

GPU を用いた 2 ビームテラヘルツパルス発生高速シミュレーション

High-speed simulation of 2-beam terahertz pulse generation using GPU

○立松 弘貴, 矢作 弘樹, 角江 崇, 石谷 善博, 森田 健 (千葉大院工)

○Koki Tatematsu, Hiroki Yahagi, Takashi Kakue, Yoshihiro Ishitani, Ken Morita (Chiba Univ.)

E-mail: morita@chiba-u.jp

テラヘルツ (THz) 波は光と電波の重複する未開拓な電磁波領域であり, その特性からライフサイエンス, 環境, 情報通信など多くの分野への応用が期待される. 特に室温で動作する高出力THz波光源の開拓が要求されている. 高出力THzパルスを生成する1つの手法として, 超短パルス光を基本波として非線形光学結晶に励起し, THzパルスを発生される光整流効果がある. 特に二つのビームを用いた光整流効果は, THzパルス発生に有効であるが, ビーム幅やビームの交差角度によって物理機構が変化する. THzパルスを効率的に得るための実験条件を検討するためにシミュレーションが行われる. しかし, 光から波長オーダーが桁違いに大きくなるTHz波へ変換される非線形過程のシミュレーションを実現するためには, 膨大な計算領域を必要とし, 従来使用していた計算ツール(MATLAB)では, 膨大な計算時間とPCのスペックを要してしまう.

本研究では上記の課題を克服するためにGPGPU (General-purpose computing on graphics processing units) を用いたプログラミングを実装することで計算時間の短縮と計算領域の拡大を図った. GPUは内部に多数の演算器を持ち, 比較的単純な数値計算を多数のデータに並列に繰り返し適用するのが得意な構造になっている. GPGPUとは, このGPUの高い演算性能を画像処理以外の目的に応用する技術のことで, 高速な並列計算システムを構築することができる[1].

約245 μm 四方の結晶にフェムト秒パルスレーザー (パルス幅: 100 fs, 中心波長: 800 nm, ビーム幅: 40 μm , 時間ステップ: 1.89×10^{-16} s, 繰り返し数 T : 12000 回) を角度 $\theta = 1.76^\circ$ で入射させたときの5 THz周辺の吸収を考慮したTHzパルス発生の時間変化をシミュレーションした結果をFig. 1に示す. GPUを用いたことにより, いままではできなかった膨大な領域のTHzパルス発生のシミュレーションを実行できるようになった. きわめて短い時間 (数ps以内) で起こる光からTHz波へ変換される非線形過程を動画化できるようになり, THzパルス発生の詳細の視覚化に成功した. GPUを用いたTHzパルス発生の高速シミュレーションは, 様々な条件の下で行われる複雑な非線形過程によって生じるTHzパルス発生のさらなる理解に役立つと考えている.

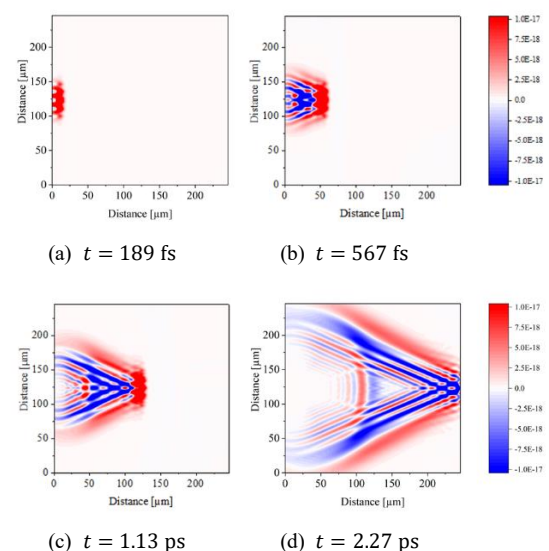


Fig. 1: Time-dependent FDTD-simulation of the 2-beam THz pulse generation implemented by GPU.

[1] K. Morita *et al.*, The 9th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2020)