



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103234590 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201310174087. X

(22) 申请日 2013. 05. 10

(73) 专利权人 中国石油集团长城钻探工程有限公司

地址 124010 辽宁省盘锦市兴隆台区石油大街 96 号

(72) 发明人 李天诗 汪浩 代志勇 邬洪亮 张胜文 江松元 毛殿余 宫继刚 马铭强 朱秀英 赵俊堂 郭洪敏 杨留强 郑磊 陶双福 周辉 宋菲菲 王少鹤 李颖 李华 曹艳玲

(74) 专利代理机构 盘锦辽河专利代理有限责任公司 21106

代理人 张维龙

(51) Int. Cl.

G01F 1/38(2006. 01)

G01F 15/16(2006. 01)

G01D 5/26(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102587897 A, 2012. 07. 18,  
CN 101769783 A, 2010. 07. 07,  
CN 102607620 A, 2012. 07. 25,  
US 2009167297 A1, 2009. 07. 02,  
CN 102721459 A, 2012. 10. 10,  
JP H0327027 A, 1991. 02. 05,  
陈伟民等. 组合式光纤流量传感器. 《光电工程》. 1996, 第 23 卷 (第 2 期),  
曾良才等. 光栅传感器及在流量测试中的应用. 《传感器技术》. 2002, 第 21 卷 (第 7 期),

审查员 张蔚

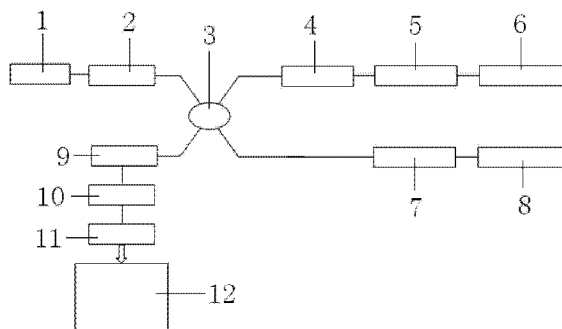
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种油田井下光纤流量传感器

(57) 摘要

本发明涉及一种石油测井仪器, 特别涉及一种油田井下光纤流量传感器。该装置的光源模块与偏振控制器相连接, 偏振控制器与光纤耦合器相连接, 光纤耦合器分别与相位调制器、法拉第旋转头 II 和光电探测器相连接, 相位调制器、法拉第旋转头 I、光纤压力敏感头 I 顺次连接, 法拉第旋转头 II 与光纤压力敏感头 II 相连接, 光电探测器、放大电路、A/D 转换器、嵌入式计算机顺次连接。本发明实现了不存在流体与光波的直接作用, 能够实现整体的密闭封装, 满足高温高压恶劣环境下的流体流量测量, 测量灵敏度高、测量精度高。克服了现有光纤传感器无法满足石油井下流量测量的环境要求的不足。



1. 一种油田井下光纤流量传感器,包括光源模块(1);其特征在于:光源模块(1)与偏振控制器(2)相连接,偏振控制器(2)与光纤耦合器(3)相连接,光纤耦合器(3)分别与相位调制器(4)、法拉第旋转头 II(7)和光电探测器(9)相连接,相位调制器(4)、法拉第旋转器 I(5)、光纤压力敏感头 I(6)顺次连接,法拉第旋转头 II(7)与光纤压力敏感头 II(8)相连接,光电探测器(9)、放大电路(10)、A/D 转换器(11)、嵌入式计算机(12)顺次连接,光纤压力敏感头 I(6)和光纤压力敏感头 II(8)结构相同,光纤压力敏感头 I(6)和光纤压力敏感头 II(8)包括不锈钢外壳(13),不锈钢外壳(13)内设置有耐高温光纤(15),不锈钢外壳(13)和耐高温光纤(15)之间填充有密封材料(14),耐高温光纤(15)与自聚焦透镜(16)相连接,自聚焦透镜(16)前端设置增透膜玻璃板(17),增透膜玻璃板(17)前端设置压力敏感膜片(18)。

