

## 활성탄소 전극의 전기화학적 특성에 대한 카본블랙 함유된 탄소나노튜브의 효과

\*김 기석, \*\*박 수진

### Influence of Carbon Black-embed Carbon Nanotubes on Electrochemical Performance of Activated Carbon-based Electrodes

\*Ki-Seok Kim, \*\*Soo-Jin Park

In this work, carbon black(CBs)-embed multi-walled carbon nanotubes (MWNTs) as conductive fillers for activated carbon(ACs)-based electrodes for supercapacitor were prepared by chemical reduction of oxidized MWNTs and CBs. The effect of CBs-MWNT composites on electrochemical performances of ACs-based electrodes were investigated as a function of CB-MWNT ratio. It was found that CBs-MWNTs composites were formed by the reduction reaction of the functional groups of oxidized MWNTs and CBs. It was resulted in the conjugation of CBs onto the MWNT having high surface area and aspect ratio, leading to the enhanced electrical properties of MWNTs. The electrochemical performances, such as current density, charge-discharge, and specific capacitance of the ACs/CBs-MWNT electrodes were higher than that of ACs/MWNTs and conventional ACs/CB electrodes, which was attributed to the synergistic effect of CBs-MWNTs as a conductive filler.

**Key words** : Activated carbons(활성탄소), carbon black(카본블랙), carbon nanotubes(탄소나노튜브), electrochemical performance(전기화학 특성)

E-mail : \* kimks@inhaian.net, \*\* sjpark@inha.ac.kr

## perovskite 물질이 코팅된 MCFC용 공기극의 전기화학적 성능 고찰

\*송 신애, 강 민구, 윤 성필, \*\*한 종희, 오 인환

### Electrochemical Performance of Perovskite Materials coated Cathode for MCFC

\*Shin Ae Song, Min Gu Kang, Sung Pil Yoon, \*\*Jong Hee Han, In Hwan Oh

현재 용융탄산염 연료전지의 공기극으로 다공성의 lithiated NiO를 사용하고 있는데 이 재료의 경우 크게 두 가지의 문제점을 안고 있다. 첫 번째는 Ni이 전해질 내로 용해되는 것이고, 두 번째는 낮은 활성으로 인한 높은 공기극의 분극이다. Ni이 전해질로 용해되는 문제는 Co나 Fe를 코팅하여 공기극 표면에  $\text{Li}_x(\text{Ni}_y\text{Co}_{1-y})_{1-x}\text{O}_2$  나  $\text{Li}_x(\text{Ni}_y\text{Fe}_{1-y})_{1-x}\text{O}_2$  를 형성시켜 NiO의 전해질 내로 용해되는 것을 억제하는 방법이나 ZnO, MgO,  $\text{La}_2\text{O}_3$  등의 산화물을 NiO 표면에 코팅하여 전해질과 접촉을 막는 방식으로 해결하는 등 많은 연구가 이루어져 왔다. 하지만 연료극의 비해 상당히 높은 공기극의 분극으로 인해 큰 전압손실이 일어나 용융탄산염 연료전지 성능이 낮아지는 문제의 경우 이를 해결하고자 하는 연구는 상대적으로 많이 진행되지 못한 상태이다. 특히 현재 용융탄산염 연료전지의 장기수명화를 위해 기존의 작동온도인  $650^\circ\text{C}$  보다 다소 낮은 온도인  $600\sim 620^\circ\text{C}$ 에서 작동하려는 움직임이 있다. 작동 온도가 내려가면 전해질이 휘발되는 속도가 낮아져 전해질 부족에 따른 운전시간이 줄어드는 문제를 해결할 수 있어 장기 수명화를 위해서는 작동온도를 낮추는 것이 매우 유리하다. 하지만 작동 온도가 내려가면서 양 전극에서 일어나는 전기화학 반응 속도가 느려지기 때문에 각 전극에서의 활성화 분극으로 인한 전압손실은 더욱 커질 수밖에 없다. 특히 연료극의 수소산화반응 속도는 공기극의 산소환원반응에 비해 매우 빠르기 때문에 작동 온도가 내려감에 따라 연료극의 분극이 커지는 것에 비해 공기극의 분극이 급격히 커지게 된다. 따라서 운전온도가 낮아지는 상황에서는 낮은 작동온도에서도 성능감소가 적게 일어나  $0.8\text{V}$  이상 운전( $150\text{mA}/\text{cm}^2$ , 단위전지 기준)이 가능한 공기극의 개발이 매우 필요한 실정이다. 이를 해결하고자 본 연구에서는 고체 산화물 연료전지의 공기극의 재료로 많이 연구되고 있는 혼합전도성 물질의 페로브스카이트 구조의 물질을 기존 NiO 전극에 코팅하여 새로운 공기극을 개발하였다. 페로브스카이트 구조의 물질로 대표적인 LSCF 물질을 사용하였으며 LSCF를 코팅한 공기극을 이용한 단위전지에서  $150\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류를 흘려주었을 때  $0.84\text{V}$ 의 성능을 1000hr 유지하였다. 이는 기존의 NiO 전극을 사용했을 때보다  $15\sim 20\text{mV}$  높은 값이다. 낮은 작동온도에서도 좋은 성능을 보였는데, 기존의 NiO 전극의 경우  $630^\circ\text{C}$ 에서  $0.79\text{V}$ 의 성능을 보인 반면 LSCF가 코팅된 공기극의 경우  $620^\circ\text{C}$ 에서  $0.811\text{V}$ 의 매우 좋은 성능을 보였다. 이는 LSCF의 산소이온전도성 및 전기전도성이 공기극에서의 분극을 낮추어 성능을 증가시키는 것으로 보인다.

**Key words** : Molten carbonate fuel cell(용융탄산염 연료전지), Cathode(공기극), Perovskite(페로브스카이트), Polarization(분극), Performance improvement(성능 향상)

E-mail : \* shinaesong@kist.re.kr, \*\* jhan@kist.re.kr