

Title	B2型規則構造基複相合金のバリエーション選択性と異相界面制御に関する研究
Author(s)	坂田, 利弥
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44218">https://hdl.handle.net/11094/44218</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	坂田利弥
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17832 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル科学専攻
学位論文名	B2 型規則構造基複相合金のバリエーション選択性と異相界面制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 馬越 佑吉 (副査) 教授 掛下 知行 教授 白井 泰治

### 論文内容の要旨

本研究では、B2 型規則構造基複相合金のなかでも NiAl 基( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub> 相合金を中心に、大きく次の 2 点について調査した。一つは、母相/析出相間での異相界面における結晶学的特徴、特に異相界面性格と力学特性との相関について系統的に調査し、もう一つは、析出相におけるバリエーション選択性を考慮した集合組織制御を行うことにより、力学特性改善および向上のための異相界面制御の可能性を探索することを目的として研究を行った。本論文は以下の 9 章より構成される。

第 1 章は序論であり、本研究を遂行するに至った背景として、NiAl 基複相合金の例を中心に述べ、本研究の目的と意義について述べた。

第 2 章では、B2 型規則構造基複相合金の拡散変態による変態集合組織や粒界析出相におけるバリエーション選択性について SEM-EBSP 法により明らかにした。

第 3 章では、NiAl 基( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub> 相合金多結晶材を用いて、NiAl( $\beta$ )相の粒界に析出する Ni<sub>3</sub>Al( $\gamma'$ )相の結晶学的特徴、特にバリエーション選択性について詳細に検討した。さらに、NiAl 基( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub> 相合金多結晶材の室温における破壊挙動が、粒界  $\gamma'$  析出相の異相界面における整合性に強く依存することを見出した。

第 4 章では、結晶方位制御した NiAl( $\beta$ )単相双結晶を作製することにより、粒界に析出する Ni<sub>3</sub>Al( $\gamma'$ )相の異相界面における整合性を制御するとともに異相界面における微視構造について明らかにし、異相間の結晶方位関係に基づいた「異相界面性格」を提唱した。

第 5 章では、第 4 章の ( $\beta/\gamma'$ ) 異相界面における整合性を制御した ( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub> 相結晶を用いて、室温での異相界面破壊および高温変形下での異相界面すべりに及ぼす異相界面性格の影響について調査し、異相界面性格と力学特性との相関について系統的に明らかにした。

第 6 章では、前章までに得られた NiAl 基( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub> 相合金の力学特性と異相界面性格との相関を考慮して、加工熱処理による集合組織、異相界面制御を行うことにより、( $\beta/\gamma'$ ) 異相界面における整合性の向上を図ることで ( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub> 相合金の力学特性改善・向上のための可能性を見出した。

第 7 章では、NiAl( $\beta$ )単相単結晶を用いて、低温・高歪速度の条件下で熱間圧縮することにより、 $\beta$  母相内で形成される変形帯の形成機構について解明するとともに、その後の熱処理により変形帯界面で析出する Ni<sub>3</sub>Al( $\gamma'$ )相のバ

リアント選択性について、粒界析出相におけるバリエーション選択性との類似性を見出した。

第8章では、急凝固法を用い、NiAl基( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub>相合金における急凝固薄帯の集合組織形成過程を相変態時のバリエーション選択性に基づいて明らかにし、集合組織形成による異相界面制御の可能性を見出した。

第9章では、本研究により得られた知見を総括した。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、耐熱性構造材料として期待されるB2型規則合金の粒界脆化を抑制するため、加工性の良好なNi<sub>3</sub>Al( $\gamma'$ )相の粒界への析出を利用している。そのため、NiAl基( $\beta/\gamma'$ )<sub>2</sub>相合金を中心に、B2型規則合金基複相合金の組織制御と力学特性ならびに相変態の際のバリエーション選択性との関わりを調べている。得られた研究成果は以下の通りである。

(1)B2型規則構造基複相合金の拡散変態による変態集合組織形成過程ならびに粒界析出相をSEM-EBSP法により調べ、Kurdjumov-Sachs(K-S)関係に基づくそのバリエーション選択性を明らかにしている。

(2)NiAl( $\beta$ )粒界に析出する $\gamma'$ 相はフィルム状を呈し、単結晶とみなすことができる。この $\gamma'$ 相のバリエーション選択性は、隣接する $\beta$ 母相粒との方位差および粒界面方位に強く依存する。多結晶材における $\gamma'$ 相は、隣接する一方の $\beta$ 相とはK-S方位関係を満足するが、もう一方の $\beta$ 相とは一般にK-S方位関係を満足しないことを明らかにしている。このようなK-S方位関係からずれた界面は変形能に劣り、優先的に破壊が起こり、整合性の低い界面の存在がこの合金の力学特性の劣化をもたらすことを示している。

(3)粒界方位制御したNiAl単相双結晶を用い、熱処理により粒界に析出する $\gamma'$ 相との方位関係を調べ、異相界面性格と粒界方位との関係ならびにその界面強度を定量的に評価している。また、適正な異相界面性格を得るためには、母相粒界ならびに集合組織制御が極めて重要であることを指摘している。

(4)NiAl単相単結晶を用いて、各種条件下で熱間圧縮した際に形成される変形帯の形成機構を明らかにするとともに、この変形帯に析出する $\gamma'$ 相のバリエーション選択性を詳細に調べ、整合界面を得るための母相の適正集合組織形成と、そのための加工熱処理法についての指針を与えている。

以上のように、本論文は、新しい耐熱材料として注目されているB2型規則合金、とりわけNiAl基規則合金の実用化への最大の障害となっている粒界脆化について、整合界面を有する $\gamma'$ 相の粒界析出によって克服可能であることを明らかにするとともに、その整合界面制御のための加工熱処理法開発への指針を与えるなど、学術的にも実用的にも極めて重要な知見を多数含んでおり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。