

# 적층 패턴의 광반사 특성을 이용한 2차원 인코딩 2-D Encoding utilizing Opto-Reflective Property of Superposed Pattern

\*박성준<sup>1</sup>, 김문수<sup>2</sup>, #정광석<sup>1</sup>

\*S. J. Park<sup>1</sup>, M. S. Kim<sup>2</sup>, #K. S. Jung(교신저자, ksjung@ut.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국교통대학교 기계공학과, <sup>2</sup> 한국교통대학교 기계공학과 대학원

Key words : Double layer, Reflectivity, Refractivity, Surface encoding

## 1. 서론

미세 변위 측정 방법론의 하나로 참조 패턴을 이용한 광학식 디지털 인코딩 방법은 강건함과 함께 패턴의 사이징에 의해 측정 변위를 용이하게 증가시킬 수 있다는 장점이 있다. 특히 패턴의 토폴로지 변화만으로 구동기에 특화되어 정렬된 측정이 가능하다. 본 논문에서는 다중 패턴을 대상으로 하는 2차원 광학식 인코딩 방법을 소개한다.

## 2. 광학적 제특성의 차이를 이용한 적층 패턴의 인코딩 방법

특정 방향으로 정렬된 반복 패턴을 광학적으로 검출해내는 방법은 일반적인 삼각측정법을 비롯하여 대물렌즈의 초점 결상을 되먹임받아 포토다이오드에서의 전압 차로 변환하여 검출하는 방법 그리고 광디스크의 비점수차법(astigmatism) 등 다양한 방법이 이용되어왔다. 다차원 인코딩을 위해서는 이러한 1차원 패턴을 병렬식으로 늘어놓아 각 패턴에 대해 독립적인 광인코딩을 조합하여 2차원 정보를 얻거나 2차원으로 정렬된 패턴 자체를 이용할 수 있지만 2차원 패턴의 경우 1차원 패턴에 비해 정밀한 피치의 패턴을 기대하기는 어렵다.<sup>1,2</sup>

2차원 인코딩은 싱글 레이어 대신 본 연구에서 제안하는 Fig. 1과 같은 적층 레이어에 의해 일정 부분 해결 가능성이 있다. 적층 레이어는 투명한 상층 레이어와 하층 레이어로 구성되는데 v 방향에 따른 상층부의 인코딩은 이웃 패턴간의 광굴절률 차를 이용하여 그리고 h 방향에 따른 하층부의 인코딩은 광반사도 차를

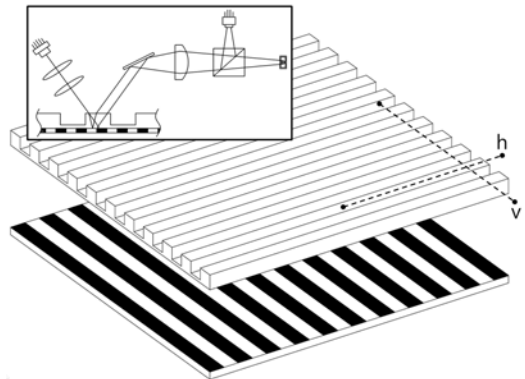


Fig. 1 Superposed layers repeated periodically with a transparent upper part

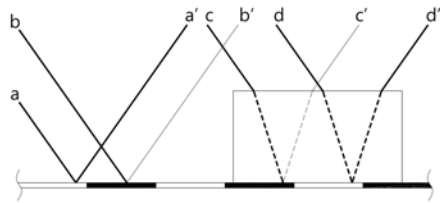


Fig. 2 Deflection of the reflected laser beam and variation of light intensity for target pattern

이용한다. 광굴절률의 검출은 전술한 1차원 인코딩 방법에서 이용되어 온 패턴의 산과 골의 유무를 측정하는 방법을 적용할 수 있으며 광반사도의 차는 수광 다이오드의 광량차로 검출할 수 있다. 빔의 변화는 Fig. 2를 통해 쉽게 이해할 수 있다. 상층부에 입사한 레이저 빔은 Fig. 2에서와 같이 치의 유무에 따라 a, b 혹은 c, d의 경로를 따르는데 치가 있는 경우 상층부 재료의 굴절률에 따라 반사빔의 편이가 생

