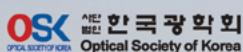


# 2025 PHOTONICS CONFERENCE

Nov. 26<sup>Wed</sup> ~ 28<sup>Fri</sup>, 2025  
Pheonix Pyeongchang (휘닉스 평창)

## Hosted by



## Organized by



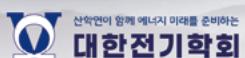
Photonics Division



Optical Communication Division



Optical Wave and Quantum Electronics Division

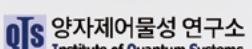


Optical Electronics and E. M. Wave Division

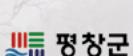
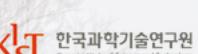


PS Seoul (Korea) Chapter

## Co-organized by



## Supported by



[photoconf.osk.or.kr](http://photoconf.osk.or.kr)



**11월 28일 (금, F)**

시간 \ 장소	팀버홀 I (A)	팀버홀 II (G)	아젠다룸 I-1 (C)	아젠다룸 I-2 (D)	아젠다룸 II (E)	아젠다룸 III (F)
09:00~10:30	집적광학/ 광소자 1 F1A-II  좌장: 김영민 (국민대)	광소자 8 F1G-II  좌장: 이동준 (국민대)	광통신 및 광 네트워크 4 F1C-I  좌장: 조승현 (ETRI)	LED/디스플레이/ 태양전지 4 F1D-III  좌장: 금대명 (인하대)	Tutorial 3 권형한 (KIST)  좌장: 김학린 (경북대)	광섬유/재료 3 F1F-IV  좌장: 김병국 (IAE)
10:30~10:45	Break					
10:45~12:15	집적광학/ 광소자 2 F2A-II  좌장: 강동호 (GIST)	광소자 9 F2G-II  좌장: 남궁석 (중앙대)	광통신 및 광 네트워크 5 F2C-I  좌장: 이지훈 (KAIST)	LED/디스플레이/ 태양전지 5 F2D-III  좌장: 황경욱 (SAIT)	Tutorial 4 김선경 (경희대)  좌장: 염동일 (아주대)	광섬유/재료 4 F2F-IV  좌장: 흥성진 (연세대)
12:15~12:45	시상식, 경품추첨 및 폐회식 (팀버홀 I)					

논문 분야 번호		논문 코드 보는 방법				
I	광통신 및 광 네트워크	W	1	A	-	II
II	광소자	↓	↓	↓	↓	↓
III	LED/디스플레이/태양전지	요일	세션순	세션룸	해당분과	
IV	광섬유/재료				논문번호	
V	광신호처리/바이오토틱스					

# 2025 PHOTONICS CONFERENCE

11월 28일 (금) 구두발표

F1A-II

집적광학/광소자 1

팀버홀 I, 09:00~10:30

좌장: 김영민(국민대)

09:00 [초청강연]

F1A-II.01 인센서 컴퓨팅 응용을 위한 광-전자 시냅스 소자 연구

KANG Dong-Ho\* (GIST)

빛의 세기가 일정하지 않은 비정형 환경에서는 빛의 왜곡으로 인해 기계 시각 시스템의 실시간 영상 처리와 인식 성능이 저하되는 문제가 발생한다. 이러한 한계를 극복하기 위해, 최근에는 생물학적 신경망을 모사한 뉴로모픽 비전 시스템이 차세대 광정보 처리 플랫폼으로 주목받고 있다. 특히, 광 감지와 학습 기능을 동시에 수행할 수 있는 광-전자 시냅스 소자는 인센서 컴퓨팅을 구현하기 위한 핵심 소자로 평가된다. 광-전자 시냅스 소자는 광 강도, 파장, 펄스폭에 따라 시냅스 가중치가 조절되는 원리를 가지며, 이를 활용하여 클라우딩 컴퓨팅을 거치지 않고 엣지 레벨에서 데이터를 수집, 가공, 처리할 수 있다. 본 발표에서는 이러한 소자의 구조와 동작 원리를 소개하고, 인센서 프로세싱을 통한 뉴로모픽 비전 응용 사례를 통해 차세대 지능형 광시스템으로의 발전 가능성을 논의하고자 한다.

