

課題番号 : F-17-BA-0025  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : FIB装置を利用した非鉄軽量金属材料の微細ケガキ加工材の作製  
Program Title (English) : Fabrication of small-scaled line by FIB for light-weight metallic materials  
利用者名(日本語) : 染川英俊  
Username (English) : H. Somekawa  
所属名(日本語) : 物質・材料研究機構 構造材料研究拠点  
Affiliation (English) : Research Center for Structural Materials, National Institute for Materials Science  
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、FIB-SEM、マグネシウム、粒界すべり、力学特性

## 1. 概要(Summary)

軽量金属材料の強度・延性をはじめとする力学特性の高度化は、自動車などの移動用部材への適応が期待できるため、地球環境の問題改善から極めて重要な課題である。特に、地球埋蔵量が豊富で、密度が最も低いマグネシウムに関する研究は、産学問わず世界的規模で盛んである。最近の研究から、マグネシウムの結晶粒界近傍では、BCCやFCC構造からなる従来金属材料では確認できない、非底面転位の活性化や室温粒界すべりの発現など、特異な塑性変形挙動が起こることが分かってきた。延性改善の観点から、特に、粒界すべりの発現は重要であるが、粒界塑性に及ぼす溶質元素の影響については未だ不明な点が多い。本研究課題では、粒界すべりに着目し、溶質元素 vs. 変形に対する粒界すべりの寄与、すなわち、マグネシウムの更なる延性向上をもたらす添加元素の有無について、明確にすることを目的とする。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

#### FIB-SEM

### 【実験方法】

加速電圧:30 kV, Beam Current:83 pA の条件にて、L1000 x w0.2 μm 以下の寸法で、7箇所ケガキ線を導入し、その後、室温で引張/圧縮塑性変形試験を実施した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、塑性変形試験前後の走査型電子顕微鏡によって観察した表面様相を示す。図内の A,B と矢印は、同一結晶粒、結晶粒界である。試験前では、FIB 装置によって導入されたケガキ線は、各結晶粒を公差し、直線的に描画加工されていることが確認できる。一方、試験後、

同領域を観察した Fig. 1(b)では、ケガキ線は、矢印で示すように、結晶粒界にて上下にずれている。一般的に、金属材料の塑性変形は、結晶粒内で起こるため、これらの様相を確認することは出来ない。しかし、本合金のように、特異な結晶粒界を有する場合(=4.特記事項にある関連文献および YouTube 参照のこと)、隣接する結晶粒の間でずれる、「粒界すべり」を誘発することが確認できる。

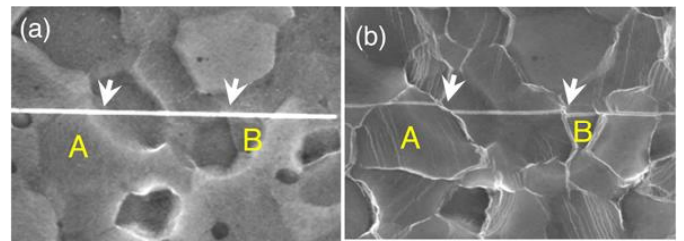


Fig. 1: SEM images (a) before and (b) after plastic deformation at room temperature.

## 4. その他・特記事項(Others)

・関連文献:H. Somekawa et al., Mater. Trans. 58 (2017), p.1089.および Philo. Mag. 96 (2016), p.2671..

・技術代行をご担当いただきました、中島清美様(筑波大学)に深謝申し上げます。

・本関連成果は、下記 YouTube にて公開されている。  
<https://www.youtube.com/watch?v=r48X7FvOrvg>

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。