

Title	A Study on Diffusion in the Al-Ni Alloys
Author(s)	鄭, 承富
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38211">https://hdl.handle.net/11094/38211</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	鄭 承 富
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 10732 号
学位授与年月日	平成5年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科金属材料工学専攻
学位論文名	A Study on Diffusion in the Al-Ni Alloys (Al-Ni系合金中の拡散に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 山根 壽己 (副査) 教授 永井 宏 教授 山本 雅彦

## 論文内容の要旨

Al-Ni合金中の種々の添加元素の拡散係数と中間相の相成長率を求め、それらの温度依存性と圧力依存性より活性化エネルギーと活性化体積を決定している。そして得られたデータを基にしてAl-Ni合金中の拡散機構の検討も行っている。

第1章は序論であり、通常の合金中の拡散と規則構造中の拡散について説明し、高圧力下の拡散研究の現状を記述している。

第2章では、Al-Ni系中の $Al_3Ni$ 、 $Al_3Ni_2$ 、および $Ni_3Al$ 化合物の相生成挙動と反応拡散について研究している。その結果、823-908Kの温度範囲で $Al_3Ni$ と $Al_3Ni_2$ 相が、また1423-1573Kでは $Ni_3Al$ 相が出現している。 $Al_3Ni_2$ 相と $Ni_3Al$ 相は放物線則に従い体積拡散に律速されて成長し、 $Al_3Ni$ 相は粒界拡散と体積拡散に律速されて成長することを明らかにしている。

第3章では、規則構造をもつ合金中における拡散現象という観点から注目される $L1_2$ 型金属間化合物 $Ni_3Al$ をとりあげ、その中の添加元素の拡散挙動について調べている。 $Ni_3Al$ 中のCoおよびCu原子は $\alpha$ サイトを占め、最近接原子として8つのNi原子( $\alpha$ サイト)と4つのAl原子( $\beta$ サイト)を持ち、標準的な活性化エネルギーで拡散している。一方、Alと置換するTi, Si, SnおよびNb原子の最近接原子はすべて $\alpha$ サイトを占め、原子のジャンプにより生じる結晶構造の局所的な不規則化に必要なエネルギーと $\beta$ サイトの空孔生成に必要なエネルギーが大きいため、拡散の活性化エネルギーは大きい。これら原子の拡散については原子配列の規則性を保つように、単空孔によるSix-jump cyclesもしくは複空孔のTriple defect拡散のような複雑な拡散機構の寄与の存在を明らかにしている。両サイトに置換するCr, Fe, Mnの原子は $\alpha$ サイトのCoとCuの拡散と相似した活性化エネルギーで拡散することを明らかにしている。

第4章では、Ni中のCo, Cu, Cr, Fe, Mn, Ti, Si, SnおよびNb原子の拡散係数をMatanoの方法とHallの方法により決定している。それら原子の不純物拡散係数の活性化エネルギーは原子半径 $r$ と圧縮率 $K$ からなるパラメータ( $r^3/K$ )と一次の相関があり、拡散原子が母格子原子間の狭い空間を通過するとき、不純物原子の大きさと圧縮性が大きな役割を果たしていることを明らかにしている。

第5章では、Niと $Ni_3Al$ 中のCu, Fe, またSi原子の不純物拡散の活性化体積より拡散機構を検討している。その結果、Ni中のCu, Fe, Siと $Ni_3Al$ 中のCuおよびFeについては単空孔の寄与による拡散が支配的である。一方、

Ni<sub>3</sub>Al 中の Si については複雑な拡散機構を考慮する必要があることを明らかにしている。

第 6 章では、本研究で得た結果と検討を行っている。

### 論文審査の結果の要旨

Al-Ni 系の高濃度 Al 側は、Ni 合金の耐酸化性被覆としてのアルミナ被覆、また高濃度 Ni 側は、Ni 基超合金の基礎成分で工業上重要な位置を占めている。しかし、高温材料物性の 1 つである Al-Ni 系合金中の拡散研究を統一行的に行った研究は殆どない。本研究は (pureAl)-(NiAl), (AlNi)-(Ni-14.1at%Al) 拡散対での反応拡散、Ni 基耐熱合金中で高温強度相である L1<sub>2</sub> 規則構造を持つ Ni<sub>3</sub>Al 相中の Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ti, Si, Sn, Nb の不純物拡散と Ni 中の Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ti, Si, Sn, Nb の不純物拡散について研究したもので、主な成果は次の通りである。

- (1) (pureAl)-(AlNi) の拡散対の反応拡散を 823-908 K の温度で行わせると Al<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> と Al<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> 相が生成する。Al<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> 相の成長層厚は拡散時間の  $\frac{1}{2}$  乗に比例し、この成長は体積拡散により支配されているが、Al<sub>3</sub>Ni 相の成長は放物線則に従わず、波状の相境界面を有することから、粒界拡散と体積拡散に律速されていることを明らかにしている。
- (2) L1<sub>2</sub> 規則構造 Ni<sub>3</sub>Al 相中で面心位置 ( $\alpha$  サイト) を占める Ni と置換する Co と Cu, 隅位置 ( $\beta$  サイト) を占める Al と置換する Ti, Si, Sn, Nb の拡散を調べている。 $\alpha$  サイトより最近接  $\alpha$  サイトへ規則構造を保ったまま原子移動の出来る Co と Cu は Ni の拡散の活性化エネルギーと近い値を持つ。 $\beta$  サイトを占める Ti, Si, Sn, Nb は  $\alpha$  サイトを通らなければ拡散出来ず、従って L1<sub>2</sub> 規則構造を局部的に不規則化するため、Al と置換する Ti, Si, Sn, Nb の拡散の活性化エネルギーは Co, Cu のそれらより高い値になっている。
- (3) Ni<sub>3</sub>Al 中の  $\alpha$  サイトの占める Cu の拡散の活性化体積の値より、Ni<sub>3</sub>Al 中の Cu の拡散は単空孔拡散機構により生じている。また、 $\beta$  サイトを占める Si の拡散の活性化体積は高く、複空孔機構や Six-jump cycles 機構によって生じていることを明らかにしている。

以上のように Al-Ni 系合金中の拡散挙動を調べ、従来知られていない知見を得て、金属材料工学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。