

利用单曝光斑纹作参数的光纤电流传感器

梁振斌 郭斯淦 郑顺旋

(广州中山大学物理系)

余永安

(香港浸会学院物理系)

Optical fibre current sensor with single exposure speckle as parameter

Liang Zhenbin, Guo Sigan, Zheng Shunxuan

(Department of Physics, Zhongshan University, Guangzhou)

Yu Yongan

(Department of Physics, The Baptists Institute, Hong Kong)

Abstract: A new sensing method of optical fibre current is proposed and the experiment has been conducted successfully.

一、引言

光纤传感器是近年来发展非常迅速的一项新技术。测量的原理不外是利用光的振幅、位相偏振和波长四种参数来传感的, 而用斑纹来作传感参数的光纤传感器工作目前还不多, 我们的工作着重于发展斑纹参数的光纤传感器^[1]。本文是研究单曝光斑纹参数的光纤电流传感器, 而且有可能使用白光光源代替氦氖激光光源。

二、基本原理

当相干光通过一根合适的光纤时, 在它的输出端会产生一种斑纹。当电流使光纤输出端产生一个横向位移, 那么原来的斑纹也将发生位移。把位移前后的两个斑纹摄于同一底片上, 这类似于两次曝光全息照片的拍摄。显影后的底片(即斑纹图), 记录了兩幅叠加的斑纹, 当把它放在傅氏变换装置中, 在傅氏面上就可以见到杨氏干涉条纹。我们可以找出杨氏条纹间隔与电流大小的关系。如果使用一双折射晶片, 就可以把两步拍摄程序变为一步。

因为在单轴晶体中, 对应于某一波法线方向 K (与光轴成 θ 角)有两条光线: o 光和 e 光, 所以由于双折射晶片的作用, 使光纤输出的斑纹经过双折射

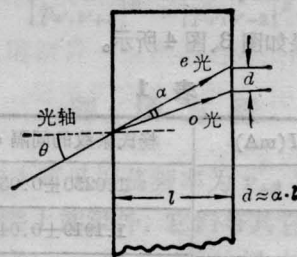


图 1

晶片后分成两束, 横向位移为 d , 如图 1 所示。由于 o 光与 e 光是互相正交的, 故在底片上得到有一小位移两幅斑纹场的叠加, 在傅氏面上将得到杨氏条纹图。我们利用电流的磁吸作用, 改变光纤头的位置来改变入射到晶片上的光的入射角 θ , 从而改变 o 光与 e 光的夹角 α , 产生横向位置 d 的改变, 引起杨氏条纹的改变, 这就达到电流传感的目的。

三、实验装置

实验装置如图 2 所示。

He-Ne 激光器的 632.8 nm 光束通过一条长的光纤引到测量的现场中去, 用它照明直径约为 1mm 的单支光纤, 从单支光纤出来的光(斑纹)是发散的, 经过准直透镜后变为近似平行光, 然后入射到具有

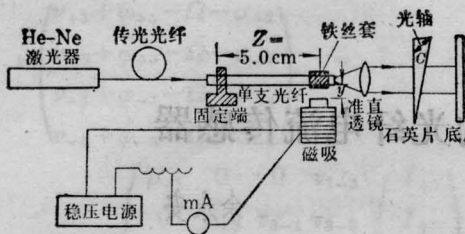


图2 基于斑纹参数的光纤电流传感器装置图

双折射的楔形石英片上，经过双折射后的光使照相底片曝光

图1可见，对双折射片来说若入射角为 θ ，则 o 光与 e 光的夹角 α 及其在出射面的位移量 $d \approx \alpha \cdot l$ ，再由斑纹公式 $d_F = \frac{\lambda \cdot F}{M \cdot d}$ 可算出杨氏条纹的间隔。也可由实验确定。表1所列的数据是用精度为0.001 mm的比长仪直接测量出来的。为使 o 光与 e 光的夹角最大， θ 约取 45° 。

根据传感电流的大小，可以适当选择铁丝套到固定端的距离 z 及调节铁丝套与磁吸之间的间隔 y 。在我们的实验条件下取 $z = 5.0 \text{ cm}$ ， $y = 0.5 \text{ mm}$ 。

四、实验结果

实验结果如图3、图4所示。

表1

电流大小 $I(\text{mA})$	杨氏条纹的间隔 $d_F(\text{cm})$
0	1.0250 ± 0.0506
20	1.1919 ± 0.0457
40	1.3486 ± 0.0399
60	1.4169 ± 0.0304
80	1.4528 ± 0.0231

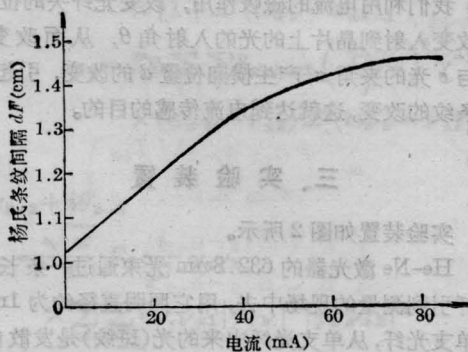


图3 杨氏条纹间隔与电流的关系曲线

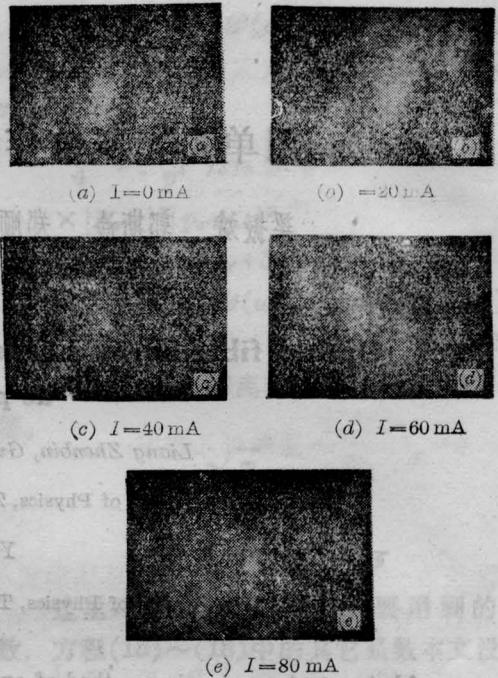


图4 在不同电流下的杨氏条纹图

五、讨论

(1) 从实验结果可知，当电流较小时(0~80 mA)，杨氏条纹的间隔随电流的增大而增大。如要测量较大电流时，要保持线性可调大铁丝套与磁吸的间隔 y 。调节铁丝套与固定端的距离 z ，也可改变测量灵敏度及测量线性范围。

2. 整个实验装置，除铁丝套外，都是用塑料与玻璃材料。单支玻璃光纤比较粗，长度也较短，只要把它放在一个简易的防震装置上，对环境的干扰影响不大。

3. 若我们不用激光在光纤中产生的斑纹，而只是把光纤作为传光器，在光纤入射端加一块漫透射片(单曝光斑纹片)则可用白炽灯作光源，这样就可以使传感器的造价更加低廉。

谢汉伟、刘惠子参加了实验工作。

参考文献

- 1 郑顺旋 *et al.* 仪器与仪表学报, 1987; (1)
- 2 天津大学, 清华大学, 曲林杰等编, 物理光学、国防工业出版社, 1979: 256

(收稿日期: 1986年11月6日)