

(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
2012年8月16日 (16.08.2012) WIPO | PCT



(10) 国际公布号

WO 2012/106928 A1

(51) 国际专利分类号:
H04J 14/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2011/077609

(22) 国际申请日: 2011年7月26日 (26.07.2011)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人(对除美国外的所有指定国): 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.)
[CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人(仅对美国): 黄远达 (HUANG, Yuanda) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李良川 (LI, Liangchuan) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
刘玲 (LIU, Ling) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
刘磊 (LIU, Lei) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则48.2(h))。

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECEIVING MULTI-CARRIER OPTICAL SIGNALS

(54) 发明名称: 一种多载波光信号的接收方法和装置



图5 / Fig. 5

(57) Abstract: The present invention relates to the field of communications, and in particular, to a method and device for receiving multi-carrier optical signals. The method includes: carrying out frequency mixing on the multi-carrier optical signals and local optical signals with the centre frequency thereof being that of the multi-carrier optical signals; sequentially carrying out photoelectric conversion and analog-to-digital conversion on the optical signals acquired by frequency mixing so as to acquire digital signals; carrying out Fast Fourier Transform (FFT) on the digital signals so as to acquire frequency domain signals; grouping the frequency domain signals according to the frequency band corresponding to each carrier in the multi-carrier optical signals; respectively carrying out Inverse Fast Fourier Transform (IFFT) on each group of frequency domain signals acquired by grouping so as to acquire time domain signals corresponding to each carrier; and carrying out data recovery on the time domain signals corresponding to each carrier so as to acquire data carried by each carrier. The solution of the present invention only needs a set of coherent receiving devices and has a low cost and low power consumption.

[见续页]

WO 2012/106928 A1



-
- 根据申请人的请求，在条约第 21 条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

(57) 摘要:

本发明涉及通信领域，尤其涉及一种多载波光信号的接收方法和装置。该方法包括：将多载波光信号与中心频率为所述多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频；对混频得到的光信号相继进行光电转换和模数转换，得到数字信号；对所述数字信号进行快速傅立叶变换FFT，得到频域信号；根据所述多载波光信号中各个载波各自所对应的频带，将所述频域信号进行分组；将分组得到的各组频域信号分别进行快速傅立叶反变换IFFT，得到各载波各自所对应的时域信号；对所述各载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，得到所述各载波上所承载的数据。本发明方案只需要一套相干接收装置，成本低、功耗小。

一种多载波光信号的接收方法和装置

技术领域

本发明涉及通信领域，尤其是涉及一种多载波光信号的接收方法和装置。

5 背景技术

在当前日益增长的传输速率要求下，光传输系统的波特率不断增加，器件的速率要求越来越高。为降低对器件的速率要求，多载波调制成为了光通信系统的主流方案。对于多载波调制系统，目前业界普遍采用各载波分别相干接收的方式。各载波分别进行相干接收，意味着需要为每个载波配备一套独立的相干接收装置，包括混频器、PD (Photoconductive Detector, 光电探测器)、ADC (Analog to Digital Converter, 模数转换器)、DSP (Digital Signal Processor, 数字信号处理器) 处理器。

现有技术一给出了一种多载波光信号相干接收的方案，其通过光滤波器对多载波光信号（如：波分复用光信号）进行滤波处理实现载波分离，得到各路载波光信号，然后各路载波光信号分别与其中心频率相对应的本地光信号进行相干混频、光电转换、模数转换，得到数字的基带信号，然后对数字基带信号进行数字信号处理，得到恢复的输出信号。

现有技术二给出了另一种多载波光信号相干接收的方案，其通过功率分束器将多载波光信号分成与载波数目相同路数的多载波光信号，然后各路多载波光信号分别与各载波中心频率对应的本地光信号进行相干混频、光电转换，得到包含了多路载波信息的模拟电信号，模拟电信号经过滤波后实现载波分离，得到各中心频率对应的载波信号，然后各载波信号进行模数转换，得到数字的基带信号，然后对数字基带信号进行数字信号处理，得到恢复的输出信号。

然而，现有技术一在利用光滤波器对多载波光信号进行滤波实现载波分离后，对于每一路载波光信号进行接收时都需要采用一套独立的相干接收装置。现有技术二在利用功率分束器将多载波信号分成多路载波信号后，对于每路多载波信号进行接收时也需要采用一套独立的相干接收装置，与现有技术一不同的是在电信号上通过滤波实现的载波分离。由上可以看出，无论是现有技术一的多载波光信号接收方案，还是现有技术二的多载波光信号接收方案，由于需要多套独立的相干接收装置，因此，现有技术中多载波光信号接收方案都存

在着成本高，功耗大的问题。

发明内容

鉴于现有技术存在的问题，本发明提供一种多载波光信号的接收方案，具有成本低，功耗小的优点。

本发明的一方面提供一种多载波光信号的接收方法，包括：

将多载波光信号与中心频率为所述多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频；

对混频得到的光信号相继进行光电转换和模数转换，得到数字信号；

对所述数字信号进行快速傅立叶变换FFT，得到频域信号；

根据所述多载波光信号中各个载波各自所对应的频带，将所述频域信号进行分组；将分组得到的各组频域信号分别进行快速傅立叶反变换IFFT，得到各个载波各自所对应的时域信号；

对所述各个载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，得到所述各个载波上所承载的数据。

本发明的另一方面提供一种多载波光信号的接收装置，包括：

混频器，用于接收多载波光信号和中心频率为所述多载波光信号的中心频率的本地光信号，并将所述多载波光信号与所述本地光信号进行混频；

光电转换模块，用于对所述混频器输出的光信号进行光电转换，得到电信号；

模数转换模块，用于对所述电信号进行模数转换，得到数字信号；

快速傅立叶变换FFT模块，用于对所述数字信号进行FFT处理，得到频域信号；

快速傅立叶反变换IFFT模块，用于对根据所述多载波光信号中各个载波所对应的频带，将所述频域信号进行分组，将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各个载波各自所对应的时域信号；

数据恢复模块，用于对所述各个载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，得到所述各载波上所承载的数据。

本发明实施例提供的多载波光信号的接收方案，由于通过将多载波光信号

与中心频率为多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频，再将混频得到的信号依次进行光电转换和模数转换处理，然后对模数转换得到的数字信号进行FFT处理，将FFT处理得到的信号进行分组并将各组分别进行IFFT处理，从而实现载波分离，最后基于各个载波对应的时域信号恢复出承载各个载波上的数据。由上可以看出，本发明实施例提供的多载波光信号接收方案，只需要一套相干接收装置，故该接收方案成本低，功耗小，实现简单，而且模数转换之后的所有处理都可以在一个器件（如：DSP）内完成，有利于各个载波共享和交互信道信息和参数，降低了多载波光信号的接收复杂度。

10 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，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的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

15 图1为本发明实施例一提供的多载波光信号的接收装置的结构图；

图2A为本发明实施例二中FFT处理得到的频域信号的示意图；

图2B为本发明实施例二提供的多载波光信号的接收装置的第一结构示意图；

20 图2C为本发明实施例二提供的多载波光信号的接收装置的第二结构示意图；

图3A为本发明实施例二提供的DSP处理器的第一结构示意图；

图3B为本发明实施例二提供的DSP处理器的第二结构示意图；

图4A为本发明实施例二提供的DSP处理器的第三结构示意图；

图4B为本发明实施例二提供的DSP处理器的第四结构示意图；

25 图4C为本发明实施例二提供的DSP处理器的第五结构示意图；

图5为本发明实施例三提供的多载波光信号的接收方法的方法流程图。

具体实施方式

30 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是

全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

5 本发明实施例提供一种多载波光信号的接收装置，其结构如图1所示，包括：混频器21、光电转换模块22、模数转换模块23、FFT(Fast Fourier Transform，快速傅立叶变换) 模块24，IFFT (Inverse Fast Fourier Transform，快速傅立叶反变换) 模块25，数据恢复模块26。

10 混频器25，用于接收多载波光信号和中心频率为所述多载波光信号的中心频率的本地光信号，并将所述多载波光信号与所述本地光信号进行混频。在本发明中，载波数目为两个的双载波光信号也是本发明所说的多载波光信号，且多载波光信号中各个载波所对应的调制方式可以是不同的。

15 为描述方便，用“N载波光信号”作为“多载波光信号”的替代描述，其中， $N \geq 2$ 。 N 载波光信号中的 N 个载波的中心频率分别为 f_1, f_2, \dots, f_N ， N 载波光信号的中心频率 f_{S0} 为 $(f_1 + f_2 + \dots + f_N)/N$ 。在本发明实施例中，本地光信号的中心频率 f_0 具体为 N 载波光信号的中心频率 f_{S0} 。但是，在一些实际应用中，可能采用的本地光信号的中心频率 f_0 与 f_{S0} 不完全相等，其与 f_{S0} 有稍许偏移，或者在 f_{S0} 的附近变化，可以理解的是，采用中心频率为上述情形的本地光信号也能实现本发明，因此，当本地光信号的中心频率与 f_{S0} 有稍许偏移，或者20 在 f_{S0} 的附近变化，也都应该将本地光信号的中心频率视为是 N 载波光信号的中心频率。

光电转换模块22，用于对所述混频器输出的光信号进行光电转换，得到电信号。光电转换模块22可以采用一个或多个光电探测器等来实现。

25 模数转换模块23，用于对所述电信号进行模数转换，得到数字信号。模数转换模块23可以采用一个或多个ADC来实现。

快速傅立叶变换FFT模块24，用于对所述数字信号进行FFT处理，得到频域信号。

30 快速傅立叶反变换IFFT模块25，用于根据所述多载波光信号中各个载波各自所对应的频带，将所述频域信号进行分组，将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各载波各自所对应的时域信号。多载波光信号的各个载波

都各自占用了一段频带，FFT处理之前的信号是多载波光信号的时域表现形式，FFT处理得到的频域信号是多载波光信号的频域表现形式，频域信号是由离散的频率点所组成，每个载波所占用的一段频带对应了频域信号中的一部分频率点，故可以基于各个载波各自所对应的频带，对频域信号进行分组，分组的方法是：针对某一载波进行分组，将频域信号中对应于该载波所占用频带的所有频点作为一组。然后，对于分组得到的各组频域信号分别单独进行IFFT处理，得到N个载波各自所对应的时域信号，即实现了载波分离。在本实施例中，FFT模块25可以包含与多载波光信号中载波数目相同的FFT子模块(25-1, 25-2, …, 25-N)。在本实施例中，虽然提到IFFT模块对FFT变换后的频域信号进行分组，但是，此分组可以理解为IFFT子模块各自选择一个载波所对应的所有频点。

