

補助事業番号 2023M-399

補助事業名 2023年度 革新的Mg蓄電池用負極材料における微細セル構造の創製と
プラズマによる表面活性化研究 補助事業

補助事業者名 富山大学 学術研究部 都市デザイン学系 附田之欣

1 研究の概要

Mg蓄電池用負極に着目し、課題であるMg高活性化を達成するための材料設計、薄帯製造、CAE、プラズマ処理、電気化学評価、微細構造解析技術を駆使して、各分野におけるエキスパートが集結して産官学連携による共同研究体制で推進する。

2 研究の目的と背景

カーボンニュートラルを推進するため、次世代蓄電池の社会実装が喫緊の課題である。特に従来のLiイオン電池の材料枯渇と安全性を解決するため、Mg蓄電池が注目されている。本研究は、微細構造と表面性状の制御による飛躍的な電気化学活性の向上を目的とする。

3 研究内容

(1) Mg蓄電池用負極薄帯におけるAl, CaおよびCu添加した二元系Mg合金の電気化学特性評価

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ
主題：マグネシウム蓄電池用負極薄帯におけるAl, CaおよびCu添加した二元系Mg合金の電気化学特性の評価


Mg-Al-Ca系合金への添加元素の検討
Mg-9%Al-3%Ca (AX93) に1%Cuを添加した
Mg-9%Al-3%Ca-1%Cu (AXC931) において
AX93より良好な電気化学特性を示した

富山大学 福井ら第144回軽金属学会

Mg-Al系合金 微粉化の抑制 →構造安定化	Mg-Ca系合金 難燃化 →大気雰囲気薄帯作製	Mg-Cu系合金 Mg ₂ Cuの効果により 電気化学活性向上 ³⁾
------------------------------	-------------------------------	--

単ロール式急冷凝固法による負極薄帯作製
工程数が少なく、**一段プロセス**で薄帯作製可能
薄帯厚さ、表面粗さに課題

本研究ではAXC931を目標組成とした各マグネシウム合金の電気化学活性に及ぼす添加元素の影響を比較検討



(2) Mg蓄電池用Mg-Al-Ca-Cu合金薄帯の幅広化と添加元素による電気化学特性への影響

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ

先行研究

薄帯の幅広化

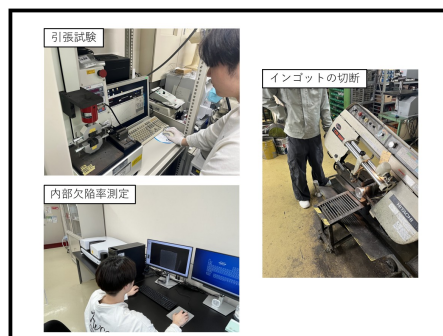
- 薄帯の実用化に向けてロール幅・スリット幅の増大
- Mg-9%Al-3%Ca (AX93)にて幅広化薄帯の作製条件検討
富山大学 前原ら 第146回軽金属学会

Cu添加

- Mg-Cu二元系基材にてMg₂Cu粒子の効果により電気化学活性が向上
SAITEC 栗原ら 第59回電池討論会1G08, WO-A1-2020/013328
- 幅広化前の単ロール式急冷凝固法によるMg-9%Al-1%Cu (AC91),
Mg-9%Al-3%Ca-1%Cu (AXC931) 薄帯にて電気化学活性が向上
第144回軽金属学会 発表

本研究の目的

単ロール式液体急冷凝固法によるAXC931幅広化薄帯およびCa量を変化させたAXC911, AXC921幅広化薄帯の作製・比較評価



(7) Mg蓄電池用負極材の湿式表面処理による電気化学特性への影響

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ
Mg蓄電池用負極材の湿式表面処理による電気化学特性への影響

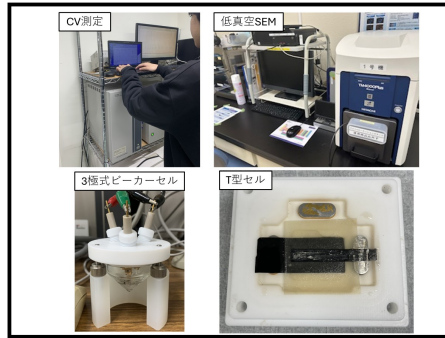
背景
単ロール式急冷凝固法
大気中で薄帯を作製したい(Ar不要)
目的厚さの薄帯を一工程で成形
コスト削減

課題
製法によらず薄帯表面に不働態被膜が形成
導電性が不安定な表面被膜の形成(SEI膜)
酸化膜の除去

Fe水溶液選定
先行研究(NIMS 万代ら)→Zn被膜によるMg不働態化の抑制
イオン化傾向 Mg>Al>Zn>Fe>Ni>Sn>Pb>(H₂)
安価で水への溶解度が高い⇒FeCl₂, FeCl₃ aq.

