

Title	Influence of magnetic field on selected growth of variants in Fe-Pd and Fe-C alloys
Author(s)	崔, 熙辰
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/34487">https://hdl.handle.net/11094/34487</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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

## Abstract of Thesis

Name ( Hui-jin Choe (崔 熙辰) )

Title

Influence of magnetic field on selected growth of variants in Fe-Pd and Fe-C alloys  
(Fe-PdならびにFe-C合金におけるバリエーションの優先成長に及ぼす磁場の影響)

In the present study, the influence of magnetic field for the diffusive phase transformations in solids has been investigated. In particular, the mechanism of selected growth of variants formed under a magnetic field has been clarified by using two specimens: Fe-Pd and Fe-C alloys. Using an Fe-55Pd alloy, we have experimentally evaluated the magnetocrystalline anisotropy energy at the ordering temperature, and quantitatively interpreted the selected nucleation of variants under a magnetic field. Also, using Fe-C 0.01C alloy, we have revealed the influence of magnetic field on the precipitation of cementite, through a crystallographic analysis.

In chapter 1, the influence of magnetic field on solid-solid phase transformations has been reviewed briefly, and then motivation and the purpose of the present study are described.

In chapter 2, the effect of magnetic field on the selected growth of variant in an Fe-55Pd (at.%) alloy has been studied. We have evaluated magnetocrystalline anisotropy energy,  $\Delta E_{\text{mag}}$ , and the fraction of variants formed under magnetic field at two temperatures: 603 and 673 K. We have found that the minimum magnetic field strength required to obtain a single variant at 603 K is between 0.2 and 0.6 T, while the value is approximately 4 T at 673 K. It is likely that the application of a magnetic field influences the probability of nucleation of the ordered phase. The nucleation probability of the preferable variant under a magnetic field is expected to be at least 10% higher than that of the other variants when a single variant is obtained.

In chapter 3, the magnetic properties of cementite have been studied by using a powder of cementite prepared by electrolytic extraction. The Curie temperature of cementite is 484 K and the spontaneous magnetization at 5 K is 167.6 emu/g (1.80  $\mu_B$ /Fe-atom). The easy axis of magnetization is revealed to be the  $c$ -axis. The value of uniaxial magnetocrystalline anisotropy constant is 405 kJ/m<sup>3</sup> at 5 K.

In chapter 4, The effect of a magnetic field on the precipitation of cementite at 473 K from the supersaturated ferrite has been investigated by using single crystals of an Fe-0.01C (mass%) alloy. We found that the fraction of the variants of cementite changes by the application of magnetic field. The fraction of the variants with the smallest magnetocrystalline anisotropy energy increases by the application of magnetic field and the total number of the precipitate of cementite decreases by the application of magnetic field.

In chapter 5, the present study has been summarized by composing the results obtained for Fe-Pd and Fe-C alloys.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( Hui-jin Choe (崔 熙辰))			
	(職)	氏	名
論文審査担当者	主 査	教 授	掛下知行
	副 査	教 授	安田弘行
	副 査	教 授	保田英洋
	副 査	准教授	福田 隆
	副 査	講 師	寺井智之
<b>論文審査の結果の要旨</b>			
<p>構造材料ならびに機能性材料における種々の特性はその材料組織の影響を著しく受けるため、組織制御は材料工学における重要な研究分野となっており、近年における超伝導マグネットの発達にともない、磁場を用いた組織制御に強い関心が寄せられている。本研究は、高密度記録用磁性材料として注目されている Fe-Pd 合金ならびに社会基盤材料として広く使用されている Fe-C 系合金の組織形成に及ぼす磁場の影響を調査したものであり、以下の知見を得ている。</p>			
<p>1. Fe-55 Pd(at.%)合金単結晶の[001]方向に磁場を印加して、規則-不規則変態に伴うバリエントの優先成長に及ぼす磁場の影響を調査している。その結果、熱処理温度の低下にともない、単一バリエント組織を得るために必要な磁場強度が低下することを見出している。また、本研究で施した熱処理温度・印加磁場下における結晶磁気異方性エネルギーを実験により求めることで、熱処理温度・印加磁場下における各バリエントの核生成頻度を定量的に評価している。この評価をもとに、本研究において施したいずれの熱処理温度・印加磁場下においても、優先バリエントが他のバリエントに比べて約 1 割程度多く核生成すると、弾性的な相互作用により単一バリエントが形成されることを見出している。</p>			
<p>2. Fe-C 系合金に生成する最も重要な準安定相析出物であるセメンタイト(<math>\text{Fe}_3\text{C}</math>)の磁気的性質を電解抽出により作製したセメンタイト粉末を用いて調査している。その結果、セメンタイトは 5 K において自発磁化が <math>1.80 \mu_B/\text{Fe-atom}</math> の強磁性体であることを示すとともに、キュリー温度が 484 K であることを明確にしている。さらに、セメンタイトの磁化容易軸がこれまでの報告とは異なり、<math>c</math> 軸であることを見出すとともに、5 K における一軸結晶磁気異方性定数が <math>405 \text{ kJ/m}^3</math> であり、その値は温度上昇にともない、磁化の二乗に比例して低下することを見出している。</p>			
<p>3. Fe-0.01C (mass%)合金過飽和固溶体の単結晶に析出するセメンタイトの配向に及ぼす磁場の影響を調査している。具体的には、析出するセメンタイトの形状磁気異方性エネルギーが最も低くなる方向に磁場を印加した場合のセメンタイト組織の配向観察と析出するセメンタイトの結晶磁気異方性エネルギーが最も低くなる方向に磁場を印加した場合のセメンタイト組織の配向観察を調査している。その結果、いずれの場合においても、磁場下においては、結晶磁気異方性エネルギーが最も低くなるバリエントが優先的に生成することを見出している。さらに、磁場によりセメンタイトの生成量が少なくなることを見出し、この現象を平衡状態図におよぼす磁場の影響をもとに解釈を与えている。</p>			
<p>以上のように、本論文は、磁場が拡散変態に伴う組織形成に及ぼす影響を Fe-Pd ならびに Fe-C 系合金を用いて系統的に調査したものであり、学術的にも、また工業材料の組織制御を行う上で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。</p>			