

出超过 20 毫瓦也未发生扭折,这说明这些器件的水平横模比较稳定。

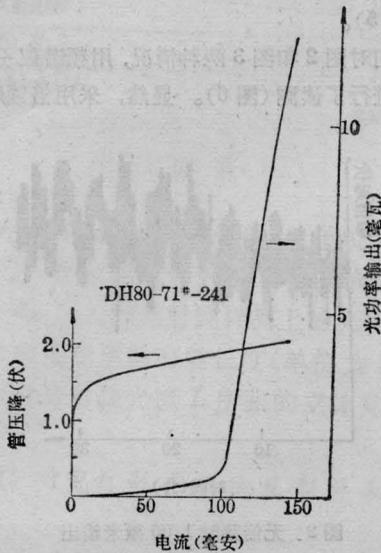


图2 函数记录仪记录的器件的 $V-I$ 和 $L-I$ 曲线

另外,我们用红外透射显微镜和电视显示观察了掩蔽扩 Zn 情况,并且同时观察了器件的发光情况,如照片 1、2 所示。因为扩 Zn 区空穴浓度高,光吸收大,并且由于带尾效应使吸收限移向低能边。所以扩 Zn 区在视场中是暗的,如照片 1 所示。照片 2 是当器件同时用脉冲电流驱动时摄取的。很清楚,发光区和扩 Zn 区是对应的。这说明扩 Zn 掩蔽和电流的横向限制很好。



照片 1 平面条形激光器(DH80-71*)的红外透射情况



照片 2 平面条形激光器(DH80-71*)红外透射和脉冲受激时的情况

我们试制的这种器件在环境温度 25°C 时的寿命已经超过 3×10^3 小时。

参 考 文 献

- [1] 段树坤;《GaAs 及其他 III-V 族化合物半导体会议文集》,上海科技出版社,1977 年,510。
- [2] 吴克林;《平面条形激光器中选择扩 Zn 的掩蔽》,上海光机所第四届科学报告会,1981 年,1405。
- [3] 川上刚司等;《科技专题参考资料—激光》,1979 年,第十二集,90。

(中国科学院上海光机所半导体激光研究室砷化镓激光器组 吴克林执笔
1981 年 4 月 1 日收稿)

Nd:YAG 腔内倍频漏泄补偿激光稳定输出

Abstract: YAG laser output at $1.06 \mu\text{m}$ is stabilized with intracavity frequency doubling $\text{Ba}_2\text{Na}(\text{NbO}_3)_5$ as a leakage compensation component. Controlled experiments have been performed on two CW-pumping sources with different accuracies. It is observed that all the amplitude of output noise spectrum have been notably improved.

连续工作或锁模、腔倒空型 Nd:YAG 激光器,由于输出不稳定、信噪比低,给应用带来很多困难。对此问题的解决,以往侧重连续泵浦源的稳定性,减小纹波比,并采用棒冷却液缓冲等措施来增大噪声振荡衰减系数。

W. Koechner^[1] 曾对输出噪声谱作出评述,认为噪声谱是伴随有特征峰的宽谱带(0~1 兆赫)。因

此,改善激光输出可有两途径:一是激光器采用伺服系统或漏泄补偿元件抑制噪音幅度;二是提高泵浦源精度,要求激光系统在整个噪音谱范围内有较小扰动。仅从泵浦源看,若输出功率稳定到 10^{-2} ,则要求泵浦强度至少需有 10^{-4} 的稳定性,显然前者做法更可取。

稳定方案中,除采用光电或声光调制器作隔离

器外, C. J. Kennedy 和 J. D. Barry^[2,3] 提出的腔内倍频漏泄补偿不失为一种简易可取办法。当倍频器置于激光腔内时, 相应于腔内基波功率最大处将优先发生二次谐波功率的转换, 使基波功率被衰减, 而低基波功率处倍频转换很小, 这就造成腔内基波功率趋于平稳, 并使输出噪声谱获得改善。因此倍频器在稳定过程中只是作为一种可变的非线性损耗引入腔内, 由于并不要有大的非线性耦合, 故倍频器在腔内的位置可任意安置。本文就不同精度的泵浦源用此方案作了对比测试, 获得了整个噪声谱幅度都有明显降低的结果。所用倍频材料系 $Ba_2NaNb_5O_{15}$ (BNN) 晶体, 由中国科学院上海硅酸盐所生长, 尺寸为 $9.5 \times 5.8 \times 10.5$ (毫米), 双折射梯度 $\Delta n = 4 \times 10^{-4}$, 消光比 a : 20:1, b : 30:1。实验在简易工作台光具座上, 无隔振消振装置 (图 1)。图中虚线所示为倒空腔结构, 腔长均为 1 米, 并用棒冷却液缓冲。Nd:YAG 棒尺寸为 $\phi 4.5 \times 72$ 毫米, 效率斜率 0.8%, 单程损耗 0.8%, 消光比 22.8~24.8 分贝 (长脉冲下数据)。所用预电离调整管连续泵浦源性能指标为: 电压漂移 0.8×10^{-2} , 电流漂移 0.2×10^{-2} , 纹波系数优于 10^{-3} 。

