

2019 PHOTONICS CONFERENCE

December 4 (Wed) ~ 6 (Fri), 2019

Phoenix Pyeongchang, Korea (휘닉스 평창)

Sponsored by

(주)성경포토닉스, 한국전자통신연구원
텔레다인르크로이, (주)팬옵틱스
HFR, 아이엔텍
안리쓰코퍼레이션, 오이솔루션
대한광통신(주), 서울시립대학교 정보기술연구소

Organized by

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



Program Overview

12월 4일 (수)

시간/장소	Timber Hall 1 (A)	Timber Hall 2 (B)	Timber Hall 3 (C)	Agenda 1-1 (D)	Agenda 1-2 (E)
12:00~18:00	등록 (2층 Timber Hall 1 앞)				
13:00~14:30	광소자 I 좌장: 한상윤(KAIST)	광통신 및 광네트워크 I 좌장: 성혁기(홍익대)	바이오포토닉스 I 좌장: 송영민(GIST)	광신호처리 I 좌장: 최기홍(ETRI)	양자정보통신 I 좌장: 김용수(KIST)
	W1A-II	W1B-I	W1C-VI	W1D-V	W1E-I
14:30~14:45	Coffee Break				
14:45~16:15	광소자 II 좌장: 김정원(KAIST)	광통신 및 광네트워크 II 좌장: 정현도(ETRI)	광섬유/재료 I 좌장: 진진화(KRISS)	디스플레이/LED/ 태양전지 I 좌장: 나준희(충남대)	양자정보통신 II 좌장: 윤천주(ETRI)
	W2A-II	W2B-I	W2C-IV	W2D-III	W2E-I
16:15~17:15	Tutorial I (Timber Hall 1) 좌장: 송용원(KIST)	연사: 김 휘(고려대) 주제: Holographic Display의 원리, 응용과 기술이슈			
17:15~18:30	Poster Session I (Agenda 1 앞 복도)				
	WP				

Timber Hall 1 13:00~14:30

광소자 I

좌장 : 한상윤(KAIST)

- W1A-II-1 5G 디지털 프론트홀용 C-Band 25Gbps EML 기술(초청논문), 김남제(한국전자통신연구원) 외
- W1A-II-2 Performance Optimization of 25-Gbps O-Band Depletion-Type Silicon Ring Modulators, 성민혁(연세대) 외
- W1A-II-3 5G 이동통신을 위한 O-band Tunable 광송수신기 모듈(초청논문), 진재현(주)옵티코어 외
- W1A-II-4 양자 통신을 위한 InP 기반 집적형 편광 제어기, 안신모(전자통신연구원) 외

Timber Hall 1 14:45~16:15

광소자 II

좌장 : 김정원(KAIST)

- W2A-II-1 나노전극 구조를 통한 테라헤르츠 발생 및 검출 소자의 성능 향상(초청논문), 문기원(한국전자통신연구원) 외
- W2A-II-2 광소자 기반 테라헤르츠 비파괴 이미징 측정 시스템의 산업적 응용, 박경현(한국전자통신연구원) 외
- W2A-II-3 850nm GaAs/AlGaAs 레이저 다이오드의 internal loss 및 quantum efficiency 값 추출 및 이를 이용한 simulation 정확도 향상, 양정택(연세대) 외
- W2A-II-4 기술임 브래그 격자와 비대칭 모드분리 광도파로 구조가 이중 결합된 폴리머 가변파장 필터, 박태현(부산대) 외
- W2A-II-5 InP 렌즈가 후면에 집적된 표면입사 InGaAs 광다이오드 칩의 제작 및 특성평가, 김덕준(한국전자통신연구원) 외

Timber Hall 2 13:00~14:30

광통신 및 광네트워크 I

좌장 : 성혁기(홍익대)

- W1B-I-1 데이터 센터를 위한 초고속 고밀도 광학 엔진 기술 동향 연구(초청논문), 이은구(주)네온포토닉스 외
- W1B-I-2 트윈-필드 양자키분배 시스템 구현을 위한 실용적인 구조, 박창훈(아주대) 외
- W1B-I-3 근거리 광전송 시스템에서 DSB-DMT 신호와 VSB-DMT 신호의 전송성능 비교, 김병근(한국과학기술원) 외
- W1B-I-4 직접 변조 레이저-직접 검출 시스템을 위한 구분적 선행 함수 기반 볼테라 등화기, Yukui Yu(KAIST) 외
- W1B-I-5 위성광통신 채널환경에서 LDPC 인터리빙 성능 평가, 민지현(국민대) 외

