2016
Photonics Conference

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) : 조직위원장
  Tel: 02) 3290-3255 / Fax: 02) 924-5119
  E-mail: tgkim1@korea.ac.kr
- 전민용 교수(충남대) : 프로그램위원장
  Tel: 042) 821-5459 / Fax: 042) 822-8011
  E-mail: myjeon@cnu.ac.kr
- 김철한 교수(서울시립대): 학술대회 진행 담당
  Tel: 02) 6490-2341 / Fax: 02) 6490-2314
  E-mail: chkim@uos.ac.kr

협찬

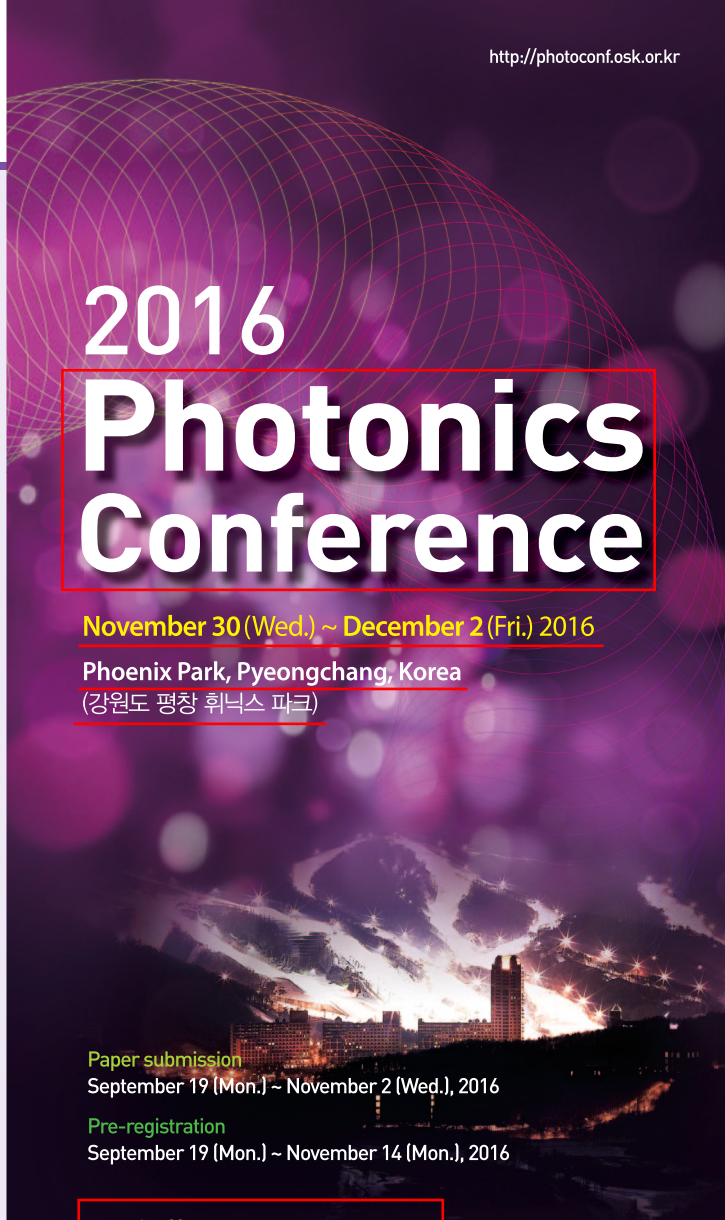
- 문의 및 신청 : 이상신 교수(광운대)
  Tel: 02) 940-5581 / Fax: 02) 942-5235
  E-mail: slee@kw.ac.kr

http://photoconf.osk.or.kr

2016 Photonics Conference

November 30 (Wed.) ~ **December 2** (Fri.) 2016

Phoenix Park, Pyeongchang, Korea
(강원도 평창 휘닉스 파크)



Paper submission
September 19 (Mon.) ~ November 2 (Wed.), 2016

Pre-registration
September 19 (Mon.) ~ November 14 (Mon.), 2016

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 2일 (금)

