

单线输出功率大于 $10\mu\text{m}$ 带的最大单线输出功率。

由于零级耦合方式把零级损耗作为有用输出,因此获得的最大单线输出功率是最大的,总谱线数也是最多的。

因为 $9\mu\text{m}$ 带和 $10\mu\text{m}$ 带的增益相差很大,所以两个带应采用不同的输出耦合度。对于一级输出,在损耗约为 10% 的条件下,对于 $9\mu\text{m}$ 带,输出镜的最佳透过率约为 10~12%,对于 $10\mu\text{m}$ 带,最佳透过率约为 5%。对于零级输出,由于腔内损耗减小,耦合度可以相应地增加, $9\mu\text{m}$ 带耦合度可以在 15% 左右, $10\mu\text{m}$ 带可以在 7~8%。4* 光栅用于一级输出时,在 $9\mu\text{m}$ 带接近最佳耦合。5* 光栅用于零级输出时,在 $9\mu\text{m}$ 带接近最佳耦合。由于元件的限制,在 $10\mu\text{m}$ 带还没有接近最佳耦合,只有 2*

光栅用于零级输出时,在 $10\mu\text{m}$ 带的结果较好。在非最佳耦合条件下,输出功率最大的线,不是增益最高的线。

本工作得到镀膜、光磨、玻璃组同志们的支持,组内其他同志也给予了很大的支持和帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] C. Freed; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1982, **QE-18**, 1220.
- [2] P. K. L. Yiu; *Appl. Opt.*, 1969, **8**, 997.

(中国科学院电子所 齐继兰 武亿文

1984年8月27日收稿)

用电容转移线路建立双通道 N_2 激光器

Abstract: The possibility for a two-channel N_2 laser by "capacitor transfer" circuit is presented and the experimental demonstration has been made.

非线性光学、激光光谱学等中常要求同时泵浦两个染料池。目前的惯常作法是使泵浦光源分成两束,以达到同时泵浦的目的。很明显,这是降低泵浦激光源的能量要求,才得以实现的。人们希望能有双通道激光泵浦源,以便直接泵浦两个染料池。从已发表的工作看,迄今的双通道激光器均采用了 Blumlein 线路来构成所需的激发线路。在如此线路下的双通道氮激光器^[1],实质上是将两个相同的或不同的单通道激光器组装在一起,并用一个火花隙或闸流管开关控制。在这里,每一个腔体具有各自的贮能电容,也就是具有各自的激发线路,而由共同的火花隙开关将两者联系在一起。

还有一种 M. Feldman 等最初采用的^[2]、现在被称作“电容转移”线路的做法。本文将分析指出:用电容转移线路建立双通道激光器不单是可行的,而且存在着一系列的优点。

电容转移线路下的双通道激光器,可以采用如图 1 所示的线路。

它的基本工作过程是:高压电源通过电阻 R 向贮能电容 C_s 充电,这时卸能电容 C_{d1} 、 C_{d2} 及两个腔体 K_1 、 K_2 都处于零电位状态。当 C_s 的电压上升到某一电压时, SG 击穿,随即 C_s 向卸能电容 C_{d1} 、 C_{d2}

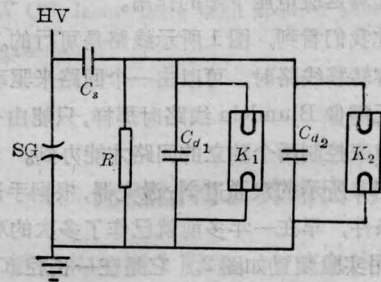


图 1 考虑电容转移线路的特点而提出的另一种双通道线路

同时充电,两个腔体的电极亦同时产生压降。当 C_{d1} 、 C_{d2} 的电压分别上升到腔体 K_1 和 K_2 的击穿电压时,腔体 K_1 和 K_2 导通,转移在 C_{d1} 、 C_{d2} 上的能量各自迅速地转移到腔体 K_1 和 K_2 的介质中,使气体介质发生辉光放电并同时产生激光输出。

对于图 1 线路可能提出的一个问题是:如此一个回路(一个贮能电容)带动两个腔体是否会发生两个腔体的“竞争”问题,即 C_{d1} 、 C_{d2} 不是将各自的能量倾卸在相应的腔体中,而只向其中一个腔体倾卸能量,最后形成单通道激光输出。对此,我们可作如下的说明。

气体放电理论指出, 气体放电的击穿电压是 P_a 的函数。我们要讨论的, 当然是假定两个腔体具有相同或大体相同的放电条件下的情况。在这样的条件下, 容易看到上述能量“竞争”现象一般是不会发生的。其理由是:

(1) C_{a_1} 和 C_{a_2} 是由一个储能电容 C_s 充电, 就保证了 C_{a_1} 和 C_{a_2} 及相应的腔体的电压是同时上升的。它们既然具有相同的放电条件和相同的电压上升速率, 它们的着火时间就应大体相同。

(2) 从 C_s 向 C_a 开始充电, 到 C_a 经腔体 K 放电结束止, 这过程的时间极短(约几十毫微秒)。而作为两个腔体的着火时间差则更短。在如此短的时间过程中, 线路的自感现象是极显著的, 不能忽略的。它将有利于 C_{a_1} 和 C_{a_2} 向各自的腔体倾卸能量, 而阻止仅向一个腔体卸能的现象。

(3) “并联放电”的现象亦有利于双通道激光的产生。文献[3]指出, 当腔体导通后, 已转移到 C_a 上的和尚在 C_s 中的能量皆通过腔体放电转移到气体中, 形成所谓“并联放电”。这里实质上是指当腔体导通后, 储能电容 C_s 继续向卸能电容 C_a 充电。在双通道的情况下, 显然它将对先着火的腔体所相应的卸能电容起着延缓电压下降的作用。

由此我们看到, 图 1 所示线路是可行的。也就是在电容转移线路时, 可以由一个回路来驱动两个腔体。无需像 Blumlein 线路时那样, 只能由一共同的火花隙来控制两个独立的回路才能办到。

对图 1 所示的双通道 N_2 激光器, 根据手边的实验装置条件, 早在一年多前就已作了多次的观察验证。所用实验装置如图 2。它是在一长腔 $K_1 N_2$ 激光器的基础上, 再并联一短腔 K_2 和相应的 C_{a_2} 而组成的。

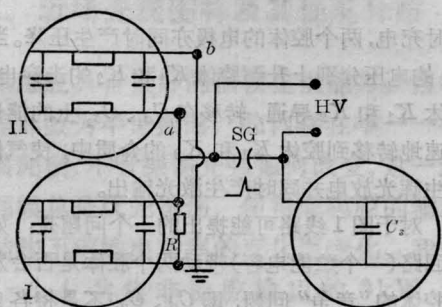


图 2 实验装置示意图

I—长腔 K_1 和卸能电容 C_{a_1} ; II—短腔 K_2 和卸能电容 C_{a_2} ; C_s —储能电容; SG—火花隙

当氮气气压 $P=40$ Torr 至 100 Torr 的区间范围内, 观察到两腔体均有激光输出。而 $P=100$ Torr 时, 短腔输出已变得极弱; 而 $P>100$ Torr 时, 长腔仍有脉冲输出, 短腔已无输出。

测量时有关参数情况如下: $C_s=0.30 \mu F$, $C_{a_1}=0.092 \mu F$, $C_{a_2}=0.057 \mu F$, 两腔体的电极间距均为 14 mm, 其放电长度分别为 950 mm、 450 mm, 工作电压 16.5 kV。所用能量计为中国科学院物理所研制, 华南师范大学无线电厂生产的 NJ-N1 型激光能量计。

(1) 双通道工作测量结果由表 1 给出。表中给出的脉冲能量值均系 $5\sim 10$ 次读数的平均结果。

表 1 双通道激光输出能量测试结果

气压 P (Torr)	脉冲能量平均值 \bar{E} (mJ)	
	长腔输出	短腔输出
60	6.11	1.75
85	6.50	1.28

1984 年 10 月 12 日测试。

(2) 单通道工作

首先使图 2 内 b 处断开, 当 $P=85$ Torr 时, 长腔的脉冲能量平均值为 6.7 mJ。继后, 将短腔完全撤去, 在同一气压下, 为 5.92 mJ。而当气压降至 60 Torr 时, 仅为 4.67 mJ。

以上两方面的测量, 特别是对长腔能量的测量, 既注意了使腔体情况不变, 同时又注意使能量计与输出窗口的距离和方位保持不变, 以保证对比实验结果具有严格的可靠性。

根据上述实验结果, 可以得出如下三点基本看法:

1) 图 1 所示的双通道 N_2 激光器线路是完全可行的。在一般使用的气压范围内, 均可做到双通道激光输出, 而不会发生只单通道有激光输出现象。

2) 按图 1 所示线路使两个腔体匹配时, 并不要求两个腔体具有苛刻的相同条件。在上述实验中, 两腔体显然并不具有十分严格相同的放电条件, 而且应该说具有相当大的差别。

