

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03413

研究課題名(和文)希土類を必要としない超々高強度700MPaマグネシウム合金への挑戦

研究課題名(英文)A challenge for ultra-high strength Mg alloys without any addition of rare earths

研究代表者

三浦 博己(Miura, Hiromi)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：30219589

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：降温多軸鍛造(dMDF)と冷間多軸鍛造(rMDF)の組み合わせプロセスによって、マグネシウム合金の超微細粒化と超高強度化を試みた。dMDF後にrMDFを施したところ、累積ひずみ増加とともに引張強度は増加し、AZ91Mg合金とAZX61Mg合金でそれぞれ最大引張強度580MPaと520MPaを達成した。しかし、700MPaには達成できなかった。この結果は、dMDF中に生成した相が変形双晶の発達を阻害し、結晶粒の超微細化を抑制したことによると判断された。さらに、超微細粒AZ80Mg合金の超塑性を利用した温間押出により、中空管を得て、最大引張強度414MPaを達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

希土類の添加を必要としない超々高強度マグネシウム合金の開発は、我が国の材料戦略上極めて重要であり、特に超々ジュラルミン代替材として構造部材に適用できれば、我が国の新技術・新産業分野開拓に及ぼすインパクトは極めて大きい。世界的に研究ブームとなっている巨大ひずみ加工を難加工材であるマグネシウム合金に適用し、これまでの2倍近い強度を達成する技術開発と材料組織設計は、学術的にも極めて波及効果が大きい。

研究成果の概要(英文)：Combined processes of multi-directional forgings under decreasing temperature conditions (dMDF) followed by MDFing at room temperature (rMDF) were applied to AZ91Mg and AZX61Mg alloys to attain ultrafine-grained structure and ultra-high strength. The grain size of the samples prepared by dMDF in advance was gradually decreased with increasing cumulative strain of rMDF and the tensile strength was increased. The ultimate tensile strengths achieved were 580 MPa and 520 MPa for AZ91Mg and AZX61Mg alloys, respectively. Therefore, 700 MPa was not attained. This was due to the b phase precipitation during dMDF and their suppression of mechanical twinning which cause grain refinement. It is concluded, therefore, dMDF before rMDF induces a negative influence on strengthening. Ultrafine-grained AZ80Mg was warm extruded by a mechanism of superplastic deformation to form a round tube and it possessed quite high strength of 414 MPa.

研究分野：材料工学

キーワード：マグネシウム合金 多軸鍛造 超微細粒 高強度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

マグネシウム(以下 Mg)合金は実用金属材料中、最も高い比強度を有するため、輸送機器等の軽量化と省エネルギー材料として注目されている。しかし、塑性加工性が低いためその製造は主として鋳造法で行われており、その結果のコスト上昇と低強度(150MPa 程度)が構造部材への適用に対する大きな障害となっていた。Mg 合金の高強度化の手法として、希土類元素を添加し、長周期構造によって強度を 400MPa 程度に高める研究が行われている^[1]。これは熊大合金として知られ、次世代軽量構造部材の候補として大きな期待を集めている。しかし、希土類元素が高価なことや、加工性が著しく低い等の問題がある。さらには、希土類元素の 90%以上が中国で産出される戦略物質であり、近年の輸出規制が我が国の先端産業に与えたダメージは記憶に新しく、代替材料の出現が望まれていた。

申請者グループは、鍛造温度を 1 パス毎に下げ、Mg 合金の巨大ひずみ加工を可能とした「降温多軸鍛造(dMDF)」プロセスを開発した^[2,3]。MDF 法の模式図を Fig.1 に示す。鍛造パス毎に鍛造方向と温度を変えて、動的再結晶により結晶粒を微細化する。これを Mg にアルミニウム (Al) と亜鉛 (Zn) を添加した市販 AZ31Mg 合金に適用し、平均結晶粒径約 0.2 μm の超微細粒バルク材を得た^[2]。この超微細粒バルク材は、常識を覆す引張強度 520MPa と塑性伸び 15%の極めて優れた機械的性質を示した。

