T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	AuCuAl基生体用形状記憶合金の機械的性質に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	海瀬晃
Author(English)	Akira Umise
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10505号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:細田 秀樹,稲邑 朋也,小田原 修,舟窪 浩,木村 好里,曽根 正人
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10505号, Conferred date:2017/3/26, 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 (Tokyo Institute 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		海瀬　晃	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	細田　秀樹	教授	審査員	木村　好里	准教授
	審査員	小田原　修	教授		曽根　正人	准教授
		舟窪　浩	教授			
		稲邑　朋也	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「AuCuAl 基生体用形状記憶合金の機械的性質に関する研究」と題し，全 8 章から構成されている．

第 1 章「緒論」では，医療デバイスとしての AuCuAl 超弾性合金では体温近傍のマルテサイト変態温度と良好な機械的性質の両立が求められるが，これまでの研究範囲では，AuCuAl 三元系においてはその両立が困難であることを述べている．マルテンサイト変態温度の低い合金において，脆性を改善し延性化するための因子として，合金組成，結晶粒径・粒界形状，添加元素，第二相，に着目したこと，および本論文の着眼点，目的について述べている．また，本合金の本質的な形状記憶特性や機械的性質を調べるために単結晶での研究の必要性についても述べている．

第 2 章「実験方法」では，本論文における合金作製方法，試料作製方法，各種測定に用いた装置の測定条件など，共通する実験手法について述べている．

第 3 章「AuCuAl 三元系多結晶合金の機械的性質」では，現在までに報告のある合金組成は Cu 量一定や Al 量一定という比較的狭い領域のみであり，良好な機械的性質を示す合金がこれまで報告されていない三元系組成で開発できる可能性があること，および，本合金の開発のために，より広い組成範囲で基礎データを集めることの重要性を指摘し，広い組成範囲にわたるβ単相 AuCuAl 三元系多結晶合金の機械的性質について明らかにしている．その結果，β相単相領域内の組成の合金では，室温で超弾性が発現する可能性のある組成範囲が限られていること，かつ，その組成範囲内では良好な機械的性質を持つ合金は見いだせず，添加元素や組織制御などの他の手法による延性化が本合金の実用化のために必要であることを述べている．

第 4 章「微小押し込み試験による多結晶 AuCuAl 合金の破壊挙動」では，顕微インデンテーションである *in-situ* Brinell インデンテーション試験機を用いた微小押し込み試験と変形のその場観察により，多結晶 AuCuAl 合金の破壊について実験的に観察することを目的としている．結果として，AuCuAl 合金の破壊は粒界三重点を起点に生じ，粒界割れが起こること，破壊した結晶粒界は特に特定の結晶方位関係を持たないことを明らかにしている．また AuCuAl 合金の粒界破壊を抑制するためのアイデアを述べている．

第 5 章「AuCuAl 単結晶マイクロピラーの機械的性質」では，多結晶材では粒界割れが生じる AuCuAl 合金単結晶の機械的性質と形状記憶特性の解明のため，微小機械試験機による単結晶マイクロピラーの機械的性質の評価を目的としている．結果として，多結晶と異なり，AuCuAl 合金単結晶は大きな変形能を持つこと，超弾性回復ひずみは最大で 3.0%と医用材料として実用可能レベルにあること，マルテンサイト変態誘起応力は温度依存性を有することを明らかにしている．

第 6 章「第二相を含む AuCuAl 三元系合金の機械的性質」では，AuCuAl 合金のβ相領域は fcc α相や Au_4Al 相と平衡できること，および，二相化により延性の向上や粒界形状を制御できる可能性を指摘し，第二相を含む AuCuAl 三元系多結晶合金の機械的性質の評価を行っている．その結果，第二相として Au_4Al が生成しても延性はあまり変わらないが，fcc α相が粒界に生成した合金では 10%以上の高い引張延性を示すことを明らかにしている．しかし，Au-Cu-Al 三元系では，体温程度のマルテンサイト変態温度を持つβ相はα相と二相化できないことも述べている．

第 7 章「AuCuAl 合金の機械的性質に及ぼす第四元素添加の影響」では，AuCuAl 多結晶合金の延性改善のために，粒界結合強度，粒界の形状，結晶粒寸法に着目できることを述べ，機械的性質を向上させることが期待できる第四添加元素 B, Fe, Co を添加した合金の機械的性質を調べている．また，延性向上のための組織制御のアイデアを提唱している．結果として，Fe 添加および Co 添加は，AuCuAl の機械的性質を向上させること，粒径を微細かつ粒界の形状を複雑化し，き裂臨界長さが減少することを見出している．また，Fe 添加 AuCuAl 合金では，直線的な粒界一つあたりの長さを 40μm 以下にできれば延性化するとの判断を述べている．

第 8 章「結論」では，各章から導かれる結言をまとめ，本研究の結論を述べると共に，今後の研究方針について述べている．

これらを要するに本論文は，AuCuAl 合金の機械的性質を向上させ，延性劣化を抑制するための方法として，合金組成による制御，粒界形状による制御，第二相の導入による制御に着目し，特に Fe 添加により直線的な粒界の長さを短くし破壊応力を上昇させることで，すべり変形を活性化させ延性化する手法を開発したもので，工学上，工業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価値の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。