

NEWS RELEASE

世界初、室温でテラヘルツ波を発生
小型半導体光源「テラヘルツ差周波量子カスケードレーザ」の開発に成功
極めて広い波長帯域を持つ当社独自の発光層構造を採用

2018年10月29日
浜松ホトニクス株式会社

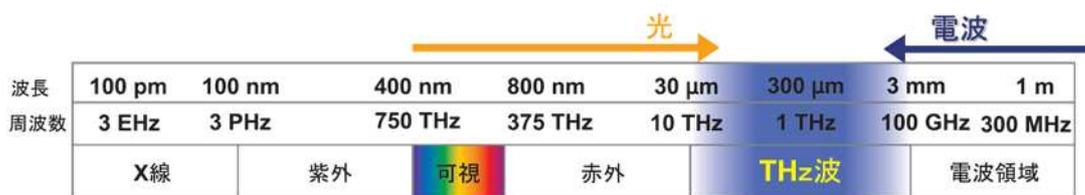
本社：浜松市中区砂山町 325-6
代表取締役社長：晝馬 明(ひるま あきら)

当社は、中赤外領域の量子カスケードレーザ（以下 QCL：Quantum Cascade Laser）の開発で長年培ってきた量子構造設計技術による独自の結合二重上位準位構造（AnticrossDAU™）を採用し、一つの半導体チップから室温でテラヘルツ波を発生する小型半導体光源「テラヘルツ差周波量子カスケードレーザ」の開発に世界で初めて成功しました。学術研究用イメージングや、薬剤をはじめとした有機物の分光分析への応用が期待されます。

なお、本開発品は、11月1日（木）から3日間、アクティシティ浜松（浜松市中区）で5年ぶりに開催される、浜松ホトニクス総合展示会「フotonフェア 2018」に出展します。

*量子カスケードレーザ（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可能な半導体光源

*テラヘルツ（THz）波：THzは周波数の単位で、10の12乗（1兆）Hz。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。波長は300マイクロメートル（ μm ）前後で遠赤外線領域



テラヘルツ波

< 開発品の概要 >

当開発品は、室温で周波数1～5THzのテラヘルツ波を発生する小型半導体光源です。当社がQCLの開発で長年培ってきた量子構造設計技術を用いて開発した、従来構造とは本質的に発光プロセスの異なる当社独自の結合二重上位準位構造を採用するとともに、2波長の赤外光を発生させるために結晶内部に回折格子を作製しました。また、半導体チップ内部へのテラヘルツ波吸収を低減するため導波路構造を工夫し出力効率を高めました。この結果、一つの半導体チップから2波長の中赤外光を発生させ、その周波数差を利用することで効率良くテラヘルツ波に波長変換させることに成功しました。また、現在市販されているテラヘルツ波QCLは、レーザ発振させるため半導体素子を冷凍機で冷却する必要があります

ますが、当開発品は容易に室温での動作が可能な中赤外領域の QCL から波長変換する手法を用いることで、世界で初めて室温で稼働するテラヘルツ波 QCL を実現しました。冷凍機が不要なことから、市販製品に比べ体積を約 2000 分の 1、重量を約 500 分の 1 と、世界最小サイズとしました。

室温動作テラヘルツ波光源としては共鳴トンネルダイオード等、さまざまな小型半導体光源が市販されていますが、その発振周波数は 1THz 以下のサブテラヘルツ領域にとどまっています。それに対し、本開発品は 1THz よりも高い周波数帯のテラヘルツ波を安定的に出力することが可能です。

これにより、これまでのサブテラヘルツ光源を用いた場合に比べて分解能を飛躍的に高めることが可能となることから、文化財の内部観察などの学術研究用高分解能イメージングへの応用が期待されるとともに、1THz 以上の高い周波数帯に対して吸収を示す薬剤、爆発物などの分光分析への応用が期待されます。また、現在市場におけるテラヘルツ帯の室温動作可能な検出器は種類が限られており、その応答速度は極めて遅く、感度も低いことから、本開発品を参照光として利用することでより性能の高いテラヘルツ波検出器の開発が進むことが期待されます。

今後は、製品化を進める一方、デバイス構造を最適化することでテラヘルツ波の取り出し効率を高め、より高出力化するとともに、結合二重上位準位構造の工夫により出力可能な周波数領域を拡大していきます。また、さまざまなテラヘルツ応用分野に向けて研究開発を進めるとともに、ポータブルなテラヘルツイメージングシステムの実現につなげていきます。

< 主な特長 >

1 . 当社独自の発光層構造により世界で初めて室温動作を実現

極めて広い波長帯域を持つ、従来構造とは本質的に発光原理の異なる当社独自の結合二重上位準位構造を採用するとともに結晶内部に回折格子を作成することで、一つの半導体チップから発生する波長の異なる二つの中赤外光を発振させ、同一チップ内部で波長を変換する非線形光学効果によりテラヘルツ波に波長変換します。波長変換プロセスでは、結合二重上位準位構造により複数の量子準位が共鳴することで、きわめて高い変換効率を実現しました。また、導波路構造を工夫し、半導体チップ内部へのテラヘルツ波吸収を低減しています。さらに、中赤外領域の QCL から波長変換する手法を利用するため冷却が不要で、世界で初めて室温動作が可能になりました。

* 非線形光学効果：入射した 2 つの光の周波数の差の周波数の光が発生する現象

* 量子準位：原子スケールのミクロの世界は、日常の世界とは異なり、電子は自由なエネルギー状態をとることができず、離散的に飛び飛びのエネルギー状態だけを取ることができる。これを量子準位と呼ぶ。

2 . 世界最小のテラヘルツ波 QCL

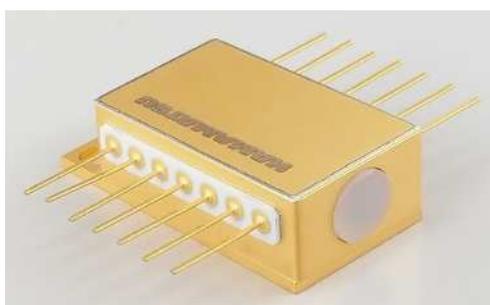
室温動作であるため、市販テラヘルツ波 QCL のように液体窒素温度 (- 196°C) 以下に冷却するための冷凍機が不要なことから、市販製品に比べ体積を 2000 分の 1、重量を 500 分の 1 と、世界最小サイズのテラヘルツ波 QCL を実現しました。

< 開発の背景 >

光と電波両方の特性を兼ね備えているテラヘルツ波は、物体内部の透過像の取得や分子相互作用の検出が可能のため、セキュリティ分野や分光分析分野などへの応用に大きな期待が寄せられています。しかし、冷凍機が必要な従来のテラヘルツ波 QCL はサイズが大きく高価であったため研究室などでの使用に限られ、その応用展開や製品化が進んでいませんでした。このため、室温で安定的にテラヘルツ波を発生する小型半導体光源の開発が大きな課題となっていました。

主な仕様

項目		単位
中心周波数	2 ~ 3	THz
動作温度	-20 ~ 30	°C
ピーク光出力	100	μW
外形寸法 (W×D×H)	30.7×25.4×7.8	mm
重量	10	g



テラヘルツ差周波量子カスケードレーザ

報道関係者には、写真をデータで提供しますので、下記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 野澤 利行
〒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: tnozawa@hq.hpkk.co.jp
時間外は、携帯電話 090-7695-1616 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