

Влияние высокоэнергетичной ионной имплантации на изменение физико-механических свойств монокристаллов кремнияБринкевич Д.И.¹, Просолович В.С.¹, Янковский Ю.Н.¹, Черный В.В.²¹Белорусский государственный университет,²Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы являлось исследование влияния радиационных дефектов, созданных высокоэнергетичной имплантацией, на микротвердость монокристаллического кремния. Имплантация кремния ионами B^+ , Ag^+ и O^+ с удельной энергией ~ 1 МэВ/нуклон и дозами от $1 \cdot 10^{13}$ до $1 \cdot 10^{16}$ $см^{-2}$ проводилась при комнатной температуре на импульсном циклотроне ИЦ-9. Проецированный пробег ионов в исследованных материалах составлял ~ 15 мкм. Измерения микротвердости (Н) проводились на приборе ПМТ-3 по стандартной методике вдоль направления $\langle 100 \rangle$.

Установлено, что имплантация ионов B^+ , Ag^+ и O^+ приводит к приповерхностному упрочнению пластин кремния: микротвердость при малых нагрузках (50 г) существенно возрастала, а при нагрузках 200 г и выше ее изменения не превышали 3–5 %, что близко к погрешности измерений. Эффект приповерхностного радиационного упрочнения существенно зависел от вида и дозы имплантируемых ионов. Так при имплантации ионов бора указанный эффект достигал максимума при дозе имплантации $\sim 5 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$, а для ионов кислорода и аргона не выходил на насыщение даже при максимальной дозе $1 \cdot 10^{16}$ $см^{-2}$. Показано, что дефекты, ответственные за приповерхностное радиационное упрочнение кремния, являются электрически неактивными дефектами междоузельного типа и формируются в процессе диффузии к поверхности кремния собственных междоузельных атомов (I) из нарушенного ионной имплантацией слоя. С ростом дозы большая часть I связывается в комплексы в пределах дефектного слоя в области ядерного или электронного торможения. При увеличении массы иона эффективность дефектообразования в пределах дефектного слоя растет, что приводит к снижению концентрации инжектированных к поверхности I.

Высокоэнергетичная имплантация всех использовавшихся ионов приводила также к увеличению дисперсии случайного распределения значений диагонали отпечатка при индентировании при малых нагрузках. Это свидетельствует об образовании у поверхности пластин (на глубине до 1 мкм, соответствующей глубине внедрения индентора при нагрузке 50 г) дефектных областей с размерами, близкими к размерам отпечатков индентора при указанной нагрузке (~ 5 мкм).