

광섬유 형태의 공초점 주사 현미경을 이용한 광섬유의 굴절률 측정

Refractive index measurement of an optical fiber by using a fiber-type confocal scanning optical microscope

조승범, 육영춘, 김덕영
 광주과학기술원 정보통신공학과
 sbcho@gist.ac.kr

광섬유의 굴절률 분포를 측정하는 방법에는 여러 가지 방법이 있다. 그중에 공초점 주사 현미경을 이용한 방법은 샘플 구조에 무관하게 삼차원적인 image profiling이 가능하므로 일반적인 광섬유뿐만 아니라 여러 가지 다양한 형태의 구조를 가지는 특수 광섬유의 굴절률을 측정할 수 있다는 장점이 있다⁽¹⁻²⁾. 본 논문에서는 기존의 광섬유 형태의 공초점주사현미경을 이용한 측정방법⁽³⁾을 가시광 영역에서 가능하게 함으로써 공간분해능의 향상과 높은 굴절률 분해능을 지닌 측정 시스템을 구현하였다.

그림1은 본 연구에 사용된 공초점 주사 현미경의 시스템 셋업이다. 샘플 단면의 굴절률 분포에 따른 반사율을 측정하면 굴절률 분포를 알 수 있으므로, 측정 중에는 샘플 단면이 항상 렌즈의 초점 거리에 위치해야 한다. 샘플이 렌즈의 초점 거리에 위치하게 될 때 반사되는 파워가 가장 크게 되므로 샘플을 고속으로 움직이게 하기 위하여 PZT를 사용하였다.

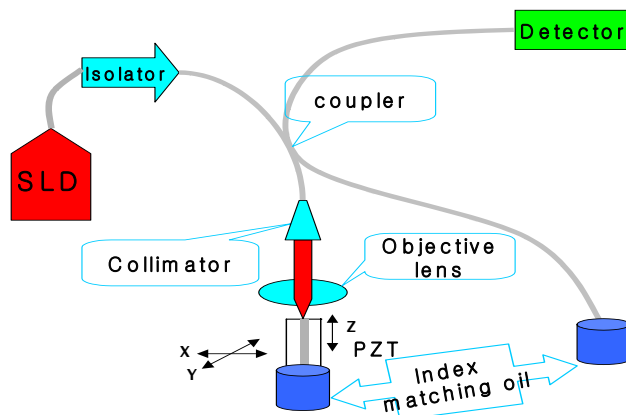


그림1. System schematic diagram

샘플의 transverse 방향으로 scanning 하면서 각각의 위치에서 axial 방향으로 샘플을 상하로 움직인다. 샘플을 상하로 움직이는 동안에 파워가 최대치인 값들을 얻으면 그 평면의 반사율을 얻게 되고, 이를 Fresnel equation을 사용하면 샘플단면의 굴절률 분포를 알 수 있다.

본 연구의 시스템 셋업을 보면 collimator까지는 모두 광섬유를 이용하였다. 그리하여 시스템의 정렬의

안정성을 유지할 수 있다. 사용한 source는 680nm의 SLED를 이용하였고, source로의 빛의 반입을 막기 위해 isolator를 이용하였다. coupler를 이용하여 샘플로 빛을 도파하고 역시 샘플에서 반사된 빛을 도파하여 detector system을 이용하여 반사된 빛의 파워를 측정 한다. 일반적인 pinhole 시스템을 대신하여 collimator에 연결되어 있는 광섬유의 끝 단면의 core를 pinhole로 이용하였다. 시스템에 이용된 광섬유들은 모두 visible SMF를 이용하였다. 그림2는 MMF의 굴절률 분포를 측정한 것이다. 샘플의 transverse 방향으로 stepper motor를 이용하여 1 μ m 단위로 이동시키고 axial 방향으로 PZT를 이용하여 움직이면서 공초점 조건을 만족하는 값을 취하였다. scan 범위는 200 μ m이고 1 μ m간격으로 측정하였다.

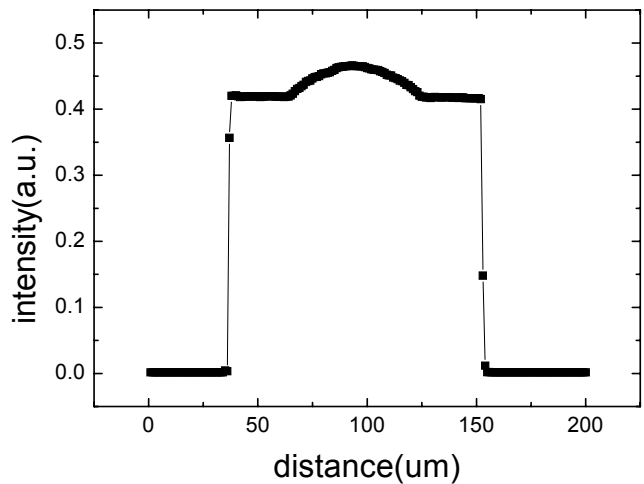


그림 2. MMF의 굴절률 분포 측정

본 논문에서는 광섬유 형태의 공초점주사현미경을 구성하여 광섬유와 같이 낮은 굴절률 차이를 지닌 샘플의 굴절률 차이를 정확하게 측정할 수 있는 시스템을 구현하였다. 680nm의 광원을 사용함으로써 고분해능의 굴절률 측정을 가능하게 하였을 뿐만 아니라 광섬유 형태의 측정시스템으로써 시스템의 안정화에도 기여하였다.

Acknowledgement

This work was supported by Creative Research Initiatives (3D Nano Optical Imaging Systems Research Group) of MOST/KOSEF.

참고문헌

1. 육영춘, 김덕영, “공초점주사현미경을 이용한 광섬유의 굴절률 측정,” Photonics Conference FP53 (2004).
2. Y. Youk, D. Y. Kim, "A simple reflection-type two-dimensional refractive index profile measurement technique for optical waveguides," Optics Communications **262**, 206-210(2006).
3. Yongwoo Park, Nak Hyun Seong, Youngchun Youk, and Dug Young Kim, "Simple Scanning Fibre-Optic Confocal Microscopy for the Refractive Index Profile Measurement of an Optical Fibre," Measurement Science and Technology **13**, 695-699 (2002).