

热阴极氮分子激光器

沈桂荣 何迪洁

(中国科学院上海光机所, 上海 201800)

The heating cathode N_2 laser

SHEN Guirong, HE Dijie

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai 201800)

Abstract The output characteristics of travers exciting N_2 laser was studied experimentally. The laser output power was increased by 70% due to heating the cathode. The divergency of output beam was reduced obviously.

Key words heating cathode, N_2 laser

本文报道作者设计的一种可以改变激光器阴极温度的新型氮分子激光器。这种热阴极氮分子激光器,使用方便、结构简单、运转安全、无环境污染^[1]等。实验发现,热阴极氮分子激光器输出峰值功率比冷阴极器件提高约70%,比文献[2]报道最高水平还高出10%。本文重点介绍这种获得高效激光器的结构和实验结果。最后作了分析讨论。

1 器件的结构

图1为实验装置的横截面图。整个器件呈长方体形,横向放电电极长为激光腔体的侧壁,上盖和下底为不透明石英板(膨胀系数小于 5×10^{-7}),腔体两端呈布儒斯特角,由抛光石英片封接作为通光窗口。激光器的激活体积为 $500 \times 16 \times 1 \text{ cm}^3$,阴极(2)和阳极(6)都由黄铜加工成 60° 角的尖楔形,阴极外侧开槽用于放置加热用的电热丝。整个腔体用703硅橡胶密封。

为了获得均匀加热,在放电阴极的全长内都设置了加热丝,在整个放电范围内得到均匀的温度分布。电热丝的电流由外部控制电源电压实现。

激励电源设制时,考虑了电气绝缘和脉冲电气特性。储能电容是自制的,用厚1.5 mm玻璃纤维树脂板,0.1 mm的铜皮和0.5 mm铝板组成。激励电路采用有效的Blumlein传输线,有利于降低回路电感。图2为供电系统。本装置的加热系统与主放电高压系统的绝缘是本激光器的关键问题之一,解决措施: 1) 设计了电子学线路控制系统,使加热供电电源与高压激励电源供电网络交替独立工作; 2) 将器件的阴极接地; 3) 加热用的电热丝和阴极槽内用玻璃套管严格绝缘。传输线路的电容 C_2 和储能电容 C_1 的大小应匹配,以减小回路电感,使电路有好

的放电波形。

激光谐振腔长比放电电极略长,约 520 mm,其一端由石英窗口担任输出,另一端则为镀铝全反射镜为外腔光反馈元件。

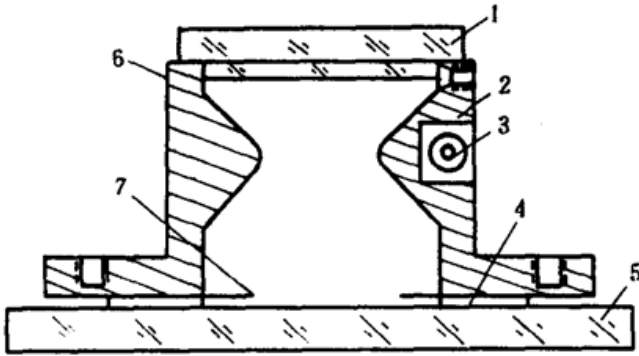


Fig. 1 The configuration of N_2 laser with cathode heated
1—up cover; 2—cathode; 3—heater; 4—isolator;
5—bottom; 6—anode; 7—preionizer

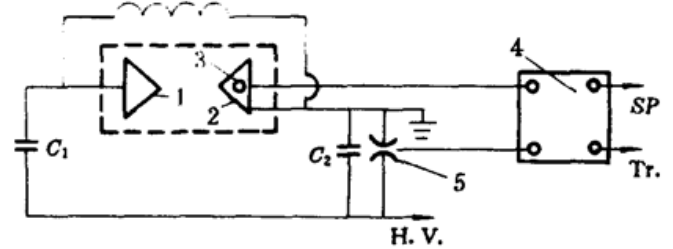


Fig. 2 The supply system of N_2 laser with cathode heated
1—anode; 2—cathode; 3—heater; 4—electric exchange;
5—triggering switch; C_1, C_2 —capacitor; Tr.—trigger;
SP—voltage controller

2 实验研究

用本装置对氮分子激光器的输出特性进行一系列的实验研究。实验中,作者分别对阴极的加热和不加热状态,阴极加热在不同温度下激光输出功率、方向性、效率等特性作了比较研究。

2.1 输出功率随阴极温度的变化

将激光器的温度按实验要求控制在需要的温度,由温度计读出温度,激光输出由能量计读出。图 3 给出激光器的输出能量依赖温度的曲线。氮激光器充气压力为 13.3 kPa,激励功率不变(输入电压为 17.5 kV)。

