18a-F7-1

mJ 級高強度トポロジカルチャージ可変超短光渦パルス発生

Generation of mJ-class intense ultrashort optical-vortex pulses with topological-charge control

北大院工, JST-CREST　○(PC) 山根 啓作, 本田 亜沙美, 戸田 泰則, 森田 隆二
Hokkaido Univ., JST-CREST ○(PC)K. Yamane, A. Honda, Y. Toda, R. Morita
E-mail: k-yamane@eng.hokudai.ac.jp

近年光渦は, 軌道角運動量を有するなど, その特異な性質から注目を集めつつあり, 大容量高速光通信, 光ピンセット, 物質加工など様々な分野への応用研究が盛んに行われている. 我々はこうした応用展開の中で, 物質加工や原子分子との相互作用などへの適用に注目し, mJ 級の高強度を有しつつ, かつ柔軟にトポロジカルチャージを変更できる実用的超短光渦パルス光源の開発を進めている.

前回, 我々は 4-f 配置コンピューター生成ホログラム (CGH) を用いて発生した光渦を光パラメトリック増幅 (OPA) により高強度化した結果を報告した. しかし, 主としてポンプ光として用いた Ti:Sa 増幅器の第 2 高調波のビーム品質の悪さなどから OPA 出力は ~0.3 μJ 程度と物質加工などの応用研究には不十分な値となっていた. そこで我々は OPA よりは増幅帯域幅は狭くなるもののの, 光-光のエネルギー変換の段数がより少なく, 効率よくパルスエネルギーの高強度化が達成できる Ti:Sa のチャープパルス増幅へと増幅方式を変更し, 光源開発を進めている.

実験配置を Fig. 1 に示す. Ti:Sa レーザー発振器からの出力をパルス幅伸張した後, 再生増幅器によって高強度化した. この光パルスを 4-f CGH によって光渦に変換し, 主増幅器である 4 パスのマルチパス増幅器によってさらに高強度化を行った後, 回折格子対によってチャープ補償を行った. 本構成は 4-f CGH のスループットの低さ (数 %[非ブレーズ化時] – 数十 %[ブレーズ化時]) を補償しつつ, かつ 4-f CGH 中の液晶空間光変調器 (SLM) の損傷閾値以上の光波を得ることができるという利点を有する. また, 光渦のように中心に暗点が存在する光波は増幅過程において ASE の影響によって空間的な強度のコントラストの低下の影響を受けやすい. そのため一度高強度化を行ってから光渦に変換する本構成は高品質な光渦増幅を行う上でも非常に有効である.

SLM の制御によりトポロジカルチャージ m を変化させた場合のビーム断面像を Fig. 2 に示す. 円筒レンズを用いた簡易な計測法により, 光波のトポロジカルチャージ m は増幅過程中も保存されていることが確認された. m = 0, 1, 2, 3 と変化させた場合の出力パルスエネルギーは回折格子対後においてそれぞれ, 1.0, 1.2, 1.1, 0.9 mJ であり, mJ クラスの出力を達成でき, パルス幅も 2DSI によって 64fs と計測された (フーリエ変換限界幅: 40 fs). 現在, チャープ補償の高精度化及び SLM 印加パターンの最適化によるビーム品質の改善などを進めており, 講演ではそれらの結果について報告する.

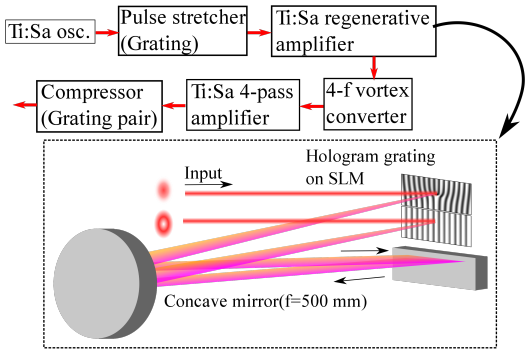

Fig.1 Schematic of experimental setup.

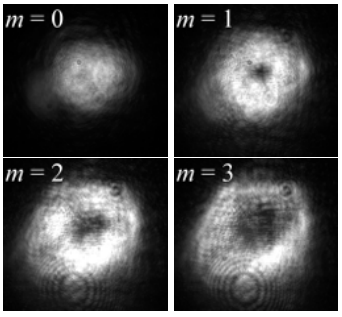

Fig.2 Beam profiles of amplified optical-vortex pulses.

Reference:　山根 他, 第 60 回春季学術講演会講演予稿集 28a-D2-6 (2012).

© 2014 年　応用物理学会