

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2011～2015

課題番号：23109005

研究課題名（和文）原子間結合エネルギー解析によるシンクロ型 LPSO 構造形成メカニズム解明

研究課題名（英文）Formation mechanism of synchronized LPSO structures at elevated temperatures

研究代表者

奥田 浩司 (Okuda, Hiroshi)

京都大学・工学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：50214060

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 104,500,000 円

研究成果の概要（和文）：複雑な構造を形成する Mg 合金である Mg-Y-Zn を典型とする長周期積層秩序構造（LPSO Structure）の形成原理や形成条件、安定性など、材料設計や熱処理設計に不可欠な材料学的基盤を確立することを目的に、状態図（安定性）と相変態（動力学）の両面から、計算科学的手法と放射光を使ったその場測定法により研究を進めた。成果として多様な周期をとる複雑な LPSO が相として定義可能なものであり、その形成過程（相転移過程）は相分離が引き金となって構造相転移を起こす（MgYZn）ことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：In-situ small- and wide- angle scattering / diffraction method with a use of multicolor X-rays has been successfully developed and applied for the transformation kinetics of Mg85Y9Zn6 ingot. These in-situ measurements and experimental phase diagram studies revealed that the LPSO structures can be understood as 'phases' and the phase transition process in MgYZn is unique in that it was initiated by phase separation under mixing instability, but further driven by structural phase transformations.

研究分野：金属材料学 放射光材料評価学

キーワード：LPSO Mg合金 放射光 計算状態図 実験状態図

1. 研究開始当初の背景

本領域発足当初は MgYZn 合金の河村らによる発見を端緒とする一連の実用化を目指した材料ならびに加工方法の研究が進展していた。その一方、LPSO の相形成や状態図に関する基礎知見といった材料の基盤的、基礎的な研究は応用研究と比較して系統的に研究がおこなわれているとはいえない状況にあった。その中で本計画研究は組成と熱処理あるいはプロセス条件の関数として知られていた LPSO 構造の形成について、実験ならびに計算状態図の観点からの見通しと、相変態論の観点からの形成過程の解釈の一貫性を目指した基盤的研究をおこなうことを意図して計画された。

2. 研究の目的

本研究の目的は LPSO 構造の安定性、安定条件と LPSO 構造形成過程の動力学を原子間結合エネルギーの観点、すなわち状態図的観点から明らかにすることであり、より詳細には、計算ならびに実験的な手法によるアプローチを両輪として状態図(安定性、共存)の観点と、形成過程(相変態動力学)の観点からの解明を目指した。固相相変態理論による LPSO 形成過程の解明を目指す A02-2 班に対し、液相、固溶状態が関与する高温での状態を主な対象として、LPSO 構造の安定性や相あるいは構造としての共存状態および構造変化を調べ、相補的な成果を検証することにより LPSO 形成に関する全体像を理解することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は計算と実験を両輪としてその相補的利用により複雑な現象である LPSO 形成過程とその相安定性、変態機構を明らかにするという計算・実験の総合的アプローチをとった。計算については第一原理計算ならびに熱力学解析をもとにする CALPHAD 法による検討グループに、現象論的に組織形成や偏析を計算するグループが加わり、実験については実験状態図グループ、および LPSO 組織の形成過程や安定性をその場測定によって明らかにする放射光その場測定グループで構成した。

4. 研究成果

本研究では LPSO 形成合金系における状態図の詳細情報確定と拡張を実験状態図、計算状態図および放射光その場測定の観点からの総合的な検証をすすめた。MgYZn3 元合金においては固相領域での等温断面の詳細情報を確定するとともに、TypeII である MgGdZn での固相における状態図の確定のための相共存関係の検証をすすめた。MgYZn の LPSO を含む固相等温断面図では等温長時間熱処理により組織共存関係を利用し、特に Y リッチ側での共存関係の明確化や単相領域の検証などの情報が明らかになった。また、TypeII である MgZnGd3 元系での長時間(LPSO 形成後)の熱処理後の等温断面における LPSO の組成範囲を明らかにした。凝固過程

