

GaAs, GaP, InP, GaInAs, GaInPAs 晶体表面碳污染的去除* **

陶兆民 夏长虹 潘晓丹 潘 峡

(中国科学院电子学研究所, 北京)

摘要 本文以 UV/O₃ 法去除 GaAs, GaP, InP, GaInAs, GaInPAs 晶体表面碳的污染, 实验给出不同的结果并给予解释。

关键词 光电发射材料; UV/O₃ 法; AES 表面分析

1. 引言

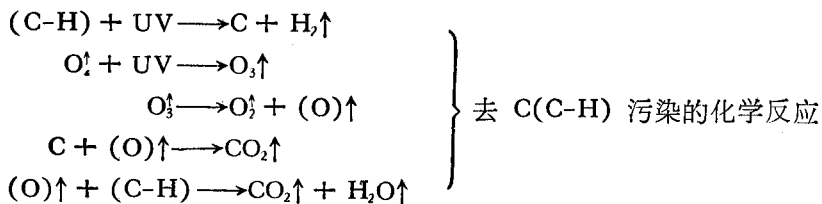
GaAs, GaP, InP, GaInAs, GaInPAs 晶体在光电发射领域内可作为光电发射层的衬底(如 GaAs, GaP, InP) 或光电发射层的表面(如 GaAs, GaInAs, GaInPAs)。碳(C)对光电发射是有害的^[1]。因此, 不论是光电发射层的衬底还是光电发射层的表面都应尽量设法去除 C 的污染。

C 对上述晶体表面的污染既普遍又很严重。例如空气中的游离 C, 所有的 C-H (碳氢化合物), CO₂, CO 都可以在上述晶体表面形成 C 的污染。

本文以 UV/O₃ 法^[2]代替通常的 Ar⁺ 溅散法或化学腐蚀法去除上述晶体表面上 C 的污染, 其优点是不损伤晶体表面的晶格, 且操作简便。

2. 原理

空气中的 O₂ 经紫外线 (UV) 激发产生 O₃; 同时紫外线也可使部份的碳氢化合物分解。O₃ 不稳定, 易分解为 O₂ 与 (O)。而 (O) 的氧化能力强, 受 C(C-H) 污染的 GaAs, GaP, InP, GaInAs, GaInPAs 晶体表面暴露在 UV/O₃ 环境中, (O) 可与 C(C-H) 生成 CO₂(CO₂, H₂O) 逸出表面。它们的反应如下列各式表示:



