

무연 압전세라믹스 ($(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})_{0.94}\text{Ba}_{0.06}\text{TiO}_3$)에 미치는 La_2O_3 의 영향
 Effects of La_2O_3 on the Piezoelectric Properties of Lead-Free
 $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})_{0.94}\text{Ba}_{0.06}\text{TiO}_3$ Piezoelectric Ceramics

손영진^{***}, 권준철^{***}, 최용길^{***}, 조정원^{***}, 김일호^{***}, 김영민^{***}, 어순철^{***†}

^{*}충주대학교 신소재공학과, ^{**}친환경 에너지변환, 저장소재 및 부품개발 연구센터,

^{***}고려전자(주) 소재개발부

(scur@chungju.ac.kr[†])

1. 서론

현재 폭 넓게 사용되고 있는 Pb 계 압전세라믹스는 Pb 산화물의 유독성과 소결 과정 중에 Pb의 휘발에 의해 환경오염의 위해가 있으므로 Pb 계 압전세라믹스의 사용은 규제가 있을 것으로 예상된다 따라서 Pb 계 압전세라믹스에 상당하는 에너지 변환 효율을 갖는 압전 특성의 무연(Lead-Free) 압전세라믹스의 개발이 요구된다 본 연구에서는 Pb 계 압전세라믹스를 대체할 수 있는 무연 압전세라믹스 ($(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})_{0.94}\text{Ba}_{0.06}\text{TiO}_3$) (이하 BNBT)를 고려하였으며, 도핑 및 소결조제제로서 La_2O_3 를 첨가하여 페로브스카이트 상의 합성률을 향상시키기 위한 시도를 하였으며, 소결 특성 및 전기적 특성을 연구하였다

2. 실험 방법

$0.94(\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2})\text{TiO}_3-0.06\text{BaTiO}_3$ [mol %] + xat % La_2O_3 (x=0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0) 조성에 맞추어 칭량한 후, zirconia 불과 증류수를 이용하여 24 시간 불 밀링을 한 후 건조와 분급을 거쳐 각각 850°C에서 4 시간 동안 하소하였다 하소된 분말은 분쇄공정을 거쳐 PVA(polyvinyl alcohol)를 1 wt %를 첨가하여 48 시간 동안 불 밀링 한 후 slurry로 만들어 가열, 교반하면서 완전 건조시켰다 제조된 분말은 직경이 18 mm인 원판모양으로 35 MPa의 성형압력으로 일축 가압 성형하였다 성형 후 대기분위기에서 각각 1200°C에서 4 시간 동안 소결하였다 XRD를 사용하여 하소한 분말과 소결체의 상을 확인하였고, 소결 후 시편은 SEM을 이용하여 미세조직을 관찰하였다 소결 시편의 양쪽 면을 전도성 silver paste로 도포하여 650°C에서 20 분간 소부하고, 시편을 50°C로 유지한 실리콘 오일 항온조에서 4-6 kV/mm의 전계를 가하여 30 분간 분극처리 하였다 분극처리 된 시편을 24 시간 동안 상온시효한 후, Impedance/Gain Phase Analyzer(HP4194A)를 사용하여 공진-반공진법으로 제반 유전 및 압전정수를 구하였다

3. 실험 결과

Lead-free BNBT 압전세라믹스는 전통적인 벌크 세라믹 제조공정으로 제조하였다 850°C/4hr의 하소공정에서 고상반응에 의한 페로브스카이트 단일상이 합성되었으며 1200°C/4hr의 소결 조건으로 소결밀도가 우수한 소결체를 얻을 수 있었다 본 공정에서 La_2O_3 의 첨가량에 따라 결정립크기는 비례적으로 감소하였고, 유전율은 높아지고, 압전전하상수(d_{33})값은 증대되었다 La_2O_3 의 첨가된 BNBT 압전 세라믹스는 향상된 압전전하상수(d_{33})와 높은 전기기계결합계수(k_p)를 가진 향후 lead-free 압전 액츄에이터로의 응용이 기대되는 재료이다

감사의 글 본 연구는 산업자원의 출연금 등으로 수행한 지역전략산업 석박사 연구인력 양성사업과 지역혁신 특성화 시범사업에 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다

참고 문헌

- Hui-dong Li, Chu-de Feng, Wen-long Yao, Some effects of different additives on dielectric and piezoelectric properties of $(\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2})\text{TiO}_3$ - BaTiO_3 morphotropic-phase-boundary composition, Materials Letters, Vol 58, pp 1194-1198 (2004)
- Jean-Richard Gomah-Petry, Senda Said, Pascal Marchet, Jean-Pierre Mercurio, Sodium-bismuth titanate based lead-free ferroelectric materials, Europ Ceram Soc, Vol 24, p 1165, (2004)