

物理层协议数据单元的传输方法和通信装置

5 本申请要求于 2021 年 02 月 27 日提交中国专利局、申请号为 202110221489.5、发明名称为“物理层协议数据单元的传输方法和通信装置”的专利申请的优先权；并且要求于 2021 年 05 月 31 日提交中国专利局、申请号为 202110604657.9、发明名称为“物理层协议数据单元的传输方法和通信装置”的专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

10

技术领域

本申请涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种物理层协议数据单元（physical protocol data unit, PPDU）的传输方法和通信装置。

15 **背景技术**

无线局域网（wireless local area network, WLAN）中引入了正交频分多址（orthogonal frequency division multiple access, OFDMA）技术，继而引入了资源单元（resource unit, RU）的概念。具体地，整个带宽被分为多个资源单元（resource unit, RU），也就是说，频域资源的分配并不是以信道为单位，而是以资源单元为单位。例如，一个 20MHz 信道内，可以包含多个资源单元（resource unit, RU），形式可以是 26-tone RU、52-tone RU、106-tone RU 等。其中，tone 表示子载波个数。此外，RU 也可以是 242-tone RU、484-tone RU、996-tone RU 等形式。

已有无线局域网（wireless local area network, WLAN）中的一种通信方式，其对发送的最大功率和最大频率谱密度进行了严格的限制。首先发送功率不能超过最大功率，并且发送的功率谱密度也不能超过最大功率谱密度。因此，随着发送带宽的增加，在满足最大功率谱密度限制的条件下，如何提高数据的发送功率同时保证长训练域（long training field, LTF）的峰均比（peak average power ratio, PAPR）是亟待解决的问题。

发明内容

30 本申请提供一种 PPDU 的传输方法，能够保证接入点（access point, AP）发送的数据部分的平均功率得到增大，同时能够保证 LTF 的 PAPR，进而能够保证系统性能。

第一方面，提供了一种 PPDU 的传输方法，包括：站点（station, STA）接收来自 AP 的触发帧，所述触发帧用于触发包括所述 STA 在内的至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU；所述 STA 根据所述触发帧，向所述 AP 发送 PPDU。其中，所述 35 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF，所述数据域承载在离散 RU 上，所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组，一个所述子载波组包括一个子载波，或者至少包括两个连续的子载波，所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上，所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带

宽。

应理解，第一传输带宽也可以理解为 AP 分配给上行 PPDU 的带宽。在整个带宽所包括的 RU 全部为离散 RU 的场景下，或者说，在采用离散 RU 对整个带宽进行资源分配的场景下，第一传输带宽为该整个带宽。在整个带宽既包括离散 RU 又包括连续 RU 的场景下，或者说，在采用离散 RU 对整个带宽中一部分带宽进行资源分配，采用连续 RU 对另一部分带宽进行资源分配的场景下，第一传输带宽为离散 RU 所占的带宽。比如，假设整个带宽为 40MHz，在采用离散 RU 对 40MHz 带宽进行资源分配的场景下，第一传输带宽为 40MHz；在采用离散 RU 对 40MHz 带宽中的 20MHz 带宽进行资源分配，采用连续 RU 对另外 20MHz 带宽进行资源分配的场景下，第一传输带宽为 20MHz。

还应理解，承载数据域的该离散 RU 可以是一个 RU，也可以是多个 RU。并且，无论承载数据域的该离散 RU 是第一传输带宽中的哪个或哪些离散 RU，该离散 RU 所占的带宽都为第一传输带宽。比如，在承载数据域的该离散 RU 为离散 RU#1 和离散 RU#2 的情况下，离散 RU#1 和离散 RU#2 所占的带宽为第一传输带宽。在承载数据域的该离散 RU 为离散 RU#3 和离散 RU#4 的情况下，离散 RU#3 和离散 RU#3 所占的带宽仍然为第一传输带宽。

现有技术中，如果在第一传输带宽内发送 PPDU，那么 PPDU 中的数据域和 LTF 均将承载在第一传输带宽内的所有子载波上，由于承载在第一传输带宽内的所有子载波上的 LTF 是经过设计的，因此 LTF 的 PAPR 能够得到保证。而根据本申请提供的 PPDU 的传输方法，在采用离散 RU 承载数据域的场景下，通过在第一传输带宽内的所有子载波上承载 LTF，而不是在离散 RU 上承载 LTF，能够保证 AP 发送的数据部分的平均功率得到增大，同时 LTF 的 PAPR 能够得到保证，进而能够保证系统性能。

第二方面，提供了一种 PPDU 的传输方法，包括：STA 接收来自 AP 的触发帧，所述触发帧用于触发包括所述 STA 在内的至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU；所述 STA 根据所述触发帧，向所述 AP 发送物理层协议数据单元 PPDU。其中，所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF，所述数据域承载在离散 RU 上，所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组，一个所述子载波组包括一个子载波，或者至少包括两个连续的子载波，所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上，其中，所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU，所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

本申请中，连续 RU 指，由连续的多个子载波组成的 RU，或者连续 RU 是由两组连续子载波组组成的 RU，每组所述连续子载波组包括的多个子载波是连续的，两组子载波组之间仅被保护子载波、空子载波、或者直流子载波中的一种或多种间隔。

应理解，连续 RU 和离散 RU 是相对应的概念，对于一个带宽而言，其包括的多个子载波，可以组成多个连续的 RU，也可以组成多个离散的 RU；也即，对于某一个子载波而言，在连续 RU 分配机制下，它属于一个连续的 RU，在离散 RU 分配机制下，它属于一个离散的 RU；某一个连续 RU 和某一个离散 RU 可以包括部分相同的子载波。本申请中，与承载数据域对应的所述多个连续 RU 为：包括该离散 RU 的所有子载波且所包括的子载波数量总和最少的多个连续 RU。其中，一个离散 RU 所对应的多个连续 RU 中的任一连续 RU 包括该离散 RU 的部分子载波。现有技术中，如果在多个连续 RU 的所有子载波上

发送 PPDU, 那么 PPDU 中的数据域和 LTF 将承载在该多个连续 RU 的所有子载波上, 由于承载在该多个连续 RU 的所有子载波上的 LTF 是经过设计的, 因此 LTF 的 PAPR 能够得到保证。而根据本申请提供的 PPDU 的传输方法, 在采用离散 RU 承载数据的场景下, 通过在离散 RU 所对应的多个连续 RU 的所有子载波上承载 LTF, 而不是在离散 RU 上承载 LTF, 能够保证 AP 发送的数据部分的平均功率得到增大, 同时 LTF 的 PAPR 能够得到保证, 进而能够保证系统性能。另外, 相比于在第一传输带宽内的所有子载波上承载 LTF, 仅在离散 RU 所对应的多个连续 RU 的所有子载波上承载 LTF 的方式, 能够减少冗余子载波的发送。

结合第一方面和第二方面, 在某些实现方式中, 所述方法还包括: 所述 STA 根据 LTF 序列的值和 P 矩阵, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF;

一种设计中, 所述 P 矩阵的维数由所述触发帧所触发的 STA 的数量、系统支持的 STA 的最大数量、以及所述至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数确定。

又一种设计中, P 矩阵的维数为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 。即 P 矩阵为 N_{LTF} 行乘以 N_{LTF} 列的矩阵。其中, N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量, 或者说发送所述 LTF 需要的 OFDM 符号的数量, N_{LTF} 由第一传输带宽的各 STA 所承载的总流数决定。

结合第一方面和第二方面, 在某些实现方式中, 所述 STA 根据 LTF 序列的值和 P 矩阵, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF, 包括: 所述 STA 根据其在所述至少一个 STA 中的顺序, 从所述 P 矩阵中确定对应的行; 所述 STA 根据从所述 P 矩阵中确定的对应的行和所述 LTF 序列的值, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF。

一种实现方式中, P 矩阵的维数为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 。其中, N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为该触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为该至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数。对于该至少一个 STA 中的第 i 个 STA, 其对应 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行。

又一实现方式中, 对于该至少一个 STA 中的任一 STA, 其可以根据其收到的触发帧中 User Info Field 中的 SS Allocation 域的指示从 P 矩阵中确定与其对应的行; 具体的, SS Allocation 域包含两个子字段, 一个是起始空间流子字段, 指示所分配的起始空间流索引, 另一个是空间流数子字段, 指示所分配的空间流数量。STA 将选择 P 矩阵中的第起始空间流索引+1 行至第起始空间流索引+所分配流数行; 具体的, STA i 的 P 矩阵 P_i , 其为 P 矩阵中的第 $I_i + 1$ 行至 $I_i + NUM_i$ 行, I_i 是第 i 个用户的起始空间流序号, 该起始空间流序号 I_i 由第一传输带宽上的所有用户的所有流进行排序得到, NUM_i 是第 i 个用户的流数, I_i 和 NUM_i 由 STA 的 User Info Field 中的 SS Allocation 域指示。

结合第一方面和第二方面, 在某些实现方式中, 所述所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF X_k 和所述所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF X_d 分别满足:

$$X_k = P_i \times LTF_k,$$

$$X_d = F \times LTF_d,$$

其中, 所述第 k 个子载波为数据子载波, 所述第 d 个子载波为导频子载波, P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映

射矩阵, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的正交频分复用 OFDM 符号数量,

$(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, i 为所述 STA 的序号,

$1 \leq i \leq N_u$, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, LTF_k 为 LTF 序列中

- 5 对应于所述第 k 个子载波的值, LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值, F 为所述 P 矩阵中的第一行。

现有技术中, 与 LTF 序列相乘的矩阵是 P 矩阵, 这里的 P 矩阵是 STA 根据其实际传输的空间流的数量确定的。比如, 假设一个 STA 实际传输的空间流的数量为 2, 则该 STA 对应的 P 矩阵为协议规定的 2×2 的正交映射矩阵。

- 10 而本申请实施例中, 与 LTF 序列相乘的矩阵 P_i 是 STA 根据其实际传输的空间流的数量从该至少一个 STA 间共享的所述 P 矩阵 (即, 上文中的 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵) 中确定的。这样, 可以避免各个 STA 发送 LTF 带来的用户间干扰。

结合第一方面和第二方面, 在某些实现方式中, 所述 i 满足:

$$i = (T_F - T_L) / T_C + 1,$$

- 15 其中, T_F 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述 STA 对应的用户信息字段的时长, T_L 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述触发帧中的第一个用户信息字段的时长, T_C 为所述 STA 对应的用户信息字段的长度。

在所述触发帧的 Common Field 中的 B55=0, 说明 User Info List 中第一个 User Info Field 是 Common Field 的扩展, 称为 Special User Info Field, 此时需要设置 $i = i' - 1$ 。换句话说, 当 B55=0 时, Special User Info Field 作为 Common Field 的扩展, 实际分给用户的就少了 1 个 User Info Field, 因此实际的用户序号 (STA 的序号 i) 是 User Info Field 的序号 i' 减去 1, 即 $i = i' - 1$ 。当 B55 等于 1 时, 则用户序号 (STA 的序号) 等于 User Info Field 的序号。

- 20 需要说明的是, i 也可以通过其他方式确定。比如, 可以在触发帧中携带各个 STA 的序号, 例如在触发帧中的各用户信息字段携带对应的 STA 的序号。

第三方面, 提供了一种 PPDU 的传输方法, 包括: 接入点 AP 向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU; 所述 AP 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU。其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述

30 离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上, 所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

- 35 根据本申请提供的 PPDU 的传输方法, 在采用离散 RU 承载数据的场景下, 通过在第一传输带宽内的所有子载波上承载 LTF, 而不是在离散 RU 上承载 LTF, 能够保证 AP 发送的数据部分的平均功率得到增大, 同时 LTF 的 PAPR 能够得到保证, 进而能够保证系统性能。

结合第三方面, 在某些实现方式中, 所述方法还包括: 所述 AP 根据在所述第一传输带宽内的数据子载波上接收到的 LTF, 确定所述第一传输带宽内的数据子载波的信道

40 系数。

基于该方案, 该至少一个 STA 的 LTF 都承载在第一传输带宽内的所有子载波上, AP 可以根据在第一传输带宽内的任一数据子载波上接收到的 LTF, 确定该数据子载波的信道系数, 其中该信道系数包括该至少一个 STA 中每个 STA 在该数据子载波的信道系数。

- 5 结合第三方面, 在某些实现方式中, 所述第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系数 H_k 满足:

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k},$$

- 10 其中, 所述第 k 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个

STA 支持的最大空间流数, P_r^* 为 P_r 的共轭转置矩阵, $P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_{N_u} \end{bmatrix}$, P_i 为 P 矩阵中的第

- 15 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, $i \in [1, N_u]$, i 为 STA 的序号, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值。

- 20 结合第三方面, 在某些实现方式中, 所述方法还包括: 所述 AP 根据所述第 k 个子载波的信道系数 H_k , 确定所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数; 所述 AP 根据所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调。其中, 所述序号为 i 的 STA 在所述第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 列, P_i 为 P_r 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 行。

- 25 基于该方案, AP 可以首先得到该至少一个 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数, 然后从该信道系数中可以抽取各个 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数, 进而对于任一 STA, AP 可以根据该 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数, 对该 STA 传输的数据进行解调, 得到该 STA 所传输的数据。

第四方面, 提供了一种 PPDU 的传输方法, 包括: 接入点 AP 向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

- 30 所述 AP 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU, 其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续子载波, 所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上, 其中, 所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU, 所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

- 35 根据本申请提供的 PPDU 的传输方法, 在采用离散 RU 承载数据的场景下, 通过在离

散 RU 所在的多个连续 RU 的所有子载波上承载 LTF，而不是在离散 RU 上承载 LTF，能够保证 AP 发送的数据部分的平均功率得到增大，同时 LTF 的 PAPR 能够得到保证，进而能够保证系统性能。另外，相比于在第一传输带宽内的所有子载波上承载 LTF，仅在离散 RU 所对应的多个连续 RU 的所有子载波上承载 LTF 的方式，能够减少冗余子载波的发送。

- 5 结合第四方面，在某些实现方式中，所述方法还包括：所述 AP 根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF，确定所述第 t 个连续 RU 中的所有子载波中每个数据子载波的信道系数。

其中，所述第二传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。具体地，该至少一个 STA 中每个 STA 通过多个连续 RU 10 中的所有子载波传输 LTF，即每个 STA 对应多个连续 RU，该至少一个 STA 所对应的连续 RU 的集合中的连续 RU 的带宽之和为第二传输带宽。其中，该至少一个 STA 所对应的连续 RU 的集合包括该至少一个 STA 中每个 STA 所对应的连续 RU，并且该集合的任意两个连续 RU 不同。

- 15 结合第四方面，在某些实现方式中，所述第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}^{(t)}$ 满足：

$$H_{k'}^{(t)} = \frac{Y_{k'} \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_{k'}^{(t)}},$$

- 其中，所述第 k' 个子载波为所述数据子载波， $Y_{k'}$ 为所述 AP 在所述第 k' 个子载波上接收到的 LTF， N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量， $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$ ， N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量， N_{mu} 为系统支持 20 的 STA 的最大数量， N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数， $(P_r^{(t)})^*$ 为 $P_r^{(t)}$ 的共轭转置矩

$$\text{阵, } P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{1_t} \\ P_{2_t} \\ \mathbf{M} \\ P_{u_t} \end{bmatrix}, u \text{ 为对应的所述 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量, } P_{i_t}$$

- 为 P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行中的前 S_{i_t} 行，所述 P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i_t 对应的行， $i_t \in [1, N_u]$ ， i_t 为使用所述第 t 个连续 RU 发送所述 LTF 的 STA 的序号， S_{i_t} 为序号为 i_t 的 STA 实际传输 25 的空间流数， $1 \leq S_{i_t} \leq N_{ms}$ ，所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵， $LTF_{k'}^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于所述第 t 个 RU 的所述第 k' 个子载波的值。

