

表 1

滤波位置 $\theta$	$\frac{\pi}{24}$	$\frac{\pi}{8}$	$\frac{5\pi}{24}$	$\frac{7\pi}{24}$	$\frac{3\pi}{8}$	$\frac{11\pi}{24}$	$\frac{13\pi}{24}$	$\frac{5\pi}{8}$	$\frac{17\pi}{24}$	$\frac{19\pi}{24}$	$\frac{7\pi}{8}$	$\frac{23\pi}{24}$
散斑分析 $\varepsilon_s(10^{-3})$	1.46	1.39	1.31	1.25	1.16	1.10	1.03	0.994	0.935	0.891	0.847	0.811
热电偶分析 $\varepsilon_t(10^{-3})$	1.42	1.33	1.25	1.19	1.12	1.06	1.01	0.959	0.909	0.862	0.819	0.785
相对误差 $\eta(\%)$	3.17	4.94	4.40	4.89	3.79	3.72	2.67	3.59	2.86	3.40	3.42	3.26

式中  $\Delta$  是散斑条纹间距。

另一方面用热电偶测定了铝盘的降温曲线,也可计算热应变

$$\varepsilon_t = \alpha \Delta K, \quad (4)$$

式中  $\alpha$  是铝材的线膨胀系数,  $\Delta K$  是铝盘温度相对于室温的差值。表 1 给出了实验及对比结果误差未超过 5%。

第二个实验中,将一铝板边缘三点固定,中心加热,在升温过程中用直三位孔<sup>[2]</sup>记录散斑图。图 2 是实验所得照片,中间是衍射晕,外、中、里圈上的各条纹图是在外、中、内晕环上各相应位置上滤波得到的。由这些条纹可求出给定边界条件和热源情况下各时刻的动态热形变场。

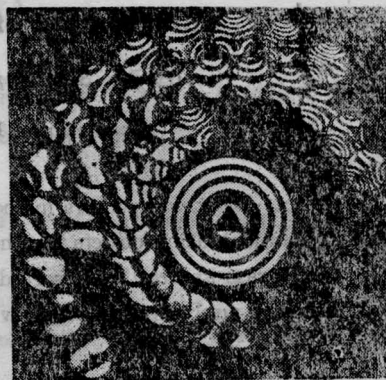


图 2

## 参 考 文 献

- 1 顾杰 *et al.* 光学学报, 1987; 7(12):1069

- 2 顾杰 *et al.* 光学学报, 1987; 7(5): 394

(收稿日期: 1987年1月19日)

## 激光沉积硅膜的形成和微结构

杨 静 然

(中国科学院长春应用化学所)

## Formation and microstructure of silicon film deposited by laser light

Yang Jingran

(Changchun Institute of Applied Chemistry, Academia Sinica, Changchun)

**Abstract:** The formation of silicon film deposited by pulsed Nd: YAG laser on glass and NaCl substrate is reported. The film thickness was about 200nm. The deposited silicon film was irradiated by pulsed ultraviolet laser. Formation and microstructure of the film were studied by infrared spectroscopy, X-ray diffraction diagram and electron microscopy. The formation stage of the deposited film was studied with a scanning electron microscope.

## 前言

现代半导体技术中<sup>[1]</sup>沉积薄膜的方法起着重要作用。激光可以为薄膜的沉积提供一种独特的热源和光源,可以引起热或光化学作用。激光方法能够减少或消除其他方法的问题<sup>[2]</sup>,能够沉积出高质量的薄膜,这种技术的主要优点是在沉积过程中可选择空间,薄膜生产可以限制在基板一个很小的点上。当然大面积沉积也是可能的。大的冷区同小的热区相比的情况有效地防止气相反应和基板还原。

## 实验原理和装置

激光诱导化学气相沉积(LCVD)分为热解和光解<sup>[3]</sup>。利用激光的空间选择性,激光可局部加热基板。激光诱导一个或多个气相分子发生热解作用,结果沉积出所需要的物质。

