

旋转 c 轴 90° , 也可得到 $1.1259\mu\text{m}$ 的 π -偏振激光, 实验结果如图 2 曲线 IV 所示。

本工作比较了相同实验条件下 Nd:FAP 和 Nd:YAG 两种晶体的连续波激光运转特性。结果表明, Nd:FAP 晶体激光的阈值泵浦功率还不到 Nd:YAG 的一半。虽然 Nd:FAP 的强发射线 $1.06\mu\text{m}$ 的激光效率不如 Nd:YAG 高, 但 Nd:FAP 的弱发射线 $1.12\mu\text{m}(\sigma-)$ 激光效率比 YAG 高。 $1.1259\mu\text{m}$ 激光很容易被调谐到 $1.126\mu\text{m}$, 经过二次倍频到紫外 281.5nm , 正好是 Hg^+ 的 $5D^{10}6S^2S_{1/2}$ 能级到 $5D^96S^2D_{5/2}$ 能级跃迁的双光子波长, 加之固体激光器比较容易做到高稳定度, 所以 Nd:FAP 晶体 $1.1259\mu\text{m}$ 可调谐激光输出是激光捕陷(Trap) Hg^+ 理想的高稳定度可调谐激光光源。

作者感谢 D. J. Wineland 博士和 J. C. Bergquist 博士在实验工作中给予的方便和许多有益的讨论。

参 考 文 献

- 1 R. C. Ohlmann *et al.*, *Appl. Opt.*, **7**(5), 905(1968)
- 2 O. Deutschbein *et al.*, *Appl. Opt.*, **17**(14), 2228(1978)
- 3 W. E. Martin, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-18**(7), 1155(1982)

氦-氖激光管失效物理分析

胡志强 李 熙 李 军 王喜民

(北京光电技术研究所 北京激光参量测试中心)

Physical analysis on failures of He-Ne lasers

Hu Zhiqiang, Li Xi, Li Jun, Wang Ximin

(Beijing Laser Parameter Testing Center, Beijing Institute of Opto-Electronic Technology, Beijing)

Abstract: Some data of the lifetime testing of He-Ne lasers at the national quality comparison and apprasement of He-Ne lasers products were shown, specific experimental analysis were performed, essential factors causing the failures of He-Ne laser products were found, and the main issues in the manufacture technology were pointed out.

Key words: He-Ne laser, failure

一、引 言

生产者和使用者普遍关心氦-氖激光管的工作寿命及其失效因素。人们对失效因素作过大量的研究工作^[1~3]。

在国家科委主持的第二次全国氦-氖激光器产品质量评比过程中, 我们从 16 家工厂抽检的 80 支 250 mm 腔长内腔式氦-氖激光管中, 对 63 支管进行了 5000 小时的工作寿命试验(输出功率低于 1 mW 作为寿命终止), 其中 30 支工作寿命不足 5000 h, 占 47.6%。可见, 工作寿

命仍然是国产氮-氩管质量的关键问题。为判定失效的主要因素,我们进行了有针对性的实验和分析。

二、实验方法

作者研究的失效评比管共 28 支。根据目测分析,其中 23 支清洗质量较差;从管壳上的溅射膜发现有异常阴极溅射的管 13 支;使用钡钛、钡铝和钡铝镍等蒸散型吸气剂的 11 支管中有 10 支的吸气剂膜已吸收气体而变色或掉皮;9 支管的反射镜膜片上有可疑的色点;在测试初期已用玻璃应力测定仪对每支评比管进行了检验并拍照存档。不少管的玻璃壳有较强的应力,其中 2 支管在寿命试验初期炸裂。

使用扫描电镜观察阴极表面能准确区分阴极正常溅射和异常溅射^[4,5],并由溅射表面形貌的不同,断定管子阴极异常溅射的程度及对管子寿命的影响。

经过大量实验,选取适当氮和氩的光谱线对,测出各厂管子的氮与氩混合比及总压强的变化。

使用 WZY-250 型玻璃制品应力检查仪复测管壳应力,这种仪器可测出应力具体数值,对各管应力大小进行比较。

对不同厂家的 16 支使用新型锆石墨吸气剂的评比管进行了工作寿命试验,其中四厂家 9 支管工作寿命分别在 570 至 3162 h 之间。我们与有色金属研究总院的试验均判定这 9 支管的锆石墨吸气剂仍然能正常吸气。

三、实验结果

结果如表 1 所示。表中给出确认该因素起重要作用的厂家和管子数,每个字母代表一厂家,字母后的数字是管子数。实验判定无明显作用的因素已予排除,不列入表中。

表 1 28 支失效管的实验分析结果

序 号	实 验 目 的	实 验 结 果	厂 家 与 管 数
1	扫描电镜检查阴极表面发生异常溅射程度	E4 极强; R3、H1、N3、L3 强; S4、M3 较强。	7 厂家 21 支
2	光谱法测管内氮-氩混合比和总气压变化	E4 变化极大 N4 变化很大。	2 厂家 7 支
3	光谱法测管内有无杂气	S4 有杂气 (J3、P3、R3、S1 吸气剂失效)	1 厂家 7 支 (4 厂家 10 支)
4	复测玻壳应力	P3 很强; S3 较强	2 厂家 7 支
5	失效管是否能产生空腔振荡	M3 不振荡; S4 极弱不稳定。	2 厂家 7 支
6	检查膜片是否变质	M3 已变质	1 厂家 3 支

