

压时,输出激光能量随总气压的变化,两种稀释气体的曲线有明显的差别,Ar作稀释气体时可以清楚地看到最佳值,而且这个数值随着总气压减小而向低电压方向移动。

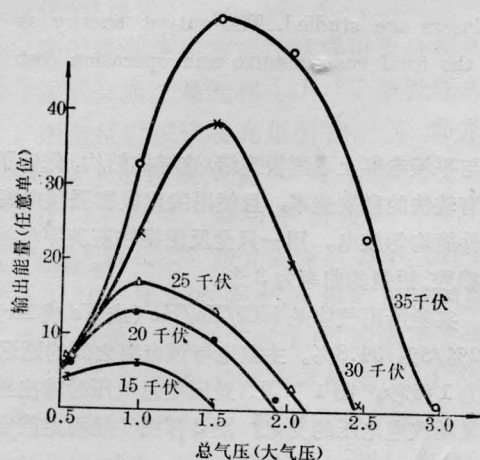


图4 输出能量与总气压的关系(固定放电电压)  
HCl/Xe/Ar=0.2%/5%/94.8%

图5是激光输出能量随总气压的变化曲线。对He、Ne和Ar三种稀释气体都固定0.2% HCl和5% Xe,且固定主放电电压35千伏。从图中可见,当用Ne代替He作稀释气体时,输出能量有明显增加,约增加30%。当用Ar代替He作稀释气体时,最佳总气压有明显的下降。在总气压1.5大气压时,输出能量达到最大。最大输出功率超过He气,而接近于Ne气。而用He或Ne作稀释气体时,总气压在1大气压时接近阈值;在总气压3大气压时,激光输出最大,甚至随总气压上升,输出还有增加的趋势。在总气压为1.5大气压时,用Ar作稀释气体的激光功

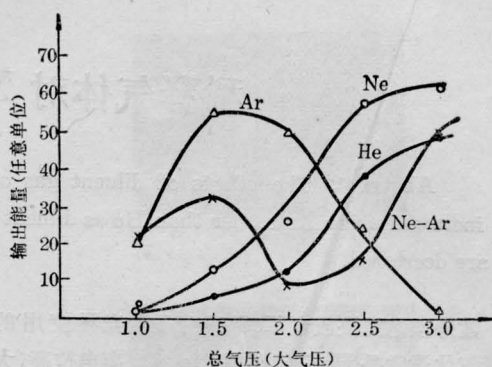


图5 不同稀释气体时,激光输出能量与总气压的关系曲线(固定主放电电压35千伏)  
HCl/Xe/稀释气体=0.2%/5%/94.8%

率大大高于其它气体,尽管最高功率是接近的。

此外,我们还做了两种气体混合作为稀释气体的实验。从实验看,在总气压较低时,Ar起主导作用;而在总气压较高时,Ne起主导作用。但就我们的器件看其总效果没有单种稀释气体好。

本工作得到上官诚等同志的帮助,在此表示感谢。

## 参 考 文 献

- [1] R. C. Sze; *J. Appl. Phys.*, 1979, **50**, No. 7, 4596.
- [2] R. C. Sze; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1979, **QE-15**, 1338.
- [3] Toru. Mizurami *et al.*; *Jpn. J. Appl. Phys.*, 1981, **20**, No. 9, 1763.

(中国科学院上海光机所 袁才来 乐耀康  
张基林 1983年1月24日收稿)

## 内腔式 He-Ne 激光的偏振特性

**Abstract.** The polarization behaviour of an intra-cavity He-Ne laser at 632.8 nm has been experimentally studied and discussed.

实践表明,内腔式 He-Ne 激光器输出的激光通常是一种振动方向随时间不规则变化的部分偏振光<sup>[1]</sup>。现就其偏振特性进行一些讨论。

图1(a)是观测实验装置,激光通过偏振器P后被功率计接收,并输入到记录仪,由它画出光强随着

P 旋转角度的关系曲线。图1(b)是管长250毫米的内腔 He-Ne 管的典型光强曲线。

图2(a)为观察激光纵模偏振的实验装置。激光束通过偏振器P后,经扫描干涉仪接收,并由JPM-1光谱仪显示模的波形。实验中,采用南京电子管厂

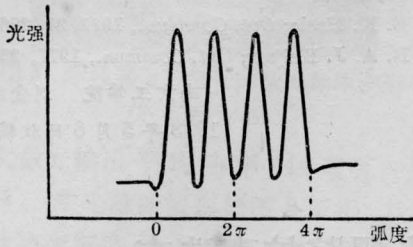
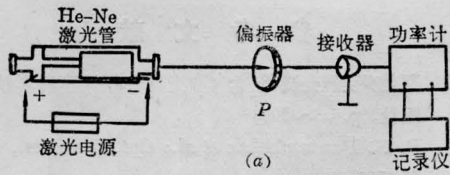


