



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106033996 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201510119183.3

(22)申请日 2015.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106033996 A

(43)申请公布日 2016.10.19

(73)专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县川崎市

(72)发明人 窦亮 陶振宁

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 陶海萍

(51)Int.Cl.

H04B 10/075(2013.01)

(56)对比文件

US 8285148 B2,2012.10.09,

CN 101378292 A,2009.03.04,

CN 102870353 A,2013.01.09,

US 2011255870 A1,2011.10.20,

审查员 胡文好

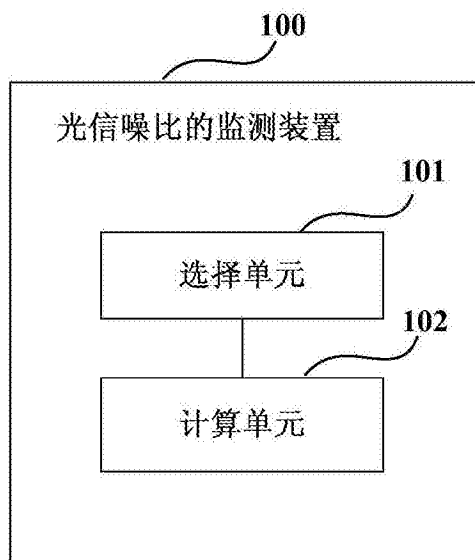
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

光信噪比的监测装置以及接收机

(57)摘要

本发明实施例提供一种光信噪比的监测装置、信号发送装置以及接收机,该监测装置包括:选择单元,根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算所述接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;计算单元,根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算所述接收信号的噪声功率,并根据所述噪声功率计算所述接收信号的光信噪比。能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。



1. 一种光信噪比的监测装置,包括:

选择单元,所述选择单元用于根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算所述接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;

计算单元,所述计算单元用于根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算所述接收信号的噪声功率,并根据所述噪声功率计算所述接收信号的光信噪比。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述选择单元用于选择在时域上与所述导频信号的中心的距离小于或等于第一阈值的时域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的时域范围。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述选择单元用于选择在频域上与所述导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中,所述选择单元用于选择在频域上与所述导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的、且与所述接收信号的非线性串扰的频率在同一侧的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中,

所述接收信号是通过以下方式发送的:分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

6. 一种接收机,包括根据权利要求1-5任一项所述的装置。

光信噪比的监测装置以及接收机

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,尤其涉及一种光信噪比的监测装置、信号发送装置以及接收机。

背景技术

[0002] 光信噪比 (Optical Signal Noise Ratio, OSNR) 无论是在传统的直接检测光通信系统中还是在相干光通信系统中,都是一个可以同系统性能直接相关联的量,因此光信噪比监测技术的研究一直得到广泛的关注。

[0003] 基于OSNR定义的传统测量方法依赖于噪声功率谱是平的、以及在光谱中存在一段仅包含噪声而无信号的频带这些条件。随着光通信容量的提升,相干光通信系统的传输长度和传输速率相比以前都有很大的提升。更多的光节点会导致噪声的频谱形状起伏更大,认为噪声在频谱上是均匀分布的假设面临更大的挑战。同时,由于信道间隔大幅度缩减,找到一个信号可以忽略的频段来测量噪声功率成为一个不现实的课题。因此,相干通信系统中OSNR的测量成为一个新研究热点。

[0004] 在实际的通信系统中,除了传输链路中本身的噪声之外,还包含由于非线性效应引入的噪声,其中,该噪声包括信道内的非线性效应引入的噪声以及信道间的非线性效应引入的噪声。在实际的OSNR监测中,如果不能排除由于非线性效应引入的噪声,OSNR的估计值会偏低。为了减轻非线性噪声对OSNR估计值的干扰,现有的一种方法是在接收端对接收信号进行非线性补偿。

[0005] 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

[0006] 当利用上述现有的方法在接收端对接收信号进行非线性补偿时,由于非线性补偿算法需要基于链路反转的方法来求解非线性薛定谔方程,运算复杂且应用范围较窄。

[0007] 本发明实施例提供一种光信噪比的监测装置、信号发送装置以及接收机,根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0008] 根据本发明实施例的第一方面,提供一种光信噪比的监测装置,包括:选择单元,所述选择单元用于根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算所述接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;计算单元,所述计算单元用于根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算所述接收信号的噪声功率,并根据所述噪声功率计算所述接收信号的光信噪比。

[0009] 根据本发明实施例的第二方面,提供一种信号发送装置,包括:发送单元,所述发送单元用于分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发

送导频信号的时间段内在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

[0010] 根据本发明实施例的第三方面,提供一种接收机,包括根据本发明实施例的第一方面所述的光信噪比的监测装置。

[0011] 本发明的有益效果在于:根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 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,但并不排除一个或多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

附图说明

[0015] 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:

[0016] 图1是本发明实施例1的光信噪比的监测装置的结构示意图;

[0017] 图2是本发明实施例1的发送信号的时序示意图以及相应的频谱图;

[0018] 图3是H偏振态和V偏振态的信号时序图以及相应的频谱图;

[0019] 图4是本发明实施例1的选择了时域范围的H偏振态和V偏振态的信号时序图以及相应的频谱图;

[0020] 图5是本发明实施例1的选择了频域范围的H偏振态和V偏振态的频谱图;

[0021] 图6是本发明实施例2的信号发送装置的结构示意图;

[0022] 图7是本发明实施例3的接收机的结构示意图;

[0023] 图8是本发明实施例3的接收机的系统构成的一示意框图;

[0024] 图9是本发明实施例4的发射机的结构示意图;

[0025] 图10是本发明实施例4的发射机的系统构成的一示意框图;

[0026] 图11是本发明实施例5的通信系统的结构示意图;

[0027] 图12是本发明实施例6的光信噪比的监测方法流程图;

