

新型氦-氖激光全息照相记录介质

梁广和 金章岩

(福建师范大学高分子研究所)

提要: 合成了聚呋喃丙烯叉丙二酸-1, 3-丙二酯(PPFM) 负性光致抗蚀剂, 并研究了它对可见光的增感效应, 实验证明, 用亚甲基蓝和赖氏色素增感的 PPFM 可作为氦-氖激光全息照相的浮雕位相型记录介质。

A novel holographic recording medium using He-Ne laser light

Liang Guanghe, Jin Zhangyan

(Institute of Polymer Science, Fujian Teachers University, Fuzhou)

Abstract: This paper reports the synthesis of a negative photoresist, polypropanediol-(1, 3)-2-furylacroleinlidenemalonate (PPFM) and the change of photosensitization of PPFM to visible light when dye is applied. Experiments demonstrate that after photosensitivity is enhanced by methylene blue and Wright's stain, PPFM can be used as relief phase holographic recording medium with He-Ne laser light.

前 言

银盐感光材料作为全息照相记录介质, 要得到有效的位相全息图, 需要通过化学显影进行放大, 甚至需要进行湿法加工, 还存在衍射效率低和难于制成浮雕全息模板等缺点。用光致抗蚀剂作为全息照相记录介质, 可以弥补银盐感光材料的上述不足^[1]。但是, 如用重铬酸盐明胶和 AZ-1350 型光致抗蚀剂, 它们的感光波长较短, 一般需用氦-镉激光($\lambda=441.5\text{nm}$)或氩离子激光($\lambda=488\text{nm}$)作为全息照相记录光源。由于氦-镉激光器和氩离子激光器的造价昂贵和使用寿命短等原

因, 使全息照相的推广应用受到限制。因此, 我们合成了聚呋喃丙烯叉丙二酸-1, 3-丙二酯(以下简称 PPFM) 负性光致抗蚀剂, 其感光波长移到红光区域, 用氦-氖激光就能制得浮雕位相全息光栅。

实 验 部 分

先合成聚丙二酸-1, 3-丙二酯(聚合度 37, 端基滴定法测定), 然后通过高分子 Knoevenagel 反应法引进呋喃丙烯叉光敏侧基(光敏侧基引进程度 96%, 核磁共振谱法测定), 制得 PPFM。用上海第三分析仪器厂

收稿日期: 1986年6月19日。

710 记录分光光度计测定 PPFM 及其染料增感后的电子光谱(工作波长 650~200 nm, 切分区 370 nm, 分辨率 3, 扫描速度 4 cm/s, 记录速度 3 cm/s)。用 15 W 普通红灯曝光试验, 取光敏性较强的试样作为全息照相记录介质, 用波长 632.8 nm, 功率 20 mW 的氦-氖激光记录全息光栅, 抗蚀性实验按集成电路光刻腐蚀要求进行^[2]。

结果与讨论

从图 1~3 可见, 紫外光区的曲线重叠性很好, 说明这几种染料不影响 PPFM 对紫外线的吸收。在可见光区, 染料对 PPFM 具有光谱增感或减感作用, 根据用途和光源要求, 可以选择不同的增感剂或减感剂。作为集成电路光刻工艺用的紫外光致抗蚀剂, 加入邻甲酚红或荧光素, 可以减少 PPFM 对可见光的吸收(如图 1 所示), 提高光刻胶的贮存和使用操作的稳定性, 不影响光刻胶的紫外光敏性。作为可见光照相记录介质, 染料对 PPFM 的增感效果如图 2、3 所示。图 2 表明四种染料在蓝、绿、红光区的增感强度基本遵循如下规律: 蓝光区 $f > e > d$, 绿光区 $g > e > f > d$, 红光区 $g > e > d > f$ 。红光区的曲线

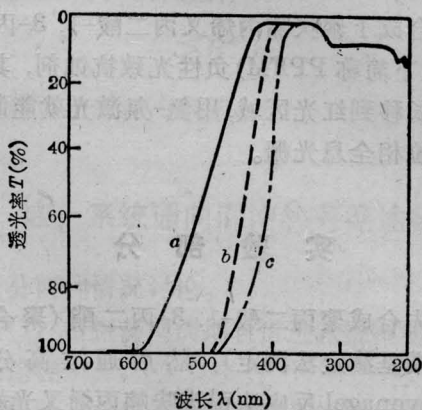


图 1 PPFM 可见光减感谱图

a—PPFM 电子光谱; b—PPFM+邻甲酚红(0.31 mg/ml); c—PPFM+荧光素(0.28 mg/ml)

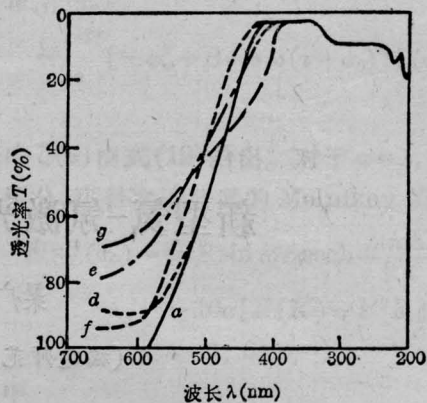


图 2 PPFM 可见光增感谱图

a—PPFM 电子光谱; d—PPFM+百里酚蓝(0.25 mg/ml); e—PPFM+邻苯二酚酞(0.27 mg/ml); f—PPFM+间苯二酚品黄(0.32 mg/ml); g—PPFM+茜素紫(0.30 mg/ml)

