

関東学院大学戦略的プロジェクト研究 研究成果報告書

2016年 3月 31日

1. 研究代表者

研究代表者名	所属	職
小岩 一郎	理工学部理工学科	教授

2. 研究課題名 非水溶媒を用いた新規めっき技術による機能材料の創成

3. 研究期間 2013年度～ 2015年度

4. プロジェクトメンバー

	No.	氏名	所属	職
研究 代表者	1	小岩 一郎	理工学部理工学科	教授
	2	濱上 寿一	理工学部理工学科	准教授
	3	和久 昭夫	理工学部理工学科	助手
	4	佐々木 康	理工学部理工学科	助手
	5	渡辺 宣朗	理工学部理工学科	助教
	6	田杉 直也	工学部物質生命科学科博士前期課程	大学院生
	7	佐野 克仁	工学部物質生命科学科博士前期課程	大学院生
	8	下地 一平	工学部物質生命科学科博士前期課程	大学院生
	9	山本 悠也	工学部物質生命科学科博士前期課程	大学院生
	10			

5. 費目別収支状況

	合計	研究経費				
		設備備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他
実支出額の使用内訳	1,329,838 円	0 円	1,229,938 円	0 円	0 円	99,900 円
「研究経費の明細」記載の研究費の使用内訳	1,333,000 円	0 円	833,000 円	300,000 円	0 円	200,000 円
備考欄						

6. 研究成果の概要(200字程度) :

本年度はこれまでの知見を基に、塩化アンモニウム、Mo 添加による表面形状及び結晶配向性の変化を調べ以下

の知見を得た。(1) 塩化アンモニウム添加により、浴の融点、粘性を下げる事ができた、(2) Mo 微量添加により平滑な光沢のある電析膜が得られた、(3) 無添加浴からの電析と同様に、表面形状や結晶配向性を制御することが可能であることを明らかにした。

7. 研究開始当初の学術的背景、特色及び独創的な点 :

亜鉛めっきは鉄鋼材の防錆処理として広範に使われているが、亜鉛の資源枯渇が懸念されアルミニウム代替材の検討が始まっている。水溶液を用いる従来の電析法では、析出電位が水素発生電位よりも卑なアルミニウム等の金属は析出できなかった。一方、近年、融点が100℃以下の塩であるイオン液体が開発され、これを反応場として用いた新規材料合成法や電析法の研究が、欧米を中心に盛んに試みられている。イオン液体の電析溶媒としての特徴は、(1) 水素発生電位を超えた広い電位窓を有するために、従来電析法で析出することができなかった上記物質も析出することが可能となる、(2) 極性が高いために有機化合物、無機化合物、金属化合物等広範な物質を溶解可能であり、水溶液不溶性物質を原料とした合成も可能となる、(3) 蒸気圧が極めて低いために溶液反応において有機溶媒の大気中への拡散がない、化学的、熱的安定性に優れるために繰り返し使用可能である、といった環境調和型溶媒である。

8. 研究の目的と内容 :

本プロジェクト研究は、非水溶液溶媒を反応場として用い、水溶液からは析出不可能な析出電位が水素発生電位よりも卑なアルミニウム等の金属薄膜形成のフーズビリティスタディ、を実施することを目的とする。

9. 研究方法 :

電析法において、電析浴は主成分として金属塩、副成分として、電導度塩、pH 緩衝剤、陽極溶解促進剤などからなるが、さらに膜の特性を制御するために、電析浴やその他の処理液に様々な添加剤を加える。添加剤の種類は非常に多く、光沢剤、平滑化剤、界面活性剤、キレート剤、電着応力調整剤、酸化剤、還元剤などがある。本プロジェクトでは、従来の水溶液法のノウハウを活かし非水溶媒法における添加剤効果の研究を行った。論文、学会、国際会議などで研究成果を公表し、学内外との意見交換を活発に行い、企業との産学連携を推進した。企業との情報交換や協業を通じて、学生等の就職活動の機会創出にもつなげていった。

10. 研究成果 :

プロジェクト初年度、ジメチルスルホンと塩化アルミニウムを電析浴とし、アルミニウム電析に成功し、本年度はこれまでの知見を基に、塩化アンモニウム、Mo 添加による表面形状及び結晶配向性の変化を調べた。塩化アンモニウム添加により、浴の粘性を下げる事ができ、製造プロセス上有利であることが明らかになった。Mo 微量添加により平滑な光沢のある電析膜が得られた。さらに、無添加浴からの電析と同様に、表面形状や結晶配向性を制御することが可能であることを明らかにした。平滑性や光沢性は耐腐食性能に影響を与えるので、本成果は実応用にもインパクトのある知見である。

1 1. 研究成果に対する自己点検による評価

おおむね順調に進展した。塩化アンモニウムやモリブデン添加による結晶配向性制御、表面モフォロジー制御法の確立は学術のみならず実応用上基礎となる知見である。さらに、XRD, XPS、EDS、電気化学などの分析装置を用いて電子状態の解析、結晶成長機構にまで踏み込んだ検討を行った。

