



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02141782.2

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1231007C

[22] 申请日 2002.9.5 [21] 申请号 02141782.2

[71] 专利权人 华为技术有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技园科
发路 1 号华为用服中心大厦

[72] 发明人 余 力

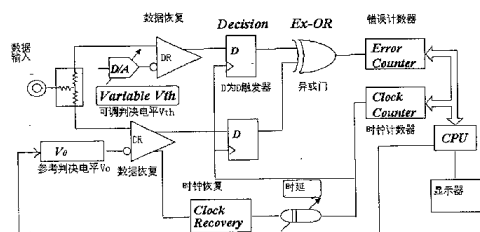
审查员 张 璞

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种测量光传输系统性能的方法及装置

[57] 摘要

本发明公开一种测量光传输系统性能的方法及装置，所述方法包括如下步骤：1) 选取一个参考电平，以该参考电平为判决电平对码流进行恢复，得到参考码流；将该参考码流与变化的判决电平下恢复的码流进行比较，从而得到第一条误码率与判决电平的“U”字型关系曲线，并推算出“U”字型关系曲线的最低点处的误码率；不断改变参考电平，得到多个“U”字型关系曲线的最低点处的误码率，并找出其中的最低误码率，从该最低误码率推算出 Q 因子的值。由于利用参考电平恢复数据作为参考码流，这样就不需要事先准备一个标准信号作为参考码流，大大方便了测试，解决了现场监控的难题。



- 1、一种测量光传输系统性能的方法，其特征是包括如下步骤：
 - 1) 选取第一参考电平，以该参考电平为判决电平对码流进行恢复，得到参考码流；将该参考码流与变化的判决电平下恢复的码流进行比较，从而得到第一条误码率(BER)与判决电平(U_{th})的“U”字型关系曲线，并推算出“U”字型关系曲线的曲线最低点处的误码率；
 - 2) 选取第二参考电平，重复上述过程，得到另一个“U”字型关系曲线最低点处(B)处的误码率；
 - 3) 不断改变参考电平，得到多个“U”字型关系曲线的最低点处的误码率，并找出其中的最低误码率，如果所述最低误码率符合系统要求，此时的参考电平为最优参考电平；
 - 4) 将上述最优参考电平作为最佳判决电平，从该最低误码率推算出光传输系统Q因子的值。

2、如权利要求1所述的一种测量光传输系统性能的方法，其特征是：参考电平和判决电平的选取原则是使测得的误码率在 10^{-4} 到 10^{-10} 之间。

3、如权利要求1或2所述的一种测量光传输系统性能的方法，其特征是：当计算出来的最低误码率变化小于 10^{-15} 时，就停止改变参考电平。

4、如权利要求1或2所述的一种测量光传输系统性能的方法，其特征是：最佳判决电平处对应的误码率与Q因子的关系是： $BER \approx \frac{\exp(-Q^2/2)}{Q\sqrt{2\pi}}$ 。

5、如权利要求1或2所述的一种测量光传输系统性能的方法，其特征是在步骤1)至3)中，得到“U”字型关系曲线的方法为：将被测量的数据流分为两路，分别进入两个数据恢复模块；一个数据恢复模块的判决电平采用参考电平，另一个数据恢复模块的判决电平采用可调判决电平；恢复的数据流分别经过两个D触发器后，进入一个异或门进行比较；最后的不同结果由错误计数器记录；其中参考电平的数据恢复模块还产生一个时钟，这个时钟在经过延时后，分别进入到D触发器和时钟计数器，D触发器使比较的码流同步，时钟计数器记录产生数据个数，结

合错误计数器计算出误码率 (BER), 并进而利用拟合法得到误码率 (BER) 与判决电平 (U_{th}) 的 “U” 字型关系曲线。

6、如权利要求 3 所述的一种测量光传输系统性能的方法, 其特征是: 误码率的计算由 CPU 完成, 并且由 CPU 控制参考电平的大小, 最后经过 CPU 处理后, 输出最后的结果。

