

掺 Mn 基区 InGaAsP/InP 双集电区异质光敏晶体管

李维旦 富小妹 潘慧珍

(中国科学院上海冶金研究所, 上海)

1986年10月31日收到

为了用液相外延法制出高速、高增益异质光敏晶体管, 采用了新型的双集电区结构, 并且采用 Mn 作为 P 型掺杂剂, 以代替常用的 Zn 或 Cd 制作 p^+-n^- 集电结。制出的台面型 HPT 的典型光增益为 144; 在 80 ps Gaussian 光脉冲作用下, 其输出脉冲上升时间为 400 ps, 半峰宽为 1.2 ns。

主题词: 异质结光敏晶体管, InP/InGaAsP, 掺锰基区, 双集电区

InGaAs(P)/InP 异质结光敏晶体管 (HPT) 具有增益高, 速度快的优点, 近年来受到广泛重视^[1,2]。然而, 在器件结构的优化方面, 器件的制作工艺方面还存在着一些问题, 使得器件的性能不能全面得以提高。本文所要报道的工作主要在两个方面对此进行了研究: 一, 在 HPT 中采用了双集电区结构, 该结构曾在 HBT 中被很好地采用过^[3]; 二, 采用 Mn 作为 P 型 InGaAsP 基区的掺杂剂, 利用 Mn 的低蒸气压, 小扩散系数的特性^[4,5] 制出 p^+-n^- 集电结, 从而提高了器件的响应速度与击穿电压。

图 1 所示为该器件的剖面图。我们采用液相外延 (LPE) 法在 (100) 晶面, N^+-InP 衬底上依次生长 N-InP, n^- -InGaAsP ($\lambda_g \doteq 1.3 \mu m$), p^+ -InGaAsP ($\lambda_g \doteq 1.3 \mu m$) 和 N-InP。N-InP 采用 Te 掺杂, n^- -InGaAsP 不掺杂, p^+ -InGaAsP 采用 Mn 掺杂。外延生长成的晶片, 经蒸发 Au/Ge/Ni 制备欧姆接触电极, 台面腐蚀等工艺即制成 HPT。

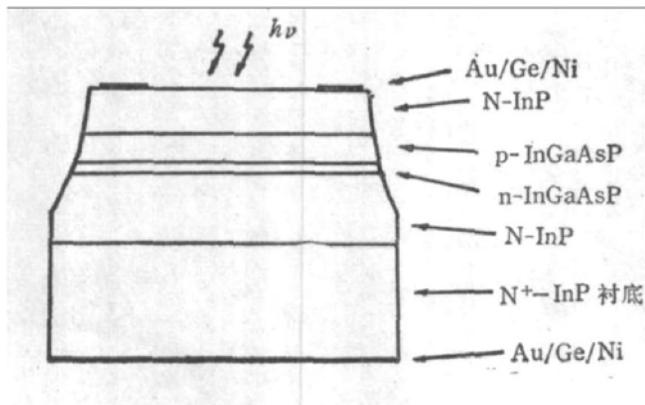


图 1 双集电区 HPT 剖面图

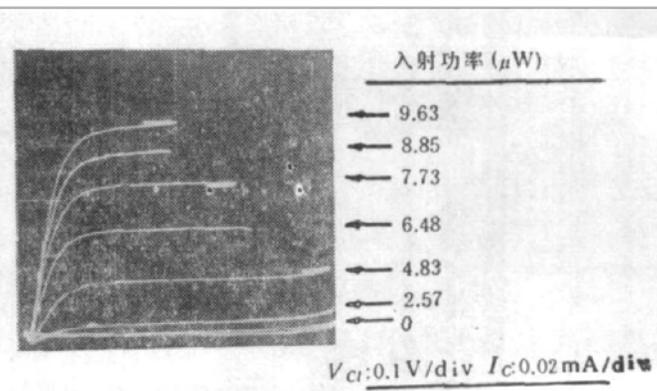


图 2 典型的 HPT 输出特性曲线

我们采用棱镜单色仪测量了 HPT 的光谱响应, 响应的峰值波长为 1160 nm, 响应范围为: 875—1277 nm。器件在短波方向的响应较为平坦, 这主要起源于光在 e-b 结偏

