

Wyobraźmy sobie, że zamiast plastikowego (aczkolwiek wciąż kruchego) smartfona w kieszeni, mamy elastyczne (przypominające raczej kartę kredytową) urządzenie, które zasilane jest bateriami słonecznymi nadrukowanymi na ubraniu. Wprawdzie w drugiej dekadzie XXI wieku przywykliśmy już do nowinek technicznych z zakresu elektroniki, jednak mimo tego wciąż jest ona kojarzona raczej z kruchym krzemem, niż z elastycznymi materiałami organicznymi. Nowe odkrycia w dziedzinie półprzewodzących związków organicznych pokazują jednak, że przeniesienie elektroniki ze sztywnych krzemowych układów scalonych do nadrukowywanych na miękkich podłożach (tkaninach bądź foliach) układów elastycznych jest jedynie kwestią czasu. Rozwój tych technologii warunkowany jest jednak przez dostępność odpowiednich materiałów.

Jedną z najbardziej obiecujących grup materiałów, rozpatrywanych w tym kontekście, są polimery sprzężone - takie, których łańcuchy główne zbudowane są z atomów połączonych ze sobą na przemian wiązaniami pojedynczymi i podwójnymi, co w pewnych warunkach umożliwia transport ładunku elektrycznego. W grupie polimerów sprzężonych poczesne miejsce zajmują pochodne politiofenów, ściślej – polialkilotiofeny (P3AT). Z uwagi na ich dobre właściwości elektryczne i jednocześnie dobrą rozpuszczalność, polimery te doskonale nadają się do przetwarzania metodami drukowania na mokro: sitodruku, druku atramentowego i innych technik o znaczeniu praktycznym. Charakterystyczną cechą druku na mokro jest fakt, że warstwa naniesionego materiału powstaje przez wyschnięcie tuszu na powierzchni podłoża, na który został on naniesiony. Sprawia to, że nanoszenie warstw metodą drukowania można sprowadzić do naukowego zagadnienia krystalizacji z roztworu, której dotyczy niniejszy projekt.

Właściwości elektryczne półprzewodzących materiałów organicznych zależą od ich struktury krystalicznej i formy tworzonych przez nie kryształów. Chociaż fakt ten jest znany od lat, kontrowersje dotyczące relacji pomiędzy budową krystaliczną a przewodnictwem sprawiają, że nadal uzasadnione jest prowadzenie badań w tym zakresie. Wiadomo, że zdolność do tworzenia kryształów jest związana z niektórymi cechami budowy cząsteczek. Budowę krystaliczną P3AT, a tym samym właściwości elektryczne, można modyfikować przez zmianę budowy chemicznej cząsteczek polimerów. Zmian tych można dokonywać na drodze albo modyfikacji budowy podstawowych jednostek budulcowych łańcuchów polimerowych (architektury merów) lub poprzez kopolimeryzację, czyli wprowadzenie do łańcucha merów innego rodzaju, nadających polimerowi nowe, oczekiwane cechy. Zmiana budowy krystalicznej polimerów następuje również gdy krystalizacja odbywa się w obecności drugiego składnika, np. w mieszaninach polimerowych. Z punktu widzenia organicznej elektroniki szczególnie atrakcyjne jest otrzymywanie mieszanin polimerów z substancjami, które same odznaczają się przewodnictwem. Do takiej grupy zaliczamy na przykład pochodne perylenodiimidów (PDI). Jak wykazały wcześniej przeprowadzone badania dodatek PDI do P3AT nie tylko poprawia przewodnictwo P3AT (wskutek efektów domieszkowania), ale może także sprawić, że mieszaniny te wykazywać będą transport ładunków dwojakiego rodzaju: elektronów (przewodnictwo typu p) i dziur (przewodnictwo typu n).

W naszych badaniach chcemy wykazać, że umiejętne manipulowanie budową chemiczną (zarówno P3AT, jak i PDI) umożliwi kontrolę nad formowaniem kryształów w mieszaninach, a tym samym kontrolę nad przewodnictwem tych materiałów. W przypadku PDI zmiana budowy podstawników alkilowych modyfikuje rozpuszczalność, zdolność do agregacji w roztworze oraz krystalizację tych związków. W przypadku P3AT agregacja w roztworze i budowa kryształów zależą od oddziaływań π - π pomiędzy ugrupowaniami aromatycznymi w łańcuchach głównych polimerów oraz, podobnie jak w przypadku PDI, od budowy bocznych łańcuchów alkilowych. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na wielkość kryształów jest skład mieszanin. Zasadnym zatem wydaje się przeprowadzenie badań mających na celu ocenę roli ugrupowań alkilowych i aromatycznych na separację faz oraz krystalizację z roztworu mieszanin P3AT:PDI o różnych składach, a następnie wykonanie eksperymentów pokazujących w jaki sposób struktura krystaliczna skorelowana jest z właściwościami elektrycznymi tych mieszanin.

Cel ten chcemy osiągnąć wykorzystując w naszych badaniach szereg technik pomiarowych, takich jak spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) i w podczerwieni (FTIR), kalorymetria skaningowa (DSC) oraz techniki rentgenograficzne. Badania właściwości elektrycznych zostaną przeprowadzone z wykorzystaniem modelowych tranzystorów polowych, których wydajność pracy będzie miarą zdolności do transportu ładunku w mieszaninach. Skompletowanie materiału badawczego umożliwi stworzenie kompletnego obrazu struktury krystalicznej mieszanin P3AT:PDI w zależności od budowy chemicznej ich składników, a tym samym umożliwi racjonalny dobór substancji do wytwarzania wieloskładnikowych materiałów do zastosowań w organicznej elektronice.