

레이저 주사 렌즈의 복굴절 분포 측정

Measurement of the birefringence distribution in laser scanning lenses

조희성, 이윤우, 황보창권*, 이종웅**

한국표준과학연구원, *인하대학교 물리학과, **청주대학교 레이저광정보공학과

e-mail: cod@korea.com

형상이 복잡한 플라스틱 렌즈의 복굴절을 0 ~ 2500 nm 라고 하는 넓은 측정영역이 가능하고 분할 측정법 및 측정 렌즈의 파워를 보상하는 측정 방식을 채용하였다. 플라스틱 성형 가공에는 복잡한 형상의 부품에서도 높은 효율로 생산할 수 있는 장점이 있는 반면 가공 과정에서 생기는 잔류 일그러짐에 의해서 가공 부품 내부에 복굴절이 발생하는 결점이 있다. 주사 렌즈에 있어서의 복굴절은 기입 광학계의 결상 성능을 열화 시키는 원인이 된다. 복굴절 측정법으로는 엘립소메트로 대표되는 점 측정법이 알려져 있지만 피측정 렌즈의 투과광을 측정하는 것이 곤란하고 방대한 측정 시간을 필요로 하는 등의 이유로 실용적이지 않았다.^[1] 대구경이고 형상이 복잡한 플라스틱 렌즈는 종래 장치에서는 측정하지 못하고 육안으로 정성적인 평가를 해 왔으나 고화질화의 흐름에 의해 고품질인 렌즈가 요구되므로 육안으로 측정하는 것은 불충분하였으나 본 장치에 의한 정량적인 계측이 기대되고 있다. 그림 1은 측정 장치의 구성을 나타낸다. 광원에는 Zygo 간섭계의 안정화된 광원을 활용하였다. 광원으로부터의 빛은 편광자 1/4 파장판을 통과해 원편광 상태의 빛이 피측정 렌즈에 조사된다. 피측정 렌즈의 파워를 제거하기 위해 피측정 렌즈와 굴절률이 유사한 매칭오일 속에 담겨진 상태에서 측정하게 되며 온도 조절장치를 이용하여 피측정 렌즈와 매칭오일의 굴절률을 10^{-4} 정도로 일치 시켜 렌즈의 곡률에 의한 파워를 제거할 수 있다.

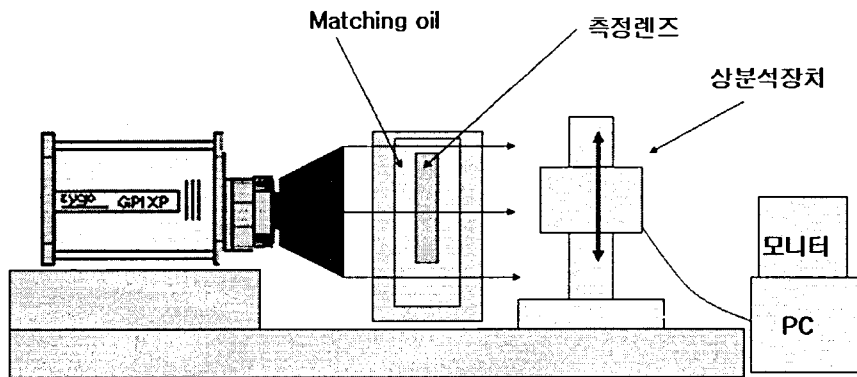


그림 1. 복굴절 측정 장치 구성도

피측정 렌즈를 통과한 빛은 1/4파장판과 검광자를 통과한 후 결상 렌즈를 통과해 CCD 카메라에 도달한다. 결상 렌즈는 피측정 렌즈와 CCD 카메라가 공역관계가 되도록 배치되어 있다. 1/4파장판, 검광자,

결상 렌즈, CCD 카메라는 일체화한 유닛으로서 측정 광학계의 광축과 직교 하는 방향으로 이동이 되고 있어 측정에서는 이 유닛을 이동시키면서 피측정 렌즈의 전면을 분할 측정하고 그것들을 이어 배합해 출력한다.

본 장치에서는 회전 검광자법의 원리를 이용하여 평광상태를 측정하여 복굴절을 구하였다. 피측정 렌즈에 조사한 원편광은 피측정 렌즈의 복굴절에 의해 타원화 되어 1/4 파장판과 검광자를 통과하는 것에 의해서 피측정 렌즈의 복굴절 분포에 의한 명암 분포가 생기게 된다. 회전 검광자법의 원리에 근거해 검광자를 측정 광학계의 광축 주위에 회전시키면 회전에 수반해 명암 분포가 변조되고 CCD 카메라의 화소로 그 광 강도 변화를 검출하고 복굴절 위상차이와 주축 방위를 구한다. 편광의 회전 방향을 감지하면 $-\lambda/4 \leq \delta \leq \lambda/4$ 의 range를 $-\lambda/2 \leq \delta \leq \lambda/2$ 까지 확대할 수 있다. 그림 2는 기존의 간섭색을 이용하여 육안으로 측정한 복굴절을 보여주고 있고, 그림 3은 정량적으로 측정한 복굴절을 보여주고 있다.



그림 2. 간섭색을 이용한 복굴절의 육안측정

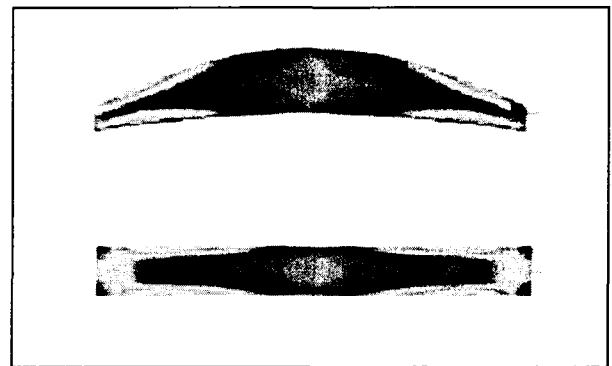


그림 3. 복굴절 측정장치를 이용한 측정

참고문헌

1. 森田 展弘, “走査レンズ複屈折測定'置の開發,” Ricoh Technical Report, 26, 119 NOVEMBER (2000).
2. 大谷幸利, 島田卓也, 吉澤徹, 梅田倫弘, “位相シフト法による2次元複屈折分布測定,” 光學, 21, 10, pp.682-687 (1992).
3. Yongchang Zhu, Takehiro Koyama, Tatsuo Takada, and Yoshihiro Murooka, “Two-dimensional measurement technique for birefringence vector distribution: measurement principle,” Applied Optics, 38, 2225-2231(1999).