数据恢复模块26，用于对所述各载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，得到所述各载波上所承载的数据。

在一实施例中，数据恢复模块26还可以进一步包括时钟恢复模块、判决模块、载波同步模块。

时钟恢复模块对IFFT模块25输出的N个载波所对应的时域信号进行时钟恢复。在实际应用中，ADC在进行模数转换时所依据的实际采样时钟与期望的采样时钟在采样相位上有偏差，时钟恢复处理即是提取采样相位误差信息，根据提取的采样相位误差信息，对信号做插值处理，或者跟采样相位误差信息反馈控制ADC所依据的采样时钟，从而消除相位偏差带来的影响。

载波同步模块对经过时钟恢复处理后的N个载波所对应的时域信号进行载波同步处理。载波同步处理会估计出各个载波对应的频偏和相偏，然后基于估计出的频偏和相偏进行相应的补偿，从而消除发端载波与收端载波之间存在的频偏和相偏所带来的影响。载波同步处理可以采用现有技术，此处不再赘述。

判决模块对经过载波同步处理后的N个载波所对应的时域信号进行判决，得到N个载波上所承载的数据。判决模块在进行判决处理时，具体可以采用硬判决，也可以采用软判决，本发明不做具体限定。硬判决和软判决均是现有技术，本发明不再赘述。

如果多载波光信号具体是多载波偏振复用光信号，数据恢复模块26还可以进一步包括PMD (Polarization Mode Dispersion, 偏振模色散) 补偿模块，用于在经过时钟恢复处理后的N个载波所对应的时域信号输入到载波同步模块

之前，对上述经过时钟恢复处理后的N个载波所对应的时域信号进行PMD补偿。

在另一实施中，本发明实施例提供的多载波光信号的接收装置还可以进一步包括CD（Chromatic Dispersion，色度色散）补偿模块。该CD模块可以位于IFFT模块25之前，在频域信号要输入到IFFT模块25之前对该频域信号进行CD补偿。该CD补偿模块也可以位于IFFT模块25之后，对IFFT模块25输出的N个载波各自所对应的时域信号进行CD补偿。在实际很多情形中，多载波光信号中各个载波所经历的传输路径相同，故各个载波所对应的CD值也大致相同，故在进行CD补偿时可以基于其中一个载波对应的CD值，补偿多载波光信号中各个载波所经历的CD，也可以基于各个载波各自对应的CD值，补偿多载波光信号中相应载波所经历的CD。本发明实施例中的CD补偿模块可以选用上述补偿方案中的任一种进行补偿各个载波所经历的CD。在进行CD补偿时，需要先确定CD补偿值，其中一种方法，是预设一个CD补偿值。由于光纤传输系统一旦搭建成功，受外界因素的影响较少，因此，可以近似地认为信号该光纤传输系统中传输时所经历的CD是不随时间变化的，故可以在光纤传输系统搭建完后，在进行初期测试或者系统初始化时，测得各个载波光信号的CD值，然后将测得的结果作为系统在正式工作时进行CD补偿的依据

除了上文描述的通过预设的方式，来确定CD补偿值外，也可以通过对多载波光信号进行CD值的实时监测，然后将实时监测到的CD值作为CD补偿值。基于此CD补偿值的确定方式，本发明实施例提供的多载波光信号的接收装置还可以进一步包括第一CD估计模块，或者第二CD估计模块，或者第三CD估计模块，或者第四CD估计模块，或者第五CD估计模块。

第一CD估计模块，用于基于N个载波中任意一个载波所对应的时域信号进行CD值的估计，然后将估计得到的CD值作为CD补偿值提供给CD补偿模块。CD补偿模块依据第一CD估计模块提供的CD补偿值进行CD补偿。

第二CD估计模块，用于基于N个载波中的至少两个载波所对应的时域信号联合估计出一个CD值，然后将联合估计得到的CD值作为CD补偿值提供给CD补偿模块。CD补偿模块依据第二CD估计模块提供的CD补偿值进行CD补偿。

第三CD估计模块，用于基于每个载波所对应的时域信号进行CD值的估计，得到每个载波所对应的CD值，然后将各个载波各自所对应的CD值提供给CD补偿模块。CD补偿模块依据第三CD估计模块提供的各个载波各自对应的CD

值进行CD补偿。

第四CD估计模块，用于基于FFT模块24输出的频域信号估计任意一个载波所对应的CD值，然后将估计得到的所述CD值提供给所述CD补偿模块。CD补偿模块基于第四CD估计模块估计出的CD值进行CD补偿。从前文的描述中，
5 每个载波都对应了频域信号中的一部分频点，因此，第四CD估计模块模块可以基于任意一个载波所对应的所有频点，估计出该载波所对应的CD值。

第五CD估计模块，用于基于FFT模块24输出的频域信号估计出各个载波所对应的CD值，然后将各个载波所对应的CD值提供给所述CD补偿模块。CD补偿模块基于第五CD估计模块估计出的各个载波所对应的CD值进行CD补偿。
10 从前文的描述中，每个载波都对应了频域信号中的一部分频点，因此，第五CD估计模块模块可以基于每个载波所对应的所有频点，估计出每个载波所对应的CD值。

在又一实施例中，本发明实施例提供的多载波光信号的接收装置还可以进一步包括频偏获取模块和频偏补偿模块。

15 所述频偏获取模块，用于获取载波同步模块进行载波同步处理时得到的各个载波所对应的频偏值，基于获取得到的各个载波所对应的频偏值，计算出一个频偏补偿值并提供给所述频偏补偿模块。例如，如果N个载波对应的频偏值分别为 $\Delta\omega_1, \Delta\omega_2, \dots, \Delta\omega_N$ ，则频偏补偿值可以为 $(\Delta\omega_1 + \Delta\omega_2 + \dots + \Delta\omega_N)/N$ 。

频偏补偿模块，用于在模数转换得到的数字信号输入到FFT模块24之前，
20 基于所述频偏补偿值对所述数字信号进行频偏补偿；

或者，频偏补偿模块，位于FFT模块25之后，用于在频域信号输入到IFFT模块之前，基于所述频偏补偿值对所述频域信号进行频偏补偿。

其中，频偏补偿模块可以基于频偏补偿值对信号进行相应的频移来实现频偏补偿。除了上述的频偏补偿方式外，还可以将频偏获取模块计算得到的频偏
25 补偿值反馈给产生本地光信号的装置，以使得产生本地光信号的装置调整其产生的本地光信号的中心频率。

在一具体实施例中，可以通过DSP处理器来实现本发明实施例中的FFT模块24、IFFT模块25和数据恢复模块26所具有的功能，可以理解的是，除了上述三个模块外，CD补偿模块、频偏补偿模块、第一CD估计模块、第二CD估计
30 模块、第三CD估计模块、第四CD估计模块和频偏获取模块所具有的功能均可

以通过DSP处理器来实现。需要说明的是，除了利用DSP处理器来实现上述模块的功能外，还可以采用其它器件来实现上述模块的功能，本发明不做限定。

下面以双载波偏振复用QAM (Quadrature Amplitude Modulation, 正交幅度调制) 信号的接收装置为例，对本发明方案做进一步的阐述。为后文阐述方便，假设双载波偏振复用QAM信号中的两个载波（载波1，载波2）的中心频率分别为 f_1 和 f_2 。

图2B为接收上述双载波偏振复用QAM信号的接收装置的一种结构图，该接收装置包括：混频器30、PD311、PD312、PD313、PD314、ADC321、ADC322、10 ADC323、ADC324、FFT模块331、FFT模块332、IFFT子模块341、IFFT子模块342、IFFT子模块343、IFFT子模块344和数据恢复模块301。

混频器30接收双载波偏振复用QAM信号和本地光信号，并将双载波偏振复用QAM信号与本地光信号进行混频。其中，本地光信号的中心频率为 $(f_1 + f_2)/2$ 。

15 PD311、PD312、PD313、PD314对混频器30输出的两路对应于X偏振态的光信号和两路对应于Y偏振态的光信号分别进行光电转换，得到对应于X偏振态的I路电信号、对应于X偏振态的Q路电信号、对应于Y偏振态的I路电信号、对应于Y偏振态的Q路电信号。X偏振态和Y偏振态是两相互正交的偏振态，对应于X偏振态的I路电信号和对应于X偏振态的Q路电信号联合起来表征了双载20 波偏振复用QAM信号中X偏振态光信号上的信息，对应于Y偏振态的I路电信号和对应于Y偏振态的Q路电信号联合起来表征了双载波偏振复用QAM信号中Y偏振态光信号上的信息。

ADC321、ADC322、ADC323、ADC324将对应于X偏振态的I路电信号、对应于X偏振态的Q路电信号、对应于Y偏振态的I路电信号、对应于Y偏振态的Q路电信号分别转换成数字信号，得到对应于X偏振态的I路数字信号XI、对应于X偏振态的Q路数字信号XQ、对应于Y偏振态的I路数字信号YI、对应于Y偏振态的Q路数字信号YQ。其中，XI和XQ联合起来以数字信号的形式表征了双载波偏振复用QAM信号中X偏振态光信号上的信息，YI和YQ联合起来以数字信号的形式表征了双载波偏振复用QAM信号中Y偏振态光信号上的信息。

30 FFT模块331对表征双载波偏振复用QAM信号中X偏振态光信号上的信息

的数字信号进行 $2M$ 点的FFT处理，得到频点个数为 $2M$ 点的频域信号，称之为对应于X偏振态的频域信号，其频谱形状如图2A所示；FFT模块332对表征双载波偏振复用QAM信号中Y偏振态光信号上的信息的数字信号进行 $2M$ 点的FFT处理，得到频点个数为 $2M$ 点的频域信号，称之为对应于Y偏振态的频域信号，其频谱形状和对应于X偏振态的频域信号的频谱形状类似。图2A中前 M 个频点所代表的频域信号对应于X偏振态的载波1，后 M 个频点所代表的频域信号对应于X偏振态的载波2。