被膜形成過程
① Mg薄帯を溶液に浸漬
② H₂発生
③ 被膜に微細な穴
④ Mgイオンの通り確保

目的
化学的処理を用いた被膜形成による不働態化の抑制と電気化学特性の向上



(8) Mg合金薄帯の電気化学特性に及ぼす温間圧延加工の影響

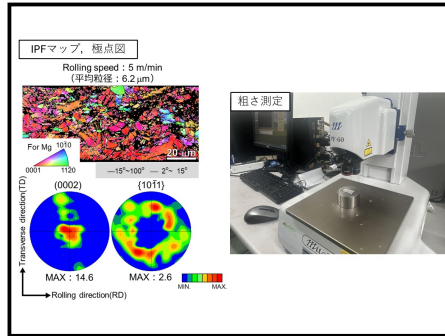
(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ
単ロール式急冷凝固法により作製したMg-9%Al-3%Ca薄帯の電気化学特性に及ぼす温間圧延加工の影響

単ロール式急冷凝固法によるAX93合金薄帯作製の課題
薄帯の厚さ、自由凝固表面の粗さ
(急冷凝固薄帯の高速塑性加工)

AX93合金薄帯を金属板で挟み、温間圧延
上下ロール、金属板で挟んだ薄帯の温度調整
厚さを改善
コンパクト化、軽量化
粗さを改善
電流集中を抑制

急冷凝固薄帯の高速塑性加工を用いて、AX93合金薄帯の厚さ、自由凝固表面の粗さの改善を目指す



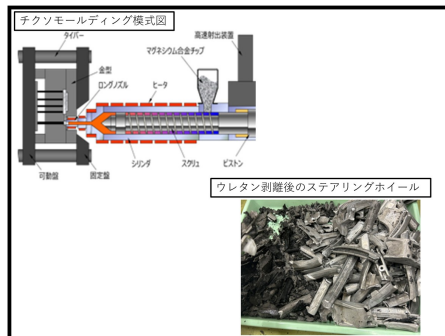
(9) ステアリングホイールの有機溶媒によるウレタン剥離

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ
車両重量軽量化
操作性の改善
衝撃吸収による安全性
→ 車両のステアリングホイールにAM系Mg合金を使用

ステアリングホイール
鋼製の細線や端子の組み込み
ウレタンの成形
皮革の縫製
→ ステアリングホイール 外観イメージ

ウレタン除去の問題点
ウレタン
大気炉による焼成
→ 有毒ガスの発生
物理的除去
→ 重量ロス
→ 残留ウレタンによる耐食性の劣化。
産業廃棄物として廃棄
溶剤による溶解
→ 三次元の架橋構造を有するウレタンは難溶



(10) リチウム蓄電池用Al合金負極薄帯におけるMn添加の影響

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ
リチウム蓄電池用Al合金負極薄帯におけるMn添加の影響

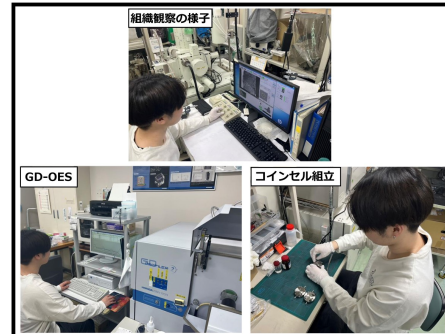
課題
より安価かつ高性能なリチウム蓄電池の作製
仮説: 合金負極を使用することで低コストかつ高容量なリチウム蓄電池

現在のリチウムイオン蓄電池負極
材料: 粉体活物質(C)+バインダー+導電助剤
問題点: 工程の多さや材料コスト
負極活物質である炭素の体積容量の限界

解決策
活物質: 合金負極薄帯
材料コスト: 2,000円/kg(C)→300円/kg(Al)
理論容量: 372mAh/g(C)→993mAh/g(Al)

材料: リサイクルアルミニウム材料(90%Al)
環境負荷低減

Al-0.4%Mnにて良好な電気化学的活性を確認
→ 良好な特性を得た要因調査(添加量、析出形態)



(11)リチウム蓄電池用Al-Si系負極薄帯の熱処理による影響

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research>)

研究テーマ リチウム蓄電池用Al-Si系負極薄帯の熱処理による影響	
リチウム蓄電池用負極の代替	
現在 グラファイト (C) 372 mAh/g	→ シリコン (Si) アルミニウム (Al)
	・理論比容量 (4,200 mAh/g) ・比較的低い作動電位 ・Si元素は、地殻中に多く存在 ・理論比容量 (993 mAh/g) ・ハンドリングコストに優れる
合金負極の課題: Li ⁺ の吸収・放出時の体積変化が大きい	
Al-Si系の熱処理	
溶体化処理 → 共晶Si相の粒状化 → 延性の向上	
製造方法	
単ロール式急冷凝固法 → 大幅な製造工程の削減	
本研究	
単ロール式急冷凝固法によるAl-Si系合金の負極用薄帯の作製と二次加工(熱処理)の影響	



