

# Laser

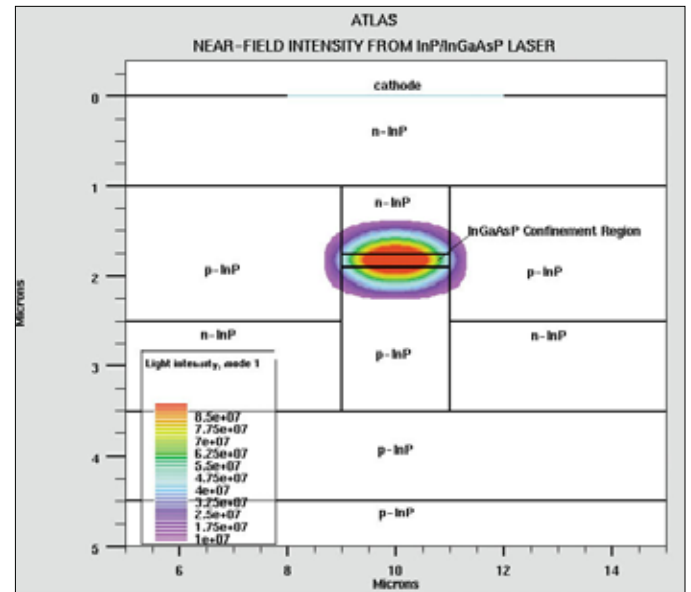
## SEMICONDUCTOR LASER DIODE SIMULATOR

Laser는 세계 최초로 상용화된 반도체 레이저 다이오드 시뮬레이터입니다. Laser는 ATLAS 프레임워크에서 Blaze와 연동하여, 전기적 성질(DC, 과도 응답)과 측면 발광 Fabry-Perot 타입 레이저 다이오드의 광학적 성질에 대한 수치 해석을 제공합니다.

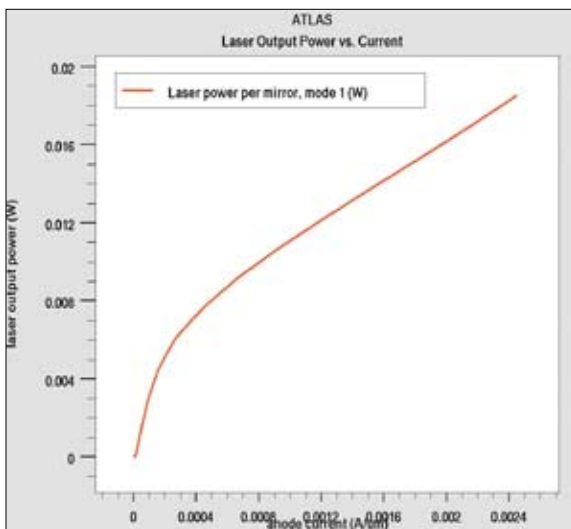
### 특징

- Laser는 ATLAS 프레임워크와 Blaze 내에서 작동합니다. ATLAS는 프레임워크의 통합을 제공합니다. Blaze는 전기적 시뮬레이션을 담당합니다.
- Helmholtz 방정식을 일관되게 풀어서, 유도된 계(field)의 패턴으로부터 광계(optical field)와 광자 밀도를 계산합니다.
- k·p 메소드에 기초한 전자 밴드 구조 모델을 이용하여, 자발적인 재결합과 유도 방출에 의한 캐리어의 재결합을 설명합니다.
- 광자 에너지 및 quasi-Fermi 준위(캐리어 농도)의 함수로 광학 이득을 계산합니다.
- strain effect를 포함하여, 양자 우물(quantum well)의 이득과 자발적인 재결합을 계산합니다.
- 기본 횡축 모드(transverse mode)와 고차 횡축 모드에 따라 레이저 빛의 출력과 광도 프로파일을 예측합니다.
- 다중 종축 모드(longitudinal mode)에 대해 빛의 출력과 모드의 이득 스펙트럼을 계산합니다.
- 바이어스의 함수로서 레이저 임계 전류와 이득을 산출합니다.

