

2013 Photonics Conference

November **20** (Wed.) ~ November **22** (Fri.), 2013
Phoenix Island, JEJU, KOREA

Organized by

OSK / Photonics Division

KICS / Optical Communication Division

JEKK / Optical Wave and Quantum Electronics Division

KIEE / Optical Electronics and E. M. Wave Division

IEEE / PS Korea Chapter

SPIE / Korea Chapter

Program

Proceeding

Exit

Photonics Conference 2013

11월 22일(금)

시간/장소	아일랜드볼룸1(A)	아일랜드볼룸2(B)	아일랜드볼룸3(C)	윈드홀 I(D)	윈드홀 II(E)
08:00~11:45	등 록 (1층 등록데스크)				
09:00~10:30	광신호 처리 II 좌장: 최희진(세종대)	광소자 II 좌장: 오수환(ETRI)	TUTORIAL I 좌장: 전민용(충남대)	광섬유 레이저 II 좌장: 서홍석(ETRI)	광가공/광정밀 특별세션 좌장: 손현기(KIMM)
	F1A-VI1~4	F1B-II1~4	하진용(세종대)/ 권오균(포항공대)	F1D-IV1~5	F1E-VII1~3
10:30~10:45	Coffee Break				
10:45~12:15	광신호 처리 III 좌장: 장재영(광운대)	광소자 III 좌장: 백용순(ETRI)	TUTORIAL II 좌장: 마병진(KETI)	고출력 광섬유레이저 좌장: 한수욱(KOPI)	광가공/광정밀 특별세션 좌장: 김영민(KIMM)
	F2A-VI1~4	F2B-II1~4	김태근(고려대)/ 송용원(KIST)	F2D-IV1~2	F2E-VII1~3
11:45~12:30	Recruit 및 경품 추첨				

Photonics Conference 2013

11월 22일(금)

학술발표 F1A

아일랜드볼룸 1

광신호처리 II

9:00~10:15

09:00(초청논문)

F1A-VI1 ■ 비근축 집적부양 시스템의 이미지 왜곡 보정 방법 394
민성욱, 김영민, 임준규(경희대)

09:30

F1A-VI2 ■ 광 결맞음 표면 영상화 시스템 기반의 3차원 영상의 보정 알고리즘 396
김문주, 김창석(부산대)

09:45

F1A-VI3 ■ 역 추적 방법을 이용한 뿔기형 투사 시스템의 수학적 분석 398
최성원, 이태원, 민성욱(경희대)

10:00(초청논문)

F1A-VI4 ■ 주기적인 함수의 컨벌루션 특성을 이용한 3차원 영상 처리 기술 400
장재영, 김은수(광운대), 신동학(동서대)

학술발표 F1B

아일랜드볼룸 2

광소자 II

9:00~10:15

09:00(초청논문)

F1B-II1 ■ 플라즈모닉 파장분리기 구조를 이용한 생체 형광이미징 기술 402
최종민, 변경민(경희대)

09:30

F1B-II2 ■ 실리콘 마이크로-링 변조기의 DC 특성 404
이정민, 유병민, 반유진, 최우영(연세대)

09:45

F1B-II3 ■ 금속-유전체 공진 구조 기반의 가시광 필터와 결합된 투과형 컬러 스위치 406
박철순, Vivek Raj Shrestha, 박창현, 이상신(광운대)

10:00

F1B-II4 ■ 인덱스 격자를 이용한 완전수동정렬 기반의 초소형 고정밀 광변위센서 408
이학순, 이상신 (광운대)

실리콘 마이크로-링 변조기의 DC 특성

DC Characteristics of a Silicon Micro-Ring Modulator

이정민*, 유병민, 반유진, 최우영

연세대학교 전기전자공학부

A 1550-nm Silicon micro-ring modulator (Si MRM) is realized with Silicon photonics technology and its DC characteristics are investigated. The MRM exhibits the extinction ratio of 13 dB, FSR of 12.2 nm, Q of 8700 at 0 V, and resonance wavelength tuning efficiency of 27.5 pm/V.

최근 고속 시리얼 인터페이스에서 요구되는 데이터 양이 급속도로 증가하고 있으며, 이로 인해 발생하는 소모 파워와 대역폭 제한이 문제가 되고 있다[1]. 이의 해결을 위해 Si Photonics 기반 광연결 기술이 큰 관심의 대상이 되고 있으며, IME, IMEC, IHP 등의 반도체 연구 기관들이 기존의 Si 제작 공정 기술을 바탕으로 Si 광 집적회로 제작이 가능한 foundry 서비스를 제공하고 있다. 실리콘 마이크로-링 변조기(Micro-Ring Modulator: MRM)는 현재 많이 사용되고 있는 Mach-Zehnder 변조기에 비해 아주 작은 면적으로 구현될 수 있어서 광 집적회로에 적합하다[2]. MRM는 P/N 접합에 인가된 전압에 변하는 ring 구조의 공진기의 공진 특성 변화를 활용하여 광 변조를 수행한다. 본 연구에서는 OpSIS (Optoelectronic Systems Integration in Silicon)를 통해 제공되는 IME의 SOI (Silicon on Insulator) 기반 Silicon Photonics 공정을 이용하여 Si MRM을 구현하였고, DC 전압에 따른 Si MRM의 광학적 특성을 측정하였다. 제작된 Si MRM의 칩 사진은 그림 1과 같고, 면적은 $330 \times 850 \mu\text{m}^2$ 이다. 설계된 Si MRM의 구조는 그림 2와 같으며, 그림 3은 링 부분의 단면도이다. 도핑 농도는 P, N-type 각각 3가지씩 사용하였고, 금속과의 접촉 부분은 ohmic contact을 위해 가장 큰 도핑 (P^{++} , N^{++})을 사용하였다. Slab 부분은 주변 부분과의 저항의 차이를 줄여주기 위해 중간 농도 (P^+ , N^+)를 사용하였다. 가운데 waveguide 부분은 굴절률 변화에 정공의 농도가 전자의 농도보다 더 큰 영향을 끼치므로 P-type의 폭을 N-type보다 100 nm 더 넓게 가지도록 위치시켰다[3].