における相形成のマクロ組織解析実験および計算状態図的アプローチによる検討を MgREZn 系に対しておこなった。LPSO 形成への計算科学からのアプローチとして、スピノーダル不安定性の議論を精密化することを目的として自由エネルギーの計算をおこなった。飯久保らの自由エネルギーモデルに基づく不安定温度の計算では、hcp 格子内での相分離がより容易に進行することが明らかとなった。不安定温度(Spinodal など)の評価に加え、構造相変態による積層欠陥の存在を仮定する場合としない場合での相分離に関する自由エネルギー評価から LPSO 組織形成を主導するエネルギー安定性に関して、クラスタリングと構造相転移の関係についての熱力学的知見が蓄積された。一方、放射光でのその場測定では液相が関与する温度域までのその場測定による評価についてのとりまとめをおこない、さらにその組成における強非平衡状態からの LPSO 形成過程の実験的検証をすすめた。低速の昇温降温その場実験では、LPSO 相は液相と接して存在すること、凝固時には必ず過冷却を伴うことなどが明らかとなった。一方、強非平衡状態として液体急冷によるアモルファス試料を利用したその場測定実験では、初期の結晶化 hcp 結晶子が形成された後、その内部でのクラスター成長、さらにクラスターの配列秩序形成という 2 段階相転移が進むこと、この配列秩序形成の過程において積層欠陥が導入されることが明らかとなった。ScientificReports への投稿に示されたように、結晶化前の構造緩和状態でも溶質原子のクラスタリングは開始していることが構造関数 S(q) の検討から明らかとなった。結晶化後の 450K 以上の温度では hcp の結晶子中にクラスターが形成、成長する。さらに高温では成長したクラスターが面内配列化を起こすとともに積層欠陥の導入が進む。これは本年度の自由エネルギー計算による知見とも整合する結果であり、最終年度で高濃度領域での LPSO 形成機構に関する計算および実験的な解明が大幅に進んだと考えられる。高濃度領域における組織形成としてスピノーダル的である一方で、組成変調波の形成ではなく、クラスターイメージでの組織変化として特徴付けられること、クラスターとしての組織形成がある程度進んだ後に積層欠陥の導入が進むことが実験的にも示された。これにより、領域内での電子顕微鏡法などを中心に進んできた希薄組成領域での LPSO 形成過程とあわせ、シンクロ LPSO 構造の形成機構についての総合的な理解が大幅に進んだと考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 14)

S. Iikubo, K. Matsuda and H. Ohtani, phase stability of long-period stacking structures in Mg-Y-Zn; a first principles study. Phys.Rev.B 86(2012)54106

S.Hahimoto and H.Ohtani Thermodynamic analysis of MgREZn(RE=Y,La) ternary hcp phase using the cluster variation Mater.Trans. 54(2013)

T.Tokunaga,H.Kominato,S.Iikubo and H.Ohtani, Thermodynamic Analysis of Phase Equilibria in the MgAlHo ternary system Mater. Trans. 54(2013).

H.Okuda, T.Horiuchi, T.Tsukamoto, S.Ochiai, M.Yamasaki and Y.Kawamura, Evolution of long-period stacking ordered structures on annealing as cast Mg85Y9Zn6 alloy ingot observed by synchrotron radiation small-angle scattering, Scripta Mater. 68(2013)575-578.

H.Okuda, S.Ochiai A Reveiw on Small -and Wide -Angle X-ray scattering applied to the precipitaiton , Metall.Mater. Trans. 44A(2013),94-101.

H.Okuda, T.Horiuchi, M.Yamasaki, Y.Kawamura, S.Kohara In-situ measurements on stability of long-period stacking ordered structure in Mg85Y9Zn6 alloy during heating examined by multicolor synchrotron radiation small-angle scattering Scripta Mater. 75(2014)66-69.

H.Okuda, T.Horiuchi, T.Maruyama, M.Yamasaki, Y.Kawamura Development of microstructures of Long-Period Stacking Ordered Structures in Mg85Y9Zn6 alloys annealed at 673 K(400C) examined by small-angle X-ray scattering. Metall. Mater. Trans.45A(2014)147-151.

梅林樹 飯久保智 大谷博司 Mg-Y-Zn 系 LPSO 構造中の積層欠陥への偏析挙動の熱力学的解析 日本金属学会誌 78 (2014)

S.Iikubo, T.Umeybayashi, H.Ohtani Thermodynamic Analysis of the MgYZn Ternary Syetem using the Cluster Variation Method. Proc. PRICM8 (2013)1183-1190.

