



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105991485 B

(45)授权公告日 2019.03.22

(21)申请号 201510050258.7

(22)申请日 2015.01.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105991485 A

(43)申请公布日 2016.10.05

(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 赵颖 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 樊一瑾 陶海萍

(51)Int.Cl.

H04L 25/02(2006.01)

H04B 10/61(2013.01)

H04J 14/02(2006.01)

(56)对比文件

US 2013040577 A1,2013.02.14,

CN 101835243 A,2010.09.15,

US 2002021464 A1,2002.02.21,

CN 103918217 A,2014.07.09,

EP 0939502 A3,2003.05.28,

US 2002154313 A1,2002.10.24,

杨丽婷.协同AF-OFDM系统中信道估计方法的研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2013,(第S1期),第1136-150页.

审查员 蔡红

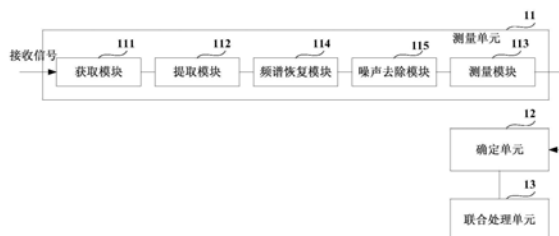
权利要求书1页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

信道间隔估计装置、波长监测装置以及接收机

(57)摘要

本申请提供一种信道间隔估计装置、波长监测装置以及接收机,其中,所述信道间隔估计装置包括:测量单元,其根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;确定单元,其根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。其中,测量单元可以根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将接收信号的频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为所述频谱间隙宽度。通过本申请,可以提高波长监测精度。



1. 一种多载波光通信系统中的信道间隔估计装置,其中,所述装置包括:
测量单元,其根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;
确定单元,其根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔,
其中,所述测量单元包括:
获取模块,其获取接收信号;
提取模块,其从所述获取模块获取到的接收信号中提取频谱信息;
测量模块,其根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将接收信号的频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为所述频谱间隙宽度。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述提取模块包括:
串并转换模块,其将所述接收信号划分为预定数量的段;
傅里叶变换模块,其对每段信号进行傅里叶变换,得到每段信号的频谱;
计算模块,其计算每段信号的频谱的模平方,得到每段信号的功率谱,对所有段信号的功率谱进行平均或加权平均,得到所有段信号的平均功率谱作为所述频谱信息。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述测量单元还包括:
频谱恢复模块,其对输入信号进行频谱恢复,将进行了频谱恢复的信号作为下一级处理的输入信号。
4. 根据权利要求3所述的装置,其中,所述频谱恢复模块通过将所述输入信号的频谱的每个频点的幅值乘以修正系数,来对所述输入信号进行频谱恢复。
5. 根据权利要求4所述的装置,其中,所述修正系数为接收机在每个频点响应幅值的倒数。
6. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述测量单元还包括:
噪声去除模块,其确定输入信号的噪底幅度,在所述输入信号的每个频点上把所述噪底幅度值扣除,得到噪声消除后的信号作为下一级处理的输入信号。
7. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述装置还包括:
联合处理单元,其接收相邻接收机发送的参考信息,并根据所述参考信息对所述频谱间隙宽度进行调整。
8. 一种波长监测装置,其中,所述波长监测装置根据权利要求1所述的信道间隔估计装置估计出的信道间隔进行波长监测。
9. 一种相干光接收机,其中,所述相干光接收机包括权利要求1所述的信道间隔估计装置。

信道间隔估计装置、波长监测装置以及接收机

技术领域

[0001] 本发明涉及多载波光通信系统,尤其涉及一种信道间隔估计装置、波长监测装置以及接收机。

背景技术

[0002] 在多载波光通信系统中,各子载波数据调制在若干个相互独立的光载波上。理想条件下各激光器波长稳定,载波波长间隔固定不变。在实际系统中,由于激光器波长受驱动电流变化、温度波动、谐振腔老化等因素影响,输出载波波长在一定范围内漂移。这种波长的不确定变化会给多载波光通信系统带来较大影响,主要体现在:1) 各子载波信道间出现邻道串扰;2) 边沿(edge)子载波遭到更严重的失真。

[0003] 有效的波长监测方法是解决激光器波长漂移的重要手段。在进行波长监测的基础上,可以对各激光器的波长进行反馈调节,避免波长大幅度变化,从而实现对各子载波波长的锁定。稳定的子载波波长不仅可以避免邻道串扰,也可以使频谱资源得到更有效的利用,增加频谱利用率。

[0004] 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

[0005] 可见,波长监测是实现子载波波长锁定的基础,也是进一步优化多载波光通信系统的有效手段。在实现波长监测的过程中,不希望引入额外的硬件开销,所以在接收机中进行基于数字信号处理的波长监测方案受到重视。

[0006] 本申请提供一种信道间隔估计装置、波长监测装置以及接收机,基于在光接收机进行信号处理,在不引入过大复杂度的情况下得到子载波间隔或波长信息。

[0007] 根据本申请的一个方面,提供一种多载波光通信系统中的信道间隔估计装置,其中,所述装置包括:

[0008] 测量单元,其根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;

[0009] 确定单元,其根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0010] 其中,测量单元可以根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将接收信号的频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为所述频谱间隙宽度。

[0011] 根据本申请的第二方面,提供一种波长监测装置,其中,所述波长监测装置根据前述的信道间隔估计装置估计出的信道间隔进行波长监测。

[0012] 根据本申请的第三方面,提供一种接收机,其中,所述接收机包括前述的信道间隔估计装置。

[0013] 根据本申请的第四方面,提供一种多载波光通信系统中的信道间隔估计方法,其中,所述方法包括:

