

SS21 : BK21 소재혁신선도 플랫폼 교육연구단 성과 교류회

SS21-1 | Investigation of exchange-bias in $Mn_2O_3@Co_3O_4$ core-shell nanostructures

Naveen¹, KUMAR Akshay¹, KUMARI Kavita¹, SHARMA Mohit K.¹, 박수정¹, *구본흔¹

¹창원대학교

The primary objective of this investigation is to harness the engineered composite potential for implementation in magnetic memory devices via modulation of the exchange-bias (EB) characteristics. With this motivation we prepared the $Mn_2O_3@Co_3O_4$ core-shell composites by utilizing co-precipitation methodology. The structural characterizations through HR-FE-SEM and TEM revealed core and shell morphology having particle size around 110 nm and 22 nm respectively. The magnetic investigations divulge an 86 K Neel temperature transition alongside a significant EB registering a magnitude of 2112 Oe at a temperature of 50 K, thereby establishing its viability for integration within exchange-bias driven applications. The training effect measurement shows a decline of around 14% from initial value after 8 consecutive loops. The high EB at an optimal working temperature, and minimal training effect loss advocates an excellent potential of these compounds in diverse technological realms, including the fabrication of sensors, memory devices, and magneto-resistive reading heads.

Keywords: Core-shell structure, exchange-bias effect, Neel temperature, training effect, magnetic properties.

SS21-2 | 부식염 양에 따른 열차폐코팅 부식 저항성 평가

김준성¹, 편장혁¹, 김봉구¹, 최혜량¹, 손정훈¹, 양병일¹, 이승수², *양승철¹, *정연길¹

¹창원대학교, ²국방기술품질원

고온/고압의 극한 환경에서 작동되는 가스터빈 고온부품에 적용되는 열차폐코팅은 LNG 연료에 존재하는 성분에 의한 부식에 취약하다. 기존의 부식 저항성 평가는 열차폐코팅 표면 중심에 과량 (20 mg/cm²)의 Na₂SO₄와 VO₄ 단독 또는 Na₂SO₄+VO₄ 혼합 분말을 도포하여 약 1,000 °C에서 수행한다. 하지만, 과량의 부식 성분 loading은 열차폐코팅 부식 가속 평가에 적합한 양으로, 열차폐코팅 간 부식 저항성 비교 분석에는 적합하지 않다. 따라서, 본 연구에서는 부식 저항성 비교 분석을 위해 PVA (polyvinyl alcohol)과 Na₂O₄+VO₄ 혼합 분말을 사용하여, 표면에서의 균일한 반응을 유도하기 위해 열차폐코팅 시험편 표면 적과 동일한 크기의 부식염을 제작했다. 반응시간을 증가시켜 시간에 따른 변화를 관찰하기 위해 혼합 분말의 양을 1, 5, 10 mg/cm²으로 제어하여 열차폐코팅 부식 저항성 평가를 수행하였다. 부식염의 열차폐코팅에 침투량을 분석하기 위해 미세구조와

조성 분석을 진행하였고, 반응 경향성을 분석하기 위해 상분석을 수행하였다. 본 연구를 통해, PVA를 사용하여 부식염의 양을 제어하고 시험편을 표면 전체에 부식염을 도포함으로써, 새로운 부식 저항성 평가 방법을 제시하였다.