A.Hamaya, T.Horiuchi, Y.Ohhira, S.Minamoto, S.Miura N.Sakaguchi Experimental Study on Phase Equilibria in the vicinity of X,W, and H Phase in the MG-Zn-Y ternary alloys. Mater. Trans. 54(2013) 641-646.

H.Okuda,T.Horiuchi, S.Hifumi, M.Yamasaki, Y.Kawamura and S.Kimura Microstructral evolution of long-period stacking ordered structures in Mg97Y2Zn1 alloys examined by in-situ small-angle X-ray scattering. Metall. Mater. Trans. 46A(2015)

H.Okuda, T.Horiuchi, H.Tanaka, M.Yamasaki, Y.Kawamura, S.Kimura Stability of Long-Period Stackng ordered structures at Elevated temperatures examined by synchrotron radiation X-ray scattering/diffraction measurements. Mater. Trans. 56(2015)906-909.

S.Minamoto, T.Horiuchi,S.Miura Refinement of thermodynamic parameters of the Mg24Y5,W and H phases in the Mg-Zn-Y system Mater. Trans. 56(2015) 1670-1674.

H.Okuda, M.Yamasaki, Y.Kawamura, M.Tabuchi and H.Kimizuka, Nanoclusters First: Hierarchical phase transformation in a novel Mg alloy. Scientific Reports, 5(2015)14186.

〔学会発表〕(計 66 件)

濱本修司,飯久保智,大谷博司 Ti への周期的積層欠陥導入に関する電子論的検討 日本金属学会春期大会 2013年03月27日~2013年3月29日 東京理科大学

徳永辰也,小湊裕允,飯久保智,大谷博司 Mg-Al-Ho3 元系状態図の熱力学的解析 軽金属学会秋期大会 2012年11月10日~2012年11月11日 千葉工業大学

徳永辰也,坂井聡一郎,吉井一生,飯久保智,榎木勝徳,大谷博司 Mg85Zn6Y9 合金の DSC 測定 日本金属学会春期大会 2013年03月27日~2013年3月29日 東京理科大学

梅林樹,榎木勝徳,飯久保智,徳永辰也,大谷博司 高温 X 線回折による LPSO 構造の形成/分解過程の研究 日本金属学会春期大会 2013年03月27日~2013年3月29日 東京理科大学

S. Iikubo, H. Ohtani "Thermodynamic Analysis of the Mg-Y-Zn Ternary HCP Phase with Cluster Variation Method" Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials 2012 (LPSO2012) 2012年10月01日~2012年10月03日 Sapporo Convention Center, Japan

S. Hamamoto, S. Iikubo, H. Ohtani "Thermodynamic Analysis of the Mg-Al-Sc Ternary System" Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials 2012 (LPSO2012) 2012年10月01日~2012年10月03日 Sapporo Convention Center, Japan

M. Ode, H. Ohtani, H. Onodera "Numerical Prediction of Solute Segregation during Rapid Solidification of Mg-Zn-Y Alloy using Phase-field Model" Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials 2012 (LPSO2012) 2012年10月01日~2012年10月03日 Sapporo Convention Center, Japan

H. Okuda, T. Horiuchi, Y. Maezawa, S. Ochiai, M. Ode, M. Yamasaki, Y. Kawamura "Development of LPSO Microstructure upon Annealing Polycrystalline Mg85Zn6Y9 Samples Examined by Synchrotron-Radiation Small-Angle Scattering" Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials 2012 (LPSO2012) 2012年10月01日~2012年10月03日 Sapporo Convention Center, Japan

H. Okuda, T. Horiuchi, S. Ochiai, M.

Yamasaki, Y. Kawamura "Developments of Long Period Stacking Order (LPSO) microstructures with in-plane ordering in Mg-Y-Zn ternary alloys examined by SWAXS" International conference on small-angle scattering, SAS2012 2012年11月19日~2012年11月23日 Sydney

H. Okuda, T. Horiuchi, M. Yamasaki, Y. Kawamura, S. Kohara Microstructure Evolution of LPSO Structures in Mg-Y-Zn Alloys Examined by In-Situ SAXS 'TMS (2013.3.3-7), Neutron and X-Ray Studies of Advanced Materials VI: Centennial and Beyond' (招待講演) 2013年03月03日~2013年03月07日 San Antonio, USA

