

一种数据传输方法和装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在2023年11月24日提交中国国家知识产权局、申请号为202311603273.0、申请名称为“一种数据传输方法和装置”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

本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种数据传输方法和装置。

背景技术

目前，为了减少数据包的丢失率，对编码调制后的数据进行重复，通过简单的复制提高数据传输的可靠性。但由于 802.11 标准大都采用正交频分复用技术（orthogonal frequency division multiplexing, OFDM）的调制方式，直接在频域重复会导致时域信号较高的峰均功率比（peak-to-average power ratio, PAPR），而高 PAPR 信号通常是不希望的，因为它通常会使得模拟电路紧张。

通常所用的方法是将每一份重复的信号进行相位旋转，为减小复杂度，一般只有 0 度和 180 度两种旋转，即对每一份重复的数据乘以 1 或 -1，寻找最佳的旋转系数序列，使得旋转后的重复信号具有较低的 PAPR。但由于传输的调制数据是随机的，不同数据其最佳的旋转系数也不尽相同，故通常寻找旋转系数序列使数据的 PAPR 的中值最小。这种方式虽然可以在一定程度上降低数据的 PAPR，但是其最佳的旋转系数通常需要根据子载波划分和重复次数进行穷举搜索，计算量很大。

发明内容

本申请提供一种数据传输方法和装置，用来降低数据的 PAPR，且降低计算量和设备复杂度。

第一方面，提供一种数据传输方法。该方法可以由第一装置执行，或者芯片/芯片系统执行。可以理解的是，第一装置可以是接入点或者站点。该方法中，第一装置生成第一频域数据。第一装置将第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输。其中，传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽。第一频域数据包括映射至第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据。其中，第二频域数据和第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

基于上述方案，第三频域数据和第二频域数据为镜像共轭和交替取反，但第二频域数据和第三频域数据所承载的信息是相同的，可以看作是一种数据重复的方式。发送端将在频域重复的数据分别映射至第一子载波和第二子载波上，且重复的频域数据互为镜像共轭和交替取反，因此第一子载波上的频域数据和第二子载波上的频域数据不再是简单的完全相同的重复，可以降低发送端的 PAPR，相较于穷举的方法计算量较小，降低设备复杂度。

在一种可能的实现方式中，第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段。其中，第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段，第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段。需要说明的是，第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。

基于上述方案，第一装置可以通过格雷互补序列对第一频域数据段和第二频域数据段进行扩频，扩频后的数据具有较低的 PAPR。

在一种可能的实现方式中，通过第一空间流发送映射至子载波上的第一频域数据，通过第二空间流发送第四频域数据。其中，映射至子载波上的第一频域数据和第四频域数据正交。基于上述方案，第一装置可以在空间域对数据进行重复，可以增强数据的可靠性。

在一种可能的实现方式中，第四频域数据与第一频域数据互为逆序。基于上述方案，第一装置可以通过确定第一频域数据的逆序来确定与第一频域数据正交的第四频域数据。

在一种可能的实现方式中，第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据。其中，第五频域数据与第二频域数据互为相反。或者，第五频域数据映射至第一子载波上进行传输，第六频域数据映射至第二子载波上进行传输，且第五频域数据与第三频域数据相同，第六频域数据与第一频域数据互为相反。

基于上述方案，第一装置可以确定两种与第一频域数据正交的第四频域数据，从而可以通过多个空间流来发送携带相同信息的数据，以提高数据的可靠性。

在一种可能的实现方式中，第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段。其中，第一频域

数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段。第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段。需要说明的是，第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。类似的，第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据，第五频域数据和第六频域数据互为镜像共轭和交替取反，第五频域数据包括第三频域数据段和第四频域数据段。其中，第三频域数据段是基于第三扩频序列扩频后的频域数据段，第四频域数据段是基于第四扩频序列扩频后的频域数据段。需要说明的是，第三扩频序列与第一扩频序列正交，且第四扩频序列与第二扩频序列正交。

基于上述方案，第一装置可以确定多对正交的格雷互补序列，从而可以构造出多个携带相同信息的数据，以通过更多的空间流来发送携带相同信息的数据，可以提高数据的可靠性。

第二方面，提供一种数据传输方法。该方法可以由第二装置执行，或者芯片/芯片系统执行。其中，第二装置可以是接入点或站点。该方法中，第二装置在传输带宽上接收第一频域数据。其中，第一频域数据包括在第一传输带宽包括的第一子载波上传输的第二频域数据和在第二传输带宽包括的第二子载波上传输的第三频域数据。第二装置基于第一扩频序列和第二扩频序列对第一频域数据包括的第二频域数据和第三频域数据进行解析，第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。

在一种可能的实现方式中，第二装置通过第一空间流获取第一频域数据，以及通过第二空间流获取第四频域数据。其中，第一频域数据和第四频域数据正交。

在一种可能的实现方式中，第二装置基于第一扩频序列和第二扩频序列解析第四频域数据。

在一种可能的实现方式中，第二装置基于第三扩频序列和第四扩频序列解析第四频域数据，第三扩频序列和第四扩频序列互为格雷互补序列，第三扩频序列与第一扩频序列正交，第四扩频序列与第二扩频序列正交。

第三方面，提供一种通信装置，包括处理单元和收发单元。

处理单元，用于生成第一频域数据。收发单元，用于将第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输。其中，传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽。第一频域数据包括映射至第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据。第二频域数据和第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

在一种可能的实现方式中，第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段。其中，第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段，第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段。第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。

在一种可能的实现方式中，收发单元，具体用于通过第一空间流发送映射至子载波上的第一频域数据。收发单元，还用于通过第二空间流发送第四频域数据。其中，映射至子载波上的第一频域数据和第四频域数据正交。

在一种可能的实现方式中，第四频域数据与第一频域数据互为逆序。

在一种可能的实现方式中，第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据。其中，第五频域数据与第二频域数据互为相反。或者，第五频域数据映射至第一子载波上进行传输，第六频域数据映射至第二子载波上进行传输，且第五频域数据与第三频域数据相同，第六频域数据与第一频域数据互为相反。

在一种可能的实现方式中，第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段。其中，第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段，第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段。第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据，第五频域数据和第六频域数据互为镜像共轭和交替取反，第五频域数据包括第三频域数据段和第四频域数据段。其中，第三频域数据段是基于第三扩频序列扩频后的频域数据段，第四频域数据段是基于第四扩频序列扩频后的频域数据段。上述第三扩频序列与第一扩频序列正交，且第四扩频序列与第二扩频序列正交。

第四方面，提供一种通信装置，包括：处理单元和收发单元。

收发单元，用于在传输带宽上接收第一频域数据。其中，第一频域数据包括在第一传输带宽包括的第一子载波上传输的第二频域数据和在第二传输带宽包括的第二子载波上传输的第三频域数据。处理单元，用于基于第一扩频序列和第二扩频序列对第一频域数据包括的第二频域数据和第三频域数据进行解