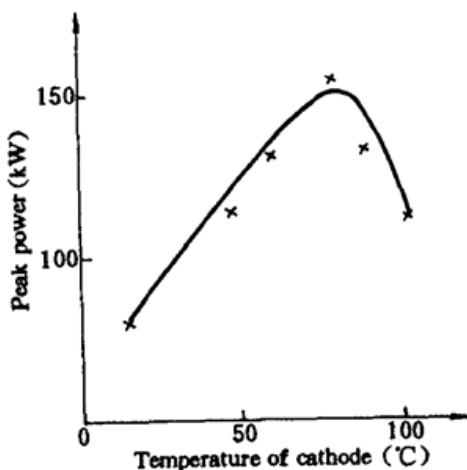


Fig. 3 Output power vs temperature.
pressur : 13.3 kPa; voltage charged at 17.5 kV

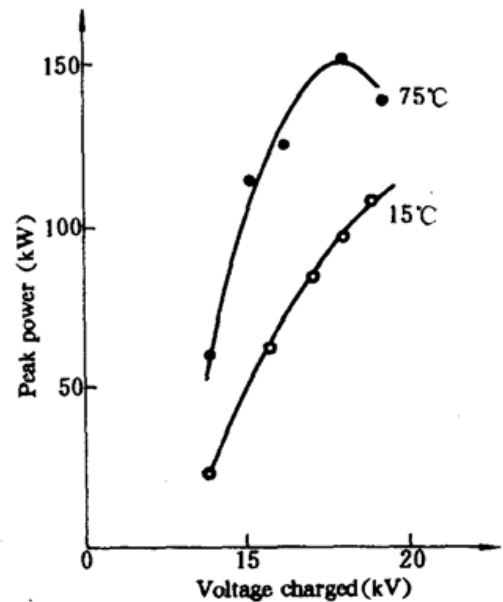


Fig. 4 Dependence of output power on the voltage charged. • —the temperature of cathode is 75 °C and the pressure is 13.3 kPa; o—the temperature of cathode is 15 °C and the pressure is 10 kPa

2.2 效率 η 依赖温度变化特性的研究

作者测出不同温度的输出/输入 = η 的值随温度变化的实验数据。选出两组典型温度(室

温和最佳温度)下的输出功率依赖输入的关系曲线,如图 4 所示。作者发现,从室温 15 °C 升高到最佳温度(75 °C)时,均以 13.8 kV 输入电压激励,但其效率之比 η_{75}/η_{15} 竟达 2.7。

2.3 激光方向性随温度升高的改善

实验中发现激光的方向性随温度升高有明显的改善。不改变其它条件的情况下,对室温(15 °C)下的发散角和加热到 75 °C 时的发散角进行对比研究。图 5 中曲线给了两种典型温度下在不同发散角内所含的能量值。

2.4 作者用 SS-6200 示波器观察输出激光脉冲宽度,未发现阴极温度对脉冲宽度的影响。在室温和 75 °C 时均测得脉宽 8 ns。

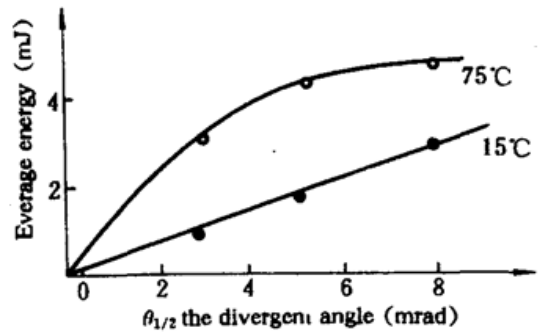


Fig. 5 The divergent angle of laser at different temperature of cathode ○—pressure 13.3 kPa, voltage charged at 17.2 kV temperature at 75 °C; ●—pressure 13.3 kPa, voltage charged at 16.7 kV temperature at 15 °C

3 讨 论

实验表明,在横向激励氮分子激光器中,加热阴极能明显的提高激光器的输出功率和效率,改善其方向性等。由于放电激励时参有热效应,使得阴极表层状态十分复杂。阴极加热可能有以下的作用:其一是去气,其二是增加了预电离的电子密度,由于加热,阴极和预电离电极上的一些低能电子会获得一定的附加能量,有利游离,其三,热流可以在阴极附近产生一个低密度区域,将使激光发射集中中心,改善激光辐射的方向性。总之降低了器件的 E/P 值,提高了器件的稳定性,改善放电的均匀性,提高激光器的峰值功率,改善其方向性。

最后感谢傅恩生先生在本文撰写中给予的帮助。

参 考 文 献

- 1 C. S. Willet, D. M. Litynski, *Appl. Phys. Lett.*, **26**(3), 118(1975)
- 2 I. Baltov, C. B. Collins, *Opt. Commun.*, **8**(3), 282(1976)

(收稿日期:1992年11月13日;收到修改稿日期:1993年1月11日)