

PG6B : 유리 및 비정질 세라믹스

PG6B-1 | The properties of low dielectric glass of borosilicate glass with Li₂O

이지선¹, *김진호¹, 노민석¹

¹한국세라믹기술원

Borosilicate glasses were prepared with a composition of $x \text{Li}_2\text{O}-(14-x) \text{CaO}-21\text{B}_2\text{O}_3-57\text{SiO}_2-8\text{Al}_2\text{O}_3$ where $x=0, 1, 3, 5$ and 7 mol%. Each composition was melted in analumina crucible under atmosphere condition at 1600°C for 2 h. Clear glasses with a transmittance exceeding 85% were fabricated.

Their optical, thermal, and physical properties, such as dielectric constant, density and glass transition (T_g) were studied. The results demonstrated that dielectric constant was between 3.8 and 4.6 at 10GHz. As the Li₂O content increased, the glass transition temperature of the fiber glass decreased from 608°C to 564°C . It succeeded in manufacturing low dielectric glass of less than a dielectric constant of less than 5.5, and confirmed the commercialization of multi-layer PCB substrate materials.

PG6B-2 | 내플라즈마성 세라믹의 표면연마를 통한 플라즈마 열화방지

변영민^{1,2}, 김선우^{1,3}, 최재호⁴, *김형준¹

¹한국세라믹기술원, ²한양대학교, ³호서대학교, ⁴WONIK QnC Plasma-resistant ceramic (PRC) is a material used to prevent internal damage in plasma processing equipment for semiconductors and displays. The challenge is to suppress particles falling off from damaged surfaces and increase retention time in order to improve productivity and introduce the latest miniaturization process. Here, we confirmed the effect of suppressing plasma deterioration and reducing the etch rate through surface treatment of existing PRC with an initial illumination level of 200 nm. In particular, quartz glass showed a decrease in etch rate of up to 10%. Furthermore, it is believed that micro-scale secondary particles formed on the microstructure of each material grow as crystals during the fluoridation process. This is a factor that can act as a killer defect when dropped, and is an essential consideration when analyzing plasma resistance. The plasma etching suppression effect of the initial illumination is thought to be due to partial over etching at the dihedral angle of the material due to the sputtering of re-emission of Ar⁺-based cations. This means that plasma damage due to densification can also be interpreted in existing PRC studies. The research results are significant in that they

present surface treatment conditions that can be directly applied to existing PRC for mass production and a new perspective to analyze plasma resistance in addition to simple etching rates.

PG6B-3 | 광학렌즈용 Germanate 계 유리의 B₂O₃ 함량에 따른 특성

정상효¹, 조재영^{2,3}, 김진호¹, *이미재¹

¹한국세라믹기술원, ²경북대학교, ³기초과학연구원

광학유리는 우수한 기계적 및 화학적 특성을 가지며 광학 산업뿐만 아니라 의학, 연구개발 활동 등의 현대 생활 전반에 대해 핵심 재료로 사용되고 있다. 최근에는 카메라 렌즈나 영상기기 등의 산업 분야의 발달로 광학렌즈의 고성능, 경량화 및 소형화가 요구되고 있다. 이러한 요구를 만족하기 위해서는 비구면렌즈의 적용이 필수적이며, 고굴절 또는 높은 굴절지수를 가진 유리가 필요하다. 비구면 유리렌즈를 제조하기 위해서는 금형가공 및 금형 성형을 적용하여야 한다. 그러나 현재, 가장 많은 적용이 예상되는 굴절률 1.7인 유리 조성은 전이점 및 연화점이 높고, 성형온도가 높아 유리 성형 시 금형 몰드의 내구성 문제와 금형과의 반응성으로 인해 유리의 품질 이슈로 이어질 수 있어 성형온도를 낮추는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 Germanate 계 유리에 있어서 B₂O₃ 함량에 따른 광학 특성을 확인하기 위해 $16\text{BaO}-(56-x)\text{GeO}_2-8\text{La}_2\text{O}_3-20\text{ZnO}-x\text{B}_2\text{O}_3$ 계 유리를 제조하고 각 유리의 열적, 광학적 및 기계적 특성을 평가하였다. 유리연화온도(T_s)는 B₂O₃ 함량이 증가할수록 감소하였고, 열팽창계수(CTE)는 $63.0\sim 67.2 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 의 범위를 가지는 것으로 확인되었다. 측정된 굴절률과 아베수는 B₂O₃ 함량이 증가함에 따라 굴절률은 감소하고 아베수는 증가하였다. 투과율은 83~85%로 모든 조성계에서 80% 이상으로 관찰되었다. 기계적 특성인 누르경도는 521~525의 범위를 나타내며 B₂O₃가 첨가되지 않은 값인 504보다 증가하였다.