2. 按照权利要求 1 所述的油田井下光纤流量传感器,其特征在于:所述光源模块(1)采用波长为 1310nm 或 1550nm 的半导体激光器。

3. 按照权利要求 1 所述的油田井下光纤流量传感器,其特征在于:所述光纤耦合器(3)是分束比为 50 :50 的 2×2 光纤耦合器。

4. 按照权利要求 1 所述的油田井下光纤流量传感器,其特征在于:所述压力敏感膜片(18)采用不锈钢加工而成。

## 一种油田井下光纤流量传感器

### 技术领域：

[0001] 本发明涉及一种石油测井仪器，特别涉及一种油田井下光纤流量传感器。

### 背景技术：

[0002] 目前用于液体流量测量的光纤传感器有涡轮光纤流量传感器、涡街光纤流量传感器、多普勒光纤速度传感器以及光纤光栅流量传感器等。涡轮光纤流量传感器结构简单且信号处理方式简单，但将光纤中的传输光通过空间光路投射到涡轮上，再接收反射光，以计数的方式实现流量测量，存在低流量涡轮无法启动，以及石油对光的强烈吸收而导致反射光非常微弱等问题，因此无法满足石油井下测试环境的要求。涡街光纤流量传感器则利用流体通过某障碍物后形成两个方向相反的涡流，对位于流体中的光纤产生振动或微弯，通过微弯损耗或振动频率等探测实现流量的测量。这种方式需要将光纤放置石油中，由于光纤本身非常脆弱，因而也难以满足石油井下测量环境的要求。多普勒光纤速度传感器则利用光学多普勒效应，通过多普勒频移量的测量，实现液体流速的精确测量，但同样存在需要将光纤中传输的光投射到石油上，并接收其反射光来实现测量，同样无法满足石油井下流量测量的要求。作为目前使用最广泛的光纤光栅传感器也可以用来测量液体流量，其实现方法是在流体中安置压力敏感元件，并将光纤光栅粘贴其上，在流体流动的作用下压力敏感元件将产生应变，在应变作用下使光纤光栅反射波长的移动，测量出波长的移动就可实现流速和流量的测量。但存在光纤光栅高温性能较差，以及安装困难的问题，同样难以满足石油井下测量的环境要求。

### 发明内容：

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种油田井下光纤流量传感器，该装置实现了不存在流体与光波的直接作用，能够实现整体的密闭封装，满足高温高压恶劣环境下的流体流量测量，测量灵敏度高、测量精度高。克服了现有光纤传感器无法满足石油井下流量测量的环境要求的不足。

[0004] 本发明所采取的技术方案是：一种油田井下光纤流量传感器，包括光源模块；光源模块与偏振控制器相连接，偏振控制器与光纤耦合器相连接，光纤耦合器分别与相位调制器、法拉第旋转头 II 和光电探测器相连接，相位调制器、法拉第旋转器 I、光纤压力敏感头 I 顺次连接，法拉第旋转头 II 与光纤压力敏感头 II 相连接，光电探测器、放大电路、A/D 转换器、嵌入式计算机顺次连接，光纤压力敏感头 I 和光纤压力敏感头 II 结构相同，光纤压力敏感头 I 和光纤压力敏感头 II 包括不锈钢外壳，不锈钢外壳内设置有耐高温光纤，不锈钢外壳和耐高温光纤之间填充有密封材料，耐高温光纤与自聚焦透镜相连接，自聚焦透镜前端设置增透膜玻璃板，增透膜玻璃板前端设置压力敏感膜片。

[0005] 光源模块采用波长为 1310nm 或 1550nm 的半导体激光器。

[0006] 光纤耦合器是分束比为 50 :50 的 2×2 光纤耦合器。

[0007] 压力敏感膜片采用不锈钢加工而成。

[0008] 本发明的有益效果是：本发明由于不存在流体与光波的直接作用，因而能够实现整体的密闭封装，满足高温高压恶劣环境下的流体流量测量，测量灵敏度高、测量精度高。

