

# 室温発振シングルモード量子カスケードレーザーの開発

## Single Mode RT-operation of Quantum Cascade Lasers

秋草直大、枝村忠孝、杉山厚志、瀧口義浩、菅博文  
*Natoa Akikusa, Tadataka Edamura, Atsushi Sugiyama,  
Yoshihiro Takiguchi and Hirofumi Kan*

浜松ホトニクス株式会社 中央研究所  
*Central Research Laboratory, HAMAMATSU PHOTONICS K.K*

### Abstract

We have succeeded a room temperature and single mode operation of newly designed Quantum Cascade Lasers(QCL). Such single mode QCL is the best candidate as a light source for infrared spectroscopy and sensing applications. Multi mode Fabry-Perot QCL showed a peak optical power of 200mW in pulse mode operation at room temperature, while CW operation was achieved up to 160k with an optical average power of 20mW. We mounted the QCL on a thermo-electric(TE) cooler that enables wavelength tuning by its temperature. We also developed QCL with a grating waveguide, i.e. distributed-feedback QCL(DFB-QCL) and achieved a single mode room temperature operation.

### 1、はじめに

量子カスケードレーザーは1994年に当時ベル研究所のF. Capassoらより開発された全く新しい概念を持つ赤外半導体レーザーである[1]。発振波長はおよそ4~11 $\mu\text{m}$ の間で設計することができ、活性層を多段に結合させた“カスケード”構造であるため高出力であることが特徴である。さらに通信波長帯半導体レーザーで広く使われているInGaAsなどの半導体材料が母材料であるために信頼性にも優れている。特筆すべきは、赤外の半導体レーザーで初めて実用に耐え得る室温連続発振を達成したことであり[2]、温度安定性に優れ、高速変調が可能、THz帯レーザーの実現など分光分析やレーザーセンシング用の光源のみならず、これまでの半導体レーザーの限界を打ち破る光源としても注目されている。

### 2、室温発振シングルモード量子カスケードレーザーの開発

室温で発振するシングルモード分布帰還型量子カスケードレーザー(DFB-QCL)を開発した。量子カスケードレーザーはInPを基板として分子線エピタキシ法(MBE)で成長を行う。活性層はInPに格子整合するInGaAs/InAlAs超格子で構成しトータルの層数は約500層にもおよぶ。通常のウエットプロセスにてファブリー・ペロー型のレーザー素子を作製し評価した。発振スペ

クトルはマルチモードであったが、パルス駆動でのピーク光出力は室温で 200mW を記録した。CW 駆動の最高動作温度は 160k に達し、液体窒素温度 (80k) での光出力は 300mW を達成した。ファブリー・ペロー型のパルス駆動における発振スペクトルを Fig. 1 に、CW 駆動における発振スペクトルを Fig. 2 に示す。センシングや分光分析分野では波長可変赤外レーザー光源を望む声が多い。量子カスケードレーザーは駆動温度を制御することで発振波長のチューニングが可能である。我々は量子カスケードレーザーを電子冷却(ペルチェ)素子上に搭載した波長可変なレーザー光源モジュールを開発中である。また、分光分析やセンシング応用にはシングルモード化は必須であり、発振スペクトルのシングルモード化に向けた検討も行っている。レーザー素子に回折格子を作りこんだ分布帰還型量子カスケード(DFB-QCL)を開発した。回折格子周期を  $1.2\mu\text{m}$  として発振波長  $7.8\mu\text{m}$  にて室温シングルモード動作(パルス駆動)を達成した。

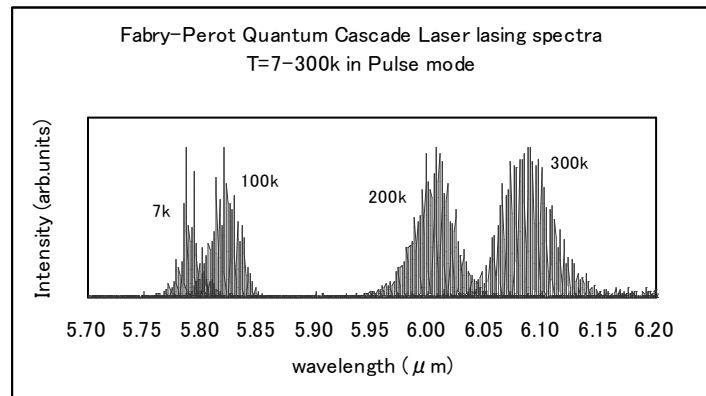


Fig.1 Fabry-Perot Quantum Cascade Laser lasing spectra, in pulse mode

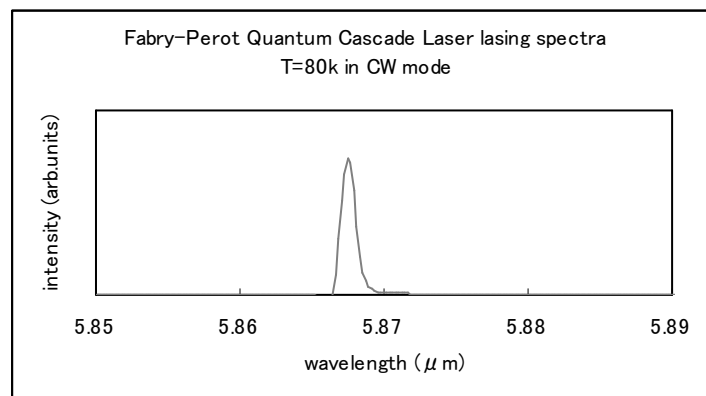


Fig.2 Fabry-Perot Quantum Cascade Laser lasing spectra, in CW mode

### 3、引用文献

- [1] J.Faist, F.Capasso, Science, Vol.264, No.22, 553 (1994)
- [2] J.S.Tu, S.Alivken, Appl.Phys.Lett., Vol.83, No.13, 2503 (2003)