

# (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  
2009年6月25日 (25.06.2009)

PCT

(10) 国际公布号  
WO 2009/076830 A1

- (51) 国际专利分类号: **H04B 10/02** (2006.01) **TECHNOLOGY** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路1037号, Hubei 430074 (CN)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2008/073206 **(72) 发明人; 及**
- (22) 国际申请日: 2008年11月26日 (26.11.2008) **(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张新亮(ZHANG, Xinliang)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路1037号, Hubei 430074 (CN)。 **魏伦(WEI, Lun)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 **傅炜(FU, Wei)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权: 200710179571.6  
2007年12月14日 (14.12.2007) CN **(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM);** 中国北京市朝阳区北辰西路69号峻峰华亭A座902, Beijing 100029 (CN)。
- (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基地总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 **华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND**
- (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, CN, CO, CR, CU,

[见续页]

(54) **Title:** A RECEIVING EQUIPMENT, METHOD OF DIFFERENTIAL QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING SIGNAL AND AN OBTAINING METHOD

(54) **发明名称:** 差分正交相移键控信号的接收装置及方法、获取方法

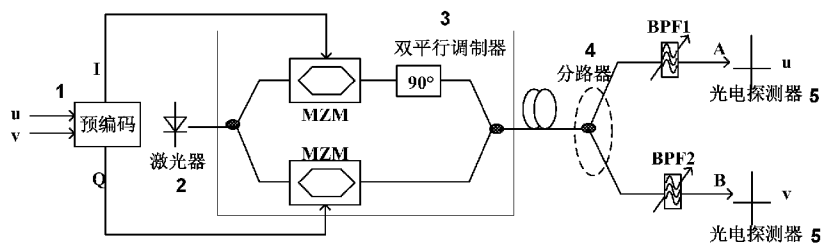


图 2 / Fig 2

- 1 precoding
- 2 laser
- 3 double parallel modulator
- 4 splitter
- 5 photoelectricity detector

(57) **Abstract:** A receiving equipment, method of differential quadrature phase shift keying signal and an obtaining method, the equipment includes: a splitter, which is used for splitting the differential quadrature phase shift keying signal, and obtaining two optical signals; two optical band pass filters, which connects to the splitter, is used for band pass filtering to the two optical signals; there are positive and negative frequency bias between the two optical band pass filters and the central frequency of DQPSK; two photoelectric detectors, which connect to the two optical band pass filters correspondingly, are used for photoelectric conversion to obtain the data signal. The method avoids the problem of poor stabilization and polarization correlation brought by MZI and improves the performance of the optical transmission system by that the optical band pass filter filters and demodulates the DQPSK signal, and then the photoelectric detector performs the photoelectric conversion to resume the data signal.

[见续页]

WO 2009/076830 A1



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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(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, LS, MW, MZ, NA,

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

(57) 摘要:

本发明涉及一种差分正交相移键控信号的接收装置及方法、获取方法, 装置包括分路器, 用于将所述差分正交相移键控信号进行分路, 获得两路光信号; 两个光带通滤波器, 与所述分路器连接, 用于对所述两路光信号分别进行光带通滤波; 所述两个光带通滤波器分别与所述分路器接收到的差分正交相移键控信号的中心频率存在正的频率偏移量和负的频率偏移量; 两个光电探测器, 与所述两个光带通滤波器对应连接, 用于对通过滤波的光信号进行光电转换, 获得数据信号。方法通过光带通滤波器对 DQPSK 信号进行滤波解调, 再通过光电探测器进行光电转换恢复数据信号, 既避免了 MZI 带来的稳定差、偏振相关的问题, 大大提高了光传输系统性能。

## 差分正交相移键控信号的接收装置及方法、获取方法

### 技术领域

本发明涉及移动通信技术领域，尤其是一种差分正交相移键控（DQPSK）  
5 信号的接收装置及接收方法、DQPSK 信号的获取方法。

### 背景技术

在光传输系统中，传输链路众多传输损伤如，色度色散、非线性效应、  
偏振模色散等影响信号传输性能。近几年来，随着光传输系统码型技术的快  
10 速发展，出现了能够有效减弱传输链路损伤影响的新型调制格式，其中，在O  
FC2002年会上见诸于文献的DQPSK，作为一种矢量调制格式，被公认为40Gb/  
s以上速率传输系统最有应用前景的调制格式。研究表明：DQPSK具有非常窄  
的频谱宽度，在10Gbit/s的DWDM系统中可以实现12.5~25GHz的信道间隔；与  
已知的光调制系统例如非归零（NRZ）、二相差分相移键控（DPSK）等调制格  
15 式相比，在相同符号速率条件下，可以维持色散容限不变，而系统容量是NR  
Z、DPSK等调制格式的两倍；由于可以实现恒定包络或近似恒定包络传输，能  
有效抑制各类光纤的非线性效应，如交叉相位调制（XPM），自相位调制（SP  
M）等；具有较长的符号延迟时间，能提高对色散和偏振模色散（PMD）的容限，  
以及频谱效率。

20 现有技术中，如图1所示，DQPSK信号发射端使用预编码模块对两路输入  
数据信号u和v进行预编码，产生两路驱动电信号I和Q。驱动电信号I和Q分别  
驱动双平行MZ调制器上下两支路，通过马赫-曾德调制器（MZM）对输入光载  
波进行实部和虚部的调制，产生实部和虚部信号。虚部信号通过90度相移器  
后，与实部信号合路产生光DQPSK信号。DQPSK信号接收端接收到DQPSK信号后  
25 通过分路器将DQPSK信号分为上下两路光信号，使用两个马赫-曾德干涉仪（M  
ZI）分别解调DQPSK的上下两路光信号，再分别通过两个平衡接收机将光信号

恢复成u和v信号，完成信号的接收、解调。

发明人研究发现，现有技术至少存在以下问题：

DQPSK 信号接收端使用两个MZI、两个平衡接收机对DQPSK信号进行解调，不但解调方式复杂、成本高，而且，MZI稳定性差、偏振相关，大大影响了光传输系统性能；并且随着信号传输速率的提高，对MZI的精度要求也越高，制作MZI的成本也越高。

