

Pics3d를 이용한 edgeemitting 적색광 레이저의 시뮬레이션

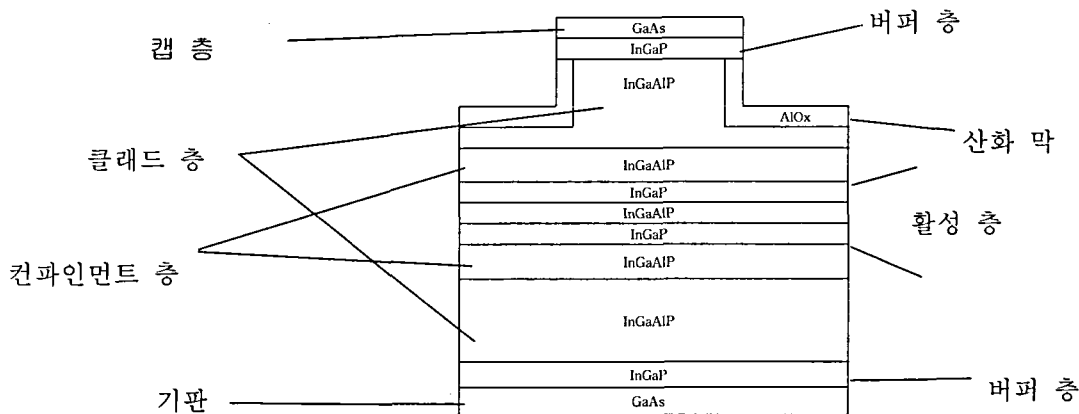
남승용*, 장원상, 정일석, 이용탁
 광주과학기술원 정보통신공학과
 *nambaksa@gist.ac.kr

최근 대용량 저장 장치에 대한 필요가 증가함에 따라, DVD용 고출력 650nm 레이저 다이오드에 대한 관심이 증가하고 있다[1]. 레이저 다이오드에서 활성 영역(active region)을 구성하는 양자우물 구조에 따라 출력 파장이 결정되며, 버퍼 층(buffer layer), 컨파인먼트 층(confinement layer), 클래딩 층(cladding layer) 등은 도파로의 특성, 문턱 전류 등에 영향을 준다. 한편 고출력 레이저 다이오드에서는, facet 부근에서의 COD를 막기 위해서 활성층에 Zn diffusion이 필요 하다. Zn diffusion을 위해서는 클래딩 층의 두께가 얇을수록 좋으나, 클래딩 층의 두께를 바꾸면 위에 언급한 레이저 다이오드의 특성이 변화하게 되므로, 컨파인먼트 층과 클래딩 층의 두께에 따라 레이저 다이오드의 특성이 어떤 경향을 가지고 변화하는지를 아는 것은 고출력 650nm 레이저 다이오드를 최적화하는데 있어서 중요하다. 본 연구에서는 Crosslight사의 PICS3D 레이저 다이오드 시뮬레이터를 사용하여 버퍼 층(buffer layer), 컨파인먼트 층(confinement layer), 클래딩 층(cladding layer)이 각각 문턱전류, side mode suppression ratio(SMSR), slope efficiency(SE) 등에 미치는 영향을 연구하였다.

연구에 사용한 레이저 다이오드의 개략적인 구조는 그림1과 같이 활성 영역을 중심으로 대칭구조이다. cavity 길이와 ridge 폭은 각각 1000um, 3um이며, 양쪽 facet의 반사율은 각각 0.05 0.99 이다. 문턱전류 값을 줄이기 위해 급속 전극을 붙이기 위한 부분을 제외하고는 산화막(AIOx)으로 절연되어 있다.

먼저, 그림1에서 capping layer 밑과 substrate 위에 있는 두개의 InGaP buffer layer는 소자에 걸리는 전체 전압에 영향을 주었다. buffer layer가 없는 경우에는, 레이저가 발진한 후에 입력전류의 양을 증가함에 따라 전체 전압이 고정되는 것이 아니라 계속해서 증가하였다. 이는 substrate과 cladding layer 사이에서 발생한 심한 band 왜곡 때문이다.

클래딩 층의 두께(d_{clad})와 컨파인먼트 층 두께(d_{conf})를 바꿀 때는 활성영역 위/아래 대칭적으로 있는 층들의 두께를 동시에 변경하였다. 표1에서 클래딩 층과 컨파인먼트 층이 둘 다 얇을 때($d_{clad}=1\mu m$, $d_{conf}=500\text{\AA}$)는, 문턱전류 값이 크을 알 수 있다. 그러나 컨파인먼트 층의 두께를 증가시키면 문턱전류 값이 작아졌다. 상대적으로 SMSR와 SE는 클래딩 층과 컨파인먼트 층의 두께 변화에 거의 영향을 받지 않았다(표2, 3). 따라서 Zn diffusion을 위해 활성층 위쪽의 두께를 얇게 하기 위해서는, 클래딩 층의 두께를 줄이고 상대적으로 두께가 얇은 컨파인먼트 층의 두께를 늘여주면 되겠다. 그림 2와 3은 ($d_{clad}=1\mu m$, $d_{conf}=1500\text{\AA}$)인 경우의 I-L curve와 spectrum이다.



클래딩 층 두께	1um	1.5um	2um
컨파인먼트 층 두께			
500A	110 mA	79 mA	79 mA
1000A	75 mA	73 mA	발진하지 않음
1500A	75 mA	75 mA	75 mA

표 1

클래딩 층 두께	1um	1.5um	2um
컨파인먼트 층 두께			
500A	33.72 dB	31.81 dB	32.83 dB
1000A	33.09 dB	33.72 dB	발진하지 않음
1500A	35.50 dB	32.45 dB	32.71 dB

표 2

클래딩 층 두께	1um	1.5um	2um
컨파인먼트 층 두께			
500A	1.09	1.05	1.09
1000A	1.09	1.09	발진하지 않음
1500A	1.08	1.09	1.09

표 3

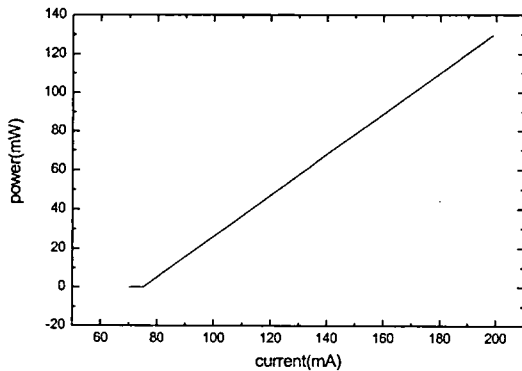


그림 2. 적색광 레이저의 전류 전압곡선

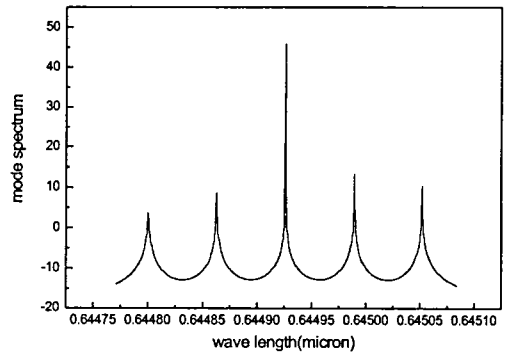


그림 3. 적색광 레이저의 mode spectrum

참고문헌

- [1]Y.Yoshida et al.,Solid state device & materials,Tokyo,2003,pp.176-177
- [2]K.Tappura, et al.,IEEE photonics technology letters, VOL. 8,NO.3,March 1996

T
F