[0014] 根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;

[0015] 根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0016] 本发明的有益效果在于:通过本申请,在不引入硬件开销的情况下,改善了子载波间隔估计的精度,减小了波长监测误差。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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

[0020] 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:

[0021] 图1是本实施例的信道间隔估计装置的组成示意图;

[0022] 图2是本实施例的信道间隔估计的基本原理示意图;

[0023] 图3是从接收信号中提取频谱信息的示意图;

[0024] 图4是根据频谱信息测量频谱间隙宽度的示意图;

[0025] 图5是对畸变频谱进行频谱恢复的示意图;

[0026] 图6是对带噪声的频谱进行噪声消除的示意图;

[0027] 图7是本实施例的相干光接收机的组成示意图;

[0028] 图8是本实施例的多载波光通信系统的拓扑示意图;

[0029] 图9是本实施例的信道间隔估计方法的流程图。

具体实施方式

[0030] 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。

[0031] 本申请利用光接收机得到的频谱信息,对接收机频谱间隙宽度进行估计,从而实现对子载波间隔的判断。其中,通过对上述频谱信息进行必要的处理,能够提高频谱间隙估计的精度。另外,基于估计出的子载波间隔可以进行波长监测,由此提高了波长监测的精度。

[0032] 下面结合附图对本申请的具体实施方式进行说明。

[0033] 实施例1

[0034] 本发明实施例提供了一种多载波光通信系统中的信道间隔估计装置。图1是该装置的组成示意图,请参照图1,该装置包括:测量单元11和确定单元12。其中,

[0035] 测量单元11根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度。

[0036] 确定单元12根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0037] 图2是本实施例的信道间隔估计的基本原理示意图,如图2所示,在一个光接收机的带宽范围内,除了需要解调的中间信道(称为中央信道,下同),还包括同时接收的左右部分邻道信息。由于光接收机的带宽有限,故左右两个邻道信息只有部分信息被接收,反应在频谱上表现为图中粗实线所示范围。在此范围内,由于邻道频谱不完整,故不能直接判断两个信道的中心波长的间隔。在本实施例中,可以通过测定相邻信道间的频谱间隙宽度的方法来间接衡量信道间隔。如图2所示,频谱间隙宽度的定义为:在某功率水平上的本信道频谱负斜率边沿到邻道正斜率边沿的距离。由于在接收机的带宽范围内总可保证频谱间隙的存在,故对于特定的接收频谱总可由间隙宽度来反应信道间隔。本申请正是基于这一原理,通过测量频谱间隙宽度来确定信道间隔。

[0038] 在测量单元11的一个实施方式中,如图1所示,该测量单元11包括:获取模块111、提取模块112、以及测量模块113,其中,

[0039] 获取模块111用于获取接收信号。

[0040] 提取模块112用于从获取模块111获取到的接收信号中提取频谱信息。

[0041] 测量模块113用于根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将接收信号的频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为所述频谱间隙宽度。

[0042] 在本实施例中,获取模块111可以从光接收机获取该接收信号,该接收信号可以是接收机提取的 $M \times N$ 点的采样序列,其频谱如图3左边所示,该频谱能够反映出子载波的信道形状,但由于数据信号的随机性,该频谱在很大范围内波动。由于间隙宽度测量只需要频谱的包络信息,故其随机数据信息应该被去除。

[0043] 在本实施例中,提取模块112可以采用平均法去除随机数据影响,也可以同时采用与窗函数卷积的方法来实现平滑。

[0044] 图3为提取模块112的一个实施方式的示意图,如图3中间所示,在该实施方式中,该提取模块112可以包括一个串并转换模块31、一个傅里叶变换模块32、以及一个计算模块33。该串并转换模块31用于将接收信号划分为预定数量的段,段与段之间可以有重叠,也可以没有重叠,例如,把上述 $M \times N$ 点采样序列串/并变换成 M 段,每段 N 点的子序列。该傅里叶变换模块32用于对每段信号进行傅里叶变换,得到每段信号的频谱,也即,将每段信号从时域变换到频域,例如,对每段子序列分别做快速傅里叶变换得到其频谱。该计算模块33用于计算每段信号的频谱的模平方,得到每段信号的功率谱,以反映频域的功率谱形状,并对所有段信号的功率谱进行平均或加权平均,得到所有段信号的平均功率谱作为提取到的频谱信息。这样,每段信号上的随机信息在求平均后可以得到有效抑制,输出的平滑频谱如图3右边所示。

[0045] 其中,可选的,该提取模块112还可以包括时域加窗模块34,如图3所示,该时域加窗模块34位于串并转换模块31之后,并位于傅里叶变换模块32之前,其可以直接对每段信号的频谱做窗函数卷积,例如,把每段信号的频谱卷积一个特定的窗函数,以此达到频谱平滑的效果。

[0046] 在本实施例中,得到了接收信号的频谱信息,测量模块113即可根据该频谱信息测量所述频谱间隙宽度。

[0047] 图4是测量模块113的一个实施方式的示意图,其中,图4所示的频谱可能是从接收信号中直接提取的,可以是对从接收信号中提取出的频谱进行了处理后的频谱,例如对提取出的频谱进行了频谱恢复、噪声去除等,具体将在以下进行说明。

