

다양한 격자구조에 대한 모드 해석

김민년, 채규수
 백석대학교 정보통신학부
 myki@bu.ac.kr

Mode Analysis on Various Periodic Structures

Min-Nyun Kim and Gyoo-Soo Chae
 Baeksuk University Division of Information & Communication

요 약

본 논문은 격자구조가 가지는 모드 선택특성과 격자구조의 모양 변화가 산란/투과 모드에 주는 영향을 분석하였다. 구형과 모양의 격자가 정현과 모양으로 달라짐에 따른 산란/투과 모드의 영향을 분석하였으며 이를 이용하여 격자구조의 제작상의 오차를 추적할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 서론

유전체의 구조형태가 주기적으로 변화를 갖는 격자(grating)는 오래 전부터 주파수 선택 특성을 이용하는 데 이용되어 왔다. 격자구조 제작 시 오차로 인한 주파수 선택특성의 오차를 유발 할 수 있다. 본 논문에서는 격자구조의 정확도를 밀리미터파를 이용하여 측정하고자 한다.

격자구조의 모양에 따라 선택 주파수가 변한다. 또한, 격자구조의 모양변화에 따라 산란/투과 스펙트럼이 변한다. 또한 이로 인한 필드 분포의 변화와 주파 선택 특성의 오차를 유발 할 수 있다.

격자구조의 모양 변화에 따른 모드 분포를 구하기 위해 본 논문에서는 공간고조파(spatial harmonics)를 이용한 모드 해석방법인 결합파 분석법을 이용하였다.

2. 단일 격자구조의 분석

본 절에서는 공간상의 격자 층 외에 다른 층이 없는 단일 격자 구조의 해석방법을 제시하고, 이를 근거로 격자층 모양변화가 투과/산란 모드에 주는 영향을 분석하였다.

그림 1은 횡 방향(x)으로 주기적인 상대 유전율

(relative permittivity) 분포 $\epsilon(x)$ 를 지닌 격자 구조에 입사되는 파가 산란, 투과되는 과정을 묘사하고 있다. 여기서 a_n 과 s_n 은 각각 투과 파와 산란 파의 n 번째 공간고조파이다.

