

## 백금 나노 도금입자가 산성 환경에서 탄소기판 부식에 미치는 영향

## Effects of Platinum Nano Electrodeposits on the Corrosion of Carbon Substrate in an Acidic Environment

최민호<sup>1,\*</sup>, 박찬진<sup>1</sup>

(1) 전남대학교, 신소재공학과

**초 록:** We investigated the effects of Pt nano electrodeposits on the corrosion of carbon substrate in an acidic solution. The electrodes for experiments were prepared by electrodepositing Pt on carbon substrate in a solution of 5 mM  $H_2PtCl_6$  and 0.5 M  $H_2SO_4$  using pulse deposition technique. In cyclic voltammograms for the carbon electrodes with and without Pt nano electrodeposits, total anodic current including both currents from oxygen evolution reaction and carbon corrosion increased abruptly above a critical potential. In addition, the critical potential of the carbon electrodes with Pt nano electrodeposits was lower than that of bare carbon electrode. This phenomenon was more prominent at 75 °C than 25°C. In potentiostatic experiments, the current transients and the corresponding power spectral density increased with increasing the applied potential for the electrodes. Furthermore, the current transients for the carbon electrodes with Pt nano electrodeposits were much higher than those for the bare carbon substrate. This indicates that the corrosion of carbon substrate can be highly accelerated by Pt nano electrodeposits.

## 1. 서 론

연료전지는 화학에너지를 전기에너지로 변화함으로써 내연기관에 비해 열효율이 높고 화석연료에 비해 오염물질의 배출이 적을 뿐만 아니라 풍부한 에너지를 바탕으로 고가의 염려도 없어서 미래의 친환경적 신에너지로 여겨지고 있다. 특히, 고분자 전해질 연료전지(Polymer Electrolyte Fuel Cell; PEMFC)는 출력밀도가 높고 다른 종류에 연료전지에 비해 상대적으로 저온에서 작동하며 콤팩트하고 가동시간이 짧아 자동차 전원, 가정용·업무용 코제너레이션 시스템 등의 다양한 분야에 응용될 수 있다. 이러한 PEMFC의 상용화를 위해서는 제조가를 크게 낮추고 기존에 쓰이는 에너지 시스템에 비해 떨어지는 성능을 보완하는 것이 필요하다.<sup>[1]</sup> 특히, PEMFC의 휴지 후 재가동시 연료극의 수소가스 부족현상에 의해 연료극 및 공기극의 전극 전위가 급격히 상승하여 Pt/C 촉매의 탄소부식을 촉진시킬 수 있다.<sup>[2]</sup> 또한, Pt 나노촉매에 의해 탄소지지체의 부식이 가속화된다는 보고가 있었으나 아직까지 Pt/C 계면의 부식 반응 기구에 대한 체계적인 설명이 이루어지지 못하였다. 따라서, 본 연구에서는 전기도금법을 이용하여 제조한 Pt 나노입자가 탄소부식에 미치는 영향 및 부식 메커니즘을 제안하고자 하였다.

## 2. 본 론

PEMFC 가동 중 일어나는 탄소반응을 예측하기 위해 연료전지 환경을 모사할 수 있는 모델전극을 사용하였다. 실험에 사용된 전극은 5 mM  $H_2PtCl_6$  + 0.5 M  $H_2SO_4$  용액에서 펄스도금법을 이용하여 탄소기판 위에 Pt 나노입자를 도금하여 제조하였다.<sup>[3]</sup> 전기도금 시간을 5 ~ 30 초까지 변화시키면서 Pt 입자의 크기 미치밀도를 변화시켰다. 전극의 전기화학 특성 분석을 위해 25 °C, 75 °C, 0.5 M  $H_2SO_4$  용액에서 순환 전위-전류 특성을 조사하였다. 또한, 인가전위에 따른 current transient 변화를 관찰하기 위해 정전위 실험을 실시하였으며, 측정된 신호는 Maximum entropy method (MEM)를 이용하여 주파수 영역에서 Power spectral density (PSD)로 변환하여 분석하였다. 기타, SEM, EDS, FTIR 등을 이용하여 전극 표면의 미세구조 및 조성을 분석하였다.

## 3. 결 론

산성 용액에서 상온과 고온에서 순환 전위전류 거동을 조사함으로써 일정 전위 이상에서 산소발생과 탄소부식이 동시에 발생하였다. 그러나, 전위의 역주사시 전류의 이력거동을 통해 탄소부식이 발생하고 있다는 것을 간접적으로 확인하였다. 또한 온도가 높을수록 표면의 전기화학적 반응이 쉽게 일어나 더 낮은 전위에서 산화전류가 발생하는 것으로 나타났다.

