

Digital Holography를 이용한 Resolution Target의 표면 단차 측정 Surface Height Measurement of Resolution Target by Digital Holography

*선상우¹, #김경석², 양승필⁴, 장호섭³, 김현호¹, 정현일¹

*S. W. Seon¹, #K. S. Kim(gsckim@chosun.ac.kr)², S. P. Yang⁴, H. S. Chang³, H. H. Kim¹, H. I. Jung¹
¹조선대학교 대학원 첨단부품소재공학과, ²조선대학교 기계설계공학과,
³조선대학교 레이저응용신기술개발연구센터, ⁴동아인재대학교 안경광학과

Key words : Digital Holography, Resolution Targer, Surface Height

1. 서론

현미경이나 투영장비로 측정하던 제품들이 현재 대부분 3차원 측정기를 통해 측정되고 있다. 국내 산업의 시장 규모가 커짐에 따라, 정밀 측정의 요구가 증가하고 있다. 본 논문에서 사용된 기법은 1948년에 Dennis Gabor가 우리가 홀로그래피로 알고 있는 파면재생이라는 2단계의 새로운 영상 처리 방법으로 간섭성 참조파가 적절히 물체에 의해 회절 되거나 산란된 빛과 동시에 존재하면, 회절 되거나 산란된 파의 진폭과 위상 정보를 기록할 수 있음을 알았다[1-3].

본 논문은 디지털 홀로그래피를 이용하여 대상체의 표면의 단차를 측정하여 이를 통한 산업, 기계적 응용을 증대하고자 기술하였다.

2. 이론

디지털 홀로그래피는 참조파(Reference wave)와 물체로부터 반사된 물체파(Objective wave)가 CCD 면상에서 간섭을 일으켜 전자적으로 기록되고 저장된다. 일반적으로 CCD 셀(Cell)로부터 거리 d에 위치한 물체의 3차원 형태이며 반사된 물체의 표면의 정보는 CCD면상에 기록된다. Fig.1은 이를 수치적 재생을 한 좌표계 시스템을 나타낸다.

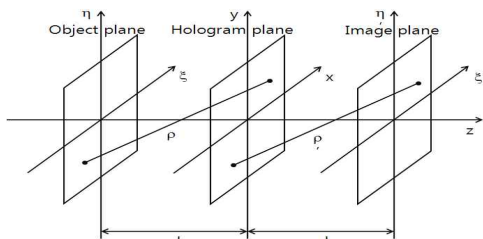


Fig. 1 Coordinate system for numerical reconstruction

3. 실험방법 및 실험장치

본 논문의 대상체의 표면 높이 단차를 측정하기 위하여 마이켈슨 간섭계를 구성하였다.

Fig. 2와 같이 레이저 광선은 ND Filter를 통해 빛의 세기를 조절시켜 주고 Spatial filter를 통과함으로써 노이즈를 가지고 있는 레이저를 필터 시키고 그것은 다시 회절현상에 의해 파의 전파가 일어나게 되는데 파를 평행하게 만들기 위해 평행 광렌즈를 장착하여 파의 이동경로를 만들어주었다. 그리하여 확산렌즈를 사용하여 광선의 영역을 넓혀 일부를 아이리스를 통해 영역의 범위를 제어하도록 구성 하였다. 또한 Beam Splitter를 통해 빛을 CCD Camera와 PZT Mirror로 50:50 비율로 분산을 시켜 주도록 설치하였다. 이러한 구성을 바탕으로 CCD 상면에서 물체파와 참조파가 간섭이 발생되어 얻어진 홀로그램에서 위상이동 추정 및 처리 방법을 통하여 물체파의 복소 진폭과 위상을 통해 이미지를 재생하였다.

홀로그래피 간섭계를 이용하여, 표면 높이 단차를 측정하기 위하여 Resolution Target을 사용하였다. 이 때, Resolution Target은 Edmund optics사의 USAF 1951(Negative)를 사용하였으며, 형상 및 측정 범위는 Fig.3과 같다.

