

수소처리 활성탄소를 사용한 EDLC의 전기화학적 특성

이선영, 김익준, 문성인, 김현수
한국전기연구원 전지연구그룹

Electrochemical Characteristics of Electric Double Layer Capacitor using heat treated Activated Carbon at H₂ Atmosphere

Sun-Young Lee, Ick-Jun Kim, Seong-In Moon, Hyun-Soo Kim
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract : 본 연구에서는 활성탄소의 표면 작용기와 전해액, 결합제의 분해반응을 줄여서 내구성을 향상시키기 위해 H₂ 기체의 spill-over 현상을 이용하여 활성탄소 표면의 작용기를 치환시킨 시료를 사용하여 전극을 구성하였다. H₂ 기체로 활성탄소를 700℃에서 열처리한 결과, 원소 분석기 (Elemental Analyzer)를 이용한 원소 분석 시에 산소의 비율이 1.4%로 활성탄소의 2.44%에 비해 감소함을 알 수 있었고, Carbon의 비율이 700℃에서 94.3%로 증가함을 알 수 있었다. 또한, 활성탄소를 사용한 전극을 1.2M TEABF₄/Acetonitrile 전해액을 사용하여 커패시터를 구성했을 때, 1kHz의 AC저항은 700℃에서 열처리한 활성탄소가 0.58Ω로 활성탄소의 1.30Ω에 비해 양호한 전기화학 특성을 나타내었다.

Key Words : EDLC, MSP20, 활성탄소, 수소, spill-over

1. 서 론

활성탄소전극을 사용하는 전기이중층 커패시터는 전극과 전해질 계면에서 서로 다른 전하들의 정전기적 배열을 이용한다. 이때 활성탄소 표면의 작용기는 전해액과 결합제의 분해 반응을 일으키고, 수 ppm의 수분은 전해액의 안정적인 potential window를 감소시키고, 전해액 함침을 방해하여 커패시터의 용량과 저항을 감소시킨다. 특히, 커패시터의 작동전압이 2.5V 이상이 되면 수분의 함량과 활성탄소 작용기의 반응에 의해 gas가 발생하고 커패시터의 전기화학적 특성을 떨어뜨리게 된다. 따라서, 본 연구에서는 H₂ 기체를 이용하여 500℃-1100℃의 온도 조건에서 열처리하여 활성탄소의 표면 작용기를 치환시켜서 전해액과의 반응을 줄이고 수분 함량을 제어한 활성탄소를 사용하여 전극을 만들고, 커패시터의 전기화학적 특성을 조사하였다.

2. 실험

2.1 활성탄소를 사용한 커패시터의 구성

활성탄소를 수소 분위기 하에서 500℃, 700℃, 900℃, 1100℃로 열처리 온도를 달리하여 작용기를 치환시킨다. 이때 사용한 활성탄소는 MSP20 (비표면적 : 2000m²/g, Kansai Coke & Chemicals Co.) 이었다. 활성탄소 : 도전재 : 결합제 = 80:15:5 (wt%)의 조성으로 2000rpm에서 교반하여 100℃에서 건조시킨 후 Kneading하여 에칭기에 도전성 접착제를 사용하여 전극을 제조하였다. 제조된 전극은 진공 건조기에서 120℃로 overnight 하여 건조시키고, 전극의 크기를 14φ로 하여 재단한다.

Capacitor의 조립은 Dew point가 -60℃이하인 Dry Room에서 행하였다. cell사이에 Celgard 3501의 격리막을 삽입한 후, 1.2M TEABF₄/Acetonitrile의 전해액을 함침하여 제조하였다.

2.2 커패시터의 충·방전 실험 및 특성분석

충·방전 실험을 하기 위하여 충·방전 시험기 (MACCOR)에서 정전류법으로 충·방전하였다. 구동전압은 0-2.7V, 축전 용량은 시간-전압곡선에서 식 (1)에 의해 계산하였다.

$$C = dt \cdot i/dV \dots\dots\dots(1)$$

임피던스 분석 (Electrochemical Impedance Spectroscopy)은 Impedance analyzer (Zahner IM6)를 사용하여 two - electrode system 으로 1MHz에서 5mHz의 주파수 범위에서 행하였다. 활성탄소의 성분 분석은 원소분석기 (Elemental Analyzer)를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 검토

활성탄소를 수소 분위기 하에서 500℃, 700℃, 900℃, 1100℃로 열처리 온도를 달리한 시료들은 원소 분석기를 사용하여 분석한 결과를 표1에 나타내었다.

