



X線小角散乱による Mg-Zn-Gd 系合金の LPSO 構造の観察

西堀 麻衣, 宮野 陽, 二宮 翔
九州大学

キーワード：マグネシウム合金, LPSO, SAXS

1. 背景と研究目的

高強度・高耐熱性・難燃性に優れたシンクロ型長周期積層 (LPSO) 型 Mg 合金は TM_6RE_8 組成 (TM: 遷移金属元素, RE: 希土類元素) の $L1_2$ クラスタが面内・面間で規則的に配列することが知られている。しかしながら、Mg 合金中での LPSO 構造の形成メカニズムは未だ明らかにされておらず、新たな軽量かつ高強度な構造材料創成のためにも、その解明が待たれている。そこで本研究では、種々の熱処理条件を施した Mg-Zn-Gd 合金に対して小角 X 線散乱測定を実施し、 $L1_2$ クラスタが規則的な長周期配列構造を形成する過程の解明を試みた。

2. 実験内容

$Mg_{97}Zn_1Gd_2$ 铸造合金インゴットは、高周波誘導加熱装置により Ar ガス雰囲気下 793 K で 2 時間の溶体化処理を施して作製した。作製した铸造まま (as-cast) 合金を Ar ガス置換したガラス管に封入し、573 K, 673 K, 773 K で 10 時間の時効熱処理を施した。

SAXS 測定は、AichiSR BL8S3 において入射 X 線波長 0.92 Å、カメラ長 455 mm および 1129 mm の条件で実施した。検出器には R-AXIS IV++ (Rigaku) を使用し、測定 1 回あたりの露光時間は 60 秒とした。測定に用いた試料の厚さは約 300 μm とし、測定直前にエメリー紙で表面を研磨することで試料表面の酸化膜を除去した。

3. 結果および考察

熱処理を施した $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ 合金の SAXS プロファイルを図 1 に示す。773 K, 10 時間熱処理を施した試料では、 $q = 3.4 \text{ nm}^{-1}$ と $q = 4.94 \text{ nm}^{-1}$ を中心とした回折ピークが確認された。 $q = 3.4 \text{ nm}^{-1}$ のピークは実空間での距離 $d = 18.4 \text{ \AA}$ に相当する。hcp-Mg の (0001) 面の面間隔は約 2.61 Å であり、この 7 倍は 18.2 Å であることから、いわゆる 14H 型の LPSO 構造を形成していることを示唆する。一方、 $q = 4.94 \text{ nm}^{-1}$ を中心としたブロードなピークは実空間での距離 $d = 12.9 \text{ \AA}$ に相当する。これは、 $1/3 \times \langle 10\bar{1}0 \rangle$ (1.8547 Å) の 7 倍に近い値となっており、いわゆる (0001) 面内で 7M の周期配列を形成していることを示唆する。

熱処理温度の上昇にともない、クラスタの面内規則配列に対応する $q = 4.94 \text{ nm}^{-1}$ のピークは変化しないものの、(0001) 面間隔に対応する $q = 3\text{--}4 \text{ nm}^{-1}$ のピーク形状は先鋭化するとともに高角側にシフトすることがわかった。このことから、 $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ 合金では (0001) 面上に溶質クラスタが形成された後、高温熱処理にともない積層欠陥が周期的に配列し、最終的に $(10\bar{1}0)$ 方向に 7 倍周期で配列することで 14H 型 LPSO 構造が形成されることが明らかとなった。

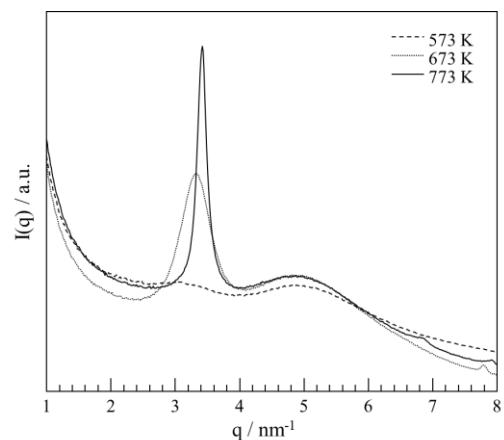


Fig. 1 SAXS profiles of $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ alloys subjected to aging.

4. 参考文献

1. E. Abe, Y. Kawamura, K. Hayashi, A. Inoue, *Acta Mater.*, **50** (2002) 3845.