

# Croissance par épitaxie sous jets moléculaires d'hétérostructures quantiques InGaAsN/GaAs

Maxime Hugues (Décembre 2007)

## Résumé de thèse

L'objectif de ce travail était d'obtenir une émission laser au delà de 1.5  $\mu\text{m}$  sur un substrat de GaAs, mais surtout d'étudier les propriétés optiques et structurales de l'alliage quaternaire (Ga,In)(N,As) (GINA). La première partie a été consacrée à la réalisation par épitaxie sous jets moléculaires et à la caractérisation de puits quantiques GINA. La température de croissance s'est avérée être le point clé dont découle la qualité structurale de ces alliages. D'autre part, l'utilisation d'une plage de température de recuit importante a permis de mettre en évidence les phénomènes physiques à l'origine de l'amélioration de l'efficacité radiative, mais aussi du décalage vers le bleu de l'énergie d'émission. Les propriétés de photoluminescence (PL) ont été étudiées en fonction de la température. Les évolutions atypiques de l'énergie d'émission et de la largeur à mi-hauteur ont été attribuées aux fluctuations de potentiels engendrées par la modulation latérale de la composition d'azote. Deux principaux processus non-radiatifs ont également été mis en évidence : la dissociation de l'exciton et l'échappement thermique des trous hors du puits. Malgré l'obtention d'une émission laser à 1.52  $\mu\text{m}$ , une dégradation importante des performances se produit lorsque la longueur d'onde d'émission excède 1.3  $\mu\text{m}$ . La seconde partie de ce travail est consacrée à l'étude d'une approche alternative consistant à recouvrir des boîtes quantiques InAs par une fine couche de GINA. Une émission à 1.58  $\mu\text{m}$  à température ambiante a ainsi été obtenue. Cette approche est prometteuse puisque les propriétés de PL sont meilleures que celles d'un puits quantique GINA émettant à la même longueur d'onde.

*Mots clés : (Ga,In)(N,As), épitaxie par jets moléculaires (EJM), puits quantique, boîte quantique, diode laser, photoluminescence, recuit.*

The objective of this thesis was to obtain a laser emission beyond 1.5  $\mu\text{m}$  on GaAs substrate, but also to study the optical and structural properties of the (Ga,In)(N,As) (GINA) quaternary alloy. The first part was devoted to the GINA quantum well growth by molecular beam epitaxy. The growth temperature was identified as the most important point affecting the material quality. The radiative efficiency was strongly improved using thermal annealing, but the photoluminescence energy is blue-shifted. The complex origin of this phenomenon has been explained. Then, the temperature-dependent photoluminescence (PL) properties were carefully studied. Unusual emission energy and full-width at half-maximum variations were attributed to potential fluctuations induced by lateral modulation of the nitrogen content. Two different nonradiative processes were evidenced: the exciton dissociation and the hole thermal escape from the well to the barriers. Laser emission at 1.52  $\mu\text{m}$  was demonstrated, but the device performances are degraded compared to 1.3  $\mu\text{m}$  lasers. The second part is devoted to the study of an alternative approach which consisted to use InAs quantum dots covered by a thin GINA cap layer. A room-temperature emission at 1.58  $\mu\text{m}$  was obtained. This approach is promising since the PL properties are better than the one of a GINA quantum well emitting at the same wavelength.

*Keywords : (Ga,In)(N,As), molecular beam epitaxy (MBE), quantum well, quantum dot, laser diode, photoluminescence, annealing.*