

УДК 537.533.8

П.В. Харкевич (6-й курс, каф. ФЭ), В.Б. Бондаренко, к.ф.м.н., доц.

АНОМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ШОТТКИ У ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКА ПРИ РАВНОВЕСНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ МЕЛКОЙ ПРИМЕСИ В ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА

ABSTRACT: This paper discusses dependence of electron emission of a semiconductor at equilibrium distribution of shallow-level impurity. It was found that, in this case the emission current density becomes exponentially large value.

Электронная эмиссия полупроводников представляется сложным явлением и, прежде всего, это связано с зависимостью химического потенциала от приложенного электрического поля у поверхности и возможностью выхода электронов с объемных и поверхностной разрешенных зон. Поскольку интенсивность переноса свободных носителей определяется плотностью электронных состояний на уровне Ферми и вероятностью рассеяния на приповерхностном потенциале, влияние объемного заряда на эмиссию электронов может оказаться доминирующим.

В работе обсуждается зависимость электронной эмиссии полупроводников от распределения электроактивных дефектов в области пространственного заряда, оценены изменения плотности эмиссионного тока от параметров системы. Известно, что полевая зависимость плотности тока $j(\mathbf{E})$ в основном определяется значением напряженности на поверхности \mathbf{E}_0 и при наличии делокализованного двумерного электронного газа на границе раздела имеет вид [1]

$$j \propto \exp\left(\frac{1}{kT} \cdot \sqrt{-\frac{e^3 \cdot \mathbf{E}_0}{\varepsilon}}\right),$$

где T - абсолютная температура, ε - диэлектрическая проницаемость полупроводника. В случае равновесного распределения мелкой примеси [2] при условии больших изгибов зон $U_0 \gg kT$ получаем, что

$$\mathbf{E}_0 \approx -\frac{kT}{e\ell} \cdot \exp\left(\frac{U_0}{2kT}\right)$$

Здесь $\ell = \sqrt{\varepsilon kT / 8\pi e^2 N_0}$ - длина экранирования, N_0 - уровень легирования. Таким образом, снижение потенциального барьера $\Delta U = \sqrt{-e^3 \cdot \mathbf{E}_0 / \varepsilon}$ из-за сил зеркального изображения пропорционально фактору $\exp(U_0 / 4kT)$ и может оказаться сравнимым с величиной самого барьера. Например, для полупроводников с $\varepsilon \sim 10$ при $N_0 = 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $U_0 = 0.5 \text{ эВ}$ и температуре активации диффузии примеси $T = 500 \text{ К}$ величина ΔU превышает 0.2 эВ . В такой ситуации плотность эмиссионного тока становится экспоненциально большой величиной. Следует отметить, что полученный результат справедлив как для свободной поверхности полупроводников, так и поверхностно-барьерных структур (контакт Шоттки, МДП структуры и др.), для которых наиболее развиты эмиссионные модели.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Р.Фишер, Х.Нойман. Автоэлектронная эмиссия полупроводников. М: Наука, 1971. - 216 с.
2. В.В.Гавриловец, В.Б.Бондаренко, Ю.А.Кудинов, В.В.Кораблев. ФТП, т.34, № 4, с.455-458 (2000).