[0028] 图13是本发明实施例7的信号发送方法的流程图。

具体实施方式

[0029] 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。

[0030] 实施例1

[0031] 本发明实施例提供一种光信噪比的监测装置,该光信噪比的监测装置可用于通信系统的接收端。图1是本发明实施例1的光信噪比的监测装置的结构示意图。如图1所示,该装置100包括:选择单元101以及计算单元102,其中,

[0032] 选择单元101用于根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算该接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;

[0033] 计算单元102用于根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算该接收信号的噪声功率,并根据该噪声功率计算该接收信号的光信噪比。

[0034] 由上述实施例可知,根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0035] 在本实施例中,该接收信号是指在光通信系统中,从发射端发射的发送信号经过光纤传输链路之后,在接收端接收的信号。其中,由于在发送信号中插入了导频信号,从而接收信号中也包含了导频信号。

[0036] 在本实施例中,在发送信号中插入的导频信号可以是由正负信号交替组成的导频信号序列,也可以在两个偏振态上发送频率不同的导频信号,本发明实施例不对导频信号的发送方式进行限定。

[0037] 例如,可以分别在两个偏振态上发送频率不同的导频信号,其中,分别在两个偏振态上发送信号,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。通过这种方式发送信号,能够抑制大部分非线性串扰,这样,能够有效的消除非线性串扰对于计算噪声功率的影响,从而提高计算光信噪比的准确性。

[0038] 在本实施例中,以在H偏振态和V偏振态上发送频率不同的导频信号为例进行示例性的说明,但本发明实施例不限于双偏振态系统。

[0039] 图2是本实施例的发送信号的时序示意图以及相应的频谱图。如图2所示,发送信号包括导频信号和数据信号,其中,该数据信号为实际传输的数据,也称为承载(Payload)数据。在发送第*i*帧信号时,在H偏振态上发送一个导频信号,在发送该导频信号的时间段内,在V偏振态上不发送信号或者发送直流光信号,在发送第*i*+1帧信号时,在V偏振态上发送一个与在H偏振态上发送的导频信号的频率不同的导频信号,在发送该导频信号的时间段内,在H偏振态上不发送信号或者发送直流光信号,*i*为正整数。

[0040] 在本实施例中,选择单元101用于根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算该接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围。

[0041] 以下分别对根据导频信号在时域和频域上的位置如何选择用于计算噪声功率的时域范围和频域范围进行示例性的说明。

[0042] 首先,对根据导频信号在时域上的位置如何选择用于计算噪声功率的时域范围进行示例性的说明。

[0043] 在通信系统中,信号经过信道传输后,由于信道内非线性效应的影响,信号的时域波形u可以用下式(1)表示:

$$\begin{aligned}
 & u_H(t=kT, z=L) = u_H(t=kT, 0) + \sum_{m,n} \left[A_{m+k}^H A_{n+k}^H (A_{m+n+k}^H)^* + A_{m+k}^H A_{n+k}^V (A_{m+n+k}^V)^* \right] C(m, n, z=L) \quad (1) \\
 & u_V(t=kT, z=L) = u_V(t=kT, 0) + \sum_{m,n} \left[A_{m+k}^V A_{n+k}^V (A_{m+n+k}^V)^* + A_{m+k}^V A_{n+k}^H (A_{m+n+k}^H)^* \right] C(m, n, z=L)
 \end{aligned}$$

[0045] 其中, $u_H(t=kT, z=L)$ 表示H偏振态上的第kT时刻、传输距离为L处的信号的时域波形, $u_V(t=kT, z=L)$ 表示V偏振态上的第kT时刻、传输距离为L处的信号的时域波形, $u_H(t=kT, 0)$ 表示H偏振态上的第kT时刻、传输距离为0处的信号的时域波形, $u_V(t=kT, 0)$ 表示V偏振态上的第kT时刻、传输距离为0处的信号的时域波形, A_{m+k}^H 、 A_{n+k}^H 、 A_{m+n+k}^H 分别表示H偏振态上的第m+k、n+k、m+n+k时刻的脉冲的符号信息, A_{m+k}^V 、 A_{n+k}^V 、 A_{m+n+k}^V 分别表示V偏振态上的第m+k、n+k、m+n+k时刻的脉冲的符号信息, $C(m, n, z=L)$ 表示传输距离为L处的且与脉冲形状以及链路有关的参数, T为脉冲周期, z为传输距离, k, m, n均为整数。

[0046] 根据上式(1), 发明人经过研究发现, 在导频信号的时间段内的H偏振态上符号所经历的非线性噪声, 可以看出, 对于H偏振态而言, 如果第m+k、n+k、m+n+k时刻的三个脉冲所对应的时间均在导频信号的时间段内, 即m+k、n+k、m+n+k均落入导频信号的时间段内, 那么无论该脉冲来自于哪个偏振态, 所产生的非线性噪声与H偏振态的导频信号具有相同的频率, 对于V偏振态而言, 情况类似, 此处不再赘述。在计算光信噪比时, 基于导频信号时间段内的信号所对应的频谱来计算噪声功率, 因此, 信道内非线性效应不会在非导频信号的频点产生贡献, 因此对光信噪比的测量没有影响。

[0047] 但是, 如果上述第m+k、n+k、m+n+k时刻的三个脉冲中有任意一个不落入导频信号的时间段内, 此时所对应的信道内非线性噪声的频谱将会有较大的宽度, 导致光信噪比计算中对于噪声功率的估计偏大, 从而导致计算出的光信噪比不准确。

[0048] 在本实施例中, 选择单元101可以选择在时域上与导频信号的中心的距离小于或等于第一阈值的时域范围作为用于计算接收信号的噪声功率的时域范围, 其中, 该第一阈值可根据实际情况而确定。

[0049] 通过选择导频信号的中心附近的时域范围作为用于计算接收信号的噪声功率的时域范围, 能够有效的消除信道内非线性噪声对于计算噪声功率的影响, 从而提高计算光信噪比的准确性。

