

氯在紫外波段一组新的激光跃迁

邱明新 周政卓

(上海激光技术研究所)

钮吉 尔

(华东师范大学)

1981 年 7 月 8 日收到

提 要

本文报道五条新的氯离子紫外激光谱线,波长分别为 394.3, 367.0, 365.7, 307.7 和 306.3 毫微米。其中 394.3 毫微米为氯紫外激光最强的谱线之一。并发现 263.3 毫微米增益很高, 每米增益大于 30%, 进而给出了这条谱线的跃迁能级。

前已报道氯脉冲离子激光 11 条紫外激光谱线^[1]。本文报道在研究四氯化锆和四氯化硅工作物质时发现的五条新激光谱线,以氯化氢为工作物质时也获得这五条激光谱线, 因此为氯新激光谱线。波长分别为 394.3, 367.0, 365.7, 307.7 和 306.3 毫微米。本文共

表 1 紫外氯离子激光谱线表

工作物质	测得波长(毫微米)	计算得波长(毫微米)	跃 迁 能 级	相对强度
ClIII	263.29	263.27	$4p'^2F_{7/2}^0 - 4d'^2D_{5/2}$	中
*ClIV	306.32	306.31	$4s^3P_1^0 - 4p^3D_2$	中
*ClIV	307.67	307.66	$4s^3P_1^0 - 4p^3D_3$	中
ClIII	319.13	319.15	$4s^4P_{3/2}^0 - 4p^4S_{3/2}^0$	弱
ClIII	339.28	339.29	$4s'^2D_{3/2} - 4p'^2D_{3/2}^0$	强
ClIII	339.33	339.34	$4s'^2D_{5/2} - 4p'^2D_{5/2}^0$	强
ClIII	353.00	353.00	$4s'^2D_{3/2} - 4p'^2F_{7/2}^0$	中
ClIII	356.09	356.07	$4s'^2D_{3/2} - 4p'^2F_{5/2}^0$	中
ClIII	360.20	360.21	$4s^4P_{3/2} - 4p^4D_{3/2}^0$	很弱
ClIII	361.28	361.29	$4s^4P_{3/2} - 4p^4D_{5/2}^0$	弱
ClIII	362.27	362.27	$4s^4P_{1/2} - 4p^4D_{3/2}^0$	很弱
**ClIII	365.71	365.70	$4s^4P_{1/2} - 4p^4D_{5/2}^0$	强
**ClIII	367.03	367.03	$4s^4P_{3/2} - 4p^4D_{3/2}^0$	中
ClIII	372.05	372.05	$4s^2P_{3/2} - 4p^2D_{3/2}^0$	很强
ClIII	374.91	374.88	$4s^2P_{1/2} - 4p^2D_{3/2}^0$	强
*Cl	394.29		?	很强

得到了 16 条紫外氯离子激光谱线, 其中新激光谱线 394.3 毫微米的输出能量可与已知氯激光谱线中的最强线 372.0 毫微米相比较. 同时观察到 263.3 毫微米具有很高的增益, 每米增益大于 30%.

本文采用轴向脉冲放电, 放电条件和激光参量与报道^[2]相似. 用 31WII 两米平面光栅摄谱仪分别摄取激光和荧光谱线, 荧光谱线在光谱板上不感光. 用铁谱标定激光谱线波长. 表 1 给出 16 条氯紫外激光谱线, 又从能级图^[3]和波长表^[4]查得对应跃迁能级. 306.32 毫微米经换算成真空波长^[5]为 306.41 毫微米, 对应于 $\text{ClIV}(4p^3D_2-4s^2P_1^0)$ 的跃迁. 而 307.67 毫微米换算成真空波长为 307.78 毫微米, 对应于 $\text{ClIV}(4p^3D_3-4s^2P_2^0)$ 的跃迁. 并查得 365.71 对应于 $\text{ClIII}(4s^4P_{1/2}-4p^4D_{5/2}^0)$ 的跃迁, 367.03 对应于 $\text{ClIII}(4s^4P_{3/2}-4p^4D_{3/2}^0)$ 的跃迁. 还查出已知氯激光谱线 263.3 毫微米所对应的跃迁为 $\text{ClIII}(4d^2D_{5/2}-4p^2F_{7/2}^0)$, 文献[1]中未曾给出这一结果. 394.3 毫微米未查到对应的跃迁.

表中* 为放电回路中不串联电感时得到的新激光. 当串联一个约为 50 微亨的电感线圈后这些激光消失, 出现两条新激光谱线, 见表 1 中** 所示. 前者放电脉宽为 3 微秒, 后者放电脉宽为 30 微秒. 已知谱线中 360.2, 361.3 和 362.3 毫微米在未加电感放电时强度很弱, 加电感放电时, 成为强线. 这三条线与 365.7 和 367.0 毫微米二条新线跃迁的上下能级电子态完全相同, 而原子态仅量子数不同.

用示波器, WDF-1 单色仪, 光电倍增管测量了 394.3 毫微米激光的脉宽为 30 微秒, 而放电脉宽仅为 3 微秒, 因此属于在放电余辉作用的激光. 复合过程引起集居数反转, 为复合激光. 用 RJ 7200 能量计测量了输出能量, 394.3 毫微米的能量与已知氯线 372.0 毫微米的能量相当, 约为 2 微焦耳. 图 1 给出了以四氯化砷为工作物质时 394.3 毫微米激光输出与气压的关系, 存在一最佳气压. 图 2 为 394.3 毫微米输入能量和输出激光能量的关系. 输入放电能量增加后存在一饱和值, 再增加时激光输出减少.

本文使用的宽带介质反射镜在 300—410 毫微米带内具有大于 98% 的反射率, 263.3 毫微米处往返一次腔内损失已达 70% 以上, 但仍能振荡. 经反复验证, 263.3 毫微米是激光, 具有很高的增益, 每米增益大于 30%.

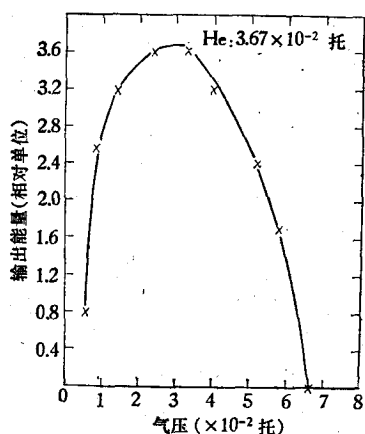


图 1 394.3 毫微米激光输出与工作气压的关系

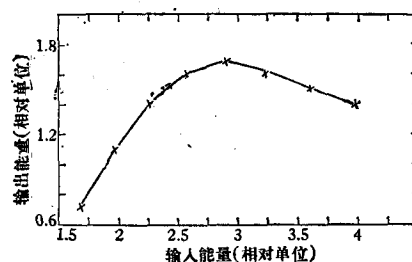


图 2 394.3 毫微米激光输出与输入能量的关系