

C-3-19

テラヘルツ波が拓く計測分析技術とその光源

Novel measurement techniques using Terahertz waves and its source

竹家 啓^{*1} トリパティ サロジ^{*2,3} 川瀬 晃道^{*1,2,3}
 Kei Takeya Saroj R. Tripathi Kodo Kawase

^{*1} 名古屋大学大学院工学研究科 ^{*2} 名古屋大学エコトピア科学研究所 ^{*3} 理化学研究所
 Graduate School of Engineering, Nagoya University EcoTopia Science Institute, Nagoya University RIKEN

1. はじめに

光波と電波の中間に存在するテラヘルツ波帯はこれまで未開拓の電磁波領域と呼ばれ、応用利用の難しい電磁波であった。しかし近年の技術革新により効率的なテラヘルツ光源が開発されており、様々な分野において産業応用の実現化の研究が進められている。テラヘルツ波は電波、光波の中間に存在することから電波のように紙、繊維、ビニール、プラスチックなどを透過する性質を持ち、光波のように取り回しに便利という特徴を併せ持つ。またエネルギー的には分子の回転モードや巨大分子の内部振動に相当する。さらに人体に安全であり、その適度な透過性から非破壊、非侵襲の検査手段としても注目を集めている。また光波としての取り回しやすさからイメージング分野においてもその期待は大きい。

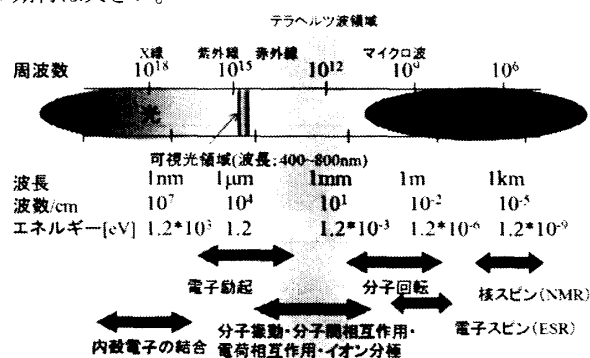


図1. 各電磁波の特徴とテラヘルツ波領域

現在テラヘルツ応用利用が検討されている分野は多岐にわたる。その一例を挙げると、薄膜検査、コーティング・塗装検査、液体小袋包装の欠陥検査、郵便物中の麻薬検査、空港やビルのゲートにおける爆弾・危険物検査、プラスチックやセラミックス製品の内部欠陥検査、LSI 故障診断、フィルタの汚れ検査、凍結路面計測、医薬錠剤の品質検査、包装薬の誤成分チェック、薬品工場での異種錠剤混入検査、農産物検査、バイオチップのラベルフリー診断、肌診断、ヒトの発汗、血圧、緊張などのリモートセンシング、等々幅広い分野にわたる。

このような応用利用を実現するためには光源の高強度化、高効率化、低雑音化、小型化は必須である。より高性能な光源は測定精度、測定限界を伸ばし、さらなる応用利用の場をもたらす。最近、非線形光学効果を用いたテラヘルツ光源が目覚ましい進化を遂げており、この光源は今後のテラヘルツ応用にとって重要な技術になると予想されている。

本講演では、テラヘルツ波の応用利用の現状について述べ、名古屋大学量子光情報グループにて行われている研究の一端を紹介する。

2. テラヘルツ波光源の進展

テラヘルツ波光源には多様なものがあるが、一つには非線形光学結晶を用いたものが広く知られている。非線形光学結晶にフェムト秒パルス光を照射することにより、結晶内に分極の歪みを生じさせテラヘルツ波を外部に発生させる。この手法は有効な発生方法であるが、結晶自体の吸収、変換効率向上が難しいことや位相不整合といった問題点もある。

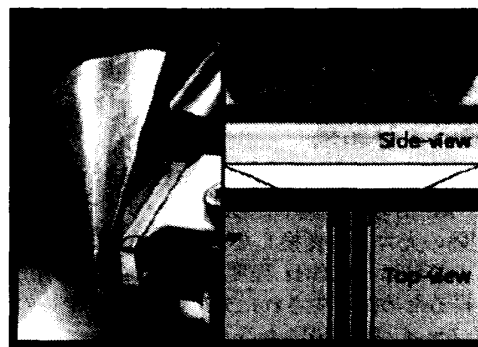


図2. プリズム結合非線形導波路結晶

上記の問題点を解決する新たな手法として、チェレンコフ放射+導波路型結晶によるテラヘルツ波発生法を検証している。チェレンコフ放射は光の衝撃波ともいうべき現象であり、特定の条件のもと、ある角度に光が強め合って放射される。さらにこの発生源に導波路型結晶を用いることで、結晶自体の吸収を抑え、変換効率を向上することが出来る。講演では非線形光学結晶を用いた他のテラヘルツ波光源の高効率化、高出力化についても報告する。

本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 産学共創基礎基盤研究プログラムの援助を受けて行われています。

参考文献

1. K. Kawase, Y. Ogawa, Y. Watanabe, H. Inoue, *Optics Express*, vol. 11, no. 20, pp. 2549-2554 (2003).
2. S. Fan, H. Takeuchi, T. Ouchi, K. Takeya, K. Kawase, *Optics Letters*, vol.38, issue 10, pp. 1654-1656 (2013)
3. K. Takeya, K. Suizu, H. Sai, T. Ouchi, K. Kawase. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, Vol. 19, No. 1, pp. 8500212, (2013)
4. S. R. Tripathi, K. Murate, H. Uchida, K. Takeya, K. Kawase, *Applied Physics Express*, in press (2013)