[0050] 图3是H偏振态和V偏振态的信号时序图以及相应的频谱图。如图3所示, 如果上述第m+k、n+k、m+n+k时刻的三个脉冲中有任意一个不落入导频信号的时间段内, 信道内非线性噪声的在频域上具有较大的宽度, 即不再是与导频信号的频率相同的单频信号, 从而导致光信噪比计算中对于噪声功率的估计偏大,

[0051] 图4是本实施例的选择了时域范围的H偏振态和V偏振态的信号时序图以及相应的频谱图。如图4所示, A表示所选择的导频信号中心附近的时域范围, B表示整个导频信号的时域范围, 显然, 时域范围A的大小取决于与导频信号中心的距离的大小。通过选择时域范围A作为用于计算接收信号的噪声功率的时域范围, 信道内非线性噪声的在频域上仍然是与导频信号的频率相同的单频信号, 从而消除了信道内非线性噪声对于计算噪声功率的影响, 提高了计算光信噪比的准确性。

[0052] 在本实施例中, 选择的时域范围A相对于整个导频信号的时域范围B的比例可以根

据实际情况而确定,例如,该比例可根据使用的导频信号的个数、接收信号中的色散大小以及对计算精度的要求中的至少一项而确定。如果接受信号中的色散较小,则可以将该比例设定为较大的值,即选择的时域范围A较宽。

[0053] 例如,选择的时域范围A相对于整个导频信号的时域范围B的比例可以为1/2,但本发明实施例不对该比例的数值进行限制。

[0054] 以上是对根据导频信号在时域上的位置如何选择用于计算噪声功率的时域范围进行的示例性的说明,下面,对根据导频信号在频域上的位置如何选择用于计算噪声功率的频域范围进行示例性的说明。

[0055] 在通信系统中,信道间非线性效应又称为交叉相位调制(Cross-phase Modulation,XPM),由XPM效应引起的非线性噪声又可以分成两类,即非线性相位噪声以及非线性串扰。对于H偏振态上的导频信号,非线性相位噪声的频谱集中在该导频信号的频率附近,由于XPM的低通滤波效应,该非线性相位噪声的频谱的范围相对集中在几GHz范围内。因此,H偏振态上的导频信号频率附近的非线性相位噪声导致光信噪比计算中对于噪声功率的估计偏大,从而导致计算出的光信噪比不准确。

[0056] 同时,非线性串扰则是加性噪声,可以用下式(2)表示:

$$C = u_{1V} \times u_{2H} \times \text{conj}(u_{2V}) \quad (2)$$

[0058] 其中,下标1表示本信道,2表示相邻信道, u_{1V} 表示本信道的V偏振态上的时域波形, u_{2H} 表示相邻信道的H偏振态上的时域波形, u_{2V} 表示相邻信道的V偏振态上的时域波形,conj表示取共轭操作。

[0059] 与信道内非线性噪声以及信道间的非线性相位噪声不同,信道间非线性串扰出现在正交偏振态的导频信号所对应的频率附近,即V偏振态上的导频信号的频率附近,因此,V偏振态上的导频信号频率附近的非线性串扰导致光信噪比计算中对于噪声功率的估计偏大,从而导致计算出的光信噪比不准确。

[0060] 在本实施例中,选择单元101可以选择在频域上与导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的频域范围作为用于计算接收信号的噪声功率的频域的范围,其中,该第二阈值可根据实际情况而确定。

[0061] 通过选择远离导频信号的频率的频域范围作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围,能够消除信道间非线性相位噪声以及非线性串扰对于计算噪声功率的影响,从而提高计算光信噪比的准确性。

[0062] 图5是本实施例的选择了频域范围的H偏振态和V偏振态的频谱图。如图5所示,对于H偏振态,信道间非线性相位噪声位于H偏振态上的导频信号的频率附近,信道间非线性串扰位于V偏振态上的导频信号的频率附近,对于V偏振态,信道间非线性相位噪声位于V偏振态上的导频信号的频率附近,信道间非线性串扰位于H偏振态上的导频信号的频率附近。

[0063] 通过选择远离H偏振态以及V偏振态上导频信号的频率的区域E1、E2、E3和E4作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围,从而消除了信道间非线性相位噪声以及非线性串扰对于计算噪声功率的影响,提高了计算光信噪比的准确性。

[0064] 在本实施例中,频域范围E1、E2、E3和E4的大小取决于与导频信号的频率的距离的大小,选择的频域范围E1、E2、E3和E4之和相对于整个信号的频域范围E的比例可以根据实际情况而确定,例如,该比例可根据使用的导频信号的个数、接收信号中的色散大小以及对

计算精度的要求中的至少一项而确定。例如,如果接受信号中的色散较小,则可以将该比例设定为较大的值,即选择的频域较宽。

[0065] 例如,选择的频域范围E1、E2、E3和E4之和相对于整个信号的时域范围E的比例可以为1/2,但本发明实施例不对该比例的数值进行限制。

[0066] 在本实施例中,当非线性串扰小于非线性相位噪声时,选择单元101也可以选择在频域上与导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值、且与接收信号的非线性串扰的频率在同一侧的频域范围作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围。

[0067] 例如,对于H偏振态,可选择与非线性串扰的频率在同一侧的区域E3、E4作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围,对于V偏振态,可选择与非线性串扰的频率在同一侧的区域E1、E2作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围。

[0068] 当非线性串扰小于非线性相位噪声时,通过将用于计算接收信号的噪声功率的频域范围进一步限制为与非线性串扰的频率在同一侧的区域,能够进一步消除非线性噪声的影响,从而进一步提高计算光信噪比的准确性。

[0069] 在本实施例中,当利用图2所示的方式发送信号时,能够抑制大部分非线性串扰,此时,选择单元101同样可以选择在频域上与导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值、且与接收信号的非线性串扰的频率在同一侧的频域范围作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围,即选择图5中的区域E3、E4作为用于计算接收信号的噪声功率的频域范围。这样,能够进一步消除非线性噪声的影响,从而进一步提高计算光信噪比的准确性。