光解LICVD的优点是可以使一种原子分子中的一种特殊化学键被选择的激光波长所打断,所以选择不同波长激光可使混合物中分子选择性分解。目前,紫外激光器被用作沉积各种金属薄膜,它们是通过有机分子光分解实现的。在可分辨测微器大小范围内,紫外激光束能用于控制金属膜的生长即紫外光子非热地切断气相有机金属分子中的键,释放出金属原子。此原子凝结在被激光射线辐照的基板区域上而形成薄膜。

我们用做沉积硅薄膜的激光器是脉冲Nd:YAG激光器,在 $1.06\mu\text{m}$ 波段能量为每个脉冲15J左右。实验用的紫外光366nm是Nd:YAG激光器用碘酸锂三倍频获得的,每秒一次,每个脉冲约4~6mJ。

沉积室用派勒克斯玻璃制成。窗片用K<sub>9</sub>玻璃或石英作成,厚度为2mm。实验前用一台机械泵将沉积室抽空到0.01~0.001Torr。硅片放在离窗口12mm处。用焦距为160mm透镜将激光聚焦在硅片上。在玻璃或石英基板上获得的硅薄膜呈黄褐色。实验装置略图如图1。

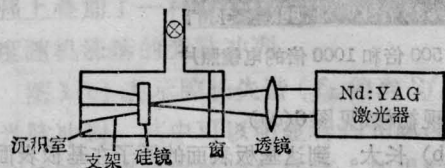


图1 激光沉积硅薄膜实验装置略图

再用366nm波段的激光辐照已沉积的薄膜,目的是除去硅的氧化物和改善膜层结构。用红外光谱、X射线谱图和电子显微镜研究硅膜的形成和结构。

用扫描电镜研究沉积膜的形成阶段。

## 结果与讨论

氯化钠片作基板,用 $1.06\mu\text{m}$ 波段激光沉积出硅薄膜,再用366nm波段激光辐照三分钟。图2为硅薄膜用脉冲紫外激光辐照前后的红外光谱变化。(a)辐照前,(b)辐照后,用的是美国DIGILAB公司FTS-20E型号红外光谱仪。明显的吸收带在 $1100\text{cm}^{-1}$ ,见图2(a)和(b),这个吸收带是Si-O伸展振动吸收带,文献[4,5]报道的Si-O键吸收带在 $1000\sim 1100\text{cm}^{-1}$ 之间。二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )三个明显的红外吸收带:  $1070\text{cm}^{-1}$ (Si-O伸展振动吸收)、 $850\text{cm}^{-1}$ (O-Si-O弯曲)和 $450\text{cm}^{-1}$ (Si-O-Si摇摆)。由于沉积室真空度不高,留有残余氧气,除硅薄膜外还有硅氧化物产生。用紫外激光辐照后属于硅氧化物的IR吸收峰强度降低(见(b)),说明硅薄膜中的氧化物被部份除去,起到部份净化作用,改善了硅薄膜质量。

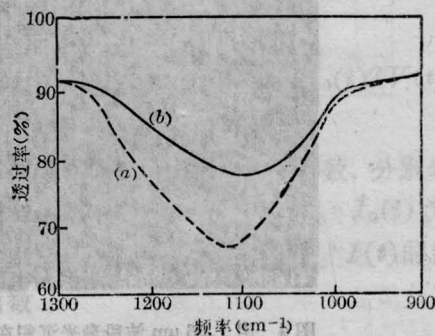


图2 紫外激光辐照前后硅薄膜的红外光谱变化  
(a)辐照前;(b)辐照后

用紫外激光辐照硅膜三分钟后,在电镜下观察其结构变化。图3为辐照后氯化钠基板上硅膜电镜照片(放大500、1000倍),可以清楚地看到膜层具有均匀结构。图4为用 $1.06\mu\text{m}$ 波段激光沉积在玻璃基板上的硅薄膜放大500、1000倍的电镜照片,膜层不够均匀。图5为沉积在玻璃基板上的硅薄膜用紫外激光辐照后的电镜照片(放大500、1000倍),薄膜表面颗粒是均匀的。

