

공간섭 효과를 이용한 이동거리 측정장치 A Gap-distance a Measurement using Fiber Optical Coherence Method

*이동욱¹, #이석순¹, 강한빈¹, 백인석¹, 송주한¹, 박민혁¹

*D. W. Lee¹, #S. S. Lee(leess@gsnu.ac.kr)¹, H.B.Kang¹, I.S.Pack¹, J.H.Song¹, M.H.Park¹

¹국립경상대학교 기계공학과

Key words : Fiber Optics, Displacement Measurement, Optical Interferometry

1. 서론

제조공정 기술에서 정확하고 정밀한 변위측정 기술을 개발하기 위하여 본 논문에서는 섬유광학 결맞음 방법에 따른 빛의 간섭을 이용하여 나노미터까지 측정되는 장치를 개발하였다. 이 장치는 기존의 방법과는 다르게 섬유 빛의 간섭을 이용하여 동적 변위를 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다.¹

다음 기술은 제조공정 기술뿐만 아니라 실용범위가 광범위 할 것이며 측정기계의 발전에 크게 기여할 것이다.

2. 공간섭의 원리

실험에 이용한 Laser는 특정한 단일파장(1550 nm)을 사용한다. Input Beam과 Reflected Beam 이 Retroreflector 하는데² 이처럼 Distributed Feedback Laser 장비에서 나온 특정 파장의 빛과 Reflective Material 에서 반사 된 두 빛의 간섭으로 보강 및 상쇄가 일어나 특정 단일 파장을 갖는다. Fig. 1은 보강 및 상쇄 간섭의 원리를 설명하고 있다. 빛의 파장이 중첩되면 보강 및 상쇄 현상이 일어나는데 이를 이용하여 변위를 측정하게 된다. 이 원리는 측정 레이저의 경로 길이가 변경 될 경우 간섭이 일어나게 되고 상대적 위상이 변화되어 그래프에 나타나게 된다. 하나의 주기는 특정 단일 파장인 1550nm의 1/2 즉, 775nm가 파장 당 변위 값이라

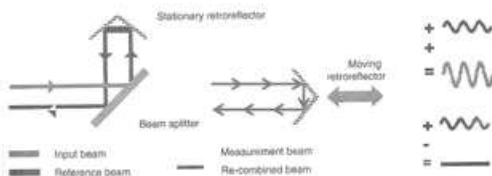


Fig. 1 Principle of Optical interferometry

할 수 있다. 이 주기를 이용하여 파장의 수 변화를 Oscilloscope로 동적변위를 확인 할 수 있다.

3. 거리 측정 장치의 개발

본 연구에서는 광섬유소자를 이용하여 나노미터까지의 정밀한 측정을 하기 위해 Fig. 1과 같이 시스템을 개발하였다. 단일 파장 레이저로 나온 빛은 Circulator 를 통하여 Collimator에 전달된다. Collimator 에서는 빛을 물체에 비추고 반사되는 빛을 다시 광섬유에 역으로 보내 Circulator로 보낸다. 이 빛은 Coupling 에서 처음 레이저에서 나온 빛과 간섭이 일어나도록 구성하였고 간섭이 일어난 빛은 Detector를 이용하여 측정하며 Oscilloscope 로 관찰하였다. 실험 장치는 Fig. 2 를 바탕으로 Fig. 3 을 구성하였다.

Distributed Feedback Laser 장비는 Feedback 활성매체에서 생성 된 주기적인 격자에서 빛의 파장을 반사시켜 생성되는 반도체 레이저이다. 다음 장비를 이용하여 단일파장 (1550nm)을 사용하였다. 이 빛은 Input Line을 통하여 Coupling에서 1:99로 분산되고 각각 Circulator와 Coupling으로 통과한다.

