

微微秒 GaAs 光电闸门

朱世栋 叶子青 洪喜才 阴玉英
(中国科学院长春光学精密机械研究所)

提 要

研制出具有 $20\mu\text{m}$ 间隙的微带型 Cr:GaAs ps 光电闸门。用锁模氩离子激光器同步泵浦的染料激光器照射,用上升时间 30 ps 取样示波器监测,得到输出电脉冲 120 ps 的上升时间和 230 ps 的半极大全宽度 (FWHM)。在 30 V 直流偏压下, 38 pJ ~ 320 pJ 激光脉冲能量范围内,给出输出电脉冲峰压与光脉冲能量之间的线性关系实验曲线。

一、引 言

由于微微秒激光脉冲的高强度,已能在半导体中产生准金属光电导性,为制备微微秒光电导开关和闸门器件提供了新的可能^[1~9]。随着高重复率锁模染料激光器的发展,已为物理学、化学、生物学和工程中瞬变现象的时间分辨研究提供了新的可能。因此,有必要研制相应的微微秒光电探测和开关闸门器件。为此,我们研制了适用于高重复率锁模染料激光器照射的微带型 Cr:GaAs 微微秒光电闸门器件,且偏重于在较低激光脉冲能量照射和较低偏压下研究器件的输出特性。

二、器件的制备

我们的光电闸门器件示于图 1。它由一个在 $2 \times 2 \times 0.25\text{mm}$ 的半绝缘 Cr:GaAs 基片

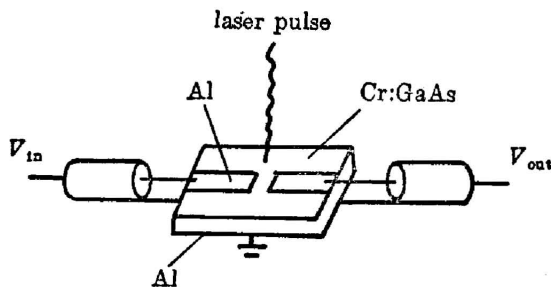


Fig. 1 Schematic diagram of the GaAs photoconductive switch

上制备 50Ω 微带线结构组成。微带线由在 Cr:GaAs 基片底表面涂镀均匀铝膜接地极和基片上表面具有间隙的铝微带电极组成。微带电极的间隙为光电闸门的光照区域。当该间隙被微微秒激光脉冲照射时,由于 GaAs 的光电导性使微带电极导通,而光生载流子的快速复合使闸门自动电切断。微带片固定在一个高速响应的微带——同轴转接器座中,它将电缆传输的

