

# Meltback을 이용한 평면매립형 Multiquantum Well 반도체레이저의 제작에 관한 연구

## A study on the fabrication of multiquantum well planar buried heterostructure laser diode by using meltback method

황상구, 오수환, 김정호, 홍창희

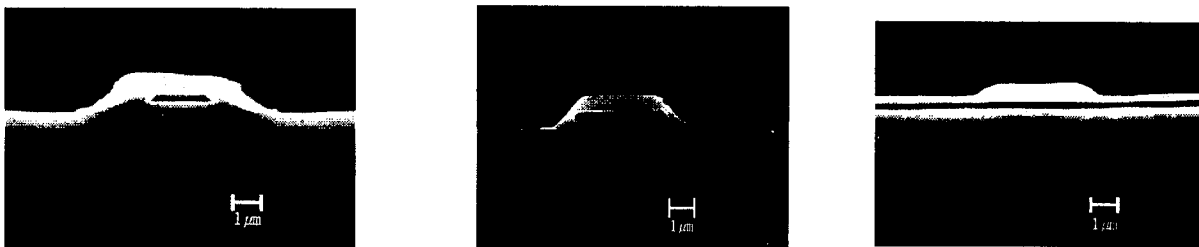
한국해양대학교 전자통신공학과

K972024g@hanbada.kmaritime.ac.kr

본 연구에서는 수직형 LPE (Liquid Phase Epitaxy) 장치를 이용하여 최근에 광가입자망 등에 사용되고 있는 고성능 반도체 레이저의 하나인 PBH-LD (Planar Buried Heterostructure-Laser Diode)를 제작하였다. 화학에칭시 발생하는 기관표면의 손상과 재성장시 발생하는 메사계면의 열손상 문제를 제거하기 위하여 meltback 방법을 이용하여 메사 모양을 형성하고, 이어서 전류 차단층을 성장시켜 MQW-PBH-LD를 제작하였다. 성장 온도가 높은 경우 메사 계면과 기관의 열손상<sup>(1)</sup> 때문에 양질의 에피층을 성장 시키기는 것이 어렵게 된다. 열손상은 제작된 LD의 성능 저하의 원인으로 작용하게 된다. 그러나 meltback을 하면 열손상을 입은 부분을 제거할 수 있기 때문에 계면특성이 우수한 LD의 제작이 가능하다.

그림 1에 630°C에서 70%, 80%, 90%의 1.55μm InGaAsP 불포화용액의 meltback 특성을 나타내었다. 실험에 사용한 에피 웨이퍼는 1.3μm InGaAsP/1.1μm InGaAsP로 구성된 MQW층을 가지는 InP 에피 웨이퍼를 이용하였으며, 활성층과 p-InP층의 두께는 각각 0.3μm이며, 3μm의 SiNx stripe인 웨이퍼를 이용하였다. 그림1의 (a), (b), (c)는 각각 70%, 80%, 90% 용액으로 10초간 meltback한 메사 모양을 나타내고 있다. 그림2에 실험으로부터 얻은 데이터 이용하여 meltback 시간과 meltback 깊이에 따른 관계를 나타내었으며, 60초정도 meltback을 하면 2μm정도 meltback 됨을 알수 있다. 본 연구에서 LD제작시 meltback 온도를 610°C로 하였으며 meltback 용액은 활성층이 과다하게 meltback되는 것을 방지하기 위해 1.55μm InGaAsP조성용액의 80% 불포화 용액으로 하였다. 메사폭은 0.8~1.2μm 정도가 되도록 하여 고출력에서도 횡모드가 단일모드를 유지하도록 하였다.

p-InP 클래드층과 n-InP 전류 차단층, p-InP 차단층과 n-InP 기관이 p-n-p-n 사이리스터를 형성하며, p-InP 클래드층과 p-InP 전류 차단층과의 유효접촉면적에 의해 사이리스터를 통한 누설전류가 결정되고, 특히 고주입전류와 고온동작에서 사이리스터가 ON되어 누설전류를 급격하게 증가시키는 원인이 된다<sup>(2)</sup>. 이러한 누설전류를 줄이기 위하여 성장시 p-InP층의 성장 시간으로 접합면의 폭을 조절하여 대략 0.5~1μm 정도가 되도록 하였다.



