

다전극 DFB 레이저에서 모드비팅에 의한 초고속펄스열 생성

김 병 성, 정 영 철, 김 선 호

* 광운대학교 전자공학부/전자통신공학과 ** 한국과학기술연구원 정보전자연구부

Ultrafast pulse train generation due to mode-beating in multi-section

Byoung-Sung Kim, Youngchul Chung, Sun-Ho Kim

* Dept. of Electronic Communications Eng., School of Electronics Eng. Kwangwoon U

Abstract - 다전극 DFB(distributed feedback) 레이저에서, 레이징모드간 비팅을 통하여 초고속으로 자려펄스열을 발생시킬 수 있음을 제안한다. 이러한 자려펄스생성을 수정된 시영역 동적 모델(large signal time-domain dynamic model)을 이용하여 조사하였다.

1. 서 론

최근 다전극 DFB 레이저에서 재생성할 수 있는 자려펄스열에 관한 연구가 이론적, 실험적으로 행해지고 있다. 자려펄스는 광시간분할다중(optical time division multiplexing) 통신시스템에서 클럭원과 클럭재생에 사용될 수 있다.

지금까지의 연구결과로는, 하나 또는 두 개의 전극이 있는 DFB 레이저는 동적 불안정성에 의하여 자려펄스를 발생시킬 수 있고^[1,2], 하나의 전극이 있는 DFB 레이저는 5 GHz 이하로 방출할 수 있다는 것이 보고되고 있다. 아울러 두 개 이상의 전극이 있는 DFB 레이저는 30 GHz 이상 동작할 수 있다고 하며 그 이유중의 하나가 부미소이득효과(negative differential gain effect)이다^[3].

본 논문에서는 초고속으로 안정된 펄스열을 레이징모드간 비팅을 통하여 생성시킬 수 있음을 제안하고, 이를 해석하기 위하여 수정된 시영역동적모델을 이용하여 증명한다.

2. 본 론

본 논문에서의 다전극 DFB 레이저는 세 개의 부분으로 이루어져 있다. 각 부분은 전류인가를 위한 전극에 따라 구분되어지며, 각 영역의 길이는 200 μm로 소자의 총길이는 600 μm이다. 사용된 소자의 파라미터는 다음

과 같다. 미분이득(differential gain)은 $2.5 \times 10^{-16} \text{ cm}^{-2}$, 구속인자 0.3, 도파로폭 2 μm, 활성층의 두께 0.2 μm, 투명캐리어밀도(transparency carrier density) $1.8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, 선폭인자(linewidth enhancement factor) 5, 도파로손실 40 cm^{-1} , 균굴절을 4, 캐리어수명시간 10 ns, 이득포화계수(gain saturation coefficient) $3 \times 10^{-17} \text{ cm}^3$, 그리고 κL은 3이다. 또 동작중심파장은 1550 nm이다. 그림 1에 다전극 DFB 레이저의 종축방향으로의 개략도가 그려져 있다.

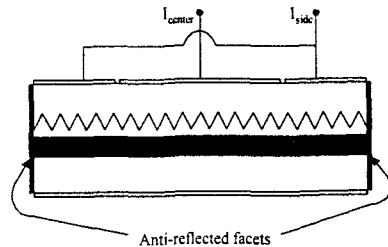


그림 1 다전극 DFB 레이저의 개략도

그림 2는 단일모드발진을 하는 DFB 레이저와 다전극 DFB 레이저의 자발방출분포를 비교하여 그려놓은 것이다. 자발방출분포에서 저지대역(stop band)을 중심으로 한쪽에서 피크들이 나타나고 있는 것을 볼 수 있는데, 그 피크들이 문턱이득을 넘게 되어 발진하게 된다. 이것은 양전극에 비교적 높은 전류를 인가하여 브래그파장을 이동시키으로써 만들 수 있다. 이렇게 발생된 모드들은 서로 경쟁함이 없이 모드잠김되어 일정하게 광펄스열을 만들게 된다.

