

Popularnonaukowe streszczenie projektu:

Samoorganizujące się monowarstwy organiczne z karboksylową grupą czołową – w kierunku nowego standardu SAM.

W obecnej chwili rozwój nowych materiałów i technologii jest ściśle powiązany z rozwojem praktycznie wszystkich dziedzin naszego życia w stopniu, który jest bezprecedensowy w skali historycznej. Jednym z bardzo widocznych nurtów tego rozwoju jest elektronika, która w coraz większym stopniu wykorzystuje materiały organiczne czego chyba najbardziej widocznym w życiu codziennym przykładem jest rozwój wyświetlaczy komórkowych i telewizorów w technologii OLED (Organic Light Emitting Diode). Wprowadzenie materiałów organicznych do elektroniki wiąże się w naturalny sposób z tworzeniem połączeń pomiędzy tymi materiałami a metalowymi elektrodami zasilającymi odpowiednie układy elektroniczne. Ten fakt oznacza w praktyce konieczność uzyskanie odpowiedniego poziomu kontroli nad interfejsem, jaki powstaje na styku tych dwóch zgoła odmiennych materiałów. Okazuje się, że aby zapewnić odpowiednio wysoki poziom przepływu ładunku przez ten interfejs konieczne jest dopasowanie struktury poziomów energetycznych w obu materiałach w miejscu ich połączenia. Jednym z możliwych sposobów rozwiązania tego problemu jest dodatkowe pokrycie metalowej elektrody, przed podłączeniem jej do organicznego materiału, pojedynczą warstwą chemicznie z nią związanych molekuł, które tworzą bardzo dobrze uporządkowaną warstwę dipoli. Ta warstwa dipoli, rozdzielająca metal i materiał organiczny, wytwarza pole elektryczne, które pozwala w miejscu połączenia metalu i materiału organicznego na odpowiednie przesunięcie poziomów energetycznych obu materiałów tak aby ułatwić przepływ ładunku między nimi. Przedmiotem tego projektu są właśnie badania takich pojedynczych warstwy molekularnych, określanych jako SAM (Self-Assembled Monolayers), które dla molekuł odpowiednio dobranych do typu podłoża tworzą się zupełnie samoczynnie, na przykład poprzez zanurzenie podłoża w roztworze tych molekuł. Podany powyżej przykład zastosowania SAM w jednym z zagadnień elektroniki organicznej (lub molekularnej) jest tylko jednym z bardzo wielu obszarów, w których SAM są wykorzystywane z uwagi na tworzenie bardzo dobrze określonego połączenia pomiędzy materiałem nieorganicznym i organicznym. Zupełnie innym przykładem ich zastosowania jest na przykład łączenie materiałów biologicznych z nieorganicznym podłożem w celu zapewnienia tzw. biokompatybilności. Niezależnie jednak od kierunku wykorzystania SAM, szalenie istotnymi cechami tego typu układów dla ich potencjalnych zastosowań w nano(bio)technologii jest stopień ich uporządkowania i łatwość z jaką możemy je formować. Do tej pory najbardziej typowym rodzajem SAM, jakie są wykorzystywane to takie, które są formowane na podłożu złota poprzez wiązanie atomu siarki, który tworzy tzw. grupę czołową molekuły odpowiedzialną za jej chemiczne wiązanie do podłoża. W przedstawionym projekcie proponujemy przeprowadzanie kompleksowych badań struktury, stabilności i przewodnictwa dla monowarstw SAM zbudowanych z wykorzystaniem grupy karboksylowej zamiast siarki jako wiążącej do powierzchni srebra a nie złota.

Nasza propozycja została zainspirowana wstępnymi pomiarami mikroskopowymi i spektroskopowymi jakie przeprowadziliśmy dla specjalnie wybranej grupy molekuł, które w swojej budowie, poza grupą czołową, są pełnymi analogami bardzo dobrze zbadanych przez nas wcześniej układów SAM na bazie siarki. W ten sposób możliwe jest porównanie obu typów SAM. Wstępne wyniki tego porównania są w naszym odczuciu fascynujące bo ujawniają, że struktury SAM jakie powstają na srebrze z wykorzystaniem grupy karboksylowej są znacznie lepiej uporządkowane od tych jakie powstają przy użyciu „standardowych” warstw SAM. Ten wyniki staje się znacznie bardziej ekscytujący biorąc pod uwagę to że te „nowe” i znacznie lepiej uporządkowane warstwy powstają w czasie około 300 razy krótszym od tych jakie uważamy za standardowe. Ta ogromna różnica w czasie powstawania SAM jest nie tylko bardzo interesująca z naukowego punktu widzenia i wymaga zrozumienia celem lepszego projektowania układów typu SAM w przyszłości ale ma także bardzo istotne znaczenie aplikacyjne gdyż czas powstawania jest kluczowym czynnikiem określającym koszt produkcji jakiegokolwiek materiału.

Należy podkreślić, że badania, które umożliwią realizację tego projektu są oparte o najnowsze, oryginalne procedury badawcze zaproponowane przez autora projektu i wykorzystujące całą paletę wzajemnie komplementarnych technik łączących badania mikroskopowe i spektroskopowe. Podsumowując w naszym odczuciu projekt jest jednocześnie rozwijający naukowo i bardzo atrakcyjny technologicznie w obrębie aktywnie rozwijanej dziedziny jaką jest nanotechnologia, która silnie stymuluje rozwój cywilizacji i społeczeństwa czego wyrazem może być rozwój elektroniki organicznej, gdzie jak wspomniano na początku monowarstwy SAM są jednym z kluczowych elementów takich układów.