

NEWS RELEASE

テラヘルツ波の発生原理を解析
世界最長、単一素子の半導体レーザーで波長 450 μm を実現
テラヘルツ波の実用化に期待

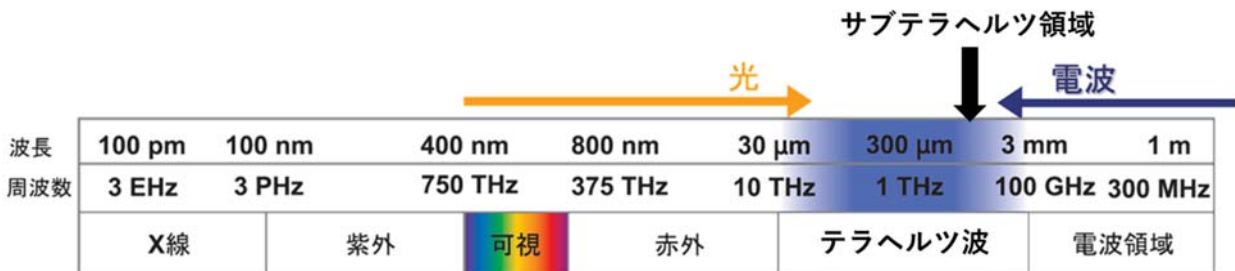
2019年11月7日
浜松ホトニクス株式会社
本社：浜松市中区砂山町 325-6
代表取締役社長：晝馬 明(ひるま あきら)

当社は、テラヘルツ波の発生原理の解析結果に基づき内部構造を工夫することで、テラヘルツ波を出力する従来の半導体レーザーを長波長化し、室温かつ単一で動作する半導体レーザーでは世界最長となる波長 450 マイクロメートル（以下 μm 、 μ は 100 万分の 1）とサブテラヘルツ領域のテラヘルツ波の出力に成功しました。本研究成果は、サブテラヘルツ領域の電磁波を吸収する成分を含む薬剤、食品などの品質検査や非破壊検査、電波天文学、短距離での高速大容量通信などへの応用が期待されます。

本研究成果は、欧州の科学雑誌「Nanophotonics（ナノフォトニクス）」の電子版に 11 月 2 日（土）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 195006001）を受けたものです。

<テラヘルツ波について>

テラヘルツ（以下 THz、T は 1 兆）は、周波数の単位です。テラヘルツ波とは、周波数 1THz に相当する波長 300 μm 前後の電磁波で、短波長側は遠赤外光、長波長側はミリ波と重なります。光と電波の中間的特性を持っており、300 μm よりも長波長で周波数 1THz 以下の帯域はサブテラヘルツ領域とも呼びます。通信や分析、産業、学術などのさまざまな分野への展開が期待されており、世界中でテラヘルツ波の受発光素子の研究開発が行われています。特に、サブテラヘルツ領域は光デバイスと電子デバイスの両方から開発が進められてきましたが、素子の高性能化、小型化が難しいためほかの波長の光と比べ応用が進んでいませんでした。



テラヘルツ波とサブテラヘルツ領域

＜研究成果の概要＞

当社は昨年、独自の結合二重上位準位構造（AnticrossDAUTM）を採用した「テラヘルツ非線形量子カスケードレーザ（以下 QCL：Quantum Cascade Laser ※1）」を開発しました。これは、一つの半導体素子から 6～11 μm の範囲で波長の異なる二つの中赤外光を出力し、素子内部での非線形光学効果（※2）により最長 150 μm のテラヘルツ波を発生する、室温かつ単一での動作が可能な小型半導体レーザです。より長い波長のサブテラヘルツ領域の電磁波を発生させるには、二つの中赤外光を長波長化する必要がありますが、素子内部で吸収されやすくなるため出力は困難でした。

本研究では、テラヘルツ非線形 QCL の波長変換の原理を詳細に解析することで、これまで非線形光学効果を説明することは難しいとされていた理論が適用できることを見いだしました。この理論を非線形光学効果による波長変換機構の設計に適用し、結合二重上位準位構造を最適化することで、素子内部での光の吸収を抑えることが可能となり、2 波長の中赤外光を 13～14 μm まで長波長化するとともに波長変換効率を高めました。この結果、従来の半導体レーザを長波長化し、室温かつ単一で動作する半導体レーザでは世界最長でサブテラヘルツ領域となる波長 450 μm のテラヘルツ波の出力に成功しました。

