

4. 光谱特性

图 4(b)是用 44 W 型单色仪测得的光谱分布, 峰值波长在 842 nm, 谱线半宽度 < 0.2 nm。

本文得到了本院张兴德副教授的指导, 吉林大学的金恩顺老师和任临福老师分别帮助进行了某些测试和工艺工作, 在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

1 D. Botez, *Appl. Phys. Lett.*, **36**(2), 190(1980)

2 D. Botez, J. C. Connolly, *Appl. Phys. Lett.*, **38**(5), 658(1981)

3 D. Botez, *Appl. Phys. Lett.*, **33**(11), 872(1978)

4 W. Streifer *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-17**(5), 736(1981)

5 C. H. Henry, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-18**(2), 259(1982)

6 J. K. Butler *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-20**(8), 879(1984)

(收稿日期: 1988年3月24日)

锁模脉冲列的耦合效应

高福源 陈淑琴

(中国科学院上海光机所)

Coupling effect of mode-locked pulse trains

Gao Fuyuan, Chen Shuqin

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

提要: 本文报道了在被动锁模激光振荡器中各脉冲列的耦合效应。给出了多种实验结果。分析了产生这种效应的机制, 给出了改善锁模激光振荡器性能的方法。

关键词: 铍玻璃, 被动锁模, 耦合效应

在铍玻璃被动锁模激光振荡器的激光输出中, 常会看到主脉冲近旁有几个伴随脉冲, 这会使激光脉冲大大加宽, 而且脉冲中有多峰结构, 这对超快时间定量测量是非常有害的。经研究发现, 这是由各脉冲列间的耦合效应造成的。任何种类的被动锁模激光振荡器中, 此效应都可能发生作用。研究此耦合效应, 可深入了解被动锁模激光振荡器的各种脉冲列形成过程, 并可有效地提高锁模激光器件的水平。

一、实验装置和实验结果

由平面全反射镜和凹面反射镜构成谐振腔。凹面曲率半径为 2.5 m, 反射率为 50%, 谐振腔腔长为 1.5 m。腔中激光激活介质是铍玻璃棒, 锁模染料盒和激光成布儒斯特角放置。锁模染料是五甲川-二氯乙烷溶液。染料盒的两通光侧壁是厚 2 mm K₉ 玻璃板, 中间染料溶液层厚 2 mm。

对锁模激光输出用双光子荧光法进行了测量。

激光输出有时只有一列脉冲, 有时有多列脉冲, 这些脉冲列很靠近, 而且各脉冲列之间的脉冲间隔是恒定的, 为 36 ps。在有些被动锁模激光振荡器的输出中, 这些脉冲靠得很近, 几乎是分不开的, 因此实际光脉冲就是这些脉冲的包络, 成了很宽的脉冲。

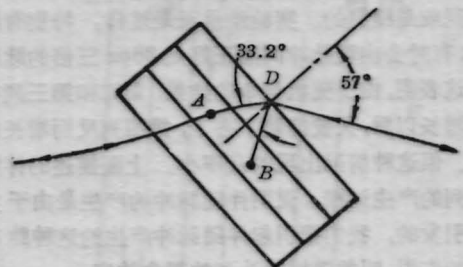


图 1

激光在染料盒中的传播情况如图 1 所示。当一个激光脉冲经过染料层的正中间平面上的一点 A 传播到染料盒外界面的点 D 时, 大部分光能量经 D 透射到空气中, 一小部分光能量(约 4%)反射回来传

播,令反射光线和染料层正中间平面的交点为 B ,若认为上述的脉冲间隔是由 A 经 D 到 B 的光程决定的,很容易算出其光程为 10.56 mm ,激光脉冲经历这一光程需时间

$$t = \frac{10.56\text{ mm}}{c} = 35.2\text{ ps}$$

其中 c 是真空中光速。计算结果和测得的脉冲时间间隔 (36 ps) 很相符。表明伴随脉冲和主脉冲之间的时间间隔恰是主激光脉冲由染料层开始经染料盒外表面反射,反射光回到染料层所经历的时间。

