

DSB-SC 변조에 의한 광 밀리미터파 신호 발생

Optical Millimeter-Wave Generation Based on DSB-SC Modulation

최재원, 최경선, 서동선, 전영민*, 이석*

명지대학교 광자공학연구소, 한국과학기술연구원 광기술연구센터*

zzan0309@hanmail.net

Abstract

We generate optical millimeter-waves by double-sideband suppressed carrier (DSB-SC) modulation using a Mach-Zehnder (MZ) modulator biased at the minimum power. The DSB-SC modulation allows the high-frequency intensity modulation for millimeter-wave generation at the twice of the MZ modulator driving frequency.

무선 멀티미디어 서비스 등의 다양한 광대역 서비스에 대한 수요 증가로 인해 기존 무선통신 대역이 머지않아 포화될 것으로 예측됨에 따라, 차세대 밀리미터파(20 GHz 이상)대역 무선통신에 대한 연구 관심이 높아지고 있다. 광 밀리미터파 발생 시스템은 전기적인 밀리미터파 발생을 용이하게 할 뿐만 아니라, 밀리미터파 광 증계기 구현에도 그대로 적용되기 때문에, 차세대 무선 통신망 구현의 핵심기술이다. 최근에 광 밀리미터파 발생 방법으로는 주파수변조(FM)된 광신호의 측파대 신호를 웨브리 페롯(FP) 레이저의 발진모드에 잠김시켜 2개의 모드를 발진시키고, 이 발진 모드들의 혼합에 의해 광 밀리미터파 신호를 발생시킨 연구결과가 발표된 바 있다.⁽¹⁾ 이 방법은 비교적 쉽게 밀리미터파를 얻을 수 있는 장점이 있으나, FM 신호의 측파대 신호간의 간격이 변조주파수와 동일한 여러 개의 측파대 신호가 존재하여 선택되지 않은 다른 측파대 신호가 출력에 영향을 크게 미치기 때문에, 2개의 측파대 모드만을 선택하기 위해 고가의 광 셔클레이터와 특수 제작된 FP 레이저를 이용해야하는 단점이 있었다.

본 연구에서는 마하젠더(MZ) 강도변조기를 이용한 DSB-SC 진폭변조(AM) 방법에 의해 반송파 성분을 억제하고 변조 주파수의 2배에 해당하는 주파수 간격을 갖는 측파대 신호만을 발생시켜, 매우 간단하게 안정적인 광 밀리미터파를 발생시키는 방법을 제안한다. 이 방법은 발생된 광 밀리미터파 주파수가 변조주파수의 2배에 해당할 뿐만 아니라, 2개의 측파대 성분만 존재하기 때문에 FP 레이저나 어떤 종류의 대역통과필터를 쓰지 않고도 시스템 구현이 가능하며, 소형의 저가 시스템 구현이 가능한 장점이 있다.

제안된 구조의 실험장치는 그림 1과 같다. 광원으로는 CW로 동작하는 일반적인 DFB 레이저를 광원을 이용하고, DSB-SC 변조를 위해 MZ 강도변조기를 "최소" 출력 전력점에 바이어스하고 침투치가 $V\pi$ (π 위상차 전압)인 RF 신호를 인가하면, AM 변조지수가 100%인 DSB-SC 변조 신호를 얻을 수 있다. 변조기의 손실을 보상하기 위해 이 광 밀리미터파 강도변조 신호를 증폭하여 광검출기(PD)로 검출하면 밀리미터파의 전기적 신호를 얻을 수 있다. 그림 2는 변조 전(a)과 10 GHz (b) 및 20 GHz (c) DSB-SC 변조 후의 광 스펙트럼을 보인다. 거의 완벽한 DSB-SC 변조에 의해 중앙의 반송파에 해당하는 광파 성분은 완전히 억제되었으며, 측파대 간의 간격은 각각 20 및 40 GHz 로서 변조주파수의 2배 가됨을 확인 할 수 있다. 또한, 2개의 측파대 성분 이외의 주파수 성분은 잡음준위 이하로 나타나서 반송파 등의 원치 않는 성분이 18 dB 이상으로 억제되었음을 알 수 있다. 이는 광 밀리미터파 강도변조 신호 또는 이 신호의 검출에 의한 밀리미터파 발생을 위해 더 이상의 대역통과 필터링이 필요 없음을

