

Diody elektroluminescencyjne (LED) oparte na materiale półprzewodnikowym InGaN znajdują szerokie zastosowanie w wielu obszarach naszego codziennego życia, np. podświetlenie wyświetlaczy, oświetlenie samochodowe lub oświetlenie ogólne. Centralnym elementem takiej diody LED jest obszar, w którym prąd elektryczny jest konwertowany na emisję światła, występującą w bardzo cienkiej (2-3 nm) warstwie  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ , oznaczonej jako studnia kwantowa. W teorii długość fali emisyjnej takiej studni kwantowej powinna być łatwo dostrajana poprzez zmianę składu  $x$  pomiędzy  $0 < x < 1$ , co powinno pozwolić na pokrycie emisji od bliskiego UV ( $x \sim 0$ ) do zakresu czerwieni ( $x \sim 1$ ). Jednak koncepcja ta jest utrudniona z dwóch głównych kwestii: Po pierwsze, najwyższe sprawności konwersji są osiągnięte tylko dla bardzo ograniczonej części widma optycznego, tj. Około 80% -90% w obszarze niebieskim. Dla większych zawartości In, potrzebnych dla dłuższych długości emitowanego światła, wydajność konwersji spada. Po drugie, kompozycje  $x > 0,3$  są całkowicie niedostępne, ponieważ nie można ich ustabilizować w konwencjonalnym procesie wzrostu. Te dwie kwestie zwiększają zużycie energii i ograniczają strategię projektowania diod LED, pozostawiając w ten sposób ogromny potencjał niewykorzystanego systemu materiałowego InGaN.

Jedną z głównych przyczyn wspomnianych trudności jest fakt, że sieć krystaliczna InN jest znacznie większa (około 11%) w porównaniu z siecią GaN. Zatem zwiększenie zawartości In  $x$  w studni kwantowej skutkuje ogromną ilością odkształcenia ściskającego, które (a) pogarsza jakość strukturalną studni kwantowych i (b) ogranicza dalsze wprowadzanie In powyżej  $x > 0,3$ . W tej projekcie, będziemy dążyć do zmniejszenia odkształcenia ściskającego w studni kwantowej InGaN poprzez wzrost na zrelaksowanej warstwie buforowej InGaN, która ma większą stałą sieciową. Wytwarzanie takich buforów InGaN o dużej doskonałości strukturalnej jest ambitnym zadaniem, ponieważ wymaga szczegółowego zrozumienia procesów odprężania plastycznego, które do tej pory nie zostały w pełni zrealizowane. Jest to spowodowane tym, że badania procesów relaksacji są eksperymentalnie trudne. Jednakże, korzystając z najnowszych ulepszeń w zakresie konfiguracji eksperymentalnych, dążymy do rozwiązania tego problemu za pomocą eksperymentów z dyfrakcją rentgenowską in situ (XRD) i transmisyjną mikroskopią elektronową in situ (TEM). TEM pozwala na badanie bardzo lokalnych zjawisk relaksacji plastycznej w skali kilku nm, a komplementarna XRD in-situ umożliwia badanie tych zagadnień w znacznie większej skali (setne części mikrona).

Spodziewamy się, że wyniki projektu przyniosą nowe informacje na temat procesów rządzących złożoną relaksacją plastyczną warstw InGaN. Uzyskane informacje umożliwią otrzymanie strukturalnie wysokiej jakości buforów o znacznie większej stałej sieci. Planujemy przeprowadzić badania strukturalne na studniach kwantowych które zostaną osadzone na takich buforach. Oczekujemy, że badania te przyniosą odpowiedzi na fundamentalne pytania, w jakim stopniu odkształcenie ściskające jest rzeczywiście odpowiedzialne za zmniejszenie wydajności konwersji dla diod LED pracujących w zielonym lub czerwonym zakresie widmowym. Na koniec planujemy przekroczyć granicę składu warstw InGaN wynoszącą  $x = 0,3$ , co jeszcze nie zostało nigdy osiągnięte.