4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

これまでのMg蓄電池の研究に関しては、構成部材である負極、電解質、正極のうちでも負極が最も遅れており、特に材料・製法いずれの点でもコストに関しては考慮されてこなかった。今回の電気化学活性に優れ、低コスト化が可能な組み合わせが見出されたことにより、社会実装に向けて、大きな一歩が踏む出されたといえる。今後は、工業化に向けた取り組みが必要である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

40年間の民間企業時代に2か国、4社、11研究開発部門で約30年にわたりMgの材料・製法・製品全般に携わり、大学でも指導してきた。今回研究は、教歴・研究歴の集大成と位置づけられる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

●知財

①特願2024-172005:「金属と樹脂組成物との複合材からの金属の回収方法」

②特願2025-057454:「マグネシウム電池用負極材料」

●発表論文・解説記事

発表論文

①桐本雄市, 福家幸佑, 附田之欣, 会田哲夫, 根本泰則, 池田実, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美: 軽金属, Vol.73, No.11, pp.1-8.

②伊東瑞葵, 近藤夏萌, 桐本雄市, 附田之欣, 会田哲夫, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美: 軽金属, Vol.73, No.12, pp.646-650.

③南英希, 山口達也, 附田之欣, 会田哲夫, 田畑裕信: 軽金属, Vol.73, No.12, pp.639-645.

④桐本雄市, 近藤夏萌, 伊東瑞葵, 附田之欣, 会田哲夫, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美: 軽金属, Vol.74, No.1, pp.9-13.

⑤福井俊作, 附田之欣, 会田哲夫, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美: 軽金属, Vol.74, No.1, pp.14-17.

⑥桐本雄市・附田之欣・会田哲夫・田畑裕信・栗原英紀・鈴木真由美・羽賀俊雄: 軽金属, Vol.74,

No.10, pp.455-462.

⑦桐本雄市・附田之欣・会田哲夫・根本泰則・田畑裕信・羽賀俊雄・栗原英紀・鈴木真由美:軽金属, Vol.74, No.10, pp.491-498.

⑧T.Yamaguchi, H.Minami, S.Moriwaki, T.Tsukeda, T.Aida, H.Tabata, H.Kurihara, M.Suzuki: Journal of JSEM, Vol.24 (2024), No.12, pp.185-190.

⑨福田祥隆、木倉健成、附田之欣、会田哲夫、田畑裕信、栗原英紀、鈴木真由美:軽金属, Vol.75, No.1, pp.9-13.

⑩桐本雄市・附田之欣・会田哲夫・田畑裕信・羽賀俊雄・栗原英紀・鈴木真由美:軽金属, Vol.75, No.2, pp.114-119.

解説記事

⑪附田之欣, 桐本雄市, 会田哲夫, 池田実, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美, 根本泰則:アルトピア, Vol.53 (2023), No.2, pp.12-20.

⑫附田之欣:軽金属, 第74巻, 第5号, pp.227-232.

⑬附田之欣:車載テクノロジー, Vol.12 (2024), No.2, pp.1-8.

⑭附田之欣:アルトピア, Vol.55 (2025), No.2, pp.5-14.

●学会発表

一般社団法人 軽金属学会 第144回春期大会:6件

・K. Fuke, T. Tsukeda, T. Aida, M. Ikeda, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Effect of manufacturing conditions on the shape of Mg-9%Al-3%Ca alloy ribbons produced by single roll atmospheric rapid solidification method」, Proc. 144 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 199-200.

・M. Suzuki, K. Aoki, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata and H. Kurihara:「Microstructures of rapidly solidified Mg-Al-Ca anode ribbon materials for magnesium rechargeable batteries after charge and discharge」, Proc. 144 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 201-202.

・Y. Fukuta, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Effect of Si and Fe addition on electrochemical activity of ribbons of Mg-Al-Ca anode materials for magnesium rechargeable batteries manufactured rapid solidification method」, Proc. 144 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 203-204.

・S. Fukui, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Effect of Cu addition on pulverization activity of ribbons of Mg-Al-Ca anode materials for magnesium rechargeable batteries manufactured by rapid solidification method」, Proc. 144 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 205-206.

・T. Tsukeda, M. Ito, T. Aida, G. Kagami, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Improvement on

electrochemical activity of anode materials for magnesium rechargeable batteries by hydrogen plasma reduction treatment], Proc. 144 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 207–208.

•Y. Kirimoto, T. Tsukeda, T. Aida, Y. Nemoto, M. Ikeda, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki: 「Investigation of manufacturing conditions for larger rapidly solidified ribbon for anode materials for magnesium rechargeable batteries using thermal hydraulics CAE and investigation of the behaviour inside the nozzle], Proc. 144 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 209–210.

80th Annual IMA World Magnesium Conference: 1件

•T. Tsukeda, Y. Kirimoto, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki :「Development of Low-cost,High-activity Anode Material for Magnesium Rechargeable Batteries], International Magnesium Association 80th, (2023).

