(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
2015 年 10 月 8 日 (08.10.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/149553 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 27/26 (2006.01) *H04B 10/116* (2013.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/095249

(22) 国际申请日: 2014 年 12 月 29 日 (29.12.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201410131898.6 2014 年 4 月 2 日 (02.04.2014) CN

(71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。

(72) 发明人: 张华 (ZHANG, Hua); 中国江苏省南京市四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。 袁颖 (YUAN, Ying); 中国江苏省南京市四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。 许威 (XU, Wei); 中国江苏省南京市四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市中山路 179 号 12 楼 B 座, Jiangsu 210005 (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)。

[见续页]

(54) **Title**: LOW PEAK AVERAGE RATIO WIRELESS OPTICAL TRANSMISSION METHOD BASED ON DYNAMIC SCALAR ADJUSTMENT

(54) **发明名称**: 一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法

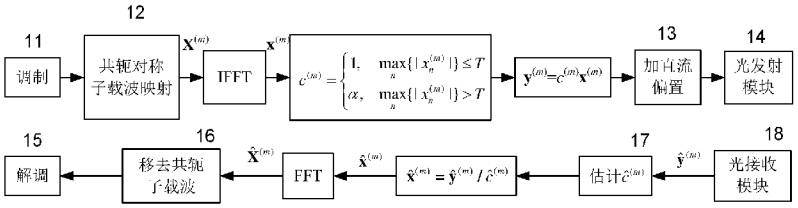


图 1 / FIG. 1

11 Modulation
12 Conjugate symmetry sub-carrier wave mapping
13 Adding direct current bias
14 Optical transmission module
15 Demodulation
16 Removing conjugate sub-carrier wave
17 Estimation
18 Optical receiving module

(57) **Abstract**: A low peak average ratio wireless optical transmission method based on dynamic scalar adjustment is disclosed in the present invention. Different scalar adjustment coefficients are selected according to the time domain peak value of each OFDM symbol, and the symbols with extra-high peak value are compressed at a certain extent, so as to reduce the PAPR of the signals of a whole frame and improve the transmission performance. The method is easy to be realized because that the receiving end only needs to estimate the scalar coefficient multiplied at the transmission end by measuring average power of the received symbols. The improvement of the PAPR reduces the system request for the amplification and the LED light linearity, reduces the non-linear distortion of the signals in electrical domain and optical domain, and improves the receiving performance of the system. The drop of the PAPR also reduces the direct current bias needed at the transmission end, and reduces the power wastage of the system.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2015/149553 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明公开了一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，根据每一个 OFDM 符号的时域峰值来选择不同的标量调节系数，从而对峰值特别大的符号进行一定程度的压缩，从而降低整帧信号的 PAPR，从而提高传输性能；在接收端也只需要通过测量接收符号的平均功率来估计出在发射端被乘以的标量系数，实现简单；PAPR 的改善降低了系统对功放和 LED 灯线性度的要求，减少了信号在电、光域的非线性失真，提高了系统接收性能；PAPR 的下降也减少了发射端需要增加的直流偏置，减少了系统功耗。

一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法

技术领域

本发明涉及一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，属于无线光通信技术。

背景技术

无线光通信由于其频谱资源丰富、通信安全性好、发射功率大、电磁辐射少等优势，近些年来已经成为通信领域研究的热点。为了能够实现无线光通信的高速数据传输，降低符号间干扰（ISI），在无线光通信中引入 OFDM 调制，通过将调制好的符号并行在正交的子载波上发送，可以提供高速数据传输，对抗多径效应。