为满足氮分子激发对电学线路所提出的要求, 一般都力求减少线路中电感的影响, 以便有较陡的电流上升速率。为此, 一般都避免单线连接, 而采用汇流排方式。在本试验中, 一般也是这样做的。但在 b 处的连结上, 却采用了单根导线而未用汇流排。

这种情况，既是短腔的输出能量较长腔显著减小的原因之一，同时又表明，在构成双通道时，并不需要两个腔体的电学参数尽可能相同。

在上述实验中，两腔体的气路不仅是纵向流动的，而且使用了一个气路。即使短腔的排气孔和长腔的吸气孔接通，然后使短腔的吸气孔与氮气瓶连接，长腔的排气孔与真空泵连接。这样的气路(两腔体加连接导管的总长约2公尺)显然存在着相当的压力梯度，因而两腔体并非处于完全相同的放电条件，其放电着火的时间一般讲也不可能是一致的。此种情况，对于在一定范围内改变气压以调节放电着火的时间，并使两腔体形成振荡-放大系统是有利的。

3) 以上数据还清楚地表明，双通道时的能量转换效率明显地高出单通道的情况。

将短腔撤去后，长腔的激光能量非但不比短腔存在时大反而减少的现象，可以说是奇怪的。按理，单通道时腔体的峰值电压应明显地大于双通道的情

况，其相应的电能也因只有一个 C_d 的存在而高于双通道时的情况，因此激光输出应大些。这种反而减少的现象，只能解释为，影响能量转换效率的决定性因素，并非是峰值电压而是电流的上升速率。双通道时，如上分析，因两腔体并联阻抗显著减少，导致电流上升速率增加，从而使能量转换效率获得提高。

本工作是作者在襄樊激光技术研究所工作时完成的。

本文的实验测试工作是在本所谢感光同志的协助下完成的，作者在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] R. Laval, S. Laval; *J. Phys. E:Sci. Instrum.*, 1980, **13**, No. 1, 17~18.
- [2] M. Feldman; *Appl. Opt.*, 1978, **17**, No. 5, 774.
- [3] 韩全生等;《物理》, 1983, **12**, No. 4, 231.

(西南物理研究所 吴汝衡

1984年4月16日收稿)

选频脉冲 HF/DF 化学激光器

Abstract: A pulsed tunable HF/DF laser operating at a single wavelength is reported and the spectral output characteristics are studied.

一、实验装置

实验装置如图1所示，器件主体是 Blumlein 快放电引发的 HF/DF 放电室，一对铝电极长76 cm，间距2 cm，装在有机玻璃圆筒内，二侧有紫外光预电离火花阵列，其放电电路和供气系统如文献[1]所述。放电室一端是 CaF_2 平板，另一端是 CaF_2 布儒斯特窗。用300条/mm的金属原刻光栅，闪耀波长为 $3\mu\text{m}$ 左右，它与 CaF_2 平板构成光栅腔。考虑到化学激光器的增益很高，且希望调谐的激光输出方向不变，以便于检测，故由 CaF_2 平板端一级衍射输出。用He-Ne激光调准光栅腔，首先将光栅刻线调至与光栅转轴平行，然后使光栅平面法线方向约等于入射角，转动光栅，便可得到调谐的单谱线化学激光输出。激光辐射经焦长20 cm的 CaF_2 柱面透镜聚焦到W44光栅单色仪入射狭缝上，由定标过的读数码盘读出波长，并由平面体吸收卡计，显示能量，可测得选支 HF/DF 激光器各支线的相对能量分布。

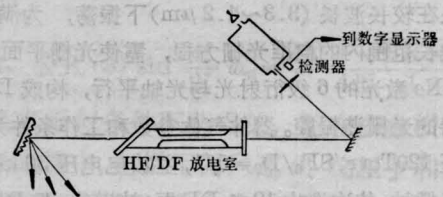


图1 光栅选频实验装置

二、HF 激光器的选频

器件的气体参数及工作条件是：总气压120 Torr，气体分压比 $\text{SF}_6/\text{H}_2=5/1$ ，主放电电压30 kV。转动光栅轴，依次选出13条 HF 振-转跃迁谱线，集中在 $P_{1-0}(J)$ 和 $P_{2-1}(J)$ 分支。用光栅单色仪测出的各支线的相对能量分布由图2示出，最强的支线是 $P_{1-0}(7)$ ，波长 $2.74\mu\text{m}$ ，单线输出能量为129 mJ，是在同样工作条件下多线输出能量的43%。

由于 HF 激光器增益较高，波长相邻的支线可