

ニッケル系ナノ粒子電析被膜の応用による 省エネルギー型水素発生電極

菊池 義治¹⁾ 赤松 慎也²⁾

1. 緒 言

水素を活用する社会の構築は、持続可能なエネルギー源の確立、温暖化ガスの削減、エネルギー供給の安定化、新たな産業の創出、交通機関の電化による空気質の向上等々、多くの利点をもたらす社会変革に繋がる。

水を電気的に分解し、水素ガスと酸素ガスを生成するアルカリ水電解プロセスは、再生可能エネルギー源(太陽光、風力、水力など)から得られる電力を使用して水素を製造できるため二酸化炭素の排出を大幅に削減することが可能であり、クリーンで持続可能な水素の供給を実現できる意味からも技術の発展が期待されているが、電極表面に生成される気泡が電極表面に吸着し反応抵抗を増加させるという課題があり¹⁾、電解効率向上のためには電極から気泡を素早く離脱させることが重要になる(図1)。

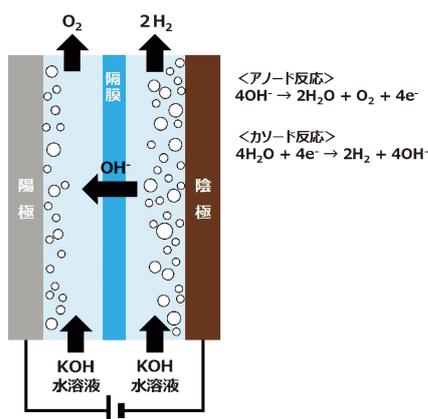


図1 アルカリ水電解の電極反応.

ユケン工業株式会社では、独自に考案した「湿式めっきによるニッケル系ナノ粒子電析被膜」を基礎技術として新たな水素発生電極の開発に取り組んでいる。

本稿では、現時点における開発の状況を紹介する。

2. ニッケル系ナノ粒子電析被膜の特徴

当社が独自に考案した「湿式めっきによるニッケル系ナノ粒子電析被膜」は、ニッケルイオンを含む酸性水溶液にピリジン系化合物を主体とした有機添加剤が適量配合された水系めっき液から電気めっきにより電析される。

この電析被膜は50 nm未満のアモルファス化していない金属結晶の集合体であり、連続的に均一な構造を積み上げられる点に大きな魅力がある(図2, 3, 4)。

本被膜の特徴は、「微細な水素ガスのスムーズなガス離れ」であり、その理由は、電析されたナノ結晶のそれぞれが水素発生点として振る舞い、且つ、それぞれが異なる配向を有することで水素ガスの発生方向が不均一になるため、その相互作用でガス離れが促進されると考えられる。現在、証明と理論化を大学および研究機関の協力を得ながら進めている。

図5にアルカリ水電解セルの電流電圧特性を示す。

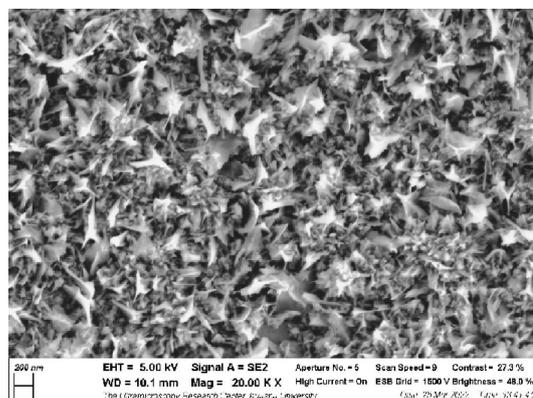


図2 SEMによるナノ粒子電析被膜の表面構造。
(観察協力 九州大学大学院 中野博昭研究室)

* ユケン工業株式会社 化学品事業部 新技術開発グループ
1) グループ長 首席技師 2) 技師
Energy-saving Hydrogen Generating Electrode Based on Nickel-based Nano Plating Film; Yoshiharu Kikuchi and Shinya Akamatsu (YUKEN INDUSTRY CO., LTD.)
2023年10月9日受理[doi:10.2320/materia.63.58]

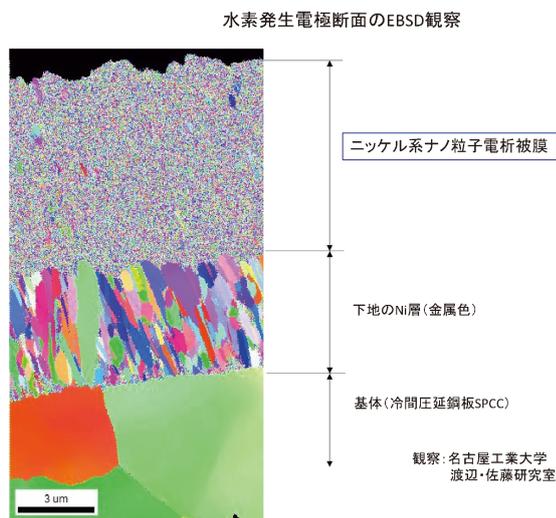


図3 EBSDによる断面構造解析.
(観察協力 名古屋工業大学 渡辺義見・佐藤尚研究室)

