

비대칭 금속 이중 나노 슬릿에 의한 간섭에 관한 연구

Interference of asymmetric nano-metallic double slits

김재혁, 김대근, 김경환, 박승한

연세대학교 물리학과

keilight@yonsei.ac.kr

최근들어 주기적으로 배치된 개구에 의해서 빛의 투과도가 비정상적으로 증가할 수 있다는 실험결과가 발표된 이후 나노 슬릿이나 나노 aperture에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾ 기존의 연구에서는 하나의 나노 슬릿이나 슬릿의 주기적인 배열에 의한 효과들에 대한 연구가 진행되었으나, 본 연구에서는 개구의 크기가 다른 두 개의 슬릿에서 일어나는 효과에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 2차원 Finite Difference Time Domain(FDTD) 시뮬레이션을 이용하여 그림 1과 같이 개구 크기가 각각 50nm, 25nm이고, 두께가 200nm인 금속 나노 슬릿 구조에서 발생하는 다양한 현상을 연구하였다. 슬릿의 두께가 얇지 않은 경우, 경계조건에 의하여 z 방향 편광(TMz mode)은 슬릿을 거의 통과하지 못하기 때문에 y 방향 편광(TEz mode)의 빛에 대한 시뮬레이션을 진행하였다.

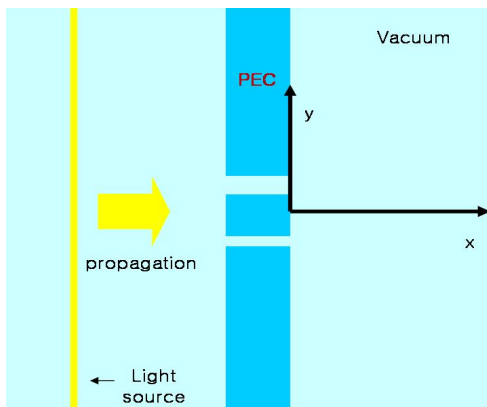


그림 1. 시뮬레이션 공간 구성

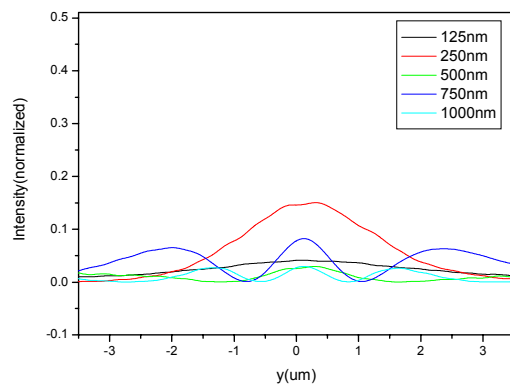


그림 2. 슬릿 간격 변화에 따른 Far field 변화

시뮬레이션은 슬릿 사이의 간격을 변화시켜가며 진행되었다. 원거리장 영역에서는 그림 2와 같이 슬릿의 간격이 늘어나면서 간섭 무늬가 변화함을 관찰할 수 있다. 근접장 영역의 경우, 그림 3과 같이 원거리장 영역에서는 볼 수 없었던 슬릿 근처의 근접장 영역에서 발생하는 evanescent wave에 의한 간섭 무늬를 관찰할 수 있다. 비대칭 금속 나노 슬릿에서도 대칭형의 금속 나노 슬릿에서 보이는 것과 마찬가지로⁽⁵⁾ 근접장과 원거리장에서 나타나는 간섭 패턴이 다른 것을 확인할 수 있었다. 대칭형 금속 나노 슬릿에서와 같이 비대칭형 금속 나노 슬릿도 근접장에 의한 간섭 무늬와 원거리장에 의한 간섭 무늬가

구분되는 경계면이 존재하게 되며, 이 경계면과 금속 표면의 거리도 대칭형 나노 슬릿과 같이 슬릿간의 거리에 따라 증가함을 알 수 있었다.

