



Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk

adres: ul. Kasprzaka 44/52
01-224 Warszawa
tel.: +48 22 3432000
fax/tel.: +48 22 3433333, 6325276
email: ichf@ichf.edu.pl
WWW: <http://www.ichf.edu.pl/>

Warszawa, 20 czerwca 2012

Grafen? Z każdego laboratorium!

Przez wielu uznawany za najbardziej obiecujący materiał przyszłości, grafen wciąż pozostaje substancją drogą i trudną do wyprodukowania. Naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej PAN oraz Institut de Recherche Interdisciplinaire w Lille opracowali tanią metodę wytwarzania wielowarstwowych pokryć grafenowych. Nowy sposób nie wymaga użycia specjalistycznej aparatury i może zostać zrealizowany w praktycznie każdym laboratorium.

Tanią metodę chemicznego wytwarzania warstw grafenowych opracowały w ramach wspólnego projektu zespoły z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie i Institut de Recherche Interdisciplinaire w Lille. Metoda jest tak prosta w realizacji, że może być przeprowadzona w niemal każdym laboratorium.

Grafen odkryto w 2004 roku, zdzierając warstwy węgla z grafitu za pomocą zwykłej taśmy klejącej. „W tym, co zostało zdarte, można było znaleźć powłoki grubości jednego atomu, czyli właśnie grafen. Jeśli jednak chcemy myśleć o przemysłowych zastosowaniach grafenu, musimy znaleźć lepiej kontrolowane sposoby wytwarzania go w dużych ilościach – i to bez konieczności używania drogiej, specjalistycznej aparatury”, mówi doktorantka Izabela Kamińska z Instytutu Chemii Fizycznej PAN, stypendystka Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w ramach programu Międzynarodowe Projekty Doktoranckie. Kamińska przeprowadzała swoje doświadczenia w Institut de Recherche Interdisciplinaire (IRI) w Lille.

Pod względem struktury, grafen jest dwuwymiarową powierzchnią zbudowaną z sześciowęglowych pierścieni. Budowę przypomina więc plaster miodu, z tą różnicą, że powierzchnia grafenowa ma najmniejszą grubość z możliwych: zaledwie jednego atomu.

Z unikatową strukturą grafenu wiążą się jego niezwykle właściwości. Grafen jest niemal całkowicie przezroczysty, ponadstukrotnie wytrzymałszy od stali i bardzo elastyczny. Jednocześnie wykazuje świetne przewodnictwo cieplne i elektryczne, jest więc dobrym materiałem do zastosowań w elektronice, np. do wytwarzania cienkich, elastycznych i wytrzymałych wyświetlaczy lub szybkich układów przetwarzających. Nadaje się też jako materiał do różnego typu biosensorów.

Dotychczasowe metody wytwarzania grafenu – takie jak osadzanie warstwy epitaksjalnej na podłożu metalicznym lub węglu krzemowym, bądź chemiczne lub fizyczne osadzanie z fazy gazowej – wymagają drogiego, specjalistycznego sprzętu i złożonych procedur produkcji. Tymczasem jedyną nieco bardziej złożoną aparaturą, używaną w metodzie wytwarzania pokryć grafenowych z IChF PAN i IRI, jest płuczka ultradźwiękowa, sprzęt dość powszechny w laboratoriach.

Nowy proces wytwarzania warstw grafenowych zaczyna się od grafitu, alotropowej odmiany węgla, która na poziomie molekularnym przypomina kanapkę z wielu płaszczyzn grafenowych. Płachty te są trudne do rozseparowania. Aby osłabić oddziaływania między nimi, grafit należy utlenić, co przeprowadza się z wykorzystaniem metody Hummersa. Otrzymany w ten sposób proszek – tlenek grafitu – jest następnie wsypywany do wody i umieszczany w płuczce ultradźwiękowej. Dzięki ultradźwiękom poszczególne, utlenione płaszczyzny grafenowe się rozdzielają. Efektem jest koloid zawierający pojedyncze płatki tlenku grafenu średnicy ok. 300 nanometrów.

