

전해콘덴서용 탄탈륨 분말의 제조 및 특성평가 (Evaluation of Characteristic and Production of Tantalum Powders for Solid Electrolyte Capacitors)

희유금속소재연구소 윤재식*, 박형호, 배인성
순천대학교 재료·금속공학과 김병일

1. 서론

탄탈륨 금속은 내식성이 우수하며 인체에 무해하기 때문에 생체재료 및 화학공업용으로 사용되고 있으며 탄화물 형태로 초경공구에 사용되고 있다. 또한 모든 금속중 가장 안정한 산화피막을 형성하며 피막 유전율이 23으로 Al의 약 2.7배이다. 따라서 현재 가장 많이 사용되고 있는 분야로는 고체 전해 커패시터용으로 탄탈을 양극산화시켜 얻은 산화피막이 정류작용을 하며, 유전율이 크고, 전기적으로 안정한 특성이 있다.

탄탈륨 전해 커패시터의 사용분야로는 지난 10년 동안에 휴대폰을 비롯하여 노트북 컴퓨터등과 같은 PDAs(personal digital assistant), 항공기 및 자동차의 제어 장치등에 사용되고 있다. 최근 전자부품은 높은 신뢰도와 특히 소형화가 요구되고 있으며 탄탈륨은 이들의 요구를 충분히 만족시키는 재료로 현재 기술적인 발전을 계속하고 있다.

따라서 본 연구에서는 환원제인 금속 Na을 이용한 금속열환원법에 의해 탄탈륨 분말 제조시 실험 방법 및 조건에 따른 탄탈륨 분말의 특성 및 탄탈륨 전해커패시터의 누설전류, 유전율 손실 및 정전용량, 즉 CV에 미치는 영향등을 비교, 분석하였다.

2. 실험방법

본 실험에서는 크게 환원제와 원료물질의 주입방법에 따라 환원반응을 실시하였다. 그 첫째는 원료물질과 희석제 및 환원제를 모두 반응용기에 장입한 후 다음 일련의 환원반응을 실시하는 회분식(Batch type)과 환원온도에서 원료물질과 환원제를 외부에서 일정량 공급하여 반응시킴으로서 탄탈륨 분말을 석출시키는 외부공급 시스템(External supply system)의 2가지 방법을 통해서 실험을 실시하였다. 이때 환원반응온도는 850℃, 희석제와 원료물질, 즉 K_2TaF_7 양의 비는 1 : 1과 2 : 1의 2가지 조건으로 장입하고 환원제인 Na는 원료물질을 충분히 환원시킬수 있는 이론적 화학량론비인 양에 비해 1% 과잉으로 첨가하였다.

반응이 완료되면 석출한 Ta 및 반응염등을 반응용기에서 분리하고 수차례 수세를 실시하여 반응염을 제거하고 Ta 분말을 회수하였다. 회수된 Ta 분말의 순도를 높이기 위해서 산세 및 열처리를 실시하였다.

이후 탄탈륨 분말의 순도 및 입도, 입형을 관찰하였으며, 탄탈륨 커패시터의 전기적 특성은 국내의 탄탈륨 커패시터 제조업체에 실험의뢰하여 커패시터를 제조하여 누설전류, 유전율 손실 및 정전용량(CV)등을 측정하였다.

3. 결과

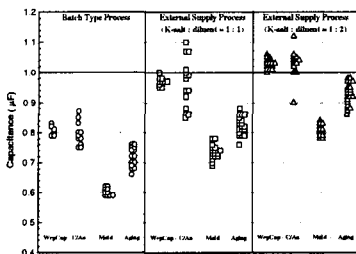
3.1. 불순물 및 형태학적 분석

환원제와 원료물질의 외부연속공급에 의해 얻어진 탄탈륨 분말은 원료물질과 환원제, 희석제를 혼합 장입하여 환원반응을 진행했던 batch type에 비해 Fe, Cr, Ni 등의 중금속의 함량은 수십 ppm 현저히 낮게 나타났다. 이는 batch type의 경우 원료물질과 환원제의 일시적인 반응으로 생성된 열이 노 내부의 온도를 급격히 증가시켜 이때 고용염에 노출된 반응용기 및 교반기에서 일부 불순물인 중금속이 반응물에 침투했을 것으로 사료된다. 반면 환원반응온도에서 환원제와 원료물질을 정량적으로 공급했을 때는 생성열을 제어 할수 있었으며 완전한 반응으로 불순물의 함량이 현저히 낮았음을 알 수 있었다.

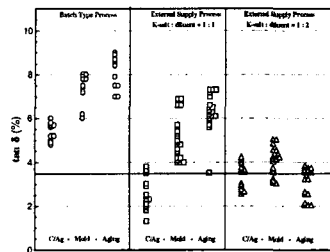
탄탈륨 분말의 형태학적 면에서 반응온도에 민감한 분말 입자의 형태 및 입도는 외부공급에 의해 제조한 경우 2~3 μ m의 균일한 입도와 산호초 모양의 구형 탄탈륨 분말을 얻을수 있었다. 또한 외부공급에 의해 제조된 탄탈륨 분말중 원료물질과 염량의 비가 1 : 1인 경우 분말의 입도는 4~6 μ m로 1 : 2인 경우 2~3 μ m의 경우에 비해 약간 조대함을 알수 있었다. 이는 환원반응중 희석제인 염은 석출 탄탈륨 분말의 입자 성장을 억제시키고 반응온도의 급격한 상승을 억제 시키는 역할을 한다. 따라서 희석제의 양이 증가 할수록 석출된 탄탈륨 분말의 입도는 미세함을 알 수 있었다.

3.2 전기적 특성평가

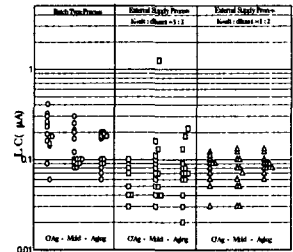
탄탈륨 콘덴서의 제조 업체인 모 회사에 의뢰하여 탄탈 커패시터의 전기적 특성을 평가하였다. 아래 그림에서 보는 바와 같이 batch type에 의해 제조된 탄탈륨 분말의 정전용량, 즉 CV는 8,400CV로 나타났으며 외부공급에 의한 샘플에서는 26,000CV로 나타났다. 또한 누설전류 및 유전을 손실 또한 batch type에 비에 외부공급 샘플들에서 고른 분포와 낮은 값을 나타냈다.



(a)



(b)



(c)

- (a) Distribution of Capacitance
- (b) Distribution of Dissipation Factor($\tan\delta$).
- (c) Distribution of Leakage Current