

Organiczne przełączniki optyczne

W ostatnich latach obserwuje się w optoelektronice rosnące zainteresowanie związkami zawierającymi organiczny łańcuch sprzężonych wiązań pi.

Najbardziej znanym przykładem takiego łańcucha (zamkniętego w pierścieniu) jest cząsteczka benzenu, której budowa przez wiek od odkrycia pozostawała nie do końca rozwiązana zagadką. Dopiero mechanika kwantowa wyjaśniła, że łańcuch par naprzemiennych wiązań pojedynczych C–C i podwójnych C=C należy traktować jako interferencję obu możliwych konfiguracji, prowadzącą do delokalizacji elektronów wzdłuż łańcucha atomów węgla.

Tego typu fragmenty cząsteczek organicznych, o ile są odpowiednio długie (powyżej szesnastu atomów węgla w łańcuchu), stanowią jeden z dwóch najbardziej rozpowszechnionych chromoforów dających intensywne kolory. Przykładami mogą być karoten czy obecny w siatkówce retinal. Jeżeli łańcuch jest krótszy, to daje „barwę” ultrafioletową.

Jednym z głównych kierunków rozwoju optoelektroniki jest opracowanie czysto optycznych przełączników, które umożliwiłyby szybsze przetwarzanie i przesyłanie sygnałów. Czysto optyczny przełącznik odchyła (zatrzymuje) lub opóźnia sygnał poprzez zmianę współczynnika załamania optycznie nieliniowego materiału pod wpływem sterującego sygnału świetlnego. Szybkość przełączania poniżej 100 ps znacznie przekracza możliwości przełączników optoelektronicznych [1].

Obecnie optyczne przełączanie uzyskuje się poprzez zastosowanie wzmacniaczy opartych o materiały domieszkowane atomami ziem rzadkich lub za pomocą optycznych wzmacniaczy półprzewodnikowych. Elementy te są bardzo drogie, co ogranicza ich praktyczne zastosowanie.

Materiały zawierające pi-sprzężone łańcuchy węglowe są silnie nieliniowe optycznie, tanie oraz łatwe do zintegrowania z urządzeniami światłowodowymi.

Jednak znalezienie (zaprojektowanie) cząsteczki o odpowiednich właściwościach nie jest sprawą prostą. Istotne jest, żeby pochłanianie było niewielkie, a materiał wykazywał silne własności nieliniowe. Ponieważ w komunikacji optycznej używa się sygnałów o długości fali od 1,3 do 1,5 μm , dla których straty w światłowodach są najmniejsze, więc poszukiwana cząsteczka nie powinna absorbować światła o takiej lub dwa razy mniejszej długości fali (odpowiadającej nieliniowej absorpcji dwóch fotonów).

Żądanie to jest, niestety, w pewnej sprzeczności ze stopniem nieliniowości, ponieważ oba te czynniki zależą od długości łańcucha węglowego. Dodatkowo wraz ze zwiększaniem długości łańcucha zwiększają się dystorsje łańcucha, co dodatkowo pogarsza parametry.

W pracy [2] autorzy prezentują wyniki badań szeregu molekuł, w których łańcuch węglowy jest zakończony benzenopodobnym pierścieniem. Wśród nich szczególnie obiecująca okazała się cząsteczka, w której atomy węgla obu pierścieni, leżące naprzeciwko atomów rozpoczynających łańcuch, są zastąpione atomami selenu. Dzięki obecności pierścieni efektywna długość sprzężonych wiązań pi jest wydłużona bez pojawiania się dystorsji, a polaryzowalność atomu selenu dodatkowo zwiększa nieliniowość optyczną cząsteczki. Jednocześnie warunki uniemożliwiające absorpcję fotonów są spełnione.

Jeżeli okaże się, że możliwe jest opracowanie efektywnej przemysłowej metody produkcji materiałów zawierających tę cząsteczkę, to czeka nas kolejna rewolucja w optoelektronice.

Na pewno projektowanie tego typu cząsteczek może być w najbliższych latach nie tylko bardzo ciekawym, ale również potencjalnie lukratywnym zajęciem.

Piotr ZALEWSKI

O G Ł O S Z E N I E

Wakacyjne Warsztaty Wielodyscyplinarne

... to szósta już edycja imprezy organizowanej przez studentów UW, przeznaczonej dla licealistów zainteresowanych matematyką, informatyką, fizyką czy astronomią.

Proponujemy kilkanaście bloków zajęć (w ubiegłych latach odbyły się m.in. warsztaty z teorii gier, algorytmów dynamicznych, mechaniki kwantowej, topologii, programowania funkcyjnego i grafów losowych), zarówno teoretycznych, jak i praktycznych.

Jak zawsze, istotną będzie część towarzyska: gry (brydż, go, planszówki), wspólne śpiewanie przy gitarze, wieczorki filmowe, czy też „luźne wykłady” na tematy niekoniecznie naukowe.

Warsztaty odbędą się
19–29 sierpnia 2010 w Olsztynie.

Więcej informacji na stronie
<http://warsztatywww.wikidot.com>

Zapraszamy!

[1] S.A. Haque i J. Nelson, *Toward Organic All-Optical Switching*, Science **327**(19/03/2010)1466.

[2] J.M. Hales, J. Matichak i inni, *Design of Polymethine Dyes with Large Third-Order Optical Nonlinearities and Loss Figures of Merit*, Science **327**(19/03/2010)1485.