用扫描电镜研究沉积膜的表面形态。微结构是典型的无定形硅膜。具有无定形生长膜的主要原因大概是由于采用室温基板的原故。在微结构方面用NaCl基板或玻璃基板沉积的薄膜间无区别。

用X射线衍射仪进行沉积膜的X衍射分析,此仪器用的是铜靶,在35kV电压和15mA电流条件下工作。硅薄膜的X射线衍射角( $2\theta$ ,  $47^\circ$ ,  $56^\circ$ )。

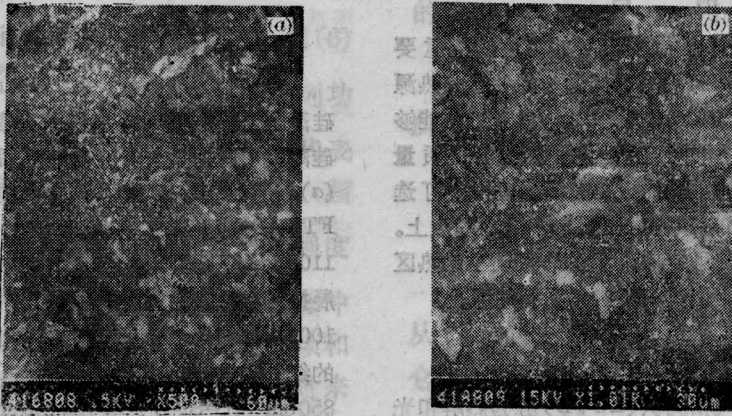


图3 氯化钠基板上硅膜被紫外激光辐照后放大500、1000倍的电镜照片

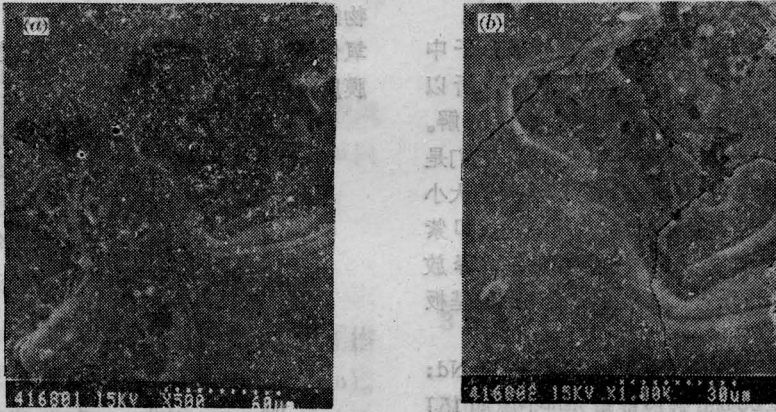


图4 用1.06 μm波段激光沉积在玻璃基板上硅薄膜放大500、1000倍的电镜照片

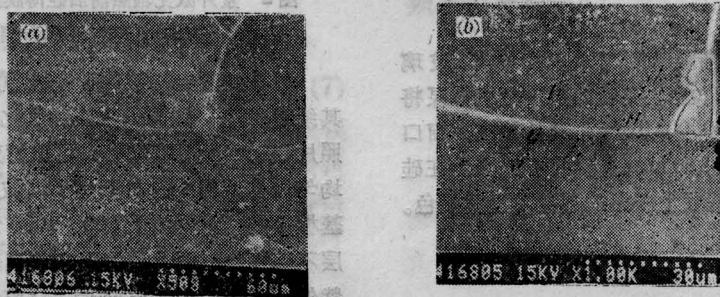


图5 玻璃基板上硅薄膜被紫外激光辐照后放大500倍和1000倍的电镜照片

同文献上报道的一样。用激光椭圆测厚仪测量硅膜的厚度。在玻璃基板上沉积的硅膜厚度约200nm。

玻璃基板上,在10个脉冲、15个脉冲和20个脉冲条件下用Nd:YAG激光器诱导沉积硅薄膜。不同条件下的电镜照片表示于图6。从(a)、(b)、(c)电镜照片,我们分析硅薄膜的形成分三个阶段。