시간/장소	다이아몬드1 (A)	다이아몬드2 (B)	토파즈 (C)	루비 (D)	에메랄드 (E)
08:00~12:00	등 록 (로비)				
09:00~10:30	유무선 광네트워크 좌장: 김성만(경성대)	광소자Ⅲ 좌장: 이일민(ETRI)	광섬유 레이저 특별세션Ⅰ 좌장: 염동일(아주대)	디스플레이 특별세션Ⅱ (09:00~11:00) 좌장: 윤동기(KAIST)	LED/Solar/Display Ⅱ 좌장: 신명훈(항공대)
	F1A-Ⅰ	F1B-Ⅱ	F1C-Ⅶ	F1D-Ⅷ	F1E-Ⅲ
10:30~10:45	Coffee Break				
10:45~12:15	초고속 광전송 기술 좌장: 김 훈(KAIST)	광소자Ⅳ 좌장: 김민수(ETRI)	광섬유 레이저 특별세션Ⅱ 좌장: 김지원(한양대)	디스플레이 특별세션Ⅱ (09:00~11:00) 좌장: 윤동기(KAIST)	Special Session 과학정책세션 좌장: 류한철(삼육대)
	F2A-Ⅰ	F2B-Ⅱ	F2C-Ⅶ		F2E-Ⅸ
12:15~12:50	폐회식 및 경품추첨 (휘닉스볼룸)				

12월2일(금) - Overview

다이아몬드 1 09:00~10:30

유무선 광네트워크

좌장 : 김성만(경성대)

F1A-Ⅰ-1 유연한 광 네트워크를 위한 핵심 광소자 기술(초청논문), 정현도(ETRI) 외

F1A-Ⅰ-2 다중밴드 RoF에서 블라인드 후치 등화기를 이용한 비선형적 왜곡 보상 기법, 박형준(연세대) 외

F1A-Ⅰ-3 경제적인 광원으로 구현된 RoF 기반 5G 모바일 프론트홀의 성능 비교, 김병곤(KAIST) 외

F1A-Ⅰ-4 밀리미터파 기반 5G 이동통신시스템을 위한 아날로그 IFoF 기반 모바일 프론트홀, 조승현(ETRI)

F1A-Ⅰ-5 5세대 유무선통합망용 10Gbps SW융합 파장가변 광송수신기 개발, 김민수(ETRI) 외

다이아몬드 1 10:45~12:15

초고속 광전송 기술

좌장 : 김 훈(KAIST)

F2A-Ⅰ-1 반사형 코히어런트 광 가입자망 상향 전송 구조에서 광 반송파 억제 기법을 통한 광 간섭 잡음 완화 기법, 정상민(연세대) 외

F2A-Ⅰ-2 코히어런트 수동형 광 가입자망에서 광 간섭계 구조를 이용한 광 간섭 잡음 완화, 강수민(연세대) 외

F2A-Ⅰ-3 RSOA 기반 초고속 Coherent WDM PON을 위한 반송파 위상 추정 방법, 김대호(KAIST) 외

F2A-Ⅰ-4 DAPSK 기반의 위상 잡음 보상 및 채널 등화 과정이 없는 코히어런트 OFDM 광전송, 문경학(연세대) 외

F2A-Ⅰ-5 적응형 순환 최소 자승(Recursive Least Square) 주파수 영역 등화 필터를 이용한 모드 분할 다중 전송, 장순혁(ETRI) 외

F2A-Ⅰ-6 SNR 탐침 과정이 필요 없는 117 Gb/s DMT 신호의 30 km 전송 실험, 연한울(KAIST) 외

다이아몬드 2 09:00~10:30

광소자Ⅲ

좌장 : 이일민(ETRI)

F1B-Ⅱ-1 파장가변 레이저의 동작 특성(초청논문), 오수환(ETRI)

F1B-Ⅱ-2 Phosphorus 확산 도핑을 이용한 inverted-rib Ge-on-Si laser의 광 펌핑 특성 평가, 박찬혁(국민대) 외

F1B-Ⅱ-3 Polymer waveguide polarization splitter based on total internal reflection, 황광호(부산대) 외

F1B-Ⅱ-4 공핍형 마이크로 링 변조기의 선형 등가회로 모델, 신명진(연세대) 외

F1B-Ⅱ-5 Enhancement of wavelength conversion using slot mode in silicon nanoblock array, 문기환(중앙대) 외

다이아몬드 2 10:45~12:15

광소자Ⅳ

좌장 : 김민수(ETRI)

