

2017 PHOTONICS CONFERENCE

● 논문 제출요령

- 홈페이지에서 on-line으로 접수
 - pdf양식만 가능함
 - 파일이름 = 논문분야번호+한글 저자이름+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

- 전민용 교수(충남대): 조직위원장
Tel 042) 821-5459 / Fax 042) 822-8011
E-mail myjeon@cnu.ac.kr
- 이상신 교수(광운대): 프로그램위원장
Tel 02) 940-5581 / Fax 02) 942-5235
E-mail slee@kw.ac.kr
- 류한철 교수(삼육대): 학술대회 진행 담당
Tel 02) 3399-1801 / Fax 02) 3399-1805
E-mail hcryu@syu.ac.kr
- 전시/광고
 - 문의 및 신청: 김상인 교수(아주대)
Tel 031) 219-2357 / Fax 031) 212-9531
E-mail sangin@ajou.ac.kr

2017 PHOTONICS CONFERENCE

November 8 (Wed.) ~ 10 (Fri.) 2017

Oriental Hotel, Jeju, Korea (제주 오리엔탈 호텔)

Paper submission

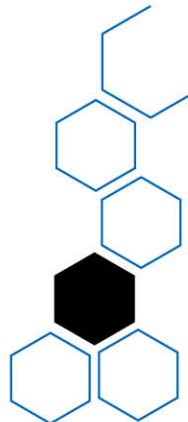
September 1 (Fri.) ~ October 13 (Fri.)

Pre-registration

September 1 (Fri.) ~ October 23 (Mon.)

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



11월 9일 (목)

| 시간/장소 | 한라홀1 (A) | 한라홀2 (B) | 일출홀 (C) | 사라홀1 (D) | 사라홀2 (E) |
|-------------|---|------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| 08:00~18:00 | 등 록 (로비) | | | | |
| 09:00~10:30 | 광소자Ⅱ (통신 및 광소스Ⅰ) 좌장: 송영민(GIST) | 고출력 광섬유 레이저 좌장: 염동일(아주대) | 바이오포토닉스Ⅰ 좌장: 김봉규(ETRI) | 홀로그래피Ⅰ 좌장: 윤선규(KOPTI) | 광통신 및 광네트워크Ⅲ 좌장: 김성만(경성대) |
| | T1A-Ⅱ | T1B-Ⅳ | T1C-Ⅳ | T1D-Ⅴ | T1E-Ⅰ |
| 10:30~10:45 | Coffee Break | | | | |
| 10:45~12:15 | 테라헤르츠Ⅱ 좌장: 이일민(ETRI) | 광섬유 레이저 및 재료 좌장: 정운찬(서울대) | 디스플레이/LED/ 태양전지[Ⅱ] (광전 및 광탄성 소자) 좌장: 신명훈(한국항공대) | 광소자Ⅲ (통신 및 광소스Ⅱ) 좌장: 송민협(ETRI) | 광통신 및 광네트워크Ⅳ 좌장: 원용욱(명지대) |
| | T2A-Ⅱ | T2B-Ⅳ | T2C-Ⅲ | T2D-Ⅱ | T2E-Ⅰ |
| 12:15~13:15 | Lunch | | | | |
| 13:15~14:15 | Tutorial I (한라홀1) 좌장: 김철한(서울시립대) | | Tutorial II (한라홀2) 좌장: 송용원(KIST) | | Tutorial III (일출홀) 좌장: 김상인(아주대) |
| | 발표자: 김 훈(KAIST) 데이터센터러 위한 광통신 기술 | | 발표자: 김명기(고려대) Nanophotonic Engineering | | 발표자: 김용수(KIST) Quantum Information Processing and Roles of Photonics |
| 14:15~14:30 | Coffee Break | | | | |
| 14:30~14:45 | Plenary Session (한라홀) 환영사: 전민용(PC2017 조직위원장) 축사: 한재원(한국광학회장) 사회: 이상신(PC2017 프로그램위원장) | | | | |
| 14:45~15:35 | Plenary I 좌장: 현경숙(세종대) | | 연사: 장 진(경희대) 주제: Displays based on light emitting diodes | | |
| 15:35~16:25 | Plenary II 좌장: 원용욱(명지대) | | 연사: 한상국(연세대) 주제: Li-Fi challenge to light speed wireless | | |
| 16:25~17:15 | Plenary III 좌장: 송광용(중앙대) | | 연사: Seok-Hyun Yun(Harvard Medical School) 주제: Light, medicine, and optical fibers | | |
| 17:15~18:30 | Poster Session II (로비) | | | | |
| | TP | | | | |
| 18:30~ | Reception (한라홀) | | | | |

