

전광 논리회로를 위한 집적화된 광소자 제작

Fabrication of integrated optical devices for
all-optical logic operation

손창완, 김근철*, 김상헌*, 전영민*, 변영태*, 이석*, 우덕하*, 김선호*,

Yoshiaki Nakano**, 윤태훈

부산대학교 전자공학과, *한국과학기술연구원 광기술연구센터,

**Department of Electronic Engineering, University of Tokyo

thyoon@pusan.ac.kr

전기적인 시스템에서 사용하는 집적화된 칩 등의 소자를 광학적으로 구현하려면 현재의 기술 수준으로는 개별 소자를 광파이버 등으로 연결하는 매우 큰 부피의 시스템이 필요하며 비용 또한 크게 된다. 따라서 보다 적은 비용으로 작은 부피의 광 시스템으로 집적할 수 있는 체계적인 광집적화 연구가 이루어져야 한다. 이러한 필요성에 의하여 본 연구에서는 광 집적화 제작방법 중 하나인 선택영역성장 기술을 이용하여 집적화된 광소자를 제작하였다. 본 연구에서는 능동소자인 반도체 광증폭기와 수동소자인 다중모드 간섭계(Multi Mode Interferometer), S-밴드 광도파로를 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)를 이용한 선택영역성장 기술로 단일 기판 위에 집적화하여 제작하였고 집적화된 광 논리소자의 가능성을 알아보기 위하여 집적화된 수동 소자 부분의 광손실과 반도체 광증폭기 부분의 XGM(Cross Gain Modulation)특성을 측정하였다.

선택영역성장 기술이란 반도체 에피택시를 성장하기 이전에 SiO_2 를 이용하여 마스크를 만들어 주면 SiO_2 마스크가 있는 부분에는 성장이 되지 않고 마스크 주변의 성장 물질의 조성비가 변하는 현상으로, 이러한 선택영역성장 기술을 이용하면 한 기판 위에 파장이 서로 다른 두 종류의 에피택시 성장이 가능하다. 이러한 특성을 이용하여 능동소자 부분에서는 1550 nm, 수동소자 부분에서는 1480 nm의 파장특성을 가지는 다중양자우물구조의 성장이 가능하다. 이렇게 성장된 기판 위에 일반적인 반도체 광소자 제작과정을 거치게 되면 별도의 재성장 과정을 거치지 않고 능동소자와 수동소자를 한 기판 위에 집적할 수 있다⁽¹⁾.

제작한 소자의 형태를 간략하게 설명하면 선택영역성장 기술을 이용하여 성장된 능동소자를 위한 에피택시 부분에 길이 1 mm의 반도체 광증폭기를 설계하고, 폭 12 μm , 길이 200 μm 의 2X2 MMI의 한쪽 광도파로 부분을 연결하였고, SOA에 연결되지 않은 MMI의 반대쪽 부분은 상용화 되어있는 arrayed fiber와의 연결을 쉽게 하기 위하여 중심 간의 거리가 250 μm 가 되도록 S-밴드 광도파로를 사용하여 연결하였다. 그림 1에는 제작한 소자의 전체 사진과 각 부분의 명칭, 그리고 선택영역 성장 방법으로 제작된 능동소자 부분인 반도체 광증폭기의 단면 SEM사진을 보여주고 있다.

제작한 소자의 손실과 XGM(Cross Gain Modulation) 특성을 Power meter와 OSA(Optical Signal Analyzer)를 사용하여 측정하였다. 소자의 반도체 광 증폭기 부분에 발진을 하지 않을 정도인 100 mA의 전류를 주입하고 양 끝단에서 나오는 빛의 세기를 측정할 결과 반도체 광 증폭기 부분은 -29 dBm의 광 세기가 나오고 다중모드 간섭계와 S-밴드 광

한국광학회 하계학술발표회

도파로가 집적된 부분으로는 -47 dBm의 광 세기가 나오게 되어 수동영역이 집적된 부분의 광손실은 18 dB가 됨을 알 수 있다. 100 mA의 주입전류를 반도체 광 증폭기 부분에 인가하여 인가되는 신호를 증폭 할 수 있게 한 후, 한쪽 끝으로 파장이 1568.810 nm인 프루브 신호를 주었을 때 OSA에서 프루브 신호의 세기는 -13.31 dBm이고, 같은 조건에서 파장이 1561.610 nm인 펌프 신호를 동시에 주었을 때, XGM의 효과로 인하여 프루브 신호의 세기가 -22.13 dBm으로 줄어들어 XGM에 의한 신호의 변화가 8.82 dB가 됨을 알 수 있었다. XGM의 OSA측정 결과는 그림 2에 나타내었다.

