

СПЕКТРОСКОПИЯ ИМПЕДАНСА ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ, ИНКОРПОРИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНОЛАМИ И КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ

Актуальность

Пористый кремний (por-Si) в последние десятилетия представляет значительный интерес научного сообщества благодаря уникальным свойствам люминесценции, большому отношению поверхности к объему. Также этот материал активно разрабатывается для применения в оптоэлектронике, таргетной доставке лекарств [1], газовых сенсорах [2,3], биосенсорах и биомедицинских устройствах.

Актуальной задачей является получение и изучение композиций на основе пористых матриц с инкорпорированными в них различными частицами. Инкорпорирование исходной матрицы позволяет получать новые материалы с новыми или улучшенными физико-химическими свойствами для применения в так областях, как например, газовая сенсорика. Возможность создавать газовые датчики, которые могут определять определённые газы или сразу несколько газов уже давно представляет интерес для учёных.

Методы

Пористый кремний получали *методом электрохимического анодного травления* пластин монокристаллического кремния в электролите на основе плавиковой кислоты HF [5,6]. Травление проходило со следующими технологическими условиями: при токах 10 и 80 мА/см² в течение 15 минут.

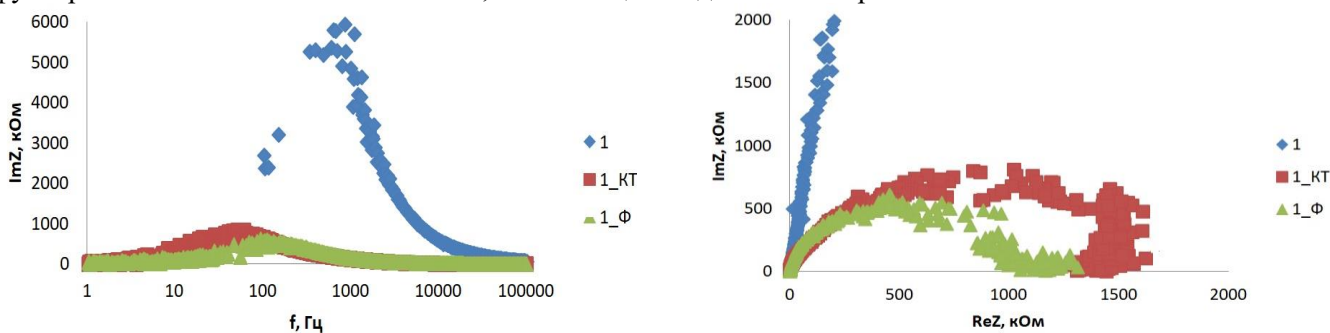
Для получения композиций в пористый кремний инкорпорировали вещества *методом импрегнации*.

Объектами импрегнации являются металлсодержащие фуллеренолы на основе C₆₀ и углеродные квантовые точки. Квантовые точки были получены методом гидротермального синтеза из глюкозы [7].

Спектроскопия импеданса, основанная на измерении электрических характеристик при приложении напряжения с переменной частотой в широком диапазоне, позволяет прогнозировать проводимость, структурную однородность и стабильность исследуемых структур [4]. С помощью данного метода возможно разделить относительные вклады зерен, границ зерен и дефектных состояний в материалах. Электрические свойства слоев пористого кремния, а также композитов на их основе активно исследуются для понимания процессов переноса заряда в сложных структурах [5,6].

Эксперимент

Исследования действительной и мнимой части комплексного сопротивления проведены при комнатной температуре в частотном диапазоне от 1 Гц до 500 кГц с помощью импедансметра Z-500P (Элинс, Черногловка). Сравнение частотных зависимостей мнимой части импеданса показало наличие во всех образцах релаксационных процессов с максимумами, положение которых соответствует различным частотам. Для образца пористого кремния максимум мнимой части импеданса соответствует частоте ~ 1000 Гц; для образца пористого кремния, инкорпорированного фуллеренолами ~ 100 Гц; для образца, инкорпорированного углеродными квантовыми точками ~ 50 Гц. Таким образом, характер электрофизических свойств в композитных структурах изменяется, с преобладанием низкочастотных процессов. Детальное исследование процессов переноса заряда в пористом кремнии, инкорпорированном фуллеренолами и квантовыми точками, является целью дальнейших работ.



1 — образец чистого пористого кремния

1_KT — образец пористого кремния, инкорпорированного квантовыми точками

1_Ф — образец пористого кремния, инкорпорированного фуллеренолами

Работа была проведена в рамках программы развития СПбГЭТУ "ЛЭТИ" в рамках программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030" № 075-15-2021-1318 от 29 сентября 2021 года.

Список литературы:

- Спивак Ю.М., Белорус А.О., Паневин А.А., Журавский С.Г., Мошников В.А., Беспалова К., Сомов П.А., Жуков Ю.М., Комолов А.С., Чистякова Л.В., Григорьева Н.Ю. // Журнал технической физики. 2018. Т. 88. № 9. С. 1394-1403.
- Soboleva E., Geydt P., Zakharchuk I., Spivak Yu., Moshnikov V., Lähderanta E. // Sensor Letters. 2018. V. 16. N 9. P. 672-676.
- Moshnikov V.A., Gracheva I., Leshin A.S., Spivak Y.M., Anchkov M.G., Kuznetsov V.V., Olchovik J.M. // Journal of Non-Crystalline Solids. 2012. V. 358. N 3. P. 590-595.
- Nalimova S.S., Kononova I.E., Moshnikov V.A., Dimitrov D.Tz., Kaneva N.V., Krasteva L.K., Syuleyman S.A., Bojinova A.S., Papazova K.I., Georgieva A.Ts. // Bulgarian Chemical Communications. 2017. V. 49. N 1. P. 121-126.
- Castro R., Spivak Y., Moshnikov V., Shevchenko S. // Materials. 2021. V. 14. P. 10.
- Bobkov A., Luchinin V., Moshnikov V., Nalimova S., Spivak Y. // Sensors. 2022. V. 22. P. 1530.
- Истомина М. С., Королев Д. В., Мошников В. А. Углеродные и графеновые коллоидные квантовые точки. Синтез и применение в биомедицинских исследованиях // наночастицы, наносистемы и их применение. – 2020. – с. 197-227.