

## 氮离子可见区新的激光跃迁

周正卓 邱明新 杨伟荣  
 (上海激光技术研究所) (华东师范大学)  
 (1981年10月22日收到)

R. A. McFarlane<sup>[1]</sup> 以空气放电获得六条氮离子激光谱线; Heard 和 Peterson<sup>[2]</sup> 用汞-氮放电可在可见光蓝-绿区获得氮离子激光谱线; Cheo 和 Cooper<sup>[3]</sup> 用脉冲放电方式获得氮离子激光谱线. 本文以纯氮为工作物质, 采用在脉冲放电回路中串入电感, 拉长放电脉宽, 适当降低放电峰值电流的技术, 获得五条氮一次电离态的激光新谱线: 其波长分别为 648.2, 464.1, 462.1, 460.7, 460.1 毫微米. 并对 NII 648.2 毫微米谱线, 研究了其激光强度与气压的关系, 进行了电流及激光脉冲波形测量. 激光脉宽比电流脉宽大得多, 激光产生于放电余辉中, 为复合激光.

本文用脉冲轴向放电工作方式, 放电条件以及激光器参数见文献 [4]. 毛细管内径改为 4.6 毫米; 反射镜为镀 TiO<sub>2</sub> 和 SiO<sub>2</sub> 多层介质膜, 在 4000 埃至 6700 埃范围内反射率大于 98%. 分别在回路内串入 50 微亨电感及不接电感, 测量了二种条件下的放电参数. 有电感时电流脉宽为 7 微秒, 峰值放电电流为 1000 安培; 无电感时电流脉宽为 1.5 微秒, 峰值放电电流为 4400 安培.

实验中, 用 31-WII 型 2 米平面光栅摄谱仪分别摄取激光谱线及自发辐射谱线, 后者不能使光谱板感光. 并以文献 [4] 中所述的方法作反复判别, 证实所获得的光谱线是激光振荡谱线.

表 1 给出本文获得的 12 条可见氮离子激光谱线, 其中带 \* 号的为新激光谱线. 激光谱线的波长由铁谱标定读出, 跃迁能级从能级图<sup>[5]</sup>和波长表<sup>[6]</sup>查得. 由表 1 可见, 回路中无电

表 1 氮离子可见激光谱线表

| 离子态  | 测量波长<br>(毫微米) | 计算波长<br>(毫微米) | 跃迁能级                        | 相对强度 |     |
|------|---------------|---------------|-----------------------------|------|-----|
|      |               |               |                             | 有电感  | 无电感 |
| NIII | 409.72        | 409.731       | $3p^2P_{3/2}^0-3s^2S_{1/2}$ | 强    | 很强  |
| NIII | 410.30        | 410.337       | $3p^2P_{1/2}^0-3s^2S_{1/2}$ | 中等   | 强   |
| NIII | 451.10        | 451.092       | $3p^4D_{3/2}-3s^4P_{3/2}^0$ |      | 弱   |
| NIII | 451.48        | 451.489       | $3p^4D_{7/2}-3s^4P_{3/2}^0$ | 弱    | 中等  |
| NII* | 460.14        | 460.148       | $3p^3P_2-3s^3P_1^0$         | 中等   |     |
| NII* | 460.71        | 460.715       | $3p^3P_1-3s^3P_0^0$         | 中等   |     |
| NII* | 462.14        | 462.139       | $3p^3P_0-3s^3P_1^0$         | 中等   |     |
| NII  | 463.05        | 463.053       | $3p^3P_2-3s^3P_2^0$         | 强    | 中等  |
| NII* | 464.30        | 464.309       | $3p^3P_1-3s^3P_2^0$         | 中等   |     |
| NII  | 566.63        | 566.664       | $3p^3D_2-3s^3P_1^0$         | 强    |     |
| NII  | 567.91        | 567.956       | $3p^3D_3-3s^3P_2^0$         | 强    |     |
| NII* | 648.18        | 648.207       | $3p^1P_1-3s^1P_1^0$         | 强    |     |

感时, 只有 5 条氮离子激光谱线振荡, 其中 4 条是 NIII 激光谱线, NII 只出现 463.1 毫微米一条. 在其它参量不变情况下, 回路中串入电感进行放电, 上述 4 条 NIII 激光谱线有一条消失, 另三条减弱. 这时, 得到 8 条 NII 激光谱线, 其中 5 条是新激光谱线, 而已知的激光谱线 NII 463.1 毫微米比无电感时增强. 由于回路内串入电感后放电时间常数加大, 峰值放电电流减少, 使较高次电离态粒子浓度减少, 较低次电离态粒子浓度增加, 更有利于一次电离激发态能级间的粒子数反转. 使 NIII 激光减弱, NII 激光谱线增强, 获得 5 条激光新谱线. 用 WCD 型测微光度计对光谱板的谱线黑度进行测量, 激光新谱线 NII 648.2 毫微米比已知氮离子强激光谱线 567.9 毫微米还强. 可见区氮离子激光总能量为 10 微焦耳, 单线约为 1 微焦耳.

