(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2018 年 2 月 22 日 (22.02.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/032244 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 27/26 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/095288

(22) 国际申请日: 2016 年 8 月 15 日 (15.08.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 日本神奈川县川崎市中原区上小田中4丁目1番1号, Kanagawa 〒211-8588 (JP)。

(72) 发明人; 及

(71) 申请人 (仅对*US*): 杨凡(YANG, Fan) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区工体北路甲2号盈科中心捌坊6号3层308单元富士通研究开发中心有限公司, Beijing 100027 (CN)。 王昕(WANG, Xin) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区工体北路甲2号盈科中心捌坊6号3层308单元富士通研究开发中心有限公司, Beijing 100027 (CN)。

(74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市金融街35号国际企业大厦A座16层, Beijing 100033 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) **Title:** PRECODING APPARATUS, DEPRECODING APPARATUS, AND METHOD AND SYSTEM THEREFOR

(54) **发明名称**: 预编码装置、解预编码装置、方法和系统

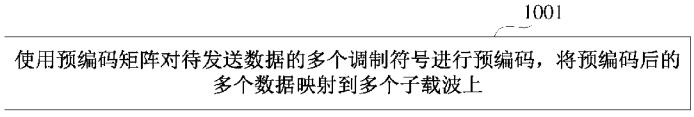

图 10

1001 Using a precoding matrix to precode a plurality of modulation symbols of data to be sent, and mapping a plurality of pieces of data after precoding to a plurality of sub-carriers

(57) **Abstract:** Provided are a precoding apparatus, a deprecoding apparatus and a method and system therefor. In the embodiments of the present invention, the method comprises, before performing semi-orthogonal frequency division multiplexing (SOFDM) modulation on multi-carrier data, using a precoding matrix to precode a plurality of modulation symbols of data to be sent, and mapping a plurality of pieces of data after precoding to a plurality of sub-carriers, thereby effectively reducing the peak-to-average power ratio (PAPR) of the SOFDM system.

(57) **摘要**: 本发明实施例提供了一种预编码装置、解预编码装置、方法和系统，在本发明实施例中，对多载波数据进行半正交频分复用(SOFDM)调制之前，使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上，由此有效降低了SOFDM系统的峰均比(PARP)。

WO 2018/032244 A1

预编码装置、解预编码装置、方法和系统

技术领域

本发明涉及通信领域，特别涉及一种预编码装置、解预编码装置、方法和系统。

背景技术

多载波系统（例如正交频分复用（Orthogonal Frequency Division Multiplexing，OFDM）系统）能够提供更大的覆盖范围、更好的传输质量、更高的数据速率和频谱效率。然而，由于多载波符号是由多个独立经过调制的子载波信号叠加而成的，当各个子载波信号的相位相同或者相近时，叠加信号便会受到相同初始相位信号的调制，从而产生较大的瞬时功率峰值，由此进一步带来较高的峰值平均功率比（Peak to Average Power Ratio），简称峰均比（PAPR）。

由于一般的功率放大器的动态范围都是有限的，所以峰均比较大的多载波信号极易进入功率放大器的非线性区域，导致信号产生非线性失真，造成明显的频谱扩展干扰以及带内信号畸变，导致整个系统性能严重下降。高峰均比已成为多载波的一个主要技术阻碍。

应该注意，上面对技术背景的介绍只是为了方便对本发明的技术方案进行清楚、完整的说明，并方便本领域技术人员的理解而阐述的。不能仅仅因为这些方案在本发明的背景技术部分进行了阐述而认为上述技术方案为本领域技术人员所公知。

发明内容

发明人发现，半正交频分复用（Semi-Orthogonal Frequency Division Multiplexing，SOFDM）也是一种多载波技术，同样有 PAPR 较高的问题，但由于该技术较新，还没有针对 SOFDM 的抑制 PAPR 的技术。

为了解决 SOFDM 系统的 PAPR 较高的问题，本发明实施例提供了一种预编码装置、解预编码装置、方法和系统，以有效降低 SOFDM 系统的 PAPR。

根据本发明实施例的第一方面，提供了一种预编码装置，配置于多载波通信系统的发送机中，其中，所述装置包括：

预编码单元，其使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预

编码后的多个数据映射到多个子载波上。

根据本发明实施例的第二方面，提供了一种解预编码装置，配置于多载波通信系统的接收机中，其中，所述装置包括：

解预编码单元，其使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。

根据本发明实施例的第三方面，提供了一种发送机，其中，所述发送机包括前述第一方面所述的装置。

根据本发明实施例的第四方面，提供了一种接收机，其中，所述接收机包括前述第二方面所述的装置。

根据本发明实施例的第五方面，提供了一种多载波通信系统，其中，所述系统包括前述第三方面所述的发送机和前述第四方面所述的接收机。

本发明实施例的有益效果在于：本发明实施例在对多个子载波的数据进行SOFDM调制之前，先通过一个方阵对其进行预编码，由此有效降低了SOFDM系统的PARP。

参照后文的说明和附图，详细公开了本发明的特定实施方式，指明了本发明的原理可以被采用的方式。应该理解，本发明的实施方式在范围上并不因而受到限制。在所附权利要求的精神和条款的范围内，本发明的实施方式包括许多改变、修改和等同。