IFFT子模块341和342分别进行 M 点的IFFT处理，为不一般性，假设IFFT子模块341对X偏振态的载波1所对应的频域信号（如：图2A中前 M 个频点所代表的频域信号）进行 M 点的IFFT处理，IFFT子模块342对X偏振态的载波2所对应的频域信号（如：图2A中后 M 个频点多所代表的频域信号）进行 M 点的IFFT处理。IFFT子模块341输出的是X偏振态的载波1所对应的时域信号，IFFT子模块342输出的是X偏振态的载波2所对应的时域信号。需要说明的是，各个载波对应的频点数目由各个载波各自所对应的频带所决定的，各个载波各自所对应的频点数目并不一定都相等。

IFFT子模块343和344分别进行 M 点的IFFT处理，为不一般性，假设IFFT子模块343对Y偏振态的载波1所对应的频域信号进行 M 点的IFFT处理，IFFT子模块344对Y偏振态的载波2所对应的频域信号进行 M 点的IFFT处理。IFFT子模块343输出的是Y偏振态的载波1所对应的时域信号，IFFT子模块344输出的是Y偏振态的载波2所对应的时域信号。

然后，数据恢复模块301对X偏振态的载波1所对应的时域信号、X偏振态的载波2所对应的时域信号、Y偏振态的载波1所对应的时域信号、Y偏振态的载波2所对应的时域信号进行数据恢复，得到载波1上承载的数据和载波2上承载的数据。

在本实施例中，数据恢复模块301具体可以包括：CD补偿模块351、CD补偿模块352、时钟恢复模块361、时钟恢复模块362、PMD补偿模块371、PMD补偿模块372、载波同步模块381、载波同步模块382、判决模块391、和判决模块392。

CD补偿模块351，用于对X偏振态的载波1所对应的时域信号、X偏振态的载波2所对应的时域信号进行CD补偿。CD补偿模块352，用于对Y偏振态的载

波1所对应的时域信号、Y偏振态的载波2所对应的时域信号进行CD补偿。

时钟恢复模块361，用于对经过CD补偿后的X偏振态的载波1所对应的时域信号、经过CD补偿后的X偏振态的载波2所对应的时域信号进行时钟定时同步处理，输出的信号称之为X1、X2，其中，X1对应于X偏振态的载波1、X2对应于X偏振态的载波2。时钟恢复模块362，用于对经过CD补偿后的Y偏振态的载波1所对应的时域信号、经过CD补偿后的Y偏振态的载波2所对应的时域信号进行时钟定时同步处理，输出的信号称之为Y1、Y2，其中，Y1对应于Y偏振态的载波1、Y2对应于Y偏振态的载波2。

PMD补偿模块371接收时钟恢复模块361输出的X1和时钟恢复模块362输出的Y1，对X1和Y1进行PMD补偿。PMD补偿模块模块372接收时钟恢复模块361输出的X2和时钟恢复模块362输出的Y2，对X2和Y2进行PMD补偿。

载波同步模块381对经过PMD补偿后的X偏振态的载波1所对应的时域信号、经过PMD补偿后的Y偏振态的载波1所对应的时域信号进行载波同步处理。载波同步模块382对经过PMD补偿后的X偏振态的载波2所对应的时域信号、经过PMD补偿后的Y偏振态的载波2所对应的时域信号进行载波同步处理。

判决模块391对载波同步模块381输出的信号进行判决，得到载波1上所承载的数据。判决模块392对载波同步模块382输出的信号进行判决，得到载波2上所承载的数据。

在本实施例中，FFT模块331、FFT模块332、IFFT子模块341、IFFT子模块342、IFFT子模块343、IFFT子模块344和数据恢复模块301均可以在DSP处理器300内实现。可以理解的是，该DSP处理器300是本实施例提供的接收装置的一部分。

图2C为接收双载波偏振复用QAM信号的接收装置的另一种结构图，该接收装置包括：混频器40、PD411、PD412、PD413、PD414、ADC421、ADC422、ADC423、ADC424、FFT模块431、FFT模块432、CD补偿模块441、CD补偿模块442、IFFT子模块451、IFFT子模块452、IFFT子模块453、IFFT子模块454和数据恢复模块401。其中，数据恢复模块401具体可以包括：时钟恢复模块461、时钟恢复模块462、PMD补偿模块471、PMD补偿模块472、载波同步模块481、载波同步模块482、判决模块491、和判决模块492。图2C所示结构的接收装置和图2B所示结构的接收装置的区别在于：CD补偿模块所处的位置不同，图2C

所示结构的接收装置中，CD补偿模块441位于两个IFFT子模块（451、452）之前，对FFT模块431输出的频域信号进行CD补偿；CD补偿模块442位于两个IFFT子模块（453、454）之前，对FFT模块432输出的频域信号进行CD补偿。除了上述区别外，图2C所示结构的接收装置中的其它模块分别与图2B所示结构的
5 接收装置中的相应模块相同，此处不再赘述。FFT模块431、FFT模块432、CD补偿模块441、CD补偿模块442、IFFT子模块451、IFFT子模块452、IFFT子模块453、IFFT子模块454和数据恢复模块401均可以在DSP处理器400内实现。

可以理解的是，该DSP处理器400是本实施例提供的接收装置的一部分

在一实施例中，图2B所示结构的接收装置中的DSP处理器300可以替换成
10 图3A所示结构的DSP处理器。图3A所示结构的DSP处理器与图2B所示结构中的DSP处理器300的区别在于多了频偏补偿模块511、频偏补偿模块512和频偏获取模块513，其它模块均与图2B所示结构中的DSP处理器300中的相应模块相同。在本实施例中，频偏获取模块513分别从载波同步模块381处获取载波1所对应的频偏 $\Delta\omega_1$ ，从载波同步模块382处获取载波2所对应的频偏 $\Delta\omega_2$ ，并计算
15 得到一个频偏补偿值 $(\Delta\omega_1 + \Delta\omega_2)/2$ ，然后将该频偏补偿值提供给频偏补偿模块511和频偏补偿模块512。频偏补偿模块511在数字信号输入到FFT模块331之前，基于上述频偏补偿值对该数字信号进行频偏补偿。频偏补偿模块512在数字信号输入到FFT模块332之前，基于上述频偏补偿值对该数字信号进行频偏补偿。在另一实施例中，图3A所示结构的DSP处理器可以替换成图3B所示
20 结构的DSP处理器。图3B所示结构DSP处理器与图3A所示结构的DSP处理器的区别仅在于频偏补偿模块511和频偏补偿模块512所处的位置不同，在图3B所示结构的DSP处理器中，频偏补偿模块511位于IFFT子模块（341、342）之前，对FFT模块331输出的频域信号进行频偏补偿，频偏补偿模块512位于IFFT子模块（343、344）之前，对FFT模块332输出的频域信号进行频偏补偿。

25 在一实施例中，图2C所示结构的接收装置中的DSP处理器400可以替换成图4A所示结构的DSP处理器。图4A所示结构的DSP处理器与图2C所示结构中的DSP处理器400的区别在于：图4A所示结构的DSP处理中还包括了CD估计模块514，基于载波1所对应的时域信号或者载波2所对应的时域信号进行CD值的估计，然后将估计得到的CD值提供给CD补偿模块441和CD补偿模块442。为
30 不失一般性，假设CD估计模块是基于载波1所对应的时域信号进行CD值的估

计，即基于X1和Y1估计CD值。在另一实施例中，图4A所示结构的DSP处理器可以替换成图4B所示结构的DSP处理器。图4B所示结构的DSP处理器与图4A所示结构的处理器的区别在于：图4B所示结构的DSP处理器包含两个CD估计模块（514，515），分别基于载波1对应的时域信号估计载波1对应的CD值，
5 基于载波2对应的时域信号估计载波2对应的CD值，CD估计模块514将其估计得到的载波1对应的CD值提供给CD补偿模块441和CD补偿模块442，CD估计模块515将其估计得到的载波2所对应的CD值提供给CD补偿模块441和CD补偿模块442。在另一实施例中，用一个CD补偿模块取代图4B中的CD补偿模块441和CD补偿模块442，该CD补偿模块分别基于载波1对应的时域信号计算载波1
10 对应的CD值，基于载波2对应的时域信号估计载波2对应的CD值。在又一实施例中，可以采用一个CD模块基于载波1的信号和载波2的信号联合估计出一个CD值，然后将该联合估计出的CD值作为对载波1和载波2进行CD补偿的基础。
在一实施例中，图4A所示结构的DSP处理器与可以替换成图4C所示结构的DSP处理器。图4C所示结构的DSP处理器与图4A所示结构的处理器的区别在于：
15 CD估计模块514是从FFT模块431和432输出的频域信号中抽取部分频域信号进行CD估计，CD估计模块514基于FFT模块431输出的频域信号中对应于载波1的频域信号和FFT模块432输出的频域信号中对应于载波1的频域信号，估计出载波1所对应的CD值。在一实施例中，CD估计模块可以分别基于载波1对应的所有频域信号和载波2对应的所有频域信号，估算出载波1对应的CD值和载波2
20 所对应的CD值。在又一实施例中，CD估计模块可以基于载波1对应的所有频域信号和载波2对应的所有频域信号，联合估计出一个CD值，将该CD值同时视为载波1所对应的CD值和载波2所对应的CD值。

在图4A、图4B和图4C所示结构的DSP处理器中，CD补偿模块是位于FFT模块之后，对要输入到IFFT子模块的频域信号进行CD补偿，但是可以理解的是，CD补偿模块也可以对各个载波所对应的时域信号进行CD补偿，即CD补偿模块可以位于IFFT模块之后，也可以位于时钟恢复模块之后，本发明不做具体的限定。

前文实施例描述的多载波光信号的接收装置均包括了CD补偿模块和PMD补偿模块，可以理解的是，CD补偿模块和PMD模块并不是必须的。例如，在
30 各个载波所对应的CD很小或者说对系统性能影响很小的情况下，接收装置就

