

Photonics Conference 2006

November 8~10, 2006
DaeMyung Resort, Sorak

Program

Proceeding

Exit

Organized by

KICS / Optical Communication Division
IEEK / Optical Wave and Quantum Electronics Division
KIEE / Optical Electronics and E.M. Wave Division
OSK / Photonics Division
IEEE / LEOS Korea Chapter
SPIE / Korea Chapter

Sponsored by

OPERA(Optics and Photonics Elite Research Academy)
APRI(Advanced Photonics Research Institute, GIST)
ANYLAMDA
Licomm
LUXPERT
Anristu
SOLiD Technologies
WOOJOO HI-TECH CORP.
NRL for Optical Modulation Formats
NRL for Optical Networks and Systems
NRL for Photonic Networks Research
CLEO-PR 2007

CMOS 기반 Si APD 를 이용한 60 GHz 하모닉 광전 주파수 변환기 60 GHz Harmonic Optoelectronic Mixers Based on CMOS-compatible Si APD

강효순*, 최우영

연세대학교 전기전자 공학과

e-mail : hkang@yonsei.ac.kr

Abstract We present 60 GHz harmonic optoelectronic mixers based on Si avalanche photodetectors (APDs) fabricated by the 0.18 μm standard complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) process. Utilizing the CMOS-based harmonic optoelectronic mixer, 5 MS/s, 32 quadrature amplitude modulation (QAM) signals are successfully transmitted at 60 GHz band for the first time.

최근, 적은 전송 손실, 넓은 bandwidth 등의 장점을 가진 fiber-optic 기술과 WPAN 등의 응용 분야에 관심을 받고 있는 밀리미터파 무선 시스템을 융합하려는 노력이 국내외에서 활발히 연구되고 있다[1]. 특히 fiber-supported millimeter-wave 무선 시스템 구현 방법 중에서, remote up-conversion scheme은 낮은 주파수의 데이터 및 IF 신호를 광신호로 변환, 전송하기 때문에 광섬유의 색분산으로 인한 영향이 적으며, 높은 주파수에서 동작하는 광소자가 필요하지 않은 장점이 있다. 그러나, 기지국에서는 광전 변환 및 주파수 상향 변환을 위해 광검출기, mixer, phase-locked oscillator 등을 포함한 복잡한 구조가 필요 하게 된다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 광소자 [2] 또는 InP 기반의 phototransistor [1, 3]를 사용하여 기지국을 간단히 구현하려는 방법이 연구되었다. 하지만, InP 기반의 소자는 높은 제작 가격으로 인해 저가의 기지국 구현에 한계가 있다.

CMOS 공정 기반의 광전 주파수 변환기는 파장 850 nm의 광신호를 검출하고[4], 동시에 주파수 변환을 수행 함으로써 기지국을 단순화 시킬 수 있으며, 성숙된 CMOS 회로 기술의 장점을 이용하여 낮은 가격의 집적된 기지국 구현을 용이하게 한다. 특히 기존에 활발히 연구된 850 nm 대역의 저가의 VCSEL과 multi-mode fiber (MMF) 기술을 활용하면 전체 시스템의 가격을 낮출 수 있게 된다. 본 연구에서는 0.18 μm standard CMOS 공정을 사용하여 Si APD를 제작하고, 이를 이용해 광

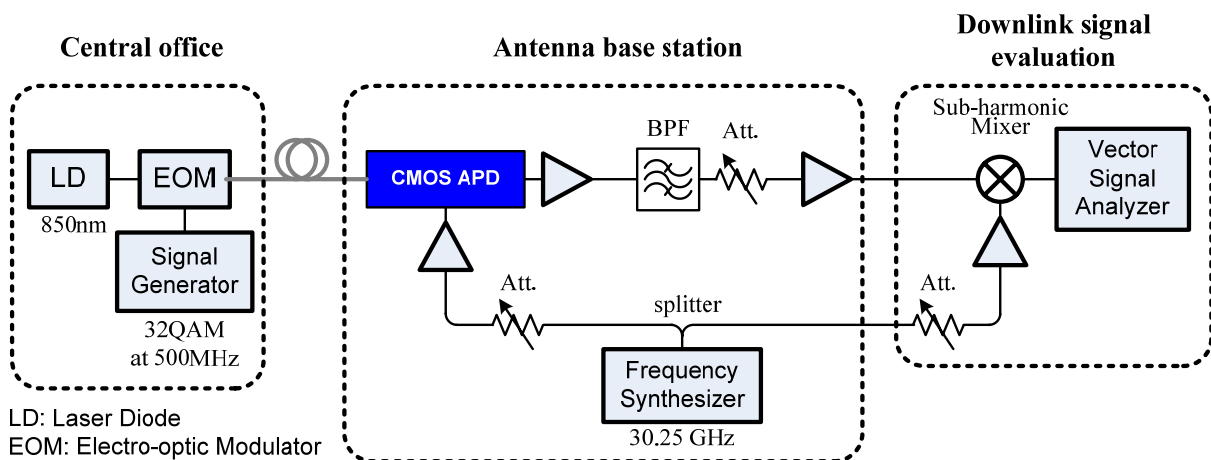


그림 1. CMOS 기반 광전 주파수 변환기를 이용한 60 GHz 대역 데이터 전송 실험 구성도

전 주파수 상향 변환기를 구현하였다. 특히 하모닉 비선형 특성을 이용하여 30 GHz 대역의 LO 신호를 사용하여 60 GHz 대역의 주파수 상향 변환 및 이를 이용한 데이터 전송 실험을 수행하였다.

