

# 硅片背面激光损伤的吸杂效果

孙金坛 陈军宁

(合肥工业大学应用物理系, 合肥 230009)

**提要** 本文介绍了硅片背面激光损伤吸杂实验,用金相显微镜观察证实了高温退火后激光损伤的热稳定性,研究了激光损伤对氧化层错(OSF)和载流子寿命的影响,用中子活化分析法测出了吸杂效果。

**关键词** 激光损伤吸杂,热稳定性,氧化层错,少子寿命,中子活化分析

## Gettering effect of laser induced damage on a silicon wafer backside

*Sun Jintan, Chen Jungning*

(Applied Physics Department, Hefei University of Technology, Hefei 230009)

**Abstract** The gettering experiment of laser irradiation damage on the back surface of a silicon wafer is presented. It is observed by a microscope that the defects induced by laser after high temperature annealing are thermally stable. It is examined that the oxidation induced stacking faults and the minority carrier lifetime are affected by laser damage gettering. The gettering effect is studied by neutron activation analysis.

**Key words** laser induced damage gettering, thermally stable, oxidation induced stacking faults, minority carrier lifetime, neutron activation analysis

## 1 引言

为了提高晶体管和集成电路的成品率和可靠性,人们想方设法减少和消除晶体缺陷<sup>[1,2]</sup>。除了制造高质量单晶硅和采用无缺陷工艺之外,又以“动态”缺陷的概念,用吸杂(Gettering)方法,在非器件有源区充分控制和利用一些缺陷来减少或消除器件有源区及其附近的缺陷。其中有本征吸杂、含氯氧化、背面喷砂、扩散和退火等等,都取得了一定的效果。

本文主要研究了激光损伤硅片背面对正表层的吸杂技术<sup>[3~5]</sup>。给出了激光损伤热处理前后的图片,激光损伤吸杂对氧化层错(OSF)和载流子产生寿命的影响<sup>[6]</sup>,并用中子活化分析给出了激光损伤对金属的吸杂效果<sup>[7]</sup>。

## 2 实验

实验使用的激光损伤装置为北京 706 厂生产的激光退火仪。它包括一台 Q 开关 YAG 激光器 ( $\lambda = 1.06 \mu\text{m}$ )、聚焦系统、扫描和控制系统,如图 1 所示。分别可用 TEM<sub>00</sub> 模连续波和脉冲波辐照样品。连续波输出功率为 9~20 W,脉冲输出能量密度为 12~22 J/cm<sup>2</sup>,脉冲重复频率分别为 5 kHz 和 10 kHz,光束聚焦,光斑直径为 50  $\mu\text{m}$ ,样品经 100 °C 预热,纵向扫描速度 15~40 mm/s,横向步进距离 100~400  $\mu\text{m}$ 。

实验样品为 Cz-P 型 [100] 晶向单晶硅片 (掺硼),电阻率为 8~12  $\Omega \cdot \text{cm}$ ,厚度约为 300  $\mu\text{m}$ ,直径为 38 mm,硅片两面均经铬离子抛光成镜面。

辐照后的样品经高温氧化处理,其中一些样品含氯氧化,一些样品不含氯氧化。观察氧化前后辐照损伤样品的表面形态,确定损伤是否热稳定。去除表面氧化层,再经腐蚀,观察损伤对氧化层错的影响,并采用 MOS 结构脉冲  $C-t$  曲线法测算少子产生寿命。采用中子活化分析法测量激光损伤对金属杂质的吸杂情况。

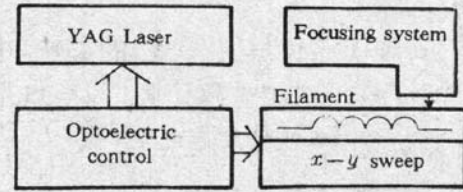


Fig. 1

## 3 结果与讨论

### 3.1 激光损伤的热稳定性

图 2 (a) 和 (b) 分别为 15 W 和 9 W 连续激光辐射损伤情况,其中 9 W 时,扫描线已呈间断状,接近熔化阈值。图 2 (c) 和 (d) 分别为 13 J/cm<sup>2</sup> 和 22 J/cm<sup>2</sup> 脉冲激光辐照损伤情况。图 2 (e) 是损伤全貌。