Sample	Carbon	Hydrogen	Oxygen	Nitrogen	Sulfur
MSP20	90.68	7.38	2.44	ND	ND
MSP20 (500℃)	95.32	3.51	1.77	ND	ND
MSP20 (700℃)	94.3	5.36	1.4	ND	ND
MSP20 (900℃)	95.11	3.63	1.41	ND	ND
MSP20 (1100℃)	94.94	1.41	0.91	ND	ND

ND=Not Detect

표 1. 원소 분석기를 사용한 활성탄소의 원소 분석

Carbon의 비율이 열처리를 하지 않은 MSP20가 90.68% 인데 비해 열처리를 한 시료에서 증가함을 알 수 있었고, Oxygen의 경우는 열처리 온도가 올라감에 따라 감소하였다. 이는 열처리 조건에 따라 활성탄소 표면의 작용기가 치환되거나 제거되었음을 의미하고, 특히 산소 작용기가 감소했다는 것을 의미한다. 모든 활성탄소에서 질소와 황은 존재하지 않았다.

International Seminar on Double Layer Capacitors and Similar Energy Storage Devices, deerfield Beach, FL, 1997

- [4] Ick-Jun Kim, Sun-Young Lee, Seong-In Moon, Journal of the Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, 17 107-111, 2004

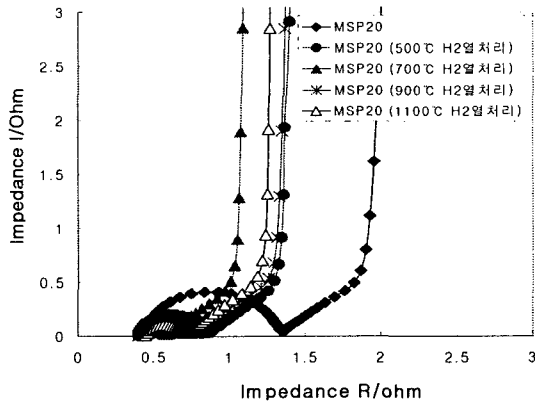


그림 1. AC Impedance spectra

활성탄소와 H₂기체 분위기 하에서 500°C~1100°C로 온도를 달리하여 열처리한 활성탄소를 사용한 전극으로 커패시터를 구성하여 1MHz에서 5mHz의 주파수 범위에서 측정한 결과를 그림1에 나타내었다. 1kHz에서의 AC 저항은 MSP20이 1.3Ω, 500°C가 0.83Ω, 700°C가 0.58Ω, 900°C가 0.78Ω, 1100°C가 0.71Ω로 열처리한 시료가 하지 않은 시료에 비해 저항이 낮아짐을 알 수 있었고, 700°C가 가장 낮은 저항값을 나타내었다.

4. 결론

전기 이중층 커패시터의 전극에 사용되는 활성탄소 표면의 작용기를 제거하기 위하여 수소 분위기 하에서 온도를 500°C~1100°C로 변화하여 활성탄소를 열처리 했을 때, 원소 분석기에 의한 분석에 의해 열처리한 시료가 원래의 시료에 비해 carbon의 조성이 평균적으로 5.6%증가 했으며, Oxygen의 조성은 감소함을 알 수 있었다. 수소기체 분위기 하에서 열처리한 활성탄소를 사용하여 전극을 만들고 커패시터를 구성했을 때, 1kHz에서의 AC저항이 700°C에서 0.58Ω으로 가장 낮은값을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] W. Qiao, Y. Korai, I. Mochida, Y. Hori and T. Maeda, Carbon, 40 351-358, 2002
 [2] L. Bonnefoi, P. Simon, J. F. Fauvarque, C. Sarrazin, J. F. Sarrau, A. Dugast, J. of Power Sources, 80 149-155, 1999
 [3] P. Konsweil, O. Scchmid, A. Loffier, Proc. 7th