



20주년

2013

광전자 및 광통신 학술회의

The 20th Conference on Optoelectronics and Optical Communications

일시 : 2013년 5월 8일(수) ~ 10일(금)

장소 : 경주 블루원 리조트

논문접수 및 문의처

- 접수기간 : 2013. 3. 6(수)~3.31(일)
- 사전등록기간 : 2013.4.8(월)~4.26(금)
- 접수처 : 홈페이지접수 (www.cooc.org)
- 문의처 : 김창봉 교수 (공주대) aggie@kongju.ac.kr
이주한 교수 (서울시립대) jhl@uos.ac.kr

Plenary Speakers

- I. 코펜하겐 양자론을 의심하면 될까?
- 권오대(포항공과대학교)
- II. The key enabling fiber-optic technologies for the realization of Gigabyte Internet Korea
- 남은수(ETRI)
- III. Electro-optical switching in orthogonal smectic bent-core liquid crystals
- Jagdish K. Vij(Trinity College University of Dublin and Sungkyunkwan University)

공동
주최

한국광학회(광자기술분과) / 한국통신학회(광통신연구회) / 대한전자공학회(광파 및 양자전자공학 연구회)
대한전기학회(광전자 및 전자파연구회)



Program Overview

5월 9일 (목)

시간/장소	그랜드볼룸A	그랜드볼룸B	그랜드볼룸C	크리스탈홀	다이아몬드홀
08:00 ~ 17:00	학술회의 등록				
09:00 ~ 10:30	T1A 나노광소자 좌장 : 송용원(KIST)	T1B 광섬유 I 좌장 : 이관일(KIST)	T1C 광응용 II 좌장 : 유봉안(APRI)	T1D 바이오영상 II 좌장 : 김동현(연세대)	단기강좌 III LCD기술의 현재와미래 / 송장근(성균관대) 좌장 : 오만철(부산대)
	Coffee Break				
10:30 ~ 10:45	T2A	T2B	T2C	T2D	단기강좌 IV
	광통신 II 좌장 : 강인욱(서울대)	광정보처리 및 디스플레이 II 좌장 : 김승철(광운대)	광응용 III 좌장 : 조민식(ADD)	THz 및 Microscopy 기술 좌장 : 김지현(경북대)	Tissue Optics / 김재관(GIST) 좌장 : 김창석(부산대)
12:15 ~ 13:30	중 식				
13:30 ~ 13:50	개회식	개회사 : 이명현(성균관대), 박재희(계명대) 운영위원장 축사 : 황보창권(인하대) 한국광학회장 사회 : 김창봉(공주대), 이주한(서울시립대) 프로그램위원장			그랜드볼룸
13:50 ~ 15:50	Plenary 1	권오대 교수(포항공대) "코펜하겐 양자론을 의심하면 될까?" 좌장 : 김창봉(공주대)			
	Plenary 2	Jagdish K. Vij 교수(Trinity College University of Dublin & Sungkyunkwan University) "Electro-optical switching in orthogonal smectic bent-core liquid crystals" 좌장 : 이주한(서울시립대)			
	Plenary 3	남은수 박사(ETRI) "The key enabling fiber-optic technologies for the realization of Gigabyte Internet Korea" 좌장 : 이용욱(부경대)			
15:50 ~ 17:20	Poster Session(광섬유, 광응용, THz/바이오포토닉스), 1층 복도				
18:00 ~ 20:00	Reception 및 20주년 기념행사, 그랜드볼룸				

5월 10일 (금)

시간/장소	그랜드볼룸A	그랜드볼룸B	그랜드볼룸C	크리스탈홀	다이아몬드홀
08:50 ~ 12:00	학술회의 등록				
09:00 ~ 10:30	F1A 광응용 IV 좌장 : 김정호(경희대)	F1B 광섬유 II 좌장 : 강명수(KAIST)	F1C 나노구조응용 좌장 : 민범기(KAIST)	F1D Biophotonics 좌장 : 정병조(연세대)	F1E 광소자 II 좌장 : 권민석(UNIST)
	Coffee Break				
10:30 ~ 12:15	F2A	F2B	F2C	F2D	F2E
	기업홍보 Presentation		광영상 기술 좌장 : 김동현(연세대)	광소자 III 좌장 : 이준호(KETI)	광소자 IV 좌장 : 김태근(고려대)
12:30 ~ 13:00	COOC2013 우수논문 시상식 및 폐회식 (진행: 이명현(성균관대), 박재희(계명대) 운영위원장), 그랜드볼룸A&B				

