

鉄合金電析膜のアノード酸化によるナノ多孔質 スピネルフェライト電極触媒の生成

(原題: Formation of Nanoporous Spinel Ferrite Electrocatalysts
by Anodizing of Electroplated Iron Alloys)

表面処理チーム 紺野 祥岐, 永山 富男, 山本 貴代, 大藏 要, 中村 俊博

要 旨

酸素還元/発生反応 (ORR / OER) は、金属-空気電池、燃料電池及び水電解による水素生成などの多くの種類のエネルギー変換及び貯蔵技術において重要な役割を果たす。この反応は白金族元素 (例えば Pt, IrO₂, RuO₂) をベースとする高活性な触媒を必要とする。しかしながら、これらの貴金属元素は希少であるため、実用化、特に大量生産に対して大きな障害となっている。それ故、地球上に豊富な金属元素からなる安価で効率的な電極触媒について、様々な研究が行われてきた。ユビキタス元素である鉄をベースとするスピネル型フェライト酸化物は、貴金属フリーで安価な ORR / OER 用電極触媒の 1 つである。

スピネル型酸化物の典型的な合成法は一般に酸化物、硝酸塩または炭酸塩の混練及び焼結の工程を含む。しかしながら、このような方法は高温と長い処理時間を必要とする。さらに触媒層の製造のために、焼結後の触媒を機械的に粉碎し、バインダー及び炭素導電助剤と混合し、その後、集電体上に被覆する必要がある、プロセスコストの低減に際し、障壁となる。

本研究では、ナノ多孔質構造を持つスピネルフェライト二元酸化物 M_xFe_{3-x}O₄ (M = Mn, Ni など) 層を製造するための電析、アノード酸化及びポスト熱処理の連続的処理による、低コストで大量生産に適した電極触媒作製法を提示する。また電気化学的手法を用いて様々な組成の Fe-Mn 電析物上に形成されたナノ多孔質酸化物の OER 及び ORR 電極触媒特性を調べた。

Mn 組成 15 ~ 35 wt % の Fe-Mn めっき膜において、多孔質鉄マンガン酸化物膜を形成したところ、マイクロクラックを有する Fe-Mn めっき膜上にナノ多孔質酸化物膜が生成することで、通常より高い比表面積を有する電極が得られた。また多孔質酸化物膜はスピネルフェライト Mn_xFe_{3-x}O₄ を含んでいた。簡易な電気化学セルを用いた、酸素飽和 0.1 mol L⁻¹ KOH 水溶液中における分極測定の結果、ORR の立ち上がり電位が 0.85 V vs. RHE と非常に優れた特性を示した。

(本研究は、平成 30 年 4 月 15 日 ~ 18 日に開催された国際学会 22nd Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry にて発表を行った。)