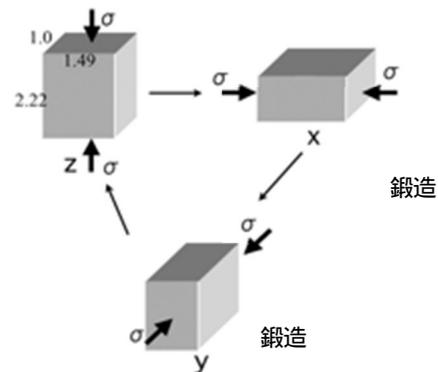


Fig. 1 多軸鍛造(MDF)法の模式図
鍛造パス毎に鍛造方向を変える

2. 研究の目的

本研究では上述の背景を踏まえ、以下の手順によって、超微細粒超々高強度 Mg 合金を作製し、組織と機械的特性を系統的に調査するとともに、実用構造材としての超高強度 Mg 中空管の作製も試みた。

- 1) rMDF のための初期結晶粒径の微細化と 相の排除を目的として、初めに dMDF を施して結晶粒を 1 μm 以下に微細化する、
- 2) 次に rMDF により、均一で超微細な変形双晶を主とした超々微細粒組織を得る、
- 3) 均一な超々微細粒組織によって、機械的特性に優れた超高強度 Mg 合金を得て、
- 4) 超微細粒の温間押出により、超高強度中空管を作製する。

3. 研究の方法

(1) rMDF 組み合わせプロセスの最適条件の探索と機械的特性

用金型(申請物品)を設置した圧縮試験機を用いて、市販 AZ 系 Mg 合金に、鍛造温度 673K 400 程度、鍛造パス間ひずみ $\Delta\epsilon=0.8$ 、ひずみ速度 $10^{-4} \sim 10^{-1} \text{s}^{-1}$ 程度で系統的に行なった。次に、種々の累積

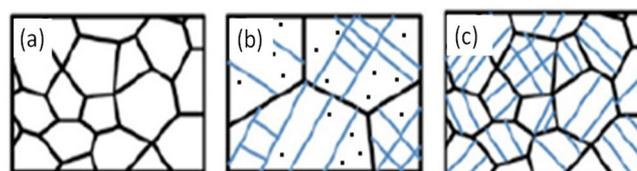


Fig. 2 MDF で得られる組織模式図: (a)(dMDF): 主として高角粒界からなる超微細粒、(b)rMDF(rMDF): 粗大粒が変形双晶で分断されるが、 β 相により一部組織がやや大きいまま、(c)dMDF と rMDF の組み合わせプロセス: 超微細粒組織を変形双晶が分断した均一超微細粒。黒線、薄線は、それぞれ高角粒界と双晶境界を示す。

ひずみ($\Sigma\Delta\varepsilon$)までの材に対し、パス間ひずみ 0.05~0.2 の範囲、ひずみ速度 10^{-3}s^{-1} で rMDF を施し、組織発達に及ぼすと rMDF の最適組み合わせプロセス条件を徹底的に調査した。試験片サイズは、 $20 \times 20 \times 30\text{mm}^3$ 程度とした。

(2) 微細粒組織の解析と評価及び生成機構の検討

透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて、降温・rMDF 後の結晶粒組織、析出物(相)、粒界方位差分布等を定量的に解析し、組織生成状況を調査した。特に、後の rMDF 中の結晶粒微細化、さらには高強度化をもたらす変形双晶の種類と役割を中心に調査した。

Fig.2 に本研究の「dMDF と rMDF の組み合わせプロセス」で目指す組織を模式図で示す。dMDF のみでは高角粒界からなる等軸な超微細粒組織(Fig.2(a))^[2,3,6]、rMDF のみでは主として変形双晶によって分断された超微細粒組織(Fig.2(b))となる^[4]。rMDF で作製した組織(Fig.2(b))は非常に高強度だが、やや粗大な組織が一部残存するため(Fig.2(b))、さらなる結晶粒微細化と高強度化の余地が残っている。本研究では、初めに組織(Fig.2(a))を作製し、その後に rMDF を追加することにより、超微細粒組織(平均粒径 0.3~0.5 μm)がさらに変形双晶(平均双晶間隔 0.1~0.2 μm)によって分断された均一超々微細粒組織を得られると予想される(Fig.2(c))。同時に、多重すべりの発現による加工硬化と合わせて、さらなる高強度化を達成可能と考えられる。これら 相の分散、MDF 中の変形双晶の生成と微視組織発達過程との関係を TEM により詳細に観察した。

(3) rMDF 組み合わせプロセス材の機械的特性の改善

rMDF の組み合わせプロセス材に対し、強度と延性のバランスの向上を狙いとし時効・回復処理を施した。そして、相を粒界に分散させ、超微細粒 Mg 合金で発生する室温粒界すべりの抑制を図った^[3]。加工ひずみ量の上昇と共に再結晶温度が低下するため、処理温度は 523K 前後とした。作製された超微細粒 Mg 合金に対して、様々な温度と種々のひずみ速度で引張試験を行った。