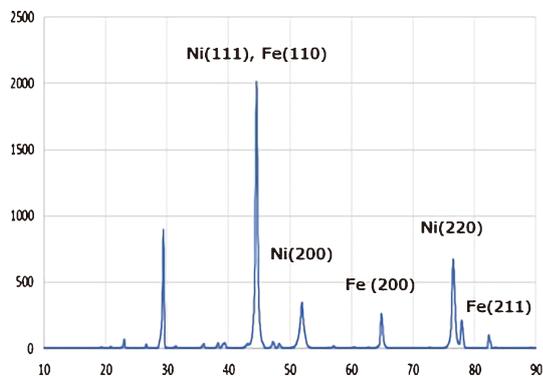


図4 XRDによるナノ粒子電析被膜の解析.
(観察協力 名古屋工業大学 渡辺義見・佐藤尚研究室)

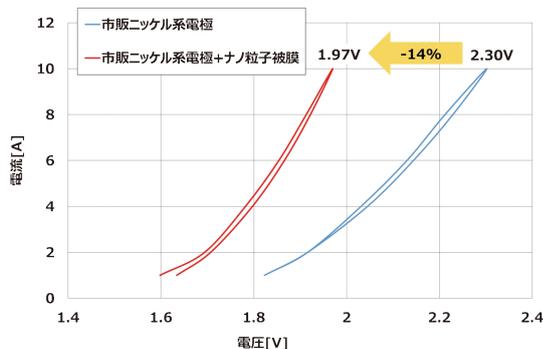


図5 電流電圧特性結果.(測定協力 あいち産業科学技術総合センター産業技術センター化学材料室)

比較材として、陽極と陰極には一般的に市販されているニッケル電極を採用し、ナノ粒子電析被膜の優位性を明らかにするために同陰極側のみに本電析被膜を施して性能差を確認した。本電析被膜が存在することで、14%の省電力化に成功している。更に図6に示すインピーダンス測定結果から本電析被膜が抵抗値を低下させる挙動も確認されている。

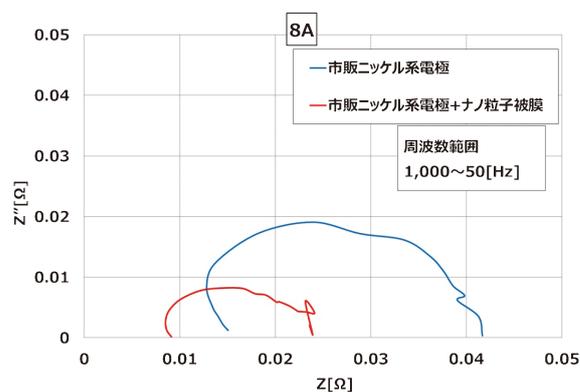


図6 インピーダンス測定結果.(複素インピーダンス平面プロット)
横軸：インピーダンス実成分 Z' 、縦軸：虚数成分 Z''
(測定協力 あいち産業科学技術総合センター産業技術センター化学材料室)

3. 結 言

「湿式めっきによるニッケル系ナノ粒子電析被膜」をアルカリ水電解電極に応用する事で、14%少ないエネルギーで水素を生成できる。

本被膜は電気めっきにより安定したナノ構造を連続的に構成できるため、めっき業界が既に所有している設備を用いれば、低コスト且つ早期に量産に繋げられる可能性があり、工業的な実現性は極めて高い。また表面処理業に新たな販売市場を提供できるものとしても期待される。

更に、本被膜の電気化学的特性は水素発生電極のみならず幅広い分野への応用を想像させるため、現在、新たな用途に向けて研究機関や企業との連携を始めている。

4. 特 許

関連特許として以下2件を出願・登録している。

- ①特開2023-113347「水素発生方法、水素発生促進部材、および製造方法」
- ②特許7150327「亜鉛溶解促進部材、製造方法、および亜鉛溶解方法」

本研究にご協力いただいている、名古屋工業大学大学院 渡辺義見・佐藤尚研究室、九州大学大学院 中野博昭研究室、あいち産業科学技術総合センター産業技術センター化学材料室に感謝いたします。

文 献

- (1) 梅原大輔, 平井秀一郎: 日本機械学会論文集, 84(2018), 18-00040.