应理解，对应的 LTF 承载在不同连续 RU 上的 STA 的数量可能不同，也就是说，t 取不同值时，u 的值可能不同。

- 30 还应理解， i_t 为 STA 在该至少一个 STA 中的序号，并且该 STA 使用第 t 个连续 RU 发送 LTF。 i_t 并不是使用第 t 个连续 RU 发送 LTF 的 STA 在 u 个 STA 中的序号。

基于该方案，对于任一 STA，AP 可以得到承载该 STA 的数据的离散 RU 所对应的多个连续 RU 中每个 RU 中的各数据子载波的信道系数。

结合第四方面，在某些实现方式中，所述方法还包括：所述 AP 根据所述第 k' 个子

载波的信道系数 H_k ，确定所述序号为 i_l 的 STA 在所述序号为 i_l 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数；所述 AP 根据所述序号为 i_l 的 STA 在所述序号为 i_l 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数，对所述序号为 i_l 的 STA 传输的数据进行解调。其中，所述序号为 i_l 的 STA 的 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上，所述序号为 i_l 的 STA 在所述第 t 个连续 RU 中的所述第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_l}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_l}^{(t)}$ 列， P_{i_l} 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_l}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_l}^{(t)}$ 行。

基于该方案，AP 知道每个 STA 发送的 LTF 承载在哪些连续 RU 上，从而对于任一 STA，AP 根据上一个公式可以获知该 STA 在其对应的多个连续 RU 上每个 RU 中的数据子载波的信道系数，这样相当于 AP 获知了该 STA 的信道系数，从而 AP 可以根据该 STA 的信道系数，对该 STA 传输的数据进行解调。

第五方面，提供了一种通信装置，包括：收发单元，用于接收来自接入点 AP 的触发帧，所述触发帧用于触发至少一个站点 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU；根据所述触发帧，向所述 AP 发送 PPDU；其中，所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF，所述数据域承载在离散资源单元 RU 上，所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组，一个所述子载波组包括一个子载波，或者至少包括两个连续的子载波，所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上，所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

第六方面，提供了一种通信装置，包括：收发单元，用于接收来自接入点 AP 的触发帧，所述触发帧用于触发至少一个站点 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU；根据所述触发帧，向所述 AP 发送物理层协议数据单元 PPDU；其中，所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF，所述数据域承载在离散资源单元 RU 上，所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组，一个所述子载波组包括一个子载波，或者至少包括两个连续的子载波，所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上，其中，所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU，所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

结合第五方面和第六方面，在某些实现方式中，所述通信装置还包括处理单元，用于根据 LTF 序列的值和 P 矩阵，得到承载在所述所有子载波上的 LTF，所述 P 矩阵的维数由所述触发帧所触发的 STA 的数量、系统支持的 STA 的最大数量、以及所述至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数确定。

结合第五方面和第六方面，在某些实现方式中，所述处理单元具体用于：根据其在所述至少一个 STA 中的顺序，从所述 P 矩阵中确定对应的行；根据从所述 P 矩阵中确定的对应的行和所述 LTF 序列的值，得到承载在所述所有子载波上的 LTF。

结合第五方面和第六方面，在某些实现方式中，所述所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF X_k 和所述所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF X_d 分别满足：

$$X_k = P_i \times LTF_k,$$

$$X_d = F \times LTF_d,$$

其中，所述第 k 个子载波为数据子载波，所述第 d 个子载波为导频子载波， P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行，所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行，所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映

射矩阵, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的正交频分复用 OFDM 符号数量,

$(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, i 为所述 STA 的序号,

$1 \leq i \leq N_u$, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值, LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值, F 为所述 P 矩阵中的第一行。

结合第五方面和第六方面, 在某些实现方式中, 所述 i 满足:

$$i = (T_F - T_L) / T_C + 1,$$

其中, T_F 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述 STA 对应的用户信息字段的时长, T_L 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述触发帧中的第一个用户信息字段的时长, T_C 为所述 STA 对应的用户信息字段的长度。

第七方面, 提供了一种通信装置, 包括: 收发单元, 用于向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU; 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU; 其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上, 所述第一传输带宽为接入点 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

结合第七方面, 在某些实现方式中, 所述通信装置还包括处理单元, 用于: 根据在所述第一传输带宽内的数据子载波上接收到的 LTF, 确定所述第一传输带宽内的数据子载波的信道系数。

结合第七方面, 在某些实现方式中, 所述第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系数 H_k 满足:

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k},$$

其中, 所述第 k 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个

STA 支持的最大空间流数, P_r^* 为 P_r 的共轭转置矩阵, $P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \mathbf{M} \\ P_{N_u} \end{bmatrix}$, 或者, $P_r^* = \begin{bmatrix} P_1^* \\ P_2^* \\ \mathbf{M}^* \\ P_{N_u}^* \end{bmatrix}$;

一种实现中, P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, $i \in [1, N_u]$, i 为 STA 的序号, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值。

另一种实现中, P_i 为 P 矩阵中的第 $I_i + 1$ 行至 $I_i + NUM_i$ 行, I_i 是第 i 个用户的起始空间流序号, 该起始空间流序号由第一传输带宽上的所有用户的所有流进行排序得到,

NUM_i 是第 i 个用户的流数, I_i 和 NUM_i 由 STA i 的 User Info Field 中的 SS Allocation 域指示。所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值。

- 结合第七方面, 在某些实现方式中, 所述处理单元还用于: 根据所述第 k 个子载波的信道系数 H_k , 确定所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数; 根据所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调; 其中, 一种实现中, 所述序号为 i 的 STA 在所述第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 列, P_i 为 P_r 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 行。又一种实现中, 序号为 i 的 STA 在第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 I_i+1 列至 I_i+NUM_i 列。

- 第八方面, 提供了一种通信装置, 包括: 收发单元, 用于向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU; 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU, 其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续子载波, 所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上, 其中, 所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU, 所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

- 结合第八方面, 在某些实现方式中, 所述通信装置还包括处理单元, 用于: 根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF, 确定所述第 t 个连续 RU 中的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 所述第二传输带宽为所述接入点 AP 分配给所述至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。

结合第八方面, 在某些实现方式中, 所述第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}^{(t)}$ 满足:

$$H_{k'}^{(t)} = \frac{Y_{k'} \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_{k'}^{(t)}},$$

- 其中, 所述第 k' 个子载波为所述数据子载波, $Y_{k'}$ 为所述 AP 在所述第 k' 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量,

$(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, $(P_r^{(t)})^*$ 为 $P_r^{(t)}$ 的共轭转置矩阵,

阵, $P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{1_t} \\ P_{2_t} \\ \vdots \\ P_{u_t} \end{bmatrix}$, u 为对应的所述 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量。

- 一种实现中, P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i_t 对应的行, $i_t \in [1, N_u]$, i_t 为使用所述第 t 个连续 RU 发送所述 LTF 的 STA 的序号, S_i 为序号为 i_t 的

- STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于所述第 t 个 RU 的所述第 k' 个子载波的值。又一种实现中, P_i 为 P 矩阵中的第 $I_i + 1$ 行至 $I_i + NUM_i$ 行, I_i 是第 i_i 个用户的起始空间流序号, NUM_i 是第 i_i 个用户的流数, I_i 和 NUM_i 由 STA i_i 的 User Info Field 中的 SS Allocation 域
- 5 指示。 $i_i \in [1, N_u]$, i_i 为使用第 t 个连续 RU 发送 LTF 的 STA 的序号, N_u 为所述触发帧所触发的至少一个 STA 的数量; P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于第 t 个 RU 的第 k' 个子载波的值。结合第八方面, 在某些实现方式中, 所述处理单元还用于: 根据所述第 k' 个子载波的信道系数 H_k , 确定所述序号为 i_i 的 STA 在所述序号为 i_i 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数;
- 10 根据所述序号为 i_i 的 STA 在所述序号为 i_i 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i_i 的 STA 传输的数据进行解调; 其中, 所述序号为 i_i 的 STA 的 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上, 所述序号为 i_i 的 STA 在所述第 t 个连续 RU 中的所述第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_i}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_i}^{(t)}$ 列, P_i 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_i}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_i}^{(t)}$ 行。
- 15 第九方面, 提供了一种装置, 包括处理器。该处理器与存储器耦合, 可用于执行存储器中的指令, 以使得该装置执行上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地, 该装置还包括存储器。可选地, 该装置还包括接口电路, 处理器与接口电路耦合。
- 第十方面, 提供了一种处理器, 包括: 输入电路、输出电路和处理电路。该处理电路
- 20 用于通过该输入电路接收信号, 并通过该输出电路发射信号, 使得该处理器执行上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中的方法。
- 在具体实现过程中, 上述处理器可以为芯片, 输入电路可以为输入管脚, 输出电路可以为输出管脚, 处理电路可以为晶体管、门电路、触发器和各种逻辑电路等。输入电路所接收的输入的信号可以是由例如但不限于接收器接收并输入的, 输出电路所输出的信号可以是例如但不限于输出给发射器并由发射器发射的, 且输入电路和输出电路可以是同一电路, 该电路在不同的时刻分别用作输入电路和输出电路。本申请实施例对处理器及各种电路的具体实现方式不做限定。
- 25 第十一方面, 提供了一种处理装置, 包括处理器和存储器。该处理器用于读取存储器中存储的指令, 并可通过接收器接收信号, 通过发射器发射信号, 以执行上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中的方法。
- 可选地, 该处理器为一个或多个, 该存储器为一个或多个。
- 可选地, 该存储器可以与该处理器集成在一起, 或者该存储器与处理器分离设置。
- 在具体实现过程中, 存储器可以为非瞬态性 (non-transitory) 存储器, 例如只读存储器 (read only memory, ROM), 其可以与处理器集成在同一块芯片上, 也可以分别设置
- 35 在不同的芯片上, 本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。
- 上述第十一方面中的处理装置可以是一个芯片, 该处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现, 当通过硬件实现时, 该处理器可以是逻辑电路、集成电路等; 当通过软

件来实现时,该处理器可以是一个通用处理器,通过读取存储器中存储的软件代码来实现,该存储器可以集成在处理器中,可以位于该处理器之外,独立存在。

第十二方面,提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括:计算机程序(也可以称为代码,或指令),当该计算机程序被运行时,使得计算机执行上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十三方面,提供了一种计算机可读介质,该计算机可读介质存储有计算机程序(也可以称为代码,或指令)当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十四方面,本申请提供了一种芯片系统,该芯片系统包括处理器和接口,用于支持通信装置实现上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中所涉及的功能。在一种可能的设计中,所述芯片系统还包括存储器,所述存储器,用于保存前述通信装置的必要的信息和数据。该芯片系统,可以由芯片构成,也可以包括芯片和其他分立器件。

第十五方面,本申请提供了一种功能实体,该功能实体用于实现上述第一方面至第四方面或第一方面至第四方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十六方面,提供了一种通信系统,包括前述的 AP。可选地,所述通信系统还可以包括前述的 STA。

附图说明

- 图 1 是本申请实施例涉及的通信系统的示意图;
图 2 是本申请实施例涉及的通信装置的结构示意图;
图 3 是本申请实施例提供的一种芯片的结构示意图;
图 4 是 20MHz 时的资源单元可能的分配方式的示意图;
图 5 是 40MHz 时的资源单元可能的分配方式的示意图;
图 6 是 80MHz 时的资源单元可能的分配方式的示意图;
图 7 是一种离散 RU 的示意图;
图 8 是另一种离散 RU 的示意图;
图 9 是又一种离散 RU 的示意图;
图 10 是本申请实施例提供的一种 PPDU 的传输方法的示意性流程图;
图 11 是本申请实施例提供的一种触发帧的帧结构的示意图;
图 11(a) 是本申请实施例提供的又一种触发帧的帧结构的示意图;
图 11(b) 是本申请实施例提供的触发帧的公共信息部分的帧结构的示意图;
图 11(c) 是本申请实施例提供的触发帧的用户信息部分的帧结构的示意图;
图 12 是本申请实施例提供的一种 EHT PPDU 的格式示意图;
图 13 是本申请实施例提供的另一种 PPDU 的传输方法的示意性流程图;
图 14 是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合附图,对本申请中的技术方案进行描述。

本申请实施例的技术方案可以应用于各种通信系统,例如:无线局域网(wireless local area network, WLAN)通信系统、长期演进(long term evolution, LTE)系统、LTE 频分双工(frequency division duplex, FDD)系统、LTE 时分双工(time division duplex, TDD)、通用移动通信系统(universal mobile telecommunication system, UMTS)、全球互联微波接入(worldwide interoperability for microwave access, WiMAX)通信系统、第五代(5th generation, 5G)系统、新无线(new radio, NR)、未来的第六代(6th generation, 6G)系统等。

以下作为示例性说明,仅以 WLAN 系统为例,描述本申请实施例的应用场景以及本申请实施例的方法。

具体而言,本申请实施例可以应用于 WLAN 系统,并且本申请实施例可以适用于 WLAN 所采用的电气与电子工程师协会(institute of electrical and electronics engineers, IEEE) 802.11 系列协议中的任意一种协议,比如 802.11a/b/g、802.11n、802.11ac、802.11ax 或者 802.11be 等。本申请提供的方法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,相应地,该通信设备支持采用 IEEE 802.11 系列协议进行通信。

为便于理解本申请实施例,首先以图 1 中示出的通信系统为例详细说明适用于本申请实施例的通信系统。

如图 1 所示的场景系统可以是 WLAN 系统,图 1 的 WLAN 系统可以包括一个或多个接入点(access point, AP)类的站点和一个或多个非接入点类的站点(none access point station, non-AP STA)。为便于描述,本文将接入点类型的站点称为接入点(AP),非接入点类的站点称为站点(STA)。AP 例如为图 1 中的 AP#1 和 AP#2,STA 例如为图 1 中的 STA#1 和 STA#2。

其中,AP 可以为终端设备(如手机)进入有线(或无线)网络的接入点,主要部署于家庭、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。接入点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网络客户端连接到一起,然后将无线网络接入以太网。具体的,AP 可以是带有无线保真(wireless-fidelity, WiFi)芯片的终端设备(如手机)或者网络设备(如路由器)。接入点可以为支持 802.11be、802.11be 下一代制式的设备。接入点也可以为支持 802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b 及 802.11a 等 802.11 家族的多种 WLAN 制式的设备。

接入点可包括处理器、发射机和接收机,处理器用于对接入点的动作进行控制管理,发射机用于发送信息,接收机用于接收信息。

STA 可以为无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端等,也可称为用户设备。例如,站点可以为支持 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等。可选地,站点可以支持 802.11be、802.11be 下一代制式。站点也可以支持 802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b 及 802.11a 等 802.11 家族的多种 WLAN 制式。

STA 可包括处理器、发射机和接收机,处理器用于对接入点的动作进行控制管理,发射机用于发送信息,接收机用于接收信息。

例如,AP 和 STA 可以是应用于车联网中的设备,物联网(IoT, internet of things)中的

物联网节点、传感器等，智慧家居中的智能摄像头，智能遥控器，智能水表电表，以及智慧城市中的传感器等。

本申请实施例中的所涉及的接入点和站点又可以统称为通信装置，其可以包括硬件结构、软件模块，以硬件结构、软件模块、或硬件结构加软件模块的形式来实现上述各功能。

5 上述各功能中的某个功能可以以硬件结构、软件模块、或者硬件结构加软件模块的方式来实现。

10 图 2 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。如图 2 所示，该通信装置 200 可包括：处理器 201、收发器 205，可选的还包括存储器 202。该通信装置可以作为本申请中的触发帧和 PPDU 的发送装置，也可以作为本申请中的触发帧和 PPDU 的接收装置。

所述收发器 205 可以称为收发单元、收发机、或收发电路等，用于实现收发功能。收发器 205 可以包括接收机和发射机，接收机可以称为接收机或接收电路等，用于实现接收功能；发射机可以称为发送机或发送电路等，用于实现发送功能。

