

Obecny rozwój elektroniki użytkowej polegający na ciągłej miniaturyzacji układów półprzewodnikowych szeroko opiera się na nanostrukturach, dzięki którym można uzyskiwać unikalne parametry przyrządów. Nanostruktury w połączeniu z zaawansowanym processingiem umożliwiają uzyskiwanie coraz lepszych parametrów przyrządów oraz zwiększanie szybkości działania elektroniki. Bardzo istotnym parametrem jest tutaj częstotliwość graniczna pracy, która wynika głównie z parametrów fizycznych struktury półprzewodnikowej oraz użytych technik/technologii processingowych. Zwykle, aby uzyskać wysoką częstotliwość pracy przyrządu wymagane jest wykonanie bardzo małych struktur na bazie wysokiej jakości nanostruktur półprzewodnikowych. Istotą jest tu uzyskanie jak najmniejszych wartości oporu R oraz pojemności C wewnątrz części aktywnej samego przyrządu, gdyż iloczyn RC jest odwrotnie proporcjonalny do częstotliwości granicznej. Atrakcyjnymi strukturami dla tego typu zadań są epitaksjalne warstwy z dwuwymiarowym gazem elektronów (*ang. 2-Dimensional Electron Gas, 2DEG*), które to stanowią kanał o wysokiej przewodności, a przylegające warstwy są dobrze izolujące. Poza tym, elektrony w takim systemie są „szybkoruchliwe”, tzn. są zlokalizowane w obszarze półprzewodnika o wysokiej jakości, w którym nie ma intensywnych rozproszeń, dzięki czemu mogą uzyskiwać wysokie prędkości saturacji. Zmniejszenie czasu przelotu elektronu, przez obszar aktywny, umożliwia uzyskanie wysokich częstotliwości przełączania przyrządu.

Niniejszy projekt ma na celu badania wysokoczęstotliwościowe struktur azotkowych oraz powołanie nowego zespołu naukowego w ramach niedawno utworzonego w Instytucie Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk (IWC PAN) Laboratorium Promieniowania Terahercowego (TeraGaN) kierowanego przez prof. dra hab. Wojciecha Knapa, światowego eksperta w dziedzinie fundamentalnych badań półprzewodników w zakresie mikrofal i teraherców. Zadaniem nowopowstałego zespołu naukowego będą badania wysokoczęstotliwościowe wysokiej jakości azotkowych lateralnych struktur z 2DEG oraz ich optymalizacja i stworzenie efektywnego sprzężenia zwrotnego pomiędzy wytwarzaniem wysokiej jakości struktur dwuwymiarowych, projektowaniem oraz processingiem struktur testowych. W ramach tego zadania zostaną podjęte badania mechanizmów propagacji subterahecowej fali elektromagnetycznej w lateralnych strukturach azotkowych z 2DEG. Wykorzystując dobrze rozwiniętą w IWC PAN technologię azotkową, epitaksję oraz processing struktur zamierzamy poprzez zastosowanie nowatorskiego podejścia w istotny sposób ograniczyć pojemność złącza Schottky poprzez użycie lateralnego kontaktu do 2DEG oraz ograniczyć opór dostępu poprzez zastosowanie ponownego wzrostu epitaksjalnego dla formowania kontaktu niskoomowego do 2DEG (*ang. regrown ohmic contact*). Oczekujemy, że w ten sposób będziemy w stanie uzyskać nieliniowe struktury (tzn. lateralne diody Schottky), które będą charakteryzować się maksymalnymi częstotliwościami pracy co najmniej rzędu 100 GHz.

Zastosowanie azotków ma istotne znaczenie z punktu widzenia parametrów fizycznych np. z uwagi na wysokie wartości napięć przebicia oraz potencjalną możliwość pracy przyszłego elementu w agresywnym środowisku i/lub podwyższonej temperaturze. Oczekujemy, iż w wysokich częstotliwościach będziemy w stanie rozstrzygnąć wiele kwestii materiałowych, które są istotne dla rozwoju technologii azotkowej. Analizując wysokoczęstotliwościowe struktury azotkowe z 2DEG można efektywnie optymalizować technologię struktur. Zbadanie potencjału struktur lateralnych (lateralnych diod Schottky) wraz z dobrą jakością kontaktem omowym, poprzez zdobycie nowej fundamentalnej wiedzy dotyczącej parametrów azotków w wysokich częstotliwościach, stanowi zadanie niniejszego projektu. Tego typu komponenty mogą w przyszłości stanowić fundament projektów badawczo-rozwojowych m.in. dla detektorów, mikserów i powielaczy częstotliwości w zakresach mikrofalowych i sub-terahecowych.

Unipolarna elektronika, w porównaniu do bipolarnej, umożliwia zmniejszenie dyssypacji energii oraz znaczne zwiększenie częstotliwości pracy. Ogromny postęp technologii azotków, który w ostatnich latach spowodował znaczną poprawę parametrów fizycznych uzyskiwanych nanostruktur azotkowych, umożliwił badanie bardzo wyrafinowanych efektów fizycznych. Jesteśmy przekonani, że zdobycie podstawowej wiedzy o wysokoczęstotliwościowych parametrach fizycznych azotków przy pomocy lateralnych struktur będzie miało oprócz walorów poznawczych przełożenie w przyszłości na projekty aplikacyjne optymalizacji przyrządów unipolarnych na bazie azotku galu, który odgrywa coraz większą rolę w rozwoju ekonomicznym cywilizacyjnym, co zostało docenione **Nagrodą Nobla z fizyki w 2014 roku**.