

## 전착법으로 제조된 3성분계 PtCoNi/CNF web 촉매의 전기화학적 특성

김용일, 정보경, 박장우, 김상헌, 박정호, G.G. Wallace<sup>1</sup>, 고장면\*  
 한밭대학교 응용화학생명공학부, <sup>1</sup>호주 울릉공 대학교  
 (jmko@hanbat.ac.kr\*)

### Electrochemical properties of PtCoNi/CNF web catalyst prepared by electrodeposition

Yong Il Kim, Bo Kyung Jeong, Jang Woo Park, Sang Hern Kim, Jung Ho Park,  
 G.G. Wallace<sup>1</sup>, Jang Myoun Ko\*  
 Division of Applied Chemistry and Biotechnology, Hanbat National University  
<sup>1</sup>University of Wollongong, Australia  
 (jmko@hanbat.ac.kr\*)

## 1. 서 론

연료 전지는 수소와 비슷한 반응 및 활성을 갖는 물질을 전기화학적 반응을 통해 산화시키고, 그 산화 과정에서 생성되는 화학에너지를 전기에너지로 직접 바꿔주는 매우 효율적인 에너지 변환 장치이다[1]. 배터리 등의 전지는 제한된 에너지를 저장하는 장치이나, 연료전지는 연료와 산화제를 공급하는 한 지속적으로 전기를 생산하는 새로운 개념의 장치이다. 또한, 다양한 형태의 연료의 사용과 전기화학적 반응을 통한 전력생산으로, 최근중요하게 인식되고 있는 환경문제에 친화적인 기술이라 할 수 있다[2]. 특히 직접 메탄올 연료전지(Direct Methanol Fuel Cell, DMFC)는 액체인 메탄올을 발전용 연료로 사용하여 연료극에서 메탄올이 산화되어 생성되는 수소이온이 전해질을 통과하여 공기극에서 공급되는 산소와 반응하는 전기화학 반응에 의하여 액체 연료로부터 직접 전기 에너지를 생산하기 때문에 소음 및 환경 공해가 없고 또한 이동이 용이하기 때문에 차세대 이동용 및 수송용 연료전지의 형태로 그 장래가 촉망되고 있다.

본 연구에서는 전착법에 의해 제조된 PtCoNi/CNF web 촉매의 특성이 흡착의 조건과 방법 등에 크게 의존됨을 확인하였으며, 또한 전착횟수가 증가함에 따라 흡착되는 금속 입자의 크기와 양이 점차 증가 하였다. 이러한 결과에 따라 PtCoNi/CNF web 촉매의 전기화학적 활성 역시 증가하는 것으로 나타났다.

## 2. 실험

본 연구에서는 Fig. 1과 같은 구조를 가진 부직포 형태의 탄소나노섬유(Carbon Nano Fiber, CNF-web)를 사용 하였으며, 모든 시약은 Aldrich사에서 구입하여 그대로 사용하였다.

부직포 형태로 된 CNF web는 0.31 cm<sup>2</sup>로 제단하여 5 % Nafion 용액에 함침시킨 후, 작업 전극인 glassy carbon electrode(CHI104) 위에 부착하고, 건조 시켜 실험을 진행 하였다. 기준전극으로는 Ag/AgCl(3 M KCl, 0.196 V vs. SCE, Metrohm), 상대전극으로는 백금(1x1 cm<sup>2</sup>)을 사용 하였다. 3성분계 PtCoNi/CNF web 촉매는 2 mM Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>와 2 mM

$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 2 mM  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ 가 0.05M  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 에 용해된 용액에서 전착법을 통해 제조되었다. 전착법 중 cyclic voltammetry(CV)를 선택하여 -0.6 ~ 0 V 전위에서 주사속도 20mV/s로 cycle 횟수를 각각 40회, 60회, 80회로 변경하면서 흡착시켰다.

전착된 PtCoNi/CNF web 촉매는 1 M KOH와 1 M 메탄올이 혼합된 전해액에서 CV법을 통해 촉매의 산화반응 특성을 조사하였는데, -0.9 ~ 0.3 V의 전위에서 주사속도 5 mV/s로 확인 하였으며, 이러한 모든 전기화학 실험은 AutoLap (PGSTAT100)에서 진행하였다.

PtCoNi/CNF web 촉매의 기본 물성은 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM), Energy Dispersive X-ray Spectrometer(EDX)을 이용하여 흡착된 금속 입자의 크기 및 형태, 흡착량과 조성 등의 특성을 확인하였다.

