

P-2

Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbZrO₃-PbTiO₃ 세라믹스의 압전특성에 미치는 Al₂O₃의 영향 Effects of Al₂O₃ on the Piezoelectric Properties of Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbZrO₃-PbTiO₃ Ceramics

김미정, 김재창*, 김영민*, 어순철, 김일호†

충주대학교 신소재공학과/친환경 에너지 변환·저장소재 및 부품개발 연구센터(ReSEM),

*고려전자(주) 소재개발과

(ihkm@chungju.ac.kr)†

순수한 PZT는 소결과 분극이 어렵고 전기적인 특성도 불안정하기 때문에 첨가물(도펀트)에 의해 성능을 개선하려는 연구가 활발히 진행되고 있다 또한 페로브스카이트 구조의 B-site(Zr 또는 Ti)를 2⁺, 3⁺, 5⁺ 및 6⁺가의 금속이온을 조합시켜 4⁺가에 상당하도록 유도하여, PZT의 일부를 복합 페로브스카이트 구조 화합물로 치환한 재료가 연구되고 있다 이러한 첨가물들은 정방정계 PbTiO₃와 사방정계 PbZrO₃가 완전 고용체를 이루며 유전성, 압전성 그리고 전기기계 결합계수의 변화 등이 최대가 되는 결정구조의 상경계(MPB morphotropic phase boundary)를 형성할 수 있는 (반)강유전체가 되고, 또한 계의 큐리점이 저하되지 않도록 가능한 한 전이점이 높은 페로브스카이트 화합물을 형성한다 이러한 압전 세라믹스는 순수 PZT 계에 비해 PbO의 휘발이 작아 소결하기 쉽고, 주성분에 각종 첨가제를 첨가함으로써 유전 및 압전 특성이 크게 개선될 뿐만 아니라, 상경계 영역이 확대되므로 용도에 적합한 재료 선택의 폭이 넓어지는 장점이 있다 본 연구에서는 기계적 품질계수와 항전계가 크고 큐리온도가 높으며 유전손실이 적은 경질 압전 진동자로서의 응용을 목표로, 전기기계 결합계수 및 상경계 영역의 PZT 계 세라믹스와 기계적 품질계수를 향상시키기 위해 Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbZrO₃-PbTiO₃ 계 세라믹스를 선택하여 페로브스카이트 상의 합성물을 향상시키기 위한 시도를 하였다 또한 소결 후의 밀도 향상과 저온소결을 위하여 Al₂O₃를 첨가제로 선정하였고, 첨가량에 따른 전기기계 결합계수 및 기계적 품질계수, 비유전율, 압전전하상수 그리고 압전전압상수 등 압전특성의 변화를 조사하였다

10 wt%까지 Al₂O₃가 첨가된 모든 조성에서 회절각 2θ=42-46° 범위에 (002)면과 (200)면이 공존하는 것을 확인하였다 이것은 본 조성이 정방정구조의 상경계 조성임을 의미한다 소결시 Al₂O₃와 PbO의 공정반응에 의해 소결밀도가 급증하였고, 0.2 wt% Al₂O₃ 첨가시 최대 7.8g/cm³를 나타내었다 Al₂O₃의 첨가량이 증가함에 따라 입자성장이 점차적으로 증가하여 0.3 wt%에서 최대를 나타내었고, 그 이상 첨가할 경우 입자크기가 감소하였다 이것은 부분적으로 치환되지 못한 Al³⁺ 이온이 입계에 존재하여 입자성장을 억제시킨 것으로 판단된다 Al₂O₃의 첨가량이 증가됨에 따라 유전 및 압전특성이 점차 증가하여 0.2 wt%를 첨가한 조성에서 최대값을 나타낸 후, 그 이상 첨가하면 다시 감소하였다 이것은 PMN-PZT에서 Al³⁺의 고용한계라고 추측되는 0.2-0.3 wt% 범위에서 최대값을 나타내고, 그 이상 첨가하면 전하 중성도에 의해서 O²⁻ 자리에 결합이 발생하여 산소공공이 생성되었기 때문이라고 사료된다

Acknowledgement: 본 연구는 산업자원부의 지역전략산업 석·박사연구인력 양성사업 및 지역협력 연구센터 육성사업의 지원에 의해 수행되었습니다