

用 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层作扩 Zn 掩蔽制作平面条形激光器

Abstract: In this paper we propose a new convenient and effective technology to fabricate plane-stripe lasers by using $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ layer Zn-diffusion mask. Lasers have been fabricated by this technology, and the devices possess longer lifetime and better linearity.

一、引言

在普通 $\text{GaAs-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ DH 条形激光器中, 平面条形激光器和质子轰击条形激光器是最普遍和性能较好的结构。尤其是平面条形激光器, 它不仅工艺简单, 而且又不需用庞大的静电加速器。所以, 目前平面条形工艺已成为半导体激光器中最基本的工艺而被广泛应用于制作结构较复杂的激光器。

过去我们曾尝试用 SiO_2 、 Si_3N_4 等作扩 Zn 掩蔽制作过平面条形激光器。但是由于掩蔽问题而使这种结构未能被采用。国内除吉林大学报导^[1]用 Si_3N_4 -PSG- SiO_2 三层膜作扩 Zn 掩蔽制成了平面条形激光器外, 未见其他单位报导过。然而他们的扩 Zn 掩蔽工艺太复杂了。虽然文献报导用 SiO_2 、 Si_3N_4 等作扩 Zn 掩蔽比较成熟, 但由于它们的热膨胀系数与 GaAs 的相差很大, 所以在扩 Zn 过程中将产生大的应力, 从而引入许多缺陷, 影响器件寿命。最近, 有人利用 Zn 在 GaAs 中的扩散速度比在 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 中慢而用 GaAs 作扩 Zn 掩蔽。但是, GaAs 的选择腐蚀不如 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 容易, 特别是由于在 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 上制作低阻欧姆接触比较困难。所以我们提出了用 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层作扩 Zn 掩蔽的新工艺^[2], 它克服了上述缺点, 并且非常方便有效。

二、平面条形激光器的制造

用 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层作扩 Zn 掩蔽制作平面条形激光器的工艺如图 1 所示。首先在 (100) 取向的 n -GaAs 衬底上用 LPE 法相继生长 n -GaAs (掺 Sn, 5~6 微米, 缓冲层), N - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ (掺 Sn, $x=0.35$, 2~3 微米, 限制层), $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ (不掺杂, $y=0.05$, 0.3 微米, 作用层), p - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ (掺 Ge, ~1.2 微米, 限制层), n -GaAs (掺 Sn, ~1 微米, 提供一个反偏结) 和 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ (不掺杂, ~2 微米, 掩

蔽层)。然后光刻选择腐蚀, 条宽 6~10 微米, 如图 1(b) 所示。因为选择腐蚀剂不影响 GaAs, 所以腐蚀至 n -GaAs 层就自动停止。这样就比全面扩 Zn 条形激光器中的腐蚀容易控制得多^[3]。接着扩 Zn, 要求严格控制扩 Zn 深度, 务使在无掩蔽的槽区的扩 Zn 前沿达到 p - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 限制层, 而掩蔽区的扩 Zn 前沿还远离 p - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 限制层, 如图 1(c) 所示。最后再用选择腐蚀将掩蔽的 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ 完全去掉, 如图 1(d) 所示。至此将片子减薄至 ~100 微米, 两边作欧姆接触。管芯用解理法获得, 腔长 250 微米, 宽 300 微米。管芯 p 面朝下, 用 In 键合在镀金的铜热源上, n 型上电极用金丝引出。

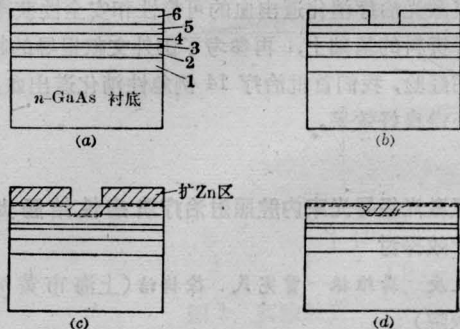


图 1 用 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 层作扩 Zn 掩蔽制作平面条形激光器的工艺流程

1— n -GaAs; 2— N - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$; 3— $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$;
4— p - $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$; 5— n -GaAs; 6— $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$

三、器件的性能

用函数记录仪记录了所制器件的 V - I 和 L - I 特性曲线, 如图 2 所示。由一系列的曲线得到器件的 I_{th} —75~150 毫安, 其典型值为 90 毫安。得到器件微分电阻的典型值是 3~4 欧姆。有的器件每端输

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。

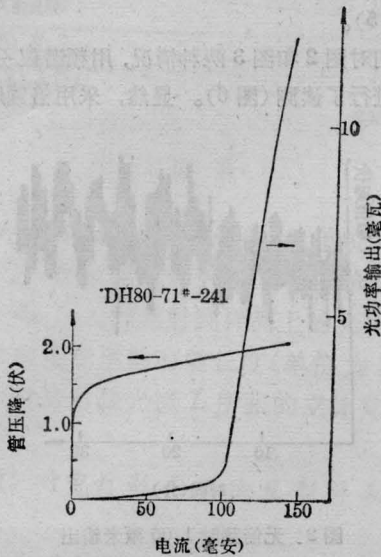


图2 函数记录仪记录的器件的 $V-I$ 和 $L-I$ 曲线

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