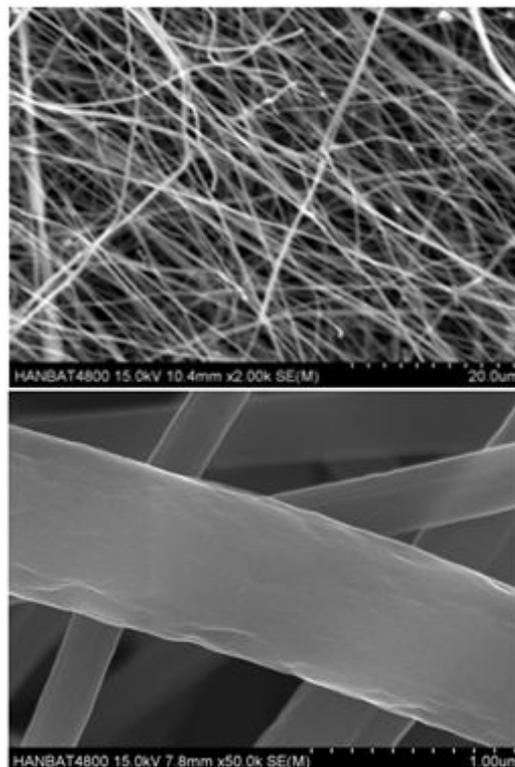


Fig. 1. SEM images of CNF-web

### 3. 결과 및 토론

Fig. 2는 CV 횟수에 따라 전착된 PtCoNi/CNF web 촉매의 표면을 관찰한 SEM 이미지이다. 각각 (a) 40 회, (b) 60 회, (c) 80 회에서 흡착된 형태들로, 전착 횟수가 증가 할수록 CNF web의 표면에 더 많고, 넓게 금속 입자들이 흡착되는 것을 확인 할 수 있으며, 금속 입자의 크기들 또한 점차 증가됨을 보여 주고 있다.

Fig. 3은 PtCoNi/CNF web 촉매의 메탄올 산화반응 특성을 1 M KOH와 1 M 메탄올이 혼합된 전해액에서 확인한 CV곡선이다. CV곡선에서 날카롭게 나타난 산화 피크는 전착 횟수가 증가 함에 따라 -0.2 V 정도에서 더욱 큰 전류 값을 나타낸다. 이는 Pt의 산화 반응을 보여주는 것이며, 횟수가 증가 할수록 촉매로서의 전기화학적 활성이 증대되는 것을 의미한다.

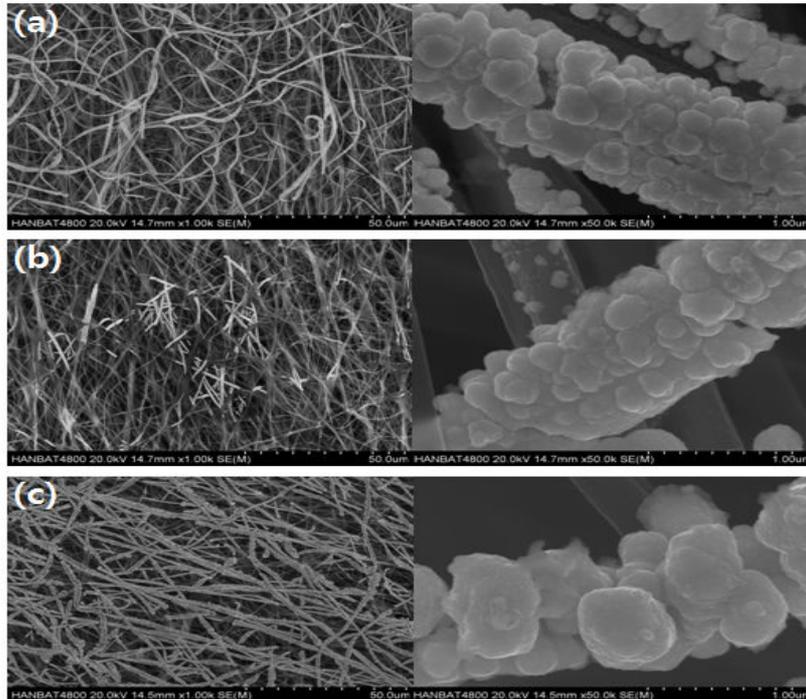


Fig. 2. SEM images of PtCoNi/CNF web catalysts prepared by electrodeposition as a function of cycles of (a) 40, (b) 60, (c) 80

