

一种 GaAs 快速光电导开关

李锦林 梁东明 张进昌

(中国科学院半导体研究所)

1985年11月7日收到

本文报道了一种采用掺 Cr 的 GaAs 高阻材料, 交叉指状图形, Ni/Ge/Au 金属化, 浅腐蚀坑改善光电耦合效率的快速、灵敏光电导开关。在染料激光脉冲激励下, 获得短于 200ps 的瞬态响应。根据分析, 这种光电导开关的瞬态响应应远小于 200 ps, 适用于信号处理。

自从 D. H. Auston 报道光电导开关具有潜在的高速特性以来^[1], 光电导开关取得许多进展, 成为一种可供高压和低压应用的皮秒信号检测、产生和处理的器件。这种器件具有灵敏度高、噪声低、响应快、晃动小和隔离度高等优点, 引起器件和电路工作者的高度重视^[2]。我国已报道有高压纳秒的 GaAs 光电导开关^[3]。本文报道了一种快速光电导开关。并对其材料、工艺、封装和测试过程进行讨论, 以获得结构简单, 能满足皮秒响应的器件。

高速光电导开关要求高的暗电阻, 快的开关速度和好的光电灵敏度。在现阶段, 掺 Cr 的 GaAs 具有 $\sim 2 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 的电阻率和 2000—3000 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 的电子迁移率, 故选用作为衬底材料。Ni/Ge/Au 金属化工艺很成熟, 用作为微带电极。

掺 Cr 的 GaAs 经切、磨、抛光后, 由常规光刻合金工艺获得沟道、电极图形。要得到良好的光电特性, 蒸发合金工艺和合适的电极图形非常重要。蒸发合金工艺保证良好的欧姆接触电极图形提供高效率的光耦合, 为此采用交叉指状电极。同时为了良好的光电耦合, 在蒸发金属膜前, 腐蚀交叉指状区, 形成作为半透明电极的浅腐蚀坑, 以改善接触面积。衬底和电极图形示意图如图 1 所示。

光电导开关焊接在普通三极管管壳底座上, V_{in} 和 V_o 引线焊至管脚。交叉指状的两电极之间的电容是 10^{-14} F , 暗电阻是 $20 \text{ M}\Omega$ 。

测量得器件的光谱响应特性如图 2 所示, 器件的光强响应曲线如图 3 所示。说明器件对 5000—9000 Å 的光波长有良好响应, 光电导值与入射光功率成线性变化。

器件的开关瞬态测量: 由锁模氩离子激光同步泵浦的可调染料激光器的, 重复频率为 82 MHz, 波长为 5900 Å 的光束激励。 V_{in} 通过 150Ω 的电阻接 1000 mV 的直流电源, V_o 接示波器的 50Ω 输入阻抗, 如图 4 所示。

激光脉冲具有短于 20 ps 的半宽度, 取样示波器的响应时间短于 30 ps。测量结果的波形图如图 5、图 6 所示, 横坐标为 2 ns/格, 纵坐标为 50 mV/格。