析。上述第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。

在一种可能的实现方式中，收发单元，具体用于通过第一空间流获取第一频域数据。收发单元，还用于通过第二空间流获取第四频域数据。其中，第一频域数据和第四频域数据正交。

在一种可能的实现方式中，处理单元，还用于基于第一扩频序列和第二扩频序列解析第四频域数据。

5 在一种可能的实现方式中，处理单元，还用于基于第三扩频序列和第四扩频序列解析第四频域数据，第三扩频序列和第四扩频序列互为格雷互补序列，第三扩频序列与第一扩频序列正交，第四扩频序列与第二扩频序列正交。

第五方面，提供了一种通信装置，该通信装置可以为上述实施例第三方面至第四方面中任一种可能的实现方式中的通信装置，或者为设置在第三方面至第四方面中任一方面的通信装置中的芯片。该通信装置包括通信接口以及处理器，可选的，还包括存储器。其中，该存储器用于存储计算机程序或指令或者数据，处理器与存储器、通信接口耦合，当处理器读取所述计算机程序或指令或数据时，使通信装置执行上述第一方面至第二方面中任一种可能的实现方式中第一装置或第二装置所执行的方法。

10 应理解，该通信接口可以通过所述通信装置中的天线、馈线和编解码器等实现，或者，如果通信装置为设置在通信装置中的芯片，则通信接口可以是该芯片的输入/输出接口，例如输入/输出管脚等。所述通信装置还可以包括收发器，用于该通信装置与其它设备进行通信。

第六方面，本申请实施例提供了一种芯片系统，该芯片系统包括处理器，还可以包括存储器，用于实现第一方面至第二方面中任一种可能的实现方式中的终端设备或网络设备执行的方法。在一种可能的实现方式中，所述芯片系统还包括存储器，用于保存程序指令和/或数据。该芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

20 第七方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机程序或指令，当该计算机程序或指令被运行时，实现上述各方面中由第一装置或第二装置执行的方法。

第八方面，提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码或指令，当所述计算机程序代码或指令被运行时，使得上述各方面中由第一装置或第二装置执行的方法被执行。

第九方面，提供了一种通信装置，所述通信装置包括执行上述各方面方法的单元或模块。

25 第十方面，提供了一种芯片系统，包括逻辑电路和输入输出接口。逻辑电路，用于执行上述第一装置或第二装置所执行的方法。输入输出接口，用于与其他装置通信。

第十一方面，提供了一种系统，包括至少一个执行第一方面中任一可能的实现方式的第一装置和至少一个执行第二方面中任一可能的实现方式的第二装置。

30 上述第二方面至第十一方面及其实现方式的有益效果可以参考对第一方面的方法及其实现方式的有益效果的描述。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种通信系统的示意图；

图 2 为一种数据处理流程的示意图；

35 图 3 为本申请实施例提供的一种数据传输方法的示例性流程图；

图 4 为本申请实施例提供的又一种数据传输方法的示例性流程图；

图 5 为本申请实施例提供的一种数据映射至子载波的示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种仿真结果示意图；

图 7 为本申请实施例提供的一种通信装置的示意图；

40 图 8 为本申请实施例提供的又一种通信装置的示意图；

图 9 为本申请实施例提供的又一种通信装置的示意图；

图 10 为本申请实施例提供的又一种通信装置的示意图。

具体实施方式

45 为了便于理解本申请实施例提供的技术方案，以下对本申请实施例涉及的技术术语进行解释和说明。

1) 正交频分复用技术 (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)，是多载波调制 (multi carrier modulation, MCM) 的一种。OFDM 主要思想是将信道分成若干正交子信道，将高速数据信号转换成并行的低速子数据流，调制到每个子信道上进行传输。

2) 峰均功率比 (peak-to-average power ratio, PAPR), 为峰值功率与信号平均功率的壁纸, 以分贝 (dB) 表示。PAPR 通常是针对 OFDM 系统中的发射信号测量的。为了有效地提高系统的性能, 需要较低的 PAPR。

以下结合附图介绍本申请实施例提供的技术方案。

5 本申请实施例可以适用于 WLAN 的场景, 例如, 可以适用于电气与电子工程师协会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 802.11 系统标准, 例如 802.11a/b/g、802.11n、802.11ac、802.11ax 标准, 或其下一代, 例如 802.11be 标准, Wi-Fi 7 或极高吞吐率 (extremely high throughput, EHT), 802.11ad, 802.11ay, 802.11bf, 再如 802.11be 下一代, 例如 Wi-Fi 8 或更下一代的标准中。或者本申请实施例也可以适用于物联网 (internet of things, IoT) 网络或车联网 (Vehicle to X, V2X) 网络等无线局域网系统中。当然, 本申请实施例还可以适用于其他可能的通信系统, 例如, 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、5G 通信系统、以及未来的 6G 通信系统等。

下文以本申请实施例可以适用于 WLAN 的场景为例。应理解, WLAN 从 802.11a/g 标准开始, 历经 802.11n、802.11ac、802.11ax 和如今正在讨论的 802.11be。其中 802.11n 也可称为高吞吐率 (high throughput, HT); 802.11ac 也可称为非常高吞吐率 (very high throughput, VHT); 802.11ax 也可称为高效 (high efficiency, HE) 或者 Wi-Fi 6; 802.11be 也可称为 EHT 或者 Wi-Fi 7, 而对于 HT 之前的标准, 如 802.11a/b/g 等可以统称为非高吞吐率 (Non-HT)。

参阅图 1, 示出了本申请实施例适用的一种 WLAN 的网络架构图。图 1 以该 WLAN 包括 1 个无线接入点 (access point, AP) 和 2 个站点 (station, STA) 为例。与 AP 关联的 STA, 能够接收该 AP 发送的无线帧, 也能够向该 AP 发送无线帧。另外, 本申请实施例同样适用于 AP 与 AP 之间的通信, 例如各个 AP 之间可通过分布式系统 (distributed system, DS) 相互通信, 本申请实施例也适用于 STA 与 STA 之间的通信。应理解, 图 1 中的 AP 和 STA 的数量仅是举例, 还可以更多或者更少。

其中, 接入点可以为终端设备 (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, 接入点可以是带有 Wi-Fi 芯片的终端设备 (如手机) 或者网络设备 (如路由器), 也可以为具有接入点功能的无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端等。接入点可以为支持 802.11be 制式的设备。接入点也可以为支持 802.11ax、802.11ac、802.11ad、802.11ay、802.11n、802.11g、802.11b、802.11a 以及 802.11be 下一代等 802.11 家族的多种无线局域网 (wireless local area networks, WLAN) 制式的设备。

站点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。例如, 站点可以为支持 Wi-Fi 通讯功能的移动电话、支持 Wi-Fi 通讯功能的平板电脑、支持 Wi-Fi 通讯功能的机顶盒、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能电视、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能可穿戴设备、支持 Wi-Fi 通讯功能的车载通信设备和支持 Wi-Fi 通讯功能的计算机等等。可选地, 站点可以支持 802.11be 制式。站点也可以支持 802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b、802.11a、802.11be 下一代等 802.11 家族的多种无线局域网 (wireless local area networks, WLAN) 制式。

例如, 接入点和站点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, 智能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。

