 第一 PPDU 的目的接收端为接入点。

例如, 图 4 示出了一种下行传输的情形, 多链路 AP 通过竞争信道在链路 1 上发送 PPDU1 给站点 A, 然后在链路 2 上竞争到信道, 发送 PPDU2 给站点 B, PPDU2 的开始时间不早于 (等于或晚于) PPDU1 的开始时间。图 4 中示出了等于的情况, PPDU2 的结束时间与 PPDU1 的结束时间对齐。站点 A 和站点 B 分别在链路 1 和链路 2 上的信道上回复确认信息, 例如 BA。本实施例还可以拓展到 AP 在链路 1 和链路 2 上给多个站点发送多用户数据包, 比如通过 802.11ax HE MU PPDU, 可以是提供 OFDMA 的形式, 也可以是提供 MU-MIMO 形式或者是他们的混合。

例如, 图 5 示出了一种上行传输的情形, 多链路 STA 在链路 1 上发送 PPDU1 给接入点 AP1, 然后在链路 2 上竞争到信道, 发送 PPDU2 给接入点 AP2, PPDU2 的开始时间不早于 PPDU1 的开始时间, 包括等于和晚于, 图 5 中示出了等于的情况。PPDU2 的结束时间与 PPDU1 的结束时间对齐。AP1 和 AP2 分别在链路 1 和链路 2 上的信道上回复确认信息。当然在图 5 所示的场景中, AP1 和 AP2 还可以是同一个多链路接入点中工作在不同链路上的接入点, 也可以是不同多链路设备中的接入点等。

为描述方便, 记步骤 S101 和 S102 中的多链路设备为第一多链路设备。与第一多链路设备属于同一个 BSS 内的其他多链路站点 (为 non-AP STA), 可以进行通道直接链路建立 (Tunneled Direct Link Setup, TDLS) 传输, 例如, 其他多链路站点中的站点 (为 non-AP STA) 可以在第一多链路设备发送第一 PPDU 的传输时间内, 可以发送其他消息包给另一个站点 (non-AP STA) 具体实施方法如下:

第一种实施方法: 如果第一多链路设备是多链路 AP, 也就是说, 第一 PPDU 为下行传输, 当该多链路 AP 首先在第一链路上发送第一 PPDU 时, 此时本 BSS 内的其他多链路站点在其他链路 (第二链路) 上可以通过信道竞争进行 TDLS 消息包传输, 其中 TDLS 消息包的发送时间等于或晚于第一 PPDU 的发送时间。当 TDLS 消息包的接收对象是第一 PPDU 的接收对象时, 则需要采用本实施例提到的 TDLS 消息包的结束时间不晚于 AP 发送的第一 PPDU 的结束时间, 包括 TDLS 消息包的结束时间早于第一 PPDU 的结束时间, 或, TDLS 消息包的结束时间与第一 PPDU 的结束时间相同。其他情况, 则可以没有任何限制。

第二种实施方式: 如果第一多链路设备是多链路站点, 也就是说, 第一 PPDU 为上行传输, 当多链路站点首先在第一链路上发送第一 PPDU 时, 此时本 BSS 内的其他多链路站点在其他链路 (第二链路) 上可以通过信道竞争进行 TDLS 消息包的传输, 但 TDLS 消息包的接收对象不能是发送第一 PPDU 的第一多链路设备, 即多链路站点。其他情况, 没有任何限制。

采用本申请实施例的方案, 多链路设备在多条链路上进行独立的竞争信道, 先竞争信道的链路先发送 PPDU, 后竞争到信道的链路后发送 PPDU, 既可以保障多链路接入的公平性, 又可以降低多链路的空闲率, 提高频率效率。

实施例二提供另一种多链路通信方法, 该方法可以应用于多链路设备中, 该方法包括:

S201, 第一多链路设备在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU;

参考前述步骤 S101 中的描述, 此处不再赘述。可选的, 第一多链路设备不支持在第一

链路和所述第二链路上同时收发。

S202, 第二设备在第一链路接收第一 PPDU 的预设时间间隔后, 发送响应于第一 PPDU 的第二 PPDU;

可选的, 预设时间间隔可以为 SIFS。

S203, 在预设时间间隔后, 第一多链路设备在所述第一链路上接收响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU;

相对应的, 第一 PPDU 的目的接收方为第二设备, 第二设备接收到第一 PPDU, 在预设时间间隔后, 会在第一链路上发送响应于第一 PPDU 的第二 PPDU, 第二设备可以仅是工作在单链路 (即第一链路) 上的设备, 还可以支持多链路通信, 与第一多链路设备属于同一个 BSS。该预设时间间隔由协议约定, 可以为 SIFS。第一 PPDU 可以包括数据帧, 管理帧或者控制帧, 也可以包括多种帧的聚合。

