

다중 전극 DFB 레이저에서 단면 반사율이 self-pulsation에 미치는 영향

Impact of facet reflectivity on self-pulsations in multi-section DFB lasers

김상택, 지성근, 김부균
 숭실대학교 정보통신전자공학부
 taegi@sunbee.soongsil.ac.kr

완전 광 3R(Retiming, Reshaping, Reamplification) 재생기는 WDM 시스템과 광 네트워크의 크기를 확장시키기 위하여 필요한 매우 중요한 소자이다. 완전 광 3R 재생기의 구현에서 입력 광 신호로부터 광 클락 추출은 가장 핵심적인 요소이다. 이러한 광 클락 추출을 위하여 모드락 레이저 다이오드와 다중 전극 DFB 레이저에서 self-pulsating 현상을 이용하는 방법이 많이 연구되고 있다⁽¹⁾. 독일의 HHI는 다중 전극 DFB 레이저에서 self-pulsating 현상을 이용하여 80 GHz 초고속 광 클락 추출과 25-82 GHz 전기적 튜닝 특성을 보였다⁽²⁾. 또한 self-pulsating 현상을 이용하여 밀리미터파 신호 생성에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다⁽³⁾.

본 논문에서는 다중 전극 DFB 레이저에서 양 단면 반사율이 self-pulsation에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다. 계산에 사용된 파라메타는 참고문헌 4를 참고하였고 DFB section 1과 2의 길이는 300 μm 로 동일하고 phase tuning section의 길이는 150 μm 이다.

모드 비팅에 의한 self-pulsation 동작은 각 영역의 detuning factor δ 와 밀접한 관계를 가지고 있다.

δ 는 각 영역의 캐리어 밀도와 격자 주기 Λ 에 의해서 결정되고 수식은 $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} n_{\text{eff}}(N) - \frac{\pi}{\Lambda}$ 로 주어진다. 여기서 각 영역의 유효 굴절률 n_{eff} 는 캐리어 밀도와 주입되는 전류에 의한 heating effect에 의해서 변화한다⁽⁴⁾. 본 논문에서는 각 영역의 detuning factor 차이 $\Delta\delta = \delta_1 - \delta_2$ 를 변화시키면서 self-pulsation 특성을 살펴보았다.

그림 1은 two-section DFB 레이저에서 I_1 이 60 mA, I_2 는 50 mA, 결합 세기 κL 이 5.4일 때 $\Delta\delta$ 에 따른 RF 주파수, 각 영역에서 모드의 발진 파장과 각 영역에서 반사 스펙트럼을 나타내는 그림이다. 여기서 양 단면 반사율은 0이다. 그림 1 (a)에서 $\Delta\delta$ 가 증가할수록 RF 주파수는 감소한다. 이것은 $\Delta\delta$ 가 증가할수록 영역 2에서 발진하는 모드 B의 파장은 거의 일정하지만 영역 1에서 발진하는 모드 A의 파장은 증가하여 두 모드의 파장 차이가 줄어들기 때문이다. 그림 1 (b)의 반사 스펙트럼에서도 $\Delta\delta$ 가 증가할수록 두 모드의 발진 파장의 차이가 작아짐을 알 수 있다.

그림 2는 two-section DFB 레이저와 three-section DFB 레이저에서 self-pulsation을 가능하게 하는 양 단면 반사율의 범위를 나타내는 그림이다. 그림 2 (a)에서 결합 세기가 클수록 양 단면 반사율의 영향이 작아 모드 비팅에 의한 self-pulsation 동작을 가능하게 하는 양 단면 반사율의 범위가 커질 수 있었다. 여기서 양 단면 격자 위상은 0으로 가정하였다. 그러나 격자 위상에 따라 self-pulsation을 가능하게 하는 양 단면 반사율 범위의 차이가 크게 발생하였다. 따라서 그림 2 (b)와 같이 phase tuning section을 추가하여 전류 주입에 의한 위상 변화로서 최적의 유효 격자 위상을 얻어 self-pulsation을 가능하게 하는 양 단면 반사율 범위를 크게 할 수 있다. 그림 2 (b)에서 볼 수 있듯이 self-pulsation 동작을 가능하게 하는 양 단면 반사율의 범위가 매우 커질 수 있다.

