

스크린 프린팅 기법을 이용한 눈부심 방지 기술 개발

최정주
동아대학교 산학협력단

Development of Anti-Glare Coating Technique Using Screen Printing

Jeongju Choi
Research Foundation for Industry-Academy Cooperation, Dona-A University

요약 본 논문에서는 옥외용 디스플레이의 눈부심 방지 강화유리 생산 방법을 제안하였다. 일반적으로 옥외용 디스플레이를 위한 커버글라스의 주요 사양은 내강도와 눈부심 방지이다. 내강도는 커버글라스를 고온로에서 열처리한 강화유리를 사용하여 그 요구 사양을 만족시키고 눈부심 방지를 위해서는 AG(Anti-Glare)필름을 강화 유리에 접착하여 주로 사용한다. 그러나 필름 형태의 눈부심 방지기술은 PET 필름자체의 내마모성이 3H정도로 취약하여 AG 성능이 지속적으로 유지되기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 AG 필름이 가지는 내구성의 단점을 보완하고 기존 강화유리 생산 공정을 이용하는 눈부심 방지 기술을 제안하였다. 제안된 눈부심 방지 코팅은 ZBS ($ZnO-B_2O_3-SiO_2$) 분말을 유리 표면에 도포하고 강화공정을 수행하여 내구 강도와 눈부심 방지 성능을 높일 수 있도록 하였다. ZBS 분말을 유리 표면에 도포하기 위해서는 스크린 프린팅 공정을 이용하여 분말이 유리표면에 균일하게 도포되도록 하였다. 스크린 프린팅 시 고려되어야 하는 주요 변수는 분말을 희석하기 위한 오일의 농도와 메쉬 오픈링 사이즈이다. 이 두 변수의 설정에 따라 스크린 프린팅 공정에서 도포되는 ZBS 분말의 양이 조절되므로 이에 대한 상관관계를 실험을 통해 규명하였다. 제안된 제조 방법의 성능을 평가하기 위해 상업용 시장에서 널리 사용되는 haze, 표면 거칠기 및 투과도를 성능 지표로 선정하였고 눈부심 방지를 위해 일반적으로 사용되는 AG필름과 비교하여 그 성능을 검증하였다. 비교 결과 제안된 제조 방법에 의한 강화유리의 투과도는 AG필름의 89.5%보다 다소 감소한 83.1%이지만 막강도는 7H로 두배 이상 향상됨을 확인하였다.

Abstract In this paper, a manufacturing method of an anti-glare cover glass on LCD for outdoor use is proposed. The main specification of cover glass is hardness and anti-glare. Hardness is achieved by using the tempered glass, and anti-glare(AG) film is laminated to meet anti-glare specification no the tempered glass. However, the AG film is difficult to maintain the AG performance continuously because the abrasion resistance of the PET film itself is as weak as about 3H. Therefore, a novel production procedure using screen printing method is proposed. The proposed coating is implemented by applying $ZnO-B_2O_3-SiO_2$ powder on glass surface and the glass is made with enhanced hardness through tempering process. In order to apply the ZBS powder uniformly on the glass surface, a screen printing process is used. The main parameters to be considered in screen printing are the oil concentration and mesh opening size. Because the amount of ZBS powder applied to the printing process is controlled by these two parameters, the correlativity is confirmed through the experiments. In order to evaluate the performance of the proposed method, the haze, surface roughness and transmittance are selected as the performance index and are compared with the AG film. As a result of comparison, it is verified that the transmittance of the proposed tempered glass is 83.1%, which is slightly lower than 89.5% of AG film, but the hardness is more than double to 7H.

Keywords : LCD Cover Glass, Manufacturing, AG(Anti-Glare), Screen Printing, Tempered Glass

본 논문은 동아대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Jeongju Choi(Dong-A Univ.)

