

Amplified Feedback Lasers 를 이용한 전광 harmonic 주파수 상향 변환기

All-optical harmonic up-converters using Amplified Feedback Lasers for RoF Systems

이광현*, 최우영¹, 임영안², 박경현²

¹연세대학교 전기전자 공학과

²한국전자통신연구원 기반기술 연구소

e-mail : optics@yonsei.ac.kr

Abstract We propose and experimentally demonstrate all-optical harmonic up-converters using amplified feedback lasers (AFL) for RoF systems. In this scheme, we lock the 4th harmonic component (58GHz) by injection of the external optical signal modulated with the fundamental frequency (14.5GHz) and simultaneously upconvert IF signal (150MHz) to the millimeter wave band.

1. 서론

최근 들어, 적은 전송손실, 넓은 bandwidth, 광 증폭기 사용의 용이성 등의 장점을 지닌 광섬유를 통해 광 대역 무선통신을 위한 밀리미터파를 전송하는 Radio-over-Fiber 시스템이 국내외에서 활발히 연구되고 있다[1]. 이 RoF 시스템에서 가장 핵심이 되는 소자 중 하나가 밀리미터파 생성기와 주파수 상·하향 변환기이다.

많은 base station을 필요로 하는 RoF 시스템에서는, 최대한 경제적이고 간단한 구조의 base station을 꾸며야 한다. 이를 위해, 광학적으로 밀리미터파를 생성하여 여러 base station이 동시에 나누어 쓸 수 있는 방법이 많이 연구되고 있다. 그 대표적인 방법으로, Mach-Zehnder modulator를 이용한 DSB-SC (double side band with suppressed carrier) 방법[2]과 sideband injection locking 방법[3] 등이 있다. 하지만, 전자의 방법은 아직은 가격이 비싼 고속의 MZM 변조기를 필요로 한다는 점에서, 후자는 이미 파장이 정해진 여러 개의 LD가 필요하다는 점에서 그 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 한국전자통신연구원에서 제작된 self-pulsating laser[4]의 하모닉 성분을 이용하여 보다 경제적으로 밀리미터파(58GHz)를 생성하였고, 동시에 낮은 주파수(150MHz)의 IF 신호를 밀리미터파 대역으로 up-conversion하였

다.

2. 본론

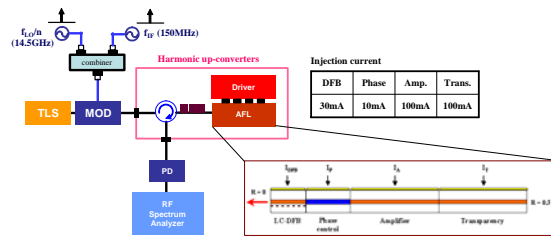


그림 1 Experimental setup

그림 1 은 실험 setup을 간단하게 보여주고 있다. AFL은 4 section (DFB, phase, amplifier, transparency)으로 이루어져 있고, 각 section에 흐르는 전류는 그림 1 에 나타나 있다. 이 조건에서 AFL은 약 14.5GHz에서 free-running을 하게 되고, 이 때의 RF spectrum과 optical spectrum 이 그림 2 에 나타나 있다. 그림 2 의 optical spectrum에서 보여지듯이, 위 동작 조건에서는 많은 side mode들이 존재하게 되고, 이는 곧 많은 harmonic 성분들이 존재함을 의미한다. 이 harmonic 성분들을 locking 시키기 위해, 외부에서 free-running 주파수(14.5GHz)로 변조된 광 신호를 주입하였고, 그림 3 은 그 locking된 신호의 fundamental과 4th harmonic성분의 spectrum 을 보여 주고 있다. 이때 AFL에 주입되는 광 신호의 파장은 1570nm이고 광 파워는 약 6dBm이다. 그림 4 는 locking된 신호의 phase

noise를 보여주고 있으며, 4th harmonic 성분의 phase noise가 fundamental 성분의 phase noise보다 약 12dB정도 높은 값을 가짐을 알 수 있다.

