

이득 스위칭 DFB 반도체 레이저에서 외부 광 주입 효과 분석

Effects of External Light Injection Seeding on a Gain-Switched DFB Semiconductor Laser

이명우, 명승일*, 정승태*, 서동선*, 김관숙**, 최봉근**

동원대학 전자과, *명지대학교 정보통신우수연구센터/전자공학과, **한국통신 연구개발단
mwlee@tongwon.ac.kr

피코초의 광펄스 원은 시분할다중화 및 광솔리톤에 의한 초고속의 장거리 광통신에 매우 유용하게 이용될 수 있다. 이 같은 광펄스원의 가장 간단한 구현 방법으로 이득스위칭 DFB 반도체 레이저가 유력하게 검토된 바 있다. 그러나, 이득스위칭 레이저는 커다란 시간 지터(timing jitter)를 갖는 단점이 있다. 외부광 주입은 이득스위칭 출력의 시간 지터를 감소시킨다는 연구결과가 발표된 바 있다⁽¹⁾. 반도체 레이저의 이득스위칭에서 광펄스가 발생하는 순간에 불규칙한 임의방사(spontaneous emission)에 의해 광펄스 발생 시간이 불규칙하게 되는데, 레이저의 발진과장 부근에 코히어런트한 외부광을 주입하면 레이저가 발진하는 순간에 임의방사 보다는 코히어런트한 외부광에 의해 레이저 발진이 유도되기 때문에 출력펄스의 시간 지터가 감소한다고 알려져 있다. 그러나 이에 대한 수치적 해석은 아직도 완벽하게 이루어지지 않았다.

본 논문에서는 개인용 컴퓨터에서 실행이 가능하며, 출력 광펄스 열과 출력광의 스펙트럼을 쉽게 관찰할 수 있는 전송선로 레이저 모델⁽²⁾을 이용하여, 외부의 연속 발진광 주입이 이득 스위칭 DFB 레이저에 미치는 영향을 분석하고 이를 실험적인 결과와 비교하고자 한다. 모의실험 및 실험에서 사용한 장치를 그림 1에 나타냈다. 이득스위칭 레이저에 3dB 결합기를 이용하여 파장가변 광원의 출력광을 주입하고 그에 대한 영향을 광 스펙트럼 분석기와 고속 검출기로 조사한다. 이득 스위칭 레이저는 임계전류 10 [mA] 및 발진과장 1.63 [μm]의 DFB 레이저를 이용하였고, 파장가변 광원의 스펙트럼 폭은 0.65 [nm]로 설정하였다. 임계전류로 바이어스된 DFB 레이저는 진폭 20 [mA]의 1 [GHz] 정현파 전류로 이득 스위칭 된다.

외부광 주입이 이득스위칭 광펄스의 스펙트럼과 시간제적에 미치는 효과를 보기 위해, 모의실험 및 실험에서 얻은 주입이 없는 경우와 -18 [dBm]의 외부광을 주입한 경우, 각각의 스펙트럼과 발생하는 광펄스의 시간 중첩 제적을 그림 2와 3에 보였다. 외부 광주입이 없는 경우 이득스위칭 스펙트럼(맨위)은 발진 모드에 대한 부모드 억압비가 20[dB]정도에 불과하고, 중첩된 시간제적(중간)은 펄스의 시간 지터가 매우 큼을 알 수 있다. 그러나 외부광 주입이 있으면 스펙트럼상의 부모드는 25 [dB] 이하로 억제되고, 시간 지터도 크게 감소함을 알 수 있다. 그림 2와 3의 맨 아래 그림은 모의실험에서 가정한 것과 유사한 조건에서 실험적으로 관측한 외부광 주입 유무에 따른 DFB 레이저의 이득 스위칭 출력 펄스 파형을 보인다. 실험 결과는 모의실험 결과와 잘 일치하여, 본 모델의 효용성을 입증하고 있다.

[참고문헌]

1. D. S. Seo, D. Y. Kim, and H. F. Liu, *Electron. Lett.* **32**(1), 44(1996).
2. A. J. Lowery, *IEE Proc. J.*, **137**(5), 293(1990).

