

## Hybrydowe detektory fotowoltaiczne na bazie złącza van der Waals/(Al)GaN

Detektory fotowoltaiczne służą do pomiaru natężenia światła i ich zasada działania polega na absorpcji promieniowania, które generuje nośniki prądu w obszarze złącza *p-i-n*. Wygenerowane nośniki są przestrzennie separowane poprzez wbudowane pole elektryczne i prowadzą do przepływu prądu. W wielu zastosowaniach wymagana jest spektralna selektywność detektorów. Dobrym tego przykładem są detektory promieniowania UV, które mogłyby zliczać dozy promieniowania w trzech zakresach spektralnych tj. UVA, UVB i UVC. W tym wypadku naturalnym systemem półprzewodnikowym do produkcji takich detektorów są azotki grupy trzeciej (III-N), które charakteryzują się szeroką przerwą energetyczną i dzięki temu poprzez odpowiedni dobór składu absorbera z AlGaN mogą absorbować światło w zakresie UV do określonej długości fali. W ramach tej grupy materiałowej można również wytwarzać detektory pokrywające zakres widzialny oraz zakres bliskiej podczerwieni mieszając GaN z InN. Ale jak dotąd technologia detektorów na bazie materiałów III-N nie jest wystarczająco rozwinięta mimo tego, że technologia materiałów III-N jest już dojrzałą technologią (rynek oświetlenia oraz tranzystorów wysokich mocy bazuje na tej technologii).

Jedną z przyczyn braku detektorów III-N selektywnych w UV są ograniczenia materiałowe, które związane są z brakiem warstw AlGaN charakteryzujących się dobrym przewodnictwem. Kolejnym problemem jest brak technologii odpowiednich kontaktów elektrycznych do tego typu warstw. W przypadku detektorów na zakres widzialny oraz bliską podczerwień nie było jak dotąd motywacji rozwijania technologii detektorów III-N dlatego, że są bardzo dobre detektory na ten zakres spektralny produkowane są na bazie innych półprzewodników grupy III-V. Jednak przejście na materiały III-N daje możliwość integracji całych układów optycznych (źródło światła, falowód, przetwornik, detektor) na jednej platformie półprzewodnikowej, którą w tym wypadku była by platforma z azotku galu. Dlatego zarówno detektory na UV oraz detektory na zakres widzialny i bliską podczerwień są wciąż ważne i wciąż stanowią wyzwanie dla technologii III-N.

W ramach niniejszego projektu chcemy rozwinąć technologię detektorów III-N poprzez integracje struktur III-N z kryształami van der Waalsa (vdW). Mamy tutaj na myśli takie kryształy jak MoS<sub>2</sub>, MoO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, GaS, GaSe, InSe i inne oraz ich struktury typu grafen/h-BN, grafen/MoS<sub>2</sub>, grafen/MoS<sub>2</sub>/h-BN i inne. Tego typu kryształy charakteryzują się silnymi wiązaniami kowalencyjnymi w jednej płaszczyźnie oraz słabymi wiązaniami van der Waalsa między tymi płaszczyznami. Dzięki wiązaniom van der Waalsa można taki kryształ bardzo łatwo eksfoljować do pojedynczych warstw, które są półprzezroczyste dla światła i które wykazują właściwości powierzchni kryształu inne niż te obserwowane dla kryształów kowalencyjnych, a w tym dla GaN.

Zakładamy, że wybrane kryształy vdW mogą stanowić przezroczyste elektrody, które będą tworzyć ze strukturami III-N złącza *p-i-n* niezbędne do separacji nośników i działania detektorów fotowoltaicznych. Dodatkowo zakładamy, że kryształy vdW rozwiążą problem z kontaktami elektrycznymi w tego typu detektorach. Ponadto warstwy kryształów vdW mogą być wykorzystane jako absorbery, które poszerzają zakres spektralny odpowiedzi takich detektorów. Tak więc przedmiotem badań niniejszego projektu będą detektory hybrydowe, których istotą będzie złącze vdW/III-N. Dlatego jednym z głównych celów niniejszego projektu jest zrozumienie zjawisk fizycznych zachodzących na złączu vdW/III-N. Zakładamy, że znajomość tych zjawisk umożliwi nam wytworzenie detektora fotowoltaicznego o rekordowej czułości oraz szybkiej odpowiedzi na wybrany zakres spektralny w UV.