

谱线宽度等要求较高,且抗光损伤能力较差。本工作研究了影响 LiIO_3 晶体倍频效率的若干因素,并指出对于目前通用 Q 开关脉冲 YAG 激光器, LiIO_3 晶体并不是较理想的倍频晶体。

我们的实验是在一台 Nd:YAP 脉冲 Q 开关激光器上进行的,腔内放一 $\phi 2$ 毫米小孔作模选,激光器输出波长 1.08 微米,重复率 1~5 次/秒,光束发散角 < 3 毫弧度。倍频晶体 LiIO_3 与 z 轴成 30° 切割。

所得实验结果如下:

(1) 观察了相位匹配角与二次谐波的关系。当改变晶体匹配角时,二次谐波逐渐减弱,当其减至最大值一半时相对应的匹配角宽度约 $4'$ 。

(2) 在有小孔模选及未加小孔两种情形下测量了基波能量 W_1 和谐波能量 W_2 的关系。其结果是前者 $W_2 \propto W_1^4$, 后者为 $W_2 \propto W_1^2$ 。与此相应倍频的转换效率(加小孔以后) $\approx 30\%$, 与国外相近,稍好于国内相似的工作。说明发散角的改善对二次谐波影响很大。

(3) 实验中测得的基波线宽 < 100 埃,谐波线宽 < 10 埃。表明未能将基波线宽范围内的能量有效地转变成二次谐波。

(4) 观察了基波对 LiIO_3 晶体的光损伤情况。发现当基波功率密度在 50 兆瓦/厘米² 左右时,出现光损伤,损伤区在离晶体表面几毫米处,形成一小孔。可能是基波自聚焦形成。

关于二次谐波与基波发散角及线宽的关系可以由下式表示:

$$\Delta\theta = \frac{0.44\lambda}{l\Delta n_2 \sin 2\theta}$$
$$\Delta\lambda = \frac{0.44\lambda}{l\left(\frac{\partial n_1}{\partial \lambda_1} - \frac{1}{2} \frac{\partial n_2}{\partial \lambda_2}\right)}$$

对长 1.5 厘米的 LiIO_3 晶体,相应的 $\Delta\theta \approx 0.4$ 毫弧度, $\Delta\lambda \approx 4.6$ 埃。这表明对通常脉冲 Q 开关 YAG 类激光器(发散角约 3 毫弧度, 1.06 微米线宽约 100 埃)用 LiIO_3 作倍频器并不是最理想的。若考虑用 KDP 类作倍频器,则对基波要求 $\Delta\theta \sim 1.1$ 毫弧度, $\Delta\lambda \approx 200$ 埃。所以,虽然 KDP 晶体非线性系数较小,但对目前通用脉冲 Q 开关 YAG 类激光器,可能较 LiIO_3 更为合适。

0.532 微米泵浦的 LiIO_3 晶体中的参量振荡

中国科学院物理研究所 初桂荫 陈代远

非线性光学材料碘酸锂(LiIO_3)晶体,1969 年开始用于二次谐波产生,1970 年后陆续见到用于光学参量振荡,其泵浦波长和共振方式各有不同。

我们选用 Nd:YAG 激光的二次谐波($\lambda = 0.532$ 微米)泵浦双共振式谐振腔中的碘酸锂晶体,已于 1977 年底观察到简并点附近的调谐输出。

泵浦光源为一个 DKDP 晶体电光调 Q 的 Nd:YAG 激光器,再经一级 Nd:YAG 放大器,得到每秒几次的低重复频率的 1.06 微米输出。倍频晶体为一块厚 1.5 厘米的碘酸锂晶体,二次谐波转换效率约为 5%, 0.532 微米光斑直径为 5 毫米,脉冲功率 0.22 兆瓦,脉冲宽度 40 毫微秒。

参量振荡用长 5.6 厘米的碘酸锂晶体,通光表面的法线与晶体光轴成 $29^\circ 50'$, 镀单层 MgF_2 介质膜,起消反射和防潮解作用。谐振腔介质膜片相距 6 厘米,单片介质膜对 0.532 微米的透过率为 84%, 在 0.96 微米至 1.2 微米的范围内,反射率大于 97%。碘酸锂晶体的折射率有良好的温度稳定性,改变泵浦光束与晶体光轴间的夹角可实现调谐。晶体转台的调角精度为 $1'$ 。