针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或更多个其它实施方式中使用，与其它实施方式中的特征相组合，或替代其它实施方式中的特征。

应该强调，术语“包括/包含”在本文使用时指特征、整件、步骤或组件的存在，但并不排除一个或更多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

附图说明

所包括的附图用来提供对本发明实施例的进一步的理解，其构成了说明书的一部分，用于例示本发明的实施方式，并与文字描述一起来阐释本发明的原理。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。在附图中：

图1是实施例1的预编码装置的示意图；

图 2 是集中式映射方式对应的发送机的信号处理示意图；

图 3 是分布式映射方式对应的发送机的信号处理示意图；

图 4 是实施例 2 的解预编码装置的示意图；

图 5 是集中式映射方式对应的接收机的信号处理示意图；

图 6 是分布式映射方式对应的接收机的信号处理示意图；

图 7 是实施例 3 的发送机的示意图；

图 8 是实施例 4 的接收机的示意图；

图 9 是实施例 5 的通信系统的示意图；

图 10 是实施例 6 的预编码方法的示意图；

图 11 是实施例 7 的解预编码方法的示意图。

具体实施方式

参照附图，通过下面的说明书，本发明的前述以及其它特征将变得明显。在说明书和附图中，具体公开了本发明的特定实施方式，其表明了其中可以采用本发明的原则的部分实施方式，应了解的是，本发明不限于所描述的实施方式，相反，本发明包括落入所附权利要求的范围内的全部修改、变型以及等同物。下面结合附图对本发明的各种实施方式进行说明。这些实施方式只是示例性的，不是对本发明的限制。

实施例 1

本实施例提供了一种预编码装置，配置于多载波通信系统的发送端，例如发送机中。图 1 是该装置的组成示意图，如图 1 所示，该装置 100 包括：预编码单元 101，其使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上。

在本实施例中，在对待发送数据的多个调制符号进行 SOFDM 调制之前，先使用一个预编码矩阵对该待发送数据的多个调制符号进行预编码，由此降低了 SOFDM 调制下的 PAPR。

在本实施例中，该预编码矩阵可以是一个 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。例如，该预编码矩阵可以是 M×M 阶的离散余弦变换矩阵，也可以是 M×M 阶的离散正弦变换矩阵，还可以是 M×M 阶的离散余弦变

换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合，本实施例并不以此作为限制。

在本实施例的一个实施方式中，该预编码单元 101 将预编码后的多个数据映射到多个连续的子载波上，也即对该预编码后的多个数据进行集中式映射。

图 2 是集中式映射方式对应的发送机的信号处理示意图，如图 2 所示，待发送数据 x 经过调制，再经过串并转换（S/P）后，得到该待发送数据的多个调制符号 a，本实施例的该预编码单元 101 使用预编码矩阵 W 对该多个调制符号 a 进行预编码，得到预编码后的数据 a'，然后将该预编码后的数据 a'映射到多个连续的子载波上，经过 SOFDM 调制后，再经过并串转换（P/S）后发送出去。

在本实施方式中，该多个调制符号 a 可以表示为：

$a \triangleq [a_0 \ a_1 \ \dots \ a_{M-1}]^T$；

在本实施方式中，该预编码后的数据 a'可以表示为：

$a' \triangleq [a'_0 \ a'_1 \ \dots \ a'_{M-1}]^T$；

在本实施方式中，该预编码后的数据 a'与该多个调制符号 a 满足如下关系：

$a' = W \cdot a$；

其中，W 为 M×M 阶预编码矩阵，M 为有效数据个数，M≤K，$(\cdot)^T$ 为非共轭转置。

在本实施方式中，映射到 SOFDM 调制器上的多个子载波数据 b 可以表示为：

$b \triangleq [b_0 \ b_1 \ \dots \ b_{K-1}]^T$；

在本实施方式中，如图 2 所示，预编码后的多个子载波数据 a'分布在连续的子载波上，也即：

$$b_k = \begin{cases} a_{k-k0} & k_0 \le k \le k_0+M-1 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

