

Homoepitaksjalne warstwy azotku galu - nowe rozdzanie?

P. Tatarczak¹, E. Łacińska¹, A. Wysmołek¹, H. Turski², Cz. Skierbiszewski²

¹Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, ²Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk

1920

1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

2020

Technologia wzrostu i właściwości azotków, a w szczególności azotku galu (GaN) są tematem wspólnych badań na Wydziale Fizyki UW oraz w Instytucie Wysokich Ciśnień PAN już od lat 90. GaN jako półprzewodnik z prostą, szeroką przerwą energetyczną oraz o świetnych parametrach termicznych, mechanicznych i elektrycznych nadaje się doskonale do konstrukcji zarówno urządzeń optoelektronicznych jak i tranzystorów dużej mocy HEMT (high electron mobility transistor) pracujących w wysokich temperaturach i w zakresie wysokich częstotliwości. W roku 2014 za niebieskie diody elektroluminescencyjne (LED), otrzymane przy użyciu azotku galu, została przyznana nagroda Nobla.

Badania polskich naukowców miały znaczący wpływ na lepsze zrozumienie i poznanie właściwości tego półprzewodnika oraz rozwój technologii związanych z jego wytwarzaniem. Jednym z przełomowych wyników było otrzymanie przy pomocy techniki MOVPE (metal organic vapour phase epitaxy) homoepitaksjalnych warstw azotku galu o ekstremalnie wysokiej jakości, pozwalających na identyfikację głównych przejść ekscytonowych [1], określenie symetrii pasm ekscytonowych [2], identyfikację dominujących defektów w GaN [3]. Spektroskopia ekscytonowa jest bardzo cennym źródłem informacji o defektach i domieszkach. Szczególnie interesujące wyniki dostarczyły badania w silnych polach magnetycznych [4, 5].

Zdecydowana większość urządzeń na bazie azotku galu wykorzystuje aktualnie materiał hodowany na podłożach o galowej stronie powierzchni czynnej, ze względu na trudności towarzyszące wzrostowi na podłożach o azotowej stronie powierzchni czynnej (chemiczna niestabilność powierzchni utrudniająca przygotowanie podłoża do wzrostu oraz silniejsze wbudowywanie się domieszek tlenowych). Niedawne badania wskazały jednak na możliwość hodowania metodą PAMBE (plasma-assisted molecular beam epitaxy) gładkich warstw homoepitaksjalnego azotku galu na obydwu wyżej wymienionych rodzajach podłoży w warunkach bogatych zarówno w azot jak i w gal [6]. Otworzyło to nowe okno do badań nad poprawą jakości hodowanego materiału. W niniejszej pracy prezentujemy pierwsze na świecie warstwy homoepitaksjalnego azotku galu, dla których emisja ekscytonów swobodnych w widmach niskotemperaturowej fotoluminescencji jest silniejsza od emisji odpowiadającej rekombinacji ekscytonów związanych, co świadczy o ekstremalnie wysokiej czystości i jakości otrzymanych warstw. Właściwości optyczne korelują się z bardzo dobrymi właściwościami elektrycznymi heterostruktur otrzymywanych w tych samych warunkach tj. ruchliwościami elektronów w gazie dwuwymiarowym sięgającymi w temperaturze pokojowej $1600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ przy gęstości nośników ponad $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$.

Literatura:

1. K. PAKUŁA, ET AL. SOLID ST. COMMUN. 97, 919 (1996)
2. R. STĘPNIEWSKI, PHYS. REV. B 56, 15151 (1997)
3. K. SAARINEN ET AL. PHYS. REV. LETT. 79, 3030 (1997)
4. R. STĘPNIEWSKI, ET AL. PHYS. REV. LETT. 91, 226404 (2003)
5. A. WYSMOLEK, ET AL. PHYS. REV. B 74, 195205 (2006)
6. H. TURSKI, ET AL. J. CRYST. GROWTH 512, 208 (2019)

Słowa kluczowe: *azotek galu, epitaksja, ekscytony, domieszki.*

