

나노 분해능 주사 기술을 이용한 광도파로의 근접장 모드 측정

Near-field mode profile measurement of waveguides using a nano-aperture scanning technique

육영춘, 박건욱, 박용우, 성낙현, 김덕영

광주과학기술원 정보통신공학과 초고속광통신 및 광측정 연구실

ycyouk@geguri.kjist.ac.kr

일반적으로 weakly guiding되는 waveguide의 mode field profile을 측정하기 위해서는 CCD 카메라와 imaging lens를 사용하여 field distribution을 측정한다. 하지만, 이러한 방법은 빛의 회절한계 현상 때문에 특수 광섬유에서 guiding되는 빛을 높은 분해능으로 측정 할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 빛의 회절현상을 극복하기 위해서는 빛이 회절 되기 전의 근접장 영역에서 mode field profile을 측정하는 방법이 필요하다⁽¹⁾. 본 논문에서는 광섬유 탐침을 이용하여 주기적으로 구멍이 있는 광섬유(photonic crystal fiber)에서 guiding되는 빛의 mode field profile을 측정하였다. 먼저, scanning 시스템에서 XY scanner 역할을 하는 PZT tube를 calibration 하기 위해서 PZT의 움직이는 두 축에 대해 각각의 간섭계를 구성하였다. 이 때 PZT가 움직이면서 두 개의 간섭계의 detector에서 검출되는 fringe pattern을 fitting하면 구동시킨 voltage에 대한 PZT의 움직이는 거리를 정확하게 측정할 수 있다⁽²⁾. 그림1은 PZT tube를 calibration하기 위한 setup 이다. PZT의 움직임을 알기 위해서 PZT 각각의 축에 대해 mirror를 수직하게 부착하였다. 그림2는 PZT tube의 움직임을 fitting한 결과이다. PZT의 물질 특성에 의해서 hysteresis curve가 나타남을 확인 할 수 있었다. 그림3은 실험에 사용한 PCF의 단면 사진이다. 광섬유의 core를 중심으로 5 layer의 air hole이 주기적으로 배열되어있음을 볼 수 있다. 그림4는 나노 분해능 주사 현미경의 setup이다. 광섬유에서 나오는 mode field profile을 측정하기 위해서, PZT tube에 광섬유 탐침을 부착하고 XY로 scanning하면서 PCF 단면에서 나오는 빛을 검출하였다. Source는 1550nm LD를 사용하였고 사용되어진 광섬유 탐침의 aperture 크기는 130nm이다. 광섬유 탐침은 chemical etching method를 사용하여 제조되었으며 탐침 주위에 evaporation 방법을 이용하여 금속 코팅하였다. XY scanning range는 $32\mu\text{m} \times 32\mu\text{m}$ 이다. 그림5, 6은 광섬유 탐침을 PCF 단면에 수직하게 접근시켜 가면서 측정한 mode field profile 이다. 그림5는 PCF와 광섬유 탐침사이의 거리가 수십 μm 일 때이고, 그림6은 near-field에서의 field distribution 측정 결과이다. 즉, far-field 영역으로 갈수록 PCF에서 나오는 빛이 photonic crystal 구조에 덜 영향을 받음을 알 수 있었다. 반면에, 근접장 영역에서는 빛이 회절현상에 영향을 받지 않으므로 광섬유의 core구조에 강하게 종속되어 진행하고 있음을 알 수 있었다. 앞으로 다양한 형태의 특수 광섬유의 연구에서 나노 분해능 주사 기술을 이용하여 광섬유의 다양한 특성들을 측정할 수 있을 것이다.

본 연구는 광주과학기술원 UFON의 ERC와 BK21 사업의 일부 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. E.J.Butler, K.A.Nugent, A.Roberts, P.D.Kearney, "Imaging of near-field diffraction patterns with sub-wavelength resolution in the optical region", SPIE Vol. 1556, 19-27 (1991).
2. 육영춘, 성낙현, 박용우, 김덕영, "광섬유 탐침을 이용한 광섬유 렌즈의 spot size 측정", Photonics Conference, 661-662 (2000).