>>> 5월 10일 (금)

10:15

F1D-V4 ICG와 결합한 Human serum albumin을 이용한 근적외선 형광 탐색

정은주, 김봉규, 송현우, 이용재, 안창근, 노형욱(ETRI)

ICG is NIR fluorescent dye used clinically for SLN. Premixing ICG with HSA induces greater fluorescence intensity, with the ideal concentration with our system.

학술발표 F1E 다이아몬드층

광소자II 09:00~10:30
좌장 : 권민석(UNIST)

09:00(초청논문)

F1E-III1 4X25Gbps LAN-WDM 단일집적 EML 어레이 소자 구현

이철욱, 권오기, 이동훈, 한영탁, 백용순, 임영안(ETRI)

We have fabricated the 4x25 Gbps EMLA (electro-absorption modulated laser array) for 100 Gbps Ethernet. Each channel of EMLA consists of a spot size converter (SSC), an electro-absorption modulator.

09:30

F1E-III2 20 GHz 실리콘 링 변조기의 설계 최적화

유병민, 반유진, 이정민, 최우영(연세대)
The quality factor represents characteristics of the Silicon Photonics optical ring modulator such as speed of ring modulator and modulation efficiency.

09:45

F1E-III3 Compact Dual Laser Transmitter Module Based on an Integrated Optic Beam Aligner for Precision Alignment of Infrared-Visible Beams

Vivek Raj Shrestha, Hong-Shik Lee, Sang-Shin Lee(Kwangwoon Univ.)

A compact dual laser transmitter based on integrated optic beam aligner was designed and realized with precise alignment of 0.075 μ m between co-collimated infrared beam at 905 and visible beam at 650 nm.

학술발표 F2C 그랜드블룸C

광영상 기술 10:30~12:15
좌장 : 김동현(연세대)

10:30(초청논문)

F2C-V1 파장 집중 기법을 사용한 결맞음 라만 현미경법

임상현, 김우중, 이보빈, 고유빈(GIST)
Coherent Raman Microscopy (CRM) method based on the Spectral Focusing mechanism is presented.

11:00

F2C-V2 지능형 금나노입자 기반 광열 광간섭 단층영상 기술 개발

Peng Xiao, Qingyun Li, 김범주, 윤여름, 주용준, 남주택, 황세규, 김성지, 김기현(포항공대)
We applied phase-sensitive optical coherence

tomography (OCT) to photothermal imaging with so-called "smart" gold nanoparticles (AuNPs) as an agent.

11:15

F2C-V3 MDLT(Modified Direct Linear Transform) 알고리즘 기반 3D 다중 변위 실시간 영상 계측 시스템

박요한, 박관우, 김휘(고려대), 신윤봉, 김영민(대우건설), 이덕환(LilyS&C)

In this paper, a video-based non-contact remote real-time measurement system of three-dimensional(3D) structural deformation is proposed and developed.

11:30

F2C-V4 재귀반사시트를 위한 조각물드 코너 큐브의 재귀반사 유효면적 분석

문은경, 김 휘(고려대), 이준용, 김진우(미래나노텍)

We perfect corner cube with triangular entrance facet has the maximum retro-reflection efficiency of 67%.

11:45

F2C-V5 다양한 호스트물질 조성의 Bi 첨가 광섬유 기반 1100~1600 nm 광대역 자가방출 증폭의 생성

이승중, L. A. Vazquez-Zuniga, 이동영, 정윤찬(서울대), M. A. Melkumov, V. F. Khopin(Russian Academy of Sciences)

We present experimental studies of amplified spontaneous emission (ASE) generation based on bismuth-doped fibers of various host material compositions. The luminescence of the bismuth-doped fibers was characterized using pump sources at three different wavelengths, 808, 980, and 1060 nm. While they could form broadband emission from 1100 to 1600 nm, we found that spectral shape and density of the ASE could be boosted and adjusted via a multi-wavelength pumping scheme.

학술발표 F2D 크리스탈층

광소자III 10:30~12:15
좌장 : 이준호(KETI)

10:45(초청논문)

F2D-III1 Epsilon-Near-Zero Subwavelength Optoelectronics

전영철(인하대)
We demonstrate novel strong coupling in metamaterial/semiconductor hybrid structures. Furthermore, we dynamically control this optical coupling by electrically depleting an epsilon-near-zero layer whi

11:15(초청논문)

F2D-III2 GaN 나노와이어를 이용한 폴라리톤 레이징

허준석(아주대)
Room temperature polariton lasing from a GaN nanowire-dielectric DBR is studied with optical excitation. The device shows the

distinct nonlinear emission with at the extremely low threshold.

11:45

F2D-III3 나노 플라즈모닉 집적회로를 위한 G-s₀ 모드 크기 변환기

이동현, 손정한, 이명현(성균관대), 박해령(삼성전자), 김민수(ETRI)

The input Ss0 mode with the size of 5.9 μ m \times 4.8 μ m is converted to the output gap-s0 (G-s₀) mode with the size of \sim 1.1 μ m \times 0.5 μ m. The total loss for the G-s₀ mode-size converter is \sim 6.96 dB.

학술발표 F2E 다이아몬드층

광소자IV 10:30~12:15
좌장 : 김태근(고려대)

10:45(초청논문)

F2E-III1 AlGaIn 기반 UV-C (~280 nm) LED를 위한 UV용 투명 전극

김태근(고려대)
We present a universal method of producing transparent electrodes with high conductivity and high optical transmittance in the UV A to C regimes using electrical breakdown.

11:15

F2E-III2 투명하고 전도성을 가진 단일벽 탄소 나노튜브 네트워크 박막을 이용한 GaN 기반 수직형 발광 다이오드의 성능 향상

김경현, 김수진, 이재훈, 김석원, 우기영, 이병룡, 신희웅, 안호명, 김태근(고려대)

This study shows that single-walled carbon nanotube (SWNT)-network films can not only reduce the forward voltage (Vf) but also improve the light output power (Po) of GaN-based VLED.

11:30(초청논문)

F2E-III3 비정질 실리콘 투명 태양전지 연구

임정욱, 이다정, 이성현, 윤선진(ETRI)
In a semi-transparent a-Si:H solar cells, high transparency as well as high efficiency was achieved using buffers. Additionally, various colors were embodied in a fabrication.

12:00

F2E-III4 유기태양전지에서 경사각이 하루 에너지 발전밀도에 미치는 영향에 대한 일반화된 전달행렬법을 이용한 연구

이상화, 김정호(경희대)
We theoretically investigated the effect of the tilting angle on the generation energy density per day in thin-film organic solar cells using the generalized transfer matrix method.

20 GHz 실리콘 링 변조기의 설계 최적화

Optimization of 20-GHz Silicon Ring Modulator Design

유병민*, 반유진, 이정민, 최우영
연세대학교 전기전자공학과
*dbqudals1989@gmail.com

Abstract

We investigate the quality factor dependence of the Si ring modulator on the coupling gap and the coupling length in order to design 20GHz Si ring modulator. We find that 0.34- μm coupling gap and 1- μm coupling length provide the optimal structure for a Si ring modulator having 8- μm radius.

최근 고속 시리얼 인터페이스에서 요구되는 데이터양이 급격히 증가하면서 기존의 전기적 기술로는 소모 파워와 대역폭 제한의 문제를 해결하기 어렵게 되었다. 이를 해결하기 위해 광학적 인터페이스 기술, 특히 기존의 전기회로와 집적이 가능한 Si Photonics가 많은 관심을 받고 있다. 이러한 광학적 인터페이스 기술의 중요한 부분 중 하나가 전기 신호를 광 신호로 바꾸어 주는 전기광학 변조기이다 [1].

