

2F12 LPSO 形成過程の階層的クラスター自己集合構造の観点からの解析

(京大工) ○奥田浩司、近都康平、伊藤樹人
(熊本大 MRC) 山崎倫昭、河村能人

MgYZn 合金で観察される長周期積層秩序構造(LPSO 構造)は高濃度あるいは液相からの徐冷や長時間熱処理では粒界から完全性の比較的高い長周期相として形成されることが知られているが、低組成領域での溶体化処理-焼入後の時効熱処理や高組成領域でのアモルファスからの熱処理ではLPSOの構成単位であるクラスターや積層欠陥面でのクラスター配列といった部分構造が時間とともに発達する過程が現れる。このような非周期、あるいは擬周期的な積層構造はより低密度(低組成)でキンク変形を誘起する可能性を持つ組織として形成過程およびその安定性に興味もたれる。われわれはこれまで高濃度過飽和固溶体の極限としてのアモルファス MgYZn を熱処理する過程でおこる相変態過程を、放射光を利用した散乱回折ならびに分光手法によって調べてきた。LPSO の形成過程は h c p の Mg をベース構造として考えると、そこに周期的積層欠陥が導入されるという構造相変態としての駆動力と、L12 クラスターが偏析層(積層欠陥面)に局在するという相分離過程としての化学的駆動力の2種の駆動力が同時に働いているという解釈がなされてきた。上述のようなほぼ完全な LPSO 構造のヘテロ核生成-成長過程においては両者の駆動力は一体であるが、過飽和固溶体状態からの均一核生成型相変態の場合には両者は個別に進行してもかまわない。このような非周期積層組織が形成されるような状況での相変態過程を明らかにするため、放射光を利用した小角散乱・高角回折同時測定法による熱処理過程のその場測定をおこなった。図1はMgYZnの18横軸は散乱ベクトルを示している。クラスターを示す小角散乱が結晶化後急速に強くなり、ある温度(分岐温度 T_{bif})以上で2つのピークに分離する。このうち低散乱ベクトル側のピークは積層欠陥/偏析周期に対応し、長周期秩序発現時には格子定数から決まる一定値 (4 nm^{-1}) に鋭いピークを示す。高角側の変化をみると、結晶化直後には h c p 格子の回折が現れること、小角散乱ピークが分離をはじめる温度前後で強度が減少してピーク分岐時には消滅していることがわかる。これは小角ピークの分岐と積層欠陥の導入がリンクしていることを示しており、高角の h c p ピーク (103) の減少は積層欠陥導入過程を反映する指標であることがわかった。一方、103 ピークが消滅後も結晶学的に18RのLPSO構造と認められる構造が形成しているわけではないことは、18Rの積層欠陥周期性を反映する回折ピークがより高温まで出現しないことから明らかである。この出現温度を長周期秩序化温度 (T_{LRO}) とすると、 T_{bif} から T_{LRO} までの間の温度域では積層欠陥/偏析層の間隔はランダムで、その平均間隔はほぼ5~6原子面間距離となる短範囲型、あるいは平均周期型の積層構造となっていることが分かる。このように等速昇温過程はLPSO形成過程における相変態過程での構造変化シーケンスを分類する上で非常に有効であるが、温度上昇により構造相変態、相分離に対する駆動力なども同時に変化するため、解析が複雑になる。そこで長周期の秩序が形成される前段階までの相転移過程の特徴を調べるために等速昇温過程から T_{bif} 以下の温度 T_a で等温熱処理に移行し、その後の等温相変態過程を調べた。

図2はその際の In-situ 測定の温度変化を模式的に示している。等速昇温過程で現れる組織をその温度での始状態として使用する方法は、その温度にアモルファスから直接昇温する Upquench 法と比較すると、等温熱処理が開始する前に相変態がある程度進行している反面、その温度到達以降、昇温の場合と等温保持の場合の組織変化の違いを図1との関係で議論できるというメリットがある。この観点からクラスターの集合(分布)状態についての解析をおこなった。

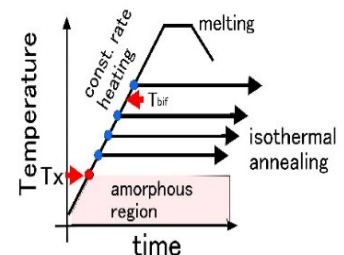
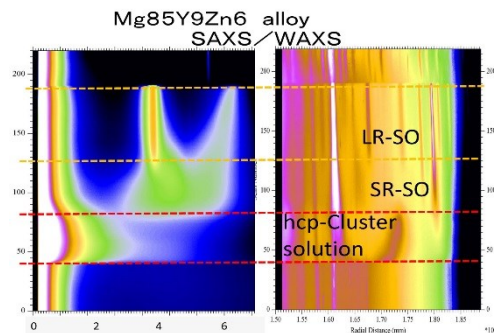


図1 SWAXS during constant rate heating 図2 Temperature-time diagram.

Analysis on formation process of LPSO microstructures from a viewpoint of hierarchical self-organizing nanostructures of clusters. Hiroshi OKUDA, Kohei KINSTU, Mikito ITO, Michiaki YAMASAKI*, Yoshihito KAWAMURA*. Dept. Mater. Sci. Eng., Kyoto University, Kyoto Japan, *MRC, Kumamoto University, Tel: 075-753-5193 E-mail: okuda.hiroshi.5a@kyoto-u.ac.jp