## 发明内容

本发明实施例提出了一种差分正交相移键控信号的接收装置及方法，可以保证DQPSK信号解调简单的同时，提高光传输系统的性能。

本发明实施例还提出了一种差分正交相移键控信号的获取方法，以使得经过该方法获取的DQPSK信号更易于DQPSK信号接收端的接收处理。

本发明实施例提供了一种差分正交相移键控信号的接收装置，包括：分路器，用于将所述差分正交相移键控信号进行分路，获得两路光信号；两个光带通滤波器，与所述分路器连接，用于对所述两路光信号分别进行光带通滤波；所述两个光带通滤波器分别与所述分路器接收到的差分正交相移键控信号的中心频率存在正的频率偏移量和负的频率偏移量；两个光电探测器，与所述两个光带通滤波器对应连接，用于对通过滤波的光信号进行光电转换，获得数据信号。

本方案通过光带通滤波器对DQPSK信号进行滤波解调，再通过光电探测器进行光电转换恢复数据信号，既避免了MZI带来的稳定差、偏振相关的问题，大大提高了光传输系统性能；同时，在DQPSK信号传输速率越高时，带通滤波器更易于制作，避免了MZI随着信号传输速率提高所带有的高难度制作问题，大大节约了DQPSK信号接收装置的成本。

本发明实施例还提供了一种差分正交相移键控信号的接收方法，包括：将差分正交相移键控信号分路，获得两路光信号；

通过分别与所述差分正交相移键控信号的中心频率存在正的频率偏移量和负的频率偏移量的两个带通滤波器，对所述两路光信号分别进行光带通滤波；

将通过滤波的光信号分别进行光电转换，获得数据信号。

5 本方案通过滤波对 DQPSK 信号进行解调，解决了 MZI 所带来的解调复杂、传输性能差以及成本高的问题，使得 DQPSK 信号的解调在提高传输性能的情况下更易于实现，并大大节约了成本。

本发明实施例提供的解调模块简单，解调模块通过运用可调滤波器解调 DQPSK 信号，实现了解调模块稳定性好、偏振无关；对于更高速率的 DQPSK  
10 信号解调，只需增加光带通滤波器的带宽和偏移量即可，增加带宽使得光带通滤波器的制作更简单，因此，信号传输速率越高，装置制作越简单。

本发明实施例还提供了一种差分正交相移键控信号的获取方法，包括：

根据预编码变换公式

$$I_k = \bar{u} \bar{v} I_{k-1} + \bar{u} \bar{v} \bar{Q}_{k-1} + u \bar{v} I_{k-1} + u \bar{v} \bar{Q}_{k-1} \text{ 或}$$

$$Q_k = \bar{u} \bar{v} \bar{Q}_{k-1} + \bar{u} \bar{v} I_{k-1} + \bar{u} \bar{v} I_{k-1} + u \bar{v} \bar{Q}_{k-1}$$

$$15 \quad I_k = \bar{u} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + \bar{v} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + u I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + \bar{v} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1}$$

$$Q_k = \bar{v} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + u I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + \bar{u} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + \bar{v} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1}$$

对输入数据进行预编码，获得两路驱动信号；

利用所述两路驱动信号分别调制输入的光载波，获得实部和虚部信号；

将所述实部和虚部信号合路，产生差分正交相移键控信号。

本方案通过利用上述预编码方法使得获得 DQPSK 信号相位跳变值和数据  
20 信号的比特信息对应关系，与 DQPSK 信号接收端 DQPSK 信号相位调变值和通过解调得到的光信号的对应关系一致，从而使得 DQPSK 信号接收端对滤波解调得到的光信号进行光电转换后直接得到数据信号，进一步简化了 DQPSK 信号接收端的装置。

下面通过具体实施例并结合附图对本发明做进一步的详细描述。

## 附图说明

图 1 为现有技术的 DQPSK 信号发射端和接收端示意图;

图 2 为本发明差分正交相移键控信号的接收装置实施例一的结构示意图;

图 3 为本发明差分正交相移键控信号的接收方法实施例一的流程图;

图 4A 为本发明差分正交相移键控信号的接收方法实施例一中 DQPSK 通过仿真得到的 BPF1 的输出波形示意图;

图 4B 为本发明差分正交相移键控信号的接收方法实施例一中 DQPSK 通过仿真得到的 BPF2 的输出波形示意图;

图 5 为本发明差分正交相移键控信号的接收装置实施例二的结构示意图;

图 6 为本发明差分正交相移键控信号的接收方法实施例二的流程图。

## 具体实施方式

图 2 为本发明差分正交相移键控信号的接收装置实施例一的结构示意图, 本实施例中, DQPSK 发射端仍然使用现有装置, 只是 90 度相移器设置于产生实部信号的 MZM 之后, 预编码模块使用表 1 中的编码规则对数据信号  $u$ 、 $v$  进行预编码, 产生两路驱动电信号  $I$  和  $Q$ , 分别驱动双平行调制器中的上下两支路 MZM, 对激光器发出的输入光载波进行实部和虚部的调制, 产生实部信号和虚部信号, 并合路生成 DQPSK 信号, 通过光纤传输到 DQPSK 信号接收装置。

DQPSK 信号接收装置包括分路器、以及分路器后顺次连接的光带通滤波器、光电探测器; 为便于描述, 将中心波长与 DQPSK 信号的中心波长存在负波长偏移(对应正频率偏移)的光带通滤波器称为 BPF1, 将中心波长与 DQPSK 信号的中心波长存在正波长偏移(对应负频率偏移)的光带通滤波器称为

