

다중 슬랩 도파관 내부 전반사의 결합모드이론 해석

박성재¹, 이종현¹, 나세환¹, 백웅재², 백승인³, 김휘^{1,*}

¹고려대학교 세종캠퍼스 전자·정보공학과, ²일리노이 대학교 응용물리학과, ³삼성디스플레이

*hwikim@korea.ac.kr

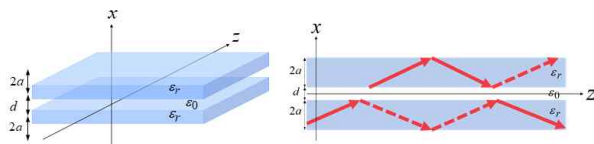
Abstract— 본 논문에서는 다중 슬랩 도파관 구조에서 내부 전반사에 대한 연구를 통해 결합모드이론을 해석한다. 도파관 사이의 거리가 0에 가까운 모델에 대한 결합모드이론을 해석함으로써 제한적 프로세스에서 기존 결합모드이론의 필드 표현의 본질과 실제 적용 관점에 대하여 연구한다.

I. 서론 및 배경

다중 도파관에 대한 광 분포 해석에 있어서 각 도파관의 고유 모드간의 상호작용을 해석하는 결합모드이론⁽¹⁻²⁾은 핵심 이론이다. 이중 슬랩 도파관 구조에서 내부 전반사에 대한 연구를 통해 결합모드이론의 기본 속성을 조사한다. 거의 0에 가까운 간격을 갖는 이중 슬랩 도파관의 내부 전반사 필드 표현은 2배 두께의 단일 슬랩 도파관의 내부 전반사 광 분포 필드와 유사하다. 이 예상은 물리적으로 간단하지만 간격을 0으로 만드는 제한적인 프로세스에서 이중 슬랩 도파관에서의 필드 표현을 연구하면 결합모드이론 필드 표현의 본질과 실용적인 응용 분야의 관점에 대해 더 잘 알 수 있을 것이다.

I. 연구 내용 및 결과

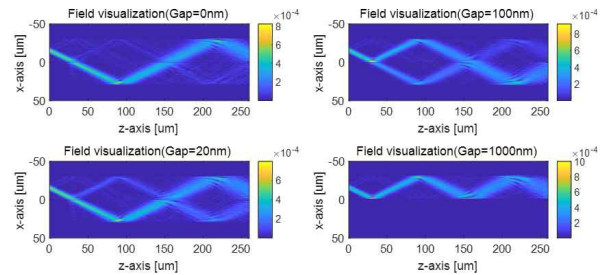
그림 1은 이중 슬랩 도파관의 개념도와 예상되는 빛의 진행방향을 나타낸다. 기본적으로 도파관의 두께를 $2a$, 2개의 도파관 사이의 거리를 d 로 정의한다. 같은 물질 이중 슬랩 도파관에서 d 가 존재하면 오른쪽 그림과 같이 두 개의 도파관 경계에서 투과, 반사가 동시에 발생한다. 만약 d 가 0이라면 반사 없이 투과만 발생해야함을 예상할 수 있다.



[그림1] 이중 슬랩 도파관의 개념도와 빛의 예상 경로

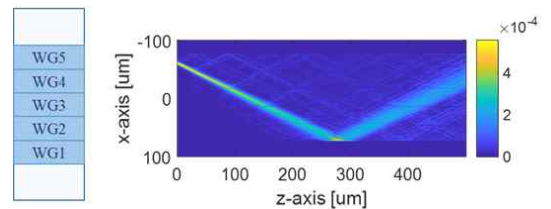
그림 2는 이중 슬랩 도파관 구조에 대해서 두 개의 도파관 사이의 거리 d 를 조절함에 따라 광 필드 분포를 나타냈다. d 가 0인 경우 반사 없이 투과만 발생하고, d 가 커질수록 반사광이 커지는 것을 확인 할 수 있다. d 가 1000nm로 아주 큰 거리에서는 두 개의 도파관이 서로 상호작용을 하

지 못해 에너지가 전달되지 않는 결과를 확인 할 수 있다.



[그림2] 이중 슬랩 도파관에서 gap에 차이에 대한 광 필드 분포

그림 3은 동일한 물질로 이루어진 5개의 도파관에 대하여 각 간격을 0으로 배치한 모델에 대하여 각각의 독립적인 고유모드를 계산하고 이를 결합모드이론을 통해 계산한 광 필드 분포를 나타낸다. 도파관 사이의 간격이 0이므로 각 도파관 경계에서 전반사 없이 진행함을 확인 할 수 있다.



[그림3] 도파관 5개에 대한 광 필드 분포 (gap = 0)

결론적으로 본 연구에서는 이중 슬랩 도파관 구조에서 고유 모드간의 상호작용을 결합모드이론을 통해 해석 및 분석하였으며, 도파관 사이의 간격이 0인 제한적인 조건에서 광 필드 분포를 시뮬레이션을 통해 검증한다.

사사

This work is supported by Samsung Display, Co., Ltd.

참고문헌

- [1] OKAMOTO, Katsunari. Fundamentals of optical waveguides. Academic press, 2006.
- [2] W.-P. Huang, "Coupled-mode theory for optical waveguides: an overview," J. Opt. Soc. Am. A 11, 963-983, 1994.