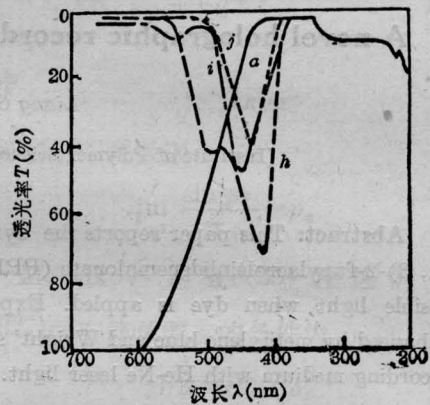


图 3 PPFM 红光增感谱图

a—PPFM 电子光谱; h—PPFM+亚甲基蓝(0.10 mg/ml); i—PPFM+赖氏色素(0.26 mg/ml); j—PPFM+亚甲基蓝(0.15 mg/ml)+赖氏色素(0.15 mg/ml)

比较平稳, 感度的提高相对比蓝、绿光区大。由图 3 可见, 亚甲基蓝和赖氏色素对 PPFM 的红光增感效果最为显著。当这两种染料混合使用时, 增感曲线的最大值扩大到 500~650 nm 范围。亚甲基蓝和赖氏色素的浓度对 PPFM 分光感度的影响分别如图 4、5 所示。在红光区, 亚甲基蓝浓度对感度的影响较小, 而赖氏色素的浓度对感度的影响较大, 浓度越大, 分光感度越高。

表 1 为 PPFM 及其加入增感剂后用 15 W 红灯曝光(光源距离 8 cm), 然后用丙酮

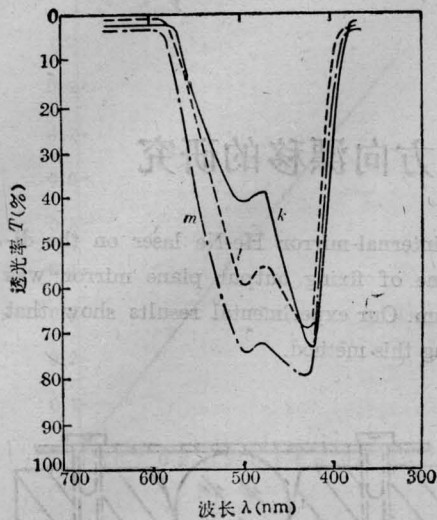


图4 不同浓度的亚甲基蓝对PPFM的可见光增感谱图

亚甲基蓝浓度: *k*—0.1 mg/ml; *l*—0.05 mg/ml; *m*—0.03 mg/ml

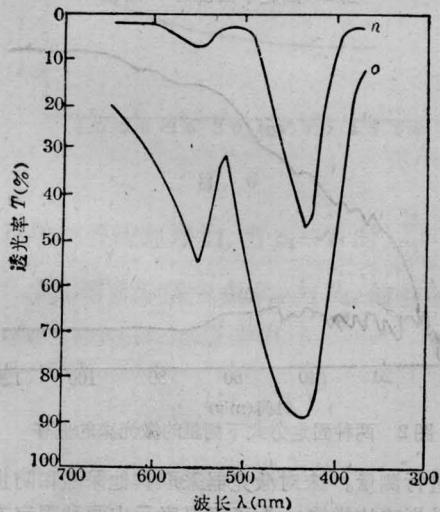


图5 不同浓度的赖氏色素对PPFM的可见光增感谱图

赖氏色素浓度: *n*—0.26 mg/ml; *o*—0.052 mg/ml

显影, 比较其出现潜影所需最短曝光时间的结果。与图3表明的结果相吻合, 亚甲基蓝

表1 PPFM 的红光增感效应

试样	PPFM	PPFM+亚甲基蓝	PPFM+赖氏色素	PPFM+甲亚基蓝+赖氏色素
出现潜影所需的最短曝光时间	不感光	3 min	2 min	30 s

与赖氏色素混合增感比单独增感的光敏性更高, 曝光 30 s 显影后的图像清晰。我们选择了亚甲基蓝和赖氏色素作为 PPFM 的混合增感剂, 在玻璃片成膜后, 用 20 mW 的氩-氟激光器为光源, 记录全息光栅。感光 1 分钟后制得的浮雕位相型全息光栅的分辨率为 $1.75 \mu\text{m}$, 衍射效率大于 20%。在同样的条件下操作, 以天津银盐干板为记录介质, 感光时间需要 2 分钟, 衍射效率低于 6%。实验证明, 染料增感的 PPFM 作为氩-氟激光全息照相记录介质可得到浮雕位相全息图, 灵敏度和衍射效率高于天津银盐干板。

通过实验表明, PPFM 作为紫外光致抗蚀剂, 分辨率达 $0.75 \mu\text{m}$, 对玻璃、铜和铝等腐蚀液的抗蚀性强, 作为全息照相记录介质不潮解。显影后再用紫外灯照射以增加交联度, 提高膜的抗蚀性, 适用于腐蚀法制造全息模板, 以便全息图的复制。

在全息照相实验过程中, 得到福建师大激光研究所刘守讲师的协助, 谨此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] K. I. Jacobson et al.; Imaging Systems, Mechanisms and Application of Establish and New Photosensitive Processes, The Focal Press London and New York, First edition (1976).
- [2] 乔冠儒; “半导体工艺化学原理”, 江苏科学技术出版社, 1979 年。