

Streszczenie rozprawy doktorskiej "Chiralność w układach wielowarstwowych grafen – heksagonalny azotek boru".

Autor: Andrzej Molenda Promotor: prof dr. hab. Ilona Zasada

Odkrycie i wyprodukowanie grafenu, nowego materiału dwuwymiarowego, zapoczątkowało erę badań nad topologicznie płaskimi strukturami fizycznymi. Materiały dwuwymiarowe, a w szczególności grafen, okazały się mieć własności, które predysponują je do szerokiego użycia w elektronice i do przeprowadzania badań nad relatywistyczną mechaniką kwantową. Grafen, nie oddziaływający z innymi materiałami, posiada zerową przerwę energetyczną i zerową masę efektywną – można go więc zakwalifikować jako półprzewodnik o liniowej zależności dyspersyjnej. Idealne własności tego materiału zmieniają się w momencie próby zbudowania urządzenia elektronicznego. Oddziaływanie z podłożem modyfikuje własności elektronowe grafenu. Jednym z najlepszych materiałów, który stosuje się jako podłoże dla warstw grafenowych jest heksagonalny azotek boru (h-BN). Ten dwuwymiarowy materiał o strukturze plastra miodu posiada stałą sieci bardzo podobną do stałej sieci grafenu. Ponadto jest to materiał, który w porównaniu do innych materiałów mogących służyć z podłożem, jest stosunkowo płaski. Heksagonalny azotek boru nadaje się więc bardzo dobrze do urządzeń elektronicznych – w małym stopniu wpływając na własności elektronowe grafenu. Do tej pory h-BN był używany jako podłoże, bierny element układu, wpływający w małym stopniu na jego działanie. Ze względu na specyficzne własności h-BN zdecydowałem się w mojej rozprawie zbadać jak, za pomocą heksagonalnego azotku boru, można modelować własności elektronowe wielowarstw grafenowych.

Podczas przeprowadzania badań rozszerzyłem i uogólniłem procedurę podziału chiralnego, stosowaną dla układów grafenowych, na układy wielowarstwowe grafen – h-BN. Analiza położenia warstwy h-BN względem wielowarstw grafenowych pokazuje, że h-BN może z powodzeniem pełnić aktywną rolę w kształtowaniu własności warstw grafenowych, a nie tylko być izolatorem słabo zakłócającym te własności. Najciekawsze wydają się hybrydy typu grafen/h-BN/grafen z nieparzystą liczbą monowarstw grafenu po obu stronach h-BN. W układzie takim można wydzielić podukład o własnościach swobodnej monowarstwy, czyli z liniową dyspersją i brakiem przerwy energetycznej. Rezultaty te stanowią główną tezę rozprawy doktorskiej.

W rozprawie przeprowadziłem również analizę zjawiska znanego z kwantowej teorii pola zwanego tunelowaniem Kleina. Moje badania rozszerza wiedzę o tunelowaniu Kleina w materiałach dwuwymiarowych o przypadki tunelowania w dwuwarstwach grafenowych w opisie czteropasmowym, i o tunelowanie w układach hybrydowych grafen – heksagonalny-azotek boru. Moje badania nad tunelowaniem Kleina stanowią uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy i mogą zostać wykorzystane w praktyce. Omówiona wielomodowość tunelowania może mieć praktyczne zastosowanie przy konstrukcji urządzeń elektronicznych, w szczególności przy projektowaniu tranzystorów polowych z efektem tunelowania międzywarstwowego (ITFET).

Andrzej Molenda