

디지털 카메라용 줌렌즈에서 대칭성 오차요인에 의한 상면 변화의 보정과 이에 따른 불량률 예측

Correction method for the Variation of the Image Plane Generated by Various Symmetric Error Factors of Zoom Lenses of Digital Still Cameras and Estimation method of Defect Rate Due to the Correction

류재명*, 강건모*, 이해진*, 이혁기*, 조재흥**

*삼성테크윈(주) 광디지털사업부, **한남대학교 광전자물리학과

quick.ryu@samsung.com

광학계를 구성하는 렌즈는 여러 가지 오차요인들에 의해서 가공 및 조립시 오차가 발생한다. 디지털 카메라와 캠코더 같은 광학 제품의 제조의 경우, 제조 단가의 문제로 인하여 성능에 지장을 주지 않는 범위 내에서 어느 정도의 제작 오차는 허용하고 있으며, 이 때 허용할 수 있는 최대제작오차를 공차(tolerance)라고 한다. 이 때 오차요인은 대칭성 오차요인과 비대칭성 오차요인으로 나눌 수 있다. 대칭형 오차요인은 발생된 오차가 광축에 대해 회전 대칭성을 갖는 오차로서 뉴턴링(Newton ring), 두께 오차, 굴절률 오차 등이 있고, 비대칭성 오차요인은 광축에 대해 대칭성이 없는 오차요인으로서 디센터(decenter), 틸트(tilt) 등이 있다. 여기서 후방초점거리(back focal length: BFL)에 영향을 주는 오차요인은 각 면의 곡률, 두께, 굴절률 등의 대칭성 오차요인뿐이다. 이러한 대칭성 오차요인은 제작된 광학계의 결상 위치와 수광소자의 결상면과 차이를 발생시켜 광학계의 성능을 저하시키는 원인이 된다.

한편 DSC(Digital Still Camera) 또는 Camcorder와 같은 광학계에서는 피사체의 위치에 따라 상면이 변하게 되므로 이를 보상하기 위해 특정 군을 이동시키는데, 이러한 렌즈군을 조출군[1]이라 한다. 이 조출군은 앞서 언급한 대칭성 오차요인에 의한 결상 위치 변화를 보상하는 목적으로도 이용이 가능하다. 그러나 이러한 조출군은 무제한으로 이동될 수 없고, 조출군의 앞뒤 광학부품 또는 기구적 문제 등으로 이동량의 한계가 주어진다. 따라서 광학계의 결상위치 변화도 제약이 따르며, 허용되는 결상 위치 제약을 벗어나게 되면 불량률이 발생하게 된다.

따라서 DSC 또는 Camcorder와 같은 광학계의 광학 설계 및 기구 설계가 끝나게 되면, 각 렌즈들의 허용 공차와 조출군의 허용 이동량이 결정된다. 본 연구에서는 각 렌즈의 대칭성 오차요인에 의한 결상 위치 변화를 보상하기 위한 조출군의 이동량에 대한 식을 유도하고, 주어진 허용 공차 내에서 대칭성 오차요인이 무작위적으로 발생한다고 가정했을 때, 조출군의 이동량 분포를 구하여 결상 위치 변화에 의한 불량률을 예측했다.

본 연구에서 불량률 예측의 예를 보이기 위해 DSC의 대표적인 예시를 들었으며 그림 1의 왼쪽은 광로도이며 오른쪽은 각 군의 궤적이다. 여기서 모든 렌즈에 대해 같은 공차가 주어지고 제품에서 조출군의 허용 이동량이 주어졌을 때, Tele단에서의 공정능력[3]을 구한 것이 그림 2이다. 그림 2의 우측 상단 label의 'Z.Bench'가 불량률을 의미하며 그림 2와 같은 경우, 불량률은 약 0.7%이다. 이러한 불량률 예측은 통계학에서 정립된 이론들이며, 이러한 통계적 계산은 MINITAB[4]과 같은 통계 S/W를 이용하여 간단하게 구할 수 있다.