本研究成果は、サブテラヘルツ領域の電磁波を吸収しやすい成分の含有度の違いで薬剤や食品を識別する品質検査、非破壊検査への応用が期待されます。また、可視光や赤外光では見ることのできない宇宙空間の塵やガスを観察し、星の誕生や形成の過程を研究する電波天文学への応用も期待されます。さらに、一般的に通信で利用されている電波よりも波長が短く、ある程度は大気中を伝わるため、家屋や事務所、データセンター内などでの短距離の高速大容量通信への応用が見込まれます。加えて、本研究では室温で 130 μm 、210 μm および 270 μm の波長でもテラヘルツ波の出力に成功しています。世の中ではこれまで、半導体レーザを冷凍機でマイナス 200 $^{\circ}\text{C}$ 以下の極低温まで冷却することで最長 250 μm 付近まで長波長化していましたが、本研究成果を応用することで、室温かつ単一で動作しテラヘルツ領域の大半をカバーする半導体レーザの開発にもつながります。

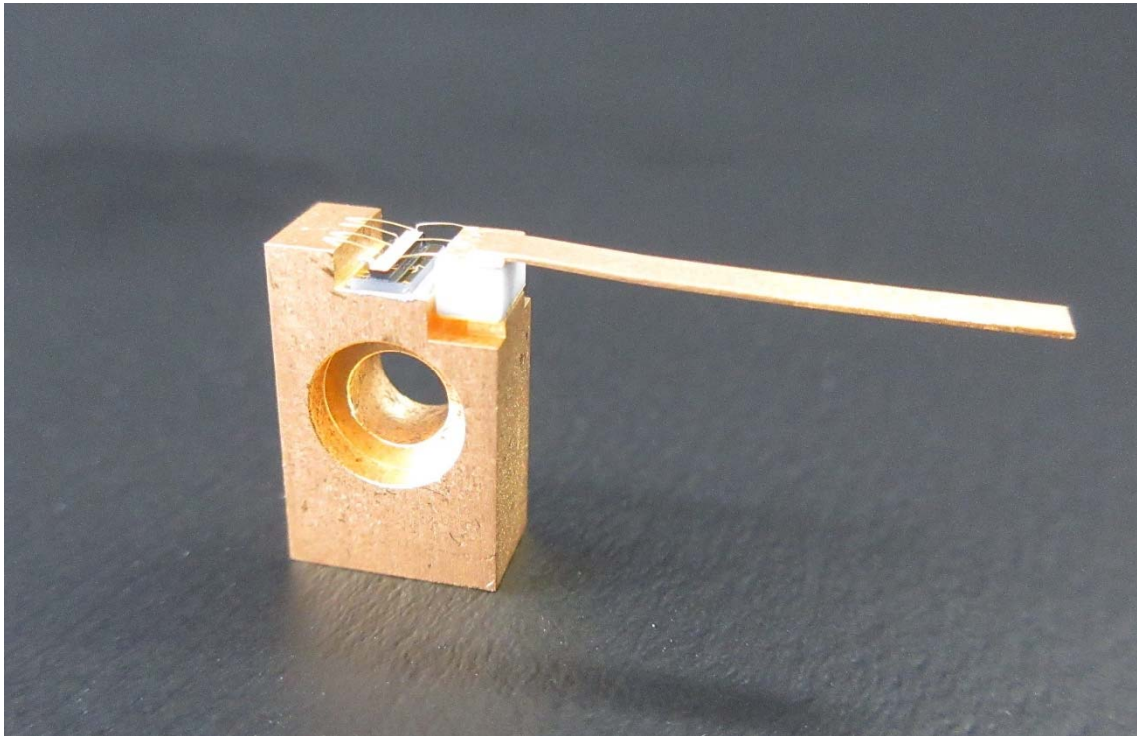
今後、素子内部の構造設計や半導体基板の構造・材料をさらに工夫することでテラヘルツ波の取り出し効率を高め、高出力化を進めていきます。また、放熱機構を採用することで、一定の強さの光を連続して出力する CW（Continuous Wave）動作の実現を目指します。

※1 量子カスケードレーザ：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

※2 非線形光学効果：入射した 2 つの光の波長の差となる波長の光が発生する現象

＜研究の背景＞

光と電波の境界領域であるテラヘルツ領域の電磁波は、光の直進性と電波の透過性を兼ね備えており、分光分析や非破壊検査、高速大容量通信などへの応用が期待されています。例えば、テラヘルツ波は結晶の構造や生体高分子の振動と共鳴して光が吸収されるため、含まれる成分の透過率の差を利用し、薬剤や食品の透過画像を得ることが可能です。テラヘルツ波はこれまで、半導体レーザや固体レーザなどの光デバイスと、ダイオードやトランジスタなどの電子デバイスの両方から研究が進められてきましたが、小型で室温動作が可能な可搬型のテラヘルツ波受発光素子の実用化が難しく応用が進んでいませんでした。特に、サブテラヘルツ領域や波長 300 μm 付近のテラヘルツ波を発生する小型で高性能な光源は実現しておらず、その開発が求められていました。



波長 450 μ m のテラヘルツ波を出力するテラヘルツ非線形 QCL

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.hpj.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.hpj.co.jp