

# 激活台内透射式 GaAs 光电阴极的光谱响应特性研究\*

杜玉杰<sup>1,2</sup> 杜晓晴<sup>1,3</sup> 常本康<sup>1</sup> 钱芸生<sup>1</sup>

(1 南京理工大学电子工程与光电技术学院, 南京 210094)

(2 滨州学院物理与电子科学系, 山东滨州 256603)

(3 重庆大学光电工程学院, 重庆 400044)

**摘 要** 利用在线光谱响应技术,对透射式 GaAs 光电阴极在高温激活和低温激活后的光谱响应特性进行了测试,计算并比较了高温激活和低温激活后阴极的积分灵敏度和光谱响应特性参数. 结果发现,与高温激活相比,低温激活后 GaAs 光电阴极的积分灵敏度提高了 13%,低温激活后阴极的截止波长和峰值波长均向长波有微小偏移. 将已获得的测试曲线与钢封后的三代像增强器的光谱响应曲线进行了比较,结果发现钢封前后的光谱响应曲线存在明显差异.

**关键词** GaAs; 光电阴极; 光谱响应; 在线测试; 激活

**中图分类号** TN214 **文献标识码** A

## 0 引言

透射式 GaAs 负电子亲和势 (NEA) 光电阴极是三代微光管的核心器件,决定了三代微光管的总体性能. 对于已钢封好的三代像增强器,其光电发射性能已经可以通过多种测试手段来进行表征和评估<sup>[1~4]</sup>,但对于激活过程中处于超高真空系统激活台内的 GaAs 光电阴极,却缺乏有效的测试手段,通常只能获得白光照射下光电流随激活时间的变化曲线. 由于缺乏光电阴极全面和准确的光电发射性能,这在很大程度上限制了阴极激活工艺水平的进一步提高.

本文利用自行研制的光谱响应测试仪,对激活

过程中的透射式 NEA 光电阴极进行了测试,获得了激活过程中的在线光谱响应曲线,从而为 NEA 光电阴极的性能评估、激活工艺及其机理的研究提供了重要参考.

## 1 在线光谱响应测试

图 1 给出了光谱响应测试仪原理图. 测试时,光源发出的光经单色仪分成单色光,然后通过光纤把单色光引向被测阴极,阴极接受光照后产生光电信号,经微弱信号检测电路检测、放大后,由 A/D 卡实现模/数转换,最后输入计算机,计算机将输入的信号和对应的单色光辐射功率进行软件处理,就得到阴极的光谱响应曲线<sup>[5,6]</sup>.

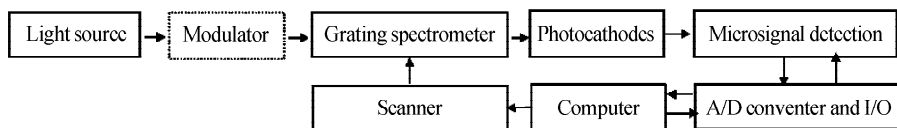


图 1 光谱响应测试仪原理方框图  
Fig. 1 Principle pane diagram of spectral response measurement instrument

利用光谱响应测试仪对激活过程中的透射式 NEA 光电阴极进行在线测试,需要设计超高真空激活室与测试仪之间的接口装置. 图 2 给出了光谱响应在线测试的接口示意图.

在线测试时,光谱响应测试仪的光栅单色仪与光纤相接,通过该光纤再与激活室的白光传光光路对接. 从图 2 看到,由光栅单色仪发出的单色光通过光纤后,首先经过接口处的法兰窗,然后入射到激活室内,经过激活室内铜反射镜反射后到达阴极入

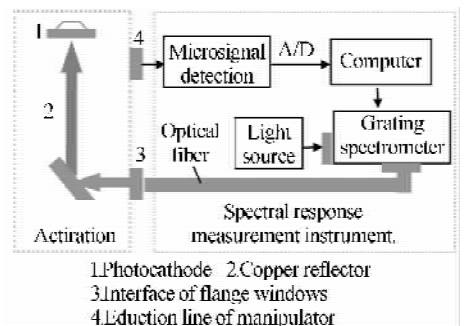


图 2 光谱响应在线测试的接口  
Fig. 2 Sketch map of interface of on-line spectral response measurement

