



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103823175 B

(45)授权公告日 2016.09.28

(21)申请号 201410012090.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.01.10

G01R 31/308(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 刘俊杰

申请公布号 CN 103823175 A

(43)申请公布日 2014.05.28

(73)专利权人 上海波汇科技股份有限公司

地址 201203 上海市张江高科技园区碧波路177号203室

专利权人 平湖波汇通信科技有限公司

(72)发明人 宁合伟 曹进 肖恺 鲍岩

刘广贺 柳跃 黎载红 赵浩

(74)专利代理机构 上海智力专利商标事务所

(普通合伙) 31105

代理人 周涛

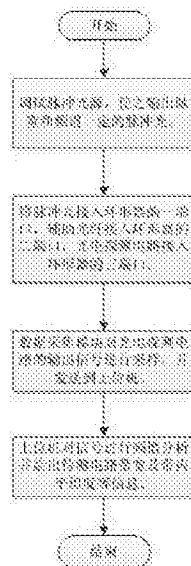
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法,该测试方法包括有测试装置,其包括脉冲光源发生器、光环形器、辅助光纤、待测探测电路、数据采集模块和计算机;脉冲光源发生器发出的特定脉宽和频率的脉冲光进入光环形器,由光环形器进入辅助光纤中,光纤的反射光通过光环形器进入待测探测电路,待测探测电路输出的光电信号接入数据采集模块,数据采集模块负责与计算机通信,以将采集的信号传到计算机进行频谱分析,将该频谱与脉冲光源已知的频谱进行对比得到探测电路真实的频率响应特性。本发明的测试方法真实地反映出待测探测电路的频谱特性,且结构组成简单易于操作,测试方式快捷方便。



1. 一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法,其特征在于,该测试方法中设有测试装置,该测试装置包括有脉冲光源发生器、光环形器、辅助光纤、数据采集模块和计算机,所述的光环形器输入端连接脉冲光源发生器以接收脉冲光,光环形器的一个输出端连接辅助光纤以接收发射光,光环形器的另一个输出端连接待测探测电路,待测电路输出的模拟信号接入数据采集模块,该数据采集模块连接计算机,该测试方法包括有如下步骤:

第一步,调试脉冲光源发生器,使其发出固定脉宽和固定频率的脉冲光,该脉冲光被接入至所述的光环形器中;

第二步,所述光环形器的一个输出端连接辅助光纤,该辅助光纤的长度和脉冲光的脉宽有如下关系: $L > 10 * 2 * t * v$ ,其中L为辅助光纤的长度,单位为米,t为脉宽,单位为纳秒,v为激光在光纤中的传播速度,单位为米每秒;

第三步,辅助光纤中的反射光进入光环形器,由光环形器输出光信号至待测探测电路,待测电路输出的信号接入数据采集模块中,该数据采集模块对待测电路的输出信号进行模数变换,并将变化后的数字信号发送至计算机中;

第四步,由计算机对接收到的数字信号进行频谱分析,并与脉冲光源发生器的光源脉冲频谱进行对比,从而确定待测探测电路的频响特性。

2. 根据权利要求1所述的一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法,其特征在于,所述的脉冲光源发生器或为激光脉冲光源模块,或为采用信号发生器调制的可调制光源。

3. 根据权利要求1所述的一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法,其特征在于,所述的数据采集模块为频率为100MHz的高速数据采集模块,该数据采集模块与计算机的通信采用RJ45接口。

4. 根据权利要求1所述的一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法,其特征在于,所述的计算机对数字信号进行频谱分析:采用matlab软件对采集到的数据进行快速傅立叶FFT变换,绘制数据的频谱曲线,为了尽量减少系统噪声对信号的影响,取十次频谱曲线进行平均,得到数字信号最终的频谱曲线;同样的对光源脉冲也做相同的频谱分析,绘制光源脉冲的频谱曲线,并绘制一条光源脉冲频谱的-3dB曲线;将得到的数字信号最终频谱曲线与光源脉冲频谱的-3dB曲线进行比较,两条曲线相交的频谱点即为待测电路的带宽,同时从信号频谱曲线上也可以看出待测电路在通频带内的平坦度。

## 一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光电探测领域,具体为一种基于OTDR的光电探测电路频响特性的测试方法,适用于各种光电探测电路的频响参数测试。

### 背景技术

[0002] 光电探测领域中,探测电路的频率响应直接影响着系统对不同频谱光信号的实际响应,进而影响系统对被测目标的真实反应能力。如在基于光纤的分布式测温系统中,如果探测电路的频响太低将直接影响系统的测温精度。因此在各种基于光电探测的系统中,探测电路的频响特性测试将是很重要的环节。

[0003] 通常的测试方法是脱离光探测器,单纯的利用各种电学仪器从电路的传输特性上测量探测电路的频率响应。由于实际加入的激励信号并不是探测器真实提供的信号,因此测试结果必然与实际存在一定差异。

[0004] 最近兴起了一种基于锁相放大器的一次谐波检测原理的测试方法,其基本原理是信号发生器产生特定频率的正弦信号对可外部调制的光源进行调制,调制后的光变化被光电探测器及其电路响应输出电信号,该信号被锁相放大器作为一次谐波信号检出,这样,在一定范围内改变信号发生器产生的正弦信号频率就可以得到待测探测电路的频率响应。该方法采用实际的探测器输出作为激励信号,在一定范围内能够真实的反应探测电路的特性,但系统较复杂,不适合与其他系统集成,很难实现测试的自动化。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术中存在的不足,提供了一种基于OTDR的光电探测电路频响特性的测试方法。本发明的测试方法要能真实地反映出待测探测电路的频谱特性,而且整个结构组成简单易于操作,测试方式都快捷方便。

[0006] 为了达到上述发明目的,本发明提供的技术方案如下:

[0007] 一种基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法,该测试方法中设有测试装置,该测试装置包括有脉冲光源发生器、光环形器、辅助光纤、数据采集模块和计算机,所述的光环形器输入端连接脉冲光源发生器以接收脉冲光,光环形器的一个输出端连接辅助光纤以接收发射光,光环形器的另一个输出端连接待测探测电路,待测电路输出的模拟信号接入数据采集模块,该数据采集模块连接计算机,该测试方法包括有如下步骤:

[0008] 第一步,调试脉冲光源发生器,使其发出固定脉宽和固定频率的脉冲光,该脉冲光被接入至所述的光环形器中;

[0009] 第二步,所述光环形器的一个输出端连接辅助光纤,该辅助光纤的长度和脉冲光的脉宽有如下关系: $L > 10 * 2 * t * v$ ,其中L为辅助光纤的长度,单位为米,t为脉宽,单位为纳秒,v为激光在光纤中的传播速度,单位为米每秒;

[0010] 第三步,辅助光纤中的反射光进入光环形器,由光环形器输出光信号至待测探测电路,待测电路输出的信号接入数据采集模块中,该数据采集模块对待测电路的输出信号

进行模数变换,并将变化后的数字信号发送至计算机中;

[0011] 第四步,由计算机对接收到的数字信号进行频谱分析,并与脉冲光源发生器的光源脉冲频谱进行对比,从而确定待测探测电路的频响特性。

[0012] 在本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法中,所述的脉冲光源发生器或为激光脉冲光源模块,或为采用信号发生器调制的可调制光源。

[0013] 在本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法中,所述的数据采集模块为频率为100MHz的高速数据采集模块,该数据采集模块与计算机的通信采用RJ45接口。

[0014] 在本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法中,所述的计算机对数字信号进行频谱分析:采用数学软件matlab对采集到的数据进行快速傅里叶FFT变换,绘制数据的频谱曲线,为了尽量减少系统噪声对信号的影响,取十次频谱曲线进行平均,得到数字信号最终的频谱曲线;同样的对光源脉冲也做相同的频谱分析,绘制光源脉冲的频谱曲线,并绘制一条光源脉冲频谱的-3dB曲线;将得到的数字信号最终频谱曲线与光源脉冲频谱的-3dB曲线进行比较,两条曲线相交的频谱点即为待测电路的带宽,同时从信号频谱曲线上也可以看出待测电路在同频带内的平坦度。

