

共振器内高次高調波発生用リング型薄ディスク発振器の開発

Development of a thin disk ring oscillator for intra-cavity high-order harmonic generation

アマニ レザ (国立研究開発法人理化学研究所光量子工学研究領域)

A. Amani Eilanlou (RIKEN Center for Advanced Photonics)

Email: amani@riken.jp

高次高調波発生の繰返し周波数は多くの場合、600 kHz 以下に限定されている。これは高調波発生用の高強度レーザー増幅器の繰返しが熱レンズ等の多数の課題により制限されているためである。一方、生体分子の観測、光電子分光や EUV リソグラフィ用のマスク欠陥検査に高次高調波を応用するには、数 MHz の繰返しが必要とされている。現在、このような高調波光原の実現に最も近い技術は高平均出力モード同期発振器からのフェムト秒パルスを用いたエンハンスメント共振器の開発である。しかしながら、この方法の実現には高度な共振器安定化技術が必要とされる。

本講演では、MHz 繰返し高調波光源を実現する新たな方法を提案し、そのために開発している励起光源について報告する。この方法は高出力モード同期発振器を用いた共振器内高次高調波発生である。カーレンズモード同期薄ディスクレーザー発振器の開発により、共振器内部の平均出力を 1 kW 以上にすることは可能になってきた。これは 10 MHz の繰返し周波数で 100 μ J 以上の共振器内パルスエネルギーに相当する。パルス幅は Yb:YAG の利得帯域幅で制限され、数 100 fs 程度になる。このような共振器に凹面鏡対を追加し、焦点の近くに希ガスを導入すれば、100 nm 以下の波長領域において高次高調波を発生できる。高次高調波を効率よく取り出すためには、基本波フェムト秒パルスが片回りする必要がある、開発する発振器には、リング型の構造が必要になる。

本研究では、Dausinger+Giesen 社製の薄ディスクを利用し、既にリング型の共振器内部に 68 μ J のパルスエネルギーを 470 fs のパルス幅で 15.48 MHz の繰返しで発生することができた。得られた出力パワーが 58.3 $\pm$ 0.26 W であった。より高いパルスエネルギーを発生するために、TRUMPF 社製の薄ディスクを導入し、リング型の発振器を水冷定盤の上に構築した。その結果、現在のところ、共振器内部に 80 μ J のパルスエネルギーが 522 fs のパルス幅で 13.08 MHz の繰返しで得られている。また、出力パワーも 73.6 $\pm$ 0.43 W に上がった。共振器内部のパルスエネルギーが空気の高い非線形位相と分散補償に使用している GTI レーザーミラーの品質で制限されている。次世代の GTI レーザーミラーの開発でこの課題を解決し、より高いパルスエネルギーが得られる見込みである。また、完成されたリング型の薄ディスク発振器を共振器内高次高調波発生に応用し、100 nm の領域で高調波の取り出しも試みる予定である。



アマニ レザ

1981年イラン生まれ、2001年来日、2016年帰化。2002年東京大学入学、2011年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、工学博士。同年、理化学研究所基幹研究所特別研究員として入所。2016年から理化学研究所光量子工学研究領域研究員、現在に至る。超高速・高出力レーザーシステムの開発と応用に従事。アメリカ光学会、日本レーザー学会の正会員。日本レーザー学会、日本電気学会の論文発表賞受賞。