F2B-Ⅱ-1 칼코게나이드계 상변이 물질을 이용한 나노 광변조 소자와 그 응용(초청논문), 이승열(경북대) 외

F2B-Ⅱ-2 Dynamic Power Dissipation에 의한 Si Miro-Ring Modulator 변조 특성 변화, 유병민(연세대) 외

F2B-Ⅱ-3 A Highly Efficient Mid-infrared Filter Based on Cascaded Etalon Resonators Covering the 3-5 μ m Spectral Band, 임철순(광운대) 외

F2B-Ⅱ-4 Metal-Dielectric-Metal Type Linear Variable Color Filter Rendering Enhanced Angular Tolerance, JI Peng(광운대) 외

F2B-Ⅱ-5 Polarization-Controlled Broad Color Palette Based on Guided Mode Resonance via One-dimensional Grating Structure, KOIRALA Ishwor(광운대) 외

토파즈 09:00~10:30

광섬유 레이저 특별세션Ⅰ

좌장 : 염동일(아주대)

F1C-Ⅶ-1 28-W all-fiber linearly polarized CW thulium doped fiber laser(초청논문), 이관일(KIST) 외

F1C-Ⅶ-2 고출력 광섬유레이저시장 에코시스템의 최신 동향 (Recent Overview of High-Power Fiber Laser Market Eco-System)(초청논문), 김남성((주)이오테크닉스)

F1C-Ⅶ-3 텐덤펌핑 Yb 광섬유 레이저의 발진 특성에 대한 실험 및 이론적 분석(초청논문), 김지원(한양대)

토파즈 10:45~12:15

광섬유 레이저 특별세션Ⅱ

좌장 : 김지원(한양대)

F2C-Ⅶ-1 출력확장형 6kW급 고출력 준연속 광섬유 레이저(초청논문), 정 훈(한국생산기술연구원)

F2C-Ⅶ-2 High-power picosecond fiber sources for IR, Green, and UV(초청논문), VAZQUEZ-ZUNIGA Luis Alonso(서울대) 외

F2C-Ⅶ-3 레이저 출력 증가를 위한 고차 공간모드 결합(초청논문), 전창수(APRI) 외

루비 09:00~11:00

디스플레이 특별세션Ⅱ

좌장 : 윤동기(KAIST)

F1D-Ⅷ-1 Flexible organic lighting emitting display with light extraction film(초청논문), 최윤석(한밭대) 외

F1D-Ⅷ-2 유기발광소자의 광효율 향상을 위한 기술(초청논문), 곽진석(영남대) 외

F1D-Ⅷ-3 Recent Technical Trends of Next-Generation Display(초청논문), 이태권((주)나노웨어러블)

F1D-Ⅷ-4 Technologies for ultrafast switching of liquid crystal devices(초청논문), 김정욱(부산대) 외

에메랄드 09:00~10:30

LED/Solar/Display Ⅱ

좌장 : 신명훈(항공대)

F1E-Ⅲ-1 표면 나노/마이크로 구조 및 패턴을 이용한 LED 소자 효율 개선(초청논문), 유재수(경희대)

F1E-Ⅲ-2 Enhanced Light Output Power of Blue Micro-Light Emitting Diodes, 손경락(고려대) 외

F1E-Ⅲ-3 차세대 디스플레이 및 대면적 센서 구현을 위한 고속 산화물 반도체 박막 트랜지스터 개발(초청논문), 조성행(ETRI)

F1E-Ⅲ-4 자기 역 바이어스를 이용한 Solar-Panel 기반 광 수신기 설계, 신원호(연세대) 외

에메랄드 10:45~11:45

Special Session

좌장 : 류한철(삼육대)

F2E-Ⅸ-1 한국연구재단 기관 현황 및 2017년 주요 변경사항(초청논문), 박춘경(한국연구재단)

F2E-Ⅸ-2 KEIT R&D 사업 소개 및 소재부품 사업 안내(초청논문), 소순종(한국산업기술평가원)

학술발표 F1B-II

광소자III

09:00~10:30
좌장 : 이일민(ETRI)

09:00(초청논문)

F1B-Ⅱ-1 파장가변 레이저의 동작 특성

*오수환, 김기수, 권오기, 권오균(ETRI)

A widely tunable SGDBR laser monolithically integrated with a SOA is designed and fabricated in InGaAsP/InP. The maximum output power of the fabricated device is 34mW, and the total tuning range is 42nm.

