

ОСОБЕННОСТИ ВИДА ПРОФИЛЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСИ, ФОРМИРУЕМЫХ МИГРАЦИЕЙ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ

О. И. Величко

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
velichkomail@gmail.com*

Аннотация. Показано, что с увеличением среднего времени жизни межузельных атомов «хвост» на профиле распределения ионно-имплантированной примеси после термообработки меняет форму от прямой линии к выпуклой кривой.

В работах [1, 2] были получены аналитические решения системы уравнений межузельной диффузии примесных атомов для различных начальных распределений примеси. Предполагалось, что межузельный атом примеси совершает один акт миграции, после чего переходит в положение замещения или захватывается неподвижной ловушкой. Также предполагалось, что имеет место непрерывная генерация подвижной межузельной компоненты в области высокой концентрации примеси. Было показано, что в этом случае в области низкой концентрации примеси имеет место образование «хвостов», которые имеют вид прямой линии в случае логарифмического масштаба по оси концентрации. В данной работе рассмотрен другой предельный случай межузельной диффузии, когда атом примеси также совершает один акт межузельной миграции, однако попадает он в межузельное положение непосредственно после имплантации, а непрерывная генерация подвижных межузельных атомов во время термообработки отсутствует. Следует ожидать, что данное явление будет наиболее выражено в случае имплантации легких ионов, например бора, и при имплантации средних доз более тяжелых ионов ($\sim 10^{14}$ см⁻²), когда максимальная концентрация атомов примеси меньше предела растворимости примеси в кремнии, но выше собственной концентрации носителей при температуре отжига.

Для расчетов использовался закон сохранения количества атомов примеси

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = \frac{C^{AI}(x,t)}{\tau^{AI}}, \quad 1$$

который был дополнен нестационарным уравнением диффузии межузельных атомов

$$\frac{\partial C^{AI}}{\partial t} = d^{AI} \frac{\partial^2 C^{AI}}{\partial x^2} - \frac{C^{AI}}{\tau^{AI}}. \quad 2$$

Здесь $C(x,t)$ и $C^{AI}(x,t)$ — общая концентрация примеси и концентрация межузельных атомов примеси соответственно; d^{AI} и τ^{AI} — коэффициент диффузии и среднее время жизни неравновесных межузельных атомов примеси.

Для начального распределения межузельных атомов примеси, задаваемого функцией распределения Гаусса, было получено аналитическое решение уравнения (2). Расчет общей концентрации примесных атомов осуществлялся посредством интегрирования полученного решения с использованием квадратурной формулы Гаусса с 16 узлами. Полученные результаты представлены на рисунке.

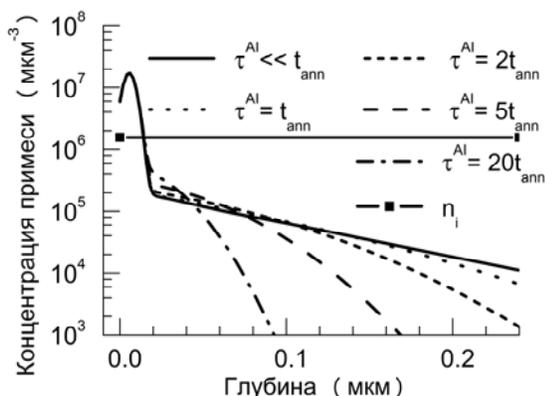


Рисунок – Рассчитанные профили распределения общей концентрации примеси после низкотемпературной термообработки (750 °) для различных значений отношения среднего времени жизни межузельных атомов бора τ^{Al} к продолжительности отжига t_{ann}

Как видно из рисунка, при среднем времени жизни межузельных атомов примеси существенно меньшем времени отжига t_{ann} «хвост» профиля распределения концентрации бора представляет собой прямую линию в логарифмическом масштабе по оси концентраций. При увеличении среднего времени жизни τ^{Al} «хвост» становится выпуклым, приобретая форму распределения Гаусса и характеризуясь возрастанием крутизны падения концентрации примеси в объеме полупроводника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Impurity diffusion via an intermediate species: The B-Si system / N.E.B. Cowern [et al.] // Phys. Rev. Lett. - 1990 - Vol. 65, No.19. -P. 2434-2437. doi:10.1103/PhysRevLett.65.2434.
2. Velichko, O.I. Analytical solution of the equations describing interstitial migration of impurity atoms / O.I. Velichko, N.A. Sobolevskaya // Nonlinear Phenom. Complex Syst. - 2011. - Vol. 14, No.1. - P.70–79.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ АЗОТА НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА

Г. А. Гусаков¹, А. В. Мудрый², Л. П. Рогинец³

¹НИИ прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко БГУ, gga68@rambler.ru

²Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению

³ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси

Последнее десятилетие усилился интерес к исследованию механизмов образования радиационных дефектов в алмазе. Прежде всего, это относится к центру $(N-V)^-$, который в настоящее время рассматривается как базовый элемент будущего квантового процессора [1]. Кроме того, данная информация важна для анализа работы дат-