

Technologie alternatywne i technologie przyszłości, część 5

Jest to ostatnia część artykułu poświęconego nowym technologiom w elektronice. Ponieważ temat cieszył się Waszym zainteresowaniem, wkrótce do niego wrócimy.

Nadprzewodnictwo

Jednym z celów, do osiągnięcia którego dąży przemysł elektroniczny, jest uzyskanie materiałów przewodzących o zerowej rezystancji, określanych mianem nadprzewodników, działających w temperaturze pokojowej. Idea nadprzewodnictwa jest stosunkowo prosta: wyobraźmy sobie dwie równie pochyłe, w które powbijane są kołki. W jednej równi kołki są umieszczone przypadkowo, natomiast w drugiej - w sposób uporządkowany (rys. 21). Rozważmy teraz, co dzieje się z kulkami staczającymi się po równiach: w przypadku kołków wbitych w sposób nieuporządkowany ruch kulki jest przerywany zderzeniami, natomiast w przypadku uporządkowanego układu kołków kulka zdyżda ku dołowi bez przeszkód. Choć takie analogie mogą być mylące i zawodne, to jednak równie można traktować jako materiały przewodzące, a siłę ciężenia przyspieszającą ruch kulek - jako różnicę potencjałów elektrycznych; kulki to elektrony, a kołki odpowiadają atomom.

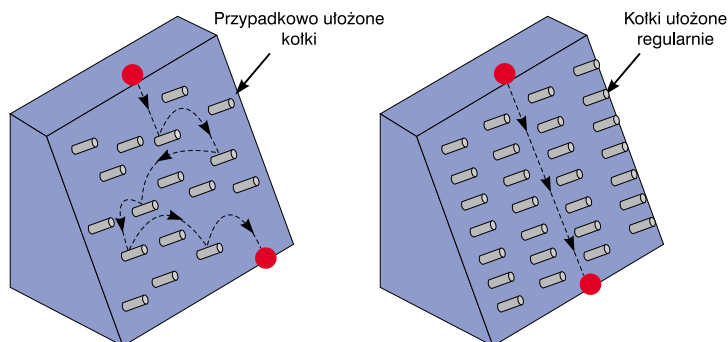
Atomy znajdujące się w materiale wykonują drgania wynikające z nagromadzonej energii cieplnej - im wyższa temperatura, tym silniejsze drgania atomów. Rezystancja elektryczna zwykłego przewodnika wynika z tych właśnie drgań, zakłócających swobodne poruszanie się elektronów. W skali temperatury bezwzględnej (Kelvina) 0K (-273°C) jest najniższą

możliwą temperaturą, określaną mianem zera bezwzględnego. Jeśli zwykły przewodnik zostanie ochłodzony do takiej temperatury, drgania atomów znikną, elektrony będą mogły poruszać się bez przeszkód, a rezystancja elektryczna spadnie do zera. Temperatury zera bezwzględnego w praktyce nie można osiągnąć, ale niektóre materiały wykazują nadprzewodnictwo już w wyższych temperaturach.

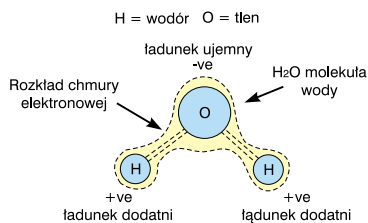
W roku 1911 holenderski fizyk Heike Kamerlingh Onnes odkrył nadprzewodnictwo rtęci w temperaturze około 4K (-269°C). W późniejszych latach odkryto nadprzewodnictwo wielu innych metali i stopów, przy czym do roku 1986 materiałem wykazującym tę właściwość przy najwyższej temperaturze był stop niobu i germanu (Nb_3Ge), a temperatura ta wynosiła 23K (-250°C).

W roku 1986 Georg Bednorz i Alex Mueller odkryli tlenek metalu wykazujący nadprzewodnictwo w stosunkowo wysokiej temperaturze 30K (-243°C). Doprowadziło to do odkrycia tlenków ceramicznych nadprzewodzących w jeszcze wyższych temperaturach. W 1988 roku stwierdzono, że tlenek talu, wapnia, baru i miedzi wykazuje nadprzewodnictwo w temperaturze 125K (-148°C), a w 1993 okazało się, że związki tlenków miedzi i rtęci wykazują tę właściwość już w 160K (-113°C). Te „wysokotemperaturowe“ nadprzewodniki zaskarżają na szczególną uwagę, ponieważ ceramiki są zazwyczaj bardzo dobrymi izolatorami.

Podobnie jak ceramiki, związki organiczne są w większości także izolatorami. Są jednak wśród nich wyjątki: tzw. metale organiczne, wykazujące zarówno przewodnictwo, jak i nadprzewodnictwo. W początkach lat 90. odkryto taki związek nadprzewodzący w temperaturze 30K (-243°C). Choć jest to temperatura znacznie niższa niż w przypadku nadprzewodzą-



Rys. 21. Nadprzewodnictwo.



Rys. 22. Nanotechnologia: rozkład elektronów w cząsteczce wody.

nych ceramik, to jednak oczekuje się, że właśnie materiały organiczne będą w przyszłości szeroko wykorzystywane jako nadprzewodniki.

