

폰카메라 렌즈의 복굴절이 성능에 미치는 영향

The impact on performance of Mobile phone camera lens birefringence

*전종¹, 전원택¹, 봉의종¹, 정영규¹, 서순남¹

* J. JEON¹, W.T.JEON¹, E.J.BONG¹, Y.K.JUNG¹, S.N.SEO¹

¹(주)엔투에이

Key words : birefringence, mobile phone camera lens, lens

1. 서론

최근 스마트폰 시장이 크게 성장함에 따라 다양하고 차별화된 기능을 구현하고, 고화소, 초슬림을 통하여 경쟁력을 확보하기 위한 기술개발 경쟁이 치열해 지고 있다. 특히, 고화소 플라스틱 렌즈에 있어서는 성능 및 원가절감을 위한 다수캐비티 금형이 필수 적이며, 다수캐비티 금형에서의 캐비티(cavity)발란스 및 성능을 구현하기 위한 성형기술의 필요성이 중요해 지고 있다.

본 연구에서는 5메가 화소를 갖는 스마트 폰 카메라용 광학모듈을 연구 대상으로 설정하였다.

5메가 폰카메라 렌즈모듈은 Fig. 1과 같이 보통 굴절율이 상이한 2가지 수지로 구성된 렌즈 4매와 이 렌즈들이 조립되기 위한 경통, 렌즈와 렌즈사이의 공기간격을 결정하는 스페이서(spacer)등으로 구성 된다. Fig. 1은 5메가 렌즈의 기본적인 구성과 설계단면도를 도시하고 있다.

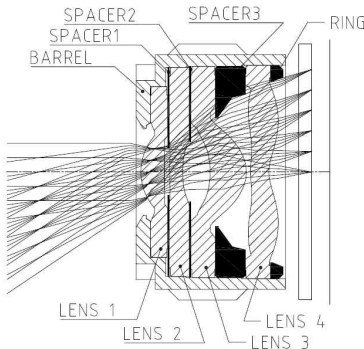


Fig. 1 5-Mega Lens Module Design

Fig. 1과 같이 폰카메라 렌즈 모듈은 렌즈와 스페이서 등의 조립품이며, 조립된 렌즈 모듈의 성능은 MTF(Modulation Transfer Function)검사를 통하여 양불량을 판정하고 있다.

MTF에 영향을 주는인자는 조립과정에서 발행 하는 인자로는 렌즈가 조립되는 바렐의 진원도와 동심도가 있으며, 렌즈 조립에 있어서는 각 부품의 치수 정밀도를 만족하기 어렵기 때문에 각 렌즈의 방향을 변경하여 렌즈의 성능을 향상시키는 방법을 적용 하고 있다.

렌즈 단품에 있어서는 비구면 설계형상과 실제 렌즈형상의 오차를 나타내는 형상오차, 금형특정상 렌즈의 상면은 금형고정측에 하면은 금형의 가동측에 위치함으로써 발생하는 외경의 중심축을 기준으로 렌즈 상, 하면의 DECENTER와 TILTE, 기구적인 치수로는 렌즈의 중심두께, 플렌지 두께 등이 있으며, 렌즈의 중심과 플렌지 까지의 높이를 나타내는 SAG등이 있다. 사출렌즈는 플라스틱 수지가 금형내의 캐비티까지 도달과정에서 발생하는 열손실과 전단응력으로 발생하는 스트레스(Stress)로 인한 복굴절의 영향을 생각할수 있다.

본 연구에서는 앞서 언급한 복굴절이 렌즈의 성능 및 수율에 얼마나 영향을 주는지에 대해서 중점적으로 다루어 보고자 한다.

2. 복굴절의 평가 및 개선

기존 양산라인에서는 사출렌즈 단품에 대한 복굴절의 평가는 보통 편광필름을 이용한 육안검사로 수치적인 확인이 불가능 하였다. 본 논문에서 복굴절의 측정은 Photonic Lattice사에서 상용화한 WPA-100을 사용하였으며, 성형된 렌즈의 유효경에 대하여 복굴절에 의한 위상차를 측정 하였다.