\* 国防科技“十五”重点预研项目 (NO. 404050501D)  
Tel: 0543-3190127 Email: duyujie442@163.com  
收稿日期: 2004-09-27

射面. 阴极在光照下产生光电信号,通过机械手引

出线引出激活室外,并与光谱响应测试仪的信号处理模块相连,从而实现光电信号的采集、处理和显示.从图 2 看到,在线测试条件下由于存在光纤传输和多次反射,因此入射到阴极面的光功率很小,阴极所产生的光电信号也相应较弱,这对光谱响应测试仪的测试准确度提出了很高的要求.该测试仪的最高测试准确度达到了  $10^{-8}$  A $\sim$  $10^{-9}$  A,经过多次在线测试证明,完全能够检测出 NEA 激活过程中产生的微弱光电信号.

## 2 测试结果及分析

利用在线光谱响应测试技术,获得了透射式 GaAs 光电阴极在高温激活和低温激活结束后的光谱响应曲线,如图 3. 根据获得的曲线,计算了积分灵敏度及相关的光谱响应特性参数,如表 1. 可以看到,高温激活和低温激活后阴极的截止波长都在 900 nm 以上,这说明形成了负电子亲和势.与高温激活相比,低温激活后的积分灵敏度提高了 13%,还没有达到标准高低温激活后灵敏度能提高“30~40%”的标准,这说明本文中的激活工艺还有待优化.同时与高温激活相比,低温激活结束后阴极的截止波长和最大光谱响应的峰值位置均向长波进行了微小移动.需要注意的是,在线光谱响应曲线的长波响应明显高于短波响应,比较了钢封成三代像增强器的光谱响应曲线,如图 4. 看到三代像增强器的光

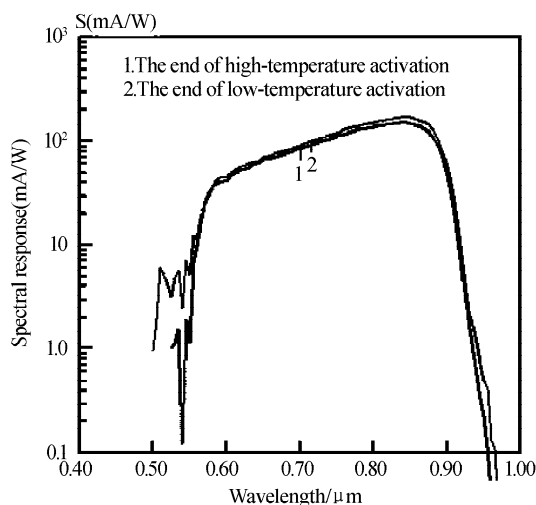


图 3 激活台内透射式 GaAs 光电阴极的光谱响应曲线  
Fig. 3 Spectral response curves of transmission-mode GaAs photocathode in activation

表 1 在线光谱响应曲线的性能参数

曲线	光谱响应特性				积分灵敏度 ( $\mu$ A/lm)
	起始波长 /nm	截止波长 /nm	峰值响应 (mA/W)	峰值位置 /nm	
1	530	950	152	840	1005
2	530	955	171	845	1121

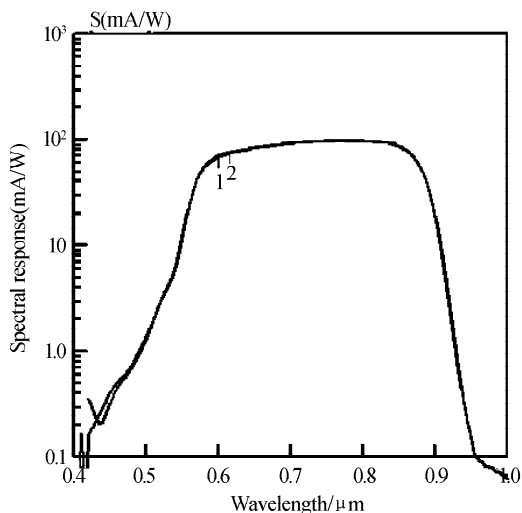


图 4 三代像增强器的光谱响应曲线

Fig. 4 Spectral response curves of the third generation imaging intensifier

谱响应曲线很平坦,在 600~850 nm 波段的光谱响应几乎相同.造成钢封前后光谱响应曲线形状差异的原因有待于进一步的研究.

