



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203561381 U

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201320530235. 2

(22) 申请日 2013. 08. 27

(73) 专利权人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路  
66 号

(72) 发明人 王宁 付剑波 李晓霞 刘保磊  
刘棒 李凯艺

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

G01D 21/02(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

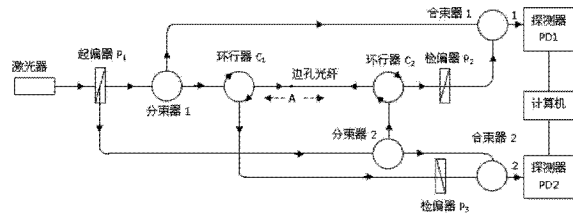
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器,其特征 在于该传感器包括:激光器-起偏器 P1-分束器 1-环行器 C1-边孔光 纤-环行器 C2-检偏器 P2-合束器 1-探测器 PD1, 上述部件依次连接构成一路偏光干涉光路;起偏 器 P1-分束器 2-环行器 C2-边孔光纤-环行器 C1-检偏器 P3-合束器 2-探测器 PD2,上述部件构 成另一路偏光干涉光路。本实用新型的偏光干涉 型全分布式双参量光纤传感器将偏光干涉与边孔 光纤相结合,可实现全分布式光纤压力、温度双 参量传感,有效改善压力温度的交叉敏感响应,同 时具备高温高压、耐腐蚀性等恶劣环境工作能力, 利用偏光干涉可精确测量相位的优点,准确解调相 位信息。



1. 一种偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器,其特征在于该传感器包括:激光器-起偏器 P1-分束器 1-环行器 C1-边孔光纤-环行器 C2-检偏器 P2-合束器 1-探测器 PD1,上述部件依次连接构成一路偏光干涉光路;起偏器 P1-分束器 2-环行器 C2-边孔光纤-环行器 C1-检偏器 P3-合束器 2-探测器 PD2,上述部件构成另一路偏光干涉光路;其中所述的部件采用光纤部件连接形成光路,所述的光纤部件带有光纤接头,利用光纤法兰盘和/或光纤熔接机熔接光纤直接相连。

2. 根据权利要求 1 所述的偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器,其特征在于所述的边孔光纤的结构为圆芯圆孔型结构或椭圆芯圆孔型结构,光纤芯周围的包层中对称性地分布着两个空气隧道。

3. 根据权利要求 1 所述的偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器,其特征在于所述的探测器 PD1 和探测器 PD2 与电脑相连。

4. 根据权利要求 1-3 任意一项所述的偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器,其特征在于所述的起偏器为光纤偏振分束器;检偏器为光纤检偏器。

## 偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于测量领域,具体而言,涉及偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器及其应用。

### 背景技术

[0002] 随着石油工业的发展和对石油需求的不断增加,油气勘探开发逐步向深层次挖掘,高温高压井的数量在不断增长。对石油井下压力、温度等参数进行实时监测,是了解井下油层的物理状态,优化采油技术方案,提高油气采收率和产量的重要措施之一。在海洋物理监测方面,温度和压力是海洋物理学的两个重要参量,它们对研究海洋水文气象观测、海洋环境监测和海洋渔业等领域具有十分重要的意义。另外,压力和温度的测量在工业生产、安全监测、航天技术等领域也具有重要的意义。随着压力、温度测量应用技术不断延伸和扩展,分布式温压双参量测量的需求越来越明显,但目前全分布式温压双参量测量的实现仍然是一件富有挑战性的课题。

[0003] 目前的温压双参量测量传感器主要是单点式和准分布式多点测量传感器,比如基于电子元件的多点式传感器。

[0004] 可进行温度、压力双参量测量的光纤传感器报道有两种,一种是将两个单参量传感器组合来实现温压双参量测量,另一种是传感器本身能够同时响应温度压力两个参量。

[0005] 第一种是将温度传感器和压力传感器通过一定方法组合而成。如王琦等人将法布里珀罗腔光纤传感器和FBG(Fiber Bragg Grating)传感器组合用于井下温压双参量测量;乔学光等人提出了一种基于薄壁圆柱壳体双FBG传感器,在0-7MPa和22.6-112.6℃内进行了双参量测量实验。王宏亮等人利用双FBG构成的传感器进行了温压同时测量实验,检测范围为0-20MPa和0-315℃,并指出具有准分布式传感的能力。武创等人采用柚子型微结构光纤布拉格光栅和常规光纤光栅组合的方法,在0-40MPa和25℃-200℃范围进行了温度和静压同时测量实验。张向东等人利用特殊封装的双布拉格光栅结构传感器进行了准分布式传感实验,测量范围为0-100MPa和0-360℃,指出利用WDM技术最多可以级联七个传感器。