광섬유에서 나온 빛을 평행한 빔으로

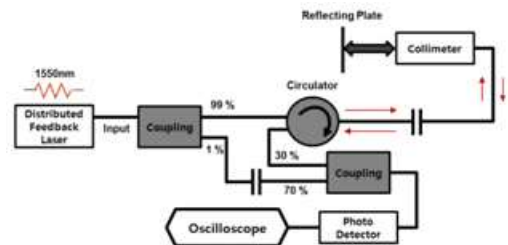


Fig. 2 Fiber Optical Distance measurement system



Fig. 3 Fiber Optical distance measurement system.

만들기 위한 장치인 Collimator는 Fig. 4의 Linear Translation Stage(MS3)에 부착하여 사용하였다.

Collimator Lens가 부착되어 마이크로 광원에서 방사되었던 광선을 변환시켜 포커싱하고 있다.³ Collimator Lens는 0.40 NA Fiber Collimator w/ FC Connector, 1550nm Model을 선정하였다.

MS3는 $250\mu\text{m}/\text{rev}$ 의 변위를 가지며 방향은 XYZ 방향으로 이동 가능하다. 이때 Distributed Feedback Laser 장비로 돌아가지 않고 Circulator의 특징인 다른 방향으로 반사하게 된다. 반사되는 빛의 높이에 따라 간섭을 일으키게 되고 이것을 측정한다.

Reflective Material로 상용CD를 사용하였다. 알루미늄 반사판을 사용해야 하지만 CD도 데이터를 읽을 때 빛을 반사시키는 프리즘을 이용하기 때문에 Reflective Material이 있는 것을 알 수 있다. 반사된 빛은 Circulator를 통하여 처음 Distributed Feedback Laser에서의 1%와 Coupling에 7:3 비율로 통과하여 Photo Detector를 지나 Oscilloscope에 그래프로 나타나게 된다. 실험에서는 임의로 Linear

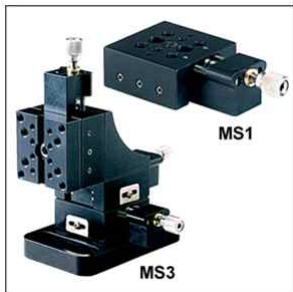


Fig. 4 Linear Translation Stage



Fig. 5 Velocity Result with Vector

Translation Stage를 $1/16$ rev 하여 $250\mu\text{m}/\text{rev}$ 의 $1/16$ 값인 $15.625\mu\text{m}$ 의 변위를 주었다.

4. 결론

결과 그래프 Fig. 6을 확인하면 빨간 네모 부분이 측정된 변위 값이고 나머지 부분은 실험 중 손의 떨림 또는 주위의 소음 등으로 인한 실험의 오류 부분이다. 파장이 1550nm 이므로 그래프 당 775nm 의 변위로 계산할 수 있으며 $15.625\mu\text{m}$ 의 변위를 주었으므로 두 값을 나누게 되면 20.16회라는 이론값을 얻을 수 있고 실험 파장 수는 21회를 얻었다. 본 실험 구조는 나노미터를 측정하는 장비인 만큼 매우 민감한 장치이므로 실험의 오차가 4.17% 존재했다. 손 떨림 및 주위의 소음 등에 대한 영향을 고려한다면 매우 정확한 값이라 할 수 있다. 본 연구의 장치로 동적변위 측정 장비 개발에 크게 기여할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 2단계지역대학 육성사업(BK21)과 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업, 동남광역권 선도사업의 지원에 의해 연구되었다. 아낌없이 지원해주신 것에 대해서 감사드린다.

참고문헌

1. Kazuhide KAMIYA, eds. Displacement sensor by a common-path interferometer, American Society for Precision Engineering2002 , pp.460-464
2. Albert A.Michelson. "Measurement of movement" (p.92-177)
3. Seung-Min Tak and Seok-Soon Lee, Strain Measurement at Cantilever Beam With Fiber Bragg Grating Sensors and Collimators and Its Correction Method