

NEWS RELEASE

世界初、周波数可変範囲 0.42~2THz の量子カスケードレーザモジュールを実現
品質評価、非破壊検査、将来の超高速無線通信への応用展開に期待

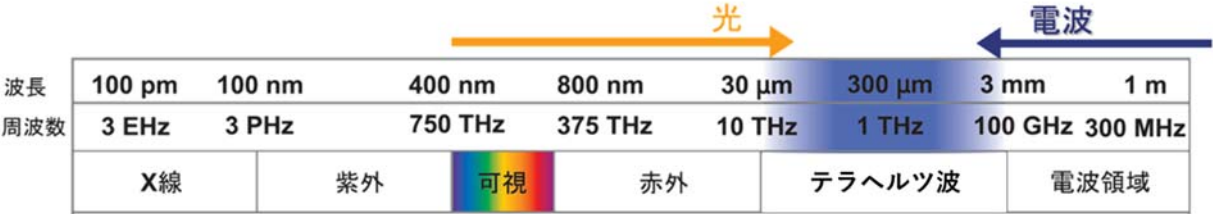
2022年3月2日
浜松ホトニクス株式会社
本社：浜松市中区砂山町 325-6
代表取締役社長：晝馬 明(ひるま あきら)

当社は、テラヘルツ波（※1）の発生原理を解析し量子カスケードレーザ（以下 QCL : Quantum Cascade Laser ※2）の出力を高めるとともに、独自の光学設計技術により高効率の外部共振器（※3）を構成することで、0.42~2 テラヘルツ（以下 THz、T は 1 兆）の範囲で任意の周波数のテラヘルツ波を発生する QCL モジュールを世界で初めて実現しました。

本研究成果により、一つのモジュールで周波数を切り替えて狭帯域のテラヘルツ波を発生することが可能となります。これを応用することで、テラヘルツ波を吸収する成分を含む薬剤、食品、半導体材料の品質評価や非破壊検査、高分子材料の識別などの精度を高めることができます。また、テラヘルツ波を利用する将来の超高速無線通信の実現に向けた革新的キーデバイスとしての応用が期待されます。

本研究成果は、Optica Publishing Group が発行する学術誌「Photonics Research (フォトンクス リサーチ)」の電子版に 2 月 22 日 (火) 付けで掲載されました。なお、本研究の一部は総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)」の委託 (受付番号 JP195006001) を受けたものです。

- ※1 テラヘルツ波：周波数が 1THz 前後の電磁波で、電波と光の中間的特性を持つ。
- ※2 QCL：発光層に特殊な構造を用いることで、従来のレーザと異なり、中赤外から遠赤外の波長領域において高い出力を得ることができる半導体光源。
- ※3 外部共振器：半導体レーザの外部に回折格子を配置し共振器を構成する仕組み。



テラヘルツ波

< 研究の背景 >

試料に含まれる成分ごとに、吸収されやすいテラヘルツ波の周波数が異なるため、この性質を利用した試料の品質評価、非破壊分析への応用が期待されています。また、テラヘルツ

波は高速通信規格「5G」で使用される周波数帯よりもさらに周波数が高いことから、次世代の通信規格である「6G」の実現に向けた応用が期待されています。

当社は2018年、独自の量子構造設計技術により、結合二重上位準位構造 (AnticrossDAU™) を採用した「テラヘルツ非線形QCL」を開発しました。このテラヘルツ非線形QCLにより、試料に含まれる成分に合わせ、テラヘルツ波の周波数を切り替えて照射し、吸収率を調べることで分析の精度を高めることができますが、現在、一つのモジュールで周波数の切り替えができる半導体レーザ光源は実用化されていません。このため当社は、周波数可変のQCLモジュールの研究開発を進めてきました。

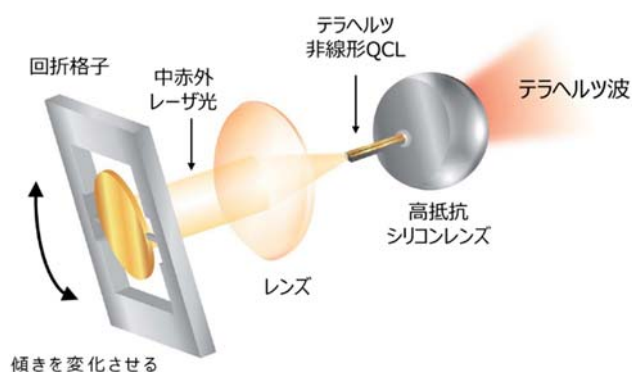
<研究成果の概要>

本研究では、QCL のテラヘルツ波の発生原理を解析するとともに、長年培ってきた結晶成長技術や半導体プロセス技術を応用し内部構造を最適化しました。また、QCL の内部をテラヘルツ波が伝搬する原理を解析し、端面と高抵抗シリコンレンズの接合によりテラヘルツ波の発生効率を向上できることを見だし、出力を従来の5倍以上まで高めました。今回、独自の光学設計技術によりこのQCLと適切な回折格子(※4)を組み合わせ高効率の外部共振器を構成し、回折格子を電氣的に制御し傾きを変化させることで、0.42THz~2THzの範囲で任意の周波数で狭帯域のテラヘルツ波を発生するQCLモジュールを世界で初めて実現しました。