11월9일(목) - Overview

한라홀 1 09:00~10:30

광소자 II

좌장 : 송영민(GIST)

- T1A-II-1 마이크로웨이브 포토닉스 기반 장거리 무선망 내 다자간 보안통신기술 (초청논문), 송민협(ETRI) 외
- T1A-II-2 Semiconductor gradient index microcavity for photonic laser sources(초청논문), 최무현(경북대) 외
- T1A-II-3 Modulation performance optimization of 40-Gbps Si micro-ring modulators, 김영현(연세대) 외**
- T1A-II-4 고툽력 레이저 다이오드에서 Thermal lensing이 Far field에 끼치는 영향, 양정택(연세대) 외

한라홀 1 10:45~12:15

테라헤르츠 II

좌장 : 오승재(연세대)

- T2A-II-1 광소자 기반의 테라헤르츠 비파괴 측정 시스템 개발(초청논문), 이의수(ETRI) 외
- T2A-II-2 능동형 테라헤르츠 메타물질과 응용기술(초청논문), 이호진(숭실대) 외
- T2A-II-3 나노구조 기반 테라헤르츠 검출용 포토믹서, 문기원(ETRI) 외
- T2A-II-4 포토믹싱 기반 10 Gbps 테라헤르츠 무선 통신 기술, 김현수(ETRI) 외

한라홀 2 09:00~10:30

고출력 광섬유 레이저

좌장 : 영동일(아주대)

- T1B-IV-1 50W급 펄스형 광섬유 레이저(초청논문), 서홍석(ETRI) 외
- T1B-IV-2 파장제어 빔결합 고툽력 광섬유 레이저(초청논문), 이정현(ADD) 외
- T1B-IV-3 GHz 선폭의 현대역 고툽력 편광유지 광섬유 레이저(초청논문), 전창수(GIST) 외

한라홀 2 10:45~12:15

광섬유 레이저 및 재료

좌장 : 정윤천(서울대)

- T2B-IV-1 2차원 물질 기반 포화흡수체를 이용한 광섬유 펄스 레이저(초청논문), 구준희(GIST) 외
- T2B-IV-2 산화철 기반 포화흡수체를 이용한 수동형 Q-스위칭 이터븀 첨가 광섬유 레이저 구현에 관한 연구, 이진호(서울시립대) 외
- T2B-IV-3 클래딩 에칭 광섬유 기반의 음향 광학 변조기를 이용한 능동형 모드 잠금 레이저, 김지현(서울시립대) 외
- T2B-IV-4 국내 광섬유 제조 관련 기술 개발 동향(초청논문), 김윤현(KOPTI)

일출홀 09:00~10:30

바이오포토닉스 I

좌장 : 김봉규(ETRI)

- T1C-IV-1 Next generation intravascular OCT in clinical practice(초청논문), 하진용(세종대)
- T1C-IV-2 20-nm resolution optical imaging of brain via iterative expansion microscopy (iExM)(초청논문), 장재범(성균관대)
- T1C-IV-3 편광민감 광결맞음 단층영상 기법을 이용한 정량적인 모조진주 감별방법, 이재휘(GIST) 외

일출홀 10:45~12:15

디스플레이/LED/태양전지[II]

좌장 : 신영훈(한국항공대)

