

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАРЯДА В ДИЭЛЕКТРИКЕ НА ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ МДП ТРАНЗИСТОРА

Авдеев Н.А, Гуртов В.А., Урицкий В.Я*, Федосеев А.А.. Петрозаводский Государственный Университет, *Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. Петрозаводск, Россия.

INFLUENCE DIELECTRIC CHARGE LOCALIZATIONS ON WORK PARAMETRS MOS TRANSISTOR

Avdeev N.A., Gyrtov V.A., Uritsky V. J., Fedoseev A.A. Petrozavodsk State University, Sankt-Peterburg State University of Electrotechnics.

В процессе производства интегральных схем технологические воздействия (например, химическое осаждение поликремниевого затвора) приводят к образованию в слое SiO_2 механических напряжений, локализованных у истока (стока) транзистора. Указанные области содержат повышенную концентрацию дефектов, способных накапливать заряд. В результате воздействия ионизирующего излучения накопление заряда на дефектах приводит к изменению выходной вольтамперной характеристики МДП-транзистора [1].

В данной работе представлены результаты численного расчета выходной зависимости МДП-транзистора с учетом заряда в окисле, захваченного у областей истока и стока.

Для упрощения расчетов была принята следующая математическая модель: накопленный в диэлектрике заряд распределен равномерно только в некоторой области, прилегающей к истоку или стоку, а в остальной области заряд отсутствует. В рамках модели неравномерность распределения заряда учитывается изменением величины плоских зон V_{FB} вдоль канала, которая определяется выражением

$$V_{FB} = \begin{cases} 0, & \text{если } y < L/2 \\ \text{const}, & \text{если } y \geq L/2 \end{cases} \quad (1)$$

где y - координата, направленная вдоль канала, L – длина канала.

Полный ток возможно рассчитать из зависимости поверхностного потенциала y_s от напряжения $V(y)$ вдоль канала с учетом неравномерности изменения величины V_{FB} . Эта зависимость находится из выражения

$$V_G' = V_G - V_{FB} = \frac{e_s e_o kT}{C_{ox} q L_D} F(b y_s, V, n_{p0} / p_{p0}) + y_s \quad (2)$$

Плотность полного тока n -канального МДП-транзистора, с учетом диффузионной и дрейфовой компонент, определяется выражением.

$$J_D(x, y) = q \cdot \mu_n \cdot E_y + q \cdot D_n \nabla n \quad (3)$$

где μ_n , D_n – коэффициенты подвижности и диффузии соответственно.

Используя приближение плавного канала, проинтегрируем (3) как по длине, так и по глубине канала и получим интегральное выражение для полного тока [4].

$$I_D = \frac{Z e_s e_o m_n}{L L_D} \int_0^{V_D y_s(V)} \int_{j_0} \frac{e^{b y - b w}}{F(b y, V, n_{p0} / p_{p0})} dy dV \quad (4)$$

где, e_s - диэлектрическая проницаемость полупроводника, e_o - диэлектрическая проницаемость вакуума, j_0 – уровень Ферми, $y_s(V)$ – функция зависимости поверхностного потенциала от напряжения $V(y)$ обратного смещения в точке y по отношению к потенциалу истока, F – фактор пространственного заряда [3]

Выходная характеристика МДП-транзистора находится путем вычисления интеграла в выражении (4) методом квадратур, с учетом влияния заряда в диэлектрике на величину $\psi_s(V)$. Численные расчеты показывают, что при сравнительно небольшом напряжении исток-сток ($V_D < 2$ В) распределение заряда в диэлектрике относительно контактов исток и сток практически не влияет на величину тока I_D . С возрастанием напряжения V_D разница между выходными характеристиками, которые соответствуют локализации заряда у истока и стока, постепенно увеличивается. В области тока насыщения эта разница достигает максимального значения.

Изменение напряжения отсечки V_{SAT} по сравнению со структурой без заряда в диэлектрике возникает только в случае локализации заряда в области

стока. В случае расположения заряда в области у истока, как показывают расчеты, изменения величины напряжения отсечки не происходит.

Зависимость выходной вольтамперной характеристики от локализации захваченного заряда может быть использована на практике для определения расположения дефектов в диэлектрике МДП-транзисторов относительно контактов исток и сток.

Литература

1. A. Jaksic, G. Ristic, M. Pejovic, A. Mohammadzadeh, C. Sudre. Gamma-Ray Irradiation and Post-Irradiation Responses of High Dose Range RADFETs. Jaksic-IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE;IEEE TRANS NUCL SCI 02,49,3,1356,1363,605HE
2. Левин М.Н., Татаринцев А.В., Гитлин В.Р. Радиационное тестирование МДП-элементов интегральных схем. Воронежский Государственный Университет: Вестник ВГУ, 2003, № 2.
3. С. Зи. Физика полупроводниковых приборов М. Мир 1984
4. Попов В.Д. Исследование дефектов в плёнках SiO₂ методом измерения напряжения пробоя. // Шумовые и деградационные процессы в полупроводниковых приборах. (Метрология, диагностика, технология): Материалы докладов научно-технического семинара (Москва, 27–30 ноября 1995 г.). М.: МНТОРЭС им. А. А. Попова, МЭИ, 1996. С.210–214.
5. Моделирование процесса термического отжига заряда в диэлектрике МДП структур. Авдеев Н.А., Назаров А.И., Федосеев А. А. 4-ая интернет-конференция. Тамбов 2001
6. В.А. Гуртов. Полевые транзисторы со структурой металл-диэлектрик-полупроводник Учебное пособие. Петрозаводск 1984.