

(697) 単結晶合金の合金系と元素のγ/γ'相分配比の決定

— ニッケル基単結晶合金の合金設計 第1報 —

豊橋技術科学大学 ○湯川夏夫, 森永正彦, 江崎尚和

同 大学院 鈴木昭弘 (現大同特殊鋼), 佐守昭治

1. 緒言: Ni基単結晶超耐熱合金は現在ジェットエンジンの翼枚として最高の性能を有し, 各国で研究が行われている。しかし, これらは Mar M-247 などの在来の多結晶鑄造翼用合金から粒界強化元素を除いて経験的改変を行なったものや, 合金設計といわれるものでも, 多くの仮定を含むとともに計算過程でγ/γ'相分配比など由来合金で得たデータを用いており, 最適組成を求めるのに必ずしも十分とはいえない。筆者らは遷移金属元素の電子構造計算で得たパラメータを用いるd電子合金設計法を開発し, これまで各種fcc合金の相安定性や特性の評価・予測が可能であることを示した。本研究はそれらの基礎的成果を単結晶合金の設計に援用したもので, 文部省科学研究費補助金(昭和58~60年度)により行なわれている。本報ではまず合金系の選定と元素のγ/γ'相分配比について報告する。

2. 方法: DV-Xαクラスター法を用い, Ni₃Al構造を基本とする[MNi₁₂Al₆]クラスター中の遷移金属元素Mの電子構造を計算して得た, Mの電子軌道のエネルギーレベル(Md)およびMとNi原子間の結合力の強さを表わす結合次数(Bo)を求めた。各種の実験で得られたデータは統計的に解析するとともに, これら2つのパラメータを用いて評価した。

多結晶および単結晶試料の溶製は, それぞれトリップル炉および一方向凝固炉を用い純化アルゴン中で行なった。比較試料としてPWA 1480 (11Al, 12Cr, 5Co, 4Ta, 1.3W, 1.9Ti, bal.Ni; at%以下同じ) およびNASAIR 100 (12Al, 10Cr, 1.1Ta, 3.5W, 1.4Ti, 0.6Mo, bal.Ni)を主として用いた。元素のγ/γ'相分配比を調べるためγ相の電解抽出を行なった。これには, 1%硫酸アンモニウム+1%酒石酸水溶液を用い定電流¹⁾および定電位電解(1000mV vs SCE)で行なった。抽出したγ相についてEDX組成分析を行ない, 元素のγ/γ'相分配比を求めた。

3. 結果: Fig.1は計算の結果得られたMdおよびBoをプロットしたものである。γおよびγ'相に分配すると考えられる元素のうち最もBoの高いTaとWを選び, Ni-12/14Al-10Cr-Ta-W および Ni-5Co-12/14Al-10Cr-Ta-W系を基本として検討した。γ相の抽出結果では鑄造状態の試料について定電位電解を行うのが最良とわかった。また予備的検討からTaおよびWが約6%までの上記多元素のγ量は \overline{Mdt} (合金組成で算出した平均Md値)によって表わされることがわかった。Fig.2は実験合金34種の定電位電解結果を \overline{Mdt} でプロットしたもので, 従来報告されている定電流電解による結果も示すがいずれも高いγ量である。これから重回帰分析によってγ'vol%を求め, 元素の分配比を決定した。

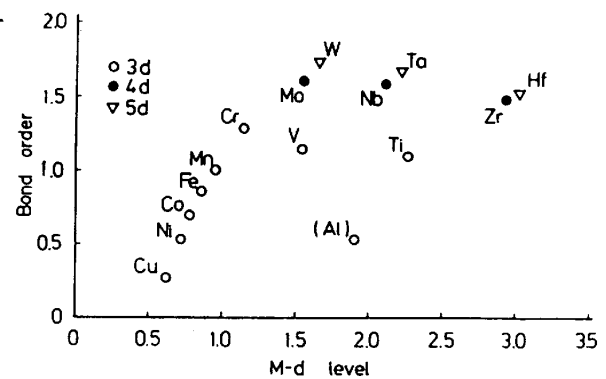


Fig.1 Md and Bo of elements

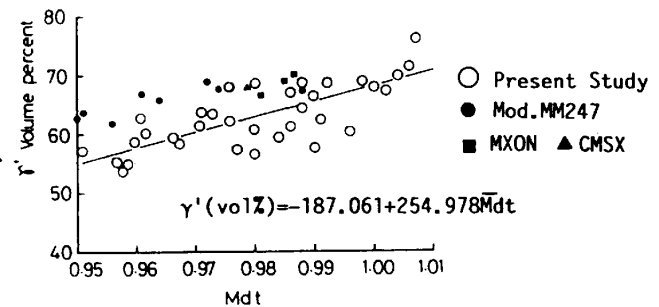


Fig.2 Dependence of γ'vol% on \overline{Mdt} .

1) M.J. Donachie, Jr. and O.H. Kriege: Jour. of Materials, 7, No.3 (1972), 269.