

光泵 NH₃ 分子远红外激光的一条新谱线*

秦家银 郑兴世[△] 罗锡璋 林贻莹
(中山大学电子系, 广东, 广州, 510275)

TN 241

A 摘要 利用反射光栅调谐的脉冲 TEA CO₂ 激光 10R(6) 泵浦 0.2m 长的小型 NH₃ 分子远红外激光器, 当泵浦能量为 1.1J、NH₃ 分子气压为 0.9kPa 时, 产生 298 μ m 的新谱线, 对应 V₂, aR(0, 0), 受激喇曼跃迁。

关键词 光泵远红外激光, 放大自发辐射, 受激喇曼跃迁。

引言

自 1970 年张道源等人^[1]首先使用 CO₂ 激光泵浦 CH₃F 产生远红外激光以来, 相继发现了许多新的激光分子和新的谱线, 其中 NH₃ 分子固有偶极矩大、转动常数大而成为最早引起人们重视并广泛研究的远红外激光工作物质之一。NH₃ 具有丰富的远红外光谱, 至今人们采用不同的实验方法仍陆续观察到新的远红外激光谱线。我们于 1986 年发现了 TEA-CO₂ 9P(34) 泵浦 NH₃ 分子产生的 144 μ m 新谱线^[2], 最近在实验中又观察到另一条新谱线。

1 实验装置

实验系统由 TEA CO₂ 激光器、NH₃ 分子激光器、测量系统和真空系统组成, 如图 1 所示。其中 TEA-CO₂ 激光器用反射光栅调谐, 以脉冲方式工作, 工作气体混合比例为 CO₂: N₂: He = 2: 5: 2, 总气压为 24kPa。为避免高压放电对测量系统的影响, 将 TEA-CO₂ 激光器安装在金属屏蔽室内。NH₃ 分子亚毫米激光器采用无腔放大自发辐射 (ASE) 方式, 由样品管及输入输出窗口组成。泵浦输入窗口用 NaCl 单晶片, 它具有良好的中红外透过性。输出窗口采用聚四氟乙烯, 它具有良好的远红外透过性而又能干净地滤除中红外的泵浦光束, 样品管为长 0.2m 的硬质玻璃管。泵浦激光的能量由 EJ-10 型激光能量计测量, 远红外激光能量用

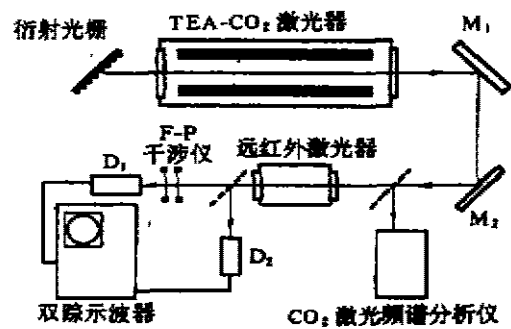


图 1 脉冲光泵远红外激光实验装置
Fig. 1 The experimental setup of pulsed OPFIRL

* 国家自然科学基金资助项目
本文 1995 年 12 月 11 日收到, 修改稿 1996 年 2 月 15 日收到

LPE-1 型激光能量计测量. 远红外信号用热释电探测器检测, 由双踪记忆示波器显示. 用金属栅网作反射器的 F-P 干涉仪测量远红外激光波长.

为了减小泵浦激光输出不稳定造成 D₁ 检测干涉图的误差, 我们在远红外激光器的输出端(F-P 干涉仪输入端)增加一个分束器, 如图 1 所示, 大部分远红外信号透过它进入 F-P 干涉仪, 小部分经反射由热释电探测器 D₂ 检测, 在双踪记忆示波器上显示, 实时监测远红外信号的稳定性, 最后以 D₂ 检测信号为基准, 对 D₁ 检测的远红外信号进行线性处理, 这样可提高远红外频谱特性的测量精度.

2 实验结果及讨论

采用上述实验装置和方法用 CO₂-10R(6) 泵浦 NH₃ 分子激光器, 泵浦能量为 1.1J, NH₃ 分子气体压强为 0.9kPa, 得到如图 2 所示的 F-P 干涉实验曲线, F-P 干涉仪的初始距离 d_0 约为 0.6cm, 图 2(a) 和 (b) 为两个相邻干涉峰的特性曲线, 峰间距为 149 μ m, 由此可知其波长为 298 μ m, 该谱线的脉冲能量约为 0.001mJ. 查 NH₃ 分子能级表, 发现与 CO₂-10R(6) 谱线波数(966.2504 cm^{-1})相近的振动跃迁为 G-V₂:sP(1,0) 和 G-V₂:sQ(5,4), 如图 3 所示.

