

放电泵浦 F₂ 分子激光研究

蒋宝财 袁才来 乐耀康 王润文

(中国科学院上海光机所, 上海 201800)

提要 在 F₂ 和 He 的混合气体中, 用放电泵浦方法获得了 157 nm 激光, 脉冲输出能量达 5 mJ。

关键词 F₂ 分子激光, 放电泵浦

1 引言

F₂ 分子激光波长处于真空紫外波段, 光子能量达 7.9 eV, 因而, 有可能在许多领域得到应用。如原子和分子的单光子电离、多光子激发、光化学以及材料处理等, 可见, VUV F₂ 激光是一种十分重要而且有发展前途的激光。

文献[1]报道的 VUV F₂ 激光是用电子束激发的, 其后几年用放电激发方式也获得了 F₂ 分子激光^[2], 为了获得较高的输出能量, 对器件进行了改进, 并且大幅度地提高总气压, 达到近 10 atm, 终于获得了 100 mJ 的激光输出^[3]。

本文报道一台使用不锈钢放电室的 F₂ 分子激光器, 在 4 atm 的混合气体中进行均匀放电, 获得了 157 nm 的激光, 脉冲输出能量为 5 mJ。

2 实验

实验装置原理图如图 1, 放电室由直径 $\phi 274$ mm 的不锈钢圆筒组成, 两根张氏型线电极由黄铜制成, 放电区域为 $2 \times 20 \times 700$ mm³, 在电极两边各排列 50 对预电离火花隙, 在放电筒的下端是一只切向风机, 用不锈钢制成, 并用磁密封传动装置带动, 储能电容 $C_1 = 40$ nF, 转移电容 $C_2 = 38$ nF, 使用球隙作为开关元件, 其优点是耐压值较高(50 kV 以上), 且电感量很小, 可保证高的放电激发速率, 谐振腔由镀铝全反镜和不镀膜的 CaF₂ 平板组成, 测量能量用 PT-1 型

能量计, 为了解决 157 nm 波长在氧分子的 Shuman-Runge 带的吸收问题, 我们在光路中充 He 气。此外, 在放电中不可避免地要产生 F 原子激光(600~700 nm)。但 F 原子激光能量很小, 而且随着总气压的升高而减少, 这与 F₂ 分子激光能

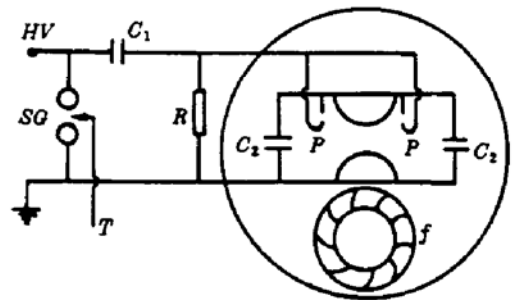


Fig. 1 Schematic layout of a discharge pumped F₂ laser

$C_1 = 20 \times 2$ nF; $C_2 = 38 \times 1$ nF;

$R = 100 \Omega$; SG: Spark gap;

T: trigger; P: preionization pins;

HV: high voltage

量随气压升高而升高正好相反。为了正确测试 F_2 分子激光能量,我们采用了减去法^[3]。首先测试出 F_2 分子和 F 原子激光的总能量 E_T ,然后在相同条件下,在光路中不通 He 气且放上一块普通玻璃片(对 157 nm 吸收,对 700 nm 通过)可以测出 F 原子激光能量 E_s ,这样我们就可以得到 F_2 分子激光的能量 $E_M = E_T - E_s$ 。

我们以比例 $F_2:He=0.5\%:99.5\%$ 充入 4 atm 的混合气体,放电电压 45 kV 时测得 $E_T = 5.5$ mJ,在同样的放电条件下测得 $E_s = 0.5$ mJ,因此得到 $E_M = 5$ mJ。我们研究了激光输出能量与放电电压以及总气压的关系,发现 F_2 分子激光能量随着总气压的升高而增加,随着放电电压的增加,输出能量也增加。显然,我们并没有工作在最佳条件,如进一步增加气压和放电电压,激光输出也将会有较大的增长。

3 结 论

我们在快放电器件中,获得了 157 nm F_2 分子激光,这是一条十分有用的真空紫外激光谱线。实验表明,提高工作气体的总气压可以提高激光输出能量,如进一步改进实验装置,提高工作气压到 8 atm 以上,获得几十毫焦耳的能量将不困难。同时,提高器件的稳定性。相信在不久的将来, F_2 分子激光器在微机械加工等领域会发挥十分重大的作用。

参 考 文 献

- 1 J. K. Rice, A. K. Hays, J. R. Woodworth. VUV emission from mixture of F_2 and the noble gases—A molecular F_2 laser at 1575 Å. *Appl. Phys. Lett.*, 1977, 31:31
- 2 H. Pummer, K. Hohla, M. Diegelman *et al.*. Discharge pumped F_2 laser at 1580 Å. *Opt. Commun.*, 1979, 28 (1):104
- 3 Kawakatsu Yamada, Kenzo Migazaki, Toshifumi Hasama *et al.*. High power discharge pumped F_2 molecular laser. *Appl. Phys. Lett.*, 1989, 54(7):597

Discharge Pumped F_2 Molecular Laser

Jiang Baocai Yuan Cailai Le Yaokong Wang Runwen

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai 201800)

Abstract This paper reports that a laser emission at 157 nm by discharge pumping of F_2 and He mixture is obtained. The output pulse energy is 5 mJ.

Key words discharge pump, F_2 molecular laser