



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103471701 B

(45) 授权公告日 2015.09.23

(21) 申请号 201310397250.9

(22) 申请日 2013.09.04

(73) 专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037 号

(72) 发明人 鲁平 田铭 张亮 刘德明

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心  
42201

代理人 朱仁玲

(51) Int. Cl.

G01H 9/00(2006.01)

(56) 对比文件

Alan D. Kersey et al..Fiber  
Grating Sensors.《JOURNAL OF LIGHTWAVE  
TECHNOLOGY》.1997,第15卷(第8期),第  
1442-1463页.

杜卫冲等.一种新型的光纤光栅调Q掺Er

光纤激光器.《光学学报》.1997,第17卷(第8  
期),第1077-1079页.

李振等.Michelson干涉型光纤水听器中的  
SBS效应.《光学技术》.2005,第31卷(第增刊  
期),第320-322页.

倪明等.光纤水听器探头技术研究.《应用  
声学》.2003,第22卷(第2期),第1-7页.

孙琪真等.全分布式光纤应力传感器的研究  
新进展.《半导体光电》.2007,第28卷(第1期),  
第10-15,22页.

审查员 崔英颖

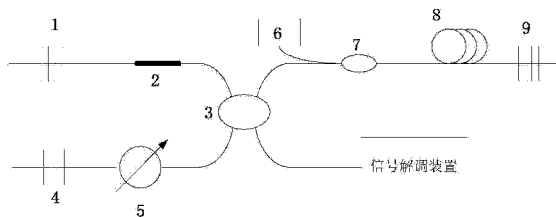
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种光纤声波传感器及光纤声波探测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种光纤声波传感器及光纤声  
波探测方法,光纤声波传感器包括第一光纤光栅、  
传感单元、耦合器、第二光纤光栅、可调谐衰减器、  
泵浦源、波分复用器、增益光纤、和反射镜;耦合  
器包括四个端口,第一端口通过传感单元与第一  
光纤光栅连接,第二端口通过可调谐衰减器与第  
二光纤光栅连接,第三端口依次通过波分复用器  
和增益光纤与反射镜连接;所述泵浦源与所述波  
分复用器连接;第四端口用于与外部的信号解调  
装置连接。本发明利用了双波长激光器增益竞争  
效应和信号处理采用双通道作差的方法,来减小  
噪音,提高灵敏度。本发明具有:灵敏度高,结构  
简单,坚固,成本低,产品成功率高,工作稳定,对  
环境温度不敏感等优点。



1. 一种光纤声波传感器,其特征在于,包括第一光纤光栅(1)、传感单元(2)、耦合器(3)、第二光纤光栅(4)、可调谐衰减器(5)、泵浦源(6)、波分复用器(7)、增益光纤(8)和反射镜(9);

所述耦合器(3)包括四个端口,第一端口通过传感单元(2)与第一光纤光栅(1)连接,第二端口通过可调谐衰减器(5)与第二光纤光栅(4)连接,第三端口依次通过波分复用器(7)和增益光纤(8)与反射镜(9)连接;所述泵浦源(6)与所述波分复用器(7)连接;第四端口用于与外部的信号解调装置连接;

所述光纤声波传感器工作时,泵浦源(6)输出泵浦光,泵浦光通过波分复用器(7)耦合至增益光纤(8)中,增益光纤(8)输出自发辐射光,自发辐射光经过反射镜(9)反射后分别通过增益光纤(8)和波分复用器(7)输入至耦合器(3)中;耦合器(3)将光均分为两束,一束通过传感单元(2)传输至第一光纤光栅(1)中,与第一光纤光栅(1)中心波长一致的光被所述第一光纤光栅(1)反射后通过所述传感单元(2)输入至所述耦合器(3),再依次通过所述波分复用器(7)和增益光纤(8)后输出能量增大的辐射光,该辐射光被反射镜(9)反射,并在第一光纤光栅(1)和反射镜(9)形成的腔中来回振荡,当与第一光纤光栅(1)中心波长一致的光的增益大于损耗时从所述耦合器(3)的第四端口输出第一激光;