(4) MDF 材の加工成形

dMDF により得られた平均結晶粒径の異なる種々の試験片に対して熱間・温間域での板材と中空管への押出加工を行なった。押出加工は試験片の長手方向に対して平行に板材出口形状 $4.0 \times 22.2\text{mm}^2$ 、中空管出口形状 10.0mm^2 、押出比 4、初期ひずみ速度 $\dot{\varepsilon} = 1.0 \times 10^{-2}\text{s}^{-1} \sim 3.0 \times 10^{-4}\text{s}^{-1}$ 、温度は 453K、473K、523K で押出加工を行い、板材、中空管材を作製し、その組織と機械的特性を調査した。

4. 研究成果

4.1 AZ91Mg 合金と AZ61Mg 合金の dMDF 中の組織と機械的性質の変化

dMDF 中の AZ91Mg の結晶粒径と硬さ変化を Fig. 3 に示す。累積ひずみ(鍛造パス数)増加とともに結晶粒径は減少し、 $\Sigma\Delta\varepsilon = 4.0$ で 0.7 μm を得た。

その際、微細な相が晶出し、後の rMDF 中の組織変化に大きな影響を及ぼすことになった。

$\Sigma\Delta\varepsilon = 0.8, 2.4, 4.0$ まで dMDF を施した AZ91Mg 試料に対して、さらに追加の rMDF を行い、rMDF 中の応力-累積ひずみ曲線を Fig. 4 に示す。比較のため rMDF のみの実験結果も示した。事前に $\Sigma\Delta\varepsilon = 0, 0.8$ の dMDF を施した試料に対して rMDF 加工した場合、累積ひずみ増加に伴って変形抵抗は、低累積ひずみ域では急激に、中累積ひずみ域では徐々に増加し、高累積ひずみ域で定常状態変形類似の挙動を示した。一方、

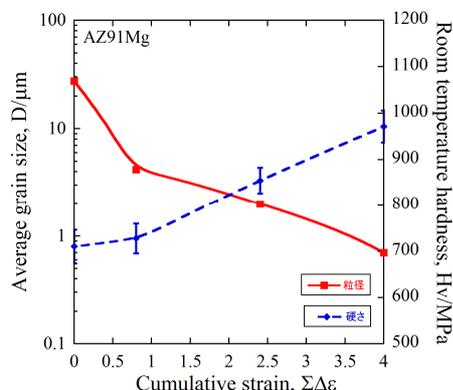


Fig.3 dMDF 中の平均粒径と硬さ変化

事前に dMDF を $\Sigma\Delta\epsilon=2.4$ まで施した試料に対し rMDF した場合は、低累積ひずみ域でのやや緩やかな変形抵抗の増加が観察されたものの、その後の変形抵抗の増加はほとんど観察されなかった。さらに、事前に dMDF を $\Sigma\Delta\epsilon=4.0$ まで施した試料に rMDF 加工した場合、変形抵抗の増加はほとんど観察されなかった。rMDF 中の変形抵抗の増加は、転位密度増加と変形双晶の高密度な発生とされて

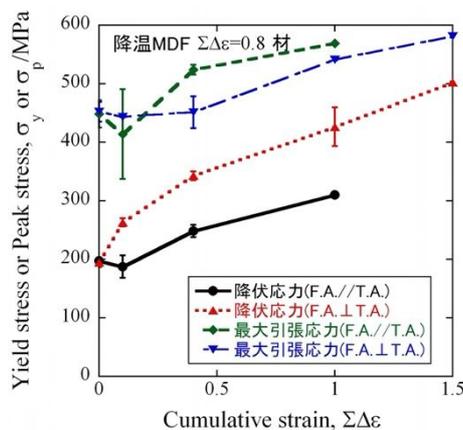


Fig. 4 事前に $\Sigma\Delta\epsilon=0.8$ のdMDF加工を施した材料に対して、rMDFを施した場合のrMDF累積ひずみ量と引張強度の関係