在无线光通信中常使用强度调制/直接检测（IM/DD），因此 OFDM 调制后的时域发射信号需要保证为实值的正信号。目前有两种比较常用的光通信 OFDM 方法，直流偏置光 OFDM（DCO-OFDM）和非对称削峰光 OFDM（ACO-OFDM）。ACO-OFDM 只在奇数子载波上传输调制符号，偶数子载波不发送符号，将经过 IFFT 得到的时域信号的负数部分丢弃，只保留正值部分。这样既能保证发送的时域信号是正的实信号，又能降低发射功率，节约资源，但是频率利用率较低，N 个子载波只能发送 N/4 个符号，这种方法以牺牲数据速率为代价避免了加入直流偏置的功率损耗。DCO-OFDM 即在经过 OFDM 调制后的信号上加入直流偏置，使得信号变为正值，这种方法实现简单，频率利用率高，但是增加了直流功耗。

与射频通信中的 OFDM 系统类似，无线光通信中的 OFDM 系统也存在着信号峰均功率比过高的问题。PAPR 偏高会对发射机端功放的线性度提出很高的要求，在光 OFDM 系统中，PAPR 过高除了对功放以外，还对 LED 灯的线性度提出更高的要求，由于功放和 LED 灯非线性特性会导致非线性失真，从而严重降低系统的整体性能。同时，在无线光通信 DCO-OFDM 系统中，高 PAPR 还会导致需要的直流偏置增加，从而增大系统功率消耗。

在无线射频通信中已经提出了很多种降低 OFDM 系统 PAPR 的方法，如限幅、动态星座图扩展（ACE）、编码、部分传输序列（PTS）、选择性映射（SLM）、预留子载波（TR）等。

发明内容

发明目的：为了克服现有技术中存在的不足，本发明提供一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，是一种实现非常简单的降低无线光通信 PAPR 的方法，其根据每一个 OFDM 符号的时域峰值来选择不同的标量调节系数，从而对峰值特别大的符号进行一定程度的压缩，从而降低整帧信号的 PAPR，从而提高传输性能；在接收端也只需要通过测量接收符号的平均功率来估计出在发射端被乘以的标量系数，实现简单；PAPR 的改善降低了系统对功放和 LED 灯线性度的要求，减少了信号在电、光域的非线性失真，提高了系统接收性能；PAPR 的下降也减少了发射端需要增加的直流偏置，减少了系统功耗。

技术方案：为实现上述目的，本发明采用的技术方案为：

一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，

在发射端，首先，系统产生比特信息流经过星座点映射调制需要发射的频域符号；其次，频域信号共轭对称地映射在系统子载波上，并通过快速傅里叶逆变换（IFFT）产生实值的基带时域正交频分复用（OFDM）发射信号；然后，根据每一个 OFDM 符号的时域峰值，对每个符号乘以相应的标量调节系数；最后，时域发射信号加上直流偏置后驱动发光二极管（LED）进行发射；

在接收端，首先，光电二极管将接收到的光信号转化为电信号，接收机根据接收到的每一个 OFDM 符号平均功率估计出信号在发射端被乘以的标量调节系数；然后，将接收到的时域 OFDM 符号除以估计出的调节系数后做快速傅里叶变换（FFT）转换为频域符号，并移除共轭对称部分；最后，经过解调得到接收符号。本发明实现简单，能够有效降低无线光通信 OFDM 系统的峰均功率比，减少系统功耗，并且通过降低对功率放大器和 LED 灯线性度的要求，减小了信号在电、光域的非线性失真，从而提高系统接收性能。

上述方法具体包括如下步骤：

发射端：

（11）在发射端，设定无线光通信 OFDM 系统的子载波数为 N，每帧发送信号有 M 个 OFDM 符号；信源产生的二进制数据源经过多进制正交幅度调制（M-QAM），形成待发送的频域信号 $\mathbf{X}^{(m)}=[X_0^{(m)},\cdots,X_{\frac{N}{2}-1}^{(m)}],\quad m=1,2,...,M$；