## 3 结论

本文利用在线光谱响应测试技术,获得了激活台内透射式 GaAs 光电阴极的光谱响应曲线,并计算了阴极灵敏度等多个光电发射特征参量,从而为阴极材料和激活工艺的研究提供了重要的数据.本文还发现了在线光谱响应曲线与钢封成三代像增强器的光谱响应曲线在曲线形状上存在明显差异,造成此差异的原因是一个值得研究的课题.

### 参考文献

- 常本康,房红兵,刘元震.光电材料动态自动光谱测试仪的研究与应用.真空科学与技术,1996,16(5):364~366  
Chang B K, Fang H B, Liu Y Z. *Vacuum Science and Technology*, 1996, 16(5): 364~366
- 钱芸生,宗志园,常本康. GaAs 光电阴极原位光谱响应测试技术研究.真空科学与技术,2000,20(5):305~307  
Qian Y S, Zong Z Y, Chang B K. *Vacuum Science and Technology*, 2000, 20(5): 305~307
- 钱芸生,宗志园,常本康.负电子亲和势光电阴极评估技术研究.真空科学与技术,2001,21(6):445~447  
Qian Y S, Zong Z Y, Chang B K. *Vacuum Science and Technology*, 2001, 21(6): 445~447
- 刘磊,常本康. Super S<sub>25</sub> 与 New S<sub>25</sub> 光电阴极的光谱响应特性的数值模拟.光子学报,2004,33(5):613~615  
Liu L, Chang B K. *Acta Photonica Sinica*, 2004, 33(5): 613~615
- 杜晓晴,宗志园,常本康. GaAs 光电阴极稳定性的光谱响应测试与分析.光子学报,2004,33(8):939~941  
Du X Q, Zong Z Y, Chang B K. *Acta Photonica Sinica*,

2004, **33**(8): 939~941

Du X Q, Chang B K, Wang G H, *et al.* *Acta Photonica*

6 杜晓晴, 常本康, 汪贵华, 等. NEA 光电阴极的 (Cs, O) 激

*Sinica*, 2003, **32**(7): 826~829

活工艺研究. *光子学报*, 2003, **32**(7): 826~829

## Spectral Response Performance of Transmission-mode GaAs Photocathode in Activation

Du Yujie<sup>1,2</sup>, Du Xiaoqing<sup>1,3</sup>, Chang Benkang<sup>1</sup>, Qian Yunsheng<sup>1</sup>

1 *Institute of Electronic Engineering and Opto-electric Technology, NJUST, Nanjing 210094*

2 *Physics and Electronic Science Department, Institute of Binzhou, Shandong Binzhou 256603*

3 *Institute of Opto-electron Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044*

Received date: 2004-09-27

**Abstract** The spectral response performance of transmission-mode GaAs photocathode after high-temperature activation and low-temperature activation was measured by the use of on-line spectral response measurement technology, and the integral sensitivity and spectral response performance parameters of the GaAs photocathode after high-temperature activation and low-temperature activation were compared. It was found that compared to high-temperature activation, the integral sensitivity after low-temperature activation increased 13%, and both the cut-off wavelength and peak wavelength had a slight move towards long-wave. The comparison of obtained on-line measurement curves and the spectral response curve of sealed third generation imaging intensifier was further made, and it was found that there was great difference between the spectral response curves before and after sealing.

**Keywords** GaAs; Photocathode; Spectral response; On-line measurement; Activation



**Du Yujie** was born in 1973. He works in Binzhou Institute as an docent. He received his M. S. degree from Nanjing University of Science and Technology. His main research interests include physical electronics and photoelectronics.