

封闭式氮分子激光器

郑用武 陈绍辉 姚甸洪 詹德健 胡杰

(中国科学院广州电子技术研究所)

提要: 本文介绍采用玻璃-金属密封技术封接的小型封离式高功率氮分子激光器,脉宽4毫微秒,峰值输出功率大于150千瓦,经半年以上工作输出并不下降。输出稳定性 $\pm 7\%$ 。

A sealed-off nitrogen laser

Zheng Yongwu, Chen Shaohui, Yao Dianhong, Zhan Dejian, Hu Jie

(Guangzhou Institute of Electronic Technology, Academia Sinica)

Abstract: This paper describes a sealed-off miniature high-power nitrogen laser with a peak output power exceeding 150 kW in a 4 ns pulse. No deterioration of output was observed over half a year period and the stability is about $\pm 7\%$.

一、引言

目前国内普遍研制和使用的氮分子激光器,都是气体流动式的,因而都需带有笨重的氮气瓶和抽气用的真空泵,这就限制了它的进一步推广应用。为此,我们开展了封闭式氮分子激光器的研制。图1是我们研制的并在“中国科学院1982年科研成果展览交流会”上展出的样机。

封闭式氮分子激光器的激发机理与流动式氮分子激光器相同,所不同的是封闭式氮分子激光器的工作物质氮气是一次充入后器件即完全封离的,氮气在工作过程中不需补充。

流动式氮分子激光器工作过程因不断补

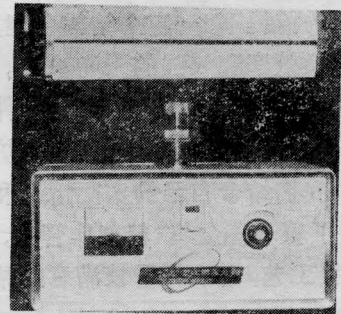


图1 封闭式氮分子激光器样机

充气体,对放电管的真空气密性和电极材料的放气性能要求不高,通常采用有机玻璃做管壁,环氧树脂粘合,工艺较简单。封闭式氮分子激光器的工作气体是一次充入并要在工作中始终保持某一气压范围(不管任何原因

收稿日期:1982年3月20日;修改稿收到日期:1983年3月14日。

使其偏离这一气压范围,都将影响激光输出),所以激光器的密封性能要求高,工艺复杂。而且对所充氮气要求纯度很高,均需经过严格处理,所采用超高纯氮气,纯度为99.999%(含氧2ppm以下,含水5ppm以下),而流动式氮分子激光器则仅需一般工业纯氮气就可工作。

在各种因素(如慢漏、管壳和电极以及密封材料放气、高压放电等)影响下,经工作一定的时间后管子中的气压和气体纯度将发生变化。由于我们的器件结构合理,激光器可以重新充气,充气后各项性能指标并不受影响,也就延长了它的使用寿命。

二、器件结构

根据氮分子激光器的电路分析和上述特点的要求,在封闭式氮分子激光器设计时,一定要满足两个重要条件:(1)器件需具有较高的真空密封性能,以保证在整个使用期限内能正常工作;(2)放电电极和储能电容之间的电连接性能要好,损耗小,放电电路的附加电感和阻抗要低。这也就是说,激光器在保证真空密封的前提下,一定要结构合理,才能有较高的转换效率和较强的激光输出。

为了实现上述要求,国外的器件用陶瓷作管壳,合金片作电极,并采用真空炉高温烧结工艺。我们结合自己的实际情况和现有条件,采用了玻璃—金属(玻璃作管壳,金属作电极)封接工艺,也取得了较满意的结果。具

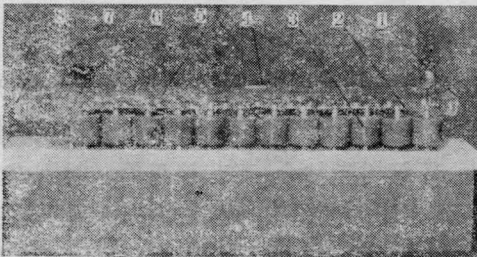


图2 封闭式氮分子激光器结构图

1—石英输出窗;2—连接电极;3—储能电容;4—火花隙;5—放电电极;6—电感线圈;7—排气口;8—镀铝全反射镜

体结构如图2。

端面窗片采用高真空环氧树脂粘合密封。激光器采用空气火花隙横向激励。储能电容器采用市售高压陶瓷电容20只(储能电容和脉冲形成电容各10只,每只容量1000微法,10千伏),可缩小体积,简化结构,降低成本,工作可靠。