可以不需要CD补偿模块。又例如，如果多载波光信号不是偏振复用的光信号，或者各个载波所对应的PMD很小，接收装置就可以不需要PMD补偿模块。

当多载波光信号为非偏振复用的多载波光信号时，该多载波光信号的接收装置中的PD、ADC、FFT模块、IFFT子模块均为偏振复用的多载波光信号的
5 接收装置中相应器件数量的一半。

本发明实施例提供的多载波光信号的接收装置，由于通过将多载波光信号与中心频率为多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频，再将混频得到的信号依次进行光电转换和模数转换处理，然后对模数转换得到的数字信号进
10 行FFT处理，将FFT处理得到的信号进行分组并将各组分别进行IFFT处理，从而实现载波分离，最后基于各个载波对应的时域信号恢复出承载在各个载波上的数据。由上可以看出，本发明实施例提供的多载波光信号接收装置，只需要一套相干接收装置，故该接收装置成本低，功耗小，实现简单，而且模数转换之后的所有处理都可以在一个器件（如：DSP）内完成，有利于各个载波共享
15 和交互信道信息和参数，降低了多载波光信号的接收复杂度，且利于接收装置的性能优化。

相对于前文描述的多载波光信号的接收装置，本发明实施例还提供一种多载波光信号的接收方法，其流程如图5所示，该方法包括：

20 步骤S1、将多载波光信号与中心频率为所述多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频。在本发明中，载波数目为两个的双载波光信号也是本发明所说的多载波光信号，多载波光信号中的各个载波所对应的调制方式可以是不同的。

为描述方便，用“N载波光信号”作为“多载波光信号”的替代描述，其中， $N \geq 2$ 。 N 载波光信号中的 N 个载波的中心频率分别为 f_1, f_2, \dots, f_N ， N 载波光信号的中心频率 f_{S0} 为 $(f_1 + f_2 + \dots + f_N)/N$ 。在本发明实施例中，本地光信号的中心频率 f_0 具体为 N 载波光信号的中心频率 f_{S0} 。但是，在一些实际应用中，可能采用的本地光信号的中心频率 f_0 与 f_{S0} 不完全相等，其与 f_{S0} 有稍许偏移，或者在 f_{S0} 的附近变化，可以理解的是，采用中心频率为上述情形的本地光信号
30 也能实现本发明，因此，当本地光信号的中心频率与 f_{S0} 有稍许偏移，或者在 f_{S0}

的附近变化，也都应该将本地光信号的中心频率视为是N载波光信号的中心频率。

步骤S2、对混频得到的光信号相继进行光电转换和模数转换，得到数字信号。在具体实现中，可以采用PD和ADC来对混频得到的光信号相继进行光电转换和模数转换。
5

步骤S3、对所述数字信号进行FFT处理，得到频域信号。多载波光信号的各个载波都各自占用了一段频带，FFT处理之前的信号是多载波光信号的时域表征形式，FFT处理得到的频域信号是多载波光信号的频域表征形式，频域信号是由离散的频率点所组成，每个载波所占用的一段频带对应了频域信号中的一部分频率点，故频域信号中的频点与多载波光信号中的各个载波各自所对应的频带存在着固有的对应关系。
10

步骤S4、根据所述多载波光信号中各个载波各自所对应的频带，将所述频域信号进行分组；将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各个载波各自所对应的时域信号。在本步骤中，可以基于各个载波各自所对应的频带，
15 对频域信号进行分组，分组的方法是：将频域信号中对应于某一载波所占用频带的所有频点作为一组。然后，对于分组得到的各组频域信号分别单独进行IFFT处理，得到N个载波各自所对应的时域信号，即实现了载波分离。

步骤S5：对所述各个载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，得到所述各个载波上所承载的数据。
20

在一实施例中，步骤S5具体可以包括：

对所述各个载波各自所对应的时域信号分别依次进行时钟定时同步、载波同步和判决。其中判决得到的数据就是承载在各个载波上的数据。

进一步地，步骤S5还可以进一步包括PMD补偿处理，具体为：在载波同步处理之前，对需要进行载波同步处理的各个载波各自所对应的时域信号先进
25 行PMD补偿，然后将经过PMD补偿后的各个载波各自所对应的信号作为载波同步处理的输入。

在另一实施例中，本发明实施例提供的接收方法，还可以进一步包括：

在所述将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各个载波各自所对应的时域信号之前，对所述频域信号进行色度色散CD补偿。可以依据预
30 设的CD补偿值，对所述频域信号进行CD补偿，也可以根据对接收的多载波光

信号进行CD值监测得到的CD值进行CD补偿。在一具体的实施例中，后一种CD补偿方式具体可以包括：基于任意一个载波对应的时域信号进行CD值估计，根据估计得到的CD值对所述频域信号进行CD补偿；或者，基于所述各个载波中的至少两个载波所对应的时域信号联合估计出一个CD值，根据所述联合估计出的CD值对所述频域信号进行CD补偿；或者，基于每个载波所对应的时域信号进行CD值估计，得到每个载波所对应的CD值，根据各个载波所对应的CD值，对所述时域信号进行CD补偿；或者，基于所述频域信号估计任意一个载波所对应的CD值，根据估计得到的CD值对所述频域信号进行CD补偿；或者，基于所述频域信号估计各个载波所对应的CD值，根据估计得到的所述各个载波所对应的CD值对所述频域信号进行CD补偿。

在又一实施例中，本发明实施例提供的接收方法，还可以包括：

在将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各个载波各自所对应的时域信号，得到各个载波各自所对应的时域信号之后，对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿。对所述频域信号进行CD补偿，也可以根据对15接收的多载波光信号进行CD值监测得到的CD值进行CD补偿。在一具体的实施例中，后一种CD补偿方式具体可以包括：基于任意一个载波对应的时域信号进行CD值估计，根据估计得到的CD值对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿；或者，基于所述各个载波中的至少两路载波所对应的时域信号联合估计出一个CD值，根据所述联合估计出的CD值对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿；或者，基于每个载波所对应的时域信号进行CD值估计，得到每个载波所对应的CD值，根据各个载波所对应的CD值，对相应载波所对应的时域信号进行CD补偿；或者，基于所述频域信号估计其中一个载波所对应的CD值，根据估计得到的CD值对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿；或者，基于所述频域信号估计各个载波所对应的CD值；根据20每个载波所对应的CD值，对该载波所对应的时域信号进行CD补偿。

在另一实施例中，本发明实施例提供的接收方法，还可以进一步包括：

在所述对所述数字信号进行FFT处理，得到频域信号之前，基于所述载波同步处理时获取到的各载波频偏估计值，对所述数字信号进行频偏补偿；或者，
在将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各个载波各自所对应的时域信号之前，基于所述载波同步处理时获取到的各个载波所对应的频偏30

估计值，对所述频域信号进行频偏补偿。

本发明实施例提供的多载波光信号的接收方法，由于通过将多载波光信号与中心频率为多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频，再将混频得到的信号依次进行光电转换和模数转换处理，然后对模数转换得到的数字信号进行FFT处理，将FFT处理得到的信号进行分组并将各组分别进行IFFT处理，从而实现载波分离，最后基于各个载波对应的时域信号恢复出承载各个载波上的数据。由上可以看出，本发明实施例提供的多载波光信号的接收方法，在实现时只需要一套相干接收装置，故该接收方法的实现成本低，且简单，而且模数转换之后的所有处理都可以在一个器件（如：DSP处理器）内完成，有利于各个载波共享和交互信道信息和参数，降低了多载波光信号的接收复杂度。

本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通过程序来指令相关的硬件来完成，该程序可以存储于一计算机可读存储介质中，存储介质可以包括：只读存储器、随机存储器、磁盘或光盘等。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

权利要求

1、一种多载波光信号的接收方法，其特征在于，所述方法包括：

将多载波光信号与中心频率为所述多载波光信号的中心频率的本地光信号进行混频；

5 对混频得到的光信号相继进行光电转换和模数转换，得到数字信号；

对所述数字信号进行快速傅立叶变换FFT，得到频域信号；

根据所述多载波光信号中各个载波各自所对应的频带，将所述频域信号进行分组；将分组得到的各组频域信号分别进行快速傅立叶反变换IFFT，得到各个载波各自所对应的时域信号；

10 对所述各个载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，得到所述各个载波上所承载的数据。

2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对所述各载波各自所对应的时域信号进行数据恢复包括：

对所述各个载波各自所对应的时域信号分别依次进行时钟定时同步、载波
15 同步和判决处理。

3、如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述对所述各载波各自所对应的时域信号进行数据恢复还进一步包括：在所述载波同步处理之前，对需要进行载波同步处理的各个载波各自所对应的时域信号先进行偏振膜色散补偿，偏振膜色散补偿处理后的信号作为所述载波同步处理的输入。

20 4、如权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述方法还进一步包括：

在所述将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT，得到各个载波各自所对应的时域信号之前，对所述频域信号进行色度色散CD补偿。

5、如权利要求4所述的方法，其特征在于，所述对所述频域信号进行CD
补偿具体包括：

25 基于任意一个载波对应的时域信号进行CD值估计，根据估计得到的CD值对所述频域信号进行CD补偿；或者，

基于至少两个载波所对应的时域信号联合估计出一个CD值，根据所述联合估计出的CD值对所述频域信号进行CD补偿；或者

30 基于每个载波所对应的时域信号进行CD值估计，得到每个载波所对应的CD值；根据各个载波所对应的CD值，对所述时域信号进行CD补偿；或者，

基于快速傅立叶变换得到的所述频域信号估计任意一个载波所对应的CD值，根据估计得到的CD值对所述频域信号进行CD补偿；或者，

基于快速傅立叶变换得到的所述频域信号估计各个载波所对应的CD值，根据估计得到的所述各个载波所对应的CD值对所述频域信号进行CD补偿。

5 6、如权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述方法还进一步包括：在将分组得到的各组频域信号分别进行快速傅立叶反变换IFFT，得到各个载波各自所对应的时域信号，得到各个载波各自所对应的时域信号之后，所述方法还进一步包括：对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿。

10 7、如权利要求6所述的方法，其特征在于，所述对所述各载波各自对应的时域信号进行CD补偿包括：

基于任意一个载波对应的时域信号进行CD值估计，根据估计得到的CD值对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿；或者，

基于至少两个载波所对应的时域信号联合估计出一个CD值，根据所述联合估计出的CD值对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿；或者，

