

# 一种新型的多光束光纤干涉仪\*

余永安

郑顺旋

郭斯淦

梁振斌

(香港浸会学院物理系)

(中山大学物理系, 广州)

## A new multibeam optical fiber interferometer

Yu Yong'an

(Department of Physics, the Baptists Institute, Hongkong)

Zheng Shunxuan, Guo Sigan, Liang Zhenbin

(Department of Physics, Zhongshan University, Guangzhou)

**提要:** 提出了一种新型的多光束光纤干涉仪, 测试了它的一些性能。与已有的多光束光纤干涉仪相比, 具有一定的特点。

**关键词,** 多光束光纤干涉仪

### 前言

由于光纤具有体积小、可弯曲、轻便、抗电磁干扰、抗腐蚀、信息容量大等优点, 因而近年来, 光纤传感技术发展得很快。这里主要利用的是光的位相、振幅、偏振、波长和光纤斑纹<sup>[1-3]</sup>。在位相传输中, 由于光的频率高, 所以位相的变化只能通过光束干涉来表达。当前已有的光纤干涉仪不外乎四种<sup>[4-9]</sup>。其中只有法布里-珀罗是多光束光纤干涉仪。本文提出了另一种新型的多光束光纤干涉仪, 这种干涉仪对某些应用来说可能会带来一些方便。

### 实验装置与结果

实验装置如图 1 所示。图中 HN 为氦氖激光器, 输出波长为 632.8 nm, 多模输出功率为 7 mW;  $M_1$  至  $M_7$  为光学分束器;  $L_1$  至  $L_7$  为显微目镜;  $F_1$  至  $F_7$  为多模石英阶跃光纤, 光纤直径约为 230  $\mu\text{m}$ ;  $J$  为调节架;  $C$  为照相机;  $H$  为底片。7 路光程大体相等, 但石英光纤的出口端必须紧密夹在一起, 并且严格排成一行。出口端面尽量在一平面上, 经过这些处理, 可保证得到质量较好的干涉条纹。

我们用干板拍摄了这种多模光纤多光束干涉仪产生的干涉条纹花样如图 2 所示。图 2(a) 是 7 光纤光束干涉产生的条纹, 此时次极大几乎连成一片, 主极

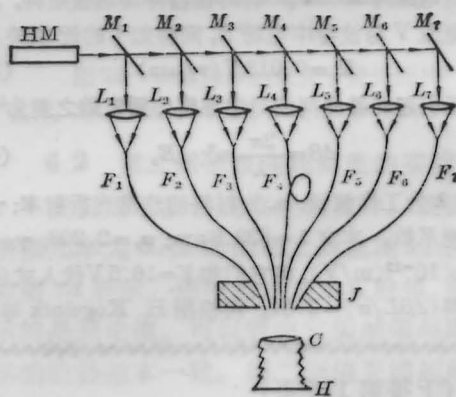


图 1

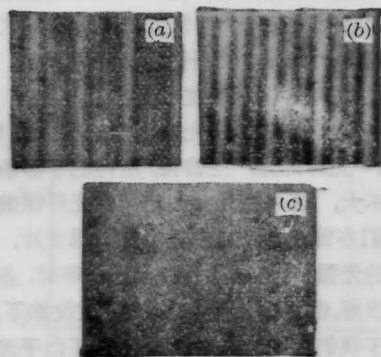


图 2

(下转第 175 页)

