

## 電気化学ナノテクノロジーの工学応用

研究代表者 逢坂 哲彌  
(先進理工学部 応用化学科 教授)

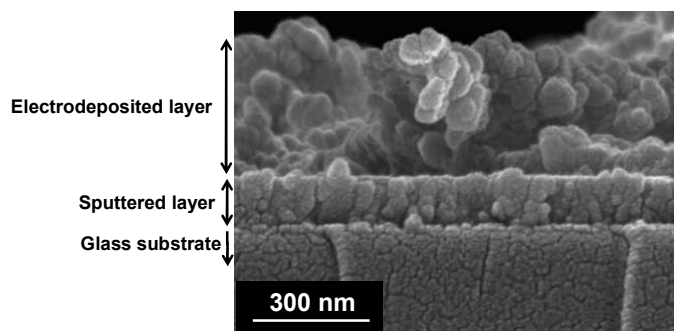
### 1. 研究課題

世界に先駆けて提唱し実践してきた「電気化学ナノテクノロジー」(電極/電解質界面設計と電気化学反応制御による材料創製)を機軸として、界面反応場を原子・分子界面単一層から設計し、その複合的な機能を発現させるデバイスの構築を図るだけでなく、実用化につながる実践的なデバイス開発研究を包括的に展開している。具体的には、開発研究対象とする代表的デバイスとして、エネルギーデバイス、センサ・医用デバイス、および磁性・電子デバイスを設定し、それぞれの次世代型技術の提案と理論的裏付けに基づく実用レベルをターゲットとした応用展開を目指すものであり、産業界からのニーズが高い分野を対象とした学術研究である。

### 2. 主な研究成果

#### 非水系電解めっきを用いたアナターゼ型 $\text{TiO}_2$ 薄膜の作製

二酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )は光触媒として応用されており、その中でもアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  は、特に広いバンドギャップ由来の高い触媒活性を有している事が知られている。アナターゼ型  $\text{TiO}_2$  薄膜はゾル・ゲル法などにより作製されているが、微細構造への薄膜形成が難しいなどの問題点がある。電気めっき法は、比較的コストかつ微細加工が容易であり、更に付き回り性や均一性に優れた膜作製が可能な製膜技術である。そのため電気めっき法を用いることで、光触媒活性を最大限活用するための連続薄膜を低コストで作製できる事が期待される。当研究室では、比較的成本の低い有機溶媒を用いた電気めっき法による Ti 化合物薄膜の作製に成功している。そこで本検討では光触媒としての応用を見据えて、製膜後の熱処理によるアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  薄膜作製を検討した。Fig.1 は熱処理した後のサンプル断面 FE-SEM 像である。



**Fig.1** FE-SEM images of the annealed sample. Cross-sectional view of the area of the H-shaped line. The electrodeposition was carried out at an electrode potential of -1.8 V vs. Ti for 1 min.

電位-1.8 V vs. Ti で 1 分間定電位めっきを行った後、熱処理を施しためっき膜の XRD 測定結果を Fig.2 に示す。熱処理後のめっき膜からアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  由来の回折ピークが確認された。定電位めっきにより析出した Ti 化合物が、熱処理により大気中の酸素と結びついて酸化され、アナターゼ型  $\text{TiO}_2$  薄膜が作製されたと考えられた。次に、熱処理後のめっき膜について光電気化学特性を評価した。熱処理後のめっき膜は光照射に伴い 150 %程の電流値の上昇が観測された。このことから、作製したアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  薄膜は光電気化学特性を有していることが確認された。これは、光の吸収により  $\text{O}$  が励起される事で発生する正孔が水の分解反応を促進する、というアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  の光触媒性に起因すると考えられた。以上の結果より、定電位めっき後に熱処理を加えることで、光触媒としてのアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  薄膜を作製できることが示唆された。

