



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102494801 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 13

(21) 申请号 201110402538. 1

(22) 申请日 2011. 12. 07

(71) 申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)西
源大道 2006 号

(72) 发明人 邱琪

(74) 专利代理机构 成都华典专利事务所(普通
合伙) 51223

代理人 徐丰 杨保刚

(51) Int. Cl.

G01K 11/32(2006. 01)

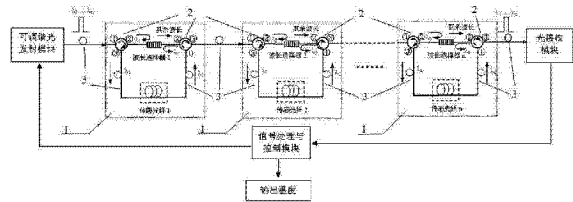
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种分布式光延迟光纤温度传感器

(57) 摘要

本发明公开了一种分布式光延迟光纤温度传感器,包括多个测试模块;多个测试模块间通过传输光纤串联,由所述可调谐光发射模块分别发射出的多个不同波长的光信号,传入到第一个测试模块,再从最后一个测试模块输出,输出的不同波长的光信号传入到光接收模块,光接收模块将所有不同波长的光信号转换成电信号后再传输到信号处理与控制模块;信号处理与控制模块分别测量不同的波长光信号的传输延迟时间,并依据相对延迟时间计算得到对应分布式测试点的温度参数。本发明一个波长对应一个分布式测试点,充分利用了光纤宽带的潜能,可以实现多个分布式节点的测量;通过测量延时,实现对温度的传感,结构简单、成本低、易于推广应用。



1. 一种分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,包括可调谐光发射模块、光接收模块、信号处理与控制模块和多个测试模块;多个测试模块间通过传输光纤串联,由所述可调谐光发射模块分别发射出的多个不同波长的光信号,通过一段传输光纤传入到第一个测试模块,再从最后一个测试模块输出,输出的不同波长的光信号经另一段传输光纤传入到光接收模块,光接收模块将所有不同波长的光信号转换成电信号后再传输到信号处理与控制模块;信号处理与控制模块分别测量不同的波长光信号的传输延迟时间,并依据相对延迟时间计算得到对应分布式测试点的温度参数。

2. 根据权利要求1所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述测试模块包含有传输光纤、传感光纤、光环行器和波长选择器,并根据需要配置不同的波长选择器。

3. 根据权利要求1所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述测试模块的工作过程为:所有不同波长的光信号到达第1只光环行器,所有不同波长光信号由第1只光环行器的一端口①到二端口②,再到达波长选择器,其中某一波长光信号的波长与波长选择器的反射波长一致,因此该波长的光信号被反射回到第1只光环行器的二端口②,反射后的光信号由第1只光环行器三端口③输出,再由传输光纤传输进入传感光纤,得到温度变化引起附加延迟的光信号;该光信号再经传输光纤传输到该测试模块的第2只光环行器的一端口①,通过第2只光环行器的二端口②输出,到达波长选择器,并反射回到第2只光环行器的二端口②,通过第2只光环行器的三端口③输出,由传输光纤传送到下一个分布式测试模块;其他波长的光信号直接通过波长选择器,到达第2只光环行器的二端口②,并通过第2只光环行器的三端口③输出,同样也由传输光纤传送到下一个分布式测试模块。

4. 根据权利要求1所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述可调谐光发射模块采用可调谐半导体激光器或多个波长半导体激光器阵列,通过直接强度调制或间接强度调制,分别发射多个波长的连续正弦波或脉冲光波信号。

5. 根据权利要求1所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述光接收模块采用PIN或APD光电探测器,探测由传输光纤送达的光信号,并将光信号转换成电信号放大后输出,送达信号处理与控制模块。

6. 根据权利要求2和3所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述光环行器采用3端口光纤环行器来实现,或通过光学元件构建3端口光学环行器来实现光路的功能。