（12）为了满足无线光信号为实值，OFDM 中子载波映射按照下面公式进行，满足共轭对称性：（在不引起混淆的情况下，为简化说明，上标(m)省略）

$$X_k=\begin{cases}0, & k=0,\dfrac{N}{2}\\ X_k, & k=1,\ldots,\dfrac{N}{2}-1\\ X_{N-k}^{*}, & k=\dfrac{N}{2}+1,\ldots,N-1\end{cases}$$

其中，$(\square)^*$ 表示取复数共轭；

（13）频域信号经 N 点 IFFT 后转为实值时域 OFDM 信号如下：

$$x_n=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{k=0}^{N-1}X_k e^{j2\pi kn/N}$$

其中，$n=0,1,\cdots,N-1$，为时域 OFDM 符号序列；

（14）根据每一个时域 OFDM 符号的峰值，在$\{1,\alpha\}$中选择合适的调节系数，其中$0<\alpha<1$，是用于压缩峰值过大的 OFDM 符号的标量调节系数，通常取值范围 0.5~0.9，一般可取$\frac{1}{\sqrt{2}}$；有$y_n^{(m)}=c^{(m)}x_n^{(m)}$，其中调节系数满足$c^{(m)}=\begin{cases}1, & \max\limits_n\{|x_n^{(m)}|\}\le T\\ \alpha, & \max\limits_n\{|x_n^{(m)}|\}>T\end{cases}$，$T$为正门限值，可以根据发射信号峰值的分布以及信道特性的不同取值，如对于采用 16-QAM 调制，子载波数 N=128 的光 OFDM 系统，取门限 T=3.1 时，有 10%的 OFDM 符号峰值超过门限将被调节压缩；

（15）经过调整后的信号$\mathbf{y}^{(m)}=\left[y_0^{(m)}\ \cdots\ y_{N-1}^{(m)}\right]$，$m=1,...,M$送往光通信发射模块，加上直流偏置后驱动 LED 灯发射；

接收端：

（21）在接收端，光电二极管将光信号转换为时域电信号，通过计算每一个接收到的 OFDM 符号$\hat{\mathbf{y}}^{(m)}$的平均功率采用最大后验（MAP）准则估计出该符号的调制系数$\hat{c}^{(m)}\in\{1,\alpha\}$；根据估计的调节系数，检测接收信号$\hat{x}_n^{(m)}=\hat{y}_n^{(m)}/\hat{c}^{(m)}$，即$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}=\hat{\mathbf{y}}^{(m)}/\hat{c}^{(m)}$，其中$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}=\left[\hat{x}_0^{(m)}\ \cdots\ \hat{x}_{N-1}^{(m)}\right]$为接收端估计的时域 OFDM 发射符号；

（22）对$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}$作 N 点 FFT 变换后得到频域接收信号$\hat{\mathbf{X}}^{(m)}=\left[\hat{X}_0^{(m)}\ \cdots\ \hat{X}_{N-1}^{(m)}\right]$，解调获得最终的接收符号。

有益效果：本发明提供的基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，具有如下优点：1、不需要传输额外的边带信息，不浪费频率资源即可有效的降低系统峰均功率比；2、无论是发射机还是接收机的实现都非常简单；3、低 PAPR 可以降低系统对功放和 LED 灯线性度的要求，降低发射机的实现难度，并且降低由于功放和 LED 灯非线性特性而导致的非线性失真，提高系统的接收性能；4、低 PAPR 也降低了发射所必须加入的直流分量大小，减少了系统功耗。

附图说明

图 1 为本发明提出的基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法的系统框图；

图 2 是未经标量系数调节以及经调节后的无线光通信时域 OFDM 符号示意图；

图 3 是本发明与一般未调节的光通信 OFDM 的 PAPR 互补累计概率分布曲线图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

如图 1 所示为一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，按如下步骤进行：在发射端，首先，系统产生比特信息流经过星座点映射调制为需要发射的频域符号；其次，频域信号共轭对称地映射在系统子载波上，并通过快速傅里叶逆变换产生实值的基带时域发射信号；然后，根据每一个 OFDM 符号的时域峰值，对每个符号乘以相应的标量调节系数；最后，时域发射信号加上直流偏置驱动发光二极管进行发射。在接收端，首先，光电二极管将接收到的光信号转化为电信号，根据接收到的每一个 OFDM 符号平均功率估计信号在发射端被乘以的标量调节系数；然后，将接收到的时域 OFDM 符号除以估计出的调节系数后做快速傅里叶变换转换为频域符号，并移除共轭对称部分；最后，经过解调得到接收符号。

上述方法具体实现过程如下：

发射端：

（11）在发射端，设定无线光通信 OFDM 系统的子载波数为 N，每帧发送信号有 M 个 OFDM 符号；信源产生的二进制数据源经过多进制正交幅度调制（M-QAM），形成待发送的频域信号 $\mathbf{X}^{(m)}=[X_0^{(m)},\cdots,X_{\frac{N}{2}-1}^{(m)}]$，$m=1,2,...,M$；

（12）为了满足无线光信号为实值，OFDM 中子载波映射按照下面公式进行，满足共轭对称性：（在不引起混淆的情况下，为简化说明，上标(m)省略）

$$X_k=\begin{cases}0, & k=0,\dfrac{N}{2}\\ X_k, & k=1,\ldots,\dfrac{N}{2}-1\\ X_{N-k}^{*}, & k=\dfrac{N}{2}+1,\ldots,N-1\end{cases}$$

其中，$(\square)^{*}$ 表示取复数共轭；

（13）频域信号经 N 点 IFFT 后转为实值时域 OFDM 信号如下：

$$x_n=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{k=0}^{N-1}X_k e^{j2\pi kn/N}$$

其中，$n=0,1,\cdots,N-1$，为时域 OFDM 符号序列；

（14）根据每一个时域 OFDM 符号的峰值，在 $\{1,\alpha\}$ 中选择合适的调节系数，其中 $0<\alpha<1$，是用于压缩峰值过大的 OFDM 符号的标量调节系数，通常取值范围 0.5~0.9，一

般可取$\frac{1}{\sqrt{2}}$；有$y_n^{(m)}=c^{(m)}x_n^{(m)}$，其中调节系数满足$c^{(m)}=\begin{cases}1, & \max\limits_n\{|x_n^{(m)}|\}\le T\\ \alpha, & \max\limits_n\{|x_n^{(m)}|\}>T\end{cases}$，$T$为正门限值，可以根据发射信号峰值的分布以及信道特性的不同取值，如对于采用 16-QAM 调制，子载波数 N=128 的光 OFDM 系统，取门限 T=3.1 时，有 10%的 OFDM 符号峰值超过门限将被调节压缩；

（15）经过调整后的信号$\mathbf{y}^{(m)}=\left[y_0^{(m)}\ \cdots\ y_{N-1}^{(m)}\right]$，$m=1,...,M$送往光通信发射模块，加上直流偏置后驱动 LED 灯发射；

接收端：

（21）在接收端，光电二极管将光信号转换为时域电信号，通过计算每一个接收到的 OFDM 符号$\hat{\mathbf{y}}^{(m)}$的平均功率采用最大后验（MAP）准则估计出该符号的调制系数$\hat{c}^{(m)}\in\{1,\alpha\}$；根据估计的调节系数，检测接收信号$\hat{x}_n^{(m)}=\hat{y}_n^{(m)}/\hat{c}^{(m)}$，即$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}=\hat{\mathbf{y}}^{(m)}/\hat{c}^{(m)}$，其中$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}=\left[\hat{x}_0^{(m)}\ \cdots\ \hat{x}_{N-1}^{(m)}\right]$为接收端估计的时域 OFDM 发射符号；

（22）对$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}$作 N 点 FFT 变换后得到频域接收信号$\hat{\mathbf{X}}^{(m)}=\left[\hat{X}_0^{(m)}\ \cdots\ \hat{X}_{N-1}^{(m)}\right]$，解调获得最终的接收符号。

