

## 하이브리드커패시터용 활성탄전극의 리튬도핑에 따른 전기화학적 거동

조민영<sup>1,2</sup>, 노광철<sup>2</sup>, 이재원<sup>2</sup>, 박선민<sup>2</sup>, 이동렬<sup>3</sup>, 한상진<sup>3</sup>  
연세대학교 신소재공학과<sup>1</sup>, 한국세라믹기술원<sup>2</sup>, 비나텍(주)<sup>3</sup>

**Abstract :** For the development of hybrid supercapacitor, increasing energy density is one of the most crucial matters. Since the energy density is the function of capacitance and voltage, it is necessary to enhance energy density for increasing capacitance or voltage. For the high working voltage, it was to enforce Li ion free-doping to activated carbon. As a result, initial capacitance has increased by 11% than raw cell. But capacitance has decreased by Li ion re-solution to electrolyte for increase the number of cycle.

**Key Words :** hybrid, capacitor, supercapacitor

### 1. 서론

에너지저장장치 중에서도 슈퍼커패시터는 출력밀도가 높고 충방전 수명이 무제한에 가까운 장점을 지니고 있어 차세대 전지로 최근 각광받고 있다. 이러한 슈퍼커패시터의 단점인 에너지밀도를 극복하기 위하여 리튬이차전지와 하이브리드 개념의 제품이 활발히 연구되고 있다. 하이브리드 슈퍼커패시터는 양극이나 음극을 리튬이차전지용 전극으로 대체하는 시스템이 일반적이지만 본 연구에서는 양극대체형 하이브리드 슈퍼커패시터에서 리튬이온의 프리도핑에 의하여 음극인 활성탄 전극의 전위를 하락시킴으로써 단위셀전압을 향상시키고자 하였으며 이때의 전기화학적 거동을 알아보려고 하였다.

### 2. 실험

셀의 구성은 전극활물질로서 양극에는  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 를 음극에는 활성탄을 각각 사용하였다. 도전재 및 바인더와 함께 교반한 뒤에 Al etching foil에 코팅하여 전극을 제조하였다. 전해액은 Propylene Carbonate 계열을 사용하였으며 시험용 셀은  $\phi 18 \times 40\text{mm}$  Al can을 사용하였다. Li 이온의 프리도핑에 의한 전압과 용량 변화의 거동을 살펴보기 위하여 활성탄 전극을 작업전극으로 하고 Li foil을 상대전극으로 하여 potentiostat에서 0V에서 전착을 실시하였다. 리튬이 도핑된 활성탄전극을 음극으로 하여 전해액 함침 후 셀을 제조하여 충방전 특성 등을 조사하였다.

### 3. 결과 및 검토

Potentiostat에서 1시간 동안 음극에 프리도핑한 결과를 그림 1에 나타내었다. 약20분 동안은 Li 이온의 도핑이 확연하게 일어나는데 반하여 그 이후부터는 도핑의 양이 줄어드는 것을 알 수 있다. 도핑을 실시하지 않은 전지와 Li 이온의 도핑에 의한 영향을 2.7V전압에 대하여 용량 및 수명특성 결과를 그림 2에 나타내었다. 결과에서 알 수 있듯이 초기 충방전시 약11%정도의 용량이 상승하였지만 사이클이 지속될수록 급속하게 용량이 감소됨을 알 수 있다. 이는 도핑된 Li에 의하여 용량이 증가되었지만 점차적으로 Li 이온이 다시 전해액에 용해되면서 용량이 감소되는 것으로 판단된다.

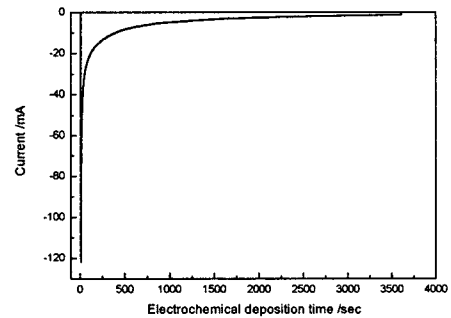


그림 1. 0V, Li 이온 프리도핑

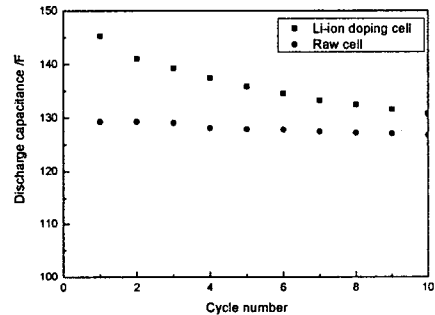


그림 2. 충방전 용량 및 수명특성(2.7V 방전100mA)

### 4. 결론

본 연구에서는 음극의 전압을 Li 프리도핑을 이용하여 감소시킴으로써 하이브리드 슈퍼커패시터의 사용전압과 충전 용량을 상승효과에 대하여 실험을 실시하였다. 초기 용량은 11%가량 증가되었으나 충방전을 진행함에 따라 용량이 현격하게 감소하는 것을 확인하였다. 이것은 하이브리드 슈퍼커패시터에서 리튬의 도핑효과는 비가역적인 반응으로 보기 어려우며 이를 극복하기 위해서는 보다 구조적인 도핑방법에 의한 접근이 필요할 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] Y. Zhang, H. Feng, X. Wu, L. Wang, A. Zhang, T. Xia, H. Dong, X. Li, L. Zhang, Int. J. Hydrogen Energy, Vol.34, p.4889, 2009
- [2] J. Li, F. Gao, J. Power Sources, Vol.194, p.1184, 2009