另一束光通过可调谐衰减器(5)传输至第二光纤光栅(4)中,与第二光纤光栅(4)中心波长一致的光被第二光纤光栅(4)反射后通过可调谐衰减器(5)输入至耦合器(3),再依次通过波分复用器(7)和增益光纤(8)后输出能量增大的辐射光,该辐射光被反射镜(9)反射,并在第二光纤光栅(4)和反射镜(9)形成的腔中来回振荡,当与第二光纤光栅(4)中心波长一致的光的增益大于损耗时从所述耦合器(3)的第四端口输出第二激光;

所述传感单元(2)包括依次连接的第一单模光纤(21)、多模光纤(22)和第二单模光纤(23)。

2. 如权利要求1所述的光纤声波传感器,其特征在于,所述耦合器(3)为功率分光比为1:1的耦合器。

3. 如权利要求1所述的光纤声波传感器,其特征在于,所述多模光纤(22)的纤芯直径为105微米,包层直径为125微米。

4. 如权利要求1所述的光纤声波传感器,其特征在于,所述多模光纤(22)为无芯光纤,所述无芯光纤的直径为125微米。

5. 一种基于权利要求1-4任一项所述的光纤声波传感器的光纤声波探测方法,包括下述步骤:

S1:通过调节可调谐衰减器的衰减值使得第一激光和第二激光的光功率相等;

S2:当传感单元置于声波场中时,第一激光的净增益受到声波信号的调制;所述第二激光的净增益的变化量与所述第一激光的净增益的变化量相反;

S3:第一激光的光功率变化的频率即为被探测的声波信号的频率;被探测的声波信号的强度越大,所述第一激光的光功率变化的幅度就越大。

6. 如权利要求5所述的光纤声波探测方法,在步骤S2中,所述第一激光的净增益受到声波信号的调制过程为:

第一激光的净增益随着声波信号的增大而减小;第一激光的净增益随着声波信号的减小而增大。

## 一种光纤声波传感器及光纤声波探测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光纤声波传感器领域,更具体地,涉及一种光纤声波传感器及光纤声波探测方法。

### 背景技术

[0002] 光纤传感器的基本工作原理是将光经过光纤送入调制器,使待测参数与进入调制区的光相互作用后,导致光的光学性质(如光的强度、波长、频率、相位、偏正态等)发生变化,称为被调制的信号光,在经过光纤送入光探测器,经解调后,获得被测参数。光纤传感器可以用来测量多种物理量,比如声场、电场、压力、温度、角速度、加速度等,还可以完成现有测量技术难以完成的测量任务。在狭小的空间里,在强电磁干扰和高电压的环境里,光纤传感器都显示出了独特的能力。

[0003] 声波(Sound Wave 或 Acoustic Wave)是声音的传播形式。声波是一种机械波,由物体(声源)振动产生,声波传播的空间就称为声场。在气体和液体介质中传播时是一种纵波,但在固体介质中传播时可能混有横波。

[0004] 目前,实用化的光纤声波传感器的方法用上了一个换能器而且灵敏度不高。(1)单纵模偏振拍频声压传感器:在传感部分有一层薄膜,将声压转换成薄膜的压力。(2)单模-多模-单模光纤声压传感器:也是用薄膜传导声压,引起光纤弯曲,使能量泄露。(3)光纤光栅声压传感器:在光纤光栅的涂覆层做成声波灵敏的薄膜。这些声波光纤传感器存在换能器件,降低了声压的利用,灵敏度低。

[0005] 还有的光纤声波传感器做成微结构,比如(1)超陡锥声压传感器:传感部分是将光纤拉成超细,陡的锥形的区域。(2)微结构质量块光纤传感器:是将光纤其中的一小段涂覆层保留,放入氢氟酸中腐蚀一段时间后把留下的涂覆层去掉,再腐蚀。这样就留下了一个质量块的微结构光纤作为传感部位。这些声波光纤传感器制作复杂,易碎。

[0006] 还有的光纤声波传感器是干涉型的,比如(1)马赫曾德干涉声波传感器,体积庞大,一般都几十米。(2)石墨烯薄膜成法布里珀罗干涉结构:成本极高,成功率极低。

