

# 微微秒 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 双异质结激光器

张 位 在

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 用宽度为 300 微微秒的电脉冲驱动质子轰击条形的  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  双异质结激光器, 产生 12 微微秒光脉冲。并已经用来检测快速光电二极管的响应速率。

## Picosecond $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ DH lasers

Zhang Weizai

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** Light pulses of 12ps in duration have been obtained by driving  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  lasers with pulsed current of 300 ps duration and the response rates of various kinds of rapid optoelectric diodes have been measured by them.

利用半导体激光器产生微微秒光脉冲的方法主要有三种: 第一, 利用现有激光器本身具有的自脉动(或者从器件结构有意制作的)和具有窄带噪声的特性, 用主动或者被动锁模得到超短光脉冲; 第二, 利用电子学反馈的办法; 第三, 利用短的电脉冲直接驱动激光器。本文将介绍调制电流 8 倍于阈值时, 利用半导体激光器张弛振荡的第一个脉冲产生微微秒光脉冲。

当双异质结连续激光器加上大于阈值的阶跃脉冲时, 激光器光脉冲前沿便产生张弛振荡, 振荡频率近似于如下的速率方程:

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{1}{\tau_p \tau_s} \left( \frac{I}{I_{th}} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中  $\tau_p$  和  $\tau_s$  分别表示光子寿命和少数载流子的复合寿命, 它表明振荡频率与  $\tau_p$ ,  $\tau_s$  有关外, 还随  $I/I_{th}$  的增加而增加, 可达到几千兆周。

本实验用的  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  双异质结激光

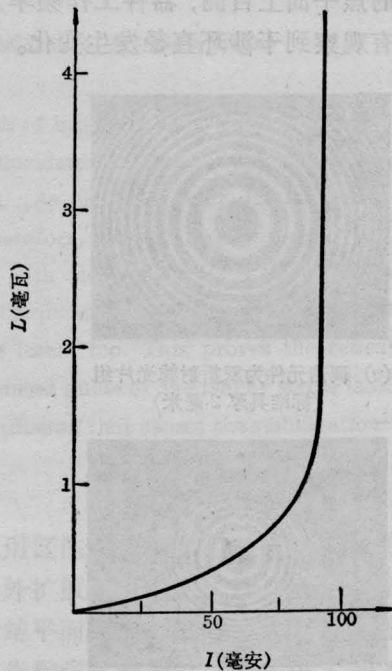


图1 81-102-17\* 激光器 L-I 曲线

收稿日期: 1981年1月16日。

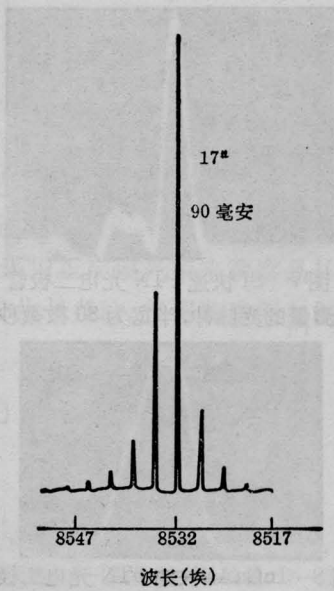


图2 81-102-17# 器件的光谱

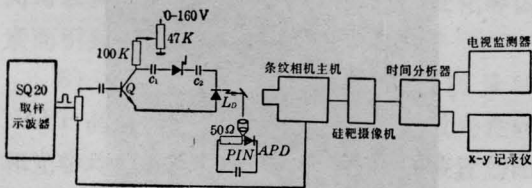


图3 实验方框图

器是本所自制的 81-102-17# 器件，它的光功率和电流特性、直流光谱如图 1、图 2 所示。实验线路如图 3 所示。

用 12.4 千兆周 SQ20 取样示波器的同步输出经过 T 型分路，一路作为条纹相机的触发输入，另一路触发雪崩晶体管 Q，获得上升时间小于 200 微微秒的电脉冲，经过几个微微法的电容  $C_1$  后触发快速阶跃二极管，从而获得更快上升时间的电脉冲，再经过 3~5 微微法的电容微分后获得约 300 微微秒的电脉冲加到激光器上，电脉冲如图 4 所示。

