



КРЕМНИЕВЫЕ НАНОНИТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Курсовая работа студентки 2 курса
Георгобиани Вероники Александровны

Кафедра общей физики и молекулярной
электроники

Научный руководитель – к.ф.м.н. Осминкина Л.А.

Введение

Исследователи в последние десятилетия проявляют особый интерес к свойствам композитных материалов, представляющих собой множество связанных друг с другом наноразмерных частиц. На основе таких нанокомпозитов возможно создавать материалы с новыми физическими и химическими свойствами.

Основные факторы, приводящие к существенной модификации свойств:

- квантово-размерный эффект;
- весьма развитая поверхность, которую могут иметь нанокомпозитные среды;

Особенности кремния:

- Является вторым элементом по распространённости в земной коре и одним из основных по содержанию минералом в организме человека.
- Механизм изготовления кремниевых наноструктур довольно прост.
- Наноструктуры обладают эффективной видимой фотолюминесценцией при комнатной температуре.
- Свойства биосовместимости и биodeградации.

Благодаря этим особенностям, наноструктуры кремния представляют большой интерес для науки и технологии и могут широко применяться в электронике, оптоэлектронике и биомедицине.

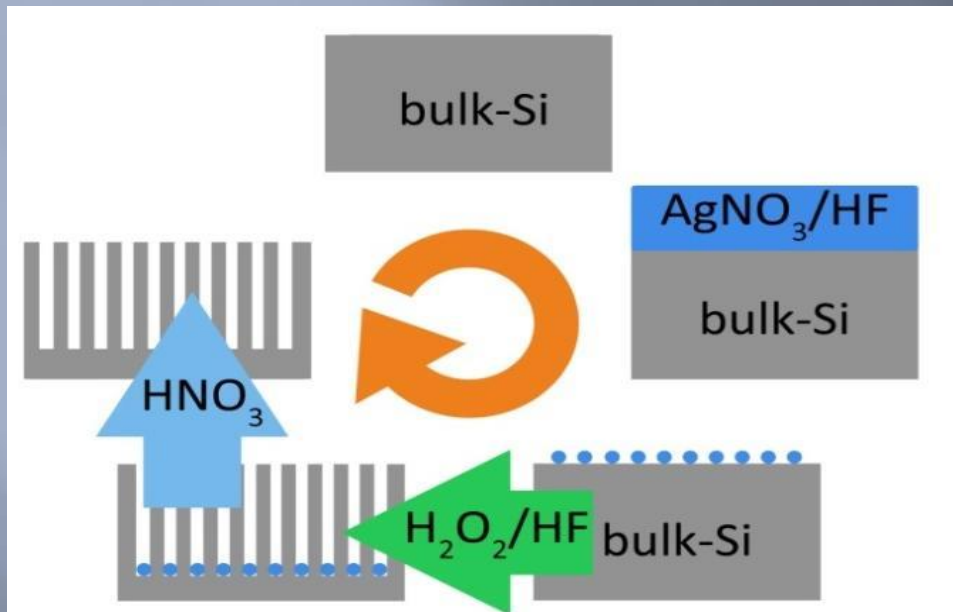
Применение кремниевых наноструктур

- ▣ **Электроника:** для создания толстых диэлектрических плёнок; в качестве буферного слоя при эпитаксии; транзисторы; контакт в литиевых батареях; чипы памяти;
- ▣ **Оптоэлектроника:** светоизлучающие приборы; световоды; солнечные элементы;
- ▣ **Биомедицина:** диагностика и лечение заболеваний.

Применение кремниевых наноструктур

- ▣ **Электроника:** для создания толстых диэлектрических плёнок; в качестве буферного слоя при эпитаксии; транзисторы; контакт в литиевых батареях; чипы памяти;
- ▣ **Оптоэлектроника:** светоизлучающие приборы; световоды; **солнечные элементы;**
- ▣ **Биомедицина:** диагностика и лечение заболеваний.

Получение SiNWs: химическое травление в присутствии частиц Ag



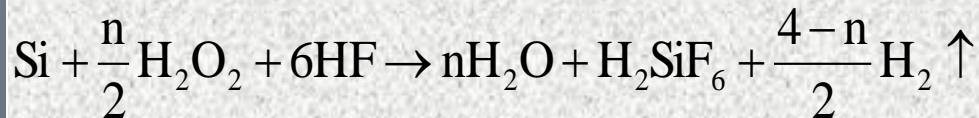
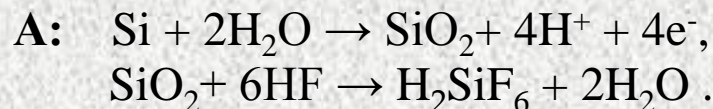
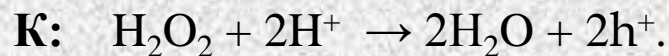
КДБ (100)

1 Ω /см

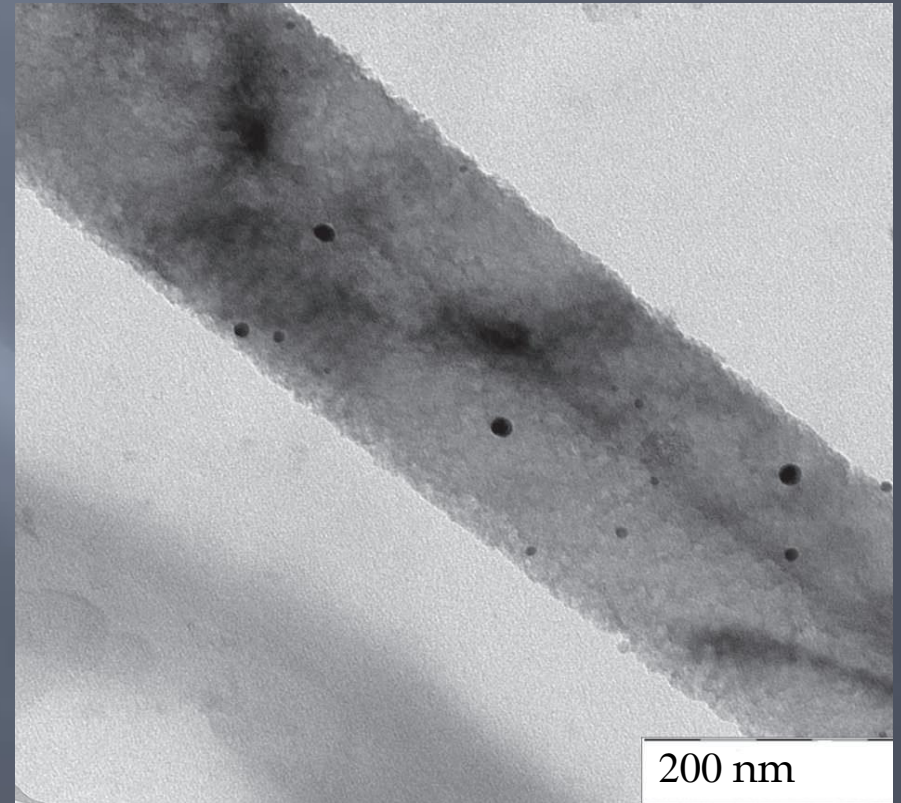
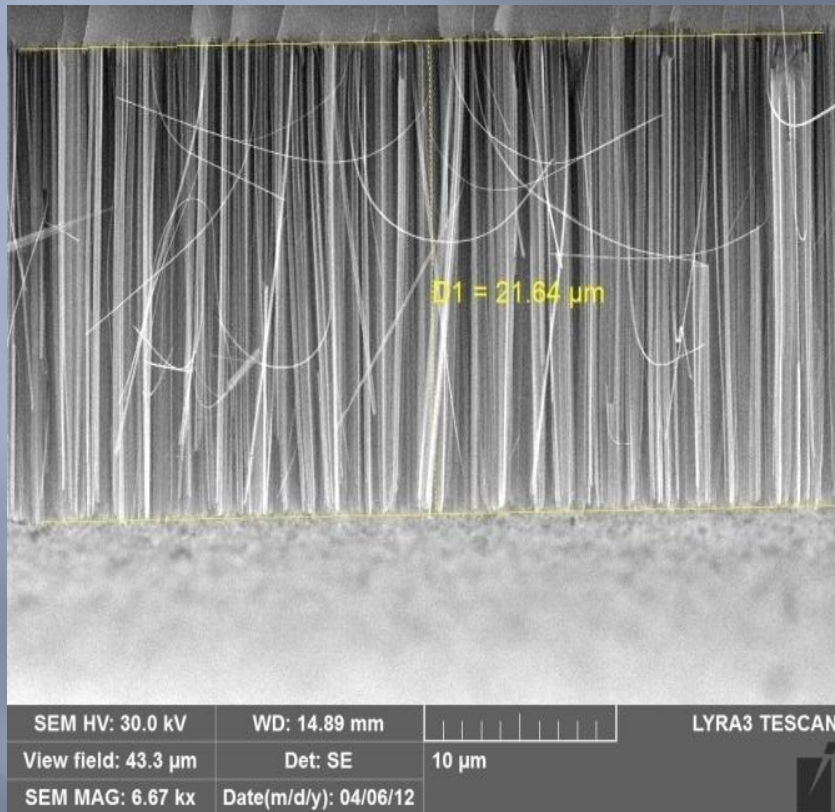
30 мин

МАСЕ

Химические реакции:

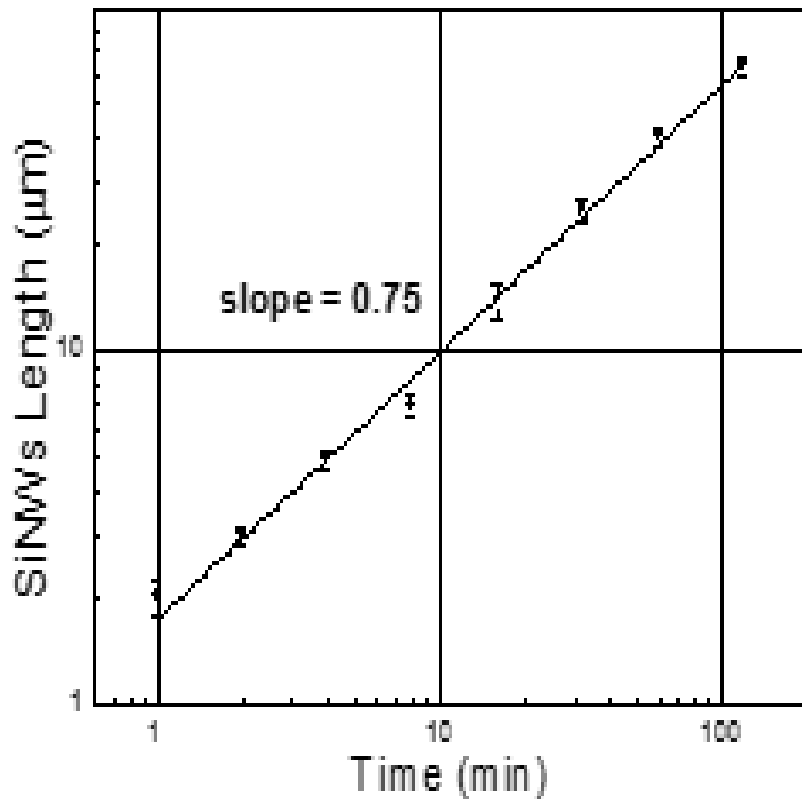


SiNWs, СЭМ и ПЭМ

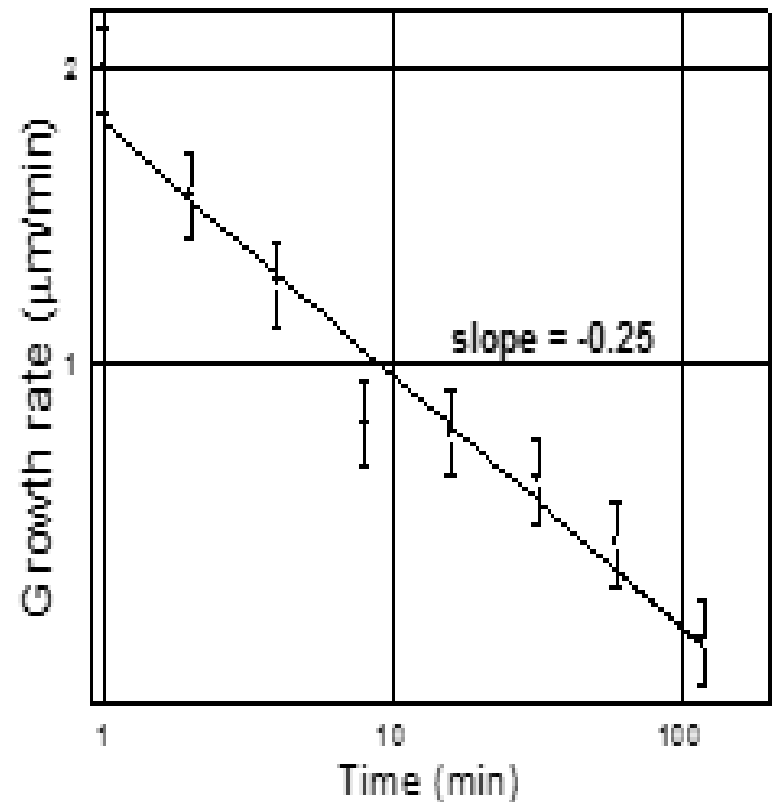


На поверхности кремния образуется слой практически непересекающихся SiNWs с диаметром 20÷200 нм.

Скорость роста SiNWs

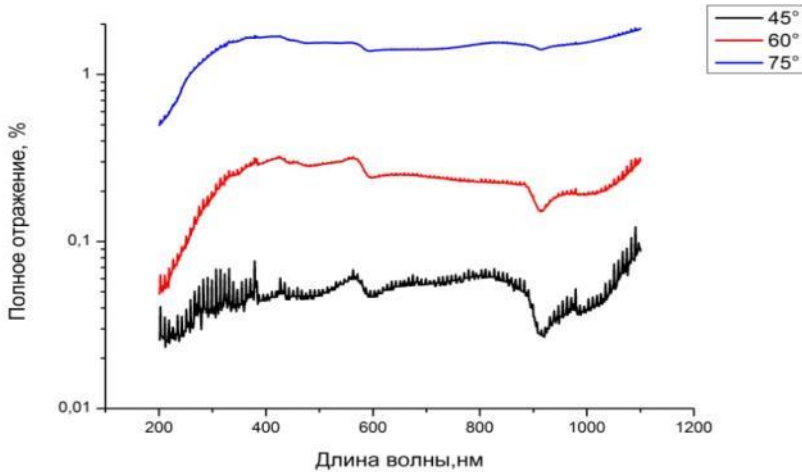
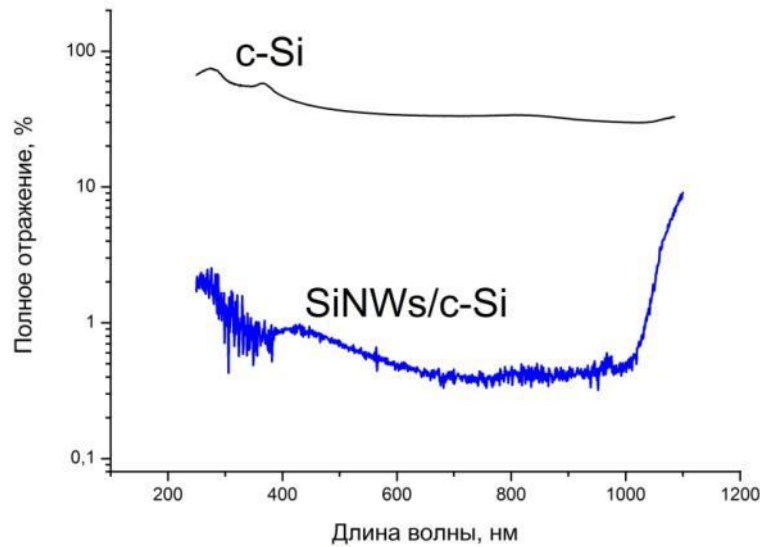


$$L = t^a$$



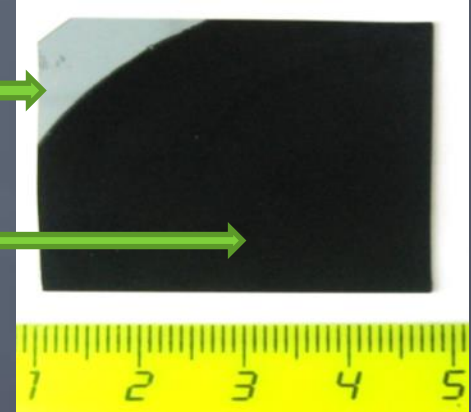
$$V = at^{a-1}$$

Исследование спектров полного отражения SiNWs



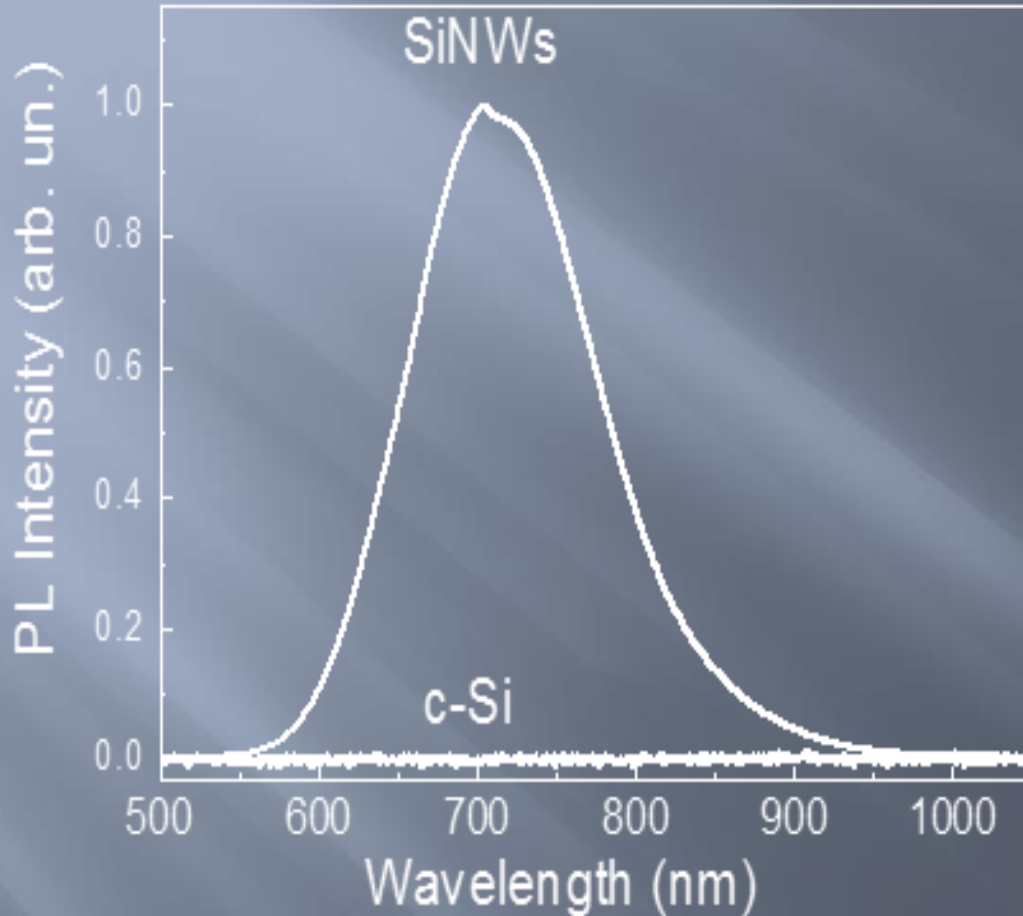
c-Si

SiNWs



«Black Silicon» -
антиотражающее покрытие для
солнечных элементов

Фотолюминесценция образцов SiNWs



КРЭ

$$E_g = E_{g0} + \frac{2\pi^2 \hbar^2}{m_r d^2}$$

$$E_{g0} = 1.12 \text{ eV}$$

$$m_r^{-1} = m_e^{-1} + m_h^{-1}$$



$$d \approx 2.6 \text{ нм}$$

Образцы SiNWs характеризуются широкой линией ФЛ в видимой области спектра с максимум в области 715 нм .

ФЛ метки



Клетки тимоицита собаки CF2Th
Зелёный – клеточная мембрана
Синий – клеточные ядра
Красный – SiNWs

Концентрация (≈ 300 мкг/мл) < критической (2-3 мг/мл)

Выводы

- ❖ Показан простой и доступный способ получения кремниевых SiNWs – химическое травление кристаллического кремния с участием наночастиц серебра (MACE).
- ❖ Изучена структура SiNWs с помощью СЭМ и ПЭМ, показано, что в процессе химического травления на поверхности кремния образуется слой практически непересекающихся SiNWs с диаметром 20÷200 нм.
- ❖ Исследована скорость роста SiNWs, выявлен ее нелинейный характер.
- ❖ Показано, что SiNWs могут использоваться как антиотражающее покрытие для солнечных элементов (“Black Silicon”).
- ❖ Показано, что SiNWs обладают ФЛ свойствами в видимой области спектра. Также она сохраняют ФЛ свойства при проникновении в живую клетку, что может быть использовано в биомедицинских целях (ФЛ метки).

Спасибо за внимание!

Благодарности: руководителю группы проф. Тимошенко В.Ю.,
аспирантам Гончару К., Петрову Д., с.н.с. Абрамчуку С.С.,
студентам Маршову В.С. и Каргиной Ю.А.