[0015] 基于上述技术方案,本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法在使用中取得了如下技术效果:本发明专利利用基本的光学原理,采用探测器输出的光电信号作为测试的激励源,可以真实的测量到探测电路在各个频段的响应。由于采用脉冲光作为激励信号,使用时可以大幅度地减少测试次数。另外,当探测电路的增益很高时,系统采用环形器测量辅助光纤的反射信号将变得非常必要,从而使得整个系统便于集成易于产品化。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法的测试装置的连接示意图。

[0017] 图2是本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法的流程示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面我们结合附图和具体的实施例对本发明的探测电路频响特性测试方法进行详细的描述,以求更清楚明了的理解本发明的结构特征和 workflows,但不能以此来限制本发明的保护范围。

[0019] 如图1所示,本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法中的测试装置中主要包括有如下几个部件组成:该测试装置包括有脉冲光源发生器1、光环形器2、辅助光纤3、数据采集模块5和计算机6。其中,光环形器2输入端连接脉冲光源发生器1以接收脉冲光,光环形器2的一个输出端连接辅助光纤3以接收发射光,光环形器2的另一个输出端连接数据采集模块5,以将光信号传输至数据采集模块5中,该数据采集模块5连接计算机6。

[0020] 其中的主要部件包括有:1.脉冲光源。实施例中采用的脉冲光源为上海波汇通信科技有限公司的激光脉冲光源模块。该模块由可电调制连续光源部分和调制脉冲输出两部分组成。调制脉冲输出部分输出电脉冲信号,该信号对连续光源进行调制最终输出光脉冲。脉冲光波长1550nm,脉宽为100ns,频率为10KHz。这里的脉冲光源发生器也可以采用信号发生器调制的可调制光源。

[0021] 2. 光环形器。光环形器负责收集辅助光纤的反射信号。环形器的一端口为进光端，二端口接辅助光纤，从辅助光纤反射的光从三端口输出，三端口接数据采集模块中的光电探测电路4，该光电探测电路4作为待测探测电路，对反射的光进行采集处理。

[0022] 3. 辅助光纤。实施例中的辅助光纤采用标准的通信光纤，长度为500米。理论上最短光纤长度可以用下式计算：

$$[0023] \quad L=2*t*v$$

[0024] 其中：L为最短光纤长度；

[0025] t为光脉冲宽度；

[0026] v为激光在光纤中的传播速度。

[0027] 为了获得更好的实验效果，建议将光纤选的长一些，一般不要小于10倍理论值。

[0028] 4. 数据采集模块。数据采集模块采用上海波汇通信科技有限公司的高速数据采集模块，采样频率为100MHz，与计算机的通信采用RJ45接口。该数据采集模块主要由光电探测电路和数据采集电路两部分组成，其中光电探测电路作为待测探测电路负责将后向反射的光信号转换为电信号并进行适当的放大，放大倍数应在兆欧姆量级；高速数据采集电路将放大后的电信号进行采样，并将采集到的信号通过RJ45接口上传到计算机进行分析。

[0029] 5. 计算机。采用普通的个人电脑即可。在该电脑中预装matlab数据处理程序，该程序负责与数据采集模块的通信和数字信号的分析。通过FFT分析得到信号的频谱，然后对十次的频谱求平均，输出最终的信号频谱。将得到的最终频谱曲线与光源脉冲频谱的-3dB频谱曲线进行比较，即可得出待测电路的带宽。

[0030] 如图2所示，本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法的主要工作流程如下：

[0031] 第一步，调试脉冲光源发生器，使其发出固定脉宽和固定频率的脉冲光，该脉冲光被接入至所述的光环形器中；

[0032] 第二步，所述光环形器的一个输出端连接辅助光纤，该辅助光纤的长度和脉冲光的脉宽有如下关系： $L > 10 * 2 * t * v$ ，其中L为辅助光纤的长度，单位为米，t为脉宽，单位为纳秒，v为激光在光纤中的传播速度，单位为米每秒；

