УДК 538.911

DOI: 10.17223/00213411/63/6/89

К.В. КРУКОВСКИЙ¹, О.А. КАШИН¹, С.И. РОМАНОВ², О.В. БАКИНА¹, А.И. ЛОТКОВ¹, А.В. ЛУЧИН¹

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МАКРООБРАЗЦОВ КРЕМНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ ОБЛАСТЬ ИЕРАРХИЧЕСКИ ОРГАНИЗОВАННОЙ ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ *

Представлены результаты исследования устойчивости к механическим воздействиям макрообразцов из монокристаллического кремния, содержащих область пористого кремния. Разработан дизайн макрообразцов, обеспечивший формирование поровой структуры на глубину до 170 мкм без растрескивания и разрушения пористой области. Установлено повышение трещиностойкости пористого кремния по сравнению с монокристаллическим кремнием при вдавливании индентора. Определены параметры поровой структуры. Исследованы адсорбционные и десорбционные характеристики поровой структуры образцов. Сделано заключение о возможности использования макрообразцов разработанного дизайна, например, в качестве носителя лекарственных препаратов.

Ключевые слова: пористый кремний, механическая устойчивость, трещиностойкость.

Введение

Уникальные свойства пористого кремния определили его широкое использование в полупроводниковых устройствах, в микро- и нанoeлектронике, солнечной энергетике. В медицине пористый кремний применяют в качестве биосенсоров, фильтрационных мембран для сепарации молекул, контейнерного материала для лекарственных препаратов [1]. Всё это стимулировало активность исследователей по изучению свойств пористого кремния. Ежегодно публикуется более 1000 статей по этому направлению. Значительное количество публикаций посвящено изучению закономерностей формирования пористой структуры в кремнии. На основе этих исследований разработаны надёжные способы получения пористого кремния с регулируемой структурой. Однако при использовании пористого кремния в конкретных изделиях имеется ряд трудностей, одной из которых является его высокая склонность к хрупкому разрушению. В связи с этим пористый кремний в основном получают в виде тонких слоёв ограниченной толщины на подложке из монокристаллического кремния. При формировании слоя пористого кремния больше некоторой критической толщины этот слой растрескивается, отслаивается от подложки и разрушается. Основной причиной является возникновение механических напряжений в процессе формирования пористой структуры, которые возрастают с увеличением толщины пористого слоя. Механизмы этого явления исследовали во многих работах, в частности в [2, 3]. Таким образом, получение пористой структуры в образце макроскопических размеров, устойчивых к механическим воздействиям, представляет определённую проблему. В то же время для ряда применений требуются образцы пористого кремния достаточно большого объёма, в частности, для обеспечения необходимой адсорбционной ёмкости при использовании пористого кремния в качестве контейнерного материала для размещения лекарственных средств. Одним из способов повышения механической устойчивости таких образцов может быть выбор дизайна образцов, снижающих возможность их разрушения вследствие возникающих напряжений при формировании пористой структуры пористого кремния.

Цель настоящей работы – экспериментальное исследование влияния дизайна макрообразцов кремния, содержащих области пористого кремния, на их устойчивость к механическим воздействиям, а также оценка возможности использования полученных образцов в качестве носителей противоопухолевых лекарственных препаратов по результатам исследования их адсорбционных и десорбционных характеристик.

Материалы и методы исследования

В качестве исходной заготовки использовали пластины из монокристаллического кремния квадратной формы размерами 15×15 мм и толщиной 380 мкм с кристаллографической ориентацией

* Работа выполнена в рамках проекта ФЦП, Соглашение № 075-02-2018-147, уникальный идентификатор проекта RFMEFI 60718X0202.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>