山田亮、三浦誠司、毛利哲雄、堀内寿晃、源聡 Mg-Zn-Y3 元系平衡状態図における LPSO 相近傍の精密化 日本金属学会・日本鉄鋼協会両北海道支部会合同冬季講演大会 2013年01月24日~2013年01月25日 室蘭工業大学

三浦誠司、山田亮、毛利哲雄、堀内寿晃、源聡 Mg-Zn-Y3 元系状態図における LPSO 相近傍相平衡の実験的追求 日本金属学会春期大会 2013年03月27日~2013年3月29日 東京理科大学

T. Horiuchi, Y. Oohira, S. Miura, S. Minamoto "Experimental Study on Phase Equilibria in the Vicinity of the X, W and H Phases in the Mg-Zn-Y Ternary System" Long-Period Stacking Ordered Structure and Its Related Materials 2012 (LPSO2012) 2012年10月01日~2012年10月03日 Sapporo Convention Center, Japan

堀内俊希、丸山稔貴、奥田浩司、山崎倫昭、河村能人 Mg97Zn1Y2 鋳造材の等温熱処理に伴う LPSO 組織変化の放射光小角散乱法による解析 日本金属学会秋期大会 2013年09月17日~2013年09月19日 金沢大学

奥田浩司、堀内俊希、山崎倫昭、河村能人、小原真司、木村滋 Mg-Y-Zn 合金の LPSO 組織発達過程から見た In-plane 規則構造:放射光小中角散乱法からのアプローチ 金研ワークショップ「格子欠陥が挑戦する新エネルギー・環境材料」 2013年11月18日~2013年11月19日 東北大学金属材料研究所

堀内俊希、奥田浩司、丸山稔貴、山崎倫昭、河村能人、小原真司、木村滋 MgYZn 合金の LPSO 組織形成過程の放射光による解析 軽金属学会関西支部 若手院生研究会 2013年12月18日~2013年12月18日 兵庫県立大学書写記念館

一三翔貴、堀内俊希、奥田浩司、山崎倫昭、河村能人 X線小角散乱法を用いた LPSO 相の面内構造解析 軽金属学会関西支部 若手院生研究会 2013年12月18日~2013年12月18日 兵庫県立大学書写記念館

T. Horiuchi, H. Okuda, T. Maruyama, M. Yamasaki, Y. Kawamura "Evolution of long-period stacking ordered structures

during annealing Mg85Y9Zn6 alloys examined by synchrotron radiation small-angle scattering" ASMA5 2013年10月06日~2013年10月08日 新潟市

H. Okuda, T. Horiuchi, M. Yamasaki, Y. Kawamura, S. Kimura "Development of synchronized LPSO microstructures in MgREZn system examined by SWAXS" TMS2014 (招待講演) 2014年02月17日~2014年02月20日 San Diego, USA

奥田浩司、堀内俊希、山崎倫昭、河村能人、木村滋 Mg85Y9Zn6 および Mg97Y2Zn1 合金の LPSO 形成・破壊過程の多色 In-situ SAXS 観察 日本金属学会春期大会 2014年03月21日~2014年03月23日 東京工業大学

②S. Iikubo, S. Hamamoto, T. Umebayashi, H. Ohtani "First principles study of thermodynamic phase stability in long period stacking ordered structure" CALPHADXLII 2013年05月26日~2013年05月31日 San Sebastian, Spain

② H. Okuda, S. Iikubo, S. Hamamoto "Thermodynamic Analysis of Phase Equilibria in the Mg-Al-Sc Ternary System" THE 8TH PACIFIC RIM INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCED MATERIALS AND PROCESSING 2013年08月04日~2013年08月09日 Waikoroa, Hawaii, USA

③ S. Iikubo, T. Umebayashi, H. Ohtani "Thermodynamic Analysis of the Mg-Y-Zn Ternary System Using the Cluster Variation Method" THE 8TH PACIFIC RIM INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCED MATERIALS AND PROCESSING 2013年08月04日~2013年08月09日 Waikoroa, Hawaii, USA

④飯久保智、Marcel Sluiter、大谷博司 クラスタ変分法を用いた Fe-Cr-N3 元系の自由エネルギー計算 日本金属学会秋期大会 2013年09月17日~09月19日 金沢大学

