

泵浦光偏振方向和溶剂粘滞性对同步泵浦锁模染料激光脉宽的影响

罗宁一 陈绍和 陈庆浩 曹渭楼 邓锡铭

(中国科学院上海光机所)

提要: 研究了三种不同粘滞性溶剂中泵浦光偏振方向对同步泵浦染料激光脉宽的影响。实验发现,溶剂的粘滞性越大,泵浦光偏振方向所导致的影响越大。泵浦光偏振方向与激光器允许偏振方向一致时,粘滞性大,激光脉宽更窄。

Influence of polarizing direction of pumping pulse and solvent viscosity on pulse width of synchronously pumped and mode locked dye laser light

Luo Ningyi, Chen Shaohu, Chen Qinghao, Cao Weilou, Deng Ximing

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

Abstract: We have found that the influence of polarizing direction of pumping pulse on the pulse width of synchronously pumped and mode-locked dye laser light in three solvents with different viscosities is proportional to the viscosities of the dye solvents. When the polarizing direction of the pumping pulse is parallel with the permitted direction of the dye laser, the laser pulse width would be shorter as the viscosity of the dye solvent is higher.

由于溶剂存在一定的粘滞性,使得染料激活分子相对于泵浦光偏振方向具有各向异性的性质,激活介质的初始增益分布将集中于泵浦光的偏振方向,因此会对同步泵浦的增益调制系数有所影响。A. Wokaun等^[1]曾报道,当激光偏振垂直于泵浦时,染料激光输出功率下降,脉宽变宽。本文则报道了泵浦光偏振方向对激光脉宽的影响随溶剂粘滞性而变化的研究,并讨论了它的物理机制。

实验装置见图1。主被动锁模Nd:YAG输出 $1.06\mu\text{m}$ 脉冲序列经一块II类匹配KDP晶体, $0.53\mu\text{m}$ 倍频光呈 45° 方向偏

振,序列脉冲个数12个,脉冲间隔 8.216ns ,序列有效泵浦能量约 8mJ 。同步泵浦染料激光器腔长与泵浦源一倍匹配,泵浦绿光经染料激光腔全反端(二色镜)透入,增益染料盒靠近全反端布氏角安置,厚 5cm ,染料浓度一律为 10^{-4}M/l ,腔内以布氏角安置两块ZF-7色散棱镜调谐激光工作波长,染料腔允许水平偏振光振荡。实验上用一块格兰棱镜(光轴平行于纸面)安置在KDP后,使呈 45° 偏振的 $0.53\mu\text{m}$ 光脉冲的水平偏振分量(平行于纸面)透过格兰棱镜后泵浦染料介

收稿日期:1985年12月16日。



图1 实验装置简图

M_5 — $0.56\mu\text{m}$ 透射, $1.06\mu\text{m}$ 反射; \downarrow —表示光偏振方向;
 M_6 — $0.53\mu\text{m}$ 透射, $0.56\sim 0.63\mu\text{m}$ 反射; M_8 —ZF-7 调
 谐棱镜; M_7 —输出

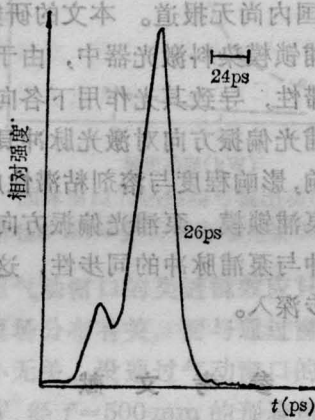


图2 泵浦脉冲($0.53\mu\text{m}$)

质, 改进泵浦源放大器的放大电压维持有效泵浦能量与 45° 偏振时大致相等, 用扫速 $1.25(\text{ps}/\text{channel})$ 的条纹相机, 配冷阴极管、高压脉冲发生器、 LiNO_3 双 45° 选单脉冲开关, 选出脉冲序列中相同位置的单脉冲测量脉宽。图2给出 $0.53\mu\text{m}$ 脉宽为 26ps 。

增益介质用 RhB 甲醇溶液, 浓度 $1 \times 10^{-4}\text{M/I}$, 甲醇的粘滞度为 0.5 , 调谐激光工作在 $\lambda = 614\text{nm}$, 泵浦光呈 45° 偏振, 测得同步泵浦激光脉宽 38ps (图3(a)); 泵浦光水平偏振, 测得激光脉宽为 25ps (图3(b))。

增益介质为 Rh6G 乙醇溶液, 浓度 $1 \times 10^{-4}\text{M/I}$, 乙醇的粘滞度为 1 , 调谐激光工作在 $\lambda = 584\text{nm}$, 泵浦光呈 45° 偏振, 测得同步泵浦激光脉冲宽度 34ps (图4(a)); 泵浦光水平偏振, 测得激光脉宽为 25ps (图4(b))。