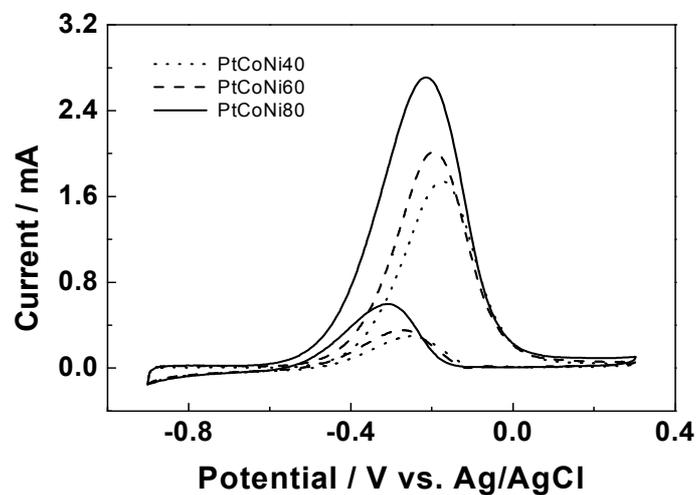


Fig. 3. Cyclic voltammogram of PtCoNi/CNF web catalyst at different deposition cycle in 1 M KOH and 1 M MeOH

Fig. 4는 PtCoNi/CNF web과 동일한 조건으로 전착시킨 다른 촉매들과의 전기화학적 활성을 비교한 CV곡선이다. 순수하게 Pt/CNF web으로 제조된 촉매보다 전이금속인 Co, Ni이 포함 될수록 촉매의 전기화학적 활성이 더 증가하는 것을 확인 하였다. 이는 전이금

속이 Pt의 촉매 반응에 긍정적인 영향을 미쳐 Pt촉매의 전기화학적 촉매 특성을 증가시키는 효과를 나타내는 것으로 판단된다.

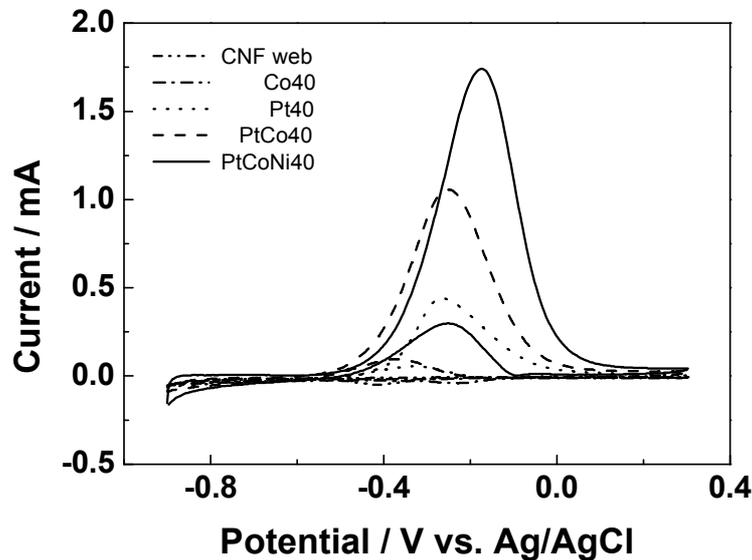


Fig. 4. Cyclic voltammogram of different catalysts in 1 M KOH and 1 M MeOH

#### 4. 결 론

PtCoNi/CNF web은 전착법에 의해 제조 되었으며, 촉매의 전기화학적 활성을 CV를 이용하여 조사하였다. 1 M KOH와 1 M 메탄올이 혼합된 전해액에서 80 cycle로 흡착 된 PtCoNi/CNF web이 가장 높은 전기화학적 특성을 나타내었다. 또한, 전착 횟수가 증가 할수록 CNF web의 표면에 더 많고, 더 넓게 금속 입자들이 흡착되는 것을 확인 할 수 있으며, 금속 입자의 크기 역시 점차 증가됨을 보여 주고 있다. 이를 통해 전착 횟수를 변경함에 따라 흡착되는 금속 입자의 크기 및 양이 조절됨을 확인할 수 있다.

#### 참고문헌

1. Horng, R. F., "Transient Behaviour of a small Methanol Reformer for fuel Cell during Hydrogen Production after Cold start", *Energy Conv. Manag.*, **46**(7), 1193-1207(2005).
2. Kim, S., Cho, M. H., Lee, J. R., Ryu, H. J., and Park, S. J., "Electrochemical Behaviors of platinum Catalysts Deposited on the plasma Treated Carbon Blacks Supports", *Korean Chem, Eng. Res.*, **43**(7) 756-760(2005).