

수직공진형 표면방출 레이저

Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers

유 병 수

한국전자통신연구원 정보통신원천기술연구소

bsyoo@etri.re.kr

반도체 레이저는 60년대 초 GaAs p-n 접합 구조를 이용하여 구현된 후, 이중접합 구조 등 박막 성장 기술의 발전으로 다양한 구조에서 획기적 특성 개선이 이루어져왔다. 이와같은 반도체 레이저 기술 개발은 실리카 광섬유의 개발과 함께 정보통신 분야에 있어서 광통신 시스템의 도입과 발전에 기반적 역할을 담당하여오고 있다. 반도체 레이저 기술의 발전에 따라 다양한 형태의 레이저 소자가 제안, 개발되어 왔는데, 특히 70년대 말 TIT의 K. Iga 등에 의하여 제안된 수직공진형 표면방출 레이저(vertical-cavity surface-emitting laser)는 기존의 측면방출 레이저(edge-emitting laser)와 달리 기판에 수직인 방향으로 빔이 방출되는 구조로 이와 같은 구조적 특징으로 인하여 여러 측면에서 장점을 지니고 있어 세계적으로 활발히 연구, 개발되고 있다.

그림1은 수직공진형 표면방출 레이저 기둥의 사진을 나타내었다. 표면방출 레이저는 그림과 같이 기둥 형태로 구성되어 기판에 수직인 방향으로 빔이 공진, 방출되므로 출력빔이 circular symmetry를 지니고 있어 광섬유와 높은 커플링 효율을 보이고, wafer scale의 공정 및 제작이 가능하여 저가의 레이저 제작이 가능하며, 이차원 어레이형의 병렬 광원의 제작이 용이하다. 그리고 일반적으로 마

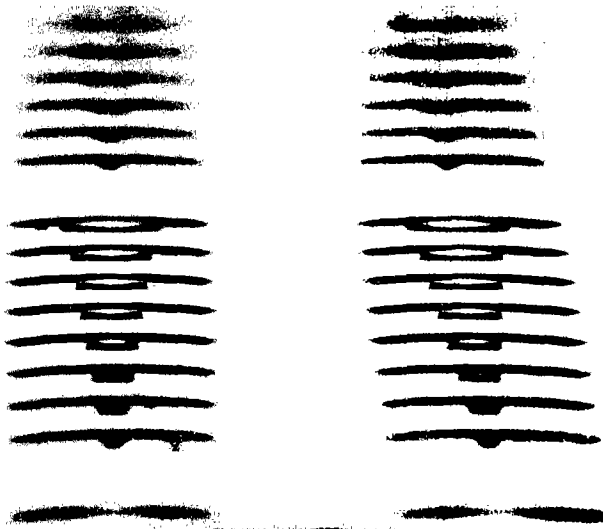


그림 1. 장파장 수직공진형 표면방출 레이저 기둥 어레이

이크로 정도의 공진 거리를 갖고 있으므로 낮은 소모 전력에서 동작이 가능하다. 특히 저가의 소자 제작 및 실장 특성은 광배선과 광통신용 광원으로 많은 주목을 받고 있다.

이와같은 여러 장점으로 인하여 GaAs 기반의 850 nm 대역의 표면방출 레이저의 경우 이미 단거리 데이터 통신 및 광통신용 광원으로 널리 활용되고 있으며, 이온 주입 및 산화막을 이용한 구조에서는 문턱 전류 밀도, 전압 등의 소자의 특성에 있어서 안정된 수준에 도달되어 있다. 최근에 와서는 대용량 통신용 광원으로 응용을 위하여 고속 변조 특성 및 방출 빔의 모드 특성 개선을 통한 광배선/전송 특성 향상 노력이 활발히 진행되고 있다. 그리고 그 외에도 다양한 기능으로 파장 가변 및 편광 조절 특성 등을 갖는 표면방출 레이저 구조들이 제안, 구현되고 있다.

그리고 최근에 와서 850 nm 파장이 갖는 전송 거리의 한계를 극복하기 위하여 실리카 광섬유에서 손실 및 dispersion 특성이 좋은 1.3 - 1.5 μm 의 장파장 대역에서 표면방출 레이저를 구현하기 위한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 장파장 표면방출 레이저는 구조에 따라 고반사율의 거울 및 고효율 이득 물질 선택의 어려움, Auger 재결합 등 낮은 양자 효율, 낮은 밴드 불연속성에 의한 누설 전류 증가, 그리고 낮은 열전도성 등으로 인하여 구현에 많은 어려움을 지니고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 GaAs 기반의 장파장 이득 물질 도입, 유전체 거울을 이용한 이중 구조, InP 기반의 모노리식 구조 등 다양한 구조에서 표면방출 레이저 구현이 시도되고 있다.

본 특강에서는 수직공진형 표면방출 레이저의 기본 원리와 구현을 위한 주요 요구 특성을 설명하고, 특성 개선을 위한 여러 구조의 연구 결과 및 주요 현황에 대해 논의하고자 한다.