

1MeV 相对论电子束泵浦的 Br_2^* 分子激光器 和高气压 XeBr 激光器

王长山 陈永荣 徐之海

(中国科学院安徽光学精密机械研究所)

迄今为止, Br_2^* 分子激光器都是在 Br_2 -Ar 混合物中实现的。我们在长 15cm、 ϕ 16mm 的激光腔中, 用 1MeV、6kA、25ns 的相对论强流电子束泵浦, 第一次在 HBr-Ar 混合物中 (HBr:Ar=7 Torr:3 atm) 实现了 Br_2^* 分子 E \rightarrow B 态跃迁近 292 nm 激光振荡(总气压为 2-5 atm)。激光能量约 1.12mj。

测量了激光输出特性: (1) 在恒定激励条件下, 激光强度和 Ar 压力的依赖关系, 获得最佳 Ar 压力为 3 atm; (2) 在恒定 Ar 压力下, 激光强度和 HBr 分压力的依赖关系, 获得最佳 HBr 压力为 7Torr 左右; 用 2 米光栅光谱仪得到的 Br_2^* 分子激光光谱的黑度曲线, 获得 4 条强谱线: 2914.47 Å、2916.16 Å、2920.21 Å、2924.50 Å, 其中 2916.16 Å 是 Ewing 在 Br_2 -Ar 体系中没得到的。

Br_2^* 主要由激发 Ar^* 、 Ar_2^* 通过能量转移产生。形成 Br_2^* 分子的途径有: (1) 离子复合通道: $\text{Br}^+ + \text{Br}^- + \text{Ar} \rightarrow \text{Br}_2^* + \text{Ar}$; (2) 分子通道: $\text{Br}^* + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}_2^* + \text{Br}$; (3) 原子通道: $\text{Br}^* + \text{Br} + \text{Br} \rightarrow \text{Br}_2^* + \text{Br}$ 。

在 HBr-Ar 体系中, Br_2^* 分子激光器运转的主要损耗是 HBr 对腔壁的污染沉积, 适当增加 HBr 浓度, 可以成倍提高激光运转寿命和激光效率。

至今, XeBr 激光器都是在二个大气压以下运转的。我们用同样装置, 以 1MeV 电子束横向激励, 在 2-5atm 压力范围内, 在 HBr:Xe:Ar=2.3Torr:34.7Torr:Ar 的混合物中, 实现高气压 XeBr 282nm 激光振荡。激光能量约 1.7mJ。

XeBr 主要通过 $\text{Br}_2 + \text{Xe}^* \rightarrow \text{XeBr}^* + \text{Br}$ 的反应形成。

由于 XeBr 激光器在高于泵浦阈值下运转, 虽然在高气压下增加了一部分 Xe_2^+ 、 Xe_2^* 的吸收损耗, 但在一定 Xe 压下, 产生 $\text{Xe}_2^+ + e_s \rightarrow \text{Xe}^* + \text{Xe}$ 反应, 也会导致 XeBr 的形成, 从而实现高气压运转。