

DFB SOA를 이용한 전광 Flip-Flop 구현

Demonstration of All-Optical Flip-Flop using DFB SOA

김병채, 김영일, 손창완, 이석, 우덕하, 윤태훈*
 한국과학기술연구원 광기술연구센터, *부산대학교 전자공학과
 bckim@kist.re.kr

대용량의 정보를 고속으로 처리하는데 있어서 기존의 전자소자 성능은 제한이 있기 때문에 광소자의 개발과 그 응용에 대한 관심이 증가하고 있다. 광쌍안정 소자는 파장 변환기, 광클럭 발생기, 광신호 재생기, 광논리소자, 광메모리 등의 광 기능소자에 이용될 수 있다.⁽¹⁾ 광쌍안정 소자는 매질의 비선형 특성과 케환 구조를 필요로 하며, 주요 메커니즘에 따라 흡수형 광쌍안정 소자와 분산형 광쌍안정 소자로 구별된다. DFB SOA의 경우 소자 내의 캐리어 밀도 변화에 의한 비선형적 굴절률의 변화와 DFB에 의한 케환 구조로 분산형 광쌍안정 현상이 발생한다.⁽²⁻⁴⁾

그림 1은 광쌍안정 현상을 이용한 전광 Flip-Flop 구현의 개념도이다. 광쌍안정 현상은 하나의 광입력에 대해 초기 조건에 따라 각기 다른 두 개의 안정된 광출력을 갖는 현상을 말한다. 광입력 신호에서 "SET" 신호가 인가된 이후 "HOLD" 신호 레벨로 떨어지더라도 광쌍안정 소자의 광출력은 "1(High)" 상태를 유지한다. 또한 "RESET" 신호가 인가되면 광출력은 "0(Low)" 상태로 떨어진 이후 다음 "SET" 신호가 인가될 때까지 "0(Low)" 상태를 유지한다.

본 실험에 사용된 DFB SOA의 길이는 400 μm 이고, 발진 파장과 문턱 전류는 각각 1553.7 nm 와 8.3 mA 이다. 광쌍안정 현상을 이용한 전광 Flip-Flop 특성을 측정하기 위한 실험도는 그림 2 와 같다. 이때 DFB SOA에 주입되는 전류는 8.2 mA(0.99 I_{th}) 를 유지하였고 입력 광신호의 파장으로 소자의 발진 파장보다 0.15 nm 긴 1553.85 nm 를 선택하였다.

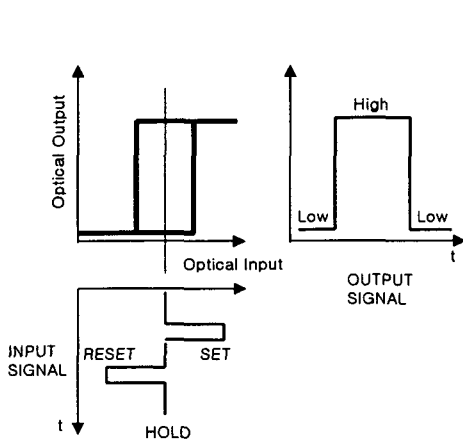


그림 1. 전광 Flip-Flop 구현 개념도.

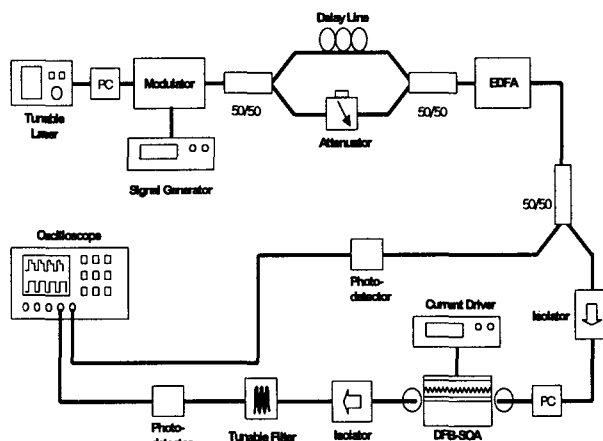


그림 2. 전광 Flip-Flop 구현 실험구성도.