SS21-3 | Thermal and Mechanical Properties of Porous Silica Ceramics as Thermal Management Materials for Thermoelectric Modules

SHASHO yonas¹, LEE Jeongwon¹, *LEE Soonil¹

¹Changwon national university

Silica aerogel, widely known as the lightest material in the world, has a 3-dimensional silica framework with a porosity of 95 % or more. Due to its high porosity, silica aerogel exhibits extremely low thermal conductivity, making it suitably suitable for thermal insulation applications. However, despite being environmentally friendly and biocompatible, monolithic silica aerogel suffers from various drawbacks, including low mechanical strength, and high manufacturing cost. This study aims to manufacture porous ceramics using silica aerogel powder that can effectively replace the monolithic aerogel with superior mechanical strength. The porous ceramics made of silica aerogel powder will inherit the predominant characteristics of the precursor powder, namely high porosity, and lower thermal conductivity. Moreover, the sintering process will impart the needed mechanical strength, making it a practical candidate material for a thermal management application. This study made use of a commercially available low-cost silica aerogel powder. Subsequently, the prepared samples were sintered over a range of temperatures (600-1000°C). Density comparison using the Archimedes method, and an investigation of microstructure and crystal structure, through SEM and XRD was undertaken. Finally, thermal conductivity and mechanical strength measurements were carried out. This study will give an insight into the interlinked properties of density, thermal conductivity, and mechanical strength of porous silica ceramics.

Keywords: Silica aerogel, thermal conductivity, thermal management material, sintering, porous ceramics
 Corresponding Author: *leesoonil@changwon.ac.kr

SS21-4 | 비납계 BNT 및 La이 도핑된 BNT 유전체의 전기적 거동과 결합화학

이정원¹, 최수용¹, 이주현², 조옥², 김명호¹, *이순일¹

¹창원대학교, ²울산과학기술원

최근 전기 자동차와 더불어 그에 사용되는 커패시터의 수요가

증가하고 있으며, 그에 따른 유전재료 또한 크게 관심을 받고 있다. 또한 환경문제로 인한 규제와 더불어 비납계 유전재료인 $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNT)기반 압전체는 높은 전력밀도와 유전상수, 큰 포화분극 및 높은 상전이 온도로 인해 전장용 MLCC의 유전재료로 적합한 소재로 주목받고 있다. 하지만 열처리 과정중 이차상 형성, 비스무트(Bi) 및 나트륨(Na) 휘발, 그로 인한 산소 공공 형성 같은 현상들과 이로 인한 유전손실과 누설전류 문제는 해결해야 할 문제점으로 언급된다. 본 연구에서는 BNT와 La이 도핑된 BNLT를 고상법으로 제조하였고, SEM 및 XRD 측정을 통해 미세구조 관찰을 진행하였다. 또한 결합화학적으로 BNT 및 BNLT 유전체의 전기적 거동을 이해하기 위하여 다양한 산소 분압과 온도에서 고온평형전도도(HiTEC, High Temperature Equilibrium Conductivity)측정을 진행하였다. 순수한 BNT 유전체의 경우 A-site 이온의 휘발에 의한 홀(hole) 농도의 증가에 따른 p-type이 주요한 고온 전도 거동을 보인 반면, La을 치환한 BNLT 유전체의 경우 La의 치환에 따른 전자 및 이온 보상으로 n-type이 주요한 고온 전도 거동을 나타남을 확인할 수 있었다. 이러한 결과들을 바탕으로 고효율, 고온 및 고내전압용 유전체 개발을 위한 공정 및 조성제어가 가능할 수 있다.

SS21-5 | Multiferroic Property of Samarium doped Bismuth Ferrite Ceramics at Morphotropic Phase Boundary by Heat Treatment Method

CHOI Hai In¹, LEE Myang Hwan¹, KIM Da Jeong¹, KIM Ji Su¹, KIM Won-Jeong¹, *SONG Tae Kwon¹