BPF2; 对于速率为 B 的信号, 带通滤波器的频率偏移量的绝对值在  $0.6B \sim 2B$  之间较佳, 换算成波长偏移量绝对值则为  $\frac{0.6B \times \lambda_c^2}{c} \sim \frac{2B \times \lambda_c^2}{c}$ , 其中, c 为光速,  $\lambda_c$  为中心波长。DQPSK 信号接收装置接收到 DQPSK 信号后, 分路器将 DQPSK 信号分为两路光信号, BPF1 将其中一路光信号解调, 得到解调光信号 A; BPF2 将另一路光信号解调, 得到解调光信号 B; A、B 各通过一个光电探测器进行光电转换, 分别恢复为数据信号 u、v。DQPSK 发射端 90 度相移器也可置于产生虚部信号的 MZM 之后, 相应地, 通过 BPF1、光电探测器恢复的数据信号为 v, 而通过 BPF2、光电探测器恢复的数据信号为 u。本实施例中的 DQPSK 信号接收装置通过光带通滤波器进行解调, 避免了 MZI 带来的解调复杂、传输性能差以及成本高的问题, 简化了 DQPSK 信号接收装置中的解调操作、提高了传输性能, 并且对于速率越高的 DQPSK 信号, 光带通滤波器更易于制作, 使得 DQPSK 信号接收装置的成本进一步降低。

图 3 为本发明差分正交相移键控信号的接收方法实施例一的流程图, 假设预编码模块对数据信号 u、v 进行预编码时, 使用的预编码公式为:

$$I_k = \bar{u} \bar{v} I_{k-1} + \bar{u} \bar{v} \bar{Q}_{k-1} + u \bar{v} I_{k-1} + u \bar{v} \bar{Q}_{k-1}$$

$$Q_k = \bar{u} \bar{v} \bar{Q}_{k-1} + u \bar{v} I_{k-1} + \bar{u} v I_{k-1} + u v \bar{Q}_{k-1}$$

或

$$I_k = \bar{u} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + v I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + u I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + \bar{v} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1}$$

$$Q_k = \bar{v} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + u I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + \bar{u} I_{k-1} \bar{Q}_{k-1} + v I_{k-1} \bar{Q}_{k-1}$$

或使用如表 1 所示的编码规则:

表 1

$u_k$	1	1	0	0
$v_k$	1	0	1	0
$I_k$	$\bar{I}_{k-1}$	$Q_{k-1}$	$\bar{Q}_{k-1}$	$I_{k-1}$
$Q_k$	$\bar{Q}_{k-1}$	$\bar{I}_{k-1}$	$I_{k-1}$	$Q_{k-1}$

I、Q 的初值可为 00、01、10 或 11，例如，当 I、Q 的初值为 11 时，对于给出的如下数据信号 u、v，驱动电信号 I 和 Q 的相应值为：

u 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0  
 v 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1  
 5 I 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1  
 Q 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0

驱动电信号 I 和 Q 分别驱动双平行调制器上下两支路，双平行调制器输出 DQPSK 信号，得到第 k-1 个 DQPSK 码元的表达式为： $E_{k-1} = je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}}$ 。调制原理分析如下：

10 当 u=1、v=1，由表 1 得  $I_k = \bar{I}_{k-1}$ 、 $Q_k = \bar{Q}_{k-1}$ ，则第 k 个 DQPSK 码元为  $E_k = je^{jI_k} + e^{jQ_k} = je^{j\bar{I}_{k-1}} + e^{j\bar{Q}_{k-1}} = -je^{jI_{k-1}} - e^{jQ_{k-1}} = (je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}})e^{jp} = E_{k-1}e^{jp}$ ，即相邻 DQPSK 码元的相位跳变 p 对应 u=1、v=1；

当 u=1、v=0，由表 1 得  $I_k = Q_{k-1}$ 、 $Q_k = \bar{I}_{k-1}$ ，则第 k 个 DQPSK 码元为  $E_k = e^{jI_k} + je^{jQ_k} = je^{jQ_{k-1}} + e^{j\bar{I}_{k-1}} = j(je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}}) = E_{k-1}e^{j\frac{p}{2}}$ ，即相邻 DQPSK 码元相位跳  
 15 变  $+\frac{p}{2}$  对应 u=1、v=0；

当 u=0、v=1，由表 1 得  $I_k = \bar{Q}_{k-1}$ 、 $Q_k = I_{k-1}$ ，则第 k 个 DQPSK 码元为  $E_k = e^{jI_k} + je^{jQ_k} = je^{j\bar{Q}_{k-1}} + e^{jI_{k-1}} = -j(je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}}) = E_{k-1}e^{-j\frac{p}{2}}$ ，即相邻 DQPSK 码元相位  
 跳变  $-\frac{p}{2}$  对应 u=0、v=1；

当 u=0、v=0，由表 1 得  $I_k = I_{k-1}$ 、 $Q_k = Q_{k-1}$ ，则第 k 个 DQPSK 码元为  $E_k = je^{jI_k} + e^{jQ_k} = je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}} = E_{k-1}$ ，即相邻码元相位跳变 0 对应 u=0、v=0。

20

DQPSK 码元经光纤传输到 DQPSK 信号接收装置后，具体包括以下步骤：

步骤 101、分路器将 DQPSK 信号进行分路，获得两路光信号；

步骤 102、BPF1、BPF2 各对其中一路光信号进行光带通滤波，即解调；两个光带通滤波器的中心波长分别与 DQPSK 信号的中心波长存在负和正的波长偏移。波长偏移量的选取应使得经过光带通滤波器的解调光信号性能最好，BPF1、BPF2 的频率偏移量绝对值为 DQPSK 信号传输速率 1 倍左右时最好。如  
 5 对于速率为 40Gb/s 的 DQPSK 信号，BPF1 的波长偏移量为-0.3nm，BPF2 的波长偏移量为+0.3nm 时，上下两路的解调光信号 A 和 B 性能最好，即偏移量约等于传输速率带宽时性能较好。图 4A、4B 分别是通过仿真得到的 BPF1 和 BPF2 的输出波形。可以看出，A 和 B 的波形跟本实施例上面给出的 u 和 v 一一对应。对于更高速率的 DQPSK 信号解调，只需要增加光带通滤波器的带宽和偏  
 10 移量即可，并且，增加带宽使得光带通滤波器的制作更简单。