公共社団法人 日本金属学会 2023年秋季(第173回)講演大会: 2件

•Y. Kirimoto, T. Tsukeda, T. Aida, M. Ikeda, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Investigation of manufacturing conditions and flow behavior of rapidly solidified ribbon for magnesium rechargeable batteries at larger sizes using thermal hydraulics CAE.], Collected Abstracts of the 2023 Autumn Meeting of the Japan Inst. Metals and Materials, (2023) , 145.

•T. Tsukeda, M. Ito, T. Aida, G. Kagami, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Effect of Crystal Structure on Electrochemical Activity of Mg–Al–Zn Based Magnesium Alloy Ribbon by Single Roll Rapid Solidification Method.], Collected Abstracts of the 2023 Autumn Meeting of the Japan Inst. Metals and Materials, (2023) , 146.

一般社団法人 軽金属学会 第145回秋期大会: 10件

•Y. Kirimoto, T. Tsukeda, T. Aida, M. Ikeda, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「CAE based injection nozzle design for ribbon of Mg–Al–Ca anode materials for magnesium rechargeable batteries], Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 83–84.

•K. Fuke, Y. Kirimoto, T. Tsukeda, T. Aida, M. Ikeda, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Effect of Al content on the micronization suppression of Mg–Al–Ca ribbons of anode materials for magnesium rechargeable batteries], Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 85–86.

•Y. Fukuta, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Utilization of recycled aluminum material for ribbon of Mg–Al–Ca anode materials for magnesium rechargeable batteries], Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 87–88.

•I. Hara, T. Yamaguchi, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Electrical conductivity and mechanical properties of current-collecting foil made from recycled aluminum material for magnesium rechargeable batteries], Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 89–90.

- T.Hibino, S.Fukui, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Development of aqueous binder for Mg–Al–Ca anode material ribbon and current collector foil for magnesium rechargeable batteries」, Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 91–92.
- T. Tsukeda, M. Ito, T. Aida, T.Yoshinaga, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Improvement on electrochemical activity of ribbons of Mg–9mass%Al–3mass%Ca anode material for magnesium rechargeable batteries by surface microporous processing」, Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 93–94.
- M. Ito, T. Tsukeda, T. Aida, G. Kagami, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Effect of Nitrogen plasma irradiation on the electrochemical properties of ribbons of Mg–9mass%Al–3mass%Ca anode material for magnesium rechargeable batteries 」, Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 95–96.
- H.Muranishi, M. Ito, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Formation of iron–based compound film on Mg–9mass%Al–3mass%Ca anode material for magnesium rechargeable batteries and evaluation of electrochemical properties 」, Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 97–98.
- S.Fukui, T.Hibino, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, S.Nishimura and S.Tsuzisaka:「Study of synthesis of sulfur–carbon composite cathode materials for magnesium rechargeable batteries and their properties 」, Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 99–100.
- T.Yamaguchi, T. Tsukeda, T. Aida, M.Ikeda, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki:「Manufacturing and characterization of ribbons of ADC12 aluminum Alloy for metal rechargeable batteries」, Proc. 145 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2023), 101–102.

FLOW-3D Japan users conference 2023: 1件

- 桐本雄市、附田之欣、会田哲夫:「FLOW-3Dを用いた「次世代マグネシウム蓄電池溶負極材料向け急冷凝固薄帯のプロセス開発へのその評価」

第64回電池討論会: 1件

- 附田之欣, 会田哲夫, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美, 羽賀俊雄, 加々見丈二:「マグネシウム蓄電池用負極材料の電気化学活性に及ぼす表面加工方法の影響」

電気化学会北陸支部秋期大会: 1件

- 附田之欣, 会田哲夫, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美 :「Mg蓄電池用負極材料の作製と電気化学特性」

