

Elektryczna kontrola spinu nośników zlokalizowanych w silicenie

W ramach doktoratu przeprowadzone zostaną obliczenia struktury elektronowej oraz symulacje dynamiki spinowo-dolinowej nośników. Pierwsze 12 miesięcy będzie dodatkowo wsparte przez stypendium NCN w wysokości 3 tys. pln. (netto) miesięcznie.

Silicen - dwuwymiarowa forma krzemu – materiał podobny w strukturze krystalicznej oraz pasmowej do grafenu - jest od stosunkowo niedawna traktowany jako jego atrakcyjna alternatywa do zastosowań spintronicznych, możliwych do integracji w ramach dobrze opanowanej elektroniki krzemowej.

W przeciwieństwie do grafenu w silicenie oddziaływanie spin orbita jest silnie i poddaje się zewnętrznej kontroli przez prostopadłe pole elektryczne. Oddziaływanie spin-orbita pozwala na manipulację uwięzionym spinem elektronu w przestrzeni rzeczywistej przez zmienne pola elektryczne, co czyni materiał atrakcyjnym dla kwantowego przetwarzania informacji na układach uwięzionych spinów. Pole elektryczne prostopadłe do warstwy otwiera przerwę energetyczną w silicenie, która umożliwia elektrostatyczne uwięzienie nośników, tworzenie kropek kwantowych dla stanów uwięzionych lub kwantowych kontaktów punktowych dla badań transportu kwantowego.

Materiał spełnia wszelkie kryteria, które grafen zawiódł w kontekście manipulacji spinem. Silicen w formie swobodnej jest niestabilny w powietrzu. Doświadczalnie badano silicen wytwarzany epitaksjalnie na srebrze, gdzie jednak własności silicenu są silnie modyfikowane przez podłoże metaliczne. Dopiero w 2015 doniesiono o opracowaniu technologii przeniesienia silicenu na warstwę SiO₂, dla której własności silicenu są zbliżone do przewidzianych dla wolnostojącej monowarstwy. Technologia otwiera szerokie możliwości praktycznych zastosowań nowego materiału, począwszy od tranzystora polowego pracującego w temperaturze pokojowej. Należy spodziewać się pojawienia się w krótkim czasie wyników badań doświadczalnych na temat wstęp, kropek kwantowych, kontaktów punktowych, interferometrów etc. wykorzystujących nową technikę wzrostu.

Silicen podlega funkcjonalizacji przez adatomy i domieszki wbudowywane do struktury. Możliwe jest np. wprowadzanie atomów magnetycznych do układu. Ponadto – jak podano wyżej jego własności silnie zależą od substratu na którym jest położony. Opis własności układu wymaga opisu wiązań chemicznych z adatomami oraz oddziaływań z substratem. Do opisu tych własności potrzebne jest zastosowanie zaawansowanych metod chemii kwantowej. Po parametryzacji hamiltonianu do postaci ciasnego wiązania możliwe będą badania własności fizycznych układu.