

## 반도체 광 증폭기를 기반으로 하는 다기능 광 논리 기술

### Technology of Multi-Functional All-Optical Logic Gates Based on Semiconductor Optical Amplifier

이석<sup>\*</sup>, 손창완<sup>1,2</sup>, 전영민<sup>1</sup>, 변영태<sup>1</sup>, 우덕하<sup>1</sup>, 김선호<sup>1</sup>, 윤태훈<sup>2</sup>

1: 한국과학기술연구원 광기술연구센터

2: 부산대학교 전자공학과

E-mail: [slee@kist.re.kr](mailto:slee@kist.re.kr)

최근의 경향에 따르면 광통신의 고속화와 대용량화에 대한 요구가 기하급수적으로 증가하고 있으며 이러한 요구사항을 만족시키기 위해서는 전광 네트워크의 구성이 필수적으로 따라야 한다. 현재의 광통신은 음성신호, 동영상 등의 멀티미디어 서비스를 제공하는 것으로 속도향상 및 정보처리의 용량 증가 이외에도 신호 처리에 있어서 여러 가지 기능을 요구한다. 그러므로 대용량의 데이터를 고속으로 전송, 처리 할 수 있는 전광 신호처리 기술이 미래 정보통신망에서 핵심 기술로 대두되고 있다. 이와 같은 이유로 인하여 차세대 광 컴퓨팅 및 전광 신호처리 분야에서 중요한 전광 논리소자의 기술 개발이 현재 활발히 이루어지고 있다. 현재 연구 중인 논리 시스템을 구성하는 기본 시스템들은 핵심 구성요소가 광섬유(optical fiber) 이므로 안정성이 나쁘고 구성이 복잡하며 다른 소자와의 집적이 어렵다. 따라서 고집적화를 요구하는 광 연산 시스템에는 적용하기가 어렵다. 이에 반해서 반도체 광 증폭기에 기반을 둔 광 논리소자들은 안정적이고 시스템의 규모가 작으며 다른 광소자와의 결합이 용이할 뿐만 아니라 편광과 파장의 무의존성이 가능하다는 장점들이 있어 널리 쓰이고 있다. 반도체 광증폭기를 이용한 방식의 광 논리소자에는 대표적으로 FWM(Four Wave Mixing), XPM(Cross-Phase Modulation) 그리고 XGM(Cross-Gain Modulation) 특성을 사용하는 방식을 들 수 있다. 앞에서 언급된 FWM 방식은 편광의존도가 매우 크고, XPM 방식의 광논리소자는 두 개 이상의 반도체 광 증폭기로 구성된 소자로 제작공정이 복잡하여 향후 대량 생산이 힘들며 제작 비용이 높다. 현재 반도체 광증폭기를 이용한 전광 논리소자에 관한 연구는 일반적으로 개별적인 단일 논리소자 관한 연구가 이루어지고 있다. 하지만 단일 소자만으로는 급증하는 기능성 및 효율성에 대한 요구를 만족 시킬 수 없고 그 응용 가능성에도 한계를 가지기 때문에 다목적 기능을 가지는 논리 시스템이 요구되고 있다. 즉 집적화 된 소자의 개발 뿐만 아니라 최소한의 반도체 광증폭기를 이용하여 최대한의 광논리소자의 기능을 구현하는 것이 강하게 요구되고 있고 다기능 전광 논리소자에 관한 연구가 진행 중이다<sup>(1-2)</sup>. 따라서 본 연구에서는 단일 반도체 광증폭기의 고유 특성인 이득포화(gain saturation) 현상을 이용하는 XGM 방식만을 이용하여 10 Gbit/s 에서의 다기능 전광 논리소자들을 제안하고 구현 하였다.

세 개의 반도체 광증폭기를 사용한 다기능 전광 논리소자는 개별적인 논리동작인 NOR, XOR, AND를 구성하여 그 결과들을 합하여 얻을 수 있다. 그림 1은 각각 10 Gbit/s에서

동작하는 XOR+AND=OR, NOR+AND=XNOR, XOR+NOR=NAND의 오실로스코프로 측정  
한 결과들이다.

