

광 경화 폴리머를 이용한 수지접합 비구면 적용 광학계의 결상평가

Optical Testing and Evaluation of the Aspherical Hybrid Lens using a UV curable polymer

추병욱, 조현갑, 윤수원, 윤인정, 박종영, 문영기
(주)삼양옵틱스
chubu@syopt.co.kr

1. 서론 : 광 경화 폴리머를 이용한 수지접합 비구면 렌즈⁽¹⁾는 그림 1과 같이 Glass 구면 렌즈의 한쪽 면에 광 경화 폴리머를 이용하여 비구면 형상을 성형한 것으로 Glass 비구면 렌즈와 같은 광 특성을 얻으며 저가 생산이 가능하다는 장점을 가진다. 본 연구는 비구면 형상 보정을 위해 선행된 연구 결과^{(2),(3)}를 바탕으로 하여 비구면의 형상측정과 보정결과를 표면 형상측정기와 간접계 및 CODE V를 이용하여 분석하였다. 기존의 비구면 평가 방법인 null lens 또는 CGH를 이용하는 방법은 보다 정밀한 정도의 표면형상을 보정하는 장점이 있으나, 그 제작 상의 소요되는 기간이 길고, 결상 광학계와의 구성을 통해 형상보정의 완료시점을 정하기 어렵다. 따라서 본 연구는 비구면 렌즈 제작과 더불어 그 형상오차별 결상성능에 미치는 영향을 분석하여 적절한 보정을 선택할 수 있는 연구를 진행하였다.

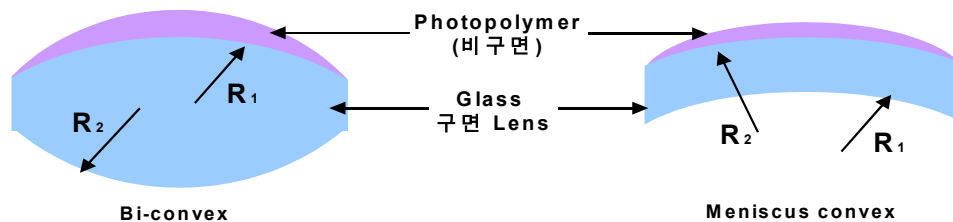


그림 1. 광 경화 폴리머를 이용한 비구면 렌즈

2. 본론 : 본 연구의 적용 모델로 감시카메라⁽⁴⁾를 선정하여 광학계를 설계하였다. 설계 Spec.의 기준인 CCD^{(5)~(6)} 소자로 현재 감시 카메라에 가장 널리 사용되는 VGA급 1/3" inch CCD소자를 채택하였고, CCD의 성능은 310k 화소에 Cell Size $7.4\mu\text{m} \times 7.4\mu\text{m}$ 이며, 이때 렌즈의 분해능 67.5 lp/mm 이다. 이와 같은 광학계 설계를 바탕으로 비구면 hybrid 렌즈 제작을 위해 UV 성형장비와 비구면 금형코어를 제작하였으며, 금형코어제작은 10nm의 미세조정이 가능한 DTM(Diamond Turning Machine ; TOSHIBA MACHINE)가공기로 비구면 방정식의 자유곡면을 따라 도금된 코어를 가공하였다. 가공 후 코어면의 비구면 형상오차 측정은 surface profiler(Kosaka社 모델:SSG-21)를 이용하여 측정하였다. 가공 코어면의 비구면 형상오차 측정결과는 $0.24\mu\text{m}$ 이었으며, 제작된 코어로 hybrid 렌즈를 성형한 후, hybrid 렌즈의 형상오차는 그림 3과 같은 형태로 약 $2.4\mu\text{m}$ 정도였다. 형상오차가 발생한 원인은 광 경화 폴리머의 경화수축의 영향으로 발생되었으며, 비구면 렌즈 중심과 주변의 수축부에 대한 보정 데이터는 자체프로그램을 작성하고 보정치를 산출하여 DTM 가공을 진행하였다. 이에 대한 금형코어의 1차, 2차 형상보정으로 수지접합 비구면 렌즈의 형상오차는 그림 4의 형태로 약 $1.4\mu\text{m}$ 정도였다. 이러한 형상오차가 갖는 비구면 렌

즈를 적용한 광학계를 결상면에서의 파면수차를 검토하여 비구면의 형상보정에 대한 완료시점을 정하였다. 이에 대한 분석은 간섭계(Zygo社 GPI-XP/D 6" Hor Sys)를 활용하여 전체광학계의 결상면에서 파면수차를 측정(그림 5)하여 측정결과를 CODE V상에서 분석한 결과, 설계성과 거의 유사한 광학성을 나타내었다.