09:30

F1A-II.02 Discrepancy Analysis between Round-Trip Theory and Coupled-Mode Theory Models for Si Ring Modulators

AHN Jong-Hyuck, KANG Myung-Hyun, SEONG Min-Hyeok, LEE Myung-Jae\*, CHOI Woo-Young\* (Yonsei Univ.)

The discrepancy between round-trip theory (RTT) and coupled-mode theory (CMT) for Si ring modulator was analyzed with respect to the attenuation coefficient  $a$  and through coefficient  $r$ . As  $a$  and  $r$  decrease, the models diverge, which is validated by DC transmission and small signal S21 measurements at 28 GHz.

09:45

F1A-II.03 측정 범위 확장을 위한 AWG 기반 FMCW-LiDAR 시스템

FMCW-LiDAR system using AWG for enhanced measurable range  
PARK Sangwon, CHOE Wontae, PARK Sang Min, KIM Chang-Seok\*, LEE Hwidon\* (Pusan Nat'l Univ.)

The measurable range of frequency-modulated continuous-wave (FMCW) light detection and ranging (LiDAR) is limited by the coherence length of the laser. To overcome this limitation, we propose a wavelength-multiplexed interferometric scheme based on an arrayed waveguide grating (AWG). This design effectively extends the measurable range to approximately three times the laser's coherence length.

10:00

F1A-II.04 FMCW LiDAR with Mechanical and Spectral Beam Steering for Point Density Improvement

JEONG Seongmu, KIM Huiyeo, PARK Sang Min, LEE Hwidon\*, KIM Chang-Seok\* (Pusan Nat'l Univ.)

Mechanical and spectral beam steering FMCW LiDAR mitigates the trade-off between scan speed and angular resolution. Through the integration of a galvanometer scanner and an eight-channel wavelength-division multiplexer coupled to a one-dimensional fiber array, the system achieves wide-field three-dimensional imaging with enhanced point density and angular resolution.

10:15

F1A-II.05 Comprehensive Design Optimization and Eye Diagram Simulation for 400-Gbps PAM6 Micro Ring Modulator

KIM Younghyun\* (Hanyang Univ., Hanyang Univ. ERICA), LEE Joggeon (Hanyang Univ.), JOO Hoyeong (Hanyang Univ. ERICA)

This study presents comprehensive design optimization and eye diagram simulation for 400-Gbps PAM6 Micro Ring Modulator introducing a Z-shape junction and short trench, enabling optimized racetrack bus waveguide coupling coefficient design for best trade off condition, this modulator detuned near 3dB achieves EO bandwidth exceeding 120GHz, demonstrating clear, high-speed eye diagrams at PAM6 + 390 Gbps modulation.

F2A-II

집적광학/광소자 2

팀버홀 I, 10:45~12:15

좌장: 강동호(GIST)

10:45 [초청강연]

F2A-II.01 Recent Advances in SPAD Technology

PARK Eunsung, KIM Joo-Hyun, PARK Hyo-Sung, EOM Doyoon, CHO Hyun-Seung, YOOK Seyoung, SON Doo-Hee, LEE Myung-Jae\* (Yonsei Univ.)

The single-photon avalanche diode (SPAD) is a semiconductor device that enables extremely high light-detection sensitivity through avalanche multiplication. Owing to this capability, SPADs have attracted significant attention in image sensing, LiDAR, biomedical, and quantum applications. This presentation provides an overview of SPAD technology and highlights recent advances.

11:15

F2A-II.02

Design and Implementation of Photonic Integrated Circuit Utilizing Piezoelectric MEMS Foundry Processes

LEE ChanHyeok\*, JEONG Yeongjae, YU Kyungsik (KAIST)

We demonstrate a design and measurement result of photonic integrated circuit by exploiting piezoMEMS foundry process. This work confirmed successful light coupling through the designed edge coupler, 45° degree mirror structure, and poly-Si waveguide.

11:30

F2A-II.03

Design of a High-Efficiency Grating Coupler on a Glass Substrate and Demonstration of its Key Technology

JUNG Heeyun, PARK Seungwo, KIM Lina, KIM Younghyun\* (Hanyang Univ.)

