

PG6A : 유리 및 비정질 세라믹스

PG6A-1 | Investigating the Ability of Glasses with Low Glass Transition Temperatures to Bond to Carbon Steel for Heterogeneous Joining

하지용¹, 김승욱¹, 이화평¹, 주소진¹, *정대용¹

¹Inha university

Carbon steel is one of the most widely used structural materials, which are highly durable and cost-effective. However, it has low corrosion resistance and is vulnerable to heat, which needs to be compensated for. Therefore, researchers are actively working on coating refractory ceramic materials on the metallic steel material representation. However, metals and ceramics are not easy to coat due to the heterogeneity of the materials, and it is difficult to create a dense coating layer with only two types of materials. Therefore, by utilizing glass, which has the characteristics of both metals and ceramics, as a medium such as an adhesive, it was possible to solve the existing problems by applying a metal-glass-ceramic type coating. In particular, if a glass composition with a low glass transition temperature is used, damage to the base material can be minimized by reducing the working temperature.

This study synthesized a low glass transition temperature glass using three raw materials: PbO, ZnO, and B₂O₃. The glass with this composition was then coated with SM45C carbon steel. The wetting angle, hardness test, and thermal characterization confirmed the dense bonding of the ceramic and glass.

PG6A-2 | Investigation on dielectric properties of alkali-free aluminoborosilicate glasses at 5 GHz frequency for PCB applications

LINGANNA Kadathala¹, PARK Young-Ouk¹, HAN Won-Taek¹, *KIM Bok Hyeon¹

¹Gwangju Institute of Science and Technology

The recent progress in wireless telecommunication technologies has led to increased interest in developing new low-dielectric glass fibers for PCB applications in the GHz frequency range. In this study, the alkali-free aluminoborosilicate glasses with different La₂O₃ contents up to 1.2 mol% were fabricated by a melt-quenching technique and their dielectric properties were investigated. The dielectric constant and loss tangent values at 5 GHz with the increase in La₂O₃ content were in the range of 4.65-4.97 and 2.62-3.02 ($\times 10^{-3}$), respectively. We have also investigated origin of the variations in the dielectric properties of the glasses with the incorporation of La₂O₃ content using the FTIR and

Raman analyses. This study was supported by the National R&D program [NRF-2021M3H4A3A01050367] through the NRF funded by the Ministry of Science and ICT and by a GIST Research Institute APRI grant funded by GIST in 2023, Korea.

PG6A-3 | Sodium Aluminosilicate 유리의 분자동역학 및 Solid-NMR 통한 구조 해석

박경대¹, 남진수², 김승호², *정운진¹

¹공주대학교, ²삼성디스플레이

Sodium-aluminosilicate 유리는 화학강화 유리 소재로 디스플레이 및 이동통신 기기 뿐만 아니라 최근 Foldable device 커버소재로서 UTG(Ultra-thin glass)등 초박형 및 초경량 분야로 그 응용분야를 확대하고 있으며, 유리 조성 변화에 따라 화학강화 특성의 제어가 가능하다. 최근 본 연구진에서는 P₂O₅ 및 B₂O₃가 첨가된 sodium-aluminosilicate (SAS) 유리 소재를 제조하고, 첨가 함량에 따른 화학강화 특성을 보고한 바 있다. 특히, B₂O₃ 함량에 따라 Na 및 K 이온의 상호확산계수가 변화하였으며, 이에 따라 표면압축강도(CS: compressive stress) 및 침투 깊이 (DOL: depth of layer)가 변화함을 확인하였다. 이는 B₂O₃ 함량에 따른 유리 소재 내 구조변화에 기인한 것으로 판단되나, 이에 대한 상용 SAS 유리와의 물리적 특성 및 구조적 변화 등 구체적인 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 화학강화 특성이 가장 우수했던 SABS 유리 내 B₂O₃ 함량의 2.5mol% 조성과 UTG 상용조성 2 종과의 조성적 차이에 따른 구조적 변화를 확인하기 위해 분자동역학 (MD: Molecular Dynamics)을 이용하여 구조해석을 실시하였다. 기존에 보고된 유리 내 상호 원자 포텐셜을 사용하여 분자 동역학 전산 모사를 진행하였으며, 원자 간 결합 길이, 결합 각도, 배위 수 등을 분석하였다. 제조된 유리를 대상으로 Solid-state NMR 분석을 실시하였으며, MD 를 통해 예측된 구조와 실제 구조 변화를 비교 평가하였다. 또한, MD 를 통한 용융 열 (KNO₃)과 유리 계면에서의 상호확산계수를 전산모사를 통해 계산하고 비교하였다.

