

## 헤테로다인 기법을 이용한 부피 간섭계

김영진\*, 김승우(한국과학기술원)

주제어 : 부피간섭계, 헤테로다인, 절대거리

정밀한 3차원 좌표측정을 위한 삼차원좌표측정기(Coordinate Measuring Machine)는 광학 스케일이나 헤테로다인 레이저 간섭계를 이용해서 x, y, z 축의 좌표를 측정한다. 이 경우 측정 정밀도에 가장 큰 영향을 주는 요인은 아베 오차(Abbe's error)이다. 인공위성용 광학계를 비롯해서 첨단 산업부품에 이르기까지 현재의 3차원 좌표측정은, 높은 정밀도와 대영역 측정을 동시에 요구하는 추세이다. 대영역으로 갈수록 아베 오차의 영향은 더 커지므로 보다 근본적인 해결책이 필요하다. 이러한 단점을 극복하기 위해 한국과학기술원에서는 두 개의 이웃한 단일모드 광섬유를 이용하여 프로브의 위치를 직접 측정하는 부피 간섭계(Volumetric interferometer)를 제안하였다. 부피 간섭계는 두 개의 이웃한 단일모드 광섬유를 측정 프로브에 장착하고, 광섬유로부터 발생하는 두 구면파의 간섭으로부터 구면파 중심, 즉 프로브의 3차원 좌표를 얻는다. 이와 같은 부피간섭계는 아베 오차를 최소화하는 장점이 있지만 위상천이와 CCD를 이용하기 때문에 생기는 속도의 한계, 온도와 압력으로 광섬유에서 발생하는 오차, 압전소자와 CCD의 비선형성에 의한 오차를 가진다.

본 연구에서는 기존의 부피간섭계의 위상검출법을 위상천이법에서 헤테로다인 방법으로 대체해 근본적인 속도의 한계를 극복하고, 정보를 주파수 영역에 실음으로써 외부광이나 진동 등의 오차 및 수광소자의 비선형성에 강인하게 하였다. 측정 시스템은 그림 1과 같이 구성되었다. 안정화된 두 파장 헬륨네온 레이저에서 나온, 편광이 서로 다른 두 주파수의 광은 편광광분할기를 거쳐 주파수 별로 분리된다. 분리된 광은 각각 단일모드 광섬유로 집광되어 광섬유를 따라 서로 이웃하게 구면파를 내보낸다. 광섬유로부터 나온 구면파는 수광소자 배열로 입사한다. 수광소자 배열의 중심픽셀에서 얻은 신호를 헤테로다인 간섭계의 기준신호로 사용하고 나머지 픽셀들에서 얻은 신호를 측정신호로 위상측정기의 입력으로 사용하여, 중심픽셀에 대한 나머지 픽셀들의 상대 위상정보를 얻는다. 얻은 위상정보는 언래핑(Unwrapping)과 비선형 최적화 과정을 거쳐 좌표정보로 변환된다. 위상측정기로는 미소신호동기증폭기(Lock in amplifier)를 사용하였다. 그림 2는 실제 구성된 시스템이다.

현재 구성된 시스템의 반복능은 x, y, z 방향으로  $\pm 1.056 \mu\text{m}$ ,  $\pm 0.674 \mu\text{m}$ ,  $\pm 0.546 \mu\text{m}$ 이고, 측정속도는 수 kHz 정도이다.

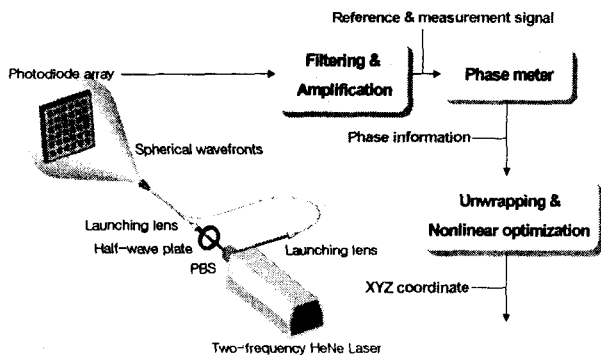


Fig. 1 Measurement procedure of the HVI

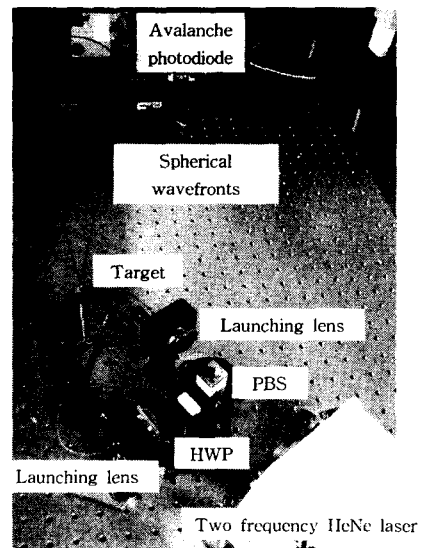


Fig. 2 System configuration