

## Radio-over-Fiber 링크를 위한 60 GHz 아날로그 광 송신기 모듈

### 60 GHz analog optic transmitter module for radio-over-fiber link

정용덕\*, 최광성, 강영식, 심재식, 김성복, 김제하

한국전자통신연구원 IT 융합·부품연구소

ydchung@etri.re.kr

*We developed 60 GHz analog optical transmitter modules for radio-over-fiber (RoF). They were consisted of an electroabsorption modulator (EAM), impedance matching circuit, and amplifier. The characteristics of fabricated modules were investigated by measuring the signal-to-noise ratio and the noise figure of the 60 GHz RoF link.*

광대역 멀티미디어 서비스를 위한 무선 네트워크는 현재까지 많은 보급이 이루어졌고, 앞으로도 그 서비스 대상이 확대될 것으로 기대된다. 무선 통신을 위한 밀리미터파 대역 중, 특히 60 GHz 밴드는 대기 중의 흡수로 인해 pico-cell 통신에 적합하며, 고속 인터넷, 대용량 자료 및 음성 통신에 유리하여 많은 연구가 되어 왔다. 이러한 서비스를 구현하기 위해 광대역 무선 자료 전송 수요를 만족 시킬 수 있는 radio-over-fiber (RoF) 링크 기술의 도입이 필요한데, 이러한 점에 있어, 60 GHz 밴드를 이용한 RoF 링크 실현은 미래의 초광대역 무선 접속 서비스를 위해 매우 중요하다.

본 논문에서는, RoF 링크를 위한 60 GHz 아날로그 광 송신기 모듈을 소개하고자 한다. 송신기 모듈은 RF 이득이 있는 것과 없는 것을 각각 제작하였다. 제작된 모듈의 광 및 전기적 특성을 측정하여 모듈의 특성을 분석하였다. 또한, 제작된 아날로그 광 송신기 모듈을 이용하여 RoF 링크를 구성, 신호 대 잡음 비와 잡음지수 측정을 통해 링크의 성능을 평가하였다.

이득이 없는 송신기 모듈은 V-연결관을 이용하여, 전계흡수형 변조기 (electroabsorption modulator, EAM) 소자, 임피던스 정합 회로, 광섬유, 열전 냉각기, 써미스터로 구성되어 있다. EAM 소자는 다중양자 우물을 이용하여 제작하였다<sup>(1)</sup>. 60 GHz 에서 임피던스를 맞추기 위해 두 개의 stub 가 내장된 마이크로 스트립 전송선로를 이용하여 칩을 장착하였으며, 30 Ω 저항을 이용하여 termination 하였다. 레이저 trimming 작업을 통해 반사 손실이 60 GHz 에서 최소가 되도록 하였다. trimming 작업 완료 후, -10

dB 이하의 반사 특성을 나타내는 투과 대역폭은 약 2 GHz 가 되었다<sup>(2)</sup>. 이득이 있는 송신기는 추가로 대역통과 필터와 저잡음 증폭기를 이용하여 구성하였다. 사용된 저잡음 증폭기의 이득과 잡음 지수는 각각 21 dB 와 3.8 dB 이다. 저잡음 증폭기와 EAM 사이의 임피던스 정합을 고려하여 대역통과 필터를 설계, 제작하였다. 60 GHz 에서 대역통과 필터의 삽입 손실과 반사 손실은 5.24 dB 와 18.86 dB 이다. 3-dB 대역폭은 대략 2.2 GHz 이고 skirt 특성은 30 dBc 이상 이었다<sup>(3)</sup>.

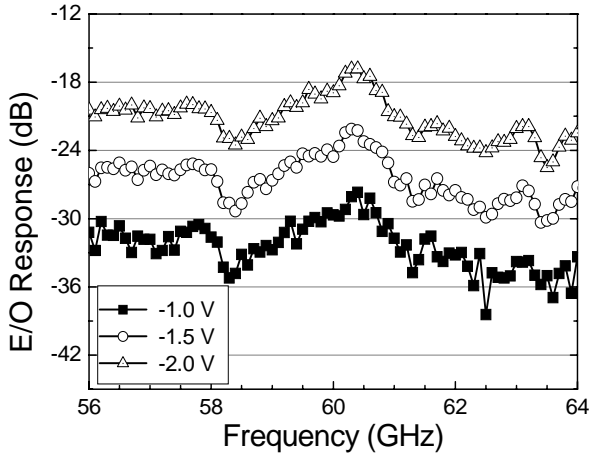


그림 1. 이득이 없는 모듈의 E/O 응답 특성

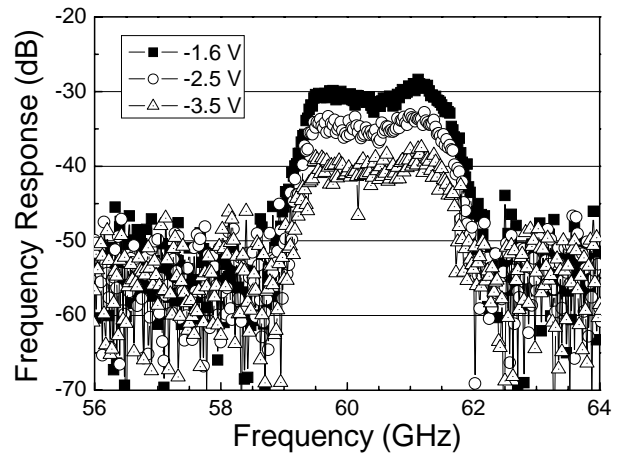


그림 2 이득이 있는 모듈의 주파수 응답 특성

0 dBm 광 입력 파워를 이용하여 실온에서 1550 nm 파장에 대한 삽입 손실과 소광비를 측정했다. 광 송신기의 주파수 응답은 광 검출기를 이용하여 벡터 네트워크 분석기로 측정했다. 그림 1은 이득이 없는 모듈의 E/O 응답 특성을 보여준다. 인가 전압에 따라 60 GHz 부근에서 증가된 E/O 특성을 확인할 수 있다. 그림 2는 이득이 있는 모듈의 주파수 응답 특성을 보여준다. 인가 전압 -1.6 V, -2.5 V, -3.5 V 에서 잡음 레벨에 대해 60 GHz 에서 각각 20 dB, 15 dB, 10 dB 만큼 증가했다.

60 GHz RoF 링크를 구성하여 광 송신기의 전송 특성을 측정하였다. 이득이 있는 모듈의 경우 16-QAM 신호를 광 송신기를 통해 SNR 15.9 dB 로 전송할 수 있었는데, 이 값은 이득이 없는 모듈과 외부 RF 증폭기를 이용하여 얻었던 SNR 27.6 dB 보다 11.7 dB 작은 값이다. 잡음 지수는 이득이 없는 모듈과 RF 증폭기를 이용한 경우는 7.5 dB 이고, 이득이 있는 모듈은 19.2 dB 이었다. 이득이 있는 모듈을 사용하여 RoF 링크의 base station 을 구성하면, 증폭기가 내장되어 있기 때문에 가격 및 부피 측면에서 매우 유리할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Y. D. Chung et al., Microw. Opt. Technol. Lett. **48**, 1151 (2006)
2. J. Kim et al., IEEE Trans. Microw. Theory Tech. **54**, 780 (2006).
3. Y. D. Chung et al., AP-MWP 2006, 247 (2006)