40 本申请实施例所涉及到的 AP 和 STA 可以为适用于 IEEE 802.11 系统标准的 AP 和 STA。AP 是部署在无线通信网络中为其关联的 STA 提供无线通信功能的装置, 该 AP 可用作该通信系统的中枢, 通常为支持 802.11 系统标准的 MAC 和 PHY 的网络侧产品, 例如可以为基站、路由器、网关、中继器, 通信服务器, 交换机或网桥等通信设备, 其中, 所述基站可以包括各种形式的宏基站, 微基站, 中继站等。在此, 为了描述方便, 上面提到的设备统称为 AP。STA 通常为支持 802.11 系统标准的介质访问控制 (media access control, MAC) 和物理层 (physical, PHY) 的终端产品, 例如手机、笔记本电脑等。

45 WLAN 发展至今已历经多代, 在带宽配置方面, 802.11ax 目前支持如下带宽配置: 20MHz、40MHz、80MHz、160MHz 及 80+80MHz。其中, 160MHz 与 80+80MHz 的区别在于 160MHz 为连续频带, 而 80+80MHz 的两个 80MHz 间可以分离。在 802.11be 中, 将对 240MHz/160+80MHz、320MHz/160+160MHz

等配置进行支持。

由于 802.11bn 的主要特征就是提供超高可靠性,例如提高数据传输的信干噪比(signal to interference plus noise ratio, SINR),减少数据包的丢失率。为到达这一目的,可以采用更低的编码速率,来提高数据传输的可靠性,这需要设计新的编码方式,其复杂度和兼容性都不太好。一种更为简单的方式就是对编码调制后的数据进行重复,通过简单的复制提高数据传输的可靠性。但由于 802.11 标准大都采用 OFDM 的调制方式,直接在频域重复会导致时域信号较高的 PAPR,而高 PAPR 信号通常是不希望的,因为它通常会使模拟电路性能降低。高 PAPR 信号需要模拟电路的大范围动态线性度,这通常会导致使用昂贵的器件,更高的功耗更低的效率。例如,功率放大器必须以更大的退避工作以保持线性度。此外,还会引入非线性失真和带外干扰,严重影响通信系统性能。故通常需要避免高 PAPR 信号的产生。

通常所用的方法是将每一份重复的信号进行相位旋转,为减小复杂度,一般只有 0 度和 180 度两种旋转,即对每一份重复的数据乘以 1 或 -1,寻找最佳的旋转系数序列,使得旋转后的重复信号具有较低的 PAPR。但由于传输的调制数据是随机的,不同数据其最佳的旋转系数也不尽相同,故通常需要寻找旋转系数序列使数据的 PAPR 的中值最小。例如,重复前的频域数据为 $\vec{s}$,该频域数据需要重复 8 次来传输,则重复后的频域数据为:

$$[c_0\vec{s}, c_1\vec{s}, c_2\vec{s}, c_3\vec{s}, c_4\vec{s}, c_5\vec{s}, c_6\vec{s}, c_7\vec{s}]$$

其中 $c_i = \pm 1, i=0,1,2, \dots, 7$ 。寻找最佳的相位旋转序列 $\vec{c}$ 使得重复后的数据的 PAPR 的中值较低。

上述方案虽然可以在一定程度上降低数据的 PAPR,但是其最佳的旋转系数通常需要根据子载波划分和重复次数进行穷举搜索,计算量很大,且没有理论上的支撑。当重复次数进一步增大时,旋转系数序列有太多种可能,这种穷举的方法基本不可能实现。

鉴于此,本申请实施例提供一种数据传输方法。该方法中,发送端可以生成第一频域数据,并将所述第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输。其中,传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽,第一频域数据包括映射至第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据。其中,第二频域数据和所述第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

基于上述方案,发送端将频域数据分别映射至第一子载波和第二子载波上,且频域数据互为镜像共轭和交替取反。例如,第二子载波上的频域数据可以是对第一子载波上的频域数据取共轭后,交替取反得到的。其中,交替取反可以理解为对频域数据包含的元素中每隔固定个数的元素取反,如每隔一个元素或者每隔两个元素取反。经过镜像共轭和交替取反,第二子载波上的第三频域数据与第一子载波上的第二频域数据不再完全相同的重复,降低了发送端的 PAPR,且相较于穷举的方法计算量较小。

为了便于理解本申请实施例提供的技术方案,以下介绍发送端的信号处理流程。在下行数据传输中,AP 可以向 STA 发送物理协议数据单元(physical protocol data unit, PPDU)。在上行传输过程中,STA 可以向 AP 发送 PPDU。其中,PPDU 中可以携带包含数据(data)字段。本申请实施例所指的频域数据可以是整个 PPDU,或者可以是 PPDU 的数据字段。以图 2 为例,介绍处理 PPDU 的模块,为了便于描述以下行传输为例进行说明,上行传输类似,不再赘述。

在下行传输过程中,AP 可以向多个 STA 发送 PPDU,该 PPDU 可以称为多用户 PPDU(multi user PPDU, MU PPDU),或者 AP 可以向一个 STA 发送 PPDU。对于一个 STA,AP 可以通过图 2 所示的过程构造数据字段。

如图 2 所示,AP 可以构造服务(service)字段,并将物理层服务数据单元(physical service data unit, PSDU)附加到服务字段。其中,PSDU 可以是物理层的上一层,如数据链路层传来的数据报文进行编码得到的。AP 可以添加预(pre)前向纠错码(forward error correction, FEC)。可选的,如果 AP 使用二进制卷积码(binary convolutional codes, BCC)进行信道编解码,则 AP 可以添加尾位。AP 可以将添加 FEC 的数据作为加扰器(scrambler)的输入,通过加扰器对添加 FEC 的数据进行加扰。AP 可以将加扰器的输出,作为编码器(encoder)的输入。如果使用 BCC,则 AP 通过编码器进行 BCC 编码。如果使用低密度奇偶校验(low-density parity-check, LDPC),则 AP 通过编码器进行 LDPC 编码。AP 对编码器的输出添加纠后填充位(post-FEC)以及包扩展(packet extension, PE)字段。将编码器的输出作为流解析器(stream parser)的输入,通过流解析器将编码器的输出重新排列成块。可选的,如果 AP 使用的是 BCC,则可以将流解析器的输出作为 BCC 交织器(BCC interleaver)的输入,通过 BCC 交织器对流解析器的输出进行交织;如果 AP 使用的是 LDPC,则不执行交织操作,也就是会绕过 BCC

交织器这一模块。AP 可以将 BCC 交织器的输出或者流解析器的输出作为星座映射器 (constellation mapper) 输入, 通过星座映射器将 BCC 交织器的输出或者流解析器的输出映射至二进制相移键控 (binary phase shift keying, BPSK)、二进制相移键控-双载波调制技术 (binary phase shift keying-dual carrier modulation, BPSK-DCM)、正交相移键控 (quadrature phase shift keying, QPSK)、16 正交振幅调制 (quadrature amplitude modulation, QAM)、64-QAM、256-QAM、1024-QAM 或者 4096-QAM 的星座点。可选的, 如果 AP 使用 LDPC 编码, 则 AP 可以将星座映射器的输出作为 LDPC 子载波 (tone) 映射器的输入, 通过 LDPC tone 映射器对所有 LDPC 编码流执行 LDPC 子载波映射; 如果 AP 使用 BCC, 则不需要进行 tone mapper (子载波映射)。