W swoich badaniach naukowcy z IChF PAN i IRI wykorzystywali tlenek grafenu wyprodukowany w Materials Science Division w North East Institute of Science and Technology (NEIST) w indyjskim mieście Dispur. „Jednoatomowej grubości płatki tlenku grafenu to dobry punkt startowy, ale problemem są liczne grupy funkcyjne zawierające tlen. Rzecz w tym, że dramatycznie zmieniają one własności fizyko-chemiczne materiału. Zamiast doskonałego przewodnika mamy... izolator”, wyjaśnia Kamińska.

Aby usunąć tlen z płatków tlenku grafenu, badacze z IChF PAN i IRI postanowili wykorzystać niekowalencyjne oddziaływania pi-pi pojawiające się między pierścieniami węglowymi w tlenku grafenu, a aromatycznymi pierścieniami związku nazywanego tetratiafulwalenem (TTF). Częsteczką TTF składa się z dwóch pierścieni zawierających po trzy atomy węgla i dwa atomy siarki. „W praktyce wystarczyło wymieszać tlenek grafenu i tetratiafulwalen, a następnie włożyć całość do płuczki ultradźwiękowej. Dzięki oddziaływaniom między pierścieniami TTF i pierścieniami tlenku grafenu następuje redukcja tlenku grafenu do grafenu przy jednoczesnym utlenieniu cząsteczek TTF”, opisuje Kamińska.

W wyniku tego procesu, w koloidzie wyjmowanym z płuczki znajdował się trwały kompozyt składający się z płatków grafenu z dołączonymi cząsteczkami TTF. Krople koloidu były następnie наносzone na elektrodę i osuszane. Płatki grafenowe osadzały się na elektrodzie i formowały na niej gładką powłokę o kontrolowanej grubości, od 100 do 500 nanometrów, złożoną z od kilkudziesięciu do kilkuset naprzemiennych warstw grafenu i cząsteczek TTF. Ostatnim etapem wytwarzania powłoki grafenowej było usunięcie z niej cząsteczek tetratiafulwalenu, co osiągnięto na drodze prostej reakcji chemicznej z odpowiednio dobranym związkiem.

„Jedną z motywacji do badań było poszukiwanie nowych metod detekcji substancji biologicznych. Dlatego po wyeliminowaniu TTF z powłoki grafenowej natychmiast sprawdziliśmy, czy możemy ten związek wprowadzić do niej z powrotem. Okazało się, że tak. Zatem jest możliwe opracowanie procesu, który pozwoli związać wybrany związek chemiczny z cząsteczką TTF, następnie wprowadzić cały kompleks do warstwy grafenowej na elektrodzie i zaobserwować zmiany w przepływie prądu”, podsumowuje prof. dr hab. Marcin Opałło (IChF PAN).

Publikacja opisująca nową metodę ukazała się na początku roku w prestiżowym czasopiśmie „Chemical Communications”, na którego okładce umieszczono komputerową wizualizację pokryć grafenowych z TTF. Obecnie naukowcy z IChF PAN i IRI pracują nad dalszym zredukowaniem grubości powłok grafenowych. Dobiegają też końca eksperymenty wykazujące, że możliwe jest wprowadzenie do powłoki grafenowej cząsteczek TTF z dowiązaną mannozą (jednym z cukrów prostych).

Materiał prasowy przygotowany w ramach grantu NOBLESSE z działania „Potencjał badawczy” 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w 9 zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKTY DO NAUKOWCÓW:

prof. dr hab. **Marcin Opałło**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 22 3433375
email: mopallo@ichf.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/>
Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>
Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF120620b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2012/06/ICHF120620b_fot01.jpg

W Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie opracowano tanią i prostą w realizacji metodę chemicznego wytwarzania pokryć grafenowych grubości kilkuset nanometrów. Na zdjęciu doktorantka Izabela Kamińska prezentuje strukturę grafenu. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)

ICHF120620b_fot02s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2012/06/ICHF120620b_fot02.jpg

Wizualizacja płachty utlenionego grafenu (w lewym górnym rogu) oraz (w prawym dolnym rogu) powierzchni grafenowej z dołączonymi cząsteczkami utlenionego tetratiafulwalenu (TTF). Pierścienie grafenowe składają się z sześciu atomów węgla, pierścienie TTF z trzech atomów węgla i dwóch siarki. (Źródło: IChF PAN, Piotr Gędziorowski)