

에너지 저장소자 제작을 위한 스프레이 장비의 개발

Spray Coating Equipment for Energy Storage Device

#장윤석¹, 조정대¹, 최영만¹

#Y. Jang (yjang@kimm.re.kr)¹

¹한국기계연구원 인쇄전자연구실

Key words : Spray, Energy Storage, Supercapacitor

1. 서론

현재 전세계적으로 휴대용 IT 장비와 hybrid electric vehicles의 시장이 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 현상으로 인해 energy storage device의 수요가 폭발적으로 증가하게 되었다. 다양한 energy storage device 중 supercapacitor는 높은 에너지 저장성능과 긴 수명 그리고 낮은 유지비용 등으로 인해 수요가 급격히 늘어나고 있다. 또한 이러한 요구에 맞춰 이 분야에 대한 연구도 최근 활발히 진행되고 있다. supercapacitor의 가장 큰 장점은 리튬이온 배터리에 비해 훨씬 큰 에너지 밀도를 가지면서 짧은 충전 속도를 가지는 것이다.^{1,4} 이러한 장점으로 인해 현재 스마트폰, 스마트 패드, 메모리 백업시스템, 크레인, 지게차, 전기자동차⁵ 등의 일반용 또는 산업용 에너지 관련 분야에서 활발히 이용되고 있고 그 사용 빈도는 점점 증가하는 추세에 있다.⁶

현재 상용화되고 있는 supercapacitor들은 높은 비표면적, 낮은 가격, 쉬운 가공성 등으로 인해 activated carbon이 가장 널리 사용되고 있다.⁶ 하지만 현재 사용되고 있는 activated carbon들은 입자크기의 수십 um이상이기 때문에 잉크화가 쉽지 않은 단점이 있고, 이러한 단점으로 인해 activated carbon들은 대부분 슬러지 타입의 잉크로만 제작되고 있다. 이러한 잉크 타입의 제약은 이를 코팅할 수 있는 코팅 방식의 제약을 야기 시킨다. 이러한 슬러지 타입의 잉크는 잉크의 점도가 매우 크고, solid contents의 함량이 매우 커서 bar coating의 방법 말고는 코팅하기가 어려운 것이 현실이다.

이러한 어려움을 극복하기 위해 본 실험에서는

수백 nano size의 activated carbon을 이용하여 전극용 잉크를 제작하였고, 기존의 bar coating 기법이 아닌 간편하고 균일한 coating이 장점이 spray coating 기법을 도입하였다. coating이 균일성을 높이기 위해 stage가 움직이는 타입의 spray coating 장비를 실제 제작하여 그 효용성을 확인해보았다.

2. 시료의 준비

activated carbon 잉크의 경우 polymer 계열의 분산제를 이용하여 분산시켰다. 분산 안정성을 높이기 위해 약 1.5 wt%의 묽은 잉크로 제작하였다.

spray coating 장비의 경우 고정밀 liner LM guide stage를 활용하여 장비를 제작하였다. spray coating 장비의 경우 에어로졸 타입으로 잉크가 분사되기 때문에 실험자의 안전을 위해 Fume hood 내부에 장비를 설치하고 실험을 수행하였다.

스프레이 노즐에서 나온 에어로졸이 Hood 내부로 빨려가는 것을 방지하기 위해 본 실험에서는 노즐과 기관 사이의 거리를 가까이 밀착시켰고, 노즐과 기관 사이의 거리가 짧아 carrier gas가 직접 기관에 닿게 거리를 조절하였다. 이러한 개념으로 인해 스프레이 노즐에서 나온 에어로졸은 carrier gas의 guide로 인해 hood 내부로 빨려가지 않고 기관까지 잘 이동되게 하였다.

코팅되는 기관과의 노즐의 거리가 가깝고, 기관에 코팅되는 스프레이의 폭이 12 mm 정도로 좁아 3 mm 간격으로 겹쳐서 코팅하는 방법을 도입하였다. 또한 코팅의 균일성을 높이기 위해 좌우로 코팅한 후, 상하로 코팅하는 방법으로 중복 코팅함으로써

써 박막의 균일성을 최대한 살리는 방향으로 실험을 진행하였다.

3. Energy Storage Device의 제작

이상의 방식으로 제작된 energy storage device용 잉크와 자체 제작한 spray coating 장비를 활용하여 실제 대표적인 energy storage device인 supercapacitor 전극을 제작하였다. 이렇게 제작된 전극을 전해질액에 담궈 실제 소자 성능을 확인해보았다. 측정 결과 본 실험과정을 거쳐 제작된 전극은 supercapacitor의 성질을 나타내는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 실험에서는 사용한 spray coating 장비는 energy storage device를 만들기에 매우 적합함을 알 수 있었고, 실험에서 사용한 저점도의 묽은 잉크 역시 spray coating 장비에 쓰기에 매우 적합함을 알 수 있었다. 또한 이러한 실험 방법으로 제작한 supercapacitor 전극이 매우 잘 구동하는 것을 확인함으로써, 본 실험에서 제작한 spray coating 장비가 energy storage device를 제작하는데 매우 유용한 coating 기법임을 증명하였다.

후기

본 연구는 산업기술연구회 협동연구사업(B551179-10-01-00(OD0930), 나노잉크를 이용한 박막형 슈퍼캐패시터 연속 생산공정 및 시스템 개발), 한국기계연구원 일반사업(SC0860:인쇄전자소자(PEMS)연속생산 시스템 Test Bed 기반기술개발사업)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. M. Winter, and R. J. Brodd, "What are batteries, fuel cells, and Supercapacitors?", Chem. Rev., 104, 4245-4269, 2004.
2. A. Bruke, "Ultracapacitors: why, how, and where is the technology", J. Power Sources, 91, 37-50, 2000
3. J. R. Miller and P. Simon, "Electrochemical

Capacitors for Energy Management", Science, 321, 651-652, 2008.

4. L. L. Zhang and X. S. Zhao, "Carbon-based materials as supercapacitor electrodes", Chem. Soc. Rev., 38, 2520-2531, 2009.
5. J. R. Miller and A. F. Burke, "Electrochemical Capacitors: Challenges and Opportunities for Real-World Applications", Electrochem. Soc. Interf. Spring, 17, 53-57, 2008
6. L. L. Zhang, R. Zhou, and X. S. Zhao, "Graphene-based materials as supercapacitor electrodes", J. Mater. Chem., 20, 5983-5992, 2010.