

(695) Ni, Co, およびFe基オーステナイト合金の諸性質の予測

—オーステナイト系合金のd電子合金設計法とその応用— 第4報—

豊橋技科大 ○湯川夏夫, 森永正彦, 江崎尚和
兵庫教育大 足立裕彦

目的:合金設計において合金の諸物性や合金相の生成挙動を正しく予測することが極めて重要である。本研究では前報に引続き、我々が入手可能なオーステナイト系合金に関する諸性質のデータにつき、d電子合金設計法による評価を行なった結果を報告する。

方法:前報で求めた各パラメータのうち、遷移金属元素Mのd電子軌道のエネルギー準位(Md)および結合次数(Bo)を主として用い、各種合金の固溶および時効硬化、高温腐食、ボイドスウェリング、積層欠陥エネルギーなどの諸特性、ならびにNi-M二元系合金における化合物の生成傾向やfcc相の固溶限などについて検討を行なった。なお、前報のMdと同様に $\overline{Bo} = \sum x_i (Bo)_i$ を定義した。ここで x_i はi元素の原子分率、 $(Bo)_i$ はi元素の結合次数である。

結果:次の諸性質について評価を行なった。但し()内は従来それらのデータの評価に用いられているパラメータを示す。1) Ni₃Alの硬度に及ぼすMの影響(格子歪み量), 2) Ni-12at%Al-2at%M合金の時効硬化量(γおよびβ(Ni₃Al)相のミスマッチ量), 3) IN 738などのNi基超耐熱合金の高温腐食比([Al]/[Ti]·[Cr])^{1/2}, ここで[]は各元素のat%, 4) Fe-Cr-Ni系合金のNiイオン照射によるボイドスウェリング量(電子空孔濃度, N_v) 5) Fe-Cr-Ni系合金の積層欠陥エネルギー(SFE), (N_v)。これらのうち従来のパラメータに代わり1)~4)は \overline{Bo} で、5)はMdで評価しうることがわかった。Fig. 1はFe-Cr-Ni系合金のSFEの例を示すが、数点を除きデータはせまいバンドの中に入っており、その値は、Md = 0.90eVではほぼ飽和することがわかる。

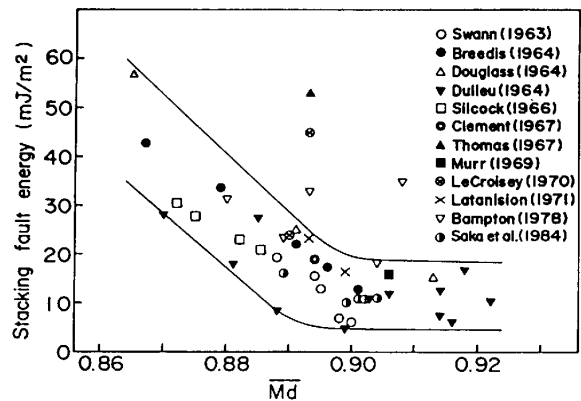


Fig.1 Correlation of \overline{Bo} with SFE of the Fe-Cr-Ni and its related alloys.

Fig. 2はNi-M2元合金における化合物の生成傾向と固溶体の固溶限(at%)をBoとMdによって表示したものである。BoとMdがNiより増すに従って固溶度は次第に減少しHfやZrでは0になる。また大部分の合金でNi₃M型の規則格子や化合物が生ずるが、図の右上にゆくに従い、(A)~(D)と次第に複雑になる。また、VやCr以上ではTCP相のσやμが生成し、BoとMdの増加に伴って次第に複雑ないわゆるline compoundが多数生成する。一方、Niより低いCuでは全率固溶体を作るがNi₃Cuは生成しない。

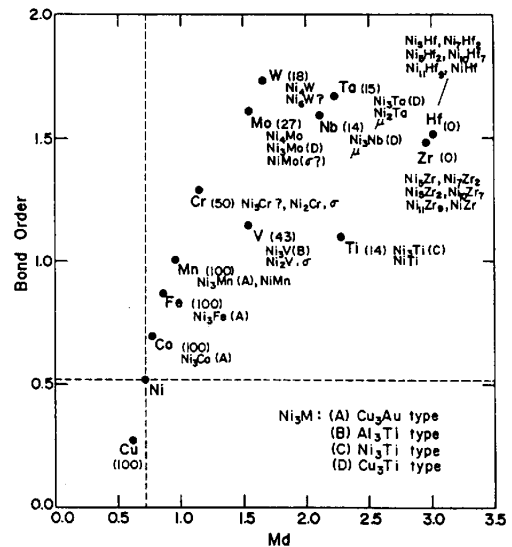


Fig.2 Dependence of compound formation tendency on Bo and Md

このように遷移金属を成分とする合金の化合物の生成傾向や1次固溶体の固溶限はBoとMdによって予測することができる。電子濃度(e/a)によって電子化合物の生成を予測するHume-Rothery則(1934)と対比して、我々はこれを“新Hume-Rothery則”と呼んでいる。