⑤徳永辰也、坂井聡一郎、飯久保智、榎木勝徳、大谷博司 Mg97Zn1Y2 合金における LPSO 構造形成に及ぼす冷却速度の影響 日本金属学会秋期大会 2013年09月17日~2013年09月19日 金沢大学

⑥梅林樹、飯久保智、大谷博司 LPSO 構造の形成にともなう添加元素の偏析挙動 日本金属学会秋期大会 2013年09月17日~2013年09月19日 金沢大学

⑦飯久保智、大谷博司 Mg 合金における GP ゾーン形成とスピノーダル分解の関連 日本金属学会春期大会 2014年03月21日~2014年03月23日 東京工業大学大岡山キャンパス

⑧阿部皓貴、飯久保智、大谷博司 クラスタ変分法による Mg-Gd-Zn 系の熱力学的解析 2014年03月21日~2014年03月23日 東京工業大学大岡山キャンパス

⑨大出真知子、下野昌人、大谷博司 フェーズフィールド法による Mg-Y-Zn、Mg-Gd-Zn 合金の偏析計算 日本金属学会秋期大会

2013年09月17日~2013年09月19日 金沢大学

③⑩ M. Ode, S. Shimono, H. Ohtani "Numerical prediction of Solute Segregation during Rapid Solidification of Mg-Y-Zn alloy using phase-field model" The 3rd international symposium on Cutting Edge of Computer Simulation of Solidification, Casting and Refining (CSSCR2013) 2013年05月20日~2013年05月23日 The Swedish-Finnish Cultural Centre, Espo, Finland

③⑪ 徳永辰也、恵良秀則、飯久保智、榎木勝徳、大谷博司 Scheil-Culliver モデルに基づく Mg97An1RE2 合金のミクロ偏析シミュレーション 軽金属学会秋期大会 2014年11月15日~2014年11月16日 東京工業大学大岡山

③⑫ 飯久保智、阿部皓貴、徳永辰也、大谷博司 長周期積層 Mg 合金における熱力学的性質 軽金属学会秋期大会 2014年11月15日~2014年11月16日 東京工業大学大岡山

③⑬ S. Iikubo, T. Umebayashi, M. Enoki, T. Tokunaga, H. Ohtani "Thermodynamic properties in the Mg based alloy having long period stacking ordered structure" CALPHAD XLIII 2014年06月01日~2014年06月06日 Changsha, Hunan, China

③⑭ 飯久保智、阿部皓貴、大谷博司 Mg 合金における LPSO 形成とスピノーダル分解の関連 日本金属学会秋期大会 2014年09月23日~09月26日 名古屋大学本山キャンパス

③⑮ 徳永辰也、恵良秀則、飯久保智、大谷博司 Scheil の式による Mg97Zn1RE2 合金の凝固偏析挙動評価 日本金属学会秋期大会 2014年09月23日~2014年09月26日 名古屋大学本山キャンパス

③⑯ 阿部皓貴、飯久保智、大谷博司 Mg-RE-TM 計におけるスピノーダル分解挙動 日本金属学会秋期大会 2014年09月23日~2014年09月26日 名古屋大学本山キャンパス

③⑰ S. Iikubo, H. Ohtani "Thermodynamic Properties of the Mg-Gd-Al System" LPSO2014 2014年10月05日~2014年10月08日 Hotel Nikko Kumamoto, Japan

③⑱ T. Tokunaga, H. Era, S. Iikubo, H. Ohtani "Solidification Simulation of Microsegregation Based on the Scheil-gulliver Model in Mg97Zn1RE2 Alloys" LPSO2014 2014年10月05日~2014年10月08日 Hotel Nikko Kumamoto, Kumamoto, Japan

③⑲ H. Abe, S. Iikubo, H. Ohtani "Spinodal Decomposition Behavior of the Mg-RE-TM Ternary Systems" LPSO2014 2014年10月05日~2014年10月08日 Hotel Nikko Kumamoto, Kumamoto, Japan

④⑰ S. Miura, T. Horiuchi, S. Minamoto "Comparison of the phase equilibrium in the vicinity of LPSO phases in Mg-Zn-Y and Mg-Al-Gd ternary systems" LPSO2014 2014年10月05日~2014年10月08日 Hotel

