

DFB SOA의 광쌍안정 특성을 이용한 전광논리구현

All Optical Logic Gate Based On Optical Bistability of DFB SOA

김병채*, 김영일, 이석, 우덕하, 윤태훈**

Byung Chae Kim, Young-Il Kim, Seok Lee, Deok Ha Woo, and Tae-Hoon Yoon

Abstract

Optical bistability can be applied to the optical logic, optical signal processing and optical memory. We have measured the optical bistability of DFB-SOA and demonstrated all-optical OR logic gate using switching characteristics of DFB-SOA.

Key Words : Optical bistability, DFB-SOA, Logic Gate, Optical memory

1. 서 론

대용량의 정보를 고속으로 처리하는데 있어서 기존의 전자소자 성능은 제한이 있기 때문에 광소자의 개발과 그 응용에 대한 관심이 증가하고 있다. 광쌍안정 소자는 파장 변환, 광 클럭 발생, 광 신호 재생, 광 논리, 광 메모리 등의 광 기능소자에 이용될 수 있다.[1-4]

분산형 광쌍안정 현상은 매질의 비선형과 피드백 구조를 필요로 한다. DFB-SOA의 경우에는 캐리어 밀도의 변화에 의한 굴절률의 변화와 DFB 구조에 의해 분산형 광쌍안정 현상이 발생할 수 있다. 외부에서 인가되는 입력광에 의해 소자 내의 캐리어 밀도가 감소하고 굴절률이 증가하면서 DFB-SOA의 공진 모드가 장파장으로 이동한다. 이 때 입력 신호의 파장과 공진 모드가 일치하게 되면 높은 값의 신호를 얻을 수 있으므로 출력 신호에서의 "1(High)" 인 상태와 "0(Low)" 인 상태를 얻을 수 있다. 이러한 스위칭 특성을 이용하면 AND 논리나 OR 논리 소자의 구현이 가능하다.[5]

2. 실험

2.1 실험장치

실험에 사용된 DFB-SOA 소자의 길이는 $400\mu\text{m}$ 이고 발진 파장은 1553.7nm 이다. DFB-SOA를 이용한 광쌍안정 측정의 실험도는 그림 1과 같다. DFB-SOA에 주입되는 전류는 임계전류값인 8.3mA 보다 낮은 값을 유지하였다. 분산형 광쌍안정 특성은 입력 신호의 파장이 소자의 최대 피크 파장보다 낮아야 한다고 알려져 있다. 본 실험에서는 DFB-SOA의 발진 파장보다 0.15nm 긴 파장인 1553.84nm 를 입력 신호의 파장으로 선택하였다.

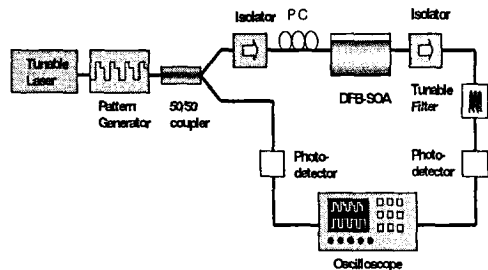


Fig. 1 Experimental setup for optical bistability

그림 1 광쌍안정 특성 측정을 위한 실험도

* KIST 광기술연구센터
E-mail : bckim@kist.re.kr
** 부산대학교 전자공학과

3. 결과 및 고찰

그림 2는 삼각 파형의 입력을 인가하였을 때의 출력 특성이다. 출력 신호가 "1(High)"와 "0(Low)" 사이를 스위칭됨을 알 수 있다. 또한 입력 신호와 출력 신호의 시간 지연을 고려하면 "0(Low)"에서 "1(High)"로 올라가는 입력 신호의 세기와 "1(High)"에서 "0(Low)"로 내려오는 입력 신호의 세기가 다를 수 있다. 따라서 하나의 입력에 대하여 이전 상태에 따라 다른 출력을 갖는 광쌍안정 현상이 나타남을 알 수 있다. 이 때 주입 전류가 DFB-SOA의 임계 전류값에 근접할수록 스위칭 특성이 뚜렷하게 측정되었다.