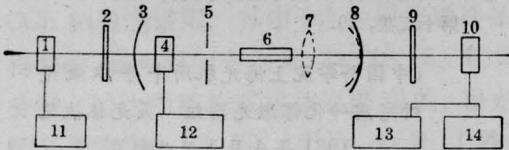


图 1 实验装置简图

1, 10—光电二极管; 2—1.06 微米窄带干涉滤光片; 3— $R_{1.06}=97.5\%$, $R_{0.68}=27\%$; 4—BNN 恒温炉; 5—可变光阑; 6—Nd:YAG 棒; 7—会聚透镜; 8— $R_{1.06}=99.2\%$; 9—1.06 微米滤色片; 11—XWD1 电子电位差计; 12—JWF702 温度调谐控制; 13—SBM-14-1 示波器; 14—2010 外差频谱分析仪

阈值电流为 10.5 安, 在 16 安工作条件下 1.06 微米激光输出如图 2 所示。图 3 为倍频晶体最佳温度匹配 (79°C) 时相应输出。可见无倍频时输出起伏为 $\pm 20 \sim \pm 30\%$, 经倍频后下降为 $\pm 4.5 \sim \pm 8\%$, 且具有长期稳定性。在谐振腔镜合适反射率下, 二次谐波功率很小, 对 1.06 微米有用输出功率无显著降低。自然, 腔内倍频晶体应有低的插入损耗, 否则插入损耗大或激光腔调整欠佳影响阈值电流增大时, 均会引起输出噪音的增大。此外, 随着工作电流的加大, 可以预期噪音起伏会减小 (图 4)。

倍频晶体温控偏离匹配温度时, 抑制噪音谱能力有所降低, 但只要偏离不大, 还是能看到噪音有所改善 (图 5)。

我们对图 2 和图 3 两种情况, 用频谱仪分别对噪音谱进行了读测 (图 6)。显然, 采用倍频后对噪

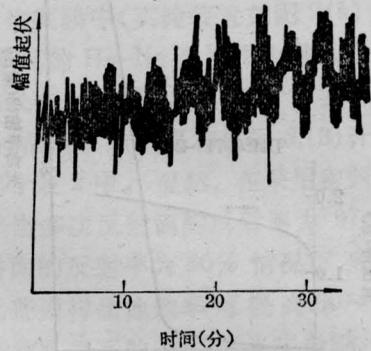


图 2 无倍频时 1.06 微米输出

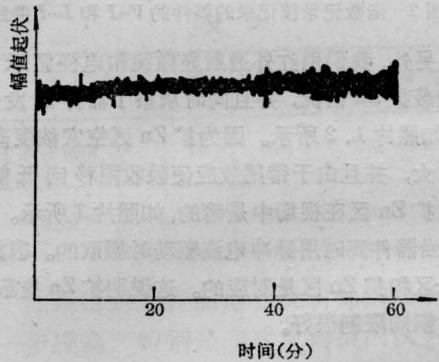


图 3 倍频后 1.06 微米输出

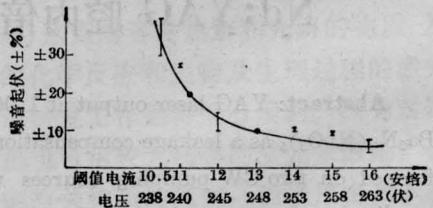


图 4 不同工作电流时的输出起伏

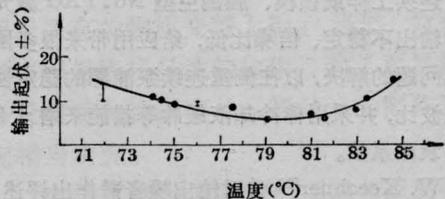


图 5 不同匹配温度时的噪音抑制

音谱均方根幅值均有成倍的抑制作用。谱在极低频率处有极大值, 高于 100 千赫时幅度迅速接近量子噪音极限。此外弛豫振荡衰减常数 α 为^[1]:

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\tau} + \frac{1}{\tau_s} \right)$$

式中 τ 为自发衰减率, τ_s 为受激衰减率。在我们要求的多模输出工作范围内, 估算的弛豫振荡频率约 32~51 千赫。实测噪音谱的弛豫峰跟估算相符。经测试可知, 造成输出扰动的物理因素虽然众多, 但影响起伏的主要因素还是小于 10 赫的极低频率以及弛豫振荡频率。特别是虽然弛豫振荡是可线性化的小扰动, 但当激光器受到外界冲击振动时, 衰减弛豫振荡会以尖峰方式输出, 这种大扰动具有高度非线性特征。实验中并对泵浦氪灯进行监控, 泵浦源剩余纹波引起的扰动不明显, 因此氪灯中等离子体不稳定性对起伏影响不大。

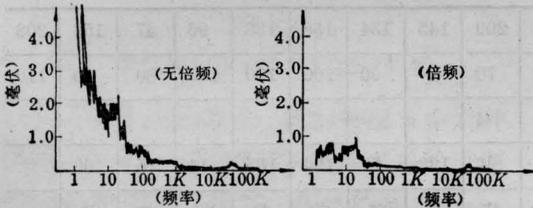


图 6 1.06 微米输出噪音谱

我们进一步用无反馈控制高压触发连续电源作了对比试验。该电源性能指标为: 电压漂移 2×10^{-2} ; 电流漂移 3×10^{-2} ; 纹波系数 10^{-3} 。激光器装置同前, 测试是在高于阈值电流 3 安时进行的。无倍频时噪音起伏为 $\pm 42 \sim \pm 45\%$, 温度匹配时降为 $\leq \pm 10\%$ 。工作 40 分钟, 连续电源慢漂移电流下降 0.5 安以及电压下降 5 伏时, 噪音起伏随时间变化

如图 7 所示。同时, 温度控制偏离也类似于图 5 的曲线。

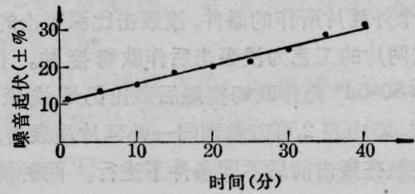


图 7 无反馈控制时高压触发源噪音的变化

综上所述, 我们看到无倍频器高于阈值工作时, 虽然短期平均起伏量也许不大, 但长期情况就很差, 单纯提高泵浦源精度难以克服其它物理原因造成的激光扰动。可见, 若简易泵浦源采取电流反馈控制, 而工作台采用隔震垫避免机械振动引起低频损耗起伏, 就很有希望采取倍频稳定方案达到输出起伏为百分之几的精度。

本文曾蒙张绥庆先生悉心指导并审阅, 提出了许多重要意见, 衷怀铭刻。

参 考 文 献

- [1] W. Koechner; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1972, **QE-8**, No. 7, 656.
- [2] C. J. Kennedy; *USP*, No. 4044316.
- [3] C. J. Kennedy, J. D. Barry; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974, **QE-10**, 596.

(上海市激光技术研究所
吕建华 蒋家麟 刘伟
程关铝 魏洁云 朱三又
上海市硅酸盐所 吴惠法
徐惠德 1981年7月7日
收稿)

Ga_{1-x}Al_xAs-GaAs DH 激光器的质子轰击研究

Abstract: New technologies using proton bombardment to form Ga_{1-x}Al_xAsGaAs DH lasers of stripe-geometry are described and our experimental results are given.

质子轰击条形 DH 激光器, 通常我们采用常规的液相外延方法来制造。一般在 *n*-GaAs 衬底材料上生长 Ga_{1-x}Al_xAs-GaAs 五层 DH 结构。*n* 面衬底上的接触电极用 AuGeNi 合金化形成; *p*-GaAs 顶层上则先扩散锌, 蒸发 Cr-Au。对质子束的掩蔽

用和外延片紧贴的钨丝网作 15 微米、12 微米条宽或光刻方法形成 6 微米窄条电镀 Au 作为掩蔽。我们用低能质子轰击来形成隔离条形。激光器谐振腔两侧便由轰击形成的高阻层来限定; 激光器上、下面则由 Ga_{1-x}Al_xAs 限定。器件结构如图 1。