- T2C-III-1 Programmable Adaptive Materials via Liquid Crystalline Elastomers (초청논문), 안석균(부산대)
- T2C-III-2 Point dipole model을 이용한 전면발광 OLED의 광학 모드 계산 및 광도파로 모드 공간분포 분석, 김지용(경희대) 외
- T2C-III-3 Enhanced light emission from micro light-emitting diodes using SiOx-based glass electrode, 손경락(고려대) 외
- T2C-III-4 GaN 기반 p-i-n 구조 내 준-사중화합물 장벽을 이용 압축분극 감소를 통한 광전효과 증대 연구, 박병권(충남대) 외

사라홀 1 09:00~10:30

홀로그래피 I

좌장 : 윤선규(KOPTI)

- T1D-V-1 홀로그래픽 테이블탑형 디스플레이에서의 홀로그램 생성 광학계 (초청논문), 홍기훈(ETRI) 외
- T1D-V-2 Method for depth measurement using depth of field imaging of retroreflective structure, 최성원(경희대) 외
- T1D-V-3 광 스캐닝 홀로그래피를 이용한 실제 크기 물체의 스펙트럼 노이즈 없는 복소수 홀로그램 획득, 이응준(세종대) 외

사라홀 1 10:45~12:15

광소자 III

좌장 : 송민협(ETRI)

- T2D-II-1 5G 모바일 프론트홀과 광소자 기술(초청논문), 홍승주(에스케이텔레콤(주)) 외
- T2D-II-2 5G front-haul 광 링크를 위한 광 부품 기술(초청논문), 권오균(ETRI) 외
- T2D-II-3 코어러런트 광 통신을 위한 반도체 이터븀 및 폴리머 도파로 회절 격자 파장 가변 레이저(초청논문), 김동철(ETRI) 외

사라홀 2 09:00~10:30

광통신 및 광네트워크 III

좌장 : 김성만(경성대)

- T1E-I-1 초고속 광전송 시스템 구현을 위한 3차원 광변조 및 잠움제거 기술연구 (초청논문), 원용욱(명지대)
- T1E-I-2 초고속 광통신 기술 환경에서의 기계학습 기술의 활용 및 응용(초청논문), 윤상민(국민대)
- T1E-I-3 직접 변조 레이저로 구현된 아날로그 광전송 링크에서 발생한 분산 유도 2차 비선형 왜곡을 보상하는 블라인드 DSP 기법, 김병권(KAIST) 외
- T1E-I-4 다중 레이저를 활용한 무선양자암호통신 시스템의 보안 취약성, 고해신(ETRI) 외
- T1E-I-5 광 수신기를 이용한 광 신호, Budsuren Batsuren(광운대) 외

사라홀 2 10:45~12:15

광통신 및 광네트워크 IV

좌장 : 원용욱(명지대)

- T2E-I-1 광 빔포밍 기법을 활용한 무선 가시광 통신기술(초청논문), 김성만(경성대)
- T2E-I-2 시변 광 채널에서의 신호 수신을 위한 적응형 창 설정 기반 임계값 설정 기법, 이준우(연세대) 외
- T2E-I-3 디지털 광학 공액 기술을 활용한 모드 분할 다중화 전송 시스템, 배성현(KAIST) 외
- T2E-I-4 레이저를 이용한 광 무선충전기술의 효율향상, 이동훈(경성대) 외
- T2E-I-5 Kramers-Kronig Receiver Without Digital Upsampling, Tianwai Bo(KAIST) 외

로비 17:15~18:30

Poster Session II

40 Gbps Si 마이크로 링 변조기 변조 특성 최적화

Modulation performance optimization of 40-Gbps Si micro-ring modulators

김영현*, 유병민, 조영관, 김민규, 최우영

연세대학교 전기전자공학과

We present the results of the modulation performance optimization for the depletion-type Si micro-ring modulator. With analyses based on TCAD simulations and the coupled-mode theory, the optimal device geometry for obtaining the largest optical modulation amplitude for 40-Gbps operation is determined.

The depletion-type Si micro-ring modulator (MRM) is expected to play an important role in optical interconnect systems because it provides the large modulation bandwidth and small device footprints, which are highly attractive for the cost-effective co-integration of photonics and electronics [1]. There are many reports for analysis and experimental demonstrations of Si MRMs [2-4]. However, a systematic device design guide for determining optimal doping concentrations, MRM radius, and coupling strength between ring and bus waveguides for a target data rate is not available.

