

간섭계에 있어서의 계통 오차의 자율 교정 알고리즘

후지모토 이쿠마츠*(선문대학교), 이태용(선문대학교), 편영식(선문대학교)

주제어 : Interferometer(간섭계), Surface measurement(형상 계측), Systematic error(계통 오차), Self-calibration(자율 교정), Linear shift(리니어 쉬프트), Rotation shift(회전 쉬프트), Reference flat surface(참조면), Surface under test(피검면)

나노테크놀로지의 발전과 함께, 간섭계를 이용한 정밀 계측의 중요성이 더욱 더 높아지고 있다. 본 방법은, 간섭성을 가진 레이저의 파장을 계측의 척도로서 기준 평면으로 사용되는 참조면에 대한 상대 측정에 의해, 3차원 형상을 계측 하는 것이다.

고로, 본 논문에서는 간섭계를 이용한 계측에서 고정밀도를 실현하기 위해서는 참조면의 교정이 중요하다는 기본적인 생각을 기초로, 참조면 오차(참조면의 이상적 평면으로부터의 차이)를 주로, 광학 부품에 의한 파면의 왜곡 등을 포함한 간섭계 시스템의 계통 오차를 결정하는 방법을 검토한다.

종래 기술에서는, 광학 간섭계 안의 참조면만을 꺼내, 참조면의 형상을 3면맞댐법(3-flat-method)으로 설치하는 경우가 일반적이었다. 그렇지만, 위 방법은 참조면의 정확한 설치 위치와 자세의 설정에 큰 어려움이 있다. 또, 참조면이 외의 계통 오차와 교정의 종료 후, 참조면의 설치 위치와 자세의 오차의 영향 등은 실질적으로 해결할 수 없다는 결점을 가진다.

그러므로, 광학 간섭계의 참조면이 장착된 채로 비검체 표면을 간섭계의 광축과 직교 할 방향으로 이송 시키는 참조면의 교정 방법(2 면법)이 바람직하고, 많이 검토되고 있다. 그렇지만, 어떠한 방법이나, 비검체의 이송에 수반하는 운동 오차 중에서, 특히, 형상의 2 차 성분에 심각한 오차를 주는 피칭 오차, 롤링 오차를 배제할 방법이 확립되어 있지 않다.

우리는 고정밀도 간섭계측의 실현을 위해서는 참조면을 간섭계에 설치한 상태에서 간섭계의 계통 오차를 결정하는 방법의 확립이 필수적이라고 생각해 비검체의 이송에 의한 교정 방법을 검토하고 있다.

본 논문에서는, 간섭계에 상하축과 직교 할 방향으로 이송 가능한 1 차원 위치 결정 스테이지와 회전 기구를 이용한다. 여기서 이용하는 상기 위치 결정 스테이지와 회전 기구는, 임의의 linear shift에 대해서, rotation shift의 재현성(즉, rotation shift 수반하는 x 축 방향으로의 기울어진 오차와 y 축 방향으로의 기울어진 오차가, linear shift 전후로 같다.)을 가정한다. 이것은 현재 회전 기구의 성능을 볼 때, 충분히 현실적인 가정이다.

본 논문에서는, 상기 가정을 전제로 해, 특정 면을 이용하지 않고 비검체의 rotation shift 와 linear shift 를 몇 차례 해, 참조면 오차를 포함한 계통 오차를 결정하는 알고리즘과 그 수치 실험을 통해 이 방법의 타당성을 검증하였다.

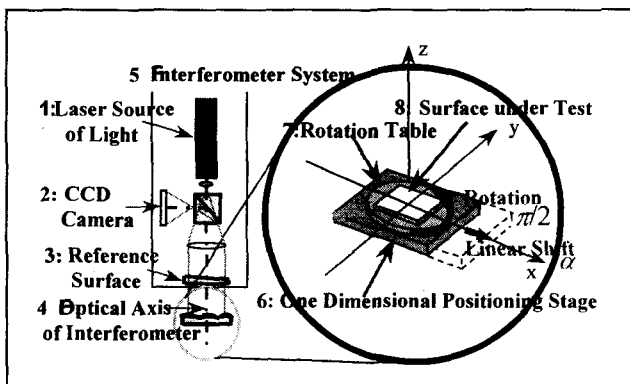


Figure.1 System Configuration for Deciding the Systematic Error

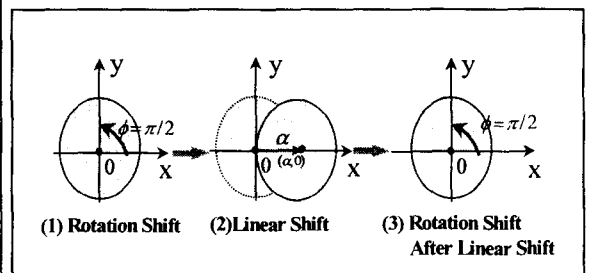


Figure.2 Supposition(The Reproducibility of the Rotation Shift Before and After a Linear Shift)