

2015 Photonics Conference



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

<http://photoconf.osk.or.kr>

논문 제출요령

- 홈페이지에서 on-line으로 접수
 - pdf 양식만 가능함
 - 파일이름 = 논문분야번호+한글 저자 이름+기타사항
(예 : 2홍길동tiger.pdf)
- 논문분량 : 1 ~ 2쪽(A4 용지, 그림포함)
- 좌우여백 25mm, 상하여백 30mm
- 국문 제목(폰트크기 12), 영문 제목(12), 저자/소속(9), 50단어 이내의 영문 Abstract(9), 본문(10)의 순서로 작성
- 발표자의 이름 뒤에 * 표시
- 심사를 통하여 우수 학생 논문을 선정합니다.
(주저자가 학생이고 접수시에 평가대상으로 신청된 논문중에서 채택)
기타 자세한 사항은 website
(<http://photoconf.osk.or.kr>) sample file 참조

문의처

- 김태근 교수(고려대): 프로그램 위원장
Tel: 02) 3290-3255 / Fax: 02) 924-5119
E-mail: tgkim1@korea.ac.kr
- 김철한 교수(서울시립대): 학술대회 진행 담당
Tel: 02) 6490-2341 / Fax: 02) 6490-2314
E-mail: chkim@uos.ac.kr

협찬

- 문의 및 신청: 전민용 교수(충남대)
Tel: 042) 821-5459 / Fax: 042) 822-8011
E-mail: myjeon@cnu.ac.kr

2015 Photonics Conference

December 2(Wed.) ~ 4(Fri.) 2015
Phoenix Park, Pyeongchang, Korea
(강원도 평창 휘닉스 파크)

Paper submission

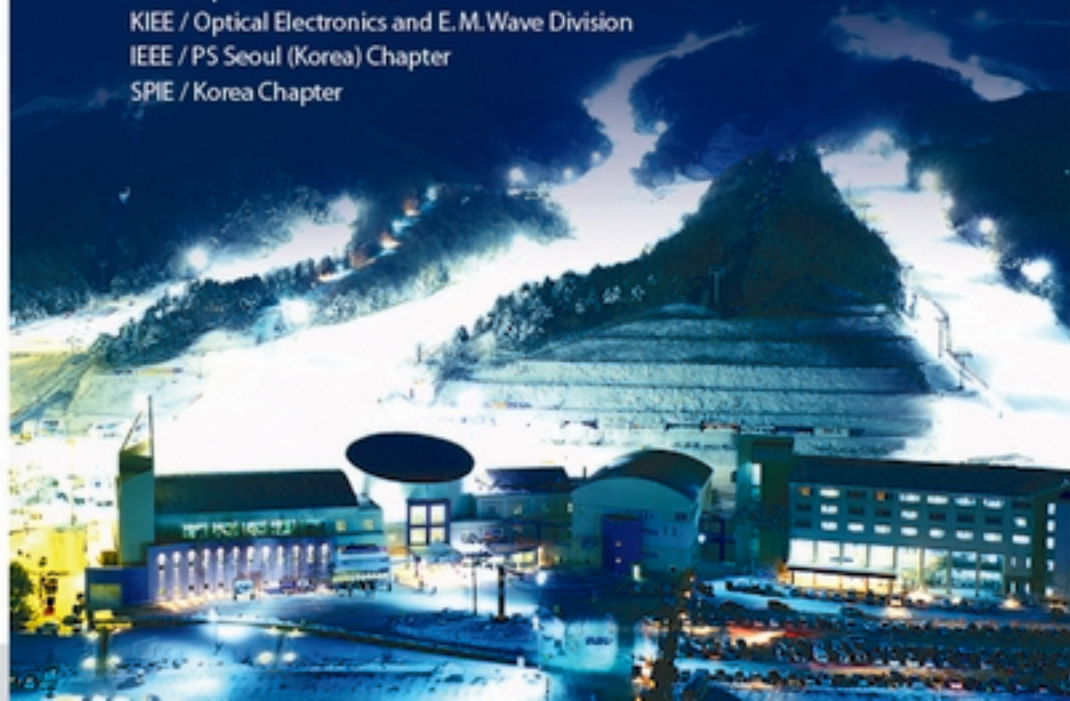
September 21 (Mon.) ~ November 4 (Wed.), 2015