We propose a high-efficiency dual-layer grating coupler on glass, achieving a simulated -0.83 dB efficiency with a bottom reflector. Additionally, We experimentally verified the reflector, measuring a 4.4 dB enhancement (from -9.4 dB to -5.1 dB), confirming the design's feasibility.

11:45

F2A-II.04

Compact, High Bandwidth Silicon Micro-Ring Modulator Incorporating Low Loss Waveguide Bends

KIM Yongbeom, PRADONO Rizki Arif, YU Kyungsik\* (KAIST)

We employed the low loss waveguide bends to mitigate high loss and low coupling ratio in compact silicon microring. The designed silicon microring modulator is predicted to provide an 20 nm FSR in the C band and 60 GHz electro optic bandwidth, enabling compact and wideband operation.

12:00

F2A-II.05

근적외선 영역에서 콜레스테릭 액정 엘라스토머 액추에이터의 기계적 거동

HWANG Nahyeon, AHN Soyeon, KIM Min Su, KIM Ji Su, CHO Sung Yoon, KIM Jong-Hyun, JEON Min Yong\* (Chungnam Nat'l Univ.)

Cholesteric liquid crystal elastomers (CLCEs) show strain-dependent optical responses due to their helical structures. A near-infrared CLCE actuator showed a -0.44 Poisson's ratio and blue-shifted reflection, demonstrating tunable optical properties for sensing and photonic.

# Discrepancy Analysis between Round-Trip Theory and Coupled-Mode Theory Models for Si Ring Modulators

안종혁<sup>\*†</sup>, 강명현<sup>†</sup>, 성민혁, 이명재, 최우영

연세대학교 전기전자공학과 †1저자

The discrepancy between round-trip theory (RTT) and coupled-mode theory (CMT) for Si ring modulator was analyzed with respect to the attenuation coefficient  $\alpha$  and through coefficient  $\gamma$ . As  $\alpha$  and  $\gamma$  decrease, the models diverge, which is validated by DC transmission and small signal S21 measurements at 28 GHz.

최근 대규모 AI 연산으로 인한 고성능 하드웨어 수요가 급증하고 있다. Chip to chip과 die to die interconnect가 대규모 연산의 bottleneck으로 작용하고 있는데, 이를 극복하기 위한 방안으로 Si photonics 기반 optical interconnect 기술이 활발히 연구되고 있다 [1]. 특히, 실리콘 링 변조기(Si-RM)는 소형, 고속, 저전력, 집적화 용이성으로 인해 optical interconnect의 핵심 소자로 주목받고 있다. Si-RM은 그림 1(a)와 같이 ring 형태의 resonator와 직선 waveguide가 결합된 구조를 가진 소자이다. Si-RM의 정확한 모델링은 전체 시스템의 성능 예측에 필수적이며, round-trip theory (RTT)와 coupled-mode theory (CMT)가 사용된다. 본 연구에서는 Si-RM의 attenuation coefficient  $\alpha$ 와 through coefficient  $\gamma$ 에 따른 두 모델 사이의 오차를 DC와 small signal 조건에서 분석하고, 실제 제작된 소자를 통해 이를 실험적으로 검증했다.

RTT는 ring resonator 내부의 빛이 한 round-trip 간 겪는 진폭과 위상의 변화를 대수적으로 계산하여 나타내며, 아래의 식으로 Si-RM을 모델링한다 [2].

$$\frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} = \frac{\gamma - \alpha e^{-j\beta L}}{1 - \alpha \gamma e^{-j\beta L}} \quad \dots \quad (1) \quad \kappa^2 + \gamma^2 = 1 \quad \dots \quad (2)$$

$\alpha$ 는 attenuation coefficient,  $\gamma$ 는 through coefficient,  $\kappa$ 는 coupling coefficient,  $\beta L$ 은 round-trip 동안의 위상 변화이다.

