

对撞脉冲锁模 Nd:YAG 激光器中可饱和吸收体的研究

Abstract: In this paper, the mode-locking of pentamethylidyne dissolved in various solvents were studied and their average pulse duration was measured. The mode-locked pulse trains using pentamethylidyne, undecamethylidyne and BDN as the saturable absorbers were observed on a 500 MHz oscilloscope respectively, and their mode-locked quality and stability were compared.

在被动锁模激光器中,五甲川、十一甲川等染料在不同溶剂中的锁模现象已有报道,但在对撞脉冲锁模激光器中还未见报道。而研究对撞脉冲锁模中可饱和染料的特性对激光系统的性能来说是重要的。本文仅对 CPM 中使用的五甲川、十一甲川、BDN 染料、溶剂、溶液小信号透过率等参数进行探讨和研究。所用的腔为抗共振环形 CPM 腔,其前反射镜的曲率半径为 3m,对撞脉冲用的反射镜为 22.5° , $1.06\mu\text{m}$ 全反射介质膜片,总腔长 1705mm。染料盒放在环路的中心分界处,以布儒斯特角放置,保证损耗小,无子腔,染料溶液放在染料盒中不流动。

一、可饱和吸收体五甲川染料

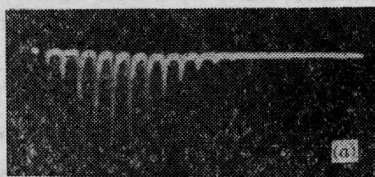
我们采用五甲川锁模染料,比较了它们在二氯乙烷、硝基苯、硝基苯加二氯乙烷(1:1),氯仿等溶剂中的锁模情况,在实验中用 500 MHz 示波器观察它们的锁模脉冲序列情况;用双光子荧光法测定了它

们的平均锁模脉宽,结果如下:

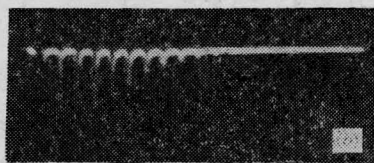
1. 五甲川染料在几种溶剂中的 CPM 脉冲序列于示波器上(500 MHz, 100 mV/格, 20 ns/格)的图形见图 1。从图中可以看到:五甲川染料在几种溶剂中的锁模脉冲序列总宽度基本上相同(均为 110~120 ns)

2. 五甲川染料在几种溶剂中在相近透过率时所测得的平均锁模脉宽见表 1。平均脉宽是用 SMJ-2 型双光子荧光测量仪测定的。从表中可以看出,二氯乙烷溶剂的平均脉宽最窄(11 ps),而氯仿溶剂的平均脉宽最大(19 ps)。

3. 五甲川染料在几种溶剂中的 CPM 脉冲序列稳定性次序为:1, 2-二氯乙烷(激光纯);硝基苯加二氯乙烷(1:1);硝基苯(A. R 级);氯仿(A. R 级)。其中五甲川在氯仿、硝基苯中的溶液透过率稳定性也比二氯乙烷溶液的稳定性差。在实验中我们发现,五甲川在 1, 2-二氯乙烷溶剂中的溶液放置近



a) 1, 2-二氯乙烷



b) 硝基苯加二氯乙烷(1:1)



c) 硝基苯



d) 氯仿

图 1 五甲川在不同溶剂中的锁模脉冲序列图形

表1 五甲川染料在不同溶剂中的 CPM 脉宽

溶 剂	透过率(1.06 μ m) T_0 (%)	平均脉宽(ps)
二氯乙烷	53.4	11
硝基苯	54	16
硝基苯加二氯乙烷	49.8	16
氯 仿	51.7	19

半年时间仍能得到较好的 CPM 波形,配好溶液的透过率稳定性也很好,这说明近几年来国内已能制备相当稳定的五甲川锁模染料和溶剂。

我们认为,在我们的实验范围内,五甲川染料的 1, 2-二氯乙烷溶液作为 CPM 的可饱和吸收体最为稳定,锁模脉宽最窄,性能也较好。

二、可饱和吸收体十一甲川染料

十一甲川的吸收峰在 0.98 μ m、1.06 μ m 处的透过率很高^[2]。我们采用丙酮作为溶剂,配制了对 1.01 μ m(在 751 型分光光度计中测定)的透过率为 70~85% 的溶液(1mm 厚的染料盒),进行了锁模波形及稳定性观察,结果如下:

1. 在 500 MHz 示波器上可观察到完全锁模的 CPM 脉冲序列(见图 2),但脉冲稳定性及重复性都比较差。这是由于十一甲川的吸收峰离激光中心波长较远,在 1.06 μ m 附近它的吸收系数随波长的变化很灵敏^[2],因此当振荡中心波长有微小变化时,它的吸收系数变化就很显著,而激光器的输入能量是固定的,所以输出能量不易稳定,重复性也差。

2. 脉冲序列的总宽度比我们实验过的五甲川染料要宽得多(见图 2)。

3. 由于配制的溶液透过率较高,所以非锁模的激光阈值较低,单脉冲锁模区也很窄。

三、可饱和吸收体 BDN 染料片

在 CPM 系统中,为了对可饱和吸收体有比较全面的了解,我们用 BDN 染料片(天津激光所制造)代替染料溶液作为可饱和吸收体。BDN 染料片厚度 0.1mm, T_0 为 46%,把它放在环形腔的中心处

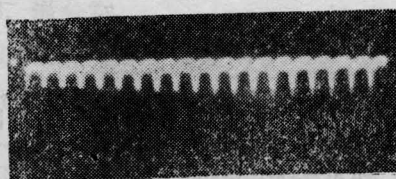


图 2 十一甲川溶于丙酮溶剂中的 CPM 脉冲序列图形

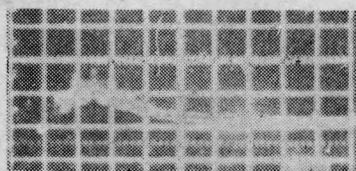


图 3 BDN 染料片作为可饱和吸收体的 CPM 脉冲序列图形

(放染料盒的地方),在示波器上观察到的结果如下:

1. 有锁模现象,但锁模质量比五甲川溶液差(属非完全锁模),见图 3,输出能量也比较弱。

2. 同样存在单脉冲锁模阈值。在我们实验条件下, $T_0=46%$ 染料片的锁模阈值为 820 V (100 μ F),当泵浦源输入 970 V 以上,将会出现多脉冲序列。

3. BDN 染料片的 CPM 锁模脉冲序列总宽度与五甲川的二氯乙烷溶液总宽度相近(约 120 ns 左右)。这个结果,可以说明 CPM 体系有利于被动锁模的操作。

参 考 文 献

- [1] 林 星等;《光学学报》,1985, 5, No. 9, 794~798.
- [2] 谢梓铭等;《激光》,1980, 7, No. 7, 13.

(华侨大学物理系 林 星 张文珍 吴逢铁
庄辉鸣 郑云山

中国科学院上海光机所 孙占堇
1985年8月3日收稿)