Tel: +82-51-200-1489 email: jchoi72@dau.ac.kr

Received March 14, 2019

Revised April 24, 2019

Accepted June 7, 2019

Published June 30, 2019

1. 서론

전자 계산판, POS (Point Of Sales), ATM, 디지털 사이니지 모니터 등에서 널리 사용되는 상업용 LCD 모니터는 충격 강도 및 내 스크래치성과 같은 내구성능 사항을 요구한다. 상업용 LCD는 보통 옥외에서 사용되므로 높은 조도 환경에 노출되어 유리 표면에 눈부심 및 상뺏힘을 유발하여 LCD 정보를 인식하기 어렵다. 이러한 이유로 눈부심 방지 기술이 옥외용 디스플레이 장치에 적용된다. 눈부심 방지 기술의 원리는 LCD 커버 글라스에 거친 표면을 형성하여 입사조명을 산란시켜 눈부심을 감소시킨다[1].

이를 위한 기술은 일정한 표면 거칠기가 형성된 눈부심 방지 필름을 LCD 커버 글라스에 부착하는 방법과 화학 약품을 이용하여 커버 글라스 표면을 울퉁불퉁하게 만드는 방법이 일반적이다. 전자의 경우는 필름 표면에 미세 입자를 코팅하여 외광의 응축을 방지하도록 하는 기법을 이용하여 필름을 생산하고, 유리와 필름사이 미세한 기포를 제거하는 공정을 거쳐 LCD 커버글라스에 필름을 부착하는 방법으로 생산한다[2]. 그러나 필름은 스크래치에 내재적으로 취약하기 때문에 빈번한 터치 환경에 노출되는 옥외용 디스플레이 시장에서는 적절한 적용법이 되지 못한다.

커버 글라스 표면 자체에 거칠기를 형성하는 제조 방법은 글라스 표면을 녹여 눈부심 방지 기능을 부여하는 방식으로 불산 식각(Hydrofluoric etching)과 수산화나트륨 식각(NaOH etching)방법으로 구현이 가능하다[3]. 그러나 식각을 이용한 생산방법은 공정효율이 좋지 않을 뿐 아니라 독극물로 분류되는 불산이나 수산화나트륨을 이용하므로, 식각 공정 후 글라스 표면에 잔류하는 불산 및 수산화나트륨을 제거하는 공정과 세정액을 정화하기 위한 부가 장비 및 공정이 필요한 단점이 있다. 이러한 문제점에 대한 대안으로 sol-gel 코팅 및 스프레이 기법 등을 이용한 표면처리 방법이 개발되었다[4-8]. 코팅 기법을 이용한 눈부심 방지 기법의 주요 변수는 코팅 시 결합 수지에 대한 코팅 입자의 비율 및 결합 수지의 굴절률 차이 등이 있으며 이와 관련한 연구와 적용 방법이 개발되어 왔다.[9,10]

눈부심 방지기술 외 디스플레이의 가독성을 높이고 시각적 피로도를 줄이기 위한 눈부심 방지 표면 처리법 [11-13] 및 LCD의 광산란 기술[14,15]들이 상뺏힘 방지 기술과 병행하여 개발되어 왔다. 지금까지의 눈부심 방지 기술을 적용하기 위해서는 LCD 커버글라스의 강화

공정과 눈부심 방지 공정 등과 같은 두 가지 이상의 주요 공정이 적용되어야 한다. 그러나 상업용 시장에서는 이러한 복잡한 공정은 제조비용 상승과 생산성 저하와 같은 문제점을 유발하므로 본 연구에서는 기존 LCD 커버글라스의 생산 공정을 이용한 눈부심 방지 코팅 방법을 제안하였다. 제안된 제조방법은 LCD 커버글라스의 강화 공정에 앞서 스크린 프린팅을 이용하여 눈부심 방지 코팅을 수행하도록 제시하였다. 스크린 프린팅을 이용한 눈부심 방지 코팅을 위해 강화공정과 스크린 프린팅 공정 조건을 고려하여 제안된 공정의 적용이 가능한 분말 소재를 제안하였다. 또한, 제안된 공정에서 성능 사양에 영향을 주는 변수를 규명하고 그 결과를 바탕으로 설계 사양에 맞는 눈부심 방지 LCD 커버글라스를 생산할 수 있도록 제안하였다. 제안된 공정의 성능 평가는 상업용 글라스의 주요 성능 사양인 표면 거칠기와 haze값을 고려하였고, 기존에서 사용되던 AG필름과 비교하여 그 성능을 검증하였다.

