

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В P-N-СТРУКТУРАХ

Студент гр. 113315 А.В. Гаяс,
канд. физ.-мат. наук, доцент В.И. Сопряков

Белорусский национальный технический университет

Контроль состояния полупроводниковых материалов и структур является актуальной задачей в процессе технологии их изготовления, представляющей термические, ионно-лучевые и радиационные воздействия. Наиболее чувствительной величиной, характеризующей их совершенство, является время жизни (τ) неравновесных носителей заряда (ННЗ). Целью работы является разработка метода измерения τ из данных измерения фототока обратно-смещенного p^+ - n -перехода.

Зависимость плотности фототока (j) резкого p^+ - n -перехода от обратного напряжения (U) определяется только шириной области пространственного заряда (h):

$$j(U) = eG \cdot [L_p + h(U)], \quad (1)$$

где G – постоянная скорость генерации электронно-дырочных пар; L_p – диффузионная длина дырок в n -области. Вычисляя $h(U)$ и дифференцируя можно получить зависимость,

$$(dj/dU) - 2 = (2/eGa) \cdot (U + Uk), \quad (2)$$

которая представляет прямую линию с наклоном $\Delta(dj/dU)^{-2} / \Delta U = K$,

где $a = (\epsilon\epsilon_0 / 2\pi eN_d)^{1/2}$, N_d – концентрация мелких доноров. Учитывая, что время жизни дырок в базовой области $\tau_p = L_p^2 / D_p$, где D_p – коэффициент диффузии дырок, из (1) следует:

$$\tau_p = (a^2 / D_p) \cdot [0,5K / 2 \cdot j(U) - (U + Uk) / 2]^{-2}. \quad (3)$$

В случае диффузионного профиля распределения мелких примесей для вычисления параметров U_k , K и a использовались линейные участки зависимости (2) и вольт-фарадной характеристики в области высоких напряжений. Измерения проводились при нормальной температуре в режиме постоянного тока, при освещении образца со сколотыми боковыми гранями лампой накаливания, что обеспечивало условие однородной генерации.

Предложенным методом были исследованы четыре серии кремниевых p^+ - n -структур с концентрацией фосфора в диапазоне $(3...5) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$: 1, 2 – изготовлены ионным внедрением бора (2 – облученные электронами); 3, 4 – получены диффузией бора (4 – с примесью золота). Рассчитанное время жизни дырок для различных серий: 1 – 100 нс, 2 – 13 нс, 3 – 320 нс, 4 – 45 нс. Как видно, метод дает результаты, хорошо коррелирующие с технологией изготовления и внешними воздействиями, что может быть использовано для контроля их влияния.