



Title	Effects of Magnetic Field on $\gamma$ - $\alpha$ Transformation in Fe-Rh and on Disorder-Order Transformation in Co-Pt and Fe-Pd Alloys
Author(s)	Sahar, Farjami
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/57473">https://hdl.handle.net/11094/57473</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">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="#"></a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	サハ フアルジャミ Sahar Farjami
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23821 号
学位授与年月日	平成22年3月23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生産科学専攻
学位論文名	Effects of Magnetic Field on $\gamma$ - $\alpha$ Transformation in Fe-Rh and on Disorder-Order Transformation in Co-Pt and Fe-Pd Alloys (Fe-Rh合金の $\gamma$ - $\alpha$ 変態ならびにCo-Pt, Fe-Pd合金の不規則-規則変態に及ぼす磁場効果)
論文審査委員	(主査) 教授 掛下 知行 (副査) 教授 森 博太郎 教授 安田 秀幸 准教授 福田 隆

## 論文内容の要旨

In the present study, two fundamental effects of magnetic field on diffusional transformations have been investigated. One is the effect of magnetic field on transformation temperature. For this purpose, the  $\gamma$ (austenite)- $\alpha$ (ferrite) transformation in Fe-Rh alloys has been selected. The other is the effect of magnetic field on selected formation of variants. For this study, the disorder-order transformation in Co-Pt and Fe-Pd alloys has been selected. This thesis consists of seven chapters.

In chapter 1, the motivations and purposes of this research work have been described.

In chapter 2, effect of magnetic on the  $\gamma$ - $\alpha$  transformation has been studied by using Fe-xRh alloys with  $x = 2, 5, 10$  at.%. In this system, the Curie temperature  $T_c$  of the  $\alpha$ -phase is either above the  $\gamma$ - $\alpha$  transformation temperature or below it depending on the Rh content. In the former case, the transformation temperature increases linearly with increasing magnetic field, while in the latter case, it increases almost proportional to square of magnetic field. The difference in field-dependence of transformation temperatures has been discussed quantitatively on the basis of a Clausius-Clapeyron-like equation.

In chapter 3, the characteristic temperatures of Co-50Pt and Fe-55Pd alloys such as Curie temperature and disorder-order transformation temperatures have been determined by electrical resistivity measurement. Considering the results, conditions of the ordering heat treatment under magnetic field have been determined.

In chapter 4, the influence of a magnetic field on the selected formation of an ordered variant through the disorder-order transformation has been investigated in Co-50Pt alloy by employing a two-step ordering heat treatment. It has been found that when the ordering heat treatment is made under a magnetic field applied along the [001] direction in the early stage of ordering, a single variant with the easy axis along the field direction is obtained.

In chapter 5, we have confirmed that similar to Co-50Pt, the single variant of Fe-55Pd is realized by the two-step ordering heat treatment when the first step of ordering is made under a magnetic field. The

results suggest that the magnetic field is especially effective during the early stage of ordering for the selected formation of the preferred variant.

In chapter 6, XRD measurement and TEM observation have been carried out to understand influence of magnetic field on progress of ordering. A dark field image taken after the first step of ordering shows ordered particles of about 2 nm aligned in the  $\langle 011 \rangle$  directions. The results of TEM observation implies that nucleation probability of the variant whose easy axis lies in the field direction increases by the application of magnetic field. Based on the observation, effect of magnetic field on the selected formation of preferable variant is discussed.

In chapter 7, the results obtained in the present study have been summarized.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は拡散型の固相-固相変態に及ぼす磁場効果, 特に変態温度ならびに組織形成に及ぼす磁場効果を鉄族元素と貴金属元素から構成された Fe-Rh 合金, Co-Pt 合金ならびに Fe-Pd 合金を用いて調査し, その定量的解釈を行ったものであり, 以下の知見を得ている.

- (1) Fe 基合金における  $\gamma$  相 (オーステナイト)  $\leftrightarrow$   $\alpha$  相 (フェライト) 変態温度の磁場依存性が  $\alpha$  相の磁性に強く依存することを見出している. すなわち, 磁場下における Fe-2at.%Rh, Fe-5at.%Rh, Fe-10at.%Rh 合金の  $\gamma$  相  $\leftrightarrow$   $\alpha$  相変態温度を磁場中電気抵抗測定により求めることにより,  $\alpha$  相が常磁性の場合には変態温度は磁場に対して 2 次関数的に上昇し,  $\alpha$  相が強磁性の場合には変態温度は磁場に対して 1 次関数的に上昇し, その上昇量はいずれの場合も 10T の磁場で 20K 程度であることを明確に示している. また, 上記変態温度の磁場依存性を, 変態温度付近における  $\alpha$  相と  $\gamma$  相の磁化の値ならびに変態に伴うエントロピー変化により定量的に説明している.
- (2) Co-50at.%Pt 合金ならびに Fe-55at.%Pd 合金の不規則-規則変態温度ならびに不規則相 (A1 型構造) および規則相 ( $L1_0$  型構造) のキュリー温度を求めるとともに, これら規則相の結晶磁気異方性エネルギーの大きさはキュリー温度直上の温度において, 1T の磁場下で  $10^4 \text{ J/m}^3$  程度であることを見出している. また, 得られた情報をもとに磁場による組織制御の熱処理条件を見出している.
- (3) Co-50at.%Pt 合金ならびに Fe-55at.%Pd 合金は, その規則化過程において, 3 種のバリエントがほぼ等価に生成するが, 磁場中で規則化熱処理を施すと, 規則化初期段階において結晶磁気異方性エネルギーの最も低いバリエントが優先的に出現することを見出している. 引き続き規則化を行うと, 磁場を印加しなくても単一バリエントの状態が実現できることを示しており, 磁場が規則化の初期段階において有効に働くことを明確にしている.
- (4) Fe-55at.%Pd 合金の規則化過程を透過電子顕微鏡観察により調査し, その規則化初期過程において, 規則相は約 2nm の大きさで出現することを見出すとともに, 磁場印加により, Co-50at.%Pt 合金と同様に 3 種のバリエントの核生成頻度に差が現れることを見出している.
- (5) 上記 (2), (3), (4) の結果を考慮することにより, 磁場によるバリエント選択が結晶磁気異方性エネルギーにより定量的に説明できることを示すとともに, 磁場によるバリエント選択モデルを構築している.

以上のように, 本論文は, 拡散型の固相-固相変態に及ぼす磁場効果について一連の Fe-Rh 合金, Co-50at.%Pt 合金ならびに Fe-55at.%Pd 合金を用いて系統的に調査し, 磁場効果を定量的に解釈したものである. また, 学術的にも磁場を工業材料の製造プロセスに利用して行く上においても極めて重要な知見を含んでおり, 材料工学の発展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.