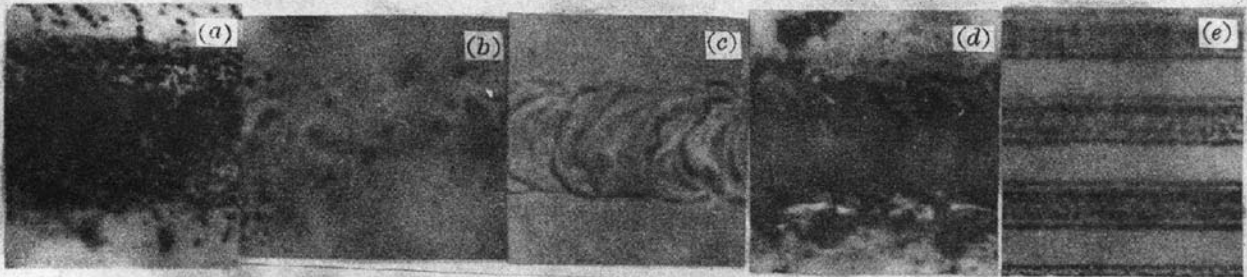


Fig. 2 Damage morphology

(a) 15 W ( $\times 400$ ); (b) 9 W ( $\times 400$ ); (c) 13 J/cm<sup>2</sup> ( $\times 200$ ); (d) 22 J/cm<sup>2</sup> ( $\times 200$ ); (e) ( $\times 100$ )

图 3 (a) 和 (b) 分别为 15 W 和 22 J/cm<sup>2</sup> 辐照损伤高温退火后的形貌。按激光功率或能量密度的不同,主要引起三种缺陷。当能量密度为 10 J/cm<sup>2</sup> 时,在熔化区周围产生均匀分布的位错;当能量密度为 15 J/cm<sup>2</sup> 时,产生位错群;当能量密度大于 20 J/cm<sup>2</sup> 时,产生位错线。经高温退火后,证实后两种缺陷具有热稳定性,可用作吸杂中心。而前一种缺陷可被高温退火去

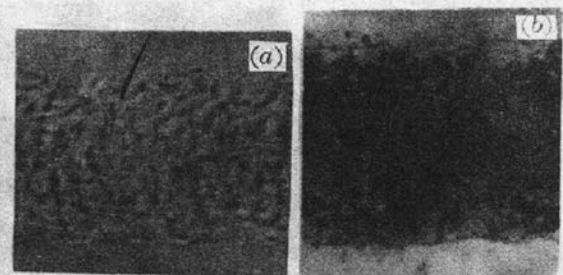


Fig. 3 Damage morphology after high temperature treatment

(a) 15 J/cm<sup>2</sup> ( $\times 200$ ); (b) 22 J/cm<sup>2</sup> ( $\times 200$ )

掉。

### 3.2 对表面氧化层错(OSF)的影响

图 4 给出了激光损伤吸杂对 OSF 的影响。激光损伤吸杂显著地改善了氧化层错,若再加上含氯氧化,吸杂效果更佳。

### 3.3 少子寿命的改善情况

从表 1 的测试结果看出,经激光损伤吸杂的少子寿命平均要比未损伤吸杂片的少子寿命高几十倍。而且,在同样的操作条件下,含氯氧化的样片其少子寿命提高较大。这再次说明,把二种吸杂方式结合使用,其效果较单一方式为好。

