

## 근접장 주사광학현미경을 이용한 자체집광현상에 관한 연구

### Investigation of self-focusing effect using near field scanning optical microscope

유장훈, 임상엽, 양재석, 이현호, 주홍렬, 박승한  
연세대학교 물리학과  
[john2000@hanmir.com](mailto:john2000@hanmir.com)

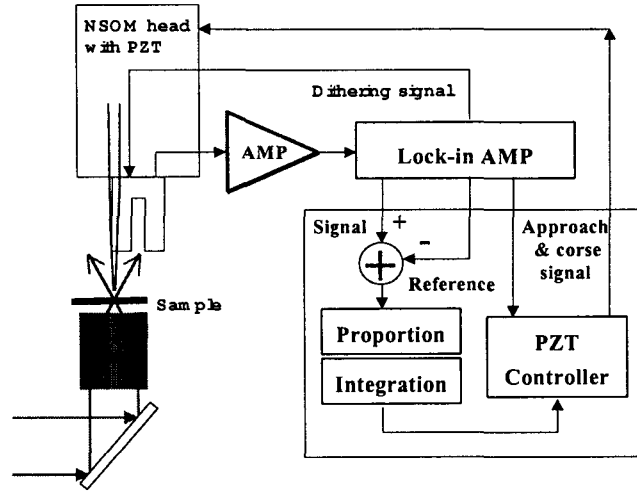
이범구  
서강대학교 물리학과

물질에 큰 전기장을 가하였을 때 그 물질의 전기 감수율이 선형이 아닌 비선형관계를 갖게 되는데, 이로 인하여 선형계에서는 볼 수 없는 여러 가지 특이한 현상들이 관측된다. 이러한 비선형적인 현상 중에서 자체집광현상은 Gaussian세기 분포를 가지는 빛을 매질에 통과시켰을 때 시료가 얇은 렌즈처럼 작용하는 것으로 설명할 수 있다. 비선형 효과에 의하여 레이저빔이 본래의 특성과 달라질 수 있고 빔의 심각한 변형을 일어난다. 또한 비선형 광학에서 3차 전기 감수율이 변화하면 굴절율과 흡수율이 변화하고 이러한 값은 물질에 따라 달라질 수 있다.

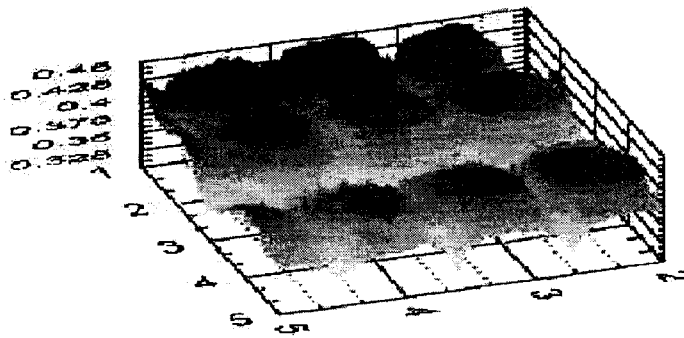
최근 HD-DVD와 같은 고밀도 광기록에 이러한 비선형 효과를 이용하려는 연구가 진행 중이며 여러 가지 물질에서의 자체집광에 의한 빔의 크기 감소현상을 관측한 보고가 있었다[1]. 그러나 이러한 자체집광현상은 광스폿에 심각한 변형을 초래하여 실제의 광기록 장치에 사용될 수 없게 된다. 따라서 0.05 $\lambda$  rms 이하의 수차 정밀도를 요구하는 광기록 장치에 사용하기 위해서는 기록 및 재생시에 사용되는 광스폿의 전체적인 수차를 사용가능한 수준으로 감소시켜야 한다. 이를 위해서는 비선형효과에 의해서 발생하는 파면의 변형을 측정하고 분석하는 연구가 요구되고 있으며 나아가 스폿의 변형을 복원하는 기술 또한 필요하다.

본 연구에서는 자체집광에 의한 파면의 변형 및 집광된 스폿을 관측하기 위하여 근접장 주사광학현미경 및 10,000배 이상의 고배율 광학현미경을 구성하고 관측된 결과를 분석하였다. 근접장 주사광학현미경은 lock-in-amp를 통한 3차원 구동이 가능한 PZT tube를 제어하였다. 거리제어 신호로는 fiber probe를 부착한 tuning fork에서 feedback되는 공명을 이용하였다. 이때 tuning fork을 진동시키는 Dithering PZT의 형태를 변형하여 tuning fork의 공명진동 특성을 개선하고 위치제어신호의 감도를 증가시켰다. 그림 1은 제작한 NSOM과 이를 이용하여 측정된 샘플의 형상을 보여준다. 자체집광 현상을 일으키기 위하여 서로 다른 두께의 비선형 물질( $As_2S_3$ )을 시편에 코팅하고 NA 0.6의 대물렌즈로 레이저광을 집광시켰다. 이때 집광 스폿을 여러 형태의 핀홀 및 Si-probe aperture를 통과시키고 광학적인 align 조건에 영향을 받지 않도록 하였다. 그림2는 고배율의 현미경장치를 구성하여 관측한 aperture없는 집광스폿과 Si-probe aperture에서의 집광스폿을 보여준다.

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(M1-0203-00-0082) 지원을 받아 수행되었음.



(a)



(b)

그림 1. NSOM setup(a)과 NSOM(b)으로 측정 한 형상(3.0x5.0um)



그림 2. Aperture가 없는 시편과 Si-probe Aperture가 있는 시편에서의 점광스폿의 고배율 현미경 측정사진

[1]. K.B.Song, J.K.Lee, J.H.Kim, K.M.Cho "Direct observation of self-focusing with subdiffraction limited resolution using near field scanning optical microscope" Physical review letters, 30., Oct., 2000.  
 [2]. Betzig, E., Finn, P. L., and Weiner, J. S., Appl. Phys. Lett. 60, 2484 (1992).