15 15 基于每个载波所对应的时域信号进行CD值估计，得到每个载波所对应的CD值；根据每个载波所对应的CD值，对该载波所对应的时域信号进行CD补偿；或者，

基于快速傅立叶变换得到的所述频域信号估计其中一个载波所对应的CD值，根据估计得到的CD值对所述各个载波各自对应的时域信号进行CD补偿；
20 或者，

基于快速傅立叶变换得到的所述频域信号估计各个载波所对应的CD值；根据每个载波所对应的CD值，对该载波所对应的时域信号进行CD补偿。

8、如权利要求2到7任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还进一步包括：

25 在所述对所述数字信号进行快速傅立叶变换FFT，得到频域信号之前，基于所述载波同步处理时获取到的各载波所对应的频偏估计值，对所述数字信号进行频偏补偿。

9、如权利要求2到7任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还进一步包括：

30 在将分组得到的各组频域信号分别进行快速傅立叶反变换IFFT，得到各载

波各自所对应的时域信号之前，基于所述载波同步处理时获取到的各个载波所对应的频偏估计值，对所述频域信号进行频偏补偿。

10、一种多载波光信号的接收装置，其特征在于，所述装置包括：

混频器，用于接收多载波光信号和中心频率为所述多载波光信号的中心频

5 率的本地光信号，并将所述多载波光信号与所述本地光信号进行混频；

光电转换模块，用于对所述混频器输出的光信号进行光电转换，得到电信号；

模数转换模块，用于对所述电信号进行模数转换，得到数字信号；

快速傅立叶变换FFT模块，用于对所述数字信号进行FFT处理，得到频域

10 信号；

快速傅立叶反变换IFFT模块，用于根据所述多载波光信号中的各个载波各自所对应的频带，将所述频域信号进行分组，将分组得到的各组频域信号分别进行IFFT处理，得到各个载波各自所对应的时域信号；

数据恢复模块，用于对所述各个载波各自所对应的时域信号进行数据恢复，

15 得到所述各个载波上所承载的数据。

11、如权利要求10所述的装置，其特征在于，所述数据恢复模块包括：

时钟恢复模块，用于对所述各个载波各自所对应的时域信号进行时钟定时同步处理；

20 载波同步模块，用于对经过时钟定时同步处理后的各个载波各自所对应的时域信号进行载波同步处理；

判决模块，用于对经过载波同步处理后的各个载波各自所对应的时域信号进行判决，得到各个载波上所承载的数据。

12、如权利要求11所述的装置，其特征在于，所述装置还进一步包括色度色散CD补偿模块；

25 所述CD补偿模块，用于在对所述FFT模块输出的所述频域信号输入到IFFT模块之前，对所述频域信号进行CD补偿；或者，

所述CD补偿模块，用于对所述IFFT模块输出的各个载波各自所对应的时域信号进行CD补偿。

13、如权利要求12所述的装置，其特征在于，所述装置还进一步包括第一

30 CD估计模块，用于基于任意一个载波所对应的时域信号进行CD值估计，并将

估计得到的所述CD值提供给所述CD补偿模块，以作为所述CD补偿模块进行CD补偿的依据；或者，

5 所述装置还进一步包括第二CD估计模块，用于基于至少两个载波所对应的时域信号联合估计出一个CD值，并将联合估计得到的所述CD值提供所述CD补偿模块，以作为所述CD补偿模块进行CD补偿的依据；或者，

所述装置还进一步包括第三CD估计模块，用于基于每个载波所对应的时域信号进行CD值估计，得到每个载波所对应的CD值，将各个载波所对应的CD值提供给所述CD补偿模块，以作为所述CD补偿模块进行CD补偿的依据；或者，

10 所述装置还进一步包括第四CD估计模块，用于基于所述FFT模块输出的频域信号估计任意一个载波所对应的CD值，将估计得到的所述CD值提供给所述CD补偿模块，以作为所述CD补偿模块进行CD补偿的依据；

15 所述装置还进一步包括第五CD估计模块，用于基于所述FFT模块输出的频域信号估计各个载波所对应的CD值，将估计得到的各个载波所对应的CD值提供给所述CD补偿模块，以作为所述CD补偿模块进行CD补偿的依据。

14、如权利要求11到13任一项所述的装置，其特征在于，所述数据恢复模块还进一步包括偏振膜色散补偿模块，用于在所述经过时钟定时同步处理后的各载波各自所对应的时域信号输入到所述载波同步模块之前，对所述经过时钟定时同步处理后的各载波各自所对应的时域信号进行偏振膜色散补偿。

20 15、如权利要求11到14任一项所述的方法，其特征在于，所述装置还进一步包括频偏获取模块和频偏补偿模块；

所述频偏获取模块，用于获取所述载波同步模块进行载波同步处理时得到的各个载波所对应的频偏值，基于获取得到的各个载波所对应的频偏值，计算出一个频偏补偿值并提供给所述频偏补偿模块；