[0006] 第二种是利用传感头本身对温度和压力都具备响应的特性来进行测量。目前这类传感器的研究成果报道主要是单点测量结果,在多点测量的实现、温压交叉响应分离、传感头制作等方面仍不成熟。如美国弗吉尼亚州理工大学Center for Photonic Technology,曾利用套管式单多模光纤复合本征法布里珀罗腔实现了高温600℃下的压力测量,同时该传感器具备温度测量能力和准分布式测量潜力,但目前该种传感器的制作工艺难度较大,压力响应灵敏度仍需提高。武创、关柏鸥等人利用光子晶体光纤和单模光纤熔接构成的法珀腔光纤传感器,具备高温高压响应能力,在0-40MPa和25℃-700℃范围内进行了实验研究。

[0007] 基于电子技术的多点式传感器由于电子器件自身的缺陷,难以适应高温高压的工作环境,同时不可避免的受到电磁辐射的干扰;现有的光纤传感技术主要是单点式或准分

布式测量装置,未能实现全分布式压力、温度双参量测量。

### 实用新型内容

[0008] 本实用新型要解决的问题是提供一种能够实现压力、温度全分布式双参量测量的传感器。为解决上述技术问题,本实用新型提出的方案为一种偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器,该传感器包括:激光器-起偏器 P1-分束器 1-环行器 C1-边孔光纤-环行器 C2-检偏器 P2-合束器 1-探测器 PD1,上述部件依次连接构成一路偏光干涉光路;起偏器 P1-分束器 2-环行器 C2-边孔光纤-环行器 C1-检偏器 P3-合束器 2-探测器 PD2,上述部件构成另一路偏光干涉光路;其中所述的器件采用光纤部件连接形成光路,所述的光纤部件带有光纤接头,利用光纤法兰盘和/或光纤熔接机熔接光纤直接相连。

[0009] 在本实用新型的一个优选实施方式中,其特征就在于所述的边孔光纤圆芯圆孔型结构或椭圆芯圆孔型结构,光纤芯周围的包层中对称性地分布着两个空气隧道。

[0010] 在本实用新型的一个优选实施方式中,其特征就在于所述的探测器 PD1 和探测器 PD2 与电脑相连。

[0011] 在本实用新型的一个优选实施方式中,其特征就在于所述的起偏器光纤偏振分束器以及检偏器为光纤检偏器。

[0012] 本实用新型另一方面还涉及上述偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器在同时检测温度和压力中的应用。

[0013] 在本实用新型的一个优选实施方式中,所述的应用包括激光器的光线通过起偏器 P1 得到两束振动方向垂直的线偏振光,使正向传输的垂直方向振动的线偏振光与边孔光纤快轴方向一致,经分束器 1 分束后一部分经边孔光纤到达合束器 1,另一部分直接到达合束器 1,两束光最终发生偏光干涉;反向传输的水平方向振动的线偏振光形成偏光干涉光路 2。

[0014] 本实用新型的偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器将偏光干涉与边孔光纤相结合,可实现全分布式光纤压力、温度双参量传感,有效改善压力温度的交叉敏感响应,同时具备高温高压、耐腐蚀性等恶劣环境工作能力,利用偏光干涉可精确测量相位的优点,准确解调相位信息。

### 附图说明

[0015] 图 1:偏光干涉型全分布式双参量光纤传感器结构示意图;

[0016] 图 2:边孔光纤的结构示意图。

### 具体实施方式:

[0017] 采用双向偏光干涉系统的传感器如图 1 所示。偏振光由起偏器 P1-分束器 1-环行器 C1-边孔光纤-环行器 C2-检偏器 P2-合束器 1-探测器 PD1 构成一路偏光干涉;同理,偏振光由起偏器 P1-分束器 2-环行器 C2-边孔光纤-环行器 C1-检偏器 P3-合束器 2-探测器 PD2 构成另一路偏光干涉,起偏器 P1 得到两束振动方向垂直的线偏振光,使正向传输的垂直方向振动的线偏振光与边孔光纤快轴方向一致,经分束器 1 分束后一部分经边孔光纤到达合束器 1,另一部分直接到达合束器 1,两束光最终发生偏光干涉;同理,反向传输的