[0070] 以上是对根据导频信号在时域和频域上的位置如何选择用于计算噪声功率的时域范围和频域范围进行示例性的说明。

[0071] 在本实施例中,在选择单元101选择了用于计算所述接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围之后,计算单元102根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算接收信号的噪声功率,并根据该噪声功率计算接收信号的光信噪比。其中,可使用现有的方法计算噪声功率以及光信噪比。

[0072] 例如,可将选择的上述时域范围或频域范围内的接收信号的噪声功率谱密度乘以频谱宽度来获得噪声功率。而对于信号功率的计算选择在数据信号(承载数据)的时间段。其原因在于,光纤传输链路中一般包含数个光滤波器,由于导频信号所在频点的衰减不等于信号的平均损耗,因此在接收机端导频信号的功率并不等于信号的功率,在数据信号(承载数据)时间段计算得到的功率等于信号功率与噪声功率之和。因此,结合上述噪声功率,能够得到信号功率。

[0073] 在本实施例中,在获得了接收信号的噪声功率和信号功率之后,例如可使用下式(3)计算接收信号的光信噪比:

$$[0074] \quad \text{OSNR} = 10 * \log_{10}(S/n) - 10 * \log_{10}(12.5e9/\text{Bandwidth}) \quad (3)$$

[0075] 其中,OSNR表示接收信号的光信噪比,S表示信号功率,n表示噪声功率,Bandwidth表示信号带宽,12.5e9表示由于在OSNR计算中需要考察12.5GHz频带宽度内的噪声功率而采用的数值,但是,该数值12.5e9可根据具体的频带带宽进行调整。

[0076] 在本实施例中,如果在发送信号中插入的导频信号是在两个偏振态上频率不同的导频信号,则可以分别计算两个偏振态上的噪声功率和信号功率,从而分别得到两个偏振态上的光信噪比。

[0077] 另外,在本实施例中,可以仅在时域上选择时域范围来计算接收信号的光信噪比,也可以仅在频域上选择频域范围来计算接收信号的光信噪比,另外,也可以分别在时域上选择时域范围以及在频域上选择频域范围来计算接收信号的光信噪比,并将计算得到的两个光信噪比进行平均处理,从而进一步提高计算准确性。

[0078] 由上述实施例可知,根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0079] 实施例2

[0080] 本发明实施例还提供一种信号发送装置,该信号发送装置可用于通信系统的发射端。图6是本发明实施例2的信号发送装置的结构示意图。如图6所示,该装置600包括:发送单元601,其中,

[0081] 发送单元601用于分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

[0082] 例如,发送单元601可利用实施例1中的图2所示的方式发送信号,具体的发送方式与实施例1中的记载相同,在此不再赘述。

[0083] 由上述实施例可知,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号,能够抑制大部分非线性串扰,这样,能够有效的消除非线性串扰对于计算噪声功率的影响,从而提高计算光信噪比的准确性。

[0084] 实施例3

[0085] 本发明实施例还提供一种接收机,图7是本实施例的接收机的结构示意图。如图7所示,该接收机700包括光信噪比的监测装置701,该光信噪比监测装置701的结构与功能与实施例1中的记载相同,此处不再赘述。

[0086] 图8是本发明实施例3的接收机的系统构成的一示意框图。如图8所示,接收机800包括:

[0087] 前端,其作用是将输入的光信号转换为两个偏振态上的基带信号,在本发明实施例中,该两个偏振态可包括H偏振态和V偏振态。

[0088] 如图8所示,该前端包括:本振激光器810、光混频器 (Optical 90deg hybrid) 801、光电检测器 (O/E) 802、804、806和808、数模转换器 (ADC) 803、805、807和809、色散补偿器811、均衡器812以及光信噪比的检测装置813,其中,光信噪比的检测装置813的结构与功能与实施例1中的记载相同,此处不再赘述;本振激光器810用于提供本地光源,光信号经光混频器 (Optical 90deg hybrid) 801、光电检测器 (O/E) 802和804、数模转换器 (ADC) 803和805转换为一个偏振态上的基带信号;该光信号经光混频器 (Optical 90deg hybrid) 801、光电检测器 (O/E) 806和808、数模转换器 (ADC) 807和809转换为另一个偏振态上的基带信号;其具体过程与现有技术类似,此处不再赘述。

[0089] 此外,如果频差和相位噪声对OSNR的估计有影响,接收机800中也可以包括频差补偿器和相位噪声补偿器(图中未示出)。

[0090] 由上述实施例可知,根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0091] 实施例4

[0092] 本发明实施例还提供一种发射机,图9是本实施例的发射机的结构示意图。如图9所示,该发射机900包括信号发送装置901,该信号发送装置901的结构与功能与实施例2中的记载相同,此处不再赘述。

[0093] 图10是本发明实施例4的发射机的系统构成的一示意框图。如图10所示,发射机1000包括:信号生成器1001、信号设置单元1002、数模转换单元1003以及光调制器单元1004,其中:

[0094] 信号生成器1001根据发送数据生成数字信号;信号设置单元1002,在生成的数字信号中按照实施例2所述的方式设置导频信号,即当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号;数模转换单元1003对该数字信号进行数模转换;光调制器单元1004以该数模转换单元1003转换后的信号作为调制信号对光进行调制;此外,还可包括选择单元1005,光调制器单元1004根据选择单元1005选择的码字进行信号调制,使得不同偏振态上的导频信号的频率不同。

[0095] 由上述实施例可知,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号,能够抑制大部分非线性串扰,这样,能够有效的消除非线性串扰对于计算噪声功率的影响,从而提高计算光信噪比的准确性。

[0096] 实施例5

[0097] 本发明实施例还提供一种通信系统。图11是本实施例的通信系统的结构示意图,如图11所示,通信系统1100包括发射机1101、传输链路1102以及接收机1103,其中,发射机1101的结构与功能与实施例4中的记载相同,接收机1103的结构与功能与实施例3中的记载相同,此处不再赘述。传输链路1102可具有现有的传输链路的结构与功能,本发明实施例不对传输链路的结构和功能进行限制。

