

2011

# Photonics Conference

November 30 (Wed) ~ December 2 (Fri), 2011

Hanwha Phoenix Park, PyeongChang

Photonics Conference 20주년 기념 행사  
"Photonics Fest" 개최

## 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 Korea Chapter

SPIE / Korea Chapter

<http://www.photoconf.org>

Program

Proceeding

Exit

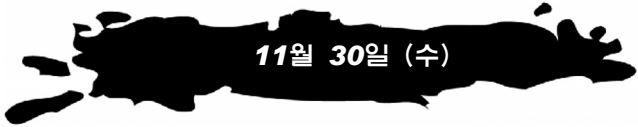


# Photonics Conference 2011

## Program Overview

11월 30일 (수)

시간/장소	세미나1(A)	세미나2(B)	세미나3(C)	세미나5(D)	세미나6(E)
13:00~18:00	등 록 (1층 등록데스크)				
14:00~15:30		광정밀측정 I 좌장: 장원석(KIMM)	광섬유/재료 좌장: 엄동일(아주대)		TUTORIAL I 좌장: 송민호(전북대)
		[초청]W1B-VII1 김정용 [초청]W1B-VII2 노희석 W1B-VII3	[초청]W1C-IV1 최용규 [초청]W1C-IV3 문대승 W1C-IV2, 4		권일범(KRISS)
15:30~15:45	COFFEE BREAK				
15:45~17:15	광소자 I 좌장: 김상인(아주대)	광정밀측정 II 좌장: 손현기(KIMM)	광섬유센서 I 좌장: 임선도(KIST)	업체소개 및 Recruit 좌장: 권용환(ETRI)	TUTORIAL II 좌장: 이주한(서울시립대)
	[초청]W2A-II1 김민수 W2A-II2~5	[초청]W2B-VII1 이 호 [초청]W2B-VII2 주철민 W2B-VII3~4	[초청]W2C-IV1 이철희 W2C-IV2~5	피피아이 우리로광통신 캠옵틱스 라이콤 빛과전자 럭스퍼트 미래융합기술연구소	정세채(KRISS)
17:15~18:30	Poster Session I (1층 복도)				
	WP-11~18, WP-II1~36				



11월 30일 (수)

하여 높은 In 조성비를 가진 InGaIn을 성장시켰다. 성장 온도가 낮아짐에 따라 In 조성이 증가하여 성장 온도 600°C에서 In 조성이 23.1%인 InGaIn이 성장되었다. 20%의 In 조성비를 가진 InGaIn/GaN 다중양자우물은 425nm의 발진파장특성을 나타내었다.

**WP-II11 단일 칩으로 집적된 VCSEL/RCE-PD 제작 및 특성 분석**  
정봉규, 나병훈, 주건우, 최희주, 강은규, 차성현, 송영민, 이용락(GIST)  
VCSEL 웨이퍼 기반으로 추가 공정 없이 단일 칩으로 집적된 VCSEL/RCE-PD 소자를 제작하였다. VCSEL의 경우 최대 광출력 0.93 mW, RCE-PD의 경우 매우 낮은 암전류 10 pA를 얻었으며 이는 상업적으로 판매하는 PIN-PD에 비하여 몇 배나 낮은 수치이다.

**WP-II12 복굴절 폴리머 광도파로를 이용한 열광학 편광변조기**  
박수현, 김준휘, 오민철(부산대)  
복굴절 폴리머를 사용하여 편광변조기를 제작하였고, 광도파로 상단에 제작된 마이크로 히터에서 발생된 열을 이용하여 폴리머 광도파로의 복굴절을 조절 가능한 편광변조기를 제작하였다. 열광학 효과에 의하여 복굴절을 측정하기 위하여 Mach-Zehnder 광도파로 소자를 함께 제작하여 복굴절 변화를 측정하였다.

**WP-II13 제작 방식에 따른 1x2 광스위치의 내구성 시험 결과 비교**  
노성대, 김재민, 이관호(ETRI)  
기계식, PLC, MEMS 방식의 1x2 광스위치에 대한 내구성 시험을 실시하였다. 계측기를 연동하여 10Hz 속도로 동작시키며 Vp-p, 스위칭 시간을 정해진 시간마다 측정하면서 총 백만회를 실시하였다. 기계식 스위치 1종에서 8만회 정도에서 고장이 발생하였다.

**WP-II14 폴리머 결합 링 공진기를 이용한 광 지연 실험**  
권오성, 김재성, 정영철(광운대)  
본 논문에서는 폴리머 물질을 이용하여 결합 링 공진기 광 지연 실험을 하였다. 실험결과 100 ps의 딜레이를 확인하였다.