15 存储器 202 中可存储计算机程序或软件代码或指令 204，该计算机程序或软件代码或指令 204 还可称为固件。处理器 201 可通过运行其中的计算机程序或软件代码或指令 203，或通过调用存储器 202 中存储的计算机程序或软件代码或指令 204，对 MAC 层和 PHY 层进行控制，以实现本申请下述各实施例提供的 PPDU 的传输方法。其中，处理器 201 可以为中央处理器（central processing unit, CPU），存储器 202 例如可以为只读存储器（read-only memory, ROM），或为随机存取存储器（random access memory, RAM）。

20 本申请中描述的处理器 201 和收发器 205 可实现在集成电路（integrated circuit, IC）、模拟 IC、射频集成电路 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。

上述通信装置 200 还可以包括天线 206，该通信装置 200 所包括的各模块仅为示例说明，本申请不对此进行限制。

25 如前所述，以上实施例描述中的通信装置 200 可以是 AP 或者 STA，但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 2 的限制。

AP 可以是多天线/多射频的，也可以是单天线/单射频的，该天线/射频用于发送/接收数据分组。一种实现中，AP 的天线或射频部分可以与 AP 的主体部分分离，呈拉远布局的结构。一种实现中，STA 可以是单个天线/射频的，也可以是多天线/多射频的，并且可以30 是两个以上天线的设备，该天线/射频用于发送/接收数据分组。一种实现中，STA 的天线或射频部分可以与 STA 的主体部分分离，呈拉远布局的结构。

本申请中涉及的通信装置还可以是独立的设备或者可以是较大设备的一部分。例如所述通信装置的实现形式可以是：

35 （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，指令的存储部件；（3）可嵌入在其他设备内的模块；（4）接收机、智能终端、无线设备、手持机、移动单元、车载设备、云设备、人工智能设备等等；（5）其他等等。

对于通信装置的实现形式是芯片或芯片系统的情况，可参见图 3 所示的芯片的结构示意图。图 3 所示的芯片包括处理器 301 和接口 302。其中，处理器 301 的数量可以是一个

或多个，接口 302 的数量可以是多个。接口 302 用于信号的接收和发送。可选的，该芯片或芯片系统可以包括存储器 303。存储器 303 中用于保存芯片或芯片系统必要的程序指令和数据。

5 本申请实施例并且不限制权利要求书的保护范围和适用性。本领域技术人员可以在不脱离本申请实施例范围的情况下对本申请涉及的元件的功能和部署进行适应性更改，或酌情省略、替代或添加各种过程或组件。

AP 与 STA 之间可以采用应用正交频分多址（orthogonal frequency division multiple access, OFDMA）。在 OFDMA 传输场景下，WLAN 协议将整个带宽划分为若干个资源单元（resource unit, RU），AP 和 STA 之间可通过被分配的 RU 传输 PPDU。802.11ax
10 标准规定对于 20MHz、40MHz、80MHz、160MHz 的带宽，可将带宽划分成多类 RU，RU 的大小可以是 26-tone RU、52-tone RU、106-tone RU，242-tone RU、484-tone RU、996-tone RU 等。其中，tone 表示子载波，例如，26-tone RU 表示包括连续的 26 个子载波的 RU，或者包括一组连续的 13 个子载波和另一组连续的 13 个子载波的 RU。

802.11be 标准沿用了上述将带宽划分为若干个资源单元的资源分配方式，802.11be
15 标准基于 802.11ax 标准对部分数据子载波和导频子载波的位置进行了更改。对于 20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、320MHz，可将频谱带宽划分成多类 RU，RU 的大小可以是 26-tone RU、52-tone RU、106-tone RU，242-tone RU、484-tone RU、996-tone RU 等。该 26-tone RU 可以被分配给一个 STA 使用。通常来讲，一个大于等于 242-tone 的 RU 可以分配给一个或者多个 STA 使用。带宽上的 RU 包括数据（data）子载波
20 和导频（pilot）子载波。数据子载波用于承载数据信息；导频子载波传递固定值，用于接收端估计相位，进行相位纠正。

当带宽为 20MHz 时，如图 4 所示的，图 4 所示为带宽为 20MHz 时的资源单元可能的分配方式的示意图。整个 20MHz 带宽可以由整个 242-tone RU 组成，也可以由 26-tone RU、52-tone RU、106-tone RU 的各种组合组成。除了用于传输数据的 RU，此外，还包括一些保护（Guard）子载波，空子载波，或者直流（direct current, DC）子载波。
25

当带宽为 40MHz 时，如图 5 所示的带宽为 40MHz 时的资源单元可能的分配方式的示意图。整个带宽大致相当于 20MHz 的子载波分布的复制。整个 40MHz 带宽可以由整个 484-tone RU 组成，也可以由 26-tone RU，52-tone RU，106-tone RU，242-tone RU 的各种组合组成。

30 如图 6 所示的带宽为 80MHz 时的资源单元可能的分配方式的示意图。当信道带宽为 80MHz 时。整个带宽大致相当于 2 个 40MHz 的子载波分布的复制。整个 80MHz 带宽可以由一整个 996-tone RU 组成，也可以由 484-tone RU、242-tone RU，106-tone RU，52-tone RU，26-tone RU 的各种组合组成。

当带宽为 160MHz 或者 80+80MHz 时，整个带宽可以看成两个 80MHz 的子载波分布的复制，整个带宽可以由一整个 2*996-tone RU 组成，也可以由 26-tone RU，52-tone
35 RU，106-tone RU，242-tone RU，484-tone RU，996-tone RU 的各种组合组成。2*996-tone RU 为由连续的两个 996-tone RU 子载波组成的 RU。

类似的，当带宽为 320MHz 时，整个带宽可以看成两个 160MHz 的子载波分布的复制。整个带宽可以由一整个 4*996-tone RU 组成，也可以由 26-tone RU，52-tone RU，

106-tone RU, 242-tone RU, 484-tone RU, 996-tone RU 的各种组合组成。

上述的 26-tone RU、52-tone RU、106-tone RU、242-tone RU 和 484-tone RU 是由连续的多个子载波构成的 RU，或者由两组连续的子载波组构成的 RU（例如如图 4 中的第一行的第 5 个 26-tone，其由两个 13-tone 和中间的 7 个 DC tone 组成），本申请中，将这样的 RU 可以理解为连续 RU。

当前有一种室内低功耗（low power indoor, LPI）的通信方式，其对发送的最大功率和最大频率谱密度进行了严格的限制。设备发送的功率同时受最大功率和最大功率谱密度的限制，首先发送功率不能超过最大功率，并且发送的功率谱密度也不能超过最大功率谱密度。由于设备的发送功率=功率谱密度*发送带宽，那么，在功率谱密度一定时，随着发送带宽的增加，设备最大的发送功率也相应增加。已知，每个子载波的平均发送功率=发送功率/有效子载波数，因此，在功率谱密度一定时，为了提升每个子载波的平均发送功率，可以考虑提高发送功率，而为了提高发送功率，可以考虑增加发送带宽。

其中，一种方式中，可以将一个连续 RU 上的子载波离散到多个连续 RU 上发送。比如，考虑某一个用户分配到了一个连续 26-tone RU（记作：连续 RU#1）情况，可以将连续 RU#1 的子载波离散到两个连续 26-tone RU 上进行发送，比如，在连续 RU#1 上选择 13 个奇数位置的子载波，在另一个连续 26-tone RU（记作：连续 RU#2）上选择偶数位置的子载波。连续 RU#1 上的 13 个奇数位置的子载波和连续 RU#2 上的 13 个偶数位置的子载波所构成的 RU 可以称为离散 RU。可以看出，在同样的功率谱密度下，离散 RU 的发送带宽相比连续 RU 的发送带宽增加了一倍，发送功率也就增加了一倍，而子载波数仍然是 26，那么每个子载波上的平均功率增加了一倍。

但是，这样会带来一个问题，即原有的在连续 RU 上传输 LTF 的方式将不再适用离散 RU。具体来讲，当一个连续 RU 被分配给用户后，用户将在该连续 RU 的所有子载波上传输数据和 LTF，由于这种传输方式下的 LTF 的 PAPR 在 LTF 序列设计时已经有所考虑，因此这种传输方式下 LTF 的 PAPR 能够得到保证。然而，由于离散 RU 所包括的子载波并不是连续的，并且离散 RU 所包括的子载波的数量并不一定等于连续 RU 所包括的子载波的数量，因此，如果在离散 RU 的所有子载波上传输使用现有 LTF 序列得到的 LTF，LTF 的 PAPR 将得不到保证。

有鉴于此，本申请提供了一种 PPDU 的传输方法，能够使得数据的发送功率提高的同时，LTF 的 PAPR 得到保证，从而能够保证系统性能。

在介绍本申请提供的方法之前，首先对本申请中涉及的相关概念进行说明。

1、连续 RU（continuous RU，CRU）

连续 RU 指，由连续的多个子载波组成的 RU，或者连续 RU 是由两组连续子载波组成的 RU，每组所述连续子载波组包括的多个子载波是连续的，两组子载波组之间仅被保护子载波、空子载波、或者直流子载波中的一种或多种间隔。802.11ax 中支持的 RU 均可理解为连续 RU。应理解，连续 RU 也可以为其他名称，例如常规 RU，本申请不限定连续 RU 的名称。

应理解，连续 RU 的多个子载波可以是连续的，连续 RU 也可以包括两组连续子载波组，该两组连续子载波组之间不连续。例如一组连续的 13 个子载波和另一组连续的 13 个子载波组成的 26-tone RU 为连续 RU。类似的，一组连续的 484 个子载波和另一组连续的

484 个子载波组成的 996-tone RU 为连续 RU。这样的 RU 也可以称为特殊的连续 RU 或者广义的连续 RU。本申请中的连续 RU 也包括特殊的连续 RU 或者广义的连续 RU。

本申请中，将包括 K 个子载波的连续 RU 称为连续 K-tone RU。比如，连续 26- tone RU 是指包括 26 个子载波的连续 RU。即，连续 K-tone RU 的概念和现有的 802.11ax 标准
5 中的 K-tone RU 的概念相同。

2、离散 RU (distribute RU, DRU)

离散 RU，包括多个在频域上离散的子载波组，即离散 RU 包括多个子载波组，并且任意两个子载波组在频域上离散。其中，一个子载波组包括一个子载波，或者，一个子载波组至少包括两个连续的子载波，即，一个子载波组包括一个子载波或者包括多个连续
10 的子载波。离散 RU 又可称作非连续 RU (discontinuous RU, DRU)。当然在其他实施例中，离散 RU 也可以的名称也可以为其他名称，本申请不限定离散 RU 的名称。本申请中的一个离散 RU 包括的子载波组的数量大于或等于 2。

本申请中，将包括 K 个子载波的离散 RU 称为离散 K-tone RU。比如，离散 26- tone RU 是指包括 26 个子载波的离散 RU。其中，K 的大小可以参照连续 RU 所采用的 K 的取值，当然，K 的大小也可以和连续 RU 所采用的 K 的取值不同。例如，带宽为 20MHz 时，
15 20MHz 可包括离散 26-tone RU、离散 52-tone RU，离散 106-tone RU，离散 242-tone RU 中的一种或多种的组合。

本申请中，一个离散 RU 可以与另一个离散 RU 组成离散多 RU (multi-RU, MRU)，该离散 MRU 能够被分配给一个或多个站点。例如，离散 242-tone RU 和离散 484-tone RU
20 可组成离散 484+242-tone RU。

需要说明的是，上文中提及的特殊的连续 RU 或者广义的连续 RU 并不属于本申请实施例涉及的离散 RU。例如，上述示例中的一组连续的 13 个子载波和另一组连续的 13 个子载波组成的 26-tone RU 非本申请中所定义的离散 RU，而是特殊的连续 RU。

在一些示例中，离散 RU 所包括的多个子载波组中的任意两个子载波组所包括的子载波的数量可以是相同的也可以是不同的。例如，每个子载波组的子载波数量可以均为 1。
25 又如，一部分子载波组的子载波数量为 1，另一部分子载波组的子载波数量为 2，即，一个离散 RU 可以包括 4 个子载波组，4 个子载波组中的子载波数量可以依次为 1，1，2，2。

在一些示例中，在离散 RU 所包括的子载波组的数量大于或等于 3 的情况下，离散 RU 所包括的多个离散的子载波组中，两两相邻的子载波组之间间隔的子载波数量可以相同也可以不相同。两两相邻的子载波组是指一个离散 RU 的两个相邻的子载波组。

例如，对于包括 3 个离散子载波组（记为：子载波组#1、子载波组#2 和子载波组#3）的离散 RU，子载波组#1 和子载波组#2 相邻，子载波组#2 和子载波组#3 相邻，即，子载波组#1 所包括的子载波的频率小于子载波组#2 所包括的子载波的频率，子载波组#2 所包
35 括的子载波的频率小于子载波组#3 所包括的子载波的频率。并且，子载波组#1 中频率最大的子载波和子载波组#2 中频率最小的子载波在频率（或，频域）上不连续，即二者之间间隔了 K1 ($K1 \geq 1$) 个子载波，或者说二者之间还存在 K1 个子载波，子载波组#2 中频率最大的子载波和子载波组#3 中频率最小的子载波在频率（或，频域）上不连续，即二者之间间隔了 K2 ($K2 \geq 1$) 个子载波，或者说二者之间还存在 K2 个子载波。其中，K1 可以等

于 K_2 ，也可以不等于 K_2 。

再如，对于包括 4 个离散子载波组（记为：子载波组#1、子载波组#2、子载波组#3 和子载波组#4）的离散 RU，子载波组#1 和子载波组#2 相邻，子载波组#2 和子载波组#3 相邻，子载波组#3 和子载波组#4 相邻。并且，子载波组#1 中频率最大的子载波和子载波组#2 中频率最小的子载波之间间隔了 K_1 ($K_1 \geq 1$) 个子载波，子载波组#2 中频率最大的子载波和子载波组#3 中频率最小的子载波之间间隔了 K_2 ($K_2 \geq 1$) 个子载波，子载波组#3 中频率最大的子载波和子载波组#4 中频率最小的子载波之间间隔了 K_3 ($K_3 \geq 1$) 个子载波。 K_1 、 K_2 和 K_3 三者可以相等，或者其中两者可以相等，或者三者中任意两者都不相等。

10 示例性的，图 7 示出了一种离散 RU 的示意图。参见图 7，一个离散 26-tone RU 分布在 40MHz 的频率范围内，该离散 26-tone RU 包括第一个 20MHz 频率范围内的 13 个子载波和第二个 20MHz 频率范围内的 13 个子载波。

示例性的，图 8 示出了一种离散 RU 的示意图。参见图 8，一个离散 52-tone RU 分布在 20MHz 的频率范围内，该离散 52tone RU 包括第一个 20MHz 频率范围内的第一个连续 52tone-RU 中的 26 个子载波和第三个连续 52-tone RU 中的 26 个子载波。

示例性的，图 9 示出了一种离散 RU 的示意图。参见图 9，一个离散 52-tone RU 分布在 80MHz 的频率范围内，该离散 52tone RU 包括第一个 20MHz 频率范围内的第一个连续 52tone-RU 中的 13 个子载波、第二个 20MHz 频率范围内的第一个连续 52tone-RU 中的 13 个子载波、第三个 20MHz 频率范围内的第一个连续 52tone-RU 中的 13 个子载波、以及第 20 四个 20MHz 频率范围内的第一个连续 52tone-RU 中的 13 个子载波。

可选地，离散 RU 包括 K 个子载波。该离散 RU 所占的 MHz 数，大于子载波的数量为 K 的 RU 所占的 MHz 数。MHz 数的最小粒度为 1。

离散 RU 所占的 MHz 数是指离散 RU 的 K 个子载波，所占的 MHz 数。带宽包括多个 MHz，一个 MHz 上，分布有离散 RU 的至少一个子载波，即使该离散 RU 的子载波并没有占满该一个 MHz，该一个 MHz 计入离散 RU 所占的 MHz 数。

