

А.И.Крюков (6 курс, каф. ФЭ), В.Б.Бондаренко, к.ф.-м.н., доц.

РАВНОВЕСНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСИ И ПОТЕНЦИАЛА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ КОНЕЧНОГО РАЗМЕРА

Прогресс полупроводниковой электроники на современном этапе связан с возможностью использования субмикронных технологий с применением новых материалов, в том числе композитных и дисперсных. В этих условиях важным представляется исследование структур конечных размеров и, в частности, прогнозирование их параметров.

Реальные полупроводниковые структуры всегда обладают конечными размерами, и как, показывают оценки и расчеты [1], при диффузионно-дрейфовом перераспределении электроактивной примеси в области пространственного заряда (ОПЗ) могут меняться электрофизические параметры системы. В большинстве случаев приближенно полубесконечными можно считать лишь структуры с размерами в несколько десятков микрон и более. Но даже если размеры кристалла велики, диффузионные процессы при небольших температурах (~ 400 К) носят ярко выраженный приповерхностный характер, т.к. на поверхности коэффициент диффузии намного выше, чем в объеме. Поэтому перераспределение примеси у поверхности будет наиболее интенсивно происходить в некотором конечном слое, как в ограниченном образце. Аналогичным будет перераспределение примеси в дисперсных структурах, т.к. объем приходящийся на одну дисперсную частицу конечен. При этом могут сильно изменяться объемные свойства подобных структур. Уровень легирования в таких систем будет зависеть от количества дисперсных частиц в единице объема (дисперсности). Очевидно, что в расчетах проводимости таких структур необходимо учитывать изменение как концентрации носителей, так и масштаба ОПЗ.

Задача о равновесном распределении примеси в дисперсном полупроводнике может быть в частном случае сформулирована в цилиндрической системе координат. Решение было получено в аналитическом виде:

$$N(r) = \frac{2N_1 \cdot |a| \cdot \ell}{r} \cdot \cos^{-1} \left(\arctg \sqrt{\frac{2}{|a|}} - \sqrt{\frac{|a|}{2}} \ln \frac{R_0}{r} \right).$$

Здесь N_1 - концентрация примеси за пределами ОПЗ, R_0 - длина ОПЗ, $\ell = \sqrt{\epsilon kT / 8\pi e^2 N_1}$, $a = 2 - R^2 / 2\ell^2$, r - радиальная координата, отсчитываемая от оси симметрии дисперсной частицы цилиндрической формы. Зависимость уровня легирования от размеров области D , приходящейся на одну частицу, вычисляется из уравнения баланса частиц:

$$N_1 = \frac{N_0 \cdot D}{\sqrt{2/|a|} \cdot \left\{ \sqrt{2/|a|} - \operatorname{tg} \left[\arctg \sqrt{2/|a|} + \sqrt{|a|/2} \cdot \ln(r_0 / R_0) \right] \right\} + D},$$

где N_0 - концентрация примеси при равномерном (неравновесном) ее распределении, r_0 - радиус дисперсной частицы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.В.Гавриловец, В.Б.Бондаренко, Ю.А.Кудинов, В.В.Кораблёв. ФТП, т.34, с.455-458 (2000).