제작된 Si MRM의 DC 특성을 살펴보기 위해서 그림 4와 같은 실험 setup으로 측정하였다. 광원은 Tunable laser를 이용하였고, 이 빛은 Fiber array를 통해 Si MRM의 IN port로 들어가며 OUT port로 빛이 나오게 된다. 출력 파형은 Optical spectrum analyzer를 통해 측정하였고, on-wafer probing을 통해 DC 전압을 0에서 -6 V까지 Si MRM에 인가하였다. 그림 5는 인가된 DC 전압에 따른 Si MRM의 파장에 대한 전달 특성 곡선으로 0 V의 경우, ER (Extinction ratio)는 약

13 dB, FSR (Free spectral range)는 약 12.2 nm, Q (Quality-factor)는 약 8700정도이며, 0에서 -1 V로 변화 시 공진이 일어나는 파장의 변화는 약 27.5 pm 정도로 측정되었다.

본 논문에서는 SOI 기반의 Silicon photonics 공정으로 구현된 Si MRM의 DC 전압에 따른 광학적 특성을 측정을 통해 살펴보았고, 작은 면적에 낮은 구동 전압으로도 뛰어난 변조 특성을 가지는 Si MRM의 광 집적회로 적용가능성을 확인하였다.

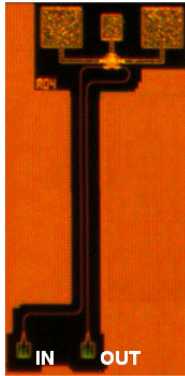


그림 1. Si MRM Chip 사진

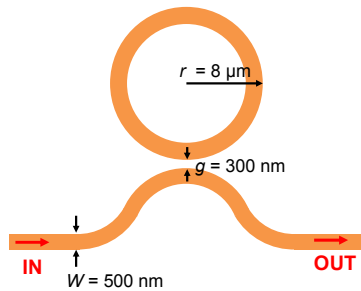


그림 2. Si MRM의 구조

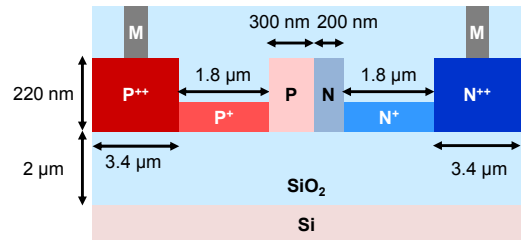


그림 3. Si MRM의 링 부분 단면도

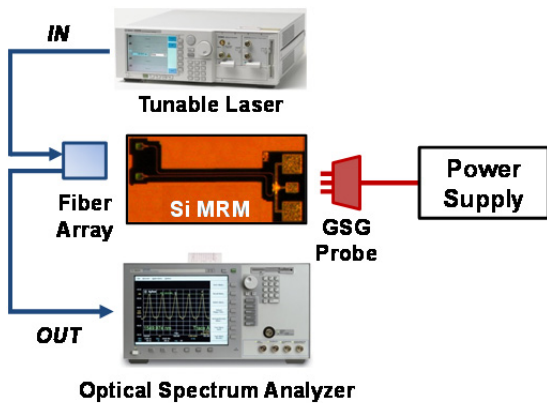


그림 4. Si MRM의 DC특성 측정 Setup

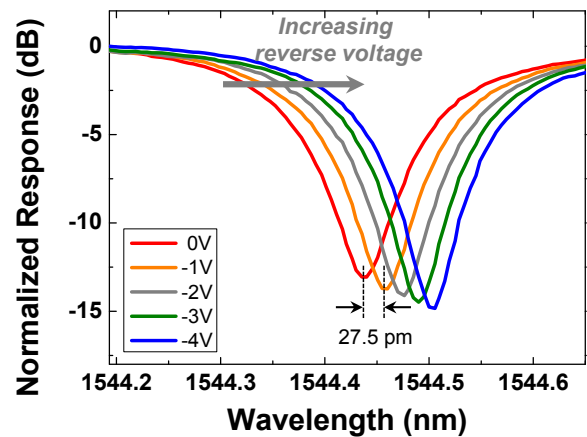


그림 5. Si MRM의 DC 전압에 따른 전달 특성 곡선

참고 문헌

[1] W. M. J Green *et al.*, *Proceeding of SPIE*, vol. 6883, 2008, pp. 688306-1-688306-10
 [2] P. Dong *et al.*, *Optics Express*, vol. 17, no. 25, 2009, pp. 22484-22490.
 [3] R. A. Soref *et al.*, *IEEE Journal of Quantum Electronics*, vol. QE-23, no. 1, 1987, pp.123-129.