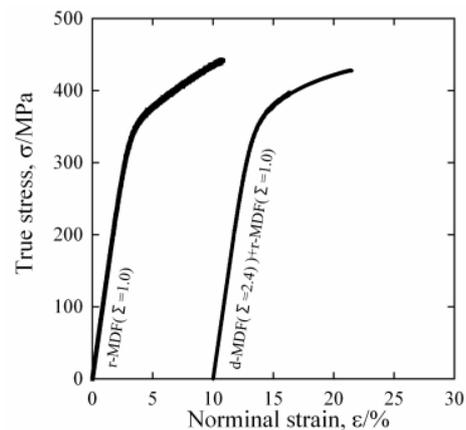


Fig. 6 AZX61Mgに単純なrMDFを施した試料と、事前に $\Sigma\Delta\epsilon=2.4$ のdMDF加工を施した材料に対してrMDFを施した試料の、引張試験によって得られた応力-ひずみ曲線図

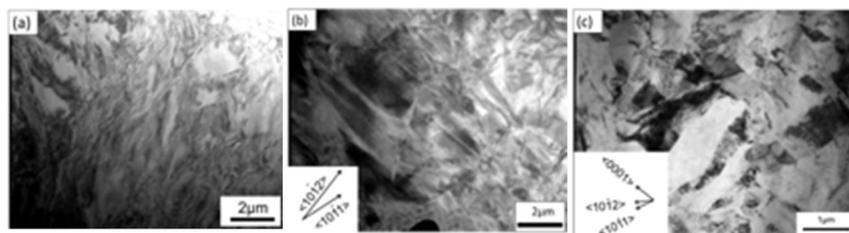


Fig. 5 rMDF $\Sigma=1.0$ 後のTEM組織: (a) dMDF $\Sigma=0$ 材, (b) dMDF $\Sigma=0.8$, (c) dMDF $\Sigma=2.4$

いる^[7]。dMDFの累積ひずみが大きい試料ほど結晶粒径は小さく、同時に相が抄出したため、rMDF中に変形双晶が導入されにくくなり、その結果rMDF中の変形抵抗が増加しにくくなったと判断された。

dMDFを $\Sigma=0, 0.8, 2.4$ 行った試料(それぞれの平均結晶粒径は $27.5\mu\text{m}, 4.2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}$)に対して、rMDFを $\Sigma=1.0$ (10パス)行った試料の組織をFig. 5に示す。 $\Sigma=0, 0.8$ のdMDFを施した後rMDFを行った場合、種々のバリエーションの引張変形双晶が高密度に発達していた。またdMDFを $\Sigma=2.4$ 行った後rMDFを行った試料にも層状の組織が観察された。これらの層状組織は一般的な双晶 $\{10-12\}, \{10-11\}$ ではない事がSAD解析から分かった。したがって、これらの層状組織は変形双晶ではないと推察された。また、dMDF中に微細な析出物が生成することが報告されている^[3]。以上からdMDFによって結晶粒径が小さくなり析出物も生成したため、変形双晶の導入が困難になったと結論された。

dMDF後にrMDFを施し、それら試料の引張試験結果の代表例をFig. 4に示す。rMDFの累積ひずみ増加とともに引張強度は増加し、最大で580MPaを達成した。また、事前のdMDFの累積ひずみ量を増加させた場合、得られる最大引張強度は減少傾向が確認され、例えばdMDFの累積ひずみが $\Sigma\Delta\epsilon=4.0$ の場合、rMDFを $\Sigma\Delta\epsilon=1.0$ まで施しても、達成された引張強度は520MPaであった。

AZX611Mg に対しても同様の実験を行った。その引張試験結果の代表例を Fig. 6 に示す。rMDF のみと dMDF+rMDF の引張試験結果を比較すると、後者でやや降伏強度が上昇したものの、最大引張強度や塑性伸びはほぼ同等かわずかに後者の方が低い傾向があった。すなわち、Ca 添加型 Mg 合金においても、AZ91Mg の結果と同様に、rMDF 前の dMDF によって生じた 相が変形双晶の発達と結晶粒微細化を抑制し、その結果、機械的特性を向上することは出来なかった。以上の結果から、組織と引張強度の観点から判断すると、rMDF 前の dMDF は組織微細化と強度上昇にややネガティブな効果をもたらす、と結論された。

rMDF による単独手法での加工との比較で、dMDF+rMDF の組み合わせプロセスは、これまでの最高強度である 650MPa^[4] を超えるような機械的強度の劇的な特性上昇は達成されなかった。しかし、ほとんど全ての加工材において、引張強度 500MPa 以上を達成した。これらは、一般的に高強度 Mg として知られる希土類添加型 Mg 合金に比べて 20%以上強度が高い。さらに、dMDF 加工の累積ひずみ量の増加とともに rMDF 中の歩留まりが上がったことから、超高強度 Mg 合金の製造に適したプロセスであることが示された。

