

## Carbon 전극을 이용한 전기 이중층 캐패시터의 전기화학적 특성

방정균<sup>o</sup>, 송재근, 최선아, 박계준 \* , 구활본  
전남 대학교 전기공학과, \* 목포대학교 전기공학과

### Electrochemical Properties of Electric Double Layer Capacitor Using Carbon Electrodes

J. G. Bang, J. G. Song, S. A. Choi, \*G. C. Park, H. B. Gu

Dept. of Electri. Eng. Chonnam National Univ., \*Dept. of Electri. Eng. Mokpo National Univ.

**Abstract** - We fabricated five type of electric double layer capacitor(EDLC) with extremely stable activated carbon as a positive and negative electrodes. The electrodes consisted of activated carbon and several different conductor layers on aluminium foil. Cyclic voltammogram of activated carbon electrodes at scan rate 5mV/sec was reversable redox reaction. The discharge capacity of activated carbon-KS 6 composite electrode was higher than that of activated carbon electrode without KS 6.

구성하여 전기화학적 특성을 조사하였다.

#### 2. 실험

##### 2. 1 Carbon 전극 제조

본 연구에서 제조한 carbon 전극은 전극활물질인 activated carbon(Aldrich Co.)과 결합제인 poly-vinylidene fluoride(PVDF, Aldrich Co.)를 5wt% 비율로 NMP용매에 지름이 5mm 인 ball로써 균일하게 혼합하였다. 이 혼합 용액을 Al foil에 casting하고 압착한 후에 110℃에서 10h 동안 진공건조후 사용하였다. 또한 도전재로서 KS-6, MCMB 6-28, KCF 및 acetylene black(A.B)을 5, 10, 15wt%의 비로 첨가하여 상기와 같은 방법으로 제조하였다. 제조한 carbon 전극을 2cm×2cm의 크기로 잘라 사용하였다.

#### 1. 서 론

전자 산업의 발달로 전기, 전자기기가 소형화, 경량화 추세에 따라 반영구적인 전원의 필요성이 대두되고 있다. 특히, 전기 이중층 캐패시터(Electric Double Layer Capacitor, EDLC)는 전극과 전해액 계면의 전기 이중층을 이용하여 에너지를 축적함으로써 종래의 캐패시터에 비해 축적 전기량을 높일 수 있다. 전극에 activated carbon을 사용한 전기 이중층 캐패시터는 높은 안정성을 가진 독특한 전력원이다. 높은 표면적의 카본 전극과 유기 전해액 사이의 계면에서의 충전에 바탕을 둔 전기 이중층 캐패시터가 개발되었고[1]-[3], IC 메모리와 마이크로 컴퓨터를 위한 동력원으로서 널리 연구되고 있다. 또한, 전기 이중층 캐패시터는 큰 전력을 필요로 하는 전기 자동차의 에너지 저장 시스템에 응용될 수 있어 현재까지 많이 연구해 오고 있는 분야이다.

##### 2. 2 Cyclic Voltammetry 및 충방전 특성

제조된 carbon/carbon cell의 전기화학적 특성을 알아보기 위해서 cyclic voltammetry를 0V~3V의 전압영역으로 scan rate를 5mV/sec로 하여 행하였다. carbon/carbon cell을 1 M 및 0.5 M LiClO<sub>4</sub>/PC전해액을 사용하여 0.1mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 상한 전압을 3V로 하한 전압을 0V로 하여 충방전을 행하였다.

본 연구에서는 전기 이중층 캐패시터를 개발하기 위하여 활성 carbon과 acetylene black, graphite, carbon fiber 및 KS-6 등을 혼합하여 전기 이중층 캐패시터용 전극을 제조하고 cell을

#### 3. 결과 및 고찰

활성 carbon을 사용하여 제작한 carbon/carbon cell은 0V~3V의 전압범위에서 5mV/sec의 주사 속도로 5회까지 cyclic voltammetry를 행한 결과를 그림 1에 나타내었다. cell의 구성시 개로전압은 0V이었다. 활성 carbon 표면과 0.5 M LiClO<sub>4</sub>/PC 전해액 사이의 계면에서 형성된 전기 이중층의 충전과 방전 전기량과 일치되는 캐패시터

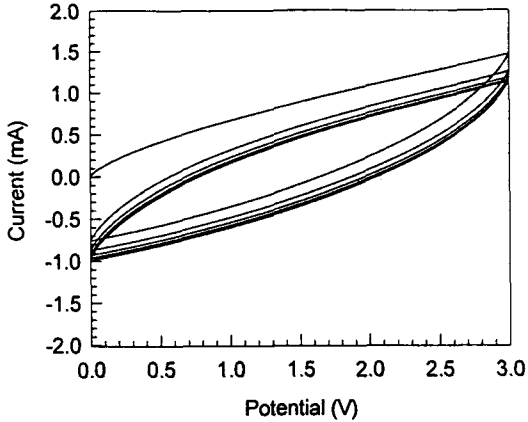


Fig. 1 Cyclic Voltammogram of carbon electrode with 0.5M LiClO<sub>4</sub>/PC. (scan rate:5mV/sec)

1번째 cycling시 산화 전기량이 환원 전기량보다 전류를 보여주고 있다. cell의 산화 및 환원시 전류 피크는 보이지 않고 서서히 증가하는 현상도 보였다. 크게 나타났으나 2번째 cycling에서부터는 산화 전기량과 환원 전기량이 거의 일치하였다.