09:30

F1B-Ⅱ-2 Phosphorus 확산 도핑을 이용한 inverted-rib Ge-on-Si laser의 광 펌핑 특성 평가

박찬혁(국민대), YAKO Motoki, ISHIKAWA Yasuhiko, WADA Kazumi(동경대), *안동환(국민대)

Monolithically integrated Ge-on-Si laser is a promising device for optical interconnect. To reduce threshold current, we suggested P diffusion doping and inverted-rib Ge structure that can circumvent scattering loss at Ge-Si interface. Optically pumped inverted-rib Ge showed amplified spontaneous emission at 18 kW/cm^2 threshold pumping intensity.

09:45

F1B-Ⅱ-3 Polymer waveguide polarization splitter based on total internal reflection

황광호, 박태현, 추우성, *오민철(부산대)

An integrated optic polarization splitter with large fabrication tolerance and high reliability is required for optical signal processing in quantum-encrypted communication systems. A polarization splitter based on total internal reflection from a highly birefringent polymer-reactive mesogen-is proposed and demonstrated in this work. The device consists of a mode expander for reducing the wave vector distribution of the guided mode, and an interface with a large birefringence. Several polymers with suitable refractive indexes were used for fabricating the device. We obtained a polarization splitter with a low crosstalk (less than -30 dB), and a large fabrication tolerance.

10:00

F1B-Ⅱ-4 공핍형 마이크로 링 변조기의 선형 등가회로 모델

신명진, 유병민(연세대), ZIMMERMANN Lars(IHP), *최우영(연세대)

A linear equivalent circuit model for the depletion-type Si micro-ring modulator (MRM) is presented. Our equivalent circuit model is divided into three blocks: parasitic components due to interconnects and pads, electrical elements of the core PN junction, and lossy LC tank representing optical modulation characteristics of Si MRM. The simulated modulation characteristics with the equivalent circuit show very good agreement with measurement results.

10:15

F1B-Ⅱ-5 Enhancement of wavelength conversion using slot mode in silicon nanoblock array

문기환, 이영진, 홍석현, 구본아, 김영수, *권순홍(중앙대)

We studied the enhancement of wavelength conversion efficiency using slot mode consisting of upconversion material. The absorption increases due to the tightly localized light in the slot region. The spontaneous emission is enhanced by coupling second order slot mode.

학술발표 F2B-II

광소자IV

10:45~12:15
좌장 : 김민수(ETRI)

10:45(초청논문)

F2B-Ⅱ-1 칼코게나이드계 상변이 물질을 이용한 나노 광변조 소자와 그 응용

*이승열(경북대), 김용해(ETRI)

Hologram images reconstructed by GST-based hologram panel having 1-μm pixel pitch are shown. The optoelectronic switching of GST-based unit-pixel is shown for verifying the proposed thin-film GST scheme can be applied for next-generation nano-optical spatial light modulator.

11:15

F2B-Ⅱ-2 Dynamic Power Dissipation에 의한 Si Miro-Ring Modulator 변조 특성 변화

유병민, 신명진, 김민형(연세대), ZIMMERMANN Lars(IHP), *최우영(연세대)

We experimentally observe that Si micro-ring modulator (Si MRM) modulation characteristics are strongly influenced by the modulation data rate and determine this influence is due to temperature increase caused by dynamic power dissipation within the Si MRM device. Our results should be of great help for implementing temperature stabilization schemes for Si MRMs.

11:30

F2B-Ⅱ-3 A Highly Efficient Mid-infrared Filter Based on Cascaded Etalon Resonators Covering the 3-5 μm Spectral Band

임철순, *이상신(광운대)

Highly efficient mid-infrared bandpass filter, which is based on cascaded etalon resonators covering the 3-5 μm spectral band, is designed and demonstrated. Exploiting the resonance properties of simple and compact etalon resonator, we should be able to resolve previous problems.

공핍형 마이크로 링 변조기의 선형 등가회로 모델

신명진, 유병민, Lars Zimmermann*, 최우영
연세대학교 전기전자공학부
*IHP, Germany

A linear equivalent circuit model for the depletion-type Si micro-ring modulator (MRM) is presented. Our equivalent circuit model is divided into three blocks: parasitic components due to interconnects and pads, electrical elements of the core PN junction, and lossy LC tank representing optical modulation characteristics of Si MRM. The simulated modulation characteristics with the equivalent circuit show very good agreement with measurement results.

