

研究简报

用光谱法研究砷离子注入硅的退火

林树汉 莫 党

(中山大学物理系)

1981年8月18日收到

近年来,有一些工作^[1-3]研究用椭偏光法测定离子注入硅。这些都是在单一波长下进行测量的。但是,离子注入损伤只在样品表面一薄层内,即使均匀光吸收介质层(相当于高注入剂量情况),也有折射率 n 、消光系数 k 和层厚 d 待求。莫党等^[4]近来发展了一种测定离子注入硅的椭偏光谱法,测定各波长的椭偏参数,然后用分区法对均匀吸收介质层模型进行计算,不必用剖层法配合,可求出 d 和光学常数的色散关系。在此基础上,本工作用光谱法探索对离子注入硅的退火效应的研究,测出损伤层厚 d 随退火温度的变化,并得到未见报道过的 $n(\lambda)$ 、 $k(\lambda)$ 随退火温度的变化关系。还得到不同砷离子注入剂量的退火转变温度、高温和激光退火后光学性质的比较等结果。

P型硅样品,室温下偏离[111]7°注入砷离子,注入条件: 150keV, $1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 和 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 。高温退火是在干燥氮气氛围中,从低温至高温进行等时(30分钟)退火。激光退火用短脉冲红宝石激光器,脉冲时间30毫微秒,能流密度约1.6焦耳/厘米²。

所用的椭偏光谱装置,在莫党等以前发表的工作^[7]中已有介绍。可见光波长范围内,用旋转检偏器方法。用 BASIC II 语言编制了计算和打印曲线程序。

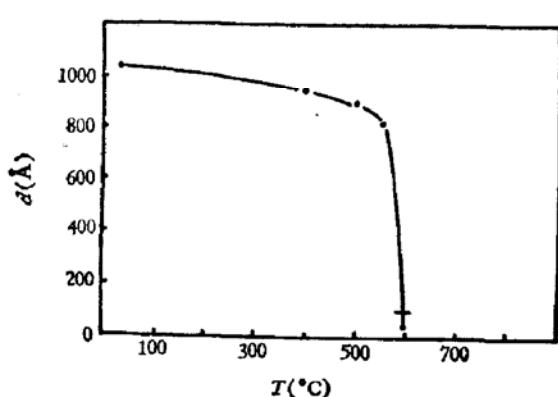


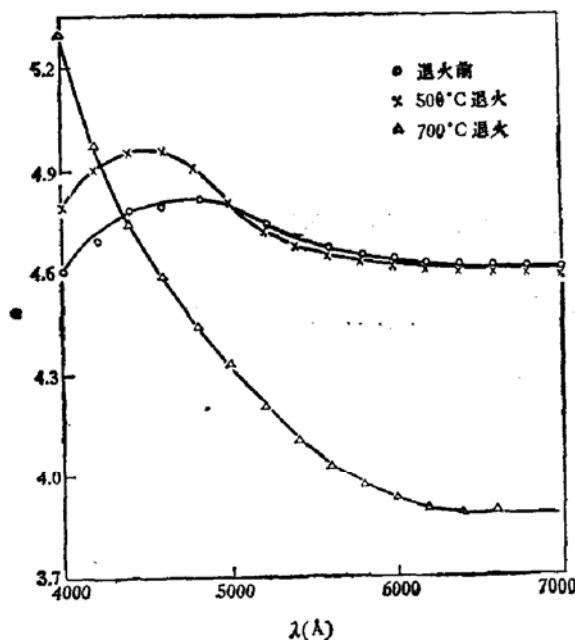
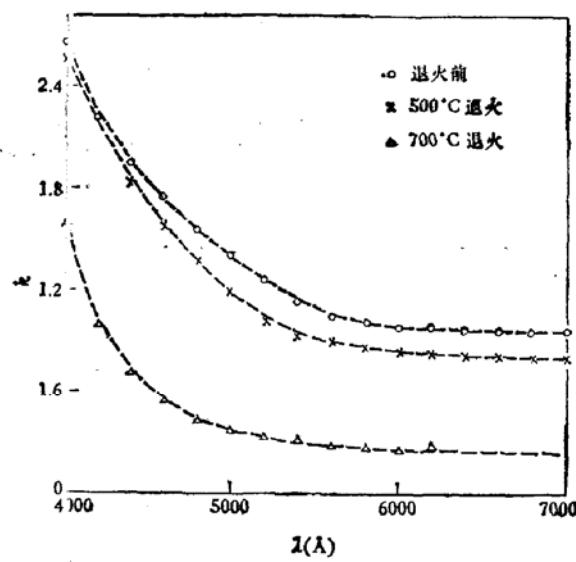
图1 离子注入损伤层厚度随退火温度的变化