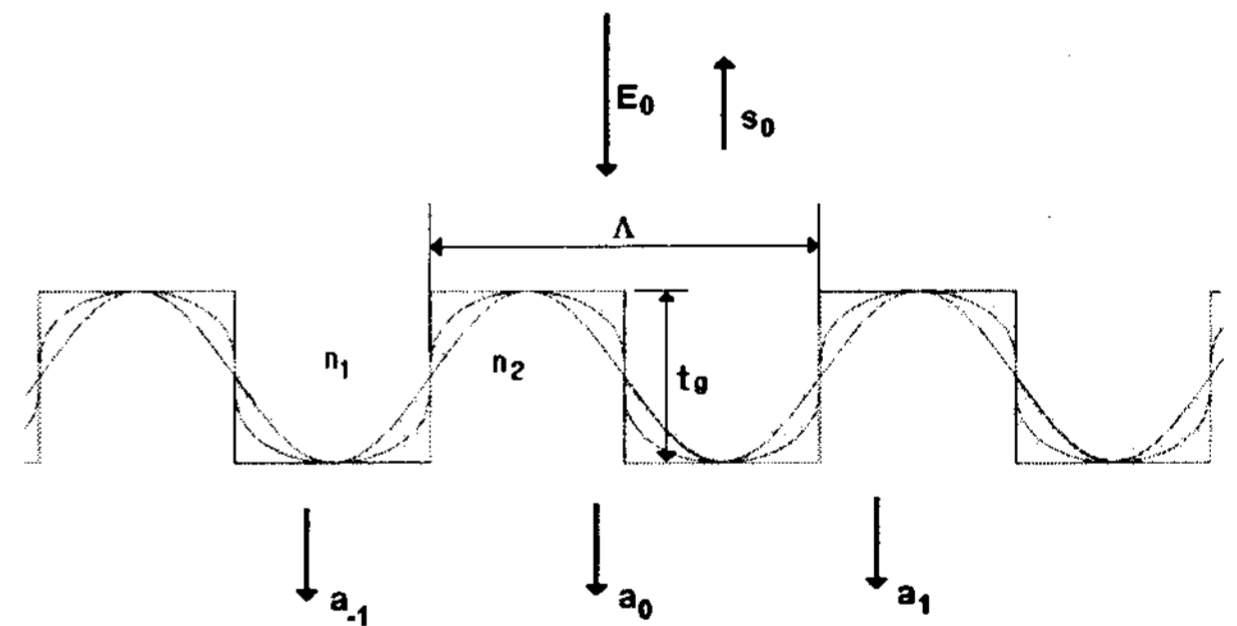


그림 1. 격자구조에 산란/투과되는 전자기파

그림에서는 아래의 TE 모드의 평면파가 입사한다고 가정한다.

$$E_i(x, z) = E_0 \exp[j(k_{x0}x + k_{z0}z)]$$

주기구조인 격자는 Floquet Theorem에 의하여 이러한 입사파로부터 다양한 공간주파수(spatial frequency)를 갖는 다음과 같은 공간고조파 성분을 입사영역과 투과영역에 생성하게 된다.

$$E_j(x, z) = \sum E_n^j \exp[j(k_{xn}x + k_{zn}^{(j)}z)] \quad (j = \text{airspace})$$

$$k_{xn} = k_{x0} + 2n\pi/d \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$k_{xn}^2 + [k_{zn}^{(j)}]^2 = k_j^2$$

