

高周波マグネトロンプラズマによるカーボンナノバルーンへの窒素ドーピングとその酸素還元活性評価

非会員 高橋 良太* 正員 針谷 達* 正員 谷本 壮*
正員 滝川 浩史* 非会員 瀬高 俊哉** 非会員 中村 潤児***
上級会員 須田 善行*a)

Nitrogen Doping of Carbon Nanoballoons by Radio-frequency Magnetron Plasma and Evaluation of their Oxygen Reduction Reaction Activity

Ryota Takahashi*, Non-member, Toru Harigai*, Member, Tsuyoshi Tanimoto*, Member, Hirofumi Takikawa*, Member, Toshiya Setaka**, Non-member, Junji Nakamura***, Non-member, Yoshiyuki Suda*a), Senior Member

(2018年3月26日受付, 2018年9月12日再受付)

Nitrogen-doped carbon materials exhibit a catalytic activity, such as an oxygen reduction reaction (ORR). In this study, we performed nitrogen doping on a carbon nanoballoon (CNB) which is a nanometer-sized carbon particle in the form of a hollow sphere made of graphite by radio-frequency (RF) magnetron plasma in a gas mixture of nitrogen and helium. Nitrogen-doped CNBs (N-doped CNBs) were prepared by different plasma irradiation conditions: the sample installation positions, input powers, and irradiation times. The samples were examined for chemical state by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). Hydrodynamic voltammetry was used for the evaluation of the catalytic activity of a N-doped CNB with a pyridinic N concentration of 0.4–1.0at.%. As a result, the onset potential was measured to be 0.13 V vs. RHE (reversible hydrogen electrode), which was close to the previously reported data of highly oriented pyrolytic graphite (HOPG) with a pyridinic N concentration of 0.57at.%, which was prepared by annealing under NH_3 .

キーワード: 燃料電池, 酸素還元反応, 窒素ドーピングカーボン材料, カーボンナノバルーン, X線光電子分光, 対流ボルタノメトリー

Keywords: fuel cell, oxygen reduction reaction, nitrogen-doped carbon materials, carbon nanoballoon, X-ray photoelectron spectroscopy, hydrodynamic voltammetry

a) Correspondence to: Yoshiyuki Suda. E-mail: suda@ee.tut.ac.jp

* 豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系
〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1
Department of Electrical and Electronic Information Engineering,
Toyohashi University of Technology

1-1, Hibarigaoka, Tempaku-cho, Toyohashi 441-8580, Japan

** 東海カーボン (株)
〒410-1431 静岡県駿東郡小山町須走 394-1
Tokai Carbon Co., Ltd.

394-1, Subashiri, Oyama, Suntou, Shizuoka 410-1431, Japan

*** 筑波大学 数理物質系学際物質科学研究センター
〒305-8577 つくば市天王台 1-1-1
Tsukuba Research Center for Interdisciplinary Materials Science
(TIMS), University of Tsukuba
1-1-1, Tennodai, Tsukuba 305-8577, Japan

1. はじめに

現在の化石燃料に依存した状態から脱却し、水素をエネルギー源とした「水素社会」の実現に向けた取組みが加速している。水素を利用して電気エネルギーを作り出す装置として燃料電池が中心的役割を担うと考えられているが、家庭、運輸部門や産業への普及のためには低コスト化が必要である。水素・燃料電池戦略協議会が取りまとめた「水素・燃料電池戦略ロードマップ」には、2025年頃までに燃料電池自動車の価格をハイブリッド車と同等にするという方針が示されている⁽¹⁾。

本研究室ではこれまで燃料電池について、メタノールを