

2013 Photonics Conference

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

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

Program

Proceeding

Exit

11월 21일(목)

시간/장소	아일랜드볼룸1(A)	아일랜드볼룸2(B)	아일랜드볼룸3(C)	윈드홀 I (D)	윈드홀 II (E)
08:00~18:00	등 록 (1층 등록데스크)				
09:00~10:30	초고속 광전송 I 좌장: 김성만(경성대)	WDM 광소자 좌장: 박미란(ETRI)	플라즈모닉스 좌장: 한상필(ETRI)	LED STAR 교육 프로그램	바이오포토닉스 II 좌장: 오왕렬(KAIST)
	T1A- I 1~5	T1B- II 1~5	T1C- III 1~6		T1E- V 1~4
10:30~10:45	Coffee Break				
10:45~12:15	광통신 서브시스템 좌장: 조승현(ETRI)	THz 광소자 II 좌장: 한성태(KERI)	LED/Solar Cell /Display III 좌장: 김정호(경희대)	LED STAR 교육 프로그램	광신호 처리 I 좌장: 민성욱(경희대)
	T2A- I 1~5	T2B- II 1~5	T2C- III 1~6		T2E- VI 1~4
12:15~13:15	Lunch				
13:15~14:30	초고속 광전송 II 좌장: 원용욱(연세대)	광소자 I 좌장: 노병설(KOPTI)	LED/Solar Cell /Display IV 좌장: 신명훈(한국항공대)	광섬유 레이저 I 좌장: 신우진(GIST)	바이오포토닉스 III 좌장: 정의현(GIST)
	T3A- I 1~5	T3B- II 1~4	T3C- III 1~4	T3D- IV 1~4	T3E- V 1~4
14:30~15:00	Coffee Break				
15:00~15:15	Plenary Session (2층 아일랜드볼룸) 환영사: 현경숙(PC2013 조직위원장) 축 사: 황보창권(한국광학회장) 사 회: 박경현(PC2013 프로그램위원장)				
15:15~16:00	Plenary 1	Prof. Nam Chang Hee (GIST) "Science Research with a Femtosecond Petawatt Laser" 좌장: 전민용(충남대)			
16:00~16:45	Plenary 2	Dr. Tetsuya Kawanishi (NICT) "Photonic technologies for seamless wired and wireless transmission" 좌장: 최우영(연세대)			
16:45~17:30	Plenary 3	Prof. Luc Thevenaz (EPFL) "Future applications of slow light systems: myths and realities" 좌장: 송광용(중앙대)			
17:30~18:30	Poster Session II (2층 복도)				
	TP-III1~28, TP-VI1~12, TP-VII1~2				
18:30~	Reception (아일랜드볼룸)				

Photonics Conference 2013

13:45

- T3A-I 3 ■ 차세대 광 가입자망을 위한 양방향 Slow Adaptive OFDMA-PON 271
홍문기, 정상민, 한상국(연세대)

14:00

- T3A-I 4 ■ 클래스 분할과 블록 윈도우 애버리징 기법을 통한 16-QAM 코히어런트 광 전송
시스템에서의 위상 잡음 보상 273
문경학, 김창훈, 정상민, 정선영, 한상국(연세대)

14:15

- T3A-I 5 ■ 40Gbps PDM-16QAM 코히어런트 광통신에서 DSP를 이용한 분산 보상 275
김창훈, 정상민, 정선영, 양승민, 문경학, 한상국(연세대)

학술발표 T3B

아일랜드블록 2

광소자 I

13:15~14:45

13:15(초청논문)

- T3B-II 1 ■ SSC 및 BD-RWG가 단일 집적된 고휘도 다이오드 277
오수환, 윤기홍, 권오기, 김기수, 권오균(ETRI)

13:45

- T3B-II 2 ■ High Power Infrared Laser Transmitter Based on a Beam Shaping System
Proving a Highly Uniform Detectable Beam Width 279
Wenjing Yue, Sang-Shin Lee(광운대)

