다중 영역 DFB 레이저의 자려 발진 특성 시뮬레이션

Simulation of Self-Pulsation Characteristics of Multisection-DFB Lasers

김필용, 김수현, 정영철
광운대학교 전자공학부
senaca@kw.ac.kr

자려발진(SP: self-pulsating)레이저는 밀리미터파 주파수 대역의 fiber-radio 시스템, 위상 배열 안테나, 전광 클럭 복구(all-optical clock recovery)[1] 등의 시스템에 사용될 수 있는 중요한 소자이다. 광 펄스원의 구현 방법으로 단일 종 모드 특성이 뛰어나고 튜닝 범위가 넓은 MS(multisection)-DFB 레이저가 많은 관심을 모으고 있다. 기본적인 구조는 그림 1과 같이 두 개의 DFB 영역과 위상 제어 영역으로 구성되어 있으며 DFB 영역에 형성된 격자는 서로 다른 격자 주기를 가진다. 본 논문에서는 MS-DFB 레이저 다이오드의 격자주기의 차이와 위상제어 영역에 인가된 전류에 따른 자려 발진의 특성을 시뮬레이션[2]을 통해 살펴보았고, 또한 외부에서 인가되는 전류변조에 의한 주파수 잠금 현상을 시뮬레이션을 통해 살펴보았다.

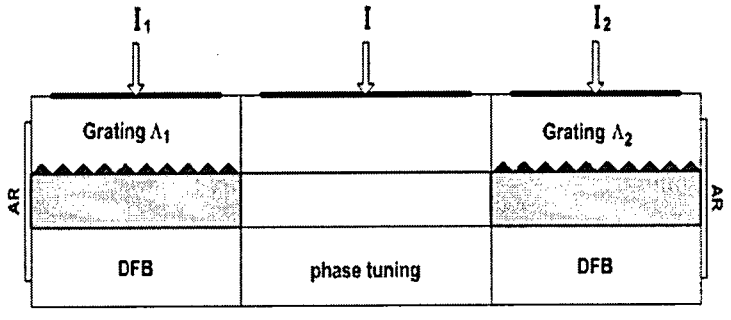


그림 1. MS- DFB 레이저 구조

그림 2는 한쪽 DFB 영역의 브래그 격자를 고정시키고 다른 쪽 DFB 영역의 격자 주기를 변화에 따른 SP 주파수의 변화에 대한 결과이다. 그림 2 에서 알 수 있듯이 격자 주기가 변화에 따라 발진하는 두 모드 사이의 간격이 변화하기 때문에 SP 주파수가 변화하게 된다. 특정 격자 주기 영역에서는 자려 발진이 발생하지 않게 되는데, 이 경우는 DFB 영역의 발진 모드의 위상이 동일하지 않기 때문이다. 그림 3은 위상천이 영역의 인가 전류에 따른 SP주파수의 변화를 나타낸 결과이며, 전류의 변화에 따라 SP 주파수가 32 GHZ에서 44 GHz 까지 변화한다는 것을 알 수 있다. 그림 4에 자려 발진하는 레이저에 정현파 전류신호를 인가한 경우 출력되는 광파의 잠금 현상에 대한 시뮬레이션 결과를 보였다. 자려 발진 주파수 보다 50MHz 정도 작은 변조신호 주파수에 잠금되고 RF 스펙트럼의 선폭이 좁아지는 것을 알 수 있다. 즉 주입 잠금을 통하여 좀더 안정된 밀리미터파 광원을 얻을 수 있다. 이러한 잠금 현상은 주입된 전류신호가 DFB 영역 내에서 캐리어 밀도의 변화를 가져오기 때문이다[3]. 그림 5 에는 잠금된 신호의 아이 다이어그램을 나타내었다. 여기서 외부에서 인가되는 전류 신호의 변조 크기가 커짐에 따라 지터의 크기가 작아지는 것을 알 수 있다.

[감사의 글]
이 논문은 한국 과학재단 특정기초 연구비 (과제번호: R01-2001-00288) 및 과학기술부 중점국가연구 (차세대 포토닉스 개발사업)의 지원에 의한 결과입니다.