### InP/InGaAsP 레이저 다이오드

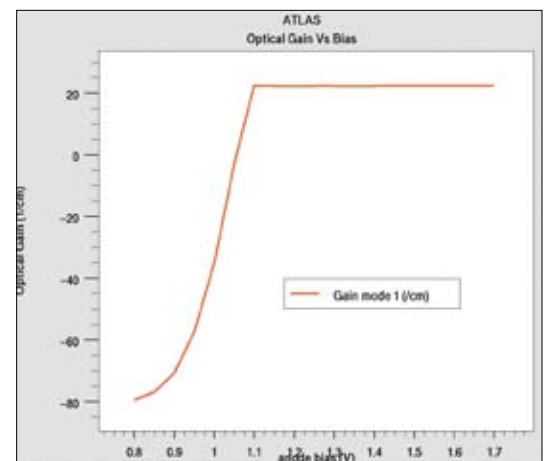


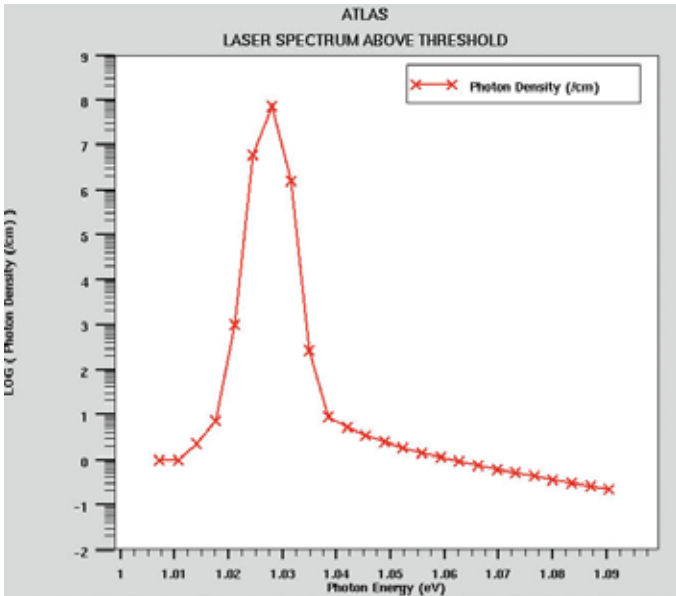
일반적인 InP/InGaAsP 레이저 다이오드의 단면. ATLAS/Blaze에서 얻은 레이저 다이오드의 전기적 솔루션에 대한 도메인을 나타냅니다. Laser에 의해 액티브 레이어 주위의 더 작은 도메인에서 광학적 솔루션을 얻습니다. 이 그림은 기본 횡축 모드에서 근거리계(near field)의 광도를 나타냅니다.



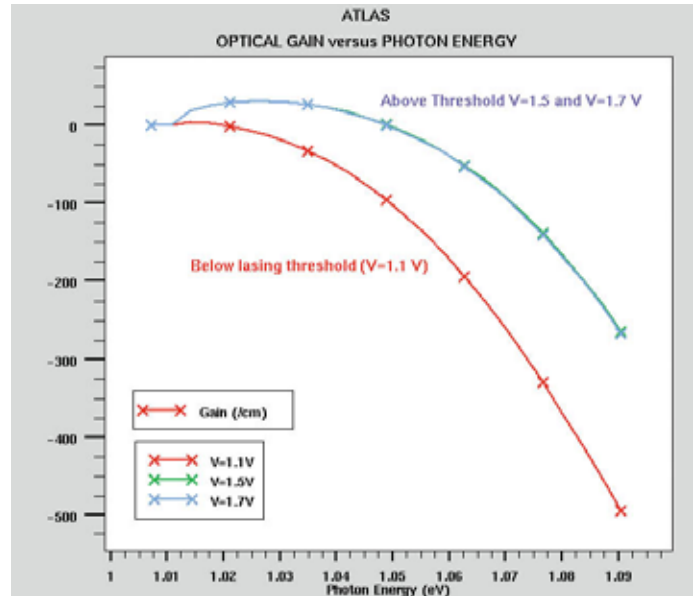
InP/InGaAsP 레이저 다이오드에 대해 양극 전류의 함수로서 레이저 출력을 시뮬레이션합니다. 레이저의 임계 전류같은 중요 특성을 쉽게 추출합니다.