向 InP 方向耗尽区内的吸收,由于基区呈高浓度,故这种吸收较为强烈。为了测得 HPT 的光增益,采用 $1.3 \mu\text{m}$ 长波长发光管作阶梯光源。测得的 HPT 的典型输出特性曲线如图 2 所示。无雪崩光增益 $G|_{1.3\mu\text{m}} = 28$, 峰值光增益 $G|_{\lambda_p} = 144$ 。根据样品的理化分析,我们认为: 如进一步将基区厚度减至 $0.1 \mu\text{m}$, 同时改善 e-b 界面的完整性, G 将会得到较大的提高。

我们采用波长为 $1.3 \mu\text{m}$, 半峰宽为 80 ps 的 Gaussian 光脉冲为人射光源, 采用输入阻抗为 50Ω , 带宽为 12.4 GHz 的宽带放大器作放大电路测量 HPT 的瞬态特性。典型的输出脉冲波型如图 3 所示, 脉冲半峰宽为 1.2 ns , 上升时间为 400 ps 。该结果较文献 [6] 所报道的优越得多。可以预计, 如将 HPT 的光平面直径减小至 $100 \mu\text{m}$, 并采用超高频管壳, 器件的瞬态特性将进一步得到提高。

本文报道了一种新型的双集电区 InGaAsP/InP 光敏晶体管, 该管采用 Mn 作为基区掺杂剂, 以在工艺中能实现所设计的结构, 从而得到了较好的性能。

本实验得到了杨易, 程宗权, 王晨, 朱黎明同志的帮助, 作者在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] K. T. Alavi and C. G. Fonstad Jr., *IEEE J. QE-17*, 2259 (1981).
- [2] M. C. Brain *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 40, 816 (1982).
- [3] L. M. Su *et al.*, *IEEE, EDL-6*, 554 (1985).
- [4] N. Chand *et al.*, *Electron. Lett.*, 17, 726 (1981).
- [5] S. Fujita *et al.*, *Solid-State Electron.*, 25, 359 (1982).
- [6] N. Hamaguchi *et al.*, *Proc. 4th Sensor Symposium*, p. 221, (1984).

Mn Doped Base Double Collection Regions InGaAsP/InP HPT

Li Weidan, Fu Xiaomei and Pan Huizhen

(Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica, Shanghai)

Abstract

A new structure of double heterojunction phototransistor with two collection regions for high speed data processing has been proposed. For fabricating such a structure by LPE, manganese has been employed as the p-type dopant of InGaAsP. Using these epi-wafers, the mesa HPTs have been fabricated, the typical optical gain of it is about 144 at 1160 nm incident light and the wavelength response region is between 875 nm and 1277 nm . Transient characteristics of the HPT have been measured with 80 ps Gaussian pulse, and FWHM of the output pulse is 1.20 ns with a rise time of 400 ps .

KEY WORDS Heterojunction phototransistor, InGaAsP/InP. Mn doped base, Double collection region

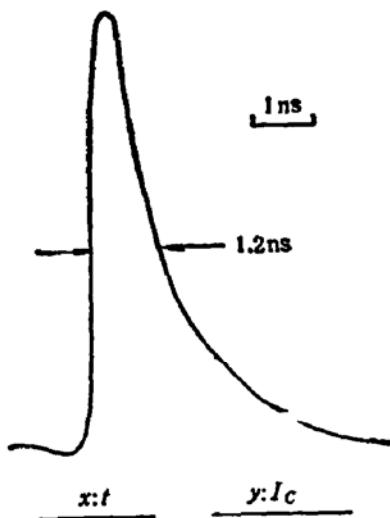


图 3 在 80 ps Gaussian 脉冲光作用下, HPT 典型的输出信号波型。X: 时间;
Y: 放大了的集电极电流(相对值)