Mach-Zehnder Interferometer 변조기는 대역폭이 빠르고 링 변조기에 비해 공정변화에 덜 민감하다는 장점이 있지만, 크기가 크기 때문에 집적화에 어려움이 있다. 이와 달리 링 변조기는 크기가 작아 집적화에 장점이 있지만, 그 구조를 최적화하는 연구는 진행이 아직 미비한 상태이다. 이 논문에서는 링 변조기의 기본적인 특성을 설명하고, 20 GHz의 대역폭을 갖는 구조의 process variation을 고려한 최적화 구조를 제시하였다.

링 변조기의 동작 원리는 P-N 접합 도파관을 사용한 링 공진기에 접합 전압의 따라 공진 파장이 변하게 되어 특정 파장에서 출력파워가 변조되는 현상을 이용한다. P-N 접합 도파관 내의 캐리어는 접합 전압에 따라 그 양이 달라지고, 그에 따라 free carrier plasma dispersion effect에 의해 도파관의 refractive index가 변하여 공진 파장이 변하게 된다 [2]. 그림 1은 링 변조기의 구조와 파장에 따른 출력 파워의 특성을 보여주며 다음 식으로 나타낼 수 있다 [4].

$$P_{out} = \frac{\alpha^2 + |t|^2 - 2\alpha t \cos(\phi)}{1 + (\alpha t)^2 - 2\alpha t \cos(\phi)}$$

where $\phi = 2\pi n_{eff}L/\lambda$

이 때 α 는 링에서의 loss coefficient, t 는

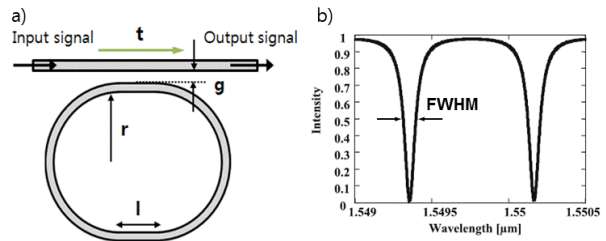


그림 1 a) 링 변조기의 구조 b) 링 변조기의 특성 곡선

through coefficient, ϕ 는 빛이 링 변조기에서 한 주기의 위상변화량, n_{eff} 는 공진기를 구성하는 도파관의 effective index이다. 만약, ϕ 가 2π 의 정수배가 되면 링에서 공진현상이 일어나게 되고 출력 파워는 최소가 되며, 이러한 조건을 수식적으로 나타내면 다음 식과 같다 [4].

$$L = 2\pi r + 2l = m \times \frac{2\pi \lambda_{res}}{n_{eff}}$$

이때 m 은 정수, n_{eff} 는 도파로 effective index, λ_{res} 는 빛의 공진 파장, L 은 링 변조기 전체의 길이, r 은 링의 반지름, l 은 커플링 길이이다.

링 변조기의 대역폭은 전기적인 입력 신호를 받아 광학적 출력으로 바꾸어 주기 때문에 광학적 특성과 전기적인 특성 모두에 영향을 받는다. 링 변조기의 대역폭은 다음과 같은 식으로 간단히 나타낼 수 있다 [3].

$$\frac{1}{f_{tot,3dB}^2} = \frac{1}{f_{opt,3dB}^2} + \frac{1}{f_{elec,3dB}^2} = (2\pi\tau)^2 + (2\pi RC)^2$$

where $\tau = \frac{\lambda Q}{2\pi c}$

R , C 는 링 변조기의 구조적으로 생기는 저항과 커패시터, τ 는 photon life time이다. 일반적으로 전기적 대역폭은 광학적 대역폭에 비해 무시할 정도로 크기 때문에 [3], 링 변조기의 대역폭은 photon life time에 의해 결정된다.

Photon life time을 결정하는 quality factor (Q)는 다음의 식을 통해 구할 수 있다 [4].

$$Q = \frac{\lambda_{res}}{FWHM} = \pi \frac{\sqrt{\alpha t}}{1 - \alpha t} \frac{n_{eff} L}{\lambda_{res}}$$

링 변조기의 FWHM이 작아지면 변조 특성은 좋아지지만, Q 가 높아 τ 가 커져 대역폭은 작아진다. 그러므로 목표 대역폭과 작동 전압에 맞는 Q 값을 결정해야 한다. 위의 식을 통해서 20 GHz 대역폭을 위해서는 Q 가 약 9200의 값을 가져야 함을 알 수 있고, 이에 영향을 미치는 상수로는 α 와 t , 그리고 L 이 있다. 여기서, α 와 L 은 링의 반지름(r)과 커플링 길이(l), t 는 커플링 간격(g)과 커플링 길이(l)에 큰 영향을 받는다.