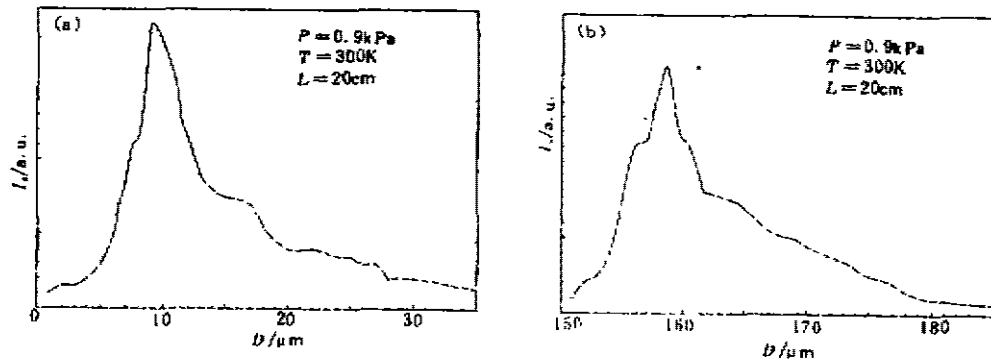


图 2 CO₂-10R(6) 泵浦 NH₃-OPFIRL 的 F-P 干涉图
Fig. 2 F-P interferogram of NH₃-OPFIRL, pumped by CO₂-10R(6)

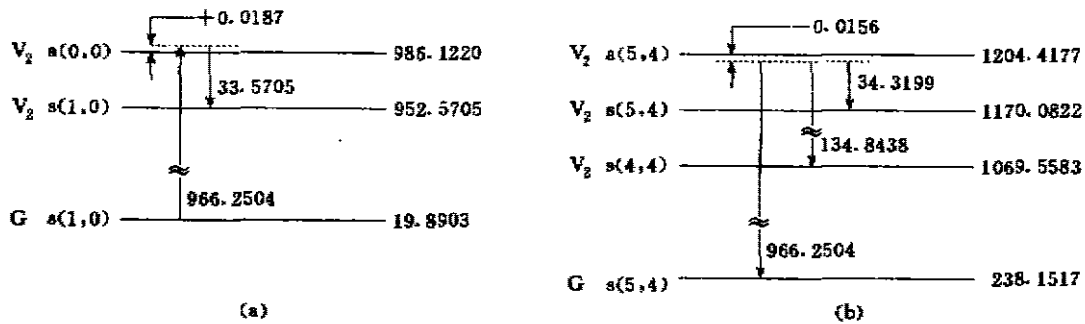


图 3 与 CO₂-10R(6) 共振吸收接近的 NH₃ 分子能级图(单位: cm^{-1})
Fig. 3 Energy level diagram matching with CO₂-10R(6) of NH₃ molecules

由图 3 可知, 与 298 μ m 对应的远红外跃迁为 V₂:sR(0,0), 该谱线是迄今未见报道的新

线,而对应的 $V_2 : aQ(5,4)$ 和 $V_2 : aP(5,4)$ 的远红外信号分别为 $74\mu\text{m}$ 和 $291\mu\text{m}$, 国外已有报道^[3]. 我们过去采用 2m 长的远红外激光器,也观察到 $74\mu\text{m}$ 谱线^[4],但现在采用 0.2m 小型远红外激光器没有观察到 $74\mu\text{m}$ 谱线. 当泵浦能量较低时,观察到了 $291\mu\text{m}$ 谱线. 关于获得 $V_2 : aR(0,0)$ 、 $V_2 : aR(5,4)$ 和 $V_2 : aP(5,4)$ 跃迁的远红外信号的实验条件及多光子喇曼过程的相互竞争、相互作用的微观机理我们拟作进一步研究.

参考文献

- 1 Chang T Y, Bridges T J, Burkhardt E G. *Appl. Phys. Lett.*, 1970, 17: 357
- 2 邢福豪, 廖平, 杨建勋, 等. 中山大学学报, 1987, 26(1): 104.
- 3 Gullberg K, Hartman B, Kleman B. *Physica Scripta*, 1973, 8: 177
- 4 丘秉生, 杨建勋, 罗锡璋, 等. 中国激光, 1987, 14(6): 351

A NEW FIR PULSED LASER LINE OF OPTICALLY PUMPED NH_3 MOLECULES*

Qin Jiayin Zheng Xingshi Luo Xizhang Lin Yikun

(Department of Electronics, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong 510275, China)

Abstract By using a grating-tuned pulsed TEA- CO_2 laser with $10R(6)$ line to pump NH_3 molecules in a miniature ASE cavity of 0.2 m in length, when the pumping energy was about 1.1 J and the pressure of NH_3 molecular gas was about 0.9 kPa, a new line with wavelength about $298\mu\text{m}$ which may be a stimulated Raman line of $V_2 : aR(0,0)$ transition was found.

Key words optically pumped far-infrared laser, amplified spontaneous emission, stimulated Raman transition.

* The project supported by the National Natural Science Foundation of China