

1.06 μ 激光调 Q 染料及染料薄片的研制*

中国科学院上海光学精密机械研究所 激光调 Q 染料组
中国科学院上海有机化学研究所

激光技术是六十年代兴起的新技术,十多年来得到极其迅速的发展。在许多实际应用中需要单脉冲输出的激光器件,为此发展了许多调 Q 技术^[1],可饱和染料作 Q 开关元件,它比其他调 Q 方法(如机械调 Q、电光调 Q)具有操作简单的优点,因而有机染料用于调 Q 技术也越来越为人们所重视。

某些菁染料及一些其他类型的染料对红宝石激光器(波长为 694m μ)具有 Q 开关作用,但只有少数染料能用于钽玻璃激光器(波长为 1.06 μ)的调 Q 技术上^[2]。由于钽玻璃激光器的输出激光光谱线是在红外区,其工作物质钽玻璃易制成大小不同的尺寸,在应用上钽玻璃激光器占有重要的地位,因此探讨对 1.06 μ 激光调 Q 的可饱和染料是很有意义的课题。在 1964 年 B. H. Soffer 等^[3]找到了十一甲川兰色素,对钽玻璃激光器作了可饱和钽玻璃 Q 开关实验,但是十一甲川兰色素在合成上较繁复,总产率低,价格较贵,性能又很不稳定,难以保存。因此很希望能找到性能更好的染料。1965 年国外制成了一种红外激光 Q 开关染料 Kodak No. 9740^[4],后来又制成了 Kodak No. 9860^[5],但均未发表其结构式。在其他场合看到了它的 1.06 μ 附近的吸收曲线^[6,7],J. L. R. Williams 和 G. A. Reynolds 发表了三个作为钽玻璃激光器 Q 开关元件的五甲川噁英鎗高氯酸盐的结构式^[8],其吸收峰位置与 Kodak 9740, 9860 是很一致的。

我们合成的一系列五甲川噁英鎗高氯酸盐的同系物,进行了激光性能测试,现将其中的一种样品“730”测试结果分述如下:

一、动 静 比

在激光器共振腔内放入调 Q 元件(如染料盒)后输出的单脉冲能量和未放入腔内时激光输出(多脉冲)能量之比我们称之为动静比。一般都希望能有较好的动静比,使器件有较高的效率。目前“730”的动静比在单次操作器件上,在静态输出为几十到上百焦耳的情况下,可达到 1:4,在若干赫兹的重复频率器件上,在静态输出为几焦耳时,为 1:8 左右。在上述条件下,十一甲川兰色素的动静比分别为 1:3 和 1:5 左右。这两种样品的动静比相差较大。

* 1972 年 6 月 6 日收到。

二、单脉冲浓度区间

对某一条件下运转的器件,配制的溶液浓度在多大区间内都能输出单脉冲激光,这个浓度区间就是单脉冲浓度区间。“730”对于静态输出若干焦耳重复次数为若干赫兹的器件,其单脉冲浓度区间为 $\pm 20\%$ 左右,与十一甲川兰色素差不多。在我们合成的同类五甲川染料中,由于“730”的单脉冲浓度区间较大,使用起来较方便,因此选用“730”。

三、保持单脉冲时间(次数)

在器件运转的条件下,对应的输出单脉冲的染料溶液能维持激光一直输出单脉冲的时间(次数)是一个十分重要的参数。使用次数太少,就要经常调换,极不方便。在上述条件下,1厘米厚的染料盒,7立方厘米的染料溶液可使用400—500次,与同体积的十一甲川兰色素相近。

目前,五甲川噁英蒽高氯酸盐的使用次数仍不能满足连续运转的多次重复器件,对要求较长时间运转的器件,只能采用循环方式来克服。在采用循环方式时,染料溶液流经染料盒的速度对动静比影响很大,流速太快时,甚至无激光输出。

五甲川噁英蒽高氯酸盐染料(如“730”)有以下的优点:

1. 价格便宜:“730”染料由于合成简便,总得率较高,与十一甲川兰色素相比,“730”的价格远较十一甲川兰色素价格为低。而且使用时,一毫克“730”可配成500—1000毫升溶液,而一毫克十一甲川兰色素只能配成若干毫升到十几毫升的溶液,这样,对于连续运转重复频率高的器件,需要使用大量的染料溶液进行循环的情况时,就显得十分重要。

2. 容易保存,使用也就方便些:十一甲川兰色素在固体状态虽能保存一段时间,但在夏天就不能久放。配成的溶液,有时只能放置几小时,而“730”配成的溶液可以较长时间保存,每次使用可按比例稀释,比较方便。而其固体,则保存时间更长。

“730”染料的氯苯溶液,经过实验证明,完全可以用作单次或重复频率不高的器件的调Q元件(输出1.06 μ 的器件),由于其动静比与十一甲川兰色素相差较大,对于要求输出功率大,重复频率高的器件,则不大乐意使用。经过实验,氯苯还是最好的溶剂,丙酮的结果也是较好的。

国外有人把红宝石的Q开关染料掺入塑料中制成薄板片,其使用寿命和动静比都比溶液提高^[1]。我们研制成了一种“730”染料薄片,使用时很简便。薄片的动静比与溶液相比较,有所提高,但还存在薄片的光洁度等问题,还待解决。

我们把“730”氯苯溶液与迴转稜镜在比上述重复频率更高的器件上做双调Q,发现要保持出单脉冲较困难。双调Q时,对浓度的依赖性更灵敏^[1],所以显得困难。但对于重复频率较低的器件,问题可能不会这样严重。

参 考 资 料

[1] 宅间宏,伊东,敏雄,《物性》,8(1967),35.

-
- [2] F. P. Schäfer *Angew. Chem. (Intern. Edit in Engl.)*, **9** (1970), 9.
 - [3] B. H. Soffer et al., *Nature*, **204** (1964), 276.
 - [4] *Phys. Today*, **18** (10) (1965) 18.
 - [5] *Laser Focus*, **6** (5) (1970), 21.
 - [6] 加藤, «电子科学», **19** (8) (1969), 111.
 - [7] A. J. Dematia et al., *Science*, **156** (1967), 1557.
 - [8] J. L. R. Williams et al., *J. Appl. Phys.*, **39** (1968), 5327.
 - [9] A. Szabo et al., *J. Appl. Phys.*, **40** (1969), 3574.