

나노 원기둥 배열의 전자파 전달 특성

Electromagnetic Transmission Characteristics of a Nanorod Cylinder Array

조용희
목원대학교 정보통신공학과

Yong Heui Cho
Mokwon University

요약

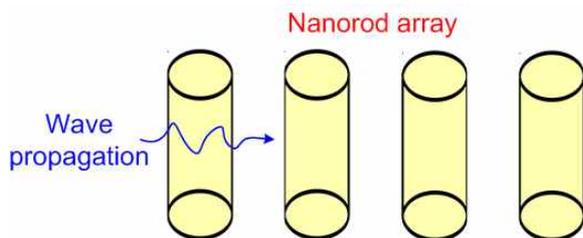
차세대 전자 소자용 전송 선로로 사용될 수 있는 나노 원기둥 배열의 분산 관계 특성을 모드 정합법을 사용하여 계산하였다. 서로 떨어진 나노 원기둥 배열에도 배열이 놓인 방향으로 전자파 모드가 형성되는 것을 수치 해석 결과로 제시한다. 또한 나노 원기둥 배열에 생기는 전기장의 분포 특성도 제시한다.

I. 서론

나노 원기둥 배열(Nanorod Cylinder Array)은 차세대 전자 소자를 위한 기본 전송 선로로 많은 연구가 진행되고 있다[1-3]. [1]에서는 여러 개의 나노 원기둥이 배치된 경우의 분산 특성을 BEM(Boundary Element Method)를 이용해 계산하였다. 나노 기둥의 단면적을 원형에서 사각형으로 변화시키면 전자파 모드의 분산 특성이 바뀌는 것을 제시하였다[1]. 차세대 트랜지스터에 사용될 게이트(Gate) 연결 소자로 2차원 나노 원기둥 배열이 가능성이 있음을 [2]에서 소개하였다. 제작되는 트랜지스터의 물리적 한계로 인해 현재 무어의 법칙은 잘 맞지 않지만 게이트에 2차원 나노 원기둥 배열을 사용해서 해결할 수도 있다는 것이 [2]에 자세히 소개되어 있다.

본 논문에서는 앞으로 다양하게 사용될 나노 원기둥 배열의 가장 기본적인 특성인 전자파 전달 특성 혹은 분산 관계 특성을 전형적인 주기 구조 관점에서 계산한다.

II. 나노 원기둥 배열의 분산 특성

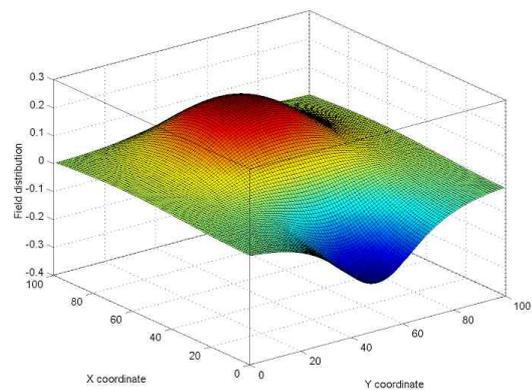


▶▶ 그림 1. 도파관으로서의 나노 원기둥 배열

그림 1은 나노 원기둥 배열(Nanorod Cylinder Array)

을 주기적으로 배치하여 전자파 도파관으로 사용하는 예를 보여준다. 그림 1에서는 나노 원기둥 배열이 놓인 방향으로 전자파 전달이 이루어진다. 특이하게도 나노 원기둥이 서로 떨어져 있지만 전자파 결합 특성으로 전자파가 나노 원기둥 배열 방향으로 잘 전파된다.

정확한 전자파 전달 특성을 얻으려면 맥스웰 방정식을 풀어 전자파의 분산 관계를 얻어야 한다. 나노 원기둥 배열의 전자파 해석은 [3]에 제안된 모드 정합법을 따랐다. 다만 [3]에서는 전자파의 산란을 다룬 반면 이 논문에서는 분산 관계를 다루어야 하므로 전자파 산란 행렬을 다르게 처리해야 한다. 즉, 산란 행렬의 행렬식이 0이 되는 조건을 찾아 전자파의 분산 관계를 결정해야 한다.



▶▶ 그림 2. 도파관으로 사용한 나노 원기둥 배열의 전자파 분포 특성

그림 2는 그림 1의 나노 원기둥 배열을 전자파 해석한 결과를 전기장 관점에서 보여준다. 전자파의 진행 방향은 x축으로 가정했고 원기둥의 비유전율과 비투자율은 3

과 1로 각각 가정했다. x축으로 진행할 때 전기장이 주기적으로 바뀌는 것을 볼 수 있다.

■ 감사의 글 ■

본 저자는 나노 원기둥 배열의 분산 특성에 대한 심도 있는 조언을 준 미국 매사추세츠 주립대학교의 권도훈 교수에게 깊이 감사합니다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] A. Manjavacas and F. J. García de Abajo, "Robust plasmon waveguides in strongly interacting nanowire arrays," *Nano Lett.*, Vol. 9, No. 4, pp. 1285-1289, 2009.
- [2] A. Hellemans, "Nanowire transistors could keep Moore's law alive," *IEEE Spectrum*, May 2013.
- [3] Y. H. Cho and D.-H. Kwon, "Efficient mode-matching analysis of 2-D scattering by periodic array of circular cylinders," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 61, No. 3, pp. 1327-1333, March 2013.