

大気圧プラズマによる欠陥導入 HOPG の触媒活性の評価

Catalytic Activity of Defective HOPG Modified by Atmospheric Plasma

豊田工業大学 ○(B) 甲斐鈴菜, 原民夫, 原正則, 吉村雅満

Toyota Technological Institute, °Reina Kai, Tamio Hara, Masanori Hara, Masamichi Yoshimura

E-mail: sd13028@toyota-ti.ac.jp

【はじめに】 現在, 高い発電効率を実現できる装置として燃料電池が期待されている. その触媒として白金が用いられるが, 高価かつ産出量が少ないことから代替触媒の開発が急務となっている. 例えば, 電気伝導性が優れ, 白金担持材として用いられるグラファイトにおいて, 他元素の置換や, 空孔や転位などの欠陥構造を導入することで酸化還元反応(ORR)活性が向上することが報告されている[1]. 本研究では, 大気圧プラズマジェット装置[2]を用いて HOPG にプラズマを照射し, その表面構造と触媒の活性の関係を調べた.

【実験結果および考察】 Fig.1 にプラズマ照射した HOPG 表面の STM 像を示す. ある一定条件での照射により表面に一様に白い突起(約 0.2 nm)が観察された. これを繰り返すことにより, 表面に占める割合は 1 回照射の(b)では 12.3 %, 3 回の(c)では 26.3 %と増加し, 一部でつながっている. 5 回の(d)においては, 白い部分が表面のほとんどを覆っている. 次に, ラマン分光法から照射回数を増やすと 2 回までに急激に欠陥が増加し, それ以降での変化は少ないことがわかった. さらに, XPS によって C_{1s} と O_{1s} のピークが確認され, 照射回数を増やすことで酸素の割合が増加した. 照射によって大気中の水分由来の酸素と HOPG や空気中の炭素とが化学結合を生じ, STM 像中の突起として現れたと考えられる. 最後に, 空気飽和した 0.1 M 硫酸溶液中における電気化学測定結果(LSV)を Fig.2 に示す. (a)において -0.6 V での電流密度を評価することにより, (b)に示すように照射回数を増やすにつれて高い触媒活性が得られた. 酸素との化学結合や欠陥に由来する表面構造の変化により活性が向上したと考えられる.

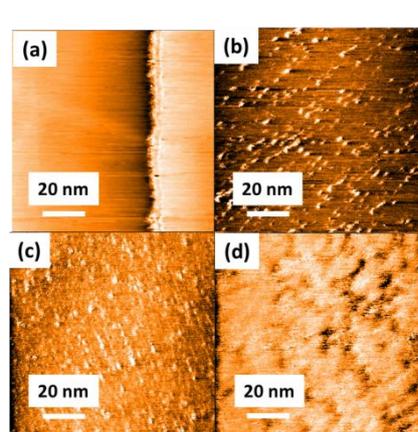


Fig.1 STM images of plasma treated HOPG.
(a) Clean HOPG, (b) 1 time,
(c) 3 times, (d) 5 times

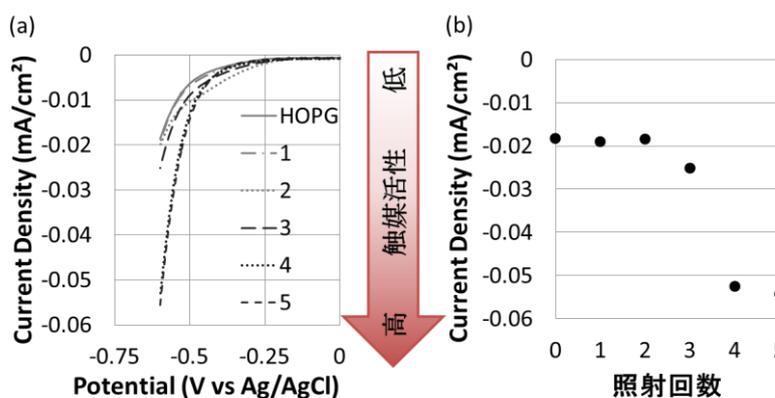


Fig.2 Electrochemical measurement of plasma treated HOPG
(a) LSV curves, (b) specific activity vs the number of
plasma irradiation (@ -0.6 V)

[1] Y. Ito *et al.*, Adv. Mater. 26, 4145–4150 (2014). [2] Y. Kubota *et al.*, J. Plasma and Fusion Res. Series. 8 (2009).