其中，b_k 是子载波 k 上承载的数据，k_0 是数据的起始子载波的序号，$0 \le k_0 \le K-M$。

在本实施方式中，通过 SOFDM 调制器对多个子载波上的数据 b 进行 SOFDM 调制后，可以对调制后的该多个子载波上的数据进行并串转换，而后即可按照现有手段发送出去，例如进行循环前缀（CP，Cyclic Prefix）封装并发送等。

在本实施方式中，并串转换后的信号可以表示为：

$$s(t) = \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{k=0}^{K-1} b_k \cdot e^{\frac{j2\pi kt}{2T}}$$

其中，T 为多载波符号持续时间，$0<t<T$，$j = \sqrt{-1}$。

在本实施方式中，先使用一个预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的数据映射到多个连续的子载波上，再对子载波数据进行 SOFDM 调制，可以有效降低 SOFDM 调制的 PAPR。

在本实施例的另一个实施方式中，该预编码单元 101 将预编码后的数据映射到非连续的多个子载波上，也即对该预编码后的数据进行分布式映射。

图 3 是分布式映射方式对应的发送机的信号处理示意图，如图 3 所示，与图 2 不同的是，预编码后的多个数据 a' 分布在非连续的子载波上，本实施例对非连续的分布方式不作限制，例如可以是等间隔的分布，也可以是非等间隔的分别，或者随机分布，但要保证发送机和接收机的理解一致，以便在接收端能够正确地解预编码和解调数据。

在本实施方式中，先使用一个预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的数据映射到多个非连续的子载波上，再对子载波数据进行 SOFDM 调制，可以有效降低 SOFDM 调制的 PAPR。

通过本实施例的预编码装置，在对多个子载波的数据进行 SOFDM 调制之前，先通过一个方阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，由此有效降低了 SOFDM 系统的 PARP。

实施例 2

本实施例提供了一种解预编码装置，配置于多载波通信系统的接收端，例如接收机中。该解预编码装置是对应实施例 1 的预编码装置的接收端的处理，其中与实施例 1 相同的内容不再重复说明。

图 4 是本实施例的解预编码装置的组成示意图，如图 4 所示，该解预编码装置 400 包括：解预编码单元 401，其使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。

在本实施例中，由于在发送端，在进行 SOFDM 调制之前，对多个子载波数据进行了预编码，因此在接收端，需要执行该预编码的逆处理，也即，使用发送端在进行预编码时所使用的预编码矩阵的逆矩阵，对接收到的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。由此，可以有效降低 SOFDM 的 PAPR。

在本实施例中，与发送端对应的，该预编码矩阵的逆矩阵也是一个 M×M 阶的

方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。并且，该预编码矩阵的逆矩阵可以是 M×M 阶的离散余弦变换矩阵的逆矩阵，也可以是 M×M 阶的离散正弦变换矩阵的逆矩阵，还可以是 M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合的逆矩阵，本实施例并不以此作为限制，但接收端使用的方阵与发送端使用的方阵是对应的，例如，发送端使用了 M×M 阶的离散余弦变换矩阵，则接收端使用 M×M 阶的离散余弦变换矩阵的逆矩阵，以此类推，不再赘述。

在本实施例中，类似的，因为在发送端，多个预编码后的数据被映射到多个连续的子载波上，或者被映射到多个非连续的子载波上，因此，在接收端接收到的上述多个子载波数据可以是从多个连续的子载波上接收下来的，也可以是从多个非连续的子载波上接收下来的，具体取决于在发送端上述预编码后的多个数据的映射方式。

图 5 是集中式映射方式对应的接收机的信号处理示意图，如图 5 所示，接收信号 y 经过 CP 去除、串并转换、SOFDM 解调、信道均衡、SOFDM 检测之后，得到多个子载波数据的估计结果 $\hat{b}$，由于该多个子载波数据中的有效数据 $\hat{a}'$ 在发送端被使用预编码矩阵进行了预编码，因此，在本实施例中，利用解预编码单元 401 使用上述预编码矩阵的逆矩阵对该经过预编码的多个子载波数据 $\hat{a}'$ 进行解预编码，得到解预编码后的数据 $\hat{a}$。而后，可以对该解预编码后的数据 $\hat{a}$ 进行并串转换，再对并串转换后的数据进行解调，得到解调数据 $\hat{x}$。在本实施方式中，如图 5 所示，该经过预编码的多个子载波数据 $\hat{a}'$ 是从连续的多个子载波上接收下来的。

图 6 是分布式映射方式对应的接收机的信号处理示意图，如图 6 所示，与图 5 的实施方式不同的是，该经过预编码的多个子载波数据 $\hat{a}'$ 是从非连续的多个子载波上接收下来的。