7、一种测量光传输系统性能的装置, 其特征是: 包括两个数据恢复模块, 分别与将被测量的数据相连; 其中一个数据恢复模块的判决电平采用参考电平, 另一个数据恢复模块的判决电平采用可调判决电平; 还包括两个 D 触发器和一个异或门, 所述 D 触发器输入端分别接两个恢复的数据流, 输出端接异或门, 进行比较; 还包括错误计数器, 其输入端与异或门的输出端相连, 用于记录最后的不同结果; 其中参考电平的数据恢复模块还包括一个时钟恢复电路, 所产生的时钟在经过延时电路后, 分别进入到上述 D 触发器和一个时钟计数器, D 触发器使比较的码流同步, 时钟计数器记录产生数据个数, 它与错误计数器的输出一同输入到误码率 (BER) 计算装置上进行误码率 (BER) 计算, 并进而利用拟合法得到误码率 (BER) 与判决电平 (U_{th}) 的 “U” 字型关系曲线。

8、如权利要求 7 所述的一种测量光传输系统性能的装置, 其特征是: 所述误码率 (BER) 计算装置是中央处理单元 (CPU), 所述的中央处理单元还与其中一个数据恢复电路的参考判决电平产生电路相连, 控制参考电平的大小。

一种测量光传输系统性能的方法及装置

技术领域:

本发明涉及一种测量光传输系统性能的方法及装置。

背景技术:

误码率 (BER) 和光信噪比 (OSNR) 是监测光纤传输系统的重要的参数。误码率不是物理层的参数, 而且当误码率较小时, 需要相当长的时间来测量误码。采用测量 OSNR 来监测系统的传输特性是一种替代方法, 这种方法适合色散容限较大, 以噪声受限为主的系统, 比如 2.5Gbit/s 的系统。对于更高的速率的传输系统, OSNR 已经不能很好地描述实际的传输性能。一个更好的办法是采用 Q 因子来描述系统的传输性能。

测量 Q 因子的关键是找到最佳判决电平, 最佳判决电平处对应的误码率 BER 与 Q 因子有一个简单的关系, $BER = \frac{\exp(-Q^2/2)}{Q\sqrt{2\pi}}$, 通过检测最佳电平出的误码率, 就可以得到 Q 因子。但是通常最佳判决电平处的误码率较小, 测量误码率不方便。Bergano 提出了一种适合高斯分布噪声条件下测量 Q 因子的简单方法。这种方法的原理在图 1 中给出, 通过连续调整判决电平的幅值, 得到相应系列的误码率值。如果将判决电平定为 x 轴, 误码率为 y 轴, 可以得到 "U" 字型曲线。Bergano 提出了间接确定最低误码率点的方法, 通常的做法是测量判决电平偏离最优判决电平的误码率 (一般在 10^{-4} 到 10^{-10} 之间), 通过数据拟合的方法拟合出整个 "U" 字型误码率随判决电平曲线, 从而得到最低的误码率和最佳的判决电平。这样就可以算出 Q 因子。

但这种测量方法的一个问题是在线路中测量误码时需要一个参考码流来比较实际产生的误码, 一般测量中参考码流是标准信号, 因而这种方法使用非常不便, 尤其是不适合现场监控。

发明内容:

本发明的目的就是为了解决以上问题,提供一种测量光传输系统性能的方法及装置,无需参考码流,便于现场使用。

为实现上述目的,本发明提出一种测量光传输系统性能的方法及装置。

所述方法包括如下步骤: 1) 选取第一参考电平,以该参考电平为判决电平对码流进行恢复,得到参考码流;将该参考码流与变化的判决电平下恢复的码流进行比较,从而得到第一条误码率与判决电平的“U”字型关系曲线,并推算出“U”字型关系曲线的最低点处的误码率; 2) 选取第二参考电平,重复上述过程,得到另一个“U”字型关系曲线的最低点处的误码率; 3) 不断改变参考电平,得到多个“U”字型关系曲线的最低点处的误码率,并找出其中的最低误码率,此时的参考电平为最优参考电平; 4) 将上述最优参考电平作为最佳判决电平,从该最低误码率推算出Q因子的值。

