

## 광 위상 측정을 이용한 3차원 물체 인식

### 3D object recognition by use of phase measuring tools

김대석\*, 백병준\*, 유장우\*\*, 김수현\*\*

\*전북대학교 기계항공시스템공학부, \*\*한국과학기술원 기계공학과

dashi.kim@chonbuk.ac.kr

컴퓨터 및 Opto-electronics 기술의 급격한 발전과 더불어 2차원 및 3차원 물체 인식 기술에 대한 많은 진보가 있었다. 최근 들어서는 2차원 물체인식 기술의 민감도를 향상시키기 위한 3차원 인식기술로 digital holography에 관한 다수의 연구가 발표되었다. Digital holography 기술은 한 장의 hologram을 통해 물체의 3차원 정보를 고속으로 얻을 수 있는 큰 장점을 가지고 있기 때문에, 향후 3차원 물체 인식기술에 있어서 매우 중요한 기반기술로 지속적인 발전이 있을 것으로 전망된다. 초기의 digital holography 기술은 수 mm ~ 수 m에 해당하는 macro한 물체 인식 기술에서 출발하여, 최근에는 수십 ~ 수백 um 크기의 micro한 물체의 3차원 인식에 대한 적용연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, digital holographic microscopy도 광학 이미징 기법을 사용하기 때문에 회절한계의 단점을 가지고 있으며, 1um 이하 나노 영역의 3차원 패턴인식에 대해서는 적용할 수 없는 한계점을 갖는다.

하지만, 산업계에서 필요로 하는 패턴의 크기가 macro에서 micro로 그리고 nano 사이즈로 점점 미소화 되어 감에 따라, 반도체 및 photonic crystal, WGP(Wire Grid Polarizer) 등과 같은 광소자 같은 반복 패턴의 3차원 나노 패턴의 형상정보를 추출하고자 하는 필요성이 최근 들어 점점 증가하고 있으며 기존의 SEM 기술을 이용하지 않는 광학식 solution 개발에 대한 이슈가 중요해지고 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 기존의 SEM을 이용한 나노 패턴의 2차원적인 인식기술에 대한 민감도 한계를 극복하고, 진공환경이 필요 없는 광기반 기술인 scatterometry를 이용한 나노 패턴의 3차원 물체 인식 기술의 적용가능성에 대해 논하고자 한다.

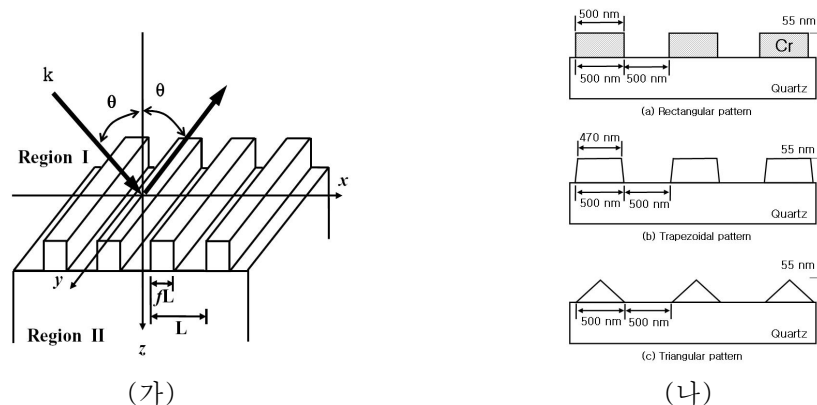


그림 1. (가) 나노 패턴의 3차원 도식도, (나)모의실험에 사용된 3가지 패턴 도식도

그림 1은 본 연구에서 사용된 3가지 나노 패턴의 형상 및 3차원 도식도를 보여준다. 3가지 패턴의 주기 및 높이는 같게 설정이 되었으며, 형상 프로파일만 각각 사각형, 사다리꼴, 삼각형 패턴으로 서로 다르게 설

