

전착에 의해 제조된 PtNi/CNF web 의 전기화학적 특성

김지혜, 김용일, 박장우, 김상헌, 박정호, 고장면*
 한밭대학교 응용화학생명공학부
 (jmko@hanbat.ac.kr*)

Electrochemical properties of PtNi/CNF web catalyst prepared by electrodeposition

Ji Hye Kim, Yong il Kim, Jang Woo Park, Sang Hern Kim, Jung Ho Park,
 Jang Myoun Ko*
 Division of Applied Chemistry and Biotechnology, Hanbat National University
 (jmko@hanbat.ac.kr*)

1. 서론

연료전지는 연료의 산화에 의해 생기는 화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 전지로서, 많은 종류의 연료전지가 있으나 그 중 별도의 연료 개질없이 액상의 연료를 직접 사용하는 연료전지가 주목을 받고 있다. 현재는 수소와 같은 기상 연료를 대체할 액상 연료로서 메탄올이 연구되고 있지만, 이밖에도 에탄올과 이소프로필 알코올 등도 기상 연료를 대체할 수 있는 연료 들이다. 에탄올의 경우는 메탄올에 비해 C-C결합이 존재하기 때문에 반응 속도가 느리고, 캐소드를 피독시키는 중간생성물이 과다하게 발생하는 문제점을 가지고 있다. 그러나 무독성과 낮은 가격 때문에 액상 연료로서의 장점을 가지고 있으며, 이미 발표된 연구결과에 의하면, 백금계 촉매에서의 전기화학적 반응성은 메탄올에 비하여 크게 떨어지지 않음을 알 수 있다.[1]

또한, 연료전지에서 수소를 발생시키는 중요한 역할을 하는 촉매도 많은 관심을 받고 있는데, 촉매의 표면적이 넓어질수록 연료가 접촉하는 면적이 증가하게 되고 그로인해 더 많은 에너지를 발생 시킬 수 있는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 비표면적이 넓은 Carbon nanofiber-web(CNF web)의 표면에 Pt와 Ni이 용해된 용액하에서, 일정한 전류밀도를 각기 다른 시간에 따라 가하여, 전착으로 PtNi/CNF web 촉매를 제조하였고, 제조된 촉매의 전기화학적 특성과 활성을 cyclic voltammetry를 통해 조사하였다.

2. 실험

5% Nafion 용액에 담가두었던 직경 6 mm의 Fig. 1(a)와 같은 형태를 갖는 CNF-web을 glassy carbon전극에 부착한 후 건조시켜 준비하였다. 전착에 사용된 용액은 각각 0.8 M NiSO₄, 0.2 M의 NiCl₂, 0.005 M H₂PtCl₆, 0.5 M H₃BO₃의 농도로 혼합하여 제조하였으며, 전류밀도 2 mA로 각각 60초, 300초, 600초로 변경하여 deposition 하였다. 제조한 PtNi/CNF web의 전기화학적 특성은 1 M KOH와 1 M C₂H₅OH이 1:1로 혼합한 용액에서 potential range -0.8 ~ 0.6 V, scan rate는 20 mV/s의 주사 속도로 cyclic voltammetry(CV)를 이용하여 확인하였다. 실험은 AutoLab(PGSTAT100, Netherland)에서 진행하였으며, working

전극은 glassy carbon, 반대전극은 Pt, 표준전극으로는 Ag/AgCl을 사용하였다. 제조한 PtNi/CNF web 촉매의 표면 특성은 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM), Energy Dispersive X-ray Spectrometer (EDX)을 이용하여 조사하고, CNF web의 표면에 흡착된 Pt, Ni 입자의 크기와 형태 및 양을 관찰 하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 전착시간에 따른 CNF web 표면을 나타낸 SEM 이미지다. (a)는 전착하지 않은 순수한 CNF web이며, (b), (c), (d)는 각각 60초, 300초, 600초로 전착 하였다. 이를 통해 전착하는 시간이 증가함에 따라 CNF web의 표면에 흡착되는 금속입자의 양이 점차 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