[0048] 在本实施例中,如图4所示,为了测量频谱间隙的宽度,首先要选定参考功率水平,在一个实施方式中,可以选取比中央信道平坦区域功率值低3dB的功率水平作为参考功率水平。需要说明的是,3dB并非强制取值,在本实施例中也可以选取其它数值,本实施例对此数值不做限定。在选取参考功率水平后,可以确定左侧或右侧间隙上与此功率对应的频点 f_1 和 f_2 。找到频点 f_1 和 f_2 后,计算 $\Delta f = |f_2 - f_1|$ 的值作为频谱间隙宽度。

[0049] 在本实施例中,如图2所示,频谱间隙宽度与信道间隔有一一对应的对应关系,本实施例可以预先设定该频谱间隙宽度和该信道间隔之间的对应关系,确定单元12可以根据该对应关系,在通过测量单元11得到了频谱间隙宽度后,间接得到该信道间隔。得到了信道间隔即得到了波长监测的依据。

[0050] 在测量单元11的另一个实施方式中,如图1所示,该测量单元11还可以包括:

[0051] 频谱恢复模块114,其对输入信号进行频谱恢复,将进行了频谱恢复的信号作为下一级处理的输入信号。

[0052] 如图1所示,在本实施例中,该频谱恢复模块114位于提取模块112后面,则其输入为经过提取模块112提取的频谱信息,其输出为下一级处理的输入。其中,频谱恢复模块114通过对提取模块112提取的频谱信息进行频谱恢复,得到频谱恢复后的信号作为下一级处理的输入。如果下一级处理是测量模块113,则该测量模块113以该频谱恢复模块114输出的频谱作为依据,来测量频谱间隙宽度。

[0053] 图5为频谱恢复模块114的一个实施方式的示意图,其中,提取模块112提取出的频谱信息,也即去除随机数据影响后的平滑频谱如图5中左侧频谱图所示,由于接收机的频谱响应不平坦,导致邻道频谱的畸变较为严重。如不进行频谱恢复,会导致较大的间隙宽度估计偏差。

[0054] 在本实施例中,可以通过频谱恢复模块114对平滑的畸变频谱进行频谱恢复操作,具体方法可以是对畸变频谱每个频点的幅值乘以修正系数,其中,该修正系数的值可以是接收机在每个频点响应幅值的倒数,也可以是其它值。经过此操作后,恢复的频谱如图5中右侧频谱图所示,邻道功率得到显著提升的同时,中间信道的频谱也变平坦。利用此频谱进行间隙宽度估计的精度将明显得到改善。

[0055] 其中,图5的左右两个频谱图中 $\pm 8\text{GHz}$ 的位置有一对导频信号,在本实施例中不是必须的,但也不影响间隙估计精度。

[0056] 在测量单元11的另一个实施方式中,该测量单元11还可以包括:

[0057] 噪声去除模块115,其确定输入信号的噪底幅度,在所述输入信号的每个频点上把

所述噪底幅度值扣除,得到噪声消除后的信号作为下一级处理的输入信号。

[0058] 如图1所示,在本实施例中,该噪声去除模块115位于频谱恢复模块114后面,其输入为频谱恢复模块114恢复的频谱,其输出为测量模块113,也即,测量模块113以噪声去除后的频谱为依据进行频谱间隙测量,但本实施例并不以此作为限制,在具体实施过程中,该噪声去除模块115也可以位于频谱恢复模块114前面,提取模块112后面,此时,其输入为提取模块112提取的频谱,其输出为频谱恢复模块114的输入,该噪声去除模块115对提取模块112提取的频谱进行噪声去除,输出噪声去除后的频谱到频谱恢复模块114。

[0059] 图6为噪声消除模块115的一个实施方式的示意图,其中,左侧频谱图所示为在不同噪声水平下的接收机频谱图,可见,噪声水平的不同导致频谱间隙底部幅度出现较大差异,此差异也会影响间隙宽度估计的精度。为了避免间隙估计值与噪声水平相关的现象,本实施例通过噪声消除模块115在进行间隙估计之前,对噪底进行移除操作。具体方法为,找到频谱幅值最低点作为噪底幅度,之后在每个频点上把该噪底幅度值扣除(线性相减)。进行噪底移除后的频谱如图6右侧频谱图所示,可见,不同的噪声水平将不再影响频谱形状,故间隙估计值将不依赖于噪声水平。

[0060] 在本实施例的一个实施方式中,该信道间隔估计装置还可以包括一个联合处理单元13,其用于接收相邻接收机发送的参考信息,并根据所述参考信息对确定单元12确定的频谱间隙宽度进行调整。

[0061] 本实施例通过对利用光接收机得到的频谱信息进行频谱间隙估计,实现了对子载波间隔的判断,通过对频谱信息进行必要的处理,在不引入硬件开销的情况下,改善了子载波间隔估计的精度,减小了波长监测误差,为波长控制模块的产品化提供了指导。

[0062] 实施例2

[0063] 本发明实施例还提供了一种波长监测装置,该波长监测装置根据实施例1的信道间隔估计装置估计出的信道间隔进行波长监测,本实施例并不限制具体的监测过程和方法,可以参考现有技术,也可以采用任何可实施的方式。例如,有了对信道间隔的估计结果,就得到了波长差,该波长监测装置可以根据该波长差以及波长的绝对值进行波长监测。

[0064] 由于本实施例的波长监测装置根据实施例1的信道间隔估计装置估计出的信道间隔进行波长监测,在不引入硬件开销的情况下,改善了子载波间隔估计的精度,减小了波长监测误差。