所述测量光传输系统性能的装置包括两个数据恢复模块,分别与将被测量的数据相连;其中一个数据恢复模块的判决电平采用参考电平,另一个数据恢复模块的判决电平采用可调判决电平;还包括两个D触发器和一个异或门,所述D触发器输入端分别接两个恢复的数据流,输出端接异或门,进行比较;还包括错误计数器,其输入端与异或门的输出端相连,用于记录最后的不同结果;其中参考电平的数据恢复模块还包括一个时钟恢复电路,所产生的时钟在经过延时电路后,分别进入到上述D触发器和一个时钟计数器,D触发器使比较的码流同步,时钟计数器记录产生数据个数,它与错误计数器的输出一同输入到误码率(BER)计算装置上进行误码率(BER)计算,并进而利用拟合法得到误码率(BER)与判决电平(U_{th})的“U”字型关系曲线。

由于采用了以上的方案,利用参考电平恢复数据作为参考码流,实现误码测试,这个参考码流是从被测数据流中恢复出来的,这样就不需要事先准备一个标准信号作为参考码流,大大方便了测试,解决了现场监控的难题。

附图说明:

图 1 是现有技术简化测量 Q 因子的原理示意图。

图 2 是本发明测量原理示意图。

图 3 是本发明一个具体实施例的电路示意图。

具体实施方式:

下面通过具体的实施例并结合附图对本发明作进一步详细的描述。本专利的方法在图 2 中得到体现,它是基于这样的事实:当参考电平改变时,得到的误码率与判决电平关系曲线总是 U 字形。假设一个参考电平,如图 2 中的 A 点。以这个参考电平下恢复的码流(即以这个参考电平为判决电平恢复的码流)为参考码流,与变化的判决电平下恢复的码流进行比较,从而得到误码率 BER 与判决电平 U_{th} 的“U”字型关系曲线,并推算出(用拟合法)相关的参数,从而计算最低的误码率,即曲线最低点处的误码率。推算的方法可用数据拟合法,例如可以采用公式:

$$BER(V, V_R) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{|u_1 - V|}{\sigma_1}\right) * \left(1 - \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{|u_1 - V_R|}{\sigma_1}\right)\right) \\ + \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{|V - u_0|}{\sigma_0}\right) * \left(1 - \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{|V_R - u_0|}{\sigma_0}\right)\right)$$

其中 u_1 和 u_0 是“0”和“1”电平均值。 σ_1 和 σ_0 是“0”和“1”噪声的方差。 V 和 V_R 是判决电平和参考电平。这一步与 Bergano 提出的间接确定最低误码率点的方法相似,只是其中的参考码流不是专门的标准码流,而是改成了参考电平下从被测数据流恢复的码流。显然,后者较易于得到,但由于它不是真正的标准码流,所测得的最低误码率也不是真正的最低,还需要以下步骤进一步测量。

考虑另一个参考点 C,重复上一步中所描述的过程,得到另一个最低的误码率。

改变参考电平,直到找到所有最低的误码率中的最低误码率(如图 2 中 B 点),或者当计算出来的最低误码率变化小于 10^{-15} 时,就停止改变参考

电平。这时的参考电平为最优参考电平，此电平也同时是最优判决电平，据此，可以认为误码率BER与Q因子的关系式 $BER = \frac{\exp(-Q^2/2)}{Q\sqrt{2\pi}}$ 成立，这样即可从这时的误码率推算出最后的Q值。

参考电平和判决电平的选取原则是使测得的误码率在 10^{-4} 到 10^{-10} 之间，此时判决电平偏离最优判决电平，误码率比最低误码率高，可以较快地测得结果。

