

四、增益饱和和参量变化的机制

给定运转条件,在流动激光腔中给定位置处,饱和增益随光强的变化反映了介质上、下激光能级间粒子布居数的差值随光强的变化,其变化规律近似地由(1)式表达。

在给定的稳定振荡光强下,增益饱和和参量愈大,增益的饱和程度愈小,介质上、下激光能级粒子布居数的相对差值也愈大。

在放电激光器腔中,上、下激光能级粒子布居数的差值会因受到电泵浦的作用而增加,而电泵浦的作用又随介质在放电区停留时间的增长而渐趋饱和。介质以给定的流速在放电区内流过的距离愈大,或在放电区内给定的位置处,介质的给定流速愈小,则介质在放电区内停留的时间愈长,而电泵浦的作用也愈趋饱和。上、下激光能级粒子数布居数的差

值还因受到自发跃迁、辐射诱发跃迁和碰撞弛豫等过程的作用而减小,其中辐射诱发跃迁的作用又显著地大于自发跃迁。电泵浦与碰撞弛豫对上、下激光能级布居数间相对差值的作用又都随气压的增大而加强,其中电泵浦的作用也会因气压继续增大而趋于饱和。介质流入光腔引起辐射诱发跃迁作用的加入、介质流出放电区使得电泵浦作用的消失都将引起上、下激光能级布居数间相对差值的显著减小。加大放电电流能增强对各激光能态的泵浦作用,但对上、下激光能态都以相同的比值增加,而且基本上不随腔中稳定振荡光强的大小而改变。

参 考 文 献

- 1 吴中洋,横流放电 CO₂ 激光器能量转换特性和机制,全国第二届计算物理会议,1987,9,大庸,湖南。
(收稿日期:1987年11月22日)

电极材料对选支 CO-CO₂ 复合激光器运转寿命的影响

归振兴 张顺怡 沈桂荣

(中国科学院上海光机所)

Influence of electrode material on operating life-time of CO-CO₂ compound lasers

Gui Zhensheng, Zhang Shunyi, Shen Guirong

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

提要:实验研究了电极材料对选支 CO-CO₂ 复合激光器寿命的影响,结果表明,金是一种较合适的电极材料。

关键词:金,复合激光器,选支

我们已报道了选支 CO-CO₂ 复合激光器的工作特性^[1]。本文将进一步介绍电极材料对激光器运转寿命的影响。

关于封离型 CO 或 CO₂ 激光器的阴极材料研究已有大量报道^[2~4]。但这些阴极材料不一定适用于 CO-CO₂ 复合激光器,因该激光器充有 CO-CO₂-N₂-Xe-He5种气体,且要使输出的 CO 和 CO₂ 激光功率都长期稳定。综合前人的经验,我们选择了银铜、铂、不锈钢和金四种材料进行了寿命试验,结果表明,金是较合适的一种电极材料。

实验用的激光器(见[1]),放电管的阳极是一根 $\phi 4$ mm 的金柱,阴极采用杯状结构,圆筒的内表面积约 60~80 cm²,溅射较小。更换阴极后,放电管都经过严格的真空烘烤处理,以排除所吸附的杂气。所用的工作气体纯度均大于 99.9%。输出功率用 SD 2490 型功率计测量。用高压静电计监测管压的变化,为了消除光电流效应的影响,本实验测量的电压值均是激光器不振荡时的管压降,它一定程度上反映了管内气体成分的变化。

实验表明,随着器件的连续运转,输出的功率渐

的强度和范围都发生了变化,一般情况,谱线分布强度减弱,其输出的光谱区也缩小。因此,本文以 CO 的 $\begin{cases} P_{10-9}(22) \\ P_{11-10}(16) \end{cases}$ 线 ($5.4\mu\text{m}$) 和 CO_2 的 00^01-10^00 跃迁的 $010P(20)$ 线 ($10.59\mu\text{m}$) 为代表,观察了使用不同电极材料时激光器输出功率随时间的变化。