**WP-II15 Dry-Etch 공정으로 제작되어진 PPMgLN Ridge-type 도파로의 Sidewall Roughness 분석 및 Optical Scattering Loss 분석**  
임태호, 박준희, 이한영(KETI), 강태영(KETI, 경원대)  
PPMgLN(Periodically poled MgO:LiNbO<sub>3</sub>) 소자에 Dry-Etch 공정을 통하여 Ridge-Type의 Waveguide를 제작하였고, Sidewall Roughness RMS를 AFM(Atomic Force Microscope)을 이용하여 분석하였다. 분석되어진 Roughness로 통해 Optical Scattering Loss를 분석하였다.

**WP-II16 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub>박막을 이용한 고출력 광섬유 레이저의 펄스 LD 보호기용 필터**  
성하민, 황정민, 김재현, 우덕하, 이 석, 전영민(KAIST), 최우영(연세대)  
고출력 광섬유 레이저에서 레이저 반사광으로부터 펄스용 레이저다이오드(LD)를 보호하는 필터를 설계 및 제작하였다. LD파장 대역에서 반사율을 99.9% 이상, 신호파장 대역에서 0.1% 이하로 설계하였다. 제작된 필터의 특성은 LD파장 대역에서 99.8% 이상, 신호파장 대역에서 0.6% 이하로 측정되었다.

**WP-II17 주기적으로 분극 반전된 MgO:LiNbO<sub>3</sub> Ridge-type 광도파로를 이용한 Full Color RGB 광원의 생성**  
박준희, 임태호, 이한영(ETRI), 강태영(ETRI, 경원대)  
제 2 차 조화파를 이용하여 고출력 RGB 레이저 광원 생성을 위한 통합칩을 제작하였다. 파장편 환으로 생성된 Green, Blue 광원은 각각 143%/W와 138%/W의 변환효율을 나타내었다. RGB 통합칩으로 부터 생성된 RGB 레이저 광원을 통하여 다양한 레이저 색을 구현하였다.

**WP-II18 PPMgLN을 이용한 RGB 통합칩 제작 연구**  
강태영(ETRI, 경원대), 김경환(경원대), 박준희, 임태호, 이한영(KETI)  
4.3um와 6.85um의 주기적 도메인 반전 구조를 MgLN 에 전계 폴링 공정을 이용하여 동시에 제작하였다. 전계폴링 공정 동안 소자의 전기적 특성을 분석하였다. MGLN을 건식식각하여 Ridge Type 도파로를 만들어 QPM-SHG 소자특성을 가지는 RGB 통합칩을 제작 하였다.

**WP-II19 서브파장 구조를 양면에 집적한 블랙 실리콘 제작**  
권지혜, 여찬일, 정영호, 이용락(GIST)  
본 연구에서는 Ag 잉크의 스프레이 코팅과 금속을 반응의 촉매로 이용한 화학적 식각 공정을 통해 양면 연마된 실리콘의 단면(single-side)과 양면(dual-side)에 서브파장구조(SWS)를 제작하여 블랙 실리콘을 제작하고, 스펙트로포토미터(spectrophotometer)를 통해 측정된 SWS의 반사율 값을 bare 실리콘의 값과 비교하였다.

**WP-II20 석영유리 기판의 V 홀 건식 식각기술 개발**  
조정준, 하태현, 이형중(전남대)  
석영유리 기판에 V 홀 건식 식각 기술의 개발 하였다. V 홀은 평면형 광소자와 광섬유와의 어레이 용도로 기존의 실리콘이나 세라믹에 제작된 V 홀 대체용으로 석영유리 기판의 V 홀을 사용할 수 있다.

**WP-II21 연성 광 PCB용 연성 필름형 NxN 광 커플러**  
이우진, 안중배, 황성현, 김명진, 정은주, 김계원, 노병섭(KOPTI)  
연성 광PCB내의 다점 광연결을 위한 연성 필름형 NxN 커플러를 제작하였다. 제작은 자외선 임프린트 공정을 이용하였으며 MMI 타입의 1x2, 2x2, 1x8 형태의 구조로 제작하였다. 제작된 연성 필름형 커플러는 높은 유연성, 우수한 삽입손실 및 균일성을 나타내었다.