위 수식은 격자구조에서 형성되는 공간고조파를 나타내고 있다

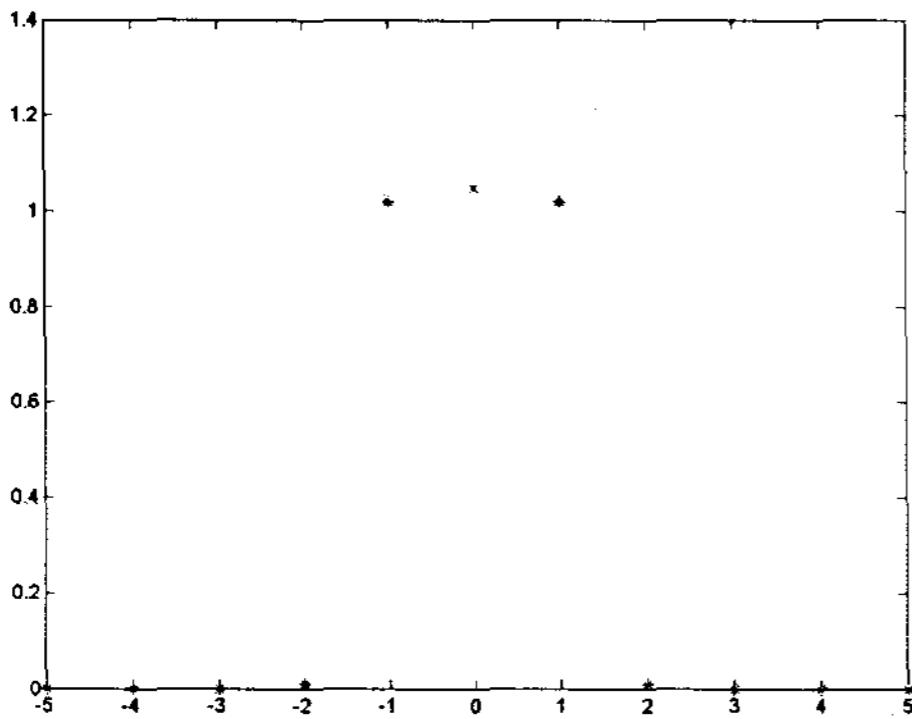


그림 2. 구형파 구조가 나타내는 공간고조파 모드

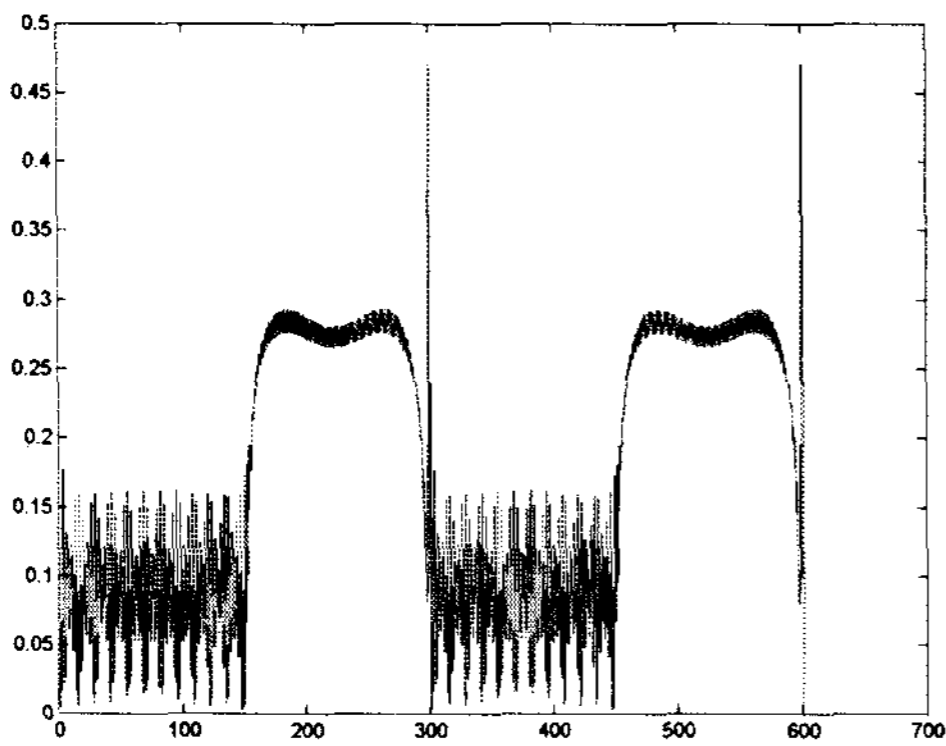


그림 3. 구형파 구조가 나타내는 필드분포

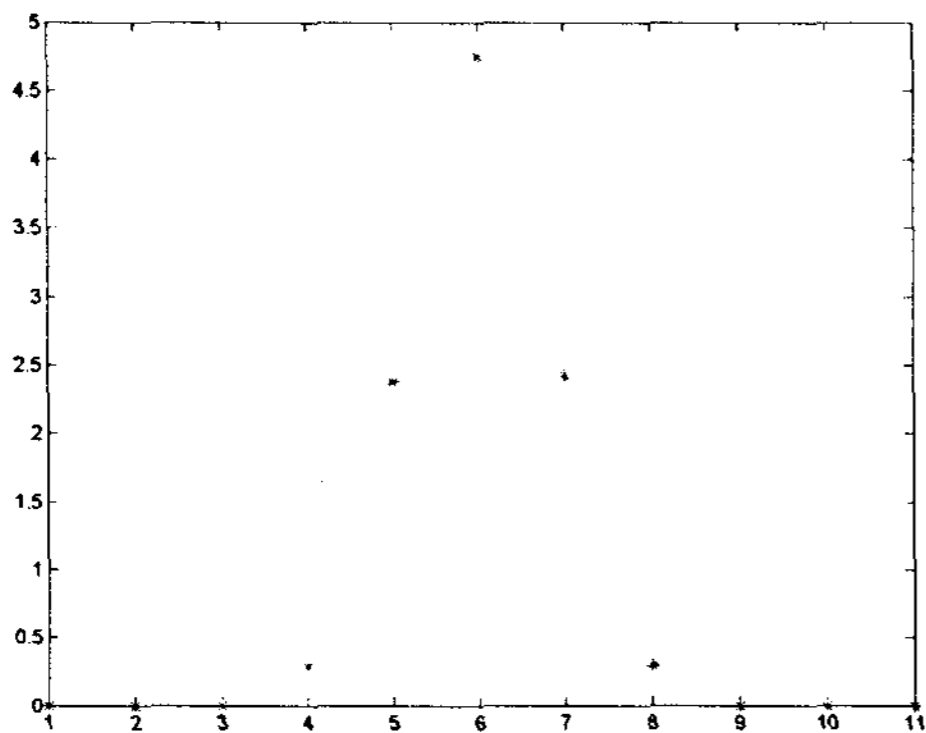


그림 4. 두 번째 격자구조 분포가 나타내는 모드분포

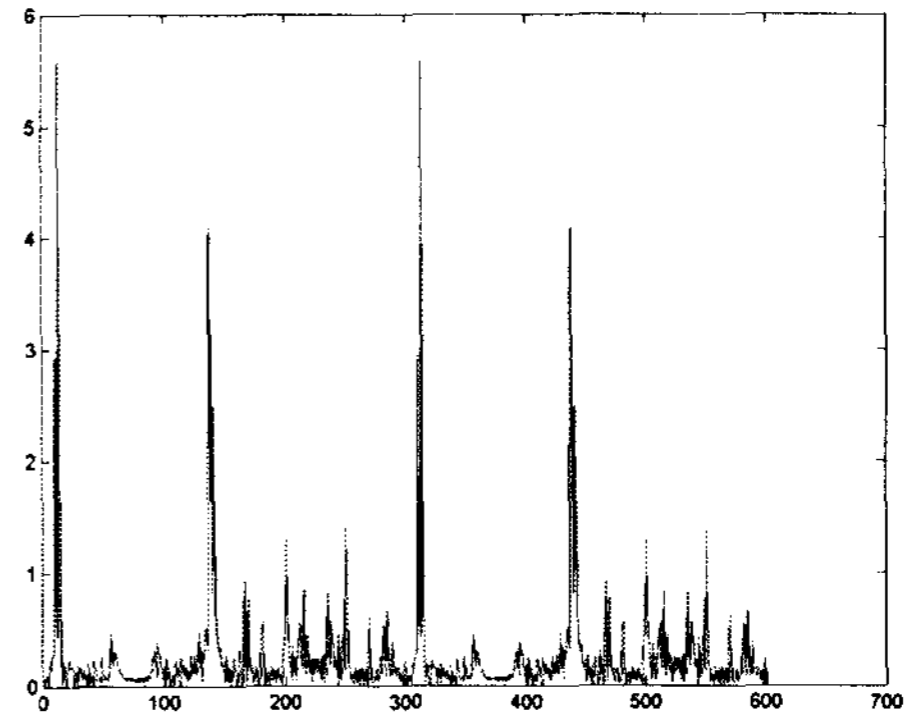


