

# 폰카메라용 사출렌즈의 광학특성해석

## Analysis of the Optical Properties of Injection-molded Lens for Phone Camera

\*김동훈<sup>1</sup>, #하태호<sup>1</sup>, 송준엽<sup>1</sup>, 이창우<sup>1</sup>, 이재학<sup>1</sup>, 김형준<sup>1</sup>, 김동훈<sup>1</sup>

\*D. H. Kim<sup>1</sup>, #T. H. Ha(taehoha@kimm.re.kr)<sup>1</sup>, J. Y. Song<sup>1</sup>, C. W. Lee<sup>1</sup>,  
J. H. Lee<sup>1</sup>, H. J. Kim<sup>1</sup>, D. H. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국기계연구원 초정밀시스템실

Key words : Plastic lens, Optical property, Cellular phone, Camera, Injection molding

### 1. 서론

대표적인 IT 기기인 스마트 폰은 매년 폭발적인 수요 증가를 보이고 있으며, SNS의 보편화에 따라 휴대폰의 카메라 기능에 대한 요구가 커져 최근에는 디지털 카메라 성능에 가까운 제품이 출시되고 있다. 현재 휴대폰에 주력으로 채용되는 8 메가 픽셀 렌즈 모듈의 경우 경통에 총 4~5 개의 플라스틱 사출렌즈와 스페이서 등의 부품의 조합으로 구성되어져 있다. 외부로 부터의 이미지 또는 영상은 이들 렌즈 모듈을 통하여 이미지 센서 면에 결상되게 된다.

최근 13 메가 픽셀 폰 카메라가 출시되는 등 고화소화가 급속히 진행되고 있는 폰 카메라의 성능확보를 위해서는 사출품의 외형치수를 만족시키는 것은 물론이고 렌즈모듈 각 부품의 조립 및 각 사출렌즈의 광학적 특성 확보가 필수적이다. 기존의 수동 또는 반자동으로 이루어지던 조립공정에서 전자동화 공정을 통하여 렌즈모듈의 조립 불량에 대한 문제는 많이 해결되었으나, 각 사출렌즈의 광학특성 평가 및 각 렌즈의 방향성을 고려한 조립에 대한 연구진행은 미비하다.

본 논문에서는 고화소화에 대응 가능한 광학적 특성을 가진 사출렌즈 제작 및 이 특성을 고려한 방향성 고려 조립방법을 도출하기 위하여 사출성형 해석 프로그램을 이용한 해석을 행하였다. 시뮬레이션을 통하여 성형조건 및 냉각채널에 따른 사출렌즈의 광학특성에 대한 영향을 고찰하였다. 시뮬레이션 결과의 유효성 검증을 위해서는 사출렌즈의 광학특성 평가가 필요하게 되는데 실제

사출성형을 통해 제작된 사출렌즈의 복굴절 평가를 위하여 평가모듈을 구성하여 기본 성능평가를 행하였다.

### 2. 사출 렌즈의 복굴절

복굴절이란 굴절률이 방향에 따라 다른 재료에 광이 입사했을 때 X방향으로 편광면을 가진 빛과 Y방향으로 편광면을 가진 빛의 위상이 어긋나는 현상을 나타내며 복굴절이 크면 집광 초점형상이 변형되어 해상도 저하를 유발하게 된다.

복굴절은 크게 용융수지가 흘러 들어갈 동안 생성되는 유동에 의한 잔류 복굴절(flow-induced birefringence), 냉각 과정 동안 온도 차이로 발생하는 열에 의한 잔류 복굴절(thermal-induced birefringence)로 나눌 수 있다.<sup>3</sup> 이와 같은 복굴절 유발 인자가 복굴절에 미치는 영향을 해석적으로 고찰 하였다.

### 3. 사출성형 시뮬레이션

#### 3.1 해석 모델

본 연구에서는 휴대폰에 사용되는 직경 4.9 mm의 소형 광학렌즈를 선정하였다. 사출성형해석은 상용 해석 프로그램인 Moldflow를 이용하였다. 사출기 모델은 렌즈사출에 가장 많이 사용되고 있는 모델 중의 하나인 SUMITOMO사의 SE30DUZ 모델을 채용하였다. 고굴절률을 가지는 사출 용융수지 OKP-4 HT에 대하여 사출온도 265°C, 사출압력 54 Mpa를 적용하여 해석을 행하였다.

### 3.2 해석 결과

Fig. 1 에 전체 16 cavity 솔리드 모델을 나타내었다. 본 연구에서는 해석시간의 단축하고 경향 파악을 위하여 전체모델 중에서 대칭인 4 cavity에 대한 해석을 수행하여 그 결과를 예시하였다.