**WP-II22 저굴절 광도파로 기반의 전반사 미러 특성 분석**  
이대경, 김홍승, 오금은, 이병현, 최영원(중앙대), 김두근(KOPTI)  
우리는 수평형 저굴절 광도파로 기반의 전반사 미러를 설계하고 분석하였다. 제안된 구조는 전반사 미러의 접촉면적을 넓히기 위하여 rib 형태의 수평형 저굴절 광도파로로 구성되어있으며, 구스-한센 특성을 고려하기 위해 우리는 3D FDTD 기법을 이용하여 전반사 미러를 분석하였다.

**WP-II23 단일 형광 분자 배치를 통한 고성능, 고효율의 광 소자 제작**  
김진식, 박정호(고려대), 장지혜, 강동훈, 박성수, 이상엽, 신현준(KIST)  
화학적으로 자가 성장된 좋은 특성을 보이는 형광 분자들을 원하는 곳에 위치함으로써 일반적인 광 소자 제작 방식이 갖는 한계를 극복하고자 하였다.

**WP-II24 단일벽 탄소나노튜브가 증착된 마이크로 테이퍼링 기반**  
전나람, 김현주, 박태희, 이희건, 한영근(한양대)  
외부 굴절을 변화에 민감한 장주기 광섬유 격자와 외부 가스 분자를 흡착시키는 성질을 가진 단일벽 탄소나노튜브를 이용하여 산소 농도를 측정할 수 있는 센서 기술을 제안하였음

**WP-II25 Grating Coupler Operating at 850 nm Wavelength Based on a Silicon Nitride Waveguide**  
Vivek Raj Shrestha, Woo-Ju Kim, Hak-Soon Lee, and Sang-Shin Lee(Kwangwoon Univ.)  
A grating coupler based on silicon nitride waveguide has been demonstrated operating at 850 nm wavelength. We observed a coupling efficiency of 13.85 % and an angle tolerance of ~8° at ~3 dB.

**WP-II26 유전체 광자 결정 공진기와 금속 분할 링 공진기의 광결합**  
이 천, 전승우, 송봉식(성균관대)  
In this work, we investigate theoretically optical coupling between two different (dielectric and metal) nanocavities through localized magnetic fields of light. It is shown that the Q factor is changed drastically on resonance.

**WP-II27 폴리머 광도파로를 이용한 광학식 터치 패널**  
천범준, 김준휘, 오민철(부산대)  
본 논문에서는 광도파로의 광파워 coupling 현상을 이용한 광학식 터치 패널을 제작하였다. 폴리머 재료를 이용하여 어레이 형태의 광도파로 제작이 용이하고 측정이 간단한 구조를 도입하였으며, 광도파로의 가시성을 낮추기 위해 index matching liquid 를 사용하였다.

**WP-II28 CNT/SiO<sub>2</sub> 혼합형 광도파로의 비선형 특성 분석**  
김용수, 장유민, 이주현(서울시립대)  
본 논문에서는 풀 벡터 FEM을 사용하여 cnt/silica 혼합형 광도파로의 비선형 광학 특성을 연구하였다.

**WP-II29 Guest-Host법에 의해 정렬된 광변색성 분자의 편광 의존 특성을 이용한 UV 편광/세기 센서의 연구**  
박도혁, 왕위, 김용훈, 박민규, 주경일, 박지성, 김성훈, 김학린(경북대)  
본 논문은 guest-host법에 의해 정렬된 spiroxazine 박막의 광변색성 특성을 통해 편광된 UV센서로써의 가능성을 확인하였다. 이를 위해 정렬된 spiroxazine 박막의 광투과율 특성 및 편광된 UV에 의한 반응성을 확인하였다.

**WP-II30 무반사 GaN 표면 나노구조의 분석 및 설계**  
고영환, 유재수(경희대)  
사파이어기판위에 성장된 GaN의 반사방지막 특성을 향상시키기 위해, 엄밀결합파동분석법(rigorous coupled wave analysis method)을 이용한 시뮬레이션을 통하여 GaN 서브파장구조의 반사율 특성을 분석하였다.

**WP-II31 솔젤 기법으로 제작된 바나듐 이산화물 박막 기반 2단자 소자에서의 고성능 광 보조 전기 게이팅**  
이용욱(부경대)  
본 논문에서는 솔젤(sol-gel) 기법에 의해 성장된 바나듐 이산화물 박막을 기반으로 제작된 2단자 소자에 ~1554.6 nm의 적외선을 조사하여 고성능 광 보조 전기 게이팅을 실험적으로 구현하였으며, ~1.54 %/mW의 조절 효율을 얻었다.