그림 3은 three-section DFB 레이저에서 결합 세기 κL 이 5.4, 양 단면 반사율이 0.2, 0.5이고 $\Delta\delta$ 가 220 cm^{-1} 일 때 RF 스펙트럼과 양 단면에서의 출력 파워를 나타내는 그림이다. RF 주파수 f_{RF} 는 64.7 GHz로서 이는 발진하는 두 모드의 발진 파장 차 $\Delta\lambda$ 에 해당하는 주파수이다. 그림 3 (b)는 양 단면에서의 출력 파워를 나타내는 그림으로 위상이 180°차이가 남을 알 수 있다. 이것은 각 영역에서 발진하는 두 모드가 비팅 주파수로 에너지를 주고받기 때문이라 생각된다.

본 논문에서는 다중 전극 DFB 레이저에서 양 단면 반사율이 self-pulsation 동작에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다. 결합 세기가 클수록 양 단면 반사율의 영향이 작아 모드 비팅에 의한 self-pulsation 동

작을 가능하게 하는 양 단면 반사율 범위가 크을 알 수 있었다. 또한 two-section DFB 레이저에 비해 three-section DFB 레이저가 self-pulsation 동작을 가능하게 하는 양 단면 반사율 범위가 크을 알 수 있었다.

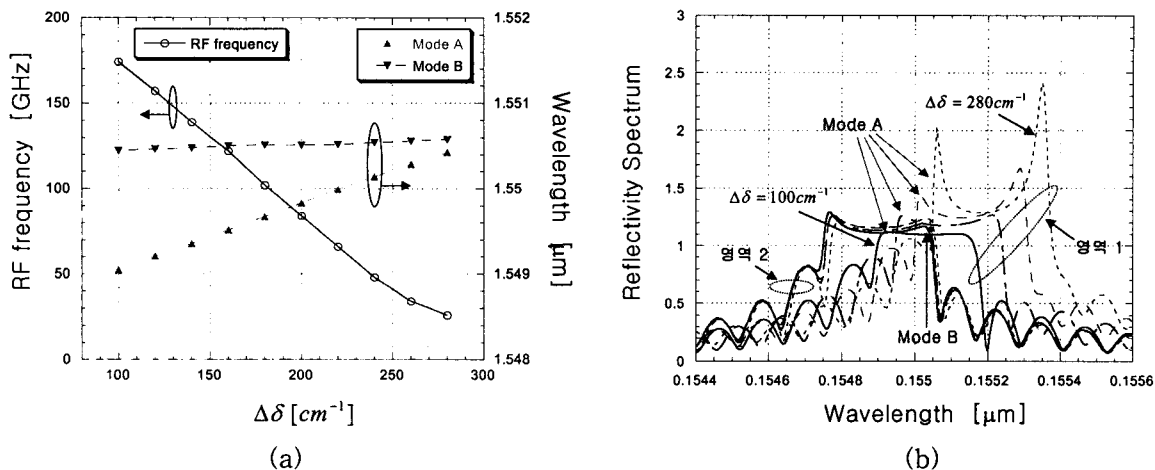


그림 1. $\Delta\delta$ 에 따른 (a) RF 주파수와 각 영역에서 모드의 발진 파장. (b) 각 영역에서 반사 스펙트럼.

