



Contribution ID: 30

Type: **Plakat // Poster**

Sp²-BN jako podłoże dla epitaksji van der Waalsa AlGa_N, InAl_N i InGa_N

Saturday, 6 September 2025 19:20 (20 minutes)

Azotek galu (Ga_N), azotek glinu (Al_N), azotek indu (In_N) i ich związki trójpierwiastkowe: AlGa_N, InAl_N i InGa_N stanowią technologiczną rewolucję. Udowodniono, że AlGa_N jest materiałem pozwalającym na wytwarzanie układów emitujących światło ultrafioletowe [1], w tym diody laserowe UV-B [2] oraz tranzystorów o wysokiej ruchliwości elektronów (ang. high electron mobility transistors, HEMT). Podobnie podjęto pomyślnie próby wytwarzania tranzystorów HEMT w oparciu o InAl_N [3]. Związki te wchodzi w skład w drugiej pod względem udziałów w rynku grupy półprzewodników wykorzystywanych w produkcji białych diod LED, jak również wykorzystywanych do sterylizacji diod LED UVC oraz czerwonych/niebieskich diod laserowych. Na potrzeby technologii takich jak emiterzy UVC, wysokoczęstotliwościowe tranzystory i wysokotemperaturowa elektronika wymagane są warstwy AlGa_N o wysokiej zawartości glinu, których współczesne metody wzrostu obarczone są technologicznymi trudnościami. Ich natura zależy od wykorzystanego podczas procesu wzrostu bufora pomiędzy warstwą AlGa_N i szafirowego podłoża. Wykorzystanie bufora z Ga_N prowadzi to do naprężeń rozciągających podlegających relaksacji poprzez pękanie, natomiast przy zastosowaniu niskotemperaturowego bufora z Al_N nie jest możliwe produkowanie pionowych struktur. Zbadano również stosowalność podłoży z azotku glinu, które odznaczają się jednak bardzo wysoką ceną jednostkową. Główną przeszkodą na drodze rozwoju metod wzrostu InGa_N jest konieczność prowadzenia wzrostów bardzo niskich temperaturach koniecznych do powstawania studni kwantowych kluczowych dla emiterów światła widzialnego.

W tej pracy badamy proces epitaksji van der Waalsa (vdW) AlGa_N, InAl_N i InGa_N na podłożu szafirowym z buforową warstwą azotku boru w hybrydyzacji sp² (sp²-BN). Naszym długofalowym celem jest osiągnięcie wysokiej jakości kryształów o zawartości odpowiednio indu i glinu przewyższającej limity innych technik wzrostu. Wszystkie warstwy sp²-BN wzrosły na podłożach szafirowych w dwuetapowym procesie metaloorganicznej epitaksji z fazy gazowej (ang. metalorganic vapour-phase epitaxy, MOVPE) [4, 5]. W pracy K. Ludwiczak et al. [6] pokazano, że sp²-BN jest obiecującym podłożem do wzrostu innych materiałów 2D. Dodatkowo proponowana metoda wzrostu pozwala na obserwację interesującego zjawiska, gdzie warstwy dwóch różnych materiałów wiązane są razem jedynie przez słabe siły van der Waalsa, w wyniku czego możliwe jest ich łatwe mechaniczne rozdzielanie lub nawet spontaniczna delaminacja, po której materiał można przenieść na inne podłoże.

W celu oceny jakości wyrośniętych warstw azotków III-grupy na buforowej warstwie BN, przeprowadziliśmy strukturalną analizę z wykorzystaniem dyfrakcji i reflektometrii rentgenowskich, spektroskopii Ramana, mikroskopii sił atomowych, skaningowej mikroskopii elektronowej, katodoluminescencji i spektroskopii rentgenowskiej z dyspersją energii (ang. energy-dispersive X-ray spectroscopy EDX). Przedyskutujemy wyniki epitaksji vdW dla warstw AlGa_N, InAl_N i InGa_N na podłożu z sp²-BN z różniącymi się warunkami wzrostu warstw – przede wszystkim poprzez modyfikację liczby, grubości i typu warstw buforowych Al_N oraz zawartości procentowej Al/In.

Bibliografia

- [1] Y. J. Sung, et al. Optics Express 27, 29930 (2019)
- [2] T. Nishibayashi, et al. Applied Physics Express, 16, 104001 (2023)
- [3] D. Maier et al., in IEEE Electron Device Letters, vol. 33, no. 7, pp. 985-987 (2012)
- [4] A. K. Dąbrowska, et al. 2D Materials 8, 015017 (2020)
- [5] M. Tokarczyk, et al. 2D Materials 10, 025010 (2023)
- [6] K. Ludwiczak, et al. ACS Appl. Mater. Interfaces 16, 49701–49710 (2024)

Primary authors: Dr DĄBROWSKA, Aleksandra (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Prof. WYS-MOLEK, Andrzej (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Prof. KOWALSKI, Bogdan (Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk); Mr IWAŃSKI, Jakub (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Dr PAWŁOWSKI, Jan (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Mr PLESIEWICZ, Jerzy (Instytut Wysokich Ciśnień, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Dr BINDER, Johannes (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Prof. KORONA, Krzysztof (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Dr TOKARCZYK, Mateusz (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Prof. LESZCZYŃSKI, Michał (Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk); ŚWIĄTEK, Michał (Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki); Dr PRYSTAWKO, Paweł (Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk); Mr BOŻEK, Rafał (Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski); Dr CZERNECKI, Robert (Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk); Ms PIOTROWSKA, Sara (Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk)

Presenter: ŚWIĄTEK, Michał (Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki)

Session Classification: InnoFusion 2025: Sesja plakatowa

Track Classification: Eksperyment // Experiment