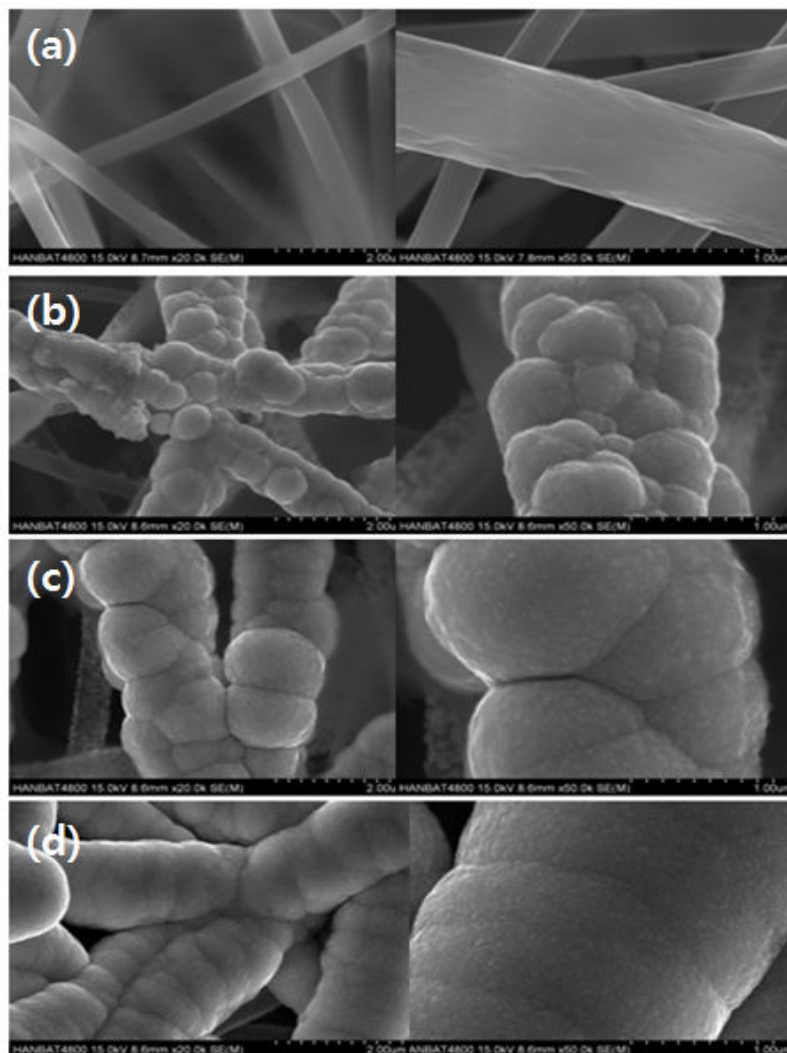


Fig. 1. SEM images of PtNi/CNF web catalysts prepared by electrodeposition as a function of cycles of (a) CNF web (b) 60 s, (c) 300 s, (d) 600 s.

Fig. 2는 PtNi/CNF web 촉매의 Pt와 Ni의 전기화학적 활성을 확인하기 위해 1 M KOH에서 측정한 CV비교 곡선이다. 각각의 촉매에 포함되는 금속의 종류만 다르게 하고, 그 외 나머지 조건은 모두 동일하게 제조 하였다. Fig. 2에서 확인 할 수 있듯이, 순수하게 Ni만 흡착된 Ni/CNF web보다 Pt가 첨가된 PtNi/CNF web이 더 우수한 전류 값을 나타낸다. 이는 Ni과 함께 흡착된 Pt가 Ni에 긍정적인 화학적 효과에 기여하여 더 우수한 전기화학적 활성을 나타내는 것으로 사료된다.

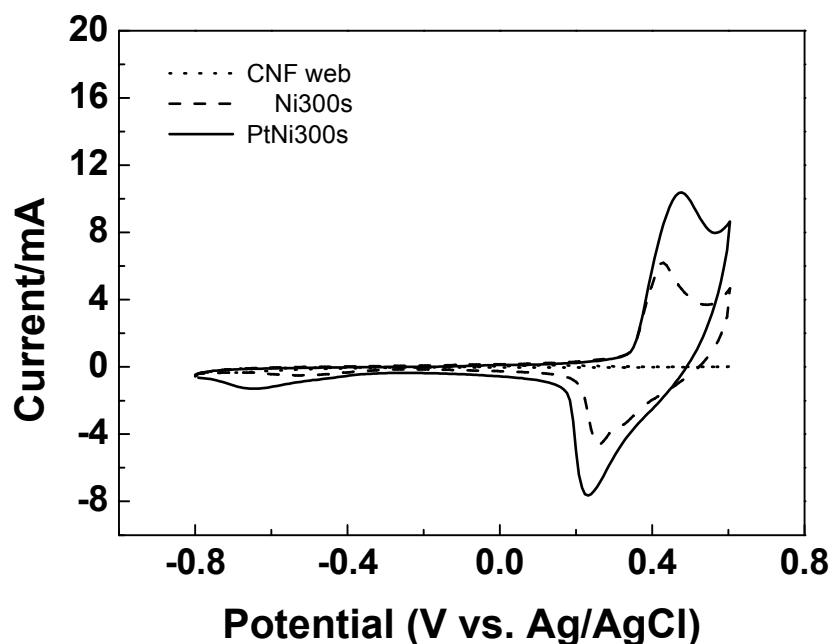
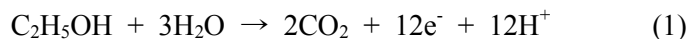