25 所述频偏补偿模块，用于在所述数字信号输入到FFT模块之前，基于所述频偏补偿值对所述数字信号进行频偏补偿；或者，

所述频偏补偿模块，用于在所述频域信号输入到所述IFFT模块之前，基于所述频偏补偿值对所述频域信号进行频偏补偿。

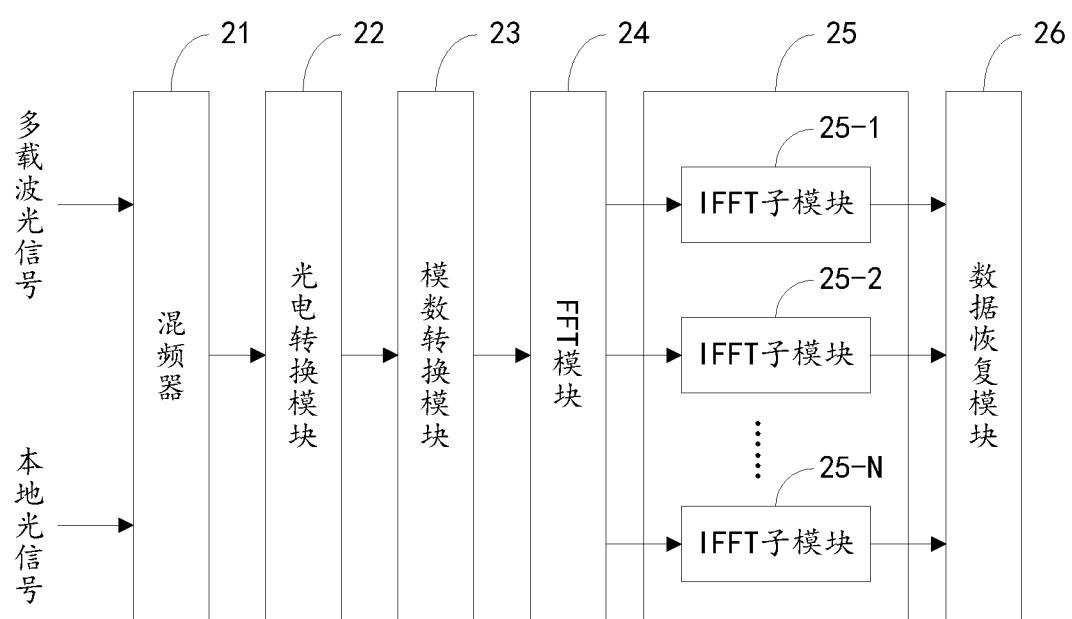


图1

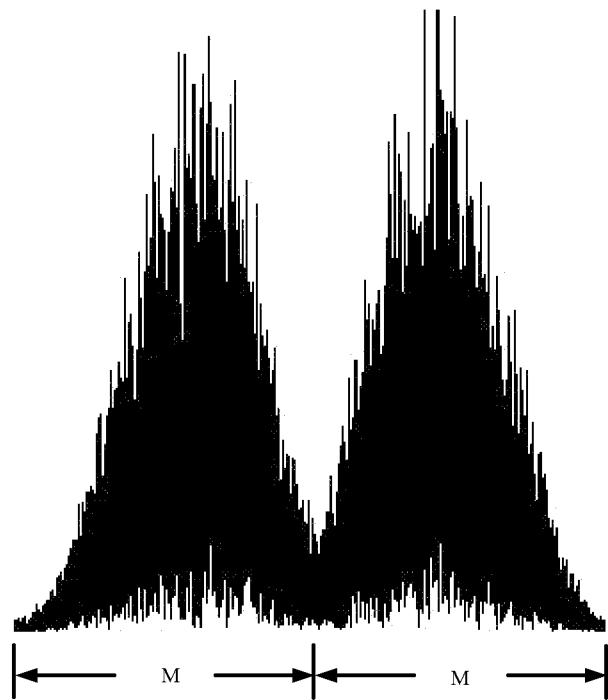


图2A

