

Photonic Realization of Microwave Functions

최우영
 연세대학교 전기전자공학과
 wchoi@yonsei.ac.kr

최근 광통신 기술은 크게 진보하였다. 광통신 기술의 발전은 다양한 광부품들의 성능 향상 및 가격 저렴화를 불러일으켰으며, 이러한 광부품들은 광통신 기술 이외의 다양한 분야에서도 폭넓은 응용 가능성을 보이고 있다. 예를 들어, photonics 기술을 활용하여 고전적으로 전기적 소자만을 활용하여 구현해 왔던 microwave 기능을 구현할 수 있으며, 이러한 시도는 새로운 형태의 microwave 활용 시스템 구조를 가능케 한다. 본 논문에서는 연세대학교 Microwave Photonics 국가지정연구실에서 수행된 연구 결과를 바탕으로 photonics 기술을 활용한 microwave 기능 구현 방법을 소개하고자 한다.

1) Microwave 신호 생성

원하는 주파수 대역에서 안정적인 microwave 신호 생성기는 모든 microwave 시스템에서 꼭 필요한 요소이다. 기존의 전기적 방법으로도 microwave 신호 생성기에 관한 연구는 폭 넓게 진행되어 왔으나, 요구되는 주파수가 점점 높아지고 또 생성된 신호를 신호원으로부터 먼 곳에 위치한 다른 시스템으로 전달할 필요가 있는 경우 기존의 방법은 많은 어려움을 겪게 된다. 광학적으로는 원하는 주파수만큼의 발전 주파수 차이를 가진 두 개의 레이저의 출력력을 photodetector에 입사시켜 beating 주파수를 발생시킬 수 있다. 이 때, 안정된 microwave 신호 생성을 위해서는 두 개의 레이저의 동기화가 꼭 필요하다. 아래 그림은 두 개의 반도체 레이저를 sideband injection-locking 기법으로 동기시켜 60GHz 대역의 신호를 발생시키는 실험 set-up과 생성된 60GHz 신호의 spectrum 특성을 보여준다. 이와 같은 photonic microwave 신호 생성기는 RoF (Radio-over-Fiber) 시스템에 응용될 수 있다.

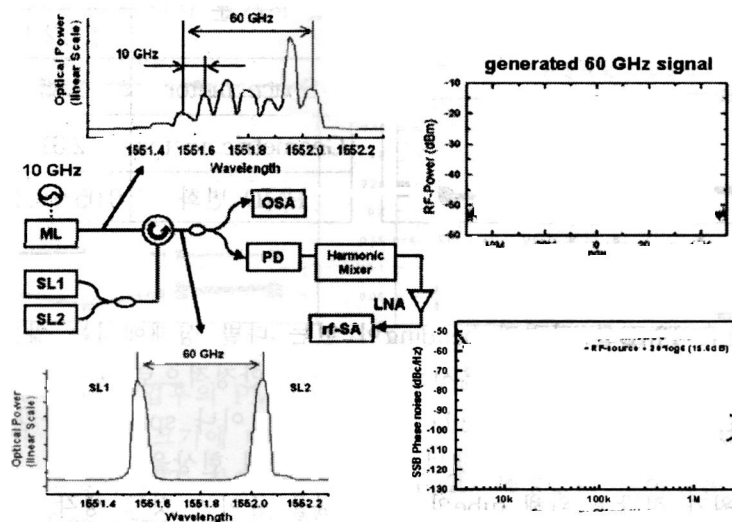


그림 1. 60GHz 신호 생성 set-up과 결과 스펙트럼.

2) Mixer

대부분의 microwave 시스템에서는 주파수를 상향 또는 하향 변환 기능을 필요로 한다. Photonic 기술을 활용하여 이런 기능을 수행하는 mixer를 구현하는 것이 가능하며, 본 연구실에서는 특히 SOA를 이용한 remote 60GHz 대역 주파수 up-converter를 구현한 바 있다. 아래 그림은 구현된 photonic mixer의 개략도와 실험 결과를 보이고 있다. 이 photonic mixer 역시 RoF 시스템에 적용될 수 있다.