#### 附图说明：

[0009] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细的说明。

[0010] 图 1 为本发明的结构示意图。

[0011] 图 2 为光纤压力敏感头的结构示意图。

#### 具体实施方式：

[0012] 如图 1、图 2 所示，一种油田井下光纤流量传感器，包括光源模块 1；光源模块 1 与偏振控制器 2 相连接，偏振控制器 2 与光纤耦合器 3 相连接，光纤耦合器 3 分别与相位调制器 4、法拉第旋转器 I 5、光纤压力敏感头 I 6 顺次连接，法拉第旋转器 I 5、光纤压力敏感头 I 6 顺次连接，法拉第旋转器 II 7 与光纤压力敏感头 II 8 相连接，光电探测器 9、放大电路 10、A/D 转换器 11、嵌入式计算机 12 顺次连接，光纤压力敏感头 I 6 和光纤压力敏感头 II 8 结构相同，光纤压力敏感头 I 6 和光纤压力敏感头 II 8 包括不锈钢外壳 13，不锈钢外壳 13 内设置有耐高温光纤 15，不锈钢外壳 13 和耐高温光纤 15 之间填充有密封材料 14，耐高温光纤 15 与自聚焦透镜 16 相连接，自聚焦透镜 16 前端设置增透膜玻璃板 17，增透膜玻璃板 17 前端设置压力敏感膜片 18。光源模块 1 采用波长为 1310nm 或 1550nm 的半导体激光器。光纤耦合器 3 是分束比为 50 :50 的 2×2 光纤耦合器。压力敏感膜片 18 采用不锈钢加工而成，其功能是将作用其上的压力转换为应变，形成光程变化。偏振控制器 2 和法拉第旋转器用于控制光源输出光波的偏振态，降低光源随机偏振态变化带来的信号衰落。相位调制器 4 的作用是产生一个固定频率的光波相位调制，实现随机相位信号衰落的消除和基于载波相位解调算法的相位解调。光纤压力敏感头的功能是实现压力的感知，并通过微小形变形成光程差。光电探测器 9 实现将光信号到电信号的转换。放大电路 10 实现电信号的放大，满足后续电路处理的要求。A/D 转换器 11 实现对信号的高速采样，实现模拟信号到数字信号的转换。嵌入式计算机 12，由嵌入式 CPU 板构成，对传感数据处理与分析，实现流量的精确测量，并提供 VGA、USB、RS232C、RJ45 等数据接口。

[0013] 本发明使用时，半导体激光器发出功率、波长稳定的具有一定相干长度和功率的线偏振激光。经过偏振控制器 2 后，注入一个 2×2 光纤耦合器 3，被分成两路传输。一路通过光纤相位调制器 4 与光纤法拉第旋转器 I 5 后，在光纤压力敏感头 I 6 中获得流体压力信息的加载，并反射回到光纤耦合器 3 中。另一路通过光纤法拉第旋转器 II 7 后，在光纤压力敏感头 II 8 中获得流体压力信息的加载，同样反射回到光纤耦合器 3 中，并与之前反射回的光干涉，再从光纤耦合器 3 进入光电探测器 9，通过光电探测器 9 转换为含有流速压差信息的电信号，进入放大电路 10 和 A/D 转换器 11 后，由嵌入式计算机 12 进行数据分析处理，输出测量结果。

[0014] 可以理解的是，以上关于本发明的具体描述，仅用于说明本发明而并非受限于本发明实施例所描述的技术方案，本领域的普通技术人员应当理解，仍然可以对本发明进行修改或等同替换，以达到相同的技术效果；只要满足使用需要，都在本发明的保护范围之内。

