

ナノ構造電極における水素発生反応の気泡発生高速動画解析

(北大院総化¹・北大院理²・JST-さきがけ³) ○田尾 和花子¹・佐藤 大樹¹・板谷 昌輝²・福島 知宏^{2,3}・村越 敬²

High-speed Video Analysis of Generated Bubbles by Hydrogen Evolution Reaction on Nanostructured Electrodes (¹Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University, ²Faculty of Science, Hokkaido University, ³JST-PRESTO) ○Wakako Tao,¹ Daiki Sato,¹ Masaki Itatani,² Tomohiro Fukushima,^{2,3} Kei Murakoshi²

Hydrogen evolution reaction (HER) is one of the important reactions for water electrolysis. In this study, nanostructured electrodes consisting of Ag nano-disks having 200 to 1000 nm in diameter and 100 nm in height were fabricated at periodic spacing between the disks (205–1750 nm). The bubble formation process during the HER at these electrodes was captured by high-speed video camera (2000 fps), and Tafel analysis was performed by video analysis considering size growth of formed bubbles.

Keywords: Hydrogen evolution reaction; Bubble formation; Nanostructure; Video analysis

【序論】水素発生反応 (HER) においては複数の反応素過程が存在する。高過電圧下では溶液抵抗や水素気泡による電極面積低下などの要因により、精密な計測に基づく電極表面の多電子移動反応機構の理解が困難となる。本研究では、高速カメラを用いた動画観測により高過電圧下での HER 気泡観測を用いて、^[1]HER の反応素過程の分子プロセスに関する洞察を得ることを目的とした。

【実験】電子線リソグラフィにより直径 200–1000 nm、高さ 100 nm の Ag ディスクを異なる周期で配列した Ag ナノ構造電極を作製した (Figure a, b)。Ag ナノ構造を作用極、白金黒を対極、Ag/AgCl を参照極とした三極式セルを構築し、0.25 M Na₂SO₄ 水溶液を電解質として、高速カメラ (2000 fps) を用いて、パルス定電位印加時における動画観測を行った (Figure c)。電位における HER 気泡発生・成長を定量化し、それらのデータから水素発生量を算出した。

【結果・考察】電流密度の増加に伴い気泡発生密度の増加および気泡成長促進が観測され、その際のサイズ変化の観測空間分解能は最大で >2.16 μm であった。気泡のサイズ変化から生成 H₂ の物質量変化を介して気泡ごとの局所電流値を算出し、印加電位に依存して得られた電気化学電流密度 Tafel 解析が可能であることを見出した。さらに、気泡のサイズ分布や空間分布を考慮することで、構造電極上の HER の分子プロセスの解明が可能であることを示した。

[1] D. Sato, N. Oyamada, T. Fukushima, and K. Murakoshi, *J. Electroanal. Chem.* **2024**, 973(15) 118667.

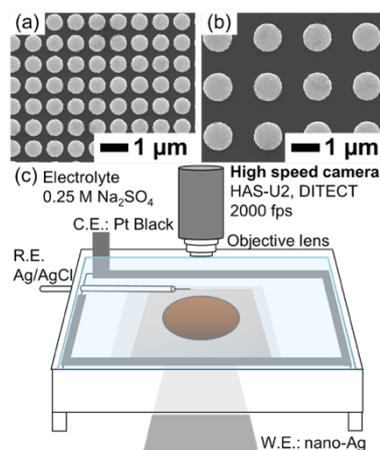


Figure. (a) and (b) SEM images of nano-Ag structure with different periodicity. (c) Experimental setup of high-speed camera and electrochemical cell.