www.cooc.org

20주년
광전자 및 광통신 학술회의

The 20th Conference on Optoelectronics and Optical Communications

일시 : 2013년 5월 8일(수) ~ 10일(금)

장소 : 경주 블루원 리조트

논문접수 및 문의처

- 접수기간 : 2013. 3. 6(수)~3.31(일)
- 사전등록기간 : 2013.4.8(월)~4.26(금)
- 접 수 처 : 홈페이지접수 (www.cooc.org)
- 문 의 처 : 김창봉 교수 (공주대) aggie@kongju.ac.kr
  이주한 교수 (서울시립대) jhl@uos.ac.kr

Plenary Speakers

- Ⅰ. 코펜하겐 양자론을 의심하면 될까?
  – 권오대(포항공과대학교)
- Ⅱ. The key enabling fiber-optic technologies for the realization of Gigabyte Internet Korea
  – 남은수(ETRI)
- Ⅲ. Electro-optical switching in orthogonal smectic bent-core liquid crystals
  - Jagdish K. Vij(Trinity College University of Dublin and Sungkyunkwan University)

공동 주최 한국광학회(광자기술분과) / 한국통신학회(광통신연구회) / 대한전자공학회(광파 및 양자전자공학 연구회)
대한전기학회(광전자 및 전자파연구회)

Program Overview

5월 8일 (수)

시간/장소	그랜드볼룸A	그랜드볼룸B	그랜드볼룸C	크리스탈홀	다이아몬드홀
12:30 ~ 18:00	학술회의 등록				
14:00 ~ 15:30	W1A	W1B	W1C	W1D	단기강좌 I
	코히어런트광전송 좌장 : 성혁기(홍익대)	나노플라즈모닉스 좌장 : 김진태(ETRI)	광소자 I 좌장 : 김상인(아주대)	광정보처리 및 디스플레이 I 좌장 : 박재형(인하대)	Visible Light Communications : Technologies & Applications / 한상국(연세대) 좌장 : 주정진(ETRI)
15:30 ~ 15:45	Coffee Break				
15:45 ~ 17:15	W2A	W2B	W2C	W2D	단기강좌 II
	광통신 I 좌장 : 정환석(ETRI)	나노광학구조제어 좌장 : 이경석(KIST)	광응용 I 좌장 : 이용욱(부경대)	바이오영상 I 좌장 : 김창석(부산대)	광통신용 광소자 / 백용순(ETRI) 좌장 : 안준태(ETRI)
17:15 ~ 18:30	Poster Session(광통신, 나노포토닉스, 광소자, 광정보처리및디스플레이), 1층 복도				

ORAL SESSION I

5월 8일(수) 구두발표

학술발표 W1A 그랜드볼룸A

코히어런트광전송 14:00~15:30
좌장 : 성혁기(홍익대)

14:00(초청논문)
W1A-Ⅰ1 실시간 코히런트 광OFDM 기술
윤천주, 나해영, 최중선, 김덕준, 김종회, 권용환, 남은수(ETRI)
This paper will provide an overview of the application of digital signal processing in OFDM. We experimentally demonstrate the FPGA implementation of both real-time OFDM transmitter and receiver.

14:30
W1A-Ⅰ2 모드 다중화 기반 광전송을 위한 4x4 MIMO 코히어런트 광수신기의 성능 분석
정환석, 장순혁, 이종현, 김광준(ETRI)
We evaluate the performances of 4x4 MIMO coherent receiver for MDM transmission. Mode separation is implemented and its performances is investigated under various front-end IQ mismatch.

14:45
W1A-Ⅰ3 이미지 센서를 이용한 장거리 4x4 MIMO LED 가시광 통신 실험
김성만, 전종배 (경성대)
We demonstrate a 4x4 MIMO wireless LED visible light communication (VLC) with a transmission length of 24 m. We implemented MIMO transmission of LED VLC using an image sensor and a lens.

15:00
W1A-Ⅰ4 광 반송파 억압변조를 이용한 I/Q 채널 분리 20-Gb/s OFDM 기저대역 상향 전송기법
정상민, 홍문기, 한상국(연세대)
We propose 20-Gb/s OFDM transmission with separated I/Q baseband delivery using OCS of an optical seed carrier in a 50-km link based on a remotely-fed RSOAs.

15:15
W1A-Ⅰ5 차세대 100G 이더넷을 위한 두 개의 외부 변조기로 생성된 PAM-4 신호의 성능 분석
허준영, 이준기, 강세경, 김광준, 이종현(ETRI)
We have proposed and analyzed the PAM-4 signal generated by two external modulators for next-generation 100G Ethernet. The feasibility of our method in short reach (~500m) 100G Ethernet was confirmed.

