

## SS10B : 스마트모빌리티 대응 유전체 세라믹스 기술

## SS10B-1 | 자동차 powertrain용 MLCC 전기적 특성

\*윤중락<sup>1</sup>, 김민기<sup>1</sup><sup>1</sup>삼화콘덴서

전장용 MLCC는 AEC(Automotive Electronics Council) 부품 기술 위원회에서 규정한 "수동 부품에 대한 스트레스 테스트 자격"인 AEC-Q200 요구 사항을 만족한 제품으로 범용 MLCC에 가혹한 테스트는 기판 굽힘 및 열충격에 의해 유도되는 기계적 응력과 전기적 특성에 관한 것이 중요한 요소이다. 자동차 powertrain 전력 변환회로에서 고전압, 고온 안정성, 소형화의 요구에 따라 대용량 적층 칩 커패시터의 수요가 증가되고 있다. 전장용 MLCC는 전기적, 기계적 신뢰성에 대한 위험 때문에 기존에는 4532 이상 크기의 대형 MLCC를 적용하지 않았으나 최근에는 더 높은 전압, 더 높은 정전 용량, 더 높은 리플 전류 특성을 가지는 MLCC 수요가 증가하고 있으며 높은 RMS 리플 전류와 높은 DC 전압이 인가된 상태에서도 정전 용량의 안정성, 적은 유전 손실 및 부품 자체 발열을 감소시키고자 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 자동차 powertrain에 적용되는 MLCC의 전기적, 기계적 요구 특성에 대하여 설명하고자 한다.

## SS10B-2 | 전장용 유전체 세라믹의 연구 동향

\*서인태<sup>1</sup>, 이가영<sup>1</sup>, 장정우<sup>1</sup>, 한승호<sup>1</sup>, 강형원<sup>1</sup><sup>1</sup>한국전자기술연구원

자율주행, 전기차 및 커넥티드 카 등으로 대표되는 스마트 모빌리티 구현을 위한 자동차의 전장화가 가속화 됨에 따라, 자동차에 필요한 전자부품의 수는 기하 급수적으로 늘어나고 있다. 특히, 유전체 세라믹으로 구현되는 세라믹 캐패시터는 회로를 구성하는 필수 수동 부품으로써, 자동차의 전장화에 핵심 요소라 할 수 있다. 전장용 유전체 세라믹은, 사용자의 안전과 직결되는 자동차의 특성상, 고온 및 고전압 환경에서 높은 신뢰성이 요구된다. 최근에는 전기차 무선충전과 같은 고전력 전송과 자율주행용 고성능 프로세서 탑재 등이 요구되면서 수동 소자를 구성하는 핵심 소재인 유전체 세라믹의 높은 신뢰성이 더욱 중요한 요소가 되었다.

고신뢰성의 유전체 세라믹 개발을 위해서는 세라믹의 가장 중요한 결함 요소인 산소 공공에 대한 이해가 필요하다. 대표적인 강유전체인 BaTiO<sub>3</sub> (BT)을 기반으로 하여 산소 공공의 역할에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 따라서, 그 십수년 동안의 관련 연구 결과를 살펴 봄으로써, 세라믹 유전체의 신뢰성 향상에 대한 앞으로의 비전을 엿볼 수 있는 기회가 될 것으로 생각된다. 뿐만아니라, post-BT로 대표되는 고온 유전체 세라믹에 대한 연구 결과를 정리하고, post-BT 세라믹의 환원 분위기 소결 결과에 대하여 간략하게 제시하고자 한다.

## SS10B-3 | Giant energy density via mechanically tailored relaxor ferroelectric behaviour of PZT thick film

\*류정호<sup>1</sup>, 정대용<sup>2</sup><sup>1</sup>영남대학교, <sup>2</sup>인하대학교

Relaxor ferroelectrics (RFEs) are being actively investigated for energy storage applications due to their large electric-field-induced polarization with slim hysteresis and fast energy charging-discharging capability. Here, we report a novel nanograin engineering approach based upon high kinetic energy deposition for mechanically inducing the RFE behavior in a normal ferroelectric Pb(Zr<sub>0.52</sub>Ti<sub>0.48</sub>)O<sub>3</sub> (PZT), which results in simultaneous enhancement in the dielectric breakdown strength ( $E_{DBS}$ ) and polarization. Mechanically transformed relaxor thick films with 4  $\mu$ m thickness exhibited an exceptional  $E_{DBS}$  of 540 MV/m and reduced hysteresis with large unsaturated polarization (103.6  $\mu$ C/cm<sup>2</sup>), resulting in a record high energy storage density of 124.1 J/cm<sup>3</sup> and a power density of 64.5 MW/cm<sup>3</sup>. This fundamental advancement is correlated with the generalized nanostructure design that comprises of nanocrystalline phases embedded within the amorphous matrix. Microstructure-tailored ferroelectric behavior overcomes the limitations imposed by traditional compositional design methods and provides a feasible pathway for realization of high-performance energy storage materials.

SS10B-4 | ABO<sub>3</sub> 유전체의 결함 화학 및 MLCC 적용에 대한 도전\*이순일<sup>1</sup>, 박홍우<sup>1</sup>, 이정원<sup>1</sup>, 황경미<sup>1</sup>, 하송아<sup>1</sup>, 이주현<sup>2</sup>, 조옥<sup>2</sup>, 조경수<sup>3</sup>, 조용수<sup>3</sup>, 이성철<sup>4</sup>

<sup>1</sup>창원대학교, <sup>2</sup>울산과학기술원, <sup>3</sup>연세대학교, <sup>4</sup>(주)위너테크놀로지 ABO<sub>3</sub>-based materials are attractive materials not only for electronic component applications, but also for model systems of dielectric, ferroelectric, piezoelectric, and multiferroic materials. Recently, their composition has more complex and some of them contain volatile elements, resulting in an increase in the configurational entropy in terms of composition and defects of those materials. To better understand the defect chemistry of those materials and the challenges for MLCC applications, nonstoichiometric and modified ABO<sub>3</sub>-based ceramics were investigated via high-temperature equilibrium conductivity (HiTEC) under various equilibrium conditions and fabricated as prototype MLCCs to evaluate the feasibility of co-firing and evaluate the dielectric properties of thick films.

## SS10B-5 | Research progress in the development of beyond X9R MLCC in Sustainable Functional Ceramics group

\*Jo Wook<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ulsan National Institute of Science and Technology  
The increase of electric vehicles in number has led to the birth of highly reliable and thermally stable passive component market. Especially, the multilayer ceramic capacitor (MLCC) industries are facing a new challenge for the development of MLCCs of a high dielectric permittivity that are stably persists up to unprecedentedly high temperatures up to 200°C and above, which is not feasibly achieved with the most commonly used BaTiO<sub>3</sub> (BT)-based dielectrics. Over the decades, extensive search for dielectric ceramics as alternatives to BT has been made, resulting in the discovery of (Bi<sub>1/2</sub>, Na<sub>1/2</sub>)TiO<sub>3</sub> (BNT) and its derivatives as well as (K<sub>0.5</sub>, Na<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub> (KNN) and its derivatives. Our research group has also been working on both systems to realize thermally stable dielectric permittivity in the temperature range between -55°C and 200°C, which presumably denotes the requirement for impending X9R class II capacitor according to the Electronic Industries Association (EIA) standard. In this talk, we would like to present what we have discovered and developed.