

КОМПЛЕКСЫ СОБСТВЕННЫХ ТОЧЕЧНЫХ ДЕФЕКТОВ, СФОРМИРОВАННЫЕ В КРЕМНИИ БОМБАРДИРОВКОЙ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫМИ ИОНАМИ ХЕ⁺ И ПОСЛЕДУЮЩИМ ОТЖИГОМ

Д.В. Данилов¹⁾, Н.А. Маслова¹⁾, О.Ф. Вывенко¹⁾, В.А. Скуратов²⁾, В.А. Володин³⁾

¹⁾ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

²⁾ Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

³⁾ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

Ионная имплантация легких элементов ($Z < 20$) с энергиями сотни кэВ широко применяется в промышленном производстве различного рода структур на основе кремния. В этом случае распределение внедренной примеси и сопутствующих собственных точечных дефектов по глубине хорошо описывается существующими моделями и алгоритмами [1, 2], как и хорошо известны спектры разрешенных состояний вводимых дефектов в запрещенной зоне. Подобные сведения о результатах воздействия высокоэнергетических (более МэВ) и тяжелых ионов довольно скудны [3] и однозначное понимание происходящих процессов еще не достигнуто.

Большие размеры атомов имплантируемых ионов неизбежно приводят к образованию каскадов взаимодействий, сопровождающихся, в частности, формированием трекового характера нарушений, глубина проникновения которых может превышать проекционную длину ионов [3]. Трековые области могут быть заполнены атомами практически любого сорта за счет процесса трековой миграции атомов из поверхностного слоя или из матрицы. При этом коэффициент диффузии атомов вдоль канала треков на многие порядки превышает его величину для ненарушенного материала, что может быть использовано для создания электронных устройств нового типа.

В настоящей работе исследовались пластины (100) Cz-SiC концентрацией фосфора 10^{15} см^{-3} , подвергнутые одностадийной имплантации ионами ксенона с энергией 167 МэВ и дозой $5 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$ и последующему последовательному отжигу при 400 °С, 500 °С и 600 °С. Для электрофизических исследований с поверхности образца химическим травлением снимался слой окисла, и производилось термическое напыление золота для создания Шоттки контактов. Распределение и спектры катодolumинесценции (CL), как и тока, наведенного электронным пучком (ЕВІС) в поперечном сечении были получены на отполированной поверхности скола пластины.

Емкостные измерения шоттки диодов показали, что в приповерхностной области имплантации глубиной 1-3 мкм присутствует большое число акцепторных глубоких уровней, которые по результатам DLTS были приписаны состояниям дивакансионных комплексов. Вольт-амперные характеристики обнаружили уже при комнатной температуре присутствие дополнительного барьера таких диодов, ограничивающий протекание тока вплоть до 1,5 В прямого смещения. Распределение ЕВІС контраста при возбуждении поперечной поверхности образца характеризовалось резким изменением направления тока диодов на глубине около 20 мкм, соответствующей проекционной глубине ионов ксенона с использованной энергией. Люминесцентные исследования при 70К показали присутствие набора линий и широких полос люминесценции в спектральном диапазоне 1200 нм – 1600 нм. Часть пиков была идентифицирована и приписана собственным междоузельным комплексам в кремнии и было обнаружено, что они присутствуют не только в пределах области имплантации, но и на глубинах в разы её превышающую.

Литература

1. В.С. Вавилов, А.Е. Кив, О.Р. Ниязова Механизмы образования и миграции дефектов в полупроводниках // Наука, 1981.
2. P. Pellegrino Separation of vacancy and interstitial depth profiles in ion-implanted silicon: Experimental observation // Applied Physics Letters 78 2001, 3442–3444.
3. Ф.Ф. Комаров Дефектообразование и трекообразование в твердых телах при облучении ионами сверхвысоких энергий // Успехи физических наук 173 2003, 1287-1318