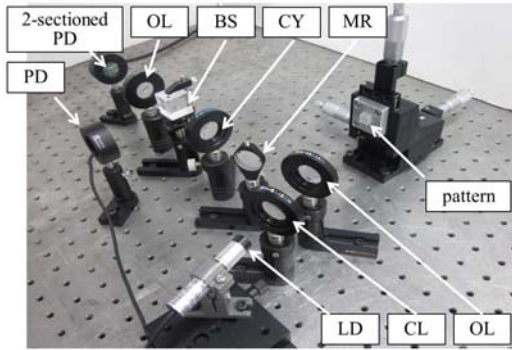


Fig. 3 Optical layout for decoding of the reflective beam against the superposed double layers

기며 하층부의 경우 광반사도에 따라 a'과 b' 혹은 c'과 d'간에 광량 변화가 발생한다. 따라서 패턴의 v, h 양방향으로의 이동량은 두 가지 광학 정보를 판별하여 계산할 수 있다. 물론 방향의 음, 양 정보는 일반적인 엔코더에서와 같이 90도 위상을 갖는 듀얼 빔을 참조하여 얻는다.

패턴 유무의 판별을 위해 구축된 광학 시스템 레이아웃을 Fig. 3에 나타내었다. 레이저 다이오드를 통해 발진된 레이저 빔은 콜리메이터(collimator)와 대물렌즈(objective lens)를 거쳐 빔 웨이스트(waist)가 약 2-30 $\mu\text{m}$ 로 포커싱된 상태로 패턴에 입사하며 반사된 빔은 전반사 거울을 통해 편향되고 이후 원통형(cylindrical) 렌즈를 통과한 후 빔 분할기에서 50%는 포토 다이오드로 나머지 50%는 또 하나의 대물렌즈를 거쳐 선형 포토어레이로 입사한다. 전자의 포토다이오드는 광량을 후자의 포토어레이는 빔의 디플렉션을 검출한다. 이때 적층 패턴은 x-y 선형 스테이지에 장착되어 이동된다. 제작된 패턴의 피치는 50 $\mu\text{m}$ 이며 하층 패턴의 반사도 차는 피치의 기계가공 후 코팅된 후처리 막을 연마하여 얻었다. 측정된 빔의 디코딩 정보를 Fig. 4에 나타내었다. 굴절률차에 의한 포토다이오드에서의 전압은  $\pm 5\text{V}$ 가 되도록 증폭하였으며 이 때 반사도 차에 의해 하부 패턴 위치에 따라 문턱 전압의 크기에 약간의 차가 있음을 알 수 있다. 초기 패턴 폭의 정밀도가 높지는 않게 설정되어있어 빔의 수차 등에 의한 왜곡 특성은 실험상에서 확인되지 않았다.

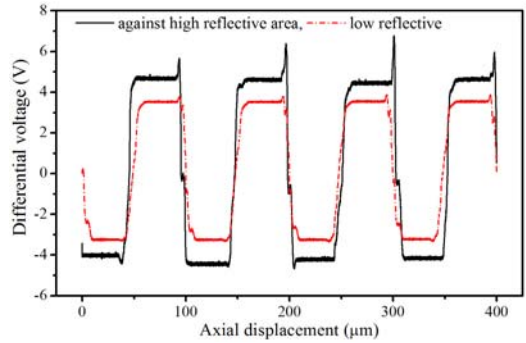


Fig. 4 Test result according to the axial displacement of the target pattern

### 3. 고찰

1차원적으로 규칙화된 패턴을 적층하여 단일 빔으로 2차원 변위 정보를 얻을 수 있는 광학적 인코딩 방법을 논하였다. 1차원 패턴을 병렬로 늘어놓아 각각의 1차원 정보를 조합하는 인코딩 방법보다 광학적으로 그리고 패턴 크기에서 상당히 유리한 방법이다. 초정밀 패턴의 재현성 측면에서 투명 패턴의 경우 필름을 롤 프린팅하여 성형하는 방법 등에 의해 얻어가는 것이 가능하며 마찬가지로 하단 패턴의 경우에도 규칙화된 롤의 압착에 의해 이웃 패턴간에 차별화된 반사도 설정이 가능하다. 향후 더욱 연구되어야 할 내용이다.

### 후기

이 논문은 2011년 정부재원(교육과학기술부 학술연구조성사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(2011-0013168).

### 참고문헌

1. Lee, S. H., Jung, K. S., Park, E. S., and Shim, K. B., "Surface encoder based on the half-shaded square patterns," *Int. J. of Precision Engineering and Manufacturing*, **9**, 82-84, 2008.
2. Gao, W., Dejima, S., Yanai, H., Katakura, K., Kiyono, S., and Tomita, Y., "A surface motor-driven planar motion stage integrated with an XY0<sub>z</sub> surface encoder for precision positioning," *Precision Engineering*, **28**, 329-337, 2004.