

Réalisation de structures GaN à polarité périodique en vue d'applications à l'optique non linéaire

Sébastien Pezzagna (Décembre 2005)

Résumé de thèse

Ce travail est une étude prospective sur le nitrure de gallium (GaN) comme nouveau matériau pour l'optique non linéaire (ONL). Nous considérons ici les approches ONL par quasi accord de phase. L'effort est ainsi porté sur la croissance de structures à polarité périodique (PePo) par épitaxie par jets moléculaires (EJM). La période de modulation du coefficient non linéaire (χ^2) se calculant à partir des indices de réfraction, ceux-ci ont été mesurés sur une grande plage de longueurs d'onde (de 458 à 1560 nm) par couplage par prismes. Des mesures du coefficient d'absorption, des coefficients non linéaires ou encore de pertes à la propagation (dans des guides d'onde) permettent d'évaluer le potentiel du GaN. La croissance de structures GaN PePo nécessite d'inverser la polarité des films de Ga à N, ceci étant obtenu grâce à un fort dopage Mg lors de la croissance. Une étape de lithographie et gravure sèche permet de graver le motif PePo souhaité. L'approche de l'optique guidée a été privilégiée et une attention particulière est portée sur la planéité de la structure PePo après reprise de croissance par EJM. Des structures guidantes ayant des domaines Ga et N de même épaisseur ont pu être réalisées. Néanmoins, les pertes par diffusion engendrées par la rugosité de surface restent très importantes. Enfin, nous avons démontré la possibilité de réaliser une structure PePo à très courte période (170nm) ouvrant ainsi la voie encore vierge de l'ONL contra-propagative. D'autre part, l'épaississement de structures PePo par épitaxie en phase vapeur aux halogénures (EPVH) permet d'envisager également en perspective le développement d'applications ONL utilisant du GaN massif.

This work is a prospective study on the potentiality of gallium nitride (GaN) for non linear optics (NLO) applications. We consider here quasi phase matched NLO approaches. The effort is focused on the growth of periodically-poled (PePo) structures by molecular beam epitaxy (MBE). The modulation period of the non linear coefficient (χ^2) is calculated from the refractive index values which have been measured on a large spectral range (from 458 to 1560 nm) by prism coupling. Absorption coefficient, non linear coefficients and propagation losses (in waveguides) were also measured, in order to evaluate the potential of GaN. The PePo structures growth requires the GaN film polarity to be reversed from Ga to N which is achieved by a high Mg doping during growth. Lithography and dry etching steps are performed to obtain a PePo pattern suitable for re-growth. The waveguide approach was favoured and a particular attention was paid to the surface flatness after MBE re-growth. Waveguide structures having Ga- and N-domains of the same thickness could be grown despite a strong growth rate anisotropy between the N-polar (000-1) and the Ga-polar (0001) faces. However, the scattering losses induced by the surface roughness are still very high. Finally, a very short period (170nm) PePo structure has been grown, opening thus a way to the unexplored backward propagating NLO. On the other hand, PePo GaN structures thickening by halide vapour phase epitaxy (HVPE) shows that the periodicity can be conserved despite a strong growth anisotropy. This is of particular interest in view of NLO power applications requiring thick GaN films.