

CO 放电介质中光电流光谱特性的研究

张顺怡 王裕民 归振兴

(中国科学院上海光机所)

提要: 研究了 CO 放电介质中光电流光谱的特性, 并指出了可能的应用。**Investigation on optogalvanic spectra of CO discharge medium**

Zhang Shunyi, Wang Yumin, Gui Zhenxing

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

Abstract: The characteristics of optogalvanic spectra of CO discharge medium and its potential applications are studied.

一、引言

我们根据文献 [1] 建立的 CO 振转跃迁稳态光电流效应的模型, 通过 CO 激光介质的光电流谱, 研究了振转能级的增益相对分布, 以及气压、温度、组分对光电流谱的影响。实验表明, 利用光电流效应来研究介质的增益特性, 是一种简单和有效的方法, 可以用在探索新的激光介质, 择优实验条件等方面。

二、实验装置

实验装置示意图如图 1。选支 CO 激光器的输出光束通过 $\phi 3$ 毫米的光阑, 辐照到两端用 CaF_2 密封的、充有 CO、Xe、He 混合气体的样品池。调制光束通过样品池产生的光电压信号的振幅 ΔV 由 FP-2 选频放大器读数, 用 SR-36 型二踪示波器监视信号的正

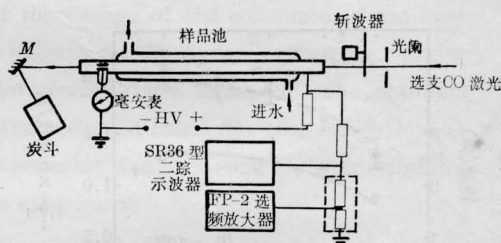


图 1 实验装置示意图

负方向。光强 I 用炭斗接收, 由多次反射灵敏检流计读数。

三、结果和讨论

实验测量了入射光强 I 与光电压 ΔV 的关系, 见图 2。根据文献 [1] 给出的关系式, 电压信号振幅与光强比值 $\frac{\Delta V}{I}$ 为:

收稿日期: 1983 年 1 月 3 日。

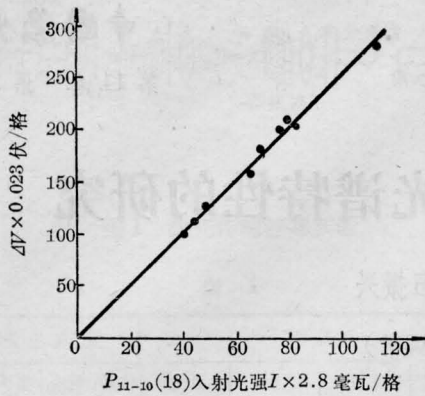


图2 入射光强与光电压的关系

CO:Xe:He=1:1.5:15; $P=37$ 托; $i=5$ 毫安;
 $T_w=10^\circ\text{C}$

$$\frac{\Delta V}{I} \propto g_0 \frac{\left(\frac{dv}{di}\right)_0 i}{\left(\frac{dv}{di}\right)_0 / Z + 1}$$

式中 g_0 是增益, $\left(\frac{dv}{di}\right)_0$ 是动态阻抗, i 是放电电流, Z 是负载电阻。这里表明光电流的变化反映了增益的变化, 因而由介质的光电流谱就可以反映它的增益谱。

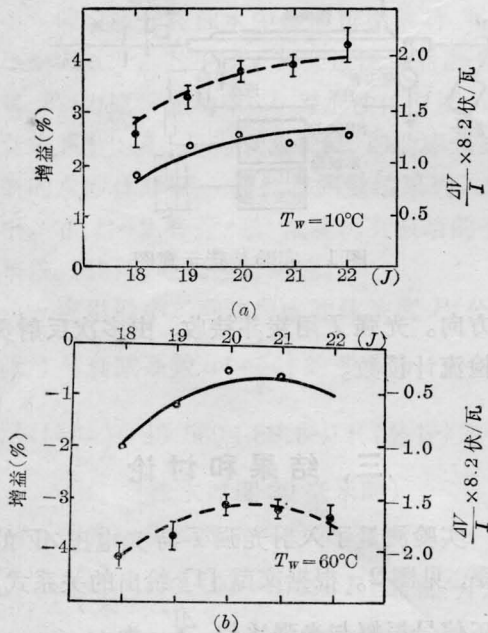


图3 $P_{9-8}(J)$ 与光电流、增益的关系

CO:Xe:He=1:1.5:15; $P=41$ 托; $i=5$ 毫安;
实线——光电流曲线; 虚线——增益曲线

实验获得 P_{9-8} 振动能级在不同温度下的光电流, 以及增益与转动量子数 (J) 的关系, 见图 3(a)、(b)。从图可以看到, 无论是增益介质还是吸收介质都反映了同一振动态的不同谱线, 它们的光电流值与温度有关, 其光电流的变化同增益的变化基本是一致的, 也就是说光电流的变化反映了增益 g_0 的变化。

图 4 表示在 CO:Xe:He=1:1.5:15, 气压分别为 100、41、11 托, 池壁温 10°C , 放电电流为 5 毫安时的光电流光谱。从图 4 可以看到, 气压对光谱分布有明显的影响。气压较高时 (图 4(a)) 低振动态出现负的光电流