[0007] 综上所述,现有技术存在着灵敏度低,结构复杂,成本高技术问题

### 发明内容

[0008] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种光纤声波传感器及光纤声波探测方法,其目的在于提高声波信号探测的灵敏度,由此解决灵敏度低,结构复杂,成本高的技术问题。

[0009] 本发明提供了一种光纤声波传感器,包括第一光纤光栅、传感单元、耦合器、第二光纤光栅、可调谐衰减器、泵浦源、波分复用器、增益光纤和反射镜;所述耦合器包括四个端口,第一端口通过传感单元与第一光纤光栅连接,第二端口通过可调谐衰减器与第二光纤光栅连接,第三端口依次通过波分复用器和增益光纤与反射镜连接;所述泵浦源与所述波分复用器连接;第四端口用于与外部的信号解调装置连接;

[0010] 所述光纤声波传感器工作时,泵浦源输出泵浦光,泵浦光通过波分复用器耦合至增益光纤中,增益光纤输出自发辐射光,自发辐射光经过反射镜反射后分别通过增益光纤和波分复用器输入至耦合器中;耦合器将光均分为两束,一束通过传感单元传输至第一光纤光栅中,与第一光纤光栅中心波长一致的光被所述第一光纤光栅反射后通过所述传感单元输入至所述耦合器,再依次通过所述波分复用器和增益光纤后输出能量增大的辐射光,该辐射光被反射镜反射,并在第一光纤光栅和反射镜形成的腔中来回振荡,当与第一光纤光栅中心波长一致的光的增益大于损耗时从所述耦合器的第四端口输出第一激光;另一束光通过可调谐衰减器传输至第二光纤光栅中,与第二光纤光栅中心波长一致的光被第二光纤光栅反射后通过可调谐衰减器输入至耦合器,再依次通过波分复用器和增益光纤后输出能量增大的辐射光,该辐射光被反射镜反射,并在第二光纤光栅和反射镜形成的腔中来回振荡,当与第二光纤光栅中心波长一致的光的增益大于损耗时从所述耦合器的第四端口输出第二激光;所述传感单元包括依次连接的第一单模光纤、多模光纤和第二单模光纤。

[0011] 进一步优选地,所述耦合器为功率分光比为 1:1 的耦合器。

[0012] 进一步优选地,所述多模光纤的纤芯直径为 105 微米,包层直径为 125 微米。

[0013] 进一步优选地,所述多模光纤为无芯光纤,所述无芯光纤的直径为 125 微米。

[0014] 本发明还提供了一种基于上述的光纤声波传感器的光纤声波探测方法,包括下述步骤:

[0015] S1:通过调节可调谐衰减器的衰减值使得第一激光和第二激光的光功率相等;

[0016] S2:当传感单元置于声波场中时,第一激光的净增益受到声波信号的调制;所述第二激光的净增益的变化量与所述第一激光的净增益的变化量相反;

[0017] S3:第一激光的光功率变化的频率即为被探测的声波信号的频率;被探测的声波信号的强度越大,所述第一激光的光功率变化的幅度就越大。

[0018] 进一步优选地,在步骤 S2 中,所述第一激光的净增益受到声波信号的调制过程为:第一激光的净增益随着声波信号的增大而减小;第一激光的净增益随着声波信号的减小而增大。

[0019] 本发明的主要优点有:

[0020] (1) 灵敏度高:本发明的光纤声波传感器中是处在小信号增益的工作状态,当其中一个波长获得增益,光强的大小按指数增加,同时另一个波长无法获得增益,此时的增益介质成为吸收介质,能量急剧减小。那么两束光的能量差是随着增益按指数变化的。同时我们采用双通道作差法,灵敏度也可以提高两倍。

[0021] (2) 结构简单,坚固,成本低,成功率高:在上述的技术背景里介绍过,现存的声波传感器都采用了复杂的换能器,使其成本高,成功率低。我们采用单模-多模-单模光纤作为传感元件,都是基本器件,采用成熟的熔接机就可以做好传感单元。

[0022] (3) 工作稳定,有对环境温度的补偿作用:首先,作为选择波长的光纤光栅对温度的灵敏度是 10 皮米/摄氏度,而我们的滤波器带宽是 80 皮米而且可调,可调谐范围覆盖整个 C 波段,所以可以覆盖温度的变化,有反馈作用。其次,我们信号解调采用双通道作差,温度引起功率的微小变化可以通过作差而消除。