第一多链路设备可以为多链路 AP 和多链路 STA。一种实现方式中, 第一 PPDU 包括数据信息, 则第二 PPDU 包括响应于数据信息的确认信息, 若第一 PPDU 为下行, 则第一多链路设备为多链路 AP; 若第一 PPDU 为上行, 则第一多链路设备为多链路 STA。另一种实现方式中, 第一 PPDU 包括触发信息, 用于触发第二设备发送数据信息, 则第二 PPDU 包括被所述触发信息调度的数据信息, 则第一多链路设备为多链路 AP。这里的 PPDU 的物理层前导码包括上行/下行指示, 其上行/下行指示的解释参见前述实施例一, 此处不赘述。

可选的, S204, 第三多链路设备获取第一多链路设备在第一链路上发送的第一 PPDU。S203 和 S204 的先后顺序不限。“获取”可以为接收或识别。可选的, 第三多链路设备还可以获取第二设备在第一链路上发送的响应于第一 PPDU 的第二 PPDU。获取到第一 PPDU 或第二 PPDU, 第三多链路设备可以基于第一 PPDU 和/或第二 PPDU 中携带的信息, 确定第二 PPDU 的结束时间或传输时长, 从而根据第二 PPDU 的结束时间或传输时长来确定发送的第三 PPDU 的传输时长或结束时间。具体如何获取, 详见下文的描述。

S205, 第三多链路设备在第二链路上发送第三 PPDU, 第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间。

可选的, 第三多链路设备还可以通过竞争信道发送第三 PPDU。具体的, 与第一多链路设备属于同一个基本服务集的第三多链路设备, 在识别或接收到第一 PPDU, 且在第一 PPDU 的结束时间或结束时间后, 可以在第二链路上通过信道竞争发送第三 PPDU, 第三 PPDU 的发送时间晚于或等于第一 PPDU 的结束时间, 第三 PPDU 的结束时间早于或等于第二 PPDU 的结束时间。一种可能的实现方式中, 第三 PPDU 的结束时间与第二 PPDU 的结束时间相同。但该第三 PPDU 的发送时间需不早于第一多链路设备发送的第一 PPDU 的结束时间, 也就是说, 所述第二设备在所述第一 PPDU 的结束时间起或之后, 在第二链路上通过竞争信道发送所述第三 PPDU, 从而避免第一多链路设备在第一链路和第二链路上同时收发。此外, 第三 PPDU 的第三带宽和第一 PPDU 的第一带宽需要满足一定关系时, 才需要避免第一链路设备在第一链路上发送第一 PPDU, 第二链路接收第三 PPDU 有交叠的时间 (同时收发); 否则可以不需要采用本申请实施例的方案。上述关系可以为第一带宽和第三带宽大于某个带宽门限, 原则是第一带宽的第一 PPDU 与第三带宽的第三 PPDU 的频率间隔小于某个门限值。

可选的, 第三多链路设备可以包括第一 PPDU 的非目的接收端的第三方多链路站点和第一 PPDU 的目的接收端, 即第二设备。第三多链路设备会在识别或接收该第一 PPDU 后, 在其他链路 (第二链路) 上独立进行信道竞争, 竞争到信道后发送第三 PPDU。一种实施方式, 本 BSS 内的第三方多链路设备, 在第一 PPDU 的结束时间或结束时间后再开始竞争信道, 获

得信道发送权之后,开始发送第三 PPDU。一个示例中,识别或接收第一 PPDU 的方法包括识别第一 PPDU 的前导码的指示信息,包括但不限于下行/上行指示信息,第一 PPDU 中的 MAC 头的指示信息,比如发送端 MAC 地址等。

本实施例中的多链路设备发送的 PPDU 可以是发给单站点的单用户消息包,也可以是给多站点的多用户消息包(包括 OFDMA 或 MU-MIMO,或其混合的消息包)。

S206,相对应的,第一多链路设备在第二链路上,接收由第三多链路设备在第二链路上发送的第三 PPDU,第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间。一种实施方式,第三 PPDU 的结束时间等于第二 PPDU 的结束时间。

由于第三多链路设备发送的第三 PPDU 的结束时间不晚于第二 PPDU 的结束时间,因此,第三多链路设备需要获取第二 PPDU 的结束时间或传输时长。第三多链路设备确定第三 PPDU 的结束时间的可以包括以下几种实施方式:

第一种实施方式:第一多链路设备发送的第一 PPDU 携带长度或时间指示(或称为传输时长信息),用于指示第二 PPDU 的传输时长;第三多链路设备基于第一 PPDU 中的传输时长信息即可确定第二 PPDU 的传输时长,从而根据第二 PPDU 的传输时长确定第三 PPDU 的传输时长和/或结束时间。

第二种实施方式:第二设备发送的第二 PPDU 的物理层前导包括所述传输时长信息,所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长,比如传输时长信息为传统前导码 L-SIG 字段中长度字段。第三多链路设备基于第二 PPDU 的物理层前导包括的所述传输时长信息,即可确定第二 PPDU 的传输时长,从而根据第二 PPDU 的传输时长确定第三 PPDU 的传输时长和/或结束时间。