PG6B-4 | 가시광 광학 렌즈용 유리 소재 개발

한가람¹, 남윤희¹, 인정환¹, *최주현¹

¹한국광기술원

초연결시대의 도래에 따른 자율주행 자동차, 스마트기기, 드론, 지능형 로봇 등 관련 산업의 성장과 함께 가시광 카메라 렌즈의 수요가 증가하는 추세이지만 관련소재는 전량 수입에 의존하고 있는 상황이다. 따라서, 광학 산업의 경쟁력 강화와 기술 자립화를 위해 카메라 렌즈용 광학 유리의 국산화가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 고품질 광학계 구성에 필수적인 비구면 렌즈를 제조하기 위한 유리 소재 조성 개발에 대한 연구 결과를 제시한다. 본 연구진은 Glass molding press (GMP)에 적합한 유리소재를 개발하기 위해 낮은 유리전이온도 및 우수한 결정화 저항성을 가지는 유리 소재를 개발하였다. 본 연구에서는 해당 유리 소재 개발에 대한 접근 방법을 소개하며, 개발된 유리 소재의 물리적, 열적, 광학적 특성변화를 관찰한 결과를 소개할 예정이다.

PG6B-5 | Narrow-linewidth 레이저용 Er³⁺ 이온이 첨가된 유리 광섬유의 광증폭 특성 분석

류용탁¹, 신주엽¹, 유봉안¹, *김복현¹

¹광주과학기술원

Narrow-linewidth 레이저 광원은 doppler wind lidar 및 laser doppler vibrometer와 같은 간접계 기반의 광학식 측정 시스템 구성에 있어 핵심 부품으로 활용되고 있다. 특히, 풍력시스템용 도플러 라이다 기술의 경우 측정 거리, 분해능, 측정 속도 등에 있어서 보다 높은 제품 사양이 요구되고 있으며, 이를 충족시키기 위하여 선폭이 좁고 동시에 출력이 높은 레이저 기술에 관한 연구가 진행되고 있다. 특히, 최근에는 빔품질 및 안정성이 우수하고 경량화 등의 장점을 갖는 희토류 첨가 광섬유 레이저 기술에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 본 연구에서는 Er³⁺ 이온이 첨가된 유리 광섬유를 이득매질로 사용하여 narrow-linewidth 광섬유 레이저용 광증폭 모듈을 구성하고 광특성을 분석하였다. 분광기 및 파워미터를 이용하여 이득매질용 광섬유의 길이 및 펄프광에 세기에 따른 ASE 및 광증폭 특성을 측정하고 분석하였다. 본 연구는 산업통상자원부 신재생에너지 핵심기술 개발 사업 (No. 20223030020230) 및 2023년도 광주과학기술원 GRI APRI 연구사업 지원에 의하여 수행되었습니다.

PG6B-6 | FAC 렌즈용 반구형 단면구조를 갖는 미세 유리봉 인출 특성 분석

박영욱¹, 류용탁¹, 선상우², 오승근², *김복현¹

¹광주과학기술원, ²엠피닉스(주)

유리는 투명성, 기계적 안정성, 화학적 내구성과 같은 여러 가지 장점을 가지고 있어서 광부품, 전자, 소재 등 다양한 분야에서 폭넓게 활용되고 있다. FAC 렌즈는 한쪽 면이 비구면인 단면 구조를 가지고 있으며, 인출조건 조절을 통하여 단면 구조를 최적화하고 기존 공정보다 우수한 생산성을 확보하도록 하는 것이 중요하다. 이를 위하여 소재 물성 및 인출조건이 유리 모재의 형상 및 표면 특성에 미치는 영향을 분석하는 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 인출공정을 통하여 반구형 단면 구조를 갖는 미세 유리봉을 제작하고, 인출조건에 따른 미세 유리봉의 단면 형상 및 표면 특성 변화를 분석하였다. 인출온도 800-870 °C 및 인출속도 4-10 m/min 범위에서 미세 유리봉을 제작하였고, 인출된 반구형의 미세 유리봉의 단면 구조를 광학현미경 및 접촉식 형상측정기를 사용하여 측정하였다. 연속 인출공정으로 인출된 FAC 렌즈용 미세 유리봉의 중심두께는 524±11 um, 형상정밀도는 1.90±0.03 um, 표면거칠기는 4.6±0.1 nm으로 측정되었다. 향후 인출 조건과 함께 유리소재 물성 등이 FAC 렌즈 형상에 미치는 효과를 분석할 예정이다. 본 연구는 중소기업부 중소기업기술혁신개발사업(No. S3056709), 과학기술정보통신부 나노 및 소재기술개발사업(No. 2021M3H4A3A01050367) 및 2023년도 광주과학기술원 GRI APRI 연구사업 지원에 의하여 수행되었습니다.

