

도금법을 사용한 주석 나노와이어 배터리 음극재료의 제작 및 전기화학적 특성 분석

송영학¹, 오민섭¹, 현승민², 이후정^{1*}

¹성균관대학교 신소재공학과, ²한국기계연구원

최근 석유에너지의 고갈과 휴대용 전자기기의 사용의 증가로 고효율의 배터리의 개발이 요구되고 있다. 생체칩에서 부터 전기자동차, 에너지 저장체까지 광범위한 산업군에 걸쳐 배터리의 개발이 되고 있어 시장규모의 지속적인 성장이 있을 것으로 전망하고 있다. 현재 상용되고 있는 음극 재료는 카본재료(이론 용량 372 mAh/g)이다. 이 카본재료의 특징은 값이 싸고, 표준 환원전위가 낮아 비교적 높은 전압을 낼 수 있다. 그러나 낮은 에너지밀도를 갖으므로 높은 에너지를 필요로 하는 차세대 산업군인 전기자동차 등에는 적합하지 않은 것으로 평가되고 있다. 그래서 더 높은 에너지 밀도를 갖는 다른 재료들에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 음극 재료로서 주석을 선택해서 연구를 하였다. 카본계열의 음극재료의 질량당 이론 에너지 밀도는 372 mAh/g임에 반해 주석같은 경우는 약 991 mAh/g 정도의 비교적 큰 이론용량을 갖고 있다. 하지만, 주석 등 금속, 혹은 금속 합금을 음극재료로 사용할 경우 많은 양의 리튬이 삽입/탈착되면서 약 300% 이상의 부피변화가 있게 된다. 그러한 과정에서 주석이 분쇄되어 떨어지거나 전자를 제공받는 집전체로부터 떨어지게 되고, 이 과정에서 심각한 에너지 밀도의 손실이 일어나게 된다. 이러한 문제점들을 극복하기 위해 다음과 같은 구조들을 고안하여 도금 공정을 사용하여 음극재료를 제작하여 실험을 진행하게 되었다. 도금법은 대면적을싼 가격으로 할 수 있으며 원하는 두께 및 모폴로지까지 쉽게 조절할 수 있다. 부피 팽창에 의한 스트레스를 최소화하기 위해 도금법을 사용하여 나노구조를 만들어 그에 따른 전기화학적 특성 변화를 측정하였다. 다공성 필름인 AAO 디스크의 한 면에 구리를 sputtering 공정을 사용하여 0.5 um 두께의 seed layer 구리 박막을 형성하고 형성된 구리 박막 위에 도금공정을 이용하여 두껍게 구리를 증착함으로써 구리 음극 집전체를 형성한다. 그 후 AAO 구조 안에 주석을 도금하면 AAO의 구조를 따라 주석 나노와이어가 형성이 된다. 마지막으로 NaOH로 AAO를 제거해주면 직경 200 nm, 길이 2 um 정도의 주석 나노와이어를 구리 집전체위에 만들 수 있었다. 배터리의 용량을 측정한 결과 안정한 사이클 특성과 약 400 mAh/g의 에너지 밀도를 갖는 것으로 나타났다.

Keywords: 리튬이온배터리, 음극, 주석 나노와이어, 도금법