一般社団法人 軽金属学会 第146回春期大会: 10件

- Y. Kirimoto, T. Tsukeda, Y. Nemoto, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga and T. Aida: 「Design and verification of single roll rapidly solidification injection nozzle for anode material of magnesium rechargeable battery by CAE」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 163–164.
- T. Tsukeda, K. Fuke, Y. Fukuta, H. Tabata, H. Kurihara and M. Suzuki, T. Haga and T. Aida: 「Effect of Al and Ca Content on the inhibition of pulverization of ribbons of Mg–Al–Ca anode material for magnesium rechargeable batteries」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 165–166.
- Y. Fukuta, T. Tsukeda, Y. Hashimoto, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga and T. Aida: 「Preparation and electrochemical properties of Mg–9mass%Al–3mass%Ca alloys for the anode material of magnesium rechargeable batteries using AM–based recycled materials」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 167–168.
- M. Suzuki, I. Ogawa, Y. Fukuta, K. Fuke, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara and T. Aida: 「Effect of impurities on microstructure of Mg–9%Al–3%Ca anode materials for magnesium rechargeable batteries after charge–discharge cycles」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 169–170.
- I. Hara, Y. Kirimoto, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga and T. Aida: 「Electrical properties of Mg–9mass%Al–3mass%Ca alloy / aluminum alloy clad foil manufactured by single roll rapid solidification method」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 171–172.
- M. Ito, T. Tsukeda, G. Kagami, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga and T. Aida: 「Effect of plasma power on electrochemical properties of ribbons of Mg–9mass%Al–3mass%Ca anode material for Mg rechargeable batteries」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 173–174.
- H. Muranishi, M. Ito, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga and T. Aida: 「Formation of fluorine–based compound film on Mg–9mass%Al–3mass%Ca anode material for magnesium rechargeable batteries and its effect on electrochemical properties」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 175–176.
- S. Fukui, T. Hibino, T. Tsukeda, S. Nishimura, S. Tsuzisaka, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki and T. Aida: 「Preparation and electrochemical evaluation of sulfur–carbon composite cathode materials for magnesium rechargeable battery」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 176–177.
- T. Hibino, S. Fukui, T. Tsukeda, S. Nishimura, S. Tsuzisaka, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki and T. Aida: 「Cladding of magnesium alloys with sodium alginate aqueous binder and evaluation of their electrode properties」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 177–178.
- T. Yamaguchi, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga, K. Matsuda and T. Aida: 「Manufacturing and electrochemical properties of Al–Si alloys for the anode material of lithium rechargeable batteries」, Proc. 146 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 179–180.

81st Annual IMA World Magnesium Conference: 1件

- T. Tsukeda, Y. Kirimoto, K. Fuke, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga, and Y.

Hashimoto :「Development of sustainable anode for magnesium rechargeable battery using recycled materials」

12th Asian Conference on Electrochemical Power Sources (ACEPS-12) :1件

・Y. Kirimoto, T. Tsukeda, T. Aida, Y. Nemoto, H. Tabata, T. Haga, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga :
「Design and verification of single roll rapid solidification injection nozzle for anode material of magnesium rechargeable battery」

FLOW-3D Japan users conference 2024:1件

・桐本雄市、附田之欣、会田哲夫:「FLOW-3Dによる単ロール式急凝固法を応用したMg/Alクラッド薄帯への適用とその評価」

一般社団法人 軽金属学会 第147回秋期大会:14件

・M. Suzuki, R. Mori, Y. Fukuta, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara, T. Aida :「Microstructures and electrochemical activity of Mg-9%Al-3%Ca base alloy anode ribbon materials for magnesium rechargeable batteries including Cu and Si 」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 81-82.

・T. Mizuno, Y. Fukuta, T. Tsukeda, Y. Hashimoto, H. Kurihara, T. Aida :「Organic solvent superior in urethane peeling in AM-based magnesium alloys 」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 83-84.

・Y. Fukuta, T. Mizuno, T. Tsukeda, Y. Hashimoto, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Aida :
「Fabrication of Mg-9%Al-3%Ca alloy ribbons for the anode material of magnesium rechargeable batteries using AM-based recycled materials and evaluation of cycle characteristics 」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 85-86.

・T. Tsukeda, Y. Fukuta, T. Mizuno, T. Aida, Y. Hashimoto, H. Kurihara, T. Yamaguchi :「Horizontal recycling study of AM-based magnesium alloy steering wheel cores stripped of urethane by organic solvents using thixomolding 」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 87-88.

・T. Matsumoto, S. Fukui, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga, M. Yamasaki :「Evaluation of the electrochemical properties of each binary alloy by adding Al, Ca and Cu to ribbon of anode material for magnesium rechargeable batteries 」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 89-90.

・S. Fukui, Y. Kirimoto, T. Tsukeda, H. Tabata, T. Haga, H. Kurihara, M. Suzuki, M. Yamasaki, T. Aida :「Widening of Mg-Al-Ca-Cu alloy ribbon for magnesium rechargeable batteries by rapid solidification method and evaluation of electrochemical properties by adding Ca 」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 91-92.

・Y. Kirimoto, I. Hara, T. Tsukeda, T. Aida, Y. Nemoto, H. Tabata, T. Haga, H. Kurihara, M. Suzuki :

「Preparation of Magnesium/Aluminum Clad ribbon Using Single Roll Rapid Solidification Method and Application to Thermal-Fluid CAE Analysis」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 93-94.

・I. Hara, Y. Kirimoto, T. Matsumoto, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga, T. Aida :「Investigation of manufacturing conditions and evaluation of electrochemical properties of magnesium alloy/aluminum alloy clad ribbon prepared by single roll rapid solidification method」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 95-96.

・M. Ito, T. Tsukeda, T. Aida, J. Kagami, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga :「Investigation of nitride film formation by nitrogen plasma treatment of anode ribbons for magnesium rechargeable batteries」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 97-98.

・H. Muranishi, M. Ito, T. Tsukeda, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga, T. Aida :「Effects on film formation and electrochemical properties of Mg-9%Al-3%Ca anode ribbons for magnesium rechargeable batteries immersed in iron chloride solution」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 99-100.