[0033] 第三步，辅助光纤中的反射光进入光环形器，由光环形器输出光信号至数据采集模块中，该数据采集模块对采集到的光信号进行模数变换，并将变化后的数字信号发送至计算机中；

[0034] 第四步，由计算机对接收到的数字信号进行频谱分析，并与脉冲光源发生器的光源脉冲频谱进行对比，从而确定待测探测电路的频响特性。

[0035] 在本发明基于OTDR的光电探测电路频响特性测试方法中，所述的计算机对数字信号进行频谱分析：采用matlab软件对采集到的数据进行快速傅里叶变换(fast Fourier transform, 简称FFT变换)，绘制数据的频谱曲线，为了尽量减少系统噪声对信号的影响，取十次频谱曲线进行平均，得到数字信号最终的频谱曲线；同样的对光源脉冲也做相同的频谱分析，绘制光源脉冲的频谱曲线，并绘制一条光源脉冲频谱的-3dB曲线；将得到的数字信号最终频谱曲线与光源脉冲频谱的-3dB曲线进行比较，两条曲线相交的频谱点即为待测电路的带宽，同时从信号频谱曲线上也可以看出待测电路在同频带内的平坦度。

[0036] 本发明的测试方法中脉冲光源发出的激光经过环形器进入辅助光纤中，在光纤中

传输时会产生反射光,该反射光由环形器进入待测的光电探测电路中,光电探测电路将光信号转换为电信号供数据采集电路采集,采集到的信号上传到上位机中,通过简单的算法对其进行频谱分析。脉冲光源发出的光信号的频谱是已知的,通过对探测电路输出信号频谱和脉冲光源信号频谱的对比即可得到探测电路真实的频响特性。

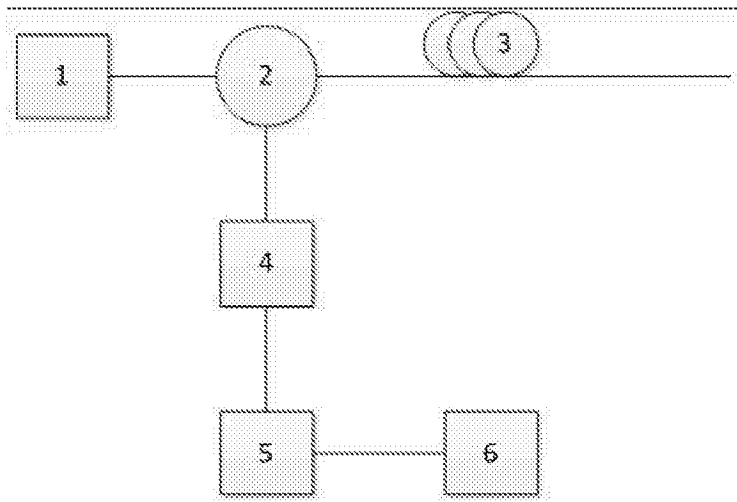


图1

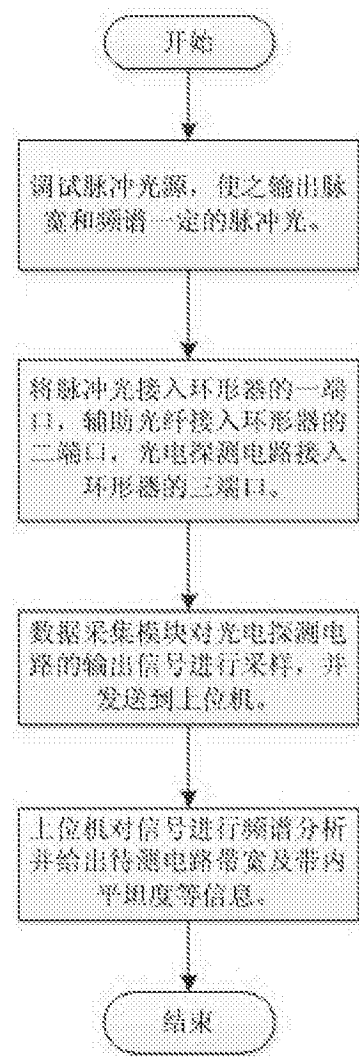


图2