

氏 名	菊池潮美 ぎく ち しお み
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1060号
学位授与の日付	昭和53年5月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	銅固溶体合金の高温定常変形挙動に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 足立正雄 教授 高村仁一 教授 村上陽太郎

論文内容の要旨

この論文は銅固溶体合金の高温における応力及びひずみ速度を一定とするような定常変形挙動を、転位運動の現象論的な立場から研究し、その変形機構を解明する目的をもって行った研究結果をまとめたもので、5章から成立っている。

I章は緒論で、高温における定常変形に関する従来の研究結果を総括して述べ、問題として (1) ひずみ速度が応力の n 乗に比例する式の n の値すなわち応力指数により分類されている合金型、純金属型が変形機構に対応したものであるかどうか、(2) 内部応力と有効応力の測定とその変形応力依存性、転位の運動速度の有効応力依存性、(3) 合金型の変形機構の検討と溶質原子と転位の相互作用、(4) 定常変形挙動と転位組織の関係、(5) ひずみ速度の積層欠陥エネルギー依存性等を取上げ、これらの解明を目的としていることを述べている。

II章では Cu-Al 合金を取上げている。この合金は純金属型とされている代表的な合金であり、積層欠陥エネルギーは合金元素濃度と共に減少する。

II-Aでは Cu-2.5 at%Al 合金単結晶について研究した。その方位は単一すべり系の軸方位をもち、その主すべり系に対するシュミット因子は0.5である。この合金の応力指数の値は5.4であり、純金属型である。内部応力の測定は dip test に外挿法を併用して行い、有効応力をも決定した。その結果定常変形は転位の平均速度が有効応力に比例するような、転位の粘性運動により支配されているもので、純金属型の応力指数の場合でも、合金型の要素をもつ場合があることを示している。又転位が粘性運動をする場合、刃状転位とらせん転位の速度の大小、及び形成される転位組織の関係を考察している。

II-Bでは Cu-15 at%Al 合金単結晶についての結果を示している。方位は前節の場合と同様であるが、この合金系では応力-ひずみ線図上の stage I と III とで定常変形が観測され、その応力指数はそれぞれ3.0と4.3であった。転位組織は stage I では均一分布をもち、IIIではセルを形成していることが見出されている。転位密度は応力の2乗に比例することが確かめられており、stage I でも III でも、転位速度が有効応力に比例することが明らかにされ、どちらの場合も定常変形が転位の粘性運動に支配されているこ

とを示している。

Ⅱ-Cでは〈001〉軸方位をもつ Cu-15 at%Al 合金単結晶について、変形により軸方位が変化しないで低ひずみで定常変形になることを示し、そのひずみ速度の応力指数が3.6～3.8であり、その転位組織は均一なセル状を呈することを見出している。転位密度はこの場合も応力の2乗に比例することを確認、転位速度は有効応力に比例し、変形は転位の粘性運動に支配されていることを示している。

Ⅲ章は Cu-1～4 at% Sn 合金での結果を述べている。この合金では溶質濃度の増加と共に積層欠陥エネルギーは減少する。この合金系では、溶質濃度が高い程、変形温度が高い程、又ひずみ速度が小さい程、高温降伏現象が現れるようになり、その場合には応力指数は合金型の値をもち、高温降伏現象を生じない場合には純金属型の値をもつことを示している。どちらの場合においても転位速度は有効応力に比例する結果を得ており、応力指数での分類に関係なく、定常変形は転位の粘性運動に支配されていることを示している。ひずみ速度の積層欠陥エネルギー依存性は、高温降伏を示す場合は依存性がなく、この場合転位組織はエッチピットで均一な配列が認められている。高温降伏を生じない場合は、ひずみ速度の積層欠陥エネルギー依存性が認められている。

Ⅳ章では Cu-3～20 at%Mn 合金についての結果を示している。Mn は積層欠陥エネルギーに大きな影響を与えない合金元素である。この合金系でも、高 Mn 含有量程、高温度程、又低ひずみ速度程、応力指数は合金型の値をもち、高温降伏を生じることが Cu-Sn 合金と同様であることを示している。ひずみ速度の積層欠陥エネルギー依存性は、この合金系では認められないことを示している。

V章は結果の総括である。

論文審査の結果の要旨

金属及び合金の高温における定常変形に関しては、ひずみ速度が応力の n 乗に比例する式の n の値すなわち応力指数の値により、純金属型と合金型とに分類されてきているが、その機構については明確でない点が多い。この論文は銅固溶体合金の高温における定常変形挙動を転位運動の現象論的な立場から研究し、その定常変形機構を解明する目的をもって行った研究結果をまとめたもので、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) Cu-Al 固溶体合金は代表的な純金属型の応力指数をもつ合金と考えられていたが、〈001〉を引張軸方位とする Cu-15 at%Al 合金単結晶は合金型の応力指数をもつことを見出し、転位の平均速度が有効応力に比例し、転位が粘性的に運動することを示した。又他の方位の単結晶については、純金属型の応力指数を示す場合においても、合金型の場合と同じく転位が粘性的に運動することを示している。エッチピットの測定からは、定常変形状態における転位密度が応力の2乗に比例することを確認している。

(2) Cu-1～4 at%Sn 合金、Cu-3～20 at%Mn 合金では、溶質濃度の増加、変形温度の上昇、ひずみ速度の減少につれて、応力指数は純金属型の値から合金型の値へ変化することを見出し、合金型の値をもつときは変形開始直後に高温降伏現象を生じることを見出している。Cu-Sn 合金では、拡散係数、剛性率及び変形温度で補正されたひずみ速度と、剛性率で補正された応力との関係には、合金型の応力指数をもつとき、積層欠陥エネルギー依存性は認められず、純金属型の応力指数をもつときにその依存性を生じる

ことを明らかにしている。Cu-Mn 合金では、合金型の応力指数をもつときは同様に積層欠陥エネルギー依存性は認められず、純金属型の応力指数をもつときも、この合金では積層欠陥エネルギー依存性がほとんどないことを示している。

(3) 定常変形における応力指数の値は転位組織と密接な関係をもち、転位が均一な配列をする場合には合金型の値となり、複雑なセル構造の場合には純金属型型の値をもち、転位の配列状態によってはその中間の値をとることを見出し、従来この応力指数の値により分類されてきたのは適当でないことを示している。又これらの合金では応力指数の値に関係なく、刃状転位の溶質原子を引きずる粘性運動が定常変形を支配していることを示している。

以上を要するに、この論文は銅固溶体合金の単結晶あるいは多結晶試料を用い、高温におけるその定常変形挙動を研究し、応力指数の値と転位組織との関係、その変形機構を示すなど多くの新しい知見を与えたもので、学術上、工業上寄与するところが少くない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。