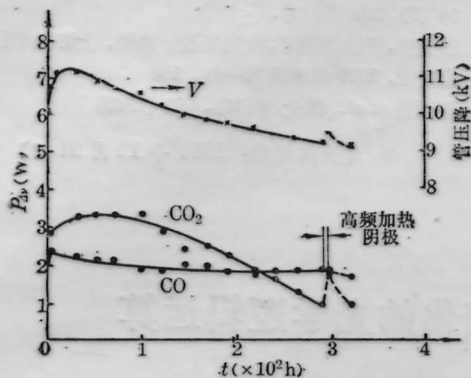


图 1

银铜阴极, $\text{CO}:\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{Xe}:\text{He}=1:0.07:2:1.6:16$

从图 1 可以看到,采用银铜阴极(含银 95%,铜 5%)CO 输出还比较稳定,而 CO_2 谱线强度却较快地下降。采用铂阴极, CO_2 谱线功率随放电时间增强,而 CO 则降低(图 2)。只有金电极在器件连续运转 1000 小时后,CO 和 CO_2 谱线功率基本保持初始值(图 3),尽管 CO_2 输出曾出现一个起伏。最糟糕的是不锈钢阴极,使 CO 和 CO_2 都较快地减弱(图 4)。从图 1~4 还可以发现,管压降的变化基本和 CO_2 谱线功率的变化相对应,由[1]可知,激光器输出的 CO 和 CO_2 激光强度与 CO_2 浓度密切相关,因此,管压降变化也间接反映了气体中 CO_2 浓度的变化。

上述结果是由于在放电过程中气体与电极的化学反应以及电化学反应,使得气体的成分和 CO_2 、CO

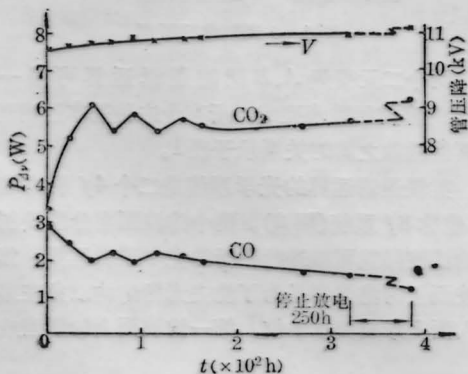


图 2 铂阴极, $\text{CO}:\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{Xe}:\text{He}=1:0.06:2:1.6:15.5$

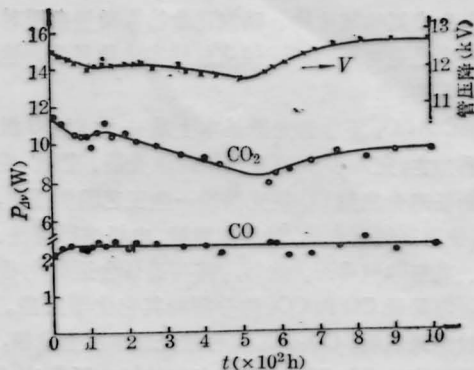


图 3

金阴极: $\text{CO}:\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{Xe}:\text{He}=1:0.23:2:1.5:14$

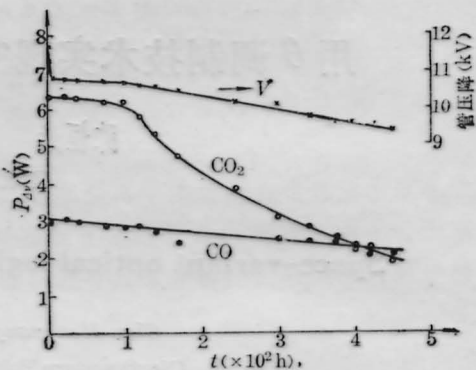


图 4

不锈钢阴极, $\text{CO}:\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{Xe}:\text{He}=1:0.27:2.2:1.45:15$

的含量发生了变化所致。我们的实验发现,经过长时间放电,银铜阴极的表面出现一黑色的生成物,估计是部分 CO_2 被分解所生成的氧化银;而铂阴极,对 CO_2 具有催化还原作用,使得 CO_2 浓度不断增加,CO 量减少;对于金电极,它的化学性能比较稳定,不易氧化,不和 CO 或 CO_2 反应,但是,在放电过程中,我们发现阴极附近的管壁上出现一种乳白色的吸附物,并随时间变浓,然后又逐渐淡化,其变化过程基本与 CO_2 的输出功率变化相对应,该物质可能是一种氮的氧化物,用纯 CO 气体放电能消除掉。