[0098] 由上述实施例可知,根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0099] 并且,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号,能够抑制大部分非线性串扰,这样,能够有效的消除非线性串扰对于计算噪声功率的影响,从而提高计算光信噪比的准确性。

[0100] 实施例6

[0101] 本发明实施例还提供一种光信噪比的监测方法,其对应于实施例1的光信噪比的监测装置。图12是本实施例的光信噪比的监测方法流程图。如图12所示,该方法包括:

[0102] 步骤1201:根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算该接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;

[0103] 步骤1202:根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算该接收信号的噪声功率,并根据该噪声功率计算该接收信号的光信噪比。

[0104] 在本实施例中,如何选择用于计算该接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围的方法以及根据选择的范围计算光信噪比的方法与实施例1中的记载相同,此处不再重复。

[0105] 由上述实施例可知,根据接收信号中的导频信号的位置选择用于计算噪声功率的时域和/或频域的范围,能够准确的对光信噪比进行估计,计算过程简单且应用范围较广。

[0106] 实施例7

[0107] 本发明实施例还提供一种信号发送方法,其对应于实施例2的信号发送装置。图13是本实施例的信号发送方法的流程图。如图13所示,该方法包括:

[0108] 步骤1301:分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

[0109] 在本实施例中,分别在两个偏振态上发送信号的方法与实施例2中的记载相同,此处不再重复。

[0110] 由上述实施例可知,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号,能够抑制大部分非线性串扰,这样,能够有效的消除非线性串扰对于计算噪声功率的影响,从而提高计算光信噪比的准确性。

[0111] 本发明实施例还提供一种计算机可读程序,其中当在光信噪比的监测装置或接收机中执行所述程序时,所述程序使得计算机在所述光信噪比的监测装置或接收机中执行实施例6所述的光信噪比的监测方法。

[0112] 本发明实施例还提供一种计算机可读程序,其中当在信号发送装置或发射机中执行所述程序时,所述程序使得计算机在所述信号发送装置或发射机中执行实施例7所述的信号发送方法。

[0113] 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计算机在光信噪比的监测装置或接收机中执行实施例6所述的光信噪比的监测方法。

[0114] 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计算机在信号发送装置或发射机中执行实施例7所述的信号发送方法

[0115] 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。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。

[0116] 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。

[0117] 关于包括以上实施例的实施方式,还公开下述的附记:

[0118] 附记1、一种光信噪比的监测装置,包括:

[0119] 选择单元,所述选择单元用于根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算所述接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;

[0120] 计算单元,所述计算单元用于根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算所述接收信号的噪声功率,并根据所述噪声功率计算所述接收信号的光信噪比。

[0121] 附记2、根据附记1所述的装置,其中,所述选择单元用于选择在时域上与所述导频信号的中心的距离小于或等于第一阈值的时域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的时域范围。

[0122] 附记3、根据附记1所述的装置,其中,所述选择单元用于选择在频域上与所述导频

信号的频率的距离大于或等于第二阈值的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围。

[0123] 附记4、根据附记3所述的装置,其中,所述选择单元用于选择在频域上与所述导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的、且与所述接收信号的非线性串扰的频率在同一侧的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围。

[0124] 附记5、根据附记1所述的装置,其中,

[0125] 所述接收信号是通过以下方式发送的:分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

[0126] 附记6、一种信号发送装置,包括:

[0127] 发送单元,所述发送单元用于分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

[0128] 附记7、一种接收机,包括根据附记1-5任一项所述的装置。

[0129] 附记8、一种发射机,包括根据附记6所述的装置。

[0130] 附记9、一种通信系统,包括根据附记7所述的接收机以及根据附记8所述的发射机。

[0131] 附记10、一种光信噪比的监测方法,包括:

[0132] 根据接收信号中的导频信号在时域和/或频域上的位置,选择用于计算所述接收信号的噪声功率的时域和/或频域的范围;

[0133] 根据选择的时域和/或频域的范围内的接收信号计算所述接收信号的噪声功率,并根据所述噪声功率计算所述接收信号的光信噪比。

[0134] 附记11、根据附记10所述的方法,其中,所述根据接收信号中的导频信号在时域上的位置选择用于计算所述接收信号的噪声功率的时域的范围,包括:

[0135] 选择在时域上与所述导频信号的中心的距离小于或等于第一阈值的时域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的时域范围。

[0136] 附记12、根据附记10所述的方法,其中,所述根据接收信号中的导频信号在频域上的位置选择用于计算所述接收信号的噪声功率的频域的范围,包括:选择在频域上与所述导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围。

[0137] 附记13、根据附记12所述的方法,其中,所述选择在频域上与所述导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围,包括:

[0138] 选择在频域上与所述导频信号的频率的距离大于或等于第二阈值的、且与所述接收信号的非线性串扰的频率在同一侧的频域范围作为用于计算所述接收信号的噪声功率的频域范围。

[0139] 附记14、根据附记10所述的方法,其中,

[0140] 所述接收信号是通过以下方式发送的:分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信

号或发送直流光信号。

[0141] 附记15、一种信号发送方法,包括;

