

비선형 박막에서 근접장 광현상에 관한 이론적 연구

Near-Field FDTD Simulation
of Nonlinear Thin Film Structure

이현호, 채규민, 유장훈, 임상엽, 박승한
연세대학교 물리학과
lhho@phya.yonsei.ac.kr

현재까지 많은 자체집광(self-focusing)현상대한 많은 실험적인 연구⁽¹⁾⁽²⁾와 이론적인 연구⁽³⁾⁽⁴⁾가 있어왔다. 이 대표적인 광학적 비선형 현상중 하나인 자체집광현상은 물질의 종류나 구조에 따라 여러 가지 형태로 나타난다. 특히, 근래들어 비선형 박막에서 일어나는 자체집광 현상을 근접장(near-field)영역에서 관측한 실험이 있어왔다.⁽¹⁾⁽²⁾ 회절한계이하의 빔 크기를 형성시키기 위하여 자체집광현상을 이용하려는 이러한 연구는 광 메모리와 같은 응용분야에 효과적으로 응용되리라 예상된다.

본 연구에서는 얇은 박막에서 일어나는 nonlinear 현상을 이론적으로 연구하였다. nonlinear 자체집광 현상을 Finite-Difference Time-Domain(FDTD)를 이용하여 예측하고자 하였으며 입사빔의 편광 방향과 박막에서의 다중 반사에 의해 박막 근처의 근접장 영역에서 비대칭적인 광분포가 발생함을 확인하였다.

그림 2의 intensity 분포결과는 328nm 두께의 As_2S_3 film에 $2\mu m$ 크기의 가우시안 빔을 입사시켰을때 박막을 통과한 후의 필름 표면에서의 Intensity 분포를 simulation한 것이다. 근접장영역에서 비대칭적이고 매우 작은 intensity 분포 크기를 보여주고 있다.

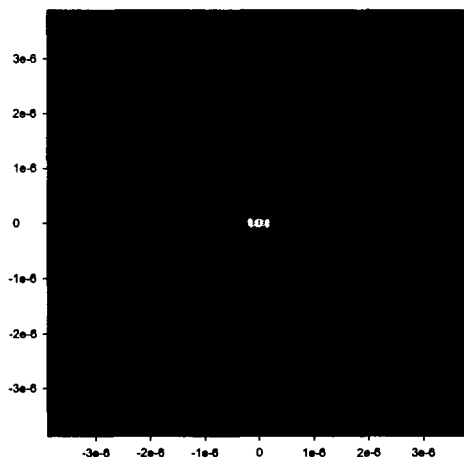


그림 1. FDTD simulation 결과: nonlinear film 표면에서 intensity 분포

이러한 결과는 박막에서 일어나는 다중반사와 편광에 의한 결과에서 보인다. 또한 이러한 현상은 다

중반사에 의한 영향이 크므로 박막의 두께나 빛의 파장에 따라 다른 결과를 보인다.

다중반사조건과 비선형 굴절률 변화의한 효과에의해 비선형 박막에서는 선형적인 박막에서와는 다른 다중반사조건이 나타남을 알수 있었다. 박막에서 자체집광 현상에 영향을 줄 수 있는 요소는 각각 박막의 두께, 파장, 빔 세기 분포등을 들 수 있으며, 이러한 요소는 자체집광에 의한 최소 빔 크기와 형태에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 비선형 박막에서 FDTD simulation을 통해 그접장에서 일어나는 intensity 분포들이 매우 짧은 시간내에서 변화하다가 수렴함을 보았다. 이러한 현상들의 이해와 응용을 통하여 근접장에서 효과으로 공간적으로 국한된 intensity 분포를 형성 시킬수 있을 것이다. 이러한 연구를 통해 박막에서 일어나는 자체집광현상의 이해와 효율적인 응용방법을 찾을 수 있으리라 생각된다.

1. K.B. Song, J. Lee, J.H.Kim, and K. Choi, Phys. Rev. Lett. 85, 3842 (2000).
2. Y. Choi, J.H. Park, M.R. Kim and W. Jhe, B. Rhee, Appl. Phys. Lett. 78, 856 (2001).
3. M.D. Feit and J.A. Fleck, Jr., J. Opt. Soc. Am, B 5, 633 (1988).
4. Gadi Fibich, Phys. Rev. Lett. 76, 4356 (1996).