

Drukowana elektronika może skutecznie zastąpić w wielu dziedzinach tradycyjne technologie wytwarzania półprzewodnikowych urządzeń elektronicznych i optoelektronicznych, takich jak: fotodiody używane do detekcji światła oraz organiczne diody elektroluminescencyjne. Wytwarzanie cienkich warstw organicznych wykorzystywanych w tego typu urządzeniach opiera się na dwóch głównych technikach: próżniowego osadzania, a także nieskalowalnej, laboratoryjnej techniki powlekania obrotowego (Spin coating). Dlatego, od kilku lat podejmowane są wysiłki w celu dostosowania technik drukarskich, takich jak druk strumieniowy i sitodruk, do produkcji półprzewodnikowych elementów elektronicznych. Głównym problemem w osiągnięciu w pełni drukowanych wielowarstwowych urządzeń optoelektronicznych jest nanoszenie elektrody przy użyciu powszechnie stosowanych atramentów opartych na nanocząstkach srebra lub drogich nanocząstkach złota. Z uwagi na silnie hydrofobowy charakter organicznych warstw aktywnych, tego rodzaju elektroda jest praktycznie niedrukowalna atramentem srebrowym złożonym z kompozycji polarnych rozpuszczalników. Stąd konieczne jest zastosowanie dwufunkcyjnej międzywarstwy, oddzielającej elektrodę i warstwę aktywną półprzewodnika, która będzie jednocześnie wykazywała silne powinowactwo do nieorganicznej elektrody oraz do organicznej warstwy aktywnej urządzenia. Drugim powodem wprowadzenia do konfiguracji urządzenia międzywarstwy jest fakt, że praca wyjścia niemodyfikowanych elektrod metalicznych nie pozwala na efektywne wstrzykiwanie nośników ładunku do warstwy aktywnej.

Zatem, pierwszym celem projektu jest opracowanie metod modyfikacji pracy wyjścia elektrody srebrowej za pomocą serii pochodnych diimidów perylenowych (PDI), które odpowiednio zaprojektowane mogą być użyte do zmiany pracy wyjścia nie tylko elektrody srebrowej, ale także innych powszechnie stosowanych elektrod metalicznych i niemetalicznych, np. tlenku indow-cynowego (ITO). Taka modyfikacja może mieć miejsce poprzez wprowadzenie monowarstwy lub ultracienkiej warstwy (<10 nm), tego typu materiałów, pomiędzy elektrodę a warstwę aktywną. W zakresie syntezy nowych materiałów, projekt oparty jest na trzech koncepcjach: (1) syntezie pochodnych diimidów perylenowych wyposażonych w polarne grupy funkcyjne, kotwiczące do powierzchni elektrody i efektywnie modyfikujące jej pracę wyjścia, (2) zastosowaniu nowych pochodnych diimidów perylenowych jako środków dyspergujących płatki grafenowe w celu wytworzenia kompozytu efektywnie modyfikującego pracę wyjścia elektrod, (3) opracowaniu i wytworzeniu układów opartych na pochodnych diimidu perylenowego, tworzących zorganizowane struktury typu 3D.

Drugim celem projektu jest zrozumienie mechanizmu działania zaimplementowanych międzywarstw poprzez przeprowadzenie kompleksowych badań fizycznych i elektrycznych obejmujących pomiary ich pracy wyjścia, zależności ich zdolności do modyfikacji pracy wyjścia elektrody w relacji do struktury chemicznej opartych na PDI modyfikatorów powierzchni oraz badanie międzywarstw w układach metal-półprzewodnik. Badania efektywności dostrajania pracy wyjścia elektrod będą testowane w fotodiodach i diodach elektroluminescencyjnych, których architektura zostanie zaprojektowana z uwzględnieniem parametrów nowych interfejsów elektroda-międzywarstwa (praca wyjścia elektrody, zdolność do wstrzykiwania lub blokowania nośników ładunku). Międzywarstwy stosowane w wytwarzanych urządzeniach optoelektronicznych będą nanoszone metodą druku strumieniowego, przy użyciu drukarki laboratoryjnej, z użyciem atramentu odpowiednio opracowanego do tego celu. Analiza otrzymanych wyników będzie wspierana odpowiednio dobranym modelem symulacji (metodą dryftu-dyfuzji), który pozwoli zidentyfikować zjawiska fizyczne zachodzące na granicy elektroda-międzywarstwa-półprzewodnik i poprawić parametry pracy wytwarzanych urządzeń optoelektronicznych.

Projekt jest realizowany przez konsorcjum utworzone z trzech jednostek naukowych: Politechniki Łódzkiej, Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz Uniwersytetu Łódzkiego.