리튬이온전지용 탄소기반 음극재의 리튬저장능력 향상을 위한 나노구조체 설계에 관한 연구

김한빈[a], 이명훈[a], 김연원[b], 김대영[a], 강준[a,*]
[a*]한국해양대학교 기관공학과(E-mail: junkang@kmou.ac.kr)
[b]목포해양대학교 해양메카트로닉스 학부

초 록: 이 연구에서는 리튬이온전지용 음극 활물질의 리튬이온 저장 용량을 최적화시키기 위한 새로운 방법이 제안되었다. 그 방법은 솔루션 플라즈마 프로세스를 사용하여 원자 단위의 리튬을 탄소 기반 물질의 내부에 도핑 시키고, 열처리를 통해 그 내부를 재설계하는 것이다. 리튬이온전지용 음극 활물질로 리튬금속 자체를 사용하려는 시도는 있었으나, 이는 충전 및 방전 사이클이 반복됨에 따라 리튬이 수지상으로 석출되어 내부를 단락시키거나, 리튬금속 자체의 폭발성에 의한 취급상의 제약이 있었다. 한편, 원자 단위로 탄소 내부에 도핑 된 리튬은 열처리 과정 동안 탄소 내부에서 확산함으로써 더 많은 리튬이 저장될 수 있는 공간을 만들었고, 사이클이 반복됨에 따라 서서히 충전 및 방전 반응에 참여함으로써 전지의 성능을 개선시켰다. 리튬이 도핑 된 탄소의 전기화학적 테스트 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

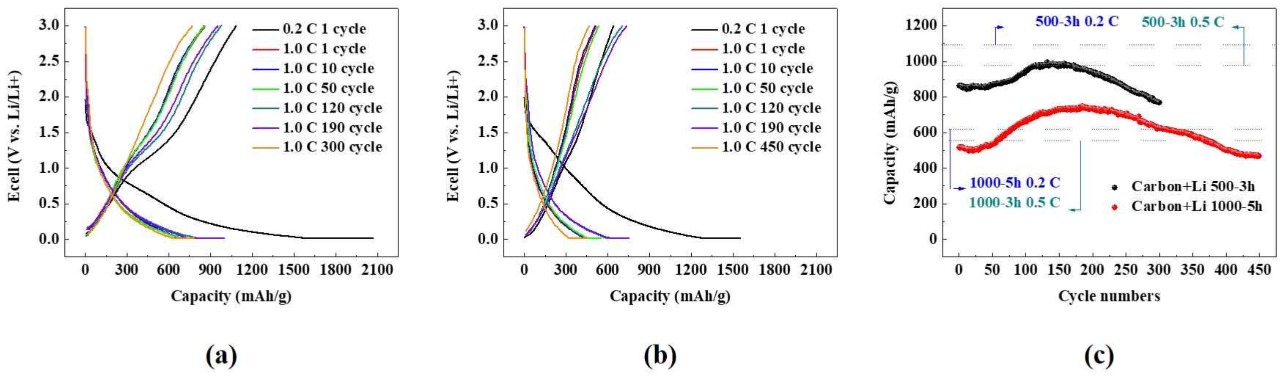

Fig. 1 (a) galvanostatic charge and discharge graph of Li-C 500℃ (b) galvanostatic charge and discharge graph of Li-C 1000℃ (c) comparison of cycling performance of Li-C 500℃ and Li-C 1000℃

실험 결과에서 보여진 초기 고용량 및 장기 사이클 특성은 탄소 내부에 도핑 된 리튬이 전지 성능의 향상에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 또한, 사이클이 반복됨에 따라 점차 증가하는 용량은 첫 사이클에서 형성된 solid electrolyte interphase의 비가역 용량을 보상할 수 있을 것으로 생각된다. 이상의 결과를 통해, 탄소 내부에 원자단위의 리튬을 도핑시키는 새로운 접근은 리튬이온전지의 성능 개선을 위한 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 보이며, 향후 리튬 이외의 다른 원소들, 즉 소듐과 같은 물질에 대하여 도핑을 시도한다면 새로운 분야에서 이와 같은 접근법이 유용하게 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Liu, J., Wen, Y., van Aken P.A., Maier, J. and Yu, Y., 2014, "Facile synthesis of highly porous Ni–Sn intermetallic microcages with excellent electrochemical performance for lithium and sodium storage," Nano Letters, Vol. 14, pp. 6387~6392.

2. Liu, J., Wen, Y., Wang, Y., van Aken P. A., Maier, J. and Yu, Y., 2014, "Carbon-encapsulated pyrite as stable and earth-abundant high energy cathode material for rechargeable lithium batteries," Adv. Mater. Vol. 26, pp. 6025~6030.