바이어스 함수로서의 레이저 이득. 이득은 레이저의 임계치까지 상승한 후, 일정하게 유지되며, 레이저의 손실과 같습니다.

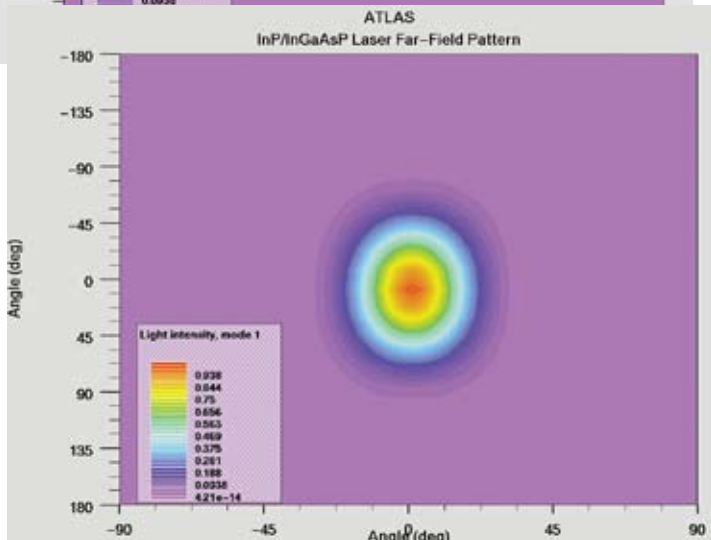
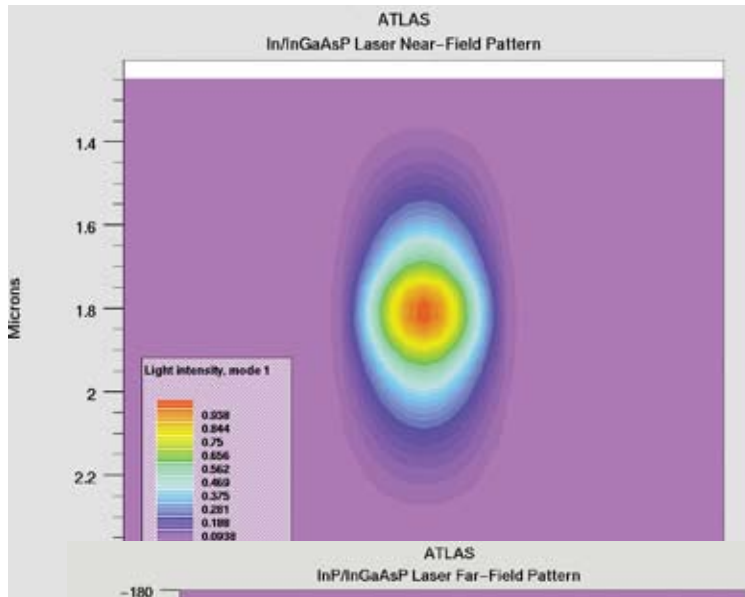




