

W 2014 roku, grupy badawcze w Stanach Zjednoczonych i Chinach poinformowały o pracach nad nowym obiecującym dwuwymiarowym materiałem elektronicznym - fosforenie, który ma naturalną przerwę energetyczną. Praca jest częścią trendu, który zapoczątkował David Tománek, teoretyk fazy skondensowanej z Michigan State University w East Lansing, jak "wiek post-grafenu" - w której naukowcy badają alternatywy w nadziei na przezwycięzenie wad grafenu.

W przeciwieństwie do grafenu, fosforen działa jak półprzewodnik, który może być łatwo włączany i wyłączany. Ta właściwość może znacznie obniżyć zużycie energii potrzebnej do tranzystorów mocy, dodatkowo obniżając generowane ciepło. Fosforen może być przydatny do wytwarzania cienkich, elastycznych układów elektronicznych, które mogą być łatwiej chłodzone niż te z krzemu. Pierwsze elastyczne urządzenia i układy oparte na kilkuwarstwowej strukturze fosforenowej na bardzo giętym podłożu z poliimidu zostały już wykonane.

Fizycy badają czarny fosfor - materiał warstwowy utrzymywane razem przez słabe wiązania chemiczne - od 1960 roku. Jednak dopiero w zeszłym roku zaczęli próbować wyizolować pojedyncze warstwy. Podobnie jak w grafenie, atomy w fosforenie ułożone są sześciokątne, ale w fosforenie powierzchnia jest lekko pomarszczona. Dzięki przerwie energetycznej, fosforen można łatwo przełączać między izolatorem a przewodzeniem, a materiał jest wciąż na tyle płaski, aby ograniczyć rozptył elektronów. Ładunek płynie szybko, co prowadzi do stosunkowo wysokiej mobilności, która jest niezwykle ważna w zastosowaniach elektronicznych.

W grudniu 2013 roku dwie grupy stwierdziły, że wyizolowały z czarnego fosforu struktury o grubości dwóch lub trzech warstw atomowych za pomocą taśmy klejącej - taką samą metodę w 2004 roku użyto w celu wyizolowania warstw grafenu. Pomarszczona struktura krystaliczna wpływa na właściwości fizyczne i umożliwia sterowanie przerwą energetyczną w zakresie od 0,3 do ~ 2 eV. Wyjątkowe właściwości elektryczne obejmują również wysoką mobilność dziur ~ 1000 cm²/Vs oraz wysoki prąd polowy. Są to nadzwyczajne właściwości, które powodują, że fosforen to dwuwymiarowy materiał do projektowania elektroniki nowej generacji.

Kilkuwarstwowy fosforen otrzymuje się przez mechaniczną eksfoliację z kryształu czarnego fosforu. Jest on niezwykle wrażliwy na środowisko i obserwuje nieodwracalną modyfikację materiału w ciągu godziny od ekspozycji, poprzedzoną zmianami właściwości elektrycznych i fizyko-chemicznych. Musi on być, zatem używany w próżni lub skutecznie zamknięty. Autorzy proponują zastosowanie nanodiamentowych folii wytwarzanych w ich laboratorium do jednoczesnej selektywnej hermetyzacji fosforenu jak i przekazywania sygnału elektrycznego.

Autorzy chcieliby zastosować te zjawiska do celów wykrywania zmian w otoczeniu fosforenu. Głównym celem badań jest ocena różnych metod syntezy fosforenu i przeprowadzenia szczegółowych studiów nad ich parametrami elektronicznymi w różnych środowiskach biologicznych. Projekt zamierza się skupić na ważnych układach białkowych i opracowaniu metod ich wykrywania za pomocą urządzeń opartych na fosforenie. W niedalekiej przyszłości mogą być one stosowane w układach nanoszonych na skórę lub implantowanych biosensorach, które monitorują nawet najbardziej intymne procesy biologiczne lub w interakcji z naszym układem nerwowym (rociągliwa elektronika lub bioelektronika).