

共振器内高次高調波発生のための

リング型共振器 Yb:YAG Thin Disk モード同期レーザー

Yb:YAG thin disk modelocked ring oscillator for intra-cavity HHG

理研¹, 東大光量子², サイバーレーザー³, 東大フotonサイエンス機構⁴○神田夏輝^{1,2}, アmani Eilanlou¹, 今鋒友洋³, 住吉哲実³, 鍋川康夫¹, 五神真^{2,4}, 緑川克美^{1,4}RIKEN¹, Photon Science Center, The Univ. of Tokyo², Cyber Laser Inc.³,Institute for Photon Science and Technology, The Univ. of Tokyo⁴○Natsuki Kanda^{1,2}, A. Amani Eilanlou¹, Tomohiro Imahoko³, Tetsumi Sumiyoshi³,Yasuo Nabekawa¹, Makoto Kuwata-Gonokami^{2,4}, and Katsumi Midorikawa^{1,4}

E-mail: n-kanda@riken.jp

レーザーベースの高次高調波は高輝度高コヒーレンスな深紫外・軟 X 線光源として有用である [1]。特に、MHz 級の高い繰り返しのコヒーレントな深紫外光は光電子分光やアト秒科学への応用において強く望まれているが、従来の高調波発生ではレーザーの繰り返し周波数が kHz 程度に制限されてきた。そこで我々はレーザー共振器内での高次高調波発生による MHz 級の繰り返しを目指し、Yb:YAG 薄型ディスクをゲイン媒質とした高パルスエネルギーなモード同期超短パルス発振器の作製を行っている [2]。線形共振器においてカーレンズモード同期に成功し、繰り返し周波数 2.85 MHz で共振器内パルスエネルギー 1 mJ を実現している [3]。しかし、高次高調波の取り出しを考えた場合、一方向に光パルスが周回するリング型共振器の方が望ましい。

そこで今回は、これまでの共振器長約 50 m の線形共振器 [3] の両端を延長し、約 100 m のリング型共振器を構築してモード同期動作を行った。リング型共振器では光パルスの周回方向は 2 種類の選択肢が存在する。そこで、カーレンズ媒質とアパーチャーの組み合わせで生じる非対称性を利用して周回方向の制御を行った [4]。カーレンズ媒質として用いている YAG 基板とアパーチャーの位置関係を適切に選ぶことで、所望の周回方向のみに発振するモード同期動作に成功した。リング型共振器において、アウトプットカップラーの反射率を 97% としたときに、出力 60 W、パルス幅 710 fs、繰り返し周波数 2.87 MHz を得た。図 1 にスペクトル、図 2 に自己相関波形を示す。中心波長は 1032 nm で、スペクトル幅は 2.4 nm である。この時の共振器内パルスエネルギーは 0.67 mJ で、集光点での先頭強度は $1.4 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ と見積もられる。共振器中の集光点への希ガス導入により発光が観測されており、共振器内高次高調波発生が可能な強度領域に到達している。

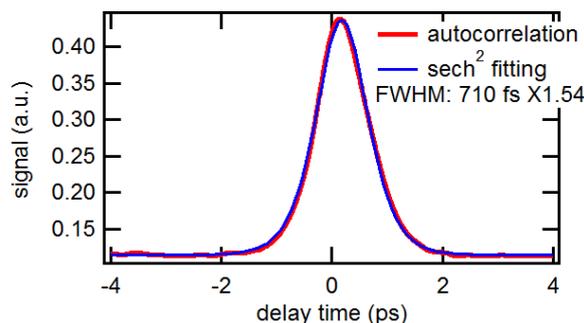
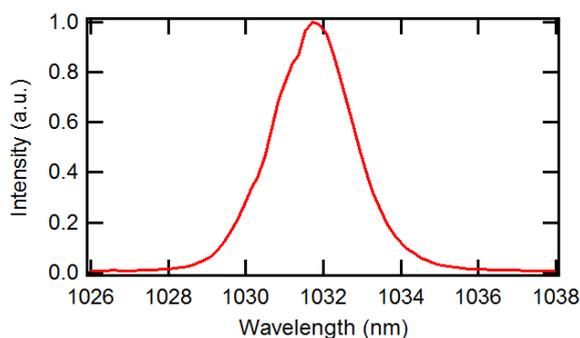


Fig. 2 : Spectrum of unidirectional mode-locking.

Fig. 2 : Results of auto-correlation measurements.

[1] P. B. Corkum, Phys. Rev. Lett. **71**, 1994 (1993).[2] A. Amani Eilanlou *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 082701 (2014).

[3] 神田他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 17p-F7-14 (2014).

[4] D. R. Heatley *et al.*, Opt. Lett. **18**, 170 (1993).