CMT는 ring 내부의 에너지 변화를 근사적으로 표현한 미분방정식을 통해 해석하는 모델로 아래의 식으로 나타낼 수 있다 [3].

$$\frac{d}{dt} a(t) = \left( j\omega_r - \frac{1}{\tau_e} \right) a(t) - j \sqrt{\frac{2}{\tau_e}} E_{\text{in}}(t) \quad \dots \quad (3) \quad E_{\text{out}}(t) = E_{\text{in}}(t) - j \sqrt{\frac{2}{\tau_e}} a(t) \quad \dots \quad (4)$$

$a(t)$ 은 ring resonator의 energy amplitude,  $\tau_e$ 는 coupling loss에 관한 time constant이다.

그림 1(b)는 attenuation coefficient  $\alpha$ 와 through coefficient  $\gamma$ 를 sweep하며 계산한 RTT, CMT 모델 DC Transmission의 mean absolute error(MAE)이다.  $\alpha$ 와  $\gamma$ 가 작아질수록 두 모델 간의 MAE가 크게 발생하는 경향을 보였다. 이를 실험적으로 확인하기 위해 AMF 사의 공정으로 제작한 Si-RM을 이용하여 정적 조건에서 입력광의 파장에 따른 transmission curve를 측정하였다. 그림 2는 A, B, C 지점에서의 측정 결과를 RTT에 fitting하여  $\alpha$ 와  $\gamma$ 를 구하고 해당 값으로 계산한 CMT와 비교한 결과로, C 지점으로 갈수록 MAE가 증가함을 확인할 수 있었다. 그림 3은 A, B, C 지점에서의 EO S21 simulation [2], [3] 결과로 28 GHz에서의 두 모델 간의 EO S21 transmission 차이도 DC에서의 경향성과 일치하게 나타났다.

CMT 기반 모델은 계산 복잡도가 낮아 널리 사용된다 [3]. 하지만, 본 연구는 RTT 모델을 이용해 측정을 fitting한  $\alpha, \gamma$  parameter를 CMT 모델에 적용 시,  $\gamma$ 가 작은 경우 DC 및 small signal에서 큰 불일치가 생김을 보였다. 이는 두 모델 간 parameter의 정의가 다르기 때문에 발생하는 문제로, 정확한 small signal 분석을 위해서는 CMT 모델에 맞는 파라미터를

개별적으로 추출하거나, RTT 기반의 small signal 모델을 사용하는 등, 소자의 특성과 분석 목적에 따라 적절한 모델링 방법론을 선택하는 것이 중요하다.

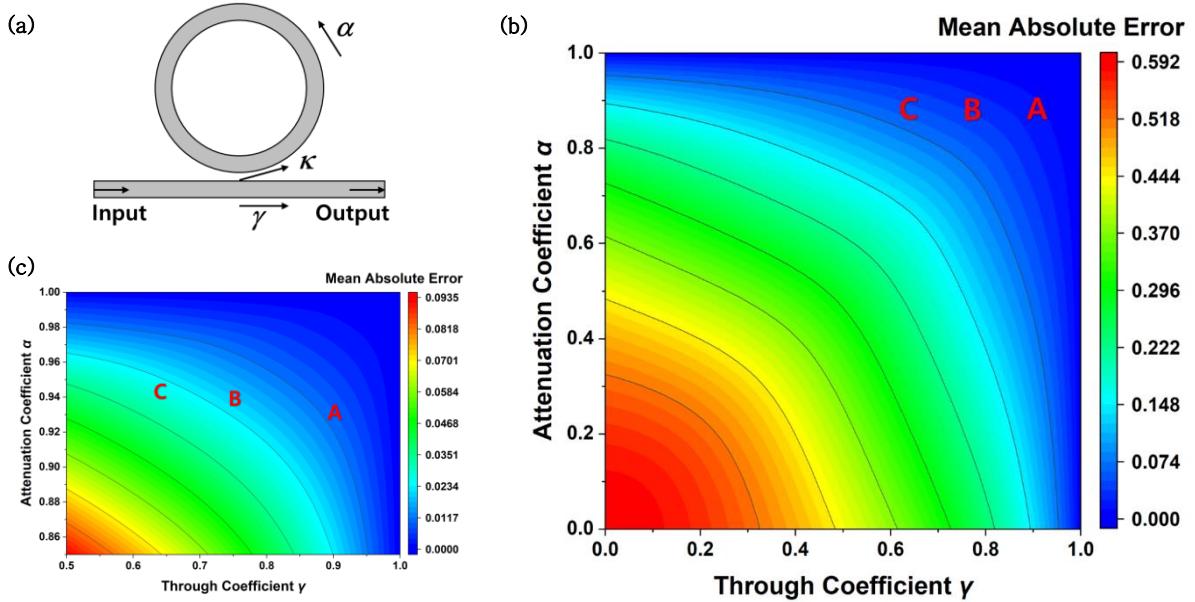


그림 1. (a) Ring resonator structure, (b)  $\alpha$ 와  $\gamma$ 에 따른 RTT, CMT 사이의 mean absolute error, 그리고 (c) (b)의  $\alpha > 0.85$ ,  $\gamma > 0.5$  영역에서의 확대본

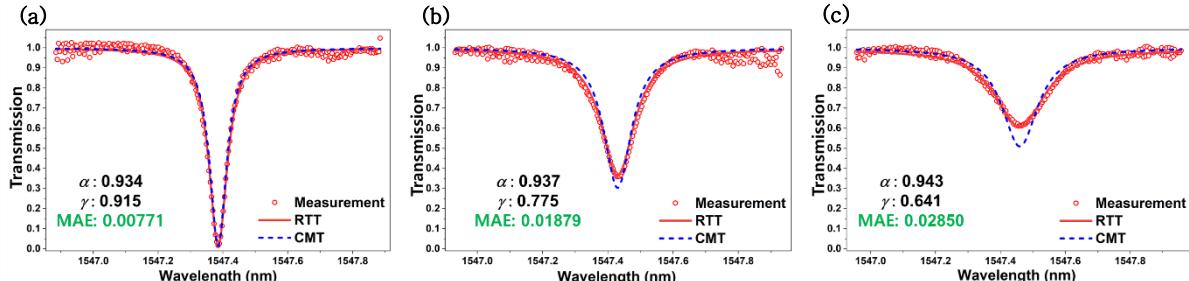


그림 2. (a) A, (b) B, (c) C 지점에서의 DC Transmission Measurement Result

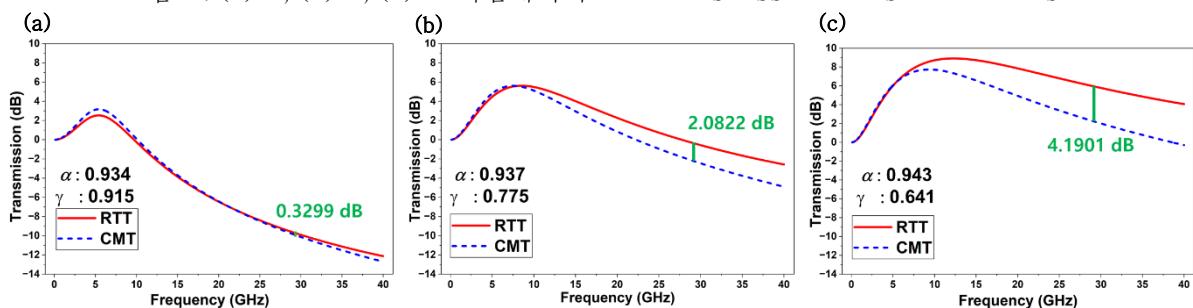


그림 3. (a) A, (b) B, (c) C 지점에서의 EO S21 simulation result.

### 참고문헌

- [1] Shen et al., "Silicon photonics for extreme scale systems," Journal of Lightwave Technology 37.2, 245–259, 2019.
- [2] Sacher, W. D., & Poon, J. K. (2008). Dynamics of microring resonator modulators. Optics express, 16(20), 15741–15753.
- [3] Shin, Myungjin, et al. "A linear equivalent circuit model for depletion-type silicon microring modulators." IEEE Transactions on Electron Devices 64.3 (2017): 1140–1145.