

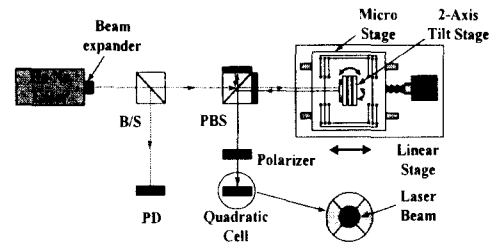
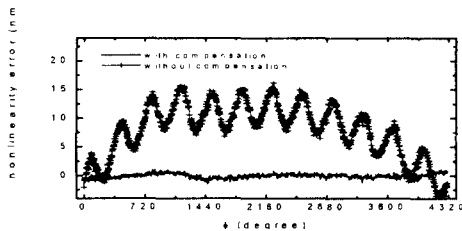
Nanometer의 정확도를 갖는 레이저간섭계의 개발

엄태봉, 한국표준과학연구원 길이연구그룹 책임연구원

레이저를 광원으로 사용한 길이측정용 간섭계는 측정의 단위인 레이저의 파장이 미터에 직접 소급되고 높은 가간섭 길이(coherence length)에 의한 긴 측정 범위와 레이저의 높은 주파수 안정도에 의한 우수한 정밀정확도를 얻을 수 있기 때문에 정확한 길이측정을 요구하는 장치에 널리 사용되고 있다. 특히 나노미터 수준의 정밀정확도가 필요한 nanometrology에서는 장치의 복잡성에도 불구하고 독보적으로 사용될 것이다.

길이측정용 레이저 간섭계는 단일 주파수를 사용한 호모다인 간섭계(homodyne interferometer)와 두 개의 주파수를 사용한 헤테로다인 간섭계(heterodyne interferometer)가 있는데 나노미터 수준의 정밀정확도를 요구하는 nanometrology에서는 비선형성에 의한 오차가 가장 큰 제약으로 작용하고 있다. 광경로(optical path)가 한 주기(360도 위상) 변할 때 고 분해능을 위해 주기를 분할하는데 이 때 비선형 오차가 발생된다. 비선형 오차는 주기적인 특성을 갖고 있으며 보통 수 nm의 오차가 있는 것으로 알려져 있다. 이런 비선형 오차는 호모다인 간섭계의 경우 간섭무늬 검출기 부분에서의 편광 혼합(polarizing mixing)에 의해 주로 발생되고 헤테로다인 간섭계의 경우 간섭계의 편광광속분리기(PBS)에서의 주파수 혼합(frequency mixing)에 의해 주로 발생된다.

본 발표에서는 위의 두 종류의 레이저 간섭계에서의 비선형 오차를 고찰하고 이것을 축소화하는 방법과 실험적으로 얻어진 결과를 제시한다. 또한 이 간섭계를 이용한 고 분해능 길이 센서의 교정 방법 및 그 결과를 제시하고, 레이저 간섭계를 사용한 이동 장치의 위치제어 및 스테이지의 각도운동 측정용 간섭계와 이를 이용한 각도운동 제어 결과의 발표가 있을 것이다.



헤테로다인 간섭계를 이용하여 capacitance 형 길이센서를 교정한 예로 십자선은 레이저의 비선형을 보정하지 않은 결과로 간섭계의 주기적인 오차와 길이센서의 완만한 비선형 오차가 보인다. 실선은 간섭계와 센서의 비선형 오차를 보정한 후의 결과이다.

평면거울과 4분할광소자를 사용한 길이 및 각도측정용 광학계의 개략도로 하나의 간섭계로 stage의 이동길이 및 pitch와 yaw의 각도운동을 측정할 수 있다. 간섭계는 헤테로다인 방법을 적용하였으며 nm와 0.1초 이하의 분해능을 갖고 있다.