

Применение туннельных переходов для контроля примесей и дефектов в полупроводниковых материалах

Сопряков В.И., Ранчинский И.А.

Белорусский национальный технический университет

Контроль примесей и дефектов в сильно легированных полупроводниках классическими методами сталкивается с известными трудностями. Для их разрешения можно использовать туннельные р-п-переходы, вольт-амперная характеристика (ВАХ) которых содержит малые максимумы избыточного тока,

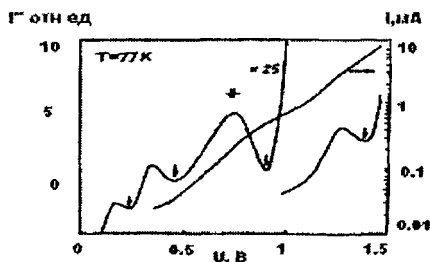


Рисунок 1. Вах и её вторая производная туннельного диода, облученного быстрыми электронами ($E=10$ МэВ, $\Phi=6 \cdot 10^{16}$ см^{-2})

связанные с наличием дефектов структуры. Применение техники двойного дифференцирования ВАХ позволяет эти максимумы разрешить (рис.1) и оценить их величину I_{im} путем измерения глубины минимума на кривой второй производной ВАХ $I(U)$.

Был рассчитан избыточный туннельный ток, учитывающий концентрацию дефектов N_i , сечение захвата электронов δ_n , а также флуктуации потенциала вследствие неоднородности легирования ξ

$$I_{im} = AT_n N_i \delta_n E_i' \xi (L + L_A),$$

где $A = 4\pi t_n^* / (2\pi\hbar)^3$, T_n - прозрачность барьера, E_i' - средняя энергия туннелирующих электронов; L , L_B - ширина областей поглощения электронов в р-п-переходе и базе.

Определен энергетический спектр остаточных и радиационных дефектов в сильно легированном GaAs (Ec-0,22; Ec-0,41; Ec-0,73; Ev+0,32; Ev+0,10 эВ). Концентрация дефектов, определенная настоящим методом, изменяется в исследованных структурах в интервале $10^{15} \dots 10^{17} \text{ см}^{-3}$, что по отношению к мелким примесям составляет $10^{-5} \dots 10^{-3}$.