

W miarę postępowania miniaturyzacji elementów elektronicznych napotymane są kolejne bariery technologiczne związane nie tylko z technologią ich wytwarzania ale także z drastycznymi zmianami ich właściwości wynikającymi z dominacji efektów kwantowych. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w jedno-wymiarowych (1D) nanostrukturach. W wielu przypadkach, także udokumentowanych własnym publikacjami zespołu, atomy metali nakładane metodami Technologii Molekularnej Epitaksji (MBE) samoistnie tworzą na schodkowych (wicynalnych) powierzchniach monokryształów atomowe łańcuchy. Z punktu widzenia ewentualnych zastosowań atomowy łańcuch może być uznany za graniczny przypadek przewodnika prądu elektrycznego, łączącego nanometrowe elementy elektroniki przyszłości.

Celem projektu jest doświadczalne i teoretyczne zbadanie zachowania się 1D stanów topologicznych w atomowych łańcuchach wytwarzanych na wicynalnych i płaskich powierzchniach półprzewodnikowych kryształów. Badania będą prowadzone w celu poznania i zrozumienia mechanizmów fizycznych rządzących procesami pojawiania się w nich nietrywialnej fazy topologicznej. Zostanie określone, jak można wytwarzać i kontrolować stany topologiczne w układach 1D. Tablice takich łańcuchów atomowych na różnych powierzchniach stanowiąc będą nowy rodzaj materiału o niezwykle ciekawych właściwościach elektrycznych. Spodziewamy się, że obecność stanów topologicznych w atomowych łańcuchach i układach łańcuchów wpłynie korzystnie na powierzchniowe przewodnictwo elektryczne w takich układach.

Podczas realizacji projektu wykonywane będą obliczenia właściwości elektronowych topologicznych łańcuchów atomowych z zamiarem określenia, dla jakich podłoży i w jakich warunkach pojawią się stany topologiczne w łańcuchach atomowych. Proponowane teoretyczne prace będą miały za cel znalezienie układów atomowych przejawiających tzw. spinowe oscylacje Friedela oraz indukowane stany topologiczne. Unikalna aparatura w postaci mikroskopu tunelowego (STM) z rozdzielczością spinową i sił atomowych (AFM), pracujących w warunkach ultra-wysokiej próżni i temperaturze ciekłego helu (4,2K), pozwoli na obserwację łańcuchów atomowych i pojedynczych atomów, na manipulowanie atomami i na określenie lokalnej struktury elektronowej w miejscu każdego atomu.

Proponowane w projekcie badania mają charakter nowatorski ponieważ do tej pory nie wytworzono 1D izolatora topologicznego na modyfikowanych powierzchniach wicynalnych z wykorzystaniem m.in. mechanizmów samoorganizacji nanostruktur. Proponowane w projekcie badania pozwolą określić naturę nietrywialnych stanów w łańcuchach atomowych a poznanie ich właściwości elektronowych i elektrycznych znacząco przybliży potencjalne możliwości aplikacyjne. Mogłyby one być wykorzystane w spintronice, komputerach kwantowych czy ultraszybkiej komunikacji pomiędzy nanourządzeniami elektronicznymi (bramkami logicznymi, qubitami, nanotranzystorami).

Więcej o założeniach i realizacji projektu będzie można znaleźć na stronach internetowych wykonawców: <http://nano.umcs.lublin.pl>