



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102322888 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 18

(21) 申请号 201110252576. 3

(22) 申请日 2011. 08. 30

(71) 申请人 杭州布里特威光电技术有限公司

地址 310012 浙江省杭州市西湖区山水人家  
清水湾 6 幢 101 室

(72) 发明人 宋牟平 沈逸铭 汤贇 张伟峰

励志成 谢杭

(74) 专利代理机构 杭州赛科专利代理事务所

33230

代理人 陈辉

(51) Int. Cl.

G01D 5/38 (2006. 01)

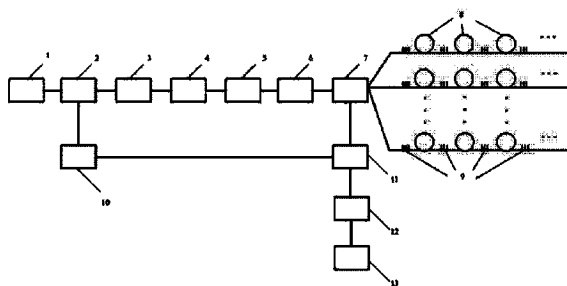
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构

(57) 摘要

本发明的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是包括依次相连的波长可调光源、光耦合器、射频光调制器、脉冲光调制器、光带通滤波器、光放大器、光环形器、光耦合器、光电检测器、电子处理器,光环形器与光纤连接。本发明的优点在于:1、由于使用了射频光调制来实现光频移,使得探测光的波长/频率精准到电子振荡器水平,可再加上波长可调光源,用来扩大波长/频率移动范围;2、结构中可方便加入光相干检测,以提高检测信噪比;3、本发明的检测结构可以适应多种光纤光栅阵列,例如光纤光栅组中的每一个光栅可以是中心频率一致的低反射率光纤光栅,或者中心频率都不一样的光纤光栅阵列。



1. 一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是包括依次相连的波长可调光源、光耦合器、射频光调制器、脉冲光调制器、光带通滤波器、光放大器、光环形器、光耦合器、光电检测器、电子处理器,光环形器与光纤连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是光环形器接入光纤光栅阵列。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是所述的光纤光栅阵列,其结构可以是单个光纤光栅,或是多种光纤光栅,当阵列中各光纤光栅的光谱接近时,采用低反射率光纤光栅。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是与波长可调光源相连的光耦合器和光偏振控制器相连。

5. 根据权利要求 4 所述的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是与光环形器相连的光耦合器和光偏振控制器相连。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是光环形器还可替换为双向耦合器。

## 一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光纤布拉格光栅传感,属于光纤传感技术领域。

### 背景技术

[0002] 由于光纤光栅具有精度高、抗干扰能力强等特点,国内外已经有了很好的发展。例如专利 CN1384341A 公开了一种压力与温度同时检测的光纤光栅传感器,专利 1904658A 公开了一种光纤布拉格光栅传感器的相干复用方法及其设备。这些公开很好的介绍了一些光纤光栅传感的方法,但其还有较多限制,例如难以实现高精度的光纤光栅测量,特别是采用波长可调光源的光纤光栅检测方法,由于可调波长光源难以实现精确的快速光波长 / 频率移动,造成采用此种方案的光纤光栅传感器难以实现高精度快速的传感检测。虽然采用光锁相光源可得到高精度的光波长 / 频率变化,但其实现的高技术难度和成本难以满足实际应用的需要。

[0003] 国内有一些专利也公开了光纤光栅检测的方法,如 CN2760526Y 公开的分布式光纤光栅温度检测系统其特征之一是利用可调谐光纤滤波器调制光源;CN101586986A 公开的一种高精度光纤光栅波长解调系统其特征在于光滤波器和光电探测器的结合;CN201656245 公开的光纤传感波长可调谐光源通过多只中心波长不同的激光二极管和滤波器结合产生可调波长的光源,但精度不高。

[0004] 微波电光调制产生光频移的光纤传感方法也有被提出,(宋牟平,34km 传感长度的布里渊光时域反射计的设计与实现:仪器仪表学报,1155-1158,2005),利用了微波电光调制器对参考光进行调制得到高精度波长的参考光,用于布里渊散射分布式光纤传感器。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提出一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构。

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种成本低、易实现的高精度光纤光栅波长解调(或传感检测)结构,一般光信号的频率难以精确控制,电信号的频率可以实现高精度的控制,采用射频电信号光调制产生高精度的光频移,结合可调波长光源,可实现宽波长范围的高精度光波长 / 频率移动。再加上容易引入一路参考光,融合光相干检测技术,可提高检测信噪比。从而可实现高性价比的技术方案。