Nowe ceramiczne i organiczne materiały nadprzewodzące odkrywane są codziennie, a poszukiwania zmierzają ku znalezieniu związku wykazującego nadprzewodnictwo w temperaturze pokojowej, który zrewolucjonizuje elektronikę.

Nanotechnologia

Nanotechnologia jest nieprecyzyjnym terminem stosowanym przez różne laboratoria badawcze do określenia tego, nad czym właśnie pracują. Bez względu jednak na konkretny przypadek termin nanotechnologia odnosi się do czegoś niezwykle małego: np. silników i pomp wielkości główki szpilki, tworzonych przy użyciu technik podobnych do stosowanych przy produkcji układów scalonych. Około roku 1994 opracowano nawet miniaturowy model samochodu, mniejszy od ziarenka ryżu. Model ten zawierał mikro-miniaturowy silnik, baterię, sprzęgło i był w stanie pokonać szerokość dość dużego pokoju (oczywiście bez dywanu).

Jedna ze szczególnie dziwnych gałęzi nanotechnologii, rokująca nadzieje na przyszłość, to mikrominiaturowe elementy elektroniczne, które same się montują! Łączenie się tych elementów jest oparte na działaniu enzymów jako katalizatorów biologicznych, doprowadzających do połączenia mniejszych elementów składowych w duże, złożone cząsteczki.

Przed kontynuowaniem tych rozważań trzeba na moment wrócić do skromnej drobinicy wody. Jak może sobie niektórzy przypominać, cząsteczka wody złożona jest z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu, które mają

wspólne elektrony. Jednak elektrony te nie są równo rozłożone - atom tlenu, który jest większy, gromadzi wokół swego jądra więcej elektronów (rys. 22).

Kąt tworzony przez dwa atomy wodoru wynosi 105°. Jest tak dlatego, że z sześciu elektronów atomu tlenu dwa dzielone są z atomami wodoru, pozostałe zaś cztery stanowią „własność” atomu tlenu. Elektrony te zbierają się po jednej stronie jądra atomu tlenu i kształtują cząsteczkę wody, a atomy wodoru utworzą kąt 105°, ponieważ w takiej konfiguracji równoważą się siły elektryczne.

Efekt końcowy jest taki, że wokół atomu tlenu pojawia się ładunek ujemny, natomiast wokół atomów wodoru - dodatni. Taki rozkład ładunku oznacza, że atomy wodoru będą przyciągane przez wszystkie cząstki obdarzone ujemnym potencjałem, np. atom tlenu innej cząsteczki wody. Choć powstające w ten sposób wiązanie, które nosi nazwę wodorowego, jest słabsze niż wiązanie między tym samym atomem wodoru a atomem tlenu tworzącym z nim cząsteczkę wody, niemniej jednak należy je brać pod uwagę.

Gdy woda zamarza, powstająca wtedy struktura krystaliczna oparta jest na tych właśnie wiązaniach wodorowych. Nawet gdy woda jest w stanie ciekłym, wędrujące cząsteczki bezustannie tworzą wiązania wodorowe. Istnieją one krótko - do chwili, w której nastąpi kolejne zderzenie z cząsteczką wody. Patrząc w ten sposób na szklanekę wody możemy dopatrywać się w niej milionów maleńkich kryształków lodu, wciąż powstających i znikających.

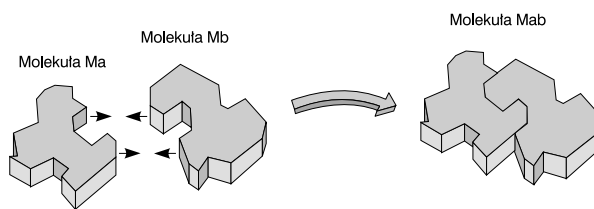
Zakończmy jednak tę dygresję. Większe cząsteczki mogą w podobny sposób tworzyć wiązania elektrostatyczne. Wyobraźmy sobie ciecz zawierającą wiele różnych cząstek, z których dwie, M_a oraz M_b , tworzą dużą cząsteczkę M_{ab} (rys. 23). Rysunek ten przypomina złożone ze sobą dwa kawałki piły, które będą do siebie pasowały pod warunkiem złożenia w jedyny, odpowiedni sposób. Analogicznie, cząsteczki M_a i M_b utworzą cząstecz-

kę M_{ab} , jeśli będą we właściwy sposób ustawione względem siebie. Ponieważ jednak cząsteczki mają bardzo złożone kształty, przypadkowe znalezienie się w odpowiednim ustawieniu jest wydarzeniem o znikomym prawdopodobieństwie. Jeśli jednak to nastąpi, powstające wiązanie okazuje się bardzo mocne.