通过对 DQPSK 信号光带通滤波进行解调的原理如下：带通滤波器的频域为一个高斯函数，其表示为  $H_{filter}(w) = e^{-\frac{1}{4\rho^2}(\frac{w-w_c}{B_{3dB}})^2}$ ，其中， $w_c$  为中心频率，与中心波长对应， $B_{3dB}$  为 3dB 带宽滤波器；带通滤波器 BPF1 对应正的波长偏移，频率偏移为  $Dw$  时，高斯函数为  $H_{filter}(w) = e^{-\frac{1}{4\rho^2}(\frac{w-w_c-Dw}{B_{3dB}})^2}$ ；带通滤波器 BPF1 频率  
 15 偏移一定量使滤波器幅度谱的边沿穿过 DQPSK 信号主瓣，若把滤波器幅度谱边沿近似为一条有斜率的直线  $Kw$  ( $K$  为正常数)，则 DQPSK 频谱主瓣经过滤波器边沿后为  $H_{DQPSK}(w)Kw$ ，此频域表达式做逆傅立叶变换后为  $KE_{DQPSK}(t)\frac{df(t)}{dt}$ 。同理，带通滤波器 BPF2 频率偏移  $-Dw$  的滤波器幅度谱的边沿近似为直线  $-Kw$ ，则 DQPSK 频谱主瓣经过滤波器边沿后为  $-H_{DQPSK}(w)Kw$ ，  
 20 做逆傅立叶变换后为  $-KE_{DQPSK}(t)\frac{df(t)}{dt}$ ，其中  $\frac{df(t)}{dt}$  表示对 DQPSK 相位  $f(t)$  求导数，所以带通滤波器解调原理是把 DQPSK 的相位跳变信息转换为幅度信息，就实现了解调，恢复出原始比特信息。

对于 BPF1, 当  $\frac{df(t)}{dt} \in [0, 1]$  时, 有脉冲输出,  $\frac{df(t)}{dt} = 0$  时, 无脉冲输出。所以,

相邻 DQPSK 码元的相位差  $Df_{DQPSK} = 0$  时, BPF1 无脉冲输出;  $Df_{DQPSK} = \frac{p}{2}$  或  $p$  时,

$\frac{df(t)}{dt}$  相当于对正弦信号求导:  $Df_{DQPSK} = \frac{p}{2}$ , 正弦信号处于 0~1 之间上升沿,

$\frac{df(t)}{dt}$  为正值, BPF1 有脉冲输出;  $\Delta\phi_{DQPSK} = \pi$ , 正弦信号包括 0~1 之间的上升

5 沿和 1~0 之间的下降沿, 在上升沿,  $\frac{df(t)}{dt}$  为正值, BPF1 有脉冲输出, 在下

降沿,  $\frac{df(t)}{dt}$  为负值, BPF1 无脉冲输出;  $Df_{DQPSK} = -\frac{p}{2}$ ,  $\frac{df(t)}{dt}$  为负值, BPF1

输出光功率还要低于  $Df_{DQPSK} = 0$  时的功率, 因此, 无脉冲输出。

对于 BPF2, 当  $-\frac{df(t)}{dt} \in [0, 1]$  时, 有脉冲输出,  $-\frac{df(t)}{dt} = 0$  时, 无脉冲输出。

所以,  $Df_{DQPSK} = 0$  时, BPF2 无脉冲输出。  $\Delta\phi_{DQPSK} = -\frac{\pi}{2}$  或  $\pi$  时,  $\frac{df(t)}{dt}$  相当于对

10 正弦信号求导:  $\Delta\phi_{DQPSK} = -\frac{\pi}{2}$ ,  $-\frac{df(t)}{dt}$  为正值, BPF2 有脉冲输出;  $\Delta\phi_{DQPSK} = \pi$ ,

正弦信号包括 0~1 之间的上升沿和 1~0 之间的下降沿, 在上升沿,  $-\frac{df(t)}{dt}$

为负值, BPF2 无脉冲输出, 在下降沿,  $-\frac{df(t)}{dt}$  为正值, BPF2 有脉冲输出;

$Df_{DQPSK} = \frac{p}{2}$ ,  $-\frac{df(t)}{dt}$  为负值, BPF2 输出光功率还要低于  $Df_{DQPSK} = 0$  时的功率,

无脉冲输出。

15 综上, 得到如表 2 所示的 DQPSK 信号解调对应表:

表 2

$Df_{DQPSK} = f_{n+1} - f_n$	0	$\frac{p}{2}$	$p$	$-\frac{p}{2}$
BPF1 输出 A	0	1	1	0

BPF2 输出 B	0	0	1	1
-----------	---	---	---	---

可以看出，经过 BPF1、BPF2 解调得到的 A、B 光信号与原始数据信号比特信息相对应。

步骤 103、将光信号 A、B 分别通过光电探测器进行光电转换，得到数据信号 u、v。

5 图 5 为本发明差分正交相移键控信号的接收装置实施例二的结构示意图，当 DQPSK 信号发射端的预编码模块使用现有的编码规则或编码公式时，DQPSK 信号接收装置在光电探测器后还可增加反相器。上下两路光解调信号通过上下两个光电探测器后，分别产生反相信号  $\bar{u}$  和  $\bar{v}$ ，经过反相器后恢复数据信号 u 和 v。

10 图 6 为本发明差分正交相移键控信号的接收方法实施例二的流程图，假设 DQPSK 信号发射端的预编码模块使用现有的编码规则或编码公式，如：

$$I_k = u_k \oplus (\bar{I}_{k-1} \bar{Q}_{k-1}) \quad v_k \oplus (\bar{I}_{k-1} \bar{Q}_{k-1}), \quad \boxed{u_k \oplus (\bar{I}_{k-1} \bar{Q}_{k-1}) \quad v_k \oplus (\bar{I}_{k-1} \bar{Q}_{k-1})};$$

其中， $I_k$  和  $Q_k$  分别为上下两路第 k 个预编码产生符号， $I_{k-1}$  和  $Q_{k-1}$  分别为  $I_k$  和  $Q_k$  的前一个符号， $u_k$  和  $v_k$  分别为输入数据 u 和 v 的第 k 个符号， $\bar{I}_{k-1}$  和  $\bar{Q}_{k-1}$  分别表示  $I_{k-1}$  和  $Q_{k-1}$  符