上述晶体表面暴露在 UV/O₃ 环境中同时受到不同程度的氧化, 形成 Ga, In, P, As

* 1987年9月2日收到, 1988年3月26日修改定稿。

** 中国科学院自然科学基金资助项目。

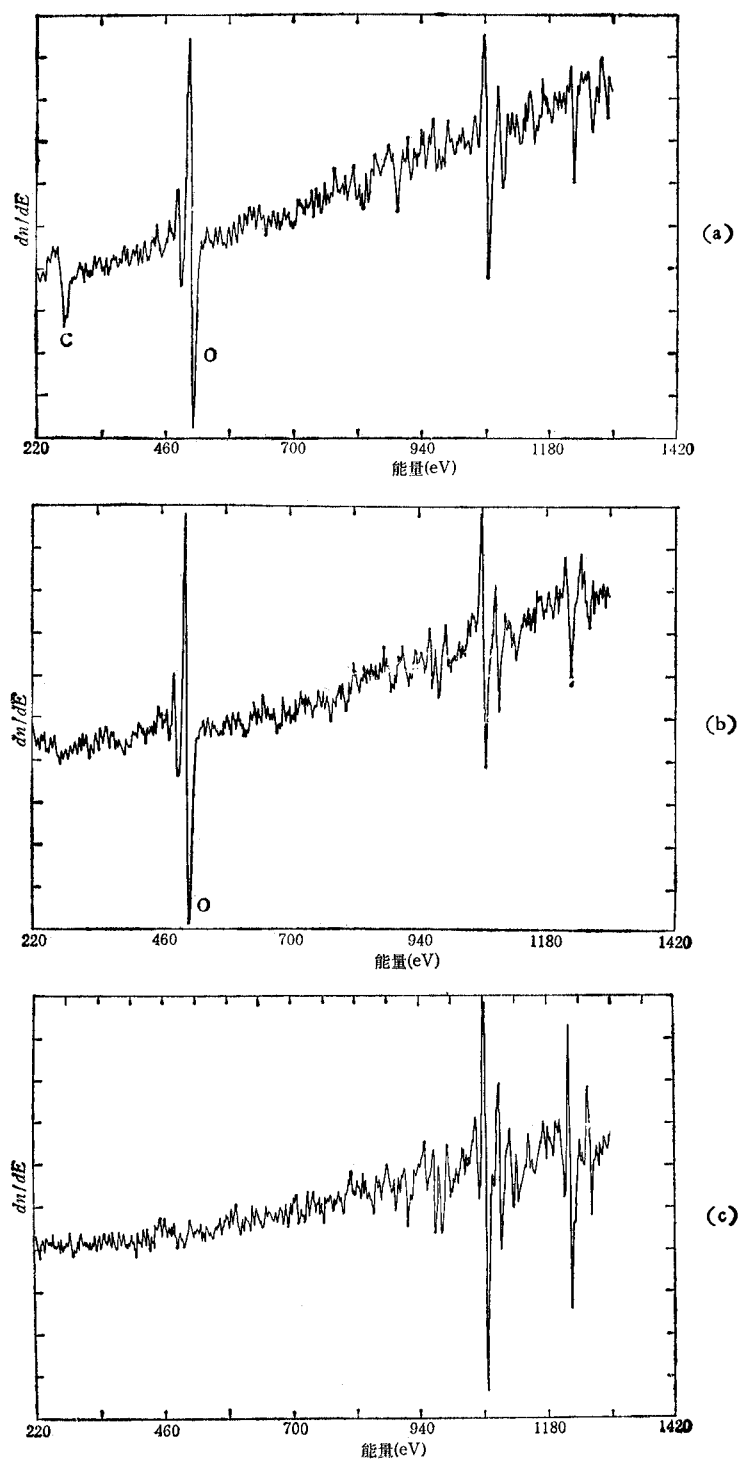


图1 GaAs 经 UV/O_3 处理前后及加热处理后的 AES 谱
 (a) 未经 UV/O_3 处理的 GaAs, (b) 经 UV/O_3 处理的 GaAs,
 (c) 经 UV/O_3 处理后,又加热 600°C 的 GaAs

的氧化物。在真空中加热时,晶体表面吸附的氧易退附;但氧化物是否能分解则决定于材料氧化物的分解温度。

3. 实验方法

GaAs, GaP, InP 均为体单晶; GaInAs, GaInPAs 是在 InP 衬底上以液相外延法分别生长的外延层。每种晶体表面分别在丙酮,乙醇,乙醚中以超声清洗约 20min, 然后暴露在 UV/O₃ 环境中 20~30min 再送入 AES 系统中检测每种晶体表面的 C 峰。

4. 实验结果

表 1

晶体种类	GaAs	GaP	GaInAs	InP	GaInPAs
A. C. %	“无 C”	~3%	~3%	~8%	~8%

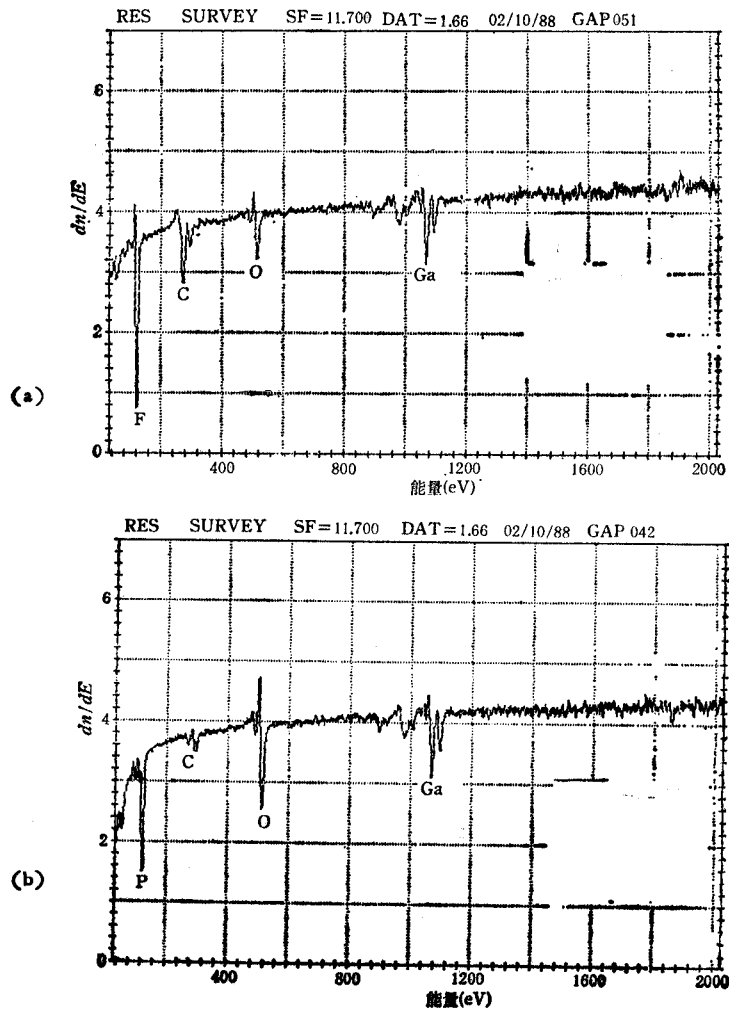


图2 GaP 经 UV/O₃ 处理前后的 AES 谱
(a) 处理前 (b) 处理后

表 1 给出五种晶体表面经 UV/O₃ 处理后, 用 AES 检测去 C 的效果, 以表面原子浓度 % (A.C. %) 表示.