Pre-registration

September 21 (Mon.) ~ November 16 (Mon.), 2015

Organized by

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



12월 3일 (목)

시간/장소	다이아몬드1 (A)	다이아몬드2 (B)	토파즈 (C)	루비 (D)	에메랄드 (E)
08:00~18:00	등 록 (로비)				
09:00~10:30	광통신 및 광 네트워크 II 좌장: 장순혁(ETRI)	광신호 처리 II 좌장: 김영민(KETI)	광섬유/재료 III 좌장: 강명수(KAIST)	바이오포토닉스 I 좌장: 김창석(부산대)	테라헤르츠 응용 좌장: 류한철(삼육대)
	T1A- I 1~5	T1B- V1~4	T1C- IV1~5	T1D- VI1~4	T1E- X1~6
10:30~10:45	Coffee Break				
10:45~12:15	광통신 및 광네트워크 III 좌장: 두경환(ETRI)	광소자 III 좌장: 오수환(ETRI)	실리콘포토닉스 응용 좌장: 남동욱(인하대)	LED/Solar/Display III 좌장: 마병진(KETI)	포토닉스 응용 좌장: 최영완(중앙대)
	T2A- I 1~5	T2B- II 1~4	T2C- IX1~5	T2D- III 1~4	T2E- VIII1~5
12:15~13:15	Lunch				
13:15~14:15	Tutorial I (다이아몬드1) 좌장: 김철환(서울시립대)		Tutorial II (다이아몬드2) 좌장: 이상신(광운대)		Tutorial III (토파즈) 좌장: 김상인(아주대)
	권용환(ETRI) 무인로봇/자동차 응용을 위한 3차원 lidar 기술		홍창희(전북대) 농생명산업에서의 LED 융합기술		박효훈(KAIST) 실리콘 포토닉스
14:15~14:30	Coffee Break				
14:30~ 14:45	Plenary Session (휘닉스볼룸) 환영사: 오민철(PC2015조직위원장) 축 사: 정윤철(한국광학회장) 사 회: 김태근(PC2015프로그램위원장)				
14:45~15:35	Plenary 1	이용희(KAIST) Small Lasers and Resonators 좌장: 전민용(충남대)			
15:35~16:25	Plenary 2	이용탁(GIST) Bio-inspired Anti-refractive Structures for High Efficiency Optoelectronic Devices 좌장: 송영민(부산대)			
16:25~17:15	Plenary 3	Jin U. Kang(Johns Hopkins Univ.) Photonic Technologies for Advanced Medical Robotics 좌장: 한영근(한양대)			
17:15~18:30	Poster Session II (로비)				광통신기술 표준활동 소개 좌장: 김광준(ETRI)
	TP- I 1~19, TP- VI1~12, TP- VIII1~19, TP- IX1~3, TP- X1~2				T3E- XIII1~3
18:30~	Reception(휘닉스볼룸)				

학술발표T2C-IX

토파즈

실리콘포토닉스 응용

10:45~12:15

- 10:45
- T2C-IX-1 ■ Waveguide-Type Vertical Ge-on-Si 광 검출기의 등가회로 모델 244
 이정민(연세대), 조성호(삼성종합기술원), *최우영(연세대)
- 11:00
- T2C-IX-2 ■ 그래핀 기반 금속-유전체-실리콘-유전체-금속 도파로의 실험적 연구 246
 김용한, *권민석(UNIST)
- 11:15
- T2C-IX-3 ■ Design of GeAsSe Strip and Silica Slot Waveguide for Dispersion 248
 NANDAM ASHOK, 이영락, *신우진(APRI, GIST)
- 11:30
- T2C-IX-4 ■ Vernier effect를 이용한 silicon-on-insulator 기반의 삼각형 링 공진기 민감도 향상 · 250
 김태룡, 지명기(중앙대), 김두근(한국광기술원), 정미, *최영완(중앙대)
- 11:45
- T2C-IX-5 ■ Depletion-Type Si Micro-Ring Modulator의 자기 가열 현상 모델링 252
 신명진, 유병민, 성연수, 임진수, *최우영(연세대)

