

Title	Diffusion in L12- and L10-ordered alloys of Fe-Pt system
Author(s)	野瀬, 嘉太郎
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45900
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	野瀬嘉太郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19495 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル科学専攻
学位論文名	Diffusion in L_{12} - and L_{10} -ordered alloys of Fe-Pt system (鉄-白金系 L_{12} 型および L_{10} 型規則合金における拡散)
論文審査委員	(主査) 教授 中嶋 英雄 (副査) 教授 白井 泰治 教授 南埜 宜俊

論文内容の要旨

本論文は、Fe-Pt 系の状態図の再検討を行うと共に、Fe-Pt 系の L_{12} 型規則合金である Pt_3Fe および L_{10} 型規則合金である $FePt$ における拡散の温度依存性および組成依存性を詳細に調べ、点欠陥の理論的考察に基づいて、規則合金中の拡散機構を検討した結果をまとめたものであり、全 7 章から構成されている。

第 1 章では、これまでに報告されている金属間化合物、規則合金における拡散研究についてまとめさらに、Fe-Pt 系合金の特徴、および本研究を遂行するにあたっての動機と本研究の目的を述べた。

第 2 章では、Fe-Pt 系の状態図を(1)拡散対における異相境界組成の測定、(2)二相合金における平衡組成の測定、(3)電気抵抗の温度依存性の測定、の 3 つの方法により詳細に再検討した結果について述べた。これら 3 つの方法により得られた結果はそれぞれ一致しており、 γ (fcc 固溶体) $\leftrightarrow \gamma_2(FePt) + \gamma_3(Pt_3Fe)$ の共析点は従来の状態図よりも高 Pt 濃度側および低温側にあり、 γ_2 相の安定領域は著しく非対称を示すことを明らかにした。

第 3 章では、 L_{12} 型規則合金である Pt_3Fe における Pd と Fe のトレーサー拡散係数の測定、および化学拡散係数の測定結果について述べた。規則相では、 Pd の拡散係数は Fe のそれよりも大きいこと、規則-不規則転移温度に近づくにつれ、アレニウスの関係から上に偏倚することを見出した。また、不規則相では Pd と Fe の拡散係数は同程度の大きさであることを明らかにしたが、これは、不規則相では原子がランダムに拡散しているためであると解釈した。さらに、 Pd の拡散係数は組成にあまり依存せず、 Fe の拡散係数は Fe の濃度の増大に伴い増加することを示した。これは、 L_{12} 型構造の原子配列に起因すると解釈した。化学拡散係数は測定したどの温度でも組成に依存しないことを明らかにした。

第 4 章では、 L_{10} 型規則合金である $FePt$ の単結晶を用いて、 Pd と Fe のトレーサー拡散係数の測定結果を述べ、その結晶学的異方性に伴う拡散の異方性を明らかにした。 Pd と Fe では拡散の異方性が異なること、同じトレーサーでも合金組成によって拡散の異方性が異なることを示した。

第 5 章では、Bragg-Williams 近似を用いたペア相互作用モデルおよびモンテカルロシミュレーションの二種類の方法により、Fe-Pt 系の合金における原子空孔濃度、アンチサイト原子濃度の計算結果について述べた。まず、報告されている Pt_3Fe 中の Fe の活量データにペア相互作用モデルで計算された活量曲線をフィッティングすることで、 Pt_3Fe の有効相互作用エネルギーを 6.56 kJmol^{-1} と決定した。各々の合金に対して点欠陥濃度の計算を行った結果、

Pt₃Fe、Fe、FePt 共に空孔濃度の組成依存性が副格子により異なることを示した。

第6章では、第3、4、5章の内容を踏まえ、Pt₃Fe および FePt における拡散機構について考察した内容について述べた。Pt₃Fe における拡散機構については、Pt 副格子上を両構成元素が拡散する機構によって、Pt₃Fe における Pd と Fe の拡散係数の大小関係が説明できることを明らかにした。FePt における拡散機構については、L1₀ 型合金における拡散係数の表式を用いて活性化エネルギーの観点から考察し、Fe₅₄Pt₄₆ では Pd、Fe いずれも Pt、Fe 両副格子にまたがって拡散するが、Fe₄₂Pt₅₈ では Pd と Fe の拡散挙動は異なることを明らかにした。

第7章では、本研究の総括を行い、本研究の成果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、Fe-Pt 系の状態図の再検討を行うと共に、Fe-Pt 系の L1₂ 型規則合金である Pt₃Fe および L1₀ 型規則合金である FePt における拡散の温度依存性および組成依存性を詳細に調べ、点欠陥の理論的考察に基づいて、規則合金中の拡散機構を検討した結果をまとめたものである。その主な成果を要約すると以下のとおりである。

(1) Fe-Pt 系の状態図を電気抵抗測定などの3つの方法により再検討した結果、 γ (fcc 固溶体) \leftrightarrow γ_2 (FePt) + γ_3 (Pt₃Fe) の共析点は従来の状態図よりも高 Pt 濃度側および低温側にあることを明らかにしている。

(2) L1₂ 型規則-不規則合金 Pt₃Fe 中の Pd および Fe の拡散係数を測定し、その規則-不規則変態温度近傍における拡散挙動を明らかにしている。

(3) Bragg-Williams 近似を用いたペア相互作用モデルにより Pt₃Fe における点欠陥濃度を計算し、さらに、それらを用いて拡散機構について考察した結果、Pt 副格子上を両構成元素が拡散する機構によって、Pt₃Fe における N と Fe の拡散係数の大小関係が説明できることを明らかにしている。

(4) L1₀ 型規則合金 FePt の単結晶を用いて、Pd と Fe のトレーサー拡散係数を測定し、その結晶学的異方性に伴う拡散の異方性を明らかにしている。Pd と Fe では拡散の異方性が異なること、同じトレーサーでも合金組成によって拡散の異方性が異なることを明らかにしている。

(5) FePt における拡散機構について、L1₀ 型合金における拡散係数の表式を用いて活性化エネルギーの観点から考察し、Fe₅₄Pt₄₆ では Pd、Fe いずれも Pt、Fe 両副格子にまたがって拡散するが、Fe₄₂Pt₅₈ では Pd と Fe の拡散挙動は異なることを明らかにしている。

以上のように、本論文は2種類の規則構造を有する Fe-Pt 合金における拡散機構に関する研究をまとめたものである。これらの成果は規則合金や金属間化合物の基礎物性および材料開発に必要な基礎的知見を与えるものであり、材料物性工学の分野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。