

高,然而,却观察不到二阶以上的反斯托克斯线,所以这也是难以解释的现象.很多现象尚待继续探索.

作者们感谢高兆兰教授、黄旭副教授的指导和关怀.

## 参 考 文 献

- [1] “激光物理学”编写小组,《激光物理学》,上海人民出版社,(1975),301.
- [2] Y. R. Shen, N. Bloembergen, *Phys. Rev.*, **137-6A**(1965), 1787.
- [3] D. Von, Der Linde, M. Maier, W. Kaiser, *Phys. Rev.*, **178**(1969), 11.

# 金属结构封离型CO<sub>2</sub>激光器\*

赵 进 赵润乔 叶桂木 董桂珍 戴立盛

(中国科学院电子学研究所)

## 一、设计考虑

中小功率CO<sub>2</sub>激光器一般有直管型和折迭型两种类型.这类封离型器件单位放电长度的输出功率一般只达到50瓦/米左右.为了获得较高的输出功率,通常采用增加管长来实现.但是,提高激光器单位放电长度的输出功率还有相当大的潜力.

大家知道,腔失谐会使输出功率大大降低、输出模式变坏.我们发现,内腔式封离型器件(如图1)一般都不可能运转在最佳对准状态,它受到制管工艺对准精度的限制和运转时引起的热变形的影响,一旦谐振腔固定之后,就不可能进行调节.即使冷状态达到较佳的对准状态,热状态的失谐也无法克服.如果采用外腔式结构(如图2),虽然能做到器件在热状态下完全对准,但是由于外腔式结构需要有二个布鲁斯

特角窗,窗片一般采用NaCl或GaAs晶体,这就引入了附加损耗,降低了增益,使得单位长度的功率输出降低,甚至还不如内腔式的输出功率高.而且,窗片的保护也比较麻烦.因此,除特殊需要外,多数器件都不采用外腔式结构.但外腔式结构具有在热状态下精确对准谐振腔的突出优点.

我们正是把外腔式的可调节性和内腔式的高增益,低损耗和简便性结合起来,使器件既有较高的增益又能在热状态下达到完全对准,达到了既提高了输出功率,又改善了输出模式特性.我们所采用的方案如图3简图所示.我们选用了“口”字形铝合金型材作为刚性底座.先将放电管置于金属水冷套中,然后将它们一起通过支架固定在金属底座上,同时把一个可微调锁紧的调节装置也固定在底座的一端.它可以对具有微量弹性形变的放电管进行微调(弹性形变是由于金属水冷套和放电管之间用橡皮

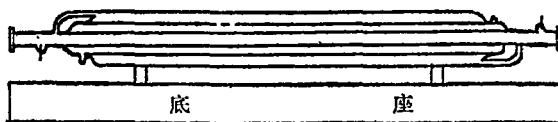


图1 内腔式结构

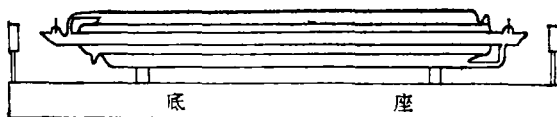


图2 外腔式结构



图3 金属结构型

软接触而形成的.微调前谐振腔应当先基本对准,在器件工作时再利用微调装置精细调整到最佳工作状态.

\* 1978年8月14日收到.

器件的输出功率和模式除了谐振腔的影响之外,放电管的准直度也是一个重要的影响因素。一般出厂的石英管并不是理想的放电管,还必须经过严格的挑选。这样既浪费材料,也不能完全符合理想的要求。我们采取人工校直的途径,大大改善了放电管的不圆度和准直度。在放电管校直的基础上,还利用可调节的支点克服了管子在重力作用下自然下垂而产生的挠度。在平行光管的监视下可以把放电管的直度调节到允许的误差范围之内。这样既节约了原材料,又大大提高了放电管的合格率。

## 二、结构特点

### 1. 刚性底座

谐振腔的微调装置和放电管的准直调节都必须建立在刚性底座的基础上。综合考虑各种因素,我们选用了“口”字形铝合金型材。实测结果,每公斤压力在最大力矩下引起的形变 $\Delta h \approx 10$ 微米,这引起谐振腔的失谐量为:

$$\Delta\theta \approx \frac{\Delta h}{L} < 10^{-5} (\text{弧度}) \approx 2 (\text{秒}), \quad (1)$$

式中 $L$ 为底座的长度。而微调装置的调节范围为1分,所以这种结构的底座基本上满足要求。但由于底座和水冷套的温差 $\Delta T$ 将引入附加的热形变 $\Delta L_T$ :

$$\Delta L_T = \alpha L \Delta T, \quad (2)$$

式中 $\alpha$ 为线膨胀系数。对于铝材,取

$$\alpha = 2.2 \times 10^{-5}$$

但由于热变形的不规则性,理论计算是较困难的。实际测量结果表明,当 $\Delta T = 15^\circ\text{C}$ 时,失谐量将超过1分,这就超过了可调节的范围。幸而如果把底座和水冷套同时进行冷却,即同步冷却,这时 $\Delta T \approx 0$ ,那么 $\Delta L_T \approx 0$ 。因此,采用同步冷却将使器件工作更稳定,而且不受环境温度变化的影响。