Nikko Kumamoto, Kumamoto, Japan

④⑱ 奥田浩司 放射光小中角散乱法による LPSO 構造の評価 応物セミナー表面分科会 2014年07月25日~2014年07月25日 東京大学山上会館

④⑳ 田中浩登、堀内俊希、奥田浩司、山崎倫昭、河村能人、小原真司、木村滋 Mg-Zn-Y 合金に形成される 14H LPSO 組織の変化の放射光小角散乱法による解析 日本金属学会秋期大会 2014年09月23日~2014年09月26日 名古屋大学本山キャンパス

④㉑ H. Okuda, H. Tanaka, T. Horiuchi, M. Yamasaki, Y. Kawamura, S. Kimura "In-situ Multicolor SWAXS Approach to Examine Stability and Formation of LPSO structures in MgYZn alloys" LPSO2014 2014年10月05日~2014年10月08日 Hotel Nikko Kumamoto, Kumamoto, Japan

④㉒ 奥田浩司、堀内俊希、田中浩登、山崎倫昭、河村能人、木村滋、小原真司 Mg-Y-Zn 合金のシンクロ LPSO 組織の安定性：放射光その場測定による検討 材工連講演大会 2014年10月27日~2014年10月29日 京都テルサ

④㉓ 奥田浩司、堀内俊希、田中浩登、三浦誠司、飯久保智、山崎倫昭、河村能人 液相を含む高温域での MgZnY 系シンクロ LPSO の形成過程と安定性の検討 軽金属学会秋季講演大会 2014年11月15日~2014年11月16日 東京工業大学大岡山キャンパス

④㉔ 田中浩登、堀内俊希、宮園尚、奥田浩司、木村滋、山崎倫昭、河村能人 Mg97Y2Zn1 合金中 LPSO 構造の熱処理変化の放射光による解析 軽金属学会関西支部若手院生研究発表会 2014年12月26日~2014年12月26日 関西大学

④㉕ 奥田浩司、田中浩登、山崎倫昭、河村能人、木村滋、小原真司、清水伸隆、五十嵐教之 シンクロ LPSO 組織形成 Mg 合金の変態初期過程におけるクラスター配置の解析 放射光学会年会 2015年01月10日~2015年01月12日 立命館大学草津キャンパス

④㉖ S. Iikubo, H. Ohtani "Thermodynamic Properties of HCP Phase in Mg-based Ternary System" 6th Asian Symposium on Magnesium Alloys (招待講演) 2014年12月20日~2014年12月23日 Chengdu, China

④㉗ H. Okuda, T. Yamamoto, K. Takeshita, M. Hirai, S. Sakurai, Y. Kitajima, N. Igarashi, H. Ogawa "ASAXS measurements with soft (tender) X-rays to control the contrast" IUCr2014 (招待講演) 2014年08月08日~08月14日 Montreal, Canada

④㉘ H. Okuda, H. Tanaka, M. Yamasaki, Y. Kawamura, S. Kimura "Early stage of structure change in synchronized long-range stacking ordered structures in Mg-Y-Zn and related alloy systems" TMS2015 (招待講演) 2015年03月15日~2015年03月20日 Orlando, FL, USA

(51)大谷博司 熱力学からみた Mg 基シンク

口型 LPSO 構造の形成機構 学振 172 委員会
研究会(招待講演) 2014年09月28日~2014
年09月29日 名古屋大学

(52) 奥田浩司、堀内俊希、田中浩登、山崎
倫昭、河村能人、木村滋 シンク口型 LPSO
構造の発展の放射光その場観察 日本金属
学会秋期大会(招待講演) 2014年09月23
日~2014年09月26日 名古屋大学 (53)奥
田浩司、古原忠、河村能人 Mg系シンク口型
LPSO 構造の形成機構 軽金属学会秋季大会
(招待講演)2014年11月16日 東京工業大
学大岡山キャンパス

(54)池田昇平、徳永辰也、恵良秀則、飯久保
智、大谷博司 Mg97An1RE2 合金における凝固
偏析の定量評価 日本金属学会秋期大会
2015年09月16日~2015年09月18日 九
州大学

