

繰り返し周波数 10 kHz で動作する CEP 安定な高強度中赤外パルス光源の開発

Generation of CEP-stable and intense mid-infrared pulses with a 10 kHz repetition rate

京大化研¹, 量研機構²

○佐成 晏之¹, 関口 文哉¹, 中川 耕太郎¹, 石井 順久², 金光 義彦¹, 廣理 英基¹

Kyoto Univ., ICR¹, QST²

○Yasuyuki Sanari¹, Fumiya Sekiguchi¹, Kotaro Nakagawa¹, Nobuhisa Ishii², Yoshihiko Kanemitsu¹,

Hideki Hirori¹

E-mail: sanari.yasuyuki.3e@kyoto-u.ac.jp

近年、固体試料に対して高次高調波発生に代表される極限的非線形光学現象の探索と応用研究が精力的に行われている[1-3]。特に、中赤外 (MIR)領域のレーザーパルスは、高次高調波発生の起源であるキャリアを励起し、キャリアの散乱時間よりも短い間に加速させることができるため、開発研究が活発に行われている。高強度な光電場による固体材料の非線形な応答を非破壊かつ高精度に観測するためには、高出力で時間幅が短く、なるべく繰り返し周波数が高い安定したレーザーパルス光源が望まれる。

本研究では、Yb:KGW レーザー (繰り返し周波数 10 kHz、最大パルスエネルギー 2 mJ、中心波長 1033 nm) から発生した近赤外パルスをレーザー光源として、超短 MIR パルス光源の開発を行った。最初に近赤外パルスの帯域をマルチプレート法によって拡大し、パルス内の差周波過程によりキャリアエンベロープ位相 (CEP) が安定したシード光を発生させた[4]。続いて、KTiOAsO₄(KTA)結晶を用いた2段階のOPAによって中心波長 3~3.5 μm の範囲で 100 μJ を超えるパルスエネルギーを得ることに成功した。パルスエネルギーは繰り返し周波数に依らず同程度のパルスエネルギーを得ることができ、熱の蓄積などの影響はなく安定していることを確認した。また、f-2f 干渉測定によって CEP を評価し、長時間にわたって安定であることを確認した。得られたパルスエネルギーは 100 μJ を超えるために、Yttrium Aluminum Garnet(YAG)結晶に集光すると自己位相変調によって帯域を広げることが可能である。この方法で、広帯域化した MIR パルスを分散補償材に通すことによりパルス時間幅の圧縮を行い、中心波長 3450nm において 35fs のパルス幅の超短 MIR パルスが得られることを SHG-FROG によって確認した。今後、開発した高繰り返しの超短 MIR パルス光により、固体高次高調波発生などの極限的非線形光学現象を高い精度で測定する実験へ応用する。

本研究は科研費・特別推進研究 (Grant no. JP19H05465)の援助による。

[1] S. Ghimire *et al.*, Nat. Phys. **7**, 138 (2011).

[2] Y. Sanari *et al.*, Nat. Commun. **11**, 3069 (2020).

[3] Y. Sanari *et al.*, Phys. Rev. B **102**, 041125(R) (2020).

[4] N. Ishii *et al.*, Opt. Exp. **27**, 8, 11447 (2019).