### 2. 石英放电管的校直和可调节支点

石英放电管的校直是将用高纯石墨精车成的芯轴放入石英管内,在玻璃车床上旋转加热,同时抽真空来进行的。经过逐段校直过的石英管基本上符合要求。对于2米或3米的放电管,由于采用了金属水冷套结构,使得有可能在水冷套管壁上装上对放电管进行调直的可调节支点。调节各支点可使放电管在全长范围内小于0.3毫米的偏差。一般二米器件只用一组支点,三米器件用两组支点。

### 3. 谐振腔的微调装置

为了达到对谐振腔的微调,我们采用了具有二个自由度的调节装置,水平方向和垂直方向可调节范围均为 $\pm 1$ 分。首先将谐振腔按常规方法在冷状态下对准,然后夹紧微调装置。当器件工作时,在热状态下对腔进行微调,达到功率输出最大,模式最好后将锁紧螺钉锁定。在谐振腔失谐几十秒到1分范围内,均能满意地调节到最佳状态。

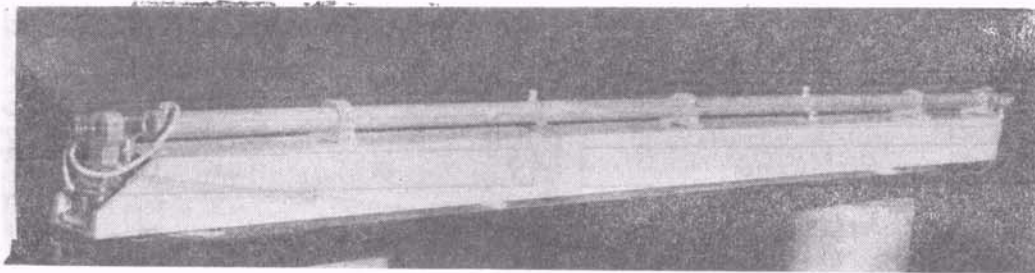


图4 金属结构封离型 $\text{CO}_2$ 激光器

## 三、性能比较

下页表列出了金属结构 $\text{CO}_2$ 激光器的实验

数据和石英三层套结构内腔式器件的性能比较:

由于金属结构的中小功率封离型器件采用

性能比较表

器件	项目	放电长度(米)	$P_{max}$ (瓦)	瓦/米	稳定性	成本	注
三层套	二米	2	100	50	好	0.4	
	三米	2.9	148	51	好	1	
金属结构	203*	2	120	60	差	0.1	75年制
	302*	2.9	180	62	差	0.1	75年制
	303*	2.85	192 (环模)	67	好	0.1	78年制

了谐振腔微调装置,可调节支点和放电管校直方法,使得该类器件有可能运转在最大功率输出,并能在一定范围内对输出功率进行调节,而且有可能获得单基模运转。以303\*管为例,环模最大输出功率达192瓦,其单位放电长度的输出功率达67瓦/米,它比三层套结构提高了34%。同时,它还具有结构牢固,不易损坏,成本低廉,容易加工制作等优点。这些优点使它更适合于工厂批量生产,以满足国民经济中各方面的需要。

本文报道了我们对金属结构封离型CO<sub>2</sub>激光器的一些设想和初步实验结果。不当之处请批评指正。

## 在 D<sub>2</sub>O 溶液中 DKDP 晶体两相稳定区的研究\*

DKDP 研究小组\*\*

(山东大学晶体生长研究室)

磷酸二氢钾(KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,简称KDP)中的氢被其同位素氘取代后,所形成的磷酸二氘钾(KD<sub>2x</sub>H<sub>2-2x</sub>PO<sub>4</sub>,简称DKDP),具有两种晶相。一种属四方结构,空间群为D<sub>2d</sub><sup>13</sup>-I<sub>42d</sub>,称为四方变体。另一种属单斜结构,空间群为C<sub>2</sub><sup>2</sup>-P<sub>2</sub>,称为单斜变体。

单斜晶体在空气中很不稳定,由于空气中的水气与晶体中氘的交换作用,透明晶体变模糊,进而变白松散,结果单斜结构转化成四方结构。

常用的DKDP晶体是四方变体。它具有优良的电光性能。在空气中物理、化学性能稳定,因此在激光调制、偏转和倍频等技术中得到广泛应用。

通常采用降温法培育四方DKDP晶体时,单斜相容易自发结晶和优先生长。有时还会在四方晶体上局部出现单斜相,导致四方晶体炸裂,使培育大晶体工作难于进行。

为了获得氘化程度高的均一大晶体,我们

曾对DKDP晶体的生长条件(如原料的合成、晶种的选择、溶液的PD值、温度和氘化程度等对晶体生长的影响)进行了广泛研究,发现溶液的氘化程度起着关键作用,它决定了两相稳定存在的区域和四方相生长的条件。

近年来,对DKDP晶体的物性、结构及高温相变的研究已有一些报道<sup>[1-3]</sup>。但对晶体生长条件,尤其对两相稳定区的研究报道甚少。有的文章<sup>[2,4]</sup>曾提到这个问题,但没有说明问题的本质。

本文明确了在溶液中氘化程度对相平衡转变温度(以下简称转变点)的影响。确定了两相稳定存在的区域。阐明了稳定区与晶体生长的关系,从而指导了DKDP晶体的生长工作。

### 一、实 验

测定单斜和四方变体的溶解度是采用光学

\* 1978年12月22日收到。

\*\* 本文执笔者为于锡玲同志。