

THESE

Étude par diffraction des rayons X haute résolution de monocristaux de carbure de silicium cubique

CONTACTS

Alexandre Boulle (SPCTS CNRS Limoges) : 05 55 45 22 44, alexandre.boulle@gmail.com

Didier Chaussende (LMGP CNRS Grenoble) : 04 56 52 93 29, didier.chaussende@inpg.fr

CONTEXTE DE L'ETUDE

Parmi quelques 200 polytypes répertoriés, le 3C-SiC est la seule forme cubique du carbure de silicium. Ses propriétés semi-conductrices exceptionnelles (grand gap, vitesse de saturation des électrons...) intéressent de nombreux acteurs internationaux, académiques et industriels. Cependant, le développement d'applications microélectroniques est freiné par l'absence de monocristaux massifs. Malgré de nombreuses tentatives, parfois assez anciennes, personne n'a à ce jour pu démontrer de cristaux massifs de 3C-SiC. Les raisons en sont doubles :

- La première est la disponibilité de germes de 3C-SiC.
- La seconde est la disponibilité d'un procédé de croissance adapté. La méthode de sublimation est la technique de choix pour la croissance des formes hexagonales. Les hautes températures requises (>2000°C) rendent la stabilisation de la forme 3C-SiC difficile. La littérature fait en effet état d'une transition en phase solide du polytype 3C (cubique) vers le 6H (hexagonal) et ce, dès 1800°C.

Récemment, le LMGP (CNRS UMR 5628- Grenoble) a obtenu des monocristaux (de quelques mm de diamètre) de 3C-SiC d'excellente qualité structurale à 2100°C. Ce résultat, reproductible, remet en cause de nombreux travaux antérieurs sur la stabilité du polytype cubique et ses conditions de synthèse.

SUJET DE THESE

Ce travail s'articulera autour de 2 problématiques :

- L'étude fine de la transition hétéropolytypique 3C à 6H : domaine de stabilité, rôle du dopage (type n ou p dans le semi-conducteur), rôle de la pression, de la contrainte, de la température, mécanisme de transition de phases...
- L'étude des défauts structuraux (macles, fautes d'empilement, inclusion de polytypes, mosaïcité, dislocations...), leur distribution, leur densité, la contrainte dans les cristaux. Le but sera d'établir le lien entre les conditions de croissance d'une part et la formation et l'évolution des défauts dans le cristal d'autre part.

Ce sujet se déroulera à Limoges au SPCTS (CNRS UMR 6638) en étroite relation avec le LMGP Grenoble (CNRS UMR 5628). Il fera appel à des mesures de diffraction des rayons X haute résolution couplées à des méthodes avancées de traitement des données (modélisation des structures, des défauts, simulation). Des mesures au synchrotron (ESRF, Grenoble) sont également à prévoir. Ce sujet pourra de plus faire l'objet de développements instrumentaux pour des mesures spécifiques (mesures in-situ par exemple).

De solides connaissances en physico-chimie du solide et en cristallographie sont requises pour mener à bien ce sujet.