7. 根据权利要求2和3所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述波长选择器能实现对某一个特定波长的反射和对其它波长的透射,如光纤光栅、干涉滤光片等。

8. 根据权利要求1、2和3所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述传输光纤为石英(SiO_2)多模光纤或单模光纤,或塑料光纤。

9. 根据权利要求2和3所述的分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,所述传感光纤为石英(SiO_2)多模光纤或单模光纤,当传感温度超过光纤被覆层的工作温度范围时,去除传感光纤的被覆层。

一种分布式光延迟光纤温度传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤温度传感技术领域,具体涉及一种分布式光延迟光纤温度传感器。

背景技术

[0002] 分布式光纤温度传感器具有安全、轻质、准确、抗电磁干扰等优点,广泛应用于电力设备、水电设备以及隧道防火的温度检测系统中,也应用在工业和民用的需要温度测量的各个方面,能够沿着传输光纤路径测量各个位置的温度情况。

[0003] 通常分布式光纤温度传感器采用的技术方法有:①分布式光纤光栅结构,沿着传输光纤设置光纤光栅,串联起来形成分布式结构,利用温度引起光纤光栅常数的改变,从而改变了光纤光栅的透射或反射光的光谱,通过探测不同位置光栅的透射或反射光谱的变化,得到不同位置光栅的对应温度参数,由此构成了分布式光纤温度传感的方法。②采用激光在光纤中产生的非线性布里渊后向散射,根据布里渊散射的光谱变化和后向散射的位置,来判断光纤中温度的变化和发生的位置,从而得到对温度和距离的准确测量,这种方法也称为布里渊光时域后向发射仪(BOTDR)。

[0004] 以上所述两种方案其共同点是它们的测量都转化成了对光谱的准确测量,从而得到温度的精确测量。在光电探测技术中,对光谱的准确测量,均需要较复杂的测量装置或系统,这样势必造成该技术构成的设备成本较高,不宜全面推广应用。同时,在测量较高温度时,光纤光栅将不能胜任,非线性布里渊散射也将受到高温的限制。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术,本发明要解决的技术问题是:如何准确测量分布式光纤延迟时间,从而得到温度参数;同时降低光纤温度传感器的成本,并提高测量的温度范围。

[0006] 工作原理:光信号在光纤中传输会带来延迟,延迟时间与光纤的长度和光纤的折射率成正比。研究表明石英(SiO_2)光纤的折射率随温度的增加而增加,因此温度变化将引起光信号在光纤中的附加传输延迟。设计的分布式光延迟温度传感器,采用可调谐或多波长激光光源,不同波长对应于不同的测试位置的测试模块,形成分布式结构,通过测量不同波长光信号的附加延迟,获得不同位置的温度参数。

[0007] 基于上述工作原理,如图1所示,本发明采用如下技术方案:

一种分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,包括可调谐光发射模块、光接收模块、信号处理与控制模块和多个测试模块;多个测试模块间通过传输光纤串联,由所述可调谐光发射模块分别发射出的多个不同波长的光信号,通过一段传输光纤传入到第一个测试模块,再从最后一个测试模块输出,输出的不同波长的光信号经另一段传输光纤传入到光接收模块,光接收模块将所有不同波长的光信号转换成电信号后再传输到信号处理与控制模块;信号处理与控制模块分别测量不同的波长光信号的传输延迟时间,并依据相对延迟时间计算得到对应分布式测试点的温度参数。

