

УДК 537.533.3

**СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ В ТЕХНОЛОГИИ  
ОЧИСТКИ КРЕМНИЕВЫХ ПОДЛОЖКИ**

© Абдулхаликова К.К.

e-mail: abdulhalikova.karina@yandex.ru

*Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева –КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация*

В настоящее время к чистоте поверхности предъявляют жесткие требования и необходимо их идентифицировать. В данном тезисе будут раскрыты преимущества сканирующей микроскопии, а также ее применение в оценки качества очистки подложек кремния.

Кремний является базовым материалом подложек для микроэлектроники, поэтому создание чистой поверхности является актуальной проблемой. Однако, получения чистого кремния недостаточно, так как от чистоты поверхности подложки кремния зависят технические характеристики полупроводниковых приборов и выход годных изделий.

Также развитие микро- и нанoeлектроники, а именно миниатюризация элементов на подложке кремния, а, следовательно, увеличение отношения  $S/V \sim 1/L$  накладывает требования на степень частоты подложек кремния за счет увеличения влияния поверхности [1], которые зависят от уровня технологии, а также характеристик изделий.

Не только загрязнения на подложке отрицательно влияют на выход годного изделия, а вторичные загрязнения, появляющиеся при адсорбции молекул воды на очищенную поверхность подложки образуют от десятков до сотен мономолекулярных слоев, в которые диффундируют молекулы азота, водорода и других газов. Очищенная поверхность является высокоактивной и на ее поверхности происходит хемсорбция молекул воды, в результате которой ион  $H^+$  отрывается от молекулы воды, а гидроксильные группы  $OH^-$  [2] заполняют трещины и микронеровности подложки.

Для решения данной проблемы необходимо создать чистую гидрофобную поверхность кремния, обладающую водоотталкивающими свойствами. Известно, что на поверхности где сила межмолекулярного взаимодействия с жидкостью превышает взаимодействие с между поверхностными молекулами поверхностью, наблюдаются гидрофобные свойства [3].

$$\cos\theta_0 = \frac{\delta_{sv} - \delta_{sl}}{\delta_{lv}}. \quad (1)$$

У атомов фтора и кислорода наблюдаются схожие аномальные свойства, а именно несоответствующие периодическому закону температуры кипения и плавления, а также постоянные валентности кислорода и фтора, в отличие от остальных элементов группы. У элементов с постоянной валентностью энергия, подведенная к системе, не расходуется на переход атома в возбужденное состояние, а используется для увеличения химической активности в соединениях и молекулах. Но известно, что высоко активные атомы кислорода и фтора между собой не взаимодействуют [4]. Таким образом, фтор по химической активности в соединениях не уступает кислороду и способен замещать его атомы.

Для создания гидрофобной поверхности нами предложен способ включает такие операции по очистке кремниевых подложек:

- органические загрязнения удаляли диметилформамидом;
- пленку окиси, мономолекулярные слои воды и замещение поверхностных гидроксильных групп ОН атомами фтора производили с помощью плавиковой кислоты;
- удаление атомов фтора, оставшихся после травления подложки производилось изопропиловым спиртом;
- непродолжительное хранение производилось в изопропиловом спирте, а при необходимости длительного в спиртовом растворе канифоли.

Для оценки качества очистки и исследования особенностей морфологии мы применяли сканирующий электронный микроскоп Carl Zeiss Auriga Crossbeam с энерго-дисперсионным спектрометром Inca X-Max.. Для нашей задачи способом идентификации выбрана электронная микроскопия потому что:

- Детальное изучение структуры позволит понять характер различных физико-химических процессов, происходящих при электроосаждении металлов;
- также выяснить роль технологических факторов, влияющих на протекание этих процессов;
- высокая разрешающая способность;
- за счет глубины резкости – легкая интерпретация и 3D представление.

В настоящей работе экспериментально показано, что чистая поверхность, изъятая из изопропилового спирта и промытая водой возвращается в исходное состояние. Чистая поверхность с нанесенной пленкой канифоли осталась чистой через 24 часа после снятия пленки.

### Библиографический список

1. Горшков А.П., Тихов С.В. Физика поверхности полупроводников: учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. – 101 с.
2. Абдулхаликова К.К., Вахитов Ф.Х., Карамов Ф.А. Создание чистой гидрофобной поверхности кремниевых пластин и способа ее сохранения// Вестник КГТУ// - Изд-во: Казанского государственного технического университета (КНИТУ-КАИ), 2018 – С.15-17
3. Бойнович Л.Б и др. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение/ Бойнович Л.Б, Емельяненко А.М.// Журнал Успехи химии/ М: «Успехи химии» – 2008 – Т.77. – №7- С. 619-638
4. Раков Э.Г. Парадоксальная химия фтора // Химия – 1999 №7. С. 15