**Диагностика бактерий *Escherichia coli* с помощью интерференции Фабри-Перо в различных кремниевых наноструктурах**

**Ван М.1, Назаровская Д.А.2, Домнин П.А.3, РачишенаП.А.4, Циняйкин И.И.5，*Гончар К.А.*6, *Ермолаева С.А.*7*, Осминкина Л.А.8***

1, 2, 3аспирант, 4студент, 5*младший научный сотрудник,* 6*старший научный сотрудник,* 8*ведущий научный сотрудник*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*физический факультет, Москва, Россия*

**7***ведущий научный сотрудник*

*Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи*

*123098, Российская Федерация, Москва, ул.Гамалеи, д. 18*

E–mail: van.m17@physics.msu.ru

В данной работе исследуется возможность диагностики бактерий *Escherichia coli (E.coli)* с помощью интерференции Фабри-Перо в различных кремниевых наноструктурах. Для этого исследовалась интерференция света в тонких слоях кремниевых наноструктур, таких как пористый кремний (ПК) или кремниевые нанонити (КНН). Принцип работы такого сенсора заключается в том, что в спектрах отражения от этих наноструктур наблюдаются интерференционные полосы, возникающие в результате интерференции Фабри–Перо. Анализируя изменения эффективной оптической толщины (ЕОТ) кремниевых наноструктур до и после осаждения бактерий, в исследовании делается вывод, что кремниевые наноструктуры с различной морфологией могут эффективно использоваться для обнаружения бактерий [1].

В работе были исследованы три типа наноструктур:

1) ПК был получен электрохимическим (ЭХ) травлением пластин кристаллического кремния (c-Si) в растворе HF (48%) : C2H5OH, взятых в объемном соотношении 3:1, при плотности тока травления 385 мА/см2 в течении 30 секунд.

2) ПК был получен жертвенным ЭХ травлением пластин кристаллического кремния (c-Si). Для этого сначала происходило ЭХ травление пластин c-Si ЭХ травление в растворе HF (48%) : C2H5OH, взятых в объемном соотношении 3:1, при плотности тока травления 300 мА/см2 в течении 30 секунд. Далее образец погружался в раствор NaOH (0,01 М), в котором полученная пористая структура растворялась, оставляя затравки пор на поверхности c-Si. После чего снова происходило ЭХ травление при тех же условиях. Из-за первого жертвенного слоя данный метод позволяет получать раскрытые поры на поверхности получаемой пленки ПК.

3) Пористые КНН был получены стандартным методом металл-стимулированного химического травления (МСХТ) пластин c-Si p-типа проводимости с кристаллографической ориентацией (100). Травление происходило на участках, покрытых наночастицами серебра, которые, проникая вглубь c-Si, образовывали нитевидные структуры КНН. Затем для удаления серебряных наночастиц образец помещали в HNO3 на 5 мин.

СЭМ микрофотографии кремниевых наноструктур различной морфологии после адсорбции *E. Сoli*. представлены на рисунке 1.

 

Рис. 1. СЭМ микрофотографии кремниевых наноструктур различной морфологии после адсорбции *E. Сoli*.

С помощью ИК Фурье-спектрометра фирмы Bruker IFS 66v/S в среднем ИК диапазоне измерялись спектры отражения ПК без и с *E. Сoli* в концентрации 106 КОЕ/мл. Полученные спектры обрабатывались с помощью быстрого Фурье преобразования и определялась ЕОТ кремниевых наноструктур. Для ПК обнаружено уменьшение EOT, и для КНН обнаружено увеличение EOT.

В результате данной работы показана возможность диагностики бактерий с помощью интерференции Фабри-Перо в кремниевых наноструктурах и различия в изменении EOT при детектировании бактерий связанные с различной морфологией структур.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-72-10062, <https://rscf.ru/project/22-72-10062/>.

Список литературы

1. M. Wang, P.A. Rachishena, D.A. Nazarovskaia, P.A. Domnin, I.I. Tsiniaikin, A.I. Efimova, S.A. Ermolaeva, L.A. Osminkina, K.A. Gonchar. Diagnostics of Escherichia coli using Fabry-Perot interference in silicon nanostructures of various morphologies // Journal of Siberian Federal University, Mathematics & Physics. 2024, №17(6). p. 798–807.