(a) 70% 용액

(b) 80% 용액

(c) 90% 용액

그림 1. meltback 용액에 따른 meltback 특성

그림 3은 제작된 MQW-PBH-LD의 단면을 SEM 사진으로 나타낸 것이다.

제작된 PBH-LD의 전기적인 특성을 측정해 본 결과 순방향 임계전압은 약 0.8V, 역방향 항복전압은 5.6V, 동적인 저항은 대략  $5\Omega$  이었다. LD의 I-L 특성 측정실험에서는 활성층에서 발생하는 Joule 열의 영향을 줄이기 위하여 펄스 주기 1ms, 펄스 폭  $10\mu s$ , 1% duty cycle인 전류펄스로 LD를 구동시켰다. 그림 4는 제작된 MQW-PBH-LD의 공진기 길이에 따른 I-L 특성 변화를 측정한 결과이다.

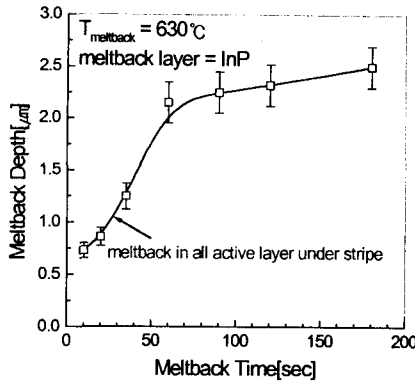


그림2

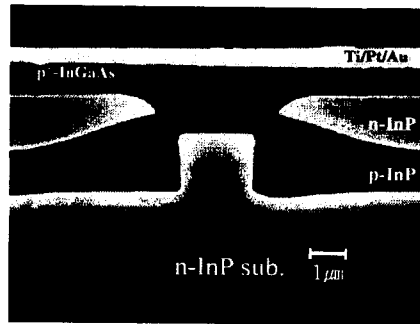


그림3

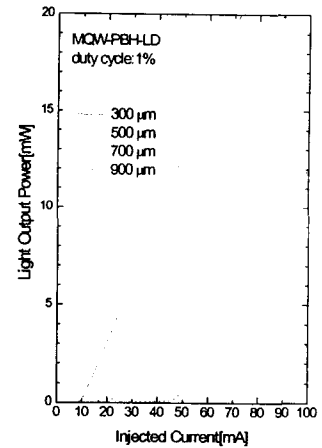


그림4

그림2: meltback 시간에 따른 에피웨어의 meltback 특성    그림3: 제작된 LD의 단면 SEM 사진

그림4: 공진기 길이에 따른 I-L 특성

임계전류  $I_{th}$ 는 그림으로부터 공진기 길이가  $300\mu m$ 일때 10mA로서 일반적인 PBH-LD들과 유사한 값으로 나타났다. 이 그림으로부터 광출력이 20mW에 이를때까지 다중축모드 동작에 의한 kink현상<sup>(3),(4)</sup>이 일어나지 않음을 알 수 있다.

이상과 같이 본 연구에서 LPE의 특성중 하나인 meltback을 이용하여 PBH LD를 제작한 결과 특성이 상당히 우수함을 확인하였다.

### 참고문헌

- 1) W.Y.Lum and A.R. Clawson. "Thermal degradation of InP and its control in LPE growth", J.Appl.Phys.50(8),pp.5296~5301, August 1979.
- 2) Ho Sung CHO, Dong HOON JANG, Jung Kee LEE, Kyung Hyun PARK, Jeong Soo KIM, Seung Won LEE, Hong Man KIM and Hyung-Moo PARK, "High-Performance Strain-Compensated Multiple Quantum Well Planar Buried Heterostructure Laser Diodes with Low Leakage Current," Jpn. J. Appl. Phys. vol. 35, no. 3, pp. 1751~1757, 1996.
- 3) H. Kressel and J. K. Butler, Semiconductor Lasers and Heterojunction LEDs, Academic Press, 1977.
- 4) J. M. Senior, Optical Fiber Communications, Prentice Hall, 1992.