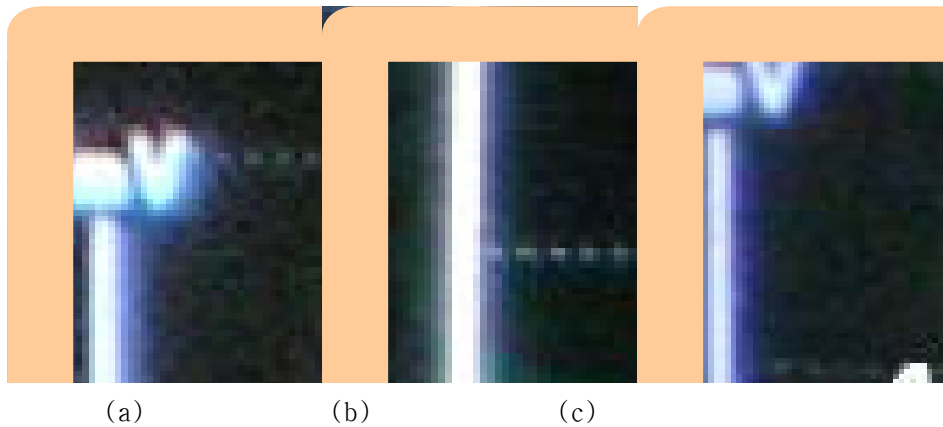


그림 1. 다기능 전광 논리소자의 오실로스코프 결과

(a) XOR+AND=OR, (b) NOR+AND=XNOR, (c) XOR+NOR=NAND

여섯 개의 기본 논리소자를 동시에 구현 할 수 있는 다기능 전광 시스템은 상용화된 프  
로그램인 VPI Component Maker™ 을 사용하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션에 사용한  
반도체 광증폭기는 소자의 길이가 700 um이고 동작파장이 1.552 um, 양 끝단의 반사율은  
10<sup>-4</sup>으로 두었으며 활성영역으로 다중 양자우물(Multi Quantum Well) 구조를 가지는 소자  
를 사용 하였다. 시뮬레이션에 있어서 반도체 광증폭기에 주입한 전류는 200 mA 이고 펄스  
신호와 조사신호의 크기는 각각 100 mW와 2.3 mW를 사용 하였다. 각각의 입력신호들은  
모두 10 Gbit/s의 신호를 사용하였고 결과에 있어서 10 Gbit/s의 만족할 만한 결과를 얻을  
수 있었다.

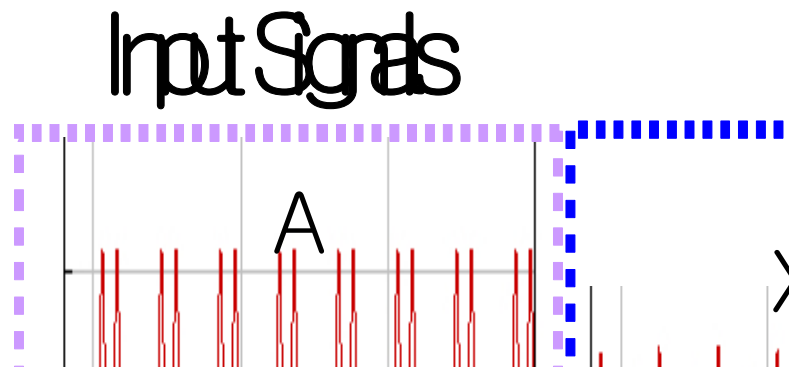


그림 2. 기본 논리동작을 동시에 수행하는 다기능 전광 논리소자의 시뮬레이션 결과

#### 참고문헌

1. C. W. Son, S. H. Kim, Y. M. Jhon, Y. T. Byun, S. Lee, D. H. Woo, S. H. Kim, and T. H. yoon, "Realization of All-Optical Multi-Functional Logic Gates by Using Semiconductor Optical Amplifiers," *IEE Electron. Lett.*, 42, pp. 61-62, 2006.
2. C. W. Son, et. al., "Design of All-Optical Multi-functional Logic Gate in Single Format by Using Semiconductor Optical Amplifiers," 6th International Conference Numerical Simulation of Optoelectronic Devices, Singapore, pp. 71-72, Sep. 2006.