

差。染料盒开关动静比可达47%，使用简便，调Q性能良好，可以不加冷却就在20次左右的重复频率运转，因而不仅可以使用在中小型激光测距机上，还可用于重复频率每秒20次的激光指示器、照明器等。

本工作自始至终得到部情报所、204所、213所、214所、5308厂、成都有机化学所、成都科技大学的帮助。染料盒工艺由张柄权同志完成，在此一并表示感谢。

### 参 考 文 献

[1] U.S.P. 3743964  
 [2] AD——750383.  
 [3] AD——A24442.  
 [4] AD——780937.  
 [5] IEEE Quantum Elect, 1972, QE-8 (9) , 759.  
 [6] Laser Focus, 1975, Vol. 11, No. 8.

## FTIR-Q开关的实验研究

西北大学物理系 张镇西

本文介绍了新型的受抑全内反射Q开关的工作原理和实验研究，给出了输入和输出能量的关系曲线，并讨论了空气间隙 $d$ 与输出的比例关系。

Q开关法是激光的重要技术之一，自从文献 [1] 报导了巨脉冲激光器以后，激光谐振腔Q开关，得到迅速发展。按开关的工作原理，目前大致可分以下几类：

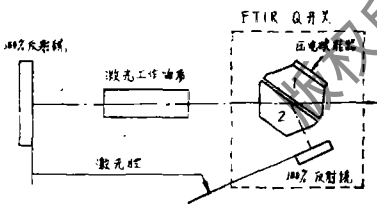


图1 FTIR Q开关和激光腔。其中，1是抑制元件，2是全内反射元件

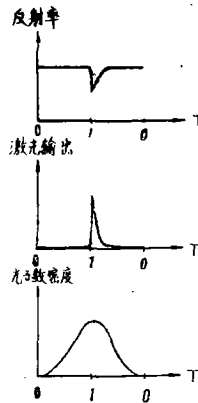


图2 反射率、激光输出和光子数密度与时间关系的示意图

1. 开关的透射由激光束自身控制（如可饱和染料开关）；
2. 开关的透射取决于光折射（如声光开关）；
3. 开关含有控制激光束偏振态的元件（如利用克尔盒、普克尔盒或法拉第旋转器的电

收稿日期：1980年10月27日。

光和磁光开关)；

4. 光开关含有机械传动部分(如使用旋转棱镜、反射镜和快速旋转斩光盘)。

对于第4类机械开关,国外新近发展了一种称为FTIR的激光Q开关(Frustrated total internal reflection Laser Q switch)。这种受抑全内反射型Q开关的工作原理如图1所示。它由高质量的熔融石英棱镜制成的全内反射元件、受抑元件和压电换能器以及空气间隙组成,其工作过程是:脉冲发生器的电脉冲控制压电换能器,用以推动抑制元件,从而改变空气间隙 $d$ ,达到改变腔内激光反馈和控制输出大小的目的。当时间为 $T_0$ 时, $d$ 为最大,此时反射率最高,激光仅在腔内振荡,光子数密度逐步集累;当时间 $T$ 为1时,由于 $d$ 变为零,反射率变低,激光突然输出,形成巨脉冲(参看图2)。

