

Wpływ wbudowanych pól piezoelektrycznych na sprawność azotkowych diod laserowych

Półprzewodniki azotkowe należą obecnie do grupy najbardziej rewolucyjnych materiałów. Znajdują wiele zastosowań zaczynając od wydajnych emiterów światła poprzez tranzystory HEMT i ogniwa słoneczne aż po urządzenia do przekazu kwantowej informacji. Dzięki swoim unikatowym właściwościom, półprzewodniki azotkowe z grupy III idealnie nadają się do pracy przy wysokich częstotliwościach oraz w niekorzystnych warunkach otoczenia takich jak wysoka temperatura. Wykazują one dodatkowo wysoką wydajność zachowując jednocześnie równie wysoką niezawodność. Z tych właśnie powodów są one nierzadko uważane za „krzem przyszłości”.

Obecnie, jednym z znaczących problemów przyciągających uwagę naukowego świata jest zużycie energii. Wyzwania dotyczące zmian klimatycznych spowodowane produkcją energii, wymagają wzmożonego rozwoju energooszczędnych urządzeń. Urządzenia optoelektroniczne oparte na azotkach już teraz zrewolucjonizowały rynek oświetlenia, zastępując żarówki żarowe (o maksymalnej sprawności: 16lm/W) czy lampy fluorescencyjne (70lm/W) lampami LED (300lm/W). Użycie diod laserowych jako źródeł światła jest nawet bardziej korzystne ze względu na wyższą efektywność konwersji energii elektrycznej w światło. Poza oświetleniem azotkowe diody laserowe znajdują zastosowanie jako efektywne źródła do laserowych projektorów telewizyjnych, projektorów do telefonów komórkowych (o bezogniskowej geometrii), systemów chłodzących w zegarach atomowych czy bezprzewodowej komunikacji.

Pomimo powszechnych zastosowań, niektóre z badanych podstawowych właściwości azotkowych laserów nie są w pełni poznane. Jednym z większych wyzwań w realizacji azotkowej diody laserowej jest obecność wbudowanych pól piezoelektrycznych, które w ogólności mają negatywny wpływ na jej efektywność. Wysokie pola elektryczne są obecne w urządzeniach azotkach ze względu na wysoką wartość stałej piezoelektrycznej azotków oraz różnice w stałej sieci krystalograficznej warstw (Al, Ga, In)N – podstawowych bloków budulcowych struktury diody laserowej. Celem tego projektu jest zbadanie roli pól piezoelektrycznych na ważne aspekty pracy diody laserowej, w szczególności efektywności wstrzykiwania nośników do obszaru aktywnego oraz emisji światła z szerokiej studni kwantowej. Z wykorzystaniem techniki wzrostu kryształów - epitaksji z wiązek molekularnych wspomaganą plazmą (PAMBE) możliwe jest osiągnięcie atomowej precyzji podczas wzrostu azotkowych struktur laserowych. Poprzez precyzyjną zmianę parametrów struktury urządzenia, takich jak grubość warstwy czy jej skład, możliwa jest zmiana wielkości pola piezoelektrycznego, co wpływa na wewnętrzne parametry diody laserowej. Połączenie obu technik, symulacji numerycznych oraz eksperymentu, dostarczy najbardziej wiarygodny model wpływu wbudowanych pól elektrycznych na działanie azotkowej diody laserowej.

Poprzez osiągnięcie pełnego zrozumienia tego zjawiska w azotkach grupy III, będzie możliwa kontrola struktury pasmowej oraz właściwości optycznych urządzeń optoelektronicznych, nawet zanim dane urządzenie zostanie wytworzone. Wiedza ta, z pewnością pomoże w poprawie parametrów działania diody laserowej i pozwoli na przystosowanie InGaN-owych diod laserowych do nowych potencjalnych zastosowań.
