

광센서 광원용 반도체레이저의 특성측정

The characteristic measurements of laser diode for the light source of sensors

안세경, 김정호, 황상구, 배정철*, 홍창희
한국해양대학교 전자통신공학과, *(주)사라콤 부설연구소
ansk710@hanmail.net

광센서 광원용 반도체레이저는 반도체레이저와 발광다이오드의 중간적 특성인 고출력, 광대역 특성을 가진다. 이는 높은 이득특성으로 같은 전류 밀도에서 LED보다 큰 출력을 광섬유 속으로 보낼 수 있으며 Reyleigh 후방산란잡음, 편광잡음, 비선형 kerr effect로 인한 잡음에 민감하지 않고, LD가 가지는 긴 가간섭길이, 큰 laser잡음^{(1),(2)}등으로 인한 광섬유 센서 시스템에서 생기는 잡음을 크게 줄일 수 있기 때문이다.

본 연구에서 제안한 광센서 광원용 반도체레이저의 구조는 PBH(Planer Buried Heterostructure)와 SCH(Separate Confinement Heterostructure) 구조를 도입하여 캐리어 및 광을 효율적으로 가둬으로써 광센서 광원용 반도체레이저의 출력을 크게 하도록 하였다. 또한 안정된 소자의 동작을 위해 거울면의 반사에 따른 발진을 억제하기 위하여 계면의 무반사 코팅⁽³⁾ 등의 방법을 이용하지만 실제 무반사 코팅만으로 반사도를 충분히 낮추기가 상당히 어렵다. 따라서, 본 연구에서는 활성층의 뒷면에 윈도우 영역을 두었고 이 두면이 만나는 부분의 측방향으로 7°, 15° 와 그 반대방향으로 각각의 각도를 가지는 구조를 SLD L7, SLD L15, SLD R7, SLD R15라 하였고 윈도우 영역에서 반경 450 μ m, 500 μ m로 굽어지는 구조를 가진 SLD Round 450, SLD Round 500을 각각 설계, 제작하였다.

이러한 소자를 제작하기 위하여 MOCVD를 이용하여 n-InP기판에 1000Å의 1.24 μ m의 발진파장을 가지는 p-InGaAsP SCH층과 100Å InGaAsP 장벽층 및 40Å InGaAsP 우물층으로 7층의 1.55 μ m의 다중양자우물층을 성장시킨 후 1000Å의 p-InGaAsP SCH층 과 p-InP층을 성장시켰으며, 마스크 작업을 통하여 에피 웨이퍼 위에 SiN_x stripe을 만들었다. 그 후 wet etching과 80% 불포화 용액 1.55 μ m InGaAsP로 본 연구실에서 설계, 제작한 수직형 LPE를 이용하여 meltback방법으로 메사를 형성한 후 전류 차단층을 성장하였다. 다음으로 SiN_x를 제거하고 p-InP층과 p⁺-InGaAs의 성장하였고 Ti(300Å)/Pt(200Å)/Au(400Å)으로 p층의 전극을 Cr(500Å)/Au(5000Å)으로 n층 전극을 E-beam으로 증착시켰다.

이렇게 제작된 반도체레이저의 펄스구동 및 직류구동에 따른 광출력 및 스펙트럼 특성을 측정하였다. 전류 대 광출력 특성은 활성층에서 발생하는 Joule열의 영향을 줄이기 위해 1% duty cycle로 소자를 구동시켰다. 제작된 소자의 중심파장은 1.55~1.56 μ m로서 설계한 값과 같게 나타났다. SLD L7, SLD L15, SLD R7, SLD R15, SLD Round 450, SLD Round 500에 대한 각각의 임계전류는 55mA, 62mA, 44mA, 50mA, 35mA, 45mA의 값을 얻었고, 주입전류 100mA에 대한 SLD L7, R15, Round 450, Round 500의 출력은 2.6mW, 2.6mW, 1.6mW, 1.8mW로 나타났으며, 제작된 소자가 광원으로 사용하기 위해서 외부환경에 대한 온도에 따른 파장변화율은 3Å/°C의 값 미만으로 모두 양호하였다. SLD R7은 스펙트럼 측정시 레이징 현상이 나타났고, 주입전류를 높여감에 따라 SLD R7을 제외한 모든 소자가 광센서 광원용 반도체레이저로

서 동작함을 확인하였다. 그리고 제품화 된 광센서 광원용 반도체레이저는 일반적으로 직류구동으로 동작하고 있으므로 제작된 소자의 직류특성을 측정하였다. I-L특성에서 입력 전류값이 100mA일 때 SLD L7, R15, Round 450, Round 500에 대한 출력값은 130 μ W, 150 μ W, 270 μ W, 280 μ W로 작아진 것을 제외하면 펄스구동에서의 측정값과 거의 동일하였다. 이는 입력된 전류밀도보다 활성층에서의 Joule 열에 의한 손실이 더 크게 작용한 것으로 생각된다. 스펙트럼 반치폭 또한 30~53nm의 넓은 밴드폭 특성을 나타냄으로써 광센서용 광원으로의 적용이 가능함을 확인하였다.