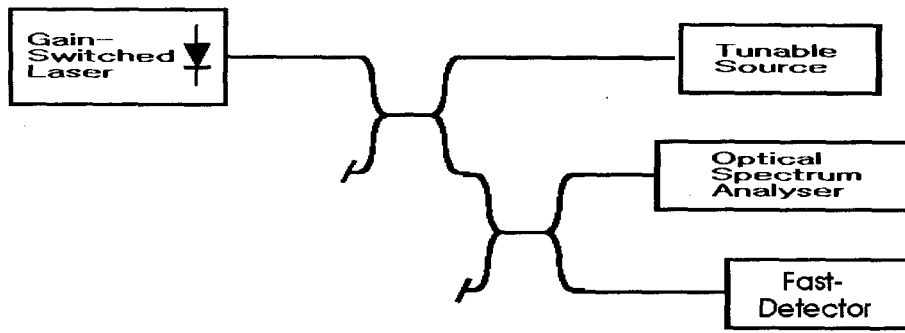


그림 1. 외부 광주입 이득스위칭 레이저 실험 장치도

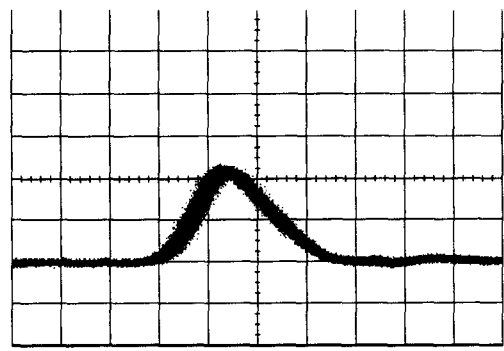
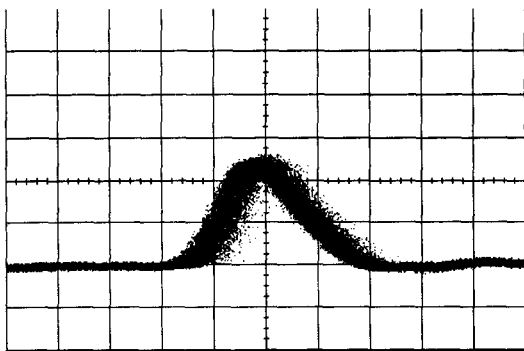
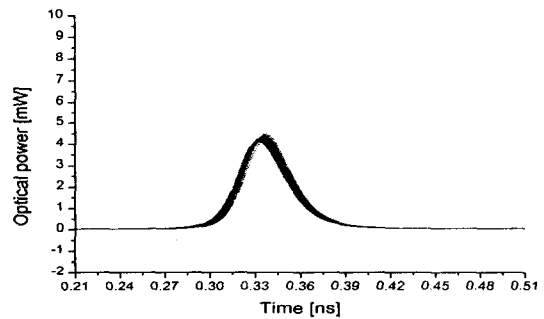
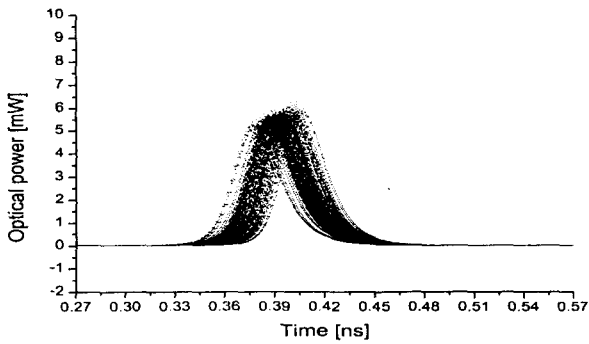
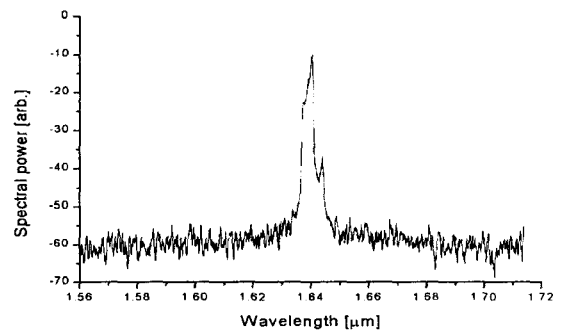
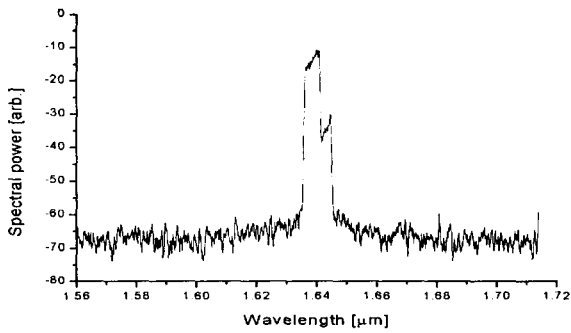


그림 2. 외부광주입이 없는 경우 출력 펄스의 수치계산된 스펙트럼(맨위) 및 중첩된 시간 궤적(중간)과 실험에서 관측된 시간궤적(맨아래)

그림 3. 외부광주입이 있는 경우 출력 펄스의 수치계산된 스펙트럼(맨위) 및 중첩된 시간 궤적(중간)과 실험에서 관측된 시간궤적(맨아래)

FD