
ナノクラスター制御によるハイブリッド新材料の創製に関する研究

研究代表者 理工学研究部(工学) 松田 健二

(1)プロジェクトの背景・目的

軽量合金は地球環境保全の立場から、材料輸送時のエネルギー消費の低減、軽量材料を使用することによる自動車や鉄道車両などの軽量化による燃費向上など波及効果が大いと考えられている。とくにアルミニウム合金は富山県の地場産業でもあり、日本国内で年間生産30万トンの市場である。この市場に対して新しい合金を開発していくことで、地域産業の活性化をも促すことを目的として、特に本年度は、高価な機能性粒子や元素の特性を理解し、高性能なアルミニウム合金をはじめとする社会基盤材料の開発のための基礎研究を最重点課題として実施することで、前年度までのプロジェクトを継承して、より高い信頼性を持つ軽量材料の開発とその理論的解析を目指した。

(2)研究成果

【高延性・高強度軽量合金の開発】

6000系アルミニウム合金と呼ばれる Al-Mg-Si 系合金はアルミサッシに使用されている。この合金は近年自動車用アルミ合金として注目されており、良好なプレス成型性、焼付塗装工程における短時間での硬化が求められており、さらに従来のアルミサッシ用材料においても、コスト削減の一策として短時間の熱処理で十分な強度が得られる合金が求められている。この合金の機械的性質の改善方法として、従来は加工と熱処理の組み合わせや添加元素による方法が施されてきた。我々の研究グループは、6000系アルミニウム合金に原子状態で完全に溶けこみ、かつ実操業上も従来の Al-Mg-Si 合金と同様に扱うことができること、さらに中間相の構造を母相と整合性を保つと推測される元素を適正な配合比で添加することで、両原子の添加の効果を最大限引き出すことに成功し、昨年度中に特許出願した。さらに本年度は、高い強度を持つアルミニウム合金系に挑戦して、図1に示すように、従来の合金の強度のみを改善する X 合金を開発し、さらに従来合金の伸びを犠牲にすることなく強度を改善できる Y 合金を開発して特許出願した。

さらに招へい研究員であるポーランド科学アカデミー J. Dutkiewicz 教授とは、時効硬化型アルミニウム合金に添加した金属元素の析出に対する安定性についての検討を図2に示したような結晶モデルを使用して行い、特にこれまでに報告のない時効性アルミニウム合金中の析出核の微細化について考察した。

これらの結果に基づき、今後は我々の推測を実証することで、新規合金開発に対するナノ組織制御を、今まで以上に技術開発に直接使える方法にしたいと考えている。

(3)プロジェクト成果（特許，起業，技術移転等）

[特許取得・出願等実績]

特許 2010-4590633 「磁性アルミニウム複合体」松田 健二、池野 進、真嶋 一彦、西村

克彦、森 克徳、佐伯知昭

特願 2010-114766 「高強度 7000 系アルミニウム合金押出材」 吉田 朋夫、松田 健二、川畑常眞、徳川 仁

[公表論文等]

1. Ag 添加した Al-Mg-Si 合金における中間相の HRTEM 観察、中村 純也、松田 健二、川畑 常眞、里 達雄、中村吉男、池野 進、日本金属学会会誌、75 巻、179 – 187, 2011.
2. FIB Induced Damage Examined with the Low Energy SEM, Šárka Mikmeková, Kenji Matsuda, Katsumi Watanabe, Susumu Ikeno, Ilona Müllerová and Luděk Frank, Materials Transaction, vol.52, 292-296, 2011.
3. Effect of TM-Addition on the Aging Behaviour of Al-Mg-Si Alloy, Shumei Wang, Kenji Matsuda, Tokimasa Kawabata, Yong Zou, Toshinari Yamazaki, Susumu Ikeno, Materials Transactions, vol.52, 229-234, 2011.
4. Crystallographic Orientation Relationship between Discontinuous Precipitates and Matrix in Commercial AZ91 Mg Alloy, K. Fujii, K. Matsuda, T. Gonoji, T. Kawabata, K. Watanabe, S. Ikeno, S. Saikawa, vol.52, pp.340-344, 2011.
5. [軽金属学会誌「軽金属」論文新人賞受賞] 過剰に Mg を含む Al-Mg₂Si 合金の時効析出過程に対する Cu または Ag 添加の影響、中村純也、松田健二、降籬あづさ、丹羽健史、川畑常眞、池野 進、軽金属、60 巻、164-169 頁、2010.
6. [銅及び銅合金技術研究会誌論文賞受賞] Ge 添加した 60/40Cu-Zn 合金におけるα相の HRTEM 観察、松田健二、西山正明、川畑常眞、上谷保裕、池野 進、銅と銅合金、49 巻、21-28 頁、2010.
7. [招待講演] K. Matsuda, M. Mizutani, K. Nishimura, T. Kawabata, Y. Hishinuma, S. Aoyama, I. Mullerova, L. Frank, S. Ikeno, SUPERCONDUCTIVE PROPERTY AND MICROSTRUCTURE OF MgB₂ / Al COMPOSITE MATERIALS, Recent Trends 2010, Skalsky Dvur, Czech Republic, 31 May–3 June, 2010.
8. [招待講演] K. Matsuda, J. Nakamura, T. Kawabata, S. Ikeno, T. Sato, C. D. Marioara, S. Andersen, R. Holmestad, Effect of Cu or Ag on nano precipitation in Al-Mg-Si alloys, SCANDEM, Stockholm, Sweden, 2-7 June, 2010.