例如，离散 26-tone RU 的 26 个子载波，包括 4 个子载波组，按照频率由低至高的顺序，第 1-7 个子载波是连续的，第 1-7 个子载波为一个子载波组；第 8-14 个子载波是连续的，第 8-14 个子载波为一个子载波组；第 15-20 个子载波是连续的，第 15-20 个子载波是一个子载波组，第 21-26 个子载波是连续的，第 21-26 个子载波是一个子载波组。

30 第 1-7 个子载波所占的 1MHz 内，仅有这 7 个子载波为该离散 26-tone RU 的子载波，即使该第 1-7 个子载波对应的频率仅为 0.5MHz，也即该第 1-7 个子载波并没有占满该 1MHz，由于 MHz 数的最小粒度为 1，该第 1-7 个子载波所占的 MHz 数也为 1MHz。

类似的，第 8-14 个子载波所占的 1MHz 内，仅有这 7 个子载波为该离散 26-tone RU 的子载波，第 8-14 个子载波所占的 MHz 数也为 1MHz。第 15-20 个子载波所占的 1MHz 内，仅有这 7 个子载波为该离散 26-tone RU 的子载波，第 15-20 个子载波所占的 MHz 数也为 1MHz。第 21-26 个子载波所占的 1MHz 内，仅有这 7 个子载波为该离散 26-tone RU 的子载波，第 21-26 个子载波所占的 MHz 数也为 1MHz。这样，该离散 26-tone RU 所占的 MHz 数为 4MHz。

根据上述描述可知，RU 与离散 RU 的子载波的分布是不同的。对于 RU，子载波的数量

目与子载波所占的 MHz 数有固定的对应关系。例如，连续 26-tone RU 的 26 个子载波所占的 MHz 数为 2，连续 52-tone RU 的 52 个子载波所占的 MHz 数为 4，……，连续 242-tone RU 的 242 个子载波所占的 MHz 数为 20，连续 484-tone RU 所占的 MHz 数为 40，连续 996-tone RU 所占的 MHz 数为 80。而对于离散 RU，其子载波的数目与子载波所占的 MHz 数没有固定的对应关系。例如，离散 996-tone RU 的 996 个子载波可以离散的分布在 160MHz 上，也可以离散的分布在 320MHz 上，也即是说离散 996-tone RU 的 996 个子载波所占的 MHz 数可以为 160MHz，也可以为 320MHz。

3、离散 RU 和连续 RU 的对应关系

一个离散 RU 所对应多个连续 RU 为：包括该离散 RU 所包括的全部子载波、且所包括的子载波数量总和最少的多个连续 RU。其中，一个离散 RU 所对应的多个连续 RU 中的任一连续 RU 包括该离散 RU 的部分子载波。

应理解，一个离散 RU 对应多个连续 RU 可以描述为：一个离散 RU 占用多个连续 RU，或者称一个离散 RU 在多个连续 RU 上，或者称一个离散 RU 与多个连续 RU 具有映射关系，或者称该多个连续 RU 为一个离散 RU 所在的连续 RU。

例如，以图 7 所示的离散 RU 为例，将如图 7 所示的第一个 20MHz 内的第一个连续 26-tone RU、第一个连续 52-tone RU、第一个连续 106-tone RU、第一个连续 242-tone RU、以及第一个连续 484-tone RU 分别记作：连续 RU#1、连续 RU#2、连续 RU#3、连续 RU#4、连续 RU#5；将第二个 20MHz 内的第一个连续 26-tone RU、第一个连续 52-tone RU、第一个连续 106-tone RU、第一个连续 242-tone RU、以及第一个连续 484-tone RU 分别记作：连续 RU#6、连续 RU#7、连续 RU#8、连续 RU#9、连续 RU#10。连续 RU#1 至连续 RU#5 中的任一个连续 RU 包括图 7 所示的离散 26-tone RU 的一部分子载波，连续 RU#6 至连续 RU#10 中的任一个连续 RU 包括该离散 26-tone RU 的另一部分子载波。也就是说，包括该离散 RU 的所有子载波的多个连续 RU 为：连续 RU#1 至连续 RU#5 中的任一个连续 RU 和连续 RU#6 至连续 RU#10 中的任一个连续 RU。由于包括连续 RU#1 至连续 RU#5 中的一个连续 RU 和连续 RU#6 至连续 RU#10 中的一个连续 RU 的组合中，连续 RU#1 和连续 RU#6 总共包括 52 个子载波，除此之外的组合中的两个连续 RU 所包括的子载波数量的总和均大于 52，也就是说，连续 RU#1 和 RU#6 是包括该离散 RU 的所有子载波的多个连续 RU 中子载波数量总和最少的多个连续 RU，因此该离散 26-tone RU 对应的多个连续 RU 为连续 RU#1 和连续 RU#6。

在本申请中，称该离散 RU 与连续 RU#1 和连续 RU#6 对应，或者称该离散 RU 为与连续 RU#1 和连续 RU#6 具有映射关系的离散 RU；或者称连续 RU#1 和连续 RU#6 为该离散 RU 所占的连续 RU。

再如，以图 8 所示的离散 RU 为例，将如图 8 所示的第一个 20MHz 内的第一个连续 52-tone RU、第一个连续 106-tone RU、第三个连续 52-tone RU、第二个连续 106-tone RU 分别记作：连续 RU#1、连续 RU#2、连续 RU#3、连续 RU#4。连续 RU#1 和连续 RU#2 均包括图 8 所示的离散 52-tone RU 的一部分子载波，连续 RU#3 和连续 RU#4 均包括该离散 52-tone RU 的另一部分子载波。也就是说，包括该离散 RU 的所有子载波的多个连续 RU 为：连续 RU#1 和连续 RU#3、连续 RU#2 和连续 RU#3、连续 RU#1 和连续 RU#4、或者连续 RU#2 和连续 RU#4。上述这四种组合中，连续 RU#1 和连续 RU#3 总共

包括 52 个子载波，除此之外的其他三个组合中任一组合所包括的子载波数量的总和均大于 52，也就是说，连续 RU#1 和 RU#3 是包括该离散 RU 的所有子载波的多个连续 RU 中子载波数量总和最少的多个连续 RU，因此该离散 52-tone RU 对应的多个连续 RU 为连续 RU#1 和连续 RU#3。在本申请中，称该离散 RU 与连续 RU#1 和连续 RU#3 对应，或者称该离散 RU 为与连续 RU#1 和连续 RU#3 具有映射关系的离散 RU；或者称连续 RU#1 和连续 RU#3 为该离散 RU 所占的连续 RU。

又如，以图 9 所示的离散 RU 为例，该离散 52-tone RU 的所有子载波的多个连续 RU 中子载波数量总和最少的多个连续 RU 为：第一个 20MHz 内的第一个连续 52-tone RU（连续 RU#1）、第二个 20MHz 内的第一个连续 52-tone RU（连续 RU#2）、第三个 20MHz 内的第一个连续 52-tone RU（连续 RU#3）、以及第四个 20MHz 内的第一个连续 52-tone RU（连续 RU#4）。因此，该离散 52-tone RU 所对应的多个连续 RU 为：连续 RU#1、连续 RU#2、连续 RU#3 和连续 RU#4。在本申请中，称该离散 52-tone RU 与连续 RU#1 至连续 RU#4 对应，或者称该离散 RU 为与连续 RU#1 至连续 RU#4 具有映射关系的离散 RU；或者称连续 RU#1 至连续 RU#4 为该离散 RU 所占的连续 RU。

下面将结合附图详细说明本申请提供的 PPDU 的传输方法。应理解，本申请的技术方案可以应用于无线通信系统中，例如，图 1 中所示的通信系统中。处于无线通信系统中的两个通信装置之间可具有无线通信连接关系，该两个通信装置中的一个通信装置可对应于图 1 中所示的 AP，也可以为配置于该 AP 中的芯片；该两个通信装置中的另一个通信装置可对应于图 1 中所示的 STA，可以为配置于该 STA 中的芯片。

图 10 示出了本申请实施例提供的一种 PPDU 的传输方法 1000 的示意性流程图。下面对图 10 所示的各步骤进行说明。

S1010，AP 发送触发帧。

其中，该触发帧中用于触发至少一个 STA 传输上行 PPDU。该至少一个 STA 为图中的 STA#1~STA# N_u ，也就是说，该触发帧触发了 N_u 个 STA 进行上行传输。相应地，该至少一个 STA 接收该触发帧，并且可以根据该触发帧传输各自的 PPDU。

该触发帧可以包括用于该至少一个 STA 发送 PPDU 的资源分配信息，每个 STA 根据自己的资源分配信息，可以获知被分配的至少一个离散 RU。

在一种可能的实现方式中，该资源分配信息为该至少一个离散 RU 的信息，即，该至少一个离散 RU 可以通过该资源分配信息直接指示。关于如何直接指示该至少一个离散 RU，本申请不作限定，比如，该资源分配信息为该至少一个离散 RU 的索引。

另一种可能的实现方式中，该资源分配信息为该至少一个离散 RU 对应的至少一个连续 RU 的信息。STA 根据该资源分配信息，可以获知该至少一个连续 RU，进一步根据该至少一个离散 RU 与该至少一个连续 RU 的对应关系，可以获知被分配的离散 RU。即，该至少一个离散 RU 可以通过该资源分配信息间接指示。离散 RU 和连续 RU 之间的对应关系可以由协议，或者可以由 AP 配置，或者还可以由 AP 和 STA 协商，本申请对此不作限定。

示例性的，该资源分配信息可以通过触发帧中的用户信息字段中的源单元分配子字段（RU Allocation subfield）携带。

图 11 示出了触发帧的帧结构的一例，图 11 (a) 示出了触发帧的帧结构的另一例，如

图 11 和图 11 (a) 所示, 触发帧包含公共信息 (Common Info) 字段和用户信息列表 (User Info List) 字段。

其中, 公共信息字段包含该触发帧所触发的至少一个 STA 都需要读取的公共信息。在 Common Field 中用 1 比特指示数据部分是否采用了离散 RU, 该比特可以利用预留比特;

用户信息列表字段由至少一个用户信息字段构成, 该至少一个用户信息字段与该至少一个 STA 一一对应。在用户信息字段中, 关联标识 (Association Identification 12, AID12) 表示该用户信息字段对应的 STA 的关联标识, 可以是 STA 的地址等。资源单元分配子字段 (RU Allocation subfield) 用来指示 AID12 所指示的 STA 的资源分配信息, 比如该 STA 被分配的离散 RU 的信息或者连续 RU 的信息。STA 接收到触发帧以后, 从中解析出自己的 AID12 相匹配的用户信息字段, 从而可以根据该用户信息字段中的资源单元分配子字段确定被分配的离散 RU。

图 11 (b) 示意了图 11 (a) 所示的触发帧中 Common Field 的组成; 该 Common Field 主要包括:

触发帧类型字段, 其为 4 比特, 目前包括基本类型(basic), 波束汇报轮询 (Beamforming report poll), 多用户块确认请求 (MU-BAR, Multi-user Block Ack Request), 多用户发送请求 (MU-RTS, Multi-user request to send), 缓存状态汇报轮询 (Buffer status report poll), 多用户块确认请求 (GCR MU-BAR, group cast retransmission MU-BAR), 带宽查询汇报轮询(Bandwidth query report poll), NDP 反馈汇报轮询(NDP feedback report poll)。

上行带宽: 上行带宽子字段用于指示 HE TB PPDU 的 HE-SIG-A 中的带宽;

EHT-LTF 符号个数与中间码周期: 需要与多普勒子字段联合指示, 具体来讲, 如果多普勒子字段为 0, 指示 EHT-LTF 符号数为: 值为 0 指示 1 个 EHT-LTF 符号个数; 值为 1 指示 2 个 EHT-LTF 符号个数; 值为 2 指示 4 个 EHT-LTF 符号个数; 值为 3 指示 6 个

EHT-LTF 符号个数; 值为 4 指示 8 个 EHT-LTF 符号个数; 其他值为保留。

如果多普勒子字段为 1, 前面 2 比特指示 HE-LTF 符号数以及第 3 比特指示中间码周期, 具体为: 前面 2 比特值为 0 指示 1 个 HE-LTF 的符号数; 前面 1 比特值为 1 指示 2 个 HE-LTF 的符号数; 前面 2 比特值为 2 指示 4 个 HE-LTF 的符号数; 前面 2 比特值为 3 是未使用的。第 3 比特指示中间码周期为 10 个符号还是 20 个符号。

图 11 (c) 示意了图 11 (a) 所示的触发帧中 User Info Field 的组成, 其中, 用户信息字段主要包括:

资源单元分配: 资源单元分配指示可以与公共信息字段中的上行带宽子字段联合指示所分配 RU 的大小和位置

上行前向纠错编码类型: 可以指示所请求的 EHT TB PPDU 的编码类型 (LDPC 或 BCC)

调制与编码策略: 用于指示所请求的 EHT TB PPDU 数据部分的 EHT-MCS

空间流分配/随机接入 RU 信息: 如果 AID 是 0 或 2045, 表示 RA-RU Information 子字段, 否则表示空间流分配子字段, 此时 4 比特空间流起始序号和 2 比特空间流数。空间流分配/随机接入 RU 信息字段具体包括: 起始空间流 (Starting Spatial Stream) 子字段

和空间流数 (Number Of Spatial Stream) 子字段。

另外, 在一个示例中, 图 11 和图 11 (a) 中其他字段中的内容可以参考现有技术的说明, 这里不再赘述。

5 S1020, 该至少一个 STA 根据该触发帧, 分别向 AP 发送各自的 PPDU。相应地, AP 接收该至少一个 STA 发送的至少一个 PPDU, 一个 STA 发送一个 PPDU。

其中, 该 PPDU 包括数据域和用于信道估计的 LTF。

该数据域中的内容为数据信息, 该数据域 (或者说, 该数据域中的数据信息) 承载在 AP 所分配的至少一个离散 RU 上。

10 该 LTF 中的内容为 LTF 发送序列, 该 LTF (或者说, 该 LTF 中的 LTF 发送序列) 承载在第一传输带宽内的所有子载波上。应理解, 该 LTF 发送序列是指 STA 所发送的 LTF 序列, 并不是没有经过任何处理的 LTF 序列 (或者说 LTF 序列的值), 即并不是协议规定的 LTF 序列。

第一传输带宽为 AP 分配给该至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。或者说, 第一传输带宽为 AP 分配给上行 PPDU 的带宽。在整个带宽所包括的 RU 全部为离散 RU 的场景下, 或者说, 在采用离散 RU 对整个带宽进行资源分配的场景下, 第一传输带宽为该整个带宽。在整个带宽既包括离散 RU 又包括连续 RU 的场景下, 或者说, 在采用离散 RU 对整个带宽中一部分带宽进行资源分配, 采用连续 RU 对另一部分带宽进行资源分配的场景下, 第一传输带宽为离散 RU 所对应的带宽。比如, 假设整个带宽为 40MHz, 在采用离散 RU 对 40MHz 带宽进行资源分配的场景下, 第一传输带宽为 40MHz; 20 在采用离散 RU 对 40MHz 带宽中的 20MHz 带宽进行资源分配, 采用连续 RU 对另外 20MHz 带宽进行资源分配的场景下, 第一传输带宽为 20MHz。

应理解, 所述第一传输带宽在触发帧中通知给所述至少一个 STA, 具体的通知方式本申请中不限制。

25 应理解, 承载数据域的该离散 RU 可以是一个 RU, 也可以是多个 RU。并且, 无论承载数据域的该离散 RU 是第一传输带宽中的哪个或哪些离散 RU, 该离散 RU 所占的带宽都为第一传输带宽。比如, 在承载数据域的该离散 RU 为离散 RU#1 和离散 RU#2 的情况下, 离散 RU#1 和离散 RU#2 所占的带宽为第一传输带宽。在承载数据域的该离散 RU 为离散 RU#3 和离散 RU#4 的情况下, 离散 RU#3 和离散 RU#4 所占的带宽仍然为第一传输带宽。本申请中, 该 PPDU 可以是下述中任意一种 PPDU: 高吞吐率 (high throughput, 30 HT) PPDU、非常高吞吐率 (very high throughput, VHT) PPDU、高效 (high efficient, HE) PPDU、或者超高吞吐率 (extremely high throughput, EHT) PPDU。或者, 该 PPDU 还可以是未来可能出现的其他协议中的 PPDU。