위 locking된 신호 주변으로 IF 신호가 up-conversion 됨을 검증하기 위해, 그림 1 에서 보여지듯이, AFL에 injection되는 광 신호에 free-running 신호의 locking을 위한 14.5GHz RF 신호와 150MHz의 IF 신호를 더하여 변조하였다. 그림 5 는 이 IF 신호가 4th harmonic 성분 주위에 up-conversion 됨을 보여주고 있다.

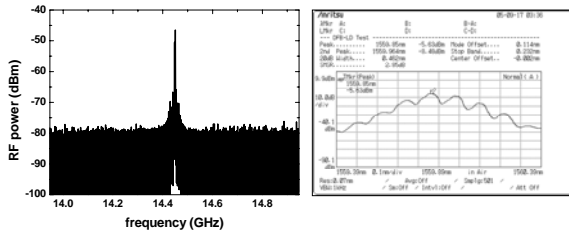


그림 2 Free-running RF and optical spectrum

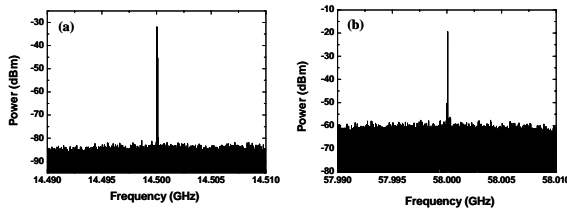


그림 3 RF spectrum of locked signal; (a) fundamental frequency (14.5GHz), (b) 4th harmonic frequency

3. 결론

Self-pulsation laser의 4th harmonic 성분(58GHz)을 subharmonic(14.5GHz)신호로 locking하여 밀리미터파를 생성함과 동시에, 낮은 주파수의 IF (150MHz)신호를 밀리미터 대역으로 up-conversion 하였다. 제안된 구조는 밀리미터파를 harmonic 성분을 이용하여 생성하였으므로, 이 구조를 이용하면 기존의 방법보다 cost effective한 RoF 시스템을 구현할 수 있을 것으로 기대 된다.

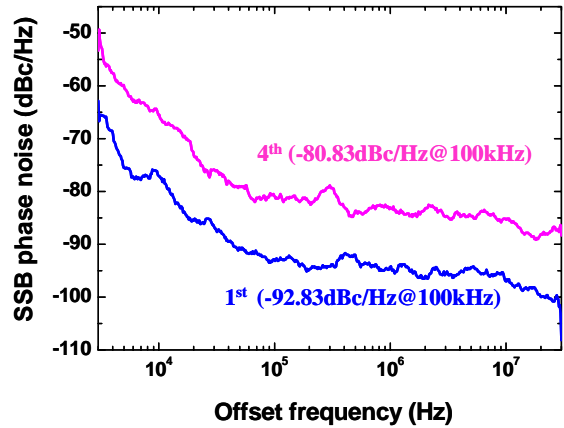


그림 4 SSB phase noise

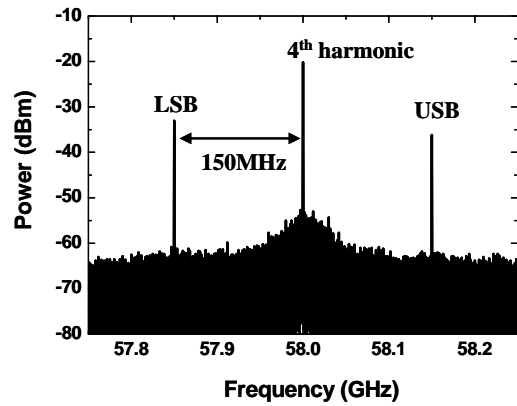


그림 5 RF spectrum of up-converted signal

REFERECE

1. C.-S. Choi *et al.*, IEEE MTT, vol. 53, pp. 256-263 Jan. 2005
2. A.. W *et al.*, IEEE PTL, vol. 17, pp. 1938-1940, Sep. 2005
3. R. -P. Braun *et al.*, IEEE PTL, vol.10, pp. 728-730, May 1998.
4. D.-S. Yee *et al.*, IEEE PTL, vol. 17, pp. 1151-1153, June 2005