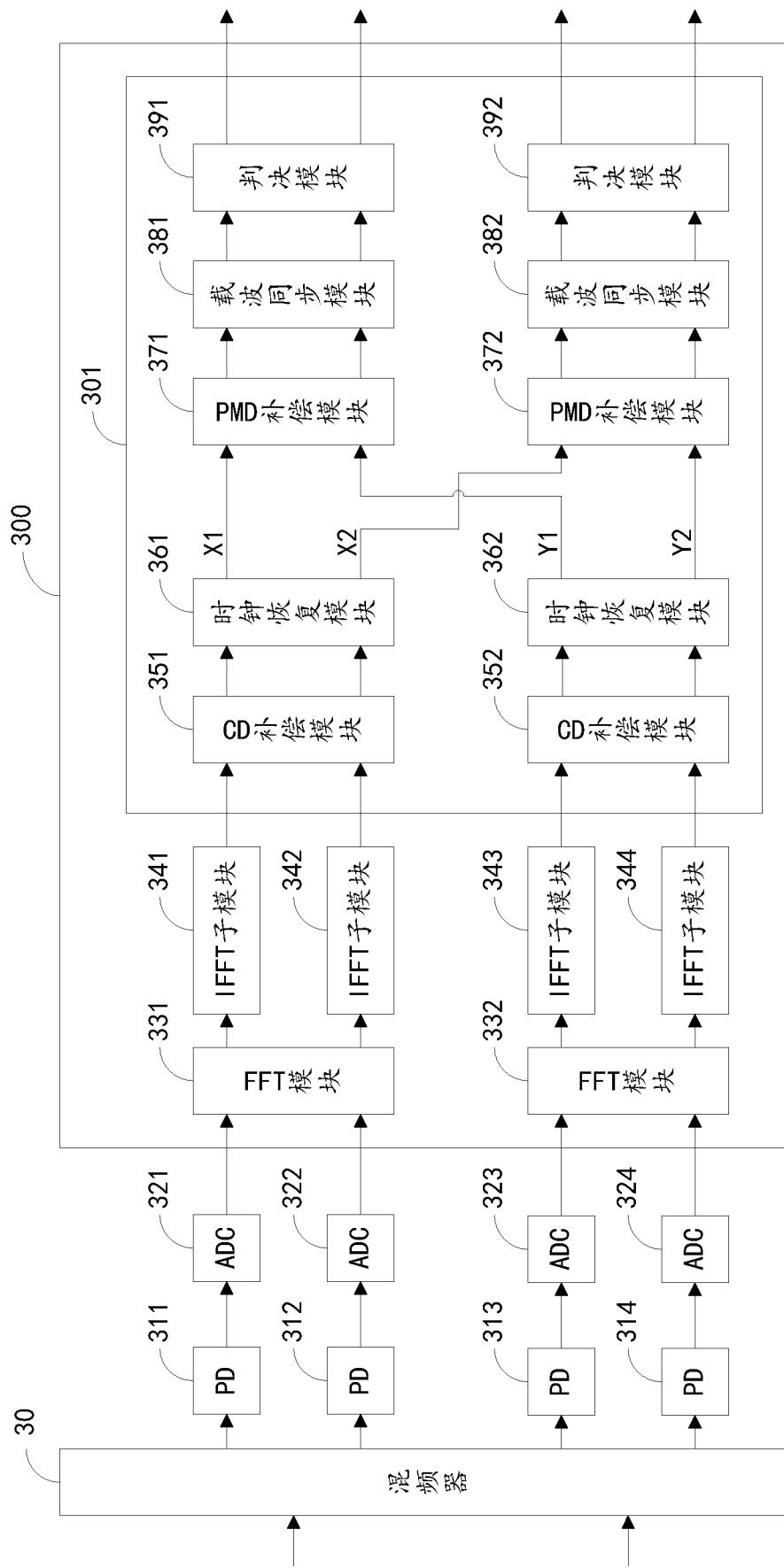


图2B

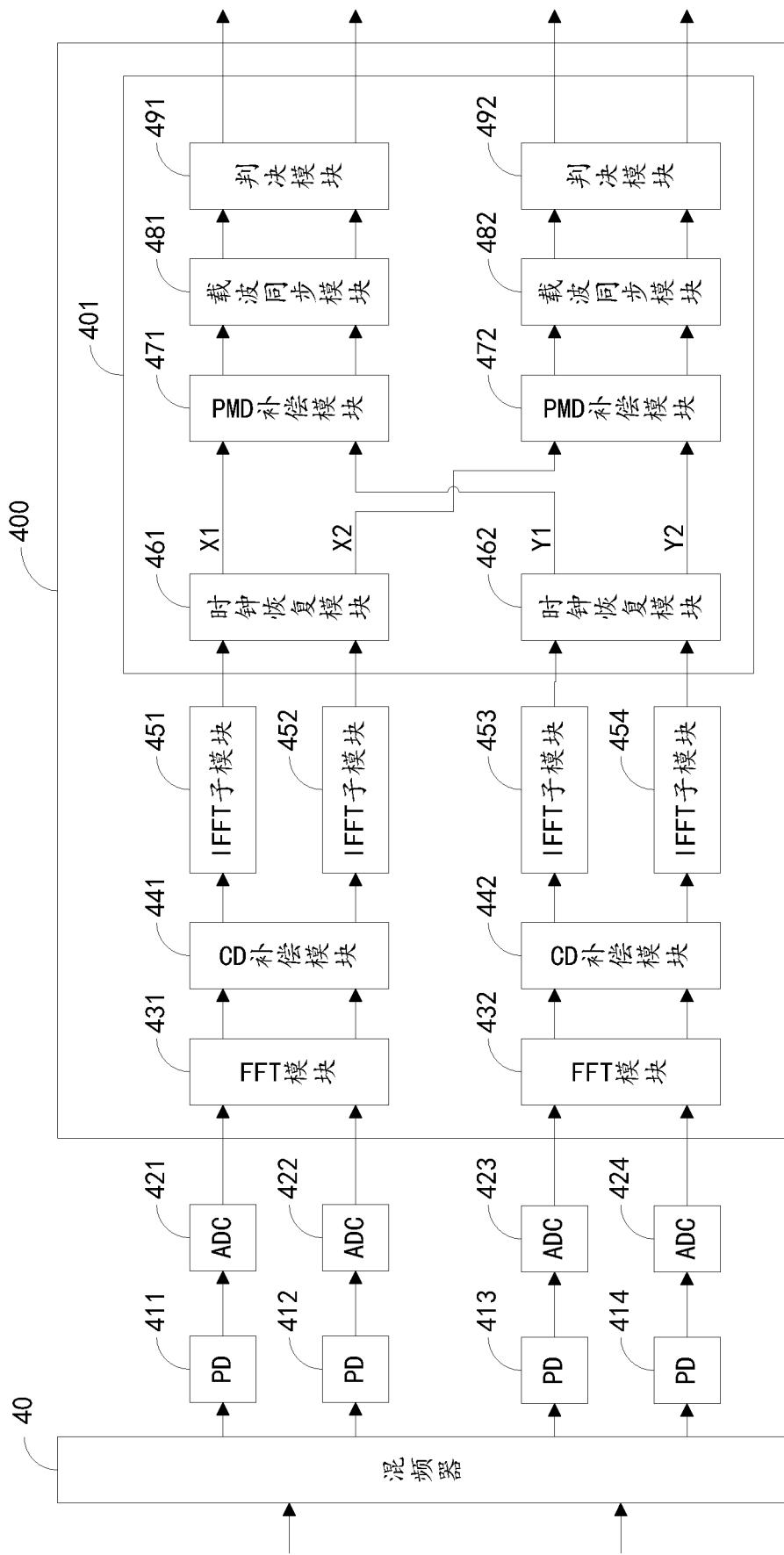


图2C

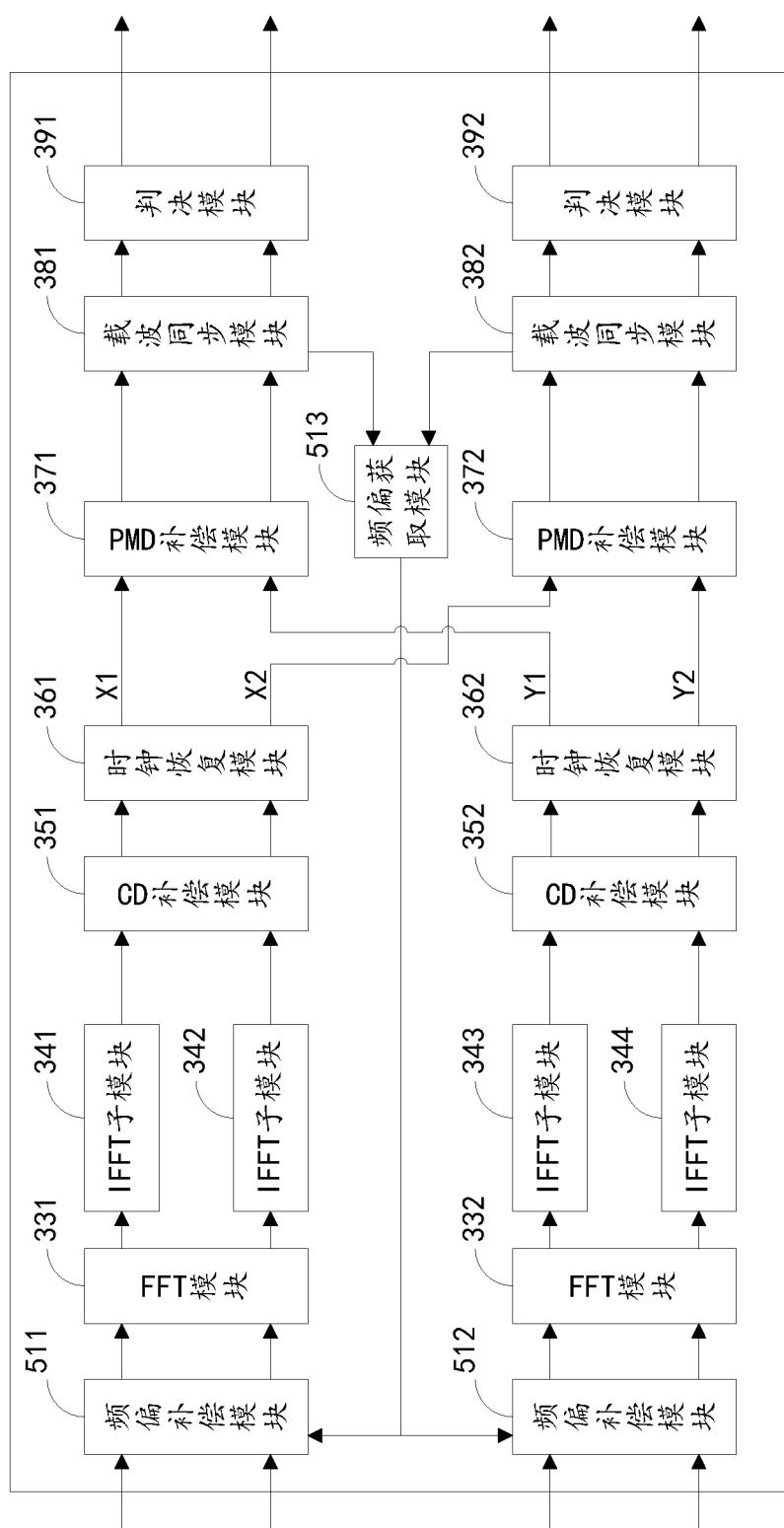


图3A

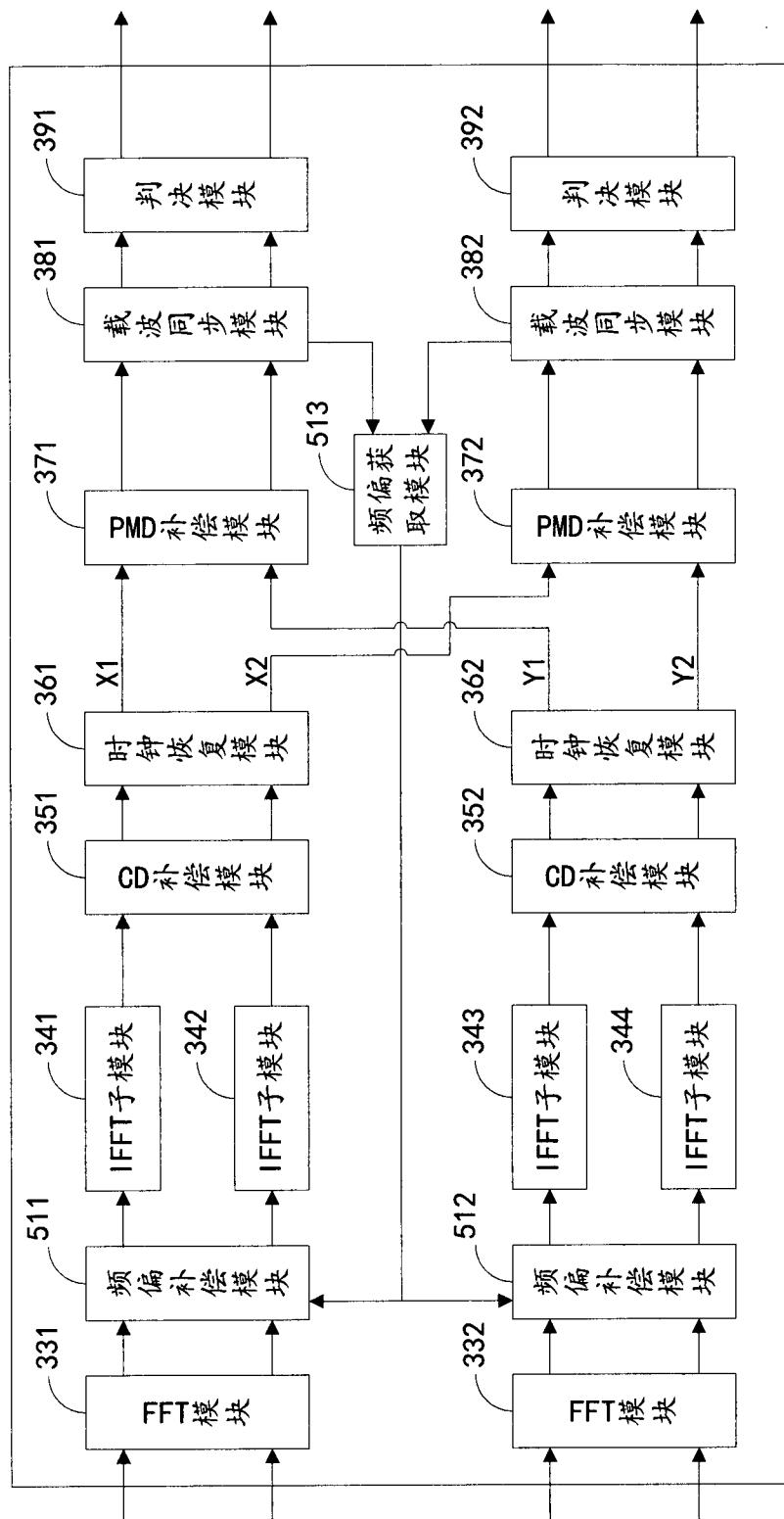
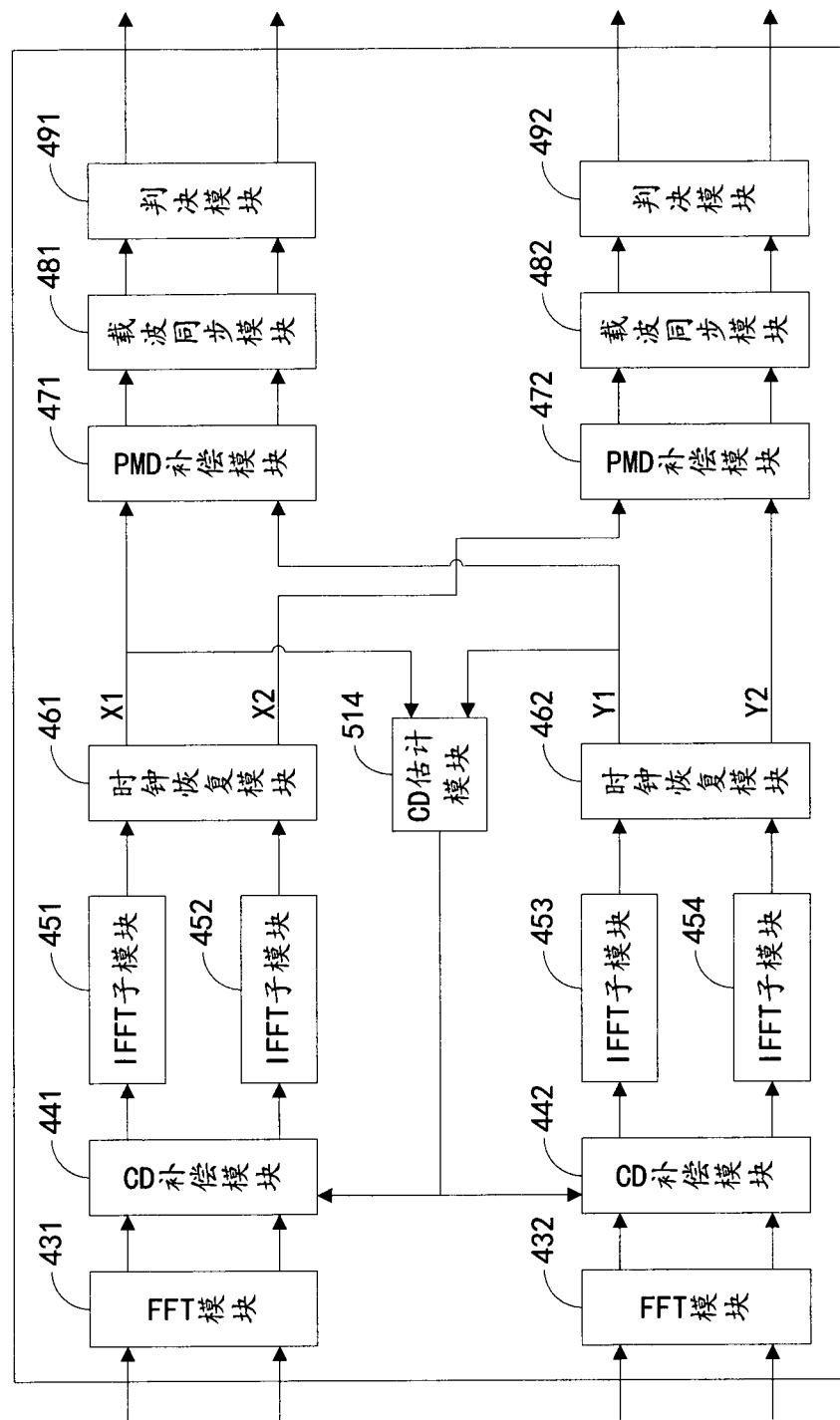