In this study, we present the results of our investigation carried out for realizing such a design guide. Our analysis is based on TCAD simulation (*Sentaurus*) of *p-n* junctions, and optical waveguide simulation for the effective index calculation, and the coupled-mode theory for MRM characterization [5-7].

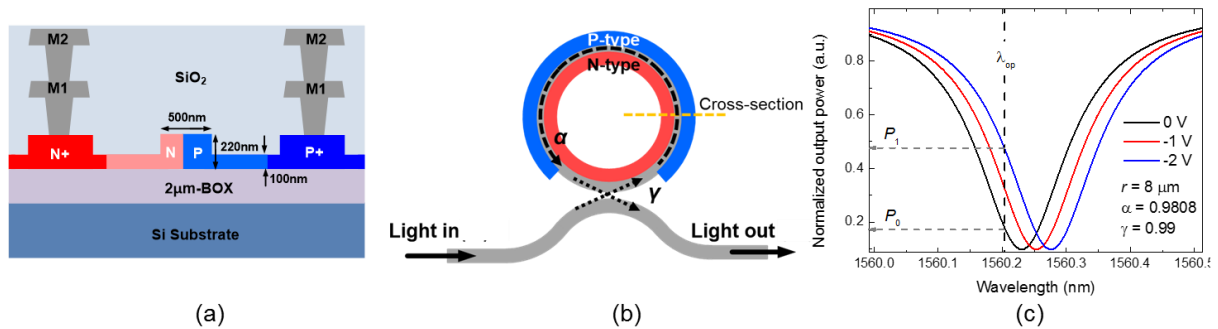


Fig. 1 (a) Cross-section and (b) top-view and (c) simulated transmission characteristics at 0, - 1, and - 2 V of depletion-type of Si MRM

Fig. 1(a) and (b) show the cross-section and top-view of the target Si MRM, respectively. The Si waveguide core consists of 500-nm width, 120-nm mesa and a *p-n* junction with the nominal doping concentration of $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ for *p*-region and $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ for *n*-region. The light confined in the ring resonator is modulated by the applied reverse bias. In Fig. 1(b), α and γ are the loss coefficient indicating the field ratio after one round-trip, and the through coefficient representing a field ratio of through light at the coupler, respectively. Fig. 1(c) shows an example of the transmission characteristics simulated by the coupled-mode theory for $V = 0, -1, -2 \text{ V}$, $r = 8 \text{ }\mu\text{m}$ and $\gamma = 0.99$. The DC curve shows a red shift with an increase in the reverse bias due to the plasma dispersion effect. Here, the operation wavelength (λ_{op}) is the wavelength providing the maximum optical modulation amplitude (OMA). The normalized OMA is defined as the output power difference between 0 V and - 2 V bias at λ_{op}

To investigate the optimization of the normalized OMA and the 3-dB bandwidth, their dependence on r and γ are determined as shown in Fig. 2(a) and (b), because α is given by r and γ is relatively adjustable parameter. Here, the 3-dB bandwidth is determined by the photon lifetime in the ring cavity. As γ increases, the 3-dB bandwidth decreases and the normalized OMA increases due to an increase in Q factor of the ring resonator,

indicating the tradeoff relationship between the two characteristics. In addition, it shows the same trends as r increases. The 3-dB bandwidth above ~ 30 GHz is not appropriate for the fabricated Si MRM because its electrical bandwidth limits the total bandwidth, which is ~ 33 GHz with the measured resistance and capacitance values of $\sim 340 \Omega$ and ~ 14 fF, respectively. The 20-GHz bandwidth can be used for 40-Gbps operation, also considering the RC limit. Therefore, the optimized OMA can be given as a function of r with the optimized γ as shown in Fig. 2(b). Fig. 2(c) shows 40-Gbps eye diagrams by $2^7 - 1$ PRBS input data for 8-, 11- and 14- μm r with the 20-GHz bandwidth. The larger ring radius becomes, the larger eye opening becomes with an increase in the normalized OMA. However, it should be considered for the final design that the device footprint become larger as increasing r for the larger OMA.

