

CNC 가공된 급속한 비구면의 간섭계 검사

Interferometric Testing of Fast CNC machined Aspheric Surface

김광중*, 백성훈**, 김철중**

*충남대학교 물리학과, **한국원자력연구소 양자광학기술개발팀,

kimkj@nanum.kaeri.re.kr

영상매체의 발달은 고성능의 정밀한 광학소자의 발전을 요구하게 된다. 이러한 광학소자는 제작의 용이함 때문에 주로 구면소자가 많이 사용되어 왔으나 구면소자만으로 해결하기 어려운 구면수차, 왜곡수차, 비점수차 등의 요인을 극소화하고 광학소자의 소형, 경량화를 위하여 비구면 광학소자의 사용이 필요하게 되었으며 비구면 가공기술의 발전과 더불어 그 사용이 증가하고 있다. 그러나 비구면광학소자는 제작과정의 어려움과 더불어 품질평가의 어려움이 있다. 특히 급속한 기울기를 가진 면의 측정에는 3차원측정기에 의한 방법이나 간섭계를 사용한 단순한 null optics 검사로는 정확도와 실험의 한계가 있다. 비구면 광학소자의 평가방법으로는 간섭계를 사용하여 기준파면과 대상파면을 비교하는 일반적인 null testing과 최근에는 CGH(computer generated hologram)로 재생된 비구면파면과 대상파면을 비교하는 방법도 많이 연구되고 있다. 본 연구에서는 일반적인 검사방법으로는 검사가 어려운 급속한 기울기를 가진 포물면(parabolic surface)에 대한 하나의 검사방법을 제시하고자 한다.

실험장치로 He-Ne 레이저를 사용한 Fig. 1 과 같은 Fizeau 간섭계를 구성하여 실험하였고, PZT를 사용한 위상이동방식으로 간섭무늬를 CCD 카메라에 의하여 640×480 pixel, 255 graylevel로 획득하여 처리하였다. 본 실험에서는 R : 6.82 mm, 면구경(aperture) ϕ : 23 mm 의 CNC(computerized numeric control) 장비로 가공된 급속한 포물면을 가진 렌즈를 사용하여 실험하였다. 레이저빔에 의해 형성된 파면이 포물면에서 최초 반사 후 포물면의 초점을 지나 재차 반사하여 기준면에 의한 파면과 간섭무늬를 만들게된다. 따라서 대상비구면의 간섭무늬는 전체간섭무늬면적의 1/2면적에 전체 면의 누적된 정보를 가지게된다. 본 방법으로는 중앙부에서는 간섭무늬를 얻을 수 없지만 급속하지 않은 기울기의 면은 다른 방법으로도 평가가 용이하므로 이번 연구는 주변부의 급속한 영역의 검사를 목적으로 진행되었다.

실험 결과로 Fig. 2 의 간섭무늬를 얻었다. Fig. 2 에서 간섭무늬의 개수가 많아서 간섭무늬의 분해도가 좋지 않으므로 한쪽 대각선 방향의 상대적으로 간섭무늬 분해도가 높은 1/4 면적만을 확대하여 Fig. 3의 위상지도(phase map)를 얻었다. 이를 높이로 복조(demodulation)한 그림이 Fig. 4 이며 Fig. 5 는 Fig. 4의 방사선방향으로의 선분 a-a', b-b', c-c'의 누적된 높이변화값을 나타내어 실험에 사용된 대상렌즈의 포물면의 부분면을 평가하였다. 평가면은 높이의 누적된 변화폭이 약 80step, 즉 $4.5 \mu\text{m}$ 정도임을 알 수 있다.

실험의 결과값은 2회 반사에 의한 누적값이기 때문에 국부적인 평가는 어렵다. 그러나 포물면의 제작형태를 대략적으로 알 수 있으며 전체적인 가공상태의 평가가 가능하다. 결과값은 반사각을 고려하지 않은 값이며 앞으로 이와 같은 요소를 포함한 누적높이변화의 해석기법과 국부측정방법에 대하여 연구하여 다양한 비구면의 검사 연구를 진행할 계획이다.