4.2 MDF 材の応用プロセスと実用化のための加工成形

AZ80Mg 合金の dMDF- $\epsilon=3.2$ 、5.6 加工と、より生産性を上げるための一定温度での温間 (473K) MDF- $\epsilon=4.0$ 加工した試料を、 $\dot{\epsilon} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ で 473K 押出加工を行った。得られた板と中空管の引張試験結果を Fig.7 に示す。ひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ での押出材の引張強度は dMDF 材より上昇し、453K において降伏強度は約 100MPa 上昇し、中空形状押出材で最大引張強度 414MPa を達成した。この結果は、超微細粒による超塑性現象によって優れた加工性が得られた結果であり、世界最高強度レベルのマグネシウム合金中空管が製造できることが示された。

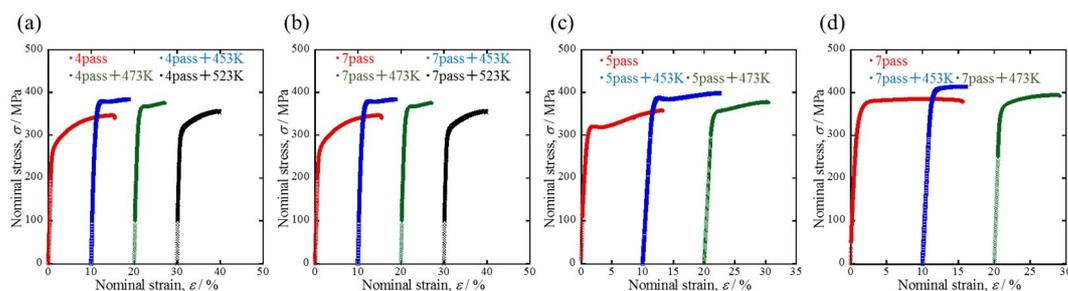


Fig.7 $\dot{\epsilon} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 押出材の引張試験結果

- (a): dMDF- $\epsilon=3.2$ 材-板材 (b): dMDF- $\epsilon=5.6$ 材-板材
(c): 温間 $\epsilon=4.0$ 材-板材 (d): 降温 $\epsilon=5.6$ 材-中空管