从图可见,随着退火温度增加, n 峰向短波方向移动,峰高有所增加; k 值则随之下降。图中700°C曲线已接近硅单晶相应的测定值,这时用本法已检测不出损伤层厚度了。图2、3的实验结果,表明退火时除了非晶质损伤层* 转变为单晶这种变化外,还存在一种逐步恢

复过程。

图2、图3分别是 $10^{15}\text{As}/\text{cm}^2$ 注入硅样品中损伤层 $n(\lambda)$ 、 $k(\lambda)$ 随退火温度变化的情况。为清晰起见,图中只选画三组曲线。

* 本工作采用超过临界剂量的大注入剂量,这时损伤层为非晶质层。

图2 不同退火处理后的 $n-\lambda$ 曲线图3 不同退火处理后的 $k-\lambda$ 曲线

复的、并反映到光学常数改变的变化。这点有待进一步研究。

图4比较了我们与 Mayer 等^[8]的结果。我们注入条件：150keV， $10^{15}\text{As}^+/\text{cm}^2$ ；Mayer 等：40keV， $2.5 \times 10^{15}\text{As}^+/\text{cm}^2$ 。Mayer 等用背散射测量定出畸变度。我们在这里尝试用 $(\Psi - \Psi_{\text{硅单晶}})/(\Psi_{\text{无定形硅}} - \Psi_{\text{硅单晶}})$ 近似表达畸变度。这里 Ψ 是椭偏光参数（6328 Å时）。这种表达虽缺乏直观的物理解释，但具有测量计算较简便的优点。从图4可见，两种测定法得到的退火转变温度和退火曲线转变区形状很相似。

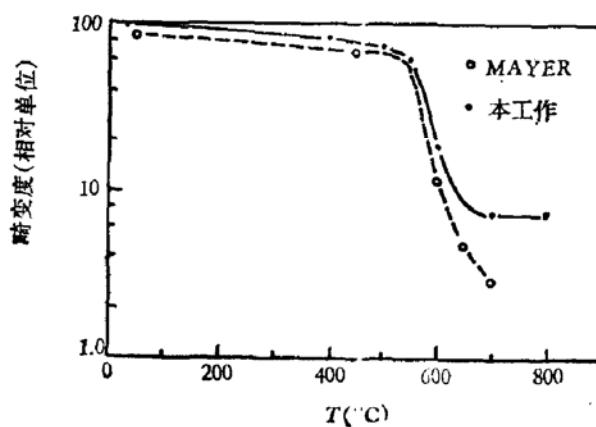


图4 离子注入畸变度与退火温度的关系

$10^{16}\text{As}^+/\text{cm}^2$ 样品的退火转变温度，比 $10^{15}\text{As}^+/\text{cm}^2$ 样品的，要高约 30°C。

激光退火样品的光学色散曲线，与高温(700°C)退火的结果很接近。

陈树光、叶贤京、江任荣同志工作上给予帮助，黄炳忠、彭少麒同志给予有益的讨论，姚杰、梁振斌同志协助进行激光退火，北京师范大学卢武星同志提供离子注入样品，作者表示感谢。

参 考 文 献

- [1] J. R. Adams and N. M. Bashara, *Surface Sci.*, **49**, 441(1975).
- [2] 莫党, 卢因诚, 李旦晖, 刘尚合, 卢武星, 半导体学报, **1**, 198(1980).
- [3] 陈敏麒, 罗晋生, 西安交通大学学报, **15**, 107(1981).
- [4] 钱佑华, 陈良尧, 张继昌, 半导体学报, **2**, 99(1981).
- [5] K. Nakamura, T. Gotoh and M. Kamoshida, *J. Appl. Phys.*, **50**, 3985(1979).
- [6] 莫党, 叶贤京, 物理学报, **30**, 1287(1981).
- [7] 莫党, 陈树光, 余玉贞, 黄炳忠, 物理学报, **29**, 673(1980).
- [8] J. W. Mayer, L. Eriksson, S. T. Picraux and J. A. Davies, *Can. J. Phys.*, **46**, 663(1968).

**Annealing of As Ion Implanted Silicon Measured
by Optical Spectrometry**

Lin Shuhan and Mo Dang

(Department of Physics, Zhongshan University)