

- намагниченности циклически перемагничиваемых ферромагнитных сердечников. I. Расчет// Дефектоскопия. – 1991. – № 5. – с. 61-69.
7. Аркадьев В.К. Магнитные коэффициенты формы, вещества и тела. – В кн.: В.К.Аркадьев. Избранные труды. – М.: Изд. АН СССР, 1961, с. 259-274.
 8. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
 9. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. – М.: ОНИКС 21 век, 2005. – 432 с.
 10. Бахвалов Н.С. Численные методы. Анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: НАУКА, 1975. – 632 с.
 11. Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе. – М.: МИР, 1969. – 584 с.

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ Ge ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ЛОКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Тюрин А. И., Иволгин В. И., Повернинова Г. В.

ТГУ, Тамбов

Полупроводниковые материалы Si и Ge до сих пор остаются одним из самых распространенных материалов в микроэлектронике, микроэлектромеханических и наноэлектромеханических системах (МЭМС и НЭМС), они используются для изготовления деталей микроскопов, кантелеверов атомно-силовых микроскопов и др.

При этом определяющую роль начинают играть механические свойства этих материалов в микро- и субмикробъемах и, особенно, условий хрупкого разрушения и вязко-хрупкого перехода.

Поэтому цель работы заключалась в исследовании влияния анизотропии механических свойств Ge на вероятность хрупкого разрушения в зоне действия высоких локальных напряжений.

Эксперименты проводили на установке по динамическому микро- и наноиндентированию собственной конструкции. В качестве индентора была использована алмазная пирамида Берковича. Нагружение осуществляли симметричным импульсом силы треугольной формы и временем фронта нагружения $t = 10$ с. Индентировали плоскость (111) при комнатной температуре. Угол α поворота индентора на плоскости (111) относительно кристаллографических направлений изменялся с шагом в интервале от 0° до 120° . Трещины регистрировались в оптическом микроскопе после снятия нагрузки.

В ходе работы была получена зависимость вероятности хрупкого разрушения W и длины трещины C от угла поворота индентора при нагрузке $P = 160$ мН и времени фронта нагружения $t = 10$ с. При этом вероятность образования трещин W (отношение числа выявляемых трещин к числу углов отпечатков, выраженная в процентах) изменялась от 50% (при $\alpha = 30^\circ$) до 90% (при $\alpha = 90^\circ$) в зависимости от угла поворота. Причем, вероятность образования при 0° равнялась вероятности образования при 120° (рис. 1).

Таким образом, было выявлено влияние ориентации индентора относительно кристаллографических направлений на вероятность образования трещин в зоне действия высоких локальных напряжения.

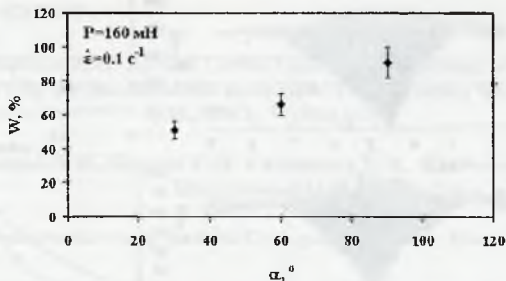


Рис.1. Влияние угла поворота индентора на вероятность образования трещин.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№ 07-02-00906_а, № 06-08-01433)

РОЛЬ РАЗМЕРНОГО И СКОРОСТНОГО ФАКТОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МИКРОРЕЛЬЕФА НА БЕЗДИСЛОКАЦИОННОМ Si В УСЛОВИЯХ СИЛЬНО СТЕСНЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Тюрин А. И., Юнак М. А., Коренков В. В., Иволгин В. И.

ТГУ, Тамбов
aitvurin@narod.ru

Монокристаллический кремний до сих пор остается одним из самых востребованных материалов для полупроводниковой и фотоэлектрической техники, на котором базируется современная электроника, вычислительные системы, солнечные элементы микроэлектромеханические устройства (MEMS). Он используется в кантилеверах атомно-силовых микроскопов и т.д. Поэтому, в связи с широким применением этого материала в различных устройствах на уровне микро- и нанобъемов, актуальным представляется исследование физико-механических свойств, и в первую очередь поверхностных, при действии высоких скоростей относительной деформации.

Целью данной работы являлось определение влияния размерного и скоростного факторов на формирование нанорельефа поверхности в зоне действия высоких локальных напряжений.

Для проведения исследования был взят бездислокационный химически полированный Si. Создание микро- и нанорельефа производили методом динамического наиндентирования. К индентору Берковича прикладывали симметричный импульс нагрузки треугольной формы. Скорость относительной деформации $\dot{\epsilon}$ варьировалась в пределах от 10^2 до 10^4 с^{-1} , размер зоны контакта h_{MAX} в пределах от 0,3 мкм до 1,2 мкм. Контроль микрорельефа проводился с помощью атомно-силового микроскопа AFM Solver. Характерные картины микрорельефа при различных скоростях относительной деформации показаны на рис. 1. Знание рельефа материала в зоне деформирования позволяет определить объем материала, вынесенного в навал ($V_{\text{нав}}$).