图3给出的是测量Q因子的实施电路的示意图。该电路包括两个数据恢复模块，分别与将被测量的数据相连；其中一个数据恢复模块的判决电平采用参考电平，另一个数据恢复模块的判决电平采用可调判决电平；还包括两个D触发器和一个异或门，所述D触发器输入端分别接两个恢复的数据流，输出端接异或门，进行比较；还包括错误计数器，其输入端与异或门的输出端相连，用于记录最后的不同结果；其中参考电平的数据恢复模块还包括一个时钟恢复电路，所产生的时钟在经过延时电路后，分别进入到上述D触发器和一个时钟计数器，D触发器使比较的码流同步，时钟计数器记录产生数据个数，它与错误计数器的输出一同输入到误码率(BER)计算装置——CPU上进行误码率(BER)计算，并进而利用拟合法得到误码率(BER)与判决电平(Uth)的“U”字型关系曲线。CPU还与其中一个数据恢复电路的参考判决电平产生电路相连，控制参考电平的大小。

被测量的数据流分为两路，分别进入两个数据恢复模块。一个数据恢复模块的判决电平采用参考电平(由CPU控制该参考电平的大小)，另一个数据恢复模块的判决电平采用可调电平。恢复的数据流分别经过两个D触发器后，进入一个异或门进行比较。最后的不同结果由错误计数器纪录。其中参考电平的数据恢复模块还产生一个时钟，这个时钟在经过适当延时后，分别进入到D触发器和时钟计数器。其中D触发器的目的是使比较的码流同步。时钟计数器纪录产生数据个数，结合错误计数器就可以计算出误码率。误码率的计算由CPU完成，最后经过CPU处理后，输出最后的结果。