PG6A-4 | 진공유리 밀봉용 저 TeO₂ 함유 Vanadate계 저온소성 glass frit

김태령¹, *정운진¹

¹공주대학교

진공유리 창호 (Vacuum glass panel)는 2장의 판유리 사이를 진공상태로 만들어 유지한 채 접합한 것으로, 이 진공층에 의해 전도나 대류로 인한 외부의 열과 소리의 전달을 최소화함으로써 우수한 단열 효과와 방음 효과를 가져 에너지 절감에 도움이 된다. 이로 인해 산업용 냉장고, 유리 온실, 아파트 창호 등 다양한 쓰임으로 각광받고 있다. 진공유리는 두 장의 유리 사이에 진공층을 형성한 후 밀봉용 glass frit을 사용하여 밀봉하는데, 이때의 밀봉공정은 사용되는 판유리에 영향이 가지 않는 온도에서 진행되어야 하므로 밀봉용 glass frit은 약 400 °C 이하의 낮은 소성온도가 요구된다. 기존에 사용되는 glass frit의 경우, RoHS 규제에 따라 Pb가 포함되지 않은 바나듐계 glass frit이 개발되었으나

고가 원료인 TeO₂ 등을 포함하는 조성으로 경제성이 떨어져 시장 보급이 원활하지 않다. 따라서 진공 창호 유리의 대중화를 위하여 낮은 소성온도를 만족하면서 보다 낮은 원가를 갖는 조성의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 기존 TeO₂ 기반 소재와 유사한 수준의 저온 밀봉 특성을 갖는 동시에 TeO₂ 함량을 보다 저감하여 경제성을 확보하기 위한 유리 조성 설계를 진행하였다. TeO₂의 대체 첨가제로 P₂O₅, SnO₂ 등을 사용하여 유리를 형성하였다. 형성된 유리는 DSC (Differential Scanning Calorimetry) 분석을 통해 유리전이온도를 확인하고, soda lime glass 기판에 압축성형한 샘플을 성형온도인 380 °C에서 20분 유지하여 성형 온도에서의 유리 유동성을 확인하였다. 또한 soda lime glass 기판 사이에 glass frit을 실제로 접착하는 test를 진행하여 유리의 접착력을 확인하였다.

PG6A-5 | 저온 SOEC 밀봉용 CaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂ 계 결정화 유리 소재