Timber Hall 2 14:45~16:15

광통신 및 광네트워크 II

좌장 : 정현도(ETRI)

- W2B-I-1 5G/B5G를 위한 저지연 광액세스 대역 할당 기술(초청논문), 두경현(한국전자통신연구원) 외
- W2B-I-2 사인파로 변조된 입력 광신호를 이용하여 구현된 2채널 OTDM 방식 PAM8 전송시스템, 배성현(KAIST) 외
- W2B-I-3 광커플러 기반 스톱스 벡터 수신기의 교정 방법, Yi Che(KAIST) 외
- W2B-I-4 멀티레벨 광 전송의 주파수 의존적인 비선형성 완화를 위한 스펙트럼 분할 사전왜곡 기법, 임규태(연세대) 외
- W2B-I-5 보급형 기기와 듀얼 이미지 처리를 통한 광학 빔 조향 시스템, 조성현(인천대) 외

Timber Hall 3 13:00~14:30

바이오포토닉스 I

좌장 : 송영민(GIST)

- W1C-VI-1 분자 내시경 개발을 위한 폐 악성 종양의 아형에 따른 흡광도 및 라만 스펙트럼 분석(초청논문), 이원경(한국전자통신연구원) 외

- W1C-VI-2 개방형 플랫폼을 통한 광학 의료기기 기술사업화(초청논문), 이송락(오송첨단의료산업진흥재단)

- W1C-VI-3 비레이저 광원을 사용하는 의료용광선조사기 안전성 평가방법에 관한 연구(초청논문), 박성용(한국산업기술시험원)

Timber Hall 3 14:45~16:15

광섬유/재료 I

좌장 : 진진화(KRIS)

- W2C-IV-1 비선형 이득 광섬유에서의 펄스의 다양한 동적 특성(초청논문), 정윤찬(서울대) 외
- W2C-IV-2 레이저 다이오드 여기 어블:이터블 같이 첨가한 광섬유 레이저 설계(초청논문), 이강인(주)한화 외
- W2C-IV-3 고효율 어블:이터블 동시 첨가된 전 광섬유 레이저, 이재훈(주)한화 외
- W2C-IV-4 중직외선 광학렌즈를 위한 TeO₂계 광학유리의 제조 및 특성분석, Kadathala Linganna(한국광기술원) 외

Agenda 1-1 13:00~14:15

광신호처리 I

좌장 : 최기홍(ETRI)

- W1D-V-1 나노 주기 구조의 광학공진 현상 기반 디스플레이 소자 응용 연구(초청논문), 도윤선(경북대) 외
- W1D-V-2 브러그만 메타박막을 이용한 가변 구조색 연구와 그 응용(초청논문), 이승열(경북대) 외
- W1D-V-3 The waveguide-type 3D AR display based on the integral imaging using the full-color holographic optical element-mirror array, Nyamsuren Darkhanbaatar(Chungbuk Nat'l Univ.) 외

Agenda 1-1 14:45~15:45

디스플레이/LED/태양전지 I

좌장 : 나준희(충남대)

- W2D-III-1 Reversible, full color luminescence by post-treatment of perovskite nanocrystals(초청논문), 김기환(한국광기술원)
- W2D-III-2 Camouflage and Display Soft Machines based on Main-Chain Chiral Liquid Crystalline Elastomers(초청논문), Se-Um Kim(Univ. of Pennsylvania) 외

Agenda 1-2 13:00~14:30

양자정보통신 I

좌장 : 김용수(KIST)

- W1E-I-1 고전광원 및 양자적 얽힘 광원의 양자 간섭 특성(초청논문), 김한오(부산대) 외
- W1E-I-2 다중 광자 얽힘과 양자 상태 전송(초청논문), 이상민(한국표준과학연구원)
- W1E-I-3 양자암호통신 프로토타입의 보안성(초청논문), Spiros Kechrimparis(한국과학기술원) 외

Agenda 1-2 14:45~16:15

양자정보통신 II

좌장 : 윤천주(ETRI)

- W2E-I-1 LPN 문제를 위한 양자-고전 계층적 하이브리드 강화 학습 알고리즘(초청논문), 박종훈(한국과학기술원) 외
- W2E-I-2 두 큐비트 제어를 위한 양자 광집적회로(초청논문), 이육재(한국전자통신연구원) 외
- W2E-I-3 정보적으로 균형잡힌 다자간 양자암호통신(초청논문), Tanumoy Pramanik(한국과학기술연구원) 외

Agenda 1 앞 북동 17:15~18:30

Poster Session I

850nm GaAs/AlGaAs 레이저 다이오드의 internal loss 및 quantum efficiency 값 추출
및 이를 이용한 simulation 정확도 향상

Extraction of internal loss and quantum efficiency of 850nm GaAs/AlGaAs laser diodes
 and achieving more accurate simulation using them

양정택^{1,*}, 광정근², 최안식², 김태경², 최우영¹

¹연세대학교 전기전자공학부, ²QSI

We achieved more accurate self-consistent electro-thermal-optical simulation of 850nm GaAs/AlGaAs laser diodes by experimentally determining their internal loss and quantum efficiency.

