

双光子共振增强的简并四波混频

我们采用如图 1 所示的实验装置。Nd:YAG 的 1.06 微米激光辐射经 KDP 晶体倍频, 倍频效率约 10%, 即在激光束总能量中, 1.06 微米的激光占 90%, 5320 埃激光占 10%。此激光束经反射镜 A 反射, 反射镜对 1.06 微米镀 45° 全反射介质膜, 而对 5320 埃镀增透膜。光束再经双色反射镜 B 反射 (此反射镜对于 1.06 微米激光反射率大于 95%, 对于 5320 埃绿光的反射率约为 90%), 光束再经分束镜 1 (分束镜的透射光与反射光的比为 1:3), 透射光经光程补偿器 2, 取样镜 3 和长焦距 ($f=1$ 米) 透镜 4 投射到染料盒 8 上, 取样镜 3 的分光比为透射占 72%, 反射占 28%。分束镜 1 的反射光束经双色反射镜 5 (对 1.06 微米激光反射率大于 95%, 对 5320 埃激光反射率约为 90%) 反射。此光束经长焦距 ($f=1.2$ 米) 透镜 6 和光阑 7 投射到非线性介质 8 上。经过介质 8 的光束由 1.06 微米全反射镜 9 沿原光路返回到光阑孔 7。A₁ 束与 A₄ 束之间的夹角为 4.4×10^{-2} 弧度。调整反射镜 5 使 A₁ 束与 A₄ 束在染料盒内相交。染料盒的有效长度为 5 毫米。我们用 5320 埃绿光进行光路调整。在图 1 中的 10 和 11 处置 LCA 精密能量卡计 (6 毫米/毫焦耳) 检测复共轭反射波和监视入射物波的能量, 实际物波的能量由 LCA 卡计在 A₄ 光路直接测量, 卡计入射窗置有红外滤光片, 隔离可见光干扰, 它对 1.06 微米光透过 85%。

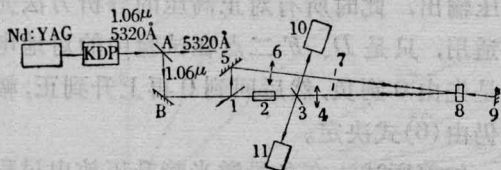


图 1 实验装置示意图

保持抽运光束 A₁ 和物光束 A₄ 不变, 改变若丹明 6G 染料溶液浓度, 测量各种浓度介质后向反射波强度, 染料浓度由 2×10^{-5} 克分子变到 5×10^{-4} 克分

子。实验表明, 对于这种双光子共振吸收介质, 在我们的条件下, 最佳浓度约为 10^{-4} 克分子; 对于单光子共振吸收介质, 最佳浓度约为 2.5×10^{-5} 克分子。当然, 最佳浓度与抽运波 A₁ 的强度及介质长度有关。

对于 10^{-4} 克分子浓度的若丹明 6G 酒精溶液, 我们测量了入射物波转换为复共轭后向波的效率。保持 A₁ 不变, 改变 A₄ 束的能量测量后向反射波 A₃ 的能量。所得结果绘于图 2 中, 实验测量得到入射物波转换为位相复共轭反射波的转换效率为 14%。此时抽运波 A₁ 的能量为 71 毫焦耳。当抽运束能量降至 50 毫焦耳时, 其非线性反射率 (即反射波转换效率) 降低至 7.8%。

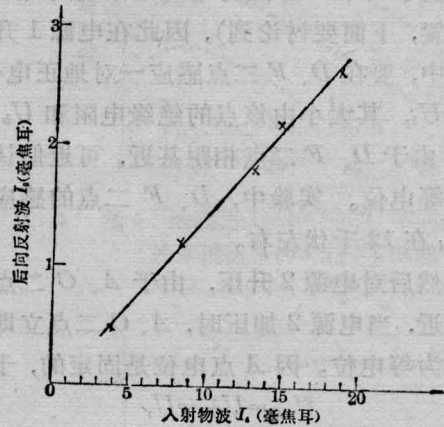


图 2 物波转换为后向反射波的效率

我们知道非线性反射率 (即反射波转换效率) 为

$$R = \frac{I_3}{I_4} = \tan^2 |\chi| L$$

式中 $\chi = \frac{2\pi}{cn} \omega \chi A_1 A_2$, L 为介质长度, χ 为非线性极化率。对于 $A_3 \ll A_4$, $A_1 \approx A_2$ 的情况, 有

$$R = \frac{(4\pi)^4}{c^2} \frac{1}{n^4} \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 |\chi|^2 P_1^2 L^2 / (\pi r^2)^2$$

