



エコマテリアル開発研究センター

〔プロジェクト研究センター設置期間：令和5年4月～令和10年3月(予定)〕

センター長 **日野 実** (ひの まこと) / 工学部 機械システム工学科・教授

共同研究者 (学内) 福島 千晴(ふくしま ちはる) / 工学部 機械システム工学科・教授 桑野 亮一(くわの りょういち) / 工学部 機械システム工学科・准教授
王 栄光(おう えいこう) / 工学部 機械システム工学科・教授 池田 雅弘(いけだ まさひろ) / 工学部 機械システム工学科・准教授

センターの概要

(1) 主たる研究分野

【分野】
工学(材料工学・機械工学)
【キーワード】
結晶構造・組織制御、表界面・粒界制御、構造用複合材料、レーザ加工・表面処理、耐久性・環境劣化・評価、接合・接着・溶接、強度、信頼性、めっき、エコマテリアル化

(2) 研究概要

現在、地球温暖化に伴う異常気象が世界的な規模で問題となっており、今後、その主要因である温室効果ガスの削減が必須となっている。温室効果ガスの構成比としてCO₂が75%を占めることから、CO₂の排出抑制が地球温暖化に対して最も効果的である。そのため我が国では2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにするカーボンニュートラルが設定されている。輸送機器からのCO₂排出量は全CO₂排出量の15%を占めている。したがってカーボンニュートラルを達成するためには輸送機器から排出されるCO₂を実質ゼロにする必要があり、今後、EVやFCVの普及が必須となる。EVの普及には航続距離の拡大が必要不可欠であり、電池性能の向上とともに、車体重量の軽量化が必須である。また、FCVの普及には、水素の貯蔵や輸送が重要であり、水素ステーションや水素貯蔵タンクに使用される金属材料が水素社会実現に向け、キーテクノロジーとなる。



自動車や航空機では軽量化が必須条件

そこで、軽量化を実現するため、アルミニウムやマグネシウムなどの軽金属に対して炭化物などの無機物を複合化させ、強度向上を図る。また、開発した軽金属基複合材料とプラスチックを接合したマルチマテリアルを創製し、革新的軽量材料を開発する。さらに高強度鋼や高力アルミニウム合金に対して水素脆性が生じない表面処理技術を開発し、水素社会構築を推進する。その他にも水電解を用いたグリーン水素の発生に関して、効率を向上させるための酸素発生電極材料の開発を行う。



ホンダ燃料電池車に搭載されている
高圧水素貯蔵容器(Type:HV3) (アルミニウム合金+CFRP)
耐水素脆性が要求される



マグネシウム合金製シートフレーム

研究成果等

(1) 研究成果

アルミニウム合金とエンブラの接着によるマルチマテリアルの実現を目指し、A5052アルミニウム合金の接着性および耐食性を向上させる2ステップ陽極酸化処理を行い、接着性および耐食性に及ぼす陽極酸化処理の影響を検討した。

接着性に優れたリン酸陽極酸化処理(PA)と耐食性に優れた硫酸陽極酸化処理(SA)を用い、陽極電解を行った。各処理を施したアルミニウム表面のSEM像を図1、各皮膜の断面SEM像を図2に示す。2ステップ陽極酸化処理を行ったPA+SA処理では、PA処理後にSA処理を行ったにもかかわらず、PA皮膜が上層に、下層にSA皮膜が形成される。

接着剤にポリアミド系ホットメルトシートを使用した際の接着強度は、未処理の接着強度は8.1MPa、SA処理材の接着強度は9.9MPa、PA処理は14.2MPaであり、未処理よりも大幅に向上した。PA+SA処理材の接着強度は17.0MPa、SA+PA処理材は13.1MPaであり、PA+SA処理皮膜が最も優れた接着性を示した。