다양한 응용 분야에서 고출력 반도체 레이저 다이오드(Laser Diode, LD)의 중요성이 나날이 부각되고 있다 [1]. LD의 경우 빛으로의 전환 효율이 좋고 대량 생산이 가능하여 cost effective하다는 장점이 있다. 고출력 반도체 LD의 성능 향상을 달성하기 위해서는 에티택시 성장 조건, 소자 제작 공정, 그리고 소자 패키징 구조의 최적화와 더불어 제작된 LD의 성능을 정확히 예측할 수 있는 정밀 시뮬레이션 환경 구축을 통한 최적 소자 구조 설계가 꼭 필요하다. 고출력 LD의 경우 전기적, 광학적, 열적인 물리적 현상이 복합적으로 연결되어 있기 때문에, 이의 통합적 시뮬레이션은 무척 복잡한 연산을 필요로 한다. 하지만, 이러한 시뮬레이션이 요구하는 몇몇 핵심 파라미터의 값을 실험적으로 추출하여 이를 활용할 경우, 시뮬레이션 정확도를 크게 높이고 시뮬레이션 시간을 단축시킬 수 있다. 본 연구에서는 이를 위해 공진기 길이만 다른 LD 소자들의 성능을 측정해서 이를 바탕으로 시뮬레이션의 핵심 파라미터인 internal loss 와 quantum efficiency 값을 추출하였다.

연구의 대상이 된 LD는 QSI에서 제작한 850 nm 대역의 GaAs/AlGaAs LD로 (그림 1.(a)), band diagram은 그림 1.(b)와 같다. Internal loss 및 quantum efficiency 값 추출을 위해 공진기의 길이가 300, 700, 1100 μm LD들을 제작하여 성능을 측정하였으며, 측정 결과는 그림 2.(a)에 볼 수 있다. LD의 광 출력은 기본적으로 아래와 같은 식으로 표현될 수 있는데,

$$P_0 = \eta_i \frac{\alpha_m}{\alpha_m + \alpha_i} \frac{hv}{q} (I - I_{th}) = \eta_d \frac{hv}{q} (I - I_{th}) \quad \text{where } \eta_d = \eta_i \frac{\alpha_m}{\alpha_m + \alpha_i}$$

(a) (b)