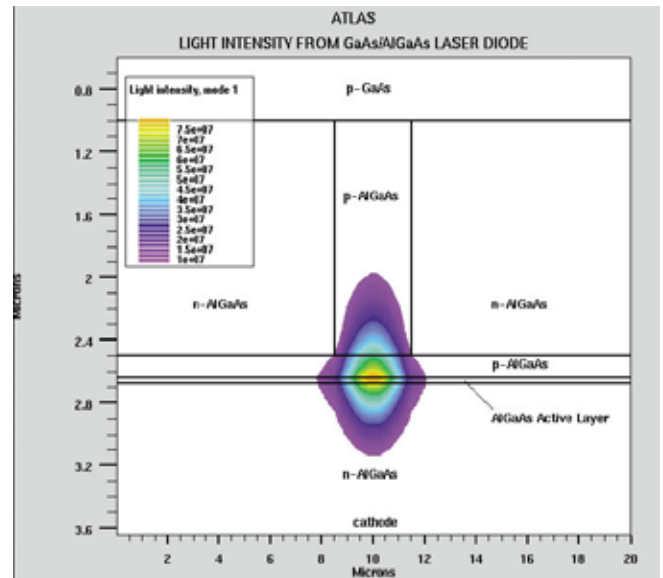
InP/InGaAsP 레이저 다이오드에 Laser를 적용하였습니다. 임계 레이저 스펙트럼을 얻기 위해, 1.065~1.09 eV의 에너지로 다중 중축 모드를 시뮬레이션하였습니다.



InP/InGaAsP 레이저 다이오드에 대해 레이저 동작 임계치(lasing threshold)의 위와 아래에서 시뮬레이션한 이득 스펙트럼 비교.

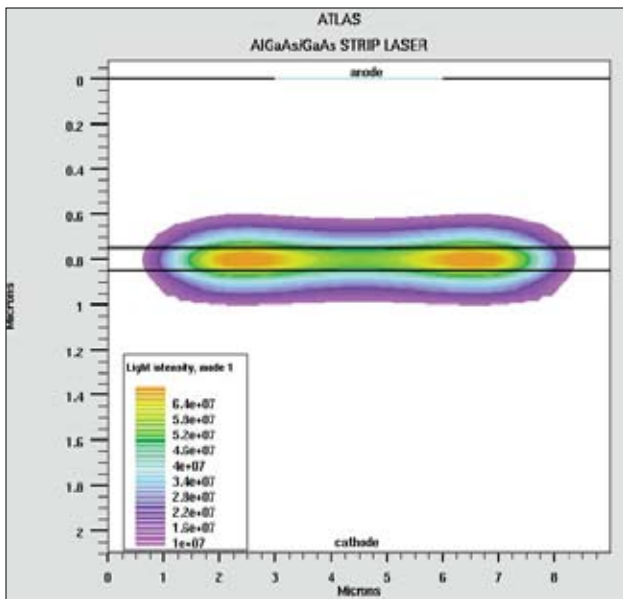


Laser는 레이저 다이오드의 원거리계(far-field) 패턴을 계산합니다. 위 그림은 InP/InGaAsP 레이저 다이오드의 원거리계 패턴을 나타냅니다.



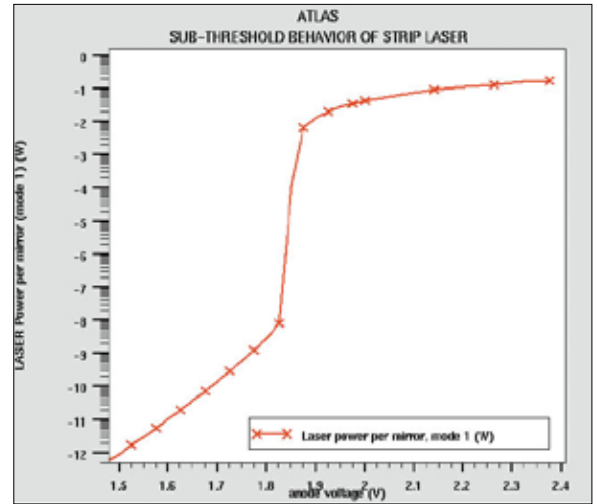
Laser를 GaAs/AlGaAs 레이저 다이오드에 적용하였습니다. 이 소자는 빛의 프로파일을 제한하기 위하여, 두 개의 n-AlGaAs 클래딩 레이어를 갖습니다. 1차 횡축 모드에서 빛의 프로파일을 나타냅니다.

