
STRESZCZENIE

Związki AIIIIN, do których należą azotek galu (GaN), azotek glinu (AlN) i azotek indu (InN), są powszechnie stosowane w optoelektronice oraz w konstrukcji elementów i układów dużej mocy i wysokiej częstotliwości. Nowoczesne przyrządy elektroniczne często bazują na półprzewodnikowych strukturach przestrzennych, które mogą być wytwarzane przy pomocy dwóch technik. Metoda subtraktywna polega na fizyko-chemicznym trawieniu warstwy półprzewodnikowej, natomiast metoda addytywna zakłada selektywny wzrost struktury epitaksjalnej na częściowo zamaskowanym podłożu. Selektywna epitaksja związków AIIIIN umożliwia skrócenie procesu technologicznego oraz integrację wielu układów optoelektromechanicznych w obrębie jednego podłoża, co sprzyja miniaturyzacji, poprawia stabilność pracy oraz zwiększa sprawność konstruowanych urządzeń elektronicznych. Wytwarzanie struktur przestrzennych techniką selektywnej epitaksji z fazy gazowej z użyciem związków metaloorganicznych (SA-MOVPE) jest trudnym zadaniem, które wiąże się z koniecznością uwzględnienia wielu czynników w procesie technologicznym. Z tego względu selektywna epitaksja związków AIIIIN stanowi aktualny temat badawczy.

Celem pracy było określenie zależności między geometrią i rodzajem materiału warstwy maskującej oraz parametrami procesu MOVPE a profilem struktur epitaksjalnych AIIIIN osadzanych selektywnie. Omówiono zagadnienie selektywności dielektrycznych warstw maskujących SiO_x oraz SiN_x , wytworzonych techniką wspomaganego plazmowo chemicznego osadzania z fazy gazowej (PECVD), oraz warstw maskujących z metali wysokotopliwych (Ti, V, Mo, Ru, W), osadzonych metodą parowania z użyciem wiązki elektronowej. Przedstawiono czynniki warunkujące pasożytniczy wzrost materiału epitaksjalnego na powierzchni maski. Szeroko omówiono zagadnienia stabilności chemicznej i temperaturowej warstw maskujących w trakcie procesu selektywnej epitaksji azotku galu. Przedstawiono zjawisko dekompozycji warstwy epitaksjalnej, katalizowanej przez maskę metaliczną, oraz proces formowania się pasożytniczych warstw maskujących SiO_xN_y na powierzchni podłoża, występujący dla masek z tlenku i azotku krzemu. W ramach rozprawy określono również wpływ geometrii warstwy maskującej na selektywny wzrost struktur przestrzennych AIIIIN, z uwzględnieniem zjawiska krawędziowego oraz zjawiska superpozycji maski (sąsiedztwa okien). Omówiono wyniki badań nad wpływem wybranych parametrów procesu MOVPE na transport masy w selektywnej epitaksji GaN na częściowo zamaskowanym podłożu. Szczególną uwagę poświęcono wyznaczeniu zależności między temperaturą, ciśnieniem i stosunkiem molowym reagentów a długością drogi dyfuzji związków metaloorganicznych i stabilnością warstw maskujących. Na podstawie uzyskanych danych eksperymentalnych opracowano model numeryczny procesu SA-MOVPE, który umożliwił implementację oprogramowania do przeprowadzania symulacji selektywnego wzrostu struktur AIIIIN. Przedstawione w pracy modele matematyczne umożliwiają zarówno wyznaczenie parametrów materiałowych osadzanych struktur, przez dopasowanie wyników symulacji numerycznych do wyników eksperymentalnych, jak również predykcję profilu struktur przyrządowych osadzanych selektywnie dla zastosowanego układu materiałowego, parametrów procesu MOVPE oraz geometrii warstwy maskującej.