학술발표T1D-VI

루비

바이오포토닉스 I

09:00~10:30

- 09:00(초청논문)
- T1D-VI-1 ■ Optical Imaging Modalities for Human Retina 254
 *김대유(단국대)
- 09:30(초청논문)
- T1D-VI-2 ■ Various tuning of wavelength-swept active mode locking fiber laser for optical imaging and sensing systems 256
 *이휘돈(고등광기술연구소), 엄태중(GIST), 김창석(부산대)
- 10:00
- T1D-VI-3 ■ 넓은 범위의 정량적 혈관속도 측정이 가능한 미세혈관 측정용 OCT 시스템 개발 258
 박태진, 장선주, *오왕열(KAIST)
- 10:15
- T1D-VI-4 ■ 편광민감 OCT를 이용한 마우스 심근경색의 생체 내 이미징 260
 장선주, 박태진, 신인호, 신바울, *오왕열(KAIST)

Waveguide-Type Vertical Ge-on-Si 광 검출기의 등가회로 모델

Equivalent Circuit Models of
Waveguide-Type Vertical Ge Photodetectors on Si

이정민^{1*}, 조성호², 최우영¹
¹연세대학교 전기전자공학과
²삼성종합기술원

We provide an equivalent circuit model for Ge waveguide-type vertical p-i-n photodetector (Ge-VPD) on a Si-on-Insulator substrate. Our model has two separate current sources for modeling two different types of photo-generated carrier transport processes: drift and diffusion. Our model provides well-matching photodetection frequency responses of Ge-VPD with measurement results.

최근 다양한 고성능 electronics 시스템에서 대용량 데이터 전송의 요구가 급격히 증가함에 따라 기존의 electrical interconnect 기술은 한계에 도달하고 있다. 이의 극복을 위해 Si photonics 기술을 활용한 optical interconnect에 대한 필요성이 빠르게 증가하고 있다. Optical interconnect에 필요한 집적화 광수신기 구현에는 Si 기판 위에 성장된 Ge 기반의 photodetector가 주로 사용된다. 최적화된 집적화 광수신기 구현을 위해서는 Ge photodetector의 정확한 등가회로 모델이 필요한데, 기존의 등가회로 모델들은 photodetection frequency response 정확도에 많은 문제가 있다 [1]. 본 연구에서는 waveguide-type vertical Ge photodetector (Ge-VPD)의 정확한 photodetection frequency response를 제공하는 새로운 형태의 등가회로 모델을 제시하고 이를 실험적으로 검증한다.

본 연구에 사용된 Ge-VPD의 구조와 칩 사진은 그림 1(a)와 같다. 이 소자는 IME MPW (Multi-project wafer) service를 이용하여 Silicon-on-Insulator 기판 위에서 제작되었다. 구현된 Ge-VPD는 수직 방향의 P-type Si (P⁺-Si), Intrinsic-Ge (i-Ge), N-type Ge (N⁺-Ge) 접합으로 구성되어 있으며, 빛은 그림 1(b)에서와 같이 grating coupler를 통해 주입하게 된다. 이 Ge-VPD의 측정된 photodetection 3-dB bandwidth는 -4V의 바이어스 조건에서 약 35GHz이다. 이 소자는 그림 1(a)에서 볼 수 있듯이 공정 design rule의 제한으로 N⁺-Ge 영역이 i-Ge 영역을 전부 덮을 수 없다. 이로 인해 역전압 인가 시, i-Ge의 edge 영역에서는 photo-generated carrier들을 drift로 동작하기에 필요한 충분한 전기장이 인가되지 않는다. 따라서 이 영역에서의 photo-generated carrier들은 상대적으로 느린 diffusion 동작 특성을 가지게 되어 전체 photodetection 주파수 응답 특성에 영향을 미치게 된다.

