

# 광대역 이득을 가진 SOA/DFB-SOA를 이용한 전광 논리구현

## All-optical Logic gate using the SOA/DFB-SOA with Broadband-Gain

김영일, 김재현, 이석, 우덕하, \*윤태훈.

Young-Il Kim, Jae Hun Kim, Seok Lee, Heok Ha Woo, Tae-Hoon Yoon

### Abstract

We have demonstrated all-optical flip-flop based on optical bistability in a SOA/DFB-SOA with broadband gain. Input signal with the wavelength of 1340.23 nm or 1680.93 nm and the current of about 98% of the lasing threshold is injected into the DFB-SOA. Current injected into SOA is 80 mA. All-optical flip-flop has various applications such as all-optical memory, demultiplexing, packet-header buffering, and retiming.

**Key Words :** All-optical Logic gate, Integrated device, SOA.

### 1. 서 론

전 세계 Telecom 시스템업체들은 급격히 증가하는 네트워크 용량을 수용할 수 있는 네트워크 솔루션을 사용자에게 제공해야 한다는 요구에 직면하고 있다. 물론 이런 변화의 주요한 촉매는 인터넷의 폭발적인 성장이다. 인터넷 traffic의 폭발적으로 증가하는 데는 인터넷 사용자의 증가 뿐만 아니라 전송되는 데이터가 그래픽, 오디오, 비디오 등의 복합데이터로 사용자당 사용하는 traffic의 용량이 증가하기 때문이다.[1] 이러한 변화를 해결해 줄 수 있는 것은 fiber-optic 통신이다.[2] 서로 다른 디지털 신호를 합치고 optical fiber를 통해 전송하는 데는 일반적으로 TDM과 WDM의 두 가지 방식을 사용한다.

TDM 방식은 다른 bit의 신호를 시간 영역에서 압축하고, 하나의 고속 bit에 합쳐 전송을 한다. 이는 전기신호적으로는 40 Gbit/s가 최대이며, optical적으로는 lab 수준에서 320 Gbit/s까지 전송결과가 나와 있다. 이는 multiplexing 기술의 한계 때문이다. WDM 방식은 일정수준까지 정보 bit를 시분할 다중화 하고, 각각의 TDM 신호를 서로 다른 주파수에 optical carrier wave위에 변조한 다음 optical fiber를 통해 전송한다. 따라서, 전송용량은 주파수의 조절 여하에 좌우되므로, 이에 대한 기술개발이 중요한 과제로 대두되고 있다. 많은 영역의 주파수를 사용하므로 광대역의 신호를 처리해 줄 수 있는 소자의 개발은 필수적이다.[3]

본 연구에서는 광대역의 이득을 얻을 수 있는 SOA/DFB-SOA의 집적소자를 이용하여 보다 넓은 대역에서의 전광 Flip-Flop을 구현하고자 하였다.

SOA를 이용한 전광 Flip-Flop은 광쌍안정 특성으로 구성할 수 있는데, 이는 낮은 입력파워와 빠른 스위

한국과학기술연구원 광기술연구센터  
(서울시 성북구 하월곡 39-1)  
Fax: 02-958-5709  
E-mail : kim01@kist.re.kr  
\*부산대학교 전자공학과

칭 속도로 인해 현재 많은 연구가 이루어 지고 있다. 특히, DFB 소자는 끝면 거울의 영향없이 궤환을 얻으므로 집적 광논리 소자로 각광을 받고 있다.

### 2. 소자의 구조

SOA/DFB-SOA는 그림 1 과 같이 200 $\mu\text{m}$  의 SOA영역과 400 $\mu\text{m}$ 의 Index-coupled DFB 영역으로 되어있고, 20 $\mu\text{m}$  의 전기적 isolation 영역이 있다. 활성영역은 MQW이고, DFB의 Bragg 파장은 1547.89 nm이다.

SOA와 DFB-SOA는 각기 다른 대역의 이득을 가지고 있으므로, 그림 2와 같이 하나의 SOA보다 넓은 대역에서 이득을 얻을수 있다.

### 3. 측정 및 결과

광상안정 특성은 궤환과 비선형 특성에 의해서 발생하는데, 입력 세기에 대한 이득이 비선형적으로 증가하여 turn-on 과 off 시의 입력광 세기가 달라지게 된다. 이런 특성을 이용하면 전광 Flip-Flop을 구현할 수 있다.

SOA/DFB-SOA는 넓은 영역의 이득을 가지므로 넓은 영역에서의 전광 Flip-Flop 구현이 가능하다. 그래서 입력 파장으로 이용한 tunable 레이저가 허용하는 범위까지의 파장으로 구현하였다.[4]

그림 3은 입력파장 1340.23 nm을 이용하여 전광 Flip-Flop을 구현하였으며, 그림 4는 입력파장 1680.93 nm을 입사하여 전광 Flip-Flop을 구현한 것이다. 일반적인 해석에서는 DFB-SOA에 입력파장에 따른 광상안정 특성은 다르게 나타나기 때문에 전광 Flip-Flop을 구현하기 위해서는 각 파장에 맞는 입력광 세기의 조건을 별도로 구해야 한다. 하지만, 광대역의 이득을 가진 SOA/DFB-SOA의 경우에는 선택한 파장에 대해 넓은 이득으로 인해 입력파장의 변화에 많은 변화없이 전광 Flip-Flop구현이 가능하였다

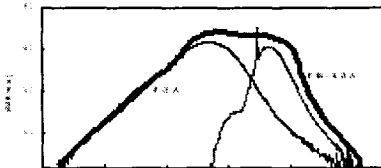


그림 1. SOA와 DFB-SOA의 ASE.  
Figure 1. ASE of the SOA and DFB-SOA.

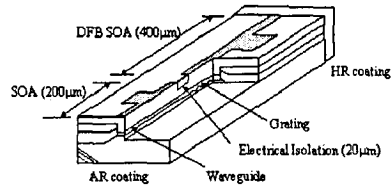


그림 2. SOA/DFB-SOA의 구조.  
Fig. 2. Structure of device.



그림 3. 입력파장 1340.23 nm 에서의 전광 Flip-Flop 측정결과.  
Fig. 3. All-optica Flip-Flop at input wavelength of 1340.23 nm.

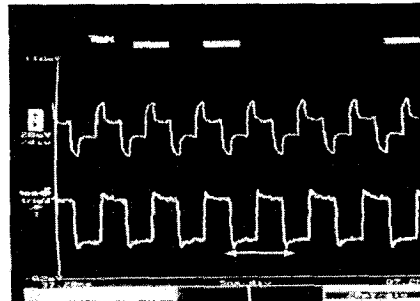


그림 4. 입력파장 1680.93 nm 에서의 전광 Flip-Flop 측정결과.  
Fig. 4. All-optica Flip-Flop at input wavelength of 1680.93 nm.

### 참고 문헌

- [1]A.E. Willner, "Mining the optical bandwidth for a terabit per second", IEEE Spectrum, vol. 34, no. 4, 1997.
- [2]K. Petermann, "Laser diode modulation and noise", Kluwer Academic publishers, Dordrecht.

Holland. 1988.

[3] G. Morthier, and P. Vankwikelberge, "Handbok of distributed feedback laser diodes", Artech House, Norwood, MA, 1997.

[4] Y-I. Kim, et. al., "All-optical Flip-Flop Based on Optical Bistability in an Integrated SOA/DFB-SOA", OFC2002, TuF5, p. 30., 2002.