PG6B-7 | CWDM 소자를 이용한 다채널 FBG 센서 시스템의 신호계측 및 특성 분석

김지훈¹, 신주엽¹, *김복현¹

¹광주과학기술원

광섬유 브래그격자(FBG)를 이용한 센서시스템에는 FBG센서에서 발생한 광신호의 중심파장의 변화를 정밀하게 측정할 수 있는 신호분석기가 필수적으로 사용된다. 다채널 센서 시스템의 경우 여러 개의 FBG센서에서 만들어진 광신호를 측정해야하는데 광스위치를 이용하여 채널을 분리하는 방식을 사용하거나 FBG센서 파장을 달리하는 방식을 사용할 수 있다. 본 연구에서는 CWDM 소자가 적용된 광흡수필터 기반의 FBG센서 신호분석기의 다채널 FBG 센서의 신호계측 특성을 분석하였다. 하나의 광섬유 라인에 중심파장이 다른 FBG 센서를 직렬로 연결하여 중심파장을 측정하고 신호분석기의 신호계측 특성을 분석하였다. FBG센서에 발생한 광신호는 CWDM 소자에 의하여 각각 1521~1538nm, 1542~1558nm, 1562~1578nm, 1582~1598nm의 파장으로 분리되어 센서 측정부에서 광흡수필터 기술을 이용하여 FBG센서의 중심파장을 분석하였다. 본 연구는 행정안전부 사회복합재단 대응기술개발사업 (No. 20015728), 산업통상자원부 신재생에너지 핵심기술 개발 사업 (No. 20223030020230), 산업통상자원부 에너지효율 향상을 위한 광소자시스템 기술개발 사업 (No. 20016870) 및 2023년도 광주과학기술원 GRI APRI 연구사업 지원에 의하여 수행되었습니다.

PG6B-8 | 광섬유 온도센서용 Nd³⁺ 이온이 함유된 텔루라이트계 유리소재의 온도감응 형광특성 분석

신주엽¹, 류용탁¹, 박영욱¹, 김지훈¹, *김복현¹

¹광주과학기술원

광섬유 온도센서는 전기절연 특성이 우수하고 전자기파 간섭이 없어 기존의 전기식 및 기계식 온도센서의 단점을 해결하고 변압기 등과 같은 고전압 전력시스템에 활용할 수 있다. 본 연구에서는 희토류이온이 함유된 유리소재의 온도 의존 형광특성을 이용한 온도센서 기술을 연구하였다. 볼츠만 분포에 따라 열적으로 결합된 두 개의 에너지 준위에서 발생하는 형광신호의 세기비를 이용하여 온도를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 형광세기비 기반의 광섬유 온도센서 적용을 위하여 Nd³⁺ 이온이 함유된 유리소재를 제작하고 형광특성을 측정하였다. 이를 위하여 형광이온을 고농도로 첨가할 수 있는 텔루라이트계(TeO₂) 유리 조성을 설계하고 Nd³⁺ 이온이 함유된 유리를 용융법으로 제작하였다. Nd³⁺ 이온이 함유된 형광유리의 온도감응 형광특성을 측정하고 온도 센서 소재로의 활용 가능성을 분석하였다. 본 연구는 산업통상자원부 에너지효율 향상을 위한 광소자 시스템 기술개발 사업 (No. 20016870), 산업통상자원부 신재생에너지 핵심기술 개발 사업 (No. 20223030020230), 행정안전부 사회복합재단 대응기술개발사업 (No. 20015728) 및 2023년도 광주과학기술원 GRI APRI 연구사업 지원에 의하여 수행되었습니다.

