

Mesure de déformation d'un réseau cristallin en microscopie électronique à transmission

Measurement of crystalline lattice strain by transmission electron microscopy

N. Cherkashin^{1*}, M. Korytov¹, F. Houdellier¹, et M. J. Hÿtch¹
N. Cherkashin^{1*}, M. Korytov¹, F. Houdellier¹, and M. J. Hÿtch¹

¹ *CEMES-CNRS and Université de Toulouse, 29 rue J. Marvig, 31055 Toulouse, France*

* nikolay.cherkashin@cemes.fr

L'ingénierie de la contrainte à l'échelle nanométrique est une tendance moderne dans l'industrie des semi-conducteurs et la technologie. Le confinement des porteurs de charge pour l'application laser, l'accélération de la mobilité des charges dans un canal de transistor, le phénomène de la précipitation constituent une gamme d'applications pour lesquelles des mesures locales de la déformation sont nécessaires. C'est dans ce domaine où la microscopie électronique à transmission (MET) propose des opportunités uniques et quelques méthodes de mesures de déformation locale dans une matrice cristalline ont été inventées et développées. Nous allons introduire brièvement les principes de plusieurs techniques basées sur la MET et permettant d'extraire la déformation locale dans des structures cristallines telles que la diffraction d'électrons par faisceau convergent ; « peak finding », la technique basée sur la localisation des pics d'intensité de l'image en haut résolution ; l'analyse des phases géométrique et l'holographie électronique en champ sombre. Nous allons discuter chaque technique du point de vue de leur résolution spatiale, leur précision et leur champ de vue. Nous allons introduire quelques nouvelles extensions de l'application de ces techniques avec le but d'améliorer soit leurs précisions soit leurs résolutions spatiales. La description des techniques sera illustrée par plusieurs exemples y compris des couches minces, des boucles de dislocations et des îlots tridimensionnels.

Stress engineering at the nanometer scale is a modern trend in the semiconductor industry and technology. Charge carrier confinement for laser applications, charge mobility in the channel of transistors and precipitation phenomenon constitute a range of applications for which local strain measurements are required. It is in this area where transmission electron microscopy offers unique opportunities and some methods of local strain measurement in a crystalline lattice have been invented and developed. We will briefly introduce several TEM based techniques that allow extracting local strain in crystalline structures, namely convergent beam electron diffraction; "peak finding" technique based on the localization of intensity peaks in the HRTEM image; geometric phase analysis of a HRTEM image and dark-field electron holography. We will discuss each technique from the point of view of its spatial resolution, precision and field of view. We will introduce some new extensions of the application of these techniques aiming for the enhancement either of their precision or spatial resolution. The description of the techniques will be illustrated by several examples including thin layers, dislocation loops and three-dimensional islands.