

*Popularnonaukowe streszczenie projektu (pol)*

W ramach projektu wnioskodawca planuje wykonanie kompleksowych badań doświadczalnych w celu określenia kluczowych parametrów dwuwymiarowego gazu elektronów (2D electron gas, 2DEG) formowanego przy powierzchniach i interfazach półprzewodników. Badania będą przeprowadzone na układach półprzewodników III-V o wąskiej przerwie wzbronionej z powierzchniami spreparowanymi celowo, tak by zawierały 2DEG. Proponowane badania obejmują mapowanie struktury pasmowej 2DEG, oszacowanie wielkości oddziaływań wieloelektronowych oraz badania wpływu nieporządku na parametry 2DEG. Badania będą realizowane na kryształach półprzewodników III-V (np. InAs, InSb) Na powierzchniach tych kryształów będą adsorbowane molekuly chalkogenów w celu wygenerowania ładunku na powierzchni i ugięcia pasm koniecznego dla uformowania 2DEG. W ogólności badane powierzchnie będą układami trójskładnikowymi i spodziewamy się znacznej liczby metastabilnych uporządkowanych faz powierzchniowych prowadzących do charakterystycznych ugięć pasm przy powierzchni. Do badań głównych zostanie zastosowana najbardziej wydajna i jednoznaczna metoda doświadczalna umożliwiającą odwzorowanie pasmowej struktury elektronicznej powierzchni z uwzględnieniem efektów wieloelektronowych, oddziaływań elektron-fonon, efektów rozpraszania itp. to jest kątowno-rozdzielcza spektroskopia fotoelektronów (ARPES). Badania zostaną wykonane dla różnych orientacji krystalograficznych powierzchni oraz dla różnych stechiometrii powierzchni.

Planowane badania będą prowadzone w kontekście zarysowujących się szerokich zastosowań podobnych układów fizycznych w urządzeniach elektroniki cyfrowej głównego nurtu. Technologicznie najbardziej istotny jest układ z 2DEG indukowanym przy interfacie półprzewodnik-dielektryk poprzez zewnętrzne pole elektryczne, którego źródłem jest spolaryzowana bramka. Taki układ stanowi element tranzystora polowego FET (field effect transistor). Układ ten jest kluczowy dla współczesnej elektroniki cyfrowej. Decyduje on znacznej mierze o szybkości przełączania układów logicznych (czyli w praktyce o szybkości działania procesorów i pamięci). W sytuacji wyczerpania się potencjału koncepcji miniaturyzacji elektronicznych układów cyfrowych dalszy rozwój tych układów będzie możliwy poprzez zwiększanie ruchliwości nośników w kanale przewodzenia tranzystorów polowych FET. Wiele wskazuje na to, że w elektronice cyfrowej przyszłości będzie „pracował” 2DEG na bazie półprzewodników III-V. Na pytania takie jak: jakie czynniki limitują ruchliwość elektronów w dwuwymiarowym gazie elektronów bazującym na materiałach III-V, czy: na ile możliwa jest realizacja teoretycznej możliwości 50-krotnego zwiększania szybkości przełączania układów logicznych po zastąpieniu krzemu w kanale n-FET przez III-V, literatura przedmiotu nie daje aktualnie odpowiedzi. Proponowane badania będą prowadzone głównie w celu dostarczenia rzetelnych danych potrzebnych do szacowania granic prędkości przełączania urządzeń elektroniki cyfrowej projektowanych w oparciu o 2DEG na bazie półprzewodników III-V.