



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102799044 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201210326518. 5

CN 102012283 A, 2011. 04. 13, 全文.

(22) 申请日 2012. 09. 06

CN 202710286 U, 2013. 01. 30, 权利要求第 1-5 项.

(73) 专利权人 杭州欧忆光电科技有限公司

审查员 胡颀

地址 310018 浙江省杭州市江干区下沙高教
东区学源街 258 号赛博北楼 B203

(72) 发明人 张文平 张文生 胡文贵

(74) 专利代理机构 杭州新源专利事务所 (普通
合伙) 33234

代理人 李大刚

(51) Int. Cl.

G02F 1/39(2006. 01)

H04B 10/07(2013. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0160664 A1, 2004. 08. 19, 全文.

CN 101162158 A, 2008. 04. 16, 全文.

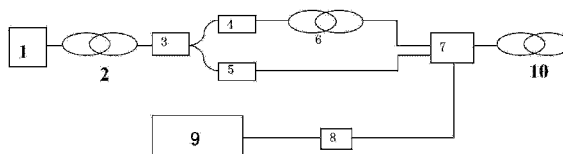
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法:通过在一个高功率光纤脉冲激光器后设置频移光纤,使得高功率光纤脉冲激光器发出的光形成频移,再通过与频移光纤相连的分路器,将高功率光纤脉冲激光器发出的光分成两路,一路经 A 滤波器后作为泵浦光,一路经 B 滤波器后作为信号光,用泵浦光对信号光进行放大。并且公开了一种实现该方法的光时域反射计。本发明既能够解决普通光时域反射计的信号随距离传输变小的缺点,大幅度提高光时域反射计的测量准确性和动态范围;又能够克服采用非线性效应光放大器时的高昂成本和较高的不稳定因素。



1. 融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法,其特征在於:通过在一个高功率光纤脉冲激光器后设置频移光纤,使得高功率光纤脉冲激光器发出的光形成频移,再通过与频移光纤相连的分路器,将高功率光纤脉冲激光器发出的光分成两路,一路经 A 滤波器后作为泵浦光,一路经 B 滤波器后作为信号光,用泵浦光对信号光进行放大;所述的信号光先通过光纤耦合器进入到探测光纤中,泵浦光经过一段延迟光纤后,再通过光纤耦合器进入到探测光纤中,泵浦光在与信号光的相遇位置对信号光进行放大,相遇位置后的信号光随之放大;所述的 A 滤波器的中心波长与高功率光纤脉冲激光器的中心波长一致;所述 B 滤波器的中心波长为高功率光纤脉冲激光器的中心波长对应的第一个拉曼波长。

2. 根据权利要求 1 所述的融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法,其特征在於:所述的延迟光纤长度根据泵浦光与信号光的相遇位置确定。

3. 一种实现权利要求 1 或 2 所述的融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法的装置,其特征在於:包括高功率光纤脉冲激光器 (1),高功率光纤脉冲激光器 (1) 连接频移光纤 (2) 的输入端;频移光纤 (2) 的输出端与分路器 (3) 的输入端连接;分路器 (3) 的 A 输出端连接 A 滤波器 (4),再经延迟光纤 (6) 后与光纤耦合器 (7) 的 A 输入端连接;分路器 (3) 的 B 输出端连接 B 滤波器 (5),B 滤波器 (5) 的输出端与光纤耦合器 (7) 的 B 输入端连接;光纤耦合器 (7) 的 A 输出端连接探测光纤,B 输出端连接光电转换模块 (8) 后再与数据采集和信号处理模块 (9) 连接;所述的 A 滤波器 (4) 的中心波长与高功率光纤脉冲激光器 (1) 的中心波长一致;所述 B 滤波器 (5) 的中心波长为高功率光纤脉冲激光器 (1) 的中心波长对应的第一个拉曼波长。