그림 2는 활성 carbon 전극을 사용한 cell을 0.1mA/cm<sup>2</sup> 전류밀도로 상한전압을 3V로 행한 충방전 중의 1번째 cycle의 시간에 따른 cell 전압을 나타낸 것이다. 활성 carbon만을 사용하여 제조한 carbon 전극의 1 M LiClO<sub>4</sub>/PC 및 0.5 M LiClO<sub>4</sub>/PC 전해액에서의 충방전 cycling시 cycle에 따른 방전 용량을 그림 3에 나타내었다. 1 M LiClO<sub>4</sub>/PC 보다는 0.5M LiClO<sub>4</sub>/PC 전해액을 사용한 경우 미소한 증가를 보였다. 차후 실험에서

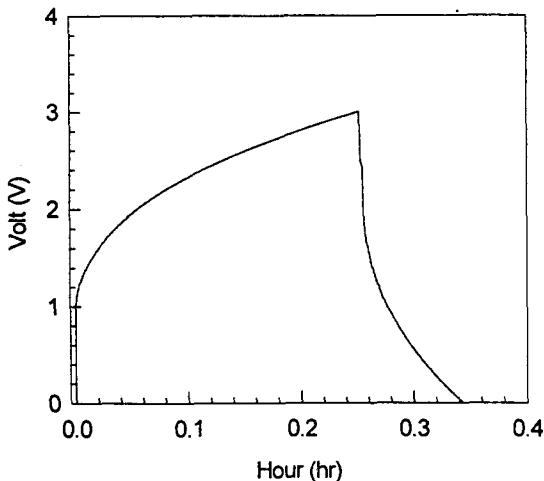


Fig. 2 1st charge/discharge curve of carbon/carbon cell.

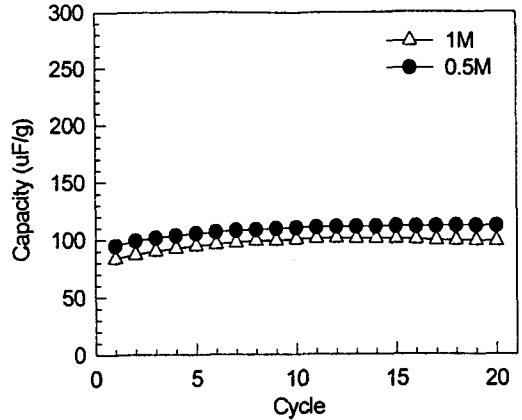


Fig. 3 Discharge capacity of carbon/carbon cell.

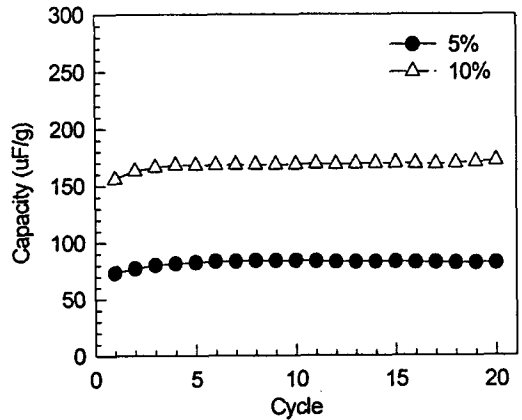


Fig. 4 Discharge capacity of carbon/carbon cell as a function of addition to acetylene black

는 0.5 M LiClO<sub>4</sub>/PC 전해액만을 사용하여 실험하였다.

그림 4는 acetylene black을 도전체로 5,10wt% 첨가한 활성 carbon 전극을 사용한 충방전 cycle의 방전용량을 나타낸 것이다. Acetylene black을 도전체로 5,5wt% 첨가한 것보다 10wt% 첨가한 것의 방전 용량이 증가하였다.