학술발표 W1B 그랜드볼룸B

나노플라즈모닉스 14:00~15:30
좌장 : 김진태(ETRI)

14:00(초청논문)
W1B-Ⅶ1 표준 CMOS 기술을 이용한 나노플라즈모닉 도파로 개발
권민석(UNIST), 신진수(KAIST)
Metal-insulator-silicon-insulator-metal waveguides are nanoplasmonic waveguides that are realized using standard CMOS technology.

14:30
W1B-Ⅶ2 금속-유전체-실리콘-유전체-금속 도파로 기반 스텝 구조 파장 특성
신진수, 이창희, 신상영(KAIST), 권민석(UNIST)
An ultra-compact stub structure based on a metal-insulator-silicon-insulator-metal waveguide is proposed. Its wavelength characteristics and its possible applications are studied by simulation.

14:45
W1B-Ⅶ3 e와 m의 분리 제어를 위한 실리콘 원통 기반 메타물질 설계
유경완(서울대), 구석모(서울대), 박남규(서울대)
We propose the silicon rod based metamaterial structure for free-form control of the electric (e) and magnetic (m) dipolar responses.

15:00
W1B-Ⅶ4 LED의 내부광출력 및 내부양자효율 평가방법
마병진, 김제민, 최성순, 이관훈(KETI)
A new evaluation theory for internal optical power and internal quantum efficiency of the LED is demonstrated. This is based on optical and thermal properties of the LEDs.

학술발표 W1C 그랜드볼룸C

광소자 I 14:00~15:30
좌장 : 김상인(아주대)

14:00(초청논문)
W1C-Ⅲ1 Chalcogenide planar photonic devices
Duk-Yong Choi, Steve Madden, Barry Luther-Davies(Australian National University)
We review the recent progress in chalcogenide-based planar waveguides and their applications; all-optical signal processors in telecom window and super-continuum generation in mid-infrared region.

14:30
W1C-Ⅲ2 차세대 자동차 광네트워크 MOST1000용 광트랜시버 모듈 제작
김계원, 황성환, 이우진, 김명진, 정은주, 안종배, 노병섭(KOPTI), 김진혁, 문종하(전남대)
This paper shows our suggested a 1Gbps optical transceiver module using a VCSEL and a PCF particularly for next-generation automotive optical networks, MOST1000 specification.

14:45
W1C-Ⅲ3 광전자 인터커넥트 애플리케이션에 기반한 고속 COB에서의 "와이어 본드" 및 "밴트" 전송라인 효과
Ikechi Augustine Ukaegbu, Yoon-Gu Kwon (Lightron Inc., Daejeon), Jamshid Sangirov, Tae-Woo Lee, Mu-Hee Cho, Hyo-Hoon Park(KAIST), Chang-Bong Kim(공주대)
The effect of wire-bond and bent transmission line patterns on FR4 and Ceramic substrates have been investigated for high speed chip-on-board (COB) based optical inter-connect applications.

15:00
W1C-Ⅲ4 10채널 10G 직접변조 DFB array 제작 및 분석
임영안, 김기수, 권오기, 이철욱, 한영탁, 오수환(ETRI)
10x10G DFB array is a key device to realize small form factor transceiver for 100G interconnection in the data center.

15:15
W1C-Ⅲ5 단일 또는 이중 접합 구조의 850-nm CMOS Avalanche 광 검출기 성능 비교
이정민, 이명재, 최우영(연세대), Holger Rücker(IHP)
We compare performances of two types of 850-nm avalanche photododetectors (APDs) fabricated with standard CMOS technology. One type APD is based on P+/N-Well and the other on P+/N-Well/P-Sub junction.