## 附图说明

- [0023] 图 1 是本发明实施例提供的光纤声波传感器的整体原理结构框图；
- [0024] 图 2 是本发明实施例提供的光纤声波传感器中传感元件的结构示意图；
- [0025] 图 3 是本发明实施例提供的光纤声波传感器的结构示意图
- [0026] 图 4 是本发明实施例提供的光纤声波探测方法的实现流程图。

### 具体实施方式

[0027] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0028] 本发明提出了一种单模 - 多模 - 单模光纤作为传感元件的光纤声波传感方法，基于双波长激光器竞争效应，能够减小传感装置体积，提高灵敏度，同时结构简单，坚固，成本低，成功率高。整个系统可以分两大部分，一部分是形成双波长激光器，传感单元在其中一个波长的腔中；另一部分是信号解调装置。

[0029] 图 1 示出了本发明实施例提供的光纤声波传感器的整体原理结构框图，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，详述如下：

[0030] 光纤声波传感器包括第一光纤光栅 1、传感单元 2、耦合器 3、第二光纤光栅 4、可调谐衰减器 5、泵浦源 6、波分复用器 7、增益光纤 8 和反射镜 9；耦合器 3 包括四个端口，第一端口通过传感单元 2 与第一光纤光栅 1 连接，第二端口通过可调谐衰减器 5 与第二光纤光栅 4 连接，第三端口依次通过波分复用器 7 和增益光纤 8 与反射镜 9 连接；泵浦源 6 与所述波分复用器 7 连接；第四端口用于与外部的信号解调装置连接。

[0031] 光纤声波传感器工作时，泵浦源 6 输出泵浦光，泵浦光通过波分复用器 7 耦合至增益光纤 8 中，增益光纤 8 输出自发辐射光，自发辐射光经过反射镜 9 反射后分别通过增益光纤 8 和波分复用器 7 输入至耦合器 3 中；耦合器 3 将光均分为两束，一束通过传感单元 2 传输至第一光纤光栅 1 中，与第一光纤光栅 1 中心波长一致的光被所述第一光纤光栅 1 反射后通过所述传感单元 2 输入至所述耦合器 3，再依次通过所述波分复用器 7 和增益光纤 8 后输出能量增大的辐射光，该辐射光被反射镜 9 反射，并在第一光纤光栅 1 和反射镜 9 形成的腔中来回振荡，当与第一光纤光栅 1 中心波长一致的光的增益大于损耗时从所述耦合器 3 的第四端口输出第一激光；另一束光通过可调谐衰减器 5 传输至第二光纤光栅 4 中，与第二光纤光栅 4 中心波长一致的光被第二光纤光栅 4 反射后通过可调谐衰减器 5 输入至耦合器 3，再依次通过波分复用器 7 和增益光纤 8 后输出能量增大的辐射光，该辐射光被反射镜 9 反射，并在第二光纤光栅 4 和反射镜 9 形成的腔中来回振荡，当与第二光纤光栅 4 中心波长一致的光的增益大于损耗时从所述耦合器 3 的第四端口输出第二激光。

[0032] 在本发明实施例中，耦合器 3 为功率分光比为 1:1 的耦合器。

[0033] 如图 2 所示，在本发明实施例中，传感单元 2 包括依次连接的第一单模光纤 21、多模光纤 22 和第二单模光纤 23。其中，多模光纤 22 可以为纤芯直径为 105 微米，包层直径为 125 微米的多模光纤。多模光纤 22 还可以为无芯光纤，无芯光纤的直径为 125 微米。

[0034] 本发明实施例提供的光纤传感器，在激光产生中，只要腔内的纵模获得的增益超过损耗时，最大的净增益（增益减去损耗）的纵模首先起振，根据均匀加宽增益介质的特性