AP 将每个空间流的数据作为循环时延分集 (cyclic shift diversity, CSD) 输入, 为每个空间流应用 CSD。

- 10 AP 可以对 CSD 输出的数据执行空间和频域映射 (spatial and frequency mapping)。AP 可以计算空间和频域映射后的数据的逆离散傅里叶变换 (inverse discrete fourier transform, IDFT) 并生成射频信号进行发送。

以下, 介绍本申请实施例提供的一种数据传输方法。参阅图 3, 为本申请实施例提供的一种数据传输方法的示例性流程图, 可以包括以下操作。图 3 所示的实施例中, 发送端可以是 STA 或者是 AP, 接收端可以是 STA 或者是 AP。例如, 发送端是 AP 的情况下, 接收端可以是 AP 或者 STA。又例如, 发送端是 STA 的情况下, 接收端可以是 AP 或 STA。

- 20 发送端可以对 LDPC tone 映射器或星座映射器输出的数据进行格雷互补序列扩频和镜像共轭和交替取反生成第一频域数据。例如, 发送端基于第一扩频序列对 LDPC tone 映射器或星座映射器输出的数据进行扩频得到第一频域数据段, 基于第二扩频序列对 LDPC tone 映射器或星座映射器输出的数据进行扩频得到第二频域数据段。其中, 第一扩频序列与第二扩频序列互为格雷互补序列。

举例来说, 第一扩频序列 $\vec{a} = [a_0, a_1, \dots, a_{K-1}]$, 第二扩频序列 $\vec{b} = [b_0, b_1, \dots, b_{K-1}]$ 。

对于长度为 K 的序列 $\vec{x}$, 其非周期自相关函数定义如下:

$$R_{\vec{x}}(k) = \sum_{i=0}^{K-1-k} x_i x_{i+k} \quad \text{公式 (1)}$$

若序列 $\vec{a}$ 和 $\vec{b}$ 的元素为 1 或 -1, 且其非周期自相关函数满足:

$$R_{\vec{a}}(k) + R_{\vec{b}}(k) = \begin{cases} 2K, & \text{if } k = 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{公式 (2)}$$

则序列 $\vec{a}$ 和 $\vec{b}$ 构成一对格雷互补对序列。

参阅图 4, 在上述示例中, 发送端可以将 LDPC tone 映射器或星座映射器输出的数据 $\vec{s}$ 拆分为两段, 即:

$$\vec{s} = [\vec{s}_a, \vec{s}_b]$$

- 30 发送端可以通过第一扩频序列 $\vec{a}$ 对 $\vec{s}_a$ 进行扩频, 通过第二扩频序列 $\vec{b}$ 对 $\vec{s}_b$ 进行扩频。第一频域数据段 $\vec{s}'_a = [a_0 \vec{s}_a, a_1 \vec{s}_a, a_2 \vec{s}_a, \dots, a_{K-1} \vec{s}_a]$, 第二频域数据段 $\vec{s}'_b = [b_0 \vec{s}_b, b_1 \vec{s}_b, b_2 \vec{s}_b, \dots, b_{K-1} \vec{s}_b]$ 。

基于上述方案, 可以通过格雷互补序列对第一频域数据段和第二频域数据段进行扩频, 扩频后的数据具有较低的 PAPR。

- 35 本申请实施例中, 如图 4 所示发送端可以将扩频后的第一频域数据段和扩频后的第二频域数据段合并为第二频域数据。例如, 发送端可以将第一频域数据段和第二频域数据段进行拼接, 得到第二频域数据 $\vec{s}_2 = [a_0 \vec{s}_a, a_1 \vec{s}_a, a_2 \vec{s}_a, \dots, a_{K-1} \vec{s}_a, b_0 \vec{s}_b, b_1 \vec{s}_b, b_2 \vec{s}_b, \dots, b_{K-1} \vec{s}_b]$ 。又例如, 发送端可以交叉拼接第一频域数据段和第二频域数据段, 得到第二频域数据 $\vec{s}_2 = [a_0 \vec{s}_a, b_0 \vec{s}_b, a_1 \vec{s}_a, b_1 \vec{s}_b, a_2 \vec{s}_a, b_2 \vec{s}_b, \dots, a_{K-1} \vec{s}_a, b_{K-1} \vec{s}_b]$ 。

- 40 需要说明的是, 本申请实施例中不对发送端通过第一频域数据段和第二频域数据段得到第二频域数据的方式进行具体限定, 本领域技术人员可以通过其他方式基于第一频域数据段和第二频域数据段得到第二频域数据。例如, 第二频域数据 $\vec{s}_2 = [a_0 \vec{s}_a, a_1 \vec{s}_a, b_0 \vec{s}_b, b_1 \vec{s}_b, a_2 \vec{s}_a, a_3 \vec{s}_a, b_2 \vec{s}_b, b_3 \vec{s}_b, \dots, a_{K-2} \vec{s}_a, a_{K-1} \vec{s}_a, b_{K-2} \vec{s}_b, b_{K-1} \vec{s}_b]$ 。

- 45 如图 4 所示, 发送端可以对第二频域数据 $\vec{s}_2$ 取共轭后交替取反得到第三频域数据 $\vec{s}_3$ 。例如, 第二频域数据可以通过序列 $\vec{s}_2$ 表示, 则第三频域数据 $\vec{s}_3$ 可以满足以下表达式:

$$\tilde{s}_3(k) = \text{conj}(\tilde{s}_2(L-k))(-1)^k, k \in [0, L-1] \quad \text{公式 (3)}$$

其中 L 为序列 $\tilde{s}$ 的长度, $\tilde{s}_3(k)$ 序列 $\tilde{s}_3$ 中第 k 个元素。

上述公式 (3) 中 $\text{conj}(\tilde{s}_2(L-k))$ 可以理解为对第二频域数据取共轭, $(-1)^k$ 可以理解为对取共轭后的结果进行交替取反。其中, 交替取反可以理解为对第二频域数据包含的元素中每隔固定个数的元素取反, 如每隔一个元素或者每隔两个元素取反公式 (1) 中以每个一个元素取反为例进行说明。

如图 4 所示, 第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 和第三频域数据 $\tilde{s}_3$ 一起可以称之为第一频域数据 $\tilde{s}_1$ 。或者说, 第一频域数据 $\tilde{s}_1$ 包括第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 和第三频域数据 $\tilde{s}_3$ 两部分, 发送端将第一频域数据 $\tilde{s}_1$ 映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输。其中, 传输带宽可以包括第一传输带宽和第二传输带宽。举例来说, 发送端可以将第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 映射至第一传输带宽包括的第一子载波上, 将第三频域数据 $\tilde{s}_3$ 映射至第二传输带宽包括的第二子载波上, 形成待发送的频域数据 $[\tilde{s}_2, \tilde{s}_3]$ 。需要说明的是, 将频域数据映射在子载波上可以理解为在子载波上承载频域数据中对应的值。

例如, 如图 3 和图 4 所示发送端可以对第一频域数据进行空间映射 (spatial mapping)、频域映射 (frequency mapping) (图中以空间和频域映射示出), 得到待发送的频域数据。上述将第一频域数据 $\tilde{s}_1$ 映射至传输带宽所包括的子载波上可以理解为频域映射。发送端可以对空间映射和频域映射后的待发送的频域数据进行逆离散傅里叶变换 (inverse discrete fourier transform, IDFT) 并生成射频信号后发送。