그림 3은 I_{center} 26 mA, I_{side} 40 mA, 그림 4는 I_{center} 26 mA, I_{side} 46 mA인 경우에, 광출력과 주파수 스펙트럼이다. 그림 3(a)는 단일모드발진을 하고 있는 광출력을 보이고 있다. 펄스에 보이는 잡음은 레이저의 자발방출

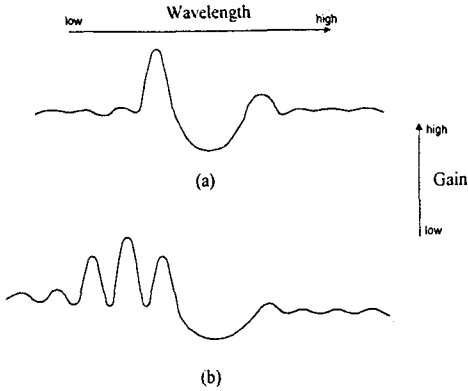


그림 2 (a) 단일모드발진을 하는 단일전극 DFB 레이저의 자발방출분포 (b) 여러개의 모드를 동시에 발진하는 다전극 DFB 레이저의 자발방출분포

잡음에 의한 것이다. 그림 3(b)는 광출력의 주파수 스펙트럼으로, 큰 모드가 발진하고, 그 옆에 약한 모드가 여기되어 있는 것을 볼 수 있다. I_{side} 가 증가함에 따라 약한 모드가 크게 발진하게 된다. 그림 4(a)는 모드비팅에 의하여 펄스열이 방출되고 있는 것으로, 3개의 모드가 발진하고 있는데, 그림 3에서 약하게 발생되었던 모드가 크게 발진하고 있는 것을 볼 수 있다.

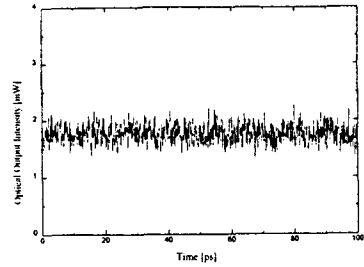
소자의 양 부분에 인가하는 전류의 변화에 대하여 펄스반복율은 큰 변화가 없는 반면, 주파수스펙트럼상에서 발진된 모드의 포락선이 약간 천이한다. 이는 자발방출분포의 모드간 간격이 일정하고 주기적으로 놓여 있다는 것으로부터 예측할 수 있다.

3. 결 론

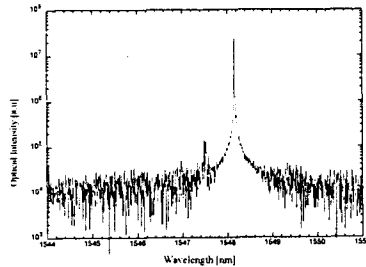
다전극 DFB 레이저에서, 양부분에 비교적 높은 전류를 인가함으로써 서로 주기적으로 인접해 있는 모드를 여기시켜, 그것들간의 비팅을 통하여 모드잠김된 형태로 초고속 광펄스열을 발생시킬 수 있음을 제안하고, 이를 수정된 시영역동적모델을 이용하여 증명하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] D. D. Marcenac and J. E. Carroll, Electron. Lett., vol. 30, no. 14, pp. 1137-1138, 1994.
- [2] A. J. Lowery, Electron. Lett., vol. 29, no. 21, pp. 1852-1854, 1993.
- [3] G. H. Duan and P. Landais, IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 7, no. 3, pp. 278-280, 1995.

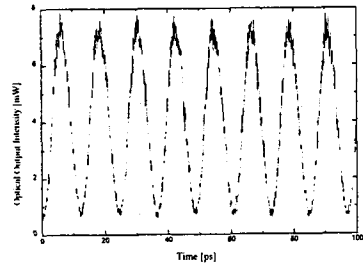


(a)

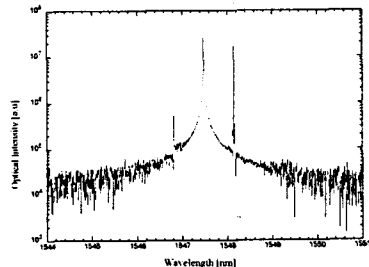


(b)

그림 3 I_{center} 26 mA, I_{side} 40 mA 일 때, 단면으로부터의 (a) 광출력과 (b) 주파수 스펙트럼



(a)



(b)

그림 4 I_{center} 26 mA, I_{side} 46 mA 일 때, 단면으로부터의 (a) 광출력과 (b) 주파수 스펙트럼