偏置信号和输出信号与微带片电耦合在一起。

我们所以选择半绝缘的 Cr:GaAs 做为光电导材料,是由于它的高暗电阻,良好迁移率

收稿日期: 1986年1月9日; 收到修改稿日期: 1986年2月13日

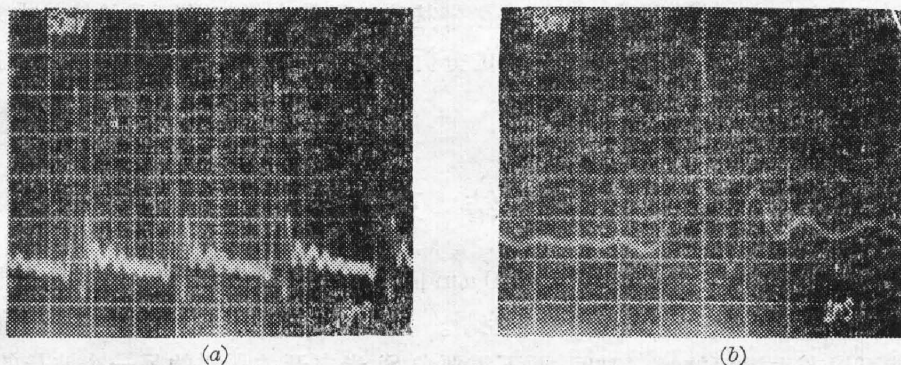
* 本文曾在中国光学学会 '85年会上宣读。

和载流子寿命短(<100 ps)^[10],从而使器件具有好的隔直效果、高的开关效率和允许的高重复率。选择具有 0.25 mm 厚的 Cr:GaAs 基片的微带结构,是因为它具有电极电容以传输线形式分布的优点和有能力在 >100 GHz 的频带上维持低色散的准 TEM 模式,从而使光电闸门可以有极高的微微秒响应速度。间隙长度由偏置电压、负荷周期、光能量要求、材料特性等因素确定。我们利用光刻技术制备具有间隙长度为 $20 \mu\text{m}$ 的微带欧姆接触电极。

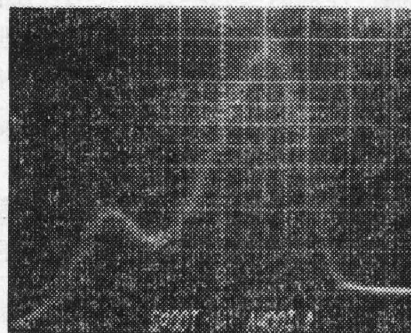
三、实验结果分析

在用来初步评价微带型 GaAs 光电闸门器件性能的实验中,用 811-型锁模氩离子激光器同步泵浦的 Rh6G 染料激光器用焦距为 2 cm 的透镜将输出的激光脉冲聚焦在 GaAs 微带间隙上,由光电导作用使微带电极导通。激光波长 $0.58 \mu\text{m}$ 、脉宽 2 ps、脉冲重复率 82 MHz、脉冲能量在亚毫微焦耳范围内变化。直流稳压电源偏置于光电闸门器件的一端,另一端输出信号加于 50Ω 的负载上,由高速或取样示波器观察。

对具有 $20 \mu\text{m}$ 间隙的 GaAs 光电闸门器件,在 30 V 直流偏压 V_b 下,用 0.3 nJ 光脉冲能量照射时,器件的输出特性在图 2 中说明。图 2(a)和(b)是用上升时间为 0.7 ns 的高速示波器观测的示波图形。可以看出,光电闸门输出电脉冲上升时间很快,而且脉宽小于高速示波器的响应时间;电脉冲间隔 12 ns 与光脉冲重复率 82 MHz 精确同步;输出电脉冲峰压 V_p 为 22.5 mV,此时光电闸门的转换效率 $2V_p/V_b = 2 \times 22.5 \text{ mV} / 30 \text{ V} = 1.5\%$ 。



(a) and (b) were obtained on a high-speed oscilloscope with a rise time of 0.7 ns



(c) was obtained on a sampling oscilloscope with a rise time of 30 ps

Fig. 2 Response of the GaAs switch to a synchronously pumped Rh6G dye laser

图 2(c)是用上升时间 30 ps 的取样示波器观测的示波图形。输出电脉冲上升时间(10~90%)是 120 ps, 半极大全宽度是 230 ps。图形扫描线的宽度是由于取样示波器的抖动所致。电脉冲后部的阻尼振荡是微带——同轴转接器上多次反射的结果, 其中可能包括示波器本身的阻尼振荡成分和来自锁模激光脉冲的影响。观察到的响应是激光脉冲宽度、传输线的响应、取样示波器取样头的脉冲响应等因素的卷积。因为这当中的大多数因素是没能精确知道, 所以通过退卷积估计真正的光电闸门器件响应时间是困难的。通过两个同样的

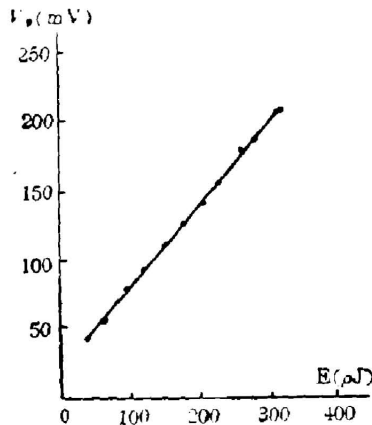


Fig. 3 Dependence of the switched peak voltage on the incident pulse energy for a bias voltage of 30 V