15 号取反， $\oplus$  表示异或， $+$  表示或。

也即

$$I_k = uvI_{k-1} + u\bar{v}\bar{Q}_{k-1} + \bar{u}\bar{v}I_{k-1} + \bar{u}vQ_{k-1}$$

$$Q_k = uvQ_{k-1} + u\bar{v}I_{k-1} + u\bar{v}I_{k-1} + \bar{u}\bar{v}Q_{k-1}$$

或  $I_k = uI_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{v}I_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{u}I_{k-1}Q_{k-1} + vI_{k-1}Q_{k-1}$

$$Q_k = vI_{k-1}Q_{k-1} + \bar{u}I_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + uI_{k-1}Q_{k-1} + \bar{v}I_{k-1}\bar{Q}_{k-1}$$

对应的编码规则如表 3 所示：

20

表 3

$u_k$	0	0	1	1
$v_k$	0	1	0	1

$I_k$	$\bar{I}_{k-1}$	$Q_{k-1}$	$\bar{Q}_{k-1}$	$I_{k-1}$
$Q_k$	$\bar{Q}_{k-1}$	$\bar{I}_{k-1}$	$I_{k-1}$	$Q_{k-1}$

类似地，由现有编码公式或表 3 可以得出，数据信号 u、v 对应的 DQPSK 码元及相邻 DQPSK 码元相位跳变值如下：

当 u=1、v=1 时， $E_k = je^{jI_k} + e^{jQ_k} = je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}} = E_{k-1}$ ，即相邻 DQPSK 码元的  
5 相位跳变 p 对应 u=1、v=1；

当 u=1、v=0 时， $E_k = e^{jI_k} + je^{jQ_k} = je^{jQ_{k-1}} + e^{jI_{k-1}} = -j(je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}}) = E_{k-1}e^{-j\frac{p}{2}}$ ，  
即相邻 DQPSK 码元相位跳变  $+\frac{p}{2}$  对应 u=1、v=0；

当 u=0、v=1 时， $E_k = e^{jI_k} + je^{jQ_k} = je^{jQ_{k-1}} + e^{jI_{k-1}} = j(je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}}) = E_{k-1}e^{j\frac{p}{2}}$ ，即  
相邻 DQPSK 码元相位跳变  $-\frac{p}{2}$  对应 u=0、v=1；

10 当 u=0、v=0 时，

$E_k = je^{jI_k} + e^{jQ_k} = je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}} = -je^{jI_{k-1}} - e^{jQ_{k-1}} = (je^{jI_{k-1}} + e^{jQ_{k-1}})e^{jp} = E_{k-1}e^{jp}$ ，即相  
邻 DQPSK 码元相位跳变 0 对应 u=0、v=0。

接收装置接收到 DQPSK 信号后，具体包括以下步骤：

步骤 201、将 DQPSK 信号通过分路器分成两路光信号；

15 步骤 202、分别通过 BPF1、BPF2 进行解调，得到的光信号 A、B 与相邻 DQPSK 码元相位跳变值对应表不变，仍为表 2，但此时，数据信号 u、v 与相邻 DQPSK 码元相位跳变值的对应关系已发生变化，如表 4 所示：

表 4

u	1	0	0	1
v	1	1	0	0
$Df_{DQPSK} = f_{n+1} - f_n$	0	$\frac{p}{2}$	p	$-\frac{p}{2}$

BPF1 输出 A	0	1	1	0
BPF2 输出 B	0	0	1	1

由表 4 可以看出，解调得到的光信号 A 与数据信号 u 的比特信息相反，B 与数据信号 v 的比特信息相反；

5 步骤 203、A、B 经过光电探测器后得到与 u、v 相反的信号，即  $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ ，  
需要进一步进行反相才能获得原始数据信号 u、v；

步骤 204、将  $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$  分别通过反相器，获得原始输入数据信号。

本实施例通过光带通滤波器对 DQPSK 信号进行解调，装置简单，稳定性好，偏振无关，且信号传输速率越高，制作越简单，大大提高了光传输系统性能，节约了解调成本。

10 最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

## 权利要求

1、一种差分正交相移键控信号的接收装置，其特征在于，包括：

分路器，用于将所述差分正交相移键控信号进行分路，获得两路光信号；

5 两个光带通滤波器，与所述分路器连接，用于对所述两路光信号分别进行光带通滤波；所述两个光带通滤波器分别与所述分路器接收到的差分正交相移键控信号的中心频率存在正的频率偏移量和负的频率偏移量；

两个光电探测器，与所述两个光带通滤波器对应连接，用于对通过滤波的光信号进行光电转换，获得数据信号。

10 2、根据权利要求1所述的差分正交相移键控信号的接收装置，其特征在于，所述两个光带通滤波器的频率偏移量绝对值为所述差分正交相移键控信号的传输速率的0.6~2倍。

3、根据权利要求1或2所述的差分正交相移键控信号的接收装置，其特征在于，所述两个光带通滤波器的频率偏移量绝对值为所述差分正交相移键  
15 控信号的传输速率的1倍。

4、根据权利要求1或2所述的差分正交相移键控信号的接收装置，其特征在于，所述光电探测器连接一个反相器，用于对所述数据信号进行反相。

5、一种差分正交相移键控信号的接收方法，其特征在于，包括：

将差分正交相移键控信号分路，获得两路光信号；

20 通过分别与所述差分正交相移键控信号的中心频率存在正的频率偏移量和负的频率偏移量的两个带通滤波器，对所述两路光信号分别进行光带通滤波；

将通过滤波的光信号分别进行光电转换，获得数据信号。

6、根据权利要求5所述的差分正交相移键控信号的接收方法，其特征在于，所述差分正交相移键控信号通过以下过程获取，具体包括：根据预编码  
25 变换公式

$$I_k = \bar{u}\bar{v}I_{k-1} + \bar{u}\bar{v}\bar{Q}_{k-1} + u\bar{v}I_{k-1} + u\bar{v}\bar{Q}_{k-1} \text{ 或}$$

$$Q_k = \bar{u}\bar{v}\bar{Q}_{k-1} + \bar{u}\bar{v}I_{k-1} + \bar{u}vI_{k-1} + uv\bar{Q}_{k-1}$$

$$I_k = \bar{u}I_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + vI_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + uI_{k-1}Q_{k-1} + \bar{v}I_{k-1}Q_{k-1}$$

$$Q_k = \bar{v}I_{k-1}Q_{k-1} + uI_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{u}I_{k-1}Q_{k-1} + vI_{k-1}\bar{Q}_{k-1}$$