可选的,第一多链路设备发送的第一 PPDU 携带的传输时长信息还可以用于指示第二 PPDU 是在第一 PPDU 结束后的隔固定间隔,比如 SIFS 时间,才开始发送的。

需要说明的是,如果第三多链路设备为第一 PPDU 的目的接收端,即为第二设备,则第二设备自身知晓发送的第二 PPDU 的时长,因此可以不采用上述的第一种实施方式和第二种实施方式确定第三 PPDU 的传输时长和/或结束时间,对于这种情形,第二设备则为一个多链路设备。如果第三多链路设备为除第一多链路设备和第二设备之外的其他多链路设备,则可以采用上述的第一种实施方式和第二种实施方式确定第三 PPDU 的传输时长和/或结束时间,对于这种情形,第二设备也可以仅是工作在单链路(即第一链路)上的设备,还可以是支持多链路设备。

例如,当第一多链路设备发送的第一 PPDU 包括数据帧或者管理帧,则第二设备响应的第二 PPDU 包括确认信息。由于确认信息的传输时间较短,因此本 BSS 内的其他多链路设备通过上述方式在其他链路上获得的传输时长也较短,其中,其他多链路设备包括本 BSS 内除第一多链路设备外的其他设备,例如,第三多链路设备。为了让本 BSS 内的其他多链路站点知道确认信息的传输时间长度,多链路 AP 发送的消息包可能会在 MAC 头中携带确认信息的传输时长信息。一个示例中,该传输时长信息可以是一个长度字段,以字节为单位,功能类似于传统前导码的中 L-SIG 中的长度字段,例如,其他多链路站点可以基于长度确定:传输时间=长度字段/6Mbps,从而获取第三 PPDU 的传输时长,可选的,长度字段可以承载于 802.11ax 中的触发响应调度(triggered response schedule, TRS)字段包括的长度子字段中,TRS 字段中的其他子字段可以设置成特殊值或预留值。当然由于确认信息的传输时间较少,其他设备可获得的传输机会较短,协议可能会禁止在该传输时间内进行传输,也可能会允许在该传输时间内传输。另外,第二设备响应的第二 PPDU 除了包括确认信息,还可能进一步包括

其他帧,同样也需要第一 PPDU 中携带传输时长信息,例如,在 MAC 头中携带长度指示信息,用以指示第二 PPDU 传输的时长。

又例如,当多链路 AP 发送的第一 PPDU 包括承载触发信息的触发帧,可能还包括其他聚合的帧,其中触发帧是用来调度多用户进行上行 OFDMA 传输, MU-MIMO 传输或者 OFDMA 与 MU-MIMO 混合传输,此时多站点基于触发帧响应的第二 PPDU,包括上行数据,比如数据帧,此时本 BSS 内的多链路站点通过上述方式在其他链路上获得的传输机会较长。另一个示例中,第一 PPDU 中包括的触发信息也可以不承载在一个单独的触发帧中,触发信息也可以在第一 PPDU 中的 MAC 帧的 MAC 头中携带,比如触发信息携带在遵循 802.11ax 标准的 PPDU 的 TRS 字段。进一步讲,多链路 AP 发送的触发帧包含用于指示第二 PPDU 的传输时间的长度指示,该长度指示可以是以时长为单元,也可以字节为单位。以字节为单位时,接收端在利用长度指示计算第二 PPDU 的传输时间时,是通过长度字段携带的字节数除以 6Mbps,而不是除以第二 PPDU 的真实速率来获得的。

另外,本 BSS 内的第三多链路设备发送的第三 PPDU 的第三 TXOP 时长,可以根据第一 PPDU 的第一 TXOP 时长或第二 PPDU 的传输时长进行设置。

可选的,第三 PPDU 的第三 TXOP 的时长可设置成下述 2 者中最小值或最早结束值。

1. 第一 PPDU 的第一 TXOP 时长;
2. 第一 PPDU 的长度字段指示的所述第二 PPDU 的传输时长,或,第一 PPDU 的长度字段指示的所述第二 PPDU 的传输时长加上 SIFS 和响应与第二 PPDU 的确认信息的传输时长。

因此,一个示例中,第三 PPDU 包括指示第三 TXOP 时长的第三 TXOP 时长信息,第三 TXOP 时长不超过:所述第一 PPDU 中的第一 TXOP 时长信息所指示的第一 TXOP 时长和第二时长中的最小值或最早结束值;其中,所述第二时长为所述第二 PPDU 的传输时长,或,所述第二 PPDU 的传输时长+SIFS+响应于所述第二 PPDU 的确认信息的传输时长。可选的,第一 TXOP 时长信息携带于所述第一 PPDU 的物理层前导或所述第一 PPDU 的 MAC 头的时长字段中,所述第三 TXOP 时长信息携带于所述第三 PPDU 的物理层前导或所述第三 PPDU 的 MAC 头的时长字段中。最早结束值指的是各个时长的结束时间中结束时间最早的。第三 TXOP 时长不超过最早结束值,指的是第三 TXOP 的时长的结束时间值不超过最早结束值,第三 TXOP 时长不超过最小值,指的是第三 TXOP 的时长不超过最小时长。

