

Apport de l'amincissement ionique basse tension pour la préparation d'hétérostructures épitaxiées de semi-conducteurs

M. Korytov, O. Tottereau, J. M. Chauveau et P. Vennéguès

CNRS-CRHEA rue Bernard Gregory, 06560 VALBONNE

Résumé – L'objectif de cette présentation est de montrer l'apport de l'amincissement ionique basse tension (<2kV) pour la préparation de différents types d'hétérostructures de semi-conducteurs. Dans le cas des hétérostructures à base de ZnO, l'amincissement basse tension (jusqu'à 100V) permet d'éviter la formation d'artefacts de préparation. Pour les hétérostructures à base de GaAs et GaN, l'amincissement ionique basse tension limite la formation de la couche amorphe recouvrant les échantillons.

Les techniques de microscopie électronique quantitatives nécessitent l'obtention d'échantillons d'excellente qualité. La préparation classique des hétérostructures de semi-conducteurs comporte des étapes de polissage mécanique suivie d'un amincissement ionique jusqu'à la transparence des objets. Cette étape d'amincissement ionique est critique. Un amincissement ionique mal conduit peut conduire à la formation de nombreux défauts. Différents types de défauts de préparation peuvent être observés : l'amincissement ionique peut créer des défauts cristallins qui se superposent aux défauts intrinsèques des matériaux étudiés. L'élévation de température liée à l'amincissement ionique peut également entraîner des transformations de phase ou l'amorphisation de phases métastables. La conséquence la plus souvent observée de l'amincissement ionique est la formation d'une couche amorphe sur la surface de l'objet qui peut perturber les analyses quantitatives. Nous montrerons dans la suite que l'amincissement ionique basse tension peut permettre de s'affranchir de certains de ces défauts.

Le ZnO et les alliages à base de ZnO font aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches car ces matériaux ont de nombreuses applications potentielles que ce soit dans le domaine de l'optoélectronique que dans celui de la spintronique. Les études de microscopie électronique en transmission sont par contre très limitées et ceci est dû aux difficultés de préparation. Le ZnO se révèle être très sensible à l'amincissement ionique.

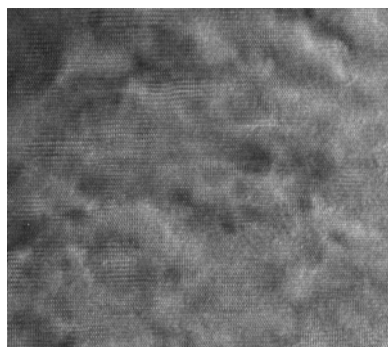


Figure 1 – ZnO vue plane, amincissement ionique classique ($\geq 2kV$)

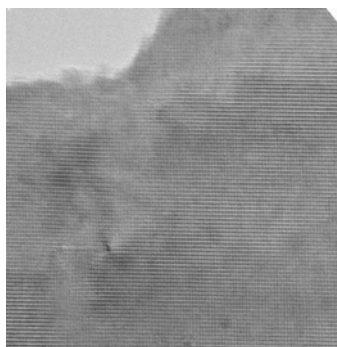


Figure 2 - ZnO vue plane, amincissement ionique classique ($\geq 2kV$) + attaque chimique HnO₃



Figure 3 - ZnO vue plane, amincissement ionique classique jusqu'à 100V

Un amincissement ionique même à 2 kV conduit à la formation de défauts. De tels défauts sont visibles sur la figure 1 qui correspond à une vue plane d'un film de ZnO épitaxié sur saphir. On peut éliminer ces défauts en faisant une attaque chimique de l'échantillon aminci (figure 2). Par contre, pour un échantillon en section transverse, la faible épaisseur des couches étudiées et l'éventuelle présence de couches de différentes natures chimiques ne permet pas d'utiliser d'attaques chimiques. En utilisant en terminant l'amincissement ionique à très basse tension (100V), on peut également éliminer la plupart des défauts (figure 3). Pour le ZnO, l'amincissement ionique basse tension permet aussi d'éviter la formation de la couche amorphe sur la surface des objets.

L'avantage principal de l'amincissement ionique basse tension pour la préparation d'hétérostructures à base de GaAs et GaN est d'éviter la formation de la couche amorphe sur la surface des objets. Nous montrerons également qu'un amincissement ionique à trop haute tension a une forte influence sur la séparation de phase observée dans des puits quantiques InGaN dans GaN.

Les auteurs remercient la société GATAN pour sa collaboration à cette étude.