其他纵模的增益就要减小。但是如果腔内存在两个或两个以上的纵模,即他们的净增益相当时,就会存在着强烈的增益竞争。多波长激光器的增益竞争,导致光在激光器腔内振荡的不稳定。输出光谱会变得很不稳,一会儿输出其中一个,一会输出另一个。这种不利因素应该避免。本发明巧妙的利用了双波长激光器增益竞争效应,并结合了单模-多模-单模光纤传输特性。单模-多模-单模光纤能形成对不同波长产生不同透射率的调制,当有微小信号作用在多模光纤处,对其折射率微小调制或形状形变都能改变透射谱,对不同波长调制程度不一样。即对单一波长的光来说,外界信号改变光通过单模-多模-单模光纤的透射率,也就是改变它的损耗。

[0035] 本发明的光纤声波传感器中是处在小信号增益的工作状态,当其中一个波长获得增益,光强的大小按指数增加,同时另一个波长无法获得增益,此时的增益介质成为吸收介质,能量急剧减小。那么两束光的能量差是随着增益按指数变化的。前面提到了,净增益最大的对应的波长最先获得增益。净增益可以通过单模-多模-单模光纤传输特性来调节。当微扰作用在单模-多模-单模传感单元时,这一路的光损耗受到微扰信号的调制,随后双波长净增益也相应被调制,这是通过损耗来调节双波长增益的竞争,最后导致两束光的能量差是随着微扰信号的调制而变化的。从而有效的提高了灵敏度。上述的传感器输出信号时,其方法是:用可调谐滤波器,将两波长的光分开,双端口输出,然后用光探测器接收,最后输入示波器,能量作差,消除噪音。

[0036] 如图3所示,信号解调装置包括:光纤声波传感器包括可调谐光滤波器10、第一光探头11和第二光探头12、示波器13。可调谐光滤波器10的两个端口分别和第一光探头11和第二光探头12连接,然后第一光探头11和第二光探头12连接同时连接到示波器13上。

[0037] 当第一和第二激光从第四端输出,进入可调谐光滤波器10分开,并分别进入第一光探头11和第二光探头12,最后第一和第二激光输入示波器13,双通道作差处理,就可以解调出声波信号。

[0038] 本发明提出的光纤声波传感器利用双波长激光器增益竞争效应的来提高灵敏度,同时结构简单,坚固,成本低,成功率可以说达到100%。

[0039] 本发明还提供了一种基于上述的光纤声波传感器的光纤声波探测方法,如图4所示,包括下述步骤:

[0040] S1:通过调节可调谐衰减器的衰减值使得第一激光和第二激光的光功率相等;

[0041] S2:当传感单元置于声波场中时,第一激光的净增益受到声波信号的调制;所述第二激光的净增益的变化量与所述第一激光的净增益的变化量相反;

[0042] S3:第一激光的光功率变化的频率即为被探测的声波信号的频率;被探测的声波信号的强度越大,所述第一激光的光功率变化的幅度就越大。

[0043] 其中,在步骤S2中,所述第一激光的净增益受到声波信号的调制过程为:第一激光的净增益随着声波信号的增大而减小;第一激光的净增益随着声波信号的减小而增大。

[0044] 综上所述,本发明实施例提供的光纤声波传感器及光纤声波探测方法主要具有如下优点:(1)灵敏度高:光纤声波传感器中是处在小信号增益的工作状态,当其中一个波长获得增益,光强的大小按指数增加,同时另一个波长无法获得增益,此时的增益介质成为吸收介质,能量急剧减小。那么两束光的能量差是随着增益按指数变化的。同时我们采用双通道作差法,灵敏度也可以提高两倍。(2)结构简单,坚固,成本低,成功率高。采用单模-多

模-单模光纤作为传感元件,都是基本器件,采用成熟的熔接机就可以做好传感单元。(3)工作稳定,有对环境温度的补偿作用。首先,作为选择波长的光纤光栅对温度的灵敏度是10皮米/摄氏度,而我们的滤波器带宽是80皮米而且可调,可调谐范围覆盖整个C波段,所以可以覆盖温度的变化,有反馈作用。其次,我们信号解调采用双通道作差,温度引起功率的微小变化可以通过作差而消除。

[0045] 为了更进一步的说明本发明实施例提供的光纤声波传感器及光纤声波探测方法,下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0046] 实施例1:

