

# НАПРЯЖЕНИЕ ПРОБОЯ P-N ПЕРЕХОДА С ОБЪЕМНЫМ ДЕЛИТЕЛЬНЫМ СЛОЕМ

Ачба М.Т., Шаповалова Е.В., Эмирова И.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук Мурзин Д.Г.

Севастопольский национальный технический университет, Украина

E-mail: elt.sevntu@gmail.com

**Аннотация** — Рассмотрена зависимость максимального напряжения p-n перехода с объемным делительным слоем (ОДС) от местоположения ОДС.

## 1. Введение

Для твердотельных полупроводниковых электронных ключей обеспечение малого падения напряжения (малого сопротивления) на открытом ключе и высокого пробивного напряжения достигается различными конструктивно-технологическими методами. Повышение предельного рабочего напряжения биполярных транзисторов с помощью объемных делительных слоев в теле высоковольтного коллектора было предложено в работе [1].

В докладе приводится анализ влияния местоположения ОДС в структуре p-n на пробивное напряжение структуры.

## 2. Основная часть

Объемный делительный слой представляет собой тонкую сетку с регулярной структурой, которая встроена в высокоомную область базы p-n перехода. Шаг сетки (расстояние между элементами сетки) определяется уровнем легирования высокоомной базы и составляет десятки микрометров, что соизмеримо с шириной области пространственного заряда (ОПЗ) при рабочем обратном напряжении. Оценочно глубина залегания сетки  $W$  определяется полушириной ОПЗ при максимальном обратном напряжении (рис. 1).

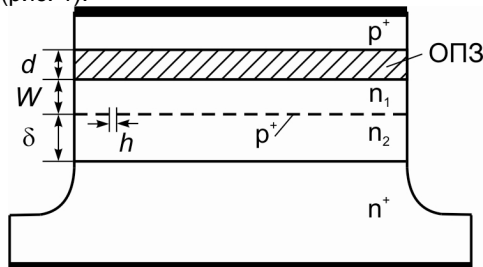


Рис. 1

Одномерное приближение решения уравнения Пуассона для модельной структуры с бесконечно тонкими сильнолегированными p+-элементами [2] может быть описано в виде эквивалентной схемы, содержащей две последовательно включенные емкости, одна из которых постоянна, а вторая уменьшается с ростом напряжения на переходе ОДС-база. С учетом двумерной топологии ОДС при последовательном соединении емкостей выполняется равенство

$$U_1 C_1 = \alpha U_2 C_2,$$

где  $\alpha = 2S_p / S_j$  — коэффициент формы ОДС;  $U_1$  — приращение напряжения на p-n переходе;  $U_2$  — приращение напряжения на переходе ОДС-база;  $S_j$  — площадь основного p-n перехода;  $S_p$  — площадь p-элементов ОДС.

Полное напряжение на p-n переходе с ОДС равно

$$U = U_{см} + U_1 + U_2.$$

Максимальное напряжение определяется лавинным пробоем основного перехода ( $x = 0$ ) либо перехода ОДС-n-база ( $x = W$ ). Если ОДС находится ближе к основному p-n переходу, чем полуширина ОПЗ  $\delta$  при напряжении лавинного пробоя ( $W < 0,5 \delta_0$ ), то критическая напряженность поля, при которой начинается ударная ионизация, достигается в плоскости перехода ОДС-n-база.

Зависимость максимального напряжения на структуре от местоположения ОДС

$$U_{max} = U_{B0} \left( 1 + \frac{W}{\delta_0} + \frac{W^2}{\delta_0^2} \right),$$

где  $U_{B0}$  — напряжение лавинного пробоя.

Если глубина залегания ОДС превышает половину ширины ОПЗ ( $W > 0,5 \delta_0$ ), то пробой происходит на основном p-n переходе, и максимальное напряжение на структуре будет равно

$$U_{max} = U_{B0} \left( \frac{3W^2}{\delta_0^2} - \frac{6W}{\delta_0} + 4 \right).$$

Отсюда следует, что при  $W / \delta_0 = 0,5$  для ОДС с коэффициентом формы  $\alpha = 1$ , максимальное значение напряжения, равно  $1,75 U_{B0}$ .

## 3. Заключение

Таким образом, структура p-n перехода с ОДС позволяет повысить напряжение пробоя более чем в полтора раза по сравнению с напряжением пробоя одиночного p-n перехода. При увеличении числа ОДС в базе конфигурация поля в ней будет аналогична постоянному полю в i-области p-i-n структуры.

## 4. Список литературы

- [1] Chen X.B. A Novel High-Voltage Sustaining Structure with Buried Oppositely Doped Regions / X.B. Chen, X. Wang, J.K.O. Sin // IEEE Transactions on Electron Devices. — 2000. — Т.47, № 6. — С.1280 — 1285.
- [2] Гусев В.А. Объемный делительный слой в структуре высоковольтных полупроводниковых приборов / В.А. Гусев, Д.Г. Мурзин // Вестник СевГТУ; Сер. Информатика, электроника, связь: Сборник науч. трудов. — 2007. — № 82. — С.85 — 89.

## BREAKDOWN VOLTAGE OF THE P-N JUNCTION WITH A VOLUMETRIC DIVIDING LAYER

Achba M.T., Shapovalova E.V., Emirova I.A.

Scientific adviser: Murzin D.G.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

**Abstract** — The dependence of the maximum voltage of the p-n junction with volumetric dividing layers (VDL) on the location of the VDL is considered.