

広帯域波長掃引パルス量子カスケードレーザの開発

Development of broadly wavelength swept pulsed QCL

ユーザー氏名：杉山厚志, 大河原悟 / Atsushi Sugiyama, Satoru Okawara
(浜松ホトニクス株式会社 / Hamamatsu Photonics K.K.)

実施機関担当者：戸津健太郎, 森山雅昭, 江刺正喜 / Kentaro Totsu, Masaaki Moriyama, Masayoshi Esashi
(東北大学 / Tohoku University)

▶ Key words

MEMS gratings, Quantum Cascade Lasers (QCLs)

概要 / Overview

高感度のガスセンシングや生体計測を実現するため、外部共振器構造を採用した小形の広帯域波長掃引パルス量子カスケードレーザを開発し製品化した。ナノテクノロジープラットフォームにおいては広帯域波長掃引を実現するため、SOIウェハを用いた電磁駆動形MEMSグレーティングを試作した。ブレード形状のグレーティング径は5 mmφの大面積で、高速かつ大きな機械傾斜角を実現した。共振周波数はおおよそ1800 Hz、最大機械傾斜全角は9 degを達成した。開発した波長掃引QCLを用いて、非侵襲血糖値計測実験およびメタンの吸収計測に成功した。

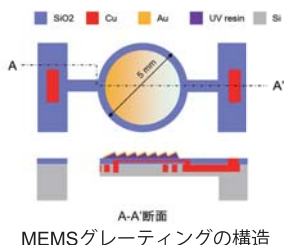
The MEMS grating, with a mirror diameter of 5 mm, is fabricated for broadly wavelength swept quantum cascade lasers to realize high sensitive gas sensing and biosensing. It consists of a Cu damascene coil for the magnetic actuator and a nano-imprinted braze grating. A resonant frequency reaches approximately 1800 Hz. Despite a large mirror, a mechanical scanning angle of 9 deg is measured. Using a MEMS grating, absorption spectroscopies of blood glucose and CH₄ are demonstrated with an external-cavity quantum cascade laser.

MEMSグレーティングの開発

Development of MEMS grating

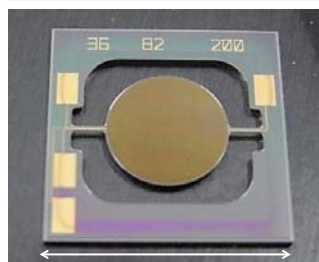
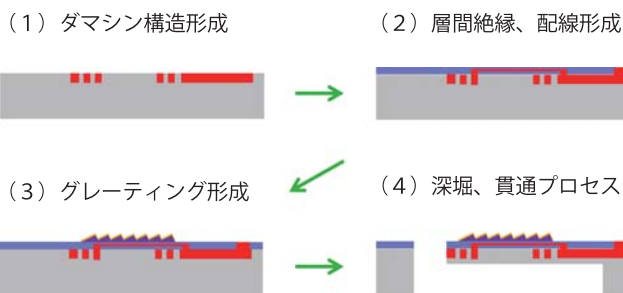
- 駆動コイルとグレーティングを同一面上に形成することでミラーを薄くすることができ、5 mmφの比較的大きなミラー径にもかかわらず、高い共振周波数と大きな機械傾斜角を両立した。

- 電磁アクチュエータ (1軸走査)
- Cuダマシニコイル上にグレーティング
- グレーティング径: 5 mm
- ナノインプリント法によるブレードグレーティング
- 最大機械傾斜全角: 8.7 度
- 共振周波数: 1795 Hz



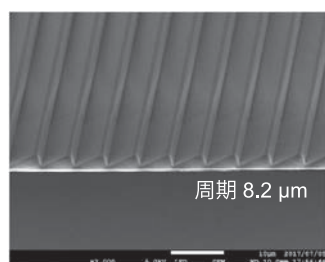
MEMSグレーティングの構造

プロセス工程



□10 mm

MEMSグレーティング素子外観



周期 8.2 μm

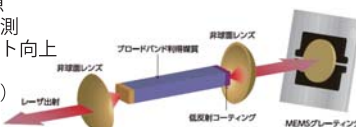
ナノインプリントグレーティングSEM像

波長掃引パルス量子カスケードレーザ

Wavelength swept quantum cascade laser

- MEMSグレーティングと広帯域波長共振型の量子カスケードレーザを用いてリトロー型外部共振器を構成し、1.8 kHzのスピードで200cm⁻¹以上の波長範囲を掃引可能な、波長掃引パルス量子カスケードレーザを開発した。

- FTIRに代わる新しい赤外分光光源
- ビーム指向性による遠隔・非接触計測
- 高速スキャンによる分析スループット向上
- 複数成分、複数吸収線の一括検出
- グルコース計測 (血糖値、食品糖度)



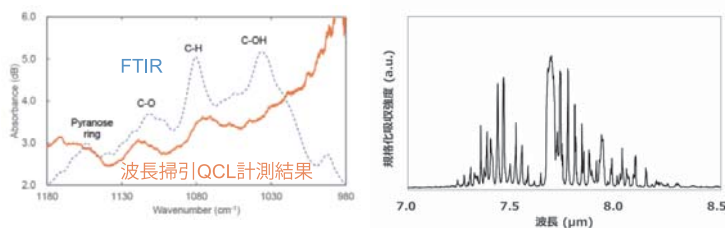
型名 L14890-09 の外観と製品仕様

項目	仕様値 (typ.)
中心波長	9.3 μm
波長掃引幅	200 cm ⁻¹ (8.3~10.3 μm)
光パルス出力	400 mW
発振線幅	1.5 cm ⁻¹
スキャンレート	1.8 kHz

分光計測応用

Absorption spectroscopy

- MEMSグレーティングを搭載した波長掃引パルス量子カスケードレーザを用いて、生体中の血糖値計測およびメタンガスの吸収分光計測を試みた。血糖値計測では実用上有効な吸収ピークの検出に成功し、非侵襲血糖値計測への可能性を示した。メタンガス計測結果から波長分解能10 nm程度であることが分かった。



血糖値の生体計測例

メタンガスの吸収分光計測例

(提供) 東北大学医学工学研究科 医用光工学分野松浦・片桐研究室

▶ Contact

杉山厚志 (浜松ホトニクス株式会社) / 戸津健太郎 (東北大学)