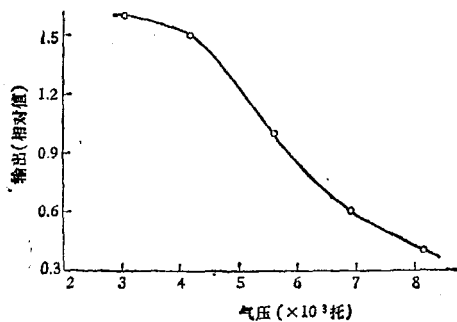
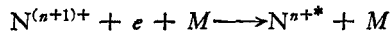


图1 NII 648.2毫微米激光输出与工作气压的关系

图1为以纯氮为工作物质时,激光新谱线NII 648.2毫微米激光的输出强度与工作气压的关系.纯氮气的工作气压在 $10^{-3}$ 托量级.随工作气压下降,输出增强,在 $3 \times 10^{-3}$ 托附近趋于饱和.拍摄了放电电流脉冲及NII 648.2毫微米激光新谱线的输出脉冲波形,如图2所示.激光新谱线的脉宽约30微秒,与NII 567.9毫微米已知激光谱线脉宽是一致的,比电流脉宽7微秒大得多.激光输出在放电起始约10微秒后达到峰值,因此,它们都是在放电余辉中产生的激光,即复合激光.

等离子体复合激光作用可用下式表示为



对本文得到的5条新氮离子激光谱线, $n=1$ .因此,放电电流数值的合适控制,对能否得到本文的结果是极为重要的.实验证明,本文采用的脉冲放电回路中,串入一定数值的电感来改变放电脉宽及峰值电流的技术是有效的.它也

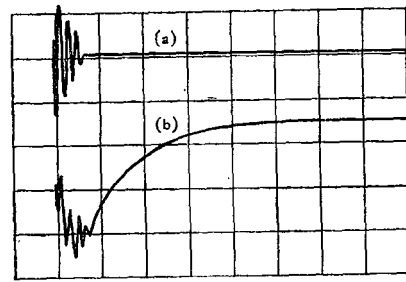


图2 放电脉冲及NII 648.2毫微米激光输出脉冲波形图  
(a)为电流脉冲波形.纵坐标为放电电流相对值(示波器标度5伏/格),横坐标为20微秒/格;  
(b)为NII 648.2毫微米激光输出波形.纵坐标为激光输出相对值(示波器标度0.5伏/格),横坐标为20微秒/格

可用于对其它新激光工作物质和激光谱线的探索.

### 参 考 文 献

- [1] R. A. McFarlane, *Appl. Phys. Lett.*, 5 (1964), 91.
- [2] H. G. Heard and J. Peterson, *Proc. IEEE*, 52 (1964), 1050.
- [3] P. K. Cheo and H. G. Coper, *J. Appl. Phys.*, 36 (1965), 1862.
- [4] M. S. Chiu and C. C. Chou, *IEEE J. Quantum Electron.*, QE-17, (1981), 1592.
- [5] C. E. Moore Atomic Energy Levels, Nat. Bur. Stand. (U. S.), Vol. I (1971), 35—40.
- [6] K. E. Moore A Multiplet Table of Astrophysical Interest, Nat. Bur. Stand. (U. S.), (1959), 8—9.
- [7] W. R. Bennett et al., *Appl. Phys. Lett.*, 4 (1964), 180.

## 碱金属s-电子的热质量

金光星 姜文植

(延边大学物理系)

### 一、引 言

金属中电子-电子相互作用与电子-声子相互作用所引起的多体效应的理论工作已有进展. D. F. Dubols<sup>[1]</sup>曾详细讨论凝聚电子气体

的相互作用效应,但只有 $r_s^{(1)} < 2$ 的情况才合理收敛. T. M. Rice<sup>[2]</sup>等曾讨论中间密度( $1 < r_s < 4$ )电子气体的相关问题及有效质

1)  $r_s$ 是电子平均所占球半径,以 $\frac{\hbar^3}{mc^3}$ 为单位.