# GaAs 레이저 다이오드

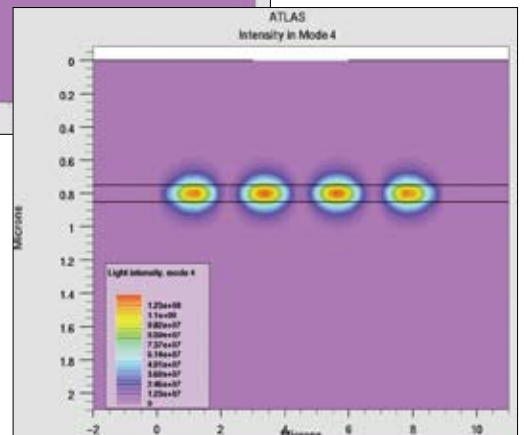
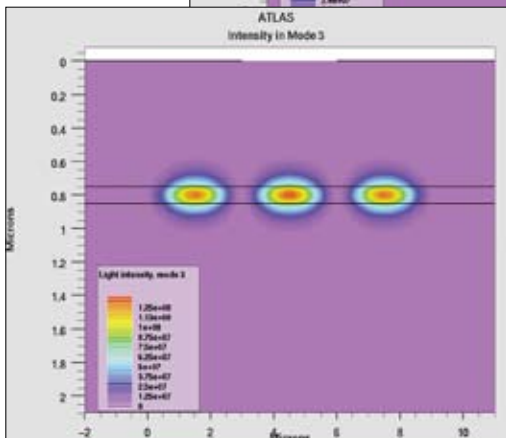
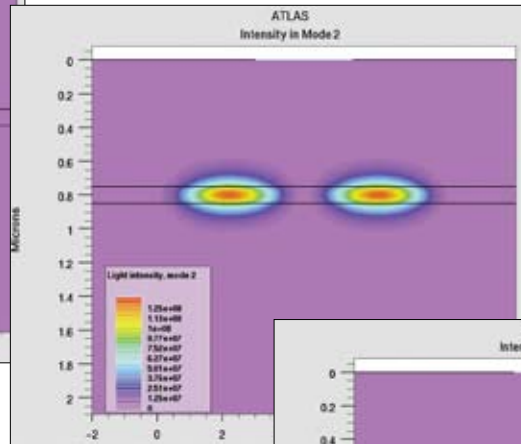
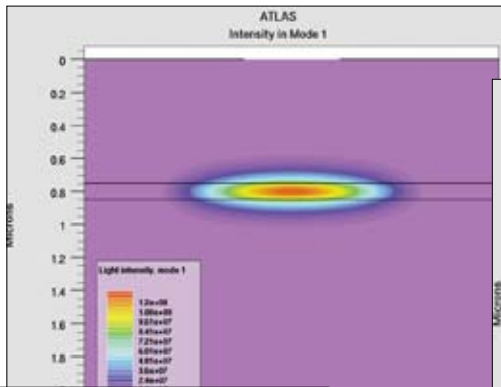
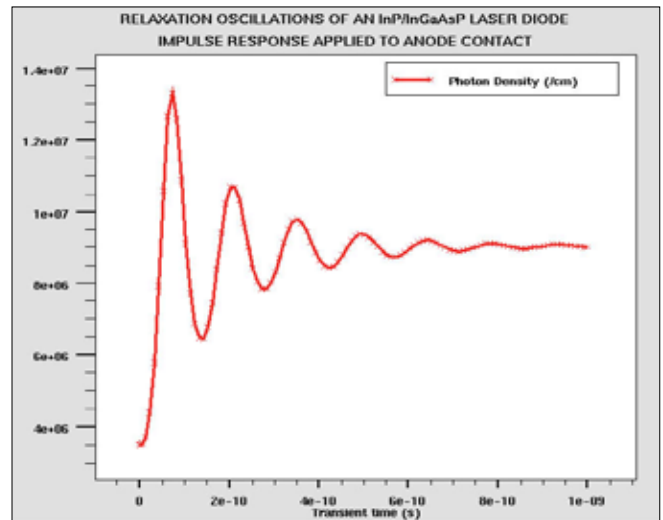