基于上述方案, 第三频域数据和第二频域数据互为镜像共轭和交替取反, 但第二频域数据和第三频域数据所承载的信息是相同的, 可以看作是一种数据重复的方式。发送端将在频域重复的数据分别映射至第一子载波和第二子载波上, 且重复的频域数据互为镜像共轭和交替取反, 因此第一子载波上的频域数据和第二子载波上的频域数据不再完全相同的重复, 可以降低发送端的 PAPR。

在一种可能的实现方式中, 每 80MHz 的传输带宽下包含 1024 个子载波, 其中包含保护子载波 (guard tone), 直流子载波 (DC tone), 导频子载波 (pilot tone)、空子载波 (null subcarrier) 和数据子载波 (data tone/subcarrier) 等。本申请实施例中第一子载波和第二子载波不包含上述保护子载波、DC 子载波、导频子载波和空子载波。换句话说, 本申请实施例中第一子载波和第二子载波包含 AP 为 STA 分配的资源块 (resource block, RU) 或多资源块 (multi resource block, MRU) 所对应的数据子载波。

发送端可以将第二频域数据映射至第一子载波上, 将第三频域数据映射至第二子载波上进行发送, 其余子载波 (例如 DC 子载波) 上的值可以置为 0。举例来说, 参阅图 5, 传输带宽可以包含多个子载波。可以理解的是, 图 5 中子载波的频率可以按照由左到右的顺序升高, 也就是说最左侧的子载波频率最低, 最右侧的子载波频率最高。示例性的, 第一子载波是传输带宽的低频段部分中的数据子载波, 也就是传输带宽低频段部分的 RU 或 MRU 所包括的子载波中的数据子载波; 第二子载波是传输带宽的高频段部分中的数据子载波, 也就是传输带宽高频段部分的 RU 或 MRU 包括的子载波中的数据子载波。

如图 5 所示, 对于 OFDM 系统, 传输带宽的中心会预留出来奇数个空子载波作为 DC 子载波不传输任何数据, 因此发送端可以将第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 映射至传输带宽的 DC 子载波左侧的低频子载波 (第一子载波) 上, 将第三频域数据 $\tilde{s}_3$ 映射至 DC 子载波右侧的高频子载波 (第二子载波) 上。反之亦可, 发送端可以将第三频域数据 $\tilde{s}_3$ 映射至传输带宽的 DC 子载波左侧的低频子载波 (第一子载波) 上, 将第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 映射至 DC 子载波右侧的高频子载波 (第二子载波) 上。示例性的, 发送端可以将第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 映射至传输带宽包含的第一子载波上, 将第三频域数据 $\tilde{s}_3$ 映射至传输带宽包含的第二子载波上, 形成如下的待发送的频域数据 $[\tilde{s}_2, 0, 0, \tilde{s}_3]$ 。

发送端将上述待发送的第一频域数据进行空间映射、频域映射后得到待发送的频域数据, 然后再进行 IDFT 变换到时域, 添加循环前缀 (cyclic prefix, CP) 后发送。

基于上述方案, 通过将第二频域数据映射至第一子载波上, 将第三频域数据映射至第二子载波上, 可以有效避免 DC 子载波对数据的影响, 进一步降低数据的 PAPR。

需要说明的是, 上述示例中以 DC 子载波的个数为 3 个为例进行说明, 传输过程中 DC 子载波可以是其他奇数个, 例如 1 个, 5 个或 7 个等, 本申请不做具体限定。

本申请实施例中, 发送端可以通过模块来执行上述生成第一频域数据的操作, 该模块可以命名为格雷扩频和镜像共轭 (golay spreading and mirror conjugation) 或者频域复制 (frequency domain duplication) 等, 本申请不做具体限定。如果 AP 使用 BCC, 则该模块的输入可以是星座映射器的输出, 如果 AP 使用 LDPC, 则该模块的输入可以是 LDPC tone 映射器的输出。发送端将该模块的输出作为 CSD 的输入。

接收端可以获取第一频域数据。例如, 接收端接收发送端在传输带宽上发送的时域信号后, 可以采

用 DFT 将时域信号变换到频域,从而得到传输带宽上的第一频域数据。其中,第一频域数据包括映射在传输带宽的第一子载波上的第二频域数据和映射在传输带宽的第二子载波上的第三频域数据。接收端基于第一扩频序列和第二扩频序列分别对第二频域数据和第三频域数据进行解析。由于第二频域数据和第三频域数据互为镜像共轭和交替取反,因此接收端可以对第二子载波上的第三频域数据进行恢复操作。例如,接收端可以对第二子载波上的第三频域数据取共轭后进行交替取反后基于第二扩频序列进行解析。

一种可能的情况中,第二频域数据可以包括第一频域数据段和第二频域数据段。其中,第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段,第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段。其中,第一扩频序列与第二扩频序列互为格雷互补序列。接收端可以通过第一扩频序列和第二扩频序列对第二频域数据进行恢复操作。例如,接收端可以通过第一扩频序列和第二扩频序列将扩频后的第一频域数据段和第二频域数据段进行恢复,得到扩频前的频域数据段。

类似的,第三频域数据与第二频域数据互为镜像共轭和交替取反,因此接收端可以通过第一扩频序列和第二扩频序列对取共轭后进行交替取反的第三频域数据进行恢复操作,从而得到扩频前的频域数据段。

可以理解的是,接收端使用的第一扩频序列和第二扩频序列与发送端使用的第一扩频序列和第二扩频序列相同。该第一扩频序列和第二扩频序列可以是发送端指示的,或者可以是预配置的,或者也可以是协议预定义的,本申请不做具体限定。

示例性的,以 $\tilde{s}$ 为长度为 124 的 QPSK 序列进行仿真验证,设 $K=4$,直流子载波个数为 7,则按照相关技术中频域复制模式生成的频域数据,也就是经过频域重复和相位旋转后形成的频域数据如下所示:

$$[c_0\tilde{s}, c_1\tilde{s}, c_2\tilde{s}, c_3\tilde{s}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, c_4\tilde{s}, c_5\tilde{s}, c_6\tilde{s}, c_7\tilde{s}]$$

其中 $c_i = \pm 1, i=0,1,2, \dots, 7$ 。经过遍历搜索得到的最优旋转系数 $\vec{c} = [1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ 。

利用本申请实施例提供的技术方案,可以让第一扩频序列 $\vec{a} = [1, -1, 1, 1]$,第二扩频序列 $\vec{b} = [1, -1, -1, -1]$,随机生成 100 万次 QPSK 调制的数据 $\tilde{s}$,统计两种方案下生成数据的 PAPR 的计算累积分布函数(cumulative distribution function, CDF),其仿真结果可以如图 6 所示。

如图 6 示例的 80MHz 带宽下采用本申请实施例的镜像共轭和交替取反的技术方案和相关技术中频域重复和相位旋转的技术方案的 PAPR 的仿真结果示意图,可以看出,经过镜像共轭和交替取反得到第二子载波上的频域数据,与重复第一子载波上的频域数据,与频域重复和相位旋转的技术方案相比, PAPR 的中值有超过 2dB 的增益,可以有效降低数据的 PAPR。

