

BF09

고비표면적 몰리브데늄 질화물의 제조 및 전기화학적 거동에 대한 연구 Research on the Fabrication and Electrochemical properties of the High Surface Area Molybdenum Nitride

윤재구, 성우경, 김선옥
고등기술연구원 NESS 센터

충전가능한 휴대용 전원장치는 현대 생활에서 필수적인 휴대용 기기의 에너지 원으로 부각되고 있으며 현재까지 상용화되었거나 연구가 진행되어 왔던 휴대용 전원은 크게 전기화학적 반응을 이용하는 전지와 전자전달 반응이 없는 capacitor로 나눌 수 있다. 최근에 들어서는 전지와 같이 전기화학적 반응을 이용하고 capacitor와 같은 우수한 주파수 특성을 지니는 supercapacitor에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 supercapacitor 중 가장 대표적인 것으로는 전기 전도성이 우수하면서 수소이온의 redox반응이 일어나는 RuO_2 가 있으며 수백F/g 이상의 용량을 구현하면서 capacitor의 특성을 나타낼 수 있는 것으로 보고 되고 있다. 이외에도 몇몇 전이금속 산화물에 대한 연구와 전이금속 질화물 및 탄화물 등에 대한 연구가 진행되고 있다. 전이 금속 질화물 중 몰리브데늄 질화물은 전기전도성 면에서는 RuO_2 에 비해 우수하여서 고율 충방전에 유리할 것으로 예상되며 밀도가 8.4 g/cm^3 으로 일반 산화물에 비해 매우 높은 밀도를 가지므로 단위 부피당 용량을 증대시키는 데 유리할 것으로 예상된다. 이러한 몰리브데늄 질화물을 사용하여 전기화학적 실험을 실시하여 supercapacitor용 전극으로 활용가능성을 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 몰리브데늄 질화물의 비표면적을 증대시켜서 단위 중량당 용량을 증가시키고 각 공정별로 전극물질의 상태 변화를 분석함으로써 제조 공정을 확립하고자 했다. 먼저Sol-gel 법을 통해 precursor 물질을 제조한 후 이를 500°C air 조건에서 산화시킨 후 질화 열처리 공정을 통해 몰리브데늄 질화물을 제조하였다. 질화 공정은 암모니아 가스를 1 l/min 의 flow rate로 흘리는 분위기에서 $\text{RT} - 350^\circ\text{C} - 450^\circ\text{C} - 700^\circ\text{C} - \text{RT}$ 로 온도를 변화시키면서 실시하였다. 질화물 전극을 작동전극으로 한 half cell을 제작하여 CV 실험과 교류 임피던스 실험을 실시하였다. Dip coating법을 이용하여 제작한 전극을 이용하여 기본적인 전기화학적 반응 양상을 확인하였으며 실제 cell에 좀더 가깝게 하기 위하여 입자상태로 제조하여 이를 전극화하여 단위 중량당 용량을 얻었다.

몰리브데늄 화합물은 산화 공정 후 MoO_3 로 되고 질화과정을 거치면서 MoN , Mo_2N 을 변화됨을 X-선 회절 분석으로 확인하였다. 산화물에서 질화물로 바뀌면서 균열들이 증가되는 것을 SEM사진을 통해 확인하였다. 따라서 질화공정을 거치면서 비표면적인 증대될 것으로 예상된다. 전기화학적 실험 결과 수용액계와 유기용액계 전해액 모두에서 capacitance 반응을 확인할 수 있었다. 수용액계에서는 안정한 전위 영역이 약 0.6 V 였으며 유기용액계에서는 1.8 V 에 달했다. 수용액계 전해액에서 전극의 용량은 약 100 F/g 이상을 나타내었으며 전기화학적 capacitor용 전극으로 사용가능성을 확인하였다.