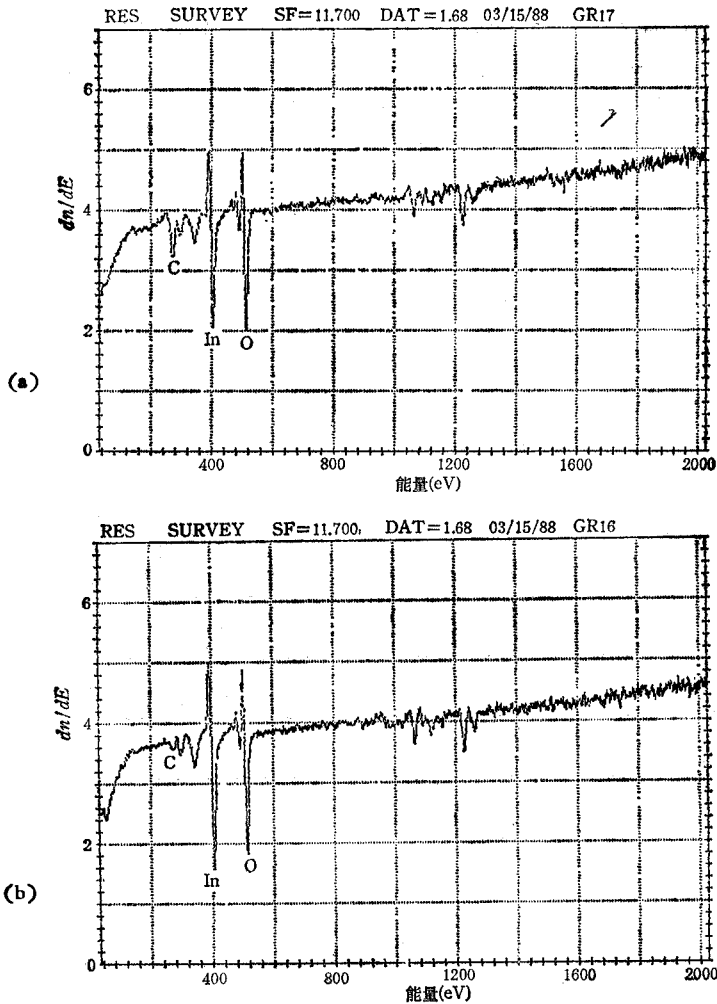


图 3 GaInAs 经 UV/O₃ 处理前后的 AES 谱
(a) 处理前 (b) 处理后

图 1—5 为上述五种晶体表面经不同处理后的 AES 元素谱.

5. 讨论

从表 1 去 C 的效果可分为三种情况: (a) 不含 P 或 In 的 GaAs 表面为“无 C”; (b) 单独含 P 或 In 的 GaP, GaInAs 表面 C 的单层覆盖度为 ~3%; (c) 既含 P 又含 In 的 InP, GaInPAs 表面 C 的单层覆盖度为 ~8%.

这个结果可从元素周期表得到定性的解释. 从元素周期表可知, In 的正电性比 Ga 的正电性略强; C 对 Ga 与 In 而言略呈负电性. 因此, C 对 Ga 的键结合力略小于 C 对 In 的键结合力. 类似的情况是: P 的负电性比 As 的负电性略强; C 对 P 与 As 而言略呈正电性. 因此, C 对 As 的键结合力略小于 C 对 P 的键结合力. 所以把实验的结果大致分