¹Changwon National University

The bismuth ferrite (BiFeO_3 , BFO) is a room-temperature multiferroic material with high Curie temperature (1100K) and high Neel temperature (653K). Base on the multiferroic order of BFO system, it will be applied to sensor devices and multi-storage memory devices. However, the BFO cannot be approached to single phase due to the bismuth volatility and valence electron state transition of iron. It is a hinder to measure the multiferroic property. To approach the single phase of BFO system, solid solution with rare-earth orthoferrite is the way to improve of the multiferroic property. In a specific selected of solid solution, SmFeO_3 (SFO) with BFO is improved the multiferroic property at morphotropic phase boundary ($\text{Bi}_{0.86}\text{Sm}_{0.14}\text{FeO}_3$). In this study, $\text{Bi}_{0.86}\text{Sm}_{0.14}\text{FeO}_3$ ceramics are studied with different sintering method: water-quenching (WQ), air-quenching (AQ) and furnace-cooling (FC). The phase and structure are observed rhombohedral and orthorhombic phase. The ferroelectric remnant polarization observed with $20 \mu\text{C}/\text{cm}^2$, $18 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ and $15 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ from WQ, AQ and FC. Enhanced ferroelectric behavior is observed with increasing electric field and

cycling number. The highest polarization is observed from the WQ with $28 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ at 180 kV/cm. Temperature-dependent dielectric constant is observed the ferroelectric to paraelectric transition temperature at 450 °C from the WQ. The piezoelectric properties are measured with 35 pC/N and 22 pm/V from WQ. The magnetic hysteresis loop is measured at room temperature. The remnant magnetization is 0.16 emu/g and coercive magnetic field is 1.25 T.

SS21-6 | Internal Oxygen Partial Pressure and Delamination Behavior in Ceria-doped YSZ SOEC

KIM Han Hwi¹, PARK Jun Ho¹, *LIM Hyung-Tae¹

¹Changwon National University

When the solid oxide electrolysis cell (SOEC) is operated at high current density, high internal oxygen pressure be developed in the electrolyte close to the oxygen electrode, leading to oxygen electrode delamination. Prior modeling studies have shown that using an electrolyte with high electronic conductivity can prevent the internal high oxygen pressure and delamination. In this study, two types of anode supported cells with four-electrode system were prepared; a YSZ electrolyte cell and an 8CYSZ (92% 8YSZ + 8% CeO₂) electrolyte cell with higher electronic conductivity than YSZ electrolyte. The four electrode system includes a Pt probe embedded in the electrolyte and a Pt reference electrode on the electrolyte edge so we can determine the internal oxygen partial pressure by measuring the electric potential difference between the reference electrode and the embedded Pt probe. As comparing of internal oxygen partial pressure between YSZ and 8CYSZ cells in various experimental conditions, we investigated the relationship between experimental conditions and the tendency of chemo-mechanical failure in SOECs.

SS21-7 | Inconel 718의 국부 부식 저항성에 대한 열처리의 효과 이윤화¹, *이준섭¹, 권순일², 신정호², 이재현¹

¹창원대학교, ²세아창원특수강

Inconel 718 합금은 Ni계 합금으로 우수한 creep 저항과 높은 강도값 및 내식성을 가지는 재료이며 제트엔진, 가스터빈, 원자로 부품, 고강도의 볼트, 항공우주산업 등에 사용된다. Inconel 718 은 용체화 열처리와 시효 열처리 두단계의 열처리과정을 통해 γ' 상($\text{Ni}_3(\text{Nb},\text{Ti})$), γ'' 상($\text{Ni}_3(\text{Al},\text{Ti})$), δ 상, MC carbides 등이 석출된다. Inconel 718은 열처리를 거치며 미세구조가 변하게 되고 이는 기계적특성과 부식거동에 영향을 미친다. 본연구에서는 열처리 단계를 거치지 않은 as-received Inconel 718과 용체화 열처리를 한 Inconel 718의 국부 부식 거동을 알아보려고 한다.

