

“闪光”对铽化铟光伏探测器性能影响

钱 忠 钰

(中国科学院北京天文台)

摘要——本文叙述了天文上广为使用的铽化铟光伏红外探测器的“闪光”现象的实验研究,它可以大大提高探测器的等效电阻(通常可高达 $2 \times 10^{11} \Omega$ 以上),并可有效地降低噪声。

1. “闪光”现象与实验装置

铽化铟光伏红外探测器的“闪光”(flashing)是美国一位天文学家偶然地发现的。它是指当铽化铟光伏探测器处于工作状态之下,用75W左右的白炽灯经过杜瓦瓶的窗口和J滤光片($\lambda_0 \sim 1.2 \mu\text{m}$)对探测器照射1~3分钟,在照射过程中,前置放大器将完全饱和,在照射之后,探测器的等效电阻将大大提高(通常将提高一个数量级)这样一种现象。这种高阻状态可以保持相当长时间,但是一旦切断前放的电源,则将在半小时之内完全消失。

“闪光”现象的物理机制至今还没有弄清楚。但大多数人认为,“闪光”过程和探测器的表面状态有关。本文通过实验寻找取得最佳“闪光”效果的条件。其实验装置如图1所示。

实验用的探测器是美国SBRC公司的产品,它是一种天文专用的低背景铽化铟光伏探测器,其主要参数如下:工作温度为77K,工作波长为 $1 \sim 5.4 \mu\text{m}$,入射光子通量密度 $\leq 1 \times 10^{10}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$,探测器光敏面直径为0.5mm,厚度为0.4mm,77K等效电阻为 $2 \sim 8 \times 10^8 \Omega$,量子效率 $\geq 50\%$ 。

探测器安装在金属杜瓦瓶中,在探测器前面的光路上,依次有白宝石场镜,冷却光栏,滤光片轮以及杜瓦瓶的真空密封窗口,窗是“闪光”的光源。“闪光”时应让J滤光片在光路中。

前放的第一级使用了低噪声结型场效应对管2N6483,并被安装在杜瓦瓶内最靠近探测器的地方。用电位器改变匹配场效应管栅极的偏置电压,就改变了加在探测器上的电压,从描出的V—I特性曲线可以算出其等效电阻。

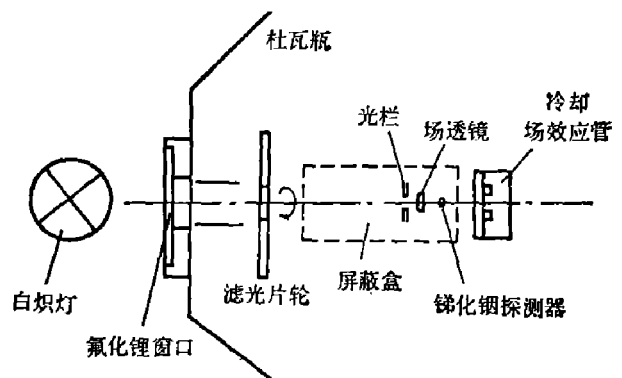


图1 实验装置

2. 实验结果和讨论

(1) 滤光片对“闪光”效果的影响。在滤光片轮上安装着与大气窗口 J、H、K、L、M 相应的滤光片, 它们的中心波长分别为 1.2、1.6、2.2、3.6 和 5.0 μm 。光源曾使用过 1400 K 左右的黑体、石英灯泡和普通的白炽灯。实验中发现, 当 $\lambda_0=1.2 \mu\text{m}$ 的 J 滤光片处在光路中时“闪光”效果最好, 使用 1.6 μm 的 H 滤光片时有极微弱的效果, 其余的滤光片几乎完全不起作用。这表明, “闪光”的效果主要由波长等于和小于 1.2 μm 的光子所致。

值得指出的是, 如果不用滤光片, 直接用白炽灯来“闪光”, 也有明显的效果。但要注意防止能量过于集中而损坏探测器。

(2) “闪光”时间长短对效果的影响。实验结果如图 2 所示。由图可见, “闪光”时间长, 效果好, 但实际上“闪光”2~3 分钟已经足够, 更长的闪光时间对电阻的影响已不明显。