35 相应地, 所述 LTF 可以是对应的 PPDU 中的 LTF。其中, HT PPDU 中的 LTF 为 HT-LTF, VHT PPDU 中的 LTF 为 VHT-LTF, HE PPDU 中的 LTF 为 HE-LTF, EHT PPDU 中的 LTF 为 EHT-LTF。

以 PPDU 为 EHT PPDU 为例, 对 EHT PPDU 的格式进行简要介绍。

参见图 12, 图 12 示出了 EHT PPDU 的格式示意图。EHT PPDU 的各个域 (或称为字段) 的名称和简单功能如下表 1 所示。其中, Data 域即为本申请中的数据域。应理解, 该 EHT PPDU 仅为示意, 其具体的格式由标准制定。其中, PE 为可选的字段。

表 1

英文缩略语	完整的英文表述	中文表述	作用
L-STF	Legacy Short Training Field	传统短训练序列	用于 PPDU 的发现, 粗同步, 自动增益控制
L-LTF	Legacy Long Training Field	传统长训练序列	用于精同步, 信道估计
L-SIG	Legacy Signal Field A	传统信令字段	用于携带 PPDU 长度相关的信令信息, 保证共存。
RL-SIG	Repeated Legacy Signal Field	重复的传统信令字段	区分 HE PPDU 与 non-HT、HT、VHT PPDU
U-SIG	Universal Signal Field	通用信令字段	提供用来翻译 EHT PPDU 的必要信息
EHT-STF	Extremely High Throughput Short Training Field	超高吞吐率短训练序列	用于后续字段的自动增益控制
EHT-LTF	Extremely High Throughput Long Training Field	超高吞吐率长训练序列	用于信道估计
Data	Data	数据	承载数据信息
PE	Packet Extension	包扩展	帮助接收端获得更多处理时间

现有技术中, 如果在第一传输带宽内发送 PPDU, 那么 PPDU 中的数据域和 LTF 均将承载在第一传输带宽内的所有子载波上, 由于承载在第一传输带宽内的所有子载波上的 LTF 是经过设计的, 因此 LTF 的 PAPR 能够得到保证。根据本申请提供的 PPDU 的传输方法, 通过在 STA 被分配到的离散 RU 上承载数据, 而在第一传输带宽内的所有子载波 (即触发帧中分配给至少一个 STA 的所有离散 RU 对应的所有子载波) 上承载 LTF, 而不是只在该 STA 被分配到的离散 RU 上承载 LTF, 能够保证 AP 发送的数据部分的平均功率得到增大, 同时使得 LTF 的 PAPR 能够得到保证, 进而能够保证系统性能。

10 可选地, 在 S1020 之前, 该方法还可以包括:

该至少一个 STA 分别根据 LTF 序列的值 (或者说, LTF 序列) 和 P 矩阵, 得到各自要发送的 LTF。

也就是说, 对于任一 STA, 其发送的 PPDU 中的 LTF 是根据 LTF 序列的值和 P 矩阵得到的。应理解, LTF 序列的值由协议规定。P 矩阵为正交映射矩阵, 在确定的维数下,

15 其值由协议规定。例如, 4×4 维数的 P 矩阵为 $P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。

在一种可能的实现方式中, P 矩阵的维数由该触发帧所触发的 STA 的数量、系统支持的 STA 的最大数量、以及该至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数确定。

应理解, 该触发帧所触发的 STA 的数量就是该至少一个 STA 的数量, 也是实际传输的 STA 的数量, 即 N_u 。系统支持的 STA 的最大数量也可以理解为 EHT (或者未来可能

出现的其他协议)支持的在离散 RU 场景下,最大支持的 STA 数量,或者为第一传输带宽支持的 STA 的数量。

还应理解,LTF 序列的值由协议规定。P 矩阵为正交映射矩阵,在确定的维数下,其

$$\text{值由协议规定。例如, } 4 \times 4 \text{ 维数的 P 矩阵为 } P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}。$$

5

P 矩阵的维数为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 。其中, N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 含义参见前文, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为该至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数。

10 在一种可能的实现方式中,对于该至少一个 STA 中的任一 STA,其可以根据其在该至少一个 STA 中的顺序,从 P 矩阵中确定对应的行;然后,再根据从 P 矩阵中确定的对应的行和 LTF 序列的值,得到 LTF。

示例性的,对于该至少一个 STA 中的第 i 个 STA,其对应 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行。应理解,该 STA 在该至少一个 STA 中的顺序也可以理解为该 STA 的序号,即该 STA 在该至少一个 STA 中的序号, $1 \leq i \leq N_u$ 。

15 比如,假设该至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数 N_{ms} 为 2,那么该至少一个 STA 中的 STA#1 (即,序号为 1 的 STA) 对应该 P 矩阵中的第一行和第二行,该至少一个 STA 中的 STA#2 (即,序号为 2 的 STA) 对应该 P 矩阵中的第三行和第四行对应,该至少一个 STA 中的 STA#3 (即,序号为 3 的 STA) 对应该 P 矩阵中的第五行和第六行,……,以此类推。

20 本申请中,所述所有子载波包括数据子载波和导频子载波。

在一种可能的实现方式中,该所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF (记作: X_k) 满足公式 (1),其中,第 k 个子载波为数据子载波:

$$X_k = P_i \times LTF_k \quad (1),$$

25 该所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF (记作: X_d) 满足公式 (2),其中,第 d 个子载波为导频子载波:

$$X_d = F \times LTF_d \quad (2)。$$

其中:

30 P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, S_i 是为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流的数量, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$ 。 P_i 可以理解为序号为 i 的 STA 的 P 矩阵。如前所述, P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行,或者说, P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是 P 矩阵中与序号为 i 的 STA 对应的行。举例来说,假设 $N_u = 4$, $N_{ms} = 2$,该至少一个 STA 中的 STA#1 (即,序号为 1 的 STA) 和 STA#2 (即,序号为 1 的 STA) 实际传输的空间流数为 2,该至少一个 STA 中的 STA#3 (即,序号为 3 的 STA) 和 STA#4 (即,序号为 4 的 STA) 实际传输的空间流数为 1,那么,序

35 号为 1 的 STA 的 P 矩阵 $P_1 = \begin{bmatrix} P \text{ 中的第一行} \\ P \text{ 中的第二行} \end{bmatrix}$, 序号为 2 的 STA 的 P 矩阵 $P_2 = \begin{bmatrix} P \text{ 中的第三行} \\ P \text{ 中的第四行} \end{bmatrix}$, 序号为 3 的 STA 的 P 矩阵 $P_3 = [P \text{ 中的第五行}]$, 序号为 4 的 STA 的 P 矩阵

$P_4 = [P \text{ 中的第七行}]$ ，这里矩阵中的 P 是指 P 矩阵。

P 矩阵以及 N_{LTF} 的含义和取值参见前文描述。

LTF_k 为 LTF 序列中对应于第 k 个子载波的值。

LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值。

5 F 为 P 矩阵中的第一行。

需要说明的是，以第一传输带宽为 20MHz 为例，第一传输带宽内的子载波数为 256，那么，第一传输带宽内的所有子载波按照频率从低至高的顺序为第 1 个子载波至第 256 个子载波， $1 \leq k \leq 256$ ， $1 \leq d \leq 256$ 。这 256 个子载波包括导频子载波和数据子载波，可能还包括保护子载波、直流子载波以及空子载波中的一种或多种。

10 现有技术中，与 LTF 序列相乘的矩阵是 P 矩阵，这里的 P 矩阵是 STA 根据其实际传输的空间流的数量确定的。比如，假设一个 STA 实际传输的空间流的数量为 2，则该 STA 对应的 P 矩阵为协议规定的 2×2 的正交映射矩阵。

而本申请实施例中，与 LTF 序列相乘的矩阵 P_i 是 STA 根据其实际传输的空间流的数量从该至少一个 STA 间共享的所述 P 矩阵（即，上文中的 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵）中
15 确定的。这样，可以避免各个 STA 发送 LTF 带来的用户间干扰。

可选地， i 满足公式（3）：

$$i = (T_F - T_L) / T_C + 1 \quad (3),$$

其中， T_F 为 STA 从接收到触发帧开始到接收到 STA 对应的用户信息字段的时长， T_L 为 STA 从接收到触发帧开始到接收到触发帧中的第一个用户信息字段的时长， T_C 为
20 STA 对应的用户信息字段的长度。

需要说明的是，在本申请涉及的实施例中，如果触发帧的 Common Field（如图 11
（b）所示）中的 B55=0，说明 User Info List 中第一个 User Info Field 是 Common Field
的扩展，称为 Special User Info Field，此时需要设置 $i = i' - 1$ 。换句话说，当 B55=0 时，
Special User Info Field 作为 Common Field 的扩展，实际分给用户的就少了 1 个 User Info
25 Field，因此实际的用户序号（STA 的序号 i ）是 User Info Field 的序号 i' 减去 1，即
 $i = i' - 1$ 。当 B55 等于 1 时，则用户序号（STA 的序号 i ）等于 User Info Field 的序号 i' 。

T_F 、 T_L 和 T_C 的关系具体可以参见图 11 或图 11（a）。

需要说明的是， i 也可以通过其他方式确定。比如，可以在触发帧中携带各个 STA
的序号，例如在触发帧中的各用户信息字段携带对应的 STA 的序号。

30 可选地，该方法还可以包括：

S1030，AP 根据在第一传输带宽内的数据子载波上接收到的 LTF，确定第一传输带
宽内的数据子载波的信道系数。

在该实施例中，该至少一个 STA 的 LTF 都承载在第一传输带宽内的所有子载波上，
AP 可以根据在第一传输带宽内的任一数据子载波上接收到的 LTF，确定该数据子载波的
35 信道系数，其中该信道系数包括该至少一个 STA 中每个 STA 在该数据子载波的信道系
数。

在一种可能的实现方式中，第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系
数 H_k 满足公式（4）：

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k} \quad (4),$$

其中，第 k 个子载波为数据子载波。

Y_k ：AP 在第 k 个子载波上接收到的 LTF。

N_{LTF} 以及 LTF_k 的含义和取值参见上文的描述。

$$P_r^* : P_r \text{ 的共轭转置矩阵, } P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \mathbf{M} \\ P_{N_u} \end{bmatrix} \text{。或者, } P_r^* = \begin{bmatrix} P_1^* \\ P_2^* \\ \mathbf{M}^* \\ P_{N_u}^* \end{bmatrix} \text{。}$$

其中， P_i 的含义和取值参见上文的描述， i 为 STA 的序号，即 i 为一个 STA 在该至少一个 STA 中的序号， $i \in [1, N_u]$ 。

进一步地，该方法还可以包括：

S1040，AP 根据第 k 个子载波的信道系数 H_k ，确定序号为 i 的 STA 在第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数；

S1050，AP 根据序号为 i 的 STA 在第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数，对序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调。

其中，序号为 i 的 STA 在第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 Q_{1_i} 至第 Q_{2_i} 列， P_i 为 P_r 中的第 Q_{1_i} 至第 Q_{2_i} 行。也就是说，根据序号为 i 的 STA 所对应的 P_i 在 P_r 中所占的行数，可以获知序号为 i 的 STA 在第 k 个子载波的信道系数。比如，若 STA#1（即，序号为 1 的 STA）所对应的 P_1 在 P_r 中所占的行数为第一行和第二行，则 STA#1 在第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第一列和第二列。

在该实施例中，AP 可以首先根据公式（4）得到该至少一个 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数，然后从该信道系数中可以抽取各个 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数，进而对于任一 STA，AP 可以根据该 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数，对该 STA 传输的数据进行解调，得到该 STA 所传输的数据。

图 13 示出了本申请实施例提供的一种 PPDU 的传输方法 2000 的示意性流程图。下面对图 13 所示的各步骤进行说明。

S2010，AP 发送触发帧。

该步骤与 S1010 相同，可以参见 S1010。

应理解，如果该触发帧中的资源分配信息为离散 RU 的资源分配信息，STA 也可以根据离散 RU 和连续 RU 的对应关系，确定 AP 所分配的至少一个离散 RU 所对应的连续 RU。

S2020，该至少一个 STA 根据该触发帧，分别向 AP 发送各自的 PPDU。相应地，AP 接收该至少一个 STA 发送的至少一个 PPDU，一个 STA 发送一个 PPDU。

其中，该 PPDU 包括数据域和 LTF。

承载数据域的方式与方法 1000 相同，即，该数据域（或者说，该数据域中的数据信息）承载在离散 RU 上。

承载 LTF 的方式与方法 1000 不同，在该方法中，LTF 承载多个连续 RU 的所有子载波上，该多个连续 RU 为承载数据的离散 RU 所对应的连续 RU。

举例来说，假设该离散 RU 包括子载波 1 至子载波 17，以及子载波 20 至子载波 30，

子载波 1 至子载波 17 可映射为连续 RU#1 中的子载波, 子载波 20 至子载波 30 可映射为连续 RU#2 中的子载波, 则该离散 RU 对应 RU#1 和 RU#2。如果连续 RU#1 所包括的子载波为子载波 1 至子载波 26, 连续 RU#2 所包括的子载波为子载波 28 至子载波 53, 那么, 可以将 LTF 承载在子载波 1 至子载波 26, 以及子载波 28 至子载波 53 上。

5 关于 STA 发送的 PPDU 的格式可以参见对方法 1000 的说明, 这里不再赘述。

根据本申请提供的 PPDU 的传输方法, 在采用离散 RU 承载数据的场景下, 通过在离散 RU 对应的连续 RU 的所有子载波上承载 LTF, 使得 LTF 的 PAPR 能够得到保证, 从而能够保证系统性能。另外, 相比于在第一传输带宽内的所有子载波上承载 LTF, 仅在离散 RU 对应的连续 RU 的所有子载波上承载 LTF 的方式, 减少干扰的同时, 能够减少冗余子载波的发送。

10 可选地, 关于如何得到各个 STA 发送的 PPDU 中的 LTF、如何确定数据子载波上承载的 LTF 以及如何确定导频子载波上的 LTF, 均可以参照前文对方法 1000 的说明, 这里不再赘述。但是, 需要强调的是, 方法 1000 中描述的 LTF 是承载在第一传输带宽上的, 而方法 2000 中的 LTF 是承载在承载数据的离散 RU 所对应的连续 RU 上的。

15 另外, 这里对方法 2000 中的 k 和 d 的取值进行举例说明。以该多个连续 RU 为 2 个 26-tone RU 为例, 由于每个连续 RU 中的子载波为 26 个, 则该多个连续 RU 中的子载波为 52 个, 那么, 该多个连续 RU 的所有子载波按照频率从低至高的顺序为第 1 个至第 52 个子载波, $1 \leq k \leq 52$, $1 \leq d \leq 52$ 。

可选地, 该方法还可以包括:

20 S2030, AP 根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF, 确定第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波中每个数据子载波的信道系数。

其中, 第二传输带宽为 AP 分配给该至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。具体地, 该至少一个 STA 中每个 STA 通过多个连续 RU 中的所有子载波传输 LTF, 即每个 STA 对应多个连续 RU, 该至少一个 STA 所对应的连续 RU 的集合中的连续 RU 的带宽之和为第二传输带宽。其中, 该至少一个 STA 所对应的连续 RU 的集合包括该至少一个 STA 中每个 STA 所对应的连续 RU, 并且该集合的任意两个连续 RU 不同。