스트립 레이저로부터 광도가 두 점으로 표현됩니다. 액티브 레이어의 spatial hole burning 때문에, 근거리계 패턴이 왜곡되었습니다.

Laser는 일관된 방정식의 조합에 광자 방정식을 통합하였습니다. 과도 시뮬레이션을 미리 형성하여 보다 복잡한 움직임을 정확하게 재생할 수 있게 합니다. 이 그림은 양극 전압에 대해 저전압 섭동(perturbation)의 결과를 나타냅니다. 과도 시뮬레이션이 결과적인 진동을 표현합니다. 이것은 일반적으로 이완 진동(relaxation oscillation)이라고 합니다.

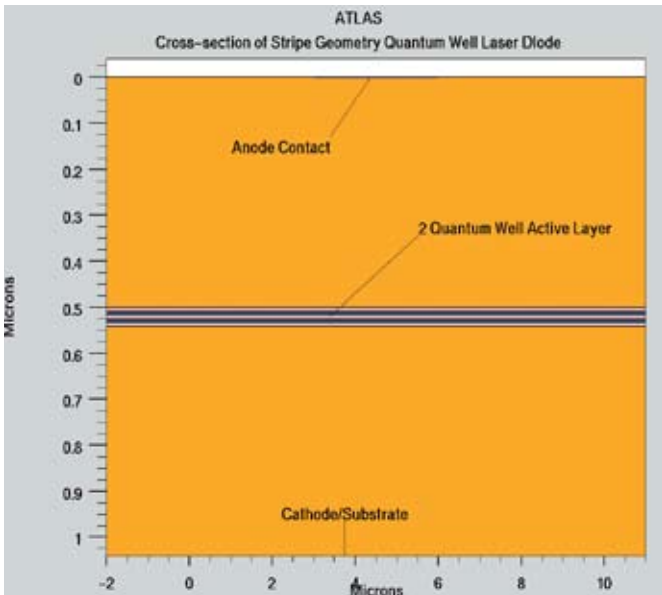


전압 스위에 대한 레이저 응답이 스트립 레이저의 임계 특성과 임계 이하 특성을 나타냅니다.

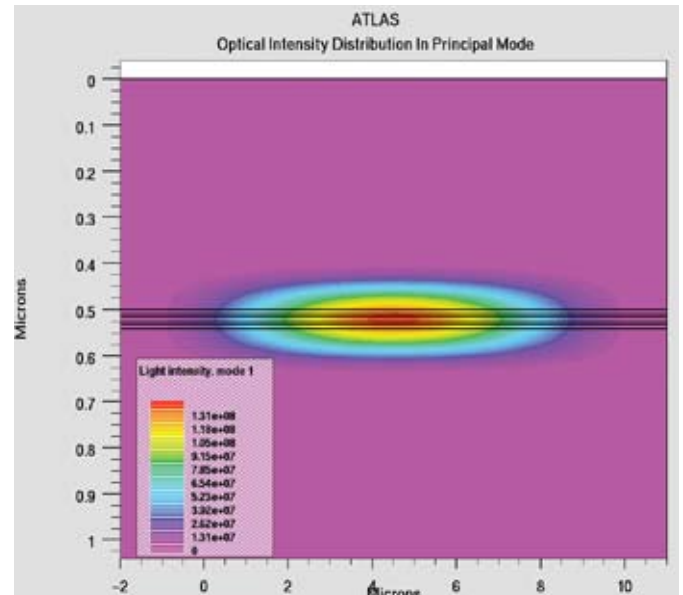


Laser는 다중 횡축 광학 모드를 시뮬레이션할 수 있습니다. 이 그림은 GaAs/AlGaAs 스트립 레이저에 대해 4가지의 초기 레이저 모드를 나타냅니다.