通过本实施例的解预编码装置，在对多个子载波的数据进行 SOFDM 调制之前，先通过一个方阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，在接收端再通过该方阵的逆矩阵对接收到的多个子载波数据中的有效数据进行解预编码，由此有效降低了 SOFDM 系统的 PARP。

实施例 3

本发明实施例提供一种发送机。

图 7 是本实施例的发送机 700 的系统构成的示意图，如图 7 所示，该发送机 700

包括调制模块 701、串并转换模块 702、预编码模块 703、SOFDM 调制模块 704、并串转换模块 705 以及射频模块 706。值得注意的是，该图是示例性的；还可以使用其他类型的结构，来补充或代替该结构，以实现电信功能或其他功能。

在本实施例中，该调制模块 701、串并转换模块 702、SOFDM 调制模块 704、并串转换模块 705 以及射频模块 706 的功能可以参考现有技术，该预编码模块 703 可以通过实施例 1 的预编码装置 100 来实现，其内容被合并于此，此处不再赘述。

值得注意的是，发送机 700 也并不是必须要包括图 7 中所示的所有部件；此外，发送机 700 还可以包括图 7 中没有示出的部件，可以参考现有技术。

通过本实施例的发送机，可以降低 SOFDM 系统的 PARP。

实施例 4

本发明实施例提供一种接收机。

图 8 是本实施例的接收机 800 的系统构成的示意图，如图 8 所示，该接收机 800 可以包括：射频处理模块 801、串并转换模块 802、SOFDM 解调模块 803、信道均衡模块 804、SOFDM 检测模块 805、解预编码模块 806、并串转换模块 807 以及解调模块 808。值得注意的是，该图是示例性的；还可以使用其他类型的结构，来补充或代替该结构，以实现电信功能或其他功能。

在本实施例中，射频处理模块 801、串并转换模块 802、SOFDM 解调模块 803、信道均衡模块 804、SOFDM 检测模块 805、并串转换模块 807 以及解调模块 808 的功能可以参考现有技术，解预编码模块 806 可以通过实施例 2 的解预编码装置 400 来实现，其内容被合并于此，此处不再赘述。

值得注意的是，接收机 800 也并不是必须要包括图 8 中所示的所有部件；此外，接收机 800 还可以包括图 8 中没有示出的部件，可以参考现有技术。

通过本实施例的接收机，可以降低 SOFDM 系统的 PARP。

实施例 5

本发明实施例还提供一种多载波通信系统。

图 9 是本实施例的多载波通信系统的构成示意图，如图 9 所示，该通信系统 900 包括发送机 901 和接收机 902。

在本实施例中，该发送机 901 被配置为：使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上。该发送机 901 可以通过实施例 3 所述的发送机 700 来实现，其内容被合并于此，此处不再赘述。

在本实施例中，该接收机 902 被配置为：使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。该接收机 902 可以通过实施例 4 所述的接收机 800 来实现，其内容被合并于此，此处不再赘述。

通过本实施例的多载波通信系统，可以降低 SOFDM 系统的 PARP。

实施例 6

本发明实施例提供了一种预编码方法，由于该方法解决问题的原理与实施例 1 的装置类似，因此其具体的实施可以参照实施例 1 的装置的实施，内容相同之处不再重复说明。

图 10 是该方法的流程图，请参照图 10，该方法包括：

步骤 1001：使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上。

在本实施例中，该预编码矩阵为 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。

在本实施例中，该预编码矩阵为以下矩阵的任意一个：M×M 阶的离散余弦变换矩阵；M×M 阶的离散正弦变换矩阵；M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合。

在本实施例中，可以将预编码后的多个数据映射到连续的多个子载波上或者非连续的多个子载波上。

通过本实施例的方法，降低了 SOFDM 系统的 PARP。

实施例 7

本发明实施例提供了一种解预编码方法，由于该方法解决问题的原理与实施例 2 的装置类似，因此其具体的实施可以参照实施例 2 的装置的实施，内容相同之处不再重复说明。

图 11 是该方法的流程图，请参照图 11，该方法包括：

步骤 1101：使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。

在本实施例中，该预编码矩阵的逆矩阵为 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。

在本实施例中，该预编码矩阵的逆矩阵为以下矩阵的任意一个：M×M 阶的离散余弦变换矩阵的逆矩阵；M×M 阶的离散正弦变换矩阵的逆矩阵；M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合的逆矩阵。