Fig. 2. Cyclic voltammograms of different catalysts in 1 M KOH

Fig. 3은 각각 다른 촉매들과 PtNi/CNF web촉매의 전기적 촉매 활성을 비교한 CV곡선이다. Fig. 2와 같이 각각의 다른 촉매들 모두 동일한 조건으로 제조 하였으며, 촉매적 특성을 확인하기 위해 1 M KOH와 1 M C₂H₅OH를 1:1 혼합한 용액에서 -0.8 ~ 0.6 V, scan rate 20 mV/s로 실험을 실시하였다. Fig. 3에서는 각각의 촉매들 보다 PtNi/CNF web촉매가 월등히 높은 전류 값을 가지는 것으로 나타난다. 또한, -0.2 ~ 0 V 사이에서 나타나는 피크는 Pt가 촉매로써 작용하여 수소를 발생시키는 전형적인 전위로 아래 식(1)과 같은 화학반응식을 통해 수소가 발생한다.



그리고, Pt/CNF web촉매보다 Ni이 포함된 PtNi/CNF web촉매의 활성이 더 우수한 것으로 볼 때, 전이금속인 Ni역시 Fig. 2에서 설명한 것과 같이 Pt의 전기적 촉매 활성에 긍정적인 효과를 주는 것으로 판단할 수 있다. 즉, Pt와 Ni는 단순히 상호간에 부가적인 효과를 주는 것만 아니라 시너지 효과를 가지는 것으로 생각할 수 있다.

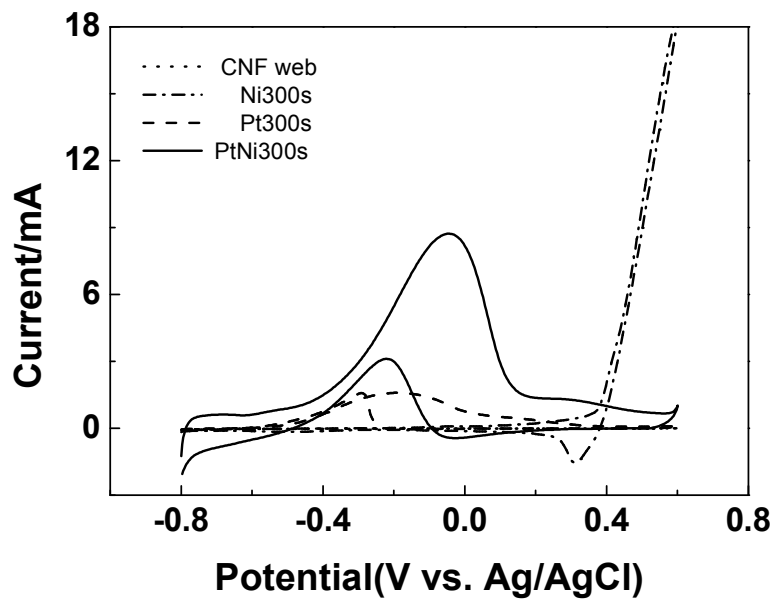


Fig. 3. Cyclic voltammograms of different catalysts in 1 M KOH and 1 M C₂H₅OH

4. 결론

전이금속인 Ni이 포함된 2성분계 PtNi/CNF web 촉매를 전착을 통해 제조 하였으며, 1 M KOH, 1 M KOH와 1 M C₂H₅OH가 1:1로 혼합한 용액에서 전기화학적 촉매 특성을 확인 하였다. PtNi/CNF web 촉매가 전이금속인 Ni이 포함되지 않은 다른 촉매들 보다 더 우수한 전기화학적 특성을 나타내었으며, 이는 Pt와 Ni가 상호간에 긍정적인 효과를 미치기 때문으로 결론지을 수 있다.

참고문헌

1. Yoon, S.R., Cha, S.Y., Oh, I.W., Hong, S.A. and Ha, H.Y. "A study on Direct Alcohol Fuel Cells for Portable Powers.", *Journal of the Korean Electrochemical Society*, **4**(2), 65-69(2001).