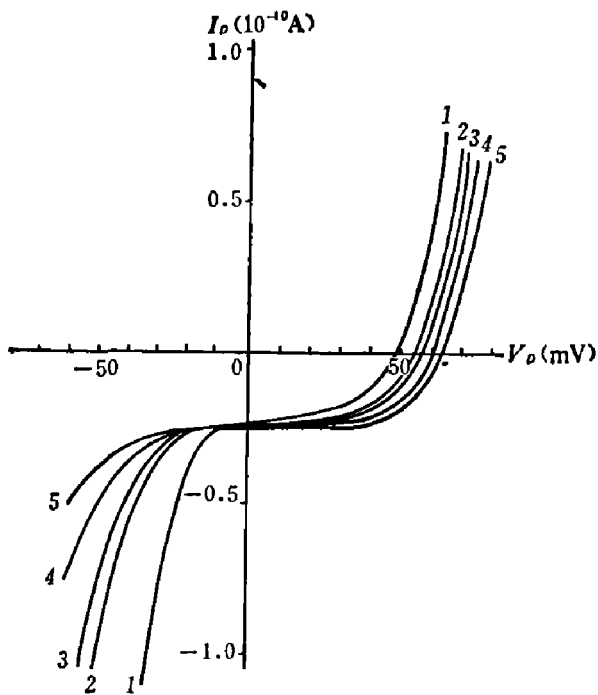


图 2

1—未闪光; 2—30 秒; 3—1 分钟;
4—2 分钟; 5—3 分钟

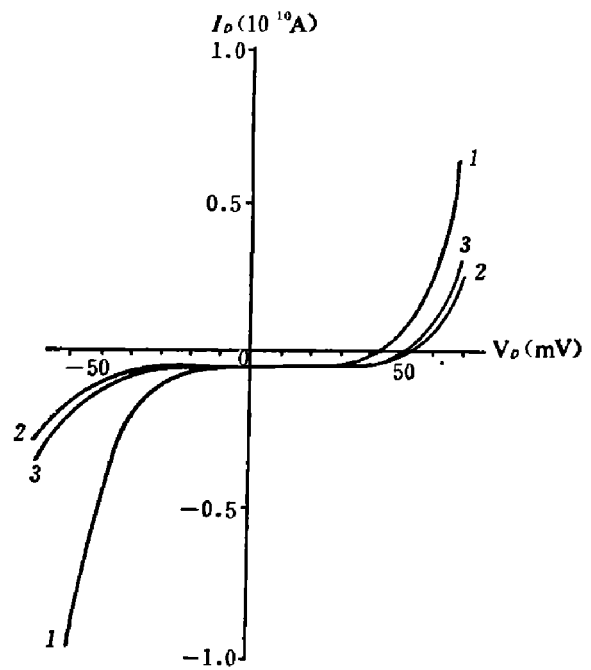


图 3

1—未闪光; 2—闪光 3 分钟; 3—工作 24 小时后

(3) “闪光”效果的持续时间。图 3 表示一个探测器在闪光前后, 以及工作 24 小时之后的 $V-I$ 特性。从图 3 可以看出, 经过 24 小时, 闪光效果仍然保持得相当好。经验表明, 闪光之后的高阻特性一般可保持 48~60 小时, 但是, 当前放断电后, 闪光获得的高阻特性就很快消失。

(4) 典型实验结果。我们对五个铽化铟探测器进行了试验, 每一个都有明显的效果。图 4 是其中一个探测器的典型实验结果。很明显, 如果把探测器的温度降低到 50 K 左右 (可把液氮减压到 1~5 Torr 来达到), 则“闪光”的效果最好, “闪光”后的探测器等效电阻常达 $2 \times 10^{11} \Omega$ 以上。

(5) 噪声测量。实验结果表明, 随着探测器等效电阻的提高, 噪声明显下降, 见图 5。但噪声的改善不象理论计算那么大, 原因是反馈电阻阻值相对不大, 当探测器等效电阻超过反馈电阻之后, 输入等效电阻基本上由反馈电阻决定 (考虑到时间常数和前置放大器饱和等因素, 反馈电阻不能选得太高, 一般为 $10^{10} \Omega$ 左右)。

