

쌍안정 레이저 다이오드의 진행파형 모델 해석

Travelling wave model analysis of absorptive bistable laser diode

서 재원, 박 동욱

홍익대학교 전자공학과

v3458p@hanmail.net, dwpark@wow.hongik.ac.kr

Absorptive bistable laser diode was analyzed by using traveling wave model in conjunction with the finite-difference method. Carrier and photon density distributions were calculated and the output characteristics were obtained. The results for both the steady-state and transient (switching) cases were compared with those of the rate equation approach.

1. 서론

최근 광 네트워크의 효율을 높이기 위해 논리 기능을 수행할 수 있는 적응력 높은 소자가 요구되고 있다. 이러한 소자의 구현을 위한 노력의 일환으로 광 쌍안정(optical bistability) 특성을 지닌 광소자에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며⁽¹⁾ 그 중에서도 비교적 간단한 구조를 가지고 있는 흡수형 쌍안정 레이저 다이오드(absorptive bistable laser diode: BLD)가 많은 관심을 모으고 있다.

BLD에 대한 기존의 해석은 주로 비율방정식 (rate equation)을 통하여 이루어져 왔다. 이 방법에서는 공진기 전체에서의 광자 밀도와 각 구성 구간에서의 이득 분포가 종 방향으로 균일하다고 가정하게 되는데 이러한 가정은 그림 1에서와 같이 특성이 매우 다른 두 개의 구간으로 구성된 흡수형 BLD의 해석에는 부적합하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 종 방향의 변화를 적절하게 반영할 수 있는 진행파형 모델(travelling wave model)⁽²⁾을 사용하여 흡수형 BLD를 해석하고 정상상태(steady-state)와 과도상태(transient)에서의 광 쌍안정 특성을 비율 방정식 결과와 비교하였다.

2. 수치 해석 모델 및 결과

진행파형 모델에 의거한 레이저 다이오드 내에서의 광자 분포에 관련된 식과 캐리어밀도에 대한 식을 동시에 유한차분법(finite-difference method: FDM)을 사용하여 해석했으며 본 논문에서는 그 중 몇 가지 전형적인 결과만을 담았다. 우선 그림 2에서는 정상상태에서의 진행파형 모델과 비율방정식 모델 결과를 비교하였다. 광 출력이 높은 상태에서 낮은 상태로 스위칭("turn-off")되는 인가 전류는 비슷하나 낮은 상태에서 높은 상태로 스위칭("turn-on")되는 전류 값과 off 상태에서의 출력은 상당한 차이가 있음을 볼 수 있다. 그림 3과 4는 인가 전류 펄스에 의한 두 모델의 off->on 스위칭에 관련된 과도 결과를 보여주고 있다. 전반적인 추세는 흡사하나 relaxation oscillation 등의 세부적인 형태는 다를 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 진행파형 모델을 이용하여 정상상태 및 과도상태에서의 흡수형 BLD의 광 쌍안정 특성을 구하고 비율방정식 결과와 비교하였다.

참고문헌

1. H. Gawayuchi, *Bistabilities and nonlinearities in laser diodes*, Artech House, 1994.
2. A. Paradisi and I. Montrosset, "Numerical modeling of bistable laser diodes with saturable absorbers," *IEEE J. Quant. Electron.*, vol. 7, no. 3, pp. 817-823, 1991.

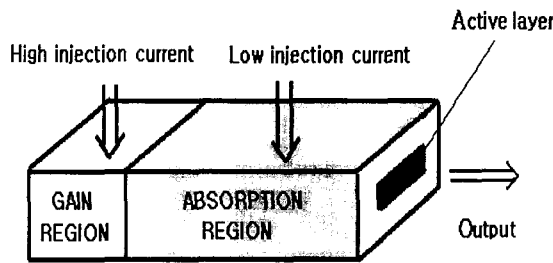


그림 1. 해석 대상인 흡수형 BLD의 구조.

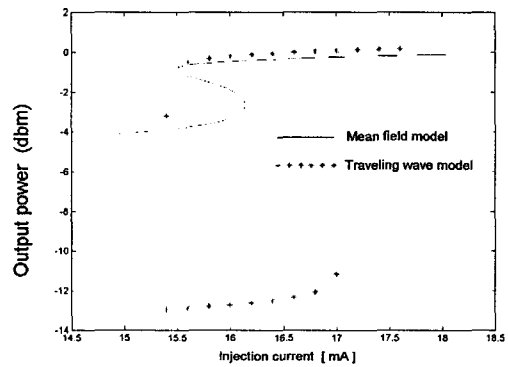


그림 2. 진행파형 모델과 비율방정식 모델의 정상상태 광 쌍안정 특성 비교.

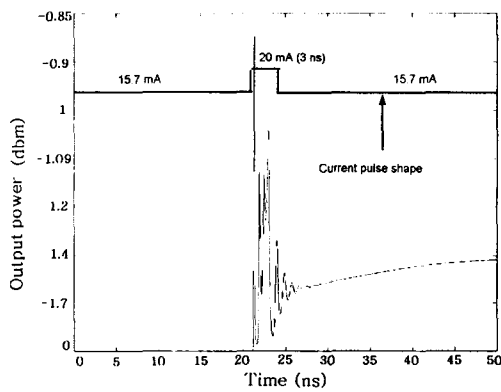


그림 3. 진행파형 모델의 off->on 스위칭 특성.

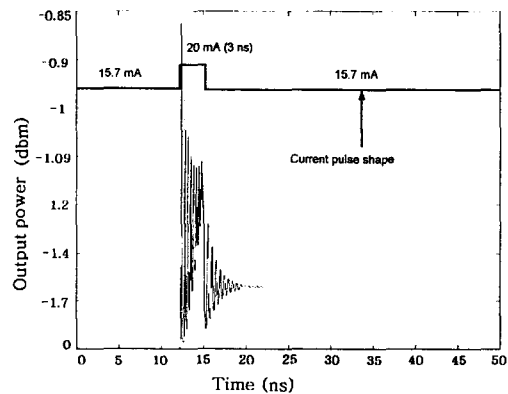


그림 4. 비율방정식 모델의 off->on 스위칭 특성.