최근 실리콘 포토닉스는 낮은 가격으로 높은 대역폭의 소자들을 만들 수 있다는 가능성으로 많은 연구의 관심을 받고 있다 [1]. 특히 실리콘 포토닉스 기반의 여러 광소자 중, 공핍형 실리콘 마이크로 링 변조기는 작은 크기와 적은 파워 소모량으로도 높은 속도의 데이터를 변조할 수 있다는 장점으로 각광 받는 연구의 대상이 되어왔다 [2]. 이러한 실리콘 마이크로 링 변조기를 특정 어플리케이션에 적합한 소자로 설계하기 위해서는 광 변조 특성을 표현할 수 있는 정확한 모델이 필수적이며, 특히 등가회로로 모델링 될 경우 전기 회로와 통합 시뮬레이션이 가능해져 더욱 더 유용할 것이다. 따라서 본 연구에서는 소신호 관점에서 공핍형 실리콘 마이크로 링 변조기의 선형 변조 특성을 등가회로로 모델링하였고 이를 실험과의 비교를 통해 그 정확성을 확인하였다.

그림 1. (a)와 (b)는 각각 제작된 소자의 구조와 단면도를 보여준다. 연구에 사용된 소자는 IHP-PIC MPW를 통해 제작되었으며 P-, N-반도체의 도핑 농도는 각각 $7\times10^{17}/cm^3$과 $3\times10^{18}/cm^3$이다. 그림 1. (c)는 제작된 소자의 투과 특성을 보여준다. 그림 2. (a)에서와 같이, 선형 링 변조기의 등가회로 모델은 pad와 interconnect에 의한 기생 성분 (Z_{Para}), 링 도파선 안에 PN 접합 부분의 전기적 성분 (Z_{Core}), 마지막으로 lossy LC tank로 표현된 (Z_{Opt}), 링 변조기의 광 변조 특성, 세 가지 단계로 나누어 질 수 있다. Z_{Para}와 Z_{Core}는 제작된 소자의 구조에 의해서 회로적으로 모델링 될 수 있으며, 각각의 변수들은 전기적 반사계수 (S_{11}) 측정을 통해 값을 추출할 수 있다. 우선 Z_{Para} 경우 open, short test pattern의 S_{11} 측정을 통해, Z_{Core} 경우 소자 자체의 S_{11} 측정을 통해 그 값들을 추출하게 된다. Z_{Opt}는 광 변조 특성을 나타내는 부분으로 공진 현상과 광 손실을 나타내기 위해 lossy LC tank로 모델링 하였다. 즉, 공진 특성을 가진 여러 회로중 하나인 LC tank에 두 개의 저항, R_1과 R_2, 을 추가하여 링 변조기의 coupling loss 와 round-trip loss 각각의 손실을 모델링 하였다.

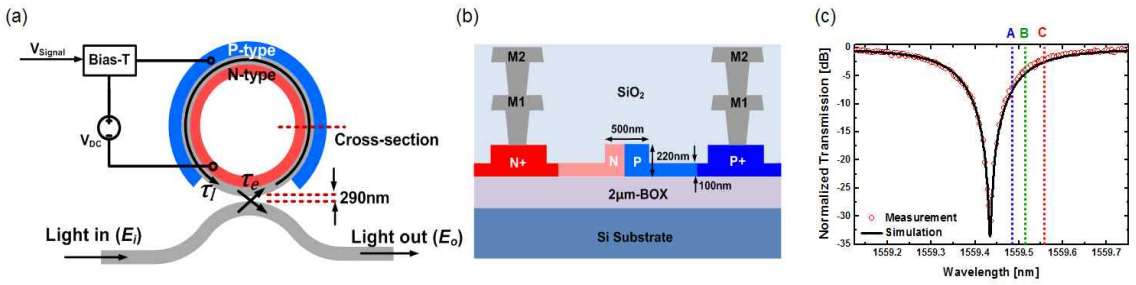


그림 1. 제작된 공핍형 링 변조기의 (a) 구조와 (b) 단면적 그리고 (c) 투과 특성.

