

Формирование нанорельефа при ионном облучении поверхности германия и кремния

Петров Дмитрий Валерьевич, Патракеев Андрей Станиславович, Алышев Сергей Владимирович

студент

Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова

Физический факультет, Москва, Россия

E-mail: petrovdmitrii@gmail.com

Нанорельеф, возникающий на поверхности твердых тел при ионном облучении, обнаружен около тридцати лет назад. В первых экспериментах при падении пучка ионов под углом к поверхности полупроводниковой или металлической мишеней наблюдался рифленый рельеф нанометрового масштаба. При этом предполагалось, что при нормальном падении пучка на облучаемой поверхности должен возникать упорядоченный рельеф в виде нанохолмов. Однако впервые формирование такого рельефа под действием ионной бомбардировки было обнаружено лишь в 1999 году [1].

Результаты работы [1] продемонстрировали перспективность применения ионной бомбардировки в создании наноструктур для электронных и оптоэлектронных приборов и стимулировали интенсивные теоретические и экспериментальные исследования в этой области. В настоящей работе проводилось исследование влияния параметров, как ионного облучения, так и параметров облучаемого материала на характеристики нанорельефа.

Эксперименты проводились на сверхвысоковакуумной ионно-лучевой установке. Образцы Ge (111) и Si (100), а также пластин легированного Si – КЭФ-0,5 и КЭФ-4,5 облучались сепарированным по массе пучком ионов Ag^+ или Ne^+ , падающим по нормали к поверхности. Топография поверхности изучалась в атомно-силовом микроскопе (АСМ) Solver P47-PRO, продольное разрешение которого составляло 15 Å.

В случае облучения Si(100) процесс образования нанорельефа можно интерпретировать как развитие первоначального рельефа вследствие распыления поверхности. Однако характер зависимости средней высоты нанорельефа от дозы облучения, измеренной для Ge, показал, что нанорельеф, возникающий под действием ионной бомбардировки, определяется не первоначальной топографией поверхности, а формируется в результате процессов самоорганизации, и его характеристики связаны с параметрами ионного облучения.

Были выполнены также эксперименты по изучению нанорельефа на образцах кремния с разной степенью легированности. Образцы облучались ионами Ag^+ и Ne^+ с энергией 10 кэВ. Результаты измерений показали, что для всех образцов при переходе от бомбардировки ионами Ag^+ к облучению ионами Ne^+ средняя высота нанорельефа возрастает почти в 4 раза. Отметим, что при таком переходе коэффициент распыления кремния Y_{Si} уменьшается. Такое изменение средней высоты нанорельефа с изменением Y противоположно тенденции, наблюдавшейся нами в экспериментах по облучению Ge и Si. Во-вторых, установлено, что при облучении образцов как ионами Ag^+ , так и ионами Ne^+ , средняя высота нанорельефа убывает с ростом концентрации фосфора в образцах.

Таким образом, в настоящей работе наблюдалось образование нанорельефа на поверхности монокристаллов Ge и Si под действием облучения ионами Ag^+ и Ne^+ с энергией 10 кэВ. Впервые обнаружено влияние степени легированности монокристалла кремния на среднюю высоту формирующегося нанорельефа.

Литература

1. S. Facsko, T. Dekorsy, C. Koerdt, C. Trappe, H. Kurz, A. Vogt, and H. L. Hartnagel, Science 285, 1551 (1999).