

테이퍼 모드변환기를 집적한 1.55- μm 레이저다이오드의 설계

Design of 1.55- μm InGaAsP Laser Diode Integrated with a Tapered Ridge Mode Transformer

이기민*, 변영태**, 정영철, 김선호**

광운대학교 전자공학부/전자통신공학과

**한국과학기술연구원 광기술센터

kmlee@explore.kwangwoon.ac.kr

Abstract

A tapered ridge mode laser diode with increased spot size is designed and analyzed. The mode evolution concept is applied to design the taper and the method does not require regrowth or multiple-step etching technique. Three-dimensional BPM results show that the designed taper can transfer more than 97% of the mode power in the active region to the expanded mode.

레이저 다이오드 패키징 기술에서 광섬유와 레이저 다이오드를 직접 결합하는 기술은 저가의 패키징을 가능케 하므로, 광가입자망용 레이저 다이오드를 생산하는데 있어서 매우 중요한 기술이다. 레이저 다이오드와 광섬유를 직접적으로 연결하기 위하여 모드 크기 확장기를 이용하는 방법이 많이 소개되고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ 본 논문에서는 레이저 다이오드에 테이퍼 모드 변환기를 집적시켜서 광결합효율이 향상되도록 설계를 하고 특성을 삼차원 BPM을 이용하여 해석하였다.

본 논문에서 설계한 소자의 구조는 그림 1과 같다. 그림 1에 보인 테이퍼 구조는 SAG(Selective Area Growth)나, 다단계 식각 및 재성장이 필요하지 않기 때문에 매우 간편히 테이퍼를 구현할 수 있는 장점이 있다.⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ 여기서 사용한 1.55- μm InGaAsP LD(Laser Diode)는 4층의 우물구조를 갖는 MQW이며 그 아래에 광섬유와 직접적으로 결합할 도파로를 수직방향으로 집적하였다. 이때 LD의 도파영역을 중간부터 폭을 점점 줄여서 LD영역의 광파가 아래의 결합도파영역으로 내려가도록 하였다. 이렇게 설계한 층은 그림2에 도시하였다. MQW 층은 InGaAs(7-nm)의 양자우물 4층과 10-nm의 3층의 양자우물벽으로 이루어져 있으며 위 아래로 각각 120-nm의 SCH 구조를 갖도록 하였다. 1.1Q에 해당하는 InGaAsP 2- μm 로 결합도파로를 형성하였다. 또한 LD 와 결합도파로 사이에는 400-nm의 InP층을 두었고 결합도파로와 기판 사이에는 1.5- μm 의 InP를 삽입하였다. 광파의 진행방향에서 500- μm 길이에 2- μm 폭의 직선의 Ridge 형태를 갖도록 하였고 연속적으로 500- μm 길이에 2- μm 에서 점점 선형적으로 폭이 감쇄하여 전체적으로 이등변삼각형형태의 테이퍼구조를 갖도록하였다. 여기서 LD 영역의 Ridge는 1.3- μm 깊이까지 식각하였고 결합도파로 영역의 Ridge는 1.9- μm 깊이까지 식각하였다. 이렇게 설계된 구조의 수직방향의 도파 특성을 살펴보기 위하여 이차원 BPM (Beam Propagation Method)을 사용하였으며, 수직 방향의 설계를 마친 후에, 전체 테이퍼를 포함하는 구조의 결합 특성을 해석하기 위하여 삼차원 BPM을 사용하였다.

테이퍼의 길이를 변화 시키면서, 테이퍼 종단에서의 중첩적분의 추이를 살펴 보았으며, 해석 결과를 그림 3에 보였다. 테이퍼의 길이가 500- μm 일때가 모드간 전달 특성이 가장 크다는 것을 확인 할 수가 있다. 테이퍼의 길이가 500- μm 일 때 모드의 변화 추이를 등고선으로 그림 4(a)에서 (d)에 보였다. 활성층의 작은 모드가 아래의 테이퍼 도파로의 종단 모드로 잘 천이하고 있음을 볼 수 있다.

요약하면 본 논문에서는 간편하게 제작할 수 있는 모드확장기를 설계하고 BPM 전산모사를 통하여

설계하고 적정화 하였다. 발표시에는 보다 다양한 설계 결과들을 제시하고자 한다.

