

Jedną z niezwykłych własności grafenu jest możliwość indukowania zła cz n-p przez zewnętrzne pola elektryczne bez konieczności chemicznego domieszkowania materiału. Intrigującą własnością zła cz n-p w grafenie jest swobodna transmisja bezmasowych nośników przez bariery potencjału - znana jako tunelowanie Kleina. Elektron padający na barierę jako nośnik z pasma przewodnictwa kontynuuje swój ruch w paśmie walencyjnym wewnątrz bariery. Projekt dotyczy ciekawej cechy zła cz n-p w wysokim polu magnetycznym: wiązania przód poruszają się wzdłuż zła cz. Za wiązanie przód odpowiedzialna jest siła Lorentza, która działa na poruszające się nośniki przeciwnie po obydwu jego stronach -- zmieniając zwrot po przejściu nośnika na drugą stronę zła cz. Zła cz n-p działa w wysokim polu jak falowod niesący nośniki po wyznaczonych przez zewnętrzne potencjały liniach. W projekcie podjęta zostanie próba wykorzystania tego efektu do zaprojektowania interferometrów elektronowych, w których możliwe byłoby wykrycie zjawisk fazowych wynikających z rozpraszania miedzy poziomami Landaua oraz oddziaływań spinowych w układzie. Przygotowany projekt urzędzenia zostanie oparty o modelowanie numeryczne wykorzystujące atomistyczne podejście ciasnego wiązania.

W tradycyjnych układach półprzewodnikowych opartych na dwuwymiarowym gazie elektronowym możliwe jest monitorowanie przestrzenne przepływu elektronów z wykorzystaniem naładowanego ostrza mikroskopu sił atomowych. Gaz elektronowy uwięziony jest płytko pod powierzchnią struktury, a naładowane ostrze mikroskopu wprowadza do gazu kulombowskie zaburzenie potencjału. W układach, w których przepływ prądu ma charakter koherentny, o przewodność elektryczną decydują zjawiska falowe, mające charakter nielokalny. Pomiar przewodności w funkcji położenia ostrza daje jednak informację o odpowiedzi funkcji falowej na lokalne zaburzenie, co pozwala na odczyt mapy przepływu prądów w układzie, w tym kwantyzacji przestrzennej w kwantowych kontaktach punktowych, ogniskowania magnetycznego, etc. W przypadku grafenu możliwe na zbliży ostrze do gazu elektronowego na bardzo małą odległość, co powinno pozwolić na obrazowanie zjawisk transportowych z wielką rozdzielczością. Jednakże ze względu na tzw. chiralność nośników daną przez zwinięcie płaszczyzny elektronu ze składowymi funkcjami falowymi na dwóch podsieciach grafenu, rozpraszanie wsteczne przez dalekozasięgowe potencjały ostrza nie zachodzi. W rezultacie grafen nie odpowiada na potencjał ostrza zmianą oporu elektrycznego.

W projekcie postaramy się opracować techniki pozwalające na wykorzystanie zaburzenia zewnętrznego do obrazowania zjawisk transportowych z wykorzystaniem mikroskopu skaningowego. Wykorzystamy w tym celu zła cz n-p powstałe pod ostrzem, stany rezonansowe zlokalizowane w tym obszarze oraz prądy trwale płynące dookoła zła cz w wysokim polu magnetycznym. Prądy te dadzą efekty obserwowalne we własnościach elektrycznych pod warunkiem, że doprowadzi się do ich zwarcia z prądami płynącymi wzdłuż krawędzi próbki i / lub prądami płynącymi na złach cz n-p indukowanych przez pozostałe elektrody, co jest możliwe przy zmianie położenia ostrza. Projekt przygotowuje procedury do stosowania tzw. mikroskopii bramki skanującej dla mapowania prądów w układach na bazie grafenu.