图 1

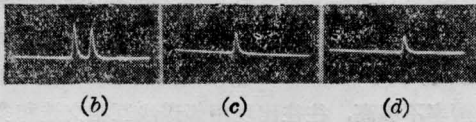
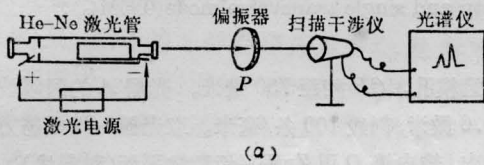


图 2

生产和本实验室研制的腔长约 250 毫米的内腔式 He-Ne 管。在管子工作起始阶段,随着温度升高,腔长增加,从荧光屏上明显可见,各纵模的漂移较快,长时出现两个纵模,也有时出现三个纵模。

当出现两个纵模(图 2(b)),旋转偏振器  $P$  至某方位,荧光屏上就只显示纵模 1(图 2(c)),再转动  $P$  经  $\pi/2$ ,就只出现纵模 2(图 2(d))。这说明该两个模的偏振方向是互相垂直,且每个模都是线偏振光,与有关文章报道相一致<sup>[2,3]</sup>。由于腔长等因素的变化,模在多普勒加宽线内移动时,模的振动方向有瞬时跳动,但振动方向始终保持垂直。当模处于加宽线中心两侧位置,幅值近乎相等,且比较稳定时,两模振动强度不变。可见利用这一原理,图 2(a)的装置也可作为选择单纵模简便方法。

当管子工作于三纵模振荡,随着腔长变化(伸长),纵模在多普勒加宽线内不断向左移动。在变化较缓慢时,旋转偏振器  $P$ ,在荧光屏上就能明显地看到模幅度变化情况,从而确定它的偏振方向,如图

3(a)所示。当振荡处于多普勒谱线中心位置,模 1、3 处于两侧,模 1、3 的振动方向相同,且与模 2 相垂直;随着模向左漂移,它们的振动强度发生跳动(竞争)现象,例如,模 2 减弱,模 1、3 增强;或 1、3 减弱,模 2 增强。模 2 幅度降低到一定值,模 3 增强到一定值,竞争的结果,模 2 突然改变振动方向,与模 1 相同,而模 3 改变振动方向与模 1、2 相垂直(图 3(b))。当模继续左移,模 1 消失,右边出现模 4(图 3(c)),它的振动方向和模 3 同,与模 2 垂直。随着继续向左慢慢漂移,模间竞争增加,当模 3 处于谱线中心位置,模 4 突然改变振动方向,与模 2 垂直,又出现如图 3(a)的情况。如果四个纵模振荡,在谱线中心两侧各出现两个纵模,每一侧的两个模振动方向相同,两组间振动方向相互垂直<sup>[3]</sup>(图 4)。

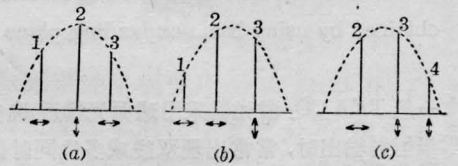


图 3

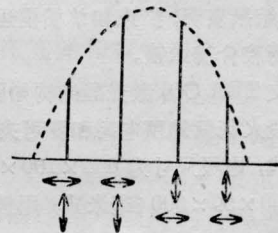


图 4

通过以上实验表明,内腔式 He-Ne 激光管输出光束具有部分偏振特性,在某些方向偏振较强,这是由于各个纵模的振动方向相垂直(有的模同向)所造成的。

影响腔内模的振动方向的因素很多。把一块磁铁靠近激光管,立即会看到模振动方向的改变。对不同的管子,影响程度也不一样。但有一点是共同的,内腔式 He-Ne 管输出的激光束,从总体来说,它是两个互相垂直的振动方向,且振幅往往不等的部分偏振光。

最后顺便指出,外腔、半外腔激光器输出的光是线偏振光,各个纵模的振动方向都处在布氏窗的法线和腔轴(光线)组成的平面内。利用图 2 的实验装置,把激光管换成外腔或半外腔的 He-Ne 激光管,

## 参 考 文 献

- [1] 蔡伯荣, 魏光辉等编; 《激光器件》, 湖南科学技术出版社, p. 58~59  
 [2] P. N. Puntambekar *et al.*; *Opt. Commun.*, 1982, **41**, 191.  
 [3] E. K. Hasle; *Opt. Commun.*, 1979, **31**, 206.  
 [4] R. A. J. Keijser; *Opt. Commun.*, 1977, **23**, 194.

