

# 用紫外准分子激光器进行接触式光刻的初步研究\*

楼 祺 洪 路 敦 武 祁 建 平 王 润 文  
(中国科学院上海光学精密机械研究所)

## 提 要

本文叙述采用输出波长为 308 nm 的 XeCl 准分子激光器进行微米级接触式光刻实验, 获得 1.5  $\mu\text{m}$  的分辨线条, 而 2.25  $\mu\text{m}$  线条已符合集成电路光刻要求。

随着大规模集成电路技术的发展, 微米级、甚至亚微米级的光刻技术已愈来愈引起人们的注意。众所周知, 分辨线条的宽度与光刻机中光源的波长有很大的关系, 波长愈短, 可以刻蚀条纹的宽度愈窄。在目前使用的常用的光刻机中, 光源一般采用非相干光源和汞灯等, 由于它输出的波长较长(一般在 400 nm 左右)、光强较低需要较长的曝光时间, 这不仅限制了分辨线条的宽度, 而且要求整个光刻系统在曝光时间范围内有十分好的防震性能。

自从七十年代中期准分子激光出现以来, 它在紫外波段(193 ~ 351 nm)的高峰值功率输出使它可能成为微米级光刻的新型光源<sup>[1]</sup>。这是因为准分子激光的输出波长比常规的紫外灯短, 而高的峰值功率使光刻过程在激光脉冲宽度的时间内完成(一般准分子激光的光脉冲持续时间在 10~100 ns 范围)。高功率激光使光刻胶的键打破形成碎片, 这些碎片在激光作用下蒸发并带走大部分能量, 所以对材料几乎不存在加热问题。

我们以一台 X 光预电离 XeCl 准分子激光器作光源进行接触式光刻的初步研究, 其输出波长为 308 nm。有关激光器的结构特性可参阅文献 [2], 以最小线条宽度为 1  $\mu\text{m}$  的分辨率板作掩模板, 通过适当的光学系统来调整照度及曝光面积。

首先我们将照度从 0.1~2 J/cm<sup>2</sup> 范围内变化, 确定较好的实验条件为 0.2 J/cm<sup>2</sup>, 在这个条件下可获得较好的光刻条纹, 又不损伤光刻实验中使用的掩模板。

图 1 给出了用准分子激光进行光刻的分辨率实图, 我们可以看到 XeCl 准分子激光器作为紫外光源进行光刻是可行的。已获得 1.5  $\mu\text{m}$  的分辨线条, 图 2 是 1.5  $\mu\text{m}$  分辨线条的放大照片, 而宽度为 2.25  $\mu\text{m}$  的线条已经刻透, 这种高质量的线条已符合大规模集成电路的要求(图 3)。

从图 1 不难看出, 尽管微米级的线条已符合要求, 但较粗的 10  $\mu\text{m}$  线条却显得不够均匀, 这表明不同粗细的线条光刻需要不同的照度, 这也在实验上得到证实。另一方面, 在激光束与物体表面相互作用时常出现的干涉现象这里并没有出现, 这是因为准分子激光的增益很高, 激光束的相干性很差, 这一特点在激光光刻中却成了不易形成干涉条纹的优点。为

收稿日期: 1985年9月17日; 收到修改稿日期: 1985年10月9日

\* 本工作得到中国科学院上海分院青年科学基金资助。

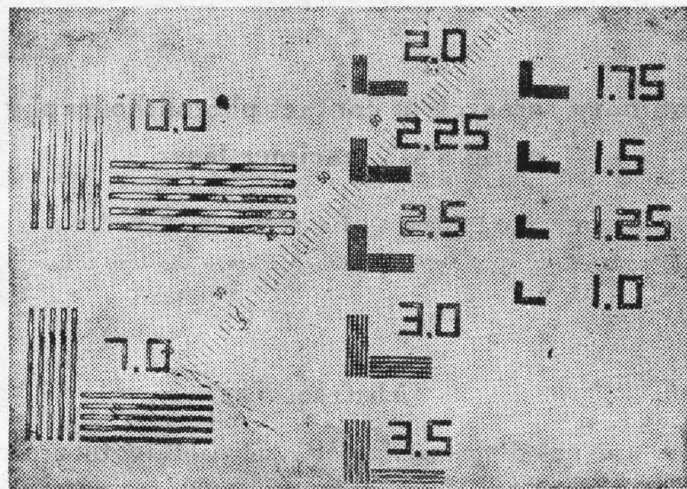


Fig. 1 Photolithography features from  $1.0\sim 10\mu\text{m}$  produced by using a UV excimer laser

