HAADF-STEM による Mg-5 at%Gd 合金中の析出物の構造・形態変化の研究

東北大学金属材料研究所 西嶋雅彦 平賀賢二

Fig. 1 Mgマトリックスの[001]_m入射で撮られた、200°C、5時間時効した Mg-5 at%Gd 合金の電子回折パターン(a)と HAADF-STEM 像(b)および200°C、10時間時効した合金の電子回折パターン(c)と HAADF-STEM 像(d).

Fig. 2 c軸入射で撮られた β' 相の HAADF-STEM 像.

Fig. 3 β' 相の構造モデル(a)と c 軸に沿って投影した原子配列(b).

本研究は、HAADF-STEM を用いて、Mg-5 at% Gd 合金の低温時効による Gd 原子の局所的な配列から微細析出物への変化を明らかにしたものである⁽¹⁾⁽²⁾.

電子回折パターン(Fig. 1(a))に散漫散乱を生じる時効初期(200°C、5時間時効)の HAADF-STEM 像(Fig. 1(b))から、Gd 原子(明るい点)が Mg の六方晶格子の第2隣接原子位置を優先的に占めた単範囲規則配列をとっていることがわかる。また、1.1 nm 間隔の明るい点のジグザグ配列(矢頭で示した)は β' 相の核がすでに単範囲規則構造中にできていることを示している。

200°C、10時間時効によって、回折パターン(Fig. 1(c))の規則格子反射はスポット状になり、単範囲規則配列の規則化により β' 相の析出物が形成されているのが HAADF-STEM 像(Fig. 1(d))で見る事ができる。 β' 相の結晶構造は Fig. 2 の原子スケールの

HAADF-STEM 像から直接的に Fig. 3 のように決定された。Fig. 2 の輝点のジグザグ配列は Fig. 3(b)の b 軸に沿った Gd 原子のジグザグ配列に対応し、また Fig. 1(d)の析出物の明るい格子縞に対応する。以上の観察から、低温時効によって、最初単範囲規則構造が形成し、その規則化によって長範囲規則構造をとる析出物へと変化していることがわかった。本研究結果は、単範囲規則構造や微細な整合析出物の構造研究の分野において、HAADF-STEM 法が有力な研究手段となることを示している。

文 献

- (1) M. Nishijima, K. Hiraga, M. Yamasaki and Y. Kawamura: Mater. Trans., **47** (2006), 2109–2112.
- (2) M. Nishijima and K. Hiraga: Mater. Trans., **48** (2007), 10–15. (2009年7月8日受理)

Crystal Structure and Morphology of Precipitates in an Mg-5 at%Gd Alloy Studied by HAADF-STEM; Masahiko Nishijima and Kenji Hiraga (Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)

Keywords: crystal structure, morphology, precipitate, Mg-Gd, HAADF-STEM
TEM specimen preparation: Ion milling TEM utilized: JEM-3000F(300 kV)