

## 40. 수산화물 원료를 사용한 수열합성법에 의한 BaTiO<sub>3</sub>의 제조 및 물성

재료공학과 김 현 기  
지도교수 이 병 우

최근에는 인위적으로 출발 원료 물질의 입자 제어를 통하여 나노 크기인 분자나 원자 단위로 재료를 설계함으로써 원하거나 또는 기대하지 않은 새로운 우수한 물성이나 구조를 가진 원료물질을 만들려는 시도가 많은 연구자들에 의해 활발히 진행되고 있으며 특히 액상법의 하나인 수열합성을 이용하여 나노 크기의 원료물질을 합성하려는 연구가 크게 증가하고 있다.

Perovskite 구조의 barium titanate(BaTiO<sub>3</sub>)는 강유전성 무기재료로 초소형 전자기술과 광학기술 분야에서 광범위하게 사용된다. 물에 용해되지 않으며 열에도 안정한 전자재료로서 현재 PTCR(Positive Temperature Coefficient of Resistivity)소자, BLC(Barrier Layer Capacitor)나 MLCC(Multilayer Ceramic Capacitor)의 주된 재료이다. 80년대 중반까지 주류를 이룬 고상소성법은 BaCO<sub>3</sub> 분말과 TiO<sub>2</sub> 분말을 ball-milling 공정을 통하여 혼합한 후 고온에서의 하소 공정을 통하여 barium titanate를 제조하는 방법으로 제조비용이 저렴하다는 큰 장점을 갖고 있으나, 근본적으로 milling 공정에 기인한 불순물의 혼입, 입도 및 형상의 불균일성, 분말의 이상 팽창 및 carbonate의 불안전 제거 등 많은 단점을 갖고 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 습식합성법이 개발되어 있지만 이러한 습식합성법도 이차 하소 과정에서 무게 감소에 따른 생산성 저하와 반응시 입자에 포함되어 있는 유기산을 제거하기 위한 에너지 소모가 크며 하소 후에도 응집체의 골격이 남아 조대 응집 입자를 생성하기 쉬운 등의 단점이 있다. 반면에 수열합성법 중 고압용기에서 고온 고압 반응시켜 분말을 합성하는 수열합성법은 반응이 빠르고 분산성이 좋아 생성물은 균일한 결정을 갖는 고용체 화합물로 바로 얻어지기 쉬운 특징이 있다.

본 연구에서는 Ba(OH)<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O를 Ba<sup>2+</sup>과 pH의 공급 원료로 사용하여 무광화제에 의한 BaTiO<sub>3</sub> 분말 합성을 연구함으로써 광화제에 의해 야기될 수 있는 잔류 양이온에 의한 전기적 물성 저하를 방지하고 공정의 단순화를 통한 생산비 절감의 장점을 얻고자 하였으며, 동시에 과산화수산화물 원료를 수열합성의 precursor로 사용함으로써 얻을 수 있는 쉬운 조성 조절, 구형의 입자, 낮은 합성온도와 짧은 합성시간 등의 이점을 통한 미세 분말을 합성하였다. TiOCl<sub>2</sub> 수용액을 Ti<sup>4+</sup>의 공급원료로 사용하고 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 광화제로한 혼합용액을 암모니아수에 적하하여 pH8에서 Ti 과산화수산화물을 얻은 후 이를 수열합성의 precursor로 사용하였다. 수열합성은 pH를 13으로 고정된 상태에서 반응물의 Ba/Ti 몰비와

반응온도, 반응시간을 달리하여 각각의 분말을 합성하여 그 특성을 비교하였으며, 합성된 분말은 XRD, TG-DTA, SEM, BET, ICP등을 이용하여 분석하였다. 80℃의 낮은 온도에서도 합성이 가능하였고 130℃, 2h의 조건에서 가장 좋은 분말합성 결과를 얻을 수 있었다. TG-DTA 분석결과 상온에서 1100℃의 온도범위에서 4% 미만의 적은 중량감소만을 가지며, Ba/Ti가 0.995인 상변화가 없는 양질의 분말이 합성됨을 알 수 있었다. 1150℃에서 2시간 소결한 소결체의 경우 2500의 비유전율을 보였다.

## 41. GHP용 엔진배열 회수 열교환기의 열전달 특성 실험 및 해석연구

냉동공조공학과 채 경 식  
지도교수 윤 상 국

GHP는 하절기에 수요가 감소하는 가스연료를 이용하여 냉방을 얻음으로써 하절기의 전력 피크 부하를 줄일 수 있고, 동절기에는 엔진의 배열을 난방에 이용함으로써 낮은 기온에서도 성능을 유지할 수 있는 에너지의 합리적 이용에 적합한 에너지 절약 공조 기기로 국내 기기 개발과 수입 보급이 활발히 이루어지고 있다. GHP는 압축기를 가스엔진으로 구동하고 난방 시 엔진 배열을 회수하여 이용하는 부분을 제외하면 전동기로 구동하는 열펌프(EHP) 시스템과 동일한 시스템이 된다. 이 중, 배열회수 열교환기는 가스엔진에 배출되는 배기가스의 배열과 엔진 냉각수의 냉각열을 회수함으로써, 전기 구동식 열펌프에서(EHP)의 가장 큰 문제점인 동절기 및 한냉지에서의 시스템 성능저하를 방지하는 기능을 한다. 일반적으로 GHP 배열회수 시스템은 보통 엔진구동 후 발생하는 배기가스의 온도가 약 450~600℃ 수준이므로 배기가스 및 엔진냉각수의 배열을 회수하기 위하여 배열회수 시스템의 목표 성능은 가스엔진 배열량의 65% 회수이며, 이와 동시에 배기가스 측 압력강하를 650mmAq 이내로 하고 있다.

본 연구의 목적은 GHP 배열 회수용 열교환기의 적용성과 설계자료를 확립하는데 있다. GHP 배열 회수용 열교환기는 배기다기관 열교환기(HX1)와 배가스 열교환기(HX2)로 구성된다. 본 논문에서는 배가스 열교환기(HX2)에 대해서는 열·유체 해석용 상용코드인 Fluent5.4를 사용하여 수치 해석적인 방법으로 내부 유동장, 온도장, 압력장 등의 해석과 함께 직접 열전달 실험 장치를 구성하여 열전달 특성에 대한 성능 실험을 수행하였고, 배기다기관 열교환기(HX1)에 대해서는 수치 해석적인 방법만을 수행하였다.