水平方向振动的线偏振光形成偏光干涉光路 2。为减小损耗,简化光纤耦合,起偏器和检偏器可使用光纤偏振分束器和光纤检偏器。

[0018] 在光路设计方面,由于环行器 C1 的光隔离作用,反方向传输光不会进入 C1 入射端,因此不会透过分束器 1 和起偏器 P1,不会影响到由分束器 1 进入探测器 PD1 的光强;环行器 C2 的光隔离作用也使正向传输光不影响进入探测器 PD2 的传输光,这种巧妙的设计使两路干涉光谱以及其他光路之间互不干扰,方便有效的保证了双向偏光干涉的稳定性和准确性。偏光干涉法的使用不仅可以对位相延迟进行精确测量,而且可以避免传统测量方法中对光源及测试系统稳定性的极高要求所带来的诸多不便。

[0019] 根据已有的边孔光纤双折射理论可知,在纤芯区域,如图 2 所示,主应力的方向是平行于 x 轴和 y 轴的。而边孔光纤的最初的设计思路使对于压力的双折射响应为各向异性,对温度的响应为各向同性。由于在 x 轴方向存在边孔,纤芯区域在该方向上折射率的改变主要是由于外界压力作用引起,此方向压力的作用要远大于温度,这也是边孔光纤压力的响应灵敏度远大于温度响应灵敏度的原因。而在 y 轴方向,由于温度在 y 轴方向对纤芯区域产生的拉应力要远大于 x 轴方向,因此纤芯区域折射率改变的主要因素为温度。而 x 轴方向为边孔光纤的快轴方向, y 轴为慢轴方向。如果将反向传输的两线偏振光的振动方向分别沿快轴方向和慢轴方向,即可出现一个方向的线偏振光主要感应压力的影响,另一个方向的线偏振光主要感受温度的影响,即利用双光束传输的方法实现温度与压力的双参量响应,且有效改善温度与压力的交叉响应。

[0020] 本实用新型的技术方案采用了较为合理的设计思路,可实现全分布式光纤压力、温度双参量传感,有效改善压力温度的交叉敏感响应,同时利用了偏光干涉可精确测量相位的优点。

[0021] 以上所述,仅为本实用新型的具体实施方式,但本实用新型的保护范围并不局限于此,任何不经过创造性劳动想到的变化或替换,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。因此,本实用新型的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

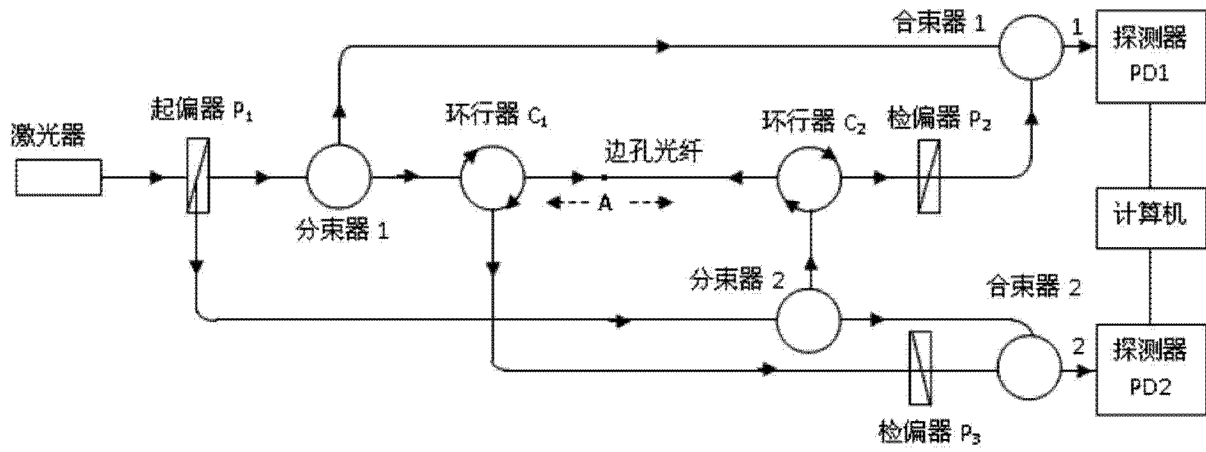


图 1

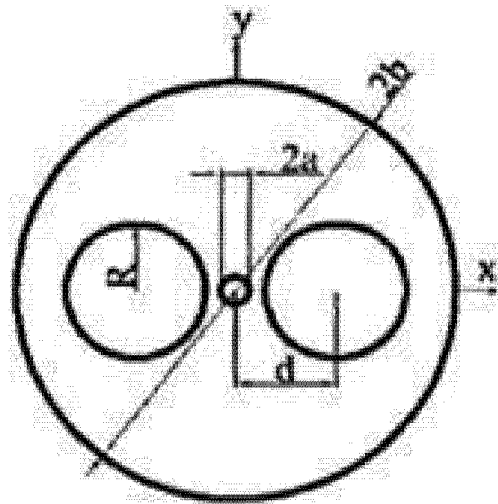


图 2