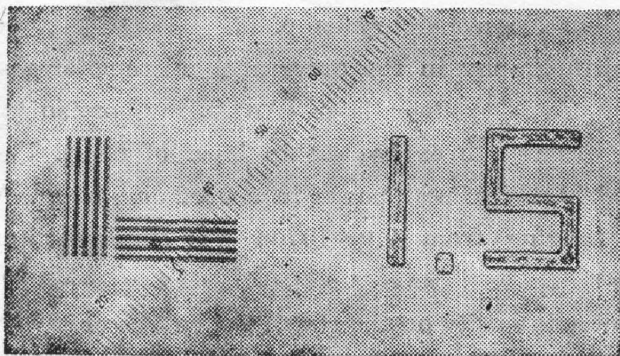


Fig. 2 Amplified photograph of  $1.5\mu\text{m}$  lines

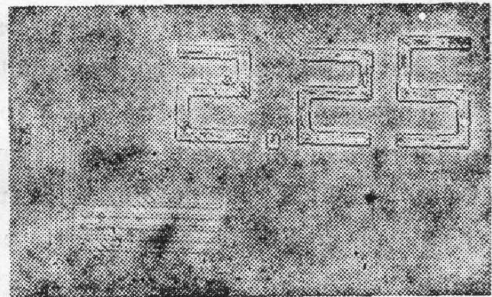


Fig. 3 High-quality images with features as small as  $2.25\mu\text{m}$ , which is in accordance with the need of a LSI

了进一步提高照明均匀性、设计一个适用于准分子激光的光学系统是必要的。

最近, 美国 IBM 公司的 K. Jain 和 R. T. Kerth<sup>[4]</sup> 报道了以 XeCl 准分子激光器作为市售投影光刻机的光源, 得到了光学质量很好的  $1\mu\text{m}$  线条。这种扫描投影光刻技术可用于进一步改善光刻的质量, 是制作超大规模集成电路的重要途径之一。

本工作是在王之江研究员指导下进行的, 作者表示衷心的感谢。

#### 参 考 文 献

- [1] R. J. Pressley; *Laser and Applications*, 1985, 4, No. 5 (May), 93.
- [2] 楼祺洪; 《光学学报》, 1985, 5, No. 10 (Oct), 955.
- [3] *Laser and Applications*, 1984, 3, No. 5 (May), 46.
- [4] K. Jain, R. T. Kerth; *Appl. Opt.*, 1984, 23, No. 5 (Mar), 648.

## Preliminary research of contact photolithography by using a UV excimer laser

LOU QIHONG, LU DENWU, QI JIANPING AND WANG RENWEN  
(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

(Received 17 September 1985)

### Abstract

Excimer lasers are noted primarily for their ability to produce high output powers at ultraviolet wavelengths. This ability has made them attractive for lithography application. Excimer lasers are many times more powerful than conventional deep-ultraviolet sources like xenon mercury lamp.

An experiment of contact photolithography in the order of a micrometer was demonstrated by using an ultraviolet XeCl excimer laser. An X-ray preionized discharge pumped xenonchloride laser was used to expose a thin layer of resist. The laser, which emits at 308 nm, delivered 10 MW of peak power in a  $2 \times 2 \text{ cm}^2$  beam. A chromeon-quartz mask with features ranging from  $1.0 \sim 10 \mu\text{m}$  was employed for contact photolithography.

After optimization of the laser power intensity on the resist, the best laser power intensity for contact photolithography was found to be about  $0.2 \text{ J/cm}^2$  under our experimental condition. The pattern on the resist shows that linewidths down to  $1.5 \mu\text{m}$  can be resolved, and  $2.5 \mu\text{m}$  lines can meet the requirements of LSI.

This technique has great implications for photolithography because it has high resolutions and ultra-fast exposure times.