四、主要失效因素

根据实验分析结果,找出 30 支工作寿命小于 5000 h 的管子失效主要因素如表 2 所示。

表 2 主要失效因素

失 效 因 素	厂 家 和 管 子 数	失效率
阴极质量问题引起异常阴极溅射	E4, H1, L3, N3, B3; 共 14 支	47%
应力使管壳炸裂或光腔失谐	P3, S4; 共 7 支	23%
除气不彻底,管内有杂气	J3, E1, S4; 共 8 支	37%
反射镜膜已变质	M3	10%
工厂取走自查,情况不明	G1, K1; 共 2 支	7%

E 厂的 4 支评比管在工作寿命试验期间输出功率逐渐下降,分别在 1810、2180、2530 与 3163 h 下降到低于 1 mW。目测及扫描电镜分析发现阴极发生极强的异常溅射,反射镜面没有溅射物质。光谱法测出工作气体总压强大大下降,氮氩混合比大大上升,均远远超出正常范围。各管均能产生稳定的很强的空腔振荡,证明异常阴极溅射通过吸收工作气体使输出激光功率下降,是导致失效的主要因素。同时分析试验证明锆石墨吸气剂性能仍然正常。排除了吸气剂掉粉及阴极溅落物质污染反射镜片的因素。S 厂 4 支失效管属于两项主要因素。

阴极质量除气不彻底和玻壳应力是两个主要的失效因素,占失效率 83%。可见制管工艺缺陷是当前影响国产氮-氩激光管工作寿命的主要问题。

结 论

1. 吸气剂的作用

装蒸散型吸气剂的 11 支失效管中,10 支的吸气剂膜已吸气而变坏,可见这些管子除杂气够彻底。装锆石墨吸气剂的 9 支失效管的吸气剂性能仍然正常。显然这些管子的吸气剂工艺本身问题不大。

2. 各厂家管子的失效因素

多数厂家评比管的失效因素比较单纯,各管寿命接近。少数厂家评比管失效因素比较复杂,表明制造中存在的缺陷较多。

3. 评比管主要失效因素

以阴极处理工艺不适当、管子除气不足、玻壳有较严重的应力为主要失效因素。

参 考 文 献

- 1 刘志国,应用激光联刊,2(1),50(1982)
- 2 胡志强 *et al.*,应用激光联刊,4(1),41(1984)

- 3 胡志强, 激光, 8(1), 53(1981)
 4 胡志强, 中国激光, 10(5), 315(1983)
 5 胡志强, 激光与红外, 13(2), 30(1983)

(收稿日期: 1989年3月1日)

高消光比测试系统的研究

李国华 赵明山 吴福全 胡庆云

(曲阜师范大学)

Study of a measurement system for high extinction ratio

Li Guohua, Zhao Mingshan, Wu Fuquan, Hu Qingyun

(Qufu Teachers, University, Qufu)

Abstract: A measurement system for high extinction ratio is reported. Several key technical problems in the measurement of extinction ratio are overcome and extinction ratio of less than 10^{-9} can be measured by means of this system.

Key words: extinction ratio, polarization measurement system.

一、引言

消光比是标志偏光器件性能的主要参数之一,也是表征许多光学材料性质的重要指标。因此对消光比的精确测量一直是人们非常关心的问题,也是科研和生产中亟待解决的一个课题。而高消光比的测量更是急需解决的关键问题之一。虽然,过去人们曾在这方面做过一些工作^[1],但由于起偏系统和测试方法等的限制,很难保证其测量精度和灵敏度,并且无法给出单只偏光器件的这一参数。本文给出了一种测量高消光比的有效方法,并建立了相应的测试系统,其消光比的测量优于 10^{-9} ,能较好地满足科研和生产的需要。

二、测量原理

通常偏光镜的消光比定义为^[2]

$$\rho = T_2/T_1 \quad (1)$$

其中 T_1 、 T_2 分别是入射光的振动方向对偏光镜主截面的平行分量和垂直分量的透射比,两者统称为主透射比,通常 $T_1 \gg T_2$ 。

如果入射光是“完全”偏振光,只要测出待测偏光镜的主透射比,即可定出其消光比 ρ_{∞} 。

然而,实际光源多数属部分偏振。以前的测量只是在待测偏光镜前加一起偏器,测出两偏光镜主截面平行与垂直时的光强 S_{\parallel} 和 S_{\perp} ,其比值 S_{\perp}/S_{\parallel} 定为待测棱镜的消光比。由于单只起偏器的消光比是有限的(设为 ρ_A),上面定出的实际上是一对偏光镜的共同结果,而不是通常定