(a) 成核。沉积原子在基板表面“成核点”粘

附,出现初核(见图6(a))。

(b) 长大。到达基板表面的原子在基板表面岛间流动,这种表面流动作用使得小岛互相粘附而长大(见图6(b))。

(c) 成膜。沉积原子填满岛之间的空隙,膜层变得连续(见图6(c))。

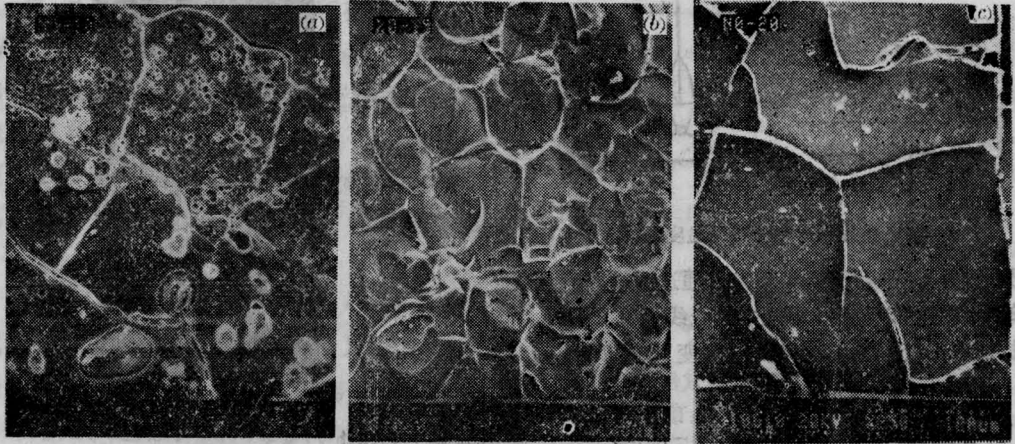


图6 不同条件下沉积膜层的电镜照片

(a) 10个脉冲; (b) 15个脉冲; (c) 20个脉冲

### 参 考 文 献

- 1 Dubowski J J, Williams D F. *Appl. Phys., Lett* 1984; **44**(3): 339
- 2 杨静然 *et al.* 太阳能学报, 1984; **5**(3): 338
- 3 杨静然. 化学通报, 1984; (12): 35

- 4 Liu Y S, Chiang S W. *Appl. Phys. Lett.*, 1981; **38**(12): 1005
- 5 Oriowski T E, Richter H. *Appl. Phys. Lett.*, 1984; **45**(3): 241

(收稿日期: 1987年2月2日)

## 用平行平板大错位干涉法测量温度场分布

苗润才 彭景红 郇宜贤

(陕西师范大学物理系)

### Temperature measurement by parallel large shearing interferometry

Miao Rencai, Peng Jinghong, Xuan Yixian

(Department of Physics, Shanxi Teachers University, Xian)

**Abstract:** Parallel plate large shearing interferometry is used to measure the temperature field. With Benson lamp as an sample, the temperature effect on illumination light phase is discussed. High visibility real-time fringes are obtained and the temperature distribution is given.

1. 非接触式测量温度分布已有多种方法。传统的双光路干涉法<sup>[1]</sup>、近代全息干涉法<sup>[2]</sup>、散斑照相法<sup>[3]</sup>都可以用于这种测量。本文报道用平行平板大错位干涉法测量温度场分布的结果。干涉光路在形式上看是一种共程干涉仪,但由于温度场所引起的变化范围小于错位量,因此,它等效于双光路干涉

仪。

2. 如果样品浓度不变,那么温度的变化将引起介质折射率的变化,而折射率的变化又会引起光场的位相变化。最后表现为干涉条纹的变化。

苯生灯所产生的温度场具有轴对称性质(如图1所示)。现考虑轴对称温度场的任一横截面,在