[0065] 实施例3

[0066] 本发明实施例还提供了一种多载波光通信系统中的相干光接收机,该相干光接收机可以包括实施例1所述的信道间隔估计装置。

[0067] 图7是本实施例的相干光接收机的构成示意图,如图7所示,该相干光接收机700可以包括:中央处理器(CPU)701和存储器702;存储器702耦合到中央处理器701。值得注意的是,该图是示例性的;还可以使用其他类型的结构,来补充或代替该结构,以实现电信功能或其它功能。

[0068] 在一个实施方式中,实施例1所述的信道间隔估计装置的功能可以被集成到中央处理器701中,其中,中央处理器701可以被配置为:根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0069] 可选的,该中央处理器701还可以被配置为:获取接收信号;从获取到的接收信号中提取频谱信息;根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将所述频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为频谱间隙宽度。

[0070] 可选的,该中央处理器701还可以被配置为:将所述接收信号划分为预定数量的段;对每段信号进行傅里叶变换,得到每段信号的频谱;计算每段信号的频谱的模平方,得到每段信号的功率谱,对所有段信号的功率谱进行平均或加权平均,得到所有段信号的平均功率谱作为所述频谱信息。

[0071] 其中,可以在将接收信号划分为预定数量的段以后,先对每段信号的频谱做窗函数卷积,再做前述傅里叶变换,以实现频谱平滑的效果。

[0072] 可选的,该中央处理器701还可以被配置为:对输入信号进行频谱恢复,将进行了频谱恢复的信号作为下一级处理的输入信号。其中,可以通过将所述输入信号的频谱的每个频点的幅值乘以修正系数,来对所述输入信号进行频谱恢复。其中,所述修正系数可以是该相干光接收机在每个频点响应幅值的倒数。

[0073] 可选的,该中央处理器701还可以被配置为:确定输入信号的噪底幅度,在所述输入信号的每个频点上把所述噪底幅度值扣除,得到噪声消除后的信号作为下一级处理的输入信号。

[0074] 可选的,该中央处理器701还可以被配置为:接收相邻相干光接收机发送的参考信息,根据所述参考信息对所述频谱间隙宽度进行调整。

[0075] 在另一个实施方式中,该信道间隔估计装置可以与中央处理器701分开配置,例如可以将该信道间隔估计装置配置为与中央处理器701连接的芯片,通过中央处理器701的控制来实现该信道间隔估计装置的功能。

[0076] 如图7所示,该相干光接收机700还可以包括:通信模块703、输入单元704、本地激光器705、显示器706、电源707。值得注意的是,相干光接收机700也并不是必须要包括图7中所示的所有部件;此外,相干光接收机700还可以包括图7中没有示出的部件,可以参考现有技术。

[0077] 如图7所示,中央处理器701有时也称为控制器或操作控件,可以包括微处理器或其他处理器装置和/或逻辑装置,该中央处理器701接收输入并控制相干光接收机700的各个部件的操作。

[0078] 其中,存储器702,例如可以是缓存器、闪存、硬驱、可移动介质、易失性存储器、非易失性存储器或其它合适装置中的一种或更多种。可储存预定义或预配置的信息,此外还可储存执行有关信息的程序。并且中央处理器701可执行该存储器702存储的该程序,以实现信息存储或处理等。其他部件的功能与现有类似,此处不再赘述。相干光接收机700的各部件可以通过专用硬件、固件、软件或其结合来实现,而不偏离本发明的范围。

[0079] 本发明实施例的相干光接收机采用了本申请实施例的信道间隔估计装置来估计信道间隔,进而根据估计出的信道间隔进行波长监测,在不引入硬件开销的情况下,改善了子载波间隔估计的精度,减小了波长监测误差。

[0080] 实施例4

[0081] 本发明实施例还提供了一种多载波光通信系统,图8是该系统的构成示意图,如图8所示,该系统800包括发射机801和相干光接收机802,其中,该相干光接收机802可以通过

实施例3的相干光接收机700来实现,其内容被合并于此,在此不再赘述。

[0082] 通过本发明实施例提供的多载波光通信系统,在不引入硬件开销的情况下,改善了子载波间隔估计的精度,减小了波长监测误差。

[0083] 实施例5

[0084] 本发明实施例还提供了一种信道间隔估计方法。图9是该方法的流程图,由于该方法解决问题的原理与实施例1的装置类似,因此其具体的实施可以参照实施例1的装置的实施,内容相同之处不再重复说明。

[0085] 请参照图9,该方法包括:

[0086] 步骤901:根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;

[0087] 步骤902:根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0088] 在一个实施方式中,步骤901可以包括:

[0089] S1:获取接收信号;

[0090] S2:从获取到的接收信号中提取频谱信息;

[0091] S3:根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将接收信号的频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为频谱间隙宽度。

[0092] 其中,步骤S2可以包括:

[0093] S21:将所述接收信号划分为预定数量的段;

[0094] S22:对每段信号进行傅里叶变换,得到每段信号的频谱;

[0095] S23:计算每段信号的频谱的模平方,得到每段信号的功率谱,对所有段信号的功率谱进行平均或加权平均,得到所有段信号的平均功率谱作为所述频谱信息。

[0096] 其中,在S21之后S22之前,还可以先对每段信号的频谱做窗函数卷积,实现平滑处理的结果。

[0097] 在一个实施方式中,步骤901还可以包括:

[0098] S4:对输入信号进行频谱恢复,将进行了频谱恢复的信号作为下一级处理的输入信号。

[0099] 其中,S4是可选的,且其可以位于S2之后,也可以位于S2之前。

[0100] 其中,可以通过将所述输入信号的频谱的每个频点的幅值乘以修正系数,来对所述输入信号进行频谱恢复。

[0101] 其中,该修正系数可以是接收机在每个频点响应幅值的倒数,但本实施例并不以此作为限制。

[0102] 在一个实施方式中,步骤901还可以包括:

[0103] S5:确定输入信号的噪底幅度,在所述输入信号的每个频点上把所述噪底幅度值扣除,得到噪声消除后的信号作为下一级处理的输入信号。

[0104] 其中,S5是可选的,且其可以位于S2之后,也可以位于S2之前,可以位于S4之后,也可以位于S4之前。

[0105] 在一个实施方式中,该方法还可以包括:

[0106] 步骤903:接收相邻接收机发送的参考信息,根据所述参考信息对所述频谱间隙宽

度进行调整。

[0107] 通过本实施例的方法进行信道间隔估计,在不引入硬件开销的情况下,改善了子载波间隔估计的精度,减小了波长监测误差。

[0108] 本发明实施例还提供一种计算机可读程序,其中当在信道间隔估计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信道间隔估计装置或接收机中执行实施例5所述的信道间隔估计方法。

[0109] 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道间隔估计装置或接收机中执行实施例5所述的信道间隔估计装置方法。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 关于包括以上实施例的实施方式,还公开下述的附记:

[0113] 附记1、一种信道间隔估计方法,其中,所述方法包括:

[0114] 根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;

[0115] 根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0116] 附记2、根据附记1所述的方法,其中,根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度,包括:

[0117] 获取接收信号;

[0118] 从获取到的接收信号中提取频谱信息;

[0119] 根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将所述频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为频谱间隙宽度。

[0120] 附记3、根据附记2所述的方法,其中,从获取到的接收信号中提取频谱信息,包括:

[0121] 将所述接收信号划分为预定数量的段;

[0122] 对每段信号进行傅里叶变换,得到每段信号的频谱;

[0123] 计算每段信号的频谱的模平方,得到每段信号的功率谱,并对所有段信号的功率谱进行平均或加权平均,得到所有段信号的平均功率谱作为所述频谱信息。

[0124] 附记4、根据附记3所述的方法,其中,在将所述接收信号划分为预定数量的段之后,所述方法还包括:

[0125] 对每段信号的频谱做窗函数卷积。

[0126] 附记5、根据附记2所述的方法,其中,根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度,还包括:

[0127] 对输入信号进行频谱恢复,将进行了频谱恢复的信号作为下一级处理的输入信号。

[0128] 附记6、根据附记5所述的方法,其中,通过将所述输入信号的频谱的每个频点的幅值乘以修正系数,来对所述输入信号进行频谱恢复。

[0129] 附记7、根据附记6所述的方法,其中,所述修正系数为接收机在每个频点响应幅值的倒数。

[0130] 附记8、根据附记2所述的方法,其中,根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度,还包括:

[0131] 确定输入信号的噪底幅度,在所述输入信号的每个频点上把所述噪底幅度值扣除,得到噪声消除后的信号作为下一级处理的输入信号。

[0132] 附记9、根据附记1所述的方法,其中,所述方法还包括:

[0133] 接收相邻接收机发送的参考信息,根据所述参考信息对所述频谱间隙宽度进行调整。

[0134] 附记10、一种多载波光通信系统中的信道间隔估计装置,其中,所述装置包括:

[0135] 测量单元,其根据接收信号的频谱信息测量频谱间隙宽度;

[0136] 确定单元,其根据预先设定的信道间隔和频谱间隙宽度之间的对应关系,利用所述频谱间隙宽度确定信道间隔。

[0137] 附记11、根据附记10所述的装置,其中,所述测量单元包括:

[0138] 获取模块,其获取接收信号;

[0139] 提取模块,其从所述获取模块获取到的接收信号中提取频谱信息;

[0140] 测量模块,其根据预先设定的参考功率水平确定参考功率,将接收信号的频谱信息中的中央信道的左侧或右侧间隙上与所述参考功率对应的两个频点的频率之差作为所述频谱间隙宽度。

[0141] 附记12、根据附记11所述的装置,其中,所述提取模块包括:

[0142] 串并转换模块,其将所述接收信号划分为预定数量的段;

[0143] 傅里叶变换模块,其对每段信号进行傅里叶变换,得到每段信号的频谱;

[0144] 计算模块,其计算每段信号的频谱的模平方,得到每段信号的功率谱,对所有段信号的功率谱进行平均或加权平均,得到所有段信号的平均功率谱作为所述频谱信息。

[0145] 附记13、根据附记12所述的装置,其中,所述提取模块还包括:

[0146] 时域加窗模块,其对每段信号的频谱做窗函数卷积。

[0147] 附记14、根据附记12所述的装置,其中,所述测量单元还包括:

[0148] 频谱恢复模块,其对输入信号进行频谱恢复,将进行了频谱恢复的信号作为下一级处理的输入信号。

[0149] 附记15、根据附记14所述的装置,其中,所述频谱恢复模块通过将所述输入信号的频谱的每个频点的幅值乘以修正系数,来对所述输入信号进行频谱恢复。

[0150] 附记16、根据附记15所述的装置,其中,所述修正系数为接收机在每个频点响应幅值的倒数。

[0151] 附记17、根据附记12所述的装置,其中,所述测量单元还包括:

[0152] 噪声去除模块,其确定输入信号的噪底幅度,在所述输入信号的每个频点上把所述噪底幅度值扣除,得到噪声消除后的信号作为下一级处理的输入信号。

[0153] 附记18、根据附记10所述的装置,其中,所述装置还包括:

[0154] 联合处理单元,其接收相邻接收机发送的参考信息,根据所述参考信息对所述频谱间隙宽度进行调整。

[0155] 附记19、一种波长监测装置,其中,所述波长监测装置根据附记10-18任一项所述的信道间隔估计装置估计出的信道间隔进行波长监测。

[0156] 附记20、一种接收机,其中,所述接收机包括附记10-18任一项所述的信道间隔估计装置。

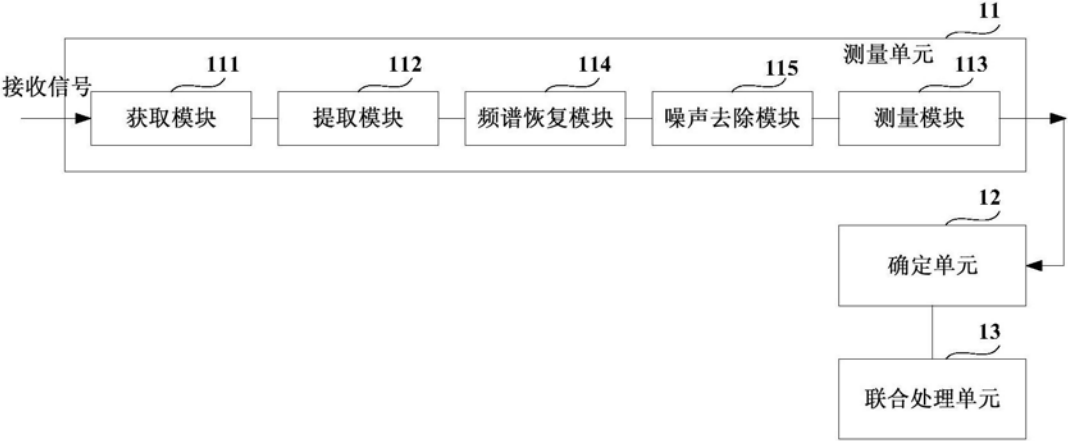


图1

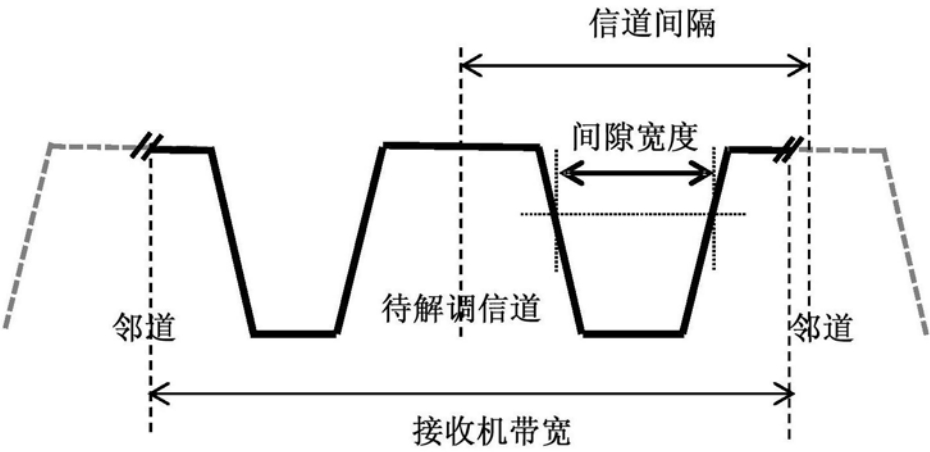


图2

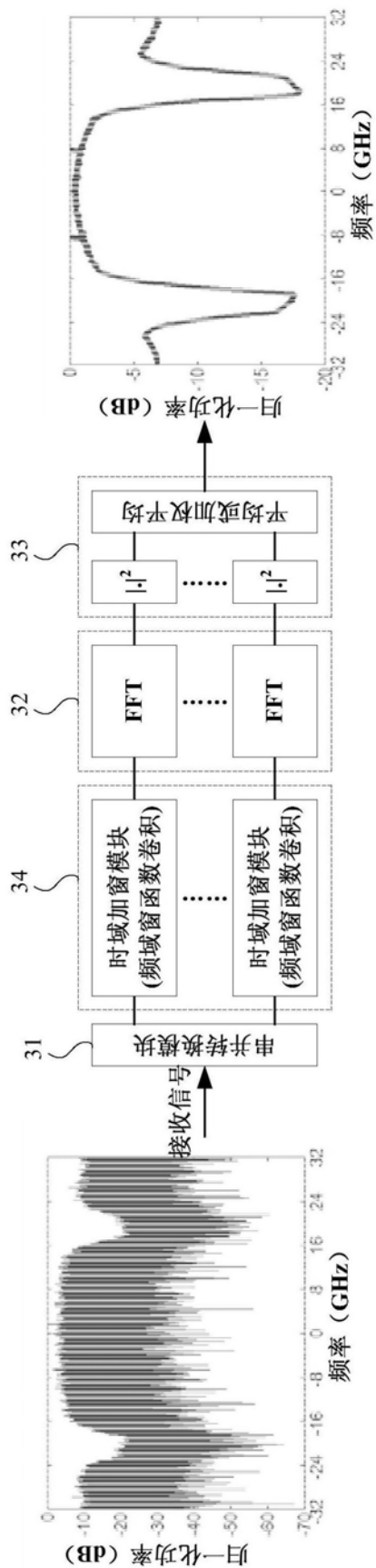


图3

