

Makrocząsteczki ze sprzężonym układem wiązań podwójnych są nazywane polimerami skoniugowanymi (PS). Stanowią one materiały półprzewodnikowe, które po odpowiedniej modyfikacji chemicznej (domieszkowaniu) mogą wykazywać przewodność tak wysoką jak metale. Niestety większość PS domieszkowanych za pomocą związków małowcząsteczkowych, wykazuje dość niską stabilność, co uniemożliwia wykorzystanie ich do konstruowania atrakcyjnych urządzeń elektrycznych. Na szczęście problem niskiej stabilności może być rozwiązany poprzez domieszkowanie PS polielektrolitami. Dlatego też mieszanina polimerowa na bazie poli(3,4-etylenodioksytiofenu) domieszkowanego poli(4-styrenosulfonianem sodowym) (PEDOT:PSS) stanowi najbardziej rozpowszechniony kompozyt polimerowy w dziedzinie polimerów przewodzących. Uważa się, że PEDOT:PSS wkrótce w pełni zastąpi elektrody z przewodników nieorganicznych np. w organicznych ogniwach fotowoltaicznych¹ czy organicznych diodach emitujących światło (OLED).² Niestety powszechnie wytwarzane warstwy PEDOT:PSS wykazują nawet do trzech rzędów wielkości niższe przewodnictwo w kierunku prostopadłym (istotnym w kontekście zastosowań) do powierzchni, niż w kierunku horyzontalnym. Dodatkowo, biorąc pod uwagę problemy z niską stabilnością warstw polimerowych osadzanych za sprawą niespecyficznego adsorpcji fizycznej (degradacja termiczna, delaminacja), wydaje się, że pełny potencjał tej atrakcyjnej mieszaniny polimerowej jest wciąż nieefektywnie wykorzystywany. Co więcej, mechanizm transportu ładunków w tego rodzaju materiałach wymaga głębszego zrozumienia i przebadania, co dla warstw o niskim stopniu uporządkowania jest trudne do zrealizowania.

Dlatego też, głównym celem tego projektu jest szczegółowa charakterystyka i synteza nowych materiałów: binarnych szczotek polimerowych z precyzyjnie uporządkowanymi makrocząsteczkami (o rozciągniętej konformacji) szczepionymi jednym końcem do powierzchni. Materiały te pod względem składu chemicznego przypominają PEDOT:PSS i łączą jego znakomite właściwości z polepszoną wytrzymałością mechaniczną dzięki kowalencyjnemu związaniu z powierzchnią. Binarne szczotki polimerowe w tym przypadku będą otrzymane poprzez naszczenie w bezpośrednim sąsiedztwie drabinowych szczotek skoniugowanych oraz polielektrolitowych (PEL), pełniących rolę czynnika domieszkującego, na powierzchni tlenku indow-cynowego. Wydaje się, że tego rodzaju molekularnie uporządkowana i samo domieszkująca się nanostruktura polimerowa, będzie wykazywała anizotropię przewodnictwa w kierunku prostopadłym do powierzchni szczepienia. Synteza tego rodzaju platform z przytwierdzonymi molekularnymi drutami, może być korkiem milowym w kierunku produkcji stabilnych i efektywnych cienkich filmów polimerowych przewodzących prąd elektryczny, do zastosowań w: ogniwach słonecznych, nanosensorach czy nanoelektronice.

Zaplanowane badania strukturalne oraz elektryczne otrzymanych materiałów za pomocą wysokorozdzielczego mikroskopu sił atomowych (AFM), powinny umożliwić detekcję potencjalnie formowanych kompleksów międzypolimerowych, nanodomien oraz tzw. gorących punktów wykazujących największą przewodność. Wykorzystanie nanolitografii typu „dip-pen” do precyzyjnego rozmieszczenia drabinowych szczotek skoniugowanych oraz polielektrolitowych na powierzchni złota, pozwoli lepiej zbadać oddziaływania występujące pomiędzy naszczepionymi PS oraz naładowanymi PEL. Co więcej, metodologia opracowana w projekcie zakłada wykreowanie nowej i uniwersalnej metody syntezy binarnych szczotek polimerowych. Zaprojektowane badania oraz procedury eksperymentalne są innowacyjne i powinny dostarczyć wartościowych informacji dla szerokiego grremium naukowego, dotyczących mechanizmu transportu ładunku w cienkich filmach polimerowych na bazie PS i PEL.

[1] Thomas, J. P et al. *ACS Nano* **2018**, *12*, 9495-9503.

[2] Zhou, L. et al.. *Adv. Funct. Mater.* **2018**, *28*, 1–7.