4. 根据权利要求 3 所述的实现融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法的装置,其特征在於:所述的高功率光纤脉冲激光器 (1) 的中心波长为 1310nm、1450nm 或 1550nm,激光脉冲宽度为 10ns,峰值功率为 1W-1kW 可调,重复频率为 500Hz-20KHz 可调。

5. 根据权利要求 3 所述的实现融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法的装置,其特征在於:所述的频移光纤 (2) 为 500 米-1200 米的 G652 单模光纤。

6. 根据权利要求 3 所述的实现融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法的装置,其特征在於:所述的延迟光纤 (6) 为 G652 单模光纤。

融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光时域反射计的信号光放大方法及装置,尤其涉及一种融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法及装置。

背景技术

[0002] 随着社会的发展,光纤通信以大容量、高速等诸多优点成为当今最重要的通信方式,日常生活、商务往来、国防等通信都大量的用到光纤,光时域反射计(OTDR)被广泛应用于光纤线路的维护、施工之中,可进行光纤长度、光纤的传输衰减、接头衰减和故障定位等的测量。它有一个非常重要的参数是动态范围,实际意义为最长的脉冲能达到的最大光纤长度,动态范围越大,可监测的距离和范围越大,有利于光纤线路的快速查障和除障。

[0003] 光时域反射计的光在光纤中传输时,光功率会随传输距离按指数规律衰减,光传输的距离越长,散射和反射的信号越小,这限制了光时域反射计的探测光纤长度。影响光时域反射计动态范围的最主要因素是进入探测光纤的光能量和返回光弱信号检测能力。目前的普通光时域反射计一般都是采用加大脉冲宽度的方式增加动态范围,但是这种方式会使得系统的定位精度下降;一般在探测 50km 以上的光纤时,很难达到 4 米以下的定位精度。或者采用半导体光放大器(SOA)或掺稀土类光放大器(EDFA,PDFA,TDFA)进行放大,这两者均只能在光纤前端对输入信号光进行放大,无法改变光功率随传输距离指数衰减的问题。而采用非线性效应光放大器(如光纤拉曼放大器、光纤布里渊放大器)可以做到分布式放大,即在传输过程中对信号光进行放大,解决了光功率随传输距离指数衰减的问题,但是非线性效应光放大器需要光源,增加了成本和不稳定因素。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法及装置。本发明既能够解决普通光时域反射计的信号随距离传输变小的缺点,大幅度提高光时域反射计的测量准确性和动态范围;又能够克服采用非线性效应光放大器时的高昂成本和较高的不稳定因素。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供的技术方案如下:融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法:通过在一个高功率光纤脉冲激光器后设置频移光纤,使得高功率光纤脉冲激光器发出的光形成频移,再通过与频移光纤相连的分路器,将高功率光纤脉冲激光器发出的光分成两路,一路经 A 滤波器后作为泵浦光,一路经 B 滤波器后作为信号光,用泵浦光对信号光进行放大。

[0006] 前述的融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法,所述的信号光先通过光纤耦合器进入到探测光纤中,泵浦光经过一段延迟光纤后,再通过光纤耦合器进入到探测光纤中,泵浦光在与信号光的相遇位置对信号光进行放大,相遇位置后的信号光随之放大。

[0007] 前述的融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法中,所述的延迟光纤长

度根据泵浦光与信号光的相遇位置确定。

[0008] 一种实现前述融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法的装置(即光时域反射计):包括高功率光纤脉冲激光器,高功率光纤脉冲激光器连接频移光纤的输入端;频移光纤的输出端与分路器的输入端连接;分路器的A输出端连接A滤波器,再经延迟光纤后与光纤耦合器的A输入端连接;分路器的B输出端连接B滤波器,B滤波器的输出端与光纤耦合器的输入端连接;光纤耦合器的A输出端连接探测光纤,B输出端连接光电转换模块后,再与数据采集和信号处理模块连接。

[0009] 前述的光时域反射计中,所述的高功率光纤脉冲激光器的中心波长为1310nm、1450nm或1550nm,激光脉冲宽度为10ns,峰值功率为1W-1kW可调,重复频率为500Hz-20KHz可调。

