

高压 H₂ 受激喇曼散射的能量转换效率与阈值特性的研究

郭奕理 丁海曙 姚敏言 娄采云 李 港

(清华大学无线电电子学系)

周 寿 桓

(华北光电研究所)

高压 H₂ 受激喇曼散射(SRS)是实现激光宽带移频的重要途径。作者实现了工作于室温、H₂ 压在零到数十气压内可连续调节的 H₂ 受激喇曼散射装置。输出波长由近真空紫外2286 Å 到红外 1.6 μm、能量转移效率约 30%。

泵浦 YAG 激光器采用了考虑晶体棒热透镜效应后设计的虚共焦非稳腔, 输出端介质镜采用直接在曲面标准具上镀全反射小圆斑, 远场全发散角为 0.33 mrad, 接近衍射极限。

本文给出下述参数对效率及阈值的影响:

1. 非线性相互作用空间长度的影响: 为此制作了三只不同长度的高压器件, 并证实, 即使对聚焦光束, 适当增加长度对降低阈值也是有贡献的。对效率的影响则较复杂, 短管的一阶 Stokes 输出效率高, 而长管的高阶过程效率高, 实验的结果与理论分析一致。

2. 非线性相互作用空间密度的影响: 本文给出泵浦光强密度与介质分子密度对转换效率及阈值的影响。得到 0~24 atm 范围内阈值随 H₂ 气压变化的实验结果, 与根据多普勒展宽和碰撞展宽影响的分析是一致的。

3. 非线性相互作用的能量转移过程的影响: 泵浦光场能量转化为各级 Stokes 和 anti-Stokes 光场能量可有两种方式, 一种是受激非参量过程, 另一种是四波参量过程, 泵浦强度、H₂ 气压力及器件长度等因素对这两种过程均有显著影响。本文对二阶 anti-Stokes 进行了实验研究, 得到压力改变时, 输出激光截面光强结构的变化照片, 从中可看出, 参量过程相位匹配条件 $\Delta\mathbf{K}=0$ 得到满足时, anti-Stokes 具有确定的锥角, 截面光强呈明显的环状结构。当同时存在非参量过程时, 环的中心呈现一个斑点。本文还着重研究了一阶 Stokes 的参量过程与非参量过程对转换效率的影响。实验结果与理论分析及计算符合。