[0008] 所述测试模块包含有传输光纤、传感光纤、光环行器和波长选择器,并根据需要配置不同的波长选择器。

[0009] 所述测试模块的工作过程为:所有不同波长的光信号到达第 1 只光环行器,所有不同波长光信号由第 1 只光环行器的一端口①到二端口②,再到达波长选择器,其中某一波长光信号的波长与波长选择器的反射波长一致,因此该波长的光信号被反射回到第 1 只光环行器的二端口②,反射后的光信号由第 1 只光环行器三端口③输出,再由传输光纤传输进入传感光纤,得到温度变化引起附加延迟的光信号;该光信号再经传输光纤传输到该测试模块的第 2 只光环行器的一端口①,通过第 2 只光环行器的二端口②输出,到达波长选择器,并反射回到第 2 只光环行器的二端口②,通过第 2 只光环行器的三端口③输出,由传输光纤传送到下一个分布式测试模块;其他波长的光信号直接通过波长选择器,到达第 2 只光环行器的二端口②,并通过第 2 只光环行器的三端口③输出,同样也由传输光纤传送到下一个分布式测试模块。

[0010] 所述可调谐光发射模块采用可调谐半导体激光器或多个波长半导体激光器阵列,通过直接强度调制或间接强度调制,分别发射多个波长的连续正弦波或脉冲光波信号。

[0011] 所述光接收模块采用 PIN 或 APD 光电探测器,探测由传输光纤送达的光信号,并将光信号转换成电信号放大后输出,送达信号处理与控制模块。

[0012] 所述光环行器采用 3 端口光纤环行器来实现,或通过光学元件构建 3 端口光学环行器来实现光路的功能。

[0013] 所述波长选择器能实现对某一个特定波长的反射和对其它波长的透射,如光纤光栅、干涉滤光片等。

[0014] 所述传输光纤为石英(SiO_2)多模光纤或单模光纤,或塑料光纤。

[0015] 所述传感光纤为石英(SiO_2)多模光纤或单模光纤,当传感温度超过光纤被覆层的工作温度范围时,去除传感光纤的被覆层。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果表现在:(一)一个波长对应一个分布式测试点,充分利用了光纤宽带的潜能,可以实现多个分布式节点的测量;(二)传感光纤采用石英(SiO_2)光纤,提高了温度的测量范围;(三)所设计的方案通过测量延时,实现对温度的传感,由此组成的分布式光纤温度传感器结构简单、成本低、易于推广应用。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明的结构框图;

图中 1 为测试模块,2 为光环行器,3 为传输光纤。

[0018] 图 2 为本发明一种具体实施的结构框图;

图中 1 为测试模块,2 为光环行器,3 为传输光纤。

具体实施方式

[0019] 下面将结合附图及具体实施方式对本发明作进一步的描述。

[0020] 一种分布式光延迟光纤温度传感器,其特征在于,包括可调谐光发射模块、光接收模块、信号处理与控制模块和多个测试模块;多个测试模块间通过传输光纤串联,由所述可调谐光发射模块分别发射出的多个不同波长的光信号,通过一段传输光纤传入到第一个测

试模块,再从最后一个测试模块输出,输出的不同波长的光信号经另一段传输光纤传入到光接收模块,光接收模块将所有不同波长的光信号转换成电信号后再传输到信号处理与控制模块;信号处理与控制模块分别测量不同的波长光信号的传输延迟时间,并依据相对延迟时间计算得到对应分布式测试点的温度参数。

实施例

[0021] 所述可调谐光发射模块采用可调谐半导体激光器为光源,工作的3个波长分别为:1550.12nm、1550.92nm和1551.72nm,通过外调制分别发射3个波长的脉冲光信号;光接收模块采用1550nm波段的PIN光电探测器、前置放大器和主放大器组成。本实施例设置三个测试模块,所述测试模块中的光环行器采用1550nm波段的3端口光纤光环行器来实现;所述3个测试模块中的波长选择器分别采用1550.12nm、1550.92nm和1551.72nm波长对应的FBG光纤光栅;传输光纤均由G.652单模光纤构成;传感光纤1、传感光纤2和传感光纤3均由除去被覆层的1000m G.652单模光纤构成;信号处理与控制模块采用高精度模拟和数字电路来产生和控制发射信号,分别测量不同波长光信号的传输延迟时间,并依据相对延迟时间计算得到各个波长对应分布式测试点的温度参数。