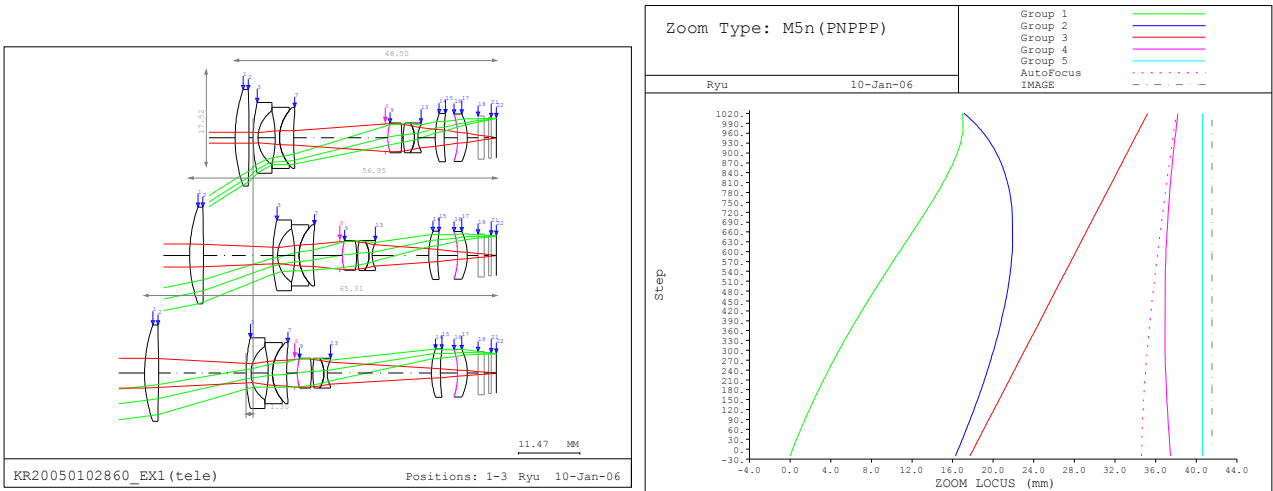


그림 1. KR2005-0102860의 제1실시예에 대한 광로도(왼쪽)와 궤적(오른쪽)

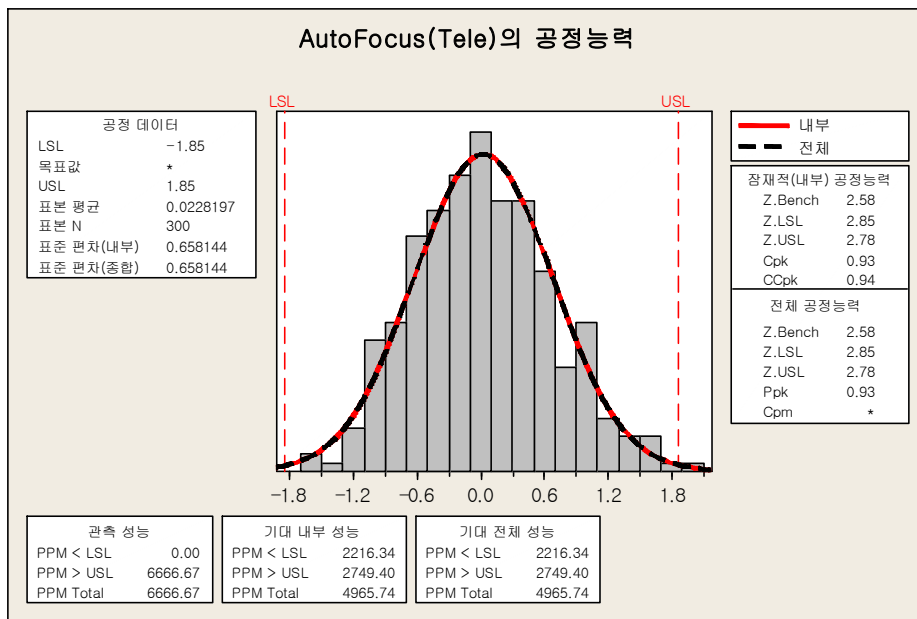


그림 2. KR2005-0102860의 제1실시예에 대한 Tele에서의 조출량 분포에 따른 공정능력

참고문헌

[1] 小倉, 寫眞レンズの基礎と發展 (朝日ソノラマ, 東京, 1995), 1章, pp. 44
 [2] 박영우, "고배율 줌 렌즈," 대한민국 특허 10-2004-0028161, 2005.
 [3] 김영선, 박상찬, 박영택, 서영호, 유한주, 이동규, 품질경영론 (박영사, 서울, 2006), 10장.
 [4] "Minitab" is a registered trademark of Minitab Inc., <http://www.minitab.com/>.