在本实施例中，所述多个子载波数据是从连续的多个子载波上接收下来的，或者，所述多个子载波数据是从非连续的多个子载波上接收下来的。

通过本实施例的方法，降低了 SOFDM 系统的 PARP。

本发明实施例还提供一种计算机可读程序，其中当在预编码装置或发送机中执行所述程序时，所述程序使得所述预编码装置或发送机执行实施例 6 所述的方法。

本发明实施例还提供一种存储有计算机可读程序的存储介质，其中所述计算机可读程序使得预编码装置或发送机执行实施例 6 所述的方法。

本发明实施例还提供一种计算机可读程序，其中当在多载波解调装置或接收机中执行所述程序时，所述程序使得所述预编码装置或接收机执行实施例 7 所述的方法。

本发明实施例还提供一种存储有计算机可读程序的存储介质，其中所述计算机可读程序使得解预编码装置或接收机执行实施例 7 所述的方法。

本发明以上的装置和方法可以由硬件实现，也可以由硬件结合软件实现。本发明涉及这样的计算机可读程序，当该程序被逻辑部件所执行时，能够使该逻辑部件实现上文所述的装置或构成部件，或使该逻辑部件实现上文所述的各种方法或步骤。逻辑部件例如现场可编程逻辑部件、微处理器、计算机中使用的处理器等。本发明还涉及用于存储以上程序的存储介质，如硬盘、磁盘、光盘、DVD、flash 存储器等。

以上结合具体的实施方式对本发明进行了描述，但本领域技术人员应该清楚，这些描述都是示例性的，并不是对本发明保护范围的限制。本领域技术人员可以根据本发明的精神和原理对本发明做出各种变型和修改，这些变型和修改也在本发明的范围内。

权 利 要 求 书

1、一种预编码装置，配置于多载波通信系统的发送机中，其中，所述装置包括：

预编码单元，其使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述预编码矩阵为 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。

3、根据权利要求 2 所述的装置，其中，所述预编码矩阵为以下矩阵的任意一个：M×M 阶的离散余弦变换矩阵；M×M 阶的离散正弦变换矩阵；M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合。

4、根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述预编码单元将预编码后的多个数据映射到连续的多个子载波上或者非连续的多个子载波上。

5、一种解预编码装置，配置于多载波通信系统的接收机中，其中，所述装置包括：

解预编码单元，其使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。

6、根据权利要求 5 所述的装置，其中，所述预编码矩阵的逆矩阵为 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。

7、根据权利要求 6 所述的装置，其中，所述预编码矩阵的逆矩阵为以下矩阵的任意一个：M×M 阶的离散余弦变换矩阵的逆矩阵；M×M 阶的离散正弦变换矩阵的逆矩阵；M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合的逆矩阵。

8、根据权利要求 5 所述的装置，其中，所述多个子载波数据是从连续的多个子载波上接收下来的，或者，所述多个子载波数据是从非连续的多个子载波上接收下来的。

9、一种多载波通信系统，所述系统包括发送机和接收机，其中，

所述发送机被配置为：使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上；

所述接收机被配置为：使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据。

10、根据权利要求 9 所述的系统，其中，所述预编码矩阵为 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。

11、根据权利要求 10 所述的系统，其中，所述预编码矩阵为以下矩阵的任意一个：M×M 阶的离散余弦变换矩阵；M×M 阶的离散正弦变换矩阵；M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合。

12、根据权利要求 9 所述的系统，其中，所述发送机将预编码后的多个数据映射到连续的多个子载波上或者非连续的多个子载波上。

13、根据权利要求 9 所述的系统，其中，所述预编码矩阵的逆矩阵为 M×M 阶的方阵，M 为有效数据的个数，M≤K，K 为总子载波个数。

14、根据权利要求 13 所述的系统，其中，所述预编码矩阵的逆矩阵为以下矩阵的任意一个：M×M 阶的离散余弦变换矩阵的逆矩阵；M×M 阶的离散正弦变换矩阵的逆矩阵；M×M 阶的离散余弦变换矩阵和离散正弦变换矩阵的组合的逆矩阵。

