

Monolitycznie odwrócone azotkowe diody luminescencyjne i laserowe

Henryk Turski¹, Grzegorz Muzioł¹, Marcin Siekacz¹, Mateusz Hajdel¹, Mikołaj Żak¹,
Mikołaj Chlipała¹, Anna Feduniewicz-Żmuda¹, Paweł Wolny¹,
Huili (Grace) Xing², Debdeep Jena², Czesław Skierbiszewski¹

¹ Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk, Sokolowska 29/37, 01-142 Warszawa,
² Cornell University, 14850 NY, Ithaca, USA

Stosowanie azotków grupy trzeciej zrewolucjonizowało rynek źródeł światła wysokiej efektywności[1]. Mimo ogromnych środków inwestowanych w rozwój struktur azotkowych część naturalnych ograniczeń tych materiałów stawia bariery uniemożliwiające ich jeszcze szersze zastosowanie. Pośród tych barier wymienić należy wysoką rezystywność materiału typu p oraz konieczność aktywacji przewodnictwa typu p przez termiczne usunięcie wodoru pasywowującego akceptory. Brak dyfuzji wodoru przez warstwy typu n oraz konieczność aktywacji typu p nakłada na strukturę poważne ograniczenie polegające na umiejscowieniu warstw typu p na wierzchu kryształu[2].

Alternatywne podejście umożliwia zastosowanie epitaksji z wiązek molekularnych z użyciem plazmy azotowej, jako źródła aktywnego azotu. Technika ta pozwala na otrzymywanie wysokiej jakości warstw azotkowych bez stosowania amoniaku będącego dodatkowo źródłem wodoru pasywowującego typ p. W ten sposób zniesione zostaje restrykcyjne ograniczenie dla heterostruktur azotkowych umożliwiając wzrost warstw typu n po warstwach typu p. To otwiera możliwość wytworzenia złącz tunelowych jak i wertykalne składanie struktur p-n jedna na drugiej[3].

W niniejszej pracy pokazujemy możliwość zastosowania azotkowych złącz tunelowych, jaką jest efektywne odwrócenie kierunku przepływu prądu w strukturze. Ze względu na obecność wbudowanego pola elektrycznego w heterostrukturach azotkowych zmiana ta powoduje zmianę relacji pomiędzy tymże polem a polaryzacją złącza p-n. W ten sposób, w strukturach odwróconych, wbudowane pole elektryczne zwiększa efektywność dostarczania nośników do obszaru aktywnego oraz, w diodach laserowych, umożliwia oddalenie modu optycznego od generujących straty optyczne warstw typu p[4].

W ramach wystąpienia zaprezentowane zostaną diody luminescencyjne oraz diody laserowe wykonane w strukturze odwróconej oraz powody ich wyższej sprawności i nowe unikalne zastosowania.

[1] S. Nakamura, Rev. Mod. Phys., **87** (2015) 1139-1151.

[2] Y. Kuwano et al. Jap. J. Appl. Phys., **52** (2013) 08JK12.

[3] M. Siekacz, et al. Opt Express, **27** (2019) 5784-5791.

[4] H. Turski et al. J. of App. Phys., **125** (2019).

Podziękowania:

Prezentowane badania były współfinansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej współfinansowaną przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (POIR.04.04.00-00-5D5B/18-00) oraz przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu LIDER/29/0185/L-7/15/NCBR/2016.