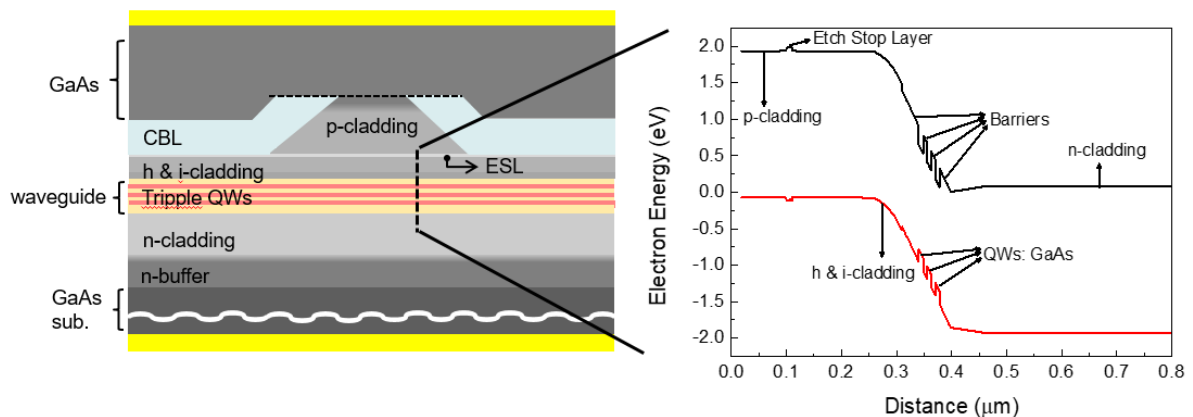


그림 1.(a) QSI 850 nm LD의 단면도, (b) 점선 방향으로 정렬된 LD band diagram

α_m 이 $\frac{1}{L} \ln\left(\frac{1}{r_1 r_2}\right)$ 인 것을 이용하면 $\frac{1}{\eta_d} = \frac{1}{\eta_i} + \frac{1}{\eta_i} \frac{\alpha_i}{\alpha_m} L$ 라는 관계식을 얻을 수 있으며, 측정된 300, 700, 1100 μm LD의 L-I 특성 기울기(그림 2.(b))를 통해 그림 2.(a)와 같은 그래프를 얻을 수 있었다. 추출된 internal quantum efficiency, η_i 의 값은 0.91이며, 추출된 α_i 의 값은 11.86 cm^{-1} 이다. 이를 활용하여 L-I 특성 simulation을 실험 결과와 정확히 일치 시킬 수 있었다. Simulation에 필요한 SRH lifetime 과 Auger coefficient [3] 의 값은 실험 결과와의 matching을 통해 각각 10^{-7} s, 10^{-30} cm^6 로 결정할 수 있었다.

이와 같은 연구 결과는 정밀하고 빠른 시뮬레이터를 바탕으로 비슷한 구조를 갖는 소자의 특성을 미리 예측이 가능하며, 더 나아가 원하는 성능에 맞는 LD의 구조 및 성능 최적화하는 연구에 큰 도움을 주리라 예상된다. 본 연구는 ADD 고효율 레이저 특화연구실 과제(지원 NO.UD160069BD)을 받아 수행되었다.

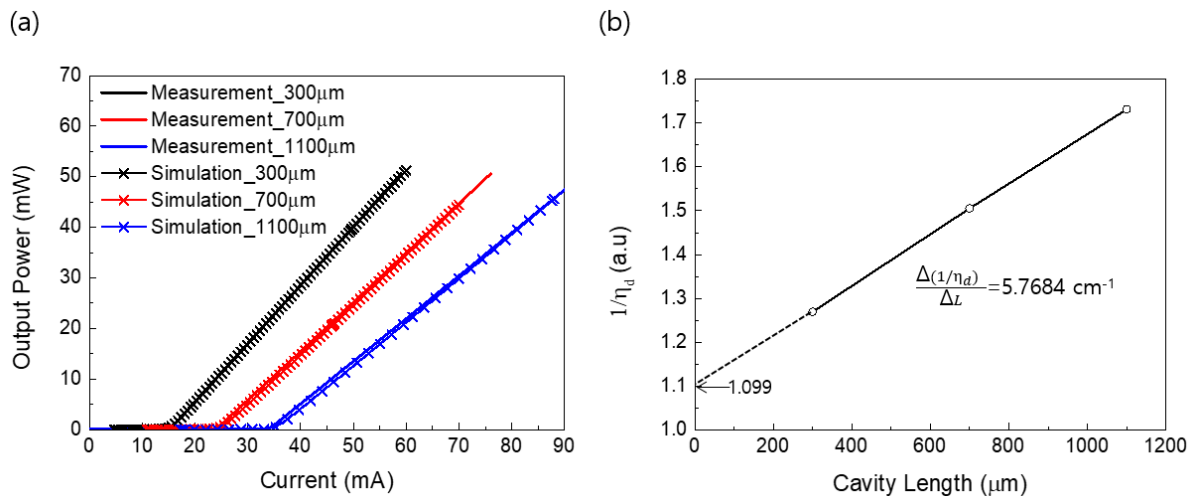


그림 2.(a) 측정된 300, 700, 1100 μm LD의 L-I 특성과 시뮬레이터로 매칭한 결과, (b) (a)의 측정된 소자 L-I 특성을 바탕으로 얻어낸 $1/\eta_d$ 과 공진기 길이(L)과의 관계

참고 문헌

- [1] L. Zhong and X. Ma, "Recent Developments in High Power Semiconductor Diode Lasers" Optoelectronics – Devices and Applications, 2011, p. 325.
- [2] Crosslight Software Inc. (2012). LASTIP, Vancouver, BC, Canada [Online]. Available: <http://www.crosslight.com>
- [3] J. T. Yang *et al.*, "Influence of Emitter Width on the Performance of 975-nm (In,Ga)(As,P)/(Al,Ga)As High-power Laser Diodes" *CURR OPT PHOTONICS* Vol. 3
- [4] J. T. Yang *et al.*, "Dependence of high-power laser diode performance on emitter width (Conference Presentation)" *SPIE* Vol. 10900