如图 2 所示，根据每个 OFDM 的时域峰值，对每个符号乘以相应的标量调节系数，对于峰值过大的符号乘以调节系数$\alpha(\alpha<1)$，将整个 OFDM 符号压缩，从而降低整帧信号的 PAPR。

图 3 给出了未经过系数调节的光通信 OFDM 系统以及使用本方法后系统的 PAPR 互补累积分布曲线。系统均采用 16-QAM 调制，子载波数 N=128 时，取门限 T=3.1，调节系数$\alpha=\frac{1}{\sqrt{2}}$；当子载波数 N=1024 时，取门限 T=3.8，调节系数 $\alpha=\frac{1}{\sqrt{2}}$。按帧统计系统 PAPR，即：

$$PAPR_f=\frac{\max\limits_{m,n}\left\{\left|y_n^{(m)}\right|^2\right\}}{\frac{1}{MN}\sum\limits_m\sum\limits_n\left(y_n^{(m)}\right)^2}$$

从图中可以观察到采用本方法可以有效降低系统的 PAPR，从而降低发射端器件的线性度要求，减少信号在电、光域的非线性失真，提高系统总体接收性能。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出：对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，其特征在于：

在发射端，首先，系统产生比特信息流经过星座点映射调制为需要发射的频域符号；其次，频域信号共轭对称地映射在系统子载波上，并通过快速傅里叶逆变换产生实值的基带时域发射信号；然后，根据每一个 OFDM 符号的时域峰值，对每个符号乘以相应的标量调节系数；最后，时域发射信号加上直流偏置驱动发光二极管进行发射；

在接收端，首先，光电二极管将接收到的光信号转化为电信号，根据接收到的每一个 OFDM 符号平均功率估计信号在发射端被乘以的标量调节系数；然后，将接收到的时域 OFDM 符号除以估计出的调节系数后做快速傅里叶变换转换为频域符号，并移除共轭对称部分；最后，经过解调得到接收符号。

2、根据权利要求 1 所述的基于动态标量调节的低峰均比无线光传输方法，其特征在于：包括如下步骤：

发射端：

（11）在发射端，设定无线光通信 OFDM 系统的子载波数为 N，每帧发送信号有 M 个 OFDM 符号；信源产生的二进制数据源经过多进制正交幅度调制，形成待发送的频域信号 $\mathbf{X}^{(m)}=[X_0^{(m)},\cdots,X_{\frac{N}{2}-1}^{(m)}],\quad m=1,2,...,M$；

（12）OFDM 中子载波映射按照下面公式进行，满足共轭对称性：

$$X_k=\begin{cases}0, & k=0,\dfrac{N}{2}\\ X_k, & k=1,\ldots,\dfrac{N}{2}-1\\ X_{N-k}^{*}, & k=\dfrac{N}{2}+1,\ldots,N-1\end{cases}$$

其中，$(\square)^*$ 表示取复数共轭；

（13）频域信号经 N 点 IFFT 后转为实值时域 OFDM 信号如下：

$$x_n=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{k=0}^{N-1}X_k e^{j2\pi kn/N}$$

其中，$n=0,1,\cdots,N-1$，为时域 OFDM 符号序列；

（14）根据每一个时域 OFDM 符号的峰值，在 $\{1,\alpha\}$ 中选择合适的调节系数，其中 $0<\alpha<1$，是用于压缩峰值过大的 OFDM 符号的标量调节系数；有 $y_n^{(m)}=c^{(m)}x_n^{(m)}$，其中调节

系数满足 $c^{(m)}=\begin{cases}1, & \max\limits_n\{|x_n^{(m)}|\}\le T\\ \alpha, & \max\limits_n\{|x_n^{(m)}|\}>T\end{cases}$，$T$ 为正门限值；