14:00

- T3B-II 3 ■ Mid-infrared 영역에서 동작하는 bulk silicon 기반의 포토닉 도파로 281
구본우, 권민석(UNIST)

14:15

- T3B-II 4 ■ 실리콘 마이크로-링 변조기 구현을 위한 Directional Coupler 설계 및 측정 283
반유진, 이정민, 유병민, 최우영(연세대)

실리콘 마이크로-링 변조기 구현을 위한
Directional Coupler 설계 및 측정

Design and Measurement of Directional Couplers
to be used in Silicon Micro-Ring Modulators

반유진*, 이정민, 유병민, 최우영
연세대학교 전기전자공학과

We investigate Si directional couplers that can be used in Si micro-ring modulators (MRMs). Through and coupling power characteristics are measured, which can be used for optimized Si MRM design.

Silicon photonics는 초고속, 저전력 그리고 작은 면적의 광 인터페이스 기술을 실현하기 위한 가장 효과적인 플랫폼으로 주목받고 있다 [1, 2]. 또한, 전 세계적으로 다양한 연구 기관에서 Si Photonics MWP (Multi-Project Wafer) foundry 서비스를 제공하기 시작하여, 현재의 Si electronic 기술에서와 같이 광집적회로의 fabless 구현이 가능하게 되었다. 실리콘 광변조기는 광 인터페이스 기술에서 가장 중요한 소자 중 하나이며, 큰 변조효율, 넓은 대역폭, 작은 면적 등이 요구된다. 이러한 관점에서 실리콘 마이크로-링 변조기는 집적화에 큰 장점을 가지고 있어 활발히 연구되고 있다 [3, 4]. 실리콘 마이크로-링 변조기는 그림 1과 같이 ring waveguide (RW)와 bus waveguide (BW)가 directional coupler (DC)를 통해 연결되어 있다. RW에서 진행하던 광파는 RW 안으로 커플링 되어 링을 따라 돌면서 길이에 따른 위상 변화를 겪게 된다. 이 광파는 다시 BW로 커플링 되어 나가면서 입력 광파와 간섭을 일으키게 되는데, 이 때 입력 광파 E^i 와 출력 광파 E^t 의 비인 전달 특성 T 는 다음과 같다:

$$T = \frac{E^t}{E^i} = \frac{\gamma - \alpha \exp(-j\theta)}{1 - \alpha \gamma \exp(-j\theta)} \quad (1)$$

여기서, α 는 round-trip 손실 계수이며, γ 와 κ 는 각각 DC의 투과 상수, 커플링 상수고, θ 는 round-trip 위상 변화이다. 집적화를 위해 쓰이는 작은 크기의 실리콘 마이크로-링 변조기는 DC 또한 굉장히 작기 때문에 커플링 길이 l_c 와 gap 거리 g_c 의 변화에 γ 가 민감하게 변한다. 식 1에서 보이듯이 α 와 γ 는 전달 특성 T 에 직접적으로 영향을 주게 되는데, 전체 링의 크기가 정해지면 크게 변하지 않는 α 에 비해 γ 는 DC 설계에 따라 조절이 가능하다. 따라서 DC의 정확한 설계를 통해 실리콘 마이크로-링 변조기의 특성을 최적화 할 수 있다.

본 논문에서는 OpSIS-IME가 제공하는 SOI (Silicon on Insulator) 기반 Si photonics 공정을

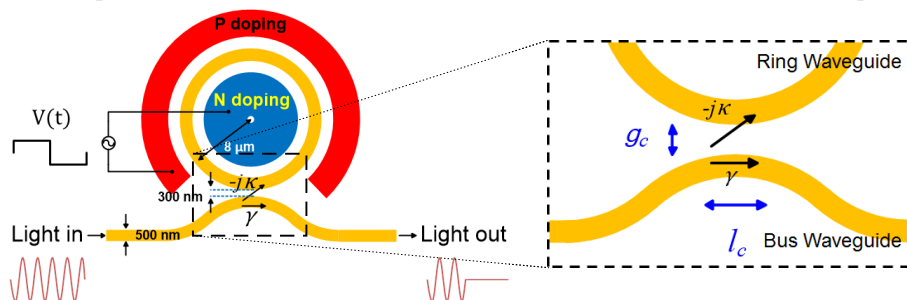


그림 1 실리콘 마이크로-링 변조기의 도식도

이용하여 제작된 네 가지 type의 DC 특성을 측정하고 이의 분석 결과를 보고한다.

