

대면적 구조에 내재된 쌍극자 광원 분석을 위한 교차 저대역폭 시뮬레이션

Crossed low bandwidth simulations for analysis of dipole source embedded in a large-scale structure

최명규, 이종현, 박신웅, 김휘*
고려대학교 세종캠퍼스 전자및정보공학과
*131097@korea.ac.kr

Abstract— 본 연구에서는 쌍극자 광원이 내재된 대면적 구조를 해석하기 위해 좁은 대역폭의 쌍극자 광원을 광축방향과 광축에 수직방향으로 발광시켜 서로 보강하는 방법을 제안하고, 기존 방법과 비교를 통해 정확성을 검증하고자 한다.

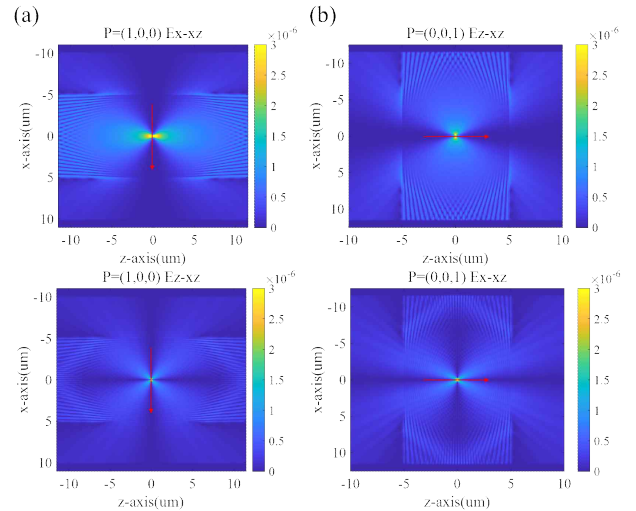
I. 서론 및 배경

OLED 디스플레이의 픽셀 크기는 점점 작아지고 있고, 현재 40~50 μm 크기의 제품들이 스마트폰에 사용되고 있다. 이로 인해 기하광학, 파동광학 기반의 해석 대신 대면적 전자장 해석 방법이 필요하며, 대면적 구조 해석을 위한 계산량 제어가 필수적이다. 대면적 전자장 해석 방법으로 우선 전체 구조를 광축과 수직한 방향으로 분할하고, 분할된 구조간의 모드 결합 연산자를 계산하여, 전체 구조의 투과계수, 반사계수, 결합계수를 계산할 수 있다. 이때 분할된 구조에서 얻어낸 고유값, 고유모드들은 전체 구조 대비 저차 모드들로 구성되어 있고, 분할된 구조들의 저차 모드들의 결합으로 전체구조를 해석하는 것인데, 저차로 입사하는 평면파와 가우시안 광원처럼 좁은 대역폭의 광원들에서는 위에서 설명한 대면적 전자장 해석방법이 잘 적용되지만, 쌍극자 광원과 같은 넓은 대역폭을 가진 광원에서는 저차모드들만으로는 충분치 않은 상황이 발생한다. 특히 광축으로 두꺼운 도파관 구조가 아닌 얇은 필름층이 많은 OLED 디스플레이의 해석에는 광원의 고차성분들에 대응되는 고유모드들이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 해석 구조에 광축방향과 광축에 수직방향으로 각각 좁은 대역폭의 쌍극자 광원을 전파시켜 쌍극자 광원이 내재된 대면적 구조를 해석하고자 한다.

II. 연구 내용 및 결과

대면적 전자장 해석 방법은 분할된 구조의 고유값과 고유모드들에 대해 푸리에 모달 방법(Fourier modal method, FMM)⁽¹⁾으로 계산하고 분할된 구조간의 모드 결합 연산자에 대해 결합모드 이론(Coupled mode theory, CMT)⁽²⁾으로 계산한다. 제안하는 방법에서 첫 번째로 편광이 (1,0,0)인 좁은 대역폭의 쌍극자 광원을 발광시켜 저차모드들이 들뜬 광필드를 얻는다. 두 번째로 타겟구조를 회전시켜 x축과 광축방향을 뒤집은 구조에서 편광이 (0,0,1)인 좁은 대역폭의 쌍극자 광원을 발광시켜 광축이 회전된 구조에서의 저차모드들이 들뜬 광필드를 얻는다. 두 번째 방법에서 들뜬 저차모드들은 첫 번째 방법, 즉 해석하고자 하는 구조에서는 고차모드들로 작동하기 때문에 두 번의 좁은 대역폭의 쌍극자 광원이 내재된 광필드들이 서로의 부족한 대역폭을 보강해주므로 쌍극자 광원에 의해 들떠지는 고차모드들의 해석이 가능하다.

은 대역폭의 쌍극자 광원을 발광시켜 저차모드들이 들뜬 광필드를 얻는다. 두 번째로 타겟구조를 회전시켜 x축과 광축방향을 뒤집은 구조에서 편광이 (0,0,1)인 좁은 대역폭의 쌍극자 광원을 발광시켜 광축이 회전된 구조에서의 저차모드들이 들뜬 광필드를 얻는다. 두 번째 방법에서 들뜬 저차모드들은 첫 번째 방법, 즉 해석하고자 하는 구조에서는 고차모드들로 작동하기 때문에 두 번의 좁은 대역폭의 쌍극자 광원이 내재된 광필드들이 서로의 부족한 대역폭을 보강해주므로 쌍극자 광원에 의해 들떠지는 고차모드들의 해석이 가능하다.



[그림 1] 쌍극자 광원이 내재된 구조의 광필드 결과, (a) 편광이 (1,0,0) (b) 편광이 (0,0,1) 인 경우

사사

The National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2022R1A2C1012559)

참고문헌

- [1] H. Kim, J. Park, and B. Lee, "Fourier Modal Method and its Applications in Computational Nanophotonics," (CRC, 2012).
- [2] W.-P. Huang, "Coupled-mode theory for optical waveguides: an overview", J. Opt. Soc. Am. A 11, 963-983 (1994).