[0142] 分别在两个偏振态上发送信号,其中,当发送每一帧信号时,在一个偏振态上发送导频信号的时间段内,在另一个偏振态上不发送信号或发送直流光信号。

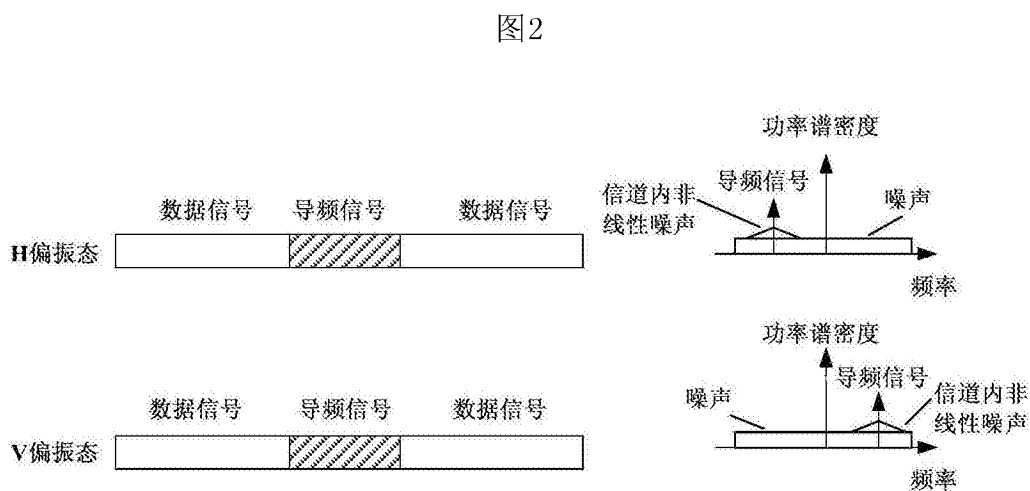
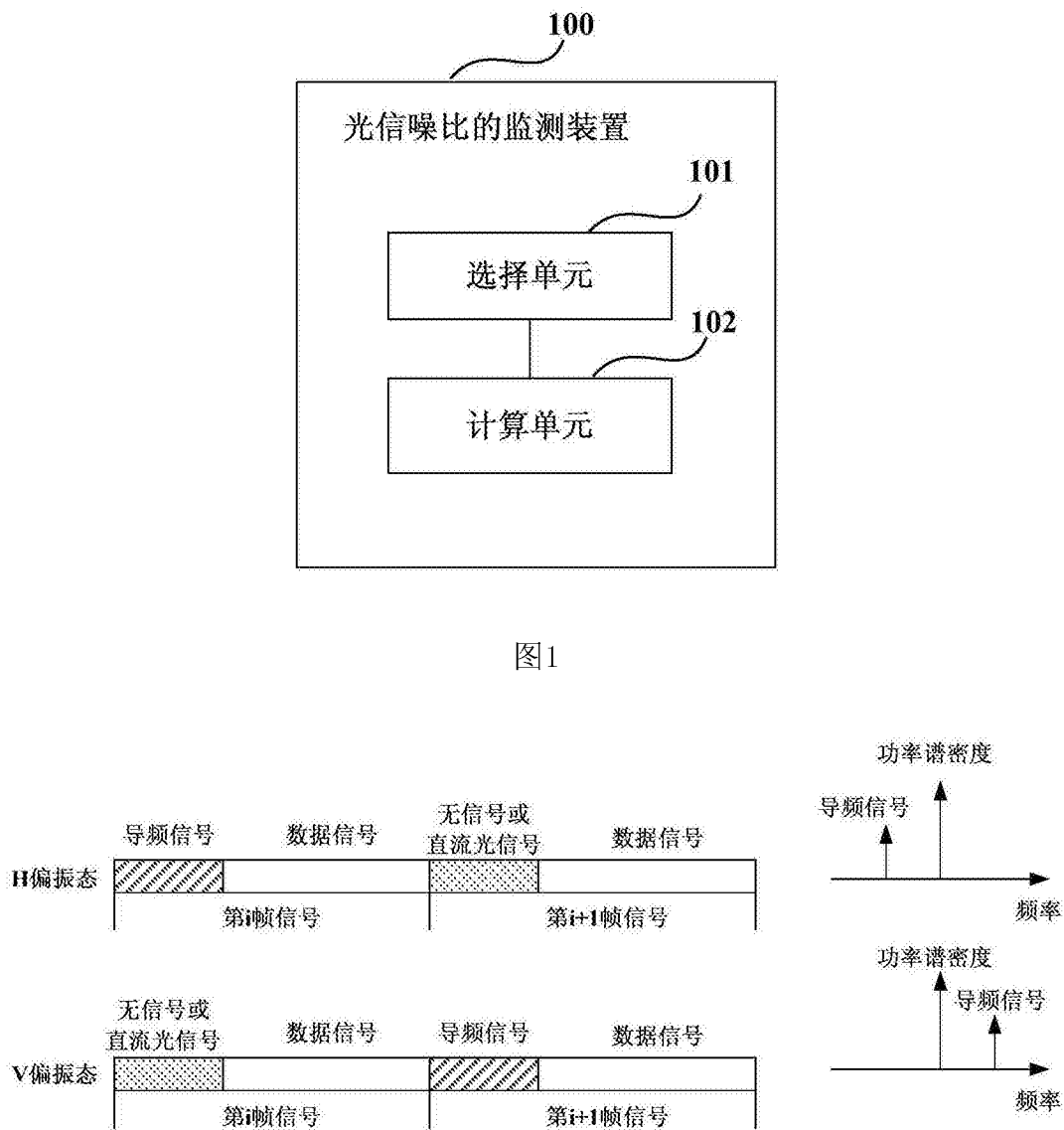