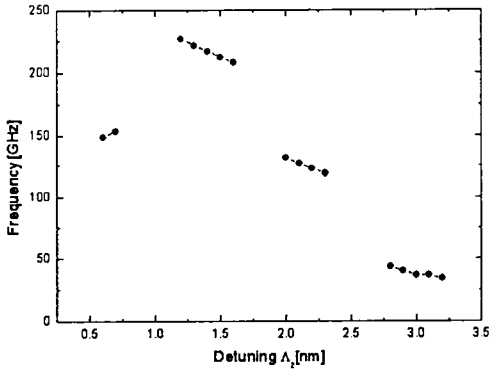


그림 2 격자주기변화 대 SP 주파수

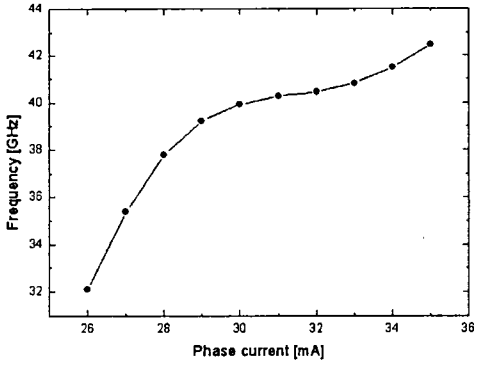


그림 3 Phase 전류에 따른 SP 주파수

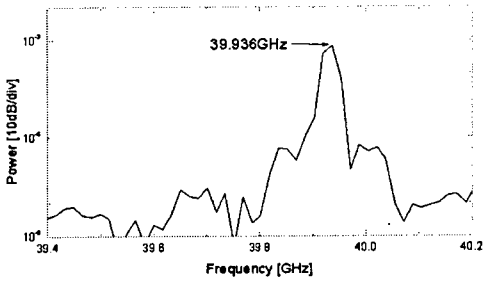


그림 4(a) locking 전 RF스펙트럼

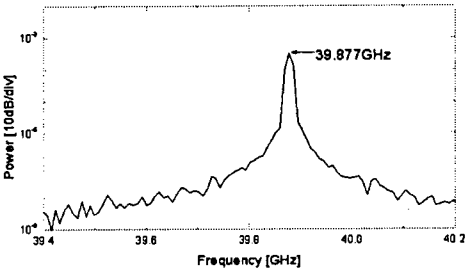


그림 4(b) locking 후 RF스펙트럼

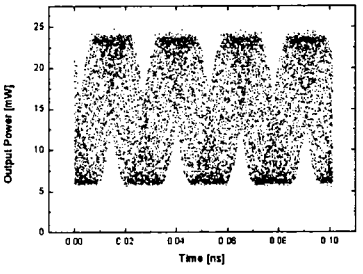
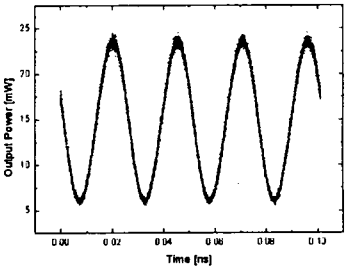


그림 5(a) eye diagram
(변조 크기 = 1mA)



(b) eye diagram
(변조크기 = 10mA)

참고문헌

1. T. Otani. et al., " 40Gbit/s optical 3R regenerator for all-optical netowks," ECOC 2001, We.F.2 Amsterdam. Netherlands, 2001
2. Byoung-Sung Kim. et al.,"An efficient split-step time-domain dynamic modeling of DFB/DBR laser diodes,"Quantum Electronics, IEEE Journal of ,Volume: 36 , Issue: 7 , July 2000 Pages:787 - 794
3. Bernd Sartorius et al., "Detuned Grating Multisection-RW-DFB lasers for High-Speed Optical Signal Processing,"IEEE Journal On Selected Topic In Quantum Electronics. vol. 7 No.2 . March/April pp. 217-223, 2001

F
D