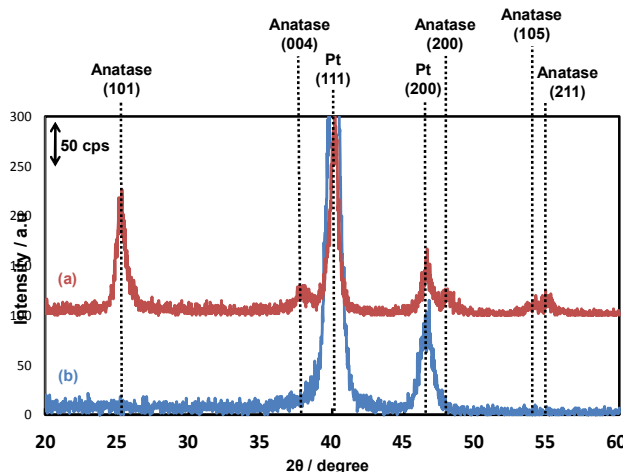


Fig.2 XRD patterns for (a) electrodeposited sample after annealing and (b) annealed Pt-blank sample.

### 3. 共同研究者

門間 聰之（先進理工学部・応用化学科 教授）  
 本間 敬之（先進理工学部・応用化学科・教授）  
 黒田 一幸（先進理工学部・応用化学科・教授）  
 菅原 義之（先進理工学部・応用化学科・教授）  
 沖中 裕（理工学研究所・客員研究員）  
 内海 和明（ナノ・ライフ創新研究機構・客員研究員）  
 津田 信悟（ナノ・ライフ創新研究機構・客員研究員）

### 4. 研究業績

#### 4.1 学術論文

- T. Hachisu, K. Shi, T. Yokoshima, A. Sugiyama, S. Kuroiwa, T. Osaka, N. Nakajima, M. Yoshino, "Preparation of Anatase Phase Titanium Dioxide Film by Non-aqueous Electrodeposition", *Electrochem. Commun.*, **65**, 5-8, (2016).
- S. Wustoni, S. Hideshima, S. Kuroiwa, T. Nakanishi, Y. Mori, T. Osaka, "Conversion of Protein Net Charge Via Chemical Modification for Highly Sensitive Prion Detection using Field Effect Transistor (FET) Biosensor", *Sens. Actuat. B*, **230**, 374-379 (2016).

他, 20 件

#### 4.2 総説・著書

- 山下勝己, 仲森智博, 逢坂哲彌 (監修), “なぜ技術で勝ってビジネスで負けるのか自動運転”, 日経 BP 社, 2015, ISBN-13 978-4822272937
- 逢坂哲彌, 横島時彦, 向山大吉, 西野敦, 菅原秀一, 奈良洋希, “蓄電システム用二次電池の高機能・高容量化と安全対策-材料・構造・量産技術、日欧米安全基準の動向を踏まえて-”, エヌ・ティー・エス (2015).
- T. Osaka, “Staying on top, in Spotlight on Japanese Battery Technologies”, NatureJobs (2015).

#### 4.3 招待講演

- 逢坂哲彌, “エコタウンの実現に向けた定置用蓄電池 次世代運用システム研究開発プロジェクト”, 先端産業創造に向けた産学官交流会, 2016.2.02.
- 逢坂哲彌, “蓄電池開発の現状と可能性”, エネルギー・環境の未来を語るラウンドテーブル, 2015.10.19.

他, 多数

#### 4.4 学会および社会的活動

- 逢坂哲彌他, “オールウェットプロセスによる塗布型ポリイミド上高速伝送用銅配線の作製, 表面技術協会第 133 回講演大会, 東京, 2016.3.22.
- 逢坂哲彌他, “矩形波インピーダンス法を用いた市販リチウムイオン二次電池の長期劣化挙動の解析”, 第 56 回電池討論会, 愛知, 2015.11.12.

他, 多数

### 5. 受賞・受勲

逢坂哲彌、早稲田大学リサーチアワード（大型研究プロジェクト推進）(2015.11)

### 6. 研究活動の課題および今後の展望

本研究の進展に伴い、材料開発とそのデバイス設計および評価を通して、更なる高機能性の付与といったプロセス提案に向けて有用な知見が見出された。引き続き、設計する高機能デバイスの実用化を見据えて研究を展開していく。