第11卷 第8期
1990年8月

半导体学报
CHINESE JOURNAL OF SEMICONDUCTORS

Vol. 11, No. 8
Aug., 1990

快速 1.3μm InGaAsP/InP 台面边发光二极管

赵 蔚* 张玉书 石家纬 金恩顺 高鼎三
(吉林大学电子科学系，长春)

1989年8月14日收到

本文介绍了快速 1.3μm InGaAsP/InP 台面边发光二极管（ELED）的研制过程，通过有源区重掺 Zn 杂质和引进台面结构，提高了器件的调制频率，使 −3dB 调制带宽达 500MHz，70mA 电流下输出功率为 130μW.

主题词 调制带宽、调制深度、光谱半宽

一、引言

快速边发射 1.3μm InGaAsP/InP 发光二极管（LED）有希望用于高速率短距离光纤通信．特别是近年来光传输技术积极地被引进数据网络和用户体系通信系统，针对高速数据网络的应用，由于发光二极管较激光器容易制造、可靠性高、价格便宜、温度特性好，快速 LED 是很有吸引力的，可代替激光器．关于研制快速 LED 已有许多报道，已实现了 2Gbit/s 的调制速率，并且使用 1.3μm 波长的 ELED 已进行了 2Gbit/s 的光纤传输[1].

发光二极管的调制带宽可通过有源区掺杂、减小有源区厚度和提高注入电流密度来提高[2]，特别是有源区重掺杂可大大地提高发光二极管的调制带宽．本文介绍了通过有源区重掺 Zn 杂质和引进台面结构研制出了调制带宽为 500MHz 的 1.3μmInGaAsP/InP 台面边发光二极管的过程，同时还研究了一种测量调制带宽的新方法.

二、器件结构及工艺

快速 1.3μm InGaAsP/InP 台面边发光二极管的基本结构如图1所示．通过有源区重掺杂质 Zn 来缩短辐射复合寿命，从而提高了器件的调制速度．用台面结构完全封闭横向注入载流子，消除了发光强度的发散分布，这样大大地改善了输出光与光纤的耦合效率，并且当注入电流一定的条件下，由于台宽较窄，注入电流密度也大大地提高了，从而提高了调制频率．由于我们采用了台面结构，从而降低了影响高速响应的寄生电容，我们器

* 现在东北师范大学电化教育系工作(长春).

件的典型寄生电容为 20pF，按 $f_{-3dB}=\frac{1}{2\pi RC}$ 计算，－3dB 调制带宽可达 2GHz． 为了抑制激光振荡，发光二极管附有一个倾斜的镜面．

器件是利用液相外延法在 n-InP 衬底上依次生长掺 Te 的 n-InP 缓冲层（5—7μm），掺 Zn（$5\times10^{18}\,cm^{-3}$）的 P^{+}-InGaAsP/InP 有源层（0.2—0.3μm），掺 Zn 的 P-InP 限制层（～1μm）和掺 Zn 的 P-InGaAsP 覆盖层（～1μm）．用 SiO_2 掩蔽，利用化学腐蚀，腐蚀液采用 Br_2-CH_3OH-H_3PO_4 溶液，沿〈110〉晶向刻腐出 8—9μm 宽的台面，沿〈$1\bar{1}0$〉晶向刻腐出 50μm 的单沟，低温淀积一层 SiO_2 膜，在台上套刻一窗口．P 面蒸发 Au/Zn-Au，合金后减薄至 80—100μm，再在 n 面蒸发 Au-Ge-Ni 合金．最后倒装在热沉上形成样品．

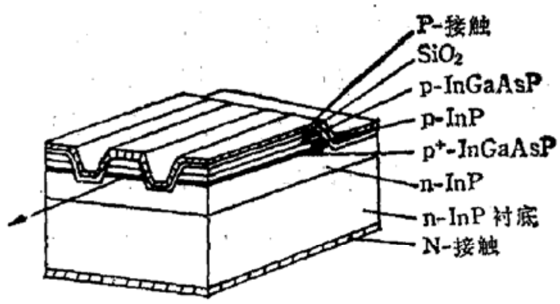

图 1　InGaAsP/InP 台面边发光二极管的基本结构

我们在制作有源区 Zn 掺杂发光二极管时，发现存在以下几个问题．第一，由于 Zn 的扩散系数较大[3]，且有源区 Zn 的浓度较高，极易向 n-InP 缓冲层扩散，造成结偏位，所以在外延过程中应尽量缩短有源区生长时间，这对器件的响应速度是有好处的．但是有源区过薄，均匀性就要变差，并且俄歇复合增大，所以生长有源区时间不宜太短，我们生长有源区时间为 5—12 秒，有源区厚度在 0.2—0.3μm 之间．第二，由于 Zn 蒸汽压较高，在外延过程中极易挥发，造成系统污染，所以要尽量减少 Zn 对 n-InP 缓冲层熔体的污染，我们在实验中将缓冲层的源和有源区的源分别装到多槽石墨生长舟相隔的两槽内．第三，控制好缓冲层的掺杂浓度，掺杂浓度低，容易造成结偏位，而使发光区域相对增大，导致调制带宽降低，但缓冲层掺杂浓度过高，该层简并度增多，易造成隧道结．