그림 2는 제작된 Si DC의 칩 사진이다. RW와 BW는 500 nm의 waveguide 폭을 가지며, 고정된 300 nm의 링 gap(g_c)과 0, 2.5, 5, 7.5 μm 커플링 길이(l_c)를 갖는다. 동작 광 파장은 1.55 μm 를 목표로 설계되었으며, 실험은 1.52 μm 에서 1.58 μm 까지의 범위를 측정하였다.

그림 3은 l_c 가 0 μm 일 경우의 투과된 출력 광 파워와 커플링된 출력 광 파워의 스펙트럼을 측정한 결과이다. Grating coupler의 insertion 손실을 포함한 총 손실은 약 16 dB로 네 가지 경우 거의 동일하다. 그림 4는 1.55 μm 의 광 파장에서 각 구조에 대해 normalized 파워를 나타낸 그래프이다. DC는 길이에 따라 sinusoidal 함수로 나타나므로 이를 이용해 데이터를 fitting 할 수 있다. 이를 이용해 원하는 γ 와 κ 를 가지는 DC의 구조를 정할 수 있다.

본 연구에서는 실리콘 마이크로-링 변조기에 사용하기 위한 DC 구조의 커플링 길이 l_c 를 변화시켜가며 제작하여 측정해 보았다. 측정 결과 sinusoidal 함수로 fitting이 잘 되며, 실리콘 마이크로-링 변조기에서 필요로 하는 coupler 구조 설계에 효과적으로 사용되리라 기대된다.

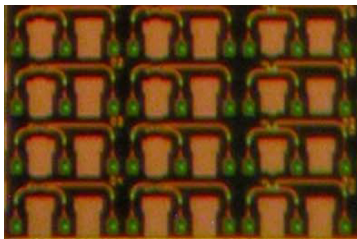


그림 2 제작된 칩 사진

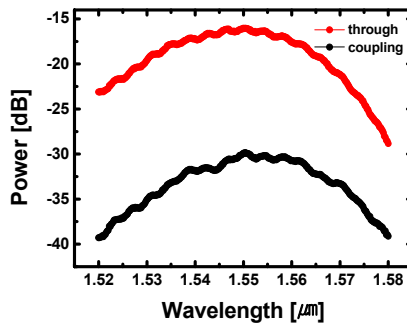


그림 3 Output power spectra
($l_c = 0 \mu\text{m}$)

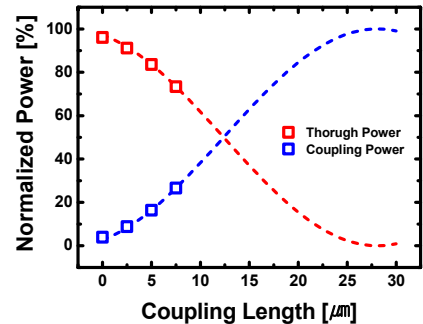


그림 4 Normalized power vs l_c
(wavelength = 1.55 μm)

참고 문헌

- [1] R. Soref , *JOSA A* 14, 1678 - 1687 (2006).
- [2] Q. Xu, B. Schmidt, S. Pradhan, M. Lipson, *Nature* 435, 325-327 (2005).
- [3] A. Ayazi et al., *Optis Express*, vol. 20, no. 12 , 13115-13122, (2012)
- [4] P. Dong et al., *Opt. Express*, vol. 17, no. 25, 22484 - 22490 (2009).