

주사형 광탐침 헤테로다인 간섭계를 이용한

미세광학소자 광파 분포 측정

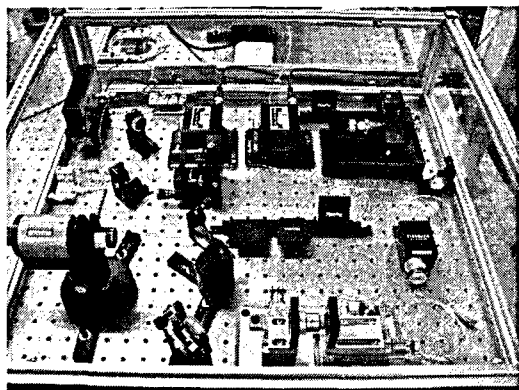
Optical Heterodyne Scanning Microinterferometry for
Optical Field Characterization in Micro-Optic Components

이재용, 이윤우, 이은성*, 한재원**

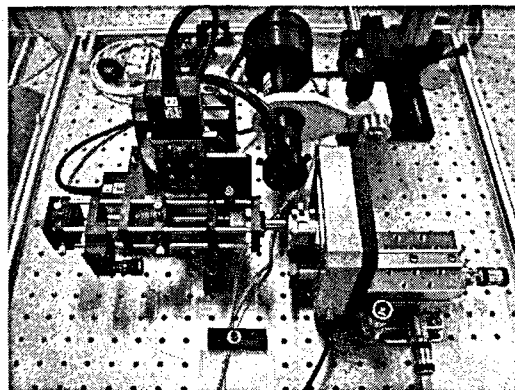
한국표준과학연구원 광기술표준부, *인제대학교 광공학과, **연세대학교 기계공학부

e-mail: jaeyong@kriss.re.kr

최근 미세광학 (micro-optics)과 나노포토닉스 (nano-photonics)를 기반으로 하는 첨단 광기술 및 광산업 분야에 대규모 연구개발 투자가 이루어지고 있어서, 관련된 정밀광학 부품 및 소자의 광 특성 측정에 대한 필요성이 크게 대두되고 있다.⁽¹⁾ 특히, 성능 한계에 다다르고 있는 고분해능 현미경, 광 리소래피, 광 정보저장 기기의 핵심 광학부품과 더불어 광 정보/통신 분야에서 사용되는 광 도파로 소자, 집적광학 소자, 회절광학 소자 등 비결상 미세광학부품에 대한 신뢰성 있는 평가기술은 이미 시급히 요구되는 시점에 있다. 차세대 포토닉스 소자로 주목받고 있는 다양한 능동/수동 광소자들도 광자결정, 근접장 광학, 표면 플라즈몬 효과, 준파장 광학 구조물 등을 이용하고자 하므로, 근접장 및 나노광학 현상에 대한 명확한 해석과 효과적인 설계를 위해서는 새로운 개념의 광 측정기술이 뒷받침되어야 한다.



(a)



(b)

Fig. 1. Photographs of the experimental setup of a optical heterodyne scanning fiber microinterferometer. (a) An optical heterodyne interferometer configuration is combined with (b) a 2-D scanning nano-aperture fiber probe setup.



미세광학소자에 대한 광 특성 측정은 원리 상 종래의 결상광학부품 평가기술과 비교해 높은 공간 분해능, 정밀한 광파 위상 측정, 적절한 신호대 잡음비, 미세부품에 대한 접근성을 확보해야 한다.⁽²⁾