（15）经过调整后的信号 $\mathbf{y}^{(m)}=\left[y_0^{(m)}\ \cdots\ y_{N-1}^{(m)}\right]$，$m=1,...,M$ 送往光通信发射模块，加上直流偏置后驱动 LED 灯发射；

接收端：

（21）在接收端，光电二极管将光信号转换为时域电信号，通过计算每一个接收到的 OFDM 符号 $\hat{\mathbf{y}}^{(m)}$ 的平均功率采用最大后验准则估计出该符号的调制系数 $\hat{c}^{(m)}\in\{1,\alpha\}$；根据估计的调节系数，检测接收信号 $\hat{x}_n^{(m)}=\hat{y}_n^{(m)}/\hat{c}^{(m)}$，即 $\hat{\mathbf{x}}^{(m)}=\hat{\mathbf{y}}^{(m)}/\hat{c}^{(m)}$，其中 $\hat{\mathbf{x}}^{(m)}=\left[\hat{x}_0^{(m)}\ \cdots\ \hat{x}_{N-1}^{(m)}\right]$ 为接收端估计的时域 OFDM 发射符号；

（22）对 $\hat{\mathbf{x}}^{(m)}$ 作 N 点 FFT 变换后得到频域接收信号 $\hat{\mathbf{X}}^{(m)}=\left[\hat{X}_0^{(m)}\ \cdots\ \hat{X}_{N-1}^{(m)}\right]$，解调获得最终的接收符号。

附 图

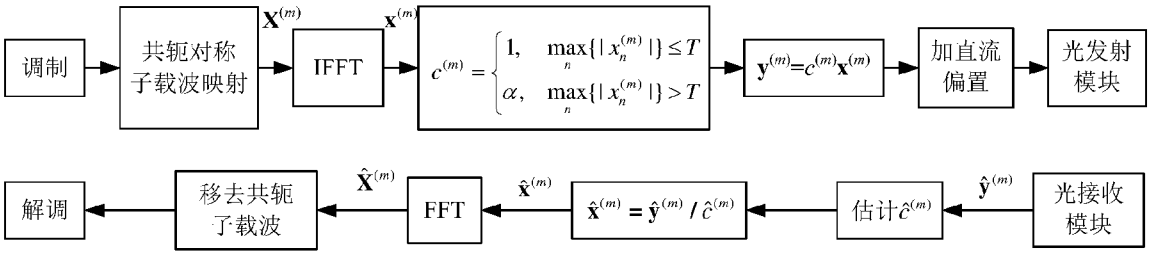

调制
共轭对称
子载波映射
$\mathbf{X}^{(m)}$
IFFT
$\mathbf{x}^{(m)}$
$c^{(m)} = \begin{cases} 1, & \max_n\{|x_n^{(m)}|\} \le T \\ \alpha, & \max_n\{|x_n^{(m)}|\} > T \end{cases}$
$\mathbf{y}^{(m)}=c^{(m)}\mathbf{x}^{(m)}$
加直流
偏置
光发射
模块
解调
移去共轭
子载波
$\hat{\mathbf{X}}^{(m)}$
FFT
$\hat{\mathbf{x}}^{(m)}$
$\hat{\mathbf{x}}^{(m)} = \hat{\mathbf{y}}^{(m)} / \hat{c}^{(m)}$
估计$\hat{c}^{(m)}$
$\hat{\mathbf{y}}^{(m)}$
光接收
模块