参量振荡器的输出信号以 GW-5A 型单色仪分光,通过红外像转换管观察。

在泵浦功率为 1.1 兆瓦/厘米² 的实验条件下,已观察到信号波从 1.06 微米至 0.92 微米,空闲波从

1.06 微米至 1.26 微米的调谐输出。实验测得,在简并点 1.06 微米处,参量振荡的阈值为 0.76 兆瓦/厘米²。

这一实验阈值比理论计算值要大一个数量级。其原因是: Q 开关式的泵浦光源,光脉冲建立时间较短,在这段时间内,信号波只能在参量振荡器的腔内往返几十次,还不能得到充分的加强。另外,计算得到的阈值是在腔内增益刚刚大于损耗的条件下求得的;而实验阈值是以信号有一定输出而能被测到为准。这当然要受到分光系统的损耗以及探测器灵敏度的限制。因此实验阈值比理论值高些是必然的。

LiNbO₃:MgO 及 CDA 激光倍频

五机部二〇九所 韩凯 徐绍林 蒲大椿 封鸿渊 蔡永鑫 谢任葵 杨章俊

LiNbO₃ 和 CDA 晶体都可以采用控制晶体温度以实现从 1.06 微米产生二次谐波的最佳相匹配而无光孔效应的影响。掺氧化镁 LiNbO₃ 的工作在于改善其抗光损伤而作尝试。CDA 晶体的非线性系数比 LiNbO₃ 晶体小一个量级,但它抗光损伤能力较强,用它来产生 1.06 微米的二次谐波时的相位匹配角宽度、匹配温度宽度和光谱宽度都较其它非线性晶体的相应值为宽,对它可以采用强的基波功率密度和足够长的晶体倍频长度以补偿它的非线性系数低的弱点。我们用 LiNbO₃:MgO(8% 熔体浓度)和 CDA 晶体进行的腔外倍频实验测量初步结果如下:

用电光 Q 开关的 YAG 激光脉冲在低重复频率下进行测量。为了获得纯净的二次谐波输出以及可靠地测量从基波到二次谐波的转换效率, LiNbO₃:MgO 晶体设计加工成特殊棱镜形状,利用倍频晶体本身的内双反射特性使基波 O^ω 与谐波 $e^{2\omega}$ 光束分离开,以获得纯净的二次谐波输出。改变晶体温度,测量相应的净二次谐波输出,所得的二次谐波相匹配温度曲线是出乎意料之外的,最佳相匹配温度约为 22.5°C,没有获得预期的提高。半宽度 $\leq 0.5^\circ\text{C}$ 。测量的转换效率 $\eta = e^{2\omega}/O^\omega$, O^ω 及 $e^{2\omega}$ 分别是直接测量的 YAG 激光器输出 1.06 微米的能量和 LiNbO₃:MgO 倍频输出净 0.53 微米能量。大量重复测量结果表明平均最高转换效率达到 34.7% 以上。有趣的是实验中观察到当增加基波功率密度时,发现晶体内产生了烟雾状光损伤痕迹,数分钟以后即消失。此后晶体仍能继续重复上列的数据,效率仍未降低。

用 Nd:YAG 串接振荡放大系统进行了 CDA 腔外倍频测量,振荡级输出 Q 开关脉冲能量 140.4 毫焦耳,第一放大级输出为 629.2 毫焦耳,第二放大级输出为 1.287 焦耳。激光脉冲半宽度约 10~20 毫微秒,远场测量其倍频输出绿光束宽约 2.6 毫弧度。为了防潮, CDA 晶体密封于恒温炉内,窗口分别镀 1.06 微米及 0.53 微米增透膜。用 1.06 微米窄带滤光片在相同几何条件下测量通过倍频晶体相匹配时 1.06 微米能量的减少来测量倍频转换效率即 $\eta = (I_2 - I_1)/I_2$, 其中 I_1 为通过倍频晶体相匹配情况测量的 1.06 微米能量, I_2 为相同条件下相位失配情况下的值。对 $\phi 20 \times 16$ 毫米的 CDA 晶体,测得倍频效率最高平均值为 33.9%。

铌酸钡钠(BNN)二次谐波的产生

中国科学院物理研究所 陈代远 靳福惠

实验用 Nd:YAG 激光器的连续和脉冲 1.06 微米激光进行了 BNN 非线性晶体的二次谐波实验,测量了 SHG 的转换效率,谐波输出的最佳匹配温度和温度曲线,取得了比较好的实验结果,并与国外报导作了一些比较。对提高晶体性能和改进其生长提出基本要求。

实验所用晶体由北京化工厂试制。晶体经过单畴化和去孪处理。基本上无带状条纹,晶体在测量的