PG6B-9 | SiO₂가 TiO₂로 치환되는 것이 Na₂O-MgO-Al₂O₃-SiO₂-B₂O₃-TiO₂ System 결정화 유리 유약의 결정화 및 표면 특성에 미치는 영향

송찬¹, 임유나¹, *김강덕¹
¹경기대학교

본 연구에서는 MgO-Al₂O₃-SiO₂(MAS) system glass-ceramic glaze의 결정화 및 특성을 TiO₂ 치환량 변화(10mol%~14mol%) 및 열처리 온도(820°C~1100°C)에 따라 관찰하였다. XRD 분석결과, 모든 조성에서 온도 구간에 따라 Karrooite(MgTi₂O₅), Spinel(MgAl₂O₄), Sapphirine(Mg_{3.78}Al_{8.31}Si_{1.91}O₂₀), Rutile(TiO₂)이 나타났다. DTA 분석결과를 통해 TiO₂ 치환량 증가에 따른 열적 안정성(ΔT=T_X-T_g)의 감소를 확인했으며 SEM/EDS 분석을 통해 침상 결정상과 판상 결정상의 발현을 확인하였다. 또한 EDS 결과를 통해 침상 결정상은 Spinel-Al excess(Mg_{0.38}Al_{2.41}O₄), 판상 결정상은 Spinel 결정상인 것으로 확인하였다. 표면 경도 분석 결과, 1100°C에서 열처리된 시편은 TiO₂ 치환량 증가에 따라 6.55GPa~6.79GPa로 증가하는 경향이 나타났다. Chromaticity 분석 결과, 각 조성의 시편은 1000°C 미만 온도에서 열처리 시 열처리 온도가 높아질수록 Whiteness index가 감소하고 1000°C 이상부터 열처리 온도가 증가함에 따라 Whiteness index가 증가했다. 또한 Rutile 결정상의 발현으로 1100°C에서 열처리된 14mol% TiO₂-SiO₂ 치환 시편이 다른 조성에 시편에 비해 Yellowness index의 높게 나타났다. 이를 통해 산업적용을 위한 MAS glass-ceramic glaze의 TiO₂ 치환 효과를 확인하였다.

PG6B-10 | 석영 유리 도가니의 SiO₂ 원료 종류별 투명층 연구

변영민^{1,2}, 김선우^{1,3}, 정윤성⁴, *김형준¹
¹한국세라믹기술원, ²한양대학교, ³호서대학교, ⁴한솔아이윈스

A quartz glass crucible for manufacturing silicon ingots for semiconductors has a two-layer structure with an inner wall and an outer wall. The inner layer in direct contact with the molten silicon should minimize silicon contamination due to incorporation of impurities and crucible fragments. Therefore, high-purity granular SiO₂ synthetic raw materials have been used. SiO₂ synthesis raw material for quartz glass crucible is manufactured by Sol-Gel method using metal alkoxide and ion exchange method using water glass. In this study, a crucible was manufactured using two types of sol-gel method and three types of high-purity SiO₂ synthetic powder obtained by ion exchange method. It was confirmed that all three SiO₂ powders had a purity of 6N or higher and a particle size of 100-200μm with D₅₀. The hydroxyl group (OH) content differed according to the manufacturing method, and there was a difference in the distribution of bubbles generated in the transparent layer of the crucible. In addition, mechanical properties according to the bubble distribution of the transparent layer were evaluated.

PG6B-11 | 열처리 조건에 따른 알루미늄 코팅의 내플라즈마성 및 미세구조

김선우^{1,2}, 변영민^{1,3}, 최재호⁴, *김형준¹
¹한국세라믹기술원, ²호서대학교, ³한양대학교, ⁴원익QnC

As semiconductor and display products become denser, dry etch processes using plasma are becoming increasingly important. In particular, it was necessary to control out-gas and particle generation after regeneration of aluminous materials used in the dry etching process. This study aimed to solve the above problem by increasing the density of the alumina ceramic surface using an alumina sol coating. Through alumina sol coating and heat treatment, nanoparticle-level densification was realized, and plasma resistance was evaluated. The coating solution had H₂O as a main component, and aluminum tri-sec-butoxide and ethyl acetoacetate were used as additives. The heat treatment condition was 700~1200°C, and the holding time was 1 hour and 5 hours. The alumina nanocoated film did not crack regardless of the heat treatment temperature and had a cross-sectional thickness of 2-4 μm. The alumina nanocoating film was analyzed and evaluated using FE SEM, XRD, and nano indenter. The correlation between particle densification and plasma etching resistance according to heat treatment conditions is discussed.