图 1

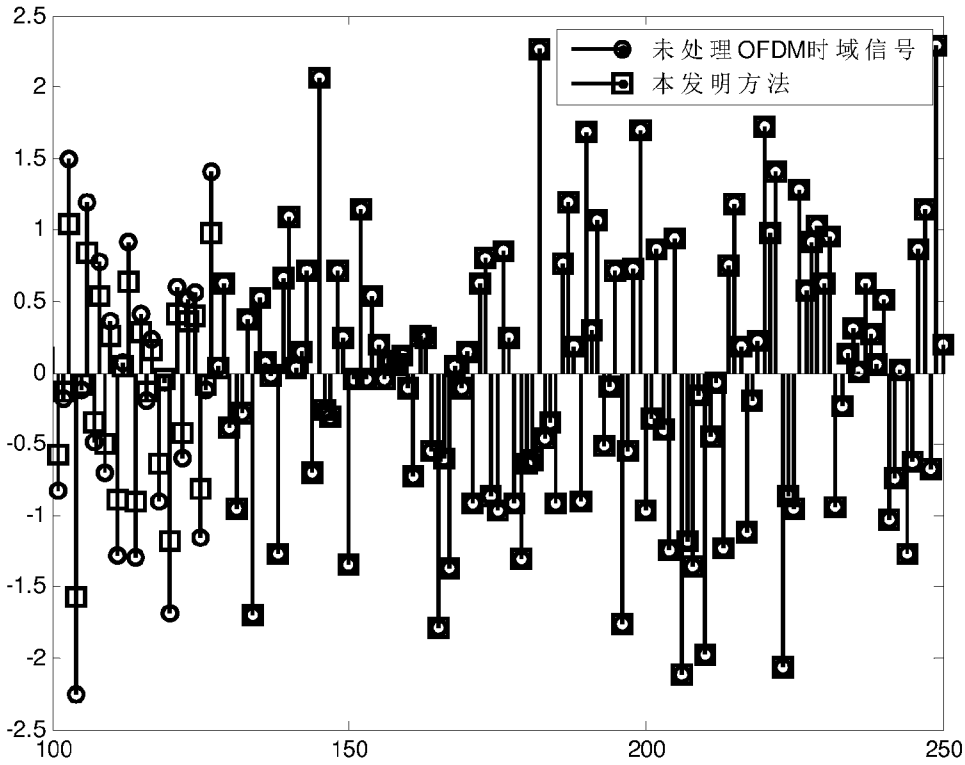

未处理OFDM时域信号
本发明方法
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
100
150
200
250