3. 결론 : 본 연구를 통해 광 경화 폴리머를 이용한 비구면 hybrid lens를 적용한 광학계에 대한 비구면 형상보정과 그에 대한 결상평가를 실시하여 적절한 형상보정을 완료하였다. 광학계 결상성에 미치는 영향을 간섭계 파면수차를 통해 분석함으로써 설계 Spec.상의 CCD성능에 적합한 광학계를 구성하였다. 향후 비구면 렌즈 측정과 해석에 관해 보다 깊은 연구가 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구는 산업자원부가 시행하는 부품소재기술개발사업의 일환으로 진행되었음을 밝힌다.



그림 2. Hybrid 비구면 렌즈 적용 광학계

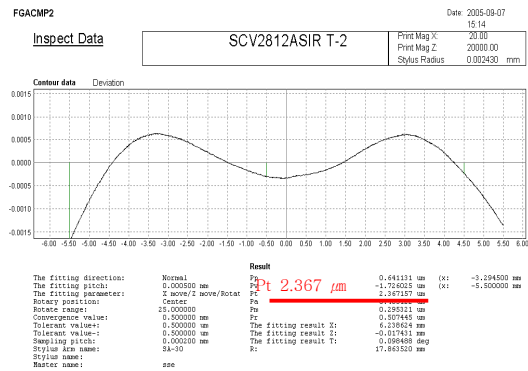


그림 3. Hybrid 렌즈 형상보정 전 형상오차

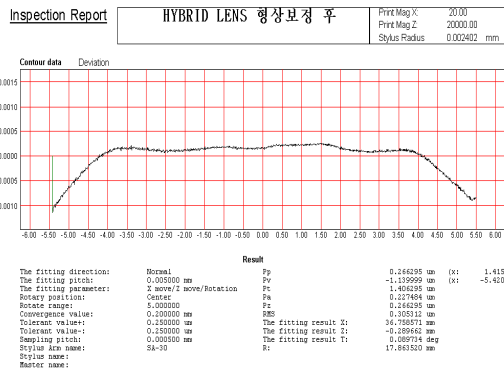


그림 4. Hybrid 렌즈 형상보정 후 형상오차

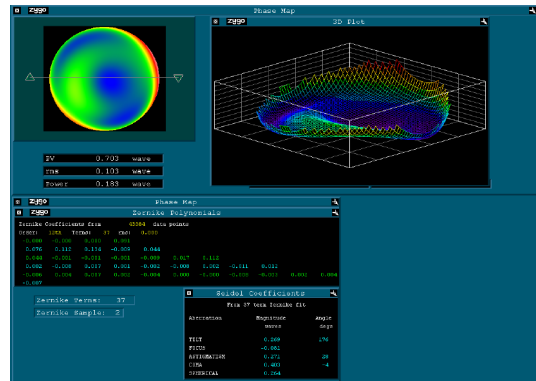


그림 5. 간섭계 파면 측정 결과

참고문헌

1. 高下順治, “光応用技術1992(Optoelectro-Mechanics)”, JOEM IV-1 pp. 72 (1992)
2. 추병욱 외, “수지접합형 복합 비구면 렌즈계 설계”, 한국물리학회 가을학술발표회 회보 pp. 608 (2005)
3. 추병욱 외, “광 경화 폴리머를 이용한 수지접합 비구면 렌즈의 설계 및 제작”, 한국광학회 2006년 동계학술발표회 pp.345-346 (2006)
4. Vlado Damjanovski, “CCTV”, Butterworth Heinemann, pp. 65-78 (2000)
5. Alan R. Matchett, “CCTV for Security Professionals” Butterworth Heinemann pp. 72 (2003)
6. 이춘곤, 남병덕 “디지털 카메라의 기술현황” 광학과 기술 2권 1호 pp. 62-70(1998)