**WP-II32 PDMS 멤브레인을 이용한 전자기 역추 에이더 기반의 초정가변 액체렌즈**  
박경우, 이준규, 공성호, 김학린(경북대)  
본 연구에서는 MEMS 기술을 이용한 전자기 방식의 역추에이터를 이용한 초정가변형 액체렌즈를 제안하며, 그에 따른 설계 및 초정가변 특성의 상관관계를 분석한다.

**WP-II33 백색 LED 가시광통신 영상 전송 실험**  
고윤영, 강양구, 김효석, 박준관, 신승환, 이은국, 정영철(광운대)  
Image transmission experiment is performed through white LED(Light Emitting Diode) visible light communication channel, and 38400 baud rate transmission is found to be achievable over the distance of about 50 cm.

**WP-II34 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub>를 이용한 고출력 광섬유 레이저용 투과형 ASE 제거 필터 제작 및 특성**  
성하민, 황정민, 여성학, 장지웅, 김재현, 전영민(KIST), 최우영(연세대)  
광섬유증폭기에서 ASE를 제거하기 위해 투과형 ASE 제거 필터를 제작설계하고 특성을 분석하였다. 1064±5 nm 파장대역에서 99% 이상, 1040nm 미안과 1090nm 이상의 대역에서 1% 미만의 투과율이 되도록 설계하였다. 제작된 필터의 투과율은 신호파장대역에서 98.6% 이상, 나머지 대역에서는 0.8% 미만으로 측정되었다.

**WP-II35 디지털 카메라를 이용한 SPDC로 생성된 빛의 공간적 모드 분석**  
문희현, 박지수, 배성용, 윤선현(전남대)  
디지털 카메라를 이용한 SPDC로 생성된 빛의 공간적 모드 분석

**WP-II36 High Aspect Metallic Transparent Electrodes as Heat Mirror**  
Joong-Mok Park, Wai Leung, Kristen Constant, Kai-Ming Ho(Iowa State Univ. and Ames Laboratory), Tae Geun Kimb(Korea Univ.)  
격자구조를 가지는 금속 막대를 이용하여 높은 투과도와 높은 전기 전도도를 동시에 만족시킬 수 있는 투명전극을 개발하였다. 또한 이번에도 개발된 투명전극은 금속 격자의 주기와 크기를 조정함으로써 원하는 파장대의 빛을 투과 또는 반사시킬 수 있도록 개발되었다.

## Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub>박막을 이용한 고풠력 광섬유 레이저의 펌프 LD 보호기용 필터 Pump LD Protection Filters for High Power Fiber Lasers Using Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub> Thin Films

성하민<sup>1\*</sup>, 황정민<sup>1,2</sup>, 김재현<sup>1</sup>, 우덕하<sup>1</sup>, 이석<sup>1</sup>, 최우영<sup>2</sup>, 전영민<sup>1</sup>  
한국과학기술연구원 환경센서시스템센터<sup>1</sup>, 연세대학교 초고속회로및시스템<sup>2</sup>  
\*E-mail: ymjhon@kist.re.kr

We designed and fabricated dichroic reflection filters for high-power fiber lasers to protect the pumping laser diode from counter-propagating laser beams. The reflectance at laser diode(LD) wavelengths of 905 nm ~ 925 nm was designed to be more than 99.9 %, and the reflectance at the fiber laser wavelengths of 1020 nm ~ 1100 nm was designed to be less than 0.1 %. The reflectance characteristics of the fabricated dichroic filters were measured to be more than 99.8 % at LD wavelengths and less than 0.6 % at the signal wavelengths of 1030 nm ~ 1100 nm.

고출력 광섬유 레이저는 고정밀, 고성능, 고속가공의 장점을 가지고 마이크로 전자산업의 레이저 광원과 다단적층형 차세대 메모리 반도체 공정, 레이저 절단기, 용접기 등 다양한 응용장비에 널리 사용되고 있다 [1-3]. 그런데 레이저의 출력이 고풠력이기 때문에 반사광이나 브릴루앙 산란광의 역입사하는 광에 의해 펌핑용 레이저 다이오드(LD)가 파괴될 수가 있으므로 펌프 LD 보호기용 2색 필터가 반드시 필요하다. 본 연구에서는 사용이 편리하도록 한쪽으로 입출력 포트가 붙은 패키징을 할 수 있도록 반사형 필터를 설계하여 [4] 제작한 후 그 특성을 측정하였다.

