

Wynikiem niezwykle dynamicznego rozwoju fizyki oraz technologii azotku galu (GaN, półprzewodnik) są liczne rozwiązania, przełomowe dla rozwoju techniki. Jednym z istotnych odkryć, opartych o GaN, była dioda elektroluminescencyjna (LED), za którą w roku 2014 przyznano nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Mimo 30 lat pracy poświęconej tzw. azotkom, w dziedzinie tej pozostaje nadal wiele wyzwań. **Jednym z problemów jest otrzymanie objętościowego azotku galu o bardzo wysokiej jakości.** Metoda krystalizacji, która może pozwolić na rozwiązanie tego problemu, to wzrost z fazy gazowej (hydride vapor phase epitaxy, HVPE). Jest to najpopularniejsza technologia wykorzystywana na całym świecie do otrzymywania objętościowych kryształów GaN. Zawansowana jest produkcja wysokoprzewodzących (koncentracja swobodnych elektronów w materiale przekracza $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) podłoży azotku galu. **Nie ma na rynku natomiast podłoży wysokooporowych, zwanych również półizolacyjnymi.** Byłyby one niezwykle przydatne jako podłoża do budowy struktur tranzystorowych. Domieszkowanie węglem w metodzie HVPE prowadzi do otrzymania kryształu półizolacyjnego w temperaturze pokojowej i typu p w temperaturze powyżej 500 K.. Z kolei użycie żelaza jako domieszki pułapkującej elektrony prowadzi do obserwacji przewodnictwa elektronowego w wysokich temperaturach. Poziom żelaza w przerwie energetycznej azotku galu znajduje się zaledwie 0.5 eV od dna pasma przewodnictwa. Tym samym, w wysokich temperaturach żelazo oddaje wychwycone elektrony do pasma przewodnictwa. Krystalizacja GaN metodą HVPE pozwala uzyskać objętościowy azotek galu, o jednorodnej koncentracji swobodnych nośników rzędu $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ i koncentracji krzemu nie wyższej niż 10^{17} cm^{-3} . Tak wysoka czystość pozwala na kompensację donorów krzemu przy niskiej koncentracji wprowadzanej domieszki akceptorowej i/lub pułapkującej elektrony. **Wbudowanie manganu do objętościowego kryształu GaN powinno spowodować powstanie poziomu pułapkującego w przerwie energetycznej, położonego w okolicy ~1.7-1.8 eV poniżej dna pasma przewodnictwa oraz przyszpilenie poziomu Fermiego w samym środku przerwy energetycznej.** Otrzymany zostanie wtedy kryształ GaN półizolacyjny w zakresie temperatur do 1000 K. Powyżej 1000 K azotek galu traci swą termodynamiczną stabilność w ciśnieniu atmosferycznym. **Celem projektu jest zbadanie procesu krystalizacji metodą epitaksji z fazy gazowej HVPE azotku galu (GaN) domieszkowanego manganem (Mn).** W rezultacie powinno się otrzymać objętościowy kryształ GaN:Mn o lateralnym rozmiarze do 2 cali i grubości przekraczającej 1 mm, który będzie materiałem wysokooporowym w zakresie temperatur do 1000 K. Przewiduje się wykonanie dwóch serii eksperymentów krystalizacji HVPE na zarodkach GaN o wysokiej jakości. W pierwszej serii źródłem domieszki manganowej będzie czysty metal, nad którym płynął będzie rozcieńczony odpowiednim gazem nośnym chlorowodór. W wyniku reakcji manganu z chlorowodorem powstawać będzie dwuchlorek manganu, który dostarczany będzie do strefy wzrostu GaN. W tym przypadku należy spodziewać się wbudowania wyłącznie Mn do azotku galu. W drugiej serii eksperymentów, źródłem domieszki manganowej będzie związek metaloorganiczny typu Cp_2Mn . Uzyskamy wtedy kryształ GaN domieszkowany manganem i węglem. Ten ostatni pierwiastek tworzy w GaN głęboki poziom akceptorowy (~1 eV ponad wierzchołkiem pasma walencyjnego) i powinien spowodować przesunięcie położenia poziomu Fermiego poniżej poziomu związanego z Mn. **Własności strukturalne, optyczne oraz elektryczne kryształów otrzymywanych w dwóch seriach eksperymentów zostaną przebadane i porównane, co jest również celem niniejszego projektu.**