

Yb:YAG Thin Disk モード同期レーザー共振器中での高次高調波発生

Intra-cavity HHG in a Yb:YAG thin disk modelocked oscillator

理研¹, 東大光量子², サイバーレーザー³, 東大フォトンサイエンス機構⁴

○神田夏輝^{1,2}, 今鉢友洋³, 吉田功児³, アマニ・イランル¹, 鍋川康夫¹,
住吉哲実³, 五神真^{2,4}, 緑川克美^{1,4}

¹RIKEN, ²Photon Science Center, The Univ. of Tokyo, ³Cyber Laser Inc.,

⁴Institute for Photon Science and Technology, The Univ. of Tokyo

○Natsuki Kanda^{1,2}, Tomohiro Imahoko³, Koji Yoshida³, A. Amani Eilanlou¹, Yasuo Nabekawa¹,

Tetsumi Sumiyoshi³, 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真空紫外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真空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 10 kHz 程度に制限されてきた。そこで我々は、MHz 級の繰り返し動作をするレーザー共振器内に複数の高次高調波発生ポートを備えた循環型コヒーレント光源の実現を提案している。本装置ではパルス発生の基準が共振器自身となる発振器となっているため、エンハンスメント共振器のような波長スケールの共振器制御は不要であり、安定な動作が期待できる。また、共振器中の集光点を増やすことで、ほかの手法では困難な複数の高次高調波発生ポートを持たせることが可能だと考えられる。我々は共振器内高次高調波発生を目指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開発を行っており[2]、これまでに Yb:YAG 薄型ディスクをゲイン媒質に用い、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 のカーレンズモード同期を実現している[3]。

今回は、このモードロックレーザーを用いた共振器内高次高調波発生を行った。高次高調波発生のための 2 箇所の集光点を含んだ共振器において、繰り返し周波数 3.11MHz、共振器内パルスエネルギー 0.36mJ、パルス幅 610fs、中心波長 1031nm のモード同期動作を行った。集光尖頭強度は $8.4 \times 10^{13} \text{ W/cm}^2$ と見積もられ、高次高調波発生には十分な強度である。集光点に希ガス (Ne, Ar, Xe) のガスジェットを導入し、高次高調波発生を行った。高次高調波はサファイアのブリュースター板により基本波と分離され、トロイダルミラーにより分光器の入射スリットへ集光した。

図 1 に示す通り、2 箇所の集光点に同時にガスを導入した場合でもモード同期動作は維持され、プラズマの発光が観測された。また、それぞれに取り付けた真空紫外分光器により、高次高調波のスペクトルの同時観測を実現した。両方のポートで奇数次の高調波が観測され、Ne では最高で 43 次高調波まで観測された (図 2)。ガス種によるイオン化エネルギーの違いによりカットオフエネルギーが異なるため、2 ポートで同時に異なる次数の高次高調波を得ることができる。本手法により、実験室スケールでの複数ポート高繰り返し真空紫外光源への道を拓くことができた。

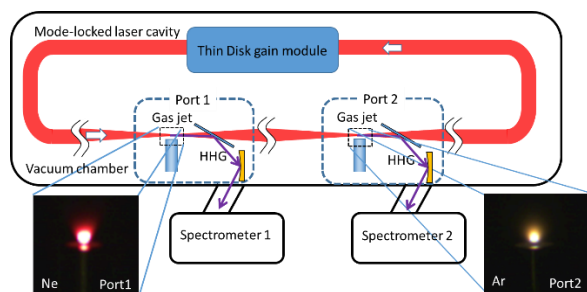


Fig. 1 : A schematic of intra-cavity HHG.

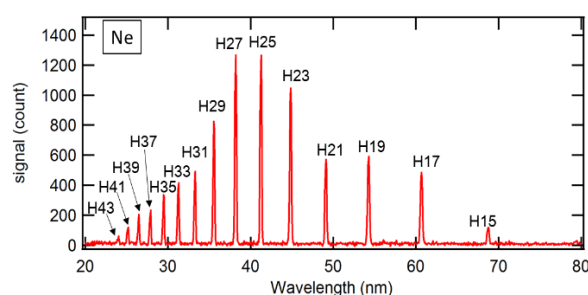


Fig. 2 : The HHG spectrum from Ne gas.

[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).