

## Supercapacitor용 활성탄 전극의 전기화학적 특성

### - Electrochemical Characteristics of Activated Carbon Electrode for Supercapacitor -

김 경 민 \*  
이 용 욱 \*\*  
강 안 수 \*

#### Abstract

In the electrode fabrication of unit cell, we found that optimal the electrochemical characteristics were obtained with at 90 wt.% of activated carbon(BP-20), 5 wt.% of conducting agent(Ppy, Super P) and 5 wt.% of P(VdF-co-HFP)/PVP mixed binder. The electrochemical characteristics of unit cell with Ppy improver were as follows : 37.3 F/g of specific capacitance, 0.98  $\Omega$  of AC-ESR, 2.92 Wh/kg and 6.05 Wh/L of energy density, and 754 W/kg and 1,562 W/L of power density. It was confirmed that internal resistance were reduced due to the increase of electrical conductivity and filling density by the introduction of conductivity agent, and content of conducting agent was suitable in the range of 4~6 wt.%. According to the impedance measurement of the electrode with conductivity agent, we found that it was possible to charge rapidly by the fast steady-state current convergence due to low equivalent series resistance(AC-ESR), fast charge transfer rate at interface between electrode and electrolyte, and low RC time constant.

\* 명지대학교 화학공학과

\*\* (주)카마텍,

## 1. 서론

전원이 순간적으로 정전될 경우에 시스템의 메모리 손실 방지를 위한 백업용 전원이 요구된다. 그 대책으로 2차 전지가 널리 이용되고 있으며, 전극, 전해액, 격리막 및 집전체 등의 기초 소재 개발 및 전기적 성능 개선에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 그러나 산화·환원반응을 이용하여 에너지를 저장하는 2차 전지는 수명이 짧고 사용 온도 범위가 좁아 특수한 기기의 경우 보호 회로 또는 장치가 필요하다. 이러한 문제의 해결 방안으로 현재 물리적인 전하의 흡·탈착을 이용하여 에너지를 저장하고 종래 커패시터와 2차 전지의 기능을 합친 슈퍼커패시터는 새로운 형태의 에너지 저장 장치로서 확실한 지위를 차지하고 있다[1-3,5]. 슈퍼커패시터는 2차 전지와 비교하여 사용 온도 범위와 전압 범위가 상대적으로 넓고, 충전속도가 매우 빠르며 높은 동력밀도를 나타내는 장치로 종래의 2차 전지에 보완적이고 충방전 사이클이 반영구적인 장점이 있다. 또한 슈퍼커패시터는 사용 중 유지보수가 필요 없고, 2차 전지에 비해 중금속(Pb, Cd 등)을 사용하지 않고 활성탄을 사용하기 때문에 공해 유발의 위험성이 극히 적은 장점이 있다[1,2,4].

본 연구에서는 비표면적( $1,500 \text{ m}^2/\text{g}$  이상)을 갖는 활성탄 분말(BP-20, YP-17)과 전도성 개량제(Ppy, Super P, VGCF 및 AB)를 일정비율로 혼합한 후, 전극의 충분한 강도와 일정한 sheet상의 형태를 유지하기 위한 결합제로 전극의 유연성을 갖게 하는 P(VdF-co-HFP)와 전극의 기계적 강도를 높이기 위하여 가교결합력이 우수하고 환경친화적인 분산제인 polyvinylpyrrolidone (PVP)을 단일 및 혼합으로 사용하여 Al etching foil 위에 전극을 제조하였다. 전해액 GBL/TEABF<sub>4</sub>, 격리막 Celgard 3501<sup>®</sup>을 사용하여 단위셀을 제작한 후 전기화학적 특성을 향상시키고자 하였다.

## 2. 실험방법

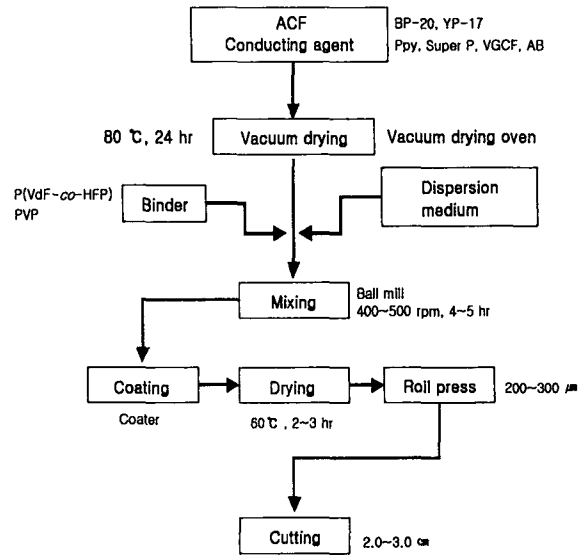
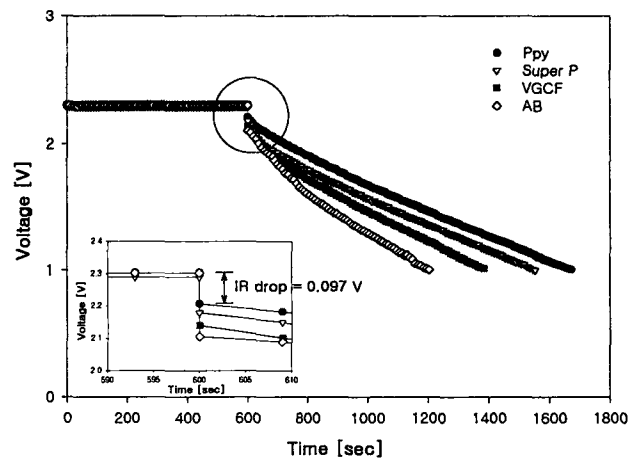


Fig. 1. Fabrication process of electrode sheet.