本研究成果により、試料に含まれる成分によって吸収されやすい周波数が異なる場合、一つのモジュールで周波数を切り替えて狭帯域のテラヘルツ波を照射し、それぞれの成分による吸収率を調べることで、薬剤や食品、半導体材料の品質評価、非破壊検査の正確性を向上できます。また、素材の識別が難しかったプラスチックなどの高分子材料の識別への応用も見込まれます。将来的には、QCLの放熱構造を工夫し、テラヘルツ波を安定して連続動作させることで、テラヘルツ波で宇宙空間を観測する電波天文学などへの応用や、データの伝送速度が毎秒数百ギガビットとなる超高速で大容量の短距離間無線通信への展開が期待されます。

今後、独自の微小電気機械システム(MEMS)技術により、QCLモジュールを指先サイズまで小型化していきます。

※4回折格子：波長ごとに光が回折する角度が異なることを利用して、波長の異なる光を分別する光学素子。



テラヘルツ非線形QCLから放射される中赤外レーザー光を回折格子で反射する。このとき、回折格子を電氣的に制御し傾きを変化させることで、テラヘルツ波の周波数を切り替えることができる。

周波数を切り替える仕組み

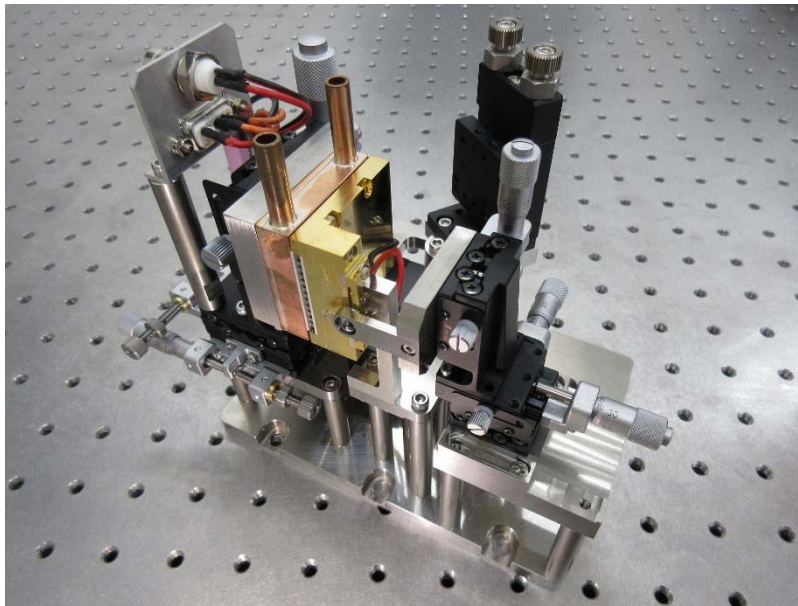
＜主な研究成果＞

1. 従来のテラヘルツ非線形 QCL を 5 倍以上まで高出力化

テラヘルツ非線形 QCL の内部をテラヘルツ波が伝搬する原理を解析し、端面と高抵抗シリコンレンズの接合によりテラヘルツ波の発生効率を向上できることを見いだしました。また、長年培ってきた結晶成長技術や半導体プロセス技術を応用し内部構造を最適化することで、周波数 1THz 帯において、従来の非線形 QCL と比べピーク出力を 5 倍以上となるサブミリワットレベルまで高めました。

2. 世界初、周波数可変範囲 0.42~2THz の QCL モジュール

テラヘルツ非線形 QCL の端面に形成する反射防止膜の材料を工夫するとともに、独自の光学設計技術により適切な回折格子を QCL の外部に配置し共振器を構成し、傾きを電氣的に制御することで、室温動作の QCL では最も周波数が低い 0.42~2THz の範囲で任意の周波数のテラヘルツ波を発生する QCL モジュールを世界で初めて実現しました。また、周波数を高速に変化させることも可能です。



QCL モジュールの外観

報道関係者には、写真をデータで提供しますので、広報室までお申し付けください。

この件に関するお問い合わせ先

- 報道関係の方 浜松ホトニクス株式会社 広報室 野末 迪隆
〒430-8587 浜松市中区砂山町 325-6 日本生命浜松駅前ビル
TEL053-452-2141 FAX053-456-7888 E-mail: nozue-m@hq.hpkk.co.jp
時間外は、携帯電話 080-8262-0374 へお願いします
- 一般の方 浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 藤田 和上
〒434-8601 浜松市浜北区平口 5000
TEL053-586-7111 FAX053-586-6180 E-mail: kfujita@crl.hpkk.co.jp