2. 스크린 프린팅을 이용한 눈부심 방지 코팅기법

옥외용 터치스크린 디스플레이에 사용되는 LCD 커버글라스는 외부에 노출되어 잦은 접촉을 받게 된다. 따라서 커버글라스는 열처리 공정을 거쳐 강화유리를 사용한다. 또한, 옥외용 디스플레이는 외부광원에 의해 디스플레이 정보를 정확히 인식하기 어렵기 때문에 눈부심 방지기술이 적용된다. 일반적인 눈부심 방지 기술은 커버글라스 표면에 인위적인 거칠기를 형성하여 외부 광원이 산란되도록 한다. 이러한 원리를 고려하여 Fig. 1과 같은 눈부심 방지 커버글라스 개념을 제안하였다. 그림과 같은 개념으로 유리 표면의 거칠기를 생성하기 위해 본 논문에서는 스크린 프린팅 공정을 이용하여 개념도의 비드를 형성하고 강화공정을 거쳐 눈부심 방지가 가능한 강화유리를 생산할 수 있도록 제안하였다. 개념도에서 비드는 유리와 같이 투과도가 높은 소재를 사용하여야 하므로 실리콘이 함유된 ZBS($ZnO-B_2O_3-SiO_2$)분말을 제안하였다.

일반적으로 ZBS는 반도체 소자에 널리 사용되는 Low Temperature Co-fired Ceramics(LTCC) 소재 중 하나로 ZnO , B_2O_3 과 SiO_2 의 조성 비율에 따라 연화점이 상이하다[16-18]. 조성비에 따른 ZBS의 연화점은 Table 1에 나타내었다.

본 논문에서는 ZBS 분말을 이용하여 유리표면에 비드를 생성하기 위해 스크린 프린팅 공정을 이용하였다. 스크린 프린팅 공정은 분말의 혼합액을 메쉬 스크린 위에 도포하고 스퀴지기로 압착하여 혼합액이 메쉬 아래로 짜여 유리 표면에 원하는 형상이 인쇄되도록 하는 공정이다. Fig. 2는 스크린 프린팅공정과 커버글라스의 강화를 위한 열처리 공정 순서를 간략히 나타내었다. 그림과 같이 스크린 프린팅 공정은 열처리에 앞서 실시되며 일반적으로 디스플레이 외부에 베젤이나 기타 문양을 프린팅하기 위해 수행된다. 제안된 제조 방법은 Fig. 3과 같이 ZBS 분말을 오일과 혼합하여 프린팅하고 강화 공정을 거쳐 거친 유리 표면이 형성되도록 하였다. 강화 공정의 열처리 온도와 ZBS의 연화온도를 고려하여 최종적으로 선정된 ZBS의 물성치는 Table 2와 같다.

제안된 제조공정은 스크린 프린팅 공정을 이용하여 ZBS를 유리 표면에 도포하므로 스크린 프린팅 및 강화 공정 후 커버글라스의 표면 거칠기 변화를 검토하여야 한다. 본 연구에서는 메쉬 오프닝 사이즈가 34-90 μm 인 SEFAR사의 PME 시리즈를 이용하여 프린팅 공정 조건을 변화시켜 그 결과를 검토하였다.

