

# 用紫外光表面处理方法清除 砷化镓表面的碳氢化合物\*

谈凯声 李建平  
(中国科学院电子学研究所)

**1. 引言** 获得一个洁净的表面对于 III-V 族化合物光电阴极、薄膜科学、热压粘结、半导体外延技术以及其它现代表面工艺是至关重要的。物体表面吸附的污染物是各种各样的。最常见的是氧化物、碳氢化合物和各种气体。为了清除这些吸附物,人们曾采取多种措施,如用各种化学溶剂清洗<sup>[1,2]</sup>、真空加热清洁<sup>[2]</sup>、电子轰击、等离子体轰击以及氩离子溅射<sup>[3]</sup>等等。这些清洁方法都各起其特有的作用。如化学溶剂和真空加热清洁方法,能有效地清除吸附的有机物和无机物,但不能彻底地清除吸附的碳。离子轰击的方法虽能有效地清除吸附的碳;但这种方法会损伤受处理表面的晶体结构<sup>[3]</sup>,即使处理后进行真空退火处理,受损表面结构也不可能完全恢复原状;而对某些半导体材料来说,高温退火还会导致材料内部杂质向表面扩散<sup>[3]</sup>;所以这些方法都不是去除吸附碳的好方法。

下面我们将介绍的紫外光表面处理方法则是清除表面上吸附的碳氢化合物的简便而有效的方法。

**2. 工作机理** 紫外光清洁物体表面的过程实质上是一种光敏氧化过程。如图 1 所示,吸附在物体表面上的污染物的分子受到能量为  $h\nu_1$  的紫外光激发(或称感光)而分解。与此同时,在能量为  $h\nu_2$  的紫外光辐照下,氧分子被分解并产生原子氧和臭氧。而臭氧受到紫外光激发又分解出原子氧。受激发的污染物的分子以及污染物分子分解而产生的游离态原子,在原子氧的作用下,生成可挥发的分子,如  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  等而脱离表面,从而达到清洁表面的目的<sup>[4-6]</sup>。

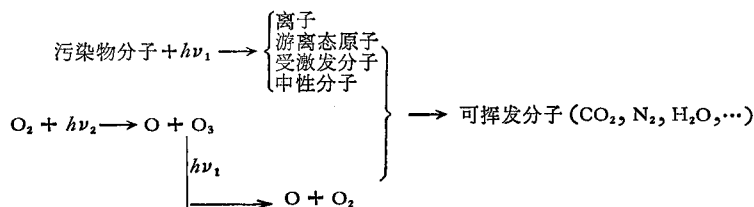


图 1 紫外光清洁过程示意图

把一个氧分子分解成两个基态氧原子所需的最低能量相当于波长为  $2454 \text{ \AA}$  的光子所具有的能量<sup>[7]</sup>,但在此波长附近,氧分子的吸收很弱,因而分解作用也很微弱。随着波长的缩短,氧分子的吸收将迅速增强,分解作用也随之迅速增强,从而产生较多的原子氧和

\* 1985年2月7日收到,1985年8月29日修改定稿。

臭氧。适合于产生臭氧的波长约为  $1849 \text{ \AA}$  ( $h\nu_2$ )。

大多数碳氢化合物在  $2000-3000 \text{ \AA}$  间有强的吸收带。因此要使碳氢化合物有效地激发、分解,选用低压汞灯发出的波长  $2537 \text{ \AA}$  的紫外光是合适的。此外低压汞灯的管壳材料为熔融石英,能允许部分波长为  $1849 \text{ \AA}$  的谱线通过,所以又能提供使氧分子成为原子氧和臭氧所需要的紫外光。更巧的是臭氧对波长  $2537 \text{ \AA}$  的光吸收很强,所以有较多的臭氧分解出原子氧。由此可见,低压汞灯能够提供为光敏氧化过程所必需的波长的光,即激发分解污染物分子并将臭氧分解成原子氧的  $2537 \text{ \AA}$  的光和产生臭氧和原子氧的  $1849 \text{ \AA}$  的光。所以它是用于紫外光表面处理的比较好的紫外光源。

**3. 实验装置和实验结果** 紫外光表面处理可在大气中进行也可在真空系统中进行。本文仅介绍在大气中进行的实验及其结果。

图 2 为实验装置。低压汞灯的功率为  $7\text{W}$ ,它是冷光源,即使长时间工作,灯管温度仍接近室温,因此无需考虑灯管的热辐射对样品的影响。为了使样品获得足够的紫外辐射,我们把样品放在距汞灯  $5\text{mm}$  处。此时样品表面接受到的波长为  $2537 \text{ \AA}$  的辐射能量密度约为  $0.3\text{mW}/\text{mm}^2$ 。处理时间从  $15$  到  $30\text{min}$  都能获得令人满意的结果。

