

Opracowanie cienkiej warstwy na bazie monokryształu halogenku perowskitu do zastosowań w fotodetektorach

Fotodetektor to urządzenie, które przetwarza światło na sygnał elektryczny. Idealny fotodetektor powinien charakteryzować się wysoką czułością, wykrywalnością, wydajnością kwantową, niskim prądem ciemnym oraz krótkim czasem odpowiedzi. Obecnie powszechnie stosowanymi materiałami fotoaktywnymi w komercyjnie dostępnych fotodetektorach są krzem lub arsenek indowo-galowy, których proces wytwarzania wymaga rygorystycznych warunków wysokiej temperatury, co generuje dodatkowe koszty produkcji.

Potencjał fotodetekcyjny perowskitów ołowiowo-halogenkowych od ponad dekady stanowi przedmiot intensywnych badań, głównie ze względu na prostotę i niski koszt ich syntezy, możliwość precyzyjnego dostrajania pasma wzbronionego oraz szeroki zakres potencjalnych zastosowań. Dotychczasowe prace nad fotodetektorami koncentrowały się przede wszystkim na monokryształach MAPbBr_3 , które wyróżniają się jednorodnością struktury (brak granic ziaren), wysoką ruchliwością nośników ładunku oraz niską gęstością stanów pułapkowych. Jednak znaczna grubość takich monokryształów utrudnia ich integrację z urządzeniami, co stanowi istotne ograniczenie w kontekście praktycznych zastosowań. Aby zachować korzystne właściwości monokryształów przy jednoczesnym zwiększeniu ich użyteczności technologicznej, konieczne jest opracowanie cienkowarstwowych struktur bazujących na monokryształach. Mimo prowadzonych prac nad rozwojem takich struktur, nadal brakuje pogłębionych badań dotyczących ich właściwości oraz możliwości ich modyfikacji. Dodatkowo, pomimo wysokiej wydajności i niskich kosztów, toksyczność ołowiu stanowi poważną przeszkodę dla szerokiej komercjalizacji tych materiałów. W związku z tym perowskity halogenkowe na bazie bizmutu (Bi) o ogólnym wzorze $\text{A}_3\text{Bi}_2\text{X}_9$ (gdzie A = ces (Cs) lub metyloamoniowy (MA), a X = I, Br lub Cl) są postrzegane jako obiecująca, charakteryzująca się niższą toksycznością alternatywa. W szczególności związek $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ wyróżnia się wysoką stabilnością chemiczną oraz stabilnością konwersji mocy, co czyni go obiecującym materiałem dla przyszłych zastosowań w optoelektronice.

Niniejszy projekt badawczy ma na celu opracowanie cienkowarstwowych fotodetektorów bazujących na monokryształach perowskitów o kompozycji MAPbBr_3 oraz $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$. Planowane prace obejmują szczegółową analizę właściwości optoelektronicznych otrzymanych detektorów w zależności od napięcia polaryzacji, natężenia promieniowania oraz długości fali światła. W celu kompleksowej charakterystyki zastosowane zostaną zaawansowane metody, takie jak dyfrakcja rentgenowska oraz techniki spektroskopowe. Szczególna uwaga zostanie poświęcona możliwości przejścia od klasycznych fotodetektorów wymagających zewnętrznego źródła zasilania do układów samozasilających, opartych na złączu Schottky'ego. Realizacja projektu pozwoli na pogłębienie wiedzy dotyczącej wpływu struktury materiałów perowskitowych na efektywność detekcji światła, dostarczając cennych wskazówek do projektowania nowoczesnych, wysokowydajnych fotodetektorów.

Przedstawione zadania badawcze cechują się wysokim poziomem nowatorstwa, przyczyniając się zarówno do pogłębienia fundamentalnej wiedzy naukowej, jak i do rozwoju potencjalnych zastosowań praktycznych. Rezultaty tych badań mogą prowadzić do istotnych odkryć naukowych, wzbudzając szerokie zainteresowanie w środowisku akademickim oraz stwarzając perspektywy komercjalizacji urządzeń optoelektronicznych opartych na perowskitach.