15、根据权利要求 9 所述的系统，其中，所述多个子载波数据是从连续的多个子载波上接收下来的，或者，所述多个子载波数据是从非连续的多个子载波上接收下来的。

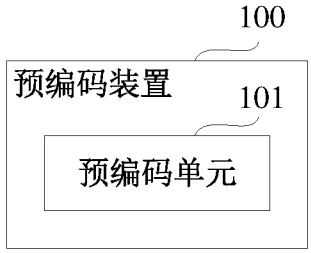
100
预编码装置
101
预编码单元

图 1

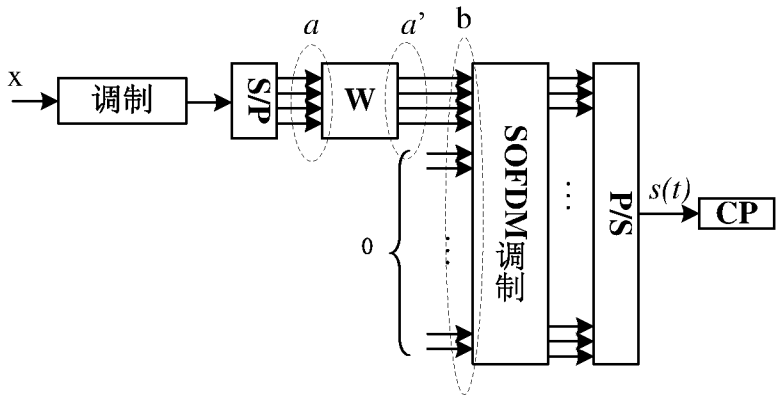
x
调制
S/P
a
W
a'
b
0
SOFDM调制
P/S
s(t)
CP

图 2

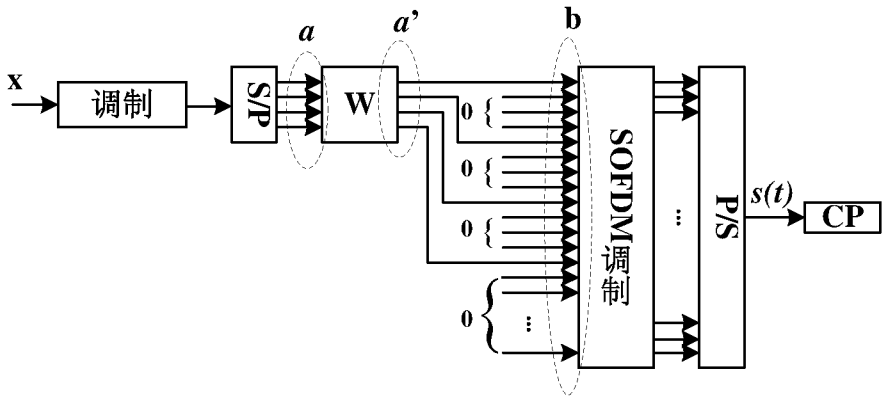
x
调制
S/P
a
W
a'
b
0
0
0
0
SOFDM调制
P/S
s(t)
CP

图 3

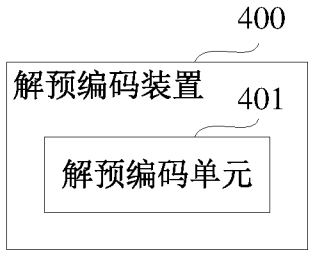
400
解预编码装置
401
解预编码单元

图 4

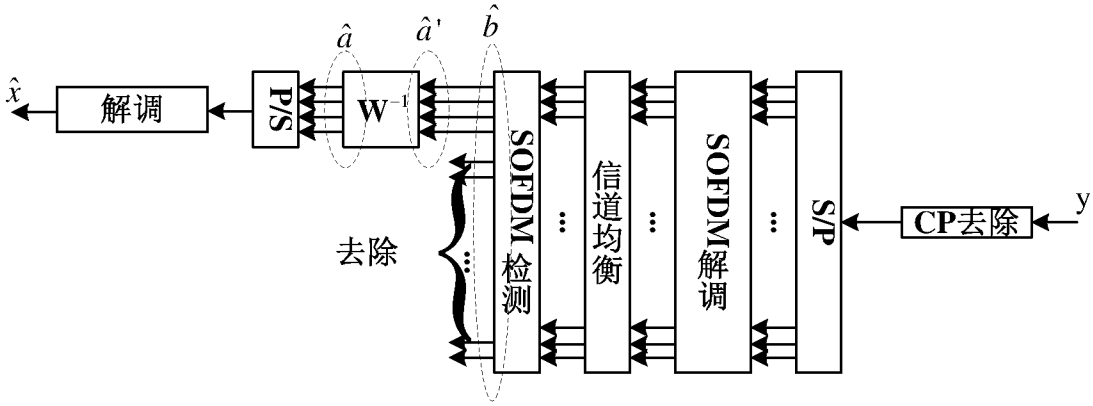
$\hat{x}$
解调
P/S
$\hat{a}$
$\hat{a}'$
W^{-1}
$\hat{b}$
去除
SOFDM检测
信道均衡
SOFDM解调
S/P
CP去除
y

