

## SZANSA DLA PLASTIKOWEJ ELEKTRONIKI

Fizycy z Zespołu Inżynierii Nanowarstw Makromolekuł, skupiającego kolegów z Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ oraz Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, opracowali nową prostą metodę tworzenia mikrometrowych uporządkowanych wzorów domen polimerów przewodzących i izolujących, która może przyczynić się do rozwoju strategii produkcji tanich plastikowych układów scalonych.

Odkrycie i rozwój przewodzących polimerów skoniugowanych, wyróżnione w 2000 roku Nagrodą Nobla z chemii dla Alana J. Heegera, Alana G. MacDiarmida, Hidekiego Shirakawy, wzbudziło wiele nadziei współczesnej technologii. Polimery przewodzące bez domieszek są półprzewodnikami, a domieszkowane wykazują podobieństwo do metalu. Jednak ich właściwości elektroniczne nie są lepsze od krzemu czy miedzi. Zainteresowanie wzbudza natomiast połączenie tych cech polimerów z unikalną łatwością, z jaką dają się rozpuścić. Dlatego też polimery przewodzące można łatwo nanosić z roztworu nawet na duże powierzchnie różnych materiałów, umożliwiając uzyskanie plastikowych, a więc tanich urządzeń, takich, jak ogniwa słoneczne, wyświetlacze, tranzystory polowe, lasery czy czujniki biologiczne.

Wdrażane dotąd strategie masowej produkcji elektroniki plastikowej oparte są w zasadzie na wielokrotnym nanoszeniu krok po kroku domen różnych polimerów, tworzących poszczególne elementy funkcjonalne urządzeń elektronicznych. Strategie te muszą zapewnić kontrolę przestrzenną nanoszonych polimerów i to w skali mikrometrowej, jeżeli produktem końcowym mają być układy scalone. Badania przeprowadzone w ostatnich ośmiu latach w Krakowie przez zespół kierowany przez prof. Andrzeja Budkowskiego pozwoliły na opracowanie metody jednoczesnego nanoszenia domen zarówno polimerów przewodzących, jak i izolujących, i to w sposób zezwalający na ich pozycjonowanie według wcześniej zadanego wzoru. Taki mikrometrowy szablon chemiczny, wydrukowany na powierzchni różnych materiałów na przykład za pomocą taniej elastomerowej pieczętka, kieruje procesami samoorganizacji i porządkuje domeny w nanoszonych z roztworu warstwach mieszanin polimerów przewodzących i izolujących.

Nowa metoda samoorganizacji według szablonu została niedawno zademonstrowana przez zespół i to dla dwóch układów polimeru izolującego z polimerami ważnymi dla plastikowej

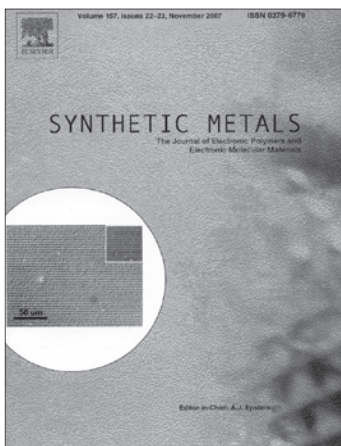
elektroniki: politiofenem (półprzewodnikiem, bez domieszek) oraz z polianiliną (domieszkowaną i przewodzącą).

Wyniki projektu dotyczącego domen politiofenów porządkowanych wzorami chemicznymi powierzchni metalu i krzemu stanowią część pracy doktorskiej Justyny Jaczewskiej (promotor prof. A. Budkowski), wyróżnionej w 2008 roku przez Radę Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ. Rezultaty te zostały opublikowane ostatnio w prestiżowym (Impact Factor równy 4.7) periodyku naukowym „Soft Matter” (2009, vol. 5, s. 234–241) poświęconym badaniom z pogranicza fizyki, chemii i biologii. Ponadto edytor „Soft Matter” zaproponował prezentację wyników publikacji w formie ilustracji zdobiącej tylną okładkę numeru tego czasopisma. Oprócz doktorantki i jej promotora, współautorami pracy są inni koledzy z zespołu: Andrzej Bernasik, Jakub Rysz, Jakub Haberko, oraz współpracownicy: Ioannis Raptis i Dimitrios Goustouridis z Aten oraz Ellen Moons z Karlstad.



Tylna okładka czasopisma „Soft Matter” (numer 4 z 2009 r.)

Z kolei rezultaty badań projektu kierowanego przez dr. Andrzeja Bernasika, a dotyczącego porządkowania domen polianiliny (domieszkowanej kwasem kamforosulfonowym) są częścią doktoratu Jakuba Haberki (promotor prof. Wojciech Łużny), wyróżnionego w 2008 roku przez Radę Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH. Badania te zostały opublikowane w specjalistycznym czasopiśmie naukowym „Synthetic Metals” (2007, vol. 157, s. 935–939). Także ta praca została wyróżniona przez edytora, który wybrał jej wyniki do grafiki okładki numeru „Synthetic Metals”. Współautorami publikacji są, oprócz kolegów z AGH, także badacze z UJ: Joanna Raczkowska, Jakub Rysz i Andrzej Budkowski.



Okładka czasopisma „Synthetic Metals” (numer 22–23 z 2007 r.)

Obecnie trwają prace na zastosowaniu metody samoorganizacji według szablonu do konstruowania prototypów urządzeń i układów scalonych plastikowej elektroniki. Zespół jest też zaangażowany w inne przedsięwzięcie dotyczące inżynierii nanowarstw biomakromolekuł, którego celem jest konstrukcja układu biosensorów do wczesnego wykrywania raka prostaty i dwóch innych chorób. Jest ono prowadzone w ramach projektu siódmego Programu Ramowego Unii Europejskiej (strona internetowa [www.pythia-project.eu](http://www.pythia-project.eu)).

**Andrzej Budkowski, Justyna Jaczewska,  
Joanna Raczkowska, Jakub Rysz**