

## 다중양자우물의 상호섞임 현상을 이용한 광도파로 필터의 제작

## Fabrication of waveguide filter using quantum well intermixing

김향로\*, 여덕호, 윤경훈, 김성준  
 서울대학교 전기공학부  
 kickic@helios.snu.ac.kr

## Abstract

We demonstrate a polarization insensitive waveguide filter using quantum well intermixing(QWI). The bandgap of epitaxial layer is modified from  $1.55\mu\text{m}$  to  $1.40\mu\text{m}$  using QWI and a Bragg grating filter is demonstrated using electron beam lithography technology. The fabricated waveguide filter has a 70% reflection efficiency and a  $1.46\text{nm}$  filter bandwidth. Furthermore polarization insensitive transmission characteristics are observed. The device can be applied to photonic integrated circuits(PIC).

WDM에 기반한 광통신 시스템에서는 약  $0.8\text{nm}$ 의 좁은 파장폭의 신호들을 필터링하여 신호 처리하는 기술이 그 핵심이 된다. 이러한 목적을 위해 필요한 여러 광소자를 집적하기 위해서 기존에는 식각후 재성장하는 방법을 이용하였지만 이 경우는 복잡한 공정과 고비용의 문제를 가지고 있다. 이에 비해서 다중양자우물의 상호 섞임 현상은 간단한 공정으로서 하나의 웨이퍼위에 지역적으로 각각 다른 밴드갭을 가지는 영역을 재 설정해 줄 수 있다. 다중 양자 우물의 상호 섞임 현상은  $\text{SiO}_2$  유전막을 증착후 고온 열처리하는 과정을 통하여 우물과 Barrier을 구성하는 III/V족 원소들을 서로 섞이게 하여 MQW의 밴드갭을 변화시키는 기술이다.<sup>(1)</sup> ([그림 1]). 실험에 사용된 에피([그림 2])는  $\text{InP}/\text{InGaAs}=100\text{\AA}/90\text{\AA}$  MQW구조로서 전체적으로 InP에 격자 정합되어 있다. 에피가 처음 성장된 상태에서 밴드갭은 약  $1.53\mu\text{m}$ 로서 광수신 다이오드용 구조이지만 다중 양자 우물의 상호 섞임 현상에 의해서 밴드갭은  $1.41\mu\text{m}$ 로 변환되어 통신 파장에 대하여 투명(transparent)하게 되어 광도파로 소자를 구현하기에 적합하게 된다.([그림 3])

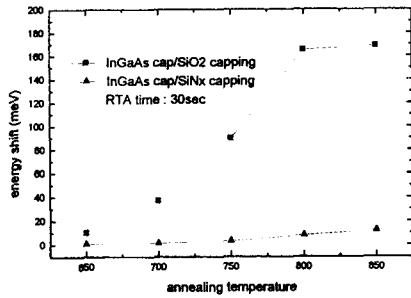
다중 양자 우물의 상호 섞임후 광도파로 필터의 제작은 전자빔 묘화 공정(electron beam lithography)을 이용하였다. 제작된 브래그 주기 격자 필터는 길이  $600\mu\text{m}$ , 주기  $0.475\mu\text{m}$ 로서 이는 통신 파장 대역에 대해서 이차 주기 격자가 된다. 브래그 격자는 습식 식각을 이용하여 형성하였으며 식각 깊이는  $600\text{\AA}$ 이다. 광도파로는 폭  $5\mu\text{m}$ , 깊이  $0.4\mu\text{m}$ 의 ridge형 단일 모드 광도파로로서 습식 식각으로 형성하였다. 광도파로 필터의 구조는 second order Finite Difference Method와 coupled mode theory를 이용하여 simulation한 결과를 바탕으로 결정하였다. 실험한 광도파로 필터는 결합 상수는  $20.57/\text{cm}$ 로서 약 70%의 반사효율도를 가지는 필터로 설계되었다.<sup>(2)</sup>

[그림 4]는 제작된 광도파로 필터를 tunable laser를 이용하여 측정한 결과이다. 그림에서 광도파로형 필터는  $1566.14\text{nm}$ 를 중심으로  $1.46\text{nm}$ 폭의 반사 특성을 가지며 반사 효율은 약 70%이다. . [그림 5]은 광도파로 필터에 TE/TM 단일 모드만을 입사하여 측정한 결과이다. 실험 결과 필터는 편광에 무의존한 반사특성을 보인다. 이는 다중 양자 우물의 상호 섞임 현상이 복굴절을 감소시키는 것에 기인한다. <sup>(3)</sup> [그림 6]은 intermixing이 MQW의 복굴절에 미치는 영향을 보여준다.

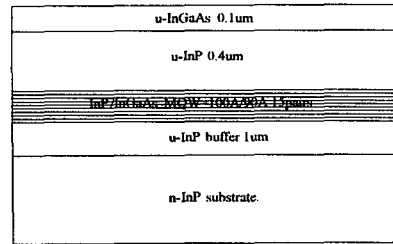
본 논문에서 제작된 광도파로 필터는 다중 양자 우물의 상호 섞임 현상을 이용하여 구현한 것으로써 국부적인 에너지 변환을 이용하여 광수신 다이오드와 집적하기 용이한 구조로 되어있다. 따라서 이러한 구조는 광도파로소자와 광송수신 소자의 집적에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

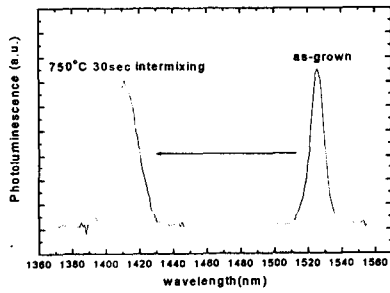
- (1) Sang Kee Si et. al. IEEE selected topics on quantum. elec. 4,619-623 (1998)
- (2) Turan erdogan, J. Lightwave Technol., vol 15, pp 1277-1294 (1997)
- (3) Herbert Li, IEEE J.Quantum electron. vol. 34, pp. 982-990 (1998)



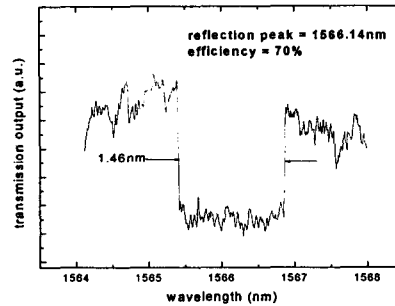
[그림 1] RTA에 의한 Bandgap변화



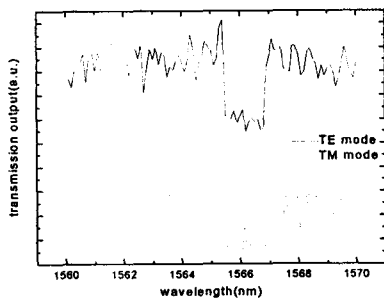
[그림 2] epi structure



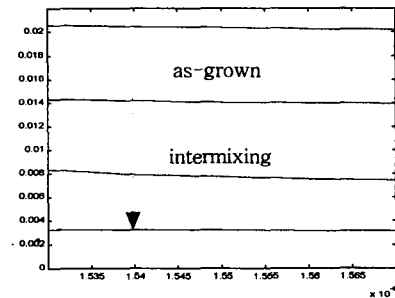
[그림 3] PL change by QWI



[그림 4] 광도파로 필터측정



[그림 5] 필터의 편광 특성 측정



[그림 6] intermixing에 의한 MQW의 복굴절변화