

用于霍尔器件的 LPE-GaAs 材料

丁墨元 施益和 傅 涛 王 岩 李双喜

(冶金工业部有色金属研究总院 北京)

1981年2月11日收到

由于 GaAs 材料有较高的电子迁移率和宽的禁带, 因此用它制成霍尔器件有非常好的温度特性, 如霍尔电压温度系数小和使用温度范围宽(—273—280°C)等。我们用改进后的工艺, 生长出 LEP-GaAs 材料, 并已制成性能良好的霍尔器件, 该器件已用在数字高斯计上。

我们设计的水平滑动石墨舟(图 1), 能够除掉外延生长后的表面残留液; 在初始生长温度为 810—830°C 时, 获得了平整光亮的外延层表面; 由于采用了厚溶液降温法, 配一次源能生长 15—20 炉以上, 每炉生长两片, 每片面积为 $16 \times 20\text{mm}^2$ 。 H_2 气净化系统采用分子筛和 401 脱氧剂, 不加冷阱; 反应管与净化器用过渡玻璃相连。用本工艺制片成品率大于 70%。

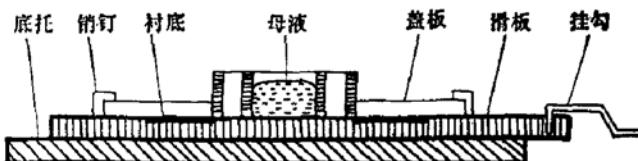


图 1 石墨舟示意图

外延层的 n_{300K} 能重复控制在 10^{16}cm^{-3} , μ_{300K} 在 $5000\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 左右, 厚度为 $6\text{--}10\mu\text{m}$ 。我们向霍尔器件研制单位(沈阳仪表所, 北京师范学院和中国科学院半导体所)提供的各种浓度的外延片中, 以采用 $n=10^{16}\text{cm}^{-3}$ 制出的霍尔器件性能较好。外延层掺杂浓度能稳定地控制, 是通过掺 Sn 实现的。掺 Sn 量可由经典掺杂公式粗略计算。公式中的 $k_{\text{有效}}$ (Sn 的分配系数)虽是个常数, 但由于影响因素较多(如温度、冷却速度、溶液均匀性等), 因此文献报道不一, 大致在 $10^{-3}\text{--}10^{-5}$ 之间, 我们选取 $k_{\text{有效}}=10^{-4}$, 计算出当外延层浓度为 10^{16}cm^{-3} 时所需的掺 Sn 量, 然后通过 $k_{\text{有效}}$ 值由实验确定出实际掺 Sn 量, 二者基本一致。实际掺 Sn 量确定后, 即可求出本实验中的 $k_{\text{有效}}$ 。通过计算发现: 本底浓度不同, $k_{\text{有效}}$ 也随之改变。另外, Sn 进入晶格中既为施主, 又为受主, 我们得到的 N_D/N_A 值为 2.2, 与 Harris 等人^[1]的结果相同。

