

使用 KTiOPO₄ 的高功率内腔倍频 YAG 激光器

姚建铨* 李 昱 薛 彬

(天津大学精密仪器工程系)

T. S. Fahlen

(XMR公司, 美国)

讨论了双轴晶体的最佳相位匹配, 即在可能的相位匹配方向中, 有效非线性系数 d_{eff} 为最大值时的匹配方向, 导出了 d_{eff} 的精确表示式, 用数值计算求得了 KTP 在对 $1.06\mu\text{m}$ 光倍频时的最佳匹配为: 第 II 类匹配, $\theta=90^\circ$, $\varphi=21.3^\circ$, 这时 $d_{eff}^{II}=17.7\times 10^{-9}$ e. s. u., 走离角为 0.262° , 允许角不小于 7° (当晶体长度为 3.7mm 时)。

分析了在高转换效率(即应考虑基波在倍频晶体中的功率衰减效应)下的激光器的速率方程, 利用数值解讨论了激光工作介质的增益、腔内损耗及晶体参数的影响, 得到了最佳运转参数。并用类高斯分布处理具有低阶混合模运转的光束特性, 找到了最佳腔长及热稳定腔的参数。

在倍频实验中, 分析比较了直腔及 L 型腔两种工作方式; 讨论了各低阶横模的倍频效果。当腔内选模光阑的孔径选择合理, 既可保证激光器运转在低阶模下时有较好的光束质量, 同时又有较高的 SHG 功率输出。由于 KTP 晶体具有非线性系数高、不会潮解及破坏阈值高(在我们的实验中, 该值不小于 $500\text{MW}/\text{cm}^2$) 等优良特性, 并选用最佳的设计参数, 在 L 型腔, 声光 Q 开关的重复频率为 2.5kHz 时, 绿光输出平均功率为 11W , 峰值功率为 22kW , 这就远远超过同类器件到目前为止所能达到的水平。

表 1 激光器主要参数

激光器类型	腔 长	激光功率/W	激光重复频率/kHz	激光波长/nm	光束质量
20.0-0.1	1000.0	1000.0	500.0-20.0	1000.0	(M^2) 率倍
干 腔	干 腔 不	干 腔	干 腔 不	干 腔	腔类激光
0.01-0.1	0.2-0.1	0.21-0.1	0.001-2.0	0.2-8.0	(mm) 圆筒状
A. M	beam-1	deg > 10deg	A. M	beam-1	束流
A. M	Wm001-1	Wm001-1	A. M	Wm002-1	率输出
腔	高	低	腔	高	管腔激光
腔中	高	高	高腔	高	腔倍

* 本文实验工作由姚建铨在美国 XMR 公司完成。