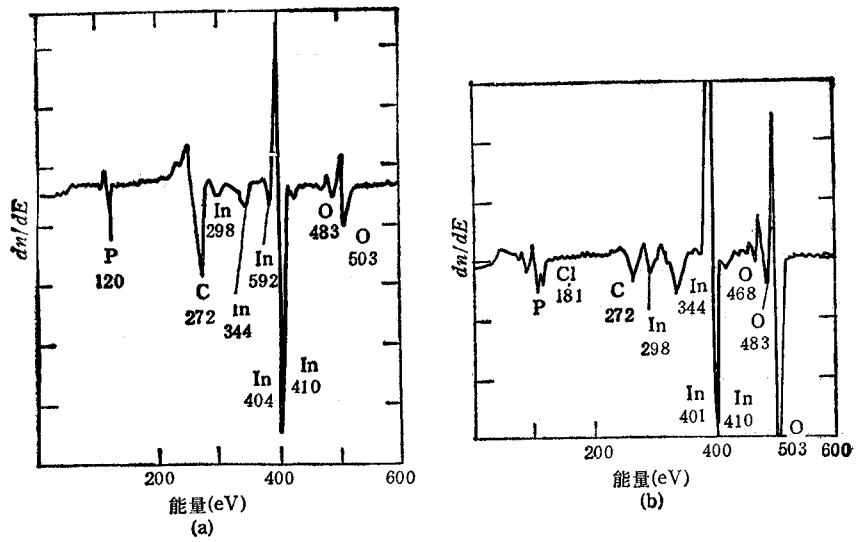


图4 InP 经 UV/O₃ 处理前后的 AES 谱
(a) 处理前 (b) 处理后

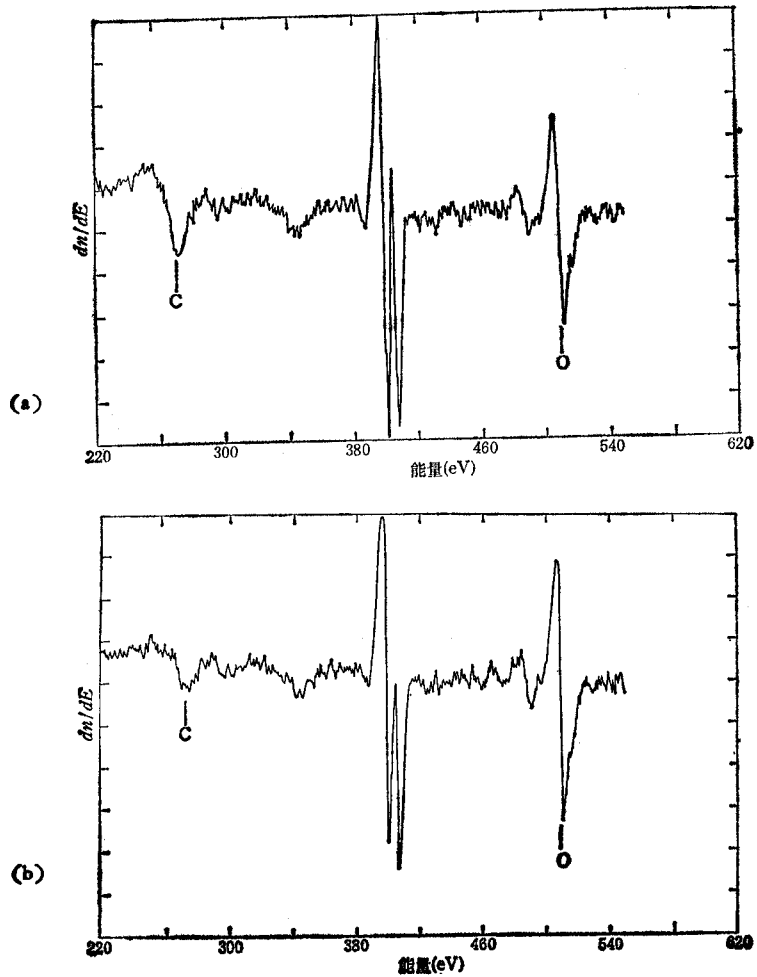


图5 GaInAsP 经 UV/O₃ 处理前后的 AES 谱
(a) 处理前 (b) 处理后

为上述(a),(b),(c)三种情况。

6. 结论

GaAs 表面经 UV/O₃ 处理后送入 AES 系统中, 先对 GaAs 加热约至 600°C, 再用 AES 检测, GaAs 表面已无 C 峰与 O 峰出现。得到了所谓原子清洁度的 GaAs 表面。

GaP, InP, GaInAs, GaInPAs 晶体表面以 UV/O₃ 处理后, 表面形成的 P 与 In 的氧化物不能以简单的加热使之分解。在此作者提出以 Cs 还原 P 与 In 的氧化物。

AES 分析分别由天津三院李望和展振宗, 西安交通大学龚彬以及科学院表面物理实验室崔玉德等同志进行, 作者对他们的协助表示感谢。

参 考 文 献

- [1] J. J. Uebbing, *J. Appl. Phys.*, 2(1970), 41.
- [2] 谈凯声等, 电子科学学刊, 8(1986), 155—157.

REMOVING OF THE CARBON CONTAMINATION FROM GaAs, GaP, InP, GaInAs AND GaInPAs SURFACES

Tao Zhaomin Xia Changhong Pan Xiaodan Pan Xia

(*Institute of Electronics, Academia Sinica, Beijing*)

Abstract The different results of removing the carbon contamination with UV/O₃ from the GaAs, GaP, InP, GaInAs and GaInPAs surfaces are given.

Key words Photoemission material; UV/O₃; AES surface analysis