对输入数据进行预编码, 获得两路驱动信号;

利用所述两路驱动信号分别调制输入的光载波, 获得实部和虚部信号;

5 将所述实部和虚部信号合路, 产生差分正交相移键控信号。

7、根据权利要求 5 或 6 所述的差分正交相移键控信号的接收方法, 其特征在于, 获得数据信号后还包括:

对所述数据信号进行反相。

8、一种差分正交相移键控信号的获取方法, 其特征在于, 包括:

10 根据预编码变换公式

$$I_k = \bar{u}\bar{v}I_{k-1} + \bar{u}\bar{v}\bar{Q}_{k-1} + u\bar{v}I_{k-1} + u\bar{v}\bar{Q}_{k-1} \text{ 或}$$

$$Q_k = \bar{u}\bar{v}\bar{Q}_{k-1} + \bar{u}\bar{v}I_{k-1} + \bar{u}vI_{k-1} + uv\bar{Q}_{k-1}$$

$$I_k = \bar{u}I_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + vI_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + uI_{k-1}Q_{k-1} + \bar{v}I_{k-1}Q_{k-1}$$

$$Q_k = \bar{v}I_{k-1}Q_{k-1} + uI_{k-1}\bar{Q}_{k-1} + \bar{u}I_{k-1}Q_{k-1} + vI_{k-1}\bar{Q}_{k-1}$$

对输入数据进行预编码, 获得两路驱动信号;

利用所述两路驱动信号分别调制输入的光载波, 获得实部和虚部信号;