图 5

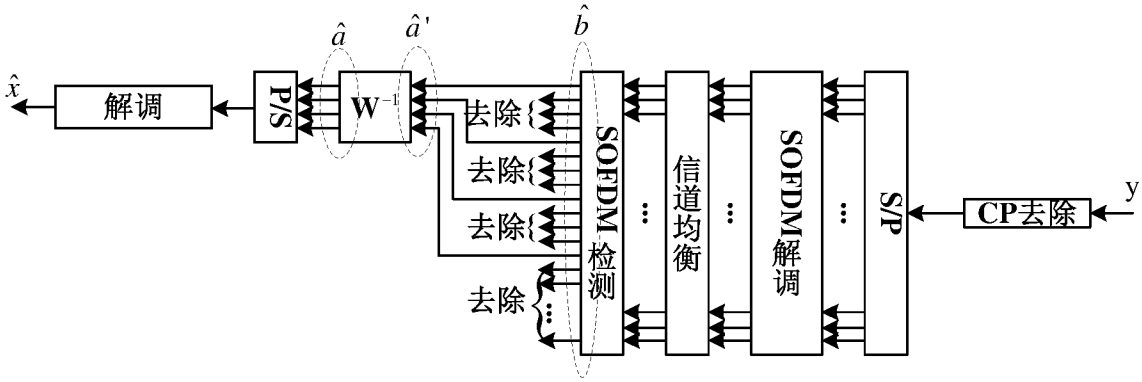
$\hat{x}$
解调
P/S
$\hat{a}$
$\hat{a}'$
W^{-1}
$\hat{b}$
去除
去除
去除
去除
SOFDM检测
信道均衡
SOFDM解调
S/P
CP去除
y

图 6

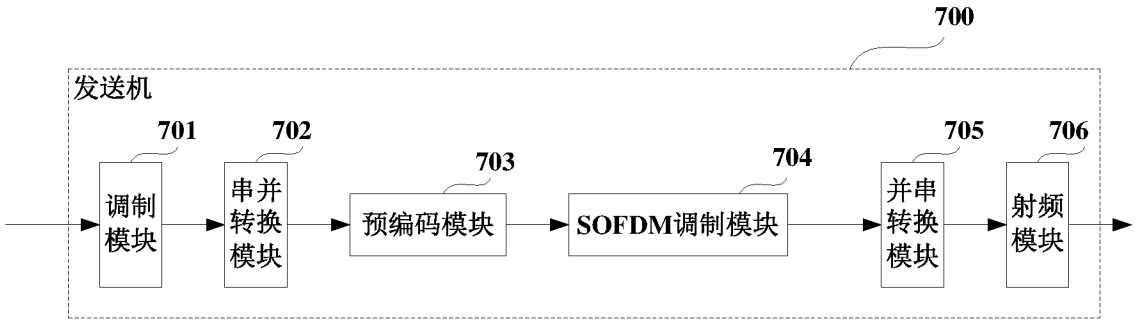
700
发送机
701
调制模块
702
串并转换模块
703
预编码模块
704
SOFDM调制模块
705
并串转换模块
706
射频模块

图 7

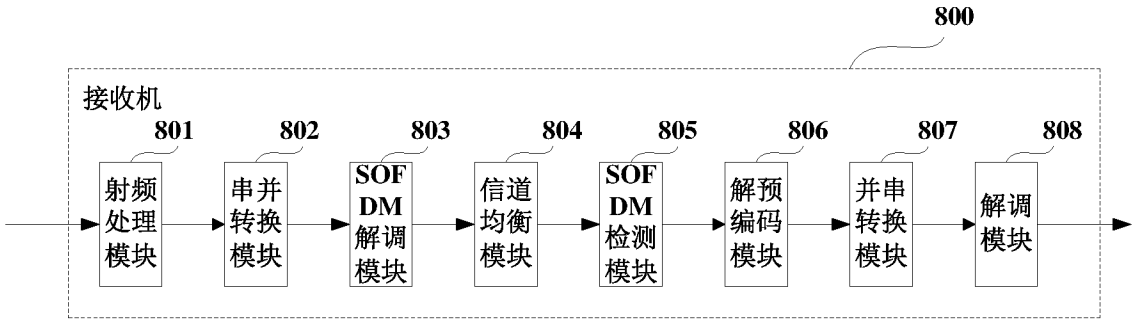
800
接收机
801
射频处理模块
802
串并转换模块
803
SOFDM解调模块
804
信道均衡模块
805
SOFDM检测模块
806
解预编码模块
807
并串转换模块
808
解调模块

