

的输出越强,同时激光能量转换效率也越高。在最佳浓度下,测得 Oxazine-9 激光输出能量随着泵浦光能量的增强而变大,如图 5 所示。

Oxazine-9 染料激光的输出稳定性较好。我们用非循环染料池以每秒一次的速率激发,连续工作 3 小时仍可稳定输出。如果采用循环封闭式染料池,将会得到更长时间的稳定输出。

参 考 文 献

- 1 Huberfus P, Helmut H. *Chemische Berichte*, 1969; 102: 10
- 2 Dye Laser, Ed. Schafer F P. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1973: 19~20

(收稿日期: 1986 年 10 月 31 日)

测量飞秒激光脉冲的实时扫描相关器

张影华 傅宝祥 张国轩 刘玉璞

(中国科学院上海光机所)

A real-time and rapid scanning autocorrelator for measuring duration of femtosecond laser pulses

Zhang Yinghua, Fu Baoxiang, Zhang Guoxuan, Liu Yupu

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

Abstract: A rapid scanning autocorrelator suitable for measuring the duration of femtosecond laser pulses in real-time is described. The autocorrelator consists of an audio loud-speaker, an oscilloscope and an electronic controller. It has the advantages of simple structure, easy alignment and low cost.

近几年,超短光脉冲研究进展非常迅速,特别是碰撞脉冲锁模环形染料激光器的出现,使光脉冲进入了飞秒(fs)时域。与此同时,测量脉宽的技术也有所发展,但目前测量这么短的脉冲仍采用二次谐波(SHG)相关技术^[1]。高速扫描相关器^[2~4]对调整锁模激光器和实时监视脉冲宽度是很有用的。本文将介绍一种价格便宜、结构简单、调整方便,而又能测量 fs 光脉冲的实时扫描相关器。

我们研制的相关器是采用无背景非共线二次谐波产生的自相关干涉仪装置,装置方框图如图 1 所示。被测的激光束进入一个改进的迈克尔逊干涉仪,先经一块薄的、反射率为 50% 的分束板分束,一束到干涉仪的可变延迟的一臂,这一臂是由一个很小的角反射器粘在一只谐振的无线电扬声器上组成的,光束通过角反射器与原方向分开平行返回;另一光束经干涉仪的固定臂(这一臂由二块互相垂直的反射镜 M_1 和 M_2 组成)返回,再经反射镜 M_3 与前

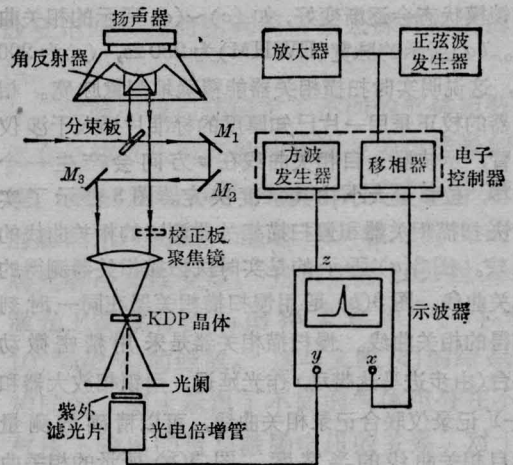


图 1 实时扫描相关器

述光束平行。这两束光互相平行准直而非共线。两光束之间的距离取决于倍频晶体 KDP 满足的非共

线 I 类相位匹配条件和聚焦镜的焦距。两光束通过一个透镜聚焦在一块 0.2mm 厚的 KDP 晶体上, 从而产生二次谐波, 二次谐波方向在两基波光束方向的角平分线上。当两基波光束在时间和空间上都互相重迭时二次谐波信号非常大, 比背景大几个数量级。二次谐波信号与脉冲的延迟函数的自相关曲线由一台普通的示波器显示。

无线电扬声器通过阻抗匹配由一台正弦波发生器发出的以频率 25 Hz 并经放大的正弦波来驱动。一只 6 英寸半扬声器 (飞乐 YD5-1656 A) 要产生 $\pm 2\text{mm}$ 的振幅是很容易的, 这相当于测量的动态范围可达 25 ps 以上。为了使角反射器移动和示波器上出现的扫迹线性相关, 我们研制了一台电子控制器。电子控制器由相移器和方波发生器组成。相移器是把驱动扬声器同样频率的正弦波进行适当的移相后去驱动示波器的时基 (x 轴), 使得角反射器的移动与示波器的时基相位相同。方波发生器产生相同频率的方波电压加到示波器的 z 轴, 使示波器消隐, 在每个振动周期只产生一个自相关扫迹, 相当于扬声器运动时我们只选取了一个特定方向和区域(因为方波发生器可以变动脉宽和可变延时), 避免了扬声器来回运动所产生的自相关曲线不重迭的问题。