25 比如, 该至少一个 PPDU 为 PPDU#1 和 PPDU#2, PPDU#1 中的 LTF 承载在离散 RU#1 上, 离散 RU#1 对应连续 RU#1 和连续 RU#2, PPDU#2 中的 LTF 承载在离散 RU#2 上, 离散 RU#2 对应连续 RU#3 和连续 RU#4。那么, 第二传输带宽为连续 RU#1、连续 RU#2、连续 RU#3 以及连续 RU#4 的带宽之和, $1 \leq t \leq 4$ 。

又如, 该至少一个 PPDU 为 PPDU#1 和 PPDU#2, PPDU#1 中的 LTF 承载在离散 RU#1 上, 离散 RU#1 对应连续 RU#1 和连续 RU#2, PPDU#2 中的 LTF 承载在离散 RU#2 上, 离散 RU#2 对应连续 RU#2 和连续 RU#3。那么, 第二传输带宽为连续 RU#1、连续 RU#2、以及连续 RU#3 的带宽之和, $1 \leq t \leq 3$ 。

35 应理解, 在该实施例, 第 t 个连续 RU 中的数据子载波可能仅承载了该至少一个 STA 中某一个 STA 的 LTF, 也可以承载了该至少一个 STA 中多个 STA 的 LTF。如果第 t 个连续 RU 中的数据子载波仅承载了该至少一个 STA 中某一个 STA 的 LTF, 那么 AP 所确定出的第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数为该 STA 在第 t 个连续 RU 中的数

据子载波的信道系数。如果第 t 个连续 RU 中的数据子载波承载了该至少一个 STA 中多个 STA 的 LTF，那么 AP 所确定出的第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数包括该多个 STA 在第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数。

在一种可能的实现方式中，第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}^{(t)}$ 满足公式 (5)：

$$H_{k'}^{(t)} = \frac{Y_{k'} \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_{k'}^{(t)}}, \quad (5),$$

其中，第 k' 个子载波为数据子载波。

$Y_{k'}$ ：AP 在第 k' 个子载波上接收到的 LTF。

N_{LTF} ：LTF 包含的 OFDM 符号数量， $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$ ， N_u 为该触发帧所触发的 STA 的数量， N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量， N_{ms} 为单个 STA 最多可以传输的空间流数。

$$(P_r^{(t)})^* : P_r^{(t)} \text{ 的共轭转置矩阵, } P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{i_t} \\ P_{2_{i_t}} \\ \mathbf{M} \\ P_{u_{i_t}} \end{bmatrix} \text{。或者, } (P_r^{(t)})^* = \begin{bmatrix} P_{i_t} \\ P_{2_{i_t}} \\ \mathbf{M} \\ P_{u_{i_t}} \end{bmatrix}^*。$$

其中， u 为对应的 LTF 承载在第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量。 P_{i_t} 为 P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行中的前 S_{i_t} 行， P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行是 P 矩阵中与 STA 的序号 i_t 对应的行， $i_t \in [1, N_u]$ ， i_t 为使用第 t 个连续 RU 发送 LTF 的 STA 的序号， S_{i_t} 为序号为 i_t 的 STA 实际传输的空间流数， $1 \leq S_{i_t} \leq N_{ms}$ ， P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵， $LTF_{k'}^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于第 t 个 RU 的第 k' 个子载波的值。

应理解，对应的 LTF 承载在不同连续 RU 上的 STA 的数量可能不同，也就是说， t 取不同值时， u 的值可能不同。例如，若第 t 个连续 RU 上承载了 3 个 STA 的 LTF，那么 $u=3$ 。若第 t 个连续 RU 上承载了 1 个 STA 的 LTF，那么 $u=1$ 。

还应理解， i_t 为 STA 在该至少一个 STA 中的序号，并且该 STA 使用第 t 个连续 RU 发送 LTF。 i_t 并不是使用第 t 个连续 RU 发送 LTF 的 STA 在 u 个 STA 中的序号。该至少一个 STA 中任一 STA 的序号可以通过前文中的公式 (3) 确定，或者，也可以通过其他方式确定，比如，可以在触发帧中携带各个 STA 的序号。在该实施例例中，AP 根据公式 (5) 可以得到每个连续 RU 中的每个数据子载波的信道系数，其中任一数据子载波的信道系数包括对应的 LTF 承载在该数据子载波上的一个或多个 STA 的信道系数。或者说，对于任一 STA，AP 根据公式 (5) 可以得到承载该 STA 的数据的离散 RU 所对应的多个连续 RU 中每个 RU 中的各数据子载波的信道系数。

进一步地，该方法还可以包括：

S2040，AP 根据第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}$ ，确定序号为 i_t 的 STA 在其对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数；

S2050，AP 根据序号为 i_t 的 STA 在其对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数，对序号为 i_t 的 STA 传输的数据进行解调。

其中，序号为 i_t 的 STA 的 LTF 承载在第 t 个连续 RU 上，并且，序号为 i_t 的 STA 在第 t 个连续 RU 中的第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 列， P_{i_t} 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 行。也就是说，根据序号为 i_t 的 STA 所对应的 P_{i_t} 在 $P_r^{(t)}$ 中所占的行数，可以获知序号为 i_t 的 STA 在第 k' 个子载波的信道系数。

5 在该实施例中，AP 知道每个 STA 发送的 LTF 承载在哪些连续 RU 上，从而对于任一 STA，AP 根据公式 (5) 可以获知该 STA 在其对应的多个连续 RU 上每个 RU 中的数据子载波的信道系数，这样相当于 AP 获知了该 STA 的信道系数，从而 AP 可以根据该 STA 的信道系数，对该 STA 传输的数据进行解调，得到 STA 所传输的数据。

10 以下再提供一种 PPDU 的传输方法，仍然结合图 10，图 11 所示的各步骤以及图 11 (a)、图 11 (b)、图 11 (c)、图 12 进行说明。应理解，本实施例提供的 PPDU 的传输方法，与结合图 10、图 11 以及图 11 (a)、图 11 (b)、图 11 (c)、图 12 描述的前一个实施例提供的 PPDU 传输方法存在相同或类似的内容，在不冲突的情况下，可以将前一实施例中相关内容引用或继承在本实施例中，为简洁起见，在此不再赘述。

15 S1010，AP 发送触发帧。

其中，该触发帧中用于触发至少一个 STA 传输上行 PPDU。该至少一个 STA 为图中的 STA#1~STA# N_u ，也就是说，该触发帧触发了 N_u 个 STA 进行上行传输。

S1020，该至少一个 STA 根据该触发帧，分别向 AP 发送各自的 PPDU。相应地，AP 接收该至少一个 STA 发送的至少一个 PPDU，一个 STA 发送一个 PPDU。

20 可选地，在 S1020 之前，该方法还可以包括：

该至少一个 STA 分别根据 LTF 序列的值（或者说，LTF 序列）和 P 矩阵，得到各自要发送的 LTF。

在一种可能的实现方式中，P 矩阵的维数为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 。即 P 矩阵为 N_{LTF} 行乘以 N_{LTF} 列的矩阵。

25 其中， N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量，或者说发送所述 LTF 需要的 OFDM 符号的数量， N_{LTF} 由第一传输带宽的各 STA 所承载的总流数决定。

在一种可能的实现方式中，对于该至少一个 STA 中的任一 STA，其可以根据其收到的触发帧中 User Info Field 中的 SS Allocation 域的指示从 P 矩阵中确定对应的行；具体的，SS Allocation 域包含两个子字段，一个是起始空间流子字段，指示所分配的起始空间流索引，另一个是空间流数子字段，指示所分配的空间流数量。STA 将选择 P 矩阵中的第起始空间流索引+1 行至第起始空间流索引+所分配流数行。然后，再根据从 P 矩阵中确定的对应的行和 LTF 序列的值，得到 LTF。

本申请中，所述的传输带宽上的所有子载波包括数据子载波和导频子载波。

35 在一种可能的实现方式中，该传输带宽上的所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF（记作： X_k ）满足公式 (1)，其中，第 k 个子载波为数据子载波：

$$X_k = P_i \times LTF_i \quad (1),$$

该所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF（记作： X_d ）满足公式 (2)，其中，第 d 个子载波为导频子载波：

$$X_d = F \times LTF_d \quad (2)。$$

其中： P_i 为 P 矩阵中的第 I_i+1 行至 I_i+NUM_i 行， I_i 是第 i 个用户的起始空间流序号，该起始空间流序号由第一传输带宽上的所有用户的所有流进行排序得到， NUM_i 是第 i 个用户的流数， I_i 和 NUM_i 由 STA_i 的User Info Field中的SS Allocation域指示，如图11(c)所示，举例而言，SS Allocation中的前4比特为起始空间流(Starting spatial stream)子字段，它的值是3，则表示起始空间流序号 I_i 为3，后两比特为空间流数(Number of Spatial Streams)子字段，它的值是2，表示空间流数 NUM_i 为2，即所分配的是第4个流和第5个流。

P_i 可以理解为 STA_i 的 P 矩阵。

P 矩阵的含义和取值参见前文描述。

10 N_{LTF} 为LTF包含的OFDM符号数量，其数值不小于第一传输带宽上的各个用户的总流数之和。

LTF_k 为LTF序列中对应于第 k 个子载波的值。

LTF_d 为LTF序列中对应于所述第 d 个子载波的值。

15 F 为 P 矩阵中的第一行。需要说明的是，以第一传输带宽为20MHz为例，第一传输带宽内的子载波数为256，那么，第一传输带宽内的所有子载波按照频率从低至高的顺序为第1个子载波至第256个子载波， $1 \leq k \leq 256$ ， $1 \leq d \leq 256$ 。这256个子载波包括导频子载波和数据子载波，可能还包括保护子载波、直流子载波以及空子载波中的一种或多种。应理解，第一传输带宽为40MHz，80MHz，160MHz，240MHz，320MHz等带宽时，以第一传输带宽所包含的所有子载波以此类推，不再赘述。

20 现有技术中，与LTF序列相乘的矩阵是 P 矩阵，现有技术的 P 矩阵是 STA 根据其实际传输的空间流的数量确定的。比如，假设一个 STA 实际传输的空间流的数量为2，则该 STA 对应的 P 矩阵为协议规定的 2×2 的正交映射矩阵。

而本申请实施例中，与LTF序列相乘的矩阵 P_i 是 STA 根据其实际传输的空间流的数量从该至少一个 STA 间共享的所述 P 矩阵(即，上文中的 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵)中确定的。该 P 矩阵已经充分考虑了 STA 之间的干扰，这样，可以避免各个 STA 发送LTF带来的用户间干扰。

可选地，该方法还可以包括：

30 S1030，AP根据在第一传输带宽内的数据子载波上接收到的LTF，确定第一传输带宽内的数据子载波的信道系数。

在该实施例中，该至少一个 STA 的LTF都承载在第一传输带宽内的所有子载波上，AP可以根据在第一传输带宽内的任一数据子载波上接收到的LTF，确定该数据子载波的信道系数，其中该信道系数包括该至少一个 STA 中每个 STA 在该数据子载波的信道系数。

35 在一种可能的实现方式中，第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系数满足公式(4)：

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k} \quad (4),$$

其中，第 k 个子载波为数据子载波。

Y_k ：AP在第 k 个子载波上接收到的LTF。

N_{LTF} 以及 LTF_k 的含义和取值参见上文的描述。

$$P_r^*: P_r \text{ 的共轭转置矩阵, } P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \mathbf{M} \\ P_{N_u} \end{bmatrix} \text{。或者, } P_r^* = \begin{bmatrix} P_1^* \\ P_2^* \\ \mathbf{M}^* \\ P_{N_u}^* \end{bmatrix} \text{。}$$

其中, P_i 的含义和取值参见上文的描述, N_u 为所述触发帧所触发的至少一个 STA 的数量; i 为 STA 的序号, 即 i 为一个 STA 在 N_u 个 STA 中的序号, $i \in [1, N_u]$ 。

进一步地, 该方法还可以包括:

- 5 S1040, AP 根据第 k 个子载波的信道系数 H_k , 确定序号为 i 的 STA 在第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数;

S1050, AP 根据序号为 i 的 STA 在第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 对序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调。

其中, 序号为 i 的 STA 在第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 I_i+1 列至 I_i+NUM_i 列。

- 10 在该实施例中, AP 可以首先根据公式 (4) 得到该至少一个 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数, 然后从该信道系数中可以抽取各个 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数, 进而对于任一 STA, AP 可以根据该 STA 在第一传输带宽内的各个数据子载波的信道系数, 对该 STA 传输的数据进行解调, 得到该 STA 所传输的数据。

15

相应的, 本申请实施例还提供的一种 PPDU 的传输方法。同样结合图 13 进行说明。

S2010, AP 发送触发帧。

该步骤与 S1010 相同, 可以参见 S1010。

- 20 应理解, 如果该触发帧中的资源分配信息为离散 RU 的资源分配信息, STA 也可以根据离散 RU 和连续 RU 的对应关系, 确定 AP 所分配的至少一个离散 RU 所对应的连续 RU。

S2020, 该至少一个 STA 根据该触发帧, 分别向 AP 发送各自的 PPDU。相应地, AP 接收该至少一个 STA 发送的至少一个 PPDU, 一个 STA 发送一个 PPDU。

其中, 该 PPDU 包括数据域和 LTF。

- 25 一种实现中, 承载数据域的方式与方法 1000 相同, 即, 该数据域 (或者说, 该数据域中的数据信息) 承载在离散 RU 上。

另一种实现中, 承载 LTF 的方式与方法 1000 不同, 在该方法中, LTF 承载多个连续 RU 的所有子载波上, 该多个连续 RU 为承载数据的离散 RU 所对应的连续 RU。

- 30 举例来说, 假设该离散 RU 包括子载波 1 至子载波 17, 以及子载波 20 至子载波 30, 子载波 1 至子载波 17 可映射为连续 RU#1 中的子载波, 子载波 20 至子载波 30 可映射为连续 RU#2 中的子载波, 则该离散 RU 对应 RU#1 和 RU#2。如果连续 RU#1 所包括的子载波为子载波 1 至子载波 26, 连续 RU#2 所包括的子载波为子载波 28 至子载波 53, 那么, 可以将 LTF 承载在子载波 1 至子载波 26, 以及子载波 28 至子载波 53 上。

关于 STA 发送的 PPDU 的格式可以参见对方法 1000 的说明, 这里不再赘述。

- 35 根据本申请提供的 PPDU 的传输方法, 在采用离散 RU 承载数据的场景下, 通过在离散 RU 对应的连续 RU 的所有子载波上承载 LTF, 使得 LTF 的 PAPR 能够得到保证, 从而能够保证系统性能。另外, 相比于在第一传输带宽内的所有子载波上承载 LTF, 仅在离散 RU 对应的连续 RU 的所有子载波上承载 LTF 的方式, 减少干扰的同时, 能够减少冗余子载波的发送。

可选地, 关于如何得到各个 STA 发送的 PPDU 中的 LTF、如何确定数据子载波上承载的 LTF 以及如何确定导频子载波上的 LTF, 均可以参照前文对方法 1000 的说明, 这里不再赘述。但是, 需要强调的是, 方法 1000 中描述的 LTF 是承载在第一传输带宽上的, 而方法 2000 中的 LTF 是承载在承载数据的离散 RU 所对应的连续 RU 上的。

- 5 另外, 这里对方法 2000 中的 k 和 d 的取值进行举例说明。以该多个连续 RU 为 2 个 26-tone RU 为例, 由于每个连续 RU 中的子载波为 26 个, 则该多个连续 RU 中的子载波为 52 个, 那么, 该多个连续 RU 的所有子载波按照频率从低至高的顺序为第 1 个至第 52 个子载波, $1 \leq k \leq 52$, $1 \leq d \leq 52$ 。

可选地, 该方法还可以包括:

- 10 S2030, AP 根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF, 确定第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波中每个数据子载波的信道系数。