[0022] 其工作过程是:在信号处理与控制模块的控制下,可调谐半导体激光器,通过外调制,分别发射出1550.12nm、1550.92nm和1551.72nm,3个波长的脉冲光信号,第1个、第2个和第3个分布式测试点都设置有一个测试模块;第1波长的光信号通过传输光纤到达位于第1个分布式测试点的测试模块的第1只光环行器,第1波长光信号由第1只光环行器的一端口①到二端口②,再到达第1个波长选择器;其中第1波长光信号的波长与第1只波长选择器的反射波长一致,因此第1波长光信号被反射回到第1只光环行器的二端口②,反射后的光信号由第1只光环行器三端口③输出,再由传输光纤传输进入传感光纤1,得到温度变化引起附加延迟的光信号,延迟的光信号再经传输光纤传输到第1个分布式测试点的测试模块的第2只光环行器的一端口①,通过第2只光环行器的二端口②输出,到达第1只波长选择器,并反射回到第2只光环行器的二端口②,通过第2只光环行器的三端口③输出,由传输光纤传送到第2个分布式测试点;其他波长的光信号直接通过第1只波长选择器,到达第2只光环行器的二端口②,并通过光环行器的三端口③输出,同样也由传输光纤传送到第2个分布式测试点。

[0023] 同样,第2波长的光信号通过传输光纤到达第2个分布式测试点的测试模块的第1只光环行器,第2波长光信号由第1只光环行器的一端口①到二端口②,再到达第2个波长选择器;其中第2波长光信号的波长与第2只波长选择器的反射波长一致,因此第2波长光信号被反射回到第1只光环行器的二端口②,反射后的光信号由第1只光环行器三端口③输出,再由传输光纤传输进入所述第2段传感光纤,得到温度变化引起附加延迟的光信号,延迟的光信号再经传输光纤传输到第2个分布式测试点的测试模块的第2只光环行器的一端口①,通过第2只光环行器的二端口②输出,到达第2只波长选择器,并反射回到第2只光环行器的二端口②,通过第2只光环行器的三端口③输出,由传输光纤传送到第3个分布式测试点;其他波长的光信号直接通过第1只波长选择器,到达第2只光环行器的二端口②,并通过光环行器的三端口③输出,同样也由传输光纤传送到第3个分布式测试点。

[0024] 以此类推,第3波长的光信号通过传输光纤到达第3个分布式测试点的测试模块

的第 1 只光环行器,第 3 波长光信号由第 1 只光环行器的一端口①到二端口②,再到达所述第 3 个波长选择器;其中第 3 波长光信号的波长与第 3 只波长选择器的反射波长一致,因此第 3 波长光信号被反射回到第 1 只光环行器的二端口②,反射后的光信号由第 1 只光环行器三端口③输出,再由传输光纤传输进入所述第 3 段传感光纤,得到温度变化引起附加延迟的光信号,延迟的光信号再经传输光纤传输到第 3 个分布式测试点的测试模块的第 2 只光环行器的一端口①,通过第 2 只光环行器的二端口②输出,到达第 3 只波长选择器,并反射回到第 2 只光环行器的二端口②,通过第 2 只光环行器的三端口③输出,由传输光纤传送到光接收模块;其他波长的光信号直接通过第 3 只波长选择器,到达第 2 只光环行器的二端口②,并通过光环行器的三端口③输出,同样由传输光纤传送到光接收模块。

[0025] 3 个波长的光信号分别通过 3 个分布式测试点,得到不同的由温度引起的附加延时,最后送达所述光接收模块,光接收模块将 3 个波长的光信号转换成电信号后再传输到信号处理与控制模块;信号处理与控制模块分别测量 3 个波长光信号的传输延迟时间,并依据相对延迟时间计算得到 3 个波长对应的 3 个分布式测试点的温度参数。