제시 된 lossy LC tank의 전달 함수는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\Delta(s)=\frac{V_{Out}(s)}{V_j(s)}=\frac{g}{C}\frac{s+\dfrac{R_2}{L}}{s^2+\left(\dfrac{1}{CR_1}+\dfrac{R_2}{L}\right)s+\dfrac{1}{LC}\left(\dfrac{R_2}{R_1}+1\right)}. \tag{1}$$

기존에 알려진 coupled-mode theory 기반의 링 변조기의 소신호 모델 [3]과의 비교를 통해 광 변수들과 그에 대응되는 lossy LC tank의 회로 변수들의 관계를 구할 수 있으며, 이는 다음과 같다.

$$\tau_e = 2R_1C, \tag{2}$$

$$\tau_l = 2L/R_2, \tag{3}$$

$$R_1/R_2=\left[\left(1/\tau^2+D^2\right)\tau_e\tau_l/4-1\right], \tag{4}$$

$$g=\frac{2P_{in}}{\eta_0}\cdot\frac{\partial\eta}{\partial v}\cdot\frac{\omega_r D}{D^2+1/\tau^2}\frac{1}{R_1}. \tag{5}$$

여기서, τ_e와 τ_l은 각각 coupling loss와 round-trip loss의 감쇠 시간 상수를 의미하며, detuning parameter (D)는 공진 각속도 (ω_r) 대비 입력 각속도 (ω) 차이를 나타낸다. 그림 2. (a)는 공핍형 실리콘 링 변조기의 전체 등가회로모델을 나타낸다. 이 모델을 이용하여, 세 가지 다른 detuning (D)에 대해서 추출된 각 변수들의 값을 통해 주파수 응답을 시뮬레이션을 Cadence Spectre를 통해 해본 결과, 그림 2. (b)와 같이 측정 결과와 매우 잘 맞게 나온 것을 알 수 있다. 이는 제시된 등가회로 모델이 매우 정확하다는 것을 입증한다. 사용된 detuning 값은 그림 1. (c)에 표시 되어 있다.

본 연구에서 제시된 등가회로 모델은 단일 소자로서 공핍형 링 변조기의 설계와 분석에 유용하며, 회로와의 통합 simulation을 가능하게 하여 단일 chip으로 집적화된 Si optical transceiver 최적화 설계에 많은 도움을 줄 것으로 기대된다. 본 연구는 한국연구재단 [NRF-2015R1A2A2A01007772], 산업통상자원부[Project No. 10065666]의 지원을 받아 수행되었다.

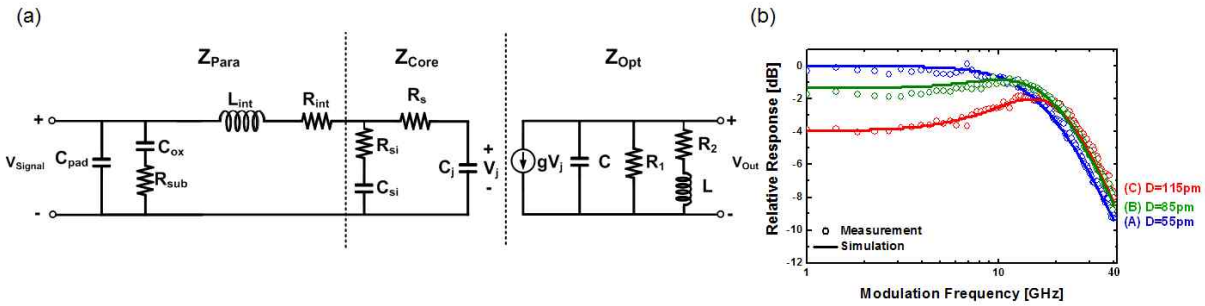


그림 2. (a) 실리콘 링 변조기의 전체 등가회로 모델. (b) 3가지 다른 detuning (D)에 대한 주파수 응답의 측정 결과 및 시뮬레이션 결과.

참조문헌

[1] R. Soref, "The past, present, and future of silicon photonics," *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, vol. 12, no. 6, pp. 1678-1687, 2006.

[2] P. Dong, *et al.*, "Low Vpp, ultralow-energy, compact, high-speed silicon electro-optic modulator," *Opt. Express*, vol. 17, no. 25, pp. 22484-22490, 2009.

[3] Brian Pile, *et al.*, "Small-Signal Analysis of Microring Resonator Modulator," *Opt. Express*, vol.22, no.12, pp.14913-14928, 2014