本申请实施例中,通过图 3 所示的实施例介绍了在频域对数据进行重复的技术方案。其中,第三频域数据和第二频域数据为镜像共轭和交替取反,但第二频域数据和第三频域数据所承载的信息是相同的,可以看作是一种数据重复的方式。

本申请另一实施例中,还可以在空间域对数据进行重复,以增强数据的可靠性。在空间域对数据进行重复可以是指多个空间流发送携带相同信息的数据,从而提高数据传输的可靠性。但是,当多个空间流发送相关性很大的数据时,会导致不需要的波束赋形效果,故可以让多个空间流的数据的相关性尽可能低,来避免波束赋形带来的影响。本领域人员可以理解,前述在频域对数据进行重复和空间域对数据进行重复的技术方案可以叠加实施在相同的处理方案中,当然也可以根据需要只使用其中的一种。

在空间域对数据进行重复的方案中,举例来说,发送端可以通过多个空间流发送与待发送的频域数据携带相同信息的频域数据,不同空间流发送的频域数据之间正交。以发送端通过两个空间流发送频域数据为例,发送端可以通过第一空间流发送待发送的频域数据,通过第二空间流发送第四频域数据。其中,待发送的频域数据和第四频域数据正交。

在一种可能的实现方式中,第四频域数据可以与待发送的频域数据互为逆序。例如,待发送的频域数据 $=[\tilde{s}_2, 0, 0, 0, \tilde{s}_3]$,发送端可以确定待发送的频域数据的逆序,得到 $\tilde{s}_4 = \text{逆序}(\text{reverse})([\tilde{s}_2, 0, 0, 0, \tilde{s}_3])$ 。需要说明的是,逆序可以理解将频域数据的前后顺序颠倒。举例来说,假设 $[a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5]$,那么 $\tilde{s}_4 = [a_5, a_4, a_3, a_2, a_1, a_0]$ 。可选的,第四频域数据包括的逆序(reverse)($[\tilde{s}_2]$)可以映射在第一子载波上, (reverse)($[\tilde{s}_3]$)可以映射在第二子载波上进行传输,其余子载波可以置 0。

另一种可能的实现方式中,第四频域数据可以包括第五频域数据和第六频域数据。其中,第五频域

数据段可以与第二频域数据互为相反，第六频域数据可以与第三频域数据相同。例如，待发送的频域数据 $=[\tilde{s}_2, 0, 0, 0, \tilde{s}_3]$ ，发送端可以确定第二频域数据 $\tilde{s}_2$ 取反得到的第五频域数据 $\tilde{s}_5 = [-\tilde{s}_2]$ ，第六频域数据 $\tilde{s}_6 = [\tilde{s}_3]$ 则第四频域数据 $\tilde{s}_4 = [\tilde{s}_5, 0, 0, 0, \tilde{s}_6] = [-\tilde{s}_2, 0, 0, 0, \tilde{s}_3]$ 。需要说明的是，取反可以理解为将每一个值乘-1，如 $\tilde{s}_2 = [a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5]$ ，那么 $\tilde{s}_5 = [-\tilde{s}_2] = [-a_0, -a_1, -a_2, -a_3, -a_4, -a_5]$ 。可选的，第四频域数据包括的第五频域数据可以映射在第一子载波上，第六频域数据可以映射在第二子载波上进行传输，其余子载波可以置0。

又一种可能的实现方式中，第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据。其中，第五频域数据可以映射至第一子载波上，第六频域数据可以映射在第二子载波上进行传输，其余子载波可以置0。在这种可能的实现方式中，第五频域数据可以与第二频域数据相同，第六频域数据可以与第三频域数据互为相反。也就是说，第四频域数据 $\tilde{s}_4 = [\tilde{s}_3, 0, 0, 0, -\tilde{s}_2]$ ，换句话说第四频域数据 $\tilde{s}_4$ 可以与 $[-\tilde{s}_2, 0, 0, 0, \tilde{s}_3]$ 互为逆序，也就是 $\tilde{s}_4 = \text{逆序}(\text{reverse})[-\tilde{s}_2, 0, 0, 0, \tilde{s}_3]$ 。

基于上述方案，通过对待发送的频域数据进行变换，可以得到不同的相互正交的数据，从而可以在不同的空间流发送相互正交的携带相同信息的数据，可以提高数据的可靠性，且也可以避免不必要的波束赋形效果，提高传输性能。

另一种可能的实现方式中，可以选择与第一扩频序列和第二扩频序列正交的，第三扩频序列和第四扩频序列，确定第四频域数据。举例来说，第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据，且第五频域数据和第六频域数据互为镜像共轭和交替取反。其中，第五频域数据可以包括第三频域数据段和第四频域数据段，第三频域数据段是基于第三扩频序列扩频后的频域数据段，第四频域数据段是基于第四扩频序列扩频后的频域数据段。需要说明的是，第三扩频序列和第一扩频序列正交，第四扩频序列与第二扩频序列正交，且第三扩频序列和第四扩频序列互为格雷互补序列。可以理解的是，第一扩频序列、第二扩频序列、第三扩频序列以及第四扩频序列，这四个扩频序列的长度是相同的。例如， $\vec{a} = [1, -1, 1, 1]$ ， $\vec{b} = [1, -1, -1, -1]$ ， $\vec{g} = [1, 1, 1, -1]$ ， $\vec{h} = [1, 1, -1, 1]$ ，这四个扩频序列的长度相同，且相互正交。

本申请实施例中，发送端生成第三频域数据段可以参考生成第一频域数据段实施，生成第三频域数据段所采用的扩频序列可以是第三扩频序列 $\vec{h}$ ，生成第四频域数据段可以参考生成第二频域数据段实施，生成第四频域数据段所采用的扩频序列可以是第四扩频序列 $\vec{g}$ 。这样，发送端可以确定第四频域数据包括的第五频域数据，由于第六频域数据与第五频域数据互为镜像共轭和交替取反，因此发送端可以通过公式(1)对第五频域数据取共轭和交替取反，从而得到第六频域数据。

基于上述方案，发送端可以通过正交的各类互补序列构造出更多的相互正交的频域数据，支持多个空间流传输携带相同信息的数据，增强了数据传输的可靠性。

基于以下实施例，介绍本申请实施例提供的通信装置。图7为本申请实施例提供的通信装置700的示意性框图。该通信装置700可以对应实现上述各个方法实施例中由发送端或接收端实现的功能或者步骤。该通信装置可以包括处理单元710和收发单元720。可选的，还可以包括存储单元，该存储单元可以用于存储指令（代码或者程序）和/或数据。处理单元710和收发单元720可以与该存储单元耦合，例如，处理单元710可以读取存储单元中的指令（代码或者程序）和/或数据，以实现相应的方法。上述各个单元可以独立设置，也可以部分或者全部集成。

可选的，上述收发单元720可以包括发送单元和接收单元。其中，发送单元可以用于执行通信装置700所执行的全部发送操作，接收单元可以用于执行通信装置700所执行的全部接收操作。

在一些可能的实施方式中，通信装置700能够对应实现上述方法实施例中发送端等的行为和功能。例如通信装置700可以为发送端，也可以为应用于发送端中的部件（例如芯片或者电路）。收发单元720可以用于执行图3所示的实施例中由发送端所执行的全部接收或发送操作。其中，处理单元710用于执行如图3所示的实施例中由发送端所执行的除了收发操作之外的全部操作。

