

图3 腔长 $500 \mu\text{m}$ 时的自相关曲线

(a) 放大级中未加吸收体; (b) 放大级中加入吸收体; (c) 振级光脉冲的自相关曲线

参 考 文 献

- 1 A. J. Cox, C. D. Merritt *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **40**, 664(1982)
- 2 G. W. Scott, J. H. Clark *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-19**, 554(1983)
- 3 H. P. Krotz, A. J. Cox *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-21**, 1795(1985)
- 4 L. J. Qian *et al.*, to be Published
- 5 陈凌冰, 伍长征 *et al.*, *中国激光*, **11**(11), 369(1984)
- 6 刘一先, 伍长征 *et al.*, *应用激光*, **5**, 207(1985)
- 7 D. Roess, *J. Appl. Phys.*, **37**, 2004(1966)
- 8 Z. W. Li, C. Radzewicz *et al.*, *Opt. Lett.*, **12**, 416(1987)

(收稿日期: 1988年11月3日)

稳定大功率单频输出 He-Ne 激光器的新进展

李尚义

(北京科学仪器厂激光研究室, 100011)

New advance of high power single frequency He-Ne lasers

Li Shangyi

(Beijing Scientific Instrument Factory, Beijing)

Abstract: 26mW stable single frequency output was obtained from an extracavity He-Ne laser of 1m long high gas pressure longitudinally discharge tube with additional unhomogeneous magnetic field. Conversion coefficient from multi-frequency into single frequency output is greater than 1. This type of laser has a *p.d* value of approximate constant, being 10~13.

Key words: high power, single frequency

继文献[1~3]之后, 为了提高输出功率, 并消除放电毛细管不规则带来的腔损耗, 作者研磨了放电毛细管的内壁, 将输出功率进一步提高到 24mW。此时激光器的主要结构参数为: 腔长 1140mm, 放电管长 1m, 放电管内径 2.48mm; 采用平凹腔结构, 凹面曲率半径为 4m,

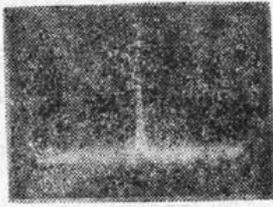


图 1

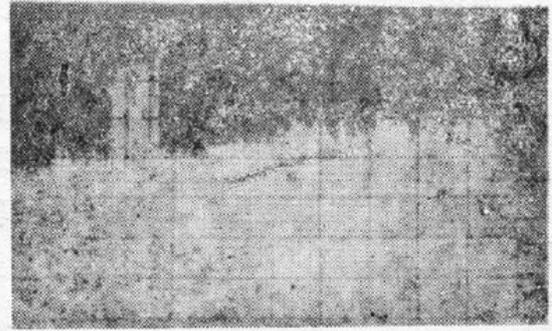


图 2

透过率为 3%，此时总气压为 5.5 Torr，He:Ne 的气压比为 11:1。激光器做成后测得放电电流为 7 mA，起辉电压为 8.5 kV，工作电压为 4.5 kV，磁场强度为 65 G，测得的相干长度大于 14 m。模式为单横模、单纵模，在带宽为 20 MHz 的扫描干涉仪上拍得单频振荡如图 1 所示。为了进一步证实这种单频输出的可靠性，曾由中国计量科学院时频室用这种激光器与碘稳定的 He-Ne 激光器拍频，在频谱分析仪上测到了单个的差频信号(见图 2)，单个差频信号的存在更进一步证明这种激光器的单频输出是可靠的。其单频的飘移量在开机 1 小时后小于 3 MHz/s，开机 2 小时后小于 2.5 MHz/sec，开机 3 小时后小于 1.2 MHz/s。开机 7 小时后小于 780 kHz/sec^[8]。

作者从试验中发现，这种激光器由多频运转向单频运转的转换系数 K 达到大于 1 的水平。在试验中，不加纵向非均匀磁场时，其多频输出功率为 22 mW，加上纵向非均匀磁场后，立即出现单频输出，其输出功率为 26 mW，所以其功率转换系数 $K = \frac{26}{22} = 1.18$ ，与文献[4,5]报道的转换系数 $K = 0.75$ 和 $K = 0.5$ 相比，有了显著提高，从 K 值大于 1 的结果看，这种模式选择方法与报道的其它激光器模式选择方法有很大不同，即由多频输出向单频输出转换时，不受转换系数 K 的限制，可以在 K 大于 1 的情况下实现单频运转。其原因是这种激光器在纵模选择过程中，腔内未插入可以引来损耗的选模元件，当加上纵向磁场后，出现单频输出，大大地压缩增益线宽，而激光器的增益系数是与谱线宽度 $\Delta\nu$ 成反比的^[9]，因此，这种激光器的功率转换系数 K 大于 1 是很自然的。