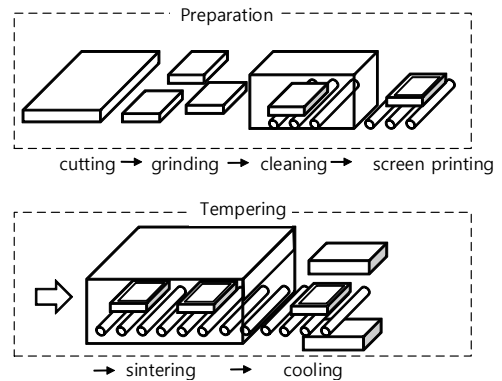


Fig. 2. Manufacturing process of tempered LCD cover glass

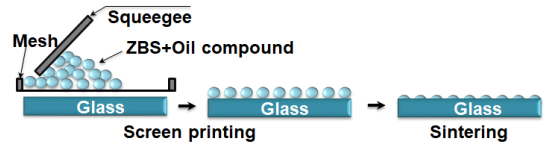


Fig. 3. Fabrication process of AG coating using the proposed screen printing

Table 1. Softening temperature of ZBS according to mixing composition ratio

ZBS	Softening Temp.
ZnO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ (60:30:10,Mol%)	581℃
ZnO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ (60:20:20,Mol%)	604℃
ZnO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ (50:40:10,Mol%)	611℃
ZnO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ (50:30:20,Mol%)	614℃

Table 2. Material property of selected ZBS

Subject	Value
Color	Transparent and colorless
Average particle size	30 μm
Viscosity	1100-1500dPa·s
Mixing composition ratio of ZnO-B ₂ O ₃ -SiO ₂	50:30:20 (Mol%)
Softening Temperature	614℃

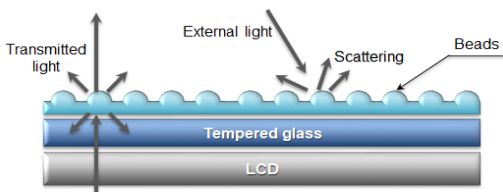


Fig. 1. Concept diagram of anti-glare coating using the micro-beads

3. 제안된 생산 공정에 대한 분석

제안된 제조방법을 적용하기 위해 스크린 프린팅 시 ZBS 분말은 OKUNO사의 OIL-1063를 혼합하여 사용하였다. 혼합농도에 따라 메쉬를 통과하는 ZBS 분말의 양이 상이하므로 이에 따른 결과를 분석하였다. 메쉬를 통과하는 ZBS의 양은 사용되는 오일의 양과 메쉬 오프닝 사이즈에 의해 영향을 받으므로 이를 변수로 선정하였다. 선정된 두 변수는 Table 3과 같이 3레벨로 세분화하여 변수 변화에 따른 거칠기 및 haze값을 분석하였다. 이때, ZBS가 도포된 시편의 강화를 위한 열처리 온도는 기존의 강화 유리 생산조건 등을 고려하여 625℃로 설정하였다.

Table 3. Experimental conditions and results

Case	Conditions		Results	
	% of oil	Mesh opening size[μm]	Haze[%]	Roughness [μm]
1	25	51	7.1	0.19
2	35	51	13.2	0.45
3	50	51	15.3	0.50
4	25	62	9.4	0.23
5	35	62	16.4	0.53
6	50	62	19.5	0.59
7	25	90	12.3	0.31
8	35	90	20.5	0.72
9	50	90	22.5	0.81

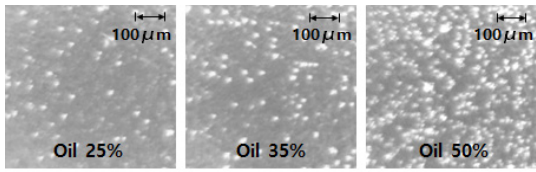


Fig. 4. Optically penetrated images according to oil concentration for a mesh opening size of 62µm

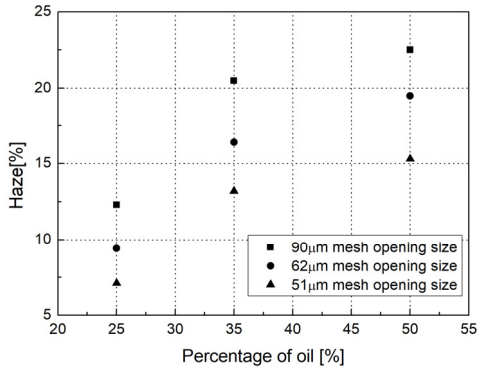


Fig. 5. Haze values for different experimental conditions (oil concentration & mesh opening size)

