Udało się znaleźć półprzewodnik idealny?

24 lipca 2022

Krzem, jeden z najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków na Ziemi, stanowi podstawę nowoczesnego świata. Bez niego nie mielibyśmy ani paneli fotowoltaicznych ani układów scalonych. Jednak właściwości krzemu jako półprzewodnika są dalekie od ideału. Elektrony w krzemie mogą przemieszczać się z dużymi prędkościami, ale tego samego nie można już powiedzieć o dziurach, towarzyszkach elektronów. Ponadto krzem słabo przewodzi ciepło, przez co konieczne jest stosowanie kosztownych systemów chłodzenia.

Badacze z MIT, Uniwersytetu w Houston i innych instytucji wykazali właśnie, że krystaliczny sześcienny arsenek boru jest pozbawiony tych wad. Zapewnia dużą mobilność elektronom i dziurom oraz charakteryzuje się świetnym przewodnictwem cieplnym. Badacze twierdzą, że to najlepszy ze znanych nam półprzewodników, a może i najlepszy z możliwych półprzewodników.

Dotychczas jednak arsenek boru był wytwarzany i testowany w niewielkich ilościach wytwarzanych na potrzeby badań naukowych. Takie próbki były niejednorodne. Opracowanie metod ekonomicznej produkcji tego związku na skalę przemysłową będzie wymagało dużo pracy.

Już w 2018 roku David Broido, który jest współautorem najnowszych badań, teoretycznie przewidział, że arsenek boru powinien charakteryzować się świetnym przewodnictwem cieplnym. Później przewidywania te zostały dowiedzione eksperymentalnie. Wykazano m.in., że chłodzi on układy scalone lepiej niż diament. Okazało się równie, że materiał ten ma bardzo dobre pasmo wzbronione, którego istnienie jest niezbędną cechą półprzewodnika. Obecne badania dodały zaś do tego obrazu

możliwość szybkiego transportu elektronów i dziur, zatem arsenek boru wydaje się mieć wszystkie cechy półprzewodnika idealnego. „To bardzo ważna cecha, gdyż w półprzewodnikach mamy jednocześnie ładunki dodatnie i ujemne. Jeśli więc budujemy z nich urządzenie elektroniczne, chcemy, by zarówno elektrony jak i dziury napotykały jak najmniejszy opór” – mówi profesor Gang Chen z MIT.

Krzem i inne półprzewodniki, jak np. używany do budowy laserów arsenek galu, charakteryzuje się dobrą mobilnością elektronów, ale nie dziur. Poważnym problemem jest też rozpraszanie ciepła. „Ciepło to poważny problem w elektronice. W samochodach elektrycznych stosuje się z tego powodu węglik krzemu. Ma on co prawda mniejszą mobilność elektronów niż krzem, ale za to jego przewodnictwo cieplne jest 3-krotnie lepsze. Wyobraźmy sobie więc, co moglibyśmy osiągnąć stosując arsenek boru, który ma 10-krotnie lepsze przewodnictwo cieplne i większość mobilność dziur oraz elektronów niż krzem. To by wszystko zmieniło” – dodaje doktor Jungwoo Shin z MIT.

Wyzwaniem jest obecnie opracowanie metod produkcji arsenku boru w ilościach, które można by praktycznie wykorzystać. Obecne metody produkcyjne pozwalają na uzyskanie bardzo niejednorodnego materiału, z którego naukowcy wydzielają niewielkie jak najbardziej jednorodne fragmenty, by badać je w laboratoriach.

„Wiele wskazuje na to, że arsenek boru jest półprzewodnikiem (niemal) idealnym, ale nie wiemy, czy będziemy w stanie go wykorzystać” – dodaje Chen. Krzem stanowi podstawę całego przemysłu półprzewodnikowego, zatem od opracowania metod masowej produkcji jednorodnego arsenku boru zależy, czy trafi on pod strzechy. Badania nad krzemem trwały całe dziesięciolecia, zanim dowiedzieliśmy się, jak uzyskiwać ten materiał o czystości dochodzącej do 99,99999999%. Arsenek boru ma jeszcze przed nami wiele tajemnic. Zanim wyprodukujemy z niego elektronikę musimy np. poznać jego długookresową stabilność.

Autorstwo: Mariusz Błoński
Na podstawie: News.MIT.edu, Science.org
Źródło: KopalniaWiedzy.pl