这种实时扫描相关器特别适用于连续锁模染料激光器的调整和监视脉宽, 使用非常方便。图 2 表示了我们在调整碰撞脉冲锁模染料激光器过程中用实时扫描相关器监视脉宽变化的典型自相关曲线在示波器上显示的照片。图 2(a)、(b) 表示了碰撞脉冲锁模染料激光器锁模状态很差, 如果仔细调整环形腔中各镜的匹配和饱和吸收体在一个小腔中的位置时锁模状态会逐渐变好, 如 (c)~(e) 所示的相关曲线。(d) 所示的脉宽 (EWHM) 为 230 fs, (e) 为 200 fs, 这说明实时扫描相关器能精确地测量脉宽。相关器的校正用一片已知厚度的标准片插入干涉仪一臂, 示波器上自相关曲线在 x 方向会产生一个位移, 位移量大小由其厚度决定。图 3 表示了实时快扫描相关器和慢扫描相关器测试的相关曲线的比较。图 3(a) 所示的是实时快扫描相关器测得的相关曲线, 图 3(b) 是用慢扫描相关器在同一时刻测得的相关曲线。慢扫描相关器是采用精密微动平台(由步进马达带动)作光延迟, 用锁相放大器 and X-Y 记录仪联合记录相关曲线, 可以精确地测量出自相关曲线的半宽度。图 3(b) 所示的相关曲线半宽度为 320 fs, 假设脉冲为双曲正割 (sech^2) 波形, 则脉冲的宽度近似为 200 fs。图 3(a) 所示的相关曲线经定标后也测出脉冲半宽度为 200 fs。

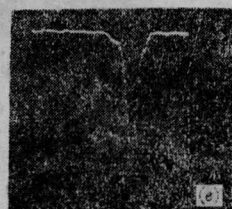
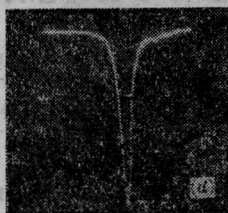
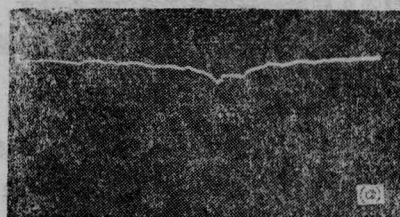
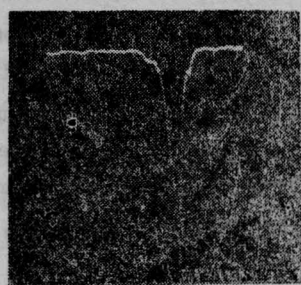


图 2 在调整碰撞脉冲锁模染料激光器时使用实时扫描相关器监视脉宽变化的相关曲线



(a)



(b)

图 3 实时快扫描相关器和慢扫描相关器测试的相关曲线的比较

但是慢扫描相关器测量一条曲线需用几十秒钟时间,而实时扫描相关器每秒可以扫描25次,这正是实时扫描相关器所具有的特点,在调整连续锁模激光器时是很有用的。

fs量级的光脉冲的光谱相当宽,所以必须仔细考虑自相关器系统中各种光学元件色散引起的脉冲加宽或压缩的效应带来的测量误差。自相关器系统的元件主要是指分束板、四面体、反射介质膜板、聚焦镜和倍频晶体等,其中倍频晶体的影响是主要的方面。在晶体中当基波和二次谐波之间群速度失配时,会使测量的相关函数波形发生畸变,脉冲宽度会随群速度失配而变化。群速度失配与晶体长度 L 有关,要测量比较窄的脉冲应采用足够薄的倍频晶体。为了避免在测量过程中相关器内光学元件的色散造成对被测脉冲宽度的歪曲,我们采用薄形镜

铝半反镜作分束板,非线性晶体厚度 $0.2\sim 0.3\text{mm}$,聚焦镜也采用薄型的凸透镜或用镀铝膜的凹面镜来代替凸透镜。角反射器也应尽量小。我们研制的实时扫描相关器具有飞秒分辨率。

参 考 文 献

- 1 Maier M *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 1966; **17**: 1275
- 2 Sala Kenneth L *et al.* *IEEE J. Quant. Electr.*, 1980; **QE-16** (9): 990
- 3 Kalpaxis A *et al.* *Review of Scientific Instrument*, 1982; **53**(7): 960
- 4 Welford D, Johnson B C. *Opt. Commun.*, 1983; **45**(2): 101

(收稿日期:1986年12月4日)

LD/PIN 光学双稳半导体激光器的临界慢变效应和临界指数

钟立晨 郭奕理

(清华大学无线电电子学系)

Critical slowing down and critical exponents in LD/PIN bistable optical semiconductor lasers

Zhong Lichen, Guo Yili

(Department of Radio Electronics, Qinghua University, Beijing)

Abstract: Critical slowing down for LD/PIN bistable optical semiconductors and the critical slowing down exponents γ for this system have been investigated experimentally. The experimental value $\gamma \sim 0.53$, is basically in agreement with the theoretically predicted value of 0.5.

一、引 言

当光学双稳系统靠近临界输入光强时,开关时间会趋向无穷大,这就是临界慢变效应,它不但在理论上有意义,在应用上也十分重要^[1]。我们利用 LD/PIN 光学双稳半导体激光二极管研究了临界慢变效应,特别是临界慢变指数的性质。光学双稳系统的动力学方程是非线性的,其临界点就是方程的分

歧点。临界慢变就是在临界点上出现的动态临界现象,表征系统接近临界点性质最好用临界指数来描述。G. Grynberg 等研究色散光学双稳性的临界指数时指出^[2],在上跃迁临界点 P_c 附近开关时间 τ_s 按 $(P_i - P_c)^{-\gamma}$ 变化,其中 P_i 是输入光强, γ 理论值为 0.5。LD/PIN 光学双稳半导体激光二极管 (BILD) 的动力学方程虽然和色散性光学双稳系统在本质上是不同的,但实验和理论分析都证明