二、脉冲列间的耦合效应

上节结果表明主激光脉冲经染料盒表面部分反射的激光,再照射染料层时,引起了另一列锁模激光脉冲的产生。

文献[1, 2]详细描述了被动锁模激光脉冲的产生过程。强脉冲列对弱脉冲列的抑制作用有利于脉冲列的选择,然而在一定条件下,强脉冲列能助长某些弱脉冲列的增长,将出现多列振荡,即出现脉冲列间的耦合效应。染料盒总有界面,界面对激光将会有部份反射,由于界面距染料层一般都较近,所以这种部分反射的激光会照射到染料层上。在这种反射的激光脉冲照射到染料层的时刻,染料层的透过率较高一些。因此,恰好此时通过染料层的弱脉冲列容易较快地增长。所以,有一列强的脉冲列,另一列就容易较快增长起来,这一列比前一列落后时间 Δt 。同理,第二脉冲列增长起来,会使第三脉冲列容易增长起来,第三列比第二列也落后时间 Δt 。同样,可能会使第四列、第五列增长起来。上面的理论描述很好地解释了上述的实验结果。

第二、三等列脉冲的增长是有随机性的,因为各噪声脉冲列的时间分布是随机的,所以伴随脉冲的出现应是随机的。实验结果正是这样。特别有趣的是,有时会出现脉冲间隔正好是 36 ps 三倍的脉冲列。这表明,由于随机竞争的结果,第二和第三列有一定增长以后,又被抑制下去了,第四列反而增长起来了。但这种情况出现的几率小。上面描述的伴随脉冲列的产生过程,说明伴随脉冲的产生是由于主脉冲引发的,我们把引起伴随脉冲产生的这种脉冲列间的作用,叫做锁模脉冲列的耦合效应。

为了进一步证明脉冲列间存在耦合效应,还用如图 2 所示的被动锁模激光实验装置做了实验。 G_1 是激光介质棒——钕玻璃棒, R_3 是谐振腔的输出镜,是凹面反射镜,凹面曲率半径为 2.5 m ,透过率为 50% 。 C_1 是染料盒,它由平面谐振腔全反射镜 R_4 和

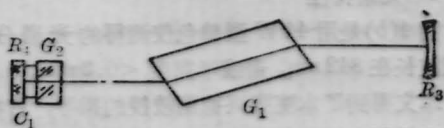


图 2

厚 8 mm 的 K_9 玻璃板 G_2 组成。 R_4 和 G_2 之间是锁模染料溶液层,此层厚 0.2 mm 。锁模染料溶液是五甲川-二氯乙烷溶液。对这样的振荡器,用双光子荧光法测了输出激光脉冲的时间特性,得到的双光子荧光照片如图 3(a) 所示。但脉冲间隔为 80 ps 。激光脉冲由染料层传播到 G_2 的右表面,其部分反射光再传播到染料层所经历的时间被计算出,为 81.6 ps ,和测量结果一致。这表明,采用与腔全反射镜合成一体的染料盒,锁模激光振荡器也有明显的脉冲列间的耦合效应。

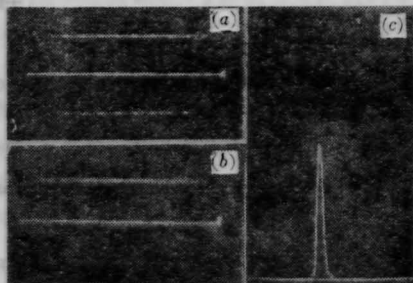


图 3

为了消除伴随脉冲,把图 2 中的染料盒 C_1 改成如图 4 所示的染料盒。其中 R_5 是平面反射镜; G_3 是 K_9 玻璃的斜截圆柱体,长 $l=50\text{ mm}$,角 $\alpha=80^\circ$,圆柱直径 $\phi 15\text{ mm}$ 。 R_5 和 G_3 之间的染料溶液层厚 0.2 mm 。 l 和 α 的选择是为使倾斜端面上反射回来的激光不照射到 R_5 和 G_3 之间的染料层上,以消除脉冲列间的耦合效应。结果输出的锁模激光脉冲只有一列脉冲出现(图 3(b))。用条纹相机测得的激光脉冲波形如图 3(c) 所示,脉冲宽度为 7 ps 。实验结果证实如果染料盒外表面部分反射的激光不照射到染料层上,耦合效应就不存在,因而就不产生伴随脉冲。

