

## 光学隔离器试制小结

中国科学院物理研究所一室 101 组

光学隔离器是行波放大的高功率巨脉冲激光系统中隔阻反馈光的有效元件。本文介绍了这种隔离器的基本原理,叙述了光学隔离器的三个组成部分:法拉第介质、产生磁场的线圈和玻片堆偏振器,它们的选择、设计和制作。最后给出了一些初步的实验结果。

我们在开展这方面的研究探索工作中,也建立了一套行波放大的固体钕玻璃激光器系统。系统是由调 $Q$ 振荡器、脉冲削波系统、光束扩展系统、放大器、隔离器、聚焦系统和靶室等主要部分组成的。

在这个装置上,由振荡器调 $Q$ 后出射的激光,经外开关削波后,调制成毫微秒量级的脉冲,通过各级放大器的行波放大,最后由聚焦透镜会聚照射到靶子上。在此过程中,各级放大器都要比振荡器提前一个 $\Delta t$ 的时间量运转,以便当振荡器的激光脉冲到来时,能加以放大。这时,处于粒子数反转状态的放大器,有比较高的增益系数,并对正向(即由振荡器向着靶室的方向)和反向通过的信号都会进行放大,而小信号的放大倍数要更高一些。所以,在系统放大器之间,很容易产生自振荡和超辐射,必须采取措施加以抑制。不仅如此,从靶子反射回来的激光脉冲同样会得到放大,这种反馈不但会使各放大器之间发生耦合,从而破坏了放大器的工作状态,即没有巨脉冲激光而把能量泄放掉了,并且还会使系统的光学元件,特别是振荡器和前级放大器遭到破坏。因此,对反向激光脉冲也必须采取措施。

所采取的措施就是在高增益激光放大器系统中使用隔离器。

我们曾采用一些非线性材料做隔离器,例如在玻璃平板上镀上碳,只有当巨脉冲激光通过时将碳烧掉,才变为透明。还有和调 $Q$ 原理相似,用可饱和的染料,它使弱脉冲衰减,只对巨脉冲透明。但实验表明,这些材料的隔离效果不好,而且要损失掉很大一部分激光能量。

在我们的系统中,采用的是一种光学隔离器,也称法拉第隔离器。我们试制了一台小隔离器和一台大隔离器,通光口径分别为 $\phi 28$ 及 $\phi 48$ 。实验表明,这种光学隔离器的效果比较好。

## 高重复频率脉冲氙灯

中国科学院上海光机所 汤星里

重复频率脉冲氙灯是激光光泵——脉冲氙灯中的一个系列,特点是平均功率负载高,而单次点燃能量较低,通常只有氙灯极限能量的5~20% (利用系数),所以氙灯管壁的超载、灯管的爆炸造成氙灯的损坏是少有的,氙灯使用寿命终结的主要原因是氙灯在放电过程中正离子流对阴极表面的轰击引起阴极溅射,溅射物沉积在管壁上,使灯管发黑,透过率降低,造成氙灯输出光强逐渐降低,最终使氙灯在器件中失去应有的光泵效能。高重复频率氙灯研究的主要任务就是提高氙灯寿命。

本文分析了影响氙灯寿命的各种因素,例如,充气压力,电极材料,阴极工作温度,触发方式,管壁材料,冷却方式等,并取得了这些参数优择的实验结果。

根据实验结果,对高重复频率脉冲氙灯的几种结构和封接方式进行了合理的选择,并在高重复频率激光器内和模拟腔内作了寿命试验,文章评述了寿命试验的条件和结果。目前我们研制的钎箔封接的高重复频率脉冲氙灯寿命已经超过 $10^7$ 次,达到国外同类型氙灯的水平,高重复频率脉冲氙灯的特性参数与结构如下:

### 高重复频率脉冲氩灯特性参数

管壳直径	$\phi_{外}12$ 毫米, $\phi_{内}8.5$ 毫米
弧 长	80 毫米
气体种类	氩
充气压力	550 托
电极材料	铊钨
输入能量	90 焦耳
脉冲宽度	150 微秒
重复频率	40~100 次/秒
电 容 量	100 微法
工作电压	1350 伏
峰值电流	2150 安
峰值功率	300~1500 千瓦
平均功率	3600~9000 瓦
一次爆炸能量	2000 焦耳
利用系数	0.05
寿 命	$>10^7$ 次

## 激光薄膜偏振片理论设计

五机部二〇九所 周九林

本文采用新的设计原理,抛弃光束在膜系每个界面满足布儒斯特条件这一传统设计方法,采用最常用的光学薄膜材料  $ZnS$ 、 $Na_3AlF_6$ 、 $MgF_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $SiO_2$  以及光学玻璃  $K_9$ , 设计出一系列激光薄膜偏振片,用于固体激光器中代替格兰棱镜或单  $45^\circ$  铌酸锂晶体作为起偏器。这些偏振片的工作角度为  $56.5^\circ$ , 在工作波长对  $P$  光呈现完全透明的“窗口”,即  $P$  光的透射率  $T_p=100\%$ , 对  $S$  光的反射率  $R_s>99\%$ , 并且  $R_s$  可以以任意程度逼近  $100\%$ 。这种偏振片可以作到体积小,损耗低 ( $0.25\%$ ), 偏振度高,而且便于大量生产;也可用在普通光学中作高偏振度的单色分光片。

设计原理是,让膜系处在适当的工作角度,使膜系两侧媒质对  $P$  光的折射率相等,然后调整膜层的厚度,使膜系对特定波长的  $P$  光呈现完全透明的“窗口”,而对  $S$  光高度反射。这一原理的物理概念是:对称多膜对于  $P$  偏振光等效为一个单层膜,浸没在一种媒质中,调整“单层膜”的厚度,使其对特定波长的  $P$  光,相位厚度为  $\pi$  的整数倍,或者使膜的等效折射率与浸没媒质的相等。用电子计算机计算了一系列偏振膜系,结果证明这一设计方法是完全正确的。

这一设计方法具有普遍意义,原则上可用以设计任何波长的薄膜偏振片。文中给出的计算结果,用了归一化参数,适用于设计波段内的任一波长,这使计算非常方便。