

玻璃泡子充气阀 Ar⁺ 激光器

王联治 崔大复

(中国科学院物理研究所)

An Ar⁺ laser with glass bulb inflation valves

Wang Lianzhi, Chui Dafu

(Institute of Physics, Academia Sinica)

A configuration of glass bulb inflation valves is described, which simplifies the manufacturing technology, eliminates permeation of Ar gas and increases efficiently the lifetime of the Ar⁺ laser.

随着科学研究和技术应用的发展,对于 Ar⁺ 激光器的输出功率、工作寿命、输出稳定性都提出了更高的要求,因此设计一个具有输出功率大、工作寿命长、稳定性高的 Ar⁺ 激光器显然是一件重要的工作。

影响 Ar⁺ 激光器工作寿命的主要因素是:(1)放电毛细管管壁材料的选择和结构的合理设计;(2)气体放电中的气体损耗效应;(3)布儒斯特角窗片的光学损失;(4)阴极的发射性能和寿命等。激光器的工作寿命是与它的输出功率和工作稳定性紧密相关的,一旦输出功率严重下降和稳定性变坏,就认为它的工作寿命已经结束。目前对于这些因素的研究已取得很大的进展^[1~3]。尤其是采用了电磁真空充气阀作为再充气的手段,补偿了 Ar 气损耗的影响,已使 Ar⁺ 激光器稳定地工作可达数千小时。

由于电磁真空充气阀加工精度高,当前国内还不能大批生产,难于满足需要,很多实验室仍采用玻璃活塞作为充气阀,时间长了仍免不了渗透气体,因而导致 Ar⁺ 激光器不

能长寿命工作。我们在此提出一种玻璃泡子充气阀,既可避免加工精度等复杂问题,又可克服气体渗透。

大家知道, Ar⁺ 激光器中存在着一个最佳工作气压,它取决于放电毛细管的半径和放电电流,与放电毛细管的半径成反比,随着放电电流的增加而略有增加, G. Herziger 计算表明^[1],在最佳的激光作用条件下,放电管中的气体密度 N 为

$$\frac{NR}{N_0 R_0} = (0.5 \sim 1.0) \times 10^{-2} \quad (1)$$

式中 $R_0 = 1$ 厘米;在气压 $p_0 = 1$ 托,温度 $T_0 = 273$ K 时的气体密度 $N_0 = 3.53 \times 10^{16}$ 厘米⁻³,所以放电管中的最佳气压 p_t 为

$$p_t = \frac{T_g}{273R} (0.5 \sim 1.0) \times 10^{-2} \quad (2)$$

式中 T_g 是等离子体中的气体温度(K), R 是放电毛细管的半径(厘米),当放电毛细管的直径为 2.7 毫米时,测得的最佳气压在 0.35~0.45 托范围内,与从(2)式算出的结

收稿日期: 1978年12月30日。

果大致相符。

石墨在气体放电中的气体损耗速率一般为 0.4~3 毫托·升/小时；氧化铍陶瓷为 0.1~0.15 毫托·升/小时，实验测量表明^[4]，石墨片结构的放电毛细管经过规定的工艺处理后放电管工作 150 小时后第一次充气，200 小时后再第二次充气，300 小时后再第三次充气。而氧化铍结构放电毛细管据美国光谱物理公司资料放电管开始工作 200 小时后第一次充气，又 800 小时后第二次充气。因此为了保证放电管的工作稳定性和工作寿命，必须配备充气阀。由于一支 Ar⁺ 激光器充气的次数仅有数次，在此我们设计一组玻璃泡子作为充气阀，并可省去其它充气阀的贮气瓶，其结构如图 1 所示。

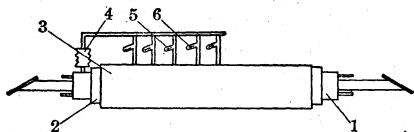


图 1 玻璃泡子充气阀 Ar⁺ 激光器示意图

1—放电管；2—金属水冷套；3—轴向磁场线圈；4—气体检测器；5—玻璃泡子充气阀；6—圆柱形铁锤

对于 Ar⁺ 激光器的其它参数，我们采用文献[1~4]的资料，在此不加叙述。激光器要稳定工作在最佳气压 $p_t=0.35\sim 0.45$ 托范围，气压变化应小于 0.1 托，因此每个玻璃泡子气压的多少应以激光器内气压变化最大不超过 0.1 托为准。我们可以用计算理想气体的玻意耳——马略特定律 $p_1V_1=p_2V_2$ 近似地计算玻璃泡子的气压。这里 p_1 为激光器放电管及镇气瓶的气压，为 0.35~0.45 托，

V_1 为它们的体积，设为 2000 毫升， V_2 为玻璃泡子的体积，设为 10 毫升， p_2 为充入的 Ar 气压值。

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} \approx 20 \text{ 托} \quad (3)$$

为了充分满足充气次数要求，可以采用 5 个以上玻璃泡子充气阀。在 Ar⁺ 激光器中气压检测器的监视下，按照气压变化范围 0.35~0.45 托的要求启开阀门，当然一个玻璃泡子充气阀只能使用一次。但启开一个充气阀可用数百小时，这仍然是方便的。

玻璃泡子充气阀结构如图 2 所示，铁锤是玻璃密封的小圆铁柱 $\phi 8 \times 20$ [毫米]²，阀门是玻璃薄壁小球，直径 $d=6$ 毫米，泡子是 $\phi 1.2 \times 8$ [厘米]² 的玻璃圆柱体，启开是用磁铁将铁锤提升后坠下打碎玻璃小球。

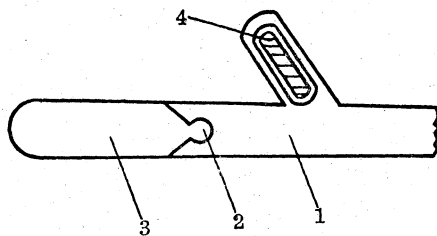


图 2 玻璃泡子充气阀

1—玻璃管；2—玻璃泡子阀门；3—充气管；4—圆柱形铁锤

参 考 文 献

- [1] G. Herziger; *Z. Physik*, 1968, **215**, 437.
- [2] W. B. Bridges *et al.*; *Proc. IEEE*, 1971, **59**, 724.
- [3] 陈振庭等,《物理》,1977, **6**, 260.
- [4] V. F. Kitaeva *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1969, **QE-5**, 72.