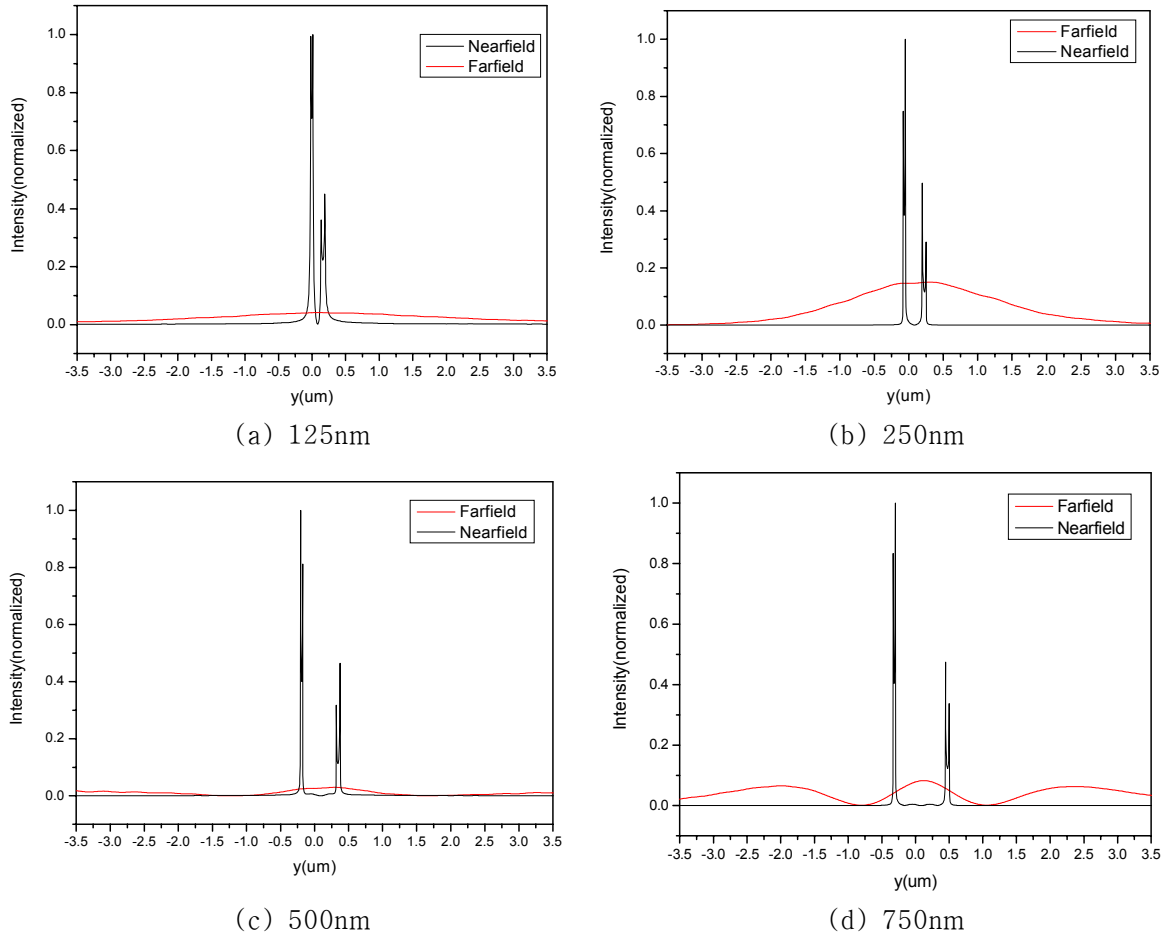


그림 3. 슬릿 간격 변화에 따른 근접장과 원거리장의 세기 변화

1. T. W. Ebbesen, H. J. Lezec, H. F. Ghaemi, T. Thio, Nature 391, 667–669 (1998)
2. H. J. Lezec, A. Degiron, E. Devaux, R. A. Linke, L. Martin-Moreno, F. J. Garcia-Vidal, T. W. Ebbesen, Science 297, 820–822 (2002).
3. J. O. Tegenfeldt, O. Bakajin, C. F. Chou, S. S. Chan, R. Austin, W. Fann, L. Liou, E. Chan, T. Duke, and E. C. Cox, Phys. Rev. Lett. 86, 1378–1381 (2001).
4. J. A. Porto, F. J. Garcia-Vidal, J. B. Pendry, Phys. Rev. Lett. 83, 2845–2848 (1999).
5. K. M. Chae, H. H. Lee, S. Y. Yim, and S. H. Park, Optics Express, 12, 2870 (2004).