

Pozyskanie przewag azotowej polarności GaN dla emiterów światła opartych na azotkach grupy trzeciej

Azotek galu (GaN) jest nazywany półprzewodnikiem XXI wieku. Materiał ten oraz pokrewne mu związki trójskładnikowe (In,Ga,Al)N mają wiele niezwykłych cech, które wyróżniają go na tle innych półprzewodników. Zdecydowanie najważniejszą właściwością tych materiałów jest szeroka prosta przerwa energetyczna, której wielkością można sterować za pomocą składu chemicznego. Dzięki temu, na bazie materiałów azotkowych można wytwarzać diody LED i lasery, wydajnie emitujące światło w szerokim zakresie spektralnym, od głębokiego ultrafioletu (UV) do podczerwieni. Warto dodać, że w 2014 roku przyznano Nagrodę Nobla za rozwój technologii niebieskich diod LED na GaN fizykom Isamu Akasaki, Hiroshi Amano oraz Shuji Nakamura. Szerokie zastosowania azotków w życiu codziennym może sprawiać wrażenie, że „wszystko” już jest poznane w tej rodzinie materiałów. Tak naprawdę jest zupełnie odwrotnie. Pomimo niekwestionowanego sukcesu azotkowych diod laserowych, żadne tego typu struktury nie zostały wytworzone na podłożach GaN o polarności azotowej. Co więcej, otrzymanie diody laserowej (DL) jest często uważane za niepodważalny dowód wysokiej jakości optycznej materiału oraz dojrzałości metody ich otrzymywania. W tym projekcie zajmiemy się zupełnie nowymi obszarami wzrostu azotków na podłożach GaN o polarności azotowej by po raz pierwszy zaprezentować tego typu urządzenie.

Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk posiada doświadczenie w wielu technikach wzrostu azotku galu. Projekt ten będzie realizowany w laboratorium epitaksji z wiązek molekularnych z plazmą azotową (z ang. plasma-assisted molecular beam epitaxy – PAMBE). W naszym laboratorium mamy długą tradycję wytwarzania azotkowych DL i w 2004r. otrzymaliśmy pierwszą na świecie DL wytworzoną techniką PAMBE. W ciągu następnych lat dokonaliśmy istotnego postępu w poprawie parametrów laserowania naszych struktur, obszar spektralnego sięgającego od ultra-fioletu do koloru zielonego (Rys 1), jak i wykorzystując podłoża półpolarne GaN, dowodząc wszechstronności stosowanej techniki.

Celem projektu jest zrozumienie i wykorzystanie przewag wzrostu azotków grupy III na powierzchni o polarności azotowej, tzn. (000-1), w PAMBE. Będziemy poszukiwać powodu niskiej sprawności luminescencji emiterów wytwarzanych na polarności azotowej. Stosując niedawno odkryte warunki wzrostu, obniżymy ilość wytwarzanych defektów punktowych i zaprezentujemy poprawę jakości optycznej struktur o polarności azotowej. Łącząc poprawiony obszar aktywny ze złączem p-n otrzymamy emitery światła korzystające z przewag oferowanych przez azotową polarność tego typu urządzeń.

Diody laserowe wytworzone na polarności azotowej GaN zostaną zaprezentowane, dowodząc wysokiej jakości azotkowych heterostruktur wytworzonych w ramach projektu. To osiągnięcie może stać się „nowym otwarciem” również dla innych urządzeń otrzymanych na azotowej polarności GaN.

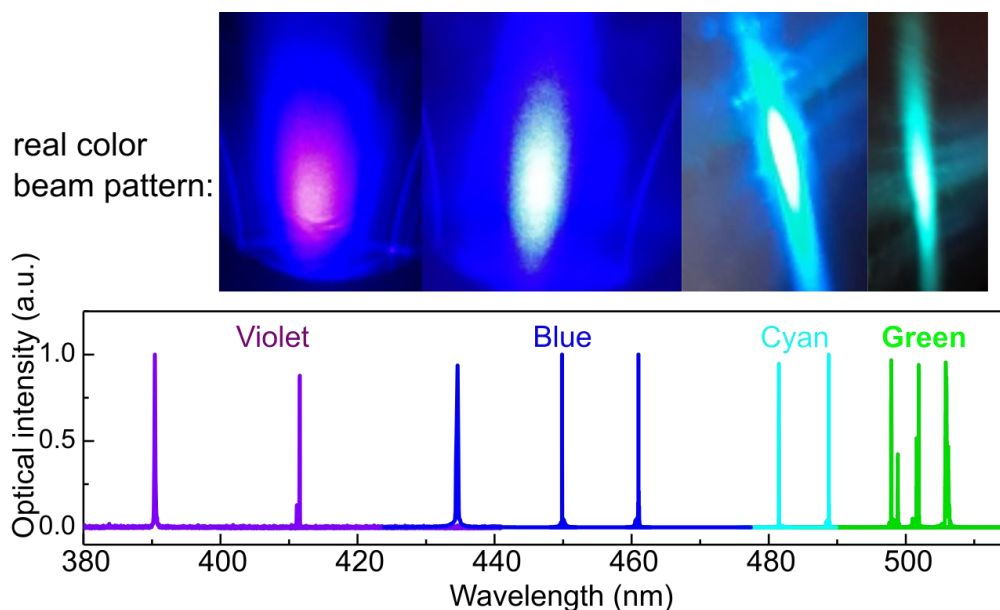


Fig 1. Przykładowe widma laserowania diod laserowych wytworzonych metodą epitaksji z wiązek molekularnych z plazmą azotową w Instytucie Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk podłożach o polarności galowej i pół-polarnej. Zdjęcia rozkładu promienia laserowego dla odpowiednich urządzeń zostały przedstawione powyżej ich widm.