增益介质用 Rh6G 乙二醇溶液, 浓度 $1 \times 10^{-4}\text{M/I}$, 乙二醇的粘滞度为 20 , 调谐激光

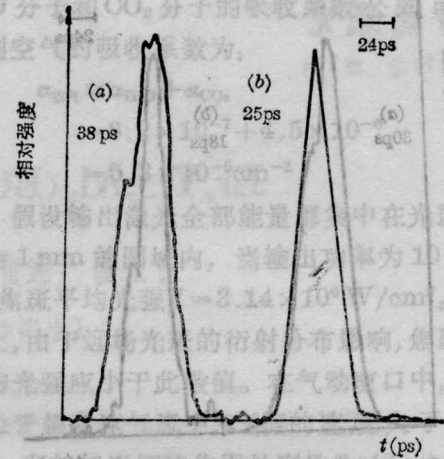


图3 甲醇溶剂

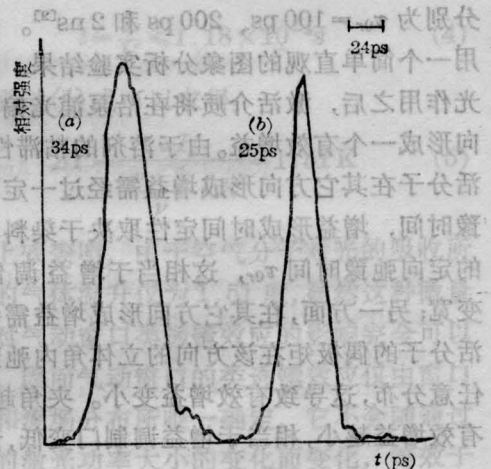


图4 乙醇溶剂

工作在 $\lambda = 598\text{nm}$, 泵浦光 45° 偏振, 测得同步泵浦激光脉冲宽度 30ps (图5(a)); 泵浦光水平偏振, 测得同步泵浦激光脉宽 18ps (图5(b))。

乙二醇溶剂的粘滞度远大于甲醇和乙醇, 由于实验结果可以得出定性结论, 溶剂粘滞性越大, 由泵浦光偏振方向不同所造成的影响越大。激光脉宽与激活介质对该波段的吸收、发射截面及其它参数有关, 因此尚不能给出定量结论。

溶剂的定向弛豫时间表征激活分子偶极矩在其中由某一方向弛豫至 90° 夹角方向的时间。甲醇、乙醇和乙二醇的定向弛豫时间

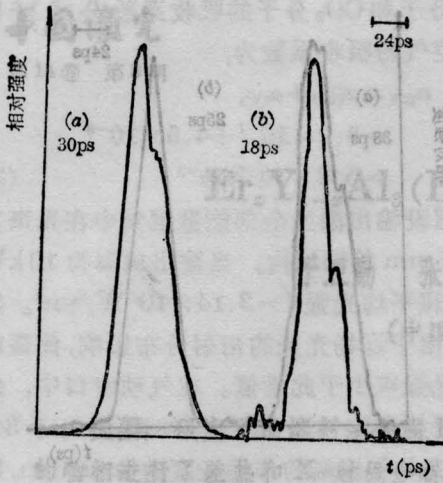


图5 乙二醇溶剂

分别为 $\tau_{or} = 100$ ps、 200 ps 和 2 ns^[2]。据此用一个简单直观的图象分析实验结果。泵浦光作用之后，激活介质将在沿泵浦光偏振方向形成一个有效增益。由于溶剂的粘滞性，激活分子在其它方向形成增益需经过一定的弛豫时间，增益形成时间定性取决于染料溶剂的定向弛豫时间 τ_{or} ，这相当于增益调制门变宽；另一方面，在其它方向形成增益需等激活分子的偶极矩在该方向的立体角内弛豫至任意分布，这导致有效增益变小。夹角越大，有效增益越小，相当于增益调制门变低，调制

度变差。这两个因素必导致同步调制效果变差，激光脉宽变宽。溶剂粘滞性大，定向弛豫时间大，增益调制门前沿会变得更宽，必然同步泵浦锁模激光脉宽变宽。反之，若激光偏振方向和泵浦光偏振方向相同，溶剂粘滞性大些更有益，可更有效地将增益维持在该方向。

关于泵浦光偏振方向对激光介质增益的影响及对激光脉宽的影响国外的研究报道很少^[3,4]，国内尚无报道。本文的研究表明，在同步泵浦锁模染料激光器中，由于染料溶液具有粘滞性，导致其光作用下各向异性的特性，泵浦光偏振方向对激光脉冲具有不可忽视的影响，影响程度与溶剂粘滞性成正比。对于同步泵浦锁模，泵浦光偏振方向必将影响激光脉冲与泵浦脉冲的同步性，这项工作有待进一步深入。

参 考 文 献

- [1] A. Wokaun *et al.*; *Opt. Lett.*, 1982, **7**, p. 13.
- [2] T. J. Chuang *et al.*; *Chem. Phys. Lett.*, 1971, **11**, 368.
- [3] D. Rosen *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1981, **QE-17**, 2264.
- [4] K. C. Rezyer *et al.*; *J. Appl. Phys.*, 1980, **51**, 6083.

(上接第 143 页)

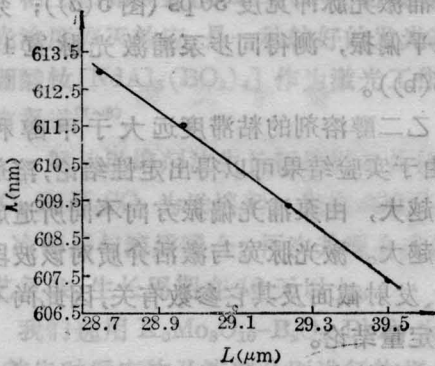


图8 输出激光光谱与腔长的关系

如果应用磷酸盐钹玻璃激光器的三次谱

波作为泵浦源，并采用串级超短腔结构则可以将光谱范围从近紫外扩展到近红外，而且脉宽可压缩 $1 \sim 2$ ps，因而可更广泛地满足光谱工作者的需要。

参 考 文 献

- [1] 刘一先等；《光学学报》，1986，**6**，No. 1, 1.
- [2] 陈凌承等；《中国激光》，1984，**11**，396.
- [3] 刘一先等；《应用激光》，1985，**5**，207.
- [4] D. Roess; *J. Appl. Phys.*, 1966, **37**, 2004.
- [5] C. Lin, C. V. Shank; *Appl. Lett.*, 1975, **26**, 389.
- [6] G. W. Scott *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1983, **QE-19**, 544.
- [7] D. H. Austch; *Appl. Phys. Lett.*, 1971, **18**, 249.