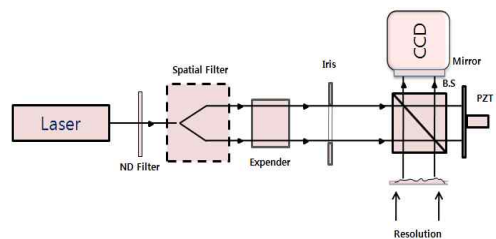


Fig. 2 Reflected interferometry for holography

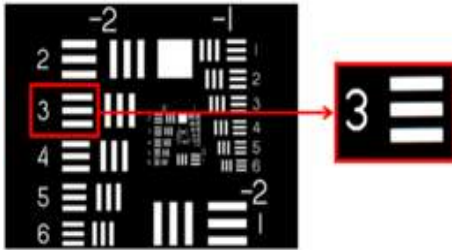


Fig. 3 Resolution target

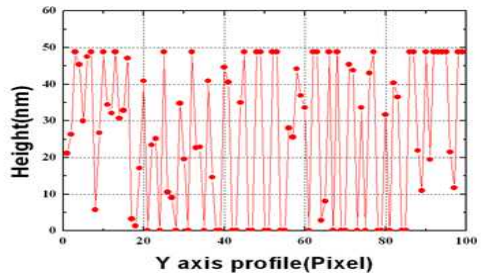


Fig.6 Measurement height by line profile

4. 실험결과

본 논문에서 제시한 마이켈슨 간섭계 구성을 통해 PZT Actuator를 이용하여 4-Step 위상이동시켜 측정 대상체인 Resolution Target을 CCD로서 획득한 홀로그램 이미지로써, 측정 이미지는 Fig. 4와 같다. 간섭계 시스템에 대물렌즈 MO(micro object) 설치를 통하여 대상체의 측정영역의 미세한 변화를 정밀하게 측정이 가능하게 했다. Fig.5에서는 수치적으로 재생된 이미지로 높이정보에 resolution target의 높이를 알고자 Profile을 지정해주어 높이 정보를 분석한 이미지를 보여주고 있다. Fig.6은 Line profile을 지정해주었을 때 측정 되는 영역의 높이 단차 결과 값을 그래프로 나타낸 것으로 약 50nm로 측정됨을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문은 디지털 홀로그래피를 이용하여 대상체의 표면의 단차 측정을 측정하였다. 본 논문을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) CCD를 통하여 획득된 홀로그램 이미지는 물체의 진폭 및 위상 정보를 포함하고 있기 때문에, 각 스펙트럼 알고리즘을 통하여 높이 정보로 환산할 수 있다. 얻어진 수치적인 결과는 측정된 영역의 프로파일의 높이 정보로 약 50nm로 측정되었다.

(2) 디지털 홀로그래피를 구성하여 표면 단차를 나노(10⁻⁹) 단위까지 측정함으로써 대상체의 미세 측정에 있어서 분해능향상이라는 의미를 가지게 되고, 차후 기계 구조물에 많이 사용되는 재료로 제작하여 연구를 할 수 있을 것으로 보여진다.

본 연구를 통하여 측정된 홀로그래피 이미지는 표면 높이 단차를 측정함으로써 오차를 줄이고 더 높은 정확도를 얻을 수 있을 것으로 보여진다.

후기

본 연구는 교육과학기술부 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(2011-0009416)의 지원을 받아 연구 수행한 결과물입니다

참고문헌

1. D. Gabor, "Microscopy by reconstructed wavefront", Proc. Roy. Soc., pp454-487(1949)
2. B. Javidi, and E. Tajahuerce, "Three-dimensional object recognition by use of digital holography," Opt. Lett. 25, 610-612 (2000)
3. B. C. Kim and S. W. Kim, "Absolute interferometer for three-dimensional profile 45 measurement of rough surfaces," Opt. Lett. 28, 528-530 (2003)

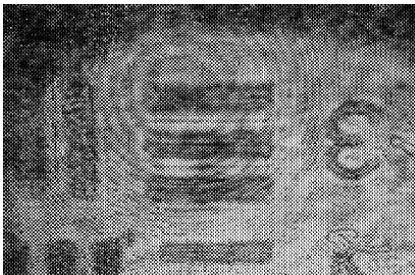


Fig. 4 Hologram image of resolution target

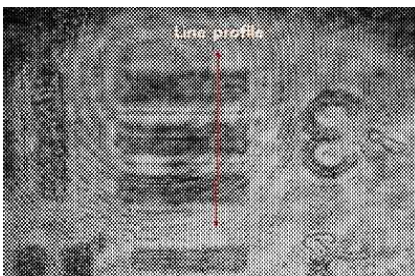


Fig. 5 Line profile of hologram image