

包裹形、交接圆形、旋转椭球形等)都可以进行计算分析,并可以同时给出聚光效率和抽运光能在晶体中的分布。因而,用蒙特卡罗法对聚光腔的性能进行的理论分析,对于聚光腔的最佳设计和激光器输出特性的理论研究都是十分有用的。

## 激光晶体调 $Q$ 的最佳化的理论和技术

中国科学院上海光机所 刘立人

本文讨论晶体  $Q$  开关获得最大能量和最窄脉宽的单一光脉冲输出的最佳化原理和技术。

首先对  $Q$  开关过程作理论分析。以激光速率方程为基础,以不同的开关接通时间及腔长、泵浦能量、输出镜反射率等作参数用 TQ-16 电子计算机进行数值解。结果表明,  $Q$  开关接通时间存在临界值,在此临界接通时间内,脉冲形成时间大于接通时间,光脉冲能量和宽度不随接通时间而变,且与瞬时接通时相同,即能量最大脉宽最窄,仅是脉冲形成时间随接通时间逐渐增大。当接通时间太慢而大于临界值时,脉冲形成时间小于接通时间,这时  $Q$  开关尚未完全打开就产生光脉冲,因此随着接通时间加大光脉冲能量减少和脉宽变宽很快,输出性能变坏。这些就是所谓“慢速  $Q$  开关原理”。临界值随腔长增长和泵浦增加而增加,随输出镜反射率增加而减少。为了消除后置脉冲而保证单脉冲,开关慢速打开后还需要逐渐关上,即最佳开关函数应当为马鞍形的函数。

为了得到最佳开关函数及最佳输出,不必追求快速电开关,也不需用以往的  $Q$  开关完全打开后再产生光脉冲的概念。基于上述分析,提出了晶体电压在充放电的动态过程中调  $Q$  而出光脉冲的概念,现称为动态电偏置技术。对于退电压接通的  $Q$  开关使晶体电压从正闭锁电压通过零电压接通点向负闭锁电压充电。对于加电压接通  $Q$  开关使晶体电压从零闭锁点通过开启调制电压向两倍开启电压(即又闭锁)充电。这些充放电曲线就形成了慢速  $Q$  开关的最佳开关函数。这种技术也能自动补偿晶体中存在的严重影响调  $Q$  性能的光弹效应,这是另一特点。本文列举了多种简单的动态电偏置电路;用于退电压的有  $RC$  倒偏置,  $LC$  共振倒置,组合脉冲电路等。用于加电压的有  $RC$  加压,  $LC$  共振充电,变压器双耦合升压电路等。各电路均用电路暂态分析法求得瞬时充放电波形和计算公式,可估算电路参数。由于慢速原理对晶体充放电波形要求宽容较大,各电路十分见效,制作也极简单。

最后研究了普通小可控硅的放电特性,发现了许多可控硅接近转折电压时放电速度急剧加快,超过其说明书上的正常使用情况下的微秒量级,达到  $10^{-8}$  秒;因此适当使用可以代替热阴极或冷阴极闸流管。实验上已取得完全成功。

转镜  $Q$  开关也是慢速开关,也存在最佳转速问题,但其最佳化技术远比晶体开关难得多,比较而言晶体调  $Q$  输出是最好的。

总之,采用可控硅动态电偏置技术能够容易地取得最佳光脉冲输出。再配以单块晶体  $Q$  开关,整个系统特点是简单、可靠、高效和干扰小,实现了小型化和固体化,极适用于激光测距仪等中小应用,已可以实用化。

## 单块 $\text{LiNbO}_3$ 电光 $Q$ 开关 $\text{YAP}:\text{Nd}^{3+}$ 激光器的初步研究

中国科学院吉林应用化学研究所 王西坡 张思远 赵贵远 贾留春

钆酸钇( $\text{YAP}:\text{Nd}^{3+}$ )是一种新型的激光晶体材料,和钇铝石榴石( $\text{YAG}:\text{Nd}^{3+}$ )比较起来,两种晶体在物理化学性质方面非常相似。不同之点,除  $\text{YAP}$  较  $\text{YAG}$  掺杂浓度高、生长周期短、价格便宜外, $\text{YAP}$  是属斜

