TRANSMISSION DIRECTE DES DISLOCATIONS AU TRAVERS D'UN PLAN DE JOINT ENTRE GRAINS DE SYMETRIE HEXAGONALE

J. VICENS, P. AYED, E. LAURENT-PINSON, S. LAY, G. NOUET

Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Matériaux.

Institut des Sciences de la matière et du Rayonnement

LERMAT, ISMRa - Université de Caen 14032 CAEN Cedex, France.

La déformation plastique des matériaux polycristallins est contrôlée par les caractéristiques propres des matériaux et par les joints de grains. Aussi les études et observations des interactions entre les dislocations et les joints de grains au cours de la déformation plastique permettent de mieux appréhender les mécanismes mis en jeu. Les modèles et les observations développés jusqu'à présent montrent qu'il existe plusieurs types d'interactions possibles. Les joints de grains peuvent se comporter comme des obstacles infranchissables au glissement des dislocations et provoquer la formation d'empilements de dislocations. Les joints de grains peuvent aussi fonctionner comme des sources ou puits de dislocations. Par exemple le joint de grain absorbant des dislocations issues d'un premier cristal peut se comporter comme une source de dislocations pour le second cristal.

Dans ces conditions il y a transfert plus ou moins direct de la déformation d'un grain à l'autre. Il est évident que ce transfert sera facilité si certaines conditions géométriques sont satisfaites : par exemple l'existence d'intersections de plans de glissement des deux cristaux dans le plan du joint. Deux cas sont schématisés sur la figure 1.

Ces conditions géométriques sont facilement mises en évidence lorsqu'il existe une relation particulière dite orientation de coïncidence entre les deux cristaux. Dans ces cas, connaissant le système de glissement du matériau, il est possible de déterminer l'existence de plans de glissement communs parfaitement continus d'un cristal à l'autre ou l'existence d'intersections de plans de glissement situées dans le plan des joints. Dans le premier cas il y aura transmission de dislocations glissiles d'un grain à l'autre en cas de sollicitations adéquates du plan de glissement considéré. Dans le deuxième cas seule la composante vis des dislocations glissiles sera transmise. D'une façon plus générale pour une orientation donnée entre deux cristaux un joint de grains pourra être considéré comme un obstacle "mou" s'il satisfait aux conditions géométriques précédentes schématisées sur la figure 1.

Ces considérations géométriques ont été appliquées à deux types de matériau à symétrie hexagonale où des orientations de coïncidence sont fréquentes : métaux à structure hexagonale compacte ayant un rapport paramétrique voisin de $\sqrt{8/3}$ et matériau composite et céramique de type carbure à symétrie hexagonale.

L'exemple choisi pour étudier le premier type de matériau est la macule ($10\bar{1}2$) du magnésium. Le

deuxième type de matériau est illustré par le carbure de tungstène ($c/a \approx 1$) où les considérations géométriques précédentes ont été appliquées à des joints en coïncidence observés $\Sigma = 2, 4, 5, 7b$ et 10 représentatifs des deux familles de joints en coïncidence les plus importants dans ce matériau.

La première famille de joints en coïncidence dans le carbure de tungstène est obtenue par des rotations autour d'un axe de type $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ d'angles respectifs 90° ($\Sigma = 2$), $53^\circ 13'$ ($\Sigma = 5$), $36^\circ 87'$ ($\Sigma = 10$)... Dans ces trois cas le plan de joint observé est perpendiculaire à cet axe $\langle 10\bar{1}0 \rangle$. La deuxième famille de joints en coïncidence est décrite par des rotations autour d'un axe de type $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ d'angles respectifs 60° ($\Sigma = 4$), $81^\circ 79'$ ($\Sigma = 7b$)... Dans ces deux derniers exemples le plan du joint adopte une position asymétrique et parallèle au plan (0001) de l'un des cristaux. Les listes des cas de transmission directe de dislocations d'un grain à un autre et les intersections des plans de glissement dans les différents joints étudiés sont données ainsi que les perméabilités plus ou moins grandes de ces joints vis à vis de la déformation plastique.

Figure 1.

Représentation schématique de deux positions possibles des plans de glissement respectifs des deux cristaux 1 et 2 par rapport à leur plan de joint. Les plans de glissement peuvent être continus à travers le plan du joint (a) ou posséder une intersection située dans le plan du joint (b).