

新奇テラヘルツ光源とイメージング応用

川瀬晃道^{*1,2} 林伸一郎^{*2} 水津光司^{*1} 澁谷孝幸^{*1,2}

^{*1} 名古屋大学

^{*2} 理化学研究所

我々は、チェレンコフ位相整合による THz 波発生に関する研究を進めている^{1,2)}。チェレンコフ位相整合条件では、結晶中で THz 波は励起光に対して (1)式を満たす角度 θ の方向に発生する。

$$\cos\theta = \frac{\lambda_{THz}/n_{THz}}{2L_c} = \frac{\lambda_{THz}/n_{THz}}{\lambda_1\lambda_2/(n_1\lambda_2 - n_2\lambda_1)} \quad (1)$$

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_{THz}$ はそれぞれ励起光 1,2 及び THz 波の波長, L_c は励起光のコヒーレンス長, n_1, n_2, n_{THz} はそれぞれ結晶中における光波帯, THz 帯の屈折率である。THz 波発生角は結晶中の THz 帯屈折率に大きく依存するため、(1)式の右辺が >1 となる場合や、 θ が結晶界面での臨界角を超えてしまう場合は THz 波発生を行うことができない。

ここで、THz 帯において適切な屈折率を有するプリズムを結晶界面に配置することにより、効率的に THz 波の発生、取り出しを行うことが可能となることを見出した。プリズムの THz 帯屈折率を n_{clad} とすると、プリズム中における THz 波の発生角 ϕ はスネルの法則により、

$$\phi = \arccos\left(\frac{n_1\lambda_2 - n_2\lambda_1}{n_{clad}(\lambda_2 - \lambda_1)}\right) \quad (2)$$

となる。 n_1, n_2 は THz 発生を行う際にはほぼ一定の値をとるため、 ϕ はプリズムの屈折率 n_{clad} にのみ依存することがわかる。これは THz 波が結晶中でなくプリズムから直接放射されることと数式上等価であり、THz 帯において適切な屈折率を有するプリズムを選択することで、結晶の THz 帯屈折率を考慮することなく非線形媒質を選択することが可能であることを示している。

今回は、DAST 結晶を用いて、Si プリズムをカプラとすることで実際に THz 波発生が可能であるか実験を行った。DAST 結晶を用いた場合、励起光波長が $1.3 \mu\text{m}$ のとき(1)式の条件下では THz 波発生が不可能であるが、Si プリズムを配置することで(2)式の条件下で THz 波の発生が可能となる。

THz波励起光源として $1250\sim 1500 \text{ nm}$ の範囲で波長可変な二波長光を出力可能な KTP-OPO 光源を用いた。KTP-OPO から出力された励起光 λ_1, λ_2 を焦点距離 $f = 50 \text{ mm}$ のシリンドリカルレンズを

用いて集光し、 0.1 mm 厚 DAST 結晶の b 軸に沿って、偏波が a 軸と平行になるように入射して差周波混合による THz 波発生を行った。検出には 4 K 動作の Si-bolometer 検出器を用いた。Fig. 1 に観測された THz 波出力スペクトルを示す。 $\lambda_1 = 1300 \text{ nm}$ 励起においても、プリズム結合方式をとることで THz 帯の結晶屈折率に依らず THz 波発生が可能であることを確認した。また、 $\lambda_1 = 1300\text{-}1450 \text{ nm}$ の範囲で測定した場合でも、スペクトルに励起光波長依存性がほぼ無いことを確認した。本方式により、高い非線形光学係数を持ちつつも THz 波発生位相整合条件を満たすことが難しかった非線形媒質の適用が可能になり、より高性能な光源開発への展開が期待できると考えられる。なお、イメージング応用については、添付論文を参照されたい³⁾。

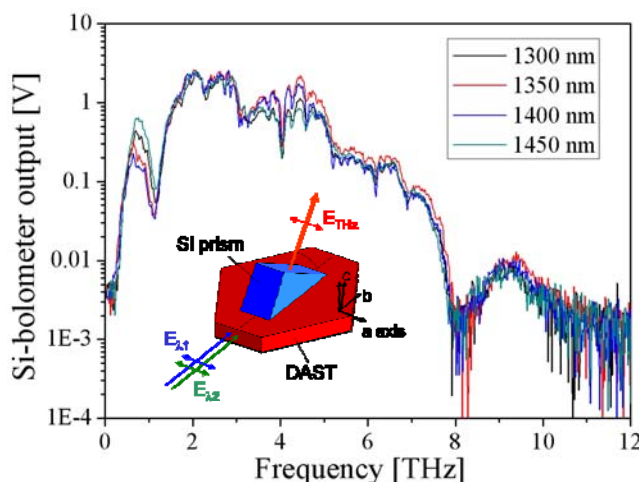


Fig.1 Prism-coupled Cherenkov phase-matched terahertz wave generation using a DAST crystal

謝辞：アークレイ(株)の内田裕久氏（社会人博士課程）に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) K. Suizu, K. Koketsu, T. Shibuya, T. Tsutsui, T. Akiba, and K. Kawase, Optics Express, vol.17, no. 8, pp. 6676-6681 (2009).
- 2) K. Suizu, T. Shibuya, H. Uchida, and K. Kawase, Optics Express, vol. 18, no. 4, pp. 3338-3344 (2010).
- 3) K. Kawase, T. Shibuya, S. Hayashi, K. Suizu, Comptes-Rendus Physique, Vol. 11, No. 7-8, pp. 510-518 (2010)