・R. Uonomi, M. Ito, T. Tsukeda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, M. Suzuki, T. Haga, T. Nakata :「Changes in electrochemical properties of single-roll rapidly solidified Mg-9%Al-3%Ca ribbon by plastic working」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 101-102.

・T. Nishikawa, T. Hibino, T. Yamaguchi, T. Tsukeda, K. Matsuda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, T. Haga :「Effect of manufacturing conditions on electrochemical properties of aluminum anode ribbons for lithium rechargeable batteries using single roll rapid solidification method」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 103-104.

・T. Hibino, T. Yamaguchi, T. Tsukeda, T. Tsuchiya, K. Matsuda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, T. Haga :「Effect of iron and manganese on electrochemical properties of aluminum anode ribbons for lithium rechargeable batteries」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 105-106.

・T. Yamaguchi, T. Tsukeda, T. Tsuchiya, K. Matsuda, T. Aida, H. Tabata, H. Kurihara, T. Nakata, T. Haga :「Effect of secondary processing on the electrochemical properties of Al-Si anode ribbons for lithium rechargeable batteries」, Proc. 147 Conf. Japan Inst. Light Metals, (2024), 107-108.

電気化学会北陸支部大会:1件

・附田之欣, 魚躬凜, 伊東瑞葵, 会田哲夫, 中田大貴, 鎌土重晴, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美, 市坪哲 :「単ロール式急冷凝固Mg-9%Al-3%Ca薄帯をプリフォームとした 高速温間圧延によるMg蓄電池用負極特性の変化」

第65回電池討論会:1件

・附田之欣, 桐本雄市, 原一希, 会田哲夫, 羽賀俊雄, 田畑裕信, 栗原英紀, 鈴木真由美, 中田大貴, 鎌土重晴, 市坪哲 :「単ロール式急冷凝固クラッド技術を用いたサステナブルMg蓄電池用

負極材料の検討」

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

2023年度卒業論文・修士学位論文

(URL: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/research-achievements>)

令和5年度 卒業論文

主論文

リサイクルアルミニウム材料を用いた
マグネシウム蓄電池用集電箔の
電気伝導率と機械的性質

富山大学 都市デザイン学部 材料デザイン工学科

令和2年度入学

氏名 原 一希

指導教員 教授 會田 哲夫
助教 附田 之欣

目次

第1章 序言	1
1.1 研究背景	1
1.2 過去の研究と本研究の目的	2
第2章 実験方法	3
2.1 材料の作製	3
2.2 評価方法	5
第3章 実験結果および考察	7
3.1 組成分析結果	7
3.2 各材料の結晶相測定	8
3.3 各材料の導電率測定結果	9
3.4 各材料の組織、電気伝導率、引張強さ	10
3.5 90%Al 層塗別の導電率	12
3.6 90%Al 層塗別の欠陥率、層の測定	13
3.7 90%Al 層塗別の電気伝導率、引張強さ	15
3.8 90%Al 層塗別の導電率測定結果	17
3.9 結晶粒径と導電率、電気伝導率、引張強さの関係	18
第4章 結論	20
参考文献	21
謝辞	22

令和5年度 卒業論文

主論文

マグネシウム蓄電池用
Mg-Al-Ca系負極材料薄帯と
集電箔の水系バインダーの開発

富山大学 都市デザイン学部 材料デザイン工学科

令和2年度入学

氏名 日比野 匠朗

指導教員 教授 會田 哲夫
助教 附田 之欣

目次

第1章 序言	1
1.1 研究背景	1
1.2 本研究の目的	2
第2章 実験方法	4
2.1 材料の作製	4
2.2 評価方法	6
第3章 実験結果および考察	11
3.1 引張試験	11
3.2 FE-SEMによる観察結果	13
3.3 SEM-EDSによる観察結果	15
3.4 電気化学特性評価	17
第4章 結論	19
参考文献	20
謝辞	21

令和5年度 卒業論文

主論文

マグネシウム蓄電池用 Mg-9mass%Al-
3mass%Ca 負極材料薄帯への鉄系およびフッ素
系化合物被膜形成と電気化学特性に及ぼす影響

富山大学 都市デザイン学部 材料デザイン工学科

令和2年度入学

氏名 村西 浩基

指導教員 教授 會田 哲夫
助教 附田 之欣

目次

第1章 序言	1
1.1 研究背景	1
1.2 過去の研究と本研究の目的	2
1.3 マグネシウム蓄電池の動作原理と SEI 層	3
第2章 実験方法	4
2.1 材料の作製	4
2.2 評価方法	7
第3章 実験結果および考察	9
3.1 処理前後の断面組織観察	9
3.2 断面元素マッピング	10
3.3 結晶相測定	13
3.4 電気化学特性評価	14
3.5 CV 前後の組織観察結果	16
第4章 結論	18
参考文献	19
謝辞	21