- 其中, 第二传输带宽为 AP 分配给该至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。具体地, 该至少一个 STA 中每个 STA 通过多个连续 RU 中的所有子载波传输 LTF, 即每个 STA 对应多个连续 RU, 该至少一个 STA 所对应的连续 RU 的集合中的连续 RU 的带宽之和为第二传输带宽。其中, 该至少一个 STA 所对应的连续 RU 的集合包括该至少一个 STA 中每个 STA 所对应的连续 RU, 并且该集合的任意两个连续 RU 不同。

- 15 比如, 该至少一个 PPDU 为 PPDU#1 和 PPDU#2, PPDU#1 中的 LTF 承载在离散 RU#1 上, 离散 RU#1 对应连续 RU#1 和连续 RU#2, PPDU#2 中的 LTF 承载在离散 RU#2 上, 离散 RU#2 对应连续 RU#3 和连续 RU#4。那么, 第二传输带宽为连续 RU#1、连续 RU#2、连续 RU#3 以及连续 RU#4 的带宽之和, $1 \leq t \leq 4$ 。

- 又如, 该至少一个 PPDU 为 PPDU#1 和 PPDU#2, PPDU#1 中的 LTF 承载在离散 RU#1 上, 离散 RU#1 对应连续 RU#1 和连续 RU#2, PPDU#2 中的 LTF 承载在离散 RU#2 上, 离散 RU#2 对应连续 RU#2 和连续 RU#3。那么, 第二传输带宽为连续 RU#1、连续 RU#2、以及连续 RU#3 的带宽之和, $1 \leq t \leq 3$ 。

- 应理解, 在该实施例中, 第 t 个连续 RU 中的数据子载波可能仅承载了该至少一个 STA 中某一个 STA 的 LTF, 也可以承载了该至少一个 STA 中多个 STA 的 LTF。如果第 t 个连续 RU 中的数据子载波仅承载了该至少一个 STA 中某一个 STA 的 LTF, 那么 AP 所确定出的第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数为该 STA 在第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数。如果第 t 个连续 RU 中的数据子载波承载了该至少一个 STA 中多个 STA 的 LTF, 那么 AP 所确定出的第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数包括该多个 STA 在第 t 个连续 RU 中的数据子载波的信道系数。

在一种可能的实现方式中, 第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}^{(t)}$ 满足公式 (5):

$$35 \quad H_{k'}^{(t)} = \frac{Y_{k'} \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_{k'}^{(t)}}, \quad (5),$$

其中, 第 k' 个子载波为数据子载波。

$Y_{k'}$: AP 在第 k' 个子载波上接收到的 LTF。

N_{LTF} : LTF 包含的 OFDM 符号数量, N_{LTF} 的含义和取值参见上文的描述。

$$\left(P_r^{(t)}\right)^*: P_r^{(t)} \text{ 的共轭转置矩阵, } P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{i_t} \\ P_{2_{i_t}} \\ \mathbf{M} \\ P_{u_t} \end{bmatrix} \text{。或者, } \left(P_r^{(t)}\right)^* = \begin{bmatrix} P_{i_t} \\ P_{2_{i_t}} \\ \mathbf{M} \\ P_{u_t} \end{bmatrix}^* \text{。其中, } u \text{ 为对}$$

应的 LTF 承载在第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量。 P_{i_t} 为 P 矩阵中的第 $I_{i_t}+1$ 行至 $I_{i_t}+NUM_{i_t}$ 行, I_{i_t} 是第 i_t 个用户的起始空间流序号, NUM_{i_t} 是第 i_t 个用户的流数, I_{i_t} 和 NUM_{i_t} 由 STA i_t 的 User Info Field 中的 SS Allocation 域指示。 $i_t \in [1, N_u]$, i_t 为使用第 t 个

- 5 连续 RU 发送 LTF 的 STA 的序号, N_u 为所述触发帧所触发的至少一个 STA 的数量; P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于第 t 个 RU 的第 k' 个子载波的值。

- 10 应理解, 对应的 LTF 承载在不同连续 RU 上的 STA 的数量可能不同, 也就是说, t 取不同值时, u 的值可能不同。例如, 若第 t 个连续 RU 上承载了 3 个 STA 的 LTF, 那么 $u=3$ 。若第 t 个连续 RU 上承载了 1 个 STA 的 LTF, 那么 $u=1$ 。

还应理解, i_t 为 STA 在 N_u STA 中的序号, 并且该 STA 使用第 t 个连续 RU 发送 LTF。 i_t 并不是使用第 t 个连续 RU 发送 LTF 的 STA 在该第 t 个连续 RU 上的 u 个 STA 中的序号。

- 15 在该实施例中, AP 根据公式 (5) 可以得到每个连续 RU 中的每个数据子载波的信道系数, 其中任一数据子载波的信道系数包括对应的 LTF 承载在该数据子载波上的一个或多个 STA 的信道系数。或者说, 对于任一 STA, AP 根据公式 (5) 可以得到承载该 STA 的数据的离散 RU 所对应的多个连续 RU 中每个 RU 中的各数据子载波的信道系数。

进一步地, 该方法还可以包括:

- 20 S2040, AP 根据第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}$, 确定序号为 i_t 的 STA 在其对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数;

S2050, AP 根据序号为 i_t 的 STA 在其对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数, 对序号为 i_t 的 STA 传输的数据进行解调。

- 25 其中, 序号为 i_t 的 STA 的 LTF 承载在第 t 个连续 RU 上, 并且, 序号为 i_t 的 STA 在第 t 个连续 RU 中的第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 列, P_{i_t} 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 行。也就是说, 根据序号为 i_t 的 STA 所对应的 P_{i_t} 在 $P_r^{(t)}$ 中所占的行数, 可以获知序号为 i_t 的 STA 在第 k' 个子载波的信道系数。

- 30 在该实施例中, AP 知道每个 STA 发送的 LTF 承载在哪些连续 RU 上, 从而对于任一 STA, AP 根据公式 (5) 可以获知该 STA 在其对应的多个连续 RU 上每个 RU 中的数据子载波的信道系数, 这样相当于 AP 获知了该 STA 的信道系数, 从而 AP 可以根据该 STA 的信道系数, 对该 STA 传输的数据进行解调, 得到 STA 所传输的数据。

- 35 本申请还提供了一种通信装置。参见图 14, 图 14 是本申请实施例提供的通信装置的示意性框图。如图 14 所示, 该通信装置 3000 可以包括收发单元 3100。可选地, 该装置 3000 还可以包括处理单元 3200。

其中, 收发单元 3100 可以用于向其他装置发送信息, 或者从其他装置接收信息。比

如, 发送或接收触发帧或 PPDU。处理单元 3200 可以用于进行装置的内部处理, 比如, 确定信道系数等。

5 在一种实现方式中, 该通信装置 3000 可对应于方法 1000 中的 STA, 例如具体可以为 STA 或配置于 STA 中的芯片。并且, 该通信装置 3000 中的各单元分别为了方法 1000 中由 STA 所执行的操作。

具体地, 收发单元 3100 用于: 接收来自 AP 的触发帧, 所述触发帧用于触发至少一个站点 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU; 根据所述触发帧, 向所述 AP 发送 PPDU。其中, 所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上, 所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

15 在另一种实现方式中, 该通信装置 3000 可对应于方法 2000 中的 STA, 例如具体可以为 STA 或配置于 STA 中的芯片。并且, 该通信装置 3000 中的各单元分别为了方法 2000 中由 STA 所执行的操作。

具体地, 收发单元 3100 用于: 接收来自 AP 的触发帧, 所述触发帧用于触发至少一个站点 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU; 根据所述触发帧, 向所述 AP 发送物理层协议数据单元 PPDU。其中, 所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上, 其中, 所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU, 所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

可选地, 处理单元 3200 用于: 根据 LTF 序列的值和 P 矩阵, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF;

25 一种实现方式中, 所述 P 矩阵的维数由所述触发帧所触发的 STA 的数量、系统支持的 STA 的最大数量、以及所述至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数确定。

又一种实现方式中, 所述 P 矩阵的维数为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 。即 P 矩阵为 N_{LTF} 行乘以 N_{LTF} 列的矩阵。其中, N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量, 或者说发送所述 LTF 需要的 OFDM 符号的数量, N_{LTF} 由第一传输带宽的各 STA 所承载的总流数决定。

30 可选地, 一种实现方式中, 处理单元 3200 具体用于: 根据 STA 在所述至少一个 STA 中的顺序, 从所述 P 矩阵中确定对应的行; 根据从所述 P 矩阵中确定的对应的行和所述 LTF 序列的值, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF。

另一种实现方式中, 所述处理单元 3200, 根据 STA 收到的触发帧中 User Info Field 中的 SS Allocation 域的指示从 P 矩阵中确定对应的行。

35 可选地, 所述所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF X_k 和所述所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF X_d 分别满足:

$$X_k = P_i \times LTF_k,$$

$$X_d = F \times LTF_d,$$

一种实现方式中, 所述第 k 个子载波为数据子载波, 所述第 d 个子载波为导频子载

波, P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的正交频分复用 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, i 为所述 STA 的序号, $1 \leq i \leq N_u$, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值, LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值, F 为所述 P 矩阵中的第一行。

可选地, i 满足:

$$i = (T_F - T_L) / T_C + 1,$$

其中, T_F 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述 STA 对应的用户信息字段的时长, T_L 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述触发帧中的第一个用户信息字段的时长, T_C 为所述 STA 对应的用户信息字段的长度。

如果触发帧的 Common Field (如图 11 (b) -b 所示) 中的 B55=0, 说明 User Info List 中第一个 User Info Field 是 Common Field 的扩展, 称为 Special User Info Field, 此时需要设置 $i = i' - 1$ 。换句话说, 当 B55=0 时, Special User Info Field 作为 Common Field 的扩展, 实际分给用户的就少了 1 个 User Info Field, 因此实际的用户序号 (STA 的序号 i) 是 User Info Field 的序号 i' 减去 1, 即 $i = i' - 1$ 。当 B55 等于 1 时, 则用户序号 (STA 的序号 i) 等于 User Info Field 的序号 i' 。

另一种实现方式中, 所述第 k 个子载波为数据子载波, 所述第 d 个子载波为导频子载波, P_i 为 P 矩阵中的第 $I_i + 1$ 行至 $I_i + NUM_i$ 行, I_i 是第 i 个用户的起始空间流序号, 该序号由第一传输带宽上的所有用户的所有流进行排序得到, NUM_i 是第 i 个用户的流数, I_i 和 NUM_i 由 STA i 的 User Info Field 中的 SS Allocation 域指示, 如图 11 (c) 所示。举例而言, SS Allocation 中的前 4 比特为起始空间流 (Starting spatial stream) 子字段, 它的值是 3, 则表示起始空间流序号 I_i 为 3, 后两比特为空间流数 (Number of Spatial Streams) 子字段, 它的值是 2, 表示空间流数 NUM_i 为 2, 即所分配的是第 4 个流和第 5 个流。

P_i 可以理解为 STA i 的 P 矩阵。

P 矩阵的含义和取值参见前文描述。

N_{LTF} 为 LTF 包含的 OFDM 符号数量, 其数值不小于第一传输带宽上的各个用户的总流数之和。 LTF_k 为 LTF 序列中对应于第 k 个子载波的值。 LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值。 F 为 P 矩阵中的第一行。

在一种实现方式中, 该通信装置 3000 可对应于上述方法 1000 中的 AP, 例如具体可以为 AP 或配置于 AP 中的芯片。并且, 该通信装置 3000 中的各单元分别为了实现方法 1000 中由 AP 所执行的操作。

具体地, 收发单元 3100 用于: 向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU; 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU。其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续子载波, 所述 LTF 承载在第一

传输带宽内所有的子载波上,所述第一传输带宽为接入点 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

可选地,处理单元 3200 用于:根据在所述第一传输带宽内的数据子载波上接收到的 LTF,确定所述第一传输带宽内的数据子载波的信道系数。

- 5 可选地,所述第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系数 H_k 满足:

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k},$$

其中,所述第 k 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个

- 10 STA 支持的最大空间流数, P_r^* 为 P_r 的共轭转置矩阵, $P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_{N_u} \end{bmatrix}$, P_i 为 P 矩阵中的第

$(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行,所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, $i \in [1, N_u]$, i 为 STA 的序号, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数,所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值。

- 15 可选地,处理单元 3200 还用于:根据所述第 k 个子载波的信道系数 H_k ,确定所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数;根据所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数,对所述序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调;一种实现方式中,所述序号为 i 的 STA 在所述第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 列, P_i 为 P_r 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 行。另
- 20 一种实现方式中,其中,序号为 i 的 STA 在第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 $I_i + 1$ 列至 $I_i + NUM_i$ 列。在一种实现方式中,该通信装置 3000 可对应于上述方法 2000 中的 AP,例如具体可以为 AP 或配置于 AP 中的芯片。并且,该通信装置 3000 中的各单元分别为了实现方法 2000 中由 AP 所执行的操作。

- 具体地,收发单元 3100 用于:向至少一个站点 STA 发送触发帧,所述触发帧用于
- 25 触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU。其中,一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF,所述数据域承载在离散资源单元 RU 上,所述离散 RU 包括多个在频域上离散子载波组,一个所述子载波组包括一个子载波,或者至少包括两个连续子载波,所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上,其中,所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对
- 30 应的连续 RU,所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

可选地,处理单元 3200 用于:根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF,确定所述第 t 个连续 RU 中的所有子载波中每个数据子载波的信道系数,所述第二传输带宽为所述接入点 AP 分配给所述至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。

可选地, 所述第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_k^{(t)}$ 满足:

$$H_k^{(t)} = \frac{Y_k \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_k^{(t)}},$$

其中, 所述第 k' 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k' 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$,
5 N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个

STA 支持的最大空间流数, $(P_r^{(t)})^*$ 为 $P_r^{(t)}$ 的共轭转置矩阵, $P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{i_1} \\ P_{i_2} \\ \mathbf{M} \\ P_{i_u} \end{bmatrix}$, 或者 $(P_r^{(t)})^* = \begin{bmatrix} P_{i_1} \\ P_{i_2} \\ \mathbf{M} \\ P_{i_u} \end{bmatrix}^*$;

u 为对应的所述 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量, 一种实现方式中, P_{i_t} 为 P 矩阵中的第 $(i_t-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行中的前 S_{i_t} 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i_t-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i_t 对应的行, $i_t \in [1, N_u]$, i_t 为使用所述第 t 个连续 RU 发送所述 LTF 的 STA 的序号, S_{i_t} 为序号为 i_t 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_{i_t} \leq N_{ms}$, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于所述第 t 个 RU 的所述第 k' 个子载波的值。另一种实现方式中, P_{i_t} 为 P 矩阵中的第 $I_{i_t} + 1$ 行至 $I_{i_t} + NUM_{i_t}$ 行, I_{i_t} 是第 i_t 个用户的起始空间流序号, NUM_{i_t} 是第 i_t 个用户的流数, I_{i_t} 和 NUM_{i_t} 由 STA i_t 的 User Info Field 中的 SS Allocation 域指示, 指示方式如前
10 实施例所述, 在此不再赘述。 $i_t \in [1, N_u]$, i_t 为使用第 t 个连续 RU 发送 LTF 的 STA 的序号, P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于第 t 个 RU 的第 k' 个子载波的值。

可选地, 处理单元 3200 还用于: 根据所述第 k' 个子载波的信道系数 $H_k^{(t)}$, 确定所述序号为 i_t 的 STA 在所述序号为 i_t 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数; 根据所述序号为 i_t 的 STA 在所述序号为 i_t 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i_t 的 STA 传输的数据进行解调; 其中, 所述序号为 i_t 的 STA 的 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上, 所述序号为 i_t 的 STA 在所述第 t 个连续 RU 中的所述第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 列, P_{i_t} 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 行。

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

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 该计算机可读存储介质被计算机执行时实现上述方法实施例的功能。