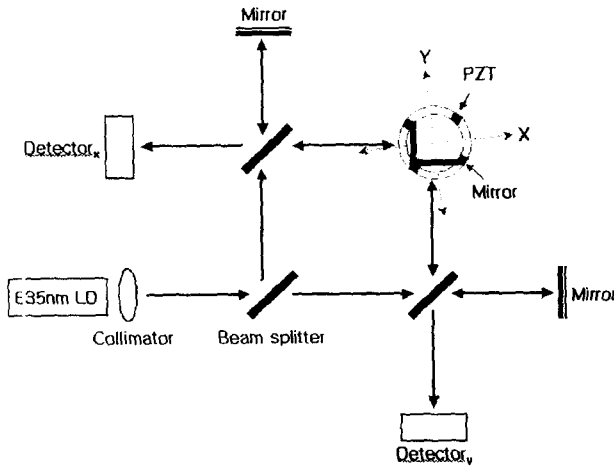


그림1. PZT tube calibration setup

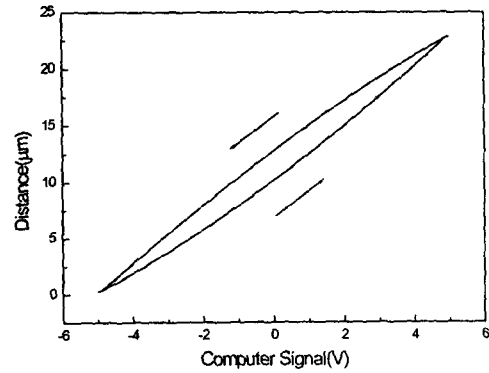


그림2. PZT tube hysteresis curve

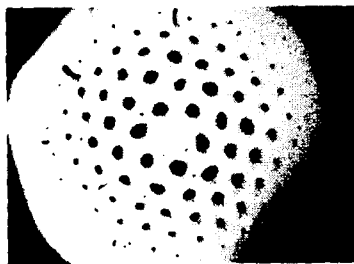


그림3. PCF microscope image

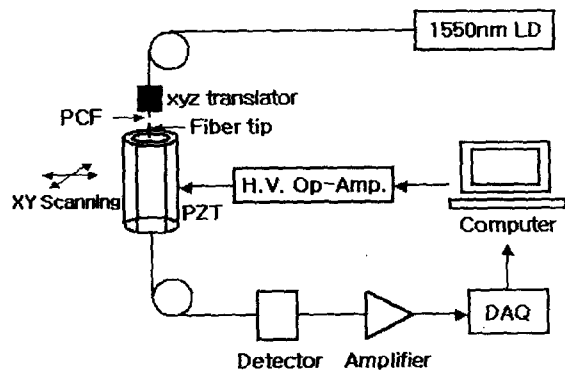


그림4. Experimental setup

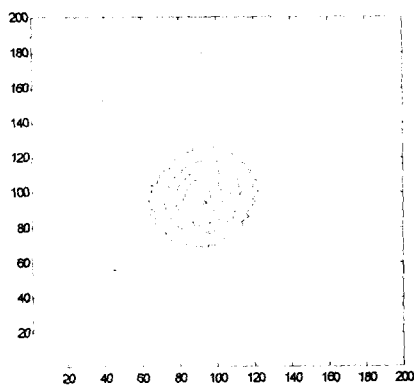


그림5. Far-field image

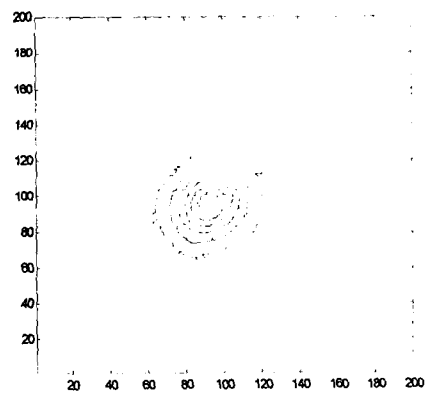


그림6. Near-field image