그림 3 은 DFB SOA에 삼각 파형의 광입력 신호를 인가하였을 때의 광출력 특성이다. 이 때 광출력이 "1(High)" 상태와 "0(Low)" 상태 사이에서 스위칭됨을 볼 수 있다. 또한, 광출력이 "0(Low)" 상태에서 "1(High)" 상태로 올라가는 광입력 신호의 세기와 "1(High)" 상태에서 "0(Low)" 상태로 내려오는 광입력 신호의 세기가 다름을 볼 수 있다. 즉, DFB SOA에서 동일한 광입력 세기에 대해 서로 다른 광출력 세기를 가지는 광쌍안정 현상이 나타남을 알 수 있다. 이 때 주입 전류가 DFB SOA의 임계 전류값에 근접할수록 광출력이 "0(Low)" 상태에서 "1(High)" 상태로 올라가는 광입력 신호의 세기와 "1(High)" 상태에서 "0(Low)" 상태로 내려오는 광입력 신호의 세기의 차이가 커짐을 알 수 있었다.

이러한 광쌍안정 현상을 이용하여 전광 Flip-Flop를 구현해 보았다. 그림 4는 "SET", "HOLD", "RESET" 상태로 구성된 광입력에 대해 광출력에서의 전광 Flip-Flop 특성을 보여준다. "SET" 신호가 인가된 이후 "HOLD" 상태로 떨어지더라도 DFB SOA의 광출력은 "1(High)" 상태를 유지하고 "RESET" 신호가 인가되면 광출력은 "0(Low)" 상태로 떨어진 이후 다음 "SET" 신호가 인가될 때까지 "0(Low)" 상태를 유지하는 전광 Flip-Flop을 구현할 수 있었다.

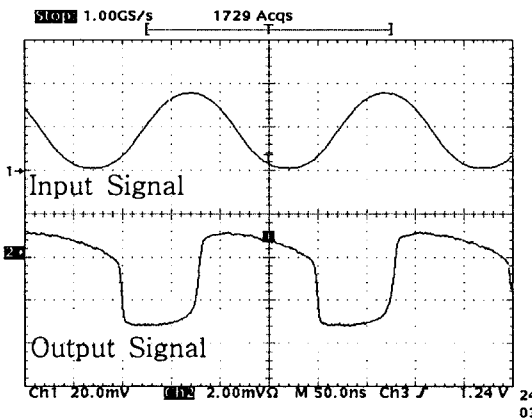


그림 3. 광쌍안정 현상에 의한 삼각파형의 광 입력과 광출력 특성.

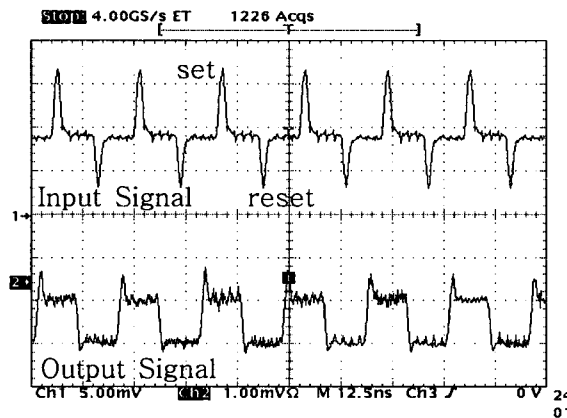


그림 4. DFB SOA의 광쌍안정 현상을 이용한 전광 Flip-Flop 구현.

T
B

[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] 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.
 [4] P. Pakdeevanich, M. J. Adams, "Switching powers for optical bistability in a semiconductor laser above and below threshold", Optics Communications, 176, pp. 195-198, Mar. 2000.