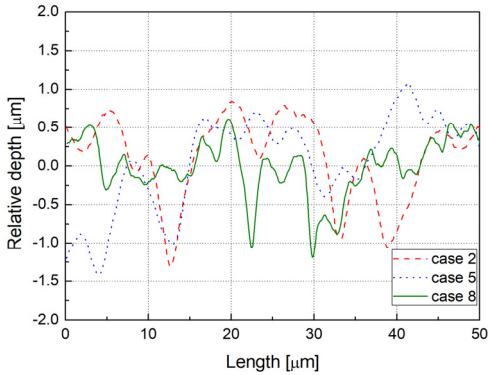


Fig. 6. Relative depth vs. horizontal length for cases 2, case 5 and case 8

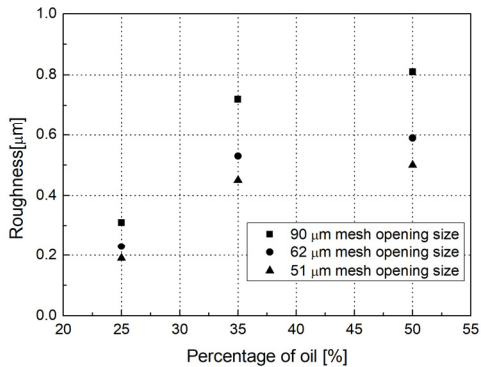


Fig. 7. Roughness for different experimental conditions (oil concentration & mesh opening size)

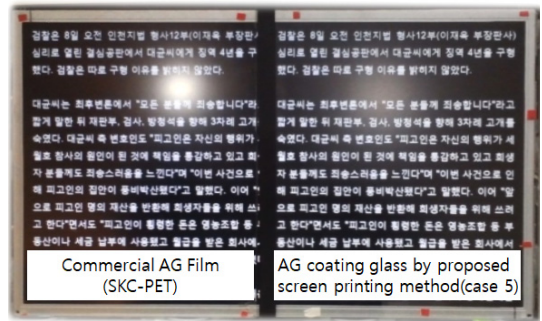


Fig. 8. Comparison of legibility

제작된 시편의 평가 지표는 일반적으로 상업용 디스플레이 시장에서 사용되는 거칠기 및 haze값을 이용하였다. 제작된 시편의 눈부심 방지 정도는 광학현미경을 통한 빛의 투과정도를 관능적으로 확인하였다. 시편 제작을 위한 실험조건과 그에 따른 결과값은 Table 3에 나타내었다. 시편의 관능 평가를 위해 광학현미경으로 시편을 촬영하여 Fig. 4에 나타내었다. 결과의 그림은 62µm 메쉬 오픈닝 사이즈에 오일의 농도를 달리하여 제작한 시편에 대한 결과이다. 그림과 같이 광학이미지에서 흰점은 광학 현미경에서 노출된 빛이 표면의 거친 형상에 의해 외광이 응축된 것으로 예상되며 그 정도는 많은 양의 ZBS가 스크린 메쉬를 통과하여 유리 표면에 도포되어 강화된 경우 더 많은 흰점으로 보이는 것으로 예상된다. 제작된 시편에 대한 haze 값은 NDH-300A haze meter를 이용하여 측정하였고 그 값을 Fig. 5에 나타내었다. 관능평가에서 광학이미지를 이용한 경우 실제 haze값을 예측할 수는 없으나 많은 흰색 점을 갖는 시편이 높은 haze 값을 가지므로 휴대용 광학 현미경만으로도 대략적인 haze값의 정도는 짐작할 수 있을 것으로 판단된다. 다음으로 거칠기 값을 측정하기 위해 Mitutoyo사의 JS-410 조도계를 이용하여 시편 표면의 거칠기를 측정하였다. 측정된 거칠기 값(R_a)은 Fig. 6과 7에 나타내었다. Fig. 6은 시편의 표면에 축침을 접촉시켜 시편 표면의 거칠기를 축침의 이동에 따른 표면의 상대변위를 나타낸 것이다. Fig. 6의 측정 방법을 바탕으로 각 시편의 R_a 값을 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 5와 7의 실험 결과에서 haze 값과 표면 거칠기 값은 혼합 오일의 양에 비례함을 알 수 있다. 그러나 유리 표면의 거칠기가 높아지면 외부 광원에 의한 눈부심 정도는 감소하지만 거친 표면으로 인해 디스플레이에서 나오는 정보를 명확히 인식하기 어렵게 되므로, haze값과 표면 거칠기에 대한 상관

관계를 고려하여 눈부심 방지 커버글라스의 생산 조건을 선정하여야 한다.