式中 r 为在非线性质上抽运光半径, n 为介质的折射率, P_1 为抽运功率。激光脉冲的半最大全宽度

收稿日期: 1979 年 8 月 7 日。

约为7毫微秒, L 为0.5厘米, $P_1=10^7$ 瓦, $n \approx 1.6$, 光束发散角 $\theta \approx 1$ 毫弧度, 聚焦透镜焦距 $f=120$ 厘米, 于是 $r=1.2$ 毫米, $\lambda=1.06$ 微米, 实验测得 $R \approx 0.14$, 从而求得 10^{-4} 克分子浓度的若丹明6G酒精溶液的双光子共振增强的三阶非线性极化率 $|\chi_{(2\omega)}^{(3)}| = 2.5 \times 10^{-13}$ 静电单位。

我们知道 $R \propto P_1^2$, 当 P_1 由71毫焦耳降至50毫焦耳时, 非线性反射率 R (即反射波转换效率由0.14降至0.07, 实验测得这时的 $R \approx 0.08$ 。

另外, 由于这种非线性介质对于单光子是透明的, 且具有较高的非线性反射率 (即反射波的转换效率) 因此可以将它插入到钎玻璃激光振荡器谐振腔

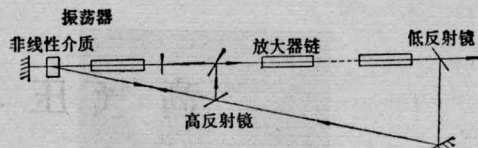


图3 用双光子吸收介质实现腔内简并的四波混频来修正激光波面

内, 在腔内的驻波场用作抽运波, 由放大器链的输出取出一部分作为物波, 其共轭反射波再经放大器放大 (见图3), 从而可以修正放大器介质引起的激光波面畸变。这在高功率激光器中是很重要的。

(中国科学院上海光机所 吴存恺
范俊颖 王志英)

放电泵浦 N_2^+ 激光器

自从 N_2^+ 激光产生以来, 对 4278\AA 辐射已有了许多研究^[1,2], 但因光谱仪的色散率过低, 或因接受到的激光能量衰减太大, 总是观测到一条激光谱线, 属 $N_2^+ B^2\Sigma_g^+ \rightarrow X^2\Sigma_g^+$ 跃迁 $0 \sim 1$ 振动带的 P 支转动谱线。

我们用2米光栅光谱仪的二级谱第一次观测到 4278\AA 激光由两条线组成, 其波长分别为 4278.06

\AA , 4278.42\AA , 均属 $0 \sim 1$ 振动带的 P 支, 强度差 $1 \sim 2$ 个量级。图1是光谱的黑度曲线, 强的一条 4278.42\AA 已饱和。光栅是1200条/毫米的全息光栅, 二级谱线色散率 $1.71\text{\AA}/\text{毫米}$ 。

用一块6毫米厚石英平板制成的 $F-P$ 干涉仪, 两面镀以反射率80%的介质膜, 自由光谱范围 $\Delta\lambda = 0.1\text{\AA}$, 分辨本领 $\sim 5 \times 10^4$, 测量 $N_2^+ 4278\text{\AA}$ 辐射, 同样得到两条线。图2是用 $F-P$ 干涉仪测得的干涉花样, 两条谱线的线宽分别为 0.01\AA 和 0.02\AA 。

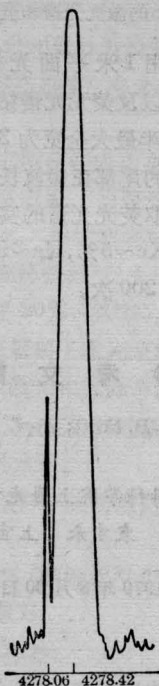


图1 N_2^+ 激光谱黑度曲线

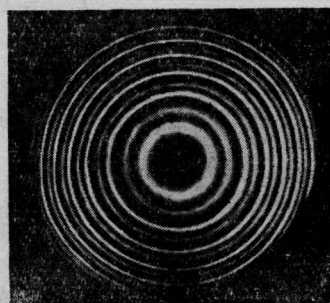


图2 4278\AA 激光线 $F-P$ 干涉花样

参 考 文 献

- [1] C. B. Colins et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1974, **25**, 344.
- [2] V. N. Ishchenko et al.; *Opt. Commun.*, 1975, **13**, 231.

(中国科学院上海光机所 陈建文
傅淑芬 刘妙宏)