[0007] 本发明的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构,其特征是包括依次相连的波长可调光源、光耦合器、射频光调制器、脉冲光调制器、光带通滤波器、光放大器、光环形器、光耦合器、光电检测器、电子处理器,光环形器与光纤连接。

[0008] 优选的,光环形器接入光纤光栅阵列。

[0009] 优选的,所述的光纤光栅阵列,其结构可以是单个光纤光栅,或是多种光纤光栅,当阵列中各光纤光栅的光谱接近时,采用低反射率光纤光栅。

[0010] 优选的,与波长可调光源相连的光耦合器和光偏振控制器相连。

[0011] 优选的,与光环形器相连的光耦合器和光偏振控制器相连。

[0012] 优选的,光环形器还可替换为双向耦合器。

[0013] 波长可调光源与光耦合器相连,通过射频光调制器产生高精度光频率移动,再通过脉冲光调制器、带通滤波器、光放大器、光环形器或双向耦合器接入光纤光栅阵列,从光纤光栅阵列返回的信号光经光耦合器到达光电探测器进行探测,必要时从光源出来的另一路光,经偏振控制器与信号光汇合后,进行光相干检测,利用光相干检测来提高检测信噪比,光电探测器连电子处理器。

[0014] 上述的光纤光栅传感检测结构中,可以适应多种光纤光栅阵列,例如光纤光栅组中的每一个光栅可以是中心频率一致的低反射率光纤光栅,此时脉冲光调制器要进行光调制产生传感用的光脉冲,使得光脉冲在光纤阵列中传输时,在每个时刻光脉冲只能覆盖一个光纤光栅;或者中心频率都不一样的光纤光栅阵列,此时脉冲光调制器可不进行光调制。

[0015] 上述的光纤光栅传感检测结构中,射频光调制使得检测光信号频率/波长精准到电子振荡器水平,加上使用波长可调光源可拓展波长/频率移动范围。

[0016] 上述光纤光栅传感检测结构,还可以通过光耦合器从光源引一路参考光,经过偏振控制器到光电探测器,来实现光相干检测,以提高检测信噪比。

[0017] 本发明利用光纤布拉格光栅的中心波长随外界传感量(如温度、应力)的变化来进行的传感检测。

[0018] 波长可调光源产生的光进入耦合器并分为两路,一路探测光经过射频光调制器得到精确波长/频率移动的激光,经过脉冲光调制器可得到光脉冲,经过带通滤波器滤出所需频率光,再经光放大器进入双向耦合器,从双向耦合器一端进入的光信号直接到光纤,在光纤中经光纤光栅反射返回到双向耦合器,并进入光电探测器;光耦合器出来的光源的另一路光经过光偏振控制器调整后进入光电探测器,可实现需要的光相干检测。利用相干检测来提高检测信噪比。利用如下的光纤光栅频移公式

$$\frac{\Delta\lambda_B}{\lambda_B} = (1 - P_e)\epsilon_r + (\alpha + \zeta) \Delta T$$

得到所要测量的信息。其中  $\lambda_B$  为光纤布拉格光栅反射中

心波长,  $\Delta\lambda_B$  为在外界影响下反射波长的变化,  $P_e$  为光纤的有效弹光系数,  $\alpha$  为光纤的热膨胀系数,  $\zeta$  为光纤的热光系数,  $\Delta T$  为温度变化量。

[0019] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

1、由于使用了射频光调制来实现光频移,使得探测光的波长/频率精准到电子振荡器水平,可再加上波长可调光源,用来扩大波长/频率移动范围;2、结构中可方便加入光相干检测,以提高检测信噪比;3、本发明的检测结构可以适应多种光纤光栅阵列,例如光纤光栅组中的每一个光栅可以是中心频率一致的低反射率光纤光栅,或者中心频率都不一样的光纤光栅阵列。

#### 附图说明

[0020] 图1是本发明的一种基于射频光调制的高精度光纤光栅传感检测结构的示意图。

[0021] 图中:1是波长可调光源,2和11是光耦合器,3是射频光调制器,4是脉冲光调制器,5是光带通滤波器,6是光放大器,7是光环形器,8是光纤,9是光纤光栅阵列,10是光

偏振控制器、12 是光电检测器、13 是电子处理器。

### 具体实施方式

[0022] 参照图 1, 本发明包括波长可调光源 1、光耦合器 2、射频光调制器 3、脉冲光调制器 4、光带通滤波器 5、光放大器 6、光环形器 7、光纤光栅阵列 9、光偏振控制器 10、光纤 8、光耦合器 11、光电检测器 12、电子处理器 13。波长可调光源 1 与光耦合器 2 相连, 通过射频光调制器 3 来调节光波长 / 或频率, 再通过脉冲光调制器 4、光带通滤波器 5、光放大器 6、光环形器或光双向耦合器 7 接入光纤, 其反射光进入光耦合器 11 到光电检测器 12, 光耦合器 2 经光偏振控制器 10 到光耦合器 11 进入光电检测器 12, 可实现光相干检测, 光电检测器 12 连电子处理器 13。