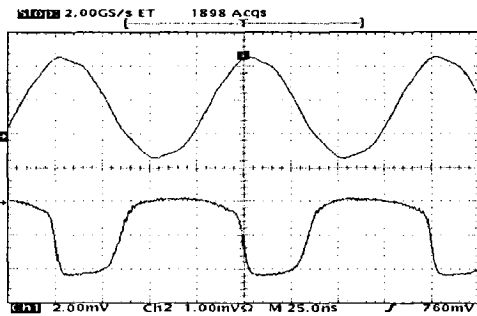


Fig. 2 Measured optical bistable characteristics

그림 2 측정된 광쌍안정 특성

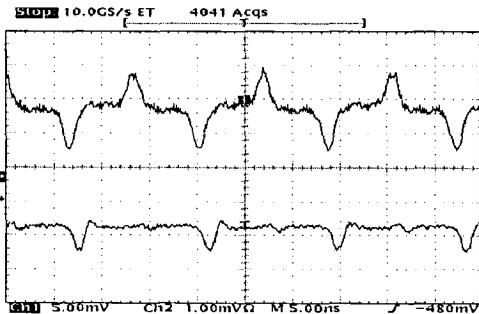


Fig. 3 Demonstration of all-optical OR gate

그림 3 전광 OR 논리의 구현

이러한 DFB-SOA의 스위칭 특성을 이용하여 전광 OR 논리를 구현하였다. 그림 3에서 위쪽 신호

는 두 개의 입력 신호의 합을 나타낸다. 두 신호가 모두 "0(Low)"인 경우에만 "0(Low)"의 출력 신호를 가지고 하나 혹은 두 신호가 "1(High)"인 경우에는 출력 신호가 "1(High)"임을 알 수 있다. 따라서 전광 OR 논리의 구현이 가능하다.

또한 입력 신호의 세기를 조절하여 두 개의 입력 신호 중 하나가 "1(High)"인 경우에 "0(Low)"의 출력 신호를 만들 수 있다. 이러한 경우 전광 AND 논리의 구현이 가능하다.

4. 결론

본 논문에서는 DFB-SOA의 최대 세기 파장보다 긴 파장을 가진 입력 광신호를 인가하여 광쌍안정 특성을 측정하였다. 또한 출력에서의 "1(High)"와 "0(Low)" 스위칭 특성을 이용하여 전광 OR 논리를 구현하였다.

참고 문헌

- [1] H. Kawaguchi, "Bistabilities and Nonlinearities in Laser Diodes", Artech House, 1994.
- [2] Y.-I. Kim, S. Lee, S.H. Kim, T.-H. Yoon, "Optical Bistability in a Three-section lambda/4-shifted DFB Laser Amplifier", JKPS, Vol. 39, pp. s459-2461, Dec. 2001.
- [3] T.-H. Yoon, Y.-I. Kim, K.-W. Park, S. Lee, and S.-H. Kim, "Effect of Chirping on optical bistability in phase-shift semiconductor distributed feedback structures", Physics and Simulation of Optoelectronic Device, Photonics West, San Jose, CA, Jan. 22-28, 2000
- [4] Young-Il Kim, Jae Hun Kim, Young Min Jeon, Seok Lee, Deok Ha Woo, Sun-Ho Kim, and Tae-Hoon Yoon, "All-Optical Flip-Flop Based on Optical Bistability in an Integrated SOA/DFB-SOA", OFC 2002, 2002.
- [5] M. Jinno and T. Matsumoto, "Nonlinear Operation of 1.55- μ m Multielectrode DFB LD and Their Application for Optical Signal Processing", J. of Lightwave Tech., Vol. 10, No. 4, 1992.