

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОЗПОДІЛУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІМПЛАНТОВАНИХ У КРИСТАЛ АТОМІВ ЗА МЕЖЕЮ ПРОБІГУ

В. Й. Сугаков

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Іонна імплантація має широке наукове і технічне застосування. Профіль імплантованих іонів добре описується низкою розроблених програм. Проте протягом останніх кількох десятиліть при імплантації іонів в кристал спостерігаються нові явища на відстанях від поверхні, що на кілька порядків перевищують довжину пробігу іонів. Так, за межею пробігу іонів спостерігається збільшення мікротвердості, зміна параметра кристалічної ґратки, відбуваються фазові перетворення, тощо. Для цих ефектів за межею пробігу іонів запропонована навіть назва - «ефекти далекодії». Для пояснення ефектів висувалися різноманітні пояснення: припускалось, що важливу роль відіграє радіаційно стимульована дифузія, обумовлена, зокрема, механічними напруженнями, створеними опроміненням, розглядалась роль каскадів, що утворюються при опроміненні, припускалось виникнення солітонів, висувались гіпотези про роль процесів самоорганізації. Всі ці процеси можуть відігравати певну роль в сприянні дифузійного проникнення імплантованих іонів в кристал, проте незважаючи на численні дослідження більшість ефектів не знаходять свого пояснення, незрозумілим залишається явище виникнення структури в розподілі дефектів, пороговий характер явищ, температурна залежність процесів.

У доповіді запропонована модель, яка пояснює і передбачає низку явищ, що відбуваються за межею пробігу іонів. Модель ґрунтується на наступному: 1) число атомів в міжвузлових положеннях (імплантованих і створених опроміненням) перевищує число вакансій створених опроміненням; 2) імплантовані атоми створюють з вакансіями нерухомі комплекси; 3) важливу роль відіграють теплові вакансії. Розв'язок системи диференційних рівнянь приводить до наступних результатів. А) За межею пробігу іонів виникає область, в якій повна концентрація вакансій (створених радіацією і теплових) є набагато меншою за термодинамічно рівноважну концентрацію. Б) В кінці цієї області виникає пік рекомбінації імплантованих атомів з вакансіями зі створенням піка нерухомих комплексів. Розмір області з дуже малою концентрацією вакансій може істотно перевищувати пробіг іонів і досягати кількох десятків мікрометрів. Мале значення густини вакансій змінює поведінку фізичних процесів і властивостей опроміненого матеріалу за межею пробігу іонів. В доповіді наведений аналіз деяких експериментів з точки зору запропонованої моделі.