순환 전위-전류 곡선의 전류 상승이 시작되는 부분에서 선택된 3전위 조건에서 온도에 따른 정전위 실험결과, 1.6 V<sub>NHE</sub> 이상의 전위에서 미도금된 전극에 비해 도금된 전극이 또한 도금된 전극 중에서도 도금량이 많을수록 산화전류가 높았다. 그리고 온도가 높을수록 이러한 경향은 두드러졌다. Pt 나노입자가 표면에 많이 분산되어 있는 시편일수록 높은 PSD값을 가졌고, 인가전위 및 온도가 높을수록 전류의 요동이 더 심한 경향을 나타냈다. 전류의 요동은 특히 탄소부식의 생성 및 성장과 밀접한 관련이 있으며 따라서 높은 PSD값은 표면에 존재하는 Pt 나노입자가 표면의 탄소부식을 촉진시킨다는 것을 보여주는 결과가 된다. 20초 도금한 전극을 1시간동안의 정전위 실험 후 SEM분석을 통해 백금주위의 탄소의 부식정도를 살펴보았으며 FTIR분석을 통해 탄소부식에 Pt입자가 영향을 준다는 것을 간접적으로 확인하였다. 위의 결과들을 바탕으로 전지의 반응을 돕기 위해 넣은 Pt입자가 Pt주변의 탄소부식에도 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

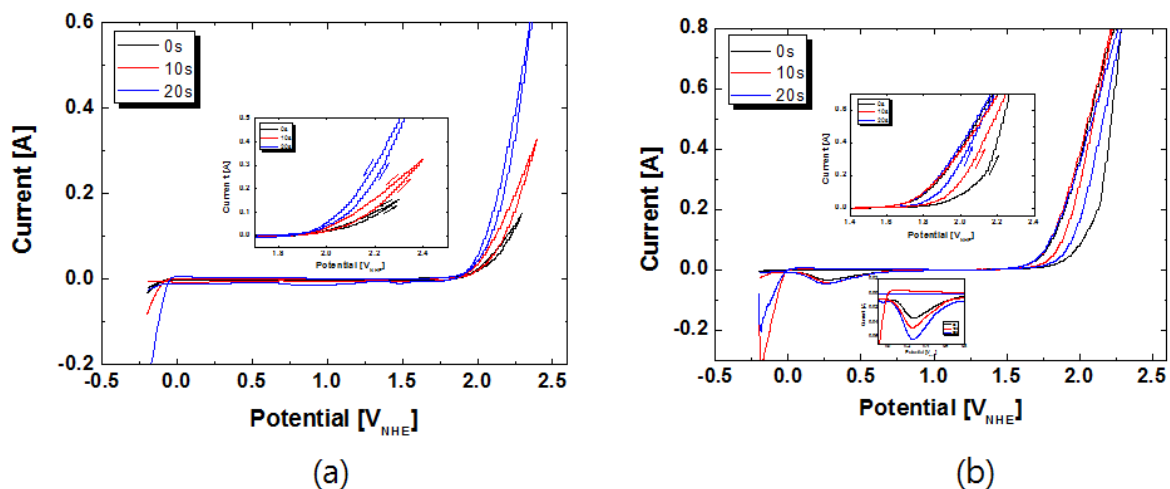


Fig. 1. Effect of electrodeposition time (0 ~ 20 s) for Pt nano deposits on the cyclic voltammograms of carbon electrodes.

### 감 사 의 글

이 논문은 2007년도 정부재원 (교육 자원부 학술연구조성 사업비)으로 한국진흥재단의 지원을 받아 연구되었습니다. (KRF-2007-313-D00950)

### 참 고 문 헌

- [1] Z. Siroma, K. Ishii, K. Yasuda, Y. Miyazaki, M. Inaba and A. Tasaka, "Imaging of highly oriented pyrolytic graphite corrosion accelerated by Pt particles", *Electrochem. Commun.* 7 1153-1156 (2005)
- [2] J. P. Meyers and R. M. Darling, "Model of carbon corrosion in PEM Fuel Cells", *J. Electrochem Soc.* 153 A1432-A1442 (2006)
- [3] M.M.E Duarte, A.S Pilla, J.M. Sieben, C.E. Mayer, "Platinum particle electrodeposition on carbon substrate", *Electrochem. Commun.* 8 1159-164 (2006)