제안된 제조방법에 의한 강화 유리의 성능을 검토하기 위해 15%이상의 haze와 0.6 μ m이하의 표면거칠기를 가지는 시편 중 5case 조건으로 제작된 시편과 상업용 시장에서 널리 사용되는 AG필름(SKC- PET)을 비교하였다. 두 시편의 내 스크래치성을 비교하기 위해 ISO 15184 규격에 근거하여 막강도를 계측하였다. 막강도 계측을 위해 연필 경도계를 이용하였고 이때 인가된 하중은 1kg이다. 계측된 막강도는 AG필름의 경우 3H, 5case는 7H이다. 또한, 두 시편의 광학 특성 비교를 위해 광택도, 투과율 및 haze값을 비교하였다. AG필름과 5case시료의 광택도는 102GU와 52GU이고, 투과율과 haze값은 AG필름의 경우 89.5%, 6.3% 이고 5case는 83.1%, 16.4%이다. 눈부심 방지에 대한 가독성 시험은 모니터 앞면에 AG필름과 5case 시편을 부착하여 관능검사를 하였다. 실험을 위해 외부 광원에 의한 모니터 정보의 인식 정도를 Fig. 8과 같이 비교하였다. 결과에서와 같이 AG 필름에 비해 제안된 생산방법에 의한 커버글라스는 외부 광원의 산란 정도가 AG필름 대비 우수함을 결과에서 확인 할 수 있다. AG 필름을 적용한 경우 외부 광원으로 인해 모니터의 정보를 정확히 인식하기 어려우나 제안된 커버글라스는 외부 광원의 빛이 산란하여 모니터에서 주어지는 정보를 정확히 판독할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 눈부심 방지 LCD 커버 글라스의 새로운 생산 방법을 제시하였다. 제안된 생산 방법은 스크린 프린팅 방법을 이용하여 강화 유리 표면을 코팅하므로 기존 강화 유리 생산 공정에 추가적인 생산설비 없이 적용이 가능한 방법이다. 제안된 주요 방법은 스크린 프린팅 공정을 통해 ZBS 분말을 유리표면에 도포하여 표면 거칠기를 형성하도록 하고, 이를 통해 외부 광원에 의한 눈부심 방지가 가능하도록 하였다. ZBS 분말이 유리 표면에 도포되는 양에 따라 유리표면의 거칠기 정도가 상이하므로 그 상관관계를 분석하였다. 분석을 위해 고려한 변수는 스크린 프린팅 공정에서 메쉬의 오프닝 사이즈와 ZBS 분말을 희석하기 위한 오일 농도를 고려하였다. 실험을 통해 분석한 결과 오일의 농도가 높고 메쉬 오프닝 사이즈가 클수록 강화된 커버글라스 표면의 거칠기와 haze값이 높아짐을 확인 할 수 있었다. 제안된 제조 방

법에 의한 시편과 AG필름의 비교에서 막강도는 각각 7H와 3H로 제안된 시편의 내 스크래치성이 높음을 확인할 수 있었다. 투과도의 경우 AG필름이 높은 성능을 보이나 가독성 실험에서 제안된 시편이 모니터 정보를 인식하는데 더 용이함을 확인하였다. 그러나 제안된 제조방법에 대한 광학적 분석은 향후 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

