

비선형 박막의 광 자체집광에 관한 이론적 연구

Simulation of Self-focusing Phenomena in Nonlinear Thin Film Structure

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

자체집광(self-focusing)현상은 대표적인 광학적 비선형 현상중 하나로서, 이를 이용하여 비선형성을 측정하는 연구가 이루어져 왔으며, 근래에는 회절한계이하의 빔 크기를 형성시키기 위하여 자체집광현상을 이용하는 연구가 있어왔다. 이러한 현상에 대해 실험적인 연구⁽¹⁾⁽²⁾와 이론적인 연구⁽³⁾⁽⁴⁾가 병행되어 이루어져 왔고, 본 연구에서 다루고자 하는 부분인 이론적인 연구는 주로 non-paraxial BPM을 이용한 연구가 있어왔다.

본 연구에서는 얇은 박막에서 일어나는 자체집광 현상에 대해 연구하였다. 박막에서 일어나는 자체집광 현상에 대해 Finite-Difference Time-Domain(FDTD)를 이용하여 일어나는 현상을 예측하고자 하였다. 특히, 박막에서는 다중 반사가 자체 집광에 많은 영향을 주므로 BPM 방법을 통해서서는 효과적인 결과를 얻기 어려우므로 FDTD 방법을 이용하였다.

아래의 simulation 결과는 일정한 조건에서 박막의 두께에 따라 박막을 통과한 후의 빔 spot의 최소 크기를 나타내고 있다. 결과에서 보이는 것처럼 두께에 따라 나타나는 현상은 박막에서 나타나는 다중 반사에 의한 영향으로 보인다.

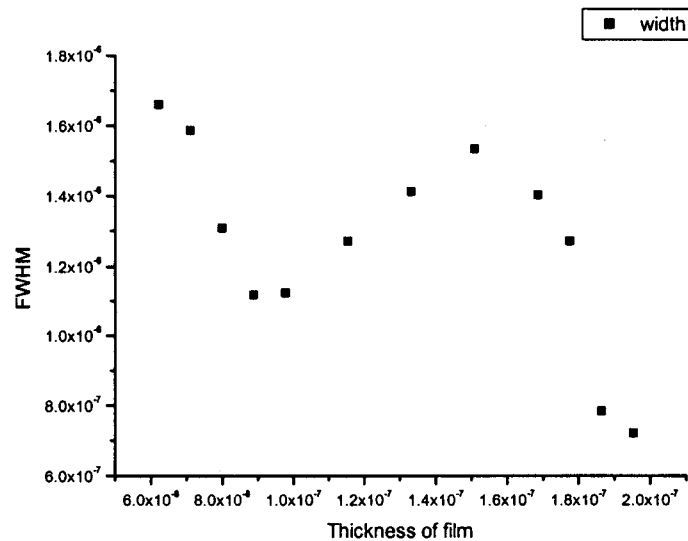


그림. 박막 두께에 따른 최소 빔폭의 크기

위의 simulation은 2차원에서 이루어 졌고, As₂S₃ 박막에 대해 입력 파장은 633nm, 입력 빔폭은 1.66 μ m로 계산되었다.

이와 같은 주기적인 변화는 다중반사와 비선형 굴절률 변화를 고려한 계산을 통해 예측할 수 있었으며, 이를 이용하여 자체집광현상에서 효과적인 위상지연 분포를 생성시킬 수 있는 방법을 알 수 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. 이론적인 simulation을 통해, 이러한 요소를 효과적으로 조절한다면 최소 spot 크기나 형성 위치를 적절히 조절 할 수 있음을 알 수 있었다. 이러한 연구를 통해 박막에서 일어나는 자체 집광현상의 효율적인 접근방법을 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).