의미한다. 이제, 발생된 밀리미터파 강도변조 신호를 고속 검출기로 검출하여 밀리미터파 발생 가능성을 검증하기 위해, 그림 2 (b)의 10 GHz DSB-SC 변조신호를 검출하여, 검출된 신호의 RF 스펙트럼을 그림 3에 나타내었다. 그림 3의 (a)에 보인 바와 같이 10 GHz의 변조기 구동주파수 성분은 거의 나타나지 않고, 구동 주파수의 2배인 20 GHz 성분만이 보임을 알 수 있다. 그림 3의 (b)는 20 GHz 부근의 RF 스펙트럼을 확대한 것이다. 20 GHz의 매우 깨끗한 밀리미터파가 발생했음을 알 수 있다. 이 같은 현상은 그림 2의 (c)에 대해서도 그대로 적용되어, 40 GHz의 안정된 밀리미터파를 20 GHz의 DSB-SC 변조에 의해 얻을 수 있다.

결론적으로 본 연구에서는 DSB-SC 변조에 의해 저속의 변조기로도 매우 간단하게 40 GHz대의 밀리미터파를 발생시킬 수 있음을 보였다.

※ 본 연구는 한국과학재단(R01-2000-00249) 및 정보통신부의 지원으로 수행되었음.

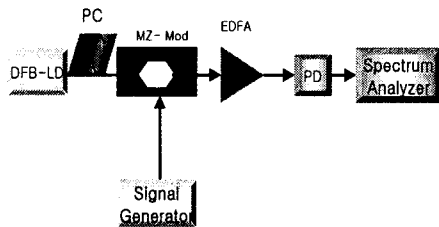
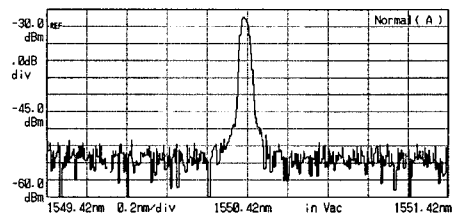
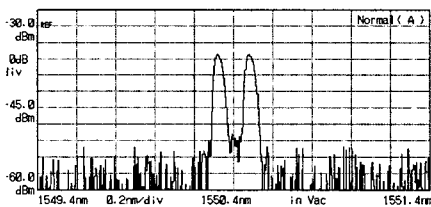


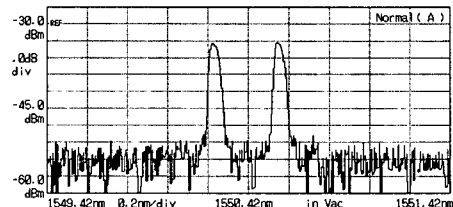
그림 1. 제안된 실험 구성도



(a)

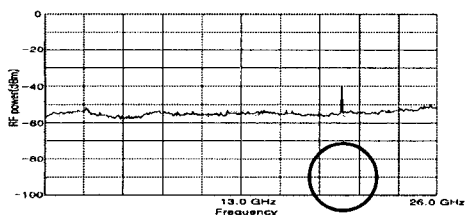


(b)

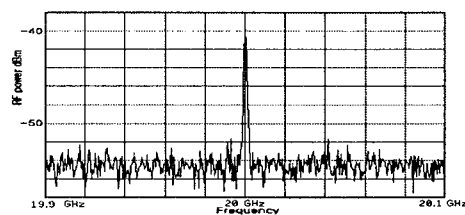


(c)

그림 2. (a) 변조 전, (b) 10 GHz 변조, 및 (c) 20 GHz 변조 후의 광 스펙트럼



(a)



(b)

그림 3. (a) 10 GHz 변조에 의한 RF 스펙트럼 및 (b) 20 GHz를 부근의 상세 스펙트럼

[참고문헌]

1. Masahiro Ogusu, K.Inagaki, and Y.Mizuguchi, IEEE Microwave and Wireless Component Lett., vol. 11, No.3, March 2001