

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

Студент гр. 11303119 Головня К.Ч.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Сопряков В.И.
Белорусский национальный технический университет

Контроль качества полупроводниковых структур в процессе технологии их изготовления является актуальной задачей. Наиболее чувствительной величиной, характеризующей их совершенство, является время жизни неравновесных носителей заряда (τ). В работе предложен метод измерения τ путем измерения фототока p^+ - n -перехода.

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

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

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

$$(dj/dU)^{-2} = (2/eGa)^2(U + U_k), \quad (2)$$

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 $\tau_p = L_p / D_p$, где D_p – коэффициент диффузии дырок, из (1) следует:

$$\tau_p = (a^2 / D_p)[0,5K^{1/2}j(U) - (U + U_k)^{1/2}]^2. \quad (3)$$

Измерения проводились при нормальной температуре на постоянном токе, при освещении образца со сколотыми боковыми гранями лампой накаливания, что обеспечивало условие однородной генерации электронно-дырочных пар. Предложенным методом были исследованы четыре серии кремниевых p^+ - n -структур с концентрацией фосфора в диапазоне $(3 \dots 5) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$: 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: 1–110 нс, 2–12 нс, 3–320 нс, 4–40 нс. Как видно, метод дает результаты, хорошо коррелирующие с технологией изготовления и внешними воздействиями, что может быть использовано для контроля их влияния.