



Université
franco-allemande
Deutsch-Französische
Hochschule

Études Expérimentale et Théorique des Contraintes d'Incompatibilités et d'Empilement de Dislocations aux Joints de Grains avec Prise en Compte des Anisotropies Élastique et Plastique

(Xiaolei Chen)

Résumé

Les propriétés mécaniques des matériaux métalliques dépendent fortement du comportement des dislocations, telles que la densité, la distribution, la nucléation et la mobilité des dislocations ainsi que les interactions entre les dislocations et les joints de grain (JDGs). L'objectif principal de cette thèse est d'étudier les effets des anisotropies élastiques et plastiques sur l'interaction de dislocations-JDG en considérant les propriétés complexes des JDGs, les effets de désorientation et les effets de surfaces libres. Pour atteindre cet objectif, une approche analytique basée sur le formalisme L-E-S a été étudiée, qui fournit les champs élastiques des dislocations droites simples et des différents empilements de dislocations aux JDGs dans des milieux homogènes anisotropes, des demi-espaces, des bi- et tri-matériaux tout en considérant éventuellement les effets de surface libre. La configuration tri-matériaux permet d'envisager une épaisseur non nulle de l'ordre du nanomètre et un tenseur de rigidité spécifique pour la région du JDG. La configuration à deux surfaces libres a été utilisée pour étudier les effets de taille. Les effets de l'élasticité anisotrope, de l'orientation cristallographique, de la rigidité du JDG et des surfaces libres ont été étudiés dans le cas d'une seule dislocation et des empilements de dislocations dans un bi-cristal de Ni avec l'analyse des forces images et de la longueur d'empilements, respectivement. En parallèle, des essais in-situ de compression sur des bi-cristaux de Ni et de α -laiton de taille micronique réalisés par usinage au FIB et des observations couplant MEB, AFM et EBSD ont été effectués. L'essai de compression a été réalisé avec une faible déformation jusqu'à ce que les lignes de glissement soient observées ou que la limite d'élasticité soit atteinte. Ensuite, les variations spatiales de la hauteur des marches dûs aux bandes de glissement localisées se terminant au JDG ont été mesurées par AFM pour déterminer la distribution du vecteur de Burgers dans l'empilement de dislocations. Cette distribution a ensuite été simulée par la configuration de l'empilement de dislocations dans des bi-cristaux avec les paramètres mesurés expérimentalement en considérant l'effet de la désorientation, de la rigidité du JDG, des surfaces libres, des contraintes d'incompatibilités et de la force critique. En particulier, les contraintes d'incompatibilités ont été analysées à l'aide de simulations CP-MEF et l'épaisseur du JDG a été simulée à l'aide de simulations atomistique avec LAMMPS.

Mot-clés

Bi-cristal, Joint de grains, Surface libre, Élasticité anisotrope, Force image, Empilement de dislocations, Essais micromécaniques