(南京工学院 刘金绶

1983年5月6日收稿)

## TEA CO<sub>2</sub> 激光器平面-光栅腔扩束选支

**Abstract.** The experimental results with an improved wavelength resolution have been obtained by using beam expanding plane grating cavity and single transverse mode(TEM<sub>00</sub>).

一般 TEA CO<sub>2</sub> 激光器采用球面光栅腔选支多模零级衍射输出时, 常常出现双线或多线同时振荡。为了提高光栅腔对波长的选择性, 王裕民<sup>[1]</sup>和郑辉<sup>[2]</sup>从不同理论分析都认为应采取扩束和单横模运转, 本文实验结果表明, 扩束和单横模运转工作确实能够改善光栅腔分辨本领。

扩束选支 TEA CO<sub>2</sub> 激光器结构如图 1 所示。激光器采用一般火花紫外预电离和罗可夫斯基剖面铝电极放电方式, 电极尺寸为 600×100×20 毫米, 有效放电体积 30×50×500 (毫米)<sup>3</sup>。用镀增透膜的锗平行板密封器件, 锗片透过率约 93%, 有效通光孔径 φ50 毫米。激光器无氦工作, 配气比 CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>=1:1, 总气压 200 托, 工作电压 18000 伏。

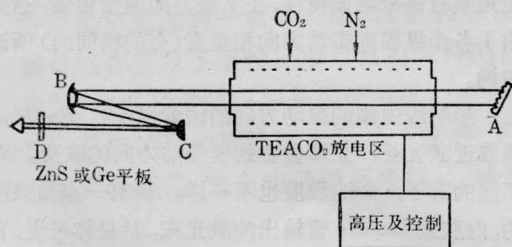


图 1 扩束选支 TEA CO<sub>2</sub> 激光器结构示意图

平面-光栅腔由光栅 A 和输出平板 D 组成, 腔内反射式扩束系统由 B 镜和 C 镜组成, B 是曲率半径 R 为 2000 毫米的镀金凹面镜, C 是曲率半径 R 为 500 毫米的凸铜镜, 在紧靠 B 镜前加放 φ20 毫米

的选模孔, CB 相距 750 毫米。光栅 A 的闪耀波长 10.6 微米, 刻线 100 条/毫米。取光栅一级振荡方向输出, 输出镜 D 用 ZnS 平板和锗平板(对弱线)。

虽然 CO<sub>2</sub> 振转跃迁的谱线之间并不十分密集(约在 0.01~0.02 微米), 但使用球面-光栅腔多模选频时, 由于 TEA CO<sub>2</sub> 激光器的高增益和光栅的角分辨率不够高, 往往出现相邻谱线互相交迭和多谱线同时振荡输出现象。文献[2]的计算表明, 对于厄米-高斯光束, 闪耀光栅的分辨能力  $\frac{\lambda}{\Delta\lambda}$  为:

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = M \frac{\pi\omega_0}{d \cos c} \quad (1)$$

即分辨本领  $\frac{\lambda}{\Delta\lambda}$  仅与光腰截面半径  $\omega_0$  成正比, 若取衍射级  $M=1$ , 光栅常数  $d=\frac{1}{100}$  毫米, 入射角  $c \approx 30^\circ$ , 不进行扩束时  $\omega_0=2.5$  毫米, 从(1)式算得  $\Delta\lambda=0.012$  微米, 它与 CO<sub>2</sub> 振转谱线的间距同样大小; 而当扩束时,  $\omega_0$  增加 4 倍,  $\Delta\lambda=0.0029$  微米, 这时光栅的分辨能力已完全可以将相邻两谱线分开。实验中用 WDS-3 型光栅单色仪测定, 在 10.4 微米带(00°1-10°0)和 9.4 微米带(00°1-02°0)能可调谐输出 70 多条谱线, 并且全部单线输出, 使用同样精度的光栅调整装置可将谱线完全分开。单横模(TEM<sub>00</sub>)强线输出 0.8 焦耳/脉冲, 弱线输出约为 0.3 焦耳/脉冲。在无氦情况下工作, 95% 的脉冲输出能量波动小于 10%, 用光子牵引器测得脉冲宽度为 200 毫微米。