

Морфологические и электрические характеристики функциональных слоёв на основе углеродных наноматериалов для формирования нейроинтерфейсов

Мурашко Д.Т.¹, Василевский П.Н.², Герасименко А.Ю.^{1,3}

skorden@outlook.com

¹ НИУ «МИЭТ», Москва, Россия

² Институт биомедицинских систем, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники, Зеленоград, Москва, Россия

³ Первый МГМУ имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

Важным требованием при разработке нейроинтерфейсов является обеспечение эффективного переноса зарядов между устройством и клетками нервной ткани. Однако традиционные материалы, например платина, не способны обеспечивать эффективный перенос заряда и электрохимическую активность [1], одновременно с высокой коррозионной стойкостью из-за отсутствия развитой поверхности и малой площади контакта [2]. Решением данной задачи может стать использование методов лазерного микроstructuring поверхности электродов и интеграции углеродных нанотрубок (УНТ) [3]. Подобная модификация позволяет создать функциональные слои, сочетающие развитую рабочую поверхность электрода совместно с выдающимися электрическими характеристиками УНТ, что ведёт к снижению импеданса, увеличению зарядной ёмкости и улучшению качества регистрации нейронной активности [4,5]. Результаты исследования морфологии поверхности показали формирование выраженной упорядоченной поверхности с выступающими вертикальными массивами и впадинами. Результаты площадной ёмкости для образцов обработанных лазерным воздействием и нанесённым покрытием из УНТ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Ёмкостные характеристики функциональных слоёв на основе углеродных нанотрубок для формирования нейроинтерфейсов

Образец	Контроль	3,5 Вт	4 Вт	4,6 Вт	5,1 Вт	5,7 Вт
Площадная ёмкость поверхности модифицированной лазерным излучением, мкФ/см ²	0,79±0,01	7,6±0,1	17,1±0,1	33,5±1,6	27,7±1,0	19,5±0,2
Площадная ёмкость поверхности модифицированной лазерным излучением и покрытием из УНТ, мкФ/см ²	0,79±0,01	26,3±0,4	122,7±5,9	76,2±1,9	85,7±2,5	79,8±2,1

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Центр лазерных технологий в медицине» при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Работа выполнена в рамках крупного научного проекта при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-15-2024-555 от 25 апреля 2024 года.

Ссылки

1. E. McGlynn, V. Nabaei, E. Ren, G. Galeote-Checa, R. Das, G. Curia and H. Heidari. Adv. Sci. (2021), 8, 2002693.
2. S. Elyahoodayan, W. Jiang, C. D. Lee, X. Shao, G. Weiland, J. J. Whalen III, A. Petrossians, D. Song. Front. Neurosci. (2021), 15, 616063.
3. S. Amini, W. Seche, N. May, H. Choi, P. Tavousi, S. Shahbazmohamadi. Sci. Rep (2022), 12, 13966.
4. T. Murakami, N. Yada, S. Yoshida. Micromachines (2024), 15, 650.
5. P. Pampaloni, M. Giugliano, D. Scaini, L. Ballerini, R. Rauti. Front. Neurosci. (2019), 12, 953