图 8

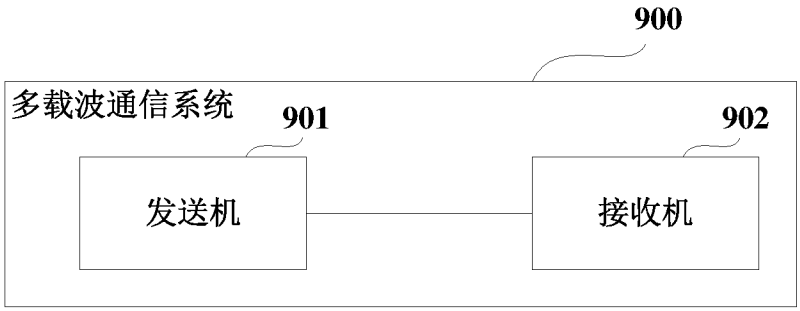
900
多载波通信系统
901
902
发送机
接收机

图 9

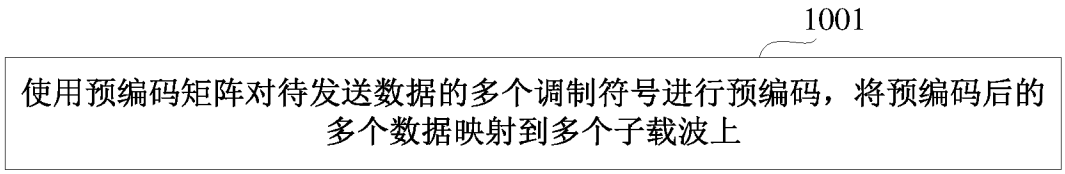
1001
使用预编码矩阵对待发送数据的多个调制符号进行预编码，将预编码后的多个数据映射到多个子载波上

图 10

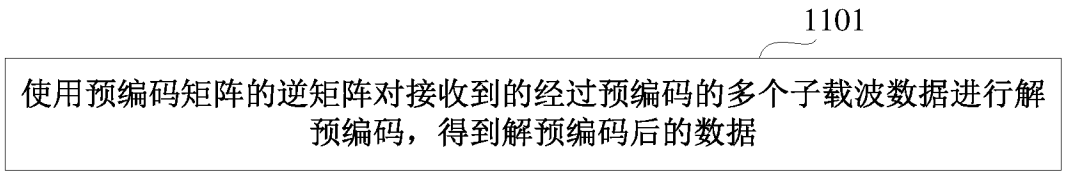
1101
使用预编码矩阵的逆矩阵对接收到的经过预编码的多个子载波数据进行解预编码，得到解预编码后的数据

图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/095288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 27/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W, H04L H04Q 7/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNABS, VEN, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI: 正交频分复用, Orthogonal Frequency Division, OFDM, SOFDM, 载波, 预编码, 矩阵, carrier, precoding, matrix

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105262711 A (FUDAN UNIVERSITY) 20 January 2016 (20.01.2016), description, paragraphs [0042]-[0141], and figures 1-10	1-15
X	CN 103701745 A (FUDAN UNIVERSITY) 02 April 2014 (02.04.2014), description, paragraphs [0057]-[0137], and figures 1-5	1-15
X	CN 101127532 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 20 February 2008 (20.02.2008), description, page 9, paragraph 6 to page 14, paragraph 3, and figures 1-11	1-15
A	WO 2008086239 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INC. et al.) 17 July 2008 (17.07.2008), entire document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 February 2017	15 March 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LU, Jing Telephone No. (86-10) 62412158

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/095288

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105262711 A	20 January 2016	None	
CN 103701745 A	02 April 2014	None	
CN 101127532 A	20 February 2008	CN 101127532 B	04 May 2011
WO 2008086239 A1	17 July 2008	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2016/095288

A. 主题的分类

H04L 27/26(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04W, H04L, H04Q7/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNTXT, CNABS, VEN, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI：正交频分复用，Orthogonal Frequency Division，OFDM，SOFDM，载波，预编码，矩阵，carrier, precoding, matrix

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 105262711 A (复旦大学) 2016年 1月 20日 (2016-01-20) 说明书[0042]-[0141]段，图1-10	1-15
X	CN 103701745 A (复旦大学) 2014年 4月 2日 (2014-04-02) 说明书[0057]-[0137]段，图1-5	1-15
X	CN 101127532 A (华为技术有限公司) 2008年 2月 20日 (2008-02-20) 说明书第9页第6段到第14页第3段，图1-11	1-15
A	WO 2008086239 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INC等) 2008年 7月 17日 (2008-07-17) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 2月 27日	2017年 3月 15日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 芦婧 电话号码 (86-10)62412158

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/095288

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 105262711 A	2016年 1月 20日	无	
CN 103701745 A	2014年 4月 2日	无	
CN 101127532 A	2008年 2月 20日	CN 101127532 B	2011年 5月 4日
WO 2008086239 A1	2008年 7月 17日	无	