<引用文献>

- [1] S.Yoshimoto, et al., Mater. Trans., 47, (2006) 959.
- [2] J.Xing et al., Mater. Trans., 49, (2008) 69.
- [3] H.Miura et al., Mater. Sci. Eng.g A, 528, (2011) 6981.
- [4] H.Miura and W.Nakamura, Philo. Mag. Lett., 93,(2013) 601.
- [5] F. Yang et al., Mater. Sci. Eng. A, 491, (2008) 131.
- [6] 三浦博己ら, 日本金属学会誌, 79, (2015) 295.
- [7] M.R. Barnett et al., Acta Mater., 52, (2004) 5093.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 H. Miura, K. Minami, T. Aoba, M. Kobayashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Microstructure and mechanical properties of plates warm extruded AZ80Mg alloy fabricated by MDF in advance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Procedia Manufacturing	6. 最初と最後の頁 1533-1540
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 M. Kobayashi, T. Aoba, H. Miura	4. 巻 15
2. 論文標題 Development of internal inhomogeneous plastic strain during cold rolling of Al-Mg alloys	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Procedia Manufacturing	6. 最初と最後の頁 161-167
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 谷 啓貴、青葉 知弥、小林 正和、高橋 明宏、三浦 博己	4. 巻 67
2. 論文標題 降温多軸鍛造AZ80マグネシウム合金の衝撃破壊挙動	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 軽金属	6. 最初と最後の頁 355 ~ 360
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.2464/jilm.67.355	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Watanabe C., Monzen R., Ueji R., Miura H.	4. 巻 48
2. 論文標題 Strain-Rate and Temperature Dependences of Deformation Behavior of AZ61Mg Alloy Processed by Multi-directional Forging Under Decreasing Temperature Conditions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Metallurgical and Materials Transactions A	6. 最初と最後の頁 5368 ~ 5375
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11661-017-4303-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 T.Aoba, M.Kobayashi, H.Miura	4. 巻 59
2. 論文標題 Microstructural evolution and enhanced mechanical properties by multi-directional forging and aging of 6000 series aluminum alloy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mater. Trans. JIM	6. 最初と最後の頁 373-379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.L-M2017856	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青葉知弥, 上野宗太郎, 小林正和, 三浦博己	4. 巻 68
2. 論文標題 多軸鍛造を施した7075と7N01アルミニウム合金のミクロ組織と機械的性質	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 軽金属	6. 最初と最後の頁 161-167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.L-M2017856	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A.Mehrabi, R.Mahmudi, H.Miura	4. 巻 765
2. 論文標題 Superplasticity in a multi-directionally forged Mg-Li-Zn alloy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Science and Engineering A	6. 最初と最後の頁 138274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.msea.2019.138274	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A.Takahashi, H.Miura, M.Kobayashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Tensile fracture behavior in wrought magnesium alloy fabricated by multi-directional forging technique	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJJET)	6. 最初と最後の頁 117-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.21172/ijiet.133.18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小林正和, 余田悠輔, 青葉知弥, 三浦博己	4. 巻 84
2. 論文標題 温間多軸鍛造 AZ80-Fマグネシウム合金の組織と機械的性質	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本金属学会誌	6. 最初と最後の頁 190-199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21172/ijiet.133.18	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計49件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 荻堂盛彬, 政木清孝, 三浦博己, 小林正和
2. 発表標題 DRFマグネシウム合金の疲労特性に関する基礎的研究
3. 学会等名 日本機械学会M&M2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦博己
2. 発表標題 “ヘテロナノ” 超高強度合金材の開発とその特性, 国内発表・長野テクノ財団諏訪
3. 学会等名 長野テクノ財団諏訪講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上 誠, 水原 啓斗, 会田 哲夫, 松澤 和夫, 青柳 成俊, 三浦 博己
2. 発表標題 真空蒸留・押出加工法による超高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 資源・素材学会 資源・素材2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻堂盛彬, 政木清孝, 三浦博己, 小林正和
2. 発表標題 DRF加工されたマグネシウム合金の疲労特性評価
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 毛利拓哉, 井上誠, 青柳成俊, 三浦博己, 会田哲夫
2. 発表標題 Mg-Al-Ca-Sr-Mn系合金の真空蒸留・押出加工法による高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 資源・素材学会 関西支部 第15回「若手研究者・学生のための研究発表会」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田光志, 櫻原恵蔵, 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 微細AZ31Fマグネシウム合金の静的再結晶における微視組織および機械的性質の変化
3. 学会等名 軽金属学会第135回秋期大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 大介、青葉 知弥、小林 正和、三浦 博己
2. 発表標題 降温多軸鍛造AZ系Mg合金の衝撃破壊挙動に関する研究
3. 学会等名 軽金属学会東海支部 特別講演会およびポスター講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 余田 悠輔、青葉 知弥、小林 正和、三浦 博己