본 연구는 이러한 특성을 반영하여 그림 2와 같이 Ge-VPD의 RC 성분과 더불어 i-Ge 영역에서의 drift와 diffusion을 각기 나타내는 2개의 single-pole current source로 구현된 등가회로를 사용하였다. P-I-N 접합 성분은 C_j (depletion capacitance), R_j (drift region resistance), R_s (series resistance)로 모델링 하였고, 그 외의 기생성분, interconnect line, pad 성분들은 C_{para}, R_{int}, L_{int}, C_{pad}로 모델링하였다. 각각의 RC 값은 Network analyzer를 이용하여 -1, -4V에서의 전기적 S-parameter 측정을 통해 추출하였다 [2]. 등가회로 모델에서 사용한 photo-generated current source의 3-dB bandwidth는 $f_{dB_drift} = 0.4v_s/W_D$ (v_s : hole saturation velocity of Ge, W_D : depletion width)와 $f_{dB_diff} = \pi D_p/8l_d^2$ (D_p : hole diffusion coefficient, l_d : diffusion length)을 통해 구하였고, amplitude는 Lightwave component analyzer를 통해 그림 3과 같이 측정된 주파수 응답 특성 결

과와의 fitting을 통해 구하였다 [2]. -4V에서는 -1V보다 더 작은 RC time constant와 넓은 depletion 영역에 따른 drift 성분 (A_{drift}) 증가로 인해 더 넓은 photodetection bandwidth (35GHz)을 가지게 됨을 확인할 수 있다. 이러한 Ge-VPD의 정확한 등가회로 모델을 활용한다면 수신기 회로와의 집적화를 통한 최적 성능의 광 수신기를 설계가 가능하며 이를 통해 고성능의 optical interconnect를 구현할 수 있다.

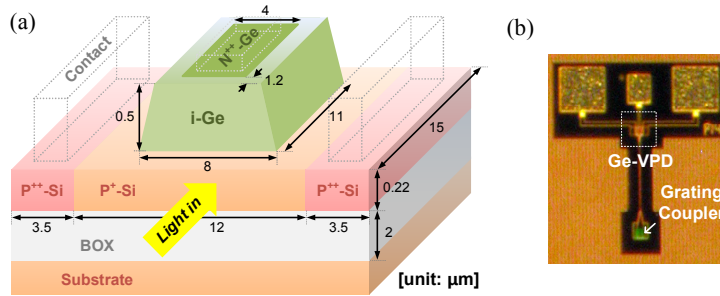


그림 1. Ge-VPD의 (a) 구조, (b) chip 사진

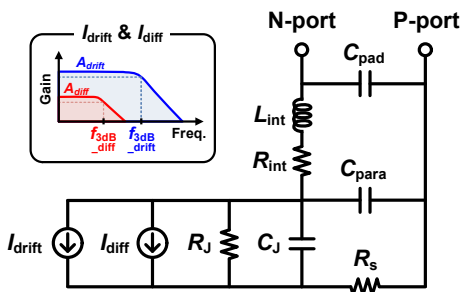


그림 2. Ge-VPD 등가회로 모델

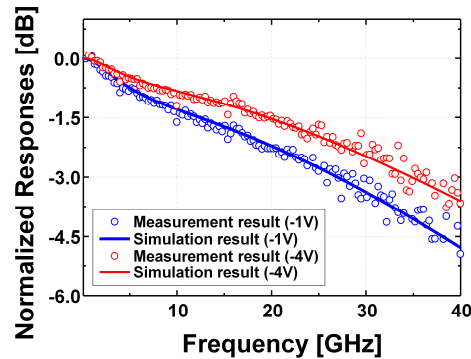


그림 3. Ge-VPD의 주파수 응답 특성

참고 문헌

[1] A. Novack *et al.*, "Germanium photodetector with 60 GHz bandwidth using inductive gain peaking," *Opt. Exp.*, vol. 21, no. 23, pp. 28387–28393, 2013.

[2] J.-M. Lee, S.-H. Cho, and W.-Y. Choi, "Series resistance influence on performance of waveguide-type vertical germanium photodetector on silicon," *IEEE Trans. Electron Devices*, submitted for publication.