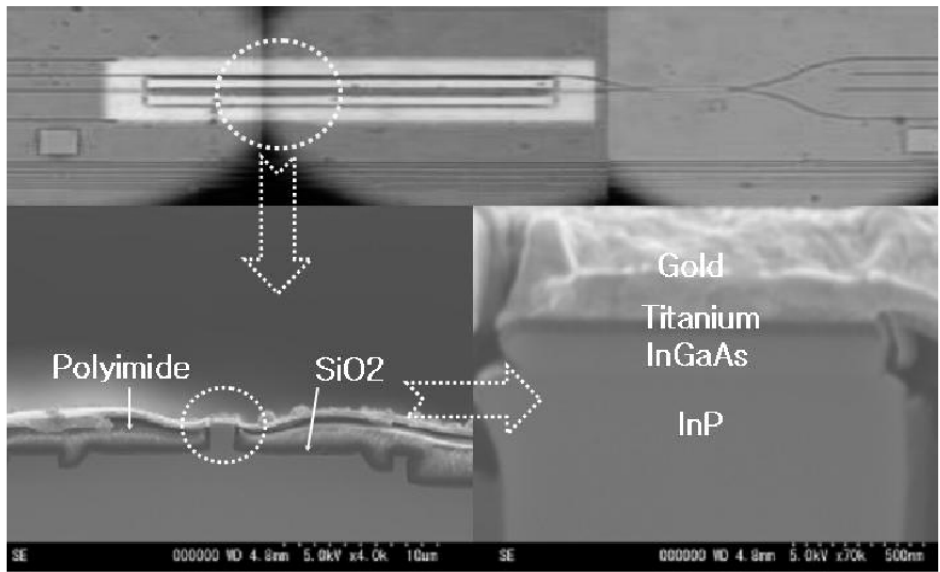


그림 1. 제작한 소자의 현미경 사진과 SEM사진.

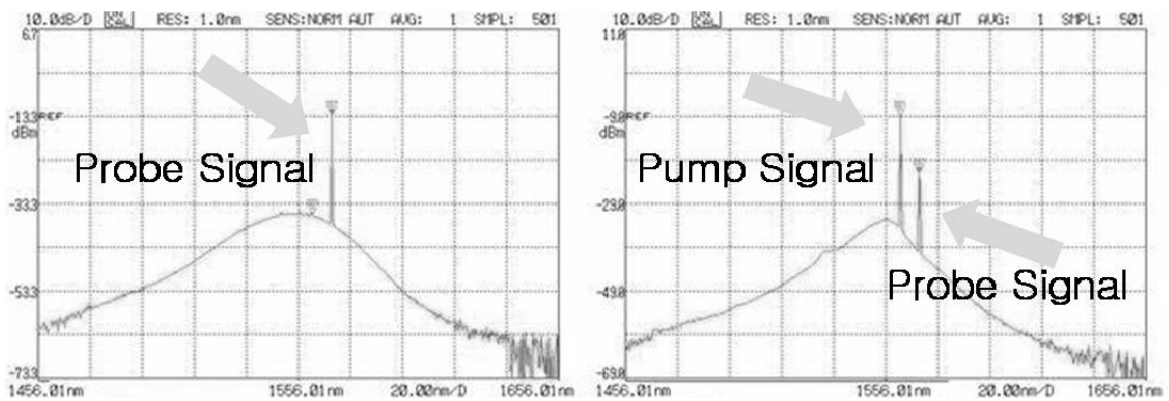


그림 2. 제작한 소자의 반도체 광증폭기 부분의 XGM특성 측정결과.

Reference

1. T. Fujii and M. Ekawa, "Origin of compositional modulation of InGaAs in selective area metalorganic vapor phase epitaxy," *J. Appl. Phys.*, vol. 78, pp. 5373~5386, 1995.