

Croissance et caractérisation d'hétérostructures basées sur du GaN plan A

Tobias Guehne (Octobre 2008)

Résumé de thèse

Ce travail est dédié à l'étude des semi-conducteurs III-nitrides ainsi que des hétéro-structures non-polaires et semi-polaires III-nitrides, épitaxiés suivant les directions (11-20) ou (11-22) respectivement. L'étude couvre un domaine allant de la croissance du matériau par Epitaxie en Phase Vapeur par Organométalliques (EPVOM) et des caractérisations microstructurale et optique jusqu'aux composants optoélectroniques. L'ELO (Epitaxial Lateral Overgrowth) s'est avérée une technique efficace pour le filtrage des défauts dans la partie aile et pour l'obtention de couches coalescées dans les deux orientations cristallines étudiées. Les couches ont été étudiées en photoluminescence et réflectivité sous incidence normale, en fonction de la température et de la polarisation de la lumière. Les règles de sélection optiques suivant la polarisation permettent l'identification de la structure fine des transitions de bord de bande et des paires donneur-accepteur. Dans ce dernier cas, l'observation d'un état accepteur excité dû à l'éclatement de la bande de valence est mise en évidence. Les résultats expérimentaux donnent des énergies excitoniques et des forces d'oscillateur en bon accord avec celles calculées à partir d'un Hamiltonien de la bande de valence de la wurtzite contrainte en $k = 0$. Les spectres de photoluminescence des multi-puits quantiques (Ga,In)N permettent l'identification de l'influence de paramètre d'énergie d'inter échange de spin. Il est montré que le confinement dans les puits élève ce paramètre relatif à la valeur connue dans le GaN massif. Des diodes électroluminescentes en (Ga,In)N d'orientation semi-polaire, émettant dans le bleu-vert, ont été réalisées sur un pseudo-substrat de GaN sur saphir.

This work deals with the investigation of non-polar and semi-polar III-nitride semiconductors and III-nitride heterostructures grown either along the (11-20) or the (11-22) direction, respectively. The study covers a field from the material preparation by Metal-Organic Vapour Phase Epitaxy and microstructural and optical characterisation up to the fabrication of optoelectronic devices. ELO (Epitaxial Lateral Overgrowth) has shown to be an efficient technique to filter defects in the overgrown wing region and to obtain coalesced layers in both crystal orientations studied here. The layers have been investigated by photoluminescence and reflectivity under normal incidence as a function of temperature and light polarisation. The polarisation dependent optical selection rules allow the identification of the fine structure of transitions at the band-edge and of donor-acceptor pairs. In the latter case, the observation of an excited acceptor state as a result of the band splitting is evidenced. The experimental results give the excitonic energies and oscillator strengths in good agreement with those calculated from a strained wurtzite valence-band Hamiltonian at $k = 0$. The photoluminescence spectra of (Ga,In)N multi quantum wells allow identifying a excitonic splitting due to the impact of the excitonic exchange energy parameter. It is shown that the confinement in the quantum wells strongly increases this parameter relative to the value known in GaN. Finally, semipolar (Ga,In)N light emitting diodes, emitting in the blue-green colour range, have been realised on GaN templates on sapphire.