[0026] 本发明中,测试模块的个数与分布测试点的个数一致,但不局限于实例中的 3 个测试模块。所有基于上述原理的温度传感器均落入本发明的保护范围。

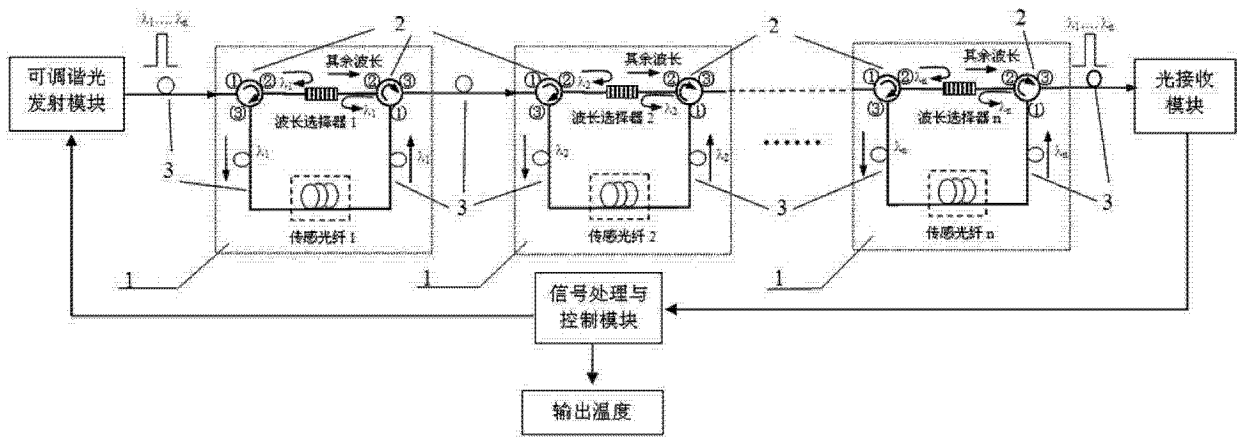


图 1

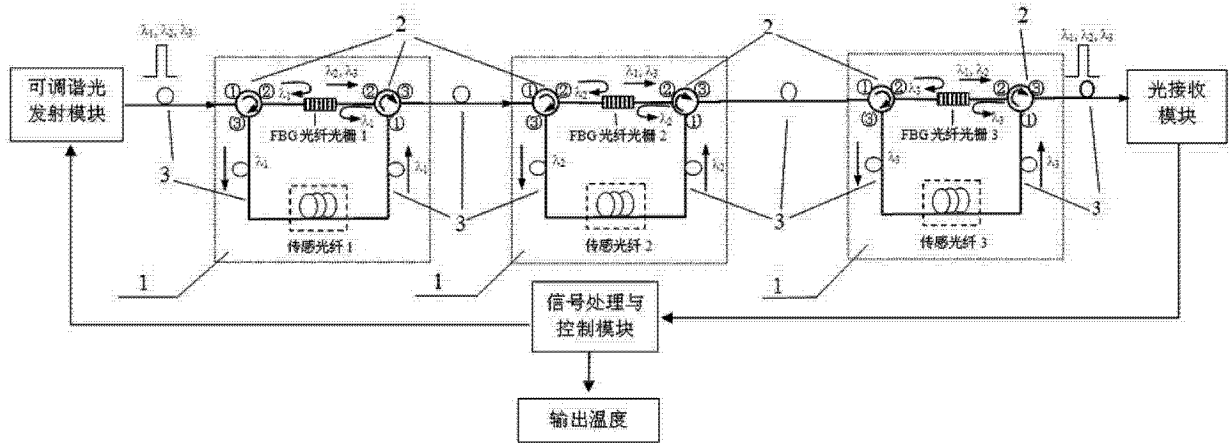


图 2