복굴절을 현재 사출렌즈의 수준에 대해서 L1부터 L4까지 각렌즈를 측정 하였으며, 측정결과 Fig. 2의 (a)와 같이 고굴절 소재를 적용한 L2렌즈의 복굴절이 상대적으로 크고, 동일한 수치를 사용하고 있는 L1, L3, L4 렌즈중 L1 렌즈의 복굴절이

크게 측정됨을 확인 할수 있었다.

상대적으로 복굴절이 크고, MTF민감도를 고려하여 L1, L2 렌즈의 복굴절 개선을 진행하였다.

복굴절의 개선은 성형조건(Process Conditon)중 사출속도, 금형온도, 절환압력, 보압을 변경하여 복굴절을 개선을 시도 하였으며, Fig. 2의 (b)와 같이 L1의 경우 렌즈의 두께가 얇은 렌즈의 경우 사출 속도의 영향이 복굴개선에 크게 작용하였으며, 상대적으로 두께가 큰 L2 렌즈의 경우 금형온도와 압력이 복굴절개선에 효과가 있음을 확인 하였다. 성형조건으로 Fig. 1과 같이 L1의 경우 위상차가 약 44nm, L2는 24nm로 감소 하였다.

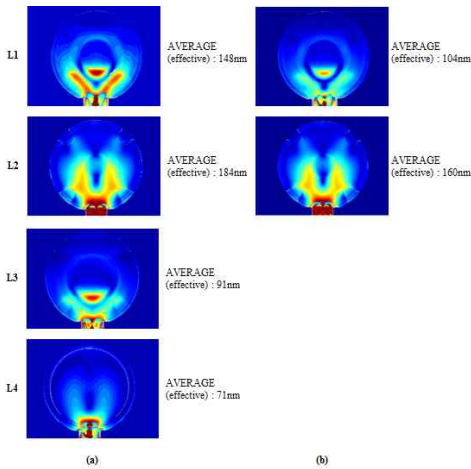


Fig. 2 Phase difference of lens molded by injection molding. (a)original, (b)improved

3. 렌즈모듈 성능 및 수율 평가

복굴절 개선 전.후의 렌즈를 각각 동일한 조건으로 조립하였다.

평가는 폰카메라 렌즈의 일반적으로 양산에서 사용하고 있는 MTF 해상력검사기를 사용하였으며, A급과 B급으로 나누어 수준 차이를 비교한 결과 Fig. 3과 같이 약 2%정도 향상되었으며, 100ea의 샘플의 수율을 비교한 결과 수율은 크게 차이 없는 것으로 확인 되었다.

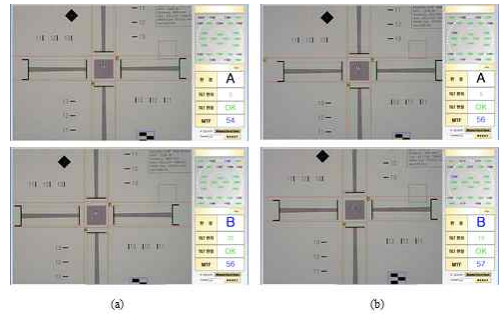


Fig. 3 MTF measurement data of Phone camera lens assembly. (a)original, (b)improved

4. 결론

5메가 폰카메라 단품렌즈의 복굴절이 조립된 렌즈모듈의 양.불 판정기준인 MTF와 수율에 얼마나 영향이 있는가에 대하여 고찰하였으며, 이로부터 얻어진 결론은 복굴절개선으로 MTF는 일부 개선되어 성능에 영향이 있음을 확인하였으나, 수율에 있어서는 복굴절외에 조립에 관련된 치공구 등 생산기술이 선행되어야 될 것으로 보인다.