2. 発表標題 温間多軸鍛造AZ80Mg合金の組織と機械的性質
3. 学会等名 軽金属学会東海支部 特別講演会およびポスター講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Miura, M. Kobayashi
2. 発表標題 Multi-directional Forging of AZ80Mg Alloy Under Decreasing Temperature Conditions for Ultrafine-structure Evolution and High-strength Tube Forming
3. 学会等名 International Conference on Plasticity, Damage, and Fracture 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H.Miura
2. 発表標題 Mechanical Properties of Mg Alloys with Hetero-Nano or Homogeneous Ultrafine-Microstructures Developed by Multi-Directional Forging
3. 学会等名 Invited lecture at Politecnico di Milano, Milano Italy (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Miura, K. Minami, T. Aoba, and M. Kobayashi
2. 発表標題 Fabrication of Ultrafine-grained and High-strength Mg Alloy Tube by MDF and Warm Extrusion
3. 学会等名 BIT's 5th Annual World Congress of Smart Materials-2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻堂盛彬, 政木清孝, 三浦博己, 小林正和
2. 発表標題 DRFマグネシウム合金の疲労特性に関する基礎的研究
3. 学会等名 日本機械学会M&M2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦博己
2. 発表標題 “ヘテロナノ” 超高強度合金材の開発とその特性, 国内発表・長野テクノ財団諏訪
3. 学会等名 長野テクノ財団諏訪講演会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上 誠, 水原 啓斗, 会田 哲夫, 松澤 和夫, 青柳 成俊, 三浦 博己
2. 発表標題 真空蒸留・押出加工法による超高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 資源・素材学会 資源・素材2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 毛利拓哉, 井上誠, 青柳成俊, 三浦博己, 会田哲夫
2. 発表標題 Mg-Al-Ca-Sr-Mn系合金の真空蒸留・押出加工法による高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 資源・素材学会 関西支部 第15回「若手研究者・学生のための研究発表会」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田光志, 櫻原恵蔵, 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 微細Al31Fマグネシウム合金の静的再結晶における微視組織および機械的性質の変化
3. 学会等名 軽金属学会第135回秋期大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Miura, M. Kobayashi
2. 発表標題 Multi-directional Forging of AZ80Mg Alloy Under Decreasing Temperature Conditions for Ultrafine-structure Evolution and High-strength Tube Forming
3. 学会等名 International Conference on Plasticity, Damage, and Fracture 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Miura, K. Minami, T. Aoba, and M. Kobayashi
2. 発表標題 Fabrication of Ultrafine-grained and High-strength Mg Alloy Tube by MDF and Warm Extrusion
3. 学会等名 BIT's 5th Annual World Congress of Smart Materials-2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Miura and M. Kobayashi
2. 発表標題 Mechanical Properties of Mg Alloys with Hetero-Nano or Homogeneous Ultrafine-Microstructures Developed by Multi-Directional Forging
3. 学会等名 International Symposium on Innovative Engineering 2018(ISIE 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Aoba, M. Kobayashi
2 . 発表標題 Microstructural Evolution and Change in Mechanical Properties of Multi-Directionally Forged Al Alloy
3 . 学会等名 The 16th edition of conference series rotating worldwide provides the leading international forum (ICAA16) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Miura, K. Minami, T. Aoba, M. Kobayashi and J. J. Jonas
2 . 発表標題 Microstructure and mechanical properties of AZ80Mg plates fabricated by combined multi-directional forging and warm extrusion
3 . 学会等名 The 4th International Workshop on Fundamental Research for Science and Technology 2018 (GEMS2018) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 4.M.Ohara, A.Takahashi, N.Yamamoto, M.Fukuda, H.Miura and M.Kobayashi
2 . 発表標題 Tensile Properties and Microstructure Evolution by MDFed AZ31 Magnesium Alloy
3 . 学会等名 The 4th International Workshop on Fundamental Research for Science and Technology 2018 (GEMS2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Miura
2 . 発表標題 Warm extrusion of ultrafine-grained Mg alloys fabricated by MDF
3 . 学会等名 Materials Science and Engineering (MSE 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Miura , K. Minami, T. Aoba, M. Kobayashi
2 . 発表標題 Multi-directional forging and warm extrusion of AZ80 Mg alloy
3 . 学会等名 The 5th International Conference on New Forming Technology (ICNFT 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M. Inoue, T. Mouri,, N. Aoyagi, T. Aida and H. Miura
2 . 発表標題 Recycling of high purity magnesium sheet from Mg-Al-Ca system alloy by vacuum distillation and extrusion
3 . 学会等名 7th International GIGAKU Conference in Nagaoka (IGCN 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Miura, K. Minami, T. Aoba, and M. Kobayashi
2 . 発表標題 Fabrication of Ultrafine-grained and High-strength Mg Alloy Tube by MDF and Warm Extrusion
3 . 学会等名 BIT's 5th Annual World Congress of Smart Materials-2019 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Miura