W tym miejscu na plan pierwszy wracają enzymy. Istnieje bardzo wiele enzymów, z których każdy spełnia zadanie „dopasowywania” do siebie dwóch konkretnych cząstek. Powierzchnia cząsteczki enzymu ma także wyjątkowo skomplikowany kształt, jest ona jednak znacznie większa od cząstek, które ma połączyć, w związku z czym prawdopodobieństwo „złapania” tych cząstek przez cząsteczkę enzymu jest duże. Enzym porusza się przypadkowo, aż natrafi na M_a , jedną ze swoich „ulubionych” cząstek, z którą się łączy. Enzym połączony z tą cząsteczką nadal się porusza, aż natrafi na cząsteczkę M_b . Wtedy enzym wiąże się z tą cząsteczką, ustawiając ją w taki sposób, że łączy się ona właściwie z cząsteczką M_a (rys. 24).

Wiązanie między cząsteczkami M_a oraz M_b jest znacznie silniejsze niż wiązanie którejkolwiek z tych cząstek z enzymem. W rzeczywistości natychmiast, po powstaniu wiązania między cząsteczkami M_a i M_b , enzym i cząsteczka M_{ab} zaczynają się odpychać i cząsteczka ta zostaje odrzucona. Enzym natychmiast „zapomina” o całej przykrości i rozpoczyna kolejne poszukiwanie cząstek M_a i M_b (niektóre enzymy dokonują katalizy z szybkością pół miliona połączeń cząstek na minutę).

Historia toczy się dalej. Inny, większy enzym za swoje życiowe zadanie ma połączyć cząsteczkę M_{ab} z cząsteczką M_c . Proces jest kontynuowany aż do osiągnięcia końcowego rezultatu.



Rys. 23. Nanotechnologia: łączenie cząstek M_a i M_b w cząsteczkę.

Ponieważ nasze możliwości w zakresie tworzenia cząsteczek-konstruktorów stają się coraz większe, prawdopodobnie w przyszłości możliwa będzie także synteza enzymów-konstruktorów. To pozwoliłoby na masową produkcję protein-konstruktorów, które mogłyby stanowić alternatywę dla półprzewodników (patrz „Przełączniki i pamięci proteinowe“). Jeden z pierwszych etapów na tej drodze stanowić może opanowanie procesu uzyskiwania różnych protein, które mogłyby być związane z podłożem lub tworzyć trójwymiarowe bloki w pamięciach optycznych. Na bardziej zaawansowanym poziomie będzie możliwe uzyskanie protein, które będą się powielać tworząc na podłożu odpowiednie struktury.

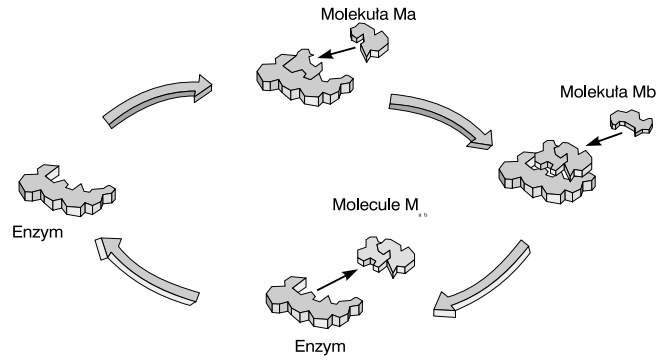
Potencjalne możliwości sięgają znacznie dalej niż masowa pro-

dukcja protein. Można sobie wyobrazić, że podobnej techniki użyć można będzie do łączenia struktur nieorganicznych, takich jak mikroskopijne elementy elektromechaniczne. Podstawowym warunkiem będzie tu takie ukształtowanie cząstek komponentów w składowych, by występujące w sposób naturalny siły elektrostatyczne powodowały powstawanie wiązań między nimi. Jest to krok w kierunku powstania, na poziomie cząsteczkowym, robotów noszących nazwę „nanobotów“.

W efekcie, elektronika przyszłości może nie wymagać bardzo wysokich temperatur, ciśnień i szkodliwych związków chemicznych, wykorzystywanych obecnie. Zamiast tego pojawią się „recepty“ o charakterze przepisu kulinarnego.

Podsumowanie

Przedstawiony wyżej tydzielek technologii miał służyć uciesze Czytelników. Niektóre pomysły mogą wydać się bardzo dziwne i Czytelnicy nie zechcą ich potraktować poważnie. Z drugiej strony nie należy nadmiernie trzymać się ziemi, nawet w przypadku pomysłów całkiem na pierwszy



Rys. 24. Nanotechnologia: tworzenie cząsteczki M_{ob} z wykorzystaniem enzymu.

rzut oka zwariowanych, inaczej może nas spotkać poważne zaskoczenie. Jak powiada Prizew w „Gdzie jest Ziemia“ Roberta Sheckley'a: „bądź pełen podziwu unikając przesady; nie akceptuj tego, co ci nie odpowiada, lecz nie bądź uparcie krytyczny; mówiąć krótko, zachowaj umiar z wyjątkiem sytuacji, w których niezbędna jest bardziej zaangażowana postawa“.

Tak więc, zbliżyliśmy się do końca ostatniego punktu artykułu. Jak podobno powiedział premier Winston Spencer Churchill (1874-1965): „To nie jest koniec. To nawet nie jest początek końca. Jednak być może jest to koniec początku.“

EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".