

모드변환기가 집적된 1.3 μm FP-LD의 비대칭 광출력 특성 Asymmetric Output Power Characteristics of Spot-Size Converter Integrated 1.3 μm FP-LD

심종인, 장동훈*

한양대학교 전자컴퓨터공학부, 한국전자통신연구소*

jishim@emc.hanyang.ac.kr

Internet사용자의 급격한 증가에 따라 저가격이며 대용량의 optical access network의 구축이 시급한 실정이다. 광통신의 infrastructure를 구성하기 위해서는 광모듈의 저가격화가 가장 시급한 문제이다. 광모드 변환기가 집적된 반도체 레이저(SSC-LD)는 단일모드광섬유와의 광결합 손실 및 정렬허용오차, 동작시간, 광출력 등을 향상시킬 수 있어, 광가입자계 광송수신모듈의 가격을 낮출 수 있어 최근 매우 활발히 연구되고 있다.

본 연구에서는 광가입자계에 사용되는 1.3 μm SSC가 집적된 FP-LD를 제작하고, 광출력 특성, 광섬유와의 광결합 성능 등에 조사하였다. 특히 SSC-LD의 비대칭 광출력 특성을 분석하여 활성영역과 수동영역간의 광결합을 및 모드변환영역에서의 광전파 특성을 분석하였다. 그림1에 본 연구에서 제작한 1.3 μm SSC MQW-FP-LD의 구조를 나타내었다. 우물폭은 60Å, 전위장벽은 100Å이며, SCH층은 $\lambda_g=1.07\mu\text{m}$ 의 InGaAsP로 n층 및 p층 각각 1000Å으로 되어 있다. 양자우물의 조성으로서는 +0.6% In_{0.655}Ga_{0.345}As_{0.37}P_{0.63}, 전위 장벽층은 0.36% In_{0.835}Ga_{0.165}As_{0.16}P_{0.84} 이다. 도파로폭은 1.0~1.2 μm 정도, 활성영역의 길이 300 μm , SSC영역의 길이 300 μm 이다. 활성층영역으로만 구성되어 있는 cleaved-facet의 FP-LD에서 공진기길이를 1000 μm 로 하였을 경우 threshold current density는 600A/cm² 이다. SSC-LD의 발진특성은 SSC영역의 끝단의 두께를 400Å에서부터 1000Å 까지 변화시키면서 조사하였다.

단면을 as-cleaved 상태로 한 경우 SSC영역의 끝부분에서의 광도파로 두께 t_{SSC} 를 400Å~1000Å로 변화시키면서 광출력 특성을 조사하였다. 발진개시 전류는 11~13mA, 활성영역의 단면으로 부터의 slope efficiency는 0.08~0.1[mW/mA], Far-Field Pattern의 FWHM 값은 10~11°거의 원형의 가까운 FFP이 얻어졌으며, 특별히 t_{SSC} 에 대한 의존성은 밝힐 수 없었다. 그러나 P_f/P_r 은 2.4~3.8, SSC영역으로 부터의 slope efficiency η_{df} 출력은 0.23~0.32[mW/mA]로 크게 변화하였으며 그 의존성도 매우 유사함을 알 수 있었다. 여기서 P_f 과 P_r 는 각각 활성영역 및 SSC영역 단면으로 부터의 광출력을 나타낸다. 그림 2에 SSC영역의 끝부분에서의 광도파로 두께 t_{SSC} 에 따른 SSC영역으로 부터의 광출력 특성을 나타내었다.

본 연구에서는 광출력 특성의 비대칭 현상은 활성영역과 SSC영역 사이에서의 빛의 산란, SSC영역에서 전파하는 radiation mode로의 변환, radiation mode의 실효적인 단면 투과율의 변화로 해석하였다. 그림3에 해석결과를 나타내었다. 그림에서 C_{out} 은 활성영역과 SSC영역 사이의 평균 광파워 결합계수이며, T_{eff} 는 radiation mode의 실효적인 단면 투과율이다. 실험결과 및 해석결과로부터 본 연구에서 제작한 SSC-LD의 $C_{out}=25\sim30\%$, $T_{eff}=50\sim60\%$ 정도임을 알 수 있었다.

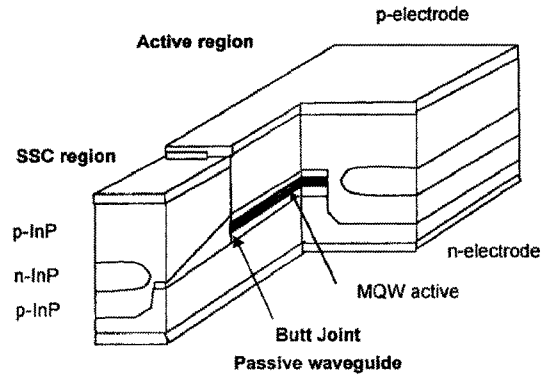


그림1 모드변환기가 집적된 1.3 μm SSC FP-LD의 구조 개념도

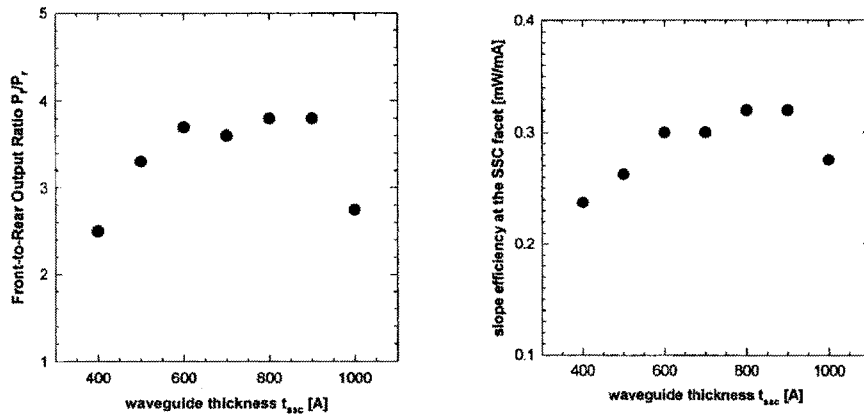


그림2 제작한 1.3 μm SSC-LD의 광출력 특성

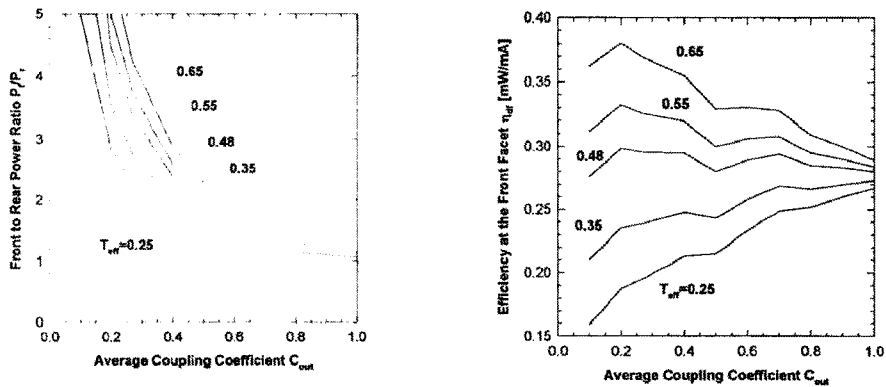


그림3 1.3 μm SSC-LD의 해석결과