그림 5. 두 번째 격자구조 분포가 나타내는 필드 분포

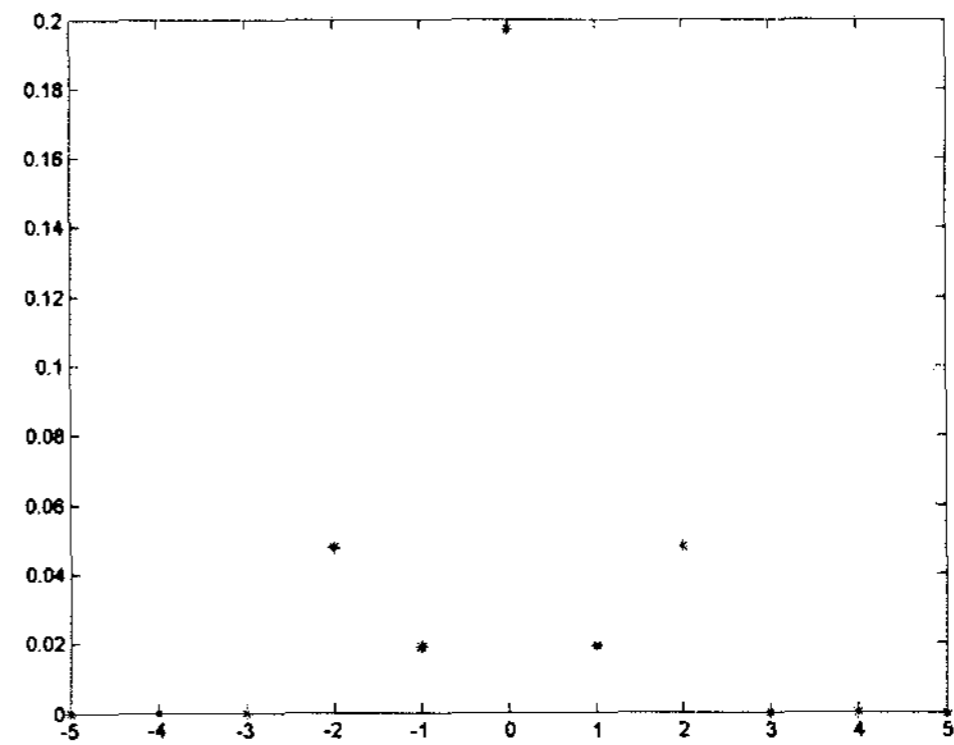


그림 6. 세 번째 격자구조 분포가 나타내는 모드분포

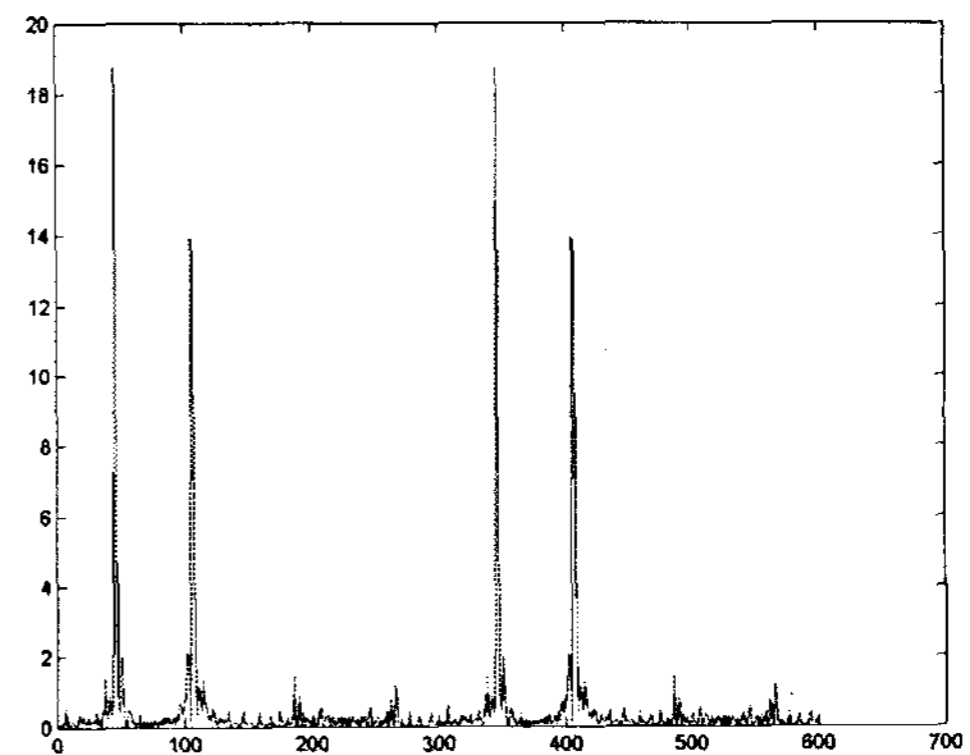


그림 7. 세 번째 격자구조 분포가 나타내는 필드 분포

3. 결론 및 토의

앞에서 언급했던 격자구조의 공간고조파를 그림 1에 나타나는 세 가지 종류의 격자구조 모양이 변화함에 따라 해석하였다.

지금까지 세 가지 종류의 격자구조가 가지는 산란/투과 모드와 필드 분포를 분석하였다. 제작 시의 오류로 인한 격자구조의 분포 변화를 밝히는 데 좋은 자료로 사용될 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1] S. T. Peng " Theory of periodic dielectric waveguides," IEEE Trans. MTT-23 pp 123-133. 1975
- 2] R. Petit Electromagnetic Theory of Gratings, Springer-Verlag, 1980