Osaka University Knowledge Archive

Title	Fe-31.2at.%PdおよびFe3Pt強磁性形状記憶合金のバリアント再配列に及ぼす磁場効果
Author(s)	阪本, 辰顕
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2421
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏　　名	阪　本　辰　顕（さかもと　たつあき）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１９４９３　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	**Fe-31.2at.%Pd および Fe_3Pt 強磁性形状記憶合金のバリアント再配列に及ぼす磁場効果**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　掛下　知行 （副査） 教　授　山本　雅彦　　教　授　弘津　禎彦

論　文　内　容　の　要　旨

本論文では、Fe-31.2at.%Pd および Fe_3Pt の磁場によるバリアント再配列を系統的に調査し、その統一的機構を明確にした。

第１章では、本研究の目的と意義を述べた。

第２章では、Fe-31.2at.%Pd ならびに Fe_3Pt（規則度約 0.8）のマルテンサイト変態挙動を調べた。また、母相において、ともに 10^{-4} 程度の比較的大きな線磁歪を示すことを述べた。

第３章では、Fe-31.2at.%Pd 単結晶のマルテンサイト相に 77 K で $[001]_P$ 方向（P は母相を示す）に磁場を印加すると完全に再配列が起きること（再配列後、結晶磁気異方性エネルギーの最も低いバリアントの割合（f_P）が１であること）を示した。また多結晶では再配列はほとんど起きないことを述べた。

第４章では、Fe-31.2at.%Pd 単結晶のバリアント再配列に及ぼす磁場方向（$[001]_P$、$[011]_P$、$[111]_P$）ならびに温度の影響を調べ、測定した全ての温度で $[001]_P$ 方向の磁場下で完全に再配列が起き、$[011]_P$ 方向の磁場下で再配列は起きるが f_P は温度依存し（最大 0.8 程度）、$[111]_P$ 方向の磁場下で再配列が起きないことを明らかにした。

第５章では、Fe_3Pt 単結晶（容易軸は c 軸）のマルテンサイト相に 4.2 K で $[001]_P$ 方向に磁場を印加すると部分的に再配列が起きること（$f_P \approx 0.7$）を示した。またバリアント再配列による特徴的な 0.6%もの可逆歪を示すことを述べた。また多結晶では再配列はほとんど起きないことを述べた。

第６章では、Fe_3Pt 単結晶のバリアント再配列に及ぼす磁場方向（$[001]_P$、$[011]_P$、$[111]_P$）ならびに温度の影響を調べ、測定した全ての温度で $[001]_P$ ならびに $[011]_P$ 方向の磁場下で再配列が起き（f_P は温度依存し、ともに最大 0.7 程度）、$[111]_P$ 方向の磁場下で再配列が起きないことを明らかにした。

第７章では、Fe-31.2at.%Pd 単結晶を用いて、一軸結晶磁気異方性定数 $|K_u|$ ならびに双晶変形応力 τ_{req} の温度依存性を求め、$|K_u|$ ならびに τ_{req} はともに温度の低下とともに増加し、$|K_u|$ は 200 K で 43 kJ/m^3、4.2 K で 200 kJ/m^3 であり、τ_{req} は 200 K で約 0.6 MPa、80 K で約 0.9 MPa であることを述べた。また Fe-31.2at.%Pd 多結晶の双晶変形に必要な最小の一軸応力は 80 K で約 13 MPa であった。

第８章では、以上得られた Fe-31.2at.%Pd 単結晶ならびに多結晶の磁場によるバリアント再配列をエネルギー論的観点から評価した。すなわち、磁場印加により生じるせん断応力を τ_{mag} とすると、完全な再配列が起きるとき τ_{mag}

$> \tau_{req}$、部分的な再配列が起きるとき $\tau_{mag} \approx \tau_{req}$、再配列が起きないとき $\tau_{mag} < \tau_{req}$ であるというエネルギー論的機構が推論され、この妥当性をすべての磁場方向ならびに温度において定量的に確認した。

第９章では、本研究で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、鉄基強磁性形状記憶合金である Fe-31.2at.%Pd 不規則合金および Fe_3Pt 規則合金（規則度約 0.8）のマルテンサイト相におけるバリアントの磁場による再配列と、それにともなう巨大磁場誘起歪について系統的に調査し、磁場によるバリアント再配列を統一的に説明する機構を明確にするとともに、その妥当性をエネルギー論的観点から評価したものである。得られた結果は以下の通りである。

(1)Fe-31.2at.%Pd ならび Fe_3Pt の正方晶マルテンサイトにおける一軸結晶磁気異方性定数の温度依存性を調べ、Fe-31.2at.%Pd の磁化容易軸は a 軸であり、Fe_3Pt のそれは c 軸であることを見出している。

(2)Fe-31.2at.%Pd 単結晶のマルテンサイトに $[001]_P$（P は母相を表す）方向に磁場を印加すると、バリアント再配列が起き、その方向に対する結晶磁気異方性エネルギーが最も低いバリアントの割合が温度にかかわらず常に 100% となること、ならびに $[011]_P$ 方向に磁場を印加した場合には、その割合が温度に依存し 100%にはならないことを示している。また、$[111]_P$ 方向に磁場を印加した場合には、磁場印加による再配列が起きないことを明らかにしている。

(3)Fe_3Pt 単結晶におけるバリアント再配列に及ぼす磁場印加方向（$[001]_P$、$[011]_P$、$[111]_P$）ならびに温度の影響を調査し、上記の Fe-Pd と類似の結果を得ている。ただし、いずれの方向に磁場を印加しても、単一バリアントにはならないことを明らかにしている。

(4)Fe-31.2at.%Pd ならびに Fe_3Pt 単結晶の磁場印加によるバリアント再配列にともない数%の歪が現れることを示している。この磁場誘起歪は、Fe-31.2at.%Pd 単結晶の場合には、磁場を除去しても回復しないが、Fe_3Pt 単結晶の場合にはその一部が回復することを見出している。この大きさは、温度に依存し、20 K で約 1 %にも達することを明らかにしている。

(5)双晶界面上に働く磁気的せん断応力ならびにバリアント再配列に必要なせん断応力を用いて、磁場によるバリアント再配列が起きる条件を導き、上記した磁場下でのバリアント再配列挙動すべてに対して妥当であることを定量的に確認している。

この論文は、磁場による材料の変形ならびに組織制御という新しい学術分野の根幹的研究であるとともに、現在世界的規模で行われている磁場による巨大歪を利用したセンサーならびにアクチュエータの開発に指針を与えるものである。したがって、学術的にも実用的にも極めて重要な知見を多数含んでおり、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。