김태형¹, 라정은², *정운진¹

¹공주대학교, ²대한광통신

SOEC (Solid Oxide Electrolyzer Cell)는 고체 산화물 또는 세라믹 전해질을 사용해 물을 수소와 산소로 분해시키는 전해반응을 하는 연료전지로, 낮은 에너지 수요와 높은 열효율을 가지며 친환경적인 수소 생산이 가능해 많은 연구가 진행되고 있다. SOEC 밀봉재료는 높은 유리 연화점과 내부 구성요소들과 유사한 값의 높은 열팽창계수를 가져야 하고, 밀봉온도와 작동온도에서 적절한 유동성을 가져야 하며 구동 중 내부 구성요소들과 반응이 일어나지 않아야 한다. 기존의 밀봉재료는 높은 유리 연화점과 CTE를 충족시키기 위해 BaO가 포함된 소재를 사용하였으나, 이 경우 Ba이온이 스택 기판 소재와 반응을 일으켜 밀봉이 탈락되는 현상이 발생하였다. 따라서 내부 구성 요소들과 반응을 일으키는 BaO를 포함하지 않으면서 높은 유리 연화점과 열팽창계수를 갖는 새로운 밀봉재료의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 저온 작동온도를 가지며 Ba를 포함하지 않는 밀봉소재로서 CaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂ 4성분계를 이용하였으며, 기판 소재와 열팽창계수가 유사하고 작동온도에서 유동성이 없는 Hardystonite 상을 유리 내에 형성하도록 유도하였다. 이를 위해 다양한 조성 변화를 시도하였으며, 유리 형성이 가능한 조성은 결정화 유도를 위해 DTA (Differential Thermal Analysis)와 TMA (Thermomechanical Analyzer) 분석을 통해 유리전이온도 및 열팽창계수 등 유리의 열특성을 조사하였다. 형성된 유리는 열처리된 샘플은 XRD (X-ray Diffraction) 분석을 통해 유리 내에 형성된 결정상을 확인하였다. 실제 사용되고 있는 YSZ 및 FC460 기판과의 접착을 시도하고 약 100시간의 aging test를 진행한 뒤 SEM (Scanning Electron Microscope) 및 EDS (Energy Dispersive Spectrometry) 분석을 통해 유리의 접착력과 장기 구동 시 반응성 및 안정성을 평가하였다.

PG6A-6 | LED용 Germanate 기반 Lead Free Perovskite 나노 결정 함유 유리 탐색

김현아¹, *정운진¹

¹공주대학교

Halide Perovskite 나노 결정은 태양전지, 레이저, 발광 다이오드(LED) 등의 광전자 분야에서 많은 잠재력을 보여주었다. 특히, CsPbX₃(X=Cl, Br, I) 나노 결정은 발광 선폭이 약 20 nm로 매우 좁은 발광 스펙트럼과 우수한 양자 효율로 인해 차세대 광학 소재로 각광받고 있다. 그러나 중금속인 납의 함유로 인해 상업화가 제한되는 문제가 있으며, Perovskite 나노 결정은 공기와 빛에 대한 안정성이 매우 취약하여 상용 제품에 적용에 한계가 있다. Lead-Free Metal Halide Perovskite(LFMHP) 나노 결정을 형성하기 위해 유독성이 적거나 없는 원소로 대체하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 같은 족의 Sn²⁺와 Ge²⁺가 가장 먼저 고려되었으며 같은 주기의 Sb³⁺와 Bi³⁺ 등의 원소들 또한 연구가 진행되어왔다. 또한, 최근에는 Lanthanide와 Actinide계, 전이 금속계 등으로 대체한 연구가 진행되어왔다. 그러나, 이 연구들은 주로 용해열법, 콜로이드 합성법, 열 주입법 등 용액 기반 화학 공정으로 구현되었으며, 이러한 용액 기반 공정은 열적·화학적 안정성이 좋지 않은 한계가 있다. 따라서 열적·화학적 안정성을 확보한 Pb-free 소재 개발을 위해 유리 매트릭스 내에 나노 결정을 형성하는 방법이 연구되고 있다. 본 연구에서는, 기존 보고된 Pb가 포함된 Germanate perovskite 나노결정 함유 유리 조성에 CsPbBr₃이 아닌 LFMHP 나노 결정을 형성시키기 위해 PbO를 SnO, Eu₂O₃, ZnO, MnO 등의 대체 물질들로 치환하였다. Cs₂ZnBr₄ 나노 결정이 함유된 유리의 발광을 확인하여 유리의 조성 개선 및 열처리 조건 변화를 통해 나노 결정을 유도하는 조건을 탐색하였다. 유리 내에 형성된 Cs₂ZnBr₄ perovskite 나노 결정상은 XRD와 TEM을 통해 확인하였으며 PL, PLQY 측정 등의 광 특성 평가를 통해 발광 여부를 확인하여 LED 소재로서의 가능성을 확인하였다.