

Optical Fiber의 근접장 세기 측정을 통한 굴절율 분포 분석 Analysis of the refractive index profile with measured near-field intensity in optical fiber

이재광, 정성곤, 송기봉, 조규만

서강대학교 물리학과

thomas@physics.sogang.ac.kr

최근 근접장 광학 현미경 (Near-field Scanning Optical Microscopy)⁽¹⁾은 빛의 회절한계를 극복하여 probe 빛의 파장보다 더 작은 표면 구조를 분석할 수 있게 되었다. 또한 near-field PL을 통하여 다중양자우물, 양자세션 및 양자점의 광학적 이미지를 약 200nm의 분해능으로 측정하였으며 그 이하의 분해능에 대해 활발히 연구 되고 있다.⁽²⁾ 한편 near field PL(Photo Luminescence)측정을 비롯하여 리소그라피(lithography)등과 같은 분야에서 높은 분해능을 유지하면서 광학적 이미지를 얻기위하여 탐침 내 도파되는 여기광의 세기를 높이는 여러 시도들이 있어왔다. 그 시도들 중에서 측정하는 광섬유 탐침의 기하학적인 모양을 변화시켜 주는 연구가 진행되어 왔다.⁽³⁾ 한편 광섬유 탐침의 기하학적 구조 변화뿐 아니라 광섬유 탐침 제조시 내부 물질 분포가 변화를 가져올 수 있으며 이러한 변화는 광섬유 탐침 내부 도파로의 광학적 성질의 변화를 야기 시킬 수 있다. 이 탐침의 기하학적 구조 변화 및 광학적 성질의 변화는 도파 손실을 가져올 수 있기 때문에 탐침 내 빛의 도파 과정에서 전자기장의 전파 과정을 자세히 분석하여 광학적 성질을 구할 필요가 있다.

본 연구에서는 광섬유 끝단에서 도파되어 나오는 빛의 근접장 세기를 측정함으로써 광섬유의 굴절율 분포를 측정하였다.

LIA : lockin amplifier DM : dichroic mirror
OSA : optical spectrum analyser CH : optical chopper

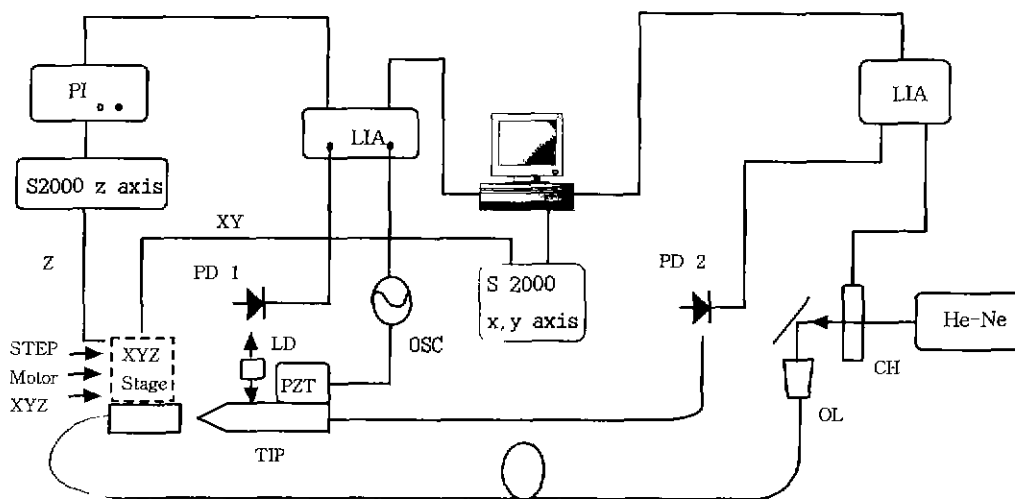


그림 1. 실험 장치도

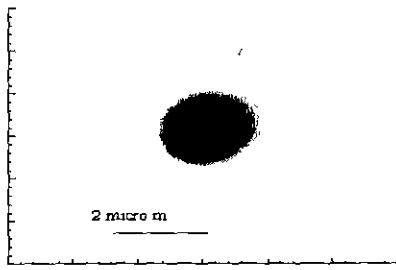


그림 2. 632.8nm에서 단일 모드인 광섬유 끝단의 근접장의 세기 분포.

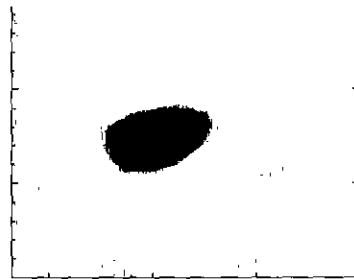
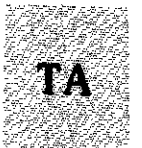


그림 3. 그림 2의 광섬유의 굴절을 분포

근접장 세기의 측정은 NSOM을 통해서 측정하였고⁽⁴⁾ Maxwell 방정식을 이용하여 굴절을 구하였다. 광섬유는 6328Å용 단일모드 광섬유를 사용하였고 굴절을 분포는 step index profile을 가진다. 그림 1은 NSOM 장치에 본 실험에 사용된 광섬유에 빛을 도파 시켜 빛의 세기를 측정한 실험장치이다. 본 실험에 사용된 NSOM은 반도체 레이저의 optical feedback을 이용하여 시료와 광섬유 탐침과의 거리를 유지하였다. 거리유지는 수십nm로 유지되어 근접장 세기를 광섬유 탐침을 통해서 얻게된다. 사용된 광섬유 탐침의 끝단은 약 100nm이며 uncoated optical fiber tip 이다. 측정된 근접장에서 전기장의 세기는 그림 2와 같이 측정되었고 가우시안 근사를 통해 구한 광섬유 코어 크기는 4.13 μm 이다. 그림 3은 실험을 통해서 얻은 전기장의 세기를 Maxwell 방정식에 적용하여 구한 광섬유의 굴절을 분포를 보여준다.⁽⁵⁾

현재까지 주로 도파로의 굴절을 분포 측정은 CCD camera를 이용한 실험이 다수 있어왔다. 그러나 본 실험에서는 근접장을 NSOM을 이용하여 측정함으로써 거리유지가 수십nm 되어 근접장 세기를 회절에 따른 변화 없이 측정하여 굴절을 구할 수 있었다.



REFERENCE

- [1] E. Betzig and Jay K. Trautman, SCIENCE 257, 189 (1992)
- [2] Y. Toda, M. Kourogí, M. Ohtsu, Y. Nagamune, and Y. Arakawa, Appl. Phys. Lett. 69, 827 (1997)
- [3] 大律元一, 応用物理 65, 2 (1996)
- [4] K. B. Song, J. E. Bae, K. Cho, S.Y. Yim and S.H. Park, Appl. Phys. Lett. (1998, accepted for publication)
- [5] G. L. Yip, P. C. Noutsios, and L. Chen, Appl. Opt. 35, 2060 (1996)