In summary, we report the modulation performance optimization of the depletion-type Si MRM for 40-Gbps modulation by analyzing the OMA and the bandwidth with the various r and γ . For the 20-GHz bandwidth for the given data rate, it is possible to predict the optimized OMA as a function of r by the determined γ .

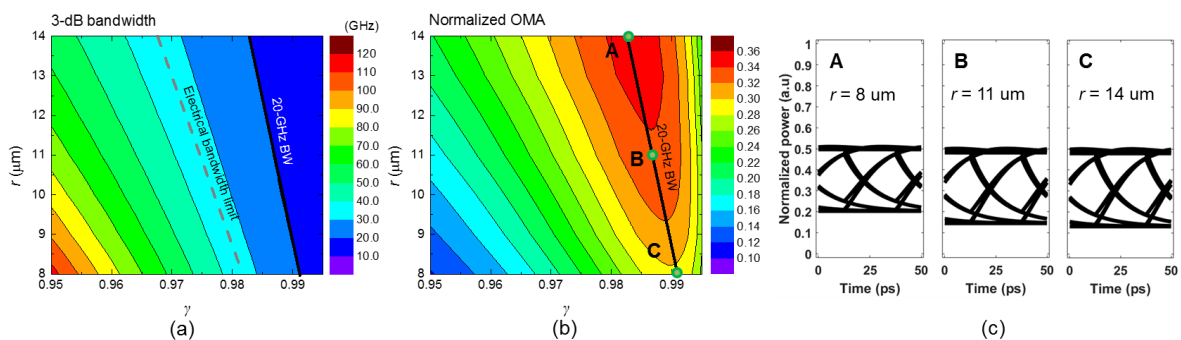


Fig. 2 (a) 3-dB bandwidth and (b) normalized OMA as a function of r and γ and (c) 40-Gbps eye diagrams for 8-, 11-, and 14- μm r

Acknowledgment

This work was supported by National Research Foundation of Korea grant funded by the Korean Ministry of Science, ICT and Future Planning (2015R1A2A2A01007772) and Materials and Parts Technology R&D Program funded by the Korean Ministry of Trade, Industry & Energy (Project No. 10065666). Also, authors are thankful to IC Design Education Center (IDEC) for EDA tool support.

References

- [1] P. Dong, S. R. Liao, H. Liang, W. Qian, X. Wang, R. Shafiqi, D. Z. Feng, G. L. Li, X. Z. Zheng, A. V. Krishnamoorthy, and M. Asghari, "High-speed and compact silicon modulator based on a racetrack resonator with a 1 V drive voltage," *Opt Lett* 35, 3246-3248 (2010).
- [2] B. Pile and G. Taylor, "Small-signal analysis of microring resonator modulators," *Opt Express* 22, 14913-14928 (2014).
- [3] H. Yu, D. Q. Ying, M. Pantouvaki, J. Van Campenhout, P. Absil, Y. L. Hao, J. Y. Yang, and X. Q. Jiang, "Trade-off between optical modulation amplitude and modulation bandwidth of silicon micro-ring modulators," *Opt Express* 22, 15178-15189 (2014).
- [4] J. Rhim, B. M. Yu, J. M. Lee, S. H. Cho, and W. Y. Choi, "Modulation performance optimization for depletion-type silicon micro-ring modulators", *IEEE Optical Interconnects Conference*, (2016).
- [5] C. Manolatos, M. J. Khan, S. H. Fan, P. R. Villeneuve, H. A. Haus, and J. D. Joannopoulos, "Coupling of modes analysis of resonant channel add-drop filters," *IEEE J Quantum Elect* 35, 1322-1331 (1999).
- [6] Y. Ban, J. M. Lee, B. M. Yu, S. H. Cho, and W. Y. Choi "Small-Signal Frequency Responses for Si Micro-Ring Modulators", *IEEE Optical Interconnects Conference* (2014).
- [7] J. Rhim, Y. Ban, B. M. Yu, J. M. Lee, and W. Y. Choi, "Verilog-A behavioral model for resonance-modulated silicon micro-ring modulator," *Opt Express* 23, 8762-8772 (2015).