

Title	Al-rich TiAl単結晶の力学特性に及ぼす長周期規則相の影響に関する研究
Author(s)	林, 宏太郎
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43493
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	はやし こう た ろう 林 宏 太 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 6 5 3 2 号
学位授与年月日	平成13年9月28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	Al-rich TiAl 単結晶の力学特性に及ぼす長周期規則相の影響に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 馬越 佑吉 (副査) 教授 白井 泰治 教授 掛下 知行

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、Al-rich TiAl 単結晶中に存在する Al_3Ti_3 を始めとする幾つかの長周期規則相の結晶学的特徴、析出過程、相安定性と、これら長周期規則相が TiAl の室温ならびに高温における力学特性に及ぼす影響を調べるとともに、その変形機構、異常強化挙動ならびに形を担う転位構造と面欠陥構造に関する研究をまとめたもので、以下の7章より構成されている。

第1章では、本研究の背景、目的、特に長周期規則相の構造、形態が力学特性改善にとっていかに重要であるかについて述べた。

第2章では、Al-rich TiAl 単結晶の室温における塑性挙動の特徴、普通転位および超格子転位の運動挙動ならびに Al_3Ti_3 規則相の安定性と、TiAl の塑性挙動への寄与について明らかにしている。

第3章では、室温で変形した Al-rich TiAl 単結晶中の変形微細組織観察を行ない、転位分解と面欠陥、転位の運動形態と長周期規則相の規則度、寸法、分布との関係を明らかにしている。

第4章では、Al-rich TiAl 単結晶の高温変形挙動、とりわけ異常強化挙動とその発現機構を、長周期規則相ならびに転位構造・芯構造に注目して解明している。

第5章では、Al-rich TiAl 単結晶中の各種長周期規則相形成の焼鈍温度、時間依存性とその相安定性を調べ、 Al_3Ti_3 単結晶作製条件を探索している。

第6章では、 Al_3Ti_3 単結晶中の塑性変形挙動を明らかにすると共に、Al-rich TiAl の変形挙動への Al_3Ti_3 の寄与を明らかにした。

第7章では、本研究で得られた結果を総括した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

TiAl 系金属間化合物は高温での優れた比強度、耐酸化性を示し、新たな軽量耐熱性構造材料として期待されている。この TiAl の Al 高濃度側には、 $L1_0$ 型母相中に Al_3Ti_3 を始めとする幾つかの長周期規則相が存在し、これが高温での異常強化、低温での変形能の低下、すべり系の遷移といった TiAl の変形挙動に重要な影響を及ぼす。

本研究では、L1₀型母相中に存在するこのような長周期規則相に注目し、その結晶学的特徴、析出過程、相安定性を調べると共に、変形を担う転位の分解、運動挙動ならびに異常強化現象を始めとする力学特性に及ぼす影響を系統的に調べ、多くの基礎的知見を得ている。これらの成果を要約すると次の通りである。

- (1) γ -TiAl 領域には、Al 濃度に依存して L1₀ 型母相中に長周期規則相が現れる。比較的低 Al 濃度域では Al₅Ti₃ 相、高 Al 濃度域では、h-Al₂Ti 相が存在し、母相と整合な界面を形成すると共に、Al 濃度の増加に伴い、これらの構造は連続的に遷移し、粒径、体積率共に増加することを明らかにしている。
- (2) 長周期規則相の発達に伴い、 $\{111\} a/2 < 110$ ならびに $\{111\} a < 101$ すべり系の臨界せん断応力は増加し、とりわけ Al₅Ti₃ 相が発達する組成域においては、 $\{111\} a/2 < 110$ すべり系の臨界せん断応力の増加が顕著である。これは転位運動によって形成される APB エネルギーの違いに起因することを明らかにしている。
- (3) 転位の運動形態は、長周期規則相の周期性ならびに転位運動によって形成される面欠陥エネルギーの大きさに依存し、長周期相の規則度が低い場合、転位は単独で運動し、4 倍周期構造の Al₅Ti₃ 相が微細に L1₀ 型母相中に存在する場合には、転位は 3 本又は 4 本がグループ運動し、h-Al₂Ti 相が析出する場合には、3 本が一体となって運動する。一方、Al₅Ti₃ 相が充分発達、成長した場合には、普通転位は交差すべりにより先導転位への追隨が困難となり単独で運動し、その結果、APB 形成による応力増加をもたらすことを明らかにしている。
- (5) Al₅Ti₃ 単相単結晶の作製条件を探索し、帯溶融法で作製した Ti-62.5at.%Al 結晶を、1200°C で均一化した後 600 °C で等温焼鈍すると、Al₅Ti₃ 単相単結晶を得ることができることを明らかにしている。この結晶中では、転位は絶えず 4 本でグループ運動し、APB 形成の影響が除かれるため、析出相として存在する場合に比べ、転位は非常に小さい応力で運動できることを明らかにしている。
- (6) TiAl を高温で変形すると異常強化現象を示す場合がある。この強化現象は Al₅Ti₃ 相の発達と密接な関係を示し、強化温度領域では、転位は Al₅Ti₃ 粒子中を APB を形成しながら運動するため大きい応力上昇をもたらす。また、ピーク温度以上では、APB エネルギーの異方性に起因して、すべり面は $\{111\}$ から $\{100\}$ 又は $\{110\}$ 面に遷移することを明らかにしている。

以上のように、本論文は実用的にも重要な Al-rich TiAl の長周期規則相の構造、形態、安定性を明らかにすると共に、力学特性への寄与を微視的、巨視的観点から調べ、変形機構を明らかにしており、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。