

## Na<sub>2</sub>S 钝化的 GaAs 表面光荧光特性的研究

李 静 任殿胜 李光平 严如岳 汝琼娜 董颜辉

(中国电子科技集团公司第四十六研究所 天津 55 信箱 300192)

**摘 要** 本文用 RPM2050 型快速扫描光荧光谱仪(PL Mapper)研究经过 Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O 醇饱和溶液钝化处理后 GaAs 表面的光荧光特性。结果表明, GaAs 表面经过硫钝化处理后,可大大降低复合速度改善发光效率。

**关键词** 光荧光谱 GaAs 表面硫钝化 发光效率

### 0 引言

以砷化镓(GaAs)为代表的化合物半导体材料是发展高速集成电路和微波高频器件的重要基础材料。因其属于直接带隙材料,导带底和价带顶之间的光跃迁可以垂直进行,在光电子学方面的应用也日益重要,尤其是发光二极管(LED)和激光二极管(LD)等。但由于 GaAs 是二元体系,缺陷模式很复杂,表面复合速度极高,影响发光效率。1987 年 sandroff<sup>1</sup> 等发现, GaAs 经含硫化物处理后<sup>2</sup>, 表面复合速度急剧下降,可减少表面复合速度对发光效率的影响。本文用光荧光谱对用 Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O + 乙醇溶液钝化处理后的 GaAs 表面发光效率进行研究。

### 1 原理

对于半导体材料样品,当受到光激发时,材料出现本征吸收,在材料受激区域产生大量非平衡的电子-空穴对。非平衡的载流子将向平衡态弛豫,即从非平衡的高能量状态向平衡的低能量状态过渡(复合)。复合时有两种情况,能够产生辐射的复合就是辐射复合,即发光,如自由载流子复合、自由激子和束缚激子复合、本征带-浅杂质复合、施主-受主对复合和深能级复合 5 种复合;相反不能够产生辐射的复合就是非辐射复合,如表面复合、俄歇复合以及多声子复合等,非辐射复合对发光效率是不利的,应尽量减少它们对发光的影响。

激发光照射到样品表面后,逸出表面的发射光经会聚进入单色仪分光,然后经探测器接受放大,得到发光强度按光子能量分布的曲线,即光荧光谱。光谱的谱型和强度受到激发光的光子流密度和材料本身的微观缺陷、杂质、非辐射中心等因素的影响。PL Mapping 能准确显示出样品的不同能量(波长)的带边发光峰峰值和杂质发光峰峰值位置的发光强度沿样品表面的分布。

### 2 实验

本文所用测试样品为非掺半绝缘 LEC - GaAs 抛光片,样品依次在乙醇、丙酮、去离子水中超声清洗,然后在 5H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 1H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 1H<sub>2</sub>O 溶液中刻蚀去除氧化层,用去离子水冲洗后,立即放入 Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O 的乙醇饱和溶液中,在室温下浸泡形成硫钝化层,然后用去离子水冲洗,用氮气吹干,立即进行测量。

本实验采用 RPM2050 型快速扫描光荧光谱仪(PL Mapper)进行测量,该仪器带有 4 个激光器(波长分别 325nm, 532nm, 635nm 和 785nm)和 3 个光栅(其凹槽数分别为 150g/mm, 300g/mm 和 600g/mm),波长范围包括紫外光、可见光和红外光 3 个波段,可应用于多种 II - VI 和 III - V 化合物半导体材料表征。

光谱 PL Mapping 可给出峰位、峰强、半高宽和信号强度四个参数及其相对标准偏差;样品表面 Mapping 定性样品表面的粗糙度。仪器的扫描速度、狭缝宽度对光强有一定的影响,因此,实验中应保持相对固定的测量条件。

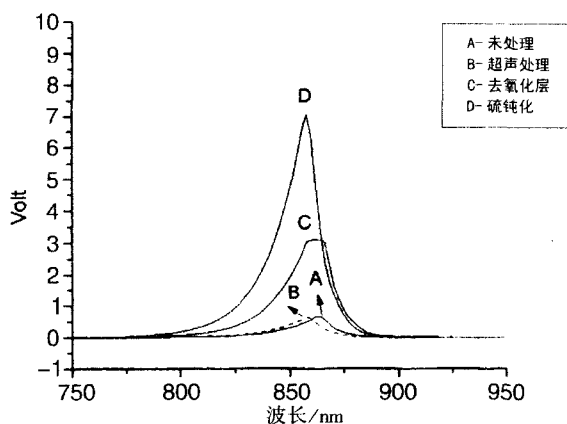


图1 样品表面经不同处理后的带边峰

表 1 样品的 PL Mapping 和表面 Mapping 测量数据

	PL				表面	
	峰位(nm)/相对标准偏差 %	峰强(V)/相对标准偏差 %	半高宽(nm)/相对标准偏差 %	信号强度(a.u)/相对标准偏差 %	平均值 /mV	相对标准偏差 %
未处理	866.9/2.29	0.050/27.8	16.76/15.3	0.420/40.9	6094	20.7
超声处理	861.3/2.50	0.069/32.3	17.74/15.8	0.705/37.9	6075	20.3
去氧化层	860.8/2.28	0.046/26.3	16.96/16.1	0.416/33.9	6098	20.4
硫钝化处理	861.1/2.44	0.244/27.8	18.12/13.9	2.826/29.2	6109	19.8
放置数小时后	866.8/2.19	0.233/26.7	18.10/14.9	2.682/28.2	6111	20.3