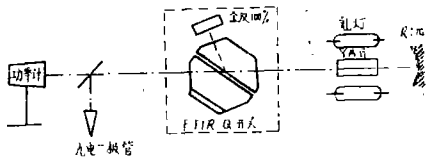


图3 利用FTIR开关调Q的激光器实验装置示意图

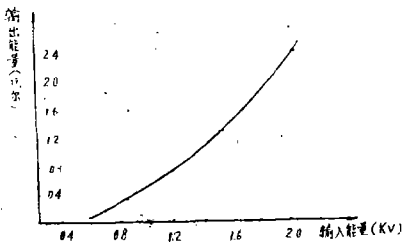


图4 输入和输出能量关系曲线

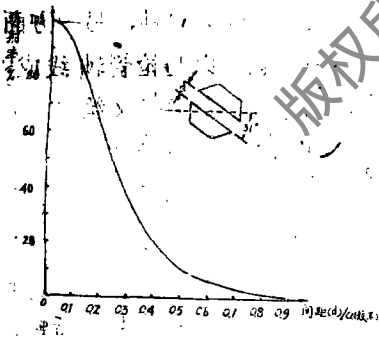


图5 FTIR Q开关的间距 $d$ 与透射率的关系曲线

根据上述原理,我们应用美国Erickson Laser公司生产的MPS-1型FTIR Q开关和调制电源进行了实验。开关的腔内插入损耗为百分之二,脉冲重复率为80~100000次/秒时,可调透过率范围为0~100%,在重复率为40000~100000次/秒时,谐振峰值的透过率为100%。实验装置如图3所示。该激光器利用双椭圆聚光器中串联高压氙灯(型号:KBF 2500W)泵浦百分之一掺钕的YAG棒( $\phi 5 \times 75$ 毫米),并用400微法的电容器组来提供能量<sup>3</sup>。实验数据如图4所示。纵坐标和横坐标各表示了充电电压和脉冲平均输出能量,平均输出能量是五次试验的平均值。在Q开关重复率为5千赫兹,输入电压600和2000伏时,各自的脉冲调制效率为0.27%和0.30%,脉冲持续时间为0.5微秒,峰值和平均功率各为4.6兆瓦和11.5千瓦。

实验表明,此开关使用简单、抗干扰性强,波段范围较宽,特别适用于军事方面。由于在脉冲形成期间的可变反射作用,使腔的反馈增加30~40%,所以它的效率高,而且不需要复杂的光电调制电源系统。由它构成的调Q激光器运行可靠,与KDP、KD\*P和LiNbO<sub>3</sub>相比,能通过大功率密度,而且不需要几千伏的调制电压<sup>4</sup>,调准透过率范围可变。空气间隙 $d$ 的选取直接与驱动器机械运动的幅度有关,一般为1到零点几个微米(一般不超过1微米), $d$ 选取的大,驱动频率就少,而 $d$ 太小,会使透射率增加(参看图5),所以,调节空气间隙 $d$ 的大小,可以调整这两个方向上输出的比例。

本文的实验是和H. Salzmann以及K. Hirsch博士共同完成于西德Stuttgart大学等离子

(下转第7页)

内容十分丰富，其研究成果也不断涌现。从一九七二年开始，国际上每两年举行一次集成光学会议。据专家们估计，在八十年代，集成光路的研制和应用可望出现新的突破<sup>[6][9]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] Rev. Mod. Phys., 1977, Vol. 49, No. 2, P. 361~420.
- [2] S. E. Miller, B. S. T. J., 1969, Vol. 48, No. 7, P. 2059~2069
- [3] “集成光学导论”，国外激光，1978年，第二期，
- [4] H. F. Taylor, A. Yariv, Proc. IEEE., 1974, Vol. 162, No. 8, P. 1044~1060.
- [5] R. Ulrich and R. J. Martin, Appl. Opt., 1971, No. 9, P. 2077.
- [6] S. E. Miller, IEEE., 1972, J. QE—8, Part 2, P. 199.
- [7] “激光通信”，邮电部武汉邮电科学院编写组，人民邮电出版社，1978年12月。
- [8] 国外光学技术发展动向，1979年4月，中国科技情报所。
- [9] Electronic Design, 1972, Vol. 20, No. 12, P. 26~30.

(上接第15页)

体研究所，并得到Essen大学H. F. Döbele教授的指导。

### 参 考 文 献

- [1] F. J. McClung, J. Appl. Phys., 33 (1962) P. 828.
- [2] 《激光与红外》7 (1980) P. 40.
- [3] 张镇西 连续泵浦脉冲输入能量的掺Nd<sup>3+</sup>:YAG激光器，西北大学学报(自然科学版) 1981年第1期。
- [4] Chen-hsi Chang, K. Hirsch, H. Salzmann, IEEE J. Quant. Electron., QE-16, 4 (1980), P. 439~445.

(上接第62页)

### 参 考 文 献

- [1] 卫焯等：激光在医学中的应用，科学出版社，1979。
- [2] 范少卿：量子光学，北京工业学院，1963。
- [3] 温瑞棠：激光技术(激光危害与防护)，陕西科学技术情报研究所，1973。
- [4] 江西省眼科学习班：临床眼科讲义。1975。
- [5] 甘晓天等：应用光学与光学设计，北京工业学院，1962。
- [6] (英)J. E哈里，北京光电技术研究所情报室译：工业激光器及其应用，机械工业出版社，1980。