리튬 이차 전지용 부극 재료인 carbon fiber와 graphite를 5, 10, 15wt% 첨가하여 제조한 활성 carbon 전극의 충방전 cycling에 따른 방전 용량의 변화를 그림 5와 6에 나타내었다. graphite를 5wt% 및 10wt% 첨가하였을 때 활성 carbon만을 사용한 전극보다 2배 이상의 방전 용량이 증가하였으나 15wt% 첨가하는 변화가 없었다. 또한 carbon fiber를 첨가하였을 때에도 10wt%를 첨가시 가장 많은 방전 용량을 보였다. 도전체로서

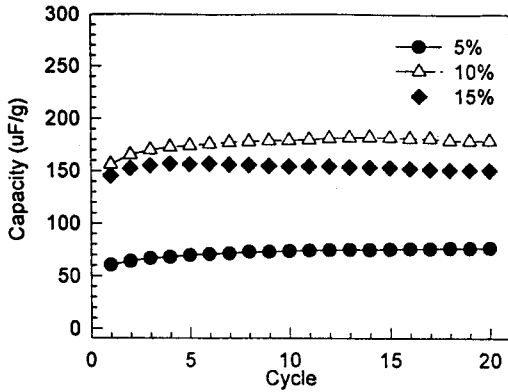


Fig. 5 Discharge capacity of carbon/carbon cell as a function of addition to KCF

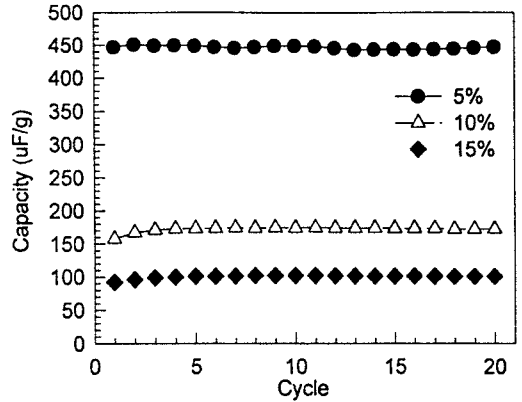


Fig. 7 Discharge capacity of carbon/carbon cell as a function of addition to KS-6

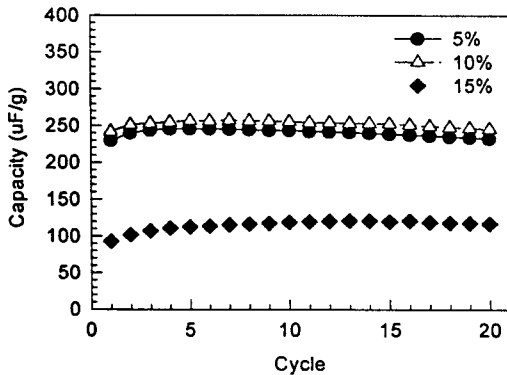


Fig. 6 Discharge capacity of carbon/carbon cell as a function of addition to MCMB

KS-6를 5wt% 첨가한 활성 carbon 전극은 활성 carbon만을 사용한 경우보다 4배 이상의 방전용량을 보였으나 첨가량을 증가시킨 10wt% 및 15wt% 첨가시는 활성 카본만을 사용한 것과 방전용량의 변화 폭이 작았다. 이러한 결과로써 전기 이중층 캐패시터용 전극으로 활성 카본만을 사용하는 것보다는 도전체인 KS-6를 5wt% 첨가하여 방전용량을 크게 증가시킬 수 있다고 생각되어지며 향후 계속된 연구를 수행할 계획이다.

#### 4. 결 론

본 연구에서 제조한 활성 carbon 전극의 도전체 종류 및 첨가량에 따른 전기화학적 특성에 대한 결과는 다음과 같다.

1) Carbon/carbon cell은 0V~3V의 전압범위에서 1번째 cycling시 산화 전기량이 환원 전기량

보다 크게 나타났으나 2번째 cycling에서부터는 산화 전기량과 환원 전기량이 거의 일치하였다.

- 2) Carbon 전극의 1 M LiClO<sub>4</sub>/PC 및 0.5 M LiClO<sub>4</sub>/PC 전해액에서의 충·방전 cycling 시 cycle에 따른 방전 용량은 0.5M LiClO<sub>4</sub>/PC 전해액을 사용한 경우 미소한 증가를 보였다.
- 3) 도전체의 종류와 비율에 따른 EDLC의 용량을 연구한 결과 KS-6 5wt%를 첨가해서 제조한 cell의 용량이 가장 좋은 것으로 나타났다.

#### [ 참고 문헌 ]

- [1] T.Morimoto, K.Hiratsuka, Y.Sanda, K.Kurihara, S.ohkubo and Y.Kimura. *Proc.33rd Int. Power Sources Symposium*. cherry Hills. USA. 1988. P.618
- [2] J. P. Zheng and T. R. Jow. "High energy power density electrochemical capacitors", *J. of Power Source* 62, 1996, P.155-159
- [3] A. Yoshida, et al., "Electric double-layer capacitors with sheet-type polarizable electrodes and application of the capacitors", *J. of Power Source* 60, 1996, P.213-218