三、测试方法和结果

通常为了实现高速率调制需在器件上加一直流偏置，加上百毫安的直流，有时器件是难以承受的，长时间测量会使结温升高，而窄带隙非辐射俄歇复合随温度升高而显著增

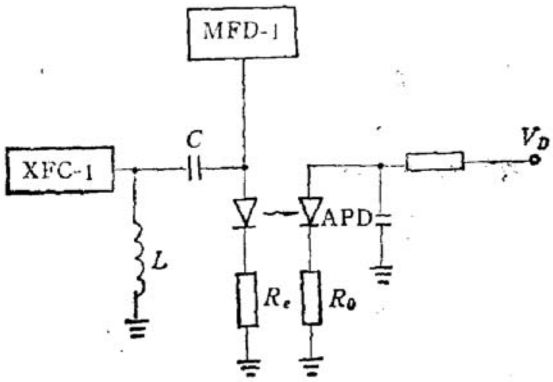

图 2　调制带宽测量框图

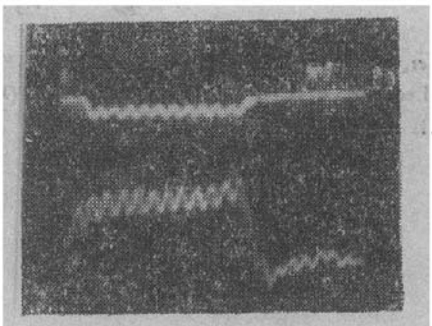
图 3　调制波形

加，这样就大大地影响了器件特性．为了使我们的发光二极管能进行高频调制带宽的测量，我们研究了在脉冲预偏置上进行高频调制的方法．我们用 MFD-1A 毫微秒脉冲信号发生器，输出频率为 300Hz 作为脉冲预偏置信号源，用 XFC-1 型标准信号发生器作为高频调制信号源，输出正弦信号可在 160MHz 到 1000MHz 之间变化．对快速 LED 进行了高频调制带宽的测量，其测量线路框图如图 2 所示．预偏置电流为 260mA，调制深度为 15—20%，测得调制带宽为 500MHz，得到稳定的调制输出如图 3 所示．

器件的 P-I 特性如图 4 所示，输出光功率与注入电流呈线性关系，当注入电流为 70mA 时，输出光功率为 130μW．

器件的发射光谱如图 5 所示，发光二极管的波长约为 1.3μm，光谱半宽约为 400 Å．

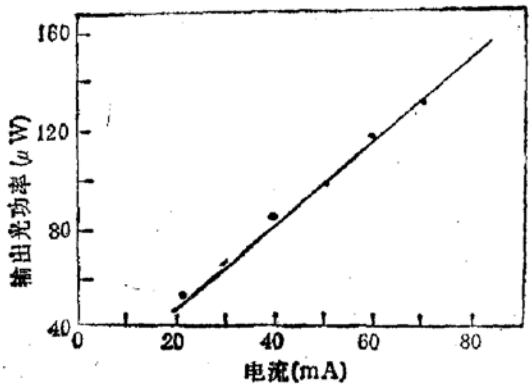

图 4　P-I 特性

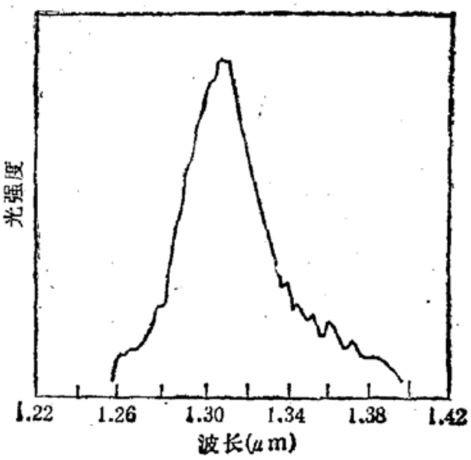

图 5　发射光谱

四、结　　语

通过有源区重掺 Zn 杂质和引进台面结构研制出了调制带宽为 500 MHz 的快速 1.3 μm InGaAsP/InP 台面边发光二极管，得到了较好的调制输出波形，有希望应用于短距离高速率光传输系统．

在本文工作中，张庆有副教授、任临福工程师和石景龙同志给予了大力协助，在此一并表示衷心的感谢．

参　考　文　献

[1] S. Fujita *et al*., *Elec. Lett*., **23**, 636 (1987).
[2] Tieu Pei Lee and Andrew G. Dental, *IEEE J. Q. E*., **QE**-14, 150 (1978).
[3] E. Kuplial, *J. Cryst. Growth*, **54**, 117 (1981).

High Speed 1.3μm InGaAsP/InP Mesa-Structure Edge-Emitting LEDs

Zhao Wei, Zhang Yushu, Shi Jiawei, Ji Enshun and Gao Dingsan

(Department of Electronic Science, Jilin University, Changchun)

Abstract

High-speed 1.3 μm InGaAsP/InP mesa-structure edge-emitting LEDs have been fabricated by liquid-phase epitaxy. The modulation bandwidth has been increased by heavy Zn doping in the active region and by introducing a mesa-structure. A -3dB modulation bandwidth of 500 MHz and light output power of 130 μW at 70 mA have been obtained.

Key words Modulation bandwidth, Modulation depth, Spectrum half-width