15 将所述实部和虚部信号合路, 产生差分正交相移键控信号。

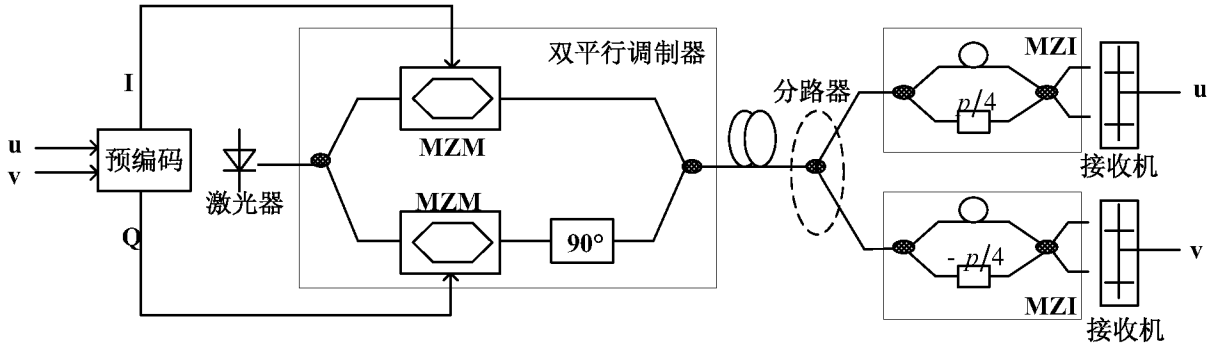


图 1

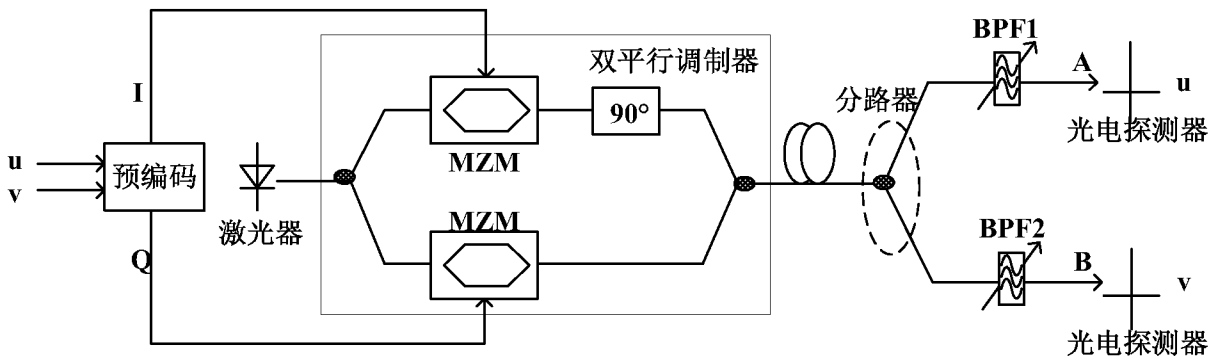


图 2

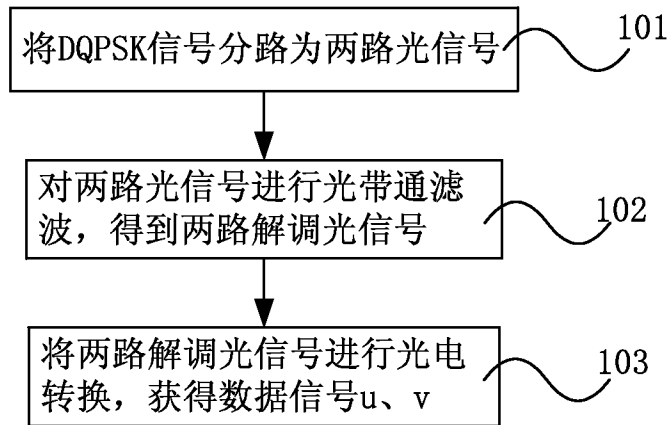


图 3

2/3

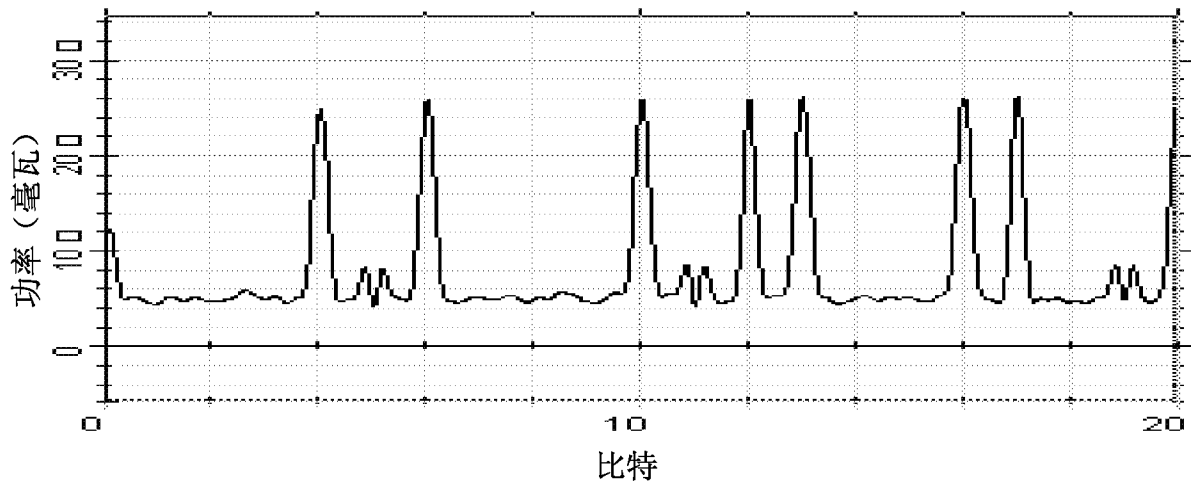


图 4A

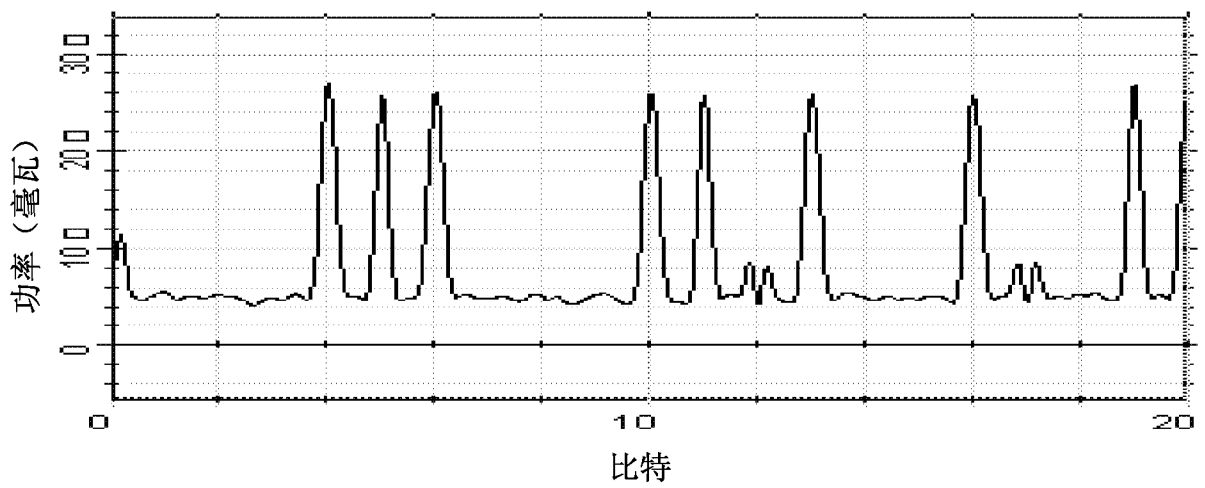


图 4B

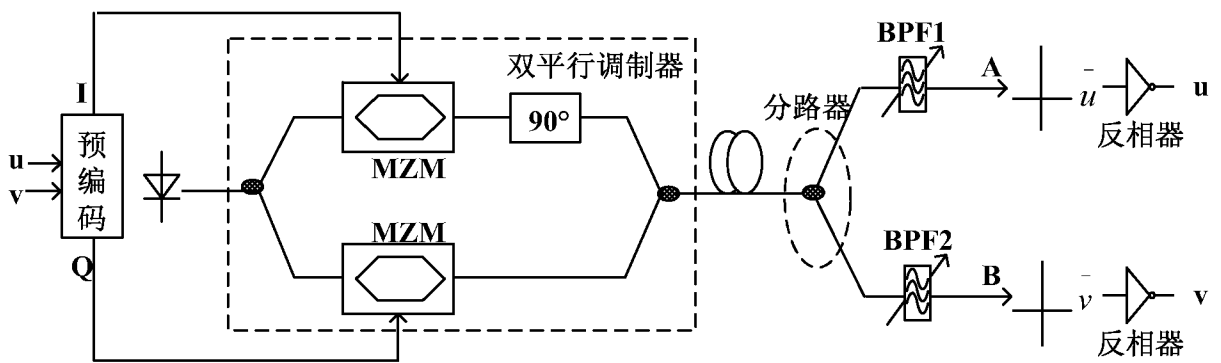


图 5

3/3

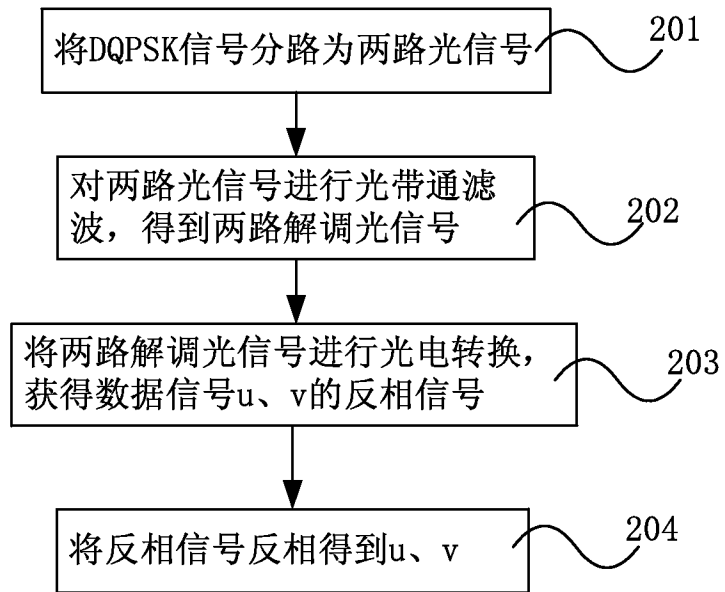


图 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2008/073206

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <p style="text-align: center;">H04B 10/02 (2009.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p style="text-align: center;">IPC: H04B, G02F</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> <p>CNKI, CPRS, WPI, EPODOC, PAJ: (DIFFERENTIAL W QUADRATURE W PHASE W SHIFT W KEYING) /DQPSK, FILTER?, SPLITTER?, RECEIV+ /TRANSMIT+, FREQUENCY</p>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1972161A (ALCATEL) 30 May 2007 (30.05.2007) see the whole document	1-7
A	EP1841099A1 (FUJITSU LTD) 03 Oct. 2007 (03.10.2007) see the whole document	1-7
A	US2007177882A1 (FUJITSU LTD) 02 Aug. 2007 (02.08.2007) see the whole document	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	“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	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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	
“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)	“&” document member of the same patent family	
“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		
Date of the actual completion of the international search 20 Feb. 2009 (20.02.2009)	Date of mailing of the international search report <b>12 Mar. 2009 (12.03.2009)</b>	
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer <b>WANG Xiaoli</b> Telephone No. (86-10)62411440	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/073206

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Group I: Independent claims 1 and 5 request for a receive equipment and method of DQPSK signal, which includes a splitter, two optical band pass filters, a photoelectric detector and the corresponding steps.

Group II: Independent claim 8 requests for an obtaining method of DQPSK signal.

Because these two inventions do not belong to a single general inventive concept and do not contain one or more same or corresponding special technical features, they lack unity and do not comply with PCT Rules 13.1 and 13.2.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-7

- Remark on protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
  - The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