[0047] 如图3所示,本实施例的光纤声波传感器包括第一光纤光栅1,用于波长选择;传感单元2,用于捕捉声波微弱信号;功率分光比为1:1的耦合器3,是一种传送和分配信号的无源器件,有4个端口;反射波长不同于第一光纤光栅1的第二光纤光栅4,用于波长选择;可调谐衰减器5,可对信号产生一定的能量衰减,平衡两个通道的损耗;泵浦源6,为激光器提供激励源;波分复用器7,将泵浦光能量耦合到增益光纤中;增益光纤8,为激光器提供增益;反射镜9,与第一光纤光栅1,第二光纤光栅4构成激光器的谐振腔;可调谐光滤波器10,用于滤除激光波长;第一光探头11和第二光探头12,将光信号接收转换成电信号;示波器13,接收和解调电信号,通过显示器显示出来;上述器件用单模光纤连接。

[0048] 当泵浦源6输出的泵浦光通过波分复用器7耦合到增益光纤8中,产生自发辐射光,通过单模光纤传输,来到反射镜9,自发辐射光会反射回去,通过增益光纤8,波分复用器7,耦合到耦合器3中,能量均匀分成两束。其中一束光通过传感单元2,声波信息就加载在光束中,接着传输到第一光纤光栅1,然后在光纤光栅反射区的中心波长反射回去,其他的光通过。位于第一光纤光栅1的中心波长的光返回传感单元2,通过耦合器3耦合到波分复用器7,接着通过增益光纤8,在反射镜9反射,如此往复,发生受激辐射,形成激光输出。另一束光在耦合器3后通过可调谐衰减器5,产生固定的衰减。随后传输到第二光纤光栅4时,在光纤光栅反射区的中心波长反射回去,其他的光通过。第二光纤光栅4的布拉格反射波长的光返回5,通过耦合器3耦合到波分复用器7,接着通过增益光纤8,在反射镜9反射,如此往复,发生受激辐射,形成激光输出。耦合器3第四端口和可调谐滤波器10连接,目的是将产生的信号光引出来,通过可调谐滤波器10分成第一和第二激光,分别输入到功率探测器11,12中转换成电信号,在示波器13示波器中处理,便可以得到信号的信息。

[0049] 图2所示,是图3中传感单元2的结构示意图。包括第一单模光纤21和第二单模光纤23,多模光纤22,纤芯直径105微米,包层直径125微米,材料主要是二氧化硅,但是掺杂不同。1至9形成了双波长激光器,双波长是由第一光纤光栅1和第二光纤光栅4来选择决定。10至13是信号解调系统。

[0050] 实施例2:

[0051] 如图3所示,本实施例的光纤声波传感器包括第一光纤光栅1,用于波长选择;传感单元2,用于捕捉声波微弱信号;功率分光比为1:1的耦合器3,是一种传送和分配信号的无源器件,有4个端口;反射波长不同于第一光纤光栅1的第二光纤光栅4,用于波长选择;可调谐衰减器5,可对信号产生一定的能量衰减,平衡两个通道的损耗;泵浦源6,为激光器提供激励源;波分复用器7,将泵浦光能量耦合到增益光纤中;增益光纤8,为激光器提供增益;反射镜9,与第一光纤光栅1,第二光纤光栅4构成激光器的谐振腔;可调谐光滤波

器 10,用于滤除激光波长;第一光探头 11 和第二光探头 12,将光信号接收转换成电信号;示波器 13,接收和解调电信号,通过显示器显示出来;上述器件用单模光纤连接。

