

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		鉄基超弾性合金の新しい異常粒成長現象の解明と単結晶成長			
研究テーマ (欧文) AZ		Elucidation of new phenomenon in abnormal grain growth and single-crystal growth in Fe-based superelastic alloy			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) オモリ	名) トシロ	研究期間 B	2015～ 2016 年
	漢字 CB	大森	俊洋	報告年度 YR	2016 年
	ローマ字 CZ	Omor	Toshihiro	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東北大学大学院工学研究科・准教授			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)					
<p>通常、金属やセラミックスは、個々の結晶が粒界で区切られたセル構造から成る多結晶体である。高温で熱処理すると、表面張力の関係から曲率に応じて粒界移動が生じ、結晶粒成長が生じる。結晶粒成長は材料特性の制御をする上で最も基礎的かつ重要なマイクロ組織因子のひとつである。通常の金属より1桁程度大きな弾性変形量を示す超弾性合金(形状記憶合金の一種)においては、結晶粒粗大化が重要である。例えば線においては、結晶粒が線の直径方向を貫通するバンパー構造にすることで優れた形状回復が得られる。しかし、均一に結晶粒径が増大する正常粒成長では結晶粒の粗大化に限度があり、長時間熱処理を行っても、結晶粒径は1mm以下である。そのため、利用できる超弾性合金のサイズには限度があるのが現状であった。</p> <p>本研究では、固相内において冷却・加熱の熱サイクルを行うだけで、特定の結晶粒が急激に粗大化する新しい現象(異常粒成長)を利用し、Fe-Mn-Al-Ni 超弾性合金単結晶を作製するための研究を行った。Fe-Mn-Al-Ni 合金は約1150℃以下において、BCC 構造のα相中に FCC 構造のβ相が析出し、この相変態温度を含む温度域でサイクル熱処理を行うと、異常粒成長が起こることが確認できた。系統的に熱処理温度を変化させて調査を行ったところ、二相域温度を900℃程度にすることで、効果的に異常粒成長が起こることが判明した。電子後方散乱回折法(EBSD)によりマイクロ組織を詳細に調査したところ、β相の析出に伴い亜結晶粒が形成されていることがわかった。熱力学解析により、亜結晶粒界エネルギー付加的な粒成長エネルギーとなり、本異常粒成長現象が生じていることを解明した。以上の結果に基づき、適切な熱処理を行うことで、長さ3cm程度の単結晶を熱処理だけで容易に作製することに成功した。</p>					
キーワード FA	結晶粒成長	異常粒成長	超弾性合金	形状記憶合金	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Metallic and ceramic materials consist of crystallographic grains divided by grain boundaries in most cases. When the materials are annealed at enough high temperatures, grain boundaries migrate in order to reduced the area of grain boundaries, which is called "grain growth". Grain growth is one of the most fundamental and important phenomena, controlling the materials properties. Superelastic alloys show large elastic strain higher than that of normal metal by about one order of magnitude, and the grain coarsening is important to obtain excellent superelasticity. For example, superelastic wire exhibits good shape recovery when grain size is larger than wire diameter. However, grain size is normally smaller than 1 mm even after long heat treatment, and therefore, the size of superelastic materials is limited by the grain size.

In this study, a new abnormal grain growth method, which is a cyclic heat treatment through phase transformation temperature, was utilized to obtain a single crystal of Fe-Mn-Al-Ni superelastic alloy. It was found that the γ phase with the FCC structure precipitates at temperatures lower than about 1150°C in the α with the BCC structure. It was also found that an abnormal grain growth occurs by cyclic heat treatment of 1200/900°C. Subgrains were observed by the EBSD analysis after precipitation of the γ phase. From these experimental results, it can be concluded that the sub-boundary energy is a dominant driving force for the abnormal grain growth. A single crystal with 3cm in length was successfully obtained by suitable cyclic heat treatment.