정되었다. 본 연구는 RCWA(Rigorous Coupled-Wave Analysis)를 이용한 모의실험을 통해 그림 1(가)와 같이 각 패턴들에 broad-band beam을 조사시키고 specular direction으로의 산란된 빔을 받아서 SE(Spectroscopic Ellipsometer)의 두 주요 측정 parameter인 파장별  $\Psi$ 와  $\Delta$  도출하여 각 패턴들 간의 상관 관계를 분석하였다. 다양한 모의실험 결과 중 핵심이 되는 결과만 살펴보면, amplitude정보를 담고 있는  $\Psi$ 를 이용한 접근법은 그림 2(가)에서 보듯이, 사각패턴과 삼각패턴의 auto-correlation(실선)과 cross-correlation(점선)이 거의 같은 수준의 peak값을 얻는 반면에, 위상 정보를 담고 있는  $\Delta$ 를 이용한 correlation결과는 auto correlation에 비해 cross-correlation이 충분히 감지할 정도의 peak값 감소 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다. 이는 digital holography를 이용한 3차원 물체 인식의 경우와 마찬가지로 위상 정보에 물체의 형상에 의한 차이점이 훨씬 더 민감하게 저장되기 때문이라고 설명할 수 있다.

요약하면, scatterometry의 위상 측정 data를 통해서 충분히 분별 가능한 나노 패턴 3차원 인식기술에 대한 가능성을 제안하였다. Scatterometry를 이용하면, 현재 약 20nm 크기의 최소 패턴까지 형상 측정 및 인식이 가능할 것으로 예상되며, 현존하는 scatterometry보다 고속의 위상 측정 기술이 개발된다면 실시간 나노 패턴 인식 기술의 일 진보가 있을 것으로 보인다. 아직 산업계나 학계를 통한 광학기반의 나노 패턴의 3차원 형상 측정 및 물체 인식 분야에 대한 개발이 초기 단계에 머물러 있지만, 향후 반도체 기술, photonic crystal 기반 산업 및 NEMS 기술 등의 NT산업의 발전과 더불어 이 분야의 필요성 또한 점점 증가하리라 전망한다.

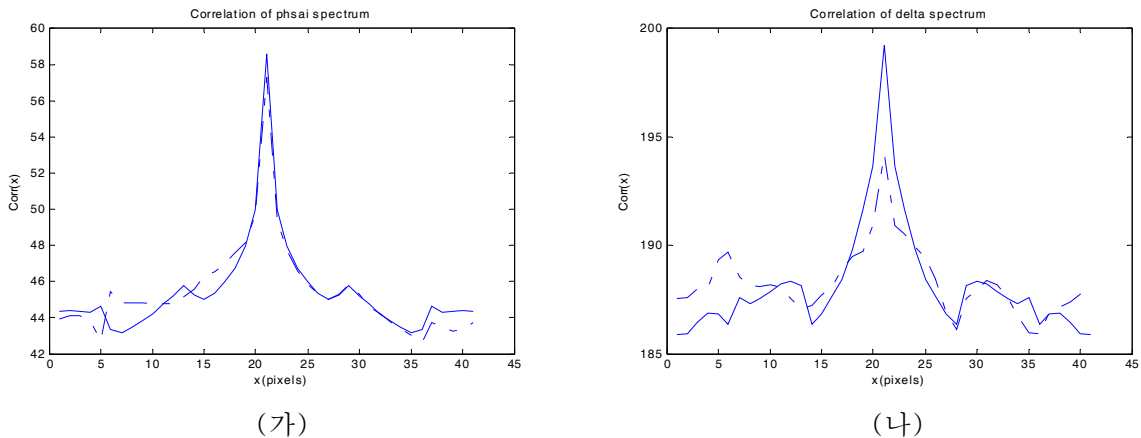


그림 2. 사각패턴과 삼각패턴의 상관도 결과: (a) $\Psi$ 를 이용한 auto-correlation(실선)과 cross-correlation(점선), (b)  $\Delta$ 값을 이용한 auto-correlation(실선)과 cross-correlation(점선)

1. B. Javidi and E. Tajahuerce, "Three-dimensional object recognition by use of digital holography," Opt. Lett. 25, 610-612 (2000).
2. B. Javidi and D. Kim, "Three-dimensional-object recognition by use of single-exposure on-axis digital holography," Opt. Lett. 30, 236-238 (2005).
3. H. Huang and F. Terry, "Normal incidence spectroscopic ellipsometry for critical dimension monitoring," App. Phys. Lett. 78, 3983-3985 (2001).
5. M. G. Moharam, E. B. Grann, D. A. Pommet, and T. K. Gaylord, "Formulation for stable and efficient implementation of the rigorous coupled-wave analysis of binary gratings," J. Opt. Soc. Am. A 12, 1068-1076 (1995).