[0052] 当泵浦源 6 输出的泵浦光通过波分复用器 7 耦合到增益光纤 8 中,产生自发辐射光,通过单模光纤传输,来到反射镜 9,自发辐射光会反射回去,通过增益光纤 8,波分复用器 7,耦合到耦合器 3 中,能量均匀分成两束。其中一束光通过传感单元 2,声波信息就加载在光束中,接着传输到第一光纤光栅 1,然后在光纤光栅反射区的中心波长反射回去,其他的光通过。位于第一光纤光栅 1 的中心波长的光返回传感单元 2,通过耦合器 3 耦合到波分复用器 7,接着通过增益光纤 8,在反射镜 9 反射,如此往复,发生受激辐射,形成激光输出。另一束光在耦合器 3 后通过可调谐衰减器 5,产生固定的衰减。随后传输到第二光纤光栅 4 时,在光纤光栅反射区的中心波长反射回去,其他的光通过。第二光纤光栅 4 的布拉格反射波长的光返回 5,通过耦合器 3 耦合到波分复用器 7,接着通过增益光纤 8,在反射镜 9 反射,如此往复,发生受激辐射,形成激光输出。耦合器 3 第四端口和可调谐滤波器 10 连接,目的是将产生的信号光引出来,通过可调谐滤波器 10 分成第一和第二激光,分别输入到功率探测器 11,12 中转换成电信号,在示波器 13 示波器中处理,便可以得到信号的信息。

[0053] 图 2 所示,是图 3 中传感单元 2 的结构示意图。包括第一单模光纤 21 和第二单模光纤 23,无芯光纤 22,特殊的多模光纤,直径 125 微米且为同种材料。1 至 9 形成了双波长激光器,双波长是由第一光纤光栅 1 和第二光纤光栅 4 来选择决定。10 至 13 是信号解调系统。

[0054] 实验的具体步骤是:(1)按图 1 连接好器件,打开泵浦源 6,增大功率,直到激光稳定输出,略大于阈值功率。(2)调节可调谐衰减器 10,使双波长激光稳定输出,同时保证功率基本相等。(3)声波信号作用在传感单元 2 上。(4)通过信号解调系统,得出声波信号的信息。

[0055] 本发明实施例中,采用双波长光纤声波传感器测量声波。一个波长用作参考,另一个波长用来传感。传感臂加入传感元件。采用结构简单,坚固,成本低,成功率高的单模-多模-单模光纤作为传感元件。同时,信号处理采用双通道作差的方法,来减小噪音,提高灵敏度。

