

高周波テラヘルツ帯における光パラメトリック増幅 Optical parametric amplification in high-frequency terahertz region

東大物性研¹, JST さきがけ²

○神田夏輝¹, 石井順久¹, 板谷治郎¹, 松永隆佑^{1,2}

¹Institute for Solid State Physics, The Univ. of Tokyo, ²JST-PRESTO

○Natsuki Kanda¹, Nobuhisa Ishii¹, Jiro Itatani¹, and Ryusuke Matsunaga^{1,4}

E-mail: n-kanda@issp.u-tokyo.ac.jp

近年のテラヘルツ発生技術の進歩により、テーブルトップ光源で電場尖頭値が 1 MV/cm を超える高強度なパルスが発生可能となった[1]。さらに、周波数が 1 桁高い数十 THz 程度の周波数帯（高周波テラヘルツ帯）では、波長が短いことにより強く集光することができ、電場尖頭値 100 MV/cm のパルスの発生が報告されており[2]、このような光源を用いた超高速な物性制御の研究が行われ始めている。先行研究では近赤外域での 2 波長を 2 台の光パラメトリック増幅器(OPA)により生成し、それら 2 ビームでの差周波を取ることで数十 THz 帯のパルスを発生させている。このような近赤外域での複数の OPA の利用は光路長揺らぎなどがジッターとなり、差周波の CEP の安定性を悪化させると考えられる。安定性の向上には、差周波を 1 ビームで取ったのちに数十 THz 帯での増幅を行うことが有効と考えられる。そこで本研究では高強度高安定な数十 THz 帯のパルス光源の実現を目指し、この周波数帯での光パラメトリック増幅について調べた。

Yb:KGW 再生増幅器（パルスエネルギー 2 mJ、繰り返し 3 kHz、パルス幅 255 fs）を用い、この出力のうち 215 μ J をマルチプレートによるスペクトルブロードニング[3]とチャープミラーによる分散補償を用いることでパルス幅 11 fs に圧縮した。この圧縮パルスを用い、GaSe 結晶を用いてパルス内差周波発生を行い、10~30 THz で周波数可変の高周波テラヘルツ波の発生を行った。検出には厚さ 100 μ m の ZnTe 結晶を用い、電気光学サンプリングにより電場の時間波形の測定を行った。差周波発生過程において結晶への入射角を変化させることで位相整合条件が変化するため、発生する周波数を選ぶことができる。このテラヘルツ波をシード光とし、レーザー出力のうち 270 μ J をポンプ光として用い、GaSe 結晶を用いて光パラメトリック増幅を行った。図 1(a)にポンプ光の入射の有無での時間波形を、(b)にパワースペクトルを示す。パルスエネルギーの増幅率は 55 倍と見積もられる。この増幅はポンプ光とシード光の時間遅延が一致した場合にのみ、位相整合を満たす周波数において見られることが確認できた。講演ではさらなる高強度化についても議論する予定である。

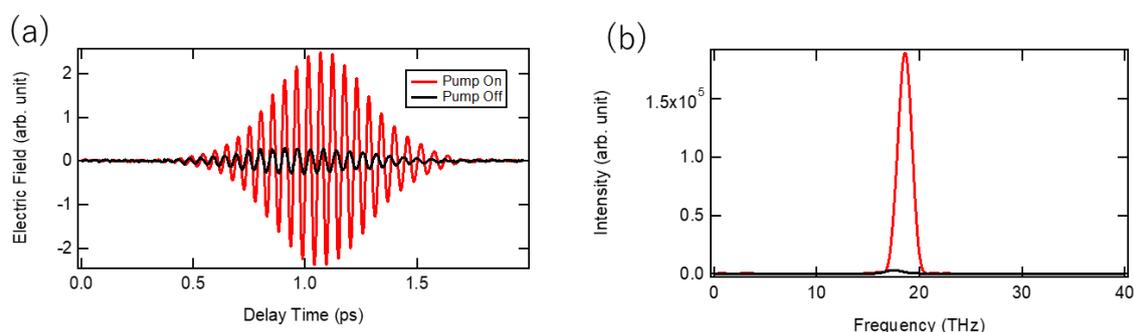


Fig. 1 : (a) Time-domain waveform of electric field. Black: without pump, and Red: with pump. (b) Power spectra.

[1] H. Hirori et al., Appl. Phys. Lett. **98**, 091106 (2011).

[2] A. Sell et al., Opt. Lett. **33**, 2767 (2008).

[3] C-H. Lu et al., Optica **1**, 400 (2014).