例如，处理单元710，用于生成第一频域数据。收发单元720，用于将第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输。其中，传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽。第一频域数据包括映射至第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据。第二频域数据和第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

在一些可能的实施方式中，通信装置700能够对应实现上述方法实施例中接收端的行为和功能。例如通信装置700可以为接收端，也可以为应用于接收端中的部件（例如芯片或者电路）。收发单元720可以用于执行图3所示的实施例中由接收端所执行的全部接收或发送操作。其中，处理单元710用于执

行如图3所示的实施例中由接收端所执行的除了收发操作之外的全部操作。

例如,收发单元720,用于在传输带宽上接收第一频域数据。其中,第一频域数据包括在第一传输带宽包括的第一子载波上传输的第二频域数据和在第二传输带宽包括的第二子载波上传输的第三频域数据。处理单元710,用于基于第一扩频序列和第二扩频序列对第一频域数据包括的第二频域数据和第三频域数据进行解析。上述第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。

有关处理单元710和收发单元720所执行的操作,可以参见前述方法实施例的相关描述。

应理解,本申请实施例中的处理单元710可以由处理器或处理器相关电路组件实现,收发单元720可以由收发器或收发器相关电路组件或者通信接口实现。

基于同一构思,如图8所示,本申请实施例提供一种通信装置800。该通信装置800包括处理器810。

10 可选的,通信装置800还可以包括存储器820,用于存储处理器810执行的指令或存储处理器810运行指令所需要的输入数据或存储处理器810运行指令后产生的数据。处理器810可以通过存储器820存储的指令实现上述方法实施例所示的方法。

基于同一构思,如图9所示,本申请实施例提供一种通信装置900,该通信装置900可以是芯片或者芯片系统。可选的,在本申请实施例中芯片系统可以由芯片构成,也可以包含芯片和其他分立器件。

15 通信装置900可以包括至少一个处理器910,该处理器910与存储器耦合,可选的,存储器可以位于该装置之内,也可以位于该装置之外。例如,通信装置900还可以包括至少一个存储器920。存储器920保存实施上述任一实施例中所必要计算机程序、配置信息、计算机程序或指令和/或数据;处理器910可能执行存储器920中存储的计算机程序,完成上述任一实施例中的方法。

20 本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式,用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器910可能和存储器920协同操作。本申请实施例中不限定上述收发器930、处理器910以及存储器920之间的具体连接介质。

25 通信装置900中还可以包括收发器930,通信装置900可以通过收发器930和其它设备进行信息交互。收发器930可以是电路、总线、收发器或者其它任意可以用于进行信息交互的装置,或称为信号收发单元。如图9所示,该收发器930包括发射机931、接收机932和天线933。此外,当该通信装置900为芯片类的装置或者电路时,该通信装置900中的收发器也可以是输入输出电路和/或通信接口,可以输入数据(或称,接收数据)和输出数据(或称,发送数据),处理器为集成的处理器或者微处理器或者集成电路,处理器可以根据输入数据确定输出数据。

30 在一种可能的实施方式中,该通信装置900可以应用于发送端,具体通信装置900可以是发送端,也可以是能够支持发送端实现上述涉及的任一实施例中的发送端的功能的装置。存储器920保存实现上述任一实施例中的通信装置的功能的必要计算机程序、计算机程序或指令和/或数据。处理器910可执行存储器920存储的计算机程序,完成上述任一实施例中发送端执行的方法。

35 在一种可能的实现方式中,该通信装置900可以应用于接收端,具体通信装置900可以是接收端,也可以是能够支持接收端实现上述涉及的任一实施例中的接收端的功能的装置。存储器920保存实现上述任一实施例中的接收端的功能的必要计算机程序、计算机程序或指令和/或数据。处理器910可执行存储器920存储的计算机程序,完成上述任一实施例中接收端执行的方法。

由于本实施例提供的通信装置900可应用于发送端,完成发送端执行的方法,或者可以应用于接收端,完成上述接收端执行的方法。因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例,在此不再赘述。

40 在本申请实施例中,处理器可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件,可以实施或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成,或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。

45 在本申请实施例中,存储器可以是非易失性存储器,比如硬盘(hard disk drive, HDD)或固态硬盘(solid-state drive, SSD)等,还可以是易失性存储器(volatile memory),例如随机存取存储器(random-access memory, RAM)。存储器还可以是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质,但不限于此。本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实施存储功能的装置,用于存储计算机程序、计算机程序或指令和/或数据。

基于以上实施例,参见图10,本申请实施例还提供另一种通信装置1000,包括:输入输出接口1010

和逻辑电路 1020; 输入输出接口 1010, 用于接收代码指令并传输至逻辑电路 1020; 逻辑电路 1020, 用于运行代码指令以执行上述任一实施例中发送端或接收端执行的方法。

可选的, 输入输出接口 1010 可以是芯片上的接口, 逻辑电路 1020 可以是一个或多个处理器。可选的, 该一个或多个处理器可以位于该装置之内, 也可以位于该装置之外。

5 以下, 对该通信装置应用于发送端或接收端所执行的操作进行详细说明。

一种可选的实施方式中, 该通信装置 1000 可应用于发送端, 执行上述发送端所执行的方法, 具体的例如前述图 3 所示的实施例中发送端所执行的方法。

例如, 逻辑电路 1020, 用于生成第一频域数据。输入输出接口 1010, 用于将第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输。其中, 传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽。第一频域数据包括映射至第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据。第二频域数据和第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

由于本实施例提供的通信装置 1000 可应用于发送端, 完成上述发送端执行的方法。因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例, 在此不再赘述。

15 一种可选的实施方式中, 该通信装置 1000 可应用于接收端, 执行上述接收端所执行的方法, 具体的例如前述图 3 所示的实施例中接收端所执行的方法。

例如, 输入输出接口 1010, 用于在传输带宽上接收第一频域数据。其中, 第一频域数据包括在第一传输带宽包括的第一子载波上传输的第二频域数据和在第二传输带宽包括的第二子载波上传输的第三频域数据。逻辑电路 1020, 用于基于第一扩频序列和第二扩频序列对第一频域数据包括的第二频域数据和第三频域数据进行解析。上述第一扩频序列和第二扩频序列互为格雷互补序列。

20 由于本实施例提供的通信装置 1000 可应用于接收端, 完成上述接收端执行的方法。因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例, 在此不再赘述。

基于以上实施例, 本申请实施例还提供一种通信系统。该通信系统包括至少一个应用于发送端的通信装置和至少一个应用于接收端的通信装置。所能获得的技术效果可参考上述方法实施例, 在此不再赘述。

25 基于以上实施例, 本申请实施例还提供一种系统。该通信系统包括至少一个接收端和发送端。

基于以上实施例, 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质存储有计算机程序或指令, 当指令被执行时, 使上述任一实施例中发送端执行的方法被实施或者接收端执行的方法被实施。该计算机可读存储介质可以包括: U 盘、移动硬盘、只读存储器、随机存取存储器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