方晶系,在激光性能方面具有一系列比 YAG 更为优越的特点。如钽酸锂可输出偏振光;激光输出饱和值高;不论是在长脉冲或 Q 开关运转时, YAP 的效率均高于 YAG; YAP 在较窄的泵浦条件下(<100 微秒)工作较为有利等。

本文根据 YAP 的激光特点,着重讨论钽酸锂激光晶体在通常的腔内具有起偏作用的单块钽酸锂(LiNbO<sub>3</sub>)电光 Q 开关器件的最佳参数,以及利用钽酸锂激光晶体可输出偏振光的特点,实验了腔内无起偏作用的长条结构钽酸锂单块电光 Q 开关。

实验表明: YAP 要求在较窄的泵浦(<100 微秒)条件下工作,使得激光泵浦、脉冲氙灯的发光时间和激光谐振腔内的增益、损耗变化相匹配。因此,在脉冲氙灯放电回路中,要串一适当的电感线圈,否则电光 Q 开关的激光输出将是一片杂乱的尖峰输出。在我们的实验中(电容为 100 微法,电压为 700~1000 伏),在氙灯放电回路中串以 20 微亨左右的电感线圈为宜。

对于 Q 开关晶体钽酸锂采用横向电光效应。在横向电光效应中,可利用晶体的纵横比来降低晶体的半波电压。实验中,我们采用  $d=9$  毫米,  $L=36$  毫米,  $d/L=1/4$ , 开关晶体上所施加的电压可降到 1000 伏左右。这样,我们只用了一只可控硅(3CT5)代替了闸流管开关晶体电压,获得较满意的结果,而且体积小、重量轻、功耗小、干扰小,对某些整机使用是方便的。

电光 Q 开关的另一个参数是延迟时间,实验表明延迟时间有个最佳值。对于钽酸锂,电光 Q 开关的最佳延迟时间为 160~170 微秒。在单块单 45° LiNbO<sub>3</sub> 电光 Q 开关 YAP 激光器中,获得单脉冲输出,脉宽为 10 毫微秒,峰值功率为 15 兆瓦。

腔内无起偏器长条结构钽酸锂单块电光 Q 开关,是根据钽酸锂可输出偏振光的特点,以及根据激光谐振腔的振荡条件。谐振腔在一定条件下,能否产生振荡,取决于腔内的增益和损耗之间的关系。实验表明,具有一定偏振度的 YAP 激光棒,在一定条件下,是可以实现腔内无起偏器电光 Q 开关的。同时还表明腔内无起偏器的电光 Q 开关激光器较通常的腔内带有起偏器的电光 Q 开关激光器具有较多的优点。

## 0.53 微米泵浦的 LiIO<sub>3</sub> 晶体中的参量振荡

中国科学院物理研究所非线性光学研究室

非线性光学材料碘酸锂晶体 1969 年开始用于产生二次谐波, 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 激光二次谐波( $\lambda=0.532$  微米)泵浦碘酸锂晶体,双共振式谐振腔,已于 77 年底观察到简并点附近的调谐输出。

泵浦光源为一 DKDP 晶体电光调 Q 的 Nd:YAG 激光器,经一级 YAG 放大后,通过一块厚 1.5 厘米的 LiIO<sub>3</sub> 晶体倍频产生 0.532 微米的输出。

参量振荡用长 5.6 厘米的 LiIO<sub>3</sub> 晶体,通光表面的法线与晶体光轴成 29°50', 镀增透膜,谐振腔长 6 厘米。单片膜对 0.532 微米透过率为 84%,在 0.96 微米至 1.2 微米的范围内反射率大于 97%。晶体调角台在水平方向的调角精度为 1'。参量振荡输出以 GW-5A 型单色仪分光,红外象转换管检测。

实验观察到:在泵功率为 1.1 兆瓦/厘米<sup>2</sup>条件下,信号波从 1.06 微米可调至 0.92 微米,空间波从 1.06 微米可调至 1.26 微米。相应的晶体角度改变为外角 20', 内角 11'。