

用非共线二次谐波法实现对锁模 激光器超短脉冲宽度的测定*

林金谷 刘承惠 朱振和 赖瑞生 霍崇儒

(中国科学院物理研究所)

提 要

· 用非共线自相关 SHG 方法测量了 Nd:YAG 被动锁模激光器的脉冲宽度。非线性晶体 ADP 的取向是使仅在两束光都存在时才有位相匹配的 SHG, 两束寻常光之间的夹角在晶体中是 $20^{\circ}50'$, SHG 出现在它们的角分线方向上; 倍频输出是非寻常光。所测得的自相关函数的宽度对应着 Nd:YAG 被动锁模激光器的脉冲宽度为 24ps。

为测得锁模激光器的超短脉冲宽度, 通常用双光子荧光(TPF)法^[1]和二次谐波(SHG)法^[2]。双光子荧光法除缺乏波长变化方面的适应性外, 由于测试结果处理上的烦琐, 难以保证测试的精度及实现实时观测。一般的共线二次谐波法^[3]也由于不可消除的背底, 给结果的分析带来诸多不便。无背底的自相关技术^[4], 能保证极高的测试精度, 并对锁模输出的质量给出一目了然的鉴别。况且为此而建立的实验装置, 对于光延迟的激发-探测技术是非常适用的。

我们对脉冲被动锁模 Nd³⁺:YAG 激光器的输出 ($1.06\mu\text{m}$) 测定了脉冲宽度。激光腔的光学长度为 60cm, 染料盒为 Eastman liquid Q switch Cell 6088, 所用染料为 Eastman 9860。

实验装置如图 1 所示。非线性晶体 ADP 光轴垂直纸面。激光输出在纸面内偏振。位相匹配条件要求在晶体内两基频偏振入射光的夹角为 $\theta = 20^{\circ}50'$, 考虑到 ADP 的折射率 $n \cong 1.5$, 则空气中两基频光线的夹角为 $31^{\circ}.24'$ 。二次谐波输出经单色仪由光电倍增管 EMI 9816 检测。激光器的基频输出由 EGSG, YAG-100 型平面扩散二极管检测。此两输出馈入二路毫微秒脉冲峰值记录仪¹⁾, 自动监测二次谐波与基频强度。后者用于归一计算。

激光器重复频率为 1 次/秒。测试过程中, 由稜镜 P_3 经同轴型快速强流管用 C7-10A (1.2Gc) 行波示波器监视锁模脉冲的质量。图 2 是由 Polaroid 相机拍摄的锁模脉冲串示波图。在 424 次闪光灯触发中, 基频输出幅度起伏在 $\pm 15\%$ 以内的“清洁”脉冲串为 320 次, 占 75% (此即再现性)。

光延迟稜镜 P_3 , 测试步长为 1mm (如需要可小至 $10\mu\text{m}$)。在等光程点前后 3.5cm 内

* 1979 年 10 月 20 日收到。

1) 此装置由本所陆志梁、王伟明、吕俊锡同志提供。

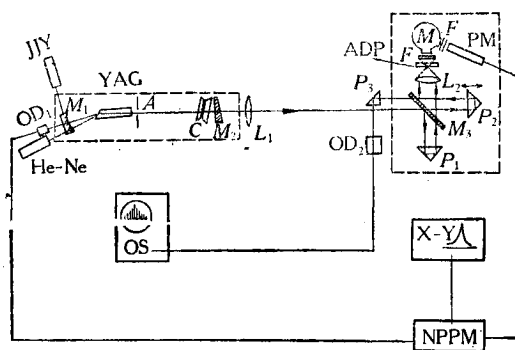


图1 实验装置

M_1 为凹面全反射镜; M_2 为楔角输出镜; A 为孔径光阑; C 为染料盒; M_3 为半反半透镜; P_1, P_2, P_3 为直角棱镜; L_1, L_2 为透镜; F 为干涉滤光片; M 为单色仪; ADP 为倍频晶体; OD_1 为 EGSG, YAG-100 型平面扩散二极管; OD_2 为同轴型快速强流管; PM 为 EMI9816 光电倍增管; OS 为 C7-10A 行波示波器; $NPPM$ 为毫微秒脉冲峰值记录仪; $X-Y$ 为记录仪

逐点测试记录。每点闪光灯触发少则 12 次。除在自相关函数的宽度内未见有二次谐波之输出出现在其它扫描点上。这与示波器中所观察到的“清洁”脉冲串是相一致的。图 3 给出以相对光延迟为自变量的二阶自相关函数。图中各实验点均为 10 次触发的平均结果。由图 3 看出自相关函数的宽度为 33ps。考虑到超短脉冲的实际形状(它应由高阶自相关函数确定)。还应乘以波形因子才为超短脉冲的宽度。若假设其形状为高斯型,则我们激光器的脉冲宽度为 24ps。这与 Clobes^[5]等人 TPF 法的测试结果是相一致的。

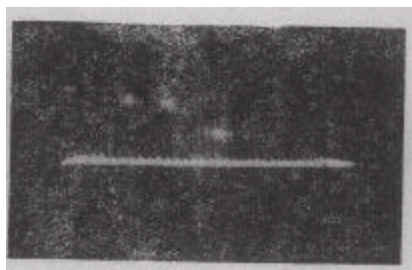
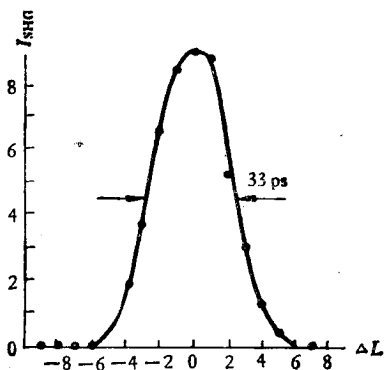


图2 用 410 型 Polaroid 片拍摄的锁模脉冲串图(脉冲间隔为 4ns)

图3 自相关函数(33ps 对应 P_2 移动 5mm)

参 考 文 献

- [1] J. A. Giordmaine, P. M. Rentzepis, S. L. Shapiro, K. W. Wecht, *Appl. Phys. Lett.*, 11(1967), 216.
- [2] M. Maier, W. Kaiser, J. A. Giordmaine, *Phys. Rev. Lett.*, 17(1966), 1275.
- [3] A. Dienes, E. P. Ippen, C. V. Shank, *Appl. Phys. Lett.*, 19(1971), 258.
- [4] E. P. Ippen, C. V. Shank, *Appl. Phys. Lett.*, 41(1970), 1560.

[5] A. R. Clobes, M. J. Brienza, *Appl. Phys. Lett.*, **14**(1969), 288.

PULSE WIDTH MEASUREMENT OF THE PASSIVELY MODE-LOCKED Nd:YAG LASER BY NONCOLLINEAR SHG METHOD

LIN JIN-GU LIU CHENG-HUI ZHU ZHEN-HE

LAI RUI-SHENG HUO CHONG-RU

(*Institute of Physics, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The noncollinear SHG method has been used to measure the pulse width of passively mode-locked Nd:YAG laser. The nonlinear ADP crystal is oriented in such a way that phase matched SHG is produced only when both incident beams are present as ordinary rays. The angle between the two beams is $25^{\circ}50'$. Phase-matched SHG as an extra-ordinary occurs at an angle bisecting the two beams. The correlation width obtained with passively mode-locked Nd:YAG corresponds to a pulse width of 24 ps.