激光器的光脉冲宽度先用取样示波器和快速光电二极管调试到最佳状态，然后使半导体激光直接输入到条纹相机进行测试、记录。

当激光器工作在 8 倍  $I_{th}$  下，让条纹相机进行扫描，测得三次激光脉冲宽度如图 5 所

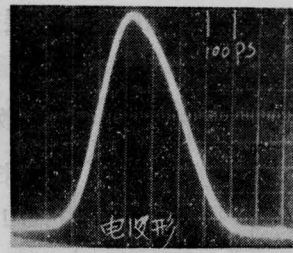


图4 驱动激光器的电波形

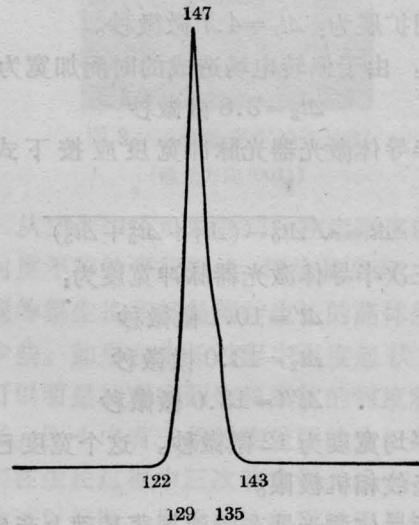


图5 条纹相机动态图之一

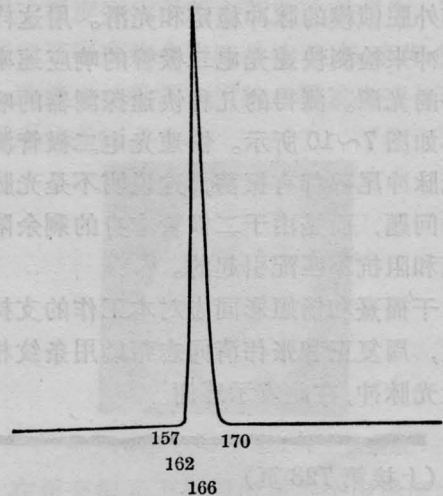


图6 条纹相机静态图

示。直读宽度分别为： $\Delta t'' = 13.6$  微微秒； $\Delta t''' = 15.9$  微微秒； $\Delta t'''' = 15.9$  微微秒。

当条纹相机不扫描，测得半导体激光器发光像宽如图 6 所示。条纹相机的入射狭缝

为 30 微米, 由于狭缝像的空间扩展造成的时间加宽为:

$$\Delta t_1 = W/V = \frac{3}{256} \times 580 = 6.8 \text{ 微微秒}$$

式中  $W$  为静态像宽(3ch);  $V$  为扫描速度(580 微微秒)。因此, 条纹相机的本机加宽为:

A: 由于光阴极面发射电子初速分散造成时间扩展为:  $\Delta t_2 = 4.7$  微微秒。

B: 由于偏转电场造成的时间加宽为:

$$\Delta t_3 = 3.8 \text{ 微微秒}$$

所以半导体激光器光脉冲宽度应按式修正:

$$\Delta t = \sqrt{\Delta t_0^2 - (\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2 + \Delta t_3^2)}$$

得到三次半导体激光器脉冲宽度为:

$$\Delta t' = 10.1 \text{ 微微秒}$$

$$\Delta t'' = 13.0 \text{ 微微秒}$$

$$\Delta t''' = 13.0 \text{ 微微秒}$$

三次平均宽度为 12 微微秒。这个宽度已经达到条纹相机极限。

半导体激光器在张弛振荡基础上产生微微秒光脉冲是一种比较简单的方法, 且光脉冲比外腔锁模的脉冲稳定和光滑。用这样的光脉冲来检测快速光电二极管的响应速率是最好的光源。测得的几种快速探测器的响应速率如图 7~10 所示。快速光电二极管测得的光脉冲尾部都有振荡, 这说明不是光脉冲本身问题, 而是由于二极管本身的剩余陷阱效应和阻抗不匹配引起的。

干福熹和杨姮彩同志对本工作的支持和启发, 周复正和张伟清同志帮助用条纹相机测量光脉冲, 在此表示感谢。

(上接第 723 页)

三个月更新一次氙灯和染料就行了。当然倘若需器件运转在较高输出水平的更长, 还可改用更大的染料容器。

### 参 考 文 献

[1] K. Nagashima *et al.*; *Opt. Commun.*, 1979, **28**,

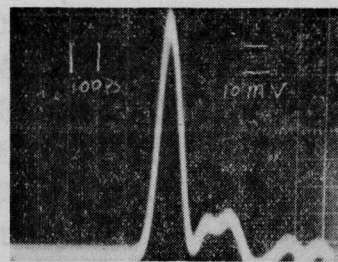


图 7 Si 快速 PIN 光电二极管测量的光脉冲, 半宽为 80 微微秒

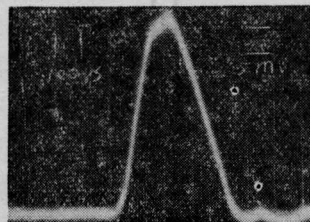


图 8 InGaAs 快速 PIN 光电二极管测量的光脉冲, 半宽为 200 微微秒

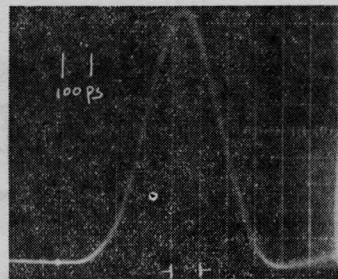


图 9 SiGe APD 光电二极管测量的光脉冲, 半宽为 300 微微秒

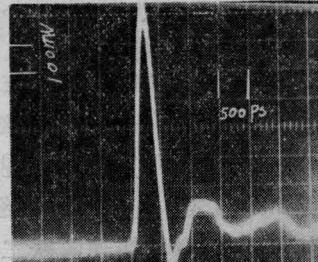


图 10 SiLi APD 光电二极管测量的光脉冲, 半宽为 300 微微秒

No. 2, 227.

[2] Herbert W. Friedman *et al.*; *Appl. Opt.*, 1976, **15**, No. 6, 1494.

[3] G. Holtom *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974 **10**, No. 8, 577.

[4] 汤星里等;《激光》, 1982, **9**, No. 3, 12.