[참고문헌]

1. H. Sato, M. Aoki, T. Tsuchiya, M. Komori, A. Taike, M. Takahashi, K. Uomi, and S. Tsuji, "IEEE Photon. Technol. Lett. Vol. 10 pp484-486, (1998)
2. Stulemeijer, A. F. Bakker, I. Moerman, F. H. Groen, and M. K. Smit, IEEE Photon. Technol. Lett. Vol. 11 pp81-83, (1999)
3. Vusirikala, S. S. Saini, R.E. Bartolo, M. Dagenais, and D. R. Stone, IEEE Photon. Technol. Lett. Vol. 10 pp203-205, (1998)

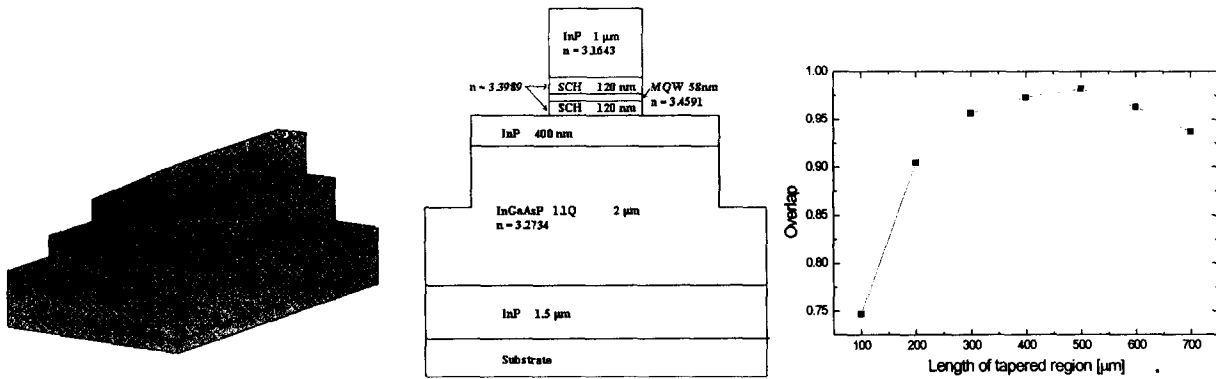
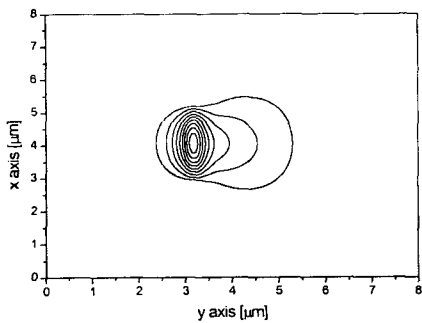
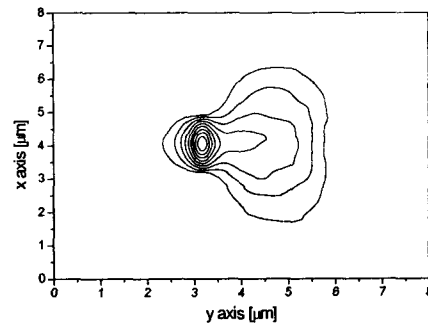


그림1 테이퍼 모드변환기가 집적된 I.D. 그림2 설계한 Layer 구조

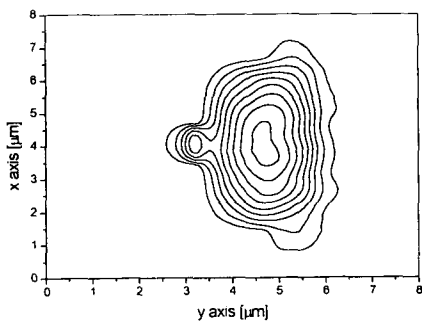
그림3 테이퍼의 길이에 따른 중첩적분. 계산된 이 주파수의 계산된 결과임



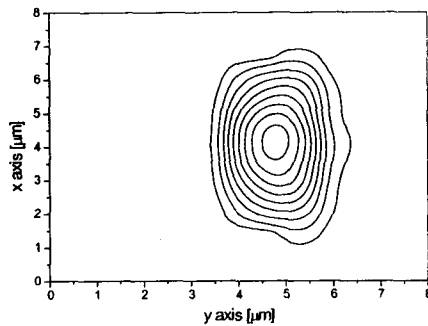
(a) 500- μ m 일때 (tapered 영역에 입사될 때)



(b) 600- μ m 일때



(c) 800- μ m 일때



(d) 1000-μ m 일때 (테이퍼 중단)

그림4. 테이퍼의 길이가 500-μ m 일때의 모드의 변화 추이