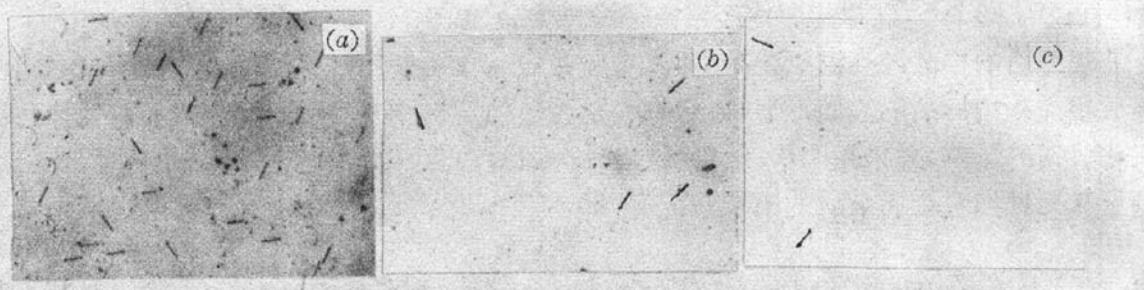


Fig. 4 LID gettering effect on oxidation stacking fault

(a) Un-gettering; (b) LID gettering; (c) LID gettering and HCL treatment

Table 1 LID effects on minority carrier lifetime

Parameter condition	Gettering portion	Un-gettering portion
13 J/cm <sup>2</sup> (+HCL)	95×10 <sup>-6</sup> s	2.4×10 <sup>-6</sup> s
CW 15.2 W (+HCL)	80×10 <sup>-6</sup> s	1.5×10 <sup>-6</sup> s
CW 15.2	60×10 <sup>-6</sup> s	1.8×10 <sup>-6</sup> s

### 3.4 中子活化分析结果

表 2 和表 3 分别给出了用中子活化分析的激光损伤吸杂效果和有效吸杂率。

Table 2 Results of neutron activation analysis

Content Sample	Element	Cu	Au	Na	Zr
		1. Control	3.10×10 <sup>13</sup>	2.80×10 <sup>12</sup>	2.02×10 <sup>13</sup>
2. Backside abrasion		1.90×10 <sup>13</sup>	2.00×10 <sup>12</sup>	1.28×10 <sup>13</sup>	1.45×10 <sup>14</sup>
3. LID (CW 9 W)		2.90×10 <sup>13</sup>	1.78×10 <sup>12</sup>	1.71×10 <sup>13</sup>	2.63×10 <sup>14</sup>
4. LID (pulse 20 J/cm <sup>2</sup> )		3.53×10 <sup>12</sup>	1.50×10 <sup>12</sup>	1.46×10 <sup>13</sup>	—
5. LID (CW 15 W)		2.65×10 <sup>12</sup>	1.05×10 <sup>12</sup>	—	—

Table 3 Effective absorptivity of LID

Element	Cu	Au	Na	Zr
Effective absorptivity	0.91	0.62	0.28	~0.48

## 参 考 文 献

- 1 Robert A. Craven, *Solid State Tech.*, (3), 55(1981)
- 2 Joseph R. Monkowski, *Solid State Tech.*, (7), 44(1981)
- 3 Robert B. Swaroop, *Solid State Tech.*, (7), 97(1983)
- 4 Peter H. Singer, *Semiconductor International*, (3), 67(1983)
- 5 G. E. Eggermont, *Solid State Tech.*, (11), 171(1983)
- 6 Y. Hayafuzu, *J. Electrochem. Soc. : Solid State Science and Tech.*, (9), 1975(1981)
- 7 L. E. Katz, *J. Electrochem. Soc. : Solid State Science and Tech.*, (3), 620(1981)

请 订

请 向

《中国激光》英文版

《中国激光》投稿

英文版《中国激光》1991年经国家科委批准、1992年2月份创刊的专业性科学期刊，双月刊，每期96页，全是用进口80克双胶纸印刷。主要刊登激光器件最新研究成果；激光物理和激光化学、激光实验技术、激光材料和元件的近期进展；激光信息处理、激光应用（包括工业、农业、生物、医学）的新成就。成果报道及时，来稿半年内发表，重要成果2个月见刊。发表的论文代表着我国激光技术研究和应用的水平，是在激光领域及相关科学领域从事激光技术研究、应用的科研、工程技术人员、高等院校师生进行学术交流的窗口，欢迎订阅。本刊海外由美国光学学会发行，每期定价60美元；国内由科学出版社和《中国激光》编辑部发行，每期25元人民币，全年150元。

联系地址： (1) 上海市枫林路270号  
科学出版社上海办事处  
邮编：200032  
联系人：陈沪铭

(2) 上海市800-211信箱  
《中国激光》编辑部  
邮编：201800