

Elaboration, étude et application d'hétérostructures (Al,Ga)N/GaN épitaxiées par jets moléculaires sur Si (111)

Franck Natali (Décembre 2003)

Résumé de thèse

Ce travail concerne le développement et l'évaluation d'une filière de semiconducteurs à large bande interdite de type nitrures d'éléments III épitaxiés sur substrat de silicium. L'objectif de notre travail était la réalisation et l'étude d'hétérostructures (Al,Ga)N/GaN en vue d'évaluer leurs potentialités pour deux types d'applications. La première concerne les microcavités destinées à l'étude du couplage exciton-photon et à la fabrication de diodes électroluminescentes à cavité résonante (DELS-CR). La seconde a trait aux dispositifs hyperfréquences de type transistors à gaz 2D d'électrons. Le chapitre I est consacré à la description d'un procédé de croissance par Epitaxie sous Jets Moléculaires, utilisant NH_3 comme source d'azote, qui permet de surmonter les problèmes liés à l'épitaxie de GaN sur Si (111). L'étude de l'influence de l'effet Stark confiné quantique sur les propriétés optiques de puits quantiques GaN/(Al,Ga)N contraints est reportée au chapitre II. Nous avons observé et modélisé l'augmentation de l'élargissement inhomogène induite par le champ électrique. D'autre part, la mise en évidence de la formation d'un gaz 2D d'électrons de forte mobilité ($\sim 1500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) et de forte densité ($\sim 10^{12} \text{ cm}^{-2}$) à l'interface (Al,Ga)N/GaN a permis de démontrer le fort potentiel de la filière nitrure d'éléments III sur Si (111) pour la réalisation de transistors à effet de champ à haute mobilité d'électrons. Dans une dernière partie (chapitre III), nous proposons et développons un moyen de contrôler la contrainte dans les superréseaux que nous appliquons à la réalisation de miroirs de Bragg (Al,Ga)N/GaN pseudomorphiques et non fissurés. Afin de valider la qualité structurale et optique de tels miroirs, nous avons élaborés sur substrat saphir des DELS-CR émettant dans le bleu. Finalement, le régime de couplage fort exciton-photon est pour la première fois mis en évidence dans les nitrures d'éléments III.

Mots clés : (Al,Ga)N, silicium (111), épitaxie par jets moléculaires (EJM), puits quantiques, gaz 2D d'électrons, miroirs de Bragg, dispositifs optoélectroniques à microcavité, couplage fort exciton-photon