PG6B-12 | Concentration effect and energy transfer process of Tm³⁺ doped telluro borate glass: spectroscopic characterization of NIR and mid-IR transitions

DEVARAJULU GELIJA¹, KSHETRI Yuwaraj K.², KIM Tae-Ho², *CHUNG Woon Jin¹

¹Kongju National University, ²Sun Moon University

The development of high-power light sources in the mid-IR range has been much attention for distinct applications such as, light detection and ranging, medicine, military, and remote sensing. The trivalent thulium (Tm³⁺) ions are well-known for their suitability of ³H₄ → ³F₄ and ³F₄ → ³H₆ transitions to produce lasers emission at 1.46 and 1.82 μm. Tm³⁺-doped telluro-borate glasses were prepared by melt-quenching technique and investigated their optical, photoluminescence (PL), and time-resolved spectroscopic traits. The Judd-Offelt (JO) parameters are estimated from the absorption spectra and calculated the radiative factors for emission transitions. The PL in NIR and mid-IR range spectra were measured under the excitation wavelengths of 473 nm, and 793 nm diode lasers. Under 473 nm

Poster Presentations

laser excitation, emission bands ${}^3H_4 \rightarrow {}^3H_6$ (~793 nm) position redshifted with the increment of Tm_2O_3 concentration. NIR emission (1200-2200 nm) and upconversion spectra (400-750 nm) were measured under 793 laser excitations. Time-resolved spectroscopy has been investigated for all emission, upconversion transitions and analyzed energy transfer mechanisms. The absorption and emission cross-sections are evaluated and projected the gain coefficient profiles for $3 H_4 \rightarrow {}^3F_4$ transition, this band covers from 1600 - 2100 nm range with maximum FWHM (~217 nm). These results suggest that the present work Tm^{3+} doped telluro borate glasses could be considered for 1.8 μm optical amplifiers and laser applications. Though, further studies may be needed for considering practical applications.

Keywords : Thulium; Glasses; Photoluminescence; Upconversion; Mid-infrared Lasers.

PG6B-13 | W/O/W 에멀전 침전법을 이용한 구형알루미늄 실리케이트 합성

김대현¹, *김영용¹, 홍다빈², *이경훈²

¹(주)던브, ²경상국립대학교

본 연구에서는 W/O/W 에멀전 침전법을 이용하여, 물유리와 황산알루미늄을 전구체로 마이크로미터(μm) 단위의 구형 알루미늄 실리케이트를 합성하였다. 알루미늄 실리케이트는 오일과 계면활성제, 물유리를 혼합한 에멀전에, 겔화 촉매제와 $Al_2(SO_4)_3$ 를 혼합하여 합성하였다. 반응 조건에 따른 결과 분석을 위해, 에멀전 생성시 물유리의 비율과 반응에 사용되는 RPM 및 온도를 변화시켜 실험을 수행하였다. 합성된 알루미늄 실리케이트의 특성 평가는 입도 분석기(Particle Size Analyzer), 전계방출형 주사전자 현미경 (FE-SEM)을 사용하여 입자의 크기 및 형태를 평가하였다. FE-SEM 분석 결과, 제조된 알루미늄 실리케이트는 μm 단위의 구형 형태로 확인되었다. 알루미늄 실리케이트 합성 시 사용되는 물유리 양이 증가함에 따라, 구형 입자의 균일성이 감소하는 경향을 확인하였으며, RPM이 낮을수록 입자 크기가 증가하는 경향을 관찰하였다. 또한 합성 중 교반 시간의 증가는 구형 입자의 크기 감소와 더불어 균일한 형태를 갖는 입자 형성을 유도하는 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과는 W/O/W 에멀전 침전법을 통해 구형 알루미늄 실리케이트 합성 과정에서 다양한 조건의 영향을 밝히고, 원하는 구형 입자의 형태와 크기를 조절할 수 있는 기초적 지침을 제시함으로써 구형 알루미늄 실리케이트의 제조 가능성을 확장하는 데 기여할 것으로 기대된다.