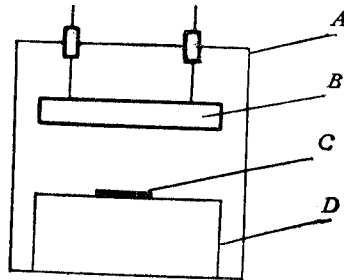


图 2 实验装置

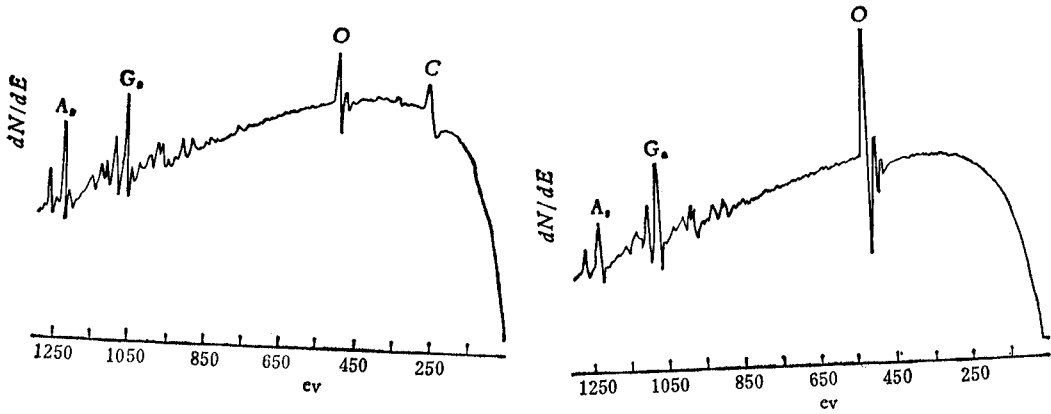
A: 密闭盒 B: 低压汞灯 C: 受处理样品 D: 样品台

为了进行对比,每次试验我们都用同种材料制成两块样品,并预先同时进行常规化学预清洗,然后,其中一块样品不用紫外光处理表面,立即送入俄歇能谱仪中进行表面分析;而另一块样品则在用紫外光处理后,再送入俄歇能谱仪中分析。

图 3(a) 是只经过常规化学预清洗的 GaAs 样品的俄歇能谱图,其碳峰 ( $\sim 270\text{eV}$ ) 非常明显,可见样品表面含碳量是相当多的。图 3(b) 是经过紫外光处理过的样品的俄歇能谱图,图中基本上看不见碳峰,但是,氧峰增高了。如果处理时间选择得合适,氧峰可压缩到最小。

波长为  $1849 \text{ \AA}$  和  $2537 \text{ \AA}$  的紫外光对人体皮肤和眼睛均有灼伤作用,工作时必须注意。臭氧是一种有毒气体,操作时,装置应放在通风良好的地方。

**4. 结论** 紫外光处理表面的方法是一种清除吸附在物体表面上的碳氢化合物的简便而有效的方法。它能在室温下、大气中进行操作,使用费用低廉。这种装置也能作为一种贮存装置,保持被贮存物体表面的洁净度。对于一些易氧化材料,则需考虑氧化后果,以决定用不用这一方法。



(a) 表面未经紫外光处理的 GaAs 样品的俄歇谱图

(b) 表面经紫光处理后的 GaAs 样品的俄歇谱图

图 3 GaAs 样品在用低压汞灯紫外光源处理前后的对比试验

作者谨对朱英华、石道钧和谢侃等同志的大力支持和协助表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] I. Shiota, et al., *J. Electrochem. Soc.: Solid-State Science and Technology*, **124** (1977), 155.
- [2] Y. Z. Lui, J. L. Moli and W. E. Spicer, *Appl. Phys. Lett.*, **14**(1969), 275.
- [3] S. Garbe and G. Frank, *Solid-State Commun.*, **7**(1969), 615.
- [4] H. W. Prengle, et al., *Hydrocarbon Processing*, pp. 82—86, Oct. 1975.
- [5] J. G. Clavert and J. N. Pitts, Jr., *Photochemistry*, pp. 205—209, 681—705. John Wiley and Sons, New York, 1965.
- [6] J. R. McNesby and H. Okabe, *Advances in Photochemistry*, Vol. 3, 1964, pp. 166—174.
- [7] J. R. Vig, *UV/Ozon Cleaning of Surfaces: A Review*, Private communication.

## UV SURFACE CLEANING METHOD FOR REMOVING HYDROCARBONS FROM GaAs SURFACE

Tan Kaisheng, Li Jianping

(*Institute of Electronics, Academia Sinica*)

A simple but high-efficient UV surface cleaning method for removing absorbed hydrocarbons from GaAs surface is described. The analytic results of Auger spectra show that the method is very effective.