30 本申请实施例还提供了一种计算机程序产品, 该计算机程序产品被计算机执行时实现上述方法实施例的功能。

本申请实施例还提供一种芯片系统, 该芯片系统包括处理器和接口, 用于支持通信传

输设备实现上述方法实施例中接入点或站点所涉及的功能，例如，确定或处理上述方法中所涉及的数据和信息中的至少一种。在一种可能的设计中，所述芯片系统还包括存储器，所述存储器，用于保存前述通信装置的必要的信息和数据。该芯片系统，可以由芯片构成，也可以包括芯片和其他分立器件。

5 本申请实施例提供了一种功能实体，该功能实体用于实现上述的 PPDU 的传输方法。

还应理解，本文中涉及的第一、第二、第三、第四以及各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请的范围。

10 应理解，本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

应理解，在本申请的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

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

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

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

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

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

35 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术实现方式本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术实现方式的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代

码的介质。

本申请实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。

本申请实施例装置中的模块可以根据实际需要进行合并、划分和删减。

- 5 以上所述，以上实施例仅用以说明本申请的技术实现方式，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术实现方式进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术实现方式的本质脱离本申请各实施例技术实现方式的范围。

权 利 要 求 书

1. 一种物理层协议数据单元的传输方法，其特征在于，包括：

5 站点 STA 接收来自接入点 AP 的触发帧，所述触发帧用于触发包括所述 STA 在内的至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU；

所述 STA 根据所述触发帧，向所述 AP 发送 PPDU；

10 其中，所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF，所述数据域承载在离散资源单元 RU 上，所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组，一个所述子载波组包括一个子载波，或者至少包括两个连续的子载波，所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上，所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

2. 一种物理层协议数据单元的传输方法，其特征在于，包括：

站点 STA 接收来自接入点 AP 的触发帧，所述触发帧用于触发包括所述 STA 在内的至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU；

15 所述 STA 根据所述触发帧，向所述 AP 发送物理层协议数据单元 PPDU；

20 其中，所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF，所述数据域承载在离散资源单元 RU 上，所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组，一个所述子载波组包括一个子载波，或者至少包括两个连续的子载波，所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上，其中，所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU，所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述 STA 根据 LTF 序列的值和 P 矩阵，得到承载在所述所有子载波上的 LTF；所述 P 矩阵的维数由所述触发帧所触发的 STA 的数量、系统支持的 STA 的最大数量、以及所述至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数确定。

25 4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述 STA 根据 LTF 序列的值和 P 矩阵，得到承载在所述所有子载波上的 LTF，包括：

所述 STA 根据其在所述至少一个 STA 中的顺序，从所述 P 矩阵中确定对应的行；

所述 STA 根据从所述 P 矩阵中确定的对应的行和所述 LTF 序列的值，得到承载在所述所有子载波上的 LTF。

30 5. 如权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，所述所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF X_k 和所述所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF X_d 分别满足：

$$X_k = P_i \times LTF_k,$$

$$X_d = F \times LTF_d,$$

35 其中，所述第 k 个子载波为数据子载波，所述第 d 个子载波为导频子载波， P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行，所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行，所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵， N_{LTF} 为所述 LTF 包含的正交频分复用 OFDM 符号数量， $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$ ， N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量， N_{mu} 为系统支持

的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, i 为所述 STA 的序号, $1 \leq i \leq N_u$, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值, LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值, F 为所述 P 矩阵中的第一行。

- 5 6. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述 i 满足:

$$i = (T_F - T_L) / T_C + 1,$$

其中, T_F 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述 STA 对应的用户信息字段的时长, T_L 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述触发帧中的第一个用户信息字段的时长, T_C 为所述 STA 对应的用户信息字段的长度。

- 10 7. 一种物理层协议数据单元的传输方法, 其特征在于, 包括:

接入点 AP 向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

所述 AP 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU;

- 15 其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上, 所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

8. 如权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

- 20 所述 AP 根据在所述第一传输带宽内的数据子载波上接收到的 LTF, 确定所述第一传输带宽内的数据子载波的信道系数。

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系数 H_k 满足:

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k},$$

- 25 其中, 所述第 k 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个

STA 支持的最大空间流数, P_r^* 为 P_r 的共轭转置矩阵, $P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_{N_u} \end{bmatrix}$, P_i 为 P 矩阵中的第

- 30 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, $i \in [1, N_u]$, i 为 STA 的序号, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

- 35 所述 AP 根据所述第 k 个子载波的信道系数 H_k , 确定所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数;

所述 AP 根据所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调;

其中, 所述序号为 i 的 STA 在所述第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 列, P_i 为 P_r 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 行。

5 11. 一种物理层协议数据单元的传输方法, 其特征在于, 包括:

接入点 AP 向至少一个站点 STA 发送触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

10 所述 AP 接收来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU, 其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续子载波, 所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上, 其中, 所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU, 所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

15 所述 AP 根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF, 确定所述第 t 个连续 RU 中的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 所述第二传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。

20 13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_k^{(t)}$ 满足:

$$H_k^{(t)} = \frac{Y_k \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_k^{(t)}},$$

其中, 所述第 k' 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k' 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量,

25 $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, $(P_r^{(t)})^*$ 为 $P_r^{(t)}$ 的共轭转置矩

阵, $P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{1_t} \\ P_{2_t} \\ \vdots \\ P_{u_t} \end{bmatrix}$, u 为对应的所述 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量, P_{i_t}

为 P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行中的前 S_{i_t} 行, 所述 P 矩阵中的第

30 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i_t 对应的行, $i_t \in [1, N_u]$, i_t 为使用所述第 t 个连续 RU 发送所述 LTF 的 STA 的序号, S_{i_t} 为序号为 i_t 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_{i_t} \leq N_{ms}$, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于所述第 t 个 RU 的所述第 k' 个子载波的值。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述 AP 根据所述第 k' 个子载波的信道系数 $H_{k'}$, 确定所述序号为 i_l 的 STA 在所述序号为 i_l 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数;

所述 AP 根据所述序号为 i_l 的 STA 在所述序号为 i_l 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i_l 的 STA 传输的数据进行解调;

- 5 其中, 所述序号为 i_l 的 STA 的 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上, 所述序号为 i_l 的 STA 在所述第 t 个连续 RU 中的所述第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_l}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_l}^{(t)}$ 列, P_i 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_l}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_l}^{(t)}$ 行。

15. 一种芯片, 其特征在于, 包括: 处理器和存储器, 所述存储器用于存储程序或指令, 当所述程序或指令被所述处理器执行时, 使得所述芯片执行下述操作:

- 10 经由接口接收经过处理的, 来自接入点 AP 的触发帧, 所述触发帧用于触发至少一个站点 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

根据所述触发帧, 生成并输出 PPDU;

- 15 其中, 所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上, 所述第一传输带宽为所述 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

16. 一种芯片, 其特征在于, 包括: 处理器和存储器, 所述存储器用于存储程序或指令, 当所述程序或指令被所述处理器执行时, 使得所述芯片执行下述操作:

- 20 经由接口接收经过处理的, 来自接入点 AP 的触发帧, 所述触发帧用于触发至少一个站点 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

根据所述触发帧, 生成并输出 PPDU;

- 25 其中, 所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上, 其中, 所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU, 所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

17. 如权利要求 15 或 16 所述的芯片, 其特征在于, 所述芯片还执行下述操作:

- 30 根据 LTF 序列的值和 P 矩阵, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF; 所述 P 矩阵的维数由所述触发帧所触发的 STA 的数量、系统支持的 STA 的最大数量、以及所述至少一个 STA 中的单个 STA 支持的最大空间流数确定。

18. 如权利要求 17 所述的芯片, 其特征在于, 所述根据 LTF 序列的值和 P 矩阵, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF, 包括:

根据其在所述至少一个 STA 中的顺序, 从所述 P 矩阵中确定对应的行;

- 35 根据从所述 P 矩阵中确定的对应的行和所述 LTF 序列的值, 得到承载在所述所有子载波上的 LTF。

19. 如权利要求 17 或 18 所述的芯片, 其特征在于, 所述所有子载波中的第 k 个子载波上承载的 LTF X_k 和所述所有子载波中的第 d 个子载波上承载的 LTF X_d 分别满足:

$$X_k = P_i \times LTF_k,$$

$$X_d = F \times LTF_d,$$

其中, 所述第 k 个子载波为数据子载波, 所述第 d 个子载波为导频子载波, P_i 为 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的正交频分复用 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, i 为所述 STA 的序号, $1 \leq i \leq N_u$, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, LTF_k 为 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值, LTF_d 为 LTF 序列中对应于所述第 d 个子载波的值, F 为所述 P 矩阵中的第一行。

20. 如权利要求 19 所述的芯片, 其特征在于, 所述 i 满足:

$$i = (T_F - T_L) / T_C + 1,$$

其中, T_F 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述 STA 对应的用户信息字段的时长, T_L 为所述 STA 从接收到所述触发帧开始到接收到所述触发帧中的第一个用户信息字段的时长, T_C 为所述 STA 对应的用户信息字段的长度。

21. 一种芯片, 其特征在于, 包括: 处理器和存储器, 所述存储器用于存储程序或指令, 当所述程序或指令被所述处理器执行时, 使得所述芯片执行下述操作:

经由接口输出向至少一个站点 STA 发送的触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

经由所述接口接收经过处理的, 来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU;

其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散的子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续的子载波, 所述 LTF 承载在第一传输带宽内所有的子载波上, 所述第一传输带宽为接入点 AP 分配给所述至少一个 STA 传输上行 PPDU 的离散 RU 所对应的带宽。

22. 如权利要求 21 所述的芯片, 其特征在于, 所述芯片还执行下述操作:

根据在所述第一传输带宽内的数据子载波上接收到的 LTF, 确定所述第一传输带宽内的数据子载波的信道系数。

23. 如权利要求 22 所述的芯片, 其特征在于, 所述第一传输带宽内的所有子载波中第 k 个子载波的信道系数 H_k 满足:

$$H_k = \frac{Y_k \times P_r^*}{N_{LTF} \times LTF_k},$$

其中, 所述第 k 个子载波为所述数据子载波, Y_k 为所述 AP 在所述第 k 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量, $(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个

STA 支持的最大空间流数, P_r^* 为 P_r 的共轭转置矩阵, $P_r = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \mathbf{M} \\ P_{N_u} \end{bmatrix}$, P_i 为 P 矩阵中的第

$(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行中的前 S_i 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i-1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i 对应的行, $1 \leq S_i \leq N_{ms}$, $i \in [1, N_u]$, i 为 STA 的序号, S_i 为序号为 i 的 STA 实际传输的空间流数, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, LTF_k 为

5 LTF 序列中对应于所述第 k 个子载波的值。

24. 如权利要求 23 所述的芯片, 其特征在于, 所述芯片还执行下述操作:

根据所述第 k 个子载波的信道系数 H_k , 确定所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数;

10 根据所述序号为 i 的 STA 在所述第一传输带宽内的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i 的 STA 传输的数据进行解调;

其中, 所述序号为 i 的 STA 在所述第 k 个子载波的信道系数为 H_k 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 列, P_i 为 P_r 中的第 Q_{1-i} 至第 Q_{2-i} 行。

25. 一种芯片, 其特征在于, 包括: 处理器和存储器, 所述存储器用于存储程序或指令, 当所述程序或指令被所述处理器执行时, 使得所述芯片执行下述操作:

15 经由接口输出向至少一个站点 STA 发送的触发帧, 所述触发帧用于触发所述至少一个 STA 传输上行物理层协议数据单元 PPDU;

20 经由接口接收经过处理的, 来自所述至少一个 STA 各自的 PPDU, 其中, 一个所述 PPDU 包括数据域和用于信道估计的长训练域 LTF, 所述数据域承载在离散资源单元 RU 上, 所述离散 RU 包括多个在频域上离散子载波组, 一个所述子载波组包括一个子载波, 或者至少包括两个连续子载波, 所述 LTF 承载在多个连续 RU 的所有子载波上, 其中, 所述多个连续 RU 为所述离散 RU 所对应的连续 RU, 所述每个连续 RU 包括在频域上连续的多个子载波。

26. 如权利要求 25 所述的芯片, 其特征在于, 所述芯片还执行下述操作:

25 根据在第二传输带宽中第 t 个连续 RU 中的所有数据子载波接收到的 LTF, 确定所述第 t 个连续 RU 中的所有子载波中每个数据子载波的信道系数, 所述第二传输带宽为所述接入点 AP 分配给所述至少一个 STA 传输各自的 LTF 所对应的多个连续 RU 对应的带宽。

27. 如权利要求 26 所述的芯片, 其特征在于, 所述第 t 个连续 RU 的所有子载波中第 k' 个子载波的信道系数 $H_k^{(t)}$ 满足:

$$30 \quad H_k^{(t)} = \frac{Y_{k'} \times (P_r^{(t)})^*}{N_{LTF} \times LTF_k^{(t)}},$$

其中, 所述第 k' 个子载波为所述数据子载波, $Y_{k'}$ 为所述 AP 在所述第 k' 个子载波上接收到的 LTF, N_{LTF} 为所述 LTF 包含的 OFDM 符号数量,

$(N_u \times N_{ms}) \leq N_{LTF} \leq (N_{mu} \times N_{ms})$, N_u 为所述触发帧所触发的 STA 的数量, N_{mu} 为系统支持

的 STA 的最大数量, N_{ms} 为单个 STA 支持的最大空间流数, $(P_r^{(t)})^*$ 为 $P_r^{(t)}$ 的共轭转置矩

阵, $P_r^{(t)} = \begin{bmatrix} P_{1_t} \\ P_{2_t} \\ \vdots \\ M \\ P_{u_t} \end{bmatrix}$, u 为对应的所述 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上的 STA 的数量, P_{i_t}

为 P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行中的前 S_{i_t} 行, 所述 P 矩阵中的第 $(i_t - 1) \times N_{ms} + 1$ 至第 $i_t \times N_{ms}$ 行是所述 P 矩阵中与 STA 的序号 i_t 对应的行, $i_t \in [1, N_u]$, i_t 为

- 5 使用所述第 t 个连续 RU 发送所述 LTF 的 STA 的序号, S_{i_t} 为序号为 i_t 的 STA 实际传输的空间流数, $1 \leq S_{i_t} \leq N_{ms}$, 所述 P 矩阵为 $N_{LTF} \times N_{LTF}$ 的正交映射矩阵, $LTF_k^{(t)}$ 为 LTF 序列中对应于所述第 t 个 RU 的所述第 k' 个子载波的值。

28. 如权利要求 27 所述的芯片, 其特征在于, 所述芯片还执行下述操作:

根据所述第 k' 个子载波的信道系数 H_k , 确定所述序号为 i_t 的 STA 在所述序号为 i_t 的

- 10 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数;

根据所述序号为 i_t 的 STA 在所述序号为 i_t 的 STA 对应的多个连续 RU 中每个连续 RU 的每个数据子载波的信道系数, 对所述序号为 i_t 的 STA 传输的数据进行解调;

其中, 所述序号为 i_t 的 STA 的 LTF 承载在所述第 t 个连续 RU 上, 所述序号为 i_t 的 STA 在所述第 t 个连续 RU 中的所述第 k' 个子载波的信道系数为 $H_k^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$

- 15 列, P_{i_t} 为 $P_r^{(t)}$ 中的第 $Q_{1-i_t}^{(t)}$ 至第 $Q_{2-i_t}^{(t)}$ 行。

29. 一种通信装置, 其特征在于, 包括用于实现如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法的单元。

30. 一种通信装置, 其特征在于, 包括: 处理器, 所述处理器与存储器耦合, 所述存储器用于存储程序或指令, 当所述程序或指令被所述处理器执行时, 使得所述装置执行如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法。

31. 一种可读存储介质, 其上存储有计算机程序或指令, 其特征在于, 所述计算机程序或指令被执行时使得计算机执行如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法。

32. 一种计算机程序产品, 其特征在于, 包括计算机程序指令, 该计算机程序指令使得计算机执行: 如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法。