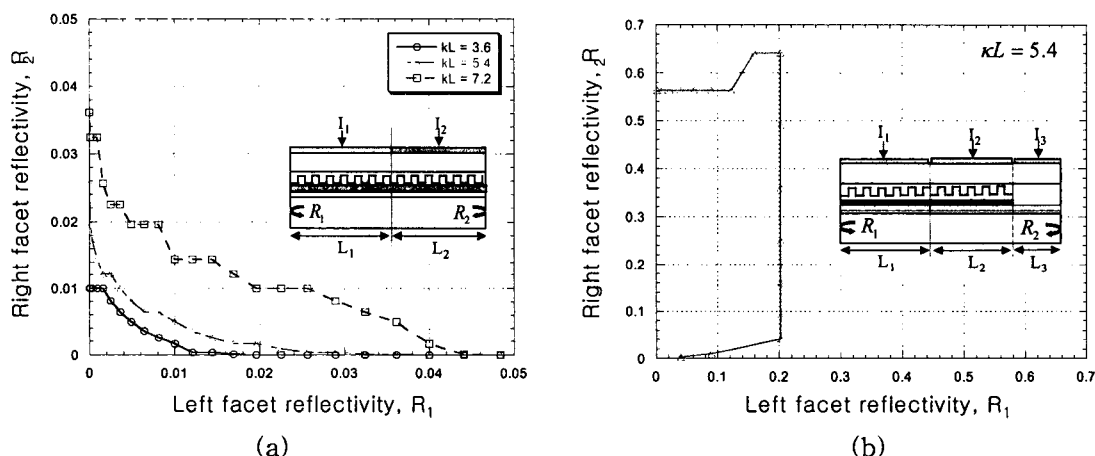


그림 2. Self-pulsation 동작을 가능하게 하는 양 단면 반사율 범위

(a) Two-section DFB lasers (b) Three-section DFB lasers

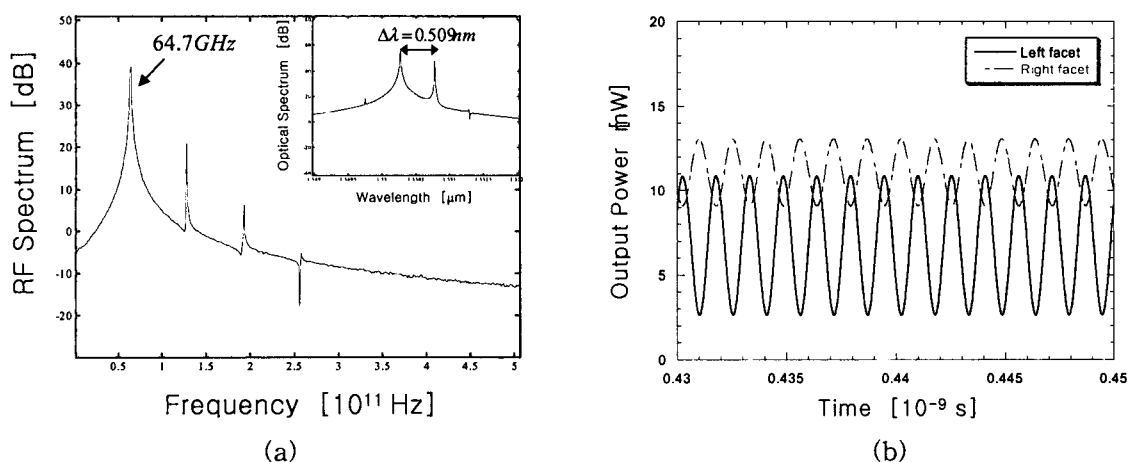


그림 3. 양 단면 반사율이 0.2, 0.5이고 $\Delta\delta$ 가 220 cm^{-1} 일 때 (a) RF 스펙트럼. (b) 양 단면의 출력 파워.

1. M. Mohrle, et al, OFC2002, TuU1, Anaheim, USA, (2002).
2. C. Bornholdt, et al, ECOC2001, Th.F.1.2, Amsterdam, Netherlands, (2001).
3. M. Al-Murrin, et al, *Electron Lett.*, vol. 37, pp. 915-916, (2001).
4. M. Radziunas, et al, *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 36, no. 9, pp. 1026-1034, (2000).