下面采用几个示例简要介绍本申请实施例的方案。

例如,图 6 所示,多链路 AP 在成功竞争到链路 1 的信道,发送包含触发帧的 PPDU1,调度站点 A1, A2 和 A3 发送上行多用户数据包(PPDU2)。触发帧中的长度字段指示上行多用户数据包(PPDU2)的传输时长。本 BSS 内的第三方多链路站点 STAB 在接收到多链路 AP1 在链路 1 上发送的 PPDU1 后,在 PPDU1 的结束时开始竞争链路 2 的信道,然后发送 PPDU3,图 6 列出了 STAB 在链路 2 上发送 PPDU3 的 2 种可能时间,可能早于或晚于调度站点 A1, A2 和 A3 发送上行多用户数据包(PPDU2)的开始时间,当然还可以等于(图 6 未示出)。当然 PPDU3 早于或晚于,或等于站点 A1, A2 和 A3 发送上行多用户数据包(PPDU2)的开始时间,取决于 STAB 在链路 2 上抢占到信道的时间。另外,STAB 在链路 2 上发送 PPDU3 的结束时间与调度站点 A1, A2 和 A3 发送上行多用户数据包的结束时间相同。其中,站点 A1, A2, A3 可以不为多链路站点,站点 B 为多链路站点。当然站点 A1, A2, A3 也为多链路站点时,也可以在链路 2 上进行信道竞争,从而发送 PPDU3。

例如,图 7 所示,多链路 AP 在成功竞争到链路 1 的信道,发送包含下行数据的 PPDU1,

下行数据的接收端为站点 A1, A2 和 A3。站点 A1, A2, A3 在 SIFS 时间后发送包含确认信息的 PPDU2。本 BSS 内的第三方多链路站点 STAB 在接收到多链路 AP1 在链路 1 上发送的 PPDU1 后, 在 PPDU1 的结束时开始竞争链路 2 的信道, 然后发送 PPDU3。其中, 站点 A1, A2, A3 可以不为多链路站点, 站点 B 为多链路站点。当然站点 A1, A2, A3 也为多链路站点时, 也可以在链路 2 上进行信道竞争, 从而发送 PPDU3。

例如, 图 8 所示, 多链路 STA 在成功竞争到链路 1 的信道, 发送包含上行数据的 PPDU1, 上行数据的接收端为 AP。AP 在 SIFS 时间后发送包含确认信息的 PPDU2, PPDU2 当然还可以包括其他帧。同时 AP 在 STA A 发送的 PPDU1 结束时开始在链路 2 上的信道进行竞争信道, 抢占到信道之后, 在链路 2 上发送 PPDU3 给站点 A 或者其他站点。该 PPDU3 的结束时间与上述提到的方法一直, 不再赘述。

在实施例二的这种场景下, 与第一多链路设备属于同一个 BSS 内的其他多链路站点 (除第一多链路设备和第二设备之外的), 可以进行通道直接链路建立 (Tunneled Direct Link Setup, TDLS) 传输, 例如, 其他多链路站点中的站点 (为 non-AP STA) 可以在第二设备发送第二 PPDU 的传输时间内, 可以在第二链路上通过信道竞争发送其他消息包给另一个站点 (non-AP STA), 具体实施方法如下:

第一种实施方法: 如果第一多链路设备是多链路 AP, 第二设备是多链路站点, 当多链路 AP 首先在第一链路上发送第一 PPDU 时, 也就是说第一 PPDU 为下行传输时, 此时本 BSS 内其他多链路站点在其他链路 (第二链路) 上可以在第一 PPDU 的结束时间之后, 通过竞争信道进行 TDLS 消息包传输, 但 TDLS 消息包的接收对象不能是第一 PPDU 的接收端, 即第二设备。其他情况, 没有任何限制。

第二种实施方式: 如果第一多链路设备是多链路站点, 当多链路站点首先在第一链路上发送第一 PPDU 时, 此时本 BSS 内其他多链路站点在其他链路 (第二链路) 上可以, 通过竞争信道进行 TDLS 消息包传输, 当 TDLS 消息包接收对象是第一多链路站点时, 则需要采用本实施例提到的 TDLS 消息包的结束时间早于或等于第二设备发送的第二 PPDU 的结束时间, 包括早于或等于。其他情况, 则没有任何限制。

采用本申请实施例的方案, 在不支持同时多链路收发场景下, 收到第一多链路设备在第一链路上发送的 PPDU 时, 多链路设备可以在该 PPDU 结束时在另一条链路上开始抢占信道 (包括侦听和退避等动作) 从而发送 PPDU, 既可以保障多链路接入的公平性, 又可以降低多链路的空闲率, 提高频率效率。