研究成果は論文投稿 4 件、学会・国際会議発表 17 件により公表した。学会発表を精力的に行い、学内外との意見交換を活発に行った。

1 2. 研究経費と研究成果の関係に対する自己点検による評価

おおむね順調に進展した。研究成果として論文投稿 4 件、学会・国際会議発表 17 件を達成した。これは対研究経費としては極めて効率的である。

1 3. 本プロジェクト研究の成果を踏まえて応募した外部の競争的研究資金及び、それらを獲得するための戦略に対する自己点検による評価

得られた研究成果や知見をもとに、文部科学省:科学研究費補助金基盤研究(S)および(A)に応募した。

15. 研究発表

〔雑誌論文〕計（ 4 ）件 うち査読付論文 計（ 4 ）件

論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください（左記の各項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可）。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

(1) Preparation of Al-Zn Alloy Films by Electrochemical Method from Dimethyl Sulfone Solution
Katsuhito SANO, Nobuaki WATANABE, Naoya TASUGI, Ippei SHIMOJI, Tomiyuki ARAKAWA, Ichiro KOIWA
Material Science and Technology of Japan, 53, 20-25(Jan. 2016).

(2) Al-Fe Composite Films from Dimethyl Sulfone Solution by Electrochemical Technique
Katsuhito SANO, Nobuaki WATANABE, Naoya TASUGI, Tomiyuki ARAKAWA, and Ichiro KOIWA
Material Science and Technology of Japan, 53, 16-19(Jan. 2016).

(3) Control of Crystallographic Orientation and Structural Characteristics for
Electrodeposited Aluminum
Nobuaki WATANABE, Tomiyuki ARAKAWA, Yuki KUGA, and Ichiro KOIWA
Electrochemistry (投稿中)

(4) ジメチルスルホン溶媒からの Al-Fe 電析膜の作製
田杉直也, 渡辺宣朗, 佐野克仁, 下地一平, 荒川富行, 小岩一郎
Electrochemistry (投稿中)

〔図書〕計（ 0 ）件

図書名、著者名、出版社名、総ページ数、発行年（西暦）について記入してください（左記の項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可）。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

[学会発表] 計 (17) 件 うち招待講演 計 (0) 件

学会名、発表者名、発表標題名、開催地、発表年月 (西暦) について記入してください (左記の項目が網羅されていれば、順序を入れ替えても可)。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

- (1) Effect of Additives on Physical Properties in Electrodeposited Aluminum from Dimethyl Sulfone Solution (2)
MATSUBARA, Kyohei; ITO, Yuya; SHIMOJI, Ippei; TASUGI, Naoya; SANO, Katsuhito; HONGO, Sho; FUJITA, Daiki; SUMIYOSHI, Rie; WATANABE, Nobuaki; KOIWA, Ichiro
日本化学会第 96 春季年会(2016)、2PA161、2016.324-27、同志社大学 京田辺キャンパス
- (2) Effect of Additives on Physical Properties in Electrodeposited Aluminum from Dimethyl Sulfone Solution (1)
ITO, Yuya; MATSUBARA, Kyohei; SHIMOJI, Ippei; TASUGI, Naoya; SANO, Katsuhito; HONGO, Sho; FUJITA, Daiki; SUMIYOSHI, Rie; WATANABE, Nobuaki; KOIWA, Ichiro
日本化学会第 96 春季年会(2016)、2PA-160、2016.324-27、同志社大学 京田辺キャンパス
- (3) ジメチルスルホンからの定電位電析 Al における結晶配向性の添加剤効果 (2)
伊藤雄弥、松原喬平、下地一平、田杉直也、佐野克仁、本郷翔、藤田大輝、住吉理愛、渡辺宣朗、小岩一郎
表面技術協会第 133 回講演大会、P-41、2016.3.22-23、早稲田大学
- (4) ジメチルスルホンからの定電位電析 Al における結晶配向性の添加剤効果 (1)
松原喬平、伊藤雄弥、下地一平、田杉直也、佐野克仁、本郷翔、藤田大輝、住吉理愛、渡辺宣朗、小岩一郎
表面技術協会第 133 回講演大会、23B-26、2016.3.22-23、早稲田大学
- (5) Control of Crystal Orientation of Electrodeposited Aluminum Films from Bath Using DMSO₂ as a Solvent
Yuya Ito, Ichiro Koiwa, Nobuaki Watanabe
the 66th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, s07-020,2015, Oct. 4-9, Taipei.
- (6) 非水溶媒によるアルミニウム電析の結晶配向性の制御
伊藤雄弥、松原喬平、佐野克仁、田杉直也、下地一平、住吉理愛、渡辺宣朗、小岩一郎
表面技術協会第 132 回講演大会、10D-27、2015.9.9-10、信州大学
- (7) EBSD Analysis of Electrodeposited Al Films (II)
Ippei Shimoji, Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Katsuhito Sano, Naoya Tasugi, Shoma Koike, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, Ichiro Koiwa
MSST 2015, The 4th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2015, PA39 August 5-6, 2015, Yokohama, Japan.
- (8) EBSD Analysis of Electrodeposited Al Films (I)
Nobuaki Watanabe, Ippei Shimoji, Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Katsuhito Sano, Naoya Tasugi, Shoma Koike, Rie Sumiyoshi, Ichiro Koiwa
MSST 2015, The 4th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2015, PA38 August 5-6, 2015, Yokohama, Japan.
- (9) Effect of Deposition potential on Crystalline Orientation of Aluminum Deposits from DMSO₂ (II)
Kyohei Matsubara, Yuya Ito, Ippei Shimoji, Katsuhito Sano, Naoya Tasugi, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, and Ichiro Koiwa
MSST 2015, The 4th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2015, PA36 August 5-6, 2015, Yokohama, Japan.
- (10) Effect of Deposition Potential on Crystalline Orientation of Aluminum Deposits from DMSO₂(I)
Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Ippei Shimoji, Katsuhito Sano, Naoya Tasugi, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, and Ichiro koiwa
MSST 2015, The 4th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2015, PA35 August 5-6, 2015, Yokohama, Japan.
- (11) Effect of Deposition Potential on the Microstructure and Magnetic Properties of Electrodeposited Al-Fe Alloys
Naoya Tasugi, Katsuhito Sano, Ippei Shimoji, Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, and Ichiro Koiwa
MSST 2015, The 4th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2015, PA33 August 5-6, 2015, Yokohama, Japan

