

## 단일 SOA를 이용한 새로운 전광 OR 논리 게이트

### A Novel All Optical OR Logic Gate by using Single SOA

변영태, 최경선\*, 전영민, 우덕하, 이석, 김선호, 박진우\*\*  
 한국과학기술연구원 광기술연구센터, \*\*고려대학교 전자컴퓨터공학과  
 e-mail : byt427@kist.re.kr

미래 정보 통신망의 목적은 음성신호, 정지영상, 동영상 등의 멀티미디어 서비스 제공이기 때문에 기간망의 정보처리 용량이 수백 Gbit/s로부터 수 Tbit/s로 증가될 전망이다. 따라서 대용량의 데이터를 고속으로 전송, 처리, 교환하기 위해 전광 신호처리 기술이 핵심기술로 대두되고 있다. 특히 복잡한 전기-광학 변환을 피할 수 있는 전광 논리 동작은 전광신호 처리 시스템의 핵심기술이다. 따라서 차세대 광컴퓨팅 및 전광 신호처리 분야에서 중요한 전광 논리소자의 기술 개발이 현재 활발히 이루어지고 있다. 현재까지 초고속 광정보 처리를 위한 전광 논리소자는 주로 반도체 광증폭기(Semiconductor Optical Amplifier : SOA)의 비선형 특성을 이용하고 있다. 특히, 전광 OR 논리소자는 SOA의 비선형 이득과 굴절률 변화를 이용하는 초고속 비선형 간섭계 (Ultrafast Nonlinear Interferometer : UNI) 방법<sup>(1)</sup>과 SOA가 집적된 마이켈슨 간섭계 (Michelson Interferometer) 방법<sup>(2)</sup>, 그리고 SOA의 이득포화와 파장변환 특성을 동시에 이용하는 XGM (cross gain modulation) 방법<sup>(3)</sup>으로 구현되어 왔다.

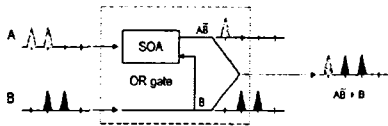
이 중, XGM 방법을 이용하는 전광 OR 논리소자는 조사신호와 펌프신호가 두 개의 SOA를 통과한다. 이 때 SOA 내에서 이득포화 시간에 비해 이득 회복시간(gain recovery time)이 느리기 때문에 펄스 신호의 폭이 증가하여 동작속도가 2.5 Gbit/s 이하로 제한된다. 또한 2개의 SOA를 이용하기 때문에 논리소자의 구조가 매우 복잡하다. 따라서 본 연구는 상기 두개의 단점을 해결하기 위해서 단일 SOA의 이득포화 특성을 이용한 전광 OR 논리소자 구현에 관한 것으로서, 특히 광컴퓨팅과 같은 광회로의 임의의 지점에서 전송되는 광신호를 펌프신호와 조사신호를 이용하여, 10 Gbit/s로 동작하는 전광 논리 동작을 하는 새로운 전광 OR 논리소자를 모의 실험하였다.

그림 1은 본 연구에 따른 전광 OR 논리동작이 일어나는 기본 구성도와 OR 진리표이다. 높은 광세기를 갖는 펌프신호가 SOA에 입사되면 SOA내에서 운반자 고갈(carrier depletion) 현상이 일어난다. 따라서 일정한 주기의 펄스(pulse) 형태인 조사신호가 SOA 내에 운반자 고갈에 의한 이득변조(gain modulation)와 동일하게 변조되어 출력되므로 출력 신호는 펌프신호와 반대 논리를 갖게 된다. 또한 펄스형태의 조사신호와 펌프신호가 SOA의 반대 방향에서 입사되는 경우 변환된 신호는 펌프신호가 없을 때만 출력된다. 그림 1에서 펄스가 있을 때 "ON"상태이고 펄스가 없을 때 "OFF"상태로 정의하면, 펌프신호 B가 "OFF"상태일 때 조사신호 A는 SOA를 통과하여 출력신호가 "ON"상태로 된다. 따라서 그림에서와 같이 A 패턴신호 (1100)와 B 패턴신호 (0110)가 각각 반대방향으로 SOA에 주입되면 A와 B 신호의 Boolean  $A\bar{B}$ (1000)가 얻어진다. 그리고  $A\bar{B}$  신호가 B 신호와 합쳐짐으로서 A와 B 신호의 전광 OR 논리값인 Boolean  $A\bar{B}+B$ 가 얻어진다. Boolean  $A\bar{B}+B$ 는 전광 OR 논리소자의 진리표와 일치하므로 전광 OR 논리소자가 단일 SOA를 이용하여 구현될 수 있음을 보인다.

