

УДК 544.72

ВЫСОКОТОЧНЫЙ МЕТОД СЕЛЕКТИВНОГО НАНЕСЕНИЯ ОМНИФОБНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ СМАЧИВАЕМОСТИ

Карцев Д.Д. (Университет ИТМО), **Черепанов Е.А.** (Университет ИТМО), **Лукьянов И.М.**
(Университет ИТМО)

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Прилепский А.Ю.
(Университет ИТМО)

Аннотация: Методики гидрофильной и гидрофобной модификации поверхности, позволяющие создать платформы для работы с массивом микрокапель, лежат в основе современных высокопроизводительных тест-систем для биологических и химических тестов. Разработанные на данный момент платформы для размещения микрокапель имеют ряд недостатков, главные из которых это низкая износостойкость и невозможность работы с большинством органических растворителей. Данная работа направлена на решение перечисленных актуальных проблем и посвящена методике селективного нанесения омнифобного покрытия, позволяющей создать универсальную платформу для размещения органических жидкостей и водных растворов в виде массива микрокапель.

Введение.

Большое место в исследовании химии поверхности занимает изучение смачивания жидкостями. Настройка характеристик смачивания может проводиться путём химической модификации или физического структурирования. При этом, подходы селективной модификации поверхности позволяют создавать паттерны смачиваемости для управления микрообъёмами жидкости. В основном, известные методики селективной модификации поверхности основаны на проведении фотохимических реакций с применением фотолитографии. Нанесение гидрофильно-гидрофобных паттернов смачиваемости было применено для размещения массивов микрокапель на модифицированной поверхности. Данный подход является основой для создания тест-систем нового поколения. Главной особенностью таких тест-систем является проведение исследований в микрообъёмах. Каждая капля из массива, нанесённого на платформу, представляется отдельным экспериментом. За счёт этого достигается высокая масштабируемость, а также низкий расход реагентов. При этом время на анализ проб значительно сокращается за счёт параллелизации.

Основным недостатком описанного подхода является низкая износостойкость платформ для работы с массивами микрокапель. При отсутствии возможности очистки платформ от биологических и химических загрязнителей, повторный анализ не представляется возможным. Также стоит заметить, что разделение капель основывается на наличии гидрофобных барьеров, смачивающихся большинством органических растворителей, что значительно ограничивает возможность химических тестов в микрообъёмах. Создание паттернов на основе омнифобных покрытий призвано решить эти проблемы. Как вода, так и органические растворители не смачивают омнифобные поверхности. При этом современные исследования в данной области указывают на возможность получения омнифобных поверхностей, обладающих износостойкостью, а также антиадгезионными свойствами.

Основная часть.

В ходе литературного обзора по проекту нами был выбран подход NP-GLIDE, предполагающий получение износостойкой, прозрачной омнифобной поверхности с возможностью паттернинга. В основе подхода NP-GLIDE лежит включение линейной полимерной цепи полидиметилсилоксана в структуру мономера. Для этого мономер – глицидил полиэдрический силсесквиоксан GPOSS – химически модифицируют PDMS фрагментом. После модификации образуется смесь из мономера и модифицированного мономера. При добавлении к смеси полярного растворителя (ацетонитрила)

модифицированные мономеры образуют мицеллы из-за присутствия PDMS в их строении. Далее добавляется фотоинициатор и происходит обработка ультрафиолетом (280–405 нм). Омнифобность покрытия при этом объясняется образованием нанощероховатости и наличием длинных линейных PDMS цепей из-за раскрытия мицелл у поверхности. Данная методика была модифицирована нами для одностадийного создания омнифильно-омнифобных паттернов методом фотолитографии.

Выводы.

Была оптимизирована методика нанесения тонких покрытий для выполнения фотолитографии. Для этого была определена зависимость статического контактного угла жидкостей от параметров нанесения покрытия на спинкоатере. Точность фотолитографии была изучена с помощью оптической и атомной силовой микроскопии. Методом фотолитографии (источник УФ 365 нм 100 мВт) удалось создать паттерны с размером объектов от 5 мкм. Была изучена тенденция к смачиваемости полученных омнифобных поверхностей водой ($\sigma_{20^\circ\text{C}} = 72.75$ мН/м), диметилсульфоксидом ($\sigma_{20^\circ\text{C}} = 43.00$ мН/м), ацетонитрилом ($\sigma_{20^\circ\text{C}} = 29.10$ мН/м), ацетоном ($\sigma_{20^\circ\text{C}} = 23.70$ мН/м) и метиловым спиртом ($\sigma_{20^\circ\text{C}} = 22.61$ мН/м). Средние значения контактных углов смачивания для перечисленных растворителей соответственно равны: 98°, 69°, 51°, 35°, 34°. Во всех случаях показатели контактного угла омнифильных и омнифобных частей поверхности значительно различаются. Была показана возможность нанесения перечисленных жидкостей на готовые платформы в виде массива микрокапель.

Далее готовые платформы будут включены в существующие тест-системы для валидации. Также будет проверена возможность их применения для органического синтеза в микрообъемах и выращивания клеточных сфероидов.

Работа выполнена при государственной и финансовой поддержке ведущих университетов Российской Федерации в рамках программы ITMO Fellowship and Professorship Program.

Карцев Д.Д. (автор)

Подпись

Прилепский А.Ю. (научный руководитель)

Подпись