

量子カスケード検出器の高速動作 (>10GHz)

High Speed Operation (> 10 GHz) of a Quantum Cascade Detector

浜松ホトニクス(株)中央研究所 [○]道垣内 龍男, 伊藤 昭生, 日高 正洋, 藤田 和上, 枝村 忠孝

Hamamatsu Photonics K. K. Central Research Laboratory

[○]Tatsuo Dougakiuchi, Akio Ito, Masahiro Hitaka, Kazuue Fujita, and Tadataka Edamura

E-mail: tatsuo.dogakiuchi@crl.hpk.co.jp

量子カスケード検出器 (Quantum Cascade Detector: QCD) はサブバンド間遷移における光吸収を利用した中赤外領域の光検出器であり, 外部からの電圧印加が不要であることからノイズ特性に優れ, これまでに室温動作が達成されている[1]. サブバンド間吸収によって基底準位から励起準位へと励起された電子は形成された結合量子井戸構造において共鳴トンネル効果によって隣接する電子輸送領域へと運ばれ, 即座に縦光学フォノン散乱により低エネルギー準位へと緩和される. その後, 階段状に設けられた量子準位間をサブバンド間の様々な散乱過程を介しながら実質的に一方向に電子輸送されることにより, 電圧印加なしで電流として取り出すことが可能となる. これら単位周期に対するサブバンド間電子輸送過程はおよそ十数ピコ秒と見積もられることから, QCD は極めて高速な光応答が可能である. 本発表では QCD の高速動作について報告する.

波長 $4.6\mu\text{m}$ の分布帰還型量子カスケードレーザ (Quantum Cascade Laser: QCL) を 2 台用意し, ヘテロダイン干渉によって生じさせたビート信号を直接 QCD で検出することで応答速度の評価を行った. QCD は QCL の発振波長と同様に $4.6\mu\text{m}$ 帯に感度を有しており, SMA に直結させた非冷却のパッケージにマウントした. 一方の QCL の波長を固定しておき, 電流注入による自己発熱によってもう一方の QCL の波長をわずかにシフトさせる ($\sim 1\text{ cm}^{-1}$) ことでビート周波数を変化させながら QCD の周波数応答を調べた. QCD で得られた信号はスペクトラムアナライザを用いて取得し, Fig.2 に示すように 10GHz を超えるビート信号を確認した.

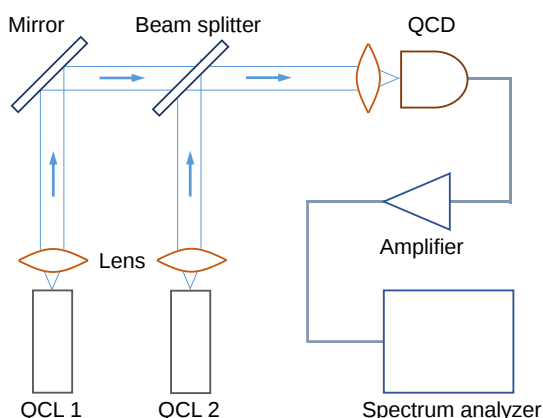


Fig.1. Schematic drawing of the setup

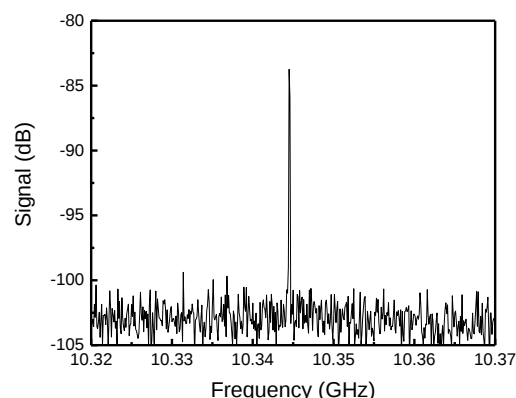


Fig. 2. Beat signal of 10.3 GHz

[1] T. Dougakiuchi et al., Appl. Phys. Lett, **109**, 261107 (2016).