

多,如:它可用作激光 Q 开关、倍频、参量振荡等方面的应用,尤其是铌酸锂晶体不潮解,适合于军事上的应用。在某些国防军事方面的应用,不但需要在常温下能工作,而且要求在环境温度:高温(+50°C),低温(-40°C)的条件下能工作。本文着重讨论电光晶体 LiNbO₃ 用作激光单块电光 Q 开关时的高温性能。

由室温 18°C,连续和分段升温,分别升温到 50°C、60°C 的情况下,直观地观察了反映铌酸锂晶体光学性质的光轴干涉图的变化。实验表明:铌酸锂晶体的折射率、光轴图是随温度的变化而变化的,而且晶体内部温度梯度越大,光轴干涉图的畸变越严重。晶体可等效于一个发散的负透镜效应。但晶体的这种光轴干涉图的畸变,不是损坏性质的,而是可以恢复的。若从室温 18°C 一直升温到 50°C,只需要十分钟,晶体的光轴干涉图即可恢复到初始的常温下的光轴干涉图形。因此铌酸锂晶体用作激光单块电光 Q 开关时,在高温(+50°C)的情况下,晶体的消光比不会下降,晶体的 Q 开关性能不会变坏。从而为电光晶体铌酸锂的使用提供了可能。

激光声光调 Q 技术的研究

华中工学院 黄国标 张渝楠 刘扬满 董沙雷

研制成用 X、0° 切割水晶片换能器和光学熔凝石英声光介质组成的声光调 Q 器件,为获得较高功率(>1 千瓦)高重复率(1~10 千周)的 Q 开关以连续抽运 Nd:YAG 激光器提供了有效的方法。

本文叙述试验结果和理论分析,较全面地提出了声光调 Q 器件的合理设计方法,包括声光调 Q 的基础理论阐述;如何综合考虑选取超声场的频率和计算超声场的尺寸;声光介质、换能器的最佳尺寸设计;器件的材料选择和结构设计的综合考虑原则和参考数据。对于声光器件的一个难度较大的关键性工艺——换能器的粘接工艺,本文提出了用一种工艺性好、成品率高的丙烯酸酯(502 胶)粘结工艺代替工艺上难度大、成品率低的钎焊(包括真空热压焊和超声焊)的传统工艺。通过理论计算和声透过率的实测,指出当 502 胶的胶层厚度控制在 <1 微米时,其声透过率甚至比钎焊还好。文中还介绍了超声功率的计算方法,声光器件性能的测试方法以及声光调 Q 动态试验方法,并列出了本试验所得出的输出光脉冲的各个性能参数,峰值功率、平均功率与重复频率之间的关系。

文中最后对提高激光巨脉冲性能指标提出了几项有效措施:一、从对四能级系统的速率方程的数值解中得出:初始反转粒子数密度与阈值反转粒子数密度之比值 $\Delta n_0/\Delta n_t$ 对光脉冲的峰值光子数和脉宽有着明显的影响,增大 $\Delta n_0/\Delta n_t$ 值将会大大改善巨脉冲的性能指标。因此设法增大光泵的抽运速率,提高聚光腔的聚光效率;选择阈值较低的工作物质以及选择合适的谐振腔结构等都是十分必要的。二、选择 TEM₀₀ 模式结构,以便克服由于光泵不均匀而引起的多脉冲加宽效应,使输出的光脉冲脉宽得到进一步的压缩。三、通过合理设计超声电源的关闭时间及注意超声电源与声光器件之间的阻抗匹配调试,以便抑制导致光脉冲输出性能指标变坏的多脉冲现象出现。

横向 ADP 电光调制器稳定性的实验分析及偏压控制

上海市激光技术研究所三室电光调制组

我所研制了 ADP 37°y' 切割的组合型调制器(6328 埃时,半波电压 230 伏左右,消光比 500:1 左右)。本文对于该类器件在高消光比时的不稳定性进行了分析研究,初步解决了该器件的实用问题。