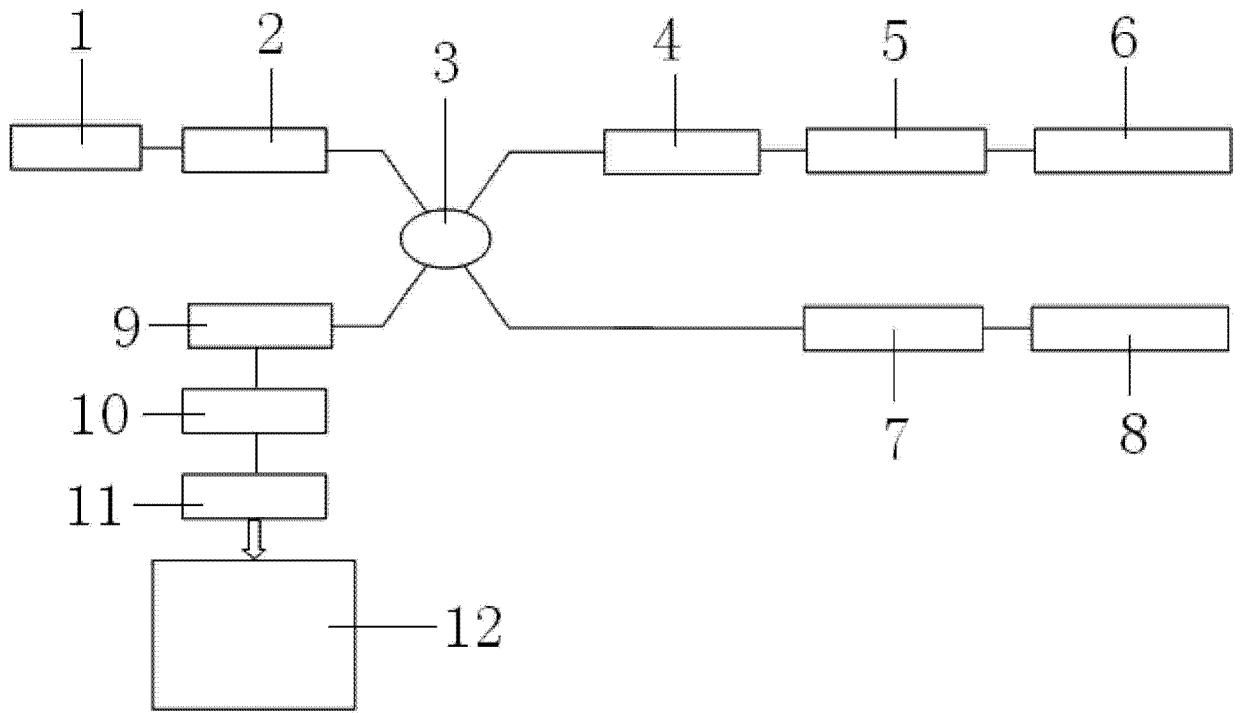


图 1

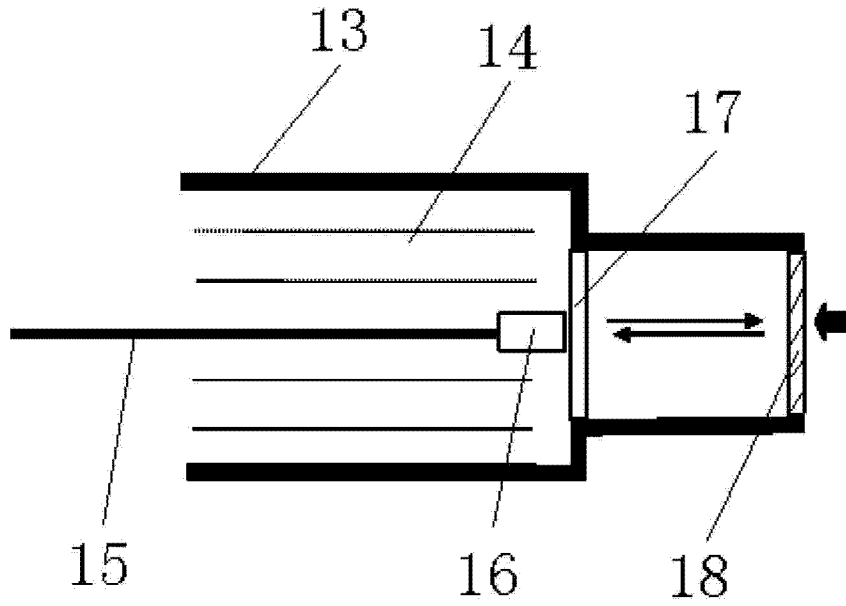


图 2