

## 用 TEA CO<sub>2</sub> 激光从甲烷中富集氘

**Abstract:** Irradiating the mixture of methane and bromine with 9.6 μm R(22) line of TEA CO<sub>2</sub> laser, we excite CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> selectively and increase the rate of the bromination reaction of CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> so that deuterium is enriched. The reaction mixture consists of 30 Torr CH<sub>4</sub>, 30 Torr CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> and 10 Torr Br<sub>2</sub>. The enrichment factor is 1.48.

### 一、引言

1978年与1980年,美国海军实验室提出了用 CW CO<sub>2</sub> 激光激发甲烷中的含氘成分而直接从甲烷中富集氘的设想<sup>[1,2]</sup>。这种方法可以省去介质回收与再生的全部过程,能耗合理,原料丰富,产物易与反应物分离,因此是一种较好的方法。

本文在上述方法的基础上,改进条件,观察分离效果。

### 二、实验

#### 1. CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> 的制备

用二碘甲烷、重水和铅汞齐在真空条件下进行反应,反应温度 30~40°C,反应时间 1.5 小时,气体产物经过干冰冷阱,去除所夹带的反应物蒸气。所得的 CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> 用红外光谱仪与质谱仪鉴定。产物中约含 1% D<sub>2</sub>, 但不影响以后的激光反应与测试,故不必除去。

#### 2. 实验装置

用 TEA CO<sub>2</sub> 激光器作为红外光源,脉冲能量 1~1.5 J,脉宽 100 ns。

反应池以 GG 17 玻璃制成,长 100 mm,内径 30 mm;池窗 NaCl 晶片,直径 40 mm,厚 6 mm。窗片用 703 胶固定。

光束用溴化铊透镜聚焦于反应池中部。透镜焦距 200 mm。

用 FT-IR20SX 傅里叶变换红外光谱仪和 MAT-251 气体同位素质谱仪检测气体成分。

能量计由中国计量科学院标定,激光脉宽用 SS-6300 示波器测得。

### 三、实验结果

CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> 在 CO<sub>2</sub> 激光谱线范围内有两个强吸收峰:  $\nu_{4a} = 1035 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu_{4o} = 1090 \text{ cm}^{-1}$ 。而 CH<sub>4</sub> 在此范围则是高度透明的。因此可以利用激光选择性地激发 CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> 分子,增加其溴化反应速率。

我们选用 TEA CO<sub>2</sub> 9.6 μm R(22) 支线对三组反应体系进行辐照,脉冲重复频率为 1 次/秒。反应在室温下进行。结果见表 1。

把本实验结果和美国海军实验室的结果比较如表 2。

表 1 实验结果

编 号	1		2		3	
	反应体系	CH <sub>4</sub> (Torr)	60	60	—	—
	CH <sub>2</sub> D <sub>2</sub> (Torr)	—	—	60	60	30
	Br <sub>2</sub> (Torr)	10	10	10	10	10
脉 冲 (个)	—	1000	—	1040	1040	—
主 要 产 物	CH <sub>3</sub> Br	CH <sub>3</sub> Br	CH <sub>2</sub> DBr	CH <sub>2</sub> DBr	CH <sub>2</sub> DBr CH <sub>3</sub> Br	—
产 率	1.5%	1.5%	5.6%	10.5%	—	—
平均反应速率之比	1:1		1:31		—	—
分 离 因 子	—		—		—	1.48

表2 结果比较

实验室	光源	气体压力 (Torr)					分离因子
		总压	CH <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	Ar(稀释剂)	
美国海军研究所 (1980)	CW CO <sub>2</sub> 9.6 μm R(22)	1.85	0.007	0.007	0.006	1.83	1.43
本实验室 (1985)	TEA CO <sub>2</sub> 9.6 μm R(22)	70	30	30	10	无	1.48

本实验表明:

1. TEA CO<sub>2</sub> 激光 9.6 μm R(22) 支线对 CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> 的溴化反应有明显的加速作用, 使其溴化反应速率增加了 30 倍, 产率增加 87%。

2. 该激光对 CH<sub>4</sub> 的溴化反应速率和产率没有影响。

3. 本实验的工作气压大为提高, 为美国海军实验室所用气压的 4000 倍; 并省却了大量价格昂贵的稀释气体氩气。

No. 11, 915.

[2] T. J. Manuccia *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1980, **36**, No. 8, 714.

[3] T. J. Manuccia *et al.*; *J. Chem. Phys.*, 1978, **68**, 2271.

(华东化工学院 金桂林 陈智平  
上海计量技术研究所 鲁一江  
1985 年 12 月 10 日收稿)

### 参 考 文 献

[1] D. S. Y. Hsu *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1978, **33**,

## YAG 的 色 心 发 光

**Abstract:** Fundamental parameters of the luminescence of color centers in YAG are reported in this paper. A color center's concentration about  $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  has been obtained. The fluorescence quantum efficiency is close to unit, and the lifetime is  $3.1 \pm 0.5 \text{ ns}$ .

在氧化物晶体中已经演示了激光作用<sup>[1]</sup>。一系列的坚持不懈的研究还正在 MgO、SrO 和 CaO 晶体中<sup>[2]</sup>, 以及 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 晶体中<sup>[3~4]</sup> 进行。最近, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 晶体中的色心激光已经被报道<sup>[5]</sup>, 这里甚至涉及到聚心。注意到, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 色心的发现是二十五年前的事, 以上的情况就说明, 一个色心发光的发现只不过是漫长研究的开始, 但是最终将导致极大的成功。

本文报道 YAG 中色心发光的发现和基本发光参数。这个色心发光是 1974 年发现的<sup>[6]</sup>。资料<sup>[7]</sup>的作者也观察到了这一现象。实验表明, YAG 的色心具有极好的发光性能, 而且, 可得到很高的色心浓度。

不掺 Nd<sup>3+</sup> 和掺 Nd<sup>3+</sup> 离子的 YAG 单晶是在热化学还原环境中用 Czochralski 方法生长的。因

此, 每一个毛坯的整个体积中都产生了典型的色心。该色心的吸收带在 370 nm。其峰值吸收系数为  $15 \text{ cm}^{-1}$  (见图 1)。如果在晶体生长结束时突然地降温, 这个吸收系数还会更大。我们也能够用后处理的办法消除其它的附加吸收带, 从而清晰地显示所

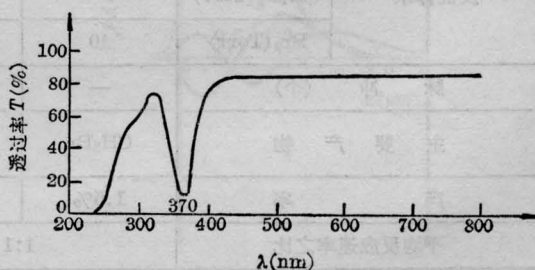


图 1 YAG 色心吸收谱