需要说明的是, 本申请实施例一和实施例二的方案不仅可以用于多链路设备不支持在第一链路上和在第二链路上同时收发的场景, 还适用于多链路设备支持在第一链路上和在第二链路上同时收发的场景。

实施例三

对于不支持同时收发的多链路的情况, 多链路设备在一条链路上先发送消息包, 由于该消息包的能量会泄露到其他链路上, 导致其他链路上的信道即使是空闲时, 信道空闲评估 (clear channel assessment, CCA) 检测结果也是忙。本申请实施例提出多链路设备可以通过校准, 在多条链路都空闲的条件下提前测试不同的功率数据泄露到其他链路的功率, 比如检测到泄露的自干扰为 XdB。因此对于不支持同时收发的多链路的情况, 多链路设备在一条链路上先发送消息包, 在其他链路上做 CCA 检测该链路上的信道是空闲, 还是繁忙, 则在其他链路上进行 CCA 检测的检测门限需要回退 (X - C) dB, 其中 C 是固定的安全值, 由协议规

定,可以为0,也可以为其他值。该检测门限回退的方式可以应用于能量检测和信号检测中,举例,采用信号检测时,通常的主20M的信号检测门限是-82dBm,也就是说如果CCA检测的能量是大于等于-82dBm,则表示信道忙,否则表示信道闲。对于在多链路站点在其中一条链路发送数据包的场景,则其他链路在信道上CCA检测时的检测门限则可以为 $(-82 + X1 + C1)$ dBm,其中,C1为估计的安全值,可以由协议约定,可为0,还可以为其他值,X1为泄露的自干扰,当CCA检测到的功率大于或等于 $(-82 + X1 + C1)$ dBm时,则判断信道忙;反之,则判断信道为闲。例如,采用能量检测是,通常主20MHz的能量检测门限是-62dBm, $(-62 + X2 - C2)$,其中,C2为估计的安全值,可以由协议约定,可为0,还可以为其他值,X2为泄露的自干扰,当CCA检测到的功率大于或等于 $(-62 + X1 + C1)$ dBm时,则判断信道忙;反之,则判断信道闲。可选的,X1和X2可能相同也可能不同,C1和C2也可能相同,也可能不同。

采用本申请实施例的检测方法,可提升CCA检测的准确度,从而使得多链路设备可更加准确地判断信道的闲忙状态。需要说明的是,实施例三提出检测门限的设置方法不限于可以应用于上述任一实施例的方案中,还可以应用于多链路通信的其他场景中。

上述详细阐述了本申请实施例的方法,下面提供了本申请实施例的装置。

请参见图9,图9是本申请实施例提供的一种多链路通信装置的结构示意图,该多链路通信装置可以用于实现前述任意实施例中涉及多链路通信装置的任意方法和功能,多链路通信装置900可以包括收发模块902,收发模块902包括:第一收发模块902a和第二收发模块902b可选的,多链路通信装置包括处理模块901。一个可能的设计中,一个收发模块可以对应多链路设备中的一个站点,可以包括一个基带电路和一个射频电路。另一个可能的设计中,一个收发模块可以包括一个射频电路,多个射频电路耦合连接一个基带电路,因此,该基带电路可以包含于处理模块中。需要说明的是,通信装置900中的各模块的数量仅是示例性的。

在一种可能的设计中,多链路通信装置900可以实现上述实施例一中的多链路设备的任意方法和功能。例如,处理模块901,用于生成第一PPDU和第二PPDU,可选的,处理模块也可以包括第一处理模块和第二处理模块,第一处理模块用于生成第一PPDU,第二处理模块用于生成第二PPDU。第一收发模块902a用于在第一链路上发送第一PPDU,例如用于实现步骤S101,第二收发模块902b用于在第二链路上通过竞争信道发送第二PPDU,其中,所述第二PPDU的结束时间不晚于所述第一PPDU的结束时间,例如用于实现步骤S102。可选的,第一收发模块902a还用于在第一链路上接收第一确认信息,第二收发模块902b还用于在第二链路上接收第二确认信息。

在另一种可能的设计中,多链路通信装置900可以实现上述实施例二中的第一多链路设备的任意方法和功能。例如,处理模块901,用于生成第一PPDU;第一收发模块902a用于在第一链路上发送第一PPDU,例如用于实现步骤S201,第一收发模块902a还用于在所述第一链路上接收响应于所述第一PPDU的第二PPDU,例如,用于实现步骤S203;第二收发模块902b用于在第二链路上,接收由第三多链路设备在第二链路上发送的第三PPDU,其中,所述第三PPDU的结束时间不晚于所述第二PPDU的结束时间,例如用于实现步骤S206。

在又一种可能的设计中,多链路通信装置900可以实现上述实施例二中的第三多链路设备的任意方法和功能。例如,处理模块901,用于生成第三PPDU;第一收发模块902a用于在第一链路上获取或接收第一PPDU,例如用于实现步骤S204;第二收发模块902b用于在第二链路上发送第三PPDU,所述第三PPDU的结束时间不晚于所述第二PPDU的结束时间,例如用于实现步骤S205。