2 . 発表標題 Mechanical Properties of Mg Alloys with Hetero-Nano or Homogeneous Ultrafine-Microstructures Developed by Multi-Directional Forging
3 . 学会等名 Lectures, Politecnico di Milano
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 小林正和, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 放射光X線CTによるAl-Mg合金の冷間圧延に おける内部局所塑性ひずみ分布評価
3. 学会等名 日本鉄鋼協会2018年第175回春季講演大会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤秀太郎, 渡辺千尋, 門前亮一, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 多軸鍛造加工を施したAl-Mg-Sc系合金の変形挙動のひずみ速度・温度依存性
3. 学会等名 軽金属学会第134回春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 多軸鍛造Al-Mg合金の組織と機械的性質
3. 学会等名 軽金属学会第134回春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷口皓平, 古田将吾, 小林正和, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 Al-5%Mg-2%Si 鑄造合金のミクロ組織と力学特性
3. 学会等名 日本鑄造工学会第171回全国講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田光志, 櫻原恵蔵, 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 微細Al31Fマグネシウム合金の静的再結晶における微視組織および機械的性質の変化
3. 学会等名 軽金属学会第135回秋期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林正和, 谷口皓平, 古田将吾, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 SrおよびP添加により共晶Si粒子を変化させたAl-7%Si鋳造合金の力学特性調査
3. 学会等名 軽金属学会第135回秋期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 毛利拓哉, 井上誠, 青柳成俊, 三浦博己, 会田哲夫
2. 発表標題 Mg-Al-Ca-Sr-Mn系合金の真空蒸留・押出加工法による高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 資源・素材学会 関西支部 第15回「若手研究者・学生のための研究発表会」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻堂盛彬, 政木清孝, 三浦博己, 小林正和
2. 発表標題 DRF加工されたマグネシウム合金の疲労特性評価
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2018材料力学カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Kobayashi, M. Nakayama, T. Aoba and H. Miura
2. 発表標題 Internal Local strain distribution during cold rolling in Al-Mg alloys
3. 学会等名 The International Workshop on Fundamental Research for Science and Technology 2017 (GEMS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 M.Kobayashi, M.Nakayama, T.Aoba and H.Miura
2. 発表標題 Investigation of inhomogeneous deformation and microstructure during cold rolling in Al-Mg alloys by using 3D marker tracking method
3. 学会等名 Proceedings of the 18th International Conference on Textures of Materials (ICOTOM-18) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Miura and M. Kobayashi
2. 発表標題 Mechanical Properties of Mg Alloys with Hetero-Nano or Homogeneous Ultrafine-Microstructures Developed by Multi-Directional Forging
3. 学会等名 International Symposium on Innovative Engineering 2018(ISIE 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 Al-10%Si鑄造合金の熱処理におけるSi粒子形態変化と力学特性
3. 学会等名 軽金属学会第132回春期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中山将徳, 小林正和, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 Al-Mg合金の冷間圧延における局所ひずみ分布に対するMg量の影響
3. 学会等名 軽金属学会第132回春期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林正和, 上野宗太郎, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 冷間多軸鍛造を施したAl-Zn-Mg 系合金の強度と環境疲労特性
3. 学会等名 日本金属学会2017年第161回秋期講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺千尋, 門前亮一, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 超微細粒Al-Mg-Sc 合金の変形挙動のひずみ速度・温度依存性
3. 学会等名 日本金属学会2017年第161回秋期講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林正和, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 Mg量の異なるAl-Mg合金の冷間圧延における内部局所塑性ひずみ分布
3. 学会等名 軽金属学会主催第2回「アルミニウムの再結晶集合組織形成モデル化研究部会」公開講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 多軸鍛造を施したAl-Mg-Zn合金の機械的性質
3. 学会等名 軽金属学会第133回秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 齊藤哲郎, 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 降温多軸鍛造AZ61Mg合金の衝撃破壊挙動に関する研究
3. 学会等名 軽金属学会東海支部 特別講演会およびポスター講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南住一郎, 青葉知弥, 小林正和, 三浦博己
2. 発表標題 降温多軸鍛造で作製した超微細粒AZ80Mg合金の押出成形に関する研究
3. 学会等名 軽金属学会東海支部 特別講演会およびポスター講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐伯蘭, 井上誠, 三浦博己
2. 発表標題 AM60マグネシウム合金の真空蒸留・塑性加工法による高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 日本金属学会・日本鉄鋼協会北陸信越支部平成29年度総会・連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 毛利拓哉, 井上誠, 青柳成俊, 三浦博己, 会田哲夫
2. 発表標題 Mg-Al-Ca系合金の真空蒸留・押出加工法による高純度マグネシウム板材の作製
3. 学会等名 日本金属学会・日本鉄鋼協会北陸信越支部平成29年度総会・連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林正和, 青葉知弥, 三浦博己
2. 発表標題 放射光X線CTによるAl-Mg合金の冷間圧延における内部局所塑性ひずみ分布評価
3. 学会等名 日本鉄鋼協会2018年第175回春季講演大会シンポジウム 茨城県中性子利用促進研究会平成29年度集合組織分科会「材料強度特性のマイクロ組織メカニクス X線・中性子の新しい視点」
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 高強度棒状マグネシウム合金の製造方法	発明者 三浦博己, 川本忠博, 富樫博己	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-023155	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

高強度マテリアル開発・評価研究室 研究テーマ http://www.str.me.tut.ac.jp/about.html 高強度マテリアル開発・評価研究室 研究テーマ http://www.str.me.tut.ac.jp/about.html
--

