

图3 低气压连续放电管不工作时(a)和  
工作时(b)输出的激光波形

图3示出了观测结果。图3(a)是低气压连续放电管处于不工作状态时测得的脉冲波形,在典型的TEACO<sub>2</sub>激光器的增益开关脉冲波形上明显地被一些高频的精细结构所调制,可见TEACO<sub>2</sub>激光器产

生了多纵模同时振荡,并相互产生了拍频。

当连续波低气压增益管处于工作状态后,得到图3(b)的波形。可以明显地看到高频调制已经消除,增益开关脉冲已变得很光滑,实现了单纵模运转。用校准过的石墨斗能量计测得脉冲能量为200毫焦耳,脉宽约为0.1微秒,所以峰值功率约2兆瓦。

### 参 考 文 献

- [1] S. L. Chin; *Optics & Laser Technology*, 1980, No. 2, 85~88.
- [2] 潘承志等;《激光与红外》,1978, No. 7, 18~23.

(北京真空电子器件研究所  
潘承志 戴杰  
1981年3月31日收稿)

## CO<sub>2</sub> 激光器的简单稳频

**Abstract:** An experimental equipment to stabilize the frequency of a CO<sub>2</sub> laser is described. The frequency stability is  $2 \times 10^{-9}$  (sampling time  $\tau \sim 1s$ ).

简单稳频是把被稳定激光器增益曲线的中心频率做为标准频率,用伺服电路把激光频率锁定在这一标准上。实验装置如图1所示。

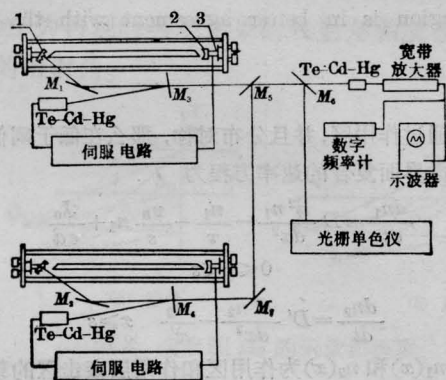


图1 简单稳频实验装置

1—光栅; 2—镀金反射镜,  $R=2$ 米; 3—压电陶瓷;  
 $M_1, M_2, M_7$ —全反镜;  $M_3, M_4, M_5, M_6$ —分束镜

激光器采用结构稳定的殷钢支架,放电管二端用氯化钠布儒斯特窗,充氮、氩、二氧化碳、氙、水蒸气混合气体,放电管内径 $\phi 9$ ,放电长度760毫米,用光栅选支(光栅闪耀波长10微米,100条/毫米,反射

率约70%),另一端为镀金的全反射镜,曲率半径为2米,腔长1.1米,光栅的零级衍射作为输出。

伺服系统是实现激光稳频的自动频率调节装置,系统的方框图如图2所示。

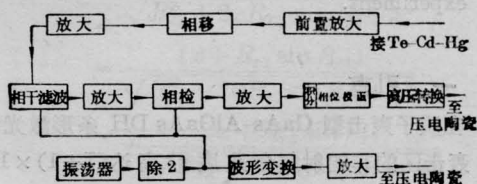


图2 伺服系统方框图

低频振荡器为压电陶瓷提供一个257赫的三角波调制电压,用三角波调制是为了减小偶次谐波对控制系统的影响,它的幅度应根据实验要求而定,从0~15伏连续可调。

在环路里引进相干滤波器对压缩带宽以及从噪声中提取有用信号和抗干扰能力等均有一定的提高,但它将使环路时间常数变慢而引起控制相位滞后,这一点必须引起注意。

伺服环的开环增益极高( $>2 \times 10^7$ ),为了减少

直流漂移, 尽量提高交流增益是有利的。除此之外, 环路滤波器、相干滤波器都能引起相位滞后, 所以系统中加入相移和相位校正网络, 以免将频率补偿加到不适当的方向上去, 产生环路振荡, 甚至造成失锁或根本就不能入锁。