在又一种可能的设计中，多链路通信装置可以实现上述实施例三中的 CCA 检测。例如，收发模块用于进行 CCA 检测；处理模块，用于根据收发模块的检测结果判断信道闲忙状态。处理模块，用于当收发模块在第二链路上的信道上检测到的功率大于或等于 $(-82 + X1 + C1)$ dBm 时，用于判断第二链路上的所述信道忙；处理模块，用于当收发模块在第二链路上的信道上检测到的功率小于 $(-82 + X1 + C1)$ dBm 时，则判断第二链路上的所述信道为闲。

参见图 10，图 10 是本申请实施例提供的一种多链路通信装置的结构示意图，该多链路通信装置可以用于实现前述任意实施例中涉及多链路通信装置的任意方法和功能，多链路通信装置可以包括处理器 1001、总线 1002、射频电路 1004a 和的射频电路 1004b，可选的，多链路通信装置还包括存储器 1003。一个可能的设计中，多链路设备中的一个站点包括一个单独的射频电路和基带电路，可以独立的实现在所工作的链路上的收发功能；在另一个可能的设计中，多链路设备中的一个站点包括一个公共的基带电路部分和一个独立的射频电路部分，则站点在所工作的链路上发送的数据可以由公共的基带电路生成，这种情况下，基带电路可以包括于处理器 1001 中。处理器 1001 用于执行指令以实现多链路通信装置的控制和管理，以及还包括信令或数据的处理等。总线 1002 用于耦合连接各器件，使得各器件可以完成数据或信息的交互。存储器 1003 可包括计算机程序或指令，处理器 1001 可运行指令以实现上述方法实施例中的功能。

在一种可能的设计中，多链路通信装置可以实现上述实施例一中的多链路设备的任意方法和功能。例如，处理器 1001，用于生成第一 PPDU 和第二 PPDU，可选的，处理器也可以基带电路，用于生成第一 PPDU 和第二 PPDU。射频电路 1004a 用于在第一链路上发送第一 PPDU，例如用于实现步骤 S101，射频电路 1004b 用于在第二链路上通过竞争信道发送第二 PPDU，其中，所述第二 PPDU 的结束时间不晚于所述第一 PPDU 的结束时间，例如用于实现步骤 S102。可选的，射频电路 1004a 还用于在第一链路上接收第一确认信息，射频电路 1004b 还用于在第二链路上接收第二确认信息。

在另一种可能的设计中，多链路通信装置可以实现上述实施例二中的第一多链路设备的任意方法和功能。例如，处理器 1001，用于生成第一 PPDU；射频电路 1004a 用于在第一链路上发送第一 PPDU，例如用于实现步骤 S201，射频电路 1004a 还用于在所述第一链路上接收响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU，例如，用于实现步骤 S203；射频电路 1004b 用于在第二链路上，接收由第三多链路设备在第二链路上发送的第三 PPDU，其中，所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间，例如用于实现步骤 S206。

在又一种可能的设计中，多链路通信装置可以实现上述实施例二中的第三多链路设备的任意方法和功能。例如，处理器 1001，用于生成第三 PPDU；射频电路 1004a 用于在第一链路上获取或接收第一 PPDU，例如用于实现步骤 S204；射频电路 1004b 用于在第二链路上发送第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间，例如用于实现步骤 S205。可选的，处理器 1001 还可以用于根据第一 PPDU 和/或第二 PPDU 中携带的传输时长信息获取第二 PPDU 的传输时长，从而确定第三 PPDU 的传输时长或结束时间。

在又一种可能的设计中，多链路通信装置可以实现上述实施例三中的 CCA 检测。例如，射频电路用于进行 CCA 检测；处理器 1001，用于根据射频电路的检测结果判断信道闲忙状态。处理器 1001，用于当射频电路 1004b 在第二链路上的信道上检测到的功率大于或等于 $(-82 + X1 + C1)$ dBm 时，用于判断第二链路上的所述信道忙；处理器 1001，用于当射频电路 1004b 在第二链路上的信道上检测到的功率小于 $(-82 + X1 + C1)$ dBm 时，则判断第二链路上的所述

信道为闲。

参见图 11，图 1 是本申请实施例提供的一种多链路通信装置的结构示意图，该多链路通信装置可以用于实现前述任意实施例中涉及多链路通信装置的任意方法和功能，多链路通信装置 1100 可以为一种芯片系统，用于支持多链路设备实现上述任一实施例中所涉及的功能，该芯片系统可以包括处理器，可选的还包括存储器，用于存储程序或指令。

在一个可能的设计中，处理器用于执行程序或指令，以使得多链路通信装置实现实施例一中任意的方法和功能。在另一种可能的设计中，处理器用于执行程序或指令，以使得多链路通信装置实现实施例二中任意的方法和功能。在又一个可能的设计中，处理器用于执行程序或指令，以使得多链路通信装置实现实施例三中任意的方法和功能。