이를 위해 본 연구에서는 그림 1에서 보는 바와 같이, 광 파장 이하의 공간 분해능 (< 100 nm)을 제공하는 주사형 광섬유 탐침 현미경과⁽³⁾ 신호대 잡음비가 우수한 광 위상 측정이 가능한 헤테로다인 간섭계를 결합한 측정장치를 구성하였다. 주사형 광탐침 헤테로다인 간섭계는^(4,5) 광탐침을 통해 측정점에서 수집된 광파와 기준 광파 사이에 발생한 간섭 신호로부터 미세광학소자 광파의 복소 진폭 (complex amplitude)을 측정함으로써 대상물의 구조와 형태, 그리고 광학적 특성을 분석할 수 있으며, 다양한 미세광학소자의 고유 기능과 동작 환경에 적합한 광 펌핑 및 결합이 가능하도록 시료 이송, 탐침 제어, 집광 방식에 유연성이 고려되었다. 그림 2는 광섬유 결합용 비구면 렌즈에 대한 측정예로서, 렌즈 초점공간에 형성된 마이크로미터 이하 직경을 갖는 집속빔 광파 공간 분포를 보여준다.

현재 633 nm 가시광과 1550 nm 광통신 파장대역의 광학소자에 대한 원거리장 / 근접장 광파 측정이 가능하도록 측정장치를 개선 중에 있으며, 고배율 현미경 대물렌즈, 비구면 미세 렌즈, 광자결정 소자, 광 밴드갭 광섬유, 회절 광학소자 등의 미세광학소자 측정 평가에 이용될 예정이다.

참고문헌

1. M. Ohtsu, *Near-Field Nano/Atom Optics and Technology* (Springer-Verlag, Tokyo, 1998).
2. M. L. M. Balistreri, H. Gersen, J. P.Kortarik, L. Kuuiper, and N. F. van Hulst, *Science* **294**, 1080 (2001).
3. J. N. Walford, K. A. Nugent, A. Roberts, and R. E. Scholten, *Appl. Opt.* **38**, 3508 (1999).
4. P. L. Phillips, J. C. Knight, J. M. Pottage, G. Kakarantzas, and P. St. J. Russell, *Appl. Phys. Lett.* **76**, 541 (2000).
5. A. Nesci, R. Dandliker, and H. P. Herzig, *Opt. Lett.* **26**, 208 (2001).

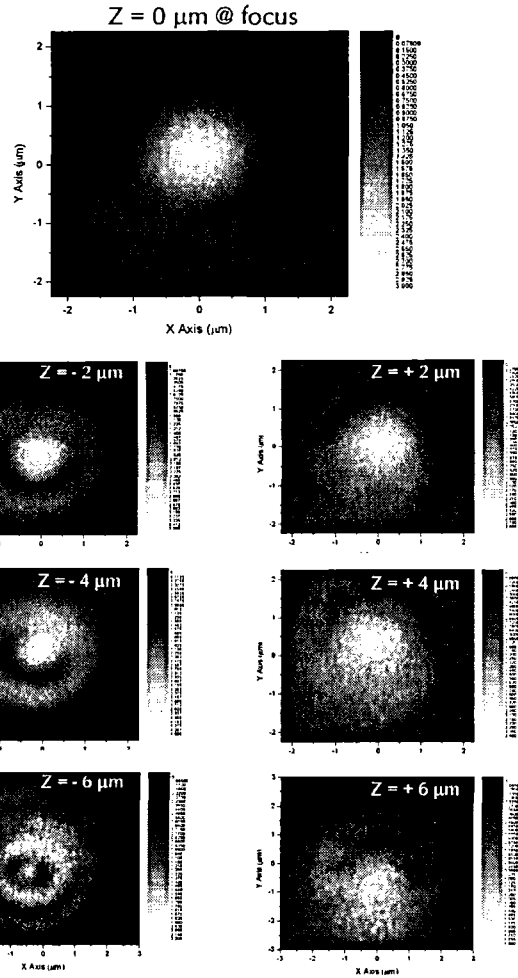


Fig. 2. 2-D spatial amplitude distributions of the focal field of an aspheric lens (f 4.5 mm, 0.5 N.A.) depending on the magnitude and the direction of defocus. The focus is assumed to be located at the axial position where the beam diameter is minimum.