## 3. 실험결과



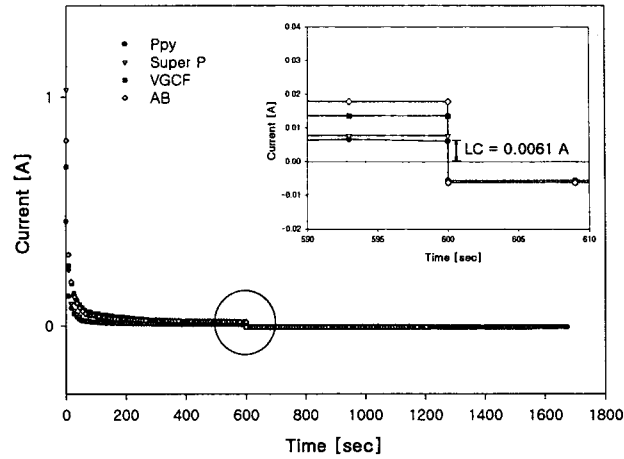


Fig. 2. Charge/discharge curves of EDLC containing electrodes made from 5 wt.% of various conducting agents, 90 wt.% of BP-20 and 5 wt.% of P(VdF-co-HFP)/PVP mixed binder.

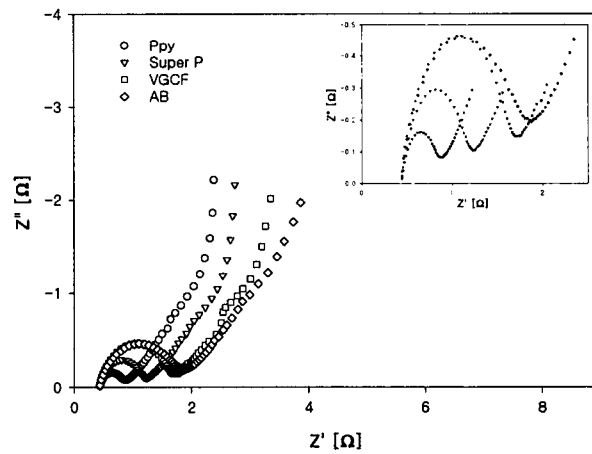


Fig. 3. Nyquist plot of EDLC containing electrodes made from 5 wt.% of various conducting agents, 90 wt.% of BP-20 and 5 wt.% of P(VdF-co-HFP)/PVP mixed binder.

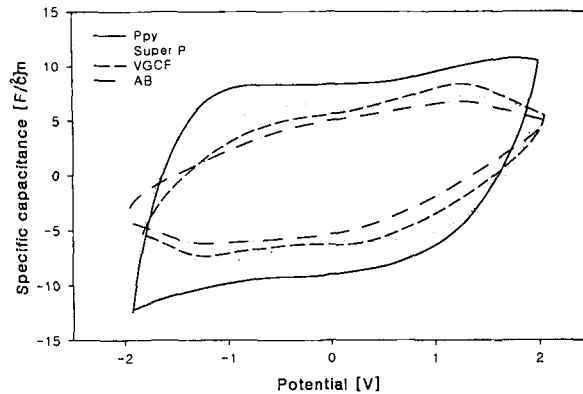


Fig. 4. Cyclic voltammogram of EDLC containing electrodes made from 5 wt.% of various conducting agents, 90 wt.% of BP-20 and 5 wt.% of P(VdF-co-HFP)/PVP mixed binder ; scan rate = 5 mV/s.

#### 4. 결론

단위셀 전극 제조에서 활성탄, 전도성개량제 및 혼합결합제의 비율이 90 : 5 : 5 wt.%인 경우 전기화학적 특성이 가장 우수하였다. 비정전용량 37.6 F/g, AC-ESR 0.98  $\Omega$ , 에너지밀도 2.92 Wh/kg와 6.05 Wh/L 및 최대동력밀도 754 W/kg, 1.562 W/L 이었다. 임피던스 측정결과 전도성개량제를 첨가한 경우 등가직렬저항이 작아지며, 전극과 전해질계면에서 전하전이속도가 빠르고 RC 시간상수가 작아져 전류가 정상상태에 빨리 도달하여 급속충전이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 전도성개량제가 첨가된 경우 단위셀의 자기방전은 이온흡착에 의하여 충전되는 EDLC의 특성상 초기 전해액 내 이온의 농도차에 의하여 지배적이었고, 전기이중층의 손실에 의한 자기방전은 전극물질에 상관없이 일정하였다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] 西野 敦, 直井勝彦: "大容量キャパシタ技術と材料", シーエムシー, 日本(1998).
- [2] Conway, B. E.: "Electrochemical Supercapacitor", Kluwer Academic, N.Y.(1999).
- [3] S. T. Mayer, R. W. Pekala and J. L. Kaschmitter, "The Aerocapacitor : An Electrochemical Double-Layer Energy-Storage Device", *J. Electrochem. Soc.*, **140**(2), 446(1993).
- [4] T. Maeda, 22th Carbon Material Society Essential Book, "Properties of electrical Double Layer Capacitor with Activated Carbon Fiber Electrodes", 234(1995).
- [5] W. J. Sarjeant, J. Zirnheld and F. W. MacDougall, "Capacitors", *IEEE Trans. Plasma Sci.*, **26**, 1368(1998).