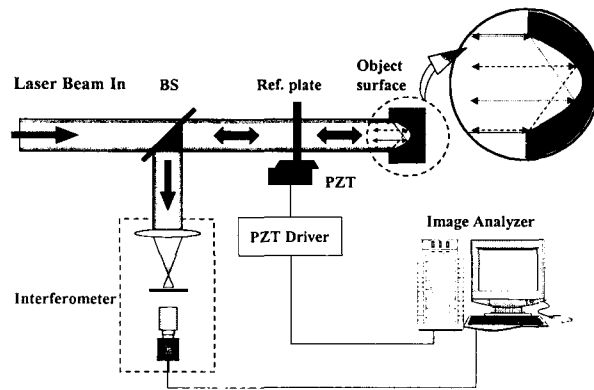


Fig. 1. 실험장치 구성도

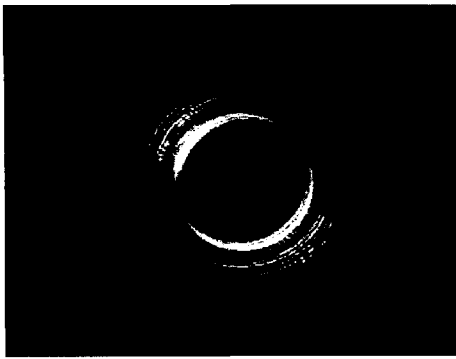


Fig. 2. 간섭무늬

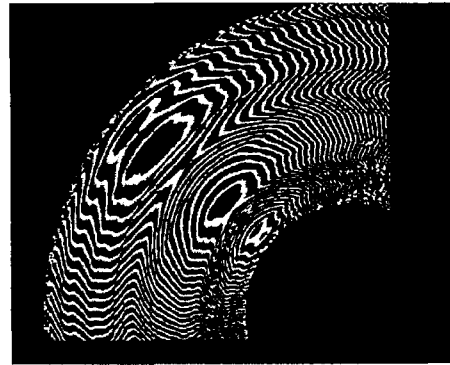


Fig. 3. 1/4부분면의 위상지도

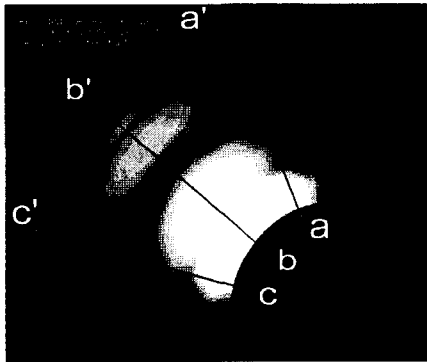


Fig. 4. 위상을 높이로 복조한 영상

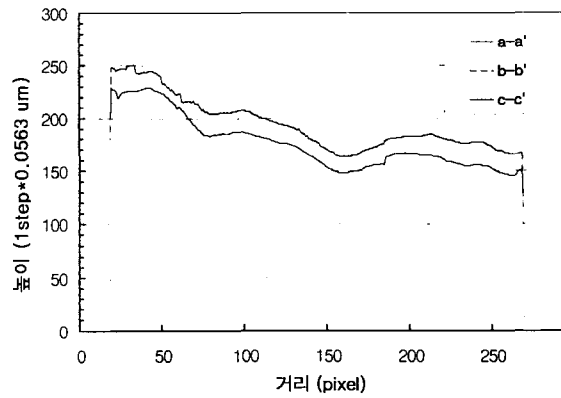


Fig. 5. 높이의 누적변화

분석 프로그램 : "FRAMES DT 2.15", Steinbichler Optotechnik GmbH, Germany.

참고문헌 : 1. Eugene Hecht, "Optics" 2/ed, Addison-Wesley, (1987)