SS21-8 | 합성곱신경망을 이용한 공간군 분류를 위한 전자빔 회절도형의 레이블링 구조를 활용한 재료의 성분계 분류

정재민¹, *이용¹

¹창원대학교

제한시야전자빔회절도형(selected area electron beam diffraction pattern)은 재료의 결정구조를 파악하는데 많이 활용되고 있으나 그 해석에 상당한 수준의 결정학적 지식을 필요로 한다. SADP 해석의 과정을 용이하게 할 목적으로 본 연구진의 선행연구에서는 영상분석에 활용되고있는 합성곱신경망(convolutional neural network, CNN) 아키텍처인 ResNet을 이용한 공간군 분류가 가능함을 보인 바 있으며 ResNet의 학습과 검증에 위해 2차원 결정학 체계를 적용한 SADP 레이블링 구조를 입방정계의 일부 공간군에 대해서 개발하였다. 이번 연구에서는 이를 입방정계에 속한 모든 공간군으로 확대하였다. SADP에 담긴 영상정보가 중앙점 기준회절점들의 상대적 위치와 거리, 중앙점과 회절점들을 잇는 선분들 사이의 각도, 회절점의 밝기, 회절점의 소실 등이며 이들이 결정구조가 속한 공간군에 담긴 대칭성 이외에 구성원소의 종류, 물질을 구성하는화학식 등에 따라 다르게 나타남에 착안하여 성분계, 화학식, 단위정 내 원자배치 등을 고려하여 회절도형 생성을 위한 결정정보파일(crystal information file, CIF)을 공공 데이터 저장소인 Materials Project에서 선별 추출하였다. 선별된 CIF를 입력으로 사용하여 투과전자현미경 시뮬레이션 소프트웨어인 JEMS를 이용하여 회절패턴을 생성하고 이들에 대해 2차원 결정학 체계를 적용하여 레이블링 체계를 구성하였다. 특히 ResNet 학습에 있어서는 회절도형의 복잡도가 물질을 구성하는 원소의 수에 의존하는 경향이 있음을 감안하여 단일성분계에서 육원계에 이르는 각 성분계 별로 ResNet를 별도로 학습시켰다. 이에 따라 ResNet 아키텍처는 학습된 성분계에 속한 평가용 데이터에 대해 특히 분류를 더 정확히 하는 특성을 보였으며 일원계에서 98.2%, 이원계에서 92.6%, 삼원계에서 92.7%, 사원계에서 94.1%, 오원계에서 99.4%, 육원계에서 98.9%의 분류 정확도를 나타냈다.

비교하여 모델의 타당성을 검증하였다. 특히, C-ring 압축을 모사하기 위해 요구되는 시편의 불균일한 집합조직 구배를 반영한 전산모사 방법이 마련되었다.

Reference: [1] Y. Jeong, C.N. Tomé, An efficient elasto-visco-plastic self-consistent formulation: Application to steel subjected to loading path changes, Int J Plast. 135 (2020) 102812. <https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2020.102812>.

SS21-9 | 탄점소성 균일동등체 기반 다결정 모델을 활용한 Mg-10Gd의 다양한 기계적 특성 해석

이재성¹, *정영웅¹

¹창원대학교

마그네슘은 뛰어난 생분해성과 체내 무독성으로 체내에서 일시적으로 활용되는 치료 보조용 의료 기구의 소재로 주목받고 있다. 그러나 현재까지 마그네슘의 빠른 체내 부식 속도와 그에 따른 기계적 특성 저하로 활용이 제한되어 왔다. 최근 희토류 금속들을 활용하여 체내 부식 속도 및 기계적 특성 개선을 주제로한 연구 결과들이 보고되고 있으며, Gd를 활용된 연구 결과에서 집합조직의 약화 및 기계적 특성 향상이 나타남이 확인되었다. 본 연구에서는 초기 집합조직의 영향을 고려하는 탄점소성 균일 동등체 기반 다결정 모델(Δ EVPSC[1])을 활용하여 Mg-10Gd에 대한 기계적 특성 평가를 진행하였다. 간단한 인장 및 압축 실험의 결과로 결정된 경화변수를 바탕으로 노치바 인장, 3점 굽힘, 그리고 C-ring 압축 등 다양한 기계적 실험을 모사하였으며, 실험값과