

马赫—曾德 (M—Z) 光纤干涉实验

随着信息技术进入新时期，传感技术也进入了新阶段。“没有传感器技术就没有现代科学技术”的观点已被全世界所公认，因此，传感技术受到各国的重视，特别是倍受发达国家的重视，我国也将传感技术纳入国家重点发展项目。传感器定义：能感受规定的被测量的量，并按照一定规律转换成可用的输出信号的器件或装置称为传感器。

光纤传感器有两种，一种是通过传感头(调制器)感应并转换信息，光纤只作为传输线路；另一种则是光纤本身既是传感元件，又是传输介质。光纤传感器的工作原理是，被测量的量改变了光纤的传输参数或载波光波参数，这些参数随待测信号的变化而变化，光信号的变化反映了待测物理量的变化。

以光纤取代传统马赫—曾德 (M-Z) 干涉仪的空气隙，就构成了光纤型M-Z干涉仪，如图1所示。这种干涉仪可用于制作光纤型光滤波器、光开关等多种光无源器件和传感器，在光通信、光传感领域有广泛的用途，其应用前景广阔。



图1 光纤型M-Z干涉仪

一、实验目的

- 1、了解马赫—曾德M—Z干涉的原理和用途；实验操作调试M—Z干涉仪并进行性能测试。
- 2、了解压力传感的原理，操作光纤压力传感原理实验。
- 3、了解温度传感的原理，操作光纤温度传感原理实验。

二、实验仪器用具

He-Ne激光器1套；光纤M-Z干涉仪1套；633nm单模光纤1根；光纤切割刀1套等。

三、M-Z干涉仪原理实验

1、原理

光纤型M-Z干涉仪实际上是由分束器构成。当相干光从光纤型分束器的输入端输入后，在分束器输出端的两根长度基本相同的单模光纤会合处产生干涉，形成干涉场。干涉场的光强分布(干涉条纹)与输出端两光纤的夹角及光程差相关。令夹角固定，那么外界因素改变的光程差直接和干涉场的光强分布(干涉条纹)相对应。

2、实验操作

(1)按图2所示仔细将光耦合进光纤分束器的输入端，此时可用光能量指示仪监测，固定好位置；精心调试分束器输出端两根光纤的相对位置，使其在会合处产生干涉条纹。

(2)固定调试好的相对位置，分析观察到的现象。

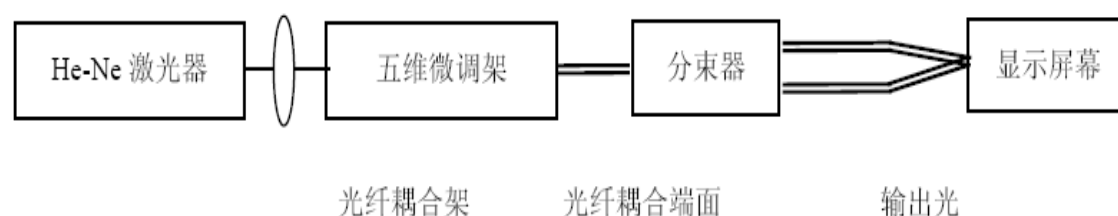


图2 聚光器件耦合原理示意图

四、光纤压力传感原理实验

1、原理

M-Z干涉仪型传感器属于双光束干涉原理，如图3所示。由双光束干涉的原理可知，干涉场的干涉光强为：

$$I \propto (1 + \cos \delta)$$

δ 为干涉仪两臂的光程差对应的位相差， δ 等于 2π 整数倍时为干涉场的极大值。压力改变了干涉仪其中一臂的光程，于是改变了干涉仪两臂的光程差，即位相差，位相差的变化由按上式规律变化的光强反映出来。

2、实验操作

本实验中传感量是压力，压力改变了光波的位相，通过对位相的测量来实现对压力的测量。具体的测量技术是运用干涉测量技术把光波的相位变化转换为强度(振幅)变化，实现对压力的检测。操作方案采用光纤干涉仪进行对压力传感的测量，利用干涉仪的一臂作参考臂，另一臂作测量臂(改变应力)，配以检测显示系统就可以实现对压力传感的观测。本操作只对压力引起光波参数改变作定性的干涉图案的变化观测。详细的量化可参考专门资料。

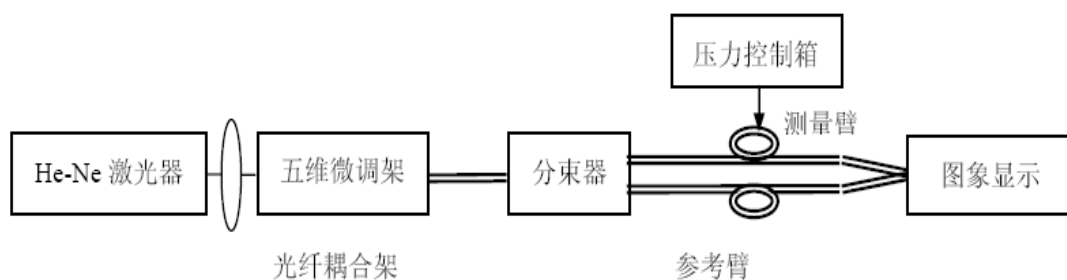


图3 压力传感原理示意图

注：变形光纤长度为60mm。

五、光纤温度传感原理实验

1、原理

光纤温度传感原理和光纤压力传感原理类似，不同之处是本实验中传感量是温度，温度改变了光波的位相，通过对位相的测量来实现对温度的测量，如图4所示。

2、实验操作

本实验中传感量是温度，温度改变了光波的位相，通过对位相的测量来实现对温度的测量。具体的测量技术是，运用于干涉测量技术把光波的相位变化转换为强度(振幅)变化，实现对温度的检测。操作步骤参考M-Z干涉仪原理实验。光纤M-Z型干涉仪进行对温度传感的测量，利用干涉仪的一臂作参考臂，另一臂作测量臂(改变温度)，配以检测显示系统就可以实现对温度传感的观测。本操作只对温度引起光波参数改变作定性的干涉图案的变化观测。详细的量化可参考专门资料。

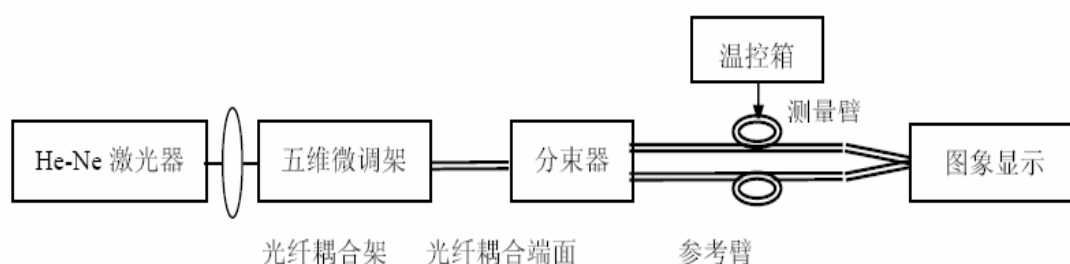


图 4 温度传感原理示意图

注：受温变化光纤长度为360mm。