

文章编号: 0529-6579 (2000) 01-0123-02

飞秒电脉冲光电导自相关探测^{*}

郭冰, 文锦辉, 张海潮, 钟伟斌, 林位株

(中山大学物理系/超快速激光光谱学国家重点实验室, 广州 510275)

关键词: LT-GaAs; 光电导; 飞秒级电脉冲

中图分类号: O472⁺. 8 文献标识码: A

飞秒激光脉冲光电导取样技术在超短电脉冲的产生与测量及其在超高速光电子器件特性研究、光通信与光电信息处理等方面有着十分诱人的应用前景, 已成为近年来超快光电子学研究的热点^[1, 2].

本文介绍采用飞秒激光脉冲自相关方法在低温生长砷化镓 (LT-GaAs) 共面微带传输线光电导开关中产生和测量到 80 fs 电脉冲的最新研究结果. 据作者所知, 这是至今国内能产生并探测到的最短电脉冲.

1 实验

我们所研制的共面微带传输线采用 LT-GaAs 为衬底, 用精密光刻方法在其表面蒸镀沉积 Cr(0.1 μm)/Au(0.2 μm) 电极线形成共面微带线光电导器件(如图 1), 主传输线宽度为 30 μm , 它与两侧屏蔽电极的间距为 20 μm , 光电导缝隙宽度为 10 μm .

测量电路连接如图 1 所示, 光电导开关一端加正向直流偏置电压 V_b , 另一端与锁相放大器和负载电阻 R (10 k Ω) 组成的检测电路相连. 光源为自锁模钛宝石激光器产生的飞秒激光脉冲列, 中心波长为 800 nm, 脉冲全半宽度为 60 fs, 重复率为 100 MHz. 激光束经一个类似迈克尔逊干涉仪结构的光学延迟线生成两列相干脉冲列, 再经透镜聚焦于光电导缝隙. 这两列脉冲光在光电导缝隙处会产生二阶的光强度自相关, 并激发 LT-GaAs 光电导, 产生一束超短电脉冲列. 由于 LT-GaAs 光电导的响应时间极快, 光电流信号能跟随光学自相关信号的变化, 因此实现光电相关同步取样测量. 测量信号由锁相放大器检测, 两列飞秒激光脉冲的同步延时和数据采集处理由计算机系统自动控制.

2 结果与讨论

当探测系统的光学和电学以及时间和空间参数精确调整时, 微传输线处于正常工作状态. 此时测得的 LT-GaAs 光生电脉冲自相关曲线示如图 2. 对应的偏置电压分别为 45, 70V. LT-GaAs 光电导响应幅值随偏置电压的升高而增大, 这与小注入情况下理论预期相符. 当偏置电压等于 70 V 时, 光生电脉冲自相关信号幅值半高全宽约 80 fs, 其响应速度几乎可跟上激发光脉冲, 信号幅值为 6.8 mV, 这相当于该器件对中心波长为 800 nm 的飞秒光脉冲有 0.68 A/W 的响应度, 显示出 LT-GaAs 光电导作为超高速光电探测器的优良性能. LT-GaAs 光电导共面微带传输线能产生飞秒级电脉冲的关键除了要有飞秒级的激发光脉冲外, 衬底光电响应时间以及共面微带线电路响应时间要足够快. 我们在 LT-GaAs 的飞秒饱和吸收光谱与反射光谱测量中, 已测得其光生电子的寿命为飞秒量级^[3]. 同时, 由保角变换计算得到 LT-GaAs 共面微带传输线光电导伴生电容为 1 fF, 其电路时间常数为 50 fs. 因而由其能获得飞秒级的电脉冲. 实际上, LT-GaAs 光电导光生

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (19874082); 广东省自然科学基金资助项目 (960025)

收稿日期: 1999-11-15 作者简介: 郭冰 (1967~), 男, 博士研究生.

电脉冲的时域特性取决于激发光脉冲宽度与光强、光生载流子弛豫特性以及电场作用下光生载流子的输运特性等因素,进一步的研究将阐明这些因素的关系及其物理机制,改进其特性和发展其在超高速光电测量技术中的应用.

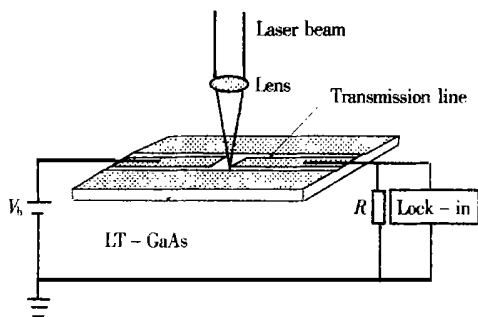


图 1 LT-GaAs 光电导亚皮秒电脉冲
自相关取样探测示意图

Fig.1 Schematic of autocorrelation sampling of
electrical transients using LT-GaAs photoconductor

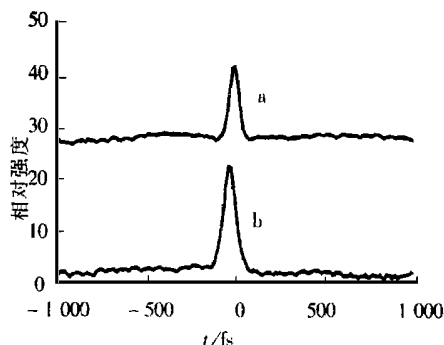


图 2 亚皮秒电脉冲自相关曲线

Fig.2 The autocorrelation traces of electrical transients
偏置电压: a 45 V; b 70 V

参考文献:

- [1] HUGGARD P G, SHAW C J, CLUFF J A, et al. Polarization-dependent efficiency of photoconducting THz transmitters and receivers[J]. Appl Phys Lett, 1998, 72(17): 2069.
- [2] STELIMACHER M, SCHNELL J P, ADAM D, et al. Photoconductivity of the electron dynamics in GaAs grown at low temperature[J]. Appl Phys Lett, 1999, 74(9): 1239.
- [3] 文锦辉, 陈颖宇, 张海潮, 等. 低温生长 GaAs 非平衡载流子的超快动力学特性[J]. 红外与毫米波学报, 1999, 18(3): 195.

Photoconducting Autocorrelation Detection of Femtosecond Electrical Pulses

GUO Bing^{*}, WEN Jin-hui, ZHANG Hai-chao, Zhong Wei-bin, LIN Wei-zhu

Abstract: Femtosecond electrical pulse generation and detection using a low-temperature-grown GaAs (LT-GaAs) photoconductor imbedded in a coplanar transmission line are reported. An ultrashort electrical pulse train with a pulse duration of 80fs and a responsivity up to 0.68 A/W is measured. The geometry and the mechanism are described briefly.

Keywords: LT-GaAs; photoconductor; femtosecond electrical pulses

^{*} State Key Laboratory of Ultrafast Laser Spectroscopy, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China