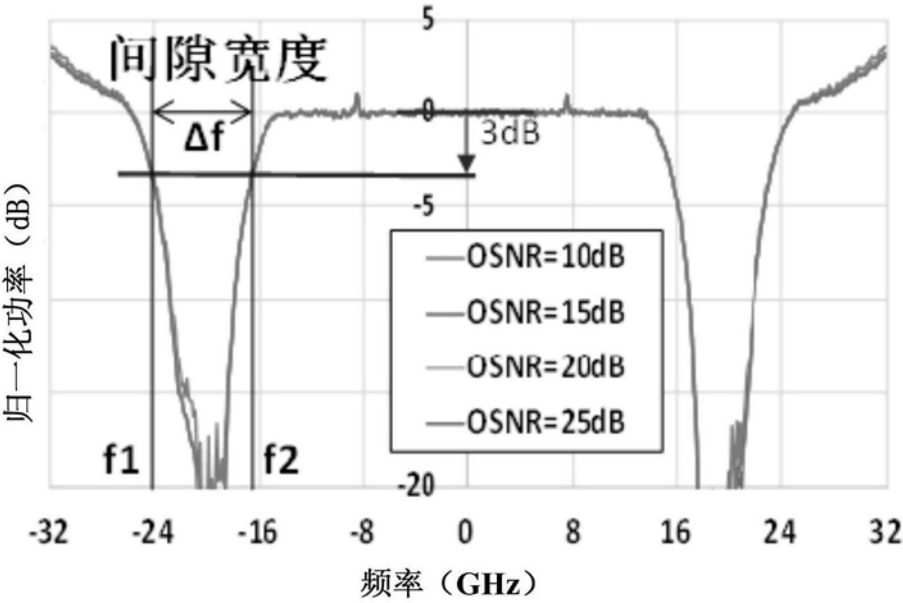


图4



图5

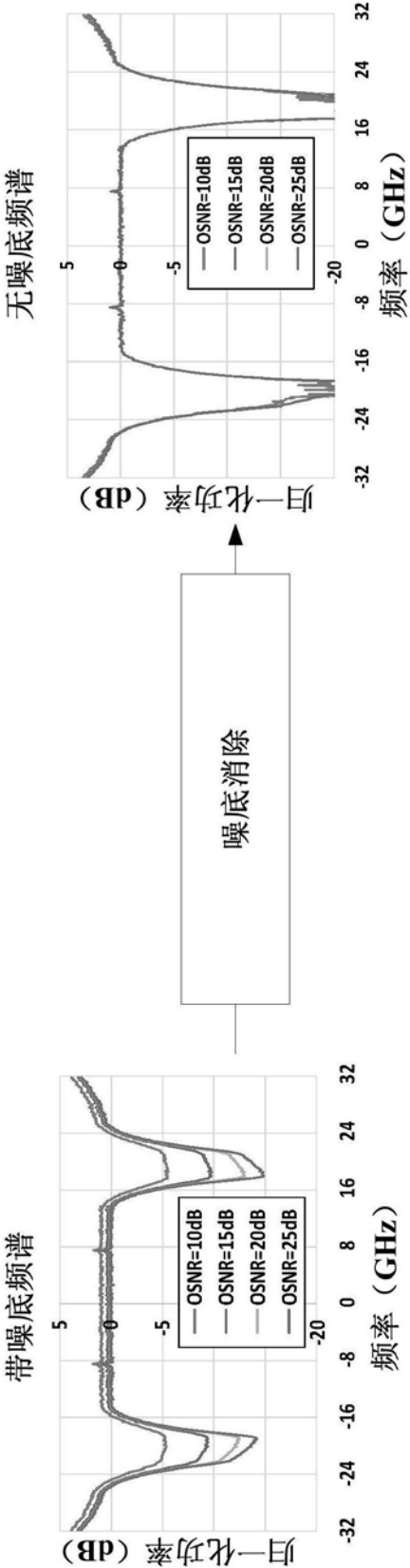


图6

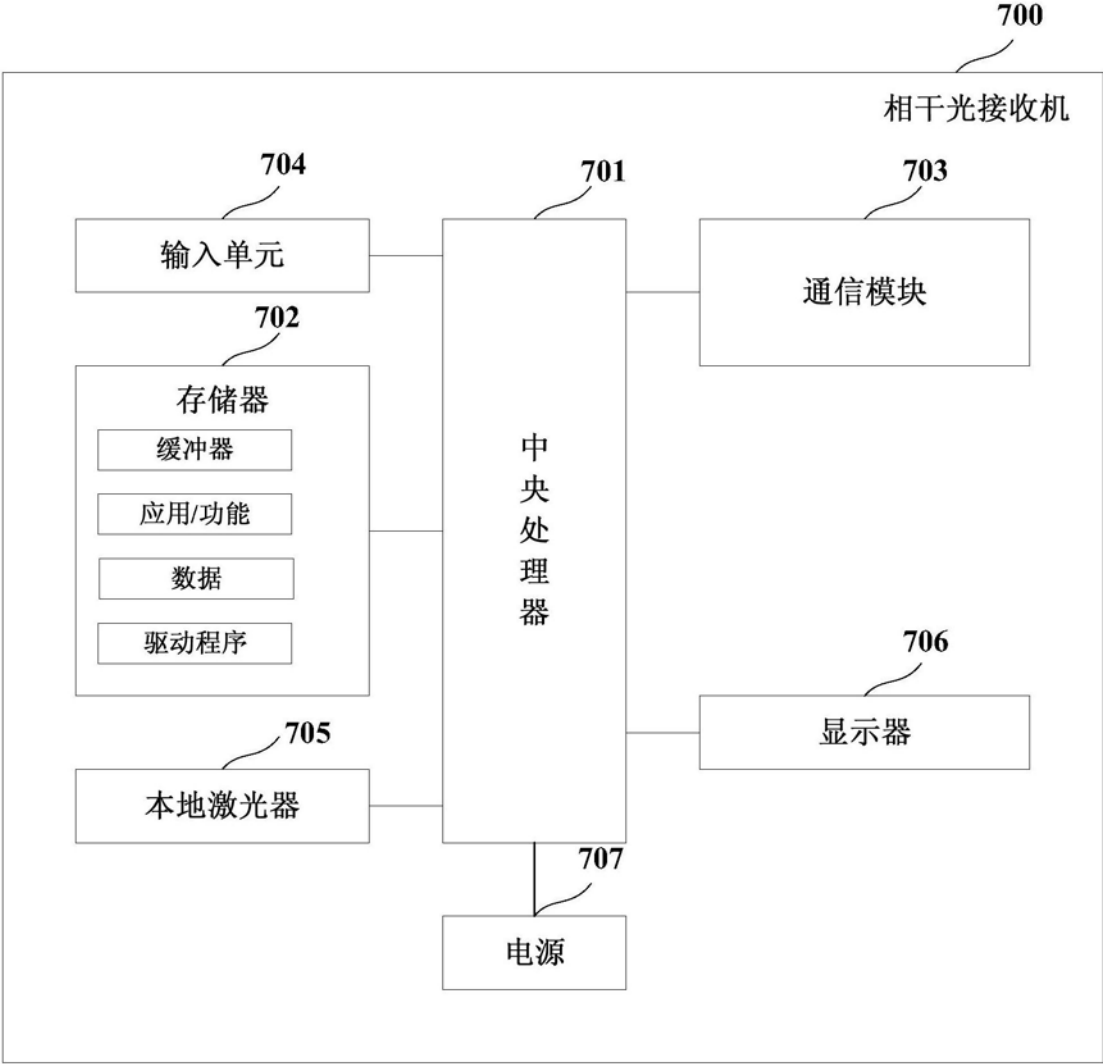


图7

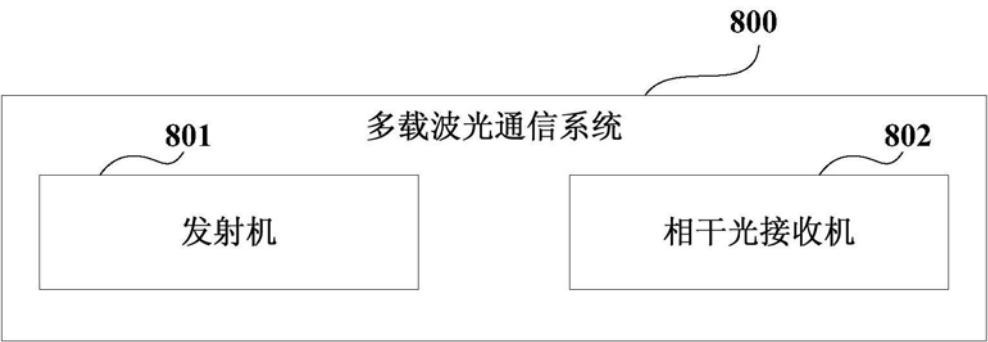


图8

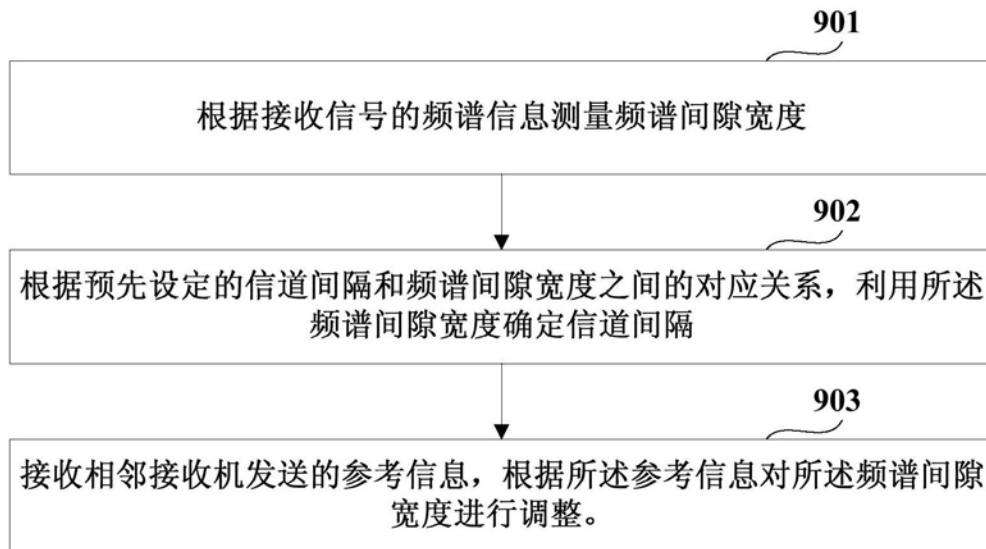


图9