[0056] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



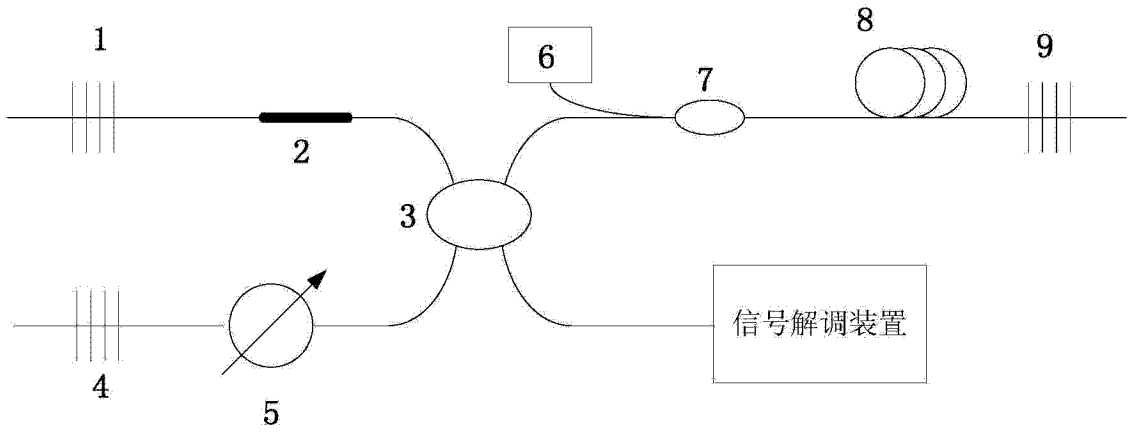


图 1

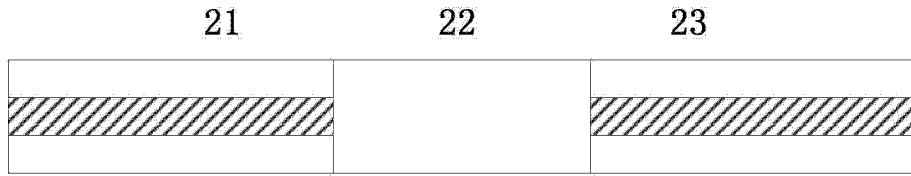


图 2

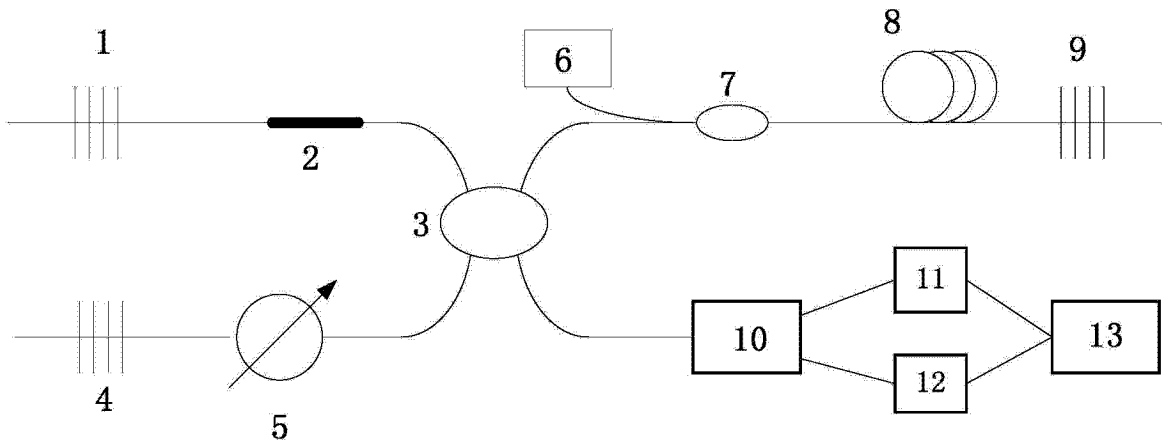


图 3

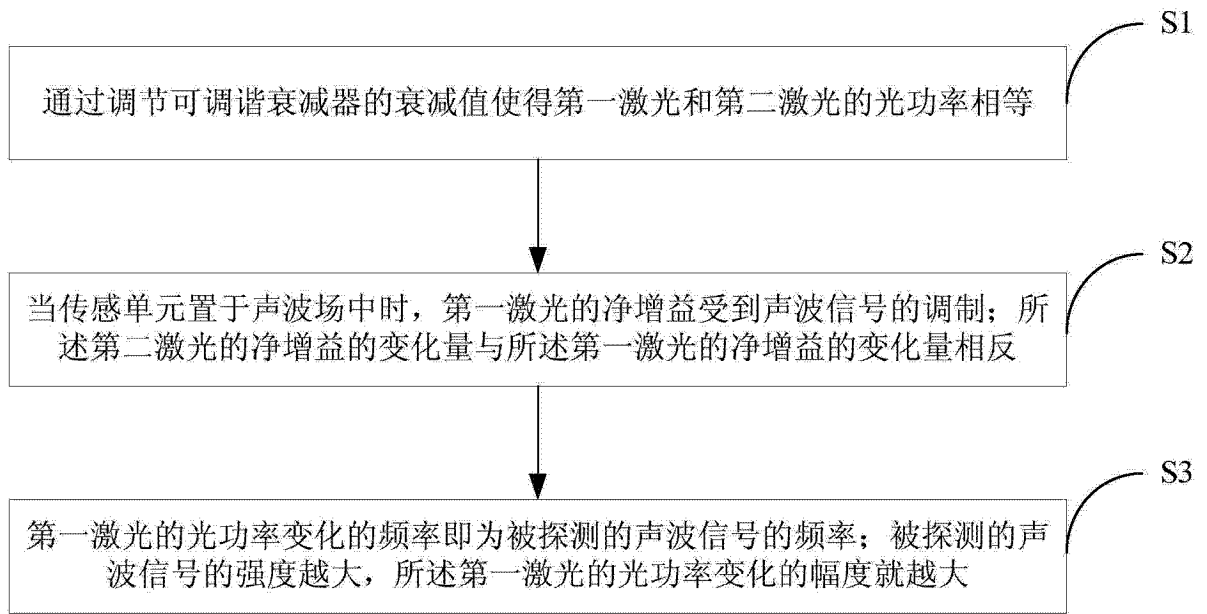


图 4