

窒素含有による DLC の酸素還元反応活性の向上

Nitrogen containing for enhancement of oxygen reduction reaction on DLC films

東京電機大学, °(M1)長谷部 伸一, (M2)河上 瑛彦, (B)松崎 充晃, (B)木川 啓太,
(B)久保美希, 向山 義治, 平栗 健二, 大越 康晴

Tokyo Denki Univ., °S. Hasebe, A. Kawakami, M. Matsuzaki, K. Kigawa, Y. Kubo,

Y. Mukouyama, K. Hirakuri, Y. Ohgoe

E-mail: 21rme18@ms.dendai.ac.jp

1. 研究背景

窒素ドーピングした炭素系材料は ORR 活性を有することから、高効率な燃料電池の酸素還元 (ORR) 触媒として期待される⁽¹⁾。しかし、その多くはグラファイト構造からなる低硬度な材料であり、物理的な消耗が課題となる。一方、DLC はグラファイトとダイヤモンドの構造を併せ持つ高硬度な材料であることから、より優れた触媒材料として期待できる。これらのことから、DLC に窒素を含有することで物理的安定かつ高い ORR 活性を有する電極触媒が作製可能であると考えられる。本研究では DLC の ORR 活性の向上を目的として窒素含有 DLC (N-DLC) 電極を作製し、ORR 活性を評価した。

2. 実験方法

RF プラズマ CVD 法を用いて FTO 基板上に N-DLC を成膜した。その際、原料ガスは CH₄ と N₂ の混合ガス (ガス圧力 50 Pa、総流量 1.67×10⁻⁶ m³/s) とし、窒素流量比を混合ガスの総流量に対し 60% とした、電源電力は 100 W とした。そして、三電極を用いたサイクリックボルタンメトリー (CV) 測定によって、N-DLC の電気化学特性を評価した。なお、CV 測定において作用極に N-DLC 電極、対極に Pt、参照極に Hg/Hg₂SO₄ 電極を使用し、電解質として 0.1 mol/L NaOH を使用した。

3. 結果・考察

図 1 に N-DLC の CV 特性を示す。O₂バブリング時 (実線) に -1~-2 V の領域に負電流が生じている。この負電流は、N₂バブリング時 (破線) には生じないことから、ORR による電流と考えられる。さらに、-1.35 V と -1.85 V にそれぞれ ORR 活性ピークが確認できる。1.35 V に関して、窒素含有による変化は見られないが、-1.85 V のピークにおいて窒素含有によって活性が向上していることが分かる。これに加えて、窒素含有の有無による水素発生反応 (HER) に大きな違いは見られない。以上のことから、窒素含有によって ORR 活性のみが向上したと考えられる。

4. 結論

RF プラズマ CVD 法により成膜した N-DLC の ORR 活性を評価した。その結果、N-DLC において ORR 活性の向上を示した。DLC は窒素含有することで ORR 活性を向上可能であることが示唆された。

5. 参考文献

(1) M. Nilkar et al., J. Alloys. Compd., 853, 2021

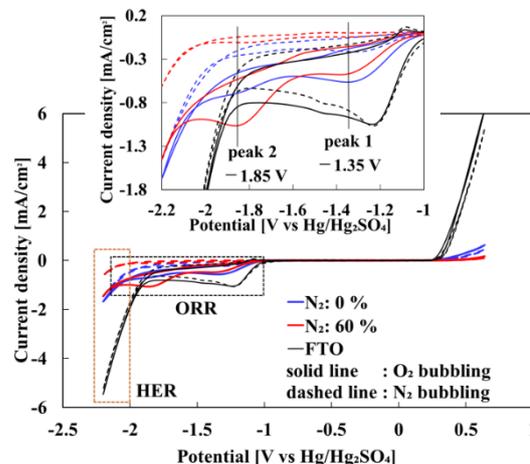


Fig. 1. Cyclic voltammetry of DLC, N-DLC