그림 2는 이를 토대로 구현한 모의실험 구성도이다. 모의실험에서 VPIphotonics<sup>TM</sup>의 VPI 시뮬레이터가 사용되었다. 전광 OR 논리소자는 동작속도를 향상시키기 위하여 조사신호 A와 펌프신호 B가 모두 10 Gbit/s RZ 패턴의 신호를 갖도록 광펄스 발생기가 이용되었으며, 입력신호 패턴 A와 B를 생성하기 위한 광변조기, 출력신호 광을 분리 혹은 결합하기 위한 1×2 광분배기, SOA내에서 운반자 고갈(carrier

depletion) 현상을 유도하기 위한 광 지연기, 입력 신호 패턴 B를 펄프신호로 증폭하기 위한 어븀첨가 광섬유 증폭기(EDFA), 그리고 펄프신호와 조사신호가 반대방향으로 입사되는 반도체 광증폭기(SOA) 등으로 구성되었다. 그림 3은 이와 같이 구성되었을 때의 모의 실험 결과로, SOA에 (a) 조사신호 A와 (b) 펄프신호 B를 교차로 입사시켜, 그림 3 (c)와 같이  $A\bar{B}$  신호가 출력됨을 확인할 수 있었고, 이를 다시 B 신호와 결합시킴으로써 그림 3 (d)처럼, 전광 OR 논리신호인  $A\bar{B} + B$ 를 추출할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 광컴퓨팅과 같은 광회로의 임의의 지점에서 전송되는 광신호를 펄프신호와 조사신호로 이용하여 전광 논리동작을 하는 논리소자들 중에 특히 10 Gbit/s의 동작속도를 갖고 구조가 간단한 새로운 전광 OR 논리소자를 모의실험을 통해 증명하였다.



A	B	OR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

그림 1. 전광 OR 논리동작 기본구성도와 OR 진리표.

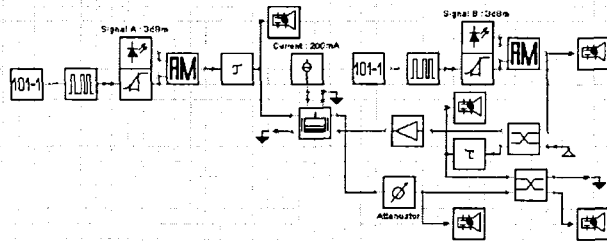


그림 2. 전광 OR 논리소자의 모의실험 구성도.

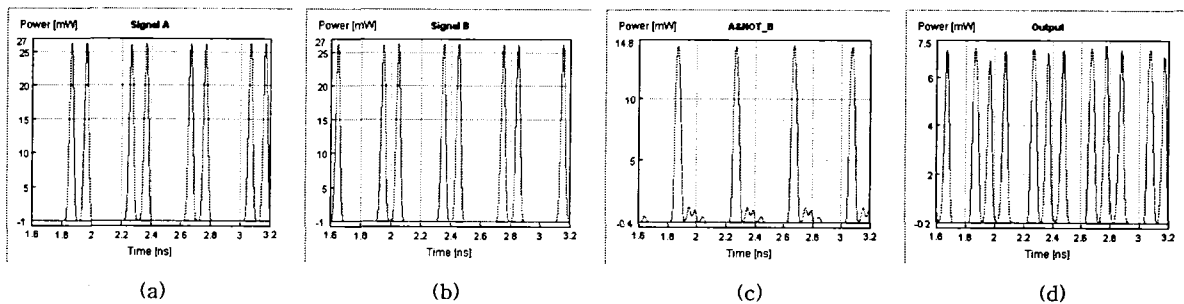


그림 3. 모의실험 결과 ; (a) 조사신호 A (1100), (b) 펄프신호 B (0110), (c) SOA 출력신호  $A\bar{B}$ (1000), (d) 전광 OR 논리 출력신호 (1110).

참조논문

1. N. S. Patel, K. L. Hall and K. A. Rauschenbach, "40 Gbit/s Cascadable All-Optical Logic with an Ultrafast Nonlinear Interferometer", Opt.Lett., Vol.21, 1466-1468 (1996)
2. T. Fjelde, D. Wolfson, A. Kloch, C. Janz, A. Coquelin, I.19-4 Guillemot, F. Gaborit, F. Poingt, B. Dagens, and M. Ren, "10 Gbit/s All-Optical Logic OR in Monolithically Integrated Interferometric Wavelength Converter", Electron. Lett., Vol.36, 813-815 (2000)
3. 변영태, 전영민, 김재현, 이석, 우덕하, 김선호, 강광남, "반도체 광증폭기를 이용한 전광 OR 논리소자의 구현장치", 한국, 특허 등록번호 0452617, 등록일(2004.10.04)