30 为了实现上述图 7~图 10 的通信装置的功能, 本申请实施例还提供一种芯片, 包括处理器, 用于支持该通信装置实现上述方法实施例中发送端或接收端所涉及的功能。在一种可能的设计中, 该芯片与存储器连接或者该芯片包括存储器, 该存储器用于保存该通信装置必要的计算机程序或指令和数据。

本领域内的技术人员应明白, 本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序或指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序或指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

45 这些计算机程序或指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中, 使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品, 该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序或指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上, 使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理, 从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然,本领域的技术人员可以对本申请实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的范围。这样,倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1.一种数据传输方法，其特征在于，包括：

生成第一频域数据；

5 将所述第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输；所述传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽；所述第一频域数据包括映射至所述第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至所述第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据；所述第二频域数据和所述第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段；其中，所述第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段；所述第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段；所述第一扩频序列和所述第二扩频序列互为格雷互补序列。

3.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述将所述第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输，包括：

15 通过第一空间流发送映射至所述子载波上的第一频域数据；

所述方法还包括：

通过第二空间流发送第四频域数据；

其中，所述映射至所述子载波上的第一频域数据和所述第四频域数据正交。

20 4.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第四频域数据与所述第一频域数据互为逆序。

5.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据；其中，所述第五频域数据与所述第二频域数据互为相反，或者所述第五频域数据映射至所述第一子载波上进行传输，所述第六频域数据映射至所述第二子载波上进行传输，且所述第五频域数据与所述第三频域数据相同，所述第六频域数据与所述第一频域数据互为相反。

6.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段；其中，所述第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段；所述第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段；所述第一扩频序列和所述第二扩频序列互为格雷互补序列；

30 所述第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据，所述第五频域数据和所述第六频域数据互为镜像共轭和交替取反，所述第五频域数据包括第三频域数据段和第四频域数据段；所述第三频域数据段是基于第三扩频序列扩频后的频域数据段，所述第四频域数据段是基于第四扩频序列扩频后的频域数据段；

其中，所述第三扩频序列与所述第一扩频序列正交，且所述第四扩频序列与所述第二扩频序列正交。

35

7.一种数据传输方法，其特征在于，包括：

在传输带宽上接收第一频域数据；所述第一频域数据包括在第一传输带宽包括的第一子载波上传输的第二频域数据和在第二传输带宽包括的第二子载波上传输的第三频域数据；

40 基于第一扩频序列和第二扩频序列对所述第一频域数据包括的第二频域数据和第三频域数据进行解析，所述第一扩频序列和所述第二扩频序列互为格雷互补序列。

8.根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述在传输带宽上接收第一频域数据，包括：

通过第一空间流获取所述第一频域数据；

所述方法还包括：

45 通过第二空间流获取第四频域数据；

其中，所述第一频域数据和所述第四频域数据正交。

9.根据权利要求8所述的方法，其特征在于，还包括：

基于所述第一扩频序列和所述第二扩频序列解析所述第四频域数据。

10.根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,还包括:

基于第三扩频序列和第四扩频序列解析所述第四频域数据,所述第三扩频序列和所述第四扩频序列互为格雷互补序列,所述第三扩频序列与所述第一扩频序列正交,所述第四扩频序列与所述第二扩频序列正交。

5

11.一种通信装置,其特征在于,包括:处理单元和收发单元;

处理单元,用于生成第一频域数据;

收发单元,用于将所述第一频域数据映射至传输带宽所包括的子载波上进行传输;所述传输带宽包括第一传输带宽和第二传输带宽;所述第一频域数据包括映射至所述第一传输带宽包括的第一子载波的第二频域数据和映射至所述第二传输带宽包括的第二子载波的第三频域数据;所述第二频域数据和所述第三频域数据互为镜像共轭和交替取反。

10

12.根据权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段;其中,所述第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段;所述第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段;所述第一扩频序列和所述第二扩频序列互为格雷互补序列。

15

13.根据权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述收发单元具体用于:

通过第一空间流发送映射至所述子载波上的第一频域数据;

所述收发单元,还用于通过第二空间流发送第四频域数据;

20

其中,所述映射至所述子载波上的第一频域数据和所述第四频域数据正交。

14.根据权利要求 13 所述的装置,其特征在于,所述第四频域数据与所述第一频域数据互为逆序。

25

15.根据权利要求 13 所述的装置,其特征在于,所述第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据;其中,所述第五频域数据与所述第二频域数据互为相反,或者所述第五频域数据映射至所述第一子载波上进行传输,所述第六频域数据映射至所述第二子载波上进行传输,且所述第五频域数据与所述第三频域数据相同,所述第六频域数据与所述第一频域数据互为相反。

30

16.根据权利要求 13 所述的装置,其特征在于,所述第二频域数据包括第一频域数据段和第二频域数据段;其中,所述第一频域数据段为基于第一扩频序列扩频后的频域数据段;所述第二频域数据段为基于第二扩频序列扩频后的频域数据段;所述第一扩频序列和所述第二扩频序列互为格雷互补序列;

所述第四频域数据包括第五频域数据和第六频域数据,所述第五频域数据和所述第六频域数据互为镜像共轭和交替取反,所述第五频域数据包括第三频域数据段和第四频域数据段;所述第三频域数据段是基于第三扩频序列扩频后的频域数据段,所述第四频域数据段是基于第四扩频序列扩频后的频域数据段;

35

其中,所述第三扩频序列与所述第一扩频序列正交,且所述第四扩频序列与所述第二扩频序列正交。

17.一种通信装置,其特征在于,包括:处理单元和收发单元;

所述收发单元,用于在传输带宽上接收第一频域数据;所述第一频域数据包括在第一传输带宽包括的第一子载波上传输的第二频域数据和在第二传输带宽包括的第二子载波上传输的第三频域数据;

40

所述处理单元,用于基于第一扩频序列和第二扩频序列对所述第一频域数据包括的第二频域数据和第三频域数据进行解析,所述第一扩频序列和所述第二扩频序列互为格雷互补序列。

45

18.根据权利要求 17 所述的装置,其特征在于,所述收发单元具体用于:

通过第一空间流获取所述第一频域数据;

所述收发单元,还用于通过第二空间流获取第四频域数据;

其中,所述第一频域数据和所述第四频域数据正交。

19.根据权利要求 18 所述的装置,其特征在于,所述处理单元还用于:
基于所述第一扩频序列和所述第二扩频序列解析所述第四频域数据。

20.根据权利要求 18 所述的装置,其特征在于,所述处理单元还用于:

- 5 基于第三扩频序列和第四扩频序列解析所述第四频域数据,所述第三扩频序列和所述第四扩频序列互为格雷互补序列,所述第三扩频序列与所述第一扩频序列正交,所述第四扩频序列与所述第二扩频序列正交。

- 21.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行的指令,
10 所述计算机可执行指令在被通信装置调用时,使所述通信装置执行如权利要求 1~6 中任一项所述的方法,或者使所述通信装置执行如权利要求 7~10 中任一项所述的方法。

22.一种芯片系统,其特征在于,所述芯片系统包括:
通信接口;

- 15 处理器,用于通过所述通信接口调用并运行指令,使得安装有所述芯片系统的设备执行如权利要求 1~6 中任一项所述的方法,或使得安装有所述芯片系统的设备执行如权利要求 7~10 中任一项所述的方法。