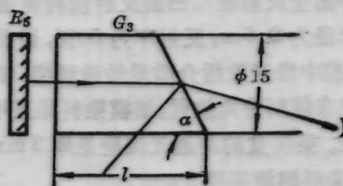


图 4

参 考 文 献

1 P. G. Kryukov and V. S. Letokhov, *IEEE J. Quant. Electr.*, QE-8(10), 766(1972)

(收稿日期: 1988年3月24日)

泰曼干涉法测量晶体的电光系数

黄祥金 黄亦好 熊克明

(中国科学院福建物构所)

Twyman-Green interferometry for measuring electro-optic coefficients in crystals

Huang Xiangjin, Huang Yihao, Xiong Keming

(Fujian Institute of the Structure of Matter, Academia Sinica, Fuzhou)

提要: 本文报道用泰曼干涉仪通过同时记录干涉光强度和分束前光强度的方法来测量晶体的电光系数的测量结果。

关键词: 泰曼干涉仪, 电光系数

用普通偏光法测量晶体的电光系数, 通常对通光面的加工要求很高, 并且要获得各个电光系数有时还相当困难, 虽然国内外已有人采用干涉补偿法^[1,2], 但它的测量速度却较慢。

我们的测量装置如图1所示。设分束前的光强度为 I_s , 干涉后任意时刻的光强 I 与 I_s 之比可以表示为:

$$\frac{I}{I_s} = a + b \cos \delta \quad (1)$$

式中

$$a = \frac{1}{2} \left(\frac{I_{\max}}{I_{s2}} + \frac{I_{\min}}{I_{s3}} \right) \quad (2)$$

$$b = \frac{1}{2} \left(\frac{I_{\max}}{I_{s2}} - \frac{I_{\min}}{I_{s3}} \right)$$

式中 a 和 b 是分别与两干涉臂中各光学元件的透过率和反射率有关的常数, δ 是这二臂之间的光相位延迟。 I_{\max} 和 I_{\min} 是 I 的极大值和极小值, I_{s2} 和 I_{s3} 是

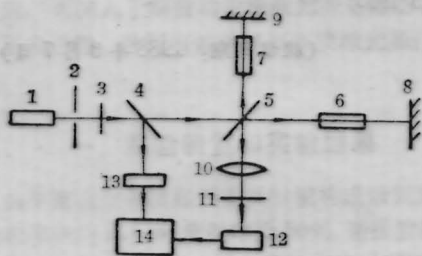


图1 测量装置简图

1—400 mm 长内腔 He-Ne 管; 2—有小圆孔的屏; 3—偏振片; 4—玻璃片; 5—分束器; 6、7—电光晶片; 8、9—全反射镜; 10—凸透镜; 11—有狭缝的屏; 12、13—光接收器; 14—双笔记录仪

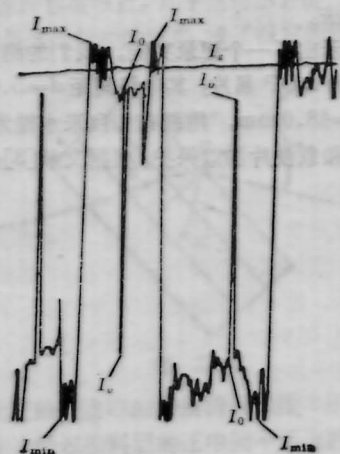


图 2