[0023] 波长可调光源 1 产生的光进入光耦合器 2 分两路, 一路探测光经过射频光调制器 3 得到波长精确可调的激光。探测光经脉冲光调制器 4 可产生光脉冲, 经过光带通滤波器 5、光放大器 6 进入光环形器 7。从光环形器 7 一端进入的光信号直接到有光纤光栅阵列 9 的光纤 8, 探测光信号沿光纤 8 传播, 光纤光栅阵列 9 将位于光纤光栅光谱内的光信号反射, 到达光环形器 7, 并进入光电检测器 12; 光耦合器 2 出来的另一路光经过光偏振控制器 10 调整后进入光电检测器 12 与探测光汇合, 可实现光相干检测。

[0024] 根据光纤光栅阵列 9 的不同可以分为几种不同工作方式: 1、当光纤光栅阵列中存在光谱重叠情况时, 需采用低反射率的光纤布拉格光栅, 脉冲光调制器进行调制产生探测光脉冲, 从而采用时分复用的方式来区分各光纤光栅信号; 2、其他情况下, 即各光纤光栅的光谱都不出现重叠情况时, 脉冲光调制器可以不进行调制, 从而采用波分复用的方式分开各光纤光栅信号, 脉冲光调制器也可进行调制产生探测光脉冲, 从而采用时分结合波分复用的方式分开各光纤光栅信号。无论哪种工作方式, 首先可调波长光源 1 的波长可调的作用是扩大光波长 / 频率的移动范围, 射频光调制器 3 的作用是进行光的高精度波长 / 频率移动; 并且利用光耦合器 2 和 11、光偏振控制器 10、光电检测 12 可进行光相干检测, 以提高检测信噪比, 从而可实现高检测精度的光纤光栅传感。

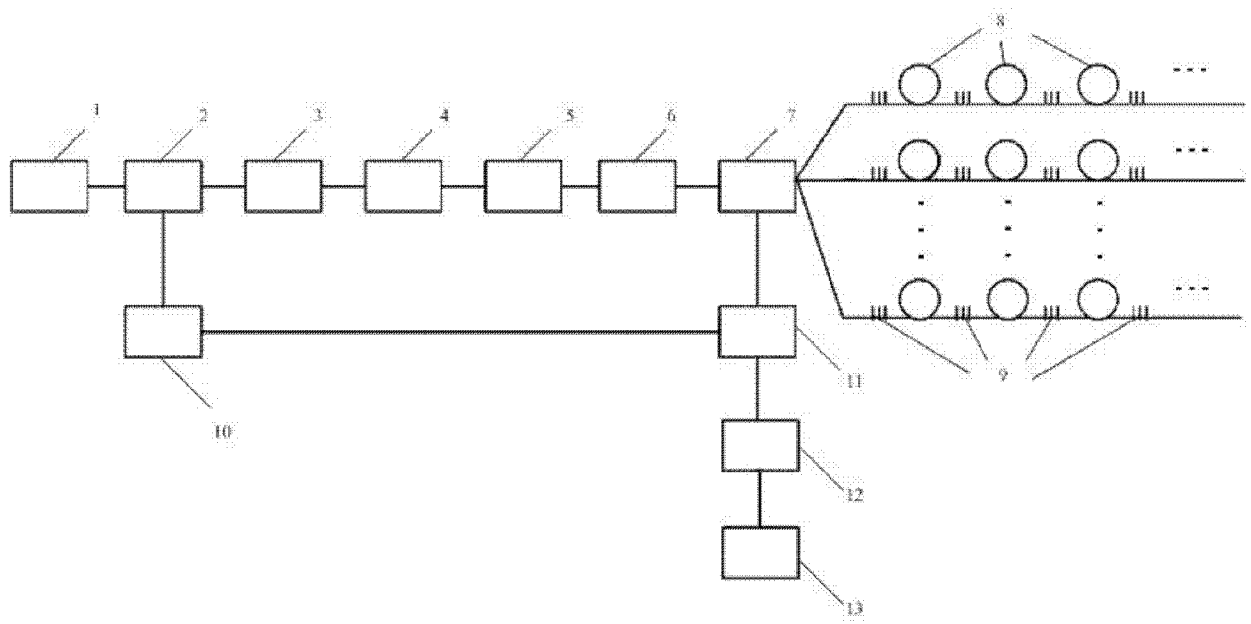


图 1