

## **Experimentelle und theoretische Untersuchungen zu Inkompatibilitäts- und Versetzungsaufstauungsspannungen an Korngrenzen unter Berücksichtigung der elastischen und plastischen Anisotropie**

**(Xiaolei Chen)**

### Zusammenfassung

Die mechanischen Eigenschaften von metallischen Materialien hängen stark vom Versetzungsverhalten ab, wie z.B. der Dichte, der Verteilung, der Nukleation und der Beweglichkeit von Versetzungen, sowie den Wechselwirkungen zwischen Versetzungen und Korngrenzen (KG). Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der Auswirkungen von elastischen und plastischen Anisotropien auf die Versetzungs-KG Wechselwirkung unter Berücksichtigung der komplexen Eigenschaften von KG, sowie der Einflüsse der Misorientierung und der freien Oberflächen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein auf dem L-E-S-Formalismus basierender analytischer Ansatz verwendet, der die elastischen Felder einzelner gerader Versetzungen und unterschiedlicher Versetzungskonfigurationen an KG in anisotropen homogenen Medien, Halbräumen, Bi- und Tri-Materialien unter möglicher Berücksichtigung freier Oberflächeneffekte liefert. Die Tri-Material-Konfiguration erlaubt die Berücksichtigung einer KG mit der Dicke ungleich Null im Nanometerbereich und eines spezifischen Steifigkeitstensors für die KG. Die Konfiguration mit zwei freien Oberflächen wurde zur Untersuchung von Größeneffekten verwendet. Die Auswirkungen der anisotropen Elastizität, der kristallographischen Orientierung, der KG-Steifigkeit und der freien Oberflächen wurden für den Fall einer einzelnen Versetzung sowie für einen Versetzungsaufstau in einem Ni-Bikristall mit Bildkraft- bzw. Aufstaulängenanalysen untersucht. Parallel dazu wurden in-situ Mikrodruckversuche an Ni und  $\alpha$ -Messung Bikristallen, welche durch FIB-Bearbeitung hergestellt wurden, kombiniert mit SEM, AFM und EBSD Untersuchungen durchgeführt. Die Druckversuche wurde mit einer geringen Dehnung durchgeführt, bis Gleitlinien beobachtet wurden oder die Fließspannung erreicht wurde. Dann wurden die räumlichen Variationen der Gleitstufenhöhe an den lokalisierten Gleitbändern, welche an der KG endeten, mittels AFM gemessen und die Verteilung der Burgers-Vektoren in dem Versetzungsaufstau bestimmt. Diese Versetzungsverteilung wurde dann mit den experimentell gemessenen Parametern simuliert, indem die Auswirkungen von Misorientierung, KG-Steifigkeit, freien Oberflächen, Inkompatibilitätsspannungen und kritischer Kraft berücksichtigt wurden. Insbesondere wurden die Inkompatibilitätsspannungen mit Hilfe von CPFEM-Simulationen analysiert und die Dicke der KG wurde mit atomistischen Simulationen mittels LAMMPS bestimmt.

### **Schlüsselwörter**

Bi-Kristall, Korngrenze, freie Oberfläche, anisotrope Elastizität, Bildkraft, Versetzungsaufstau, mikromechanische Prüfverfahren