

## **Исследование коэффициента жесткости и собственных частот микрокантилеверов для колебательных методик АСМ**

Ю.Ю. Житяева, А.В. Быков

*Южный Федеральный Университет, 347900, Таганрог, Россия  
zhityaeva@sfnu.ru*

Исследовано влияние геометрических параметров кантилеверов из поликристаллического кремния прямоугольной и треугольной формы на нормальное отклонение и резонансную частоту. При изменении длины кантилеверов в диапазонах 60-300 и 50-200 мкм, толщины 0,5-2,5 мкм, сила прижима от 0,05 до 1,1 мкН амплитуда изменялась от 4 до 98 нм, а частота от 37-6907 кГц.

## **Research of the stiffness coefficient and frequency characteristics microcantilevers for the vibrational methods of AFM**

J.Y. Jityaeva, A.V. Bykov

*Southern Federal University, 347900, Taganrog, Russia*

The influence of geometric parameters of polycrystalline silicon of I- and V- shapes cantilevers on the normal deflection and resonant frequency were investigation. The length of the cantilevers changed from 60 to 300 and 50-200  $\mu\text{m}$ , thickness 0.5-2.5  $\mu\text{m}$ , clamping force from 0.05 to 1.1  $\mu\text{N}$ , amplitude varied from 4 to 98 nm, and the frequency from 37-6907 kHz.

Атомно-силовая микроскопия – современный метод исследования поверхности материалов в нанометровом разрешении. Разработано множество аналитических методик, позволяющих проводить комплексное изучение от топологии и фазового контраста до спектральных характеристик. Причем, для каждой методики, конструкция кантилевера должна обеспечивать оптимальное соотношение функциональных параметров, включая коэффициент жесткости и резонансную частоту, которое определяется свойствами выбранных материалов и геометрическими размерами подвижной части. Оптимизация конструкции промышленных кантилеверов, а также разработка новых конструктивно-технологических решений позволяет наилучшим образом подобрать параметры. Целью этой работы является моделирование механических и частотных характеристик кантилеверов различной геометрии для оптимизации конструкции кантилеверов из поликристаллического кремния.

В работе проведено численное моделирование методом конечных элементов с использованием неравномерной тетраэдрической сетки. Обе конструкции закреплены с одной стороны и имеют следующие начальные размеры: прямоугольный -  $95 \times 30 \times 2$  мкм, треугольной -  $100 \times 14 \times 2$  мкм. Выполнено моделирование влияния длины, толщины и силы прижима на отклонение и резонансную частоту. Рассчитанные значения нормального отклонения вершины острия в статическом режиме при изменении силы прижима от 0,05 до 1,1 мкН составили 5-95 нм для прямоугольного и 4-86 нм для треугольного. Изменение толщины с 0,5 до 2,5 мкм приводит к увеличению резонансной частоты с 82 до 463 кГц.

Резонансная частота выше у кантилеверов с треугольной формой, чем у прямоугольных. Причем разница между ними не превышает 26 % для длин до 100 мкм, и уменьшается при увеличении длины. Значения частот снижаются при увеличении длины и уменьшении толщины, что обусловлено увеличением эффективной массы и уменьшением жесткости конструкции.

Результаты, полученные в работе, позволили выработать рекомендации по проектированию кантилеверов из поликристаллического кремния для различных методик АСМ.

Работа выполнена с использованием инфраструктуры НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ.