

OSW 2025

광과학 광반도체

워크숍 2025

The 1st Optical Science & Opto-Semiconductor Workshop

Recent technologies of PIC (Photonics Integrated Circuit)

Optical technologies for Semiconductor Processing

2025.6.16(월)~18(수)

수원컨벤션센터

주 최

OSK 사단법인 한국광학회
OPTICAL SOCIETY OF KOREA Optical Society of Korea

공동주최

GUIP
경기도 대학혁신플랫폼



반도체기술혁신원



양자제어물성 연구소
Institute of Quantum Systems

후 원

PANOPTICS
We serve you the future!

LUEN SOFT

TSNE (주)태성에스엔이

KOPTi 한국광기술원

Poster Presentation Session

Poster Presentation		6월 17일 (화요일) 13:30 - 18:30
좌장 : 서민교(KAIST), 허지혁(한양대)		ROOM : 4F 로비
Silicon Photonics-I (Modulator and Laser)		
PS-01	링 변조기 기반 WDM 송신기의 온도 안정화 제어 기법 <i>*RHO Dae-Won, CHOI Woo-Young, PARK Jae-Koo, JI Yong-Jin (Yonsei University)</i>	
Silicon Photonics-II (System and Packaging)		
PS-02	링 필터 기반 4-채널 WDM 수신기 및 파장 교정 장치 <i>*LEE Jae-Ho, JI Yong-Jin, CHOI Woo-Young (Yonsei University), KIM Hyun-Kyu (Samsung Electronics)</i>	
PS-03	뉴로모픽 연산을 위한 다채널 광 가중 장치 및 적응형 제어 시스템 <i>*JI Yong-Jin, LEE Jae-Ho, CHOI Woo-Young (Yonsei University)</i>	
PS-04	바이어스 컨트롤러를 포함한 25 Gb/s의 850nm 실리콘 단일 칩 광 수신기 <i>*YANG Seung-Jae, LEE Jae-Ho, CHOI Woo-Young (Yonsei University)</i>	
Silicon Photonics-III (Device Innovation)		
PS-05	이중 버스 도파로 구조 레이스트랙 공진기에서의 상보 결합 <i>*KIM Tae-Won, KIM Sang-Sik (KAIST), HASAN Mehedi (Texas Tech University), CHOI Yu-Sung, YOON Jae-Woong (Hanyang University)</i>	
PS-06	CMOS 공정 기반 후면조사형 비격리 단일광자 아발란치 다이오드 <i>*EOM Do-Yoon, CHOI Hyun-Seung, CHOI Woo-Young, LEE Myung-Jae (Yonsei University)</i>	
Nano Photonics on Chip		
PS-07	고효율 PIC-광섬유 결합을 위한 마이크로렌즈 인터페이스 A High-Efficiency Microlens Interface for PIC-to-Fiber Coupling <i>*WHANG Gyu-Chan, KIM Moo-Hyuk, KIM Myung-Ki (Korea University)</i>	
PS-08	Enhanced Field Localization in (Short-Wave Infrared) SWIR Surface Plasmon Resonance Using 2D Ti ₃ C ₂ T _x MXene Films <i>*KIM Han-Na, KIM Myung-Ki, SONG Da-In, JIN Young-Ho, YU A-Ran (Korea University), KIM Hye-Rim, KOO Chong-Min (Sungkyunkwan University)</i>	
PS-09	Multilayer Metasurface-Integrated Microdisk Laser for Low-NA Optical Systems <i>*YU A-Ran, KIM Myung-Ki, KIM Moo-Hyuk, SONG Da-In (Korea University), YOON Seung-Ju (Samsung Electronics)</i>	
Application-I (양자)		
PS-10	저 분자 유기물을 이용한In _{0.53} Ga _{0.47} As/InP 메사형 포토다이오드 저온 패시베이션 <i>*KIM Tae-Kyun, HEO Jun-Seok (Ajou University)</i>	
PS-11	광반도체 기반 양자소자 개발을 위한 KIST 개방형 양자랩 인프라 구축과 장비 도입 현황 <i>*허형준, 최상수, 백우석, 박창릉 (KIST)</i>	
PS-12	광자 검출 효율 향상을 위한 단일광자 아발란치 다이오드의 가드링 최적화 연구 <i>*CHOI Hyun-Seung, LEE Myung-Jae, EOM Do-Yoon, CHAE Young-Cheol (Yonsei University)</i>	
Application-II (모빌리티,바이오,센싱,디스플레이)		
PS-13	단일 광자 검출기의 근적외선 검출 효율 개선 연구 <i>*YOOK Se-Young, EOM Doyoon, CHOI Woo-Young, LEE Myung-Jae (Yonsei University)</i>	
PS-14	3D 얼굴 모델링 데이터를 이용한 딥러닝 학습 기반 Ai 시선추적 시스템 <i>*김운용, 윤정록 (KOPTI, 전남대학교), 김희민, 전성국, 박주영 (KOPTI)</i>	

뉴로모픽 연산을 위한 다채널 광 가중 장치 및 적응형 제어 시스템

지용진, 이재호, 최우영 *

연세대학교 전기전자공학부

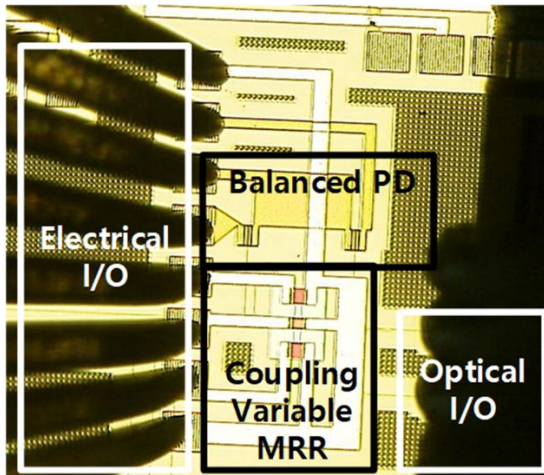
* wchoi@yonsei.ac.kr

Abstract: 본 연구에서는 공진 파장을 고정한 상태에서 광 출력을 조절할 수 있는 다채널 광 가중 시스템을 제안하고, 이를 통해 기존방식 대비 향상된 가중 성능과 추론 정확도를 실험 및 시뮬레이션으로 입증했다.

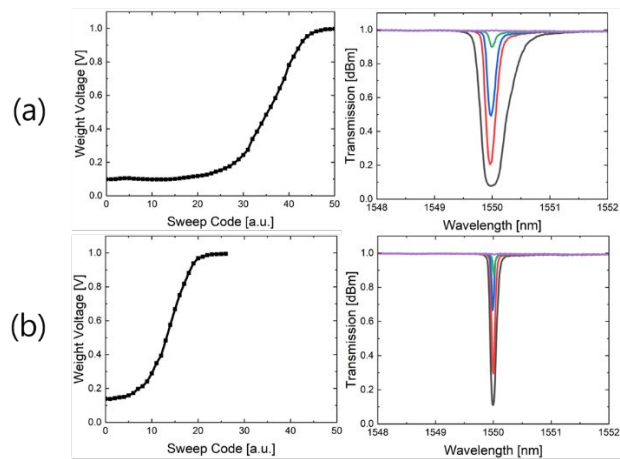
차세대 AI 워크로드의 급증에 대응하기 위해 고속·저전력 처리가 가능한 새로운 하드웨어 플랫폼이 필요하다. 실리콘 포토닉스는 높은 대역폭과 낮은 지연 특성 덕분에 차세대 광 신경망의 구현 기술로 주목받고 있으며, 특히 Micro-Ring Resonator(MRR)를 기반으로 한 광 가중 장치는 소형화와 병렬 처리 측면에서 유리한 구조로 널리 활용되고 있다[1]. 그러나 기존 MRR 기반 가중 방식은 공진 파장을 이동시켜 가중치를 조절하는 구조로, 공진기의 주기적 특성인 FSR(Free Spectral Range)로 인해 사용 가능한 채널 수에 제한이 있고, 공정 변동과 온도 민감도 문제로 한계점을 갖는다.

본 연구에서는 공진 주파수를 고정한 상태에서 FWHM(Full-Width at Half-Maximum)을 독립적으로 조절할 수 있는 CVMRR(Coupling-Variable Micro-Ring Resonator) 기반 가중 시스템을 제안한다. 두 개의 MZI(Mach-Zehnder Interferometer) 기반 tunable coupler 와 링 공진기를 결합하고, 메탈 히터를 통해 출력 광파워 비율을 제어한다. FPGA 기반 동작 제어부는 자동 제어 알고리즘을 토대로 초기 설정과 실시간 보정을 수행하며, PVT(Process Voltage Temperature) 변동을 보상하도록 가중 시스템을 제어한다.

실험 결과, 제안한 가중 시스템은 기존 공진 이동 MRR 방식 대비 8 채널 환경에서 약 4 배 높은 FOM(Figure of Merit)을 달성하였다. 또한 다양한 채널 수에 대해 hardware-aware 한 MNIST 분류 시뮬레이션을 수행한 결과, 본 시스템은 기존 방식보다 높은 추론 정확도를 유지하였으며, 채널 수가 증가할수록 정확도 격차가 커지는 양상이 나타나 고밀도 환경에서의 우수한 확장성과 신뢰성을 입증하였다.



[그림 1] 제작된 광 가중 장치 칩 사진



[그림 2] (a) 4 채널 (b) 8 채널 상황의 가중 장치 파장 투과 스펙트럼

참고문헌

[1] Alexander N. Tait *et al.*, "Neuromorphic photonic networks using silicon photonic weight banks." Scientific reports, 2017, article 7430.