

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 ($V_{\text{нав}}$).

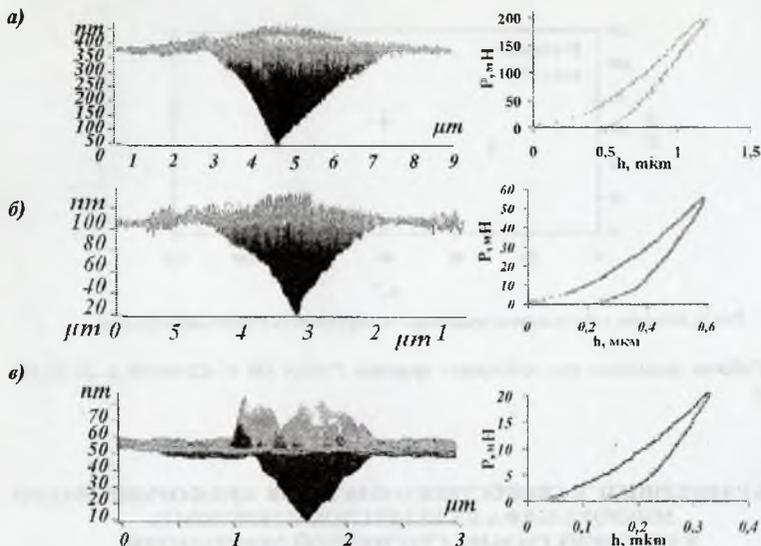


Рис.1. Характерные картины поверхности вокруг пятна контакта и соответствующие им $P(h)$ диаграммы, полученные при $\dot{\epsilon} = 10^2 \text{ с}^{-1}$ и различных масштабах зоны контакта
 а) $h_{\text{МАКС}} = 1,2 \text{ мкм}$; б) $h_{\text{МАКС}} = 0,6 \text{ мкм}$; в) $h_{\text{МАКС}} = 0,3 \text{ мкм}$

В ходе работы показано, что скоростная зависимость доли материала, выдавленного на поверхность из пятна контакта ($V_{\text{нав}}/V_{\text{отп}}$, где $V_{\text{отп}}$ – объем отпечатка) при действии высокого локального напряжения, на химически полированном кремнии очень мала и остается постоянной в исследованном диапазоне $\dot{\epsilon}$ от 10^{-2} до 10^2 с^{-1} (рис.2).

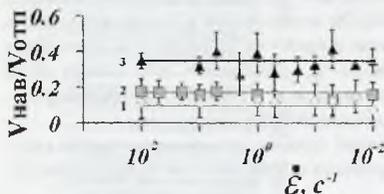


Рис.2. Скоростная зависимость доли материала, вытесненного на поверхность при высоком локальном нагружении.

а) $h_{\text{МАКС}} = 1,2 \text{ мкм}$;
 б) $h_{\text{МАКС}} = 0,6 \text{ мкм}$;
 в) $h_{\text{МАКС}} = 0,3 \text{ мкм}$

Исследование размерного фактора показало, что с уменьшением размера зоны контакта доля материала, вынесенного на поверхность в навал, увеличивается. Во всяком случае, это справедливо для исследованного диапазона размеров зоны деформирования от 1,2 до 0,3 мкм.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-02-00906-а и № 06-08-01433).