

자가보정 방법을 이용한 정밀 XY 스테이지의 오차 보정

유승봉*, 김승우(KAIST 기계공학과)

주제어: 자가 보정, 평면 오차, 비평면 오차, 반복능
(Self-calibration, In-plane error, Out-of-plane error, Repeatability)

정밀 스테이지를 보정하는 방법으로는 크게 표준 시편을 이용하는 방법(Calibration reference), 매개 변수를 이용한 방법(Laser Interferometer), 그리고 기하학적인 표준을 이용하는 방법(Telescopic ball bar)으로 구분할 수 있다. 이러한 방법들 중에서 표준 시편을 이용하는 방법은 스테이지가 갖는 오차를 직접 측정할 수 있기 때문에 가장 정밀하게 보정을 수행할 수 있는 장점을 갖는다. 이러한 표준시편을 사용하는 방법의 정확하게 미리 보정된 표준 시편을 얻기가 어렵다는 문제점을 갖는다.

자가 보정 방법은 표준 시편을 이용하는 방법의 장점을 모두 살리면서 정확하게 보정된 시편을 사용하지 않고 스테이지를 보정할 수 있는 방법이다. 자가 보정 방법은 정확한 형상을 모르는 시편을 서로 다른 위치에서 측정하여 그 측정 결과의 차이를 비교함으로써 스테이지가 갖는 오차를 계산하는 방법이다. 2차원 스테이지의 경우 자가 보정 방법은 평면 오차(in-plane error)와 비평면 오차(out-of-plane error)에 대한 자가 보정 방법이 이미 발표된 바 있다. [1][2]

본 논문에서는 레이저 인터페로미터와 공기정압 베어링, 그리고 리니어 모터로 구성된 2차원 스테이지의 오차를 자가 보정 방법을 적용하여 모두 계산하였다. 평면 오차를 계산하기 위해서 7x7개의 표식 마크가 유리면 위에 크롬으로 10 mm씩 동일한 간격으로 배치되어 있는 시편을 사용하였다. 각 표식은 스테이지 위에 영상 획득 장치를 구성하여 에지 검출 방법을 적용하여 각 표식의 위치를 측정하였다. 비평면 오차를 계산하기 위해서는 다이아몬드 선삭기를 이용하여 가공된 알루미늄 평면을 이용하였다. 알루미늄 평면을 스테이지에 장착하고 정전용량센서를 이용하여 10 mm 간격으로 떨어진 9x9 개의 위치에서 데이터를 획득하여 사용하였다.

자가 보정 결과 평면 오차의 대부분은 스테이지의 각 축의 위치를 측정하는데 기준으로 사용된 두 개의 평면 거울 사이의 직각도 오차에 의한 값이 대부분을 차지하고 있는 것을 확인하였다. 비평면 오차에 대해서는 보정을 수행한 이후의 측정 결과를 광학식 측정 방법인 피조우 간섭계를 이용한 측정 결과와 비교하여 자가 보정 방법의 타당성을 검토하였다.

[1] J. Ye et al., "An exact algorithm for self-calibration of two-dimensional precision metrology stages", Precision Engineering, vol.20(1), p.16-32, (1997)

[2] S. Yoo, S. Kim, "Error Assessment of CMM by Self-calibration Method", Proceedings of KSPE, p.379-382, 2002

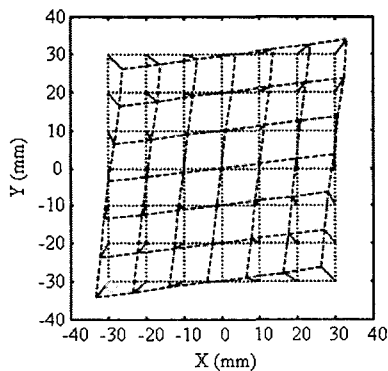


Fig. 1 Self-calibration result of In-plane error of XY stage(Grid = 5 μ m)

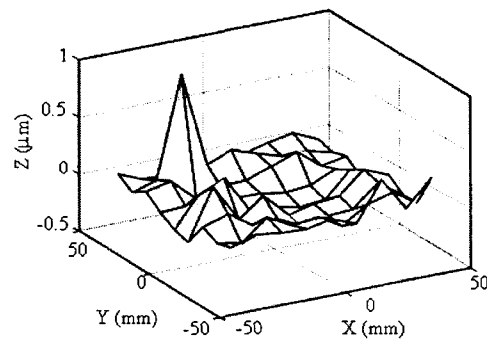


Fig. 2 Self-calibration result of Out-of-plane error of XY stage