본 연구를 통하여 국내에서 아직 연구가 이루어지지 않고 있는 광센서 광원용 반도체레이저의 국산화의 가능성을 충분히 입증하였으며, 향후 자동차, 선박, 항공기용 자이로의 광원으로 수입대체 효과와 더불어 부품산업을 통한 국가 경쟁력 제고에 기여할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (1999-2-302-005-2)지원으로 수행되었습니다. 본 연구에 도움을 주신 전북대학교 박희갑 교수님, 진영준, 김택중씨와 SLD packaging에 도움을 주신 (주) 빛과 전자의 김홍만 사장님께 감사드립니다.

참고문헌

1. K. Bohm, P. Marten, K. Petermann, E. Weidel and R. Uleich, Electron Lett., 17, 352, 1988.
2. W. K. Burns, C. L. Chen and R. P. Moeller, IEEE/OSA J, Lightwave Technol., LT-1, 98, 1983.
3. I. P. Kaminow, G. Eisenstein and L. W. Stulz, IEEE J. Quantum Electron., QE-19, p. 493, 1983.

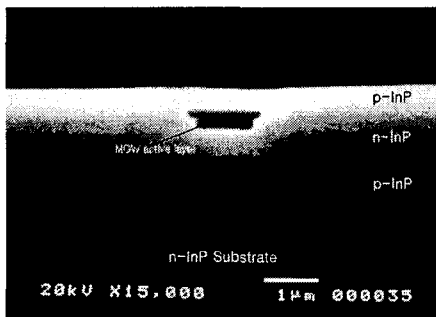


그림 1 제작된 반도체레이저의 SEM 단면사진

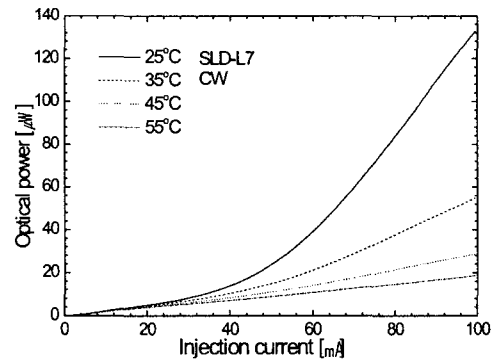


그림 2 온도에 따른 전류대 광출력 특성 곡선

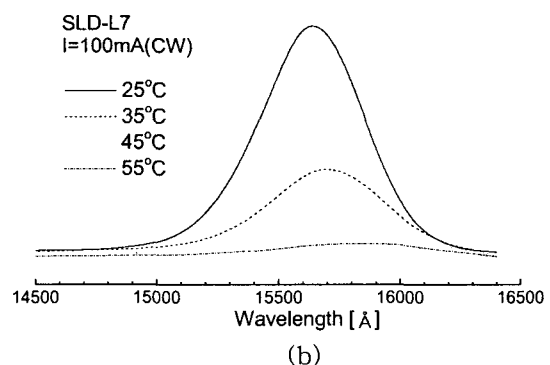
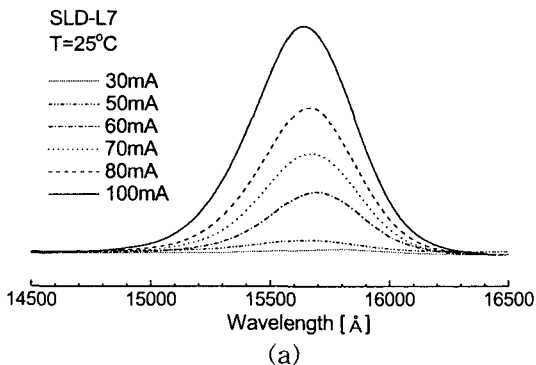


그림 3 제작된 SLD-L7의 (a)전류 및 (b)온도에 따른 스펙트럼 특성