图3B



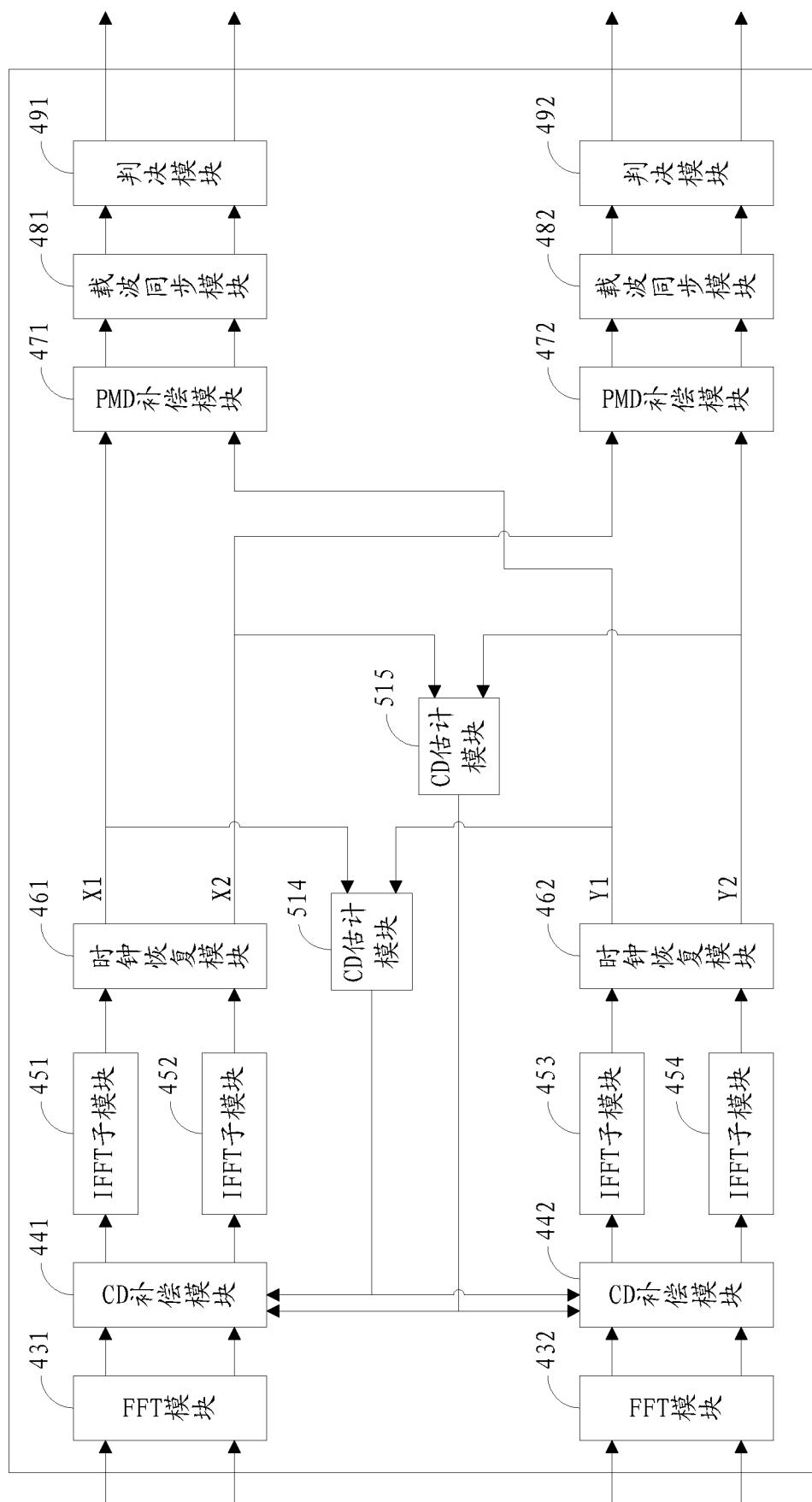
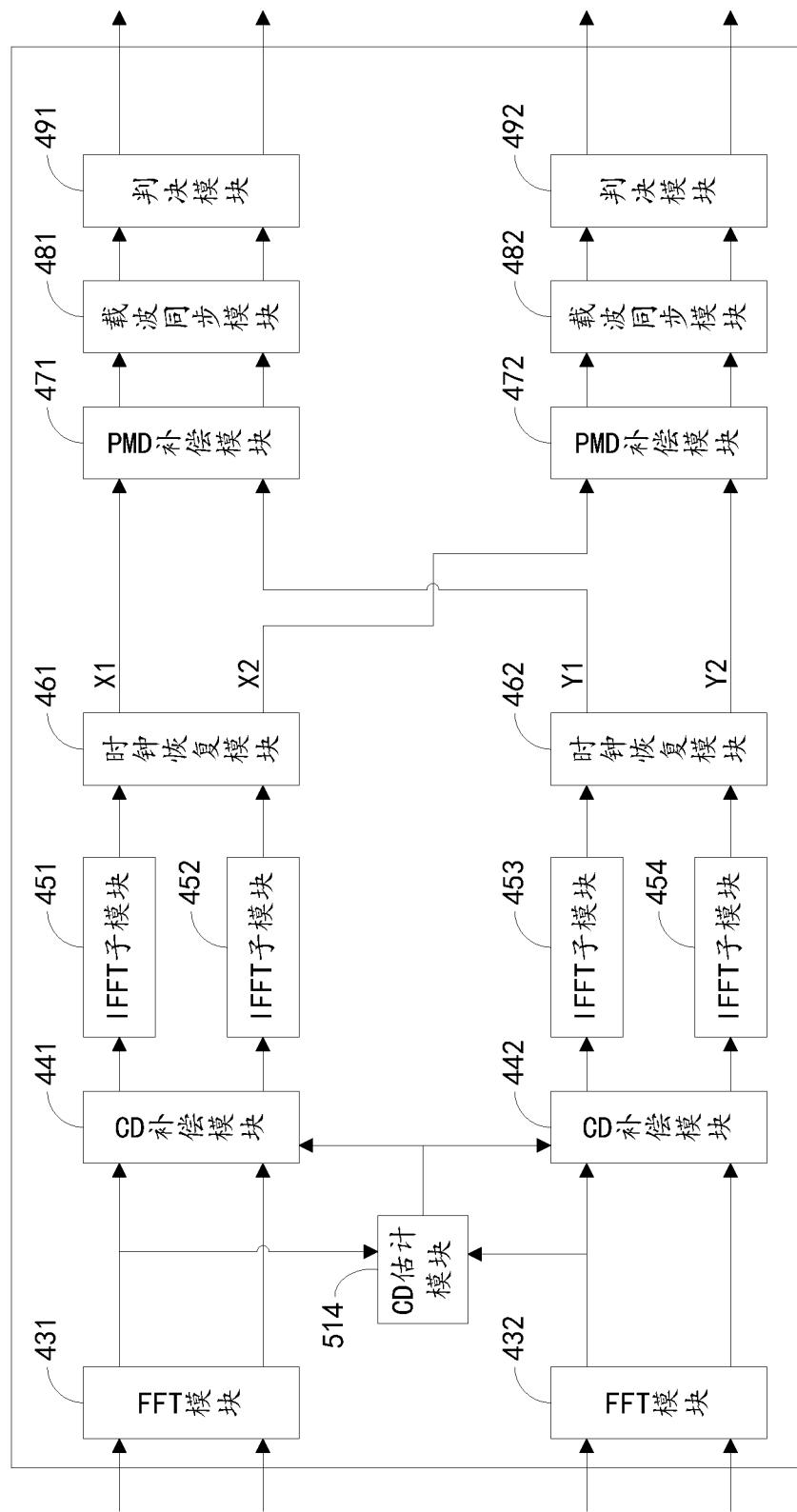


图4B



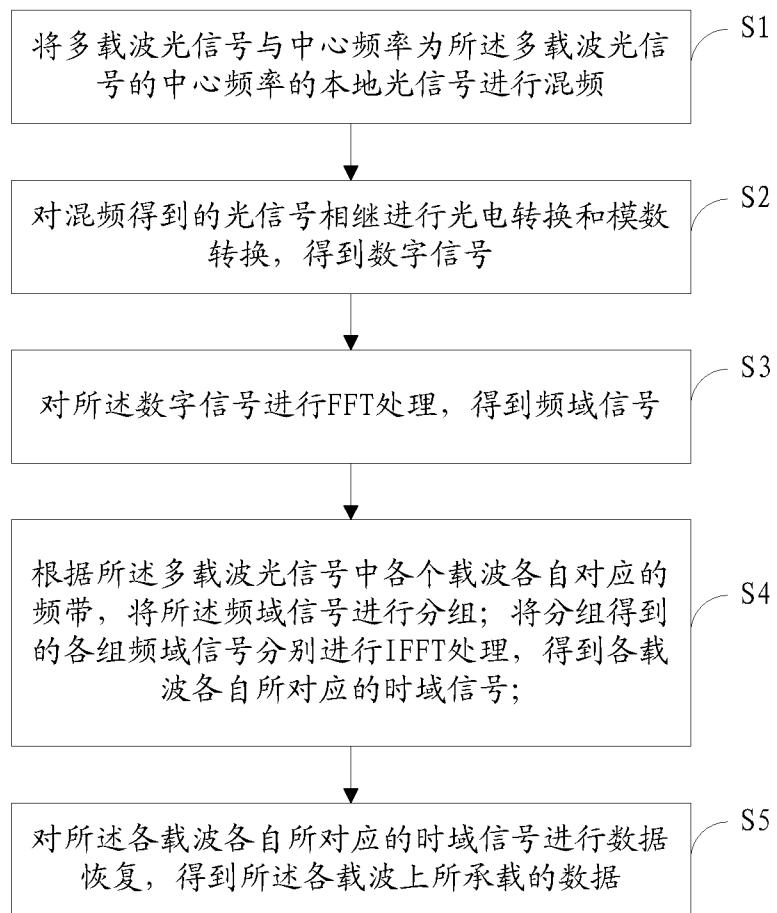


图5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/077609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 14/02 (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)

IPC: H04L, H04J, H04B

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, CNTXT: multi-carrier, group, FFT, mixing, multiple, IFFT, photoelectricity, modulus, coherence, center frequency, chromatic dispersion, compensation, polarization mode dispersion

VEN: multi+ w carrier?, fft, ifft, group+, mix+, chromatic dispersion, polarization mode dispersion

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101478525 A (BEIJING T3G TECHNOLOGY CO., LTD.), 08 July 2009 (08.07.2009), description, page 6, paragraph 5, page 7, paragraphs 3-5, and figure 5	1-15
Y	CN 101686096 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 31 March 2010 (31.03.2010), description, page 6, paragraph 1, and figure 5	1-15
A	CN 101110809 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA et al.), 23 January 2008 (23.01.2008), the whole document	1-15
A	KR 20040020510 A (UTSTARCOM KOREA LTD.), 09 March 2004 (09.03.2004), the whole 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

29 February 2012 (29.02.2012)

Date of mailing of the international search report

05 April 2012 (05.04.2012)

Name and mailing address of the ISA/CN:

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

LIU, Jia

Telephone No.: (86-10) 62412046

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/077609

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101478525 A	08.07.2009	WO 2010088809 A1 CN 101478525 B	12.08.2010 30.03.2011
CN 101686096 A	31.03.2010	None	
CN 101110809 A	23.01.2008	JP 2008029009 A	07.02.2008
KR 20040020510 A	09.03.2004	None	

A. 主题的分类

H04J 14/02(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)

IPC: H04L, H04J, H04B

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,CNTXT:多载波, 分组, FFT, 快速傅里叶变换, 快速傅立叶变换, 快速傅利叶变换, 混频, 多个, IFFT, 光电, 模数, 相干, 中心频率, 色度色散, 补偿, 偏振模色散;

VEN: multi+ w carrier?, fft, ifft, group+, mix+, chromatic dispersion, polarization mode dispersion

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
Y	CN101478525A(北京天碁科技有限公司)08. 7月 2009(08. 07. 2009) 说明书第 6 页第 5 段, 第 7 页第 3-5 段, 附图 5	1-15
Y	CN101686096A(华为技术有限公司)31. 3月 2010(31. 03. 2010) 说明书第 6 页第 1 段, 附图 5	1-15
A	CN101110809A(电子科技大学等)23. 1月 2008(23. 01. 2008)全文	1-15
A	KR20040020510A(UTSTARCOM KOREA LTD.)09. 3月 2004(09. 03. 2004) 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 29.2 月 2012(29.02.2012)	国际检索报告邮寄日期 05.4 月 2012 (05.04.2012)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 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 刘佳 电话号码: (86-10) 62412046

国际专利
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/077609

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101478525A	08. 07. 2009	WO2010088809A1 CN101478525B	12.08.2010 30.03.2011
CN101686096A	31. 03. 2010	无	
CN101110809A	23. 01. 2008	JP2008029009A	07.02.2008
KR20040020510A	09. 03. 2004	无	