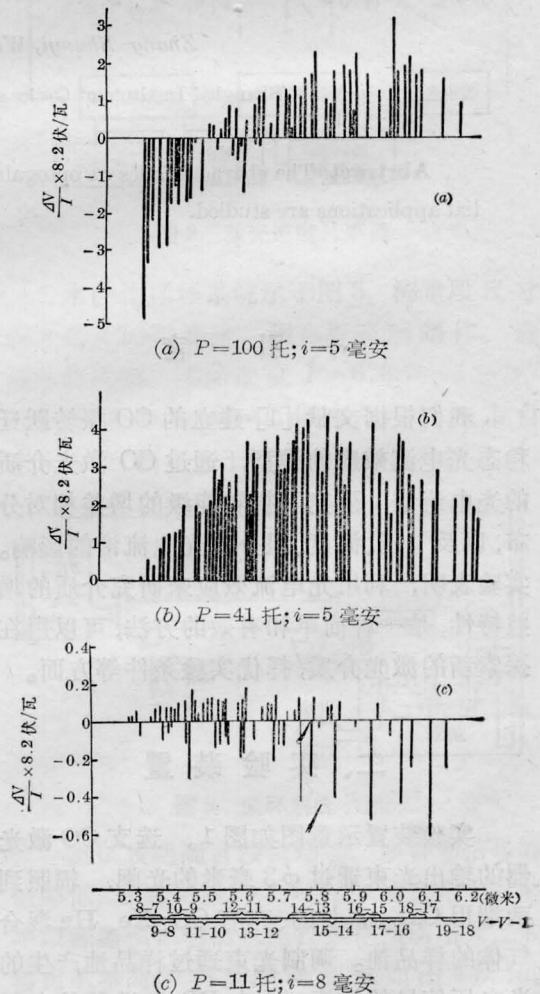


图4 CO 光电流光谱

CO:Xe:He=1:1.5:15; $T_w=10^\circ\text{C}$

信号,高振动态出现正的信号,表明前者没有增益,后者有增益。在气压更低时(图4(c))吸收往高振动态移动,信号明显减弱。

图5是池壁温度为60°C时光电流谱的分布。从图可以看到,温度升高,低振动态出现负的光电流信号。这反映了温度升高,谱线的最佳增益量子数(V 、 J)往高处移动,这种现象与通常CO激光器中谱线随温度变化而移动的结果是一致的。

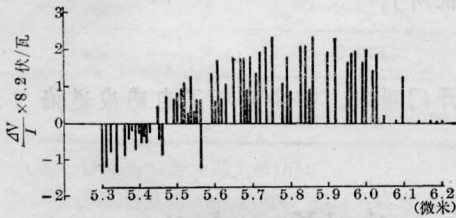


图5 $T_w=60^\circ\text{C}$ 时 CO 光电流光谱
CO:Xe:He=1:1.5:15; $P=41$ 托; $i=5$ 毫安

实验还改变 Xe 的比分,观测它对光电流谱分布的影响。在无 Xe 的情况下,CO:

He=1:15, $P=41$ 托,在 $P_{8\sim 7}(20) - P_{12\sim 11}(13)$ 的振转跃迁中仅观察到 11 条光电流谱线,而且都是比较弱的吸收线。加 Xe 后,在 CO:Xe:He=1:3:15 时,光电流谱分布基本与图4(b)相近。

另外还值得提出的是,从图4(c)中可以看到,在整个光电流谱分布中,光电流方向几乎是正负方向交替,这主要与谱线所处的振转支有关,它们在光栅腔中往往是两条谱线同时振荡^[2]。在本实验中,例如介质对 $P_{11\sim 10}(J)$ 是处于吸收状态,而对 $P_{12\sim 11}(J)$ 是处于增益状态。如果我们利用介质的这一特性,只要在一定的实验条件下,有可能获得单谱线振荡。

参 考 文 献

[1] 王裕民等;《光学学报》,1983, 3, No. 9。
[2] V. I. Masychev et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1981, **QE-11**, No. 7, 928.

(上接第 19 页)

此外,现在常用的钹玻璃激光振荡器和放大器,常常在接近破坏阈值的光强下使用,显然要有自感应退偏振出现,对激光振荡和放大都会有影响。所以,研究自感应退偏振也有助于研究强激光振荡和放大过程。

参 考 文 献

[1] M. A. Duguay; *Appl. Opt.*, 1971, **10**, No. 9, 2162.

[2] R. W. Hellwarth; *Prog. Quant. Electr.*, 1977, **5**, No. 1, 68.
[3] P. D. Maker et al.; *Phys. Rev. Lett.*, 1964, **12**, 507.
[4] D. Heiman et al.; *Phys. Rev. Lett.*, 1976, **36**, No. 4, 189.
[5] M. Macer et al.; *Phys. Rev. Lett.*, 1966, **17**, No. 26, 1275.
[6] E. Yablonovich, N. Bloembergen; *Phys. Rev. Lett.*, 1972, **29**, 907.