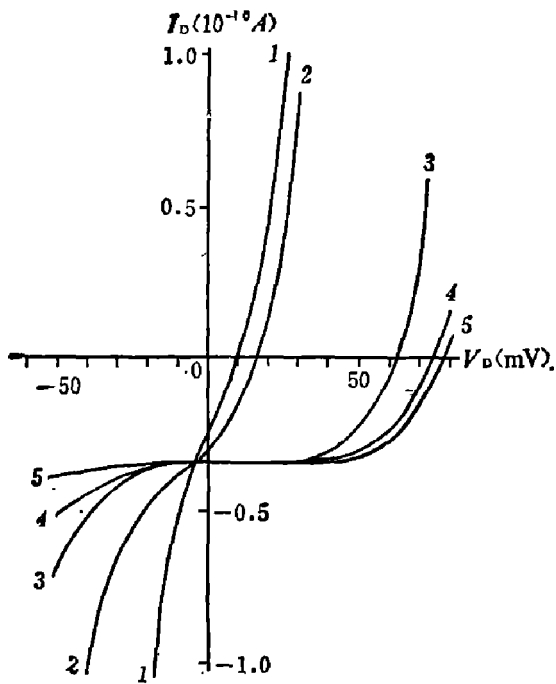


图 4

1—77K 未闪光; 2—77K 闪光 3 分钟;
 3—55K 未闪光; 4—47K 未闪光;
 5—47K 闪光 3 分钟

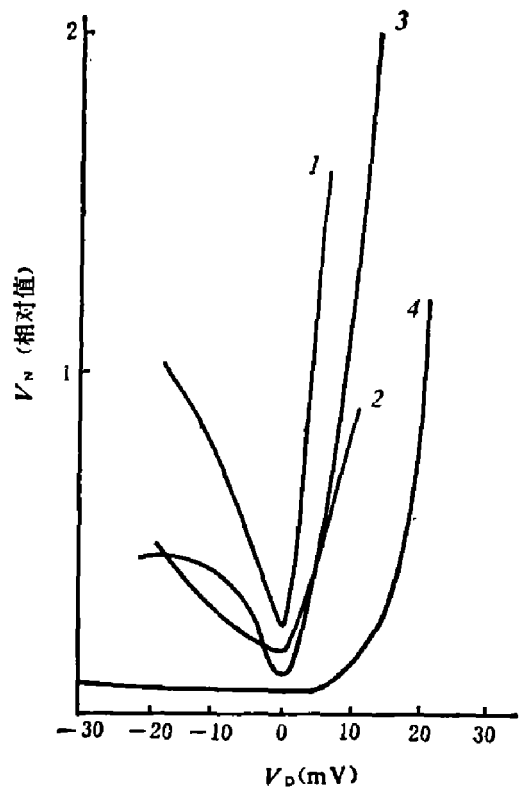


图 5

1—77K 未闪光; 2—77K 闪光 3 分钟;
 3—52K 未闪光; 4—52K 闪光 3 分钟

致谢——作者感谢西德马普天文研究所* Dr. Hefele 在本试验中所提供的帮助和进行的有益讨论。

参 考 文 献

- [1] Gillett F. C. et al., *Opt. Eng.*, **16**(1977), 6:544~550
- [2] Keyes R. J., *Optical and Infrared Detector*, Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1977.
- [3] Low F. J. & Rieke G. H., *Methods of Experimental Physics*, vol. 12, Part A, Ed.: N. Carleton, New York: Academic Press, 1974.

* Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg, West Germany.

**THE EFFECT OF FLASHING ON THE PERFORMANCE
OF THE InSb PV INFRARED DETECTOR
FOR ASTRONOMICAL USES**

QIAN ZHONGYU

(Beijing Astronomical Observatory, Academia Sinica)

ABSTRACT

The experimental studies of the so-called "Flashing" with the InSb (PV) infrared detector are presented. The experimental arrangement, the results and a brief discussion are described. The optimum conditions for flashing are looked for. It is found that the resistance of the detector can reach more than $2 \times 10^{11} \Omega$ after flashing at the temperature of 50 K.