二年多来我们试验了若干管型尺寸,经过使用证明有一定的使用和存放寿命(使用寿命超过半年,有效寿命超过一年),而且可以重新充气,充气后性能指标不受影响。

三、实验结果

通过二年多的实验,我们初步摸清了各种因素(如管子的电极尺寸、工作电压、氮气压强、储能电容量等)对封闭式氮分子激光器输出的影响,以确定样管的最佳尺寸。如:

在电极间距相同($d=8$ 毫米)、电极长度改变($L=340, 320, 260, 200, 180$ 毫米)时输出的变化情况;

在电极长度相同(200毫米),电极间距不同($d=6, 8, 10, 12$ 毫米)时输出的变化情况,并试验其在不同工作电压、氮气压强、储能电容量时对输出的影响,以确定最佳工作条件。

1. 输出能量随电压的变化

对于同一管子,其输出能量随电压升高而增加,在工作条件相同情况下,输出随放电

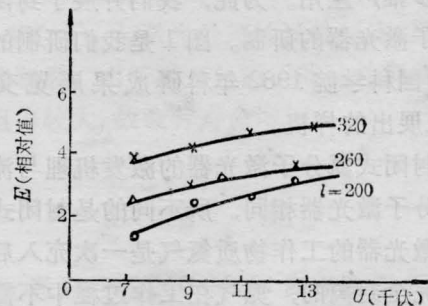


图3 输出能量与工作电压的关系
 $C=10000$ 微法; $P=40$ 托; l —电极长度(毫米)

电极长度增长而增加。

2. 输出能量随气压变化

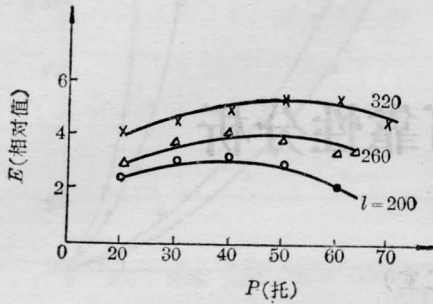


图4 输出能量随充气压强的变化

$C=10000$ 微法; $U=12.5$ 千伏; l —电极长度(毫米)

实验表明, 封闭式氮分子激光器存在着一个最佳工作压强, 只有选择合适的充氮气压强, 才能得到理想的输出。

3. 输出能量随储能器电容量的变化

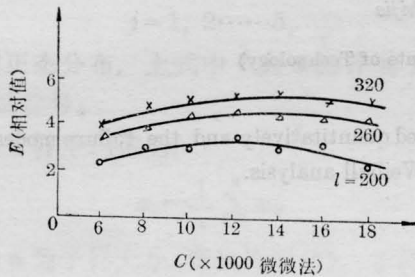


图5 封闭式氮分子激光器输出能量随储能电容量的变化曲线

$U=10$ 千伏; $P=40$ 托; l —电极长度(毫米)

实验结果表明, 并非储能器数目越多越好, 只要容量合适, 排列适当, 就能得到较理

想的输出。

4. 脉冲宽度

封闭式氮分子激光器的脉冲波形和脉冲宽度也是一个重要的参数, 脉冲波形照片见图6, 从照片看出激光脉冲宽度约4毫微秒。

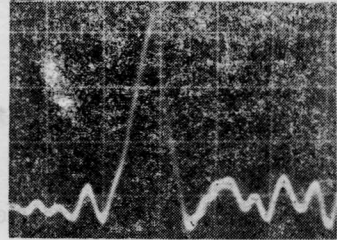


图6 激光脉冲波形

四、能量测量和典型性能指标

采用中国计量科学研究院的能量计测量能量, 并与中国科学院物理研究所提供的能量计的测量结果相对比。

放电电极长度 320 毫米, 间距 8 毫米, 储能器容量 10×1000 微米, 充气压强 50 托的样管在工作电压 10 千伏时测得输出能量为 676 微焦耳, 脉宽 ≈ 4 毫微秒, 峰值功率大于 150 千瓦, 重复频率 $0 \sim 50$ 次/秒可调, 输出稳定度 $\pm 7\%$ 。

激光器样机已在有关部门实际应用, 反映效果较好。使用时间已超过半年。

(上接第 682 页)

了六级谱, 受激散射谱峰位置与用 GDM1000 双光栅单色光计测量一致。但是 CCD 测量的各级谱强度曲线出现交叠现象, 有两个原因: ① 环境背景光和 CCD 本底噪声叠加形成一定电平输出, 在谱强度曲线中。② 由于强光的非线性效应, 各种频率的强光在光纤中发生复杂的混频效应, 使光纤输出光谱成为准连续的复合谱分布。

在实验过程中, 得到于步云、童镇溥、高福源、金德运、黄国松、陈泽尊等同志的帮助, 在此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 周复正, 竺庆春等; 《中国激光》, 1984, 11, No. 3 183.
- [2] 铃木义二, “计测用撮像デバイスの変遷および開発の动向”, 日本浜松テレビ株式会社。