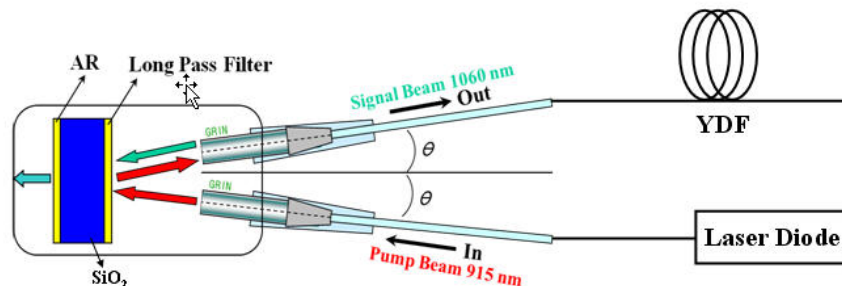


그림 1. 반사형 2색 필터 구조

전산 모사는 펌프 LD 발진 파장인 905 nm ~ 925 nm 대역에서 반사율을 99.9 % 이상으로, 광섬유 레이저 출력 반사광이나 브릴루앙 산란광 파장대역인 1020 nm ~ 1100 nm 대역에서의 반사율을 0.1 % 이하로 반사 되도록 설계하였다[5]. 그림 1은 제안된 필터의 설계 구조의 그림으로서 한쪽 면에는 장파장 투과필터(Long Pass Filter, LPF)를, 반대쪽 면에는 무반사(Anti-Reflection, AR) 코팅을 설계하였다. 여기에서 AR 코팅은 삽입손실을 줄이기 위해서뿐만 아니라 LD에서 나오는 빛이 반사를 하여 LD로 역 입사하여 레이저의 발진을 불안정하게 하거나 오작동을 일으키는 것을 막고 보호하기 위해 필요한 것이다.

LPF 와 AR 코팅 설계 시, 기본적인 조건은 다음과 동일하다. Substrate는 SiO<sub>2</sub>를 사용하고, 박막 물질로는 고반사(H) 물질인 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 저반사(L) 물질인 SiO<sub>2</sub>, 기준 파장은 900 nm를 사용하였고 입사 각도는 0°를 기준으로 하였다.

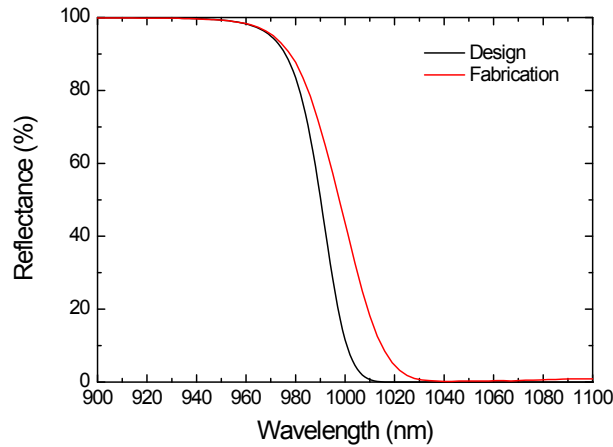


그림 2. 2색 필터의 설계와 제작의 반사 특성 비교

그림. 2는 설계된 펌프 보호기용 필터의 반사특성과 제작된 필터의 반사 특성을 비교한 그래프이다. 반사 특성을 살펴보면, 펌프 LD 파장대역인 905 ~ 925 nm에서는 최소 99.8%의 반사율을 가진 것으로 측정되었고, 레이저 신호파장인 1030 ~ 1100 nm에서는 0.6% 이하의 반사율을 가진 것으로 측정되었다.

#### 참고 문헌

- [1] J. Nilsson, J. K. Sahu, Y. Jeong, W.A. Clarkson, R. Selvas, A.B. Grudinin and S. Alam, "High power fiber lasers: new developments," Proc. SPIE 4947, 50(2003).
- [2] Y. J. Park, J. H. Park, Y. M. Hwang Y. H. Kim, J. H. Lee and S. H. Lee, J. Opt. Soc. Korea, 8,3(1997).
- [3] C. C. Lee, "Optical thin film and deposition technology," Japanese edition AgneTechnicalCenter(2002).
- [4] S. H. Oh, H. M, Sung, Y. M. Jhon and W. Y. Choi, "Design and Fabrication of a Dichroic Filter for Fiber Lasers Using Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub>ThinFilms,"16thCOOC2009,21(2009).
- [5] 성하민, 류형숙, 김재현, 우덕하, 이석, 이주한, 전영민, "Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/SiO<sub>2</sub>를 이용한 광섬유 레이저용 반사형 2색 필터 설계" Photonics Conference 2010, p.543-544.