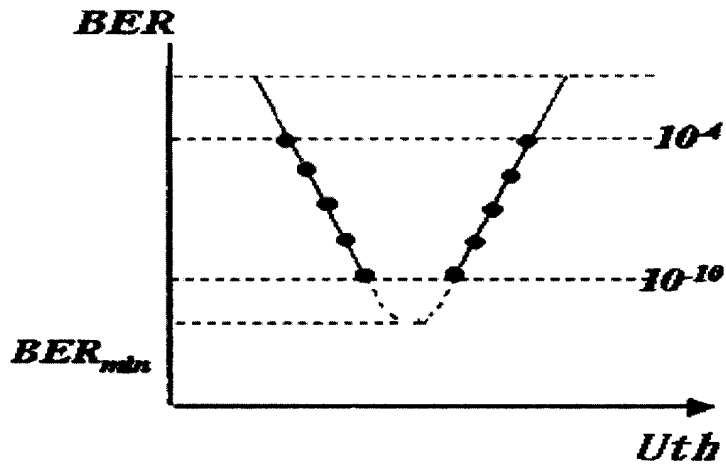


图 1

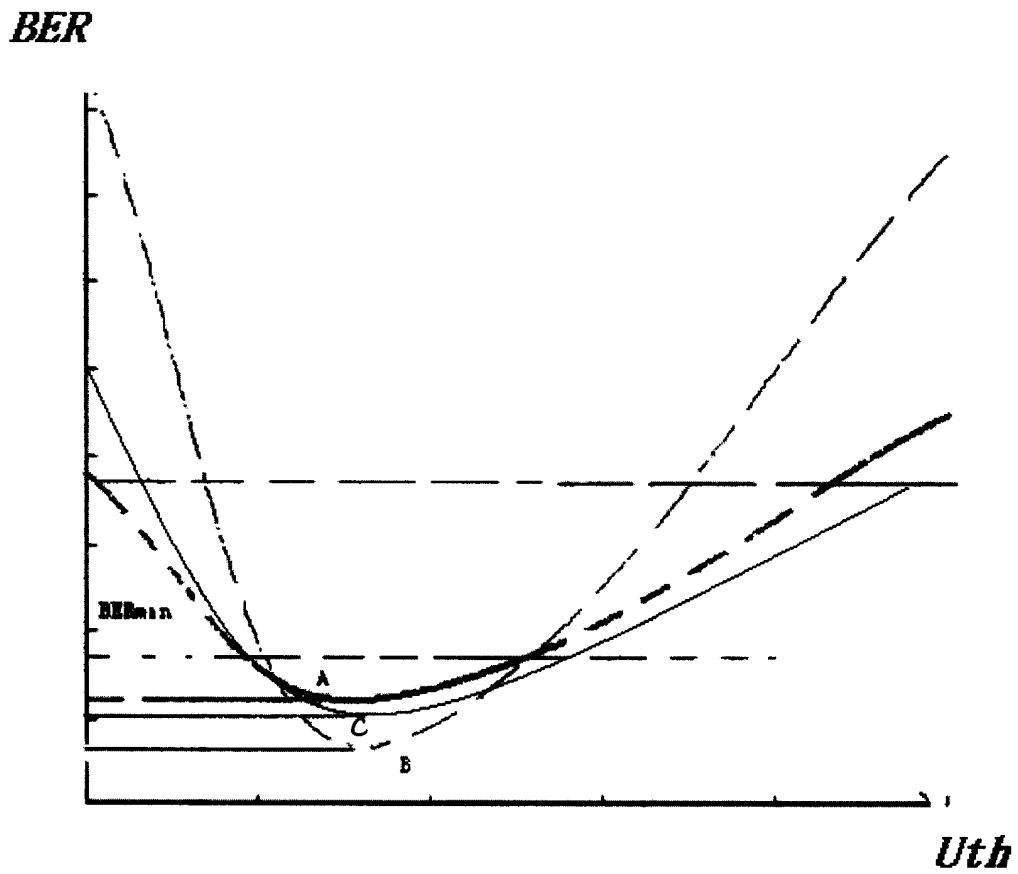


图 2

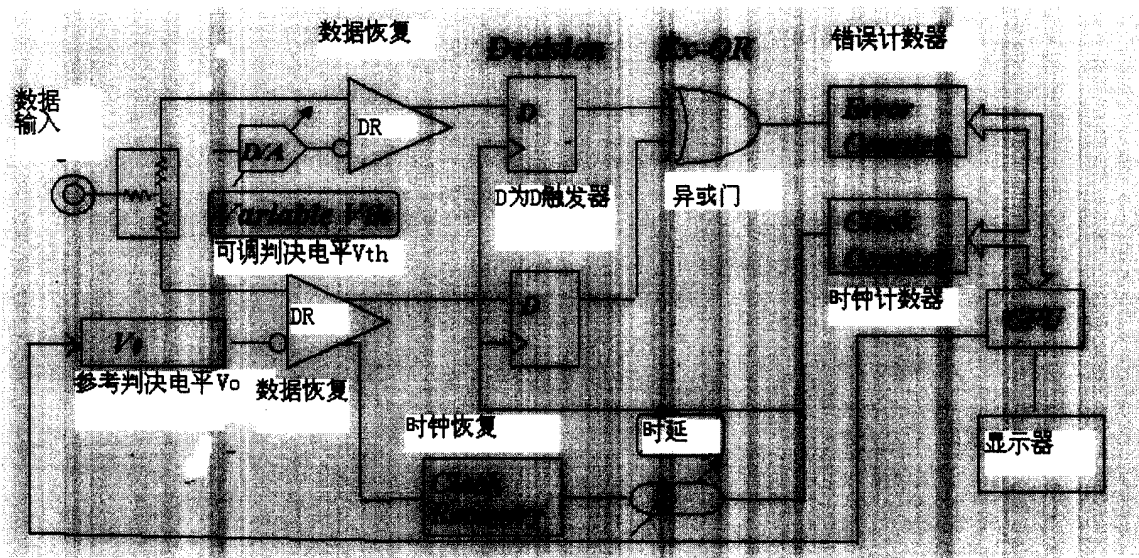


图 3