

22-10

# Fabry-Perot Etalon을 이용한 Optical Millimeter Wave의 발생 및 안정화 Generation and Stabilization of Optical Millimeter Wave Using Fabry-Perot Etalon

이승현\*, 광노민, 최우영, 조규만  
서강대학교 물리학과  
연세대학교 전자공학과

## Abstract

A novel method for generating millimeter-wave optical signals using transmission characteristics of Fabry-Perot etalon is demonstrated. The resulting beat signal has a narrow linewidth ( $< 1$  MHz), deviates less than 10 MHz and also exhibits mode hopping of about 40 MHz.

최근 broad-band wireless services를 위하여 광섬유를 이용한 millimeter-wave(mm-wave) 링크에 관한 관심이 증대되고 있다. 이러한 시스템에서 핵심은 실용적이며 안정화된 mm-wave의 광원을 만들어 내는 것이다. [1]

mm-wave 광신호를 발생시키기 위한 방법으로는 두 개의 laser를 이용하는 optical heterodyning[2], laser diode(LD)를 이용한 optical injection locking[3], dual mode distributed feedback (DFB) LD[4]를 이용하는 방법 등이 있다.

본 연구에서는 tunable laser source(TLS)와 DFB LD를 사용하여 optical heterodyning 방법으로 원하는 mm-wave 광신호를 만드는 방법을 제시하고, 이에 대한 실험을 수행 하였다.

안정한 mm-wave 광신호의 발생을 위하여서는 먼저 광원의 안정화가 필연적이다. 이를 위하여 Fabry-Perot etalon(F-P etalon)을 FWHM에서 30 GHz가 되도록 제작하고 이를 이용한 오차 신호 검출 및 제환 장치를 그림 1과 같이 구성하였다.

광원으로는 PMF가 pigtail된 파장이 1549.9 nm, 임계전류가 9.75 mA인 DFB LD(Lucent- 246 PF)와 Tunable LD(HP 8168E) 사용하였다. 또한 heterodyne system의 단점인 편광 의존성을 polarization maintaining coupler(PMC)를 이용하여

해결하였다.

mm-wave 광신호 발생을 위해 먼저 DFB LD와 TLS에서 나온 빛을 PMC에서 나눈 후, 한쪽 빛은 끝단의 PMC로, 다른 한쪽은 오차 신호 검출 장치로 보낸다. 오차 신호를 검출하기 위해 F-P etalon의 반치폭의 한 점에 LD의 파장을 고정시킨다. 반치폭에서 기울기가 최대가 됨을 이용하여 미세한 파장 변화를 F-P etalon을 투과한 빛의 출력값과 기준값의 차이로 검출한다. 이러한 차이 값을 오차 신호로 사용하여 두 LD들에 주입전류로 제환 시키며, 반치폭의 점들에서 제환에 의해 LD들의 주파수 안정화가 이루어진다. 이때 두 주파수 차이는 etalon 투과 특성에서의 두 LD간 파장의 차이에 따른다. 이렇게 안정화된 LD의 두 빛은 광섬유를 통해 전송되고 3 dB에서 밴드폭이 45 GHz(New Focus 1014)인 고속 photo-detector에서 beating되어 mm-wave 광신호가 발생되게 된다.

그림 2는 F-P etalon의 반치폭에서 안정화된 DFB LD와 TLS의 beating 신호를 RF spectrum analyzer에서 본 것이다. beating 신호는 3dB에서 1 MHz이 내이고, 10 MHz이내로 안정화 되었으며 mode hopping이 있는 경우, 약 40 MHz정도 주파수의 변화가 생긴다.

그림 3은 tunable laser source 두 대(HP8168D와

HP8168E)를 제한 부포없이 beating 한 것으로 10 MHz 이내에서 beating 주파수 안정화를 가진다.

두 결과를 비교하여 보면, beating 주파수의 안정도는 10 MHz 이내로 동일하지만, DFB LD와 TLS의 beating에서는 side mode가 존재하며 mode hopping 현상이 보이고 있다. mode hopping이 있을 경우 주파수는 약 40 MHz정도 변하며 다시 불안정하여졌다가 안정화되어 가는 것을 볼 수 있다. 이러한 side mode의 존재와 mode hopping 현상은 DFB LD의 선폭이 좁아지면서 나타나는 것으로 보인다.

현재 side mode들에 대한 extinction rate를 높이는 방안과 mode hopping이 적게 일어나는 최적의 상태를 찾아 레이저를 안정화 시키는 방법과 아울러 좁은 선폭의 DFB LD에서 side mode 존재에 대한 분석을 수행 중에 있다.

참고문헌

[1] F.N.Timofeev, S.Bennett, R.Griffin, P. Bayvel, A.J.Seeds, R.Wyatt, R.Kashyap and M.Robertson, *Electron Lett.*, 34, pp.668-669, 1997.  
 [2] G.J.Simonis and K.G.Purchase, *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, 38, pp. 667-669, 1990.  
 [3] L.Goldberg, H.F.Taylor, and J.F.Weller, *Electron. Lett.*, 19, pp.491-493, 1993.  
 [4] D.Wake, C.R.Lima, and P.A.Davis, *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, 43, pp. 2270-2276, 1995.

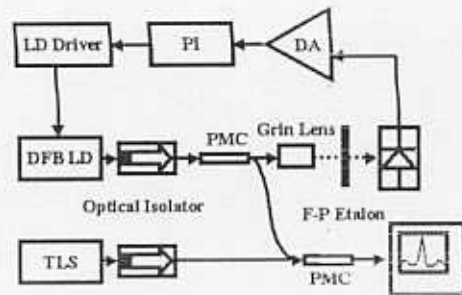


그림 1 실험 장치도

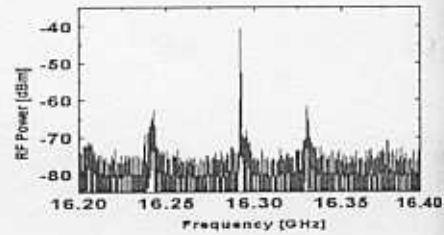


그림 2 (a)

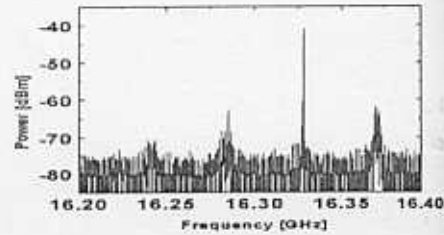


그림 2 (b)

그림 2 (a) RF Spectrum Analyzer에서 본 beat signal  
 그림 2 (b) 약 40 MHz 정도 mode hopping 일어났을 때

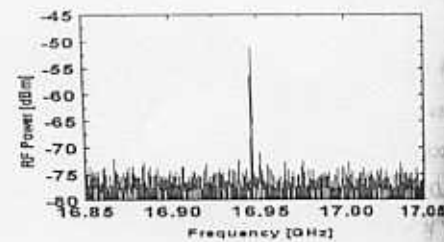


그림 3 HP 8168D와 HP 8168E를 etalon의 반치폭 근처에 파장을 고정시키고 beating한 결과