[0010] 前述的光时域反射计中,所述的频移光纤为500米-1200米的G652单模光纤。

[0011] 前述的光时域反射计中,所述的A滤波器的中心波长与高功率光纤脉冲激光器的中心波长一致;所述B滤波器的中心波长为高功率光纤脉冲激光器的中心波长对应的第一个拉曼波长。

[0012] 前述的光时域反射计中,所述的延迟光纤为G652单模光纤。

[0013] 与现有技术相比,本发明采用上述技术方案,改变了常规光时域反射计中在起始位置就对信号光进行放大的方法,对探测光纤中的正向信号光进行拉曼分布式放大,对探测光纤中的正向信号光进行拉曼分布式放大,使泵浦光和信号光相遇后的信号光被放大,可达13dB,在不影响定位精度和测量准确率的前提下,大大增大了光时域反射计的动态范围,延长了可以探测的光纤长度;并且本发明在满足了放大条件的同时又避免了采用传统非线性效应光放大器时的高昂成本、减少了故障率,相比采用传统非线性效应光放大器的光时域反射计,本发明可节省成本达15%。

附图说明

[0014] 图1是本发明的系统结构图。

[0015] 附图标记

[0016] 1-高功率光纤脉冲激光器,2-频移光纤,3-分路器,4-A滤波器,5-B滤波器,6-延迟光纤,7-光纤耦合器,8-光电转换模块,9-数据采集和信号处理模块,10-探测光纤。

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明,但并不作为对本发明限制的依据。

具体实施方式

[0018] 实施例。融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法:通过在一个高功率光纤脉冲激光器后设置频移光纤,使得高功率光纤脉冲激光器发出的光形成频移,再通过与频移光纤相连的分路器,将高功率光纤脉冲激光器发出的光分成两路,一路经A滤波器后作为泵浦光,一路经B滤波器后作为信号光,用泵浦光对信号光进行放大。用泵浦光对信号光进行放大具体为,信号光先通过光纤耦合器进入到探测光纤中,泵浦光经过一段延迟光纤后,再通过光纤耦合器进入到探测光纤中,泵浦光在与信号光的相遇位置对信号光进行放大,相遇位置后的信号光随之放大。延迟光纤长度根据泵浦光与信号光的相遇位置确

定。

[0019] 一种实现前述融合拉曼放大器的光时域反射计的信号光放大方法的光时域反射计,如图1所示,包括高功率光纤脉冲激光器1,高功率光纤脉冲激光器1连接频移光纤2的输入端;频移光纤2的输出端与分路器3的输入端连接;分路器3的A输出端连接A滤波器4,再经延迟光纤6后与光纤耦合器7的A输入端连接;分路器3的B输出端连接B滤波器5,B滤波器5的输出端与光纤耦合器7的输入端连接;光纤耦合器7的A输出端连接探测光纤10,B输出端连接光电转换模块8后,再与数据采集和信号处理模块9连接。高功率光纤脉冲激光器1的中心波长为1310nm、1450nm或1550nm,激光脉冲宽度为10ns,峰值功率为1W-1kW可调,重复频率为500Hz-20KHz可调。频移光纤2为500米-1200米的G652单模光纤。A滤波器4的中心波长与高功率光纤脉冲激光器1的中心波长一致;所述B滤波器5的中心波长为高功率光纤脉冲激光器1的中心波长对应的第一个拉曼波长。延迟光纤6为G652单模光纤。

[0020] 本发明中,用一个高功率光纤脉冲激光器和频移光纤产生比高功率光源长一个拉曼长度(13.2THz)的脉冲光,称之为拉曼频移,其原理如下:

[0021] 当入射激光在光纤中传输时与光纤分子产生非线性相互作用散射,放出一个声子称为斯托克斯拉曼散射光子,吸收一个声子称为反斯托克斯拉曼散射光子。这叫做光纤拉曼频移。

$$[0022] \quad v_{as}=v_0+\Delta v$$

$$[0023] \quad v_s=v_0-\Delta v$$

[0024] v_{as} 、 v_s 分别为反斯托克斯和斯托克斯拉曼散射频率, v_0 为激光器的中心频率, Δv 为光纤分子振动能级的频率,为13.2THz。由此可制作成光纤拉曼频移器。当入射激光超过一定的阈值,斯托克斯光快速增加,大部分入射光的功率都可以转换成斯托克斯光,并有放大作用,增益可以抑制光纤的传输损耗。

[0025] 分布式拉曼放大原理与拉曼频移原理相同,光纤拉曼放大器的增益为:

$$[0026] \quad G = \exp\left(\frac{g_R P_0 L_{eff}}{A_{eff}}\right)$$

[0027] 其中 g_R 为拉曼系数, P_0 为输入光功率, L_{eff} 为光纤的有效作用长度, A_{eff} 是光纤有效面积。泵浦光与信号光相差一个拉曼波长,泵浦光在探测光纤中传输的时候,随着传输距离增长,斯托克斯光不断累积,增益快速增加,对同波长的信号光进行放大,放大倍数与泵浦光功率有关,最大可以为13dB。

[0028] 光在光纤中传输的速率与波长有关,对于单模光纤,波长越长,速度越慢,信号光比泵浦光波长长,速度更慢,如果这两个脉冲光同时进入光纤,在前端不会发生受激拉曼散射,所以在本发明中增加了延迟光纤,延迟光纤的长度可以控制泵浦光和信号光的相遇位置,也就是拉曼放大起始点的位置。

[0029]

$$\frac{c}{n_{\text{泵浦光}}} * t + l = \frac{c}{n_{\text{信号光}}} * t$$

[0030]

$$L = \frac{c}{n_{\text{信号光}}} * t$$

[0031] 其中 l 为延迟光纤的长度, L 为相遇点的光纤长度。可根据信号光传输衰减的幅值确定需要放大点的光纤位置, 计算延迟光纤的长度。

[0032] 本发明所述的光时域反射计使用与常规光时域反射计类似, 通过光纤耦合器 7 连接探测光纤 10, 探测后的反向信号光再经光纤耦合器 7 进入光电转换模块 8, 光电转换模块 8 反向信号光转化为电信号送至数据采集和信号处理模块 9。

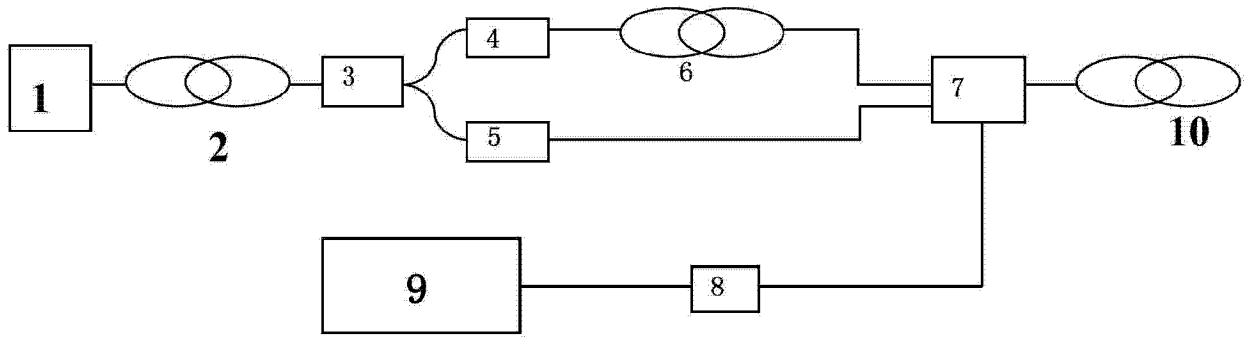


图 1