

유체 플라즈마 공정으로 합성한 백금 나노입자의 전기화학적 특성 평가

Characterization and Electrocatalytic Activities of Pt Nanoparticles Synthesized by Solution Plasma Process

이유진^a, 진상훈^a, 김성철^a, 김성민^a, 이상율^a

^a한국항공대학교 항공재료공학과, 표면기술응용연구센터 (E-mail : uzingood@gmail.com)

초 록 : 본 연구에서는 백금 나노입자의 크기, 형상, 분포도에 따른 전기 화학적 효율을 평가하기 위해 계면활성제 농도를 달리하여 백금 나노입자를 합성하였다. 계면활성제로는 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide)이 사용되었으며, 0.5 mM의 H_2PtCl_6 의 백금 염을 환원시키기 위하여 유체 플라즈마 공정을 이용하였다. 공정 시간은 UV-vis 스펙트럼 결과를 토대로, 262 nm의 파장대에서 관찰된 LMCT(ligand-to-metal charge transfer) peak이 사라지는 시간을 기준으로 하여 공정을 진행하였다. 합성된 나노입자는 순환 전류-전압곡선(CV), TEM이미지와 XRD 분석을 이용하여 전기화학적 특성, 입자의 평균 크기 및 형상 변화를 비교·분석 하였다. 그 결과 CTAB을 넣지 않은 백금나노입자의 경우, CTAB을 넣고 제조한 백금 나노입자와는 달리 구의 형태로 뭉쳐있음을 관찰하였고, 이러한 백금 나노입자의 구조는 보다 높은 전기화학적 활성 특성을 가짐을 보였다.

1. 서론

석유화학에너지원과는 달리 생성물이 친환경적인 연료전지는 수소나 알코올계 연료를 사용하여 전기를 생산하는 대표적인 차세대 에너지로써 현재 상용화를 위하여 활발히 연구진행 중이다. 특히 휴대용 기기 및 가전제품에 적용 가능한 연료전지는 저온형 연료전지로 촉매로는 백금이 주로 사용되며, 이는 희귀금속 중이므로 비용이 높은 문제가 있다. 하지만 산화-환원 반응에서 높은 전류밀도와 훌륭한 온도특성, 화학물질에 대한 높은 저항력 등의 요소들로 아직까지 저온형 연료전지의 촉매로 사용되고 있다. 본 연구에서는 유체 플라즈마 공정을 이용, 계면활성제의 농도 조절을 통하여 백금 나노입자의 크기, 형상 및 분포도를 제어하였고, 그에 따른 각각의 전기화학적 특성을 분석·연구하였다.

2. 본론

본 연구에서는 H_2PtCl_6 의 백금 전구체 용액 내에서의 플라즈마 방전을 통한 백금 나노입자 합성 연구를 진행하였으며, CTAB의 농도를 0 mM, 0.25mM, 0.5mM로 하여, 백금 나노입자의 크기, 형상, 분포도에 미치는 CTAB의 영향을 평가하였다. 합성된 백금 나노입자의 크기, 형상, 구조는 TEM, XRD를 통하여 분석되었으며, 백금 나노입자의 전기화학적 특성을 평가하기 위해 활성화 처리된 카본블랙(Ketjen black, EC-600JD)과 PTFE 용액(5 wt.% Nafion® solution)으로 백금촉매 담지체를 합성하였다. 순환전류전압곡선(Cyclic voltammetry)분석은 합성된 담지 촉매를 유리탄소전극위에 코팅하여 0.5 M의 황산용액 분위기에서 진행되었다.

3. 결론

백금 나노입자의 크기, 형상 및 분포도는 CTAB의 농도에 따라 변화하였다. 0.5 mM의 CTAB을 넣은 백금 나노입자의 경우 골고루 잘 분산된 입자 형태를 보였으며, 그 평균크기는 2.1 nm로 CTAB을 첨가하지 않은 백금 나노입자보다 더 큰 경향을 보였다. 이에 반해 CTAB을 첨가하지 않은 백금 입자의 경우, 골고루 분산되어 있지 않고 구의 형태로 agglomeration 됨을 관찰하였으며, 그 백금 나노입자의 크기는 평균 38.8 nm였다. 또한, 순환전류전압곡선을 통하여 각 백금 나노입자의 전기화학적 특성을 평가한 결과, CTAB의 영향을 받지 않은 백금 나노입자가 CTAB을 첨가하여 합성한 백금 나노입자보다 더 높은 전기활성유효면적 특성을 보였으며, 이는 백금 나노입자가 카본블랙 지지체에 담지될 때, 백금 agglomeration 입자의 구조특성이 그렇지 않은 입자보다 더 유리하게 작용하기 때문으로 사료된다[1].

참고문헌

1. C. Kim, J. Oh, Y. Kim, H. Kim, H. Lee, *Electrochem. Commun.*, 12 1596-1599 (2010).