T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Cyclic deformation behavior and dislocation structures of multiple-slip-oriented copper single crystals
著者(和文)	MATianchang
Author(English)	Tianchang Ma
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12197号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:藤居 俊之,竹山 雅夫,小林 郁夫,村石 信二,小林 覚
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12197号, Conferred date:2022/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		MA Tianchang	
論文審査 審査員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	藤居　俊之	教授	審査員	小林　覚	准教授
	審査員	竹山　雅夫	教授			
		小林　郁夫	准教授			
		村石　信二	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「Cyclic deformation behavior and dislocation structures of multiple-slip-oriented copper single crystals」と題し，5 章から構成されている．

第 1 章「General introduction」では，面心立方晶金属を代表する銅の単結晶における室温での繰り返し変形挙動に着目し，応力軸方位に依存した応力-ひずみ応答とそれに対応した転位組織発達過程に関する既往の研究を概観し，多重すべり方位における転位組織発達の塑性ひずみ振幅依存性が系統的に示されていないこと，特定結晶方位に沿って形成される種々の転位組織の形態や幾何学が活動すべり系と関連づけられて説明されていないことを指摘し，本研究の目的と意義を述べている．

第 2 章「Crystallographic features of deformation-kink bands in coplanar double-slip-oriented copper single crystals」では，共面二重すべりが活動しやすい[$\bar{1}11$]近傍方位の銅単結晶を単純圧縮変形させた際の不均一変形によって生じる変形帯の形成方位を，走査電子顕微鏡の電子チャネリングコントラストイメージング（ECCI）法による二面観察から特定し，共面二重すべりが活動する場合の変形帯は，すべり面にほぼ垂直な面，且つ主すべり方向と共面すべり方向の合成方向を面法線とする面に沿って形成されることを見出している．また，変形帯内では主すべりおよび共面すべりが同時に活動して，母相に対して 10° を超える結晶回転が生じ，変形帯/母相界面は傾角粒界の性格を呈することを明らかにしている．

第 3 章「Analysis of deformation bands and cell structure in cyclically deformed near-[$\bar{1}11$] multiple-slip-oriented copper single crystals」では，第 2 章での[$\bar{1}11$]近傍方位の銅単結晶における単純圧縮変形の結果を受け，共面二重すべりが活動しやすい方位での繰り返し変形挙動を ECCI 法により調査し，塑性ひずみ振幅の増大に伴う転位組織の変化と発達を系統的に明らかにしている．低塑性ひずみ振幅域では，多重すべりの活動により，応力軸に垂直な面に沿って約 1μm 間隔で周期的に配列した転位ウォールが形成され，塑性ひずみ振幅の増大に伴って，局所的な変形帯の形成に移行することを見出している．また，変形帯の形成方位は，第 2 章で得られた結果から予測可能な方位であるのに対し，変形帯内の転位組織は，繰り返し変形特有の発達した帯状セル組織で覆われることを明らかにしている．さらに，変形帯や帯状セル組織がそれぞれ特定方位である三種の{112}面に沿って形成されやすい理由を，応力軸方位の回転対称性と活動すべり系の組み合わせから説明づけている．

第 4 章「Formation of dislocation structures during cyclic deformation in near-[001] multiple-slip-oriented copper single crystals」では，臨界すべり系が二次すべり系となり得る[001]近傍方位の銅単結晶の繰り返し変形挙動を ECCI 法により調査し，特に，せん断塑性ひずみ振幅γが 1×10^{-2} を超える高塑性ひずみ振幅域での転位組織発達において新規の知見を見出している．応力-ひずみ応答の特徴として，繰り返し応力ひずみ曲線は，γの増加に対し単調増加することを示している．$\gamma < 1 \times 10^{-2}$ では，塑性ひずみ振幅の増大に伴って，(001)および(100)に平行な転位ウォールが約 1μm 間隔で周期配列したラビリンス組織の形成および発達が生じるのに対し，これより高塑性ひずみ振幅域では，(111)主すべり面あるいは($\bar{1}11$)臨界すべり面に沿った帯状セル組織が局所的に形成されることを明らかにしている．さらに，セル領域と母相間の方位差を生じる結晶回転軸が[010]方向となることを活動すべり系の幾何学によって説明している．

第５章「General conclusions」では，本論文で得られた結果を総括し，銅単結晶の室温繰り返し変形において，異なる応力軸方位における転位組織形成・発達の類似点および相違点を挙げるとともに，疲労き裂発生の観点から高塑性ひずみ振幅域でのセル組織発達の重要性を述べている．また，本研究から得られた知見の多結晶材料への適用性に言及し，多結晶材料の繰り返し変形で生じ得る転位組織発達を予測している．さらに，この研究分野における未解決課題を指摘するとともに，今後期待される研究の発展性を具体的に提示している．

以上を要するに，本論文は多重すべり方位の銅単結晶の室温繰り返し変形によって形成・発達する転位組織を，走査電子顕微鏡の ECCI 法を用いた観察により詳細且つ系統的に調査し，複数のすべり系が同時に活動する際に生じる特異な転位組織の発達過程を明らかにするとともに，多結晶材料にも適用可能な疲労き裂発生の起源となり得る転位組織の知見を得たものであり，工業上，工学上，貢献するところが大きい．よって，本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる．

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。