- (12) Effect of Deposition Potential on the Microstructure Properties of Electrodeposited Al-Zn Alloys
Katsuhito Sano, Naoya Tasugi, Ippei Shimoji, Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, and Ichiro Koiwa
MSST 2015, The 4th International Symposium on Materials Science and Surface Technology 2015, PA28 August 5-6, 2015, Yokohama, Japan
- (13) Al-Cu Alloys Formation from EMIC Ionic Liquid by Electrochemical Technique
Katsuhito Sano, Ippei Shimoji, Naoya Tasugi, Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe and Ichiro Koiwa
The 3rd International Symposium on Highly-Controlled Nano- and Micro-Scale Functional Surface Structures for Frontier Smart Materials 2015, PA24, May 23, 2015, Yokohama.
- (14) Al-Mn Alloys Formation from EMIC Ionic Liquid by Electrochemical Technique
Naoya Tasugi, Katsuhito Sano, Ippei Shimoji, Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe and Ichiro Koiwa
The 3rd International Symposium on Highly-Controlled Nano- and Micro-Scale Functional Surface Structures for Frontier Smart Materials 2015, PA19, May 23, 2015, Yokohama.
- (15) Control of Crystal Orientation in Aluminum Deposits from DMSO₂ (II)
Kyohei Matsubara, Yuya Ito, Ippei Shimoji, Katsuhito Sano, NaoyaTasugi, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, and Ichiro koiwa
The 3rd International Symposium on Highly-Controlled Nano- and Micro-Scale Functional Surface Structures for Frontier Smart Materials 2015, PA18, May 23, 2015, Yokohama.
- (16) Control of Crystal Orientation in Aluminum Deposits from DMSO₂ (I)
Yuya Ito, Kyohei Matsubara, Ippei Shimoji, Katsuhito Sano, NaoyaTasugi, Rie Sumiyoshi, Nobuaki Watanabe, and Ichiro koiwa
The 3rd International Symposium on Highly-Controlled Nano- and Micro-Scale Functional Surface Structures for Frontier Smart Materials 2015, PA17, May 23, 2015, Yokohama.
- (17) Development of Smart Plating Methods to Miniaturize for Electronic Devices, Work for Medical Use, Green and Propose New Smart Plating Part3
Ichiro Koiwa, Nobuaki Watanabe, Hiroshi Takanashi, Akira Hashimoto, MikuGotou, Misa Ueno, Akihiro Yamamoto, Taiki Yamaguchi, Naoya Tasugi, Katsuhito Sano, Ippei Shimoji, Shoma Koike, Yuya Yamamoto, Yuya Ito, Sho Kawamura and Kenta Chokki
The 3rd International Symposium on Highly-Controlled Nano- and Micro-Scale Functional Surface Structures for Frontier Smart Materials 2015, OA03-1, May 23, 2015, Yokohama.

〔その他の研究成果など〕計（ 0 ）件

上記の雑誌論文、図書、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。

16. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

[出願] 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類・番号	出願年月日	国内・外国の別

[取得] 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類・番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

17. 備考

研究者または所属研究機関が作成した研究内容または研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載してください。

以上