

Holistyczne badanie fazy MXene metodą spektrometrii mas jonów wtórnych (*inSIMStu*)

Jedną z koncepcji podziału dziejów ludzkości jest tak zwany system trzech epok, który uwypukla główny składnik produkowanych w danym czasie narzędzi: epoka kamienia, brązu i żelaza. Wiele osób uważa, że współczesne czasy powinny być nazywane epoką krzemu. Jeszcze więcej dyskusji budzi pytanie jaki materiał odegra znaczącą rolę w najbliższej przyszłości.

Wiele osób uważa, że żyjemy w przededniu epoki materiałów inteligentnych, która zaprojektowane są w taki sposób aby mogły zmieniać swoje właściwości w wyniku zewnętrznego bodźca. Już teraz popularne są okulary fotochromowe, które przyciemniają się pod wpływem silnego promieniowania słonecznego. Marzymy też o nowych rozwiązaniach, na przykład budynkach, które utrzymują wewnątrz ciepło podczas zimy i zapobiegają nagrzewaniu latem. Albo lekarstwa, które uwalniane są do krwiobiegu przy pierwszym objawie infekcji.

Warto również zwrócić uwagę, że niektórzy twierdzą, że zbliżamy się do epoki materiałów dwuwymiarowych. Możemy jednak połączyć te dwie koncepcje i prowadzić badania nad materiałami 2D, które mogłyby stać się budulcem większych komponentów o inteligentnych właściwościach.

MXene, dwuwymiarowa forma węglików, azotków, oraz węglikoazotków metali przejściowych, to obecnie największa rodzina materiałów 2D, licząca ponad 50 przedstawicieli otrzymanych eksperymentalnie oraz wiele więcej przewidzianych teoretycznie. Od innych materiałów 2D odróżnia je przede wszystkim skomplikowana struktura i skład chemiczny – mogą być zbudowane z kilkunastu różnych pierwiastków podczas gdy grafen i silicen składają się tylko z jednego, a heksagonalny azotek boru czy siarczek molibdenu – zaledwie dwóch.

I to właśnie skomplikowana struktura MXene stanowi nie lada wyzwanie dla ich precyzyjnej charakteryzacji. O ile dysponujemy technikami, które posiadają rozdzielczość atomową (np. transmisyjna mikroskopia elektronowa) to jednak mają one problemy z identyfikacją lekkich pierwiastków, takich jak wodór, węgiel, tlen czy azot, które stanowią bardzo dużą część składu chemicznego MXene. Inne techniki, jak np. Rentgenowska spektroskopia elektronów potrafi rozróżnić te pierwiastki, jednak nie dysponuje rozdzielczością atomową.

Niniejszy projekt skupia się na zastosowaniu spektrometrii mas jonów wtórnych z ultra niską energią padania jonów (skrót z ang. ULIE-SIMS) do charakteryzacji materiałów MXene z atomową rozdzielczością wglębną. Kierownik projektu rozwinął tę technikę aby umożliwić badania oddzielnie każdej warstwy atomowej. Co ciekawe, w 2022 udowodnił, że w strukturze tych materiałów wbudowany jest także tlen, a więc powinniśmy je nazywać tlenkowęglikami, tlenkoazotkami i tlenkowęglikoazotkami. Przez ponad dziesięć lat od ich odkrycia społeczność naukowa nie zdawała sobie z tego sprawy! To pokazuje jak ważne może być zastosowanie tej techniki do zrozumienia materiałów MXene, a także do przewidywania i zaprojektowania ich właściwości aby mogły służyć nam do wytwarzania inteligentnych przyrządów.