令和5年度 修士学位論文

主論文
単ロール式液体急冷凝固法によるマグネシウム
 蓄電池用 Mg-Al-Ca 系負極材料薄帯の
 Al, Ca 含有量による微粉化抑制効果

富山大学 理工学研究科 理工学専攻
 マテリアル科学工学プログラム
 令和4年度入学
 氏名 福家 幸佑
 指導教員 教授 會田 哲夫
 助教 附田 之欣
 SA 栗原 英紀

目次

第1章 緒言1
 1.1 研究背景1
 1.2 本研究の目的3
 1.3 進捗の研究5

第2章 実験方法14
 2.1 インゴットの作製14
 2.2 薄帯の作製17
 2.3 評価材料の評価20

第3章 実験結果および考察23
 3.1 Al 含有量による微粉化抑制効果23
 3.1-1 薄帯の外観観察23
 3.1-2 電気化学特性26
 3.1-3 機械的性質31
 3.1-4 X 線回折結果34
 3.1-5 ミクロ組織観察結果38

3.2 Ca 含有量による微粉化抑制効果41
 3.2-1 薄帯の外観観察41
 3.2-2 電気化学的特性44
 3.2-3 機械的性質50
 3.2-4 X 線回折結果53

2024年度卒業論文・修士学位論文・博士論文

令和6年度 卒業論文

主論文
単ロール式急冷凝固法により作製した
 Mg-9%Al-3%Ca 薄帯の
 電気化学特性に及ぼす温間圧延加工の影響

富山大学 都市デザイン学部 材料デザイン工学科
 令和3年度入学
 氏名 魚野 凜
 指導教員 教授 會田 哲夫
 講師 附田 之欣

目次

第1章 緒言1
 1.1 研究の背景1
 1.2 本研究の目的1

第2章 実験方法2
 2.1 材料の作製2
 2.2 実験条件3
 2.3 評価方法4

第3章 実験結果および考察5
 3.1 外観および厚さ5
 3.2 断面粗さ7
 3.3 欠陥率9
 3.4 密度配向度11
 3.5 結晶方位13
 3.6 電気化学特性14

第4章 結論15
 参考文献16
 謝辞17

令和6年度 卒業論文

主論文
マグネシウム合金蓄電池用負極薄帯における
 Al, Ca および Cu 添加した
 二元系 Mg 合金の電気化学特性の評価

富山大学 都市デザイン学部 材料デザイン工学科
 令和3年度入学
 氏名 松本 泰知
 指導教員 教授 會田 哲夫
 講師 附田 之欣

目次

第1章 緒言1
 1.1 研究背景1
 1.2 過去の研究と本研究の目的2

第2章 実験方法3
 2.1 材料の作製3
 2.2 評価方法6

第3章 実験結果および考察7
 3.1 組成分析結果7
 3.2 電気化学特性評価8
 3.3 結晶性分析10
 3.4 結晶性相関定12
 3.5 ビンレット材組織観察13
 3.6 薄帯断面観察14

