

准连续波单频氩离子激光器特性的研究

Abstract: A simple single-frequency quasi-CW argon ion laser has been constructed. Its output power at 5145 Å is over 10w. The multiline output power is up to 30w. This laser is used in ophthalmic holography.

脉冲氩离子激光器的研究早在六十年代就开始^[1-5], 但后来一直未能应用于实际。我们研制的这台激光器具有结构简单, 造价低廉, 输出功率较高等优点。

激光器的结构及放电电路如图 1 所示。激光器由放电管和贮气管两部分组成。放电管为一根长 130 厘米、内径 4 毫米的普通硬质玻璃管; 阴极为一个钼制成的圆筒; 阳极为铯电极。贮气管由一根直径 8 厘米的玻璃管制成, 两端与阴极和阳极分别相连接, 因而它还有回气管的作用。谐振腔为半外腔式, 长度为 160 厘米, 由一个球面全反镜和平面输出镜(反射率为 80%)组成; 放电电路由一个 0~7 千伏的直流电源, 25~100 微法的电容器 C , 限流电阻 R 和一个触发器组成。电路工作原理如下: 先由电源向电容器 C 充电至工作电压, 并直接将该电压加在阴极和阳极上, 由触发器触发绕在放电管外的线圈, 使放电管内气体预电离, 内阻突然变小, 电容器向放电管放电。改变电容器的容量可达到改变输出能量和脉冲宽度。在实验中输出能量用一热偶能量计测量, 电压用静电高压表测量, 气压用热偶真空计测量; 脉冲宽度用光电二极管和示波器测量。

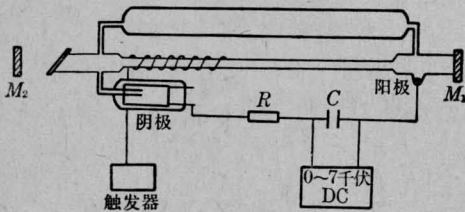


图 1 激光器结构及放电电路

在气压不变的条件下, 输出能量相对于放电电压有一个最佳值, 在充电电容量为 25 微法、50 微法、66 微法和 100 微法时一般在 5~6 千伏之间。电容量大, 最佳电压值变小, 图 2 给出了工作气压为 19 毫托, 电容为 25 微法时激光输出与电压的变化关系。

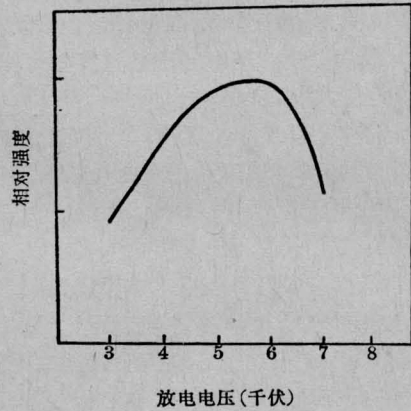


图 2 激光输出强度与放电电压的变化关系
气压: 19 毫托; 电容: 25 微法; 电阻: $R=12$ 欧姆

激光输出能量与气压的变化关系如图 3 所示, 从图中看出也存在一个最佳气压值。放电电压改变, 这一最佳气压也有所变化, 在限流电阻和充电电容相同的条件下, 放电电压增大, 最佳气压向气压高的方向移动。由此反映出激光输出能量与 E/P 值有关。

