

# 공초점 현미경을 이용한 광민감성 광섬유의 굴절률 변화 측정

## Refractive index change measurement of photosensitive optical fibers by using a confocal microscope

조승범, 문대승, 육영춘, 정영주, 김덕영

광주과학기술원 정보통신공학과

sbcho@gist.ac.kr

광민감성 광섬유는 자외선에 민감하게 반응하여 core 와 cladding 의 굴절률 차이가 커지는 특성 때문에 광섬유 격자에 많이 사용된다. 그리고 광민감성에 의한 굴절률 차이를 측정하기위한 많은 방법들이 제시되어 왔고 일반적인 측정 방법으로는 Bragg 격자 방법과 간섭계를 이용한 방법들이 있다. 그러나 이 방법들은 광섬유의 일차원적인 유효 굴절률만 알아낼 수 있다 <sup>(1)</sup>. 한편, 공초점주사현미경을 이용한 측정 방법은 샘플 구조에 무관하게 삼차원적인 이미지 분포화가 가능하므로 횡단면의 굴절률 분포를 측정 할 수 있다 <sup>(2)</sup>. 본 논문에서는 자외선에 조사된 광민감성 광섬유의 굴절률 변화의 분포를 측정하기 위하여 개선된 광섬유 형태의 공초점주사현미경을 이용한 측정방법을 제시한다.

그림1은 본 연구에 사용된 개선된 공초점주사현미경의 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 사용했다.

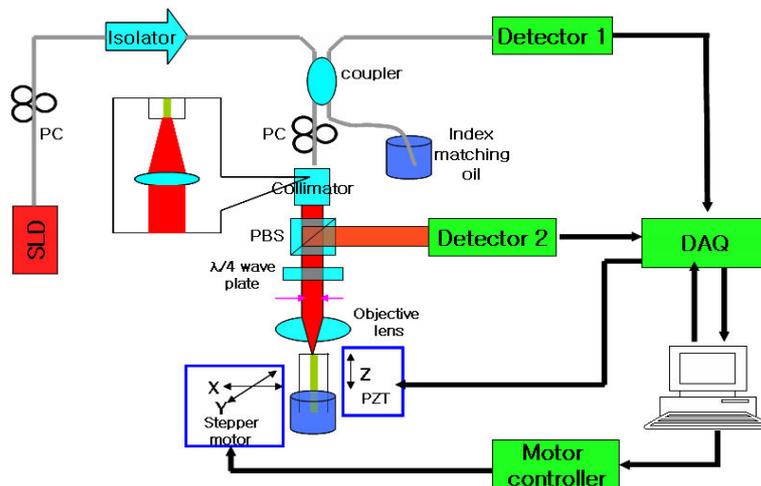


그림1. System schematic diagram

샘플의 횡단면 방향으로 scanning 하면서 각각의 위치에서 축 방향으로 샘플을 상하로 움직이고 그 동안에 파워가 최대치인 값들을 얻으면 그 평면의 반사율을 얻게 된다. 이를 Fresnel equation을 사용하면 샘플단면의 굴절률 분포를 알 수 있다. 공초점주사현미경의 일반적인 pinhole 시스템을 대신하여 collimator에 연결되어 있는 광섬유의 끝 단면의 core를 pinhole로 이용하였다 <sup>(3)</sup>.

본 연구에서는 680 nm의 super-luminescent diode (SLD)를 광원으로 이용하였고, 광원으로부터의 빛의 반입을 막기 위해 isolator를 이용하였다. coupler를 이용하여 샘플로 빛을 도파하고 샘플에서 반사된 빛을 polarization beam splitter (PBS)를 이용하여 두 갈래로 나눈다. 그중 하나는 광섬유 pinhole을 통과하고 detector 1을 이용하여 공초점 순간을 잡아낸다. 나머지 하나의 빛은 detector 2로 들어가게 되고 detector 1이 공초점 순간 일 때의 파워가 측정된다. 결국 detector 1과 동기화 되어있는 detector 2에서의 얻어진 값들로 굴절률 분포를 얻게 된다.

그림2(좌)는 자외선에 조사된 광민감성 광섬유와 조사되지 않은 같은 종류의 광섬유의 굴절률의 분포를 횡단 방향에 대하여 나타낸 것이다. 그림2(우)는 그림2(좌)에 나타난 두 그래프의 차이를 나타낸 그래프이다. 그림에서 core부분의 굴절률이 자외선에 민감하게 반응하여 증가하게된 것을 확인 할 수 있다. 결과적으로, 광민감성 광섬유의 횡단 방향에 대한 굴절률 변화의 분포를 알 수 있다. scanning 범위는 50  $\mu\text{m}$ 이고 scanning 간격은 500 nm이다. 샘플들은 측정 전에 100 bar의 압력, 100°C의 온도에서 72시간 동안 수소로딩 처리를 하였다.

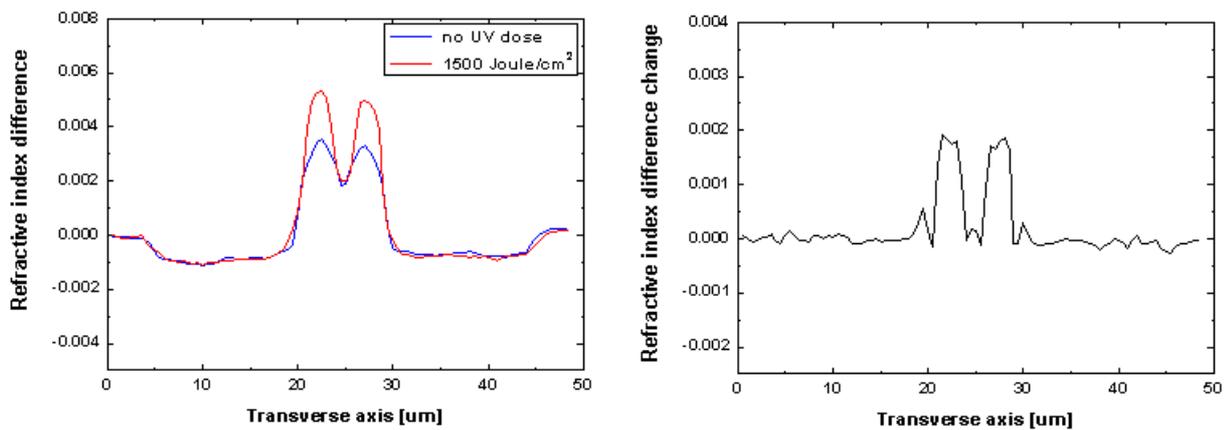


그림 2: (좌)자외선 조사에 따른 굴절률 분포, (우)자외선 조사량에 대한 굴절률 변화량

본 논문에서는 자외선에 조사된 광민감성 광섬유에 대해 일차원적인 유효율 변화만 측정하던 기존의 방법들과는 달리 개선된 광섬유 형태의 공초점주사현미경을 구성하여 광민감성 광섬유의 횡단면에 대한 굴절률 변화의 분포를 측정할 수 있었다. 그러므로 자외선에 조사된 광민감성 광섬유에 대해 더 많은 정보를 제공함으로써 더 나은 광민감성 광섬유의 제작에 많은 기여를 할 수 있다.

Acknowledgement

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

참고문헌

1. Pieter L. Swart, et al, "Experimental study of the photosensitivity of optical fiber," Proc. SPIE **4904**, 289-296(2002).
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. 조승범, 옥영춘, 김덕영, "광섬유 형태의 공초점 주사 현미경을 이용한 광섬유의 굴절률 측정," The Optical Society of Korea Summer Meeting TP-V23(2006).