由此可见,要保持 CO 和 CO_2 激光功率的稳定,关键是控制混合气体中 CO 和 CO_2 浓度的恒定,特别是 CO_2 的量。因为在复合激光器中, CO_2 分子激发的一个重要途径来自与低振动态 CO 分子的 VV 碰撞,随着 CO_2 浓度的增加,势必减少 CO 高振动态的粒子数,使得 CO 功率下降。同理,如果 CO_2 的量减少,则降低 CO_2 的输出功率,这也不是所希望的。

上述讨论中没有讨论其它杂质的影响,实际上,

放电生成氮的氧化物、碳氢化合物等微量杂质对器件寿命也是有影响的。但从总的实验结果看,这不是主要的。

CO-CO₂ 复合激光器基本上是一种以 CO 激光介质为主,充入少量 CO₂ 气体的激光器。因此,对于研制长寿命密封 CO 激光器的一些工艺同样适用,譬如,使用高纯度气体,对放电管壁、电极进行清洗、烘烤、真空除气等^[5]。此外,需要选择合适的电极材料,以降低 CO 和 CO₂ 的分解和其它化学反应。本实验结果表明,CO-CO₂ 复合激光器采用金电极,能获得较高的 CO、CO₂ 输出功率和较长的工作寿命。

参 考 文 献

- 1 归振兴 *et al.*, 光学学报, **8**(10), 911(1988)
- 2 P. G. Browne *et al.*, *Scient. Instr.*, **8** (10), 870 (1975)
- 3 U. E. Hochul *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-10** (2), 239 (1974).
- 4 赫光生,雷仕湛编著,激光器设计基础,上海科学技术出版社,1979年6月第一版,166
- 5 张顺怡 *et al.*, 激光, **9**(10), 643 (1982)

(收稿日期: 1987年12月21日)

用 θ 调制技术实现空间变化的光学逻辑运算

陈恒光 吕文培 钟 安

(西北工业大学,西安)

Space-variant optical logic operation with θ -modulation

Chen Hengguang, Lu Wenpei, Zhong An

(Northwestern Polytechnical University, Xian)

提要: 本文提出了一种新的实现空间变化的光学逻辑运算方法,即空间各部分平行进行不同的逻辑运算。这种方法用 θ 调制技术对输入的二元变量进行编码,用空间滤波技术进行处理。

关键词: θ 调制,逻辑运算,编码

一、用 θ 调制技术实现平行光学逻辑运算

用 θ 调制技术对二元变量编码^[1]。

设一个灰阶图像被分成 N 个灰度等级。可表示为:

$$I(x, y) = \sum_{n=1}^N (n/N) I_n(x, y)$$

$$I_n = 0 \text{ 或 } 1 \quad (1)$$

为了加快编码速度,通常采用一种光-电混合方法。图像由电视摄像机记录,输入到选择器中,将不同灰度等级的图像分别选出显示在电视显示器上,在相机前放置一可旋转的光栅对某一灰度的图像进行调制。

逻辑变量可以用二元变量表示。在光学中用黑(不透明)表示“0”,用白(透明)表示“1”,用 θ 调制技术对其编码即用一对正交光栅分别对“0”和“1”进行调制(图1)。

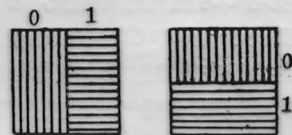


图1 θ 调制编码原理

两个二元变量 A, B 间的逻辑运算可用一个 2×2 的真值函数表列出。所有十六种基本逻辑运算和真值函数之间的关系示于表1。

实现逻辑运算的光学系统是二个 $4f$ 系统的串联,也称 $8f$ 系统(图2)。两个滤波面上分别设制不同的滤波器就可以进行平行的光学逻辑运算。第一滤波面上的滤波器是为了滤去光栅结构以免在第二输入面上形成莫尔条纹。第一滤波面上的频谱成份为

$$0, \pm v_0, \pm v_1$$

在第一滤波面上设置小孔滤波器只让 v_0, v_1 通过。这