需要说明的是，该存储器可以包含于处理器中，还可以为处理器外部与处理器耦合的存储单元。

本申请实施例还提供了一种处理器，用于与存储器耦合，用于执行上述各实施例中任一实施例中涉及第一多链路设备或第三多链路设备的任意方法和功能。

本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品，其在计算机上运行时，使得计算机执行上述各实施例中任一实施例中涉及第一多链路设备或第三多链路设备的任意方法和功能。

本申请实施例还提供了一种装置，用于执行上述各实施例中任一实施例中涉及第一多链路设备或第三多链路设备的任意方法和功能。

本申请实施例还提供一种无线通信系统，该系统包括上述任一实施例中涉及的至少一个第一多链路设备和一个第三多链路设备。

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

权 利 要 求 书

- 1、一种多链路通信方法，其特征在于，包括：
第一多链路设备在第一链路上通过竞争信道向第二多链路设备发送第一物理层协议数据单元PPDU；
所述第一多链路设备在第二链路上通过竞争信道向所述第二多链路设备发送第二PPDU，
其中，所述第二PPDU的结束时间与所述第一PPDU的结束时间对齐。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第二多链路设备不支持同时收发。
- 3、根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述第二PPDU的结束时间与所述第一PPDU的结束时间对齐，包括：所述第二PPDU的结束时间不晚于所述第一PPDU的结束时间。
- 4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第二PPDU的结束时间不晚于所述第一PPDU的结束时间，包括：所述第二PPDU的结束时间与所述第一PPDU的结束时间相同。
- 5、根据权利要求1至4中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二PPDU的发送时间不早于所述第一PPDU的发送时间。
- 6、根据权利要求1至5中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一PPDU和/或所述第二PPDU是多用户PPDU。
- 7、根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述第一多链路设备在所述第一链路上接收所述第二多链路设备发送的响应于所述第一PPDU的第一信息；
所述第一多链路设备在所述第二链路上接收所述第二多链路设备发送的响应于所述第二PPDU的第二信息。
- 8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述第一信息与所述第一PPDU的时间间隔为预设时间间隔，所述第二信息与所述第二PPDU的时间间隔为所述预设时间间隔。
- 9、根据权利要求7或8所述的方法，其特征在于，所述第一信息与所述第二信息传输时间相同。
- 10、根据权利要求1至9中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一PPDU包括上下行指示，所述上下行指示用于指示所述第一PPDU的传输方向，所述传输方向包括上行或下行。
- 11、根据权利要求1至9中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一PPDU包括第一TXOP时长信息，所述第一TXOP时长信息指示第一TXOP的时长，所述第二PPDU包括第二TXOP时长信息，所述第二TXOP时长信息指示第二TXOP的时长，所述第一TXOP的时长与所述第二TXOP的时长相同。

12、根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一多链路设备为多链路 AP，所述第二多链路设备为多链路 STA。

13、一种多链路通信方法，其特征在于，所述方法包括：

第一多链路设备在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU；

在预设时间间隔后，所述第一多链路设备在所述第一链路上接收第二多链路设备响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU；

所述第一多链路设备在第二链路上，接收由所述第二多链路设备在所述第二链路上发送的第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间与所述第二 PPDU 的结束时间对齐。

14、一种多链路通信方法，其特征在于，所述方法包括：

第二多链路设备获取第一多链路设备在第一链路上传输的第一 PPDU；

所述第二多链路设备在所述第一链路上，发送响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU；

在第二链路上，所述第二多链路设备发送第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间与第二 PPDU 的结束时间对齐。

15、根据权利要求 13 或 14 所述的方法，其特征在于，所述第二多链路设备不支持同时收发。

16、根据权利要求 13 至 15 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第三 PPDU 的结束时间与所述第二 PPDU 的结束时间对齐，包括：所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间。

17、根据权利要求 13 至 16 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间，包括：所述第三 PPDU 的结束时间与所述第二 PPDU 的结束时间相同。

18、根据权利要求 13 至 17 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 PPDU 包括传输时长信息，所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长；或，
所述第二 PPDU 的物理层前导包括所述传输时长信息，所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长。

19、根据权利要求 13 至 18 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第三 PPDU 包括指示第三 TXOP 时长的第三 TXOP 时长信息，所述第三 TXOP 时长不超过所述第一 PPDU 中的第一 TXOP 时长信息所指示的第一 TXOP 时长和第二时长中的最小值或最早结束值；
其中，所述第二时长为所述第二 PPDU 的传输时长，或，所述第二 PPDU 的传输时长+SIFS+响应于所述第二 PPDU 的确认信息的传输时长。

20、根据权利要求 13 至 19 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一多链路设备为多链路 AP，所述第二多链路设备为多链路 STA。