图3

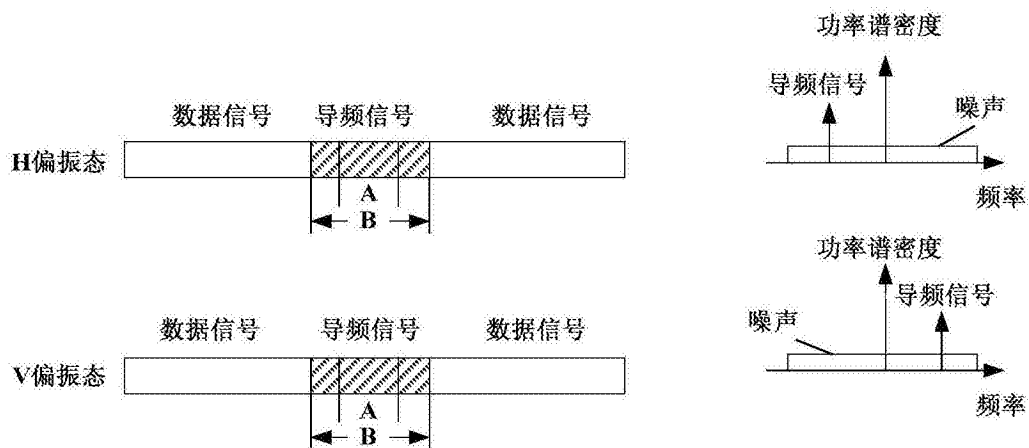


图4

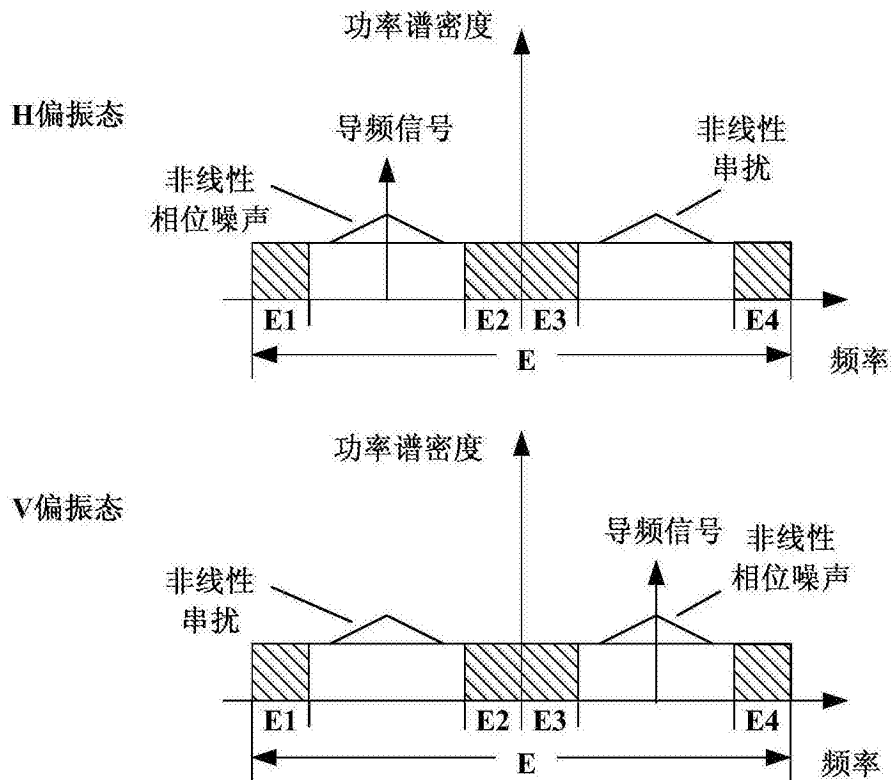


图5

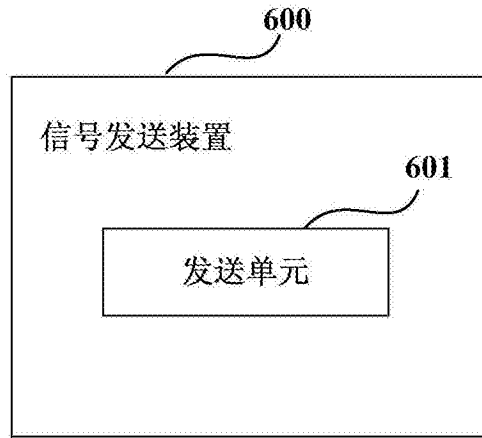


图6

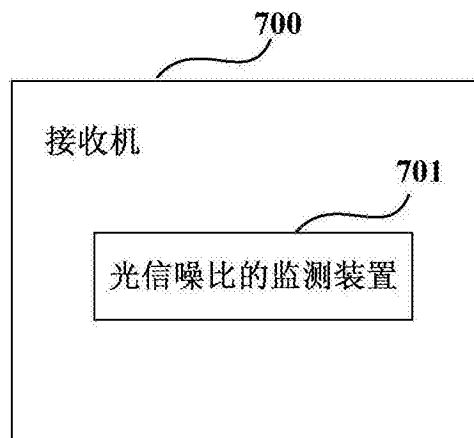


图7

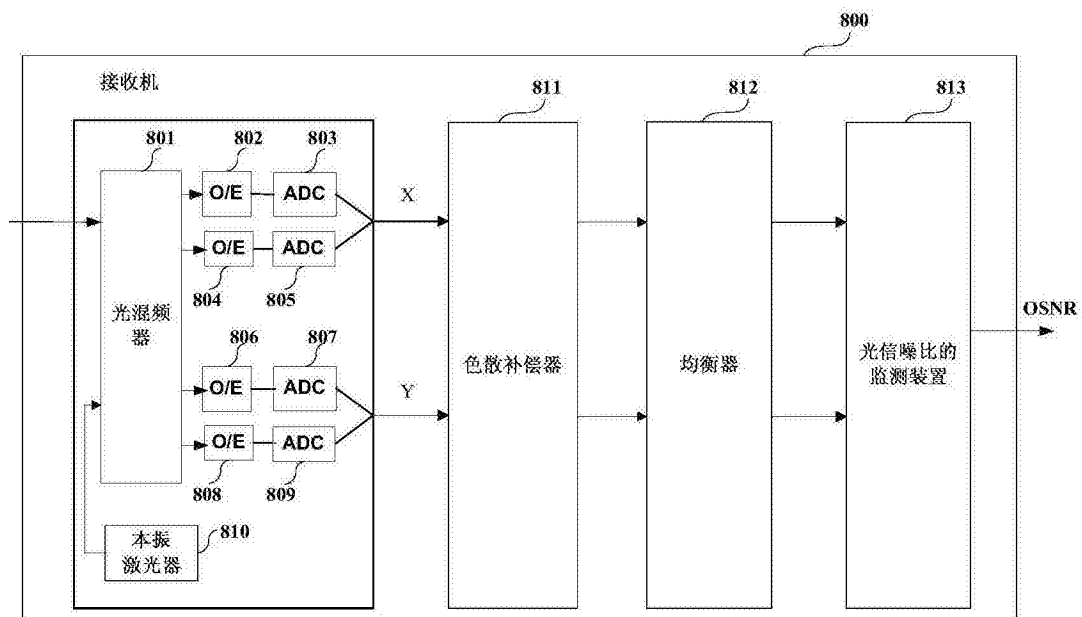


图8

