

반사 모드 방식의 근접장 주사 광학 현미경을 이용한 표면 탄성과 필터의 영상 측정

Optical Measurement of SAW Filter Using Reflection Mode NSOM

박경덕, 정상철, 김대찬, 지원수*, 오범환, 박세근**, 이일항**, 이승걸
삼성전기-인하대 초정밀검사계측연구센터(PIMC), *삼성전기 생산기술 연구소, **집적형
광자기술 연구센터(OPERA)
sglee@inha.ac.kr

In this study, surface structure and near-field distribution of a surface acoustic wave filter were measured with both reflection mode and collection mode near-field scanning optical microscopes, and there results were compared with each other.

표면 탄성과 필터(Surface Acoustic Wave filter)는 금속 격자가 일정한 간격을 가지고 반복적으로 형성되어 있는 구조를 가진다. 과거의 금속 격자 크기는 마이크로미터 단위였으나, 최근에는 공정 기술의 발전으로 나노미터 단위의 금속 격자를 가지는 표면 탄성과 필터들이 제작되고 있다. 나노미터 크기의 소자가 제작됨에 따라 표면 탄성과 필터의 검사 도구로서 주사 전자 현미경(SEM) 또는 주사 탐침 현미경(SPM)과 같은 고 분해능의 측정 도구가 필요하게 되었다. SPM 중에서도 근접장 주사 광학 현미경(NSOM)은 시료의 표면 형상뿐만 아니라 근접장 이미지까지 동시에 측정할 수 있는 장점으로 유용한 도구로 인식되고 있다. NSOM의 광 측정 방식은 크게 수집 모드(collection mode), 반사 모드(reflection mode), 조명 모드(illumination mode)의 세 가지로 나뉜다. 본 연구에서는 수집 모드 방식과 반사 모드 방식의 NSOM 시스템을 모두 구축하여 나노미터 크기의 격자를 가지는 표면 탄성과 필터의 형상 및 광학적 이미지를 동시에 측정하였다.

구축된 NSOM 시스템은 shear-force 모드의 탐침 - 시료 간 거리 제어 방법을 사용하였으며, LabVIEW 프로그램과 고속 DAQ 보드를 이용한 디지털 주사 방식을 사용하였다. 측정에 사용한 표면 탄성과 필터는 Quartz 기판에 알루미늄 격자가 주기적으로 배열된 구조로 알루미늄 패턴의 폭은 600 nm이었으며, 패턴의 주기는 1400 nm, 격자의 높이는 70 nm이었다. 측정 범위는 $5 \times 5 \mu\text{m}$ 로 하였고 z축의 단위 이동 간격은 2 nm, 횡축의 단위 이동 간격은 50 nm로 하였다.

그림 1은 수집 모드 방식의 NSOM을 사용한 측정 결과이다. 수집 모드 방식에서는 백색광 LED를 광원으로 사용하였고, 표면 탄성과 필터의 표면에 형성된 근접장을 100 nm의 개구수(aperture)를 갖는 광섬유 탐침을 이용하여 직접 측정하였다. 측정된 빛은 강도가 매우 낮기 때문에 photomultiplier tube (PMT) 모듈과 연결하였다. 그림 2는 반사 모드 방식의 NSOM을 사용한 측정 결과이다. 반사 모드 방식에서는 광섬유 탐침의 끝단에 헬륨 네온 레이저의 빛을 입사시켜 100 nm의 개구수(aperture)를 갖는 탐침 끝을 초정밀 광원으로 이용하였고 시료 표면에서 반사되는 빛을 다중 모드 광섬유를 이용하여 측정하였다. 또한, 측정되는 빛의 강도가 낮은 문제를 해결하기 위해서 다중 모드 광섬유의 끝단을 photomultiplier tube (PMT) 모듈과 연결하였다.

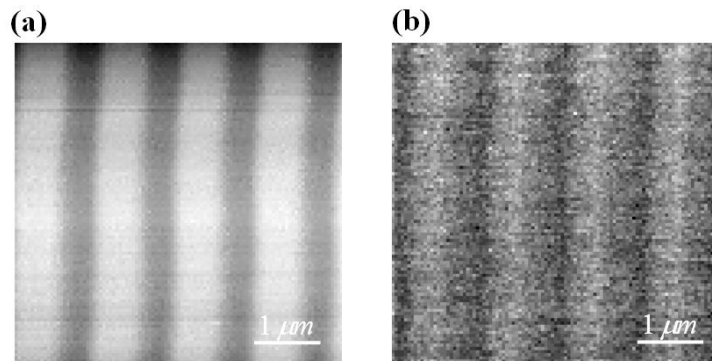


그림 1. 수집 모드 NSOM을 이용한 표면 탄성과 필터의 측정 결과, (a) 표면 형상 이미지, (b) NSOM 이미지

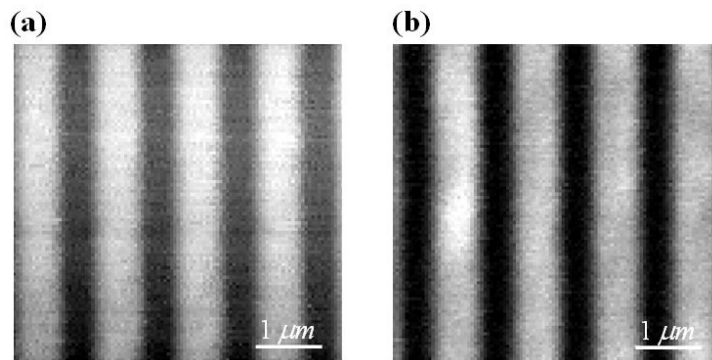


그림 2. 반사 모드 NSOM을 이용한 표면 탄성과 필터의 측정 결과, (a) 표면 형상 이미지, (b) NSOM 이미지

측정 결과의 표면 형상 이미지를 보면 패턴의 폭이 실제 크기보다 넓게 측정된 것을 확인할 수 있다. 이것은 패턴의 경계 부분을 주사할 때 광섬유 탐침의 끝 부분이 기판의 바닥 면까지 들어가지 못하기 때문에 생기는 문제이다. 또한, NSOM 이미지는 수집 모드 방식보다 반사 모드 방식일 때 더 좋은 결과가 나왔다. 수집 모드 NSOM은 광섬유 탐침을 이용하여 근접장을 직접 측정하므로 가장 정확하다고 할 수 있는 방식이지만 표면 탄성과 필터와 같은 반사율이 높은 금속 재질을 측정할 경우에는 적합하지 않았다. 반면에 반사 모드에서는 표면 탄성과 필터의 명확한 NSOM 이미지가 측정 되었다.

본 연구에서는 반사 모드의 NSOM 시스템을 구축하여 표면 탄성과 필터를 측정하였으며, 결과를 통해 표면 탄성과 필터의 구조 및 빛 광학적 특성을 확인할 수 있었다.

본 연구는 삼성전기-인하대 초정밀 검사 계측 연구센터(PIMC)와 집적형 광자 기술 연구센터(OPERA)의 지원에 의해 수행되었습니다.

Reference

1. 지원수, 장성준, 오범환, 박세근, 이일항, 이승걸, "Hybrid control method of Near-field Scanning Optical Microscope for characterization of optical waveguide devices," Journal of the Korean Physical Society, 제47권, 제96호, pp. s217~s221 (2005)