

専攻 材料工学	学籍番号 853237	指導教官氏名 森永正彦 川上正博 上村正雄, 新家光雄
申請者氏名 松木一弘		

論文要旨

論文題目	ニッケル基単結晶超耐熱合金の理論設計と開発
------	-----------------------

(要旨 1,200 字以内)

ジェットエンジンなどの効率を高めるためには、燃焼ガス温度を高くすることが必要である。そのため近年、タービン翼用ニッケル基単結晶超耐熱合金の開発が、各国で国家プロジェクトとして、進められてきた。タービン翼材としては、高温強度、靱性、高温耐食性、低密度および経済性等の諸特性をバランスよく備えていることが要求される。

しかしながら、このニッケル基合金は一般に合金元素を 5~10 種類も含む多成分系合金である。その上、その微細組織は、ニッケル固溶体である γ 相中に、 Ni_3Al タイプの γ' 相と呼ばれる金属間化合物が、整合状態で分散したもので複雑である。そのため、これらの合金設計は難しく、これまででは試行錯誤と長年の経験に頼って、合金開発が行われてきた。本研究では、遷移金属クラスターに分子軌道法 ($DV-X\alpha$ クラスター法) を適用して得た電子構造パラメータが、ニッケル基合金中での各元素の合金効果を表すことができるという発見を基に、ニッケル基単結晶超耐熱合金の設計と開発を行った。

第 1 章では、ニッケル基単結晶超耐熱合金の概略、 d 電子合金理論の概要および本研究の目的について述べた。

第 2 章では、実験合金の特性評価を行うための実験方法について述べた。

第3章では、合金設計を行う際の設計指針となる、種々の制限条件の確立の仕方について述べた。すなわち、まず基本合金系 ($Ni-10at\%Cr-12at\%Al-Ta-W$) を選定し、その単結晶試料を用いて、組織の均質性、相安定性、単結晶の製造性、熱処理性、クリーブ破断特性および高温耐食性などについて、d電子合金理論を基に実験的に検討した。その結果、この合金系の設計指針を示す指標図を得た。

第4章では、基本合金系のクリーブ破断特性や高温耐食性に対する、 W , Ti , Mo , Cr , Re , Co および Hf の効果について述べた。その結果と第3章で確立した合金設計指針を基に、クリーブ破断特性および高温耐食性の組合せが最適である合金系は、 $Ni-10at\%Cr-12at\%Al-1.5at\%Ti-Ta-W-Mo-0.25at\%Re$ であることを示した。

第5章では、第3章および第4章で得た結果を基に行った、合金設計について述べた。設計合金は、 $Ni-10at\%Cr-12at\%Al-1.5at\%Ti-(1.8\sim 2.7)at\%Ta-(1.8\sim 2.6)at\%W-(0.6\sim 0.9)at\%Mo-0.25at\%Re$ の組成域の6種である。これら設計合金の諸特性を実験的に評価し、高温強度、靱性、高温耐食性、低密度および経済性の観点から、現在世界でトップレベルの合金に比べて、設計合金は数段高性能であることを示した。

第6章では、結論として以上の結果をまとめた。