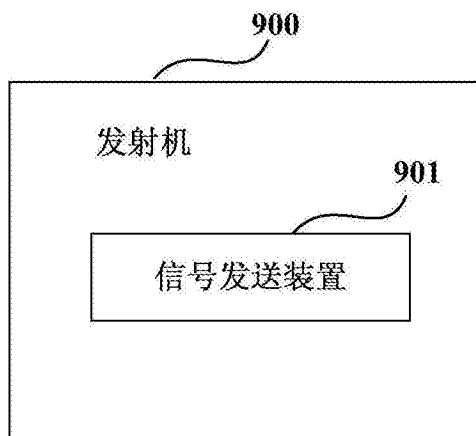


图9

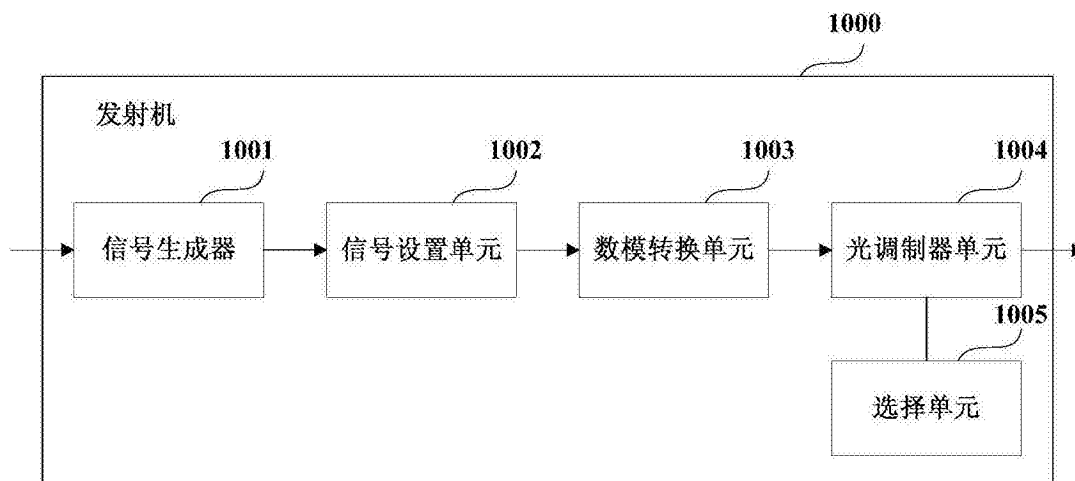


图10

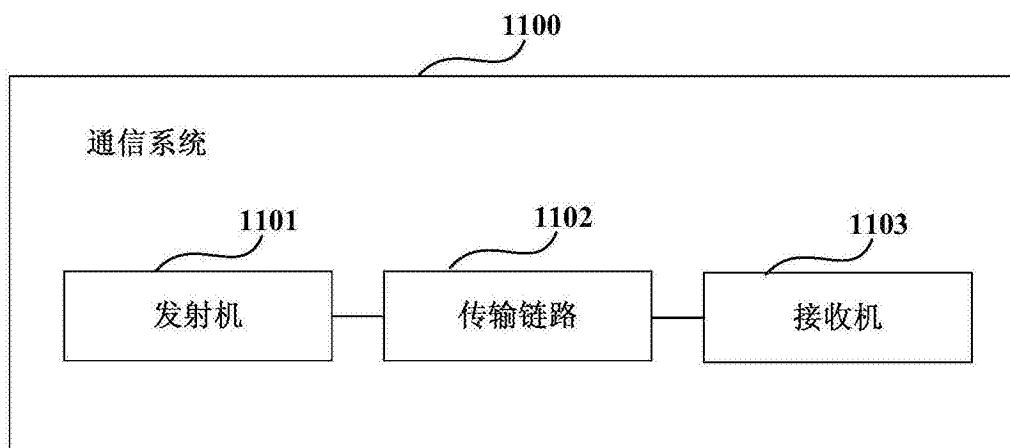


图11

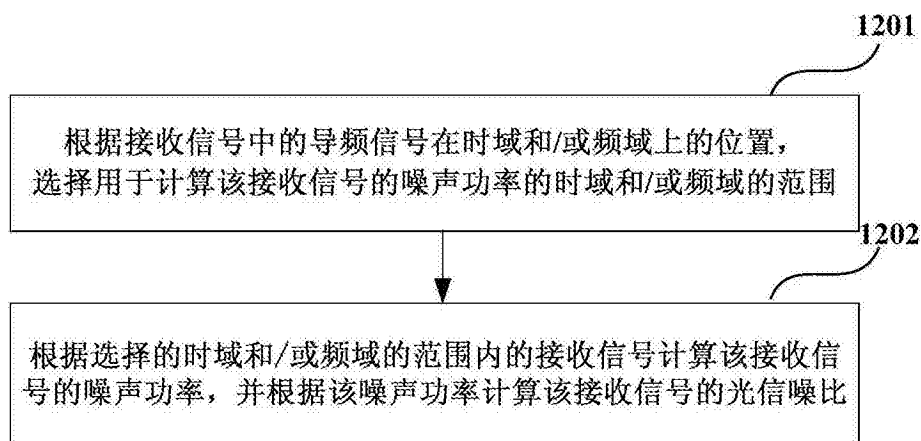


图12

1301

分别在两个偏振态上发送信号，其中，当发送每一帧信号时，
在一个偏振态上发送导频信号的时间段内在另一个偏振态上不
发送信号或发送直流光信号

图13