반지름이 작으면 전기 회로와 집적용이 용이하지만, 너무 작으면 밴딩 로스가 커져 링 변조기의 성능을 저하시킨다. 따라서 본 논문에서는 반지름은 링 변조기의 성능에 영향을 미치지 않을 정도의 값인 8 μm 로 고정시키고, 커플링 간격(g)과 커플링 길이(l)를 변화시켜 최적 구조를 설계하였다. 최적 구조를 찾기 위해서 Lumerical MODE tool에서 제공하는 FDTD method를 이용해서 α 와 t 를 구하였고, 커플링 간격(g)과 커플링 길이(l)에 따른 Q 의 경향성을 파악하였다.

20 GHz를 위한 최적화된 구조에 대한 결과는 그림 2와 같다. 링 변조기에서 커플링 간격(g)이 멀어지거나 커플링 길이(l)가 짧아지면, 직선 도파관에서 링 모양의 도파관으로 전달되는 빛의 파워는 감소하고, 직선도파관을 지나가는 파워는 증가하게 되어 (t 증가) Q 값은 증가한다. 이처럼 커플링 길이(l)와 커플링 간격(g) 변화에 따라 Q 값이 정해지기 때문에 원하는 Q

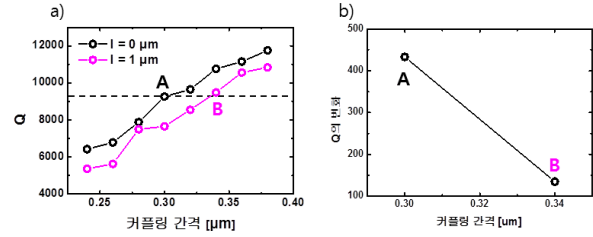


그림 2 a) 커플링 길이(l)와 커플링 간격(g)에 따른 Q b) 각각의 최적구조에서 커플링 간격이 0.01 μm 바뀌었을 때 Q 값의 변화

값을 만족하는 커플링 길이(l)와 커플링 간격(g)은 여러 쌍이 존재하게 된다. 그림 2 a)는 커플링 길이(l)가 0 μm , 1 μm 일 때의 커플링 간격(g)에 따른 Q 값을 나타낸 결과이다. 9200인 Q 값을 만족시키는 커플링 간격(g)은 $l = 0 \mu\text{m}$, 1 μm 일 때 각각 0.3 μm (A), 0.34 μm (B)이다.

그런데 커플링 간격(g)은 커플링 길이(l)에 비해 매우 짧기 때문에 process variation에 더 민감하다. 이를 확인하기 위해 A, B 두 경우에 대해 커플링 간격(g) 변화에 따른 Q 값의 변화를 simulation 해보았다. 그 결과 0.01 μm 공정 변화에 대해, $l = 1 \mu\text{m}$ 인 경우가 약 130, $l = 0 \mu\text{m}$ 인 경우가 약 430의 Q 값 변화를 보였다. 따라서 process variation에 덜 민감한 특성을 갖기 위해서는 커플링 간격(g)이 큰 구조를 사용해야 한다.

그러므로 8 μm 반지름을 갖는 링 변조기의 경우, 20 GHz 대역폭을 만족시키며 적은 process variation을 가지는 구조를 위해서는 0.34 μm 커플링 간격(g)과 1 μm 커플링 길이(l)를 가져야 한다.

본 연구는 한국 연구재단 연구비 (2012R1A2A1A01009233) 지원을 받았습니다.

[참고문헌]

- [1] G. T. Reed *et al.*, Nature Photonics, vol. 4, pp. 518-526 (2010).
- [2] R. A. Soref *et al.*, IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. QE-23, no. 1, pp. 1123 (1987).
- [3] P. Dong *et al.*, Optics express, vol. 17, no. 25, pp. 22484-22490 (2009).
- [4] W. Bogaerts *et al.*, Laser Photonics, Rev. 6, no. 1, pp. 47-73 (2012).