

УДК 621.38:537.534.9

М.В.Хуторщиков (5 курс, каф. ПФОТТ), А.И.Титов, д.ф.-м.н., проф.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ РАЗУПОРЯДОЧЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ КРЕМНИЯ ИОНАМИ СРЕДНИХ МАСС

В настоящее время основные представления об образовании и отжиге радиационных повреждений, обусловленных внедрением в полупроводниковые материалы ускоренных ионов, уже получены для многих экспериментальных ситуаций. Так, при бомбардировке тяжелыми ионами плотность выделения энергии в упругих столкновениях велика и каждый ион создает аморфную область в окрестности своего трека. С уменьшением массы ионов наблюдается снижение плотности генерации дефектов и выделения энергии в индивидуальных каскадах, которые разделяются на отдельные, пространственно разнесённые субкаскады; разупорядоченные области (РО) в этом случае, могут возникать только для некоторых подобных субкаскадов. Распределение этих субкаскадов по размерам и пространству до сих пор не изучалось. Не обсуждался и вопрос о распределении отдельных РО по размерам. В данной работе эта проблема рассматривается на примере имплантации ионов Ar^+ с энергией 50 кэВ в кремний для диапазона глубин 0...50 нм. Информация о субкаскадах получалась моделированием торможения ионов с помощью программы TRIM 95. В предположении, что средний субкаскад может быть описан сферически симметричной функцией Гаусса, нами были рассчитаны их распределения по таким параметрам, как стандартное отклонение, глубина залегания центра субкаскада и его поперечное смещение относительно первоначального направления движения иона.

Соответствующие результаты, полученные для сорока пяти ионов аргона, представлены на рис. 1, 2 и 3. Полное число субкаскадов при этом составляло 288.

Известно, что пики смещения или тепловые пики могут переводить вещество в неупорядоченное состояние, если концентрация смещенных атомов или средняя энергия, передаваемая атомам каскада превосходят некоторую критическую величину [1]. В настоящей работе использовалось представление о переходе вещества в аморфное состояние в той части субкаскада, где концентрация дефектов превосходит некоторый критический уровень – n_c [2]. При дальнейшем облучении в результате процессов взаимодействия таких РО с точечными дефектами и/или термического отжига распределение по размерам созданных таким образом РО может изменяться. Этот вопрос обсуждается в работе [3]. Здесь мы рассматриваем только вопрос о первичной генерации дефектов.

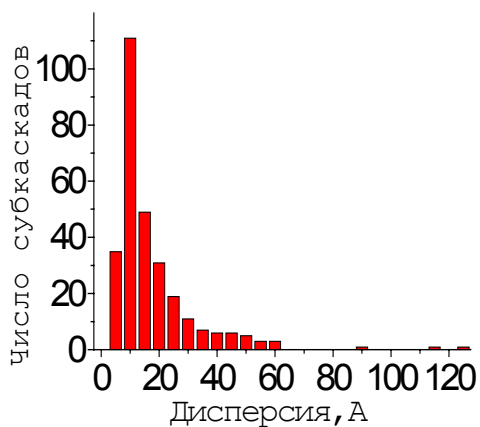


Рис. 1

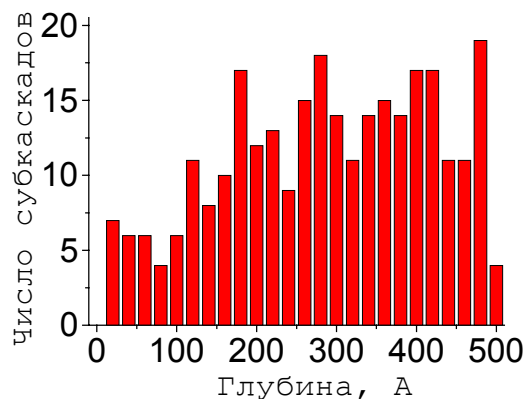


Рис. 2

Значение величины n_c выбиралось, исходя из экспериментально измеренного в [4] уровня повреждения кристалла. Полученное в итоге распределение разупорядоченных областей по размерам приведено на рис.4. По вертикальной оси отложено число РО с данными радиусами в расчёте на $1,25 \cdot 10^{14}$ ионов.

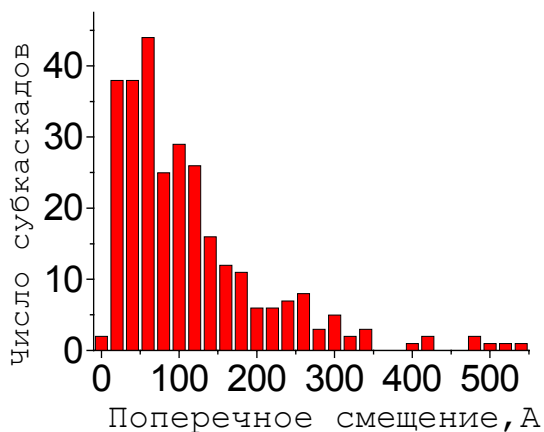


Рис. 3

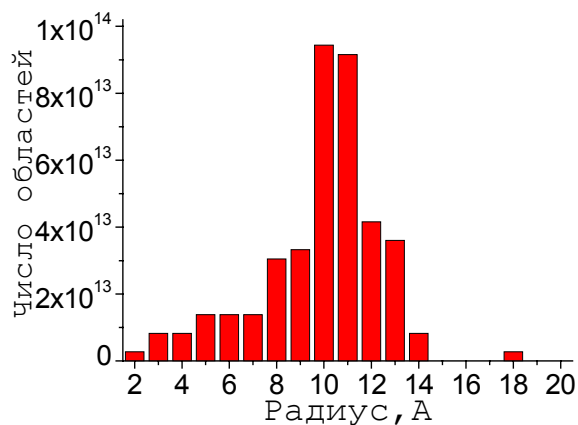


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дж. Дэвис// В кн.: Модифицирование и легирование поверхности лазерными, ионными и электронными пучками. М.: Машиностроение, 1987. С. 20.
2. Swanson M.L., Parsons J.R., Hoelke C.W.// Radiat. Eff. 1971. V.9. P. 249.
3. Кучеев С.О.// В кн.: Взаимодействие ионов с поверхностью. Матер. XIV Междунар. конф. М.: изд. МИФИ, 1999. Т. 2. С. 78.
4. Никулина. Л.М.// Дисс...к.ф.-м.н..Л.: ЛПИ, 1987.