图 2

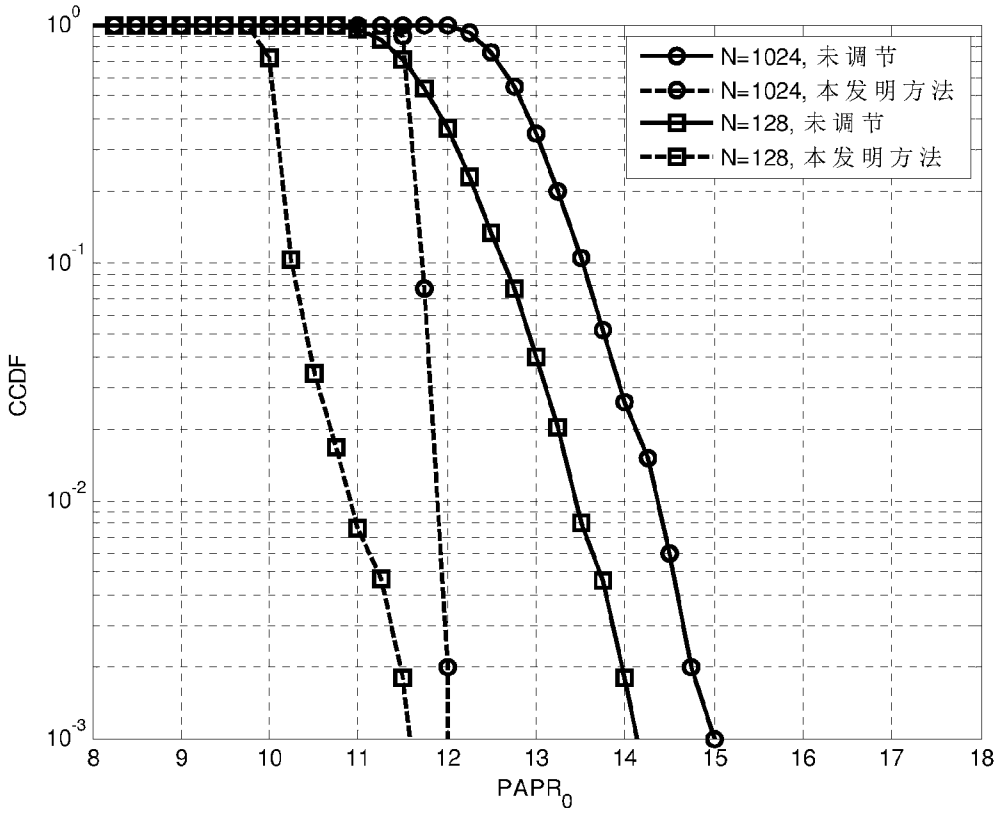


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/095249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 27/26 (2006.01) i; H04B 10/116 (2013.01) n

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)

H04L; H04B; H04W

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)

CNKI, CPRSABS, CNABS, TWABS, DWPI, SIPOABS: OFDM, par, papr, fft, optical+, fiber, led, laser

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103916356 A (UNIV SOUTHEAST) 09 July 2014 (09.07.2014) claims 1 and 2	1, 2
A	CN 1588938 A (UNIV XIAN ELECTRONIC SCI & TECHNOLOGY) 02 March 2005 (02.03.2005) the whole document	1, 2
A	CN 102859957 A (OFIDIUM PTY LTD.) 02 January 2013 (02.01.2013) the whole document	1, 2
A	CN 103618687 A (UNIV SOUTHEAST) 05 March 2014 (05.03.2014) the whole document	1, 2

☐ 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
10 March 2015	01 April 2015
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 ZHANG, Hui Telephone No. (86-10) 62412032

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/095249

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103916356 A	09 July 2014	None	
CN 1588938 A	02 March 2005	CN 100484116 C	29 April 2009
CN 102859957 A	02 January 2013	AU 2011229142 A1	11 October 2012
		EP 2548351 A2	23 January 2013
		WO 2011113097 A3	12 January 2012
		HK 1181570 A0	08 November 2013
		US 201395459 A1	01 August 2013
		WO 2011113097 A2	22 September 2011
CN 103618687 A	05 March 2014	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2014/095249

A. 主题的分类

H04L 27/26(2006.01)i；H04B 10/116(2013.01)n

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)

H04L，H04B，H04W

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））

CNKI，CPRSABS，CNABS，TWABS，DWPI，SIPOABS：OFDM，峰均比，傅立叶变换，傅里叶变换，光，par，papr，fft，optical+，fiber，led，laser

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
PX	CN 103916356 A (东南大学) 2014年 7月 9日 (2014-07-09) 权利要求1-2	1-2
A	CN 1588938 A (西安电子科技大学) 2005年 3月 2日 (2005-03-02) 全文	1-2
A	CN 102859957 A (奥菲迪乌姆有限公司) 2013年 1月 2日 (2013-01-02) 全文	1-2
A	CN 103618687 A (东南大学) 2014年 3月 5日 (2014-03-05) 全文	1-2

☐ 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
2015年 3月 10日	2015年 4月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451	张慧 电话号码 (86-10)62412032

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2014/095249

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	103916356	A	2014年 7月 9日	无			
CN	1588938	A	2005年 3月 2日	CN	100484116	C	2009年 4月 29日
CN	102859957	A	2013年 1月 2日	AU	2011229142	A1	2012年 10月 11日
				EP	2548351	A2	2013年 1月 23日
				WO	2011113097	A3	2012年 1月 12日
				HK	1181570	A0	2013年 11月 8日
				US	2013195459	A1	2013年 8月 1日
				WO	2011113097	A2	2011年 9月 22日
CN	103618687	A	2014年 3月 5日	无			