改变限流电阻、最佳放电电压, 图 4 中给出了不

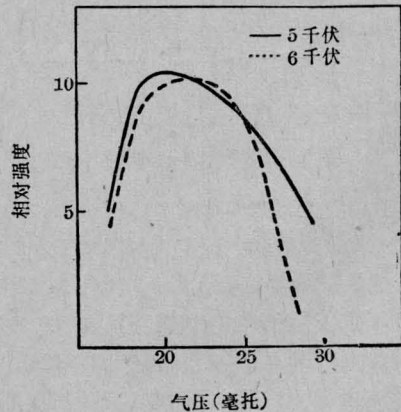


图 3 气压与激光输出的变化关系
电容: 50 微法 电阻: $R=12$ 欧姆

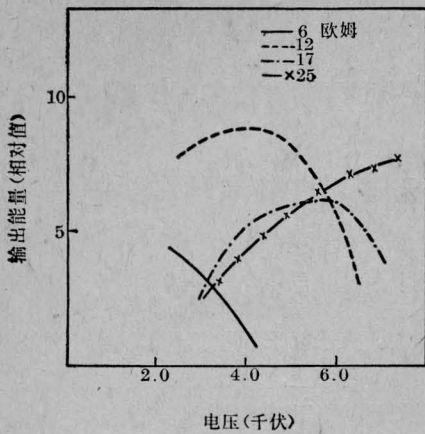


图4 不同限流电阻值下激光输出能量与放电电压的关系

气压: 20 毫托; 电容: 50 微法

同限流电阻值时, 激光输出与放电电压的变化曲线。从图上看限流电阻大, 要维持最佳的放电电流电压升高; 而电阻取得小, 维持最佳电流的所需电压也变小, 但太小如取 6 欧姆时, 在电压 2 千伏时还不处于最佳放电条件, 此时往往不能维持正常的弧光放电。所以限流电阻要取得适宜, 通过实验在 12 欧姆时能获得较大的激光输出。

在实验中, 改变充电电容的容量除了改变输出能量的大小, 还改变了输出脉冲的宽度, 图 5 是用光电二极管接收后在示波器上拍摄的脉冲波形, 可清楚地看出脉冲宽度随电容量增大而变宽。

我们还测量了在多线运转下的各谱线的能量在总能量中的比例。实验测得器件脉冲 1 毫秒时的多线输出, 脉冲 4.4 毫焦耳, 单线单频输出时为 18 毫焦耳。为了获得较大的 5145 Å 的输出, 将反射镜的中心波长取在 5200 Å, 我们测得如表 1 列出的比例关系, 其中 5145 Å 的输出占 86.7%。

最后在腔内放置布氏角棱镜和 20 毫米厚的标准具进行波长选择和选频, 使激光器能单频运转, 用标准具和全息法测相干长度来测定选频特性。我们用一个长度为 10 厘米、反射率为 0.8 的 F-P 标准具测量, 可以看到清晰的干涉图形(如图 6 所示)。所用 F-P 标准具的透过率线宽为 100 兆赫左右, 而激光两个纵模间隔也在 100 兆赫左右。因此可以认为激光处于单频运转, 用测相干长度的方法已测得大于 12 厘米。因为条件限制未继续测量。在此时用 100 微法电容, 获得 10 瓦 5145 Å 的单频输出。

王庆余、马克卫同志曾参加部分工作。

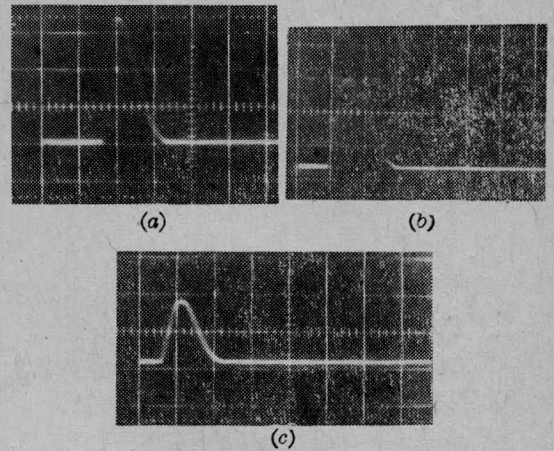


图5 单频输出的激光脉冲宽度

- (a) 电容 25 微法, 电压 5.5 千伏, 0.2 毫秒/格
- (b) 电容 50 微法, 电压 5.5 千伏, 0.5 毫秒/格
- (c) 电容 100 微法, 电压 5.5 千伏, 1 毫秒/格

表 1 多波长振荡时各波长输出的相对比例

波长(Å)	5145	5020	4965	4880	4765
相对比例 (%)	86.7	4.6	7	1.5	0.2

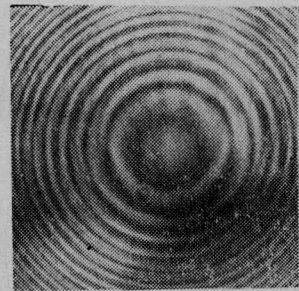


图 6 10 厘米空气间隙 F-P 标准具拍摄的干涉图 (F-P 两平面反射率为 0.8)

参 考 文 献

- [1] W. R. Bridges; *Appl. Phys. Lett.*, 1964, 4, 128.
- [2] E. L. Gordon *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1964, 4, 178.
- [3] W. R. Bennett *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1964, 4, 180.
- [4] W. R. Bridges *et al.*; *Appl. Opt.*, 1965, 4, 573.
- [5] Shuzo Hattori, Toshio Goto; *J. Appl. Phys.*, 1968, 39, 5998.

(复旦大学物理系

杨远龙 孙述麓 李富铭

1983 年 12 月 19 日收稿)