

Etude par microscopie électronique en transmission de films non-polaires de ZnO déposés sur saphir plan R par épitaxie par jets moléculaires

P. Vennégùès¹, J.M. Chauveau^{1,2}, C. Morhain¹, C. Deparis¹, J. Zuniga-Perez¹

¹CNRS-CRHEA rue Bernard Gregory, 06560 VALBONNE

²Université de Nice-Sophia-Antipolis, Parc Valrose 06103 NICE

Résumé – Différentes techniques de microscopie en transmission (haute-résolution, champ sombres, diffraction en faisceau convergent) sont utilisées pour étudier la microstructure de films de ZnO non-polaires épitaxiés sur saphir plan R. Les films sont déformés de façon asymétrique dans le plan de la couche. Leur microstructure est dominée par les fautes d'empilement et par les dislocations partielles. Un procédé de formation de ces fautes par dissociation de dislocation de vecteur de Burger [0001] par montée est mis en évidence.

Les films épitaxiés de matériaux de structure wurtzite ont, la plupart du temps, un axe de croissance le long de la direction $\langle 0001 \rangle$ qui est une direction polaire. Avec une telle orientation, les champs électriques internes dus aux polarisations spontanées et piézoélectriques ont une forte importance sur les propriétés physiques des hétérostructures quantiques. Dans les dernières années, des orientations alternatives ont été utilisées pour supprimer ou au moins diminuer l'influence de ces champs électriques internes. Cette présentation concerne l'étude par microscopie électronique en transmission de films de ZnO déposés par épitaxie par jets moléculaires sur des substrats de saphir orientés (1-102) (plan R).

Les relations d'épitaxies sont déterminées par diffraction électronique comme étant $[10\text{-}10]_{\text{ZnO}} \parallel [11\text{-}20]_{\text{saphir}}$ et $[0001]_{\text{ZnO}} \parallel [-1101]_{\text{saphir}}$. Grâce à la diffraction en faisceau convergent, le sens de l'axe polaire [0001] dans le plan de la couche est déterminé. Nous montrons que les liaisons O-Al dans le substrat et les liaisons O-ZnO sont parallèles.

Les images haute-résolution en section transverses le long des directions perpendiculaires $[10\text{-}10]_{\text{ZnO}}$ et $[0001]_{\text{ZnO}}$ montrent des interfaces très abruptes. A partir de la mesure des distances entre dislocations, nous montrons que les films ont une déformation asymétrique : les films sont pratiquement relaxés le long de $[10\text{-}10]$ alors qu'ils sont déformés le long de $[0001]$.

La microstructure de ces films est dominée par la présence de fautes d'empilement et de dislocations partielles qui terminent ces fautes avec des densités respectives de $2 \cdot 10^5 \text{cm}^{-1}$ et $6 \cdot 10^{10} \text{cm}^{-2}$. En utilisant la microscopie haute-résolution et le contraste de diffraction, la nature de ces fautes est déterminée. Il s'agit de fautes de type I_1 avec un vecteur déplacement $1/6 \langle 20\text{-}23 \rangle$. Certaines de ces fautes d'empilement résultent de la dissociation de dislocations parfaites de vecteur de Burger [0001] par un procédé de montée de dislocations partielles de vecteur de Burger $1/6 \langle 20\text{-}23 \rangle$. Un tel procédé devrait être énergétiquement peu favorable et doit être aidé par la présence de défauts points.

Tous les défauts observés proviennent de l'interface ZnO/saphir et leurs densités n'évoluent pas avec l'épaisseur des couches épitaxiées. Nos prochains efforts porteront sur la détermination des mécanismes de formation de ces défauts.

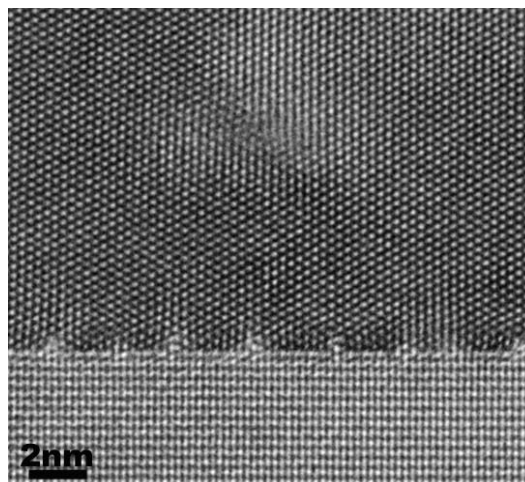


Image Haute résolution de l'interface ZnO/saphir, axe de zone $[0001]_{\text{ZnO}}$.