分析表明,该类器件消光比的不稳定性,实质上可以分为二类。一类是折射率分布的附加不均匀性所引起的消光比下降。此类不稳定性的改善,主要依赖于材料均匀性的提高和调制盒结构的改进,但无法完全消

除,也难以补偿。另一类,是自然双折射变化所引起的工作点漂移。对于采用配对晶体构成的组合调制器,虽然这种自然双折射的变化理论上可以得到补偿,但限于材料的均匀性、定向加工和装调的精度,实际上不可能得到完全的补偿。此类不稳定性,可以通过附加一个光偏压或电偏压加以控制。

实验表明,这两类不稳定性都存在。但如连续工作时间不太长(例如12小时以内),则工作点的漂移是主要的。而且在小功率应用时,这种自然双折射的变化和附加的折射率分布的不均匀性,都不是永久的,经休息后可以复原。

造成工作点漂移的因素有二:一是晶体温度的变化,包括环境温度的变化和晶体吸收光而发热引起的升温;一是光束偏折,包括激光束本身的方向不稳定性及晶体中由于散热不均匀和晶体热膨胀所形成的温度梯度造成的光束偏折。本文估算了光束偏折所引起的漂移量,并认为这二种因素虽同时存在,但在小功率应用时,光束偏折是主要的。因此,选用光束方向较为稳定的激光器作光源,并减小了晶体的温度梯度后,工作点的漂移即显著改善,可以在三小时内稳定地工作。

本文讨论了施加偏压以控制工作点漂移的范围和能力。若激光器的功率稳定度在 $\pm 3\%$ 左右(1小时),则在十小时内,可使消光比的变化控制在 $\pm 10\%$ 以内;十三小时内,控制在 -20% 以内;如每天工作八小时,则调制器经一次调整后即可长期稳定地工作(消光比变化在 $\pm 10\%$ 以内)。

最后,提出了一个调制器偏置于零或极大值时的偏压自动控制方案。

声光器件的工作原理和设计方法

(I) 正常布喇格衍射器件

北京工业大学 徐介平

正常器件的特征在于入射光和衍射光具有相同的偏振状态,由于偏转角一般很小,故有 $n_i = n_d$,从而 $k_i = k_d$,因此动量三角形为一等腰三角形,由此易得布喇格方程:

$$\theta_i = \theta_d = \theta_B, \quad \sin \theta_B = \frac{\lambda}{2A} = \frac{\lambda}{2v} f$$

其中 f 为超声频率而 v 为声速,偏转角 α 则为

$$\alpha = \theta_i + \theta_d = 2\theta_B \approx \frac{\lambda}{v} f$$

当量 $Q \equiv \frac{2\pi\lambda L}{A^2 \cos^2 \theta_i} \gg 4\pi$ 时,除零级光和正(或负)一级衍射光外其它各级衍射光均很弱可以略去,称为布喇格衍射,此时衍射效率为

$$\eta = \frac{I_1}{I_0} = \sin^2 \left[\frac{\pi}{\lambda_0 \cos \theta_i} \sqrt{\frac{M_2 P_a L}{2H}} \right]$$

其中 $M_2 \equiv \frac{n^6 p^2}{\rho v^3}$ 仅由声光材料本身性质决定,称为声光优值。因此改变超声频率 f 可改变衍射光方向,而改变超声功率 P_a 则可改变衍射光的强度,亦即可以起到控制激光束方向和强弱的目的。

为了保证 $Q \gg 4\pi$ 和得到尽量大的 η 都要求声光互作用长度 L 足够大,但为了能在较大频率范围 $4f$ 内保证布喇格方程得到满足(称为布喇格带宽),必须限制 L ,因此设计声光器件的关键在于 L 的合理选取,引入声光器件的特征长度 $L_0 \equiv \frac{A^2}{\lambda}$ 可使各设计公式大为简化。首先进入布喇格区的条件 $Q \gg 4\pi$ 可简化为 $L \gg 2L_0$ 。

除衍射效率 η 外,偏转器的主要指标为可分辨点数 N 和偏转速度 $\frac{1}{\tau}$,容易证明其乘积(称为速度-容量