照片 1 是外延片实际表面形貌, 照片 2 是用 6JA 干涉显微镜测定的表面光洁度, 达 12—14 级。

由图 2 可看出外延层纵向浓度分布均匀。

图 3 为 $\mu \sim n$ 关系曲线, 图中四条曲线是 Rode^[2] 的计算值, \times 是 Bolyter^[2] 的实验

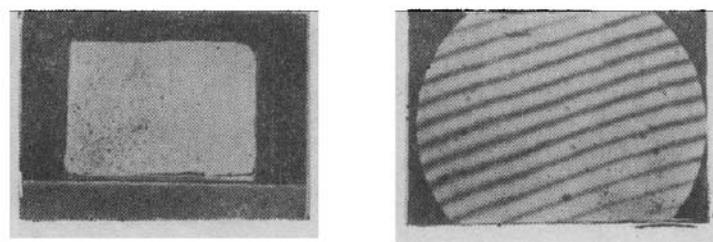
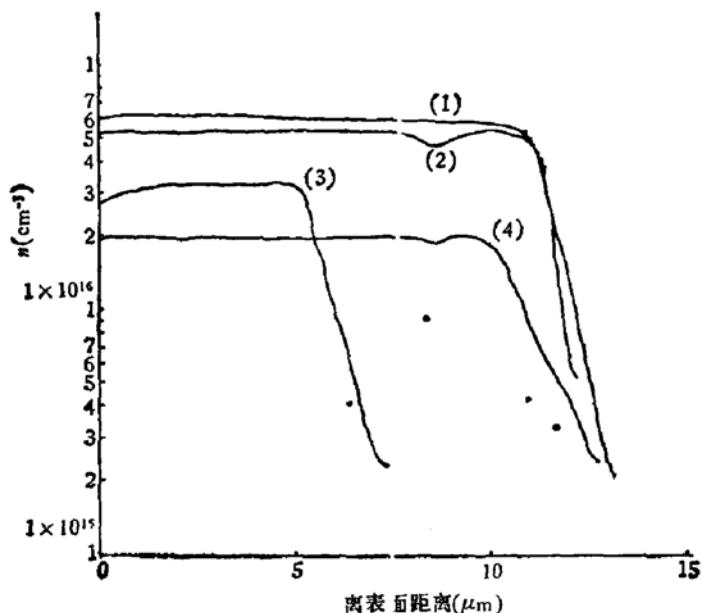
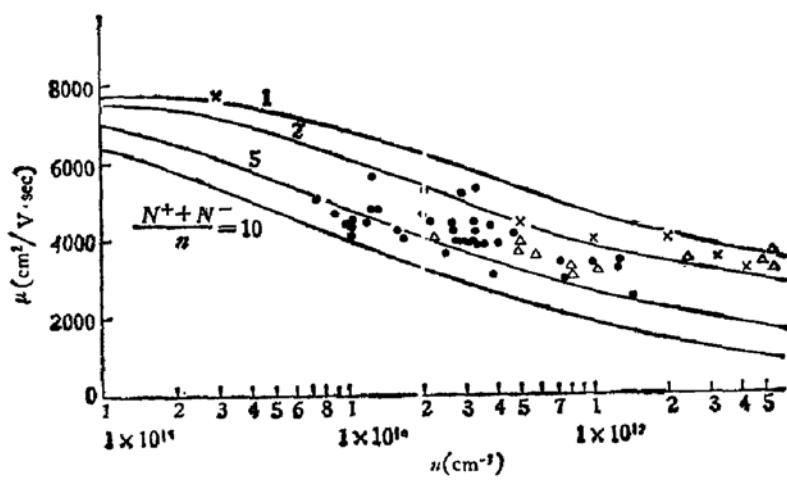
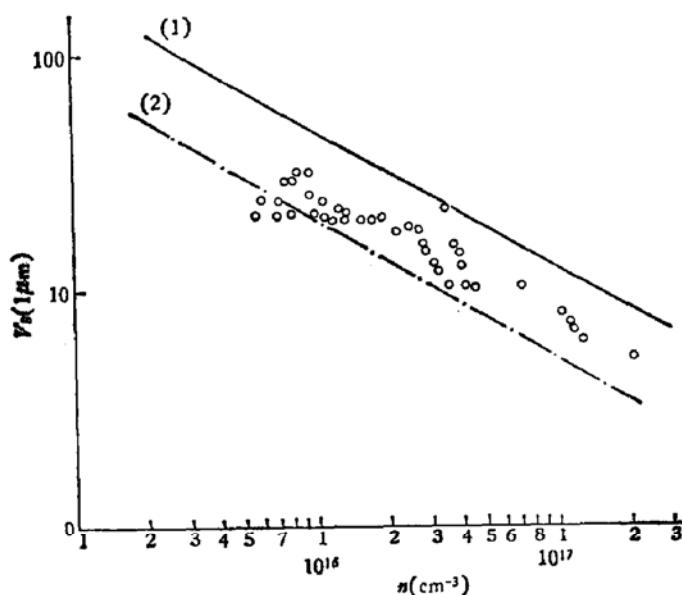
照片 1 表面形貌($\times 1$)照片 2 表面光洁度($\times 168$)

图 2 外延层纵向浓度分布(光电腐蚀法)

图 3 μ_{300K} 与 n_{300K} 的关系

图 4 V_B 与 n_{300K} 的关系

值, Δ 是 Rode 的实验值, \cdot 是本文的实验值, 均落在曲线范围内。

图 4 为击穿电压 V_B 与 n 的关系。 (1) 为 Hauser^[3] 理论值, (2) 为 Copland^[4] 实验值, ○ 为本文实验值, 均落在线(1)和(2)之间。 $n \sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 时, 击穿电压在 10—30V 之间。

用本工艺制得的 LPE-GaAs 材料, 已制成霍尔器件, 其控制电流 0.5—100mA, 灵敏度 39mV/mA · KG, 最大霍尔电压大于 500mV, 线性度 0.05—0.27%, 剩余电压 1.1×10^{-3} , 并已使用在整机上。

参 考 文 献

- [1] J. S. Harris and W. L. Snyder, *Solid-State Electron.*, 12, 337(1969).
- [2] O. L. Rode and S. Knight, *Phys. Rev.*, B3, 2534(1971).
- [3] J. R. Hauser, *Appl. Phys. Lett.*, 33, 351(1978).
- [4] J. A. Copland, *IEEE Trans.*, ED-16, 445(1969).

LPE-GaAs for Hall Device Applications

Ding Moyuan, Shi Yihe, Fu Tao,
Wang Yan and Li Shuangxi

(General Research Institute for Non-ferrous Metals, Ministry of Metallurgical Industry)