그림 1 은 CMOS 기반의 하모닉 광전 주파수 상향 변환기를 이용한 데이터 전송 실험 구성도이다. Central office에서 IF 500 MHz의 5 MS/s, 32 QAM 데이터 신호를 광학적으로 변조하여 fiber를 통해 기지국으로 전송하였다. 기지국에서는 전송된 광신호와 30.25 GHz의 전기적 LO 신호를 CMOS APD에 인가하였고, CMOS APD의 전류-전압 비선형 특성에 의해 60 GHz 대역으로 주파수 상향 변환된 신호가 생성되었다. 그림 2 는 base station에서 출력되는 주파수 상향 변환된 신호 중 lower-side band (LSB, $2 \cdot f_{LO} - f_{IF}$)의 spectrum을 나타낸다. CMOS 광전 주파수 변환기의 성능을 살펴 보기 위하여 sub-harmonic mixer를 사용하여 데이터 신호를 주파수 하향 변환시키고, vector signal analyzer를 이용해 복원하였다. 그림 3 은 복원된 데이터 신호의 constellation과 eye diagram이며, error vector magnitude (EVM)은 약 5.4 %로 데이터 전송이 성공적으로 이루어진 것을 확인하였다. 이때 Si APD의 동작 전압은 -10.4 V로 avalanche breakdown이 시작되는 지점이다.

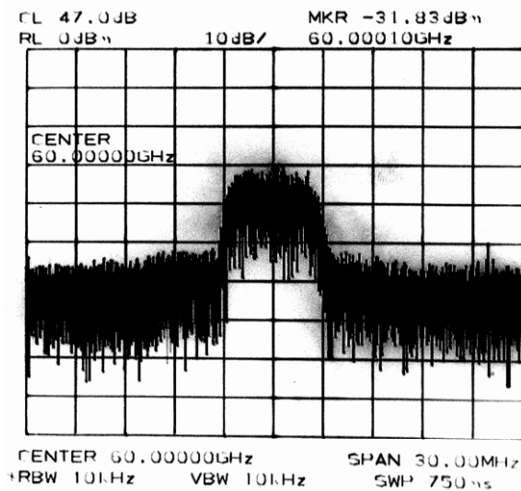


그림 2. 60 GHz 대역으로 주파수 상향 변환된 데이터 spectrum

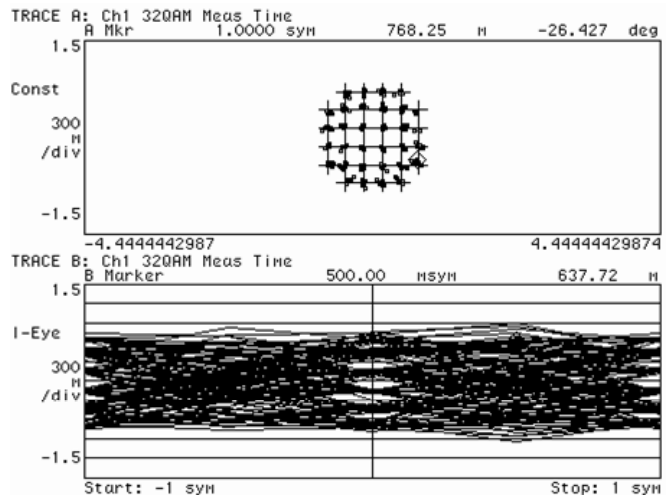


그림 3. 복원된 5 MS/s, 32 QAM 데이터 신호의 constellation 과 eye diagram

본 연구에서는 0.18 μm Standard CMOS 공정을 통해 제작한 Si APD를 이용하여 하모닉 광전 주파수 상향 변환기를 구현하였다. 이를 이용하여 5 MS/s, 32 QAM 데이터 신호를 60 GHz 대역에서 성공적으로 전송하였으며, CMOS 집적회로 기술과의 접목을 통하여 fiber-supported millimeter-wave 무선 시스템의 기지국을 CMOS 단일 칩으로 구현할 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCE

1. C. -S. Choi *et al.*, IEEE MTT, vol. 53, no. 1, pp. 256-263, Jan. 2005
2. J. -H. Seo *et al.*, IEEE MTT, vol. 54, no. 2, pp. 959-966, Feb. 2006
3. C. -S. Choi *et al.*, IEEE PTL, vol. 17, no. 12, pp. 2721-2723, Dec. 2005
4. T. K. Woodward *et al.*, IEEE JSTQE, vol. 5, no.2, pp. 146-156, Mar. 1999