(55) 飯久保智、大谷博司 18R 構造における
自由エネルギー計算 日本金属学会秋期大
会 2015年09月16日~2015年09月18日
九州大学

(56)S. Iikubo, H. Ohtani "Thermodynamic
properties in Mg-based Ternary System" The
10th International Conference on Magnesium
Alloys and Their Applications 2015年10
月12日~2015年10月16日 Jeju, Korea

(57)R. Schmid-Fetzer, J. Groebner, M.
Yamasaki, Y. Kawamura, H. Okuda, S. Miura,
T. Horiuchi, J.-F. Nie "Thermal stability
of Mg-Zn-Y LPSO phases and revised
thermodynamic description of the Mg-Zn-Y
phase diagram" The 10th International
Conference on Magnesium Alloys and Their
Applications 2015年10月12日~2015年10
月16日 Jeju, Korea

(58)F. Miyakawa, K. Ikeda, S. Miura, T.
Horiuchi, S. Minamoto "The phase
equilibrium in the vicinity of LPSO phase
in Mg-Zn-Gd ternary system" The 10th
International Conference on Magnesium
Alloys and Their Applications 2015年10
月12日~2015年10月16日 Jeju, Korea

(59)K. Ikeda, R. Nishio, H. Gao, S. Hata,
H. Nakashima, S. Miura "Deformation
behavior of LPSO phase in Mg-Zn-Y alloy by
four-point bending test using a thin sheet"
The 10th International Conference on
Magnesium Alloys and Their Applications
2015年10月12日~2015年10月16日 Jeju,
Korea

(60)田中浩登、杉野智裕、奥田浩司、山崎倫
昭、河村能人 MgYZn アモルファス強制固溶
リボンからの LPSO 形成過程の検討 軽金属
学会関西支部若手院生研究発表会 2015年12
月16日~2015年12月16日 大阪府立大学

(61)池田賢一、西尾理恵、高紅葉、波多聰、
中島英治、三浦誠司 薄片4点曲げ試験を用
いた Mg-Zn-Y 系合金の変形挙動の評価 軽金
属学会春期大会 2015年05月16日~2015
年05月17日 東北大学

(62)大角拓也、瀬尾篤、糸井貴臣、堀内寿晃、
三浦誠司 Mg-Ni-Y 合金に生成する LPSO 相の
構造多形と組成との相関 2 日本金属学会秋
期大会 2015年09月16日~2015年09月18
日 九州大学

(63)H. Okuda, H. Tanaka, Y. Kawamura, S.
Kimura "SWAXS Analysis of LPSO
Microstructures in MgYZn System" The 10th
International Conference on Magnesium
Alloys and Their Applications 2015年10
月12日~2015年10月16日 Jeju, Korea

(64)田中浩登、奥田浩司、山崎倫昭、河村能
人 急速凝固 Mg85Zn9Y6 リボンの等速昇温過
程における LPSO 形成過程の In-situ 評価
日本金属学会秋期大会 2015年09月16日~
2015年09月18日 九州大学

(65)奥田浩司、田中浩登、山崎倫昭、河村能
人 クラスタ動力学の観点からの
Mg85Y9Zn6 合金の階層的相変態過程 放射光
学会年会 2016年01月09日~2016年01月
11日 東京大学柏キャンパス

(66)H. Okuda, H. Tanaka, M. Yamasaki, Y.
Kawamura, H. Kimizuka, M. Tabuchi
Hierarchical Phase Transformation of Long
Period Stacking Ordered International
Workshop on Multiscale Computations on
Mechanical Properties(招待講演) 2015
年10月13日~2015年10月14日 Sendai
International Center

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ <http://mcmd.mtl.kyoto-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1)研究代表者

奥田浩司 (OKUDA, Hiroshi)

京都大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号 50214060

(2)研究分担者

飯久保智 (IIKUBO, Satoshi)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・
准教授

研究者番号: 40414594

三浦 誠司 (MIURA, Seiji)

北海道大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 50199949

(3)連携研究者

大谷博司 (OHTANI, Hiroshi)

東北大学多元物質科学研究所・教授
研究者番号: 70176923

大出真知子 (ODE Machiko)

物質・材料研究機構・主任研究員

研究者番号: 50370309

徳永辰也 (TOKUNAGA, Tatsuya)

九州工業大学大学院工学研究科・准教授
研究者番号 40457453