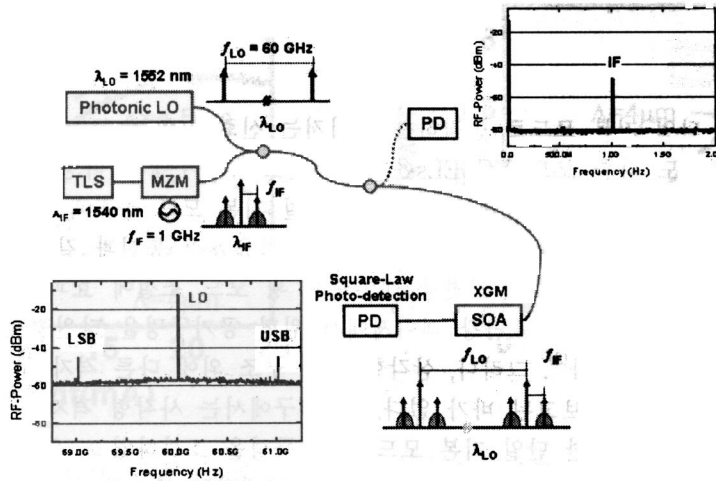


그림 2. SOA를 이용한 remote up-converter.

3) Phase Shifter

Phased-array antenna와 같은 microwave 시스템에서는 신호의 위상을 쉽게 조정해 줄 필요가 생긴다. 기존의 전기적 방법을 활용하여 phase-shifter를 구현할 수 있으나, phased-array antenna 시스템처럼 요구되는 phase shifter의 개수가 무척 많을 경우 부품의 크기로 인한 어려움에 직면하게 된다. 이때, fiber를 활용한 phase shifter는 이러한 문제를 해결해줄 수 있다. 아래 그림은 본 연구실에서 개발한 PM fiber를 이용한 30GHz 대역의 photonic phase shifter의 개략도와 측정 결과를 보이고 있다.

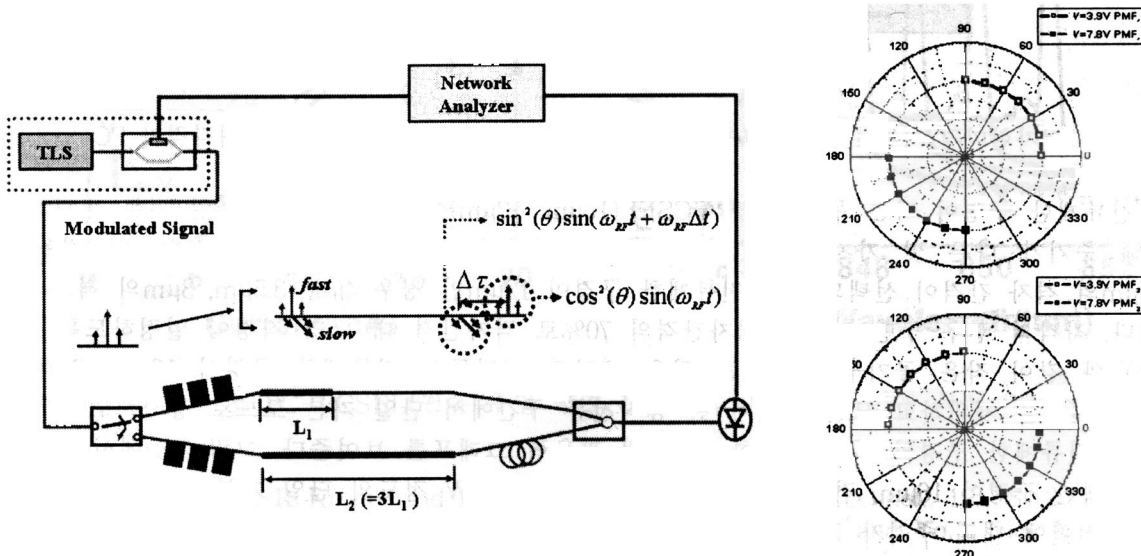


그림 3. PM fiber를 이용한 30GHz 대역의 phase shifter의 개략도와 측정 결과.