

分極反転結晶を用いた狭帯域テラヘルツ波発生

Narrowband Terahertz Wave Generation with Periodically Poled Crystal

阪大レーザー研 ○川山 巖, 斗内 政吉

ILE, Osaka Univ., Iwao Kawayama, Masayoshi Tonouchi

E-mail: tonouchi@ile.osaka-u.ac.jp

テラヘルツ波は様々な材料に対して一般的に高い透過性を持ち、かつ安全性が高いことから、セキュリティ、医療および通信など、様々な分野での応用が期待されている。広範囲な分野で利用するためにはいくつかの課題があるが、特に光源の出力が小さいことが大きな問題とされ、高出力化にむけた精力的な研究開発が行われている[1]。一方、テラヘルツ波を用いた分析技術としては、テラヘルツ帯においてブロードなスペクトルをもついわゆるテラヘルツパルスを利用した、テラヘルツ時間領域分光(THz-TDS)が広く用いられている。しかしながら、ある特定周波数の透過・吸収、共鳴的励起の観測および通信応用等を考えると、狭帯域かつ周波数可変なテラヘルツ光源の重要性は高く、自由電子レーザーやパラメトリック発振および差周波混合など様々な方法での光源開発が行われている。このような狭帯域テラヘルツ波発生手法の一つに周期分極反転結晶を用いる方法がある。比較的単純かつコンパクトな光学系で狭帯域テラヘルツ波の発生が可能のため、これまでも周期反転ニオブ酸リチウム(PPLN)結晶と差周波混合もしくは光整流効果と組み合わせた狭帯域テラヘルツ波の発生が行われているが、結晶内でのテラヘルツ波の吸収が大きいため、室温で高出力かつ狭帯域を両立させることは困難であった。

最近我々は、Fig. 1(a)に示すような、テラヘルツ波放射方向が励起レーザーの入射方向に対して垂直に近い角度となる表面放射配置とし、かつチェレンコフ位相整合を満たす角度でテラヘルツ波を取り出すことにより、光整流効果と PPLN 結晶を用いて狭帯域・高出力かつ周波数・帯域可変なテラヘルツ発生に成功した。図 1(b)は励起レーザーの y 方向のスポット径 d_y を 0.4 ~ 4 mm の範囲で変化させたときのテラヘルツ波のスペクトルである。 d_y を大きくするほど帯域が狭くなり、PPLN を用いたテラヘルツ発生で最小の 17GHz の帯域幅を達成した。挿入図は d_y を 0.04 mm まで絞ったときのスペクトルであるが、単パルスに近い広帯域のテラヘルツ波となっている。当日の講演では、構築した光学系の詳細および応用例等について述べる。

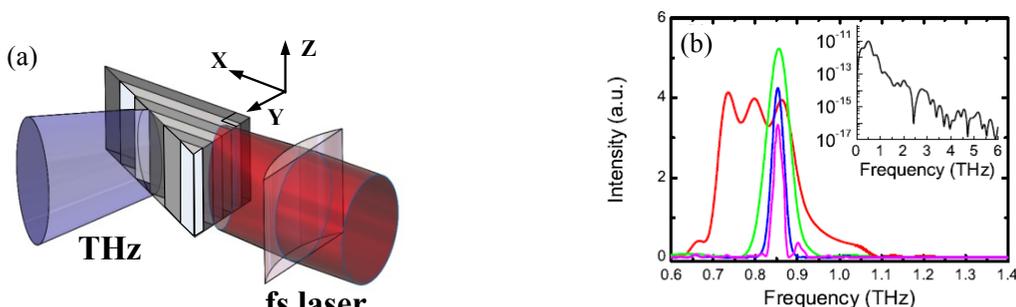


Fig. 1 (a) Schematic of THz wave generation in Z-cut PPLN crystal, and (b) Fourier intensity spectra with different pump beam spot sizes d_y on the PPLN crystal. The inset shows the THz intensity spectrum generated by pump beam spot size $d_y \approx 0.04$ mm.

[1] M. Tonouchi, Nature Photonics **1**, 97 (2007).

[2] C. H. Zhang *et al.*, Opt. Express **20**, 8784 (2012).

謝辞：本研究は、科研費(A222460430)、JSPS 先端研究拠点事業および JST 産学共創基礎基盤研究プログラムの助成を受けて行われた。