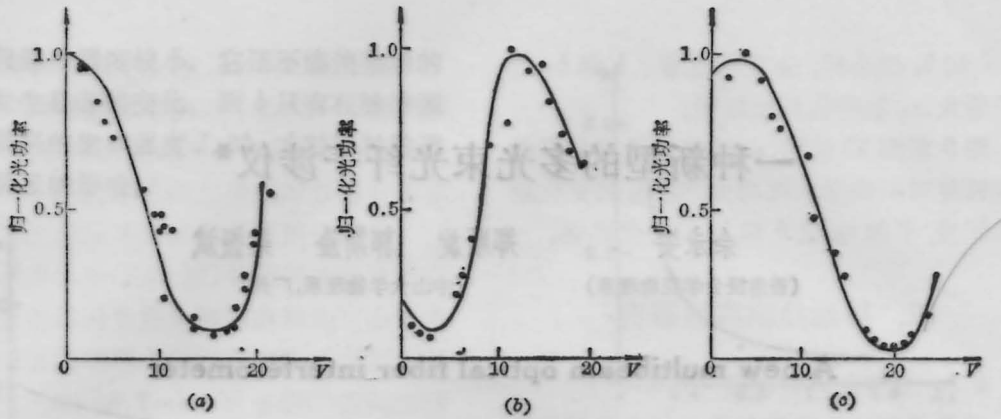


图 5 输出光功率—电压测试曲线

(a) 一对电极; (b) 二对电极; (c) 四对电极

其次, 对连接成一对电极、二对电极一次  $4\beta$  倒相和四对电极三次  $4\beta$  倒相的三种情况测量了器件的调制特性, 如图 5(a)、(b) 和 (c) 所示。从图可见三种电极连接下的调制电压分别为 13V、10.5V 和 17V。相应的调制深度分别为: 91.7%、92.3% 和 95.5%。

由图测出: 在一对电极下使器件工作于直通态的调制电压为 16.5V。针对该器件的电极结构, 其外加电压  $V$  与波导中电场  $E_z$  间有如下的近似关系

$$E_z = 0.013 V (\text{V}/\mu\text{m}) \quad (3)$$

该电场引起的器件两波导中导模传播常数之差为<sup>[4]</sup>

$$\Delta\beta = \frac{2\sigma}{\lambda} n_e^2 \gamma_{33} E_z \quad (4)$$

式中,  $\lambda$  为工作波长;  $n_e$  为材料的非常光折射率;  $\gamma_{33}$  为电光系数。本文  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ;  $n_e = 2.203$ ;  $\gamma_{33} = 30.8 \times 10^{-12} (\text{m}/\text{V})$ , 将它们和  $V = 16.5 \text{ V}$  代入式 (4) 计算得  $(\Delta\beta L/\sigma) = 2.64$ 。再根据 H. Kogelnik 等所

得的定向耦合器开关特性<sup>[5]</sup>, 得到  $L/l \approx 3.1$ 。可见, 在此条件下, 一对电极和二对电极一次  $4\beta$  倒相结构定向耦合器的开关特性相似, 都不能实现交叉和直通两种工作状态的电调制。而四对电极三次  $4\beta$  倒相的器件则能实现这两种工作状态的电调制, 这与我们的测试结果一致。

## 参 考 文 献

- 1 C. G. Ramey, *IEEE J. Quant. Electr.*, QE-18, 386 (1982)
- 2 R. V. Schmidt et al., *Appl. Phys. Lett.*, 28, 503 (1976)
- 3 H. Kogelnik et al., *IEEE J. Quant. Electr.*, QE-18, 306 (1976)
- 4 [美] T. 塔米尔主编, 集成光学(科学出版社, 北京 1982), 193

(收稿日期: 1987年9月14日)

(上接第 176 页)

大条纹很锐。图 2(b) 是 4 光纤光束干涉条纹, 图中两主极大之间存在二个次极大清晰可见, 次极大亦很强。图 2(c) 则是 2 光纤产生的干涉条纹, 显然已没有次极大存在, 而且条纹很宽。

我们还在 He-Ne 激光器出口处加上尼科尔棱镜, 使每一光纤的光产生偏振, 所得的干涉条纹的质量改善不大, 这可能是我们使用的光纤保偏性能不好。我们亦曾在各光路中适当加上滤光片, 以改善每束光的光强, 当各束光光强接近相等时, 条纹锐度及反差很好, 但因总光强大大减弱, 故没拍下此照片。

由于我们使用的是多模光纤, 所以干涉条纹是叠加在光纤斑纹场上, 因而干涉条纹呈现非周期性模糊, 假若使用单模光纤, 干涉条纹定会比现有的好。

## 结 论

本文提出的多光束光纤干涉仪, 其干涉条纹是直线形状, 与已有的法布里-珀罗多光束光纤干涉仪相比, 法-珀光纤干涉仪的干涉条纹呈圆环状, 这种直线条纹对某些应用来说会带来一定方便。

由于光纤直径小, 单模光纤直径在几  $\mu\text{m}$  范围, 所以由多光纤组成的这种光纤干涉仪, 体积仍然很小。实用上可把光纤的输入端全部粘合在一起成星形耦合器, 用一只适当倍数的显微物镜便可, 这样的改进, 可使这种多光纤干涉仪十分小巧, 甚至可以集成化。

由于每路光在各自光纤中传播互不干扰, 因而可在每路光纤中设一开关, 这样, 本多光束光纤干涉仪还可按使用者要求, 随意选择光束数目。

(收稿日期: 1987年7月14日)