的光电闸门的相关测量, 可得到器件响应时间的较精确值。

在固定的 30 V 直流偏压下, 通过衰减器改变激光脉冲强度, 利用高速示波器观测, 得到如图 3 所示的照射光电闸门的光脉冲能量 E 与输出电脉冲峰压 V_p 之间的关系曲线。可以看出, 在光脉冲能量 38 pJ~320 pJ 之间, V_p 与 E 呈线性关系。在不出现负阻效应和光伤的非饱和情况下, 光电闸门转换效率将随光脉能量增加而增高。在 370 pJ 激光脉冲能量照射时, 测得输出电脉冲峰压 54 mV。

应当指出, 良好欧姆接触微带电极的制备是低压微微秒光电闸门的关键技术问题之一。这是因为 GaAs 微带基片与微带电极间的可观的接触电阻将明显

降低转换效率。而且, 从传输线响应速度的分析可以知道, 接触电阻的存在还影响光电闸门的响应速度。

四、结 束 语

上述实验结果表明, 我们研制的具 20 μm 间隙的微带型 Cr:GaAs 微微秒光电闸门, 能有效地受高重复率锁模染料激光脉冲的控制。由于 GaAs 中光生载流子的短寿命, 用单波长照射就可以产生极短的闸门时间, 而不需要象 Si 光电开关那样的另一个波长的光脉冲进行电切断^[1]。我们用来评价器件性能的实验本身就表明该器件可以用来做为高速光脉冲探测器和高速电脉冲发生器。所以, 该器件适合于高速信号处理方面的应用, 特别适合于有必要产生与高重复率微微秒激光脉冲精确同步的电脉冲以及高时间分辨的光控电闸门的场合下应用。

本工作得到王乃弘教授的指导与支持, 在工作中得到荆宝权同志的支持, 在半导体制备工艺中得到张佩凤、马学敏、包水莲、崔洪英、宋丽雅等同志的大力协助, 作者在此一并表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] D. H. Auston; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, 26, No. 3 (Feb), 101.

- [2] Chi. H. Lee; *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **30**, No. 2 (Jan), 84.
- [3] F. J. Leonberger, P. F. Monlton; *Appl. Phys. Lett.*, 1979, **35**, No. 9 (Nov), 712.
- [4] D. H. Auston; *Appl. Phys. Lett.*, 1980, **36**, No. 1 (Jan), 66.
- [5] P. S. Mak *et al.*; *Opt. Commun.*, 1980, **32**, No. 3 (Mar), 485.
- [6] P. B. Smith *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1981, **38**, No. 1 (Jan), 47.
- [7] D. H. Auston; *IEEE J. Quant. Electron.*, 1983, **QE-19**, No. 4 (Apr), 639.
- [8] 朱鑫铭等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 3 (May), 276.
- [9] 支婷婷, 陈兰荣;《光学学报》, 1983, **3**, No. 4 (Jul), 369.
- [10] B. A. Lawton, A. Scavannec; *Electron. Lett.*, 1975, **11**, No. 4 (Feb), 74.

A picosecond GaAs photoconductive switch

ZHU SHIDONG, YE ZIQING, HONG XICAI AND YIN YUYING
(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

(Received 9 January 1986; revised 13 February 1986)

Abstract

The development of a picosecond GaAs photoconductive switch is reported. The switch consists of a microstrip transmission line formed on Cr-doped semi-insulating GaAs with a small gap ($\sim 20 \mu\text{m}$) in the stripline. As the source of optical pulses used for preliminary evaluation of the switch, a synchronously pumped Rh6G dye laser was used. The rise time of the signal observed on a sampling oscilloscope was 120 ps and the FWHM was 230 ps. We measured the dependence of peak voltage of the switched electric pulse on the energy of the incident laser pulse for a bias voltage of 30 V and incident energy range of 38 pJ \sim 320 pJ.