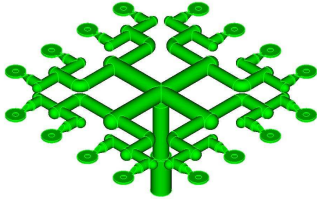


Fig.1 16-Cavity lens

Fig. 2는 렌즈의 주요한 광학특성 중의 하나인 복굴절 해석 결과를 나타낸다. 광학 렌즈의 성능은 사출공정이 진행되는 동안의 내부 물성치가 응력의 분포에 의해 전체적인 영향을 받는다.<sup>2</sup> 본 연구에서는 복굴절 저감을 위한 방안으로서 보합 값을 변경하여 각각 설정된 케이스에 대해 복굴절 해석 결과를 비교 하였다.

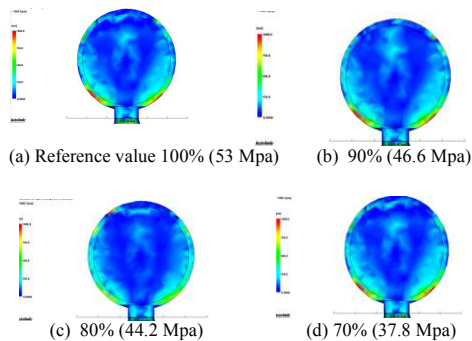
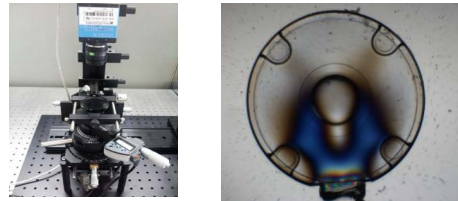


Fig. 2 CAE results of birefringence

본 연구에서는 현장에 적용되고 있는 보합 값 54 Mpa을 기준으로 하여, 각각 기준 값의 90% (Fig.1(b)), 기준 값의 80% (Fig.1(c)), 기준값의 70% (Fig. 1(d))의 세 가지 케이스에 대한 해석을 행하였다. 각 보합 조건에 따른 해석결과로 부터 사출렌즈의 주요 특성인 웰드라인, 수축, 싱크마크 등은 유사한 결과를 나타냄을 확인하였다. 그러나, 복굴절의 경우는 기준 53 Mpa의 경우가 유효경 내부의 최대 복굴절이 237.5 nm, 90%의 보합일 경우가 241.8 nm (Fig.1(b)), 80%의 경우가 167.8nm (Fig.1(c)), 70 %의 경우가 236.4nm (Fig.1(d)) 로 나타났다. 이와 같이 복굴절은 본 모델에 대해서는

기준 보합의 80%로 설정하였을 때 저감이 가능함을 확인하였다.

또한, Fig. 3과 같이 사출렌즈의 주요한 광학적 특성인 복굴절 특성평가를 위한 평가실험 모듈을 구성하여 먼저 현재 생산중인 사출렌즈를 이용하여 테스트를 행하였다. 향후, 시뮬레이션 결과와 이들 결과를 바탕으로 실제 사출성형 조건에 적용하여 사출한 렌즈를 복굴절 평가모듈을 이용하여 유용성을 검증할 예정이다.



(a) Birefringence evaluation module (b) Test image  
Fig. 3 Birefringence evaluation module & Test image

### 4. 결론

본 논문에서는 보합에 따른 폰 카메라용 사출렌즈의 광학특성 변화를 상용해석 프로그램을 이용하여 해석을 행하였다. 해석수행 결과 기준 값의 80% 보합 시 복굴절 발생이 가장 억제됨을 확인하였다.

### 참고문헌

1. Park, C. H., Park, J. M., Choi, J. H., Byung-Ohk Rhee, Choi, D. H., "Multi-objective Optimization of an Injection Mold Cooling Circuit for Uniform Cooling," Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 20, No. 1, pp. 124-130, 2012.
2. Lee, S. J., Hyun, D. H., "A Study on Influence of Parameters and Characteristics in the Injection Process on the Birefringence and Refractive Index for Pickup Lens," Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol.16 ,No.6 , pp. 21-28, 2007.
3. 김종선, "광학용 사출성형품의 복굴절 및 측정법에 관한 연구," 단국대학교 기계공학과 박사학위논문, 2005.
4. Rak Son, G. R., Kim, G. T., Song, J. W., "Polarization Characteristics in Microbend Fiber Grating with Linear birefringence," Optical Society of Korea Annual Meeting, pp. 267-268, 2006.