

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА»

УДК 537.533.8

А.В.Невилько (5 курс, каф. ФЭ), В.Б.Бондаренко, к.ф.-м.н., доц.

**САМООРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕМНОГО ЗАРЯДА У ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКА
ПРИ РАВНОВЕСНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПРИМЕСИ**

ABSTRACT: In this paper we discuss the possibility of the self-organization at equilibrium distribution of shallow-level impurity in the surface space region of a semiconductor. It was found the criterion of short range ordering and the impurity distribution in considered system.

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 процессов самоорганизации в полупроводниковых системах, у межфазных границ которых существует возможность формирования сверхструктур.

Как было показано в работе [1], при диффузионно-дрейфовом перераспределении мелкой примеси в области пространственного заряда существенно увеличивается концентрация кулоновских центров у поверхности полупроводника. При этом сокращается среднее расстояние между примесными атомами, что влечет за собой рост энергии взаимодействия между ними и появление корреляции в расположении электроактивных дефектов. Цель настоящей работы – определить критерий самоорганизации объемного заряда у поверхности полупроводника в указанных условиях и найти распределение примесных атомов с учетом их взаимодействия.

Основное уравнение, определяющее итоговое распределение мигрирующих вдоль поверхности примесных атомов, представляет собой равновесное уравнение диффузии:

$$\frac{dN}{d\rho} - \frac{1}{kT} \cdot \frac{dU_S}{d\rho} \cdot N = 0, \quad (1)$$

где $N(\rho)$ - искомое распределение объемного заряда в окрестности выбранного кулоновского центра, $U_S(\rho)$ - самосогласованный потенциал взаимодействия, ρ - радиальная координата в плоскости поверхности, T - температура формирования равновесного распределения. Приближенное аналитическое решение (1) найдено в рамках теории возмущения. В этом случае самосогласованный потенциал взаимодействия представляется в виде суммы $U_S = U_i + \delta U$, где U_i - потенциал системы примесь-изображение, δU - связанная с перераспределением ионной «атмосферы» малая поправка. Для свободной поверхности с собственными электронными состояниями высокой плотности и контакта металл-полупроводник потенциал U_i - потенциал диполя. При этом непосредственное интегрирование (1) приводит к результату:

$$N(\rho) = N_0 \cdot \exp \left\{ \frac{U_0 - U_i(\rho)}{kT} + \frac{4\pi\epsilon^2 N_0 a^2}{\epsilon \cdot kT} \cdot \exp \left(\frac{U_0}{kT} \right) \cdot \left[1 - \exp \left(- \frac{U_i(\rho)}{kT} \right) \right] \right\} \quad (2)$$

Здесь N_0 - уровень легирования полупроводника, U_0 - величина поверхностного изгиба зон, ϵ - диэлектрическая проницаемость полупроводника, a - длина диффузионного прыжка примесного атома. Из выражения (2) следует критерий формирования в рассматриваемой системе ближнего порядка:

$$\frac{4\pi e^2 N_0 a^2}{\varepsilon \cdot kT} \cdot \exp\left(\frac{U_0}{kT}\right) \geq 1 \quad (3)$$

Для системы с $\varepsilon = 12$ (Si), $U_0 = 0.5$ эВ, $a = 3$ Å при $T = 600$ К соотношение (3) выполнено, начиная с уровня легирования $N_0 = 2.4 \cdot 10^{16}$ см⁻³.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гавриловец В.В., Бондаренко В.Б., Кудинов Ю.А., Корablёв В.В.// ФТП. Т.34. 2000. С.455-458.