21、一种多链路通信装置，其特征在于，包括：

第一发送模块，用于在第一链路上通过信道竞争向第二多链路设备发送第一物理层协议数据单元PPDU；

第二发送模块，用于在第二链路上通过竞争信道向所述第二多链路设备发送第二PPDU，其中，所述第二PPDU的结束时间与所述第一PPDU的结束时间对齐。

22、根据权利要求21所述的装置，其特征在于，所述第二多链路设备不支持同时收发。

23、根据权利要求11或12所述的装置，其特征在于，所述第二PPDU的结束时间与所述第一PPDU的结束时间对齐，包括：所述第二PPDU的结束时间不晚于所述第一PPDU的结束时间。

24、根据权利要求23所述的装置，其特征在于，所述第二PPDU的结束时间不晚于所述第一PPDU的结束时间，包括：所述第二PPDU的结束时间与所述第一PPDU的结束时间相同。

25、根据权利要求21至24中任一项所述的装置，其特征在于，所述第二PPDU的发送时间不早于所述第一PPDU的发送时间。

26、根据权利要求21至25中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一PPDU和/或所述第二PPDU是多用户PPDU。

27、根据权利要求21至25中任一项所述的装置，其特征在于，

所述第一发送模块，还用于在所述第一链路上接收所述第二多链路设备发送的响应于所述第一PPDU的第一信息；

所述第二发送模块，还用于在所述第二链路上接收所述第二多链路设备发送的响应于所述第二PPDU的第二信息。

28、根据权利要求27所述的装置，其特征在于，所述第一信息与所述第一PPDU的时间间隔为预设时间间隔，所述第二信息与所述第二PPDU的时间间隔为所述预设时间间隔。

29、根据权利要求27或28所述的装置，其特征在于，所述第一信息与所述第二信息传输时间相同

30、根据权利要求21至29中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一PPDU包括上下行指示，所述上下行指示用于指示所述第一PPDU的传输方向，所述传输方向包括上行或下行。

31、根据权利要求21至30中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一PPDU包括第一TXOP时长信息，所述第一TXOP时长信息指示第一TXOP的时长，所述第二PPDU包括第二TXOP时长信息，所述第二TXOP时长信息指示第二TXOP的时长，所述第一TXOP的时长与所述第二

TXOP 的时长相同。

32、根据权利要求 21 至 31 中任一项所述的装置，其特征在于，所述装置为多链路 AP，所述第二多链路设备为多链路 STA。

33、一种多链路通信装置，其特征在于，应用于第一多链路设备，所述装置包括：

第一发送模块，用于在第一链路上发送第一物理层协议数据单元 PPDU；

第一接收模块，用于在预设时间间隔后，在所述第一链路上接收第二多链路设备发送的响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU；

第二接收模块，用于在第二链路上，接收由所述第二多链路设备在所述第二链路上发送的第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间与所述第二 PPDU 的结束时间对齐。

34、一种多链路通信装置，其特征在于，应用于第二多链路设备，所述装置包括：

第一收发模块，用于获取第一多链路设备在第一链路上传输的第一 PPDU；

所述第一收发模块，还用于在所述第一链路上发送响应于所述第一 PPDU 的第二 PPDU；

第二收发模块，用于在第二链路上，发送第三 PPDU，所述第三 PPDU 的结束时间与第二 PPDU 的结束时间对齐。

35、根据权利要求 33 或 34 所述的装置，其特征在于，所述第二多链路设备不支持同时收发。

36、根据权利要求 33 至 35 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第三 PPDU 的结束时间与所述第二 PPDU 的结束时间对齐，包括：所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间。

37、根据权利要求 36 所述的装置，其特征在于，所述第三 PPDU 的结束时间不晚于所述第二 PPDU 的结束时间，包括：所述第三 PPDU 的结束时间与所述第二 PPDU 的结束时间相同。

38、根据权利要求 33 至 37 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一 PPDU 包括传输时长信息，所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长；或，

所述第二 PPDU 的物理层前导包括所述传输时长信息，所述传输时长信息用于指示所述第二 PPDU 的传输时长。

39、根据权利要求 33 至 38 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第三 PPDU 包括指示第三 TXOP 时长的第三 TXOP 时长信息，所述第三 TXOP 时长不超过所述第一 PPDU 中的第一 TXOP 时长信息所指示的第一 TXOP 时长和第二时长中的最小值 或最早结束值；

其中，所述第二时长为所述第二 PPDU 的传输时长，或，所述第二 PPDU 的传输时长+SIFS+响应于所述第二 PPDU 的确认信息的传输时长。

40、根据权利要求 33 至 39 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一多链路设备为多链路 AP，所述第二多链路设备为多链路 STA。

41、一种装置，包括处理器和存储器，所述存储器用于保存指令，当所述指令被所述处理器运行时，使得所述装置执行权利要求 1 至 20 中任一项所述的方法。

42、一种包含指令的计算机程序产品，其在计算机上运行时，使得计算机执行权利要求 1 至 20 中任一项所述的方法。

43、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质包括用于实现权利要求 1 至 20 中任一项所述的方法的指令。

44、一种装置，用于实现权利要求 1 至 20 中任一项所述的方法。