학술발표 W1D 크리스탈홀

광정보처리 및 디스플레이 I 14:00~15:30
좌장 : 박재형(인하대)

14:00(초청논문)
W1D-Ⅳ1 3차원 가상 객체에 대한 홀로그래픽 파면 기록 기술
강훈종, Elena Stoykova, 홍성희, 김영민(KETI)
The report treats a wave-front recording technique which is to record as a volume hologram the wave field diffracted from a holographic fringe pattern displayed on a spatial light modulator.
14:30(초청논문)

단일 또는 이중 접합 구조의 850-nm CMOS Avalanche 광 검출기 성능 비교

Performance Comparison of 850-nm CMOS Avalanche Photodetectors Based on Single or Double Junctions

이 정 민, 이 명 재, Holger Rücker,[1] 최 우 영*
연세대학교 전기전자공학과, IHP[1]
*wchoi@yonsei.ac.kr

Abstract

We compare performances of two types of 850-nm avalanche photododetectors (APDs) fabricated with standard CMOS technology. One type APD is based on P^+/N-Well junction and the other on P^+/N-Well/P-Substrate junctions. We simulate current flow characteristics of the APDs using TCAD MEDICI simulator and measure their current-voltage characteristics and photodetection frequency responses. From the investigation, it is demonstrated that the single-junction APD has better photodetection-bandwidth performance than the double-junction APD, while it has lower responsivity.

최근 들어 Board-to-board, chip-to-chip interconnect와 같은 근-단거리 통신에서 저비용의 초고속 데이터 전송이 요구되어, 이에 대한 해결 방법으로 850-nm 대역의 optical interconnect 기술이 주목을 받고 있다 [1]. 이를 위해 표준 CMOS 공정을 이용한, 높은 responsivity와 넓은 photodetection 대역폭을 갖는 Avalanche 광 검출기 (CMOS-APD)에 대한 관심이 커지고 있다. 일반적으로 표준 CMOS 공정에서는 N-Well/P-Substarte, N^+/P-Well, P^+/N-Well의 세 가지 종류의 접합을 이용해 광 검출기 구현이 가능하다 [2].

본 논문에서는 이 중 P^+/N-Well 단일 접합과 P^+/N-Well/P-Substrate 이중 접합을 가지는 CMOS-APD의 current-flow 특성을 시뮬레이션하였고, current-voltage, photodetection bandwidth를 측정을 통해 분석하였다.

그림 1은 제작된 CMOS-APD의 단면도이며, IHP의 0.25-㎛ BiCMOS 공정 [3] 내의 CMOS 공정만을 이용하여 제작되었다. 이 CMOS-APD는 P^+/N-Well 단일 접합과 P^+/N-Well/P-Substrate 이중 접합으로 구성되며, salicide 공정이 차단된 10×10 ㎛^{2}의 optical window를 가지고 있다. 850-nm laser diode로부터 나오는 빛은 lensed fiber를 통해 주입되며, 접합 부분에 역전압을 인가하기 위해 N-Well 내부에 있는 N^+ contact에 양전압을, P^+ contact에는 접지를 시켜주었다. 단일 접합 출력신호는 그림 1. (a)의 Out-Port 1에서, 이중 접합 출력신호는 그림 1. (b)의 Out-Port 2에서 나오게 된다.

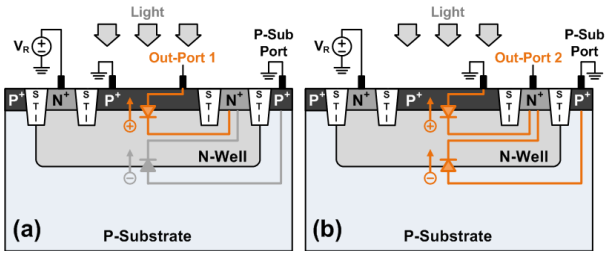

그림 1. CMOS-APD의 단면구조
(a) 단일 접합 (b) 이중 접합

그림 2는 TCAD MEDICI로 빛 주입 시의 두 접합 구조의 current-flow 특성을 파악하기 위해 12-V 역전압에서의 시뮬레이션 결과이다. 이중 접합 CMOS-APD의 경우 photocurrent가 N-Well/P-Substrate 접합과 P^+/N-Well 접합에서 각각 생성되어 더해지는 것을 확인할 수 있다. 이는 850-nm 대역 빛의 특성상 투과된 빛은 10 ㎛ 이상 침투하게 되므로 [2], N-Well/P-Substrate

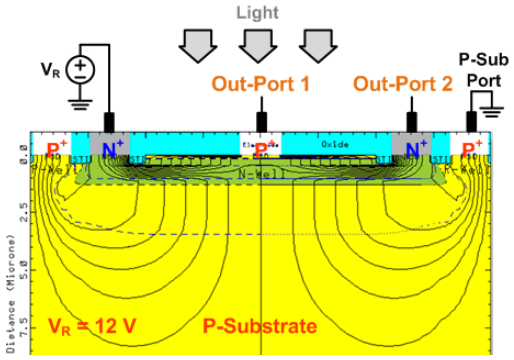

그림 2. 빛 인가시의 단일/이중접합 CMOS-APD 의 전류 흐름 시뮬레이션.