  - No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2008/073206

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1972161A	30.05.2007	EP1791274 A1	30.05.2007
		US2007122161A1	31.05.2007
		EP1791274 B1	26.03.2008
		DE602005005697E	08.05.2008
		AT390768T	15.04.2008
EP1841099A1	03.10.2007	JP2007274235A	18.10.2007
		US2007230625A1	04.10.2007
US2007177882A1	02.08.2007	JP2007208472 A	16.08.2007

国际检索报告

国际申请号  
PCT/CN2008/073206

A. 主题的分类

H04B 10/02 (2009.01) i

按照国际专利分类表(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: H04B, G02F

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, CPRS: 差分相移键控/D Q P S K, 分路, 滤波, 光电, 频率, 偏移

WPI, EPODOC, PAJ: (DIFFERENTIAL W QUADRATURE W PHASE W SHIFT W KEYING) /DQPSK, FILTER?, SPLITTER?, RECEIV+ /TRANSMIT+, FREQUENCY

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
A	CN1972161A (阿尔卡特公司) 30.5 月 2007(30.05.2007) 参见全文	1-7
A	EP1841099A1 (FUJITSU LTD) 03.10 月 2007(03.10.2007) 参见全文	1-7
A	US2007177882A1 (FUJITSU LTD) 02.8 月 2007(02.08.2007) 参见全文	1-7

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

“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  
20.2 月 2009 (20.02.2009)

国际检索报告邮寄日期  
**12.3 月 2009 (12.03.2009)**

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  
**王晓丽**  
电话号码: (86-10) **62411440**

**第II栏 关于某些权利要求不能作为检索主题的意见(接第1页第2项)**

按条约 17(2)(a)对某些权利要求未作国际检索报告的理由如下:

1.  权利要求:

因为它们涉及到不要求本国际检索单位进行检索的主题, 即:

2.  权利要求:

因为它们涉及到国际申请中不符合规定的要求的部分, 以致不能进行任何有意义的国际检索, 具体地说:

3.  权利要求:

因为它们是从属权利要求, 并且没有按照细则 6.4(a)第 2 句和第 3 句的要求撰写。

**第III栏 关于缺乏发明单一性时的意见(接第1页第3项)**

本国际检索单位在该国际申请中发现多项发明, 即:

第一项: 独立权利要求 1 和 5 分别保护一种差分正交相移键控信号的接收装置和方法, 其包括分路器, 光带通滤波器, 光电探测器, 以及对应的步骤。

第二项: 独立权利要求 8 请求保护一种差分正交相移键控信号的获取方法。

上述两组发明之间不属于一个总的发明构思, 并且也不包含相同或者相应的技术特征, 因此也不包含相同或者相应的特定技术特征, 因此本发明不符合 PCT 实施细则第 13.1 和 13.2 条规定的单一性。

1.  由于申请人按时缴纳了被要求缴纳的全部附加检索费, 本国际检索报告针对全部可作检索的权利要求。

2.  由于无需付出有理由要求附加费的劳动即能对全部可检索的权利要求进行检索, 本国际检索单位未通知缴纳任何附加费。

3.  由于申请人仅按时缴纳了部分被要求缴纳的附加检索费, 本国际检索报告仅涉及已缴费的那些权利要求。具体地说, 是权利要求:

4.  申请人未按时缴纳被要求的附加检索费。因此, 本国际检索报告仅涉及权利要求中首次提及的发明; 包含该发明的权利要求是: 权利要求 1-7

关于异议的说明:  申请人缴纳了附加检索费, 同时提交了异议书, 缴纳了异议费。

申请人缴纳了附加检索费, 同时提交了异议书, 但未缴纳异议费。

缴纳附加检索费时未提交异议书。

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2008/073206**

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1972161A	30.05.2007	EP1791274 A1	30.05.2007
		US2007122161A1	31.05.2007
		EP1791274 B1	26.03.2008
		DE602005005697E	08.05.2008
		AT390768T	15.04.2008
EP1841099A1	03.10.2007	JP2007274235A	18.10.2007
		US2007230625A1	04.10.2007
US2007177882A1	02.08.2007	JP2007208472 A	16.08.2007