作者曾在文献[2, 3]中指出，这种激光器和普通的 He-Ne 激光器一样，在最佳放电条件下，其 $p \cdot d$ 值接近于一个常数，一般为 10~13。从文献[4]所作的试验看，虽然采用了比文献[1, 5]短得多的放电毛细管，其内径亦相差甚远，而且不是文献[1, 5]的平凹腔结构，而是双球腔结构，但根据所提供的图表和数据看其 $p \cdot d$ 值为 $6 \times 1.8 = 10.8$ ，还是在作者所提供的 $p \cdot d$ 值范围以内。

因为要使压力增宽所引起的烧孔宽度复盖多个纵模，才能使这种激光器由非均匀增宽变成均匀增宽，也只有这样，才能使被抑制的纵模的能量转换到单个振荡的纵模上，从而提高了输出功率。而腔长愈短，纵模间隔愈大，所以要使单频振荡时的烧孔宽度复盖相同的纵模个数所需的压力愈大。而根据激光管的设计，腔长愈短，则放电毛细管愈细；相反，腔长愈长，纵模间隔愈小，所以，要使单频振荡时的烧孔宽度复盖相同纵模个数所需的压力愈小。根据公式^[6]：

$$\delta\nu = \sqrt{1 + I_p/I_s} \Delta\nu_L \quad (1)$$

式中, δ_v 为烧孔宽度; $I_v/I_s \approx 3$; $\Delta\nu_L = \alpha \cdot P$, $\alpha = 100 \text{ MHz/Torr}$, P 为以 Torr 为单位的出现单模振荡时的总气压。

很容易算得: 800 mm 腔长时纵模间隔为 188 MHz, 实验所需的压力^[4]约为 6 Torr, 所以 $\Delta\nu_L = 600 \text{ MHz}$, $\delta_v = 1200 \text{ MHz}$, 烧孔宽度复盖的纵模个数约为 $1200/188 \approx 6$ (个) 纵模; 在 1100 mm 腔长^[5]时纵模间隔约为 131 MHz, 实验所需的出现单频振荡的压力为 5.5 Torr, $\Delta\nu_L = 550 \text{ MHz}$, 所以 $\delta_v = 1100 \text{ MHz}$, 烧孔宽度复盖的纵模个数约为 $1100/131 = 8$ (个) 纵模; 1800 mm 腔长^[6]时纵模间隔为 81 MHz, 出现单频时所需压力为 3 Torr, $\Delta\nu_L = 300 \text{ MHz}$, 所以 $\delta_v = 600 \text{ MHz}$, 烧孔宽度复盖的纵模个数为 $600/81 \approx 7$ (个)。由上面的计算结果看出, 1800 mm 腔长时, 尽管烧孔宽度已复盖 7 个纵模, 但所需压力仅为 3 Torr 左右; 而在 800 mm 腔长, 烧孔宽度已复盖 6 个纵模, 就需 6 个 Torr 左右的压力, 才能出现单频振荡。所以这也定量地说明了这种激光器当具有短腔长、大的纵模间隔, 小的放电管直径时, 需要大的单频压力; 而当激光器具有长的腔长、小的纵模间隔、大的放电管内径时, 就只需较小的单频压力。因此 $p \cdot d$ 值近似一个常数。

目前这种激光器已应用于多普勒测速计算全息和大相干长全息研究。在没有恒温 and 稳频的情况下, 用它制成了 400×400 的全息照片, 在国际全息摄影展览会上获得了好评; 用它制成了 500×660 的国内最大的全息图。目前, 正准备用它拍 1000×1000 的大全息图。

北京理工大学光学工程系哈流柱副教授提供了该激光器的实际应用情况, 作者在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 李尚义 *et al.*, 中国激光, **13**(7), 392~396(1986)
- 2 李尚义 *et al.*, 中华人民共和国专利, 专利公告号: 85 101014
- 3 李尚义 *et al.*, 激光杂志, (4), 185~189(1985)
- 4 St. St. Cartaleva *et al.*, *Appl. Phys.*, **B40**, 153~155(1986)
- 5 G. H. Арытов, *ЖИГ.*, **31**(6), 977~981(1979)
- 6 周炳昆 *et al.*, 激光原理(国防工业出版社, 1980)

(收稿日期: 1989年1月2日)

激光诱发家蚕卵色突变的遗传学分析

陈震古 徐厚镛 孙文瑚 刘小刚

(安徽农学院, 合肥)

Genetic analysis of egg color of laser-treated silkworm (*bombyx mori*)

Chen Zhengu, Xu Hourong, Sun Wenhui, Liu Xiaogang

(Anhui Agricultural College, Hefei)

Abstract: Two kinds of mutants in egg color of laser-treated silkworms are analysed by esterase isoenzymes zymogram and cross test, the results show that the new recessive mutations