접합에서 넓은 면적을 차지하는 P-Substrate에 많은 양의 빛이 흡수되고, 이로 인해 생성된 diffusion current가 N^+ contact을 통해 나오게 된다 [5]. 반면 P^+ contact으로부터 출력은 이러한 성분이 차단되므로 적은 양의 photocurrent가 흐름을 확인할 수 있다.

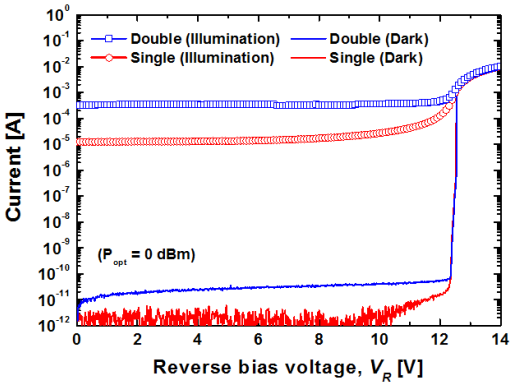

그림 3. 단일/이중접합 CMOS-APD의 current-voltage 특성 곡선.

이와 같은 특성을 측정을 통해서도 검증해 보았는데, 그림 3은 구현된 CMOS-APD에 0-dBm optical power를 주입했을 때의current- voltage 특성을 보여준다. 두 경우 모두 12 V이하에서 매우 작은 dark current가 흐름을 알 수 있다. 이중 접합 CMOS-APD의 경우, Avalanche 효과가 일어나기 전의 영역에서는 시뮬레이션 결과와 동일하게 P-Substrate로부터의 diffusion current 추가되어 단일 접합 CMOS-APD보다 많은 양의 photocurrent가 생성된다. 두 접합에서 photocurrent는 avalanche breakdown 부근을 지나서는 space charge effect에 의해 포화상태에 도달하게 된다 [4].

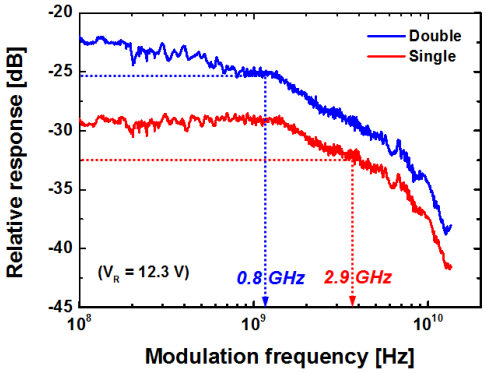

그림 4. 단일/이중접합 CMOS-APD의 photodetection 주파수 응답.

그림 4는 단일/이중 접합 CMOS-APD에 대한 photodetection 주파수 응답으로 최적 조건 (12.3 V)에서 측정을 비교하였다 [5]. 단일 접합의 경우 2.9 GHz, 이중 접합의 경우 0.8 GHz의 photodetection bandwidth를 가진다. 광 검출기의 photodetection bandwidth는 drift time에 비해 느린 diffusion time에 제한을 받게 되는데 [2], 단일 접합 CMOS-APD의 경우 P-Substrate로부터 diffusion current를 차단하기 때문에 이중 접합 CMOS-APD에 비해 낮은 responsivity를 가지지만, 수 GHz 급의 넓은 photodetection bandwidth 특성을 보여준다.

본 논문에서는 단일/이중 접합 CMOS-APD의 성능을 시뮬레이션과 측정을 통해 비교하였으며, 고속 광 수신기 제작에 있어 더 좋은 photodetection bandwidth 특성을 가지는 단일 접합 CMOS-APD의 적용가능성을 검증하였다.

본 연구는 한국 연구재단 연구비 (2012R1A2A1A01009233) 지원을 받았다.

[1] J.-S. Youn *et al.*, *Optics Express*, vol. 20, no. 27, pp. 28153-28162, 2012.

[2] Saša Radovanovič *et al.*, *High-Speed Photodiodes in Standard CMOS Technology* (Springer, Netherlands, 2006).

[3] B. Heinemann *et al.*, *Semiconductor Science and Technology*, vol. 22, no. 1, pp. 153-157, 2007.

[4] S. M. Sze and K. K. Ng, *Physics of Semiconductor Devices*, 3rd ed. (Wiley, New Jersey, USA, 2007).

[5] M.-J. Lee and W.-Y. Choi, *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol. 60, No. 3, pp. 998-1004, 2013.