第4章 結論15
 参考文献16
 謝辞17

令和6年度 卒業論文

主論文
有機溶媒によりウレタン剥離したAM系マグネシウム
 合金製ステアリングホイール芯金のチクソモールドイング
 による水平リサイクル検討

富山大学 都市デザイン学部 材料デザイン工学科
 令和3年度入学
 氏名 水野 樹

指導教員 教授 会田 哲夫
 講師 附田 之欣

目次

第1章 緒言 3

第2章 実験方法 4

2.1 試料の作製方法 4

2.2 評価方法 4

第3章 実験結果および考察 8

3.1 被浸漬複合材料肉眼観察 8

3.2 被浸漬ウレタン表面観察 8

3.3 平均円相直径 9

3.4 剥離試験 9

3.5 組成分析結果 10

3.6 引張試験 11

3.7 塩水噴霧試験 12

第4章 結言 16

参考文献 17

謝辞 18

令和6年度 修士学位論文

主論文

Mg 蓄電池用負極材料薄帯の
 電気化学特性に及ぼすプラズマ処
 理の影響

富山大学大学院 理工学研究科
 理工学専攻
 マテリアル科学工学プログラム

令和5年度入学

氏名 伊東 瑞英

目次

頁

第1章 緒論 1

1.1. 本研究の背景 1

1.2. 本研究の目的および構成 4

1.3. 参考文献 5

第2章 単ロール式急冷凝固法により作製した Mg
 蓄電池用負極材料薄帯の電気化学特性に及ぼすプラ
 ズマ処理条件の影響 10

2.1. 緒言 10

2.2. 実験方法 12

2.3. 実験結果および考察 15

2.4. 結言 19

2.5. 参考文献 20

令和6年度 修士学位論文

主論文
単ロール式急冷凝固法によるマグネシウム
 蓄電池用 Mg-Al-Ca-Cu 合金薄帯の幅広化と
 添加元素による電気化学特性への影響

富山大学 理工学研究科 理工学専攻
 マテリアル科学工学プログラム
 令和5年度入学

氏名 福井 俊作
 指導教員 教授 会田 哲夫
 講師 附田 之欣
 SA 栗原 英紀

目次

第1章 緒言 1

1-1 研究背景 1

1-2 本研究の目的 3

第2章 実験方法 4

2-1 試料作製 4

2-2 評価方法 7

第3章 実験結果および考察 9

3-1 薄帯外観観察 9

3-2 電気化学特性 13

3-3 X線回折結果 16

3-4 ミクロ組織観察結果 20

第4章 結言 23

参考文献 24

謝辞 27

令和6年度 修士学位論文

主論文
単ロール式液体急冷凝固法によるマグネシウム
 蓄電池用 Mg-Al-Ca 系負極材料薄帯の低廉化

富山大学大学院 理工学研究科 理工学専攻
 マテリアル科学工学プログラム

令和5年度入学

氏名 福田 祥隆
 指導教員 教授 會田 哲夫
 講師 附田 之依

目次

第1章 緒言 1

1-1 研究の背景 1

1-2 先行研究 3

1-3 現状の課題 3

1-3-1 蓄電池の国際競争力 3

1-3-2 マグネシウムとアルミニウムのリサイクル 4

1-3-3 ステアリングホイールのリサイクル 4

1-4 本研究の目的 4

第2章 実験方法 5

2-1 試料の作製 5

2-2 組成分析 8

2-3 電気化学的特性 8

2-4 結晶構造 8

第3章 実験結果および考察(ADC12を出発原料とした影響) 8

3-1 組成分析結果 9

3-2 電気化学的特性 9

3-3 結晶性評価 9

3-4 第二相 10

3-5 結論 10

令和6年度 修士学位論文

主論文
リチウム蓄電池用 Al-Si 負極薄帯の
 電気化学的特性に及ぼす Si 添加量と熱処理の影響

富山大学大学院 理工学研究科 理工学専攻
 マテリアル科学工学プログラム

令和5年度入学

氏名 山口 達也
 指導教員 教授 會田 哲夫
 講師 附田 之依

目次

第1章 緒論 1

1. 1. 本研究の背景 1

1. 2. 本研究の目的および構成 6

1. 3. 参考文献 7

第2章 リチウム蓄電池用 Al 合金薄帯の電気化学特性に及ぼす Si 量の影響 9

2. 1. 緒言 9

2. 2. 実験方法 10

2. 3. 実験結果および考察 13

2. 4. 結論 16

2. 5. 参考文献 24

第3章 リチウム蓄電池用 Al-Si 薄帯の電気化学特性に及ぼす熱処理の影響 25

3. 1. 緒言 25

3. 2. 実験方法 25

3. 3. 実験結果および考察 27

3. 4. 結論 32

3. 5. 参考文献 42

第4章 総括 43

謝辞 44

令和6年度 博士学位論文

主論文
次世代マグネシウム蓄電池負極材料向け急冷凝固薄帯のプロセス開発とCAEを用いたモデルへの適用

富山大学 理工学教育部 ナノ新規物産科学専攻

令和3年度入学

氏名 榎本 雄市
 指導教員 教授 會田 哲夫
 講師 附田 之依

第1章 概説(Computer Aided Engineering(CAE)技術について) 1

1. 1 概説(数値シミュレーション)の概略 1

1. 2 保存原理と境界 1

1. 3 数値解析の構成要素と離散化手法について 1

1. 3. 1 差分法 1

1. 3. 2 有限体積法 1

1. 3. 3 有限要素法 1

1. 4 Volume Of Fluid(VOF)法 1

参考文献 1

第2章 単ロール式急冷凝固法と周辺技術 1

2. 1 単ロール式急冷凝固法の概略 1

2. 2 単ロールキャスト設備 1

2. 3 急冷凝固法によるクオリティ管理/品質管理 1

2. 4 本研究に使用した単ロール式急冷凝固装置の概略 1

2. 5 本研究の目的 1

参考文献 1

第3章 概説(CAE を用いたマグネシウム蓄電池用負極材料向け急冷凝固薄帯の製造条件の検討) 1

3. 1 緒言 1

3. 2 実験方法 1

3. 2. 1 試料の作製 1

3. 2. 2 CAE 解析モデルの製造条件 1

3. 3 実験結果および考察 1

3. 3. 1 組成分析結果 1

3. 3. 2 薄帯形状の特徴 1

3. 3. 3 歩留率に及ぼすロール速度の影響 1

3. 3. 4 CAE 解析結果との比較 1

3. 3. 5 課題 1

3. 4 結論 1

参考文献 1

第4章 薄帯の大型化による製造条件と各種特性評価 1

4. 1 緒言 1

4. 2 実験方法 1

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 富山大学 学術研究部 都市デザイン学系(トシデザインガクケイ)

住 所: 〒930-8555

富山市五福3190

担 当 者: 講師(コウシ) 附田之欣(ツケダタダヨシ)

担 当 部 署: 材料デザイン工学科(ザイリョウデザインコウガッカ)

E - m a i l: tsukeda@sus.u-toyama.ac.jp

U R L: <https://sites.google.com/view/toyamamgbat/home>