

Projekt 4.3 Nanostruktury chalcogenidowe jako platforma dla bitów kwantowych (eksperymentalne)

Promotor: Tomasz Wojtowicz / Valentyn Volobueiv

Instytut: IFPAN, MAGTOP

Jednostka organizacyjna: ON6.2

www: <http://www.ifpan.edu.pl/en/institute/scientific-divisions/international-centre-for-interfacing-magnetism-and-superconductivity-with-topological-matter-magtop/on6-2-device-epitaxy-group.html>

<https://magtop.ifpan.edu.pl/resources/teams/>

Opis:

Obliczenia kwantowe (QC) wymagają systematycznego podejścia, w którym musi być zaangażowana interdyscyplinarna nauka w celu rozwiązania problemów zasadniczo nierozwiązywalnych dla klasycznych komputerów. Kluczowym punktem jest tutaj fizyczna realizacja kubitów o niskim poziomie szumów i dekoherencji. Poszukiwanie platformy materiałowej do implementacji kubitów jest głównym zadaniem z perspektywy nauki o materiałach w problemie QC. Obietnica niezawodnych obliczeń kwantowych spowodowała prawie dekadę intensywnych badań poświęconych budowie kubitów opartych na nadprzewodnikach topologicznych. Jednakże tylko kilka systemów materiałowych izolatorów topologicznych i półprzewodników III-V zostało gruntownie zbadanych. Niedawno zdano sobie sprawę, że po latach rozwoju poziom nieporządku wciąż jest zbyt wysoki dla implementacji kubitów. Rozwiązaniem tego problemu jest realizacja kubitów przy użyciu półprzewodników monochalcogenidowych, które posiadają wszystkie niezbędne składniki do implementacji kubitów, mianowicie wysokie sprzężenie spin-orbit i zredukowaną rolę nieporządku ładunkowego ze względu na wysoką stałą dielektryczną.

Cel projektu:

Cele projektu: ustanowienie nowej platformy materiałowej opartej na materiałach monochalcogenidowych do skutecznej produkcji półprzewodnikowych kubitów.

Po pierwsze, wytwarzamy wysokiej jakości epilayers, heterostruktury, studnie kwantowe i nanodruły z materiałów chalcogenidowych przy użyciu epitaksji z wiązki molekularnej (MBE). Technika ta umożliwi kontrolowany wzrost monokrystalicznych nanostruktur z precyzją monowarstw. Procesy dekoherencji będą zredukowane poprzez optymalizację wzrostu z precyzyjnie dobranym składem, zredukowaną ilością defektów, gęstością nośników i zwiększoną mobilnością nośników. Takie postępowanie wymaga dokładnych badań struktury i składu przy użyciu nowoczesnych technik oraz pomiarów magnetotransportowych w celu uzyskania parametrów elektrofizycznych.

Po drugie, wytwarzamy nadprzewodnictwo (SC) w wytworzonych strukturach za pomocą efektu SC-proximity. Na tym etapie optymalizowana będzie jakość interfejsów, która jest kluczowa dla iniekcji par Coopera. Interfejsy będą charakteryzowane pod względem strukturalnym i transportowym. Również rola wyrównania i zginania pasm na interfejsie nadprzewodnik-półprzewodnik będzie badana przy użyciu spektroskopii fotoemisji kątowno-rozdzielczej (ARPES). Problem ten zostanie również rozwiązany w podejściu równoległym, gdzie SC jest już zintegrowane przez sieć dyslokacji niedopasowania na interfejsie heterostruktury o dużym niedopasowaniu sieci. Mikroskopowy mechanizm takiego SC pozostaje nie do końca jasny mimo wcześniejszych badań. W tej pracy wyjaśnimy go, badając przejście nadprzewodzące jako funkcję parametrów elektrofizycznych.

Na koniec wykonamy bramkę przy użyciu osadzania warstwy atomowej hafnii i tlenku glinu na powierzchni półprzewodnika chalcogenidowego i przetestujemy efekt bramkowania. Ostatecznie, na

koniec projektu, spodziewamy się dostarczyć w pełni przetestowany system materiałowy odpowiedni do produkcji półprzewodnikowych kubitów.

Wymagania:

- obywatelstwo ukraińskie, posiadający status pracownika w uznanej instytucji naukowej na Ukrainie (uniwersytety lub instytuty Narodowej Akademii Nauk Ukrainy);
- stopień magistra (MSc) w dziedzinie fizyki (lub równoważny w pokrewnych dziedzinach, takich jak inżynieria materiałowa i elektronika);
- wystarczająca biegłość w języku angielskim.

Kandydat idealny powinien posiadać doświadczenie przynajmniej w jednej z poniższych dziedzin:

- wzrost nanostruktur półprzewodnikowych metodą molekularnej epitaksji wiązkowej (MBE);
- charakteryzacja strukturalna nanostruktur półprzewodnikowych za pomocą SEM, AFM, XRD, TEM, itp.;
- przetwarzanie nanostruktur za pomocą wiązki elektronowej i litografii optycznej;
- Magneto-transport przy niskich temperaturach;
- pomiary ARPES (spektroskopia fotoemisyjna pod kątem rozstrzału).

Finansowanie:

Stypendium: fundusze z projektu 7120 PLN miesięcznie, przed odjęciem obligatoryjnych składek ZUS (~15%), przez 24 miesiące, co daje około 5500 PLN netto/miesiąc w latach 1-2, oraz (po zdaniu egzaminu śródkresowego) około 4739 PLN netto/miesiąc w latach 3-4.

Kontakt: wojto@MagTop.ifpan.edu.pl, volobuiev@MagTop.ifpan.edu.pl