(4)プロジェクト成果の応用・効果・構想

1. 次世代の自動車等、高信頼性が要求される軽量合金と、多機能軽量合金の開発を展開する予定である。また核融合炉への応用を考慮した NIFS との共同研究を実施する。
2. SLEEM 検出器においては、今後データベースの構築とアプリケーションの充実を図り、引き続き各種実機への装着のための研究と、起業を展開していく予定である

(5)利用施設 SQUID, 年 10 回程度。

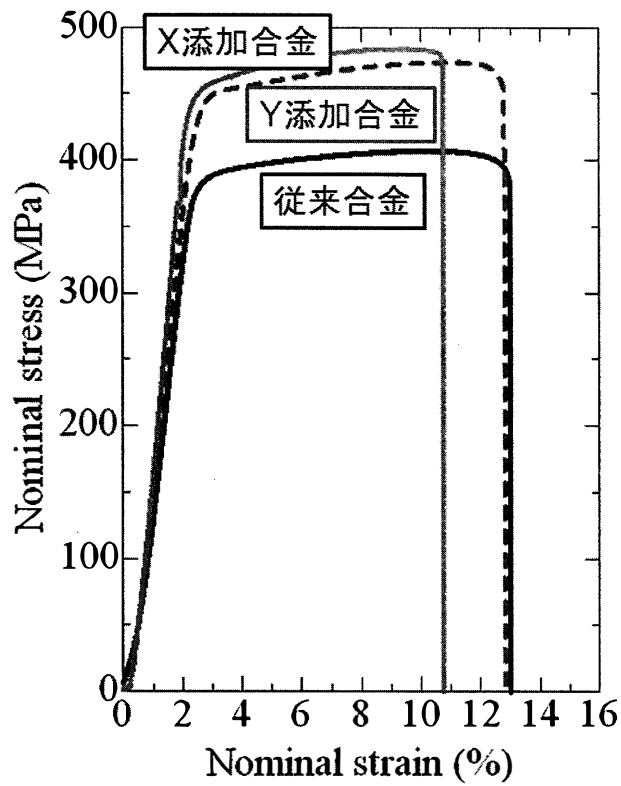


図1. 新規に開発した2つの合金をピーク時効して引張試験した公称応力-公称ひずみ曲線。

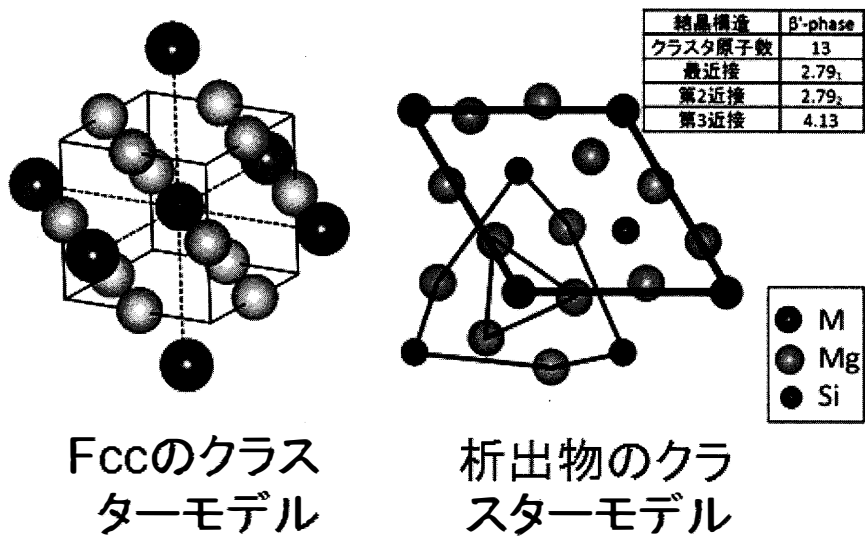


図2. DV-Xa法による析出物の安定性の評価計算に使用した結晶モデル