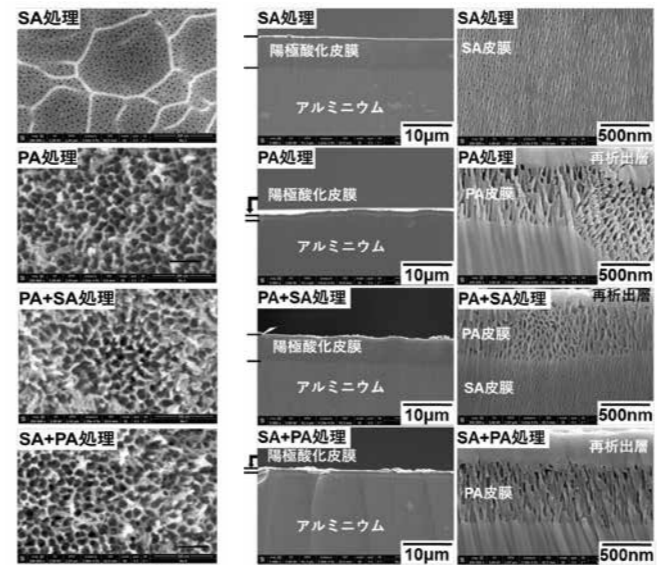


図1 表面SEM像

図2 皮膜の断面SEM像

各処理材の耐食性について、アノード分極測定結果を図3に示す。未処理材と比較し、陽極酸化処理を行うことで腐食電流が抑制され、腐食電位も貴にシフトし、耐食性が向上する。PA+SA処理材は全ての処理材の中で最も貴な電位を示し、優れた耐食性を示す。これはPA+SA皮膜では、下層にSA皮膜が、上層にPA皮膜が形成され、SA処理材と比較し、上層のPA皮膜が耐食性の向上にも寄与していることを示している。

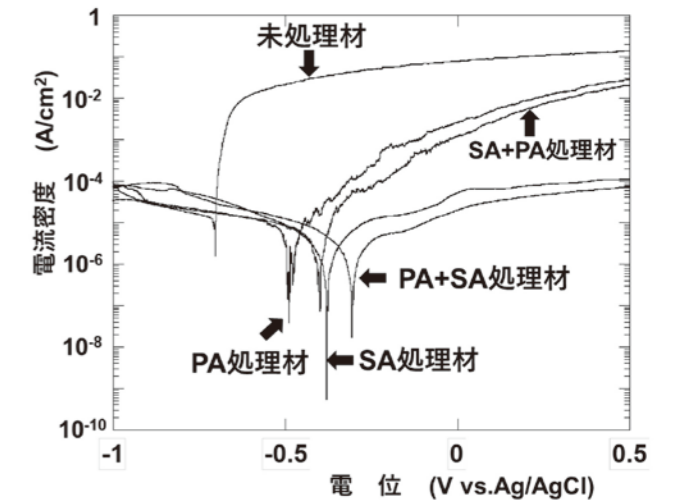


図3 各処理材のアノード分極測定結果

(2) 今後の展開・応用分野等

2ステップ陽極酸化処理は、電解液および適切な電解条件を選択することによって1ステップの陽極酸化処理では実現できない複数の機能付与が可能になる。各種アルミニウム合金板材にPA+SA処理を施し、金型に処理材をプリセットした状態でPPS樹脂を射出成型し、接着剤フリーで両者を接合した結果、剪断試験において30MPaを超える接合強度が得られ、各種耐久性試験後も接合強度は維持されている。今後、接着性および耐食性に優れたPA+SA処理をアルミニウム合金に適用し、エンジニアプラスチックと接着接合したマルチマテリアルを長期信頼性が要求される自動車等の輸送機器部材へ実用化を進めていく予定である。

(3) 実績(論文・特許・共同研究・産学連携・補助金)等

論文発表:
桑野亮一、日野 実、徳永 剛、永田教人、古賀俊彦、Nathan HAGEN、大谷幸利、UVパルスレーザテクスチャリングによるA5052アルミニウム合金の接着性向上に関する表面改質、*軽金属*、74巻1号、p18-21(2024)
日野 実、杉田翔英、小林辰徳、田辺栄司、山口 毅、橋本嘉昭、堀 誉裕、チクソモールド成形されたAZ91Dマグネシウム合金の疲労強度に及ぼすプラズマ電解酸化の影響、*軽金属*、74巻2号、p111-116 (2024)
野崎匡文、片山順一、長尾敬光、日野 実、耐水素脆化特性に優れた高耐食性Zn-Ni-SiO₂複合めっき表面技術、75巻2号、p.97-101 (2024)
Makoto Hino, Ryohei Shinno, Kota Kawaue, Ryoichi Kuwano, Koji Monden, Masaaki Sato, Yukinori Oda, Keitaro Horikawa, Teruto Kanadani, Evaluation of Hydrogen Embrittlement of Electroless Ni-P Plated 6061-T6 Aluminum Alloy by Three-Point Bending and Rotating Bending Fatigue Tests: *Materials Transactions*, Vol.65, No3, p.302-307 (2024)
特許:
第7417888号:野崎匡文、長尾敬光、片山順一、日野 実
共同研究・産学連携・委託研究4件
外部資金:
・日本学術振興会科学研究費助成事業 基盤研究(C) (R4~R6)
・日本学術振興会科学研究費助成事業 基盤研究(B) (R6~R8) 大阪大学と共同研究
・中国地域創造研究センター 2024年度新産業創出研究会