3 结果与讨论

光谱分析在室温下进行,激光器波长为 532nm,光栅 150g/mm,滤光片 570nm。SI - GaAs 的带边峰约为 870nm,图 1 为样品表面经不同处理后的带边峰强度,如图 1 所示样品经硫钝化处理后发光效率比未处理前提高近 11 倍。

本实验还进行分辨率为 0.5mm 的 PL Mapping 光谱测量和样品表面的 Mapping 测量,结果(见表 1),样品经硫钝化处理后 PL Mapping 的峰强和信号强度分别增加近 5 倍和近 7 倍;从表 1 中测量数据可看出经硫钝化处理后的样品表面 Mapping 相对标准偏差变化不大,说明样品经硫钝化处理后表面不会受影响。

本实验所用的 GaAs 样品被放置一段时间,经 X 射线光电子能谱仪(XPS)分析表明,用 Na<sub>2</sub>S 溶液处理后 GaAs 表面的自然氧化层会被去除,同时在表面会形成一层由 GaS<sub>x</sub> 和 AsS<sub>x</sub> 组成的硫化物薄膜,从测量的光谱数据可以看出,样品表面经硫钝化处理

后,发光效率有所提高,说明硫钝化层大大降低样品表面的复合速度,改善发光效率。

4 结论

经过处理的样品表面有较高的化学稳定性,是提高抛光片质量和器件成品率的主要途径之一。GaAs 表面经硫钝化处理后,表面的复合速度急剧下降,提高发光效率。但钝化后形成的硫钝化层较薄, GaAs 表面的长期稳定性变差,放置数小时后即被氧化,而且钝化机理还有待进一步研究,如何有效地提高材料本身的发光效率也要继续深入研究探讨。

参考文献

- 1 C. J. Standroff, R. N. Notterburg, J. C. Bischof et al., Dramatic enhancement in the gain of a GaAs/AlGaAs heterostructure bipolar transistor by surface chemical passivation, Appl. Phys. Lett., 1987, 51(1):33
- 2 任殿胜,李雨辰,严如岳等.用 XPS 研究 Na<sub>2</sub>S 钝化的 GaAs (100)表面,现代仪器,2001,3:28 ~ 30

Study of photoluminescence character on GaAs surface passivated by Na<sub>2</sub>S

Li Jing Ren Diansheng Li Guangping Yan Ruyue Ru Qiongna Dong Yanhui  
(Tianjin Electronic Materials Research Institute, Box55 Tianjin 300192)

**Abstract** Rapid Photoluminescence Mapper Was used to investigate luminescence efficiency of the GaAs surface, Which was passivated using Na<sub>2</sub>S. 9H<sub>2</sub>O alcohol solutions. It Was found that the surface recombination rate of GaAs was reduced and the luminescence efficiency was improved by sulphide passivation.

**Key words** Photoluminescence GaAs PAssivation Luminescence efficiency

(下接第 39 页)

- 5 Sweeney, J.; Reighard, J.; Rhude, J.; Venkatesh, K.; Knipmeyer, B.; Towe, B. Computer controlled circuitry for rapid switching between implanted electrodes during a biphasic defibrillation shock; Engineering in Medicine and Biology, 1999. 21st annual conf. and the 1999 Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Soc. BMES/EMBS Conference, 1999. proceedings of the First Joint, Volume: 1, 13 - 16 Oct. 1999 Page(s)290 vol. 1
- 6 张药西.电磁干扰对策元件简介,电子世界,2001,(6): 42 ~ 43
- 7 MURATA 产品手册(EMIFIL 部分)

Portable defibrillator and defibrillator - monitor analyzer

Hao Kuihong Wang Huaxiang Ren Siming  
(School of Electrical and Automation Engineering Tianjin University Tianjin 300072)

**Abstract** The defibrillator is an important device for the cardiac resuscitation work, which must be tested in regular intervals in order to ensure the proper performance. Authors designed an intelligent defibrillator analyzer, which can not only measure the amount of energy delivered during once discharging, but also output various ECG waveforms.

**Key words** Defibrillator Analyzer ECG Anti - interference