

# 정밀 광산업에서의 비구면 유리렌즈의 이해와 응용

비구면 유리렌즈는 고성능, 고신뢰성과 더불어 기존 렌즈들의 한계였던 수차 및 선명도를 개선하고 고온고습에 강한 장점을 갖고 있다. 디지털카메라, 폰카메라, 정보저장기기, 스캐너, 프로젝터 등 고성능·고신뢰성을 요구하는 동시에 소형화 추세가 급속히 진행되는 디지털 이미징 시스템의 핵심부품으로 사용되고 있으며 다양한 응용분야에 활용될 전망이다.

본 고는 지난 3월 13일 창원컨벤션센터에서 (주)대호테크 주최로 열린 경남지역산업 중점기술개발사업 워크숍에서 초청강연을 한 재영솔루텍(주) 김동식 상무(나노광학사업부장)의 강연 내용을 요약 정리한 것으로 글로 기술하는 과정에서 다소 매끄럽지 못한 내용이 있을 수 있음을 밝혀둔다.

〈편집자 주〉

## 비구면 유리렌즈의 소개

화소의 증대, 고품질, 고선명 화질화와 함께 광학성능 향상 및 경박단소화에 추세에 따라 비구면 유리렌즈에 더욱 관심이 모아지고 있다. 비구면 유리렌즈를 통해 구면 수차 감소, 정확한 초점 등이 가능하고 렌즈의 사용 매수 감소를 통해 제품 크기를 줄일 수 있다는 특징을 갖고 있다.

현재 비구면 렌즈를 포함한 폰카메라 모듈은 유리렌즈 1매+비구면 플라스틱렌즈 3매 등 총 4매로 구성되는데 현재 시판되고 있는 5매가, 8매가 폰카메라 등이 이에 해당한다.

광학용 유리 소재의 기본 요건으로는 광학적으로 균일하고 균열 및 변형 등이 적어야 한다. 또한 일정한 광학 상수(광학적 굴절률, 아베 수, 열팽창 계수 등)를 가지고 기계적 성질요건(경도, 마모성 등)을 만족시켜야 하며, 충분한 내수성(Water Resistance), 내산성(Acid Resistance)을 갖고 있어야 한다.

성형용 유리 소재의 기본 요건으로는 유리전이 온도가 낮아야 하고 Preform 가격이 저렴하며, PbO, AS2O3 등이 포함되지 않아야 한다.

표1은 유리렌즈와 플라스틱 렌즈의 특성을 비교해 놓은 것이다.

표1. 유리렌즈와 플라스틱렌즈의 비교

Item	Glass Lens	Plastic Lens
광학설계	-높은 굴절률(n=1.43~1.91) -높은 투과성(85~99%)	-낮은 굴절률(n=1.49~1.59) -낮은 투과성(89~93%)
신뢰성(Q/C)	-낮은 열팽창률 ((5~17)×10-6/℃) -높은 저항성(Water, Acid etc.) -높은 기계적 특성 -다양한 종류	-높은 열팽창률((50~110)×10-6/℃) -낮은 저항성(Water, Acid etc.) -낮은 경도 -제한적인 종류
가격	고가	저가
생산성	-낮은 복굴절(Birefringence Free) -복잡한 형상을 구현하기 어려움	-높은 복굴절 -복잡한 형상 구현 용이
금형 제조 공정	WC→Diamond Wheel Grinding→Core Coating(Pt-Ir, Re-Ir)	WC→Cr-Ni Plating(100~200 μm)→Diamond Turning
렌즈 제조 공정 (양산 공정)	GMP(Glass Molding Press) Process	플라스틱 사출 성형
소재	Preform: Glass Gob HOYA, OHARA, Sumita, NEG, Shott etc.	Zeonex, Arton, PC etc.
성형 조건	-온도: 600~800℃ -낮은 금형 수명(20,000회 이하)	-온도: 200~300℃ -높은 금형 수명(500,000회 이상)
기타	낮은 수축률	높은 수축률→ 보정 기술의 중요성 높음

표2. 모바일 카메라 시장 규모

(단위: 억 원)