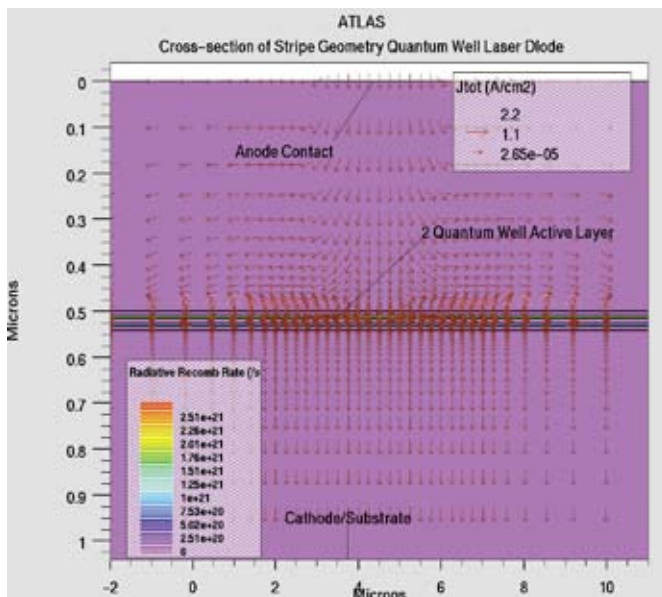
# 다중 양자 우물 레이저



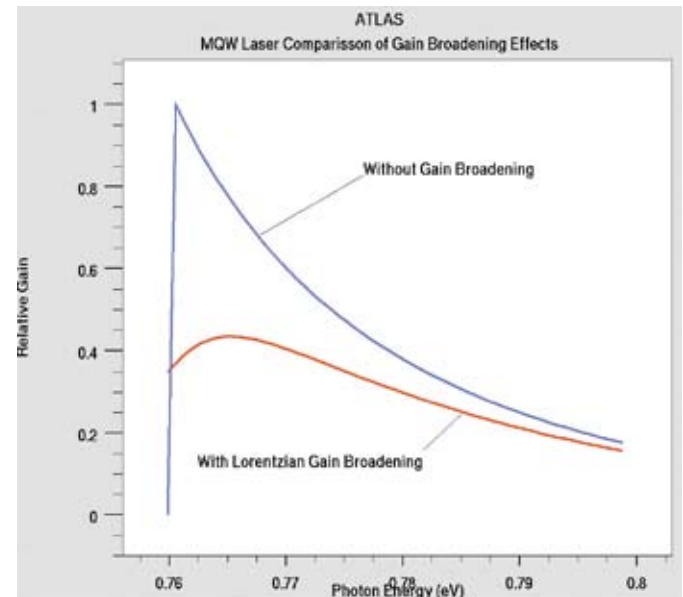
스트라이프 구조를 갖는 다중 양자 우물 레이저의 단면. 위 그림에서는 2개의 우물이 있습니다.



동작 바이어스에서 1차 광 모드의 광도 분포.



우물에서 방사성 재결합률에 대해 구분선을 갖는 전류 벡터의 오버레이.



위 그림에서 보여지듯이 Laser 모델은 이득 곡선에서 Lorentzian 선폭 증가 등의 효과를 포함합니다.

# SILVACO

(주)실바코 코리아

134-020

서울특별시 강동구 천호동 469-1

스타시티빌딩 5층

Phone: 02-447-5421

Fax: 02-447-5420

E-mail: krsales@silvaco.com

WWW.SILVACO.CO.KR

Rev. 013008\_03