

## ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И КОМБИНИРОВАННОГО С МАГНИТНЫМИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ МАЛОДОЗОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ

Головин Ю.И., Дмитриевский А.А., Ефремова Н.Ю.

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Россия,  
392000, Тамбов, Интернациональная, 33, E-mail: [dmitr2002@tsu.tmb.ru](mailto:dmitr2002@tsu.tmb.ru)

Изменение свойств объектов живой и неживой природы под действием физических полей, как правило, являются следствием модификации их структурных элементов на клеточном, молекулярном или атомарном уровне. Одним из необходимых условий проявления малодозовых эффектов является наличие у объекта, подверженного низкоинтенсивному воздействию исходной неравновесности. Этому условию в первую очередь удовлетворяют биологические объекты. Однако, наличие в кристаллических структурах дефектов, характеризующихся метастабильным состоянием, также обеспечивает чувствительность физических свойств кристаллов к малодозовым воздействиям. Обладая более простым (по сравнению с органикой) строением, кристаллы являются удобными объектами для исследований природы малодозовых эффектов [1]. В работе исследовалось индивидуальное и комбинированное влияние низкоинтенсивного бета-облучения и электромагнитных полей на механические свойства монокристаллов кремния.

Установлено, что экспозиция Si в поле бета-частиц с плотностью потока  $I \sim 10^5 \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$  приводит к немоному во времени ( $W$ -образному) изменению микротвердости  $H$ . Следует отметить, что подобные полимодальные зависимости наблюдались также и при малодозовом облучении биологических объектов [2]. Анализ спектров рамановского смещения (регистрируемых в центральной области отпечатков индентора) и кривых ползучести, полученных на характерных стадиях облучения, позволил заключить, что немоные изменения микротвердости кремния связаны с преобразованием подсистемы точечных радиационных дефектов (РД). Независимыми взаимодополняющими методами (изохронный отжиг образцов на характерных стадиях облучения, исследование зависимости скорости относительного изменения  $H$  от интенсивности облучения, а также синхронное исследование зависимостей  $H$  и концентрации электрическиактивных РД методом DLTS) были идентифицированы комплексы вторичных РД, ответственные за каждую стадию изменения микротвердости кремния. Предложена качественная модель последовательных квазихимических реакций в дефектной подсистеме, индуцируемых облучением, конечными продуктами которых являются идентифицированные комплексы.

Обнаружено, что слабые магнитные поля (индукция  $B = 0,28 \text{ Тл}$ ) оказывают ингибирующее действие на процесс преобразования подсистемы структурных (собственных и радиационных) дефектов кремния, индуцируемый низкоинтенсивным облучением бета-частицами. Обнаружено влияние электрических полей на динамику изменений микротвердости кремния, индуцируемых низкоинтенсивным бета-облучением. Показано, что «знак» эффекта зависит от взаимной ориентации вектора напряженности электрического поля и направления потока заряженных частиц. То есть, показана принципиальная возможность управления динамикой бета-индуцируемых изменений механических свойств кремния посредством внешних электрических и магнитных полей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 09-02-97541) и «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект № 2.1.1/2643).

### INFLUENCE OF INDIVIDUAL AND COMBINE WITH MAGNETIC AND ELECTRIC FIELDS LOW-DOSES IRRADIATION ON SILICON SINGLE CRYSTALS MECHANICAL PROPERTIES

Golovin Yu.I., Dmitrievskiy A.A., Efremova N.Yu

Tambov state university named by G.R. Derzhavin, E-mail: [dmitr2002@tsu.tmb.ru](mailto:dmitr2002@tsu.tmb.ru)

Effects of the low dose irradiation and weak electromagnetic fields on mechanical properties of silicon single crystals are described.

#### Литература

1. Golovin Yu.I. Low Doses in Physics of Real Crystals // Biophysics. 2004. V. 49. P. 127-154.
2. Бурлакова Е.Б. Особенности действия сверхмалых доз биологических веществ и физических факторов низкой интенсивности // Российский химический журнал. 1999. Т. 43. № 5. С. 3-11.