References

- [1] B. Liu, Y. Teng, R. Lee, W. Liaw, C. Hsieh, "Strength of the interactions between light-scattering particles and resins affects the haze of anti-glare films", *Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol.389, No.1-3, pp.138-143, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2011.08.039>
- [2] B. Liu, W. Yeh, W. Wang, "Preparation of low refractive index fluorinated materials for anti reflection coatings", *Journal of Applied Polymer Science*, Vol.118, No.3, pp.1615-1619, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.32539>
- [3] B. Liu, W. Yeh, "Reflective properties of nanoparticle-arrayed surfaces", *Thin Solid Films*, Vol.518, pp.6015-6021, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2010.06.044>
- [4] C. Schelle, M. Mennig, H. Krug, G. Jonschker, H. Schmidt, "One step antiglare sol-gel coating for screens by sol-gel techniques", *Journal of Non Crystal Solids*, Vol.218, pp.163-168, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3093\(97\)00290-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3093(97)00290-1)
- [5] D. Chen, "Anti-reflection (AR) coatings made by sol-gel processes: A review", *Solar Energy Material and Solar Cells*, Vol.68, No.3-4, pp.313-336, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(00\)00365-2](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(00)00365-2)
- [6] K. Abe, Y. Sanada, T. Morimoto, "Anti-Reflective Coatings for CRTs by Sol-Gel Process", *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, Vol.22, No.1-3, pp.151-166, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1020737902758>
- [7] B. Liu, Y. Teng, "A novel method to control inner and outer haze of an anti-glare film by surface modification of light-scattering particles", *Journal of Colloid Interface Science*, Vol.350, pp.421-426, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2010.07.014>
- [8] S. Song, Y. Sun, Y. Lin, B. You, "A facile fabrication of light diffusing film with LDP/polyacrylates composites coating for anti-glare LED application", *Applied Surface Science* Vol.273, pp.652-660, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.02.103>
- [9] T. Maekawa, Antiglare film and use thereof, US Patent 6217176, (April 17,2001).

- [10] H. Suzuki, Anti-glare film and process for producing same thereof, US Patent 6693140 (February 24, 2004).
- [11] M.A. Aegerter, N. Al-Dahoudi, "Wet-chemical processing of transparent and antiglare conducting ITO coating on plastic substrates", *Journal of Sol-Gel Science Technology*, Vol.27, pp.81-89, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1023/A:102263611>
- [12] P. Lin, Y. Lin, S. Hwang, S. Jeng, C. Liao, "Effects of anti-glare surface treatment, ambient illumination and bending curvature on legibility and visual fatigue of electronic papers", *Displays*, Vol.29, pp.25-32, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.06.009>
- [13] B. Schenkman, T. Fukuda, B. Persso, "Glare from monitors measured with subjective scales and eye movements", *Displays*, Vol. 20, pp. 11-21, 1991.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0141-9382\(98\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0141-9382(98)00055-9)
- [14] S. Kubota, "Effects of the reflection properties of liquid-crystal displays on subjective rating of disturbing reflected glare", *Journal of Light and Visual Environment*, Vol.21, No.1, pp.33-42, 1997.
DOI: <https://doi.org/10.2150/ilve.21.1.33>
- [15] H.P. Kuo, M.Y. Chuang, C.C. Lin, "Design correlations for the optical performance of the particle-diffusing bottom diffusers in the LCD backlight unit", *Powder Technology*, Vol.192, pp. 116-121, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2008.12.003>
- [16] K.P. Surendran, P. Mohanan, M.T. Sebastian, "The effect of glass additives on the microwave dielectric properties of Ba(Mg_{1/3}Ta_{2/3})O₃ ceramics", *Journal of Solid State Chemistry*, Vol.177, pp.4031-4046, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2004.07.018>
- [17] M.T. Sebastian, *Dielectric Materials for Wireless Communication*, Elsevier Science, 2010.
- [18] J.H. Yi, Y.N. Ko, H.Y.Koo, D.S. Jung, Y.C. Kang, "Characteristics of ZnO-B₂O₃-SiO₂ glass powders prepared by spray pyrolysis as densification promoter for BaTiO₃ ceramics", *Journal of Ceramic Processing Research*, Vol.12, No.2, pp.122-125, 2011
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2011.05.053>

최 정 주(Jeongju Choi)

[정회원]



- 2001년 8월 : 부산대학교 공과대학원 지능기계공학과 (공학석사)
- 2006년 8월 : 부산대학교 공과대학원 지능기계공학과 (공학박사)
- 2008년 3월 ~ 2009년 2월 : University of Michigan 포스터 박사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 산학협력단 조교수

〈관심분야〉

지능형 기계시스템, 제어시스템 설계