

# 基于纳米线的动态可调折射率传感器和光耦合实验

纳米光学

李宝军

(中山大学光电材料与技术国家重点实验室, 广州 510275)

微米尺度光纤的巨大成就造就了互联网的高度发达和世界的迅速“变小”。微米光纤基础理论也因此获得了2009年诺贝尔物理学奖。如今, 纳米尺度光纤(亦即纳米线)成为国际前沿研究热点, *Nature* 杂志将纳米线列为物理学五大前沿研究热点的第二位。目前, 基于有机和无机等各种材料的纳米线及其纳米光子器件组装研究非常热门。其中, 纳米传感器是纳米线在光子器件方面的重要应用之一。因为, 用纳米线组装的纳米传感器尺寸小、比表面积大、灵敏度高。然而, 如何进一步提高纳米传感器的灵敏度成了一个挑战性课题。我们借鉴微米尺度光纤耦合、波导耦合等, 利用具有良好弹性的聚对苯二甲酸丙二醇酯(PTT)聚合物纳米线, 通过显微操作扭缠技术组装成功一种基于耦合原理的纳米线折射率传感器, 同时还实现了其动态可调探测<sup>[1]</sup>(图1), 使其最大探测灵敏度达到 26.96 mW/RIU (refractive index unit, 折射率单位)。实验测得, 其折射率探测限度为  $1.85 \times 10^{-7}$ , 缠绕圈数每变化一圈的动态可调度为 1.2 mW/RIU, 纳米线交叉角每变化  $5^\circ$  的可调度为 1.8 mW/RIU。

然而, 对任何基于纳米线的纳米光子器件, 一个不可避

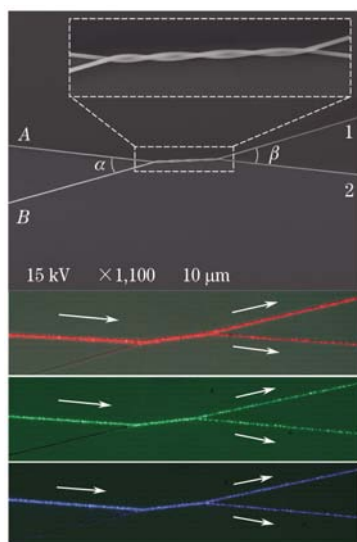


图1 具有  $2 \times 2$  耦合结构的动态可调折射率传感器扫描电镜和红绿蓝光路图。纳米线直径 440 nm, 白色箭头表示光传播方向

免的问题是如何将各种不同波长的光信号耦合到纳米线中。当进入纳米尺度后, 常规的耦合方法和技术因耦合效率极低而不能适用, 而倏逝波成了纳米线光耦合测试的首选方法。然而, 倏逝波耦合效率与被耦合的光信号波长、纳米线之间的交叉角、纳米线的直径等有非常强的依赖关系, 目前还无法从实验上对这种依赖关系进行论证。我们设计了一个可精确控制和转动的测试装置, 从实验上给出了它们之间的依赖关系<sup>[2]</sup>。图2给出了利用直径为 800 nm 的锥形光纤将波长为 532 nm 的绿色光耦合到直径为 640 nm 的 PTT 聚合物纳米线的实验图片。图2中水平方向为锥形光纤, 竖直方向变化的为纳米线。图2(a)为实验用 PTT 聚合物纳米线的扫描电镜图。

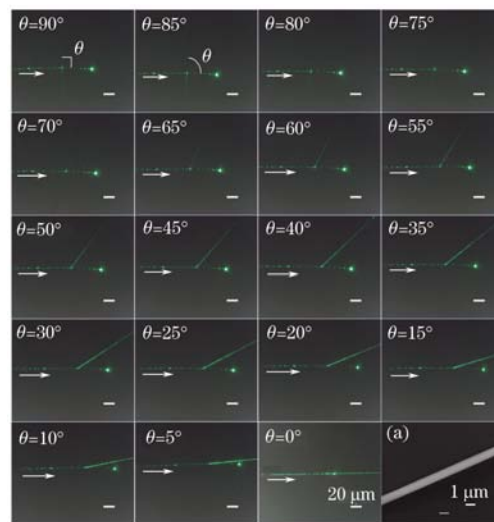


图2 通过直径为 800 nm 的锥形光纤(水平方向)将波长为 532 nm 的绿色光耦合到直径为 640 nm 的聚合物纳米线实验图片

基金项目: 国家自然科学基金(60625404, 10974261)资助课题。

通信作者: 李宝军, E-mail: stslbj@mail.sysu.edu.cn

## 参考文献

- 1 H. Zhu *et al.*. *ACS Nano*, 2009, **3**(10): 3110~3114
- 2 W. He *et al.*. *Opt. Lett.*, 2009, **34**(10): 1597~1599