伺服系统的控制元件是圆筒形的压电陶瓷 ( $\phi 30$ , 长 60, 壁厚 1), 其伸长量是 0.013 微米/伏, 对 1 米长的腔来说, 压(电陶瓷)控激光器的调谐率为 400 千赫/伏, 加在压电陶瓷上的伺服电压变化范围可以覆盖整个线宽而有余, 此外开环时可以手控, 使伺服电压在 0~1000 伏范围内变化, 使激光腔工作在增益曲线峰值。这时再闭锁, 并适当调整相位就很容易上锁。

用上述装置进行的稳频实验证明了能够稳定地实现锁频, 而且可以连续工作数小时而不跳锁。

把两台激光器调整在同一振转支线上, 并调整两台伺服环使其锁定在各自激光器的增益峰上, 进

行两台激光器拍频测量并和这两台激光器自由运行时的拍频测量结果进行了比较(见表)。

稳定激光器的频率稳定度

取样时间 (秒)	间隙时间 (秒)	取样次数	阿仑方差 $\sigma$	频率稳定度
1	0.6	101	$8 \times 10^4$	$2 \times 10^{-9}$
10	0.6	101	$3.6 \times 10^4$	$9 \times 10^{-10}$

伺服系统闭环稳定后约使激光频率的稳定度比自由运行时提高一个数量级, 但对低于 100 毫秒的短稳没有明显改善。

谨向对本工作给予很大帮助的王世尧、石培昇同志致谢。

(中国科学院上海光机所 卞淑恒 王长生

廖世强 赵家铭 李素梅 孙顺娣

1981年4月1日收稿)

## 轰击区的非辐射复合对作用区注入载流子空间分布的影响

**Abstract:** We have derived the carrier distribution expression containing the nonradiative recombination velocity in the proton bombarded region, and calculated the carrier distribution profiles of various cases. They show that the theory taking into account of the nonradiative recombination velocity in the proton bombarded region is in better agreement with the experiment.

### 一、引言

在质子轰击型 GaAs-AlGaAs DH 条形激光器中, 轰击区的非辐射复合速度  $v_B$  高达  $(7 \pm 1) \times 10^5$  厘米/秒<sup>[1]</sup>。这对深轰击(轰击前沿越过作用层)条形激光器作用区注入载流子的空间分布必将产生重要影响。然而, 过去的理论分析并未考虑此点。本文报导我们在考虑了这一因素后所得到的结果。

### 二、分析

深轰击条形激光器如图 1 所示。由于轰击前沿越过了作用层, 所以质子轰击所产生的高阻有效地限制了电流在越过作用层前的横向扩展, 而仅仅存在着载流子的外扩散。同时, 由于作用层厚度  $d$  远远小于作用区注入载流子的扩散长度  $L$ , 所以可认为载流子在  $y$  方向的分布是均匀的。假设注入电流

均匀通过作用区, 并且分布对称, 那么在低于阈值时不考虑界面复合的速率方程为

$$\frac{dn_1}{dt} = D \frac{d^2 n_1}{dx^2} - \frac{n_1}{\tau} - \frac{v_B}{s} n_1 + \frac{J_0}{ed} \quad 0 \leq x \leq s \quad (1)$$

$$\frac{dn_2}{dt} = D' \frac{d^2 n_2}{dx^2} - \frac{n_2}{\tau'} \quad x \geq s \quad (2)$$

式中  $n_1(x)$  和  $n_2(x)$  为作用区和作用层轰击区的载流子分布;  $D$ 、 $\tau$  和  $D'$ 、 $\tau'$  是作用区和作用层轰击区载流子的扩散系数和寿命;  $J_0$  是注入电流密度;  $e$  是电子电荷。在稳态条件下

$$\frac{dn}{dt} = 0,$$

且令作用区的载流子有效寿命

$$\tau_{eff} = \tau \left( 1 + \frac{v_B \tau}{s} \right)^{-1},$$