

Influence of Stacking Fault Energy on Dislocation Configurations in Shock-Deformed Metals

F. I. GRACE

*Materials Science Division, U. S. Naval Weapons Laboratory,
Dahlgren, Virginia*

AND

M. C. INMAN

*Materials Science Department, The Pennsylvania State University,
University Park, Pennsylvania*

A series of α brasses were investigated to determine the possible influence of the stacking fault energy in the formation of dislocation configurations in f.c.c. metals during shock deformation. The substructures observed by transmission electron microscopy were found to be quite similar to those reported previously for α brasses deformed in simple tension. The results obtained here indicate that shock-deformed metals of relatively high stacking fault energy exhibit a cell structure. Those of low stacking fault energy were found to contain dislocations in coplanar groups with lengthy segments confined to given (111) planes. A survey of previous work together with the present results shows that the transition between the two types of dislocation configurations occurs at stacking fault energies between about 25 and 36 ergs/cm².

Einfluß der Stapelfehlerenergie auf Versetzungsanordnungen bei schlagverformten Metallen.

An einer Serie von α -Messingen wurde der mögliche Einfluß von Stapelfehlerenergie bei der Bildung von Versetzungsanordnungen in k.f.z. Metallen durch Schlagverformung untersucht. Die elektronenmikroskopisch beobachteten Subgefüge sind denen ähnlich, die bisher auch von α -Messingen nach einer einfachen Zugverformung bekannt waren. Die Ergebnisse zeigen, daß schlagverformte Metalle mit verhältnismäßig hoher Stapelfehlerenergie eine Zellstruktur haben. Solche mit niedriger Stapelfehlerenergie enthalten Versetzungen, die in einer Ebene mit länglichen Segmenten liegen und auf die (111)-Ebenen beschränkt sind. Ein Vergleich von früheren Arbeiten mit den vorliegenden Ergebnissen zeigt, daß der Übergang zwischen den beiden Typen von Versetzungsanordnungen bei Stapelfehlerenergien zwischen 25 und 36 ergs/cm² eintritt.

Influence de l'énergie des fautes d'empilements sur la configuration des dislocations dans les métaux déformés par chocs.

On a étudié une série d'échantillons de laitons α en vue de d'empilements sur la formation des configurations des dislocations dans les métaux cubiques à faces centrées pendant une déformation par chocs. On a trouvé que les sous-structures qui ont été observées par

transmission à l'aide d'un microscope électronique sont tout à fait semblables à celles qui furent précédemment observées dans les laiton α déformés en tension. Les résultats obtenus ici indiquent que les métaux qui sont déformés par chocs et, qui possèdent une énergie de fautes d'empilements relativement élevée ont une structure cellulaire. On a aussi trouvé que les métaux dont l'énergie des fautes d'empilement est faible, contiennent des dislocations dans un groupe coplaire avec des longs segments confinés aux plans (111). Une comparaison entre quelques travaux antérieurs et ceux que nous présentons maintenant montre que la transition entre les deux types de configurations de dislocations se produit lorsque les énergies des fautes d'empilements ont des valeurs approximativement comprises entre 25 et 36 ergs/cm².

Introduction

The stacking fault energy (SFE) is an important material parameter in that it determines the equilibrium spacing of partial dislocations in f.c.c. metals and consequently influences the dislocation configurations which develop through cross-slip. Heidenreich and Shockley¹ proposed that in an f.c.c. lattice a total dislocation would dissociate into two partial dislocations (sessile on conjugate slip planes) by the reaction



where $a/2 \langle 110 \rangle$ is the Burger's vector of the unextended dislocation, and the two $a/6 \langle 112 \rangle$ are the forms of the Burger's vectors of the partial dislocations. In general, energy considerations determine the extent of the reaction, and in such cases when dissociation is favored an area of stacking fault is produced between the partial dislocations. The tendency for dislocations to cross-slip to another habit plane is controlled essentially by the width of the stacking fault, which has been shown in the many studies involving movement of extended dislocation nodes^{2,3} to be a function of the elastic moduli and the magnitude of the SFE. Thus, under applied stress, dislocations in a lattice of high SFE may cross-slip readily and form a cell structure. In crystals of low SFE, coplanar groups of dislocations are produced as a result of infrequent cross-slip.

Numerous investigations have been undertaken to determine both the magnitudes of the SFE and its influence in the formation of dislocation configurations in f.c.c. metals. The nodal methods of determining SFE have developed largely from the works of Whelan² and Howie and Swann³ and were critically compared by Gallagher.⁴ Other methods for the determination of SFE such as those utilizing stacking fault tetrahedra and dislocation climb have been employed by Jossang and Hirth⁵ and Kannan and Thomas,⁶ respectively. Dislocation cell structures, characteristic of high SFE metals, were observed in aluminum, copper, and gold by Swann.⁷ Elsewhere, dislocation cell structures were observed in silver by Bailey and Hirsch⁸ and in nickel by Mader.⁹