구분	2008년	2014년
세계시장규모	49,815	138,170
한국시장규모	31,420	57,685

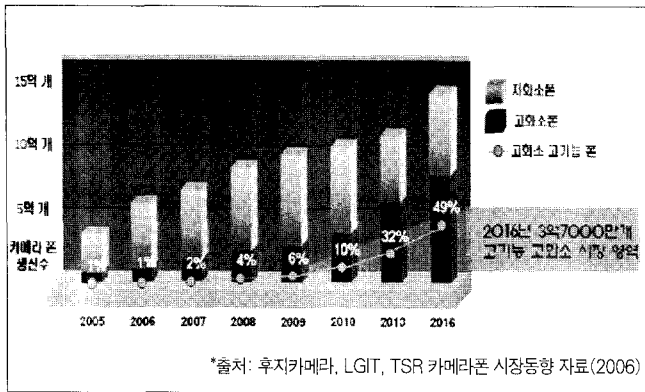


그림1. 모바일 카메라 시장 규모 예측

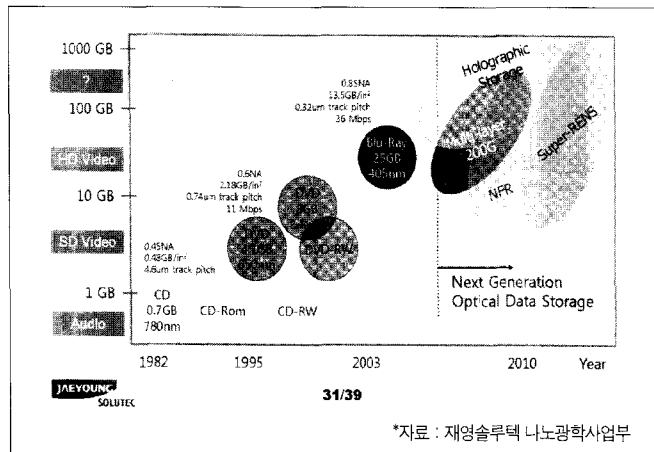


그림2. 정보저장기용 광학모듈 동향

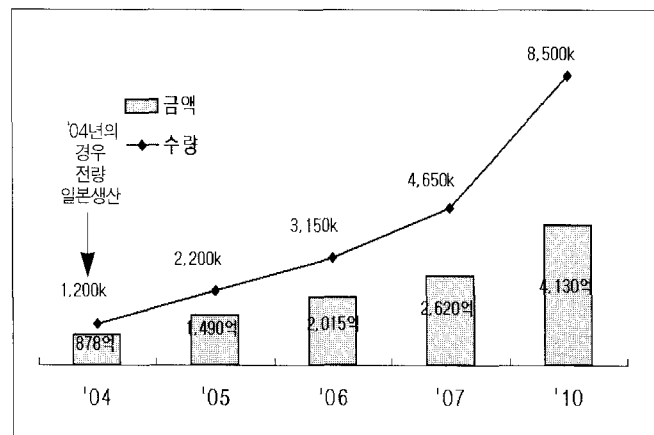


그림3. 차량용 카메라 시장 규모

### GMP 공정을 이용한 비구면 유리렌즈의 제작

구면/비구면 렌즈 제조 방법으로는 ▶구면 유리렌즈를 생산하기 위한 방법(Grinding/Polishing), ▶비구면 유리/플라스틱 렌즈를 직가공하는 방법(Diamond Turning/Grinding), ▶플라스틱렌즈를 대량생산하기 위한 방법(사출성형 법: Plastic Injection Molding), ▶유리렌즈를 대량생산하기 위한 방법(유리압축성형 법: Glass Mold Pressing) 등 4가지가 대표적이다. 이 중에서 최근 시장의 흐름은 '얼마나 저렴한 가격에 대량으로 생산할 수 있는가'로 흘러가고 있는 가운데, 네 번째 소개한 유리압축성형법(GMP공정)에 관심이 모아지고 있다. 특히 GMP 공정은 정밀한 금형, 유리원소재의 최적화, 성형 최적화, 형상 최적화 등을 통해 비구면 유리렌즈 생산에 있어 국내에서도 저가전략, 높은 생산성, 우수한 품질의 제품생산이 가능하기 때문이다.

### 비구면 렌즈의 응용

비구면 렌즈의 응용분야는 매우 다양하다. 앞서 소개한 카메라 폰 모듈을 시작으로 정보저장기기, 야간 감시카메라와 적외선 열화상 카메라 등과 같은 군수/산업용 광학모듈, 인공시각 시스템, 마이크로 프로젝션, USN 카메라, 의료용/광 통신용, 차량용 광학계 등에 이르기까지 광관련 분야에 다양하게 활용되고 있다. 2008년 이후 카메라모듈 분야는 차량용 카메라, CCTV, 비디오폰, 감시카메라, 광센서, 지문인식센서 영상센서 등 다기능화 및 응용화가 예측된다. 점차 고성능 고신뢰성을 요구하는 시장의 추세에 따라 비구면 유리렌즈의 수요는 지속적으로 늘어날 것으로 전망된다.

이중 모바일 카메라 시장 규모를 살펴보면, 표2와 그림1에서 보는 것과 같이 2009년부터 연 20%이상 성장이 예측되고 있다. 특히 고화소·고기능 카메라폰의 증가와 AF/Zoom/OIS/Mech.Shutter 등을 채용한 카메라폰의 수요가 점진적으로 증가할 전망이다. AF모듈의 경우 2007년 1억 개에서 2011년에는 3억2천만 개(15억 달러 규모)로 성장이 예상된다.

모바일 카메라 모듈의 발전 추이를 예측해보면, 지속적인 가격 하락으로 인해 전통적인 제조/조립 공정의 한계에 봉착하여 신개념의 유리렌즈 또는 신소재의 고온적용 가능한 고신뢰성의 렌즈 개발의 필요성이 부각되고 있다. 이와 관련하여 대표적인 기술이 SMT(Surface Mount Technology: 표면 실장 기술) 적용 가능한 Reflow Camera Module이다.