激光平均功率为 11 mW 时, 推算得脉冲能量约为 124 pJ。输出电压峰值为 175 mV, 根据下列式子计算通导电阻 R ,

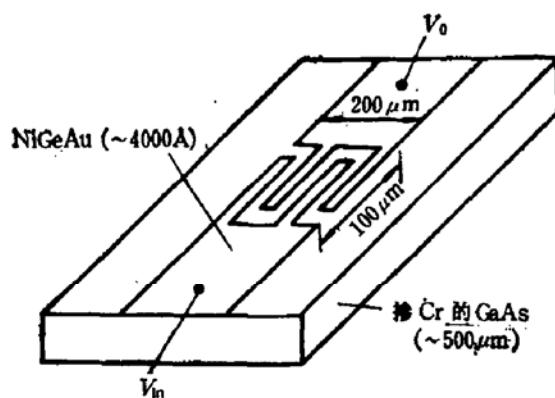


图 1 光电导开关示意图

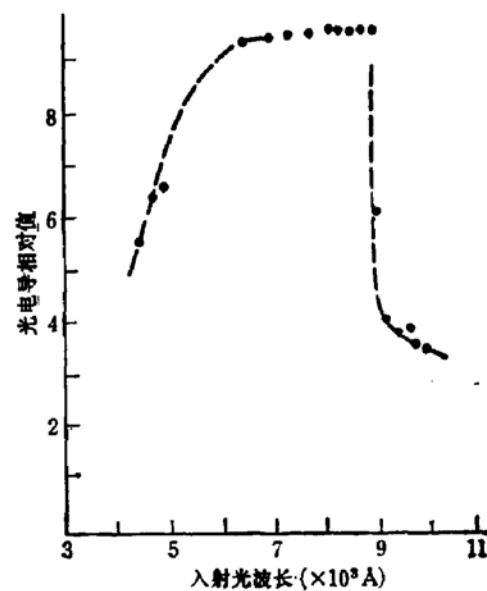


图 2 光电导的光谱响应曲线

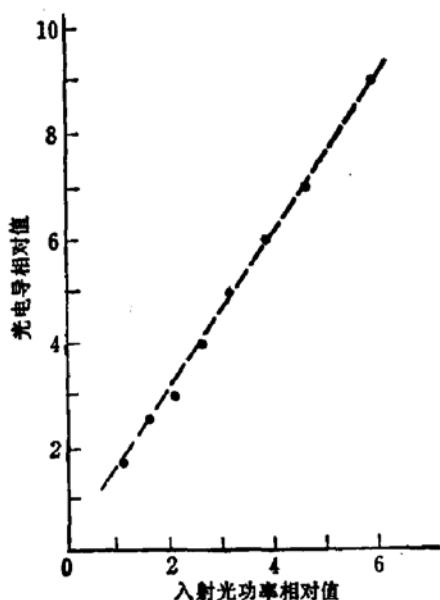


图 3 光电导的光强响应曲线

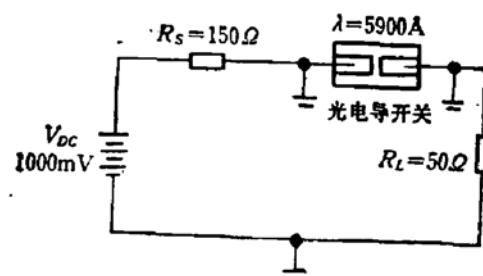


图 4 瞬态测量示意图

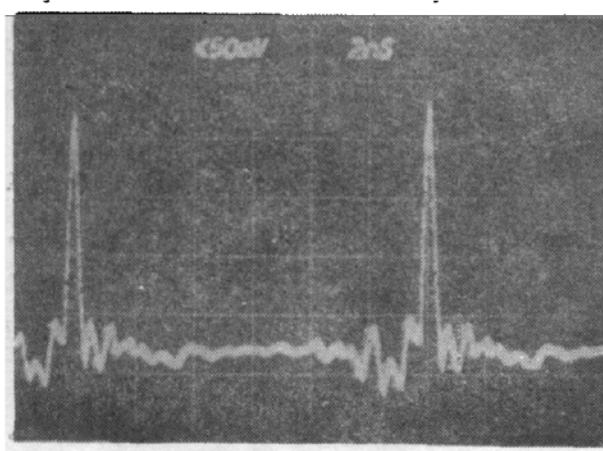


图 5 82 MHz 的输出

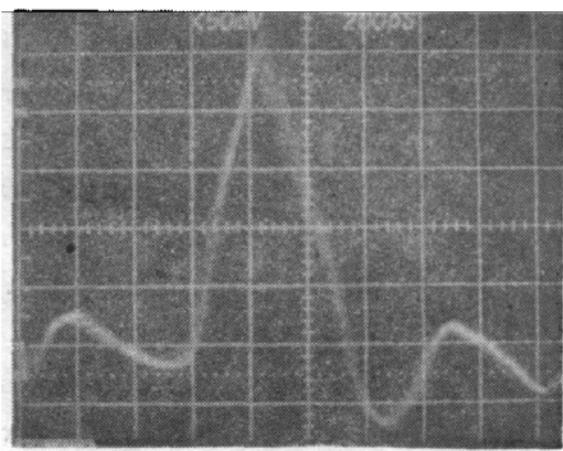


图 6 快速瞬变波形

$$V_o = V_{DC} \frac{R_L}{R_s + R + R_L}.$$

其中 V_{DC} 为直流电源电压, 1000 mV; R_s 为电源内阻, 150Ω ; R_L 为示波器输入阻抗, 50Ω 。代入已知各值, 求得 $R = 86\Omega$, 表明光电导开关有较高的光电灵敏度和较低的通导电阻。

从图 6 可见, 瞬态响应的上升和下降时间均为 200 ps。减短管脚引线至最短, 可望获得上升和下降时间均为 100 ps 的脉冲。改器件封装为同轴形式, 则有条件获得更佳的结果。

这种器件可用于光电探测, 光电脉冲信号的产生和处理等不同领域, 以适应皮秒测量日益增长的需要。

本文的工作获得中国科学院半导体所、物理所、电子所和长春物理所的有关同志的支持, 在此特向何宏家、庄蔚华、林金谷、庞胜敏、祁宜芝和时贤庆等同志致谢。同时, 感谢王启明、周旋和任裕安同志审阅了手稿, 并提出了有益的建议。

参 考 文 献

- [1] D. H. Auston, *Appl. Phys. Lett.*, 26, 101(1975).
- [2] D. H. Auston, P. R. Smith, *Laser Focus*, 18, 89(1982).
- [3] 朱鑫铭、陈兰荣, 支婷婷, 光学学报, 3, 276(1983).

GaAs High Speed Photoconductive Switch

Li Jinlin, Liang Dongming and Zhang Jinchang

(Institute of Semiconductors, Academia Sinica)

Abstract

High speed and sensitive photoconductive switch fabricated from Cr-doped semi-insulating GaAs with interdigital electrode and NiAuGe metallization is introduced. The shallow etching well improves the optical-electron efficiency. Using dye laser pulse to excite the switch, the rise time about 200 ps is obtained. The photoconductive switch would find wide application in the signal processing areas.